

# 我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展战略

“新一代绿色照明高端制造装备自主发展战略研究”课题组

**摘要：**本文论述了我国发光二极管（LED）照明产业高端制造装备的已有成就和存在的问题，分析了我国 LED 照明产业高端制造装备所面临的机遇和挑战，提出我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展的战略目标，并从形成 LED 照明产业生态的视角，研究成立国家制造装备创新平台、完善市场化运作机制、构建创新驱动发展的政策环境和公平竞争的市场环境等战略路径。

**关键词：**LED 高端制造装备；产业共生；产业链协作关系；国家制造装备创新平台；LED 战略性中心企业

**中图分类号：**F42 **文献标识码：**A

## An Independent Development Strategy for LED High-End Manufacturing Equipment in China

The Research Group for *Independent Development Strategy for High-End Manufacturing Equipment in New-Generation Green Lighting Industry*

**Abstract:** This study investigates the achievements and problems of high-end manufacturing equipment in China's Light Emitting Diode (LED) lighting industry. It also explores opportunities and challenges in the development of LED high-end manufacturing equipment in China, and proposes strategic targets for the independent development of LED high-end manufacturing equipment. In order to promote industrial ecology within China's LED lighting industry, this study presents three strategic approaches for the independent development of LED high-end manufacturing equipment in China. These approaches include: establishing a national-level innovative platform for high-end manufacturing equipment, perfecting the marketization management mechanism, and creating a policy environment for innovation-driven development and a market environment with fair competition in China.

**Keywords:** LED high-end manufacturing equipment; industry symbiosis; industrial chain collaboration; national-level innovative platform for high-end manufacturing equipment; LED strategic core firm

### 一、前言

LED 照明是一种以发光二极管（LED）为新型光源的固态照明方式，具有耗电少、发光率高、寿命长等优点，被视为新一代绿色照明。LED 照明为缓解全球能源短缺提供了新路径，美国、欧盟、日

本、澳大利亚、韩国、中国等先后制定了淘汰白炽灯的计划表，并积极推动 LED 照明的应用。

制造装备在 LED 照明产业中具有举足轻重的地位。第一，LED 照明产业是制造装备密集和高投入行业，70% 的生产线投入用于制造装备；第二，LED 制造装备与工艺高度关联，外延、芯片设

收稿日期：2017-04-25；修回日期：2017-05-25

联系人：张毅，E-mail: yizhanghn@mail.hust.edu.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“新一代绿色照明高端制造装备自主发展战略研究”（2015-XY-01）

本刊网址：www.ingisci.cn

计或工艺创新往往导致装备的颠覆性变化,而LED制造工艺及技术的突破也需要与之适配的装备来实现;第三,LED制造装备技术门槛高,集机械、控制、机器视觉、光学等技术于一体,是非常复杂的高精、高速装备;第四,消费者对LED照明产品性能要求不断提升,导致生产企业对制造品质和效率的要求也不断提升,制造装备折旧速度加快。由于制造装备在LED照明产业的特殊作用,全球LED照明产业竞争更多地表现为LED外延和芯片制造等环节高端制造装备的竞争。

## 二、我国LED照明产业高端制造装备发展分析

### (一) 我国LED照明产业高端制造装备发展现状及成就

目前全球LED高端制造装备主要被美国、日本、德国和荷兰等发达国家垄断,它们构成了LED高端制造装备的第一梯队。例如,德国爱思强(AIXTRON)股份有限公司和美国维易科(Veeco)精密仪器有限公司占有全球金属有机化合物化学气相沉淀(MOCVD)设备市场的90%以上,德国苏斯(SUSS)光刻机有限公司和日本科研株式会社(DNK)占有全球光刻机市场的80%以上。韩国、我国台湾地区和香港地区在匀胶显影机、切割机、划片机等高端制造装备领域占有一席之地,属于LED高端制造装备的第二梯队。相对而言,我国大陆地区属于LED高端制造装备的第三梯队。

