



能源基金会

能源基金会资助

# 提高城市道路半导体照明市场占有率的 解决方案及其典型应用

国际半导体照明联盟 (ISA)

# 目录

前言 .....	1
第一章、城市道路半导体照明现状和前景分析 .....	2
(一) 城市道路半导体照明与传统产品节能减排效果对比分析 .....	2
1. 城市道路照明用电量及排放量分析 .....	2
2. 城市道路照明对应用产品的要求 .....	3
3. 城市道路应用 LED 照明与传统照明产品对比分析 .....	4
(二) 中国和全球城市道路半导体照明市场预测及节能减排情景分析 .....	5
1. 道路半导体照明市场分析与预测 .....	5
2. 全球道路半导体照明节能减排情景分析 .....	7
3. 中国道路半导体照明节能减排情景分析 .....	8
(三) 城市道路半导体照明推广存在的障碍分析 .....	9
(四) 城市道路半导体照明驱动要素、核心利益相关方及其互动 .....	12
第二章、提高城市道路半导体照明市场占有率的解决方案 .....	16
(一) 城市道路半导体照明政策参考及政策制定核心要素 .....	17
1. 国际城市道路半导体照明应用推广相关政策 .....	18
2. 中国城市道路半导体照明应用推广相关政策 .....	19
3. 城市道路半导体照明政策制定核心要素 .....	21
(二) 商业推广方式 .....	24
1. 政府直接采购与政府补贴推广方式内容与评估 .....	24
2. 合同能源管理方式内容与评估 .....	28
3. 其他模式 .....	34
4. 不同方式的选取机制与注意事项 .....	36
(三) 财务测算及投资回报周期测算 .....	42
1. 财务测算说明及依据 .....	42
2. 替换情形下的初始成本、回收期及节电量测算 .....	44
3. 新建情形下的初始投资、回收期及节电量测算 .....	49
第三章、提高城市道路半导体照明市场占有率的国际案例分析 .....	55
(一) 国际案例的政策措施及商业推广方式分析 .....	55
(二) 国际案例的投资、成本、回收期及节电量分析 .....	56
第四章、中国城市道路半导体照明应用案例分析 .....	57
(一) 中国案例的政策措施及商业推广方式分析 .....	57
(二) 中国案例的投资、成本、回收期及节电量分析 .....	58
(三) 中国“十城万盏”工程实施效果分析 .....	59
1. 总体概况 .....	59
2. 商业推广方式 .....	62
3. 试点城市推广应用情况及效果介绍 .....	62
参考文献 .....	69

## 前言

随着半导体照明技术的发展，半导体照明的应用正以前所未有的速度在全球开展。从实际情况看，其应用领域的发展顺序是：商业应用（背光、商场装饰、广告、旅游地装饰等等）、城市公共照明（城市道路、其他公共领域（地铁、广场、政府办公大楼）、学校、医院等），然后是家用照明应用。

在中国，城市道路照明耗电量约占照明耗电量的 30%以上<sup>1</sup>。因此半导体照明在城市道路照明中的应用速度，影响着城市照明的能源效率提升速度和环境效果改善速度；城市道路照明一是指对现有城市传统路灯照明的改造；二是新建城镇的路灯使用半导体照明路灯产品。

城镇化是本世纪全球经济发展的主要推动力，半导体照明的普及赶上城镇化浪潮，一是可以使这种革命性的技术一步到位，避免在半导体照明技术已经成熟的情况下“两步到位”的情况发生，为城镇化提供绿色照明和化解能源供应挑战；二是通过应用刺激半导体照明产业的发展促进地方经济的“阶跃”式发展，为城镇化提供经济动力支持。

半导体照明技术产品在城市道路照明（路灯）应用方面，无论是发达国家还是发展中国家，都已经开始了一定范围的有组织的推广，形成了不同的推广模式。这些模式有可以推广和复制的经验，也有失败的教训，例如初始成本过高、产品可靠性参差不齐、缺乏互换性及相关标准，对现有路灯机构的利益考虑不够等等。不少国家都有半导

体照明在路灯上应用的例子，但总量很小，且没有组织或机构进行总结、分析和提炼，还未形成系统、全面、有效的解决方案。经验、教训得不到分享，模式得不到推广，处于离散状态，从而影响了城市道路半导体照明的推广、普及和市场占用率，也影响了这些城市的开展节能减排的速度和效果。

本报告提供的解决方案工具，首先可以使正在考虑或者面临困惑的政策制定者迅速获得应用城市道路半导体照明的政策工具和具体措施；其次可以使缺乏有效商业推广方式的城市道路照明利益相关者迅速获得有效的应用城市道路半导体照明的商业推广方式解决方案；第三可以使城市道路照明管理机构和利益相关者迅速获得准确的财务测算方式。通过这三个方面可以使正在考虑或者面临困惑的城市有可行的手段去消除障碍，坚定决心，从而确定应用城市道路半导体照明技术产品，同时也可以为处于观望状态的其他城市提供有效的成功案例，使其也开始应用城市道路半导体照明技术产品，从而实现城市道路半导体照明市场占有率的提高，来帮助城市实现节约能源、提高能效、减少支出和减少 CO<sub>2</sub> 排放等综合目标。

## **第一章、城市道路半导体照明现状和前景分析**

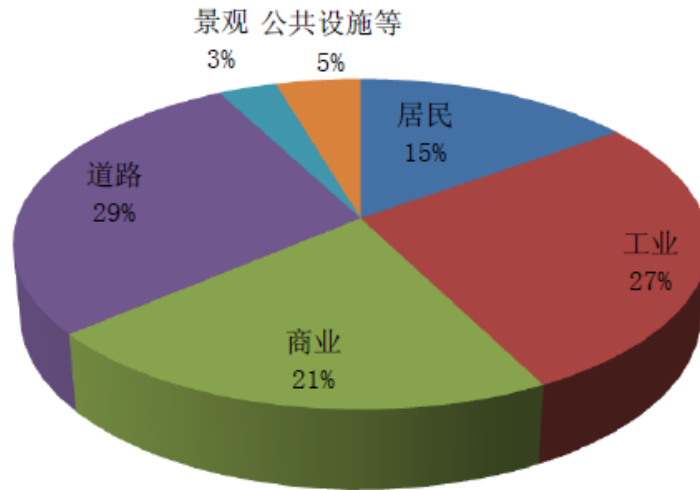
### **（一）城市道路半导体照明与传统产品节能减排效果对比分析**

#### **1. 城市道路照明用电量及排放量分析**

根据中国电力企业联合会 2013 年最新报告，2013 年全社会用电量为 5.32 万亿千瓦时、同比增长 7.5%。调查研究表明，2013 年照明用电占全社会用电量的 13.6%，其中道路照明用电约占全社会照

明用电的 29%，相当于 1.25 亿吨 CO<sub>2</sub> 排放量，如图 1 所示<sup>2</sup>。

图 1 2013 年各领域照明用电量分布



## 2. 城市道路照明对应用产品的要求

据调研，2013 年 LED 道路照明产品的整体光效超过 100 lm/W，预计 2015 年整体光效将超过 130 lm/W。目前，与高压钠路灯相比，采用 LED 道路照明产品可节电 40%以上。

表 1 道路照明的基本要求

类别	照度 (lx)	单只照明产品的光通量基本规格 (lm)
快速路与主干路	25	25000
次干路	12.5	14000
支路	9	14000
人行道路	12	9000

城市道路主要分为主干道/快速路、次/支干道、人行道路等几类，不同道路对照明的要求不同，使用的照明产品也不相同，传统照明产品主要有 150W、250W 和 400W 高压钠灯，基于 2013 年底 LED 道路照明产品的技术水平，对应的 LED 照明产品则以 90W、140W、250W LED 路灯为主。根据《CJJ45-2006 城市道路照明设计标准》，不同道路对照明产品的要求如表 1 所示。

根据国标对道路照明的规定要求和国内道路里程，可测算出 2013 年我国道路照明路灯需求总量超过 3500 万盏。

### 3. 城市道路应用 LED 照明与传统照明产品对比分析

假设道路照明产品每天使用 11 小时，每年使用 365 天，则每盏灯的年节电量  $E_u$  为：

$$E_u = \frac{(W_{HPSL} - W_{LED}) * 11 * 365}{1000}$$

其中： $E_u$  为每盏路灯年节电量（千瓦时）； $W_{HPSL}$  为高压钠灯的功率（W）； $W_{LED}$  为 LED 路灯的功率（W）。

若应用  $N$  盏 LED 路灯，则 LED 路灯的总节电量  $E$  如下：

$$E = \frac{(W_{HPSL} - W_{LED}) * 11 * 365 * N}{1000}$$

则根据此公式，按照 2013 年 LED 路灯性能，每盏 90W、140W、250W LED 路灯的年节电量分别为 240 度、440 度及 600 度，其节电率分别为 40%、44% 以及 38%（见表 2）。

表 2 2013 年 LED 路灯与高压钠灯节能效果对比分析

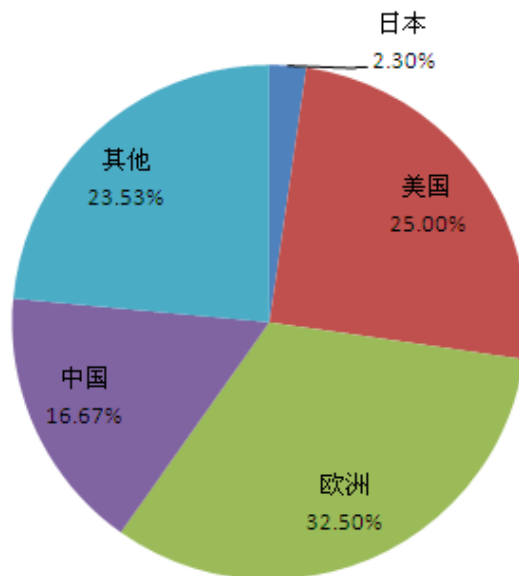
照明产品	光通量 (lm)	LED 路灯光效 (lm/W)	高压钠灯每盏功率 (W)	LED 路灯每盏功率 (W)	每盏节约功率 (W)	每盏灯年节 (千瓦时)	节电率 (%)
路灯	9000	100	150	90	60	241	40.0
	14000	100	250	140	110	442	44.0
	25000	100	400	250	150	603	37.5

## (二) 中国和全球城市道路半导体照明市场预测及节能减排情景分析

### 1. 道路半导体照明市场分析与预测

全球市场研究机构 DIGITIMES Research 2014 年 3 月发布的《2014 全球高亮 LED 市场趋势及安装量预测分析报告》显示，目前全球路灯安装量约为 2 亿盏，其中欧洲约 6500 万盏，占比 30%以上，美国约 4400 万盏，占比约超过 20%，中国 1 约 3300 万盏，占比超过 16%，如图 2 所示<sup>3</sup>。

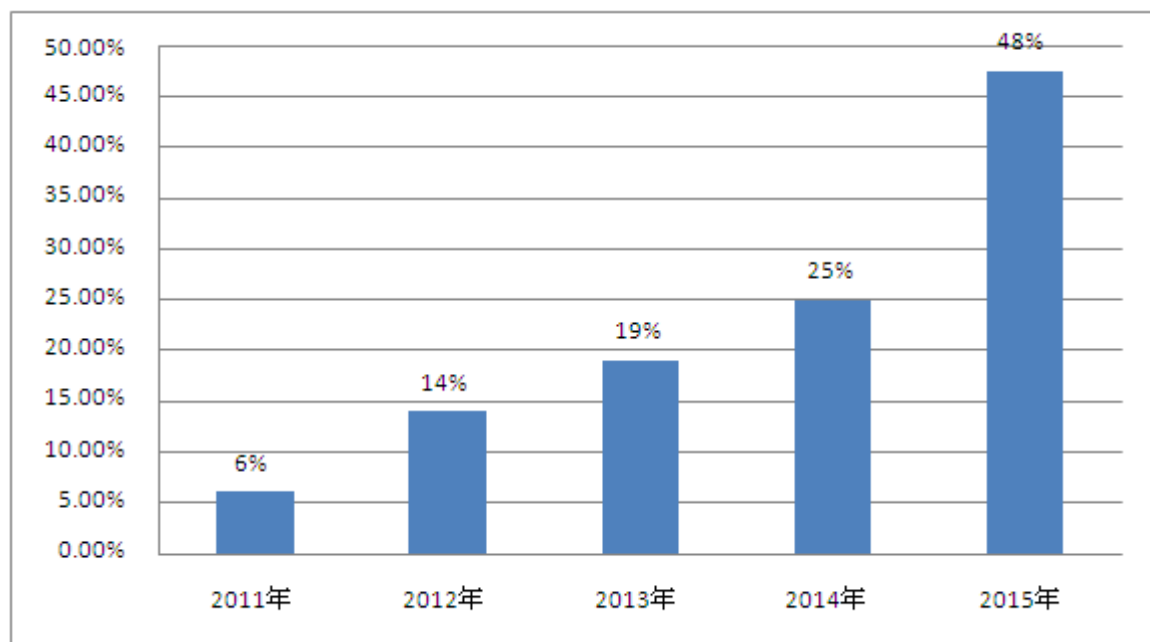
图 2 全球路灯安装数量区域分布



据中国国家统计局数据，截至 2012 年底，中国全部地级及以上城市数量 289 个，城市道路路灯约 2100 万盏，加上非地级市及乡镇道路，而且近两年中国城镇化步伐不断加快，初步估计中国目前的路灯安装量（保有量）约在 3300 万盏<sup>4</sup>。

