



国家半导体照明工程研发及产业联盟
组织编写

半导体照明

中國夢

十年



化学工业出版社



国家半导体照明工程研发及产业联盟
组织编写

半导体照明

中國夢

十年

十年



化学工业出版社

·北京·

《半导体照明中国梦》以时间为轴、以发展过程中的重大事件为主线，图文并茂地展现了半导体照明产业从2003年到现在10年发展的历程和取得的成就。全书共分为政府篇、技术篇、产业篇、联盟篇、全球化、人物篇、花絮、大家谈以及独立观察9部分，同时附以产业十年大事记，及有关重要政策列表和数据图表等附录。本书集结了各部委相关领导、国内外知名专家学者、企业高管和产业研究机构人士参与撰稿和编制工作，是一部集纪念性、史实性与阅读性为一体的文献书。

图书在版编目 (CIP) 数据

半导体照明中国梦 / 国家半导体照明工程研发及产业联盟组织编写. —北京: 化学工业出版社, 2013. 10
ISBN 978-7-122-18626-3

I. ①半… II. ①国… III. ①半导体工业-产业发展-中国-文集 IV. ①F426.63-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 238492 号

责任编辑: 吴刚
责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京画中画印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 29³/₄ 字数 700 千字 2013 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 198.00 元

版权所有 违者必究

《半导体照明中国梦》 编写委员会

指导委员会主任

曹健林

指导委员会委员（按姓氏笔画排序）

王琦安 方 向 吕文斌 刘 兵 刘久贵 李宝山 张新民
赵玉海 胡世辉 徐禄平 曾晓安 谢 极 靳晓明 戴国强

编委会主任

师昌绪 马颂德

编 委（按姓氏笔画排序）

王 圩 王占国 王锦燧 牛憨笨 甘子钊 冯记春 李 健 李述汤
李树深 李晋闽 李新男 邱 勇 张 荣 张先恩 邵立勤 陈良惠
陈皓明 范玉钵 周太明 周炳琨 郑有料 夏建白 黄 维 曹 镛

主 编

吴 玲

副 主 编

阮 军 付 强 杨兰芳 吴鸣鸣 潘冬梅

编撰人员（按姓氏笔画排序）

马颂德 王 平 王占国 王冬雷 王垚浩 王琦安 王锦燧 王鹰华 尤玉仙
仇 帅 方志烈 尹志尧 甘子钊 平 立 付 原 付 强 冯亚东 师昌绪
吕文斌 朱晓东 任奉波 刘容生 江风益 许富贵 阮 军 孙祥祯 李 健
李 鑫 李旭亮 李志江 李述汤 李国平 李秉杰 李晋闽 李晓佳 李铁楠
李新男 李漫铁 杨兰芳 肖 灵 肖国伟 吴 玲 吴 虹 吴鸣鸣 吴恩柏
邱 勇 何开钧 沈锦祥 张 荣 张九六 张日光 张先恩 张国义 张国旗
张新民 陈良惠 陈皓明 林志强 林洛锋 范玉钵 岳瑞生 周 详 周太明
周炳琨 郑有料 赵玉海 赵潞冰 郝建群 郝洛西 胡世辉 施洪生 姚小杰
耿 博 徐志伟 徐禄平 奚 明 高 伟 唐国庆 曹峻松 曹健林 龚伟斌
睦世荣 梁秉文 屠立玫 董志江 曾一平 谢 极 谢拥军 靳彩霞 窦林平
蔡洪波 廖良生 潘冬梅 潘建根

序

半导体照明照亮中国新征程



为纪念国家半导体照明工程启动10周年，国家半导体照明工程研发及产业联盟邀请我参加《半导体照明中国梦》的编写，并写一篇纪念文章作为序言。提笔之时，百感交集，思绪万千。

起源于20世纪后半叶的发现和发明，初现端倪于20世纪末半导体显示得到普遍应用之后的不断突破，半导体照明在进入新世纪以后得到长足发展，成为光电子产业中一颗耀眼的新星。令全世界震惊的是，近年来中国大陆逐渐成为全球半导体照明的中心之一，大规模应用甚至走到了世界前列。这一结果不仅让众多国人感到意外，甚至也远远超出研发同仁们几年前最乐观的估计。