我国制造装备企业在2005年前后进入LED照明领域,研发高端制造装备,在政府部门与企业的共同努力下,通过十余年的技术创新和市场探索,国产LED高端制造装备已取得一定进展。

(1) 大部分LED高端制造装备已经研制成功。在国家产业政策的支持下,我国着力跟进发达国家的制造装备发展水平,研制出大多数LED高端制造装备类型,基本实现了LED外延和芯片制造的全流程覆盖,如中微半导体设备有限公司、中晟光电设备(上海)股份有限公司、广东昭信半导体装备制造有限公司的MOCVD设备,上海微电子装备(集团)股份有限公司的光刻机,北方华创科技集团股份有限公司的电感耦合等离子体(ICP)刻蚀机、蒸镀机、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)设备,沈阳芯源微电子设备有限公司的匀胶显影机等。2014年还有6条国产高端制造装备成套生产线进入LED生产企业开展现场工艺验证。

(2) 国产装备与进口装备的差距日益缩小。我国LED高端制造装备行业发展迅速,装备发展水平不断提高,装备性能及技术指标快速提升。国产ICP刻蚀机、匀胶显影机、激光切割机的部分型号设备已经成为我国LED生产线的主力机型,少数装备能够很好地替代进口设备。

(3) 部分LED高端制造装备的市场份额有所提升。ICP刻蚀机、匀胶显影机、激光切割机均已实现批量生产,近年来国内市场占有率达70%。此外,光刻机、匀胶显影机已成功进入我国台湾地区市场。

(4) 装备企业的售后维护与快速响应等配套服务得到用户认可。我国LED高端制造装备企业具有靠近用户的天然地理优势,在售后维护与技术支持的速度方面远超国外同行。此外,他们也十分重视用户需求,与生产企业积极沟通,能够更好地满足用户的需求。

### (二) 我国LED照明产业高端制造装备的不足

由于发展时间晚、技术积累不足,我国LED高端制造装备与进口装备相比仍然存在不小差距,装备质量有待提升,市场占有率极低。

(1) LED高端制造装备市场占有率极低。当前我国LED生产企业使用的高端制造装备绝大部分依靠进口(见表1),其中MOCVD设备几乎全靠进口,其他高端制造装备对外依存度也高达90%以上。国产LED高端制造装备在本土市场的比重很低,除ICP刻蚀机、匀胶显影机、激光切割机等少数装备外,本土市场较少见到国产装备的身影[1]。

(2) LED高端制造装备质量较低。与进口设备相比,国产LED高端制造装备整体性能低,表现为装备稳定性和可靠性较低、工艺一致性较差、使用寿命较短。国产装备在生产线上故障率较高,生产周期和产品质量不稳定,增加了LED生产企业的运营成本和生产风险。

(3) 装备企业研发投入意愿不足、能力不强。我国大多数装备企业研发投入的比重为2%~3%,主要为政府部门科技项目投入,而企业自身投入的研发费用非常少,这与许多国外同行5%~10%的平均研发投入相距甚远。

(4) LED制造装备产业链发展不协调。从产业链视角来看,我国LED照明产业中的LED生产、产品应用等中下游环节快速发展,但是并没有带动

表 1 我国 LED 高端制造装备主要来源

主要设备类型	价格 / 万元	境外供应商在本地装备市场中所占份额
MOCVD 设备	800~1500	AIXTRON (德国) 和 Veeco (美国) 接近 100%
光刻机	200~330	DNK (日本) 50%、SUSS (德国) 24%、Cannon (日本) 10%、Neutronix-Quintel (美国) 5%
ICP 刻蚀机	350~500	Oxford (英国) 48%、ULVAC (日本) 45%、AMAT (美国) 5%
蒸镀机	100~200	FSE (中国台湾) 64%、ULVAC (日本) 30%、AST (中国台湾) 5%
PECVD 设备	130~200	Oxford (英国) 78%、ULVAC (日本) 19%