此外，据中国交通运输部统计数据，截至 2013 年底，我国公路总里程数达到 435.62 万公里，比上年末增加 11.87 万公里。而根据交通部“十二五”规划，至 2015 年，我国的公路总里程达到 450 万公里。在对 LED 照明企业的调研数据进行了整理和分析的基础上，统计数据显示，近几年，中国 LED 路灯市场占有率（数量渗透率）在不断提升，2011-2013 年 LED 路灯市场占有率分别约为 6%；14% 及 19%。根据国标对道路照明的规定要求和国内道路里程以及中国 LED 路灯市场的发展趋势测算，到 2015 年我国的路灯总市场规模约在 560 亿元左右，LED 路灯市场规模约在 230 亿元；届时，我国 LED 道路照明产品的整体市场占有率将接近 48%，市场空间巨大。

图 3 2011-2015 年中国 LED 路灯道路照明市场占有率预测





## 2. 全球道路半导体照明节能减排情景分析

根据前面的分析和测算，不同市场占有率情景下，LED 道路照明的节电效果不同。本报告选取 5%，30%，50%，70%以及 100%的市场占有率下，以全球路灯安装数量为 2 亿盏为基数，测算出各种情景下全球 LED 道路照明产品的节电效果。

市场占有率 5%时，全球 LED 路灯年节电量约为 36 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 214 万吨；市场占有率 50%时，全球 LED 路灯年节电量将超过 380 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 2263 万吨；当全部替换时，即市场占有率 100%时，全球 LED 路灯年节电量将超过 840 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 5003 万吨，具体如表 3。

表 3 全球 LED 道路照明产品节电效果的情景分析

安装量市场占有率		5%		30%		50%		70%		100%	
LED 产品	光通量 (lm)	LED 路灯市场占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯市场占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯市场占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯市场占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯市场占有率	年节电 (亿度)
路灯	9000	7%	12	40%	67	60%	102	82%	138	100%	169
	14000	5%	17	34%	105	58%	180	75%	232	100%	309
	25000	2%	7	14%	51	28%	101	50%	181	100%	362
全球总计		5%	36	30%	223	50%	384	70%	551	100%	840

### 3. 中国道路半导体照明节能减排情景分析

本报告选取 5%，30%，50%，70%以及 100%的市场占有率下，以中国路灯安装数量 3300 万盏为基数，测算出各种情景下中国 LED 道路照明产品的节电效果。市场占有率 5%时，中国 LED 路灯年节电量约为 6 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 36 万吨；市场占有率 50%时，中国 LED 路灯年节电量将超过 60 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 360 万吨；当全部替换时，即市场占有率 100%时，中国 LED 路灯年节电量约 140 亿度，可减少 CO<sub>2</sub>排放 834 万吨。具体如表 4。

表 4 中国 LED 道路照明产品节电效果的情景分析

安装量市场 占有率		5%		30%		50%		70%		100%	
LED 产品	光通量 (lm)	LED 路灯 市场 占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯 市场 占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯 市场 占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯 市场 占有率	年节电 (亿度)	LED 路灯 市场 占有率	年节电 (亿度)
路灯	9000	7%	2	40%	11	60%	17	82%	23	100%	28
	14000	5%	3	34%	17	58%	30	75%	38	100%	51
	25000	2%	1	14%	8	28%	17	50%	30	100%	60
中国总计		5%	6	30%	37	50%	63	70%	91	100%	139

### （三）城市道路半导体照明推广存在的障碍分析

#### 1. 技术成熟度需进一步提升

虽然 LED 技术进入道路照明领域已经很久，但有些技术问题还需要进一步研究，如部分 LED 道路照明产品色温较高，易造成眩光，散热存在难点，由于驱动电源可靠性不高造成灯具整体可靠性下降，缺乏规格化接口等。

受相关技术限制，LED 路灯应用方面仍然存在一些问题，特别是部分用于主干道照明的路灯技术产品成熟度及经济性还不理想，例如：替代 250W 以下的支干道路灯，LED 路灯可节能 40%以上，与同等效能的高压钠灯相比有较大优势。但替代 400W 及以上的路灯，部分 LED 路灯的散热、可靠性等并未完全解决，在某些应用环境下的经济效益不十分理想，无法完全体现 LED 路灯的优势和特点。其次，由于 LED 照明产品没有统一接口和规格，企业之间的产品无法互换，导致后期维护困难；且由于通用性差，导致无法大规模制造，客户需求反应速度慢、市场推广成本高。

此外，由于 LED 产品需要采用与传统照明产品不同的标准和测试方法，而且 LED 技术产品更新换代速度很快，等待测试进入市场的产品很多，这使得厂商缺少开发完整产品系列的时间，而过高的测试成本给厂商带来很大压力，这些都阻碍了产品进入市场的进程。

#### 2. 协调机制需进一步完善

城市道路照明的应用推广与地方城市建设的业绩以及地方实现节能减排目标紧密相关，道路照明工程涉及的利益相关方较多，因此，

在城市道路照明中，各相关方的协调工作十分重要。而目前我国 LED 道路照明产品的应用和推广工作缺乏系统的、有力的支持，特别是资金方面。以中国的“十城万盏”应用示范工程为例，该工作在国家层面主要由科技部牵头，但在地方层面的具体执行则主要由城建、市政部门进行，地方各部门之间协调难度较大，对示范工程的具体实施造成一定障碍。

### **3. 财政补贴等机制有待完善**

目前各国纷纷采取产品财政补贴等方式来扩大 LED 照明新兴市场。而中国 2012 年开始实施半导体照明产品财政补贴推广项目，取得了一定成效，但在补贴机制方面，还需要进一步研究和完善。如，在财政补贴招标中对产品范围以及规格要求严格限制与 LED 技术、市场现实发展进度不匹配，不利于开拓新的产品市场。同时，项目严格要求中标产品的参数技术指标，控制不能利用同类产品，甚至是技术先进的产品替换，往往造成企业无法利用财政补贴项目的平台推广先进高效的技术产品，加大了企业的成本，影响了推广效果。

### **4. 质量保障体系亟待加强**

目前 LED 照明产品生产厂家众多，产品质量参差不齐。标准、认证体系缺乏统一规划，国际上没有半导体照明的统一检测方法和技术标准，在检测技术、检测设备与检测方法还在研发阶段，而我国国家级的半导体照明检测中心在投入、人才及检测能力方面差别很大，而一些地方检测机构缺乏技术和人才支撑，检测水平有限，造成同一产品在不同检测机构的检测结果不一致，产品的质量评价较为混乱，

缺乏数据比对和结果互认，为产品的推广带来隐患。

另外，质量保障体系与过程管理不完善，缺少针对工程招标、产品送检、现场抽查、过程监控与验收考核体系等各个环节的具体管理措施，尤其是缺少《示范工程认定办法》和现场验收等相关技术要求，导致一些地方实施的试点示范工程质量参差不齐，甚至出现了产品质量问题，如一些示范工程 LED 路灯产品，在电路控制技术、光效、照明均匀度、显色性、使用寿命等均存在缺陷。另外，在低价中标的压力下，有的企业出现送检产品与实际工程应用产品不一致的情况，暴露出现场抽查与过程监控不严的漏洞。

## 5. 初始购置价格偏高

目前，LED 路灯的初始购置价格依然明显高于传统路灯。据统计，2013 年 LED 路灯的平均价格在 16-18 元/W。以支、次干道使用的主流产品为例，一般采用 140W LED 路灯替代 250W 高压钠路灯，其中每盏 LED 路灯约 2500 元，而每盏高压钠路灯为 1500 元，两者的价差为 1000 元。虽然从建设、使用的全生命周期成本来看，LED 路灯已经与传统路灯接近，部分小功率 LED 路灯甚至已经低于传统路灯，但 LED 路灯的初始成本依然偏高，这使得很多路灯工程业主在采用 LED 路灯时望而却步。

此外，道路照明工程业主一般是当地市政部门，项目周期长，初始购置价格高，货款回款慢，造成企业资金压力大；而且在财政补贴项目的实施中，部分中标产品的价格过低，企业利润空间微薄，资

金回收缓慢，多数企业“费力赚吆喝”，这些价格方面的问题都影响企业的推广积极性。

## 6. 推广应用商业模式问题

城市道路半导体照明产品推广模式主要包括：合同能源管理（EMC）、政府补贴、政府采购、企业自身的纯市场化推广行为以及代理、分销模式等等。受到财政资金支付制度、金融机构运作流程、实际管理部门机制、产品规格标准等现实问题的制约，各类商业模式都存在一些急需解决的问题。关于不同推广模式的具体分析与评估，请见本报告第二章第二节。

## 7. 利益相关人的认识问题

在实践中，也存在一些利益相关人片面强调 LED 路灯存在的问题，忽视 LED 路灯产品技术进步与发展的现实。很多业主对合同能源管理认知度低、对资本的时间价值认识不充分，对于分享总额高于一次性投入额不认可，推广积极性不高。不少市政部门也对 LED 路灯节能理念有所偏差，尽管 LED 路灯节能潜力很大，但对能源费用多支出并不十分关注，对于维护费用支出也不关注，甚至于倾向于使用落后产品以作为索要更多维护预算的理由，这都影响城市道路半导体照明产品市场占有率快速提高。

### （四）城市道路半导体照明驱动要素、核心利益相关方及其互动

城市道路照明应用推广主要有以下几个驱动要素：a) 地方城市建设的业绩目标；b) 实现节能减排目标的压力；c) 地方政府的财政

实力；d) 城市道路照明的公众认知度；f) 城市道路照明的技术成熟度；g) 城市道路照明产品的价格。

城市道路照明应用推广核心利益相关方主要包括以下几个方面：  
a) 国家和地方政府部门(包括发改委、科技部、住建部、交通部等)；  
b) 路灯所、电力公司、城市管理部门或其他负责路灯管理维护的机构；  
c) 路灯产品供应商；  
d) 专业工程公司或节能服务公司。此外，相关的质监、检测、认证机构，银行、担保公司等金融机构，协会、联盟等行业组织等机构也在不同程度上发挥着重要作用。

根据各地不同的路灯管理模式，各核心利益相关方之间的互动也有所不同：

### **(1) 建设系统与电力系统共同管理模式**

青岛、北京、沈阳等地的路灯由城建和电力系统共同管理。青岛自 1993 年开始，市建委委托电力公司代管路灯管理处，明确工资奖金按电力部门标准发放，延续至今。中层干部由电力公司任命，但职工人事关系不在电力部门，不参与电力系统内部交流。青岛市路灯管理处的路灯管理包括城市路灯的规划、设计、建设、管理、维护和美化亮化城市。

北京市路灯管理处由市政管理委员会和北京供电公司共同管理，供电公司管人头，市政委管业务。其职能包括道路路灯的规划、设计、建设、施工、维护和地方路灯法规等。

这一模式的有利之处在于：

1、电力部门管理有业务上的便利，可以根据配网规划，确定照明系统电源点的就近接入，降低建设成本。变压器的安装、路灯线路的延长，不需要较长时间的报告、审批。

2、电力部门管理路灯，可以根据用电情况，灵活调配路灯开关时间。特别在用电紧张时期，通过路灯高峰让电，低谷用电，可以较大幅度降低总电费和调度电力供需关系。

3、电力部门具备保障用电安全的人力资源和设备资源。用电部门具有相对完备的安全规定，加上行业规定管理路灯，能较好地保证安全维护、安全用电。

这一模式的弊端在于：

1、这种管理模式存在一定的“多头管理”，建设系统和电力系统在路灯工程监理、验收等方面容易产生矛盾。也不利于统一安排市政建设资金。

2、一般电力部门上报当年维护费等经费的计划，建委负责审批。这种模式容易因双方考虑问题出发点不同，导致批复与计划较悬殊。

3、路灯管理单位既进行路灯维护，又有各项管理监督职能，存在管养不分和行业垄断可能。

## **(2) 城市管理部门管理与工程施工分离模式**

深圳市灯光环境管理中心和路灯管理处，一套班子，两块牌子，是隶属于深圳市城管办的正处级全额拨款事业单位，其管理职能包括：参与城市路灯规划、竣工验收和竣工后的维护，但没有建设的监理



权，不参与施工、大修、改造；负责全市路灯和亮化工程的规划、建设、维护管理职能；在夜景照明（泛光）方面，负责规划、设计、管理、建设、维护。

这一模式的有利之处在于：

1、有利于市政建设资金的统一安排，保证路灯维护资金到位，满足日常照明维护所需费用（包括人工开支）。

2、管理职能明晰。如：不参与路灯施工，只参与规划、验收、维护等过程。

3、将亮化工程与路灯统一管理，有利于城市整体照明的规划，提高城市整体形象。

这一模式的弊端在于：

1、与电力部门关系，仅剩电的买卖关系。因此，涉及电力方面的路灯建设事项，需经审批，时间较长。

2、存在管养不分和行业垄断可能。

### （三）市场化运作模式

路灯管理建、管、养分离，实行市场化运作无疑是对目前路灯管理模式的另一种有益的探索。延吉、佛山两地路灯建设、维护实行市场化运作，但各有侧重：延吉市路灯成为该市市政工程管理有限责任公司的下属单位，是完全股份制单位。其路灯维护工作量由市建委在下达道路、排水养护计划时一起下达。

佛山市的路灯维护比较超前，已全面推向市场化。2000年1月，佛山市路灯维护由市电力局代管改为推向社会招标，管理职能交由市照明办代表政府行使。原市路灯管理所的职工，全部买断工龄，自谋出路。该市将市区路灯划分为三块，进行招标，全国有路灯维护资质的单位皆可参与竞标。在比较了各投标单位的管理、技术、设备等力量后，原路灯所部分职工投资注册的公司，取得了为期三年的一块区域路灯维护权，考核指标主要有亮灯率和清洁度。