1978年2月，本人作为文革结束后首届恢复高考的大学生进入复旦大学物理系，所学专业就是我国照明事业的开拓者之一蔡祖泉先生领衔的电光源（后来改名为气体放电物理）。记得当时相关课程和实验主要集中于气体放电（也称为第二代照明光源）的原理、过程和照明应用，以及气体放电光源的制造、检测等，半导体照明当时在国内还闻所未闻。1982年考入中科院长春光机所读研究生，后来到日本留学，各种光源是我们研

究工作中的常用工具；90年代在日本做客座研究员，对光电子强国日本在发光器件方面的集中研发开始有了第一手的了解。90年代末我主持过中科院长春光机所和长春物理所的整合，后者是我国半导体发光（半导体照明的基础）研究的开拓单位之一。这些经历使我深知半导体照明在中国发展的艰难。从人才队伍、研究水平、仪器设备、产业条件、工艺技术与装备，直到研发经费投入和市场环境，我们的落后是全方位的，而且每一方面都有巨大差距。几年之后半导体照明能在中国成气候，当时我真是不敢想。

2006年11月我从中科院调到科技部工作。按部党组分工，半导体照明一直是我分管的高新司重点支持的领域。这一分工使我有幸参与并且不断体会和感受到近年来半导体照明在中国的迅速进步；同时我在部里还分管国际合作，这又给了我机会，能够多次与国际顶级专家和同行们交流讨论，和他们一起分析为什么中国能在该领域取得如此巨大的进步与成功。我认为，最重要的原因有如下几点：

首先，改革开放以来中国持续高速的经济发展和人民生活水平提高产生了巨大的需求牵引。中国是世界上人口最多的国家，直到本世纪初，中国的照明水平普遍很低。而发展程度的迅速提高促使人们迫切需要在家居、学习、工作和公共场所大幅度提高照明水平，对各种照明光源的需求迅速增加。另一方面，中国一直面临着巨大的能源压力，经济发展和人民生活水平提高带来的能源消耗增加使这种压力日渐加剧，再加上环境污染的危害越来越明显和人们的环保意识日趋普及，节能减排、提高能源利用效率成为普遍共识，在能源消耗占很大比例的照明应用中显著节能的半导体照明理所当然地受到高度重视。在提高水平的同时中国的照明需求还在不断扩大，大规模的住房、

➤➤➤ 为中肯半导体照明技术中心揭牌



道路、桥梁、隧道建设和遍地开花的“亮化工程”，以及近年来不断提速的城镇化都是明证。中国是世界上最大的照明市场和各种新光源实验场，这是全世界同行都认可的不争事实。

第二，中国有较好的产业基础。尽管半导体照明不是中国人的发明，之后的诸多研发工作中国也不领先；但一旦进入产业化，特别是市场需求达到大规模量产之后，中国的比较优势立刻凸显出来。半导体照明的产业链很长，从材料生产、晶体基片生长、发光芯片生长，到所谓后端的封装、灯具生产、配套电源生产和照明工程，产业链可以分成多段以提高效率和产品质量，每一段都适于做成专门的企业，而且越到后端入门阈值越低，更适合最了解本地照明需求和消费能力的本土企业。中国的突出优势在于，半导体照明步入大发展期的那几年恰逢中国高等教育大发展，中国有世界上规模最大的理工科教育，有世界上人数最多的光电工程学院和不断扩大的专业技术队伍；同时，中国第一代照明光源（白炽灯，一般俗称为“灯泡”）和第二代照明光源（气体放电灯，量最大的就是所谓“节能灯”——紧凑型荧光灯）的生产能力都是世界上最大的，中国的灯具产业也十分活跃并极具竞争力。现代科技“溢出效应”的威力十分明显，许多人都说，一旦中国产品水平上来，没几天就会在中低端市场上占统治地位，进而逐步向高端市场渗透。有人把这种发展模式生动地比喻为“农村包围城市进而夺取城市”，半导体照明在中国的发展再明显不过地证明了这一点。

