

版权声明

本研究报告由中投顾问产业研究中心制作出品，产品版权由本公司唯一拥有。目前本公司所有研究报告均没有委托其他任何第三方代理销售，即如果您收到的此报告不是从本公司直接购买，或本产品不是由本公司向您直接发送，则一定是盗版者非法向您或贵公司销售，敬请您拨打举报电话 0755-82076800，我公司将以特定的方式向您表示感谢。

本产品已申请知识版权，是由本公司直接向客户销售，仅限客户公司内部或客户本人使用，不得向任何第三方复制、转载、翻录、节选或直接销售以谋求商业利益，违者将追究侵犯版权之法律责任。

特此声明！

中投顾问产业研究中心 法务部

二零一零年三月

一、能源电力行业 <http://www.ocn.com.cn/dm001.htm>

能源电力行业是国民经济的“命脉”，随着我国经济的快速发展，对能源电力的需求呈高速增长态势，中投顾问对能源电力行业进行了全面而深入的调查研究发现，能源电力行业的投资空间和价值潜力还相当巨大！

新能源	沼气	燃料电池	氢能	可再生能源
	乙醇汽油	燃料乙醇	生物质能发电	水电
	生物柴油	生物质能利用	风力发电	小水电
	海上风力发电	风电叶片	薄膜太阳能电池	小型风电
	新能源	波浪发电	潮汐发电	海洋能
	地热能			
太阳能	太阳能灯	太阳能空调	太阳能热水器	太阳能电池
	太阳灶	太阳能光伏发电	多晶硅	太阳能利用
	太阳能硅片	太阳能光伏设备	太阳能建筑	铜铟镓硒薄膜太阳能电池
	太阳能发电站			
石油天然气	炼油	液化石油气	润滑油	加油站
	燃气	液化天然气	石油	成品油
	燃料油	管道运输	天然气	天然气终端销售
	石油天然气开采	新疆天然气	四川省天然气	青海省天然气
	天然气信贷	炼油行业信贷	燃气行业信贷	石油行业信贷
煤炭	煤炭企业经营数据	煤焦油	焦化	煤矸石
	内蒙古煤炭	煤层气	煤化工	新疆煤炭
	煤炭	山西煤炭	陕西省煤炭	山东省煤炭
	河南省煤炭	河北省煤炭	甘肃省煤炭	宁夏煤炭
	黑龙江省煤炭	贵州省煤炭	云南省煤炭	四川省煤炭
	山西省煤层气	山西省煤化工	新疆煤化工	内蒙古煤化工
	安徽省煤化工	河南省煤化工	贵州省煤层气	煤炭行业信贷
	安徽省煤层气	焦化行业信贷	新疆煤层气	河南省煤层气
	辽宁省煤层气	宁夏煤层气	煤制油	煤制天然气
	煤制烯烃	煤制甲醇		
电力	风力发电	电线电缆	电网	电力行业
	火力发电	小水电	水电	核电
	垃圾发电	海上风力发电	内蒙古风力发电	新疆风力发电
	甘肃省风力发电	江苏省风力发电	山东省风力发电	广东省风力发电
	河北省风力发电	辽宁风力发电	四川省水电	云南省水电
	贵州省水电	电力行业信贷	水电行业信贷	风力发电行业信贷
	核电行业信贷	火力发电行业信贷	浙江省核电	广东省核电
	小型风电	波浪发电	智能电网	电力行业节能减排
	黑龙江省风力发电	潮汐发电	稻壳发电	
区域	山西省能源产业	新疆能源产业	陕西省能源产业	安徽省能源产业
	贵州省能源产业	内蒙古能源产业	山东省能源产业	辽宁省能源产业
	黑龙江省能源产业	甘肃省能源产业	广东省能源产业	浙江省海洋能

	江苏省光伏发电	青海省光伏发电	江西省光伏产业	
--	---------	---------	---------	--

二、交通运输行业 <http://www.ocn.com.cn/dm007.htm>

中国的交通运输行业承载着国家经济的高速发展，它的重要性不言而喻。在过去的数十年中，我国的交通运输建设取得了巨大的成就，但百尺竿头更进一步，我们相信在“十一五”期间，我国交通运输行业又将迎来新的建设高峰。

船舶海运	游艇业	船舶制造业	集装箱制造	集装箱运输
	海运	水运	港口码头	港口物流
	船舶制造行业信贷	集装箱制造行业信贷	游艇行业信贷	长三角港口业
	珠三角港口业	浙江省港口业	江苏省港口业	山东省港口业
	福建省港口业	辽宁省港口业	广西省港口业	海南省港口业
	河北省港口业	环渤海港口业	拆船业	
民航机场	飞机制造及修理	民用航空	机场业	廉价航空
	飞机制造修理信贷	大飞机项目		
道路运输	高速铁路	铁路机车	地铁	铁路
	公路	高速公路	铁路运输	公路运输
	管道运输	城市轨道交通与设备	西南地区高速公路	香港地铁
	北京地铁	上海地铁	江苏省公路	北京轨道交通
	广东省地铁	南京地铁	上海轨道交通	华中地区高速公路
	华南地区高速公路	广州轨道交通	武汉地铁	成都地铁
	华东地区高速公路	天津地铁	沈阳地铁	杭州地铁
	东北地区高速公路	华北地区高速公路	铁路机车行业信贷	
汽车及零部件	SUV	汽车制造企业经营数据	经济型轿车	汽车改装
	轮胎翻新	汽车用品	电动车	自行车
	汽车音响	发动机	轿车	载货车
	客车	GPS	汽车电子	汽车维修
	汽车	汽车零部件	轮胎	润滑油
	摩托车	汽车租赁	新能源汽车	汽车流通
	汽车零部件信贷	汽车行业信贷	汽车服务	微型汽车
	混合动力汽车			

三、化工日化行业 <http://www.ocn.com.cn/dm003.htm>

化工日化行业一直是国民经济的重要一环，我国的化工日化行业虽然规模巨大，但也存在诸多的弊端，目前国家正着手对化工行业进行调整改造，这也为化工日化行业投资者带来了新的发展机遇。

化工原料	聚氯乙烯	聚乙烯	纯碱	聚氨酯
	环氧树脂	精细化工	合成树脂	氯碱
	聚丙烯	生物化工	合成材料	二甲醚
	石油化工	基础有机化工原料	乙烯	丙烯
	甲醇	醋酸	煤化工	有机硅
	复合材料	碳纤维		

化学制品	彩妆	香精香料	口腔清洁用品	香水
	油墨	专用化学品	颜料	洗发护发
	洗涤剂	洗衣粉	牙膏	化妆品
	日化	护肤品	生活用纸	造纸
	农药	生物农药	化肥	磷肥
	钾肥	化学农药	氮肥	造纸行业信贷
	日化行业信贷	农药行业信贷	化肥行业信贷	粘胶纤维
	沥青	氟化工	粘胶剂	
塑料橡胶	聚氯乙烯	塑料管道	塑料建材	再生橡胶
	合成纤维	工程塑料	塑料薄膜	塑料包装
	橡胶助剂	轮胎	合成革	橡胶
	合成橡胶	塑料制品	化纤	锦纶
	涤纶	橡胶行业信贷	化纤行业信贷	工程塑料行业信贷
	芳纶纤维	腈纶		
其他	阻燃剂	电子材料	磁性材料	纳米材料
	钛白粉	半导体材料	单晶硅	锂电池正极材料
	高钛渣	新材料	液晶面板	

四、文化服务行业 <http://www.ocn.com.cn/dm011.htm>

中投顾问产业研究中心文化服务行业研究部，通过对国际、国内文化服务行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对文化服务行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对文化服务行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解文化服务行业的最好工具。

文化传媒	手机游戏	新媒体	网络电视	培训
	音像制品	网络游戏	影视产业	文化产业
	文化产业基地	动漫	网络教育	传媒
	数字电视	动画	江苏省文化产业	浙江省文化产业
	四川省文化产业	湖北省文化产业	北京文化产业	上海文化产业
	天津文化产业	辽宁省文化产业	电视、广播产业	重庆文化产业
	海南省文化产业	河北省文化产业	河南省文化产业	南京文化产业
	云南省文化产业	陕西省文化产业	深圳文化产业	安徽省文化产业
	山西省文化产业	杭州文化产业	济南文化产业	长沙文化产业
	福建省文化产业	湖南省动漫产业	浙江省动漫产业	北京动漫产业
	江苏省动漫产业	上海动漫产业	广州动漫产业	山东省动漫产业
	深圳动漫产业	福建省动漫产业	网络视频	高等职业教育
	数字音乐	民办职业教育	职业教育	文化创意产业
	北京文化创意产业	电影	电视媒体	视频会议
	幼儿教育	网络文学商业运营		
出版业	图书出版发行	出版业	报刊业	数字出版
	网络出版			
金融	电子支付	期货	基金业	典当

	风险投资	租赁	银行业	保险
	信用卡	汽车租赁	汽车金融	医疗保险
	汽车保险	健康保险	信托	飞机租赁
	网上银行	银行理财产品	银行卡	财产保险
	人寿保险	农业保险	融资租赁	农产品期货
	城市商业银行	金属期货	货物运输保险	责任保险
	担保			
商务服务	电子商务	广告业	互联网广告	会展业
	租赁	培训	安防	户外广告
	B2C 电子商务	中小企业电子商务	IT 服务业	IT 外包
	IT 咨询业	保险中介	网络购物	职业中介
	第三方电子支付	上海世博会	广州亚运会	深圳大运会
	电视购物	软件运营服务	电子政务	植入式广告
居民服务	减肥	美容	整形美容	婚庆
	彩票	体育		
银行信贷	医疗器械行业信贷	服装行业信贷	煤炭行业信贷	医药行业信贷
	船舶制造行业信贷	汽车零部件行业信贷	食品行业信贷	葡萄酒行业信贷
	电力行业信贷	制糖行业信贷	玻璃行业信贷	白酒行业信贷
	乳制品行业信贷	食用油行业信贷	水泥行业信贷	造纸行业信贷
	汽车行业信贷	飞机制造修理行业信贷	集装箱制造行业信贷	炼油行业信贷
	啤酒行业信贷	游艇行业信贷	日化行业信贷	生物制药行业信贷
	水产加工行业信贷	铁路机车行业信贷	烟草行业信贷	饮料行业信贷
	印染行业信贷	印刷行业信贷	电线电缆行业信贷	阀门行业信贷
	风力发电行业信贷	核电行业信贷	焦化行业信贷	燃气行业信贷
	水电行业信贷	饮用水行业信贷	轴承行业信贷	齿轮行业信贷
	电子元器件行业信贷	锅炉行业信贷	农药行业信贷	农业机械行业信贷
	石油行业信贷	仪器仪表行业信贷	废旧物资回收加工行业信贷	风机行业信贷
	广电设备行业信贷	黄金行业信贷	皮革行业信贷	水务行业信贷
	冶金行业信贷	眼镜行业信贷	泵业信贷	变压器行业信贷
	光纤光缆行业信贷	稀土行业信贷	镁行业信贷	体育用品行业信贷
	火力发电行业信贷	糖果巧克力行业信贷	调味品行业信贷	化肥行业信贷
	珠宝首饰行业信贷	绝热隔音材料行业信贷	陶瓷行业信贷	铜行业信贷
	铅锌行业信贷	茶叶行业信贷	钟表行业信贷	酒精行业信贷
	灯具行业信贷	方便食品行业信贷	铝行业信贷	人造板行业信贷
	石材行业信贷	文具行业信贷	有色金属行业信贷	不锈钢行业信贷
	中药行业信贷	焙烤食品行业信贷	电池行业信贷	房贷市场
	消费信贷			

五、旅游酒店餐饮行业 <http://www.ocn.com.cn/dm002.htm>

中投顾问产业研究中心旅游酒店餐饮行业研究部，通过对国际、国内旅游酒店餐

饮行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对旅游酒店餐饮行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的分析和研究，下面的研究报告汇集了公司对旅游酒店餐饮行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解旅游酒店餐饮行业的最好工具。

酒店业	北京酒店业	深圳酒店业	酒店业	产权式酒店
	经济型酒店	广州酒店业	上海酒店业	杭州酒店业
	浙江酒店业	宁波酒店业	东莞酒店业	
旅游餐饮	滑雪	餐饮连锁业	快餐业	旅游业
	餐饮业	滨海旅游	新疆旅游业	杭州旅游业
	海南旅游业	宁波旅游业	重庆餐饮业	广州餐饮业
	上海餐饮业	深圳餐饮业	武汉餐饮业	西安餐饮业
	珠海旅游业	广东旅游业	广州旅游业	深圳旅游业
	浙江旅游业	青岛旅游业	成都餐饮业	西安旅游业
	成都旅游业	山东旅游业	医疗旅游	文化旅游
	主题公园			

六、零售物流行业 <http://www.ocn.com.cn/dm008.htm>

中投顾问产业研究中心零售物流行业研究部，通过对国际、国内零售物流行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对零售物流行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的分析和研究，下面的研究报告汇集了公司对零售物流行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解零售物流行业的最好工具。

零售业	医药流通	家电连锁	零售业	连锁经营
	直销业	特许经营	北京零售业	上海零售业
	深圳零售业	奢侈品	购物中心	
物流业	汽车物流	钢铁物流	物流	快递业
	物流中心	第三方物流	港口物流	天津物流
	北京物流	珠三角物流	长三角物流	福建省物流
	广州物流	江苏省物流	上海物流	深圳物流
	浙江省物流	物流园区	仓储业	冷链物流

七、房地产行业 <http://www.ocn.com.cn/dm009.htm>

中投顾问产业研究中心房地产行业研究部，通过对国际、国内房地产行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对地产行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的分析和研究，下面的份研究报告汇集了公司对房地产行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解房地产行业的最好工具。

中国房地产	中国房地产企业经营数据	建筑装饰	建筑	商业地产
	写字楼	商铺地产	别墅	物业管理
	重庆建筑业	北京建筑业	福建省建筑业	河北省建筑业
	江苏省建筑业	山东省建筑业	上海建筑业	四川省建筑业
	浙江省建筑业	山西省建筑业	广西省建筑业	黑龙江省建筑业

	宁夏建筑业	廉租房	经济适用房	旅游地产
一线城市	广州房地产	深圳房地产	上海房地产	北京房地产
二线城市	海南房地产	宁波房地产	呼和浩特房地产	青岛房地产
	南京房地产	天津房地产	重庆房地产	杭州房地产
	西安房地产	成都房地产	长沙房地产	武汉房地产

八、机械设备行业 <http://www.ocn.com.cn/dm004.htm>

中投顾问产业研究中心机械行业研究部，通过对国际、国内机械设备行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对机械设备行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对机械设备行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解机械设备行业的最好工具。

通用设备	衡器	电动工具	金属切割及焊接设备	风机
	铸造机械	数控机床	机械	齿轮
	轴承	机床	锅炉	发动机
	阀门	泵业	热泵	阀门行业信贷
	轴承行业信贷	齿轮行业信贷	锅炉行业信贷	风机行业信贷
	机床行业信贷	电动工具行业信贷	泵业信贷	
专用设备	拖拉机	橡胶机械	装载机	广电设备
	压路机	塑料机械	纺织机械	工程起重机
	工程机械	农业机械	环保设备	印刷机械
	包装机械	食品包装机械	医疗器械	电子元器件
	电梯	挖掘机	农药机械行业信贷	广电设备行业信贷
	叉车			
电力设备	风力发电设备	发电设备	发电机	电力环保设备
	电力设备	输变电设备	变压器	电线电缆
	电线电缆行业信贷	变压器行业信贷	输变电设备行业信贷	发电设备行业信贷
	核电设备	微电机	水电设备	垃圾发电设备
	火电设备			
运输设备	船舶制造业	游艇业	集装箱制造	电动车
	铁路机车	城市轨道交通与设备	自行车	摩托车
	汽车	轿车	载货车	客车
电子仪器与器材	集成电路	电容器	照相机及器材制造	新型电池
	电动机	电光源	打印机	光纤光缆
	半导体照明	仪器仪表	电工电器	GPS 导航
	眼镜	钟表	燃料电池	蓄电池
	电池	电子元器件	手机电池	开关
	电子元器件行业信贷	仪器仪表行业信贷	光纤光缆行业信贷	电光源行业信贷
	电池行业信贷	眼镜行业信贷	钟表行业信贷	锂电池
	镍氢电池			

九、家用电器行业 <http://www.ocn.com.cn/dm017jiayongdianqi.htm>

中投顾问产业研究中心家用电器行业研究部，通过对国际、国内家电行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对家电行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对家用电器行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解家用电器行业的最好工具。

白色家电	橱柜	洗衣机	冰箱	空调
	浴霸市场	抽油烟机	厨具	白色家电
黑色家电	液晶电视	家庭影院	平板电视	机顶盒
	电磁炉	音响	便携式电子学习产品	数码摄像机
小家电	小家电	饮水机	电压力锅	吸尘器
	太阳能热水器	热水器市场	灯具	灯具行业信贷
数码通讯	3G 产业	3G 终端市场	3G 手机	数码摄像机
	MP4 播放器	移动硬盘	MP3 播放器	闪存卡
	便携式电子学习产品	手机电视		

十、建材冶金行业 <http://www.ocn.com.cn/dm010.htm>

中投顾问产业研究中心建材冶金行业研究部，通过对国际、国内建材冶金行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对建材冶金行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对建材冶金行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解建材冶金行业的最好工具。

建筑材料	绝热隔音材料	玻璃纤维	塑料建材	保温材料
	新型建材	建材	玻璃	涂料
	水泥	建筑陶瓷	耐火材料	玻璃行业信贷
	水泥行业信贷	山东省水泥行业	江苏省水泥行业	四川省水泥
	浙江省水泥	广东省水泥	湖北省水泥	河南省水泥
	河北省水泥	安徽省水泥	江西省水泥	绝热隔音材料行业信贷
	福建省水泥	湖南省水泥	重庆建材	河北省建材
	安徽省建材	湖北省建材	广东省建材	门窗
	粉末涂料			
装饰材料	瓷砖	木地板	刨花板	实木地板
	纤维板	胶合板	人造板	卫生陶瓷
	陶瓷	灯具	石材	陶瓷行业信贷
	人造板行业信贷	石材行业信贷		
冶金工业	粉末冶金	钢铁企业经营数据	冶金	特钢
	镁业	再生金属	铁合金	钨
	镍	钢铁	不锈钢	铝
	金属制品	铜	铅锌	稀土
	黄金	有色金属	黑色金属	钢材
	废钢	金属硅	黄金行业信贷	冶金行业信贷
	铜行业信贷	铝行业信贷	有色金属行业信贷	不锈钢行业信贷
	稀土行业信贷	铅锌行业信贷	镁行业信贷	白银
	铝合金	刀具		

十一、食品饮料行业 <http://www.ocn.com.cn/dm005.htm>

中投顾问产业研究中心食品行业研究部，通过对国际、国内食品行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对食品行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的份研究报告汇集了公司对食品行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解食品行业的最好工具。

酒类	啤酒	黄酒	白酒	保健酒
	葡萄酒	酒精	葡萄酒信贷	白酒行业信贷
	啤酒行业信贷	酒精行业信贷	广东白酒	河北白酒
	河南白酒	江苏白酒	山东白酒	四川白酒
	云南白酒	贵州白酒	湖北白酒	陕西白酒
	安徽白酒			
软饮料	饮料	软饮料	功能饮料	茶饮料
	茶叶	饮用水	果汁	饮料行业信贷
	饮用水行业信贷	茶叶行业信贷		
食品制造	速冻食品	焙烤食品	罐头	绿色食品
	粮食加工	食品	有机食品	糖果、巧克力
	方便食品	烟草	调味品	食品及饲料添加剂
	食品信贷	烟草行业信贷	方便食品行业信贷	焙烤食品行业信贷
	糖果巧克力行业信贷	调味品行业信贷	宠物食品	
农副产品	淀粉	奶粉	花生油	乳制品
	食用油	水产加工	制糖	肉类加工
	饲料	花卉	制糖行业信贷	乳制品信贷
	食用油信贷	水产加工行业信贷	肉类加工行业信贷	饲料行业信贷
	小麦	大豆	玉米	棉花
	水产养殖	油茶		

十二、纺织服装行业 <http://www.ocn.com.cn/dm012.htm>

中投顾问产业研究中心纺织服装行业研究部，通过对国际、国内纺织服装行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对纺织服装行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对纺织服装行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解纺织服装行业的最好工具。

纺织业	纺织业	麻纺织	家纺	无纺布
	丝绸	针织	毛纺织业	印染
	棉纺织业	床上用品	纺织品	彩棉
	锦纶	涤纶	印染行业信贷	粘胶纤维
服装	领带	童装	运动服装	服装行业
	女装	内衣	服装信贷	男装
皮革	合成革	箱包	皮鞋	皮革
	羽绒	制鞋	皮革行业信贷	羽绒行业信贷
	制鞋行业信贷			

十三、轻工行业 <http://www.ocn.com.cn/dm018qinggonghangye.htm>

中投顾问产业研究中心轻工行业研究部，通过对国际、国内轻工行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对轻工行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的份研究报告汇集了公司对轻工行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解轻工行业的最好工具。

文体用品	健身器材	体育用品	工艺美术品	文具
	乐器	玩具	珠宝首饰	体育用品行业信贷
	珠宝首饰行业信贷	文具行业信贷	户外用品	
木材家具	橱柜	家具	木质家具	木材加工
	纤维板	胶合板	人造板	竹业
	木材加工行业信贷	家具行业信贷	办公家具	厨房家具
	软体家具			
印刷包装	金属包装	包装印刷	印刷	包装
	塑料包装	印刷行业信贷	包装行业信贷	

十四、医疗医药行业 <http://www.ocn.com.cn/dm006.htm>

中投顾问产业研究中心医药行业研究部，通过对国际、国内医药行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对医药行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对医药行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解医药行业的最好工具。

医疗医药行业	医药制造企业经营数据	维生素	化学药	OTC
	中药饮片	心脑血管药	医药物流	保健品
	医疗器械	医药	生物制药	医药流通
	中药	医院	医疗器械信贷	医药信贷
	生物制药行业信贷	中药行业信贷	兽药	疫苗
	抗高血压药	免疫抑制剂	医疗旅游	医疗保险
	医疗信息化建设	医疗电子	诊断试剂	民营医疗
	中医医院	医药连锁	医药外包	

十五、其他行业 <http://www.ocn.com.cn/dm019.htm>

中投顾问产业研究中心其他行业研究部，通过对国际、国内环保行业 and 新技术行业的长期跟踪，凭借公司专业的研究模型和分析方法，对环保行业及新技术行业的各细分行业及重点产品进行了深入全面的研究和分析，下面的研究报告汇集了公司对环保行业 and 新技术行业研究的最新成果，是投资者或经营者全面深入了解环保和新技术行业的最好工具。

环保产业	海水淡化	环保产业	垃圾处理	污水处理
	水务	废旧物资回收加工	废旧物资回收加工行业信贷	水务行业信贷
	大气污染防治	天津环保产业	北京环保产业	环保服务业
	江苏省环保产业	重庆环保产业	广东省环保产业	上海环保产业
	浙江省环保产业	武汉环保产业	福建省环保产业	山东省环保产业
	辽宁省环保产业	北京水务	天津水务	自来水

	钢铁行业节能减排	有色金属行业节能减排	煤炭工业节能减排	建材行业节能减排
	水泥行业节能减排	汽车行业节能减排	造纸行业节能减排	石化行业节能减排
	清洁发展机制	城市供水	低碳经济	
新技术	电子标签	生物技术	海洋生物	搜索引擎
	软件运营服务	物联网		
基础设施	海南省基础设施	陕西省基础设施	安徽省基础设施	河北省基础设施
	浙江省基础设施	吉林省基础设施	江苏省基础设施	河南省基础设施
	辽宁省基础设施	四川省基础设施	广东省基础设施	云南省基础设施
	高速公路	地铁	高速铁路	铁路
	公路	电网	江苏省公路	上海地铁
	香港地铁	北京地铁	西南地区高速公路	北京轨道交通
	广东省地铁	南京地铁	上海轨道交通	华中地区高速公路
	华南地区高速公路	广州轨道交通	武汉地铁	成都地铁
	华东地区高速公路	天津地铁	沈阳地铁	杭州地铁
	东北地区高速公路	华北地区高速公路		
投资环境	浙江省投资环境分析	福建省投资环境分析	广东省投资环境分析	海南省投资环境分析
	四川省投资环境分析	河北省投资环境分析	吉林省投资环境分析	江苏省投资环境分析
	辽宁省投资环境分析	陕西省投资环境分析	云南省投资环境分析	湖北省投资环境分析
	湖南省投资环境分析	内蒙古投资环境分析	新疆投资环境分析	贵州省投资环境分析
	江西省投资环境分析	环渤海投资环境分析	长三角投资环境分析	广西北部湾投资环境分析
	海西投资环境分析	经济技术开发区投资环境		
其他行业	婴儿用品	中老年用品	宠物市场	

中投顾问还在不断地为各行各业的客户提供专业化的投资咨询、产业分析、市场研究及市场调查等综合的信息咨询服务，为客户的科学决策提供有效的支持，为企业提供最专业的行业市场资讯和企业管理资讯。以专业和深度为目标，以诚信为主旨、作为中国最优秀的的信息咨询顾问机构，用有效的资讯为每一个投资者和经营者创造最大的价值！

与客户成为长远的战略合作伙伴，是我们永恒的信念与不懈的追求！！

网站名称：中国投资咨询网

公司地址：深圳市福田区深南大道 7006 号富春东方大厦 16 层

邮政编码：518040

公司网址：www.ocn.com.cn www.ewise.com.cn

热线电话：0086-0755-82571158 82571258

传 真：0086-0755-83648309

电子邮箱：baogao@ewise.com.cn

2010-2015 年中国半导体照明 产业投资分析及前景预测报告

Investment & Forecast Report on China

Semiconductor Lighting Industry, the Year of 2010-2015

引 言

从全球来看，半导体照明产业已形成以美国、亚洲、欧洲三大区域为主导的三足鼎立的产业分布与竞争格局。随着市场的快速发展，美国、日本、欧洲各主要厂商纷纷扩产，加快抢占市场份额。根据全球 LED 产业发展情况，预计 LED 半导体照明将使全球照明用电减少一半，2007 年起，澳大利亚、加拿大、美国、欧盟、日本及中国台湾等国家和地区已陆续宣布将逐步淘汰白炽灯，发展 LED 照明成为全球产业的焦点。

中国 LED 产业起步于 20 世纪 70 年代。经过 30 多年的发展，中国 LED 产业已初步形成了包括 LED 外延片的生产、LED 芯片的制备、LED 芯片的封装以及 LED 产品应用在内的较为完整的产业链。在“国家半导体照明工程”的推动下，形成了上海、大连、南昌、厦门、深圳、扬州和石家庄七个国家半导体照明工程产业化基地。长三角、珠三角、闽三角以及北方地区则成为中国 LED 产业发展的聚集地。

目前，中国半导体照明产业发展向好，外延芯片企业的发展尤其迅速、封装企业规模保持较快增长、照明应用取得较大进展。2007 年中国 LED 应用产品产值已超过 300 亿元，成为 LED 全彩显示屏、太阳能 LED、景观照明等应用产品世界最大的生产和出口国，新兴的半导体照明产业链逐步完善。国内在照明领域已经形成一定特色，其中户外照明发展最快，已有上百家 LED 路灯企业并建设了几十条示范道路，但国内在大尺寸 LCD 背光和汽车前照灯方面仍显落后。

从 2008 年 LED 市场应用领域来看，LED 指示灯、LED 显示屏、手机键盘和相机闪光灯以及 LCD 背光源位列销售量前四大领域。2008 年北京奥运会对 LED 照明的集中展示让人们对于 LED 有了全新的认识，有力推动了中国半导体照明产业的发展。对国内企业而言，壮大规模、提高产品质量与技术水平是首要任务，提高未来取得大厂专利授权时的要价能力，或逐步通过研发突破核心专利。

2008 年下半年以来，国际金融危机蔓延，中国宏观经济增速趋缓，经济形势的恶化使半导体照明行业也受到一定影响，产值增幅虽有所减慢，但仍保持增长态势。在基础设施建设投资力度加大，环保节能趋势明显，城市景观照明市场繁荣，产业结构优化等利好因素的刺激下，2009 年我国半导体照明行业继续保持快速增长的良好发展势头。

随着半导体照明的应用日益广泛，国内外大批厂商竞相投入这一新兴产业领域。中国经济的飞速发展使得国际资本和民间资本对中国半导体照明市场青睐有加，在国内市场掀起投资热潮，预计 2010 年中国整个 LED 产业的产值将超过 1500 亿元。

中投顾问发布的《2010-2015 年中国半导体照明（LED）产业投资分析及前景预测报告》共十七章。首先介绍了半导体照明（LED）的概念、分类、发光原理、光源特点及发展历程等，接着深入分析了国际国内半导体照明产业的现状，然后具体介绍了白光 LED、高亮度 LED、LED 显示屏、LED 背光源、LED 车灯、LED 景观照明、LED 路灯等行业的发展。随后，报告对半导体照明产业做了区域发展分析、国内外重点企业经营状况分析、专利分析、技术研发分析和金融危机影响下的投资潜力分析，最后预测了半导体照明产业的未来前景与发展趋势。您若想对半导体照明产业有个系统的了解或者想投资半导体照明研发生产，本报告是您不可或缺的重要工具。

中投顾问产业研究中心 电气器材制造业研究部
二零一零年三月

目 录

第一章 半导体照明（LED）产业概述	1
1.1 LED的概念及分类	1
1.1.1 LED的概念	1
1.1.2 LED的分类	1
1.1.3 LED的构成及其发光原理	2
1.1.4 LED发光效率的主要影响因素	3
1.2 LED光源的特点及优劣势	5
1.2.1 LED光源的特点	5
1.2.2 LED的优势	5
1.2.3 LED的劣势	6
1.3 LED的发展历程及发展意义	7
1.3.1 LED的发展沿革	7
1.3.2 LED应用领域商业化历程	8
1.3.3 发展LED产业的战略意义	10
第二章 全球半导体照明产业的发展	12
2.1 国际半导体照明产业发展概况	12
2.1.1 全球LED照明市场发展状况	12
2.1.2 全球LED照明市场持续增长	13
2.1.3 国际半导体照明产业发展特点	14
2.1.4 全球半导体照明市场格局	15
2.1.5 半导体照明产业发展的驱动因素分析	17
2.2 国际半导体照明产业研究及应用进展	18
2.2.1 各国半导体照明研究计划及进展情况	18
2.2.2 国外半导体照明的研究及应用简述	20
2.2.3 世界各地LED相关标准进展情况	21
2.2.4 半导体照明新兴应用领域	22
2.3 半导体照明产业并购整合现象分析	23
2.3.1 半导体照明产业产业的并购思路	23
2.3.2 欧美巨头产业链垂直整合带来竞争优势	24
2.3.3 台湾地区业内横向整合靠规模寻求竞争优势	25
2.3.4 中国LED企业积极整合谋求发展	26
第三章 重点国家及地区半导体照明产业发展分析	28
3.1 美国	28
3.1.1 美国半导体照明产业主要特点	28
3.1.2 2008 年美国顺应趋势开始淘汰白炽灯	29

3.1.3 美国即将实施LED灯具新标准	31
3.1.4 美国白光LED技术长远发展规划	31
3.1.5 美国推进半导体照明发展策略	33
3.2 日本	37
3.2.1 日本半导体照明产业主要特点	37
3.2.2 日本扶持半导体照明产业的措施	38
3.2.3 日本生产企业积极开发LED广告牌市场	39
3.2.4 2008 年起日本逐步中止生产白炽灯	39
3.2.5 2009 年日本LED灯泡市场竞争加剧	40
3.3 韩国	41
3.3.1 韩国半导体照明产业发展模式主要特点	41
3.3.2 韩国LED生产商开拓下一代新型应用市场	42
3.3.3 2007 年韩国LED龙头企业发力全球市场	43
3.3.4 2008 年LG公司进军日本LED市场	43
3.3.5 2012 年韩国有望成为全球LED生产大国	44
3.4 中国台湾	44
3.4.1 台湾LED产业发展历程	44
3.4.2 台湾半导体照明行业形成完整产业链	45
3.4.3 2008 年台湾LED产业增长速度趋缓	48
3.4.4 2008 年台湾全面落实白光LED产业发展计划	48
3.4.5 提升台湾LED照明竞争力对策	49
3.4.6 台湾计划将所有交通灯改用LED	51
第四章 中国半导体照明产业分析	52
4.1 中国半导体照明产业发展概况	52
4.1.1 中国LED产业发展历程	52
4.1.2 国家半导体照明工程	53
4.1.3 我国LED产业总体发展状况	54
4.1.4 中国LED市场发展形势	56
4.1.5 国内LED设备产能状况	58
4.2 2007-2009 年中国半导体照明产业发展分析	58
4.2.1 2007 年我国半导体照明产业概况	58
4.2.2 2007 年我国半导体照明产业发展特征	61
4.2.3 2008 年LED产业借力奥运加速发展	62
4.2.4 2008 年中国半导体照明产业发展平稳	64
4.2.5 2008 年国内LED市场运行状况	65
4.2.6 2009 年前三季度国内LED产业园建设情况	67
4.2.7 2009 年 10 月《半导体照明节能产业发展意见》发布	69
4.3 半导体照明应用市场	70
4.3.1 我国LED产品主要应用领域	70
4.3.2 LED应用市场发展概况	71
4.3.3 新兴应用市场带动LED产业发展	72

4.3.4 LED光源大规模应用尚未成熟	75
4.3.5 国内LED传统应用领域需求趋缓	76
4.4 中国半导体照明市场竞争格局	76
4.4.1 我国半导体照明产业的区域分布	76
4.4.2 国内半导体照明市场格局	79
4.4.3 中国半导体照明产业竞争优势	82
4.4.4 国内LED产业集群发展形成区域竞争力	82
4.4.5 长三角区域半导体照明产业集群竞争力分析	84
4.4.6 上游薄弱制约我国LED产业竞争力提升	88
4.5 LED产业链	89
4.5.1 中国LED产业链初步形成	89
4.5.2 半导体照明产业链各环节进展情况	91
4.5.3 我国LED产业链上下游行业发展特点	94
4.5.4 LED外延材料及国内芯片业发展概况	95
4.5.5 上游芯片业发展助推LED产业升级	96
4.5.6 国内LED封装企业发展特征	97
4.6 LED行业标准	99
4.6.1 中国LED照明行业发展标准须先行	99
4.6.2 中国LED产业标准的进展	100
4.6.3 半导体照明标准化工作有待协调推进	102
4.6.4 我国LED产业规范标准逐步完善	103
4.7 中国半导体照明产业存在的问题及对策	105
4.7.1 中国LED产业发展存在的主要问题	105
4.7.2 国内LED市场混乱亟待规范	105
4.7.3 中国LED企业芯片出口面临的挑战	106
4.7.4 我国半导体照明产业发展的对策	106
4.7.5 推动LED产业发展的具体措施	108
4.7.6 实现LED产业跨越式发展的主要策略	110

第五章 白光LED..... 113

5.1 白光LED概述	113
5.1.1 可见光的光谱与LED白光	113
5.1.2 白光LED发光原理	113
5.1.3 白光LED主要发光方式	114
5.2 国际白光LED的发展	116
5.2.1 国际白光LED产业发展状况	116
5.2.2 全球白光LED产业发展态势良好	117
5.2.3 日本日亚化学开发出 150lm/W白光LED	118
5.2.4 全球白光LED发展展望	118
5.3 中国白光LED的发展	119
5.3.1 中国白光LED的开发及推动情况	119
5.3.2 中国白光LED市场发展特点	120

5.3.3 2008 年我国白光LED应用情况	121
5.3.4 2009 年白光LED市场价格走势分析	122
5.3.5 我国发展白光LED照明的效益分析	123
5.3.6 白光LED的应用情况	124
5.4 白光LED技术进展分析	125
5.4.1 白光LED的技术概况	125
5.4.2 全球白光LED的技术进展	126
5.4.3 白光LED的驱动电路分析	127
5.4.4 白光LED的焊接技术	130
第六章 高亮度LED.....	131
6.1 高亮度LED行业分析	131
6.1.1 国际高亮度LED市场发展概况	131
6.1.2 照明市场高亮度LED受宠	134
6.1.3 高亮度LED市场发展的动力及制约因素	136
6.1.4 国内高亮度LED芯片产量迅速增长	138
6.1.5 高亮度LED新兴市场	139
6.2 高亮度LED的技术进展及应用分析	140
6.2.1 高亮度LED的驱动技术	140
6.2.2 高亮度LED用于照明的散热问题解决方案	141
6.2.3 高亮度LED的结构特性及应用	142
6.2.4 高亮度LED在汽车照明领域的应用分析	144
6.3 高亮度LED发展趋势及前景展望	148
6.3.1 高亮度LED市场未来发展趋势	148
6.3.2 2012 年全球高亮度LED市场规模预测	149
6.3.3 国内高亮度LED市场前景广阔	150
第七章 LED显示屏.....	152
7.1 LED显示屏概述	152
7.1.1 LED显示屏定义及其特点	152
7.1.2 LED显示屏的分类	154
7.1.3 LED显示屏技术特点	155
7.1.4 LED显示屏的发展沿革	157
7.2 中国LED显示屏行业分析	158
7.2.1 中国LED显示屏行业发展概况	158
7.2.2 中国LED显示屏产业日渐成熟	162
7.2.3 2008 年北京奥运会LED显示屏大放异彩	163
7.2.4 国内LED显示屏市场机遇与挑战并存	164
7.2.5 全彩显示屏推动LED显示屏市场迅速发展	165
7.2.6 中国LED显示屏行业面临的问题	166
7.3 LED显示屏的应用市场	167

7.3.1 LED显示屏的主要应用领域	167
7.3.2 LED显示屏在交通领域的应用	168
7.3.3 LED显示屏在高速公路领域的应用	169
7.3.4 LED显示屏在户外广告中的应用	170
7.4 LED显示屏行业的技术进展	172
7.4.1 我国LED显示屏技术发展情况	172
7.4.2 LED显示屏技术不断推陈出新	173
7.4.3 LED显示屏的动态显示与远程监控技术	175
7.4.4 中国LED显示屏技术立足自主开发	177
7.5 LED显示屏产业发展前景及趋势	178
7.5.1 中国显示屏行业展望	178
7.5.2 中国LED显示屏发展前景	179
7.5.3 LED显示屏未来发展方向	179
7.5.4 我国LED显示屏产业发展新趋势	180
第八章 LED背光源	182
8.1 LED背光源行业发展概况	182
8.1.1 LED在背光源市场的应用分析	182
8.1.2 国际大尺寸LED背光源市场发展情况	183
8.1.3 我国LED背光源市场发展回顾	184
8.1.4 我国LED背光源市场发展现状	185
8.1.5 LED背光源技术研发进展状况	187
8.1.6 技术制约使厂商谨慎迈入LED背光市场	188
8.2 LED液晶显示背光市场	189
8.2.1 世界部分企业LED液晶显示背光源研发情况	189
8.2.2 国内液晶显示器LED背光源发展概况	191
8.2.3 2009 年LED背光源电视市场发展迅猛	192
8.2.4 LED背光源在中小尺寸液晶屏领域的应用	194
8.2.5 LED液晶电视背光市场应用状况	195
8.3 LED背光笔记本市场	196
8.3.1 LED背光笔记本市场应用状况	196
8.3.2 LED在NB背光模块的应用进展	197
8.3.3 LED背光笔记本的应用优势	199
8.3.4 LED背光笔记本的发展趋势	200
8.4 LED背光市场发展前景	201
8.4.1 LED液晶显示背光市场前景预测	201
8.4.2 2011 年液晶面板用LED背光销售额预测	202
8.4.3 大尺寸TV将成RGB LED背光源应用主流	203
8.4.4 LED背光技术将主宰未来平板电视市场格局	204
第九章 LED车灯	205

9.1 LED车灯发展概述	205
9.1.1 汽车灯具的发展历程	205
9.1.2 LED光源作为汽车灯具的优点	206
9.1.3 汽车的灯光控制系统介绍	207
9.2 LED车灯应用市场概况	207
9.2.1 国际汽车车灯LED市场应用情况	207
9.2.2 国内LED车灯市场应用现状	208
9.2.3 LED正在逐步取代白炽灯用于汽车照明	210
9.2.4 高能耗光源遭禁成LED车灯发展新契机	212
9.2.5 中高档汽车对LED灯具需求的拉动作用	213
9.2.6 制约LED车灯广泛应用的关键因素	214
9.3 车用LED灯源技术进展	215
9.3.1 白光LED车用照明技术的发展	215
9.3.2 不同应用要求不同的LED封装技术	218
9.3.3 LED汽车头灯设计要求	219
9.3.4 车用照明LED技术发展走向	220
9.4 LED车灯市场前景及趋势	221
9.4.1 LED车灯发展趋势	221
9.4.2 汽车照明领域中LED市场前景预测	223
9.4.3 大功率LED用作汽车光源的前景广阔	224
9.4.4 2011 年LED车灯市场规模预测	225
第十章 LED在其它领域的应用	227
10.1 LED景观照明	227
10.1.1 LED应用于城市景观照明的优点	227
10.1.2 城市夜景照明中常用的几种LED光源	227
10.1.3 国内LED景观照明市场迎来发展良机	229
10.1.4 武汉市景观亮化工程采用LED节能灯具	229
10.1.5 城市景观照明中需要注意的问题及倾向	230
10.2 LED路灯	234
10.2.1 照明用LED在道路灯具中使用的优势	234
10.2.2 推广半导体路灯的基本实施思路	236
10.2.3 中国LED路灯照明市场分析	239
10.2.4 沈阳LED路灯已成功应用于城市道路照明	240
10.2.5 LED路灯大规模商用分析	240
10.3 LED在其它领域中的应用	242
10.3.1 一般照明领域LED应用尚需时日	242
10.3.2 LED光源投影机发展和应用分析	243
10.3.3 LED手机市场应用情况	246
第十一章 中国LED产业七大基地发展分析	247

11.1 上海	247
11.1.1 上海LED产业基地发展概况	247
11.1.2 上海LED产业基地建设进展顺利	248
11.1.3 2009 年上海诞生国内首家LED产业孵化器	249
11.1.4 上海LED产业基地研发能力分析	249
11.1.5 上海半导体照明产业发展优势	252
11.1.6 上海半导体照明产业发展策略	253
11.2 深圳	255
11.2.1 深圳半导体照明产业发展历程	255
11.2.2 深圳LED产业基地发展状况	256
11.2.3 深圳市半导体照明产业发展特征	257
11.2.4 2009 年深圳成立LED产业标准联盟	260
11.2.5 深圳市促进半导体照明产业发展的若干措施	261
11.2.6 深圳市LED产业发展规划（2009-2015 年）	263
11.3 南昌	267
11.3.1 南昌LED产业基地概况	267
11.3.2 南昌半导体照明产业发展优势	270
11.3.3 南昌市LED产业链分布特征	272
11.3.4 南昌LED产业发展面临的机遇及挑战	273
11.3.5 南昌LED产业发展目标与思路	275
11.4 厦门	280
11.4.1 厦门LED产业基地建设情况	280
11.4.2 厦门LED产业得到大力支持和发展的	282
11.4.3 厦门半导体照明产业令世界瞩目	284
11.4.4 2010 年厦门将建成“节能市”	286
11.5 大连	286
11.5.1 大连LED产业基地概况	286
11.5.2 大连LED基地建设进展状况	289
11.5.3 大连LED产业链条	290
11.5.4 2009 年国内最大LED产业园在大连开建	291
11.5.5 大连半导体照明产业“十一五”发展规划	291
11.6 扬州	293
11.6.1 扬州LED产业基地发展历程	293
11.6.2 扬州LED产业基地概况	294
11.6.3 扬州半导体照明产业发展迅速	297
11.6.4 扬州半导体照明产业发展战略	298
11.7 石家庄	299
11.7.1 石家庄LED产业基地发展概况	299
11.7.2 2008 年石家庄组建LED产业技术创新战略联盟	302
11.7.3 2009 年石家庄半导体照明产业化项目投产	302
11.7.4 石家庄LED产业存在的问题及对策	302

第十二章 半导体照明产业国外重点企业 304

12.1 CREE INC.	304
12.1.1 公司简介.....	304
12.1.2 2008 财年Cree经营状况	304
12.1.3 2009 财年Cree经营状况	307
12.1.4 2010 财年第一季度Cree经营状况	308
12.2 欧司朗（OSRAM）	309
12.2.1 公司简介.....	309
12.2.2 2008 财年欧司朗经营状况	309
12.2.3 2009 财年欧司朗经营状况	311
12.3 丰田合成（TOYODA GOSEI）	313
12.3.1 公司简介.....	313
12.3.2 2008 财年丰田合成经营状况	313
12.3.3 2009 财年丰田合成经营状况	316
12.3.4 2010 财年上半年丰田合成照明经营状况	319
12.4 飞利浦照明	321
12.4.1 公司简介.....	321
12.4.2 2008 年飞利浦照明经营状况	321
12.4.3 2009 年前三季度飞利浦照明经营状况	324
第十三章 国内重点企业.....	327
13.1 联创光电	327
13.1.1 公司简介.....	327
13.1.2 2008 年 1-12 月联创光电经营状况分析.....	327
13.1.3 2009 年 1-9 月联创光电经营状况分析.....	331
13.1.4 联创光电未来发展策略及发展思路	332
13.2 方大集团	333
13.2.1 公司简介.....	333
13.2.2 2008 年 1-12 月方大集团经营状况分析.....	334
13.2.3 2009 年 1-9 月方大集团经营状况分析.....	336
13.2.4 方大再度担纲攻坚半导体照明核心技术	338
13.2.5 方大集团沈阳建半导体照明基地	338
13.3 三安光电股份有限公司	339
13.3.1 公司简介.....	339
13.3.2 2008 年厦门三安电子实现借壳上市	339
13.3.3 2009 年 1-12 月三安光电经营状况分析.....	340
13.3.4 三安光电股份有限公司的发展优势	342
13.3.5 三安光电股份有限公司面临的竞争格局	343
13.3.6 三安光电股份有限公司未来发展的机遇及挑战	343
13.3.7 2010 年度三安光电股份有限公司发展策略	344
13.4 长电科技	345
13.4.1 公司简介.....	345
13.4.2 2008 年 1-12 月长电科技经营状况分析.....	346

13.4.3 2009 年 1-9 月长电科技经营状况分析	348
13.4.4 长电科技半导体照明业务进展顺利	349
13.5 福日电子	350
13.5.1 公司简介	350
13.5.2 2008 年 1-12 月福日电子经营状况分析	351
13.5.3 2009 年 1-9 月福日电子经营状况分析	356
13.5.4 福日电子“十一五”发展规划	357
13.6 其它重点企业介绍	359
13.6.1 上海蓝光科技有限公司	359
13.6.2 大连路美芯片科技有限公司	360
13.6.3 厦门华联电子有限公司	361
13.6.4 佛山市国星光电股份有限公司	361
第十四章 LED 产业专利分析	363
14.1 全球 LED 专利发展概况	363
14.1.1 全球 LED 产业专利总体情况	363
14.1.2 全球 LED 产业专利发展变化主要特点	364
14.1.3 美国白光 LED 主要专利情况	366
14.1.4 白光 LED 专利的核心在于磷光体	367
14.1.5 LED 专利保护的模糊性分析	367
14.2 全球 LED 产业链上各环节专利情况	368
14.2.1 外延技术是专利技术竞争焦点	368
14.2.2 器件制作专利以典型技术为主要代表	369
14.2.3 封装技术专利主要分布在焊装和材料填充	369
14.2.4 工艺技术专利覆盖面较为严密	370
14.2.5 衬底专利分散于多家主要企业	370
14.3 中国半导体照明专利发展状况	371
14.3.1 我国半导体照明领域专利发展形势	371
14.3.2 2008 年国内多家 LED 企业遭遇美国“337 调查”	373
14.3.3 中国半导体照明专利发展中存在的问题	374
14.3.4 中国半导体照明行业专利战略的发展建议	376
第十五章 半导体照明技术	380
15.1 半导体照明技术概述	380
15.1.1 半导体照明技术简介	380
15.1.2 半导体照明技术的优点	380
15.1.3 半导体照明技术对人类社会有深远影响	381
15.2 世界半导体照明技术的发展及应用概况	381
15.2.1 世界半导体照明技术迅速发展	381
15.2.2 世界半导体照明技术应用领域稳步拓宽	382
15.2.3 2007 年首尔半导体公司半导体照明技术取得新进展	383

15.2.4 国外主要LED芯片厂商的技术优势	384
15.2.5 国内外半导体照明技术新动态及发展路线	387
15.2.6 国内外半导体照明技术应用发展趋势	388
15.3 中国半导体照明技术的发展概况	389
15.3.1 中国半导体照明技术发展现状综述	389
15.3.2 2008 年惠州企业半导体照明技术研发取得突破	390
15.3.3 2009 年国家重点半导体照明技术研究院成立	391
15.3.4 2009 年天津大力促进半导体照明技术进步和产业化	391
15.3.5 中国半导体照明技术发展存在的问题	392
15.4 中国半导体照明关键技术研究进展	392
15.4.1 图形衬底级外延技术的进展	392
15.4.2 高效大功率LED开发	393
15.4.3 深紫外LEDs进展	393
15.5 中国半导体照明技术领域标准现状和发展分析	394
15.5.1 半导体照明技术领域标准现状和发展	394
15.5.2 标准化概述	399
15.5.3 标准体系建立的原则	401
15.5.4 体系的框架	401
15.5.5 半导体照明技术领域标准发展的建议	402
第十六章 金融危机下中国半导体照明行业投资分析	403
16.1 金融危机影响下半导体照明行业的投资机遇	403
16.1.1 2008 年美国次贷危机引发全球经济动荡	403
16.1.2 金融危机给国内投资环境带来的机遇与挑战	407
16.1.3 节能减排趋势助推绿色照明发展	409
16.1.4 LED产业在金融风暴中逆市上扬	410
16.1.5 LED行业受益交通运输部万亿投资计划	411
16.1.6 国内半导体照明产业的投资机遇	413
16.2 投资热点	415
16.2.1 国内LED市场投资新亮点	415
16.2.2 扩大内需拉动LED城市景观照明市场	416
16.2.3 LED节能灯市场潜力巨大	419
16.2.4 LED路灯成照明领域应用热点	420
16.2.5 LED驱动电源市场增幅有望持续提升	421
16.3 投资概况	421
16.3.1 全球掀起LED产业投资热潮	421
16.3.2 国内LED产业投资环境	424
16.3.3 中国LED产业投资特性	425
16.3.4 台湾企业在大陆LED市场投资状况	426
16.3.5 风投资本推动半导体照明产业发展	427
16.4 投资建议	430
16.4.1 半导体照明行业投资模式	430

16.4.2 LED产业多种技术路线应并存发展	431
16.4.3 中国LED产业须联合内力发展	432
16.4.4 LED产业投资需规避风险	432
16.4.5 金融危机下中小LED生产企业应对措施	433
第十七章 半导体照明行业发展前景及趋势	436
17.1 半导体照明产业发展前景	436
17.1.1 全球半导体照明市场前景广阔	436
17.1.2 2011 年全球LED建筑照明市场将达 4.7 亿	436
17.1.3 中国半导体照明产业有望实现跨越式发展	437
17.1.4 2010 年中国LED照明行业将迎来发展高峰	439
17.1.5 未来LED应用市场发展预测	439
17.2 半导体照明产业发展趋势	441
17.2.1 LED产业发展趋势	441
17.2.2 LED应用发展趋势	442
17.2.3 半导体照明的短期发展方向	443
17.2.4 未来LED将走向通用照明领域	444
17.2.5 我国LED照明灯具的设计开发趋势	445
附录	448
附录一：LED显示屏技术行业标准	448
附录二：《半导体照明节能产业发展意见》	451
图表 1 LED结构图	3
图表 2 不同类别LED的应用领域	9
图表 3 GAN系LED的应用领域与最终产品	9
图表 4 2000-2007 年白光LED发光效率进展	13
图表 5 国际主要LED企业竞争格局	15
图表 6 美国DOE扶持发展的五个项目	34
图表 7 美国DOE确定的 7 个纳米技术研究项目	35
图表 8 国家半导体照明工程研发经费分配情况	53
图表 9 国家半导体照明工程参与主体	54
图表 10 863 半导体照明重大工程项目	54
图表 11 2007 年度国内LED产量、芯片产量及芯片国产率	59
图表 12 2000-2007 年我国LED封装市场规模及增长率变化	59
图表 13 2003-2007 年我国LED封装产量变化	59
图表 14 2007 年国内外功率型白光LED技术指标对比	60
图表 15 2001-2005 年中国LED市场规模	73
图表 16 我国LED市场集群发展情况	83
图表 17 国内GAN基LED芯片主要指标	92

图表 18	国内已实现销售芯片或具备生产条件的制造公司基本情况	92
图表 19	第三类企业的发展运作模式	99
图表 20	国际大部分著名LED企业遵循的发展模式	99
图表 21	项目名称及主要承担单位	104
图表 22	LED驱动方式	128
图表 23	2001-2007 年全球高亮LED应用市场产值及增长情况	131
图表 24	2001-2007 年全球各高亮LED应用领域的市场占有率情况	132
图表 25	2007 年全球各高亮LED应用领域的市场占有率情况	132
图表 26	2007 年各种高亮LED应用领域的市场变化额	133
图表 27	2007 年全球高亮LED产品的市场份额情况	133
图表 28	2004-2007 年全球高亮LED产品的产值及增长情况	134
图表 29	2004-2007 年全球高亮LED产品的市场占有率情况	134
图表 30	各种类型的照明灯具比较	145
图表 31	LED与白炽灯发光方向的不同	146
图表 32	LED对环境温度的典型响应要求	148
图表 33	2007-2012 年高亮度LED市场状况及预测	150
图表 34	2007 年与 2012 年高亮度LED应用市场比较	150
图表 35	2005 年中国LED显示屏行业协会 110 家会员单位从业人员人数分布	159
图表 36	2005 年中国LED显示屏行业协会 110 家会员单位销售收入分布	159
图表 37	2001-2005 年中国LED显示屏行业协会 110 家会员单位销售情况	159
图表 38	2001-2005 年中国LED显示屏行业协会 110 家会员单位全彩屏销售情况	160
图表 39	2001-2005 年中国光协LED显示屏行业协会 110 家会员单位出口情况	160
图表 40	LED显示屏正在实施的行业标准	161
图表 41	驱动芯片的发展及其特点	172
图表 42	2007 年笔记本电脑用LED背光模块采用LED颗数	198
图表 43	2007 年全球主流白光LED规格与价格	199
图表 44	采用SMT表面封装LED	218
图表 45	传统路灯与LED路灯指标对比	239
图表 46	传统路灯与LED路灯五年总体费用对比	239
图表 47	2008 年深圳LED产业链主要企业分布一览表	258
图表 48	2008 年深圳LED产业链主要产品分布一览表	258
图表 49	2008 年深圳LED产品及主要企业分布	259
图表 50	大连半导体照明产业链分布	287
图表 51	国家半导体照明工程大连产业化基地产业布局	290
图表 52	2006-2010 年扬州市半导体照明产业产值情况及预测	294
图表 53	2006-2008 财年CREE营业业绩综合收入数据表	304
图表 54	2006-2008 财年CREE按产品种类分收入状况表	305
图表 55	2006-2008 财年CREE按产品种类划分毛利率状况表	305
图表 56	2006-2008 财年CREE按地区分收入状况比例表	306
图表 57	2008 财年CREE季度营业业绩一览表	306
图表 58	2008-2009 财年CREE综合损益表（未审计）	307
图表 59	2009-2010 财年第一季度CREE综合损益表（未审计）	308
图表 60	2007-2008 财年欧司朗各季度新订单数据及增长情况	309

图表 61	2007-2008 财年欧司朗各季度收入数据及增长情况.....	310
图表 62	2007-2008 财年欧司朗各季度利润及利润率数据	310
图表 63	2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门订单数据.....	311
图表 64	2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门收入数据.....	311
图表 65	2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门利润和利润率数据.....	312
图表 66	2008-2009 财年欧司朗收入（新订单）情况	312
图表 67	2008-2009 财年欧司朗利润情况	312
图表 68	2006-2008 财年丰田合成财务摘要一览表	314
图表 69	2004-2008 财年丰田合成日本以外地区销售额状况.....	315
图表 70	2008 财年丰田合成按地区划分销售额比例图.....	315
图表 71	2004-2008 财年丰田合成净销售额状况图	316
图表 72	2004-2008 财年丰田合成按地区划分销售额状况	316
图表 73	2008-2009 财年丰田合成主要财务指标概况	317
图表 74	2008-2009 财年丰田合成不同部门收入情况	317
图表 75	2005-2009 财年丰田合成净销售额变动趋势	318
图表 76	2005-2009 财年丰田合成普通利润和净利润变动趋势.....	318
图表 77	2005-2009 财年丰田合成总资产变动趋势	319
图表 78	2009-2010 财年上半年丰田合成损益表	320
图表 79	2009-2010 财年上半年丰田合成不同部门收入情况.....	320
图表 80	2007、2008 年飞利浦集团损益表.....	321
图表 81	2006-2008 年飞利浦照明主要财务数据	322
图表 82	2004-2008 年飞利浦照明销售额分地区变化趋势	322
图表 83	2004-2008 年飞利浦照明销售额和净营业资本变化趋势.....	323
图表 84	2004-2008 年飞利浦照明EBIT和EBITA变化趋势	323
图表 85	2008-2009 年前三季度飞利浦集团损益表	324
图表 86	2008-2009 年第三季度飞利浦照明主要财务数据	325
图表 87	2008-2009 年第三季度飞利浦照明销售额情况	326
图表 88	2008-2009 年第三季度飞利浦照明EBITA变化趋势	326
图表 89	2008 年 1-12 月联创光电主要财务数据	328
图表 90	2008 年 1-12 月联创光电非经常性损益项目及金额.....	329
图表 91	2006 年-2008 年联创光电主要会计数据和主要财务指标.....	329
图表 92	2008 年 1-12 月联创光电主营业务分产品情况	330
图表 93	2008 年 1-12 月联创光电主营业务分地区情况	331
图表 94	2009 年 1-9 月联创光电主要会计数据及财务指标	332
图表 95	2009 年 1-9 月联创光电非经常性损益项目及金额	332
图表 96	2008 年 1-12 月方大集团主要财务数据	334
图表 97	2008 年 1-12 月方大集团非经常性损益项目及金额.....	334
图表 98	2006 年-2008 年方大集团主要会计数据和主要财务指标.....	335
图表 99	2008 年 1-12 月方大集团净资产收益率及每股收益.....	335
图表 100	2008 年 1-12 月方大集团主营业务分行业、产品情况.....	336
图表 101	2008 年 1-12 月方大集团主营业务分地区情况	336
图表 102	2009 年 1-9 月方大集团主要会计数据及财务指标.....	337
图表 103	2009 年 1-9 月方大集团非经常性损益项目及金额.....	337

图表 104	2009 年 1-12 月三安光电主要财务数据	340
图表 105	2009 年 1-12 月三安光电非经常性损益项目及金额.....	340
图表 106	2007 年-2009 年三安光电主要会计数据和主要财务指标.....	340
图表 107	2009 年 1-12 月三安光电主营业务分行业、产品情况.....	341
图表 108	2009 年 1-12 月三安光电主营业务分地区情况	342
图表 109	2008 年 1-12 月长电科技主要财务数据	346
图表 110	2008 年 1-12 月长电科技非经常性损益项目及金额.....	346
图表 111	2006 年-2008 年长电科技主要会计数据和主要财务指标.....	346
图表 112	2008 年 1-12 月长电科技主营业务分产品情况.....	348
图表 113	2008 年 1-12 月长电科技主营业务分地区情况.....	348
图表 114	2009 年 1-9 月长电科技主要会计数据及财务指标.....	348
图表 115	2009 年 1-9 月长电科技非经常性损益项目及金额.....	349
图表 116	2008 年 1-12 月福日电子主要财务数据.....	352
图表 117	2008 年 1-12 月福日电子非经常性损益项目及金额.....	352
图表 118	2006 年-2008 年福日电子主要会计数据和主要财务指标.....	353
图表 119	2008 年 1-12 月福日电子主营业务分产品情况.....	355
图表 120	2008 年 1-12 月福日电子主营业务分地区情况	355
图表 121	2009 年 1-9 月福日电子主要会计数据及财务指标.....	356
图表 122	2009 年 1-9 月福日电子非经常性损益项目及金额.....	356
图表 123	SC47E 半导体分立器件分技术委员会制定的标准	394
图表 124	TC34 灯和相关设备技术委员会制定的标准.....	394
图表 125	我国半导体器件标准体系框架图.....	397
图表 126	全国半导体器件标准化技术委员会制定的标准.....	397
图表 127	半导体照明技术领域产品门类基础标准体系框架图	401
图表 128	美国次贷危机的形成.....	403
图表 129	美国次贷危机的扩大.....	404
图表 130	台湾LED厂商在大陆投资状况	426

第一章 半导体照明（LED）产业概述

1.1 LED 的概念及分类

1.1.1 LED 的概念

LED 是英文 Light Emitting Diode（发光二极管）的缩写，LED 是一种特别的二极管，当连接通电的时候就会发出光，通常被用在电子器具来显示电路是否关闭或打开的指示灯，透明的环氧半导体晶片 LED 环氧封装下伸出的那两条线或者“灯泡”显示出 LED 应怎样加连接到电路，LED 导线的负极是以两种方法来显示，一种是由灯泡的平面，第二种是两条线当中短的那条线，负极导线应连接到电池负端，LED 运行电压相对很低大约只有 1 到 4 伏电压，吸取的电流也大约只有 10 到 40 毫安。

LED 是由超导发光晶体产生的超高强度的灯光。发出的热量很少，不象白炽光那样浪费太多热量，不象荧光灯那样因消耗高能量而产生有毒气体，也不象霓虹灯那样要求高电压而容易损坏，已被全球公认为一代环保高科技产品。

LED 系列可广泛应用在发光立体字；建筑景观外观发光体；高架、高楼、公路、桥梁、地标、标志建筑发光源；广告立体字、标志、标识、指示光源；商业空间、机场、建筑工程、地铁、医院、饭店、百货商场、广场、餐馆、PUB 设计灯光；汽车、运输、轮船、宣传指示警示光源；电脑、手机、通信、滑鼠、信号传输应用光源。

每天使用 12 小时，每年使用 365 天，它可以使用 20 多年，它是将电能转换成光能在最有效方式。

LED 的光谱几乎全部集中于可见光频段，其发光效率可达 80-90%。将 LED 与普通白炽灯、螺旋节能灯及 T5 三基色荧光灯做比较：普通白炽灯的光效为 12lm / W，寿命小于 2000 小时，螺旋节能灯的光效为 60lm / W，寿命小于 8000 小时，T5 荧光灯则为 96lm / W，寿命大约为 10000 小时，而直径为 5 毫米的白光 LED 为 20-28lm / W，寿命可大于 100000 小时。

1.1.2 LED 的分类

1、按发光管发光颜色分

按发光管发光颜色分，可分成红色、橙色、绿色（又细分黄绿、标准绿和纯绿）、蓝光等。另外，有的发光二极管中包含二种或三种颜色的芯片。

根据发光二极管出光处掺或不掺散射剂、有色还是无色，上述各种颜色的发光二极管还可分成有色透明、无色透明、有色散射和无色散射四种类型。散射型发光二极管和达于做指示灯用。

2、按发光管出光面特征分

按发光管出光面特征分圆灯、方灯、矩形、面发光管、侧向管、表面安装用微型管等。圆形灯按直径分为 $\phi 2\text{mm}$ 、 $\phi 4.4\text{mm}$ 、 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 及 $\phi 20\text{mm}$ 等。国外通常把 $\phi 3\text{mm}$ 的发光二极管记作 T-1；把 $\phi 5\text{mm}$ 的记作 T-1 (3/4)；把 $\phi 4.4\text{mm}$ 的记作 T-1 (1/4)。

由半值角大小可以估计圆形发光强度角分布情况。从发光强度角分布图来分有三类：

(1) 高指向性。一般为尖头环氧封装，或是带金属反射腔封装，且不加散射剂。半值角为 5° - 20° 或更小，具有很高的指向性，可作局部照明光源用，或与光检出器联用以组成自动检测系统。

(2) 标准型。通常作指示灯用，其半值角为 20° - 45° 。

(3) 散射型。这是视角较大的指示灯，半值角为 45° - 90° 或更大，散射剂的量较大。

3、按发光二极管的结构分

按发光二极管的结构分有全环氧包封、金属底座环氧封装、陶瓷底座环氧封装及玻璃封装等结构。

4、按发光强度和工作电流分

按发光强度和工作电流分有普通亮度的 LED (发光强度 $<10\text{mcd}$)；超高亮度的 LED (发光强度 $>100\text{mcd}$)；把发光强度在 10-100mcd 间的叫高亮度发光二极管。

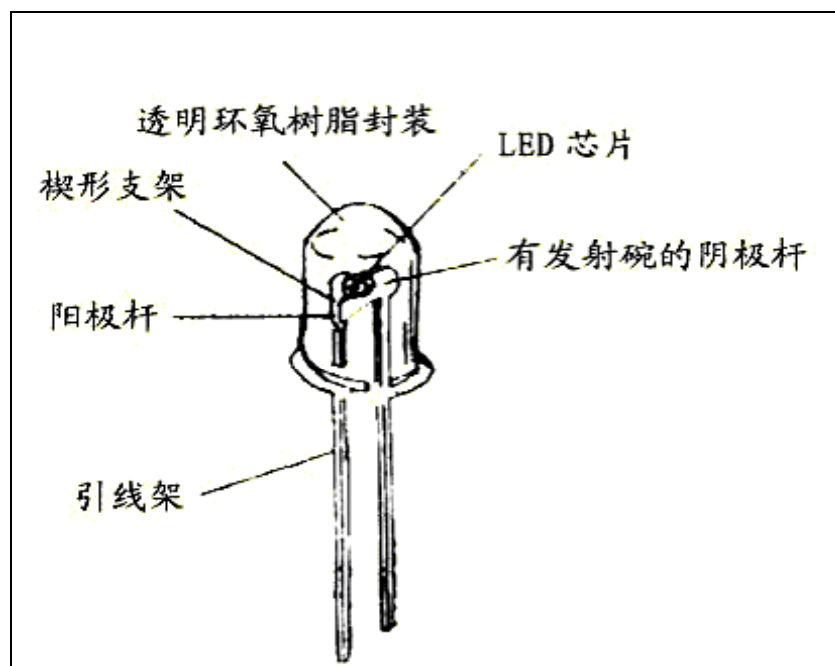
一般 LED 的工作电流在十几 mA 至几十 mA，而低电流 LED 的工作电流在 2mA 以下 (亮度与普通发光管相同)。

除上述分类方法外，还有按芯片材料分类及按功能分类的方法。

1.1.3 LED 的构成及其发光原理

近 50 年前人们已经了解半导体材料可产生光线的基本知识，第一个商用二极管产生于 1960 年。LED 的基本结构是一块电致发光的半导体材料，置于一个有引线的架子上，然后四周用环氧树脂密封，起到保护内部芯线的作用，所以 LED 的抗震性能好。

图表 1 LED 结构图



资料来源：中投顾问产业研究中心

发光二极管的核心部分是由 P 型半导体和 N 型半导体组成的晶片，在 P 型半导体和 N 型半导体之间有一个过渡层，称为 P-N 结。在某些半导体材料的 PN 结中，注入的少数载流子与多数载流子复合时会把多余的能量以光的形式释放出来，从而把电能直接转换为光能。PN 结加反向电压，少数载流子难以注入，故不发光。这种利用注入式电致发光原理制作的二极管叫发光二极管，通称 LED。当它处于正向工作状态时（即两端加上正向电压），电流从 LED 阳极流向阴极时，半导体晶体就发出从紫外到红外不同颜色的光线，光的强弱与电流有关。

1.1.4 LED 发光效率的主要影响因素

LED 的发光强度及发光效率的提高主要取决于采用的半导体材料及其工艺技术的发展。早期的 LED 主要用 GaAs、GaP（二元素半导体材料）和 GaAsP（三元素半导体材料），1994 年左右采用 AlInGaP（四元素半导体材料）后，其发光强度及发光效率有很大的提高。另外，在工艺技术上采用在 GaAs 衬底上用 AlInGaP 材料生产的红光、黄光 LED 及在 SiC 衬底上用 InGaN 材料生产的绿光、蓝光 LED，在发光强度及发光效率上有较大的改进。

LED 的发光强度与正向电流 I_F 几乎成线性关系，即增加正向电流 I_F 可增加发光强度。但 LED 有一个最大功耗 P_D 值的限制， $P_D = V_F \times I_F$ （ V_F 为正向压降），若过大地增加 I_F 而使 P_D 超过最大值时，LED 会过热而损坏。为了要提高发光强度，开发出中功率 LED（一般为几百 mW），其工作电流也提高到 70mA。为进一步提高发光强度，

业者开发出了大功率 LED，其功率一般为 1-10W（有一些还大于 10W），它的工作电流一般为 350-700mA，有些可达 1A 以上。

市场希望只需一颗就可达到相当亮度的 LED，在这一方面的技术落在如何让 LED 能够支援更大的电流。通常 $30\mu\text{m}^2$ 的 LED 最大可以驱动 30mA 的电流，但是这样的结果远远无法满足市场的期望，所以目标是需要将 10 倍以上的电流，导通到 LED 元件中。因此当 LED 的面积尺寸可以扩充到 1mm^2 时，那么紧接下来的工作便是如何让电流值能够达到 350-500mA，因为驱动电压是 3V 多，所以就可以有 1W 的电力能被流进 1mm^2 的晶片面积。

而在发光演色的方面，虽然有这么大的功率输入到 GaN LED 中，但是所投入电力的四分之三都无法转换成光而形成热量，因此 LED 就会出现过热的现象，这也会直接影响到 LED 的演色结果。因为 LED 元件的基本特性是，如果温度上升，发光效率就会下降以及造成演色性偏差，所以如何有效的释放大量的产生热量的放热技术成为了关键，因此将 LED 装在热传导率大、热容量大的材料上就成了相当重要的问题，目前大多是使用有价金属或者陶瓷。

在现有的发光效率下，如果需要一定程度高辉度，期望因为增加电流量来产生较大亮度的话，这就必须考量如何增加 LED 的面积来满足所增加的电流，或者利用将数颗小型 LED 封装在同一个模组之中，来实现封装模组对电流量容许值的提高。在目前的发光效率下，热效应也会成比例的上升，另外，大面积 LED 比小面积 LED 的电阻来得要高，使得大面积 LED 本身的效应也比较大，如果单纯以现有 LED 为基础来提高辉度的话，将会陷入一个因 LED 本身价格，和散热材料的成本过高而产生的恶性循环之中，这和以低成本化为基础的市场特性是背道而驰的，而且热效应量的上升会引起封装材料的热劣化，对其使用寿命也有很大的影响。

由于上述理由，为了扩大未来的白光 LED 市场，业者就必须提高 LED 的外部量子效率，如果实现了 LED 高外部量子效率来提高发光效率的话，所出现的连锁反应就会下降，例如因为减少电流透过而使得热效应比率降低，实现成本的下降和长寿化。关于这一方面，目前因为透过局部制程的改变、使用不同的化合物半导体材料、各种白色发光方法的开发，以及新一代荧光粉的开发，已经使得 LED 的发光效率可以达到 100lm/W。但到 2007 年，白光 LED 的发光效率，除了一部分的制品之外，产业化的大多都在 30-50lm/W 左右。如果要代替节能灯就需要将亮度提升到 80-100lm/W，如果要代替使用在汽车头灯上的 HID 的话，就更需要提高到 120lm/W 以上的发光效率。就技术上，如果蓝光 LED 芯片的光输出效率如果达到 360mW，配合高阶技术的封装能力，获得 100lm/W 的白光输出并不困难，包括 Cree、日亚等的业者在 2006 年已开发出高亮度的蓝光 LED 芯片，紧接着之后的如何降低外部量子效率的损耗便是考验者封装业者的能力，如必须设法减少热阻抗、改善散热等等问题，目前的做法包括了：降低芯片的热阻抗、控制模块和印刷电路板的热阻抗、提高芯片的散热性等等。为了扩大 LED

特别是白光 LED 的用途，如何提高发光的效率、相应的辉度、延长使用寿命、降低热效应，以及降低每单位照明的成本等条件，这需要业界做出持续不断的努力。

在使用寿命的方面，目前已经都能够实现 4 万小时后才开始进入高峰衰退期的使用时间，但这却只能满足照明的最低要求，照明领域所需要的是更高的使用寿命，客户 LED 寿命的要求日益明显，要求 4 万小时是达到高峰期的 70%，也就是说高峰衰退期的使用时间是 5.7 万小时，而整体的使用寿命将会提高到 11.4 万小时，比起目前的 8 万小时增加了近 1/3。另一方面，LED 的高峰衰退期是根据投入电量和点灯方法的不同有很大的变动，所以不可能明确定义，使得这一方面还是有一些问题存在。具体上白光 LED 的长寿命化，大多是透过封装材料的改变来达到，例如由目前的环氧树脂变为 Silicon 来防止树脂黄变，在此同时还能够维持光通量，此外还有包括，采用 D/B 材料和反射结构的劣化防止技术，来达到改善热效应实现低温驱动。

1.2 LED 光源的特点及优劣势

1.2.1 LED 光源的特点

1、电压：LED 使用低压电源，供电电压在 6-24V 之间，根据产品不同而异，所以它是一个比使用高压电源更安全的电源，特别适用于公共场所。

2、效能：消耗能量较同光效的白炽灯减少 80%。

3、适用性：很小，每个单元 LED 小片是 3-5mm 的正方形，所以可以制备成各种形状的器件，并且适合于易变的环境。

4、稳定性：10 万小时，光衰为初始的 50%。

5、响应时间：其白炽灯的响应时间为毫秒级，LED 灯的响应时间为纳秒级。

6、对环境污染：无有害金属汞。

7、颜色：改变电流可以变色，发光二极管方便地通过化学修饰方法，调整材料的能带结构和带隙，实现红黄绿兰橙多色发光。如小电流时为红色的 LED，随着电流的增加，可以依次变为橙色，黄色，最后为绿色。

8、价格：LED 的价格比较昂贵，较之于白炽灯，几只 LED 的价格就可以与一只白炽灯的价格相当，而通常每组信号灯需由上 300-500 只二极管构成。

1.2.2 LED 的优势

1、节能：半导体照明采用直流驱动，超低功耗（单管 0.03-0.06 瓦），电光功率转换接近 100%，相同照明效果比传统光源节能 80% 以上。LED 固态照明被认为是 21 世

纪的照明新节能光源，因为在同样亮度下，半导体灯耗电仅为普通白炽灯的 1/10，而寿命却可以延长 100 倍。

2、环保：相对于白炽灯照明，LED 光谱中没有紫外线和红外线，既没有热量，也没有辐射，是冷光源，可以安全触摸。相对于节能灯，LED 不含汞元素，是典型的绿色照明光源。

3、寿命长：LED 是固体冷光源，环氧树脂封装，灯体内也没有松动的部分，不存在灯丝发光易烧、热沉积、光衰等缺点，使用寿命可达 6 万到 10 万小时，相当于白炽灯的 100 倍。

4、多变换：LED 光源可利用红、绿、蓝三基色原理，在计算机技术控制下使三种颜色具有 256 级灰度并任意混合，即可产生 $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ 种颜色，形成不同光色的组合变化多端，实现丰富多彩的动态变化效果及各种图像。

5、信息化：与传统光源单调的发光效果相比，LED 光源是低压微电子产品，成功融合了计算机技术、网络通信技术、图像处理技术、嵌级，灵活多变的特点。

由于半导体照明具有上述特点，所以半导体照明被誉为人类照明历史上的第三次革命。目前全世界都在寻求解决经济发展和能源短缺的矛盾，都在寻找人类社会与和谐发展的途径，半导体照明产业必将带来巨大的投资机会。中国照明用电占总用电量的 12%，到 2010 年中国的发电量将达到 3 万亿度，照明用电约为 3600 亿度，假设采用 LED 照明能够节约 50% 的用电量，就相当于节约了两个三峡发电站的年发电量。

半导体灯具有节能、环保、寿命长、免维护、易控制等特点。无论从节约电能、降低温室气体排放的角度，还是从减少环境污染的角度，LED 作为新型照明光源都具有替代传统照明光源的极大潜力。如同晶体管替代电子管一样，半导体灯替代传统的白炽灯和荧光灯，必将在照明领域引发一场革命。

1.2.3 LED 的劣势

1、大功率发光二极管器件价格高

2006 年，1 瓦的大功率白光发光二极管的市场价格约 15-40 元，3 瓦的 20-80 元，5 瓦的 50-120 元，是传统光源价格的十几倍到几十倍。

2、大功率应用光效低

商品化的 3 瓦以上大功率发光二极管发光效率每瓦只有 20-30 流明，远低于光效每瓦 100 流明以上的高强度气体放电灯，也低于每瓦 60 流明以上的稀土三基色荧光灯。

因此，半导体照明省电、节能，只是在微小功率范围内成立，做大功率照明灯具时和现有高效光源相比不是省电而是费电。光效低的另一个问题是电能大量的转变成了热能，说发光管是冷光源仅仅是指发光体本身不是灼热体，但是大电流在半导体材料上产生的电阻热还是会使得发光管产生较高的温度，会使其使用寿命大幅度降低，用散热器散热使半导体光源体积小、重量轻的优势消失。解决这些问题需要发光管发光效率大幅度的提高和生产成本大幅度的降低。从理论上分析，发光二极管的光效还可以大幅度的提高，业内各企业和研究机构竞相投入人力物力开发研究，核心技术进步很快。

1.3 LED 的发展历程及发展意义

1.3.1 LED 的发展沿革

人类照明的历史经历了漫长的发展过程。过去，人们曾长期靠燃烧木材照明；直到 1772 年燃气照明才进入人们的生活，这是人类照明历史上的第一次革命。1879 年爱迪生发明白炽灯，从此人类的照明进入了一个崭新的时代，这是人类照明历史上的第二次革命。20 世纪九十年代末，随着第三代半导体材料 GaN 的突破，半导体技术继引发微电子革命之后又在孕育一场新的产业革命——照明革命，其标志是基于半导体发光二极管（LED）的固态照明（亦称“半导体灯”），将逐步代替白炽灯和荧光灯进入普通照明领域。

1907 年 Henry Joseph Round 第一次在一块碳化硅里观察到电致发光现象，由于其发出的黄光太暗，不适合实际应用，更难处在于碳化硅与电致发光不能很好的适应，研究被摒弃了。

20 世纪 20 年代晚期 Bernhard Gudden 和 Robert Wichard 在德国使用从锌硫化物与铜中提炼的的黄磷发光，再一次因发光暗淡而停止。

1936 年，George Destiau 出版了一个关于硫化锌粉末发射光的报告，随着电流的应用和广泛的认识，最终出现了“电致发光”这个术语。

20 世纪 50 年代，英国科学家在电致发光的实验中使用半导体砷化镓发明了第一个具有现代意义的 LED，并于 60 年代面世。第一个商用 LED 仅仅只能发出不可见的红外光，但迅速应用于感应与光电领域。

20 世纪 60 年代初，在砷化镓基体上使用磷化物发明了第一个可见的红光 LED，磷化镓的改变使得 LED 更高效、发出的红光更亮，甚至产生出橙色的光。当时所用的材料是 GaAsP，发红光（ $\lambda_p=650\text{nm}$ ），在驱动电流为 20 毫安时，光通量只有千分之几个流明，相应的发光效率约 0.1 流明/瓦。

到 20 世纪 70 年代中期, 引入元素 In 和 N, 使 LED 产生绿光 ($\lambda_p=555\text{nm}$), 黄光 ($\lambda_p=590\text{nm}$) 和橙光 ($\lambda_p=610\text{nm}$), 光效也提高到 1 流明/瓦; 就在此时, 俄国科学家利用金刚砂制造出发出黄光的 LED, 尽管它不如欧洲的 LED 高效; 但在 70 年代末, 它能发出纯绿色的光。

20 世纪 80 年代早期到中期对砷化镓磷化铝的使用使得第一代高亮度的 LED 的诞生, 先是红色, 其 LED 的光效达到 10 流明/瓦接着就是黄色, 最后为绿色。

到 20 世纪 90 年代早期, 采用铟铝磷化镓生产出了桔红、橙、黄和绿光的 LED。在很长的一段时间内都无法提供发射蓝光的 LED, 设计工程师仅能采用已有的色彩: 红色、绿色和黄色, 早期的“蓝光”器件并不是真正的蓝光 LED, 而是包围有蓝色散射材料的白炽灯。第一个有历史意义的蓝光 LED 也出现在 20 世纪 90 年代早期 (日亚公司 1993 宣布, 中村修二博士发明), 再一次利用金刚砂—早期的半导体光源的障碍物。依当今的技术标准去衡量, 它与俄国以前的黄光 LED 一样光源暗淡。

20 世纪 90 年代中期, 出现了超亮度的氮化镓 LED, 当前制造蓝光 LED 的晶体外延材料是氮化铟镓 (InGaN), 发射波长的范围为 450nm 至 470nm, 氮化铟镓 LED 可以产生五倍于氮化镓 LED 的光强。超亮度蓝光芯片是白光 LED 的核心, 在这个发光芯片上抹上荧光磷, 然后荧光磷通过吸收来自芯片上的蓝色光源再转化为白光, 利用这种技术可制造出任何可见颜色的光, 今天在 LED 市场上就能看到生产出来的新奇颜色, 如浅绿色和粉红色。

在 2000 年, 前者做成的 LED 在红、橙区 ($\lambda_p=615\text{nm}$) 的光效达到 100 流明/瓦, 而后者制成的 LED 在绿色区域 ($\lambda_p=530\text{nm}$) 的光效可以达到 50 流明/瓦。

LED 不仅能发射出纯紫外光而且能发射出真实的“黑色”紫外光, LED 发展史到底能走多远还不得而知, 也许某天就能开发出能发 X 射线的 LED。然而, LED 的发展不单纯是它的颜色还有它的亮度, 像计算机一样, 遵守摩尔定律的发展, 即每隔 18 个月它的亮度就会增加一倍, 曾经暗淡的发光二极管现在真正预示着 LED 新时代的来临。

1.3.2 LED 应用领域商业化历程

按照 LED 发光的波长, 可以将其分为可见光 LED (450-780nm) 和不可见光 LED (850-1550nm) 两大类。

可见光 LED 按亮度又可分为一般亮度 LED 和高亮度 LED。其中一般亮度 LED 主要用 GaP、GaAsP 及 AlGaAs 等材料制成, 主要有红、橙、黄光等产品; 高亮度 LED 主要用 AlGaInP 及 GaInN 等材料制成, 包括红、橙、黄、绿、蓝及白光等, 亮度较一般亮度 LED 有明显提高。

不可见光 LED 可分成红外线 LED、光通讯 LED 及 LD。红外线 LED 应用范围比较广泛，除了摇控器、开关等传统应用外，还包括信息设备、无线通讯及交通系统等新应用的 IrDA 模块；光通讯 LED 及 LD 主要是做为光通信模块、条形码读取头、CD 读取头及半导体电射等用途。

图表 2 不同类别 LED 的应用领域

LED分类		材料	应用
可见光LED (450-780nm)	一般亮度LED	GaP、GaAsP、AlGaAs	3C家电 消费电子产品 室内显示
	高亮度LED	AlGaInP (红、橙、黄)	户外全彩看板 交通信号
		InGaN (蓝、绿)	背光源 汽车第三煞车灯
		GaInN+荧光粉、RGB (白光LED)	背光源 照明
不可见光LED (850-1550nm)	短波长红外光 (850-950nm)	GaAs、AlGaAs	IRDA模块 遥控器
	长波长红外光 (1300-550nm)	AlGaAs	光通讯光源

资料来源：中投顾问产业研究中心

其中，产品附加值高、高亮度 GaN 系蓝/绿、白光 LED 应用市场更是为当代社会信息“增光添彩”之不可或缺的关键元器件，其应用市场涉及现代资讯、通讯、家电、照明、交通、汽车、显示、液晶面板、数码照相/摄像机、以及生物医疗等众多领域。

图表 3 GaN 系 LED 的应用领域与最终产品

LED产品	应用领域	终端产品
ITO蓝/绿光LED	资讯、交通、汽车及消费电子产业	室内外大型看板、交通信号灯、机场道路夜间指示灯、车身内照明、手机按键背光源等
倒装芯片蓝/绿光LED	LCD面板背光源	手机显示屏、PDA、DVD、车载导航系统、液晶显示器、笔记本电脑、液晶电视等
功率芯片蓝/绿光LED	闪光灯、便携照明系统、固定式彩色照明系统	数码相机/摄像机、矿灯、手电筒、建筑与景观照明
紫外光LED	医疗、金融、生物、检测	医疗、验钞机/笔、生物农业、杀菌消毒等
蓝紫光LD	光学存取系统	大容量蓝光DVD

资料来源：中投顾问产业研究中心

随着 LED 发光效率的改进及性能的提升，以及在产量扩充与各厂商间竞争加剧而使成本与价格逐年下降趋势下，LED 已在指示灯、交通信号灯、景观装饰灯、显示屏、汽车尾灯、手机背光源等领域相继取得了成熟广泛地应用，现正处于攻克有关商业化应用难题，大举进入笔记本电脑、液晶显示器及液晶电视等大尺寸 LCD 面板背光源、车灯及通用白光照明的关键时期。

1.3.3 发展 LED 产业的战略意义

半导体照明（发光二极管，LED）是新型高效固体光源，具有节能、环保和寿命长等显著优点。世界照明工业的转型和新兴半导体照明产业的崛起，已成为不争的事实。半导体照明以其技术的先进性和产品应用的广泛性，被公认为是 21 世纪最具发展前景的高技术领域之一。目前半导体照明已从最初的手机、交通信号、显示屏、景观装饰等特殊照明领域，开始进入电脑、电视等中大尺寸液晶背光，已成为当代信息社会“增光添彩”不可或缺的关键元器件。日益成熟的汽车前大灯，特别是中国的城市化进程加快，公共基础设施建设用的路灯等功能性照明和商业性照明，将为半导体照明新兴产业提供巨大的市场及发展潜力。此外，农业、医疗等众多新兴的应用市场也逐渐发展起来。未来 5-10 年全球有可能形成近 1000 亿美元的半导体照明应用市场，可望成为另一个兆元产业。

半导体照明是节能的“富矿”，同样亮度下耗电仅为普通白炽灯的 1/10，节能灯的 1/2，使用寿命却可以延长 100 倍。随着 LED 技术的快速进步和新的应用不断出现，在特殊照明领域节能效果已经显现。如景观照明（替代霓虹灯）节能 70%、交通信号灯（替代白炽灯）节能 80%，如能在 2010 年进入普通照明，节能的效果将更加显著。预计在 2005 年至 2015 年间，中国半导体照明在特殊照明领域的应用可累计实现节约 4000 亿度；2015 年后半导体照明进入普通照明应用后，其每年节电量将超过 1000 亿度。

半导体照明是安全、健康的“绿色光源”，环保效果明显。半导体照明光源直流、低压、无频闪和电磁干扰，无红外、紫外辐射，无荧光灯中的汞蒸汽等污染物，符合欧盟未来灯具生产标准，并通过节能降耗减少火力发电产生的 CO₂、SO₂ 和粉尘的排放量。此外，半导体照明的数字化照明应用和丰富的视觉效果可以调节人的生理和心理、营造气氛，带来健康舒适的生活和工作环境。

半导体照明有着巨大的市场及发展潜力，对调整传统照明产业结构，提升产业国际竞争力意义重大。中国是世界照明光源和灯具生产第一大国，2006 年行业销售 1600 亿元，但主要是中低端产品，仅占世界市场 18%，大而不强。发展半导体照明，可以提升中国传统照明产业。

半导体照明产业涵盖节能、环保、高技术、微电子、基础装备制造等诸多领域，发展半导体照明产业，对信息产业、汽车电子、原材料与装备制造、消费类电子、航

空航天、太阳能光伏以及整个光电子产业等领域均起到重要的带动作用。特别是中国已成为世界汽车、消费类电子（移动电话、MP3、MP4、电视机、电脑显示器、数码相机、摄像机）的制造、出口和消费大国，半导体照明的广泛应用，将显著提高这些产品的附加值。在巨大的市场需求拉动下，发展半导体照明产业将带动中国原材料与装备制造业的快速发展。中国是世界上最大的半导体照明生产用关键材料镓、铟和稀土的资源国，具有巨大的原材料资源优势。目前中国 LED 的关键设备和关键配套材料几乎 100% 依靠进口，对设备、关键配套原材料的迫切需求为 LED 装备发展和关键配套材料的产业发展提供了巨大的市场空间。

LED 是低压、直流供电，与太阳能光伏电池低压、直流供电的方式非常匹配，两者结合不需要交流逆变器，并真正实现新能源与新光源的结合。太阳能半导体照明庭院灯、次干道灯已开始在国内的小区、园林建设、农村地区道路照明中使用，目前中国已占领全球太阳能半导体照明产品 80% 以上市场。

半导体照明是 21 世纪半导体技术发展突破的关键。半导体照明作为国家发展下一代照明的战略性技术，将带动整个第三代宽禁带半导体技术的发展，是攻克半导体光电子技术诸如光存储、光传输、光传感、激光器及其他功率器件的重要切入点，对新一代信息技术的发展具有里程碑式的极其重要的战略意义。

第二章 全球半导体照明产业的发展

2.1 国际半导体照明产业发展概况

2.1.1 全球 LED 照明市场发展状况

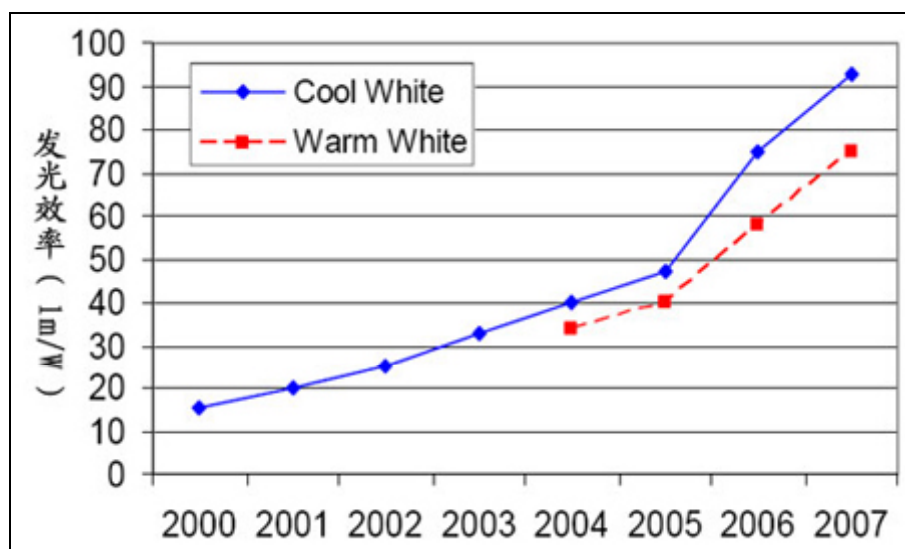
2007 年高亮 LED 照明市场规模约为 3.3 亿美元，较 2006 年增幅超过 60%，预计到 2012 年将达到 14 亿美元。2008 年，LED 照明市值约为 8-9 亿美元，其中亚洲，特别是中国的 LED 照明市场非常活跃，许多美国、日本、欧洲的风险投资公司都将目标瞄准在亚洲的高亮 LED 照明企业。但目前 LED 照明公司良莠不齐，产品质量差别很大，其中有一些 LED 照明产品价格比较低，但质量却让人不敢恭维。

LED 照明市场存在着一些亟待解决的问题，首先，LED 照明市场细分度极高，包括许多很窄的应用领域。而且，多数主要应用有色光，虽然白光 LED 照明应用也在持续增加。其次，LED 照明产品性能、质量、价格差别都非常大，一些高性能、高质量的照明产品价格也非常高。令人欣慰的是，目前在世界范围内，包括美国、我国及我国台湾地区，都有一系列的 LED 照明方面的标准和规范已经出台，或正在紧锣密鼓地筹备及完善中，这些标准对 LED 照明灯具的性能、参数等都做了详细的规定，例如美国能源部的能源之星对固态照明产品的要求。

在 2008 年 4 月 6 日 11 日，德国法兰克福举行的 Light+Building2008 展会上，有 450 家公司称其有 LED 照明产品。其中，大多数 LED 灯具采用 RGB 类型，应用于建筑及娱乐场所照明等。2006 年，白光 LED 照明产品取得了显著的增长，包括聚光灯、迷你探照灯及强光灯等。这些灯具主要用于专业市场，在住宅照明领域应用还非常少。

冷白光 LED 及暖白光 LED 是目前市场上商业化程度最好的 LED 照明产品，近几年冷白光 LED 产品的发光效率增长极快，2007 年已经超过 90 lm/W，暖白光 LED 照明产品涨势同样喜人，只是目前发光效率还是略逊于冷白光产品。

图表 4 2000-2007 年白光 LED 发光效率进展



数据来源：美国照明协会

节能是驱动 LED 普通照明市场发展的主要驱动因素，但并不是唯一的因素。政府的策略及财政补贴也至关重要，2008 年美国、我国台湾地区等许多国家和地区已经颁布了全面淘汰白炽灯的政策，政府对于 LED 照明产品给予了很大的支持，这在早期发展市场十分重要。但是，从长远来看，LED 灯具本身的效率和寿命仍是制约其发展的决定力量，LED 照明产品必须能为消费者提供物有所值的购买体验，这才能提高消费者对 LED 产品的信心和认可度。此外，LED 厂商应该认真学习紧凑型荧光灯（CFL）的市场推广经验。

2.1.2 全球 LED 照明市场持续增长

自从 20 世纪七十年代能源危机、环保节能意识抬头，国际大厂开始开发更省电的灯泡如电子灯、节能荧光灯等，1991 年美国环保局率先提出实施绿色照明与推广计划，并获联合国、英德法日等先进国家及开发中国家的关注，为此，具有 100lm/W 发光效率 LED 逐渐成为绿色照明的主角。

由于全球照明用电量高居全年总用电量 20%，其中多达 90% 的电能被转换成热能消耗，非常不具经济效益，在环保、节能考虑下，LED 照明已快速成为一门显学；同时，各国政府积极制定环保法规，在市场与法规双重利益刺激下，2008 年全球 LED 总产值为 74 亿美元，其中全球 LED 路灯表现抢眼，出货规模呈快速增长。日本仍是全球第一 LED 生产大国，我国台湾地区排名第二。在全球 LED 路灯市场热潮下，国内 LED 厂商应积极掌握市场快速增长的商机。

虽然 LED 灯泡售价仍未平民化，一般照明市场无法普及，但新兴国家对 LED 路灯需求大增，其中中国是全球 LED 路灯应用大国，约占全球一半份额。在全球厂商积

极研发生产下，全球 LED 路灯出货规模可望由 2008 年的 90 万盏急速攀升至 2010 年的 230 万盏，2010 年渗透率可望超过 1%。

世界 LED 产业预计将有爆发性增长，主要从几方面来看。从需求面来看，导光板技术进步使得 LEDBLU 渗透率提升，光率提升将加速照明应用普及，惟售价仍过高；但从供给面来看，日厂价竞争及台厂供过于求将使价格下跌，但供给面价格下跌反将造成薄利多销刺激市场，需求如持续增加，可舒缓供过于求的压力，加速产品渗透率，再加上能源问题升温，各国将制定法规和标准规范，推动 LED 产业发展。

LED 价格大跌、高亮度产品问世均提升 LED 在液晶电视背光源应用上的普及度。到 2008 年底，采用 LED 背光源的 40-42 吋液晶电视均价与采用冷阴极灯管(CCFL)机种间的价差已缩减至 200-500 美元。

2009 年全球液晶电视市场对 LED 的需求总额可达 1.63 亿美元，较 2008 年的 5,100 万美元大增 221.9%。此外，预计 2012 年液晶电视对 LED 的需求金额将进一步成长至 14 亿美元，较 2009 年暴增近 9 倍。

2.1.3 国际半导体照明产业发展特点

（1）全球产业格局呈现垄断局面，主要集中于日本与台湾地区

半导体照明产业已形成以亚洲、美国、欧洲三大区域为主导的三足鼎立的产业分布与竞争格局。全球 LED 产业主要分布在日本、台湾两大地区，其中日本 2005 年的 LED 产值达 28.7 亿美元，占据全球 LED 产值近 50%；台湾（包括台湾岛内及大陆分厂生产）LED 产值 2005 年达 12 亿美元，约占全球 LED 产值的 21%列第二。

（2）国际大厂引领产业发展，利用技术优势占据高附加值产品的生产

日本 Nichia、Toyoda Gosei，美国 Cree、Lumileds、Gel Core、欧洲 Orsam 等国际厂商代表了 LED 的最高水平，引领着半导体照明产品产业的发展。日本和美国两大区域的企业利用其在新产品和新技术领域中的创新优势，主要从事最高附加价值产品的生产。其中日本几乎垄断全球高端蓝、绿光 LED 市场，为全球封装产量第二大、产值第一大的生产地区。

（3）产业投资继续加大，国际知名厂商间合作步伐加快，以占据有利市场地位

随着市场的快速发展，美国、日本、欧洲各主要厂商纷纷扩产加快抢占市场份额。日本 Nichia、Toyoda Gosei，美国 Cree、Lumileds 等国际著名半导体照明厂商均加大了投资力度。

随着 LED 产业分工与竞争的加剧，国际大厂间的参股投资、代加工、代理销售、专利交互授权、策略联盟等合作步伐正日益加快。如日本住友电工成为美国 Cree 在日

本的销售总代理、Cree 和 Osram 签署长期供货协议，种种迹象表明国际厂商的合作步伐正在加快，以策略联盟共同占据有利市场地位。

（4）中国已成为重要封装基地，海内外企业纷纷投资抢占国内巨大市场

自 2003 年实行半导体照明工程以来，中国 LED 产业已进入快速发展时期，中国下游封装已实现了大批量生产，正在成为世界重要的中低端 LED 封装基地。

受国内下游应用产品巨大的制造能力及市场消费的吸引，除积极介入的民营资本外，台湾地区、香港、韩国及日本的众多投资者都已在中国投资，在提高中国的半导体照明产业技术水平和产业国际竞争力同时，也加剧了国内市场的抢夺大战。

2.1.4 全球半导体照明市场格局

半导体照明产业已形成以美国、亚洲、欧洲三大区域为主导的三足鼎立的产业分布与竞争格局。美国 Cree、Lumileds，日本 Nichia、Toyoda Gosei，德国 Osram 等垄断高端产品市场。美国和日本企业利用其在新产品和新技术领域中的创新优势，主要从事最高附加价值产品的生产；欧洲企业则利用其在应用技术领域的开发和善于吸收最新技术的转换优势，主要从事高附加价值产品生产。中国台湾地区 LED 产业近年来迅速崛起，其芯片产量及封装产量占据世界第一的位置（世界 60% 以上），但其产品是以红、黄光芯片及封装为主的中低档产品。

随着市场的快速发展，美国、日本、欧洲各主要厂商纷纷扩产，加快抢占市场份额。2004 年，日本 Nichia、Toyoda Gosei，美国 Cree、Lumileds、Gel Core 等国际著名半导体照明厂商新增投资超过 10 亿美元。

这五大国际厂商代表了当今 LED 的最高水平，对产业的发展具有重大的影响。五大企业 在产品与市场方面各具特色，日亚化学和丰田合成在 LED 发展中占有重要地位，都形成了 LED 完整的产业链，其中日亚化学 1994 年第一个生产出蓝光芯片，并在专利技术方面具有垄断优势；Cree、Gel Core 等都有自己成熟的技术体系，但其在产业链上只集中在外延和芯片的制备上；Lumileds 则关注于大功率 LED 的研发，在白光照明领域实力雄厚。

图表 5 国际主要 LED 企业竞争格局

企业	产业化情况	市场应用
日亚化学 Nichia	自制 MOCVD 设备近 200 台，主要是单片型。所用衬底主要是蓝宝石。 生产蓝、绿、紫、紫外、白光小功率（<20mW）、中功率（20-50mW）、以及大功率（>50mW）的 LED 产品。 只出售 LED 以及后续产品，不出售管芯和外延片。	产品应用广泛，几乎所有与 GaN-LED 相关的领域都有其产品。特别是户外全彩色大屏幕方面，几乎被日亚公司垄断。 占有全球市场份额约 20-30

	荧光粉技术非常成熟。	%。
丰田合成 Toyota Gosei	自制 MOCVD 设备，产量比日亚公司大。产品质量比日亚公司的产品略差些。 蓝宝石衬底。 只出售 LED 以及后续产品，不出售管芯和外延片。 生产蓝、绿、紫、紫外、白光小功率（<20mW=中功率（20-50mW）、以及大功率（>50mW）的 LED 产品。	产品应用广泛，几乎所有与 GaN-LED 相关的领域都有其产品。但在户外全彩色大屏幕无法与日亚公司相比。 占有全球市场份额约 20%。
CREE	既有市场上购买的 MOCVD 设备，也有自己研制和改进的 MOCVD 设备。主要是多片型 MOCVD 设备生产 GaN-LED。 所用衬底是 SiC，有非常成熟的 SiC 单晶生产技术，容易获得 SiC 衬底材料。 只出售 LED 外延片及管芯。 可以生产蓝、绿、紫、紫外光小功率、中功率、以及大功率的 LED 外延片。	产品应用广泛，几乎所有与 GaN-LED 相关的领域都有其产品。 占有全球市场份额约 10%。
GELCORE	主要用 EMCORE 公司 MOCVD 设备生产 GaN-LED 外延片。 所用衬底主要是蓝宝石。 GelCore 公司可以生产蓝、绿、紫、紫外、白光小功率、中功率、以及大功率的 LED 产品，但大功率产品目前还相对不成熟。 关注白光 LED。 灯具设计方面有较强优势。	产品应用广泛，几乎所有与 GaN-LED 相关的领域都有其产品。特别是高档的照明市场（如建筑轮廓装饰照明）。
LUMILEDS	主要是蓝宝石，也用 GaN 衬底。 只出售 LED 以及后续产品，不出售管芯和外延片。 生产蓝、绿、紫、紫外、白光小功率、中功率、以及大功率的 LED 产品。特别是它能生产功率达到 5W 的大功率 LED 产品。 关注大功率白光照明。	目前 LUMILEDS 公司的产品产量不是很大，但其大功率产品却供不应求。

资料来源：美国照明协会

LED 上游产品为芯片、中游产品为晶粒、下游主要为封装应用，日本是 LED 的主要产出国家，占全球 LED 产能一半，台湾约占 21%，欧美约占 14%；其中又以 Nichia 为主要白光 LED 制造厂商，欧美主要厂商为 Osram、Lumiled 最早切入车用光源，韩国以三星为主，在台厂一连串扩厂动作，使三星从原本芯片制造转型为下游封装。

欧美及日本对前段荧光粉专利授权日趋软化，转向注重后段封测专利，使得欧洲的蓝光晶粒产能减少，2006 年 YOY 衰退 14%，美日两国 2006 年 YOY 虽成长 10% 左右，仍低于全球平均成长率 12.89%，亚洲国家可直接受惠；2003 年开始台湾在蓝光晶

粒扩产能力高于其它国家，且在制程技术优于中国及韩国，国际大厂释出的订单，大部份流入台湾。

2.1.5 半导体照明产业发展的驱动因素分析

（1）新兴市场不断形成，持续推动产业规模增长

随着 LED 发光效率与性能的持续提升与改善，LED 已从指示灯、手机背光、显示屏、交通信号灯等成熟应用领域，正逐步向中大尺寸 LCD 背光、汽车、照明等新兴应用市场渗透应用。从市场发展情况看，中大尺寸液晶背光和汽车灯用 LED 正在成为增长最快的应用市场，预计未来几年高亮 LED 的市场仍将以 14% 的速度增长，2009 年高亮度 LED 市场将达到 72 亿美元。

（2）技术创新步伐明显加快，推动 LED 照明实用化进程

面对巨大的市场机会，世界主要公司的新技术不断取得突破性进展，半导体照明技术创新的步伐正在不断加快。日本 Nichia 继 2006 年 6 月推出 100lm/W 的白光 LED 产品后，2006 年 12 月又开发出了 150lm/W 的实验室内照明灯用白光 LED；2006 年 7 月 Cree 开发出了发光效率达 131lm/W 的白光 LED；2007 年初 Lumileds 成功开发出了发光效率达 115lm/W，光通量为 136lm 的大功率白光 LED。可以说，白光 LED 进入普通照明领域的曙光已经显现。

（3）联合制定检测与安全标准，规范与促进照明市场发展

美日等 LED 发达国家已广泛联合业界相关机构与厂商，共同协商制定白光 LED 照明技术标准。检测标准与安全认证的制定出台，将为 LED 的消费使用保驾护航。如 2006 年 8 月美国能源部和北美照明工程（IESNA）联合制定固态照明技术的产业规则和标准，这些规则将是把固态照明产业带入“能源之星”计划的基础之一。“能源之星”标准计划有助于消费者认清市场上 LED 照明产品的能源效率和高性能，从而促进 LED 照明产品的采购使用。

（4）传统照明巨头主动出击，垂直整合加速形成 LED 照明体系

传统照明巨头 Philips、Osram、GE 等纷纷看好 LED 照明发展前景，均已通过外部收购或内部培植组建 LED 照明业务公司，并已形成 LED 与照明技术的垂直整合的优势体系。随着 LED 产业的在照明领域的快速发展，传统照明巨头也希望通过引入新光源的设计而使照明产品更富创新性。因此，LED 照明和传统照明两个领域正逐步合二为一，加速形成一种新的照明商业模式，这非常有利于 LED 照明的迅速推广使用。

2.2 国际半导体照明产业研究及应用进展

2.2.1 各国半导体照明研究计划及进展情况

1、日本的“21 世纪照明计划”

日本率先开始实施半导体照明计划。早在 1998 年，由通产省资助、新能源产业技术综合开发机构（NEDO）和金属研究开发中心（JRCM）负责执行的“21 世纪照明计划”正式启动，参与机构包括 4 所大学、13 家公司和 1 个协会。整个计划的财政预算为 60 亿日元，1998-2002 年是投入 50 亿日元的第一期目标。该计划关注的核心在于高质量材料的生长、高功率管芯的制备和高效率白光荧光粉的获得等，开展研究的项目包括氮化镓基化合物半导体发光机理的基础研究、改进用于紫外发光二极管外延生长的方法、研究用于同质外延生长的大面积衬底、开发由紫外发光二极管激励产生白光的荧光粉，并生产出使用白光发光二极管照明的光源。日本已完成该计划的第一期目标，目前正实施第二期计划，目标是到 2010 年，发光二极管的发光效率达到 120 流明 / 瓦（lm / w）。

2、美国的“下一代照明计划”

作为美国半导体照明的主要推进部门，美国能源部制定了一系列计划和政策支持半导体照明技术与产业的发展。他们于 2000 年开始启动国家半导体照明研究计划，即“下一代照明计划”（NGLI），总共将投资 5 亿美元支持计划的实施。该计划已被列入美国“能源法案”，由国防高级研究计划局（DARPA）和光电产业发展协会（OIDA）负责执行，共有 13 个国家重点实验室、公司和大学参加。重点研究方向是：发光二极管成本的降低和转换效率的提升、氮化镓（GaN）材料的固体物理学问题、金属有机化学气相沉积（MOCVD）相关工艺、低缺陷密度衬底和器件结构的优化等。

随后，由美国能源部负责制定了《固态照明研究与发展计划》，该计划为半导体照明确定了无机发光二极管和有机发光二极管（OLED）两个方向，已进行了多次修订。计划关于半导体照明发展的战略措施包括基础研究、核心技术研究、产品开发、商业化支持、标准开发以及产业合作等方面。其中基础研究都是美国能源部承担的任务所需要的项目，主要涉及物理、化学和材料等领域的基础问题。核心技术研究主要由学术机构、国家实验室和科研院所负责，侧重于技术的应用研究，特别要求满足器件性能和成本目标。产品开发主要是由企业负责，他们系统地利用已研究的基础或应用知识，开发或改进商用原材料、器件或光源，开发活动围绕市场应用所关注的产品价格、质量和性能参数进行。最近一次修订的计划已经将技术发展的时间表更新为：到 2010 年、2012 年和 2015 年，无机发光二极管的发光效率目标分别达到 129 流明 / 瓦、151 流明 / 瓦和 184 流明 / 瓦，有机发光二极管的发光效率目标分别达到 65 流明 / 瓦、100 流明 / 瓦和 189 流明 / 瓦。

美国能源部还于 2007 年 4 月发布了《固态照明商业化支持五年计划》草案，它为产品的商业化活动也提供了一个基本框架，其目的是加速半导体照明的商业化进程，最大限度地节约能源。战略措施包括：“能源之星”计划、“明日照明”设计竞赛、商用产品检验计划、技术信息的开发与传播、标准和测试程序的开发等。商业化支持计划的目标是：提升高效发光二极管光源的制造水平，到 2012 年，美国市场能够推出的商用暖白发光二极管照明光源至少达到 105 流明 / 瓦的发光效率，对于商用冷白发光二极管照明光源至少达到 135 流明 / 瓦的发光效率；加快基于半导体照明技术的照明光源市场开发，到 2012 年满足“能源之星”要求的光源每年能够销售 500 万只；逐步推广应用半导体照明光源，到 2012 年实现每年至少节约电能 19 太瓦时（Twh）。

3、欧盟的半导体照明计划

欧盟于 2000 年 7 月实施了“彩虹计划”，以推广白光发光二极管的应用。该计划由欧盟设立的执行研究总署（ECCR）负责组织，委托 6 个大公司、2 所大学执行，研究内容之一是发展氮化镓基照明光源，“彩虹计划”于 2003 年 7 月结束，该计划推动了欧洲高亮度户外照明市场的增长。

2004 年 10 月，欧盟正式启动了“用于信息通讯技术与照明设备的高亮度有机发光二极管”项目（OLLA），该项目的经费大约为 2000 万欧元，由欧盟第六框架计划（FP6）中的信息社会计划（IST）提供。项目由来自 8 个欧盟成员国的 6 所大学、8 个研究所和 10 个公司共同完成，将会持续到 2008 年 7 月，目标是使有机发光二极管的效率最终达到 50 流明 / 瓦。该项目对美国的“下一代照明计划”和日本的“21 世纪照明计划”都是一个补充。

4、其他国家和地区的半导体照明计划

2000 年，韩国政府制定了“氮化镓半导体开发计划”，并成立光产业振兴会（KAPID）负责计划的组织与实施，其中涉及半导体照明的研究项目包括以氮化镓为材料的白光发光二极管等。韩国的“固态照明计划”已得到政府批准，2004—2008 年政府投入 1 亿美元，企业提供 30% 的配套资金，该计划的目标是 2008 年发光效率达到 80 流明 / 瓦。

英国商业、企业和改革部（DBERR）（原贸易工业部）于 2007 年 7 月启动了“用于有效照明解决方案的新型发光二极管”计划（NoveLELS），目标是开发新型氮化镓芯片技术，将发光二极管光源商业化。该计划获得英国商业、企业和改革部 330 万英镑的资助，而英国政府及技术战略委员会为其提供超过 170 万英镑的资助。

中国台湾地区也在组织实施“新世纪照明光源开发计划”，研究内容主要分为外延生长和芯片加工、封装及应用产品的可行性评价、信息平台 and 测试平台建设。一些光电企业经过多年研发投入和产业发展，在器件工艺和封装以及材料外延方面已拥有若干自主知识产权。

2.2.2 国外半导体照明的研究及应用简述

在美国波士顿的 Photonics Research 的研究中心，报导了 LED 技术方面的进展，声称光效要达到 330lm/W。被称作 Photon-rectcling 的半导体光源，发出蓝、黄两种波长的光。所发出的光当人感到的则是白光。这种光效，与目前市场上的 LED 比要高 10 倍甚至更高。不过，应该指出，从实验室到商业化的产品这条路也许还十分漫长。

OSRAMOS 公司已经开发出一种薄型的 LED，称作 Market LED。这款产品只有 6mm 高，沿边安装（Side-mounted）LED 将光射入一个导光材料（Light-guide Materia）将光均匀地分布表面。这种模块可以为灯具厂生产商所用，内置于产品，作通道、走廊、剧场或影院的座号的定向照明。模块的能耗从一瓦到几瓦不等，取决于模块的大小基本上不发热。

OSRAMOS 另一款 LED 产品主要用于铁路，已经扎下根来。OSRAM 开发了一种小型的，窄光束单元，单元内有 10 只 LED，发出的光聚集于透镜，这样可以长距离看见。这一单元发光有四个不同的角度。可以用 24V 燃点。颜色为琥珀色和黄色，单元耗电 1.2W，光强 750cd（蓝、绿光单元为 1.5W，光强 55cd）。该产品已推向市场，用于建筑和纪念碑的重点照明。

BP 石油公司已选择 LED 为该公司 2000 年在美国的加油站（Service Stations）换新牌面，BP 公司将使用 Lemileds 的轮廓照明系统（Contour-lighting System）“Chipstrip”来代替霓虹灯。Chipstrip 是一彩色塑料管，有色的 LED 放置其内，Lumileds 公司称，Chipstrip 系统的寿命是霓虹灯的 5 倍，能效也更高。

奥地利的照明设计公司（Bartenbachg Lightin Laboratory）已完成一项大型实验，采用了 14000 只白光和彩色 LED 的混合照明整个房间。光照水平达到 600-700Lux，足够一普通办公室的照明。用计算机计算白光，蓝光，蓝/绿光，琥珀和红光二极管的混合效果，以获得 2500-3000K 的暖色温，其显色指数非常接近最好的荧光灯。

在瑞典，Swedish National Road Administration 继续采用 LED 作交通信号灯，以减少对发热量大的传统交通信号灯的需求。跟踪第一根 LED 交通信号灯杆，沿 30Km 道路，用汽车事故率进行实验。安全是实施这一项目所考虑的主要因素。发热量高的信号照明在经常出现雾、下雪、下雨的地方，使可视环境变坏，因而要减少。减少发热量大的信号照明还导致大量节能节省费用（一些情况除外）。

白光 LED 的寿命比所希望的要低得多。LED 制造商在谈 LED 长寿命时，已经小心起来。因为，除非 LED 应用的环境温度能够保持冷态。即使如此，LRC 的试验发现，一些 LED 也是要在 4000 小时的使用以后，光输出才降到 65% 且 6000 小时后降到 45%。问题主要是因为环氧树脂包裹 LED 所引起的。环氧树脂暴露于 LED 发出少量紫外线（UV）就要变黑。

2.2.3 世界各地 LED 相关标准进展情况

目前 LED 检验标准，由各国自行订定，若要区分，仍可以分为国际标准、地区标准、国家标准、团体与行业标准等 5 大类，这些标准实际上并不是对 LED 所有零组件作 1 个统一规范，有些只针对光源特性、制程等不同需求进行规范。

以国际级的标准来说，规模较大的有国际电工委员会（IEC）、国际照明委员会（CIE）、国际标准组织（ISO）等 3 大组织，其成员由世界各国所组成，有较多国家共同订定与遵守相关规范要求。

（一）国际标准

国际电工委员会（IEC）将 LED 认定为会发光的电气元件，所以较注重操作、应用方面的安全性规范，针对 LED 所制订的规范，也不脱离 LED 电气特性范围，截至 2007 年底，共有 4 份关于 LED 元件的标准，分别是 IEC60838-2-2、IEC61374-2-13、ICE62031、ICE62384。

国际照明委员会（CIE），则是针对 LED 的光源特性有较多规范叙述，但部分内容也对安全性提出明确的规定内容，只可惜对于照明用高功率 LED 光源部分，可能相关讨论进展未能即时跟上市场脉动，相关内容仍付之阙如，而 CIE 的规范或文件，大部分以技术报告型态居多。CIE 产出的文件有 3 篇，CIE177、CIE127、CIES009，CIE 内部有 4 个分部、共 9 个委员会，执行订定 LED 相关规范工作。

国际标准组织（ISO），由于是 1 个国际性的标准制定组织，对于各项标准的推动不遗余力，在对于 LED 相关材料、制程、系统、产品等重点项目，几乎每个环节都会参与、制定，近年也与上述 2 大国际组织共同合作发表共同标准。

（二）地区标准

至于地区性的标准，所指的是欧盟各国独自成立的单位，如欧洲标准化委员会（CEN），其订定的标准也包含大部分 LED 产品所遇到的状况，由材料、系统到产品等内容，都囊括在内。

团体与业界标准，业界则将以下 3 大组织规范奉为主臬，有北美照明协会（IESNA）、固态照明科技联盟（ASSIST）、优力安全认证（UL）等。

北美照明协会（IESNA），是由美国能源部（DOE）召集 CIE、IEC、UL……等官方与民间标准机构，配合能源之星标准，制定 LED 性能标准和量测方式相关制式规定，在 2007 年已发布能源之星固态照明规范，根据规范分为 2 阶段，第 1 阶段室内照明必须达到 35lm/W；第 2 阶段于 2010 必须达到 70lm/W 水平。

固态照明科技联盟（ASSIST），是由美国的企业联盟组成，所提出的规范内容，目前主要是针对 LED 使用寿命规范为主。

优力安全认证（UL），则是 1 家国际级的民间认证公司，也有针对 LED 产品材料安全性进行研究，除上述机构与联盟外，一些 LED 制造与研发较多的地区，例如日本、韩国、大陆或是台湾，也都有不同的标准制定状况。

（三）国家标准

参与日本 LED 标准制定的组织，有日本电球工会（JEL）、日本照明委员会（JCIE）、日本照明学会（JIES）、日本照明器具工业会（JIL）等 4 个组织，这些组织于 2004 年 6 月成立日本 LED 照明推进协议会（JLEDS）。目前 JLEDS 组织完成“照明用白光 LED 量测标准”，此标准已提交 JIS 成为日本工业标准，除积极进行白光 LED 产品规范制定外，日本在专利布局上，已领先许多制造国，由于抢先订出规范动作，又可大幅以规范领先其它国家。

韩国 LED 标准发展，由韩国科技标准局（KATS）于 2007 年宣布，在 3 年内建立 15 项国家标准，并宣告建立测试方法“LED 照明标准化计画”，在这 15 个项目中，其中几项甚为重要，值得相关厂商参考。LED 劣化与寿命试验、照明用 LED 模块安全试验、照明用 LED 模块性能试验、车用 LED 试验、代替日光灯 LED 灯、LED 路灯、LED 视觉评估法，上述这几项在目前是重要的规范制定趋势，也是最需要统一标准的测试法。

中国大陆地区关于 LED 的标准，目前分 2 大部分，第 1 个部分以半导体照明技术领域为基础，包含命名、专用术语等，第 2 部分则根据产业结构特点与产业材料、设备进行区分，如：外延片、晶粒、元件、模块、相关材料、其它。

2.2.4 半导体照明新兴应用领域

（1）太阳能 LED 光源

LED 是低压、直流供电，与太阳能光伏电池低压、直流供电的方式非常匹配，两者结合不需要交流逆变器，真正实现新能源与新光源的结合。太阳能半导体照明草坪灯、庭院灯、信号指示灯等已开始在国内的小区、园林建设、农村地区道路照明中使用，目前中国已占领全球太阳能半导体照明产品 80% 以上市场。

（2）农业生产用人工光源

农业生产中的植物光照与动物培育生长所用人工光源，主要有荧光灯、高压钠灯、卤素灯以及白炽灯等。长久以来，发光效率高、均匀度以及光质好的人工光源一直是业界关注与努力的重点与方向。与传统人工光源相比，LED 具有绿色节能、直流驱动、体积小、寿命长、波长固定，光强、光质，红 / 蓝光比例（或红 / 红外光比例）均可调整，冷却负荷低、单位面积栽培量高等一系列优点。目前中国已开展半导体照明光源在植物组培中的应用研究工作，采用 LED 光源的植物组培苗生长实验的第一批实验

数据已经获得。随着实验的不断深入和数据的不断积累，将得到适宜于植物组培育苗和植物设施种植照明需要的优化参数和控制技术，研制出植物组培专用高效 LED 光源系统和设施植物专用高效 LED 光源系统。

（3）医疗用光源

科学试验证实，LED 光源具有消炎、杀菌及诱导促进人体组织变化、影响人体生物节律等医疗效果，因此，迄今已有大量 LED 光源治疗皮肤、视力、伤口以及美容等成功医疗案例。如利用 LED 红光的消炎效用治疗皮肤溃疡与辅助伤口愈合：结合蓝光与红光并用治疗轻微至中度严重的青春痘；采用 LED 红外光治疗关节炎、肌腱炎、背痛等；采用白色 LED 光源内窥镜，再现了对象物的色彩，而且在内窥镜前端配备可击退人体内病原菌的近紫外 LED。美国研发的以 LED 进行光动力皮肤癌及脑肿瘤疗法的设备，已获得美国食品药品监督管理局（FDA）的批准进行人体临床实验。LED 光源在人体诊断与治疗方面存在广泛的应用，预计未来面向医疗的 LED 市场将会逐步扩大。

（4）航空用光源

LED 照明航空应用产品种类繁多，如航空灯、飞机内灯、飞机外灯、机场灯、障碍预警灯、闪灯、灯塔灯、跑道信号灯等。国际著名波音公司已经指定 LED 照明系统用于全新的波音 787 梦幻客机主舱，为旅客飞行提供更舒适休闲的航空旅行。此外，该系统由 LED 的天花板灯具、侧墙灯具、入口灯、走廊灯以及重点照明灯组成，提供了较低的维护成本和较长的修理间隔等附加优势。

2.3 半导体照明产业并购整合现象分析

2.3.1 半导体照明产业产业的并购思路

2003 年以来主要并购案例：

- 2003/3，巴可公司（BARCO）并购北京利亚德电子科技有限公司，建立了 80%-20% 的合资公司。
- 2003/3，巴可并购美国犹他州为体育应用生产全彩和单彩显示设备，讯息中心和评分系统的生产厂商 Trans-Lux 西部公司（Trans-LuxWest）。
- 2003/10，路明集团并购美国复合半导体发光材料生产商 AXT 公司光电事业部。路明集团认为这次并购至少为路明集团的 LED 研发节省了 10 年的时间。
- 2005/2，元砷与联铨宣告以 1 股联铨换 1.36 股元砷合并，前者为存续公司。
- 2005/8，晶电为存续公司，以 1 比 2.24 换股比例合并国联光电，晶元电为存续公司。

- 2005/8, Philips 购入 Agilent 所持 Lumileds 47% 股权共计 9.5 亿美元, 随后飞利浦以 800 万欧元收购员工持有的 3.5% 股份, 实现了对 Lumileds 的全资掌控。

- 2006/1, 飞兆半导体公司宣布将其 LED 和 LED 显示器产品线售予台湾亿光电子工业股份有限公司的美国分公司 Everlight International Corporation。2006/9, 晶元、元砷、连勇光电「三合一」, 晶电为存续公司, 成为全球最大的红光 LED 厂, 以及第四大的蓝光 LED 厂, 快速成为世界级的 LED 制造中心。

- 2007/3, LED 芯片厂曜富、洲磊宣布以 1 股曜富对 1.7 股洲磊换股合并, 前者为存续公司, 两家公司资源集成后, 2008 年产能可以扩充一倍。

- 2007/4, 美国著名的 LED 芯片制造公司 Cree 收购华刚光电零件有限公司, 华刚持有 Cree 约 9% 的股份, 将为 Cree 提供具成本效益的生产平台, 加速其发展极具潜力的中国市场。

- 2007/6, 飞利浦以 7100 万美元收购加拿大专注于 LED 模块系统的白光 TIRSystems 公司。

- 2007/8, 飞利浦以 7.91 亿美元收购专业美国重要的 LED 制造商 COLORKINETICS (CK) 公司。

- 2008/1, 飞利浦以每股 95.5 美元 (总值 27 亿美元) 并购美国照明装置制造商 Genlyte Group。

- 2008/2, Cree 以大约 7700 万美元现金加股票收购私人控股的半导体照明应用公司——LED Lighting Fixtures Inc. (LLF)。

从众多并购案例来看, LED 产业的并购主要基于以下思路:

- 1、国际大企业利用并购进入半导体照明领域, 最大限度地延伸产业链来实现多元化策略, 占据产业发展的主动地位使得利润率最大化。

- 2、小公司和后起之秀多采用横向合并, 优势互补, 利用整合壮大自身力量, 提高核心竞争力。

- 3、通过合并、部分收购等方法避开专利产权的限制, 取得市场主动权。

2.3.2 欧美巨头产业链垂直整合带来竞争优势

- 1、传统照明巨头介入, 力维照明业领导地位

随着 LED 技术日渐发展前景不断看好, 传统照明巨头也纷纷介入其中, 如世界五大 LED 制造商中除了 Cree 和日亚 (Nichia) 外, Lumileds、欧司朗光电 (Osram OS)、丰田合成 (Toyoda Gosei) 则分别隶属于飞利浦 (Philips)、欧司朗 (Osram) 和丰田

（Toyota）。而这些大集团并不满足于现况，他们不断发掘新兴公司纳入掌控之中，以期完善产业构成、长久占据照明市场制高点。在这一点上，飞利浦的举动无疑是最多的。

2006 年 12 月继收购安捷伦（Agilent）持有的 47% 的 Lumileds 公司股份后，飞利浦以 800 万欧元收购员工持有的 3.5% 的 Lumileds 股份，实现了对 Lumileds 的全资掌控。仅仅时隔半年，2007 年 6 月飞利浦又以 7100 万美元将加拿大白光 LED 生产商 TIRSystems 公司纳入旗下，8 月底则以 7.91 亿美元左右的价格完成对美国 LED 照明系统集成商 COLORKINETICS（CK）公司的收购。Lumileds 制造 LED 芯片和功率型封装，TIR 拥有 Lexel 平台（Lexel 是白光 LED 光源主要组件，包括散热、光学设计、反馈和驱动技术等），而 CK 则在 LED 照明色彩控制设备及系统领域走在世界前列。这一连串的收购将照明产业链的中下游都进行了纵连，丰盈了飞利浦的专利产品组合，也加大了品牌效应，为飞利浦赢得了强大的竞争优势。

预计 LED 市场每年平均成长将超过 20%，并可望在 2025 年达到 200 亿-300 亿美元。短期来看，这些收购是飞利浦在这一期望下，巩固集成半导体照明产品线、完成全球 LED 照明市场布局、确保在大功率 LED 领域地位的战略行动。而从长远上来看，飞利浦上述举动不仅仅是巩固其在 LED 照明业的根基，而且是其如何在整个照明业长期占据技术、资源等优势所做的全面战略部署。

与飞利浦、欧司朗同属世界三大照明业巨头的通用电气也参与了 LED 业。GE 拥有的 Lumination 可生产小、中及大功率的 LED 产品，但大功率产品目前还相对不成熟。如果想长期占有照明市场份额，GE 就不得不壮大 LED 产品组合。在 Philips 宣布完成对 CK 的收购后，GE 将收购 Cree，以加强与 Philips 竞争的传言浮出了水面。尽管目前还未有证据证实，但有理由相信，面对其他两巨头的积极行动，GE 也会有所举动。

2、Cree 收购华刚，垂直整合产业链

2007 年 4 月 2 日，Cree 宣布完成对华刚光电零件有限公司的收购，华刚光电（集团）有限公司控有 Cree 约 9% 的股份，成为 Cree 单一最大股东。

这次战略合并涉及华刚集团旗下三大主要业务范畴，包括 LED 封装事业部、模组事业部，以及显示器件事业部。通过此次收购，Cree 拥有了从外延片、芯片到封装的完整产业链，改变以往只售芯片的单一营销模式。此次收购为 Cree 提供了个低成本制造平台，有助于补充 Cree 在 LED 芯片技术、知识产权以及营销方面的投资，是 Cree 进入中国半导体照明市场的战略性一步。

2.3.3 台湾地区业内横向整合靠规模寻求竞争优势

1、晶元、元硕与连勇合并，建立霸主地位

2006 年 9 月 28 日晶元光电（中国台湾地区第一大 LED 芯片商）、元矽光电（中国台湾地区第二大 LED 芯片商）以及连勇光电宣布合并，晶电为存续公司。新晶电将藉由集团的优势，扩增产能，成为全球最大的红光 LED 厂，以及第四大的蓝光 LED 厂。这次合并最大的意义是中国台湾地区第一次出现一家国际级的 LED 上游外延/芯片公司，未来在与国际大厂进行策略联盟和交叉授权将更居有利的地位。观察 LED 产业态势，此次合并的对象为目前中国台湾地区 LED 芯片的主要供货商，由于客户的重迭性高且产品特性相近，其合并后短期优势是可使 LED 价格稳定，而长期优势则是稳定原料的来源及价格与下游 LED 封装厂的议价空间。

2、曜富、洲磊抱团以御列强

2007 年 3 月 28 日，中国台湾地区曜富科技与洲磊科技宣布以 1 股对 1.7 股的换股比例合并，合并后的存续公司为曜富科技，这次合并被业界认为是 LED 中小厂商抱团以御列强的典型。近年来由于 LED 的应用面大幅扩大，同业巨头因看好后市而大幅设厂或扩厂，造成多数中小型厂商各自为战的局面。由于晶电合并国联后，再合并元矽、连勇，已使小厂的生存空间遭到压缩，因此，在李洲支持下，洲磊及曜富两家决定合并。曜富和洲磊同是 LED 上游芯片厂，洲磊主要产品为 LED 外延和芯片，曜富则主攻 LED 芯片。这次合并主要着眼于结合洲磊科技的蓝光 LED 芯片和曜富科技的四元 LED 芯片，除可使产品线更加完整、也可掌握原料源，降低原料成本及风险。

2.3.4 中国 LED 企业积极整合谋求发展

与照明巨头们或“产业大腕”们相比，经过多年艰苦创业而成长起来的中国本土企业受资金限制，无法大笔投入研发及生产，导致技术与产能扩张落后于市场需求，在海外企业纷纷进驻国内抢占市场的形势下面临着更大的竞争压力。虽然国内 LED 业上中下游的大小企业多达数千家，但产业集中度低，造成了重复投入、竞争无序的不利局面。为扭转这种局面，进行产业整合，吸引更多有实力的企业介入，已逐渐成为业界共识。而 LED 良好的前景也让国内很多有实力的大企业跃跃欲试，希望切入 LED 市场抢占市场份额。彩虹集团控股 LED 芯片厂商上海蓝光以及方大投资沈阳方大半导体照明产业园，就是两个很好的范例。

1、相联产业加盟，寻求战略转型

2007 年 7 月 16 日，国资委属下的彩虹集团投资 1.3 亿进军 LED 产业、控股上海蓝光 51% 股份的签约仪式在上海举行，此次控股是彩虹集团进入光电子领域并实施产业转型的重要战略步骤。

进军 LED 产业的投资较另两项主营业务（另两项为等离子、液晶面板）少很多，而这却是彩虹三大主营业务中最可能产生收益的项目。

从彩虹集团投资收购上海蓝光可以看出，具有资金实力与资本运作能力的集团化公司，通过跨产业收购 LED 企业，可以有效跨过 LED 技术门槛与人才瓶颈，迅速切入处于高速发展时期 LED 产业，从而实现在积极寻求战略转型过程中的投资策略与发展宏图。而实力集团的加入，可以缓解国内 LED 企业快速发展进程中的资金压力，这对两方来说都非常有利。

2、国内 LED 企业延展业务范围

2007 年 9 月 28 日，“沈阳方大半导体照明产业园”在沈阳高新技术产业开发区举行开工建设奠基仪式。该产业园是由方大集团股份有限公司与沈阳高新技术产业开发区合作共建。方大集团与沈阳市浑南新区国有资产经营公司在园区共同投资设立沈阳方大半导体照明有限公司，总投资 3.571 亿元人民币，注册资本 2 亿元人民币，占地 127 亩。方大集团以持有的深圳市方大国科光电技术有限公司 100% 的股权和深圳沃科半导体照明有限公司 100% 的股权作价 2.321 亿元人民币出资，占投资总额的 65%，园区以光电半导体材料生长和芯片制作为龙头，以封装、器件及照明、显示等终端应用产品制造为配套，打造集研发、制造、测试和设计为一体的完整产业集群，成为国际、国内具有重要影响力和竞争力的半导体照明产业基地。国科公司主要业务是 LED 外延片、芯片，而沃科公司则是集半导体照明与 LED 显示、装饰产品开发、生产、销售和工程服务于一体的工程应用公司。方大通过对自身内部子公司股权的调整将股权集中，通过全资子公司——装饰公司，对 LED 公司控股权的转让，把 LED 相关产业集中。再加上沈阳方大半导体照明有限公司的成立，方大集团形成了相对完整的垂直 LED 产业链，为企业的进一步发展奠定了基础。

第三章 重点国家及地区半导体照明产业发展分析

3.1 美国

3.1.1 美国半导体照明产业主要特点

美国 LED 产业的发展主要是依靠其较成熟的市场体制、完善的技术创新体系以及强大的经济基础，通过掌握 LED 产业核心信息技术来控制全球 LED 产业链的利润流向，占据技术领先者地位。该模式的主要特点如下：

（1）选择科技创新作为产业突破口，成为产业技术领先者

自从二战以后，美国政府的战略思想一直定位在“保持技术领域的领先地位，以应付全球竞争的挑战”。在具体操作模式上，美国的研发体系基本上是以基础研究为核心的，即主要通过大量的基础研究从而创造或发现新知识，然后再将这些新知识应用到开发新的产品和制造方法上，产生技术创新。这种产业发展模式是建立在其完善的技术研发体系和支撑体系等前提条件下的；同时，这种产业发展的战略定位反过来也推动了美国政府在资金上对高科技产业研发支撑体系给予更大的支持，从而使这种发展模式和国家研发创新体系之间形成良性循环。

美国发展 LED 产业的核心路线是“通过科技突破带动市场、加速市场渗透速度”。事实上，美国 LED 产业是典型的技术领先者发展模式，其产业技术研发主要集中在 LED 产业链上游，大多属于产业核心技术。作为技术领先者，美国可以通过所控制的核心技术，周期性提升芯片的性能，从而能够基本上控制全球 LED 产业的发展进程，同时也控制了整个市场的利润流向。因为拥有技术和产品标准的公司，可以利用垄断的优势不断推出新产品；同时，通过合同生产网络，越来越多的公司将生产以及和生产相关程序委托给企业外部的合作方去生产和管理，公司集中力量进行技术开发和市场营销，可以获得产业链中 80% 的利润。

（2）垂直整合度高，产业链完整

美国 LED 企业在发展初期，基本都是从 LED 产业中一个特定环节开始的，但很快就进入了垂直整合阶段，而且整合程度较高。在 LED 企业个体进行垂直整合的过程中，美国很多企业形成了包括“衬底-外延-芯片-封装-应用产品”的完整 LED 产业链。以 GELCORE 为例，GE 作为其股东之一，它是世界主要照明应用产品提供商；EMCORE，作为其另一股东，它是世界重要的 MOCVD 设备提供商。在产业组织上，GELCORE 主要用 EMCORE 公司的 MOCVD 设备生产 GaN-LED 外延片，再提供给 GE 公司进行照明应用产品生产，三家关联公司的生产活动涵盖了 LED 整个产业链，这不仅大幅度降低了成本，提供高品质和可靠性高的 LED 最终应用产品，为 R&D 活

动提供了便利，更将产业发展关键的两环节——核心技术和营销网络牢牢控制在手中，具有极大的竞争优势。

（3）在市场调节方面，自由竞争和垄断相结合

美国是一个以市场经济为主的国家，通常大都鼓励竞争，通过优胜劣汰的市场竞争使美国产业保持旺盛的生命力。以美国电子信息产业为例，IBM 在 1965 年的竞争对手只有 2500 个，但是到了 1992 年，其竞争对手增加到 50000 个，该行业的竞争变得异常激烈。而正是这种激烈的市场竞争使美国电子信息产业一直保持创新能力并稳定发展。然而，在 LED 产业上，美国的市场集中度非常高。产业链上的每一个环节都由一家主要厂商把握着，从而领导着美国 LED 产业的整体发展趋势。在国际市场上，美国 LED 公司利用技术上的领先优势，在国际竞争中占有垄断性的地位，例如，CREE 公司掌握着 LED 衬底两大主流技术之一——SiC 衬底，在全球 LED 产业中占有 4% 的市场份额。

（4）发达的资本市场

一个国家产业的发展和其资本市场的发达程度密切相关。除了政府的投入，资本市场也是企业发展资金的重要来源，这对高科技产业尤其重要。美国发达的资本市场为 LED 产业注入了发展资金。以 CREE 公司为例，该公司由两个名不见经传的年轻人在 1987 年成立，到 1993 年就上市，产值从 1994 年的 5000 万美元增长为 2003 年的 3 亿美元。

（5）政府的支持是产业发展重要助推力

由于“固态照明市场的演变需要政府主动的赞助”，为此美国政府从宏观规划、技术研发、政府采购、协会支持等四方面对 LED 产业给予了强有力的支持。

3.1.2 2008 年美国顺应趋势开始淘汰白炽灯

随着半导体照明产业的飞速发展，在美国普及荧光灯的条件已经成熟。尽早普及的捷径是政府采取法律程序和市场杠杆，敦促厂家逐步关闭白炽灯生产线。从法律的角度看，美国目前已有 13 个州通过或提出相关立法，设定白炽灯退出消费市场的时间期限和步骤。

2008 年初，美国纽约等城市一些车流量较大的交通隧道，开始以发光二极管照明灯取代传统的日光灯。就全国而言，从国会到政府也在大力推进“灯泡革命”。根据国会年初通过的能源法修正案，美国计划在未来 12 年内，逐步淘汰沿用了一百多年的白炽灯泡，改用节能环保的新式照明灯。根据这一法律，到 2012 年，所有允许使用的灯泡，都须达到比目前灯泡节电至少 70% 的标准。

2008 年，美国的加利福尼亚、康涅狄格和罗德岛 3 个州已经出台法律，将在未来数年内禁止销售目前人们广泛使用的白炽灯，代之使用荧光灯等节能灯。在环保人士的推动下，纽约等其他 10 个州的议会也正在出台相关法律，要求在未来数年内淘汰白炽灯。

实际上，荧光灯等类型的节能灯已经在美国市场上出现多年，但普及率一直不尽如人意。近年来，美国从上到下，开始了新一轮的努力，以期推动节能灯在美国的普及。走在美国之前的澳大利亚，在 2007 年 2 月宣布，到 2010 年要在全范围内淘汰目前节能效果差的白炽灯，全部使用耗电量只相当于白炽灯泡四分之一的荧光灯。2007 年 4 月 25 日，加拿大政府也对外宣布，加拿大到 2012 年前也将逐步用荧光灯取代白炽灯。近年来，从全球第一大公司沃尔玛到众多国家的各级政府，都在积极推动荧光灯的普及。在全球不断高涨的使用节能灯泡运动，可能使爱迪生 1879 年开创的白炽灯时代，进入终结前的倒计时。

一个普通美国家庭如果弃用目前的白炽灯，改用荧光灯等节能灯，每年可减少 200 美元左右的电费开支。而如果全世界都使用荧光灯，节约的电力相当于关闭 270 座燃煤发电厂，节约的电力可高达 135000 兆瓦，等于整个德国的全部用电量。2007 年美国使用荧光灯的比例尽管比 2001 年的 1% 有所上升，但仍只有可怜的 6%，无法与同等发达国家比。例如日本目前使用荧光灯的比例已高达 80%，德国为 50%，英国为 20%。

从消费者的角度看，自从荧光灯问世以来，人们一直不青睐那种让人脸色看起来苍白的灯光，加之其螺旋的形状让人觉得古怪，从而使得荧光灯在爱迪生的故乡迟迟得不到推广。十几年前的荧光灯单价高达 25 美元左右，这自然让平常百姓望而却步。然而今天，1 只大众型的荧光灯只要 15 美元左右，尽管这仍比白炽灯贵一倍左右，但其使用寿命要比白炽灯长 7 到 10 年。只要半年左右，荧光灯节约的电费就可抵消普通灯的价格优势。另外，不少厂家为推动荧光灯进入美国平常人家，也已采用新设计技术，让荧光灯的光线像白炽灯一样柔和。出于环保的考虑，目前世界上最大的灯泡制造厂家之一飞利浦公司已宣布，到 2016 年，该公司将停止在欧美推销白炽灯，届时白炽灯时代将落下帷幕。

美国联邦政府的两个主要负责激励人们广泛使用荧光灯的部门，一个是能源部，一个是环保署。能源部制定相关的节能效益标准，评判包括荧光灯在内的各类耗能产品的节能效应，并为购买节能产品的消费者提供税收减免或优待。环保署在荧光灯的普及使用方面，侧重宣传和教育民众，通过提高民众的节能意识来普及荧光灯的使用。

从法律的角度看，美国目前已有 13 个州通过或提出相关立法，设定白炽灯退出消费市场的时间期限和步骤。美国政府在推动荧光灯普及的过程中，可加大教育和引导消费者的力度。消费者认识到使用荧光灯的好处和环保效果，是普及荧光灯使用的最大动力。另外，政府制定相关法律法规也很重要，如提高照明设备生产的耗能效益标准，鼓励和扶持荧光灯的生产和研制等等。

3.1.3 美国即将实施 LED 灯具新标准

UL (Underwriters Laboratories Inc.) 是美国一家从事产品安全认证和标准安全制订的组织，在北美乃至全世界都有很大影响。总部位于美国，从事产品评估和标准编制已有 110 年的历史，每年测试的产品有 18,000 多种，使用在产品上的 UL 标志有超过 190 亿，遍布与世界各地的子公司有 60 多家。UL2007 年开始着手开发一系列涉及 LED（产品）的安全评定标准，2008 年初已经完成标准草案。

在照明领域的技术革新中，LED 的应用毫无疑问是最令人振奋的，它将改变整个照明市场的结构，其广泛应用指日可待。说到 LED，其技术本身并不是一个很新的东西，在很多年之前，就已开始使用 LED 来作仪器和设备的指示灯。随着技术发展，芯片和材料在性能上都有新的改善和提高，使得 LED 的亮度和寿命都有了极大的改进，从而也推动了 LED 更为广泛的使用。

如今，很多厂商都推出了自己的 LED 灯具产品，随着 LED 灯具产品大规模的使用，不久以后就会看到 LED 将是照明应用的主流。超长的寿命和几乎不需要维护这两大特点深深地吸引着众多的灯具设计者，再加上其耗能低、适应性强、颜色和亮度的可控性好等优点，使 LED 灯具成为照明产品的新宠儿。

为了保证新的 LED 照明产品能够像普通照明灯具一样为大众所接受和信赖，UL 已开始着手编制 LED 的安全性评定标准。

3.1.4 美国白光 LED 技术长远发展规划

近年来，通用照明白色固体发光二极管（SSL-LED）发光技术的飞速发展已成为全球性的新技术热点，引起了全世界，特别是工业化国家的密切关注。

能源问题是困扰着世界各国，特别是工业化国家的一个紧迫问题。通用照明在耗电电能中占了相当大的比例，随着近几年来 SSL-LED 技术的飞速发展，美、加等先进的工业化国家都加快了该领域的发展步伐，以期实现在通用发光领域用白色 SSL-LED 取代已使用很久的白炽灯、荧光灯和高强度放电灯的目标。显然，目前世界各国都在静悄悄地进行着一场通用照明用新技术的革命，预期在未来 5-10 年间 SSL-LED 市场首先将超过白炽灯，然后是超过荧光灯和高强度放电灯的应用市场。

基于上述的预测，美国能源部和光电子产业发展协会共同倡议拟定和制定了两个固体发光照明技术的发展规划。这两条路线也是目前全世界正在走的，即通用照明用无机 LED 和有机 LED（OLED）。前者正是美国能源部、光电子产业发展协会和国家电子制造厂商协会共同推重的发展途径，比后者更具有优势，而且很有可能最先进入通用照明应用领域。

技术发展目标

为了保持在全世界的领先地位，美国能源部、光电子产业发展协会和国家电子制造厂商协会共同制定了美国 2020 年前的通用照明用半导体 SSL-LED 技术发展规划，并在 2002 年对该计划执行过程中所遇到的技术难题和发展目标进行了综合性的详细论证、修改和提升，确定了其具体的发展性能参数、发展进度、投资成本和工作成本等。

美国的这一发展规划在时间上从 2002 年起共分为三个阶段，前两个阶段都为 5 年，而第三个阶段长达 8 年；发光效率的指标定位分别是 2002 年 20lm/W、2002-2007 年 75lm/W、2007-2012 年 150lm/W 和 2012-2020 年 200lm/W。但从目前世界上白色 SSL-LED 的发光效率为 20-30lm/W 来看，所定的指标已超过了目前的白炽灯泡的发光效率（16lm/W）。而使用寿命是关系到这一技术发展前景的又一个关键性参数，该发展战略规划中定的目标为 20000-100000h，这是目前为止任何非固体发光装置都望尘莫及的。最终的总付运成本远低于白炽灯、荧光灯和高强度放电灯的 5.63\$/（Mlm·h）、1.00\$/（Mlm·h）和 0.83\$/（Mlm·h）。仅这些指标就足以显示出半导体 SSL-LED 技术的优越性和终将取代白炽灯、荧光灯和高强度放电灯技术的前景。

显然，该规划是按总付运成本来确定的，即 SSL-LED 的总付运成本 5 年内要低于白炽灯，10 年内要低于荧光灯和高强度放电灯。

与传统的照明技术相比，半导体 SSL-LED 通用照明技术具有以下独特的优点：体积小，使用方便灵活；发光效率高；功耗低，节省能源；环境保护性好；没有像传统的照明器具那样必需使用玻璃真空封装，无毒气和汞的污染等；易于维护和保养；极长的使用寿命，是传统照明器具的 10 倍以上；应用范围更为广泛，如城市交通指示灯、车辆照明、航空、军事、工业和家庭等。

基于以上的原因，半导体 SSL-LED 通用照明技术将在以下三方面对美国产生巨大的影响。

- 1、大幅度地节省能源消耗量、节约开支和减少发电厂；
- 2、有利于环境保护；
- 3、使人的视觉感受更加丰富和更为舒适。

解决关键性技术课题的途径

正如几十年前的半导体集成电路正处于幼年时期一样，目前的半导体 SSL-LED 照明也正处于技术发展阶段，国家在基础研究方面的主要投资对于加速其发展和加快其替换传统的发光技术是该项技术发展的基本保障，是非常必要的。

从目前的半导体 SSL-LED 发光技术发展趋势来看，规划中的发展目标确实是切合实际的，而且，这些目标也具有前瞻性。所以由大学、国家实验室和产业界组成的专家团在一起共同对绝大多数需要进行实质性研发的重要课题进行了深入广泛的研究，

达成了共识，并对这些重要课题进行了分类。这些课题包括了长期基础研究和短期的工程发展的内容和全过程，解决途径涵盖了下面的几个方面。

1、衬底、缓冲层和外延生长技术

要求在控制 AlGaInN 四元化合物组分和掺杂量的全过程中必须对外延设备和机理要有基本的了解，这对拓宽获得禁带纳米工程异质结构途径的可能性是必不可少的。必须通过人造宝石进行体生长，或采用厚、薄缓冲层结合的方式发展低缺陷密度的 GaN 或 AlN 衬底制做出有效驱动的器件，使每一块半导体芯片区的光输出达到最大值，同时又能保持器件具有高的发光效率和长寿命。

2、物理学、加工过程和器件

对光子产生、控制和提取——对自然和激发发射两种结构中物理学基本知识的全面了解对于最终获得 50% 的功率转换效率是必不可少的。新的器件设计，特别是无磷白光发光器件的难度极大，而且费用也高。

3、灯泡、发光装置和系统

要求对与固体发光技术的现有生产能力和与该项技术相关的潜在特点之间存在的关系有基本的和量化的了解，以便弄清楚固体发光技术有哪些特点和实现固体发光的途径。发展新的高温工作和在蓝光或近紫外光谱区吸收和以近 100% 量子效率发射三基色光的低退化特性磷对于获得高色彩显示指数的白光是必不可少的。

3.1.5 美国推进半导体照明发展策略

美国能源部（DOE）已经将 SSL 作为能源政策及 DOE 提高全局能效策略的关键部分之一，并采取了一系列政策措施来促进技术的进步和应用的推广。目前，DOE 对 SSL 的支持主要集中在两个方面：技术及产品的研发和标准的制定。

一、技术及产品研发仍是支持重点

1、重大项目以政府资金投入为主

2006 年 6 月初，DOE 决定对 5 个项目进行支持。这 5 个项目总投资为 1100 万美元，资金来源以政府投入为主，占 70%（780 万美元），另外 30% 的资金则由负责项目研发的企业投入。这 5 个项目投资大、研发周期长，显示 DOE 对于 SSL 重大项目的关注。

5 个项目的负责单位都是 SSL 领域的知名企业或研究所，包括 Color Kinetics、Osram Sylvania（欧司朗-西凡尼）、General Electric（通用电气）、Eastman Kodak（伊士曼柯达）和 SRI International（斯坦福国际研究所）。

图表 6 美国 DOE 扶持发展的五个项目

项目名称	负责单位	研究内容	投资额	周期(月)
普通照明用集成 LED 泛光灯	Color Kinetics	开发60瓦白炽灯的替代光源,光效达到80lm/W。以封装和系统整合技术为重点,开发由直接发光光源和荧光粉向下转换发光(蓝光转黄光)光源混合组成的新型LED光源	222万美元 (CK投资比重为25%)	18
固态照明产品用荧光粉系统	通用电气	通过紫光LED激发新型荧光粉产生白光以取代白炽灯,目标为光效达到96lm/W,显色指数超过80	372万美元 (通用电气出资35%)	36
基于荧光粉的高出光率白光LED	Osram Sylvania	通过使用精细荧光粉和多层薄膜涂敷技术提高外量子效率,开发光效80lm/W的高出光率终端装置	90万美元 Osram Sylvania 出资20%)	24
OLED(有机半导体)照明器件结构	Eastman Kodak	通过对出光率、低工作电压材料及结构、稳定的高量子效率白光发射器及堆叠结构技术的研究,开发出亮度1000 cd/m ² 时光效50 lm/W的OLED设备	195万美元 (Eastman Kodak 出资40%)	24
持久、高亮、高效的空穴发光二极管	斯坦福国际研究所	通过改进表面空穴注入工艺引导光逸出,从而减少光损耗、提高效率。目标为亮度比标准OLED提高一倍而外量子效率提高5倍	261万美元 斯坦福国际研究所出资20%)	36

资料来源:美国照明协会

2、纳米技术得到关注

2006年6月下旬,国家能源技术实验室(NETL)首次将纳米技术研究纳入SSL的核心研究计划之中。2006年10月份,DOE确定了7个纳米技术研究项目,总的研发资金高达500万美元,同时将圣地亚国家实验室(Sandia National Laboratories)作为新的SSL技术研发中心。

图表 7 美国 DOE 确定的 7 个纳米技术研究项目

项目名称	负责单位	内容
纳米级荧光粉-量子点 白光LED研究	圣地亚国家实验室	将纳米级氧化物荧光粉与量子点（量子点是用半导体材料制成的纳米晶体）在密封剂中混合，以生产多色温、高显色指数及高转化率的白光LED。其最终目标为生产出高于单纯使用量子点或荧光粉的纳米荧光粉-量子点混合物的白光LED
纳米级金属薄膜InGaN LED的表面等离子介入 发光研究		利用表面等离子开发出高效的LED结构。表面等离子为金属层与半导体交界面间的电磁波，且被证实在特定的光泵浦LED结构中可将光辐射提高90倍。此项目目标为利用表面等离子特性开发电子注入器件
氮化物缓冲层（成核 层）的纳米结构设计		开发进一步降低GaN在蓝宝石上位错密度的MOCVD生产方法。此研究将首次在缓冲层初始成核密度与位错密度间建立稳定的相互关系，并在此基础上将成核密度降低且保留着GaN薄膜全面结合的能力
横向纳米线生长		开发低缺陷密度的GaN衬底以生产高效LED元件。在衬底上横向生长GaN纳米线，并使之结合为具有高平滑度的GaN薄膜
用于高效OLED的低成本、 纳米透明电极	橡树岭国家实验室	通过控制单线态/三线态率来提高内量子效率；使用碳纳米管作为低成本透明电极来强化载体在低传导性有机材料中的传导
混合纳米粒子/有机半 导体	洛斯阿拉莫斯国家实 验室	使用有机/无机纳米级半导体材料制备高效、低压、稳定的新型混合OLED（通用照明用）
用于OLED的低成本、透 明导电纳米粒子网格	阿格纳国家实验室	透明导电氧化物（TCO）对提高OLED效率来说非常重要。此项目将开发新型透明导电薄膜，薄膜由自组合的导电微粒网格构成，由于具有纳米级尺寸和高开口面积比，使其比传统TCO更透明

资料来源：美国照明协会

3、鼓励业界参与，着眼新兴领域

2006 年 7 月，DOE 启动第三轮 SSL 核心技术投资计划（375 万美元），此计划鼓励业界单位申请 LED 及 OLED 的产品开发项目。核心技术投资计划将着眼于芯片的结构、设计，重点放在电接触、散热、封装材料和热量设计等新兴领域。OLED 则强调改善出光及控制及其照明应用封装等。为便于相关企业参与，DOE 投入 30 万美元创建了 SSL 技术信息网。

4、关注绿光研究，平衡整体发展

以前 DOE 的支持方向主要面向 GaN 或 AlInGaP 的红、蓝光 LED，导致绿光 LED 的发展较慢，形成“绿光缺口”，造成了 SSL 中三种基本光色发展的不平衡。针对这一问题，2006 年 8 月，DOE 将 Kyma Technologies 公司与 Rensselaer 工学院联合参与的“MOVPE（金属有机物汽相外延）法生长同质外延来制备高性能绿光 LED”项目选入 SSL 核心技术项目。

5、扶持中小企业参与政府计划

在关注大项目、吸引知名企业参与的同时，DOE 也没有忽略拥有新兴技术、却受制于启动资金等种种难题的中小企业，2006 年 8 月，DOE 宣布投资 4 个中小型公司负责的 7 个小企业创新研究（SBIR）项目，将中小企业拉入 SSL 事业。