这一模式的有利之处在于：

- 1、通过市场化运作，降低路灯维护成本，提高维护质量。同时各中标单位考虑到自身企业形象，在亮灯率和路灯清洁度上做足文章，有利于城市路灯的发展，有利于城市形象的树立。

- 2、实行了管养分离，打破了行业垄断。

这一模式的弊端在于：

- 1、在目前路灯维护市场尚未成熟的情况下，因路灯维护的技术性较强，将管理成本较高。

- 2、因路灯的电费都是由财政与电力部门按实结算的，在推向市场承包时，路灯用电量的测算和认定容易出现纠纷和舞弊空间。

## **第二章、提高城市道路半导体照明市场占有率的解决方案**

### **解决方案核心模块与关键要素**

提高城市道路半导体照明市场占有率的解决方案核心模块和关键

要素包含政策制定核心要素、商业推广方式和财务测算方式三大部分。不同城市可以根据自身的实际情况，结合这三大部分内容，找到提高城市道路半导体照明市场占有率的具体解决方案的方法，使该城市道路照明利益相关者（市政委员会、路灯管理局、社区用户、电力供应商、投资者等）对应用 LED 路灯有个清晰的概念，对可能产生的疑问能获得具体明确的回答，并得到解决问题的整套方案，从而具备获得适合该城市具体情况的在城市道路照明中适用半导体照明技术产品的能力和方法。

### （一）城市道路半导体照明政策参考及政策制定核心要素

当前，半导体照明产业正处于快速发展阶段，新技术、新产品、新设计理念、新商业模式层出不穷。在技术日趋成熟、价格不断下降及政策鼓励的多重力量推动下，半导体照明产业将进入新一轮增长期，朝着更高光效、更低成本、更高可靠性和更广泛应用方向发展，城市半导体照明市场规模不断扩大。

但与巨大的市场空间形成鲜明对比的是，LED 产品应用推广和服务模式还不成熟，市场不规范，营销渠道不健全，造成 LED 产品应用市场的推广难度较大，严重影响包括城市半导体照明路灯应用在内的照明应用推广进程。因而，进一步研究适合不同国家不同地区推广 LED 道路照明的政策制定核心要素，对比研究各级政府在城市道路半导体照明推广过程中所发挥的作用，对于城市道路半导体照明市场的规范化合理化发展至关重要。

## 1. 国际城市道路半导体照明应用推广相关政策

近几年，世界各国均把半导体照明产业政策的扶持方向由原材料、设备制造、技术研发逐步向半导体照明产品的应用推广方面倾斜，纷纷以示范工程、财政补贴等方式培育市场。

美国：政府 2009 年 2 月提出的克林顿气候提案（CCI），计划在洛杉矶市示范推广 1.5 万盏 LED 路灯，目标是 5 年替换洛杉矶的 14 万盏传统路灯，节电 40%。2011 年，美国进一步加大了对高效照明产品应用的推动力度，对使用节能照明产品的商业楼宇进行减税政策。根据楼宇实际节能效果，给以每平方英尺 0.3-1.8 美元不等的税收减免。在补贴方面，美国政府要求联邦及各州对“能源之星”认证的产品进行补贴，规定电力公司对销售节能产品的厂家进行补贴；利用现金补贴、低息或无息贷款等手段刺激普通消费者购买“能源之星”认证的产品。同时“能源之星”也是美国节能产品政府采购的依据。通过对节能产品进行认证，形成了事实上的技术壁垒，并与政府采购挂钩，促进了节能产品的广泛应用。

日本：“Eco-Point”制度主要是以国家负担的方式将相当于产品价格 5% 的费用作为“Eco-Point”还原至消费者身上，届时消费者可利用累积的点数交换其它产品。日本实施“Eco-Point”制度以来，带动日本半导体照明市场急速扩张，半导体照明产品的渗透率不断提升，从 2010 年的 16% 增长到 2013 年的 LED 超过 50%。

欧盟：2011 年 12 月发布了“照亮未来——加快新型照明技术利

用”绿皮书，是欧盟 2020 年战略中创新政策和工业政策在半导体照明领域的具体应用。之后实施的“照亮城市”（lighting the cities）计划，通过城市试点项目在公共照明领域推广半导体照明产品。如英国最大的城市伦敦也开展了英国最大的 LED 路灯改造项目，计划到 2016 年耗资 1090 万英镑改造 35,000 盏路灯和安装一个网络自适应控制系统，以监测和控制路灯。此项目预计每年减少碳排放 9700 公吨，及节省 185 万英镑的费用。

## 2. 中国城市道路半导体照明应用推广相关政策

中国政府高度重视半导体照明产业的发展，2003 年 6 月，国家科技部联合教育部、信息产业部、建设部、中科院、中国轻工联合会、中国照明学会、中国照明电器协会等部门，成立国家半导体照明工程协调领导小组，标志着我国半导体照明工程正式启动。此后，从中央政府到地方政府纷纷出台了一系列相关政策和方案举措促进和支持我国半导体照明产业的发展。我国是半导体照明应用产品全球制造基地，同时也是世界上最大、最早开展 LED 产品示范应用的国家。以“十城万盏”、“北京奥运会”、“上海世博会”等为代表一系列重大示范工程，通过集成创新与示范应用，显示了较好节能环保效果。特别是在 LED 城市道路照明的应用推广方面，中国更是走到了世界前列。我国半导体照明相关产业政策大体来说经历了三个发展阶段，政策发布部门从初期以科技部推进为主，到产业、应用、标准检测等多部门联合推进，体现了国家层面上有序、合力推进的特点；而政策支持的重点方向也从支持科技创新，到扶持产业发展和推动产品的应用，近年

来，半导体照明应用市场的培育得到了高度重视。

中国半导体照明产业相关政策演变历程

产业发展时期	初始期	快速成长期	逐步成熟期
政策方向	重点支持技术创新，部分支持应用推广	支持核心技术突破、鼓励产业作大作强，鼓励示范应用	鼓励应用推广，鼓励产业集群发展，提升行业综合竞争力
年份	2003--2008	2009-2010	2011 以来
主要政策	863 计划“半导体照明工程”重大专项工程启动、科技支撑计划支持、各地政府的科研重要项目、《国家中长期科学和技术发展规划纲要》、《“十一五”城市绿色照明规划纲要》、“十一五”国家 863 半导体照明工程重大项目启动、《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》	《半导体照明节能产业发展意见》、“十城万盏”半导体照明试点示范工作、半导体照明产品应用示范工程项目、半导体照明产品财政补贴推广项目招标、各地政府对购买 MOCVD 进行补贴、各地政府实施路灯、景观等 LED 改造支持	第二批“十城万盏”半导体照明应用工程试点示范、《中国逐步淘汰白炽灯路线图》公布、2012 年半导体照明产品财政补贴推广项目、国务院安排 22 亿元支持推广节能灯和 LED 灯、科技部发布《半导体照明科技发展“十二五”专项规划》、《半导体照明节能产业规划》、各地支持 LED 的应用推广
政策制定部门	科技部、各地方科技部门	科技部、发展改革委、住建部、交通部、地方政府	国务院、发展改革委、财政部、科技部、住建部、地方政府
行业表现	LED 行业第一次爆发，应用及封装领域发展加快，出现众多公司、形成完整产业链	LED 行业第二次爆发，投资迅速增加，产业扩张加速，集中在外延芯片及行业垂直整合，路灯和景观应用得到大力推广	投资趋向理性、细分市场逐步形成。照明应用得到快速发展，各领域代表企业纷纷上市，行业投资重点向下游转移，竞争加剧

除了国家层面的政策，近两年地方政府对发展半导体照明产业

的支持也非常引人注目，半导体照明成为各地推动节能减排、加快转变经济发展方式的重要抓手，纷纷出台各类政策推进当地半导体照明产业的发展。其中，山东、江西、广东、福建等省制定专门的省级半导体照明产业发展规划，引导全省 LED 产业健康、快速、有序发展，部分城市也结合本市实际和产业特色专门编制针对本市的产业发展规划，力求在本市形成产业规模和区域聚集效应，带动当地社会经济的转型升级。另外，一些地市出台产业发展指导意见和具体的产业推进措施，促进当地 LED 产业的发展。

另外，各地还出台了一些应用推广政策，这些政策根据各地实际确定重点应用领域，从研发投入、政府采购、鼓励创新、产品补贴等方面给与扶持，较短时间内在提高社会对半导体照明的认知度，促进 LED 产品的市场应用，以应用促进产业发展，提高当地产业发展水平和产业产生的积极的作用和明显的效果。

在出台的地方政策和措施中，除了引导和促进 LED 产业整体发展的政策和应用推广措施之外，还有部分地区以产业园招商引资为基础，对企业采购重大关键设备给予资金补贴，从而短时间内在当地形成较为完整的产业链，并形成龙头聚集效应，出台该类政策的地区以扬州、芜湖、厦门、苏州为代表。

### **3. 城市道路半导体照明政策制定核心要素**

政府在半导体照明产业规范化合理化发展的过程中，起着极其重要的推动与监管作用。可以通过两个方面来制定有针对性的政策措施：

一方面通过政策规划、示范推广、各级补贴、宣传推广等方式，稳步有序且高效地拓展城市半导体照明市场，提高城市半导体照明产品的市场渗透率；另一方面通过制定各种规范、标准、指南，搭建各种行业产业平台，对城市半导体照明产业发展实施有效监管。

对比城市半导体照明应用在各种照明领域的接受与渗透情况，城市道路照明领域成绩最为突出。这是受到多方面因素影响的结果，包括业主成分、实际照明效果、节能潜力、产品质量与价格、公众认知度等。

通过对国际与国内城市半导体照明应用推广相关政策的对比分析，可以总结出政府在制定城市道路半导体照明政策中需要考虑的核心要素：

1. 顶层设计：各级政府应对于城市道路半导体照明做出中长期战略规划，将城市半导体照明工程列为节能重点工程。制定普及推广城市道路半导体照明的发展路线图。地方政府可根据地方实际情况，制定有针对性的方案、目标、时间表；

2. 保障体系：制定和实施一系列节能相关的法律、法规，完善节能标准体系，建立城市道路半导体照明产品的节能认证和标识制度，为推广城市道路半导体照明技术产品奠定良好的基础；在城市半导体照明发展战略实施过程中，政府需采取相应的保障措施，加大资金投入支持城市道路半导体照明科技创新，严格控制市场准入以提高城市道路半导体照明产品质量，建立优良的照明服务体系，同时加强区域



合作与国际合作；

3. 经济支撑：通过充分的市场调研与产业研究分析，统筹市场机制，明确提出城市道路半导体照明改造工程优惠政策和倾斜资源（土地、税收，财政补贴）。同时根据自身的实际情况和特点，选取合同能源管理（EMC）等不同商业推广模式，由照明企业、节能服务公司、业主及其他利益相关共同参与，推广普及城市道路半导体照明工程及产品应用；

4. 宣传推广：广泛开展城市道路半导体照明示范工程建设，让更多的民众了解城市道路半导体照明产品的良好光品质与节能特性，使广大民众更愿意接受并使用城市半导体照明产品；广泛开展宣传教育和人才培养活动，宣传普及城市道路半导体照明相关知识，完善人才培养、引进和流动机制，开展城市道路半导体照明专业培训。

政府科学有效的引导与监督，是城市道路半导体照明推广的先决条件。在LED产业与市场发展过程中，起着至关重要的作用。既能推动城市道路半导体照明应用的普及，加速节能减排达标；又能严控城市道路半导体照明产品市场准入标准，提供给广大消费者健康安全的照明产品。在城市道路照明领域，可以提高城市道路照明效率，降低能耗，提高道路照明安全性，与未来城市智能化照明接轨。

## （二）商业推广方式

### 1. 政府直接采购与政府补贴推广方式内容与评估

#### （1）政府直接采购

在很多地区城市道路照明属于公共市政设施，由政府或其他公共机构使用公共资金进行建设和安装相关设备，政府或其他公共机构是主要或者唯一的城市道路照明产品购买者，因此政府直接采购是半导体道路照明产品应用和推广的主要方式之一。

根据中国专门的政府采购法规，政府采购的方式包括：公开招标、邀请招标、竞争性谈判、单一来源采购、询价、国务院政府采购监督管理部门认定的其他采购方式。在目前已经实施的城市道路照明产品政府直接采购项目中，大部分采用的是公开招标的方式。其流程一般包括：招标、投标、开标、评标、定标几个步骤：

##### 1. 招标

招标过程主要包括发布招标公告（或投标邀请函）、供应商资格审查、发售招标文件，以及如有必要进行招标文件的澄清、修改等。

##### 2. 投标

投标过程主要包括编制投标文件、投标文件的密封和标记、送达投标文件等。投标人可以撤回、补充或者修改已提交的投标文件；但是应当在提交投标文件截止日之前书面通知招标人。

##### 3. 开标

开标一般以开标仪式的形式进行。招标人应当按照招标公告（或投标邀请函）规定的时间、地点和程序以公开方式举行开标仪式。

#### 4. 评标

开标仪式结束后，由招标人召集评标委员会，向评标委员会移交投标人递交的投标文件。评标由评标委员会独立进行评标。评标委员会根据综合评审和比较情况，得出评标结论。

#### 5. 定标

招标人对评标委员会提交的评标结论进行审查之后，按照招标文件规定的定标原则，在规定时间内从评标委员会推荐的中标候选人中确定中标人，将中标结果书面通知所有投标人，中标人应当按照中标通知书的规定，并依据招标文件的规定与采购人签订合同。

