

国家发展改革委/联合国开发计划署/全球环境基金
中国逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯项目

NDRC/UNDP/GEF Phasing-out of Incandescent Lamps & Energy Saving Lamps Promotion Project(PIESLAMP)

半导体照明 产业及政策标准解读

Analysis on Solid State Lighting Industry, Policies and Standards

国家电光源质量监督检验中心
北京半导体照明科技促进中心
(北京)

编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



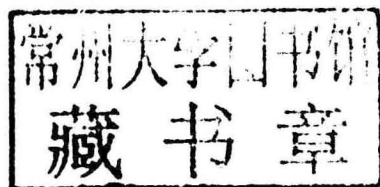


国家发展改革委/联合国开发计划署/全球环境基金
中国逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯项目

NDRC/UNDP/GEF Phasing-out of Incandescent Lamps & Energy Saving Lamps Promotion Project(PIESLAMP)

半导体照明 产业及政策标准解读

Analysis on Solid State Lighting Industry, Policies and Standards



国家电光源质量监督检验中心
(北京)
北京半导体照明科技促进中心

编著

(作者排名不分先后)



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是国内第一本全面解读国内外半导体照明产业相关政策环境及标准的书。本书共分为产业及政策、标准以及附录三个部分,对国内外半导体照明产业发展的政策、产业发展模式和标准等方面进行了详尽描述和深入分析,力求在内容上做到全面、权威、准确。

本书在半导体照明产业、政策和标准方面为企业、科研院所、投资机构、政府机构等提供了丰富、详细的信息,也可供技术人员和高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

半导体照明产业及政策标准解读/北京半导体照明科技促进中心,国家电光源质量监督检验中心(北京)编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-111-38793-0

I. ①半… II. ①北…②国… III. ①半导体发光灯-照明技术-产业政策-中国②半导体发光灯-照明技术-标准-中国
IV. ①F426. 63②TM923. 34-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第126646号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:牛新国 任鑫 阎洪庆

责任校对:姜婷 封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

北京双青印刷厂印刷

2012年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·9.75印张·2插页·180千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38793-0

定价:39.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

编 委 会

策 划：吕文斌 杨 博 蒋炳荣

主 编：吴 玲 华树明

副 主 编：王 方 阮 军 吕 芳

编写人员：刘 倩 吴鸣鸣 张 伟 付 强 刘秋琳 耿 博
李潇潇 付 原 李新平 马 宁 邬 洋 王滨秋
汪 璟 潘冬梅 杨平平 曹峻松 赵璐冰 孙 野
刘 毅 郝建群 吴双双 姜颖金



序

中国政府高度重视照明节电工作，1996 年启动实施中国绿色照明工程，将其列入“九五”、“十五”节能重点领域和“十一五”十大重点节能工程。2008 年，国家发展改革委和财政部启动财政补贴推广高效照明产品活动，对大宗用户和城乡居民购买高效照明产品分别给予 30% 和 50% 的补贴。2009 年，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，国家发展改革委等六部委发布了《半导体照明节能产业发展意见》。2010 年，国家发展改革委、住房城乡建设部、交通运输部三部委启动了半导体照明产品应用示范工程，以进一步推动绿色照明工程，促进半导体照明节能产业健康有序发展。

2009 年，国家发展改革委与联合国开发计划署、全球环境基金共同开展“中国逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯”项目（PILESLAMP），获得全球环境基金赠款 1400 万美元。项目主要内容是帮助白炽灯生产企业转型，完善节能灯推广机制，制定中国逐步淘汰白炽灯路线图，健全政策保障体系，进一步促进中国照明行业健康发展，加快中国淘汰白炽灯、推广节能灯进程，为推进节能减排和应对气候变化贡献力量。项目总体目标是在项目结束后的 10 年间，实现累计节电 1600 亿 ~ 2160 亿千瓦时，减排二氧化碳 1.75 亿 ~ 2.37 亿吨，以积极顺应国际社会淘汰白炽灯的潮流，推动中国绿色照明工程的发展。

