

多芯片封装大功率LED照明应用技术

由于LED光源具有发光效率高、耗电量少、使用寿命长、安全可靠性强，有利于环保等特性，近几年来在城市灯光环境中得到了应用。特别是在全球能源短缺的忧虑再度升高的背景下，LED在照明市场的前景更受全球瞩目。自04年起光宇公司投入大量技术力量参与LED技术研究，多年来形成一套具有独立知识产权的大功率LED照明技术——多芯片封装大功率LED照明技术。本文针对这一技术的特点，及采用这一技术获得一些成果进行描述。

一、技术背景

就目前情况来看，市场上LED单管功率通常在1-5W左右，光输出仅几百流明。要使LED真正大规模应用于道路照明等公共场所，LED光源的光通量必须达到几千甚至上万流明，如此高的光输出量是无法通过单颗芯片来实现的。为满足如此高的光输出要求，目前国内外大多采用多颗LED（通常为1W）的光源组合在一个灯具中来满足高亮度照明的要求，这种方式在一定程度上解决了单颗光源亮度不足的问题。但是，这种工艺存在以下问题：

1. 灯具制作过程繁琐，生产效率低、可靠性不高；
2. 灯具的设计受单管LED排列数量和排布方式的限制，生产的灯具在外形美观和保证性能方面难以兼顾；
3. 灯具的二次配光设计复杂，难以满足各类不同照明设计的要求，而且会造成灯具光效降低；
4. 数百颗单管LED的连接同一灯具中，必须要求各单管的光电性能参数一致，否则会大大降低的灯具的光电性能和使用性能。
5. 在使用过程中容易出现因局部故障导致的盲点，产生暗斑，增加维护成本。

为解决上述技术难题，我公司提出了“多芯片封装大功率LED照明应用技术”这一课题。

二、主要开展的研究试验及成果

整个项目实施过程中，主要从热学、光学、结构、材料及工艺等几个方面展开研究和试验工作，项目共设计开发出1-100W大功率LED光源及LED路灯、隧道灯、巷道灯、泛光灯、工矿灯、室内照明灯六个系列的应用产品，申报了12项国家专利其中发明专利3项。

1. 散热问题的解决是该项研究课题解决的最为核心、最为关键和最基础的工作。半导体器件PN结在常温状态工作时，理论寿命可以达到100,000小时以上。但是，由于目前LED芯片发展所处的技术阶段，只能使输入的30%左右的电能转化光能，70%的电能仍然是以热的方式存在于芯片上。而热对半导体器件的损害是非常严重的，PN结结温每升高10度，半导体器件的寿命就减少1倍。因此，如何将PN结产生的热量及时传导出去，使得PN结结温保持在一个较低的水平是保证光源稳定可靠工作的前提。

在解决散热问题过程中，我们采用的指导思想是整体式的、系统性的散热解决方法：首先建立从芯片到外界环境的散热模型；分析模型中影响传热的薄弱环节，针对这些环节提出需要达到的技术指标和解决方案，优化模型，完成整个方案设计。模型设计完成后，通过试验验证模型的正确性，之后针对已发现的薄弱环节进行针对性的技术攻关。具体的攻关项目包括：高性能导热材料的研制、光源支架的设计、新工艺的探索和完善。经过大量的试验和探索，成功地解决了制约大功率半导体照明发展的散热问题，取得以下成果：

(1) 设计开发了多款光源支架，有两款光源支架申报了国家专利，并获授权，授权专利号为ZL2006 3 0125051.3，ZL2006 3 0125053.2。成功封装出LED光源功率可达100W，50WLED光源的光效可达100lm/W。

(2) 上述光源导热出光性能完善的基础上，采用整体式的、系统性的散热设计理念，进行灯具散热结构设计。研究出了导热绝缘的界面填充材料，减小LED支架与灯具散热体之间的热阻；很好的解决了灯具的散热问题，并建立LED和灯具老化测试系统，考虑可能影响灯具可靠性的相关因素进行研究和试验，寻找出了影响灯具可靠性和寿命的机理。经过22,633hrs寿命测试显示，50W大功率LED路灯光衰4.53%图2为50WLED路灯光衰曲线图。

