

文章编号:1002-2082(2015)04-0596-04

# LED 灯具在线老化测试新方法研究

王巧彬, 翁纪钊, 李茂文, 张沛强

(广东省现代控制与光机电技术公共实验室 广州市光机电技术研究院, 广东 广州 510663)

**摘要:**为解决 LED 灯具寿命老化测试普遍存在的操作流程复杂、自动化程度低、老化过程监测不连续而难以精确获得失效节点等问题,提出一种在线自动老化测试新方法,开发 LED 照明灯具自动化在线老化测试系统,全程由中心计算机程控并脱离人为操作,实时连续监测 LED 灯具老化过程中的光衰、电参数等指标,实现 LED 照明灯具的自动化在线寿命老化测试。

**关键词:**LED; 照明灯具; 在线老化; 寿命测试; 新方法

**中图分类号:**TP73 TN2 TN3

**文献标志码:**A

**doi:**10.5768/JAO201536.0403007

## New testing method of aging LED lamp online

Wang Qiaobin, Weng Jizhao, Li Maowen, Zhang Peiqiang

(Guangdong Public Laboratory of Modern Control & Optical, Mechanics and Electricity Technology,  
Guangzhou Research Institute of O-M-E Technology, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of complex operation, low degree of automation, discontinuous monitoring for aging process and the difficult to precisely obtain the failure node and other issues, commonly in the aging test for LED lamp life, we proposed a new method of on-line automatic aging testing, and developed the automation on-line aging test system of LED lighting, the whole process was controlled by computer programming and out of manual operation. The system can monitor the indices such as luminous decay and electrical parameters continuously during the aging process of LED lamp real-timely, it can realize the automation of LED lighting lamp aging test.

**Key words:** LED; lighting lamps; online aging; life testing; new method

## 引言

低碳生活、节能减排已相继成为各国政府节约能源的发展趋势,创建节约型社会已成为人们的共识<sup>[1]</sup>。而 LED 光源因其绿色节能、高亮度、寿命长<sup>[2]</sup>、可控性强、可循环利用等绝对优势,符合绿色照明与显示工程节能与环保的要求<sup>[3]</sup>,成为目前主推绿色照明的最有竞争力光源产品之一,在各个领域得到了广泛的应用<sup>[4-5]</sup>。

然而,LED 照明技术毕竟还是新兴技术,还有诸多技术难题未得到较好解决。目前大功率 LED

在可靠性方面还有不足之处<sup>[6]</sup>,当散热不畅时,会对 LED 的半导体器件造成不可逆的损伤,导致其光谱红移,使用寿命缩短<sup>[7]</sup>。而目前 LED 检测技术及检测标准还相对滞后,特别是在 LED 可靠性、寿命老化检测等方面,导致目前 LED 照明产品质量参差不齐,影响 LED 技术及产业的可持续健康发展。于是,迫切需要研究一种具备较强可操作性的智能化在线老化测试方法,鼓励更多 LED 照明产品进行可靠性老化检测,进一步提升照明产品可靠性及寿命,从而整体提升 LED 照明技术水平。

收稿日期:2015-03-03; 修回日期:2015-05-18

基金项目:国家 863 项目(2013AA03A106);广东省重大专项项目(2010A080802010);广东省科技攻关项目(2013B060100007)

作者简介:王巧彬(1983-),男,广东揭阳人,学士,工程师,主要从事应用光学、光电检测、光机电一体化等领域科研开发。  
E-mail: wqb612@163.com。

## 1 老化测试方法及国内外研究进展

目前,LED灯具寿命老化方法分为正常条件下老化和加速老化方法。正常条件下老化方法是在温度  $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ , 湿度  $\leq 60\%$  的条件下进行寿命老化,老炼前采集的光学性能作为初始量,然后间隔相应时间(短至几百小时,长至上千小时)采集灯具老化过程中的光学性能参数,依此得到LED灯具的老化变化曲线,计算灯具光参数衰减到初始值的  $70\%$  ( $L70$ ) 的工作时间为近似寿命。对于加速老化方法,目前国内外测试大功率LED寿命的方法主要有温度加速实验和电流加速实验2种方法<sup>[8-9]</sup>,测试LED灯具在加速老化过程中的光学性能参数变化,通过特定的加速老化计算公式预估该灯具寿命,表征LED灯具的真实寿命,如LM-80要求在3种不同温度测试LED光通维持率,通过TM21推算出灯具的  $L70(\%)$  寿命,缩短试验时间。

