

文章编号: 1672-8785(2012)06-0042-04

一种基于LED的光谱可调光源

蒋水秀¹ 贾 宁² 彭 斐²

(1. 杭州科技职业技术学院, 浙江杭州 311402 ;

2. 杭州职业技术学院, 浙江杭州 310027)

摘要: 介绍了一种光谱可调光源。该光源可以用来实现各种各样的光谱功率分布。一个光谱可调光源系统的设计包括成千上万个高功率 LED, 其波段可覆盖整个可见光光谱。光谱可调光源具有极大的现实意义, 它除了可以对光学遥感器进行定标之外, 还可以用于光度计和辐射度计的检测校准。通过模拟不同的光照条件, 可以对材料特性及物体反射率进行评估。另外, 该光源也可用于展示。

关键词: LED; 照明; 发光二极管; 光谱功率分布; NIST; 可调光源

中图分类号: TH741 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2012.06.009

A Tunable LED-based Light Source

JIANG Shui-xiu¹, JIA Ning², PENG Fei²

(1. Hangzhou Polytechnic College, Hangzhou 311402, China;

2. Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou 310027, China)

Abstract: A spectrally tunable light source is presented. The light source can be used to create a wide variety of spectral power distribution. The design of a spectrally tunable light source system includes thousands of high power light emitted diodes (LEDs) across the whole visible spectral region. Besides being used to calibrate optical remote sensors, the spectrally tunable light source can be used for the detection calibration of photometers and radiometers. By using this system to simulate different lighting conditions, the material property and object reflectivity can be assessed. In addition, this system can also be used in displays.

Key words: LED; lighting; light-emitting diode; spectral power distribution; NIST; tunable light source

0 国内外研究现状

一直以来, 国外已有多篇报道指出显色指数 (Color Rendering Index, CRI) 在使用中存在问题。CRI 在光学工业中是一个经常被援引的标尺, 它常被用来定义光源的质量。然而众所周知, CRI 具有一些缺点, 如过时的色彩空间、不均匀的色彩空间以及恶劣和过时的色适应校正^[1-3]。此外, 在极端相关色温、CCT 失败的

情况下, 甚至当 CRI 为最高值 100 时, 它仍然不能很好地呈现色彩。由此可见, CRI 是有缺陷的, 而且它不能针对 LED 适当地运作, 所以人们必须考虑新的标尺。

美国国家标准与技术研究所 (NIST) 的研究人员正在研究显色的新标尺。作为该研究的一部分, 他们提出研发一个光谱功率分布 (Spectral Power Distribution, SPD) 可以被定义且易改变的

收稿日期: 2012-05-07

基金项目: 2012 年浙江省教育厅科研项目 (基于 LED 的光谱可调光源设计及其控制驱动模块的实现)

作者简介: 蒋水秀 (1968-), 女, 浙江诸暨人, 副教授, 主要从事光电工程、智能控制与测量方面的研究。

光源,以便为测试和研发提供充足的照明设备。目前, NIST 和飞利浦公司已经联合开发出一套可以实现各种各样 SPD 的新设备。该设备称为光谱可调光源 (STLS)。其具体设计包括成千上万个高功率 LED。NIST 设计这个光源的目的是为了模拟从可见光到近红外波段的不同光源,从而将其作为光谱辐射、光度和色度计量的标准^[4-5]。

在我国,关于此类光源的研究也已经逐步展开。中国科学院安徽光学精密机械研究所遥感研究室和中国科学院长春光学精密机械与物理研究所都对这种光谱分布可调的光源设计进行了研究和可行性验证,并定量分析了合成效果,为光谱可调 LED 积分球光源的样机研制奠定了基础。

1 系统的整体结构

下面介绍这种光谱可调光源系统的结构。该光源用积分球将由计算机控制的多个 LED 的光能收集起来再输出,并基于误差梯度优化迭代算法以实时的测量反馈控制来实现不同目标光谱光源的精确稳定匹配。

这种光源的开发是一个涉及机械电子工程、漫射光学、光度色度测量、网络通信、计算机接口和软件等多个学科的复杂系统工程。图 1 所示为该系统的基本结构框图,它包括 LED 光源、驱动电路、控制部分和计算机四个部分。

1.1 LED 光源

LED 光源使用窄带发光二极管。LED 的峰值波长覆盖红外、可见光以及紫外范围,以实现

需要的光谱分布。

1.2 驱动电路

驱动电路为 LED 提供合适的驱动电流。通过对驱动电流进行控制实现对单个 LED 小组的控制。多个电路板形成一个封装的独立模块。整个系统可包含多个模块。

1.3 控制部分

控制部分用于连接计算机与电路板,并通过一定的网络传输协议控制驱动电流,以便对不同模块以及模块中单个 LED 进行方便、快捷的操作。

1.4 计算机

通过一定的数值模型或查找算法对目标光源光谱进行匹配。然后通过软件将匹配结果传送给控制接口(控制各模块自动完成调节),并对探测器的实时测量数据进行分析,以便通过反馈进行实时控制。

