

LED 路灯“十城万盏”推广中的 N 个问题

半导体照明技术与产业的发展比人们预期快得多，LED 光源的某些特性是以往任何人造光源所无法比拟的，如色彩丰富、色饱和度高、光束集中、固态发光、响应速度快、亮度和颜色均可数字化、智能化、网络化控制与调节等等。这些新特性的广泛应用将改变人们传统照明的经验和习惯，引发照明理念和光文化的变革，推动照明产品向以人为本和更人性化的方向发展，科技部启动“十城万盏”半导体照明示范工程将把 LED 推向更广阔的市场，促进 LED 产业做大做强。

照明是涉及多种学科和多种技术领域的综合性工程技术，人的视觉特性和视觉认知决定了对照明的量和质的需求，不但要考虑半导体技术和其他科学技术领域的集成创新，还要考虑和关注美学、艺术、哲学、人体工效学、生理学和心理学等学科领域的科学性问题的，综合集成来满足人们对日益增长的对生活质量的追求。目前的状况是没有一个权威、一所大学、一个科研机构或一个企业能全面了解创新的科技领域，从科学发展的视角，我们仅列出一些有争议、概念模糊和需要研究探讨的问题。

1、城市道路照明是“十城万盏”的主要应用方向吗？

高压钠灯在城市道路照明三十多年的发展历程中已是成熟的高效光源，改进的有高显色性高压钠灯，新光源除 LED 外还有 PHILIPS 低色温陶瓷金卤灯和无极灯等。大部分专业人士观点和试验表明：LED 在发光效率、稳定性、可靠性、耐热性、色温、配光、可维护性、性价比等方面方面不如以上光源，目前 LED 路灯的整体水平达不到主干道路的“城市道路照明设计标准”。用 LED 路灯改造主干道路或支路的主要问题有：一是稳定性差，维修和更换频率高；二是总光通量不足，达不到“城市道路照明设计标准”要求；三是市民反映多，特别是郊区或农民反映大，他们说城里的路灯换了一茬又一茬，从亮的又换成不亮的，我们什么时候能装上路灯就好了。根据目前 LED 路灯的技术水平，主要用于 8 米以下的支路、辅道、步行道、居民区道路，用于农村城镇化、城市郊区新建道路，用太阳能光伏或风光互补发电和 LED 组合的路灯照明系统，这样用纳税人的钱办社会和谐的事，又能节能降耗。

2、LED 道路照明用照度指标评价还是用亮度指标评价？

现在每年有关 LED 道路照明的论文或演讲数以千计，会议频繁，应接不暇，其中不乏大腕专家或大企业总工程师，他们对驾驶员的视觉作业特点，人的视觉功能和视觉信息的了解甚少，大部分的论文或演讲都用路面照度、路面平均照度、照度均匀度等指标评介 LED 路灯或 LED 道路照明设计，而发达国家自 80 年代以来就开始采用“亮度标准”，中国建筑科学研究院李铁楠研究员在他的著作《城市道路照明设计》和多次演讲中都强调“根据视觉作业来选择照明标准”；“道路照明的评价指标（包括视觉功能性和舒适性两个方面）：路面平均亮度、路面亮度总均匀度、路面亮度纵向均匀度、失能眩光（阈值增量）、环境比、诱导性

等”，这些指标已列入：“城市道路照明设计标准 CJJ45-2006”中，其目的是照明要提供尽可能照亮的路面，在相对明亮的背景下，看得见物体的剪影或来自高反射物体的反射光，只有在某些特殊情况下，无法用亮度指标来评价道路照明时采用照度指标。同济大学建筑与城市规划院邹吉平、李丽等，在《重视道路和隧道照明中亮度与照度的关系》（照明工程学报 08，2009）文中，对国内外隧道灯测试比时，照度相同，而进口隧道灯的亮度比国产灯高 80%。我们有些搞“十城万盏”的专家分不清发光强度、亮度、照度、光通量的概念中哪些是客观量，哪些是与人眼有关的主观量；90%的专业书刊将发光强度定义为：“光源在给定方向上单位立体角内发射的光通量”；把亮度与照度简单的用比例关系换算，甚至把亮度误认为照度，在标准中也采用路面照度均匀度来表征 LED 路灯的发光强度。这些不科学的问题也是导致我们的 LED 路灯不成熟的原因之一，科学发展 LED 路灯任重道远，有很长的路要走，不能急功近利。