然而,国内外对于LED灯具的寿命老化主要集中于对于单颗LED芯片的加速老化测试方法,而对于LED整灯的加速寿命老化测试技术还处于空白,LED灯具的寿命老化测试只能参照传统灯具测试方法进行老化。鉴于LED灯具的超长寿命特点及  $L70$  计算原理,传统测试方法测得的灯具寿命不是绝对寿命,得到只是寿命区间或计算的近似寿命,准确性较差;老化过程中灯具需要多次装卸,人为操作环节多;老化过程中采集数据量少,不利于分析导致灯具老化的因素。

## 2 在线老化测试方法

本文针对目前LED灯具的老化测试方法所存在的可操作性差、可比性较差、时间成本高、方法不统一、自动化程度低等问题,借鉴《整体式LED路灯的测量方法 LB/T 001-2009》、《LED路灯 CJ/T 420-2013》等标准推荐的一种简便的相对光通维持率(光衰)  $\Delta\Phi$  的老化测试方法,即是在规定距离的灯下点的相对光照度  $E$  替代光通量  $\Phi$ ,按照公式(1)来计算光通维持率,从而实现灯具的寿命老化测试。

本文提出的基于在线的灯具老化测试新方法,是在借鉴灯具传统老化测试方法的基础上,充分考虑LED寿命特性,利用光机电一体化、自动化控制、光电传感、计算机等技术,解决LED灯具产

品在线自动化检测难题,实现在灯具老化过程中对其光、电等特性的实时监测与数据保存并建立长期数据库,最终完成LED灯具的寿命老化试验,并实现整个老化过程中的无人操作。在线老化测试流程如图1所示。

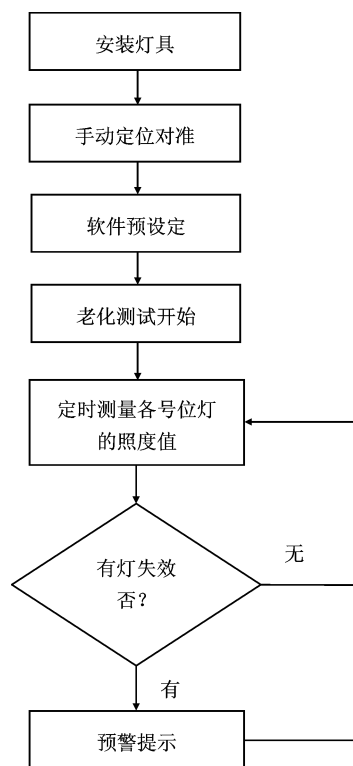


图1 在线老化测试流程图

Fig. 1 Online aging test flow chart

$$\Delta\Phi = \Delta E = (E_i - E_{\text{初始}}) / (t_i - t_{\text{初始}}) \quad (1)$$

式中,  $E_{\text{初始}}$  和  $E_i$  分别代表老炼初始时间  $t_{\text{初始}}$  和某时间点  $t_i$  的相对照度。

## 3 在线老化测试系统介绍

本文基于LED灯具的在线自动老化测试需求,针对性开发LED灯具在线老化测试系统,系统开发结构设计图如图2所示,基于集成创新的开发思路,集成自动化测控、光电传感、嵌入式计算机、无线通信等技术,主要包括灯具夹具、电参数测试装置、光照度计、运动导轨、无线通信模块和嵌入式主控设备等5部分。实现对LED灯具寿命老炼过程中的电参数(电压、电流、功率、功率因数)、相对照度(光衰)的智能化在线测试,并利用有线和zigbee无线相结合通信方式对检测数据进行传输,最后用计算机进行数据存储和实时分析。