注：Cannon：佳能集团公司；Neutronix-Quintel：恩科优有限公司；Oxford：牛津仪器公司；ULVAC：日本真空技术株式会社；AMAT：应用材料公司；FSE：富临科技工程股份有限公司；AST：聚昌科技股份有限公司。

LED 高端制造装备、原材料及关键零部件制造等上游环节同步发展，而上游环节是 LED 照明产业的竞争力所在。从创新链视角来看，虽然我国已经研制出大部分 LED 高端制造装备，但是装备的工艺验证（即“中试”环节）尚未完成，产业化进程异常艰难。

### 三、我国 LED 照明产业高端制造装备外部环境

#### （一）我国 LED 照明产业高端制造装备发展面临的机遇

在国家“制造强国”战略、创新驱动发展战略的背景下，我国 LED 高端制造装备产业正迎来快速发展时机。一方面，我国正在扎实推进“中国制造 2025”行动纲领，将“装备制造业增加值占制造业增加值比重”作为制造强国的指标之一 [2]，表明国家高度重视高端制造装备的发展；另一方面，智能制造理念为 LED 高端制造装备创新带来新契机，通过制造过程的大数据挖掘改进工艺和装备，通过装备智能化水平的提升减少对人员操作水平的依赖，从而增强我国 LED 照明产业的竞争力。

节能环保成为国家发展战略的组成部分，发展 LED 高端制造装备的政策环境不断优化。从 2003 年至今，我国 LED 照明产业一直得到中央及地方政府的高度重视，从科技项目计划到产业规划、从政策补贴到税收优惠都出台了多项政策法规，有力地促进了我国 LED 照明产业的发展和 market 应用。同时，LED 制造装备业也得到长足发展，中高端制造装备从无到有，中低端装备基本主导本土市场。

LED 高端制造装备国内市场容量持续增长。鉴于我国环境污染和能源紧缺的压力，在国家政策支持和相关法规的约束下，LED 照明需求巨大，消费市场年复合增长率高达 20%，高端制造装备的市场前景广阔。

LED 技术升级和业态创新加快。在 LED 材料、芯片及工艺创新方面，硅衬底、紫外光源等新材料的出现需要与之适配的新工艺及新装备，倒装、芯片级封装（CSP）等新型制造工艺需要更换现有的高端制造装备。在业态组分方面，芯片制造中设备密集、工序分离，独立为若干制造环节的态势已初见端倪。

#### （二）我国 LED 照明产业高端制造装备发展面临的挑战

国家产业政策时序安排不当使得 LED 高端制造装备产业化发展远未达到预期。在国内生产总值（GDP）导向和 LED 照明产业“终端应用优先”策略的刺激下，一些地方政府出台竞相攀比的产业政策，大力扶持 LED 芯片制造企业建设，对 LED 高端制造装备直接补贴（如每台 MOCVD 的补贴额度最高达 1 000 万元，占采购价的 50%），进口高端装备成为主流，钳制国产装备的发展。

国际和国内的经济形势压缩 LED 高端制造装备的市场规模。2008 年至今，主要经济大国尚未走出金融危机阴影，国际市场需求大幅压缩。同时，我国宏观经济在今后较长一段时期内处于结构调整期，国内产能过剩严重，内需不旺。国内外购买力降低压缩 LED 高端制造装备的总体市场规模。

LED 高端制造装备的国内需求遭遇“进口替代”。在经济全球化背景下，国内和国际市场加速融合，我国 LED 生产企业可以在全球范围采购设备。与此同时，受世界贸易组织（WTO）规则的限制，我国政府为国产装备发展提供支持的手段非常有限（仅限于研发投入支持），导致我国 LED 生产企业需大量进口设备，这种“进口替代”使国产装备面临不利局面。