3、道路照明要用中间视觉光谱光视效率函数修正吗？

由于人眼椎体细胞和杆体细胞对不同亮度和光谱的敏感度不同，平均人眼在亮度大于 3cd/时，椎体细胞起作用，称为明视觉，人眼的椎体细胞对 555nm 波长的光视效率可达 683lm/w。在亮度小于 0.001cd/时杆体细胞起作用，称为暗视觉，人眼杆体细胞对 507nm 波长最敏感，其光视效率可达 1725lm/w，而亮度范围在 0.001-3cd/之间称为中间视觉。我国城市道路照明设计标准中规定机动车路面平均亮度在 0.5cd/-2cd/之间。处于中间视觉范围，因此有许多人提出 LED 偏蓝光成分多，人眼敏感度提高，LED 路灯的光效要乘 1.6 倍，而钠光灯发黄光，人眼不敏感，钠灯光效要乘 0.64，这样计算效修正 LED 的光效就比钠光灯高了，实测结果是我国大部分城市机动车主干道的照明都超过国家标准，都在明视觉范围，再加上车灯的亮度叠加，都大于 3cd/只差一个数量级，光谱光视效率函数曲线移动很少，因此即使国际上每年有许多讨论中间视觉的论文，也没有结论要用中间视觉光谱光视效率函数修正道路照明光源的发光效率，即使是较暗的照明条件下，提高了光源的显色性，人的主观感觉辉度也仅能提高 20%-30%，不可能成倍的提高。

4、LED 路灯能带动当地 LED 产业做大做强吗？

现在各地政府以高新技术、新兴产业；转变增长方式、调整产业结构的方向；节能减排、环保减碳等名义，大上 LED 路灯，企业忽悠政府，政府又忽悠企业，认为给几条路做 LED 示范工程就能扶持一个产业起来。正如厦门 2005 年大搞 LED 夜景工程一样，从 2005 到 2007 年先后有 24 家企业参加厦门夜景工程建设，后来又推广到全省，厦门的主要骨干企业也参加了，当时除了美化城市、繁荣经济外，主要是通过夜景工程扶持本地产业，做大做强，经过近 5 年的发展，至今还剩少数几家企业做 LED 景观灯，没有一家企业产值过亿元，以此为鉴，许多城市想给几条路灯做 LED 工程就能扶持一个产业起来是太理想化了，LED 路灯已被炒作为过度投资过度竞争的高风险行业，现在做 LED 路灯的企业大部分都很可能成为先烈。当前和未来相当一段时间，LED 背光源仍是 LED 应用的主要领域，充分

利用和发挥 LED 的特点，根据目前的技术水平，LED 在商业照明、办公照明、特种照明、车库、冷库、洁净室、连锁店、珠宝店等领域和场所多元化的应用有广阔的前景，我们认为正确引导 LED 的应用方向，科学发展，才有可为。

LED 技术在飞速发展，存在问题是必然的，而 LED 引发照明的生理光学和心理光学效应是当代认知科学的前沿，我们应该正视这些问题，广泛研讨这些问题，提出创新的解决方案，以推动我国半导体照明产业健康发展。中国是照明电器第一大生产国和使用国，LED 正在引发 CIE 和 IEC 等国际标准委员会新一轮标准的修订，科学的发展半导体照明应用，我们和各国处在同一起跑线上，照明是涉及多种学科群组，我们希望针对“十城万盏”半导体照明示范工程中的一些争议或待研究探讨的问题，在科技报刊上开辟专栏研讨，百花齐放，百家争鸣，从不同的技术领域和不同的视角发表不同的观点，集思广益，促进我国在照明领域科学发展，从有所作为到大有可为。