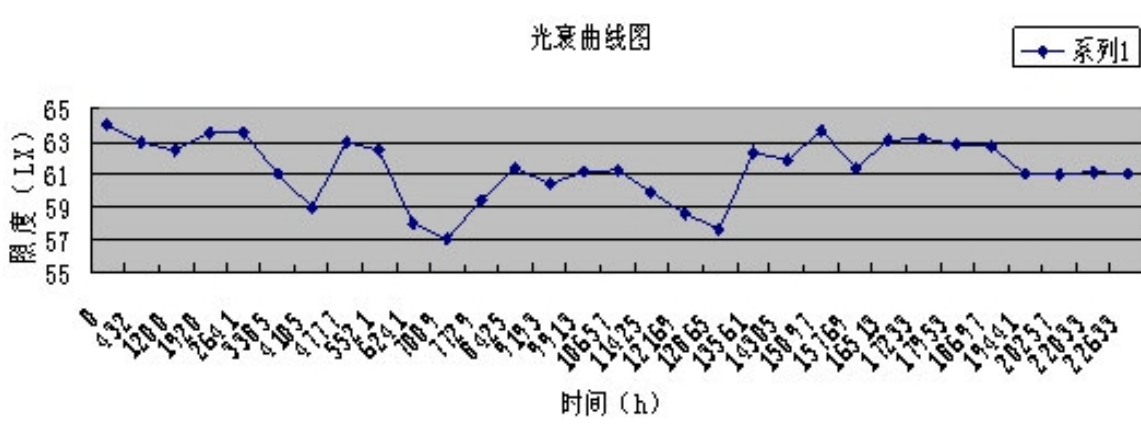


图2 50WLED路灯光衰曲线图

(3) 完成光源设计、灯具散热设计后，根据光源的特点及所需场所对灯具配光的要求，采用目前世界流行的配光设计思路，利用先进光学设计模拟软件，设计出所需配光器的结构，同时模拟出光状况，进而反复修正配光结构，获得所需的光学结构。开发出适合该封装方式光源的配光器，在完全满足道路、隧道、远距离等复杂照明场所对光源配光曲线的要求的基础上，更加合理、充分的利用了光源发出的光线，使得灯具的整灯出光效率大大提升。整体灯具的出光效率可达71.96lm/W，图3为大功率LED路灯配光曲线。

