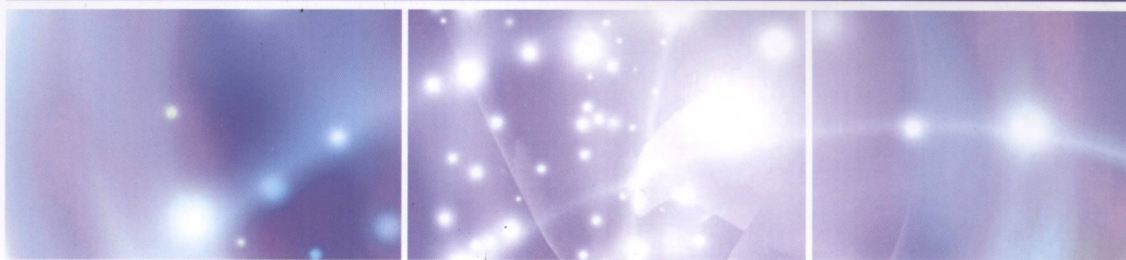




主编：李兴华 李元元 副主编：叶景图 章熙春

广东LED产业 及促进政策研究

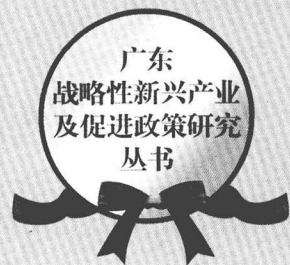


王洪 章熙春 李胜会 / 著

广东省科学技术厅
华南理工大学
广东省技术经济研究发展中心



华南理工大学出版社
South China University of Technology Press

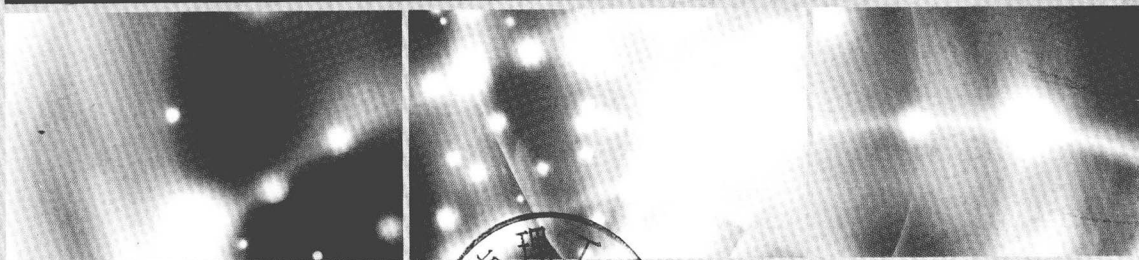


T-427.65
10

贈閱

主编：李兴华 李元元 副主编：叶景图 章熙春

广东LED产业 及促进政策研究



章熙春 李胜会 / 著



C2011101357

广东省科学技术厅
华南理工大学
广东省技术经济研究发展中心



华南理工大学出版社

South China University of Technology Press

图书在版编目 (CIP) 数据

广东 LED 产业及促进政策研究/王洪, 章熙春, 李胜会著. —广州: 华南理工大学出版社, 2011. 6

(广东战略性新兴产业及促进政策研究丛书)

ISBN 978-7-5623-3469-9

I. ①广… II. ①王… ②章… ③李… III. ①发光二极管 - 电子工业 - 经济发展 - 研究 - 广东省 IV. ①F426. 63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 113819 号

总发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn **http://www.scutpress.com.cn**

出版策划: 韩 伟 乔 丽

责任编辑: 吴兆强

技术编辑: 杨小丽

印刷者: 广州星河印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 **印张:** 13.25 **字数:** 198 千