《半导体照明产业及政策标准解读》是在 PILESLAMP 项目支持下完成的，主要是对国内外半导体照明相关政策、标准等进行了分析解读。现特编写此书，以供参考。由于时间仓促，本书难免有不足和疏漏之处，敬请批评指正。

本书在编写过程中得到了许多专家学者、政府部门的大力支持，提出了许多宝贵的修改建议，在此表示最诚挚的感谢。



目 录

序

第一篇 产业及政策篇	1
一、美国	1
1. 半导体照明产业发展模式分析	1
2. 半导体照明产业的相关政策	5
3. 半导体照明技术及产业发展状况	8
二、日本	10
1. 半导体照明产业发展模式分析	10
2. 半导体照明产业的相关政策	12
3. 半导体照明技术及产业发展状况	15
三、韩国	15
1. 半导体照明产业发展模式分析	16
2. 半导体照明产业的相关政策	17
3. 半导体照明技术及产业发展状况	20
四、欧盟	21
1. 半导体照明产业发展模式分析	21
2. 半导体照明产业的相关政策	23
3. 半导体照明技术及产业发展状况	25
五、中国大陆地区	26
1. 半导体照明产业发展模式分析	26
2. 半导体照明产业的相关政策	27
3. 半导体照明产业地方政策分析示例	43
4. 半导体照明技术及产业发展状况	47

六、中国台湾地区	51
1. 半导体照明产业发展模式分析	51
2. 半导体照明产业的相关政策	53
3. 半导体照明技术及产业发展状况	56
七、国内外产业政策对比分析及启示	57
1. 半导体照明产业的相关政策对比	57
2. 中国半导体照明产业发展面临的主要挑战	60
3. 国外产业发展模式对中国的启示	62
第二篇 标准篇	65
一、国际机构	65
1. 国际电工委员会	65
2. 国际照明委员会	70
3. 国际领域内其他标准类组织	72
二、美国	73
1. 固态照明计划标准	73
2. 能源之星技术要求	76
3. ASSIST 推荐	77
三、日本	80
四、韩国	81
五、欧盟	83
六、中国大陆地区	84
1. 中国大陆地区标准概况	84
2. 中国大陆地区标准基本规定	86
七、中国台湾地区	87
八、国内外典型半导体照明产品性能指标要求对比	89
1. 自镇流（整体式）LED 灯性能要求对比说明	89
2. 反射型自镇流 LED 灯性能要求对比说明	94
3. LED 筒灯性能要求对比说明	94
4. 非定向 LED 照明灯性能要求对比说明	101
九、国外半导体照明标准工作分析及启示	101
1. IEC 和 CIE 标准工作及相关活动	101
2. 日本标准工作及相关活动	106
3. 欧盟标准工作及相关活动	106
4. 北美标准工作及相关活动	106
5. 国外半导体照明标准工作对中国的启示	107

附录	109
附录 A 国务院关于印发“十二五”节能减排综合性工作 方案的通知	109
附录 B 国务院关于印发《高效照明产品推广财政 补贴资金管理暂行办法》的通知	119
附录 C 国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部、 财政部、住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局关 于印发半导体照明节能产业发展意见的通知	127
附录 D 国家发展和改革委员会、商务部、海关总署、工商总局、 质检总局公告	129
附录 E 半导体照明产品技术要求 (2010 版)	134
附录 F	138



第一篇 产业及政策篇

一、美国

半导体照明产业是美国能源战略的重要组成部分。美国总统奥巴马在能源政策上喊出了号召全美发展“廉价、清洁、高效率能源”的口号，其中发展零耗能建筑（Zero Energy Building）是提高能源使用效率的重要一环。根据2006年统计，照明占美国普通住宅耗电量的11.6%，商业大楼耗电量的24.8%，此数据显示，减少照明产品消耗的能源是发展零耗能建筑的必要条件之一。因此，促进固态照明的普及是美国达成提高能源使用效率、减少温室气体排放的关键。