对于城市道路照明产品的维护问题，通常是由路灯管理部门负责安装及维护，企业只需要在 3-5 年的质保期内负责维修或更换由路灯管理部门拆下的故障路灯，如果故障比例在合同条款协商的范围以内（通常为 3%-5%），企业就不需要支付维护费用。通常，路灯管理部门会储备 3%左右的路灯，用于日常更换，当故障路灯积累到一定数量时将会被寄回企业，再在 5 个工作日内发回新的路灯。5

政府直接采购的优势主要有：安装应用新型路灯产品速度较快，可以快速实现 LED 路灯的节能效果；能减轻路灯供应商的资金压力；能够迅速实现大规模应用。这些优势的实现也需要一些前提和保障：决策机构必须充分了解 LED 路灯产品的优越性；具备财政预算允许的资金能力；以及具备公开公正组织和实施招投标的管理能力和执行能力等。

这一模式面临的挑战主要有：

单纯追求价格最低，造成路灯供应商为中标过于压低价格，影响路灯产品质量。传统的招投标模式过于单方面强调价格的高低，没有综合考虑价格与质量的对应性，也没有考虑投标主体的综合实力对产品和服务的附加影响。

可投标主体门槛要求不科学。在最低价格决定的原则下，不同投标主题的资质、能力、经验等综合实力无法体现到投标竞争力之中，这样既导致了综合实力较强的投标主体无法平等竞争，又给综合实力不足的投标主体提供了中标机会，并最终由于其综合实力的不足而影响产品质量和工程质量。

购买结束后对路灯供应商的利益影响较弱。在路灯供应商交付产品收取货款之后，及时在合同中会约定售后服务条款，但货款已经支付，路灯供应商对于可能出现的路灯质量问题难以受到实质性的利益影响。

城市道路照明产品采购、安装和维护一体，可能影响采用节能效果更好的 LED 路灯产品的积极性。LED 路灯产品价格相对较高，同时维护需求的降低也会导致维护预算的降低，这些因素可能成为一些路灯部门拒绝采用 LED 路灯的借口。

## **(2) 政府补贴**

政府补贴模式主要是指政府通过公开招标的方式，对半导体照明企业性能和价格具有优越性的特定产品进行政府补贴的模式。这一

模式主要体现出政府对于具有更好的节能效果的半导体照明产品的支持和市场激励措施。

中国政府于 2012 年首次 开展专门针对半导体照明产品的财政补贴项目，财政部、发改委等三部门出台了“2012 年半导体照明产品财政补贴推广项目”的招标细则，LED 路灯成为被招标的室外照明产品之一。这将之前 LED 路灯采购主要由地方政府推动上升到中央层面。

在具体执行过程中，原定的招标进行了推迟，招标文件发生了更改。新招标文件对投标人市场推广能力资格提出了要求：第一章第五条项目新增要求：投标人须具备较强的市场推广能力。新的招标文件还增加了对中标产品年度推广量的最低要求。室外照明产品-LED 路灯、LED 隧道灯要求“如果投标人所投产品两包同时中标入围，则中标产品合计年度推广量须不低于 10000 盏；如果投标人所投产品单包中标入围，则中标产品年度推广量须不低于 5000 盏。”同时新招标文件也对评价标准进行了修改：a 投标人能力 17 分，投标产品报价 30 分。投标人能力增加的两分，一分加在以提供成功应用案例评判的实际推广能力方面（由 3 分提高为 4 分）；另一方加在企业投产来实际运营情况并且强调模组及接口的通用性（由 4 分提高为 5 分）。可见在专门的半导体照明产品政府补贴项目中，政府已经意识到传统的招投标制度存在一些不完善之处，并进行了相应的修订和调整。

自半导体照明产品财政补贴推广项目实施以来，取得了一定成

效，但在补贴机制方面，还需要进一步研究和完善。如，在财政补贴招标中对产品范围以及规格要求严格限制与 LED 技术、市场现实发展进度不匹配，不利于开拓新的产品市场。同时，项目严格要求中标产品的参数技术指标，控制不能利用同类产品，甚至是技术先进的产品替换，往往造成企业无法利用财政补贴项目的平台推广先进高效的技术产品，加大了企业的成本。另一方面，中标产品价格过低，企业利润空间微薄，资金回收缓慢，多数企业“费力赚吆喝”，严重影响企业的推广积极性。

路灯管理机构认为，从目前的情况看，中央层面出台的补贴政策将对整个产业的应用起到推广示范效益，会带动相关地方政府的快速推广和实施。目前针对行业的补贴政策前后也出台了不止一个，还得看具体落实的情况，如果落实不到位，则适得其反。

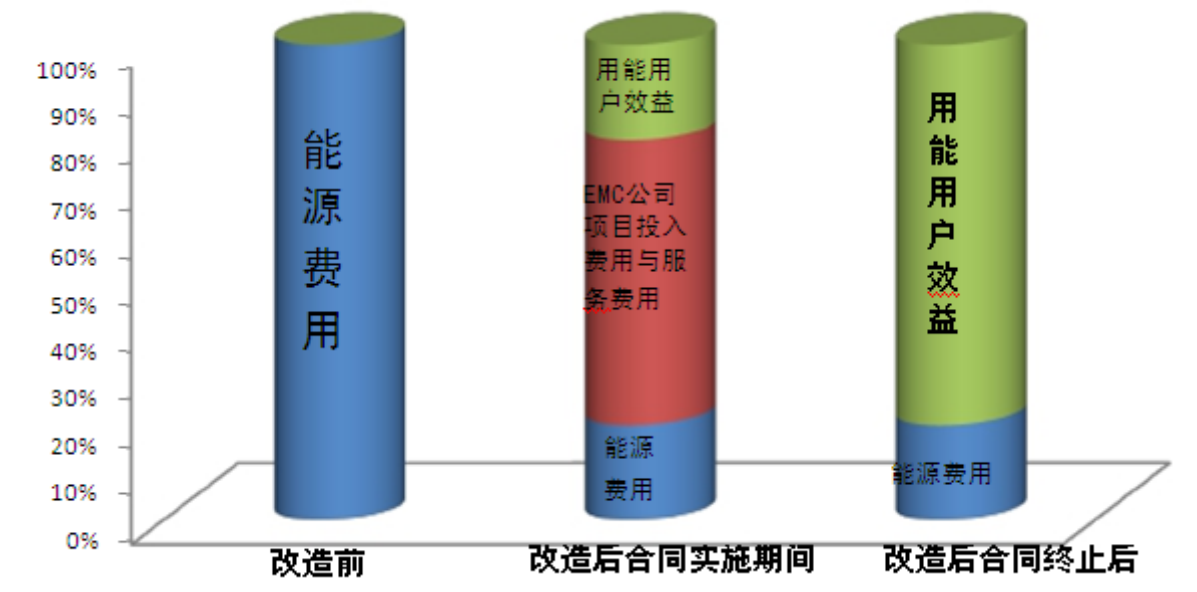
路灯供应商对于现行的政府补贴政策并不满意，甚至提出“政府政策扶持是对我们最大的损伤”。路灯的市场规模本来已经有限，加上传统光源路灯的竞争，利润空间将呈现出下滑趋势，但补贴的出现，让许多原本不做 LED 路灯的企业都参与进来，使得路灯价格越来越低，企业靠卖产品根本赚不到钱，都是冲补贴去的。<sup>6</sup>

## 2. 合同能源管理方式内容与评估

合同能源管理其本质是一种节能投资方式，即以减少的能源费用来支付节能项目全部投资 为目标。在实践中，其管理模式是由节能服务公司以合同能源管理机制为客户实施节能项目，为客户提供全

过程服务（包括节能潜力分析、可行性分析、设备选购等）。因而在合同期内，项目实施后所产生的经济效益主要分配于项目投资以及节能服务公司及其客户所获得的合理收益。而合同一旦结束，高效的节能设备和所产生的节能效益全部归属客户所有。

图 4 EMC 模式改造前后费用测算



从当前现实发展来看，合同能源管理的实施主要存在以下三种模式：

### 1. 能源费用托管型

该管理模式是节能服务公司受客户委托，在承包能源费用的前提下，进行节能改造和运行管理。因而一旦节能服务公司提供的能源服务质量不能达到合同中的要求，客户将获得按合同要求的赔偿。在这种模式中，能源费用（承包额）的减少构成了客户经济效益的来源，而能源费用的节约是节能服务公司经济效益的主要来源。

## 2. 节能效益保证型

该管理模式是客户提供项目资金，节能服务公司提供全过程服务，二者共同配合项目的实施；按合同约定，节能服务公司需保证节能效果，客户需向节能服务公司支付服务费用。因此，倘若在合同期内节能服务公司所承诺的节能量无法实现，就必须按照合同约定向客户赔付相应的经济损失。

## 3. 节能效益分享型

该管理模式最大的特点就是项目实施中客户的现金流始终是正向的，而项目实施资金和技术都是由节能服务公司提供。在节能效益的分配上双方根据合同相关约定实行共同分享直至合同结束。

基于合同能源管理机制的运作，节能服务公司实施合同能源项目的整个过程可以分为以下几个步骤：

### 1. 能源审计

在该环节，主要是节能服务公司针对客户的具体情况进行评估和预测。如测定企业当前用能量、预测采取节能措施将产生的节能量。

### 2. 节能项目设计

根据合同能源审计的结果，节能服务公司需要从“改进能源利用效率、降低能源成本”这个主题出发，向客户介绍具体的方案和建议。如果客户对提出的方案和建议表示认同并接受，那么节能服务公司就着手为客户展开具体的项目设计。

### 3. 节能服务合同的签订

合同能源管理离不开双方的谈判与协商，其结果就体现在《节能



服务合同》之中。因此，双方需要签署这份合同。如果遇到客户不同意签署合同的情况，则客户须向节能服务公司支付能源审计和节能项目设计费。

#### 4. 节能项目融资

节能项目融资是指在实施合同能源管理项目中，节能服务公司对项目的投资或提供融资服务。其来源主要是节能服务公司自有资金、银行商业贷款或者其他融资渠道。

#### 5. 交钥匙工程

“交钥匙工程”，即节能服务公司需对原材料和设备采购，并做好相应的施工、安装和调试工作，力求做好项目节能服务的所有准备工作。

#### 6. 运行和维护

节能服务正式投入运行，节能服务公司就必须为客户培训设备运行人员，并为所安装的设备（系统）提供保养和维护，提供技术上的支持与服务。

#### 7. 节能效益保证

依据合同中的相关约定，节能服务公司需要为客户提供节能量保证，双方共同检测在合同期内的节能效果与获取的效益。

#### 8. 与客户分享节能效益

在项目合同期内，节能服务公司与客户按合同的相关约定共同分享项目产生的节能效益。

在政策层面，政府也出台了一些政策激励措施支持合同能源管理

模式，促进节能服务产业发展，规范合同能源管理服务合同，中央财政安排奖励资金，支持推行合同能源管理。财政部、国家发改委 2010 年 6 月发布了《合同能源管理财政奖励资金管理暂行办法》的通知；国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会发布了《合同能源管理技术通则》的 GB 国家标准，已于 2011 年 1 月 1 日起实施。

从 EMC 模式运行的实际情况来看，既有一些成功的案例，也还存在一些实际问题。主要问题有以下几个方面：

1. 缺乏资金且资金回收期太长。EMC 模式的中心要点在于产品的资金垫付，绝大多数已进入国家发改委备案清单的节能服务公司本身很难拿出足够的自有资金，而且融资渠道也非常有限，没有银行的资金支持，很难获取大量的资金来启动城市路灯项目。政府部门也承认，现有的融资手段无法满足 EMC 模式对担保或抵押贷款的要求。目前一般的 LED 路灯改造项目为期 8 年左右，资金承受能力不足的企业很难坚持这么长的时间，而且受不同城市路灯管理体制的影响，在这么长的回收期内收回回款也存在各种障碍，给企业带来了很大的压力。

2. 投资回报率低。EMC 模式是通过节省电费来实现收益的，较高的电价对于节能公司实施 EMC 模式具有较为丰厚和快速的回报。而面对路灯的电费电价远低于商业用电，大多数市政用电与居民用电收费标准相近，投入产出比远远低于预期，节省的电费勉强满足节能改造的费用支出。有专家指出，从现在的路灯节能效果来看，投资人还不如把钱存入银行、基金或有稳定收益的地方，收益比做路灯的 EMC 要

好。

3. 利益相关方利益保证问题。与发达国家常见的政府扶持措施相比，由于财政制度的不同，中国政府机关往往对 EMC 合同能源服务并不积极，因为采用 EMC 模式当年节省的能源费用会直接导致他们下一年的财政预算减少，政府本身不是盈利性机构，即使节能利益和节能服务公司进行分享，这对政府而言并不具有很强的激励性；虽然国家相关文件已经对 EMC 模式明确了补贴政策，而各省市的实施细则却多数迟迟未能出台，因此在一定程度上影响了市场主体参加的热情。

4. 存在合同风险。主要包括政策风险（能源补贴奖励政策与法令变更、节能设备许可证制约、税费等）、金融风险（汇率变动、通货膨胀、利率波动等）、营运风险（能源价格变动、建设成本超支、运行成本增加、企业经营不善等）以及不可抗力的风险等等。

5. 节电量计算困难。目前合同能源管理项目节电量计算主要有两种方法：单灯功率实测法和实际抄表电量。在实践中又根据是否有独立计量电表的路段而不同，没有独立计量电表路段，一般由招标人委托的第三方检测部门进行节电效益实测。另外也有节能服务期间乙方要求安装独立电表来测算节电量的。此外，城市路灯本身受电网影响和亮灯时间等因素的影响，也对节电量的计算造成了困难。