版 次: 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 33.00 元

版权所有 盗版必究

《广东战略性新兴产业及促进政策研究丛书》

编 委 会

主 任：李兴华 李元元

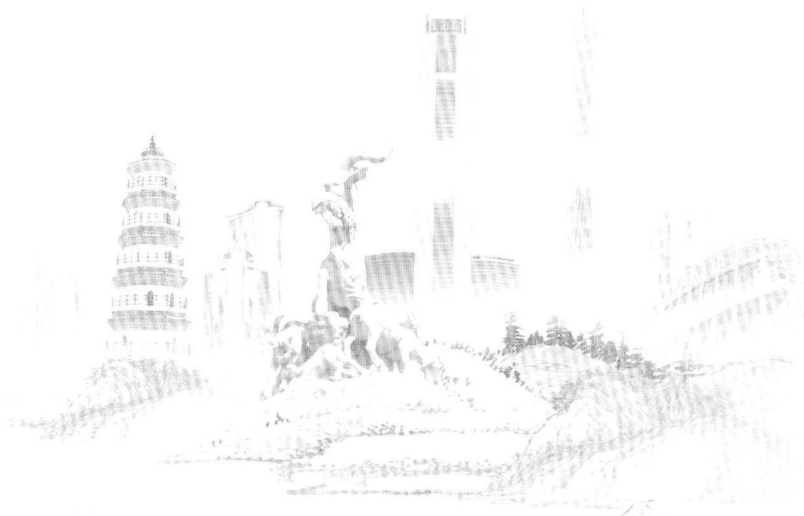
副主任：叶景图 章熙春

成 员：

周海涛 曾乐民 马卫华 郑海涛

梁丽娟 陈丽佳 陈 晓 张 燕

刘世伟



《广东LED产业及促进政策研究》

课题组

组 长:

王 洪 华南理工大学
广东高校半导体照明工程技术研究中心 主任/教授
章熙春 华南理工大学 副校长/研究员

副组长:

李胜会 华南理工大学公共管理学院 讲师
姚若河 华南理工大学电子与信息学院
广东高校半导体照明工程技术研究中心 副院长/教授

成 员:

黄华茂 华南理工大学理学院
广东高校半导体照明工程技术研究中心 助理研究员
耿魁伟 华南理工大学电子与信息学院
广东高校半导体照明工程技术研究中心 副研究员
李 潮 华南理工大学理学院
广东高校半导体照明工程技术研究中心 讲师
王海宏 华南理工大学理学院
广东高校半导体照明工程技术研究中心 研究生
侯小星 广东省技术经济研究发展中心科技与社会研究所 经济师
黄致远 华南理工大学公共管理学院 硕士研究生

前 言

战略性新兴产业是以重大技术突破和重大发展需求为基础，对经济社会全局和长远发展具有重大引领带动作用，是知识技术密集、物质资源消耗少、成长潜力大、综合效益好的产业，是引导未来经济社会发展的重要力量。经过全球金融危机的“阵痛”，世界众多国家和地区都把战略性新兴产业作为抢占未来经济制高点的“新宠”，美国、欧盟、日本、韩国、新加坡等国家和地区纷纷制定新兴产业发展战略，抢先布局新能源、电动汽车、生命健康、宽带网络、生物医药等新兴技术领域，把新兴产业发展作为经济增长的新动力。

新兴产业在其发展初期，大多为缺少竞争优势的朝阳产业，技术和市场风险高、不确定性强、资金投入不足，其发展不能完全依赖于市场的自发行为，需要政府采取一系列的政策措施对产业发展各环节进行必要的培育和扶持。近年来，发达国家争先制定强有力的产业促进政策，力图以政策优势抢占新兴产业发展的主动权。美国政府采取一系列补贴、减税、政府担保贷款等措施，财政支持 140 亿美元大力发展电动汽车产业；德国政府安排 5 亿欧元电动汽车研发预算，全力推动电动汽车产业发展；法国政府建立 200 亿欧元的“战略投资基金”，主要用于投资和入股能源、汽车、航空和防务等战略企业。发达国家对战略性新兴产业的扶持政策充分体现了政府在推动战略性新兴产业发展中的重要组织引导作用。

我国政府高度重视培育发展战略性新兴产业，力争抓住第四次工业革命的战略机遇，掌握产业发展主动权。2010 年 9 月 8 日，国务院常务会议审议并原则通过《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发〔2010〕32 号），提出了扶持发展战略性新兴产业的一揽子政策措施。2011 年 5 月 30 日，胡锦涛总书记在中共中央政治局组织的“培

育发展战略性新兴产业研究集体学习”会议上强调，加快培育发展战略性新兴产业是我国经济社会发展的重大战略任务，各级党委和政府要加强组织领导和统筹协调，加大政策支持力度，加强规划编制、政策落实等协调指导工作，加快推进相关领域改革，遵循规律，因地制宜，切实加大工作力度，把战略性新兴产业加快培育成为先导产业和支柱产业。

