

白光LED路灯的应用及分析

陈彪彪 吕桂红

(广东广晟光电科技有限公司, 广东广州 510006)

【摘要】人类的照明技术一直在进步,作为照明物质基础的电光源经历了热辐射光源、气体放电光源等发展历程,已经开始步入固态光源时代。LED作为固态照明的主要光源,是照明领域近年来发展的最大亮点,受到各国政府与产业界的高度重视。一方面技术的进步使LED光效等性能指标快速提高,另一方面性能的快速提高也成就了价格的下降并进入各种照明市场。针对LED应用于照明领域,本文首先简要介绍了白光LED的基本原理,然后阐述光学设计对灯具效率的影响,分析灯具整体的可靠性影响因素,最后对LED路灯在工程中的应用进行了分析。

【关键词】白光LED 光学设计 可靠性 工程

1 白光LED

从本质上讲,LED是一种单色光源,然而在照明应用中,单色光远远不能满足各类需要,白光LED才是固态照明技术用于普通照明的最终目标。本节主要介绍工艺成熟的蓝光LED加黄色荧光粉方法,该方法在现今业界中应用广泛^[1]。

蓝光LED加黄色荧光粉产生白光;LED的光学特性要通过封装来实现,LED封装的主要目的是确保发光芯片和电路间的电气和机械接触,并保护发光芯片不受机械、热、潮湿及其他外部影响。如图1所示为在蓝光芯片加荧光粉做成LED的结构示意图1。

通过蓝光芯片发出波长约为465nm的蓝光,打在YAG荧光粉上,激发出波长约为570nm左右的黄光。通过色度图中可以知道,这两种光色合成在一起即呈白光。通过LED发出的光和荧光粉激发出的可见光的合成,实际出光光通量是部分透射蓝光与黄色荧光粉二次发光之和,这种方式的光谱示意图如图2所示。

随着LED研发技术的不断突破,LED光效提高、可靠性提高且价格降低,使得大功率的白光LED应用于照明也随之推广开来,LED开始应用于道路照明领域。

2 LED路灯应用及分析

大功率LED灯具应用于功能性照明,一方面要注重效率,这关系到路灯的整体可靠性;另一方面,大功率灯具都对配光有要求,因为这关系到灯具发出光线的有效利用率。

2.1 光学设计

传统光源照射方向为360°,灯具依靠反射器将大部分光线反射到特定方位,只有40%左右的光是直接透过玻璃罩到达路面。LED灯的绝大部分光线都是前射光,可以实现>95%的光效,这是LED区别于其他光源的重要特性之一。

LED路灯采用独特的二次光学透镜模组和“带状光斑”出光设计。光斑长度由LED出光角度来确定,从而合理地控制光的分布,避免了光的叠加浪费,降低了光损耗,实现了灯杆之间带状光斑的彼

此连接,使其达到了国家标准规定的各项亮度指标。通过LED灯具二次配光设计,使灯具出光形状满足路面照度、亮度、均匀性等参数的要求^[2]。

2.2 灯具可靠性

LED的寿命长,目前理论上可以达到10万小时之久,但是由于受到LED驱动电源和其他零固件的寿命影响,从而使得LED路灯灯具系统的寿命达不到10万小时。灯具的可靠性可分为模组的可靠性,电源的可靠性,以及整体结构的可靠性。本节通过散热管理和防护等级讨论灯具的可靠性。

(1)散热管理;散热主要有三种方式,即热传导、对流和辐射。对于LED模组,热传导主要发生在LED芯片与基板、散热器之间,热传导的效率决定于热流通道的热阻,必须设计一个热流通道将LED芯片所发出的热能传递到散热器上。热流通道上的每个环节都存在热阻,通过减小接触界面的热阻,可以大大提高传热效率^[3]。当热量从芯片传导出来至散热器,热对流主要发生在散热器和周围空气之间,热辐射是以辐射波的形式达到热交换的目的。通过优化散热器设计,达到最大的与空气对流换热效率;对散热器做表面处理,加强辐射散热。散热管理的最终目标是降低LED芯片结温,最终提高LED灯具的可靠性。(2)防护等级;LED芯片十分脆弱,细微的划伤就可能伤及电极,从而使得器件失效。如果长期暴露在空气中的芯片会被氧化。芯片通过封装,可以保护发光芯片不受机械、热、潮湿及其他外部影响,达到一次防护目的。LED路灯模组发光系统的透镜采用抗紫外线辐射的PC材料,用螺丝将硅胶圈与散热器固定的方式,与驱动器连接的部分用防水连接线连接,可以满足户外使用的防护级别。电源通过灌注耐寒、耐高温、导热性好、绝缘性好、阻燃性好的防水胶。整个LED灯具的能量接口系统处于高防护状态,保证

