

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2014.05.013

建筑景观照明设计中光源光谱与环境作用的关系

姚其, 史悦, 赵海天

(深圳大学建筑与城市规划学院, 深圳 518061)

摘要:景观照明设计师一般从实践中理解所设计环境要素,而相对缺乏对光源光谱以及景观形成的深刻理解,从而导致不能预期景观照明最终带来的效果,目前景观照明中存在照明情境不符、过度照明、光污染等问题。通过从光谱理论的角度探讨光源色与物体色的关系,以及光谱与物体反射的作用理论,并以某一物体色样作为参考,探讨了传统光源、LED光源以及各种单色光谱对于色样照射产生的效果,分析了光源光谱与环境作用关系,得到景观照明效果的一般性结论。由此可以从理论上对建筑照明设计中照明效果进行预期以及选用合适光谱的光源。基于光谱理论的推导、计算,使得景观照明效果能够完全量化。

关键词:景观照明;光谱;光源色;光谱反射曲线

中图分类号:TU113.1 文献标志码:A 文章编号:1674-4764(2014)05-0076-05

Theoretic Analysis on Effect of Light Sources' Spectrum on Environment in Architecture Landscape Lighting

Yao Qi, Shi Yue, Zhao Haitian

(College of Architecture and Urban Planning, Shenzhen University, Shenzhen 518061, Guangdong P. R. China)

Abstract: Generally, lighting designs originated from designer's experience, and the lack of understanding spectrum and landscape formation results in unexpected effect, like discrepancies of lighting and landscape, excessive lighting, light pollution, etc. Based on spectrum theory, relationship between illuminant color and object color had been discussed, and through taking an object color sample as a reference, lighting effect of traditional light sources, LED light source and a variety of monochromatic spectrum light sources had been studied. Effect of light sources' spectrum on environment had been analyzed and, general rules of landscape lighting effect are achieved. The results make it possible to theoretically predict architectural lighting design effect in the design procedure and help to choose appropriate light spectrum. Based on spectrum theory, landscape lighting effects can be fully quantified.

Key words: landscape lighting; spectrum; illuminant color; spectrum reflection curve

建筑景观照明的研究早期主要是定性的研究,从实际经验出发的设计,以亮化为目的;近几年来学者们和照明设计师逐渐认识到要对景观照明进行一定的参数定量研究^[1-3],以使景观照明设计中具有理论性的依据,同时使各式照明设计有据可依。

国内景观照明工程很多,但是效果良莠不齐,很多建筑和景观照明或多或少出现了一些问题,诸如照明不能展现景观特点,夜间呈现照明效果差,视觉

不舒适^[4],能源浪费以及光污染^[5]等问题。设计师或是工程师由于缺乏对光源光谱的理解,对于光源选择存在问题,导致照明效果不理想;同时设计师会混淆重塑、再现问题,在景观照明设计中,分不清是要重塑建筑景观,使其展示不一样的效果,还是以再现景观为主要目的,从而使设计出的效果不能让人满意。白光且光谱较为丰富的光源^[6]对于物体的再现性效果较好,基本上与自然光下照射效果偏离不

收稿日期:2014-03-12

基金项目:广东省博士启动基金(S2013040016769)

作者简介:姚其(1984-),男,博士,主要从事建筑光学研究,(E-mail)yaoqi@szu.edu.cn。

是很大,使建筑景观整体感觉更为自然;光谱相对缺失较多的光源,照射效果较差,更偏向于其本身的光源色,偏离建筑景观的固有色。

城市的夜景照明分为整体性照明和局部性照明^[7],整体性照明规划了整个区域夜景光色的基调,而局部性照明,主要体现在单独一处景观的特殊设计。不管是整体性照明还是局部性照明,都要考虑光源色与景观色整体效果。景观照明光源自身的光源色与建筑景观本身的固有色^[8],将会互相作用^[9],形成与白天不一样的感觉,营造整体气氛,需要对于建筑景观整体的把握,对于光源也需要清晰的理解。因此,从光源光谱与物体反射光谱曲线^[10]角度进行理论分析,可以清晰的分析光源与物体所对应的色度。通过使用不同的光源色对选定物体色进行作用分析,得到光源与物体间光谱作用的基本关系,并且应用于实践分析,可以对景观照明效果得到更直观的预期。

1 传统光源光谱对景观物体的作用关系

在进行景观照明设计时,要深刻理解光源色与物体色,这样才能对于所做的照明设计效果做到前期估量。对于建筑景观照明来说,通常采用高压钠灯、金卤灯、LED等光源,而一些单色光谱的小功率光源自身则多作为景观的装饰。