与此同时，全国各地纷纷对战略性新兴产业进行具体规划部署，力争在新一轮产业竞赛中先人一步，抢先迈入战略性新兴产业发展的快车道。江苏、北京、上海、浙江、湖南、黑龙江等地相继制定了促进战略性新兴产业发展的政策措施，结合本地实际选择了一批战略性新兴产业作为主攻对象，期望将其发展成为区域经济的先导产业和支柱产业。广东省委、省政府按照国家关于培育发展战略性新兴产业的重大战略部署，及时谋划，主动出击，2010年初就明确提出要重点在高端新型电子信息、电动汽车和LED三大产业实现率先突破，并成立了省促进战略性新兴产业发展领导小组，加强对广东战略性新兴产业发展工作的组织领导和政策协调工作。2010年5月，广东省委、省政府出台《关于加快经济发展方式转变的若干意见》，提出“十二五”期间广东省财政每年新增安排20亿元，五年共100亿元集中支持引导战略性新兴产业发展。

广东省科技厅积极贯彻省委、省政府关于发展战略性新兴产业的重大战略部署，高度重视政策研究和落实工作。2010年以来，广东省科技厅依托重大软科学研究课题，组织华南理工大学、广东省技术经济研究中心等单位80多位专家学者组成专题课题组，开展广东省战略性新兴产业及促进政策研究，历时近一年，对国内外战略性新兴产业发展趋势和促进政策进行了全面跟踪分析，对广东LED、新能源汽车、生物医药、新能源等多个重点发展的战略性新兴产业基本现状、竞争态势和促进政策进行了专题研究，形成了“广东战略性新兴产业及促进政策研究丛书”。

本丛书是我国第一套关于战略性新兴产业促进政策的丛书，对于各地各部门研究和制定战略性新兴产业相关政策措施具有一定的决策参考

价值。总的来说，本丛书具有如下一些特点：一是科学性。本丛书课题组由熟悉战略性新兴产业的技术专家和经验丰富的政策制定专家组成，在充分摸清广东战略性新兴产业发展现状的基础上，通过引入技术路线图、SWOT 分析以及“钻石模型”等科学研究方法，对广东可以采取的发展战略及政策措施进行了科学严谨的分析，具有较强的科学性和较高的可信度。二是系统性。本丛书系统全面地研究了战略性新兴产业形成发展规律、政策需求特点、政策作用机制以及美国、日本、欧盟等发达国家和地区主要政策措施等内容，深入地分析了 LED、生物医药、新能源等广东省重点发展的产业领域，提出了包括研究开发、市场推广、金融支持、人才建设、财税扶持等涉及政府多方面职能的政策建议，每本书各有侧重却又互成体系，具有较强的逻辑性和系统性。三是实用性。本丛书针对当前广东省战略性新兴产业的发展实际，在政策设计上力求实现与现有政策有效对接，提高政策建议的实用性和可操作性。四是创新性。本丛书从“创新 2.0”理念出发，提出了战略性新兴产业发展的双螺旋模型，并以此为政策框架设计的指导思想，构建了基于创新链的战略性新兴产业促进政策“钻石模型”，具有一定的理论创新性。同时，在充分借鉴国内外发展战略性新兴产业政策经验的基础上，还提出了一些具有一定创新性的政策措施建议。

目前，各部门正在加紧研究制定促进战略性新兴产业发展的政策措施，对战略性新兴产业促进政策的决策参考需求十分迫切。本丛书从战略性新兴产业的发展规律出发，对一些重大理论和实践问题进行了初步探索，提出了一些对策建议，力求为有关部门提供重要的决策参考。由于时间仓促和水平有限，书中难免存在纰漏和不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 国内外 LED 产业发展情况与态势	1
第一节 LED 产业发展历程	3
第二节 LED 产业发展规律	12
第三节 LED 产业发展现状	26
第四节 中国 LED 产业发展分析	58
第二章 广东 LED 产业竞争态势分析	69
第一节 广东 LED 产业发展现状	71
第二节 广东 LED 产业发展分析	85
第三章 国内外 LED 产业促进政策分析	99
第一节 国内外 LED 产业促进政策概述	101
第二节 国内外 LED 产业促进政策分析	107
第三节 国内外 LED 产业促进政策典型分析	118
第四节 国外 LED 产业促进政策对广东的启示	135
第四章 广东 LED 产业促进政策现状分析	139
第一节 广东 LED 产业促进政策概述	141
第二节 广东 LED 产业促进政策绩效评价分析	147
第三节 广东 LED 产业促进政策主要问题	163
第五章 广东 LED 产业促进政策设计	169
第一节 广东 LED 产业促进政策设计思路	171
第二节 广东 LED 产业促进政策框架	175
第三节 广东 LED 产业促进政策具体措施	181
参考文献	199