1. 半导体照明产业发展模式分析

美国半导体照明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，通过掌握半导体照明产业核心技术来控制全球半导体照明产业链的利润流向，占据技术领先地位。这种发展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

自从第二次世界大战以后，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了良性循环。

美国发展半导体照明产业的核心路线是“通过科技突破带动市场,加速市场渗透速度”。事实上,美国半导体照明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半导体照明产业链上游,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,周期性地提升芯片的性能,从而能够基本上控制全球半导体照明产业的发展进程,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与生产相关的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,从而获得产业链中 80% 的利润。

(2) 垂直整合度高,产业链完整

美国半导体照明企业在发展初期,基本都是从半导体照明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。在半导体照明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”的完整半导体照明产业链。以 Gelcore 公司为例,GE (通用电气) 公司作为其股东之一,是世界主要照明应用产品提供商,而 Emcore 公司作为其另一股东,则是世界重要的金属氧化物化学气相淀积 (MOCVD) 设备提供商。在产业组织上, Gelcore 公司主要用 Emcore 公司的 MOCVD 设备生产氮化镓发光二极管 (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半导体照明整个产业链,这不仅大幅度地降低了成本,提供了高品质和高可靠性的 LED 最终应用产品,为科研与发展 (R&D) 活动提供了便利,更将产业发展关键的两个环节——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导的国家,优胜劣汰的市场竞争使其产业保持旺盛的生命力。以美国电子信息产业为例,IBM (国际商业机器) 公司在 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,在半导体照明产业上,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,从而领导着美国半导体照明产业的整体发展趋势。在国际市场上,美国半导体照明公司利用其技术上的领先优势,在国际竞争中占有垄断性的地位,例如, Cree 公司在碳化硅 (SiC) 衬底晶片市场中独占鳌头,市场份额高达 80% 以上。

(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半导体照明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 2010 年的 8.67 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、协会支持等四个方面对半导体照明产业给予了强有力的支持。

美国政府对半导体照明领域保持了持续较高的资金投入。图 1-1 所示为美国国会在 2003 ~ 2010 财经年度对半导体照明产业的拨款。就其资助额度而言，自 2003 年开始逐年增加，其中 2008 年受经济危机影响，半导体照明领域投资有所降低，但 2009 年美国提出的经济复苏计划和再投资法案（ARRA）为半导体照明领域一次性投资 5000 万美元，用于加速半导体照明产业跨越式发展，使 2009 年度财政拨款总额高达 7450 万美元。

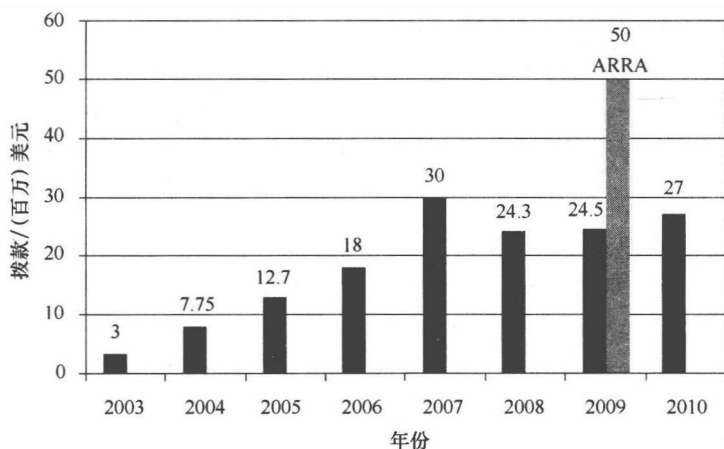


图 1-1 2003 ~ 2010 年美国国会应用于半导体照明产业的拨款

(资料来源: Solid-State Lighting Research and Development;

Multi-Year Program Plan, March 2010, 美国能源部 (DOE))