所谓光源色就是指光源本身的颜色,通常用色表或是色温^[11]来进行描述。所谓物体色^[8],是指光照射到物体上发出的颜色。日常应用中,通常以自然光(日光)下的物体色作为标准,称之为固有色。

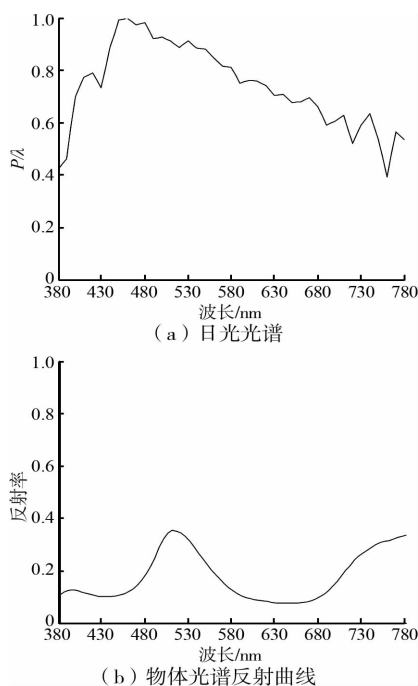


图1 自然光光谱与物体色样

景观照明所呈现的效果即是由光源色与物体色所决定的,由于同色异谱现象的存在,使用直观的色彩描述仍会有偏差,更准确的描述或是表示方式是采用其对应的光谱。光谱的相互作用,直接影响了照明设计的效果,图1所示为日光光源色以及某一种物体对应的光谱反射曲线。

不同建筑或是景观,由于其表面材质差异很大,其光谱反射曲线也不尽相同,为了进行光谱研究,选定一种物体样品(绿色光谱反射曲线)作为研究对象,如图1(b)所示。自然光光谱、以及典型的高压

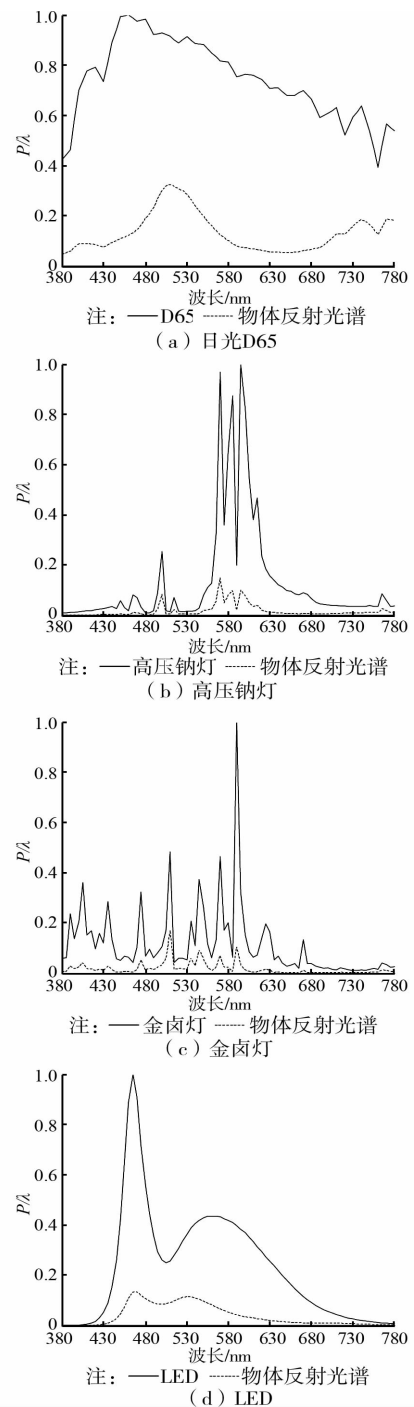


图2 光源光谱及相应物体反射后光谱

钠灯、金卤灯、LED 光源光谱与各类单色光谱光源^[12]作为照明光源照射,其中金卤灯、LED 光源都是白光光源。

典型光源光谱作用于物体样品后,光源光谱及相应物体反射后光谱如图 2 所示。自然光下照射效果十分接近于样品色度值。图 3 为光源色及相应光源照射物体色(图中参考物体色为等能白光下物体色),以自然光下作用效果作为参考,LED 光源^[13]光谱作用后效果也非常好;金卤灯照射后,有一定距离偏离^[14],其整体效果也能够接受;高压钠灯^[15]光谱的作用效果一般,偏向于黄色色域,偏离样品色度值。光谱相对较为丰富的白光光源对于物体的还原性较好,而光谱缺失较多的光源,则会造成比较严重的偏色。