第一章

国内外 LED 产业发展 情况与态势

第一节 LED 产业发展历程

一、LED 简介

LED 是英文 Light Emitting Diode（发光二极管）的缩写，是一种固态的半导体发光器件。图 1-1 是美国 Philips Lumileds（飞利浦流明）公司生产的一种 LED 的示意图，核心部分是由 P 型半导体和 N 型半导体组成的芯片。当 P 电极和 N 电极外接电源时，在一定的正向偏置电压和注入电流下，注入 P 区的空穴和注入 N 区的电子在有源层复合，能量以光子的形式释放出来，把电能直接转换为光能。当施加反向电压时，由于空穴和电子难以注入，LED 不能发光。

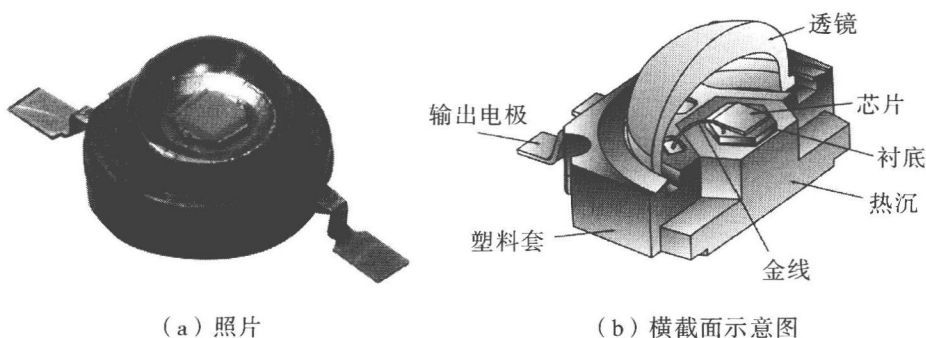


图 1-1 美国 Philips Lumileds 生产的 Luxeon Emitter LED 的示意图

LED 光源的特点：

- (1) 全固态半导体器件。具有易维护、可靠性高、寿命长（5 万小时）、对环境无污染（不含金属汞、铅等）等优点。
- (2) 直流驱动而且工作电压低。小功率芯片的工作电流一般是 20mA，大功率芯片的工作电流一般是 350mA，调节工作电流可以控制芯片亮度；工作电压一般为 1.8 ~ 3.6V。具有电磁干扰小、电源安全性高

的优点，特别适用于公共场所。

(3) 电子与空穴直接复合发出光子，电光转换效率高，响应时间短。在同样亮度下，LED 耗电仅为普通白炽灯的 15%、荧光灯的 50%；LED 的响应时间为纳秒级，特别适用于要求启动快的场合（如汽车刹车灯、信号指示灯）。具有节能、散发热量小、可控性好的优点。

(4) LED 发光颜色决定于 PN 结材料。红、黄光 LED 材料以 GaP（二元系）、AlGaAs（三元系）和 AlGaInP（四元系）为主，蓝、绿光 LED 材料以 GaN 为主。具有色彩纯正（可见光 LED 不含紫外线和红外线）、丰富（红、绿、蓝三基色在计算机数码技术控制下可实现千万种组合色彩的动态变化效果）的优点。

(5) 体积小，重量轻。小功率芯片的边长为 0.2 ~ 0.4mm，大功率芯片的边长约为 1mm。可以制备成各种形状（如点、线、面以及艺术造型）的器件，对灯具的强度和刚度要求较低，安装方便灵活，环境适应性好。

LED 的应用范围十分广泛，如表 1-1 所示。紫外光 LED 主要用于检测、生物、农业、医学等领域，红外光 LED 主要用于控制、通讯等领域，可见光 LED 主要用于指示、显示、背光源、照明等领域。对于可见光 LED，其应用范围主要由 LED 芯片发光强度（单位：mcd）和发光效率（单位：lm/W）决定。发光强度越大、发光效率越高，运用范围就越广泛。

表 1-1 LED 的应用

分 类		应 用
紫外光 LED (370 ~ 420 nm)		验钞机、生物、农业、杀菌消毒等
可见光 LED (450 ~ 780 nm)	一般亮度 LED	字符显示器、家电指示灯、仪器仪表指示灯等
	高亮度 LED、 超高亮度 LED	交通信号灯、全彩显示屏、背光源（手机按键、手机屏幕、笔记本液晶显示器、液晶电视）、汽车车灯、路灯、隧道灯、景观照明、室内照明、光学存取系统等