6. 管理体制复杂不规范。中国目前并无全国统一的城市路灯管理体制，在实践中有四种主要的管理模式：建设系统与电力系统共同管理模式、城管办（建委）管理模式、路灯管理原由电力部门负责，

现划归建设部门管理模式和市场化运作模式。不同模式下涉及的多个部门权利责任和互动关系不尽相同，既有招投标确定选取何种路灯产品的模式，也有路灯管理部门进行建议和推荐，最终由政府分管官员拍板确定选取何种路灯产品的模式。

7. 权力寻租风险。传统 EMC 模式下的诸多环节均涉及政府及其他公共管理机构，其决策结果直接影响 EMC 公司的收益和利润。在节电量核定、节能收益分配比例、电费计算和支付等关键环节都容易发生权力寻租的风险。有些城市则借 EMC 模式之名，行规避招标程序之实，甚至在新建项目中也套用了本该是“节能改造”的 EMC 模式，这也是 EMC 模式运行中客观存在的问题。

### 3. 其他模式

#### 建设—经营—移交（BOT）模式

BOT(Build Operate Transfer)模式是政府就某个基础设施项目与非政府部门的项目公司签订特许权协议，授予签约方的项目公司来承担该项目的投资、融资、建设、经营和维护，在协议规定的特许期限内，项目公司向设施使用者收取适当的费用，由此来回收项目的融资、建造、经营和维护成本，并获取合理回报。政府部门则拥有对这一基础设施项目的监督权、调控权，特许期满，签约方的项目公司将该基础设施无偿移交给政府部门。

BOT 适用于大型的基础设施建设项目，通常是国外企业和国内的民间资本来承包，因而有效地减轻了政府财政负担和避免大量的项目

风险，并且给项目所在国带来先进的技术和管理经验，既给本国的承包商带来较多的发展机会，也促进了国际经济的融合。同时，给出了明确项目回报率，严格按照中标价实施，政府部门和私人企业协调容易，双方的利益纠纷少，有利于提高项目的运作效率。基于项目的资金投入大、周期长，介于民间资本的参加，贷款机构对项目的审查、监督就比政府直接投资方式更加严格，民间资本就会加强管理，控制造价，从而获得了成本和效益的匹配，也降低了风险，从客观上为项目建设和运营提供了约束机制和有利的外部环境。BOT 适用于有长期、稳定现金流的基础设施建设项目，如发电厂、公路、桥梁、铁路、地铁、水厂、管道等。而道路照明工程作为城市道路等基础设施建设工程的重要组成部分，BOT 这种方式应用较为广泛。

BOT 模式的优势在于回购资金有保证，投资风险小；同时，采用 BT 方式可以降低工程实施难度，提高投资建设效率。其缺点是项目投资承包人筹集资金压力较大，而且过渡期时间较长，风险较大；而且其流程复杂，涉及环节多，操作难度大。在 BOT 模式的基础上，又衍生出了 BT、BOOT、BOO 等相近的模式，这些一般被看作是 BOT 模式的变种，它们之间的区别主要在于投资者拥有项目产权的完整性程度不同。

### 工程项目直营模式

工程项目直营是道路照明最早兴起，也是最易被 LED 制造商接受的方式，其特点是有产品生产者制造企业，通过直接寻找有产品需求项目的采购单位或者系统集成商，达成合作协议，形成直接销售。

销售金额一般由预付款、进度款、尾款构成，直接由采购单位或系统集成商依照项目进度支付给产品提供商。

这种销售模式由于渠道直接，比较容易形成销售通路，直接促进了许多 LED 工程项目的实施。此外，这种模式对于 LED 灯具生产企业的前期资金压力较小，由于前期资金已经收回大部分，不需垫付资金，不需额外融资，比较受生产企业欢迎。但这种方式也存在一些不足，如这种推广方式对企业的销售能力、市场公关能力、资源整合能力要求较高，使用这种销售模式的企业，需要与政府、建设单位、系统集成商、工程设计单位、监理单位、施工单位等共同协商，通常公关费用支出较高；而且在项目实施的整个过程中责任大、风险都由企业承担；此外，尾款回收比较困难，资金回笼时间长。

#### **4. 不同方式的选取机制与注意事项**

不同的商业推广方式有各自的适用条件，解决方案的用户在选取商业模式时需综合考虑自身的实际情况和不同商业推广方式的适用条件来评估和确定最终适用的具体化和可操作的商业推广方式。在完成商业模式选取自评估之后，可根据评估结果来选择和应用合适的商业模式。

商业模式选取自评估是指根据商业模式选择评估指标体系，来对解决方案适用主体的基本情况进行有针对性的评估，根据评估结果的不同，来选择相对应的商业模式。根据城市道路半导体照明的具体情况，商业模式选取评估指标主要包括以下方面的内容：

➤ 城市路灯设施现状;

(1) 城市具有大量采用其他技术产品的路灯设施 (B+1 分)

(2) 城市路灯存量有限, 但新建道路较多, 对路灯需求较大 (A+1 分)

➤ 城市路灯购买方财力;

(1) 城市路灯购买方经费充足, 具备大规模购买路灯的财力 (A+1 分)

(2) 城市路灯购买方经费不足, 无力承担一次性大规模路灯购买投入 (B+1 分)

(3) 城市路灯购买方经费充足, 但路灯维护经费不足 (B+1 分)

➤ 城市路灯维护体制及成本;

(1) 城市路灯由市政府或者下属政府机构负责维护, 维护预算充足 (A+1 分)

(2) 城市路灯由市政府或者下属政府机构负责维护, 维护预算不足 (B+1 分)

(3) 城市路灯由电力公司或其他公用事业公司维护 (A+1 分)

➤ 路灯供应商垫资能力;

(1) 路灯供应商垫资能力较强 (B+1 分)

(2) 路灯供应商垫资能力较弱 (A+1 分)

➤ 城市路灯管理机构需求

(1) 城市路灯管理机构倾向于亲自把控路灯管理和维护 (A+1 分)

(2) 城市路灯管理机构倾向于让路灯供应商分担路灯管理和维护 (B+1 分)

根据自评估结果，对应的可选商业模式主要包括：

**A: 政府直接采购模式。**如果 A 项得分较高，则比较适合采用政府直接采购模式。鉴于城市路灯产品本身较强的公共属性，在财力充足的情况下，政府直接采购是最有效率的模式，能够迅速提高城市道路半导体照明产品市场占有率。特别是在新建道路上直接采用 LED 路灯，可以直接获得 LED 路灯产品更好的节电效果，避免后续维护和改造的额外支出。

在政府直接采购模式下，需要建立 LED 路灯技术成熟性、功能优越性实现保障机制，具体包括：

规格接口标准化。模块化接口规范是为了满足不同厂家间光源模块达到可互换性而做的必要的规定。可以实现 LED 灯具零部件的标准化，产品的通用性、互换性，维修的便利性，规范市场，实现规模化生产，降低成本等目标。主要解决方案为定义照明产品或系统主要



搭配模组的光、机、电、热、控制的界面规格，制定先进性、代表性、引领性的规格接口技术标准并进行大规模推广应用。

实现智能控制优势。户外道路照明工程应当系统地开发应用 LED 照明智能集群控制技术，发挥出 LED 的集群可控性、智能化管理的优越性。此外，LED 路灯系统具有高展示性，是智慧城市、物联网的重要组成部分，能够增强政府财产及市政管理能力。照明正在从传统管理方式转向智能化管理方式，从过去的现场维护及故障排查到远程监控，从纸介质的管理方法到智能化、电子化的财产管理，不可调光的路灯可以根据环境进行智能调光，基于估计的能量使用情况现在可以实时准确的获得能量使用情况。

建立和推广权威的检测与认证机制。权威的检测与认证机制有助于将质量和服务过硬的城市道路半导体照明企业和产品与其他以次充好、质量和服务较差的企业和产品区别开来，帮助用户快速和便捷的识别性能优越的产品。针对目前的具体情况，可以对现有的全球高效照明项目（Efficient Lighting Initiative，简称 ELI）进行细化，制定出针对城市道路半导体照明产品的检测与认证的实施方案，充分发挥 ELI 认证涵盖性能、安全、寿命及能效的综合性特点，建立起一种具有公信力和认可度的城市道路半导体照明产品认证标识，以保障 LED 路灯技术成熟性、功能优越性实现。

**B: 改进后的 EMC 模式。** 如果 B 项得分较高，则比较适合采用改进后的 EMC 模式。鉴于前述传统 EMC 模式面临的各种问题和挑战，为

避免其不利影响，需要对传统的 EMC 模式进行必要的修改。

传统 EMC 模式面临的挑战可以分为三种大的类型：第一，资金能力方面的挑战；第二，技术操作方面的挑战；第三，管理体制方面的挑战。对传统 EMC 模式的进行改进，也可以从这三个方面进行部分或者全面的改进。

在资金能力方面，目前的改进措施主要有两大模式，一种是将金融融资工具和机构纳入到模式中来，将融资担保公司、租赁公司、保险公司甚至于银行都纳入到 EMC 工程项目中来，通过金融机构专业融资渠道和手段，弥补项目公司或者路灯供应商的资金能力缺陷。例如目前提出的 GEMC（融资担保公司 + 合同能源管理模式）、G2EMC（政府 + 融资担保公司 + 合同能源管理模式）、LEMC（租赁公司 + 合同能源管理模式）等改进模式。这类模式的优势在于可以借助金融机构的融资优势解决资金不足问题，面临的挑战是金融机构对利润率的需求和操作与协调各方的复杂性。另一种模式是由具备强大资金能力的机构设立专门的 EMC 公司或者项目公司实施项目或完成工程，例如在中国的电网企业，下设能源服务公司专门从事相关工作。这一模式的优势在于获取资金的渠道稳定并且具有承担大规模资金需求的能力，减少了操作和协调的资源占用，能够相对容易的进行大规模应用；面临的挑战是电网企业本身对于减少电力消耗并不具有利益驱动，以及电网企业本身的管理水平和运作能力局限等。

在技术操作层面，主要的解决方案措施是将具备专业知识或能

力的机构纳入到模式中来，例如引入专业的能源审计公司，物业公司（PEMC（物业公司+合同能源管理模式））或者电网公司等。对于一般项目公司和路等供应商而言，在技术层面进行大规模的人才储备和设备投入并不具备经济性，因此引入具备专业技术的人员和设备的相关机构可以弥补这一缺点。对于实际节电量的测算结果能够更加准确和具有说服力，这样对于项目业主支付电费和服务费用以及项目方获取项目收益都能起到促进作用。

在管理体制层面，中国目前的路灯管理体制呈现出的多样化虽然一方面说明管理体制存在复杂性，但是另一方面也说明管理体制存在一定的灵活性和可塑性。多种不同的管理体制并存本身就说明这些管理体制已经成功的根据具体情况的不同而进行了相应的调整和变更，以适应具体的形势和管理维护的需要。因此，这也为路灯管理体制的改进和完善提供了契机。目前在这一领域走在前列的是广东佛山的路灯管理体制，率先进行了引入市场化管理的探索。

路灯维护的市场化模式具有多重优势：首先，可以减轻路灯管理部门维护压力和维护成本，确保管理部门的中立性；其次，可以发挥市场化运作的维护机构的专业化优势；第三，可以避免路灯购买方、管理方和维护方三种角色之间可能存在的利益冲突。管理部门负责管理和监督，维护机构负责运行过程中的维护，权力责任划分较为明确；第四，可以减少路灯供应商的负担，促使其集中精力提升和确保产品质量。

### （三）财务测算及投资回报周期测算

#### 1. 财务测算说明及依据

与路灯工程建设直接相关的投入主要包括灯具投入、灯杆投入、电缆投入、和工程费用支出等，其他与道路等有关的基础建设一般不计算在内。

同时，无论是 LED 路灯改造工程，还是 LED 路灯新建工程，在其投资及应用费用测算中，其安装成本、节电量、投资回收期等都是在与以高压钠灯为光源的传统路灯比较的基础上进行的。LED 路灯的财务测算主要计算和比较与传统路灯在投资成本和使用费用的差值，所有财务指标如节电量、投资回收期都是围绕这些投资和应用的差值来计算的。

无论是在新建路灯工程还是改造工程，在财务计算中，只有 LED 路灯工程和传统路灯工程投入存在差值的投资项才会对财务指标有影响，没有差别的投资项不会影响相关财务指标。

表5 LED 路灯工程投资及财务测算项目选择

投入项目		LED 路灯与传统路灯是否存在差异	
		LED 路灯改造工程	LED 路灯新建工程
建设或改造阶段	灯具投入	是	是
	灯杆投入	否	否
	电缆投入	否	是
	工程费用	否	否
应用运行阶段	电费	是	是
	线路设备维护费	是	是
	灯具更换	是	是

表 6 LED 路灯与传统路灯性能及价格参数

路灯规格(光通量)		9000 lm	14000lm	25000 lm
高压钠灯路灯	灯具整体光效 (lm/W)	60	60	60
	灯具功率 (W)	150	250	400
	灯具价格 (元/盏)	1000	1500	2000
	光源价格 (元/只)	150	200	250
	使用寿命 (小时)	15000	15000	15000
LED 路灯	灯具整体光效 (lm/W)	100	100	100
	灯具功率 (W)	90	140	250
	灯具价格 (元/盏)	1500	2500	4500
	光源价格 (元/只)	无替换光源设计		
	使用寿命 (小时)	25000	25000	25000
路灯应用参数	路灯日点亮时间 (小时)	11	11	11
	年点亮天数 (天)	365	365	365
	用电价格 (元/kWh)	0.8	0.8	0.8