通过以上 DOE 的投资计划可以看出，DOE 决心对 SSL 进行全方位的支持。对核心技术的推动由半导体材料、荧光材料入手，进而转向 LED 芯片结构、表面处理、设计等方面，并引入纳米技术，促进 Sandia 国家实验室成为新的 SSL 研发中心。投资重点向应用领域倾斜，加大对新兴技术的支持力度，由于封装、散热是制约 LED 效率提高的关键，针对这个层面的支持逐渐增加；DOE 对 OLED 的政策与 LED 大致相似，也是由材料开始，渐渐向封装等应用技术过渡。

二、通过标准促进技术转化和产品市场化

作为新兴技术和新兴产业，SSL 目前尚未形成完善的行业标准，这就造成在产品评估和流通等方面的一系列问题。

2006 年 7 月，DOE 与下一代照明行业联盟（NGLIA）合作起草了“白光 LED 产品能源之星（Energy Star）标准”，帮助消费者辨识市场中真正高质、节能的 SSL 产品。随后，DOE 与北美照明工程学会（IESNA）签署合作备忘录，合作推出检测标准，并将其作为“能源之星 SSL 标准”制定的基础。备忘录主要包括五个内容：

通过技术专家的加入和对 IESNA 相关标准及措施的改进，来支持推动 DOE 建筑科技计划（DOE Building Technologies）及“能源之星 SSL 标准”的实施。

对措施、导则加以完善，统一光度测量标准，并在其他技术方面支持 DOE 计划（包括改进能源之星 SSL 标准）。

以战略节能为重点来完善标准，使设计人员和用户获利。

鼓励能源部职员参与 IESNA 技术委员会的各项活动，并为其发布相关研究报告提供机会。

完善 IESNA 教学材料中的培训教育环节，以供 IESNA 成员及其他机构使用。

与此同时，DOE 连同相关企业、集团、标准设定机构正在加紧制定面向 SSL 产品的标准和测试流程。DOE 为此启动 SSL 商品检测工程，包括能源之星项目规划、支持技术获取行动和联合的技术验证，将用于指导 SSL 研发和产品商业化。在最初的几年内，SSL 商品检测工程将向公众提供客观的产品性能信息，帮助建立对新兴 SSL 产品的信心，并指导 SSL 产品标准检测流程及方法的开发、改进和采用。

通过 DOE 对 SSL 技术及标准的支持内容，可以总结其 SSL 发展策略为：通过核心科技的研究推动产品的开发，并从产品开发研究中充实核心技术；以行业标准为尺度，以商业化支持为后盾，最终向市场推出节能、低成本、具有市场竞争力的半导体照明产品。

3.2 日本

3.2.1 日本半导体照明产业主要特点

日本 LED 产业的发展与美国非常类似，主要是采取技术领先的产业发展策略，通过专利权等方式设立壁垒；同时，通过技术垄断的优势获得超额利润。日本模式的具体特点包括如下几点：

（1）在完善的技术研发体系下实行技术领先战略

和美国一样，日本在 LED 产业发展上也是实施技术领先型发展战略，而且也是以基础技术研发为重点。这与日本以前的通常做法有所区别，在历史上，日本的国家技术研发体系一般以应用性开发为主，而美国则更加侧重于基础技术研发；但在 LED 产业发展上，两个国家都选择了以基础技术研发为基础的技术领先型发展战略。

（2）产业链完整

日本 LED 产业结构与美国相似，市场集中度非常高，都是由几家大型公司领导产业发展。例如，在产业链上游，主要以 Nichia 及 Toyoda Gosei 为龙头，近年又有 Nitride、星和电机崛起；而在封装及下游应用领域，则由大型专业 LED 照明厂开发照明市场，如 Citizen 电子、Stanley 电气、鹿儿岛松下电子、Sharp、东芝。目前，日本 LED 产业已经形成了从上游到下游应用的完整产业链。

（3）强大的政府支撑体系

日本政府一向以使用灵活有力的产业政策干预经济发展著称于世，在 LED 产业方面也不例外。日本政府使用大量特定的技术创新政策鼓励、刺激产业技术的发展，其中主要是经济资助政策和组织协调政策。日本的经济资助政策包括财政补贴、税收优惠和贷款优惠三大政策。

3.2.2 日本扶持半导体照明产业的措施

能源问题一直以来是每个国家最关心的问题之一，低耗电、长寿命、小型以及轻量等优点的半导体照明（即照明 LED）是目前被全球广泛认同的节约能源的一项重要手段。

从 1998 年起，日本开始高度重视扶持半导体照明产业。由通产省（METI）基础产业局于同年 3 月出台了名为“21 世纪光计划”（高效率光电转换化合物半导体开发）的半导体照明基础计划。

该计划由通产省为新能源和工业技术发展组织（NEDO, The New Energy And Industrial Technology Development Organization）提供资助，具体由 NEDO 和日本金属研究开发中心（JRCM, The Japan Research And Development Center For Metals）共同实施。研发工作由日本电灯制造协会和 4 所大学、13 家企业合作进行。

21 世纪光计划的一期计划是在 1998-2002 年间，投入 50 亿日元开发白光半导体照明 LED 以及新型半导体材料、衬底、荧光粉和照明灯具等，实现 2005 年生产出能够替代白炽灯和荧光灯的第一代普通照明 LED 光源。这一期目标已经实现。当前正在实施的是二期计划，二期计划到 2010 年使白光 LED 的发光效率达到 120lm/W。

除了能够大量节约能源，日本积极实施 21 世纪光计划还有两个重要原因，一是为了保持以日亚化学工业公司与 Sumitomo Electric 公司为首的日本半导体照明技术在全球的领先地位，二是为了实现 1997 年 12 月全球气候变化纲要公约缔约国第三回会议（COP₃）中减少 CO₂ 排放的约定。

从 21 世纪光计划的一期、二期计划的区别来看，日本政府扶持 LED 产业发展的重心从一期的协助技术成长为主转向于二期的建构和培养需求市场。

当前二期计划中，主要采取两种方式来扩大半导体照明市场：协助 LED 标准设立、税收激励 LED 使用。

协助 LED 标准设立

因 LED 应用领域广泛，个别领域要求产品特性差异极大，以及产业缺乏领导厂商主导标准设立，使得 LED 产业在 LED 量测及产品并无明确标准，虽然国际标准协会曾制订 CIE-127 标准，但仅局限于部分量测标准建立，整体产业标准尚未建立。由于产业标准有助于降低买卖双方交易成本及透过主导规格创造竞争优势，因此，日本政

府和厂商对于通过标准设立抢占全球优势相当积极。前几年，日本半导体照明产业界已经通过日本电灯制造协会进行 LED 产品样式及量测标准化，2006 年整合了日本 72 家 LED 相关厂商成立了 LED 照明推动协会，进行标准整合与制订。

税收激励 LED 使用

2005 年 12 月，日本对税法进行了改订，增加了能源需求改善促进税制。将 LED 照明装置列为税收奖励对象，规定在 2006-2007 两年内，企业或组织使用 LED 照明装置取代白炽照明装置，可获得投资额 7% 的税率减免，从而降低 LED 照明装置与传统照明装置购买成本落差，提高企业使用 LED 照明的意愿。

3.2.3 日本生产企业积极开发 LED 广告牌市场

与传统的荧光灯箱和霓虹灯相比，发光二极管（LED）用于广告牌虽然初装价格较高，但具有亮度高、寿命长和节能的特点。日本一些灯具生产商和广告牌经营者看好这一产品，正努力开发相关市场。

2007 年日本国内广告牌市场规模每年约为 720 亿日元（1 美元约合 122 日元），其中照明广告牌市场只有 38 亿日元。如果能顺利推广 LED 广告牌，照明广告牌市场规模可扩大至 100 亿日元。

日本东京市区和埼玉县一些城市铁路车站内的荧光灯广告牌已改装为 LED，使用了日本光波公司推出的新产品。其寿命可达 6 万小时，是荧光灯的 5-10 倍，耗电量为原来的三分之一。不过，这种 LED 产品的最初投资较高，一块 1.3 米×2.4 米的广告牌需 60 万日元左右，是同样大小的荧光灯广告牌的 4 倍。

松下电气公司在 2007 年 5 月推出了 LED 的新产品，在光源上方设置了光学透镜，能够取得霓虹灯的线状光学效果。这种产品寿命为 4 万小时，是霓虹灯的 4 倍，耗电减少 60%，最初投资是霓虹灯的两倍。松下电气计划在 2010 年使 LED 的年销售额达到 10 亿日元。

虽然最初投资较高，但光波公司和松下电气都表示，投资在 2-4 年内便可收回。除节能、所需电压低等优点外，LED 广告牌拆装相对简单，更适于在车站、铁路沿线和高楼等地点安装。

3.2.4 2008 年起日本逐步中止生产白炽灯

当前多数日本家庭和办公室照明所广泛使用的白炽灯，不仅耗电量大，而且能源利用效率低下。作为气候温暖化的一项对策，2008-2011 年，日本政府计划逐步中止在国内生产和销售白炽灯，同时逐步推广使用耗电量小、经久耐用的荧光灯。

根据京都议定书有关削减温室气体排放的要求，从开始，政府将强化执行家庭及办公部门温室气体减排对策。如果所有家庭全部使用荧光灯，其温室气体的减排效果，相当于家庭温室气体总排放量的 1.3%，总计约 200 万吨。但是，家庭使用的荧光灯的价格比白炽灯贵 10 倍以上，因此，推广使用荧光灯有一定的难度。

近年来，日本政府一直在推进荧光灯的普及。但是，其效果不尽如人意。2006 年白炽灯的销售量约为 1.35 亿个，而荧光灯的销售量仅约 2400 万个。

另一方面，从国际的情况来看，英国已明确表示从 2008-2011 年阶段性地中止使用白炽灯，同时对白炽灯的使用进行限制。号称在节约能源领域具有世界领先水平的日本，则打算通过中止生产白炽灯，一次性地完成由使用白炽灯向使用荧光灯的转换。

根据大型家电制造厂家的估算，白炽灯消耗的电力约为荧光灯的 5 倍，使用 1 只白炽灯 1 万小时的电费约 9600 日元。而荧光灯的寿命 10 倍于白炽灯，因此，使用荧光灯还是划算的。日本政府打算通过与制造厂联合进行这一宣传，以得到消费者的理解和支持，便于荧光灯的推广使用。

3.2.5 2009 年日本 LED 灯泡市场竞争加剧

随着技术日趋成熟和价格不断下降，LED(发光二极管)灯泡这一使用寿命长、耗电量小的新一代环保照明灯泡在日本市场供不应求，同时也吸引日本各大知名电机厂商纷纷进入这一领域，导致该市场的竞争日趋白热化。

LED 灯泡早在约 10 年前就已在日本面世，但当时技术还不是很成熟，灯泡亮度不够，只能用于应急指示等方面。此后，由于技术进步，日本厂商开发出了亮度可替代白炽灯的 LED 灯泡。自此，LED 灯泡逐渐得到消费者认可，商品化进程也随之加快。

日本市场上的 LED 灯泡使用寿命大约为 4 万小时，相当于白炽灯的 40 倍、灯泡型荧光灯的 6 倍，而耗电量仅为白炽灯的八分之一左右、灯泡型荧光灯的三分之二以下，节能效果非常明显。此外，LED 灯泡的价格也降到原来的一半，单价仅在 4000 日元(1 美元约合 88 日元)左右。

亮度增加、价格下降了的 LED 灯泡很快得到日本消费者青睐，2009 年夏季就经历了第一个销售高峰期。LED 灯泡售价降低后，不少大型电器商场中都出现了断货现象，LED 灯泡生产厂商也因订单太多、生产跟不上而叫苦不迭。

LED 灯泡热销，不仅促使生产厂商加大生产开发力度，也吸引不少电机厂商进入这一领域。

日本东芝公司是最早研发 LED 灯泡的厂商之一，并于 2007 年率先将产品投放市场。2009 年 9 月，该公司宣布进一步强化 LED 灯泡业务，计划投入 1000 亿日元用于设备投资，制定了到 2015 年将销售额从目前的 200 亿日元提高到 3500 亿日元的目标，

并将海外市场的销售份额提高到 30% 以上。该公司还推出了可以调整亮度的 LED 灯泡和业内最高亮度的新产品。

日本松下公司也在 2009 年 9 月决定进入家用 LED 照明市场，10 月下旬推出 10 款“EVERLEDS”系列 LED 灯泡。该系列 LED 灯泡采用松下自主研发的放热技术，节能性能高。按照一般家庭的使用方式，每年电费仅需 300 日元，比白炽灯少 2000 日元，零售价在 4000-5000 日元之间。该公司还将推出独有的小型 LED 灯泡。

此外，夏普、三菱电机以及 NEC 等大型电机企业也都相继进入了 LED 灯泡市场，该市场今后的竞争将更加激烈。

节能环保已成为当今世界的主要话题，各国均在竭力推广环保节能产品，不少国家都制定计划逐步停止生产白炽灯。日本各大电机厂商之所以不惜巨资参与和加强 LED 灯泡业务，主要是看到了这一新型照明用具市场的广阔前景。

3.3 韩国

3.3.1 韩国半导体照明产业发展模式主要特点

韩国是一个资源贫国，其所需能源约 97% 依赖进口，能源短缺和油价上涨制约着韩国经济和社会的发展。节能已经成为韩国最重要的国家战略之一。韩国电能大部分由原油转换，节电是韩国国民最为重要的节能行动。因而，具有重大节能和环保意义的 LED 产业倍受韩国政府的重视。

在高科技产业发展上，韩国模式的特点是注重发挥比较优势，善于抓住产业转移机遇，在引进和吸收的过程中，通过实施大公司战略，保护本国市场，推进国产化。同时，政府成立专职机构进行管理、规划和指导产业发展，制定相关的产业和技术发展战略，并在政府协调下高效率进行。就 LED 产业而言，产业发展模式可以归纳为以下几点：

（1）政府主导下的大企业扩张

韩国政府一直在政府主导下推行大企业战略，通过政府与银行联手为企业提供资金培育大的企业集团。最终企业集团不仅成为生产经营的主体，对外贸易的中坚，而且是技术开发、引进外资、信息情报收集的核心力量，并且垄断着韩国的各种产业部门，控制韩国的经济命脉。由于 LED 产业属于技术和资金密集产业，前期研发投入巨大，投资风险高，一般小企业难以满足该产业上中游的资金需求，这种大企业战略对韩国 LED 产业的发展自然会起到积极的推进作用，例如，韩国目前上中游的技术大多都是由三星公司研发成功的。

（2）采取产业集聚加速发展

韩国现任政府在高科技产业方面，通过“培育全球竞争力的企业群”来强化产业竞争力，主要措施包括：（a）以支援潜力企业稳健成长取代支援创业，并强化企业之间的整合；（b）构建企业之间的协力系统，促进地区集聚度和特色；（c）支援核心技术开发，培育优秀人才，对优秀技术、人才进行国家层面的保护和奖励。例如，在韩国 2000 年的光产业发展计划中，政府提出利用区域集聚效应、国家扶持以及建立全球合作网络三种方式引导产业发展，并由政府拨款近一亿美元进行产业基地建设。

（3）以应用拉动市场

在高科技产业发展初期，韩国一般都是首先将国内市场作为“创新服务与产品”的试验场，对高科技产业的蓬勃发展以及进入国际市场起到关键的推动力。韩国 LED 产业能在短短的两、三年之内崛起，其内销市场的贡献度相当大，特别是韩国手机厂商对 LED 产业的带动作用功不可没。韩国是全球第三大手机生产国，其手机背光源的需求不仅带动了本国 LED 产业发展，同时也促成了台湾 LED 产业的兴旺。

3.3.2 韩国 LED 生产商开拓下一代新型应用市场

为了探寻新的金矿，包括韩国半导体、Lumimicro 和 Daejin DMP 在内的韩国 LED 生产商，开始开拓下一代 LED 新市场，比如说汽车光源、LCD 背光以及商用照明系统等。

这些举措都是由手机用蓝光及白光 LED 价格的不断下跌引发的。随着中国同行企业不断开展极具竞争性的营销方式，产品价格已跌至危及最低利润空间的水平。

目前，在手机蓝光及白光 LED 市场已没有多大的期望值了，开拓新应用市场看起来是唯一的突破方式，这其中也包括那些需求比 1 瓦产品更高亮度的白光 LED 领域。

LED 在汽车仪表板和刹车灯上的应用将以高过 50% 年需求量激增。广告牌、霓虹灯等商业照明对 LED 的需求增长也非常快。

因为对下一代产品的需求不断增长，受此推动，LED 生产商也开始加快供应可适于各类应用需求的新式高亮产品。

韩国半导体公司已研发了一款高功率 LED——Z-Power LED 和一款可直接与 AC 电源连接用作室内照明的 LED 灯具。首尔半导体公司 2004 年已开始向汽车生产商供应 Z-Power LED。

在成功研发了一款尺寸为 1×1mm 的 1 瓦功率 LED 芯片后，Lumimicro 也开始将大量的精力投入到推动汽车和消费品市场中。

Daejin DMP 也发布了一款 LED 灯具——“XLEDS”，它在无需转换器的条件下就可以用做消费照明系统。

预计韩国国内 LED 生产商和 Lumileds、欧司朗、日亚、安捷伦等跨国公司在汽车及商业照明系统的 LED 市场上，竞争会日益激烈。

3.3.3 2007 年韩国 LED 龙头企业发力全球市场

首尔半导体（Seoul Semiconductor Co. Ltd.），韩国最大的光发射二极管（LED）环保照明技术生产商，继 2007 年 1 月委任安富利公司为旗下产品担当北美洲市场的经销伙伴，2007 年 8 月首尔半导体又与安富利公司旗下之安富利电子元件部（Avnet Electronics Marketing）签订欧洲及亚洲经销协议，拓展及加强其销售网络。

北美洲的协议可以确保首尔半导体的客户得到更佳的服务水平，例如：以解决方案为中心的支持和快捷的存货送递服务等。至于这次的欧、亚协议，也可以得到类似、甚至更多的好处。安富利公司的专业服务，不仅限于供应 LED 产品，还会为首尔半导体的客户提供产品应用时所需的关键性技术支持服务，最后为客户节省不少金钱和时间，有助提高首尔半导体的竞争能力。

首尔半导体近年推出一系列创新的 LED 环保照明技术，其中的“Acriche”是全球唯一无需变流器便可直接应用于交流电插头的半导体照明技术。此外，首尔半导体的单一芯片暖白 LED 的亮度可达致 100 流明/瓦特，取代传统的日光灯和传统灯泡是指日可待。这些创新的技术，有助首尔半导体的 LED 环保照明技术在照明业市场取得重要的席位。

这次的欧、亚经销协议将会加快首尔半导体的 LED 环保照明技术产品在欧、亚市场的销售速度。安富利公司作为全球最大的电子零部件分销商，拥有悠久的营销经验，庞大的销售网络和专业的销售知识。与安富利公司达成的连串协议，对于首尔半导体的竞争力，实在有莫大裨益。

首尔半导体广阔的创新 LED 环保照明技术为照明业界各个范畴都带来革命性的影响，可使安富利现有的业务组合有所增值。

安富利公司拥有优秀的工程师和技术专家队伍，借助他们在半导体照明、热量管理、功率驱动级（Power Driver Stage）和二次光学等方面的丰富经验，首尔半导体的亚洲客户将体验到高水平的销售服务和技术支持。

3.3.4 2008 年 LG 公司进军日本 LED 市场

韩国大型电机企业 LG 发光半导体（LED）照明业务开始进军日本市场。2008 年 7 月开始发售针对日本市场开发的产品。

LED 在能耗、二氧化碳排放量方面都比荧光灯要低，工场一类的场合使用需求量大。2009-2012 年三年间，LG 集团计划在日本共销售 150 万套 LED 产品，销售额预计可达 300 亿日元。

LG 公司 IT 事业[LG・CNS]亲自负责 LED 照明制品的销售，首先在日本大型铁路公司的车站宿舍进行试用推广。

3.3.5 2012 年韩国有望成为全球 LED 生产大国

2008 年，韩国政府计划加大设施投入和研发力量，争取到 2012 年使韩国成为全球三大半导体发光二极管（LED）生产国之一。

该计划要求政府在 2012 年前向研发领域和基础设施领域投入 4000 亿韩元（约合 3.83 亿美元）。截至 2008 年 5 月，韩国 LED 产品总产值为 12 亿美元，韩国 LED 生产商已经开始投入大量资金用于升级和建设新生产线。

LED 产品要比传统普通照明设备节电 80%，因而更加环保。近年来，信息技术、数字设备以及医疗设备等领域对这类产品的需求大幅增加。韩国政府表示将协助相关机构在 2009 年建立一项规模为 500 亿韩元的采购基金，以促进 LED 的生产和应用。

3.4 中国台湾

3.4.1 台湾 LED 产业发展历程

由于 LED 下游封装技术与资金障碍较低，因此成为台湾 LED 产业最早进入的领域，1975 年台湾第一家 LED 下游封装厂光宝成立；1976 年台湾万邦公司随即制出红光（GaAsP/GaAs）LED 晶粒，标志着台湾进入 LED 中游产业，之后该公司陆续又推出橙黄（GaAsP/GaAs）及红绿（GaP/GaP）光系列，而后的以制造晶粒为主的大厂光磊、鼎元分别于 1983、1987 年成立；发展至 1993 年由工研院（IEK）光电所技术成果转化成立了国联光电（UEC），标志着台湾 LED 已切入上游的发展，而后续藉由工研院技术扩散，于 1996 年由工研院与下游封装厂合资成立晶元光电，标志台湾跨入了技术门槛较高的四元晶片与蓝光外延片部分，加之以美国海归学派为主力推动台湾 LED 产业开始大量转向上游发展，并将技术着重于 MOCVD 外延生长技术。至此，台湾已初步贯通上中下游 LED 产业链。

自 2001 年起，台湾上游厂商已经大大降低外延片的直接出售，因为中游晶粒得生产设备投资金额相对于上游外延片的生产设备（MOCVD）小很多，而且晶粒的品质好坏，在外延片产出时已经决定了 70%，技术难度也较上游简单，所以大部分上游厂商基本以供应晶粒为主，即台湾 LED 产业由以前的上中下游三阶段分工整合为上中游外延、晶粒与下游封装两阶段分工。

2005 年分别以元砷合并联铨、晶电合并国联组成新元砷、新晶电为台湾 LED 产业重大事件，标志台湾 LED 产业进入合并收购阶段。在 2006 年业界普遍看好 LED 应用于 TFT-LCD 背光源的大好形势下，台湾几大面板厂商、背光模组与背光源大厂，及

LED 厂商实行跨产业联盟策略。经过合并联盟风潮之后，台湾 LED 逐渐划分出新晶电、新元碲等几大势力。

综合来看，台湾 LED 产业经过 30 多年的发展，所形成的整体产业型态属于金字塔结构，即产业产值以下游封装最大，中游次之，上游最小。近几年上中游的产值逐年稳定成长且比重已超过台湾整个 LED 产值的 40%，表明台湾正往技术层次较高的上中游产业链拓展与延伸，而下游封装因为技术成熟，技术门槛相对中上游较低，故许多厂商已将传统 LED 灯泡（Lamp）、低阶表面粘着型（SMD）LED 等生产线皆移往大陆。

3.4.2 台湾半导体照明行业形成完整产业链

台湾地区半导体照明（LED）产业起步虽然不早，但发展迅速，2006 年已成为世界第二大 LED 产业聚集区，上中下游产业结构完善、布局合理，表现出典型的产业集群效应。其产生的优势可以有效吸纳资金、技术、高级人才和相关产业发展的关键要素，壮大产业竞争力。

LED 行业具有完整的产业链，各个链节的技术特征和资本特征差异很大，上游外延片（磊晶，台湾语）具有典型的高技术高资本特点，中游芯片（晶粒，台湾语）技术含量高、资本相对密集，下游封装在技术含量和资本投入上要低一些，而应用产品的技术含量和资本投入最低。台湾 LED 产业发展已有 26 年历史，其上游中游下游产业结构已相当完善。近年来，台湾半导体照明产业发展迅速，成为世界第二大 LED 产区，台湾光电产品已经占据全球最大的市场份额。而台湾 LED 厂商生产重心也从早年做封装代工，逐渐转移到白光 LED 所需之蓝光 LED 晶片生产上。

1、手机市场催生 LED 商机

在 LED 上游/中游的外延片/芯片领域，台湾虽然起步较晚，但是近年来投资力度非常之大，到 2003 年底，台湾用于生产外延片设备的 MOCVD 已达 250 台，2004 年保守估计新购买的 MOCVD 系统也将超过 30 台，堪称全球设备密度最高的地区，台湾在中上游的实力和地位越来越不容忽视。与此同时，由于近年来新设立的小厂纷纷涌现，且均以蓝光为主，因大小厂商产品质量良莠不齐，从而造成了低端产品供过于求而高端产品供不应求的竞争状况。

在 LED 下游封装领域，1975 年以 LED 封装业务为主的光宝科技公司成立，标志着台湾正式开启 LED 领域大门。虽然台湾进入 LED 封装领域的历史较早，但早期投资主要以中低端普通亮度 LED 为主，由于产品单价较低，占全球产值比例并不高。台湾地区对封装高端领域的投资热潮起于 2000 年开始的手机需求大增，导致 SMD 型 LED 需求激增，台湾厂商纷纷投资进入 SMD 型 LED 领域，使得台湾占全球产值比例逐渐上升。一方面因看好手机市场，各厂商全力扩充 SMD 生产线（厂商产能扩充幅度最大

的时点为 2003 年），由于台湾封装厂仍以大陆与韩国为主要销售市场，受到大陆手机库存偏高的影响，包括亿光电子、佰鸿光电与宏齐光电等一线大厂均未达到预期目标。另一方面，在汽车市场领域，由于认证时间长，且增长趋势较为平缓，市场现实需求尚小。台湾封装厂商产能扩充已经告一段落，经营策略相继转向多元化和差异化，如亿光科技着力培育 OLED 成为第二利润增长点，璨圆和晶电实现了 ITO 蓝光 LED 量产。2007 年台湾面板厂陆续送 LED 背光面板给苹果、戴尔、惠普等大厂认证，下半年台湾 LED 背光面板出货量可望明显上升。

台湾地区发展 LED 产业足下游切入模式，即通过 20 多年下游封装领域的经验积累，逐步延伸拓展到上游/中游的外延片/芯片领域。目前，台湾约有 10 余家下游封装厂商和 14 家上游外延片厂商。在整个产业链上的投资，从 2000 年开始急剧增加，到 2003 年产能扩充达到了新的高度，且诸多上游厂商相继将业务延伸到中游，同时，上游、中游和下游厂商相互持股现象日趋明显，形成一种投资策略联盟。

2、产业整合投资并购风起云涌

面对市场竞争的加剧，一场新的产业整合和投资并购大潮迭起。

2005 年 8 月，台湾第一和第二大 LED 企业，晶元与国联宣布合并，合并后的晶元光电，除跃升为全球最大四元 LED 供应商外，在蓝光 LED 量产方面，晶元光电也将仅次于日本日亚（Nichia，月产逾 5 亿颗）、美国 Cree（逾 3 亿颗）、日本丰田合成（Toyota Gosei，逾 2.50 亿颗）、台湾元砷（约 2 亿颗）等企业，成为全球前五大蓝光 LED 制造商。

2006 年 1 月，由璨圆光电与日系业者等共同集资，成立了研晶光电。研晶光电初期成立资本额达新台币 1 亿余元，除璨圆出资 15% 外，日系与台湾团队则占近 3 成的股权。由于来自日系的研发团队，拥有高功率封装、模块设计技术与专利，因此新公司成立后，定位于手机背光模块、闪光灯、车用等中高功率 LED 模块封装设计及 LED 光源照明应用。研晶光电在设备移入后，于 2006 年 4 月开始投产，初期规划产能达 300 万颗，在 2006 年底，产能提高到 1,500 万-2,000 万颗的水平，并在 2006 年第三季达到单月损益两平的目标。

2006 年 2 月，台湾 LED 制造商华上光电（Arima）宣布，它将收购台湾化合物半导体光电外延片制造商 Advanced Epitaxy Technology（AET）67% 的股份。

2006 年 6 月，奇美集团正式入主璨圆，取得 3 席董事。为加强奇美的合作，璨圆决定到南科园区设厂。由璨圆百分之百投资的璨圆南科厂投资金额为 5.35 亿元新台币，致力发展上游 MOCVD 外延片及中游芯片制程两大部分。奇美在 LED 的布局上，将前段交由璨圆投入，后段封装部分则自己做，奇美百分之百投资成立的奇力光电，投资额 2.5 亿元新台币，在台南液晶电视专区设厂，在 2007 年第一季度量产。

2006 年 9 月，晶元光电、元矽光电以及连勇光电宣布“三合一”，晶电为存续公司，新晶电将成为全球最大的红光 LED 厂，以及第四大的蓝光 LED 厂，快速成为世界级的 LED 制造中心。合并后台湾出现一家国际级的 LED 上游外延片公司，未来在与国际大厂进行策略联盟和交叉授权时将更居有利的地位。新晶电 LED 产能（四元及蓝光 LED）为台湾产能第一，将华上与璨圆抛在了后面。

目前 LED 产业最大的问题在于专利，由于日本的日亚化（Nichia）以及德国的欧司朗（Osram）等 LED 大厂掌握专利权，台湾厂商需在 LED 专利上再加劲寻求突破。

3、技术转让专利授权蔚然成风

2006 年 2 月，台湾 LED 制造商今台电子获得美国 Intematix 公司荧光粉专利的授权并将其纳入已获得的 Cree 公司白光 LED 专利中。今台电子 2006 年已经可以进行白光 LED 的非侵权生产而不必顾虑日本的“大白鲨”日亚化（Nichia）。今台电子的目标市场是那些面临知识产权纠纷的大部分美国公司和跨国公司。今台电子已整合 Cree 的芯片、Intematix 的荧光粉和自身独有的封装技术，以期用最优化的性能和最好的价格将产品打入竞争激烈的全球市场。今台电子获得授权的荧光粉专利包括 Intematix 的白光照用 NY450/NY460 生产线，此生产线最近又被 Intematix 加入了暖白光荧光粉的生产。尽管已授权多年，今台电子直至今天才得到 Cree 白光 LED 的专利权。在白光 LED 领域，Cree、Osram、Nichia 三巨头不放过专利侵权的任何风吹草动，而 Nichia 则是三者中最具杀伤力的“大白鲨”。

2006 年 5 月，美国加州荧光粉供应商 Intematix 提供其荧光粉专利给台湾研晶光电公司（HPLighting），研晶光电将使用 Intematix 的白光用 WL-NY450TM/WL-NY460T 系列荧光粉，以及其他颜色的荧光粉。

由于看好 LED 在未来的发展前景，并提升台湾地区厂商在国际专利的竞争地位，台湾工研院（ITRI）近日与晶元光电（Epistar）签署可授权的透明导电电极技术（Indium Tin Oxide, ITO）专利协议。工研院自行研发的 ITO 技术将可突破高亮度 LED 中电流无法水平分散的困难，而使得 LED 光源亮度提高 20% 以上。根据该项协议，晶元光电共取得红光 LED 和蓝光 LED 等 15 项 LED 专利组合专属授权，不但可将 ITO 电极技术应用于生产制造，并可为晶元光电在 LED 产业专利布局上提供对抗国外诉讼，以及积极授权或主张权利的竞争优势。由于目前主要的 LED 基础专利为日本所掌握，使得台湾地区尽管在 LED 产业的产量为全球第一，产值却低于日本。因此，工研院持续研发 LED 相关技术，以协助提升产业竞争力。目前包括 ITO 电极技术与交流发光二极管（ACLED）技术等已在台商用化，并多次授权国内外厂商。

3.4.3 2008 年台湾 LED 产业增长速度趋缓

受到金融风暴影响，台湾 LED 产业 2008 年包括芯片和封装产值合计约 820 亿台币，与 2007 年相当。其中 LED 芯片 2008 年产值 316 亿台币，年减 4%。LED 封装产值 503 亿台币，年增 3%，约当 15.32 亿美台币，维持全球 LED 封装产业产值排名第二，仅次于日本的 30.11 亿美元。

原本预计 2008 年台湾 LED 产业产值可望突破 1000 亿台币大关，但受到金融风暴影响，实际只达到 820 亿台币，与 2007 年大致相当。相较于 2005 年以来动辄 20% 以上的成长幅度，2008 年可说是惨淡的一年。在几个主要应用市场，包括手机背光源、显示及号志灯、电子设备的指示灯、车用等等 4 大领域中，尤以车用和消费性相关受创最大。

不过，LED 应用仍有许多创意空间。近来尤其以 LED 背光源和照明最受瞩目。其中，背光源方面，LED 应用已经从中尺寸扩展到大尺寸面板，预期 2009 年 LED 面板背光源渗透率即将达 35% 以上，即使 Monitor 监视器产品也因厂商有意提升产品附加价值，采用 LED 等新兴背光源的趋势乐观。

照明方面，未来 3-5 年内，重点照明将成为 LED 光源切入室内照明的重要起跑点，尤其在 2009 年欧盟率先实施禁用白炽灯计划、节能议题持续发烧带动下，LED 应用渗透照明市场的脚步可望加快。预计 2009 年 LED 照明渗透率约 1.5%，LED 照明总产值也将成长到 13 亿美台币规模。另一方面，LED 路灯也将因各国政策鼓励而有显著成长，预计 2009 年全球 LED 路灯将突破百万盏。

台湾 LED 产业 2009 年也面临严酷的挑战。首先是目前台湾 LED 厂商的封装技术和能力，在背光源和照明应用方面仍有障碍。加上中国大陆 LED 产业迅速窜起。台湾 LED 封装厂现在不论使用国内或国外世界大厂的芯片，只能透过制程控管如良率等等，来进行产品差异化。短线仅仅受到中国竞争者一点点侵蚀，现在看来还不是很严重，但长期看来将是必须思考的问题。至于 LED 芯片方面，由于中国这方面目前还比较弱，台湾的芯片领导厂商如晶电，还是具有领先优势。

3.4.4 2008 年台湾全面落实白光 LED 产业发展计划

台湾 LED 产业从 1986 年由下游往中、上游发展，建立起完整的生产制造链，2000 年起我国台湾地区已达到产量全球第一、产值全球第二的傲人成绩，2007 年全球 LED 产值为 66.78 亿美元（折合新台币约 2138 亿元），其中，我国台湾地区 LED 产值就达新台币 538.91 亿元，约占全球 25.2%，预估 2010 年台湾 LED 产值将可达新台币 886.16 亿元。

台湾“工业局”为建构整体白光 LED 产业竞争力与加速 LED 照明产业化，2007 年 7 月开始推动为期 4 年的“白光 LED 照明产业发展辅导计划”，并由工研院执行，

以发展白光 LED 组件及照明应用产业为主轴，以产品需求及技术能力，协助厂商建立研发相关应用的关键性零组件及核心技术，提升相关 LED 照明产业的技术自主性及产品竞争力。

在推动产业发展和产业联盟方面，2008 年度以“LED 光源切入一般照明产业之应用时机及节能”为主题，进行 LED 产业、市场及技术发展的最新动态信息交流，同时也举办“LED 室内照明推动座谈会”与“高功率 LED 照明技术研讨会”，促进厂商间合作交流，让产业界能掌握精确信息，提升产业技术水准。此外，针对光宝、光磊、亿光及今台电子等 34 家公司被控侵犯 LED 专利，被美国贸易调查委员会（ITC）提出 337 调查一案，该计划也协助台湾业者成立项目小组，并委托专业法律事务所进行侵权诉讼与和解条件的协议，受控告的厂商都陆续进行后续和解处理。

在产业标准及检测验证制度方面，“工业局”表示已完成配光曲线量测系统的建置，提供白光 LED 照明业者专业检测验证技术服务，目前累计已完成崇越、睿晟及奇力等 3 家的白光 LED 照明光特性检测服务，并预计于 2009 年新增建置发光二极管照明的光辐射安全测试系统。

由于目前我国台湾地区白光 LED 照明标准尚未建立完整，“工业局”表示将着手制定“发光二极管照明器与照明系统之光辐射安全”检测验证草案，草案架构内容以说明照明器与照明器系统量测方式，及光辐射安全的危害分级为主。此外，“工业局”也积极协助业者解决产品开发技术瓶颈，辅导联兆及威力盟公司进行研发投入、扩厂及设备购置，促进投资额约达新台币 2.25 亿元，更透过“2008 台湾固态照明国际研讨会”，邀请来自欧、美、亚地区等国外 LED 知名厂商如 Cree、Osram 等大厂进行演说，探讨固态照明技术未来的发展趋势，促进国内外 LED 产业彼此合作，加速开发时程。

在国际合作方面，以“照明用白光 LED 光学特性量测技术研讨会”邀请国际厂商 Labsphere 量测专家 Mr.Greg Mc Kee 针对白光 LED 光学特性理论与量测方法，作深入浅出的介绍，同时也针对照明用白光 LED 量测技术与实务案例进行探讨，藉由分享实务经验，以澄清白光 LED 光学特性理论与量测方法上的问题，提升业者白光 LED 照明量测的能力。

3.4.5 提升台湾 LED 照明竞争力对策

台湾在 LED 照明产业链已渐趋完备，尤其台湾芯片业者拥有众多高素质技术人才投入技术研发，加上制造能力与成本控管上的优势，LED 晶粒无论在技术与量产都具备相当实力，在全球 LED 市场已居于领先地位。尤其随着上、中游 LED 厂商不断整并，预期将能对于 LED 整体上、中游产业在技术实力上有很大的帮助。

不同于国外厂商如韩国三星、德国欧司朗、荷兰的飞利浦等托拉斯企业，从上游至下游完全到位，如果方向对的话可以发挥很强的影响力，而台湾产业结构采垂直分

工，因此供应链上的竞争厂商数众多，但规模相较外商都不算大，因此台湾若要能在 LED 照明产业的发展能在国际市场占稳优势，厂商间应该加强合作，使各专门领域的技术能更深入，目前台湾几家芯片厂都已经进行整合，接下来封装厂商也可以思考是否可能藉由整并强化技术实力，在市场上才更有机会与外国厂商一争高下。

台湾 LED 照明产业若能成功发展，除了能在同业间进行整并以壮大实力外，在供应链间技术整合也相当重要。台湾拥有电控、灯具、LED 产业人才，若要把 LED 照明产业发展起来，这些业者必须垂直的整合，此外必须加上照明的设计师，在照明设计考虑更多人性化设计，有助于接受率提升，但是台湾在 LED 照明产业的发展上最缺乏的就是系统整合，照明与 LED 都是非常专门的技术，因此个别产业间在认知上难免会产生鸿沟，LED 业者只在乎亮不亮的需求，照明系统业者则必须考虑不同环境演色性表现，或不同照明效果等议题，因此 LED 与照明业者必须建立良好的沟通管道。

系统整合是目前台湾厂商照明产业发展最大的瓶颈，工研院能源所希望能创造 LED 模块产业，克服模块里面电及 LED 的困难，并成为标准化的模块，让下游灯具系统厂商容易完成系统整合，因此一直持续研发模块技术。

如此一来，LED 封装厂商与系统厂商中间的模块产业非常重要，模块厂商必须懂光、电以及检测等部分，并具备配电、热处理、光学等方面的专业人才与技术能力，因此需要大型规模的企业投入才作得到。台湾已有大型企业注意到 LED 照明模块市场，如鸿海、中强光电、台达电等，希望能藉由这些厂商的投入，协助台湾供应链进行产业分工。

在降低 LED 照明应用成本下，要解决系统问题，又成为另一项重大考验。一般而言，消费者不会花大钱购买 LED 照明，昂贵的照明灯具仅存在于特定且小众的市场，所以 LED 照明普及的终极目标就是如何让 LED 价格降至普罗大众可以接受的范围，而这须要整个产业连结起来才能达成。

至于要如何达成价格便宜的目标，首先须有标准化。世界各国都正在制定 LED 照明系统电源标准，各国在此一照明标准的讨论已有 6-7 年的时间仍未获得共识，预估产品部分各国可能会依据个别环境考虑制定规范，而组件的规范则成为其中最大的挑战。

随着 2008 年奥运、2010 年世博，以及城市亮化、景观建筑照明成为科技发展重点，中国大陆不计成本地推动 LED 照明应用的发展，也带动中国大陆整体 LED 照明应用市场的起飞。此时，台湾 LED 照明产业上、中、下游也积极西进大陆布点，甚至将制造与市场重心移往中国大陆，就是希望能争取中国大陆市场最大商机。

然而，没有共同的标准更遑论要在中国大陆市场获利，加上大陆现在在国际上制定标准的单位已有相当的发言权，因此若台湾不能与中国大陆一同制定出具有共识的标准，将不利台湾厂商在中国大陆 LED 照明市场的发展。为此，台湾半导体照明推动

联谊会近年亦持续收集各国在电源标准制定的资料，希望透过与中国大陆积极的协调，可以制定出一个国际间认同的开放性标准。

除了标准统一的议题外，台湾模块产业的成形，亦有助于台湾照明产业发展。因此台湾照明产业的发展未来，将可从模块厂商的进度观察。

3.4.6 台湾计划将所有交通灯改用 LED

台湾 2008 年已有 350000 个交通灯是采用 LED 作为照明光源，还剩下 42000 个交通灯将会在 2008-2011 年逐步改用 LED，预计在功率消耗上节省 85%。

2008 年，台湾经济事务部已经预算 2.29 亿新台币用于 2009-2012 年在所有县和城市将交通灯全部改为 LED。

将所有交通灯改用 LED 之后，台湾经济事务部将会推出一个 1.3 亿的计划来在特定的道路或区域将街灯改用 LED。

第四章 中国半导体照明产业分析

4.1 中国半导体照明产业发展概况

4.1.1 中国 LED 产业发展历程

中国 LED 产业起步于 20 世纪 70 年代。经过 30 多年的发展，中国 LED 产业已初步形成了包括 LED 外延片的生产、LED 芯片的制备、LED 芯片的封装以及 LED 产品应用在内的较为完整的产业链。中国 LED 产业在经历了买器件、买芯片、买外延片之路后，目前已经实现了自主生产外延片和芯片。现阶段，从事该产业的人数达 5 万多人，研究机构 20 多家，企业 4000 多家，其中上游企业 50 余家，封装企业 1000 余家，下游应用企业 3000 余家。特别是 2003 年中国半导体照明工作小组的成立标志着政府对于 LED 在照明领域的发展寄予厚望，LED 作为光源进入通用照明市场成为日后产业发展的核心。在“国家半导体照明工程”的推动下，形成了上海、大连、南昌、厦门和深圳等国家半导体照明工程产业化基地。长三角、珠三角、闽三角以及北方地区则成为中国 LED 产业发展的聚集地，每一区域都初步形成了比较完整的产业链。珠江三角洲产业主要集中在广州（佛山）和深圳，在该领域最明显的竞争优势就是市场优势。2004 年广东市场 LED 用量占全国的 50%。长江三角洲较活跃的有上海市、江苏省和浙江的杭州、宁波等，福建省的 LED 产业主要集中在厦门，目前，厦门已经拥有数十家从事 LED 芯片制造、封装及应用产品研发和生产的企业，其中世界三大照明集团中的两家都已经在厦门投资建厂。江西省从上游外延材料、中游芯片制造到下游器件封装都实现了规模化生产。北方地区，包括北京、大连等，研发优势明显，正发力产业化。

“十五”期间国家发展 LED 产业的主要任务是通过建设半导体照明特色产业基地和示范工程，建立半导体照明技术标准体系和知识产权联盟，尽快形成中国半导体照明新兴产业，国家科技部已把“国家半导体照明工程”列入“十一五”科技发展规划，作为一项重点工作来抓。同时，根据中国自身半导体照明的发展状况，国家制定了符合自身发展的半导体照明产业发展计划。在中国半导体照明产业发展计划中，规划到 2008 年达到单灯光通量 300lm，可渗透到白炽灯照明领域。

在 LED 上游外延片、芯片生产上，美国、日本、欧盟仍拥有巨大的技术优势，而中国台湾地区则已经成为全球重要的 LED 生产基地。目前全球形成了以美国、亚洲、欧洲为主导的三足鼎立的产业格局，并呈现出以日、美、德为产业龙头，中国台湾、韩国紧随其后，中国大陆、马来西亚等国家和地区积极跟进的梯队分布。虽然中国在 LED 外延片、芯片的生产技术上距离国际先进水平还有一定的差距，但是国内庞大的应用需求，给 LED 下游厂商带来巨大的发展机会，国内生产的如显示屏、景观照明灯具等 LED 应用产品已经出口到美国、欧盟等国家和地区。

目前国内外延、芯片主要研究机构有北大、清华、南昌大学、中科院半导体所、物理所、中电 13 所、华南师大、北京工大、深圳大学、山东大学、南京大学等，在技术上主要解决硅衬底上生长 GaN 外延层、GaN 基蓝光波长漂移、提高内量子效率和出光效率、提高抗光衰能力和功率芯片的散热水平等等。

国内 LED 外延、芯片的主要企业有：厦门三安、大连路美、杭州士蓝明芯、上海蓝光、深圳方大、上海蓝宝、山东华光、江西联创、深圳世纪晶源、广州普光、扬州华夏集成等。

国内主要封装企业有佛山国星光电、厦门华联电子、宁波爱米达、江西联创光电等；下游显示屏行业主要有上海三思、西安青松、北京利亚德。

4.1.2 国家半导体照明工程

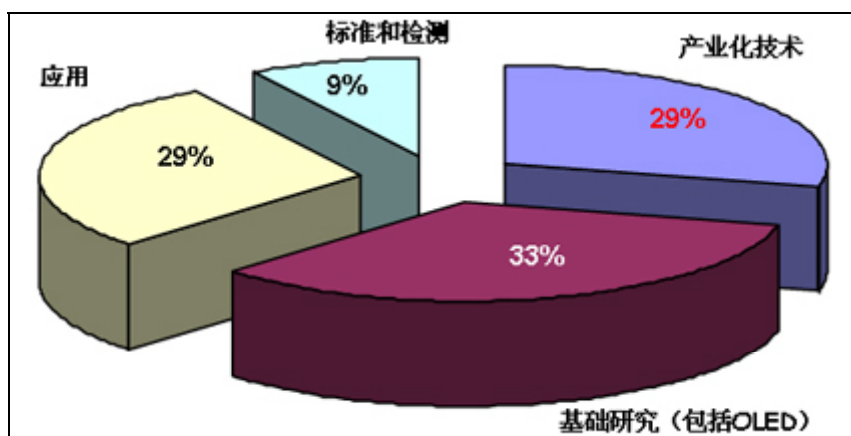
2003 年 6 月 17 日科技部联合信息产业部、中科院、建设部、轻工业联合会、教育部等部委以及北京、上海等十一个地方政府成立国家半导体照明工程协调领导小组，正式启动国家半导体照明工程。国家半导体照明工程的实施目前实际分为两个阶段：

第一阶段：2003 年-2005 年，投入 1.4 亿人民币，即 1800 万美元

第二阶段：2005 年-2010 年，投入 3.5 亿人民币，即 4600 万美元

国家半导体照明工程研发经费分配：国家半导体照明工程支持的范围主要是产业化技术、基础研究和应用开发与示范推广工作，另外对标准和检测也给予了充分的重视。

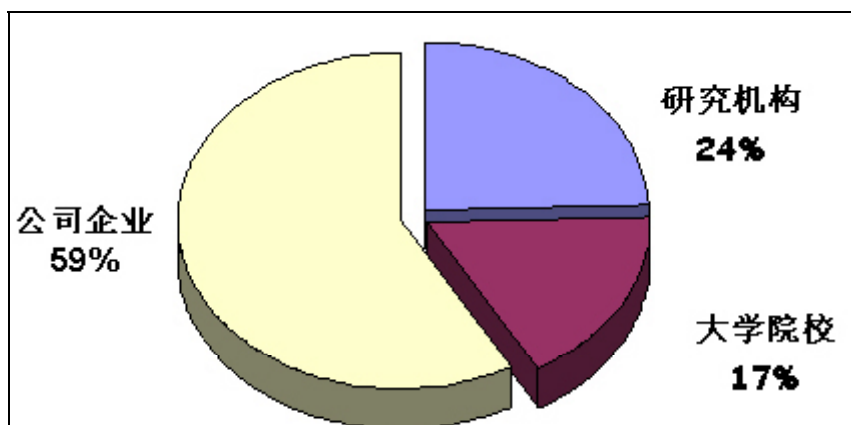
图表 8 国家半导体照明工程研发经费分配情况



资料来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

工程参与主体以企业为主，约占 60%；另外包括中国科学院的研究所、专业研发机构和工业部门的研究所以及一些大学，都积极开展相应的工作。

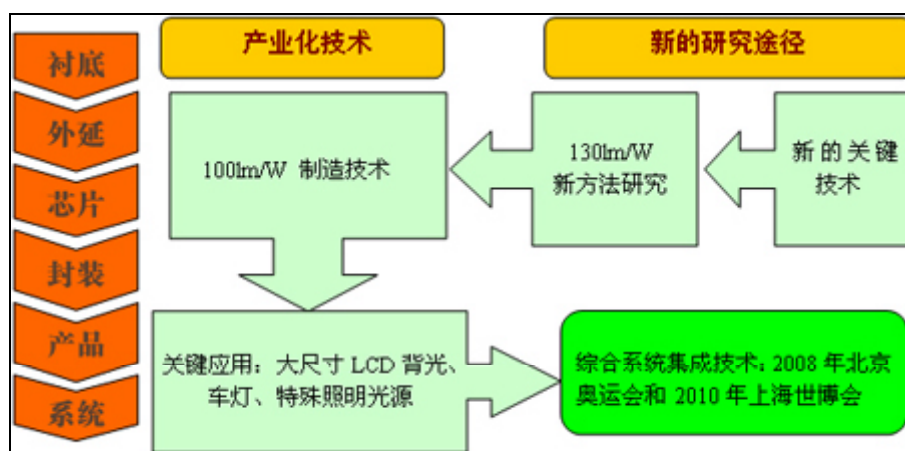
图表 9 国家半导体照明工程参与主体



资料来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

863 半导体照明重大工程项目：在整体的技术方面，包括从衬底材料和外延芯片到封装、产品及系统各方面，如图所示。到 2010 年，国家半导体照明工程的目标是在研究方面达到 130lm/W（重点主要在新技术路线方面或新的材料上），在产业方面要达到 100lm/W。

图表 10 863 半导体照明重大工程项目



资料来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

4.1.3 我国 LED 产业总体发展状况

带动中国 LED 市场发展的三驾马车

下游应用领域需求持续增长刺激了 LED 的需求量，2005 年中国 LED 市场销量达到 262.1 亿个、市场销售额达到 114.9 亿元。指示灯、LED 显示屏和手机键盘及相机闪光灯位于销量排行榜前三甲；LED 显示屏、LCD 背光源和手机键盘及相机闪光灯则挤进销售额排行榜前三位。在奥运会、世博会以及国家半导体照明工程等众多有利因素的促进下，2008-2010 年中国 LED 市场销售额年均增长率将达到 17.0%。

LCD 背光源受到手机、MP3 等消费电子产品产量增速平稳的影响，对于 LED 的需求量保持稳定增长。但手机市场产量增速平稳以及 3G 市场迟迟未启动影响了未来几年中小尺寸 LCD 背光源对于 LED 的需求量，而 LED 在 7 英寸以及大尺寸液晶电视上的逐步应用将在很大程度上弥补了 LED 在中小尺寸背光源市场上需求减缓带来的影响。在 LED 已经独霸中小尺寸液晶背光源的今天，LED 作为液晶背光源的有利竞争者已经开始寻找新的产品增长点，CCFL 将感受到来自 LED 的竞争。

LED 显示屏由于具有易拼装、低功耗、高亮度等优点已经广泛应用到银行、证券、广场、车站、体育场馆中，每年对于 LED 的需求量都持续增长。而 LED 轮廓灯、LED 射灯、LED 地埋灯等景观照明用灯则凭借着长寿命、免维护、低功耗等优势在建筑工程中越来越得到人们的青睐。奥运会、世博会的到来将进一步刺激市场的发展。

经过前几年的替换，LED 交通指示灯已经非常普遍，由于 LED 的使用寿命较长，短期内很难在出现大规模的替换工作，这就使得交通指示灯对于 LED 的需求将出现一段低潮期。

在这些应用领域中，整机指示灯用 LED 价格早已接近底线，厂商利润已经非常低。但由于其市场需求量巨大，厂商一方面可以通过庞大的需求量填充产能，另一方面则可以通过巨大的出货量来达到维持利润的目的。受到价格以及基数的限制，该市场已经处于低速发展阶段。

本土厂商具有很强竞争力

在这些应用中显示屏是 LED 的主要应用领域。由于 LED 在亮度、显示尺寸等方面具有先天优势，从出现至今一直保持着较快的发展。特别是进入 20 世纪 90 年代后，LED 显示屏在中国更是出现了迅猛的增长态势。LED 显示屏已经广泛应用在车站、银行、邮局、体育馆。颜色也从最初的以红色、绿色为主的单色显示发展到以红色、绿色组成的双色显示，蓝光出现后，以红光、绿光、蓝光组成的全彩 LED 显示屏快速发展。显示种类也从文本显示、图文显示发展到现今的视频显示。

经过多年的发展，中国 LED 显示屏厂商已经具有了很强的实力。虽然拥有 DAK、Lighthouse、Darco 等知名显示屏厂商的竞争，但国内 LED 显示屏厂商还是占据了国内市场的大部分份额。国内已经涌现了一批如上海三思、北京利亚德、西安青松等优秀企业。随着 LED 市场竞争的加剧，国内也出现了由上游厂商投资兴建显示屏厂的情况。一方面通过兴建 LED 显示屏厂，上游厂商可以扩大自己的产品线，减轻价格不断下滑带来的压力。另一方面上游厂商凭借着自身拥有的 LED 技术帮助显示屏厂的发展，如具有江西联创光电背景的深圳联创健和就属于这类厂商。虽然国内厂商在竞争中占有很大的优势，但是国内厂商在核心技术方面还存在一定的差距。对于显示屏的核心部件 LED 芯片部分，Cree、日亚化学仍成为许多显示屏厂商的首选产品。

竞争激烈制约国内 LED 市场发展

虽然国内 LED 市场在下游应用的带动下保持着快速增长，但是仍存在缺乏相关标准，厂商众多，实力参差不齐等状况。目前，国内 LED 从上游芯片、中游封装到下游应用环节上都存在缺乏相关标准的现状。标准的缺乏使得市场上出现了以次品出充当良品的不正当现象，这不仅给上游厂商带来不利影响，也给下游应用厂商带来了一定的经营风险。

随着进入的企业不断增多，市场竞争日趋激烈。这在 LED 下游应用企业中表现的更为突出。在激烈的市场竞争中，一些应用厂商纷纷采取价格战形式赢得市场。为了降低成本一些厂商开始使用低质量的 LED，给市场造成了一定的混乱，在一定程度上制约了国内 LED 市场健康有序发展。

4.1.4 中国 LED 市场发展形势

LED 产业异军突起

在 2006 年的中国（北京）第七届国际照明电器博览会上，LED 的参展企业占到三分之二，而 2005 年只有不到三分之一。在与飞利浦、欧司朗、杨业、东松三雄、西蒙等国内外知名企业同台竞技中，国内迅速崛起的 LED（发光二极管）中小照明制造企业成为此次展会的一大亮点。

广州市雅江光电设备有限公司 2005 年公司的销售额约为 1 亿多，其中 LED 的销售额由零增加到 3000 多万元，占到公司销售总额的三分之一左右。

预计到 2010 年前后，美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被半导体替代，每年可节电 350 亿美元。日本也提出 2006 年就要用半导体灯大规模替代传统白炽灯。LED 是继煤油灯、电灯之后人类的第三次革命。

面对这样巨大的商机，全球照明巨头均把目光瞄准 LED 市场。

大连路明光电科技有限公司作为 LED 北方生产基地的企业，2006 年已经并购了美国 AXT 光电公司的芯片专利技术，投资 1.5 亿美元，在光产业园成立路美芯片项目，在目前半导体发光芯片、器件封装技术及产业化程度上居于国内首位，世界排名也名列前茅，实现了中国国家半导体照明工程规模化生产零的突破。

传统光源仍居主导

LED 已经成为照明产业发展趋势，那么它能否取代传统照明产业的地位？

中国照明产业涌现出的新技术、新产品正在逐渐朝高效、环保、节能以及小型化、智能化等方向发展。目前，主要应用于灯具、景观、交通工具等方面且在节能、环保方面作出突出贡献的 LED 将是照明产业未来的发展趋势，而且具有广阔的市场前景。

中国在大连、深圳、厦门、南昌四个地区已经具有 LED 成熟的生产基地。LED 产业链的形成是从上游产品开始，LED 的产业基地主要做上游芯片、外延片等产品，现今中国只有路明集团等少数企业把芯片、外延片往下游产品发展，并将相应产品投放市场。但是，由于技术和价格等因素，目前 LED 产品依然无法普及。所以，传统光源照明依然占市场主导地位。

由于 LED 光效低，仅能用于景观照明，想要进入家庭达到普及化大概还需要 10 年甚至更长的时间。而且，所谓使用寿命在 10 万小时以上，是理想的状态，实际上使用过程中的损耗是很大的，并不能确保 10 万小时以上的使用寿命。因此，目前在国内市场 LED 的技术不太成熟，国内市场也良莠不齐，在材料、封装、工艺、检测等方面与国际水平差距较大，传统光源照明依然是中国照明产业的主角。

同时，阳光集团已经以 75% 的控股和飞利浦公司合资，迈出了与国际 500 强强联合、优势互补的第一步。未来公司主业仍会致力于传统光源市场。

此外，阳光集团传统光源新技术的代表 T5 光源的开发成功不仅填补了国内空白，而且也充分显示了中国的电光源工业已经迈入了国际先进水平的行列，同时，也表明了传统光源技术的开发仍然占有重要地位。

目前的 LED 在照明上面仍偏向于景观、装饰照明，在家用上面，特别是在大功率 LED 的研发和普及上仍是主要课题，这或许是一些人认为 LED 无法取代传统光源的主要原因。

但是，同时获得国家名牌企业、国家免检产品称号的广州市九佛电器有限公司却对 LED 的发展前景十分看好。

台资企业抢占先机

不仅仅是中国大陆的照明企业把目光瞄准了 LED 市场的开发和推广。台湾的照明企业也不例外。

台湾的照明企业凭借核心技术优势、设计行销上的创新一直在业内居于世界领先水平，曾经创下多年出口世界第一的纪录。

目前，台资企业仍然主导着内地的 LED 芯片市场，在规模、技术、产品市场上占优势地位。

LED 的优势在于省电、寿命长、环保节能，但是其主要的缺点是亮度不够，温度较高，因此家用还不太成熟。台湾照明企业依靠其核心技术的领先优势，将在未来改善上述的缺点。台湾地区 LED 在 2012 年以前走向家庭有望变为现实。

多年来，台湾的照明企业早已向大陆转移。台湾地区著名的照明企业主要有千丽、莹辉、惠兰、欧雅特、星锐等，而仅仅在广东一地，台资的照明企业已经有五六百家。

4.1.5 国内 LED 设备产能状况

LED 产能方面, 厦门三安 MOCVD12 台, 红黄芯片产能为 1000KK/月, 蓝绿 200KK/月, 国内最大, 初步具备国际竞争规模; 到 2007 年 7 月上市公司中士兰微 MOCVD2 台, 到 2008 年总数将达 6 台, 产能达到高亮蓝、绿、红芯片 300KK/月; 联创光电 MOCVD2 台, LPE 普亮红、绿机台 4 台, 年产芯片 100 亿粒, 其 MOCVD 机台目前主要用于研发; 深圳方大 MOCVD 三台, 年产外延 2.5-3 万片, 年产蓝绿芯片约 3 亿粒, 产能不大。

其它未上市 LED 企业, 产能统计比较困难, 缺乏准确性, 初步了解信息大连路美产能为蓝绿芯片 100kk/月, 其主要产能可能在控股子公司美国 AXT; 上海蓝光被彩虹集团并购后 2008 年规划产能 150kk/月蓝绿芯片, 2010 年达到 250kk/月。

值得关注清华同方旗下“清芯光电”, 该公司可自行研制 LED 生产线的核心设备 MOCVD 机台, 这样其采购成本、维护成本大大低于原装进口设备, 并且有助于公司提高产品研发能力 (日本日亚就全部用自己改装的机台, 由于熟悉设备性能, 在外延制备上灵活性增强)。2006 年 7 月, 清芯光电的 MOCVD 设备调试一次通过, 生产出合格产品; 2006 年 8 月外延片、芯片生产线落成投产。目前公司能够批量生产发光效率平均达到 59lm/W 的白光 LED, 该指标达到国际产业化先进水平。

2007 年 3 月同方股份加大投入力度, 通过增资取得控股地位。目前清芯光电有两台 MOCVD 设备, 月产 1000 万粒芯片。通过同方股份向其提供的不高于 2000 万美元的担保或资金支持, 清芯光电将分批添置 13 台 MOCVD 设备, 总共形成 15 条生产线, 最终形成年产 16 亿粒 (12mil) 高亮度 LED 管芯的产能, 其产业化能力与市场开拓能力还需要观察。

4.2 2007-2009 年中国半导体照明产业发展分析

4.2.1 2007 年我国半导体照明产业概况

2007 年, 我国半导体照明产业发展向好, 外延芯片企业的发展尤其迅速、封装企业规模继续保持较快增长、照明应用取得较大进展。在产业规模迅速增长的同时, 国内产业结构也有了较大提升, 中高端产品份额逐步增加, 如显示屏芯片、SMD 和大功率封装产品、路灯等照明产品都有明显进步。

截至 2007 年 12 月, 我国 MOCVD 总量 80 多台, 其中生产型 GaN MOCVD50 多台、生产型四元系 MOCVD10 台左右, 其他为国内科研院所的研究型设备。

2007 年我国芯片产值达到 15 亿元, 较 2006 年的 10.5 亿元增长 43%, 其中国内 GaN 芯片产值 8 亿元, 较 2006 年的 4.5 亿元增长 78%。2007 年国产 GaN 芯片产能增加同样非常突出, 较 2006 年增长 60%, 达到 960kk/月, 实际年产量达到 90 亿只, 国

产率也提升到了 35%。最为重要的是，国产芯片的性能提升较快，已经在显示屏、信号灯、户外照明、中小尺寸背光等高端应用获得认可，市场结构有了较为明显的改善。预计未来几年，国内芯片产能平均增长率将在 30% 以上。

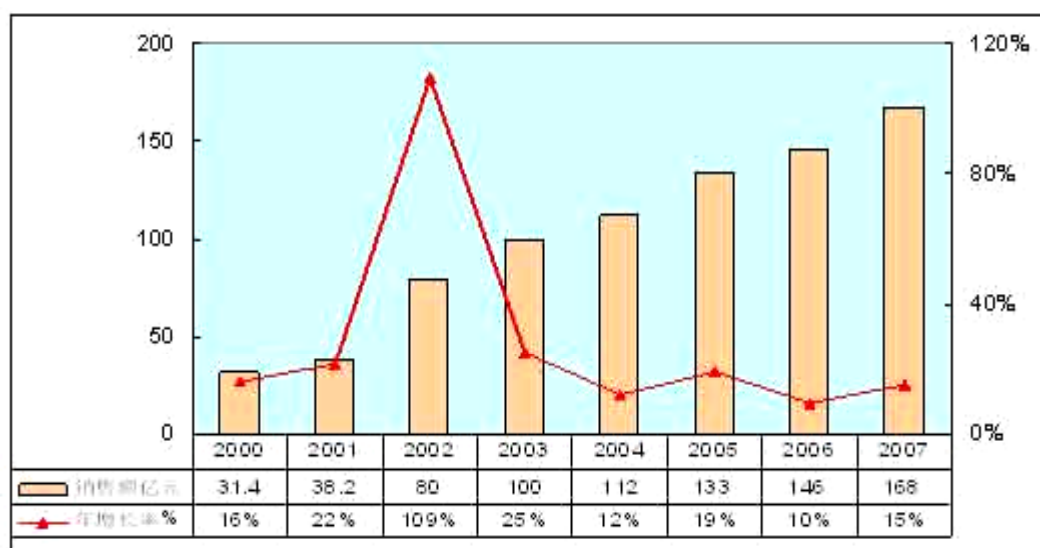
2007 年我国 LED 封装产值达到 168 亿元，较 2006 年的 148 亿元增长 15%；产量则由 2006 年的 660 亿只增加 24%，达到 820 亿只，其中高亮 LED 产值达到 120 亿元，占 LED 总销售额的 71%。同时从产品和企业结构来看国内也有较大改善，SMD 和大功率 LED 封装增长较快，目前全国大功率封装产能已达到 10KK/月左右。

图表 11 2007 年度国内 LED 产量、芯片产量及芯片国产率

种类	LED 产量 (亿只)	芯片产量 (亿只)	芯片国产率 (%)
四元 LED	300	120	40
GaN LED	260	90	35
普亮 LED	260	170	64
合计	820	380	46

数据来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

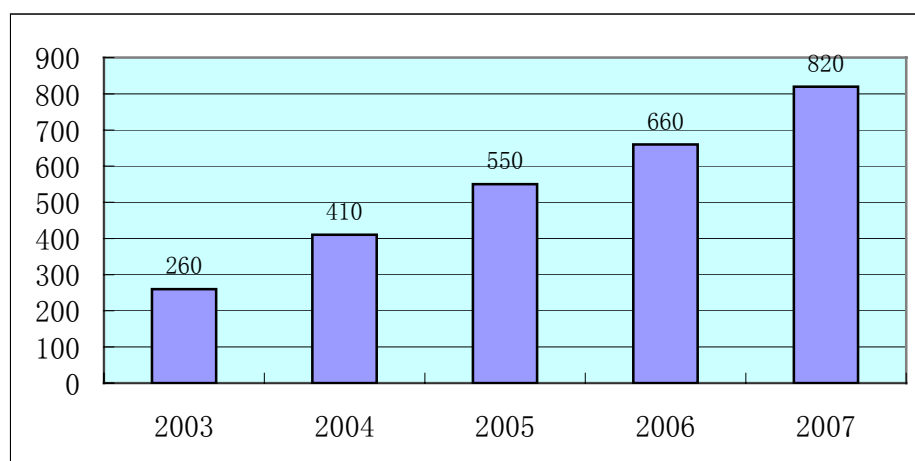
图表 12 2000-2007 年我国 LED 封装市场规模及增长率变化



数据来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

图表 13 2003-2007 年我国 LED 封装产量变化

单位：亿只



数据来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

2007 年我国应用产品产值已超过 300 亿元，已成为 LED 全彩显示屏、太阳能 LED、景观照明等应用产品世界最大的生产和出口国，新兴的半导体照明产业正在形成。国内在照明领域已经形成一定特色，其中户外照明发展最快，已有上百家 LED 路灯企业并建设了几十条示范道路，但国内在大尺寸 LCD 背光和汽车前照灯方面仍显落后。

国内研究水平为小功率芯片 90lm/W、功率型芯片 70lm/W，功率型芯片产业化水平达到 60lm/W，更加接近国际产业化水平。在衬底制备、外延生长、芯片工艺等方面掌握了一批具有自主知识产权的技术。功率型白光封装在封装结构设计、散热、透镜、荧光粉涂敷等方面取得重要研究进展，采用国外芯片封装后光效可达 70-80lm/W，达到国际产业化水平。但国内稳定、批量，特别是高品质的生产技术需要进一步提高。

图表 14 2007 年国内外功率型白光 LED 技术指标对比

分类	发光效率 (lm/W) &350mA	显色指数
2007 国内产业水平	60-68	>80
“十五”末国内产业水平	30-40	>70
韩国、我国台湾地区	60-70	>80
美、日、欧	70-80	>80

数据来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

值得注意的是，国际半导体照明核心专利的纠纷开始直接影响国内企业。美国相关研究机构最近通过申请“337 调查”，开始利用专利制造贸易壁垒，已经直接涉及 6 家中国企业，这说明国内企业置身国际专利纠纷之外的境况已经改变，国内相关企业应该尽快调整专利战略。

2007 年也是国内半导体照明产业投资迅速增加的一年，从中上游外延芯片、下游封装应用到相关材料和辅助产业的投资都有很大的增长。2007 年国内半导体照明产业相关新增投资近 40 亿元，而规划中的投资则超过 150 亿以上。同时企业融资渠道呈现

出多元化趋势，引进战略投资、风险投资、境外上市、借壳上市、收购兼并等资本运作方式必将带来我国产业格局的新变化。

4.2.2 2007 年我国半导体照明产业发展特征

1、景观照明和交通信号灯是最大的两个应用市场

景观照明市场近几年一直是 LED 照明的最大市场之一，主要原因是来自政府的推动。LED 功耗低，在用电量巨大的景观照明市场中具有很强的市场竞争力，因此 LED 照明已经越来越多地应用到景观照明市场中。目前景观照明市场主要以街道、广场等公共场所装饰照明为主。由于 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会的陆续申办成功，北京、上海等主要城市举办地加大了对景观照明的投入，受此影响，2007 年 LED 用于景观照明市场上的市场规模达到 21.2 亿元。目前，LED 照明景观市场正从一级城市快速向二级、三级城市扩展。

LED 交通灯市场在经历了多年的高速成长后，2007 年市场规模达到 19.5 亿元，成为 LED 照明市场的另一大市场。这主要得益于全国主要城市用 LED 交通灯替代传统交通灯的进行。但是随着替换工作的完成，LED 交通灯市场将不会再维持高速增长，预计未来几年交通灯市场增长将较为缓慢。

2、室内装饰灯市场逐步兴起

室内装饰灯市场是 LED 照明的另一新兴市场，近年发展迅速，2007 年室内装饰灯市场规模达到 4.3 亿元，增长率达到了 98.4%。

通过电流的控制，LED 可以实现几百种甚至上千种颜色的变化。在现阶段追求个性化的时代中，LED 颜色多样化有助于 LED 装饰灯市场的发展。LED 已经开始做成小型装饰灯、装饰幕墙应用在酒店、居室中。预计未来几年室内装饰灯市场将依旧保持快速增长。

3、室内照明市场有待挖掘

室内照明市场是未来 LED 照明市场的焦点，但目前来看，市场尚处在探索、实验阶段，其市场规模较小。室内照明用 LED 灯在发光效率、显色性等性能参数上的要求要远远高于其它照明市场，特别是室内照明市场面对的客户是大众消费者，属于大众消费品，用户对价格也比较敏感。只有当 LED 在发光效率、显色性等参数以及性价比与现今的通用照明光源——白炽灯、荧光灯相比具有竞争力时，LED 灯才会逐步替代荧光灯、白炽灯真正进入寻常百姓家。

不过白光 led 的发光效率正不断改善，根据“海兹定律”，每 18 到 24 个月单个 LED 封装器件输出的光通量将翻一倍。2007 年白光 LED 的发光效率已达到白炽灯 2 倍以上，

预计到 2010 年将超过荧光灯。中国 LED 照明通用照明市场大约在 2010 年开始启动，发展五年左右，LED 照明将在室内市场走向普及。

4、汽车用照明是目前 LED 照明发展最快的应用市场

2007 年 LED 照明应用市场最受瞩目的当属汽车市场，其增长率高达 251.7%。LED 被称为第四代汽车光源，虽然一次性投入较高，但拥有白炽灯无法比拟的优点，如 led 车灯具有无延迟、节能、长寿、低热、抗震、色纯度高等诸多特点，已成为钨丝灯，卤素灯的必然取代产品。每台车内部应用如仪器|仪表板、阅读灯，外部应用则为尾灯、煞车灯、方向灯、头灯等。

汽车用 LED 照明产品正逐步迈向完全取代汽车灯具和显示盘指示器的时代。近几年，中国汽车销量每年都以大约三四成的速度增长，而一辆汽车则需要 300 多颗 LED（内部 100 颗，外部 200 颗），汽车用 LED 照明市场发展潜力巨大。汽车用 LED 照明市场将成为 3-5 年内 LED 照明市场的主要成长动力，近几年内汽车用 LED 照明会形成年产约 10 亿元的产值，2012 年前后将会形成每年约 30 亿元的产值。

4.2.3 2008 年 LED 产业借力奥运加速发展

1、中国 LED 企业迎来了华丽的转身

2008 年 8 月 8 日，中国举办的堪称完美的奥运会开幕式上，让中国 LED 企业来了一次集体完美亮相。一幅展现中国五千年历史的巨大奥运画卷，在厚重的古琴声中徐徐打开，在世人惊叹的目光背后，是中国 LED 企业的崛起与先进的技术力量，成为奥运会开幕式浓墨重彩的一笔。

长 147 米，宽 22 米，面积 3234 平方米的地面 LED 屏幕，是由石家庄金立翔电子工程有限公司设计制作的。此外，本届奥运会大量使用了 LED 科技，在不同的体育场馆，国内其它生产 LED 的企业都参与其中。

2、奥运东风推动 LED 驶入发展快车道

事实上，LED 是发光二极管的简称，LED 灯即半导体照明灯，因其是一种固态冷光源，具有工作电压低、耗电少、发光效率高、寿命长等特点，成为照明领域的新宠。半导体照明灯中技术比较先进并且环保的当属 LED 灯。这意味着，LED 不仅仅是电子显示屏，在全球都讲节能的时代，LED 有很大潜在的市场空间。

南京洛普股份有限公司（以下简称南京洛普）是为奥运会赛场提供 LED 的企业之一。这家以中电集团第十四研究所为投资主体的股份制企业，是国内最早研制大型 LED 显示系统的企业。早在 1990 年北京第十一届亚运会时，完全由南京洛普自主研发、生产和安装调试的 LED 显示屏在亚运会主要赛场——英东游泳馆就大放异彩，由此也揭

开了中国 LED 产业发展的序幕。奥运会诠释了 LED 的魅力，对这个市场的推动有非常好的作用。

在此次奥运会中，能够为体育场馆提供 LED 技术的企业经过了层层筛选。以南京洛普为例，在本届奥运项目竞标中面对的是日本松下、比利时巴可、中国台湾光磊等世界顶级的显示屏生产企业。这些企业为了能跻身奥运，不惜成本打出价格牌。南京洛普凭借高技术含量、优秀的显像效果，而最终成为北京奥运会体育场馆和奥运文化广场显示屏的主要供应商，提供了 10 个主要比赛场馆、2 个训练基地及 8 个奥运文化广场的各类 LED 显示大屏幕，总面积达 2068.0438 平方米，占奥运显示屏项目合同额近 50%。通过为北京奥运会众多新建和改建的体育场馆提供的 LED 显示屏，南京洛普公司无论是从数量、技术水平到应用，都达到了一个新的里程碑。

除了 LED 企业自身的努力以外，政策的扶持对这个产业的发展还起到了极大的推动作用。早在 2003 年 8 月 7 日，国家科技部徐冠华部长亲自签发了《关于加快发展半导体照明产业的报告》（国科发高字[2003]245 号），并正式提交给国务院。同年 10 月 31 日，在国家科技中长期规划战略研究交流会上，中国科学院路甬祥院长任组长的战略高技术专题组将“新世纪半导体照明工程”列入了主要位置。

在某种程度上，如果不是奥运会宏大的开幕式，更多的普通百姓对 LED 的认识还处在未知或模糊的状态。LED 显示屏不仅画面亮度高、对比度大，色彩鲜艳，而且可显示动态画面和文字，它主动发光，远距离分辨率高，即使在百米以外，视觉效果跟在家里看电视一样，已广泛用于人流量多的公共场所、交通要道。

3、LED 市场待开发前景可期

LED 看起来很远，实际离百姓生活很近。以北京为例，目前北京全市范围的 LED 可变情报板总数量达到近 300 面，遍布北京市快速路系统和城市主要道路，形成了覆盖范围大、受众群体广、智能化水平高、居于国际领先水平的先进的交通诱导系统。

大家只是通过奥运会了解到了更多的 LED，实际上这只是 LED 的用途之一，它与百姓生活有很密切的关系，还能起到很好的节能作用，这也是未来发展的一个方向。

奥运会只是一个引子，通过开幕式及各种景观，LED 似乎一夜之间得到了大众的认可。事实上，LED 不仅仅是一个行业的突破和发展，其功能之多样化，已经影响其它行业的延伸。

以户外广告为例，在资讯多样化的今天，过去的户外广告和市场不相适应，很难满足用户的需求，而 LED 的出现，不仅改变了户外广告的静态形式，更能达到客户以立体的形式与公众沟通。无论是色泽、效果还是视觉方面，LED 在户外广告中的作用正在日益增强。

国际厂家早就盯住了国内市场并择机进入。2008 年 8 月中旬，全球液晶面板领导厂商台湾奇美电宣布，透过子公司元奇投资公司分别以 2.5 亿元及 6 亿元，各取得中国电器 3.4%，及其子公司东亚光电 40% 股权。这一举动被视为相当重要的信息，显示 LED 照明的重要性。

此外，很多城市中夜间的美景，LED 功不可没，不但给百姓传递多元化信息，还为企业提供了多角度让消费者认知的平台。由于 LED 不仅具有广告功能和照明功能，夜间的装饰功能更让一个城市增添亮色。为此，重庆市就明确规定，指定使用 LED 作为某些重点建筑工程的装饰，如今长江两岸、轻轨等主要建筑，加上草坪灯、道路灯和霓虹灯等都在渐渐被 LED 灯取代。

4、中国 LED 发展并非坦途

虽然 LED 有很好的前景，但目前受制于多种因素，LED 无论是规模还是行业标准，都难以和国际抗衡。由于缺少标准，因此 LED 在快速发展的同时，也受到很多制约。目前国内关于 LED 的标准还没有出台，企业产品质量参差不齐，这对行业的发展很不利。尽快出台 LED 标准，有助于企业产品走向国际。

从 LED 整体规模来看，和境外企业相比，生产规模偏小。2006 年我国台湾第一大 LED 厂商——晶元光电股份有限公司拥有的制造蓝光的 MOCVD 台数为 157 台，而内地目前包括研究与中试在内的全部 MOCVD 设备之和也只有 80 多台。较小的规模达不到行业发展的规模化效应，以及缺少稳定可靠的规模化量产技术，导致国内生产成本较高，从而丧失与国外厂商竞争的能力。因此，高亮度 LED 芯片的供应严重不足成为我国 LED 产业发展的主要制约环节。

目前国内 LED 的出口政策还不完善，与传统的纺织类企业相比，LED 的出口其实比重很高，但是相关的政策却很少。在出口退税方面，很多企业都拿不到退税或者手续繁琐，需要等很长时间才能拿到，而国外企业却在加快脚步进入中国，这从大环境方面来看对中国的 LED 企业是一个挑战。

4.2.4 2008 年中国半导体照明产业发展平稳

2008 年上半年，我国半导体照明产业保持了良好的发展势头和增长速度，特别是外延芯片企业的产能又有了较大提升，封装企业自动化水平提升快，以道路照明为主的照明应用取得一定发展。在产业规模迅速增长的同时，国内产业结构也有了较大提升，行业龙头企业的规模继续扩大，产业集中度有所提升。

但从 2008 年下半年开始，半导体照明行业开始受到金融危机不同程度的影响，企业销售额明显减少。大部分半导体照明企业 2008 年 4 季度的月销售额与上半年相比降低约 30%，部分已低端产品为主、规模较小企业所受影响最大，月销售额下降超过 50%。

从整个年度来看，我国半导体照明的发展仍然保持增长，但其发展与年初的预计有一定差别。

2008 年，我国外延芯片设备增加较快，芯片产能增长迅速。国内 MOCVD 拥有量超过 100 台左右，其中已经安装的生产型 GaNMOCVD 超过 85 台，生产型四元系 MOCVD15 台左右，国内科研院所的研究型设备也有所增加。虽然受到金融危机影响，外延芯片投资计划必将进行调整，但预计 2009 年我国 MOCVD 的增加将不低于 30 台，外延芯片产能仍将保持快速增长。

2008 年我国芯片产值增长 26% 达到 19 亿元，较 2007 年的 43% 的增速有所降低，其中国内 GaN 芯片产值 11 亿元，增长 37%，也低于 2007 年的 78%。2008 年国产 GaN 芯片产能增加非常突出，较 2007 年增长 45%，达到 1400kk/月，而实际年产量增加 34%，达到 130 亿只，国产率也提升到了 41%。国产芯片的性能得到较大提升，在显示屏、信号灯、户外照明、中小尺寸背光等高端应用获得认可。2008 年，受到金融危机和台湾企业芯片竞价影响，国内芯片企业受到较大的经营压力，但预计未来几年，国内芯片产能平均增长率仍将在 30% 以上。

从 2008 年 LED 市场应用领域来看，LED 指示灯、LED 显示屏、手机键盘和相机闪光灯以及 LCD 背光源位列销售量前四大领域。而就销售额来看，LED 显示屏、LED 指示灯、LCD 背光源以及手机键盘和相机闪光灯则分别位列前四位。虽然这四大领域占据了我国 LED 市场的主流地位，但受不同因素限制，这四大应用领域在 2008 年的发展仍然受到一定的影响。

虽然 2008 年我国 LED 市场发展遭遇到一定的阻碍，其市场增长率较 2007 年出现一定幅度的下滑，但由于 LED 具有绿色、环保、节能等多方面的优势，十分符合国际节能减排的发展方针，未来市场总体趋势仍旧向好。另一方面，LED 在大尺寸背光源、景观照明、汽车车灯、低温照明等新兴应用市场将在未来几年内得到进一步发展，将逐步成为推动 LED 市场发展的又一助推器。

4.2.5 2008 年国内 LED 市场运行状况

一、2008 年是 LED 产业的奥运年

2008 年北京奥运会不仅是一次全球体育盛会，也是 LED 技术的一次盛会，从奥运中轴大道，到代表性场馆(如水立方、鸟巢、盘古广场)；从奥运村(护栏灯)，到文化广场；从普通市民社区(信息屏)，到奥运主新闻馆、转播塔；从奥运五环到奥运画卷，LED 技术在奥运会相关场合中基本做到“无处不在”。北京奥运会总共包括 36 个比赛场馆，其照明产品需求就高达 5 亿元左右，这还不包括奥运村、奥运花园等其他公共照明设施市场。当然如此大规模地使用 LED 也是缘于其高效节能充分符合举办绿色奥运的宗旨。以“水立方”为例，使用 LED 灯的“水立方”景观照明工程全年可比传统的荧光

灯节电 74.5 万千瓦时，节能达 70% 以上。所以对 LED 产业而言，2008 年无疑是一个奥运年。

二、城市道路照明由示范工程到主要照明顺利过渡

2007 年，当天津工业大学较早完成 2000 盏左右 LED 路灯示范区之时，大家对 LED 是否能真正用于道路照明持观望态度。而到了 2008 年，LED 路灯开始崭露头角，东莞石排近万盏 LED 路灯和山东潍坊高新区 1 万多盏 LED 路灯顺利改造完成，大连瓦房店市节能路灯项目中已确定启用 LED 路灯，如此史无前例的大批使用 LED 路灯预示着 LED 道路照明已由示范工程顺利过渡到道路主照明，并呈现良好的发展势态。

三、我国 LED 产业投资方式多元化

2008 年是国内半导体照明产业投资迅速增加的一年，从中上游外延芯片、下游封装应用到相关材料和辅助产业的投资都有很大的增长。2008 年国内新增 MOCVD 超过 30 台，国产芯片产能较 2007 年增长 50% 左右，主要芯片厂商的计划投资在 80 亿元以上。国内封装产业产能扩张迅速，设备投入较大，2008 年国内 LED 封装产值较上年增长 10%-15%，产量增加 20%-30%。同时企业融资渠道呈现出多元化趋势，引进战略投资、风险投资、境外上市、借壳上市、收购兼并等资本运作方式给我国产业格局带来了新变化，厦门三安就是其中一例，2008 年成为首家纯做 LED 产品的上市公司，更奠定了其在 LED 行业中的重要地位。

四、传统光源企业步入 LED 照明领域

认识到 LED 照明已不仅是锦上添花，传统光源企业不再如往年采取观望态度，而是积极投入到 LED 照明产品的开发生产中。如浙江中企、江苏史福特、宁波燎原、上海亚明等传统光源巨头企业都已相继推出其代表性的 LED 照明产品。他们的加盟一来促进了 LED 产业良性竞争，二来更提高了我国 LED 产业链在应用端的整体水平。

五、LED 产业加更规范有序

在世博会、亚运会的强力带动下，我国 LED 照明市场规模将从 2007 年的 48.5 亿元快速增长至 2010 年的 98.1 亿元。在欧美市场疲软的情况下，无疑我国巨大的 LED 市场给 LED 产业带来了无限商机。此外，全国照明电器标准化技术委员会与半导体照明技术标准工作组相继通过了 12 项 LED 国标和 7 项 LED 电子行业标准的送审稿。这些标准涉及了产业上游材料、衬底片和荧光粉、LED 器件、LED 模块/组件等，对健全半导体照明标准体系起到重大作用，对促进产业发展起到了推动作用，对规范市场起到一定保证作用。由此，内需市场的扩大和一系列 LED 标准的颁布将推动我国 LED 产业向健康有序的方向发展。

4.2.6 2009 年前三季度国内 LED 产业园建设情况

辽宁：LED 芯片项目落户营口沿海产业基地光电产业园

2009 年 2 月 20 日，总投资 36 亿元的丽芯（营口）电子有限公司 LED 芯片项目正式落户辽宁（营口）沿海产业基地光电产业园。

辽宁（营口）沿海产业基地光电产业园规划占地 10.66 平方公里，计划投资 700 亿元人民币，分三期建设。2009 年开始第一期建设，整个工程计划 2015 年竣工。该园区将重点发展集成电路产业，半导体照明，OLED、LED 显示屏等平板显示器，LCD 液晶显示器和电脑、新型电子元器件、消费电子产品等产业。

天津：滨海高新区银星 LED 光电产业园

3 月 24 日，深圳市银星(集团)投资股份有限公司与高新区签署协议，在高新区建设银星光电产业园项目。公司已经完成“天津卓越中阳光电科技有限公司”的注册手续，注册资本 1500 万人民币。其核心基地为天津卓越中阳光电科技总部发展基地，主要负责 LED 芯片的研发生产、质量检测及销售运营等。

该项目计划占地面积 200 亩，总投资额 8 亿元人民币，建设周期为三年，分设“一个基地八大保障中心”。八大保障中心分别为 LED 光电、照明产品研发中心、光电产品生产中心、产品销售渠道运营中心、城市灯光规划设计中心、LED 多媒体应用中心、光电科技产业园行政管理中心、光电科技产业园人才培训中心和员工住宅生活保障中心。

该项目建成后，其 LED 产业三年后销售收入将突破人民币 50 亿元，至少引进 5 到 10 家相关光电企业，培育产值超 10 亿元企业 3 家，并将形成 5 家以上的骨干企业和 5 到 10 种拳头产品。

江苏：史福特 LED 光电产业园开业

4 月 26 日上午，史福特光电科技有限公司投资建设的 LED 光电产业园开业。史福特 LED 产业园计划总投资 8 亿元，经过近两年的建设，一期工程近 2 亿元投资已完成并竣工投产，企业现已形成芯片单班年封装量达 1 亿片，LED 灯具量达 500 万套，金额达 30 亿元的生产能力，计划 2009 年完成股份制改造，到 2010 年主营业务收入将达 25 亿元，利税达 7500 万元并成功上市，预计可募集资金 20 亿元左右，上市以后再用三年时间实现年销售 100 亿元的目标。

四川：上海蓝宝光电材料有限公司投资 LED 产业园

5 月 26 日，上海蓝宝光电材料有限公司投资 LED 产业园项目签约仪式在天府丽都喜来登酒店举行。该公司拟在新津县总投资约 14 亿元建 LED 产业园，占地约 120 亩。项目建设期 3 年，建成后年销售收入可达 30 亿元以上，年纳税 2.3 亿元以上。该项目

将成为成都地区第一家从外延、芯片到封装、应用完整产业链的 LED 企业，填补了成都市 LED 半导体照明产业的空白。

江西：南昌高新区金沙江 LED 产业园

6 月 24 日，一期计划投资 1000 万美元的大功率 LED 封装项目正式入驻高新区金沙江 LED 产业园。这是继晶和照明 LED 应用路灯项目落户该园后迎来的第二个入园项目。据了解，该项目一期投资 1000 万美元，拟于下半年购进设备，并试投产。

大功率 LED 封装是中国 LED 产业链上最薄弱的环节，当天引进的美国 LED 封装团队，具有世界一流水平。该团队与金沙江 LED 产业园合作的大功率封装项目，将先在晶能光电厂区试产，扩产后再进入金沙江 LED 产业园，为产业园打造完整的 LED 产业链奠定坚实基础。

陕西：投 70 亿元兴建西安半导体产业园

7 月 24 日，陕西电子信息集团有限公司在西安高新区投资 70 亿元的西安半导体产业园正式开工建设。

西安半导体产业园项目总投资 70 亿元，其中产业投资 60 亿元，基础建设投资 10 亿元，建成后产值达 300 亿元，将于 2015 年全面完成。项目分两期建设。前期包括科研检测大楼，太阳能切片、电池片、太阳能组件厂房，半导体外延片、管芯、封装及应用厂房以及相关配套设施。按照规划，太阳能切片厂房、电池片和组件厂房、LED 生产线厂房均在 2010 年建成并相继投产，其余部分到 2011 年 6 月全面完成建设，建设周期两年。

西安半导体产业园一期建成以后，将形成太阳能光伏电池以及 LED 照明两条产业链，整个园区建设将采用新能源(太阳能)和新光源照明，将该项目打造成国内新的环保型示范园区。西安半导体产业园一期已确认的入驻项目有：以陕西烽火光伏和西安黄河光伏为主的 500 兆瓦太阳能电池片、电池组件项目；以中为光电、卫光科技、烽火佰鸿、太普光电为载体的 LED 外延片、封装、应用项目，其中应用部分将实现 10 万只大功率 LED 半导体路灯以及 5 万只隧道灯的年产能。

园区将采取以产业平台为中心的集群式发展策略。依托西安高新区公共服务平台，努力构建半导体基础产业、LED 照明产业和太阳能光伏产业三大产业平台，促进产业集聚，带动陕西省半导体产业的发展。

重庆：四联集团打造的西部 LED 产业园

8 月 18 日，由中国四联仪器仪表集团（简称“四联集团”）打造的西部的 LED 产业园的重点项目——重庆四联启蓝半导体照明有限公司，在北碚区蔡家工业园同兴开发园区正式开工。

该公司建成后可形成年产值达 5 亿元的 LED 照明产品生产线路。2009 年初，四联集团成功收购霍尼韦尔蓝宝石业务，以此为依托，计划在重庆市蔡家工业园区打造一个占地面积 1000 亩的 LED 产业园。2012 年建成投产后，该产业园将成为一个集蓝宝石基片、芯片封装、集成应用及相关技术开发于一体的 LED 产业集群。

重庆四联启蓝半导体照明有限公司是该产业集群的重点项目之一。虽然该项目 18 日才开工，但其产品 LED 电源驱动器已经取得了世界 500 强公司的订单。

浙江：杭州湾千亩 LED 产业园开园

9 月 5 日上午，总投资 6 亿元的 LED 外延片生产项目落户浙江海盐。本项目是浙江省迄今为止最大的 LED 外延片生产项目，“对接成果”——注册资本 2.5 亿元人民币，总投资 6 亿元人民币的亚威朗光电（中国）项目，也是海盐引进的规模最大外商投资高新技术产业项目。

亚威朗光电（中国）是美国亚威朗集团 LED 技术在中国的首个量产基地。该项目也是目前国内唯一拥有自主知识产权、绕开国外专利壁垒生产超高效率和高功率蓝、绿、白光 LED 的生产项目。到 2010 年第二季度投产，第一阶段每月产能预计是 50 亿个小尺寸芯片或相当于 5 亿个大功率芯片。

湖北：卓灵科技 LED 产业园落户襄樊

9 月 11 日，卓灵科技(中国)有限公司与襄樊市签订协议，标志着总投资 5 亿元的 LED 产业园入驻湖北(襄樊)深圳工业园。

LED 产业园项目建成后，可实现年产值 10 亿元，年利税将达到 5000 万元，同时，还可吸引、带动一批在国内 LED 照明行业具有一定知名度的深圳、东莞配套企业，如与 LED 智能路灯系统有关的电子、模具、五金、化工、电力、IT 等企业入园，实现以襄樊为辐射中心的周边地区 LED 产业链的转移和提升。

4.2.7 2009 年 10 月《半导体照明节能产业发展意见》发布

2009 年 10 月 12 日，国家发改委发布了《半导体照明节能产业发展意见》，旨在推动我国半导体照明节能产业健康有序发展，培育新的经济增长点及促进节能减排。意见指出，到 2015 年，半导体照明节能产业产值年均增长率在 30% 左右。该意见将规范半导体照明产业的发展秩序，推动配套灯具、驱动器、检测设备产业的发展。

意见由国家发改委、科技部、工信部、财政部、住房和城乡建设部、质检总局联合制定。意见指出了我国半导体照明产业发展现状。2008 年我国半导体照明总产值近 700 亿元，其中芯片产值 19 亿元，封装产值 185 亿元，应用产品产值 450 亿元。从长远发展看，世界照明工业正在转型，许多国家提出淘汰白炽灯、推广节能灯计划，将半导体照明节能产业作为未来新的经济增长点。随着我国产业结构调整、发展方式转

变进程的加快，半导体照明节能产业作为节能减排的重要措施迎来了新的发展机遇期。虽然远景良好，但意见明确指出，我国半导体照明节能产业发展存在的四大问题，即专利和核心技术缺乏、产业整体水平较低、标准和检测体系尚未建立、低水平盲目投资现象严重等问题。

我国半导体照明产业发展虽然较快，但核心竞争能力不强，尤其是核心技术缺失问题，目前半导体照明的主流技术专利多为美国、德国、日本等发达国家所控制。这就导致芯片的原材料大多需要海外采购、且需缴纳高额的专利技术授权使用费。此外，各地竞相建设半导体照明产业基地，也容易滋生产能过剩、过度低水平竞争的问题。

制定这一政策的初衷，就是为了避免一哄而上，实现有序发展，因此发改委综合各方意见，推出半导体发展的指导意见。而针对产业现状，意见明确指出了产业发展的规模、核心竞争力等两大目标。意见指出，到 2015 年，半导体照明节能产业产值年均增长率在 30% 左右；产品市场占有率逐年提高，功能性照明达到 20% 左右，液晶背光源达到 50% 以上，景观装饰等产品市场占有率达到 70% 以上。

此外，意见要求企业自主创新能力明显增强，大型 MOCVD 装备、关键原材料以及 70% 以上的芯片实现国产化，上游芯片规模化生产企业 3—5 家；产业集中度显著提高，拥有自主品牌、较大市场影响力的骨干龙头企业 10 家左右；初步建立半导体照明标准体系；实现年节电 400 亿千瓦时，相当于年减排二氧化碳 4000 万吨。

4.3 半导体照明应用市场

4.3.1 我国 LED 产品主要应用领域

国内 LED 产品除了大量用于各种电器及装置、仪器仪表、设备的显示外，主要集中在：

一是大、中、小 LED 显示屏：室内外广告牌、体育场记分牌、信息显示屏等。

二是交通信号灯：全国各大、中城市的市内交通信号灯、高速公路、铁路和机场信号灯。

三是光色照明：室外景观照明和室内装饰照明。

四是专用普通照明：便携式照明（手电筒、头灯）、低照度照明（廊灯、门牌灯、庭用灯）、阅读照明（飞机、火车、汽车的阅读灯）、显微镜灯、照相机闪光灯、台灯、路灯。

五是安全照明：矿灯、防爆灯、应急灯、安全指标灯。

六是特种照明：军用照明灯（无红外辐射）、医用手术灯（无热辐射）、医用治疗灯、农作物和花卉专用照明灯。

LED 应用产品特别是半导体照明产品的主要配套件, 如驱动电路、支架、灯具、灯管、接插件、塑料件和金属件等, 国内的配套能力比较强。在 LED 应用产品的关键配套 LED 驱动集成电路方面, 目前已有士兰微、中电 18 所、上海贝岭、北京航天麟象科技、南京微盟和大连杰码等十几个单位正在开发生产, 其产品可针对 LED 不同功率和不同连接方式进行恒压、恒流驱动, 特别是可直接驱动功率 LED 的驱动电路已经批量生产, 这将大大推动 LED 应用的发展。

从国内 LED 应用市场看, 建筑照明、显示屏及交通信号灯合计占比 56%, 这些市场总量增长比较快, 但相对分散, 技术标准也不统一; 而在小尺寸背光与汽车上的应用合计只有 7%。

在 LED 应用市场上, 手机背光市场、即将开发的大尺寸背光市场、汽车市场是目标市场比较集中的“整装”市场, 技术要求比较高; 未来通用照明市场在细分市场上比较集中, 总体看比较分散, 但整体规模庞大, 进入技术门槛比较高, 因此背光市场、汽车市场与通用照明市场有利于进入企业持续稳定地成长, 这些领域的毛利也更高, 国内企业应更多地参与到这类市场的布局中来, 以赢得未来更广阔的成长空间。在照明驱动 IC 领域, 国内企业还主要处于研发阶段, 更没有做到一定规模, 没有驱动 IC, LED 照明“灯泡”进不了千家万户, 同样, LED 照明的爆发必将促进驱动 IC 的大发展。

4.3.2 LED 应用市场发展概况

LED 市场是一个尚包含着很多的课题和可能性的领域, 正因为如此市场的潜力是相当的大, 相信在各领域的努力下, LED 大有机会可以超越传统光源, 创造更高品质的光源环境。

对于 LED 的新应用市场来说, 早期一般所期待的是车用领域、LCD 用背光灯领域, 以及代替白炽灯等灯泡, 或代替用于室外看板光源功能的一般照明领域, 对于这些领域, LED 可以说在辉度和演色性两方面都能够满足要求, 只不过在部分的技术上还要进行开发和努力。

但是因为 LED 的技术还在不断的开发中, 各种应用的可能性都还是相当的大, 相信未来必定会因为发光效率的提高, 和价格的降低被开发出更多的新应用领域, 例如目前已经有业者开始开发利用 LED 作为液晶投影机的光源、可视光通讯用的光源等等。此外伴随着这些变化, 在封装材料、热传导黏合剂等的封装相关领域也因此而有着相当多的改变, 并且出现了相当大的连锁效应。

就如平面显示器实现每英 1 万日圆的理想一样, 就技术与应用而言, 白光 LED 的效能已经逐渐接近在 100lm/W 下、每流明 1 日圆的成本目标。以目前技术而言, 如果蓝光 LED 芯片的光输出若能达到 360lm/W 的话, 就有相当大的可能性获得 100lm/W

输出的白光 LED，而这个达到 360lm/W 蓝光 LED 芯片的技术以今天而言，已经不再是艰巨的挑战了，Cree 在 2006 年便以发展出光输出高达 370lm/W 白光 LED 用蓝光 LED 芯片。所以一旦 360lm/W 以上的蓝光 LED 芯片量产技术确立之后，下一个目标便是开始朝向在白光 100lm/W 下、每流明 1 日圆的成本目标发展。更具体化一点来看，如果期望在各领域普及白光 LED 应用的话，就必须将 30lm/W 的成本降低 1/2-1/3。这样一来就必须朝向提高在 LED 生产和封装时的良率，以及使用材料的改变。不过最好的方法还是透过量产的方式来降低单价，但是为了得到更大的量产效果，终究还是必须增加白光 LED 在各方面的应用机会。业内人士一直在努力增加白光 LED 的应用领域，所以才能够使得 1ml 的成本持续降低，相信在未来数年内 1m 的大面积 LED 晶片的产品和高单价的高阶 LED 产品，能够有机会到达商品化实用的价格。

在蓝光 LED 芯片与白光 LED 技术的迅速推进下，在应用市场方面也获得了相对令人欣慰的回应。白色发光 LED 的应用，从单颗小型照明应用，不断扩展到液晶面板背光源，并即将敲开车用大灯、屋外照明等各领域的应用大门。

4.3.3 新兴应用市场带动 LED 产业发展

在新兴应用市场不断出现的带动下，近些年 LED 市场规模快速提升。2005 年中国 LED 的产量已经达到 262.1 亿只，市场规模更是突破百亿元大关达到 114.9 亿元。

LED 的应用领域已经从最初简单的电器指示灯、LED 显示屏发展到 LCD 背光源、景观照明、室内装饰灯等其他领域。而由于 LED 具有的长寿命、无污染、低功耗的特性，未来 LED 还将逐步替代荧光灯、白炽灯成为下一代绿色照明光源。为此，美国、韩国、欧盟、中国台湾都制定了适合各国国情的半导体照明计划，大力推进 LED 灯进入普通照明灯具市场。室内照明将是 LED 最具市场规模和发展潜力的应用。

在 LED 的众多应用领域中，显示屏和包括手机背光源、手机键盘和闪光灯在内的手机应用在 LED 市场规模中仍然占据主要地位。景观照明也是 LED 发展较快的应用市场，这主要得益于 LED 具有耗电量低得特性。在当前电能日益紧张的情况下，LED 具有的低功耗优势有利于其进入景观照明市场，LED 在广场、街道等户外景观照明工程中使用逐年增多，成为景观照明市场中一股不可忽视的力量，景观照明市场呈现出强劲的增长。

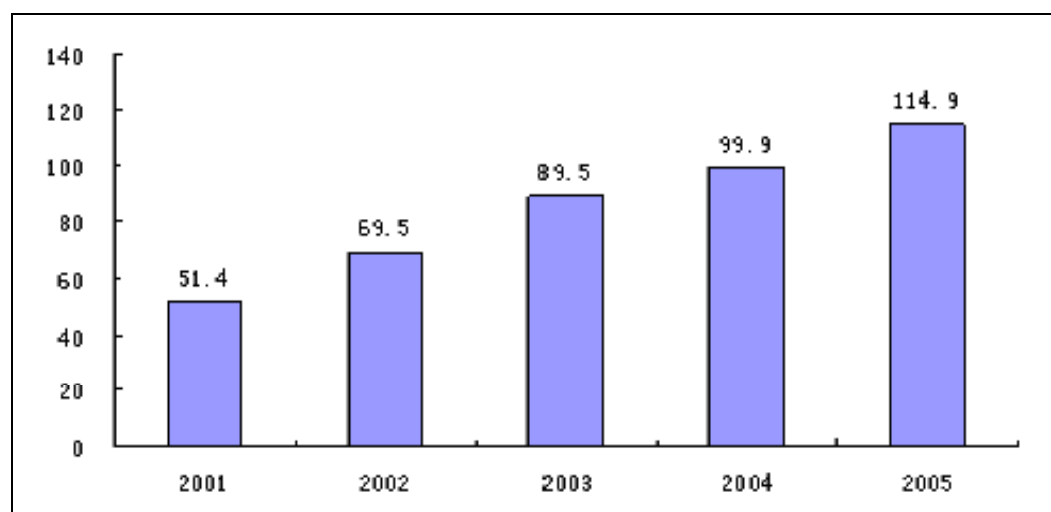
从数量上看，凭借着国内强大的制造能力，指示灯依旧是 LED 的使用大户，其用量占据 LED 市场消耗量的半壁江山。但由于指示灯多为普通亮度 LED，经过多年的发展产量很大早已形成买方市场，供过于求的市场现状导致价格持续下跌，严重影响了指示灯领域的 LED 市场规模增长。LED 指示灯市场规模只保持了一位数增长，但是随着价格的进一步滑落，LED 指示灯市场销售额很难再维持正增长。

1、显示屏市场是 LED 的主要应用市场，全彩显示屏增势强劲

中国 LED 显示屏市场起步较早，市场上出现了一批具有很强实力的 LED 显示屏生产厂商。目前 LED 显示屏已经广泛应用到车站、银行、证券、医院。在 LED 需求量上，LED 显示屏仅次于 LED 指示灯名列第二，占到 LED 整体销量的 23.1%。由于用于显示屏的 LED 在亮度和寿命上的要求高于 LED 指示灯，平均价格在指示灯 LED 之上，这就导致显示屏用 LED 市场规模达到 32.4 亿元，超过指示灯位居榜首成为 LED 的主要应用市场。

图表 15 2001-2005 年中国 LED 市场规模

单位：亿元



数据来源：中投顾问产业研究中心

LED 显示屏按使用环境分为户内显示屏、户外显示屏；按颜色上又分为单色、双色和全彩显示屏。LED 全彩显示屏由 RGB 三基色 LED 组成，每基色具有 256 级灰度，可显示 1,600 万种颜色（精确数据是 16,777,216），色彩鲜艳、图像逼真。LED 全彩显示屏既能显示各种颜色的文字、图形，又能显示图像、2D/3D 计算机动画，尤其是能显示高清晰度、色彩丰富的视频动态图像。凭借着上述优势 LED 全彩显示屏广泛应用于体育场馆、市政广场、演唱会、车站、机场等场所。

2、以手机应用为主的小尺寸背光源市场放缓，中大尺寸特别是 7 英寸背光源将成为新的关注点

LED 早已应用在以手机为主的小尺寸液晶面板背光市场中，手机产量的持续增长带动了背光源市场的快速发展。特别是 2003 年彩屏手机的出现更是推动白光 LED 市场的快速发展。但随着手机产量进入平稳增长阶段以及技术提升导致用于手机液晶面板背光源 LED 数量减少，使得 LED 在手机背光源中用量增速放缓。

2005 年背光源用 LED 数量超过 12 亿只，未来几年增长率也将保持在个位数。数量增速的放缓加上平均价格的不断下降，最终导致小尺寸背光源市场增长乏力，同时，中大尺寸背光源市场虽为厂商新宠，但在 2006 年还不能形成规模。

7 英寸液晶面板背光源使用 LED 数量约为 30 颗左右，远远少于液晶电视用几百颗甚至上千颗的用量，与 CCFL 间的差价可拉近到 20% 左右。同时 LED 的色彩饱和度较 CCFL 的 75% 可达到 104%。在差价拉近、色彩饱和度高的双重利好因素下，7 英寸液晶背光源市场成为开拓中大尺寸背光源市场的首选切入点。

背光源市场中最具发展潜力的当属液晶电视背光源。但目前 LED 进入液晶电视背光源市场还存在以下几个问题：1、高昂的成本；2、用作背光源的三基色 LED 存在衰减不一致问题，影响白光 LED 的使用寿命；3、相关的电路需要进行重新设计。上述因素使得 LED 在 2006 年内很难大规模进入液晶电视市场。但鉴于液晶电视背光源市场的巨大吸引力，厂商都在积极投入资金进行研发，一旦技术成熟达到量产，规模化必将带动价格的下降，届时 LED 将进入液晶电视背光源市场。

3、汽车车灯市场潜力大，但短期内国内市场很难启动

2005 年中国 LED 汽车应用市场规模为 0.29 亿元，其中汽车车灯市场规模为 0.21 亿元。从整个 LED 应用市场看，汽车应用市场还处于萌芽状态，市场规模很小。

LED 作为汽车车灯主要得益于低功耗、长寿命和相应速度快的特点。LED 的使用寿命是 10,000 小时比汽车近光灯照明光源寿命的标准规定要求 3,000 小时高出很多；色彩饱和度上看 LED 也满足要求；LED 更是具有 250 毫秒的快速点亮的特点。

在汽车以 100 公里的时速行驶下，装有 LED 刹车灯的车辆较没有装 LED 刹车灯的车辆刹车距离将减少 7 英尺。目前，LED 已经逐步应用在汽车的第三刹车灯上。虽然 LED 目前还面临着单位瓦数流明低、每千流明的单价高以及相关政策的限制，在进入汽车尾灯及前灯市场还需要一定的时间，但是随着成本性能比的下降以及发光效率的提升，最终 LED 将逐步实现从汽车内部、后部到前部的转移，最终占据整个汽车车灯市场。凭借着汽车的巨大产能，LED 车灯市场面临着巨大的发展潜力。

除了上述问题之外，国内 LED 汽车车灯市场的发展还面临其他问题的困扰。由于国内汽车厂商主要以外资企业为主，生产的车型也主要是国外汽车车型的国内改进版。这就直接导致了原始整车设计构思、整车系统集成核心技术都掌握在外资厂商手中。而汽车设计是一个连贯的整体，每一个环节的改变都会影响到整车电气设计的改变。目前国内汽车主要以低档车为主，车型也是国外比较成熟的车型，这些车型出现时间早在最初的设计时并没有考虑使用 LED，而由于国内厂商缺少整体核心技术支持，厂商很难直接改变汽车车灯的设计，影响国内汽车车灯市场的发展。

4、室内装饰灯市场逐步启动，交通灯置换高峰期即将过去市场进入平稳增长期

室内装饰灯市场是 LED 的另一新兴市场。通过电流的控制，LED 可以实现几百种甚至上千种颜色的变化。在现阶段讲究个性化的时代中，LED 颜色多样化有助于 LED 装饰灯市场的发展。LED 已经开始做成小型装饰灯，装饰幕墙应用在酒店、居室中。2005 年室内装饰灯市场规模达到 1.58 亿元。

经过多年的替换工作，全国主要城市由传统交通灯替换为 LED 交通灯的工作已经接近尾声。LED 交通灯市场在经历了多年的高速成长期后，2005 年市场规模达到 15.2 亿元。但是随着替换工作的完成，LED 交通灯市场将不会再维持高速增长。

5、通用照明市场路漫漫，任重而道远

对于进入通用照明市场而言，功率白光 LED 除面临着诸如发光效率低、散热不好、成本过高等问题外，还将面临到光学、机构与电控等的整合以及 LED 照明产品通用标准的制定。解决上述问题需要很长的一段时间，预计 LED 在 2010 年前还不能进入通用照明市场。

由于酒店、商务会馆、高档商用写字楼等商用场所相对于价格的敏感度低。同时这些高档场所更侧重于彰显品味与尊贵的地位，对于新兴产品抱有更大的兴趣度。这些都降低了 LED 照明进入的门槛。预计 LED 照明将率先进入商用市场，逐步向民用市场扩展。

4.3.4 LED 光源大规模应用尚未成熟

目前国内传统的城市亮化一般采用建筑物的被动亮化，耗电量非常巨大，因此很多城市在高温时都被迫限时亮化。而 LED 由于是自身发光亮化，耗电量仅为被动发光亮化方式的二十分之一，节电效果较高，而且 LED 使用寿命长，通常可达 5 万小时以上。

但是目前要大规模推广 LED 还不可能，因为 LED 光源大规模应用于建筑景观照明的条件还不成熟。目前中国 LED 产品开发技术水平还较低，成本较高，其价格也阻碍了 LED 发展的速度。LED 由于其结构上的致命弱点，目前并不适合用于大型照明系统。

另外，目前 LED 主要仍以点发光为主，无法形成线。如果大规模应用，只能使一幢幢建筑成为一个个发光点。尤其是上海市一些年代悠久、庄重的建筑楼宇若全部采用高光 LED 光源，就会失去它原有特色的韵味，给人到处“五颜六色”、“眼花缭乱”的感觉，还有可能带来新的光污染。因此，只有传统光源和 LED 光源有机结合，才能造就完美的灯光夜景。

4.3.5 国内 LED 传统应用领域需求趋缓

2007 年普通亮度 LED 所占比例约为 30%，随着高亮度 LED 的增长，这一比例还会继续降低，未来 LED 的成长主要体现在高亮度(包括超高亮度)LED 的增长。移动产品是高亮度 LED 的最主要运用领域，此外显示屏和汽车及照明都是主要运用。未来主要传统应用领域增长趋于平稳，而 LED 显示屏、LED 在 NB 及 TV 背光应用将是高增长率的应用市场。

1、移动产品应用平稳增长

移动产品(手机、PDA、相机)是目前高亮度 LED 最大的应用领域，2006 全部移动产品 LED 应用市场合计占比为 47%。这部分的需求受到手机、PDA、数码相机增长放缓的影响，未来增长会将对平稳，需求增速为 10%左右。

2、景观照明仍有成长空间

LED 景观照明除了节能环保外，还有色彩丰富多变、体积小巧、结构简单、设计灵活等独特的优势，可以实现照明方式的个性设计，使室内装潢和城市景观充分体现人的性格和城市的品味。传统景观照明灯耗电大而且有一定辐射，将逐步被 LED 替代。2007 年中国 LED 建筑景观照明占全球 LED 景观照明市场达到 4 成，说明中国已经在这一方面走在了世界前列，同时也表明全球的 LED 景观照明市场仍然有较大发展空间，预计未来增速为 15%左右。

3、交通信号灯增速放缓

目前 LED 交通灯的发光效率达到传统交通灯的十倍，可以节约 90%的能源。此外，交通灯要经受卡车经过时的震动冲击，还要频繁的开关启动，交通灯使用传统灯泡。随着 LED 在交通信号领域的逐步普及，该领域增速也将放缓，未来增速在 10%左右。

4.4 中国半导体照明市场竞争格局

4.4.1 我国半导体照明产业的区域分布

中国 LED 产业已经初步形成珠江三角洲、长江三角洲、闽三角（东南地区）、北京与大连等北方地区四大区域，每一区域基本形成了比较完整的产业链。不同的产业区域具有不同的特点，地处南方的区域，位于产业链各个环节的企业相对完备，产业化程度较高；北方区域则依托高校和科研机构而具备了较强的产品研发实力。

一、产业基地

1、上海——半导体之都：目前国内拥有 8 英寸晶圆厂的主要有中芯国际、宏力、华虹 NEC 等几家，它们都在上海，是上海“半导体之都”的“顶梁柱”。代表高端技术、高端应用的 LED 汽车前灯、大尺寸 LCD 背光源产业化研究取得重大进展。形成

了从材料、外延、芯片、封装制造到 LED 光源应用和服务的完整产业链。芯片制造业发展迅速，产值规模大幅增加，产品质量显著提升。

2、深圳

深圳已成为 LED 背光源全球主要的生产和供应基地、LED 显示屏国内最大的生产和供应基地，在封装和特种工业照明领域也成为国内主要生产地区。在产业总体规模、企业数量等方面，深圳已经成为国内半导体照明产业最大和最集中的地区。具有较强的产业扩张基础。

3、厦门

厦门市目前从事半导体照明技术及产品研究、开发、生产、运用的企业已达 30 余家，直接运用 LED 的产业规模已达几十亿元，主要运用产品有数码显示、背光源、数码显微镜照明、特种军用照明灯、景观装饰照明灯、工作灯具、旅游灯具等。

4、大连

大连“国家半导体照明产业基地”将涵盖半导体照明整个产业链中基础材料、外延片、芯片、晶粒切割、研磨、封装测试直至产品应用的上下游各个环节，形成以“垂直分工，水平整合”为核心竞争力的半导体照明产业集群。产品涉及高亮度白光 LED、蓝绿光 LED 等，广泛应用于家庭照明、汽车照明与指示灯。城市亮化工程、交通信号灯和大屏幕显示屏、手机背光源等各个应用层面。连路明集团、大连淡才实业公司分别在发光材料、导电光材料等领域取得了显著成效，华录、大显等企业拥有光电产业的坚实力量。大连市政府高度重视这项工作，专门设立了光电子产业园区，承担建设国家半导体照明工程产业化基地的重任。

5、南昌

南昌市凭借江西联创光电科技股份有限公司的半导体发光材料、芯片的生产规模在大陆名列第一和南昌大学在半导体发光材料的研究方面处于国内领先地位这两大良好的产业基础，与上海、大连、厦门一起成为中国首批建设的国家半导体照明工程产业化基地。南昌国家半导体照明工程产业化基地的总体格局是以联创光电为主体，以南昌高新区和南昌大学为基础，强化企校合作，在半导体照明领域广泛进行产、学、研联合，建立半导体照明产业群体。与此同时，基地建设规划中还将建立南昌光电子行业生产力促进中心和南昌光电子工程技术中心等公共技术与服务平台，通过创新机制，引入国外先进的技术、设备，建立半导体发光材料、芯片、器件到显示屏、照明光源、灯具等应用产品完整的产业链。

6、扬州

近年来，扬州半导体照明产业快速崛起，在长三角产业群中形成了独特的比较优势。扬州半导体照明产业坚持以自主创新促进产业集聚，科技创新能力显著提高，创新发展的模式初步形成，半导体照明产业规模不断增长，企业不断集聚，成为扬州经济的重要增长极。2007 年 12 月，扬州被科技部认定为“国家半导体照明产业化基地”。

7、石家庄

2007 年 12 月石家庄市被科技部批准为“石家庄国家半导体照明产业化基地”。石家庄在半导体照明领域的科研与产业化方面具有较好基础。建有国家级封装中心、国家半导体器件质量监督检验中心、河北省半导体照明研发中心、河北省半导体照明检测中心。产学研相结合紧密，形成了较为完整的上下游产业链，出现了一批从事半导体照明相关产业的科研机构和企业。如：中国电子科技集团公司第十三研究所、同辉电子科技股份有限公司、河北立德电子有限公司、河北神通光电科技有限公司、石家庄市京华电子实业有限公司、河北大旗光电科技有限公司等。

二、次重点城市

1、杭州

杭州将有望率先突破半导体发光体芯片和封装技术难题。中科院半导体照明生产基地，半导体照明工程中心杭州分部及中科院杭州科技园半导体照明技术研发中心同时在杭州挂牌成立。之所以将半导体灯的研发、制造中心放在杭州，最重要的是看重浙江活跃的市场及产品的快速转化率。

发展半导体灯对保住浙江在灯具市场上的竞争力非凡。中国占有世界灯具出口市场 60% 的份额，而浙江则占全国出口量的 60%。

2、南京

南京是“参战”城市之一，相关产业集群正在构架中，发力抢抓先机。

与白炽灯用钨丝不同的是，半导体灯使用的是发光芯片。目前国内少数企业已在从事小功率发光芯片的生产，主要用于屏幕显示，如南京的洛普、汉德森等公司。

南京市科技局正在规划以奥雷光电为龙头，在南京打造一个半导体照明产业群，在支持做大上游芯片企业的同时，延伸下游产业，如生产汽车灯、照明灯、景观灯、手机背光源、交通灯、屏幕显示等。2004 年，南京已集聚了近 10 家相关企业。市有关部门也在编制这方面的招商引资产业目录。

三、其它城市与企业

1、重庆

重庆市半导体照明企业多为民营企业，资金严重短缺，生产规模小，发展速度缓慢，缺乏龙头企业。2003 年，全市行业企业年产值仅为 5000 万元左右；重庆在 LED 材料和芯片研究和研制方面有一定的基础，在应用方面也具有一定特色，直接、间接从事 LED 产品生产、销售、工程施工等相关企业有 20 多家，产品有 10 多类，计划经过 2 至 3 年，在 LED 特种照明领域培养 1 至 2 个具有核心竞争力的龙头企业，催生一批关联企业，形成以龙头企业为核心的企业群体；在车用灯具、交通信号与标识装置、景观照明等 LED 特种照明领域创立系列名牌产品，初步建成以应用技术开发和产品制造为主的西部 LED 产业基地。

2、甘肃

甘肃天水市天光半导体公司研制的半导体照明设备核心器件发光二极管发出了黄光，与此同时还研发出了红光二极管。填补了西北地区没有光电产业的空白。

固态照明的意义重大，但真要进入通用照明市场，在技术和成本上要有重大突破，还需要很大的投资和长时间的目力，而这一般以赢利为目的的公司所不能独立承担的，因此世界各国都启动国家项目给予引导和支持。

4.4.2 国内半导体照明市场格局

在微电子领域丧失战略先机的中国政府，审时度势，及时启动了“国家半导体照明工程”。该工程的目标就是要从战略的高度抢占半导体照明新兴产业制高点。

国家层面热情的直接感染者就是地方。作为区域竞争战略的部署，目前各区域已经明确提出了自己在半导体照明领域的构想。一场新的区域层面的半导体照明产业竞争已经开启。

角力半导体照明产业

目前中国半导体照明产业已经初步形成了珠江三角洲、长江三角洲、江西及福建、北京及大连等北方地区四大区域。而且每一区域都初步形成了比较完整的产业链。

由于各个地区产业基础、比较优势的不同，目前各区域已经都从自己的角度提出了新的发展半导体照明产业的构想。其目的就是形成自己的特色产业，在争取国内市场领导地位前提下，积极参与国际竞争。

广州、深圳争锋珠江三角洲地区

目前，珠江三角洲半导体照明产业主要集中于广州（佛山）和深圳，珠江三角洲在该领域最明显的竞争优势就是市场优势。目前广东市场 LED 用量占全国 50%。

从现有产业基础来看，广州（佛山）半导体照明产业已经集中了几十家（包括具有较大规模的台资、合资企业）下游封装企业；从研究开发领域来看，广州（佛山）

集中了广东省绝大部分的科研力量，整体实力较强。尽管具有管芯封装和 LED 应用方面的领先优势，但广州（佛山）在 GaN 基 LED 的外延生长、芯片制备等方面与国外甚至国内其它一些城市相比，具有一定的差距。

基于这种状况，广州应当通过政府的引导，对现有资源进行有效集成和整合，从而推动技术创新，并进行应用产品龙头企业和知名品牌的培育。广州在半导体照明产业的最新目标是，要在 3-5 年内建成中国南方最大的 LED 照明应用技术研发中心和大量应用 LED 照明的示范城市之一。

与广州产业基础集中于下游封装领域不同，深圳半导体照明产业已经形成了“蓝宝石—外延—晶粒—封装—应用”的完整产业链。目前，深圳已经涌现出了方大集团、奥普光电子公司、淼浩高新科技开发公司等一批著名企业。

然而虽然深圳半导体照明产业链已经形成，但该产业仍然处于起步阶段，企业规模不大、掌握的核心技术有限，还须政府有关部门出台扶持政策，推动成立产业合作组织，共同谋求该产业做强做大。深圳市政府应像重视电子信息与光通讯产业一样重视半导体照明产业。对此，面对国际上实力雄厚的众多竞争对手，深圳仅依靠几家企业的力量是远远不够的，需要市政府在产业政策上给予倾斜和支持。

长江三角洲：上海、江苏、宁波三足鼎立

长江三角洲目前非常活跃的有上海市、江苏省和浙江杭州、宁波等城市。

其中，上海的半导体照明产业起步于 1999 年。目前，上海市已经在半导体芯片制造和封装应用方面呈现出良好的产业发展态势，并形成了比较完整的产业链与企业群。

为了进一步推动在该领域的发展，上海已经在 2000 年就开始启动了“光电子行动计划”，集中投入近 1000 万元加大科研方面的力度。目前，上海市已经明确提出，要以产业化为目标，通过以市场带动产品，以技术平台服务企业，以资本推动促进产业，实施政府引导，市场化运作，在产品出口的带动下，最终形成具有上海特色的半导体照明产业群。

江苏半导体照明产业的发展基于其电子信息产业的发展。在电子信息产业发展的带动下，目前江苏在 LED 封装及应用方面已经初具规模。作为技术和人才上的重要支撑，江苏还拥有南京大学、东南大学、南京理工大学、信息产业部 55 所等一批在光电子照明材料和器件方面积累大量科研成果的研发单位。

江苏一方面在全省范围内整合资源，加快凝聚研发及产业化力量，另一方面又积极制定并落实相关产业扶持优惠政策。江苏已经将半导体照明产业纳入其“十五”中后期科技技术实施的重点，决定在每年的科技资金中设立专项，用于半导体照明工程的项目研究和产业化发展。

除了具有很好的区位优势之外，宁波还是中国发光二极管开发、生产起步较早的地区之一，同时也是国内主要的照明灯具生产基地。坚实的产业基础和经济区位优势，使宁波具备了发展半导体照明产业的先机。

为此，宁波成立了以余红艺副市长为组长的半导体照明产业协调领导小组，对宁波半导体照明产业发展进行组织，在市政府权限范围内给予最优惠的政策支持，创造良好的投资环境。作为产业实施的重要步骤，目前，宁波已经在其科技园区兴建宁波半导体照明产业园，以求形成半导体照明产业化基地。

福建及江西地区：厦门、江西强势崛起

福建省的半导体照明产业主要集中在厦门。目前，厦门已经拥有从事半导体芯片制造、封装及应用产品研发和生产的企业数十家，其中世界三大照明集团中的两家都已经在厦门投资建厂，即飞利浦照明电子（厦门）有限公司和 GE 参资的通士达照明有限公司。

良好的群体优势、人才优势和区位优势就使厦门在国内半导体照明产业竞争中占据了有利地位。为探索新的产业组织模式，厦门第一家邀请科技中介机构参与半导体照明特色产业基地规划制定，拟组建厦门半导体照明产业联合体，对厦门特色产业基地的建设统一组织和协调。为此，厦门专门成立了由副市长徐模任组长的半导体照明产业化基地协调领导小组和由国内半导体照明领域内知名院士和专家担纲的厦门市半导体照明工程顾问组。

同厦门一样，江西在半导体照明领域也具有非常强的竞争实力。目前，江西省从上游外延材料、中游芯片制造到下游器件封装都实现了规模化生产。意图抢占国内半导体产业竞争制高点的江西，相继成立了半导体照明工程协调领导小组和咨询专家小组；在技术攻关当中，创造性地引入市场机制和首席专家制，以项目公司替代课题组；在资金方面，通过市场化运作，以政府投入为引导，以企业投入为主体，广泛利用社会资金，形成项目投入多元化、社会化的格局。

北方地区：发力产业化

总体来说，北方地区，尤其是北京，研发的优势明显；而南方地区产业化和应用产品开发的能力比较强。但是这并不意味着北方在产业化方面就没有实力，大连就是明显的例子。

目前，大连在轻工业、光电技术及照明产业方面具有良好的基础，在发光材料、导电光材料等领域拥有大连路明集团、大连淡宁实业公司等，在光电产业领域拥有华录、大显等企业。除了现有产业基础外，大连还拥有明显的区位优势。作为东北亚经济圈的中心，大连已经在半导体芯片技术和产业领域与日本、韩国、台湾地区等世界多个国家和地区建立了广泛的信息交流和经济技术合作网络。日本、韩国的光电子企

业在大连投资的相关企业已达上千家，呈现出将半导体芯片加工与应用产品生产向大连及辽南大量转移的趋势。

为了进一步推动产业发展，大连已经提出建立“大连光产业园”和“大连半导体照明工程基地”，并成立了“大连光产业园”和“大连半导体照明工程基地”领导小组。

4.4.3 中国半导体照明产业竞争优势

在良好外部环境促成产业发展历史机遇的同时，中国半导体照明产业自身也显示出了巨大的竞争优势潜力。

首先是政策环境的优势。政府积极推动，成立了跨部委的国家半导体照明协调领导小组，启动了“国家半导体照明工程”。国家“863”计划、攻关计划等对中国企业及研究机构投入了相应的资金以支持基础研究及技术研发，并建立了五个半导体照明产业化基地，启动了一批示范工程。

其次是市场的优势。LED 市场内需强劲、外需猛增。巨大的国内市场需求一方面拉动半导体照明发展，同时有利于半导体照明产业链中的诸多环节实现规模经济效应。

再次是产业自身的优势。中国已形成了从原材料到外延片生产、芯片制备、器件封装及产品应用较完整的产业链，具备一定的产业基础和研发基础；中国制造业整体能力较强，尤其是半导体照明下游封装产业，具有产业集聚的优势；同时中国是传统照明产业出口大国，在传统照明领域具有一定优势，有助于半导体照明产业的发展。

还有资源上的优势。中国具有丰富的有色金属资源，镓、铟储量丰富，占世界储量的 80%，这对发展中国半导体照明产业具有得天独厚的优势；同时，大量的民间闲置资本投资于半导体照明产业已成为热点。

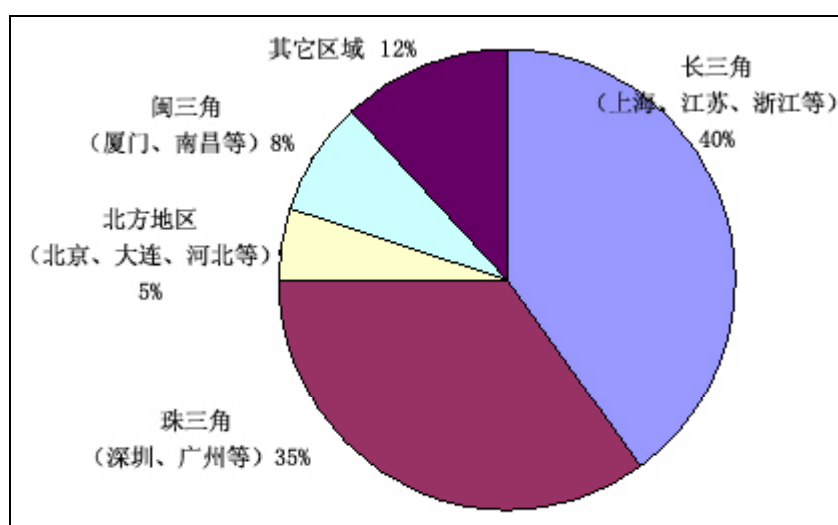
最后是中国的成本优势。中国劳动力成本低廉，相当于发达国家劳动力成本的 1/20-1/10，具有劳动力成本优势。

4.4.4 国内 LED 产业集群发展形成区域竞争力

产业集群是产业发展演化过程中的一种地缘现象，是指某一产业领域相互关联的企业及其支撑体系在一定区域内大量集聚，发展成具有持续竞争优势的经济群落。是提升产业竞争力和区域竞争力的一条有效途径。产业集群是经济活动的一种空间集聚现象，它包含了某一产业从投入到产出以致流通的各种相关行为主体的完备的经济组织系统。在欧美，比较有代表性的产业集群有美国硅谷的微电子技术集群，德国的汽车零部件制造集群等。20 世纪 90 年代中后期，随着我国北京中关村电子产业集群、广东东莞电脑零配件产业集群以及浙江、江苏、上海等地产业集群的迅速发展，目前，我国半导体照明产业已初步形成了珠三角、长三角、闽三角、北方地区四大布局相对合理的集中区域，并建设了七个产业化基地，产业集群已成为区域发展的主要动力。

产业集群至少应包括如下几个因素：首先，与某一产业领域相关。一般来说，产业集群内的企业和其它机构往往都与某一产业领域相关，这是产业集群形成的基础。其次，产业集群内的企业及其它机构之间具有密切联系。产业集群内的企业及相关机构不是孤立存在的，而是整个联系网络中的一个节点，这是产业集群形成的关键。第三，产业集群是一个复杂的有机整体。产业集群内部不仅包括企业，而且还包括相关的商会、协会、银行、中介机构等，是一个复杂的有机整体，这是产业集群的实体构成。从世界范围看，集群化已是一个非常普遍的现象，国际上有竞争力的产业大多是集群模式。在经济全球化的今天，产业集群化发展已成为全球性的经济发展潮流，产业集群构成了当今世界经济的基本空间构架。

图表 16 我国 LED 市场集群发展情况



资料来源：国家半导体照明工程研发及产业同盟

1、通过差异化发展战略，提升产业机构。

随着 LED 芯片生产企业的不断增多，中国 LED 芯片产值的增长速度一直快于封装环节，这导致芯片产值在中国 LED 产值中所占比重不断提升。芯片产值在整体产业产值中的比重已经由 2002 年的 5.4% 上升至 2006 年的 11.3%，表明中国 LED 产业结构正在由较低端的封装转向附加值更高，更具核心价值的芯片环节。具体到各产业集群应根据自身优势和特色，集中力量进行差异化发展，加强区域综合环境建设，加强企业之间、企业与服务机构之间以及企业与政府之间的联系，不断提高产业集中度，才能最终实现产业的区域创新与特色的集群化发展。

2、统筹发展，引导地方发展与国家目标的有机衔接。

重视引导地方参与的热情与投入，通过加强宏观、中观、微观战略研究等工作，引导地方以市场为导向，注重产业发展规划，鼓励有基础、有优势，特别是工艺技术、装备技术、产品应用技术等优势技术的企业及科研机构参与国家计划，引导区域的特

色产业的形成，尽量避免低水平重复与产业的恶性竞争。进一步加强产业基地的建设和管理工作，注重市场机制作用的发挥，继续引导地方政府从注重项目到注重环境建设的转变，进一步形成相对合理的产业布局和不同的基地特色。以基地为依托，加强区域性公共服务平台建设与技术攻关、示范工程等重点项目建设的结合，加强企业之间联系，不断提高产业集中度，最终实现产业的区域创新与特色的集群化发展。

3、通过科技创新平台，以产业集群为基础，形成具有较强创新能力的科技创新网络。

在产业集群中构建有效的科技创新平台，是实施基于产业集群的科技创新战略的切入点。作为产业集群科技创新平台的核心，集群内具有较强创新能力的科技创新中心有着重要的地位，需要重点建设。863 项目第一批启动的课题在引领未来白光普通照明部分核心专利突破的目标上，体现了国家在半导体照明领域自主创新的长远意图。接下来应重点在已经全面发动的基础上，需要逐步集中资源，点上突破，在关键领域分层次、有重点地找出关键点，实现优势资源集中。不同的产业集群可以根据自身情况选择科技创新中心的不同组建方式，既可以通过集群内相关行动主体共同组建科技开发中心，也可依托集群内某大型企业的研发中心。政府有关部门通过对影响产业集群发展的某些基础性科研、共性技术与关键技术的扶持，既可促进产业集群的发展，也可体现国家科技战略规划。产业集群中不同行动主体的积极参与而形成有力的科技创新网络，是集群科技创新平台进行有效科技创新的关键。

4、通过加快公共服务平台建设，优化产业集群发展环境。

产业集群具有根植性，集群的形成与发展是建立在该区域的制度文化基础上的。还没有形成地方优势和特色的产业集群的区域，重要的是培育区域内的企业家和有利于创新的制度文化氛围。将政府作用的重点放在强化产业链建立、创造企业间竞争与合作的环境与氛围、促进建立企业学习与创新的机制与网络等方面上来，加强经济调控、市场监管、公共服务和社会管理。大力发展产业集群中的各类中介机构，特别是技术信用管理的中介服务机构。注重对行业中介组织的规范、引导和管理，提高行业中介组织的整体素质。逐步建立政府、商会、行业协会等中介组织、企业之间的新型关系，发挥商会、行业协会的服务、协调和桥梁纽带作用，促进企业与政府间的有效沟通和良性互动，保障产业集群的健康发展。

4.4.5 长三角区域半导体照明产业集群竞争力分析

长江三角洲地区的 LED 产业集中在上海，江苏的南京、扬州和无锡，以及浙江的杭州等地区，开始呈现向园区聚集的发展趋势，且整个半导体照明产业链的投资都比较活跃。2007 年，长三角的半导体照明产业规模约占国内总体规模的 40%左右。截至 2007 年，在中国半导体照明联盟的 73 家会员中，长三角地区的半导体照明企业和机构有 26 家，占总数的三分之一。同时，长三角拥有中国六大半导体照明基地中的上海基

地和扬州基地。其中，上海已经在半导体芯片制造和封装应用等方面呈现出良好的产业发展态势，并形成了比较完整的产业链和企业群；江苏在 LED 封装及应用方面已经初具规模；宁波具有良好的产业基础和经济区位优势，是国内主要的特种照明灯具生产基地，发展潜力巨大。

1、协同创新情况

（1）组建战略联盟，实现共同发展江苏奥雷光电(镇江)已形成了从大功率高亮度 LED 外延片和芯片制造—器件封装—应用三个领域的产业布局，无论从技术实力还是产业布局上都已处于国内领先地位。2005 年江苏奥雷光电与上海宇体光电合作，在大功率高亮度 LED 外延和芯片进行研发和生产，并已签订协议，拟组建宇奥光电集团公司，共同发展 LED 芯片产业。

（2）依托跨区产学研联盟，建立企业技术中心江苏日月(盐城建湖)照明公司、伯乐达集团(盐城)、盐城豪迈照明科技公司，分别与清华大学、北京大学、复旦大学建立长期合作关系，形成一定规模的封装应用生产线。此外，扬州市开发区先后引进清华大学、南京大学、中科院、中国电子科技集团公司等国内一流高等院校、科研单位落户，合作建立了扬州—南京大学光电研究院、中科院半导体研究中心、江苏省半导体照明工程技术研究中心、江苏省半导体照明检验中心、扬州—南京大学半导体照明研究院、扬州半导体照明和太阳能光伏应用研究与检验中心等研发机构 10 多家。

2、存在的主要问题

近几年，虽然长三角的 LED 产业发展较快，但由于均缺乏高新技术和知识产权体系作支撑，目前仍在低附加值领域徘徊，LED 照明产业存在的问题主要表现在五个方面：

第一，在产品的应用开发上，低水平重复，缺少具有产业支撑度的龙头企业和企业集团。企业产业规模小，不能引领产业链的延伸和产业集聚。产业整合不够，绝大部分企业还是混战于低端市场，缺乏规范和约束，过度竞争导致在一定程度上影响到行业整体声誉，另外对封装前沿技术的研发广度和深度不足也需要引起足够重视。

第二，标准评价体系尚未建立，检测方法与手段缺乏，市场不能有效规范，市场竞争无序，产业管理部门需要加强合作。后应用领域本土市场规模巨大，但无标准、无规范的现象更加严重，产业高度分散，器件应用随心所欲，因设计、生产、安装不规范导致应用产品早期失效的现象比比皆是，给半导体照明产业的健康发展已经带来一定损害。

第三，基础性研究与产业化人才缺乏，结构不合理，核心装备与配套材料国产化的问题急需解决。

第四，行业发展缺少必要的政策支持，政府对半导体照明产业的扶持力度有待加强。

第五，缺乏长三角半导体照明联盟和合作平台，交流信息不充分，也是阻碍长三角产业聚集的重要原因。

3、产生问题的主要原因

（1）缺乏产学研联合创新，影响自主创新能力的提升长三角地区在半导体照明产业领域还没有很好的形成产学研联合创新局面，表现在研究室、实验中心和各企业间各自为战，没有形成实质意义上的产业联盟。造成长三角地区半导体照明领域产学研联合创新缺乏的原因有：一是合作的积极性不高，高校、研究所更加关注这一领域的基础研究，例如照明材料的研究，而它又很难在短时间内获得突破，企业则是关注应用研究；二是高校、研究所管理机制与产学研合作要求不一致，高校教师的职称评定与论文挂钩，而企业更强调技术的应用开发；三是知识产权以及合作创新的成果归属问题国家还没有明确的规定，致使在合作过程中时有发生知识产权的纠纷问题。

（2）企业规模偏小，标准建设滞后，产业集中度不高，阻碍了产业的集群发展长三角地区从事半导体照明的企业规模相对偏小，都是新成立的企业，资金薄弱，企业管理也相对薄弱，竞争不规范，今后很难在国际上规模竞争，至今还没有看到长三角地区有一家半导体照明企业上市融资。并且，中小企业融资难，也是制约长三角地区半导体照明企业规模不大的重要原因。此外，缺乏有影响力 and 有实力的企业制定技术标准，造成半导体照明行业没有统一的标准。短期看，没有统一的标准，将使半导体照明领域的竞争陷于无序状态。长期看，缺乏标准，必将使长三角地区的半导体照明产业在国际竞争中处于不利地位。

（3）各地行政壁垒的存在，阻碍了产业链的有效整合上下游产业有机结合，专业化协作和分工是产业健康发展和成熟的标志，因为半导体照明产业的上下游产业的技术关联度相对较高，范围经济的属性较强。但由于行政壁垒的客观存在，长三角地区各个城市在制定半导体产业发展规划时，很少站在长三角的角度来考虑，在发展选择上几乎雷同。这样使企业集中在比较专业的领域，很少有企业能够在产业链条上进行垂直整合，没有一家企业形成了包括“衬底—延—芯片—封装—应用产品”的完整 LED 产业链，而长三角地区至今没有极具规模的封装厂。而以国外的发展经验来看，基本上都是走产业链垂直整合的发展道路，如美国的 GELCORE 的公司。

4、增强长三角区域半导体照明产业竞争力的对策建议

（1）做强做大的集群发展战略

培育长三角的半导体照明产业的龙头企业，培养一批品牌企业。龙头企业是产业集群的支撑，产业集群的发展，必须要有龙头企业的牵动和带动。在培育龙头企业上，

长三角各地政府要对获得全国驰名商标、中国品牌产品等的优势半导体照明企业实施重奖，并通过项目投资、土地、贷款上的政策，鼓励一些相关大企业集团通过收购、控股等资本运作方式进入半导体照明领域。同时积极引进和培育关联性大、带动性强的企业，鼓励龙头企业提高核心竞争力，发挥其辐射、示范、信息扩散和销售网络的产业龙头作用；重点扶持关键性核心企业的技术自主创新项目，提升龙头企业带动力和产业集群竞争力。通过又强又大的龙头企业带动，在其周围聚集一大批配套企业，最终形成产业的集群发展。

（2）协作融合创新发展战略

一是加强长三角的科技和经济部门积极与上海世博局开展协调和合作，在世博会展览区一些照明、装饰、装备。采用政府采购的方式，建立半导体照明示范区。二是加强半导体照明产业链内部之间的整合和协作，形成合理分工体系。三是加强与第三产业融合，形成专业化的半导体照明市场。

（3）技术标准发展战略

“一流企业做标准、二流企业做技术、三流企业做产品”。作为规范国际秩序的依据和准则，标准成为企业竞争的制高点，同时，标准也不再仅仅是技术和经济层面的问题，而上升到政治层面，国际上一些国家经常利用标准来保护本国的产业。因此，在半导体照明产品还缺乏国际公认的技术标准背景下，长三角地区完全可以在培育龙头企业的同时，积极参与国家层面的半导体照明技术标准体系建设，为我国未来半导体照明产业发展在国际上获得更多话语权。

（4）路径选择

根据长三角地区半导体照明产业发展的现状特点、存在的问题以及半导体照明技术发展趋势，长三角区域半导体照明产业集群创新路径应分三步走：

第一步，加强要素交流，通过引进发达地区的生产设备，建立半导体照明产品的企业，生产半导体照明的应用产品。但是，引进不是简单的引进。把技术和设备引进之后必须继之以消化、吸收和创新。同样的设备，别人制造出了一流产品，我们做不出来，原因很简单，我们没有掌握引进的设备，没有掌握工艺技术。同时，这个阶段的创新主要是集中在半导体照明下游产品的研发上。此外，在半导体的上游技术也要加强，为后续创新打下基础。

第二步，加强产业资源整合，通过市场机制推动有实力的企业兼并。国外都是大公司在发展半导体照明技术，他们的技术与研发资金雄厚，而国内的半导体照明企业规模偏小，市场竞争混乱，不利于产业技术创新的增强和产业的健康发展。因此，国家可以出台一系列的鼓励政策，在长三角等市场经济较为发达的地区，鼓励一些大型

上市公司，通过资本运作，来兼并相关半导体照明企业，加强在产业链上的垂直整合，加强半导体照明中游产品研发，强化半导体照明技术的集成创新。

第三步，加大融合与协同创新，在产业层次上做到有所为有所不为。从技术路线角度考虑，国内可以分几个梯队进行研究，第一梯队主要围绕国际上主流的技术路线去走，在主要技术路线上创造新的知识产权。而第二或第三梯队就要研究国外也没有实现批量生产的新方法，走出国际三种技术路线的包围。例如开发直接发白光的芯片，开发受激发后直接发白光的白光荧光粉。从产业链角度考虑，长三角应当重点发展封装和应用技术，但上游技术领域也不能放弃。

4.4.6 上游薄弱制约我国 LED 产业竞争力提升

LED 在开幕式表演、奥运会场馆、景观照明、室内外全彩显示屏等方面的出色表现，为观众带来震撼的视觉盛宴，使人们对 LED 有了更加直观、深刻和全新的体验和认知，LED 的应用和推广无疑将进一步提速。2010 年上海世博会将成为 LED 应用的又一个里程碑，届时我国的 LED 产业将迎来新的发展高峰。

但是在北京奥运会 LED 耀眼和辉煌的背后，存在着我国在 LED 上游核心技术方面的缺失，暗藏着产业的隐忧。奥运会中采用的 LED 器件和灯具主要是由中国企业封装和生产的，但是价值链中含量最高的功率型芯片基本上是从国外进口的。北京奥运会提升了 LED 应用的水平，但也反映出我国 LED 产品以中、低档为主，缺乏具有自主知识产权的核心技术，高性能 LED 和功率型 LED 产品均要依赖进口的窘境。

LED 产业链主要包括外延片生长和芯片制造的上游产业、LED 器件和 LED 封装的中游产业和 LED 应用的下游产业。经过多年的发展，我国已形成从原材料、外延生长、芯片制造、器件封装、应用产品和配套、设备仪器等较完善的产业链。2008 年我国从事 LED 的企业已达到 2000 多家。但令人遗憾的是，应用产品和配套企业占了绝大多数，有 1700 多家；其次是封装企业，约有 600 家；最少的是从事外延生长、芯片制造的企业，研究单位和生产企业总共只有 40 多家。这样的产业链分布表明，我国 LED 企业仍大都集中在应用和封装的产业链下游，上游产业力量弱小，整个产业缺乏核心竞争力。

我国的 LED 外延芯片生产近年虽有很大发展和进步，但总体仍一直停留在中低档水平，还不能大规模应用于高质量的显示屏，以及中、大尺寸 LCD 背光等高端应用领域，我国高光效、高可靠的 LED 应用产品所用的高档外延芯片几乎全部依赖于进口，高光效的功率型芯片目前尚无国内厂家能够提供。

当前 LED 上游产业呈现出好的态势，国内涉足 LED 上游芯片的企业不断增多。这一方面表明，业界对 LED 产业前景普遍看好，另一方面是随着产业的逐渐成熟和壮大，发展的重点会逐渐向利润高的上游领域集中。

但要真正实现 LED 上游产业的突围，仍然面临许多问题：一是具有创新的、有自主知识产权的核心技术还是较少，很难与国外的同行竞争。二是国内 LED 外延、芯片不少研究成果很难在企业中推广应用。三是国内 LED 外延、芯片企业的产业化规模偏小，企业研发力量不足，产品成本偏高，缺乏竞争能力。四是我国发展上游 LED 产业过程中出现的地区各自为战、重复建设，互相封闭、恶性竞争的问题，也迫切需要解决。

为了加快实现 LED 上游产业的根本突破，促进整个产业的健康成长，针对我国 LED 上游产业的现状和问题，政府应该加大支持力度和调控能力，整合调整分散重复的研究机构，重点支持具有自主知识产权的核心技术和创新项目，通过引导和宏观调控办法，集中资源扩大 LED 上游产业化规模。另外，还应加强 LED 技术基础研究、开发，下大力气支持关键设备和基础原材料国产化，并加快上游 LED 外延、芯片领域的专业人才的培养。

4.5 LED 产业链

4.5.1 中国 LED 产业链初步形成

经过几十年的发展，中国 LED 产业在经历了买器件、买芯片、买外延片之路后，目前已初步实现了外延片和芯片自主生产，形成了较为完整的产业链。

第一批商业化的 LED 出现于 1968 年，最早的 GaP（磷化镓）、GaAsP（砷磷化镓）红色、黄色、绿色 LED 开始应用于指示灯、数字和文字显示。随后十年，高亮度、全色化已成为 LED 技术研究的主要课题。1991 年日本东芝公司与美国 HP 公司研制成四元系橙色、黄色、黄绿色超高亮度 LED。1994 年日本日亚公司研制成 GaN（氮化镓）蓝绿色 LED。1995 年，高亮度蓝色、绿色 LED 相继进入量产，使 LED 的发光波长覆盖从红色到蓝色整个可见光谱范围，而且具有高达 30% 的发光效率。随之而来的白色 LED 的成功研制，更大大拓展了 LED 的应用领域，从此开始形成了一个朝阳无限的 LED 照明产业。

我国 LED 的发展起步于 20 世纪 60 年代。1970 年 11 月在上海召开的全国砷化镓学术交流会议上，报告了用水汽外延法制成“磷砷化镓红色发光二极管”的研究成果，从此我国 LED 材料和器件研发正式起步。20 世纪 80 年代形成 LED 产业，90 年代 LED 产业已经初具规模，90 年代后期得到迅猛发展。

早期国内 LED 企业多为封装企业，芯片全部从海外进口。这一时期产业以封装为主，产品主要用于信号、标志、数字显示等方面。1998 年国家“九五”技改使南昌七四六厂组建的欣磊光电公司生产出普亮 LED 芯片 10 亿只。1999 年河北汇能电子公司和河北立德电子公司分别建成 InGaAlP 超高亮度 LED 外延片和芯片生产线，年产能达

到外延片 1 万片和芯片 1 亿只，从而改变了我国 LED 外延片和芯片全部依赖进口的局面。

国内 LED 技术发展离不开科研院所的攻关研究。1997 年在国家自然科学基金的支持下，北京大学率先研制出国内第一只蓝光发光二极管。几年后南昌大学在国际上率先开发成功硅衬底蓝光 LED 材料与芯片的生产技术，实现批量生产，成为具有自主知识产权的第三种发光二极管外延材料与芯片的技术路线。

我国 LED 产业经历了进口器件销售——进口芯片封装——进口外延片制成芯片并封装——自主生产外延片、芯片和器件四个阶段。我国 LED 产业之所以取得如此大的成就，原因也是多方面的：第一，光电产品应用面拓展，市场出现供需矛盾，产业规模不足，供应量不足，急需扩大企业产能，发展产业经济。第二，改革开放带来了发展机会。我国台湾 LED 产业迅速发展，向大陆出口大量芯片，加上 LED 封装技术日趋成熟，新企业介入大陆封装业，形成了总体产业经济的扩张。第三，政府加大了扶持产业发展的力度。长春半导体厂、国营 746 厂、苏州半导体总厂先后进行技术改造，并与院校的研究成果结合，取得了良好效果。第四，市场的急剧增长使得仅靠大陆技术改造难以满足需求，因而大量的芯片从我国台湾、日本进口，从而又促进了 LED 封装业的发展。第五，业者普遍达成共识，发展我国光电产业需要实行三个结合：投资者与企业相结合、研究成果与企业相结合、海峡两岸技术与资源相结合。第六，国际上 LED 技术发展很快，四元系、氮化镓和白光 LED 的面世促进了 LED 产业发展。同时 LED 列入“863”计划，使 LED 产业得到蓬勃发展。

经过多年发展，中国 LED 产业在经历了买器件、买芯片、买外延片之路后，已初步实现了外延片和芯片自主生产，形成了较为完整的产业链。主要研发单位有北京大学、清华大学、中科院半导体所、南昌大学、中电集团第 13 研究所、中科院物理所、华南师范大学、厦门大学、山东大学、南京大学等；外延、芯片生产厂主要有厦门三安、大连路美、上海蓝光、上海蓝宝、山东华光、深圳方大、杭州士兰明芯、江西联创、南昌欣磊、上海大晨等；封装与应用厂家主要有厦门华联、佛山国星、宁波升谱、江苏稳润、广州鸿利、天津天星、河北鑫谷、上海三思、北京利亚德、深圳国治星光等。目前从事 LED 产业的人数达 30 余万人，企业 2000 多家，其中外延与芯片生产企业 40 余家，封装企业 600 多家，LED 应用产品及配套企业 1000 余家。2007 年我国 LED 产量 460 亿只，芯片产量 360 亿只，其中高亮度芯片 210 亿只，器件及模块产值达 220 亿元。

半导体照明产业正在快速增长，2008 年全球发光二极管(LED)市场达到 100 亿美元。面对半导体照明的巨大商机和令人鼓舞的发展前景，我国已成为全球半导体照明产业发展最快的区域。同时我国是全球最大的传统照明生产、消费和出口国，半导体照明的发展为我国传统照明行业创造了极好的产业提升机遇。特别是北京举办 2008 奥

林匹克运动会、上海举办 2010 世界博览会、广州亚运会等重大工程，也将大大推动国内 LED 产业的发展，预计 2010 年我国 LED 及相关应用产品产值将达到 1000 亿元。

4.5.2 半导体照明产业链各环节进展情况

（1）基础研究开发方面

863 计划从“八五”开始就认识到高亮度 LED 的迅速发展将对中国产生重大影响，在战略安排中将宽禁带半导体发光和激光器件的研制以及相应的基础材料、在线测量技术和设备、衬底材料、外延设备的研究组成一个重大研究群体。在至今已安排的项目中包括 MOCVD 的研制和生产；超纯氨的研究和生产；蓝宝石单晶和衬底的规模生产；蓝光 LED；白光 LED；GaN 激光器探索；白光 LED 应用；MOCVD 设备；蓝光 LED 外延片在线检测仪；GaN 单晶和自支撑衬底材料等二十几个课题，投入 4000 万研究经费。很多单位对 III-V 族半导体化合物材料做了不少基础研究工作，如南京大学、华南师范大学、复旦大学、浙江大学、厦门大学、西安交大、中国电子科技集团公司第 55 所等单位，对 AlGaInP 和 GaN 基的 LED 发展起到很大的推动作用。中国在金属有机源方面，“863”多年的支持，已经取得成效，建立了诸如江苏南大高科这样专门生产金属有机源的厂家，并已经开始生产和销售。大连的高纯氨也开始向科研和生产厂家供货。

（2）国内半导体设备方面

目前国内从事半导体设备研制生产的主要力量有：①信息产业部有几个专门从事设备研发的单位，如：48 所、45 所等，但受体制的约束缺乏竞争能力，目前处于仿制国外产品，处在研究阶段。②国内有些研究所（如中科院半导体研究所、中科院微电子所、清华微电子所等）针对国内市场开发了 MOCVD 生长系统、ICP 刻蚀机、磁控溅射设备、快速退火炉、接触式光刻机等，这些设备的研究开发人员有较好的器件工艺背景，研制的设备比较实用。③民间资本已投身于半导体仪器设备研究和市场开发。研制生产出 LED 后封装用研磨抛光机、晶片扩张机、压焊机、灌胶机、离膜机、LED 光色电综合测试系统、LED 光强分布测试仪、LED 电参数测量分析仪等。但总的来说，中国半导体设备制造业的规模较小，设备的自动化程度低，升级换代的周期长，与国外先进水平相比差距还很大，设备研制开发能力大大落后于半导体器件的加工能力。MOCVD 是制备氮化镓发光二极管和激光器外延片的关键设备，中国在这一领域还受制于国外。

（3）外延片和芯片方面

国内外延片和芯片生产厂家均是沿用 1990 年代中期国外的常规结构，其发光效率受常规芯片结构取光效率的限制，主要取决于外量子效率的提高，在高外量子效率芯片的生产技术方面，国内有较大的差距。中国超高亮度 LED 上游、中游（外延片和芯