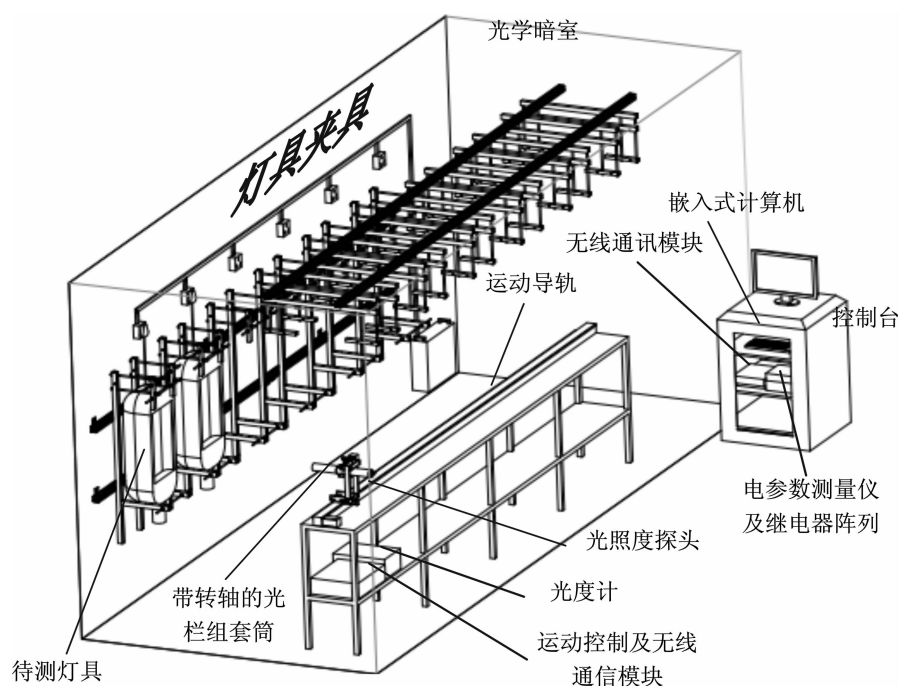


图2 在线老化测试系统结构设计图

Fig. 2 Structure design of online aging test system

如图3所示,LED灯具在线老化测试系统需要在光学暗室中运行,光学暗室的作用主要在于消除光的反射,最大程度减少在进行相对照度测试时的杂散光干扰。首先自主开发可兼容包括路灯、隧道灯、筒灯、射灯、面板灯等多类灯具的通用夹具对老化灯具进行安装固定,分别在侧面和顶面固定了通用夹具,可同时安装10盏不同LED灯具并进行在线老化测试,然后由嵌入式主控设备控制电源的开关切换和导轨运动,并通过电参数采集装备和光照度计进行光电参数定时采集,通过有线或zigbee无线通信方式传输给主控设备,最后由主控设备对数据进行存储、处理分析、显示或预警。



图3 在线老化测试系统实物图

Fig. 3 Physical map of online aging test system

#### 4 测试数据及讨论

为简单验证在线老化方法得到的测试结果的准确性和可行性,利用LED灯具在线老化系统对灯具进行在线老化测试,系统软件每隔30 min自动记录各测试位灯具的光照度值并得到各灯具的相对光衰变化曲线图,其中在10号位安装了一个已通过实验室测得初始光通量为982.80 lm的LED筒灯,在为期15天的在线老化过程中,系统自动记录的相对光衰变化曲线如图4所示,并拆下LED筒灯通过实验室再次测得其光通量为

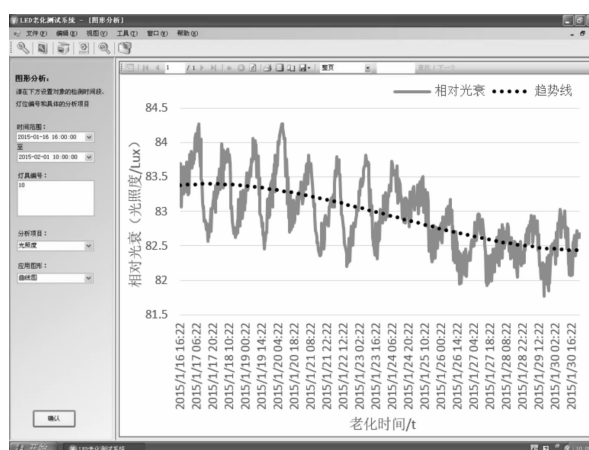


图4 相对光衰变化曲线图

Fig. 4 Variation curve of relative attenuation

972 lm,对比初始光通量计算得到 LED 筒灯的光衰为 1.09%,而从系统自动记录的相对光衰变化曲线得到 LED 筒灯的相对光衰约为 1.2%,2 种方法得到的光衰结果吻合度还是比较相近的,不过在线自动老化测试方法及系统测试数据的准确性,还有待进一步的老化测试验证。