LED 生产企业使用设备习惯及用户信心影响国产装备的应用。我国 LED 高端制造装备发展也面

临来自产业链下游 LED 生产企业的挑战,技术人员在长期使用进口设备的过程中养成了特定的使用习惯,部分生产企业对国产设备信心不足或者存在偏见,使得国产装备失去了进入生产线检验和改进设备性能的机会。

#### 四、我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展战略目标及思路

##### (一) 我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展战略目标

实现我国 LED 照明产业的协调及持续发展,当务之急是解决我国 LED 高端制造装备对外依存度高的问题,自主发展 LED 高端装备成为我们的必然选择。基于当前 LED 高端制造装备优劣势及其所处环境,我国 LED 高端制造装备自主发展战略的总目标为:贯彻落实《中国制造 2025》有关高端装备制造发展的战略规划,在巩固我国 LED 高端制造装备已有优势的基础上,加大自主研发和自主创新力度,突破制约我国 LED 照明产业可持续发展的关键薄弱环节,到 2020 年基本实现 LED 高端制造装备国产化,到 2030 年我国 LED 高端制造装备整体性能达到国际领先水平,完善与提升 LED 照明产业价值链,最终提高我国 LED 照明产业的国际竞争力。

##### (二) 我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展的基本思路

自主发展的本质是通过弥补自身劣势来把握机遇或者应对外部挑战,因此我国 LED 高端制造装备自主发展就是努力弥补国产装备自身的劣势,通俗地讲就是“补短板”。与进口装备相比,我国 LED 高端制造装备的“短板”主要在于装备质量低、装备成本控制能力弱、单一国产装备难以嵌入 LED 生产企业的成熟生产线。究其原因主要有两方面。

(1) LED 照明产业链自身不足。除 LED 高端制造装备技术积累时间短、“中试”程度低、研发投入不足等因素外,关键是 LED 照明产业链上、中、下游环节缺乏协作,没有形成良好的产业生态。国外 LED 高端制造装备发展处在一个良性的产业共生网络中,装备企业与 LED 生产企业、零部件供应商之间紧密协作,形成上、中、下游企业共生发展模式。例如,日本 LED 生产企业所使用的 MOCVD 设备

有 80% 以上来自其本土装备企业,即便是性能更优的美国 Veeco 公司设备在进入日本市场时也异常艰难,销售量有限。同样,韩国三星电子、海力士集团为了降低制造装备的对外依存度,获得稳定的后备供应来源,非常强调设备采购本地化,并通过股权投资、合作开发或产品采购等多种方式培育本土装备企业 [3]。相反地,我国 LED 生产企业、装备企业、零部件供应商等上、中、下游环节协作关系非常少,LED 生产企业不愿意协助装备企业完成“中试”工作,装备企业不培育本土零部件供应商。

(2) LED 照明产业外部环境制约。例如,我国产业政策与产业发展环境、国外企业技术及市场空间的“双重挤压”等,其中一个关键制约因素是我国产业政策时序安排不当和地方政府设备补贴政策。实质上,政府支持等外部环境因素对产业发展和产业生态形成具有深远影响,这在后发优势产业发展中更是如此。20 世纪七八十年代,韩国和我国台湾地区的集成电路产业快速发展,与政府的积极支持和深度参与密不可分。相反地,虽然“终端应用优先”策略极大地推动了我国 LED 照明产业的发展,却没有重视国产装备尚未起步这一事实,而地方政府出台的产业补贴政策导致不公平的市场竞争(以 MOCVD 设备补贴为代表),变相阻碍了国产装备的发展。

基于上述分析,我国 LED 高端制造装备自主发展就是要形成 LED 照明产业链上、中、下游企业协作共生的产业生态,支持我国 LED 高端制造装备快速发展。基本思路如下:首先,成立“产学研用”联合的国家制造装备创新平台,推动我国 LED 照明产业链协同发展,同时将它作为一种特定的组织载体加速 LED 照明产业生态的形成;其次,完善市场化运作机制,积极促进我国 LED 照明产业生态的形成;最后,构建创新驱动发展的政策环境和公平竞争的市场环境,为 LED 照明产业的持续发展提供有利的外部保障。