片）产业的起步阶段，制造的技术几乎都来源于科研院所和学校多年积累的科研成果；最近几年有些公司才开始引进海外归来学子或通过收购外国公司作为技术来源。

四元系 AlGaInP 超高亮度 LED 方面，早期投入研究开发的有 13 所、山东大学、中科院半导体所等单位，主要在材料外延方面取得突破，同时研发 LED 芯片，并与企业合作开展产业化工作。接着，山东华光光电子公司、13 所、厦门三安公司在材料外延和芯片制造的产业化方面都取得进展，能批量提供红、橙、黄色超高亮度 LED 外延片和芯片。在芯片制造方面，还有上海大晨公司、深圳普光公司等多家企业均能够批量提供超高亮度 AlGaInP 红、橙、黄色 LED 芯片。就目前国内能提供的四元系 AlGaInP 红、橙、黄色 LED 芯片来看，总产量太少，还远不能满足市场的需求。此外，国内企业还无法提供发射功率较大的高档次芯片，而芯片参数的一致性、抗光衰、可靠性指标等有待进一步提高。

国内在 GaN 材料研究方面，主要的研究机构有中科院半导体所（参股福日科光、技术转让给深圳方大）、北京大学（参股北大蓝光）、清华大学（参股山东英克莱）、信息产业部 13 所（参股立德公司）、中科院物理所（参股上海兰宝光电）、南昌大学、长春光机所等，研究水平基本上在几毫瓦量级，半导体白光照明技术的研究刚刚起步，国内在许多技术上还处于跟踪、仿制阶段。

图表 17 国内 GaN 基 LED 芯片主要指标

芯片种类	波长 (nm)	LED 功率 (mW)	寿命 (万小时)
蓝光	460-480	3-5	1-5
绿光	505	1-2	>1
紫外	380-405	3-4	1-5

数据来源：中投顾问产业研究中心

虽然若干企业的研究基础和企业资本已经达到了形成发光二极管芯片产业的阈值水平，具备了进军半导体照明产业的基础，但无论从规模上（集全国制造红黄蓝绿芯片生产规模尚不及台湾一家上市公司）还是技术上与国外和台湾厂家有明显差距。

图表 18 国内已实现销售芯片或具备生产条件的制造公司基本情况

AlInGaP 基芯片公司	说明	AlInGaP 基芯片公司	说明
方大国科	国内第一家实现批量生产并销售，产品包括标准芯片，ITO 芯片和倒装焊功率型和照明型芯片，总体技术水平、装备条件和产品品质已接近并赶超台湾同类公司水平。	南昌欣磊	低亮度二元红黄光芯片

上海蓝宝	生产基地在筹建中。	深圳福田	低亮度二元红黄光芯片。
上海蓝光	已实现批量生产，产品为标准芯片。	厦门三安	已实现批量生产并销售，产品为中等亮度四元标准红黄光芯片。
广东普光	具备生产条件。	上海大晨	低亮度二元红黄光芯片，少量三元和四元一般亮度之标准红黄光芯片。
江西联创	具备生产条件。	广东普光	具备生产四元一般亮度标准红黄光芯片条件。
厦门三安	已实现批量生产并销售，产品为标准芯片，并已开展功率型芯片的研发。总体技术水平、装备条件和产品品质已接近台湾同类公司水平。	山东华光	具备生产四元一般亮度标准红黄光芯片条件。
大连路明	具备生产条件。		

资料来源：中投顾问产业研究中心

（4）封装方面

中国超高亮度 LED 封装产业的发展主要是继承多年来国内传统 LED 封装技术基础，国内 LED 封装的产业化能力较强，封装的品种也较全，可封装各种外形尺寸和不同颜色的 LED 显示器件，但封装企业规模偏小，几个有一定实力的企业，年封装能力也只有 2-4 亿只。而只有年封装能力达到每年 10 亿只以上，才能参与国际市场竞争；高亮度 LED 方面，国内大部分企业均可封装，但封装出的 LED 的质量和一致性较差，白光 LED 的封装技术有待提高。国内在功率型 LED 封装方面，虽然“食人鱼”形式封装已能批量生产，但瓦级功率型 LED 封装还处于开发阶段，目前超高亮度 LED 芯片主要依靠进口，高档次、性能较好的芯片很难购进。大功率 LED 封装刚处于开发阶段，主要是苦于没有低价而又达到一定性能的大功率 LED 芯片，因此很难在封装上有所突破。

（5）LED 封装的配套材料方面

国内为普通 LED 封装的各种配套能力也很强，这里指的主要是原材料和配套件，如金丝、环氧树脂、银浆、支架等。但这些配套企业的技术研发能力较弱，产品只能适用于低档次的 LED，超高亮度和大功率 LED 的配套件大部分依赖国外供应商。白光 LED 目前主要材料还有荧光粉，有用蓝光激发的黄、绿色荧光粉、红色及绿色荧光粉，还有用紫外光激发的三基色荧光粉，虽然有几个企业也在提供，但其技术指标离国外先进水平还有较大差距，其性能和寿命有待提高。

4.5.3 我国 LED 产业链上下游行业发展特点

上游产业是技术资本密集型产业，投资强度大，工艺控制技术难度大，吸纳就业人员少。中国上游产业的特点：

一是参与单位多，主要单位有中科院半导体所、中科院物理所、石家庄第十三电子研究所、北京大学、清华大学、南昌大学、深圳大学、厦门三安、大连路明、士兰微、上海蓝光、上海蓝宝、江西联创、河北立德、山东华光等；目前问题不是参与单位为多，而是这些参与单位（特别是科研院所）都想建立自己产能，起始阶段产能都不大，整个产业看起来资源分散，没有规模；而且因为科研院所都想建立自己的产能，在技术输出上排外，自己产业化又需要时间，小规模产能建起来后世界技术又有新的发展，又跟不上，实际上各科研单位在某一时间突破的可能仅是产业技术链的某一环节，整体上产业化条件还不具备，这样虽然每年看起来各个方面的技术的都在突破，但产业化效率非常低，过了几年又落后了，又得追赶。很多研究机构都在拿“863”计划成果实施产业化，但有些国内“863”计划成果虽然在国内先进，但在国际上并不是一流，或者是国际先进，但单一项目实施产业化其规模不一定能做得大，受市场拖累，因此盲目实施产业化而不是转让或授权给促进作用更大的企业，先进技术也会随着时间消磨慢慢荒废，只会延缓整个国内行业发展。所以，国内企业应当转变观念，有成果不一定非要自己产业化去实现其价值；另一方面，公办科研院所，应当借鉴台湾工研院的模式，自身积极研发技术，为产业培养技术人才，技术成果及时授权转让给企业，特别是本身竞争力强的企业，研究机构不会为产业化进程拖累，行业研究成果得到有效整合，这里政府应作出一些规范，促进行业健康快速发展。

二是与国际先进水平比较，整体上一般芯片的亮度、发光效率、抗静电能力、抗漏电能力以及品质控制水平与国际厂家仍有差距，这对国内企业而言，并不是什么十分难看的事，全球唯五大巨头技术最好，这五大巨头之间也各有千秋，其它外围企业都在跟踪，并不影响他们的产业化进程，关键是后续研发效率。

三是能满足市场需要且规模化生产的企业少，封装所需芯片尤其高档芯片主要靠进口，其中高档蓝绿芯片和四元芯片从美国 Cree、HP 等公司进口，中高档蓝绿芯片和四元芯片从美国 AXT（大连路明集团子公司）、UOE，台湾晶元，以及韩国公司进口。目前国内大连路美、厦门三安、杭州士兰微取得突破，不断接近海外中高档技术水平。

下游封装产业从 20 世纪六七十年代开始发展，传统引线型 LED 封装技术已相对成熟，但新型 LED 包括 Chip LED、Top LED、Power LED 的封装起步不久，仍面临一些设备和技术问题需要克服。由于传统 LED 封装，设备投资强度适中（视生产线的自动化程度和设备精度），对产品质量要求不高时，手工都可以作业，所以吸引了一批个体和民营企业进入，全国有数百家封装企业，尤以珠江三角洲地区密集，但规模都较小。从封装技术水平，产品质量水平，设备自动化程度及生产规模等方面看，目前总体讲，中游产业技术上和国外差距不大，除 Power LED 外，其他形式的 LED 都有企

业能够批量生产，并且使用的设备和原材料基本与国外一致，但规模与国外大公司比较，差距巨大，比如 Chip LED，大陆企业产能加起来也不如日本西铁城一家公司产能的十分之一。

国内 LED 封装材料及配件的配套能力较强。除个别材料外，绝大部分材料均为国内提供，主要有金丝、硅铝丝、环氧树脂、硅胶、银胶、导电胶、支架、条带以及塑封料、封装模具和工夹具等，已形成一定规模的产业链。

在白光 LED 封装用荧光粉方面，国内研发和生产企业有几十家。研究单位有北京有色院、中山大学化学系、中科院化学所、长春物理所等单位，这些单位近年来开展研究提高黄色荧光粉的光激发效率、抗光衰性能等，取得很好的成果。同时开发出红色荧光粉和紫外光激发三基色荧光粉，对推动国内白光 LED 的发展起积极作用。

目前涉足下游的企业一百多家，产品主要有草坪灯、地埋灯、轮廓灯、射灯、景观灯、车用灯等，其中 LED 和太阳能结合，衍生出一大类产品。但下游产业目前处于发展初期，产品五花八门，缺乏统一的行业标准；LED 和其他技术的结合，比如和控制技术、电源技术、太阳能技术等结合，有待进一步完善；低质低价、恶性竞争的苗头开始出现。

值得一提的是，经过多年的发展，中国 LED 显示屏厂商已经具有了很强的实力，虽然拥有 DAK、Lighthouse、Darco 等知名显示屏厂商的竞争，但国内 LED 显示屏厂商还是占据了国内市场的大部分份额，国内已经涌现了一批如上海三思、北京利亚德、西安青松等优秀企业，国内显示屏市场吸收了很大一部分芯片产能，对促进国内上中游发展壮大起了重要作用。

4.5.4 LED 外延材料及国内芯片业发展概况

近几年，随着技术的突破，应用的拓展，过去曾不受人们关注的发光二极管（LED）一下子成为世界各国竞相开发的高新技术，同时，我国也把 LED 技术列为“十一五”重大科技攻关领域之一。

纵观以 LED 为基础的半导体照明产业链，氮化镓基化合物半导体外延材料以及芯片加工无疑是资本投入量最大，技术含量最高，国际竞争最激烈，经营风险最大的领域。我国要想在此领域有较大发展，需要在规模效应、技术效应等方面进行策略性规划。市场竞争异常激烈我国自“十五”末期大范围高强度地扶持半导体照明产业以来，已形成了七大国家半导体照明工程基地（深圳、厦门、南昌、上海、大连、扬州和石家庄），拥有近十家批量生产外延材料和芯片的规模企业（深圳方大、厦门三安、南昌联创、上海蓝宝及大连路明等）。

从规模上看，内地 GaN 基芯片产量仅相当于我国一家台湾芯片公司的产能，内地芯片市场仍被台湾芯片主导。随着白色发光二极管应用的不断开发，以及内地封装业

的发展，GaN 基芯片市场规模每年仍将有非常可观的增长，外延材料和芯片制造产业前景非常乐观。同时，也必须看到，由于台湾芯片厂家在规模、技术、产品 and 市场份额上仍占据主导地位，内地厂家面临的竞争还是非常激烈的，所处的经营环境也非常恶劣。今后几年，内地 LED 外延材料及芯片制造业的健康发展有赖于解决好规模效应、技术效应两个问题。要注重规模与技术效应在规模效应问题上，LED 产业作为比较简单的电子业，也同样存在电子行业固定成本高，特别是设备成本十分高昂的特点，而且设备的更新换代速度比较快。如何使公司尽快具备设备自我更新的能力，持续维护成本竞争力，公司必须不断扩大生产规模。扩大生产规模不仅能摊薄固定成本，也能通过折旧回笼资金，再投入购买新型设备，从而增强企业的竞争力。

国内厂家普遍规模不大，维持经营毛利已属不易，要靠自发累积再求发展困难很大。现有企业的增资扩产或企业合并应该是今后 LED 产业能否健康发展，继而具备真正竞争能力的关键之一。国家应该为现有企业的融资、集资、投资等方面提供必要的政策优惠和财政扶助，营造企业并购的环境。同时，应该限制小规模低水平的重复建设，以把资源集中到现有的产业化企业中去，使它们能做大做强。在技术效应问题上，技术不仅决定了产品的成本，也决定了它的售价，技术是企业赢利的关键。在规模一定的条件下，如何提升技术水平，提高性价比，增加毛利率是所有公司最关注的。在研发方面，通过“十五”科技攻关项目，国家对半导体照明领域有一定的支持，并取得了比较好的成果。如 2005 年下半年，我国已能量产效率大于 30lm/W 的大功率芯片，在一定程度上缩短了与国外先进水平的差距。但在其他方面，如一般芯片的亮度、抗静电能力、抗漏电能力以及品质控制水平与国际厂家仍有不小的差距。国家在今后几年不仅要支持面向未来半导体照明所要求的低成本高效率大功率芯片制造技术，也应该扶持企业不断提升基本工艺设备水平和技术水平，因为基本工艺设备和技术条件决定了大宗标准芯片的性能，而这些芯片仍然是支撑着整个产业发展的关键。

失去了企业赖以生存和发展的产业基础，任何先进的半导体照明研发项目、产业化项目以及成果都只是空中楼阁，忽视产业基础，企业及研究单位只能是“为项目而项目”，“为成果而成果”，而从这些项目、成果诞生的高新企业，由于没有生存的空间，最终逃脱不了“空洞化”的结局。国内企业谁能很好地解决研发与产业化，产业化与商品化之间的关系，谁就能发展与壮大，谁就能笑到最后。国家和地方能否真正扶持一批企业做大做强，是我国未来能否在半导体照明领域占一席之地之关键。靠国内庞大的封装业以及 LED 应用业，我国 LED 外延材料及芯片业具有得天独厚的条件，如果它们再具备了规模效应和技术效应，成为世界半导体照明重要地域也不是不可能的。

4.5.5 上游芯片业发展助推 LED 产业升级

经过多年的发展，中国 LED 产业链日趋完善。纵观 LED 产业链条，由于上游产业对技术和资金的要求较高，导致国内企业极少涉足，因此上游产业存在企业数量少、规模小的特点。相比之下，下游封装和应用对企业提出的资金和技术要求相对较低，

恰好与国内企业资金少、技术弱的特点相匹配，因此，国内从事封装和应用的企业数量较多。这种局面导致国内 LED 产业多以低端产品为主，企业长期面临严峻的价格压力。

随着国家半导体照明工程的启动，LED 产业发展“一头沉”的状态正在发生改变，LED 上游产业得到了较快发展，其中芯片产业发展最为引人注目。但从产业规模看，封装仍是 LED 产业中最大的产业链环节。2006 年中国 LED 产业总产值达到 105.5 亿元，其中封装产业产值达 87.5 亿元。不断扩大的市场需求以及政府的大力支持是保证 LED 产业发展的有利因素。近几年，诸如显示屏、景观照明、交通指示灯、汽车应用、背光源等 LED 应用市场迅速兴起。新兴应用市场对 LED 发光效率要求的不断提升催生了对中高端产品的需求。随着市场需求的增大，LED 芯片产业产品升级步伐逐渐加快，LED 芯片产品将整体走向高端。另一方面，LED 封装产业的快速发展，也为 LED 芯片提供了广阔的市场需求，进而为 LED 产业的发展提供了良好的外部环境。

国家对 LED 产业的发展也给予了大力支持。2006 年，根据中国半导体照明产业的发展状况，有关部门制定半导体照明产业发展计划和 2006 年技术发展路线图提出，对于 LED 芯片的投资将占 LED 产业投资的 20%，研究重点将放在 GaN 芯片的生产以及功率芯片的研发上。

虽然拥有极大的市场需求并得到有关部门的大力支持，但不可否认的是，现阶段 LED 芯片产业仍然存在核心技术缺乏、专业人才短缺、产品质量不高、设备自主生产能力弱等发展困境。如何解决上述问题是中国 LED 产业能否持续健康快速发展的关键。

LED 芯片产业的快速发展将助推 LED 产业整体升级。在 LED 芯片产业的发展过程中，早期产品主要以普通亮度芯片为主，生产厂商也只有南昌欣磊等少数几家。2003 年以后，以厦门三安、大连路美为代表的芯片生产企业针对芯片市场的需求，纷纷把产品重点集中到高亮度芯片上，直接带动了高亮度芯片产量的快速增长。一时间，国内掀起了 LED 芯片产业发展的热潮，高亮度芯片成为 LED 芯片产业发展的主要推动力。2006 年，中国 LED 芯片产量达到 309.3 亿个，产值达到 11.9 亿元。

随着 LED 芯片生产企业的不断增多，LED 芯片产值的增长速度一直高于封装环节，导致芯片产值在中国 LED 产业产值中所占比重不断提升，由 2002 年的 5.4% 上升至 2006 年的 11.3%。由此可见，中国 LED 产业正在由低端走向高端，向附加值更高、更具核心价值的芯片环节迈进。

4.5.6 国内 LED 封装企业发展特征

国内 LED 封装企业特点是规模小、数量多，全国有一定规模的 LED 企业约 1000 多家，包含小型封装企业超过 600 家。其封装 LED 器件能力达 350 亿只/年，若包含外商投资企业，其封装能力超过 500 亿只/年，其中出口量超过 100 亿只。主要封装企业

有厦门华联、佛山国星、江苏稳润、惠州华岗、深圳光量子、宁波和谱、江西联创、天津天星、廊坊鑫谷、深圳瑞丰、深圳雷曼、珠海力丰等。这些企业均有一定的产品研发力量，较好的封装设备，产品产量较大，质量较好。

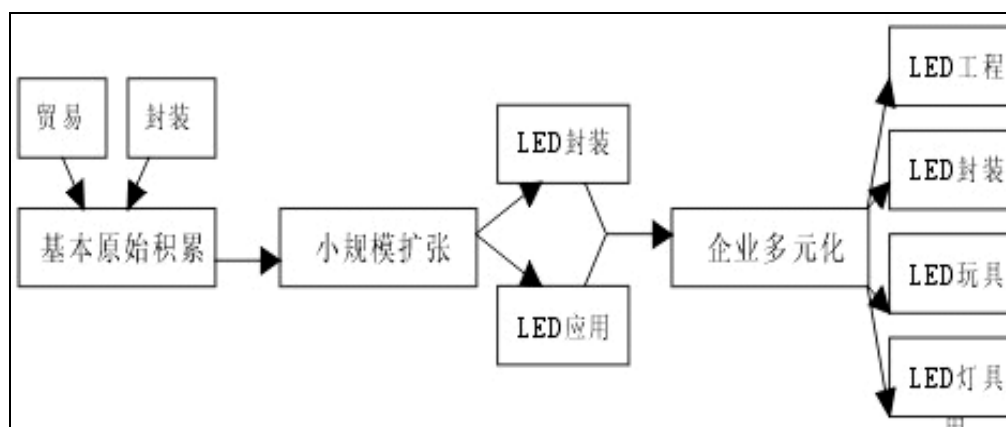
国内 LED 封装企业可封装各种 LED 产品，如各种外型尺寸的 LED 显示器件，包含单管、复合管、像素管、数码显示器、背光源、SMD-LED、微型 LED、矩阵显示器、专用显示器、白光 LED、功率 LED 和大功率 LED 模块等。近几年发展起来的白光 LED 和功率 LED 封装技术，不少有实力的封装企业均投入力量进行研究开发，如中电 13 所、厦门华联、佛山国星、深圳光量子、惠州华岗等，并逐步解决了相关技术问题，如提高封装出光效率，提高衬底散热性能，提高白光 LED 出光均匀性、一致性、色温、显色性、抗光衰能力、可靠性和相关的白光测试问题等。目前封装功率为 1W 的白光 LED，其光效率达 50lm-60lm/W，热阻为 10℃/W 以下。

国内 LED 封装材料及配件的配套能力也较强。除个别材料外，绝大部分材料均为国内提供，主要有金丝、硅铝丝、环氧树脂、硅胶、银胶、导电胶、支架、条带以及塑封料、封装模具和工夹具等，已形成一定规模的产业链。白光 LED 封装用荧光粉，国内研发和生产企业有几十家。研究单位有北京有色院、中山大学化学系、中科院化学所、长春物理所等单位，这些单位近年来开展研究提高黄色荧光粉的光激发效率、抗光衰性能等，取得很好的成果。同时开发出红色荧光粉和紫外光激发三基色荧光粉，对推动国内白光 LED 的发展起积极作用。

中国 LED 封装及应用企业，总体上以民营企业为主；从业人员普遍年轻化，文化程度参差不齐；企业增长速度比较快；对外来产品、技术的模仿能力极强，只有少数几家企业具有自主创新能力；行业市场竞争激烈且以价格战为主要竞争手段。导致 LED 器件的价格不断走低，已经严重的影响了上游高投入企业的良性运作。而且除极少数几家企业外，绝大部份企业都拿不出有影响力的半导体照明器件品牌，基本上还在以产品的学名-LED 作为自己的品牌，很多的封装应用类的企业甚至认为半导体照明器件无须拥有独立的品牌。令人深思的是，国外同行却拥有十分响亮的品牌的同时，中国大部分半导体照明企业仍然只重短期效益不重视品牌建设。国内的半导体照明企业依品牌影响力分类：第一类为重规模品牌型企业占 2%（量子光电、沃科光电、华联光电、国星光电、华刚光电等），第二类为 OEM 型企业占 15%，第三类基本为无品牌或“Made in China”类型的企业。

第三类企业的发展运作模式：

图表 19 第三类企业的发展运作模式



资料来源：中投顾问产业研究中心

以这种不正常不合理方式运作，在跟随市场发展步伐前进时必将被迅速耗尽其有限资本及人力、物力，除少数转回专业化道路的企业外，大部份会随时间推移被淘汰，这样的例子在中国制造业的发展史上不胜枚举，如：彩电业、VCD 业、家庭影院业、制鞋业、制衣业等等。

LED 照明企业应遵从经济学规律，采用正确合理的运作模式，稳健的成长为国际知名企业。国际大部分著名 LED 企业的发展规律绝大部分遵循以下模式：

图表 20 国际大部分著名 LED 企业遵循的发展模式



资料来源：中投顾问产业研究中心

4.6 LED 行业标准

4.6.1 中国 LED 照明行业发展标准须先行

针对半导体照明产业的蓬勃发展，为了解决产业化生产中的共性问题，为了解决产品生产和销售中产生的矛盾，信息产业部组织成立了半导体照明技术标准工作组，专门负责相关标准的制定。该标准工作组采取开放式原则组建，国内产学研用企事业单位、科研院所和大专院校均可参加。目前该工作组有成员多家，涵盖了产业链上的芯片制作、器件封装、荧光粉制备和应用产品制造等各方面的单位。该标准工作组的任务是：联合国内社会各方面力量，组织开展半导体照明产业链中材料、芯片、二极管及模块的测试方法、名词术语和符号、可靠性试验等方面的标准和相关产品规范的研究制定，以及技术标准体系的编制工作。目前已经起草了《半导体光电子器件功率发光二极管空白详细规范》（报批稿）、《半导体发光二极管测试方法》（出版稿）

和《功率半导体发光二极管芯片技术规范》（草稿）三项行业标准，完成了《半导体照明技术标准体系研究》课题任务。目前正在起草中的行业标准有：《半导体照明名词术语和定义》、《芯片测试方法》、《小功率发光二极管空白详细规范》、《发光二极管（LED）用黄色荧光粉》等。

然而，中国半导体照明产业正面临重大的发展机遇，与国际相比，中国研发技术差距较大，并且这一差距还有加大的趋势，且缺少核心专利；国内现行的研究组织方式不能进行有效的资源配置，特别是半导体照明跨行业、跨部门、跨学科的产业特点，导致行业内现有人才、资金分散，设备、技术、信息不能有效共享，低水平重复现象普遍；研发投资与产业投资规模小；国内科研成果的产业化能力弱，技术成果的集成化不够，尚未形成产业集群效应；主要是中低档产品，高端应用市场需要培育和推动。

就中国半导体照明产业发展状况，要冷静分析，必须从战略高度上重视和加强半导体照明标准化工作，切实做出一些成果来，研究和制定一些密切联系生产实际、实用有先进性的标准。标准的需求应该来自产业，只有相关技术成熟了，才制定标准。一些试验性质的标准可以作为企业、行业标准试行，待成熟后再升级成国家标准，同时要和国际标准接轨。

4.6.2 中国 LED 产业标准的进展

（一）信息产业部半导体照明技术标准工作组开展的有关标准：

- 1、发光二极管测试方法；
- 2、半导体照明名词术语和定义；
- 3、外延片、芯片测试方法；
- 4、小功率发光二极管空白详细规范；
- 5、发光二极管（LED）用黄色荧光粉；

（二）全国照明电器标准化技术委员会开展的有关标准：

- 1、普通照明用 LED 测试方法；
- 2、普通照明用 LED 组件安全要求；
- 3、普通照明用 LED 组件性能要求；
- 4、普通照明用 LED 组件用直流/交流电子控制装置安全要求；
- 5、普通照明用 LED 组件用直流/交流电子控制装置性能要求；
- 6、LED 用连接器特殊要求；

- 7、LED 用连接器型式和尺寸；
- 8、LED 用连接器量规；
- 9、普通照明用 LED 灯具一般要求和试验；
- 10、LED 照明灯具光度测试；
- 11、LED 照明系统节能评价方法；
- 12、LED 照明系统设计规范；
- 13、LED 装饰照明系统技术规范；
- 14、LED 夜景照明系统技术规范；
- 15、LED 汽车照明系统技术规范；
- 16、LED 交通信号指示系统技术规范；
- 17、LED 背光源照明系统技术规范；
- 18、LED 夜景照明系统技术规范；
- 19、LED 太阳能照明系统技术规范；
- 20、LED 照明系统安装规范。

（三）全国稀土标准化技术委员会开展的有关标准：

- 1、白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉。

中国其他传统行业因 LED 的独特优异性能，很可能大量使用 LED，如彩电的液晶背光，汽车的信号和照明系统，大屏幕显示和交通信号灯等，也势必纷纷要加入到 LED 的应用标准制定中来。

中国半导体照明标准体系研究和标准制订工作虽已取得了明显进展，但也存在明显问题和矛盾。重复立项，重复建标，多重标准，这种局面带来的损失不只是重复建设自身造成的不必要浪费，更为严重的潜在可能性是，小行业、甚至小团体为己方利益，在自己的影响范围内强行推行不合适的技术标准，在大行业中存在多重标准，并各自为政。如果这种情况发生，半导体照明标准就不能形成完整的体系，不仅对外保护不了民族产业，而且对内也引导不了行业的健康有序发展。管理层和业内有识之士对此应给予高度重视。

业界对中国半导体照明标准化建设工作是极为关注的，以下建议值得参考：

- （1）必须高度重视，它是产业发展的支点；

（2）全局统一设计、统一协调，变部门分割为上中下游产业密切合作，共同参与制定好基础性标准；

（3）合理分工，制定好专业标准（或产品标准），避免重复建标，多重标准；

（4）标准与检测密不可分，重视标准必须要同时重视相应的检测技术、检测设备和检测平台建设；

（5）在与国际接轨的前提下，再考虑中国半导体照明标准对中国民族产业的保护和知识产权的保护。

4.6.3 半导体照明标准化工作有待协调推进

2003 年启动国家半导体照明工程以来，中国半导体照明产业进步迅速，半导体照明封装应用产品发展势头尤为强劲，而目前市场上的产品性价比相差悬殊，相应的技术规范、检测手段缺乏，无法保证产品质量，将会挫伤消费者的信心，节能的效果也无法实现。由于半导体照明技术领域涉及面很广，普通照明、特种照明等应用产品覆盖了多个行业，标准的归口管理分别属于不同的部门，组织和协调的工作量和难度都较大。

面对产品标准化和产品主要质量参数的标准化检测越来越高的呼声，为促进国家半导体照明工程的有效实施，加快半导体照明专业技术领域的标准研究与标准制定协调工作，引导标准检测平台的建设工作，国家半导体照明工程研发及产业联盟成立标准化协调推进工作组已于 2007 年 8 月正式成立。标准化协调推进工作组是半导体照明专业技术领域内从事标准研究与推进制定工作的相关标准机构或组织的联合组织，包括信息产业部半导体照明标准技术工作组、全国照明电器标委会、中国光协光电器件分会、中国计量院、浙江大学、复旦大学、杭州远方光电信息有限公司等机构与单位。

协调推进工作组的主要任务是通过广泛联系全国半导体照明专业技术领域标准机构和标准工作者，向相关的政府主管部门反映企、事业单位的愿望和要求，同时向企、事业单位传递政府部门的意见。通过有关标准工作的调查研究、论证，为政府部门制定标准方针、政策提供建议。通过统一协调产业链上中下游标准机构的信息沟通、交流、联合制定标准等工作，配合相关标准机构，组织工作组成员单位协助或参与相关国家或行业标准的研究与制定工作。除了组织研究半导体照明专业技术领域的国内外标准现状和发展趋势，根据市场和产业发展的需要，提出上下游完整的技术标准体系建议，通过标准化研究工作，适时提出行业标准和国家标准制修订计划建议。开展半导体照明专业技术领域标准工作中一些共性问题的研究和探讨，推广标准成果，参与并组织国际、国内标准学术技术交流活动，并在适当的范围内统一协调与境外机构的标准工作交流与合作。协助标准机构，组织开展标准技术咨询服务。协助宣传国家有关标准方针、政策和法令，普及标准知识，培训标准人员，配合组织重大标准项目的

宣传、贯彻工作。促进国家级和地方标准检测平台的建设。协助工作组成员单位争取国家半导体照明工程等与标准工作相关的政府资源。

“十一五”是中国半导体照明产业发展的重要阶段，工作组的成立有利于搭建标准和产业无缝衔接的交流与合作平台。通过有效的标准组织与协调，完全可以在半导体照明领域形成适合于中国产业发展的一套标准体系，为国内企业带来本土竞争优势，提升国际竞争力，促进中国半导体照明产业的快速、健康发展。

4.6.4 我国 LED 产业规范标准逐步完善

LED 国家标准的制订工作正在有条不紊地进行，2008 年 9 月初，LED 国标意见稿基本完成，数十家企业参与制订了 15 项内容。随着国标的完善，LED 产业不仅在硬件上拥有七大基地，而且在技术标准等软件上得以丰富。

由于缺乏统一的行业标准，LED 行业目前还处于混乱局面，部分企业被利益所驱动，一接到订单，就找一些低端材料进行生产，生产出来的产品质量低劣。标准的缺失，给企业的生产带来难题，不少 LED 产品也只能参照一些传统灯具的标准，导致企业投入多，收效少。

尽管作为一种新兴的照明行业，LED 有着节能、长寿、高效等优点，但毕竟属于照明行业的“新生儿”，其存在问题日益凸现。LED 产品质量是制约行业发展的最大瓶颈，加之企业服务意识的缺位和无统一的产品质量标准，部分厂家存在低价位倾销，导致 LED 行业的发展未能及时提速。另外，价格昂贵也成为 LED 提速发展甚至普及使用的最大“绊脚石”。

一个行业的健康发展，需要有一个规则的约束。国家相关部门正式启动 LED 标准的制定，具有划时代的意义。参与这次 LED “国标”制定的企业达数十家，共 15 项内容。

此次参与《普通照明用 LED 模块安全要求》、《道路照明用 LED 灯》、《装饰照明用 LED 灯》等 5 项国家标准起草的华艺照明集团已对相关标准做好了拟定工作，并形成初步的草案，这些草案经权威部门与龙头企业讨论修订后，将成为“国标”。

一个成熟的产业链，必须要有规范的标准。而企业走在“国标”之前，获取的发展空间必然比别人更大。LED 目前在全国拥有深圳、上海、厦门、南昌、大连等七大产业基地。各家基地也已对未来发展的目标和措施作了规划。其中，上海基地的未来发展目标是建立和完善 LED 自主知识产权体系；在加强区域合作、完善产业创新体，推进科技攻关和平台建设上下功夫。

2008 年 9 月，根据“信息产业部 2007 年度第一批电子行业标准科研计划的通知（信科函[2007]21 号）”，由半导体照明技术标准工作组负责起草 7 项电子行业标准经过一

年多的努力，各项目承办单位完成了标准草案。这七项标准的制定，对健全半导体照明标准体系中子领域（主要包括产业链中游的 LED 芯片、LED 器件、LED 模块/组件）的标准体系起到重大作用，对促进产业发展起到了推动作用，对规范市场起到一定保证作用。同时，这七项标准也涉及了产业上游材料：衬底片和荧光粉。

尽管目前制定的 LED 标准出台的时间表还没有真正确定，但可以预见的是，国标出台后，LED 行业将会面临一次巨大的洗牌。

如果国标正式实施，将有 5 成左右的企业被淘汰。有的企业主表示，国标实施后，每个 LED 照明产品的成本将增加 8—10 元，而目前 LED 市场并不完善，部分产品利润仅为 3 元，甚至不足。照此计算，肯定有半数企业面临洗牌。

目前来看，国标出台尚待时日，企业完全还有缓冲时间，当务之急是加强人才技术的储备，等到真正实施国标时方可稳住脚步。LED 生产企业应当未雨绸缪，尽早进行新的市场定位和产品规划，争取抓住 LED 照明标准出台后所带来的 LED 行业格局调整的新机遇，应投入必要的质量保障手段，争取站上竞争的制高点。没有先进的设备条件，不使用优质的原材料，是很难生产出好产品的。少部分企业应尽早放弃低水平重复和以量取胜的粗旷型经营方式。

图表 21 项目名称及主要承担单位

项目名称	主办单位和副主办单位
半导体照明术语	中国光学光电子行业协会光电器件分会（主办） 中国电子技术标准化研究所 深圳市淼浩高新科技开发有限公司
半导体光电子器件、小功率发光二极管空白详细规范	中电科技集团第十三研究所（主办）
半导体发光二极管用荧光粉	有研稀土新材料股份有限公司（主办） 杭州浙大三色仪器有限公司
半导体发光二极管芯片测试方法	中国光学光电子行业协会光电器件分会（主办） 深圳市淼浩高新科技开发有限公司
氮化镓基发光二极管用蓝宝石衬底片	深圳市淼浩高新科技开发有限公司（主办） 中国电子技术标准化研究所
半导体发光二极管产品系列型谱	鑫谷光电股份有限公司（主办） 中国电子技术标准化研究所
功率半导体发光二极管芯片技术规范	中电科技集团第十三研究所（主办）

资料来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

4.7 中国半导体照明产业存在的问题及对策

4.7.1 中国 LED 产业发展存在的主要问题

一是投资规模差距太大。大规模应用市场的形成，急需上、中游器件规模化生产能力的扩大。虽然目前民间资本介入较快，但与国外相比规模较小，形不成竞争优势和品牌。2006 年中国台湾第一大厂商拥有上游核心装备 MOCVD（核心材料生产设备）157 台，而中国大陆目前所有厂商的全部 MOCVD 之和也只有 50 台左右，第一大厂商也只有 12 台。较小的规模达不到行业发展的规模化效应，以及缺少稳定可靠的规模化量产技术，导致国内生产成本较高，从而也就丧失了与国外厂商竞争的能力。在产业竞争越来越激烈的情况下，这种局面如果得不到尽快改变，中国将有痛失这一高技术产业发展历史机遇的可能。

二是核心装备和原材料完全依赖进口。国内厂商和研究机构几乎清一色地引进进口设备和原材料。假如中国半导体照明产业的上游装备和原材料如此高度依赖进口，那么即使从国外引进了技术、学会了生产，还是无法找到竞争优势，勒紧腰带付出巨资引进的设备，因无技术力量跟进改造升级，而最终可能会成为一堆废铁。事实上，目前中国已有部分核心技术，但是缺乏有效的组织，国家没有相应手段扶持，使得已有的一些资源浪费，令人痛心。

三是产业环境不利于弱小的高新技术企业健康发展。由于半导体照明产品发展很快，技术还不成熟，相应的标准研究与制订工作刻不容缓。地方政府要求建立基地的心情都很迫切，但是着眼点始终放在地方的利益上，缺乏对全局的考虑。国家没有相应的税收和采购政策支持，各部委间立项支持沟通不够，国家资源得不到合理的配置。特别是产业的上下游之间和区域发展的定位各自为政的局面，产业的竞争力被削弱，更无法参与国际竞争。

4.7.2 国内 LED 市场混乱亟待规范

由于 LED 耗电量少、发光颜色纯正、寿命长，而且是环保型产品。并且随着 LED 技术的不断成熟，LED 电器正逐渐被广泛应用到我们日常生活中。其发展速度与广阔的市场前景备受业内人士关注。很多经销商表示看好 LED 广阔的市场。但市场现状是狼烟四起大打价格战，很多经销商对目前极不规范的市场表示担忧与愤慨。

面对激烈的市场竞争，各大厂家对此有着截然不同的表现。在灯饰行业模仿跟风现象严重已是人尽皆知，尤其是没有什么技术含量的家居领域。但是即使在有一定技术含量的 LED 领域，跟风模仿同样不能避免。在技术方面，如果厂家始终坚持自主研发，以新产品去开拓市场，靠质量巩固市场。因为对新产品研发的投入相对较大，在市场上的成本自然要高一些。但是很多厂家并没有自己开发新产品，而是靠模仿别人的产品，经过简单的技术处理，然后以低价推向市场。他们的质量虽然没什么保障，

但是现在很多中国人的消费观念，价格依然是其最重要的参考因素。特别是很多分销商觉得在产品外观上都差不多，价格却比别人的高出那么多，这样他的利润空间就减少了。在灯饰行业里，消费者对品牌的概念是很模糊的，他们既不懂产品，又不了解行业。所以他们宁愿批发低价的产品。一些不法商家可以用低价格去吸引分销商，但是我们投入大，成本也很高，不可能跟他们硬拼价格的。但目前的状况是，品牌与质量的影响力远没有低价格的诱惑力大。因此，这对整个 LED 市场形成很大的冲击，也直接危害了自主研发厂家的利益。

现在整个市场的环境是这样，虽然 LED 的市场走势也还可以，但是更多走量的产品依靠的是低价格。如果任由市场继续这样发展下去，市场将越来越难做，将严重制约整个 LED 行业的发展。

4.7.3 中国 LED 企业芯片出口面临的挑战

目前国内厂商的市场还主要在内地，芯片出口遇到两方面的挑战：

一、国际大厂的专利诉讼（主要是蓝光和白光），实际上只要做到一定规模，无论出口与否都会遇到专利挑战，但出口受专利诉讼的可能性更大一些。单从专利诉讼来讲，其并不可怕，只要主要的竞争对手都有缴纳，大家还是在同一竞争起跑线上，台湾各大涉蓝光和白光的 LED 芯片厂在成长过程中都经历过 LED 诉讼，在诉讼中达成和解，取得专利授权，不断壮大。最佳应对措施是现阶段做大规模，获得专利授权，同时不断加强自身研发，提高在专利诉讼中的议价能力，争取交叉授权。

二、其它外围厂商的竞争，特别是台湾地区厂商，台湾厂商沿袭它们的传统战略——技术紧密跟踪国际大厂，同时大力提升产能，降低成本，2007 年台湾芯片产能全球第一，还有一些其它行业的巨无霸如鸿海、联茂、佳总正陆续进入这一领域，未来台湾产能将影响全球 LED 芯片市场价格波动。如果海外光电大厂无限制进入国内市场，国内企业会面临持续的竞争压力，这对于处于成长期的国内企业而言是十分不利的。现阶段是 LED 产业成长期，也是各 LED 大厂国内布局期，外资投资国内享受税收优惠，国内企业在竞争中处于不平等地位，对外资进入国内市场，应鼓励在国内设厂从事外延、芯片等具有核心技术的企业，这些企业可促进国内人才培养，整体技术水平的提高；应限制那些封装在国内，外延、芯片等具有核心技术的部分在国外专为占领市场而来的企业，一旦让这样的企业在各个核心领域卡位，本土企业享受不到技术进步带来的好处，发展空间又受限，将来抢位恐怕又得靠价格战，做吃力自己又不讨好的事情，因此目前应对仅封装部分在国内的外资加以限制，如加征芯片进口关税。

4.7.4 我国半导体照明产业发展的对策

（1）政府发挥主导作用，从宏观层面进行统筹规划。由于半导体照明技术开发和生产涉及多个学科、多个行业和多个部门，需要相关领域和机构的人员共同努力才能

完成，因此政府在其中要发挥主导作用。加强宏观管理和统筹规划，协调各方的利益关系，加大对半导体照明研发的经费投入，制定各项措施来鼓励研究人员进行半导体照明研发。构建国家科研条件平台和信息服务平台，建立共享机制，避免重复开发，实现开放环境下的资源优化配置。

（2）提高自主创新能力，推进科技成果产业化。在半导体照明技术上需要围绕着提高发光效率、延长使用寿命、降低制作成本等内容，从材料外延、芯片制作、器件封装和应用等方面展开研究，加大关键技术的研发力度，重视物理和材料科学的基础研究。要在技术门槛较高的产业链中上游环节实现规模产业化的技术突破，避免在国际分工中沦入产业链的末端。加快半导体照明工程产业化基地建设步伐，设立产业化示范工程。企业应成为示范工程实施和技术创新的主体，要以项目管理的方式开展工作，使研发目标围绕产业化来进行。建立市场化的运作机制，引导民间资本参与基地建设，推动项目的有效实施和产业化。

（3）支持和鼓励技术应用，扩大产品的市场需求。日本已采取减免税收措施鼓励采购发光二极管照明产品，他们出台了改善与提高能源使用的促进税法，规定 2006-2007 年间企业或机构使用发光二极管照明取代白炽灯照明可获得投资额 130% 的超额折旧，或者是投资额 7% 的税率减免。我国也应尽快出台相关政策和措施，以此来缩小半导体照明与传统照明工具之间的采购成本差距，提高企业和公众使用半导体照明的积极性，为进一步降低技术成本创造条件。同时加大半导体照明的宣传力度，普及相关领域的基础知识，扩大产品的市场需求，逐步推广该技术的应用，从而带动半导体照明产业健康快速发展。

（4）开展知识产权战略研究，重视专利信息的有效利用。国外半导体照明产业发展较早，专利制度运用相对熟练，目前半导体照明专利几乎由日本和美国垄断，他们不仅申请了大量核心专利，还通过多种形式向境外渗透。但是就半导体照明技术发展本身来说，由于白光普通照明远没有达到产业化程度，因此仍有很大的技术发展空间。我们应该以此为契机，专门组织专利的分析研究以寻找突破，在此基础上选择优先发展方向，对可能形成自主知识产权的项目给予特殊经费和政策支持。提高半导体照明研究型企业申请专利保护的意识，同时还须重视我国在境外的知识产权保护。

（5）加快制定行业和产品标准，促进照明行业规范发展。必须从战略高度重视半导体照明标准化工作，加快研究和制定一些能够密切联系生产实际、实用且有先进性的标准，拒绝未经过良好光学设计、不符合行业标准的产品进入市场。并且要从市场应用中发现问题，及时对标准进行修订，同时争取参与到国际标准的制定工作中去。

（6）加强国际合作，缩小与国外的技术差距。积极参与国际间的技术交流与合作，包括定期举办一系列学术会议、展会等，加深了解国外技术进展和趋势。积极与国外企业建立战略伙伴关系，加强与这些企业的合作研究和开发，在国内适当建立相关的合资企业，引进和吸收国外先进技术，努力缩小该技术与国外发展的差距。增强我国

半导体照明产品的国际竞争力，积极开拓国际市场，逐步提高产品占有的国际市场份额。

（7）重视和加强人才队伍建设。科技创新要以人为本，半导体照明技术的发展需要大量高素质、高技能的人才。我们要引导高等院校和职业技术学院设置相关专业，培养专门人才，包括目前较为短缺的高级技术工人。同时制定半导体照明专业人才培养计划，提升国内相关技术和管理人员的专业水平，培养产业发展急需的人才。建立有效的人才引进机制，设立专项资金鼓励出国人员回国工作或共同创业。

4.7.5 推动 LED 产业发展的具体措施

一、政府应引导和调控产业发展

政府要出台有利于发展 LED 产业的政策，在发展过程中出现不平衡时要进行引导和宏观调控。国家应把发展半导体照明产业当做节能的重大项目，出台相关优惠政策，给予重点扶植。对当前分散、重复研究的现象，用控制投入课题项目研究开发资金的办法加以引导和调控，变成集中研究、分工合作、成果共享的模式，重点支持和鼓励有自主知识产权的创新项目，使中国在 LED 领域的研究水平尽快赶上世界先进水平。同样采用政府引导和调控办法，对 LED 前工序规模偏小的相关企业进行整合、合并、合资，集中资源，扩大产业化水平。对后工序封装企业要引导投资，重点扶植，扩大产业化规模，使 LED 产业化的水平在国际上具有一定的竞争能力。

二、加强基础研究开发

从当前中国 LED 产品的性能、质量来看，还处在中下水平。分析原因主要在于中国的基础研究、开发不足，急于加工和销售 LED 产品。为此，提出以下七个方面内容来加强基础研究、开发工作。

1、加强高亮度 LED 及功率 LED 外延、芯片的研究、开发

主要是提高发光的内量子效率和外量子效率，提高产品性能、稳定性、一致性和可靠性，转化为产业化的成品率。在功率 LED 技术上要有所突破，要有自主知识产权的核心技术。

2、白光 LED 及功率 LED 的封装技术

LED 封装技术当前要解决的是提高取光效率，提高衬底散热性能、降低热阻，提高抗光衰能力和工作寿命。在白光和功率 LED 封装中要解决出光均匀性、一致性，白光的色温、显色性、抗光衰能力、可靠性等问题。功率 LED 热阻希望达 $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下或更低 $1^{\circ}\text{C}-5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

3、高亮度及白光 LED 可靠性研究

LED 的工作寿命到底有多少，国内很少有人做过深入探讨，现在到处广告宣传为 10 万小时，不真实，国外较好的产品均标为 3 万-5 万小时。2005 年 ASSIST（固态照明体系及科技联盟）提出了可靠性的推荐标准，主要内容是功率 LED 划定为工作电流 100mA 为限。半导体照明用的功率 LED 工作寿命的判据：光照明的光衰下降至 70%；光色照明的光衰下降至 50%；还有色温的变化指标等。

4、LED 的光、电、色参数的测试

LED 的光、电、色参数的测试在国内还没有完全解决，特别是白光 LED 的光和色参数，现在很多白光 LED 不适合照明，要有深入的研究探讨，特别是适应普通照明的白光 LED 光、色参数要求，如色温、显色性、色纯度、光谱分布、出光均匀性、照度等等。CIE（国际照明委员会）已制定有关半导体照明的标准要求，只有深入研究，制定出相关的测试方法，并建立权威性的检测中心，开展统一标准的检测，才能推动半导体照明产品的深度发展。

5、LED 产业发展的主要原材料配套件的基础研究

目前 LED 产品的产业链中几种主要原材料配套还是依赖进口，一定要加强这方面的投入和研发，使它尽快国产化。包括关键原材料、外延用的衬底、有机源，封装用的高性能环氧树脂、硅胶等；白光 LED 封装用的荧光粉，要求提高激发效率，提高稳定性和抗光衰能力，研发激发多色的荧光粉等；LED 控制和驱动集成电路，要求开发出不同场合应用的 IC，适合大功率 LED 驱动、不同连接方式的控制和驱动 IC 等。

6、LED 产业发展的关键设备装置

目前国内 LED 生产制造的设备、测试装置等与国外的差距还是较大的。主要是外延设备 MOCVD 及部分前工序芯片制造设备和后工序全自动封装设备及自动化测试仪器，希望国内相关部门和企业能加强投入，加速研发，尽早为 LED 产业配套，形成完整的 LED 产业链。

7、LED 专用灯具的设计及制造

现在很多 LED 应用产品的灯具一是采用现有其他灯具，二是仿制国外样品制造。其 LED 灯的性能很不理想，在此要加强应用产品研发力量，支持鼓励自主创新的设计。其技术上要求适合 LED 出光特点的二次光学设计，提高出光效率，提高散热性能，设计适合不同场合应用不同聚光特性的灯具，适合多芯片组合的大功率 LED 灯的灯具。

三、扩大 LED 产品应用

扩大 LED 产品的推广应用，扩大市场是促进 LED 产业发展的最大动力，应给予高度重视。从国内 LED 市场来分析，还存在不少问题，主要表现在：由于没有统一的检测标准和可靠性考核指标，市场上经常出现 LED 产品以劣充好，价格混乱，这样会

产生对 LED 产品的不信任感，应引起高度重视。在此呼吁相关部门尽快制定有关标准、考核办法，并建立权威性的检测中心，进行测试比对和统一计量。

在 LED 产品应用开发上，按现有状况提出如下三个方面要加以重点开发。

1、加速开发半导体照明的应用，这里主要指 LED 的光色照明（景观照明和装饰照明）、专用普通照明、安全照明、特种照明和普通照明光源（这是最大的潜在市场，将逐步进入该市场），以及应用太阳能的 LED 照明产品。这些半导体照明市场潜力有上千亿元。

2、加大开发各种尺寸 LCD 用的 LED 背光源，有小面积的手机、MP3、MP4、PDA、数码相机等用的背光源，中等面积约 9 英寸-20 英寸用于终端显示器的 LED 背光源和大面积 LCD 彩电的背光源，这些潜在市场有几百亿元。

3、汽车上的各种灯：前后灯、转向灯、侧灯、刹车灯、前照灯、车内照明灯及仪表盘显示器，应要全面进入开发应用，潜在市场有上百亿元。只要不断扩大 LED 产品的应用开发，并扩大应用市场，才能确保 LED 产业的高速发展。

4.7.6 实现 LED 产业跨跃式发展的主要策略

1、实施扩大国内需求为主、兼顾外部需求的市场发展策略

中国半导体照明产业应该以市场驱动，以用立业，其目标市场应该逐渐转向国内、国际市场并重。一方面继续扩大出口，以提高国际市场份额为目标，使中国成为全球半导体照明产业生产大国；另一方面，通过政府采购、示范工程等各种方式扩大国内市场需求，推动 LED 产品应用，加大对传统照明市场的渗透。

2、实施自主创新与引进相结合的产业技术策略，以及发明专利与实用专利并重的知识产权策略

中国在半导体照明产业技术发展上应该采取自主创新与技术引进相结合的策略，突破产业技术瓶颈。在知识产权方面，鼓励多种技术路线并存，鼓励发明创新，以外围专利包围核心专利。上中游产业以开拓新的白光技术路线为主，发展市场前景好、可操作性强的技术，并以发明专利为主进行专利申报；同时不放松对上中游产业主流技术路线的外围专利技术开发，形成以外围专利包围核心专利的态势，在市场竞争中占据有利地位。在下游封装及应用产品领域，充分发挥中国实用新型专利多的优势，提倡申报应用产品的外观设计专利。

尽快建立中国半导体照明产业知识产权联盟，研究布署专利战略（限制性、原创性），设立国家半导体照明产业专利池，以应对可能的知识产权纠纷和诉讼。

3、实施龙头带动、大小并举的产业组织策略

中国半导体照明产业发展应重点培育龙头企业，扶持大企业的发展。使大企业结合中小企业，分布在不同的产业环节，共同建立完整的、高度垂直分工的产业链以及产业合作网络。对于大型企业，应该力争通过核心技术研发、合作合资、收购兼并等方式，成为价值链高度整合的 LED 企业。对于中小型企业，应该以市场为导向，采取集中策略，将有限资源投入特定细分市场。政府也应该积极引导中小企业进入大企业的发展体系，鼓励中小企业策略联盟，形成产业集群优势。利用产业集群的聚集经济性加速半导体照明产业发展速度，构建虚拟的高度垂直分工的合作体系。

4、实施加大投入、整合资源的政府引导策略

从节约能源的战略高度加大国家资金投入，建立国家半导体照明工程研发中心与检测中心，针对半导体照明领域的前沿高端技术进行基础研究和技术研发，以获得核心专利技术，保障中国半导体照明产业未来拥有核心竞争力。此外，半导体照明产业涉及科技、城市规划、环保、交通、电力、建筑等多个部门，要实现生产要素的有效配置和高效协作，必须强化政府的宏观引导，统筹布局，集中资源，重点突破。制订并实施产业导向政策、技术政策、人才政策以及其它相关优惠政策，是产业健康发展的必要环境。

5、实施垂直化分工的集群化产业布局策略

在产业布局方面，采取非均衡发展、效率优先、适度集聚、兼顾公平的策略，选择有条件的地区建立垂直分工、合理布局的规模化、集群化产业基地。通过专业性、特色化的基地建设，有效地整合资本、人才、技术等生产要素，发挥基地的集聚、孵化、辐射和示范作用，引导关联企业走向产业集群，快速提高产业集中度，形成以半导体照明为载体，与能源、环境一体化协调发展的产业体系，实现关键原材料、设备和配套产品的国产化，提高基地产业的配套能力。通过技术攻关、示范工程、资金信贷支持及优惠政策，优先扶持一批重点企业，加快启动一批重点项目的建设，推动产业技术升级和企业规模化经营，尽快形成有国际竞争力的规模化龙头企业。

6、实施以政府采购为重要引导的产业应用示范策略

充分利用上海世博会的契机，配合国家半导体照明工程，协调鼓励各地区及企业积极参与半导体照明应用示范工程建设，在更大范围内推广应用半导体照明技术。重点选择一批有影响力的重大工程、著名建筑和景观以及公共场所，通过政府采购，开展半导体照明应用示范工程建设。对今后城市规划建设的重大标志性工程项目，积极引导推广应用半导体照明产品，通过示范工程营造市场环境，带动市场需求，同时积极引导技术创新，来推动应用产品的技术集成。

7、实施“两种资源，两个市场”的国际合作策略

以全球化视野，利用国内外两个市场，在人才、市场、技术等方面全方位开展国际合作，整合全球各类资源，积极参与国际市场竞争，不断提升国际竞争力。

实施人才全球化战略，以“不为我有、但为我用”的用人原则，积极引进国际上成熟的研发人才和团队（尤其是领军人物和工程化技术人才），在国内形成一批技术带头人，尽快抢占技术高地。

积极引进国际大型半导体照明公司加入中国半导体照明产业链，带动国内企业水平的全面提升，并通过产品本地化进程培养技术人才；鼓励有实力的企业和跨国公司建立联合的研发中心；鼓励企业走出去，在美、日、韩等 LED 技术水平较高的国家建立研发基地，利用当地技术人才进行技术研究和新产品开发。紧紧抓住国际半导体照明市场发展迅速的契机，鼓励国内骨干企业积极开拓国际市场，大力发展高附加值应用产品，逐步实现由低端产品向高端产品的转变。

第五章 白光 LED

5.1 白光 LED 概述

5.1.1 可见光的光谱与 LED 白光

20 世纪 60 年代，科技工作者利用半导体 PN 结发光的原理，研制成了 LED 发光二极管。当时研制的 LED，所用的材料是 GaAsP，其发光颜色为红色。经过近 30 年的发展，现在大家十分熟悉的 LED，已能发出红、橙、黄、绿、蓝等多种色光。然而照明需用的白色光 LED 仅在近年才发展起来。

众所周之，可见光光谱的波长范围为 380nm-760nm，是人眼可感受到的七色光——红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，但这七种颜色的光都各自是一种单色光。例如 LED 发的红光的峰值波长为 565nm。在可见光的光谱中是没有白色光的，因为白光不是单色光，而是由多种单色光合成的复合光，正如太阳光是由七种单色光合成的白色光，而彩色电视机中的白色光也是由三基色黄、绿、蓝合成。由此可见，要使 LED 发出白光，它的光谱特性应包括整个可见的光谱范围。但要制造这种性能的 LED，在目前的工艺条件下是不可能的。根据人们对可见光的研究，人眼睛所能见的白光，至少需两种光的混合，即二波长发光（蓝色光+黄色光）或三波长发光（蓝色光+绿色光+红色光）的模式。上述两种模式的白光，都需要蓝色光，所以摄取蓝色光已成为制造白光的关键技术，即当前各大 LED 制造公司追逐的“蓝光技术”。截至 2007 年，国际上掌握“蓝光技术”的厂商仍仅有少数几家，所以白光 LED 的推广应用，尤其是高亮度白光 LED 在中国的推广还有一个过程。

5.1.2 白光 LED 发光原理

白光 LED 发光的方式主要按使用 LED 发光二极管的使用数量可以分为单晶型和多晶型两种类型。

第一种是单晶型，即一只单色的 LED 发光二极管加上相应的荧光粉，就如同日光灯的发光方式一样，采用 LED 发光二极管激发荧光粉发光。通常采用两种方式，一种方式是蓝光 LED 发光二极管激发黄色荧光粉产生白光，另一种方式是紫外光 LED 激发 RGB 三波长荧光粉来产生白光。许多厂商主要从事白光 LED 的研究，通常都先从蓝光 LED 开始研发及量产，有了蓝光 LED 的技术之后再开始研发白光 LED，然而目前最常用蓝光 LED 激发黄色荧光粉来产生白光，但是用蓝光 LED 来发白光的方式的发光效率仍然不足，许多厂商开始向另外一个方向就是往紫外光 LED 来发展，利用紫外光 LED 加 RGB 三波长荧光粉来达到白光的效果，其发光效率比蓝光好上许多。而紫外光 LED 加 RGB 三波长荧光粉的方法，则关键技术在高效率的荧光体合成法，也就是如何把荧光粉有效的附着在晶粒上的一项技术。

另一种是多晶型,即使用两个或两个以上的互补的 2 色 LED 发光二极管或把 3 原色 LED 发光二极管做混光而形成白光。采用多晶型的产生白光的方式,因为不同的色彩的 LED 发光二极管的驱动电压、发光输出、温度特性及寿命各不相同,因此在使用多晶型 LED 发光二极管的方式产生白光,比单晶型 LED 产生白光的方式复杂,也因 LED 发光二极管的数量多,也使得多晶型 LED 的成本亦较高;若采用单晶型,则只要用一种单色 LED 发光二极管元素即可,而且在驱动电路上的设计会较为容易。因此,现在很多厂商均把单晶型 LED 作为白光 LED 发展方向。

5.1.3 白光 LED 主要发光方式

所谓白光,是多种颜色混合而成的光,人类眼睛能看见的白光至少由两种颜色的光混合而成,如二波长光(蓝色光+黄色光)或三波长光(蓝色光+绿色光+红色光)。

发白光的 LED 于 1998 年开发成功。这种 LED 是将 GaN 芯片和钇铝石榴石(YAG)封装在一起制成的。GaN 芯片发蓝光($\lambda_p=465\text{nm}$, $W_d=30\text{nm}$),高温烧结制成的含 Ce³⁺的 YAG 荧光粉受此蓝光激发后发出黄色光,峰值 550nm。蓝光 LED 基片安装在碗形反射腔中,覆盖混有 YAG 的,厚约 200-500nm 的树脂薄层。LED 基片发出的蓝光部分被荧光粉吸收,另一部分蓝光与荧光粉发出的黄光混合便得到了白光。现在,对于 InGaN/YAG 白色 LED 来说,通过改变 YAG 荧光粉的化学组成和调节荧光粉层的厚度,可以获得色温为 3500-10000K 的各色白光。

经过近 10 年的发展,制成白光 LED 的组合方式通常有三种。

- (1) 蓝光 LED 与 YAG(钇铝石榴石)黄色荧光粉的组合;
- (2) 红/绿/蓝三色 LED 的组合;
- (3) 紫外 LED 与多色荧光粉的组合。

1、蓝光 LED 与 YAG 黄色荧光粉的组合方式

这是目前最常用的白光 LED 制作方式。主要是使用蓝光 LED 和 YAG 黄色荧光粉的组合。由于此种组合制作简单,在所有白光 LED 的组合方式中成本最低而效率最高,大部分白光 LED 都以此种方式制成。2008 年 7 月,欧司朗宣布,已经在实验室创造了一项白光 LED 新记录:在工作电流为 350mA 的标准环境下,实现了 155lm 的峰值亮度和 136lm/W 的效率,而一般白光 LED 商品的发光效率在 30-50lm/W 之间,为传统灯泡的 2-3 倍。虽然这种白光 LED 的效率指标同时受蓝光 LED 和荧光粉两者的影响,然而荧光粉的效率提高不大,近年来提高的动力主要来自蓝光 LED。

经过实际使用后发现,此方式制作的白光 LED 的最大不足是显色性偏低,最大仅为 83 左右。经分光分析法精密测试发现,主要是因为荧光粉在红光区域的光度太弱所

致。虽然目前白光 LED 商品的发光效率为传统灯泡的 2-3 倍,但若要取代灯泡,除了价格之外,其显色性和暖色性仍有待提高。目前,一般照明已不选用日光灯,而使用灯泡的最大原因在于其出色的显色性和暖色特性。因此,寻找和添加高效率红色荧光粉以提高显色性,是研发 LED 的主要课题之一。

另外,因为这种白色 LED 的色温均匀性不佳还常常造成使用者的困扰。用眼睛观察时,很容易在一堆白光 LED 元件里发现每一只的颜色都不同,甚至同一只 LED 以不同角度观察时也可发现其色温有所差异。这是因为此种 LED 所发出的蓝光直接参与混光,在生产白光 LED 中所用的蓝光 LED 的发光量,以及所添加的荧光粉的数量都有自然的误差值,此误差足以被灵敏的眼睛所察觉。因此,提高荧光粉添加的控制精度,也是改善生产工艺与质量的重要课题。

鉴于这种白光 LED 的特点,其应用范围逐年扩大,尤其是小型彩色 LCD 背光源大量使用于手机、PDA、数码相机中,或者直接用于手电、照相手机的闪光灯等消费性产品。由于日本日亚公司拥有该组合方式的多国专利,即使有少数公司与其交互授权,但是这一市场事实上非常接近独占状态,因而价格居高不下。若以单位发光量的成本计算,其价格几乎为传统灯泡的 100 倍。虽然近年来世界各地在荧光粉研发方面的投入逐渐增加,且荧光粉的种类很多,但到目前为止,YAG 荧光粉依然具有最高的蓝光 LED 转换效率的事实似乎难以改变。

2、使用红/绿/蓝三种 LED 晶粒组合的方式

各种颜色 LED 的发光效率分别为:蓝光 LED 为 30lm/W;绿光 LED 为 43lm/W;红光 LED 为 100lm/W,组成白光后的平均效率大于 80lm/W,而显色性可达 90 以上。此种白光 LED 的最大优势是,只要配合适当的控制器个别操控各色 LED,很容易让使用者随意调整出所喜爱的颜色,这是其它光源无法做到的。

近来因红/绿/蓝三色 LED 的组合色饱和度很高,逐渐受到大型 LCD TV 背光源需求的重视,各国相继开发 LED 背光源 LCD TV,拥有 CCFL 无法达到的优异性能和新功能。预计其随 LCD TV 进入家庭的潜力极大。

3、紫外 LED 与多色荧光粉的组合

第三种白光 LED 是使用紫外 LED 与多种颜色的荧光粉组合而成,其概念与日光灯相似。由于紫外线光子的能量较蓝光高,可激发的荧光粉选择性增加,无论哪种颜色的荧光粉的效率大都随激发光源波长的缩短而增加,尤其是红色荧光粉。这种封装方式和第一种 LED 完全相同,成本相同,但因为所有白光都来自于荧光粉本身,紫外光本身未参与混光,因此颜色的控制较第一种 LED 容易得多,色彩均匀度极佳,显色性根据所混合的荧光粉数量和种类而定,通常控制在 90 左右。然而,这种白光 LED 最大的问题在于效率相对偏低,主要原因在于所使用的紫外 LED 效率偏低。GaN LED 效率对波长变化时,在 400nm 时达到最大值,低于 400nm 后效率急剧下降;此外,因

为前后两个光子的能量差为自然能量损失，由于紫外光转换为红光时，其能量损失比从蓝光转换者高 10%-20%，这也会影响整体效率。目前这种白光 LED 商品比较少，使用的紫外 LED 在 380-400nm 左右，其最终效率只有第一种白光 LED 的一半。

5.2 国际白光 LED 的发展

5.2.1 国际白光 LED 产业发展状况

虽然早期的白光 LED 受制于日亚化学在蓝光的专利进展并不顺利。不过各国在材料以及工艺技术的研发上仍在积极进行，其中仍是以美、日大厂较为积极，因此，预计 2015 年以前，美、日仍将是白光 LED 的领导者。

为了规避日亚化学的专利所产生的影响，各国厂商多向三波长紫外光加上荧光粉发出白光之技术方向发展，而紫外光 LED 以美国 Cree 技术层次最高，其发光效率在 2004 年已达 82lm/W。若以紫外光专利数来看，研究紫外光 LED 获专利最多的是日本，以 Toyoda Gosei 和 Nichia 最为积极，紫外光 LED 的专利数分别为 15 件和 11 件，在白光亮度领先的机会最大。

相对于美日两国，韩国厂商也有产能扩充计划。其中 LG Innotek 的蓝光生产线由 2001 年的 150 万只/月扩增至 2002 年的 450 万只/月；Seoul Semiconductor 则于前两年启用蓝光 LED 生产线，相应的营销收入比将由 10% 提高到 80%。

至于台湾业者部分，由于蓝光 LED 的流行，截至 2006 年，台湾投入 GaN 蓝绿光外延晶生产的厂商共有 17 家，其中已上市的国联、晶电和灿圆规模较大。至 2002 年底台湾厂商光晶粒的量产高居全球第二位，仅次于日本，因此成为 2002 年蓝光 LED 热潮下的主要受惠者。

至 2005 年年底，台湾 MOCVD 机台密度最高的地区情况如下：其中四元机台有 77 台、氮化物机台 88 台、LD 和 HBT 机台 50 台，若以氮化物机台推算，台湾蓝绿光 LED 的全产月产能为 4-5 亿只，但 2005 年的产出只有 2.1 亿只，虽然较 2005 年年初的 1 亿有相当大的成长，但蓝绿光 LED 的生产量依然较低。

台湾在可见光 LED 部分全球总产值市占率约二成，台湾 LED 下游封装产值受到蓝光手机热卖的影响，在 2002 年达到新台币 231.7 亿元，年增长率高达 33.8%。同时，台湾蓝光 LED 晶粒月产量也达到 21000 万只，占全球 26% 市场，仅次于日本的 41%，位居世界第二位，已在全球传统 LED 市场上占有极重要的地位。面对高亮度蓝、白光 LED 庞大的市场潜力，厂商态度更加积极。过去由于日亚化工对 InGaN 系 LED 技术授权所设的障碍，导致业者即使具备量产高亮度蓝、白光 LED 的能力，仍得避开日本市场。

不过日亚化学在白光 LED 的晶粒、荧光粉比例、制程等方面的专利，经过近年来与各国厂商的多次诉讼以及相对不利于日亚的判决后，近几年的技术已逐渐突破，早期业者投入此领域的努力终于有成果，如上游的国联、晶元；中下游的光宝、华上、李洲、宏齐等都陆续量产蓝白光产品。白光 LED 主要是以蓝光 LED 加上荧光粉制造而成，荧光粉的专利掌握在美国的 Gelcore、欧洲的 Osram 和日本的日亚化学（Nichia）手中，这种“铁三角”的局面已随着 Osram 的授权而打破。白光 LED 大厂亿光是台湾第一家可以合法供应白光 LED 的厂商，其取得授权的速度最快，因此也成为白光 LED 的最大受益者。

此外，由博达科技与日本住友合资的博友光电开发出 ZnSe 白光 LED，已在 2005 年 6 月量产，2005 年 9 月出货，月产能 360 万只，成为全球第一只发白光的 LED 晶粒。

此外，另一大厂宏齐自 2005 年 9 月开始为 Osram 大量加工白光 LED，且 RGB 混成的白光 LED 主要作为数码相机的闪光灯和中大型 LCD 背光源，藉以区隔蓝光 LED 加上荧光粉混成白光 LED 的市场，2006 年出货量明显增长。东贝白光 LED 2006 年也开始少量出货，其出货量为每月 200 万只。

5.2.2 全球白光 LED 产业发展态势良好

白光 LED 最初主要应用于手机荧幕的背光源，大受欢迎并一发不可阻挡。此后，手机厂商对白光 LED 的需求持续增长，2006 年竟达到整体出货比重的 33%。与此同时，白光 LED 的价格一路走低，有利推广其在更广泛的范围内应用。2007 白光 LED 的价格仅为 2003 年的 1/3。2009 年全球白光 LED 市场将进一步扩大，有望实现 4000 亿日元的规模。

白光 LED 与传统的照明和显示光源相比较，有很多明显的优势。首先是节能和寿命长。传统的白炽灯泡采用的是热发光技术，它浪费了 90% 的能源。而发光二极管将给长达上百年历史的钨丝灯泡时代划上句号，它的效能转换率非常高，大大节省了用电量。白光 LED 照明的耗电量仅为相同亮度白炽灯的 10%-20%。普通灯泡只能用 1000 小时，白光 LED 灯可用 100000 小时。

其次是环保。由于只用 3 伏的电压，并且是直流电，没有电磁干扰。同时，由于寿命长，产生的废物少，且不像日光灯点亮后会产生汞蒸汽等污染物。其他的优点是，这种 LED 固体照明光源的体积小、重量轻、方向性好，并可耐各种恶劣条件，比如可以泡放在水中等。这些优点使它对传统光源市场将造成巨大的冲击。

苹果（AAPL-US）和 D 戴尔（DELL-US）2007 年夏季分别推出了采用白光 LED 作为背光源的 LCD 荧幕，Dell 的最新显示器厚度只有 2.21 公分，比前款薄了 0.25 公分。日光灯含有对人体有害的水银，所以采用白光 LED 作为背光源更环保。

白光 LED 也广泛应用于汽车照明, 如汽车头灯、内灯和汽油指示的小型 LCD 面板的背光源等。Toshiba、Matsushita、Display、Technology、Co. 已开始生产使用白光 LED 的汽车仪表盘 LCD 面板。

由于白光 LED 照明的各项优势, 尤其是在能源与环保方面, 各国和地区的政府均给予了大力的扶持。美、日、欧盟皆由官方成立专案, 编列预算与计划推行。

日本大阪已将 30 个街灯试用白光 LED, 其目标是更换所有 2.3 万个街灯, 以降低维修成本, 白光的使用期限是 2007 年大阪县使用钠蒸气灯的 3 倍。连新干线新世代列车 N700 的内部照明也使用白光 LED。

5.2.3 日本日亚化学开发出 150lm/W 白光 LED

2006 年 12 月, 日亚化学工业开发出了正向电流为 20mA 时、发光效率达到 150lm/W 的白色 LED。与日亚化学现行供货的产品相比, 发光效率达到了现行产品的 1.5 倍。如果只着眼于发光效率与其他光源进行比较, 则此次白色 LED 的发光效率达到了提高演色性后的荧光灯 (同上条件下发光效率为 90lm/W) 的约 1.7 倍, 为白炽灯 (同上条件下发光效率为 13lm/W) 的 11.5 倍, 甚至超过了普遍认为发光效率最高的高压钠灯 (发光效率为 132lm/W)。此次的白色 LED 与普通 LED 一样, 是由蓝色 LED 芯片与 YAG 类黄色荧光体组合而成。采用了与该公司 “NICHIAIRA KOH” 型号产品相同的封装, 接通 20mA 电流时可发出 9.4lm 的光通量 (色温为 4600K 时), 平均显色指数为 95。

在比较白色 LED 与其他光源的亮度时, 多数情况下不仅讨论其发光效率, 而且讨论将光源装配到照明设备上之后, 相对于接通电流, 照明设备可发出多大的光通量。在这种所谓的器具效率指标方面, 日亚化学工业使用此次的白色 LED 与白炽灯进行了比较。使用白色 LED, 并假定: 电源的接通电流会损失约 20%, 将白色 LED 的发光色改为灯泡色时发光效率会降低 25% 左右, 由于指向性高、因而白色 LED 发出的光可全部照射到设备外部, 那么, 照明设备整体的发光效率可确保达到 90lm/W。另一方面, 由于白炽灯发出的光通量只有 70% 左右可照射到照明设备外部, 因此照明设备整体的发光效率为 9.1lm/W, 白炽灯与使用此次白色 LED 时相比, 存在 10 倍的差距。

此次的高发光效率, 是通过迄今为止日亚化学工业内部开发的关键技术的累积而最终实现的。在对关键技术的改进方面, 改进了发光层, 另外为了提高从元件能取出光线的效率, 还在封装方面下了工夫。2007 年, 日亚化学工业着手提高生产技术, 实现了 150lm/W 产品的量产。

5.2.4 全球白光 LED 发展展望

当前全球照明市场的年均增长率约为 5.5%, 2000 年仅白炽灯、荧光灯的市场规模就达 45 亿美元。白光 LED 照明市场可望在 2010 年左右趋于成熟。

美国从 2000 年起投资 5 亿美元实施“国家半导体照明计划”。预计到 2010 年前后，美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被半导体灯具替代，每年仅节电就可达 350 亿美元。

欧洲专门制订了 COST 五年行动计划，它提出新型光源要符合三个条件：高效、节能；不使用有害于环境的材料；模拟自然光，其显色指数接近 100。半导体已在电子学方面完成了一场革命，第二场革命将在照明领域进行，到 2020 年左右，固体光源的发光效率将达到 200lm/W，能符合 COST 计划提出的对新光源的要求，这样，在国际上掀起了 LED 照明的热潮。

5.3 中国白光 LED 的发展

5.3.1 中国白光 LED 的开发及推动情况

对于一般照明而言，人们更需要白色的光源。1998 年，发白光的 LED 开发成功之后，白光 LED 的发光效率逐年提高，商品化的器件已达到白炽灯的水平，实验室的白光 LED 的发光效率已接近荧光灯的水平，并在稳步增长之中。由于 LED 还具有无污染、长寿命、耐震动和抗冲击等鲜明特点，故白光 LED 是 LED 产业中最被看好的新兴产品，在全球能源危机不断加剧的背景下，白光 LED 在照明市场的前景备受瞩目。

自从发光二极管（LED）出现以来，人们一直在努力生产并完善固体光源，第一个商品化二极管产生于 1960 年。随着发光二极管 LED 制造工艺的不断进步和新型材料（氮化物晶体和荧光粉）的开发及应用，发光二极管的应用从信号显示逐步转向照明光源；从单色（各种单一色彩的光）发展到白光；发白色光的 LED 半导体固体光源性能不断完善并进入实用阶段。白光 LED 的出现使高亮度 LED 进入高效率照明光源市场。

随着 LED 亮度的逐年提高，过去只能在室内使用的各种显示功能逐渐扩展到户外。光源的种类也得以丰富。虽然其中不乏使用 LED 取代灯泡的例子，但整体而言，LED 依然以单色显示应用为主，如手机和数码相机的 LED 闪光灯、车用尾灯、刹车灯、交通红绿灯乃至近年来常见的地埋灯或建筑景观照明等。然而，应用仍以显示和特殊照明为主。

离一般照明应用还有一段差距，究其原因，是白光 LED 的效率和价格的改善速度太慢，故极需各国政府大力投入支持，才能加速研发步伐。可喜的是许多国家政府都制定了国家级计划，投入巨资，同时研发结合产学研力量，有望加速相关技术的发展，使下一代照明光源得以早日实用化。日本、美国、韩国和中国均出台了国家级白光 LED 计划。

中国国家级的 LED 推动计划预计历时 15-20 年，资金预算相当于长江三峡电厂建设经费的 5%，建成后预计可节省大陆 30% 的照明用电，相当于一座长江三峡电厂的

发电量。该计划分近期、中期和远期实施。计划名称为“中国国家半导体照明工程”，为期二年（2003-2005 年），国家投入经费为 12000 万元；中期规划将实施于国家的第十一个五年计划中（2006-2010 年），以一个“平台两条链（研发+产业）”为主体，产业界的研发目标为 100lm/W，研究所为 120lm/W，市场价格目标为人民币 0.05 元，单位流明；远期计划中将制国家固体照明战略，将于 2020 年前投入经费 50-100 亿人民币，研发目标为 160-200lm/W，市场价格目标为每流明 0.015 元。

5.3.2 中国白光 LED 市场发展特点

白光 LED 成为掌上产品液晶显示荧幕背光首选方案

依据发光波长不同，手机用 LED 可以分为蓝白光及黄绿光两大类。虽然这两种 LED 都可以做为手机的背光源，不过就彩色面板所需要的亮度而言，黄绿光并不足以应付。而且绿光 LED 的毛利较低，对生产商的利润空间实在有限，再加上制造简单，产量很容易拉上来，常常容易进入价格战。同是晶粒，大家当然想增加高毛利产品的比重。只不过需求量增加不明显，所以白光 LED 并没有为晶粒厂带来爆发性的收入。

随着彩色 LCD 在手持设备中的广泛应用，需要创建一种小尺寸、低成本的白色背光源。传统方案采用冷阴极荧光灯（CCFL）和电致发光（EL）板，但这些电路对于当前的手持式消费类产品而言存在尺寸大、价格昂贵、复杂度高等问题。目前，利用先进的 LED 技术已经能够生产出发射白光的 LED。白光 LED 与传统的背光源相比具有诸多优势，其中包括小尺寸、低成本、复杂度低、高可靠性等。为彩色手机创造绚丽背光的白光 LED。白光 LED 已成为掌上产品液晶显示荧幕背光首选方案。

半导体照明取代传统照明势在必行

白光 LED 在照明市场的前景备受全球瞩目，它将成为 21 世纪的新一代光源，以替代白炽灯、荧光灯和高压气体放电灯等传统光源。由于白光 LED 应用照明市场的未来发展潜力巨大，全球 LED 照明光源市场每年成长 5%。白光 LED 是一种多颜色的混合光，如蓝色光加黄色光可得二波长白光；蓝色光、绿色光与红色光混合可得三波长白光。白光 LED 具有丰富的光谱，不再具有单色性，它可广泛应用于照明场所。白光 LED 与白炽灯相比可节省 80%-90% 的电能，且寿命可超过 10 万小时。目前主要问题是芯片成本高，但从电子产品性价比发展规律看，半导体灯进入普通家庭已为期不远。高性能 LED 广泛用于一些特殊场所，如军用装置、矿山、潜水、探险等行业。可以肯定地说，高性能 LED 正在成为一种极有竞争力的新型光源，它的商业化必将带来照明技术的一场革命。

中国是仅次于美国的第二大发电大国，2002 年中国发电总量为 1.65 万亿千瓦时，其中 1.34 万亿千瓦时（80%）为火力发电，燃烧大量的原煤和石油，产生大量的粉尘和 SO、CO₂ 等气体，环境污染严重。照明用电量已超过 1500 亿千瓦时，占总发电量

的 10%-12%（发达国家占 20%左右），大大超过三峡水力发电站年总发电量 840 亿千瓦时。中国是一个能源相对紧缺的国家，特别是华南，华东，华北更是缺电，所以在中国发展白光 LED 对于可持续发展具有战略意义。

无污染的环保光源

荧光灯荧光灯相对较省电，但废气特中有汞气污染、电磁污染、荧光灯管容易老化、使用寿命短、怕振动、易碎等问题。白炽钨丝灯泡具有安装简便，低效率、高耗电、寿命短、易碎。高压钠灯灯具有成本高，安装、维护困难，效率低、耗电高、寿命短。所有这此照明器材都在不同程度上对环境造成严重的污染。

白光 LED 应用于照明比现行光源寿命将提高 5 倍以上，可充分解决灯管含汞的环保问题，故白光 LED 为一无污染的环保光源。白光 LED 灯具有体积小、发热量低（没有热辐射）、耗电量小（低电压、低电流起动）、寿命长（10 万小时以上）、反应速度快（可在高频操作）、环保（耐震、耐冲击不易破、废弃物可回收，没有污染）、可平面封装易开发成轻薄短小产品等优点，没有白炽灯泡耗电高、易碎及日光灯废弃物含汞污染的问题等缺点，是符合环保理念的绿色光源。

对于白光 LED 寿命长一说法，一些厂商也有不同意见，白光 LED 近两年来在市场上的推广和使用，大量的信息反馈表明众厂家认为的所谓的长寿命 LED 竟遇到严峻的挑战，使用寿命不足几千小时，距厂家宣传的十万小时相差甚远。这就是大家在使用时忽略了 LED 本身电特性的影响。尤其是中国交通信号灯大量使用的 LED 光源，就出现了大量故障的现象。LED 应用厂家不得不重新面对这一现象。但是，随着白光 LED 的制造和驱动技术的不断完善，白光 LED 寿命将会越来越长。

5.3.3 2008 年我国白光 LED 应用情况

2008 年 LED 在背光与照明方面的发展最被厂商看好，尤其是在 NB 应用 LED 背光的比例将逐渐提高，中尺寸产品数字相框、车用导航等产品需求将有明显的成长，中尺寸产品应用 LED 背光的成本与采用 CCFL 的成本相当接近，而在小尺寸手机背光的应用，在数量上仍是白光 led 应用的主流，台湾厂商也积极朝向此一领域发展。另外，LED 在照明的应用发展也相当快速，特别在公共设施照明，如路灯等，我国政府也积极导入 LED 路灯的设置，期望减少对能源的耗用。

1、NB 用白光 LED

在 NB 应用方面，虽然 2007 年面板厂商导入 LED 背光模块应用在 NB 的态度相当积极，而且从下半年开始出货持续增加，然而 NB 采用 LED 为背光源仍属于导入阶段，客户对于 LED 的亮度、寿命与专利等议题仍有相当的考虑，因此 LED 供应来源仍仅限于 ToyodaGosei 与 Nichia 两家日系厂商。2008 年 NB 采用 LED 背光源的比例逐渐增

加, NB 用白光 LED 的需求随之持续增长, 因此 NB 用白光 LED 仍将呈现供不应求的局面, 价格也基本维持稳定的局面。

2、手机背光用白光 LED

在手机背光应用方面, 由于先前日系大厂似乎有意淡出此一市场, 因此台湾厂商积极切入, 并且有所斩获, 然而随着日系厂商产能持续开出, 意欲回头抢回此一市场, 以及 2008 年第一季手机市场适逢淡季, 需求明显转弱, 因此第一季价格呈现相当大的跌幅。2008 年在台湾厂商与日系厂商的激烈竞争之下, 手机背光用白光 LED 价格将持续下跌。

3、数位相框用白光 LED

在中尺寸的数字相框方面, 由于成本是厂商最重要的考虑, 因此在白光 LED 是采用 TopView 的封装方式, 而厚度的要求也不如手机背光来得严格。因为采用 TopView 的封装方式, 在亮度与寿命的表现比起 Sideview 来得好, 并且 TopView 的封装材料成本较低, 良率也较高, 使得整体成本可以降低。数字相框在亮度的设计由于各家厂商设计不太一致, 因此采用 LED 的颗数从 12 颗至 27 颗都有, 端看亮度与成本的要求。而 LED 的供应也不受限于日系厂商, 台湾与中国大陆封装厂产品均有采用, 因此在价格方面, 比起手机与 NB 应用来得便宜, 2008 年第一季价格约在 0.05 美元至 0.06 美元之间, 实际情况则视依照产品亮度的差别而定。

4、Highpower 白光 LED

在 Highpower 白光 LED 部分, 目前 Highpower 白光 LED 的数量仍不大, 主要应用在特殊照明, 如手电筒、矿工灯、自行车灯、路灯、装饰灯为主。至于在一般照明应用, 特别是家用室内照明, 由于主要照明大厂如 Philips、OSRAM、GE, 以及台湾本土照明业者如中国电器等, 均未推出 LED 灯泡, 因此目前市场上可以找到的 LED 灯泡仍以小厂、白牌产品为主, 因此 2008 年 LED 应用在照明应用上仍以特殊照明为主, 特别是在公共建筑用照明。

由于目前有能力供应 Highpower 白光 LED 晶粒厂商仍局限在 Philips Lumileds、Cree、OSRAM 以及台湾的晶电等, 因此 2008 年 Highpower 白光 LED 价格与上年相比变化不大, 约 2 美元左右。

5.3.4 2009 年白光 LED 市场价格走势分析

2009 年上半年, 由于 LED TV 与 LED NB 需求崛起, LED 芯片供不应求, 使得白光 LED 价格相较 2008 年呈现平稳。发光效率在 80Lm/W 以上的产品由于需求佳, 第二季度价格普遍持平或是小幅度下滑 5% 左右, 价格区间在 1.5 到 2 美元之间, 至于

60-70lm/W 的大功率 LED 价格，由于供给量较多，相较上季度跌幅 10% 左右，价格约在 0.8 到 1.2 美元区间。

2009 年第三季度由于 Notebook LED 背光持续加温，再加上液晶电视 LED 背光的需求快速增长，让 LED 芯片供不应求，这使得 LED 芯片的价格持平稳定，而 LED 白光价格则也因此仅出现微幅下降。而进入四季度，由于上游芯片产能未能及时开出，而市场大量需求未能被满足的情况下，芯片仍供不应求，价格维持稳定状况；而白光 LED 价格跌幅的空间亦有限。而此供不应求及价格平稳的情况，预计将至少持续到 2010 年的第一季度。

大功率 LED 方面，发光效率在 80lm/W 以上的产品由于需求佳，及主要供货厂商多数国际大厂，价格相对抗跌。第三季度价格仅小幅下滑约 4% 左右，价格区间约在 1.5 到 2 美元之间；至于 60-70lm/W 的大功率 LED 产品，由于属较成熟产品，供给厂商较多，因此价格跌幅较大约在 8% 左右，价格约在 0.6 到 1.1 美元区间。

在大功率 LED 方面，虽然效率提升迅速，但价格仍维持小幅下跌。而由于液晶电视 LED 背光源需求兴起，使得上游芯片厂商将产能移往中功率的 LED 芯片规格，因此排挤到原本大功率 LED 芯片产能，在上游芯片供给吃紧的情况下，第三季度大功率 LED 的价格呈现持稳状态。

5.3.5 我国发展白光 LED 照明的效益分析

照明用白光 LED 技术指标：

照明用白光 LED 不同于传统的 LED 产品，在技术性能指标上有一些特殊要求：光通量一个 $\Phi 5$ LED 的光通量仅为 1lm 左右，而用作照明的白光功率 LED 希望达到 1Klm。当然，光通量为 0.1Klm 和 0.01Klm 的功率 LED 也能达到要求较低的照明需求。由于 15W 白炽灯效率较低，仅 8lm / W，所以一个 15W 白炽灯的光通量，与 25lm/W 的白光功率 LED5W 器件相当。

发光效率目前产业化产品已从 15lm / W 提高到 25lm / W，研究水平为 32lm / W，最高水平已达 44.3lm / W。

色温在 2500K-6000K 之间，最好是 2500K-3500K 之间。

显色指数 Ra 最好是 100。

稳定性波长和光通量均要求保持稳定，但其稳定性程度依照明场合的需求而定。

寿命 5 万小时至 10 万小时。

到 2010 年前后，美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被半导体灯具替代，每年仅节电就可达 350 亿美元。日本计划到 2011 年将不再生产白炽灯，全面推广半导体照明灯。

我国是仅次于美国的第二大发电大国, 2002 年我国发电总量为 1.65 万亿千瓦时, 其中 1.34 万亿千瓦时 (80%) 为火力发电, 燃烧大量的原煤和石油, 产生大量的粉尘和 SO、CO₂ 等气体, 环境污染严重。照明用电量已超过 1500 亿千瓦时, 占总发电量的 10%-12% (发达国家占 20% 左右), 大大超过三峡水力发电站年总发电量 840 亿千瓦时。而半导体照明耗电量将是白炽灯的八分之一、荧光灯的二分之一, 其寿命约为白炽灯的 20 倍到 30 倍、荧光灯的 10 倍, 是节能与环保的“富矿”。所以, 发展高效、环保并节能的白光 LED 照明光源是非常必要的。

常见的支架式和片式 LED 由于热阻大、光衰减大、单个器件光通量小, 而不能胜任替代传统光源的重任。大功率白光 LED 器件是 LED 光源进入普通照明领域的必由之路。因此, 大功率白光 LED 器件的市场前景十分巨大。

此外, 白光 LED 照明产业具有技术密集和劳动密集双重特点。因此, 在我国发展白光 LED 照明产业, 不仅可以形成新的产业和出口增长点, 而且可以节约能源、减少环境污染并充分发挥我国劳动力资源优势, 符合循环经济的发展理念。

5.3.6 白光 LED 的应用情况

1、汽车

汽车车内照明的应用是 LED 大力发展的重点之一, 已使用在仪表板背光源、开关指示灯、功能指示灯及第三煞车灯等辅助光源, 并扩大用途至门灯、阅读灯、照明灯、方向灯、尾灯等。此外, 公共汽车成为另一个新市场, 使用的灯具有标示灯、煞车灯、转弯灯、尾灯等。由于 LED 具有使用寿命长、维护成本低及省电的优势, 高功率、高亮度 LED 于汽车市场的应用应有相当大的发展空间。

2、交通信号

由于 LED 较白热灯具有节能的优点, 且因多集结为一个信号灯, 不似单一灯泡故障后功能全无而影响交通安全, 因此在交通信号灯上的使用渐趋普遍, 在中国推展 LED 交通信号灯已十余年。由于交通信号需面对复杂的户外气候条件, LED 具有省电、寿命长、少维护等优点, 取代传统灯泡成为交通信号灯的新光源应是趋势。

3、照明应用

白光 LED 具有发热量低、耗电量小、寿命长、反应速度快、体积小、可平面封装等优点, 就其发光效率约 30lm/W 来看已超过传统灯泡 (效率 15lm/W), 而距荧光灯管 (效率 80lm/W) 尚有一段差距, 再加上照明设备发展已超过百年, 其价格早已相当稳定、透明, 因此相关厂商大量投入技术研发。

若白光 LED 以 1lm 每只单价为基础, 当降到 40 日元时, 将进入一般家庭的户外照明; 当降到 20 日元时, 可望进入家庭室内、走廊的灯具市场; 当降到 10 日元时,

将会出现白光 LED 全面替换日光灯管的局面。若从发光效率来看,一旦跨过 60lm/W (相当于 20W 日光灯管)的门槛之后,白光 LED 照明灯具便会迅速普及。

此外,在面板光源部分,传统的 CCFL 所占空间较大、重量较重,而且需要使用逆变器 (Inverter),不符合移动产品的需要,因此,LED 成为目前手机光源的优先选择。早期的手机面板所使用的 LED 型态以黄绿光 LED 为主,直到 1999 年底日本 NTT DoCoMo 推出 I-Mode 彩色屏幕手机,才开启白光 LED 在手机上的应用。移动通讯产品全彩化后,所使用的显示面板将是 Color-STN 或 TFT-LCD 的天下,在亮度、色度的搭配上,更是非白光 LED 莫属。因此,彩色手机市场的成长带动白光 LED 市场需求已成定势。

目前大多数移动电话产品所采用的 LED 灯数约在 2-4 个,全彩手机在彩色面板、按键上需要用到 6-8 只白光 LED,以全球手机市场规模约为 4 亿只为基础,以 50% 实现彩色化进行估算,则将有近 15 亿只的市场需求。以目前全球白光 LED 生产规模来看仍供不应求。所以,白光 LED 仍有宽广的成长空间。

除移动电话外,PDA 则将是白光 LED 另一个发展区域,虽然白光 LED 在耗电方面的数值仍高于 CCFL,但考虑轻薄、短小的趋势后,白光 LED 光源后势喜人,因此,SONY 等公司已在其产品中采用白光 LED 为背光源,类似 PDA 规模的产品应用也会陆续出现。

近年来大幅增长的数码相机市场,由于白光 LED 已开始用于手机附带的数码相机的闪光灯,且 2006 年此类手机的比重约 15%,如以闪光灯约需 3-4 只估算,则一年约需 2.7-3.6 亿只。

5.4 白光 LED 技术进展分析

5.4.1 白光 LED 的技术概况

自从出现发光二极管 LED 以来,人们一直在努力追求实现固体光源,随着发光二极管 LED 制造工艺的不断进步和新型材料(氮化物晶体和荧光粉)的开发及应用,使发白色光的 LED 半导体固体光源性能不断完善并进入实用阶段。白光 LED 的出现,使高亮度 LED 应用领域跨足至高效率照明光源市场。曾经有人指出,高亮度 LED 将是人类继爱迪生发明白炽灯泡之后,最伟大的发明之一。所谓白光是多种颜色混合而成的光,以人类眼睛所能见的白光形式至少须两种光混合,如二波长光(蓝色光+黄色光)或三波长光(蓝色光+绿色光+红色光),目前已商品化的产品仅有二波长蓝光单晶片加上 YAG 黄色荧光粉,在未来较被看好的是三波长光,以无机紫外光晶片加 R.G.B 三颜色荧光粉,此外有机单层三波长型白光 LED 也有成本低、制作容易的优点。三波长白光 LED 2008 年有商品化的机会,未来应用在取代荧光灯、紧凑型节能荧光灯泡及 LCD 背光源等市场,对白光 LED 的市场成长有很大的帮助。

在技术方面白光 LED 主要分为两种发光方式：目前主要的商品化作法是日亚化学（Nichia）以 460nm 波长的 InGaN 蓝光晶粒涂上一层 YAG 荧光物质，利用蓝光 LED 照射此一荧光物质以产生与蓝光互补的 555nm 波长黄光，再利用透镜原理将互补的黄光、蓝光予以混合，便可得出肉眼所需的白光。白光 LED 开发基础在于蓝光技术，目前在蓝光 LED 技术方面仍以日亚化学领先，拥有众多专利权。第二种是日本住友电工亦开发出以 ZnSe 为材料的白光 LED，不过发光效率较差，但由于白光 LED 市场热销，仍呈现供不应求现象。

5.4.2 全球白光 LED 的技术进展

白光 LED 分单芯片、双芯片和三芯片，以下将按这一分类介绍：

A、单芯片：

（1）InGaN（蓝）/ YAG 荧光粉

这是一种较为成熟的产品，其中 1W 的和 5W 的 Lumileds 已有批量产品。这些产品采用芯片倒装结构。提高发光效率和散热效果。荧光粉涂覆工艺的改进，可将色均匀性提高 10 倍。实验证明，电流和温度的增加使 LED 光谱有些蓝移和红移，但对荧光光谱影响并不大。寿命实验结果也较好， $\Phi 5$ 的白光 LED 在工作 1.2 万小时后，光输出下降 80%，而这种功率 LED 在工作 1.2 万小时后，仅下降 10%，估计工作 5 万小时后下降 30%。这种称为 Luxeon 的功率 LED 最高效率达到 44.3lm/W，最高光通量为 187lm，产业化产品可达 120lm，Ra 为 75-80。

（2）InGaN（蓝）/ 红荧光粉+绿荧光粉

Lumileds 公司采用 460nm LED 配以 SrGa₂S₄: EC₂+（绿色）和 SrS: Eu²⁺（红色）荧光粉，色温可达到 3000K-6000K 的较好结果，Ra 达到 82-87，较前述产品有所提高。InGaN（紫外）/（红+绿+蓝）荧光粉 Cree、日亚、丰田等公司均在大力研制紫外 LED。Cree 公司已生产出 50mW、385nm-405nm 的紫外 LED；丰田已生产此类白光 LED，其 Ra 大于等于 90，但发光效率还不够理想；日亚于最近制得 365nm、1mm²、4.6V、500mA 的高功率紫外 LED，如制成白色 LED，会有较好效果。

ZnSe 和 OLED 白光器件也有进展，但离产业化生产尚远。

B、双芯片：

可由蓝 LED+黄 LED、蓝 LED+黄绿 LED 以及蓝绿 LED+黄 LED 制成，此种器件成本比较便宜，但由于是两种颜色 LED 形成的白光，显色性较差，只能在显色性要求不高的场合使用。

C、三芯片（蓝色+绿色+红色）LED：

Philips 公司用 470nm、540nm 和 610nm 的 LED 芯片制成 Ra 大于 80 的器件，色温可达 3500K。如用 470nm、525nm 和 635nm 的 LED 芯片，则缺少黄色调，Ra 只能达到 20 或 30。

采用波长补偿和光通量反馈方法可使色移动降到可接受程度。美国 T1R 公司采用 LuxeonRGB 器件制成用于景观照明的系统产品，用 Lumileds 制成液晶电视屏幕（22 英寸），产品的性能都不错。

D、四芯片（蓝色+绿色+红色+黄色）LED：

采用 465nm、535nm、590nm 和 625nm LED 芯片可制成 Ra 大于 90 的白光 LED。

此外，Norlux 公司用 90 个三色芯片（R、G、B）制成 10W 的白光 LED，每个器件光通量达 130lm，色温为 5500K。

5.4.3 白光 LED 的驱动电路分析

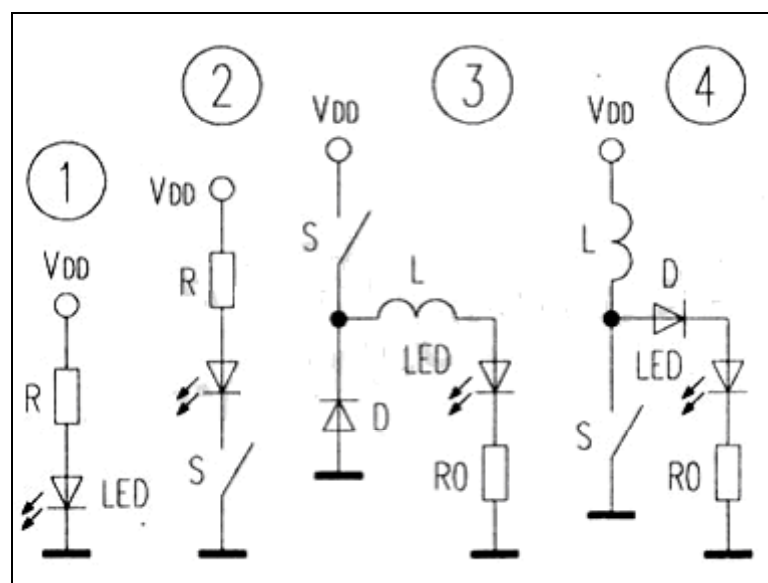
（一）白光 LED 的驱动原理

白光 LED 需要大约 3.6V 的供电电压才能实现合适的亮度控制。然而，大多数掌上设备都采用锂离子电池作电源，它们在充满电之后约为 4.2V，安全放完后约为 2.8V，这样白光 LED 会具有不同的光强和色彩；其次，电池随着使用，电压就递减，影响使用效果，特别当电池电压下降至其标称电压时，光强减弱，白光间的差异变得更大；再次，随着电池彻底放电，部分 LED 将会完全熄灭。显然白光 LED 不能由电池直接驱动，替代的解决方案是使用升压电路，在需要时提高驱动电压，从而在整个电池使用周期内不间断地为 LED 稳定供电，来克服白光 LED 具有较高正向压降的问题，并且使用恒流型驱动来减小由于 LED 间不一致性导致的亮度变化。

（二）线性驱动应用

线性驱动应用是一种最为简单和最为直接的驱动应用方式。在照明级白光 LED 应用中，虽然存在着效率低、调节性差等问题，但是由于其电路简单、体积小巧，能满足一般要求，因此在一些特定的场合应用较多。

图表 22 LED 驱动方式



资料来源：中投顾问产业研究中心

1、稳压电源 Vdd+镇流电阻 R 方式

图表中的①为稳压电源+镇流电阻的驱动方式，电路的优点是结构简单、成本低。由于与 LED 串联的电阻上的附加损耗较大，并且线性稳压电源 Vdd 自身的功耗也较大，因此两者叠加在一起所得到总体的效率很低（<50%），并且 LED 电流的控制精度低、亮度不可调节，所以一般只应用于较小功率、短时间照明的场合，如 LED 手电筒、应急照明灯。

2、稳流电源 Vdd+镇流电阻 R+电子开关 S 方式：

图表中的②示出的驱动方式是图表中③驱动方式的改进方式，其优点不仅提高了 LED 电流的控制精度，而且 LED 的亮度也可以通过改变电子开关 S 的通断比来调节。然而，由于串联电阻和线性稳流电源的附加损耗均较高，因此所得到的总体效率仍然很低，具体的应用范围受到较大的限制。

（三）LED 驱动芯片的不同分类

1、按照 LED 连接方式来划分，可以分为：串联驱动、并联驱动和混联驱动。串联驱动可以保证流过每个 LED 电流相等，使得每个 LED 的亮度是一致的；并联驱动应用在电源电压较为有限的场合；混联驱动用在驱动数量较多的 LED 时，这种配置所需的外部元件最少。

2、从供电电压的高低可以将驱动器分成 3 类：

（1）由电池供电，电压一般低于 5V，主要用于便携式电子产品，驱动小功率及中功率白光 LED，它主要采用升压式 DC / DC 转换器或升压式（或升降压式）电荷泵转换器，少数采用 LDO 电路的驱动器。

（2）由稳压电源或电瓶供电，如 6V、9V、12V、24V（或更高），它主要用降压式或升降式 DC / DC 转换器，主要驱动 LED 灯。

（3）直接由市电供电（110V 或 220V）或相应的高压直流电，主要用于驱动大功率白光 LED 灯，采用降压式 DC / DC 转换器。

3、按照电路的拓扑结构来划分，可以分为：线性结构（LDO）、电容式开关结构和电感式开关结构。采用 LDO 式的驱动器是较少的，但它无须外围元件及价位低是它的优点，其缺点是转换效率略低，并且电池往往不能用到终止放电电压就要充电。过去认为有电感的升压式 DC / DC 转换器可输出较大的电流。近年来，电荷泵式驱动器可输出的电流已从几百毫安上升到 1.2A，并且两者在转换效率上也不相上下，因此，这两种类型驱动器的产量也差不多。

（四）开关型驱动应用

利用开关型驱动可以获得良好的电流控制精度和较高的总体效率，开关型驱动。

应用方式主要分为降压式和升压式两大类。

1、降压式开关驱动方式：降压式开关驱动是针对电源电压高于 LED 的端电压或者是多个 LED 采用并联驱动情况下的应用。

电路的主要原理是利用按照要求通断的电子开关 S 所得到的斩波电流，来得到满足 LED 工作时要求的电流 I_f 值，通过电流的负反馈作用（由 R_0 进行电流取样）使得流经 LED 的电流 I_f 稳定在一定的范围内，同时可以兼有一定的调光功能。图表中的电感 L 的作用是起到 S 开通时储能和 S 关断后的续流作用，以减少流过 LED 电流 I_f 的波动。

2、升压式开关驱动升压式开关驱动是针对电源电压低于 LED 的端电压或者是多个 LED 采用串联驱动情况下的应用。

电路的工作原理是利用按照要求通断的电子开关 S 的通断作用。在 S 开通时电源 V_{dd} 给电感 L 储能，S 关断后 L 上的电压极性反转与电源电压 V_f 相叠加来得到满足 LED 工作时要求的电流值 I_f 和电压值 V_r ，通过电流负反馈作用（由 R_0 进行电流取样），使得流过 LED 的电流 I_f 稳定在一定的范围内，同时可以兼有一定范围的调光功能。

（五）调光应用方式

照明级白光 LED 不适合采用线性手过改变段来调节其发光的亮度，应该采用电流 I_f 的幅值不变（LED 的工作电流），只改变 I_f ，单位时间内电流脉 j 中宽度的方式来调

光，因为这样不会改变其发光的光谱而造成白光的偏色。常用的调光应用主要采用以下几种方式：

1、脉宽调制方式：脉宽调制是一种常见的调节 LED 亮度的方式。通过改变加在 LED 上的矩形脉冲电流的宽度大，使 LED 上得到的平均电流在较大的范围内改变，可以获得较大范围的调光效果。

2、频率调制方式：频率调制是另一种调节 LED 亮度的方式。保持加在 LED 上的矩形脉冲电流（幅值不变）的宽度不变，通过改变单位时间加在 LED 上的矩形脉冲电流的个数多少，使 LED 上得到的平均电流在较大的范围内发生变化，使得 LED 亮度具有较大范围的调节。

3、位角调制方式：位角调制是采用一串含有二进制序列脉冲，并且序列脉冲的每一位宽度都按照其位值的比例来延展。通过改变单位时间加在 LED 上的矩形脉冲电流所占有的位值所延展的宽度，使 LED 上得到的平均电流在较大的范围内发生变化，以调节 LED 的亮度。

总之，照明级白光 LED 是一种可用于替代普通照明的大功率固体发光器件，虽然受制于目前的价格，在一定程度上制约了应用的速度，但是由于其具有的优良性能所使然，随着研发技术的不断进步，可以预言照明级白光 LED 一定具有良好的应用前景。

5.4.4 白光 LED 的焊接技术

蓝光、绿光 LED 焊接要求与白光 LED 相同，以一般白光 LED 焊接的水平来看，而有这样的基本要求，操作需要注意如下：

1、生产时一定要戴防静电手套，防静电手腕，电烙铁一定要接地，严禁徒手触摸白光 LED 的两只引线脚。因为白光 LED 的防静电为 100V，而在工作台上工作湿度为 60%-90% 时人体的静电会损坏发光二极管的结晶层，工作一段时间后（如 10 小时）二极管就会失效（不亮），严重时甚至会立即失效。

2、焊接温度为 260℃，3 秒。温度过高，时间过长会烧坏芯片。为了更好地保护 LED，LED 胶体与 PC 板应保持 2mm 以上的间距，以使焊接热量在引脚中散除。

3、LED 的正常工作电流为 20mA，电压的微小波动（如 0.1V）都将引起电流的大幅度波动（10%-15%）。因此，在电路设计时应根据 LED 的压降配对不同的限流电阻，以保证 LED 处于最佳工作状态。电流过大，LED 会缩短寿命，电流过小，达不到所需光强。

一般在批量供货时会将 LED 分光分色，即同一包产品里的 LED 光强、电压、光色都是一致的，并在分光色表上注明。

第六章 高亮度 LED

6.1 高亮度 LED 行业分析

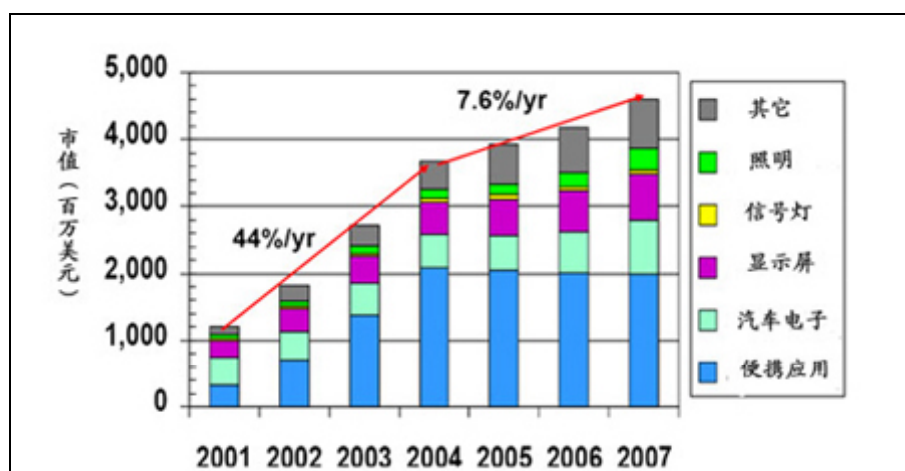
6.1.1 国际高亮度 LED 市场发展概况

1、根据应用类型所划分的高亮 LED 市场

高亮 LED 市场针对其应用类型可细分为照明、信号、汽车电子、标志及显示、便携设备（手机、笔记本电脑、数码相机、PDA、mp3/mp4 等），以及其它指示灯、小尺寸显示屏、娱乐、医学等应用。

2001-2004 年，全球高亮 LED 市场年复合增长率高达 44%。之后，高亮 LED 进入缓慢增长期，2004-2006 年，年复合增长率仅为 7.6%。2007 年情况有所好转，年增长率达到 9.5%，市场总值为 46 亿美元。高亮 LED 的产量更是维持在 26% 的高增长率，年产出量已突破 390 亿只。而且高亮 LED 在除手机外的各种应用领域，都有健康、快速的生长表现，除手机外其它应用领域增长率高达 20%。但是，价格仍然是制约高亮 LED 应用的主要因素。

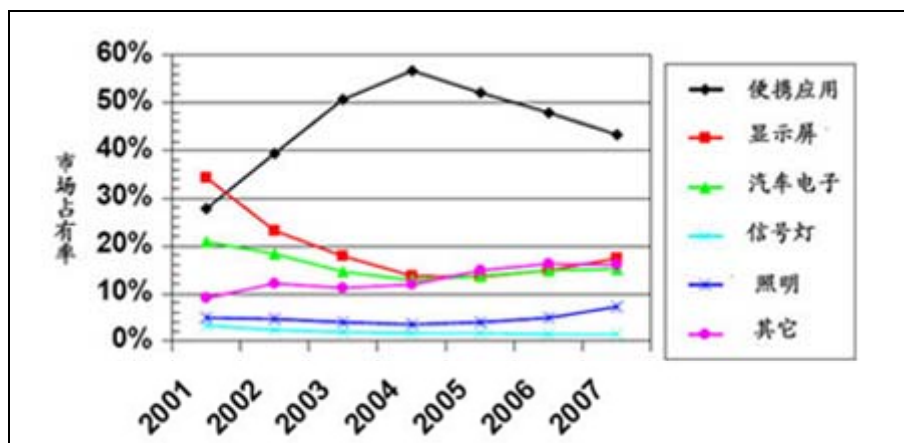
图表 23 2001-2007 年全球高亮 LED 应用市场产值及增长情况



数据来源：美国照明协会

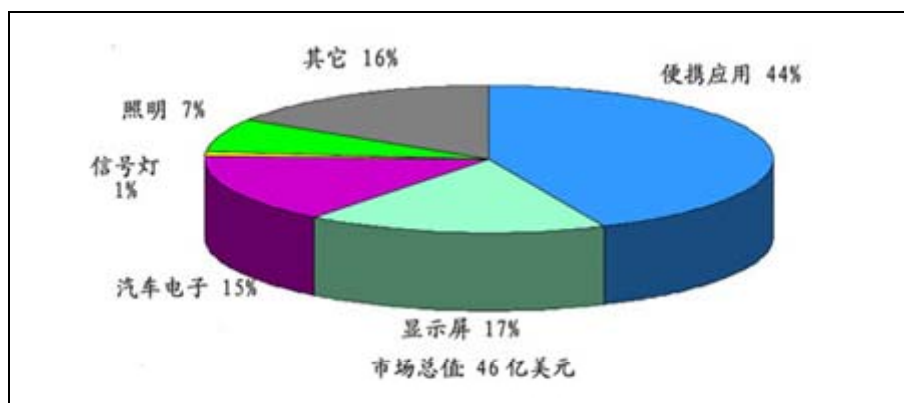
高亮 LED 的应用领域也发生了显著的变化，其中，便携应用在 2001-2004 年间是增长最快的领域，在 LED 市场占有率逐年增加，但 2004 年后涨幅减慢，并随着其它应用类型增长，市占率开始下降。而照明应用虽然在高亮 LED 市场占有率一直不到 10%，但在近些年来一直稳步增长，2007 年市占率为 7%，预计是今后高亮 LED 应用的一个热点。

图表 24 2001-2007 年全球各高亮 LED 应用领域的市场占有率情况



数据来源：美国照明协会

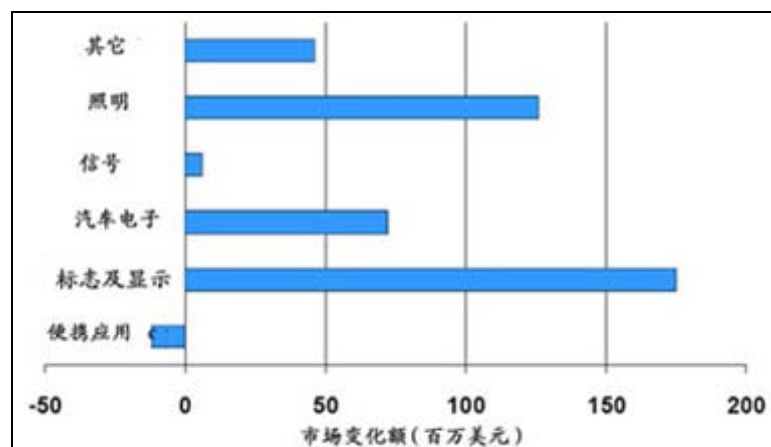
图表 25 2007 年全球各高亮 LED 应用领域的市场占有率情况



数据来源：美国照明协会

2007 年，高亮 LED 市场增长量主要来源于标志及显示（年增长额约 1.75 亿美元）与照明（年增长额约 1.25 亿美元）两大领域，汽车电子以 7000 万美元的年增长额位居第三。但 2007 年便携设备应用不增反降。

图表 26 2007 年各种高亮 LED 应用领域的市场变化额

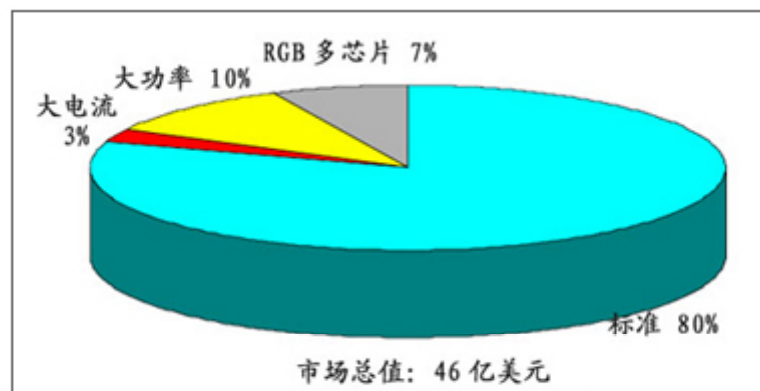


数据来源：美国照明协会

2、根据产品类型所划分的高亮 LED 市场

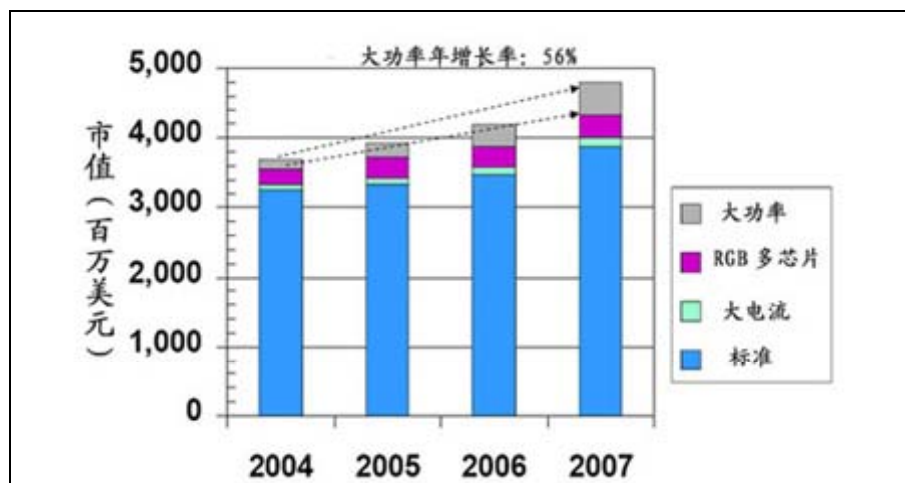
高亮 LED 按产品类型可以分为标准型、RGB 多芯片型、大电流型及大功率型四种。2007 年，高亮 LED 市场仍是标准 LED 产品占主体，其次，大功率 LED 产品以 10% 的市场占有率位居第二。但从 2004 年起，大功率 LED 产品以 56% 的年复合增长率逐年增加，是四类产品中增幅最快的类型，极具市场潜力。大功率 LED 主要应用于便携产品（39%）和照明（37%）领域。

图表 27 2007 年全球高亮 LED 产品的市场份额情况



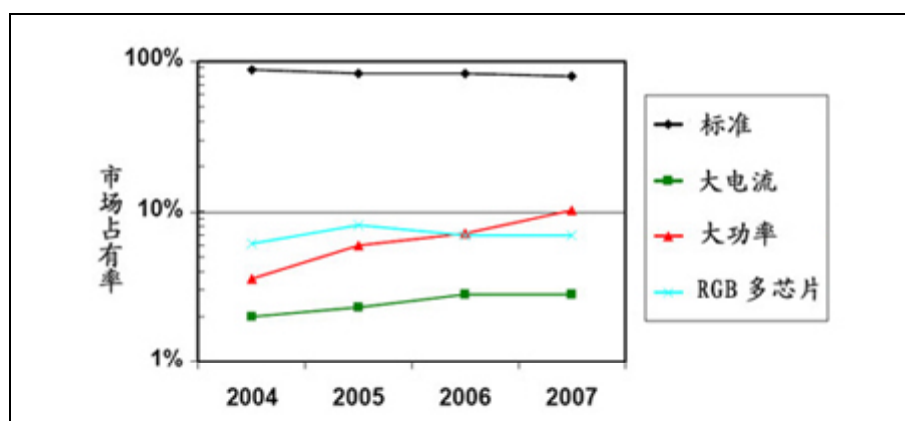
数据来源：美国照明协会

图表 28 2004-2007 年全球高亮 LED 产品的产值及增长情况



数据来源: 美国照明协会

图表 29 2004-2007 年全球高亮 LED 产品的市场占有率情况



数据来源: 美国照明协会

2004-2007 年间, 高亮 LED 的产量即以 26% 的年复合增长率逐年上升, 单价却平均以 16% 的速度逐年降低, 这使得业内人士对高亮 LED 市场倍感乐观。

6.1.2 照明市场高亮度 LED 受宠

高亮度 LED 成为固态照明市场的宠儿

高亮度 LED 在固态照明市场享有盛名的 LED 的重要优势之一在于使用寿命很长——在某些应用领域, 它的寿命远远长于白炽灯或荧光灯的寿命。然而, 在高科技领域, 任何事物的衰落速度都不会比利润率的衰落速度更快。

LED 产品在经历了几年的飞速增长之后, 高亮度 LED 成为固态照明市场的宠儿。作为新进入者, 它驱动着 LED 照明产品平均售价的下跌, 并且也在加剧老产品的淘汰

速度——预计 LED 需求正趋减弱。与之对应，固态照明业者正积极地在固态照明领域寻求新的应用，小厂商也在寻求重组以形成规模经济效益。

其实固态照明市场仍在继续成长，只不过增长速度与过去相比有很大程度的减慢。预计今后几年该市场的年增长幅度在 10%-15% 之间。与从 1995 年起高亮度 LED 产品曾经引以为荣的 46% 的年增长率相比而言，这个数字确实降低了许多。

而且，LED 被认为最终将能够统治汽车和通用照明市场，而这些市场的成熟可能还需要花上几年的时间，但是，在已经确定的价格空间里，研发竞争显然会很激烈。接下来的几年对于固态照明市场的来说，恐怕将不能再让业者花天酒地，但是也不会让他们食不果腹。

高亮度 LED 实际上处于观察家们划分的三阶固态照明市场的中间地位。标准发光 LED 的动态闪光特点使其成为越来越多设备的点缀，比如用于电脑和笔记本上的电源指示灯和硬盘驱动指示灯。不到 5 美元的售价也使标准发光二极管的应用遍地开花，这些应用占有的市场份额相当可观，每年的市场总值在 20 亿美元左右。

与标准发光 LED 相比，高亮度 LED 是最近几年才出现的事物。虽然其价格比白炽灯和荧光灯昂贵一些，但其耐用性和寿命都远在白炽灯和荧光灯之上，这些特点使高亮度 LED 适合用于很多领域。例如，用于汽车的行驶车灯、刹车灯和转弯灯。在过去两年里，它们还广泛用于手机的按键背景灯和显示屏，以及流行的可拍照手机的闪光灯。

但是，高亮度 LED 的滋润日子即将结束，部分原因在于手机市场的需求疲软，手机市场的增长正在减速。LED 在汽车市场中的应用趋于增长，但是，即使制造商能够在每辆车上卖出更多的 LED，总量上的差别也还是非常巨大。每年 7 亿部的手机市场与每年 0.6 亿部的汽车市场远远不能使 LED 的销售达到平衡。

竞争在进一步加剧。日本的 Nichia 和 Toyoda Gosei，美国的 Cree 和欧洲的 Osram 都曾经统治过 LED 市场。但是自从 2003 年中国台湾、韩国和中国大陆的供应商开始进入这个市场，促使 LED 的平均销售价格每年下降 15%%。

这些都促使 LED 市场通过合并或重组的方式向规模经济靠拢。2005 年 8 月，安捷伦剥离了 LED 制造部门，将这个部门作为半导体产品群的一部分出售给它的合作伙伴 Kohlberg Kravis Roberts 和 Silver Lake。此后不久，中国台湾最大的两家 LED 制造商 Epistar 和 United Epitaxy（UEC）宣布了以 Epistar 命名的合并计划，将 LED 尺寸及产品性能作为新的联合体的关键致胜点。价格的下降会导致获得安捷伦芯片业务的公司“最终将这部分业务转给远东现有的 LED 制造业者。”

其他公司正在带来新的技术。安捷伦向它的合作伙伴飞利浦出售了其在 LED 照明合资公司 Lumileds 所拥有的股份。Lumileds 是拥有重要的超高亮度（UHB）专门技术

的少数几家公司（其它还有 Nichia, Cree, Toyoda Gosei 和 Osram 等）之一。UHB 技术达到的亮度是高亮度 LED 能达到的 100 倍，并最终会在从汽车头灯到室内和室外照明的所有领域与白炽灯和荧光灯竞争。

比如，与现有的白炽灯相比，一个由 9 个 UHB 灯构成的汽车头灯需要更少的能量，且允许进行射束调制，而这是白炽灯所不可能实现的。利用 9 个分立的光源，可以独立地对亮度强弱进行控制，可以使光束集中，并使亮度成倍增加，然而还存在许多技术挑战。UHB LED 散发大量的热，这对散热提出更高要求，此外，UHB LED 目前还非常昂贵。更不要提那些还在实验室中，至今还不能发出足够光亮的产品。

很难说公司合并和新的技术是否会点燃 LED 市场的增长热度。预计直到 2010 年，固态照明产品才会与白炽灯和荧光灯在通用照明市场上展开竞争，这意味着 LED 制造商面临着未来 1-2 年相对清淡的光景。

6.1.3 高亮度 LED 市场发展的动力及制约因素

在各地政府大力倡导节能与环保的驱动下，高亮度 LED 开始进入通用照明市场，被广泛应用于交通灯、景观照明、汽车行车灯、室内装饰灯、矿灯和航标灯等。预计 2008 年全年全球 LED 市场将增长至 56 亿美元，在成本进一步降低和技术不断提升的基础上，高亮度 LED 市场将出现大幅增长。

在 LED 市场上，最早突破高亮度 LED 技术的是 Lumileds 公司，大约在 2002 年。在随后三年中，Lumileds 在这一领域几乎占据统治地位，其推出的各种封装形式和安装配件，几乎成为业界标准。不过，自从 2005 年以后，Lumileds 垄断市场的局面开始有所改变，特别是 06、07 两年，Cree 和 Nichia 等厂商不断推出高效率、高亮度的 LED 产品，打破了 Lumileds 一家垄断市场的格局。

Cree 成立于 1987 年，1989 年研发出全球第一个蓝光 LED，是在 LED 领域历史悠久的一家公司。但是在高亮度 LED 市场上，Cree 却是后起之秀，直到 2006 年 2 月它才推出第一款高亮度 LED 产品，不过，Cree 在 LED 亮度和效能的迅速革新为其带来了竞争优势。Cree 公司 2006 年的销售额达 4.23 亿美元。2007 年 3 月，Cree 在惠州以 2 亿美元现金收购私人控股的 LED 供应商香港 Cotco（华刚）照明设备有限公司，使其不仅在这一领域的芯片销售量跃居第一，且进入到快速增长的中国固态照明市场。

市场驱动力：节能和超长寿命

要替代传统光源，LED 必须能够同时提供高亮度与高效率。因此，对于积极投身于高亮度 LED 领域的半导体厂商来说，取得市场领先地位的关键在于产品亮度和效率上的技术突破。继 2007 年 3 月量产了 80 流明/瓦的产品之后，Cree 致力于不断提供现有 XR-E 系列的亮度和效率。Cree 在 2007 年 9 月研发成功更高光效的冷白和暖白 LED

产品，其中冷白 LED 产品的光效达到 129 流明/瓦，暖白产品达到 99 流明/瓦。这进一步巩固了 Cree 在固态照明领域的领先地位。

Cree 主要致力于提高 XR-E 和 XR-C 产品系列的亮度和效率，目前正在研发 140 流明/瓦的产品，2008 年初推出彩色 XR-E 系列产品，以拓宽高亮度 LED 在照明领域的应用范围，比如在路灯、行车灯和隧道灯等领域的应用。随着亮度和效能的进一步突破，2010 年前后将迎来高亮度 LED 市场的爆发期。

节能是 LED 最突出的一个优势，也是推动高亮度 LED 进入照明领域的驱动力之一。比如一个 90 流明/瓦的钠灯和 90 流明/瓦的 LED 灯，从指标来看，这两者的亮度一致。但实际上，由于两者的使用效率不同，它们最终体现出来的亮度是并不相同。钠灯的光源非常分散，它的光源利用率大约在 45-50%，而 LED 的光源定向性非常好，使用效率大约能达到 90%，甚至更高，因此在使用中，LED 灯会比钠灯亮很多。在高功率 LED 领域，不仅仅是看产品流明/瓦的数值，更要看可使用（Usable）的流明指标，使用效率不同，实际体现出来的亮度相差很远。

超长寿命也是驱动 LED 市场起飞的另一大关键因素。Cree 推出的高亮度 LED 产品使用时间超过 10 万小时，如果考虑到驱动器件和其它配件的寿命制约，整个产品的使用也将超过 5 万小时。这种超长寿命的特性一方面节省了用户维修成本和时间，同时也减少了废弃的灯泡与包装材料，从而更有利于环境保护。

目前是开启高亮度 LED 业务的最佳时机，功能主要来自于三个方面：一方面 LED 技术在亮度上有了新的突破；另一方面 LED 具有节电和超长寿命的优势，可以大幅降低用户的维修成本；三是各地政府正在积极推行环保政策，将进一步推动了 LED 的广泛应用。欧美地区的一些发达国家正在思考这些问题，并推出各种政策，比如奥地利规定 2010 年之后不允许非 LED 灯进入，还有一些地区规定必须使用达到 45 流明/瓦以上的灯具，更加讲究效率。在政府各项政策的推动下，高亮度 LED 照明应用的市场巨大。

制约因素：散热与成本问题

尽管市场前景看好，但是散热和相对较高的成本仍是目前阻碍高亮度 LED 市场迅速成长的制约因素。LED 在亮度上取得了很大进步，但是 LED 大多数电能被转化传导热。此外，对于一般照明，将需要数个 LED 放在一个模组中以达到所需的亮度，多个 LED 集中在有限的空间中造成了散热困难，LED 模块温度升高，导致 LED 寿命降低，并加速 LED 的光衰、影响 LED 驱动器等元件的效率和可靠性。

针对 LED 散热问题，有几个解决方案，比如选择高质量的解决方案、进行热量控制、当温度升高时减少电流以降低功耗、选择进行合理的热设计等。Cree 的产品在亮度和效率方面都具有显著优势，其最新产品在 350 毫安下每二极管可达到 100 流明的

亮度，配合其高效率的亮度输出，它只需用少于 80 个的 XR-E 发光二极管便能达到一般街灯照明的要求，LED 的使用数量减少了，同时其独特的结构设计还有利于散热。

关于成本偏高的问题，要一分为二来看待。首先，LED 价格偏高的原因是目前的市场需求量还不大，需求量不大的原因主要在两个方面：一是高亮度 LED 是一个新技术，被市场接受还需要一段时间；二是市场竞争性不强，以前这一领域基本上是由 Lumileds 所垄断，价格也具有垄断性。但目前这种局面已经被打破，一方面市场越来越接受高亮度 LED 技术，需求量的逐步增长促进了价格的快速下跌。另一方面，Cree 和 Nichia 已经进入到这个领域，形成三方竞争的格局，相互牵制将带来价格的下跌。

高亮度 LED 的价格下降非常快，2007 年上半年的价格是每流明 5 美分，而 2007 年 10 月份已经降到每流明 4 美分。同等亮度的 LED 灯和普通灯，在价格上相差 10 倍左右，当 LED 灯的价格降到同等亮度普通灯的 3-5 倍时，消费者就会开始购买这种新技术，市场的需求量将会爆发。

其次，不应单纯地进行价格比较，而应从总体使用成本出发。使用成本除了单个灯具的购买成本之外，还包括耗电成本、更换灯具的成本以及环境保护成本。LED 灯具有更长的使用寿命，从而大幅降低了维修和更换的成本，同时它需要处理废弃包装和灯具的环保成本也大幅减少。从长远来看，节能和超长寿命的高亮度 LED 灯将具有更大的经济效益。

看好亚洲市场高亮度 LED 的发展前景，Cree 选择艾睿电子和大联大这两家重磅级分销商作为渠道合作伙伴。配合 Cree 的发展策略，艾睿电子专门成立了亚洲照明业务团队，推进高亮度 LED 在这一市场的应用与普及。此外，为配合 LED 领域发展，艾睿还充分发挥代理多产品线的优势，为高亮度 LED 照明应用提供所需的几乎所有元器件，包括 Cree 的高亮度 LED；IRC 的散热器；IR、飞兆和凌力尔特等公司的 LED 驱动器；Atmel、飞思卡尔、恩智浦和 TI 的微控制器、安华高的 RGB 模块等。

6.1.4 国内高亮度 LED 芯片产量迅速增长

半导体照明工程的启动成为中国 LED 产业发展的助推器，这突出表现在国内高亮度芯片的产量增速上。

2003 年以前，国内芯片产品主要定位于中低端市场，产品以普通亮度芯片为主。进入 2004 年后，随着一批从事高亮度芯片生产企业的产能释出，国内高亮度芯片产量出现井喷式增长。

2006 年中国高亮度芯片产量更是突破百亿片大关，比 2005 年增长了 107% 左右，占全部芯片产量的近 40%，其中蓝光 LED 芯片产量也保持着近 50% 的增长速度。在芯片产量迅速增长的同时，国内 LED 器件产量也保持着快速增长，2006 年中国封装的高亮度 LED 器件达到 250 亿只左右，比 2005 年增长了近 50%。虽然国内在芯片、荧光

粉等方面还没有明显的感受到来自日亚、Gree 等拥有专利大企业的压力，但随着芯片及封装产能的进一步扩大，国内企业也不得不面对专利问题，如何更好的规避专利风险成为制约企业进一步壮大的重要因素。

6.1.5 高亮度 LED 新兴市场

1、笔记本电脑背光

2006 年，LED 背光在笔记本电脑领域的渗透率仅为 0.6%，2007 年增加为 3.2%，到 2008 年底，这个数字将增加为 10-12%。索尼、富士通、东芝等几家公司是这个领域的先行者，苹果、戴尔、宏基、惠普等笔记本电脑厂商也不甘落后，在 2007 年产出了 LED 背光模组。发光效率、寿命及轻薄的特色是笔记本电脑 LED 背光渗透率不断增加的三大因素，但笔记本电脑用白光侧光式 LED 亮度要求极高，要达到 1800-2000mcd，这也导致 LED 背光目前主要应用于定位高端、轻薄的笔记本电脑，尺寸一般在 15.4 英寸一下，价格都很高。

笔记本电脑用 LED 背光较 CCFL 有许多不可比拟的优点：节能、长寿命、轻薄、无汞，但价格却是 CCFL 背光的 1.5-2 倍，而且色域值表现差强人意，LED NTSC 色域仅为 40-50%，而 CCFL 为 72%，所以笔记本电脑用 LED 背光的普及还有很长的路要走。

2、汽车电子

凯迪拉克 Escalade 白金版、奥迪 A8 及雷克萨斯 LS600h 三款车型的车头灯都使用了 LED 照明产品，汽车照明用 LED 对产品性能要求极高，这三款车型采用的 LED 产品分别来自世界巨头欧司朗和日亚。目前使用 LED 照明的车型一般定位比较高，但 LED 已经渗入到汽车电子领域，相信将来会有很大的发展空间。

3、显示器背光及光驱动

LCD 显示器用 LED 背光技术已有几年的历史，索尼几年前就曾推出过天价的 LED 背光电视。主要的 LCD 面板制造商及电视/显示器厂商都已涉足 LED 项目，LED 正在液晶显示器背光领域缓慢但稳步增长，而 LED 背光液晶电视/显示器的价格也在逐渐下降。此外，LED 背投电视及 LED 口袋投影仪技术都已日趋成熟。三星是采用 LED 背光的 LCD 显示器、LCD 电视及背投电视，三大领域的领导者。

LED 在光学性质及轻薄特性方面都具有很大的优势，但 LED 背光显示器的普及还存在着极大的挑战。当前显示器用 LED 背光的成本是 CCFL 背光的 2-3 倍，CCFL 的成本也在下降，而且，新型 CCFL 背光 NTSC 色域已经可以达到 92%。

区域点亮（Local Dimming）技术已经成为 LED 背光电视的基本原理，LED 背光液晶电视仍处于发展初级阶段，在 2007 年下半年才实现量产，市场渗透率仅为 0.1%，

但这仍是一份不可忽视的市场。价格是制约 LED 背光液晶电视发展的主要因素，预计在较长的时间内只能定位于高端产品，但 LED 背光电视凭借其出色的画面表现，已经赢得了高端消费者的青睐。

6.2 高亮度 LED 的技术进展及应用分析

6.2.1 高亮度 LED 的驱动技术

到 2010 年，高亮度 LED 市场将达到 83 亿美元。面对如此诱人的市场，国外知名的电源管理芯片厂商如 Linear Technology、National Semiconductor、Maxim、Zetex 等都推出了一系列高亮度 LED 驱动方案。而国内 LED 驱动领先的华润矽威科技也推出了一系列高亮度 LED 驱动方案。比如华润矽威科技最近推出的降压型 LED 驱动芯片 PT4115，该芯片在 PT4105 的基础上把输入电压范围扩大到 8V-40V，输出 LED 电流提高到 1.2A，以适应快速发展的大功率 LED 市场。PT4115 使用非常容易，它只需要一个输入电容、一个电感、一个二极管和一个采样电阻，共四个外部元器件。

PT4115 可以驱动多达 7 个串联的 LED，提供从 1W-28W 以上的输出功率，效率高达 97%。由于外部电流检测电阻的压降仅为 100mV，以及内部 0.4Ω 的导通电阻，降低了芯片和系统的功耗，大幅提升了 LED 照明系统的效率，达到省电的效果。同时 PT4115 输出 LED 的电流精度达 $\pm 5\%$ 。

为了方便用户有效的调光，PT4115 可以接受 PWM 和模拟调光，特别需要指出的，PT4115 极为快速的电流响应时间使得在 100Hz PWM 调光时的调光比高达 5000:1（0.02%-100%）。

PT4115 电流设定时间仅为 2ms。PT4115 很宽的 PWM 调光频率范围使得客户灵活的选择以减小对系统的影响，比如选择大于 20kHz 的 PWM 调光频率就避开对音频的干扰。PT4115 内部的过温保护以及通过 DIM 管脚外接热敏电阻（NTC）检测 LED 温度，实现对 LED 的双重的过温保护，在 MR16 灯杯散热不是很理想的环境下非常必要。另外，PT4115 采用了抖动频率技术降低 EMI。

为了满足客户直接通过 110/220VAC 驱动 LED 的要求，华润矽威科技相应推出了一颗 PT4107，它采用华润矽威专利的峰值电流补偿技术使得 LED 电流在很宽的线电压和输出电压范围保持恒定。PT4107 输出功率超过 60W，效率高达 90%，适用于景观照明、街道照明和 LED 日光灯等领域。

另外，华润矽威还有升压型高亮度 LED 驱动芯片 PT4108 和升降压型 LED 驱动芯片 PT4303，这两颗芯片分别由 2 颗 AA 干电池或一颗锂电池供电驱动一颗 3W 或 1W 高亮度 LED。

高亮度 LED 驱动技术的挑战：

虽然 LED 驱动市场前景可观，但仍有一些技术挑战，目前面临主要的挑战有：第一，以大调光比高效率对 LED 调光，保证高、低亮度色度不变的同时，降低对系统的干扰和 EMI；第二，配合系统设计，对 LED 温度进行有效的检测和控制，保证 LED 可靠的工作，体现其寿命长和使用成本的优势。

6.2.2 高亮度 LED 用于照明的散热问题解决方案

相对传统的卤素低压照明，采用高亮度 LED 作为室内装饰灯、景观照明、街灯照明具有很多好处。高亮度 LED 能以更小的功率消耗提供更大的亮度，具有节能、环保、使用成本低特性。例如，Cree 公司的 XLamp XR-E LED 仅需 1W 功率就能提供 100 流明的亮度，只需少于 80 个的 XR-E LED 便能达到一般街灯照明的要求。此外，由于 XLampLED 的寿命比较长，所以 LED 灯并不需要昂贵的灯泡更换，从而可以降低街道照明设备的总成本。

高亮度 LED 照明设计的最大难题是散热。一般照明应用需要将数个或者大量的 LED 放在一个模组中以达到所需的亮度。多个 LED 集中在有限的空间中会造成散热困难。通过选择高质量的解决方案并进行合理的电子设计和热控制，可以解决散热问题。

MCU 可为 LED 照明的调光、消除低频闪烁、维持恒流提供智能控制。一般而言，LED 都有非线性的 V-I 特性，需要电流限制功能来防止功耗超出最大预算，因此稳定的电流源是驱动 LED 的最理想电源。通过不同的电流设定来实现一个设有光暗控制的小型 LED 光源。整个方案的实现很简单，其主要特点包括：具有 350mA 电流驱动能力的高亮度 LED 驱动器；通过控制降压转换器来调节电源电压以配合不同 LED 的前置电压要求；高至 80% 的效率；内部生成 PWM 开关频率；通过电流感应电阻器来实现 LED 上的回馈控制；单键式光暗控制。

降压转换器可以通过 3 个 Ni-NH 电池和 1 个锂离子电池驱动 1 个高亮度 LED 驱动器，它可以提供 3-4V 输出电压以及最高为 1A 的输出电流。大部分基于降压转换器的 LED 驱动电路只需要 3-6 个外部元件，电路非常简单。中等电压 LED 驱动器具有灵活的输入电压和输出电压，由于输出电流非常大，这些驱动器可以驱动一个以上的高亮度 LED 串或者阵列。高电压 LED 驱动器可以直接连接普通离线输入（85-265V）上，可以提供非常高的电流和电压。基于高电压 LED 驱动器的大部分设计都采用非隔离连接，比隔离式设计具有更高效率。

国际整流器公司（IR）的 IRS2540 和 IRS2541 为高压高频降压稳压器控制 IC，特别适合于需要配备多个 LED 电路或具有 DC/DC 混色能力的 AC/DC 离线非隔离应用。IRS2540 和 IRS2541 额定电压为 200V 或 600V，它们内部采用一个连续模式延时型迟滞降压稳压器，利用精确的片载带隙参考值，将平均负载电流误差控制在 5% 以内。外部高端自举电路以最高可达 500kHz 的频率驱动降压元件。

当 LED 灯接错和误用时，会引起很大的过载电流和短路，将关键的电路进行隔离可避免昂贵的元件受损。人们常常利用 PPTC 器件来保护在启动时具有很大浪涌电流的电路。在不需要恢复的电路设计中，或者只在系统失效时才出现故障的场合，适合采用熔断器。泰科电子的 nanoSMD 和 nanoSMD 系列 PolySwitch 可恢复器件可以防止电流过大而造成损坏。它们不受启动电流的影响，工作电流范围从 0.005-2.6A，其动作速度很快且在电路板上的安装电阻很小。

6.2.3 高亮度 LED 的结构特性及应用

虽然 LED 是电流器件——高亮度 LED 也不例外，但汽车尾灯、刹车、转向信号照明等应用场合仍能受益于电压驱动器结构。

当效率更高的 LED 可供使用时，零售店和住宅的 LED 室内照明将可能很快出现。LED 制造商们只是刚刚开始解决高色温光源问题。

由于高亮度 LED 制造工艺、器件设计、组装技术三方面的进展，LED 发光器的性能一直在提高，其成本一直在降低，性能提高和成本降低的速度都令人难忘。PN 结设计、再辐射磷光体和透镜结构都有助于提高效率，因此也有助于提高可获得的光输出。就高输出白光 LED 而言，宽光谱性能的提高使人对普通照明用的低维护高能效光源抱有希望。

虽然实现可与标准荧光灯媲美的 LED 效率还需要一段时间，LED 灯也是比较环保的产品，因为它与荧光灯不一样，不使用水银。

固态照明在成分和工作效率方面的环保优势并不是主要的市场推动因素，但确实使这种技术及其供应商有了良好的形象。

与此同时，在各种领域工作的 OEM 设计师和推销人员一直在扩大固态照明的实际应用范围，并一直密切注视着市场的接受程度。然而，最终用户在固体照明设备寿命内的成本利益体验各不相同，这与传统照明设备大相径庭。这个事实使市场的价值观变复杂化。与钨丝灯泡和荧光灯泡相比，高亮度 LED 的使用成本和维护成本低得多，这就可以抵消 LED 较高的初始成本。尽管以上论述也许是很吸引人的，但却令其在“价格第一，其它第二”思想倾向支配的消费市场上造成很大的推销难度。

灯夹具制造商历来在各自设计中不考虑灯泡的热管理，只是提供足够对流来确保钨丝灯的高工作温度不会带来周围材料失火危险或夹具操作者灼伤危险。这一事实使高输出固态照明设备的大批量生产复杂化。然而，如果最终的设计是要使 LED 的光输出和工作寿命最佳，则高亮度 LED 的夹具就需要一定的热设计。

因此，虽然不会很快看到高亮度 LED 把传统钨丝灯或荧光灯从五金店和家庭中心货架上挤出去，但这些器件正在打入汽车、交通控制、外部标志等市场段，因为在所有这些领域，灯的高效率和长寿命会增加显而易见的价值。

高亮度 LED 崭露头角

实际上，很少听到有人在同一句话中使用“早期采用者”和“汽车市场段”两个短语。一些人也许会断言，这种并置会在矛盾修饰法中大行其道。然而，高亮度 LED 给汽车制造商带来了几个引人注目的特性，而且，虽然这种应用比较新，但它们的基本特性多数来源于制造 LED 指示器——比它们老得多并且已得到了很好证明的类似产品——的相同原理和类似工艺。

LED 汽车尾灯、转向信号灯、工作灯、刹车灯可克服钨丝白炽灯固有的几大缺点。汽车常常受到的中等程度冲击和震动会缩短灯丝寿命。同样，由灯丝电阻正温度系数引起的瞬间浪涌电流会加速灯泡的毁坏。热循环——刹车灯工作的一个重要特性，往往会缩短白炽灯寿命。

白炽灯泡的瞬间浪涌电流也使电路保护和故障检测的任务变复杂化。汽车制造商必须把保险丝额定值和故障检测阈值设定到足够大的电流值，才能适应浪涌电流幅值和持续时间，而不会发生保险丝烧断故障或不会检测到假故障。

相比之下，在汽车遭受典型振幅和频率范围内的冲击和震动的情况下，LED 结构比灯丝更牢固耐用。LED 结构的重量轻和尺寸小，从而可减少冲击和震动产生的机械力矩。LED 尺寸小，还使汽车设计师能够把照明灯设计得体积较小，并将其设计成更符合汽车总体设计的要求。例如，一些汽车不是把 CHMSL（中间高位刹车灯）模块安装在后盖板上，而是利用 LED 所需体积小这一点，把该功能包含在后备箱盖中。

汽车尾灯照明与控制系统提出了几个有趣的问题，这些问题也会出现在控制器件和被控制器件彼此相距很远的其它系统中。LED 本质上是电流器件。电子空穴对在场致发光化合物内复合，并且在复合时发射光子。电流的增大会相应提高复合速度和光通量输出。这一过程的效率不是 100%（几乎达不到 100%），因此电流的增大还会通过 1-h 功耗增加器件的自热。除非工作条件恶劣，否则 LED 一般不会像钨丝灯那样发生灾难性故障，但却往往会因老化而变暗。很多器件设计师把 LED 的寿命终止定义为光输出降至初始值 50% 的时间。

过流和过热条件会加快 LED 寿命终止，因此多数器件制造商建议 OEM 仔细控制 LED 的能源。

这些特性暗示，为了达到 LED 在汽车 CHMSL 或尾灯组件中的 11 年预期寿命，汽车车体控制模块应该以恒定电流来操作各个器件。然而，恒流设计使车体控制模块和灯组件之间的布线复杂化，并驱使设计师把功率控制 IC 从车体控制模块中取出，把

它放入灯外壳中。恒压驱动能使控制 IC 保留在需要控制 IC 故障检测状态信息的控制模块内，而且能在同一设计中减少外部元件（即保险丝）的数量以及控制模块和灯外壳之间的布线数量。

Analog Devices 公司的 AD8240LED 驱动器/监视器是这种方法的具体体现。该器件工作电流是 300mA，供电电压范围是 9V-27V。PWM 输入控制着灯亮度，从而实现符合汽车规定的白天和夜晚不同最低亮度级。过流检测电路由一个外部高压侧分流电阻器和一个片上比较器组成。如果分流电阻器两端的电压降超过参考电压（一般是 5V），过流检测电路就锁住输出驱动信号。锁存器在每个 PWM 周期之后会复位。

分流电阻器和外部 PNP 传送元件限制最高负载电流。制造商建议的 0.1Ω - 0.5Ω 分流电阻范围对应于 2A-0.4A 的最大负载电流。控制模块的微控制器通过一条 ADC 输入通道来读取 IC 检测引脚的读值，就能监视负载电流。售价为 1.15 美元（1000 件批量）的 AD8240 能检测开路负载、短路和局部故障，如一串串联 LED 中的一个 LED 短路这种情形。这种驱动器/监视器 IC 采用 MSOP-8 封装。

在需要低压侧控制器的设计中，设计师可以考虑使用 Melexis 公司的 MLX10801，因为 MLX10801 采用 SO-8 封装，能在没有外部传送器件的情况下吸收 550mA 绝对最大峰值电流和 400mA 绝对最大平均电流。一种带后缀 A 的封装选件采用带热衬垫的 MLPD-8 封装，而所用裸芯片不变，从而把 $R_{\theta JA}$ 从 120K/W 降低至 37K/W。这种封装改进可使绝对最大峰值电流和绝对最大平均值电流分别提高至 1.2A 和 750mA。

一根诊断引脚使本机微控制器能通过一个 ADC 通道来监视负载电流。那些驱动器/监视器芯片多于 ADC 通道的设计可以求出接地电流之和，并且借助一根模拟输入引脚来监视总接地电流。

Melexis 公司的 MLX10801 的特点是一组瞬态脉冲、40V 负载转储以及不正常引发的欠压条件，这些都是该器件必须承受的预期非标准工作条件。一个可编程非易失数据锁存器使 OEM 能通过一个片上检测二极管或外部检测二极管来进行温度测量。一根控制输入引脚可实现 PWM 调光，这是 LED 驱动器的一个常见特性。使这一控制输入引脚保持低电平 32 毫秒以上，就会迫使驱动器进入睡眠模式，从而使其静态电流从 2mA 减小至 105mA。使该控制输入引脚保持高电平 8mS，就可启动一个只持续 300mS 的唤醒序列。

6.2.4 高亮度 LED 在汽车照明领域的应用分析

毋庸置疑，采用高亮度 LED 照明将成为未来汽车的主要特征，这归功于 LED 相对于传统的白炽光照明方案所具有的许多基本优势。此外，采用 LED 照明也可带动汽车设计技术和设计风格上的变化。然而，正像任何创新技术一样，LED 在被广泛用于汽车照明之前，仍需要克服许多困难。

（一）LED 可应用于汽车照明领域的关键特性

1、可靠性与使用寿命

图表 30 各种类型的照明灯具比较

照明方式	lm/W	CRI	使用寿命 (小时)
钨白炽灯	8~10	100	3k
钨卤素灯	16~22	100	10k
典型的冷色系白光LED	35	70	50k
典型的暖色LED	25	90	50k
T12 荧光灯	46~75	75~85	20k
T8 荧光灯	58~89	75~85	20k
金属卤化物灯	60~80	70	5k~15k
高压钠灯	57~125	22	16k~24k
低压钠灯	68~173	5	16k~18k

数据来源：中投顾问产业研究中心

LED 的预期使用寿命为 5 万个小时，而卤钨灯为 2 万个小时，钨白炽灯为 3 千个小时。相对于白炽灯，LED 的结构坚固，不容易受振动影响，使用过程中光输出亮度也不会明显下降。基于多个 LED 的照明方案还具备“冗余度”好处，即使一个 LED 出现故障，仍可以继续使用照明装置。正确使用 LED（特别是正确控制 LED 的温度），可有效延长 LED 的预期寿命。相反，如果温度过高，LED 很容易损坏。LED 应用在汽车照明上还牵涉许多法律定义问题。大多数国家对刹车灯或头灯故障——灯亮或熄灭有明确定义。但对采用多个 LED 的灯，很难准确定义照明灯是否已经损坏。制造商与立法机构正在定义 LED 的使用方法。

2、效率/每瓦流明

与标准的白炽灯相比，LED 消耗每单位电能可以产生更多的光输出。但与卤素灯相比时，LED 的实际光输出的优势并不明显。最新的 LED 具备出色的流明每瓦数值，但某些数值是在优化条件下取得的，而通常不是在最高输出条件下获得的。一般而言，当 LED 的电流增加时，光输出量并未呈线性增加。因此，即使 LED 在 0.5A 电流下输出 x 流明，它在 1.0A 电流下也不会输出 2x 流明。

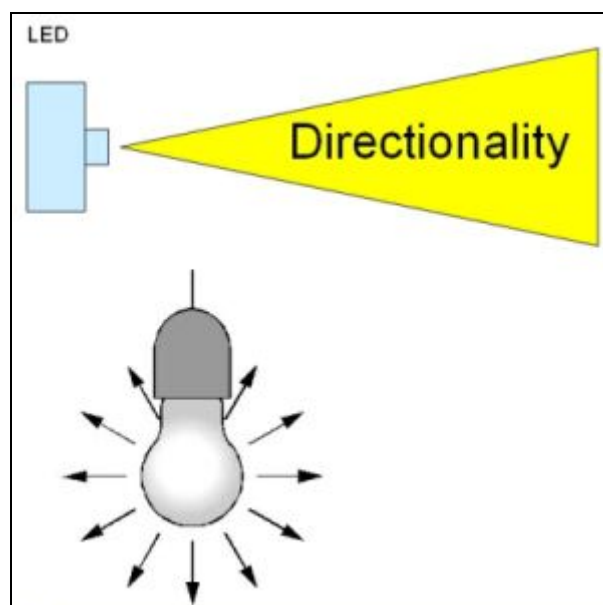
3、响应速度

以刹车灯和方向指示灯管为例，假设车辆时速为 125 公里/小时，即 35 米/秒时，白炽灯的热启动时间约为 250 毫秒，而反应迅速的 LED 可提早约 8 米距离发出刹车警告，从而有效避免汽车相撞。指示灯也是如此。

4、方向性

另一个关键特性是 LED 的发光方式。与白炽灯不同，LED 只透过一个表面发光，这对头灯与航图灯应用有好处，但可能不适合车厢照明灯其它照明应用。

图表 31 LED 与白炽灯发光方向的不同



资料来源：中投顾问产业研究中心

（二）汽车照明 LED 的控制方法

1、电流控制

LED 的一个基本问题是，LED 是由电流控制的器件，其电压降相对较低。最简单的方法是使用电阻限制 LED 的电流，但该方法并不适合采用额定电压为 12V 或 24V 电池的系统，因为电池的实际电压是从 6V 至 18V 或 12V 至 36V。因此，如果需要保持亮度，就必须进行恒流控制。

2、电流的线性控制

线性控制指通过线性调节器保持通过 LED 的电流为常数。线性控制在某些情况下效率很低，例如，正向电压为 3.5V 的单 1A（3W）LED，需要调节器在保持 1A 电流的同时将的额定 12V 电源降至 8.5V，这样使用 3W LED 将浪费 8.5W 的功率。线性电流控制是产生噪声最少的技术，而且从 EMC 角度看，线性电流控制最安全。

3、开关式调节器

电感式开关恒流技术虽然产生的电子噪声较多，但它的效率更高。根据 LED 的使用数量，可以采用降压或降/升压调节器。

4、EMC 问题

必须尽量减少辐射与传导噪声，将噪声控制在容许极限内。虽然 PWM 方法的频率固定，且相对较容易进行滤波，但由于 LED 负载较为稳定，如果采取适当措施，磁滞控制器及 PFM 是合适的选择。开关式调节器的发展趋势是频率将更高，以减少电感/电容的体积。这对汽车应用而言，这总是最佳的解决方案。将频率保持在较低的水平有助于避免干扰问题。

基频的“抖动”或“扩展”技术确实有助于符合类似峰值 EMC 测试要求，但最佳的方法是不产生任何辐射，而任何开关式调节器均难以实现这点。

（三）辐射热、传导热与热管理

使用高亮度 LED 的用户（特别是汽车制造业）要面临的关键问题与最大挑战之一，是 LED 的自热问题。LED 的每瓦流明已取得了很大改进，但事实上 LED 的多数电能均转化成传导热。LED 能产生的适合车厢照明的辐射热较少，但在寒冷气候中，头灯的辐射热却能有效地融化透镜上的雪。因此，热管理是可靠控制 LED 的关键。

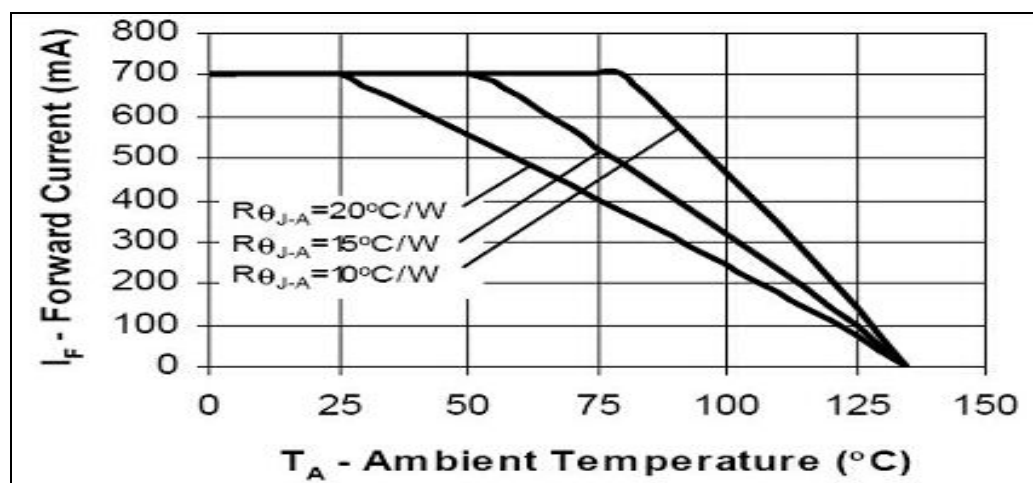
热管理主要指温度增加时减少电流。使用高亮度 LED 的优点是电流变化较大时，眼睛无法察觉到亮度变化。一般而言，电流下降 25%，单个 LED 的亮度变化并不明显。