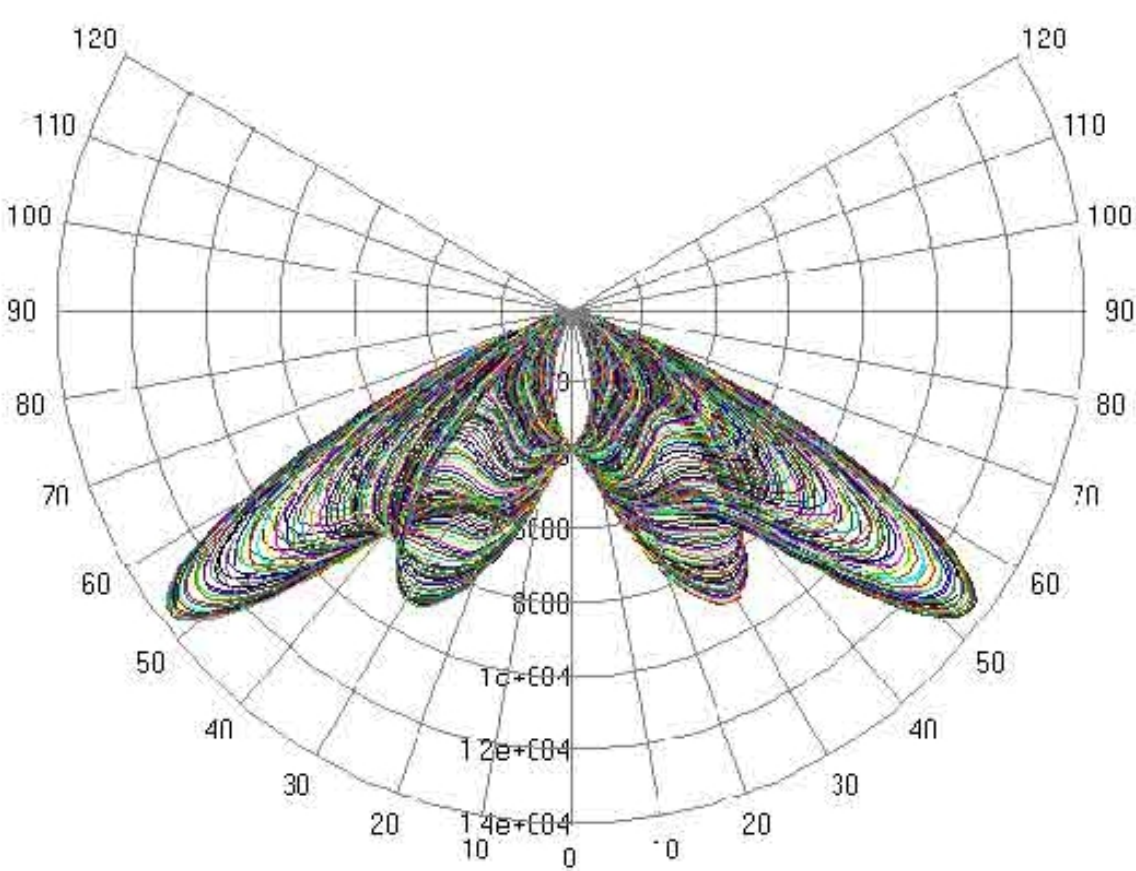


图3 大功率LED路灯配光曲线

(4) 完全掌握了LED应用产品的产业化的关键技术和工艺，形成了系列化、多样化的半导体照明应用产品，开发出满足各种室内照明、道路照明、隧道照明、泛光照明、高杆照明、厂矿照明等场所的半导体照明灯具，已应用于多个照明领域，表1为临汾市铸钢路现场照度测试报告。

灯高	灯宽	18.16	25.67	30.17	33.5	36	38.01	39.44
14.83	14.04	26.55	29.5	34.5	36.49	34.99	34.76	34.6
15.9	15.9	19.9	22.4	26.1	30.8	31.02	30.53	30.87
12.9	12.43	17	19.95	24.43	27.78	29.94	30.2	30.63
14.5	12.97	16.82	18.46	21.43	26.1	27.3	28.71	29.66
16.23	14.48	18.76	23.71	28.79	34.96	38.26	38.26	38.71
18.2	18.96	23.83	28.24	33.51	34.14	33.7	33.31	34.02
13.91	15.3	21.41	27.7	32.19	32.96	34.94	38.1	38.44
序号	道路类型	平均照度 (lx)	均匀度	平均照度 (lx)	均匀度	标准	实测	
1	主车道	29.01	0.58	20.70	0.4	0.5	0.67	
2	人行道	15.4	0.82					

从表中可以看到：主杆道的平均照度达29.01lx，均匀度0.58，人行道平均照度15.4lx，均匀度0.82，远远高于CJJ45-2006《城市道路照明设计标准》的要求。

三、结语

多芯片封装大功率LED照明应用技术，成功开发出功率为1W~100W的光源，单颗光源光输出量超过8000lm，光效大于100 lm/W 经22,633小时实际测试，光源光通维持率仍然保持在95%以上，光源稳定性高；的光源；并开发出了适合于面光源，且满足道路照明的配光器并成功实现成果转化，目前LED路灯、投光灯、隧道灯、工业企业照明灯、室内照明灯已批量生产，产品性能行业领先，这对LED应用于普通照明领域起到了至关重要的作用。