..... 下转第81页

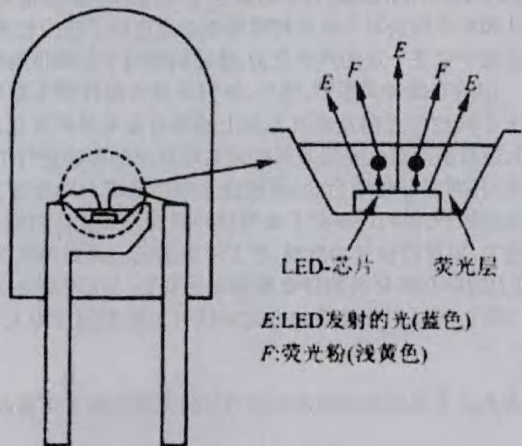


图1 蓝光芯片加荧光粉做成LED的结构

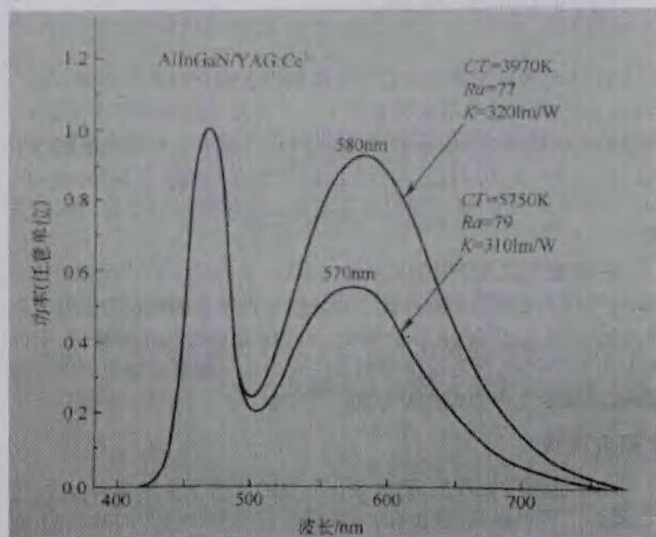


图2 蓝光加不同YAG荧光白光LED光谱图

未来可在如下方面开展进一步的研究。

(1)目前,涡流法检测铝合金残余应力的研究还比较少,但是铝合金残余应力的检测是工业领域不可缺少的一部分。优秀的方法或许能够带来更高的效益,涡流检测具有这样的潜质。因此,需要更多的人参与涡流法检测残余应力的研究,利用现代计算机优势,仿真与实验相结合,提高研究水平。

(2)已有的研究大多都只考虑了单方向的应力变化对电导率的影响。然而,应力引起材料变形,在不同方向产生应变,进而引起材料不同方向上的电导率发生变化。因此,以涡流响应识别应力状态时应该考虑此耦合关系。

(3)涡流检测残余应力不应只考虑单向拉伸,应力均匀分布的情况。因为现实中残余应力的分布是不均匀的,对不均匀应力状态的主应力大小及方向进行识别才能够真正达到检测残余应力避免损伤的目的。

(4)在充分研究的基础上,开发成型的铝合金残余应力涡流检测设备,让这一技术造福工业发展。

参考文献:

- [1]M. N. James, D.J. Hughes, Z. Chen, H. Lombard et al. "Residual stresses and fatigue performance," Eng. Fail. Anal., vol. 14, no. 2, pp. 384-395, 2007.
- [2]周德强,田贵云,王海涛,王平.脉冲涡流技术在应力检测中的应用. 仪器仪表学报, 2010, 31(7): 1588-1593.
- [3]刘舜尧,莫江涛,王静文.应力张量在坐标变换下相似性的实验证明. 湖南工程学院学报, 2005, 15(1): 20-24.
- [4]M.P. Blodgett, P. B. Nagy. "Eddy current assessment of near-surface residual stress in shot-peened nickel-based super alloys," J. Nondestruct. Eval., vol. 23, no. 3, pp. 107-123, 2004.
- [5]F. Yu, P. B. Nagy. "Simple analytical approximations for eddy current profiling the near-surface residual stress in shot-peened metals," J. Appl. Phys., vol. 96, no. 2, pp. 1257-1266, 2004.

[6]F. Yu, P. B. Nagy. "Dynamic piezoresistivity calibration for eddy current nondestructive residual stress measurement," J. Nondestruct. Eval., vol. 24, no. 2, pp. 143-151, 2005.

[7]B. A. Abu-Nabah, P. B. Nagy. "Iterative inversion method for eddy current profiling of near-surface residual stress in surface-treated metals," NDT&E Int., vol. 39, pp. 641-651, 2006.