第三，半导体照明发展的历程与中国经济体制改革和科技体制改革的历程高度重合，改革催生了一大批并且还在不断催生着极为活跃的多种所有制企业（除少数国资控股企业外，绝大多数是民营企业和港台、外国投资的合资与独资企业，其中民营企业占90%以上）。企业是半导体照明在中国发展的主力军。尽管半导体照明行业竞争激烈，而且中国的企业普遍规模较小，但民营中小企业对市场反应灵敏、适应能力强，其中更有一些企业勇于开拓，不断创新，逐渐成为行业中的佼佼者。中国已有一批年销售过亿元的半导体照明企业（2012年这个数字增长了13%）和数家年销售过10亿元的企业；沪深两市业务涉及半导体照明的企业有60多家。中国从事半导体发光、半导体显示和半导体照明研究的时间并不短，我的经历告诉我，受制于过去的历史条件，我们的大学和研究所迄今为止在半导体照明发展的大格局中所起的作用还主要是传授知识和培养训练人才，在探索规律的基础研究和开拓新技术、新装备、新工艺和新应用的技术与工程创新方面尚需加倍努力。即使我们的基础研究达到了世界先进水平，产学研结合、以企业作为技术创新主体的道路也要坚持走下去。

第四，中央政府和地方政府的积极组织 and 大力支持是半导体照明在中国



半导体照明联合创新国家重点实验室
State Key Laboratory of Solid State lighting



➤➤ “十一五”863计划“半导体照明工程”重大项目验收领导及专家

得以长足发展的重要原因和突出特征。这一点外国同行们看得很清楚，也极为羡慕。由于半导体照明在中国的发展，我与诺贝尔奖获得者（半导体异质结构发明者之一）、俄罗斯科学院副院长阿尔弗若夫教授和蓝光LED发明者并对半导体照明做出历史性贡献的中村修二教授成了好朋友，他们都高度评价这一点。在他们看来，中国各级政府对半导体照明的支持显然是极为大胆并超常规的，没有这种支持，实在难以想象中国的迅速发展。从“十一五”开始，科技部、中科院、基金委都坚持有专项支持半导体照明；珠三角、长三角、京津、中南、东北以及西部的一大批地方政府都在半导体照明产业化发展上千方百计给予扶持和帮助，其力度之大往往超过专业技术人员的梦想。近年来我国组织的一系列大型活动，包括2008年北京奥运会、2009年山东全运会、2010年上海世博会、2011年深圳大运会和2012年广州亚运会，都成为全世界最大的半导体照明（也包括半导体显示）演示场。“外行看热闹、内行看门道”，当人们惊叹于这些活动中流光溢彩、万紫千红的历史画卷时，业内人士则更是喜庆于这些画卷给中国半导体照明事业创造的机遇——我们抓住并用好了这些机遇！

第五，中国的开放政策大力度地吸引聚集了全世界的相关资源。在半导体照明行业，全球著名（也是处于领先水平的）专家、企业、大学、研究所都来了，绝大部分都找到了自己的落脚点和合作伙伴，说中国已成为半导体照明的国际中心之一而且是最大的中心当不为过。除了追求商机之外，中国各级政府的热情欢迎和真诚努力，帮助他们创造最好的综合发展环境，与中国同行们一起分享中国的发展机遇也是重要原因。需要特别指出的是，在全球半导体照明事业发展的进程中始终活跃着一支人数众多的华人群体，他（她）们有的是久居海外的华侨，有的来自台湾、香港，更多的是出身于中国

大陆的留学生；这一华人群体中有企业家、教授、工程师，而人数最多的则是遍布相关著名院校和研究所，至今仍在攻读学位的青年学子们。这些人关心祖国的发展，更用自己的行动以多种方式汇入到中国半导体照明事业不断滚滚向前的洪流中。其中的不少人已长期在中国大陆工作，更有佼佼者放弃国外优越的工作和生活条件回国担纲，如菲利普公司的照明高级战略总监、目前担任半导体照明联合创新国家重点实验室主任的张国旗教授。中国的半导体照明是高度国际化的，相关企业和研发机构的领军人物几乎全部具有海外学习工作经历，与国际同行、尤其是高水平同行们保持着密切的业务联系。