但是，LED 会随温度与电流的变化而改变颜色，这点是否会影响汽车照明应用仍有待探讨。LED 的频谱是否适用于照明，在一般夜视效果下是否会影响驾驶者的距离感，这些问题可能更加重要。

采用 PWM 方法来减低亮度比，而非直流电控制，可得到更大的光暗比例，且色温不会发生变化，因此用 PWM 方法减低亮度是较好的方法。但是，频率的选择也很重要。一般认为频率为 200Hz 比较好，因为人眼不会感觉 200Hz 光的闪烁，此外较低的频率可确保处于低于开关式调节器的转换频率。但是，必须预见到头灯存在频闪效应的潜在问题。一种较为合适的方法是使用更高频率来调节 LED 的亮度，从而避免“偏摆”效应。此外，必须谨慎选择电感器，避免汽车内产生可听到的噪声。

LED 的温度传感也是需要解决的问题。热敏电阻器是广泛使用的方法，但使用热敏电阻器必须十分小心，温度控制响应应设定为 LED 需要减少的电流所对应的温度上限。当环境温度降低时，简单的温度控制可导致 LED 的电流增加。

图表 32 LED 对环境温度的典型响应要求



数据来源：中投顾问产业研究中心

（四）汽车照明领域的主要应用

在汽车应用中，LED 主要被用来外部与内部照明。外部照明设备涉及热极限与 EMC 问题，同时还有卸载负载测试的许多复杂标准，例如，电压是 40V、60V、80V，还是 100V LED 的驱动电路必须符合汽车 EMC 规格的严格要求。对于通过高效、电感开关式调节器驱动的 LED，符合上述要求有一定难度，所有预防措施将增加总体方案的成本。在外部照明应用领域，头灯、雾灯及指示灯是目标应用。

由于 LED 所具备的优点，可广泛使用 LED 来营造车内舒适环境，比如仪表类照明灯、踏板照明灯、航图灯、后雾灯、汽车后刹车与指示灯，而用于显示汽车“娱乐信息”的平板显示屏的混色背光照明及气氛照明将进一步增加 LED 的应用。

6.3 高亮度 LED 发展趋势及前景展望

6.3.1 高亮度 LED 市场未来发展趋势

从 2006 年开始，手机应用不再像过去几年那样成为 HB LED 市场的推动力量。由于价格持续下跌以及手持产品市场的增长放缓，在未来五年内针对手机应用的 HB LED 市场销售额将继续下滑。但由于更多的白光 LED 作为全彩显示器的背景光源被用于很多便携式电子产品中，诸如 PDA、数码相机、MP3 播放器、掌上游戏机甚至是膝上型电脑，可以预见整个手机应用市场会相对平缓。

因此，未来市场的增长将依赖于现存的标记、汽车、信号和照明应用，以及在未来五年内有可能大规模使用的潜在应用。除了照明外，现有应用的增长率在 5% 到 15% 之间，因此，要想实现高增长就要依靠一些新兴的应用。

大规模进军通用照明市场依旧是 HB LED 行业的主要方向。在照明方面，绝大多数 HB LED 被用于特殊照明，主要是彩色光 LED 而不是白色光 LED。这类应用包括建筑照明、槽型发光字、建筑物轮廓照明、机器视觉、重点照明和装饰照明等等。仅在特殊应用中，HB LED 的市场销售额在 2005 年就达到了 2.5 亿美元。

此外，白光 LED 开始在一些应用中普及，如少量的显示器照明、台灯、车库、专业照明（如海边的码头照明），甚至包括住宅照明。由于 LED 的成本持续下降，而它们的性能不断完善，预计 HB LED 市场在 2010 年将达到 10 亿美元。

2010 年以前，存在大规模增长潜力的其他应用包括 LCD 监视器和电视机的背光照明系统，以及汽车前大灯。事实证明，与传统的冷阴极荧光（CCFL）技术相比，HB LED（采用红、绿、蓝三色阵列）是 LCD 显示器背光源的更好选择。它们具有更宽的色谱，产生更真实生动的色彩，并能消除由于 LCD 响应时间长导致的运动模糊现象。但是，背光 LED 的成本仍旧远远高于 CCFL，只有少数高端电视机和监视器采用了它们，并未取得预计中的成功。

展望未来，HB LED 的成本将继续下降，性能（效率）将继续提高，从而缩小与 CCFL 之间的成本差异，促进背光 HB LED 市场的发展。

在近几年的汽车展中，出现了许多具有 LED 前大灯的概念车，其中绝大多数具有引人注目的风格特征。白光 LED 的性能仍旧不足以满足那些具有不同标准车身的汽车前灯的要求。

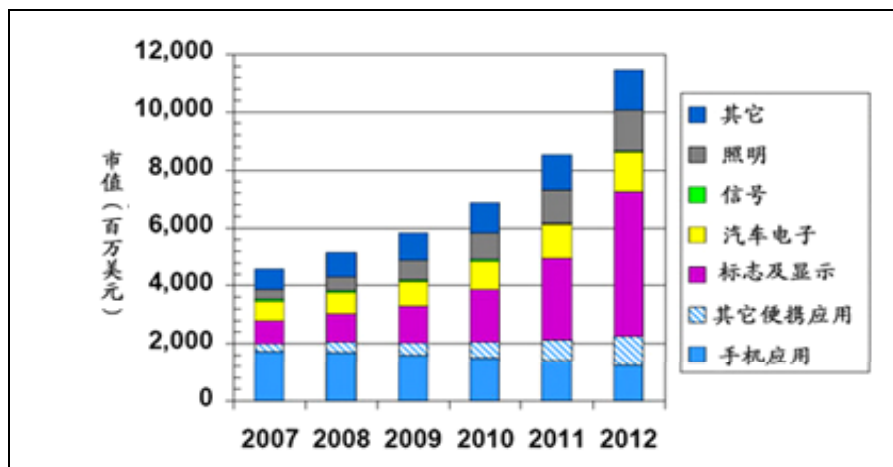
和传统的卤素前灯相比，白光 LED 前灯在效率和寿命方面更具有优势，它在造型方面的可塑性推动了这项应用的发展。汽车制造者们把车灯款式作为工具来创造品牌特征，从而把消费者吸引进汽车展示室。

尽管 HB LED 增长速度下降，但是人们对于未来五年该市场的高速增长还是十分乐观的，预计到 2010 年这部分市场将达到 82 亿美元。受到手机市场增长速度持续下降的影响，接下来的一到两年中，市场增长将保持较为平缓的势头。但随着背光 LCD 和汽车前灯对市场增长的影响力的增大，HB LED 市场增长率将重新上扬。

6.3.2 2012 年全球高亮度 LED 市场规模预测

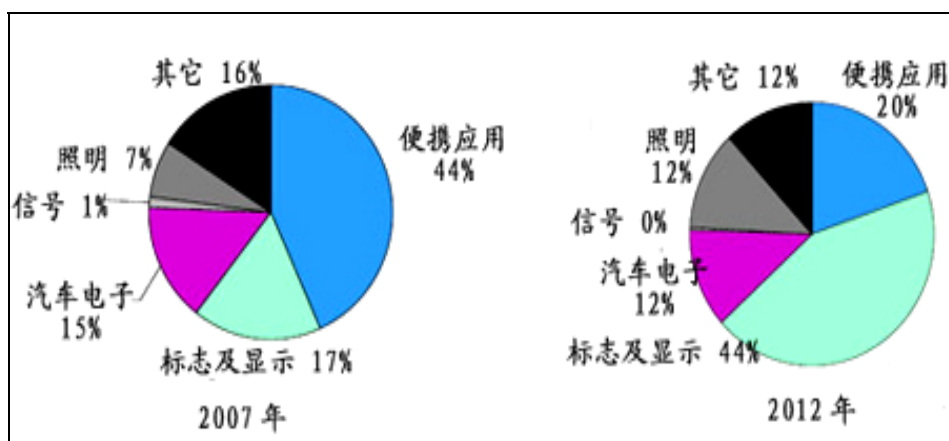
2007 年，高亮 LED 已经走出了缓慢增长的低谷，预计 2008 年增长率可以达到 12%。由于高亮 LED 在手机领域的应用已经相当成熟，所以市场主要增长点将逐渐转移到其它应用当中，这也包括除手机外的其它便携应用。预估全球的高亮度 LED 市场在接下来几年内从原先较缓的成长幅度，2012 年市场总值将达到 114 亿美元。

图表 33 2007-2012 年高亮度 LED 市场状况及预测



数据来源: 美国照明协会

图表 34 2007 年与 2012 年高亮度 LED 应用市场比较



数据来源: 美国照明协会

6.3.3 国内高亮度 LED 市场前景广阔

目前, 半导体发光管 (LED) 在我国已经形成了产业, 2007 年我国 LED 产量由 2006 年的 660 亿只增加 24%, 达到 820 亿只, 其中高亮 LED 产值达到 120 亿元, 占 LED 总销售额的 71%。高亮 LED 在仪器仪表显示、家电遥控、室内外显示屏、手机/PDA 背光、汽车灯、交通灯、景观照明等领域的应用越来越多, 大有要替代白炽灯等照明光源的趋势。国际上, 日本、美国、欧盟、韩国等国家近年来相继推出各自国家的半导体照明计划, 并投入巨资进行研发。

LED 发光效率、寿命以及光输出的明显改善激活了 LED 照明应用的早期专用市场, 看好 LED 照明的人士深受鼓舞, 并相信其将对未来照明市场产生重要影响。而近

年来高亮度 LED（HB-LED）技术的飞速发展使 LED 成为普通照明光源的时日越来越近。

高亮 LED 应用领域主要是手机、显示、汽车、照明、信号灯以及其他领域。与传统照明光源相比，LED 寿命长，即环保又节能，这是其应用看好的主要原因，尤其是在可靠性要求高以及维护成本也较高的场合。例如，机器照明中灯光故障致使生产线停工所造成的损失，要远远高出 LED 与传统光源之间的价差。LED 在机器照明、建筑业等照明领域的应用已有数年历史，在其他领域的照明开发设计还刚刚开始。

近期高亮 LED 在照明领域应用的关键是避开传统照明灯具而瞄准传统照明灯具没有明显优势的市场领域。专用照明是高亮 LED 增长最快的市场之一，尽管其应用与普通照明市场还无法相比，但这毕竟是高亮 LED 进入照明市场的切入点，巨大的照明市场也预示着高亮 LED 照明应用的光明前景。

国家 863 计划对我国包括高亮度 LED 在内的光电产业的发展提供了良好的技术保障。由于光电子器件是信息光电子技术的核心和关键，十多年来，在光电子材料、器件、工艺和应用等各方面均取得了较大的进步，涌现出一批较高水平的研究成果。在 863 计划的支持下，我国在信息光电子领域的高技术研究开发方面缩短了与国际水平的差距，一批光电子成果转化产业基地逐步建立，这些成果转化基地正在成长为我国信息光电子的产业群体，各个基地在技术领域内又各具有国内领先的优势项目。

在我国汽车产业高速发展的带动下，汽车第三刹车灯、显示表盘等领域对高亮度 LED 管芯的需求量逐年增加。预计 2010 年前我国汽车产量将达到 750 万台，届时，汽车领域对高亮度 LED 的需求量将达到 65 亿颗左右。另外，交通灯领域也将是高亮度 LED 最有增长前景的领域，全国交通灯的使用达数百万计，交通灯换灯所带来的市场前景也照样非常诱人。而 LED 的最终增长则来自照明的应用，由于全球照明产品的使用数量庞大，随着环保、节能等观念的深入人心以及高亮度白光 LED 产业化技术的不断突破，照明换灯所带来的市场机会将使高亮度 LED 成为最耀眼的明星产业，从而成为照明市场的最大亮点。

第七章 LED 显示屏

7.1 LED 显示屏概述

7.1.1 LED 显示屏定义及其特点

LED 电子显示屏是集微电子技术、计算机技术、信息处理于一体的大型显示屏系统。它以其超大画面、超强视觉、灵活多变的显示方式等独具一格的优势，成为国际上使用广泛的显示系统。是信息传播设施划时代的产品。根据其发光波长可大致分为可见光 LED、红外线 LED。可见光 LED 以耗电量小、寿命长、发热量少、单色发光、反应速率快、耐冲撞机械特性好、体积小等有别于传统光电新产品的特性，广泛应用于汽车、通讯新产品、资讯新产品、消费性新产品、号志及大型资讯显示屏等方面。红外线 LED 也具有可见光的特性，但其波长在不可见光范围，主要应用在遥控、无线通讯、光纤通讯、感测、自动控制等方面。

LED 电子显示系统是一种崭新的高科技广告告示宣传媒体，自 80 年代末在中国大陆面市以来，以其质优价廉、低电耗，既可显示图文数据、以可显示视频图像，画面清晰、色彩艳、显示方式灵活多变等功能在各行各业中迅速推广应用。

LED 显示屏的特点：

（1）亮度均匀和色彩一致

一般 LED 显示屏有多校准方式，保证亮度均匀、一致的色彩和亮度水平，保证显示效果始终如新。第一次校准是在工厂进行的。工厂的调校过程实现模块内每个像素都在同一个亮度和色彩水平。第二次校准是在现场进行的。对替换故障模块的新模块进行调整，使之与整个显示系统的色彩和亮度一致是很重要的。为满足这种需要，Daktronics 的 Venus7000 软件允许用户选择新模块，并把新模块的色彩和亮度水平调整到与旧模块一致。LED 是很特别的，在不同的阶段期光输出会减少。为此，Daktronics 为顾客提供了一种专门的现场校准服务，具体过程是：用数字相机测量 LED 的亮度，然后向整个显示屏发出一个参数，把所有 LED 调整成一致的亮度。这个过程实现像素之间的色彩和亮度一致性。

巴可 LED 模块采用 LED 系统色彩签名、真彩再现和运动再现技术，确保精确的色彩一致性和更平滑、无闪烁的视频质量利用单基色亮度可调技术，实现每一个发光原色（红、绿、蓝）的亮度均可独立调节，确保整屏色泽、亮度的均匀性、一致性。

采用高清电视的影像处理技术，将扫描的图像存储于专用芯片中，然后与后扫描的图像合成一个完整的画面，采用此技术所需的扫描时间是隔行扫描图像的一半，可以大大提高影像的清晰度，画面无闪烁。

Daktronics 的 Venus7000 控制器可手动或自动调整显示强度和亮度水平。此外，Daktronics 显示屏还有光电传感器可检测环境光，然后自动调整显示强度和亮度。

（2）色彩显示真实

色彩深度和视频处理决定了视频显示的图像质量。Daktronics 公司的 LED 色彩深度为 4.4 万亿。如果屏幕上显示一个穿黑色夹克的人，4.4 万亿的色彩深度使你可以分辨出不同的细节和黑色区域的不同，如黑衣服的皱纹和折痕等。此外，Daktronics 用它的处理数据位精确地实现输入视频图像（如 NTSC、PAL、HD）所需的伽玛和色彩调整。

（3）分辨率高

优化全彩 LED 视频技术有多个方面。LED 视频显示屏要求很宽的色彩深度，必须有效校正伽玛和色彩值，从而最佳利用 LED 显示屏。视频处理引擎通过缩放和亮化滤波器充分利用 LED。当输入的图像信息超过像素数时就要进行缩放。Daktronics 的缩放处理可正确利用图像信息，缩放可以把分辨率超过 LED 显示屏的信息缩小到屏幕最合适的水平，同时保持图像的清晰显示。Daktronics 的亮化滤波器的算法也清晰和精细显示有帮助。

根据显示屏所用的 LED 类型的不同，图像处理也有不同的效果。例如，3 合 1 的 LED，其处理能力要分给一个封装内的 3 个 LED 像素。而灯型 LED，LED 的物理位置需要靠得非常紧密并且很好地集成在一起，从而有效地对 LED 像素进行缩放和亮度变化。一些公司的处理是指 LED 亮度的动态、虚拟或增强分辨率处理，而 Daktronics 的处理指的是指位置像素化（Positional Pixeling）技术。

巴可的 LED 模块采用双像素专利技术，通过从视觉上使物理分辨率加倍，提供更大的清晰度并获得增强的视觉分辨率。利用双像素技术，可以准确寻址每个 LED 单元，产生更平滑的图像和更高分辨率的显示效果。

Daktronics 自己设计和生产模块及视频处理器。因而可以严格控制输入信号，处理和缩放后适合模块显示上。能优化灰度和色彩控制器，获得最好的图像显示。

Daktronics 自己生产模块，而不是用别人生产的模块组装 LED 屏。自始至终均有严格的质量控制。

此外，Daktronics 还开发了专利的校正方法，保证显示屏在整个寿命期内显示效果一致。

（4）采用高级像素显示

Daktronics 以采用 Pure Pixel 技术的真像素显示图像。Pure Pixel 技术保证每个 LED 像素内至少有一个红、绿、蓝单元。此外，Daktronics 系统用次像素级处理功能实现像

素或 LED 级处理功能。这种像素或 LED 级处理功能可根据客户应用的需要和偏好在视频处理器内启动或关闭。

在像素或 LED 级进行控制处理有几项优点。像素级控制对于有生动色彩变换的内容特别适用，它能保持 LED 色彩的完整性，避免色漂。像素级处理对于要求边缘明晰并保持一致色彩的应用，如文字显示特别理想。LED 级处理可以使得内容有细微变化的图像更锐利。例如，近距离的草地图像有很多色彩细节。LED 级处理可使得草的叶片斜纹和曲边变得更平滑，阶梯效应更少。

（5）可靠和稳定

要保持系统的可靠性，现场维护和预防性都非常重要。另外，坚固无尘并防水的模拟化设计，可以承受恶劣的室外环境。对于固定安装，模块可安置到按照各种具体安装要求定制的坚固结构内，构成一个整体。

在部件采购、制造和产品设计过程中应用“整体质量”管理技术民为生产高质量的产品和保护用户的长期投资提供了保证。内嵌式 PC 使模块具有智能和处理可升级性，模块内嵌式散热管理系统使产品具有更高的质量和更长的使用寿命。

模块化设计、电路设计连接功能分成不同的模块，每个模块之间只需要极少的联系，可大大提高系统的稳定性、可靠性。显示部分采用分布式扫描技术，显示部分被分成不同的单元，独立进行扫描，每个单元之间的信号进行同步控制，显示稳定性大大增加。

（6）室内外 LED 屏亮度及防护水平不同

室外 LED 显示器的显示亮度比室内的高，室外 LED 显示器典型亮度为 5,000-6,000 尼特，室内 LED 显示屏则 2,000 尼特。室外型的亮度高是为了在各种环境条件下，即使是阳光直射下都能看得见，室外型 LED 显示屏还耐热、防雨、防雪等。在室外，LED 显示屏具有抗寒、防水、防尘和冷却功能。

7.1.2 LED 显示屏的分类

1、按显示颜色分为：

单红色、单绿色、红绿双基色、红绿蓝三色、全彩、自然色；单基色 LED 显示屏（含伪彩色 LED 显示屏），双基色 LED 显示屏和全彩色（三基色）LED 显示屏。按灰度级又可分为 16、32、64、128、256 级灰度 LED 显示屏等。

2、按使用功能分为：

图文显示屏、多媒体视频显示屏、行情显示屏、条形显示屏、利率显示屏、文本 LED 电子显示屏、图文 LED 电子显示屏、计算机视频 LED 电子显示屏、电视视频 LED

电子显示屏和行情 LED 电子显示屏等。行情 LED 电子显示屏一般包括证券、利率、期货等用途的 LED 显示屏。

3、按使用环境分为：

室内 LED 显示屏、室外 LED 显示屏、半户外 LED 显示屏。LED 大屏，LED 大屏幕。

4、按发光点直径或点间距分为：

$\Phi 3.0$ 、 $\Phi 3.7$ 、 $\Phi 4.8$ 、 $\Phi 5.0$ 、 $\Phi 8.0$ 、 $\Phi 8$ 、 $\Phi 10$ 、 $\Phi 16$ 、 $\Phi 20$ 、 $\Phi 3.0$ 、 $\Phi 3.75$ 、 $\Phi 4.8$ 、 $\Phi 5.0$ 、 $\Phi 8.0$ 、 $\Phi 15$ 、 $\Phi 19$ 、 $\Phi 26$ 等。

5、基本发光点非行情类 LED 电子显示屏中，室内 LED 显示屏按采用的 LED 单点直径可分为 $\Phi 3\text{mm}$ 、 $\Phi 3.75\text{mm}$ 、 $\Phi 5\text{mm}$ 、 $\Phi 8\text{mm}$ 、和 $\Phi 10\text{mm}$ 等显示屏；室外 LED 显示屏按采用的像素直径可分为 $\Phi 19\text{mm}$ 、 $\Phi 22\text{mm}$ 和 $\Phi 26\text{mm}$ 等 LED 显示屏。

行情类 LED 显示屏中按采用的数码管尺寸可分 2.0cm (0.8inch)、2.5cm (1.0inch)、3.0cm (1.2inch)、4.6cm (1.8inch)、5.8cm (2.3inch)、7.6cm (3inch) 等 LED 显示屏。

6、按像素密度分：

2500 点、3906 点、5102 点、6944 点、10000 点、虚拟 $3906 \times 4 = 12384$ 点、15625 点、17199 点、17772 点、27778 点、44321 点、62500 点也就是 1 万点、1 万 7 千点、1 万 5 千点、2 万 7 千点、4 万 4 千点、6 万 2 千点等 LED 显示屏。

7.1.3 LED 显示屏技术特点

(1) 画面清晰

根据人的视觉特点和 LED 显示特性，采用先进的非线性扫描技术（ γ 校正），使显示画面的各个层次得到完整的反映，细微变化清晰呈现，极大提高画面质量对于像素较少的显示屏，该项技术尤其重要。

非线性级差显示技术，即在底亮度区级差小，增加级数，逐步到高亮度区时增大级差，造成视觉效果上的“级差一致性”，这样便具有更佳的视觉效果。

(2) 兼容性好

能兼容计算机中 SVGA 模式，可接多种视频设备。

(3) 计算机图像同屏显示，屏幕映射位置可调，用专业控制软件。

(4) 高灰度技术

LED 显示屏以其灰度等级高、画面细腻在行业中得到一致好评。在《LED 显示屏检测方法》中已经突破 IOBIT 技术的技术前沿，正在向更高的领域前进。

（5）恒流降噪音技术

LED 显示屏驱动芯片采用国际上先进的美国 TI 公司推出的 5902 系统，该系统在全彩 LED 显示屏领域独领风骚。公司结合其芯片特点，并与 TI 公司合作研究形成了恒流降噪声技术保证电源等其它噪声源因素对 LED 电显示屏造成的影响降低到最低程度。

（6）亮度调整技术

为了适应不同天气，让显示屏达到最佳的显示效果，LED 电子显示屏专门设计了亮度 32 级自动、手动调节装置。保证整个 LED 显示屏在各种环境下都能达到最佳的显示效果。

（7）强对流式排热系统

LED 显示屏工作时屏体发出的热量较高，为了保证整个显示屏系统在稳定的状态下运行，我公司对显示屏散热系统进行了彻底的研究，考虑到所有的流动气流，研究出一强对流的排热系统，使系统更加稳定可靠。

（8）媒体网络化

信息时代的到来，让公司全面启动了媒体网络化的系统解决方案，公司把 LED 显示屏系统做为网络的终端形成标准化的接口，可以对标准视频信号、音频信号、网络其他设备进行直接接入，兼容性强。

（9）完善的配电系统

配电系统具有远程控制功能

具有供电指示功能

具有过流、短路、断电等多种保护功能，可自动处理各种应急情况。

具有定时自动开关屏的功能，可实现无人留守，具有多路输出和延时上电的功能。

智能化的电源，可实现风扇的自动开启和关闭，过热的自动保护，并能自动恢复，无需人去维护。

（10）功能强大的播出系统

大屏播放软件使用 Delphi 编程，用户界面友好，功能强大，支持任何品牌的 PC 机的硬件及 WIN98 操作系统，所有软件可上网工作，因此本应用软件具备了远程控制

功能，真正实现计算机屏幕上的所见即所显。通过编程可自动选择播出设备，实现无人条件下的播出，对以下各种信息均能实现很好的播出。

视频：播放来自各种设备的视频信号，并能随时切换不同的视频源，多路视频源可通过多媒体控制器同时监控与切换，并可对视频画面进行缩小或放大操作。

文字：可播放多种文字的各种字体、字型和不同的文字信息，还能实现翻页、移动、旋转、飘雪、滚屏、闪烁等十几种显示功能。

计算机图像信息：可播放不同格式的图形、图像文件。如：BMP、TGA、GIF 等。

动画：能播放 ANIMATOR PRO、3DMAX 等软件制作的二维、三维动画，并支持用压缩卡采集的 AVI 信号，软件包具有方便的界面接口，丰富的材料库，形体库和先进的渲染技术，能制作高质量的三维动画，使广告创意逼真的实现。

音乐：支持声卡及 CD-ROM 等多媒体设备，可播放 WAV/MID 等声音文件，还可直接控制 CD 唱盘。

内容丰富：本系统支持多媒体及外围设备，使 LED 显示屏显示的内容丰富多彩。如：声卡、视频卡、CD-ROM、触摸屏及各种视频设备。

布局方便：强大的软件功能可单独显示视频、文字或图像等；可在同一屏上显示多种信息，任意编制；还可在视频图像上叠加文字信息、动画等。

制作容易：开发工具是基于 WINDOWS 面向对象的多媒体平台，所见即所得。采取图标工具栏，无需编程。

应变能力强：在正常播出过程中，如需临时增改内容，可锁定当前画面，无需关机“黑”屏。

具有网络接口：通过网络接口卡与各类网络数据库局域网、远程网络接口，在系统软件的支持下，提取网络中各类信息。

7.1.4 LED 显示屏的发展沿革

LED 显示屏是 20 世纪八十年代后期在全球迅速发展起来的新型信息显示媒体，它利用发光二极管构成的点阵模块或像素单元组成在面积显示屏幕，以可靠性高、使用寿命长、环境适应能力强、价格性能比高、使用成本低等特点，在短短的十来年中，迅速成长为平板显示的主流产品，在信息显示领域得到了广泛的应用。

发光二极管（LED）是 20 世纪六十年代末发展起来的一种半导体显示器件，20 世纪七十年代，随着半导体材料合成技术、单晶制造技术和 P-N 结形成技术的研究进展，发光二极管在发光颜色、亮度等性能得以提高并迅速进入批量化和实用化。进入

20 世纪八十年代后，LED 在发光波长范围和性能方面大大提高，并开始形成平板显示产品即 LED 显示屏。

LED 显示屏发展经历了三个阶段：

（1）1990 年以前 LED 显示屏的成长形成时期。一方面，受 LED 材料器件的限制，LED 显示屏的应用领域没有广泛展开，另一方面，显示屏控制技术基本上是通讯控制方式，客观上影响了显示效果。这一时期的 LED 显示屏在国外应用较广，国内很少，产品以红、绿双基色为主，控制方式为通讯控制，灰度等级为单点 4 级调灰，产品的成本比较高。

（2）1990-1995 年，这一阶段是 LED 显示屏迅速发展的时期。进入 20 世纪九十年代，全球信息产业高速增长，信息技术各个领域不断突破，LED 显示屏在 LED 材料和控制技术方面也不断出现新的成果。蓝色 LED 晶片研制成功，全彩色 LED 显示屏进入市场；电子计算机及微电子领域的技术发展，在显示屏控制技术领域出现了视频控制技术，显示屏灰度等级实现 16 级灰度和 64 级灰度调灰，显示屏的动态显示效果大大提高。这一阶段，LED 显示屏在中国发展速度非常迅速，从初期的几空企业、年产值几千万元发展到几十家企业、年产值几亿元，产品应用领域涉及金融证券、体育、机场、铁路、车站、公路交通、商业广告、邮电电信等诸多领域，特别是 1993 年证券股票业的发展更引发了 LED 显示屏市场的大幅增长。LED 显示屏在平板显示领域的主流产品局面基本形成，LED 显示屏产业成为新兴的高科技产业。

（3）1995 年以来，LED 显示屏的发展进入一个总体稳步提高产业格局调整完善的时期。1995 年以来，LED 显示屏产业内部竞争加剧，形成了许多中小企业，产品价格大幅回落，应用领域更为广阔，产品在质量、标准化等方面出现了一系列新的问题，有关部门对 LED 显示屏的发展予以重视并进行了适当的规范和引导，目前这方面的工作正在逐步深化。

7.2 中国 LED 显示屏行业分析

7.2.1 中国 LED 显示屏行业发展概况

一、行业发展历程

行业的发展：中国显示屏行业起步于 20 世纪 80 年代末，发展于 90 年代，成熟于近五年。中国经济的腾飞，给显示屏行业提供了极好的发展机遇。2005 年全国产值约 40 亿人民币。国有、民营、合资、外资兼存，以民营企业为主。小型企业较多，缺少大型企业。

行业协会：中国光协 LED 显示屏行业协会成立于 1998 年初，现有会员单位 170 多家。

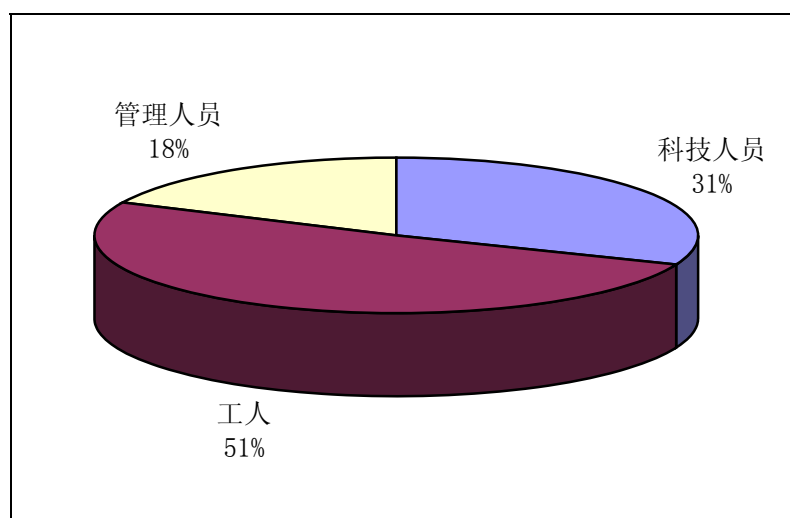
1998 年，中国光协器件分会 LED 显示屏专委员；

2000 年，中国光协 LED 显示屏分会；

2006 年，更名中国光协 LED 显示应用分会。

从业人员：2005 年行业协会 110 家会员单位的从业人员达 11380 人，全国从业人员估计超过二万。

图表 35 2005 年中国 LED 显示屏行业协会 110 家会员单位从业人员人数分布



数据来源：中国光协 LED 显示屏行业协会

行业销售收入

2005 年行业协会会员单位销售收入 3341 百万元

图表 36 2005 年中国 LED 显示屏行业协会 110 家会员销售收入分布

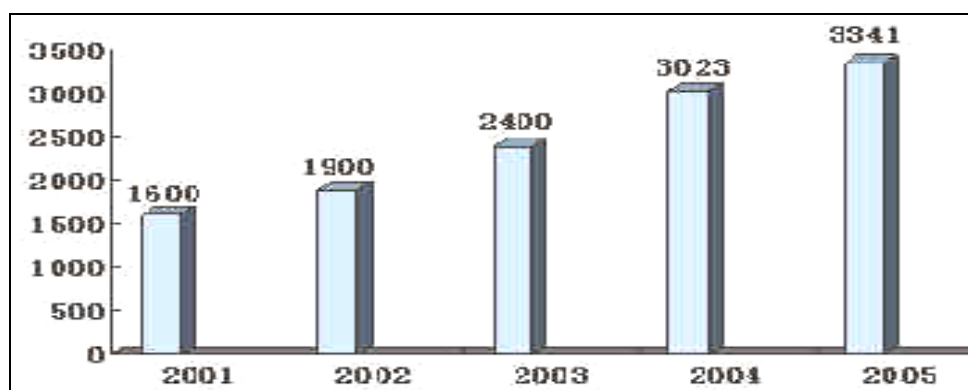
销售收入	>100百万	50~100百万	10~50百万	<10百万
会员单位数	7	16	64	23
占总体销售收入比例	33%	52%	-	-

数据来源：中国光协 LED 显示屏行业协会

2001 年-2005 年 LED 显示屏行业销售情况：

图表 37 2001-2005 年中国 LED 显示屏行业协会 110 家会员单位销售情况

单位：百万元

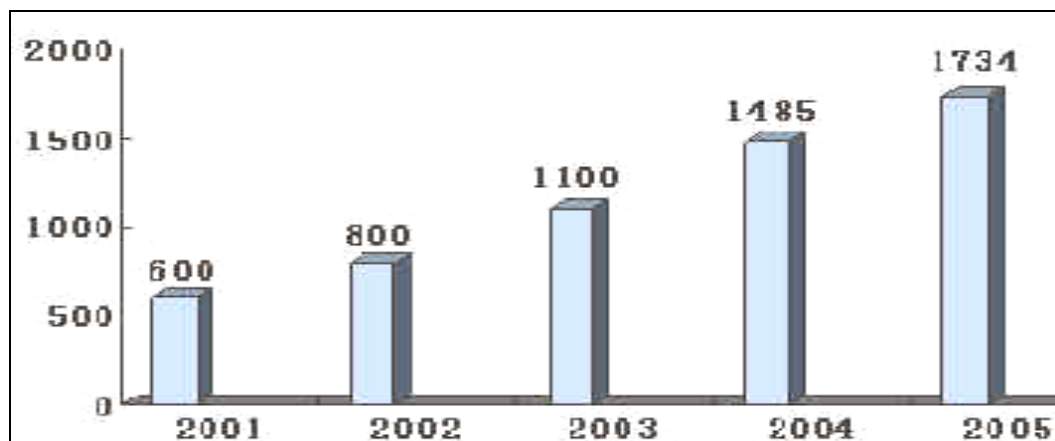


数据来源：中国光协 LED 显示屏行业协会

2001 年-2005 年 LED 显示屏行业全彩屏销售情况：

图表 38 2001-2005 年中国 LED 显示屏行业协会 110 家会员单位全彩屏销售情况

单位：百万元

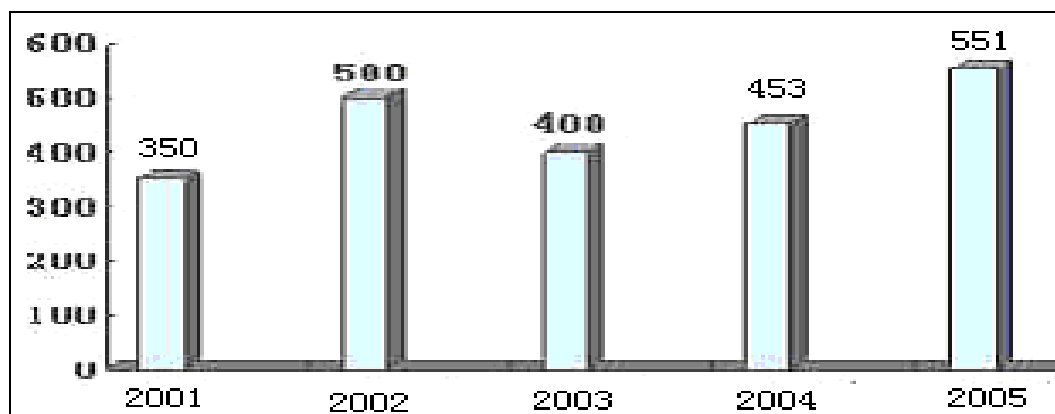


数据来源：中国光协 LED 显示屏行业协会

2001 年-2005 年 LED 显示屏行业出口情况：

图表 39 2001-2005 年中国光协 LED 显示屏行业协会 110 家会员单位出口情况

单位：百万元



数据来源：中国光协 LED 显示屏行业协会

LED 显示屏行业特点：

- 1、以民营企业为主；骨干企业比较少；
- 2、从业人员年轻化；有自主知识产权；
- 3、行业增长速度快；形成一定产业链；
- 4、市场竞争较激烈；产品质量待提高。

二、显示屏行业标准

图表 40 LED 显示屏正在实施的行业标准

名 称	发布日期	标 准 号	主要起草单位
《LED显示屏通用规范》	2003年	SJ/T 11141-2003	利亚德等9家
《LED显示屏测试方法》	2003年	SJ/T 11241-2003	洛普等9家

资料来源：中投顾问产业研究中心

《LED 显示屏通用规范》的作用和内容

作用：显示屏相关技术标准、技术文件的主要技术依据，显示屏标准框架的基础

内容：1、范围；2、规范性引用文件；3、术语和定义；4、分类；5、要求；6、检验方法；7、检验规则；8、标志、包装、运输、贮存

《LED 显示屏通用规范》十大要求

1、LED 显示屏的硬件要求；2、LED 显示屏的软件要求；3、结构与外观；4、安全要求；5、LED 显示屏功能特性；6、LED 显示屏光学性能；7、LED 显示屏电学性能；8、供电电源；9、环境适应性；10、可靠性要求

《LED 显示屏测试方法》的作用和内容

作用：《LED 显示屏通用规范》中技术要求的测试方法和显示屏要求（性能指标）的分级。

内容：1、外壳防护等级；2、模块拼装精度；3、最大亮度；4、视角；5、最高对比度；6、基色主波长误差；7、白场色坐标；8、均匀性；9、亮度鉴别等级；10、换帧频率；11、刷新频率；12、占空比；13、模组负载变化率；14、灰度等级；15、信噪比；16、像素失控率

LED 显示屏其它标准

- 1、《体育场馆设备使用要求及检验方法（第 1 部分：LED 显示屏）》国家体委
- 2、《旅客引导 LED 信息显示标准》铁道部
- 3、《高速公路可变情报板标准》交通部
- 4、《高速公路可变限速标志标准》交通部
- 5、《城市交通诱导情报板标准》公安部

7.2.2 中国 LED 显示屏产业日渐成熟

产业规模不断扩大

经过多年的发展,中国 LED 显示屏产业基本形成了一批具有一定规模的骨干企业。从 1998 年以来,中国 LED 显示屏行业持续高速增长,产业规模不断扩大。

国内主要 LED 显示屏制造厂商主要集中在华东、华北、华南区域,大型制造商的市场范围几乎覆盖整个国内市场。就整个行业来说,具有较强的开发能力。国产 LED 显示屏的性价比比较高,市场占有率近 100%。

产品规范和标准化受到重视

在 LED 显示屏标准化领域,中国保持了比较领先的水平。在中国 LED 产业的发展中,产品的规范和标准化较早就受到重视并取得了积极的成果。

1998 年 1 月原电子部正式发布实施《LED 显示屏通用规范》作为电子行业标准。1998 年初成立的 LED 显示屏专业委员会,在引导规范行业发展、开展光电器件与 LED 显示屏产品技术及检测标准交流协调等方面积极开展工作。2003 年,《LED 显示屏测试方法》作为信息产业部行业标准正式发布,同时,《LED 显示屏通用规范》也在修改后重新发布。

交通部、公安部、铁道部、国家体育总局等应用部门,根据具体行业使用中对 LED 显示屏的不同要求,近年也相继制订和推出了相关的 LED 显示类产品标准,使中国在 LED 显示屏方面的标准体系日臻完善。

市场保持持续增长

从 1993 年至今,全国 LED 显示屏市场保持持续增长,年平均增长率为 40%左右。从市场增长速度来看,中国 LED 显示屏市场的年增长率 1996、1997、1999、2000、2001 年均在 40%左右,只有 1998 年为 30%。属于增长迅速、发展较快的新兴市场领域。

2003 年 LED 显示屏行业总体发展比较快,规模型企业有所增加,产业逐步成熟。2003 年度销售额过亿元的有西安青松、上海三思、惠州德赛、北京利亚得等四家企业。年度销售额在 1000 万元以上的企业数目超过了 50 家,销售总额约为 22 亿元,占到全

国销售总额的 30 亿元的 73%。其中位居前列的六七家企业的销售额之和接近全国的 1/3。年度销售额在 5000 万元以上的单位有 12 家，其销售额之和为 12 亿元，占全国年度市场销售额的 40%。

7.2.3 2008 年北京奥运会 LED 显示屏大放异彩

绿色奥运、科技奥运、人文奥运等理念，通过众多具体的产品形态和新技术的应用得以完美诠释。作为 2008 年北京奥运会广泛应用的 LED 显示产品，更是光芒闪烁，为 2008 年北京奥运会增添了绚烂异彩。

1、比赛场馆 LED 不可或缺

近几届奥运会中，LED 显示屏都是奥运比赛场馆不可或缺的主要设施。2008 年北京奥运会新建和改建的体育场馆数量众多，规模空前，奥运场馆均采用了大量 LED 显示屏作为比赛实况播放和计分显示的设备，显示屏产品以全彩色、高分辨率、数字化等为主。可以说，2008 年北京奥运会所采用的 LED 显示产品从数量到技术水平以及应用方面都达到了一个新的里程碑，这其中，众多国内 LED 显示产品制造企业担当了重要的角色。

国家体育场（鸟巢）和国家游泳中心（水立方）是 2008 年北京奥运会新建场馆中两颗耀眼的新星。这两个场馆的 LED 全彩色显示屏由深圳三升高科技公司和日本松下公司合作承建，松下公司作为奥运会赞助商提供 LED 显示屏屏体，三升公司负责安装、调试、培训以及售后服务等全面技术服务工作。

南京洛普股份有限公司是 LED 显示产品制造的老牌企业，承担了 2008 年北京奥运会 8 个场馆的 LED 显示屏系统的建设或改造，包括天津体育场、国家奥体中心体育场、英东游泳馆、老山自行车馆、北师大体育馆、大学生体育馆、首都体育馆改造、工人体育场改造等。

西安青松科技股份有限公司、上海三思科技发展有限公司、北京利亚德公司等分别承建了北京理工大学体育馆、沈阳奥体中心、秦皇岛奥体中心等场馆的 LED 显示系统。

2、交通信息 LED 风景亮丽

北京日益严重拥堵的交通被视为 2008 年北京奥运会成功举办所面临的重要挑战性问题。交通信息服务作为奥运交通保障体系的重要环节，通过 LED 显示产品为公众提供动态交通信息服务，成为京城一道亮丽的风景线。

奥运会前夕，由北京四通智能交通系统集成有限公司承担建设的北京市道路交通诱导信息室外发布显示系统升级后投入使用，同时，由北京四通智能交通系统集成有限公司等单位所提供的近 100 面新建 LED 可变情报板也安装到了奥运交通的主要道路

和区域。到 2008 年 8 月，北京全市范围的 LED 可变情报板总数量达到近 300 面，遍布北京市快速路系统和城市主要道路，形成了覆盖范围大、受众群体广、智能化水平高、居于国际领先水平的先进的交通诱导系统。

7.2.4 国内 LED 显示屏市场机遇与挑战并存

受到体育场馆用 LED 显示屏需求快速增长的带动，近年来，中国 LED 显示屏应用逐步增多。LED 已经广泛应用在银行、火车站、广告、体育场馆之中。显示屏也从传统的单色静态显示转变为全彩视频显示。

2006 年，中国 LED 显示屏市场需求额为 40.5 亿元，比 2005 年增长 25.1%，这其中全彩显示屏需求额达到 17.1 亿元，占整体市场的 42.2%，双色显示屏的需求额位于第二位，需求额为 16.3 亿元，占整体市场的 40.2%，由于单色显示屏单价比较便宜，需求额为 7.1 亿元。

而随着北京奥运会的成功举办和上海世博会的日益临近，LED 显示屏正广泛应用在体育场馆以及道路交通指示中，LED 显示屏在体育广场中的应用快速增长。而随着体育场馆、广告领域对于全彩显示屏的需求不断增加，全彩 LED 显示屏在整体市场中所占的比重将持续扩大。2007-2010 年，中国 LED 显示屏市场年均复合增长率将达到 15.1%，2010 年市场需求额将达 75.5 亿元。

重大活动成为市场助推器

2008 年奥运会的召开直接推动了体育场用屏幕数量的快速增加，同时，由于奥运会用屏对 LED 显示屏的品质要求也较高，因此，高端屏幕的使用比例也将会增加，数量和质量提高带动 LED 显示屏市场的增长。除了体育场馆之外，奥运会和世博会等重大活动召开的另一直接推动领域就是广告领域国内外的广告公司必然会看好奥运会和世博会带来的商机，因此必然会增加广告用屏的数量来提高自身收入，从而促进了广告用屏市场的发展。

奥运会和世博会等重大活动的召开必然会伴随着很多大型活动，政府、新闻媒体和各种组织都可能会在奥运会和世博会之间举办各种相关活动，某些活动可能需要大屏 LED，这些需求除了直接带动显示屏市场以外还可能同时带动 LED 显示屏租赁市场。

除此之外，两会的召开还将会刺激政府部门对于 LED 显示屏的需求，而 LED 显示屏作为有效的公共信息发布工具，可能会在两会期间更多的被政府部门采用，例如政府机关、交通部门、税务部门和工商部门等。

广告领域回款困难，市场风险系数高

体育场馆、户外广告是中国 LED 显示屏市场最大的两个应用领域。LED 显示屏多属于工程类性质的应用，一般如体育场馆、广告等大型 LED 显示屏项目主要是通过公开招标进行，而一些针对企业的显示屏项目则主要是通过邀标的方式进行。

由于 LED 显示屏工程类性质明显，在 LED 显示屏项目执行的过程中常需要面对回款问题。由于体育场馆多为政府类项目，资金方面相对充裕，所以 LED 显示屏厂商面对的汇款压力要低一些。而同属于 LED 显示屏重要应用领域的广告领域中，由于项目投资方经济实力参差不齐，并且项目投资方出资兴建 LED 广告屏主要是依赖显示屏的广告费用来维持企业的正常运转，而后期投资方获得的 LED 显示屏广告费用灵活性比较大，投资方不能保证有足够充裕的资金，LED 显示屏生产企业在广告项目中受到的汇款压力要大一些。同时，中国 LED 显示屏生产企业众多，一些企业为了争夺市场份额，不惜采用价格战手法，在项目竞标过程中，不断出现低价抢标的现象，企业间的竞争压力不断加大。为了保证企业的健康发展，减少企业面临的汇款危险，降低企业呆账、坏账的数目，国内一些主要的 LED 显示屏生产企业在承接广告等项目时，多采取比较谨慎的态度。

中国将成为全球主要生产基地

国内从事 LED 显示屏生产的企业众多，同时，受到外资企业 LED 显示屏价格过高的影响，在中国 LED 显示屏市场上多以本土企业为主。本土 LED 显示屏生产企业除供应国内需求外，还不断把产品出口到国外市场。而近年来，受到成本压力的影响，国际上一些知名的 LED 显示屏企业也逐步把生产基地移到了中国，如巴可在北京设立了显示屏生产基地，Lighthouse 在惠州也拥有生产基地，Daktronics、莱茵堡都在国内设立了生产工厂。而三菱等还没有进入中国市场的显示屏生产企业，也看好国内市场的发展前景准备进军国内市场，随着国际 LED 显示屏生产大厂不断把生产基地转移至国内，加之国内众多的 LED 显示屏本土企业，中国正在成为全球 LED 显示屏的主要生产基地。

7.2.5 全彩显示屏推动 LED 显示屏市场迅速发展

随着价格的不断下降，全彩显示屏持续保持了较快的增长速度，全彩显示屏已成为推动中国 LED 显示屏市场发展的重要推动力，2006 年全彩显示屏销售额为 17.1 亿元，占整体市场销售额的 42.2%。

体育场馆和户外广告要求显示产品除能够提供较好的显示效果外还需要具有较高的亮度，同时能够提供从几平米到上百平米的显示面积。受此影响，全彩 LED 显示屏在上述应用领域中广泛使用，是全彩显示屏最主要的应用市场。2006 年中国体育场馆和户外广告领域全彩销售额达到 12.7 亿元，占全彩显示屏市场的 74.3%。而表面贴装显示屏价格的不断下降，将带动工商、税务、医院等场所的全彩显示屏应用比重的不断提升。

与集成电路产品国外厂商占据优势地位不同，在 LED 显示屏市场中则是国内厂商占据优势地位。但随着市场竞争的不断加深，以及看好国内全彩显示屏市场发展潜力，国外企业也开始进入国内设立生产基地，这将给国内厂商带来一定的压力。

7.2.6 中国 LED 显示屏行业面临的问题

中国 LED 显示屏产业的技术水平相对先进，主要产品和关键技术与国际同行业的先进水平能够保持一致，但工艺水平比较落后，在产品规范化、整机系统设计、可靠性、制造工艺、检测测试手段等方面与国外有明显的差距。LED 显示的应用范围发展比较快，在社会生活的各个领域都得到了广泛的应用。

中国 LED 显示产业的技术创新能力近年表现明显不足，企业的总体创新水平比较低。主要表现在技术含量高的新产品、引领市场发展的骨干拳头产品不足，“克隆”技术和产品的现象普遍，行业内能在推动技术进步和提升行业整体发展水平方面发挥积极作用的龙头企业缺乏，企业在研发方面的投入严重不足。

创新是企业可持续发展的根本，也是行业健康发展的重要表征。中国 LED 显示屏产业发展初期能够快速增长，与当时企业在技术创新方面的表现密不可分，在 20 世纪 90 年代，每一两年都会有技术领先的主流产品引领市场。近年由于技术创新的缺乏，产品低水平的技术重复，必然导致市场竞争的价格战和各种不规范竞争行为。

LED 显示产业的核心竞争力主要表现在先进的产品技术、优质的服务水平和良好的社会形象。中国 LED 显示产业的核心竞争力的形成和建设任重道远。要真正提高中国 LED 显示产业在全球产业中的竞争力，需要从以下方面努力和改进：其一，加强宣传，扩大影响，改善形象，提高社会的认知度；其二，提升产品的技术工艺水平，塑造中国制造之新型内涵；其三，培育形成具有较强综合实力和规模的代表性企业。

目前市场环境下 LED 显示屏行业要发展面临的重大威胁，来自于行业技术进步的停滞和企业战略的缺乏。大产业需要大企业，大企业必须具有大战略，大战略是基于大视野。中国 LED 显示屏产业和市场的发展必须改善故步自封的局面，不可囿于现有的市场，要扩大视野，拓展新的市场和应用领域。

LED 显示产品的市场竞争中，市场规范程度差，竞争手段多为竞相低价和关系之争。这种局面的存在，固然有中国市场经济发展不完善的客观原因，但行业技术进步缓慢、产品创新程度低、技术含量不够等导致核心竞争力缺乏是主要的原因。

LED 显示屏的标准体系已具有一定的基础，LED 显示屏的标准化工作，既要在显示屏整机标准化方面加强工作，也要在器件、基础材料等方面予以完善，建议显示屏的标准化工作加强与材料、器件等上下游产业链标准化的合作与协同，同时对相关标准的采用和学习推广予以重视。

LED 显示屏的市场应用前景应该还是令人充满信心的，半导体照明产业的发展为 LED 显示产业带来良好契机，对丰富产品体系、扩大应用领域都有积极的作用。关键是如何抓住契机，这是行业内的企业要缜密考虑的。

7.3 LED 显示屏的应用市场

7.3.1 LED 显示屏的主要应用领域

LED 显示屏的应用涉及社会经济的许多领域，主要包括：

（1）证券交易、金融信息显示。这一领域的 LED 显示屏占到了前几年国内 LED 显示屏需求量的 50% 以上，目前仍为 LED 显示屏的主要需求行业。上海证券交易所、深圳证券交易所及全国上万家证券、金融营业机构广泛使用了 LED 显示屏。

（2）机场航班动态信息显示。民航机场建设对信息显示的要求非常明确，LED 显示屏是航班信息显示系统 FIDS（Flight Information Display System）的首选产品，首都机场、上海浦东国际机场、海口美兰机场、珠海机场、厦门高崎机场、深圳黄田机场、广州白云机场及全国数十家新建和改扩建机场都选用了国产的 LED 显示屏产品。

（3）港口、车站旅客引导信息显示。以 LED 显示屏为主体的信息系统和广播系统、列车到发揭示系统、票务信息系统等共同构成客运枢纽的自动化系统，北京站、北京西站、南昌站、大连港等国内重要火车站和港口都安装了国内厂家提供的产品和系统。

（4）体育场馆信息显示。LED 显示屏已取代了传统的灯泡及 CRT 显示屏，四十三届世乒赛主场地天津体育中心首次采用了国产彩色视频 LED 显示屏，受到普遍好评，上海体育中心、大连体育场等许多国内重要体育场馆相继采用了 LED 显示屏作为信息显示的主要手段。

（5）道路交通信息显示。智能交通系统（ITS）的兴起，在城市交通、高速公路等领域，LED 显示屏作为可变情报板、限速标志等，替代国外同类产品，得到普遍采用。

（6）调度指挥中心信息显示。电力调度、车辆动态跟踪、车辆调度管理等，也在逐步采用高密度的 LED 显示屏。

（7）邮政、电信、商场购物中心等服务领域的业务宣传及信息显示。遍布全国的服务领域均有国产 LED 显示屏在信息显示方面发挥作用。

（8）广告媒体新产品。除单一大型户内、户外显示屏做为广告媒体外，国内一些城市出现了集群 LED 显示屏广告系统；列车 LED 显示屏广告发布系统也已在全国数十列旅客列车上得到采用并正在推广。

（9）演出和集会。大型显示屏越来越普遍的用于公共和政治目的的视频直播，如在中国建国 50 周年大庆、世界各地的新千年庆典等重大节日中，大型显示屏在播放实况和广告信息发布方面发挥了卓越的作用。

（10）展览会，LED 显示大屏幕作为展览组织者提供的重要服务内容之一，向参展商提供有偿服务，国外还有一些较大的 LED 大屏幕的专业性租赁公司，也有一些规模较大的制造商提供租赁服务。

7.3.2 LED 显示屏在交通领域的应用

在 LED 显示屏的众多应用领域中，交通信息的显示是其中的重要应用领域之一，特别是信息时代的到来，智能交通系统的发展，在社会公众服务的交通领域，信息的发布成为重要的服务内容，各类信息显示设备成为机场、火车站、码头、公交车站、高速公路、城市道路、停车场等面向公众发布信息的主导手段，其中，LED 显示屏以其高亮度、高可靠性等特点受到青睐。

1、LED 是智能交通系统显示手段之一

智能交通系统（Intelligent Transportation System，简称 ITS）指面向公众或特殊受众群体提供综合交通信息服务的智能化信息系统。智能化交通信息服务系统一般包括了信息源、信息处理和信息发布显示等部分，其中的发布显示主要是利用各种多媒体显示设备，如 LED 显示屏、LCD 显示屏、CRT 显示屏、PDP 显示屏等。

现代信息显示技术的发展，形成了 CRT、LCD、PDP、LED、EL、DLP 等系列的信息显示产品。纵观各类显示产品的发展，14 英寸以下是 LCD 占主导地位，14 英寸-32 英寸是以 CRT 为主导，40 英寸-70 英寸甚至 100 英寸将是 PDP 的市场，100 英寸以上，无论是室内还是室外，LED 显示屏以绝对的优势成为主流产品。

在中国交通运输行业中，相对来说，机场航班动态信息显示系统在系统构成、显示终端等方面总体上比较领先；铁路旅客引导信息显示系统的起步比较早，显示手段传统上以 LED 和 CRT 为主，近年来发展迅速，系统与客运自动化系统联网，表现出优良的智能化水平；道路交通诱导系统正在迅速兴起，处于发展和完善过程中，由于道路交通的环境特点，LED 显示成为主要的信息显示手段。

2、LED 显示是道路交通诱导系统主要发布载体

道路交通诱导系统是现代城市智能化交通管理系统中重要的交通信息服务系统，系统实时处理和分析交通动态状况，由控制中心的指挥决策者通过人工或自动的方式，对外发布和显示交通信息、道路状况等，减少堵塞程度，提高道路通行能力。

实践中，面向公众的交通诱导信息一般是在室外环境下发布，由于 LED 显示的高亮度特点，各种形式的 LED 显示成为交通诱导信息主要的发布载体。常见的交通诱导

LED 显示方式有交通诱导 LED 显示屏（可变情报板）、交通诱导路径显示牌、停车指示牌、可变标识标志等。

交通诱导信息室外 LED 显示，根据道路交通管理的要求和交通诱导信息发布显示的实际情况，在具体的使用功能上具有以下特点：高亮度，视角合理；显示颜色以红、绿、黄为主；显示亮度自动可调；全天候工作，环境条件复杂；远程控制，智能检测；安全性、实时性、准确性、可靠性要求高。

3、LED 显示在交通领域前景广阔

随着材料技术的不断提升，拓宽了 LED 的应用范围。展望交通领域 LED 显示的应用，有以下几个方面值得关注：

交通信号灯市场需求旺盛

超高亮、大功率的 LED 器件在城市交通信号灯中已得到广泛应用。LED 信号灯以其高亮度、高可靠性、低使用成本、长寿命等特点，得到城市交通管理部门的青睐。从全国范围内看，城市化进程和道路市政建设的发展，新建交通路口数量不断增加，目前使用的传统交通信号灯也在被 LED 信号灯替换。预测国内道路 LED 交通信号灯市场容量应该在几十亿元。另外，公路车道指示灯、机场、铁路、航运等领域的信号、标识类用灯，也存在着很大的市场潜力。

公路 LED 可变情报板等已成规范和标准化产品

公路 LED 可变情报板、可变限速标志等产品已发展成为公路建设中的规范化和标准化产品，现有的道路需要补充完善，新建道路有标准规范配套设施的要求，相关产品的行业标准也已正式发布实施。预计每年公路可变情报板、可变限速标志等显示类产品的市场容量在 3 亿元到 5 亿元左右。

汽车领域应用前景广阔

LED 用作汽车主刹车灯时的响应时间比传统的白炽灯要快 80ns，在高速公路上行驶会增加 4 米到 6 米的安全距离。由于 LED 良好的抗震性能、节电、绿色环保等特点，汽车照明、灯饰等的应用也会有良好发展。目前国内外许多品牌的汽车制造商已经开始采用 LED 刹车灯、仪表灯和照明灯。

7.3.3 LED 显示屏在高速公路领域的应用

一、可变情报板及可变限速标志

可变情报板及可变限速标志作为智能交通系统的重要信息发布，由监控中心计算机通过通讯网络实行远程控制，传送并显示各种图文信息。向司机及时发布不同路段的不同路面情况及各类交通信息，并进行交通法规，交通知识的宣传，达到减少高速

公路重现性阻塞，减少高速公路非重现性事故的影响，提高行车安全；从而有效疏导交通，提高高速公路的使用效率。可用在高速公路和一般道路上，尤其是高速公路出入口控制的公路。

系统的组成：可变情报板及可变限速标志系统是由主监控计算机、通讯网络转换器、显示屏、控制卡及内置控制系统、机箱、框架、电器保护和防雷装置、电缆安全连接件，成对调制解调器、安装所需的电力及信号工程等。

二、车载屏（移动式交通信息屏）

道路施工与维修所造成车道封闭或缩减，对公路主管部门、施工人员而言是早已经预定好的工作，但对于大多数道路使用者仍是不可预知的事件，因此通过交通诱导屏告知驾驶人员或路人非常重要。固定式的可变情报板受限于道路施工地点非固定的特性而不易发挥功效，而车载屏（移动式交通信息屏）是可变情报板的一种，它具有小巧灵活轻盈，适宜安装在拖挂式载动车上，可随时随地放置在目标现场直接显示，弥补了固定式可变情报板的不足。

系统的组成：车载屏系统是由控制计算机、控制盒、显示屏、内置控制系统、机箱、框架、运载车、太阳能电池、蓄电池、电缆安全连接件等。操作时可由计算机将诱导信息下载给显示屏，也可以将常用的诱导信息下载给控制盒，再由控制盒传输数据给显示屏，一般应用时使用后者易于携带，且控制盒也可编辑文字信息下载给显示屏。

三、导向牌

为了保证高速公路上施工作业人员和车辆的安全，同时也是为了保护使用高速公路的人员和车辆的安全，交通安全管理部门要求，高速公路作业车辆必须安装醒目的标志，用以警示和引导后续其它车辆，避免意外事故的发生。而导向警示牌正是高速公路上的施工作业的车辆必备装备。

7.3.4 LED 显示屏在户外广告中的应用

室内、户外的 LED 大屏幕正在成为继公交车电子屏后视的又一眼球聚焦点，引得外资品牌与本土厂商间的对抗不断上演。

2008 年 3 月 31 日，LED 数字广告牌制造商美国达科公司宣布，将为亚洲最大火车站——北京南站提供全彩 LED 室内显示屏。这组屏幕从 5 月下旬开工安装，8 月 1 日随着整个北京南站一起投入运营。这是达科继北京五棵松篮球馆漏斗屏、故宫太和殿 LED 屏和 CCTV 新大楼 LED 屏之后，在北京市场的又一得意之作。

北京南站 2008 年 8 月 1 日重新开放，是京津城际高速铁路与未来京沪高速铁路的起始站，成为中国乃至亚洲第一大火车站。11 块 LED 显示屏的媒体价值对于各个企业来说，诱惑力不可小觑。

随着 11 块屏幕的集体亮相，北京南站也成为全国 LED 显示屏应用最密集的车站。这 11 块屏幕分别位于车站大厅、地下出口大厅和南北两个扶梯处，其中最为抢眼的是安装在大厅高架层的、两个背靠背的 10 毫米间距一体屏，面积达到了 463.6 平方米。达科的 Venus7000 控制系统将用来控制、监控每块显示屏。

与此同时，悬挂在七星摩根广场上空的总面积达 3400 平方米的户外 LED 巨屏，也正由康佳视讯公司紧锣密鼓的建设中。由于东邻奥运主场馆水立方、鸟巢，因此该屏被誉为“北京 08 奥运最大的直播窗口”。该项目总金额高达 1.03 亿，吸引了全球 LED 屏领域中包括巴可、LG 在内的顶尖品牌的角逐。

近年来随着社会科技的进步和户外广告的发展，人们对户外媒体的要求越来越高，LED 大屏幕已成户外广告主要发展方向。

在国内户外 LED 大屏幕媒体领域，已经形成了香榭丽传媒、郁金香传媒等品牌，并先后拿到了数千万美元的融资，而且都已经开始了 IPO 上市准备。不过，与分众、航美、华视以规模经济效益量化媒体价值不同，大屏幕 LED 广告除了拼人群聚集度、接触率等指标外，靠“面积”衡量价值已是行业潜规则。

室内、户外大型 LED 屏产业从 2005 年开始起步，在中国市场增长速度迅猛。一方面，中国经济的飞速增长和城市化进程的渗透，推动了 LED 大屏幕市场不断扩容。另一方面，在世博会、奥运会等市场契机前后，行业市场前景巨大。今后的数年，市场还将以每年 15% 左右的速度增长。包括 LED 屏制造商和依附于此的新媒体网络运营等环节都会迎来新的机遇。

不过，这一行业的进入门槛也颇高。与分众“小电子屏”广泛撒网的经营模式不同，LED 大屏前期投入大、利润相对较高，要求企业有较强资金实力和技术运营能力。以 LED 屏制造环节看，截至 2007 年底，中国有 100 多家 LED 显示屏厂商，90% 以上都是民营高科技企业，缺少真正有影响力的品牌。其中有研发队伍、生产规模的不过 20 到 30 家，年产值在 1000 万元以上的企业则更少。相比之下，由于熟悉本土媒体环境和占据资源优势，依托于 LED 大屏载体的媒体运营企业，国内企业反而略胜一筹。在一个前景广阔、潜力无限的市场中，LED 大屏领域的下一个分众会是谁？抢占优质资源和圈地速度可能决定了这一结果。

7.4 LED 显示屏行业的技术进展

7.4.1 我国 LED 显示屏技术发展情况

一、LED 显示屏技术进展情况

光电器件

1、高端显示屏采用国际上最先进的 LED 发光器件

2、国际品牌光电企业均关注并进入中国 LED 显示屏市场，国际品牌、国内品牌和无品牌光电器件产品并存

驱动芯片

图表 41 驱动芯片的发展及其特点

	功能	应用场合	主要代表
第一代驱动芯片	非恒流驱动	低档单、双色显示屏	74HC595、6B595、ULN2803
第二代驱动芯片	恒流驱动	全彩及其它显示屏	TB62706/TB62726、MBI5026、ST2221C
第三代驱动芯片	恒流、TSD、LOD、亮度调节	可变情报板	TLC5921、DM133、MBI5027/5028
第四代驱动芯片	恒流、PWM、LOD、TSD、像素亮度校正	高档LED全彩屏	TLC5941、MBI5030

资料来源：中投顾问产业研究中心

控制系统

1、国内自主开发，拥有民族知识产权

2、专业控制系统开发公司与骨干企业自主研发

3、同步、异步、独立视频控制箱、网络化、嵌入式

国内主流产品与国际品牌产品技术指标比较

相同或接近的技术指标：LED 配置、像素密度、亮度、视角、白场色温、寿命（全白-亮度减半）、驱动方式、换帧频率、信号处理位数、信号兼容、平整度、功耗、失控率

有差距的技术指标：MTBF、刷新频率、亮度均匀性、灰度等级、外壳防护等级、重量、安全要求、产品认证

国内产品情况：国内先进水平与国际品牌产品水平相近；国内主流产品技术雷同；国内一般产品良莠不齐；国内市场以国产显示屏为主；显示屏出口增长很快；国内产品规格多于国际品牌产品。

二、LED 显示屏备受关注的新技术

逐点校正技术

亮度均匀性-显示屏首先的目标。通过精准控制像素各基色 LED 的驱动脉宽或电流，实现控制每个像素的亮度，使显示屏的所有像素的亮度一致。

实施的必要条件和难点：精确测量每一个像素的亮度和色度；精确控制 LED 的驱动脉宽或电流；LED 和 IC 离散性较小；良好的工艺。

进展：有实施逐点亮度校正的驱动芯片，缺少能够在现场快速采集每一个像素的测量装置和相应的控制系统。

视频信号处理技术进展：

LED 显示屏——计算机的终端

LED 显示屏视频源：PC 的显卡输出

显示屏图像质量进步的瓶颈口。

解决方法：（1）采用高清晰度多媒体接口，显示屏成为高清晰的计算机终端；（2）借鉴先进的数字电视技术，采用多功能视频箱，打破显示屏视频信号仅数字化处理的限制，实现视频处理模数结合。

网络化显示屏：采用互联网 TCP/IP 网络技术，开发相应的控制系统，使显示屏成为网络终端。

嵌入式智能化显示屏：采用 ARM 系列处理器等新型控制系统，使 LED 显示屏控制系统小体积、低成本、高性能、智能化，开拓更多的显示屏应用领域。

7.4.2 LED 显示屏技术不断推陈出新

LED 显示屏的技术范围包括半导体光电器件技术、电子电路技术、集成电路技术、信息图像处理技术、信息传输技术、计算机网络技术以及电子产品制造和电子产品安装工程相关技术。在 LED 显示屏技术中，以下方面的技术在实践中不断提高并普遍受到关注和重视。

显示颜色、亮度和视角

基础半导体工业的迅猛发展，带动了发光二极管制造材料以及制作工艺的改进，在颜色与亮度方面都有了质的飞跃，高亮度、蓝色及纯绿色发光二极管已产业化并得到应用。目前 LED 显示屏从颜色上能满足室内外不同环境下的单色、双基色、全彩色显示要求，四元素的红色 LED 器件及高亮度蓝色、纯绿色在室外显示屏中得到普遍应用。

在显示屏制作上采用 SMD 表贴技术的 LED 器件，可以获得更好的视角和亮度，目前已在高密度、全彩色室内显示屏中得到应用，但相对成本比较高，随着器件成本的降低，未来会有比较大的市场潜力。

灰度控制技术

LED 显示屏在进行图文显示时，对同一基色采用级差间隔亮度，实现颜色的组合，一般可做到 16 级、64 级、256 级灰度。为使显示效果更符合人眼的视觉特性，出现了非线性级差调灰技术，即在低亮度区级差小，增加级数，逐步到高亮度区时增大级差，形成视觉效果上的“级差一致性”。目前 LED 显示屏灰度控制一般都在 256 级，通过采用非线性调灰技术，显示屏的显示效果比较理想。实际上，受数据、图像的信号源的制约，单纯追求大数量级的灰度控制，在使用中的实际价值是值得商榷的。

驱动电路

LED 显示屏广泛使用的驱动电路是基于通用型集成电路来设计的，原理比较简单，价格便宜，产品的技术开放性比较强。通用 IC 设计的驱动电路在室内外单色、双基色显示屏方面应用成熟，目前仍然是主流的驱动电路。近年恒流驱动 IC 的发展较快并受到重视和广泛应用。恒流驱动技术根据 LED 器件的发光与驱动电流高度相关的特点，大大提高了 LED 显示的均匀性，同时，减少了显示驱动电路的阻容元件，降低了故障点，使 LED 显示屏更可靠、亮丽。

LED 显示屏专用的 IC 在国内外一直受到关注。近年，国外的 IC 制造商相继推出一些用于 LED 显示的专用 IC 驱动芯片，如 TI 公司推出的 LED Driver 等，这类芯片对原来通用驱动 IC 的集成度进行了提高，使显示屏的驱动电路设计简捷方便，功能上也有所提高，但同时成本也相应增加。

国内外 LED 显示屏制造商纷纷投入力量，研制开发设计适合自己产品发展需要的大规模或超大规模专用 LED 驱动电路。这类专用 IC 相对复杂，功能较强。LED 专用驱动 IC 简化了显示屏系统设计的复杂程度，在一定程度上增强了显示屏的功能，提高了整体的稳定性，具有积极的意义。但是，也应该看到，中国各个 LED 制造商设计开发的 LED 专用驱动 IC 基本上是自用，批量规模不够，导致产品的开放性差，另外，过分追求一些实际意义不大的功能的设计，从价值成本方面分析也不尽合理。

系统控制技术

显示屏的控制系统包括了输入接口电路、信号的控制、转换和数字化处理电路、输出接口电路等，涉及的具体技术很多，其中为业内关注并研究开发和应用的关键技术包括：串行传输与并行传输、动态扫描与静态锁存、输入接口技术、自动检测、远程控制技术等。

通信传输和网络控制

根据对信息传输显示的实时性，LED 显示屏的通信传输控制有通信传输和视频传输。视频传输方式则是把 LED 显示屏与多媒体技术结合起来，实现了在 LED 显示屏上实时显示计算机监视器上的内容，也可播放录像及电视节目，一般用于播放实时信息的显示屏都采用视频控制方式。具体传输是采用成对的专用长线传输接口电路。

另外，随着计算机网络技术的发展，LED 显示屏在网络环境下的使用情况越来越多，在多媒体、多种显示设备组成的信息显示系统中，采用智能化网络控制，联网控制多屏技术也在实际中得到应用。

7.4.3 LED 显示屏的动态显示与远程监控技术

LED 点阵电子显示屏是集微电子技术、计算机技术、信息处理技术于一体的大型显示屏系统。它以其色彩鲜艳，动态范围广，亮度高，寿命长，工作稳定可靠等优点而成为众多显示媒体以及户外作业显示的理想选择。同时也可广泛应用到军事、车站、宾馆、体育、新闻、金融、证券、广告以及交通运输等许多行业。

1、大多数 LED 点阵显示系统自带字库

其显示和动态效果（主要是显示内容的滚动）的实现主要依靠硬件扫描驱动，该方法虽然比较方便，但显示只能按照预先的设计进行。而实际上经常会遇到一些特殊要求的动态显示，比如电梯运行中指示箭头的上下移动、某些智能仪表幅值的条形显示、广告中厂家的商标显示等。这时一般的显示系统就很难达到要求。另外，由于受到存储器本身的局限，其特殊字符或图案也往往难以显示，同时显示内容也不能随意更改。本文提出一种利用 PC 机和单片机控制的 LED 显示系统通讯方法。该方法可以对显示内容（包括汉字和特殊图符）进行实时控制，从而实现诸如闪动、滚动、打字等多种动态显示效果。该方法同时还可以调节动态显示的速度，同时用户也可以在 PC 机上进行显示效果的预览，显示内容亦可以即时修改。另外，通过标准的 RS232 / 485 转换模块还可以实现对显示系统的远程控制。

2、系统硬件设计

本系统主要的硬件设计是下位机单片机的显示控制部分。而上位机（PC 机）与单片机显示控制部分的接口为标准 RS232 通讯方式。若需实现远程监控，只需增加 RS232 / 485 转换模块即可。

整个电路由单片机 89C52、点阵数据存储器 6264、列驱动电路 ULN2803、行驱动电路 TIP122、移位寄存器 4094 及附属电路组成。该电路所设计的电子屏可显示 10 个汉字，需要 40 个 8×8 LED 点阵模块，可组成 16×160 的矩形点阵。由于 AT89C52 仅有 8k 存储空间，而显示的内容由 PC 机控制，因此不可能预先把需要显示的内容做成点阵存在单片机中，而只能由 PC 机即时地把所需显示的点阵数据传给单片机并存入缓冲区 6264。

3、该电路的显示采用逐行扫描方式

工作时，由单片机从缓冲区取出第一行需要显示的 20 字节点阵数据，再由列点阵数据输入端 P1.2 口按位依次串行输入至列移位寄存器，其数据输入的顺序与显示内容的顺序相反。然后置行点阵选通端 P1.3 为 1，即置行移位寄存器的 D 为高电平，STR 使能（所有 4094 的 OE 引脚接 +5V 电平），从而使列移位寄存器中的数据同时并行输出以选通该行。经延时一段时间后再进行下一行点阵数据的显示。需要注意的是，每次只能选通一行数据，即要通过不断的逐行扫描来实现汉字或字符的显示。

4、显示与控制的设计

在笔者设计的 PC 机控制多单片机显示系统中，用 PC 机实现的主要功能包括单片机显示子系统的选择，显示方式选择（包括静态、闪动、滚动、打字等），滚动方向选择（包括上下滚动和左右滚动），动态显示速度调节（即文字闪动频率、滚动速度、打字显示速度等），显示内容输入及显示预览等。单片机一般通过 RS232 / 485 串行接收 PC 机发出的显示指令采用定时器中断方式进行行扫描，每次中断显示一行，定时中断时间为 1.25ms，这样整屏的刷新率为 50Hz，因而无闪烁感。

实现动态显示速度调节的方法通常是改变定时器的中断时间，但是当显示速度很慢的时候，该方法容易使整屏的刷新率降低，从而使显示内容出现闪烁。因此，本设计采用一种“软定时”方法，即在程序中命名一变量作为“软定时器”，以用来设定两次动态显示的时间间隔。在对定时中断调用计数时，如果调用次数达到设定值，则改变显示内容。为保证能够正常显示，“软定时器”的设定值必须大于整屏显示周期。由于显示屏每行显示 1.25ms，整屏显示周期为 20ms，考虑到余量的情况，可将软定时器的设定值定在大于 30ms。如此循环计数，即可实现动态显示。“软定时器”的设定值可以通过上位机 PC 机来改变，这样既可实现 LED 动态显示的速度调节，又可保持显示内容的流畅和无闪烁感。

5、单片机动态显示控制

以上提到的静态、闪动、滚动和打字等 4 种显示方式，实际上是单片机定时中断程序进行行扫描处理的不同方法。下面将分别说明如何实现这 4 种显示方式。

静态显示只需在定时中断处理程序中从显示缓冲区调入相应的一行显示数据，然后选中该行即可实现该行的显示，如此循环，便可显示整个内容。闪动显示与此类似，不同的是要间隔一个“软定时器”的定时时间，在行扫描时，行移位寄存器的 D 端打入的全为 0，可使得整屏不显示，以确保黑屏时间与显示时间相等，从而实现汉字或图符的闪动显示。

滚动显示要求需要显示的内容每隔一定时间向指定方向（这里以从右向左为例）移动一列，这样显示屏可以显示更多的内容。为此，需要在下次移动显示之前对显示缓冲区的内容进行更改，从而完成相应点阵数据的移位操作。

具体操作方法是：设置一个显示缓冲区，该区应包括两部分：一部分用来保存当前 LED 显示屏上显示的 10 个汉字点阵数据；另一部分为点阵数据预装载区，用来保存即将进入 LED 显示屏的 1 个汉字的点阵数据。滚动指针始终指向显示屏的最右边原点。当滚动指针移动到需要显示的点阵数据存储区的第 1 个汉字的首地址时，显示缓冲区 LED 显示区为空白，而预装载区已保存了第 1 个待显示汉字的点阵数据。当需要滚动显示时，则可在接下来的扫描周期的每个行扫描中断处理程序中，将对显示缓冲区的相应行点阵数据左移一位，同时更改显示缓冲区的内容。（需要注意的是，要确保该操作能在 1.25ms 的中断时间内完成。这里 89C52 采用 22MHz 晶振，实验证明可以实现该操作）。这样，在一个扫描周期后，整个汉字将左移一列。

7.4.4 中国 LED 显示屏技术立足自主开发

中国 LED 显示屏产业的发展，主要技术和主导产品基本上都是立足国内自主开发的，在技术发展历程中，形成了一系列代表产品，从 20 世纪 90 年代初的单色显示屏到 90 年代末的全彩色显示屏，关键技术不断深化。不同的历史时期，中国 LED 显示屏产业都有在技术和市场方面的代表产品。

LED 显示屏的技术发展主要在以下领域：LED 显示屏的显示颜色、亮度、视角等性能指标的综合改善和提高；色彩和灰度控制技术发展，有效提高全彩色显示屏的色彩还原能力和视频质量；恒流驱动控制技术得到广泛应用，LED 驱动 IC 及 LED 制造商自主设计开发的 LED 专用 IC 也有一定应用；在系统技术方面，应用了自动检测、远程控制等技术，提高整体的稳定性和可靠性；在产品结构工艺上，显示屏的平整度、散热和防护等级等受到厂家关注和重视。

在新产品和新的应用领域方面，近年也有新的拓展。如上海三思的“LED 全彩显示系统亮度均匀性校正技术”、上海信茂新技术有限公司的超高密度户内全彩色显示屏、深圳联创健和光电显示有限公司“LED 视频招牌字及高清晰 LED 全彩屏”、北京四通智能交通系统集成有限公司的新型 LED 交通诱导显示屏等。随着显示屏行业和技术的发展，有不少企业开发了具有自主知识产权的显示技术，并拥有多项专利和商标。

2005 年，LED 显示屏行业内还产生了部分在业界具有较大影响的典型项目。光普电子（苏州）有限公司负责工程设计、制造、安装和运营的北京 CBD 世贸天街“中国第一幕”项目，显示屏外形为 200 米×27 米，总面积近 6000 平方米，耗资 2000 万美元，是当时国内规模最大的 LED 显示屏项目工程，该屏体由 2000 多万个 LED 构成的 500 多万个像素组成，称得上“亚洲第一”、“世界第二”，在 2005 年南京举办的第十届全国运动会上，各种形式的 LED 显示屏异彩纷呈，既保证了全运会各项的比赛需要，更为全运会增添了亮丽的风景。

LED 显示屏的标准化起步 1996 年，1998 年《LED 显示屏通用规范》作为电子行业标准正式发布，2002 年《LED 显示屏测试方法》发布。

2005 年信息产业部电子标准化研究所和 LED 显示屏行业协会组织对信息产业行业标准《LED 显示屏通用规范》和《LED 显示屏测试方法》进行了修订，2006 年上述两个标准的修订稿通过了专家评审，已报批待发布。LED 显示屏相关的标准，除了《LED 显示屏通用规范》和《LED 显示屏测试方法》外，信息产业部行业标准《体育场馆用 LED 显示屏规范》已完成编写。另外，相关的应用领域也制定了有关的应用标准，如铁道部的《旅客引导 LED 信息显示标准》，交通部的《高速公路可变情报板标准》、《高速公路可变限速标志标准》，公安的《城市交通诱导情报板标准》等。这些标准的发布和宣传贯彻实施，构成了中国 LED 显示屏的标准化体系基本框架，对规范市场发展、促进产业提升具有重要的作用。

7.5 LED 显示屏产业发展前景及趋势

7.5.1 中国显示屏行业展望

发展机遇：随着中国经济的持续高速发展和 LED 光电器件技术的进步，国内显示屏市场将有较大拓展，行业将有进一步的快速发展。

竞争——行业的主旋律：显示屏行业是竞争性行业，随着市场的拓展和国内外其它力量的介入，竞争将更为激烈。品牌、质量竞争将逐步取代目前的价格竞争。

规模化、品牌化趋势：正在形成主导国内市场的骨干企业，有望出现具有国际影响的大型骨干企业。规模化、品牌化将成为行业的趋势。

技术和质量的快速提升：随着市场竞争和企业规模化，行业逐步趋于成熟，技术和质量将成为行业竞争的重要手段，促使行业的技术和质量快速提升。

标准、专利和商标等更加得到关注：随着市场经济的发展，标准、专利、商标和产品认证等将越来越得到企业的关注和重视，同时也将成为行业健康发展的重要保证。

显示屏世界制造中心：随着中国显示屏企业的规模化，产品质量和技术及标准的提高，中国将成为世界 LED 显示屏的制造中心。

7.5.2 中国 LED 显示屏发展前景

中国 LED 显示屏产业的发展具有一些明显特点，总体上以民营企业为主，从业人员年轻化，行业增长速度快，技术创新能力强，行业市场竞争激烈且以价格为主要竞争手段，规模型的骨干企业数目相对较少。

进入 21 世纪，光电子产业得到社会广泛的重视，信息显示技术发展迅速，一些具有实力和影响的企业把 LED 显示屏产业作为经营发展战略的重要内容，纷纷涉足 LED 显示屏产业。北京举办 2008 奥林匹克运动会、上海举办 2010 世界博览会、广州亚运会等重大热门事件，成为 LED 显示屏产业发展的良好契机。

展望 LED 的发展，以下方面的趋势值得注意：

首先，全彩色显示屏将成为 LED 显示屏行业新的增长点，蕴含着极大的市场。

随着 LED 器件材料性能的不断提高，全彩色显示屏的成本下降，应用增加。就全彩色显示屏的综合水平来说，国内的全彩色 LED 显示屏除了价格和本地化服务的优势外，在技术深度、生产工艺等方面与国外产品的差距正在逐步缩小。采用 SMD 表贴技术的室内全彩色 LED 显示屏得到迅速发展并将成为今后室内显示屏的主导发展产品。

其次，半导体照明的发展，也将为 LED 显示屏产业的总体提升形成新的发展机遇。

在 LED 显示屏大范围应用的同时，LED 作为新型照明光源材料的发展近年也取得了突破性发展。传统的照明光源主要是白炽灯和荧光灯，在可靠性、耗电、使用寿命等方面不尽如人意。近年，LED 作为光源材料制作的装饰灯、城市景观灯等产品不断推出，LED 光源材料的照明灯具的市场正在形成并呈上升趋势。特别是在城市景观、危险区域、紧急应急等方面的使用潜力更为巨大。

随着市场的发展，也应该注意到，LED 显示屏行业的竞争将更为激烈。部分国外知名企业为提高其产品奥运会、世博会和未来中国市场的竞争力，正在实施本地化的策略，独资或合资在国内建立研发、生产基地。在未来发展中，会形成几家主导国内市场、与国际接轨的颇具实力的企业。竞争将使国内 LED 显示屏产业逐步趋于成熟和相对稳定，规模化、品牌化、标准化等将成为行业的趋势并成为未来竞争的主要手段。

7.5.3 LED 显示屏未来发展方向

现代信息社会中，作为人一机信息视觉传播媒体的显示产品和技术得到迅速发展，进入二十一世纪的显示技术将是平板显示的时代，LED 显示屏作为平板显示的主导产品之一无疑会有更大的发展，并有可能成为二十一世纪平板显示的代表性主流产品。

高亮度、全彩化

蓝色及纯绿色 LED 产品自出现以来，成本逐年快速降低，已具备成熟的商业化条件。基础材料的产业化，使 LED 全彩色显示产品成本下降，应用加快。LED 产品性能的提高，使全彩色显示屏的亮度、色彩、白平衡均达到比较理想的效果，完全可以满足户外全天候的环境条件要求，同时，由于全彩色显示屏价格性能比的优势，预计在未来几年的发展中，全彩色 LED 显示屏在户外广告媒体中会越来越多地代替传统的灯箱、霓虹灯、磁翻板等产品，体育场馆的显示方面全彩色 LED 屏更会成为主流产品。全彩色 LED 显示屏的广泛应用会是 LED 显示屏产业发展的一个新的增长点。

标准化、规范化

材料、技术的成熟及市场价格的基本均衡之后，LED 显示屏的标准化和规范化将成为 LED 显示屏发展的一个新趋势。近几年业内的竞争，市场竞争在传统产品条件下是以价格作为主要的竞争手段，几番价格回落调整达到基本均衡，产品质量，系统的可靠性等将成为主要的竞争因素，这就对 LED 显示屏的标准化和规范化有了较高要求，业内一些骨干企业已开始在企业实施 ISO9000 系列标准。行业规范和标准体系的形成，对产品的检测有了相对统一的认识和评判依据，生产条件差、技术性不强、售后服务体系不完善的企业将受到市场的淘汰，预计今后几年内一批小规模 LED 显示屏厂商会逐步淡出，行业的发展趋于有序。

产品结构多样化

信息化社会的形成，信息领域愈加广泛，LED 显示屏的应用前景更为广阔。预计大型或超大型 LED 显示屏的主流产品局面将会发生改变，适合于服务行业特点和专业性要求的小型 LED 显示屏会有较大提高，面向信息服务领域的 LED 显示屏产品门类和品种体系将更加丰富，部分潜在市场需求和应用领域将会有所突破，如公共交通、停车场、餐饮、医院等综合服务方面的信息显示屏需求量将有更大的提高，大批量、小型化的标准系统 LED 显示屏在 LED 显示屏市场总量中将会占有多数份额。

7.5.4 我国 LED 显示屏产业发展新趋势

一是产品技术的深化和产品的多元化。

我国 LED 显示屏产业的技术基础和水平应该说还是相当先进的，主要产品和关键技术与国际同行业的先进水平能够保持一致，但工艺水平比较落后，在产品规范化、整机系统设计、可靠性、制造工艺、检测测试手段等方面与国外有明显的差距。

LED 器件技术和性能不断提高，电子技术发展日新月异，这为 LED 显示屏产品的技术深化和提高带来良好的基础。同时 LED 显示在社会生活的各个领域得到了广泛的应用，半导体照明产业的发展更为 LED 显示产业带来良好契机，因此，LED 显示市场发展前景乐观。深化技术内涵，丰富产品体系，产品多元化，突出主导产品的优势将是 LED 显示屏产业发展的重要趋势。

二是常规产品的标准化和特定领域应用产品的专业化。

相关标准的宣传贯彻和推广，将促进 LED 显示产品的标准化发展。常规 LED 显示产品中，标准化显示器件和控制系统等会得到更加广泛的采用，集成性的 LED 显示产品在产业中会占主要的地位，标准化 LED 显示产品的生产和市场技术服务的专业化分工将更为明显。

在专业应用领域，LED 显示产品为满足专业应用的需求，专业化水平将不断提升，结合应用需求的专业化产品将拓展形成 LED 显示的新产品和新的应用领域，如城市亮化工程的大面积 LED 显示、体育场馆的 LED 显示、交通领域的 LED 显示等。

三是产业内部的合理分工和新产业格局的形成。

随着技术和市场的发展，我国的 LED 显示产业将会在调整中逐步提高并有合理的分工，形成新的产业格局。在整体产业链中，LED 器件生产的龙头企业和显示产品生产的骨干企业的形成，将重新界定上下游产业的分工，突出体现专业化分工和协作。也许在半导体照明产业发展初期，LED 器件生产企业和显示产品生产企业的专业化分工和协作的界定比较模糊，但随着市场的扩展和技术产品的成熟，这种界定将日渐清晰。

第八章 LED 背光源

8.1 LED 背光源行业发展概况

8.1.1 LED 在背光源市场的应用分析

高亮度 LED 在背光源应用市场中的应用需求主要来自手机、PDA、儿童玩具及数码相机（DSC）等，其中又以手机应用为最大宗。过去手机市场以黑白机为主力，因此手机按键的背光板与面板的背光源过去皆以四元的产品为主，2002 年以后随着手机屏幕的彩色化，并且三星（Samsung）的手机按键背光板开始采用高亮度蓝光 LED，并且在手机彩色化的趋势带动下，带动 GaNLED 的高度成长。GaNLED 最大的应用市场为彩色手机上之手机按键与背光源，不过，以 2006 年 GaNLED 的发光亮度及售价跌幅来看，未来包括 PDA、汽车显示器（7 吋）、液晶显示器（10-19 吋等中尺寸）、液晶电视（20 吋以上）等市场，都将逐渐采用 GaNLED 来作为背光源。对 GaNLED 需求量最大的是手机，不过，随着其它应用市场的提升与手机成长趋缓，预期手机市场比重将逐年下降。

以手机应用为例，一部手机约需 1 颗 LED 来电指示灯，2-4 颗的屏幕背光源及 6-8 颗的按键背光源需求，有照相功能的手机需要 3-4 颗白光 LED 用于闪光灯，可见，一部彩屏手机约需要 10-12 颗 LED。

目前中国手机生产量很大，仅手机背光源 LED 的需求约 15 亿人民币左右。而且 LED 背光源还是以进口为主，这对于中国 LED 产品来说，这也是个极好的市场机会。

此外，过去 DSC 闪光灯绝大多数以氙气闪光灯为主，不过随着省电的诉求及轻薄短小的设计趋势，DSC 有越来越多厂商开始采用 LED 来当做闪光灯的来源。至于影像手机在省电诉求、消费者对暗处摄影需求增加及画素的提升，闪光灯的搭配为必然之趋势，使白光 LED 运用在闪光灯的市场领域备受瞩目。

LED 背光源的应用主要集中于 5 吋以下小型显示器市场，这是由于 LED 具有轻薄短小及省电的优势，故在小尺寸的背光源市场中具有近乎独占的市场地位。近年来，LED 应用于 LCD 背光源具备色彩饱和度较佳等优势，吸引国内 LED 厂商积极的切入这一市场，随着 LED 特性的增进与产品单价的下滑，LED 开始导入中大型显示器背光源市场，LCD 大厂如三星、友达、奇美等国际 LCD 大厂也纷纷推出相关的产品。2004 年 11 月日商 SONY 与美商 Lumileds 合作推出全球第一款以白光 LED 为背光源之 LCD-TV「QUALIA005」，正式开启高亮度 LED 于中大型显示器背光源应用。另外，欧盟在 2006 年中起开始限制电子产品的含汞量，使 CCFL（冷阴极管）相关产品未来可能被限制使用，间接带动白光 LED 有机会成为 LCD 的主要背光源。由于中大型显示器对于高亮度 LED 单位需求量相当高，以「QUALIA005」46 吋产品为例，需要 450 颗高亮度白光 LED，对于扩增白光 LED 市场有很大助益。虽然目前 LED 的背光模块

价格仍为 CCFL 背光模块的 3-4 倍价格左右，市场仍处于开发阶段，不过，随着 LED 单价的下滑，及效率的提升，以及技术的开发完成，使诸如 LCD-TV 的散热问题得到解决。另外，SONY 已经在 2006 年的 NB 市场推出 LED 背光的产品，由于 LED 更省电与环保，并且体积更加轻薄短小。

整体来看，中国厂商主要应用的领域以小尺寸的背光源市场为主，在大尺寸背光源市场方面，由于国内 LCD 产量快速上升，但因成本仍高于 CCFL，在成本与产品特性的限制下，短期内 LED 不易进入如 LCD-TV 等大型背光模块的市场，但是在例如手机、数码相机、汽车等中小尺寸之 LCD 背光模块，应会领先其它应用市场使用 LED 作为背光源。随着全球电子信息产品制造基地向中国转移，未来几年内 LCD 背光源也将大量采用 LED 模块，市场容量巨大。

8.1.2 国际大尺寸 LED 背光源市场发展情况

尽管是 LCD 背光源市场的一个细小分支，但近年来，LED 背光模組的销售额实现快速增长。大尺寸 LCD 用 LED 背光模組更被其视为推动高亮 LED 销售的下一代重要应用之一。

然而大尺寸 LED 背光模組(BLU)市场却发展迟缓，2006 年 10 英寸以上 LED BLU 的出货量为 100 万套，仅占 2.77 亿台大尺寸 LCD 市场的 0.4%，但由于背光模組是 LCD 面板中最昂贵的组件，其价值仍在 5000 万美元左右。LED 背光的出货量将快速增长，预计 2009 年为 1200 万套（占 2.8%）市场价值达 3 亿美元。

索尼经验教训：太超前

当 LED 技术的成本及优势经受 LCD TV 和显示器制造商权衡时，LED 的优势尚有许多不确定之处。

索尼 2004 年推出极高端 LED 背光 QualiaTV 而遭遇滑铁卢的教训让制造商们行动更加谨慎。毕竟这一拥有 450 颗单个 LED 的 Qualia 电视太超前了，也太昂贵了。也就从那时起，LED 背光模組的市场被大大局限在笔记本电脑和便携式 PC 上，LED 在这些应用中占有非常明显的优势。如耗能低，在长距离飞行中可大大延长笔记本电脑的工作时间。

从 2005 年起，包括索尼 11 英寸的 VAIO、Fujitsu-Siemens10.6 英寸的 handheld，以及东芝的 Libretto U100（首款 LED 屏笔记本）在内的笔记本电脑 LED 屏获得了比 Qualia TV 更大的成功。

荧光粉和 RGB 应用

PC 显示器与 LCD TV 不同的要求需要不同的 LED 技术。对电视来说，屏幕色彩质量至关重要，因此需要单个的红、绿、蓝 LED 芯片；而笔记本电脑对色彩的要求却

不那么苛刻，基于荧光粉的白光 LED 即可提供足够的色彩质量。这意味着在电视制造商开始重用 RGB LED 以前，笔记本电脑依然是 LED 背光源的主战场。

三星显示器

在 TV 应用中，RGB LED 与 CCFL 背光源相比，最主要的优势为显色性，尤以红色为甚。这是由于 CCFL 发出的红光比绿、蓝光要弱。当然，CCFL 制造商并未坐以待毙，而是在积极改进 CCFL 技术，并已获得性能突破。这使得包括 Cree、Lumileds、Osram Opto 等 LED 制造商在内的 LED 背光源开发商，可能不得不寻找其他固态照明优势，譬如不需高起始电压（Strike Voltage）即可启动。这样一来，尽管使用三个独立芯片确实增加了控制电路的复杂性，但电容的使用数量却减少了。

RGB LED 的另一优势则为快速开关同时传送高质量图像，无需彩色滤光片。而这将是 LED 大受欢迎的决定性因素，因为滤光片是除背光源之外最贵的元件。以 40 英寸屏为例，滤光片占元件总成本的 19%。尽管 RGB LED 技术仍需要五年时间加以全面改进，其优势最终将推动 LED 在 LCD TV 市场全面开花。

困扰 LED 及 LED 背光源制造商的是个老生常谈的问题：如何提高每流明成本（Dollars-per-lumen）。对一台 23 英寸的电视来说，如果 LED 的效率提高到 60lm/W，即可将 LED 的个数从 309 只减少到 234 只，少了将近 1/3。在这一点上，背光源的额外费用也许更容易被制造商和消费所接受。

8.1.3 我国 LED 背光源市场发展回顾

由于 LCD 面板本身不具发光特性，因此，必须在 LCD 面板上加上一个发光源，方能达到显示效果。背光源的主要产品种类有：发光二极管（LED）、卤钨灯、电致发光（ELD）、冷阴极荧光灯（CCFL）、阴极发射灯（CLL）和金属卤化物灯等。LED 在以手机、MP3 为主的小尺寸 LCD 背光源中早已占据绝对优势地位，大尺寸 LCD 背光源如液晶显示器、液晶电视还主要集中在冷阴极荧光灯上。

从 LED 在背光源市场来看，手机背光源现阶段是其最主要的应用产品。手机产量的持续增长直接带动了背光源市场对 LED 的需求。蓝光 LED 的出现更是刺激了背光源市场的快速发展。此后白光 LED 的研制成功成为背光源市场快速发展的又一推动力。目前单个手机液晶背光源大约需要 1-3 颗 LED。但随着手机产量进入平稳增长阶段以及技术提升导致用于手机液晶面板背光源 LED 数量减少，使得 LED 在手机背光源中用量增速放缓。

LCD 背光源用 LED 为高亮度 LED。2005 年中国 LCD 背光源用 LED 销量为 12.8 亿颗，比 2004 年增长 12.4%。从销售额上看，2005 年中国 LCD 背光源用 LED 销售额为 15.7 亿元，比 2004 年增长 6.4%。其中 GSM、CDMA 和 PHS 手机背光源用 LED 销量为 9.2 亿颗，销售额为 11.8 亿元。

手机数量增速的放缓加上 LED 平均价格的不断下降，最终导致小尺寸背光源市场增长乏力。同时，中大尺寸背光源市场虽为厂商新宠，但在 2006 年还不能形成规模。

欧盟环保标准陆续出台实施，冷阴极荧光灯作为传统大尺寸液晶面板背光源的地位岌岌可危。而 LED 凭借着其绿色环保的特点赢得了厂商的垂青，LED 正在从小尺寸 LCD 背光源向大尺寸 LCD 背光源应用迈进。

但由于液晶电视等大尺寸液晶面板对于 LED 的需求量很大，一台液晶电视可能会使用几百颗甚至上千颗 LED。目前功率白光 SMD LED 单价依旧较高，如此多的用量势必加大了厂商的成本压力。同时，用作背光源的三基色 LED 还存在红、绿、蓝颜色的 LED 衰减不一致问题，影响白光 LED 的使用寿命。而改用 LED 充当背光源后相关的电路也需要进行重新的设计。这些问题在一定程度上影响了 LED 进入大尺寸 LCD 背光源市场的步伐。预计 2009 年液晶电视背光源市场将开始启动。而由于液晶显示器和笔记本电脑对于价格敏感性更强，导致厂商对于 LED 可能带来的成本压力接受程度低。另一方面液晶显示器和笔记本电脑对画面色彩度的要求也没有液晶电视来得强烈。这两个因素导致 LED 成为这两个产品背光源的时间将晚于液晶电视。

7 英寸液晶面板背光源使用 LED 数量约为 30 颗左右，远远少于液晶电视用几百颗甚至上千颗的用量，与 CCFL 间的差价可拉近到 20% 左右。同时 LED 的色彩饱和度较 CCFL 的 75% 可达到 104%。在差价拉近、色彩饱和度高的双重利好因素下，7 英寸液晶背光源市场成为开拓中大尺寸背光源市场的首选切入点。

8.1.4 我国 LED 背光源市场发展现状

国际金融危机到来之时，液晶产业也出现了波动，作为液晶产品中重要配件之一的背光源也随行业的变化而起伏。为摆脱金融危机的影响，走出低谷，不断有新技术、新产品推出。

LED(发光二极管)背光的市场份额逐渐增加。在笔记本、显示器及电视机等产品中，原来一直在使用 CCFL 背光源，从 2008 年开始，笔记本和显示器产品中 LED 背光的使用量不断扩大，2009 年第一季度，LED 背光的出货量是 2008 年同期的 8 倍。

在 CCFL 一统天下的液晶电视领域，随着海信推出第一款 LED 背光电视，国内市场上 LED 背光电视产品也如雨后春笋般出现在各大卖场。三星更是推出了一系列 LED 背光电视产品，以其纤细超薄的“身段”吸引了广大消费者的眼球。

当然，CCFL 并没有完全退出历史舞台。由于其极具优势的成本，还是占据了一定的市场份额。而且，各大厂商也不断将新技术加入 CCFL 背光中，如：CCFL 动态背光技术的加入，降低了液晶电视的功耗，提高了对比度，而且，液晶显示自身的拖尾现象也得到了缓解。

LED 背光应该是背光技术发展的新趋势。有更多的新技术将应用于 LED 背光中。超薄 LED 背光已经不断应用于终端产品中。目前，上市产品中，不管是直下式背光还是侧光式背光，都以白光 LED 为主，主要原因是白光 LED 的成本可以被市场接受，而在市场的带动下，成本又可以进一步降低。随着 LED 背光市场的进一步扩大，用户对产品性能要求的进一步提高，RGBLED 将进入背光源市场，液晶模组的功耗，显示质量都将得到进一步的提升，当然，成本也会增加。

2008 年以来，LED 背光逐渐进入产业化，市场份额不断扩大。从最初的笔记本开始，现在显示器、液晶电视中 LED 背光产品不断涌现。

2008 年，苹果推出一款使用 LED 为背光的超薄笔记本后，引发了笔记本领域 LED 背光源市场的扩大，各大公司纷纷推出使用 LED 背光源的笔记本产品。

2008 年 5 月，海信首次在国内推出了 LED 背光的液晶电视，而三星也很快推出其 LED 背光的系列产品，国内几大电视制造商都展开了在 LED 背光电视方面的开发工作。据了解，康佳、TCL、创维等多家电视制造商都在开发 26 英寸、32 英寸 LED 背光电视。

相对于 CCFL 背光来说，LED 背光有很多的优势，特别是其在环保方面的重要意义，所以，伴随着成本的降低，市场的扩大，LED 背光产业的发展对 CCFL 背光的影响很大，CCFL 有可能最终被 LED 取代而退出市场。

目前国内液晶上游配套的工厂不是特别多，如果新的液晶产线建立的话，必须建设新的上游配套工厂，以保证货源，降低成本。对国内的上游配套工厂来说，基本上还是以生产加工为主，并不能紧跟国际形势，开发新技术。像目前比较流行的超薄背光技术、动态背光技术，国内背光源厂几乎没有新产品推出，而使用这些新技术的新产品，在国内、国际各大展会上已经多次被国际大公司(三星、LG 等)展示过。

针对国内背光源的发展，有两点建议：

第一，以技术开发为主：紧跟国际形势，预测技术发展趋势，对新产品、新技术提前做好技术开发和储备工作。在一定程度上，引领技术的发展。不要作技术的跟随者，不要作产品的加工商，要做产品的设计商、开发商。

第二，做好市场定位：中国国内市场巨大，首先应当保住国内市场的份额，也就是要针对国内市场，开发适合国内市场的新产品、新技术。在保证国内市场占有率的同时，向国际市场拓展，争取一定份额的国际市场占有率。

技术的切入点，应该是超薄背光。超薄背光已经由多家公司推出了产品，而超薄也是一个国际化的大趋势，更适合现代家居产品。而且，超薄产品也意味着功耗的降低，原材料的降低，这对于现在提出的节能环保概念来说，是非常有意义的。

8.1.5 LED 背光源技术研发进展状况

CCFL(冷阴极荧光灯)背光一直处于背光源的主导位置。从中等尺寸的显示产品如笔记本、显示器,到大尺寸产品如液晶电视,CCFL 背光源一直是背光源产品中份额最大的。其广泛的应用,主要是因为其成本低,技术成熟。加入扫描背光技术后,在改善显示画面质量和功耗节省方面都有着显著效果。

但 CCFL 自身也有一些不可忽视的缺点。首先是其含有汞,对环境有污染。其次,CCFL 是由高压驱动,会产生辐射。另外,其驱动控制并不能像 LED 那样灵活自如。

2008 年,中、大尺寸液晶显示用 LED 背光源市场开始启动,其市场占有率逐渐增加。由于 LED 背光源的引入,笔记本、显示器和电视机的厚度锐减,最薄的电视机厚度居然不到 10mm。而动态背光技术的使用,更使液晶显示画面的色彩、对比度有了革命性的改变,且功耗有了显著降低。

LED 背光的出现,就是因为其有着非常明显的优势。使用 LED 背光,可以提高色彩饱和度,消除拖尾现象,提高对比度等。而且,LED 是固体光源,不含汞,是绿色环保产品。动态背光技术的引入,更是极大改善了液晶显示画面的质量。LED 背光也有自身的缺点,其发热量大,是设计中需要特别考虑的问题。随工作时间的增加,其不同色彩 LED 色衰不同,也需要加入新的技术来克服。

相对于 CCFL,FFL(平面荧光灯管)背光源有很多的优点。但由于其降价速度没有 CCFL 快,而且 FFL 背光源属于新技术,没有 CCFL 成熟,所以,其应用不是特别广泛。FFL 背光源有很多的优点,不含汞,符合环保的要求;寿命长,可超过 10 万小时;工作范围大;组装简单;光学膜材少,可以降低背光源的厚度。由于 FFL 的电极位于玻璃内部,加工难度较大,所以,相对于 CCFL,其成本一直没有大幅度降低,限制了其在产品中的使用。

EEFL(外部电极荧光灯管)是 CCFL 技术进步的产物,作为大尺寸液晶电视的背光源,非常被看好,但是其一直处于试用阶段,其销量也远比 CCFL 低得多。EEFL 背光源可以直接并联使用,所以其使用方便。相对于 CCFL 背光源来说,其生产成本更低。EEFL 背光源没有得到广泛的推广,主要是其自身还有着一些问题待解决。EEFL 产品的一致性和稳定性不太好,而且,其对配套的高频驱动电源要求较高,所以有很多产品不能满足使用要求。

HCFL(热阴极荧光灯管)相对于 CCFL,性能上有很多优势,但是由于供应商较少,其使用量也较少。HCFL 可以达到 CCFL 背光源亮度的 3 倍,所以可以减少灯管的数量,从而降低成本。而且,HCFL 在较大尺寸电视中也可以使用,还可以精确调光,提高显示画面的对比度。HCFL 管径较粗,在薄型化产品为主流趋势的带动下,其应用受到了影响。CHFL 寿命较低也是其受制约的一个方面。

CNT(纳米碳管)背光源目前处于早期的研究开发阶段。CNT 背光源具有亮度高、成本低、省电、轻薄、制造简单、环境稳定性好等优点。但亮度均匀性与驱动等技术方面还不够稳定成熟，亮度均匀性大约可以达到 79%左右，而一般 CCFL 和 LED 背光源的亮度均匀性可以达到 90%以上。其驱动技术的改进，可以延长其使用寿命。

目前，在大尺寸背光方面，CCFL 背光因为其较低的成本和成熟的技术，占据了大部分的市场。同时，各大厂商也在 CCFL 背光中加入了新技术，给其增添了活力，如扫描背光、动态背光等。新技术的加入，改善了液晶显示的质量，降低了功耗。

LED 背光异军突起，市场份额不断扩大，主要原因是 LED 背光本身的一些优势：侧光式 LED 背光可以降低产品厚度；动态背光可以降低产品功耗，改善画面显示质量；LED 是固体光源，不含汞，更环保。

8.1.6 技术制约使厂商谨慎迈入 LED 背光市场

LED 凭借着亮度高、色域广、反应快且便于独立开关等特性，深受广大业内厂商看好，有望成为下一代液晶显示器的背光源。

2006 年底，三星推出了采用 LED 背光的专业级液晶显示器 XL20，RGB 三色混合式 LED 点阵式的背光源设计，使得 XL20 自身的色域值从 72%增强到了 114%，为用户提供了更加真实的色彩显示效果。不少厂商纷纷效仿，但由于技术问题，却迟迟未推出成品机型。

LED 点阵式背光源

尽管 LED 具有轻薄、省电的特定，在笔记本电脑面板应用方面存有很大潜力。另外加上无汞环保题材，厂商也会对采用 LED 背光源的显示设备进行大力的推广。但对普通的显示设备制造商而言，如果将 LED 背光技术应用于大面积背光照明设备上，其成本与技术考验都将是相当大的问题。

三星 XL20 采用了 RGB 三色 LED 背光源设计

实际上，无论是 RGB 三色混光 LED，还是白光 LED 背光方案，在实际应用中，都有些不足。从技术角度出发，LED 点阵式的被光源本身就容易出现呈色不均匀的问题，如果厂商技术不过关的话，此现象会比冷阴极灯管（CCFL）背光更为严重。而在全球诸多的显示器制造厂商中，能像三星一样利用自身术，有效发挥 LED 背光优势的厂商，则是少之又少。

现阶段，只有一些高端的专业级 LCD 开始使用点阵式 LED 作为背光源。其中，三星的多款 LED 背光液晶显示器已经获得诸多业内人士的好评。苹果自 2007 年开始以“绿色苹果”为主题，将自己旗下 LED 背光液晶显示器的上市时间排上日程，经过悉心筹备，在 2008 年 10 月推出了 24 英寸 LED 背光液晶显示器。

显示设备厂商自身所拥有的技术实力，是否能够解决 LED 背光技术所存在的各种问题，以及背光模块厂商改变研发和生产 LED 背光模块所需的时间，都将是影响 LED 背光源应用率的重要因素。

8.2 LED 液晶显示背光市场

8.2.1 世界部分企业 LED 液晶显示背光源研发情况

液晶显示器作为一种被动性显示器件，本身不会发光，它依靠背光源将光线穿过显示面板，展现图形图像。背光源的技术直接影响到液晶电视的画质。传统的液晶显示器通常采用冷阴极荧光灯（CCFL）作为光源，其覆盖的色域只有 NTSC 标准的 70% 左右。LED 背光技术的出现彻底打破了液晶显示器色彩不足的问题，其色域达到了 NTSC 标准的 105%。

在液晶显示器已经成为主流显示器的今天，LED 背光源凭借其独特、压倒性的优势，逐渐显示出其强大的应用前景。之前，LED 背光源的主要应用在中小尺寸的液晶面板上，如手机、PDA、卫星导航系统等市场。随着 2004 年索尼首次发布了其 QUALIA005 系列大屏幕 LED 背光液晶后，国际上越来越多的电视机厂商热衷于高附加值的大尺寸液晶 LED 背光源的研制。

Agilent LED 背光源

Agilent Technologies 公司开发的 HDJD-JB01 型亮度和颜色管理系统（ICM）是一种用于液晶电视机的 LED 背光源。2005 年 10 月，ICM 获得了亚洲创新奖铜奖。

ICM 系统最为关键的设计是颜色传感器电路，用来控制 RGB LED 阵列相应的脉宽调制电流。系统采用了 Agilent 和飞利浦电子的合资公司 Lumileds Lighting 生产的高亮度 LED。该 LED 背光源能使液晶电视机颜色还原更真实、更丰富的色彩层次，色域达到 NTSC 的 104%。

该系统除了在液晶电视机上的应用外，还可以用在汽车面板的照明、建筑物的照明，以及其他嵌入式 LCD 的背光上，如手机、PDA、汽车导航设备等。

欧司朗 Golden DRAGON® LED 背光源

欧司朗光电半导体公司是 LED 技术的领先企业，2005 年 12 月推出了 Golden DRAGON® LED 产品系列。该系列产品提供了完美的颜色混合效果，适用于为 32 至 82 英寸的大尺寸液晶显示器模块提供背光源。液晶电视采用了 Golden DRAGON® LED 背光源后，无需主动的冷却装置。LED 背光不含有任何铅或水银物质，因此它也符合欧盟的 RoHS 规定。同时还具有防震功能，将并开关时间缩短到 100 毫微秒以下。

早在 2005 年 5 月，欧司朗在 SID 2005 国际信息显示学会上推出了具有 82 英寸的 Golden Dragon LED 背光原型系统，系统厚度为 40mm，可产生 10,000cd/m² 的亮度，并具有 50000 小时寿命。消耗功率为 1000 瓦。为了在显示器背后的可用空间更好利用和达到最优颜色混合均匀照明，1120 个 LED（280 红，560 绿，280 蓝）用在 4 个团簇中。每个团簇内含有两个绿光，一个蓝光和一个红光芯片，采用薄膜技术架构。

这个技术比传统的芯片更加有效，由于几乎都是向上发出光，这就意味着光可以更好地投射到外部光学中。这款 LED 背光源的波长也作了细微的改变（绿光 527nm，蓝光 458nm 和红光 625nm），这样，其色饱和度就可以比传统的冷阴极荧光灯管和现有的 LED 背光增加 50%。

欧姆龙 LED 背光源

日本欧姆龙公司 2005 年 12 月宣布其开发了用于液晶电视的 LED 背光源。采用的方法是将多个 LED 发光器件放在一个模块中。模块的尺寸为 3 厘米的正方形，厚度为 6 毫米。模块中集中了多个红、绿、蓝色的 LED。LED 背光源存在光源均匀性的问题，但欧姆龙已经成功地解决了这个难点。考虑到 LED 背光源的成本大大高于 CCFL 背光源，公司将致力于大尺寸、高附加值的高端液晶电视机。

Cree 的新型 LED 背光源大幅降低能耗

2005 年 5 月，LED 固态光源的领先企业 Cree 开发出第二代 LED 背光源，这种新一代的背光源可以大幅度降低大尺寸液晶显示器和电视机能耗。这种新型 LED 背光源比其他 LED 背光源降低能耗 60%，甚至比传统的 CCFL 背光源还省电 18%。通过大幅度降低能耗，电视机和显示器的生产厂商在设计中可以省去了如风扇、热管、散热片等冷却系统，从而降低了成本，也减小了显示设备的厚度。

全球首款 82 英寸采用 LED 背光的液晶电视

2006 年 1 月，三星电子在拉斯维加斯举行的 2006 国际消费电子展（CES）中，展示了全球最大的采用 LED 背光的液晶电视（LN-S8297DE）。由于采用了 LED 背光源，该产品的色彩再现较普通液晶电视大幅度提升了 33%，同时液晶电视的使用寿命显著提升。

这块超大的 LCD 显示器是在他们的第七代液晶生产线一次切割实现的，使用了一块长 2.20 米、宽 1.87 米的液晶玻璃基板。LN-S8297DE 液晶电视装载了三星 DN1e 芯片，支持全 HD 格式，即达到 1920x1080p，响应时间为 8ms。而该产品达到了高达 7000:1 的动态对比度则得益于三星独有的对比度增强技术。此外，该产品独特的无风扇设计，减少了灰尘对机器的影响，同时降低了噪音。

8.2.2 国内液晶显示器 LED 背光源发展概况

背光源是液晶产业链的重要一环，其占液晶屏成本的 20%-40%。全球背光源产品正处于从 CCFL 背光源向 LED 背光源升级的过程中，国内的京东方和海信电器等企业的 LED 背光源项目在时间上几乎做到了与全球产业升级同步。但此前在 CCFL 背光源产品上占据绝对优势的韩国和中国台湾企业，仍然在此轮产业升级过程中拥有资金、技术等优势。要想打破韩国和中国台湾企业对背光源的垄断，可能还是需要进一步的政策、资金支持，以及国内各个企业的强强联合。

国内 LED 背光源起步

背光源在液晶屏的材料成本中占据了较高的比例，要高于玻璃基板，同时，其利润水平要比液晶面板本身更高。在 15 英寸液晶面板中，CCFL 背光源占到材料成本的 20% 左右；在 30 英寸液晶面板中，该比例要上升到 40% 左右。而在 2007 年，LED 背光源的价格要比 CCFL 高 3-5 倍，因此 LED 背光源在液晶面板材料成本中的比重将进一步增加。

京东方很早就开始了对 LED 背光源的跟踪研发，早在 2005 年就成立了专门的项目开发小组，开展从小尺寸到大尺寸 LED 背光源的研发。

目前京东方已完成 10.4 英寸专用 LED 背光源和 12.1 英寸笔记本 LED 背光源的样品制作。而其大尺寸电视用 LED 背光的研发也已开始启动。

2008 年 5 月，京东方自主设计、应用 FFS 宽视角技术的 32 英寸 LED 背光源液晶电视屏试制成功，标志着我国已掌握了大尺寸液晶电视屏的关键技术。京东方正配合前端 32 英寸面板的开发，继续完善可量产的 32 英寸 LED 背光源研发。另外，京东方已经启动了 47 英寸 LED 背光源的开发。

另一家中标企业海信电器则是从 2006 年开始进行 LED 背光源研发，并获得国家“863”计划的立项支持。

液晶配套突围

随着液晶电视对传统 CRT 电视替代的不断加强，缺少上游液晶屏支持的本土彩电企业有沦为“搬运工”的可能。但液晶面板产业不仅具有资金和技术双密集的特点，还对上下游的行业配套能力有较高的要求。

国内包括京东方、上广电等在内的液晶面板生产企业情况均不容乐观。国内液晶面板产业的重要瓶颈之一就是产业链配套能力有限。日本的产业配套率已达 176%、韩国为 82%，中国台湾地区为 85%，而内地的产业配套率仅 11%。

京东方和海信电器等企业在背光源项目上如果能够取得突破，将有效缓解国内液晶产业链配套不足的局面。

与 CCFL 背光源相比，LED 背光源在环保、节能和使用寿命方面有较大优势。自 2004 年 8 月，索尼在日本推出首款带有 LED 背光源产品，随后其又开始在美国市场销售配备 LED 背光源的 PC 和电视。2007 年 6 月，三星电子也推出了使用 LED 背光源的 70 英寸液晶电视。

LED 背光源最大的推广难题就是价格。在台湾地区的亿光、晶电及威力盟等企业推动下，LED 背光源模块的价格以每年平均 30% 的速度下降，要到 2009 年以后其价格才能与 CCFL 背光源模块接近。

预计在 2011 年之前，全球 LED 背光源市场的营收将会增长至 106.8 亿美元。其中，笔记本和液晶电视用 LED 背光源将成为重要的增长点。

但值得注意的是，那些此前在 CCFL 背光源市场占据控制地位的韩国和中国台湾地区企业，也开始纷纷转向 LED 背光源的生产。这对于国内的 LED 背光源项目来说，是一个重要压力。

对此，在液晶面板的产业链上，仅仅依靠一家企业是比较困难的，京东方将积极完善产业链的建设，吸引更多的企业就近配套，以降低产品成本。

8.2.3 2009 年 LED 背光源电视市场发展迅猛

在中国彩电业发展史上，2009 年注定将是不平凡的一年。除了国家先后出台几项有利于平板电视发展的宏观政策之外，电视显示技术本身的发展也实现较大突破——LED 背光源电视批量上市。

中国第一台黑白电视诞生标志着第一代显示技术 CRT 显像管时代的到来。CRT 技术在 20 多年的发展过程中实现了从黑白到彩色、从模拟到数字、从球面到平面的创新转变。2004 年，平板显示作为第二代彩电技术逐步得到消费者的认可。随着平板显示技术的日趋成熟，以 LCD 和 PDP 为代表的平板电视迅猛发展，日渐成为市场主流。而对于目前已占据市场最大份额的 LCD 电视来说，背光源技术的更新换代则成为产品升级的主要动因。

目前，应用传统 CCFL 背光源技术的 LCD 电视为市场主流。值得关注的是，LED 背光源技术比 CCFL 背光源技术更为先进，而 LED 背光源电视的市场规模自 2008 年以来发展迅速。2008 年 LED 背光源电视零售量同比增长 19767%，2009 年增长势头更为强劲，同比增长 47610%。由于产品结构的改变，LED 背光源电视零售额增长相对较缓，2008 年同比增长 2219%，2009 年同比增长 4776%。与此同时，LED 背光源电视占 LCD 电视总零售额的比重也在不断上升，自 2009 年 3 月上升速度加快，5 月，LED 背光源电视零售额占全部 LCD 电视市场的 1.1%。

迎合现代消费心理

经过多年发展，平板电视各项技术已经相对成熟，价格也越来越低，但这已不能满足部分消费者的更高需求。随着高清平板电视的普及速度逐渐加快，消费者对平板电视超薄、高画质等方面的要求不断增多，平板电视的能耗、环保问题也成为广大消费者关注的焦点。

消费者购买彩电的主要关注点集中在品牌、价格、外观造型、画质、功能、节能、环保等方面，与 CCFL 背光源电视相比，LED 背光源电视本身具备外观更薄、高画质、响应时间快、环保、寿命长等优势，完全迎合了现代消费者的需求。超过 70% 的消费者选择 LED 背光源电视的首要因素是“外观时尚”，其次是“画质好”、“节能”，30% 左右的消费者认为“LED 技术先进，是未来的发展趋势，想一步到位”。

品牌增多、尺寸规格更丰富

2004 年，索尼在业内较早推出了 LED 背光源电视。此后，三星推出了 70 英寸商用 LED 背光源电视，但因为成本过高等原因，LED 背光源电视暂时停留在起步阶段，并没有很快投入批量生产。从 2008 年 9 月开始，海信、夏普先后推出 LED 背光源电视，2009 年 5 月，创维的 LED 背光源电视也首度亮相。推广、销售 LED 背光源电视的品牌由 1 个发展到 5 个，而且，品牌数量变化的时间间隔也越来越短。

LED 背光源电视上市之初，只有 70 英寸一种规格，从 2008 年 10 月开始，在不到一年的时间里，LED 背光源电视由单一尺寸规格发展到目前的 8 个尺寸规格，并呈现出由超大屏幕向中大屏幕发展的趋势，更贴近消费者需求。各品牌主推产品规格有所差异，海信主要在 42 英寸市场发力，三星产品阵容涉及 40 英寸、46 英寸和 55 英寸等规格，索尼则将重点放在 55 英寸产品上。

尺寸规格越来越丰富，各品牌 LED 背光源电视型号数量也由 2008 年的 7 个发展到 2009 年上半年的 17 个。其中，三星在 2009 年上半年就增加了 7 个型号的 LED 背光源电视，零售量份额随之大幅增长。三星在 2009 年 4 月推出 6000、7000 两大系列 LED 背光源电视，在 2009 年 1-5 月 LED 背光源电视零售量前十畅销型号中，三星占据了 7 个。

价格下降推动销售

2008 年，LED 背光源电视整体市场平均价格为 48211 元，2009 年 1-5 月，平均价格下降到 27083 元，降幅 43.8%。

分品牌来看，海信自 2008 年 9 月开始销售 LED 背光源电视，产品平均价格已由 2008 年的 13828 元降至 2009 年 5 月的 10309 元，降幅为 25.4%。三星对产品结构进行调整，LED 背光源电视平均价格由 256530 元降至 24885 元，降幅达 90.3%。

从产品规格来看，55 英寸已成为 LED 背光源电视市场的主流规格，平均价格从 2008 年 10 月上市到 09 年 5 月下降了 38.8%，价格下降成为 55 英寸规格产品扩大市场

份额的关键因素。46 英寸 LED 背光源电视于 2009 年 4 月与消费者见面，上市时间较短，经过两个多月的销售，价格降幅达 0.6%，6 月份市场平均价格为 20333 元。42 英寸作为 LED 背光源电视产品的重要产品规格，平均价格从 2008 年 9 月的 16359 元下降至 2009 年 5 月的 9473 元，降幅达 42%。

从长期发展趋势来看，和 CCFL 背光源电视发展较为相似，LED 背光源电视价格下降空间也较大。从 2009 到 2015 年，55 英寸、46 英寸和 42 英寸 LED 背光源产品平均价格将分别降至 8870 元、7273 元和 4334 元，下降幅度为 70.8%、62% 和 56.4%。

LED 背光源电视的发展还存在一定阻力——售价高昂、偏重大尺寸以及消费者对 LED 背光源技术认识的匮乏。2010 年 LED 背光源电视零售量规模将达 298 万台，同比 2009 年增长 604%。随着更多尺寸规格 LED 背光源电视新品上市，国内外品牌相继实现量产及加大推广力度，LED 背光源电视在未来几年将进入高速扩张期，到 2012 年，LED 背光源电视零售量将会达到 1080 万台，而在 2014 年则突破 2000 万台。

8.2.4 LED 背光源在中小尺寸液晶屏领域的应用

LED 背光源从 2000-2002 年间开始在手机屏上逐步得到应用，到 2008 年已经达到 100% 应用的水平，近年来在 PDA、GPS 导航仪、车载系统、移动 DVD、数码相框、笔记本电脑上已经开始有所应用。

总体而言在小尺寸应用中，7in 以下的产品已经有 80% 以上的应用市场，新进入市场的产品几乎都采用了 LED 背光系统，笔记本电脑应用中在 2008 年已经有多家 PANEL 和整机厂商推出 LED 背光源的产品，DELL 和苹果已经明确表明今后在其笔记本电脑中将全部采用 LED 背光源。2008 年度采用 LED 背光源的 NB 产品的市场渗透率达到 15% 以上，到 2010 年将超过 30%。这主要是由于采用 LED 背光源的 NB 产品较传统的 CCFL 背光源的产品具有功耗低、体积小、重量轻、薄型化、环保等特点，符合了笔记本电脑省电能，延长电池使用时间，轻薄便携的发展趋势。2008 年市面上可以见到的有东芝、富士通、索尼、HP、以及多家台湾厂商推出的采用 LED 背光的笔记本电脑，以索尼 11.1in LED 背光 NB 产品为例，其厚度是同类型机器采用 CCFL 背光（约 11cm 左右）的一半以下，仅为 4.5mm，电池充电一次可使用 6-8 个小时。

在小尺寸应用中还主要以手机屏的应用为主，根据手机屏的尺寸、亮度、功耗等显示性能指标要求不同，所采用的 LED 的数量也不一样。一般情况下，以屏幕尺寸大小划分，2in 左右的大约需要 2-3 颗 LED，3 英寸左右大约需要 4-5 颗 LED。由于手机屏应用一般对色彩表现能力要求不高，在这一应用领域主要采用的是白光 LED，可兼顾高效率 and 低成本。随着尺寸的增大，所应用的 LED 的颗数也随之增加，一般而言 7in 左右的大约需要 10-30 颗，而对于笔记本电脑应用，随着尺寸的差异则可能需要 40-80 颗之间。同时随着尺寸的增大和应用领域的需求，10in 以上的产品应用中有可能出现对色彩还原性的较高要求，从而采用 RGB 三色 LED 方案，由于 RGB LED 的发光效

率不如白光 LED，将会增加 LED 的使用颗数，进而增加成本。目前在小尺寸应用中，采用 LED 背光源的成本已经和采用 CCFL 背光源比较接近，不存在成本进入的障碍，同时 LED 背光源具有上面提到的种种优势，今后两三年内将是该应用领域 LED 背光源大幅度取代传统 CCFL 背光源的时代。

在小尺寸应用中，值得注意的一个技术发展趋势是通过采用更高效率的 LED 芯片，加上导光板光学设计等方面的改善，减少 LED 的使用颗数，简化背光结构，实现低功耗，高亮度，薄型化，低成本的目标。在这方面，日本 OMRON 公司通过对导光板网点结构等方面的特殊设计，已经开发出 2in 以下手机屏采用单颗 LED，实现更高亮度、低功耗的背光系统，同时使成本得到大幅度降低。在笔记本等稍大尺寸应用方面，则是在如何实现更薄、更轻、更省电的方面进行技术开发。这一领域 LED 背光量产中的主要问题是，超薄化的导光板设计和加工能力不足，导致在 LED 的边缘出现“萤火虫”现象，加工成品率较低，这一现象也在不断改善中，随着超薄（如 3mm 以下）导光板加工能力和成品率的不断提升，成本将大幅度降低，对加速 LED 背光源在中小尺寸取代 CCFL 背光源的意义重大。

8.2.5 LED 液晶电视背光市场应用状况

近年来，LED 技术发展迅猛，而运用了 LED 背光源的液晶电视，不但拥有比普通液晶电视更加宽广的色域表现，在降低能耗、减少污染等方面也有不俗的表现。随着环保概念的不断延伸，绿色环保将成为家电发展的必然趋势。2008 年以 LED 为背光源的液晶电视仅有 20 万台，到 2012 年时可望成长到 5230 万台，届时全球每 4 台液晶电视中就有一台是 LED 液晶电视。

2007 年，全球前 2 大液晶电视品牌厂商三星（Samsung）、索尼（SONY）都已推出 LED 液晶电视，2008 年 LGE、夏普（Sharp）、日立（Hitachi）等电视品牌厂商也都陆续推出 LED 液晶电视。以 CCFL 为背光源主流的液晶电视，因 CCFL 以水银作为光电转换材料，在环保要求下，LED 背光源将取代部份 CCFL 背光源的液晶电视市场。此外，LED 液晶电视将具有超薄的外型优势，这将成为液晶电视厂商宣传重点。LED 液晶电视将是继手机产品后，成为 LED 厂商新的杀手级应用商品，进一步带动 LED 市场成长。

正是着眼于这样的大趋势，海信积极投身 LED 背光源液晶模组研发，并得到了国家科技部门的大力支持。海信大尺寸 LED 背光源模组项目相继获得了国家 863 重大项目和电子信息产业发展基金的支持。

2008 年 7 月，第一批民族品牌 LED 背光源液晶电视终于在海信批量上市。这款 42 英寸型号为 T1m42T08GP 的 LED 背光源液晶电视，实现功耗锐降 30% 以上，最低可至 50 瓦，使用寿命可达 10 万小时，即使每天使用 10 个小时，也可使用 20 年以上。

由于采用 LED 背光源，并且模具全部采用符合 RoHs 环保标准并可回收、免喷涂的材料制成，海信纤薄 LED 液晶电视，没有任何射线产生，也不含铅和汞等有毒有害物质，是名副其实的绿色环保产品。同时，海信超薄 LED 液晶电视整机厚度只有 55mm，仅有普通液晶电视的一半，是目前全球已上市的 LED 液晶电视中最薄的产品。

同时，海信纤薄 LED 液晶电视，色彩还原性好，显示色彩丰富，色域范围大大扩展，完美呈现大自然的真实色彩，能够根据画面内容的特点来控制背光源，彻底解决了传统的背光源电视无法克服显示面板漏光影响等瓶颈问题。实现了液晶电视的“节能环保革命”和“色彩革命”。

8.3 LED 背光笔记本市场

8.3.1 LED 背光笔记本市场应用状况

LED 背光技术早在几年前就已经推出，由于成本和制造工艺上的不足，使得这一技术没能马上在笔记本上采用，然而在 2005 年之后，随着人们对节能减排的重视，笔记本的发展已经不再以性能为核心，节能、环保、超便捷需要进一步突破，否则现有笔记本的产品形态会让消费者感到疲惫，因而 LED 背光技术在 2006 年开始初步采用，进入 2007 年，不少厂商开始推出 LED 背光技术的笔记本样品，譬如华硕 U1 笔记本、LG XNOTE R200、索尼 VAIO TX37TP 和 TX36TP 等，都是在 2006 年和 2007 年之间推出的 LCD 背光笔记本。

遗憾的是，由于成本过高，为了确保利润市场，很多厂商依然将 CCFL 背光机型作为主导力量，这使得 LED 背光不仅价格昂贵，而且市售机型几乎难以寻觅，在 2008 年，PC 市场出现众多技术变革，在台式机、一体式电脑价格不断降低的情况下，笔记本需要再次体现与众不同的特色，那就是必须将节能、环保、便捷性做的尽可能到位，除了核心技术、外观材质外，液晶屏可以说是直接制约笔记本发展的重要环节，而从笔记本发明至今，液晶屏又是发展最为滞后的一个组件之一，LED 背光技术的出现为笔记本的发展带来了新的曙光。

LED 发光二极管是一种半导体组件。采用 LED 作为背光源的液晶屏可以比传统采用冷阴极荧光管（即 CCFL）作为背光源的 TFT 液晶屏具备很多的优点。如省电、寿命更长、更轻薄。对于注重笔记本续航能力的商务机来说，采用 LED 屏有数不清的好处。只不过 LED 背光液晶屏价格高昂，之前仅应用在索尼 TX、华硕 U1F、富士通 P7230 等小尺寸贵族机型中。不过随着迅驰四代机型的发布，高端机中采用 LED 屏幕的机型已是忽如一夜春风来，遍及各大品牌。

这些机型不仅品牌分布广，而且各类机型中都存在。如商务机型的迅驰四代新品中有，富士通推出的 S6410。其至尊版采用 LED 屏幕，仅 6 毫米厚。尽管迅驰四代平台使得机身重量有所增加，但依靠 LED 的瘦身，整机奇迹般控制在 1.6 公斤内，反而

低于前代采用 CCFL 液晶屏的 S6311。惠普发布的商务机 2210b/2510p 同样采用了 LED 液晶屏。尤其是 2510p，整机却还控制在 1.29 公斤左右。在小屏幕商务机中屈指可数。追求性能的机型采用 LED 屏幕有索尼 SZ5 系列和戴尔 XPS M1330 等。追求轻薄的机型则有华硕 U3S、索尼 TZ 系列等。可说，至少在高端机中，LED 已经成为一股不可忽视的力量，成为一种新型的潮流。

不过，虽说采用 LED 屏幕的机型频繁亮相，但也要看到，由于多种原因，即便是最低价格的 LED 机型，也在万元以上。而且多应用在 12 英寸以下超便携机型中。LED 距离五千元到八千元的主流市场还比较远。

LED 还仅局限于高端机和小屏幕机市场，这种情况和 LED 本身的一些局限性非常有关。首要的问题在于产能和价格。目前只有诸如 Nichia（日本日亚）和 Cree（美国克里）两家公司能够达到笔记本用屏幕标准。产能上便存在很大的限制。更为重要的是价格，LED 背光模组零组件的价格为 CCFL 的 2 倍左右，屏幕尺寸越大，采用 LED 背光技术的成本就越高。而且液晶面板厂也没有将生产线全部转产 LED 面板的打算，成本一时难以快速下降。特别是最近几年笔记本总体价格一降再降，压缩制造成本成为笔记本厂商的首要必修课。在这样一个以价格为先导的激烈市场竞争情况下，要使 LED 屏幕推广使用存在着成本的问题，所以目前只有在高端机型上采用 LED。

当然，随着产量的扩大，LED 的平均价格必然下滑，甚至和 CCFL 持平，这也不可能。但这并不意味着能全面取代 CCFL，因为 LED 和 CCFL 相比还存在不少技术缺陷。如采用 LED 背光源的屏幕在色彩饱和度方面存在不足，在屏幕的部分区域颜色显示的时候出现略微的偏差，特别是在液晶屏折叠的地方颜色偏差更为明显。另外 LED 背光源的亮度还不够强，比冷阴极荧光灯 CCFL 的高亮度要逊色得多。还有，LED 屏幕容易漏光。这些技术问题都是困扰 LED 取代 CCFL 的难点。

早在 2007 年，索尼、东芝、戴尔和苹果等几家制造商已经在其笔记本上采用 LED 背光灯液晶面板，不过由于价格问题，当时基本都应用在高端产品上，在进入 2008 年暑期促销期间，笔记本市场悄然出现了数款 LED 背光机型，其中包括联想、富士通、索尼、东芝、华硕、DELL、HP 等厂商都推出了 LCD 背光笔记本，譬如富士通 S6510、富士通 T2010、索尼 SZ77、索尼 TZ33、DELL XPS M1330、东芝 R501、华硕 U2E、HP 2710P、联想 ThinkPad X300 等机型，都是最近市场上比较热门的 LED 背光笔记本。2007 年采用 LED 屏幕的笔记本产品占有整个笔记本产品的 3%-5%。在 2008 年，LED 背光笔记本可占据笔记本市场 10%左右的份额，这标志着 LED 背光笔记本即将进入普及阶段。

8.3.2 LED 在 NB 背光模块的应用进展

LED 背光模块应用在笔记本电脑成长快速

从 2007 年下半年以来，笔记本电脑面板采用白光 LED 作为背光源逐渐发烧起来，以白光 LED 作为光源的好处，主要是厚度更薄、重量更轻，以及耗电量更小，可以提升笔记本电脑携带性上的便利。除此之外，环保议题也是另一个重点。消费者对于环保议题的关心，成为笔记本电脑品牌业者积极导入不含汞的 LED 作为背光源，特别是苹果电在 2007 年 5 月宣布未来自家的笔记本电脑将全数采用 LED 作为背光源，开始带动笔记本电脑大厂采用 LED 背光技术的风潮。因此白光 LED 应用在笔记本电脑面板的热潮将会持续延烧。

面板厂积极发展搭载 LED 背光模块的笔记本电脑面板

目前采用白光 LED 作为笔记本电脑背光源的面板厂商，以 TMD 最为积极，因此 2007 年上半年之前采用 LED 背光的笔记本电脑面板大多数是来自 TMD 的面板。而韩国两大面板业者 Samsung Electronics 与 LG.Philips LCD 与台湾的友达光电（AUO）与奇美光电（CMO）也在 2007 年下半年纷纷推出 LED 背光的笔记本电脑面板，积极抢占此一市场。

笔记本电脑用 LED 背光模块的技术挑战

不过以白光 LED 作为背光源的笔记本电脑面板，仍然必须面临许多必须克服的困难。在笔记本电脑用白光 LED 的来源，目前主要以丰田合成（Toyoda Gosei）与日亚化（Nichia）为主，其中寿命与专利议题是造成供应受限的主要因素。因此供应来源有限，造成笔记本电脑用 LED 供不应求，价格仍维持相对的高价，使得成本下降幅度有限。

其次，LED 背光模块的导光板（Light Guide Plate）也是技术瓶颈之一。CCFL 背光模块的导光板厚度多在 1.6mm 至 2.2mm 之间，而 LED 背光模块的导光板厚度下降至 0.6mm 至 0.8mm 之间，因此如何在如此薄的导光板仍维持导光板的导光功能与均匀性是技术的瓶颈所在。

除此之外，采用 LED 背光的笔记本电脑面板通常也被要求更薄的玻璃基板以达到轻薄的目的，因此也必须增加玻璃薄化的制程，造成成本的增加。而在彩色滤光片的搭配，也由于 LED 与 CCFL 的光谱不同，彩色滤光片也必须做某些程度的修改，以达较佳的色彩呈现。以上这些技术的困难，都将造成 LED 背光笔记本电脑面板成本的增加。

图表 42 2007 年笔记本电脑用 LED 背光模块采用 LED 颗数

Size 尺寸	LED Quantity 采用的 LED 数量
12.1W	36 颗
13.3W	42 颗

14.1W	48 颗
15.4W	60 颗

数据来源：WitsView（2007/11）

越大尺寸的液晶面板，需要的 LED 颗粒数量越多，但随着 LED 亮度与技术的改进，成本的降低是有帮助的，使用的颗粒数量未来也可能降低。

NB 用白光 LED 价格趋势

在价格趋势方面，由于 NB 用白光 LED 供应厂商仍以 Toyoda Gosei 与 Nichia 为主，供应家数有限，因此每颗单价 2007 年仍维持在 0.2 美元左右。而随着 NB 采用 LED 背光的比例逐渐增加，预期 NB 用白光 LED 的需求也将持续增加，因此 NB 用白光 LED 将呈现供不应求的局面，价格也将持续维持。

图表 43 2007 年全球主流白光 LED 规格与价格

种类	封装种类	IF (mA) 电流	(Typical) 电压	(mcd) 光强度	(USD) 平均价格	应用
标准型	Side view	20	3.2	1,700	\$0.20	NB 背光源
标准型	Side View	20	3.2	1,400	\$0.10	手机背光源
高功率	Top View	350	3.6		\$2.40	照明

数据来源：WitsView（2007/10）

8.3.3 LED 背光笔记本的应用优势

尽管冷阴极荧光灯管占据了笔记本问世以来的绝大部分光景，而且这种技术成熟，成本低，而随业界对环保、功耗、使用寿命、便捷性等加强，冷阴极荧光灯已经难以满足笔记本发展需要，因为 CCFL 背光只能实现 NTSC 色彩区域的 78%，其色阶方面表现不佳，图像的灰度和色彩过渡不好，然而 LED 背光由于采用了新技术，可以将整个屏幕的 LED 分成了若干区域，根据显示的影像信号，可单独控制每个区域的发光量，从而轻松实现超过 100% 的 NTSC 色彩区域，在色彩表现力和色阶过渡方面有显著的优势。

液晶屏是笔记本整体功率的 30% 以上，如果能够降低屏幕功耗，将有利于提升电池的续航时间，冷阴极荧光灯管需要 530V 电压才能正常工作，而采用 LED 背光只需 40V 电压，所以笔记本液晶屏采用 LED 背光光源后，会比采用 CCFL 背光光源要省电 48%，这意味着可以延长笔记本电池的续航时间，这对于移动用户非常具有价值。另外，冷阴极荧光灯管必须使用一种汞元素，这是一种对人体有害的物质，而 LED 背光光源没有采用对环境有害的汞元素，非常环保健康，用户不用担心长时间使用笔记本而影响身体健康了。

对于笔记本而言，相信大家希望它越薄越好，这样携带非常方便，而家庭用户在购买液晶显示器时，超薄的设计无疑会吸引他们的眼球。由于 LED 背光源是由很多栅格状的半导体组成，每个格子中都拥有一个 LED 半导体，这样就可以实现光源的平面化，以提供优异的亮度均匀性，而且不需要复杂的光路设计。如此一来，液晶屏就可以做的更薄一些，也有利于进行个性设计。据了解，采用 LED 背光光源的笔记本，其厚度只有 CCFL 背光光源产品的一半，而重量也可以减轻 25% 以上，这对于讲究移动性的用户十分具有吸引力。

8.3.4 LED 背光笔记本的发展趋势

无论 CCFL 背光拥有多少成本优势，也无论 LED 背光还存在哪些缺陷，但对于未来笔记本的发展趋势，LED 背光笔记本的普及是迟早的事，在 2008 年的笔记本电脑市场，在诸如联想 ThinkPad X300、苹果 Macbook Air、东芝 Portege R500、联想 IdeaPad U110、明基 X31、索尼 SZ77 等具有超轻薄高人气笔记本中，都可以看到“LED 背光液晶”的宣传字样，由于市场需求的转变，低能耗、尺寸小、重量轻和环境友好的特点，在未来几年，LED 将逐渐成为笔记本电脑液晶显示屏的主流背光光源，不少厂商都开始在 LED 背光笔记本上进行初步推广。

由于成本过高，支持的厂商还不够丰富，使得 LED 背光笔记本价格还很高，而且大多都应用在 12 英寸以内的机型上，这种局限会影响 LED 背光笔记本的普及时间，譬如联想 ThinkPad X300 价格高达 20999 元；联想 IdeaPad U110 为 14200 元；戴尔 XPS M1330 为 9690 元；东芝 R501 为 19999 元；索尼 VGN-TZ33 为 13000 元等等，都是普通消费者难以买得起的，2008 年市场上几乎找不到 8000 元内的 LED 背光笔记本，这对于学生、普通家庭用户而言十分尴尬，毕竟中低端用户才是笔记本的主要消费群体，如果不能控制价格，LED 背光笔记本的普及就需要进一步延迟。

尽管如此，在上游液晶面板商和笔记本制造商的努力下，LED 背光笔记本的普及前景也十分光明，在 2008 年年初，背光模块厂中三星电子、乐金飞利浦（LPL）、光电、大亿科、奈普动作连连，面板厂奇美电更宣示要成为全球 LED 笔记本面板第一大厂，这些竞争有利于提升 LED 背光笔记本的市场竞争力，这使得 LED 背光源在逐渐吃下小尺寸市场后，正往大尺寸方向迈进，尺寸包括 12.1、13.3 及 15.4 吋等。2008 年 LED 做为笔记本背光源渗透率估计可突破 10%，LED 笔记本市场规模上看 1000 万台。预计到 2010 年，使用 LED 背光技术的笔记本会占有 40% 的市场份额。到 2012 年，90% 的十寸以上笔记本液晶屏将采用 LED 作为背光光源，届时 CCFL 背光笔记本正是寿终正寝。

8.4 LED 背光市场发展前景

8.4.1 LED 液晶显示背光市场前景预测

应用在液晶面板背光的 LED，会依据点灯方式是直下还是侧光式，用途是电视还是电脑荧幕，都更有不同。对于辉度的要求方面，电视会比电脑荧幕高，侧光式背光的话就会使用白光 LED，如果是要求高辉度、高演色性的电视就会使用直下式背光。电脑荧幕的话，一般都使用侧光方式的 RGB 点灯，但是电视的话，采用白色直下和 RGB 侧光的方式不同，就热门程度而言，现在在 LED 市场上备受关注的是使用白光 LED 侧光方式的液晶用背光领域。

使用白光 LED 侧光方式的背光，其优点是可以达到 PC 本体的薄型化、轻型化，延长电池寿命等等的特色，但白光 LED 的红色 spectre 比较弱，有色再现性不足的缺点，但是对电脑荧幕画面，尤其是笔记型电脑，要求与电视同样高演色性的使用者不多，所以在这一方面色再现不会成为一个大问题，而且如果真有高演色性方面的需求，也可以使用 RGB 3 原色背光和在白光 LED 的 Rail 配列中，利用定点混合红色 LED 的方法等等来解决，相信在未来，电脑荧幕用光源对于白光 LED 做为背光源的采用将会更加扩大。

另一方面，电视用 RGB 背光的商业化则相当被看好，目前已经有相当多的业者将 RGB 3 原色 LED 背光液晶电视商品化了，但是要将这些三原色的背光完全成为主流技术，需要解决的问题还很多，相信还需花费数年来解决这些问题。这是因为 3 原色背光的根本性问题在于成本，由于电视背光需要高辉度，所以使用的必须是 1W 以上的高辉度 LED，而且因为是直下式的方式，所以在 LED 的使用数方面，也会因为面板面积而大幅度的增加，在加上为了色调同一，数百个 LED 全部都需根据发光波长严格选定，光是 LED 成本就很高。使用时还有冷却 LED 的散热鳍片和冷却风扇等解决热效应零件的成本，另外还需要调整各 LED 色差的 RGB 色度 Sensor，以及将 Sensor 侦测出的内容送回 LED 的 Sensing Algorithm 等周边电路的成本，并且因为大量使用高辉度 LED，导致的驱动电流的增加也是一大问题，所以以现今而言能够完成低价化还比较困难。

除了成本之外，也有一些问题需要克服，例如影像播放讯号的高解析度范围，现在的影像播放讯号只能发挥 LED 的 3 原色背光最基本演色解析度，因此要将 3 原色背光的潜能发挥出来，就必须强化内容高解析度，因此在目前的环境下，使用 RGB3 原色的背光是有点大材小用。因此，未来如果期望将 3 原色背光面板完全市场化的话，前提是必须降低成本，并且提高品质，建立采用高解析资讯播放规格，并且基于这个规格来普及影像内容，所以现在说 3 原色背光已经市场化，还是言之过早，但是相信使用 3 原色背光的 LCD 面板，将来会达到实用化应该是毫无疑问的。

截至 2007 年，使用 LED 作为背照灯光源的大尺寸液晶面板模块产品仅有少量。这是因为显示器领域的价格竞争激烈，必须把降低成本放在第一位。今后，LED 背照灯的普及速度取决于何时能够解决 LED 背照灯所拥有的散热困难、均一性差和 LED 芯片发光效率低等问题。

目前的技术条件下，CCFL 面板的售价要比 LED 面板的售价便宜 2 倍以上，笔记本制造商目前只能在高端的产品中采用 LED 面板，如果笔记本采用 LED 背光面板，那么按照 2007 年的平均价格水平，它的整体售价将增加 300 美元。一般业者认为，当 LED 背光与 CCFL 背光价格拉近至 1.5 倍以内时，LED 背光渗透率将快速拉高。

由于成本等问题，大多数厂商不愿意在笔记本采用 LED 背光面板，2006 年，面向大尺寸液晶面板制造的 LED 背照灯极少，在统计上几乎为零。但从 2007 年开始，苹果和惠普等公司陆续推出采用 LED 背光面板的笔记本电脑，随着业界知名品牌的加入，LED 背面板在笔记本中的使用越来越普遍。在 2007 年年内，10 英寸到 12 英寸笔记本中的 10% 将采用 LED 背光面板，但尺寸更大的笔记本仍然不会大量采用 LED 背光面板，价格昂贵是主要原因之一。

所以 NB 和液晶电视面板背光将成为推动全球 LED 产业成长的新的推动力，由于 NB 及液晶电视面板主产地在台湾地区、韩国和日本，这些地区 LED 产能强大，且不断有新的产能加入，如台湾鸿海、佳总、联茂这些电子产业大厂将进入 LED 产业，大陆面板产能较低，在这一波推进潮中获益有限。但如果国内下游液晶电视整机厂自建面板模组厂的话，将推动国内背光对 LED 新的需求，长远需求前景看好。

8.4.2 2011 年液晶面板用 LED 背光销售额预测

笔记本电脑、显示器、电视机等的液晶面板所使用的大尺寸发光二极管（LED）背照灯的销售额，预计到 2011 年有可能达到 10 亿美元。

预计过去使用色彩表现范围广的冷阴极荧光灯（CCFL）的液晶面板，在盈利的前提下以最低价位销售时，2012 年 46 英寸电视机将有超过 50% 的产品使用直下型 LED 背照灯。这里所说的直下型是指在液晶面板的正下方配置 RGB LED。相同条件下，增加了 AV 功能的便携式笔记本电脑市场上，使用 RGB LED 的端面照光（Edge Light）型 LED 背照灯的份额到 2011 年也将超过 50%。端面照光型是指在液晶面板的侧面配置 LED。如果端面照光型也变成使用白色 LED 的机型，预计 LED 背照灯的份额到 2012 年，在只显示数据的便携式笔记本电脑市场上将超过 50%。

作为推动 LED 背照灯市场的发展应该考虑的问题，是 LED 背照灯显示器的功能和价格。面板厂商哪怕是以略高于 MCG 的推荐价格来销售采用 LED 背照灯的液晶面板，那么 LED 背照灯的大规模采用就会最大给推迟 5 年。所以定价较高时，除了能够使 LED 的高成本得到部分填充外，还需要考虑让供应商及消费者选择购买 LED

产品的理由。LED 背照灯的功能越是能够给消费者提供高于 CCFL 的价值，电视机、显示器、笔记本电脑等的液晶面板用背照灯向 LED 过渡的速度就会越快。

另外，CCFL 向 LED 过渡的速度不仅会影响到 LED 企业外，还将给液晶面板厂商及成品加工厂商带来很大影响。能迅速应对这一趋势的厂商将大幅提升竞争力，扩大市场份额。

8.4.3 大尺寸 TV 将成 RGB LED 背光源应用主流

LED 背光源应用在陆续切入 7 英寸产品和笔记本电脑（NB）等量化市场后，产业界大多均看好该产品应用层面可望持续深入液晶电视市场，惟因 TV 产品对于色彩饱和度（NTSC）的规格要求相对较高，因此 High Power RGB（即红光、绿光和蓝光混合成白光）LED 的背光源应用需求，更是相对被看好，这对现阶段全球量产规模相对较小的绿光 LED 供货商来说，无疑是一大潜在商机。台湾如璨圆和泰谷等均为绿光 LED 晶粒的重要供货商，预期将可在 RGB LED 时代崛起的过程中，持续展露头角。

继 2004 年底日商 Sony 抢先推出宣示意味浓厚的 40 英寸以上以 LED 为背光源的液晶电视之后，韩商 Samsung 亦于 2005 年 5 月横滨光电展中推出首款 46 英寸以 High Power RGB LED 为背光源的 TV 产品，惟在背光源材料成本尚无法明显降低以及整体亮度效能还有改善空间之下，该款产品并未引起市场的高度共鸣。至于在台湾方面，RGB LED 背光源在大尺寸 TV 上的应用，则大多仅止于厂商与研究机构共同合作试产的阶段，先前工研院即曾公开对外展示 32 英寸以上 RGB LED 背光源 TV 机种。

尽管上述 RGB LED 背光源 TV 产品在成本结构上，尚不具备量产上市的竞争实力，不过由于在 NTSC 和整体亮度规格要求部份，相关厂商在技术应用方面已日趋纯熟（其 NTSC 水准已可较 CCFL 背光源高出 25%），加上其相对也较符合环保、节能（产品寿命长、不需要 Inverter）等规格的未来性需求，因此采用 RGB LED 为背光源的 TV 产品，其趋势性确实被各方看好。

台湾包括友达、奇美电等一线面板厂商，以及华上、璨圆、亿光和宏齐等 LED 上、下游业者，皆曾公开表态看好 RGB LED 背光源 TV 产品在未来的成长空间，因此相关厂家也都纷纷在该项应用领域持续进行产品开发布局。

不过，除了部分大型户外全彩看板在特殊规格的要求下，会用到 RGB LED 模块产品之外，另在面板背光源的部份，则是在整体材料成本和产品体积设计的考量下，一般采用蓝光 LED 涂布萤光粉混光而成的白光 LED，仍将是整体背光源应用的大宗，预期 RGB LED 背光源将会先在大尺寸（30 英寸以上）液晶电视的身上，找到较大的应用发挥空间。

正因为高功率（High Power）RGB LED 背光源应用在大尺寸 TV 上的主流发展趋势深被看好，使得过去较被 LED 晶粒厂布局所忽略的超高亮度绿光产品，其身价亦有机会随之水涨船高。

8.4.4 LED 背光技术将主宰未来平板电视市场格局

LED 背光将成液晶电视主流

早在 2006 年 CES 展上，三星就已经推出 46 英寸和 82 英寸的 LED 背光液晶电视，与 CCFL 技术液晶电视相比，有更高的显像质量、更长的寿命、更高的色彩饱和度等优势，而这些特性大部分是 LED 背光技术所带来的。

对比传统的液晶屏背光源 CCFL（冷阴极灯管）技术，LED 采用发光二极管作为背光源，可以提供红、绿、蓝、青、橙、琥珀、白等颜色，色域非常宽广，能够达到 NTSC 色域的 105%，这为液晶电视的色彩提升提供了保障。

另外，LED 寿命非常长，使用寿命可达 10 万小时，如果按每天开机 5 小时计算，一台采用 LED 背光光源的液晶电视可以使用将近 55 年。此外，它还不含汞，环保性能更好。

国际巨头巨资投向 LED 市场

除了三星、索尼、LG-Philips、奇美等电视整机厂商也是早已开发 LED 液晶电视。2007 年，奇美在台湾省台北举办的 Display Taiwan2007 展会上，展出了一系列采用 LED 光源的全高清液晶电视。索尼公司也看好 LED 背光照明的前景，它的 Qualia005 液晶电视就采用了 Lumileds 公司的 LuxeonLED 背光照明。三星是全球最早在韩国和美国销售 1080P 全高清 LED 液晶电视的厂商之一。2009 年 LED 背光市场将会实现快速增长，30% 的 LCD 电视都将以 LED 背光取代现在最常见的冷荧光灯。