[8]B. A. Abu-Nabah, P. B. Nagy. "High-frequency eddy current conductivity spectroscopy for residual stress profiling in surface-treated nickel-base superalloys," NDT&E Int., vol. 40, pp. 405-418, 2006.

[9]B. A. Abu-Nabah, W. T. Hassan, D. Ryan, M. P. Blodgett et al. "The effect of hardness on eddy current residual stress profiling in shot-peened nickel alloys," J. Nondestruct. Eval., vol. 29, pp. 143-153, 2010.

[10]W. Ricken, J. Liu, W. J. Becker. "GMR and eddy current sensor in use of stress measurement," Sensor. Actua. A-Phys., vol. 91, pp. 42-45, 2001.

[11]Y. Sekine, H. Soyama. "Evaluation of stress anisotropy and shearing stress using an eddy current method with a tangential-rectangular coil," J. Solid Mech. Mat. Eng., vol. 6, no. 2, pp. 201-212, 2012.

[12]M. Morozov, G. Tian, P. J. Withers. "The pulsed eddy current response to applied loading of various aluminum alloys," NDT&E Int., vol. 43, no. 6, pp. 493-500, 2010.

[13]M. Morozov, G. Tian, P. J. Withers. "Noncontact evaluation of the dependency of electrical conductivity on stress for various Al alloys as a function of plastic deformation and annealing," J. Appl. Phys., vol. 108, no. 024909, pp. 1-9, 2010.

[14]L. Bai, G. Tian. "Stress measurement using pulsed eddy current thermography," Proc. 51th Annu. Conf. BINDT, 2012.

.....上接第79页

了使用的可靠性。LED路灯灯具系统面临各种户外恶劣的工作环境,通过良好的散热管理和高防护级别,灯具整体的可靠性大大提高,寿命使用延长,最大的获得新技术给施工及管理人员带来便利,减小后期维护。

3 道路照明应用中存在的问题

随着半导体照明技术的发展,我国科技部启动“十城万盏”半导体照明工程,三年计划安装达百万盏LED路灯,众多城市都计划将传统的高压钠灯更换为新型的LED路灯,使得LED路灯的应用得到了快速的发展。然而技术方面仍然需要发展和更新,更需要加强工程建设和市场管理,只有这样才能真正促进LED路灯功能与作用的发挥,引领我国半导体照明行业健康发展。

3.1 产品标准不一,管理不佳

在多个政府部门的协调之下,我国已制定相关的标准,但这些标准认证体系大多是围绕术语、定义、测试方法、安全要求等制定的,对于应用设计方面的标准并不多见,导致多数企业在低水平上进行重复性建设和竞争。不同厂家没有严格执行标准,相互之间缺少沟通与合作,生产出来的灯型不能够通用,质量水平也各不相同。LED路灯工程施工后,日后的维修与管理仍然需要依靠生产商,用户不能实现独立工作。经过长时间的使用与管理,具体的维修任务则繁重不堪,这种后期维护不断累加的成本必然加剧了施工单位的成本负担。通过产品标准的贯彻与落实,实现灯具的互换性,减小后期维护带来的问题。

3.2 整体功能有待提升

与传统的高压钠灯路灯相比,遇到雾霾天气时,LED路灯的照明效果则有所下降,因为其光源颜色多为蓝色或白色,其光线穿透力则稍低,在某种程度上,高压钠灯更有优势。因此,LED路灯的功能与性质仍然需要改进和提升。

LED路灯在道路照明应用中具有明显的节能优势,在整体功能上要达到以下要求:(1)要满足安全的基本要求,达到结构安全(防台风)、电安全(防雷等)和热安全;(2)满足驾驶员的视觉作业要求,路面效果均匀,无眩光,舒适,满足行人的生理和心理的舒适感和安全感,无阴影,舒适的色温,高显色性;(3)满足户外照明市政工程的基本要求,长寿命、高可靠性、耐候性、易维护、智能化和网络化。

4 结语

LED作为一种绿色光源具有远大的市场前景。良好的光学设计,可以使光利用率达到最佳;提高灯具的可靠性,可以使使用成本整体下降。加强应用中的管理,规范LED产业的成长,提升LED的整体功能,使LED在道路照明中的发展更加快速。

参考文献:

- [1]刘木清主编. LED及其应用技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2013.
- [2]罗元,毛健伟. 一种利用自由曲面透镜的LED路灯配光设计与研究[J]. 光学仪器, 2012(2).
- [3]赵敏,陈志平. 大功率LED灯的热分析与热设计[J]. 机电工程, 2012(2).