截至 2010 年 2 月，美国财政拨款资助半导体照明研发项目达到 67 项，其中无机材料发光二极管 (LED) 相关研究项目有 38 项，财政投入 9140 万美元；有机材料发光二极管 (OLED) 研究项目有 29 项，财政投入 5620 万美元。

上述 67 项用于支持美国半导体照明产业的财政拨款项目中，美国能源

部资助 57 项，资助金额 1.471 亿美元，美国科学基金办公室的小企业创新项目（SBIR）资助 10 项，资助金额 360 万美元。图 1-2 为美国半导体照明产业资金投入在半导体照明的核心技术研究、产品研发和生产制造领域的资金分配情况。

在上述半导体照明财政拨款的资助对象中，对半导体照明制造企业资助额度较大，占总资助额度的 58%，其他相关小型半导体照明企业、研究机构、重点实验室的资助比例分别为 20%、12%、10%，如图 1-3 所示。

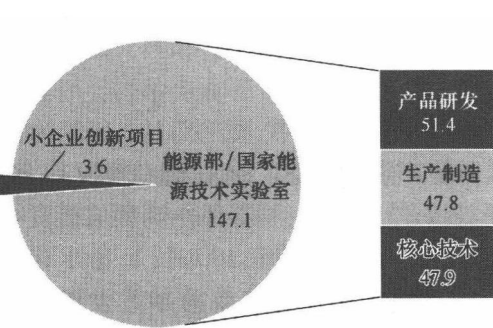


图 1-2 美国半导体照明产业在研项目资金投入及经费在各产业领域分配 (百万美元)
(资料来源: Solid-State Lighting Research and Development; Multi-Year Program Plan, March 2010, DOE)

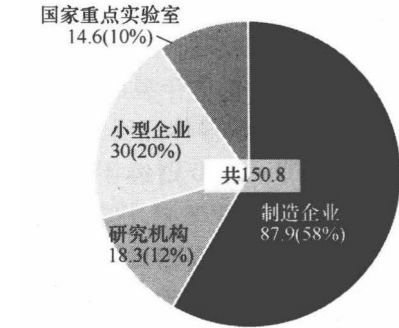


图 1-3 美国半导体照明产业项目财政拨款资助对象及金额 (百万美元)
(资料来源: Solid-State Lighting Research and Development; Multi-Year Program Plan, March 2010, DOE)

在产业协作与管理方面，美国能源部半导体照明产业规划引导半导体照明企业和研究单位推动半导体照明技术，由实验室开发向产业推广。整个半导体照明产业环节协作流程如图 1-4 所示，各环节协作关系如图 1-5 所示。