大尺寸 LCD 用 LED 背光模组被其视为推动高亮 LED 销售的下一代重要应用之一。

如此看来，LED 在液晶电视上的大规模应用期也将很快到来。国内厂商虽然没有推出此类产品，但却看出了其潜在的市场前景。自 2006 年开始，康佳、创维和海信等主流平板电视厂商都先后推出了 LED 背光液晶电视。

LED 具有比 CCFL（冷阴极荧光灯）色域高、色彩饱和度高、速度快可帮助液晶电视消除“拖尾”等优点，可成为 CCFL 很好的替代产品。

目前 LED 受制于成本问题，还不适合大范围应用。随着欧盟环保法规的实施，环保、显示效果好的 LED 成为了国际厂商的投资项目，这将促使未来 LED 的成本快速下降。而一旦 LED 的成本控制在小于 CCFL 的 1.5 倍时，将会不可阻挡地成为液晶电视背光灯的首选，LED 也将使液晶电视的未来更加绚丽多彩。

第九章 LED 车灯

9.1 LED 车灯发展概述

9.1.1 汽车灯具的发展历程

近年来，汽车外形由于设计上的需要、空气动力学的要求及美观的需求，低侧面流线形的外形越来越受欢迎。尾灯的形状也朝着异型化和一体化发展。汽车 LED 灯根据应用可分为配光用灯和装饰用灯两种，配光灯适用于仪表指示灯背光显示、前后转向灯、刹车指示灯、倒车灯、雾灯、阅读灯等功能性方面；装饰灯主要用于汽车灯光色彩变换，起车内外美化作用。近几年随着部分车用 LED 亮度问题的解决和成本的下降，其应用量有所增长。国内常见的：本田雅阁、日产天籁、皇冠、锐志、凯迪拉克系列、别克荣御等都已经采用了 LED 尾灯。

汽车灯具随着汽车工业的发展、科学技术的进步、新光源的出现以及人们的审美观等而不断改进，结构越来越复杂、工艺越来越考究、功能越来越完善。现代汽车灯具已经成为一件具有高科技内涵的精美工艺品，是汽车的一双美丽的“大眼睛”。汽车灯具的演变主要经历了四个阶段，而第四代 LED 汽车光源的出现，对汽车灯具的变革影响深远。

进入第三代、第四代光源期

世界上有汽车就有车灯。汽车灯具可分为两大类：照明装置和指示信号装置。照明装置的功能是在黑暗中照亮汽车行驶前方路面，有前照灯、前雾灯、倒车灯和牌照灯，广义可包括车内灯、仪表灯和行李灯等。信号装置的功能是向其他道路使用者表明本车的存在与行驶状态，有转向信号灯、制动灯、位置灯和后雾灯等。有车灯就有车灯规范与标准，为车灯的光源、光色、光强、光形和安装位置等等做出了规定。

汽车灯具的心脏是光源，汽车灯具的演变随着汽车光源的更迭而发生，大体上经过如下四个阶段：

第一代汽车光源是由燃料（蜡烛、煤油或乙炔）直接燃烧发光，它能满足早期车灯的要求，但存在发光效率很低、光强弱、性能不稳定、操作复杂等明显缺点。

第二代汽车光源是白炽灯。1879 年爱迪生发明白炽灯，1913 年美国首先将白炽灯技术应用在凯迪拉克汽车前照灯上，汽车灯具发生了革命性的变化，从此汽车照明进入了电气时代。接着，先后出现汽车反光镜、启动机、发电机和蓄电池等新技术，1925 年开始汽车真正进入白炽灯汽车灯具时代。20 世纪 50 年代又出现卤钨灯，它很快成为汽车强光源的主要灯泡。

第三代汽车光源是气体放电灯（HID）。它具有高发光效率、高亮度和高可靠性等优点，将替代白炽灯、卤钨灯成为新型的汽车前照灯的光源。

第四代汽车光源是半导体发光二极管（LED）。LED 是半导体 PN 结二极管，当一个正向偏压施加于 PN 结两端时，使 PN 结系统受到激发，载流子由低能态跃迁到高能态，当处于高能态的不稳定载流子回到低能态复合时，根据能量守恒原理，多余的能量将以光子形式释放，它就是 LED 电致发光原理。它不是通过热能使物体升温而发光，是由电能直接转换为光，因而称之为冷光。发光波长取决于载流子的能量差即高能态与低能态之差。

LED 光源的出现将爆发又一次照明革命，具有划时代意义，它已经并将进一步影响汽车灯具的变革。

由于半导体技术的发展特别是微电子技术和半导体发光技术日趋完善，促使汽车灯具进入第三代（HID）和第四代（LED）光源时期。同时，出现了由传感器、处理器和执行机构组成的自适应前照灯控制系统（AFS）。HID、LED 和 AFS 新型汽车灯具和灯具控制系统市场出现和形成给电子元器件带来巨大商机。

9.1.2 LED 光源作为汽车灯具的优点

一、单色性好、色彩鲜艳丰富。颜色饱和度达到 130% 全彩色，使灯光更加清晰柔和。

二、寿命长、抗震性好。LED 是半导体元件，与白炽灯不同，没有玻璃、钨丝等易损可动部件，故障极低，可以免维修。

三、响应时间短，只有 60 纳秒，特别适合用于汽车灯具的光源，为司机争取了可贵的减小事故的时间。

四、高效率、低能耗。LED 光源不需要滤色就能直接产生汽车灯具需要的红色、琥珀色等颜色，无损耗，电能利用率高达 80% 以上。

五、体积小、重量轻。利用其特点可设计又薄、又轻、又紧凑的各种式样的灯具，给汽车造型设计提供空间。

六、绿色照明光源。LED 光谱中单色性好，没有多余红外、紫外等光谱，不含汞有害物质，热量、辐射很少。

七、单个 LED 的光通量小。目前单个 LED 的光通量研究水平可达 120lm/W，产品水平 $\leq 60\text{lm/W}$ ，而且大功率的 LED 往往要增加尺寸很大的散热器，所以 LED 光源一般采用 LED 阵列设计方法。

八、平面发光，方向性强。它与点光源白炽灯不同，视角 $\leq 180^\circ$ ，设计时一定要注意和利用 LED 光源有不同的视角和不能大于 180° 这特点。

九、LED 的发光效率随温度升高而下降，一般芯片温度超过 120°C 将失效。在灯具总成设计和制造的工艺设计一定要考虑热设计。

十、LED 属于多元化合物半导体元件。多元化合物半导体元件的特点是其电学、光学、热学和机械等的参数指标离散性很大。在设计时，一定要充分考虑到这一特点，并要求元件生产公司按汽车用 LED 光源要求，对元件进行严格分类、分级。

9.1.3 汽车的灯光控制系统介绍

LED 已经广泛地应用到车上，包括：转向指示灯源、显示或者是车内相关照明，如汽车显示仪表板、车顶照明灯，到车外的尾灯、前后指示灯、倒车灯、第三煞车灯等，或多或少都能见到 LED 在汽车灯源的相关应用。从系统的角度来说，汽车上的灯光控制是汽车主体控制架构中的一个子系统，主要包括：车门控制与仪表板显示系统，而基本架构则是收集车上各个开关的状态量，并进一步视其状态来对车上灯源进行驱动，并负载所需动作的电能。

由此可见，汽车主体控制系统控制必须是依照不同功率需求的灯源进行设计。换个角度，从 LED 在汽车上的应用来看，虽然 LED 在第三煞车灯的应用，到汽车尾灯、转向灯到煞车灯，甚至是在几年前已将 LED 光源设置在车内作为照明之用，一步步开创了 LED 作为车内外照明之用的想象空间。

9.2 LED 车灯应用市场概况

9.2.1 国际汽车车灯 LED 市场应用情况

全球主要汽车灯具厂家有德国海拉、日本小糸、法国法雷奥、意大利 AL。而全球主要车用 LED 厂家为美国 Lumileds Lighting 公司（飞利浦照明与安捷伦科技合资的企业，总部在美国加州）、德国欧司朗（Osram，西门子全资子公司），这两家公司的全球市场份额约占 55%；包括日本日亚化学公司（Nichia）在内的日本 LED 产品质量好但价格高，主要在蓝光和白光市场有竞争优势，在红光和黄光方面无技术优势，日本公司占全球车用 LED 的市场份额的 10%；中国台湾 LED 企业主要是做封装为主，产品面向低端应用，中国台湾公司占全球车用 LED 的市场份额与日本接近。

大功率 LED 已被大量用于汽车照明，特别是汽车尾灯中。到 2010 年 LED 将占据绝大部分汽车尾灯照明（包括倒车灯和牌照灯）。LED 可用作汽车的主刹车灯、尾灯、方向灯、指示灯，也用于仪表和车内照明，通常一个灯具使用 20-30 只 LED。全部 LED 后灯（尾灯、刹车灯和转向灯）已出现在 2000 型凯迪拉克和 S 级奔驰车上。另外，LED

还可为车内物体提供独立的局部照明，例如顶灯、阅读灯、抓柄、车锁、开关、杯托、安全带搭扣、镜子边框等，用途日益广泛。业界唯一担心的是成本问题。

应用广泛的 LED 的颜色主要为蓝色、红色和绿色等，白光 LED 用于汽车车灯才刚刚起步。白光 LED 是 20 世纪 90 年代出现的，亮度逐渐增大，从开发初期的 5lm/W，到 1999 年达到相当于白炽灯的光效 15lm/W，后又提高到相当于卤钨灯的光效 25lm/W。美国 Agilent 实验室开发出光效达 40-50lm/W 的白色 LED。这使得白光 LED 在汽车前照灯中的应用前景令人乐观。

包括飞利浦、通用等光照及汽车行业的跨国大公司积极与器件领域的顶尖制造商合作，共同开发汽车和照明应用中的白光 LED 产品。如通用和 EMCORE 公司合作成立新公司 GELcore，专门开发白光 LED，其中一个重要应用就是在汽车车灯上。在 2005 美国底特律汽车工程学会年会暨展览会上，德国海拉胡克集团公司介绍了一种使用白光 LED 系统的车头灯、远光灯、近光灯日间行车灯。

日本制造汽车车灯的各个厂家都盯上 LED 车灯。小系制作社在原有 LED 开发人员的基础上增至 115 倍，Stanle 电气和市光工业也在扩充和加强 LED 的开发人员。此外，因设计性能需要提高，各制造公司正面向实用化，投入大量人力和物力，加紧开发这一产品。

美、日、欧盟皆由官方成立专案，编列预算与计划推行白光 LED 照明。美国的国家半导体照明计划则是从 2000 年到 2010 年，其计划耗资将达到 5 亿美元；欧盟的彩虹计划也于 2000 年 7 月启动，其计划是通过欧洲共同体的补助金来推广白光 LED 的应用。

LED 作为一种新型光源代替传统的白炽灯光源在技术上已经成熟。但是，从目前的 LED 产品市场来看，高亮度的 LED 的成本较高，汽车光源的亮度要求使得所需 LED 的数量较多，无疑会提高车用光源的成本。目前只在少量进口豪华轿车上得到了应用，在国内轿车行业的应用较少。但是，随着 LED 产品自身的发展，工业用高亮度 LED 数量的增加，LED 产品价格会有很大的下降幅度，其良好的性能使得 LED 光源必将成为汽车光源中的主流产品。

9.2.2 国内 LED 车灯市场应用现状

LED 切入车用市场已经多年，但由于亮度不足和成本原因，还没有被市场普遍接受。相比国外，国内汽车应用 LED 要滞后几年，仍处于起步阶段，主要用于中高档轿车市场，而国外尤其是日本汽车对 LED 的应用已相当广泛。

应用正在起步

汽车 LED 灯根据应用可分为配光用灯和装饰用灯两种，配光灯适用于仪表指示灯背光显示、前后转向灯、刹车指示灯、倒车灯、雾灯、阅读灯等功能性方面；装饰灯主要用于汽车灯光色彩变换，起车内外美化作用。近几年随着部分车用 LED 亮度问题的解决和成本的下降，其应用量有所增长。

侧转向灯、高位刹车灯、刹车灯、尾灯已经在国内中高档轿车上得到较多的应用。在 LED 车灯领域，小系公司主要集中于组合后灯、后视镜侧转向灯、高位刹车灯领域，已经为凯迪拉克系列、别克荣御、丰田 MARKX 等成功开发出 LED 后灯产品；现在正逐渐将 LED 应用于车内照明等方面。不同档次轿车车灯的 LED 应用数量不一样，同品牌不同车型车灯应用 LED 的差异也非常大。目前海拉灯具的 LED 主要应用于信号灯、组合后灯（除倒车灯以外，因为成本较高），而由于配光亮度和曲线的问题没有得到很好地解决，前照大灯的 LED 的应用还处在研发阶段。海拉 LED 车灯国内主要供应给德系车，今后一两年内高尔夫、宝来、帕萨特的组合后灯将计划采用海拉配套的全部应用 LED 的车灯。

2007 年前，国内 LED 车灯市场处于起步阶段，海拉给宝来、捷达月供 1 万套应用 LED 的灯具，每套灯具配套的 LED 的平均价格在 40 元左右。随着应用 LED 的车灯类型的增加以及每套车灯配套 LED 数量的增加，车用 LED 市场规模将不断增加，2008 年，国内车用 LED 大量应用。尽管前照灯市场在各类车灯中使用的光通量为汽车用途中用量最多，潜在市场规模庞大，但由于应用技术要求很高，加上开发周期较长，预计 2010 年左右才可能出现 LED 前照灯商品化的产品。

国内企业任重道远

在车用 LED 领域，国内截至 2007 年底还没有企业正式生产，只有两三个光电产业基地在做这方面的研发。国内车用 LED 市场发展瓶颈主要有两个方面：首先，由于中国轿车自主品牌少，并主要以中低档车为主，对 LED 的需求量非常有限。而占据国内轿车主要市场份额的国外品牌车型，其对 LED 供应商的选择和认证非常苛刻，国内 LED 企业很难进入其供应链中。但随着具有自主知识产权的民企轿车的崛起，每年要推出一二十款甚至更多的新车型，由于汽车灯具更新较快，合资企业迫于竞争压力，采用 LED 灯作为市场卖点以及本地化采购 LED 以降低成本的意向逐步加大，这对于国内 LED 企业来说会是一个发展机遇。其次，国产 LED 以中低档 LED 产品为主，很难达到车用 LED 标准。唯有在产品专利技术有所突破，才有可能在 LED 相关应用市场上占有一席之地，国内企业很难采购到国外车用 LED 的生产线设备，其中最主要是芯片生产设备买不到，国外设置的技术壁垒严重。目前全球 LED 芯片主要厂商为美国安捷伦（Agilent）、德国欧司朗、日本日亚和美国 Cree 这几家公司。但由于 LED 车灯是车灯发展的一个大趋势，其与照明市场巨大的 LED 需求在快速推进 LED 芯片业的发展，为了适应这种市场需求，未来几年内国内 LED 芯片质量和生产规模会有明显提升。

大规模应用有障碍

车用 LED 要得到大规模的应用，还存在不少障碍，主要表现在：第一，与白炽灯泡相比，应用 LED 的成本居高不下，根据采用 LED 数量、质量的不同，价格一般为同类白炽灯泡产品的几倍至十几倍不等。虽然大功率 LED 早已出现，但其成本也与其功率大小成正比，全球范围内车用 LED 生产成本的下降速度将是影响今后车用 LED 大规模应用的主要因素之一；第二，由于终端消费者对车灯外观的要求越来越高，而随着车灯应用 LED 的数量越来越多，LED 出现问题的概率越来越大，因此对 LED 产品性能可靠性的要求越来越高。同时整车商对于 LED 供应商的要求越来越苛刻；第三，随着车用 LED 市场规模越来越大，新加入的供应商势必越来越多，竞争加剧，而供应商的产品质量参差不齐，尤其是国内某些低质产品的出现，势必会影响市场声誉，从而影响最终消费需求。只要 LED 成本降至与白炽灯同一水平，除经济型轿车以外的轿车都将会大规模地应用 LED。

9.2.3 LED 正在逐步取代白炽灯用于汽车照明

LED 亮度的演进

在 1970 到 1995 年间，LED 一直在逐渐发展以期提供更高级别的亮度。但是，自从 90 年代中期，伴随着蓝光和白光 LED 的出现以及器件平均光亮度的成倍增加，LED 创新的步伐才大大加快。

LED 亮度的提高主要归功于基底材料的进步。从最初的磷砷化镓（GaAsP）产品开始，业界在 20 世纪 70 年代晚期转向掺杂氮的 GaAsP 和镓磷（GaP），实现了最早的黄光和绿光 LED；随后利用单双异质砷铝化镓（GaAlAs）在 90 年代初实现了超过 0.1 流明的光通量。自 90 初以来，各种镓镓组合成为更新颖、更明亮的彩色（包括蓝色）LED 的基底材料。

尽管 LED 经历了上述发展，但仍然存在几个问题，其中一个现象就是基底往往会吸收 LED 产生的大部分光线。围绕这一问题有几种解决方法，Lumileds 公司利用获得专利的透明铝镓磷化镓（AlInGaP）基底来攻克这个难题。另一种方法是在基底上添加 Bragg 反射器光栅层，这样做所提供的 LED 亮度是一个吸光基底所能提供的两倍，但是会损失所有以 90° 角发射的光线。Vishay 公司利用一种有机镜面附着（OMA）技术对此方法进行了改进，该技术将一个镜面附着在硅基底上。所有到达镜面的光线从器件的正面反射，因而可以达到与利用透明基底相同的光亮级别，大约是标准 LED 的四倍。

LED 的效率

LED 不仅要变得明亮，还需要有效的工作。这意味着不仅要利用最小的损耗将电能转化为光，而且还要控制在器件中流动的电流所产生的热效应。LED 面临的一个巨

大挑战就是其结点温度（温度会随着施加电流的升高而上升）对 LED 所发光的波长有直接的影响。简单地增加正向电流只能改变器件的颜色，并不能增加其亮度。因此，需要能以较低电流实现更高亮度的裸片和封装技术。

Vishay 公司借助一系列微型 PLCC 封装来解决这个问题，PLCC 封装可以高效散热，从而减轻由高电流引起的颜色变化。独特的 PLCC-3 与工业标准 PLCC-4 管脚兼容，它提供了很大的金属面积进行散热，因而能适应非常明亮的 LED（使用标准裸片，以高达 50mA 的正在汽车领域，LED 正在稳步地取代白炽灯用于汽车内外部照明。严格的质量需求就是法规，不仅针对器件故障率（最大允许值通常为亿分之一），而且还用于亮度和颜色。当多个 LED 一同用于汽车仪表盘照明、仪器板或娱乐系统控制时，颜色和亮度的一致性就显得非常重要；被照区域的亮度总是需要均匀一致，不应有任何阴影。但是在汽车系统中，对一致性的需求超越了纯粹的审美角度，因为现在的 LED 已经成为汽车内部颜色配置的一部分，而且是各个制造商标志其汽车的重要部分。这意味着为特定构造汽车产生和提供的 LED 波长所允许的变化量非常小，这种变化人眼是看不出来的，一般只有几个纳米。

事实上，汽车制造商希望用独特的 LED 色彩来标志其产品的愿望创造了对一个绝妙技术的要求，那就是按要求提供色彩。但是这需要日益复杂的 LED 产品，即不同颜色的 LED 裸片组合在同一个封装之中。这为 LED 本身带来了一系列设计挑战，因为人眼对色彩的感知取决于其亮度，而且在相同级别的亮度下，在色谱较高端的颜色（如黄色）会压倒色谱较低端的颜色（如蓝色）。例如，为了制造一个真正绿色的 LED，蓝色部分的光通量强度必须是黄色部分的两倍左右。

外部照明需要非常高级别的明亮度，因为刹车灯和顶端中部安装的停止行进标志灯（CHMSL）在天黑和天亮时都需要具有可见度。直到 OMA 技术问世，Vishay 公司才得以借助它提供外部照明所需的亮度级别。目前强制性的要求范围是从尾灯的 17cd/m^2 到转弯信号灯白天操作的 980cd/m^2 。

在不同的情况下，多个 LED 被用来实现不同功能；例如，148 个 LED 被用来以最新的 VW 模式实现尾灯和 CHMSL。在汽车的尾灯装配中，相同的 LED 凭借功能的不同（正用作转弯灯，或是作为刹车灯的一部分）从红色切换到黄色。另一种流行的 LED 应用（已经得到欧洲核准）是自适应刹车灯，司机正常刹车或猛踩刹车会导致刹车灯区域的较小面积或较大面积被点亮。与白炽灯相比，LED 器件具有非常低的维护费用；凭借五万小时的典型工作时间，LED 比任何安装 LED 的汽车都长寿。对于司机而言，这意味着更低的维护支出，因为灯泡决不需要更换。用 LED 作为照明单元取代常规的车头灯，能够进一步提高汽车的整体车况，因为它消除了底盘上会引入多余湿气的额外开口。

从地区上讲，欧洲在车用 LED 领域一马当先，80% 以上的新车都采用了一些 LED 元件。在日本，这个相对数字是 30%，而北美只有 5%。预计 2012 年前，美国和日本有望达到欧洲那样的普及率。

与此同时，LED 仍在继续改进。2006 年推出的器件再次把单位器件的最大亮度提升了一倍。这意味着对于汽车外部照明等应用而言，只需要使用更少的器件就能达到相同的总光量水平。尽管 LED 的亮度在迅速提高，但它们的价格却相对稳定，因此增加 LED 的使用将保持高度的价格合理性。

9.2.4 高能耗光源遭禁成 LED 车灯发展新契机

2009 年 9 月 1 日，欧盟淘汰白炽灯第一阶段禁令正式生效，到 2012 年将全面禁用白炽灯泡。同时，欧盟与其他国家陆续宣布新车加装昼行灯。在各国政府政策推动下，全面禁用、禁产白炽灯，将会使 LED 车灯需求增加，节能环保的车用 LED 照明技术引来全球性发展机遇。

与传统的光源相比，LED 光源具有寿命长、响应时间快、能耗低等卤素灯和氙气灯无法比拟的优点。德国达姆施塔特工业大学照明工程系专家介绍，卤素灯泡的寿命最多可以达到 1000 小时，氙气灯泡能达到 2000 小时，而 LED 则超过 10000 小时。LED 灯使用寿命一般都要超过汽车本身的寿命，而且比同等亮度的白炽灯节电 50% 以上。使用 LED 车灯，驾驶者感应迅速，在汽车上如作为刹车灯光源使用，可以使后面车辆的驾驶者更快察觉，这也意味着车辆获得更长的刹车距离。同时，LED 光源能效高，有利于环保。LED 光线基本上无辐射，属于“绿色”光源。

2009 年春季举办的欧盟首脑会议上，欧盟各国达成共识，决定逐步用节能新光源取代白炽灯，以减少温室气体排放，各国也拟通过立法从 2009 年开始禁止能耗光源的生产。同时，欧盟也提出，要求从 2011 年 2 月开始，所有乘用车的新车型需配备昼行灯，商用车从 2012 年 8 月起需配备昼行灯。此外，包括英国、日本、新西兰、澳大利亚、加拿大、美国、阿根廷等国家也陆续着手规范全部车种的新车安装昼行灯，这些国家正式宣布，最晚到 2014 年将全面禁用、禁产白炽灯。

如果装有昼行灯，行人、骑自行车的人和机动车中的司乘人员都可以更早察觉往来的机动车。专用昼行灯在机动车发动时即可自动开启，可以提高其他道路使用者对机动车的可见度。这项为在白天使用而专门研发的技术，比现有照明装置更有效。

欧盟与其他各国陆续宣布新车加装昼行灯及全面禁用、禁产白炽灯，为车用 LED 提供发展空间。为此，相关厂商竞相推出改善 LED 的技术解决方案和新产品。

欧司朗光电半导体公司针对昼行灯、车头灯分别开发出相应的 LED 产品，每盏车头灯只需四枚 LED 就能满足日间照明需要的足够光线，而且耗电量也较低。飞利浦照

明公司开发出高功率 LED 产品，采用不对称的 LED 结构设计，在散热与发光效率方面具有较强的市场竞争力。

大陆集团推出了能集中控制所有照明功能的智能照明控制系统。大陆集团是为数不多能将照明控制系统全面集成到汽车数据系统中的厂家之一。该集团 LED 照明装置需具备较复杂的电子控制系统以覆盖所有照明功能，这个智能照明控制系统通过 LIN 和 CAN，与汽车中控电子系统相连，可以处理接收到车速、转向角、驾驶员照明需求等信息，并可读取光线和雨量传感器数据。此外，电子单元采用模块化结构，可轻松调整用于各类车型的不同应用。

大陆的智能照明控制系统一期开发的电子器件可调节八种灯光亮度，每个 LED 组都可被单独控制，能根据道路情况调节灯光明暗，不需要其他机械装置进行变换。用于高速公路或乡间公路行驶的专用照明，柔和变换远近光，可以扩大交叉路口视野，灯光调节器可在不到一秒钟的时间内支持这些功能。此外，这项照明技术整合了四种控制系统，节省了汽车内部空间。

9.2.5 中高档汽车对 LED 灯具需求的拉动作用

目前国际上高档轿车如宝马、福特、丰田、奔驰、奥迪等纷纷推出各种各样的新款轿车吸引顾客，变化最多、最吸引人的是五彩缤纷的车灯款式，其中最抢眼的是 LED 灯具。

汽车用 LED 可分为车内 LED 与车外 LED 两大类。车内 LED 主要用在数字仪表总成的指示灯背光显示等方面，其技术性能指标与手机等消费产品的 LED 类似，但对 LED 的角度、色差、亮度、阈值电压、电流等光学、电学性能的一致性和可靠性要求更高。车外 LED 主要用在制动灯、前转向灯、后转向灯、侧转向灯、后雾灯和倒车灯等方面。而 LED 前照大灯还处在研制阶段，日本小糸公司、德国海拉公司均有样灯展出，但还没有达到商业化批量生产的程度，其主要原因包括单个 LED 元件的亮度还不够强、前照灯使用的白光 LED 尚有衰减、价格太高等，估计在未来 5 年内会有商品上市。

特殊设计要求

汽车灯具长期以白炽灯光源为参照物来决定汽车灯的光学、电学和形状的标准，这些标准在短期内几乎不可能改变。以 LED 光源替代白炽灯的 LED 汽车灯具是参照白炽灯点光源标准来设计的，而 LED 光源的基点是 LED 阵列，因此 LED 汽车灯具设计是一套全新的思路。其技术路线是利用 LED 光源的单色性，不加滤色片直接选用不同波长的多个高效 LED 元件设计成分别能满足汽车灯具要求的红、黄、白等三维阵列灯具，这就决定了 LED 车用灯具设计和加工的特殊性。

对 LED 元件的主要要求有三点：一是高效、大功率、高可靠性（-40℃~125℃）；二是电学、光学参数稳定性、一致性要高，如同一批元件的阈值电压不一致性小于 0.1V，单色性好，色差小于 5 纳米；三是 LED 元件经 1000 小时（直流下工作）点亮，其发光强度衰减要小于 20%，再如，对 LED 配线板组件加工要求主要也有三点：一是配线板形状奇特，良好的导热、导电功能三维阵列结构；二是耐高温，耐冲击振动和电流过载等；三是优良的恒流（或恒压）控制电路。

两个瓶颈亟待突破

汽车用 LED 行业在中国市场发展瓶颈主要有两个方面：一是在汽车行业方面，中国生产的汽车大部分是国外品牌，自主品牌极少，而且是中低档车，用 LED 车灯不多，目前只有高位制动灯和侧转向灯使用 LED 光源。二是在国产 LED 元件方面，目前中国生产的 LED 大部分是中低档 LED，一般达不到汽车用 LED 标准，再加上存在大量的家庭作坊，扰乱了 LED 市场，败坏了 LED 光源的声誉。

随着具有自主知识产权的民企轿车的崛起，中国汽车行业竞争日益激烈，每年要推出 10-20 种新车型，其中更新最快的是汽车灯具。合资企业外方迫于竞争压力，本地化和采用 LED 灯的意向也开始加大。因此，在汽车行业方面产生的瓶颈将在近 5 年内解决。

在国产 LED 元件生产方面，如果在半导体照明工程的推动下，通过科研人员与企业的共同努力，在两年左右的时间里能拿出汽车灯具所需的高质量、高亮度功率 LED 系列产品，也就能赶上 LED 汽车灯具的大发展。因此，这方面瓶颈也可以突破。

要加速汽车用 LED 产业发展，一方面，LED 研发、生产单位要与 LED 车灯研发、生产单位密切配合，制定一个共同的目标；另一方面，政府在政策与资金上给予一定的支持，特别要扶植具有规模生产的 MOCVD 外延 LED 晶圆生产厂、芯片生产厂和 LED 元件封装厂。同时，取缔低劣质产品上市，防止恶性竞争。

9.2.6 制约 LED 车灯广泛应用的关键因素

近两年的汽车设计中，LED 车灯的使用越来越多，在给汽车外观增加现代感的同时，也为更多人所熟悉。新一代奥迪 A4 的前灯组中就增加了 LED 车灯的元素，彰显时尚的同时也预示 LED 车灯的使用是汽车未来设计的一大趋势。

但目前对大多数车型而言，LED 车灯仍多数使用在汽车尾灯上，而在前大灯、转向灯上的使用仍然非常少，其间还存在若干关键技术问题有待攻克。

先来说说 LED 车灯的优势。它是一种固态半导体，可直接把电转化为光。其具有可靠性强、使用寿命长、每瓦流明高、响应速度快等优点。LED 预期使用寿命为 5 万小时，而卤钨灯为 2 万小时，普通白炽灯为 3000 小时；它结构坚固，不易受震动影响，

相同电能可产生更多的光输出；当车辆速度为 125km/h（即 35 米每秒），反应迅速的 LED 刹车灯可提早约 8 米发出刹车警告，有效避免事故。

但一些尚难妥善解决的问题制约了 LED 车灯的发展。关键问题与最大挑战是 LED 的自热问题，LED 的多数电能均转化成传导热而不是辐射热，并不能很好地进行车内照明，更重要的是传导热导致 LED 半导体温度过高，很容易损坏；同时 LED 车灯的流明并没有随电流同倍增长，即用电多也不一定会亮得更明显。

另外，LED 发光具有明显的方向性，照射广度不够；外界环境温度对 LED 灯的影响同样巨大，所以对它的热管理是最根本需要解决的问题，这涉及对电流元器件，尤其是热敏电阻器的控制与管理，电流的线性控制是 LED 能否正常并安全工作的关键。LED 会随温度与电流的变化而改变颜色，可能影响夜视效果和距离判断；电流频率甚至可能导致光线频繁闪烁。同时，大部分国家与汽车照明相关的法律对 LED 车灯并没有太多的支持，也限制了它的发展。

毋庸置疑，采用高亮度 LED 照明将成为未来汽车的重要发展方向之一，彻底解决目前存在于技术等方面的难关后，LED 终将在汽车照明上得到广泛的应用。

9.3 车用 LED 灯源技术进展

9.3.1 白光 LED 车用照明技术的发展

LED 在车外的主要应用在于制动灯、前方转向灯、后方转向灯、左右两侧转向灯、后方雾灯和倒车灯方面，而在头灯还处在研究开发阶段，虽然已有部分先进厂商已有展出样品头灯，但还没有达到商业化批量生产的程度，其主要原因，包括：单个白光 LED 组件的亮度不足，而头灯所使用的 LED 尚有易衰减、价格过高等问题存在。

细数当前国际汽车厂商，例如 BMW、Benz、Audi、Lexus 等一级车厂，相继推出各类型新款汽车，藉以吸引消费者。其中最富变化性、最引人注目的便是眩光夺目的白光 LED 车灯款式。

过去，曾经有人将 LED 称为第 4 代汽车照明光源，这是因为 LED 头灯除了一次性投入较高之外，在寿命、亮度、耗电方面，都有传统白炽灯、卤素灯等照明设备无法相比拟的竞争优势。

1、汽车头灯必须要兴起才能带动车用 LED 产业

过去 10 年中，高亮度的 LED 陆续被应用在汽车、卡车及大型游览车的内外车灯等领域。根据 Eyesply Japan 市场调查，在 2004 年大约有 30% 的新车款以 LED 作为车尾灯或高位刹车灯，大部份新出厂汽车及大型交通工具已开始使用 LED 作方向指示灯及第三煞车辨识灯。在此趋势发展下，车用 LED 在 2003 年的市场规模超过 2 亿美元，2004 年市场规模约为 2.36 亿美元，2005 年市场规模则超过了 3 亿美元。

随着采用 LED 的新车款逐年扩张，许多专家一致认为往后数年中，仍可望维持二位数的成长率，2008 年全年市场规模可突破 4.5 亿美元。倘若白光 LED 汽车头灯能开发出新的产品及技术，汽车用 LED 市场规模将持续扩大，各方预测也将提早发生。汽车头灯属于车外使用的 LED 种类，其技术特性指针跟手持式等消费设备所使用的白光 LED 类似，不过，对 LED 发光角度、色差、亮度、阈值电压、电流等光学、电学性能的一致性和可靠性要求更高。

LED 在车外的主要应用在制动灯、前方转向灯、后方转向灯、左右两侧转向灯、后方雾灯和倒车灯方面，而头灯还处在研究开发阶段，虽然有部分先进厂商已有展出样品头灯，但还没有达到商业化批量生产的程度，其主要原因包括单个白光 LED 组件的亮度不足，而头灯所使用的 LED 尚有易衰减、价格过高等问题。

2、白光 LED 如何因应车上特殊要求

长期以来，车上所使用的头灯是以白炽灯、卤素头灯或氙气头灯（HID）作为主发光源，并参照汽车灯的光学、电学及形状为主要标准，这些标准也在这 2 年经由 LED 厂、汽车厂商及汽车协会大力推广下逐步而缓慢地改变。

曾有汽车厂商电气专家表示，汽车厂其实很乐见“以白光 LED 光源来代替白炽灯的 LED 汽车头灯”，不过，在设计上必须要参照传统头灯的发光源标准来设计，但 LED 光源的特点属于数组式，因此白光 LED 头灯而言，则是一项全新的思路。其技术路线必须要应用白光 LED 光源的单色性，不加滤色片直接选用不同波长的多个高效 LED 组件设计成分，才能满足汽车头灯具设计及加工的特殊性。

LED 组件主要有 3 项要求：LED 必须具有高效、大功率、高可靠性（-40℃-125℃）；符合电学、光学参数稳定性、一致性的高要求，譬如，在同一批组件的阈值电压不一致性必须要小于 0.1V；LED 组件在点亮后，其使用寿命必须超过 1,000 小时，发光强度衰减率要小于 20%。

3、白光 LED 突破瓶颈汽车头灯才有前景

未来汽车头灯在开发演进过程中，LED 光源必须符合先进汽车照明设计，造型、体积与效率为当前 LED 头灯设计的当务之急，如何将此目标做最佳化的设计，将会是未来 LED 车灯设计上寻求突破的主要工作。虽然目前距离白光 LED 头灯商品化仍有距离，可是国外车灯大厂仍不断推出新型的 LED 头灯雏型，因此，诸多传统的车灯厂商莫不加紧脚步，开发白光 LED 头灯，配合高亮度 LED，才能在最快的时间内掌握 LED 头灯产品的开发时机。不过，相较于目前汽车厂所使用的 HID 或卤素灯，在成本上白光 LED 价格还是高出许多，而要达到规范上所要求的亮度，必须使用多组的白光 LED 才能达到亮度需求。

4、LED 与传统灯具结合改变设计路径

传统的汽车头前灯的设计方式，是以平滑抛物面所构成的反射效果，再搭配上花纹透明灯壳，将光源集中置于抛物面的焦距，以便形成平行光束，再经过小凸透镜而形成雕塑光源。以目前两大主要汽车头灯应用分为多重反射镜面车灯（Multi-Reflector; MR）与投射式汽车头灯（Projection System）。虽然两种款式的设计方式，都能符合 LED 的发光原理及设计，不过，LED 是以面光源形式来产生光源，其发光立体角只是传统光源，不到钨丝灯泡的 50% 的发光效率，因此，光学设计必须再经过重新改良。

这当中最关键便是在于“汽车头灯设计概念”的改变。光束聚焦的工作不再靠透镜，而是由白光 LED 的周围反射面来负责，其反射面是轻质塑料表面涂装了非常光亮的铝层，曲面形状光学设计非常复杂，其表面可能是光滑面，或是格状、多面状的组合。这也将会是白光 LED 汽车头灯在设计技术及照明艺术上的重大改变；此后，汽车的近光灯、远光灯、方向灯将可整合成一体灯组，从汽车头灯到汽车尾灯的造型便能真正成为汽车造型的一部份，可以与车头、车尾的造型平滑无缝地整合于一身。

5、适路性照明与白光 LED 头灯未来发展趋势

适路性汽车头灯照明系统（Adaptive Front-lighting System）已成为未来智能型白光 LED 车灯照明发展趋势，各国车灯制造厂商也对此照明系统大力投入研究开发。

在 20 世纪 90 年代初期，由于以下两大领域的新科技运用，使得车辆前方照明系统得以朝提升驾驶视野，及改进其视觉舒适及安全两方面进一步发展。其中，以新的白光 LED 作为主要发光材料，以先进传感器及车用电子相结合的照明光源与计算机辅助工具，可使白光 LED 头灯设计更为贴近汽车产业应用，并提供汽车头灯特殊照明。因此，适路性头灯照明系统在发展一段时间后，欧洲法规方面对适路性前方照明系统也订定出了一些规则，提出适路前方照系统包含三大元素，位于车辆两侧的照明组件、系统控制与供应及操作装置。

目前锥型白光 LED 灯包含了三项功能，可视不同路况，包括：一般路面、都市路面、高速路面、湿路路面进行光线调整、失效模式（回复原始设定）与远光灯，其中的光线变化则是利用白光 LED 光形叠加的概念，点亮不同的 LED 单元模块，以达到不同光线的设置，而不是利用传统车灯以驱动马达原理来达到适路性照明的功能。

在进行数组式白光 LED 头灯设计前，只具单一功能的白光 LED 模块设计必须先纳入考虑，主要是因为白光 LED 头灯功能要求符合 AFS 可变光形的分布情况，因此必须由数个不同反射镜模块来加以组合，才能达到此项设计要求。另一方面，在头灯的反射镜设计基础上，采用三种光形的反射镜来达成 LED 头灯的近光灯基本光形设计，另外再加上远光光形的反射镜，使光形分布可依照头灯模块不同需求，再由反射镜加上遮片后排列组合而成。

在分析设计完成最佳化 LED 投射式单元后，开始进行智能型 LED 头灯锥型的系统功能设计，依照 AFS 规范要求，在锥型设计时，必须以四种不同光形的近光灯光形及一个远光灯光形来达成适路性的光线需求。

根据汽车制造业的习惯来看，传统的车灯设计是利用几何光学的光路追迹法设计而成，并不会将物理光学理论中的干涉衍射及色散对光能量的影响纳入考虑，因此头灯白光 LED 的强度与通过该点的光线数目成正比，且不受光程影响。另外，线光源能量也要达到分布均匀，功率密度也必须与总功率与长度成正比。

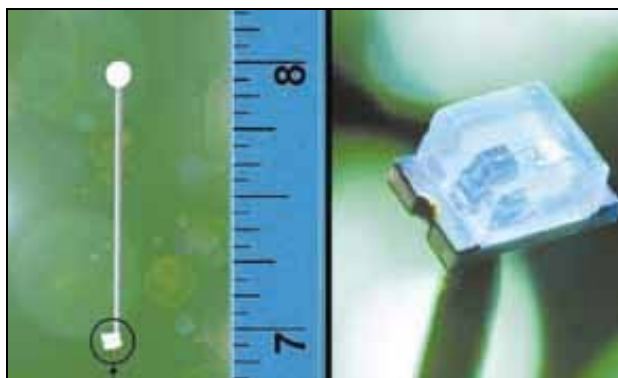
9.3.2 不同应用要求不同的 LED 封装技术

不同的 LED 元件有著不同的应用途径及环境范围，因此封装方式也有其差异，倘若 LED 的芯片及封装技术能够进一步提升，产品亮度更可提高一倍。当随著应用层次的不同，汽车中心厂必须要选择不同 LED 光源与封装技术，才能面对车上各个不同的环境要求。一般来说，LED 在汽车工业方面的应用，乃是根据亮度的差异，将其简单归类为，指示灯号用、投射光源用与照明光源等三种不同类型的需求列示如下：

指示灯号的应用：

由于此范围所使用的 LED 光源流明值需求不高，其消耗功率也较低（约为 70200mW），所生成的热源对封装体的影响较小，所以许多厂商在设计封装时，往往会忽视掉热源可能会导致的后果，因此，大部分是采用树脂类的材料直接将 LED 整个包覆起来，再进行封装的动作，也因为树脂类的材料对于热的传导系数较低（W/mK），容易产生散热不佳的情况，使得 LED 元件与散热系统之间的界面热阻系数，会因此而提高。

图表 44 采用 SMT 表面封装 LED



注：适用于中央高位煞车灯、前转向灯、车后组合转向灯、尾灯和煞车灯、反光镜转向讯号指示灯等汽车外部照明、仪表盘、控制背光、中央控制台背光、导航、以及音响系统等车内照明。

资料来源：中投顾问产业研究中心

车内照明光源应用：

除了上述所应用车内指示灯源之外，还可用于亮度要求较高的车内照明、雾灯与前后方向指示灯。因为亮度需求提高，其封装功率也必须相对提升。不过，如此一来，LED 很容易就会因为功率增加而影响到色彩衰减问题，因而不得不将散热问题纳入考虑的重点。在封装设计上，除了可以使用树脂类的材料封装外，还可以设计一金属块能在第一时间便将 LED 所产生的热源导出，以便维持 LED 的发光效率与热阻问题。

汽车投射灯源应用：

这是目前在 LED 在汽车应用上封装亮度要求最高的一样，以前照明系统为主，包含了雾灯、近灯、远灯，单个体的封装必须达到 4W 以上，而热阻则必须小于 5K/W，才能在高温的环境下，正常维持 LED 主体的散热能力，保持 LED 光源的输出效率在规范范围内。

9.3.3 LED 汽车头灯设计要求

规范要求

开始着手设计头灯之前，应先考虑法规上的相关规定，包括光型亮度、环境测试、亮度衰减等需求，进一步考虑相关光学设计，机构设计，耐热设计与电控设计等细节，对于 LED 而言，光学设计的考虑除了反射罩设计之外，尚需考虑 LED 本身的出光光型，不同的封装型态将产生不同的光型输出，进一步将影响反射罩或成像透壳的要求，与传统头灯设计需考虑不同灯泡（H1、H4、H7、H11 等）类似。

在传统的头灯设计上，灯泡本身的光子释放来自加热钨灯丝，不会因自身发出的热或来自引擎室的高温而影响亮度输出，散热重点落在整个头灯腔体的均温设计而非灯泡的散热，但在头灯材料的选择上则需考虑是否可承受来自灯泡的高温，如汽车头灯腔体约承受 100℃ 的温度，雾灯腔内温度可高至 300℃，所以在此选用的材料一般都以耐热材为主。然而对于 LED 而言，其光子释放来自于 PN 界面的能阶跳动，与温度呈现负相关，温度越高则光源输出越弱，因此散热成为 LED 作为光源设计的重要课题。

光学设计

光学设计时先考虑法规需求，讨论视角与强度关系，以近灯为例须针对其特殊的 15 度扬角设计。在传统的灯具设计上由先期的利用反射罩配合透镜刻纹作角度与强度的控制，演变成为利用反射罩直接控制强度角度，也发展出利用成像方式的鱼眼透镜设计法。不论何种的设计方式都须先考虑选用光源的特性，特别是角度与强度的光型输出（Beam Pattern），对传统的光源而言，大多为柱状光源，可产生类似蝴蝶外型的光型输出，进而发展出来与之搭配的透镜、反射罩、挡板、透镜等光学组件。而利用 LED 作为光源设计灯具时，需重新考虑其光学特性由传统的柱状光源变为平面光源，进而搭配外部的光学组件而产生不同组合以应用于不同产品，依照德国车灯大厂 HELLA 的设计分类，可将光源分为八大类。

LED 目前的单位面积发光量尚不及卤素灯泡与放电式灯泡, 想得到相同的流明输出, LED 需要较大的封装面积。随著光源输出面积的增加, 光学设计的难度也随之提升, 所以在现有的概念车上, 都以模块化光学设计取代既有的单一灯室设计, 利用多组灯源达到传统灯具的照明水平, 除了降低光学设计的难度, 也增加车体造型的设计感。

9.3.4 车用照明 LED 技术发展走向

通过降低内部电阻实现 100lm/W 发光效率

日亚化学工业成功研发了发光效率为 100lm/W 的白色 LED。之所以能够实现 100lm/W 的发光效率, 很重要的一个原因就是, 对配合白色 LED 使用的蓝色 LED 芯片外延层和电极结构进行了改进, 将正向电压降到了 3V 左右, 与过去相比减小了 15-20%。也就是说, 芯片内部的电阻成分降低了, 电力损耗减小了。今后日亚化学将进一步提高发光效率, 同时将通过提高输入电流, 逐步增大每个封装的光束。虽然得到了 100lm/W 的发光效率, 但从目前来说, 输入电力却有 68% 作为热损耗浪费掉了, 当前的目标就是将这种热损耗降低一半。

尼泊尔帕乔库村过去没有电, 一直靠蜡烛和油灯照明。日本德岛的 NPO 团体向该村全部 250 户居民, 提供了由太阳能电池和白色 LED 组成的照明设备。白色 LED 照明设备现阶段从成本来讲很难取代荧光灯和白炽灯。但在像发展中国家这种基础设施尚不发达的地区, 反倒能够作为主要照明来使用。

最起码也要将发光效率和输入电流分别增至 3 倍, 将白色 LED 价格降至 1/3

从 1 美元所能得到的光束比较, 白炽灯为 2000-4000lm/美元, 荧光灯为 1600lm/美元, 而发光效率为 50lm/W 的现有白色 LED 只有 20-60lm/美元。最起码也要将发光效率和输入电源分别提高到 3 倍, 将白色 LED 的价格降至 1/3, 否则根本不是荧光灯的对手。要想将白色 LED 用于家庭和办公室的主要照明, 必须取得新的突破。比如, 必须使外部量子效率和内部量子效率分别达到 85% 和 100%, 使正向电压达到 2.9V 左右, 以便将发光效率提高到 150lm/W。外部量子效率和正向电压等在研发水平上已经得到证实, 而内部量子效率在基于 GaAs 的长波 LED 中已经取得实际成果, 因而上述规格绝非无法实现的目标。

德国欧司朗光半导体公司 (OSRAM Opto Semiconductors GmbH) 通过将透镜等光学部件嵌入到 LED 模块中, 介绍了将 LED 应用于各种照明用途的事例。比如, 在封装 LED 芯片的模块中嵌入可满足目标指向角的透镜。由于各种透镜可直接装到模块上, 因此欧司朗光半导体公司指出另一个优点就是几乎不存在光轴偏离。

高功率蓝色 LED 芯片 “EZR” 等产品的开发状况, 作为输入电源为 20mA 的品种, 光功率在 2006 年已由 2005 年的 30mW 提高到 35mW, 保持上升趋势。

利用 LED 得到相当于 50kg-100kg 的减重效果

LED 在逐步普及的后组合灯中的应用对降低耗电做出了贡献。过去,后组合灯一直使用功率为 21W 的白炽灯。而 LED 则只需一个功率 2W 的品种即可。LED 不仅发光效率高,而且能够得到所要求的波长。对于发光光谱较大的白炽灯来说,为了得到所需波长的光输出而提高输入电量时,没有用的其他波长光也会随之增加。

整个汽车的能耗还可通过减轻车身重量加以控制。不过,要想通过减重来得到与采用 LED 型后组合灯时相同的节能效果,必须将车身重量减小 50kg-100kg。

2010 年,白色 LED 市场的推动力将是 10 英寸以上的液晶面板背照灯

白色 LED 市场的增长率将达到年均 10.5%,估计 2010 年将超过 3000 亿日元。不过,此前占该市场 80% 的手机领域,无论是市场规模还是在整个市场上所占的比例都会缩小。预计随着 10 英寸以上液晶面板背照灯用 LED 市场的不断扩大,在整个市场上所占的比例将达到约 40%,超过手机用 LED 市场。

白色 LED 用途正在不断扩展,而推动白色 LED 市场不断发展的设备也在不断变化,在这种状况下率先为新用途开发白色 LED 的厂商在市场的地位将会越来越高。因此,与产品厂商加强合作,与 LED 竞争厂商之间的联盟战略将更为重要。与中级尺寸以上液晶面板厂商距离很近的韩国和台湾 LED 厂商的市场地位极有可能得到加强。

9.4 LED 车灯市场前景及趋势

9.4.1 LED 车灯发展趋势

随着中国经济的迅速增长,人民收入的增加和生活水平的提高,对汽车需求量也会迅速增加。预计中国汽车工业的发展速度将像 20 世纪 90 年代以来中国电讯工业一样高速发展,成为中国工业的强大支柱。汽车产业将成为带领中国经济迈入新阶段的最有影响的产业之一。

2008 年中国有购车能力的家庭已达 4200 万户,中国已成为全球第三大汽车市场,仅次于美国和日本。2007 年中国汽车产量为 888.24 万辆,同比增长 22.02%,比上年净增 160.27 万辆;汽车销量 879.15 万辆,同比增长 21.84%,比上年净增 157.80 万辆。汽车销量比 2003 年的 439 万辆翻了一番。中国成为当今世界汽车销售增长最快的地区。

新型智能化 LED 灯具成为汽车电子耀眼产品

汽车纯机械的发展几乎已到极限,汽车机械与电子技术的结合是国际汽车工业发展的潮流,汽车电子化程度的高低已成为衡量汽车水平的最重要的标志。世界各大汽车商投巨资开发大量的汽车电子产品装备新型汽车,使之更先进、安全、舒适与豪华,同时实现节能、环保、多功能,从而提高其竞争力。在未来十多年里,汽车市场的竞

争，就其本质而言，就是汽车电子化的竞争。预计汽车电子产品占整车成本的价格将超过 45%。

先进国家已经开发和大量生产的汽车电子化、智能化产品有：发动机综合管理系统（EMS）、自动变速系统（ATS）、悬架控制系统（TEMS）、转向控制系统（ECPS）、防抱死制动系统（ABS）、安全气囊、防撞系统、信息通讯系统（包括 GPS、INS、ICC、AHS 等）和新型、智能化汽车灯具等。

汽车灯具从最原始的蜡烛灯，发展到普遍使用的白炽灯，近年又出现新型 HID 灯以及 LED 灯。LED 被称为第四代汽车光源。LED 车灯除一次性投入较高外，拥有质量好、品位高等白炽灯无法比拟的优点。LED 车灯被称为一生不需要更换灯泡的汽车灯具。

LED 电致发光现象发现于 1907 年，1968 年首次推出 GaAsP/GaAs 红色 LED（20mA，光强 20mcd）商品。随着化合物半导体材料的发展，LED 也得到迅速发展，先后研制出高亮度红光、黄光、绿光等不同波长的二极管，发光强度已接近 1000mcd，并在数码显示等方面得到广泛应用。但在汽车照明上应用还有问题，主要表现在 LED 性能的稳定性、一致性以及发光强度。1990 年美国 HP 公司、日本东芝开发成功 GaAsP/GaAs 红色、黄色超高亮度 LED（1000mcd），1993 年、1995 年日本日亚化工公司研制成功 InGaN 蓝色、绿色和白色超高亮度（1000mcd）的发光二极管，这两项具有革命性的科研成果为汽车用灯全面 LED 化铺平了道路。

但 LED 汽车灯具成本高不是主要问题，其主要问题是质量问题与批量问题，质量与批量问题解决后价格自然会下来，但也不可指望 LED 下降到与白炽灯价格一致。LED 光源诸多优点能满足人们对汽车安全、舒适、豪华、节能、环保与多功能等多方面要求，高质量、高品位的灯具可提高汽车的档次，增强其市场竞争力。LED 灯具的价格不会成为它发展的障碍，LED 汽车灯具将会像当初昂贵的白炽灯取代蜡烛灯一样替代白炽车灯。

新型、智能化的 LED 灯具是国际上汽车电子化中最耀眼的产品之一。汽车灯具是汽车的眼睛，时髦的汽车灯具集实用性和装饰性为一体。它最能体现汽车的品位，越是个性化车、高档车，越注重车灯的设计及品质。国际上高档轿车如凯迪拉克、宝马、丰田、奔驰和福特等纷纷推出配有五彩缤纷的各种 LED 灯具的新款式轿车吸引顾客。

中国 LED 车灯向个性化艺术化方向发展

国内第一只 LED 汽车灯具是 1999 年由上海汽车电子工程中心与上海小糸车灯有限公司联合开发并通过上海大众汽车公司认证的桑塔纳高位制动车灯。此后，LED 车灯发展很慢，2002 年中国加入 WTO，2003 年汽车产量出现井喷式增长，世界各大汽车公司纷纷在华设厂，中国奇瑞、吉利等具有自主产权民营企业迅速崛起，汽车市场拉动了中国 LED 车灯的发展。2003 年中国成功推出除前照大灯以外全套 LED 车灯的

别克君威概念车。2004 年下半年中国汽车高增长速度下降，汽车市场竞争空前激烈，新款式、新车型不断推出，加速了新型 LED 车灯的开发。上海汽车电子工程中心与上海小糸车灯公司在 2004 年启动了 25 项 LED 车灯的开发。其中特别重要的是丰田、通用和奇瑞等汽车整车制造公司提出 4 个车型 7 种 LED 信号灯具的需求，这显示了 LED 在汽车上应用已突破了高位制动小灯范围，标志着中国 LED 信号汽车灯具进入了一个新阶段。

汽车灯具对 LED 元件参数性能要求很高，主要有三点：一是高效、大功率、高可靠性（-40℃~125℃）；二是电学、光学参数稳定性、一致性要高，如同一批元件的阈值电压不一致性小于 0.1V，单色性好，色差小于 5 纳米；三是 LED 元件在 136V 经 2000 小时（直流下工作）点亮试验后，其发光强度衰减要小于 20%。车用 LED 元件市场情况，美国 Lumileds、德国 Osram 以高质量、多品种占有大部分份额，中国台湾及中国珠三角和长三角地区企业发展很快，在近两年质量也有明显提高，以廉价争得一定市场，但在大功率 LED 方面还有很大差距。从 LED 车灯技术发展现状与趋势来讲，中国 LED 高位制动灯进一步普及，价格稳步下降，LED 后制动灯、转向灯和雾灯开始商品化，LED 汽车灯具向个性化和艺术化方向发展，同时 LED 智能控制系统发展很快。目前 LED 汽车灯具的重点研究方向是白色 LED 前照大灯，以及 LED 车灯与 AFS（自适应车灯控制系统）结合，其中高效、大功率、高可靠性的 LED 元件研究、车灯与特殊的散热技术和光学设计是关键。

在未来 5 年内中国 LED 车灯将会快速发展，近几年内会形成年产 10 亿元的产值，5 年内会形成每年 30 亿元的产值。

9.4.2 汽车照明领域中 LED 市场前景预测

在车用数量方面，每台车分别需要 100 颗（内部）、200 颗（外部）。内部应用如仪表板、阅读灯，外部应用则为尾灯、煞车灯、方向灯、头灯等。目前全车内部采用 LED 的车厂家几乎全为欧洲的公司；而在外部照明使用 LED 方面，欧系及日系汽车将第三刹车灯改成 LED 的比率已超过 80%。

车用领域最大的课题是将 LED 应用在汽车的头灯，例如在日本市场，由于受到法律的限制，无法在头灯使用 LED。但是，这样的限制已经出现转机，从 2008 年开始，可以使用 LED 来作为头灯，并且在 2010 年以后应该可以以允许开始正式使用。从元件的性能来看，目前的白光 LED 已经可以代替卤素灯了，最大的挑战是如何取代 HID。但是随着技术的发展，到 2010 年，LED 将会有机会在亮度和成本两方面与 HID 进行竞争。

从基本来看，在汽车头灯使用 LED 的优点很多，首先是使用寿命，尽管与前述的 LED 的高峰衰减期也有一些关系，但是汽车的头灯不是平常的照明，所以与一般照明用途不同；接下来是设计的灵活度，头灯内的纵深将变薄，正面可以用来全面照明，

使得设计的弹性度增加，而且因为 LED 是比较指向性强的光源，所以作为照明可以进行设计简单化和轻型化，除此之外，透过与可视光通讯技术的结合，非常有可能成为安全行驶用的资讯通讯元件。

在头灯之外，LED 在汽车的应用也逐渐地增多，尾灯、方向灯和雾灯等外部照明，还有车内灯、脚灯、仪表板用灯、导航设备用的液晶背光，和其他自动设备的操作面板，应用可以说是相当的多，当然各个应用领域都有辉度要求，同时对于演色性也有所要求，另一方面也有只要成本低的情况，所以要求各不相同。这彼此之间可以约略的进行区分，例如一般车外灯的要求会是以辉度为主，车辆内装则是以演色性为主。具体来说，头灯是需要光的到达距离，对色再现等等没有明确的要求，而车内灯会因为乘车人讨厌蓝色的光等等因素，所以对演色性的要求很高，而如果应用在仪表板上的 LED 就和演色性无关，不过却会被要求低辉度和低成本。

以目前来看，在车用领域最大的市场在车内饰背光，其次为车后灯，2006 年全球车内饰市场销售额 4.2 亿美元，车后灯市场为 2.2 亿美元，预计 2010 年汽车市场 LED 总体销售额将达到 11.5 亿美元。

9.4.3 大功率 LED 用作汽车光源的前景广阔

由于具有寿命长、光效高、能耗低、无辐射、无污染等特点，LED 已被广泛应用于照明领域。如今，大功率 LED 已被大量用于汽车的主刹车灯、尾灯、方向灯、指示灯，也可用于仪表和车内照明。在汽车照明中，预计到 2010 年，LED 将占据绝大部分汽车尾灯照明（包括倒车灯和牌照灯）。采用全 LED 设计的后灯（尾灯、刹车灯和转向灯）已出现在 2000 型凯迪拉克和 S 级奔驰等高档车上，另外，LED 还可为车内物体提供独立的局部照明，例如顶灯、阅读灯、抓柄、车锁、开关、杯托、安全带搭扣、镜子边框等，用途日益广泛。

与传统的车用信号灯（如白炽灯）等相比，LED 具有节能、寿命长、免维护、防爆、易控制和环保等优点，加上 LED 自身独具的冷光特性，使得灯具的外形不会因为长期受热而变形，从而提高整套灯具的寿命。LED 先天就具有体积小的优势，应用于前置车灯时更可缩小整组灯具的体积，进一步让出宝贵的引擎空间与其它相关设备的空间。现有的卤素灯泡多是由放电式灯泡设计，车灯总长约 300mm，而在许多概念车的设计上，LED 灯具只有 125mm 长。体积小的优势，使得车灯设计更加灵活，进而为车体造型创造不同的视觉观感，突破了传统车灯的圆形设计。此外，由于发光速度比灯泡快，所以能够迅速向后面的车辆传达刹车信息，有助于提高行车安全。因此，LED 给汽车照明系统带来了革命性的发展契机。

应用广泛的 LED 的颜色主要为蓝色、红色和绿色等，白光 LED 用于汽车车灯才刚刚起步。随着技术的改进，亮度已经逐渐增大，因此白光 LED 在汽车前照灯中的应用有着非常好的前景。

LED 作为一种新型光源替代传统的白炽灯光源在技术上已经成熟。但是，从目前的 LED 产品市场来看，高亮度的 LED 的成本较高，汽车光源的亮度要求对 LED 的需求数量较多，无疑会提高车用光源的成本。现在只在少量进口豪华轿车上得到了应用，在国内轿车行业的应用还很少。但是，随着 LED 产品自身的发展，工业用高亮度 LED 产能的增加，LED 产品价格会有很大的下降幅度，其良好的性能使得 LED 光源必将成为汽车光源中的主流产品。

9.4.4 2011 年 LED 车灯市场规模预测

预计我国 LED 车灯市场规模将从 2007 年的 6.9 亿美元，成长到 2011 年的 12 亿美元，市场渗透率上看 8%，年复合成长率达 13%。其中，LED 刹车灯 2008 年全球渗透率已高，预计后续成长力道相对减缓，至于头灯目前 LED 灯尚难与 HID 竞争，预计到 2011 年渗透率仅 3% 左右。LED 尾灯将是未来几年内成长最快速的车用灯，随着汽车普及 2011 年 LED 尾灯市场渗透率将提高到 28%，亚洲将是成长性最大的地区。

车灯市场主要区分为车内和车外两大领域，而车灯主要结构包括机壳和光源组，但随着先进光源系统发展，车灯产品结构日趋复杂。受到全球经济衰退影响，全球汽车市场规模短期内将有大幅萎缩，到 2011 年全球汽车市场规模约 7300 万辆，亚洲（由其中国大陆市场）仍将是成长重心。而在能源成本因素下，汽车节能技术是未来发展重心。

由于车灯市场发展也进入成熟期，先进光源系统已成为车灯发展关键。2007 年全球车灯市场规模 132 亿美元，到 2011 年可望成长到 150 亿美元规模。其中，LED 车灯市场规模约 6.9 亿美元，到 2011 年全球 LED 车灯市场规模将可成长到 12 亿美元，LED 车灯市场渗透率上看 8%，年复合成长率达 13%。

主因是 LED 车灯具有低电力消耗、无汞、可调光、高演色性、寿命长、可靠高等优点，而 LED 灯反应时间短、体积小、重量轻且呈现点光源，不仅可提升驾驶的安全性，也能提高汽车的使用空间并创造车款优势，在安全性和设计感考虑下，让 LED 车灯应用日广。

其中，尤以尾灯应用与市场渗透率，成长性最大。主因是随着福斯的 Passat 和 Honda Accord 等年销售百万辆的国民车款导入 LED 技术，加上能源考虑使 LED 尾灯在 HybridCar 具有极高的发展空间，且白光 LED 也开始应用在倒车灯，LED 在尾灯的使用将快速成长。LED 尾灯在 2008 年市场渗透率约 15% 左右，但到 2011 年市场渗透率将成长到 28%。

其它应用方面，目前 LED 应用在车内光源市场占有率高达 60%，在第三煞车灯市场渗透率方面，在欧洲的车内仪表灯等应用市场渗透率已高达 90%，而全球 LED 第三

煞车灯市场渗透率则约 50%。由于车内光源和刹车灯应用渗透率已高，预期后续成长也相对趋缓。

头灯方面，目前 LED 头灯则仍面临技术障碍需要克服。包括光通量、成本和车场使用习惯等因素，使得 LED 在头灯市场短期内仍无法与 HID 竞争，必须朝日行灯和雾灯应用发展。由于 LED 在头灯市场短期内仍将以高阶应用为主，预计到 2011 年全球占有率仅约 3%。

第十章 LED 在其它领域的应用

10.1 LED 景观照明

10.1.1 LED 应用于城市景观照明的优点

1、效率高：LED 发光效率并不高，但 LED 的光谱几乎全部集中于可见光频段，光效率在 65% 左右，而且单色性好，无需过滤可直接发出有色可见光，光线很纯。而白炽灯可见光效率仅为 10-20%；

2、能耗少：LED 功率一般在 0.03-1W，通过集群方式可以满足各种造型的需要，由于其光谱中无紫外线，故无热量，无辐射损失。需要彩色光时，其固有的色彩又避免了白光经过滤色的费时费力和耗能。不会形成光污染，是真正的绿色光源；

3、安全可靠：LED 单体工作电压 1.5-5V 之间，工作电流 20-70mA 之间，人体接触无危险。灯体环氧树脂封装，抗机械冲击、震动能力较强且无汞、钠等有害物质，可回收；

4、方便管理：LED 光源由于有上述特点，可以集中控制和分散控制或对点进行可调节性控制等多种方式。通过控制电流调光，不同光色组合以调色，加上控制电路以达到多种动态变化效果。其长达 10 万小时以上的寿命更是减少了城市景观亮化的维护工作量；

5、社会效益：与传统的照明工具相比，LED 照明产品，尤其是氮化镓基白光 LED 照明光源，体积小、重量轻、方向性好并可耐各种恶劣条件，在功耗、寿命以及环保等方面均有不可比拟的优越性，足以对传统光源市场造成巨大冲击。随着第三代半导体材料氮化镓的突破和蓝、绿、白光 LED 的问世，LED 照明产业难度和风险都大大低于微电子产业，能够发挥中国的比较优势。特别是位于产业链下游的芯片封装和照明系统产业，既是一个技术密集型产业，又是一个劳动密集型产业，能够充分发挥中国人力资源带动相关产业。中国每年用于照明的电力接近 2500 亿度，其中若能有 1/3 采用半导体照明，每年就可节电 800 亿度左右，基本上相当于三峡电站的年发电量。

10.1.2 城市夜景照明中常用的几种 LED 光源

城市景观照明追求的不是亮度，而是艺术的创意设计，LED 产品应该能够找到它的用武之地。发光角度小的 LED 方向性强，可作局部重点照明；在封装材料中添加散射剂可以实现 175 度的发光角适合较大范围内的照明，问题是目前城市夜景照明中建设单位过于追求高亮度难以给设计师提供足够大的选择范围，在城市夜景照明工程中常用的 LED 光源主要有：

1、线性发光灯具

LED 线性发光灯具 (管、带、幕墙灯等): 产生的轮廓照明效果可以替代传统的霓虹灯、镁氙发光管、彩色荧光灯。常用产品额定工作电压 DC12V、24V (大部分为大功率开关电源供电, 也有部分产品采用线性电源), AC220V; 控制方式分为内控和外控, 照明工程中一般采用几十到几百个的单体组合。LED 线性发光灯具以其良好的耐候性、寿命期内极低的光衰、多变的色彩, 具有流动变幻的照明效果在城市建筑的轮廓照明、桥梁的栏杆照明中得到了广泛的应用。以一幢建筑物勾画的轮廓灯为例, 利用 LED 光源红、绿、蓝三基色组合原理, 在微处理器控制下可以按不同模式加以变化, 例如水波纹式连续变色、定时变色、渐变、瞬变等, 形成夜晚的高楼大厦千姿百态的效果。

2、装饰草坪灯、景观灯、球泡等

在城市街道或绿地中, 将发光的部位设计成环状、带状等各种结构, 局部照亮草坪; 同时成为白天环境中的装饰元素。常用产品额定工作电压 AC220V, 控制方式多为内控 (在需要同步变化的场所可利用同步线实现强制同步)。实际工程中常与气体放电灯光源配合作为装饰性照明使用, 利用草坪灯、景观灯、球泡等各种不同造型、不同功能的 LED 光源可以组合成色彩绚丽的灯光幻影。这种“多色彩, 多亮点, 多图案”的变化, 体现了 LED 光源的特点。

3、水下灯

LED 水下灯放在水下, 用于水体的照明, 防护水平应达到 IP68。额定工作电压 DC12V。LED 的低电压工作特性使其比以往的任何灯具都要安全, 寿命长的优点也使维修起来更加方便, 产生的照明效果也比常用的 PAR 灯、气体放电灯更为丰富。

4、地面灯具: 地埋灯、发光地砖、石灯等

地面灯具使用 LED 光源可以将尺寸小型化。一方面可以用作环境照明, 另一方面可以作为发光装饰照明或引导性功能照明。依据具体的地面铺装结构灯具的出光口面积可大可小。嵌入式石灯、地砖灯以切边加工的方式与铺装的石材取得一致, 达到环境与光源和谐统一的效果。部分产品已实现模数化设计, 例如作为地面铺装层照明的发光地砖, 产品的尺寸与地砖的尺寸相协调, 即符合模数的要求: 150×150; 200×200; 200×100; 300×300; 400×200 等。

5、利用太阳能电池作为能源的 LED 灯具

LED 低耗电的特点使利用太阳能电池作为能源成为可能, 极低的工作电压省去了传统光源必需的 DC-AC 转换电路, 使能源的利用率大大提高, 扩大了灯具的应用范围, 节约能源, 有利环境保护。

10.1.3 国内 LED 景观照明市场迎来发展良机

LED 照明技术具有亮度高、使用寿命长、节能、绿色环保等显著优势。已经亮起来的全球最大的膜结构工程“水立方”吸引了无数人的眼球，该工程在 LED 照明上总共耗资 4118 万元，为建筑物景观照明朝着节能环保的方向发展及 LED 照明向规模化方向发展树立一个新的里程碑。

在奥运场馆的成功运用，预示着 LED 照明在景观照明方面的技术已渐趋成熟。目前 LED 景观照明的地区性标准已有制定，行业正在规范之中，它的节能、环保和美化生活的优点正在充分发挥，运用 LED 照明代替传统的霓虹灯能够节约 60%-70% 的电能。随着城市化进程的加快，各地方政府均加大了城市景观亮化照明的实施力度。我国各大中小城市，旅游区的亮灯工程 and 美化灯光正陆续布置 LED 景观灯，许多小区和重大建筑工程都在采用 LED 取代传统、耗电的霓虹灯，中国 LED 景观照明正迎来新的发展高峰。

景观照明市场作为 LED 照明的新兴应用市场，它的新一轮快速增长必将带动整体 LED 照明产业的快速发展。中国 LED 照明市场规模将从 2007 年的 48.5 亿元快速增长至 2010 年的 98.1 亿元人民币。

虽然中国 LED 照明产业仍处于起步阶段，但它在各个应用领域的出色表现，使得大众不断加强对这个新兴产业的认识和使用信心，中国的 LED 照明产业将在 3-5 年内实现跨越式发展，颠覆原有的中国照明产业格局。

10.1.4 武汉市景观亮化工程采用 LED 节能灯具

西北湖畔璀璨夜景

2007 年，武汉市亮化工程 90% 以上都采用了 LED 等光源材料为主的节能、环保灯具，让节能灯当“主角”，体现点光源与 LED 轮廓、静态与动感、内透与外打光的结合，把临街的、最美的一面展示给路人和观众，景观灯光亮化效果和品味不断提升。

在二江四岸的核心景观区内，完善、深化长江大桥、长江二桥之间长江两岸道路、桥梁、楼宇、堤防、景点、码头、船舶的灯光环境，张扬两江交汇、三镇鼎立、依山傍水的城市自然文化；两个景观灯光圈内，建设高层楼宇、湖泊、桥梁灯光现代化高层建筑、长春观、黄鹤楼等古建筑与星罗棋布的湖泊、桥梁亮化交相辉映，城市“水、桥”文化、现代化气息交融彰显；五个亮化节点内，打造、提升西北湖、航空路、钟家村、洪山广场、街道口亮化中心区，建设、改造高层楼宇景观灯光，灯光景点向四周延伸、串连、以点带面，形成靓丽的夜景线；7 个中心商业街内，打造 7 个中心城区的中央商业街，提升景观灯光，形成各具特色的区级商业中心，高层楼宇各具风姿、夜景华美，成为群众聚集地所在。

夜色下的琴台大剧院，美轮美奂

节能、环保灯具虽一次性投入比普通灯具要高，但寿命却差不多是常规光源的 2 倍，其亮化成本只有普通亮化装置耗电量的几分之一。如：汉口西北湖广场新建的世纪华庭和万豪国际七栋楼宇及沿湖岸线的灯光工程，其总功率加起来仅 60 千瓦，而新华路建银大厦仅一栋楼，先前用常规材料建成的亮化工程，其功率达 70 千瓦。2007 年 2 月建成的长江大厦，整栋楼照明装置功率仅为 11kW。

2007 年，全市新建的 370 多栋楼宇亮化多采用 LED 等光源勾勒、装扮楼体，点线结合，色彩丰富、光线柔和，有效避免了楼宇的光污染，即使在繁华的灯光区，户外夜景华美，而居民在室内却看不到窗外光亮，不会影响夜间休息。

此外，全市亮化突出不同街区的区域风格、功能特色和文化内涵，对不同部位的不同亮点，采取不同的亮化手法，景观灯光动静结合，彰显了滨江滨湖的城市特色。

多姿多彩的江城之夜

2007 年，亮化突出规划指导，邀请全国一流灯光专家为灯光环境把脉，制订全市景观灯光总体规划，所有景点、景区和楼宇灯光建设的规划设计方案都须“过三关”，江汉区政府和东湖风景区管委会还面向全国，招标征集建设大道、东湖风景区等重要路段和景区灯光区域的灯光环境规划方案，亮化科学含量明显提升。

如今，在汉口的长江大厦，由电脑编程的奥运福娃图像、中英文祝词、风景图案轮流“播放”，显得动感十足；在武昌中南路与武珞路交界处，新时代商务中心大楼“变身”为 100 米多高的巨型“电视”，白天是地标建筑，晚上摇身一变成“大彩电”，奥运五环、福娃、花儿吐蕊等影像，在一百多米高的楼体上滚动播放，即使远在中北路，也能一睹巨型“电视”风采。

过去，全市的景观灯光主要由市里建设。如今，市灯光办整合资源，探索建立多元投入灯光环境建设的渠道，景观灯光环境建设成为市、区“一把手”工程，各区将灯光环境建设工作列入目标管理，专门安排资金、保障运行机制，协调督办夜景建设，加上引导社会资金投入，2007 年来不到一年时间，楼宇亮化的数量，已超出前几年之和，全市共有 500 多栋楼宇被点亮。

10.1.5 城市景观照明中需要注意的问题及倾向

一、需注意的问题

在中国城市景观照明建设过程中，以下问题值得特别注意。

1、夜景规划问题

除少数城市外，多数城市的景观照明缺少统一规划或规划滞后。即使有规划，也未通过市人大通过，成为有法律效能的文件。因此，目前城市景观照明的状况基本上还是各景观照明单位自发行事，各自为之，从而出现该亮的不亮，不该亮的反而很亮，整个城市的夜景分散零乱，没有主次和特点，总体照明效果较差。对城市景观照明而言，整个城市的景观照明规划则是保证整个城市景观照明总体效果的关键。政府有关部门应将城市景观照明和城市功能照明整合为一体，作为城市照明统一进行规划，并作为城市总体规划中的专项规划，一项成为有法律作用的文件来指导城市景观照明工程的建设。

2、相互攀比，误认为夜景越亮越好的问题

目前中国不少城市，在设计景观照明时，许多用户要求照明的照度或亮度越来越高，出现你的建筑亮我比你的更亮，你的灯多，我比你的灯更多，相互攀比的趋势十分明显，而且大有发展和上升的势头。个别建筑表面平均照度竟然超过 500lx，建筑立面每平方米的用电高达 25W/m² 之多，可真是 Floodlighting，把光似洪水般冲洒在建筑立面上，而且几乎都是从正面投光，所以建筑立面只见一片光亮，建筑物的立体感、墙面的色彩和不少高级装饰材料的质地均难辨认，照明效果就更无从谈起。相反，因照明设备增多，费资费电，照明眩光、光污染等问题很大，照明的负面效应突出。中国在 2003 年许多南方城市出现大片区域拉闸限电的现象，说明中国的电力能源还比较缺乏，即使到电力供应充足时，在景观照明的建设过程中也应该十分注意节约能源，切记“城市景观照明并非越亮越好。”

3、城市景观照明的规模问题

近年来部分城市景观照明规模越来越大，照明的工程越来越多，出现似乎有楼必亮的现象。评价一个城市景观照明的好坏，照明的规模并非越大越好，也就是说照明的景点或建筑不一定要多，关键是看能否反映本城市的形象特征。比如人们说巴黎的城市夜景不错，其实是指为数不多，但能反映巴黎特色的埃菲尔铁塔、新老凯旋门、卢浮宫、香榭丽舍大街和塞纳河的夜景很美。事实上真正反映一个城市特色的人文和自然景观的建筑、构筑物 and 景点并不多。因此，在规划和建设城市景观照明时，强调尊重本城市的个性，突出城市的特色，从本城市的实际情况出发，通过深入的调查研究，抓住反映本城市特征的建筑、构筑物和景点进行照明，防止出现景观照明的建筑或景点越多越好，似乎有楼必亮的现象。

4、城市景观照明的方法问题

在改革开放之前，中国城市景观照明，如建筑物的景观照明几乎清一色都用轮廓灯进行照明，商业街的景观照明则使用霓虹灯照明，其他照明方式如泛光照明、内透光照明、灯箱照明和其他特种照明方式的使用则很少。改革开放后，特别是近几年，城市建筑物的景观照明又几乎全部采用单一的泛光照明方式，误认为景观照明只有泛

光照明一种方式。很少使用其他的照明方式，以致不少建筑物虽然照得很亮，但是照明缺少层次，立体感差，照明总体效果较差。还有玻璃幕墙建筑的景观照明的方法问题，不少地方不考虑玻璃幕墙的特性，在设计景观照明时也采用大功率泛光灯照明，结果既浪费了大量的电能，又收不到应有的照明效果，玻璃幕墙还是漆黑一片；相反，泛光灯把室内照得很亮，产生光污染，严重地干扰室内人员的工作和休息，需特别加以注意。

5、彩色光的应用问题

对彩色光在建筑景观照明中的应用问题，应持慎重态度。其原因是彩色光一是具有很强的感情色彩；二是涉及的技术问题和影响因素较多。若使用不当，往往会歪曲建筑形象，降低甚至破坏建筑景观照明效果。在中国景观照明正在兴起和发展的时候，强调这个问题是有益的。然而在中国不少建筑的景观照明中已使用了彩色光，而且较为混乱，特别是一些中小城市的建筑景观照明，大红大绿，与建筑的风格、功能、墙面色彩和环境特征很不协调的照明实例也不少。这种情况应引起重视和注意。

6、景观照明的光污染问题

随着城市景观照明的迅速发展，特别是大功率高强度气体放电灯在建筑景观照明和道路照明中的广泛采用，建筑和道路表面亮度不断提高，商业街的霓虹灯、灯箱广告和灯光标志越来越多，规模也越来越大。然而景观照明所产生的光污染也严重干扰和影响人们的工作和休息。高功率泛光灯或路灯通过窗户把室内照得通亮，使人昼夜不分，打乱了正常的生物节律，晚上难以入睡，或引起失眠。刺眼的路灯和沿途灯光广告及标志，使汽车司机感到开车紧张。宁静的城市夜空乱罩上一层厚厚的光雾，看不见天上不少星星，对天文观测影响严重。一句话，光污染问题突出，而且还在发展扩大。这就不能不引起社会各界和照明工作者的关注和重视。

二、城市景观照明需注意的倾向

1、规划设计时，忽视照明工程师与规划师、建筑师的沟通和合作的倾向

城市景观照明是用灯光塑造一个城市或某一个建筑的夜间形象。一个好的景观照明规划或设计方案，要求照明工程师与规划师、建筑师相互沟通、密切合作。不少城市的景观照明规划或方案设计忽视了照明工程师、规划师和建筑师的沟通与合作，作出的规划与设计方案往往与城市规划或与建筑师的构思创意脱节，规划不能很好地反映该城市的功能和基本特征，有的建筑物的景观照明方案甚至扭曲了建筑物的形象。望规划师和建筑师多多关心城市和建筑物的景观照明，而照明工程师应主动地听取建筑师和规划师的意见。

2、审查景观照明设计方案时，只看效果图，忽视方案内在质量的倾向

一个完整的景观照明设计方案包括的内容很多，如景观特性分析，观景点的确定，照明亮度、色彩、照明方法、照明器材、布灯方法、照明控制、工程概预算等，而绘制照明效果图只是照明设计方案的一部分，而且效果图有好、有差，绘得好的，能如实反映设计方案；差的，则不符合实际的设计方案。离开设计方案过分夸张的效果图也常出现。审查景观照明方案，应该既要看效果图，也要看设计方案的内在质量，审查设计方案的其他部分是否合理。

3、照明设计中简单模仿和照搬照抄，忽视创新的倾向

国内外不少城市的景观照明，如北京天安门、王府井大街、上海的外滩、南京路和东方明珠电视塔，法国巴黎的香榭丽舍大街、埃菲尔铁塔、凯旋门的夜景和法国里昂的城市景观照明规划，美国华盛顿广场、拉斯维加斯娱乐城的景观照明等都是比较优秀的景观照明规划和设计作品。要结合所设计的城市或照明工程的实际情况，借鉴其他城市的经验与教训，创造有自己特色的景观照明规划和设计方案，防止简单模仿导致的相互雷同，“千城一面”的现象发生。城市夜景应大力提倡创新、突出特色，切忌简单模仿或照搬照抄。

4、景观照明设施忽视白天景观和安全的倾向

人们常说，城市景观照明设施是白天看景，晚上观灯，要求白天晚上都应美观，并和周围环境和谐协调。笔者所调查过的景观照明工程，有些晚上的照明效果不错，但白天一看，不论是灯具，还是灯具支架的造型、颜色和用料，粗制滥造，很不美观，和建筑物及周围的优美环境很不协调。有的灯位安装高度很低，甚至直接放在地上；灯的供电线乱拉，真是披头散发，很不美观，也很不安全，十分危险。设计景观照明设施时，必须克服忽视白天景观和安全的倾向。

5、只抓节日忽视平日景观照明的倾向

重视过节或重大政治活动时的景观照明，无可非议，但城市景观照明并不是仅仅为几个节日建设的。多年来城市景观照明往往是节日灯火辉煌，过完节还是暗淡无光。兼顾平日的照明效果，不是要求天天像过节那样灯火辉煌。根据上海、北京、天津和深圳的经验，设计时按平日、一般节日和重大节日分级控制照明，开放平日或双休日的景观照明，促进商业、旅游业和拉动消费带来的经济效益也是很可观的。在这方面，需总结经验，逐步改变忽视平日景观照明倾向，使景观照明在节日和平日都能发挥应有的作用。

6、选用国外景观照明器材、设计方案和推广高新技术时，忽视充分论证的倾向

建设景观照明工程时，选用国外器材与设计方案，推广高新技术是正常的、必要的。问题是不能形式主义，盲目求新、求高，忽视充分论证。对景观照明工程使用的照明器材不一定非从国外进口不可。当然一些特别重要而且检修又十分困难的照明工

程使用进口产品是必要的。问题是应结合工程的实际情况，具体分析，充分论证，合理选用相应的照明器材。对国外提出的景观照明设计方案，要组织专家科学分析，充分论证其性能价格比之后，再决定是否采用。对推广高新技术，必须从实际出发，具体分析，进行充分的论证。

7、重视景观照明工作建设，忽视维修和管理的倾向

景观照明工程建设和其他工程建设一样，存在忽视工程竣工后的维修与管理工作，以致有些工程使用没有多久，勾边轮廓灯断线，有些投光灯不亮，亮的也因灯具尘土污染，完全失效，无法使用。重视与加强景观照明工程的维修与管理工作已成为当前景观照明建设与管理部門急需解决的重要问题。北京、上海、天津、重庆、深圳与珠海等城市在这面积累的经验，很值得其他城市借鉴与推广。要既重视城市景观照明建设，又重视维修与管理，使城市景观照明设施始终保持良好的运行状态。

8、重视景观照明建设，忽视功能照明的倾向

不少城市对景观照明建设十分重视，对城市交通照明和安全照明，特别是一些小街道或胡同里弄、群众公共活动空间，如社区小广场及健身场所的照明等重视不够的倾向，需引起城市照明工作者的关注。在建设景观照明的同时，一定要高度重视和人民夜间出行及活动密切相关的城市功能照明。

10.2 LED 路灯

10.2.1 照明用 LED 在道路灯具中使用的优势

1、普通道路照明灯具市场和缺陷

目前道路灯具中普遍采用的光源是高压钠灯或金属卤化物灯，这两种光源的最大特点是，发光的电弧管尺寸小，由尺寸很小的电弧管产生很大的光输出，并且具有很高的光效，前者包括配套电器，可达 110lm/W，后者包括配套电器可达 80lm/W。但这类光源应用在道路灯具中时，只有 40% 左右的光是直接透过玻璃罩到达路面的，其他的光是通过灯具反射器再投射出灯具的，目前普遍采用此类光源的传统灯具基本都存在两个不足，一是灯具直接照射的方向上照度很高，在次干道上可达 50lx 以上，这一区域属于明显的过度照明，而两个灯具的光照交叉处的照度仅为灯下照度的 40%-20%。二是此类灯具的反射器的效率一般仅为 50%-60%，所以有 60% 左右的光输出在灯具内，是在损失了 40%-30% 后再投射到路面上的。

此类灯具的总体效率一般都在 70% 左右（只有国际著名品牌的此类道路灯具其效率可达到 80%），并且上述的过度照明区域中过多的照度也属于浪费。综合分析上述传统的道路灯具其综合的有效照明效率（扣除过度照明部分）仅为 50%。也因为上述原

因，我国次干道的照明效果（路面照度和照度的均匀度）基本都达不到 CJJ45-2006 和 CIE31 以及 CIE115 标准的要求。

2、采用 LED 光源的道路灯具的配光

LED 在道路灯具中使用的最普遍形式主要有两类，一类是采用传统的道路灯具外壳，只是在灯具内，在一个几乎是平板的安装面（也是反光面）上，装上了矩阵式的 LED，这种设计方式是不可能得到良好的灯具配光的。另一类是把多个 LED 集成在一个圆形的区域内（区域直径大约为 30mm-40mm），使这一小区域的光输出密度接近高强度气体放电灯，再利用灯具反射器进行配光，但这种设计方式的灯具分布光度也不会优于传统的道路灯具，并且由于在一个很小的区域内集成了高密度的 LED，使 LED 的散热情况明显不良，不仅影响到 LED 的发光效率，而且也往往影响到 LED 的使用寿命。

3、照明用 LED 的特长及应用

照明用 LED 的最大特点是具有定向发射光的功能，因为目前功率型 LED 几乎都装有反射器，并且这种反射器的效率都明显高于灯具的反射器效率。另外，LED 的光效检测时已经包括了自身反射器的效率。采用 LED 的道路灯具应尽可能地利用 LED 的定向发射光的特性，使道路灯具中的各个 LED 分别直接把光线射向被照路面的各个区域，再利用灯具反射器的辅助配光，来实现很合理的道路灯具的综合配光。应该说，道路灯具要真正做到符合 CJJ45-2006 和 CIE31 以及 CIE115 标准的照度和照度均匀度要求，灯具内应包含三次配光的功能才能比较好地实现。而带反射器的并且具有合理的光束输出角度的 LED 本身就具有良好的一次配光功能。在灯具内，能按照路灯具高度及路面宽度设计各个 LED 的安装位置和发射光的方向就能实现良好的二次配光功能。在此类灯具中的反射器，只作为辅助的三次配光手段，来保证道路照度更好的均匀度。

目前各级政府都大力推行节能减排，在室内照明中，已经强制执行照明功率密度（LPD）的限值。我国的道路照明节能认证的技术标准《道路照明灯具节能认证技术要求》将在 2009 年初完成，该技术要求提出了道路照明功率密度（LPD）的考核要求，其核心部分是在满足道路路面的照度和照度均匀度的前提下尽可能地降低照明功率密度（单位： W/m^2 ），从而达到节能的目的。

上述采用 LED 的道路灯具的设计思路正是迎合了《道路照明灯具节能认证技术要求》考核要求。加拿大政府已经按道路照明功率密度（LPD）的要求，推行其道路照明节能工作，估计在不远的将来会有更多的国家按 LPD 的要求推行其道路照明节能工作。

在实际的道路照明灯具的设计中，可采用在基本设定每一个 LED 设射方向的前提下，把每一个 LED 用球形万向节固定在灯具上，当灯具使用于不同的高度和照射宽度

时,可通过调整球形万向节使每一个 LED 的照射方向都达到满意的结果。在确定每一个 LED 的功率、光束输出角度时,可根据 $E(lx) = I(cd) / D(m)^2$ (光强和照度距离平方反比定律), 分别计算出各 LED 在基本选定光束输出角度时应该具备的功率, 并且可以通过调整各 LED 的功率以及 LED 驱动电路输出给每一个 LED 不同的功率来使每一个 LED 的光输出都达到预计值。这些调整手段都是采用 LED 光源的道路灯具所特有的, 充分利用这些特点就能实现在满足道路路面的照度和照度均匀度的前提下降低照明功率密度, 达到节能的目的。

10.2.2 推广半导体路灯的基本实施思路

做 LED 路灯首先要考虑照射范围。路灯要求的是路面照明效果, 照空中和路边的空地不是路灯的任务。因此, 要用多种角度组合的发光管或者用反光镜的方法有效的控制光线的分布范围, 使发光管发出的光成为一个长条形光带沿路面方向铺展, 实践证明, 这样制作的半导体路灯 90 瓦左右的功率就能超过 250 瓦钠灯对路面的照明效果, 节能效果显著。

要做好半导体路灯首先要合理的选用发光管。一般来说, 做半导体路灯既可以选用小功率发光管, 也可以选用大功率发光管。但是, 实践证明, 小功率发光管虽然有发光器件成本低的优势, 但是, 其光衰却比大功率发光管快, 并且用的管数太多, 装配麻烦, 综合考虑, 选用大功率发光管比较合理。从目前大功率发光管的技术水平来看, 1 瓦管光效比较高, 用于照明节能优势明显。和 1 瓦的发光管相比, 3 瓦的发光管光效低于 1 瓦管, 同等光通量下价格优势也不明显, 目前选用 1 瓦管做路灯光源更为合理。

半导体光源结构上和光学特性上有自身的特点, 因此, 半导体路灯应该按照这些特点设计灯具, 用传统灯具外壳换个半导体灯的灯芯是做不出好半导体灯的。半导体路灯结构设计上要解决好的问题是灯体外部造型, 发光管的安装、照射范围的调整、发光管的散热、灯体的密封。同时, 所设计的灯体结构还要有利于大批量工业生产。

用 1 瓦的发光管做灯发光管的安装比较简单, 如果选用的驱动器是隔离结构的, 发光管的底座和管芯也是绝缘的, 只要把发光管固定在散热器上就可以了。但是, 如果使用的是不隔离结构的驱动器, 发光管和散热器之间的绝缘处理就比较严格, 要能达到一定的安全标准。绝缘和导热常常是矛盾的, 良好的绝缘结构往往对散热不利。因此, 建议选用隔离型驱动器驱动发光管。

照射范围的调整是做好半导体灯的重要环节。为了有效的利用光线, 应该发挥发光管照射方向便于调控的优势, 使发光管发出的光形成一条光带铺在路面上, 而不要在无效方向上散射。要做到这一点, 结构上最简单的办法是用多种角度的发光管组合, 或者用反光镜、透镜的方法控制照射角度, 分别兼顾不同的照射距离。比如, 用发光角 60 度、30 度、15 度的三种发光管组合, 分别用于照射附近、中、远距离路面的照

明，使发光管输出的光均匀的覆盖两盏灯之间的半距离路面，覆盖宽度基本上和路面宽度吻合，这样就可以用比较小的功率有效的照明道路。使之实现最佳照明效果。要达到这样的照明效果，发光管的安装角度必须合理。

发光管的散热是半导体灯要重点解决好的问题。发光管是冷光源，不象白炽灯那样产生灼热的高温，但是，发光管本身耐温能力比较差，所以必须将发光管工作时产生的热量有效的散发到空气中去，保证发光管工作在安全的温度下，这样半导体灯才能真正的体现出长寿命的优势。

发光管的管芯和白光发光管涂覆的荧光粉都是在几百度的高温条件下生产出来的，本身有一定的耐温能力。但是，发光管的管壳和管芯之间存在热阻，这个热阻使发光管在使用时管壳和管芯之间出现温差，管芯的温度会高于外壳温度。目前发光管外部封装的材料主要是有机材料，在高温下容易老化。这会影响发光管光线的透出，因而降低发光管的外部光效。为了不使高温降低发光管的发光效能，就要把发光管使用时产生的热量散出去。但要散到什么程度？散热器温度和发光管管芯温度有什么关系？这是必须要明白的问题。

由于发光管生产技术的进步，大功率发光管内部的热阻越来越低，目前 1 瓦的发光管的热阻普遍在 15 度/瓦以下，也就是说，给 1 瓦的发光管加 1 瓦的电功率，管芯比管壳的温度只高 15 度。按照发光管管芯材料的耐温水平，管芯温度不超过 150 度就能长期安全的工作。这样推算，外壳温度在 135 度时可以安全使用。但是，由于外壳封装材料的限制，实际使用中的管壳温度最好不超过 70 度，这样管芯温度只有 85 度，发光管的透明封装材料也不会快速老化。长期稳定工作没有问题。因此，没有必要将半导体灯工作时的温度降得很低，但必须减小发光管外壳和灯体外壳之间的热阻，这样就可以以比较小的体积和比较低的成本生产稳定工作的半导体灯。

半导体路灯灯体的体积都比较大，因此，散热的有效的方法是充分利用灯体的外壳实现散热。要做到这一点，首先要使发光管产生的热量能够顺利的传导到外壳上，再就是外壳要有足够的面积和空气接触以实现有效的热交换。问题是，怎样合理的把发光管产生的热量传导到外壳上，怎样有效的增大外壳和空气的接触面，并且有利于空气在外壳表面上的流动，就是灯体热结构设计要解决的问题。

综合照射范围合理，光线利用率高，利于散热，结构简单便于批量生产，设计一种外形为弧形结构的铝合金压铸灯具做路灯灯体。在这种结构中，用 60 度、30 度、15 度 1 瓦发光管各 30 只，同角度管 15 只一组按条形结构安装在一个铝基电路板上，此条形结构发光管分成 6 组，左右各三组分别用于左、右路面的照明。60 度管照射距离 10 米以内的近区路面，30 度管照射 18 米以内的中区路面，15 度管照射 25 米以内的远区路面。装有这三种发光管的电路板条安装在三种铝合金型材下部特定角度的斜面上，型材的上部和散热固定板连接，这样，既解决了散热问题又保证了合理的发光管安装

角，并且结构简单，铝材用料少，生产成本低，灯体轻便。灯体用铝合金压铸的方法一次成型，上部有散热片，整体保持弧形结构以避免灰尘积累。

驱动器选用是制做好半导体灯的又一个重要环节。

驱动器的作用是把市电不稳定的交流电压变成稳定的直流电流驱动发光管工作。为了连接简单，电流均衡性好，驱动器都能串连驱动多只发光管。常用的驱动器有和市电不隔离的结构也有和市电隔离的结构两大类。从结构简单成本低角度考虑可以选用不隔离驱动器，但是不隔离驱动器使用中最大的危险性在于驱动器出现主开关管穿通的故障时大电流会通过所有的发光管，烧毁发光管造成较大经济损失。并且不隔离驱动器对发光管和散热器之间的绝缘要求很高，否则灯壳有可能带电。做这种高可靠的绝缘处理影响发光管向散热器传热，使发光管结温升高加速光衰。隔离驱动器成本略高于不隔离驱动器，但是安全性好，即使驱动器出现故障，一般也不会引起烧毁发光管的连带故障。并且由于隔离驱动器内部有满足安全标准的电气隔离，因此，发光管和散热器之间做一般绝缘处理即可，灯的生产工艺简单，成本低，热阻小利于发光管散热。选用驱动器的数量可以用一个驱动器驱动所有发光管，也可以用多个驱动器驱动发光管，考虑驱动器出故障时不会完全灭灯，选用多驱动器方案。实际选用高效率的 AD-2A40X1W 隔离型驱动器，这种驱动器每个可以驱动 30-40 只串联的 1 瓦发光管，90 只发光管用 2 个驱动器分 2 组驱动，电源变换效率大于 90。这样，既保证了合理的生产成本又有一定的容错能力，实践证明是一种合理的技术方案。

驱动器的安装位置也有讲究，可以安装在灯体内部，也可以安装在灯体外部。安装在灯体内部的好处是灯可以成为一个完整的产品拿到现场直接安装，其缺点是如果灯在使用中出现故障需要把灯从灯杆上卸下来处理，比较麻烦。如果驱动器安装在灯体外部，可以安装在灯杆下面的工作窗里，隔离型驱动器可以选用这种方式安装，原因是隔离型驱动器就是出现故障一般也不会烧毁发光管，仅仅处理驱动器故障就不用再上灯杆了，故障处理简便。但商品化的路灯驱动器必须装在灯体里做成一体化结构。

推广半导体路灯要考虑综合优势。仅仅从节电角度来讲，LED 路灯的耗电量是钠灯的三分之一，但其价格比钠灯高许多，用 LED 灯代替钠灯成本回收周期会很长。但是，不能只从单灯的耗电量上来算经济帐，还要考虑用 LED 灯线路容量和供电设备容量也相应的减少为钠灯的三分之一，并且使用寿命长，延长换灯的时间，维护工作量小，因此，综合使用成本远远低于道路照明最常用的钠灯，值得推广。

10.2.3 中国 LED 路灯照明市场分析

图表 45 传统路灯与 LED 路灯指标对比

杆高	7 米		9 米	
光源	高压钠灯	LED	高压钠灯	LED
功率(W)	250	60	400	90
价格(元)	1500	4500	2000	6000
年用电(度)	912.5	219	1460	328.5
年电费(元)	912.5	219	1460	328.5
年维护费(元)	200	0	250	0
年节约运行费用(元)	893.5		1381.5	

数据来源：国家半导体照明工程研发及产业联盟

图表 46 传统路灯与 LED 路灯五年总体费用对比

公里数	3 公里(202 盏)		5 公里(333 盏)		10 公里(666 盏)	
	传统路灯	LED 路灯	传统路灯	LED 路灯	传统路灯	LED 路灯
光源费用(元)	303000	909000	499500	1498500	999000	2997000
电缆铺设费用(元)	360000	36000	900000	125000	3600000	600000
五年的电费(元)	921625	221190	1519315	364635	3038625	729270
变压器费用(元)		无		无		无
五年维护费用(元)		几乎为零		几乎为零		几乎为零
合计(元)	1584625	1166190	2918815	1988135	7637625	4326270
节省费用(元)	418435		930680		3311355	

数据来源：国家半导体照明工程研发及产业联盟

道路照明与人们生产生活密切相关，随着中国城市化进程的加快，绿色、高效、长寿命的 LED 路灯逐渐走入人们的视野。目前，LED 照明技术日趋成熟，大功率 LED 光源功效已经达到 80lm/W，城市路灯照明节能改造成为可能。

就以路灯为主的大功率 LED 产品市场而言，已经有部分 LED 企业在 2005 年下半年研发成功 LED 路灯产品，并逐步推向市场，替代原有传统的路灯产品。中国是目前全球城市化进程最快的国家之一，可以预料在未来的数十年内，全国各地对于大功率、高亮度、节能的 LED 路灯产品的市场需求是极其庞大的。2006 年中国城市道路照明共有 1500 万只以上的路灯，近几年的增长率在 20% 以上。照此估算，全国每年照明路灯的市场规模不低于 50 亿元，如使用 LED 路灯，每年可节电 20 亿度以上。

尽管中国的 LED 道路照明已经取得相当大的进展，但是仍存在着一些问题亟待解决。诸如 LED 道路照明产品标准的缺位，不同显色指数的高压钠灯的照度标准不适合 LED 光源；劣质产品对市场推广产生消极影响，以次充好的 LED 产品严重扰乱市场，

造成主管部门对 LED 的可靠性持怀疑态度；大功率 LED 路灯的初次购入成本较高，大约是传统路灯的 2-3 倍，这给 LED 道路照明产品的市场应用带来压力。

10.2.4 沈阳 LED 路灯已成功应用于城市道路照明

2007 年沈阳大明丽光照明有限公司自主研发成功的高科技节能 LED 路灯，成功应用于铁西区的城市标准道路照明。该区的小北一路成为世界上第一条采用高科技大功率 LED 路灯照明的道路。

这项中国自主研发的节能 LED 路灯技术，结束了 LED 照明只能用于低照度的历史，成功填补了大功率 LED 照明区域的空白。国家科技部委托信息产业部电子科学技术情报研究所，对“大功率 LED 路灯”进行科技鉴定，认定大明丽光在沈阳小北一路安装的大功率高光效 LED 路灯，应用于 10 米以上灯杆，地面照度达到 20Lux（照度的单位是每平方米的流明数，也叫做勒克斯）以上，为世界首创。

大明丽光在充分发挥 LED 功耗低、寿命长、节能环保等优势的基础上，成功解决了 LED 散热这一世界性难题，成倍地提高了 LED 的光效和亮度。

以沈阳为例，全市目前共有路灯 20 万盏，如果全部换用 LED 路灯，每年可节电 1.46 亿千瓦时。从保护环境和节能减排两个方面算账，对于以火力发电为主的沈阳来说，相当于每年节省约 6 万吨标准煤，减排近 11 万吨二氧化碳。

10.2.5 LED 路灯大规模商用分析

LED 作为路灯主要有以下优点或特点：发光效率高，灯具反射损失低，节省能源 70%；配合数字控制亮度功能，更省电；不需高压，安全性高；配合软件可由远程自动遥控亮度；事故、多雾、雨天等特殊情况下提供超高亮度及显色性高的照明光源；安装维护简便；模块安装、无多余配线；不会造成光污染或浪费；长寿命，意味着不需要经常进行更换，从而减少了交通中断的潜在性，降低了为此支付的维修费用。采用 LED 路灯除了在单灯成本及最初安装的造价比高压钠灯高外，在铺设成本、耗电成本及寿命方面均大大优于高压钠灯。

LED 路灯面临的主要技术问题为：输出功率及光通量、二次光学设计、散热设计和电源系统设计。输出功率及光通量的提高还需要从大功率白光 LED 的外延技术、芯片工艺等基础层次进一步提升。在二次光学设计方面，LED 的辐射形式有朗伯型、侧射型、蝙蝠翼型和聚光型几种。在道路照明领域，根据设计经验朗伯型和蝙蝠翼型比较适用，通过二次光学设计，使得 LED 的光照范围、光度曲线符合道路照明的需求。散热是 LED 路灯需要重点解决的问题之一，由于 LED 路灯亮度要求高、发热量大，并且户外这种使用环境比较苛刻，如果散热不好会直接导致 LED 快速老化，稳定性降低，除了需要功率型 LED 本身的散热好外，由于路灯具有户外夜间使用的特点，散热

面位于侧上面有利于空气自然对流散热。LED 路灯的电源系统也与传统光源不同,LED 的低能耗、低工作电压和太阳能电池组件的低输出功率、低输出电压之间的配合非常合适,如何使紧密压缩在一起的一组 LED 安全、可靠地工作也是考察 LED 路灯的一个指标。

综合以上对 LED 路灯在市场前景及技术问题方面的分析可以看出,影响其应用的因素为:第一,LED 路灯造价较高,不利于推广普及。虽然初步解决了 LED 路灯的散热问题,但是过高的价格和过重的灯头仍然会阻碍 LED 路灯的普及。第二,LED 路灯模块化的可靠性仍需加强,由于驱动电路等原因也会造成 LED 路灯的失效。第三,无论是单点还是多点光源的 LED 路灯都存在着散热难的问题。一盏采用 250W 高压钠灯的路灯,由于技术较成熟,散热控制得很好,即使工作 5000 小时,光衰仍然较小,发光效率还可以达到 70% 以上。以目前的技术,相同条件下大功率 LED 路灯,由于散热问题不易解决,光衰较大,发光效率会下降到 30%。如果想用加大电压电流的方法提高光效,很容易造成 LED 芯片损毁的现象。第四,LED 路灯射程短,因此 LED 路灯还需要进一步加强如何在较高高度下工作的研究。此外,制定国家 LED 道路照明标准也是普及推广 LED 路灯非常有力的手段。

LED 路灯应用市场已经启动,原因有五,第一,在中间视觉条件下,目前路灯大量采用的钠灯,效率比明视觉条件测量效率要低 30%,而 LED 由于是全光谱效率会提高 40%,取代钠灯已能节电 30%-40%,符合节电、减排国家政策。第二,考虑到寿命较长,可免维护费用。由于驱动电流小、电缆、变压器和工程费用也在减少。第三,白光下视感和分辨能力都有提高。第四,由于耗电少和驱动电压低,可与光伏电池组成太阳能路灯。第五,路灯均为政府部门建设和管理,较易推广。

当前许多城市乃至小镇,都有路灯示范工程,少则几十盏,多则成千上万盏,国内已有多张 2 万盏路灯的订单,可以说这是通用照明中冒出一匹黑马。随着效率的进一步提高和技术的日趋完善,将有很快的发展。考虑到我国约有 2 亿盏路灯这一广阔市场,理应特别重视,加上已有部分企业产品出口,市场前景更为看好,2010 年大规模应用市场将启动。

目前产品属初始阶段,良莠不齐,主要问题是散热问题解决不好,不仅发光效率下降,而且光衰问题较严重,甚至失效。有关部门要抓紧标准制定,出厂前要进行光衰试验,减小灯具热阻,充分散热,真正做到高效、长寿命,以利市场的培育和健康发展。

10.3 LED 在其它领域中的应用

10.3.1 一般照明领域 LED 应用尚需时日

未来 LED 市场最大的领域就是一般照明市场，如果能够完全代替荧光灯的话，相信就可能有近 1000 亿美元的潜在市场规模，并且能够应用在更多不同的领域。但是事实上，如果期望 LED 能够完全取代传统灯源还是有一定的困难。由于 LED 是点光源，因此在部分的产品可以开始利用 LED 来代替以往的白炽灯等灯泡，就实际的市场而言，已经有包括吸顶灯、内部照明等开始采用，而市场规模也是逐年扩大之中。但是，在荧光灯等面光源领域的市场发展却较为缓慢，因为如果要把 LED 作为面光源来利用的话，只能像面板用的背光一样，以直下的方式将 LED 在固定面上铺满，或者以侧光的方式利用导光板来完成。但是这些方式都很难在发光功率和价格方面代替荧光灯，特别是在一般照明领域需要演色性高，这样一来就需要使用紫外光，或者使用以蓝色 LED 为基础，配可激发 RGB 的荧光粉，不过这却会造成发光效率的下降，因此期望满足产业化的 100lm/W 的照明效率需求还需要一段时间。

半导体照明成本在逐渐下降

半导体照明的技术路线众多，不同技术路线成本不同。就同一种技术路线而言，不同技术水平成本也有明显差异。即使同一种技术路线、同一种技术水平，各生产厂家采用不同的成本控制方法，其结果也会有较大差别。

由于上述问题都给成本预测带来困难，所以要做半导体照明的有关成本预测，对技术方案进行一些假设：首先，蓝光 LED 激发荧光粉，其中蓝光 LED 为 GaN 基多量子阱 LED 结构；其次，由尺寸为 1mm×1mm 的芯片封装成单灯；第三，半导体照明灯由若干个单灯简单组合而成；第四，每一个单灯均安装在带有驱动电源、散热性能良好的灯支架上，但驱动电源、支架及装饰部件的成本不计算在固态照明灯成本之内，即仅考虑“灯泡”的成本；第五，芯片发光效率高和芯片器件所能承受的功率密度大小基本与成本无关。这一假设在一定范围内是成立的。比如，同一家研究单位或企业提高外延生长、芯片制造和器件封装水平，往往可以在不明显增加成本的前提下，通过优化工艺技术而显著提高发光效率和器件所能承受的电流密度；第六，外延生长、芯片制造和器件封装均达到比较理想的 90% 的合格率。

发光效率为 40lm/W 时，1W 半导体白光灯成本在 2.5 元以内，光通量为 1500lm 的半导体白光照明灯，其成本应可控制在 93.75 元以内；发光效率为 200lm/W 时，1W 半导体白光灯成本在 2.5 元以内，光通量为 1500lm 的半导体白光照明灯，其成本应可控制在 18.75 元以内；发光效率高达 200lm/W，同时器件功率密度高达 10W/mm²（美国固态照明技术路线图的最高目标），也就是说使用一颗 1mm×1mm 的 GaN 基 LED 芯片，就可封装成光通量为 2000lm 的半导体白光灯，它比 20W 日光灯还亮。此时，

比起日光灯、1500lm 半导体白光灯的成本更低，其成本主体取决于封装，成本有可能变到 5 元以下。

一些国家已经对固态照明技术的成本做出了一个规划，例如，美国固态照明技术路线图中就有对成本的目标：首先，到 2012 年，光通量为 1000lm 的固态白光照明灯（发光效率为 150lm/W），价格降到 5 美元以下，即光通量相当于 60W 白炽灯水平的固态白光照明灯，其单价降到 40 元人民币左右；其次，到 2020 年，光通量为 1500lm 的固态白光照明灯（发光效率为 200lm/W），价格降到 3 美元以下，即光通量相当于 20W 日光灯水平的固态白光照明灯，其单价降到 24 元人民币左右。

2006 年市场上光通量为 30lm-50lm 的固态白光单灯（1mm×1mm 芯片），其销售价格约为 20 元到 28 元。但实际成本如何呢？在一片直径为 50mm 的蓝宝石衬底上，GaN 基 LED 的衬底、外延和芯片成本分别为 300 元、300 元和 600 元，用此外延材料可制造成 1600 个大小为 1mm×1mm 的功率型半导体芯片，每个芯片的成本不到 1 元。封装 1W 半导体白光灯的成本约 6 元（芯片成本除外），但批量生产，厂家自己开模，成本控制在 1.5 元是没有问题的，所以，只要企业规模做上去了，合格率达到预期的目标，1W 半导体白光灯成本应在 2.5 元以内。

这一目标能否达到，外延材料生长、芯片制造和器件封装同样重要。半导体照明芯片承受功率密度 $10\text{W}/\text{mm}^2$ 是没有问题的，只要散热条件足够好，而今后的关键在于提高外延材料内量子效率，提高芯片出光效率，提高器件封装效率和散热特性。半导体白光照明灯要替代白炽灯和日光灯，在外延、芯片和封装等成本上并没有很大困难，即使上述预测成本提高一倍也还是比较乐观的，这里关键的挑战在于能否大幅度提升技术水平。不断提高外延材料的质量，不断提高发光效率，不断提高器件所能承受的功率密度，解决好器件散热问题，半导体照明灯替代白炽灯和日光灯是必然趋势，其价格一定能降到老百姓能接受的程度。国内外技术突飞猛进，预示着半导体照明灯进入千家万户的时代会提前到来。

10.3.2 LED 光源投影机发展和应用分析

当今市场上 LED 光源投影机发展如何

应用 LED 光源的投影产品最早亮相在大众眼前，是在 2003 年 5 月举行的 SID 年会上，以其袖珍的机身引起了很大的反响，不过，当时只是概念产品。真正具有实用意义的则是在 2005 年 1 月 CES 展会上，五家公司同时展出了 LED 光源的袖珍投影机，人们才开始真正考虑 LED 光源投影产品在实际应用方面的优势及弱点。又经过一年的技术和产品发展，2006 年 1 月 CES 展会上 LED 光源成为突出的亮点，2006 年 6 月 SID 讨论会上发表了大量的 LED 光源论文，从而标志着进入 LED 发展的新阶段。

由于重视的结果，两年来 LED 光源的性能全面提高，在核心性能方面，其拥有更好的发光率、更大的功率、并且改善发光角度以及单色发光性能，从而提高了单位发光亮度。并且新产品实现了交直流两用，并改善热管理等。

这些发展使得采用 LED 光源的投影产品在应用表现上更为出色，性能的提升也为产品的市场发展提供了基础。

LED 光源投影机有何技术优势

LED 光源的应用，在投影机方面，最主要的意义在于为机身小型化开辟了新的道路。由于 LED 光源体积小，且具有很多显示技术优点，所以更适于研发小巧的投影机甚至原件，使用户的投影更加“随身化”和“自由化”。

LED 用于投影照明，不仅寿命增加，而且改变了投影机结构，由于减少了散热需求，并缩短了光路系统，所以散热量和噪声都有更好的表现。

LED 光源主要应用与集成化小型投影原件和袖珍式小型机两种投影产品，集成化小型投影原件不做成独立机型，其主要是与微型显示设备如手机、数码相机、笔记本电脑集成在一起，电池供电，可以投影约 A4 纸或标准信纸大小的图像，方便与他人共享画面。袖珍式掌上投影机则是完整独立机型，体积小巧轻便，一只手也可以轻易的拿起，携带方便，可放于文件包内，未来的发展方向是商务应用。其可交直流两用，投影画面可大于 17 英寸，屏幕亮度 15 至 200 流明，随着技术的发展，显示效果还在不断提升。

市场上有哪些采用 LED 光源的投影机

LED 光源投影产品也已经过了数代的发展，从最早的三菱和三星的“口袋”投影产品，虽然外形设计令人印象深刻，但光亮度还不足以支持平时使用。后来亮相的 EPSON 和 BenQ 的产品则更多的体现出设计巧妙，EPSON 产品配备了两个大风扇提高产品稳定性，而 BenQ 的 LED 投影机则与其智能手机搭配使用，塑造商务形象，但这两款产品的实用性也是“不敢恭维”，甚至很难见到样机展示。

而姑且算为“第三代”的 LED 投影机产品，包括三菱的新品，东芝的普及推广产品以及 LG 的个性化产品，在真正的应用方面给人非常好的期待，三菱的新 LED 投影产品在前代的基础上提升光亮度，注重画面演示。

东芝的新品则更加“产品化”，目前国内已经推出，而且其“整体概念”较为出色，配备的专业背包里面放置了专门的投影折叠屏幕，可打开使用，高增益可以补充投影亮度，而且这个背包设计为正好可以放下笔记本电脑和 LED 投影机，适合商务人士便携移动使用。

而 LG 最新推出的 LED 投影机，则采用了“巧克力”风格的设计，同样在效果方面有所提升，更为适合时尚年轻人群。

LED 光源投影机的技术瓶颈以及发展方向

总体而言，LED 光源投影机经过了几年的发展，已经有了一定产品性能和技术积累，最新的产品也已经能够表现令人初步满意的画面。

不过，LED 光源投影机依然面临着最大的“难以逾越”的高峰，就是亮度不足的问题，在实际运用中还很难替代灯泡型产品。这也是其目前又陷入发展的“困境期”的主要原因，在照明系统设计中重要的光束扩展理论，可以通过计算保证光能充分利用。

当显示元件和镜头决定之后，很快就可以挑选出匹配的 LED 光源，在设计过程中经过折衷调整，参数就可以得到确认。投影产品的亮度最直观取决于 LED 的亮度，目前“最高亮度”依然无法满足应用的条件下，无疑是 LED 投影机发展的最大“天花板”。

不过 LED 的发光效率近年来进步速度很快，目前白光 LED 的发光效率离投影机实际要求的光效率差距越来越小。

LED 光源在背投电视机产品的应用方面已有很好的实践，例如三星、三洋、蔡斯、爱普生、雅佳、JVC 等公司均有研发机型进行过展示，LCD、LCOS、DLP 显示元件均有采用，背投屏幕可达 55 英寸，虽然也有亮度不足的问题，但整体技术应用值得 LED 投影机借鉴。LED 光源将带来更完美的色彩表现，使色彩再现性大大提高，同时小巧的体积、低功耗将使投影机实现真正意义上的随时随地投影，而小体积、长寿命、快速关机等投影机的终极诉求，通过 LED 光源都可以得到解决，因此，投影领域的 LED 光源革命还是值得热切期待的。

随着便携式投影机的发展，由于体积小、重量轻等优点，LED 光源在便携式投影机领域的使用得到快速发展。从 2008 年下半年开始，厂商纷纷推出 LED 光源投影机，亮度由 10 流明到 160 流明，使用寿命均在 10000 小时以上，重量均低于 1 千克。

与灯泡光源投影机相比，LED 光源投影机具有体积更小、重量更轻、灯泡使用寿命更长、噪声更小等优点。不过，由于 LED 光源单位面积、单位角度功率较小，导致投影机亮度较低，无法适于主流商务和教育投影机应用。在便携式投影机领域，除了亮度外，与灯泡光源相比，LED 光源的优势还是很明显的。赛迪顾问研究发现：2008 年 LED 光源投影机推出后，市场的关注度很高，而实际购买的不多；但进入 2009 年后，LED 光源投影机倍受礼品、个人消费的青睐，市场需求逐步增加。

近年来，随着 LED 芯片制造技术的进步，LED 的发光效率不断提升，LED 光源的亮度提升较快，从几十流明提高到了几百流明；与灯泡光源相比，LED 光源的优势

明显，采用 LED 光源技术的投影机厂商越来越多。从长远看，LED 光源技术的发展，将有利于投影机的发展。

10.3.3 LED 手机市场应用情况

就手机上应用 LED 来说，主要可分为四大类，第一类为来电指示灯，约使用 1 颗；第二类是手机附数字相机可搭配闪光灯，约使用一颗；第三类为屏幕背光源约使用 2-6 颗，第四类为按键背光源约使用 6-10 颗，所以一共加起来最少约要 10-12 颗 LED，而最高阶的机种可能会达到 19-20 颗 LED，可见手机对 LED 产业的贡献度。

从全球销售额来看，2005 年手机市场占比高达 62%，从量上看，手机市场占比也达 18%，手机市场当之无愧是推动 LED 产业的第一波浪潮。尽管手机市场仍在增长，但增长日趋缓慢；另一方面，各种新型具有多种附加功能的手机越来越多，手机功耗大，对手机节能的要求越来越强烈，这将推动能耗更低的 OLED 面板对 TFT LCD 面板的替代，而 OLED 是主动发光，不需要背光，对 LED 的需求趋降。

综合来看，手机市场仍是 LED 的主要市场，但手机市场的影响力在下降，LED 成长需要新的应用市场的推动，白光 LED 进入一般通用照明市场预计 2010 后才会真正来临，现阶段有两个“整装”市场潜力大一笔记本、液晶显示器及液晶电视的背光与汽车内饰背光及前后灯市场。

第十一章 中国 LED 产业七大基地发展分析

11.1 上海

11.1.1 上海 LED 产业基地发展概况

（一）上海基地发展概况

2007 年，半导体照明产业总产值 45 亿元，比 2006 年增加 30%。相关企事业单位 182 家。其中从事生产、应用和贸易的 168 家，从事研发的高校、科研院所 14 家。代表高端技术、高端应用的 LED 汽车前灯、大尺寸 LCD 背光源产业化研究取得重大进展。形成了从材料、外延、芯片、封装制造到 LED 光源应用和服务的完整产业链。芯片制造业发展迅速，产值规模大幅增加，产品质量显著提升。显示应用领域发展迅速，2007 年上海显示屏总产值在 7-8 亿左右，其中上海三思科技股份有限公司总产值约 5 亿元，景观应用市场容量巨大，应用产业所占比例日益增加。

（二）主要工作进展

1、政府积极支持

市主要领导多次对半导体照明产业进行调研并提出指导意见《上海中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》，指出上海到 2020 年应掌握半导体照明产业各个环节的核心技术，发展具有自主知识产权的半导体照明终端应用产品，形成上海绿色照明技术产业链；加强光电子和 LED 专项计划投入。制订并发布了《上海市“十一五”半导体照明产业发展规划》。

2、加强示范应用

以世博会应用为目标，强调总体夜景灯光的科学合理、智能可控和统一协调，开展了豫园地区夜景灯光改造工程等多项工作；积极推动并完成了世博会夜景灯光规划的编制，促进半导体照明在世博会上最大程度的应用，努力使世博会成为半导体照明走向通用照明的元年。

3、推进科技攻关和平台建设

开展以高端产品牵引技术研发，取得了一批重要的科技成果。在知识产权领域进行了布局。如：ZnO 晶体生长、LiAlO₂ 晶体生长实现了若干关键技术突破；初步完成专利池组建工作，完成多项国家、行业标准的制修订工作等。

以半导体照明工程技术研究中心为主体，建立了半导体照明公共研发和服务平台；围绕平台建设中心已与相关科研院所共建了六个分中心，构筑高层次、开放式的技术服务支撑体系；针对户外大屏、LED 芯片、器件和 LED 灯具等提供了近 170 多次性能

测试和产品评估服务；提供了近 70 余次咨询服务；先后组织了“热阻分析”、“抗静电能力测试”和“二次光学设计”等专题研讨会。

（三）发展措施

1、建立和完善 LED 自主知识产权体系

探索一条全新技术路线，构建一个有自主知识产权的新产业体系；开展年度性的调研工作，对国内外最新专利和标准进展进行分析处理

2、进一步加强区域合作

在长三角区域形成竞争与合作并存、互惠互利产业协作为主的区域产业链融合的发展态势；在平等互利、优势互补、资源共享、合作共赢的原则下，促进分工合作、技术转让、成果应用。

3、完善产业创新体系、加强对产业基地投入。

11.1.2 上海 LED 产业基地建设进展顺利

（1）地方政府加大力度，引导产业良性发展

a、上海中长期技术发展规划纲要指出上海应大力发展半导体照明产业，形成上海绿色照明技术产业链；

b、半导体照明被列入上海“十一五”期间重点发展的十二个战略产品之一；

c、制定了《上海市“十一五”半导体照明产业发展规划》来指导上海产业化基地的发展。

（2）集聚资源投入重点产品和关键技术，实现上海基地的差异化发展

聚焦国家半导体照明工程发展战略和“十一五”规划目标，突出上海产业化基地产品、技术高端路线特色，根据自身的特色和优势，开展以高端产品牵引技术研发，有计划、分步骤的科技攻关。

（3）聚焦上海世博会，大力推进典型示范应用

上海产业化基地坚持应用为导向，通过对上海重要的、有标志性景观的选点，推进半导体照明示范工程的建设，有效推动 LED 产品的应用和集成，为半导体照明在上海世博会上的大量应用打下良好的基础。

（4）整合科技优势资源，为产业发展提供不竭动力

为发挥科技集聚优势，上海产业化基地依托上海半导体照明工程技术研究中心，建立半导体照明公共研发和服务平台，加强科技资源整合力度，减低企业技术创新的成本。

11.1.3 2009 年上海诞生国内首家 LED 产业孵化器

2009 年 7 月，继新能源孵化器之后，上海又诞生全国首家半导体照明（LED）产业孵化器。该孵化器将成为上海培育 LED 产业的平台。最快三年后，LED 成本将降至与传统照明相当的水平，届时 LED 有望取代传统照明，形成至少上千亿元的产业规模。

国内 LED 企业布局分散、实力薄弱，难以与国外巨头竞争。为了促进中小 LED 企业成长，推动产业发展，上海组建了全国首家 LED 孵化器。这一孵化器坐落在张江创星园，其依托国家级半导体照明工程上海产业化基地，具有技术支撑、对接重大工程、入驻企业可大可小等几大功能特色。

未来，上海要形成 LED 孵化器、技术平台与产业化基地三位一体的 LED 产业战略轮廓。这种发展模式在全国也是首次尝试。

LED 孵化器诞生后，加上此前已组建的新能源孵化器、设计产业孵化器，张江创星园已形成多个孵化器并行发展的格局，围绕新兴产业搭建的上海孵化器集群已初具雏形。

11.1.4 上海 LED 产业基地研发能力分析

（一）技术水平以及人才情况

上海市以标准引领产业发展，高度重视专利申请和标准研究工作。截至 2007 年已申请专利 50 多项，其中发明专利 40 多项，实用新型专利 10 项，国际 PCT 专利 1 项，为上海半导体照明产业发展打下了坚实基础。制定了 100 多项光学行业的国家标准、行业标准和内部标准，承担了国家 LED 照明系统标准研究，有 12 家单位参加了信息产业部的“半导体照明技术标准工作组”。

上海已在绿色照明光源领域取得多项技术突破，在半导体照明材料的制备、工艺、器件的研究和应用等方面开展了许多富有成效的研究，并已取得了一些具有国际先进水平和自主知识产权的关键技术，为产业化应用奠定了坚实的基础。

上海蓝宝光电材料有限公司 LED 研究开发项目列入国家科技部 863、973 计划，并得到了科技部中小企业创新基金的资助，建立了 GaN-LED 外延材料和器件完整的设备条件，目前正在承担 863 计划“半导体照明工程”重大项目“功率型超高亮度 100 流明瓦 LED 产业化制造技术”课题。

上海蓝光科技有限公司承担的国家科技攻关计划“功率型大尺寸蓝光发光二极管芯片”项目，在 2004 年 10 月份国家半导体照明项目管理办公室主持的攻关项目节点评比中，获得了 A 级的优秀成绩。

中科院上海光机所、上海中科嘉浦光电子材料有限公司共同承担的 863 计划课题：“大尺寸蓝宝石衬底材料制备技术和产业化关键技术”，通过技术攻关，已申请发明专利 25 项，取得了突破性的成果。其中“大尺寸优质蓝宝石晶体研制”项目获得了 2003 年度国家科技进步二等奖。另外，中科院上海微系统所完成了 863 计划“HVPE 厚膜 GaN 自支撑衬底制备技术”项目，开发了衬底材料与外延膜的剥离技术，并实现了相关设备的自主研制，申请了发明专利 3 项。

上海已培养了一批相关的研发和生产高级技术人才，同时积极引进曾在日本、美国等发达国家多年从事相关研究和产业化工作的人才，通过与上海的高校和相关企业相结合，迅速掌握了材料制备和器件制造的关键技术，使研发和产业一体化缩短了与国际先进水平的差距，实现了高起点的跨越式发展。

（二）重点科研院所及其研究方向

1、同济大学视觉与照明艺术研究中心

同济大学视觉与照明艺术研究中心是由德国 ERCO 灯具公司提供技术支持组建而成，主要开展和承担视觉环境与照明艺术的教学、科研及工程实践工作，已建成了国内高校第一个专业照明演示室，成为国内该研究领域条件最好的科研和教学基地，主要解决建筑、城市与室内的光环境理论与实践中的技术问题，加强照明艺术在建筑、城市、室内规划与设计方面的应用。该中心把服务市场与教学实践紧密结合，承担了杭州市城市夜景照明总体规划、上海国际航运中心洋山深水港一期工程港区照明设计、山东省体育中心周边环境夜景照明规划与设计、苏州工业园区夜景照明规划与设计、南宁市首期建筑物亮化工程、广州珠江两岸夜景照明规划与设计、桂林中心城区夜景照明规划与设计等近 20 项景观照明规划与设计工程。近年来该中心一直关注着 LED 科技的发展动向，也在 LED 城市夜景照明的使用方面投入大量努力，在实际建筑夜景照明工程中尝试使用 LED，积累了丰富的实践经验。

2、复旦大学

（1）复旦大学光源与照明工程系

复旦大学光源与照明工程系暨电光源研究所是我国从事光源照明领域教学科研的专门机构，与国内外学术界有着广泛的联系和交流，被公认为我国光源与照明领域的权威研究单位之一。“八五”、“九五”期间，该系承担了国家照明电器的开发任务，取得了突出成绩，在照明电器领域的研究开发一直处于国内领先地位，尤其是在绿色照明领域取得了突出的成绩，先后完成了几十项重大项目，获国家级、省部级的发明奖

和科技进步奖 15 项。该系研究的各种节能光源，尤其是紧凑型荧光灯已在国内大量推广使用，产生了显著的经济效益和社会效益。经过近三年的学科建设，该系在原来的基础上积极开展汽车照明系统的 CAD、CAM 技术开发，目前把 LED 照明系统应用在汽车照明作为主攻方向。

（2）复旦大学材料科学系

复旦大学于 1982 年成立材料科学系，材料科学系为复旦大学重点建设的学科之一，具有物理、化学、材料科学、电子工程、计算机等多学科背景的师资队伍，使本系能适应当前交叉学科及边缘学科的发展，在微电子材料与集成电路制造工艺、纳米电子学、电子封装材料与工艺、新材料技术的研究和开发等领域中取得许多重大成果，为国家和上海市培养了大量微电子研究和生产领域的人才。

国家微电子材料与元器件微分析中心是复旦大学材料科学系主要的科研机构之一，长期从事微电子、光电子领域的研究和开发工作，承担了“八五”和“九五”期间国家计委“微分析技术及其应用”的攻关任务。在国家和上海市政府的支持下，中心经过 20 年的努力建设，已形成一支高水平的技术队伍，拥有一批先进的、较齐备的微分析仪器设备，是国内目前设备最先进和齐全、技术力量最雄厚的微分析技术研发机构。中心在微电子、光电子领域的研发工作中，为众多企业和科研机构提供了技术支撑和测试分析服务，在全国及上海的微电子产业发展中做出了卓越的贡献，多次受到国家和上海市政府奖励。

3、上海光机所

上海光机所成立于 1964 年，是我国建立最早，规模最大的激光技术研究所。经过四十年的发展，光机所已成为以探索现代光学重大基础及应用基础前沿研究、发展大型激光工程技术并开拓激光与光电子高技术应用为重点的综合性研究所。上海光机所学科领域的重点是强激光技术，强场物理与强光电子、信息光子、量子光学、激光与光电子器件，光学材料。设立 10 个研究室（或中心），已经建成的神光 II 装置是由中科院、中国工程物理研究院、国家高技术 863 计划共同投资建设与管理的大型高功率激光聚变实验装置，是国内目前规模最大的激光系统。上海光机所在晶体、薄膜、光学材料加工、光学工程和光电子器件等方面有较强的优势，在衬底材料测试分析、检测标准、功能性网络服务等方面有扎实的实验基础，有一支创新的队伍，对于 LED 产品涉及到的衬底材料能够提供测试分析条件。

4、上海技术物理研究所

中国科学院上海技术物理研究所始建于 1958 年 10 月，建所初期，从事固体物理和固体电子学研究，1964 调整为以红外物理与光电技术应用基础、开发为主要研究方向。研究所重点发展先进的空间遥感、小卫星、红外凝视成像、红外焦平面、光学薄

膜、微型致冷、以及光电信息处理与网络等技术，设有相应的研究室及国家重点实验室 10 个。

5、上海光学仪器研究所

上海光学仪器研究所始建于 1958 年，1984 年独立建制。系机械工业系统和上海市重点研究所之一，且为光学仪器行业技术归口所。主要从事工程光学应用技术和行业共性技术的研究、光学仪器和装备的研制开发；同时承担光学仪器产品质量检验、行业标准化、信息咨询等技术归口工作。

6、国家光学仪器质检中心

国家光学仪器质量监督检验中心是由国家质量监督检验检疫总局认可授权的国家级质检机构，挂靠在上海理工大学，主要从事承担国家光学仪器产品质量监督检验、委托检验及仲裁检验，并向社会提供公正性检测数据等工作，上海理工大学设有光电子工程研究院，从事光学应用技术和行业共性技术的研究、并挂靠有全国光学和光学仪器标准化技术委员会（SAC/TC103）、中国仪器仪表学会光学仪器分会、中国光学学会工程光学专业委员会、中国仪器仪表行业协会光学仪器分会等社团，编辑出版二级核心专业刊物《光学仪器》杂志。

11.1.5 上海半导体照明产业发展优势

优势之一：上海——国际大都市。

这个城市的定位，无疑会给上海带来新的思维方向，新的活力源点。上海的城市精神：海纳百川，追求卓越·与时俱进——与“市”俱进。新的材料，新的产品，往往会在上海率先使用，而后推向“长三角”，推向全中国。

优势之二：市场——诱人的大蛋糕。

中国这个市场是独特的，虽说是发展的中国家，但在“市场创新”应用层面上，不亚于任何一个发达国家。就说用 LED 灯做成交通信号灯吧，美国的费城，一组灯（红、绿、黄），是从红黄光改的；英国至今还在沿用传统照明灯；新加坡用的还是最早的一圈圈点状式的 LED 红绿灯；而中国呢，已经是第一代到第三代、第四代。敢用、敢试，这是中国市场的特征。而上海更是中国市场特征的代表城市之一。就说交通信号灯吧，“要换就换 LED 的”几乎已成了基本的做法，尽管不少路口的 LED 交通灯经常会看到“死灯”，照样在全市推广。

优势之三：世博——创新的大舞台。

世博会不仅是高新科技产品的展示平台，更是一个国家和地区创新能力的展示平台。创新是世博永恒魅力的源泉。历史常常会有惊人的相似之处。1879 年，爱迪生发明的传统白炽灯泡，就是通过世博会推广开来，统治照明领域约 130 年。

优势之四：产业——初见产业链。

上海的半导体照明（LED）产业，初见产业链。从材料——外延——芯片——封装——应用，都有其单位，有其产品，但是整个产业链有大有小，有强有弱。做 LED 应用产品的公司，上海有不少。有将达到一个亿的投资的品能光电；有将线路设计和应用产品结合在一起的大峡谷公司；有和法国城市之光设计公司合作建造东方明珠的上海交技公司等，都是极具实力的。

优势之五：集群——整合的力量。

集群一旦能够起来，上海的优势会变成强势，可变成胜势。

1、学：有清华大学上海微电子学院的半导体照明技术成果，罗毅教授领衔的团队研发蓝光外延片、芯片及功率封装技术在国内具有领先优势；有复旦大学的电光源研究所，照明界一代宗师蔡祖泉先生至今还在关心和指导 LED 的研究；有同济大学视觉艺术中心郝洛西博士带着她的研究生、本科生一直在致力于 LED 与城市规划和城市建筑灯光的结合；有华东师范大学纳米研究中心，怎样把纳米技术和 LED 应用结合起来；上海理工大学二次光学设计和国家级的测试中收极具特色；

2、研：有上海技术物理研究所，把传感技术嫁接到 LED 产品上；有上海光机所、激光所，如何把大功率激光技术引申到 LED 产品上的突破；有上海空间技术，把太空所用的太阳能技术转向民用 LED 灯，无疑会是新的思路，并会带来新的结合与突破；

3、产：上海的半导体照明产业相对完整，有一大批生产和研发性企业。

11.1.6 上海半导体照明产业发展策略

突破口之一：应用上寻求突破。

以应用来带动上海半导体照明（LED）产业的发展，应该成为上海的一大特色。2005 年率先成立的上海半导体照明工程中心，就向市政府提出了“关于推动上海半导体照明景观工程的建议”：

1、提高政策支持力度，营造良好的产业发展政策环境。制定促进上海半导体照明产业发展的优惠政策，通过补贴等方式鼓励用户采用具有节能效果的半导体照明技术，并对从事半导体照明研发制造的企业给予税收优惠政策；在市“科教兴市”计划和“十一五”科技规划等项目的布局上，对节能环保的半导体照明研发项目加大经费支持力度；由市景观灯光管理部门、节能管理部门、市半导体照明工程中心、半导体照明行业协会等共同组成景观灯光改造办公室，有计划有步骤地推进半导体景观照明建设和改造。

2、加大政府采购力度，积极推广半导体照明技术的应用。结合上海发展国际化大都市的功能定位，加快实施照明节能改造工程。在浦江两岸综合开发工程、崇明生态

岛的建设、洋山深水港项目、2010 年世博会等一系列重大标志项目中均推广应用节能型照明，通过示范工程推动上海半导体照明的技术集成，带动上海半导体照明技术和产业的发展，同时亦提升上海建设资源节约循环型城市的形象。

突破口之二：政策上加大力度。

上海市科委 2005 年上半年接连下发两个导向性文件：一是《半导体照明工程系统集成综合技术相关技术研究》重大科技攻关项目指南。研究目标有三：

- 1、半导体照明示范性工程应用关键技术研究。结合崇明前卫生态村的景观照明、户外全彩屏显示建设，以联合攻关的形式，系统设计技术、芯片制备、封装技术，进行系统集成技术研究。
- 2、半导体照明产业关键技术研究。解决量产效率、使用寿命、发光效率等工艺技术。
- 3、半导体照明共性技术的研究。重点开展硅衬材料研究、半导体照明检测技术和芯片设计技术的研究。

二是世博科技专项课题申报指南。集中解决成功举办上海世博会提出的一系列重大科技问题，充分发挥科技创新对城市建设和经济社会发展的带动作用，鼓励以产学研联合方式、国内联合方式和国内外联合方式提出申请。

这两个文件第一次明确提出了：一个是：崇明前卫生态村；另一个是：关于上海世博会。这是一个良好开端，如果再加力度，市和区两级政府合力再抓得实在一点，如：1、发挥好一个基地的作用，并把它作为招商引资的一个重大举措。2、一个中心：上海半导体照明中心应成为产业的带头人，出人、出研发成果、出专利技术、出典型范例。3、一个机遇：世博会这次千载难逢的机遇，正可谓 LED 生逢其时，有所作为之平台。

突破口之三：特种照明上快步伐。

上海的 LED 景观照明和信号灯的使用上在全国可名列前茅，另外在照明上，如汽车 LED 灯，要加快步伐去研究。有小系车灯、上海汽车工程中心、大晨光电和清华大学联合研发汽车 LED 灯，只是浅层次的合作，取得了一些成果，但力度不大，远远跟不上发展的需求。上海以汽车产业为突破口，大力发展汽车 LED 灯，把它和汽车电子作为同一系列项目去抓，由市政府牵头，这样才有大的作为。

突破口之四：光源上争上水平。

以应用促进和带动整个产业的发展，这是拿来主义，快速发展的比较适用的方法，但打铁还须自身硬，二次光学设计出不了成果，只能是买了鞭炮让人家放了。上海还是致力于 LED 光学设计的研发，尤其自主研发，上海的一些单位已经迈出了新步伐，

光引进，或是境外同行有经验者，这还远远不够，还须加大力度，提升自己的研发水平，尽早和尽快开发出能满足日益增长的市场需求的产品。

突破口之五：产业上要正确引导。

上海的半导体产业相比较来说，还是中小规模，没有“航空母航”。“你打你的，我干我的”，同行相互沟通的还是不够。这就需要做工作。其一，政府的有关部门引导；其二，政策导向。让更多的投资商重视和关注 LED 产业，至少能够培养出一至二个上市公司也是为期不远的事。

11.2 深圳

11.2.1 深圳半导体照明产业发展历程

发光二极管（LED）是 20 世纪 60 年代后期发展起来的一种半导体光电器件，90 年代日本日亚公司率先推出了氮化镓基蓝、绿光 LED，开创了氮化物半导体材料新纪元，蓝、绿光 LED 迅速在平板显示、固体照明、背光照明等领域获得广泛应用。

发达国家对发展半导体照明产业相当重视，日本、美国、欧盟和韩国纷纷出台国家半导体照明计划，争取抢占未来 400 亿美元照明光源市场先机。世界 3 大照明巨头通用电气、飞利浦和奥斯拉姆纷纷与半导体公司结合，组建半导体照明公司。

该产业链在深圳的形成，是从产业链下游的封装应用开始起步的，早在上个世纪 90 年代初，深圳出现了 10 多家从事 LED 封装及应用的企业，如今深圳这类企业达到数百家之众，占全国同行业企业总数的 70% 以上，LED 产品有的已远销欧美。

20 世纪 90 年代末期，少数有实力的高科技企业开始注意到半导体照明的诱人商机，纷纷“试水”半导体照明产业的中上游。方大集团 1999 年开始进军氮化镓光电子产业，利用中国科学院半导体研究所和南昌大学等科研院所的 863 计划高新技术成果，开发生产具有自主知识产权的氮化镓材料及光电子器件。2004 年，方大投资 1.2 亿元进行二期建设，从英国和德国订购了两套大型 MOCVD 系统及配套设备，设计生产能力达到年产外延片 36000 片和芯片 500KK。如今，方大内部已形成从氮化镓基 LED 外延片、芯片、荧光粉到照明工程应用产品开发的产业链，产品应用于装饰和通用照明工程；奥普光电子公司成功研制了采用提拉法稳定生产蓝宝石晶体工艺技术，并实现了蓝宝石晶片超精密加工的小规模试生产；森浩高新科技开发公司的“大尺寸外延用蓝宝石衬底晶体产业化生产关键技术”被评为 2003 年“信息产业重大技术发明项目”。

2005 年 4 月，科技部正式宣布将在深圳市建设我国第五个半导体照明工程产业化基地。深圳产业基础深厚，2004 年深圳 LED 产值已超过 50 亿元，有些企业的产值也达到 10 亿元，分布在上中下游产业链上的企业有 300 多家，其中氮化镓蓝、绿、白发

光二极管芯片及相关产品，蓝宝石衬底晶体生产，半导体照明项目已经达到国内先进水平。

深圳光电产业化基地规划 3 平方公里，总投资 200 亿元人民币，按产业链分光电产业专区、微波通讯产业专区和应用产品专区三个产业领域，规划入驻 200 多家上、中、下游企业，其中以世纪晶源科技有限公司为龙头制订、引进、规划、孵化基地建设，利用 3—5 年时间，以半导体材料生长和芯片制作为龙头，以封装和器件应用为配套，形成完善的产业链。全面建成后预计产值超过千亿元，利税超过百亿元，提供近十万人的就业机会，将会成为亚洲乃至世界最大的半导体照明工程产业化基地。

通过基地的建设，加快深圳 LED 产业集聚，使之成为深圳 LED 发展的主要区域，改变产业布局分散的局面。最终使该园区形成对珠三角同类产业的辐射和带动能力。该基地作为深圳 LED 事业发展的核心区，成为华南地区 LED 技术研发和创新的主要基地，以及高端产品的生产制造基地。

深圳的 LED 行业发展呈现出几大特点：在传统灯具的研发生产上走在全国前列；玩具制造、手机制造等优势产业的 LED 应用得到迅速推广，在产业链中下游形成了集群效应；深圳 LED 企业绝大多数是民营企业，市场开拓能力强，尤其是在应用性技术上不断创新；在产业链的上游，深圳企业取得了一系列技术突破。

11.2.2 深圳 LED 产业基地发展状况

（一）深圳基地基本情况

2007 年度产业规模约 150 亿元，从业人员超过 12 万人，注册资本超 20 亿。深圳已成为 LED 背光源全球主要的生产和供应基地、LED 显示屏国内最大的生产和供应基地，在封装和特种工业照明领域也已成为国内主要生产地区。

在产业总体规模、企业数量等方面，深圳已经成为国内半导体照明产业最大和最集中的地区。具有较强的产业扩张基础。

在科研条件方面，深圳大学光电子学研究所是深圳颇具实力的研究机构，该研究所由深圳市政府累计投资 1.5 亿元兴建而成，已经完成多项光电子科研成果。

基地核心区总投资 320 亿元人民币，首期投资 128.9 亿元人民币，80 余亿港元设备已经顺利引进并进行调试，正在逐步投入生产。该产业基地建成后，可实现年产值 1000 亿元人民币以上。

核心区首期外延片厂已于 2007 年 10 月正式投产，政府投资 4 亿元建设的光电子产业加速器已启动。

（二）基地空间规划

基地规划引进 100-200 家企业，划分为生产应用、研发与孵化、行政管理、休闲生活等功能区。包括半导体照明晶片制造企业，外延片制造企业，封装测试企业以及 LED 器件应用企业等。

（三）产业发展主要特点

一是产业群体正在逐渐从加工应用转向设计、开发和工业化制造，产业结构逐步转型；

二是一批拥有自主专利技术的芯片、封装技术和生产设备正逐步获得市场接受，产业逐渐向上游高端发展；

三是海外市场销售增长迅速，份额逐渐上升，国际化程度不断增加；

四是大量中小型半导体照明企业正在通过“成长路线图计划”准备在中小板或创业板上市，筹划利用资本市场扩大规模；

五是出现了在资本推动下产业链纵向整合的趋势。

（四）深圳市半导体照明产业的优势

市政府高度重视和积极支持。

企业有活力，决策快，市场开拓能力强。

具有比较完整的产业链，形成了较大规模的企业群体和一定的产业集中度。

下游应用产业优势明显。

有良好的照明工业基础和电子工业基础。

独特的区位优势和良好的发展环境。

（五）面临问题

企业研发基础相对薄弱，技术创新能力相对不足。

龙头企业尚未形成，大企业的带动作用不够。

高水准的专业人才短缺。

资源有效配置不够，缺少公共服务平台。

宣传和示范应用不够。

11.2.3 深圳市半导体照明产业发展特征

1、产业总体发展位居全国前列。

深圳 LED 产业始于 20 世纪 90 年代初。经过十几年的发展，深圳 LED 产业发展迅速，从事半导体照明技术及产品研究、开发、生产及应用的企业已达 700 多家，占全国近半壁江山。深圳已成为太阳能 LED 灯具全球最大的生产和供应基地、LED 背光源全球主要的生产和供应基地、LED 显示屏国内最大的生产和供应基地，LED 封装和特种工业照明国内主要生产地区。

2、产业链初步形成，中下游产业环节优势明显。

从企业集聚看，深圳 LED 企业分布在上游衬底材料、外延片，中游芯片，到下游封装、应用及配套材料、加工及检测设备等各个环节，已形成了国内相对完整的产业链，并在产业链中下游形成了一定的产业集聚。据不完全统计，深圳 LED 企业中，应用产品企业、封装企业、配套企业各约占 33%，外延芯片等中上游企业约占 1%。

图表 47 2008 年深圳 LED 产业链主要企业分布一览表

上游		中游	下游
衬底材料	外延片	芯片	封装及应用产品
淼浩高科 爱彼斯通	世纪晶源 方大国科	世纪晶源 方大国科 奥伦德电子	海洋王、伟志电子、珈伟、万润科技、帝光电子、普耐光电、深华龙科技、联创健和、艾比森光电、三升高科、锐拓光电、洲明科技、凯信光电、奥拓电子、九洲光电、瑞丰光电、华烨集团、世峰科技、蓝科电子、聚飞光电、雷曼光电、钧多立、富士新华、德士达光电、邦贝尔电子、惠锋科技、量子光电、桑达等

数据来源：中投顾问产业研究中心

从产品结构看，深圳 LED 产业的产品分布非常广泛，几乎涵盖了目前 LED 产业上、中、下游的产品大类。2007 年，外延及芯片约占销售总额不到 1%，封装约占销售总额的 30%，应用约占销售总额的 60%，配套约占销售总额的 9%。

图表 48 2008 年深圳 LED 产业链主要产品分布一览表

上游		中游	下游及应用	
衬底材料	外延片	芯片	封装	应用产品
蓝宝石晶片	InGaN 外延片 AlGaInP 外延片	InGaN LED 芯片 AlGaInP LED 芯片	直插式 LED SMD LED COBLED 大电流型 LED LED 点阵模块 LED 数码管 功率型 LED LED 集成式封装	LED 显示屏 LED 液晶背光源（小尺寸） LED 景观装饰灯具 LED 照明灯具

			模组	LED 交通信号灯 LED 汽车灯具
--	--	--	----	-----------------------

数据来源：中投顾问产业研究中心

3、应用领域产业特色明显。

深圳 LED 企业在背光源、显示屏、太阳能 LED 应用、特种工作照明等应用市场率先取得突破，使上述几个领域的 LED 企业得到较快的发展，如 LED 背光源领域的伟志电子、帝光电子和深华龙科技，LED 显示屏领域的联创健和、洲明科技和奥拓电子，太阳能 LED 应用领域的珈伟，LED 特种工作照明领域的海洋王和邦贝尔电子，技术水平处于国内领先，特色优势明显。

4、产业集聚初步形成。

深圳 LED 产业基本是依托电子信息产业的发展自发形成的，在各区形成了一定的产业集聚，呈现出在宝安区和南山区相对集中的特点。2005 年 4 月科技部正式批准深圳在光明新区建设“国家半导体照明工程产业化基地”，为深圳的 LED 产业提供了新的集聚空间。

图表 49 2008 年深圳 LED 产品及主要企业分布

区域	主要产品	主要企业
宝安区	衬底材料、外延芯片、封装、应用	淼浩高科、爱彼斯通、奥伦德电子、伟志电子、万润科技、深华龙科技、联创健和、艾比森光电、锐拓光电、洲明科技、九洲光电、蓝科电子、聚飞光电、钧多立、德士达光电、邦贝尔电子等
南山区	封装、应用	方大国科、海洋王、普耐光电、三升高科、凯信光电、奥拓电子、瑞丰光电、雷曼光电、量子光电等
龙岗区	照明灯具、显示	艾比森光电、富士新华、惠锋科技等
福田区	封装、应用	帝光电子、华烨集团、桑达等
光明新区	衬底材料、外延芯片、封装、应用	世纪晶源等

数据来源：中投顾问产业研究中心

5、民营、港台企业成为产业发展主体。

深圳的 LED 民营企业约占 8 成，大部分是中小企业，分布在产业链的各个环节。良好的投资环境吸引了许多港台 LED 企业，深圳已成为港台 LED 企业在大陆的主要投资地区。港台 LED 企业目前投资主要集中在封装和液晶背光源方面，呈现出“两头在外”的特点。这些企业的出现，对本地 LED 企业及配套企业的发展起到了极大的促进作用。

6、技术创新及成果转化能力不断增强。

在市政府鼓励科技创新政策的推动下，深圳 LED 产业的技术创新能力逐步增强，已出现了一批自主创新的企业，承担了一批芯片、封装、太阳能 LED 应用、LED 特种工业照明等领域的国家级科研项目和示范工程，参与了国家标准制定，在功率型封装、太阳能 LED 应用、全彩显示屏、LED 特种工业照明应用等领域已处于国内先进水平。截至 2008 年 6 月，深圳 LED 企业共申请专利 1121 件，位居全国之首。

7、良好的环境体系正在形成。

产业配套环境基本形成。深圳及其周边地区已形成国内最大的电子信息产业配套市场，呈现出较强的产业配套优势，LED 产品制造所必需的零部件和材料 90% 能实现本地采购和周边采购。深圳抓住世界生产性服务业转移机遇，依托香港高端服务业，围绕本地产业生产配套，打造了综合功能的生产性服务链，为 LED 产业发展提供研发、设计、物流、营销、采购、会展、金融、咨询、教育等系统化配套服务。

技术服务平台不断完善。2000 年以来，政府先后推动了深圳大学光电子学研究所、清华大学深圳研究生院半导体照明实验室、中科院深圳先进技术研究院、化合物半导体研究院/半导体照明工程技术研究中心、LED 外延片的技术中心、LED 检测公共技术平台等技术服务平台建设，并规划建设光电产业企业加速器。

创新环境正在形成。深圳率先实施建设国家创新型城市规划，出台了一系列鼓励自主创新的配套政策，已初步形成了以市场为导向、以产业化为目的、以企业为主体的产学研相结合的自主创新体系。良好的创业环境，不断优化的创新政策、创新文化和创新氛围、较发达的金融和资本市场，吸引了一大批富有创新精神的国内外优秀企业和人才，为深圳 LED 产业的发展提供了强大动力。

11.2.4 2009 年深圳成立 LED 产业标准联盟

2009 年 7 月，深圳 42 家 LED 产学研重点单位共同签署了标准联盟协议，联盟企业将共同研制联盟标准，提高企业核心竞争力。深圳市 LED 产业标准联盟的成立，将推动深圳成为国内 LED 行业标准的引领者，争取国际标准的话语权。

深圳是半导体照明(LED)产业聚集地，全市 LED 产业有上中下游企业 740 多家，占全国的 44%，年产值 160 多亿元，占全国的 60% 以上。作为一个朝阳产业，LED 产业横跨了传统照明行业和新型电子行业，是深圳市大力支持的重点行业，但是国内外与 LED 产业有关的标准尚不完善。

当前国内外与 LED 产业有关的标准有 40 个，但仅仅是普通的 LED 标准及照明灯具标准，很少涉及 LED 产业主要元器件、技术工艺及关键性能，相应指标的检测方法标准也很缺乏，没有形成较完整的 LED 及照明器具标准体系，产业的发展迫切呼唤标

准化。深圳市 LED 产业标准联盟的成立，对于规范 LED 行业发展、提升产品质量、提高自主创新能力、加快深圳 LED 产业升级，具有重要意义。

42 家联盟发起单位基本涵盖了深圳 LED 产业链有规模、有影响的企业，覆盖了产学研各个领域，在产业技术研发与标准化研究方面引领了深圳市方向，在全国也具有领先优势。

11.2.5 深圳市促进半导体照明产业发展的若干措施

2009 年 3 月 7 日，深圳市发布文号为“深府〔2009〕43 号”的《深圳市促进半导体照明产业发展的若干措施》。文件全文如下：

第一条 为充分应用半导体照明技术、推动深圳市经济和社会发展节能减排，继续强化深圳在国内半导体照明产业的优势地位，加快形成产业集聚效应，促进相关新兴产业发展形成新的增长极，根据市政府《印发关于加强自主创新促进高新技术产业发展若干政策措施的通知》（深府〔2008〕200 号）的有关规定，制定本措施。

第二条 市政府设立半导体照明产业促进领导小组，由分管副市长任组长，成员包括市发展改革局、科技信息局、贸工局、财政局、规划局、国土房产局、知识产权局、质监局、高新办（产业带办）等部门以及各区政府、光明新区管委会、大工业区管委会等。

领导小组办公室设在市科技信息局，负责领导小组的日常工作。

第三条 市政府自 2009 年起连续 3 年，集中财力支持半导体照明产业发展，市科技研发、技术进步、知识产权、标准战略资金和拓展国内外市场资金等各专项资金，每年集中 1 亿元资金专项用于支持半导体照明产业。重点扶持中高端半导体照明产业核心技术研发及半导体照明产业终端产品销售及市场拓展。

鼓励本市企业、高等院校和科研机构积极承担国家、省重大专项和科技计划项目，并予以配套支持。

第四条 深圳市科技研发资金每年安排 7500 万元，设立半导体照明技术关键共性技术攻关专项，在重大关键技术和共性技术上开展一批重大研究开发项目，增强半导体照明产业核心竞争力。

第五条 在衬底、外延片、芯片、封装、器件、应用、生产装备和生产材料等半导体照明产业环节，重点培育和引进一批拥有核心发明专利、自主关键技术及自主名优品牌的半导体照明企业。

在深圳投资衬底材料、外延片、芯片及相关制造设备等半导体照明产业链薄弱或缺失环节的项目，投资额超过 1 亿元的，享受市政府重大项目待遇，并予以最高 300 万元资助。

在深圳设立符合规定条件的半导体照明研发中心、重点实验室、技术中心、研发检测平台，市科技研发资金或者技术进步资金予以最高 500 万元资助。

第六条 鼓励半导体照明企业开展技术创新、经营模式创新。

半导体照明产品生产企业开展符合规定条件的新技术、新产品、新工艺研究开发项目，市科技研发资金予以最高 300 万元资助。

半导体照明企业进行技术改造，可以享受每年最高 600 万元技术改造贷款贴息和最高 500 万元无息借款资助。技术改造项下的相关进口设备按照国家有关规定享受进口税收优惠政策和便捷通关服务。

鼓励半导体照明能效贷款试点项目，在试点项目中允许财政资金将节约电费用于支付能效贷款本金，应用半导体照明技术能效贷款项目，市节能贴息资金予以资助。

第七条 加强半导体照明知识产权工作，在市知识产权专项资金中每年安排 600 万元专项用于专利池建设工作，主要包括半导体照明产业基础性专利研究与分析、信息网络建设与运营、专利预警报告发布以及学术交流、知识产权专业人才培养等活动。