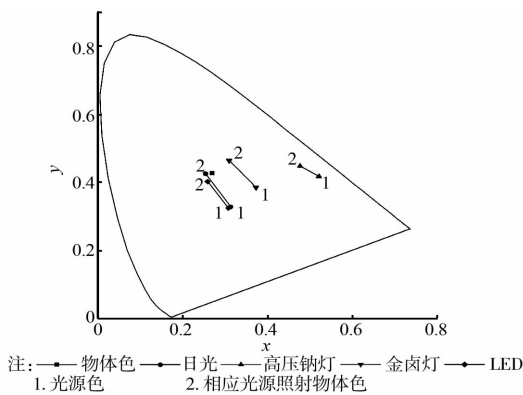


图 3 光源色及相应光源照射物体色

2 单色光光谱对景观物体的作用关系

单色光一般指饱和度非常高的光源,其半峰全宽(FWHM)通常较小。在景观照明中,单色光光源也有使用,但应用场合和方式很重要,不合理的应用将会带来较差的效果。通过采用高斯分布光谱模拟单色光光谱与景观物体(图 1(b))作用研究,光谱峰值波长(430、480、530、580、630、680 nm),半峰全宽 50 nm。

单色光谱光源与相应物体反射后光谱如图 4 所示。由于单色光光谱所对应的波长范围非常窄,因此其与景观物体作用后,反射光谱也在相应的窄波

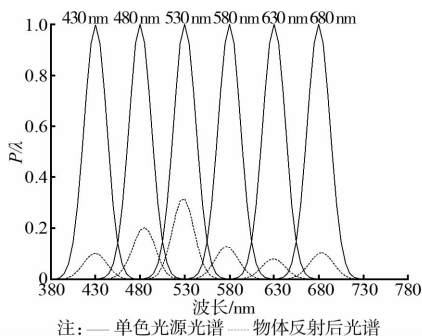


图 4 单色光谱光源与相应物体反射后光谱

段范围。其色度值计算(图 5)表明,单色光源照射后物体色与单色光光源色非常靠近,而远离参考物体色。单色光光源作为景观照明时,主要反映的是光源色,不能再现景观效果。因此,单色光源对于再现景观是没有任何作用的,只有在重塑建筑景观时才应考虑使用。

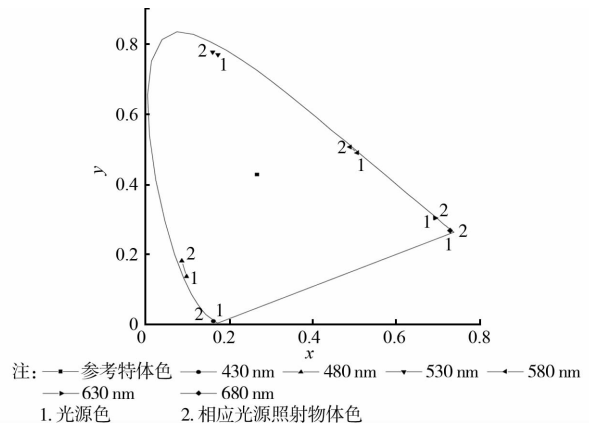


图 5 单色光光源色及相应光源照射物体色

3 不同纯度光源光谱对景观物体的作用关系

光源色与物体色是相互作用的过程,使用不同纯度(饱和度)光源作用于景观物体,可以研究其具体影响规律。使用峰值波长 530 nm 光谱作为研究对象,半峰全宽从 30 nm 变化到 180 nm,其归一化光谱以及作用于景观物体反射后光谱如图 6 所示,