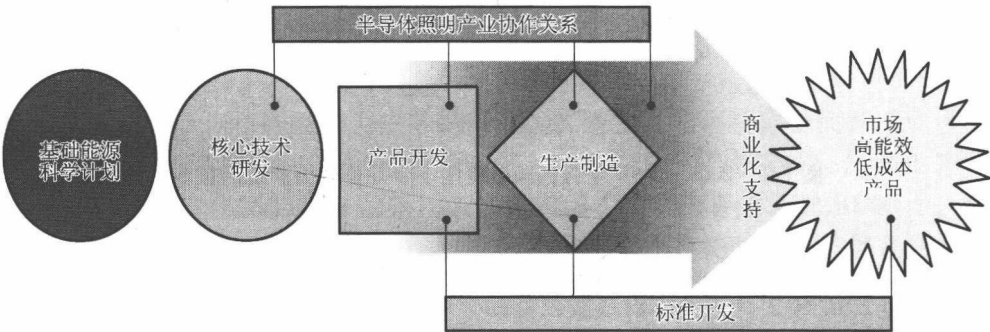


图 1-4 美国半导体照明产业协作流程

其中，基础能源科学计划提供美国能源部研发需求，核心技术研发团队

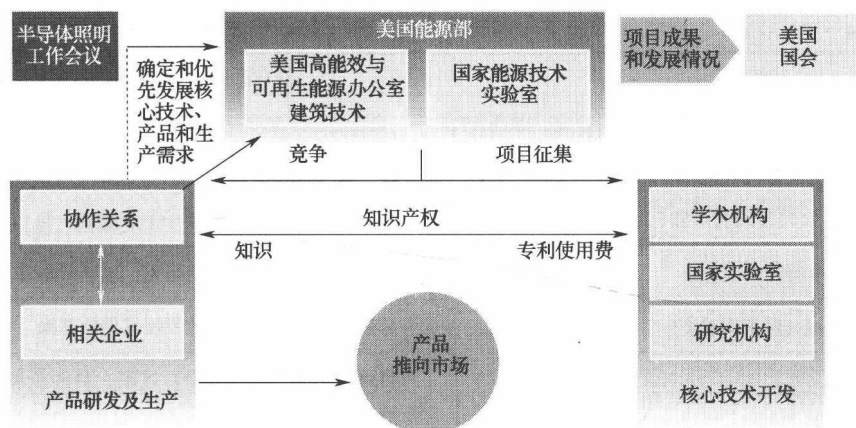


图 1-5 美国半导体照明产业协作关系

（资料来源：Solid-State Lighting Research and Development: Multi-Year Program Plan, March 2010, DOE）

解决产业发展的关键技术问题，产品开发部门将技术转化为实际应用的产品，上述产品通过生产制造企业生产后由商业运作环节将半导体照明产品推向市场。半导体照明参与单位提供半导体照明产业的研究重点，加速完善半导体照明技术。标准开发团队为半导体照明产品提供合理的评价标准与评估体系。通过上述各个环节的协作，共同推动半导体照明产业的发展。

2. 半导体照明产业的相关政策

（1）国家半导体照明研究计划

作为美国半导体照明的主要推进部门，美国能源部（DOE）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（National research program on semiconductor lighting）”，即“下一代照明研究计划（NGLI）”，总计投资5亿美元支持计划的实施。该计划也被列入美国“能源法案”，由国防部高级研究计划局（DARPA）和光电子产业发展协会（OIDA）负责执行，共有13个国家重点实验室、公司和大学参加，美国采取各种激励措施加强大学、企业、国家实验室的合作关系。该计划的主要研究内容是降低LED成本和提升LED转换效率、GaN材料的固体物理学问题、相关MOCVD工艺、低缺陷密度衬底、优化器件结构等。该计划的战略措施见表1-1。



表 1-1 “下一代照明研究计划” 的战略措施

美国政府部门/机构	研究计划及主要内容
国防部高级研究计划局（DARPA）	紫外光光源计划：发展用于生物探测的半导体紫外光源，这些紫外光源经过向下转型为磷光体后可用于固态照明
国防部海军研究办公室	宽禁带半导体材料的长期研究，包括 GaN 基材料
能源部 Sandia 国家实验室	为高效固态照明建立科学及技术理论基础
能源部	照明研究与发展（LR&D）计划，目标是加速研究新的照明技术
能源部 Lawrence Berkeley 国家实验室	重点在有机发光二极管技术和光源分布系统

该发展规划在时间上分为三个阶段，发光效率的指标定位是从 2002 年 20lm/W 到 2007 年 75lm/W、到 2012 年 150lm/W、到 2020 年达 200lm/W，如图 1-6 所示。