#### 五、我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展战略路径

##### (一) 构建“产学研用”联合的国家制造装备创新平台

国外 LED 生产企业和装备企业同步发展,在

长期合作中自然而然地形成相互协作、休戚相关的产业生态，这种产业生态就是它们的核心竞争优势 [4]。我国 LED 生产企业规模不大，无力独自承担高昂的工艺验证成本，装备企业也缺乏支持本土零部件企业发展的实力，因此要由 LED 生产企业、装备制造企业、零部件制造企业、研发机构等产业链上、中、下游成员共同组建一个国家制造装备创新平台，作为一个第三方实体独立运行。

### 1. 国家制造装备创新平台的角色

国家制造装备创新平台在我国 LED 高端制造装备自主发展中扮演三种角色。一是 LED 高端制造装备协同创新联盟，它将 LED 照明产业链上、中、下游成员联合起来，实施产品验证、工艺验证、装备验证、零部件可靠性验证等协同创新任务，提升国产装备质量；二是 LED 照明产业联盟，产业链上、中、下游成员逐渐形成相对稳定的长期伙伴关系以后，可以组建产业联盟开展协同制造，在国内外市场上竞争；三是 LED 照明行业协会，创新平台汇聚 LED 照明产业链的信息、资金、技术、人才等关键资源，可以提供各类服务，兼具行业协会的功能。

### 2. 国家制造装备创新平台的组建

国家制造装备创新平台的组建基于以下原则：一是坚持需求导向，LED 龙头生产企业是高端制造装备需求方，在创新平台中居主导地位；二是创新平台的核心成员既是需求主体，也是投入主体；三是采取市场化运作方式，坚持“利益均享、风险共担”原则；四是非营利性，创新平台是一个不以盈利为目的、独立运行的第三方实体，但要有保障自身运行的收益。

国家制造装备创新平台的主要成员如下：第一，LED 龙头生产企业是大股东，为了避免单一大股东对创新平台进行垄断性控制，由几个龙头生产企业作为创新平台的大股东；第二，其他 LED 生产企业、装备制造企业、原材料及关键零部件制造企业也是创新平台的投入主体（股东）；第三，风险投资基金、产业投资基金等战略投资者加入创新平台并获得相应收益。

### 3. 国家制造装备创新平台的运行

国家制造装备创新平台在不同阶段分别采取不同的资金筹集方式。在平台建设期，采用公私联合投资的“外部输血”方式，以企业股权投入为主，

政府部门提供部分启动资金（一般不超过平台建设经费的 30%）。在平台运行期，实行以项目研发和技术服务收费为主、市场化运作的“自我造血”方式，其主要收入来源包括：承担政府及企事业单位委托研发任务的项目经费、技术服务费、会员费、产业资本运作盈利等。

总体来看，国家制造装备创新平台具有三个特色。第一，它不仅解决了装备研发与产业化之间的链接问题，而且着力于形成 LED 照明产业生态；第二，各利益相关者（尤其是股东）具有协同创新的内生动力，同时吸纳产业投资基金，提高市场化程度；第三，它具有集成性，实现需求与供给结合，产业链上、中、下游成员合作，资源优化配置与协同创新结合等。

## （二）完善产业生态形成的市场化运作机制

LED 照明产业链上、中、下游协作涉及大量风险分担、利益协调、冲突化解问题，企业是“理性决策”者，市场化运作是形成 LED 照明产业生态的重要路径。因此，要通过市场化运作机制促使企业成为市场竞争主体和产业投入主体。一方面，由企业承担市场竞争的责任和风险，并享有应有收益；另一方面，要让企业先行投入，确立企业在产业发展中的投资主体地位。