第六，也是特别宝贵的，中国半导体照明在其发展进程中逐步锻炼成长出一支产学研用结合，既能立足国情、扬长避短，又能志存高远、不断进取的队伍。在各级政府的大力支持和众多企业、大学、科研机构的积极参与下，这支队伍组成了国家半导体照明工程研发与产业联盟，而且还在不断扩大之中。作为一个典型的新兴产业，半导体照明在中国没有大国企，也没有声名显赫、能够统领研发的大院大所，更没有什么“行业主管部门”；正是在这样一个起源于“群龙无首”又发展十分迅速的行业里，业界骨干企业和骨干同仁们能够联合起来，认认真真地共同做事共享成果，这不能不说是当下中国产业界的一个奇迹。联盟还协助政府部门在制定发展规划和行业标准、完善产业发展环境和政策措施等方面做了大量工作，为新时期的经济体制改革和科技体制改革积累了宝贵经验。当然，半导体照明在中国的发展和联盟自身都还有很多问题，有些问题还曾被网上炒作，有些问题解决起来尚需要时日，但联盟在中国半导体照明发展中的巨大促进作用是无法替代的。在科技部对几十家产业联盟的评估中该联盟毫无争议地名列第一；另一个有力例证是两年前由主要发达国家的照明、光电、半导体协会发起成立了国际半导体照明联盟，公推中国半导体照明工程研发与产业联盟为盟主，办事机构（秘书处）也设在中国的联盟。据我的了解，在现代产业中就中国来说还是首次。

半导体照明在中国的成功不仅拉起了一个新兴产业，它走过的道路、成功的经验和经历的曲折对于其他行业的发展也有借鉴和示范意义；它证实了恩格斯的名言：“社会一旦有技术上的需要，这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进”，体现出唯物史观的犀利和深刻；它给了社会各界，尤其是科技界以信心和勇气；还活生生地印证着中国特色科技发展道路的优越性。事实上，近年来中国的工业在几个领域中发展突飞猛进，引起国际惊异甚至摩擦（纠纷），这些行业都有类似的原因和经历，如光伏发电、风力发电、高速铁路等。我认为，半导体照明在中国的成功在以下几个方面特别给人以启示：

——暂时的落后并不可怕，可怕的是丧失斗志和进取心。由此，任何打击斗志和进取心的言行都应尽量避免，尤其是各级党政官员们。在现代产业

的所有领域中国都曾长期落后，新中国成立之前现代科技更是一片空白，改革开放之前的特殊历史环境又使我们丧失了不少宝贵的机遇——要找工作、挑毛病、说两句风凉话还不容易吗？盲目乐观、妄自尊大固然是井底之蛙，但仅会挑毛病也无法证明眼光独到或有其他过人之处。从“两弹一星”到今天的半导体照明，只要持之以恒地艰苦奋斗，中国人一定能抓住机遇，在任何行业、领域中迅速地赶上来。

——一定要实事求是，根据中国的现实情况扬长避短；还要不断地与时俱进，及时调整主攻方向和工作重点。兵无常道，战无常规，可以集中资源抓关键技术攻关，拿下之后力求势如破竹地推广普及；也可以先易后难，在产业链的中低端大显身手，从下游逐渐向上游渗透。后者其实就是半导体照明在中国的取胜之道。用“学院派”的眼光来看，这种方式常被讥讽为“不正规”、“没技术含量”，但发展是硬道理的事实远胜于当初的讥讽，在不少新材料、新装备、新药品、新医疗器械行业，中国的民营企业不是已经走到大学、研究所和国企前面了吗？

——应该用积极的眼光去面对发展不均衡，用积极的措施去解决发展不均衡带来的问题。在一些新兴产业中，发展几乎可以说注定是不均衡的。以半导体照明为例，前几年中国的产业主要集中在后端，上游（以发光芯片生长为代表）主要靠进口；而近年来随着国内技术水平的提高，发光芯片的生产能力迅速增大，国外大公司也纷纷来中国设厂，共同促成中国大陆的前端生产能力爆炸式增长，进而与后端生产能力互相促进，产品质量提高的同时价格也不断下降。另外，发光体的寿命目前都已达到上万小时，但配套电源中的不少大批量市售元器件其寿命只有数千小时，造成严重的寿命不匹配，应用中出毛病大部分都出在电源上。显然，我们应尽快提高电源的质量和寿命，