在以下所有测算中，路灯工程的设计及实施均符合国标《城市道路照明设计标准 CJJ 45-2006》。

## 2. 替换情形下的初始成本、回收期及节电量测算

在替换情形下即 LED 路灯改造工程中，原有的灯杆、电缆等设备都利用原有路灯工程设施，也不会产生额外的工程施工费用，仅需的路灯安装费用包含在路灯报价之中。

因此在 LED 路灯改造工程中，影响节电量及投资回收期的建设投资和应用费用主要包括以下几项：

- 建设投资

主要是灯具购买费用。

- 使用费用

主要包括电费、维护费用以及光源更换费用。

### 1、 投资测算

在满足国家道路照明标准、达到传统路灯照明效果的前提下，按照当前（2013年12月）的灯具水平，来计算 LED 路灯改造工程中建设投入和应用费用，并计算与传统路灯的投入和运营费用差值。在路灯改造工程中，建设投资主要来自于灯具的购买。

$$C = P * N$$

其中，C 为投资额，N 为灯具数量。

在路灯改造工程中，LED 路灯与传统路灯的数量是相同的，其购置成本的差值主要体现在单盏路灯的价格差异上。

目前情况下，LED 路灯的价格要明显高于传统路灯。

$$C_{id}=(P_{LED}-P_{HPSL}) * N$$

其中， $C_{id}$  为建设投资成本差额， $P_{LED}$  为 LED 灯具价格， $P_{HPSL}$  为传统路灯价格。

## 2、使用费用测算

路灯的使用费用包括三个部分，即电费、维护费用、光源更换费用。

三个部分的计算基于 LED 路灯和传统路灯在相同应用环境、相同应用时间的基础上。另外，由于 LED 路灯寿命较长，传统路灯寿命明显低于 LED 路灯，在维护费用和光源更换费用的计算中，以 LED 灯具寿命为周期计算。

### (1) 年节电量及费用

假设道路照明产品每天使用 11 小时，每年使用 365 天，若应用  $N$  盏 LED 路灯，则 LED 路灯的总节电量  $E$  如下：

$$E= \frac{(W_{HPSL} - W_{LED}) * 11 * 365 * N}{1000}$$

而年节电费用  $C_{SE}$  如下：

$$C_{SE}=E * P_e$$

其中， $C_{SE}$  为年节电费用， $P_e$  为电价。

(2) 年节约维护费用差额

$$C_{SM} = C_0 * (S_{HPSL} - S_{LED})$$

其中,  $C_{SM}$  为年节约维护费用差额,  $C_0$  为单次维护费用,  $S_{HPSL}$  为传统路灯年维护次数,  $S_{LED}$  为 LED 路灯年维护次数。

(3) 年灯具光源更换费用

$$C_{SL} = C_L \div Y_L$$

其中,  $C_{SL}$  为年灯具光源更换费用,  $C_L$  为光源单价,  $Y_L$  为光源使用年限。

(4) LED 路灯比传统路灯年节省总费用

$$C_{od} = C_{SE} + \frac{C_{SM} + C_{SL}}{Y_{LED}}$$

其中,  $C_{od}$  为年节约总费用,  $C_{SE}$  为年节电费用,  $C_{SM}$  为年节约维护费用,  $C_{SL}$  为年灯具光源更换费用,  $Y_{LED}$  为 LED 路灯寿命。

### 3、投资回收期测算

根据以上费用指标, 在此计算的 LED 路灯改造投入的回收期为: LED 路灯超过传统路灯的建设投资差额通过应用运行期间所节省的费用累积来收回所需的时间。

在实际的计算中, 为使得回收期的计算更加符合实际和准确, 维护费用差值和灯具光源更换费用按年平均分摊。

$$Y_R = \frac{C_{id}}{C_{od}}$$



其中， $Y_R$  为投资回收期， $C_{id}$  为投资建设费用差额， $C_{od}$  年运营总费用差额。

#### 4、工程示例测算

##### (1) 示例设定

以当前 LED 路灯实际应用来看，次干道的应用占据比例较大，因此以 3 公里次干道为例来测算 LED 路灯改造工程的财务指标。3 公里次干道路宽 25m，采用 8 米高钢制灯杆，装配 250W 高压钠灯路灯 140WLED 路灯，每 30 米一盏，双向铺设，3 公里道路上安装路灯 200 盏。

##### (2) 投资测算

LED 路灯及传统路灯投资构成如下表所示。

表 7 LED 路灯及传统路灯投资成本比较

	LED 路灯 (140W)	传统路灯 (250W)	差额 (LED 路灯-传统路灯)
路灯数量	200	200	-----
路灯价格 (元)	2500	1500	1000
投资额 (万元)	50	30	20

### (3) 运营费用及节电量计算

LED 路灯及传统路灯运营费用如下表所示。

表 8 LED 路灯与传统路灯运营费用比较

	LED 路灯 (140W)	传统路灯 (250W)	差额 (LED 路灯-传统路灯)
路灯数量 (盏)	200	200	
单灯功率 (瓦)	140	250	-110
年用电量 (kWh)	112420	200750	-88330
年电费 (万元)	8.99	16.06	-7.07
年维护费用差值 (万元)	2	4	-2
年灯具光源更换费用 (万元)	0	1.61	-1.61
年应用费用合计 (万元)	10.99	21.67	-10.68

#### (4) 投资回收期计算

投资回收期=投资建设费用差额 Cid/运营总费用差额 Cod  
=20/10.68 =1.87 年

综上,按照当前主流 LED 灯具的性能和价格水平,采用 LED 路灯替换改造 3Km 次干道传统路灯,共更换路灯 200 盏,可实现年节电 8.833 万度,改造工程的投资回收期为 1.87 年。

### 3. 新建情形下的初始投资、回收期及节电量测算

在 LED 路灯新建工程中,直接与路灯工程相关的建设项目包括灯杆、电缆、灯具等三项,同时会产生一定的工程施工费用。路灯的使用运营费用与改造工程一致,仍然包括电费、维护费用、光源更换费用三项。

- 建设投资

主要包括灯杆购置、灯具购置、电缆线购置及工程费用。

- 使用费用

主要包括电费、维护费用、光源更换费用。

#### 1、 建设投资测算

在满足国家道路照明标准、达到传统路灯照明效果的前提下,按照当前(2013年12月)的灯具水平,来计算 LED 路灯新建工程中建设投入和应用费用,并计算与传统路灯的投入和运营费用差值。

直接与路灯工程相关的建设项目包括灯杆、主干线电缆、灯具

等三项，同时会产生一定的工程施工费用。其中 LED 路灯工程和与之对比的传统路灯工程灯杆投资和工程费用相同，而灯具和电缆投资有较大差别。

$$C = C_L + C_M + C_W + C_P = N * (P_L + P_M) + L_W * P_W + C_P$$

其中，C 为建设投资额，C<sub>L</sub> 为灯具购置费用，C<sub>M</sub> 为灯杆购置费用，C<sub>W</sub> 为电缆购置费用，C<sub>P</sub> 为工程费用，N 为灯具数量，P<sub>L</sub> 为灯具单价，P<sub>M</sub> 为灯杆单价，L<sub>W</sub> 为电缆长度，P<sub>W</sub> 为电缆单价。

$$C_{ID} = (P_{LED} - P_{HPSL}) * N + L_W (P_{LEDW} - P_{HPSLW})$$

其中，C<sub>id</sub> 为建设投资差额，P<sub>LED</sub> 为 LED 路灯价格，P<sub>HPSL</sub> 为传统路灯价格，P<sub>LEDW</sub> 为 LED 路灯电缆价格，P<sub>HPSLW</sub> 为传统路灯电缆价格。

## 2、使用费用测算

在运营过程中，路灯的运营费用包括三个部分，即电费、维护费用、光源更换费用。三个部分的计算基于 LED 路灯和传统路灯在相同应用环境、相同应用时间的基础上。另外，由于 LED 路灯寿命较长，传统路灯寿命明显低于 LED 路灯，在维护费用和光源更换费用的计算中，以 LED 灯具寿命为周期计算。

### (1) 年节电量及费用

假设道路照明产品每天使用 11 小时，每年使用 365 天，若应用 N 盏 LED 路灯，则 LED 路灯的总节电量 E 如下：

$$E = \frac{(W_{HPSL} - W_{LED}) * 11 * 365 * N}{1000}$$

而年节电费用 C<sub>SE</sub> 如下：

$$C_{SE} = E * P_E$$

其中， $C_{SE}$  为年节电费用， $P_e$  为电价。

(2) 年节约维护费用差额

$$C_{SM} = C_0 * (S_{HPSL} - S_{LED})$$

其中， $C_{SM}$  为年节约维护费用差额， $C_0$  为单次维护费用， $S_{HPSL}$  为传统路灯年维护次数， $S_{LED}$  为 LED 路灯年维护次数。

(3) 年灯具光源更换费用

$$C_{SL} = C_L \div Y_L$$

其中， $C_{SL}$  为年灯具光源更换费用， $C_L$  为光源单价， $Y_L$  为光源使用年限。

(4) LED 路灯比传统路灯年节省费用差额

$$C_{od} = C_{SE} * \frac{(C_{SM} + C_{SL})}{Y_{LED}}$$

其中， $C_{od}$  为年节约总费用， $C_{SE}$  为年节电费用， $C_{SM}$  为年节约维护费用， $C_{SL}$  为年灯具光源更换费用， $Y_{LED}$  为 LED 路灯寿命。

### 3、 投资回收期测算

根据以上费用指标，在此计算的 LED 路灯新建投入的回收期为：相较传统路灯而言，当 LED 路灯运营期间所累积节省的费用与其初始投资高于传统路灯的费用相等时所用的时间。

在实际计算中，为使得回收期的计算更加符合实际和准确，维护费用差值和光源更换费用按年平均分摊。

$$Y_R = \frac{C_{id}}{C_{od}}$$

其中， $Y_R$  为投资回收期， $C_{id}$  为投资建设费用差额， $C_{od}$  年运营总费用差额。

#### 4、工程示例测算

##### (1) 示例设定

以当前 LED 路灯实际应用来看，次干道的应用占据比例较大，因此以 3 公里次主干道为例来测算 LED 路灯新建工程的财务指标。3 公里次干道路宽 25m，采用 8 米高钢制灯杆，装配 250W 高压钠灯路灯或 140WLED 路灯，每 30 米一盏，双向铺设，3 公里道路上安装路灯 200 盏。

##### (2) 投资计算

LED 路灯价格及性能按照前述表格所示。

LED 路灯与传统路灯所用灯杆相同，8 米灯杆市场价格约为 1500 元/根。

3 公里道路，传统路灯主干线电缆流量  $I=P/U=200*250/220=227A$ ，它需横截面为 70 mm<sup>2</sup> 铜芯电缆，单价为 70 元/米；LED 路灯主干线电缆负载流量  $I=P/U=200*140/220=127A$ ，它需横截面为 25 mm<sup>2</sup> 铜芯电缆，单价为 35 元/米。

按照各地的工程实施经营，一般工程费用为传统路灯投资的 20%，LED 路灯与传统路灯工程费用一致。LED 路灯及路灯投资构成如下表所示：

表 9 LED 路灯及传统路灯投资成本比较

	<b>LED 路灯 (140W)</b>	传统路灯 (250W)	差额 (LED 路灯-传统路灯)
路灯数量 (盏)	200	200	/
路灯价格 (元)	2500	1500	1000
<b>8m</b> 灯杆价格 (元/根)	1500	1500	/
电缆长度 (m)	3000	3000	/
电缆价格 (元/m)	35	70	35
灯具投资 (万元)	50	30	20
灯杆投资 (万元)	30	30	0

	<b>LED 路灯 (140W)</b>	传统路灯 (250W)	差额 (LED 路灯-传统路灯)
电缆投资 (万元)	10.5	21	-10.5
工程费用 (万元)	16.2	16.2	0
总投资额 (万元)	90.5	81	9.5

### (3) 运营费用及节电量计算

新建工程 LED 路灯及传统路灯运营费用如下表所示。

表 10 LED 路灯与传统路灯运营费用比较（新建）

	LED 路灯（140W）	传统路灯（250W）	差额（LED 路灯-传统路灯）
路灯数量（盏）	200	200	0
单灯功率（瓦）	140	250	-110
年用电量（kWh）	112420	200750	-88330
年电费(万元)	8.99	16.06	-7.07
年维护费用差值(万元)	2	4	-2
年灯具光源更换费用(万元)	0	1.61	-1.61
年应用费用合计(万元)	10.99	21.67	-10.68



#### (4) 投资回收期计算

投资回收期 = 建设投资费用差额  $C_{id}$  / 运营总费用差额  
 $C_{od} = 9.5 / 10.68 = 0.89$  年

综上,按照当前主流 LED 灯具的性能和价格水平,采用 LED 路灯新建 3Km 次干道路灯工程,共应用路灯 200 盏,与采用传统路灯方案相比可实现年节电 8.833 万度,工程投资回收期为 0.89 年。