续表 1-1

分 类		应 用
红外光 LED (850 ~ 1550 nm)	短波长 850 ~ 950 nm	遥控器、安全监控等
	长波长 1300 ~ 1550 nm	光通讯等

二、LED 产业发展历程

人们曾长期依靠燃烧木材照明，直到蜡烛、油灯（使用植物油、动物油、煤油等）、煤气灯等照明方式进入人们的生活，这种照明方式的效率极低，大部分的能量都以红外线的形式辐射出去。1879 年，第一只具有实用功能的白炽灯出现，人类照明进入一个崭新的时代。白炽灯通过灯丝发热产生光，光谱范围覆盖紫外线到红外线，电能转化为可见光的效率为 3 ~ 20 lm/W，寿命约为 1 kh。1939 年，荧光灯进入商用时代。荧光灯通过水银蒸气放电产生紫外线，然后激发荧光粉产生可见光，效率为 25 ~ 111 lm/W，寿命提高到 25 kh。到了 20 世纪 60 年代，出现了高强气体放电灯（High Intensity Discharge, HID），包括高压钠灯和金属卤化物灯，效率为 25 ~ 150 lm/W，寿命约为 20 kh。20 世纪 90 年代末，随着第三代半导体材料 GaN 的突破，红、绿、蓝光 LED 逐步实用化，基于三原色的白光 LED 以及基于蓝光芯片和黄色荧光粉的白光 LED 也开发出来。目前，商品化的白光 LED 发光效率可达到 76 ~ 132 lm/W，寿命约为 50 kh。各种常见光源的发光效率和参数的典型值见图 1-2 和表 1-2。

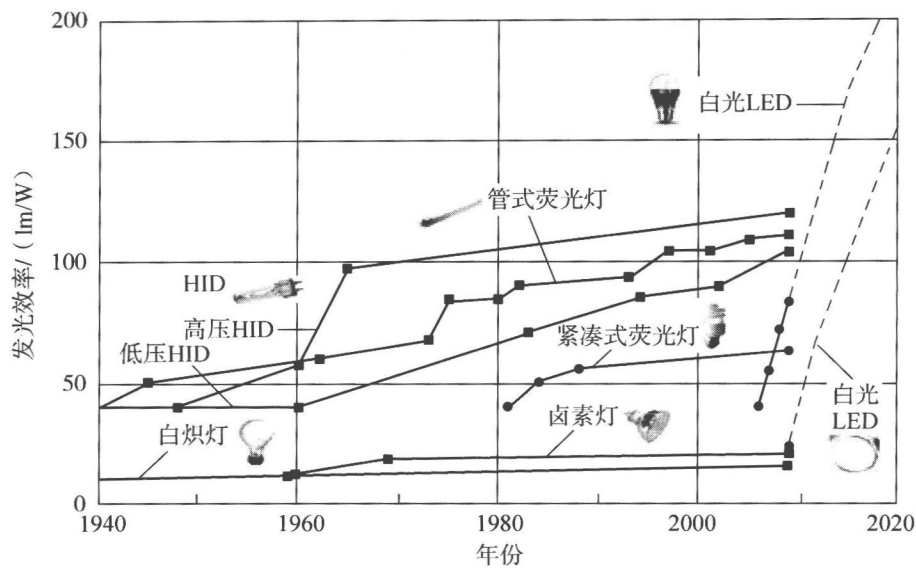


图 1-2 各种常见光源的发光效率①

表 1-2 2010 年国际市场上各种常见光源的参数的典型值①

灯类型	光效 /(lm/W)	色温 /K	显色 指数	寿命 /kh	价格 /(\$ /klm)
白光 LED(冷色)*	130	5 650	70	50	
白光 LED(暖色)	93	3 500	80	50	
LED 灯(A19,暖色)	64	2 700	80	25	50(可调光)
OLED 面板	28	2 700 ~ 6 500	80	8	2 560
HID(高压)	120 111	3 000	90	20	
管式荧光灯	118 108	4 100	85	25	4 10(可调光)

① U S Department of Energy. Solid - State Lighting Research and Development; Multi - Year Program Plan, March 2010.