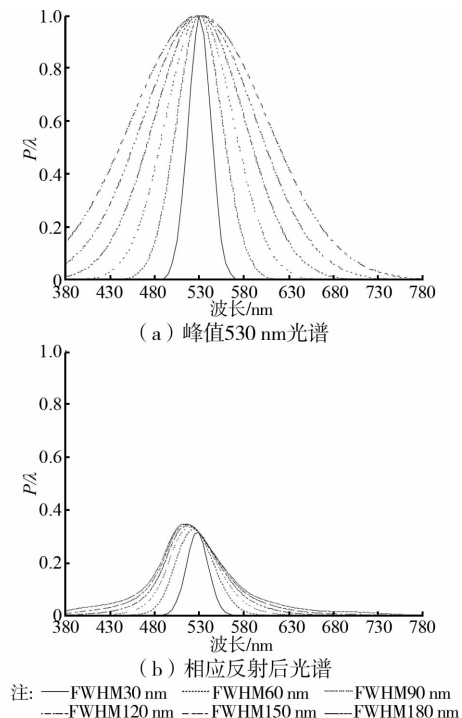


图 6 FWHM 从 30 nm 变化到 180 nm

相应色度值变化如图7所示。随着半峰全宽逐渐增加,光源照射下物体色逐渐靠近参考物体色。

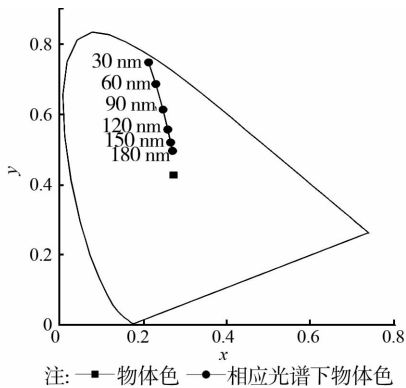


图7 峰值530 nm光谱,FWHM从30 nm变化到180 nm时色度变化

4 景观物体光谱反射曲线的影响

通过设置景观物体光谱反射曲线变化,研究光源照射后物体色变化规律。由物体光谱反射曲线逐渐过渡到等能光谱反射曲线,分别设置出5条逐渐变化的光谱反射曲线,如图8所示。光谱反射曲线1、2、3、4、5色度以及传统光源照射下相应色度变化,如图9所示。当光谱反射曲线为等能光谱反射曲线,光源照射下物体色与光源色一致,当光谱反射曲线逐渐变化越来越大时,光源光谱与物体之间的相互作用越明显。高压钠灯由于光色偏黄,其与景观作用后,相应物体色都处于偏黄色区域;而白光金卤灯和LED照射下,其相应物体色与参考色度相对较为接近。

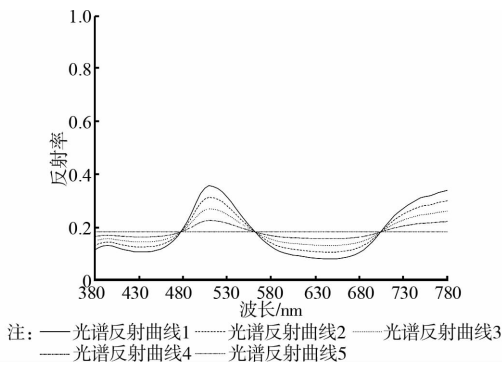


图8 光谱反射曲线变化

5 结论

景观照明中,光源与被照的环境共同决定了最终夜间景观的呈现效果,通过使用传统光源以及LED的光谱进行了光谱作用分析,探讨了不同光源

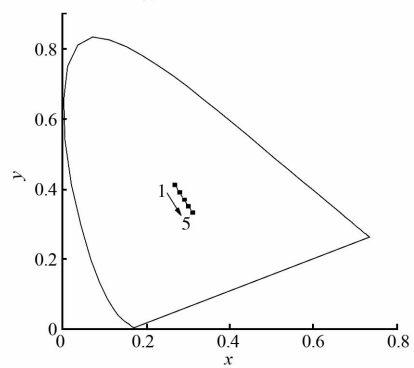
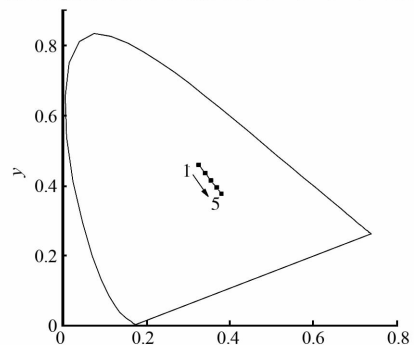
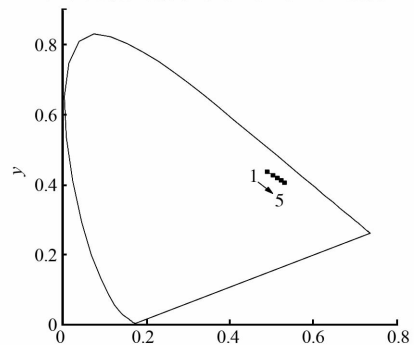
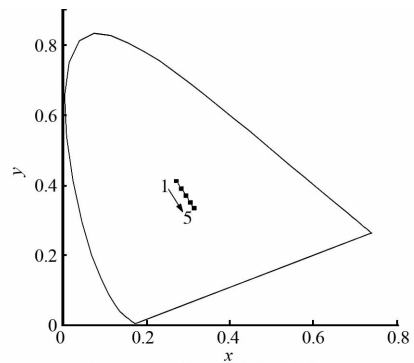