### 第三章、提高城市道路半导体照明市场占有率的国际案例分析

#### (一) 国际案例的政策措施及商业推广方式分析

2009 年至 2013 年,洛杉矶 (Los Angeles) 实施了全球最大的 LED 路灯改造工程,共更换 141089 盏 LED 路灯。该市路灯改造项目是在五年内,将该市 14 万盏高压钠灯 (HPS) 全部更换为 LED 照明灯具。洛杉矶市共有 10500 公里街道,该工程将其中的 7250 公里道路的路灯用 LED 路灯进行改造。这项 LED 改造工程还包括对该市更换的 14 万盏路灯安装遥控装置。当路灯出现故障时,该装置会直接向路灯局报告,并即时维修,从而使工作人员可以优化其维修服务。工程所用的 LED 路灯的 CCT 为 4000K, CR>65, 5 万小时的光衰小于 70%。

洛杉矶市的电力部门归市政府所有。路灯局是市公共事业局下属的专门负责路灯管理维护的部门。市政府专门出台了《洛杉矶市市长绿色计划》(Mayor's Green Initiative for City of Los Angeles),在政策层面积极支持了 LED 路灯的推广应用。

在商业模式方面,工程采用了贷款+维护基金的模式。整个工程

费用为 5700 万美元（每盏平均 407 美元），其中 4000 万美元来自洛杉矶市水利电力局的贷款，1600 万美元为洛杉矶市水利电力局返还资金，此外还包括了 350 万美元的路灯维护评估基金。这些资金投入将由后期的节能收入、维护资金降低等形式回收。

## （二）国际案例的投资、成本、回收期及节电量分析

**投资、成本、回收期分析：**在替换 LED 照明之前，洛杉矶市的道路照明每年会花费 1600 万美元，占据了公共费用支出的 10% 至 38%。通过该工程的改造，得益于高效节能的 LED 照明，洛杉矶全市每年可节约电费 750 万美元。LED 灯不仅光效高，寿命也更长，使得维修费用也随之减少，每年洛杉矶会减少维护费支出 250 万美元（约 1529 万元人民币）。

实施照明改造工程后，作为偿还贷款的款项将全部由目前能源和维修所节约出来的费用涵盖。在偿还贷款的基础上，洛杉矶每年将继续节省资金 1000 万美元。在 7 年的回收期内，该市将节省总资金 4800 万美元。

**节能效果分析：**在节能效果方面，根据实际应用测算，洛杉矶的 LED 路灯节省了 63% 的能源消耗，每年减少电力消费 6800 万 KWh。在替换 LED 照明之前，洛杉矶路灯照明每年向环境中排放 11 万吨二氧化碳，实施照明改造工程后，每年可以减少 4.05 万吨的二氧化碳排放，相当于减少城市道路上 6500 辆汽车，或者 5329 个家庭的能耗。在未来 7 年，洛杉矶市将减少 19.7 万吨的二氧化碳排放。

改造完成的 2013 年与改造之前的 2008 年，主要经济及社会效果对比如下表所示。

表11 洛杉矶路灯改造工程实施效果

	改造前	改造后
耗电量(亿 kWh/年)	1.9	1.1
电费(万元)	9810.08	5395.54
二氧化碳排放量(万吨)	11	7.95

## 第四章、中国城市道路半导体照明应用案例分析

### (一) 中国案例的政策措施及商业推广方式分析

中国城市道路照明应用半导体照明产品的案例众多，本报告选取了“广州市中心城区路灯节能改造服务项目”、

广东省在推广城市道路半导体照明技术产品方面一直处于领先地位，政策措施相对比较完备，出台了具体的《广东省推广使用 LED 照明产品实施方案》，对半导体照明推广使用工作进行年度考核，并将考核结果将作为各地节能减排考核的重要依据。建立了 LED 产品评价标杆体系控制产品质量；建立了信息报送和联络机制；开展了节能服务公司和旧灯具回收企业征集活动；并推动了银行金融合作等多种方式推动城市道路半导体照明产品的推广应用。广州市在城市层面也既有宏观的《广州市半导体照明产业发展规划（2010-2020 年）》，也有具体的《广州市公共照明领域推广应用 LED 照明产品工作方案》

等政策支持文件。

2012年，广州市计划对该市中心城区约7.5万盏具备改造条件的高压钠灯和金卤灯进行LED路灯改造。改造采取合同能源管理模式，灯具更换及服务期内相关服务的资金由节能改造服务单位自筹；返还回报的资金由财政资金拨款（在节省的电费中按投标电费分成比例及合同约定拨款）。投标人提供的LED照明产品必须符合《广东省LED路灯产品评价标杆体系管理规范》要求，投标人提供的LED路灯产品至少有一种规格的产品进入过《广东省LED标杆体系推荐产品目录》；由广州市照明建设管理中心于2013年9月启动了项目招标工作，项目共分为8个标段，最终由于9家企业组成的5家联合体中标。

## （二）中国案例的投资、成本、回收期及节电量分析

**投资、成本、回收期分析：**“广州市中心城区路灯节能改造服务项目”涉及8个标段，总金额为15001万元。其中第6、第7标段由广州市鸿利光电公司和广州良业照明工程公司组成的联合体中标。合计中标金额为3552万元。项目节能效益分享期为8年，中标单位和业主之间的节能收益分成比例为85/15。联合体内部的鸿利光电分享节能收益9337.3万元，良业照明分享120万元节能技术服务费。

**节能效果分析：**在节能效果方面，广州市照明建设管理中心也进行了公开招标，对改造工程的灯具、节能计量、道路照明参数等进行第三方检测。检测服务从中标单位进场至所有服务项目完成为止，服务期限2年。服务期截止时间为2015年12月31日。根据广州市

照明建设管理中心测算，改造之前，市中心六城区的 7.5 万盏路灯每年用电量约为 9195.84 万度，每年电费约为 8531.9 万元；通过改造后，按节电率 50%测算，则每年可以节省 4597.92 万度电，每年可节省电费 4265.95 万元。

改造前后的效果对比如下：

表12 广州市中心城区路灯节能改造服务项目实施效果

	改造前	改造后
耗电量(亿 kWh/年)	0.9195	0.4598
电费(万元)	8531.9	4265.95
二氧化碳排放量(万吨)	5.48	2.74

### （三）中国“十城万盏”工程实施效果分析

#### 1.总体概况

为了发挥科技支撑作用，促进经济平稳较快发展，着力突破制约产业转型升级的重要关键技术，推动节能减排，有效引导半导体照明应用的健康发展，扩大半导体照明市场规模，拉动消费需求，促进产业核心技术研发与创新能力的提高，迅速提升半导体照明产业的整体竞争力，科技部于 2009 年启动了“十城万盏”半导体照明应用试点示范工作，先后批复了 37 个试点城市，分布在全国 17 个省和 4 个直辖市。各试点城市开展了各具特色的半导体照明产品应用示范，

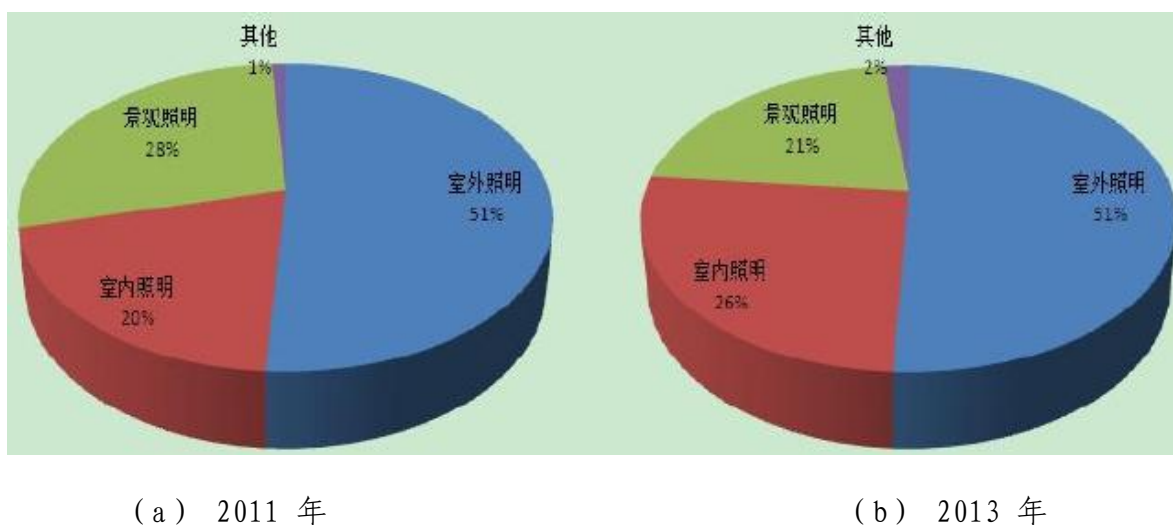
有效推动了半导体照明节能产品的推广，引导了我国半导体照明产业的健康发展。

表13 2012-2013 年“十城万盏”半导体照明应用试点示范实施基本情况

	2012 年	2013 年
工程项目（项）	2730	3200
其中：EMC 项目占比	7.60%	22.3%
应用灯具（盏）	730	1045
总节电量（亿度）	20	24

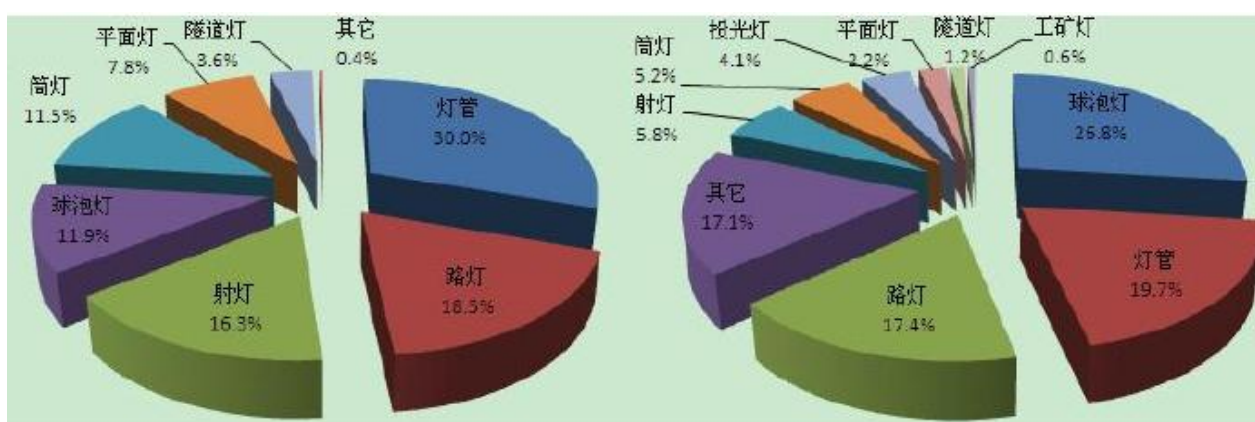
据初步统计，截至 2013 年 9 月试点城市中已实施 LED 应用试点工程超过 3200 项，较 2012 年新增 470 多项。项目构成中仍以室外照明、室内照明、景观照明为主，占到全部项目的 98%，其中室内外功能性照明占全部项目的比例继续上升，达到 77%，景观照明和其他示范项目所占比例则明显下降。采用 EMC 模式的项目数量大幅增加，占项目总数的比例由 2012 年的 7.60% 上升到目前的 22.3%。

图 5 “十城万盏”试点工程已完成项目分布



根据试点城市的反馈，已经有超过 1045 万盏的 LED 照明产品得到示范应用。从示范项目应用的不同种类产品数量来看，路灯一直保持 17-18%左右比例。LED 球泡灯和管灯是目前室内功能性照明中应用最多的产品，其中 LED 球泡灯用量大幅增加，所占比例从 2011 年的不足 12% 上升到目前的 27% 左右。