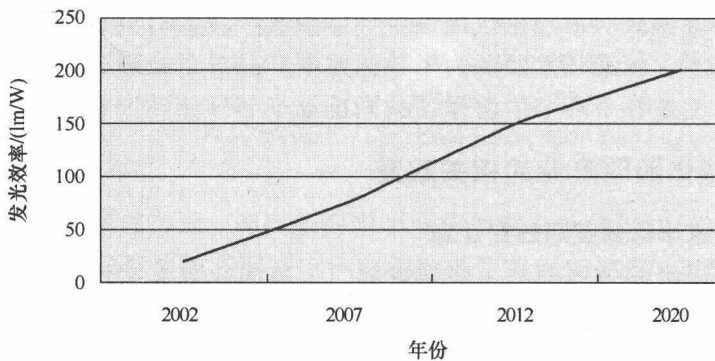


图 1-6 “下一代照明研究计划” 的目标

美国“国家半导体照明研究计划”的最终目标是实现 LED 的通用照明应用，希望半导体照明技术的发展能够在以下三方面对美国产生巨大的影响：大幅度地节省能源消耗量、节约开支和减少发电厂；有利于环境保护；使人的视觉感受更加丰富和更为舒适。

(2) 固态照明研究与发展计划

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（LED）和有机发光二极管（OLED）两个方向，已进行了多次修订。该计划的战略措施见表 1-2。

表 1-2 “固态照明研究与发展计划”的战略措施

美国政府部门/机构	研究计划及主要内容
能源部	基础研究, 主要涉及物理、化学和材料等领域的基础问题
学术机构、国家实验室和科研院所	核心技术研究, 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
企业	产品开发, 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 129lm/W、151lm/W 和 184lm/W, 有机发光二极管的发光效率目标分别达到 65lm/W、100lm/W 和 189lm/W, 如图 1-7 所示。

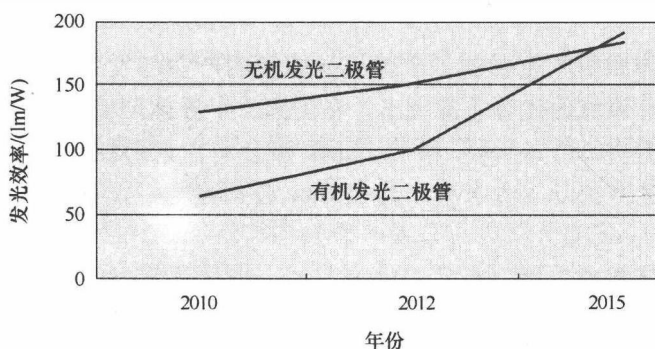


图 1-7 “固态照明研究与发展计划”的目标

(3) 固态照明商业化支持五年计划

为推动半导体照明应用的实质性发展, 2007 年 4 月, 美国能源部又发布了“固态照明商业化支持五年计划”草案, 作为国家战略的一部分, 进一步加速了高效率固态照明产品进入实用市场。该草案为产品的商业化活动提供了一个基本框架, 描述了产品如何对准通用照明市场, 包括家庭、商业、工业和室外照明, 并要求与“固态照明研究与发展计划”相协调, 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。

该计划的战略措施包括: “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: ①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 105lm/W 的



发光效率，商用冷白发光二极管照明光源至少达到 135lm/W 的发光效率；②加快基于半导体照明技术的照明光源市场开发，从 2012 年后每年能够销售 500 万只满足“能源之星”计划要求的光源；③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 19TW·h [即 190 亿 kW·h (1kW·h 俗称为 1 度电)]。

(4) 复苏与再投资法案 (ARRA)

2009 年 2 月 15 日，总额达 7870 亿美元的《美国复苏与再投资法案》由美国总统奥巴马签署生效。该方案以通过“能源之星 (Energy Star)”认证的产品为主，其中投入 3 亿美元到各州政府支持节能家电补助，直到预算花费结束。同一年，美国环保署在“能源之星”项目中推进 LED 产品，对达到美国政府技术要求的产品加贴“能源之星”标识，从而在进入美国市场时获得相应的政策支持。在节能补贴活动中，政府推广 LED 产品取代霓虹灯类广告牌 (20 亿美元市场)。

3. 半导体照明技术及产业发展状况

美国半导体照明产业引领了全球半导体照明产业的发展方向与趋势，尤其是在外延和芯片领域的优势非常突出。在美国，半导体照明产业集中度比较高，主要代表企业有 Cree、Gelcore 和 Lumileds 等公司，它们在装备、材料、器件、应用方面整体达到国际领先水平。其中 Cree 公司是唯一能够提供商用 SiC 衬底的企业。