➤➤➤ 第八届中国国际半导体照明论坛期间和行业进行对话交流



使半导体照明的优势真正体现出来。与半导体照明发展进程中的不均衡可以类比的是所谓可再生能源（尤其是风电和光伏发电）过剩的问题。由于各级政府的高度重视和近年来中国制造能力的迅速提高，2008年以后中国的风电装备、风电装机和光伏电池板的产量与电站建设都在高速增长，大大超过了电网的承受能力（风电、光伏发电的间歇式工作方式会影响电网的稳定性），造成部分风电和光伏发电不能上网而被迫空转，有些已形成严重浪费，于是“过剩”的呼声四起。其实就占全部发电总量的比例而言，我们的风电和光伏发电还远远落后于先进国家，潜力很大，何言“过剩”？只要我们把投入的重点向储能、智能电网和电能的分布式、离网式应用做些许倾斜（相关技术我国已基本掌握，也做了不少示范工程），再辅以必要的政策支持，中国的风电和光伏发电还可以有数量级的增长。由此得以进一步成熟的技术系统和产品还将以更强的竞争力走向世界。

最后，我也愿意借此机会展望半导体照明在中国的未来。借党的十八大提出的创新驱动战略之东风，抓住打造中国经济的升级版之机遇，各级政府和各界将会共同努力，为半导体照明的发展创造更好的环境。业界同仁们也一定会继续努力，进一步提高产品质量、降低成本、提高标准化模块化水平；同时也会进一步加强研发，不仅是当下工艺技术的研究，也会在相关基础研究和创新应用上不断加大力度。我们会继续用好用足中国的优势——人们的照明条件还要进一步改善，大规模城镇化带来的市场还在不断扩大，在光通信、农业和医疗方面的应用也正等待着我们。如果说半导体照明过去十年在中国已经创造奇迹，与未来的成功相比，过去的十年还只是一个开始。