图 6 “十城万盏” 试点城市通用照明产品类型分布



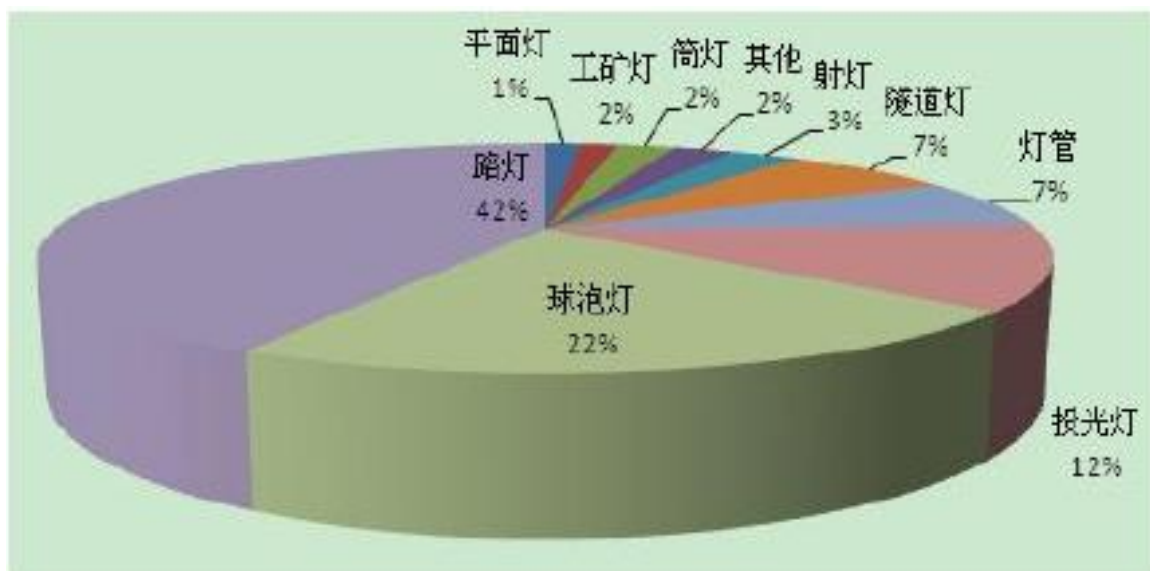
(a) 2011 年

(b) 2013 年

截止 2013 年底，“十城万盏”试点城市总节电量近 24 亿度，

其中路灯节电量为 10.08 亿度，占总节电量的 42%。

图 7 “十城万盏” 试点城市通用照明产品节电情况

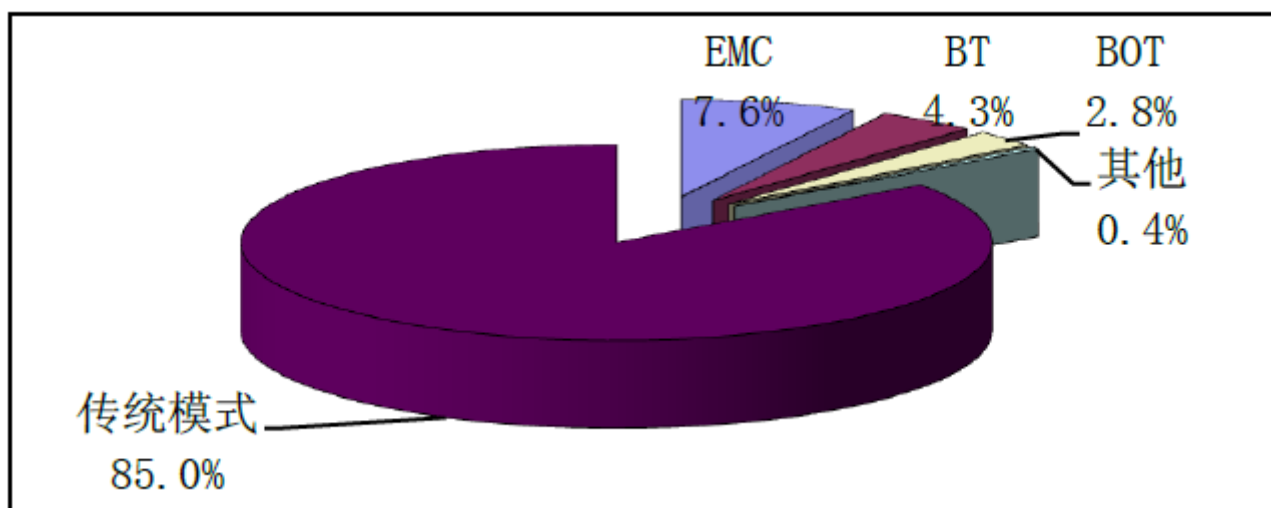


## 2.商业推广方式

“十城万盏” 半导体照明应用示范推广过程中，多数试点城市对商业推广模式进行了积极探索。目前的探索主要集中在合同能源管理（EMC）、建设—移交（BT）、建设—运营—移交（BOT）等模式上。

据初步统计，截至到 2012 年底，在全国 “十城万盏” 试点城市实施的 LED 应用示范工程中，采用 EMC 模式的项目仅占已实施项目总数的 7.7%，投资金额占 13.1%。到 2013 年不管是项目数量还是项目金额均大幅增加，其中 EMC 项目占项目总数的比例达到 22.3%。而采用 EMC 模式的项目金额 2013 年，占已实施项目总投资额的 27.8%，与项目中政府资金所占比例接近。

图 8 2012 年底 “十城万盏” 试点工程中商业模式采用情况



## 3.试点城市推广应用情况及效果介绍

### 杭州市推广情况及效果

杭州市 2009 年被国家科技部批准为国家 “十城万盏” 半导体



照明应用工程试点城市及“国家半导体照明工程高新技术产业化基地”后出台了一系列政策扶持半导体照明产业的发展。2009年杭州市制订了《“十城万盏”半导体照明应用工程试点工作方案》(2009-2011),对杭州市“十城万盏”半导体照明工程试点城市建设的实施步骤、2009-2011年分年度半导体照明工程实施目标、半导体照明工程应用的重点区域和工程、具体工程拟实施模式及产业发展具体措施作出了明确的规定。根据《工作方案》的目标和实施安排,一批重点示范工程已顺利实施。

在这些项目中,以市政建筑、公共交通、公共交通为重点。京杭运河(杭州城区)亮灯工程一期于2008年-2009年在运河主干道实施,总长12.6公里,共安装82340只射灯、筒灯,节约能源40%;二期工程于2009-2010年在大兜路历史保护街区实施,共安装LED射灯22520只,年节电约300万度。西湖亮灯工程大量采用LED射灯,替换原高耗能的金卤灯,如原来照亮古建筑屋顶的帕20灯,单个功率50W,用了高效率LED射灯,达到同样效果灯具功率仅为1W,直接下降能耗50倍!如西湖南线景区在整改前总的功率为500千瓦,而且亮度不高,暗区遍布,眩光严重,整改后,解决了亮度、暗区、眩光的问题,但是总能耗却下降为231千瓦。

经过三年示范工程的实施,至2011年底,杭州城区已实施77项半导体照明工程,其中景观照明项目27项,室内照明项目15项,室外项目34项。安装应用各类照明灯具20.44万盏及线条灯3.2万米,年节电量约0.5亿度。在安装的照明灯具中,以射灯为主,

达 11.7 万只，其次为路灯和筒灯，分别安装 2.05 万盏和 1.36 万只。

2012 年，杭州市新增半导体照明工程 55 项，至 2012 年底，已完成半导体照明示范项目 132 项。其中，景观照明 28 项，室内照明 41 项，室外照明 63 项，共计应用 LED 照明灯具 31.52 万盏，年节电量约 0.8 亿度。其中射灯应用量最大，为 12.23 万盏，其次为灯管 6.77 万只，筒灯、球泡灯、路灯的应用量分别为 2.58 万只、2.12 万只、2.52 万盏。

2013 年，杭州市计划实施半导体照明工程 45 项，另有 19 项计划在 2013 年底前安装完成。在已实施完成的 26 项工程中，室内照明 10 项，室外照明 16 项，共安装灯具 11.43 万盏，其中室内灯管使用量最大 8.4 万只，其次为筒灯 1 万只，路灯 0.85 万盏，年节电量约 0.3 亿度；在计划实施的 19 项工程中，景观照明 3 项，室内照明 8 项，室外照明 8 项，共安装灯具 7.8 万盏，其中依然灯管使用量最大，5.62 万只，其次为路灯 0.67 万盏，投光灯 0.41 万盏，年节电量约 0.2 亿度。

### **绵阳市推广情况及效果**

2009 年 4 月，绵阳市获批十城万盏首批试点城市后，专门成立了“绵阳市半导体照明应用工程试点城市领导小组”，成立了“绵阳半导体照明产业技术创新战略联盟”。为使绵阳市 LED 试点城市建设工作有序开展，编制了《绵阳市 LED 试点城市建设总体规划》、《绵

阳市 LED 应用工程试点城市建设实施意见及成员单位职责分工》、《绵阳市半导体照明十二五发展规划》等系列文件。

绵阳市 LED 企业 2009-2012 年在绵阳市范围内累计安装 LED 路灯 2 万余盏，护栏灯、景观灯、庭院灯、泛光灯、草坪灯等景观亮化灯具共计 6 万余盏，室内照明 3 万余盏，所有灯具累计达 11 万余盏。在营造良好的 LED 产业发展环境的同时更进一步提升了绵阳市科技城、宜居城市、文明城市的城市形象和城市水平。

在绵阳市范围内实施的道路照明试点工程项目主要有高新区、经开区、二环路、辽宁大道、安北路、长虹大道、安昌路、滨河路一段和二段、一号桥、绵盐路、绵三路、绵梓路、出口加工区、安县、三台等。

以上各项重点工程项目累计工程造价约 17000 万元，按 LED 灯平均寿命 6 年计算，节约用电 11000 万度，节约电费开支 11000 万元。为实现节能减排，降低城市污染、营造绿色环保的居住环境奠定了坚持的基础。

### **东莞市推广情况及效果**

东莞市不断强化环境配套、科技服务、产业集聚，认真、扎实地推进半导体照明产业发展及“十城万盏”试点工作，按照《东莞市推广使用 LED 照明产品实施方案》要求，全力推进 LED 照明产品推广应用工作。目前，东莞全市已累计安装和改造 9.5 万盏 LED 路灯和 26.92 万只公共领域 LED 室内灯。其中，6 个镇街已完成辖区的

路灯改造任务，12 个镇街已完成项目公开招标程序。其余镇街也正在抓紧组织起草招标文件工作，计划 2013 年 8 月底前完成全部招标工作。

其中石排镇作为首个 LED 路灯节能改造试点镇，一直以来十分重视节能减排工作。早在 2008 年，石排就实现全镇 LED 路灯全覆盖，共安装 LED 路灯 6198 盏（其中镇属路灯 2624 盏，村属路灯 3574 盏）。每年可节约电费和维护费 508.6 万元，5 年期间共节约电费和维护费总计 2543 万元，可完全抵消镇财政实际投入费用。经组织对太和路等路段抽取 8 个控制纯 LED 路灯的电表号电费进行对比测试，结果显示，LED 路灯平均节电率为 59.15%，5 年来安装的 LED 路灯维修率累计为 28.25%，平均照度衰减不超过 30%，符合道路照明要求。

万江街道为保障 LED 照明产品推广应用工作进行顺利，立了由科技办、公用事业服务中心、工程办、重点办、财政分局等部门组成的推广应用 LED 照明技术领导小组。小组成员单位间积极联动、通力合作，在 2010 年运用合同能源管理(EMC)模式新装和改造 LED 路灯 4070 盏，全面完成了辖区内市政道路 LED 路灯照明改造应用工程。其中，第一期工程 1564 盏，于 2010 年 8 月份安装完毕；第二期工程 2505 盏，于 2011 年上半年改造安装完毕。经测算，LED 路灯节约用电达到 60%以上，每年节省电费约 300 万元。改造的 LED 路灯经多次抽样及随机检查、检测，使用效果符合国家、省级规范及合同、招标文件规定的各项技术指标要求。

## 西安市推广情况及效果

2009 年西安市人民政府办公厅印发的《西安市推广高效节能半导体照明(LED)产品示范工程实施方案》中的规划目标中指出到 2012—2015 年,在全市主干道和地铁站台、隧道全面推广 LED 照明。截止到目前为止,西安市的地铁一、二号线部分照明已应用 LED 照明灯具,部分隧道已完成 LED 照明灯具的更换,高新区部分主干道、航天基地等也已经完成了 LED 照明灯具的更换。为了确保“十城万盏”试点城市总体任务的完成,西安市级财政拨款 3000 万元作为半导体照明(LED)示范工程专项资金,支持 LED 照明工程补贴资金及 LED 照明产品研发、产业化、技术标准研究推广等公共服务。

从 2011 年至 2013 年年初,累计已应用的 26 项 LED 工程中,西安市半导体照明示范应用工程总投资已经达到 28367 万元,累计应用数量达到 92427 盏,其中道路照明灯具 8785 盏、室内照明灯具 42509 盏、景观照明灯具 40833 盏,其累计应用球泡灯 12792 盏、射灯 10636 只、筒灯 11990 盏、灯管 16651 支、平面灯 19757 万套、路灯 8785 盏。应用示范项目室内外照明达 2114 万平方米,道路照明总长度达到 67.54 公里。

## 试点城市推广情况效果分析

在“十城万盏”半导体照明示范应用工程中,各试点城市都根据各自的地方实际情况和产业特点制定了相应的政策措施,对 LED 照明产品的推广和应用进行扶持和政策保障,其中从资金层面给予生

产端和应用端的补贴是很多城市的重要推动措施，此外，为了保障产品质量和推广实施效果，部分城市还建立了相应的质量保证措施，如建立推荐产品目录、制定标准规范和工程评价体系等；各城市在“十城万盏”半导体照明示范应用工程也都积极探索新的商业推广模式以适应 LED 照明产品的推广，目前探索和采用较多的是 EMC、BT 模式，但是政府采购和公开招投标在示范项目中仍大量采用。前述 4 个试点城市 LED 照明推广应用情况对比见下表：

表 14 试点城市推广情况效果分析

	杭州	绵阳	东莞	西安
政策措施	资助、奖励、补贴、建立产品目录、制定标准规范	奖励、资金支持、补贴	补贴、制定质量保障体系	财政补贴、专项资金
推广模式	政府采购、政府招标、企业自筹、EMC	政府采购、EMC、BT	政府采购、EMC、BT	政府采购、BT
已完成项目（项）	177	125	114	26
其中 EMC 项目（项）	18	85	8	0
应用灯具（万盏）	50.57	11.7753	36.62	9.24
其中路灯（万盏）	4.04	0.9394	9.5	0.88
节电量测算（亿度）	1.3	0.38	0.608	0.23

## 参考文献

---

<sup>1</sup>来源：CSA,《中国 LED 通用照明行业市场研究报告（2012）》

<sup>2</sup>数据来源：中国照明学会,《照明产品市场调查分析报告（2013）》

<sup>3</sup>数据来源：DIGITIMES Research

<sup>4</sup>中国数据为根据全球经济、人口等相关资料，以及对中国的调研情况对此进行的修正。

<sup>1</sup>张辰唯：《聚焦 LED 路灯售后》，《半导体照明》杂志 2014 年第 4 期，第 44 页。

<sup>3</sup>张辰唯：《政策须让位于市场》，《半导体照明》杂志 2014 年第 4 期，第 42 页。

<sup>7</sup>来源：万钢部长在“十城万盏”半导体照明试点工作现场会上的讲话。