第八条 市标准战略专项资金每年安排 300 万元，专项用于组建半导体照明技术标准联盟，支持国家半导体照明技术标准工作组、照明标准化委员会和半导体照明产业联盟标准化协调推进工作组在深圳举办活动；开展市场技术壁垒和市场标准准入信息公益性研究。

第九条 市政府在光明新区规划建设市半导体照明产业集聚基地，以基地为依托争取国家、省重大项目落户深圳。

市半导体照明产业集聚基地范围包括以国家半导体照明工程产业化基地和市光电产业企业加速器为基础的核心区，以及以光明新区工业区升级改造和创新型产业用房项目为主体的功能扩展区。

鼓励社会各界兴建半导体照明专业园，对经认定的半导体照明产业特色工业园，市技术进步资金予以公共服务平台与配套设施建设资助。

第十条 政府采购目录优先列入半导体照明自主创新产品。政府行政办公用品、政府投资项目中，需采购半导体照明终端产品的，应当优先采购本市企业生产、经认定的半导体照明自主创新产品。

第十一条 在市政道路、高速路、隧道、公共广场、公共地下空间等应用领域，建设若干半导体照明示范工程。

政府投资建设项目中，应当逐步使用半导体照明产品替代传统照明产品。

大运会、轨道交通、高速路、保障性住房等政府投资新建项目，分阶段推广应用半导体照明技术，特别推广应用与太阳能、风能结合的半导体照明技术；市政道路、隧道照明系统更新改造项目中，鼓励采用合同能源管理模式进行节能改造和半导体照明产品应用。

第十二条 对使用本市经认定的半导体照明自主创新产品的建设单位和用户予以财政资助。

对承担深圳市半导体照明应用示范工程的深圳市企业，市财政按照经核定的半导体照明灯具价格给予最高 30% 的补贴，并可给予全额贴息 3 年。

第十三条 在现有产业资金中每年安排 300 万元，专项用于资助半导体照明企业参加境外半导体照明专业展会，以及在深圳举办“中国国际半导体照明展览会暨论坛（CHINA SSL）”。

第十四条 通过政府购买服务方式，鼓励相关行业协会、中介机构以及其他符合条件的组织，组建中介机构联合服务平台，开展产业发展研究、政府决策咨询、人才培养与交流等产业服务工作。

第十五条 本措施自发布之日起实施。市政府有关部门应当自本措施发布之日起 3 个月内依法定程序制定或者完善实施细则、操作规程或者工作方案。

11.2.6 深圳市 LED 产业发展规划（2009-2015 年）

一、指导思想。

全面落实科学发展观，以“政府扶持、政策引导，科学规划、推进集聚，积极投入、推进研发，注重宣传、打造示范，加快发展、做强做大”为原则，以打造产业核心竞争力为目标，以提高自主创新能力为关键，以改善产业发展环境为手段，广聚发展资源，健全创新体系，优化产业结构，推动深圳 LED 产业做大做强。

二、发展目标。

1、总体目标。

在白光通用照明、大尺寸 LED 背光源等领域实现突破，继续保持在 LED 封装和 LED 显示屏上全国领先的优势，推动产业链和创新链向高端发展，建设具有国际水平的技术研发及服务平台，培育一批具有国际竞争力的龙头企业，打造若干知名品牌，掌握一批核心技术，建成我国 LED 产业技术创新的示范基地和全球重要的 LED 产品研发生产基地。

2、近期目标。

到 2010 年，深圳将成为国际上有影响、国内一流的产业化环境好、国际化程度高、具有一定的创新能力和产业特色的 LED 产业集聚地。LED 产业规模在年产值 280 亿元以上，保持在封装及应用领域的国内领先地位，力争在产业链中上游环节取得突破；培育和发展 5 家以上产值超过 5 亿元、具有一定技术创新能力、在国内有影响的企业；在封装及应用领域形成若干具有国际先进水平的特色优势产品，培育若干有持续创新能力的重点技术研发中心。

3、中长期目标。

到 2015 年，建成我国 LED 产业技术创新的重要示范基地和全球重要的 LED 产品研发生产基地。产业规模在年产值 1300 亿元以上，在白光通用照明领域实现产业化，形成完善的产业链和创新链；培育和发展一批具有国际竞争力的龙头企业，培育和发展产值超过 100 亿元的企业 1 家以上、产值超过 50 亿元的 2—3 家、产值超过 10 亿元的 10 家以上；形成若干知名品牌产品，掌握一批核心技术，建成具有国际水平的技术创新和服务平台。

三、发展重点

（一）产业发展重点。

1、衬底、外延及芯片。

重点支持大尺寸蓝宝石衬底晶体及 GaN 同质衬底材料的加工和制作项目，支持 GaN 基材料生长和低成本器件制造技术研发及产业化项目；通过发展图形衬底、衬底剥离、新型横向外延、光子晶体技术等多种途径，大幅度提高功率型 LED 芯片的发光效率；重点发展 GaN 基蓝、绿光外延片和四元系 InGaAlP 红、黄光外延片，重点支持高品质、规模化的外延以及芯片产业化项目。

2、封装。

重点发展中高端的封装产品。围绕深圳特色应用产品（照明、背光源、显示屏等）及周边区域下游应用需求（手机、电脑、景观、汽车、家电等），优先支持功率型白光 LED 封装项目、产能在 300KK/月以上的较大规模的 SMD 封装项目。

3、应用产品。

重点发展中、高端 LED 应用产品。优先发展室内照明灯具、城市道路照明灯具、户外装饰照明系统、汽车照明灯、大尺寸 LED 背光源、全彩显示屏、彩屏幕墙、太阳能 LED 应用产品等项目。

4、配套及设备。

重点发展 MOCVD\HVPE 等外延生长设备的国产化、LED 芯片加工关键工艺设备、LED 自动封装设备，包括各类 SMD LED 和功率型白光 LED 专用封装设备，测试和筛

选仪器设备；鼓励发展为 LED 配套的拥有自主知识产权的管壳、荧光粉、胶水、支架、专用二次光学器件、专用 IC 等基础材料项目。

（二）技术发展重点。

1、衬底、外延及芯片。

重点支持 GaN 基功率型高亮度蓝、绿光外延片及芯片产业化技术、四元系 InGaAlP 高亮度红、黄、绿光外延片及芯片产业化技术。蓝宝石图形衬底制备及 GaN 基 LED 外延生长技术；大尺寸硅衬底 GaN 基 LED 外延材料生长与芯片制造关键技术；新型非极性衬底制备及 GaN 基 LED 外延生长技术；GaN 基自支撑衬底制备及同质 GaN 基 LED 外延生长技术；垂直结构功率型 LED 芯片制造技术；深紫外氮化物材料、器件制备研究。

2、封装。

重点支持与集成电路工艺兼容的硅基板 LED 封装新工艺、适合于通用照明的新型光源模块封装形式和工艺、100lm/W 以上大功率白光 LED 封装技术（包括结构优化，降低热阻和改善散热）。

3、应用产品。

重点支持应用导向型大功率白光 LED 封装与应用共性关键技术研究；高光效、高显色、功率型白光 LED 产品的开发；环境友好、人眼舒适的通用照明产品的开发；半导体照明中高效二次光学系统设计关键技术研究、大尺寸超薄、动态平板显示新型半导体照明背光源关键技术研究；LED 灯具的智能照明集成控制系统研究；智能信息显示技术及相关产品的开发。

4、配套及设备。

重点支持能替代进口的高效精密自动化封装设备和功率型 LED 固晶、分检测量产设备关键技术，以及外延芯片产业化生产线设备的研发。开发具有高热导系数的贴片材料、大功率专用 LED 封装支架及新型封装材料（如玻璃、陶瓷、金属、硅胶等）。

（三）公共服务平台。

1、研究开发平台。

主要包括技术研发中心、LED 分析测试认证中心和 LED 系统设计中心。

技术研发中心包括公共研发平台、企业工程中心和技术中心，主要负责研究开发 LED 相关技术，建立专利池，研究跟踪专利与标准，成为深圳 LED 产业的技术创新源。

LED 分析测试认证中心主要负责对 LED 产业链各环节的产品进行检测、可靠性试验与失效分析，以及进行测试标准研究、可靠性标准研究等。

LED 系统设计中心依托重大工程需求，开展 LED 工程整体应用的系统设计，对具体 LED 产品标准、系统特性需求等进行研究和设计。

2、资源共享平台。

资源共享平台以信息网络的形式，依托 LED 技术产品研发中心、LED 分析测试认证中心、LED 系统设计中心、科技情报机构、标准研究机构、高等院校和图书馆，形成资源共享平台，对 LED 仪器设备、技术数据、图书文献、标准、情报和研发力量等多项要素进行整合，并与外部技术资源形成互联互通。

3、成果转化平台。

以创新成果转化为目的，包括技术交易机构等技术推广平台，中试机构、孵化器、加速器等产业化支撑平台和生产力促进中心、风险投资机构等产业服务平台。

4、产品展示交易平台。

进行 LED 产品及元器件、辅助材料、设备的展示和交易，包括 LED 产品专业展、专业市场、电子商务网等。

（四）产业集聚基地。

1、LED 产业集聚园。

LED 产业集聚园包括一个核心区和若干功能扩展区。

LED 产业集聚核心区设在光明高新技术产业园区内，主要包括国家半导体照明工程产业化基地规划用地、光电产业企业加速器和周边高新技术产业生产性服务基地。核心区以政府公共服务平台为依托，集中行业龙头企业，建成集企业总部、中上游产业的研发与生产、生产性服务和生活配套一体的 LED 产业核心集聚区。

功能扩展区，结合光明新区工业区升级改造和市政府规划建设的创新型产业用房，选取若干工业园区，为 LED 应用型生产企业、其他相关配套企业提供集中发展空间。

2、LED 光景创意园。

LED 光景创意园建设成为光创意设计、产品设计开发、照明设计应用培训的企业集聚基地，一个缩小的城市夜景照明及节能运营的体验中心。

（五）示范工程。

1、示范领域。

根据“高起点、高标准、适度超前”的要求，遵循“以点带线，以线牵面”的原则，选择标志性建筑、城市道路、高速公路、隧道、地铁、广场、典型城区等分批开展示范工作，充分体现 LED 照明产品的节能优势和产品应用的多样性。

2、近期示范工程项目。

2009 年，实施会展中心、塘明路和科技园高新区等第一批 LED 照明产品示范工程。

2010 年，实施第二批 LED 照明产品示范工程。选择宝安中心区广场、地铁站以及市民中心地下停车场等作为示范点，选择水官高速、湖滨中路、宝安大道机场隧道等典型隧道和部分道路作为示范线，选择深圳湾口岸（F1 摩托艇赛场）片区、福田 CBD 中心区、光明新区等作为示范面。

2011 年，根据 LED 照明技术发展水平，结合场所应用条件，实施大运中心片区、部分政府投资新建的大型公共建筑等第三批 LED 照明产品示范工程，进一步扩大示范范围。

2012 年，在全市非主干道、隧道、地铁站台和车厢全面推广应用 LED 照明产品。

11.3 南昌

11.3.1 南昌 LED 产业基地概况

南昌市凭借江西联创光电科技股份有限公司的半导体发光材料、芯片的生产规模在大陆名列第一和南昌大学在半导体发光材料的研究方面处于国内领先地位这两大良好的产业基础，与上海、大连、厦门一起成为中国首批建设的国家半导体照明工程产业化基地。

南昌国家半导体照明工程产业化基地的总体格局是以联创光电为主体，以南昌高新区和南昌大学为基础，强化企校合作，在半导体照明领域广泛进行产、学、研联合，建立半导体照明产业群体。与此同时，基地建设规划中还将建立南昌光电子行业生产力促进中心和南昌光电子工程技术中心等公共技术与服务平台，通过创新机制，引入国外先进的技术、设备，建立半导体发光材料、芯片、器件到显示屏、照明光源、灯具等应用产品完整的产业链。

南昌的国家半导体照明产业化基地建设以“一区”（南昌国家高新技术产业开发区）、“一校”（南昌大学）为基本框架，在以企业为投资主体的同时，从 2004 年起，市政府每年拨出 600 万元专项资金，用于支持企业研发、技术公共平台建设和项目贷款贴息，并通过人才资源整合及创新机制，集中力量新建两个国家级工程技术研究中心。按照基地建设阶段目标，“十一五”期间，基地内企业投资将达 20 亿元，至 2010 年，其半导体发光材料和器件、显示屏照明光源和 LED 灯具将达到每年 100 亿元的经济规模。

1、成立时间

2004 年 5 月南昌市被科技部批准为“国家半导体照明工程产业化基地”。

2、空间分布

南昌半导体照明产业基地建设的总体布局是以南昌高新技术产业开发区内的联创光电公司为依托，形成“一个中心、两个园区、多点扩展、众星捧月”的产业发展布局。

“一个中心”——即成立“南昌国家半导体照明工程研究中心”，以南昌大学教育部发光材料与器件工程研究中心为龙头，实行政府支持，其它企业、高校、行业管理机构等共同投资，其主要职能为：孵化光电子中小企业，培训光电子专业技术人员，与北京大学、南京大学合作建立光电子专业博士后工作站，开展半导体照明共性及相关技术的研究、光电子产品的检测及标准制定工作。中心面向社会开放，服务于基地内的光电子企业及科研机构，协调及促进基地内光电子产业及技术的发展。

“两个园区”——一个是一期工程已完工并投入使用的以半导体发光材料、芯片及器件封装上中游产品为主的占地面积达 300 亩的“联创光电科技园”；另一个是以半导体照明应用为主的联创博雅产业园，占地面积 500 余亩，并预留 1000 亩地作为 2008 年以后半导体照明产业发展用地。

“多点扩展”——在南昌经济技术开发区、小蓝工业园规划一定面积的扩展区。扩展区主要以半导体照明用高性能荧光粉、高性能铜基散热材料、照明灯具各种配件及其它辅助材料为主要发展方向。利用江西丰富的稀土资源、铜矿资源及铜冶炼技术优势及低廉的劳动力成本优势，重点研究、生产半导体照明用高效率荧光粉和高性能铜基散热材料，为国内主要半导体照明产品生产企业配套。同时发展照明光源、灯具配件及辅助材料的生产企业。

“众星捧月”——产业基地建设以重点企业为核心，努力引进和不断做强做大核心企业，带动众多中小企业协作配套发展，形成集聚效应和较为完整的产业链。

3、产业链情况

南昌基地已初步形成以江西联创光电科技股份有限公司的外延片为上游产业，南昌欣磊光电科技有限公司的芯片制造为中游产业，江西联创光电科技股份有限公司、南昌联众电子有限公司、南昌永兴电子有限公司的芯片封装和联创博雅科技有限公司的光源、灯具、LED 显示屏、联创致光科技有限公司的手机背光源、南昌晶明电子有限公司的 LED 点阵块为下游产业，南昌宏森高科光电子有限公司的 LED 支架为配套产业的一个较为完整的产业链。

4、技术水平以及人才情况

基地拥有一支富有创新敬业精神的 LED 专业化管理、技术研发和工艺技术人才队伍，拥有精干的 LED 企业管理人员、一流的专业技术人才和技术熟练的技术工人。南昌 LED 产业从业人员 3200 余人，其中技术人员近千人，占从业人员的比例高达 32%，

直接从事新产品开发的人员近 500 人，占从业人员的比例达 15%，具有高级职称的技术人员占技术人员比例的 9%，中级以上技术职称的人员占技术人员总数的 28%，具有初级以上技术职称的人员占技术人员总数的 65%。同时，为了加快半导体照明产业的发展，基地内龙头企业江西联创光电科技股份有限公司、南昌欣磊光电科技有限公司相继成立了企业技术中心，主要负责企业半导体照明前瞻性、基础性技术的研究及半导体照明用功率型 LED 芯片，功率型 LED 器件、特种及装饰照明用半导体照明光源、灯具及照明系统集成开发，LED 产品的检测、分析。

5、重点科研院所及其研究方向

南昌大学教育部发光材料与器件工程研究中心——该中心是南昌大学材料物理与化学国家重点学科、材料物理与化学博士点、材料科学与工程博士后科研流动站，拥有仪器设备近 3000 万元，有进口生产型 GaN-MOCVD 系统、自制开发型 ZnO-MOCVD 系统。拥有 GaN 基蓝光、绿光、紫光 LED 外延材料生产技术。中心已在 ZnO 半导体发光材料、硅基片上生长氮化镓外延材料及芯片方面取得突破性进展，成功研制出高亮度硅衬底 GaN-LED 蓝、白光二极管材料及器件。现已拥有 GaN 基蓝光、绿光、紫光 LED 外延材料生产技术。其中，高亮度硅衬底 GaN-LED 白光二极管材料及器件这一项目已完成小试，现正在进行中试研究及产业化论证。

6、公共创新平台建设

（1）启动南昌光电子科技综合服务大楼建设。建成后的光电子科技大楼主要用于建立光电子专业博士后工作站、南昌光电子工程技术中心、半导体照明公共技术服务平台、南昌半导体照明行业生产力促进中心、半导体照明行业中小企业孵化器、半导体照明技术人才培训等公共技术服务。

（2）设立南昌半导体照明行业生产力促进中心，统一负责南昌市半导体照明产业的发展规划实施，产业发展指导、协调、扶持、服务等工作。协调各方加快发展包括城市景观照明、道路交通照明、交通指挥照明、汽车照明等在内的特种照明的应用产品开发和推广应用，尽快将其列入政府采购目录，或通过政府与研发单位、生产企业签订专项研发生产合同的方法，推动半导体照明在南昌市公共工程中的应用，以政府的应用带动社会和家庭的应用，以应用促发展。启动半导体照明公共服务体系建设，建设南昌光电子科技综合服务大楼，建立南昌光电子工程技术中心、半导体照明公共技术服务平台、半导体照明行业中小企业孵化器、光电子专业博士后工作站、半导体照明技术人才培训中心，为广大半导体照明企业提供技术支持、分析检测、信息服务及人才培训等公共服务。

（3）构筑人才支撑平台。采取措施，鼓励和支持半导体照明企业引进各类急需人才。鼓励半导体照明企业建立博士后工作站，集聚人才。对为南昌市半导体照明产业

发展做出重要贡献的科研技术人员，给予重奖，颁发“有突出贡献奖”。同时加强对基础人才的引进，加强半导体照明领域从业人员的技术培训。

7、产业配套政策

2004 年南昌市委、市政府印发《关于扶持光电子产业发展的若干意见》，明确把光电子产业列入南昌“十一五”发展规划中重点扶持的产业。并从 2004 年起，设立光电子产业化专项资金，用于支持光电子企业技术和产品研发、光电子产业化项目贷款贴息、光电子技术公共平台和工程技术中心的建设。

8、运营机制与管理模式

南昌市专门成立以市委书记为组长、市长及分管工业的市委副书记担任副组长的南昌国家半导体发光材料与器件产业化基地建设协调领导小组，领导小组下设办公室，办公室主任由政府分管副秘书长担任。

11.3.2 南昌半导体照明产业发展优势

1、发展优势

（1）“三个一”彰显优势

南昌是中西部地区唯一具有 8 英寸晶圆片生产、测试、封装生产线的城市；是国内唯一具有 LED 全工序生产技术和实现半导体发光材料及芯片规模化生产的城市；并已成为国家正式批复的 4 个国家级光电子产业基地和国家重要的软件产业基地之一。南昌已经成为全国为数不多的具备了年产 8 英寸晶圆片 70 万片、电子元器件 15 亿只、数码相机 100 万台、彩电 200 万台等生产能力的城市。2005 年，全市电子信息产业实现产品销售收入突破 60 亿元。

（2）十七种产品销量前十位

南昌光电子产业的发展，催生了产业集群的建立和知名品牌的诞生。同时，其产品在市场上的竞争力也大为增强。在南昌的电子信息技术产品中，有 17 种产品的销售量列为全国前 10 位。江西联创光电建成的国家 863 成果产业化基地，在芯片外延、封装等上、中、下游产品形成了一条完整的生产链，成为全国最大的 LED 产业基地，并跻身世界半导体发光材料及芯片生产 10 强之列。南昌生产的光电子发光二极管，产量占全国市场份额的 90% 以上，居绝对优势地位；电声器件产量名列全国第 2 位，其中教学头戴耳机占全国市场份额 60% 以上；激光视盘机列全国第 5 位；电话单机列全国第 6 位；汽车音响、铝电解电容列全国第 7 位。

（3）重视专业化

在加强产品市场竞争力的同时，江西省还着力打造形成以专业化协作为纽带，配套能力较强的产业发展格局。现在南昌已经拥有门类齐全的电子元器件制造业。在传统电子元器件产品中，电声器件、铝电解电容、片式瓷介电容等都是在全国同类产品中销售排位靠前的产品，为强化传统元器件制造业的优势，进一步适应数字化、智能化的需求，南昌市相关企业正在加快片式化、小型化的发展进程，这必将做长做强南昌电子信息产品制造的产业链，进一步提高电子信息企业的专业化协作配套能力和水平。

2、南昌优势光电企业

随着打造现代制造业重要基地核心战略的实施，南昌正日渐成为沿海经济发达地区产业梯度转移的最佳承载地，台湾晶湛科技、新索丽、中兴通讯等一大批电子信息业的大型企业纷纷落户南昌。这些外来的企业和本土的优强企业，依托工业园区，共同形成了南昌市电子信息的四大产品生产基地和优势产业集群：以台湾晶湛科技、富昌科技为代表的晶圆片生产基地；以 LCOS、TCL、先科等企业为代表的年产彩电、DVD400 万台的视听产品制造业基地；以金鼎软件、先锋软件、泰豪信息等企业为代表的重要软件产业基地；以联创光电等企业为代表的国家半导体照明工程产业化基地。

围绕光电子产业的发展，南昌市逐渐形成了一批带动相关产业发展的核心企业，如联创光电、鸿源数显、金庐软件园等。从事半导体发光材料及芯片生产的江西联创光电公司，是中国证券市场第一家直接以“光电”命名的上市公司、国家高新技术企业，该公司南昌基地制作的 LED 芯片，市场占有率高达 30% 左右。

鸿源公司的 LCOS 产业化方案，经过国家发改委的严格评审。目前联创光电科技股份有限公司是国内唯一具有 LED 全工序生产技术和实现 LED 外延片规模化生产能力的公司。LED 上游产业外延材料、中游产业 LED 芯片制造和下游产业器件封装等均实现了规模化生产。该公司生产的铟镓氮 LED 外延片项目被列为国家技术产业化示范工程。

3、基地发展政策

（1）设立南昌市光电子产业化专项资金。从 2004 年起，政府每年安排 600 万元（其中市高新技术产业化专项资金安排 200 万元、市制造业专项资金中安排 200 万元、南昌高新技术开发区管委会配套 200 万元）专项资金，用于支持光电子企业技术和产品研发，光电子产业化项目贷款贴息，光电子技术公共平台和工程技术中心建设。要求科技局、财政局尽快制定南昌市光电子产业化专项资金管理使用办法。

（2）基地内建设南昌光电子科技大楼。其主要功能用于建设公共技术服务平台。包括光电子行业生产力促进中心、光电子工程技术中心和光电子中小企业孵化器，以及与北京大学、南京大学、南昌大学等国内外高校合作建立光电子专业博士后工作站。科技大楼由基地内核心企业和市科技局联合共建。

（3）为支持本地半导体照明产品进入市政工程，在政府实施的城市亮化、城区改造等市政工程时，优先用本地半导体照明产品替代传统照明产品，为半导体照明产业的发展营造良好的市场环境。市政府先期采用联创公司半导体照明产品在市八一广场、秋水广场、青山湖、象湖等地竖立四块大型 LED 显示屏，在滨江宾馆对岸的凤凰洲竖立一盏半导体灯具，拟选择江大南路作为景观路亮化示范街，在梅湖美化、亮化中全面进行试用。

4、基地目标

（1）全力打造南昌半导体照明特色产业基地。有超前意识，努力掌握半导体照明技术的知识产权，突破半导体照明关键技术，特别是大功率照明技术；要在较短的时间内迅速抢占规模、技术、产业群的制高点，创造一切有利条件建设好以联创为龙头、以科技为动力的半导体照明工程产业化基地。

（2）产学研合作，用一些特殊政策，把全国乃至世界的人才汇集到南昌；产业走开放之路，坚持多元化的发展，通过吸引上、下游产业的大量积聚，形成半导体照明工程的庞大产业群。

11.3.3 南昌市 LED 产业链分布特征

南昌市 LED 产业链分布特征为：上游掌控核心专利技术、中游占据优势成熟产能、下游呈现集群发展态势。

（1）LED 衬底材料、外延片生长产业

作为 LED 最上游产业，衬底材料和外延片生长产业是整个产业链的基础。晶能光电以南昌大学发光材料与器件教育部工程研究中心为技术依托，从事硅衬底氮化镓基 LED 外延材料与芯片生产，该技术是氮化镓基半导体发光材料领域的第三条技术路线，是一种改写 LED 历史的创新技术，打破了此前日本日亚公司垄断蓝宝石衬底和美国 Cree 公司垄断碳化硅衬底半导体照明技术的局面。公司具有该原创技术产权，已获得或者公开国际国内发明专利 50 多项。公司一期项目将于 2010 年完成，项目总投资 9900 万美元，建成后形成年产 100 亿粒芯片的产能。第二期投资 2—3 亿美元，实现年产值 3—4 亿美元，将力争成为全球蓝、绿光 LED 龙头企业之一。

江西联创光电科技股份有限公司作为国家火炬计划的重点高新技术企业，是国家“863 计划”成果产业化基地和国家“铟镓氮 LED 外延片、芯片产业化”示范工程企业，其子公司南昌欣磊光电科技有限公司，拥有国际先进水平的 MOCVD 外延炉及液相外延炉，年产 15 万平方英寸液相 LED 外延片，5 万平方英寸蓝、绿光 LED 外延片。

（2）LED 芯片产业

南昌欣磊光电科技有限公司是国内最大的 LED 芯片生产企业。该企业通过投资，加快技术改造，产品品种日益丰富，形成了高、中、低档多系列的产品结构，产品品种涵盖了除紫光外的红外、红、橙、黄、绿、蓝等全色系 LED 芯片，2008 年完成 70 余亿粒芯片的产量，实现销售收入 9208 万元。晶能光电利用南昌大学在硅衬底外延材料科研上所取得的重大突破，生产基于自主创新技术的新型硅衬底氮化镓功率型 LED 芯片，已获得或者公开国际国内发明专利 47 项，一期项目已于 2008 年 5 月开始生产，形成年产 30 亿粒芯片的产能。

（3）LED 封装产业

中游的封装技术在整个 LED 产业中占据非常重要地位。联创光电依托上游产能优势，在南昌封装产业中占据重要地位。由于传统引线型 LED 封装技术已相对成熟，设备投资强度适中，所以也吸引了一批民营科技企业的进入，但规模都比较小。目前，南昌从事 LED 器件封装的企业有 20 余家。

（4）LED 应用产业

在 LED 应用上可以划分为四大应用产品集群：LED 器件、LED 显示屏、LED 液晶背光源和 LED 照明。目前已知涉足下游的企业数量最多，发展最快，并在生产应用中衍生出一大类相关产品。这些企业主要以江西联创博雅科技有限公司、联创致光科技有限公司，及生产 LED 点阵块的南昌宇欣科技有限公司为代表。

（5）LED 配套产业

南昌市 LED 产业配套能力较为薄弱，原材料配套只有 LED 支架，其他的配套材料不能完全在本地得到供应。但是可以考虑利用江西丰富的稀土资源、铜矿资源及铜冶炼技术优势，研究和发展半导体照明用高效率荧光粉和高性能铜基散热材料，为南昌 LED 照明产品生产企业进行配套。

（6）LED 关联产业

大力发展关联产业是扩展产业链的重要方法。目前与 LED 关联最紧密的产业有 LCM 模块、太阳能电池光伏产业。其中 LCM 模块生产产业有刚成立的联创电子和台资企业联志电子。

11.3.4 南昌 LED 产业发展面临的机遇及挑战

1、南昌 LED 产业发展面临的机遇

（1）LED 应用符合世界潮流，迎来最佳发展时机

LED 光源具有节能、环保、寿命长三大优势，是 21 世纪的新型光源，符合世界经济社会发展的需要，有着广阔的发展前景，全球已经进入发展 LED 照明产业的热潮。

随着 LED 照明发光效率和发光通量的增强、封装技术水平的提高，LED 照明将逐步替代传统照明市场。南昌应借“十城万盏”示范工程这样的难得发展契机，“先行一步”抢占国内和国际 LED 照明市场；并利用现有技术优势和市场地位，加快新产品研发，力争在 LED 应用产品领域有更大作为。

（2）下游应用产品市场需求增加，成为多元投资新热点

伴随着新技术、新产品的涌现和需求量的持续增加，LED 下游应用领域将不断地延展，市场规模将随应用领域的延展而快速膨胀。通过对 LED 产业链的分析，可以看到下游产业及应用产业技术和资金门槛较低，进入壁垒小，有利于南昌招商引资，扩大产业集群规模。风险投资和各类投资商也纷纷看准了这一产业，投资主体呈现多元化格局。

（3）技术的发展超过预期，巨大产业潜力将催生龙头企业

从近几年我国 LED 发展的实际情况来看，产业发展速度远远超出了预期，显现出巨大的产业潜力。南昌市现有优势企业如晶能光电、联创光电等，利用专利技术和产业规模优势，通过政府大力支持和政策引导，将继续增强核心竞争力，巩固产业中的优势地位，将有利于形成南昌乃至国内 LED 产业龙头企业和在国际上有影响力的大企业，并拉动南昌 LED 集群的整体发展。

（4）LED 产业集聚性更强，集群优势明显

LED 产业由于其技术发展快、产品关联性高、产业链联系紧密，其产业集聚性较传统产业更强。南昌市现有 LED 企业分布已自发形成集聚态势，在此基础上适当引导、继续发展，将有利于形成更具集聚特征的产业集群。由现有龙头企业为核心，将带动集群内的中小企业发展，并通过企业重组或产业链上的分工合作增强产业集聚。通过自主创新和引进吸收相结合，推进 LED 产业向产业链横向和纵向生长，使南昌 LED 产业形成规模效应和外部经济性。

（5）国家标准的出台将有利于 LED 产业的规范化

LED 国家标准制定工作正在进行中，目前此项标准意见稿基本完成。LED 标准的出台，促进了行业的规范化，引导行业从无序向有序的方向迈进，同时还将加快了行业洗牌的速度，直接促进行业的升级，这对南昌 LED 产业的有序发展带来契机。

2、南昌 LED 产业发展面临的挑战

（1）综合技术实力有待加强

南昌拥有完全自主知识产权的硅衬底蓝光 LED 芯片与器件，已经成功产业化，但还存在亮度不够等困难。除晶能光电、联创光电等龙头企业外，其他企业普遍缺乏核心技术，总体上看产品档次和附加值较低，还是以中低端产品为主，高端产品少，与

发达省份相比还有相当差距，与欧美和台湾地区的大公司相比，技术力量就更显不足。有待各方合作继续加强技术创新，形成拉动产业集群发展的综合技术实力，以应对产品竞争压力。

（2）国内企业受到专利壁垒的制约，亟需构建专利防御体系

大陆及台湾 LED 企业很容易遭遇专利挑战，尤其是出口受专利诉讼危险更大。世界上已有很多 LED 企业遭受“337 调查”，国内 LED 生产企业的发展也受到严重制约。从专利诉讼看，围绕基础专利爆发的纠纷已经不占多数。因此，原始创新产生的专利已经不能独当一面。制造企业，包括下游封装、组装企业围绕二次创新和集成创新部署的专利可望成为影响市场竞争格局的主要知识产权筹码。LED 照明技术的核心专利基本都由日本、美国、德国的大公司控制，而这些公司利用各自核心专利，采取横向（同时进入多个国家）和纵向（不断完善设计，进行后续申请）扩展方式，在全世界范围内布置了严密的专利网。南昌 LED 企业也应尽早构建自己的专利防御体系。

（3）国内外竞争加剧

近年来，中国 LED 庞大的应用市场，加速了外资企业入驻国内，瓜分国内巨大的市场。现阶段是 LED 产业成长期，也是各 LED 大厂国内布局期，外资投资在国内享受税收优惠，国内企业在竞争中处于不平等地位，竞争加剧。面对这一环境，南昌 LED 产业内部正在积极整合，发挥自身的特点，努力扩大所占的市场份额。

（4）人才的流失给南昌 LED 产业的发展带来巨大的损失

南昌市是我国最早从事 LED 研发和生产的地区之一，原国营 746 厂从 1973 年开始就进行 LED 生产和研究，拥有一批熟练的技术队伍和产业工人。可是随着 LED 产业的发展，很多人才都流失到了其他地区，这一点无疑给南昌 LED 产业的发展带来巨大的损失。南昌需要尽快改善人才环境、提高人才待遇，重新吸引优秀产业人才进入和有效控制技术人才外流。

11.3.5 南昌 LED 产业发展目标与思路

（一）战略定位

基于南昌市 LED 产业的现有基础，以及江西省欲将 LED 产业培育成“千亿产业”的目标，南昌市 LED 产业的发展定位是：巩固和扩展现有在 LED 外延、晶片等方面的研发和生产优势，着力开展具有自主知识产权的半导体照明功率型外延、芯片、封装及照明应用产品产业化关键技术研究，实现产业化；并扩大 LED 产品的应用领域，建立 LED 产业配套工程，形成 LED 产业集聚及辐射效应。南昌市作为江西省 LED 产业发展的领头羊、辐射源，将努力打造成国内一流的 LED 产业技术创新和生产基地，且立足中国、面向全球，努力在世界 LED 产业竞争中占据重要地位。

（二）规划目标

1、近期目标

通过招商引资、引导民间资本进入 LED 产业领域和鼓励现有 LED 企业继续加大投入，扩大企业的整体规模、基地规模，不断提升全市 LED 产业的经济总量和在全市经济总量中的份额。到 2010 年，力争全市 LED 及相关产业实现产值 80 亿元以上，LED 产业作为南昌市支柱产业的地位基本确立。

2、中期目标

继续发挥南昌市 LED 产业上游产品研发优势，巩固中游芯片制造及产业化的领先地位，支持下游封装及应用产业的发展。大力支持金沙江产业园的建设，完善上中下游产业链，实现 LED 产业集聚。培育和发展 2 家以上产值超过 50 亿元、具有较强技术创新能力、在国内领先的企业，形成若干有特色、有优势、有品牌的具备国际竞争力的产品。到 2015 年，力争全市 LED 及相关产业实现产值 300 亿元以上，把南昌打造成技术水平高、产业规模大、配套能力强、区域特色明显的国内一流 LED 产业基地。

3、长期愿景

到 2020 年，力争全市 LED 及相关产业实现产值 1000 亿元以上，把南昌打造成技术水平高、创新能力强、产业规模大、集聚效应明显的世界一流 LED 产业研发与生产基地。培育和发展一批产值超 100 亿元、超 50 亿元、超 10 亿元，掌握核心技术、具有国际竞争力的龙头企业，促进全省 LED 产业，乃至高科技产业的大发展。

（三）发展思路

贯彻落实科学发展的要求，紧紧抓住 LED 产业国际资本、产业转移和技术发展的良好机遇，以产业化为目标，以市场为导向，以创新为动力，以应用促发展，形成“一个重心、两个龙头、多点扩散、辐射全省”的发展思路。即：以南昌国家高新区为产业布局重心，大力吸引 LED 企业进驻，形成产业集聚；以晶能光电和联创光电两大企业为龙头，致力发展上中游的外延材料、芯片和下游的器件封装和 LED 照明应用；向南昌经济技术开发区、小蓝工业园等园区扩散，主要发展 LED 的其他应用和照明灯具的各种配件及其它辅助材料；逐步辐射到全省其他地区，利用省内丰富的稀土资源、铜矿资源及铜冶炼技术优势及低廉的劳动力成本优势，重点研究、生产 LED 照明用高效率荧光粉和高性能铜基散热材料等相关配套产品。

（四）重点领域

1、产业发展重点

（1）大功率 LED 芯片产业

重点支持拥有自主知识产权的晶能光电硅衬底发光二极管材料与器件产业化项目，助其在现年 30 亿粒硅衬底蓝、绿光 LED 芯片产能的基础上，2010 年形成 100 亿粒芯片的产能，以及完成后续实现年产 140 亿粒硅衬底蓝、绿光 LED 芯片的二期工程建设，力争晶能光电成为全球蓝、绿光二极管生产龙头企业。在合适的时机，推动晶能光电红光、白光产品的研发与产业化。支持联创光电引进外来技术发展四元红、黄光外延、芯片项目，助其发展高亮度蓝、绿光外延和芯片，扩大南昌市 LED 外延、芯片的生产规模，形成系列化、规模化。支持欣磊光电巩固其液相红光、黄绿光芯片生产在国内的领先地位和 70% 的高市场占有率。

（2）封装产业

重点支持高新区金沙江产业园内封装企业的引进，以及联创光电向中高端封装产品发展，提高产能。根据下游应用需求的趋势，优先支持功率型白光 LED 封装项目。

（3）应用产业

大力发展景观照明、电器产品指示灯、LED 显示屏、LCD 背光源、交通指示灯、手机和键盘背光源、照相机闪光灯等 LED 传统应用产业；积极拓展城市路灯照明、室内装饰灯、汽车用照明等 LED 新兴应用产业。重点支持 LED 照明、大尺寸 LED 背光源、全彩显示屏等产业的发展，优先发展 LED 大功率照明应用产品，目前晶和照明和联创光电等企业在这方面均有较大的投入。以太阳能 LED 路灯项目为切入点，尝试推进南昌 LED 产业与光伏产业的互动与联合。

（4）配套及设备

利用江西省丰富的稀土资源、铜矿资源及铜冶炼技术优势及低廉的劳动力成本优势，以半导体照明用高性能荧光粉、高性能铜基散热材料、照明灯具各种配件及其它辅助材料为重点研究与发展方向。鼓励发展 MOCVD\HVPE 等外延生长设备的国产化、LED 芯片加工关键工艺设备、LED 自动封装设备，包括各类 SMD LED 和功率型白光 LED 专用封装设备，测试和筛选仪器设备。

2、技术发展重点

（1）衬底、外延和芯片技术

深入硅衬底 GaN 基核心技术的研究，力争硅衬底发光二极管产品合格率进一步提高。在现有蓝、绿光芯片技术的基础上，力争在红、白光芯片的研发，以及功率型及超高亮度 LED 外延片和芯片制造技术上取得突破。着力申报国家 LED 工程中心，并支持“硅衬底发光二极管材料及器件”申报国家科技进步奖，争取将其列为国家乃至世界标准。

（2）封装技术

力争在高性能 LED 核心封装技术等关键技术和工艺上有所突破，全面提升 LED 产业的技术档次和水平。重点支持与集成电路工艺兼容的硅基板 LED 封装新工艺、适合于通用照明的新型光源模块封装形式和工艺、100lm/W 以上大功率白光 LED 封装技术。

（3）产品应用技术

重点支持应用导向型大功率白光 LED 封装与应用共性关键技术研究；高光效、高显色、功率型白光 LED 产品的开发；环境友好、人眼舒适的通用照明产品的开发；半导体照明中高效二次光学系统设计关键技术研究、大尺寸超薄、动态平板显示新型半导体照明背光源关键技术研究。研制出标准化、系列化的半导体装饰照明及特种照明光源、灯具、LED 光源驱动模块及系统控制模块。解决城市亮化工程、景观照明工程及大型广告显示系统的光源、灯具系统集成控制技术问题。

（4）配套及设备

重点开发制造高热导系数贴片材料、高性能荧光粉、高性能铜基散热材料等方面，以及大功率专用 LED 封装支架及新型封装材料（如玻璃、陶瓷、金属、硅胶等）的技术。

3、产业集聚基地

在产业空间布局上，南昌市 LED 产业发展必须走集聚化道路。

做好南昌高新区的产业集聚，大力建设和发展晶能光电科技园、联创光电科技园、欣磊光电科技园和金沙江产业园四大基地。其中关键是总规划达到 5000 亩的金沙江产业园的建设。南昌市应依托高新区具有的比较优势，即晶能光电（江西）有限公司具有完全自主知识产权的硅衬底 GaN 基技术优势，金沙江的投资带动优势，上市公司联创光电的融资优势，以及本地的劳动力廉价优势，在培育一批龙头企业的基础上，建设好高新区这个 LED 产业集聚区，形成四大 LED 产业基地：以晶能光电具有自主知识产权的硅衬底技术为基础的 LED 上游产业基地；以欣磊光电芯片生产和出口为主体的 LED 中游产业基地；以上市公司联创光电元器件与应用产品生产为主体的 LED 下游产业基地；以及具有招商引资潜力的金沙江产业园为主体的 LED 产业招商基地。覆盖全市，辐射全省。

在适当时机下，应逐步在南昌经济技术开发区、小蓝工业园等园区发展 LED 产业相关配套产业的集聚。

（五）主攻方向

根据产业发展的战略定位和目标、发展思路和重点领域，确定了 6 个主攻方向和 10 个重大项目。其中 2012 年前重点实施 7 个重大项目，这批项目总投资 30 亿元，建

成投产后可实现年销售收入 30 亿元以上，远期规划重大项目 3 个，总投资超过 160 亿元。

南昌 LED 技术和产业发展的六个主攻方向为：

1、提高硅衬底 GaN 基 LED 外延材料发光效率

影响 LED 发光效率的因素很多，其核心在外延材料，也就是常说的内量子效率。当前南昌市 LED 器件的内量子效率约为 50% 左右，已属于国内先进水平。为得到更高发光效率的 LED，需要将内量子效率提高到 80% 以上。

2、开发高亮度红光 LED 外延材料

高亮度红光 LED 是全彩色显示不可缺少的元件，有很大市场前景。但南昌市目前尚无高亮度红光 LED 外延材料的生产能力，应大力开发 InGaAlP 高亮度红色外延材料及发光芯片的制备技术。

3、芯片结构优化

芯片结构对 LED 的发光效率也有很大影响，即光提取效率，或称外量子效率。当前南昌市 LED 器件的外量子效率约为 50% 左右，该指标将争取提高到 80% 以上。

4、半导体照明功率型 LED 封装

利用现有 LED 封装技术基础，对半导体照明功率型 LED 器件进行研制开发，通过对产品封装结构设计、散热设计、光学系统设计及脉冲电路设计等关键技术进行攻关，研发出发光效率达 100lm/W 以上的功率型 LED，满足半导体照明光源的技术要求。

5、半导体照明光源产业化

利用南昌市功率型 LED 器件及 LED 光源技术优势，对 LED 路灯、隧道灯、日光灯、筒灯等半导体照明光源进行研制开发，通过对产品整体结构、光学结构、电源系统及热学管理技术进行设计攻关，主要解决 LED 道路照明光源结构设计、散热设计技术和二次光学设计技术，LED 日光灯结构设计和灯罩的光栅纹设计技术，LED 筒灯的散热技术，研制开发出符合道路照明和室内照明的半导体照明光源。

6、液晶显示器用 LED 背光源产业化

利用现有小尺寸 LED 背光源的技术和产业基础，对 LED 背光源设计进行技术攻关，解决光学软件开发、LED 光源模组设计、导光板和扩散板设计、功率型 LED 光源热传导等技术问题。研制开发笔记本电脑、仪器仪表和 20" 以上液晶电视用高亮度 LED 背光源，为实现中大尺寸液晶显示器用 LED 背光源的产业化奠定坚实的技术基础。

（六）示范工程

1、示范领域

按照《南昌市“十城万盏”半导体照明应用工程试点工作方案》的要求，根据“高起点、高标准、适度超前”的要求，遵循“以点带线，以线牵面”的原则，选择城市道路、标志性建筑、隧道、车站、体育场馆、广场等公共场所分批开展示范工作，充分体现 LED 照明产品的节能优势和产品应用的多样性。

借助南昌市举办首届世界低碳经济与生态经济大会和第七届全国城市运动会的机会，为充分发挥半导体照明路灯城市美化亮化的优势，到 2011 年“七城会”召开前，完成 1.8 万盏半导体照明路灯的示范应用。至 2016 年，LED 节能路灯和隧道灯示范应用 10 万盏。

2、示范项目

示范应用坚持总体规划，分步实施：

（1）2009 年先期组织实施“四路一桥一屏”LED 路灯示范应用，即：“四路”指在阳明路、紫阳大道、赣江中大道、八一大道进行 LED 路灯改造；“一桥”指在八一桥进行 LED 路灯改造；“一屏”指在国际展览中心进行 LED 全彩显示屏的建造。

（2）2010 年选择 6 至 7 条支路（或街坊道路），从外省市 LED 路灯生产企业中，择优选择 6 至 7 家企业，组织每家企业试点应用 30 盏 LED 路灯，进行性能考核比较，为大规模示范试点积累经验。

（3）到 2012 年，高新区、经济技术开发区、红谷滩新区，各安排 LED 路灯示范应用 1000 盏；同时，各县区（“五区四县”）各安排 LED 路灯示范应用 500 盏。

（4）加大城市景观 LED 照明示范应用推广力度。到 2012 年，在城区和红谷滩新区的高层建筑、典型建筑完成 100 栋建筑物的景观亮化。其中赣江两岸建筑物 30 栋，八一大道及周边道路建筑物 30 栋，抚河故道两岸，即滕王阁文化景区、省科技馆、省博物馆等建筑物 20 栋，老城区中山路、胜利路象山路建筑物 20 栋。

11.4 厦门

11.4.1 厦门 LED 产业基地建设情况

一、厦门基地概况

厦门基地产业规模扩大，产值增幅不大：2007 年 LED 及太阳能光伏相关产品的年产值为 15.33 亿元，带动相关产业年产值 35 亿元，基地芯片产量保持大陆第一，优势明显：上游龙头企业三安电子 07 年产外延片 45 万片，芯片 120 亿粒，产值近 4 亿元，利润增长 124%，国产芯片占有率超过 50%，国内市场占有率 10%左右。台湾晶元在厦门投资企业晶宇光电已于 2008 年 5 月投产，目前一期月产量超 500kk；厦门乾照光

电 2007 年元月投厂，发展势头良好，2008 年上半年月产量超 700kk，同比增长 600%，预计全年产值超过 2 亿元。

封装水平不断提高：华联大功率瓦级发光效率已达 80lm/W；光莆：小功率超薄 FPC 柔性贴片封装厚度仅为 0.3mm。

二、工作进展

1、政策推动，措施有力

市科技局、市经发局、市财政局出台《贯彻落实省促进 LED 和太阳能光伏产业发展政策实施意见》；组建厦门市光电产业技术专家委员会，并按各专业方向组建各个专家组；为更好发挥厦门在海峡西岸经济区重要中心城市的作用，福建省光电协会将落户厦门。

2、加强了公共测试平台建设

厦门大学、市产品质量检验所和市 LED 促进中心共同建设的“厦门市半导体照明检测认证中心”，资金到位，进展顺利，已开展基地内检测比对工作；2008 年 1 月国家质检总局批准厦门筹建“国家半组导体发光器件（LED）应用产品质量监督检验中心”，计划 18 个月内建成。

继续推动 LED 应用示范工程，并筹建“厦门 LED 营销中心”。2008 年厦门市政府投入 709 万元，在厦门环筲筵湖安装柔性非晶硅薄膜太阳能电池与 LED 路灯结合的绿色照明示范路灯 560 盏；市科技局和厦门联发电子商城开发有限公司准备筹建面积达 11500m²的“厦门 LED 营销中心”。

3、台厦合作进一步加强

台湾鸿海 LED 路灯项目落户；台湾晶元在厦门的芯片厂已经投产；亿光在厦建“设计研发与营销中心”；2007 年两岸 LED 产业项目对接会落实两个项目；与台湾工业研究院、台湾电电公会、PIDA 联系紧密；2008 年 6 月组团参加台湾国际光电展。

4、组建厦门光电产业技术产业联盟

形式上采取政府引导、多方参与、市场化运作的运行模式。目前已开展多方参加的联合技术攻关项目有：2008 年政府资助 1000 万元，策划在体育路 and 市府大道两条次干道推动 LED 路灯的示范工作；政府总资助 1200 万的高效半导体照明关键技术及应用产业化项目（采用国产芯片生产的大功率瓦级发光效率 85lm/w 联合产业化攻关项目）；政府资助 LED 应用设计中心等项目。

三、工作思路

1、积极推动两个先行区建设：建设好科技发展先行区，闽台合作先行区；贯彻科技部、工业和信息化部与福建省签订的合作协议及备忘录；将厦门建成两岸半导体照明产业合作试验区；

2、以应用促发展：大力推广低成本、高性价比 LED 应用产品、太阳能光伏与 LED 结合的产品；数字化色光照明应用产品；

3、整合资源、形成合力，促进创新体系建设：推动光电技术联盟的 LED 相关项目建设；推动 LED 产学研相结合的创新体系建设；

4、组建产业技术研究院，提高自主创新能力：开展 LED 产业技术发展方向研究；加强中试和二次开发，促进成果转化；扶持技术中介开展技术转移与扩散工作；帮助企业成长为自主创新的主体；

5、促进海峡两岸产业对接、交流合作：继续做好两岸三地的研讨会、项目对接会和展览会；促进两岸合作，共同研究、制订产业技术标准，保护知识产权；

6、继续加强公共技术平台建设：继续支持 LED 检测平台建设；建设 LED 应用设计平台。

11.4.2 厦门 LED 产业得到大力支持和发展的

自 2004 年厦门被科技部正式确定为中国四大光电产业基地之一以来，厦门高新区与中国台湾地区光电产业合作迅速发展，台湾光电巨头都积极进军厦门。厦门现有的大型光电企业 1/3 来自台湾省。一期投资 5000 万美元兴建 LED 外延及芯片项目的明达光电（厦门）有限公司，已成为厦门光电业龙头企业。台湾 LED 外延、芯片的领军企业国联光电公司也已在厦门悄然落户。

重点培育光电产业

厦门是全国最早获批准的“国家半导体照明工程产业化基地”，光电产业是厦门市重点培育的新兴产业。其中，发光二极管（LED）是厦门市最有特色、有潜力、有前途的发展领域，以发光二极管器件为核心的半导体照明产业是“未来之星”。

2003 年以来，厦门市政府对 LED 产业支持力度越来越大，积极采取不断加大科技投入，重点扶持自主创新的措施。启动大规模 LED 夜景工程，拉动产业发展。投资建设半导体照明检测认证中心，购买先进的仪器设备，使检测水平与国际接轨。在厦门的火炬翔安产业区建设台湾省科技企业育成中心，发展光电及半导体照明产业为主的新兴产业等一系列措施，推动 LED 产业不断发展。经过 3 年多的建设，厦门的半导体照明工程产业化基地已发展成为以厦门为核心，辐射福州、泉州、漳州等地的涵盖整个海峡两岸的大基地格局，并得到福建省人民政府的高度重视，省政府发布的《福建

省促进 LED 和太阳能光伏产业发展的实施意见（2007-2010）》，将对海峡两岸 LED 和太阳能光伏产业的快速发展起积极的推进作用。

政府扶持力度大

厦门 LED 产业发展主要有这些特点：首先是政府扶持力度大。市委、市政府坚持“以应用促发展、不断壮大半导体照明产业集群”的原则，自 2004 年起厦门将 LED 产业作为最有发展前景的新产业来扶持，组织编制了《厦门市光电子产业发展规划》和《厦门半导体照明产业化基地发展规划》，大力支持发展具有厦门特色和国际竞争力的半导体照明产业。

在 2004 年 4 月，科技部批准建立“厦门国家半导体照明工程产业化基地”。2005 年以来，政府和企业共投入 3 亿多元，在全市大规模实施 LED 夜景工程，促使产业聚集效应明显。经过 3 年的发展，厦门基地内 LED 企业已从最初的 30 余家发展到 2008 年的 90 多家，其中，生产 LED 外延片、芯片的企业有 4 家，封装企业有十余家，下游应用企业有 50 家以及与之配套的荧光粉、环氧树脂、塑料镜头、蓝宝石外延材料、各种辅助材料和模具等生产厂，形成了较完整的产业链。

产品涉及红外、紫外、可见光和白光等领域，主要应用产品有数码显示、大屏幕显示、景观照明，灯饰灯具等。2006 年基地内 LED 产品直接总销售收入达 15 亿元，产业聚集效应显著增强。在厦门 LED 芯片产量最大。截至 2008 年上半年，厦门三安电子、联厦光电、明达光电、乾照光电等 4 家 LED 外延片、芯片生产企业总产量占中国大陆芯片产量的 25%，达 70 亿粒。产业配套不断完善。

其次，厦门大力构建公共服务平台，完善区域创新体系，为 LED 产业的发展提供技术支撑。正在筹建厦门台湾科技企业育成中心、半导体照明检测认证中心、信息交流平台、产品展示平台、对台合作平台等公共服务平台，将有效解决企业发展的共性问题。在 2006 年，组织企业和厦门大学申报国家“863”计划，厦门有 6 个创新项目获得国家资助。

LED 产业链正在形成

厦门市是科技部正式授牌的全国 5 个“国家半导体照明工程产业化基地”之一。在 LED 的传统应用领域有景观照明、电器产品指示灯、LED 显示屏、LCD 背光源、交通指示灯、手机键盘背光源和照相机闪光灯等；光伏电池的传统应用领域有信号灯电源、微波通信电源、太阳能路灯、手机直放站太阳能电源、各种太阳能灯具供电电源、边远缺电地区供电电源等。

采用技术性能高的 LED 产品和太阳能电池板，应用新设计、新工艺和新的控制技术，开发新一代应用产品。通过产品的升级换代，把应用的深度和广度提高到一个新水平。在发展光伏产业方面，福建省拥有丰富优质的硅矿资源，工业硅生产历史悠久、

规模较大。近年来，一些工业硅生产企业积极用低成本的精细冶金法进行太阳能级多晶硅的提纯研发，取得显著进展，一些企业已经应用低成本生产工艺，提炼出纯度 99.99% 以上的多晶硅。

11.4.3 厦门半导体照明产业令世界瞩目

厦门大规模实施 LED 夜景工程，不仅扮靓了鹭岛的夜色，而且成了厦门半导体照明产业和 LED 夜景照明工程的活广告。

2007 年 9 月 9 日，在“金钥匙”的辉映下，台湾东元集团和友达光电分别在厦宣布开工和投产。作为全国惟一的光电显示产业集群试点——厦门火炬高新区，正朝着海西“光电模组王国”大步迈进。与此同时，台湾著名的 LED 驱动芯片设计企业进驻厦门软件园二期，落户在 IC 设计孵化园。

在科学发展观的指引下，厦门人放眼世界，不断拓展新兴产业新领域，着力建设创新型城市。而光电产业，让这座城市站在了全球高新技术的前沿平台，并携手海峡对岸的宝岛台湾，引来世界瞩目。

厦门推进新一轮跨越式发展以来，光电产业迅猛发展，在半导体照明领域夺得“五个全国第一”，即第一个成为国家半导体照明产业化基地，第一个制定半导体照明产业发展规划，第一个进行国家半导体照明产业化基地骨干企业认定，第一个大规模实施半导体照明夜景工程，第一个向科技部申报国家半导体照明示范城市。

2006 年光电产业实现总产值 152 亿元，居厦门主导新兴产业之首。随着友达、明达、东元、中华映管、金保利等台湾企业在厦门的投资办厂，预计到 2010 年，厦门光电产业产值将达到 1000 亿元，成为厦门第四大产业。

铺设“温床”，培育光电产业“森林”

湖里新兴产业育成中心又将成立。“孵化”光电产业，厦门又多了一铺“温床”。

光电产业是厦门市重点培育的新兴产业。2003 年以来，市政府坚持“以应用促发展、不断壮大半导体照明产业集群”的原则，组织编制了《厦门市光电子产业发展规划》和《厦门半导体照明产业化基地发展规划》，采取不断加大科技投入，重点扶持自主创新措施，拉动光电产业发展。

同时，厦门规划建设了思明光电产业基地、火炬光电园等光电子产业园区，建立了厦门台湾科技企业育成中心、光电子信息材料与器件工程技术研究中心、现代光电照明产品检测与营销中心、信息交流平台、产品展示平台、对台合作平台等公共服务平台，解决企业发展的共性问题，进一步完善区域创新体系，为光电产业的发展提供技术支撑。

2005 年以来，厦门大规模实施 LED 夜景工程，不仅扮靓了鹭岛的夜色，而且成了厦门半导体照明产业和 LED 夜景照明工程的活广告。在对厦门进行为期两天的考察后，北京奥运工程指挥部力邀厦门参与建设北京奥运会体育场馆 LED 夜景照明工程。

“筑巢引凤”，台湾光电“群雁西进”

世界范围内，厦门人追寻着光电产业，光电产业也看中了厦门。

由于厦门独特的地理位置、良好的发展环境和产业潜力，厦门已成为台湾光电产业技术转移的优选地。台湾光电企业就如雁阵齐翔，纷纷来厦设厂。到 2008 年，台湾光电行业的四大巨头，有三家已落户厦门火炬（翔安）产业区。

其中，台商（美资）创办的明达光电，产品涵盖了 LED 外延、芯片、封装、应用等多个生产研发领域，正式投产后产值将达 8 亿元人民币，将成为厦门光电行业的龙头企业；与此同时，当时台湾最大、最早的半导体照明外延、芯片厂的龙头企业——国联光电，其先头部队“厦门联厦光电”已在厦门象屿保税区落户。

而已正式投产的友达，是世界领先的液晶显示屏生产商，在全球同行业中排名第三。2007 年，友达已在厦门火炬（翔安）产业区设立了第二个生产基地。

2007 年初，台湾东元集团在大陆投资发展的“七星计划”在厦门正式拉开序幕。东元集团将大陆事业的门户设在厦门火炬高新区，其投资的安台创新科技厦门有限公司，占地约 16 万平方米，主要从事液晶电视、影音产品、液晶显示器件及光电周边产品生产。

2007 年 4 月，台湾最大 LED 企业——新晶园光电在大陆设立的第一个专业制造 LED 的生产基地——晶宇光电（厦门）有限公司在翔安奠基，主要从事 LED 外延片、芯片以及相关产品的生产、研发和技术服务等，预计产值可达 1.2 亿美元。

台湾光电企业的大量入厦，也为厦门本土的光电企业带来了发展新机，厦门已成为台湾等地光电产业技术和生产基地的转移中心。

“众星拱月”，打造厦门“光电王国”

经过几年的发展，厦门的光电企业已从最初的 30 余家发展到上百家，明达光电、星光豪泰、三安、华联、通士达等企业都是其中的佼佼者，光莆、环维、爱的等一批中小企业也迅速发展，产业梯队初步形成。

其中，有生产 LED 外延片、芯片的企业，有封装的企业和下游应用企业以及与之配套的生产厂，涵盖光显示、光电子器件等各个领域，已经形成了较为完整的产业链，产业聚集效应显著增强。

2006 年，厦门三安电子、联厦光电、明达光电、乾照光电等 4 家 LED 外延片、芯片生产企业总产量占中国大陆芯片产量的 25%。

厦门国家半导体照明工程产业化基地已发展成为以厦门为核心，辐射福州、泉州、漳州等地的涵盖整个海峡西岸的大基地格局。“十一五”期间，厦门将紧紧抓住产业规划、扶持政策、项目带动、应用示范等环节，重点发展光显示领域和半导体照明领域，抢占光电产业发展先机，继续积极培育壮大厦门光电产业集群，努力打造厦门“光源岛”城市品牌。

11.4.4 2010 年厦门将建成“节能市”

厦门将通过设立节能专项资金，财政补贴等方式，引导老百姓使用节能灯，支持高效照明产品的推广使用，争取 2009 年白炽灯逐步退出城镇市场，2010 年节能灯全面推行城乡市场，形成“节能市”的城市品牌。

2008 年 9 月，政协第十一届厦门市委员会第 15 次主席会议协商审议《厦门市发展光电产业的建议》，提出要将厦门打造成“光源岛”的若干建议，供厦门市委、市政府决策参考。

除了推广普及节能灯，厦门市政协还建议，通过财政扶持、土地支持、行政服务、人才待遇等方面给予相应支持，特别是要制定与完善税率优惠政策，扶持光电产业发展；扩大对光电产业研发费用税前扣除的优惠范围。同时，研究吸引台湾光电企业将产业转移到厦门的有效政策和措施。

设立光电产业发展基金。建议学习广东等地做法，提供大数额资金作为光电产业政府补助经费，用于补助厦门市光电产业的产学研合作开发项目，并对厦门市光电企业引进本产业链配套企业进行奖励，对光电企业突出贡献的专家、学者给予奖励。同时，引入风险投资机制和扶持有实力的企业上市融资。

2007 年厦门光电产业实现工业总产值 242.47 亿元，占全市生产总值（GDP）的 17.6%，已成为厦门市国民经济和社会发展的支柱产业。

11.5 大连

11.5.1 大连 LED 产业基地概况

1、成立时间

2004 年 4 月大连市被科技部批准为“国家半导体照明工程产业化基地”。

2、空间分布

位于大连经济技术开发区的半导体照明产业基地核心区总规划面积 20 平方公里。基地核心区一期工程建设用地 2.1 平方公里，已于 2005 年 5 月完成详细控制性规划编制工作，现已完成了 70 万平米的七通一平。

核心区主导产业为 LED、激光和光通信，将分为五个功能分区，分别为：（1）光电子产业科教创新区；（2）光电子产业化区；（3）光电子产品展销物流区；（4）光电子产业生活配套区；（5）生态保护区。

3、经济总量

2005 年基地 LED 产业生产企业有 12 家，年产值为 8.1 亿元。其中，上游产品开发企业 3 家，中游产品开发企业 2 家，下游产品开发企业 7 家。

4、产业链情况

在半导体照明领域，大连初步形成了以大连路明为核心，以大连淡宁、大连科利德等上游原材料生产企业为基础的中、上游产业；在下游封装、应用产品部分，企业较少，大连市第一、第二灯具厂等企业是主要的传统电光源制造企业。

图表 50 大连半导体照明产业链分布

产品	上游		中游	下游	
	原辅料	外延片	芯片制备	封装材料	潜在应用
	MO 源 蓝宝石衬底	GaN 基	蓝绿光	荧光粉	智能数码显示 背景光源 城市景观照明 汽车照明及显示
企业	大连科利德 大连淡宁	大连路明（美国）公司	大连路美芯片 科技有限公司	大连路明发光 材料科技股份 有限公司	大连路明光电科技股份有限公司；大连第一、第二灯具厂；大显集团；华录集团；松下、索尼、LG 等

资料来源：中投顾问产业研究中心

5、人才情况

截至 2006 年，大连从事光电子的技术人员约有 2870 人，中高级技术人员 560 人。其中光电子企业从事光电子研发、生产的技术人员约 2000 人，中高级技术人员 210 人；大专院校从事光电子科研教育的科技人员 670 人，副教授以上人员有 300 人；科研单位从事光电子研究的科技人员有 200 人，高级技术人员有 50 人。其中，大连路明集团引进原美国 AXT 光电子公司的全套技术和生产设备，以及管理、技术团队、国际化营销网络，在外延生长、芯片制备等中上游方面具备了国际一流的技术水平，具有进军国际化市场的优势。

6、重点科研院所及其研究方向

大连理工大学——大连理工大学物理光学工程博士点和微电子学与固体电子学博士点主要开展的研究工作包括：红外分子激光器及其工业应用研究，新型半导体器件计算机模拟技术研究，低维量子结构 III-V 族化合物半导体光电子材料的生长技术研

究，半导体激光器件制作技术研究，蓝绿光 GaN 半导体材料生长和加工技术研究。其中 GaN 量子点生长及特性研究获国家 863 自然科学基金优秀奖；现重点开展 ZnO 系光电子材料与器件研究、有机半导体致发光材料研究、光子晶体学研究。

7、公共创新平台建设

（1）产业孵化器

在大连高新技术产业园区启动建设 1 万平米的光电子产业专业孵化器。孵化器采取政府引导、企业运营、市场化运作的模式，以即将成立的大连光电子技术研发中心为核心和主体，吸引半导体照明及其它光电子企业进驻，到 2007 年，已有佳峰电子、长城光电等 10 家企业入驻。

（2）光电子研发中心

由大连市政府和大连理工大学共同投资 4000 万专项资金，并吸纳社会资金投入，组建多元化投资、企业化运营的大连光电子研发中心。中心将建成集人才培养、产品研发、企业孵化和技术服务于一体的创新、开放、协作的基础平台，为大连市光电子产业特别是半导体照明产业的发展提供技术和人才支撑。

（3）光电子产业发展中心

位于大连经济技术开发区的半导体照明产业基地核心区设立光电子产业发展中心，负责核心区产业的规划、项目咨询、项目服务、创业、融资等产业化服务。

8、产业配套政策

大连市政府已经发布《大连经济技术开发区促进光电子产业发展的若干规定》和《大连经济技术开发区光电子产业招商奖励实施细则》两项政策。

大连市在科技计划中设立光电子专项，重点支持半导体照明工程领域的项目研究和产业化；成立民营性质的科技创业投资公司，重点投资方向为光电子领域；建立 1 亿元的高新技术产业发展资金，重点支持光电子等领域，并对光电子领域申请国内外专利给予重点资助。

大连市政府重点支持龙头企业的发展，给予路美芯片、美明外延片等龙头企业项目优惠地价每平方米 1 美元。并通过积极协调，争取到国家开发银行软贷款 1 亿元，用于支持大连路美芯片公司增资扩产项目，资金已全部到位。

9、运营机制与管理模式

大连市成立以市长为组长的基地领导小组，并设立以大连开发区副主任为主任的基地领导小组办公室。

11.5.2 大连 LED 基地建设进展状况

一、大连基地概况

区域建设整体推进：以经济技术开发区为产业化基地核心区；以瓦房店九久光电园为基地拓展区；以七贤岭高新园区为基地研发区。

二、配套能力显著增强

上游产业的高纯氨、MO 源等技术成熟，已步入大规模产业化发展阶段：大连光明化工设计研究院、大连科利德化工科技有限公司在高纯电子气体、高纯金属有机化合物、高纯金属氧化物等方面研究开发具有国内领先水平；

中游产业实现了规模化生产：大连路美芯片科技有限公司开发的大功率芯片，研发了“低成本大功率 GaN 基倒装 LED 封装技术”，提升了大功率氮化镓发光二极管的效率和可靠性；

下游产业的大屏幕显示、灯具等应用项目发展快速：大连长城光电科技发展有限公司研发的 LED 照明驱动芯片及照明控制系统，可广泛应用于城市亮化及景观照明系统工程。

三、主要工作进展

设立 LED 科技重大专项，推进企业快速成长；

全市累计投入各类研发资金 6000 余万元；

为骨干企业解决落实贷款近 5 亿元；

搭建产业创新孵化平台，营造产业发展氛围；

建立了 1 万平方米的光电子产业专业孵化器，一批半导体照明及光电子企业已进驻。

四、重点任务及远景规划

（1）加强产业核心区建设。高起点、高标准建设大连半导体照明产业基地核心区，以其作为光电子产业聚集的先发区域。

（2）建立创业孵化平台。进一步优化科技创业环境，增强区域创新能力，孵化一批高成长性半导体照明企业。

（3）搭建科技融资平台。建立大连光电子产业发展专项资金，成立专业化的半导体照明风险投资机构和担保机构，推进具备条件的优势企业走上市融资的道路，为半导体照明产业发展提供多层次、全方位的融资渠道。

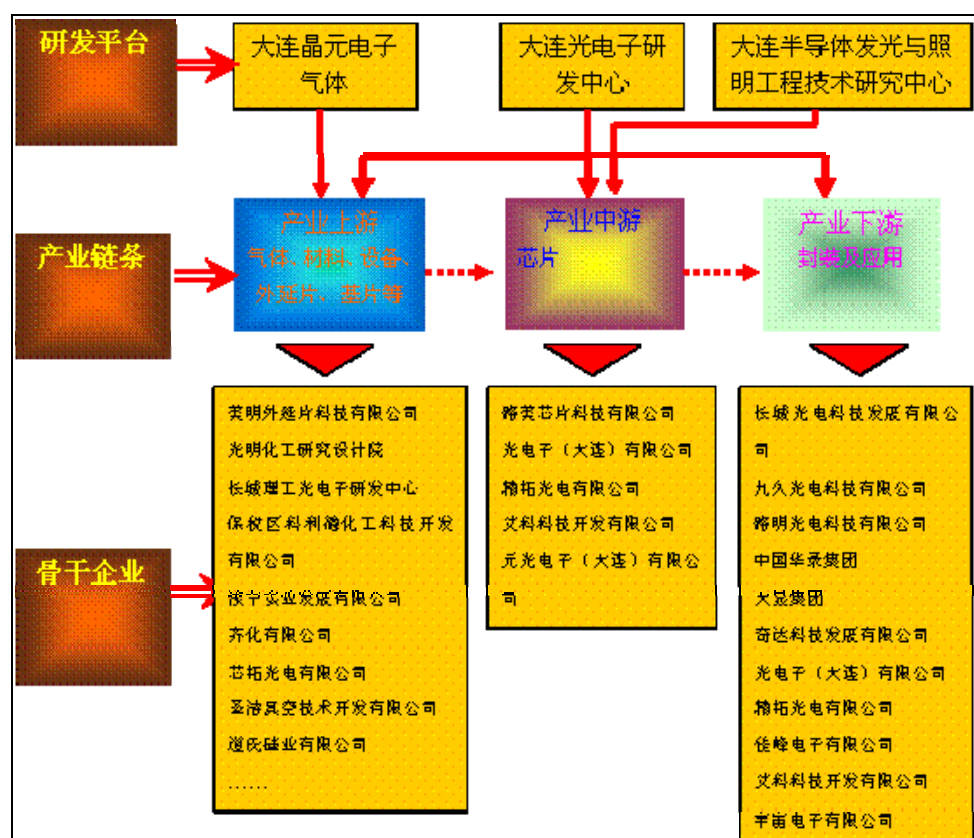
（4）加大招商引资的力度。实施“以外引外”、“以企引企”、“产业链招商”和“委托招商”的战略，形成以人才积聚为中心的半导体照明产业资源整体聚集的发展格局。

（5）加强知识产权保护与管理。设立专项基金支持企业自主知识产权的技术申请专利；从政府、企业、高校、科研院所和中介机构协调统一的高度，制定大连半导体照明产业知识产权战略。

11.5.3 大连 LED 产业链条

经过几年的发展，大连半导体照明产业逐步实现了上中下游产业链条互相衔接、基础研究与应用开发相适应的良好产业发展态势。

图表 51 国家半导体照明工程大连产业化基地产业布局



资料来源：中投顾问产业研究中心

在研发平台建设方面，整合全市人才、科技等相关资源，设立了大连光电研发中心。该中心已正式运行，中心与九久光电、路明、长城光电联合研发取得了可喜的进展。

a、在上游产业，高纯氨、MO 源等技术成熟，已步入大规模产业化发展阶段。

大连光明化工设计研究院、大连科利德化工科技有限公司在高纯电子气体、高纯金属有机化合物、高纯金属氧化物等方面研究开发具有国内领先水平。

大连美明外延片公司产品定位于高亮度 GaN 基蓝绿发光二极管外延片的研制与生产，通过引进消化吸收美国 AXT 公司的先进技术，突破了中国半导体照明产业的关键技术，填补了国内高端外延产品的技术空白。

b、在中游产业，实现了半导体照明芯片的规模化生产。

大连路美芯片科技有限公司开发的大功率芯片，研发了“低成本大功率 GaN 基倒装 LED 封装技术”，提升了大功率氮化镓发光二极管的效率和可靠性。

c、在下游产业，大屏幕显示、灯具等半导体照明应用项目发展快速。

大连长城光电科技发展有限公司研发的“GW20086 型 LED 照明驱动芯片及照明控制系统”，可广泛应用于城市亮化及景观照明系统工程。

九久光电公司以 LED 照明光源与太阳能光伏及微风发电机相配套的、绿色光源与绿色能源相结合的 LED 照明产品达产后年产 1000 万套 LED 光源光伏灯具。

大连路明集团稀土激活新型硅酸盐发光材料及应用获得国家技术发明二等奖。

大连路明集团的白光 LED 用宽禁带硅酸盐基质发光材料、100lm/W 高效白光 LED 制造技术，大连科利德的超高纯氮气（7N）纯化技术和产业化技术开发，长城光电公司的室内数字智能化 LED 照明系统开发均被列为国家 863 项目。

11.5.4 2009 年国内最大 LED 产业园在大连开建

2009 年 10 月 27 日，大连国家半导体照明产业基地瓦房店光电园开工建设。这是目前中国投入建设的最大的 LED 产业园之一，总投资超过百亿元。

两年内这个产业园的投资规模将达到 30 亿元，建设项目 20 个。这些项目主要致力于 LED 产品的研发、生产和销售，包括制造 LED 大功率芯片、外延片、封装、显示以及照明灯具等。

大连作为国家半导体产业的重要基地，已经聚集了英特尔等 40 多家半导体科研、生产企业。发展包括 LED 照明等在内的光电产业正成为大连产业结构调整的一个方向。

11.5.5 大连半导体照明产业“十一五”发展规划

大连正逢东北老工业基地振兴和沿海城市新一轮开放的双重机遇。随着 Intel 项目进驻大连和夏季达沃斯在大连召开，大连成为国际 LED 产业转移重点城市。这为大连加快 LED 产业发展提供了千载难逢的良机。

“十一五”期间发展思路

以科学发展观为指导，通过体制与政策创新推动区域创新和创业软环境建设，促进国内外的 LED 产业资源向大连聚集，打造具有区域特色和国际竞争力的 LED 产业集群，力争用 10-15 年的时间，把大连建成中国北方 LED 产业研究开发中心、加工制造中心和产品交易中心。

发展目标

预计到 2010 年大连 LED 及相关产业总产值 300 亿元，占光电子产业总产值的 50%，占全市工业总产值 4.5%-5.5%。

发展战略

a、抢先战略

b、引进战略

c、集群战略

d、特色战略

“十一五”期间主要任务

（1）扩大研发和孵化平台规模

扩大光电子中心研发队伍，加大光电子研发中心投入，到 2008 年，新增研发投入 2000 万元。继续完善光电子研发中心的功能及研发设施，新增研发场所 3000m²。

新建 LED 孵化大厦，新增光电子产业孵化面积 5 万平方米，孵化 20-30 家高成长性半导体照明产业企业。

（2）加强产业核心区和拓展区建设

高起点、高标准建设大连半导体照明产业基地核心区，作为国内外 LED 产业转移的主要承接地。

拓展区立足于 LED 封装应用项目、北方 LED 批发零售市场项目和 LED 太阳能利用等相关配套项目，引进和建立半导体照明工程应用领域企业 20 家。

（3）搭建科技融资平台

建立大连光电子产业发展专项资金，成立专业化的半导体照明风险投资机构和担保机构，推进具备条件的优势企业走上市融资的道路，为半导体照明产业发展提供多层次、全方位的融资渠道。

（4）实施半导体照明亮化示范工程

推进半导体照明亮化工程建设，首期从星海湾广场开始，逐步扩大到中山路和城市主干道两侧楼宇亮化。

（5）加大招商引资的力度

实施“以外引外”、“以企引企”、“产业链招商”和“委托招商”的战略，形成以人才积聚为中心的半导体照明产业资源整体聚集的发展格局。

（6）加强知识产权保护与管理

设立专项基金支持企业对具有自主知识产权的技术申请专利；从政府、企业、高校、科研院所和中介机构协调统一的高度制定大连半导体照明产业知识产权战略。

11.6 扬州

11.6.1 扬州 LED 产业基地发展历程

江苏省在规划沿江地区发展时，要求各地差异性错位竞争，提出“一市一品”重点建设，对各沿江城市的一个重点产业给予政策性支持，享受沿江开发的优惠政策。在 2006 年开展部、省合作的活动中，“把扬州建成国家半导体照明产业基地”作为一项合作内容，写进了部、省合作协议。

2006 年 11 月，市政府正式向科技部申报，创建“扬州国家半导体照明产业基地”。同时，扬州市在高新技术园区开始规划建设 LED 新光源产业园，2007 年以来，已有中电 55 研究所、光炜兴、泰顶、奥达电源、欣尚、晶利富等多家从事芯片生产、封装、支架等 LED 关联企业，在该产业园内开工建设，总投资达到 6930 万美元。

扬州虽然是后来跟进，但通过招商引资和资源整合，短短几年时间，已经形成了上中下游兼备的完整产业链。扬州的太阳能光伏和半导体照明产业已分别形成了“多晶硅—单晶硅—单晶硅片—电池芯片—电池组—太阳能灯具”和“蓝宝石衬底—外延片—芯片—封装—应用”两条产业链，具备了领先国内的产业基础。

2007 年 12 月，科技部致函江苏省政府，正式认定扬州市为“扬州国家半导体照明产业化基地”。继厦门、上海、大连、南昌、深圳等五个城市之后，扬州成为全国第六个国家级“光谷”。

2007 年 12 月 12 日，科技部专家组对扬州市半导体照明产业化基地进行评审，专家组一致认定，扬州半导体照明产业化基地符合国家半导体照明产业化基地建设的要求，发展规划合理，实施方案可行，同意通过论证。

国家级半导体照明产业化基地的品牌效应，将会吸引国内外更多的企业和人才集聚扬州，进一步做大做强扬州半导体照明产业等新兴产业。扬州基地将按“突破上游、应用带动、政策推动、服务支撑、合作共赢”的发展策略，加大招商引资、招才引技

力度，力争在外延技术、大功率 LED 芯片、LED 背光模组等关键技术、重大产业环节上取得突破，迅速形成富有扬州特色的半导体照明产业集群。

11.6.2 扬州 LED 产业基地概况

近年来，扬州半导体照明产业快速崛起，在长三角产业群中形成了独特的比较优势。扬州半导体照明产业坚持以自主创新促进产业集聚，科技创新能力显著提高，创新发展的模式初步形成，半导体照明产业规模不断增长，企业不断集聚，成为扬州经济的重要增长极。2007 年 12 月，扬州被科技部认定为“国家半导体照明产业化基地”。

一、扬州半导体照明产业发展的现状

扬州半导体照明产业以高新技术园区（扬州经济开发区）为核心、辐射高邮、广陵、仪征、江都、维扬、宝应等区域，遵循“产业集聚、关联配套、统筹协调、资源共享”的原则，实现区域联动发展的格局，总面积 6638 平方公里。

1、制定产业规划，科学合理布局

产业链框架基本形成，上中下游环节初步贯通，初步形成了“衬底材料-外延片-芯片-封装-应用”的完整产业链。

2、按需招商引资，形成产业链条

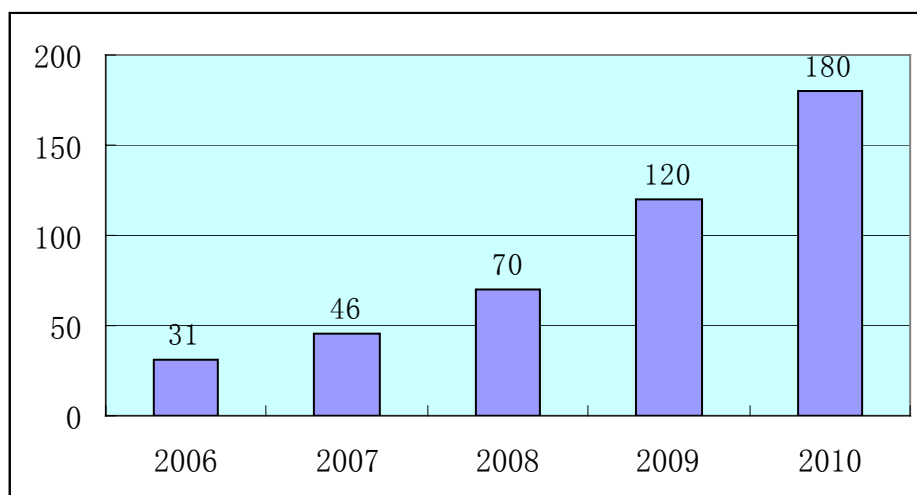
产业链框架基本形成，上中下游环节初步贯通，初步形成了“衬底材料-外延片-芯片-封装-应用”的完整产业链。

3、产业集聚加快，产值增幅明显

2007 年扬州市半导体照明产业产值达到 46 亿元，增幅超过 48%。

图表 52 2006-2010 年扬州市半导体照明产业产值情况及预测

单位：亿元



数据来源：国家统计局

4、打造研发平台，推动高端研发

◆大学

与扬州大学共建扬州-扬大半导体照明和太阳能光伏应用工程技术研究中心；与南京大学共建南京大学扬州光电研究院

◆中科院研究所

与中科院半导体所共建扬州中科半导体照明研发中心

◆工业研究院

引进中电科集团第 55 研究所

◆检测中心

国家质监总局在扬设立国家级光电产品检测中心、重点实验室中船集团 723 所的电子设备环境与可靠性试验检测中心

◆人才市场

建立中国国际人才市场扬州分市场建立新光源信息服务中心、设施共用中心、标准检测中心、研发协作中心、

◆公共服务平台

工业设计中心、创业孵化中心、人力资源中心、决策支持中心八大公共服务平台

5、加强培育引导，核心企业凸现

（1）衬底材料企业

华夏光电、中显机械

（2）外延片、芯片企业

华夏光电、国宇电子、扬州中科半导体公司、南京大学扬州光电研究院

（3）封装企业

艾笛森光电、东贝峻茂光电、启富电子、海燕光电

（4）应用企业

川奇光电、帝豪电子、苏发照明、尚扬电子、江都亚联、灯泡集团、台谊科技、科达科技、史福特照明

6、政府全力支持，形成政策洼地

（1）江苏省政策性支持

- ◆享受沿江开发的优惠政策。
- ◆在财政专项资金、风险投资等方面给予扶持。
- ◆在科技创新方面给予特别资助。
- ◆享受省增值税优惠。
- ◆对研发中心的建立给予优先支持。

（2）扬州市政策性支持

- ◆享受市财政政策资金扶持。
- ◆设立“三新”产业发展专项基金。
- ◆对公共科技服务平台的建设和运作，给予滚动投入。
- ◆对共建研发平台、检测结构和国家级重点实验室等，给予扶持资金。
- ◆对半导体照明项目用地、人才引进提供优惠政策。
- ◆对半导体照明示范工程给予财政补助。

7、示范工程引导，扩大市场应用

扬州在扬子江路、古运河风光带、瘦西湖万花园等景区建设了半导体照明应用示范工程，取得了良好的社会反响。尤其是扬州的迎宾大道——扬子江路的城市快速主干道上，首次采用了高杆太阳能半导体照明路灯，成为示范工程的一大亮点。

8、关联产业同步推进，产业协调发展

扬州素有“灯具之乡”的美誉，全市的各种路灯、庭院灯、景观灯、工矿灯、隧道灯生产制造企业达 200 多家，占据国内约 36% 市场份额，传统照明企业已开始研发生产具有自主知识产权的各种 LED 照明灯具。

扬州具有众多的半导体电子元器件、车用照明、数字通讯设备、电子仪器仪表等生产制造企业，为半导体照明产品的应用提供了广阔的市场。

11.6.3 扬州半导体照明产业发展迅速

近年来，在市委、市政府的正确领导下，扬州开发区采取切实有效措施，加快太阳能半导体照明产业的发展步伐，产业总体水平和竞争力有了一定的提高。

一是规划实施了产业基地建设。在古运河以东 7.8 平方公里地域，规划建设半导体照明产业基地；在沿江高等级公路北、马港河路东、金山路南的 2 平方公里地域，规划建设光伏产业基地。两个产业基地均已全面实施，基础设施建设取得较快进展，半导体照明产业基地路网框架初步搭建，光伏产业基地基本实现了“七通一平”，部分项目已开工建设，一批项目已进区布点。

二是具有了较大的产业规模。在开发区投产、在建及拟落户的从事太阳能和半导体照明生产开发的已有江苏顺大半导体和华夏光电、川奇光电、艾笛森光电、国宇电子、启迪电子、启富电子等一批核心企业和众多应用型企业。2007 年 1-6 月份，开发区半导体照明及其配套产业产值达到了 16.5 亿元。

三是形成了较为完整的产业链条。半导体照明产业，已经形成了“蓝宝石衬底—外延片—芯片—封装—应用”较为完整的产业链条；太阳能光伏产业，初步形成了“多晶硅—单晶硅—单晶硅片—电池芯片—电池组—太阳能灯具”产业链。两大产业的产业链涵盖了产业上、中、下游，并开始逐步向上端研发、下游应用、市场推广进一步延伸。

四是达到了一定的研发水平。在研发实体建设上。成立了“扬州市半导体照明产业联盟”；组建了江苏省半导体照明工程技术研究中心；正在进行合作创办半导体照明研究院的调研论证。在研发设施建设上。新光源公共服务中心已投入使用，八大系统初步建成。在研发人才引进和培养上。“中国国际人才市场扬州市场”在开发区挂牌，华夏光电与南大物理学院联合举办研究生培训班，与顺大公司合作开发多晶硅项目的技术团队由美国专家与国内专家组成，为太阳能半导体照明产业提供了人才和技术支撑。在重点技术攻关上。半导体照明产业方面，重点研究解决 GaN 基半导体材料从实验室走向产业化过程中的技术难题；研究低成本的 MOCVD 技术制备 GaNLED 外延片规模化生产技术；研发 14mil 高亮度红光芯片；研制大尺寸 LCD TV 用 LED 背光模组。太阳能光伏产业方面，重点主攻多晶硅技术创新和产品开发。

11.6.4 扬州半导体照明产业发展战略

1、发展策略：上游突破、应用带动、政策推动、服务支撑、合作共赢。

2、发展思路：“纵向整合，横向耦合”的产业发展思路“政策引导，服务支撑”的创新发展思路，“内联外引，区域互动”的合作发展思路，“国家衔接，国际合作”的国际发展思路。

3、发展目标（2010 年）

- ◆半导体照明产业产值达 180 亿元/年，引进 MOCVD20 台；
- ◆争取承办具有国际影响力的中国国际半导体照明展览会暨论坛；
- ◆与中科院、南大合作取得初步成效，研发核心技术 5-10 项；
- ◆引进国内外知名企业的研发机构 3-5 家，创成国家级研发中心；
- ◆具备制定行业标准能力；
- ◆建成国内领先、与国际水平平行的 LED 产业化基地。

4、发展方向

- ◆衬底材料的产业化
- ◆高品质外延片的产业化和 MOCVD 设备的国产化
- ◆高亮度芯片的产业化
- ◆高亮度白光 LED 照明产品应用开发及配套系统
- ◆与太阳能光伏产业相结合产品的开发
- ◆大功率 LED 的封装

5、发展重点

（1）培育和引进相结合，造就一批高素质的 LED 专业人才

扬州半导体照明产业通过与中科院半导体所、南京大学、中电五十五所合作，引进高水平的博士、研究员。同时，中国国际人才市场扬州分市场、扬州高新技术产业服务中心、扬州留学生创业园、扬州半导体专业孵化器等平台，为产业的发展提供了全方位的人才支撑。

（2）以制度创新和技术创新和谐互动持续推进产业发展

扬州半导体照明产业在“官、产、学、研”协同合作上取得初步成效，政府将进一步在如何实现制度创新和技术创新之间的互动，推进持续的技术创新，树立扶持型、效益型和可持续型的制度创新新理念开展创造性的工作。

（3）保持产品研发优势，进入设备制造领域

扬州研发的后续目标是进入关键生产装备制造领域，选择技术力量雄厚的科研单位进行深度合作，进入外延生长、设备制造领域，打破此类设备依赖进口的局面。

（4）以半导体制造业带动服务业发展，形成高效的半导体产业体系

发展产业公共服务平台，提供产业所需的标准检测、投资决策、工业设计、创业孵化、设备共享、人才资源、信息咨询等高效的专业化产业服务体系，打造完整的产业体系。

（5）改造传统照明和灯具产业以拓展市场

改造传统照明和灯具产业，将半导体照明产品和太阳能光伏电池，逐步推向包括路灯、普通照明灯、汽车灯、大屏幕显示器及户外显示看板等各个应用方面。

11.7 石家庄

11.7.1 石家庄 LED 产业基地发展概况

2007 年 12 月石家庄市被科技部批准为“石家庄国家半导体照明产业化基地”以来，在科技部和省科技厅的支持、指导下，市委、市政府加大组织领导力度，围绕“一个核心，两大体系”的总体思路，立足现有基础，突出地方特色，以应用促发展，推动石家庄半导体产业快速发展。

一、基本情况

石家庄在半导体照明领域的科研与产业化方面具有较好基础。建有国家级封装中心、国家半导体器件质量监督检验中心、河北省半导体照明研发中心、河北省半导体照明检测中心。

产学研相结合紧密，形成了较为完整的上下游产业链，出现了一批从事半导体照明相关产业的科研机构和企业。如：中国电子科技集团公司第十三研究所、同辉电子科技股份有限公司、河北立德电子有限公司、河北神通光电科技有限公司、石家庄市京华电子实业有限公司、河北大旗光电科技有限公司等。2008 年从事半导体照明研究、生产及从事相关配套产品的单位有 100 多家。

二、进展情况

（一）半导体照明研发方面

拥有一个国家级的封装中心，针对半导体照明研制开发了系列化功率型陶瓷外壳阵列，填补了国内空白。国家半导体器件质量监督检验中心，多次承担完成了国家半导体照明工程项目攻关测评任务最近圆满完成了北京奥运会国家游泳中心（水立方）光源检测任务，为水立方所用光源提供了质量保证。

河北立德公司在国家游泳中心半导体照明项目中承担了照明方案的设计及系统的可靠性研究工作，作为奥林匹克多功能演播塔项目技术总负责，参加了照明方案及效果的设计，控制系统及布灯方案的设计。

2007 年以来，石家庄市投入科研经费 1103 万元，实施了“半导体照明高效白光 LED 关键技术”、“石家庄半导体照明工程重点示范项目”、“大功率高光效 LED 面光源标准模块”等一批重大科技攻关项目。

达到的水平如下：

- 1、完成了 130lm/W 半导体白光照明集成技术课题的方案论证，制作的 1W 白光 LED 样品光效大于 95lm/W。
- 2、开发了低成本、高光效、高显色指数的半导体照明面光源标准模块，申请了两项发明专利，成功应用于 LED 台灯、路灯和室内白光照明。
- 3、批量制造的 14mil 蓝光 LED 芯片发光效率提高至 85lm/W，达到国际产业化先进水平。
- 4、批量生产出 90lm/W 以上的大功率白光 LED，色温 4000-6000K，显色指数 80 左右。
- 5、开展了 LED 色、光、电综合快速测试系统和 LED 加速寿命试验系统研究，初步建立起河北省半导体照明研发平台，开始为 LED 白光光源的应用及产业化提供技术支撑。

（二）半导体照明主导产品及产能

中国电子科技集团与河北省信息产业投资公司共同投资 3.9 亿元建立的同辉电子科技股份有限公司，于 2008 年 7 月投入生产。

- 红黄橙 LED 外延材料：10 万片/年
- 蓝绿光外延材料：2 万片/年
- 红黄橙 LED 芯片：50 亿粒/年
- 蓝光芯片：12 亿粒/年
- 陶瓷外壳：6480 万只/年

已建成年封装 2.51 亿只生产能力的封装线、年生产能力 800KW 功率 LED 应用产品半自动生产线。京华电子公司是国内首批生产全彩色 LED 显示屏的厂家之一，主导产品有 LED 真彩显示屏、LED 双基色显示屏等。该公司有 5000 平方米的研发中心，形成了 10000 平方米的年生产能力。公司将再投资 1 亿元，建设“年产 20000 平方米 LED 高清显示屏以及高亮度 LED 照明产品”生产基地，成为国内最大的 LED 显示屏专业制造商之一。

河北神通光电公司开发的半导体照明面光源模块已经申请了两项核心专利。该光源解决了散热及眩光问题，具有低成本、高光效、高显色指数的特点。2008 年已建立了年产 100 万 W 面光源标准模块生产线，同时建立了年产 100 万 W 以上基于面光源模块的半导体照明台灯、路灯、室内照明生产、测试线。

在半导体照明及显示屏领域成熟的产品主要有：路灯、台灯、室内螺口灯、吸顶灯、庭院灯、应急灯；LED 室外屏、室内屏以及具有自主知识产权流光式 LED 全彩显示屏。

目前已将这些半导体照明光源与配套产品逐步应用于城市照明工程、亮化美化工程和特殊照明应用领域，在国内具有较强的竞争力。

半导体照明相关生产设备主要有：光刻机、切片机、冲洗甩干机、清洗机、砂轮划片机、键合台、合金炉、探针台、热阻测试仪等，还可根据需要研制专用的工艺装备。

（三）半导体照明应用情况

已建成园明路、休门街等六条半导体照明示范街道。长约 5 公里的张石高速公路连接线全部采用 LED 路灯照明。在建的 75 公里石环公路也拟采用 LED 路灯进行照明。城管服务热线在市区主要路口、广场都安装了大型 LED 显示屏。市区 210 余栋楼宇、建筑物安装了 LED 照明 10 万余盏。设立 LED 诱导大屏 30 块，全市 96% 的交通信号灯实现了光源 LED 化。完成了以中山路为主线，以燕春花园酒店、河北省博物馆、世纪大饭店三个半导体照明亮化标志性景观群为代表的全市半导体照明应用工程建设。

夜景景观 80% 以上应用了 LED，通过应用示范，LED 光源显示出强大的优势。投资 450 万元启动了石家庄市半导体照明重大示范项目。该项目以 3.6 万平方米的市科技服务中心大楼为载体，将 LED 显示屏、路灯、景观灯、室内照明灯等集成用于大楼景观照明、庭院照明、楼内应急照明、地下车库照明等，同时结合使用太阳能电池，达到亮化、美观、节能、环保的效果。

11.7.2 2008 年石家庄组建 LED 产业技术创新战略联盟

为推进石家庄市及全省的半导体产业发展，2008 年 3 月，中电集团十三所等 6 家单位共同发起，拟组建“河北省半导体照明产业技术创新战略联盟”，河北省科技厅向全省征集联盟的会员单位。

石家庄市在半导体照明领域已形成了完整的上下游产业链，依托于中电科技集团十三所和五十四所聚集了一大批人才，积累了丰富的研究开发与生产经验。

该联盟由省内半导体照明行业的企业、研发机构组成，最早参与的 6 家会员单位分别是中电科技集团十三所和五十四所、同辉电子科技有限公司、廊坊清华科技园光电有限公司、鑫谷光电股份有限公司、河北荣毅新能源有限公司。联盟旨在推进全省半导体照明行业上下游企业、研发机构间的务实合作，提升河北省半导体照明产业的自主创新能力，提高相关科技成果转化率。

11.7.3 2009 年石家庄半导体照明产业化项目投产

2009 年 7 月 25 日，由河北省政府与中电集团第十三研究所共同投资的半导体照明（简称 LED）产业化项目正式投产。该项目位于石家庄信息产业基地，投资达 3.9 亿元，占地 60 亩。这是河北省地区乃至华北地区最大的 LED 产业化项目，覆盖半导体照明产业链条的全部领域。

该项目以半导体照明材料和芯片制造为核心，以封装外壳为技术支撑，以应用为龙头带动材料、外壳、芯片的发展，依托十三所所内检测和标准平台，走自主创新之路，加快技术进步，形成河北省半导体照明产业链。项目可实现年产超高亮度 LED 红黄橙外延材料外延片 10 万片，蓝、绿光 LED 外延片 2 万片；年产 50 亿粒芯片；年产 LED 单灯、普通功率 LED、大功率 LED 3 亿只，预计年产值将达 4.07 亿元，年税金 4220 万元。

十三所是国内最早进行半导体照明研究的科研院所，该项目计划在未来三年内，建成国内规模最大的、技术水平领先的、综合实力最强的半导体产业集群。

目前，石家庄市从事半导体照明研究、生产及从事相关配套产品的单位有 100 多家，半导体照明在石家庄市的夜景景观应用率达到 80% 以上，形成了以中山路为主线、以燕春花园酒店、省博物馆、世纪大饭店为中心，三个半导体照明亮化标志性景观群。

11.7.4 石家庄 LED 产业存在的问题及对策

（一）石家庄 LED 产业面临的主要问题

一是产业规模偏小。厦门、上海、南昌、深圳等城市半导体照明骨干企业的销售收入已超亿元。相比之下，石家庄虽具有较为完整的半导体照明产业链，但尚没有一家亿元以上规模的企业。

二是资金投入不足，创新能力有待提高。以政府投入为引导、社会多元化投入为支撑的投入机制尚未建立，融资困难，使生产投入不足，不能形成规模效益。研发投入不足，缺乏持续稳定的自主创新能力，特别是在芯片和外延材料方面，缺乏核心竞争力。

（二）石家庄 LED 产业应采取的主要措施

1、总体思路

借助于“石家庄国家半导体照明产业化基地”，以同辉公司的半导体照明材料和芯片制造为核心，依托十三所半导体照明检测中心和研发平台，大力发展半导体照明路灯、台灯、草坪灯、投光灯、室内照明等应用产品，吸引灯具、电源、模具、灯杆、太阳能电池等配套产品到石家庄投资发展。在石家庄集聚国内相关半导体照明灯具、配套、应用企业，形成半导体照明产业群体，迅速将石家庄半导体照明产业做大做强。

2、具体措施和办法

（1）实施石家庄半导体照明重点示范项目，靠政府引导推广使用半导体照明应用产品，实现节能减排目标

（2）谋划成立河北省半导体照明产业创新联盟，促进石家庄国家半导体照明产业基地快速发展

（3）加快半导体照明应用产品的研发

（4）政府牵头加快招商引资的力度

第十二章 半导体照明产业国外重点企业

12.1 Cree Inc.

12.1.1 公司简介

Cree 公司成立于 1987 年，总部设在达勒姆，北卡罗莱纳州，是一家在全球领先的半导体制造商。公司开发和生产半导体材料和设备主要是基于碳化硅（碳化硅），氮化镓（GaN），以及相关化合物。它提供了发光二极管（LED），SiC 和 GaN 材料，电力和射频（RF）产品。

公司旗下的 LED 产品包括 LED 芯片，LED 元件，以及 LED 照明解决方案。其 LED 芯片包括蓝色和绿色的设备中使用的背光移动产品，汽车内饰照明，全彩色电子显示屏，游戏设备，消费电子产品和电子设备。

公司旗下的 LED 元件包括包装 LED 产品的照明应用，如普通照明，便携式，建筑，信号和运输照明；和表面贴装和通孔 LED 产品用于汽车，指示牌，游戏和专业照明。它提供了 LED 照明解决方案的建设，改造和装修项目包括住宅及商业应用。

Cree 公司提供 SiC 和 GaN 外延片材料和产品的企业，政府，大学和客户制造产品，光电，微波，以及电源开关应用；和碳化硅晶体材料的宝石应用。它的功率器件中使用的功率因数校正电路的电源供应器在计算机服务器及其他应用，如太阳能逆变器。该公司的射频设备包括晶体管，放大器和宽带 WiMAX 应用。它还提供晶圆代工服务，使客户能够设计射频电路中使用的带宽的通信应用，高功率雷达放大器，电子战，和无线基础设施。

CREE 公司的产品市场中应用广泛，几乎所有与 GaN-LED 相关的领域都有其产品。目前占有美国市场份额约 26%，全球份额的 3% 左右。

12.1.2 2008 财年 Cree 经营状况

2008 财年（2007.06.25-2008.06.29）持续经营收入上升 25% 达到 4.933 亿美元。产品收入上涨 27% 达到 4.649 亿美元。LED 产品实现销售额大幅增长，比 2007 财年上升 35% 或 1.72 亿美元。LED 产品收入为 4.15 亿美元，材料产品收入为 2860 万美元，比 2007 财年下降了 28%。总体收入的增长（主要来自于 LED 产品）抵消了材料产品部分的亏损。毛利率与 2007 财年基本持平为收入的 34%，反映了新产品的持续投资及 LED 芯片的竞争环境。2008 财年 Cree 实现综合净利润 3340 万美元，稀释每股收益为 0.38 美元。

图表 53 2006-2008 财年 Cree 营业业绩综合收入数据表

单位：千美元

项目	2008 财年		2007 财年		2006 财年	
	美元	比重（%）	美元	比重（%）	美元	比重（%）
净收入	493,296	100.00%	394,121	100.00%	422,952	100.00%
营业成本	327,469	66.40%	260,133	66.00%	222,059	52.50%
毛利润	165,827	33.60%	133,988	34.00%	200,893	47.50%
研发费用	58,846	11.90%	58,836	14.90%	54,871	13.00%
销售、一般及行政费用	76,607	15.50%	53,105	13.50%	44,760	10.60%
已收购无形资产摊销	17,127	3.50%	4,192	1.10%	—	0.00%
资产处置或减值之损失	1,206	0.20%	1,199	0.30%	2,421	0.60%
营业利润	12,041	2.50%	16,656	4.20%	98,841	23.30%
出售投资之利得净额	14,117	2.90%	19,233	4.90%	587	0.10%
其他营业外收入	364	0.10%	238	0.10%	42	0.00%
利息净收入	14,527	2.90%	14,984	3.80%	12,893	3.00%
税前利润	41,049	8.40%	51,111	13.00%	112,363	26.40%
所得税费用	9,237	1.90%	918	0.20%	32,404	7.70%
持续经营收益	31,812	6.50%	50,193	12.80%	79,959	18.70%
非持续经营净利润（亏损）	1,627	0.30%	7,141	1.80%	-3,286	-0.80%
净利润	33,439	6.80%	57,334	14.60%	76,673	17.90%
持续经营稀释每股盈利	0.36		0.63		1.02	

数据来源：Cree Inc.

图表 54 2006-2008 财年 Cree 按产品种类分收入状况表

单位：千美元，百分数除外

项目	财年截至			同比变化			
	2008.06.29	2007.06.24	2006.06.25	2007/2008		2006/2007	
LED 产品	414,948	307,761	343,394	107,187	35%	(35,633)	-10%
材料产品	28,582	39,544	36,932	(10,962)	-28%	2,612	7%
功率及无线器件产品	21,377	17,413	15,138	3,964	23%	2,275	15%
产品收入总额	464,907	364,718	395,464	100,189	27%	(30746)	-8%
合同收入	28,389	29,403	27,488	(1,014)	-3%	1,915	7%
收入总额	493,296	394,121	422,952	99,175	25%	(28,831)	-7%

数据来源：Cree Inc.

图表 55 2006-2008 财年 Cree 按产品种类划分毛利率状况表

单位：千美元，百分数除外

项目	财年截至			年同比变化	
	2008.06.29	2007.06.24	2006.06.25	2007/2008	2006/2007

产品毛利润净额	160,244	127,593	193,052	32,651	26%	(65,459)	-34%
占总收入比重	34%	35%	49%				
合同毛利润净额	5,583	6,395	7,841	-812	-13%	-1,446	-18%
占总收入比重	20%	22%	29%				
毛利润总额	165,827	133,988	200,893	31,839	24%	(66,905)	-33%
占总收入比重	34%	34%	47%				

数据来源：Cree Inc.

图表 56 2006-2008 财年 Cree 按地区分收入状况比例表

国家	2008.06.29	2007.06.24	2006.06.25
中国和香港	33%	21%	12%
美国	18%	20%	17%
韩国	16%	15%	12%
日本	13%	25%	37%
欧洲	6%	4%	3%
马来西亚	6%	9%	13%
台湾	4%	5%	5%
其他地区	4%	1%	1%
总计	100%	100%	100%

数据来源：Cree Inc.

图表 57 2008 财年 Cree 季度营业业绩一览表

单位：千美元，每股数据除外

项目	2007.09.23	2007.12.30	2008.03.30	2008.06.29	2008 财年
收入总额	113,386	118,999	124,986	135,925	493,296
营业费用总额	78,646	77,203	81,437	90,183	327,469
毛利润总额	34,740	41,796	43,549	45,742	165,827
持续经营收益	12,867	6,640	5,662	6,643	31,812
持续经营（亏损）利润， 税项净额	-154	-20	-2	1,803	1,627
净利润	12,713	6,620	5,660	8,446	33,439
每股收益					
基本	0.15	0.08	0.06	0.1	0.39
稀释	0.15	0.08	0.06	0.09	0.38

数据来源：Cree Inc.

12.1.3 2009 财年 Cree 经营状况

2009 财年从 2008 年 6 月 30 日至 2009 年 6 月 28 日。

2009 财年，Cree 总收入相比 2008 财年的 4.93 亿美元增长到了 5.67 亿美元。其中，产品收入相比 2008 财年的 4.65 亿美元增长到了 5.43 亿美元；合同收入相比 2008 财年的 2838.9 万美元下降到了 1883.6 万美元。许可费初付费为 558.2 万美元。总成本相比 2008 财年的 3.27 亿美元增长到了 3.55 亿美元。毛利润相比 2008 财年的 1.66 亿美元增长到了 2.12 亿美元。营业利润相比 2008 财年的 1204.1 万美元增长到了 3059.0 万美元。

图表 58 2008-2009 财年 Cree 综合损益表（未审计）

单位：千美元（除每股数据之外）

	第四季度		财年	
	2009	2008	2009	2008
产品收入	143,672	129,443	542,837	464,907
合同收入	4,438	6,482	18,836	28,389
许可费初付费	-	-	5,582	-
总收入	148,110	135,925	567,255	493,296
产品成本	85,362	84,897	339,038	304,663
合同成本	4,052	5,286	15,805	22,806
许可费初付费成本	-	-	506	-
总成本	89,414	90,183	355,349	327,469
毛利润	58,696	45,742	211,906	165,827
毛利润率	%39.6	%33.7	%37.4	%33.6
营业费用：				
研发费用	18,576	15,763	71,363	58,846
销售、一般和管理费用	21,125	19,158	86,929	76,607
收购相关无形资产费用摊销	4,062	4,806	16,248	17,127
长期资产处置和减值亏损	3,471	719	6,776	1,206
营业费用合计	47,234	40,446	181,316	153,786
营业利润	11,462	5,296	30,590	12,041
营业利润率	%7.7	%3.9	%5.4	%2.4
营业外利润：				
投资出售净收益	-	-	78	14,117
利息和其他营业外净利润	1,650	2,699	8,999	14,891
所得税前持续经营利润	13,112	7,995	39,667	41,049
所得税费用	3,277	1,352	9,017	9,237
持续经营利润	9,835	6,643	30,650	31,812
相关税效应后的非持续经营损益	(140)	1,803	(325)	1,627
净利润	\$9,695	\$8,446	30,325	\$33,439
稀释每股收益（美元）：				

持续经营利润	\$0.11	\$0.07	0.34	\$0.36
非持续经营损益	\$ (0.00)	\$0.02	(0.00)	\$0.02
净利润	\$0.11	\$0.09	0.34	\$0.38
加权平均普通流通股股数，稀释（千股）	89,983	89,615	89,081	88,077

数据来源：Cree Inc.

12.1.4 2010 财年第一季度 Cree 经营状况

2010 财年第一季度从 2009 年 7 月 1 日至 2009 年 9 月 27 日。

2010 财年第一季度，Cree 总收入相比 2008 财年的 1.40 亿美元增长到了 1.69 亿美元。毛利润相比 2008 财年的 4936.3 万美元增长到了 7377.8 亿美元；毛利率为 43.6%，同比增加了 8.4 个百分点；营业利润相比 2008 财年的 470.3 万美元增长到了 2665.3 万美元。营业利润率为 15.8%，比上年同期增加了 12.4 个百分点。净利润相比 2008 财年的 591.9 万美元增长到了 2102.6 万美元。

图表 59 2009-2010 财年第一季度 Cree 综合损益表（未审计）

单位：千美元（除每股数据之外）

	三个月截止	
	2009.9.27	2008.9.28
收入净额	169,130	140,378
成本净额	95,352	91,015
毛利润	73,778	49,363
毛利率	43.6%	35.2%
营业费用：		
研发费用	20,174	17,275
销售，一般和管理费用	23,613	22,918
收购相关无形资产摊销	3,045	4,062
长期资产处置或减值亏损	293	405
总营业费用	47,125	44,660
营业利润	26,653	4,703
营业利润率	15.8%	3.4%
非经营收入：		
投资收益净值	-	12
利息和其他非营业外收支净额	1,761	2,958
税前利润	28,414	7,673
所得税	7,388	1,754
净利润	21,026	5,919
稀释每股收益	\$0.23	\$0.07
稀释普通流通股加权平均股数（千股）	92,730	88,732

数据来源：Cree Inc.

12.2 欧司朗（OSRAM）

12.2.1 公司简介

欧司朗总部设在德国慕尼黑，是西门子全资子公司。欧司朗以其出色的光源产品而举世闻名，已成为世界两大光源制造商之一。2007 年，它已在全球 19 个国家共有 53 个生产基地，产品销往 150 多个国家。

作为全球最具创新能力的照明公司之一，欧司朗拥有多项世界领先的专利，众多世界著名工程都选择了欧司朗的照明产品和方案。凭借着创新照明技术和解决方案，欧司朗不断开发人造光源的新领域，产品广泛使用在公共场所、办公室、工厂、家庭以及汽车照明各领域。

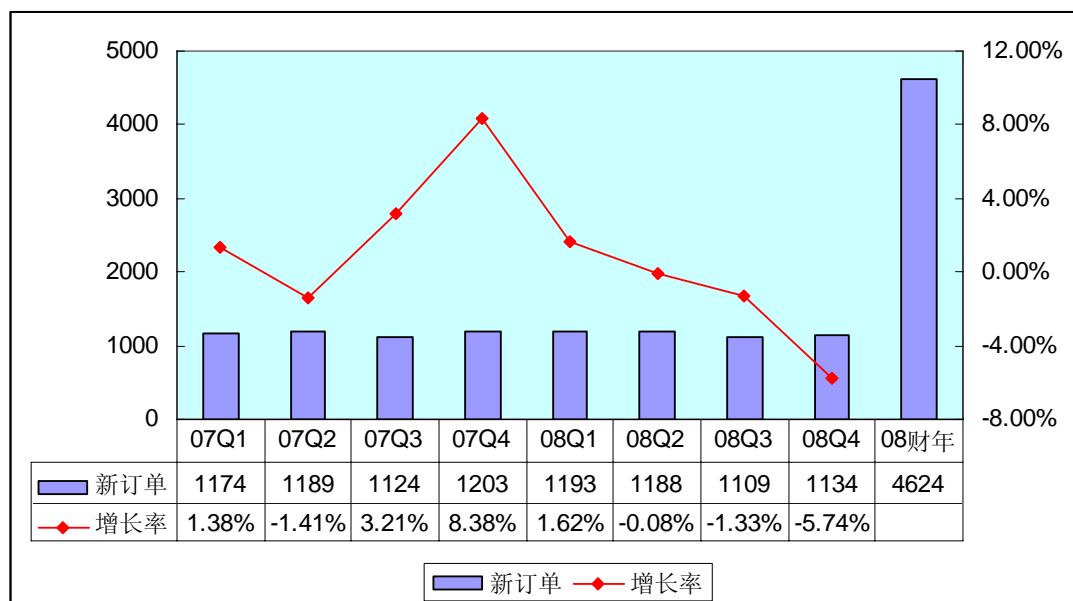
欧司朗的光源产品及照明系统多达 5000 多个品种，能够充分满足人们在工作、生活及特殊领域的多方面需求。其产品系列包括：荧光灯、紧凑型荧光灯、高强度气体放电灯、卤素灯、汽车灯、摩托车灯、特种光源、电子镇流器和发光二极管等。

12.2.2 2008 财年欧司朗经营状况

2008 财年（2007 年 10 月 1 日至 2008 年 9 月 30 日）欧司朗实现订单总量 4,624 百万欧元，其中第四季度订单为 1,134 百万欧元，同比降低 5.74%。实现收入 4,624 百万欧元，其中第四季度收入为 1,134 百万欧元，同比降低 5.74%。实现利润 401 百万欧元，其中第四季度的利润为 42 百万欧元，同比降低 67.2%。

图表 60 2007-2008 财年欧司朗各季度新订单数据及增长情况

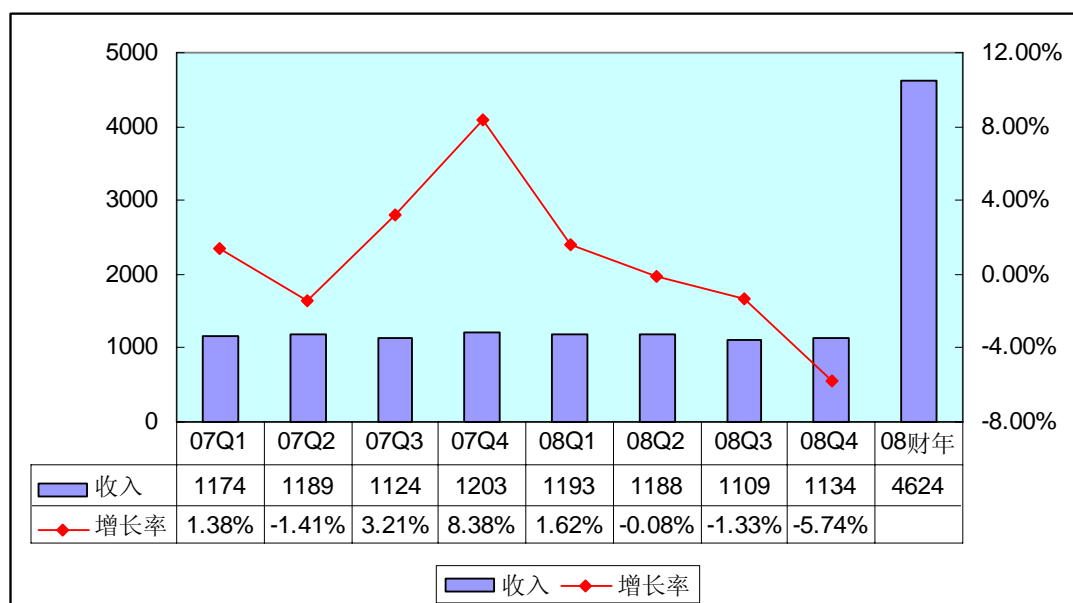
单位：百万欧元



数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 61 2007-2008 财年欧司朗各季度收入数据及增长情况

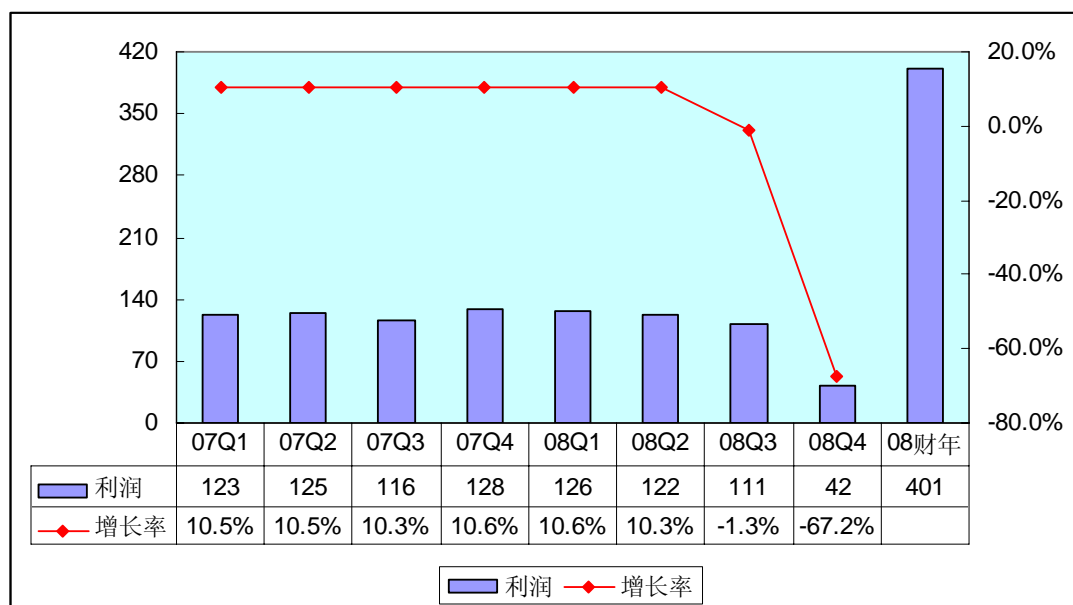
单位：百万欧元



数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 62 2007-2008 财年欧司朗各季度利润及利润率数据

单位：百万欧元



数据来源：欧司朗（OSRAM）

12.2.3 2009 财年欧司朗经营状况

2009 财年截至 2009 年 9 月 30 日。

2009 财年，欧司朗的收入（新订单）相比 2008 财年的 46.24 亿欧元下降了 13%，为 40.36 亿欧元。欧司朗的利润相比 2008 财年的 4.01 亿欧元下降了 78%，为 8900 万欧元。

图表 63 2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门订单数据

单位：百万欧元

	2009	2008	实际增长率	调整后	汇率影响	Portfolio
工业自动化	6,766	8,945	(24)%	(23)%	1%	(2)%
驱动技术	6,511	9,425	(31)%	(32)%	1%	0%
楼宇科技	5,884	6,333	(7)%	(10)%	2%	1%
欧司朗照明	4,036	4,624	(13)%	(13)%	2%	(2)%
工业解决方案	6,101	8,415	(27)%	(28)%	0%	1%
移动通信	6,766	7,842	(14)%	(14)%	0%	0%

数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 64 2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门收入数据

单位：百万欧元

	2009	2008	实际增长率	调整后	汇率影响	Portfolio
工业自动化	7,039	8,699	(19)%	(18)%	1%	(2)%
驱动技术	7,526	8,434	(11)%	(12)%	1%	0%
楼宇科技	5,934	5,984	(1)%	(4)%	2%	1%

欧司朗照明	4,036	4,624	(13)%	(13)%	2%	(2)%
工业解决方案	6,804	7,106	(4)%	(6)%	1%	1%
移动通信	6,442	5,841	10%	11%	(1)%	0%

数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 65 2008-2009 财年欧司朗部门和其他工业部门利润和利润率数据

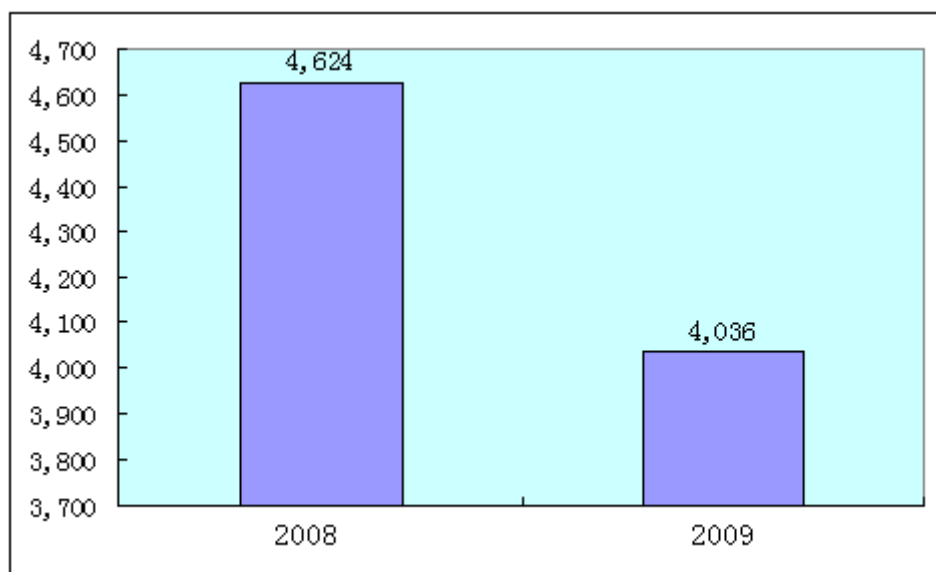
单位：百万欧元

	利润			利润率	
	2009	2008	同比增长	2009	2008
工业自动化	639	1,606	(60)%	9.1%	18.5%
驱动技术	836	1,279	(35)%	11.1%	15.2%
楼宇科技	382	466	(18)%	6.4%	7.8%
欧司朗照明	89	401	(78)%	2.2%	8.7%
工业解决方案	360	439	(18)%	5.3%	6.2%
移动通信	390	(230)	—	6.1%	(3.9)%

数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 66 2008-2009 财年欧司朗收入（新订单）情况

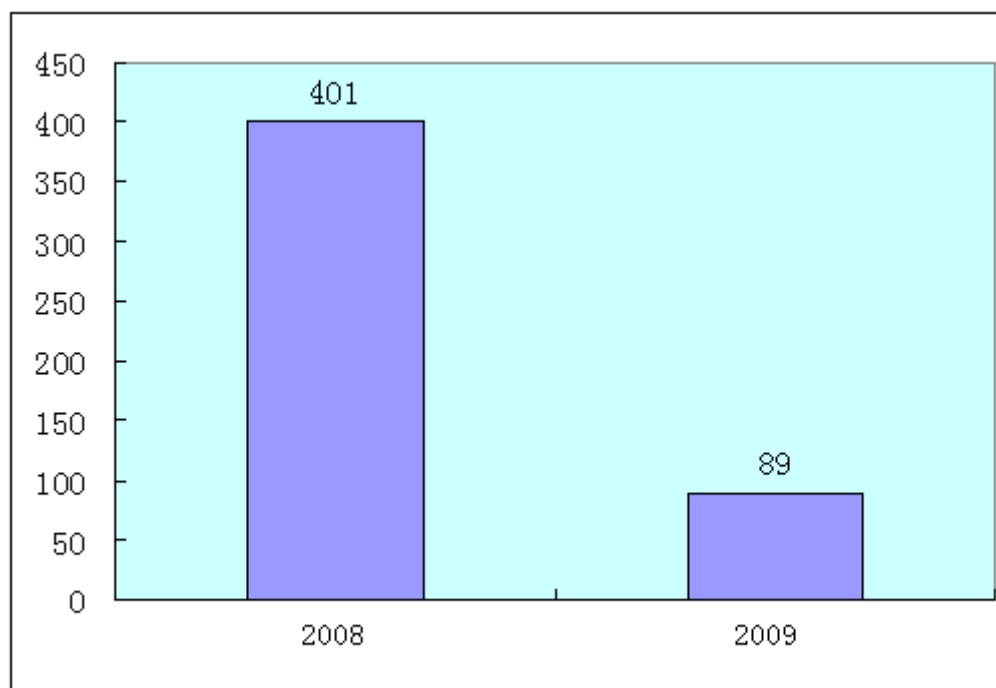
单位：百万欧元



数据来源：欧司朗（OSRAM）

图表 67 2008-2009 财年欧司朗利润情况

单位：百万欧元



数据来源：欧司朗（OSRAM）

12.3 丰田合成（TOYODA GOSEI）

12.3.1 公司简介

丰田合成有限公司成立于 1949 年 6 月 15 日，总部设于日本爱知县。丰田合成有限公司的主要活动是设计，制造和销售树脂，橡胶汽车零部件。这些行动是通过两个部门完成：汽车零件和非汽车产品。

汽车零部件市场从事生产和销售的内部和外部零件，如仪表板和控制台盒；机构密封产品；功能部分，包括功能的系统组件和燃料箱模块；安全系统产品，如处理和空气袋模块，以及金属模具和机器。非汽车零部件市场从事生产和销售高亮度发光二极管（LED）灯和芯片的移动电子设备，显示器产品和信号灯，以及特殊的机械，如移动电话部件和空气净化。

丰田合成有限公司 1986 年公司成立于 LED 实验室，成功地开发了世界上第一个蓝光 LED，并围绕蓝色 LED 技术设立了一个光电企业，作为其第二支柱业务，专门研发生产一些在全球市场上占有领先地位的产品。

12.3.2 2008 财年丰田合成经营状况

2008 财年（截至当年 3 月 31 日止一年）丰田合成净利润增长 93.2%，达到 308 亿日元（3.7 亿美元），稀释每股净利润上升 92.5%，达到 238 日元（2.38 美元），年均现金股利为每股 46 日元（0.46 美元）。营业利润上涨 65.2%，达到 521 亿日元（5.2 亿美

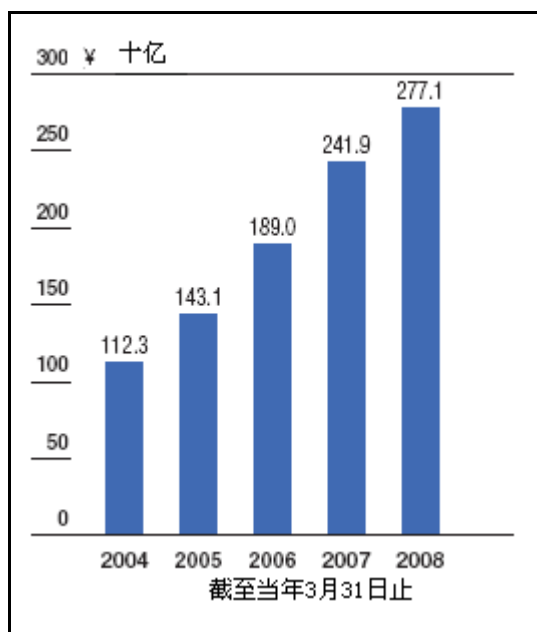
元)，净销售额上升 11.6%，达到 6625 亿日元（66 亿美元）。2008 财年包括部门间交易，汽车产品销售额上升 12.7%，达到 6314 亿日元（630 亿美元），非汽车产品下降 5.6%，为 315 亿日元（3.14 亿美元）。

图表 68 2006-2008 财年丰田合成财务摘要一览表

项目	百万日元			变动(%)	千美元
	2008	2007	2006	2008/2007	2008
净销售额	662,497	593,455	498,428	11.6	6,612,408
日本地区销售额	382,795	340,747	298,623	12.3	3,820,696
其他地区销售额	279,702	252,708	199,805	10.7	2,791,712
净利润	30,803	15,944	10,787	93.2	307,443
资产总值	476,742	459,088	392,671	3.8	4,758,375
净资产总值	253,962	224,551	186,838	13.1	2,534,800
资本支出	54,613	55,690	46,641	-1.9	545,092
折旧及摊销费用	40,309	36,830	32,549	9.4	402,327
	日元			变动(%)	美元
每股：					
净利润					
基本	238.61	123.78	81.77	92.8	2.38
稀释	237.97	123.63	81.73	92.5	2.38
现金股息	46	26	19	76.9	0.46
雇佣员工数（人）	27,036	23,925	18,851		

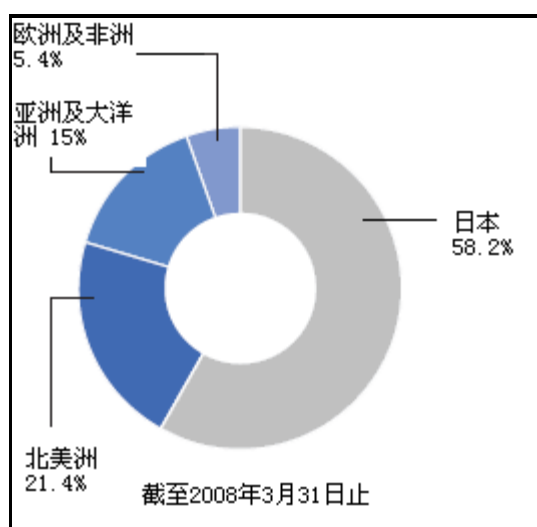
数据来源：TOYODA GOSEI

图表 69 2004-2008 财年丰田合成日本以外地区销售额状况



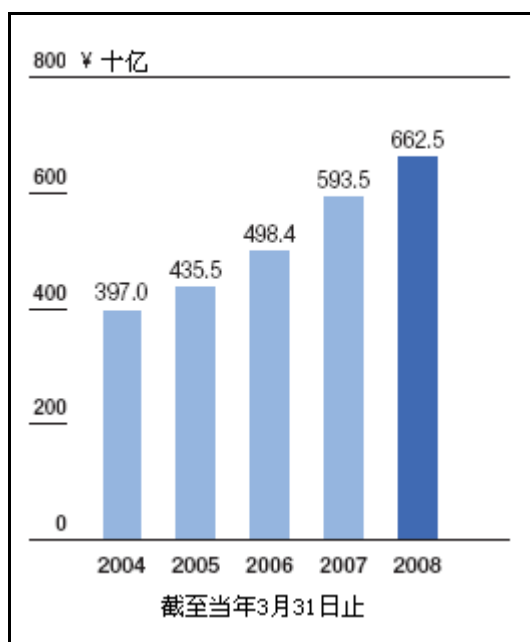
数据来源: TOYODA GOSEI

图表 70 2008 财年丰田合成按地区划分销售额比例图



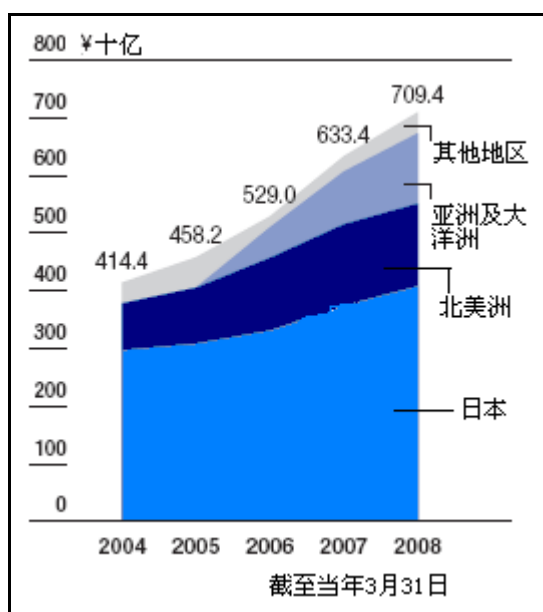
数据来源: TOYODA GOSEI

图表 71 2004-2008 财年丰田合成净销售额状况图



数据来源: TOYODA GOSEI

图表 72 2004-2008 财年丰田合成按地区划分销售额状况



数据来源: TOYODA GOSEI

12.3.3 2009 财年丰田合成经营状况

2009 财年（截至当年 3 月 31 日止一年）丰田合成销售净额为 5463.8 亿日元（合 55.62 亿美元），比上年同期减少了 17.53%；营业利润 158.33 亿日元（合 1.61 亿美元），

比上年同期减少了 69.62%；普通利润 121.55 亿日元（合 1.24 亿美元），同比减少 75.95%；净利润 39.51 亿日元（4022.2 万美元），同比减少 87.17%。

2009 财年公司汽车产品销售额为 5179 亿日元，占总销售额的 94.8%，与上年同期相比下降了 17.9%；非汽车产品销售额为 284 亿日元，同比下降了 9.6%，其中，光电产品销售额为 204 亿日元，贡献率为 3.7%，比上年同期下降了 6.8%；一般工业产品销售额为 80 亿日元，比上年同期下降了 15.9%。

图表 73 2008-2009 财年丰田合成主要财务指标概况

单位：百万日元，千美元

	2009	2008	2009(千美元)
净销售额	546,380	662,497	5,562,252
营业利润	15,833	52,125	161,183
普通利润	12,155	50,541	123,740
净利润	3,951	30,802	40,222
海外销售额	242,893	279,701	2,472,697
折旧和摊销	41,258	40,309	419,994
资本支出	59,429	54,612	592,579
研发费用	24,837	25,989	252,845
普通股每股情况：（日元，美元）			
基本每股净利润	30.55	238.61	0.31
稀释每股净利润	30.55	237.97	0.31
每股净资产	1,523.16	1,781.08	15.51
每股现金股息	36	46	0.37
年末状况：			
总资产	391,757	476,741	3,988,160
总净资产	211,702	253,961	2,155,166
普通股	28,027	28,027	285,320
指标：			
权益回报率（ROE）（%）	1.8	14.2	-
资产回报率（ROA）（%）	2.8	10.8	-
销售利润率（ROS）（%）	2.9	7.9	-
负债/权益比（%）	31.4%	22.5%	-
利息覆盖倍数（倍）	13.0	24.1	-
息税、折旧、摊销前利润（百万日元，千美元）	50,666	89,493	515,789

数据来源：TOYODA GOSEI

图表 74 2008-2009 财年丰田合成不同部门收入情况

单位：十亿日元

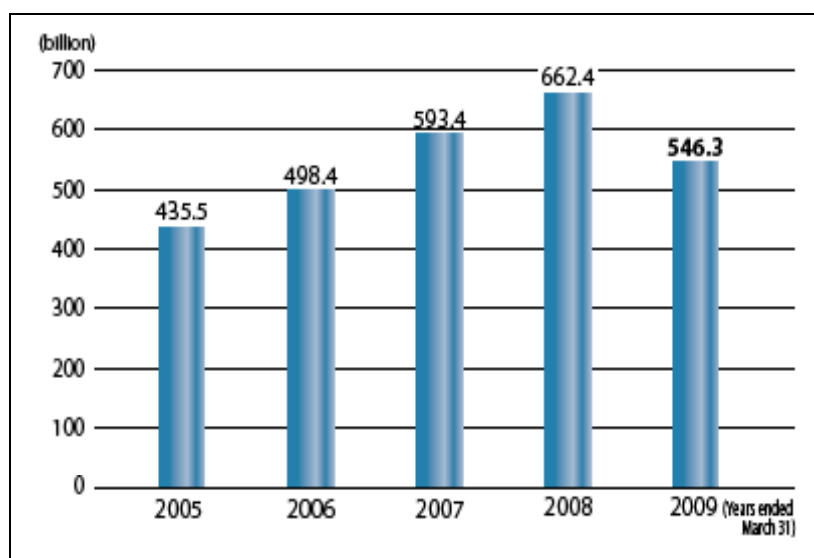
	2009 财年	2008 财年	增长率
--	---------	---------	-----

	金额	比重	金额	比重	
汽车产品金额	517.9	94.8	631.0	95.3	-17.9
内部和外部零件	158.3	29.0	192.0	29.0	-17.5
车身密封产品	88.7	16.2	115.9	17.5	-23.5
功能部件产品	104.4	19.1	126.9	19.2	-17.7
安防系统产品	166.5	30.5	196.2	29.6	-15.1
非汽车产品金额	28.4	5.2	31.4	4.7	-9.6
光电产品	20.4	3.7	21.9	3.3	-6.8
一般工业产品	8.0	1.5	9.5	1.4	-15.9
总计	546.3	100.0	662.4	100.0	-17.5

数据来源：TOYODA GOSSEI

图表 75 2005-2009 财年丰田合成净销售额变动趋势

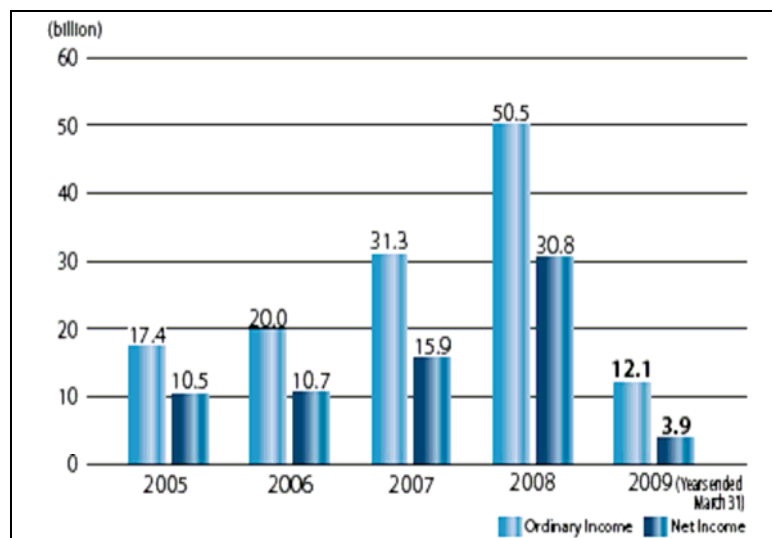
单位：十亿日元



数据来源：TOYODA GOSSEI

图表 76 2005-2009 财年丰田合成普通利润和净利润变动趋势

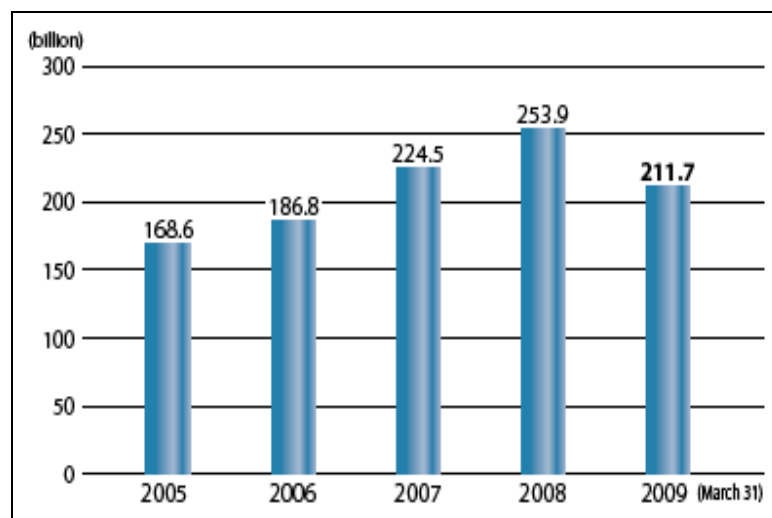
单位：十亿日元



数据来源：TOYODA GOSEI

图表 77 2005-2009 财年丰田合成总资产变动趋势

单位：十亿日元



数据来源：TOYODA GOSEI

12.3.4 2010 财年上半年丰田合成照明经营状况

2010 财年上半年（日期为 2009 年 4 月 1 日-2009 年 9 月 30 日），丰田合成总收入相比 2009 财年的 3218.07 亿日元减少到了 2134.07 亿日元。毛利润相比 2009 财年的 418.64 亿日元减少增长到了 189.02 亿日元；营业利润相比 2009 财年的 218.88 亿日元减少到了 30.03 亿日元。净利润相比 2009 财年的 225.41 亿日元减少到了 16.37 亿日元。

2010 财年上半年公司汽车产品销售额为 1942 亿日元，与上年同期相比下降了 36.6%；非汽车产品销售额为 192 亿日元，同比增加了 22.1%，其中，光电产品销售额为

167 亿日元，比上年同期增加了 39.6%；一般工业产品销售额为 25 亿日元，比上年同期下降了 32.8%。

图表 78 2009-2010 财年上半年丰田合成损益表

单位：百万日元

	2008 年（4.1-9.30）	2009 年（4.1-9.30）
销售额	321,807	213,407
销售成本	279,942	194,505
毛利润	41,864	18,902
营业费用及一般管理费用	19,976	15,898
营业利润	21,888	3,003
营业外收益		
利息	308	89
股息	255	107
投资收益	6	115
固定资产收益	547	64
汇兑收益	143	—
其他	1,545	1,648
营业外收益合计	2,808	2,025
营业外费用		
利息支付	703	568
固定资产损失	377	294
汇兑损失	—	1,898
其他	1,078	651
营业外费用合计	2,159	3,413
经常利润	22,537	1,615
特别利润合计	5	21
特别损失合计	1	—
当期净利润	22,541	1,637

数据来源：TOYODA GOSEI

图表 79 2009-2010 财年上半年丰田合成不同部门收入情况

单位：亿日元

	2010 财年上半年	2009 财年上半年	增减率（%）
内部和外部零件	654	927	△29.4
车身密封产品	326	531	△38.6
功能部件产品	344	625	△44.9
安防系统产品	618	978	△36.9
汽车零部件金额	1,942	3,061	△36.6
光电产品	167	119	39.6

一般工业产品	25	38	△32.8
非汽车零部件金额	192	157	22.1
合计	2,134	3,218	△33.7

数据来源：TOYODA GOSEI

12.4 飞利浦照明

12.4.1 公司简介

飞利浦照明公司隶属于皇家飞利浦电子集团。皇家飞利浦电子公司是世界上最大的电子公司之一，飞利浦照明公司成立于 1891 年，创立百年来一直锐意创新，为世界贡献了录音卡带、CD、可重写 DVD、100 赫兹彩电等众多发明。作为一家快速增长的高科技公司，飞利浦在显示、储存、无线互联及数字视频方面拥有先进的技术和强大的优势，是这些领域的全球领导者之一。

飞利浦电子是全球最大的电子集团之一，其机构遍布全球六十多个国家。公司业务包括照明、半导体、电子元器件、电子易耗品、专业产品和服务等领域的生产、开发及销售。飞利浦的照明产品、彩电、音响、电动剃须刀在世界上居于领先水平。

照明是飞利浦电子的创始业务，100 多年来飞利浦已发展成为世界上最大的照明产品供应基地。自从 1891 年生产出第一只白炽灯泡以来，飞利浦照明一直保持技术发明者和世界领导者的地位。截至 2007 年，世界上约有 30% 的办公室采用飞利浦照明产品，飞利浦还同时为世界上 65% 的主要机场，55% 的足球场和 30% 的医院提供照明。

12.4.2 2008 年飞利浦照明经营状况

2008 年飞利浦集团实现销售额 26,385 百万欧元，同比降低了 1.52%；其中 08 年第四季度实现销售额 7,623 百万欧元，相对上年同期下降了 8.87%。该企业 08 年实现毛利润 8,495 百万欧元，同比降低了 7.89%；其中四季度实现毛利润 2,428 百万欧元，同比降低 17.61%。实现营业利润 317 百万欧元，同比下降 82.78%，其中四季度出现严重亏损，营业利润为-204 百万欧元。08 年该企业净利润为-186 百万欧元，其中第四季度亏损额为 1,470 百万欧元。

2008 年飞利浦照明销售额达到 71.06 亿欧元，可比增长 17%，EBITA 达到 5.38 亿欧元，占销售额 7.57%。EBIT 为 1.65 亿欧元，占销售额 2.32%。营业净资本达到 56.48 亿欧元。雇佣员工数达到 57,166 名。

图表 80 2007、2008 年飞利浦集团损益表

单位：百万欧元

	2007 年第四季度	2008 年第四季度	2007 全年	2008 全年

销售额	8,365	7,623	26,793	26,385
营业成本	(5,418)	(5,195)	(17,570)	(17,890)
毛利润	2,947	2,428	9,223	8,495
销售费用	(1,504)	(1,754)	(4,980)	(5,501)
一般及管理费用	(246)	(245)	(919)	(1,016)
研发费用	(415)	(429)	(1,629)	(1,622)
商誉减值	-	(234)	-	(234)
其他营业收入及支出	34	30	146	195
营业利润	816	(204)	1,841	317
财务收入及支出	579	(1,072)	2,613	(225)
税前利润	1,395	(1,276)	4,454	92
所得税费用	(227)	(140)	(619)	(286)
税后利润	1,168	(1,416)	3,835	(194)
股权投资收益	628	(54)	763	19
少数股东权益	(2)	1	(5)	(3)
持续性经营收益	1,794	(1,469)	4,593	(178)
非持续性经营收益	(396)	(1)	(433)	(8)
净利润	1,398	(1,470)	4,160	(186)

数据来源：ROYAL PHILIPS ELECTRONICS

图表 81 2006-2008 年飞利浦照明主要财务数据

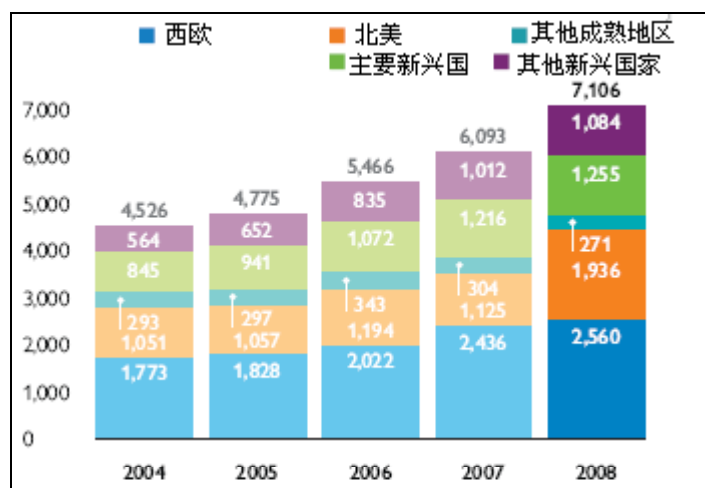
单位：百万欧元

	2006	2007	2008
销售额	5,466	6,093	7,106
名义增长率（%）	14	11	17
可比增长（%）	8	6	3
息税摊销前利润（EBITA）	608	722	538
占销售额比重（%）	11.1	11.9	7.6
息税前利润（EBIT）	577	675	165
占销售额比重（%）	10.6	11.1	2.3
营业净资本(NOC)	2,527	3,886	5,648
财务活动前现金流	451	(648)	(1,139)
雇佣员工数（人）	47,739	54,323	57,166

数据来源：ROYAL PHILIPS ELECTRONICS

图表 82 2004-2008 年飞利浦照明销售额分地区变化趋势

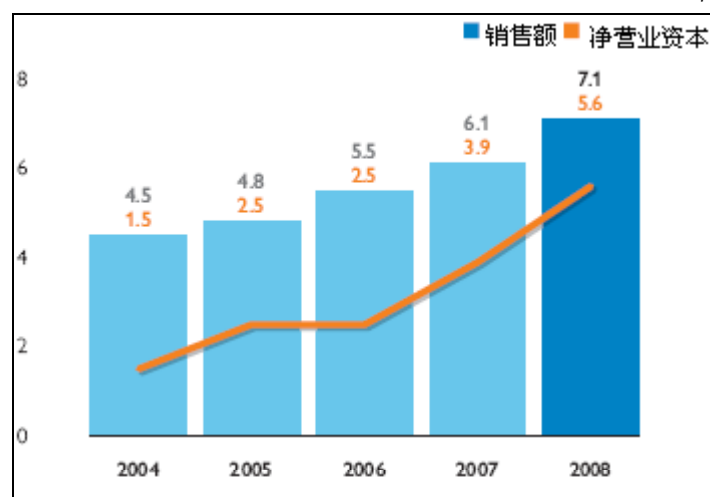
单位：百万欧元



数据来源：ROYAL PHILIPS ELECTRONICS

图表 83 2004-2008 年飞利浦照明销售额和净营业资本变化趋势

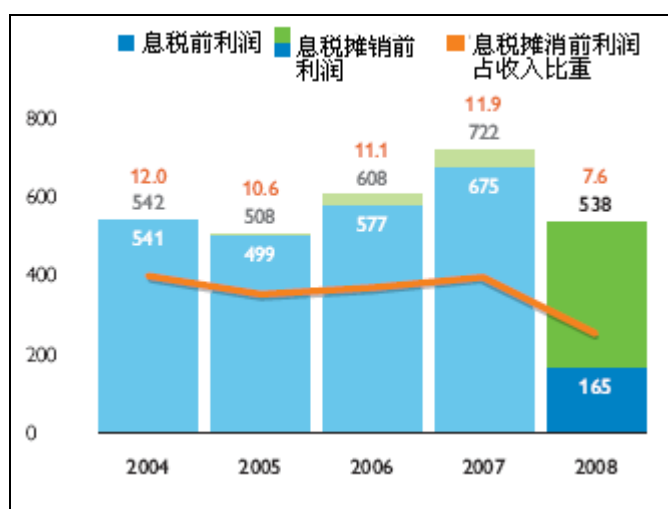
单位：十亿欧元



数据来源：ROYAL PHILIPS ELECTRONICS

图表 84 2004-2008 年飞利浦照明 EBIT 和 EBITA 变化趋势

单位：百万欧元



数据来源：ROYAL PHILIPS ELECTRONICS

12.4.3 2009 年前三季度飞利浦照明经营状况

2009 财年第三季度截至 2009 年 9 月 30 日。

2009 年前三季度，飞利浦集团的销售额相比 2008 年前三季度的 187.62 亿欧元下降到了 159.26 亿欧元。销售成本相比 2008 年同期的 127.20 亿欧元下降到了 105.18 亿欧元。毛利润相比 2008 年同期的 60.42 亿欧元下降到了 54.08 亿欧元。

2009 年第三季度，飞利浦照明的销售额相比 2008 年同期的 18.46 亿欧元下降到了 16.46 亿欧元。息，税，摊销前利润相比 2008 年同期的 1.83 亿欧元下降到了 7900 万欧元。营业净资本相比 2008 年同期的 64.58 亿欧元下降到了 53.82 亿欧元。雇员人数相比 2008 年同期的 60,067 人下降到了 51,636 人。

图表 85 2008-2009 年前三季度飞利浦集团损益表

单位：百万欧元

	第三季度		前三季度	
	2008	2009	2008	2009
销售额	6,334	5,621	18,762	15,926
销售成本	(4,422)	(3,645)	(12,720)	(10,518)
毛利润	1,912	1,976	6,042	5,408
销售费用	(1,304)	(1,242)	(3,730)	(3,640)
一般和管理费用	(280)	(129)	(763)	(597)
研发费用	(444)	(372)	(1,250)	(1,161)
商誉减值	(90)	-	(90)	-
其他业务收入	97	9	224	73
其他业务费用	(24)	(5)	(76)	(24)
营业损益	(133)	237	357	59

财务收入	421	35	1,566	208
财务费用	(263)	(79)	(773)	(296)
税前损益	25	193	1,150	(29)
所得税	3	(56)	(139)	130
税后利润	28	137	1,011	101
权益法投资方相关成果	9	39	71	63
持续经营利润	37	176	1,082	164
非持续性经营税后收益	21	-	5	-
当期净利润	58	176	1,087	164
当期净利润归属				
归属于股东的净利润	57	174	1,083	159
归属于少数股东权益的净亏损	1	2	4	5
当期加权平均普通股股数（扣除库存股票之后，单位：千股）				
基本	972,087	926,461	1,010,707	925,001
稀释	977,701	930,512	1,018,530	927,889
归属于股东的普通每股净损益（单位：欧元）				
基本	0.06	0.19	1.07	0.17
稀释	0.06	0.19	1.06	0.17

数据来源：飞利浦照明（ROYAL PHILIPS ELECTRONICS）

图表 86 2008-2009 年第三季度飞利浦照明主要财务数据

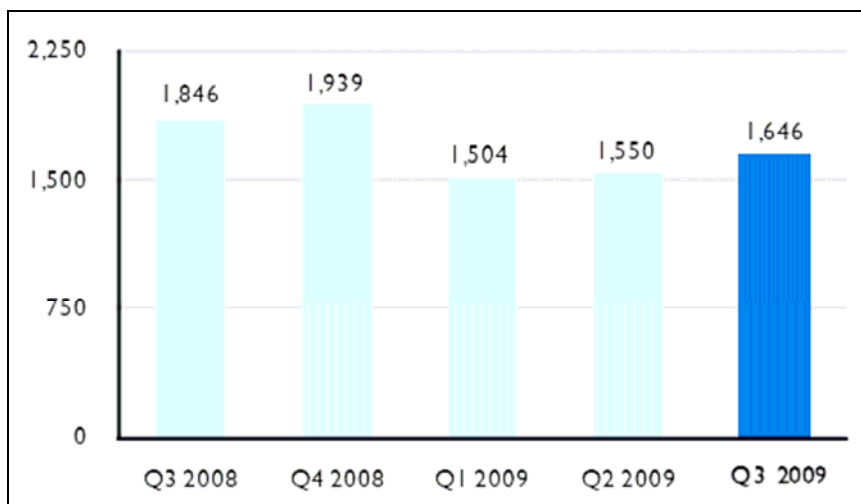
单位：百万欧元

	2008 年第三季度	2009 年第三季度
销售额	1,846	1,646
增长率		
名义增长率（%）	19	(11)
可比增长（%）	6	(13)
息、税、摊销前利润（EBITA）	183	79
占销售额比重（%）	9.9	4.8
息税前利润（EBIT）	56	40
占销售额比重（%）	3.0	2.4
营业净资本(NOC)	6,458	5,382
雇员人数（人）	60,067	51,636

数据来源：飞利浦照明（ROYAL PHILIPS ELECTRONICS）

图表 87 2008-2009 年第三季度飞利浦照明销售额情况

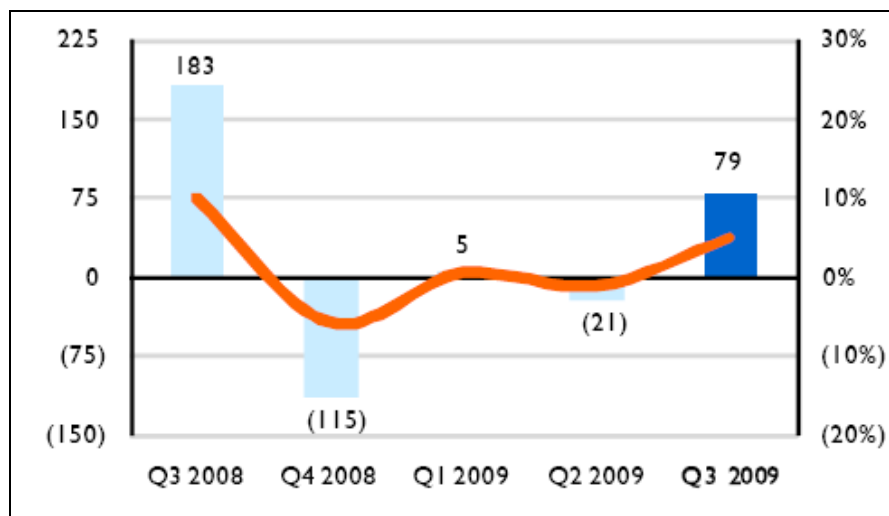
单位：百万欧元



数据来源：飞利浦照明（ROYAL PHILIPS ELECTRONICS）

图表 88 2008-2009 年第三季度飞利浦照明 EBITA 变化趋势

单位：百万欧元



数据来源：飞利浦照明（ROYAL PHILIPS ELECTRONICS）

第十三章 国内重点企业

13.1 联创光电

13.1.1 公司简介

江西联创光电科技股份有限公司创建于 1999 年 6 月,2001 年 3 月在上海证券交易所挂牌上市。联创光电是国家火炬计划重点高新技术企业,国家“863 计划”成果产业化基地,国家“铟镓氮 LED 外延片、芯片产业化”示范工程企业,南昌国家半导体照明工程产业化基地核心企业。

联创光电主要业务领域包括:LED 光电器件及应用产品、光电线缆、继电器、电声器件、通信和信息服务。在江西南昌、江西吉安、福建厦门等地设有产业基地。

联创光电秉承“联天下英才,创光电伟业”的企业宗旨,坚持“诚信、勤勉、务实、创新”的企业精神,力争把公司建设成中国一流的光电子产业基地和具有国际竞争力的现代高科技公司。