### 1. 培育 LED 战略性中心企业

如果 LED 龙头生产企业自身不强大，就谈不上支持上游高端制造装备企业的发展，因此必须培育具有行业影响力的战略性中心企业。

（1）通过兼并、收购、合资等一体化方式发展壮大 LED 龙头生产企业。力争用 3 年时间形成 3~5 家具有全球竞争力（全球前十名企业 1~2 家、前二十名企业 2~3 家）、世界一流的创新型中心企业。

（2）提升 LED 战略性中心企业的创新能力。一种是“产学研用”合作方式。战略性中心企业依托国家制造装备创新平台，联合高校、科研院所、装备企业、关键零部件供应商开展联合技术攻关。另一种是开放式创新方式。在全球经济下行背景下，我国 LED 龙头生产企业要大力并购海外优质资产：①直接并购或者通过产业投资基金并购海外企业；②新建海外研发中心；③采取合作开发、专利许可等非股权方式与国外企业合作。海外并购地优先考

虑欧洲、韩国等国家和地区,前者与我国国家利益冲突相对较少,后者与我国文化伦理较为接近。

2. 构建以LED战略性中心企业为核心的产业协作关系

我国LED高端制造装备的本土市场需求也是一种“内需”[5],因此要形成由战略性中心生产企业主导的LED照明产业协作关系和共生关系。

(1) 发挥国家制造装备创新平台在LED照明产业生态形成中的引领和纽带作用。国家制造装备创新平台是“一个载体、三种角色”,着力发挥它在协调企业生产协作和资源优化配置中的纽带作用。

(2) LED战略性中心企业支持高端制造装备的技术创新。战略性中心企业与装备研发机构共同制定创新需求,开展合作研发,使高端制造装备创新需求更贴近市场,同时又具有技术可行性。

(3) LED战略性中心企业积极培育本土装备企业。一是向装备企业开展技术转移和知识共享,派遣技术团队参与装备企业的研发设计等;二是为装备企业提供工艺验证环境,与装备企业签订“承诺制研发”协议,实施设备采购本土化;三是对装备企业进行控股、参股等股权投资,形成利益共同体;四是联合(或支持)装备企业并购海外装备企业,如德国、荷兰、瑞典、瑞士、芬兰等国家的“小巨人”制造装备企业。

(4) 实施关键零部件本土供应商提升策略。一方面,LED战略性中心企业、装备企业共同支持零部件供应商的研发,加大关键零部件本土采购;另一方面,依托国家制造装备创新平台开展关键零部件的技术标准和质量建设。

3. 依托行业协会倡导产业生态文化

产业生态不是一种动态合作关系,从长远来看它是一种社会文化。LED照明行业协会(包括国家制造装备创新平台)在倡导产业生态文化方面大有可为,如加大对LED照明产业链成员共生的产业生态文化研究、倡导社会和业界执着追求卓越的精神、鼓励上、中、下游企业相互包容等。

### (三) 营造创新驱动发展的政策环境和公平竞争的市场环境

政府部门制定的创新驱动发展政策、公平竞争的市场政策能够为LED照明产业生态的形成提供有利的外部支撑条件。

1. 完善以企业为主体的LED照明产业创新激励政策

根据“需求者即投入者”“投入者即受益者”等权责对等原则,激励企业成为技术创新主体。

(1) 加强地方政府对技术创新的重视程度,将研发投入纳入地方政府绩效考核目标体系或摆在突出位置。

(2) 转变政府部门对创新驱动发展的支持方式。取消设备采购补贴,改为补贴企业技术创新活动;将科技项目经费用于解决LED高端制造装备协同发展的关键难点问题,资助协同创新模式和协同创新平台建设。