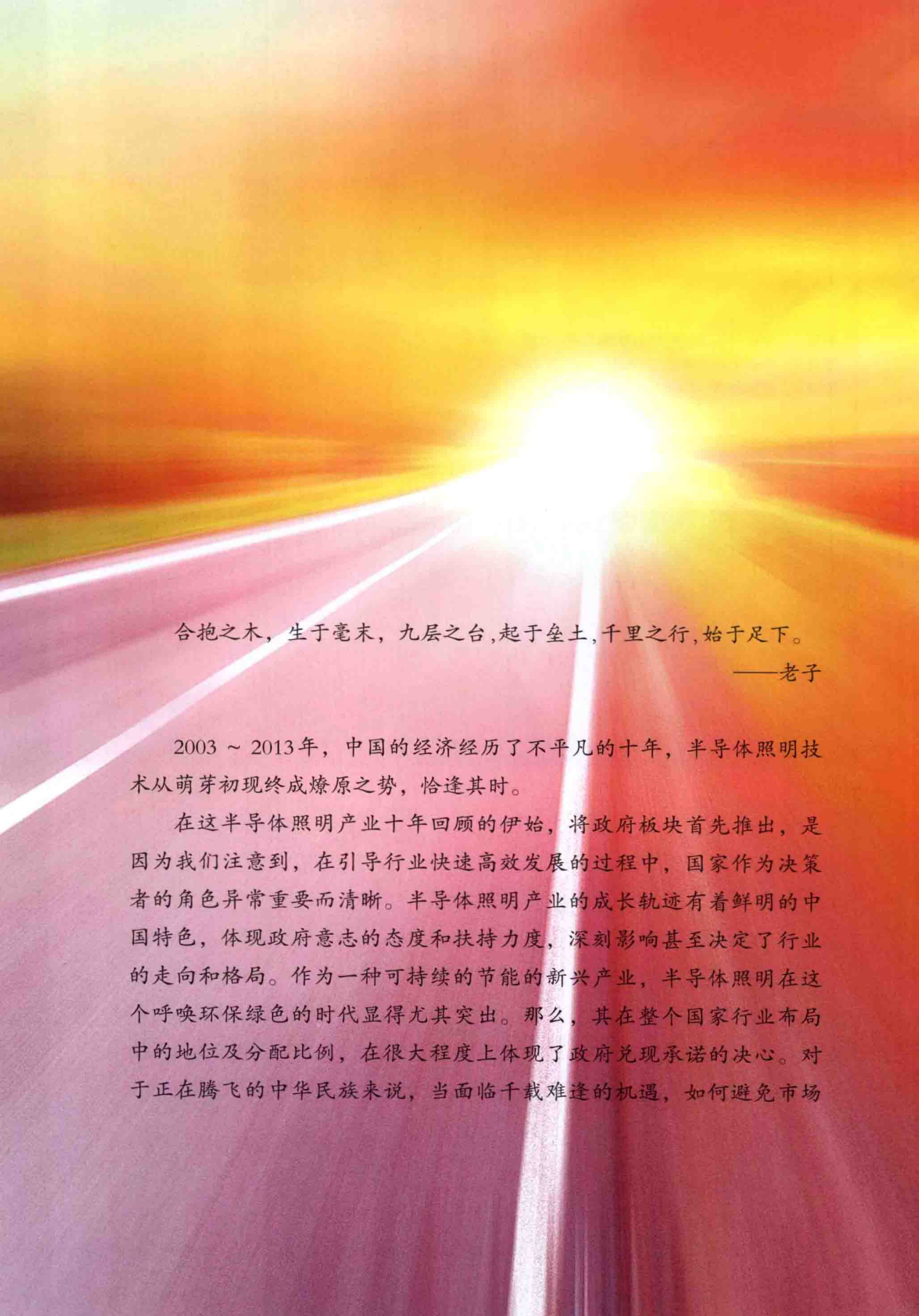
半导体照明将继续照亮中国新征程。

是为序并以此感谢全社会对半导体照明的关心和支持。

曹健林

中华人民共和国科学技术部





合抱之木，生于毫末，九层之台，起于垒土，千里之行，始于足下。

——老子

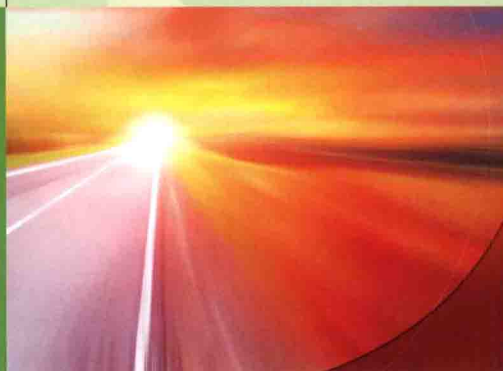
2003 ~ 2013年，中国的经济经历了不平凡的十年，半导体照明技术从萌芽初现终成燎原之势，恰逢其时。

在这半导体照明产业十年回顾的伊始，将政府板块首先推出，是因为我们注意到，在引导行业快速高效发展的过程中，国家作为决策者的角色异常重要而清晰。半导体照明产业的成长轨迹有着鲜明的中国特色，体现政府意志的态度和扶持力度，深刻影响甚至决定了行业的走向和格局。作为一种可持续的节能的新兴产业，半导体照明在这个呼唤环保绿色的时代显得尤其突出。那么，其在整个国家行业布局中的地位及分配比例，在很大程度上体现了政府兑现承诺的决心。对于正在腾飞的中华民族来说，当面临千载难逢的机遇，如何避免市场

- 半导体照明迸发创新之光 /002
培育和规范半导体照明产业，提高国际竞争力 /013
“十一五”863 计划提速半导体照明 /020

政府篇

目录 CONTENTES

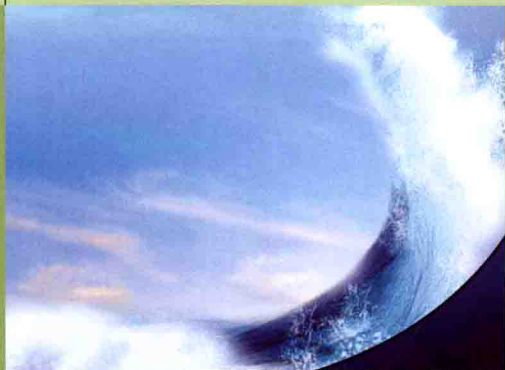


技术篇

- 半导体照明技术发展与应用趋势展望 / 030
第三代半导体材料面临的发展机遇与挑战 / 036
第三代半导体：从照明到其他应用 / 043
OLED 技术发展现状及展望 / 052
MOCVD 设备研制历程 / 058