光电子产品生产线

联创光电拥有国际先进水平的 MOCVD 外延炉、芯片及器件封装设备和测试仪器,已形成自 LED 外延片、芯片、器件到全彩显示屏、半导体照明光源等应用产品的较完整产业链和规模化生产。产品畅销全国并大量出口。已形成了年产 20 万平方英寸液相 LED 外延片,5 万平方英寸蓝、绿光 LED 外延片,60 亿粒 LED 芯片,6 亿只片式 LED 及高亮度、超高亮度 LED,1500 万只 LED 平面显示器件,1500 万块 LED 手机背光源。

“联创光电”助“神六”飞天

联创光电研发生产的场效应器件具有输入阻抗高、噪声小、可靠性高等特点,用于可靠性要求较高的高频低噪声前置放大,高输入阻抗低噪声放大,高频振荡变频等电路中,被广泛应用于各种军事装备及航天、航空等各种高、精、尖设备、仪器中。作为关键的基础元器件,其应用于神舟号飞船系统、火箭发射系统以及遥感、遥测、遥控系统。

13.1.2 2008 年 1-12 月联创光电经营状况分析

2008 年全年,江西联创光电科技股份有限公司实现营业收入 12.2 亿元,其中,公司主导产业(LED 及电缆)实现营业收入 10.93 亿元,同比增长 16.5%,LED 产业实现营业收入 6.27 亿元,同比增长 9.42%。由于受到产品价格下降、材料成本和用工成本上升的影响,2008 年公司实现净利润 3,335 万元,同比下降 51.92%。

2008 年，公司多个重大项目获得国家和省、市政府资金支持。公司承担的《液晶显示屏背光源用高亮度片式 LED 产业化项目》、《TOP 型 LED 封装及应用产品产业化项目》获得国家发改委新型元器件产业化专项支持；《LED 应急照明高效驱动技术与系统可行性研究项目》被列入国家 863 计划；《背光源用高亮度侧发光 LED 产业化项目》、《中大尺寸液晶显示器用 LED 背光源产业化关键技术项目》获得江西省政府和南昌市政府资金补助。此外，公司还有三个军品项目获得国家立项，一个电缆产品项目获江西省立项。

2008 年内，公司高度重视新产品的开发工作。公司有 30 个新产品通过了省级鉴定，其中 LED 产品 16 个，通信产品 11 个，电缆产品 3 个。《液晶显示器用高亮度 LED 背光源》获 2008 年度江西省科技进步三等奖。同时，公司还有 21 个产品荣获国家、省、市奖励，其中国家级 4 个、省级 14 个、市级 3 个。公司总部还向国家知识产权局申报了半导体照明发明专利 1 项，已进入公示审查阶段。控股子公司联创电缆有 5 项专利获得国家“实用新型专利证书”。通过改进工艺、运用新材料、新技术，提高了功率型半导体照明用白光 LED 器件封装产业化技术水平，发光效率达 90LM/W。公司研发生产的半导体照明 3W、5WLED 筒灯、T8LED 日光灯光源产品，开始运用到公司办公场所，产品性能稳定，使用效果良好，为公司半导体照明光源产业的发展奠定了技术基础。按照新的认定标准，公司及所属的两家控股子公司分别成为江西省和厦门市的第一批高新技术企业。

2008 年内，公司进一步增强全员质量意识，提升产品质量，开展了“质量百日行动”活动，两次通过了 ISO9000 质量管理体系和军标生产线的监督审核。公司生产的场效应晶体管成功用于“神七”载人航天飞船的发射和运行系统。背光源产品积极导入 ISO/TS16949 汽车供应商质量管理体系，首次进入汽车整车厂采购体系。公司还积极参与国家及地方标准化建设，首次成为国标《漏泄同轴电缆与规范》

（GB/T15285-1994）主要起草单位，承担了《半导体器件 3DJ2、3DJ6、3DJ7 型硅 N 沟道结型场效应晶体管管理详细规范》、《数字式车内通信系统通用规范》的制定工作。2008 年内，公司品牌建设成效显著。“联创光电”商标获江西省著名商标称号，“半导体发光二级管显示器件”被评为江西省名牌产品。

2008 年内，针对产品成本压力加大问题，公司把成本管理作为管理工作重点，各分子公司积极采取措施，从原材料采购、生产组织、品质管理、工艺改进、员工培训等各个环节着手，有效的降低了产品成本，取得了一定的成效。结合深入推进公司治理专项活动，公司制度建设日趋完善。为配合国家新法规、新政策的实施，制定和修订了近百个管理制度，形成了相对健全和完善的制度体系。通过完善管理制度加强了公司内部管理，规范了内部运作，强化了监督职能。

图表 89 2008 年 1-12 月联创光电主要财务数据

项目	金额（元）
----	-------

营业利润	37,915,663.49
利润总额	44,710,229.86
归属于上市公司股东的净利润	33,350,632.02
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	31,190,615.06
经营活动产生的现金流量净额	59,721,172.09

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

图表 90 2008 年 1-12 月联创光电非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-2,070,740.00
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	7,914,399.00
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	950,907.37
少数股东权益影响额	-2,246,621.31
所得税影响额	-2,387,928.10
合计	2,160,016.96

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

图表 91 2006 年-2008 年联创光电主要会计数据和主要财务指标

单位：元

	2008 年	2007 年		比 2007 年增减（%）	2006 年
		调整后	调整前		
营业收入	1,215,869,715.00	1,735,910,643.58	1,735,910,643.58	-29.96	1,653,953,749.22
利润总额	44,710,229.86	130,093,428.98	134,128,013.92	-65.63	99,729,383.65
归属于上市公司股东的净利润	33,350,632.02	69,355,693.31	73,472,091.61	-51.92	45,622,290.93
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润	31,190,615.06	57,647,565.24	61,763,963.54	-45.90	44,657,863.76
基本每股收益（元 / 股）	0.09	0.19	0.20	-52.63	0.12
稀释每股收益（元 / 股）	0.09	0.19	0.20	-52.63	0.12
扣除非经常性损益后的	0.08	0.155	0.17	-48.39	0.12

基本每股收益 (元 / 股)					
全面摊薄净资产收益率 (%)	3.98	8.51	8.97	减少 4.53 个 百分点	6.00
加权平均净资产收益率 (%)	4.05	8.80	9.30	减少 4.75 个 百分点	6.20
扣除非经常性损益后全面摊薄净资产收益率 (%)	3.72	7.08	7.54	减少 3.36 个 百分点	5.88
扣除非经常性损益后的加权平均净资产收益率 (%)	3.79	7.32	7.82	减少 3.53 个 百分点	6.07
经营活动产生的现金流量净额	59,721,172.09	80,258,856.57	80,258,856.57	-25.59	180,368,268.07
每股经营活动产生的现金流量净额 (元 / 股)	0.16	0.22	0.22	-27.27	0.49
	2008 年末	2007 年末		比 2007 年末增 减 (%)	2006 年末
		调整后	调整前		
总资产	1,693,458,298.77	1,672,112,635.59	1,677,290,807.69	1.28	2,032,667,160.83
所有者权益 (或股东权益)	837,408,578.90	814,685,425.00	818,869,961.84	2.79	759,765,443.13
归属于上市公司股东的每股净资产 (元 / 股)	2.26	2.20	2.21	2.73	2.05

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

图表 92 2008 年 1-12 月联创光电主营业务分产品情况

单位：元

分行业 或分产	营业收入	营业成本	营业利 润率	营业收入 比上年增	营业成本 比上年增	营业利润 率比上年
------------	------	------	-----------	--------------	--------------	--------------

品			(%)	减 (%)	减 (%)	增减 (%)
分产品						
线缆	430,492,178.80	362,952,699.26	15.69	26.78	29.20	减少 2.19 个百分点
光电器件及应用产品	627,272,757.00	513,276,833.39	18.17	9.44	10.25	减少 0.32 个百分点
专用通信产品	73,084,236.07	37,191,158.82	49.11	-19.28	-27.46	增加 5.74 个百分点
电脑及软件	42,574,531.32	40,255,902.03	5.45	-8.57	-9.37	增加 0.85 个百分点

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

图表 93 2008 年 1-12 月联创光电主营业务分地区情况

单位：元

地区	营业收入	比上年增减 (%)
国内	1,041,687,357.04	-18.25
香港	78,406,490.79	-14.29
美国	779,072.16	-99.09
德国	9,538,757.78	-7.35
意大利	11,379,837.96	-77.86
土耳其	43,175,368.34	-15.17
国内保税区	9,076,324.69	1,625.05
韩国	25,377,699.66	-36.03
印度	21,260,650.81	71.67
台湾	768,994.69	-88.29
其他国家	87,021,910.87	-44.58
公司内各业务分部间相互抵销	155,048,761.60	

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

13.1.3 2009 年 1-9 月联创光电经营状况分析

2009 年 9 月末，江西联创光电科技股份有限公司拥有总资产 1,801,289,937.31 元，比 2008 年末增长 6.37%；归属于上市公司股东的每股净资产 2.30 元，比 2008 年末增长 1.77%；2009 年 1-9 月，公司归属于上市公司股东的净利润 22,826,813.38 元，其中第三季度为 17,994,438.85 元，同比增加 103.54%；基本每股收益 0.0616 元，其中第三季度为 0.0485 元，同比增加 103.78%；净资产收益率为 2.68%，其中第三季度为 2.11%，同比增加 1.05 个百分点。

图表 94 2009 年 1-9 月联创光电主要会计数据及财务指标

	2009 年 9 月末	2008 年末	比 2008 年末增减（%）
总资产(元)	1,801,289,937.31	1,693,458,298.77	6.37
所有者权益（或股东权益）(元)	852,285,529.47	837,408,578.90	1.78
归属于上市公司股东的每股净资产(元)	2.30	2.26	1.77
	2009 年 1-9 月末		比上年同期增减（%）
经营活动产生的现金流量净额(元)	-10,882,381.58		63.50
每股经营活动产生的现金流量净额(元)	-0.029		63.50
	2009 年 7-9 月	2009 年 1-9 月末	第三季度比上年同期增减（%）
归属于上市公司股东的净利润(元)	17,994,438.85	22,826,813.38	103.54
基本每股收益(元)	0.0485	0.0616	103.78
扣除非经常性损益后的基本每股收益(元)	-	0.0518	-
稀释每股收益(元)	0.0485	0.0616	103.78
全面摊薄净资产收益率(%)	2.11	2.68	增加 1.05 个百分点
扣除非经常性损益后全面摊薄净资产收益率(%)	1.97	2.26	增加 1.19 个百分点

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

图表 95 2009 年 1-9 月联创光电非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-180,348.43
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	5,591,887.00
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-998,552.93
少数股东权益影响额	-112,658.22
所得税影响额	-685,789.64
合计	3,614,537.78

数据来源：江西联创光电科技股份有限公司

13.1.4 联创光电未来发展策略及发展思路

联创光电在 2006 年确立了“一主三支撑”的新发展战略，即以 LED 为主业，以继电器、线缆和通信为支撑，通过集中资源加大 LED 产业投入，通过上市寻求三个支

撑的迅速发展，和调整、退出、清理有关产业，从而带来企业新的发展机遇。联创光电将加大对 LED 投入力度，用 3 年左右时间使 LED 主业超过公司产业 50% 份额。

作为全国最早的 LED 研发和生产企业，联创光电 LED 已形成一条包括上、中、下游在内的完整产业链，其 LED 业务主要由五家子公司构成。其中以原江西江南材料厂为基础组建的光电分公司从事上游的 LED 外延片生产；子公司南京欣磊是国内最大的 LED 芯片生产企业，产品主要走中低端路线，盈利能力在国内同行中处于较高水平，除了做大产量外，还担负着为上市公司批量生产技术含量较高的蓝光芯片任务。联创光电下属南昌分公司、厦门华联和联创致光均为 LED 下游封装企业。按照规划，南昌分公司 2010 年力争将 LED 光电器件的年产量从 2006 年的 2 亿只提高到 10 亿只，从而占据国内 LED5% 的市场份额。而与韩国世光公司合资的联创致光则主要从事 LED 下游产品的应用，拥有月产 200 万支彩屏手机用彩色液晶背光源生产线，作为公司 LED 下一步发展战略的重点。

在将 LED 确定为核心主业的同时，联创光电调整了发展思路，下一步将重点通过发展壁垒较低的 LED 下游应用（如 LED 背光源和应用产品），推动芯片和外延发展。

联创光电三大类核心产品继电器，信息电缆，光电器件（LED）目前均在国内同行业处于前三位，具备极强的市场竞争力，其控股的南昌欣磊公司是目前国内最大的 LED 芯片生产企业，今后三年联创光电还拟将投资总额增加到 4 亿元，并且得到国家高科技项目国债资金的重点扶持，从而真正成为行业巨无霸。另一家子公司厦门宏发的继电器产品出口也始终保持高速增长的良好态势。2004 年以来，其光电科技园项目和多个投资项目如“继电器生产改造项目”，“LED 芯片项目”都已经陆续进入投资回收期，该公司一个新的利润高峰有望到来。

联创光电的龙头地位也引起可诸多世界级厂商的关注。世界 500 强企业之一的松下电工与其合资设立了厦门松下电工控制有限公司，表明其正逐步成为世界级的光电巨头企业。

13.2 方大集团

13.2.1 公司简介

方大集团股份有限公司（深圳证券交易所 A 股代码 000055、B 股代码 200055）成立于 1991 年 12 月，是中国目前规模最大的新材料高新技术企业。

方大集团现已形成新型建材产业、机电一体化工程产业、半导体照明及光电子产业等三大产业体系。新型建材产业包括各类建筑幕墙、铝塑复合板、单层铝板、节能环保门窗、铝型材、新型采暖散热器、特种结构等；机电一体化工程产业包括地铁屏

蔽门、自动门、特种门等；半导体照明及光电子产业包括氮化镓（GaN）基蓝、绿、白光 LED 外延片和蓝、绿、白光 LED 芯片以及集成电路、半导体照明等。

方大集团拥有国家级企业技术中心、国家级光电材料与器件工程研究中心、同行业第一家企业博士后工作站、装饰工程设计院、网络信息中心和中心实验室等研发机构，并在美国等地设立了研发基地和分支机构，拥有一批高级工程技术人员、国外留学回国人员和博士、硕士，其中工程技术人员占员工总人数的 40% 以上。

方大集团早于 1995 年在国内同行业率先通过了 ISO9001 质量保证体系的国际国内双重认证，通过了 ISO14001 环境管理体系和 OHSAS18001 职业健康安全管理体系的认证，是全国建材行业、建筑装饰行业、金属结构行业首家实施国家 863 计划 CIMS 应用示范管理的企业，通过建立完善的业务流程管理系统，确保产品研发、生产、销售、工程安装、售后服务等各环节高效、优质运转。

13.2.2 2008 年 1-12 月方大集团经营状况分析

2008 年，方大集团股份有限公司公司共签订销售订单 107,204 万元，同比增长 26.21%，实现营业收入 78,472 万元，同比增长 22.57%，实现归属于母公司所有者的净利润 2,326 万元。截止 2008 年末，公司订单储备为 80,326 万元，较年初增长 60.54%，为 2009 年生产经营打下了良好的基础。

图表 96 2008 年 1-12 月方大集团主要财务数据

项目	金额（元）
营业利润	19,462,606.89
利润总额	16,312,073.26
归属于上市公司股东的净利润	23,260,881.91
扣除非经常性损益后的归属于上市公司股东的净利润	2,391,027.81
经营活动产生的现金流量净额	23,093,735.18

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 97 2008 年 1-12 月方大集团非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-25,534.84
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	3,417,346.29
债务重组损益	-3,372,824.52
除同公司正常经营业务相关的有效套期保值业务外，持有交易性金融资产、交易性金融负债产生的公允价值变动损益，以及处置交易性金融资产、	33,005,842.49

交易性金融负债和可供出售金融资产取得的投资收益	
单独进行减值测试的应收款项减值准备转回	-266,607.85
采用公允价值模式进行后续计量的投资性房地产公允价值变动产生的损益	-4,935,520.24
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-3,275,491.00
所得税影响额	-3,525,887.89
少数股东权益影响额	-151,468.34

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 98 2006 年-2008 年方大集团主要会计数据和主要财务指标

单位：元

	2008 年	2007 年	比 2007 年 增减（%）	2006 年
营业收入	784,720,562.64	640,246,885.64	22.57%	702,817,644.34
利润总额	16,312,073.26	23,850,523.77	-31.61%	20,178,171.35
归属于上市公司股东的净利润	23,260,881.91	24,386,023.62	-4.61%	20,610,993.31
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润	2,391,027.81	-32,626,195.59	-	-5,749,448.12
经营活动产生的现金流量净额	23,093,735.18	81,895,449.43	-71.80%	81,321,516.65
	2008 年末	2007 年末	比 2007 年 末增减（%）	2006 年末
总资产	1,395,570,931.42	1,316,903,872.37	5.97%	1,185,591,408.67
所有者权益（或股东权益）	559,715,901.95	581,919,810.07	-3.82%	485,544,759.85
股本	426,786,359.00	387,987,600.00	10.00%	352,716,000.00

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 99 2008 年 1-12 月方大集团净资产收益率及每股收益

项目	净资产收益率（%）		每股收益（元/股）	
	全面摊薄	加权平均	基本每股收益	稀释每股收益
归属于公司普通股股东的净利润	4.16%	4.12%	0.055	0.055
扣除非经常性损益后归属于公司普通股股东的净利润	0.43%	0.42%	0.01	0.01

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 100 2008 年 1-12 月方大集团主营业务分行业、产品情况

单位：万元

主营业务分行业情况						
分行业 或分产 品	营业收入	营业成本	营业利润 率（%）	营业收入比 上年增减 （%）	营业成本比 上年增减 （%）	营业利润率 比上年增减 （%）
商品销 售收入	29,388.27	25,144.35	14.44%	47.05%	49.95%	-1.65%
建筑安 装工程 收入	45,314.43	38,342.36	15.39%	11.98%	8.37%	2.82%
小计	74,702.70	63,486.71	15.01%	23.57%	21.74%	1.28%
主营业务分产品情况						
幕墙	45,314.43	38,342.36	15.39%	29.80%	25.26%	3.07%
复合铝 板及单 层成型 铝板	16,880.29	12,311.05	27.07%	33.35%	20.51%	7.77%
地铁屏 蔽门	5,781.17	5,279.60	8.68%	3.78%	10.63%	-5.66%

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 101 2008 年 1-12 月方大集团主营业务分地区情况

单位：万元

地区	营业收入	比上年增减（%）
国内	66,892.77	15.83%
国外	11,579.29	84.58%

数据来源：方大集团股份有限公司

13.2.3 2009 年 1-9 月方大集团经营状况分析

2009 年 9 月末，方大集团股份有限公司拥有总资产 1,442,126,684.62 元，比 2008 年末增长 3.34%；归属于上市公司股东的每股净资产 1.39 元，比 2008 年末增长 6.11%；2009 年 1-9 月，公司归属于上市公司股东的净利润 37,452,964.05 元，其中第三季度为 7,376,329.77 元；基本每股收益 0.09 元，其中第三季度为 0.017 元；净资产收益率为 6.31%，其中第三季度为 1.24%，同比增加了 1.91 个百分点。

图表 102 2009 年 1-9 月方大集团主要会计数据及财务指标

	2009 年 9 月末	2008 年末	增减幅度（%）	
总资产（元）	1,442,126,684.62	1,395,570,931.42	3.34%	
归属于上市公司股东的所有者权益（元）	593,179,820.76	559,715,901.95	5.98%	
股本（股）	426,786,359.00	426,786,359.00	0.00%	
归属于上市公司股东的每股净资产（元/股）	1.39	1.31	6.11%	
	2009 年 7-9 月	比上年同期增减（%）	2009 年 1-9 月	比上年同期增减（%）
营业总收入（元）	232,026,806.87	18.22%	601,972,120.76	7.13%
归属于上市公司股东的净利润（元）	7,376,329.77	-	37,452,964.05	119.38%
经营活动产生的现金流量净额（元）	-	-	9,813,490.56	
每股经营活动产生的现金流量净额（元/股）	-	-	0.02	143.88%
基本每股收益（元/股）	0.017		0.09	125.00%
稀释每股收益（元/股）	0.017		0.09	125.00%
净资产收益率（%）	1.24%	1.91%	6.31%	3.24%
扣除非经常性损益后的净资产收益率（%）	1.03%	1.59%	2.65%	4.06%

数据来源：方大集团股份有限公司

图表 103 2009 年 1-9 月方大集团非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-699,992.78
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	1,286,000.00
债务重组损益	18,377.07
对外委托贷款取得的损益	308,534.09
除同公司正常经营业务相关的有效套期保值业务外，持有交易性金融资产、交易性金融负债产生的公允价值变动损益，以及处置交易性金融资产、交易性金融负债和可供出售金融资产取得的投资收益	16,614,079.31
采用公允价值模式进行后续计量的投资性房地产公允价值变动产生的损益	3,521,776.72
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	743,388.75
少数股东权益影响额	-83,347.15
合计	21,708,816.01

数据来源：方大集团股份有限公司

13.2.4 方大再度担纲攻坚半导体照明核心技术

深圳企业在我国半导体照明产业中的自主创新能力，获得高度肯定，并再次赢得攻坚重大核心技术的先机。2007 年初，国家科技部正式发文，方大集团股份有限公司中标承担国家“十一五”期间 863 计划的半导体照明工程重大项目——“高效大功率氮化镓 LED 芯片及半导体照明白光光源制造技术”。

科技部为此拨付 686 万元专项资金，支持方大集团对该项目的研发。

该项目是半导体照明技术的核心、前沿部分，旨在大幅提高半导体照明芯片的发光效率，实现半导体照明取代传统照明。这也是实现我国半导体照明普及应用的关键技术，对发展循环经济具有重大战略意义。国家和深圳市均高度重视，除科技部拨付资金外，市政府也将配套专项资金，支持该项目。

方大集团作为半导体产业的先行者，已圆满完成国家“十五”重大科技攻关项目——“半导体照明产业化技术开发功率型芯片产业化关键技术”，成功开发了大功率芯片，实现了半导体照明关键技术的突破与产业化，形成了包括外延生长、芯片制造、大功率半导体照明光源封装、半导体照明灯具、半导体亮化工程等半导体照明产业链。方大集团再度承担国家级关键技术研发课题，彰显出深圳企业在半导体照明领域的优势地位。

13.2.5 方大集团沈阳建半导体照明基地

2007 年 10 月，沈阳方大半导体照明有限公司在沈阳市浑南新区开工建设。该公司由方大集团与沈阳市浑南新区共同投资建设，将建设成大型半导体照明产业基地。

该公司的成立充分发挥了双方的技术与资源优势，把沈阳方大半导体绿色照明基地建设成我国最具竞争力的半导体照明产业园区，成为沈阳经济新的增长点。

沈阳方大半导体照明有限公司是沈阳方大半导体绿色产业园的核心企业，位于沈阳市浑南新区，注册资本 2 亿元，规划占地面积 8.5 万平方米。

建成后的沈阳方大半导体照明产业基地，将形成一个以光电半导体材料生长和芯片制作为龙头，以封装、器件及照明、显示等终端应用产品制造为延伸，以零部件产品为配套，集研发、制造、测试和设计为一体的完整产业集群。

2000 年，方大集团在我国率先投身半导体发光材料的研发与生产，方大自主开发的大功率芯片被列为 2006 年度国家重点新产品计划，并承担了国家“十一五”“863”计划中半导体照明工程的重大项目的研发任务，拥有二十多项发明专利和其他相关专

利近 150 项，方大集团承建的“上海市花旗集团大厦 LED 彩显幕墙系统工程”是目前世界上面积最大的 LED 彩显工程。

13.3 三安光电股份有限公司

13.3.1 公司简介

三安光电股份有限公司主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片，化合物太阳能电池、PIN 光电探测器芯片等的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平。公司以打造拥有自主知识产权的民族高科技企业为己任，以创建国际一流企业为愿景。拥有 1000 级到 10000 级的现代化洁净厂房，千余台(套)国内外最先进的 LED 外延生长和芯片制造设备，在天津三安三期扩产完毕之时，MOCVD 总数将达到 100 台以上，其规模为国内第一名，国际前十名。已实现年产外延片 65 万片，芯片 200 亿粒的生产规模。

目前三安公司拥有由美国、台湾、日本及国内光电技术顶尖人才组成的高素质专家团队。公司已申请及获得 60 多项发明专利及专有技术。公司严格按照国际质量管理体系及国际环境管理体系标准进行全员、全方位、全过程的运作，并于 2003 年通过了 ISO9001: 2000 质量体系认证，2008 年通过 ISO14001: 2004 环境管理体系认证。

13.3.2 2008 年厦门三安电子实现借壳上市

2008 年 7 月，暂停上市一年后，经过资产重组，S * ST 天颐（600703）于 7 月 8 日在上交所恢复上市。恢复上市首日的股票简称为“NST 天颐”，以后公司股票简称为“ST 天颐”。

由此，三安电子成为首家成功借壳上市的厦门企业。

三安集团投入借壳重组 S * ST 天颐的资金为 14978.1 万元，其中，用于购置 S * ST 天颐破产重整处置资产 10000 万元，股权收购款 1678.1 万元，赠予 3300 万元用于清偿债务。三安集团和三安电子，合计持有 S * ST 天颐 16924.2392 万股，占总股本的 72.19%，而三安电子实际控股股东为三安集团。

此前，经证监会批准，S * ST 天颐已决定更名为三安光电股份有限公司，并将发行股份购买的厦门三安电子有限公司涉及生产、销售 LED 外延片及芯片所密切相关资产，全部过户至三安光电科技名下。

三安电子主要从事全色系超高亮度 LED 外延片及芯片的研发、生产和销售业务，是 LED 行业上游生产企业，2007 年实现净利润 8419.1304 万元。由此，S * ST 天颐的主营业务已由传统的油脂产业，变为高科技的 LED 产业，生产基地也从湖北荆州变成了厦门。

13.3.3 2009 年 1-12 月三安光电经营状况分析

2009 年 1-12 月，三安光电股份有限公司实现销售收入 47,029.38 万元、利润总额 20,468.11 万元和净利润 18,015.11 万元。与 2008 年同期相比，销售收入增长了 120.63%、利润总额增长了 230.26%、归属于上市公司股东的净利润增长了 246.11%。

图表 104 2009 年 1-12 月三安光电主要财务数据

项目	金额（元）
营业利润	148,889,211.02
利润总额	204,681,112.21
归属于上市公司股东的净利润	180,151,109.90
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	125,283,132.58
经营活动产生的现金流量净额	253,825,648.48

数据来源：三安光电股份有限公司

图表 105 2009 年 1-12 月三安光电非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-238,588.69
计入当期损益的政府补助（与企业业务密切相关，按照国家统一标准定额或定量享受的政府补助除外）	56,056,100.00
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-25,610.12
扣除非经常性损益的所得税影响数	923,923.87
合计	54,867,977.32

数据来源：三安光电股份有限公司

图表 106 2007 年-2009 年三安光电主要会计数据和主要财务指标

单位：元

主要会计数据	2009 年	2008 年	比 2008 年同期 增减(%)	2007 年
营业收入	470,293,759.02	213,161,050.74	120.63	843,211.03
利润总额	204,681,112.21	61,975,270.53	230.26	348,360,576.42
归属于上市公司股东的净利润	180,151,109.90	52,050,491.52	246.11	348,670,737.53
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润	125,283,132.58	48,422,777.64	158.73	-54,039,506.11
经营活动产生的现金流量净额	253,825,648.48	73,890,110.76	243.52	-987,155.66
	2009 年末	2008 年末	比 2008 年同期 末增减(%)	2007 年末

总资产	2,061,989,423.12	861,041,103.02	139.48	0.00
所有者权益（或股东权益）	1,461,064,623.05	481,131,513.15	203.67	0.00
主要财务指标	2009 年	2008 年	比 2008 年同期增减(%)	2007 年
基本每股收益（元 / 股）	0.71	0.28	153.57	2.66
稀释每股收益（元 / 股）	0.71	0.28	153.57	2.66
扣除非经常性损益后的基本每股收益（元 / 股）	0.49	0.26	88.46	-0.41
加权平均净资产收益率（%）	23.36	21.64	1.72	-
扣除非经常性损益后的加权平均净资产收益率（%）	16.25	21.13	-4.88	-
每股经营活动产生的现金流量净额（元 / 股）	0.91	0.30	203.33	-0.01
	2009 年末	2008 年末	比 2008 年同期末增减(%)	2007 年末
归属于上市公司股东的每股净资产（元 / 股）	5.26	1.95	169.74	0.00

数据来源：三安光电股份有限公司

图表 107 2009 年 1-12 月三安光电主营业务分行业、产品情况

单位：元

分行业或分产品	主营业务收入	主营业务成本	主营业务利润率(%)	主营业务收入比上年增减(%)	主营业务成本比上年增减(%)	主营业务利润率比上年增减(%)
芯片销售	454,862,095.75	270,180,314.35	40.6	125.68	116.60	6.54
租金收入	664,320.00	0.00	100.00	100.00	-	-
材料销售	11,451,219.79	1,554,273.51	86.43	92.73	1036.83	-11.54
受托加工	3,097,320.06	973,934.40	68.56	461.17	230.88	46.89

工						
劳务费	218,803.42	0.00	100.00	-76.82	-	-
合计	470,293,759.02	272,708,522.26	42.01	120.63	117.87	0.73

数据来源：三安光电股份有限公司

图 108 2009 年 1-12 月三安光电主营业务分地区情况

单位：元

地区	主营业务收入	主营业务收入比上年增减（%）
华东地区	181,433,410.22	67.54
华南地区	222,428,539.75	132.67
其他	62,623,903.94	2,528.95
国外	3,807,905.11	-44.68
合计	470,293,759.02	120.63

数据来源：三安光电股份有限公司

13.3.4 三安光电股份有限公司的发展优势

1、公司具有研发技术优势

公司作为国家人事部认定的企业博士后科研工作站，拥有由台湾、日本、美国和中国国内光电技术顶尖人才组成的技术研发团队，公司目前的研发能力已达到台湾同类大型企业的水平，部分产品已达到国际先进水平。公司委托清华大学培养的在职研究生，已经成为公司发展的重要力量。

公司是国内技术最前沿实现全色系超高亮度 LED 芯片产业化生产基地，掌握的外延片生长及芯片核心技术等，已达到国际同类产品的技术水平，在国内同行业中处于领先地位。

2、品牌规模优势明显

公司是国内最早从事 LED 外延片及芯片制造的企业，引进了当今世界先进的 LED 外延生长和芯片制造的设备，拥有 22 台国际一流的 MOCVD 和与之相匹配的芯片制造生产线及检测设备，具备年产外延片 85 万片的生产能力。目前，公司作为国内规模最大的全色系超高亮度 LED 芯片生产企业，能够通过批量生产降低产品成本，获得规模效益，公司规模居国内同行第一，作为中国第一品牌优势非常明显，效益明显，具有较强的抗风险能力。

3、公司营销渠道优势

公司经过长期的努力，建立了完善的市场营销体系，营销网络布局合理，销售环节流畅，客户技术支持有保障，售后服务周到、快捷，产品已占领了国内市场，并出

口至多个国家和地区，由于公司技术不断的提高，产品系列的完善，受到国内、外客户的好评，越来越多的国内外客户将供应的重心从国外移向三安，市场占有率稳居国内第一。

4、公司管理优势

公司建立了健全的财务内控体系及风险防范体系、成本控制体系、生产管理体系及完善的销售体系，通过目标运行的半月、月度过程监控分析，重点成本管理情况、资金回笼、欠款欠料的监控分析，对超期应收款的跟踪分析、财务的管理分析建议等，揭示目标运行过程中的管理问题。

13.3.5 三安光电股份有限公司面临的竞争格局

全球 LED 产业主要分布在日本、中国台湾地区、欧美、韩国和中国大陆等国家与地区。其中日本约占 38% 的份额，是全球 LED 产业最大生产国，其发展动向几乎为全球 LED 行业的指针。

我国台湾地区产值位列全球第二。我国台湾地区由封装起步，逐步向上游外延及芯片领域拓展，目前已经形成完整的产业链，是全球重要的芯片及封装生产地之一。美国及欧洲地区掌握上游外延及芯片核心技术，在大尺寸 LCD 背光源、白光照明及汽车应用等高端市场占有率有优势。

公司是国内最早从事 LED 外延片及芯片制造的企业，引进了当今世界先进的 LED 外延生长和芯片制造的设备，拥有 22 台国际一流的 MOCVD 和与之相匹配的芯片制造生产线及检测设备，具备年产外延片 85 万片的生产能力。目前，公司作为国内规模最大的全色系超高亮度 LED 芯片生产企业，能够通过批量生产降低产品成本，获得规模效益，公司规模居国内同行第一，作为中国第一品牌优势非常明显，效益明显，公司与台湾企业技术水平相当，处于国际第三的位置，具有较强的抗风险能力。

13.3.6 三安光电股份有限公司未来发展的机遇及挑战

三安光电股份有限公司未来发展面临的机遇：

目前我国 LED 产业发展动力强劲。《国家中长期科学和技术发展规划纲要》将半导体照明产品明确列为“重点领域及优先主题”，提出“重点研究高效节能、长寿命的半导体照明产品”。

节约能源是建设节约型社会的基础之一。“十一五”期间我国将开展十大节能工程，“绿色照明工程”是其中之一，LED 照明产品的应用是一个重要的方面。2006 年 10 月，科技部启动“十一五”半导体照明工程“863”计划，攻关计划等政策的引导下，高亮度 LED 产业进入加速发展的新阶段，为 LED 产业发展提供了良好的契机。同时我国 LED 产业正处于一个新的历史发展时期，特别是 2009 年 10 月，国家发改委联合

六部委出台了《半导体照明节能产业发展意见》将对 LED 产业的发展产生积极而深远的影响。

我国在发展 LED 产业方面有不少优势。LED 普通照明技术和生产得到突破，市场将会非常巨大。此外，城市景观照明、城市亮化工程对 LED 也有很大需求。其次，从资源角度看，我国具有丰富的有色金属资源，镓、铟储量丰富，占世界储量的 70%—80%，这使我国发展半导体照明产业具有资源上的优势。再有就是半导体照明产业是一个技术密集型和劳动密集型的产业，比较适合我国的国情。随着在外延、芯片的制备以及自主封装技术方面的自主创新，将会实现我国半导体照明产业的跨越式发展。

上海世界博览会、广州亚洲运动会，和 2011 年深圳世界大学运动会即将陆续登场，所带动的大型 LED 广告牌、建筑景观照明之应用商机，也是 LED 产业值得关注的焦点。LED 道路照明市场部份，除了国际展览赛事的推波助澜外，各国大型采购和 LED 道路照明示范计划的实施，以及 LED 路灯照明规格相继定案，预估开始迈入快速成长期，我国也不例外，目前各大中小城市的 LED 道路照明已相继启动。2009 年始，科技部启动“十城万盏”LED 路灯项目，路灯占城市用电非常大的一部分，

未来 LED 路灯市场不可限量。目前，随着各大笔记本电脑生产厂家宣布背光源将 50% 以上由 LED 取代，市场的前景相当广阔。这都将对 LED 产业及本公司产生一定积极影响。

三安光电股份有限公司未来发展面临的挑战：

随着 LED 行业的兴起，一些国内主要的 LED 厂商纷纷扩产，与此同时，一些行业外的企业和越来越多的跨国 LED 企业瞄准中国市场，抢占国内市场份额。这些跨国企业具有资本、技术和管理等方面的巨大优势，预计未来几年市场竞争将会更加激烈。

13.3.7 2010 年度三安光电股份有限公司发展策略

1、公司将凭借自身的优势，继续围绕公司的发展战略目标，继续强化在中国大陆光电领域的龙头地位，力求成为世界有影响力的光电产业化基地；

2、加强公司研发创新工作，继续推进 LED 类产品的研发，使公司成为中国最大的光电研发中心，发挥国家级企业技术中心优势，形成以公司为主导的光电领域产业集群，努力成为世界 LED 外延片及芯片生产大厂，保持公司持续立于高科技领域的领先地位。

3、加快技术专利布局，有效保护公司自有的知识产权。

4、加大人才培养和引进力度，建立企业的核心竞争力。公司将持续与国内外各大研究机构、学院进行密切的合作，将扩大与清华大学、日本东京理工大学、厦门大学

等的合作，进一步投入精力培养公司现有工程师的技术水平，同时吸引更多国内外专家加盟。

5、抓紧子公司厦门市三安光电科技有限公司新添设备的安装调试，尽快投产运行；尽快完成子公司天津三安光电有限公司的基础建设工作，争取早日建成投产，形成公司北方制造基地和研发中心的布局，扩大公司生产规模；尽快启动安徽三安光电有限公司的基础建设工作。

6、优化生产工艺，进一步提高现有生产设备的有效运转和产能，提高公司的竞争力，降低成本，扩展国内外市场，提高公司产品的市场占有率，确保公司销售收入及利润稳步增长。

7、加强公司各项规章制度建设，完善内部控制制度，提高管理执行力，使公司运行更规范，确保公司利益最大化，以优异的业绩回报广大投资者。

13.4 长电科技

13.4.1 公司简介

江苏长电科技股份有限公司是中国半导体封装生产基地，国内著名的分立器件制造商，集成电路封装测试龙头企业，国家重点高新技术企业和省园林化工厂。公司占地 18 万平方米，净化厂房 13 万平方米。

长电科技已成年产：集成电路 50 亿块；大中小功率三极管 200 亿只的能力。

长电科技拥有两家下属企业：江阴长电先进封装有限公司，是由江苏长电科技股份有限公司和新加坡 APS 公司共同投资建立的合资公司，成立于 2003 年 8 月。

长电先进主要着力于半导体芯片凸块（Wafer Bumping）及其封装产品 WLCSP、FCOL、FCOS、TCP/COF 及 COG……的开发、制造和销售，现已具备大批量生产能力。

长电先进拥有强大的技术开发团队，并拥有多项国内外发明专利的自主知识产权技术。长电先进将致力于研究技能的提升，IC 高端封装技术的开发，扩大现有产品线与制程能力，以较强的竞争力保持技术领先优势。

江阴新顺微电子有限公司，新顺微电子专业从事半导体分立器件芯片的研究开发、生产销售和应用服务。

新顺微电子已形成月产 4 英寸 3 万片的能力，而且各项技术指标已处于国内同行领先水平。

13.4.2 2008 年 1-12 月长电科技经营状况分析

2008 年，江苏长电科技股份有限公司实现营业收入 238,385.97 万元，比 2007 年同期增加了 2.74%，利润总额 11,469.62 万元、归属于上市公司股东净利润 9,309.21 万元，分别比 2007 年同期下降 46.95%、35.44%。

图表 109 2008 年 1-12 月长电科技主要财务数据

项目	金额（元）
营业利润	93,690,829.14
利润总额	114,696,202.36
归属于上市公司股东的净利润	93,092,069.44
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	75,753,136.83
经营活动产生的现金流量净额	769,118,165.90

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

图表 110 2008 年 1-12 月长电科技非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-763,726.31
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	21,720,022.43
企业取得子公司、联营企业及合营企业的投资成本小于取得投资时应享有被投资单位可辨认净资产公允价值产生的收益	1,174,827.50
同一控制下企业合并产生的子公司期初至合并日的当期净损益	908,622.18
除同公司正常经营业务相关的有效套期保值业务外，持有交易性金融资产、交易性金融负债产生的公允价值变动损益，以及处置交易性金融资产、交易性金融负债和可供出售金融资产取得的投资收益	449,434.06
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-1,125,750.40
少数股东权益影响额	-1,911,223.87
所得税影响额	-3,113,272.98
合计	17,338,932.61

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

图表 111 2006 年-2008 年长电科技主要会计数据和主要财务指标

单位：元

	2008 年	2007 年	比 2007 年 增减（%）	2006 年
营业收入	2,383,859,683.21	2,320,299,821.70	2.74	1,971,925,981.32
利润总额	114,696,202.36	216,202,078.10	-46.95	126,912,264.23
归属于上市公司 股东的净利润	93,092,069.44	144,190,764.84	-35.44	94,037,561.44
归属于上市公司 股东的扣除非经 常性损益的净利 润	75,753,136.83	140,496,532.80	-46.08	95,286,097.56
基本每股收益 （元 / 股）	0.12	0.19	-36.84	0.32
稀释每股收益 （元 / 股）	0.12	0.19	-36.84	0.32
扣除非经常性损 益后的基本每股 收益（元 / 股）	0.10	0.19	-47.37	0.33
全面摊薄净资产 收益率（%）	5.67	8.92	减少 3.25 个百分点	11.58
加权平均净资产 收益率（%）	5.78	9.67	减少 3.89 个百分点	12.09
扣除非经常性损 益后全面摊薄净 资产收益率（%）	4.61	8.86 减少 4.25 个 百分点	11.73	
扣除非经常性损 益后的加权平均 净资产收益率 （%）	4.70	9.60	减少 4.9 个百分点	12.25
经营活动产生的 现金流量净额	769,118,165.90	650,472,677.95	18.24	566,528,098.17
每股经营活动产 生的现金流量净 额（元 / 股）	1.03	1.73	-40.46	1.94
	2008 年末	2007 年末	比 2007 年 末增减 （%）	2006 年末
总资产	4,655,249,207.92	4,463,515,758.03	4.30	2,934,163,591.52
所有者权益（或 股东权益）	1,641,473,227.78	1,586,219,314.27	3.48	812,420,773.82
归属于上市公司 股东的每股净资 产（元 / 股）	2.20	4.26	-48.36	2.78

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

图表 112 2008 年 1-12 月长电科技主营业务分产品情况

单位：元

分产品	营业收入	营业成本	营业利润率 (%)	营业收入比上年增减 (%)	营业成本比上年增减 (%)	营业利润率比上年增减 (%)
器件销售	1,309,060,939.94	1,021,238,563.01	21.99	0.06	10.62	减少 7.45 个百分点
电路销售	956,698,399.16	776,729,246.17	18.81	4.74	4.69	增加 0.03 个百分点
芯片销售	93,958,179.89	81,777,065.62	12.96	15.29	27.24	减少 8.18 个百分点
合计	2,359,717,518.99	1,879,744,874.80	20.34	2.45	8.70	减少 4.58 个百分点

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

图表 113 2008 年 1-12 月长电科技主营业务分地区情况

单位：元

地区	营业收入	比上年增减 (%)
境内	972,002,715.12	-11.12
境外	1,387,714,803.87	15.76
合计	2,359,717,518.99	2.66

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

13.4.3 2009 年 1-9 月长电科技经营状况分析

2009 年 9 月末，江苏长电科技股份有限公司拥有总资产 4,938,412,067.87 元，比 2008 年末增长 6.52%；归属于上市公司股东每股净资产 2.20 元；2009 年 1-9 月，公司归属于上市公司股东的净利润 1,104,193.49 元，其中第三季度为 26,961,044.82 元，同比减少 98.74%；基本每股收益 0.0015 元，其中第三季度为 0.0362 元，同比减少 98.72%；净资产收益率为 0.067%，其中第三季度为 1.64%，同比减少了 5.263 个百分点。

图表 114 2009 年 1-9 月长电科技主要会计数据及财务指标

	2009 年 9 月末	2008 年末	比 2008 年末增减 (%)
总资产(元)	4,938,412,067.87	4,636,053,251.01	6.52
所有者权益（或股东权益）(元)	1,640,694,521.80	1,639,853,218.99	0.05
归属于上市公司股东每股净资产(元)	2.20	2.20	0

	2009 年 1-9 月末		比上年同期增 减（%）
经营活动产生的现金流量净额(元)	278,828,037.75		-55.37
每股经营活动产生的现金流量净额(元)	0.374		-55.37
	2009 年 7-9 月	2009 年 1-9 月末	第三季度比上 年同期增减 （%）
归属于上市公司股东的净利润(元)	26,961,044.82	1,104,193.49	-98.74
基本每股收益(元)	0.0362	0.0015	-98.72
稀释每股收益(元)	0.0362	0.0015	-98.72
全面摊薄净资产收益率(%)	1.64	0.067	减少 5.263 个百 分点
扣除非经常性损益后全面摊薄净资产收 益率(%)	1.83	0.258	减少 5.162 个百 分点

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

图表 115 2009 年 1-9 月长电科技非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）
非流动资产处置损益	-4,591,580.48
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政 策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	1,613,722.10
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-86,141.01
少数股东权益影响额	-17,632.22
所得税影响额	-39,055.95
合计	-3,120,687.56

数据来源：江苏长电科技股份有限公司

13.4.4 长电科技半导体照明业务进展顺利

长电科技主要经营集成电路分装和分立元器件制造，公司在半导体中低端产品拥有规模和成本优势，而且公司不断进行技术创新。公司研发的芯片凸块及其封装技术和平面凸点封装技术，具有成本低、技术性能更优越的特点。具有自主知识产权的创新技术将明显提升公司未来竞争力和盈利能力，并确定公司跨入高端封装技术厂商的行列。

公司控股的长电智源是我国半导体照明产业的龙头企业，长电智源致力于打造中国“蓝光芯片”产业基地。2003 年 11 月，长电科技以现金出资组建北京长电智源光电电子有限公司，占注册资本的 55%。2004 年 8 月 31 日再次增资，加上其一期的现金投资 4510 万元，共计 19509 万元，占公司注册资本的 70%。长电科技成为中国“蓝光芯片”产业龙头企业的实际控股股东。

北京长电智源公司是北京工大电子技术实验室与全国最大的半导体分立器件、IC 封装生产厂家,上市公司江苏长电科技股份有限公司的合作产物,致力于 2004 年紧急启动的国家半导体照明工程。此次追加的二期投资,全力打造中国“蓝光芯片”产业基地,该项目建成后,可形成年产发光二极管材料外延片 5.04 万片,芯片 5.52 亿粒的生产规模,实现年销售收入 15180 万元,该公司半导体照明项目总投资 7 亿元,一期投资额为 3 亿元。二期项目计划投资 4 亿元,产值及利税将达到 20 亿元,成为国内半导体照明行业的龙头。实施高效高亮度发光二极管产业化生产,建设一条年产 20 万片外延片/芯片生产能力的生产线,2005 年实现高亮度蓝光芯片大批量产业化。公司生产的集成电路和片式元器件均是国家重点扶持的高科技行业,在分立器件领域内竞争力颇强。该合作项目是国家高度重视的照明工程项目,合作研发生产的高亮度白光芯片有望成为新一代节能环保型通用电器照明的光源。

13.5 福日电子

13.5.1 公司简介

福建福日电子股份有限公司(以下简称“福日电子”)是由福建福日集团公司独家发起设立的国有控股上市公司,于 1999 年 5 月正式在上海证券交易所挂牌上市。福日电子系福建省百家重点企业(集团)和福建省电子信息产业的骨干企业之一,截止 2004 年底,福日电子总股本为 25640 万股,总资产为 15.70 亿元,净资产为 4.82 亿元。

福日电子主营范围包括:计算机硬件及外围设备、软件及系统集成、微电子、电子产品及通讯设备、家用电器、电子元、器件的制造、销售;自营和代理各类商品及技术的进出口业务;经营进料加工和“三来一补”业务;经营对销贸易和转口贸易等。福日电子现有福建福日电子配件有限公司、福建福日科光有限公司、福建福日信息家电有限公司、华映光电股份有限公司、福建福顺微电子有限公司等 9 家投资企业和海外、家电两个事业部。

福日电子拥有省级技术中心,是国家 863 计划 NC 应用示范单位及 863NC 联盟的主要发起单位,具有较强的科研和技术开发能力,产品科技含量较高。福日电子主要产品及业务为:IC 芯片,电子元器件,氮化钾基高亮度发光材料与发光器件,电子消费类整机产品,进出口贸易,金融和网络通讯领域应用软件的开发,系统集成的研发、生产和推广,房地产开发等。

福日电子上市以来,确立了由传统家电业向电子信息产业转型的发展思路,通过注资、收购、置换等资本运营工作,对产业布局和产品结构进行了全面调整、优化,重点培育和发展电子元器件产业、IC 产业、电子消费类整机产业和外经贸业务及其延伸主营业务,锻造可持续的盈利模式和 IT 主业。

13.5.2 2008 年 1-12 月福日电子经营状况分析

2008 年度，受国家下调部分商品出口退税率、调整进出口比例、美国金融危机及全球经济不景气等综合因素的共同影响，公司经营环境较为严峻。面对种种不利因素，公司董事会审时度势、科学决策，公司经营班子精诚团结，稳健经营，通过优化流程，有效控制费用支出，内部挖潜，降低成本，千方百计拓展国内外市场，力争使影响降至最低，维持了生产经营的稳定。2008 年度，公司实现营业收入 14.73 亿元，同比下降 6.88%。由于收到参股的国泰君安证券股份有限公司派发的 1,533.24 万元利润分红以及转让所持有的国泰君安证券股份有限公司 900 万股股权获得了较高的投资收益，公司在 2008 年度最终实现归属于母公司的净利润 1,016 万元，较上一年度大幅扭亏。

主要工业产品中，LED 发光二极管生产 4,522 万只，完成年度计划的 100.50%；FBT（行输出变压器）生产 310 万只，完成年度计划 62.00%；小型变压器生产 2,123 万只，完成年度计划 88.50%；4 英寸集成电路芯片生产 28.20 万片，完成年度计划 61.30%；6 英寸集成电路芯片生产 6.06 万片，完成年度计划 60.60%。

2008 年内，国内外市场形势的变化对公司财务状况和经营成果产生了不利的影响，预计对公司 2009 年的财务状况和经营成果也将持续产生不利的影响。影响主要表现如下：

①2008 年内，受 CRT 彩显市场需求的大幅萎缩，特别受全球金融风暴的影响，控股子公司福建福日电子配件有限公司主要客户大幅缩减订单，公司的 FBT 产量为 310 万只，比 2007 年同期的 524.6 万只下降 214.6 万只，降幅达 40.91%。

2008 年内，受全球半导体市场持续低迷的影响，福建福顺微电子有限公司的 IC 芯片订单不足，产能未能充分利用，尤其是 2008 年下半年投片不足，在制品减少，影响 IC 芯片的产出。4 英寸和 6 英寸芯片全年共销售 37.06 万片，比 2007 年同期的 43.41 万片下降 6.35 万片，降幅达 14.63%。

②2008 年上半年，受国家下调部分商品出口退税率、调整进出口比例等宏观调控政策的影响，加之人民币对美元汇率持续在高位运行，以及美国金融危机及全球经济不景气等综合因素的共同影响，欧美市场的外贸订单需求量下降，公司出口业务量有一定的下滑。全年累计实现出口 11335 万美元，比 2007 年同期的 12598 万美元减少 1263 万美元，下降 10.03%。

综上所述，国内外市场形势的变化导致了公司主导产品的订单减少，特别是外向型订单明显减少，由此引发的价格竞争十分激烈，公司主营业务的经营效益下滑明显。

③2008 年，国家总体信贷政策经历了由从“从紧”到“调整、放松”的转变，但商业银行在执行信贷政策时还是保持了谨慎态度。2008 年内，国家信贷政策的变化暂未对公司产生较大影响，公司的银行融资工作正常进行。

根据公司制定的发展规划分析，国家信贷政策的变化如减息，降低存款准备金率，将有助于公司推进产业结构的调整。公司将借助信贷政策转变之机，积极、稳妥地推进银行融资工作，以加快推进新增投资或技改项目的启动。同时，贷款利率的不断下调，也有利于公司降低融资成本和减少财务费用。

④公司进出口业务规模较大，用外汇结算的订单较多。2008 年内，汇率利率的变动对公司产生了较大影响。人民币对美元的汇率中间价全年升值约 6.9%，人民币升值降低了公司的产品出口竞争力。但公司采取了积极的应对措施，如在 2008 年上半年人民币对美元汇率波动的情况下，通过办理等额人民币质押美元贷款等方式，一定程度上有效地规避了由于人民币升值导致的经营风险。公司预期未来的汇率利率变动将会持续对进出口业务的利润产生一定程度的影响，公司将根据实际情况，采取灵活的应对措施，提高公司经营效益。

⑤2008 年内，福建福顺微电子有限公司的主要原材料硅抛光片、福建福日电子配件有限公司和福建福日科光电子有限公司的主要原材料环氧树脂等平均采购成本下降 10-15%，这对提高公司在 2008 年和 2009 年的产品毛利发挥了积极作用。但原材料价格未来仍可能剧烈波动，这将给公司的生产成本带来不确定因素，公司将提高原材料采购决策水平，针对原材料不同波动期采取不同的采购策略，提高规避涨价风险能力，最大限度地降低原材料价格波动对公司经营成果所造成的负面影响。

⑥2008 年的大雪灾和汶川特大地震灾害对公司在 2008 年内的财务状况和经营成果没有产生影响，公司在自身现金流紧张的情况下，仍然尽自己最大的力量支持灾区重建，向灾区踊跃捐款捐物，并援助来自灾区的员工，认真履行了企业应尽的社会责任。

图表 116 2008 年 1-12 月福日电子主要财务数据

项目	金额（元）
营业利润	1,087,679.11
利润总额	7,147,625.16
归属于上市公司股东的净利润	10,163,574.74
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	-97,770,192.58
经营活动产生的现金流量净额	19,871,089.44

数据来源：福建福日电子股份有限公司

图表 117 2008 年 1-12 月福日电子非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）	说明
非流动资产处置损益	287,385.07	
固定资产处置收益计入当期损益的政府补助，但与公司正常经	5,880,927.00	财政补助款 537 万元，奖励金 50.0927 万元，产业安全数据扩容经

营业务密切相关,符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外		费 1 万元
计入当期损益的对非金融企业收取的资金占用费	2,391,600.00	收宝力（沈阳）置业有限公司资金占用费
除同公司正常经营业务相关的有效套期保值业务外,持有交易性金融资产、交易性金融负债产生的公允价值变动损益,以及处置交易性金融资产、交易性金融负债和可供出售金融资产取得的投资收益	-45,220.56	基金公允价值变动损失
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-108,366.02	
其他符合非经常性损益定义的损益项目	99,305,443.31	国泰君安证券股份有限公司 900 万股股份转让收益 91,823,587.52 元, 国泰君安证券股份有限公司 2007 年度分红款 15,332,369 元, 支付职工身份置换补偿金 7,850,513.21 元
少数股东权益影响额	-221,998.52	
合计	107,933,767.32	

数据来源：福建福日电子股份有限公司

图表 118 2006 年-2008 年福日电子主要会计数据和主要财务指标

单位：元

	2008 年	2007 年		比 2007 年增减 (%)	2006 年	
		调整后	调整前		调整后	调整前
营业收入	1,472,633,510.42	1,581,490,523.33	1,581,490,523.33	-6.88	1,781,757,732.57	1,781,757,732.57
利润总额	7,147,625.16	-122,384,022.71	-122,402,412.78	不适用	4,873,383.82	5,269,053.15
归属于上市公司股东的净利润	10,163,574.74	-118,482,293.62	-118,500,683.69	不适用	4,292,005.46	4,687,674.79
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润	-97,770,192.58	-121,051,604.18	-121,069,994.25	不适用	-10,953,610.09	-10,557,940.76
基本每股收益（元）	0.04	-0.49	-0.4926	不适用	0.0161	0.0176

/ 股)						
稀释每股 收益 (元 / 股)	0.04	-0.49	-0.4926	不适用	0.0161	0.0176
扣除非经 常性损益 后的基本 每股收益 (元 / 股)	-0.406	-0.5032	-0.5033	19.3	-0.0412	-0.0397
全面摊薄 净资产收 益率 (%)	4.54	-55.96	-55.31	增加 60.5 个百分点	1.30	1.41
加权平均 净资产收 益率 (%)	4.69	-43.72	-43.33	增加 48.41 个 百分点	1.07	1.16
扣除非经 常性损益 后全面摊 薄净资产 收益率 (%)	-43.69	-57.17	-56.51	增加 13.48 个 百分点 -3.32	-3.17	
扣除非经 常性损益 后的加权 平均净资 产收益率 (%)	-45.09	-44.67	-44.27	减少 0.42 个百分点	-2.74	-2.62
经营活动 产生的现 金流量净 额	19,871,089.44	26,193,052.99	26,193,052.99	-24.14	-10,541,476.43	-10,541,476.43
每股经营 活动产生 的现金流 量净额 (元 / 股) 0.0826	0.1089	0.1089	-24.15	-0.044	-0.044	
	2008 年末	2007 年末		比 2007 年末增减 (%)	2006 年末	
		调整后	调整前		调整后	调整前

总资产	1,465,312,876.16	1,554,268,982.13	1,556,770,113.65	-5.72	1,597,478,779.81	1,599,998,301.40
所有者权益（或股东权益）	223,789,960.19	211,731,291.09	214,232,422.61	5.70	330,213,584.71	332,733,106.30
归属于上市公司股东的每股净资产（元/股）	0.9303	0.8802	0.8906	5.69	1.3728	1.3833

数据来源：福建福日电子股份有限公司

图表 119 2008 年 1-12 月福日电子主营业务分产品情况

单位：元

分行业或分产品	营业收入	营业成本	营业利润率(%)	营业收入比上年增减(%)	营业成本比上年增减(%)	营业利润率比上年增减(%)
分产品						
电子整机类产品	126,490,903.70	123,680,702.26	2.22	-39.91	-39.93	增加 0.04 个百分点
进出口贸易	795,500,011.57	787,022,603.43	1.07	-12.82	-11.84	减少 1.11 个百分点
电子元器件	182,722,998.48	182,653,943.53	0.04	-16.72	-13.48	减少 3.74 个百分点
其他	325,801,617.94	317,481,110.96	2.55	64.37	63.08	增加 0.77 个百分点

数据来源：福建福日电子股份有限公司

图表 120 2008 年 1-12 月福日电子主营业务分地区情况

单位：元

地区	营业收入	比上年增减(%)
华北、东北地区	2,452,833.59	-51.31
华东地区	372,564,520.38	68.60
华南地区	150,330,714.93	-58.79
国内其他地区	8,347,027.21	-27.78
亚洲地区	629,998,453.42	17.52
除亚洲外的各大洲地区	266,821,982.16	-33.66

数据来源：福建福日电子股份有限公司

13.5.3 2009 年 1-9 月福日电子经营状况分析

2009 年 9 月末，福建福日电子股份有限公司拥有总资产 1,269,820,589.12 元，比 2008 年减少 13.34%；归属于上市公司股东的每股净资产 0.7616 元，比 2008 年减少 18.13%；2009 年 1-9 月，公司归属于上市公司股东的净利润-40,586,481.21 元，其中第三季度为-17,008,088.86 元，同比减少 125.28%；基本每股收益-0.169 元，其中第三季度为-0.071 元，同比减少 125.36%；净资产收益率为-22.15%，其中第三季度为-9.28%，同比减少了 33.97 个百分点。

图表 121 2009 年 1-9 月福日电子主要会计数据及财务指标

	2009 年 9 月末	2008 年末	比 2008 年末增 减（%）
总资产(元)	1,269,820,589.12	1,465,312,876.16	-13.34
所有者权益（或股东权益）(元)	183,203,478.98	223,789,960.19	-18.14
归属于上市公司股东的每股净资产(元)	0.7616	0.9303	-18.13
	2009 年 1-9 月末		比上年同期增 减（%）
经营活动产生的现金流量净额(元)	-7,447,792.47		-79.46
每股经营活动产生的现金流量净额(元)	-0.0309		-79.46
	2009 年 7-9 月	2009 年 1-9 月末	第三季度比上 年同期增减 （%）
归属于上市公司股东的净利润(元)	-17,008,088.86	-40,586,481.21	-125.28
基本每股收益(元)	-0.071	-0.169	-125.36
稀释每股收益(元)	-0.071	-0.169	-125.36
全面摊薄净资产收益率(%)	-9.28	-22.15	减少 33.97 个百 分点
扣除非经常性损益后全面摊薄净资产收 益率(%)	-8.80	-25.42	增加 0 个百分 点

数据来源：福建福日电子股份有限公司

图表 122 2009 年 1-9 月福日电子非经常性损益项目及金额

非经常性损益项目	金额（元）	说明
非流动资产处置损益	-28,963.23	处置固定资产损失
计入当期损益的政府补助，但与公司正常经营业务密切相关，符合国家政策规定、按照一定标准定额或定量持续享受的政府补助除外	2,188,730.00	外贸业务增量补贴收入
除同公司正常经营业务相关的有效套期保值业务外，持有交易性金融资产、交易性金融	27,586.77	持有的开放式基金价值回升

负债产生的公允价值变动损益，以及处置交易性金融资产、交易性金融负债和可供出售金融资产取得的投资收益		
除上述各项之外的其他营业外收入和支出	-1,303,942.27	
其他符合非经常性损益定义的损益项目	6,339,221.70	国泰君安证券分红 650 万元及职工辞退补偿金 16 万
少数股东权益影响额	-717,856.91	
所得税影响额	-521,826.18	
合计	5,982,949.88	

数据来源：福建福日电子股份有限公司

13.5.4 福日电子“十一五”发展规划

（一）战略指导思想

以经济效益为中心，建立健全现代企业管理体系，贯彻“以人为本”的企业文化理念，重点发展以电子消费类整机为主导的电子信息产业链，重塑福日品牌和福日新形象，走“高科技的福日，国际化的福日”道路，截止 2004 年底，福建福日电子股份有限公司总股本为 25640 万股，总资产为 15.70 亿元，净资产为 4.82 亿元。建设成为福建省电子信息产业的重点支柱企业。

（二）发展方针

贯彻“以人为本，科技兴业，联合发展，重塑形象”的发展方针。

以人为本：建立“以人为本”的企业文化体系，通过公司人才战略和现代企业制度的贯彻实施，增强企业凝聚力，推进公司各项工作的创新发展。

科技兴业：以市场为向导，紧跟世界科技发展的新动态，努力发展福日电子自有技术和专利产品；坚持以先进技术和科学管理为公司产业发展的源动力，走科技效益型企业的发展道路。

联合发展：充分利用公司技术、产业、人才、市场等各方面优势资源，积极与国内外科研机构和国内外企业合资合作，努力培育新的经济增长点，实现共赢。同时，立足国内放眼世界，积极稳妥推进在国外重点市场设厂设点，加速福日电子的国际化进程。

重塑形象：以电子消费类整机产业为福日品牌的承载物，以优质产品和服务满足市场需求，重塑福日电子新形象，发展企业，服务社会，产业报国。

（三）战略发展目标

经过五年的整合发展，福日电子在 2010 年末应实现下列战略目标：

- 1、资产质量根本改善，财务结构比较合理，应收帐款控制在合理的范围内；
- 2、净资产收益率达 6-10%，实现在资本市场上再融资；
- 3、公司主业确立并具有较强的竞争优势。

（四）产业发展方向

1、产品和产业发展的重点

①做大做强以电子消费类整机为主导的电子信息产业链。以电子整机类为主导，带动 IC、电子元器件、贴片、模具、钣金、注塑、包装等产业集群的发展。

②“十一五”期间福日电子将稳健发展 IC 产业，加大建设力度，扩大生产经营规模。同时延伸发展 IC 封装等产业，进一步做大做强 IC 产业链。

③电子元器件产业拟通过产品创新和技术改造，努力开拓市场，力争再上规模、多创效益。

④计划在“十一五”末期，贸易型进出口额要保持在福建省外贸行业前三名。外经贸业务发展重点是加速由低效、低附加值的数量型增长向高效、高附加值的出口战略转变，走效益增长型道路。

⑤软件和系统集成产业有显著增长。

（五）措施与对策

1、大力推进企业文化和现代企业管理体系的建设

“十一五”期间，福日电子将大力加强企业文化建设，构建有福日特色的文化体系，对外重塑福日电子新形象，对内不断提升团队凝聚力。

建立和完善市场导向机制的企业管理模式，按照现代企业制度的要求，深化改革，理顺关系，加强管理。要重点规范股份制企业制度，充分发挥董事会、监事会和经营层的作用，建立以盈利为目标的责任制。要加大力度建立和完善有效的奖惩激励考核体系，切实保证各项管理制度的执行力，用市场化的方式推进企业的各项经营和管理工作。

2、加强人才队伍建设，提升企业综合竞争实力

根据福日电子产业发展的需要，未来五年对人力资源的需求将主要为企业管理、财务管理、微电子、国际贸易、软件和系统集成、电子元器件等人才。要有选择、有计划地招聘并录用能适应公司未来发展需要的各类人才，为公司事业发展作必要的人才储备。要加强管理人才和专业技术人才队伍的管理和建设，通过公开竞聘、岗位轮换、绩效考核等措施，从公司内部选拔出一批中高层管理人才和高层次技术人才。要

健全人才培养机制，开展形式多样的培训工作，提高企业员工的素质，增强人才竞争力。

“十一五”期间，计划多方位招聘吸收和培养高层次人才，培养出 100 名中高层管理人才和 200 名高技术专家级科技人才。

3、发展福日电子自有研发体系，促进新技术新项目的吸收转化

“十一五”期间，要整合福日电子系统内部资源，加强技术中心建设，加强与科研院所的合作，提高技术中心技术吸收能力、新产品孵化能力和 IT 行业关键技术的消化能力和转化能力，力争在“十一五”期间实现福日电子的自有技术和专利产品。

4、扩大对外合作，走国际化福日的道路

“十一五”期间，福日电子在原有对外贸易业务的基础上，要积极寻找商机，扩大对外信息交流，引进技术，起到福日电子对外窗口的作用。要扩大对外交流，加强与国外跨国公司和行业强势企业合作，充分利用福日电子现有技术、设备和市场资源，力争在欧盟和东亚等地建立生产基地和营销点，以规避国际贸易保护主义的壁垒，直接参与国际市场的竞争。同时，继续做大国内市场，提高企业知名度和规模效益。

5、抓发展资金筹措，推进重点项目建设。

13.6 其它重点企业介绍

13.6.1 上海蓝光科技有限公司

上海蓝光科技有限公司成立于 2000 年 4 月，是国内首家从事氮化镓基 LED 外延片、芯片产业化生产的企业，注册资金 2 亿元，主要股东为彩虹集团公司、黑龙江省大正投资集团有限责任公司、哈尔滨大正产权经营有限责任公司、上海浦东科技投资有限公司、上海张江创业投资开发有限公司、上海张江高科技园区开发股份有限公司、北京大学科技开发部等。

上海蓝光科技有限公司位于国家级高新技术园区——上海张江高科技园区内，是国家“863”计划光电子领域科技成果转化基地。上海蓝光实施的氮化镓基高亮度发光材料产业化项目，是国家发展与改革委员会确定的新材料专项产业化示范工程项目，也是上海市高新技术成果转化项目。公司现有资产总额 4 亿元，员工 200 人。公司的主要产品有：氮化镓基高亮度蓝、绿光外延片及芯片。

上海蓝光的技术基础是北京大学承担的国家“863”计划光电子领域重大科技成果，经过两年多时间的努力，成功地实现产业化。公司现拥有 5 条外延片及芯片生产线，年生产能力达 10 亿只芯片。近年来，上海蓝光又先后从美国、台湾引进同行业产业化专

业技术人才。一流的设备、一流的技术加上一流的人才，公司技术水准及产品质量已经跃上国际先进水平。

2007年7月16日，彩虹集团公司控股上海蓝光科技有限公司签约仪式在上海举行。国资委、信息产业部、科技部、上海信息委等政府部门的领导和有关院士、专家及企业家参加了签字仪式。

此次彩虹集团控股蓝光科技后，占蓝光科技 51% 的股份，成为蓝光科技的控股股东。

彩虹是中国第一只彩色显像管诞生地，也是中国彩色玻壳、彩色荧光粉、高精细电子金属部品诞生的地方。彩虹集团年产彩管 1700 多万只，生产能力为国内第一，世界第三。

蓝光科技位于上海张江高科技园区内，是专业从事开发生产高亮度蓝光、绿光外延和芯片的高科技企业，也是国家“863”计划中光电子领域重点科技成果转化基地成员和国家发改委确定的新材料专项产业化示范工程实施单位。

此次彩虹集团控股蓝光科技，是彩虹集团进入光电子相关领域并实施产业转型的重要战略举措。增资扩股后的蓝光科技注册资本将由原来的 1.2 亿元增加到 2 亿元，预计 2008 年达到月产 1.5 亿只芯片的生产能力，2010 年月产 2.5 亿只，形成“全系列”芯片产品结构。同时，将进一步延伸产业链，向高附加值的封装、应用产品领域拓展，开发市场需要的 TV 背光和照明应用产品。

蓝光科技计划于 2012 年前后在境内或境外上市，借助行业整合，向国际市场进军，力争成为“国内一流，国际知名的全球中高端芯片供应商”。

13.6.2 大连路美芯片科技有限公司

大连路美芯片科技有限公司是由美国路美光电公司与大连路明科技集团公司共同投资设立的中外合资企业，公司总投资 1.5 亿美元，占地面积 10.8 万平米，总建筑面积 63515 平米，专业从事高品质 LED 半导体发光芯片和 LD 激光芯片的研发、生产与制造。美国路美光电公司的前身为美国纳斯达克上市公司 AXT 的光电公司，技术水平处于世界前四名。

面向全球的路美芯片公司定位于高科技、高品质、低成本 LED 发光芯片和 LD 激光芯片的规模化生产于新产品开发，公司拥有世界最先进的生产设备，人才、设备、技术实力雄厚。拥有来自美国前 AXT 公司几十位博士、硕士等高级技术团队，三十多项技术专利，以及路明科技集团发光领域的优势资源。在半导体显示的各类芯片以及激光器芯片和功率型发光二极管芯片方面，处于中国领先、世界先进行列。

大连国家半导体照明产业化基地为国家首批设立的四大基地之一，路美芯片公司为其龙头企业，一期工程 2004 年 3 月开工生产，二期工程于 2005 年开工。

13.6.3 厦门华联电子有限公司

厦门华联电子有限公司成立于 1984 年 8 月 8 日。始终坚持以质取胜，以科技为主导，质量为主线，走高新技术、不断创新之路，取得显著成绩，被列为市百家重点企业、省 20 家重点电子企业、全国重点高新技术企业。

厦门华联电子秉持“高素质、高标准、不断超越”的企业精神，正朝着规模化、集团化、国际化方向发展。引进美国、荷兰、日本等国际先进水平的现代化半导体光电器件、微电脑控制器生产线，拥有一套完整的设计开发系统和高素质的设计队伍，具备软硬件开发能力，被授予“省级技术中心”和“市级技术中心”，承担并完成国家级项目 21 项，其中国家级火炬计划项目 8 项、国家级重点新产品 9 项、国家级技术创新项目 1 项，科技部创新基金项目 1 项。

厦门华联电子的主要产品：

半导体光电子器件：一体化红外遥控接收放大器、红外发光二极管、超高亮度发光二极管、普通亮度发光二极管、贴片发光二极管、LED 数码显示器、特种 LED 显示器、背光源、光耦合器、光 MOS 继电器、光传感器、光敏二极管。

LED 照明应用产品：七彩像素护栏灯、七彩数码护栏灯、单色护栏灯、七彩像素护栏灯看板、大功率投光灯、地埋灯、草坪灯、水底灯、全彩 LED 像素屏。

医疗电子产品：电子血压计

微电脑控制器和遥控器：各种红外遥控发射器、接收器、空调控制器、冰箱控制器、洗衣机控制器、电热水器控制器、微波炉控制器、电源板控制器、运动休闲类产品控制器、电视机顶盒和其他各种微控制器；

为加速企业发展，厦门华联电子于厦门市思明区前埔工业园购地 4.23 万平米，2006 年下半年正式投入使用。

13.6.4 佛山市国星光电股份有限公司

佛山市国星光电股份有限公司是专业生产 LED 半导体光电器件及 LED 应用产品的国家火炬计划重点高新技术企业。占地面积为 4 万平方米，厂房面积 4 万平方米，员工 3000 余人，其中博士（后）、硕士学历以上的专业技术人员 30 多人。公司以先进的技术手段和科学的管理方法推进企业的发展，通过了 ISO9001 国际质量管理体系认证和 ISO14001 国际环境管理体系认证，2004 年被广东省政府授予“广东省优秀高新技术企业”称号。

佛山市国星光电股份有限公司下设器件厂、LED 应用工程事业部、调谐器厂、SMT 贴片中心、光电子工程技术研究开发中心、动力厂以及 9 个职能部门，并在无锡市新区设立了无锡市国星光电科技有限公司。公司产品包括：发光二极管（支架式 LED、SMD LED、TOP LED、大功率 LED）、LED 交通灯、LED 显示模块、LED 背光源、LED 光源模块、LED 显示屏、LED 装饰照明灯具系列产品、红外发射管、数码管、时间显示板、光敏管、像素灯、线状光源、一体化红外接收器、调谐器等。

佛山市国星光电股份有限公司产品获国家级、省级重点新产品，省、市科技进步奖等多项荣誉。近年来，公司通过招标和竞争性项目评议，先后承担了国家 863 计划引导项目、国家“十五”科技攻关项目、广东省科技专项、广东省关键领域重点突破项目和佛山市多项产学研项目。

第十四章 LED 产业专利分析

14.1 全球 LED 专利发展概况

14.1.1 全球 LED 产业专利总体情况

就技术而言，LED 具有技术成长瓶颈高，学习门槛低特性；初始投资额也不大，资本门槛不高，为了保持技术竞争力，降低技术外溢风险，专利为最好的保护伞。而专利屏障，对于是领先厂商规避竞争的主要手段，因此专利成为 LED 产业发展过程中不能回避的重要课题。

庞大的市场潜力，刺激著全球 LED 业者积极抢进，面对市场成长快速的白光 LED，在各方面都已经超越这些关键专利拥有的 LED 业者控制的范围，所以拥有关键专利的业者也绞尽心力的利用专利保护伞，来维护市场利益与排除新挑战者的加入。

如日亚化学工业在 1993 年时成功地开发出蓝光 LED，而该公司为了达完全垄断蓝光 LED 市场的企图霸心，即运用了坚守专利的策略，悍然拒绝将该专利授权给其它任何的厂商，设下进入市场的专利障碍。日亚挟其在化学工业领域长期研发的优势与专利保护策略，初期很顺利走向垄断蓝光 LED 市场之路，如同风云中的雄霸一般，野心想独吞天下。1998 年竞争对手丰田合成（Toyoda Gosei）的氮化物（Nitride）高亮度 LED 产品在市场上一推出时，日亚就向东京地方法院提起诉讼，指控丰田合成侵害其蓝光 LED 专利。在 1999 年，日亚再转移目标对准美国的知名蓝光 LED 大厂 Cree，向东京地方法院指控 Cree 在日本当地经销商住友商事侵害其产品专利。2000 年 12 月 12 日，Cree 和日本半导体制造商 Rohm 公司组成蓝光 LED 的技术联盟，并签订五年的专属专利授权合约。Rohm 即于同年 12 月 15 日向美国宾州东区地方法院指控日亚因制造与销售氮化镓 LED 产品，而侵害其美国第 6084899 与第 6115399 号专利，最后日亚败给了 Cree。而在 2006 年日亚发动 9 起专利诉讼，5 起和解收场，三起未决，一起失败。

时至今日，五大公司 Nichia、Osram、Toyoda Gosei、Cree 和 Lumileds 几乎控制了整个白光 LED 产业，这里专利密集，可以说是雷区重重，使得想进驻这一领域的其他商家忧虑重重、望而却步。尽管如此，很多公司还是极力争取在此领域占有一席之地，白光 LED 的广泛、快速应用，以及各大公司在此领域的大力投入，专利侵权、交叉授权等法律事务不断发生。

国外大厂在 LED 的专利布局分为三大类：蓝光晶粒专利、白光荧光粉封装专利及高功率 LED 专利。由于白光荧光粉专利在举证时较为容易，过去厂商的侵权多来自于此，影响层面以 LED 下游封装厂为主。近来高功率 LED 应用于 LCD 面板背光的形式逐渐形成，高功率封装的专利极可能成为继白光荧光粉专利后专利诉讼的主要标的。

14.1.2 全球 LED 产业专利发展变化主要特点

1、专利集中度日降，大厂之间交互授权成为发展主流

在 2002 年以前，日亚凭借 1991 年至 2001 年间取得的 74 件基本专利，主要依靠构建专利壁垒及专利诉讼阻止其它厂商进入市场与其竞争，以获取高额的独占市场利益。

随着 Osram、丰田合成（Toyoda Gosei）、Cree、Lumileds 等公司在 LED 领域拥有的专利数不断增加，2001 年起日亚在专利诉讼方面遭到挫败，使其不得不更改专利授权的态度，分别与上述公司达成了专利和解和授权协议。随着拥有核心专利的公司进一步增多，日亚、Osram、丰田合成、Cree 等专利垄断公司都更加积极地通过专利授权扩大自身在 LED 市场的影响力，并通过台湾及韩国企业的授权代工来扩大产品的市场份额。

同时，技术的快速发展也迫使技术领先企业放弃了独自发展的念头，转而趋向多边技术合作。

最明显的是日亚化学，其在 2002 年还希望只靠自身的技术继续白色 LED 的开发，但后来为了进一步发展白色 LED 市场，转而趋向有效利用多方的专利合作，来提高技术和产品开发速度。日亚宣布放弃 404 专利，在很大程度上也是出于这种考虑，另一方面，随著专利期限的步步逼近，这些拥有关键技术专利的 LED 业者领悟到若继续采取诉讼策略，对日益薄弱的专利期限保护伞是无益的，因为在既有市场下，面临台湾与韩国业者的猛烈攻势，包括日亚化学、OSRAM 等等的这些传统业者若坚持死守，势必会面临更艰巨的挑战，此外也因为繁复及冗长的诉讼程序，间接的弱化了开发新技术的力量。所以激烈的技术竞争环境下，出现欧美以及日本等等主要 LED 业者一改过去的市场策略，例如包括日亚、丰田合成、Cree、飞利浦、OSRAM 等业者积极采取相互授权，来回避专利问题，平息彼此纠纷。而在截至 2003 年以前，这些业者为了维护本身的立场，而热中专利侵权诉讼，也因为如此，使得其它的业者，包括 LED 封装业者、LED 应用业者等等也无端的被卷入诉讼洪潮之中。因此可以发现从 2002-2003 年开始，令人注目的各诉讼案件，逐渐以交换授权等等的和解方式收场。

2、新入业者带来诉讼风潮 LED 老将改变策略—扩大单边授权委托生产

与 LED 大厂相互之间交互授权“以和为贵”不同，新入业者在发展初期带来诉讼风潮。随著台湾与韩国 LED 厂商的成长，专利权的纷争更明显，甚至于本来并无直接纷争的传统 LED 大厂，也因此间接性被卷入诉讼案，例如 OSRAM Opto 控告接受日亚化学白光 LED 授权的 CITIZEN 电子、以及控告接受 Cree 白光 LED 相关授权的今台等业者。而日亚化学也针对白光 LED 封装的新技术，控告了亿光与 Seoul Semiconductor 等，而对宏齐则是提出了警告。日亚化学的诉讼起缘是因为，亿光与宏齐等获得 OSRAM Opto 的授权，Seoul Semiconductor 则接受美国 Cree 的授权，所衍生出来的。

随着时间的流逝，当初各公司所建构的专利网，也逐渐面临薄弱化的情况，在跨越专利期限之后，这些技术将会成为新兴业者生产 LED 的捷径。与其因为花费巨大人力资金获得诉讼获胜的赔偿金（以美国为例，每一个专利诉讼基本花费达 100 万美元），不如与这些新兴业者结盟，在 BRICs 等地区收取授权金，不仅在成效上大幅度提升，甚至可以扩大新兴市场。

当这样的转变对于新兴 LED 生产、LED 应用业者而言，也是一项好消息，因为对于新兴 LED 业者而言，如此可以提高产品的质量并且得以扩充新的销售通路，而在 LED 应用业者方面，除了避免被卷入专利纷争，还可以获得更低成本、高质量的 LED。

各大 LED 业者从诉讼的漩涡中跳出，扩大授权范围、相互委托生产，就像朝授权收权利金、授权代工的营运模式发展。例如 OSRAM 采取“收权利金”方式，授权亿光、光宝、宏齐，OSRAM 的操作方式是，首先收取一笔 2 亿新台币的授权金，然后每个产品抽 4-7% 的权利金；而日亚、丰田合成授权晶元光电代工，AVAGO、OSRAM 授权宏齐生产，日亚、日立授权光磊代工生产等等。这种方式让 LED 应用业者可以获得更低价与质量更好的 LED，同时也可以让 LED 领导业者集中火力的来开发下一代 LED 关键技术，来巩固原有的市场机会与利益。

这样，呈现欧美与日本等传统 LED 大厂与拥有高生产技术、制造能力强大的亚洲新兴业者协商委托生产及合作的新局面。如果持续发展下去，相信整体的变化不仅于此，更进一步所带来的是，这些新兴 LED 生产业者将会拉近与传统 LED 大厂的技术距离，以及在更多的单向授权与交叉授权下，生产机会将会流向低制造成本的地区，而这些的变化，却是传统 LED 大厂所不愿意乐见的；另一方面，这些新兴的 LED 业者，也必定持续的开发出新的技术来扩大专利伞，所带来影响是，另一波新兴 LED 业者所带动的诉讼漩涡，又将展开，未来交叉授权的家数，相信也不再会是仅仅只有眼前的数家，而是会扩到大十多家，届时复杂程度比起今天，将是有过之而无不及。

相信在接下来数年间，将会采取扩大授权的策略。就这样的演变环境下，预计有强大制造能力的台湾与韩国的 LED 业者将会是第一波最大的受惠者。如台湾已经是欧美、日市场上 LED 的主要产地，更是蓝光 LED 芯片的重要量产地，就全球整体的生产能力而言，台湾已经占全球 40% 左右，而在实际的产出与销售量方面，也拥有全球市场的 25%。不但如此，在质量方面，也已经追上一些 LED 大厂。而中国大陆 LED 企业规模普遍比较小，产品整体技术水平还有待进一步提高，将成为继台湾和韩国之后的下一波获利者。

3、专利纠纷重点向应用环节转移

以前的专利纠纷及授权等专利事件绝大多数集中在蓝光外延、芯片领域，再延伸至白光 LED 领域，日本日亚（Nichia）正是凭借在这些方面的绝对优势，并通过大量的专利侵权控告来维护其在 LED 方面的垄断地位。随着应用市场规模和应用领域的不断

断扩大，围绕照明应用系统的专利事件逐渐增多，预计在近几年仍将成为专利事件的主体。

2006 年的专利事件也反映了这一趋势，如 2006 年 5 月 12 日，美国法庭判 Color Kinetics 公司在与 Super Vision International 的专利诉讼中胜诉，这两个公司都是 LED 照明系统制造商，其专利纠纷也集中在 LED 照明应用产品领域；2006 年 5 月 25 日（Osram）与安华高科技（Avago）在专利纠纷收场后宣布进行专利交互授权，欧司朗将同意 Avago 以欧司朗专利进行白光 LED 的制造与销售，而 Avago 则授予欧司朗使用 Avago 专利，投入液晶面板背光用的 LED 系统制造等权利，是以应用产品专利交换 LED 器件基本专利的典型事件。

14.1.3 美国白光 LED 主要专利情况

美国巨大的市场一直是商家必争之地，在美国，主要专利如下：

贝尔实验室将单个或多个磷光体用于荧光屏的发光，得到了美国专利（3691482）的保护，同时也建立起了光的波长转换原理，该专利受理时间是 1970 年 1 月 17 日；Nichia 于 1991 年 11 月 25 日为“荧光粉使用在树脂中并用来模塑成型”这一方法申请一项日本专利，该技术已于 1993 年 6 月 18 日公布，但是申请于 1998 年 6 月 23 日被拒绝，于 1999 年 12 月 2 日，Nichia 收回此项申请；Cree 拥有一项专利 6600175 所有权（该专利最初被授权给 AMTI），受理日期是 1996 年 3 月 26 日，授权日期是 2003 年 7 月 29 日。该专利声称保护一项“由单颗 LED 通过降频变换的磷光体产生白光的设备”，并且该专利试图保护所有与之相关的技术和工艺。但是该专利提到的仅仅是白光之外的光源对磷光体的激励，似乎没有涵盖通常的蓝光 LED 对黄色磷光体的激励，Nichia 在专利中提到了蓝光 LED 对黄色磷光体的激励，但是没有对之进行论述，也没有对基于石榴石的磷光体技术进行论述；Osram 的专利 6245259 在美国专利受理是在 2000 年 8 月 29 日，授权日期是在 2001 年 6 月 12 日，但在此之前的 1997 年 6 月 26 日，其已经获得国际专利的保护。从那时起，就开始存在专利重叠问题了。最初的专利说明了蓝、绿和紫外线 LED 与掺铈、铽或硫代石榴石的磷光体，这一点在之前的 Nichia 白光 LED 和 Nichia 日本专利申请中都没有提到。这项技术保护的重点似乎在磷光体尺寸规格上（尺寸要在 5 微米之下）。HP（Agilent）专利 5847507 受理日期是 1997 年 7 月 14 日，授权日期是 1998 年 12 月 8 日，该专利的描述涉及到已经存在的 Nichia 产品并且保护的重点是磷光体的发光原理（方式），这就涵盖了较大范围的各种式样的磷光体。

在白光 LED 应用方面的第一个 Nichia 专利 5998925 在美国被授权是在 1999 年 12 月 7 日，它的受理日期是 1997 年 7 月 29 日，它被整合到后来 Nichia 专利 6069440 和 6614179 中。此专利涉及到基于石榴石的 GaN LED 磷光体——描述了 Nichia 商业白光 LED；Toyoda Gosei 拥有专利 6809347 保护掺入铈的碱土正硅酸盐磷光体和蓝色或紫

外线 LED 配合使用，此专利具有 2000 年 12 月 28 日的优先权日期，授权时间是 2004 年 10 月 26 日，它把保护重点集中在一种特别的磷光体设计上，它不象其它专利一样措词含糊，它的保护内容清楚明朗。

14.1.4 白光 LED 专利的核心在于磷光体

众多专利的最大不同之处在于：磷光体的选择，主要磷光体有下面一些：

掺入铈元素的钇铝石榴石（YAG），此种化合物材料在 460 纳闷米光波的照射下处于受激状态，能发出宽范围内的 550 纳米的光波；Osram 公司授权给少数生产商的钽铝石榴石（TAG）；硫化物构成的磷光体，如掺入铈元素的硫代锶酸盐，此种化合物材料在 460 纳闷米光波的照射下处于受激状态，并能够发出波长为 550 钠米的绿光；或者掺入铈元素的锶的硫化物，在该条件下能产生红光；含硅酸盐基的磷光体，该用法已被 Toyoda Gosei 和 Tridonic 还有 Intematix 申请专利保护；有机磷光体或者染料（粉），荧光渲色是否包括了第一二项的做法，暂时还没有资料明确说明；毫微粒子磷光体，是其它专利使用最多的方法，但该方法（工艺）在以上几条中均没有提到。

14.1.5 LED 专利保护的模糊性分析

尽管相互授权的范围涵盖了固定发光晶体管技术的方方面面，但在此领域最重要也是最有意义的技术是使用磷光粉将蓝光和紫外光转化成白光的技术。

但是，这些协议对澄清 IP 位置、确定哪些专利有效、哪些有优先权等并没有多大帮助。目前，有关侵权的法令已逐渐颁布，虽然有一部分上诉存在侵权行为，但另一部分人却驳回此类上诉。到目前为止，真正有关专利有效性的法令还是十分有限的。

在很多实际案例当中，专利需要保护的主体不是很清晰。当时甚至没有一份真正有效的专利对白光 LED 的发光原理进行保护，1970 年那份保护用屏幕来转换颜色的美国专利也不例外，1991 年 Nichia 通过利用荧光粉来将蓝 LED 转成白光的专利在美国申请专利而遭拒绝。至于拒绝的理由，不知道是否是因为先前美国专利局已经受理过相同性质的专利。

比较一下众多专利，其保护重点都集中在磷光体的使用上（交叉约定签订之前，Nichia 上诉 Osram 公司侵权使用一份日本专利而遭到拒绝，拒绝理由就是 Osram 并没有使用石榴石磷光体）。因此，之后的专利就开始扩展保护范围，以至于保护的内容越来越广但同时也越来越不清晰。

2005 年以来，半导体照明产品开发和应范围不断扩大，更多公司拥有了相关专利，特别是随着半导体照明应用产品种类和生产厂商越来越多、市场规模急剧扩大，专利关系也越来越复杂。

在这种形势下，怎样保证一个公司的产品不会侵犯其他公司的专利权就是一个迫切需要解决的问题。从法律角度来看，单纯听信卖家的承诺显然不够，极有可能要冒侵权的风险；聘请专利律师进行调查可以解决这个问题，但要花费大量的时间和资金，并不是每个企业都有能力采用。

2006 年 5 月美国固态照明公司 Intematix 及 BridgeLux 提出了一个解决方法：组成知识产权安全照明业联盟（IPSLA）。IPSLA 为半导体照明的零配件供应商提供了一个网络平台，联盟成员的产品及工艺都经由资格专利律师检查证明其在任何方面都不侵权，以保证成员之间购买的零配件不会有违权行为。预计此类的知识产权联盟会在全球范围内得到发展，以保证半导体照明稳步发展成为一个成熟的行业，并促进其在各个相关领域的应用。

14.2 全球 LED 产业链上各环节专利情况

14.2.1 外延技术是专利技术竞争焦点

总体来说，GaN 基材料的外延生长是发展 GaN 基高亮度 LED 和全固态半导体白光照明光源的核心技术，是所有关键难题中的重中之重，因此在这个问题上有大量专利被申请，如高质量 GaN 外延生长设备（US5433169、EP0887436）、衬底预处理技术（JP7142763）、缓冲层技术（采用 AlN 的 JP2000124499、采用 GaN 的 P7312350、采用 SiNx 的 EP1111663）、多缓冲层技术（US6495867）、采用超晶格阻断位错（US2001035531）、横向外延过生长技术（EP0942459）以及悬挂外延技术（US6285696）等等。

首先，日亚化学公司开创性地申请了双束流 MOCVD 系统专利（US5433169），由于这种新型 MOCVD 系统的出现，MOCVD 生长的 GaN 材料晶体质量得以大大提高。

其次，缓冲层技术的出现解决了异质衬底上生长 GaN 材料时大晶格失配和热失配的问题。由于缓冲层技术条件下生长出的 GaN 材料仍具有较高的缺陷密度，会影响到发光器件的发光强度、工作寿命和反向特性等重要技术指标，因此人们又在该基础上发展了多缓冲层技术，从而获得更高质量的 GaN 单晶材料。

至此，GaN 材料已经可以满足一般高亮度 LED 器件制作的需求，但要在此基础上制作出 GaN 基蓝/绿光激光二极管还必须进一步降低 GaN 基材料的缺陷密度。随后出现的横向外延过生长技术（ELOG, Epitaxy of Lateral Over-growth）和悬挂外延技术正是为了解决这一问题而提出的。当然，以这种 ELOG 为代表的外延优化技术成本较高，用于制作大功率照明管芯器件的 GaN 外延材料没必要非采取该条技术路线，但其设计思想是值得借鉴的，即最大限度地设法降低外延材料中的缺陷密度，提高器件综合性能。

在 GaN 基光电子器件中,大量的专利内容集中于发光区的结构设计,主要包括:普通双异质结(EP0599224);一般的方形量子阱(包括单量子阱和多量子阱、EP1189289 和 JP11054847);梯形量子阱(US6309459);三角量子阱以及非对称量子阱(GB2361354);采用非掺杂的载流子限制层(US2002093020);活性层与 p 型层之间加入缓冲层(US2001011731);采用多量子垒(MQB)做载流子限制层(US2001030317)等等。这些专利设计的目的均是为了提高活性区的发光效率。

14.2.2 器件制作专利以典型技术为主要代表

基于物理机制和工艺技术的讨论,对有关 GaN 基发光产品的全套器件制作专利做了分析,现列举 8 项典型代表技术:

一是美国专利 US5631190,即制作高效发光二极管和实现二极管结构的方法。其专利拥有者为 Cree Research。

二是美国专利 US5912477,即高效率发光二极管,其专利拥有者为 Cree Research。

三是专利 WO0141223,即具有改进的电流分布层的发光二极管。其专利拥有者为 Cree Research。

四是美国专利 US6526082,即用反偏的隧道二极管制作 GaN 基半导体的 P 型接触层。其专利拥有者为 Lumileds。

五是美国专利 US2002017652,即管芯的制作方法。其专利拥有者为 Osram。

六是 US6538302,即半导体芯片及其制作方法。其专利拥有者为 Osram。

七是专利 DE10064448。其专利拥有者为 Osram。

八是美国专利 US6078064,即 InGaN 发光二极管。其专利拥有者为 EPIS TAR。

其他有关 GaN 基高亮度 LED 及全固态照明光源用管芯器件制作的重要专利还有 WO03026029、US2003015708、US2003062525 和 US2 002017696 等等。

总之,基于产业化技术需求的 GaN 基器件制作,既要考虑到工艺可操作性和简易性,同时也必须以一定的复杂性与冗余性手段来保证器件的可靠性与稳定性,这也是我国可挖掘的技术创新点之一。

14.2.3 封装技术专利主要分布在焊装和材料填充

在制作完成了高亮度 GaN 管芯器件之后,还要经磨片、划片、裂片、焊装、树脂和荧光材料填充等后步封装工艺。其中,知识产权主要集中于焊装和树脂/荧光材料填充这两大部分。

在焊装问题方面，Nichia 早期的电极设计和封装专利已有所覆盖，如 P7221103、JP8279643 和 JP9045965 等等。在器件热沉设计上，Lumileds 公司拥有热沉设计技术，其基于 Si 基材料倒装焊（“Flip-Chip”）的封装工艺居业界领先水平，代表专利包括 US2003089917、US6498355 和 US6573537；“Flip-chip”倒装焊优化设计包括 EP1204150 和 EP1256987；Power package 包括 US6492725。

在出光提取效率方面，Lumileds 的倒装焊技术中采用了高反射率欧姆电极和侧面倾斜技术以增加采光（其专利号为 US2001000209），但 Osram 公司在此之前于 SiC 基 GaN-LED 的出光提取方面开创性地提出了端面“Faceting”概念，覆盖了大多数的相关专利。此外，HP（EP1081771）、Cree（US5631190）在管芯出光采集方面也均有各自的特色。

在树脂和荧光材料填充方面，值得注意的是有关新型高效长寿命可见光荧光材料的开发工作，如 Nichia 的 JP9139191 和 Lumileds 的 EP1267424 等等。总之，GaN 基大功率器件的封装技术方面存在着大量“know-how”。

14.2.4 工艺技术专利覆盖面较为严密

在干法刻蚀方面，由于 GaN 基材料的硬度高、化学稳定性好，采用常见的半导体湿法刻蚀技术不能适应产业化运作的需求，因此必须采用新型的干法刻蚀技术，即不采用化学酸碱溶液腐蚀，而通过气相等离子体轰击等物理/化学反应来获得高刻蚀速率、垂直侧壁、低损伤、各向异性和高选择比的刻蚀效果，为 GaN 基高性能器件的工艺制作奠定基础。

在欧姆电极方面，GaN 材料、特别是 p-GaN 材料的欧姆接触问题是早期阻碍其商品化应用的主要难题之一。Nichia 申请了如下几个主要专利：EP0622858（1994）、JP7221103（1995）和 JP8279643（1997）；ToyodaGosei 在这方面的工作起步也较早，主要是选用不同的合金材料并相应地优化其退火温度，如 Ni/Au（JP10135515）、Co/Au（JP10163529）、Mn/Au（JP10270758）、Ni/Au（US6008539）和 Ti/Ni（JP2002026390）。另外还有 Lumileds 的专利 US6526082 等等。

总之，在上述干法刻蚀和欧姆电极这两大工艺技术领域，专利覆盖比较严密，但各研究小组立足于自身的工艺条件和技术优势，也有一定的创新空间。

14.2.5 衬底专利分散于多家主要企业

由于 GaN 基材料极高的溶解温度和极高的氮气饱和蒸气压，使得获得同质外延大面积 GaN 单晶非常困难，一般采用异质衬底来进行外延生长。

有关大失配衬底异质外延生长方法已较为成熟，获得专利的衬底材料包括：AlN、GaN、Sapphire、6H-SiC、ZnO、LiAlO₂、LiGaO₂、MgAl₂O₄、Si、GaAs、3C-SiC 及 MgO。

以 Nichia/HP/Lumileds/Toyoda-Gosei 为代表的公司采用 Sapphire（蓝宝石）衬底来进行 GaN 材料的 MOCVD 异质外延生长。其中，Nichia 在 1994 年和 1995 年申请获得的 4 项专利（其专利号分别是 US5433169、JP7312350、EP0599224 和 EP0622858）以及 Lumileds 的相关专利（US6537513）具有开创性意义。

而 Cree/Osram 为代表的公司则采用 SiC 衬底进行 MOCVD 异质外延生长，并相应地发展和完善了基于 SiC 衬底的封装技术等后步工艺，其代表性专利的专利号是 US5631190、US2002093020、US2003015708 及 US2003062525 等等。

当然，为了改善所生长 GaN 材料的晶体质量，人们发展了许多衬底预处理方法，这方面的专利主要集中于 Nichia、Cree、Toyoda-Gosei 和 Sony 等业界的先行企业手中。以 Sony/Toshiba/Sanya 为代表的日本数家大公司致力于发展新一代超大容量信息存储 DVD（“Blu-ray Disc”）光驱用蓝紫色激光二极管，均采用 Free-standing GaN 基材料来作为同质外延生长的基底。

在日本 Nichia 公司的 Nakamura 于 1994 年和 1995 年率先取得 GaN 蓝光 LED 的突破性成果之前，Cree（基于 SiC）、Toshiba（基于 Sapphire 和 MgAl₂O₄）和 Toyoda（基于 Sapphire）等企业于 1991 年到 1993 年间已经申请了若干件 GaN 基外延生长和衬底选用的美国专利，因而 GaN 材料衬底选用的核心专利散布于多家主要的业界公司手中，没有出现独家垄断的局面。

14.3 中国半导体照明专利发展状况

14.3.1 我国半导体照明领域专利发展形势

半导体照明技术发展非常迅速，产业远没有达到成熟，产业化的芯片发光效率仅为 30lm/W，与普通照明要求的 100lm/W 以上指标有很大差距。未来的技术路线在不断发展：白光技术路线在探索，衬底、外延、芯片、封装技术都在不断更新。因此中国还是有很多突破的机会的。

中国在每个技术领域都有申请量超过或接近外国申请量的技术分支，尤其是在上游产业上拥有一些外围发明专利，这为日后中国应对可能打响的专利诉讼战提供了谈判筹码。

1、LED 白光普通照明发展仍有空间，中国有机会与外国同行一较高低

白光技术路线的研究和发展有很大的发挥空间，中国技术人员有多种选择，可以从衬底、外延、荧光粉材料、芯片与荧光粉的组合多个切入口进行研究。

从芯片本身、芯片与其它结构的组合、荧光粉的施加位置、荧光粉材料与芯片的选择关系四个角度对白光路线进行分析和组合，可以看出，白光路线有很多种技术路线。从白光的发展趋势来看，近些年除了主流的三种白光路线外，也形成了一些新的发展思路，如：改进有源层或衬底结构实现单芯片发白光；LED 的颜色趋于多样化，不再局限为蓝光、紫外、红光、绿光，以后与浅蓝色、蓝紫色、紫色、近紫外有关的申请会不断增加；蓝色 LED 和 UV LED 的组合方式多样化，除蓝色 LED+黄色荧光粉以及 UVLED+红/绿/蓝荧光粉之外的其它组合。

2、中国在复合衬底专利方面有一定优势

在上游产业中，中国的发明申请量占中国总申请量的比例高，外延和衬底结构发明申请所占比例都在 90% 以上，衬底方面也都以发明为主。中国在衬底方面的优势集中在复合衬底方面，在世界范围内这也是不容忽视的力量。

3、对中国外延方面的诉讼比较困难，易于被缩小保护范围和被规避

外延专利主要是方法发明专利，权利要求不稳定，容易被缩小保护范围，容易被规避，甚至被宣布无效。保护的越小，被规避的可能性越大。国际上的一些外延专利已经被缩小保护范围或者被宣布无效。在外延技术方面，国外的核心技术专利有一定漏洞，近年来基本没有这方面的专利诉讼，可以认为出现外延方面的专利纠纷可能性不大。

4、在芯片方面中国有很大发展潜力，白光普通照明的芯片技术与现有的技术可能会有较大差异

在芯片技术方面，虽然专利覆盖范围很大，但白光普通照明的芯片技术与现有的技术可能会有较大差异，因此中国有突破国外技术专利的可能性。

5、中低档产品领域和应用产品领域大有可为

国外专利无法覆盖整个产业链，并在部分领域有退出趋势，如以外围技术为主的中低档产品领域，低附加价值的应用产品领域。而且中国有巨大的国内应用市场，在应用领域大有文章可作。

6、二至三年内不会有针对中国企业的大规模诉讼案发生

未来 2 至 3 年内中国半导体照明企业发生像 DVD 企业那样规模的专利诉讼的可能性不大，中国有充分的时间考虑国际专利联盟和应对措施。首先，中国产品占有的国际市场份额比例较小，产业规模也较小，近期内发展到对发达国家构成威胁的可能性较小；其次中国企业规模较小，外延、芯片企业主要在国内市场销售，有些国外专利未在中国申请。

14.3.2 2008 年国内多家 LED 企业遭遇美国“337 调查”

2008 年 8 月 30 日，我国又有 6 家 LED 企业即半导体照明企业，被控涉嫌专利侵权而将面临美国国际贸易委员会（U.S.ITC）的“337 调查”。加上此前已有 6 家中国大陆 LED 企业被起诉且其中 4 家被列入 ITC “337 调查” 名单，2008 年以来，我国已有 12 家 LED 企业遭遇海外知识产权纠纷（不包括我国台湾地区企业）。

“337 调查”源自美国的《1930 年关税法》第 337 节而得名，系由国会授权的准司法行为。“337 条款”授权 ITC 在美国企业起诉的前提下，对于进口贸易领域内的“不公平行为”和“不正当手段”拥有广泛的调查权和裁处权，即有权禁止这些产品进入美国市场。与美国地区法院程序相比，实体法律基本相同，但 337 诉讼无陪审团制度，337 排除令打击面更大，结案速度更快（12 至 18 个月审结）。

美国针对中国大陆产品实施的“337 调查”，自 2002 年以后开始骤然增多。从 2002 年至今，ITC 启动针对中国大陆产品的“337 调查”已达 65 起，占同期调查总量的 48%，其中 93% 涉及专利，10% 涉及商标，另有 5%、3% 和 2% 涉及版权、商业外观和商业秘密。仅 2008 年 2 月，起诉中国企业的 337 案就有 3 起，创历史单月最高纪录：2 月 12 日，Farouk Systems 申请对中国深圳、东莞等企业就美容电热产品专利进行 337 调查；2 月 13 日，Schutz 申请对上海山海包装等公司就包装容器专利进行 337 调查；以及 2 月 20 日，美国 Rothschild 女士对包括 6 家中国企业在内的全球 34 家公司就 LED 芯片生产方法专利申请进行 337 调查。

2008 年 8 月 30 日，Rothschild 女士就亚洲 11 家企业，向 ITC 提出“337 调查”申请。这次，涉案中国企业仍为 6 家。他们是：大连路美芯片科技有限公司、西铁城电子有限公司、杭州士兰明芯科技有限公司、江苏光明光电科技有限公司、深圳市国冶星光电子有限公司和佛山市国星光电科技有限公司。

本案进程如按一般进程走，即一个月后 ITC 将展开立案调查，然后用半年左右时间，进行双方证据交换、书面证言质询、专家证据交换、证人口头质询等。到 2010 年 7 月，会进行实地考察、工厂检测，预计 2010 年 10 月开庭审理，3 个月后法官拿出初裁意见，再 3 个月后 ITC 下达终裁决定。

1997 年到 2007 年的 10 年，美国境内的半导体专利诉讼案件不断攀升，美国各联邦地区法院受理的半导体专利诉讼案件共计达到 900 余件。

随着案件数量的上升，很多知名企业牵涉其中，有的甚至成为原告或被告席上的常客，如英特尔公司、博通公司、德州仪器公司、三星半导体公司等。

就半导体照明技术而言，2005 年以来，LED 应用产品种类和生产厂商越来越多、市场规模急剧扩大，与此同时，专利关系也越来越复杂，比如，丰田合成、日亚化学、

Cree 公司、欧司朗、飞利浦之间萌动的联盟趋势，专利诉讼扩展到了五大企业之外的其他企业及下游企业等。

随着我国大力推进节约型社会，2010 年其产值有望突破 1500 亿。由于这是一个新兴产业，中国企业的技术进步非常快，这给国际竞争对手带来了压力。因此，针对中国企业的 337 调查来势汹汹。

国内企业长远及根本的做法，是要进行有效专利布局和专利建设。但同时，不可或缺的是，对美出口签订合同前，应委托专业知识产权公司进行必要的知识产权调查。中国企业根据外国企业样品或图纸进行生产时，应在合同上约定知识产权免责条款，避免陷于被动局面。

14.3.3 中国半导体照明专利发展中存在的问题

半导体照明领域的专利争夺战异常激烈，自 1990 年以来，日、美、欧洲的半导体照明公司申请了大量核心专利，还通过多种形式向境外渗透。但半导体白光普通照明远没有达到产业化程度，还有很大的技术发展空间。国外半导体照明产业启动早，专利制度运用熟练，在专利制度的利用和保护方面，中国存在较大差距。

1、核心专利掌握在外国几大公司手中，中国专利申请以实用新型为主，这将成为制约中国半导体照明产业发展的软肋

国际上 LED 照明技术的发展空间虽然很大，但核心专利基本都被外国几大公司控制，这些公司利用各自核心专利，采取横向（同时进入多个国家）和纵向（不断完善设计，进行后续申请）扩展方式，在全世界范围内布置专利网。目前国际上专利状况如下：

中国申请人未掌握上游核心技术，发明申请量较少，大都属于外围技术，数量不多的外围专利和下游水平低、效力未定的新型专利无法形成专利网。另外，一些申请人未向境外申请专利。这种国内无法形成专利网布局、境外没有专利保护的现状，使得中国半导体照明领域的知识产权成为产业发展的软肋。

2、中国与外国在申请数量、申请时间、专利技术涉及面、申请类型等方面均存在很大差距

在世界范围内，中国在上游衬底方面的申请数量与半导体照明技术强国（日本）差距较小，但在外延和芯片领域差距巨大。中国下游产业的申请形势虽不如外延和芯片结构领域那样严重，但在技术含量高的技术分支如显示器、背光照明、汽车照明等方面发明申请量偏低。

申请时间上，中国半导体照明领域的最早申请日差距最大的相差 24 年，最小也有 5 年，普遍在 10 年左右。上游产业中的传统技术手段如芯片电极、划片、封装材料、

外延缓冲层、碳化硅衬底的时间差距最大，一般在 15 到 20 年，主流技术如外延接触层、外延覆盖层、外延量子阱技术、超晶格技术、氮化镓衬底技术、芯片微结构技术、钝化技术等相差 10 左右。在下游产业中，普遍差距 10 年左右。另外，与外国相比，中国缺少原创型技术，基本上所有的专利申请技术都在外国技术路线的范畴内。

中国在芯片、封装领域和 LED 应用与外国热点申请方向发生偏离。如芯片领域，中国专利申请未涉及外国公司极为看重的芯片外形技术、表面粗糙化技术、衬底剥离技术；封装领域，中国专利申请虽然有自身的优势分支，但在近年来较为热门的基座和荧光粉材料方面与外国差距巨大。应用领域，中国专利申请的优势在于技术相对成熟的指示应用、景观照明方面，部分申请涉及显示屏和交通信号灯，但对国际流行的技术分支，如 LED 灯具和背光照明的申请量却很少。

3、从申请人类型上看，外国专利的申请人以企业居多，而中国的发明专利相对集中在中科院系统的研究所，这不利于专利技术的实施和产业化

国内发明申请量主要集中在科研院所和院校手中，实用新型专利权大部分掌握在个人手中。上游发明专利申请量集中于中科院系统的研究所：半导体所、物理所和长春光机物理所。而企业占有发明专利的比例不超过 5%，实用新型专利不超过 10%。这与外国以企业为主的申请情况大相径庭。

原因是中国企业自身在科研投入方面不如研究所、院校那样系统、集中，加上本身人力、物力有限，科研成果一般技术含量低，申请也是以实用新型为主。同时中国企业普遍知识产权意识薄弱，知识产权管理制度和具体措施不到位，对知识产权疏于管理。

虽然研究院所的专利技术有些已经在企业进行了产业化成果转化，但总的说来，科研院所和自然人持有专利所有权的比例过高不利于专利技术的实施和产业化。这是因为，大多数个人不具备完成专利技术产业化过程所需要的技术、资金和产业化管理能力，而科研院所由于体制原因一直以来都以科研为主，科研投入由国家拨款，导致其市场敏感度差，技术转化不如企业占优势。

4、近几年，半导体照明大公司频频短兵相接，催生了他们之间的策略联盟

国际半导体照明大公司间的专利战经历了几个阶段：第一阶段是 1996 年以前，由于市场刚刚起步，各公司间基本和平相处；第二阶段是 1996-2002 年间，专利争诉阶段，各公司间诉讼不断，基本都是围绕在该领域技术领先的日本日亚化学展开；第三阶段是 2002 年后，是策略联盟阶段，大公司之间相继达成了一系列交叉许可协议。近年来，它们纷纷建立策略联盟，重新组建公司，显示了强强联合的意图。LED 照明巨头一方面进行和解，另一方面加紧控制中小型 LED 照明厂商的规模，动机很明显，大公司之间的联盟使得这些厂商可以腾出精力联合对付下游的小型厂商，它们不断提起专利侵权诉讼，阻碍中小企业发展。

5、中国半导体照明领域在利用专利制度方面存在的问题

一是专利制度运用不恰当。专利制度的核心在于利用技术成果向社会的公开来换取一定区域和时间内的垄断权，那么专利技术是否容易形成垄断、是否容易得到保护就决定了技术成果是否适合申请专利。是否适合申请专利，何时申请专利，如何实施专利权保护是专利制度运用的重要方面，中国在这方面有所欠缺。

二是专利保护范围不恰当。国外申请的专利，产品权利要求非常宽泛，一般会采用功能性限定、或者物理化学性质的方式来撰写。而中国的权利，往往加入许多非必要技术特征，权利要求保护范围都比较窄。虽然专利申请的保护主题相同，但中国申请人所能得到的专利权范围要小得多。

三是国内申请人利用专利制度起步晚。自 1985 年中国建立专利制度到 1999 年期间，是专利申请的空白期。就中国目前的半导体照明领域来说，中国已获得的专利权数量要少很多。

四是仅在低层次运用了专利制度。专利权人的专利申请缺少统一部署，专利申请后仅在个体单项保护的基础上实施，具体措施仅限于单方许可和诉讼保护。

14.3.4 中国半导体照明行业专利战略的发展建议

1、在技术上提倡多种技术路线并存，对有可能形成中国特色的技术路线有所侧重，在产业层次上做到有所为有所不为

在数量庞大的专利面前，中国要打破垄断，建立自主创新的知识产权，就要提倡多种技术路线并存，并对有可能形成中国特色的技术路线有所侧重。

从技术路线角度考虑，国内可以分几个梯队进行研究，第一梯队还要围绕国际上主流的技术路线去走，在主要技术路线上创造新的知识产权。而第二或第三梯队就要研究国外也没有实现批量生产的新方法，走出国际三种技术路线的包围，例如开发直接发白光的芯片，开发受激发后直接发白光的白光荧光粉。

从产业链角度考虑，中国应当重点发展封装和应用技术，但上游技术领域也不能放弃。中国在上游的每个环节，都有一定的技术积累，例如衬底技术中的复合衬底、外延技术中的量子阱和隧道结技术、芯片技术中的电极和划片技术等，中国已经拥有了一定数量的外围专利，在此基础上应当进一步发挥优势，深入开展横向、纵向研究，可以争取更大发展空间。

2、在市场开发策略上，要利用专利的地域性特点区分国内国际发展路线

专利权具有地域性。由于外国进入中国的专利技术与其实掌握的技术存在差异，中国可以充分利用这些空间，直接拿外国未在中国申请的技术在中国制造、销售和使用。建议国内产品主走欧美基本专利的外围路线，或者在基本专利基础上进行改进，

或者找寻欧美未在中国申请的外围专利。若进入海外市场，可以考虑开拓这些技术强国未申请专利的地区如中东地区、非洲国家等。

如进入欧美和日本市场，就要仔细研究这些国家的专利的权利要求保护范围以及专利侵权判断原则。美国是判例法系，只能严格地按照权利要求书的字面含义来进行，任何扩大解释都是不允许的。而欧洲采用中心限定论，权利要求的保护范围以权利要求所陈述的基本内核为中心，向外作适当的扩大解释。由此可见，在进入美国和欧洲市场时，采取不同措施。前者可以采用多种方法来规避或替代，例如整体变劣、等同替换等。针对欧洲市场，建议不要贸然进入。

如果确实无法规避或替代，建议采用引进战术。台湾厂商为了进入高端领域，频频与日本几大公司接触，部分厂商已获得这些公司在上游产品上的专利授权。中国要想在上游产业立足，也可以采取这一路线。

3、专利策略要系统而有层次

上要支持国家层面的产业发展政策，下要对该行业内企业的发展提供指导，促使其建立有效的专利管理机制，同时要对特质相同的高新技术产业提供借鉴。

（1）对于企业：

要避免面对面、硬碰硬的遭遇战；

要采用国内外企业的双赢策略，尤其注意学习台湾发展模式，加强与台湾厂商的合作；

主要开拓国内市场；

要做大做强应选择无专利保护的国家进行投资；

尽快建立知识产权管理体系。

（2）对于研究机构：

充分利用专利信息，提高科研开发的起点及有效性和先进性，减少盲目开发和低水平重复开发；

在充分分析各国专利技术范围的基础上，避实就虚在更高的层次上开拓中国技术研发的新领域。

（3）对于政府部门

发挥政府在促进中国半导体照明领域发展中的主导作用，尽快搭建半导体照明信息服务平台，建立公共的专利技术分析及跟踪机构，同时积极组织对策研究。根据当前形势，建议尽快在以下几个方面深入研究：

台湾的 LED 照明产业如何发展，其厂商发展到什么阶段、什么规模才会遭到专利权人的侵权诉讼，台湾 LED 产业对大陆的产业策略；

对中国 DVD 企业一度生产规模大幅度下降后又快速恢复所采用的应对措施进行研究；

对其他发达国家如何应对蓝光基本专利的策略进行研究；

加强对中国企业建立专利联盟的实质性研究。

（3）对于行业协会

目前中国半导体照明行业发展状况是：企业规模小，资金有限；企业技术储备少，不可能与跨国公司进行交叉许可；基本都未建立专利管理体制，掌握的专利信息十分有限，仓促应诉难有胜诉把握。这与台湾早期 IT 业发展状况非常类似，可以借鉴台湾 IT 业的 E-patent 技术联盟的经验，组织构建中国半导体照明技术联盟。

4、建立半导体照明专利策略联盟，形成专利池

（1）半导体专利策略联盟的作用：

共同累积对外的专利谈判筹码。

企业/科研机构可利用此专利联合授权协议，在行业内部实现交叉许可或者形成专利池，整合研究资源，并使从业者有效运用最新研发成果。

分担/承担高昂的律师费，互通讯息，减少单独应诉带来的风险。

在产业界创造认识专利、尊重专利和积极开拓专利的良好氛围，从而由制造型向创造型转变，向产业链的上游推进，实现产业升级。

尽快制定出包含中国自主知识产权、规避外国专利技术的行业标准，积极与外国大公司搞合作开发，争取参与到国际标准的制定过程中。

（2）半导体专利策略联盟目标

近期目标——教授企业各种专利知识，搜集外国相关产业专利信息，并协助企业建立专利管理制度，使其真正做到以专利战略的眼光安排日常经营，同时积累专利筹码。

中期目标——在积累了专利筹码的基础上通过企业之间的交叉许可，建立专利池，以此对抗外国公司的专利诉讼。

远期目标——以专利网为基础，建立“反侵权联盟”，形成行业标准。

（3）半导体专利策略联盟的运作

联盟成员：可由科技部引导，半导体照明行业协会牵头，将半导体照明产业的企业/科研机构组织起来，订立盟约，形成联盟。相关国家职能部门作为该联盟的监督机构。

联盟经费：作为会员应交纳会费，作为维持联盟运行的一部分资金支持。但联盟还可成立专利运营公司和培训机构，利用专利资源为企业提供具体服务，从而也可以承担联盟的一部分运营资金。另外，为了支持联盟的形成和发展，还可划拨一部分经费作为支持。

联盟组织结构：

培训机构——提高企业专利意识，培育专利人才，协助企业建立健全专利管理制度。

专利资源服务机构（或者公司）——提供专利趋势情报，协同有关产业人士一起针对不同产业领域的热门产品作初步分析，绘制专利地图，进一步寻找隐藏的专利陷阱，找出技术突破点，进行专利回避设计。

各产业小组常设机构——作为各产业小组的联系人，处理各小组相关事宜。

专利权管理机构——总体管理联盟内部的专利权，形成专利池，组织专利权许可、交叉许可、推动技术标准、专利技术的市场转化。

专家顾问中心——聘请各领域专家对联盟成员提供指导，为联盟的对外交涉提供咨询。

第十五章 半导体照明技术

15.1 半导体照明技术概述

15.1.1 半导体照明技术简介

如今人们想必对半导体照明并不陌生，特别是 2008 年 8 月 8 日在北京奥运会的开幕式上采用了半导体照明技术的倒计时的数字显示、冉冉升起的奥运五环、色彩斑斓的飞天、还有梦幻般的水立方都给大家留下了深刻的印象。

半导体照明的原理是基于半导体化合物的本征发光，即注入电子与空穴复合而产生的辐射弛豫。如发红光的 AlGaAs，发绿光的 GaP 和发蓝光的 InGaN 等。随着这些单色的发光二极管（LED）量子效率的进一步提高，其应用也由原来的仪器指示灯向交通信号灯、汽车尾灯、以及普通照明不断地拓展和延伸。

除了单色光源以外，半导体照明还主要作为白光光源，即普通照明。白光作为一种混合光，是根据三基色原理进行红绿蓝（RGB）三种颜色光的合理配比而实现的。白光 LED 的实现主要有三种方式：（1）将三种单色 RGB-LED 进行合理结合，其特点是发光效率高、显色指数高，其缺点是成本高、控制电路复杂、各单色 LED 的衰减不一致等；（2）利用紫外（UV）LED 结合 RGB 三种荧光粉，其特点是显色指数高、光的一致性较好，其缺点是发光效率低、紫外光对封装材料和被照物体产生损伤等；（3）采用蓝光 LED 搭配黄色荧光粉，其特点是发光效率高、制作简单，其缺点是显色指数低、光的一致性差。第三种方法又延伸了第四种方法，即采用蓝光 LED 结合红、绿色荧光粉，极大地改善了显色指数和光的一致性差的问题。后面三种方法无不列外地应用了荧光粉。可以这么说，荧光粉决定了白光 LED 的发光光谱、发光效率、显色指数、色温以及使用寿命等关键参数。由此可见，荧光粉在白光 LED 技术中发挥了关键和决定性作用。

15.1.2 半导体照明技术的优点

半导体照明是运用半导体光子芯片发光技术，是继微电子革命之后又一场产业革命——照明革命。是当今与软件产业并列的高技术亮点之一。半导体照明技术主要优点是：节能、长寿、环保。传统的白炽灯采用热发光技术，是先发热再发光，属于二次光源。而 LED 是固体冷光源，效能转换率非常高，相同亮度下，白光 LED 照明耗电量仅是白炽灯的 1/10，节电 90%，普通灯泡寿命只有 1000 小时、而白光 LED 由于结构坚固，没有钨丝、玻壳等容易损坏的部件，具有极高的抗震性，寿命可达 10 万小时。寿命长的同时又少产废物，不像日光灯，点亮后会产生汞蒸气等污染物。另外白光 LED 照明光源体积小，重量轻，方向性好，响应速度快，光通上升时间短，对照明线路要

求低，易实现调光 and 智能控制。耐开关冲击，适用于频繁开关场合。不含汞、铅等有害物质，没有污染，绿色环保。

15.1.3 半导体照明技术对人类社会有深远影响

半导体照明技术在节能降耗、保护环境以及建设可持续发展社会等方面发挥着积极的作用。它一诞生就成为世界主要国家产业政策的宠儿。随着半导体技术的迅猛发展，半导体照明技术也将日新月异，必将对自然环境和资源的保护和人类社会的发展产生深远的影响。

15.2 世界半导体照明技术的发展及应用概况

15.2.1 世界半导体照明技术迅速发展

半导体照明技术的发展速度超出了业界的预期。全球 LED 市场正稳步发展。我国是传统照明光源和灯具生产大国、出口大国，在半导体照明领域也具有相当大的优势。

1963 年 2 月，LED 的发明者 N.Holonyak 表示坚信 LED 会发展成实用的白色光源，并作了明确的预言：“将来的灯可以是铅笔尖大小的一块合金，它实用且不易破碎，决不会被烧毁。与今天通用的灯泡相比，其转换效率至少高 10 倍。”

时至今日，LED 外延技术、芯片制造技术和封装技术都有了长足的进步，Holonyak 的预言正在一步步成为现实。

LED 外延材料的质量，很大程度上与衬底和外延材料的晶格匹配程度有关，经过多年努力，InGaN/蓝宝石的外延层位错每平方厘米个数从 1010 个下降到 108 个，业界希望能下降到 105 个或更好，目前还有较大的提升空间。

InGaN 外延衬底主要包括蓝宝石、碳化硅、氧化锌、氮化镓和氮化铝等多种类型。其研发及产业化进展如下：

1.蓝宝石外延片：2007 年用量大约为 500 万片（2 英寸），估计到 2010 年用量为 1000 万片，其中 2/3 是 2 英寸片，1/3 是 3 英寸片。2007 年底，日本昭和电工开始采用 4 英寸片进行生产。

2.碳化硅外延片：美国 Cree 公司于 2007 年 5 月展示了 4 英寸零位错单晶片。国内山东大学晶体研究所 3 英寸片也已研制成功，2 英寸片已“开盒即用”。中科院物理研究所 2 英寸直径晶体已研制成功，位错密度小于每平方厘米 100 个。

3.氧化锌外延片：一般用水热法制备，国内有上海光机所等多家单位研制成功，但用于 InGaN 外延的还不常见。

4.氮化镓外延片：波兰华沙高压研究中心 TOP GaN 公司在极端生长条件（15000 大气压、1600℃）获得 $\phi 10\text{mm}$ 单晶，切片得 20 片-30 片，位错密度每平方厘米 100 个，已用以制成 $15\mu\text{m}\times 500\mu\text{m}1.89\text{W}$ 的氮化镓激光器。中科院物理所用熔盐法在小于 1000℃ 和常压下长成可实用的 GaN 单晶。2003 年 4 月，日本住友电工用 HVPE（氢化物气相外延）法生产 GaN 单晶衬底。南京大学在国内首先用 HVPE 法生产 2 英寸低位错 GaN 衬底。2007 年 4 月，日本日立电线用间隙形成剥离法制成了 3 英寸 GaN 晶片。

5.氮化铝外延片：美国华盛顿 Crys-tallIS 公司于 2006 年 5 月制成 2 英寸氮化铝衬底。

此外，日本昭和电工发展了一种新工艺，它将通常的 MOCVD（金属有机物化学气相淀积）和 PPD（等离子体物理淀积）相综合，晶体完整性得以提高，消除了 MOCVD 工艺产生的微粒，X 射线回摆曲线的 FWHM（半高全宽）从 150 弧秒降至 50 弧秒，提高了生产的稳定性（炉与炉和片与片之间），大大提高了生产效率。

在 LED 芯片制造领域，工艺技术也不断取得突破。衬底激光剥离技术由 Osram 公司首创，出光效率因此提高到 75%，是传统芯片的 3 倍，目前国内多家单位已掌握此技术，并投入生产。表面粗化或纹理化技术的改进，可提高发光效率 30%-50%。Lumileds 公司开发出倒装芯片技术，可提高散热效率，增加出光 1.6 倍。氧化铟锡(ITO)材料的使用，实现了均匀电流注入，并使出光效率提高 60%。松下电器发明二维光子晶体，使出光提升了 1.7 倍-2.7 倍。旭明公司应用金属垂直光子晶体结构(MVP)，使发光效率达到 90lm/W-100lm/W。

对 LED 封装而言，要求热阻低、散热好，并降低结温，提高发光效率；同时，封装结构要有高的取光效率。器件热阻是各结构层热阻之和，应符合层数少、层厚度小、层面积大及材料导热系数高的设计原则。

15.2.2 世界半导体照明技术应用领域稳步拓宽

LED 在显示屏、道路交通信号灯、手机、景观照明、便携式照明等领域的应用已趋成熟。下面，就 3 个主要应用方面的发展作简要介绍：

1.汽车灯

汽车上信号灯和车内照明应用技术已趋成熟，并很快得到推广应用，下一个主要增长点将是汽车前照灯。2007 年，奥迪 A86.0 首先使用 LED 作为汽车前照灯。奥迪 R8 用 LED 作为高低束光前照灯。丰田 LexusLS600h 用 LED 作为低束前照灯。2008 年夏，通用 Cadillac 也采用 LED 作为高低束前照灯。全球每年 6000 万辆汽车总产量表明该市场还有很大成长空间。

2.LED 液晶显示背光源

2005 年, 3.5 英寸液晶显示屏已全面使用 LED 背光; 到 2006 年, 使用 LED 背光的 7 英寸屏已达 30%; 2007 年, 11 英寸屏也开始用 LED 背光。今后, 12 英寸-15.4 英寸的笔记本电脑 LED 背光将有较大增长。目前, 苹果公司已宣布该公司生产的笔记本电脑全用 LED 背光源。

因为具有超薄和节电的优点, LED 背光也将在监视器和电视机中得到应用。2006 年 8 月, 三星在欧洲推出 3000 美元的 40 英寸 LED 背光液晶电视数百台。Osram 和三星均已制成 82 英寸的 LED 背光研发样机, Osram 后来还研制成了 102 英寸的样机。

在国内, 海信、京东方和上广电已有 36 英寸-46 英寸 LED 背光的 LCD 电视样机。

因此, 每年 6500 万台监视器和 800 万台平板电视机的总产量是 LED 背光源的潜在市场。

3、半导体路灯

LED 路灯应用市场已经启动, 原因如下: 第一, 在中间视觉条件下, 目前路灯大量采用的钠灯光源, 其效率比明视觉条件下测量的效率要低 30%, 而 LED 是全光谱, 蓝、绿光部分效率会有较大增加, 所以总效率会提高 40%, 目前取代钠灯能节电 30%-50%, 符合国家节电、减排政策; 第二, 寿命长, 可免维修费用, 由于驱动电流小, 电缆、变压器和工程费用也相应减少; 第三, 白光下视感和分辨率都较单色光(黄光)下有所提高; 第四, 由于耗电少和驱动电压低, 易与光伏电池组成太阳能路灯; 第五, 路灯由政府部门建设和管理, 较易推广。

许多城市乃至小镇, 都有半导体路灯示范工程, 少则几十盏, 多则上千盏。国内已有多张 2 万盏半导体路灯的订单。可以说, 这是通用照明中出现的一匹黑马。随着效率的进一步提高和技术的不断完善, 将有很快的发展。

新强光电曾推出 135W 的半导体路灯, 总光通量 5000lm。阳杰科技推出 150W 路灯, 大于 8000lm, 20 个月点灯几无衰减, 且证明已可通过国际照明规范。

我国约有 2 亿盏路灯, 这一广阔市场理应特别重视, 加上已有部分企业产品出口, 市场前景更为看好, 2010 年大规模应用市场将启动。目前产品属初始阶段, 良莠不齐, 主要问题是散热不好, 不仅发光效率下降, 而且光衰问题较严重, 甚至失效。有关部门要抓紧标准制定, 出厂前要进行光衰试验, 减小热阻, 充分散热, 真正做到高效、长寿命, 以利市场的培育和健康发展。

15.2.3 2007 年首尔半导体公司半导体照明技术取得新进展

2007 年, LED 照明生产商 Seoul Semiconductor Co. Ltd.(首尔半导体)宣布 Acriche 半导体照明技术的最新进展, Acriche 八角形 2W 单一发光体的亮度比之前提高两成。

首尔半导体计划将 Acriche 目前 48lm/W 的亮度(若计及传统 LED 照明两成的损耗, 其亮度约相等于 57lm/W)提升至 80lm/W 及进一步提升至 120lm/W。Acriche 半导体照明技术可以直接应用于交流电器插头, 无须装置直流电变流器。

首尔半导体自 2006 年 11 月宣布 Acriche 半导体照明技术并大量生产以来, 最高亮度已达到 96lm/2W; 即光源效率为 48lm/W, 与从前比较提高了两成。

此外, Acriche 八角形 2W 的新组装乃单一发光体, 其直径只有 25 毫米, 方便客户应用于各式各样的电器用品。有许多客户要求公司供应没有印刷电路板(PCB)的单一发光体, 让他们更自由地根据自己的需要, 设计印刷电路板的类型及配置发光体。应客户要求, 首尔半导体正计划将来为客户提供没有印刷电路板的单一发光体, 而目前首先推出有印刷电路板的八角形 2W 单一发光体。

第二光学(准直仪——collimators)也可应用于 Acriche 八角形 2W 的设计, 经过适当调较视域角度, 可营造不同的环境气氛。例如, 较狭窄视域角度的镜片只照亮局部范围, 可应用于阅读灯; 至于视域角度较广阔的镜片则可照亮较大的范围如客厅或办公室等。

Acriche 半导体照明技术可应用于建筑照明、公园照明、直立照明、逃生口照明、街道照明、工业照明及其它多种用途照明等。

Acriche 比传统灯泡及石英灯具有更佳的耗电效益及亮度, 比日光灯更长寿命耐用、节省电力、方便及拥有更高的光源实效率。由于传统灯泡及日光灯都是 360 度发光, 灯泡后面的光源浪费不少, 而 Acriche 只会向下发光, 减少浪费, 故光源实效率较高, 可以取代传统灯泡。

Acriche 的寿命可长达 35,000 小时, 远高于传统灯泡的 1,000 小时; 石英灯的 3,000 小时及日光灯的 8,000 小时寿命。Acriche 比传统灯泡节省电力费用八成半, 比一般日光灯省电五成。

15.2.4 国外主要 LED 芯片厂商的技术优势

1、科锐 (CREE)

科锐公司是市场上领先的革新者与半导体的制造商, 以显著地提高固态照明, 电力及通讯产品的能源效果来提高它们的价值。

科锐的市场优势关键来源于公司在有氮化镓(GaN)的碳化硅(SiC)方面上独一的材料专长知识, 来制造芯片及成套的器件。这些芯片及成套的器件可在很小的空间里用更大的功率, 同时比别的现有技术, 材料及产品放热更少。

科锐把能源回归解决方案用于多种用途, 包括在更亮及可调节的发光二极管光一般照明, 更鲜艳的背光显示, 高电流开关电源和变转速电动机的最佳电力管理, 和更

为有效的数据与声音通讯的无线基础设施等方面有令人兴奋的可选择的方案。Cree 的顾客有从创新照明灯具制造商到与国防有关的联邦机构。

科锐的产品系列包括蓝的和绿的发光二极管芯片，照明发光二极管，背光发光二极管，为功率开关器件，无线电频率设备和无线电设备的发光二极管。

技术优势：(1)SiC 基III族氮化物外延、芯片级封装技术；

(2)大功率芯片和封装技术。

2、欧司朗（Osram）

欧司朗是世界上两大光源制造商之一，总部设在德国慕尼黑，研发和制造基地在马来西亚，是西门子全资子公司。欧司朗的客户遍布全球近 150 个国家和地区。凭借着创新照明技术和解决方案，Osram 不断开发人造光源的新领域，产品广泛使用在公共场所、办公室、工厂、家庭以及汽车照明各领域。

Osram 的照明产品多达 5000 多个品种，能够充分满足人们在工作、生活及特殊领域的多方面需求。其产品系列包括：荧光灯、紧凑型荧光灯、高强度气体放电灯、卤素灯、汽车灯、摩托车灯、特种光源、电子镇流器和发光二极管等。

技术优势：（1）SiC 衬底的“Faceting”；

（2）在白光 LED 用荧光材料方面具有领先优势；

（3）zz 正装功率型封装技术及车用灯具技术。

3、飞利浦（PHILIPS）

飞利浦照明为所有领域提供先进的高效节能解决方案，包括：道路、办公室、工业、娱乐和家居照明等。在构筑未来的新型照明的应用和技术使用上，Philips 也位居领导地位，例如 LED 技术。公司主要产品包括，氙汽车灯、道路照明、氛围照明。

飞利浦确立在 LED 芯片领域的领导地位主要得益于对 LumiLEDs 的收购，LumiLEDs 由安捷伦和飞利浦合资组建于 1999 年，2005 年 Philips 完全收购了该公司。Philips LumiLEDs 公司是世界领先的大功率 LED 照明解决方案供应商。该公司一贯致力于推动固态照明技术的发展，提高照明解决方案的环保性，帮助减少二氧化碳排放和减少扩建电厂的需求，而该公司领先的光输出、功效和热能管理就是在此方面长期努力的直接结果。Philips LumiLEDs 公司的 LUXEONLED 产品为商店、户外、办公室、学校和家居照明解决方案提供了新的选择。Philips LumiLEDs 可提供各种 LED 晶片和 LED 封装，有红、绿、蓝、琥珀、及白光等 LED 产品。

技术优势：（1）独特热沉设计和 Si-Submount “Flip-Chip” 封装技术；

（2）在大功率白光照明管芯方面具有先发优势。

4、日亚（Nichia）

日亚化学成立于 1956 年，开发出世界第一颗蓝色 LED(1993 年)，世界第一颗纯绿 LED(1995 年)，在世界各地建有子公司。

日亚化学公司以“Ever Researching for a Brighter World”为宗旨，迄今致力于制造及销售以荧光粉(无机荧光粉)为中心的精密化学品。在研制发光物质的过程中，于 1993 年发表了震惊世界的蓝色 LED 以来，相继实现了紫外、黄色的氮化物 LED 及白色 LED 的商品化，大幅度扩大了 LED 的应用领域。此外，日亚化学公司正大力开发对于信息媒介的发展不可缺的紫蓝色激光半导体，希望将来氮化物半导体能成为半导体产业中重要领域的一部分。

技术优势：（1）第一只商品化的 GaN 基蓝光 LED/LD；

（2）拥有目前最好的荧光粉技术；

（3）蓝光激发黄色荧光粉技术专利；

（4）蓝宝石衬底外延生长技术。

5、首尔半导体（Seoul Semiconductor）

首尔半导体近些年增长速度迅速，已荣升世界顶级 LED 芯片制造商之列。首尔半导体主力产品交流电源专用半导体光源 ACRICHE 被欧洲最权威杂志 Elektronik 选定为“最优秀产品奖”。

首尔半导体的主要业务乃生产全线 LED 封装及定制模块产品，包括采用交流电驱动的半导体光源产品如：Acriche、高亮度大功率 LED、侧光 LED、顶光 LED、贴片 LED、插件 LED 及食人鱼(超强光)LED 等。产品已广泛应用于一般照明、显示屏照明、移动电话背光源、电视、手提电脑、汽车照明、家居用品及交通讯号等范畴之中。

技术优势：（1）受光及发光体复合化，拥有“MODULE”化技术；

（2）拥有“DIGITAL”回路技术；

（3）拥有蓝光、白光 LED 在内的解决方案；

（4）拥有超迷你型、超薄型技术。

6、丰田合成（Toyoda Gosei）

丰田合成生产汽车部件和 LED，LED 约占收入 10%。丰田合成与东芝所共同开发的白光 LED，是采用紫外光 LED 与萤光体组合的方式，与一般蓝光 LED 与萤光体组合的方式不同。1986 年，丰田合成利用自身在汽车零部件薄膜技术方面的积累，开始展开 LED 方面的研发工作。1987 年，丰田合成成功地在蓝宝石上形成了 LED 电极。

因此,把丰田合成誉为“蓝色 LED 的先锋”并不为过。丰田合成在近年来的发展速度也相当快。

2004 年,丰田合成原计划销售 420 亿日元,但由于手机市场低迷,于是不得不将销售计划修正为 300 亿日元。为了攻夺日亚化工占据手机背光市场 90% 的市场份额,丰田合成意图提高白色 LED 的光亮度,于 2004 年秋季开发出光亮度为 1000mcd 级的白色 LED “TGWHITE II”,这比原来的 600—700mcd 亮了很多。紧接着,丰田化合又开始开发 1300mcd 的白色 LED。此外,汽车导航系统和电脑专用液晶控制器、TV 专用大型液晶的背光等也是丰田化合的目标市场。照明应用方面的设计开发也正在紧锣密鼓之中。丰田化合的生产据点除了爱知县平和町的工厂以外,还在佐贺县武雄市建立了生产蓝色 LED 等 GaNLED 的第二个生产据点。

7、安捷伦 (Agilent)

安捷伦作为世界领先的 LED 供应商,其产品为汽车、电子信息板及交通信号灯、工业设备、蜂窝电话及消费产品等为数众多的产品提供高效、可靠的光源。这些组件的高可靠性通常可保证在设备使用寿命期间不用再更换光源。安捷伦低成本的点阵 LED 显示器、品种繁多的七段码显示器及安捷伦 LED 光条系列产品都有多种封装及颜色供选择。安捷伦最早是从惠普公司分离出来的。

15.2.5 国内外半导体照明技术新动态及发展路线

1、现有的技术路线(蓝宝石衬底)在比较近的未来(3-5 年)不可能替代,依此路线,在 2010 年有望实现 130—150lm/W 目标,现有的外延材料、芯片及工艺等技术在 3-5 年内不会有新的突破性进展。单纯通过改善衬底材料等方法提高流明瓦并非是现阶段 LED 发展的最大课题。衬底材料中蓝宝石和与之配套的垂直结构的衬底剥离技术仍将在较长时间内占统治地位。

2、目前 LED 最大的技术问题是两高两低,即提高内量子效率和出光效率,降低光衰(提高寿命)与降低成本。LED 最终的功率效率是整个生产过程中电注入效率、内量子效率、出光效率、封装效率、光转换效率和斯托克斯效率的乘积。内量子效率和出光效率两大指标亟需大幅度提高。光效 Droop (LED 在大电流条件下出现光电效率的衰减)是比较大的问题。成本成为 LED 取代传统照明的最大障碍。加之 LED 的售价相对于其成倍于传统灯具的使用寿命并不高,尽管可节省后期使用的更换和维护等费用,但起始费用往往直接受制于购买预算。重大装备和原材料的国产化是降低成本的重要且有效的途径之一。如在生产一只 1W 大功率 LED 的成本中,芯片成本占整个器件的 57%-87% (外延用原材料约占芯片成本 37%,MOCVD 设备折旧及动力约占芯片成本 13%)。

3、目前解决出光效率的技术首选垂直结构和光子晶体（3-5 年）。垂直结构的 LLO-LED 和低成本 Si 衬底的薄膜生长技术在短期内仍将保持其优势。激光剥离的大尺寸垂直结构 LED 是目前实现高亮度、功率型白光 LED 的最佳方案。与传统工艺相比，不仅出光效率高、正向压降小、远场辐射好，而且其出光效率不会随管芯尺寸的增加显著降低，是提高内量子效率的首选。在大流注入的情况下，垂直结构 LED 的光电转换效率衰减的趋势也比原有工艺缓很多。光子晶体是提高外量子效率的必由之路。

4、未来技术趋势是非极性面外延（5-8 年）、GaN 衬底外延（8-10 年）。非极性面生长技术能有效降低内建极化场，为提高内量子效率提供了一个新的选择，有望突破目前三基色 LED 的集成最大障碍——绿光 LED 高功率效率的问题。这使得实现暖色调以及可调色调的白光 LED 照明成为可能。GaN 衬底生长技术能有效减少缺陷，控制非均匀性，是从根本上提高内量子效率的有效方法，GaN 衬底技术的应用能有效抑止大电流条件下出现的光电效率的衰减趋势，预计需要 8-10 年能有所突破。

5、封装及应用。国内封装与国外相比没有明显的差距，是最有可能通过自主创新占据制高点的领域。但是研发投入不够，特别是对可靠性的研究不够，如大功率共晶封装技术。相应的配套材料胶、支架，特别是装备依赖进口。在半导体照明全球产业链中，我国在景观照明、显示屏、LED 灯具制造、太阳能 LED 照明等方面已有较好基础。

15.2.6 国内外半导体照明技术应用发展趋势

1、市场驱动模式。由市场应用刺激和带动研发将成为今后发展趋势。对不同应用需求采用不同技术和优化不同参数指标，会成为今后 LED 技术与产品应用相结合的重要方式。特殊照明如交通信号、景观、汽车照明成为最具赢利可能的领域，并将在今后 10 年内持续增长。

2、大尺寸 LCD 背光源是最大的潜在市场之一。背光源是中国在平板显示中的最后一个机会，该技术的突破与推进涉及面很广，需要以下四个方面的共同努力：LCD 面板设计、制造（甚至涉及到 LCD 基础理论及工艺的研究）；LED 芯片制造及封装；LCD 电视整机业；LED 视频显示核心控制技术及集成电路设计技术等。联合攻关需要有技术牵头人、需要一条利益的纽带、需要政府按市场规律来办事。

3、中国对 LED 产品的需求巨大。2008 年奥运会已经成为一个向世界展示 LED 应用的重要契机。在道路照明领域推广半导体照明技术，有效地减少电费支出、降低电缆铺设费用、降低维护成本、提高道路出行安全，同时有助于各级政府完成节能减排指标。

4、5-10 年进入普通照明。何时 LED 可以全面进入普通照明，有人认为 3 年，有人认为 5 年，有人认为更长；但是，业界对 LED 迟早对传统照明构成较大威胁意见一致。在将 LED 与传统光源进行比较时，要讲究整个灯具系统效率的比较，而不是单个 LED 发光光效与单个其它光源光效的比较。目前 LED 灯具系统的利用效率实际已经比节能灯高出 1.5-2 倍，另外，由于 LED 的应用设计可塑性强，这也决定了它具有更大的应用范围。

15.3 中国半导体照明技术的发展概况

15.3.1 中国半导体照明技术发展现状综述

从国内半导体照明技术的发展态势来看：一些的大型企业纷纷涉足，在科技部牵头组织启动“国家半导体照明工程”后，国内上市公司和大型企业集团对该行业给予了充分的关注。在国内约有 13 家上市公司涉足该领域，这些上市公司多以参股的方式间接介入半导体照明领域，个别企业以控股的方式直接介入半导体照明领域。

上海已在绿色照明光源领域取得多项技术突破，在半导体照明材料的制备装备、工艺、器件的研究和应用等方面开展了许多富有成效的研究，并已取得了一些具有国际先进水平和自主知识产权的关键技术，为产业化应用奠定了坚实的基础。上海作为 6 个科技部批准的国家级产业化基地之一，正在形成以张江高科技园区为核心，辐射嘉定、松江、杨浦、漕河泾等区的半导体照明产业群，通过发挥各自优势，形成了在整个产业链上合理的布局 and 良性互动的格局，形成具有上海特色的半导体照明产业。同时还拥有如上海光机所、上海技物所、复旦电光源、上海交通大学、上海理工大学、上海大学、等多家从事半导体发光器件研究的科研院所，同时还有举办世博会的良好机遇。并拥有大量的人才及实验和成果资源，应充分利用，为上海的半导体照明事业增砖添瓦。

值得注意的是，专利作为国际竞争中克敌制胜的重要武器，已经被一些跨国公司所掌握和利用。半导体照明领域的专利争夺战异常激烈，自 1990 年以来，日、美、欧洲的半导体照明公司申请了大量核心专利，还通过多种形式向中国渗透，采取跑马圈地、点兵布阵、放水养鱼、私有协议或行业标准等战略，对推动我国产业自主创新战略构成了巨大挑战。

从半导体照明领域专利诉讼趋势来看，呈现以下几个特点：一是大公司是专利授权、诉讼的主要发起人；二是专利纠纷重点位移，应用环节诉讼集中；三是专利集中度趋于降，合作成为发展主流；四是专利关系日趋复杂，行业联盟作用凸显。

因此，我国应尽快建立专利诉讼预警机制；合纵连横，建立联盟，提高企业的应诉能力，包括建立合纵连横的运作机制、合纵连横的组织结构；借鸡下蛋，借船出海；浑水摸鱼。从国内半导体照明专利申请情况看：一是在四个产业链中，封装和应用环

节专利量约占 61%，较外延和芯片环节要大，但其技术含量相对要低；二是在各产业链专利中，主要申请国家有日本、美国、韩国、德国及荷兰等。日本在外延领域申请的专利高于中国本国申请量；三是国内申请各产业链专利的主要省、市及地区为台湾、北京、广东、上海、浙江及江苏等。综合实力排名前 3 位为台湾，北京和广东；四是 LED 白光普通照明发展仍有空间，我国在复合衬底专利方面有一定优势，在芯片方面我国有很大发展潜力，中低档产品领域和应用产品领域大有可为；五是在应用领域的中国专利中，中国申请了绝大部分的专利，内容涉及照明、显示、标志灯、信号灯、车灯和显示等。日本在该领域发明专利所占比重明显高于我国。国内实力较为雄厚的省市分别为：台湾、广东、上海和北京，上海在车灯应用技术方面领先全国。

从技术发展趋势看，总体发展趋势是：半导体照明技术创新步伐正在不断加快，知识产权已成为竞争热点，标准已成为全球 LED 产业新的竞争焦点。目前发展的技术热点领域未：LED 外延技术、LED 分选技术，LED 芯片技术、LED 封装技术，半导体照明灯具及光学系统技术，半导体照明电源及控制电路技术。

在标准制定方面，国外相关标准化组织正在开展标准制定工作。SC47E 半导体分立器件分技术委员会制定的半导体照明相关技术标准 6 项。TC34 灯和相关设备技术委员会主要制定日光灯及启辉器、传统灯及灯具、连接器、控制器等有关测试、安全标准，目前已制定有关 LED 的标准有 3 项，正制定的标准有 1 项。国际照明委员会（CIE）作为照明光源，国际照明委员会（CIE）已制定和正在制定的关于半导体照明方面的标准有白光 LED 光源的颜色重现和 LED 的强度、光学特性和光度学特性的测量方法。国际半导体设备与材料组织（SEMI）半导体器件的外延生长、材料、工艺、设备及贮存等方面标准。国内作为早期显示用的 LED 从属于半导体器件标准体系，产品标准的顶层标准是 GB/T4589.1-1989《半导体器件分立器件和集成电路总规范》，这个总规范下有三个分规范：分立器件、集成电路和光电子器件，LED 从属于 GB/T12565-1990《半导体器件光电子器件分规范》。这些标准曾对我国半导体发光二极管产业的发展起着巨大推进作用，但已落后于技术的发展，目前我国已经成立信息产业部半导体照明技术标准工作组，在半导体照明专业技术领域内从事材料、芯片、封装和产品等标准化工作的技术组织。

15.3.2 2008 年惠州企业半导体照明技术研发取得突破

2008 年惠州鸿晟光电有限公司在半导体照明技术上获得突破，经业内评估，该公司生产的 LED 照明灯可大幅度节能，目前每月出口订单都在 3000 只以上。

该照明灯是一种半导体照明（LED），其发光二极管寿命在 8 万小时以上，远远超过传统灯泡。

经过公司 1 年多的科技攻关，攻克了以前 LED 照明灯不如传统的荧光灯亮等方面的技术难题。目前，公司拥有自行开发研究的 3 项半导体照明的专有核心技术，现正

申请专利。相信随着产业规模的扩大和技术的进步，LED 照明灯的价格将不断下降，预计 2009 年底可以批量进入市场。

15.3.3 2009 年国家重点半导体照明技术研究院成立

2009 年 5 月 27 日，由勤上光电与清华大学集成光电子学国家重点实验室共建的半导体照明技术研究院正式成立，该研究院的成立为珠三角 LED 高端科技创新平台建设树起了一个典范。

勤上半导体照明技术研究院是按“政府引导、企业主体、产学研合作、产业化发展”原则，在东莞市政府、常平镇政府的财政和政策支持下，由勤上光电与清华大学集成光电子学国家重点实验室共同组建的。其核心功能定位是通过建设技术创新研发平台、技术推广与服务平台、技术人才服务平台、技术成果及企业孵化平台，以 LED 封装与检测服务中心、LED 照明应用与检测服务中心、LED 光学应用与检测中心为硬件支持，全方位地面向东莞 LED 产业集群提供科研、技术、人力资源及产业投资服务，从而推动东莞 LED 产业的稳步快速发展。

该研究院以清华大学集成光电子学国家重点实验室主任罗毅教授领衔的高级专家为班底，已经组建起一支拥有高级科研开发人员及工程技术人员近百人，包括 7 名博士、18 名硕士、本科以上学历占 90% 的专业研发团队。自研究院开始组建至今，已按国家重点实验室的规模建立了先进的实验室，申请专利 85 项，开发近 100 种技术水平领先的 LED 新产品，申报国家、省、市科技攻关项目 15 个，利用研发成果建成全亚洲最先进的 LED 封装及灯具生产线，并承担和参与了广东 LED 路灯地方标准和国家标准《道路照明用 LED 灯》、《装饰照明用 LED 灯》的起草工作。

15.3.4 2009 年天津大力促进半导体照明技术进步和产业化

2009 年 4 月，天津市半导体照明工程研发及产业联盟与天津市照明协会、天津市照明学会联合在天津工业大学召开 LED 天津示范项目启动仪式。

LED 天津示范项目是落实市委、市政府 20 项自主创新产业重大项目的“大功率半导体照明产品研制和产业化”项目的实施，配合科技部“十城万盏”计划的推进，促进天津半导体照明技术的进步和产业化，进一步提升半导体照明产业的整体竞争力的举措。LED 照明是 21 世纪最具发展前景的高新技术领域之一，LED 光源作为继白炽灯、荧光灯、高压气体灯之后的第四代光源，在同等照明亮度的状况下，它比普通灯具平均节电 50% 以上，且不含汞、铅等有害物质，平均使用寿命可达 5 万至 10 万小时，是普通灯具的 3 至 5 倍。目前，LED 城市照明系统已在世界许多国家城市应用。2009 年天津市也将“大功率 LED 照明产品研制和产业化项目”列入 20 项自主创新产业化重大项目。

LED 天津示范城市项目包括“天津市 LED 道路照明产品进行性能测试与评估”项目、“LED 商业照明产品技能培训”项目、“大功率 LED 路灯照明产品技术”项目等。

15.3.5 中国半导体照明技术发展存在的问题

虽然国家半导体照明工程总体进展顺利，但是应该清楚地看到，与国际相比，我国在半导体照明技术方面尚存在一定差距，还面临着许多急需解决的问题。

首先，产业化的核心技术与专利缺乏，研发投入不足，研究力量分散，缺少产业化的国家公共研发平台。

我国外延材料的核心技术研究仍处于弱势，生产外延材料的 MOCVD(化学气相沉积设备)核心装备也高度依赖进口，无法支撑外延核心技术、工艺和方法的持续创新，并且制造成本高。半导体照明外延材料的研发，不仅在设备与原料上投入很高，而且还是一项“人与机器结合”不断摸索的艰苦工作。与国外相比，我国研究投入明显不足，研究力量又分散，研究工作也缺乏连续性，再加上设备、技术、信息不能有效共享等问题，造成核心关键技术的研发没有形成合力，缺少能够有效地对单项技术集成和促进工艺上、工程上成熟的产业化支撑平台，无法形成自主创新资源的合理配置和集中投入。

其次，标准与检测体系不完善，缺乏权威检测平台。

由于半导体照明技术进步快，涉及行业多，处在多学科交叉的产业边缘地带，以及在检测设备、检测方法的研发等方面没有足够的投入，导致半导体照明的标准与检测体系尚未形成，也没有针对半导体照明产品的权威检测平台。由于 LED 产品的技术差异性极大，又没有专业权威、统一的测试机构与认证标准，加之地方政府示范心切，且又急于发展地方的企业，导致产品质量良莠不齐，严重影响消费者的信心。

15.4 中国半导体照明关键技术研究进展

半导体照明的核心技术是氮化镓和铝镓铟磷等材料为代表的高亮度发光二极管，中科院半导体照明研发中心在此研究领域有数年研究成果的坚实基础和一支善于攻关的科研队伍，在核心技术上有自己的创新特点。中心在 2007 年取得了一系列重要成果，在半导体照明用高效图形衬底外延，高效大功率 LED 及紫外 LED 方面攻克了材料与工艺方面的难题，获得高质量的外延材料，并解决了大功率 LED 面临的内量子效率，提取效率、散热等关键问题。

15.4.1 图形衬底级外延技术的进展

重点开展了低成本的衬底图形化技术研究，获得了重复性好、成品率高、成本低的实用化图形衬底制备技术，并进行了批量生产验证。结合 MOCVD 外延生长工艺进

行了图形衬底的结构、形貌、尺度、工艺规范化等深入研究。有关图形衬底技术已申请五项发明专利, 发表文章 10 篇。图形衬底已批量生产近千片, 共生长近百炉次, 进入量产验证阶段。LED 结构材料质量和相应的高效、大功率 LED 器件性能有了大幅度的提高。目前采用图形衬底外延制作的批量小功率 LED 芯片典型的性能指标为: 小芯片尺寸(14mil×14mil)20mA 下, 正向工作电压为 3.0V, 中心波长为 460nm, 光输出功率大于 15mW。光输出功率提高 50% 以上。

15.4.2 高效大功率 LED 开发

创造性的采用双透明电极结构以及垂直结构技术, 在高效大功率 LED 工艺方面取得了突破。

条状双透明电极 LED

该结构的主要优势在于: 采用 P、N 双透明电极, 相比传统结构(N 金属电极), 光效提高 15% 以上; 采用条状结构, 光学、热学特性均优于传统方形结构; 采用 ITO 作为透明电极, 透过率(>90%) 优于半透明金属电极; 制作工艺相对简单。

目前已经完成了双透明电极 LED 的结构优化、关键工艺技术及封装技术研究, 实现了 350mA 注入电流下白光 LED 光通量达到 80lm, 工作电压达到 3.2V, 光效 70lm/W。

垂直结构 LED

解决了垂直结构 LED 的关键工艺技术, 包括低损伤台面隔离技术、晶片键合技术、激光剥离技术, 采用高温键合、电镀等工艺, 实现了多种高热导率衬底和 GaN 外延片的键合, 采用激光剥离技术实现剥离成品率大于 95%, 制备出功率型垂直结构 LED 的原型器件。