(3) 加大以企业为主体的研发激励力度。一是研究开发费用税前加计扣除政策范围覆盖整个LED高端制造装备创新链(包括企业、高校、科研院所、新型研发机构等);二是将创新主体间的协同创新列入研发费用税前加计扣除范围;三是对实施海外并购或建立海外研发机构的LED龙头生产企业、装备企业实施税收优惠。

2. 营造公平竞争的市场环境

要废止不利于本土产业及企业发展的市场政策,并在符合国际规则的条件下构建有利于本土企业成长的市场政策。

(1) 尽快清理妨碍LED照明产业公平竞争的政策法规。一是实施LED照明产业政策有效性审查和退出制度,对妨碍公平竞争的政策法规要及时清退;二是对装备企业实施有期限的关键零部件进口优惠政策。

(2) 制定促进本土企业成长的市场政策。一是对LED战略性中心企业进行适当扶持(如税收减免、低息贷款等),鼓励其做强做大,提高其国际竞争力;二是对LED战略性中心企业及装备企业的海外并购、合资等给予帮扶和适度优惠政策;三是支持LED战略性中心企业及装备企业主动融入国际竞争,配合“一带一路”国家战略,支持LED战略性中心企业及装备企业主动开拓海外市场。

3. 加强LED照明产业协作关系的政策激励

(1) 改变国家产业投资基金运作方式,从扶持单个LED企业技术创新转向扶持LED照明产业链上下游企业间协同创新。

(2) 出台激励LED照明产业链上、中、下游企业相互协作的政策。一是针对LED照明产业的

产品质量验证、装备工艺验证、零部件质量验证、设计验证等协同创新活动，出台相关激励政策；二是通过适度补贴、低息甚至免息贷款、缩短设备折旧时间、税收优惠等组合政策，对我国 LED 生产企业购买国产设备，或者装备企业采购国产关键零部件给予政策支持；三是加大首台（套）国产 LED 高端制造装备采购的税收优惠力度。

## 六、结语

我国 LED 照明产业高端制造装备自主发展通过构建国家制造装备创新平台、完善市场化运作机制、构建创新驱动发展的政策环境和公平竞争的市场环境等重要举措，最终形成协作、互依、共生的 LED 照明产业生态，不仅解决当前我国 LED 照明产业发展严重依赖进口设备的困境，而且还推动我国 LED 照明产业链协同发展，增强国产装备的技术创新能力和国际竞争力。我国 LED 照明产业高端制造装备有条件、有信心抓住我国实施创新驱动发展和《中国制造 2025》带来的重要机遇，完成自主发展的重大战略任务。

## 参考文献

- [1] Tao A. The market for LED die equipment in China participant report [R]. Shanghai: IHS Markit, May 2013.
- [2] 制造强国战略研究综合组. 实现从制造大国到制造强国的跨越 [J]. 中国工程科学, 2015, 17(7): 1-6.  
The Research Group for the Manufacturing Power Strategy. Achieve the great leap from a large manufacturing country to a world manufacturing power [J]. Strategic Study of CAE, 2015, 17 (7): 1-6.
- [3] 杜渐. 韩国半导体设备业发展策略研究 [J]. 电子工业专用设备, 2012 (3): 10-11.  
Du J. Strategy of semiconductor equipment industry in Korea [J]. Equipment for Electronic Products Manufacturing, 2012 (3): 10-11.
- [4] 李晓华, 刘峰. 产业生态系统与战略性新兴产业发展 [J]. 中国工业经济, 2013 (3): 20-32.  
Li X H, Liu F. Industrial ecosystem and the development of strategic emerging industries [J]. China Industrial Economics, 2013 (3): 20-32.
- [5] 巫强, 刘志彪. 本土装备制造市场空间障碍分析——基于下游行业全球价值链的视角 [J]. 中国工业经济, 2012 (3): 43-55.  
Wu Q, Liu Z B. Analysis on the market space obstacle of Chinese national equipment manufacturing industry based on the global value chain in downstream [J]. China Industrial Economics, 2012 (3): 43-55.