图9 光源照射下各物体样本色度变化

对于建筑照明设计效果的影响;而采用单色光源光谱对景观环境进行照射分析时,又呈现了完全不同的效果。由景观照明中光源光谱与环境作用关系理

论研究,可以得到以下结论。

1)光谱作用可以视作减色过程,相对丰富的光源光谱对于物体色的减色少,还原性更好。

2)单色光源光谱作用于物体,依据减色原理,反射光谱集中于相对应波段,光色接近光源色。

3)光源色的纯度按照不同方向变化时,物体色从接近参考物体色到接近光源色变化。

4)景观物体呈现颜色,倾向于光源色或是光谱反射曲线相对色度饱和度较强的一方,当光源色饱和度和物体固有饱和度都较强时,则效果难以预测。

当然,一定范围色度的偏离,对于人们的感知相对影响较小,从而使光源的选择面更广一些,对于光谱的要求有所降低,但是偏差大时,整体效果是无法接受的。因此,如果设计师考虑需要重塑景观时,可以采用一些特殊的光谱,以达到与自然状况下感觉不一样的效果;如果考虑的是再现景观时,则最好采用光谱较为丰富的白光。

参考文献:

- [1] Ma J, Xiao J H, Niu S N, et al. A quantitative study on color emotions for double chromatic light in landscape illumination [C]//Mechanic Automation and Control Engineering, Wuhan, 2010: 4262-4265.
- [2] 赵海天,王少健,姚其,等. 城市景观照明的光色系统[J]. 深圳大学学报:理工版,2013,30(5):504-507.
Zhao H T, Wang S J, Yao Q, et al. Color-brightness system in urban landscape lighting [J]. Journal of Shenzhen University: Science and Engineering, 2013, 30(5): 504-507.
- [3] 杨春宇,郑文崇,陈士群. 夜景亮度及建筑材料光反射特性与照明节能[J]. 土木建筑与环境工程,2009,31(5):90-94.
Yang C Y, Zheng W C, Chen S Q. Light reflecting characteristics of building materials and energy saving of nightscape luminance [J]. Journal of Civil, Architectural & Environmental Engineering, 2009, 31(5): 90-94.
- [4] 郝洛西. 关于我国城市夜景照明发展的几点思考[J]. 建筑学报,2002(7):39-41.
- Hao L S. Some considerations about the development of the night scene illumination in domestic city [J]. Architectural Journal, 2002(7):39-41.
- [5] 杨春宇,刘炜,陈仲林. 城市生态与光污染控制[J]. 城市问题,2002(2):53-55.
Yang C Y, Liu W, Chen Z L. Urban ecology and light pollution control [J]. Urban Problem, 2002(2):53-55.
- [6] Rea M, Freysinnier J. Color rendering: a tale of two metrics [J]. Colour Research and Application, 2008, 33:192-202.
- [7] (日)日本建筑学会. 光和色的环境设计[M]. 刘南山,李铁楠. 译. 北京:机械工业出版社,2006.
- [8] 朱介英. 色彩学——色彩设计与配色[M]. 北京:中国青年出版社,2004.
- [9] Wang T, Ma J, Liu G, et al. Research on a quantificational method for chromatic-light emotions of architectural wall coatings in landscape illumination [J]. Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China, 2010, 4(4):498-502.
- [10] Kimball A R. Relating reflectance spectra space to munsell color appearance space [J]. Journal of Optical Society of America, 2008, 25(3): 658-666.
- [11] 周天明. 光源原理与设计[M]. 上海:复旦大学出版社. 1993.
- [12] Yao Q, Ju J Q, Liang R Q, et al. Relationship between peak wavelength and dominant wavelength of light sources based on vector-based dominant wavelength calculation method [J]. Leukos, 2014,10:1-8.
- [13] Shakir I, Narendran N. Evaluating white LEDs for outdoor landscape lighting application [J]. Proceedings of Spie, 2002, 4776:162-170.
- [14] Golz J, Macleod D. Influence of scene statistics on colour constancy [J]. Nature, 2002,415:637-640.
- [15] Yao Q, Lin Y D, Sun Y J. Research on facial recognition and color identification under CMH and HPS for road lighting [J]. Leukos, 2009,18:32-36.

(编辑 王秀玲)