15.4.3 深紫外 LEDs 进展

在 AlGaIn 材料研究方面, 针对 AlGaIn 材料外延生长困难, 难以获得高质量晶体材料的问题入手, 详细研究了 AlGaIn 材料生长的预反应问题、获得的晶体质量差、容易在表面形成由于应力而产生的裂纹等问题。目前已经成功地解决了 AlGaIn 材料的裂纹问题, 获得了无裂纹的高结晶质量 AlGaIn 材料, 其(0002)面的 X 射线双晶衍射半高宽小于 200 弧秒; 获得了 Al 组分高达 85% 的 AlGaIn 材料; 优化了超晶格界面; AlGaIn 材料的室温光荧光 PL 和 CL 发光波长小于 300nm。成功制备了 300nm 以下 UVLED 器件, 输出功率达到毫瓦量级。

在 AlN 衬底研究部分, 建立了一套生长 AlN 单晶的工艺技术, 包括单晶生长的热场、原料高温烧结脱氧、单晶自发成核控制、生长动力和生长速度控制、晶粒尺寸放大等关键技术。现已生长出直径 45 毫米的 AlN 晶锭, 其中的最大晶粒尺寸为 15 毫米。同时开展了晶片的切割、抛光等加工技术研究, 可获得表面光滑、透明的小尺寸晶片。

15.5 中国半导体照明技术领域标准现状和发展分析

15.5.1 半导体照明技术领域标准现状和发展

1、国外相关标准化组织和机构有：

国际电工委员会（IEC）：有关标准主要在 SC47E 和 TC34 技术委员会和分技术委员会制定；

国际照明委员会（CIE）；

国际半导体设备与材料组织（SEMI）。

（1）SC47E 半导体分立器件分技术委员会

该分技术委员会主要制定半导体分立器件相关技术领域用的标准，如文字符号、名词术语、额定值和特性、测试方法、质量保证规范等。其中也包括非光通信系统用的半导体光电器件，如半导体激光器、光电耦合器、发光二极管、光电探测器件等。其中涉及半导体光电器件的工作组是 WG4，制定的标准有：

图表 123 SC47E 半导体分立器件分技术委员会制定的标准

序号	标准编号	标准名称	对应国标编号
1	IEC60747-5: 1992	半导体器件分立器件和集成电路第 5 部分：光电子器件	GB/T15651-1995
2	IEC60747-5-1: 1997	半导体器件分立器件和集成电路第 5-1 部分：光电子器件总则	
3	IEC60747-5-2: 1997	半导体器件分立器件和集成电路第 5-2 部分：光电子器件基本额定值和特性	GB/T15651.2-2003
4	IEC60747-5-3: 1997	半导体器件分立器件和集成电路第 5-3 部分：光电子器件测试方法	GB/T15651.3-2003
5	IEC60747-12	半导体器件第 12 部分：光电子器件分规范	GB/T12562-1990
6	IEC60747-12-3: 1998	半导体器件第 12-3 部分：光电子器件显示用发光二极管空白详细规范	GB/T18904.3-2002

资料来源：中投顾问产业研究中心

（2）TC34 灯和相关设备技术委员会

该技术委员会主要制定日光灯及启辉器、传统灯及灯具、连接器、控制器等有关测试、安全标准。目前已出版有关 LED 的标准有 3 项，正制定的标准有 1 项。

图表 124 TC34 灯和相关设备技术委员会制定的标准

标准编号	标准名称	主要内容
IEC 6 0838-2-2 (2006-05)	Miscellaneous lampholders -	This part of IEC 60838-2 applies to connectors

	Part 2-2: Particular requirements - Connectors for LED-modules	for building-in (including those used for interconnection between LED modules) of miscellaneous types to be used with PCB-based LED modules
IEC 61347-2-13 (2006-05)	Lamp controlgear - Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules	This part of IEC 61347 specifies particular safety requirements for electronic controlgear for use on d.c. supplies up to 250 V and a.c. supplies up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz and at an output frequency which can deviate from the supply frequency, associated with LED modules.
IEC 62384 (2006-08)	DC or AC supplied electronic control gear for LED modules - Performance requirements	This international standard specifies performance requirements for electronic control gear for use on d.c. supplies up to 250 V and a.c. supplies up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz with an output frequency which can deviate from the supply frequency, associated with LED modules according to IEC 62031. Control gear for LED modules specified in this standard are designed to provide constant voltage or current. Deviations from the pure voltage and current types do not exclude the gear from this standard.
IEC62031Ed.1.0(CDV)	LED modules for general lighting - Safety specifications	

资料来源：中投顾问产业研究中心

（3）国际照明委员会（CIE）

作为照明光源，国际照明委员会（CIE）已制定和正在制定的关于半导体照明方面的标准有白光 LED 光源的颜色重现和 LED 的强度、光学特性和光度学特性的测量方法。

TC2-45,“Measurement of LEDs” CIE17X-2006, Revision of CIE127-1997

TC2-46, CIE/ISO standard on LED intensity measurements

TC2-50, Measurement of the optical properties of LED clusters and arrays

TC58, Measurement of LED radiance and luminance

TC1-62, Color rendering of white LED light sources

R4-22, Use of LEDs in visual signaling

TC6-55,LightEmittingDiode(photobiologicalsafety)

（4）国际半导体设备与材料组织（SEMI）

半导体器件的外延生长、材料、工艺、设备及贮运等方面标准，但是否满足生长大功率、高亮度半导体发光二极管芯片所要求的材料和工艺，还需要加以研究确定。

2、国内的相关标准组织有：

全国半导体器件标准化技术委员会（TC47/SC47E）；

全国半导体设备和材料标准化技术委员（SEMI）；

全国照明电器标准化技术委员会（TC34）；

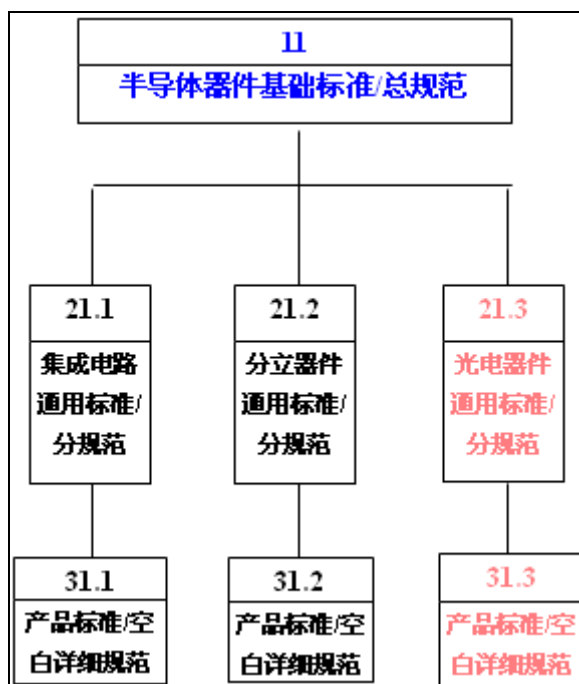
全国稀土标准化技术委员会；

信息产业部半导体照明技术标准工作组。

（1）全国半导体器件标准化技术委员会：

作为早期显示用的 LED 从属于半导体器件标准体系，产品标准的顶层标准是 GB/T4589.1-1989《半导体器件分立器件和集成电路总规范》，这个总规范下有三个分规范：分立器件、集成电路和光电子器件，LED 从属于 GB/T12565-1990《半导体器件光电子器件分规范》。产品详细规范有显示用发光二极管空白详细规范和极少量的具体型号的产品标准（电子行业标准）。半导体器件的基础标准有术语、额定值和特性、测试方法和机械/环境试验方法等，其中有一部分标准内容涉及到 LED 或 LED 产品可采用的。

图表 125 我国半导体器件标准体系框架图



资料来源：中投顾问产业研究中心

图表 126 全国半导体器件标准化技术委员会制定的标准

标准编号	标准名称	标准分类
GB/T2900.66-200	电工术语半导体器件和集成电路	基础标准
GB/T4589.1-1989	半导体器件分立器件和集成电路总规范	产品标准
GB/T4937-1995	半导体器件机械和气候试验方法	基础标准
GB/T11499-2001	半导体分立器件文字符号	基础标准
GB/T15651-1995	半导体器件分立器件和集成电路第 5 部分：光电子器件	基础标准
GB/T15651.2-2003	半导体器件分立器件和集成电路第 5-2 部分：光电子器件基本额定值和特性	基础标准
GB/T15651.3-2003	半导体器件分立器件和集成电路第 5-3 部分：光电子器件测试方法	基础标准
GB/T12565-1990	半导体器件光电子器件分规范	产品标准
GB/T18904.3-2002	半导体器件第 12-3 部分：光电子器件显示用发光二极管空白详细规范	产品标准
SJ/T2355.1~7-1983	半导体发光器件测试方法	基础标准
SJ/T2684-1986	半导体发光器件外形尺寸	基础标准
SJ/Z9171-1995	录象机用 $\phi 3\text{mm}$ 绿色圆顶发光二极管认定规范	产品标准
SJ/T10947-1996	电子元器件详细规范 FG341052、FG343053 型半导体绿色发光二极管	产品标准
SJ/T10948-1996	电子元器件详细规范 FG313052、FG314053、FG313054、	产品标准

FG314055 型半导体红色发光二极管

资料来源：中投顾问产业研究中心

这些标准曾对我国半导体发光二极管产业的发展起着巨大推进作用。但随着技术的进步，应用领域的扩大，一些标准中的技术内容落后，如 SJ/T2355.1~7-1983 半导体发光器件测试方法，20 年前制定一直没有修订，只有光电参数和电参数的测试方法，没有光学参数和色度学参数等测试方法，已经满足不了超过亮度发光二极管产品的需要。而产品规范的顶层标准也只有 LED 器件的，当 LED 芯片、LED 模块等作为产品交货时，缺乏相应的技术要求来规范产品的质量等级和性能要求。总体来看，可用于半导体照明技术领域的标准空缺很多，急需制定填补空白。

值得一提的是我国也参与了国际标准的制定工作，其中有一项标准作为 IEC 标准颁布：IEC60747-12-3：1998 半导体器件第 12-3 部分：光电子器件显示用发光二极管空白详细规范。

（2）信息产业部半导体照明技术标准工作组

2005 年上半年，信息产业部成立了“半导体照明技术标准工作组”（以下简称工作组），工作组是在信息产业部领导下，在半导体照明专业技术领域内从事材料、芯片、封装和产品等标准化工作的技术组织。该工作组由产、学、研、行业协会等各方组成，目前有会员单位近 40 余家。

信息产业部电子工业标准化研究所是该工作组的秘书处单位。

工作组的主要任务是：

组织研究本专业技术领域的国内外标准化现状和发展趋势，根据市场和产业发展的需要，研究提出本专业技术领域的技术标准体系，并适时完善；

依据本专业技术领域标准体系，提出电子行业标准和国家标准制、修订计划建议；

组织开展本行业标准和国家标准制定工作；

组织参与国际标准的合作与交流，在信息产业部电子工业标准化所的统一归口管理下，参与国际标准提案答复和国际标准制定的工作。

在国家半导体照明工程协调领导小组办公室和攻关项目的支持下，2005 年开始制定、修订了三项标准，其中有目前二项已列入电子行业标准 2006 年制、修订计划：

半导体光电子器件功率发光二极管空白详细规范：由信息产业部电子工业标准化研究所负责制定的，该标准可纳入体系框架图“31.3”中；

SJ/T2355 半导体发光器件测试方法：由中国光学光电子行业协会光电器件分会负责修订，该标准可纳入体系框架图“21.3”中。

15.5.2 标准化概述

1、标准：为在一定的范围内获得最佳秩序，经协商一致制定并由公认机构批准，共同使用的和重复使用的一种规范性文件。

标准宜以科学、技术和经验的综合成果为基础，以促进最佳的共同效益为目的。

2、标准化：为在一定的范围内获得最佳秩序，对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。这些活动主要包括编制、发布和实施标准的过程。

标准化的主要作用在于为了其预期目的的改进产品、过程或服务的适用性，防止贸易壁垒，并促进技术合作。

3、标准体系：一定范围内的标准按其内在的联系形成的科学的有机整体。

这里的一定范围是指标准适用领域或标准化对象范围，它可以是一个国家、某个行业、专业，某类产品等范围。内在的联系是指标准体系内各标准之间具有纵向和横向的联系，其中纵向联系是不同层次的联系，是共性与个性的联系，横向联系是协调和配套的联系。有机整体是指体系内各标准之间相互联系、相互依赖、相互制约、相互补充、相互作用而形成的一个系统。

4、标准体系表：一定范围内的标准按一定形式排列起来的图表。它是标准体系的基本表达形式。

具体而言，它是指在一定范围内将现行有效的标准、正在制定的标准、规划制定的标准按标准的从属关系和产品门类的关系，有层次、有联系地组成的一个由标准体系 and 产品分类相结合的反映技术标准总体全貌的图表。

5、国家技术标准体系的构建

标准层次：国家技术标准体系根据标准的适应领域和有效范围分为四级：国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

标准形式：国家技术标准按约束力划分有三种标准形式：强制性标准、推荐性标准、指导性技术文件。

标准分类：技术标准分为：基础标准、方法标准、产品标准、工艺设备标准以及安全、卫生、环保标准等。

6、标准的分类：

基础标准（基础规范）：具有广泛的适用范围或包含一个特定领域的通用条款的标准，它主要包括：通用技术语言类，如制图规则、术语、符号等；结构要素和互换互连类，如公差配合、接口标准等；参数系列类，如优先数系、尺寸配合系列、系列型谱等。

产品标准（产品规范）：规定一个产品或一类产品应满足的要求以确保其适用性的标准，它主要包括：总规范（通用规范），适用于一个产品门类的标准，通常包括该类产品的术语、符号、分类与命名、要求、试验方法和质量评定程序、标志、包装、运输、贮存等内容；分规范，在一个产品门类共用的标准（即总规范）下适用于某一个分门类产品的标准，对于一个特定的分门类产品，当有较多特有内容需要统一规定时，可制定分规范。空白详细规范，是用来指导编写详细规范的一种格式，在其中填入具体产品的特定要求时，即成为详细规范；详细规范，是一种完整地规定某种产品或一个系列产品的标准。它可以通过引用其他规范（或标准）来达到其完整性。

方法标准：通用的测量、试验、检查、分析、抽样、统计、计算等方法。

7、半导体光电子器件功率发光二极管空白详细规范：

本空白详细规范是半导体光电子器件的一系列空白详细规范之一，应与下列标准一起使用。

GB/T4589.1-200X 半导体器件分立器件和集成电路总规范（eqvIEC6-747-10: 1991）

GB/T12565-1990 半导体器件光电子器件分规范

GB/T4937-1995 半导体器件机械和气候试验方法（idtIEC60749: 1984）

SJ/T2355-200X 半导体发光器件测试方法

该标准适用于 W 级功率 LED，与 GB/T18904.3-2002 “半导体器件第 12-3 部分：光电子器件显示用发光二极管空白详细规范”相比，在标准中补充了功率 LED 区别于普通 LED 的热学方面的测试要求，及用于照明领域时光度学、色度学的测试要求。同时与新的“半导体发光二极管测试方法”配套使用。

8、标准的层次——对每一项标准都应确定其最适宜的标准层次：

国家标准（GB）：全国范围内通用或跨行业通用的基础标准（如术语、符号标准；互换、互连标准）；安全、电磁兼容标准；通用测量方法和检验方法标准；国家需要控制的重要电子产品规范等。

电子行业标准（SJ）：电子信息行业范围内通用的基础标准（如术语、符号标准；测量方法和检验方法标准）、产品标准（如总规范、分规范）；行业内需要控制的重要电子产品规范等。

企业标准（Q）：为促进技术进步和提高产品质量而制定的严于国家标准和行业标准的產品规范；为完善标准内容，对国家标准或行业标准加以补充规定而制定的标准等。

产品详细规范一般适宜制定为企业标准！

15.5.3 标准体系建立的原则

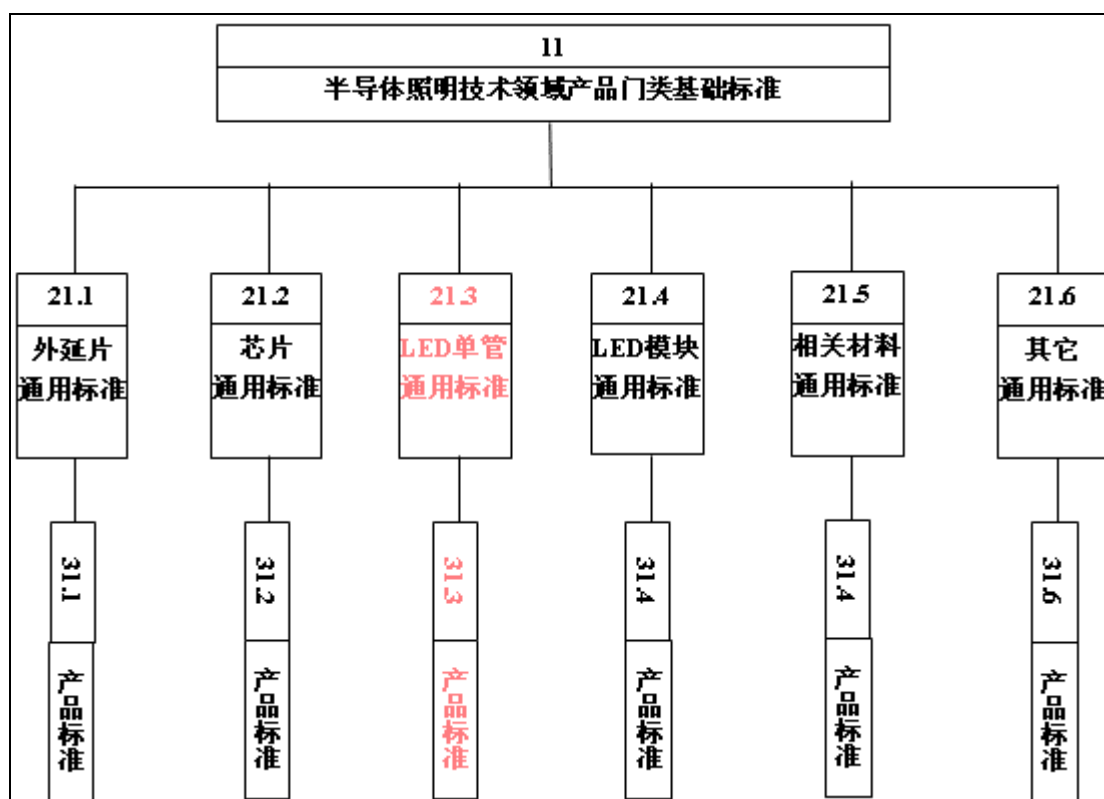
标准化对象：以产业链上各个环节的产品为目标，兼顾与之相关的各种材料、设备：材料、外延片、LED 芯片、LED 器件/模块、各类应用产品、生产/测试设备等。

标准的层次与分类：除涉及安全问题的有少量强制性标准外，一般为推荐性标准，它包括产品标准、方法标准、基础标准，根据其适用范围和内容，有国家标准、行业标准和企业标准多种层次。

与现有其它标准体系中标准的协调：应与现有国家标准、电子行业标准、其它部门行业标准相协调，避免矛盾、重复。

15.5.4 体系的框架

图表 127 半导体照明技术领域产品门类基础标准体系框架图



资料来源：中投顾问产业研究中心

第一层为半导体照明技术领域产品门类基础标准，它主要包括型号命名、术语等；

第二层根据产品结构特点和产业链上各个环节的产品、与之相关的各种材料、设备等分为：“外延片”、“芯片”、“LED 器件”、“LED 模块”、“相关材料”和“其它”六个门类的通用标准，与产品相关的设备和应用产品标准暂纳入“其它”类，它主要包括型号命名、术语、产品总规范、分规范、通用的测试方法和试验方法等；

第三层为各小门类、各类别空白详细规范、产品详细规范。这个结构的特点是上一层对下一层起着制约指导作用，下一层是上一层结构的具体化，起着补充和完善的作用。

近两年的将要制定的标准项目：

半导体照明名词术语和定义：

可纳入体系框架图“11”中；

外延片、芯片测试方法：可纳入体系框架图“21.1”和“21.2”中；

小功率发光二极管空白详细规范：可纳入体系框架图“31.3”中；

发光二极管（LED）用黄色荧光粉：可纳入体系框架图“21.5”中。

15.5.5 半导体照明技术领域标准发展的建议

尽快完善测试方法、试验方法等基础标准；

器件标准应与已有的半导体器件标准协调；

研究、制定较成熟产品门类，如芯片的通用规范；

对于尚不成熟的产品，应密切关注、研究，适时制定标准；

注意产业链上下游之间的协调；

部门之间、行业之间强强联手，共同合作；

积极参与国际标准的制定，适时提出国际标准提案。

第十六章 金融危机下中国半导体照明行业投资分析

16.1 金融危机影响下半导体照明行业的投资机遇

16.1.1 2008 年美国次贷危机引发全球经济动荡

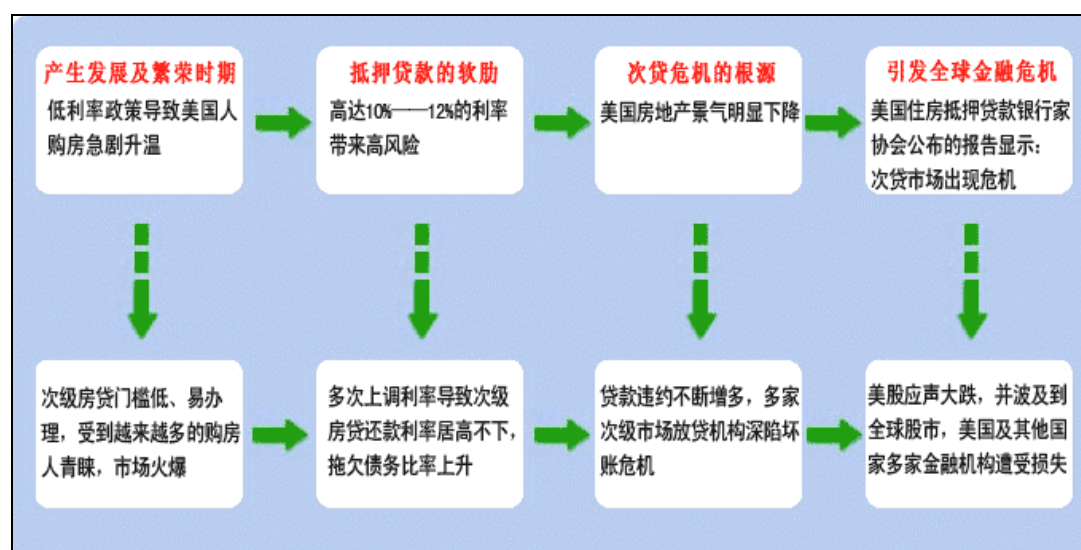
（1）次贷危机的概念

次贷危机又称次级房贷危机，它是指一场发生在美国，因次级抵押贷款机构破产、投资基金被迫关闭、股市剧烈震荡引起的风暴。它致使全球主要金融市场隐约出现流动性不足危机。美国“次贷危机”是从 2006 年春季逐步显现的。2007 年 8 月开始逐步席卷美国、欧盟和日本等世界主要金融市场。

（2）次贷危机的产生

引起美国次级抵押贷款市场风暴的直接原因是美国的利率上升和住房市场持续降温。次级抵押贷款是指一些贷款机构向信用程度较差和收入不高的借款人提供的贷款。利息上升，导致还款压力增大，很多本来信用不好的用户感觉还款压力大，出现违约的可能，对银行贷款的收回造成影响的危机。

图表 128 美国次贷危机的形成



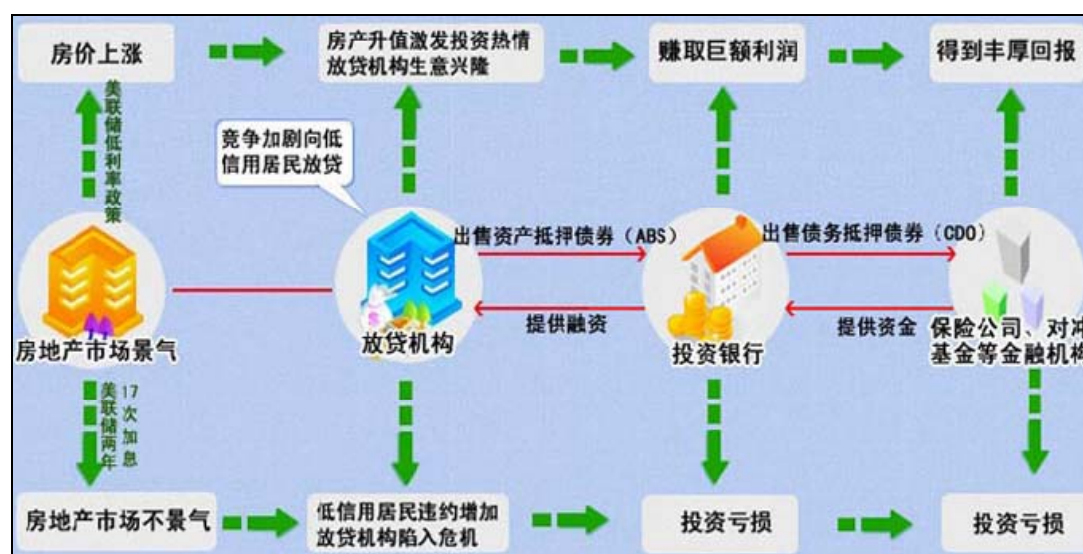
资料来源：中投顾问产业研究中心

（3）次贷危机的发展

2008 年 9 月，对于美国金融界来说似乎很不寻常，仿佛多米诺骨牌一样，美国著名金融机构纷纷倒下：7 日早已陷入困境的“两房”被美国政府接管、14 日美林“委身”美银、15 日雷曼兄弟宣告破产、16 日 AIG 告急、21 日高盛和摩根斯坦利无奈转型为普通商业银行、26 日全美最大的储蓄及贷款银行——华盛顿互惠银行被美国联邦存款保险公司接管，再加上 2008 年 3 月美国第五大投资银行贝尔斯登因濒临破产而被摩根大通收购……当一系列金融事件接踵而至的时候，尊崇美元主导市场的全球经济彻底面临巨大危机。

2008 年 10 月 2 日，美国参议院通过了布什政府提出的 7000 亿美元新版救市方案，美参议院投票表决的救市方案总额从原来的 7000 亿美元提高到了 8500 亿美元，增加了延长减税计划和将银行存款保险上限由之前的 10 万美元提高到 25 万美元的条款。10 月 8 日全球各大央行同时行动，对金融市场的动荡作出明确的回应，接连宣布降息。美联储宣布降息 50 个基点至 1.5%，欧洲央行、英国央行、加拿大央行、瑞典央行和瑞士央行也纷纷降息 50 个基点。到 2008 年底，美国次贷危机开始冲击实体经济，全球经济衰退趋势难以避免。

图表 129 美国次贷危机的扩大



资料来源：中投顾问产业研究中心

（4）美国次贷危机引发全球经济动荡

除金融市场持续动荡外，美国次贷危机还在美欧等发达经济体引发严重信贷紧缩。在美国次贷危机爆发后，银行等金融机构纷纷提高了放贷标准，市场惜贷气氛严重，造成流动性短缺，这对企业投资和个人消费开支均产生了不利影响。在全球第一大经

济体美国，受信贷紧缩影响，从住房市场到汽车市场，从金融业到零售业，目前均出现问题。

美国经济自 2007 年 12 月开始陷入衰退，美国经济处于衰退之中已有一年时间。欧元区和日本经济均在 2008 年第二、三季度连续下滑，也都陷入了衰退。随着发达经济体经济出现下滑，发展中经济体也受到波及。2008 年全球经济增速将仅为 3.7%，明显低于 2007 年的 5.0% 和 2006 年的 5.1%，2009 年全球经济增速将进一步放慢至 2.2%。与此同时，金融危机还在全世界引发了其他一些经济和社会问题，包括世界粮食安全形势更加严峻、贫困问题进一步加剧以及贸易保护主义抬头等。

对于一些发展中经济体而言，受国际金融危机影响，其经济正面临双重打击。一方面，发达经济体陷入衰退导致其对外投资和援助大幅减少；另一方面，发展中经济体的出口严重受阻。按照过去的经验，总是最贫困和最脆弱国家受危机冲击最严重。为此，联合国秘书长潘基文、世界银行行长佐利克多次警告，要防止金融危机演变成“人道危机”。

随着金融危机日益蔓延，国际社会有关携手共渡难关的呼声也日益高涨。不管是美欧日发达经济体，还是中国等发展中经济体，都在积极采取措施，希望稳定金融市场，刺激经济增长，避免经济因金融危机陷入严重衰退。

除美国外，欧盟成员国也出台了总额超过 2 万亿美元的救市计划，主要包括购买银行的股份以及为银行融资提供担保等。欧盟还出台了 2000 亿欧元的一揽子经济刺激计划。日本也出台了相应的经济刺激计划。美欧日央行还向金融系统投放巨额资金以缓解信贷紧缩，并通过降息等手段刺激经济增长。

与此同时，一些发展中国家也采取了一系列货币和财政政策，旨在稳定宏观经济形势，刺激经济增长，应对国际金融危机带来的冲击。2008 年 11 月 9 日，中国政府宣布采取 10 项扩大内需措施，总额达到 4 万亿元人民币，以确保中国经济保持平稳较快增长。在当前世界经济形势下，中国经济平稳较快发展本身就是对维护国际金融稳定、促进世界经济发展的重要贡献。

面对金融危机，国际社会正逐步走向携手应对。2008 年 11 月 15 日，二十国集团领导人在美国首都华盛顿举行金融市场和世界经济峰会。会议宣言再次强调了“与会成员决心加强合作，努力恢复全球增长”的重要性。二十国集团领导人承诺将共同行动，运用货币和财政政策，应对全球宏观经济挑战。国际货币基金组织和一些地区开发银行也正在积极行动，对一些饱受金融危机冲击的国家施以援手。到 2008 年 12 月为止，国际货币基金组织已向匈牙利、乌克兰、冰岛和巴基斯坦提供近 400 亿美元的援助。

除积极应对金融危机外，国际社会也正在反思酿成这场危机的原因，并在加强金融监管、改革国际金融体系等方面达成了一些共识。目前来看，各国和地区出台的应对金融危机措施，对增强投资者信心、稳定金融市场和刺激经济增长有一定积极作用。但总体来看，由于金融危机前景难料，世界经济依然面临很大不确定性，短期内全球金融市场和世界经济前景均不容乐观。

预计 2009 年，发达经济体经济将下滑 0.3%；发展中和新兴经济体经济增速将明显放慢，但有望保持在 5.1% 左右。各国和地区有必要采取新的财政和货币政策，以刺激经济增长。

（5）美国次贷危机的根源

1、低利率环境埋下隐患

这场令世人瞠目结舌的金融危机爆发的导火索是一种普通的住房贷款产品——次级抵押贷款。这是美国一些贷款机构向信用程度较差和收入不高的借款人提供的贷款。自 2001 年“9·11”事件后，由于担心经济下滑，美联储开始了连续的降息历程。2001 年 1 月至 2003 年 6 月，美联储连续 13 次下调联邦基金利率，该利率从 6.5% 降至 1% 这一近 30 年的最低水平，并维持至 2004 年 6 月。在这三年的超低利率环境里，美国房地产业格外繁荣，全球流动性泛滥，助长了住房按揭贷款的风生水起。

低利率环境虽然保住了经济增长，但也造成美元持续走弱、通胀压力增大以及流动性泛滥带来的资产泡沫。自 2004 年 6 月起，美联储连续 17 次加息，联邦基金利率从 1% 的低点一路加到 2006 年 7 月的 5.25%。利率的大幅攀升加重了购房者的还贷负担，美国住房市场开始大幅降温，还不起贷款的人陆续浮出水面，房屋贷款公司也因此受到了沉重打击。最先出事的是全美第二大次级抵押贷款公司新世纪金融公司，该公司 2007 年 3 月宣布无力偿还所有债务以破产告终。此后，一批同类型公司相继关门。

2、美国政府过于宽松的房地产金融政策为危机埋下了伏笔

20 世纪 30 年代的经济大萧条使住房问题凸现，美国内需萎靡不振。1934 年，美国国会通过《国民住宅法》，旨在确保人人获得住房抵押贷款。联邦政府先后成立“联邦住宅管理局”和“联邦储蓄贷款保险公司”等，负责对个人住房抵押贷款提供保险，帮助居民解决住房问题。随后，美国政府又相继出台一系列法案并设立专门机构如房利美和房地美，旨在让美国国民居者有其屋，并以此刺激内需。

为低收入者建造住房，一直以来是美国的基本政策，美国政府并为此采取了相应的措施：政府发行债券，建立住宅信托基金，同时联邦政府住房与城市发展部每年会

按照各州人口数量，拨付部分专项资金。购买政府债券，可以免交所得税，因此银行等机构乐于购买政府债券。而联邦政府拨付州里的钱不再上缴，回收后再贷出去，越滚越大。同时，“两房”作为私人持股企业，却由美国政府提供隐性担保。宽松的货币政策以及资产的证券化，使得“两房”的隐性担保规模迅速膨胀，资产质量不能有效的保证，最终为金融危机的爆发种下了祸根。

3、经济过度虚拟化和自由化

虚拟经济是美国发展的一大特点，即通过高度依赖虚拟资本的循环来创造利润。马克思曾在《资本论》中对虚拟资本作出系统论述。虚拟资本以金融系统为主要依托，包括股票、债券和不动产抵押等，它通过渗入物质资料的生产及相关的分配、交换、消费等经济活动，推动实体经济运转，提高资金使用效率。马克思指出抽象劳动是价值的唯一源泉，价值是凝结在商品中的人类的无差别劳动，因此虚拟经济本身并不创造价值，其存在必须依附于实体生产性经济。

当前的美国金融危机是经济过度虚拟化和自由化后果的集中反映。自上世纪美国进行产业结构调整以来，美国大量的实体制造业被转移到了拉美和东南亚，而美国本土成为了贸易、金融等服务业中心，随后美国政府废除了金融管制法，取而代之的是“金融服务现代化法案”，结束了美国银行、证券、保险分业经营与分业监管的局面，开辟了世界金融业混业经营的局面。随着信息技术的迅速进步、金融自由化程度的提高，以及经济全球化的发展，虚拟资本的流动速度越来越快。由于金融管制的放松，与房地产相关的金融衍生产品也开始不断泛滥。金融衍生品的过度使用，使人们投机心态加重，金融产品的真正基础价值被忽视。脱离了实体经济的支撑，又没有相应的管制措施，虚拟经济就会逐渐演变成投机经济，最终形成泡沫经济。

16.1.2 金融危机给国内投资环境带来的机遇与挑战

美国次贷危机演变为国际金融危机后，对世界经济产生了广泛而深刻的影响。面对危机，不仅要看到此次危机给处于转型期的中国经济带来的挑战，更要看到其中蕴含的机遇。

第一个层面，海外投资。一方面，危机发生后，海外资本市场出现暴跌，对我国较多海外投资都产生了很大的负面影响。我国海外直接投资的风险也不可忽视，一些项目可能面临着资产价格缩水、投资收益下降、投资回收期延长等一系列风险。

另一方面，国际金融危机使得海外许多股市大幅缩水，资产价格大幅下降，一些公司股票估值已居历史低位；一些公司为了渡过难关，贱卖公司资产或控股权；一些国家大幅降低了外资进入门槛。这些都为我国相关企业、机构创造了一系列海外直接

或间接投资的潜在机会。国际金融危机延续时间越长，破坏程度越大、经济恢复越慢，我国海外投资的潜在机会就会越多。

第二个层面，进出口贸易。这次国际金融危机主要发生在发达国家和地区，而我国一般贸易进出口的目标地也主要在发达国家和地区，因此这次危机对我国进出口将产生重大影响，尤其对我国出口导向型经济将会带来冲击，一些出口导向型企业面临着资金回收困难、订单减少的风险。我国一般性贸易出口收入、贸易顺差、外汇收入等一系列宏观经济指标可能都会发生重要变化。

就我国进口而言，一些国家基于生产自救可能会出台一些有利于产品出口的政策，如降低出口关税、降低出口价格、放松技术封锁等。一些大宗商品如石油、铜、铁矿石等价格大幅调整降低了我国进口相关商品的成本，这些都有利于相关商品的进口。我国企业应抓住这一机遇，根据自身的需要和能力，扩大技术类、资源类、短缺类、价格优势类商品的进口。

第三个层面，金融证券保险业。这次国际金融危机对我国金融业的影响主要表现为：利率联动、汇率波动及其对金融机构经营的影响；金融环境的变化对银行贷款业务可能产生重要影响；海外金融机构的风险可能传导到其设置在我国分支机构上来。对我国证券业的影响主要体现在：股价波动及其对证券机构经营、业绩和对投资者投资收益的影响；股价波动对市场融资功能的影响及其对上市公司 IPO 和再融资的影响。对我国保险业的影响主要表现为：利率波动对保险业经营及业绩的影响；资本市场波动对保险业投资收益的影响。

就影响程度而言，我国金融证券保险业对外有所开放但尚不充分，这就决定了此次危机所产生的影响程度相对有限。一方面，在国际金融、证券市场没有稳定之前，我国金融、证券市场不可能走出反向的单边行情。另一方面，影响我国金融、证券市场未来走势的主要因素仍是国内的市场环境和运行机制。今后我国仍会坚持金融改革、开放、创新的发展路径，但市场监管和风险防范会进一步加强。

第四个层面，房地产业。这次危机从源头上看是房地产市场危机。因此，由房地产市场引发的国际金融危机对我国房地产业会产生多方面的影响：首先，我国几个一线城市如北京、上海、广州、深圳和部分二线城市的房地产市场，有可能面临一些海外投资客抛售房产、抽离资金的情况；其次，基于美国这次房地产市场危机的深刻教训，我国未来会进一步规范房地产市场的发展，会控制房地产虚假需求的扩大和价格的暴涨暴跌，以避免房地产市场的剧烈波动引发金融业系统性风险。

第五个层面，旅游业。国际金融危机对我国旅游业的影响是双重的：一方面，受危机影响较深的国家，基于发展本国经济、增加就业的需要，可能会出台促进本国旅

游业发展的举措，以吸引更多境外游客。因此，我国居民出国旅游可能会更加便利，国内旅游业面临着旅游人数分流的潜在压力；另一方面，受金融危机引发经济衰退的影响，海外入境的人数可能会明显减少，这对涉外旅游会产生较大影响。

第六个层面，劳动就业。此次危机对我国劳动就业的影响主要体现在三个方面：一是经济增长放缓，新增就业机会可能相对减少。因此，未来一定时期可能面临更大的就业压力；二是金融危机爆发后，美国等金融业发达的国家和地区失业金融从业人员有可能流向受金融危机影响较少的国家和地区。因此，我国面临着引进海外金融人才的良好机遇，国内金融业也可能面临着更加严峻的人才竞争的态势。但从长远来看，这种人才竞争对我国金融、证券、保险业的发展是非常有利的。

第七个层面，经济增长。美国等西方发达国家的经济衰退会对我国经济持续高速增长产生负面影响。我国经济增长基础、方式与西方发达国家明显不同。同时，我国经济仍是投资推动型经济，铁路、公路、机场、港口、电网、城市基础实施、新农村建设等领域仍有巨大的投资空间。一旦受国际金融危机影响较深而出现 GDP 增速下降较多时，我国投资型经济仍有广阔的发展空间。

第八个层面，经济地位。美国等西方发达国家恢复经济的复杂程度、困难程度会比我国大得多。因此，在未来几年增速趋缓的情况下，我国经济总量与发达国家的相对差距将会缩小，我国在国际社会的地位将会上升。具体而言，一些大宗商品的定价可能会考虑“中国企业谈判因素”，而不是过去那种我国“需求什么”国际市场“炒什么”、“涨什么”的格局。

16.1.3 节能减排趋势助推绿色照明发展

石油紧张，煤炭告急。经受 10 多年经济高速发展的透支之后，中国的能源危机日益凸显，能源紧缺问题已成为制约经济发展的瓶颈。作为现代工业、商业与民用的命脉，近年来各地频发的“电荒”已造成了不小的经济损失。

在能源紧张的形势下，作为耗电大户之一的照明光源成为社会关注的焦点，而作为照明行业重要组成部分的道路和景观照明在整个国家的照明耗电量中约占 45~60%，地位更是举足轻重。因此，要想整体缓解国家电力紧张和降低能耗，在主要照明能耗领域推广节电工程，关系节能降耗大局。

中国目前能源主要来自火力发电，而火力发电采用石油以及煤，由于石油的价格不断飙升造成发电成本增加，而燃煤会产生大量的二氧化碳造成温室效应。在能源危机和温室效应日趋严重的当今社会，节能环保已成为照明产品的主题。传统光源的能源利用效率较低，只能将所收到电力的 5% 转换成光能，能源浪费十分严重。因此禁用传统能耗光源，推广绿色节能照明势在必行。在 2008 年欧盟春季首脑会议上，欧盟各国

达成一项共识，决定逐步用节能新光源取代白炽灯，以减少温室气体排放，各国也拟通过立法从 2009 年开始禁止能耗光源的生产，传统能耗光源历次遭遇全球禁令。

在我国，2007 年 7 月，国务院办公厅下发《关于建立政府强制采购节能产品制度的通知》(国办发[2007]51 号)，明确指出，各级政府机构使用财政性资金进行政府采购活动时，在技术、服务等指标满足采购需求的前提下，要优先采购节能产品，对部分节能效果、性能等达到要求的产品，实行强制采购。8 月，建设部又明令要求，各城市不得再在城区主干道大范围使用多光源装饰性庭园灯，景观照明严禁使用强力探照灯、大功率泛光灯、大面积霓虹灯、彩泡、美耐灯等高亮度高能耗灯具。11 月，国务院又下发文件规定从 2008 年起，中国地方省级官员将开始向中央上交节能答卷，如果成绩单未能及格将面临问责和“一票否决”。2008 年 1 月，财政部、国家发展改革委联合发布《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》，确保实现“十一五”期间通过财政补贴方式全面推广高效节能照明产品。

目前，市场上的节能照明产品众多，而技术比较先进且环保的要算 LED 灯。LED 灯即半导体照明灯，比白炽灯省电 80%，比荧光节能灯省电 50%。LED 是发光二极管的简称，因其是一种固态冷光源，具有工作电压低、耗电少、发光效率高、寿命长等特点，成为节能照明领域的主流。

目前白炽灯的寿命为 1000—2000 小时，LED 灯的理论寿命长达 10 万小时；与白炽灯相比，LED 灯在同样的亮度下节能 80%以上，与荧光节能灯相比节能 50%以上。只要目前 1/3 的白炽灯被半导体灯所取代，每年就可为国家节省用电 1000 亿度，相当于三峡工程一年的发电量。

根据“十一五”规划，未来我国将开展十大节能工程，其中绿色照明，推广高效节电照明系统将是一个重要内容。因此，作为继明火和白炽灯之后的第三次照明革命，半导体照明（LED）将会成为未来几年的技术发展趋势。

受 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会的推动，我国 LED 行业未来几年市场增速将进一步加快，在“国家半导体照明工程”的推动下，目前已形成上海、大连、南昌、厦门和深圳等国家半导体照明工程产业化基地，预计到 2010 年，我国半导体照明及相关产业产值将达到 1500 亿元，而 LED 作为光源进入通用照明市场将成为日后产业发展的核心。随着 LED 行业和技术不断成熟，加上国家政策的支持和导向，目前国内外众多传统照明巨头纷纷投入到半导体照明的开发中，行业洗牌进一步加剧，传统照企产业升级迫在眉梢。

16.1.4 LED 产业在金融风暴中逆市上扬

一场突如其来的金融海啸，一时间席卷全球，急流汹涌、恶浪千重。许多加工贸易型的中小企业出现亏损甚至倒闭，鞋业和服装等产业更遭受重创……然而，置身金

融海啸“寒流”之中，在国际国内经济面临空前严峻考验的形势下，作为新生力量的 LED 产业却依然保持强势劲头，在金融风暴中逆风上扬。

我国 2008 年上半年已出口 LED257 亿双，出口金额达 12.7 亿美元。一个与民生密切相关的产业，是最富于生命力的产业。在能源和环境问题日益凸显的今天，产业的节能减排变得十分必要和迫切。而 LED 灯相对于普通高压钠灯节电 60% 以上的特点，使 LED 产业毫无疑问的成为这个时代关注和发展的热点。LED 产业在金融海啸中依然能够破浪前行，与政府对 LED 节能产业的大力倡导、社会对节能产品的迫切需要是分不开的。

以更换十万盏 LED 路灯为例，每年可节省电力 1.366 亿千瓦，节煤 4.5 万吨；减少排放二氧化碳 10.66 吨、二氧化硫 1229 吨。同时，我国道路照明约有 2 亿盏路灯，每年以上千万盏递增。如采用大功率 LED 路灯完成灯节能改造，每年可节省 700 亿度电，相当于三峡电站一年的发电量。

广东省 2009 年开始大规模实施更换 LED 路灯计划和 LED 路灯重大科技专项示范工程。先以东莞的石龙、石排两镇作为示范点，全省计划 2 年内，在东莞、佛山、惠州、肇庆、中山等 10 个城市实现“千里十万”(一千公里十万盏路灯)的更换计划。

我国政府相继出台的政策措施，有力的推动了 LED 产业的发展。早在 2003 年成立了跨部委的国家半导体照明协调领导小组，启动了“国家半导体照明工程”。国家“863”计划对有关企业及研究机构还投入了相应的资金，以支持基础研究和技术研发，并建立了深圳、上海、大连、南昌和厦门等七个半导体照明产业化基地，启动了一批示范工程。

纵观 LED 行业的发展，科技研发和自主创新的意义重大。我国 LED 产业经过 30 多年的发展，虽然先后实现了自主生产器件、芯片和外延片，但自产的 LED 芯片，外延片产量仍有限，其产品以中、低档为主，产业化规模偏小，只能满足国内封装企业需求量的 20%~30%，大部分高性能 LED 和功率 LED 产品均要依赖进口。LED 产品之所以迟迟不能大规模开始家庭照明，很大程度上受价格的影响，LED 产品的芯片大部分依赖进口是 LED 灯价格居高不下的关键所在。因此加大对 LED 应用技术的研发力度，具备自身的核心技术并实现规模量产是 LED 产业发展的最关键一步。

16.1.5 LED 行业受益交通运输部万亿投资计划

在国家进一步扩大内需、促进经济增长的系列措施刺激下将撬动更多的社会投资，对整个 LED 产业的杠杆效应不可小觑。经过一轮密集的调研和规划，交通运输部 2009 年的 1 万亿投资规划图渐趋清晰。LED 路灯企业有希望最先受益。

2009 年交通运输部的交通基础设施建设投资规模力争达到 1 万亿。投资方向不仅包括高速公路、国省干线和农村公路，同时也将包括沿海港口、内河港口航道以及交

通运输枢纽等附属设施的建设。在这 1 万亿的投资总额中，预计高速公路的投资将达到 4000 亿-5000 亿元，农村公路将达到 2000 亿元，而水运方面由于国际贸易的下滑，投资热情下降，预计沿海港口的投资额将达到 700 亿元，内河航道及港口则达到 200 亿元左右。

在国家发改委早先宣布的 2008 年第四季度全国新增中央投资 1000 亿元中，交通运输部有 100 亿元新增投资。对于交通建设而言，这是在“十一五”规划以外的一个增量。而这 100 亿元将分别投向用于改善民生的农村公路建设和国家高速公路建设。其中，50 亿元用于高速公路建设，另外 50 亿元则将用于农村公路的建设。通过中央投资的带动效应和各地方的计划交通基础建设的规划来看，2008 年全年全国交通运输行业的基础设施建设完成规模达到 8000 亿元。

对于道路照明，对比一般的白炽灯路灯，LED 路灯可以减少电量消耗 80%，使用寿命长达 5 万小时(而白炽灯的使用寿命仅为 1000 至 2000 小时)。鉴于 LED 照明在节能环保方面的明显优势，国家有关部门正在努力推动 LED 产品取代传统的白炽灯路灯，并确立了到 2015 年实现节能 260 亿元人民币的目标。在我国大力发展节能产业，以及城市亮化工程持续投入，国家进一步扩大投资推动基础设施建设等系列政策的带动下，LED 照明企业面临着良好的发展机遇。

LED 路灯与现有高压钠灯路灯相比，大功率 LED 路灯具有以下特点：

- 1、扩大了照明范围；
- 2、提高了照明均匀度；
- 3、截光性好，无眩光（提高了道路照明安全性）；
- 4、更好的显色性（接近自然光）；
- 5、低能耗（相同照度下能耗仅为高压钠灯的 20%，节能 80% 以上）；
- 6、长寿命（有效使用寿命长达 50000 小时，光衰小于 15%）；
- 7、智能控制，免维护，环保无污染等。

由于 LED 是半导体器件，采用直流电、低电压、低电流，不用逆变器和调压变压系统，是节能、低损耗、科学合理的照明系统。如果用于 6m 以下路灯、步道灯、庭院灯等，与普通铺电线市电路灯造价相差不大，特殊地形或地段还会便宜，在城乡一体化建设中大有可为。同时也应注意到当前各地照明企业为求效益纷纷上马 LED 路灯，投入生产，盲目上马，无序竞争，产品质量良莠不齐的问题。

未来 LED 产业的良性发展还须大力进行新产品研发，加强企业自主创新能力，形成整体竞争力，相信在国家政策的大力推动下，我国 LED 生产企业和产业集群必定会势蓬勃发展。

16.1.6 国内半导体照明产业的投资机遇

1、良好的外部环境

良好的外部经济环境为产业发展提供了良好发展机遇。一方面，中国经济的高速发展，消费水平和消费观念的变化，以及特殊消费领域的需要等，都为中国半导体照明产业提供了广阔的市场发展空间。中国的城市化进程加快，房地产市场繁荣，在城市亮化、景观装饰等方面市场增长强劲，同时中国在大屏幕显示、背光源、汽车应用等市场方面发展迅速，为半导体照明创造了庞大的市场。

2、新技术发展带来的机遇

作为处于产业发展生命周期中成长阶段的技术带动型高新产业，新技术的出现和应用总能带来产业的突破，从而形成新的应用市场，也为投资带来众多难得的机遇。根据目前技术研发状况及未来市场对半导体照明的需求分析，在以下技术领域将最有可能取得突破，带动产业进入又一波发展高潮。

MOCVD 设备工业化；

高质量、低成本的 SiC 单晶生长；

蓝宝石衬底上外延紫外 LED；

Si 衬底的 GaN 芯片制备；

GaN、LiAlO₂、ZnO、AlN 等新型衬底的外延和芯片技术；

功率型 GaN 基芯片制造；

高效率大功率 LED 封装技术；

100lm/W 以上功率 LED 封装用有机硅材料

100lm/W 以上功率白光 LED 制造技术；

100lm/W 以上半导体照明集成技术；

汽车前照大灯系统集成技术；

室内智能化 LED 照明系统；

大尺寸 LCD 背光源；

功率 LED 器件灯具模块开发。

以上所列技术方向中，国内科研院所在某些领域已经取得突破，带来了良好的投资机遇；海外技术团队，特别是有一定技术生产经验的海外留学人员纷纷归国创业，也带来了众多拥有自主知识产权的多项技术并掌握全球产业发展态势，对国内投资者

来说是较为理想的合作者；另外，随着台湾产业的整合，企业的技术生产部门也随着变动，部分技术团队或技术骨干离开企业自行创业或另觅他处，其中大部分都将大陆作为首选目标。这些技术团队或骨干拥有丰富的生产经验和渠道，是非常好的投资对象。

3、市场发掘和把握

在市场开发方面，大的投资机遇主要集中在对新兴应用领域的发掘和对关键应用领域的把握上。

半导体照明作为新型高效固体光源，具有长寿命、节能、环保、安全、色彩丰富等显着优点，将成为人类照明史上继白炽灯、荧光灯之后的又一次飞跃。半导体照明已经在背光、汽车、景观、建筑、信号及特殊照明等应用领域形成较大产业规模，其发展潜力也被普遍看好。

另外，发掘 LED 新的应用并实现商业应用也可以带来许多众多新的投资发展机会。特别是在节能、环保、安全等方面，LED 的还有众多商业机会待发掘。

就目前应用技术及产品的发展趋势来看，以下市场领域将存在较大的投资机遇：

LCD 背光模组；

太阳能 LED 灯具；

LED 路灯；

LED 汽车灯；

LED 应急照明产品；

LED 显示应用；

LED 室内商用照明灯具。

4、国内产业格局调整

随着国内 LED 市场规模的形成和产业环境的逐步完善，国内产业格局正处于一个调整时期。在这个时期，经过多年的发展，国内企业技术已经形成较好的积累、生产工艺趋于成熟、市场渠道逐步理顺，即将形成较高的盈利水平。同时这些企业也面临着生产规模迅速扩大的压力，对资金需求非常迫切。对于投资方来说，并购或参股国内较为成熟的企业，并迅速扩大产业规模、提升盈利水平来取得丰厚回报也是非常不错的投资选择。

另外随着市场竞争的加剧，在芯片、封装及应用环节都将出现企业间的合作和并购，也为力图进入这个行业并迅速占据一定市场地位的投资者提供了机遇。

5、台湾产业转移

受成本压力和市场驱动因素的影响，台湾 LED 公司向大陆转移趋势明显，台湾 LED 封装厂商在大陆的生产能力已经占到其全部生产能力的 60% 以上，从 2006 年开始，外延/芯片产业的转移开始快速增加。这些产业转移为国内产业发展带来众多投资合作机会。

从台湾产业向国内转移的成功案例来看，大多台湾产业在内地需要寻求资本、市场等方面的合作伙伴，为国内具有资金、市场、应用等资源优势的企业带来了产业投资和发展机会。与台湾成熟公司在大陆进行项目合作有诸多优势，如得到台湾较为成熟技术的支撑，并带来较宽的市场渠道。

6、全球化的产业趋势

全球化的产业趋势为产业发展创造了良好机遇。全球经济一体化兴起，国际半导体照明产业正在向中国进行产业梯次转移，使中国的半导体照明产业有实现跨越式发展的可能。同时，中国企业可以通过联合、兼并等多种战略手段来获取其它国家的资源，弥补差距；从国际上招募研发人才，寻求技术突破，领先进入市场。

16.2 投资热点

16.2.1 国内 LED 市场投资新亮点

1、高亮度芯片发展机会明显

在 LED 芯片产业的发展过程中，早期产品主要以普通亮度芯片为主，生产厂商也只有南昌欣磊等少数几家。2003 年以后，以厦门三安、大连路美为代表的芯片生产企业针对芯片市场的需求，纷纷把产品重点集中到高亮度芯片上，直接带动了高亮度芯片产量的快速增长。一时间，国内掀起了 LED 芯片产业发展的热潮，高亮度芯片成为 LED 芯片产业发展的主要推动力。2006 年，我国 LED 芯片产量达到 309.3 亿个，产值达到 11.9 亿元。

随着 LED 芯片生产企业的不断增多，LED 芯片产值的增长速度一直高于封装环节，导致芯片产值在我国 LED 产业产值中所占比重不断提升，由 2002 年的 5.4% 上升至 2006 年的 11.3%。由此可见，我国 LED 产业正在由低端走向高端，向附加值更高、更具核心价值的芯片环节迈进。

2009 年高亮度芯片产量有望超过普通亮度芯片，LED 芯片产业进入高亮度时代。在很长一段时间内，企业将会把投资重点放在高亮度芯片的生产上。

2、具有良好技术研发基础的企业

由于我国 LED 投资规模不高，初始投资 1 亿就可建厂，国内企业进入门槛低，容易实现滚动发展，这与集成电路制造及液晶面板制造动辄几十亿到上百亿人民币的投资而言显得“微不足道”，国内企业容易进入形成产业集群，但也容易造成恶性竞争，发展到一定阶段需要市场整合。

LED 产业的竞争力体现在技术方面，因此根据我国 LED 产业发展规划，到 2015 年，掌握半导体照明制造装备尤其是关键的前工序装备先进工艺及技术，拥有核心技术的自主知识产权，研究应用于 100lm/W 功率型白光 LED 器件封装关键技术，装备及产业化技术，研发完成适合硅基材料或其它新型基片材料的半导体照明核心装备并实现产业化，进一步提高白光 LED 发光效率，具备半导体照明制造装备整线配套达到国际先进水平，具备自主知识产权和创新能力，进一步形成统一的标准。目前国内一些企业拥有核心知识产权，如晶能光电的硅衬底氮化镓蓝光项目，大连路美的芯片领域核心技术，都具有全球竞争力。因此，在这类技术方面具有优势的企业具有良好的投资潜力。

3、政府扶持的高效照明产品

LED 未来主要市场是通用照明市场，市场容量大，终端消费市场比较分散，不易形成垄断，国内企业生存空间广阔。根据财政部、国家发改委联合发布《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》，将重点扶持包括普通照明用自镇流荧光灯、三基色两端直管荧光灯（T8、T5 型）和金属卤化物灯、高压钠灯等电光源产品，半导体（LED）照明产品，以及必要的配套镇流器。国家采取间接补贴方式进行推广，即统一招标确定高效照明产品推广企业及协议供货价格，财政补贴资金补给中标企业，再由中标企业按中标协议供货价格减去财政补贴资金后的价格销售给终端用户。《暂行办法》规定，大宗用户中央财政按中标协议供货价格的 30% 给予补贴；城乡居民用户中央财政按中标协议供货价格的 50% 给予补贴。

16.2.2 扩大内需拉动 LED 城市景观照明市场

为应对金融海啸，中央政府出台了数万亿元的投资计划拉动内需，各地也纷纷出台或实施城市化建设项目，其中包括了相当规模的城市亮化和景观照明，这可以从各地竣工、在建和规划的城市照明工程中看到。可以相信，随着国家扩大内需和城市化建设的加强，对照明产品的需求将会持续扩大，而 LED 由于节能、色彩艳丽、可动态控制，加之长寿命，已经越来越成为城市亮化美化的主力军，因此 LED 城市景观照明在扩大内需中大有可为，同时也可作为 LED 行业尽早复苏提供动力引擎。

哈尔滨 2 亿元实施亮化工程

2008 年，哈尔滨市为迎接“大冬会”，在各大冬会比赛场馆周边、中央大街、果戈里大街等重点街路、桥梁、居民楼实施灯饰亮化工程，工程量为历年来之最。85% 光

源采用的是 LED 节能光源，实现了节能环保。哈尔滨市灯饰亮化工程主要以“大冬会”为主题，各区根据不同区情开展了别具一格的亮化工程，整个工程总投资在 2 亿元左右。

汕头 7937 万元城市照明春节竣工

2008 年夏季，汕头市中心城区城市照明建设工程项目可行性研究报告通过专家组评审，并获得市发改局批复同意，该工程将进入实质性建设。汕头市中心城区城市照明建设工程项目估算总投资 7937 万元。市委、市政府高度重视，将该项目作为改善投资环境、居住环境的民心工程、实事工程。到 2008 年底，位于内海湾南岸的南滨路沿岸全长 6.7 公里的海岸线景观照明工程基本完成。

无锡城市照明政府采购 1300 万元

2008 年 8 月，无锡城市照明项目(暂不含照明设施维护)纳入政府采购。此番首次纳入采购的是预算金额为 1660 万元的机场路照明。为保证采购产品的质量和售后服务，政府采购管理处根据事前对灯具业界内产品的摸底了解，在采购文件中参照品牌灯具的质量“标杆”提出相关技术要求，同时为提高采购的效率和效益，批准其采用竞争性谈判的政府采购方式，保证了采购时间要求。经过多轮谈判，最终成交总价为 1323.9704 万元。

上海普陀区 1160 万元 LED 亮眼上海苏州河

从 2008 年年底起，上海市民夜晚漫步苏州河畔，就能看到以节能环保的 LED 灯打造的“四大乐章”灯光景观，普陀区段苏州河沿岸的 142 栋楼宇都亮起绚烂的 LED 照明，2009 年还计划对苏州河桥梁等处改建，苏州河将一改黯淡的“脸色”，变幻出靓丽神采。上海市普陀区政府投入 1160 万元购买苏州河景观灯光工程建设所需的 LED 产品，这也是 2008 年普陀区政府斥资使用 LED 的最大手笔。普陀区提出了‘打造苏州河文化长廊’的目标，要把苏州河建设成“文化记忆之河、文化创新之河和文化享受之河”。到 2009 年 6 月，普陀段沿岸的 32 块绿地和全部岸线、桥梁，也将被 LED 装点得流光溢彩。

重庆 3000 万元打造灯饰工程

重庆市江北商圈办将斥资 2000 万元升级“灯饰工程”，打造重庆夜景的又一名片。春节之前，市民逛江北商圈，抬头可在楼宇中欣赏古典诗画——犹如奥运开幕式上流光溢彩的画卷重现。设计以“生态型、文化型商圈”为理念，将根据商圈业态分布划分为商业、商务、酒店、住宅四个功能板块，并分别赋予其不同的景观效果和文化内涵。整个灯饰工程的“中枢神经”控制系统将设在江北区政府内，对商圈的灯饰照明进行统一系统管理。

重庆南岸区按建设宜居南岸要求，根据市、区灯饰总体规划设计，依照板块功能，高标准设计、高质量建设灯饰工程。投入资金 500 余万元，建成“三同时”精品灯饰项目 16 项。还出资 20 余万元，新建 15 套灯饰自动化监控系统，将“三同时”灯饰工程与前期建设自动化灯饰工程系统实行全区集中监控。

2008 年 12 月 30 日晚 7 点，沙区投资 500 万元打造的新年灯饰工程正式亮灯，三峡广场和周边 8 条主干道沉浸在一片灯光海洋之中。

浙江定海 2000 万元打造夜景工程

从 2008 年 12 月 19 日开始，浙江定海海滨公园夜景工程启动试亮灯，沿岸流光溢彩，公园内建筑物、东岳宫电视塔、大五奎山的所有灯光和景观霓虹灯一同亮起，颜色各异的灯光射向夜空，璀璨夺目。浙江定海港夜景工程从 2008 年开题调研，经过将近一年的调研、筹备、施工。此工程一期投入 2000 万元，一期夜景建设范围为大五奎山、海滨公园、东岳宫山电视塔和凤凰岛。2009 年 1 月 1 日起，所有的景观霓虹灯、沿街路树彩灯、路灯都在每个周末以及节假日的夜晚，一同点亮定海港的夜景。定海港亮化工程还将分期推进，对沿港东路建筑物、沿港视线范围内部分岛屿、定海港客货码头、夜排档等进行统一亮化。

郑州 3393 万元建设郑开大道照明工程

郑州市财政局投资评审中心对郑开大道照明郑州段工程进行了结算评审。工程计划投资 3393.49 万元、设计费及监理费 100.86 万元，审定工程总造价 2861.02 万元、设计费及监理费 83.4 万元。

桂林城市照明工程超 1600 万元

为全面完成桂林市委、市政府下达的各项任务，同时也为自治区成立 50 周年大庆献一份厚礼，市城市照明管理处积极参加 2008 年 9 月 2 日至 12 月 10 日进行的“百日大战”活动，并配合城市立面改造，在中山南路、中山北路、上海路、机场路、信义路、解放西路、环城北一路、解放桥、虞山桥等 8 条路 2 座桥及该处虞山桥综合楼实施夜景亮化工程，安装和改造路灯、景观灯，让桂林城亮起来、美起来。从 2008 年 9 月 2 日至 12 月 1 日，城市照明管理处共完成工程投资 1600 多万元。该处还对解放桥景区夜景照明设施进行了全面整修翻新。

各地纷纷出台城市照明实施规划

苏州古城区景观照明改造重点确定，2009 年苏州围绕“三纵三横一点”提升市区照明水平，使古城区的景观亮化度更加丰满多姿。注重加大投入，注重采用新材料新灯具，进一步做好景观灯光建设管理工作，使市区亮化水平有质的飞跃是苏州古城区 2009 年照明工作的重点。目前，已确定了以“三纵三横一点”（东环路、桐泾路、西环

路、南环路、东北街、娄门路、西出入口）为中心的改造建设加快现代化照明的建设，由这些改造促进市区的亮化工程连点成片、组团提升。

2009 年丽水市力争实现中国优秀旅游城市创建目标。推进城市亮化建设已经成为一项紧迫的建设任务。规划年限近期到 2010 年，远期从 2011 年到 2020 年的《丽水市城市景观照明专项规划》以瓯江为核心，辐射全城，选取重要路段，对景、节点进行夜景规划，构架中心城区夜景。三个中心区分别是市行政商业中心区、中山街城市商业中心区和滨江商务副中心。在一条滨江界面里，“城”成为瓯江夜游的主角，白天重在观看“山水在城中”，夜晚重在观看“城在山水中”的意境，两岸景观灯光及桥梁灯光在水面的倒影，将使得晚上的瓯江一片光明。

2008 年底，由太仓市规划建设局委托清华城市规划设计研究院编制的《太仓城市照明专项规划》顺利通过专家论证。该规划范围为太仓市主城区：东起东亭路，西至 204 国道，北起苏州路，南至新浏河，总面积约 19 平方公里，重点对新华路、人民路、上海路、新浏河风光带等五个重点景观照明区域进行规划指引。

重庆市万州区将进一步实施亮化工程，提升城市形象。在巩固完善现有灯饰建设、管理成果的同时，按计划推进主干道高层楼宇、标志性建筑夜景灯饰。做好城市绿色灯饰示范工程，着手开展重要建筑楼宇社会灯饰节电改造。加强社会灯饰工程的维修与管理，使社会灯饰设施始终保持较好运行状态。实施滨水区穿衣戴帽建筑夜景灯饰精品工程，增添城市亮点。

宁波市发布 2008-2020 年城市照明专项规划，目标建立绿色照明体系，建设一批节能---绿色照明示范工程，同时完善住宅小区和城乡结合部的照明系统，消灭盲区。按照规划，宁波市近期将对“两轴、三环、八延伸、九桥”等一批道路桥梁实施道路功能照明，同时对中山路、镇海车站路-城河西路、天一广场等建筑、公园、广场等实施景观照明。

16.2.3 LED 节能灯市场潜力巨大

在能源紧张的形势下，作为耗电大户之一的灯具光源已成为社会关注的焦点，推广节能灯对于缓解我国能源紧张与实现可持续发展有着举足轻重的作用。随着政府和企业的大力推广、消费者节能意识不断提升以及 LED 技术快速的发展，LED 节能灯凭借节能、长寿、环保等优势，其市场普及的呼声是日愈高涨。电子变压器电感器是 LED 节能灯不可或缺的重要组件，LED 节能灯的市场发展或将成为电子变压器电感器市场需求的一个新增长点。面对当前金融危机所带来的市场萧条，各行业忙于寻求新出路，以抵御寒冬，新增长点的谋求对于企业的市场策略仍显重要。LED 节能灯已经引起相关企业重视并受到越来越多企业的青睐。

经受 10 多年经济高速发展的透支之后,中国的能源危机日益凸显,能源紧缺问题已被高度重视。电力资源作为现代工业、商业与民用的命脉,近年来国内各地频发的“电荒”已造成了不小的经济损失,因此,作为耗电大户之一的灯具光源成为了社会关注的焦点。2008 年初,国家财政部决定开始实行《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》(以下简称《照明产品暂行办法》),据统计表明,一只严格按国家标准生产的节能灯耗电量为普通白炽灯的 1/5,节能灯的推广对于缓解我国能源紧张与实现可持续发展有着举足轻重的作用。

当前市场上的节能灯种类繁多,而技术比较先进并且更环保的要算 LED 节能灯。据相关测试数据显示,LED 节能灯比白炽灯省电 80%,比荧光节能灯省电 50%,因此 LED 照明产品也被《照明产品暂行办法》列入其中。只要 1/3 的白炽灯被 LED 节能灯所取代,每年就可为国家节省用电 1000 亿度,相当于三峡工程一年的发电量。除了明显的省电优势,LED 节能灯还具备光源有方向性、无闪烁、颜色纯正、产生热量小、耐冲击以及可靠性高等特点,可广泛应用于装饰灯、壁灯、楼梯灯、墙柱、庭院、草坪、建筑物轮廓、歌舞厅、公园等工作环境恶劣、不易维护的场合景观照明使用。

16.2.4 LED 路灯成照明领域应用热点

在大功率产品方面,LED 路灯成为市场关注的热点。目前来看,LED 路灯在政府的大力扶持下得到了一定的发展,但由于 LED 路灯依旧面临散热以及出光效率等因素的限制,市场发展仍处于起步阶段。而对于 LED 产品而言,0.5W 和 1W 的产品是仍将是照明市场中的主流应用。

对于 LED 照明应用,纵观整个应用市场,目前照明应用仍处于弱势地位,主要应用仍集中在景观照明、室内装饰、LED 路灯等领域,LED 进入通用照明市场仍需一定的时间。

近年来,LED 路灯逐步得到市场的关注,目前,各地政府都在积极推动建设 LED 路灯示范阶段,如 2008 年年底,广东推出的“千里十万”计划以及天津工业大学的 LED 示范工程。虽然各地政府都在积极推动 LED 路灯示范工程的发展,但由于目前 LED 路灯在产品稳定性等方面仍有待提升,加之产品价格仍与传统产品具有较大的差距,LED 路灯的商业化仍需一定的时间。

除 LED 路灯外,低温照明近年来在全球市场也得到快速发展,成为 LED 新的利基市场,美国、日本以及中国台湾大卖场中都拥有采用 LED 低温照明的产品,虽然该市场在中国尚未启动,但未来仍有广阔的市场发展前景。

16.2.5 LED 驱动电源市场增幅有望持续提升

2009 年,抛开金融危机对世界经济的影响,欧美等国际市场对大功率 LED 电源的需求量还是很大,相应的高端 LED 产品的出口量受金融危机影响较小。

在 LED 大放异彩的同时,LED 驱动电源|稳压器则是 LED 产业链的发展的保障,LED 电源的品质直接制约了 led 产品的可靠性,因此,在 LED 产业链逐步完善的今日,LED 驱动电源的成熟也至关重要。就 LED 电源企业而言,2009 年 100W 左右大功率电源市场的增幅将会有很大的提升。源于 100W 左右的 LED 光源与传统照明光源相比有着更突出的性价比,以及很快形成产业规模的 LED 路灯和景观照明市场。

由于 LED 是特性敏感的半导体器件,又具有负温度特性,因而在应用过程中需要对其进行稳定工作状态和保护,从而产生了驱动的概念。LED 器件对驱动电源的要求近乎于苛刻,LED 不像普通的白炽灯泡,可以直接连接 220V 的交流市电。LED 是 2~3 伏的低电压驱动,必须要设计复杂的变换电路,不同用途的 LED 灯,要配备不同的电源适配器。国际市场上国外客户对 LED 驱动电源的效率转换、有效功率、恒流精度、电源寿命、电磁兼容的要求都非常高,设计一款好的电源必须要综合考虑这些因数,因为电源在整个灯具中的作用就好比像人的心脏一样重要。

2009 年,抛开金融危机对世界经济的影响,欧美等国际市场对大功率 LED 电源的需求量还是很大,相应的高端 LED 产品的出口量受金融危机影响较小。2008 年中国大陆 LED 应用产品产值已超过 450 亿元 RMB,LED 示范应用路灯、LED 全彩显示屏|显示器件、太阳能 LED、景观照明、消费类电子背光、信号、指示等应用仍然是主要应用领域,但是在大陆市场一片繁荣的背景下,LED 产品质量良莠不齐,对驱动电源的要求混乱,也是最近 LED 企业洗牌的主要因素。

在大陆市场 LED 产品如火如荼的发展态势下,就 LED 驱动电源企业而言,目前面临几个挑战。首先是驱动电路整体寿命,尤其是关键器件如电容在高温下的寿命直接影响到电源的寿命。其次是 LED 驱动器应挑战更高的转换效率,尤其是在驱动大功率 LED 时更是如此,因为所有未作为光输出的功率都作为热量耗散,电源转换效率的过低,影响了 LED 节能效果的发挥。第三,以大调光比高效率地对 LED 调光,同时能够保证在高和低亮度时颜色特性恒定。同时要降低成本,目前在功率较小(1-5W)的应用场合,恒流驱动电源成本所占的比重已经接近 1/3,已经接近了光源的成本,一定程度上影响了市场推广。

16.3 投资概况

16.3.1 全球掀起 LED 产业投资热潮

全球 LED 产业投资热潮

由于半导体普通白光照明产业潜在的巨大经济和社会效益，许多国家和地区纷纷制定发展计划。这些计划带动了研发、投资力度的不断加大，推动了半导体照明产业的快速发展。如日本“21 世纪光计划”、美国“国家半导体照明研究计划”、韩国“GaN 半导体开发计划”、我国台湾地区“次世代照明光源开发计划”等。

1、日本

日本是世界上最早启动半导体照明计划的国家，“21 世纪光计划”于 1998 年开始，整个计划的财政预算为 60 亿日元。该计划由日本“新能源和新兴工业技术开发组织（NEDO）”与日本金属研究开发中心联合执行，共有 13 家公司和 4 所大学参与该计划。日本“21 世纪光计划”发展计划的第一期目标在 2004 年结束，正在组织实施第二期计划。

日本对于 LED 产业政策发展，已由过去以协助技术成长为主转向培养需求市场，即通过推进 LED 标准制定执行与减免税收鼓励采购 LED 产品，以扩大市场需求与销量。

在标准设立方面，日本近期已组织联合日本 72 家 LED 相关厂商，成立 LED 照明推进协会，进行标准整合与制定，籍此产业标准降低买卖双方交易成本，提高日本厂商全球竞争优势。

在减免税收鼓励采购 LED 产品方面，2005 年 12 月日本出台改善与提高能源使用的促进税法，明确规定 2006-2007 年间企业或机构使用 LED 照明装置取代白炽照明装置，可获得投资额 130% 超额折旧，或者是投资额 7% 的税率减免，以此缩小 LED 与传统照明装置的采购成本差距，提高企业使用 LED 照明积极性，扩大日本国内 LED 照明需求。

2、美国

美国 2000 年启动“国家半导体照明研究计划”（National Research Program on Semiconductor Lighting）。该计划由能源部（DOE）资助，国防先进研究计划总署（DARPA）和光电工业发展协会（OIDA）联合执行，共有 12 个国家重点实验室、公司和大学参与其中。2005 年 8 月美国布什政府又批准新的能源政策法案，从 2007 年到 2013 财政每年支持 5000 万美元用于半导体照明计划的技术研发（Next Generation Lighting Initiative，NGLI），计划 2007 年进入白炽灯市场，2010 年进入日光灯市场。

为了保持在全球 LED 的领先地位，美国能源部、光电子产业发展协会和国家电子制造厂商协会，共同制定了美国 2020 年前的半导体通用照明（SSL-LED）技术发展规划，并对该计划执行过程中所遇到的技术难题和发展目标进行了综合性的详细论证、修改和提升，确定了其具体的发展性能参数、发展进度、投资成本和使用成本等。在深入广泛研究并达成共识后，就长期基础研究和短期工程开发的各重要课题进行了分

类，确立了在衬底、缓冲层和外延生长技术，光电子学、加工过程与器件，以及固态发光装置与系统等几方面的解决途径。

2006年3月美国能源部宣布由国家能源技术实验室选出的16个扶植发展的固态照明核心技术科研项目，以期在2025年实现200流明/瓦的白光发光效率，包括加利福尼亚大学 Santa Barbara 分校、Rensselaer 工学院、乔治亚州理工大学、普渡大学以及桑迪亚国家实验室（Sandia National Laboratories）等科研院所均承担了相关科研项目。

3、欧盟

欧盟于2000年7月，设立“彩虹计划”（Rainbow Project-AlInGaN for multicolor sources），成立执行研究总署，通过欧盟的补助金推广白光LED的应用，委托6家大公司和2所大学执行。2004年7月，“彩虹”计划的后续固态照明研究项目已经正式启动。

4、韩国

韩国早在2000年以前就出台了一个关于光产业（Photonics Industry）的发展计划，目标是使韩国光产业在2008年后成为全球光产业前五名国家。2002年，韩国产业资源部又制定光电子产业分支——GaN 半导体发光计划，计划在2004-2008年由政府投入1亿美元，企业提供30%的配套资金开发LED产业化技术。2008年，韩国政府计划加大设施投入和研发力量，在2012年前向研发领域和基础设施领域投入4000亿韩元（约合3.83亿美元），争取到2012年使韩国成为全球三大半导体发光二极管（LED）生产国之一。

5、中国

2003年6月17日，国家科学技术部联合教育部、信息产业部、建设部、中科院、中国轻工联合会、中国照明学会、中国照明电器协会8个部门、行业，及北京、上海、浙江、广东、江苏、江西、长春等17个地方政府正式宣布成立国家半导体照明工程协调领导小组，标志着我国的半导体照明工程正式启动。国家半导体照明工程整合了国内主要的政府和科研资源，极大的推进了LED产业的研发创新能力和产业化进程。

6、中国台湾地区

我国台湾地区于2002年9月由16家企业、科研机构 and 大学开始实施“次世纪照明光源开发计划”。2002年10月，在台湾“经济部”能源委员会的支持下，启动“高亮度白光LED专案计划”。2004年台湾地区10家相关厂商组成了“白光LED研发联盟”，该联盟是联合台湾地区LED上、中、下游厂商，并与台湾工研院光电所技术合作研发，共同进行半导体照明制造技术的开发。

16.3.2 国内 LED 产业投资环境

一、我国政府大力扶持 LED 产业发展

我国 LED 产业起步于 20 世纪 70 年代，90 年代后期高亮度 LED 产业得到迅速发展。中国 LED 产业已初步形成了较为完整的产业链。特别是 2003 年中国半导体照明工作小组的成立标志着政府对于 LED 在照明领域的发展寄予厚望，LED 作为光源进入通用照明市场成为日后产业发展的核心。长三角、珠三角、闽三角以及北方地区则成为中国 LED 产业发展的聚集地。

由于我国 LED 产业的整体技术实力不强，仍处于起步阶段，企业规模普遍偏小。国家高度重视，并在《国家中长期科学和技术发展规划纲要》将半导体照明产品明确列为“重点领域及其优先主题”，提出“重点研究高效节能、长寿命的半导体照明产品”。国家发展改革委已启动了十大重点节能工程，提出“十一五”期间将实现节约 2.4 亿吨标准煤的节能目标，其中绿色照明是重要一个方面。

2007 年年初，财政部、国家发展改革委联合发布了《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》（财建[2007]1027 号）。这是我国政府加大力度推广高效照明产品，促进实现节能减排目标的又一重要举措。由于我国节能灯市场占整个照明市场的份额还不是很大，因此还具备很大的发展空间，未来五年内国内节能照明产业的年均复合增长率有望达到 27% 左右，并且在国家政策的扶持下，发展可能更快。

在整个照明领域，我国是世界照明电器第一大生产国、第二大出口国，半导体照明产业有很强的产业基础，因此未来我国 LED 将面临巨大的发展机遇。

二、企业集中在产业链的下游

全球形成了以美国、亚洲、欧洲为主导的三足鼎立的产业格局，并呈现出以日、美、德为产业龙头，中国台湾、韩国紧随其后，中国大陆、马来西亚等国家和地区积极跟进的梯队分布。在 LED 上游外延片、芯片生产上，美国、日本、欧盟仍拥有巨大的技术优势，而中国台湾地区则已经成为全球重要的 LED 生产基地。

我国现有 LED 企业 600 余家，企业主要集中在下游封装和应用领域，国内从事 LED 上游外延片和中游芯片的企业大约在 10 余家。

2007 年，中国 LED 市场应用产品产值已超过 300 亿元，已成为 LED 全彩显示幕、太阳能 LED、景观照明等应用产品世界最大的生产和出口国，新兴的半导体照明产业正在形成。中国的 LED 市场在照明领域已经形成一定特色，其中户外照明发展最快，已有上百家 LED 路灯企业并建设了几十条示范道路，但中国市场在大尺寸 LCD 背光和汽车前照灯方面仍显落后。在中国 LED 显示幕已经大量应用。LED 汽车灯应用市场广阔，其中技术要求最高的大前灯在 2009 年可能有新的突破。应用于 LCD 的 LED

背光 2008 年也已经达到实际应用阶段，LED 路灯在 2008 年也大量投入到道路照明使用中，LED 普通照明概念日益清晰。

三、半导体照明产业已进入到一个全新的时代

（1）半导体照明技术已得到验证。单瓦流明数超百，单流明成本低于一美分，单灯流明过千已只是时间问题，人们终于形成了共识，少则一年，多则二年，绿色环保节能半导体照明光源必将超越其它任何光源，走向宽广的普通照明市场。

（2）特殊照明产品已经成熟，三大特点显现。就半导体照明的应用来说，新应用的主体正逐步延伸到室内外照明，飞利浦、Osram、Cree 等都在这一领域投入了巨大力量，并有众多针对性地产品推出。LED 窄带光谱的特点构成了 LED 照明的光谱自由可塑性、LED 接近点光源的性质与很小的体积构成 LED 在空间上的自由可塑性以及 LED 潜在的高光效，这三者构成了 LED 未来的应用领域将更加广阔。

（3）市场不断扩大，从显示向照明，从特殊照明向普通照明转变。道路照明、隧道照明等室外照明市场将随着 LED 光效的提高与价格的下降而逐步启动，农业、军事、航空等新的应用领域也将被逐步开发出来，而市场空间更大的室内照明的雏形也在逐步形成。

16.3.3 中国 LED 产业投资特性

一、就技术而言，LED 具有技术成长瓶颈高，学习门槛低特性，国内在半导体领域长期积累的研究资源都可以用得上，具备较好的研究基础。尽管国内集成电路制造基础比较薄弱，工艺水平比较低，但国内一些企业通过聘请海外技术人员加盟，在技术上不断取得突破，国内好的企业技术水平已经与台湾大厂的技术水平相差不大，与国际大厂的整体差距也在不断拉近；

二、LED 的投资额比较小，初始投资 1 亿就可建厂，国内企业进入门槛低，容易实现滚动发展，这与集成电路制造及液晶面板制造动辄几十亿到上百亿人民币的投资而言显得“微不足道”，国内企业容易进入形成产业集群，当然，也可能造成恶性竞争，发展到一定阶段需要市场整合；

三、国内市场巨大，LED 未来主要市场是通用照明市场，市场容量大，终端消费市场比较分散，不易形成垄断，国内企业生存空间广阔；

四、国内一些企业拥有核心知识产权，如晶能光电的硅衬底氮化镓蓝光项目，大连路美的芯片领域核心技术，都具有全球竞争力，这些企业在技术发展上容易形成示范效应，促进国内企业市场健康成长；

五、技术成熟后，LED 下游封装和器件生产属于劳动密集型，大陆具备发展的劳动力成本优势。

16.3.4 台湾企业在大陆 LED 市场投资状况

由于大陆具有显著的人力优势和不断扩大的 LED 应用市场，以及随着下游应用领域内国际电子设备厂商在大陆投资扩产，台湾 LED 厂商为提高就近供货与服务能力，包括光宝、亿光、光磊、今台、佰鸿、华兴、兴华、光鼎、先益等厂商都已逐渐将生产重心外移大陆，不断将 LED 产业转移到大陆，转移至大陆的产业比重也在逐年增高。到 2007 年，台湾 LED 产业向大陆的转移度已经达到 48%。

在外延芯片环节，台湾厂商仅仅将部分四元系芯片制造转移到大陆，但外延片的生长仍然在台湾进行。GaN 外延芯片的转移还较少，但目前陆续有台湾相关业内人士到大陆进行创业，这方面的转移会陆续增多。

在封装环节，约有 80% 的封装生产量已经转移到大陆，是转移最大集中的环节，台湾仅保留了部分高端 SMD 和大功率产品封装，并以白光、蓝光 LED 为主。随着车用、中大尺寸 LCD 背光、一般照明等应用市场的兴起，台湾 LED 封装厂商会逐渐将手机、小尺寸 LCD 背光、景观等领域应用的 LED 产业加快向大陆转移，而台湾本地的生产更多地关注新兴市场领域，通过不断提升技术和新产品开发能力以提升国际市场竞争能力。

台湾实力居前上中游厂商主要以晶电、光磊及鼎元几家已在大陆投资；而在下游封装方面，主要厂商均已在大陆投资设厂。下表为台湾主要 LED 厂商在大陆投资分布的部分状况。

图表 130 台湾 LED 厂商在大陆投资状况

台湾厂商	大陆投资企业	成立时间	实收资本额及持股比例	主营业务
晶电	无锡联欣达光电有限公司	2000.05	USD3000,000 100%持股	LED 及 LED 照明制造与销售
	厦门联夏光电有限公司	2004.10	USD753,723 100%持股	LED 及 LED 照明制造与销售
光磊	绍兴伊利达电子有限公司	1993.06	NTW32,189,000 100%持股	生产制造 Display、Lamp LED
	绍兴欧伯斯电子有限公司	2002.09	NTW325,449,000 100%持股	生产制造 Display、Lamp
	光普电子（苏州）有限公司	2002.06	NTW142,499,000 100%持股	LED 制造与销售
鼎元	鼎友科技（深圳）有限公司	2000.09	NTW10,571,000 100%持股	LED 制造
	元茂光电科技有限公司	2006	USD15,000,000 100%持股	LED（发光二极管）外延片、芯片、封装
华夏	扬州华夏光电公司	2005.07	USD35,800,000 60%股份	GaN 及四元系芯片

亿光	广州恒光电子 激光器件有限公司	1991.01	USD20,649,000 100%持股	LED 生产制造
	亿光电子（苏州）有限公司	2001.02	USD12,200,000 100%持股	LED 生产制造
	上海亿良国际有限公司	2002.09	USD200,000 100%持股	LED 销售贸易
光宝	光宝电子（天津）有限公司	1995	NTW512,444,000 100%持股	Display/Lamp/SMD
李洲	东莞绿洲电子有限公司	1993.03	RMB4,410,000 100%持股	Display
	深圳绿展科技有限公司	1996.03	RMB1000,000 持股 15%	LED 及 led 显示器的制造与销售
东贝	元硕光电科技（上海）有限公司	2003.11	USD750,000 100%持股	LED 制造与销售
光鼎	南京华鼎电子有限公司	1998.12	USD4,550,000 100%持股	制造 LED 及数码管及其模块
华兴	肇庆立得电子有限公司	1991.05	USD11,939,000 100%持股	制造 LED 及数码管
立碁	番禺市立联电子有限公司	2000	RMB49,901,461 100%持股	LED 制造与销售
艾迪森	扬州艾迪森光电电子有限公司	2006.7	USD20,000,000 100%持股	大功率 LED 制造

资料来源：中国半导体照明工程研发及产业联盟

16.3.5 风投资本推动半导体照明产业发展

令人信服的技术能够推动基础技术变革，这些技术的拥有者必然受到投资人追捧，而如果技术还能在节约能源上发挥专长，那么风险投资就该趋之若鹜了。半导体照明被认为是人类照明史上继白炽灯、荧光灯之后的又一次飞跃，是世界照明工业的一次全新的革命，也被公认为 21 世纪最具发展前景的高新技术领域之一。

2007 年 8 月中旬，美国节能 LED 技术领域供应商普瑞光电股份有限公司宣布，已完成 2300 万美元的 C 轮风险投资，普瑞光电为需求广阔的固态发光市场服务。一直以来，中国市场似乎都是美国市场的跟随者，美国的新技术、新模式，都是中国需要承接和模仿的。其实不然，早在 2006 年 4 月，国内的一家同行业公司也顺利地风险投资实现了对接，这家公司就是晶能光电（江西）有限公司（以下简称晶能光电），参与投资的投资机构有金沙江创业投资基金、永威投资，以及美国著名的 Mayfield，金额达到 1000 万美元。2007 年 6 月，晶能光电再次顺利完成 4000 万美元第二轮融资。晶能光电有望成为国际上为数不多的具有原创知识产权的半导体发光材料公司，也将带来大量下游封装、应用等配套企业在江西集聚，有望形成一个产值数十亿元的产业群。

在各国政府和相关机构的支持下，半导体照明在技术上不断取得突破、产品得到大力的推广和应用，资本更是对这个新兴产业青睐有加，这些都是产业快速发展的因素。

半导体照明被看好，是源于其令人信服的技术，半导体照明灯具具有长寿命、节能、安全、绿色环保等显著优点，它的耗电量只有普通照明的 1/10。但半导体照明行业仍是笼罩着一片乌云，成本等各方面原因导致其应用还在推广中。但是，所有行业内人士都相当看好半导体照明的前途，认为新光源将掀起一股替代运动，这场运动将以半导体照明灯具全面替代传统的荧光和白炽照明灯具画上句号。

只要目前 1/3 的白炽灯被半导体灯所取代，每年就可为国家节省用电 1000 亿度，几乎相当于节省一个三峡工程的年发电量。通俗的解释是：传统照明将电转化成热再转化成光，而半导体照明是将电直接转化成光。在目前全球的半导体照明领域，LED 是最通用的技术。LED（Light Emitting Diode）是一种基于半导体发光二极管新型光源的固态照明。预计到 2010 年中国仅 LED 产业即可形成 500 亿元的产值。整个 LED 及相关应用产业将达到 3600 亿元规模。

蜂拥而至

LED 发展速度清晰可见：按照 LED 的销售额来统计，2006 年全球 LED 的销售额为 66 亿美元。2006 年中国 LED 生产数量达 600 多亿只，销售额为 146 亿元人民币，1995 年-2006 年期间销售值平均增长率达到 30%。

这样的数据背后是大量的企业喷涌而出。以前是高科技企业投入，2007 年，美国 GE、德国 Osram 等国际性照明企业也在加大投入。在半导体照明产业的初期，出现众多的企业是产业发展的必然现象，也是半导体照明产业发展前景的一个反映。

松下电工、Osram、飞利浦、GE 等企业在照明产业上虽仍以传统产品为主，但其对半导体照明都有很大投入，目前纷纷与半导体公司合作组建半导体照明公司，抢占产业制高点，致力于在 2010 年前，使半导体灯发光效率再提高 8 倍，价格降低 100 倍。这虽使国内企业增加了压力，但对推动行业进步起到了一定作用。

当然，国内在产业链各个环节都有一批规模大、技术水平高的企业，到 2006 年底，中国共有 LED 企业千余家，其中上中游的外延及芯片生产商有 25 家左右，下游封装企业及应用企业 1500 家以上，但规模普遍较小。上游外延材料已实现了量产，但产业化水平不高；中游芯片制造与国外差距不大，但受限于外延品质，档次偏低，且大多处于发展初期，规模与国外大公司相比差距较大；下游封装实现了大批量生产，正在成为世界重要的中低端 LED 封装基地；同时凭借具备优势劳动力资源和完备的产业配套体系，中国的应用产品制造业形成了非常强的国际竞争力，在景观、玩具、气氛照明、便携灯具、显示、信号、指示等领域成为全球制造基地。

正因为行业内企业云集而通用产品应用还迟迟打不开局面。

一般照明是 LED 产业业者十分看好的终极应用，届时需求将十分可观，但成本制约其推广。这就意味者 LED 灯具的成本必须在技术的演进中降低再降低。当然，在一般照明之前，特殊照明的使用会一件一件地发生，包括建筑照明和飞机灯、路灯、矿工灯、隧道灯等。

资本推波助澜

在竞争日趋全球化的今天，高科技行业的发展不但要依靠科学技术的进步，也更依赖于资本的支持。对于产业生命周期早期阶段的中小型高科技企业，仅仅靠创业者的资金来实现企业甚至产业的快速发展是不现实的，风险投资的进入无疑能推动企业投身特定的应用领域。而且半导体照明的创业者主要为技术人员，风险投资的介入可以在资本运作、企业管理、企业战略等方面提供支持，有利于企业及行业的健康发展。

而晶能光电无疑是技术和投资两者优势互动的杰出例子。打破日本、美国的技术垄断，晶能光电得以进入风险投资的视野。晶能光电是少数的在中国本土完成基础研发且具有完整知识产权的中国公司，在全球范围也有独一无二的市场需求。目前晶能光电正在国外申请专利，下一步是推进项目的产业化。在风险投资的支撑下，预计总投资高达 7000 万美元的晶能光电“硅衬底发光二极管材料及器件”产业化项目已经在南昌高新技术产业开发区开建一期工程。该项目的开工建设，将为全国首批四大国家半导体照明工程产业化基地之一的南昌构建一个年产值 50 亿元的 LED 产业集群。该产业化项目分三期建设，一期建设形成年产 30 亿粒硅衬底蓝、绿光 LED 芯片的生产能力；二期建设实现年产硅衬底蓝、绿光 LED 芯片 140 亿粒；三期建成上中下游产业链，实现 LED 产业集群，实现年产值 50 亿元，提供就业 5000 人，并进入全球同行业前三甲。

永威投资的进入，对这个行业带来的好处在于能够推动研发，尽快发挥固态发光技术在节能和可持续性发展方面的最大潜力。事实上，世界上最大的 LED 生产线在中国台湾地区，国内外最先进的 LED 外延生长芯片制造设备在台湾地区密度也是最高，可以说台湾地区是世界上 LED 照明上、中、下游整合最好的地区。作为从台湾地区出身的投资机构，永威投资可以把在台湾地区的所有资源都带入内地，无论是合作伙伴还是经营人才。无独有偶，金沙江对这个行业的参与也是如此，他们能带来美国市场的经验。

像晶能光电这样的半导体照明企业，从技术研发到形成产品到最后规模生产，需要相当长的时间，也需要大量的资金支持，永威投资和金沙江一直保持着良好的心态。

同样，其他投资人对这个行业保持着乐观的心态，而且愿意付出时间和精力等到行业的成熟、产业化的实现。

50 年之内不可能有新的技术能取代 LED 技术，这项技术不是补充传统照明技术，而是完全取代，从低端开始。但是转向家用照明还需要一段时间，最终会走向通用照明。另外把半导体照明和太阳能技术结合起来，这种结合将彻底颠覆人类已有的照明理念。想象一下，未来的写字楼、住宅楼的照明系统完全不必铺设电线。在大楼的外层包上太阳能光电子幕墙，里面接上 LED 显示屏，将太阳能直接转换成电能，实现半导体照明。那将是半导体照明的世界。

16.4 投资建议

16.4.1 半导体照明行业投资模式

从 LED 产业投资需求及条件来看，投资模式可以采取自行投资建设、合作投资、收购具备一定规模的 LED 企业、以及参股现有相关企业等方式进行。

模式一：自行投资建设

自行投资是指公司自己通过某种渠道获得较先进的技术和技术人员，然后在集团公司内部组建一家 LED 的封装及应用产品生产企业。技术的获得是通过技术转让、买断等方式进行。

这种方式的优点是可以完全控制企业的发展方向，按照自己的思路经营企业，将企业纳入企业总体发展框架内，实现集团的总体发展目标。

不利之处在于从技术的选择、买断/转让、技术人员引进、设备选型、购置、安装、调试，直到产品的试验、投产等方面都需要做大量的工作，花费大量的时间和其它资源。另外，对技术及人员的考察和培养可能是该方式的最关键的环节。

模式二：合作投资

合作投资模式是与一家有技术的科研机构共同投资，组建一家 LED 制造企业。国内的许多企业是采取这种模式建立起来的。

此模式可以充分利用研究单位的科研基础，科研单位成为公司技术研发的平台。通过这一平台，能够不断得到新的技术，不断为公司提供新的技术储备，促进公司的生产和科研单位的技术成果转化。同时研究单位的技术人员可以为公司的生产提供相关的支持和帮助，带来他们多年的研究和生产经验，解决公司 LED 技术人才短缺的不利局面，并逐步培养公司自己的工艺技术人员。

缺点是科研单位的研究成果一般都是中试或中试前期的技术，离产业化生产还有一定的距离，因此需要进行中试放大试验，探索产业化的工艺技术参数，不仅会耗费一定时间，也会存在一定技术风险。

模式三：收购模式

收购模式是国际上非常通行的方式。收购现有企业通常是在国内市场上寻找到适合的目标企业，通过收购它现有股份后再增资，或直接通过对目标企业进行增资扩股的方式进入目标企业。

这种模式的优点首先是目标企业技术和工艺成熟，有相对稳定的技术团队和研发能力，有熟练的技术工人，有一定的市场渠道和销售，有成熟的适销对路的产品，技术风险和市场风险小。因此在一定资金的支持下会得到快速发展，并且可以迅速扩大市场份额，并开发出新的产品。

该模式的不利之处在于公司对目标企业的控制力较弱，企业的文化融合需要一个过程。同时，被收购企业的地点可能不能满足本企业的设想，适当的目标企业不容易寻找，另外对目标企业的筛选也需花费相当的精力和时间。

模式四：参股现有企业

参股现有企业与模式三基本相同，所不同的是它不需拥有目标企业的控股地位，只是作为一个中小股东的身份介入。

该模式的目的更多的是寻找一种资源，比如技术或原材料资源，然后将这种资源应用到企业内部，增强对该产业的理解和把握，为未来更大的产业投资奠定基础。

这种模式的缺点在于缺乏对公司经营模式和发展方向的控制，主动性较差。

16.4.2 LED 产业多种技术路线应并存发展

2003 年中国启动了国家半导体照明工程后带来了 LED 投资热潮，很多地区纷纷上马 LED 生产线。面对 LED 投资热潮，国内研发选择何种技术路线是业界专家关注的问题。

全球实现超高亮 LED 的方法主要集中在三种技术路线上，一是蓝光芯片加黄光荧光粉；二是紫光芯片加红绿蓝荧光粉；三是红绿蓝芯片混合封装。在这三种技术路线方面，国外申请了大量的专利。在数量这么庞大的专利面前，中国要打破垄断，建立自主创新的知识产权，就要在业界提倡多种技术路线并存的发展思路，另辟蹊径。

国内可以分几个梯队进行研究，第一梯队还要围绕国际上主流的技术路线去走，在主要技术路线上创造新的知识产权。以蓝光芯片为例，要研究在蓝宝石衬底或 SiC 衬底上新的外延和芯片技术。而第二或第三梯队就要研究国外也没有实现批量生产的新方法，如走出国际三种技术路线的包围，开发直接发射白光的芯片；再如，在蓝光芯片方面研发二六族化合物衬底、有机聚合物衬底或 GaN 衬底。

这些新的方法，虽然可以避开国外的专利，但目前仍属于前沿研究，离产业化还相当遥远，因此，应该分配好研发的人力和物力。

目前半导体发光技术的瓶颈似乎都集中在芯片制造和器件封装上,但从长远来看,新材料的开发是重中之重。现在国外中高档材料,其光电转换效率为 30%,而中国只达到 10%左右。如果对材料进一步研究,使其光电转换效率能提高到 50%-60%,后边做芯片、封装等就会相对容易得多。

16.4.3 中国 LED 产业须联合内力发展

现在 LED 的投资趋势有些像集成电路业的发展过程,即产业投资正在从后道封装向前道芯片制造和设备制造推移,这是一个令人欣喜的发展趋势。

但在这些投资中也存在种种遗憾。一是全球一流企业由于对中国缺乏了解而没有加入到目前的投资行列中来,如美国的 Lumileds、Gree,日本的日亚等等,现在进来的企业还多是全球二线甚至三线企业,如中国台湾省企业和韩国企业。而进来的少数一流企业也多是封闭生产,不与国内产业界交流。因此,如何寻找和吸引世界一流企业与中国 LED 业合作仍是一件较为困难的事情。二是从过去的合作经验看,投资内地的祖国台湾企业,他们与内地企业合资的成功案例不多,他们多以独资为主,在技术和投资上不会为内地企业带来多少助益。此外,由于台湾企业凭借已有的技术和投资优势,再加上产地转移带来的成本优势,迫使部分内地企业转向更低档次产品的加工,使竞争和生存环境更加恶劣。

这些现象表明,外力仍然难借。中国的 LED 业如何在政府的牵头组织下联合起来,谋求快速发展成为关键。

怎样能够实现合力促发展是专家们一直在探讨的事情。国家主管部门应该牵头,以国家投资为主,吸引产业界和金融界的投资,集中全国研究所、高校和产业界的人才精英,进行分工合作,联合攻关,形成成果共享机制,形成与国际接轨的具有世界一流水平的固体照明研究、开发和成果转化的平台。

国家投资要加快对大功率 LED 外延片和芯片的研发,尽早实现多种荧光粉的技术突破,并大张旗鼓地推广应用,例如在特种照明领域、室内装饰方面的应用,为下一步 LED 走入照明市场打下基础。

16.4.4 LED 产业投资需规避风险

从 LED 产业发展的前景、市场需求来看,应该要加大投入,但要充分考虑投资风险。

LED 产业是高科技产业,又是节能减排政策鼓励发展的产业,它本身又是环保型的。

从目前的半导体照明技术水平和市场需求来看,还有很大的发展空间,其前景是被看好的。该项技术的主要指标,即发光效率目前实验室的水平已大于 150lm/W(有报

导过 169lm/W, 193lm/W), 其产业化水平达 100lm/W, 经过几年的努力完全可以达到 150lm/W~200lm/W 的水平。这样做成的光源在照明方面是非常节能的, 比现在的照明灯起码节省电能一半以上。另外 LED 的应用面是非常广的, 主要在显示和照明两大领域, 目前是刚开始推广应用的起步阶段, 其应用的前景可观, 市场前景非常看好。

LED 产业的产业链主要可分四部分: 即 LED 外延生长、芯片制造、器件封装和应用产品及相关配套产业。投资方可根据自身的现有条件和实力, 以及市场需求情况, 可选择投资产业链四个部分中的任何一种或多种组合或全部产业链。其中 LED 的应用产品范围很广、品种很多, 要择优投资。

投资风险也需注意。由于半导体照明产业是属于高科技产业, 现有 1 万多个专利, 对投资者来说, 要充分了解该技术领域的专利保护和专利纠纷问题, 不要随意介入, 引发投资风险。

如要投资 LED 外延生长和芯片制造部分的投资者, 要充分考虑其核心技术的来源, 最好投资有自主知识产权的核心技术, 否则重复投资 LED 的中、低档产品, 其风险较大。

在市场开拓上, 要充分考虑市场竞争, 特别是我国台湾省, 其目前 LED 的技术水平比我国大陆高一些, LED 产量多一些, 在市场竞争方面, 对投资者具有很大的挑战性。

16.4.5 金融危机下中小 LED 生产企业应对措施

在此轮经济衰退中, LED 产业链条的各个环节也同样受到了不同程度的影响, 尤其是国内处于产业链末端的中小生产企业, 如何应对此次金融危机已经是摆在他们面前一道急需求解的方程式。

由于本轮金融危机是由外部经济体出现问题而引发的, 与这些经济体有密切贸易关系的行业必然会受到冲击。我国有很大一部分 LED 生产企业是以出口为主, 因此出口导向型企业受到影响是意料之中的。从国内产品销售情况看, 目前, 包括欧、美、日、台湾地区、大陆厂家生产的各类 LED 产品在国内市场都有销售, 但是由于产品本身的差异, 加上品质、价格、市场侧重点各不相同, 因此受到的影响也各不相同。

欧美和日本几大公司由于对核心技术的垄断, 把持了国内的高端芯片市场, 同时也获取了最大的利润, 但受到影响的程度却最低。目前无论在内销还是出口市场上, 一个明显的特点就是越低端的产品受到的影响越严重, 高端产品不论价格还是销量相对都比较平稳。正如前文所述, 大型 LED 生产企业前景依然被广泛看好。显然, 我国很多不具备核心技术的中小企业此轮受到的影响最大。之所以会产生这一现象, 一方面是在金融危机影响下, 一些以生产加工低附加值产品出口为主的中小型企业受到冲击纷纷倒闭或停工, 另一方面也是占据我国 LED 生产半壁江山的台湾生产厂家为了渡

过难关纷纷甩货回笼资金，使市场价格受到打压。经销商普遍反映，他们的销售量近期明显下滑，客户订单减少，即便销售不错利润空间也微乎其微。

随着金融危机对房地产、体育、娱乐等行业的影响逐渐扩大，LED 产业受到的影响将更为严重，会对 LED 产业的上、中、下游供应链的生存空间提出挑战。随着以珠三角为主的外销企业受到境外市场订单减少的压力，众多企业的目标市场转向国内，国内市场竞争将更加激烈，国内产业格局调整成为必然。

面对当前的危机形势，我国 LED 企业必须保存自身，以现金为王，积极回笼资金，做好“过冬”准备显然是企业的当务之急。但实际上，从本轮金融危机受影响最为严重的是中小型 LED 企业这一情况可以看出，对企业而言，建设好企业的研发团队和自主创新机制，提升企业自身研发水平才是长远之计。突破尚未成熟的 LED 应用技术，改变低价竞争策略，提高产品的技术含量和市场地位，同时实行产品差异化和集成差异化路线，提高产品性价比，才能有所突破，真正增强产品的竞争力。

近年来，国家非常关注 LED 上中游产业，并大量投资扶持发展。目前外延及芯片领域投入的科研成果比例或进展速度不是很理想，在短时间内很难突破关键性技术而达到国际领先水平，或满足国内日趋增加的高端需求。国外在芯片等上中游领域已有专利封锁是众所周知的事实，在下游应用方面国内企业申请专利还是有机会的。因此，在 LED 产业竞争日趋激烈的形势下，LED 照明企业可以增强专利意识，倾斜研发投入，踏踏实实开发应用端核心技术，并申请专利，储备技术，积累经验。

在中国，潜力巨大的新兴 LED 照明市场大环境迟早将会营造出一批新兴知名品牌企业。LED 照明企业应该时刻做好准备，等待时机一到，才能掌握主动权，攻占市场，提高市场占有率。借助政策谋求发展。

目前，国家正为拉动内需而加大投入，LED 产业也应该争取这一机会。虽然采用哪种产品完全是市场行为，是由产品的性价比决定的，但是政府在重大项目布局时应适当扶持国产产品，为国产品牌留出一些空间，从而推动国产产品的发展。示范性工程在技术研发和产业进步方面对产业发展是重要支撑，如“十城万盏”LED 应用示范城市项目就是一个很好的机会。在国家节能减排和拉动内需的政策指引下，优先启动能够拉动内需的重大示范应用项目，并给予必要的资金和政策支持，这无疑会给国产 LED 企业带来新的发展机遇。

另外，还可以充分发挥联盟“产业研发基金”的作用，集中优势资源，联合攻关。专家建议，可充分利用国内现有基础（包括仪器设备、科研队伍、研发经验积累和成果），调动企业积极性，在政府引导下，围绕国家半导体照明工程既定目标，重点解决产业化共性关键技术和前瞻性原始创新技术，在“共同投入、风险共担、利益共享”机制下，以联合开发和成果共享为主要特点，开展面向产业的低成本服务，使平台最终发展为服务于我国半导体照明产业、引领未来技术的基础研发平台，提升产业结构

和产业整体竞争力。同时，业界要以开放的心态进行交流，只有交流才会发现不足，加强交流才能有所提升。

第十七章 半导体照明行业发展前景及趋势

17.1 半导体照明产业发展前景

17.1.1 全球半导体照明市场前景广阔

一场抢占半导体照明新兴产业制高点的争夺战，已经在全球打响。2006 年，全球半导体照明市场销售额超过 70 亿美元，年均增长率超过 20%，预计未来 2015 年前后将形成 500-1000 亿美元的潜在市场。

鉴于半导体照明产业令人鼓舞的发展前景，近年日本“21 世纪光计划”、美国“下一代照明计划”、欧盟“彩虹计划”、韩国“GaN 半导体发光计划”等政府计划纷纷启动。中国在 2003 年 6 月也成立了国家半导体照明工程协调领导小组，启动了国家半导体照明工程。

面对半导体照明市场的巨大诱惑，世界三大传统照明工业巨头飞利浦、通用电气、欧司朗也与半导体公司合作，成立半导体照明企业。半导体照明发光效率高于白炽灯，正以更快的速度拓展其多种应用范围，大尺寸液晶电视背光源、汽车、商业和工业用照明都已逐步成为 LED 主要应用领域。预计 2010 年还将超过荧光灯，进入普通照明领域，节能的效果将更加显著。

17.1.2 2011 年全球 LED 建筑照明市场将达 4.7 亿

LED 应用于照明领域不论在发光效率、环保省电、照明色调、使用寿命、耐震度耐冲击性等等，都优于传统照明。虽然目前 LED 照明还有成本偏高及系统效率待改善的问题，但随着技术瓶颈克服，LED 照明应用市场规模仍将持续快速成长。未来最值得期待的应用，包括建筑照明市场规模到 2011 年将成长到 4.7 亿美元以上，另外展示橱窗、住宅照明、户外照明等等，也都将有大幅成长。

内部照明重视的是光的色泽，以及耗电量不能过高。外部照明除了光色调和耗电量考虑外，更重要的考虑因素则还包括产品的可信赖度、防水加工效果、耐震度等等。而 LED 照明在发光效率、环保层次、使用寿命等方面，都比一般照明好，同时还能针对不同需求，去设计调整。另外 LED 在发光区不会散发热出来、耐震度和耐冲击性也都优于传统灯泡，因此可有更广的应用。

到目前为止，LED 在光的颜色和色调上，各种颜色都能表现出来，在照明方面所出现的一些亮度调节状况，LED 对任何颜色也都能对应。但目前 LED 应用于普通照明仍有些困难，主要就在于成本仍偏高，以及当 LED 应用于照明时，整个运作系统效率还有待改善。加上绝大多数照明厂商因为材料和器具厂是分开的，所以在销售上也会比较困难。

在个别应用领域方面，未来最值得期待的领域包括建筑物间接照明、展示橱窗、能够显示珠宝特色和成衣特色的特殊照明等等。至于手电筒、携带型的消费性灯具等等，最近几年也都会非常快速地改用 LED 照明。另一方面，由于澳洲、美国、欧洲及许多国家都已陆续宣布，将分别自 2010-2012 年间开始针对传统照明加以限制，预期此将加速促进 LED 照明应用的发展。

2008 年全球 LED 照明应用，以建筑照明为最大宗，其次为消费性可携式照明如手电筒、露营灯等等，2008 年全球 LED 照明零售卖场展示应用市场规模约 3900 万美元，总计 2008 年全球 LED 照明应用市场规模可达 3.97 亿美元。

到 2011 年，全球 LED 建筑照明市场规模将成长到 4.72 亿美元，零售卖场展示 LED 照明应用市场则将成长至 1.44 亿美元，可携式消费性 LED 照明产品市场规模则将成长到 9900 万美元。

成长率方面，从 2007 年到 2011 年，LED 建筑照明市场的年复合成长率为 38.3%，可携式消费性照明产品的年复合成长率为 26.9%，零售卖场展示 LED 照明市场规模年复合成长率则将达 86%、住宅照明年复合成长率更达 96.7%、户外照明年复合成长率更将达 109%。

17.1.3 中国半导体照明产业有望实现跨越式发展

作为国家 863 计划半导体照明工程重大项目，2010 年项目完成时，中国半导体照明产值将达到 1500 亿元规模。

一个诱人的产业链

如同很多高新技术产业一样，半导体照明不是一个独立而封闭的技术。

如果在这场没有硝烟的战争中占领制高点，将鼓舞中国发展有国际竞争力的、拥有自主知识产权和核心专利的努力。以半导体照明行业发展为契机，将带动其他相关原材料、设备制造、汽车等工业的发展。另外，拥有自主知识产权的白光 LED 技术，将大大提高中国半导体照明电器在国际上的竞争力和地位。

半导体照明的直接关联产业主要为上游新材料产业，比如金属镓、稀土金属、蓝宝石/碳化硅/硅等，和以 LED 为基础原器件的汽车制造、电子信息等下游产业。

对上游新材料产业而言，生产高亮度 LED 照明器件的直接原材料为三甲基镓、稀土发光材料（如稀土荧光粉）、高纯氮、蓝宝石/碳化硅/硅、环氧树脂等，而这些原材料往前可追溯到的矿产资源主要是稀散元素镓、稀土金属、硅石、煤、铝等。因此，半导体照明的推广应用，一方面扩大了资源的应用领域；另一方面提高了资源的利用价值，推动这些上游产业快速发展。

对下游产业而言，LED 照明器件对汽车工业、电子信息产业、建筑业等应用领域起到带动作用，可改善这些领域的产业结构，促进产业升级，增强产品的竞争力。

核心设备有望“中国造”

半导体照明产业的发展，还将带动国内半导体照明装备制造业的快速发展。目前国内外延、芯片以及自动化程度较高 LED 封装生产线几乎 100% 进口，甚至连最基本的零部件、材料几乎都依赖进口。半导体照明设备及配件年进口额约 1 至 1.5 亿美元。培育有国际竞争力的中国半导体照明产业，必须要有核心设备和低成本制造设备。

半导体照明设备与集成电路设备相比，技术要求较低。半导体设备供应商主要针对集成电路，由于 LED 的市场份额较小，主要厂商关注较少。国际一些相对较小的公司在半导体照明的工艺设备开发方面特别活跃。由于 LED 产业市场还处于市场孕育期，其上、中、下游产业结构还不完整，无论从质还是从量 LED 生产设备都不算发达，国内完全有机会做成。

在设备方面，除少数设备需要进行攻关以外，其余大部分设备只要在半导体设备研制技术基础上进行适应性开发后可以完全满足 LED 照明产业发展的需要。预计未来五年国内半导体照明设备市场需求 8 亿美元，LED 封装设备制造商有机会在中国产生。

一方面：近几年日本台湾 LED 封装厂在大陆设厂，由于 LED 市场价格不断下降，使 LED 封装厂商纷纷不断寻求低价格设备来满足生产，生产设备的本地化迫切需要。另一方面：中国半导体照明产业与市场的高速增长，高质量的 LED 的需求量不断增加为 LED 封装设备的需求提供了良好的外部环境和巨大的发展空间。

一年可节省 10 个火力发电厂

半导体照明对间接关联产业影响最大的是电力工业。预计 2010 年半导体照明将进入 5% 普通照明市场，可以年节电 500 亿度。相当于可少建装机容量为 220 万千瓦的火力发电厂 10 座，可节省电力建设资金 1000 到 1200 亿元，扣除 LED 建设资金的投入，实际可为国家减少社会支出 800 到 1000 亿元。

半导体照明产业的发展将促进太阳能光伏电池产业的发展，LED 是低压、直流用电，与太阳能光伏电池低压、直流供电的方式非常匹配，两者结合不需要交流逆变器，并真正实现新能源与新光源的结合。中国已成为太阳能半导体照明产品的重要生产和出口基地，随着功率型 LED 的开发，太阳能半导体照明路灯已开始在国内的小区、园林建设中使用，而且中国西部许多乡村还没有电力供应，太阳能半导体照明将成为解决无电地区照明的有效途径，相应地将带动太阳能光伏电池产业的进一步发展。

由此，半导体照明工程的实施将推动社会节能、环保的共识，为中国可持续发展奠定基础。而且，推广使用半导体照明，将大大提高环保效益。由于节电，可减少电

厂煤炭燃烧排放的二氧化碳、二氧化硫、二氧化氮废气及粉尘对环境的污染。初步预测，每年减少二氧化碳排放量在 600 万吨以上，并且没有荧光灯、节能灯含汞等问题。

所以说，半导体照明是中国有可能实现跨越式发展的战略性高科技产业，符合中国社会经济发展的重大需求，具有广阔的产业化发展前景。

17.1.4 2010 年中国 LED 照明行业将迎来发展高峰

随着全球能源日益短缺，2008 年北京奥运会和即将到来的 2010 年上海世博促进了人们对环保的大力呼吁，都一如其主题提倡绿色节能，这些给中国 LED 照明行业带来了巨大的历史性机遇。

凭借奥运会的举办和出口企业，中国 LED 照明市场将由 2007 的 48.5 亿元到 2010 年高速增长的 98.1 亿元。

2008 年北京奥运会，是历史上第一次将 LED 照明技术应用在奥运会上，大规模的采用也获得了成功。北京奥运会上的一共 36 个比赛场馆的照明产品花费就有 50 亿元，这还不包括奥运村，奥林匹克公园和其它的公共设施 and 照明市场。

除 LED 照明比传统节能照明节能至少 60%，LED 照明还有着很长的使用寿命、反应快、环保、更容易控制能量分配和颜色的深浅等等。“水立方”为例，水立方景观照明工程预计只有采用 LED 灯才能全年较传统节能灯省电 74,5000kwh，节能高达 70%。奥运会开幕式的“梦幻五环”是展示在一个巨大的 1564 平米的大 LED 显示屏上的。这是到目前为止世界最大的单全彩大屏。

2010 年的世博会正在推广中，所以这会促进上海世博会成为新一轮城市基础设施和运动场馆建造和更新的中心。

此外，上海市政府还制定了促进半导体照明产业发展，促进发展半导体照明应用的相关政策、措施。半导体照明被列为“特殊的技术博览会”，把注意力集中在焦点上，大力支持 LED 照明在世界博览会的广泛应用。2010 年的世博会将成为中国 LED 照明产业的一个重大转折点。

奥运会和世博会的 LED 照明不仅把他们的领先地位用在他们所在的城市的 LED 照明工业的快速增长上，更重要的是它起的主导作用。奥运场馆和城市景观的 LED 照明的出色表现会帮助消除其余城市对使用 LED 照明的顾虑。中国 LED 照明业在 2010 年前后会迎来一个新的发展高峰期。

17.1.5 未来 LED 应用市场发展预测

从 20 世纪 60 年代诞生以来，LED 从红光 LED、绿光 LED，一路开发到蓝光 LED。凭借着有省电、长寿命、开关速度快等优点，LED 大量应用在指示灯、显示屏、LCD

背光源、汽车、景观照明等领域中。景观照明、LCD 背光源、LED 显示屏在奥运会、世博会召开以及国家对环保问题的重视等多种利好因素的影响下，将保持快速增长，2010 年市场规模可观。景观照明、LCD 背光源以及 LED 显示屏成为 LED 应用的明星市场。

用于整机指示作用的 LED 指示灯是 LED 最早的应用，虽然用量很大，但由于其价格十分低廉，市场早已进入低速发展阶段。

随着交通灯替换的逐步完成，未来几年 LED 在交通灯中的应用将不会出现快速增长，2006 年-2010 年交通指示灯用 LED 销售额年均复合增长率为 4.3%。

LED 室内装饰灯虽然在未来几年仍将以高速增长，但是鉴于其终端需求以及价格因素的限制，2010 年市场规模不是很大，2006 年-2010 年中国室内装饰灯用 LED 销售额年均复合增长率将达到 22.6%。

汽车应用中 LED 除了作为内饰装饰灯外，最重要的一个应用就是汽车车灯，这里面包括转向灯、汽车大灯以及第三刹车灯。汽车整机配套体系在一定程度上影响了 LED 汽车车灯在汽车中的广泛使用，汽车用 LED 在短期内还难以达到很大的市场规模。但凭借 LED 灯在响应速度以及长寿命等优点，LED 车灯在第三刹车灯上的应用正在逐步扩大，2006 年-2010 年中国汽车用 LED 销售额年均复合增长率将达到 76.7%。

景观照明市场主要以街道、广场等公共场所装饰照明为主，推动力量主要来自于政府。受到 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会的影响，北京、上海等举办地加快了景观照明的步伐。此外，受到北京、上海等活动举办城市 LED 景观照明工程样板作用的影响，二、三级城市也将加快 LED 灯在景观照明工程中的应用比例。

随着奥运会、世博会的召开，各比赛、展览场馆对于 LED 显示屏的需求量出现增长。而这些重大活动的召开必然会吸引大规模游客的到来。为了方便游客各重要地区将建立一批信息显示屏，这将刺激 LED 显示屏市场的发展。

2006 年-2010 年显示用 LED 销售额年均复合增长率为 19.2%，景观照明销售额年均复合增长率将达到 37.2%。

环保将推动大尺寸背光源市场发展

LED 作为手机等小尺寸 LCD 背光源已经十分普及，可以说 LED 已经成功地占领了小尺寸液晶背光源市场。但鉴于以手机为主的小尺寸液晶背光源市场受到手机产量增长平稳以及单机用量下降的影响，市场增长出现乏力现状。LED 开始向大尺寸液晶背光源市场扩展。

欧盟新的环保条例的出台表明各国对环保日益重视，这将推动 LED 作 LCD 背光源市场的发展。传统的背光源主要采用的是 CCFL，但由于 CCFL 含有有害物质易引起

环境污染，各国政府都开始探讨新的无污染背光源替代品。LED 无污染、高色域的优势使得 LED 成为下一代液晶产品背光源的首选。

液晶电视背光源无疑是 LED 最终的市场。LED 要进入液晶电视背光源市场虽然还面临价格较高、三基色 LED 波长衰减不一致影响寿命以及需要重新进行电路设计等问题。这些问题都使得 2006 年、2007 年 LED 要进入液晶电视背光源市场十分困难，但鉴于 LED 背光源的多种优势，相关厂商都在积极投入资金进行研发，一旦技术成熟达到量产，规模化必将带动价格的下降，预计在 2009 年 LED 液晶电视背光源市场将启动。

LCD 显示器和笔记本电脑已经面临越来越大的价格压力，特别是 LCD 显示器近年来价格不断下降，利润空间不断被挤压，LED 代替 CCFL 成为背光源，必定会加大厂商的成本压力，同时计算机对显示效果的要求不如液晶电视高，这些都影响了 LED 进入 LCD 显示器和笔记本电脑的步伐，其进入时间可能会晚于液晶电视。

2006 年-2010 年中国 LCD 背光源用 LED 销售额年均复合增长率会达到 31.5%。

3G 手机对手机键盘及相机闪光灯市场贡献不大

鉴于 3G 手机仍属高端产品、发展初期还面临很多困难，3G 手机产量增长的同时 GSM、CDMA 手机的产量必然会出现一定幅度的下降，整体市场手机产量不会出现井喷式增长。3G 手机时代的到来对于手机键盘及相机闪光灯市场带来的影响有限。2006 年-2010 年中国手机键盘及相机闪光灯用 LED 销售额年均复合增长率仅为 0.6%。

价格、发光效率、显色性等问题影响了 LED 进入普通照明市场的步伐。2010 年中国室内照明市场没有真正启动，LED 灯销售量和销售额规模都很小，市场只是处于初期的预热阶段。随着功率型白光 LED 在发光效率等指标参数上达到普通照明光源要求以及经过几年的市场预热，大众对于 LED 灯的认识逐步加深，2012 年室内照明市场将逐步启动。2007 年-2010 年中国室内照明用 LED 销售额年均复合增长率达到 158.5%。

17.2 半导体照明产业发展趋势

17.2.1 LED 产业发展趋势

一、产品技术的深化和产品的多元化

中国 LED 显示屏产业的技术基础和水平应该说还是相当先进的，主要产品和关键技术与国际同行业的先进水平能够保持一致，但工艺水平比较落后，在产品规范化、整机系统设计、可靠性、制造工艺、检测测试手段等方面与国外有明显的差距。

LED 器件技术和性能不断提高，电子技术发展日新月异，这为 LED 显示屏产品的技术深化和提高带来良好的基础。同时 LED 显示在社会生活的各个领域得到了广泛的

应用，半导体照明产业的发展更为 LED 显示产业带来良好契机，因此，LED 显示市场发展前景乐观。深化技术内涵，丰富产品体系，产品多元化，突出主导产品的优势将是 LED 显示屏产业发展的重要趋势。

二、常规产品的标准化和特定领域应用产品的专业化

相关标准的宣传贯彻和推广，将促进 LED 显示产品的标准化发展。常规 LED 显示产品中，标准化显示器件和控制系统等会得到更加广泛的采用，集成性的 LED 显示产品在产业中会占主要的地位，标准化 LED 显示产品的生产和市场技术服务的专业化分工将更为明显。

在专业应用领域，LED 显示产品为满足专业应用的需求，专业化水平将不断提升，结合应用需求的专业化产品将拓展形成 LED 显示的新产品和新的应用领域，如城市亮化工程的大面积 LED 显示、体育场馆的 LED 显示、交通领域的 LED 显示等。

三、产业内部的合理分工和新产业格局的形成

随着技术和市场的发展，中国的 LED 显示产业将会在调整中逐步提高并有合理的分工，形成新的产业格局。在整体产业链中，LED 器件生产的龙头企业和显示产品生产的骨干企业的形成，将重新界定上下游产业的分工，突出体现专业化分工和协作。也许在半导体照明产业发展初期，LED 器件生产企业和显示产品生产企业的专业化分工和协作的界定比较模糊，但随着市场的扩展和技术产品的成熟，这种界定将日渐清晰。

在 LED 显示屏产业中，产业内的企业群体将适当分类，逐步形成以关键控制系统技术研发为主的技术开发型企业，以规模化、标准化生产为主的产品制造型企业，以市场应用推广为主的技术服务型企业，以满足专业市场需求为主的专业应用型企业等。

17.2.2 LED 应用发展趋势

1、市场驱动模式。由市场应用刺激和带动研发将成为今后发展趋势。对不同应用需求采用不同技术和优化不同参数指标，会成为今后 LED 技术与产品应用相结合的重要方式。特殊照明如交通信号、景观、汽车照明成为最具赢利可能的领域，并将在今后 10 年内持续增长。

2、大尺寸 LCD 背光源是最大的潜在市场之一。背光源是中国在平板显示中的最后一个机会，该技术的突破与推进涉及面很广，需要以下四个方面的共同努力：LCD 面板设计、制造（甚至涉及到 LCD 基础理论及工艺的研究）；LED 芯片制造及封装；LCD 电视整机业；LED 视频显示核心控制技术及集成电路设计技术等。联合攻关需要有技术牵头人、需要一条利益的纽带、需要政府按市场规律来办事。

3、中国对 LED 产品的需求巨大。2008 年奥运会被认为是一个向世界展示 LED 应用的重要契机。在道路照明领域推广半导体照明技术，将有效地减少电费支出、降低电缆铺设费用、降低维护成本、提高道路出行安全，同时将有助于各级政府完成节能减排指标。

4、进入普通照明尚需时日。何时 LED 可以全面进入普通照明，有的认为 3 年，有的认为 5 年，有的认为更长；但是，对 LED 迟早对传统照明构成较大威胁意见一致。在将 LED 与传统光源进行比较时，要讲究整个灯具系统效率的比较，而不是单个 LED 发光光效与单个其它光源光效的比较。目前 LED 灯具系统的利用效率实际已经比节能灯高出 1.5-2 倍，另外，由于 LED 的应用设计可塑性强，这也决定了它具有更大的应用范围。

17.2.3 半导体照明的短期发展方向

在当前技术状态下发展半导体照明产业就需要扬长避短，在优势方向上积极发展，使半导体照明产业早上快车道，从而促进其技术进步和生产工艺的成熟，使半导体照明的时代早一些到来。根据半导体光源当前的优技术状态，半导体照明产业短期的发展方向可以在如下几个领域定位：

1、用于 3 瓦以内的小功率照明

局部照明的台灯、阅读灯、手电、矿灯、工作灯、走廊灯，应急灯，机动车的车内照明和各种信号灯，这些照明亮度要求不高，3 瓦以内的半导体灯已经完全能够胜任，市场容易接受，完全可以和传统照明方案竞争，具有广阔的市场前景。

2、危险场所的照明

具有明显的优势有可燃性气体的危险场所，这些领域的安全极为重要，而半导体灯的安全性无可比拟。在这些场所使用半导体灯完全可以抵消价格高形成的不利影响，典型的应用领域如煤矿的矿灯，油气田的现场工作灯等。

3、太阳能、风能照明

在没有市电供应的边远地区大量使用太阳能、风能等自然能照明。由于电的来源困难，省电很重要，半导体灯在小功率应用时光效高的特点正好得以发挥。如草原牧区的太阳能照明系统，无人职守的太阳能信号灯，航标灯等。

4、要求小体积照明的场所

在医学和工业应用的内窥镜照明，仪器、仪表内部照明，工具箱内部照明等，这些空间有限的照明场所，半导体照明有优势。

5、不便于维修的照明场所

铁路信号灯，无人区的航标灯，许多照明光源寿命太短，更换不便。半导体灯的长寿命优势可以减少许多工作量。

6、需要闪烁工作的场所

典型应用如交通信号灯、装饰或者舞厅用的频闪灯、串闪灯等。传统光源会因为闪烁而过早损坏。而发光二极管是一种量子器件，不会因为闪烁而影响使用寿命。

7、色彩丰富的灯光场所

这正是半导体照明的优势所在。在此不再详述。一些发达国家已把半导体照明产业列入国家发展计划时间表，如美国、日本、欧盟、韩国等。

世界三大照明工业巨头通用电气集团、飞利浦集团、欧司朗集团纷纷与半导体公司合作，成立半导体照明企业。预计到 2010 年美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被半导体照明替代，到时每年可节电 350 亿美元。

中国在 2003 年也发起了“国家半导体照明工程”，2004 年 11 月国家发展改革委发布了中国第一个《节能中长期专项规划》，其中“绿色照明工程”被列为重点工程。对于中国这样一个能源紧张的发展中国家，在保证照明质量的前提下，环境、能源问题是城市照明规划必须首先考虑的环节。而大力发展半导体照明代表了该行业的发展方向。

17.2.4 未来 LED 将走向通用照明领域

2001 年中国 LED 市场规模较小，但受 2002 年蓝光 LED 市场热潮的带动，中国 LED 市场出现高速增长。此后，市场依旧保持着较快的增长速度，2003 年中国 LED 市场较 2002 年增长了 26.6%，达到 90.3 亿元。2004 年中国 LED 市场销售额为 115.1 亿元，增长 27.5%。

2005 年，从 LED 所用材料上看，国内生产 AlGaInP 材料的 LED 数量和 GaN 相比所占比重较大。从应用市场结构看，LED 主要应用范围包括显示屏，手机，指示灯，LCD 背光源，照明，装饰灯领域。

在整个应用领域中，指示灯为最主要的应用领域，但其中作为一般指示用的 LED 多为普通亮度 LED，只有在交通信号指示灯或道路指示灯等户外指示灯多采用高亮度 LED。在高亮度 LED 的应用市场中，手机仍是最为最主要的应用领域。总体来说，目前国内市场中显示屏市场需求旺盛，国内厂商占据主导地位。手机用及小尺寸 LCD 背光源成为带动 2004 半导体照明市场发展的主力军，这主要是因为消费类产品的增长带动 LED 用做小尺寸 LCD 背光源的需求。交通信号灯领域需求不断扩大。

景观照明则成为半导体照明的新兴力量。现阶段，用于照明的 LED 还很少，这主要是因为：现阶段 LED 的发光效率、显色性、光衰等基本参数还没有完全达到传统照

明中的参数要求，但由于发光二极管具有的诸多优点及国家出台的“国家半导体照明工程”等相关政策的支持，相信随着时间的推移，技术的不断进步，LED 必将逐步代替白炽灯、荧光灯等传统照明光源成为新型绿色照明光源。半导体照明市场发展潜力十分巨大。随着 LED 在手机中的应用日趋普遍，特别是带有拍照功能的手机占市场整机产量中的比重日益增大，做为闪光灯用的白光 LED 需求快速增长。除此之外，安全照明灯、显微镜灯、手电筒、特种白光照明等小功率白光 LED 灯也已经进入市场。因此，近年白光 LED 市场发展迅速，成为市场中的又一重要力量。随着半导体照明技术的不断发展，LED 越来越多的进入到各种照明领域中。如景观照明、建筑物外观照明和一些辅助照明等。特别是 LED 草坪灯、交通信号灯、手电筒、地板灯、景观灯、水下灯、地埋灯等产品不断进入市场，使得市场对于 LED 特别是高亮度 LED 的需求不断扩大。高亮度 LED 市场进入快速发展时期。

2010 年前 LED 的应用领域将进一步扩大，进一步进入汽车、室内外照明等领域，LED 作为下一代新型照明光源将进入如汽车、大尺寸 LCD 背光源、室内、室外照明等更加广泛的行业中，LED 应用将变得更加普遍。且 LED 作为新一代照明光源在照明市场中所占的比重也将呈现出逐年递增的趋势。LED 作为汽车用灯最主要的部位是刹车灯，这主要是因为 LED 灯具有响应时间短的特点，通常 LED 的响应时间为 60ns，白炽灯的响应时间一般为 140ms。使用 LED 灯可以降低交通事故的发生率。除此之外，由于 LED 具有耐冲击，易维护，节能等特点，LED 灯还可以用作汽车头灯、尾灯、转向灯等汽车照明用灯及汽车仪表板用灯。整体看，汽车用灯 LED 化是一个非常广阔的市场。当前，美国、日本、欧洲的一些高档汽车已经开始部分使用半导体照明，但由于汽车领域的准入门槛较高，所以汽车用 LED 灯在国内还没有广泛进入市场，相信随着国内汽车工业的不断发展，汽车用 LED 灯将在未来几年广泛的应用在国内汽车市场中。而对于 LCD 背光源来说，虽然 LED 已经用在 LCD 背光源中，但使用的范围主要集中在小尺寸 LCD 背光源中。在大、中尺寸 LCD 背光源市场中仍以 CCFL 为主。虽然 CCFL 具有线型发光、光源均匀等特点，但耗电量高、不环保；相较之下，LED 因采用单点发光、耗电量低，再加上寿命长、短小轻薄、具环保等优势，更适合用作 LCD 背光源使用。相信随着 LED 发光效率的不断改进，LED 将逐步成为大、中尺寸 LCD 用背光源。LED 将成为逐步替代 CCFL 作为 LCD 背光源的首选。

而对于室内、室外照明来说，随着未来技术的不断发展，功率型 LED 在发光效率、光衰问题、显色性等阻碍其进入普通照明市场的障碍将被不断解决。届时，由于技术的成熟，规模化生产的实现，价格也将不断下降。以上因素都极大的推动了 LED 进入通用照明市场。

17.2.5 我国 LED 照明灯具的设计开发趋势

一、节能化

研究资料表明，由于 LED 是冷光源，半导体照明自身对环境没有任何污染，与白炽灯、荧光灯相比，节电效率可以达到 90% 以上。在同样亮度下，耗电量仅为普通白炽灯的 1/10，荧光灯管的 1/2。如果用 LED 取代传统照明的 50%，每年我国节省的电量就相当于一个三峡电站发电量的总和，其节能效益十分可观。

二、健康化

LED 是一种绿色光源。LED 灯直流驱动，没有频闪；没有红外和紫外的成分，没有辐射污染，显色性高并且具有很强的发光方向性；调光性能好，色温变化时不会产生视觉误差；冷光源发热量低，可以安全触摸；这些都是白炽灯和日光灯达不到的。它既能提供令人舒适的光照空间，又能很好地满足人的生理健康需求，是保护视力并且环保的健康光源。

由于目前单只 LED 功率较小，光亮度较低，不宜单独使用，而将多个 LED 组装在一起设计成为实用的 LED 照明灯具则具有广阔的应用前景。灯具设计师可根据照明对象和光通量的需求，决定灯具光学系统的形状、LED 的数目和功率的大小；也可以将若干个 LED 发光管组合设计成点光源、环形光源或面光源的“二次光源”，根据组合成的“二次光源”来设计灯具。

三、艺术化

光色是构成视觉美学的基本要素，是美化居室的重要手段。光源的选用直接影响灯光的艺术效果，LED 在光色展示灯具艺术化上显示了无与伦比的优势；彩色 LED 产品已覆盖了整个可见光谱范围，且单色性好，色彩纯度高，红、绿、黄 LED 的组合使色彩及灰度（1670 万色）的选择具有较大的灵活性。灯具是发光的雕塑，由材料、结构、形态和肌理构造的灯具物质形式也是展示艺术的重要手段。LED 技术使居室灯具将科学性和艺术性更好地有机结合，打破了传统灯具的边边框框，超越了固有的所谓灯具形态的观念，灯具设计在视知觉与形态的艺术创意表现上，以一个全新的角度去认识、理解和表达光的主题。可以更灵活地利用光学技术中明与暗的搭配、光与色的结合，材质、结构设计优势，提高设计自由度来弱化灯具的照明功能，让灯具成为一种视觉艺术，创造舒适优美的灯光艺术效果。例如半透明合成材料和铝制成的类似于蜡烛的 LED 灯，可随意搁置在地上、墙角或桌上，构思简约而轻松，形态传达的视觉感受和光的体验，让灯具变成充满情趣与生机的生命体。

四、人性化

毋庸置疑，光和人的关系是一个永恒的话题，“人们看到了灯，我看见了光”，正是这句经典的话语改变了无数设计师对灯的认识。灯具的最高境界是“无影灯”也是人性化照明的最高体现，房间里没有任何常见灯具的踪迹，让人们可以感受到光亮却找不到光源，体现了把光和人类生活完美结合的人性化设计。

LED 灯具积小质轻，可选用不同光色的 LED 组合成照度柔和的各种模块，任意安装在居室中，居室照明灯具的光源可能来源于地面、墙面、窗台、家具、饰物等。因此，未来居室照明将不再局限于单个灯具，而将由单个灯具照明转化为无照明器具感的整体照明效果的无影灯。不同的光色和亮度对人的生理和心理能产生不同的影响，人们在很多情况下并不需要很亮的白光，可能黄光或其它颜色的光更适合生理和心理的需要。三基色 LED 可以实现亮度、灰度、颜色的连续变换和选择，使得照明从普遍意义上的白光扩展为多种颜色的光。

因此，人们可以根据整体照明需要（如颜色、温度、亮度和方向等）来设定照明效果，实现人性化的智能控制，营造不同的室内照明效果。即使居室中只有 LED 发光天花板和发光墙面，人们也可以根据各自要求、场景情况，以及对环境和生活不同理解，在不同的空间和时间选择并控制光的亮度、灰度、颜色的变化，模拟出各种光环境来引导、改善情绪，体现更人性化的照明环境。

附录

附录一：LED 显示屏技术行业标准

1、范围

本标准规定了 LED 显示屏的定义、分类、技术要求。本标准适用于 LED 显示屏产品。它是 LED 显示屏产品设计、制造、安装、使用、质量检验和制订各种技术标准、技术文件的主要技术依据。

2、引用标准

下列标准包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB191-90 包装储运图示标志

GB2423.1-89 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A：低温试验方法

GB2423.2-89 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B：高温试验方法

GB2423.3-89 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca 恒定湿热试验方法

GB4943-95 信息技术设备（包括电气事务设备）的安全

GB6388-86 运输包装收发货标志

GB6587.4-86 电子测量仪器振动试验

GB6587.6-86 电子测量仪器运输试验

GB6593-86 电子测量仪器质量检验规则

GB9813-88 微型数字电子计算机通用技术条件

GB11463-89 电子测量仪器可靠性试验

SJ/T10463-93 电子测量仪器包装、标志、贮存要求

3、本标准采用下列缩略语和定义：

3.1、LED 发光二极管 light emitting diode

LED 发光二极管的英文缩写

3.2、LED 显示屏 LED panel

通过一定的控制方式，用于显示文字、文本、图形、图像、动画、行情等各种信息以及电视、录像信号并由 LED 器件阵列组成的显示屏幕。

3.3、显示单元 display unit

由电路及安装结构确定的并具有显示功能的组成 LED 显示屏的最小单元。

3.4、致命不合格 critical defect

对使用、维护产品或与此有关的人员可能造成危害或不安全状况的不合格，或单位产品的重要特性不符合规定或单位产品的质量特性严重不符合规定。

3.5、失控点 out-of-control point

发光状态与控制要求的显示状态不相符并呈离散分布的 LED 基本发光点。

3.6、伪彩色 LED 显示屏 pseudo-color LED panel

在 LED 显示屏的不同区域安装不同颜色的单基色 LED 器件构成的 LED 显示屏。

3.7、全彩色 LED 显示屏 all-color LED panel

由红、绿、蓝三基色 LED 器件组成并可调出多种色彩的 LED 显示屏。

4、分类

LED 显示屏可依据下列条件分类：

4.1、使用环境

LED 显示屏按使用环境分为室内 LED 显示屏和室外 LED 显示屏。

4.2、显示颜色

LED 显示屏按显示颜色分为单基色 LED 显示屏（含伪彩色 LED 显示屏），双基色 LED 显示屏和全彩色（三基色）LED 显示屏。按灰度级又可分为 16、32、64、128、256 级灰度 LED 显示屏等。

4.3、显示性能

LED 显示屏按显示性能分为文本 LED 显示屏、图文 LED 显示屏，计算机视频 LED 显示屏，电视视频 LED 显示屏和行情 LED 显示屏等。行情 LED 显示屏一般包括证券、利率、期货等用途的 LED 显示屏。

4.4、基本发光点非行情类 LED 显示屏中，室内 LED 显示屏按采用的 LED 单点直径可分为 $\Phi 3\text{mm}$ 、 $\Phi 3.75\text{mm}$ 、 $\Phi 5\text{mm}$ 、 $\Phi 8\text{mm}$ 、和 $\Phi 10\text{mm}$ 等显示屏；室外 LED 显示屏按采用的像素直径可分为 $\Phi 19\text{mm}$ 、 $\Phi 22\text{mm}$ 和 $\Phi 26\text{mm}$ 等 LED 显示屏。行情类 LED

显示屏中按采用的数码管尺寸可分 2.0cm（0.8inch）、2.5cm（1.0inch）、3.0cm（1.2inch）、4.6cm（1.8inch）、5.8cm（2.3inch）、7.6cm（3inch）等 LED 显示屏。

5、要求

5.1、LED 显示屏的硬件使用环境 LED 显示屏硬件部分包括根据 LED 显示屏种类、面积、使用现场等条件确定的通用计算机部分、通讯线、专用数据转换部分及显示部分。在详细规范中应说明：a.对计算机主机、各种选配插卡、外部设备及通讯接口的要求；b.对通讯线的要求并注明最大通讯距离；c.数据转换部分与计算机主机的通讯方式；d.供电要求及结构安装要求。

5.2、LED 显示屏的软件使用环境对不同性能的 LED 显示屏应配置能满足其显示功能要求的显示软件，该软件具有以下功能：a、符合系列化、标准化要求，能向下兼容；b、采用在详细规范中规定的操作系统和语言；c、配有完善的自检程序和根据需要配备各种级别的诊断程序；d、对特殊用途的 LED 显示屏配备其相应的专用软件。

5.3、结构与外观

5.3.1、结构

LED 显示屏部分可采用钢、铝、木等材料。要求结构坚固、美观。

5.3.2、外观

LED 显示屏外框无明显划痕。室外 LED 显示屏像素管安装应一致、无松动及管壳破裂。

5.4、安全要求

LED 显示屏属 GB4943 规定的 I 类安全设备。

5.4.1、LED 显示屏保护接地端子。

5.4.2、安全标记

5.4.2.1、LED 显示屏保护接地端子应有标记。

5.4.2.2、LED 显示屏在熔断器和开关电源处应有警告标志。

5.4.3、对地漏电流 LED 显示屏的对地漏电流应不超过 3.5mA（交流有效值）。

5.4.4、抗电强度 LED 显示屏可 50Hz、1500V（交流有效值）的试验电压 1min 不应发生绝缘击穿。

5.4.5、温升 LED 显示屏正常使用时在达到热平衡后金属部分的温升不超过 45K，绝缘材料的温升不超过 70K。

5.5、LED 显示屏性能特性文本 LED 显示屏和图文 LED 显示屏应具有在详细规范中规定的移入移出方式及显示方式。计算机视频 LED 显示屏应具有：动画功能。要求 LED 显示屏动画显示与计算机显示器相对应区域显示一致。

附录二：《半导体照明节能产业发展意见》

半导体照明是继白炽灯、荧光灯之后照明光源的又一次革命。半导体照明技术发展迅速、应用领域广泛、产业带动性强、节能潜力大，被各国公认为最有发展前景的高效照明产业。为推动我国半导体照明节能产业健康有序发展，培育新的经济增长点，扩大消费需求，促进节能减排，特制订本意见。

一、半导体照明节能产业发展现状与趋势

半导体照明亦称固态照明，是指用固态发光器件作为光源的照明，包括发光二极管（LED）和有机发光二极管（OLED），具有耗电量少、寿命长、色彩丰富、耐震动、可控性强等特点。上游产业外延材料与芯片制造，属于技术和资金密集行业；中游产业器件与模块封装以及下游产业显示与照明应用，属于技术和劳动密集行业。

20 世纪 90 年代以来，半导体照明技术不断突破，应用领域日益扩展。在指示、显示领域的技术基本成熟，已得到广泛应用；在中大尺寸背光源领域的技术日趋成熟，市场占有率逐步提高；在功能性照明领域的技术刚刚起步，处于试点示范阶段。此外，医疗、农业等特殊领域的半导体照明技术方兴未艾。

近几年，半导体照明产业发展迅速，美国、日本、欧洲、韩国、我国台湾地区在不同领域具有较强优势，全球产值年增长率保持在 20% 以上。我国先后启动了绿色照明工程、半导体照明工程，在十大重点节能工程、高技术产业化示范工程、企业技术升级和结构调整专项、863 计划新材料领域中先后支持半导体照明技术的研发和产业化项目，具备了较好的研发基础，初步形成了完整的产业链，并在下游集成应用方面具有一定优势。2008 年我国半导体照明总产值近 700 亿元，其中芯片产值 19 亿元，封装产值 185 亿元，应用产品产值 450 亿元。从长远发展看，世界照明工业正在转型，许多国家提出淘汰白炽灯、推广节能灯计划，将半导体照明节能产业作为未来新的经济增长点。随着我国产业结构调整、发展方式转变进程的加快，半导体照明节能产业作为节能减排的重要措施迎来了新的发展机遇期。

二、半导体照明节能产业发展存在的主要问题

虽然我国半导体照明节能产业发展取得积极进展，但是还面临着许多急需解决的问题。

（一）专利和核心技术缺乏。目前半导体照明的主流技术专利多为发达国家所控制，企业发展面临的专利风险日益加大。核心装备 MOCVD（金属有机源化学气相沉

积设备）基本依赖进口。研发投入不足，缺乏支持基础理论研究的长效机制，共性技术研发平台尚不完善，关键技术研发没有形成合力。

（二）产业整体水平较低。我国半导体照明生产企业超过 3000 家，其中 70%集中于下游产业，且技术水平和产品质量参差不齐。国产 LED 外延材料、芯片以中低档为主，80%以上的功率型 LED 芯片、器件依赖进口。企业规模小，集中度低，产品不定型，不利于形成竞争优势和知名品牌。

（三）标准和检测体系尚未建立。检测设备、检测方法研发和标准制定工作不能适应产业快速发展的要求。半导体照明产品的标准与检测体系建设亟待完善，权威检测平台尚未建立，无法对现有半导体照明产品进行质量评价或认证。

（四）低水平盲目投资现象严重。目前不少地方将半导体照明节能产业作为发展的重点产业，加大支持力度，但也同时存在盲目投资、低水平建设的现象，一些地方政府不顾经济效益对道路照明进行盲目改造，过度投入景观照明，导致产业无序竞争，产品质量良莠不齐，资源浪费严重，影响消费者信心，不利于产业健康发展。

三、半导体照明节能产业发展的指导思想、基本原则、发展目标及重点领域

（一）指导思想

全面落实科学发展观，围绕扩内需、保增长、调结构、惠民生，大力实施绿色照明工程，以增强自主创新能力和扩大绿色消费需求为主线，以抢占未来竞争制高点为目标，以市场为导向、以企业为主体、以试点示范工程为依托，以改善制约产业发展环境为手段，形成一批拥有自主知识产权、知名品牌和较强市场竞争力的骨干企业，实现技术上的重点突破和产业上的重点跨越，培育振兴我国半导体照明节能产业，推动节能减排，促进经济平稳较快发展。

（二）基本原则

坚持扩大内需与长远发展相结合。发展半导体照明节能产业代表世界照明工业的未来发展方向，不仅是应对金融危机、保持经济平稳较快发展的重要突破口，也是催生新技术革命、培育新兴产业、促进节能减排、应对全球气候变化的重要途径。

坚持产业发展与结构优化相结合。发展半导体照明节能产业，要从区域产业实际出发，注重推动传统照明行业的结构优化，提升半导体照明上下游企业的资源整合和产业集中，带动关联产业的协同发展，实现区域产业结构的优化升级。

坚持技术引领与需求带动相结合。半导体照明节能产业要以技术创新为支撑、社会需求为导向谋求发展。企业在遵循产业发展规律、增强自主创新能力的同时，要努力把握市场脉搏，积极拓展消费市场，形成以市场应用促进科技创新、以科技创新带动市场需求的良性循环。

坚持政府引导与市场机制相结合。发展半导体照明节能产业要在政府宏观政策引导下充分发挥市场配置资源的基础性作用，创新体制机制，形成有利于产业发展的政策环境和市场环境，调动市场主体的积极性。

（三）发展目标

到 2015 年，半导体照明节能产业产值年均增长率在 30% 左右；产品市场占有率逐年提高，功能性照明达到 20% 左右，液晶背光源达到 50% 以上，景观装饰等产品市场占有率达到 70% 以上；

企业自主创新能力明显增强，大型 MOCVD 装备、关键原材料以及 70% 以上的芯片实现国产化，上游芯片规模化生产企业 3-5 家；产业集中度显著提高，拥有自主品牌、较大市场影响力的骨干龙头企业 10 家左右；初步建立半导体照明标准体系；实现年节电 400 亿千瓦时，相当于年减排二氧化碳 4000 万吨。

（四）重点领域

技术与装备。支持 MOCVD 装备、新型衬底、高纯 MO 源（金属有机源）等关键设备与材料的研发；开展氮化镓材料、OLED 材料与器件的基础性研发；支持半导体照明应用基础理论研究，包括光度学、色度学、测量学等；攻克半导体照明产业化共性关键技术，包括大功率芯片和器件、驱动电路及标准化模组、系统集成与应用等技术。

照明产品。开发和推广替代白炽灯、卤钨灯等节能效果显著、性价比高的半导体照明定型产品；开发和推广停车场、隧道、道路等性能要求高、照明时间长的功能性半导体照明定型产品；发展中大尺寸液晶显示背光源、汽车照明等增长潜力大的半导体照明产品；发展医疗、农业等特殊用途的半导体照明产品。

服务体系。完善具有国际水平的半导体照明产品检测平台；支持建立公共信息服务、跨学科设计创意以及人才培养平台；鼓励开展节能诊断、咨询评价、产品推广、宣传培训等服务；推广合同能源管理、需求侧管理等节能服务新机制。

四、半导体照明节能产业发展的政策措施

（一）统筹规划，促进产业健康有序发展

各级发展改革、经贸、科技、工业和信息化、财政、住房城乡建设、质检等主管部门要按照职责分工，各司其职，加强协调，形成合力，积极推进半导体照明节能产业健康有序发展。加强对半导体照明节能产业发展的指导，严格落实国家产业政策和项目管理规定，科学规划，合理布局，避免盲目扩张和低水平重复建设，不断提高产业集中度，推动区域产业专业化、特色化、集群化发展。加强城市道路照明、景观照明新建和改建工程的论证工作，统一规划设计，避免盲目拆换和过度亮化。

（二）继续加大半导体照明技术创新支持力度

科技部、国家发展改革委、工业和信息化部等部门要继续通过国家 973 计划、863 计划、高技术产业化示范工程等渠道，加大对半导体照明领域的科学研究和技术应用的支持力度；有效整合和利用现有科技资源，加强国家重点实验室、国家工程实验室、国家工程中心建设，形成基础科学研究的长效机制以及成果可转移、利益可共享的合作开发机制。通过引进消化吸收再创新，联合各方集中攻克 MOCVD 装备等核心技术。组织实施“十城万盏”工程，结合市场需求，不断强化产品的集成创新。进一步实施专利战略，建立专利池，增强产业核心竞争力。

（三）稳步提升半导体照明产业发展水平

国家发展改革委、财政部、科技部、工业和信息化部、住房城乡建设部等部门以及地方政府要加大投入，积极引导社会投资，重点支持有一定规模和技术实力，特别是拥有自主知识产权的企业，通过技术改造扩大生产规模，提升核心竞争力和产业化水平。组织实施半导体照明试点示范工程，通过中央预算内投资支持一批示范项目，包括道路、工矿企业、商厦和家庭等功能性照明的新建和改造，并加强监督和评估。支持优势企业兼并重组，提高产业集中度和规模化水平，培育形成一批龙头企业和知名品牌。

（四）积极推动半导体照明标准制定、产品检测和节能认证工作

国家质检总局、国家发展改革委、财政部、工业和信息化部、科技部、住房城乡建设部要加强半导体照明产品相关基础标准、产品标准和测试方法标准的研究，加大检测设备投入，提高国家级检测机构对半导体照明产品的检验和测试能力。尽快制定出台重点支持和推广半导体照明产品的技术规范。研究建立半导体照明标准体系，逐步出台产品的检测标准、安全标准、性能标准和能效标准，积极参与国际标准制定。针对不同的半导体照明产品分重点、有步骤地研究开展节能认证工作。

（五）积极实施促进半导体照明节能产业发展的鼓励政策

各级财税、发展改革、科技等部门要推动落实国家对生产新型节能照明产品的企业，从事国家鼓励发展的项目进口自用设备以及按照合同随设备进口的技术及配套件、备件，在规定范围内免征进口关税的优惠政策。鼓励采购国产 MOCVD 装备，建立使用国产装备的风险补偿机制，支持关键装备国产化。推动将半导体照明产品和关键装备列入节能环保产品目录，享受相应鼓励政策。推动将半导体照明产品纳入节能产品政府采购清单。在道路、工矿企业、商厦和家庭等领域选择推广相对成熟的半导体照明产品，条件成熟时纳入财政补贴政策支持范围。

（六）广泛开展半导体照明节能的宣传教育和人才培养

各地区、有关部门要积极开展科学的舆论宣传，正确认识半导体照明产品的优势和不足，科学投资，理性消费，为半导体照明节能产业发展营造良好的舆论环境。抓好人才培养，支持高等院校、职业学校、研究机构开设相关学科教育。引导人才合理流动，创造良好的人才培养、引进和流动环境。

（七）加强区域和国际间的交流与合作

有关部门要研究出台相关措施，加快海峡两岸半导体照明在标准、检测、应用等领域的交流与合作。积极推动与联合国开发计划署、全球环境基金等国际组织和有关国家政府，在逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯等领域的合作，提出我国逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯以及半导体照明产品的路线图和专项规划。开展半导体照明国际技术交流，与有关国际组织和国家建立合作机制，引进国外的先进技术和管理经验，不断拓展半导体照明国际合作的领域和范围。