经过美国政府近几年不断的资助与支持，半导体照明产业在美国取得了快速的发展，其相关领域的核心技术在世界范围内也处于领先地位。为了提高半导体照明灯具质量、降低半导体照明灯具成本，美国准备以下述半导体照明关键技术作为研发重点，并提出了产业相关产品的技术指标，争取在半导体照明领域取得更大的突破。

(1) 无机发光二极管 (LED) 照明灯具的研究重点与技术指标

无机 LED 照明灯具的研究重点如下：

1) 发光材料研发领域。鼓励研发高效率红光和绿光发光材料，用以提高混色型封装白光 LED 效率，降低白光 LED 的热敏感参数，提高白光 LED 的热可靠性。鼓励研发高质量 LED 外延衬底材料 (例如 GaN 衬底)，用以提高半导体照明外延衬底材料生长质量。

2) LED 设计领域。优先开发新型发光材料和发光器件结构，获得 LED 性能的提升。

3) LED 封装领域。研究重点为提高荧光粉的寿命、光色控制性能和光转换效率。优先发展适用于通用照明产品的低成本、易集成、颜色稳定、颜色一致

性好、热稳定性能优异、光学分布优化的封装设计结构。

4) 照明灯具开发应用技术领域。要求开发具有高可靠性的半导体照明灯具，设计更为准确的半导体照明灯具可靠性检测方案，改善照明灯具电子设备可靠性，通过技术改进确保灯具颜色和质量在照明灯具有效寿命时间内的一致性。

美国固态照明研究与发展计划对技术水平的发展预测最能反映技术进步趋势，见表 1-3。固态照明委员会制定到 2020 年止为以市场为导向的固态照明发展里程碑，2020 年的目标为市场销售的一般等级 LED 灯具发光效率达到 140lm/W 以上。

表 1-3 当前白光 LED 行业水平及发展预测^①

项目	2009 年	2010 年	2012 年	2015 年	2020 年
商用冷白光发光效率/(lm/W, 25℃)	113	134	173	215	243
商用冷白光器件价格/(美元/klm)	25	13	6	2	1
商用暖白光发光效率/(lm/W, 25℃)	70	88	128	184	234
商用暖白光器件价格/(美元/klm)	36	25	11	3.3	1.1

① 资料来源：Solid-State Lighting Research and Development; Multi-Year Program Plan, March 2010, DOE。

(2) 有机发光二极管(OLED)照明灯具的研究重点与技术指标

OLED 照明灯具的研究重点如下：

1) 发展新型稳定的白光 OLED 材料和器件，以降低电压，增强外量子效率，改善器件寿命。新材料和新结构的最终发展目的是为改善器件性能，使其更好地与照明灯具匹配。

2) 鼓励研发低成本、易制作的 OLED 阴极和阳极材料与结构，使其可以在大面积平板器件表面有效均匀地提供电流。两种电极要求平整，且具有一定的化学稳定性，以便于提高 OLED 光源寿命。OLED 的出光一侧电极要求设计为透明电极，透明电极可以设计为单片结构或者具有电极图形的分块结构，透明电极可以由金属栅格支撑。

3) 鼓励开发实用的、可以规模化生产的新型 OLED 材料、器件和封装制作工艺。

4) 在保证不显著增加大面积 OLED 照明平板的厚度和成本前提下，鼓励开发新型 OLED 光学结构，以提高 OLED 平板光源的出光效率。

5) 支持研发大面积 OLED 和平板封装 OLED，降低封装成本，促进 OLED 光源的环境适应能力，提高器件散热性能。利用新型封装结构增强 OLED 出光效率。通过探索 OLED 平板光源的失效机制，增加光源可靠性，延长 OLED 光源的寿命。