## 5 结语

LED 光源理论上具有 10 万 h 的长寿命特点,对于一个新兴的产品<sup>[10]</sup>,传统的老化方法已不能适合 LED 照明灯具的寿命测试。因此,在充分借鉴传统灯具老化测试方法基础上,本文提出一种智能化在线老化测试新方法,开发了 LED 照明灯具智能化在线老化测试系统,实时监测灯具老化过程中的相对光衰、电参数等指标,实现对多个和多种 LED 灯具的同时在线老化测试。

LED 灯具在线老化测试系统对于生产厂家来说,该系统能够对自己生产的产品进行检测分析,从而指导完善产品设计,测试得出的数据也能为客户提供挑选的参考。同时,针对 LED 半导体照明战略性新兴产业所存在的寿命老化与综合评估这一检测技术难题,本系统的开发及应用推广也成为了消除瓶颈之工具,也有利于整体提升 LED 照明产品质量和 LED 产业的健康持续发展。

## 参考文献:

- [1] Zhang Zhijian, Li Shanfeng, Lei Ruiting, et al. Research and design of LED lighting outdoor test field [J]. China Science and Technology Information, 2013, (18): 124-125.  
张志坚,黎山峰,雷瑞庭,等. LED 照明户外测试场的设计与研究 [J]. 中国科技信息, 2013, (18): 124-125.
- [2] Fang Fubo, Wang Yaohao, Song Daihui, et al. Spectroscopic analysis of white LED attenuation [J]. Chinese Journal of Luminescence, 2008, 29 (2): 353-357.  
方福波,王焱浩,宋代辉,等. 白光 LED 衰减的光谱分析 [J]. 发光学报, 2008, 29 (2): 353-357.
- [3] Li Yanfei, Zhang Fanghui, Zhang Jing. The accelerated aging characterization of high power LED [J]. Chinese Journal of Luminescence, 2012, 33 (11): 1236-1240.  
李艳菲,张方辉,张静. 大功率 LED 的电流老化特性分析 [J]. 发光学报, 2012, 33 (11): 1236-1240.
- [4] Li Degao, Wang Wanliang, Min Fangsheng, et al. Relation between ideal factor and lifetime [J]. Chinese Journal of Liquid Crystals And Displays, 2008, 23 (6): 722-725.  
李德高,王万良,闵芳胜,等. 大功率 LED 寿命的理想因子表征 [J]. 液晶与显示, 2008, 23 (6): 722-725.
- [5] Li Yuzhang, Wang Guohong, Ma Xiaoyu, et al. High brightness AlGaInP orange light emitting diodes [J]. Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays, 1999, 14 (2): 110-114.  
李玉璋,王国宏,马骁宇,等. AlGaInP 高亮度发光二极管 [J]. 液晶与显示, 1999, 14 (2): 110-114.
- [6] He Weili, Guo Weiling, Gao Wei, et al. Test method of life-time and reliability evaluation for high-power LED [J]. Journal of Applied Optics, 2008, 29 (4): 533-536.  
贺卫利,郭伟玲,高伟,等. 大功率发光二极管可靠性和寿命评价试验方法 [J]. 应用光学, 2008, 29 (4): 533-536.
- [7] Wang Zhibin, Liu Yongcheng, Zhang Jian, et al. Enhanced heat transfer characteristics of high - power LED with shroud [J]. Journal of Applied Optics, 2014, 35 (4): 603-607.  
王志斌,刘永成,张健,等. 加装导流罩的大功率 LED 强化换热特性研究 [J]. 应用光学, 2014, 35 (4): 603-607.
- [8] Bhawalker J D, Kumar N D, Zhao C F. Two-photon dynamic therapy [J]. Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery, 1997, 15 (5): 201-204.
- [9] Lin Liang, Chen Zhizhong, Chen Ting. Chinese journal of luminescence [J]. Chinese Journal of Luminescence, 2005, 26 (5): 617-620.  
林亮,陈志忠,陈挺. 白光 LED 的加速老化特性 [J]. 发光学报, 2005, 26 (5): 617-620.
- [10] Yu Anqi. Deficiency and improvement means of testing methods of LED lighting products [J]. Chinese Journal of Luminescence, 2010, 21 (4): 60-65.  
俞安琪. LED 照明产品检测方法中的缺陷和改善的对策 [J]. 照明工程学报, 2010, 21 (4): 60-65.