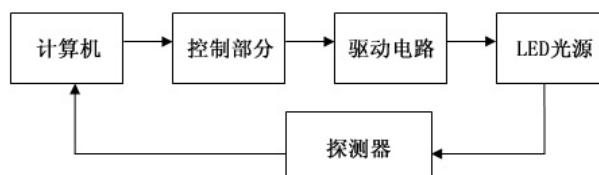


图 1 NIST 研发的光谱可调光源的结构框图

目前, NIST 和飞利浦公司合作开发的光谱可调光环境的模拟研究可谓是首创之举(其结构图和效果图见图 2)。该光环境在距离光源 1.7 m 下的桌面上的照度大于 500 lx,可实现的光谱可

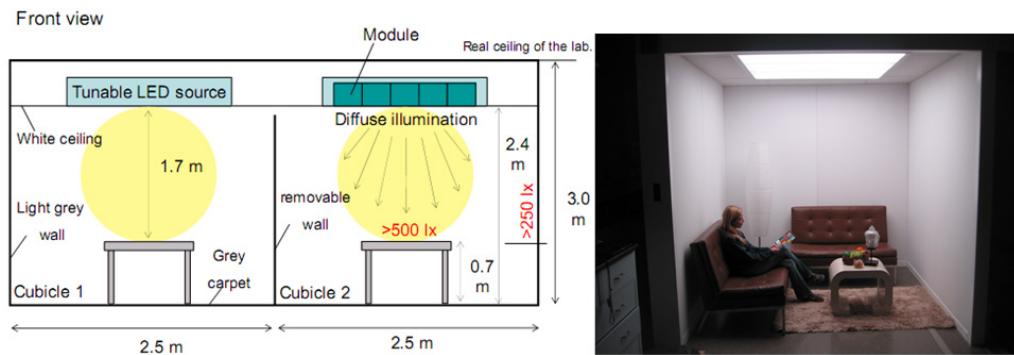


图 2 光谱可调光环境的模拟

- [3] Brown S W, Santana C, Eppeldauer G P. Development of a Tunable LED-based Colorimetric Source [J]. *Res Nat Inst Stand Technol*, 2002, **107**(4): 363–371.
- [4] Fryc I, Brown S W, Eppeldauer. LED-based Spectrally Tunable Source for Radiometric, Photometric and Colorimetric Applications [J]. *Opt Eng*, 2005,
- [5] 朱继亦, 任建伟, 李葆勇, 等. 基于 LED 的光谱可调光源的光谱分布合成 [J]. *发光学报*, 2010, **21**(6): 882–887.
- [6] 俞建峰, 钱建明, 顾高浪. LED 灯具光通量检测技术的分析研究 [J]. *光学仪器*, 2011, **23**(5): 9–13.

(上接第 6 页)

- [44] 闫小星, 徐国跃. 低红外发射率涂层力学寿命预测 [J]. *材料工程*, 2010, **30**(Z1): 193–197.
- [45] 王雅君. 低红外发射率涂层的耐腐蚀性能研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2011.
- [46] 陈皿, 杨立. 基于辐射对比度的涂料隐身性能优化与评估 [J]. *红外与激光工程*, 2008, **37**(6): 1043–1047.
- [47] 谢民勇, 沈卫东, 宋斯洪, 等. 基于目标与背景红外辐射对比度的红外隐身效能研究 [J]. *红外技术*,

(上接第 21 页)

- [8] Jones H G. *Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology* [M]. London: Cambridge University Press, 1992.
- [9] Irmak S, Dorota Z, Ruhi B. Determination of Crop Water Stress Index for Irrigation Timing and Yield Estimation of Corn [J]. *Agronomy Journal*, 2000, **92**(6): 1221–1227.
- [10] Moran M S, Clarke T R, Inoue Y, et al. Estimating Crop Water Deficit Using the Relation between Surface-air Temperature and Spectral Vegetation Index [J]. *Remote Sensing Environment*, 1994, **46**(3): 246–263.

- [44](11): 1309–1316.
- [48] 黄勇, 王浚. 基于相干热辐射红外隐身技术的机理研究 [J]. *航空科学技术*, 2010, **24**(1): 33–36.
- [49] 付伟. 红外隐身原理及其应用技术 [J]. *红外与激光工程*, 2002, **31**(1): 88–93.
- [50] Dranidis D V. Airborne Stealth in a Nutshell - PART I [EB/OL]. www.harpoonhq.com/waypoint/articles/Article_021.pdf, 2012.
- [51] 高颂, 乐洪宇. 国外红外隐身技术的发展 [J]. *舰船电子工程*, 2010, **30**(10): 17–22.

- [11] Inoue Y, Sakuratani T, Shibayama M, et al. Remote and Real-time Sensing of Canopy Transpiration and Conductance: Comparison of Remote and Stem Flow Gauge Methods in Soybean Canopies as Affected by Soil Water Status [J]. *Japanese Journal of Crop Science*, 1994, **63**: 664–670.
- [12] Gardner B R, Nielsen D C, Shock C C. Infrared Thermometry and the Crop Water Stress Index: I. History, Theory, and Baselines [J]. *Journal of Experimental Botany*, 1992, **5**(4): 462–466.
- [13] Leinonen I, Hamlyn G J. Combining Thermal and Visible Imagery for Estimating Canopy Temperature and Identifying Plant Stress [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2004, **401**(55): 1423–1431.