续表 1-2

灯类型	光效 /(lm/W)	色温 /K	显色 指数	寿命 /kh	价格 /(\$ /klm)
HID(低压)	104 97	3 000	90	12	
紧凑式荧光灯	63	2 700	82	12	2
卤素灯	20	2 750	N/A	4	
白炽灯	15	3 300	100	1	0.5

* 其中，LED 的驱动电流密度为 35 A/cm²， $T_j=25^{\circ}\text{C}$ ，配光曲线为蝙蝠式，寿命测试标准是光衰为 70%。

LED 的历史可以追溯到 20 世纪初。1907 年，英国 Marconi 实验室的科学家 H. J. Round 首次报道了 SiC LED。20 世纪 20 年代中期，俄罗斯人 O. W. Lossev 也独立制作了第一个 SiC LED，虽然在俄罗斯、德国和英国的科技期刊上进行了报道，但是在随后的几十年中一直被忽视而没有实用化。1955 年，Radio Corporation of America 的 Rubin Braunstein 报道了 GaAs 和其他半导体合金可以发射红外线的现象。1961 年，美国 Texas Instruments 公司的 Bob Biard 和 Gary Pittman 发现在 GaAs 上施加电流可以发射红外线，并申请了红外 LED 的专利。这种红外 LED 被迅速应用于传感与光电领域。1962 年，美国 General Electric Company 的 Nick Holonyak Jr. 发明了第一个实用的可见光（GaAsP，红光）LED，Nick 为此被称作“LED 之父”。1972 年，M. George Craford 发明了第一个黄光 LED，亮度是红光 LED 的 10 倍。在 20 世纪 70 年代，LED 主要应用于指示灯、数字和文字显示领域。20 世纪 80 年代早期，LED 出现重大技术突破，开发出了 AlGaAs 红光 LED，光效达到 10 lm/W，第一代高亮度 LED 诞生。这一技术进步使得 LED 可以用于室外信息发布。20 世纪 90 年代初，美国 Hewlett – Packard（惠普）公司的 C. P. Kuo 和日本 Toshiba（东芝）公司的 H. Sugawara 等人采用 AlGaInP 发展高亮度红光 LED。1989 年，日本科

学家 H. Amano 通过低能量电子束激活的方式实现空穴掺杂, 取得 GaN 基 LED 最为关键的基础技术的突破。1992 年, 日本 Nichia (日亚) 公司的 Shuji Nakamura (中村修二) 发明热退火激活技术实现空穴掺杂, 分别在 1994 年和 1995 年成功制备第一个高亮度的蓝光和绿光 LED, 并且实现商业化生产, 成为 LED 产业的一个里程碑。1996 年, 中村修二又提出利用蓝光 LED 激发钇铝石榴石 (Yttrium Aluminum Garnet, YAG) 荧光粉实现白光 LED。1997 年, Nichia 开始推出商业化白光 LED 产品。从此, LED 开始进入飞速发展的时代。表 1-3 给出了 LED 的发展简史。

表 1-3 LED 发展简史

		第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
时间		20 世纪 60 年代至 70 年代	20 世纪 80 年代至 90 年代初期	20 世纪 90 年代中期	20 世纪 90 年代末期至今
标志性事件		1962 年第一款具有实用价值的 GaAsP 红光 LED 研制成功	第一代高亮度 LED 诞生: 双异质结 AlGaAs 红光 LED 光效达到 10 lm/W	1994 年日本 Nichia 公司研制成功 InGaN 蓝色超高亮度 LED	1996 年日本 Nichia 公司研制成功通过蓝光激发荧光粉产生白光的 LED
典型应用		指示灯、数字七段显示管	点阵显示屏	全彩显示屏	背光源、显示屏、普通照明
技术标志	衬底材料	GaAs, GaP	GaAs, GaP	GaAs, GaP, 蓝宝石, SiC	GaAs, GaP, 蓝宝石, SiC, Si
	外延材料	GaAs, GaP, GaAsP	AlGaAs, AlGaInP	AlGaInP, InGaN	AlGaInP, InGaN, AlGaIn
	外延方法	LPE*, VPE*	VPE, MOCVD*	MOCVD	MOCVD
	发光效率	0.1 ~ 1 lm/W	10 lm/W	10 lm/W	100 lm/W

* 注: LPE——液相外延, VPE——气相外延, MOCVD——金属有机物化学气相沉积。

LED 最初用于仪表仪器的指示灯和数字显示管, 后来扩展到交通信