LED 企业与产业共成长 /064
应用拓展的蝶变 /073
半导体照明产业投资观察 /080
传统照明企业的华丽转型 /086
LED 照明市场渠道变迁与趋势 /091
半导体照明应用发展成就与未来 /098

产业篇



联盟篇

联盟发展的探索与基本经验 / 108
探索体制机制改革，构建联合创新国家
重点实验室 / 119
半导体照明标准化工作的创新思路、
做法及成效 / 127

首个战略性新兴产业国际联盟成立始末 /138
半导体照明演化与未来展望 /146
由产业技术竞争力看中国半导体照明的
过去与未来 /152
开创两岸 LED 产业交流合作的篇章
(2004 ~ 2006) /156
跨国半导体照明巨头在中国的发展 /160

全球化

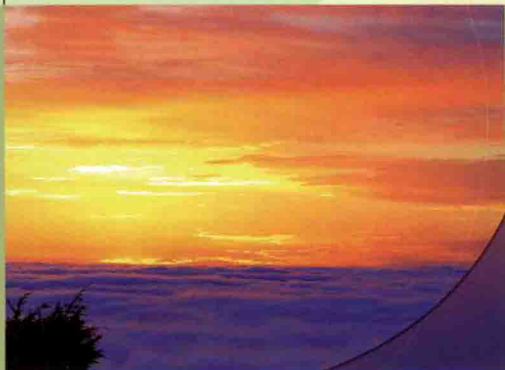
师昌绪：团结起来促进半导体照明产业健康发展 /168
马颂德：发展中的思考 /171
李健：国家半导体照明工程启动的背景 /175
周炳琨：降低成本是培育市场关键 /179
甘子钊：氮化镓基 LED 研究的实践与探索 /182
陈良惠：兑现照明节能是半导体照明未来十年的
第一要务 /186
李晋闽：自主创新结硕果，十年奋战创品牌 /194
范玉钵：推动产业组织发展的心路历程 /200
江风益：发自硅基的希望蓝光 /208
张国义：十年磨一剑 /212



人物篇

陈皓明：用心播种的那些日子 /217
方志烈：共创 LED 的春天 /221
孙祥祯：“MO”源国产化之梦 /224
吴玲：这十年，我们一起走过的路 /230

以人为本创新 LED 照明的思维新方式 /314	
分析一些地方政府对进口 MOCVD 补贴的利和弊 /316	
中国半导体照明产业的荣光与困厄 /325	
协同作战，共创未来 /329	
从灯具之乡到 LED 强市的转变 /335	
十年用“芯”书写传奇 /339	
今夜星光灿烂 /342	
根植于 LED 事业的历史积淀和新的追梦历程 /347	
一场没有硝烟的战争 /351	
MOCVD 设备开发的经验和体会 /356	
中国照明领袖品牌的成长之路 /361	
小家电产业巨人的华丽转身 /364	
LED 照明在深圳地铁二号线上的应用纪实 /367	



花絮

部委合作的力量 /274
“十城万盏”的启示 /276
路径与探索 /280
CHINASSL 十年掠影 /284
OLED 照明技术发展过程中的几件往事 /292
参与“照亮非洲”的收获 /297
南极记忆 /300
AXT 光电公司与中国 LED 照明的不解之缘 /304
十年一回首 /308

大家谈

风劲好扬帆，腾飞正当时 /370
除非最好，否则别做 /372
LED 既已繁花盛开，就让照明无比灿烂 /373
以“东山优势”谱写“LED 照明引领者”的高度 /376
中国半导体照明高端检测设备的寻梦之旅 /379
回顾重大产品战略布局，助力 LED 梦想腾飞 /383
为了 LED 梦想的绽放 /387
踏实肯干的 LED “智造”者 /390
九年耕耘铸造梦想，勇于变革再续辉煌 /392

- 厚积薄发：风雨历程铸辉煌 /396
坚持科技创新，专注 LED 事业 /399
科技创新促发展，长风破浪创辉煌 /401
坚持持续、健康、稳定的发展道路 /404
林洋踏上 LED 的成长之路 /406
十年风雨，万润人一路走来 /408

大家谈

目录 CONTENTS



独立观察

- 国家科技计划支撑战略性新兴产业发展的典范 /412
新兴跨界产业的成长样本 /417