

[文章编号] 1002-8528 (2013) 08-0019-03

# 居住区光环境检测及评价研究

王立雄, 苏晓明, 党 睿, 刘 刚 (天津大学, 天津 300072)

[摘 要] 本文简要介绍了“十一五”科技支撑计划项目“居住区光环境检测及评价研究”的背景、研究思路。从居住区光环境检测研究、居住区光环境评价方法研究及居住区光污染环境综合评价研究 3 个方面概述了该项研究的成果。

[关键词] 居住区; 光环境; 光污染; 评价; 检测

[中图分类号] TU113.2<sup>+</sup>1

[文献标识码] A

## Light Environment Detection in Residential Area and Evaluation Study

WANG Li-xiong, SU Xiao-ming, DANG Rui, LIU Gang (Key Laboratory of Architectural Physics and Environmental Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

[Abstract] This paper briefly introduces the background and research approach of “Eleventh Five-Year Plan” Science-technology Support Project of “Light Environment Detection in Residential Area and Evaluation Study”, and summarizes the achievements of this research from 3 aspects of the residential light environment detection study, residential light environment evaluation method study and comprehensive evaluation study on the residential light pollution environment.

[Keywords] residential area, light environment, light pollution, evaluation, detection

### 1 居住区光环境检测及评价研究总体目标

我国城市居住区是城市的重要组成部分,是展现城市完善功能与建设发展成就的重要内容。随着经济的发展与科技的进步,能够为居民提供安全、健康、便利、舒适以及可持续的居住环境,已成为现代国家与社会发展的核心目标之一<sup>[1]</sup>。

居住区光环境检测及评价研究意在通过对居住区光环境的基础资料和现有成果收集,结合典型区域现场调研和实验室针对性实验,建成居住区光环境基础数据库和资料库;在对数据库和资料库进行综合分析的基础上,构建出居住区光环境评价体系、研究出相应的评价方法和检测方法,并提供相应的检测技术、检测方法和技术导则<sup>[2]</sup>。同时,通过进行室内光环境评价体系的现场和实验室部分研究工作,为室内光环境评价体系的建立提供数据支持。天津大学建筑学院经过 5 年的努力终于完成了该项研究。

### 2 主要研究内容

#### 2.1 居住区光环境评价研究

现阶段我国正处于城市化进程迅速推进、城市居住区建设迅猛发展的时期,伴随着城市居民的生活水平不断提高,人们对于居住条件的要求,不再只局限于楼层、朝向、面积等“小环境”。更对区域环境等“大环境”的质量提出了新的要求。居民晚间户外活动在增多、时间在延长。这一切都对居住区室外光环境提出了更高的要求。但是,居住区夜间光环境研究工作才刚刚起步。在道路照明、景观照明方式和方法等方面得到了广泛、深入研究的同时,适合于我国居住模式的居住区夜间光环境的相关研究还较少、尚缺乏夜间光环境评价领域研究。作为夜间光环境评价体系研究的基础——居住区夜间光环境评价指标的研究,至项目启动时还没有涉及<sup>[3]</sup>。

针对我国特有居住模式所确立的居住区光环境评价体系和评价标准主要由以下几个部分组成:1) 提出了结合我国居住区光环境特征提出的评价指标体系首层准则层的评价指标。其中包括:光环境评价的科学性、健康性、便利性、舒适性及可持续性评价指标。并给出了该层评价指标的指标权重。2)

[收稿日期] 2013-04-02

[基金项目] “十一五”国家科技支撑计划项目“居住区与室内光环境优化保障关键技术研究”(2006BAJ02A0)

[作者简介] 王立雄(1963-),男,硕士,教授

[联系方式] wlxiang0011@sina.com



在首层准则层的控制下,对该准则层评价指标进行了分解,提出了我国居住区光环境评价体系的标准层评价内容。在该评价层中,不但提炼了符合我国特有居住模式的光环境评价指标,同时,还对我国居住区内部夜间道路的各项评价指标进行了确定。并且对以上评价指标依据测量数据进行了权重的确定。3) 根据我国居住区模式提出了结合我国居住区容积率、居住区夜间光环境类别的评价指标层指标,并对该指标层进行了权重计算<sup>[4-5]</sup>。

本研究所得的居住区光环境评价指标体系如表 1 所示。

表 1 居住区光环境评价指标体系

目标层	准则层及其权重	一级指标层	权重 1%	二级指标层
居住区光环境 A	安全性 B <sub>1</sub> 0.713 4	集散道路安全 C <sub>1</sub>	13.84	集散路平均照度、集散路照度均匀度、集散路最小水平照度、集散路最小垂直照度、集散路平均亮度、集散路亮度均匀度
		区域道路安全 C <sub>2</sub>	25.74	区域路平均照度、区域路照度均匀度、区域路最小水平照度、区域路最小垂直照度、区域路平均亮度、区域路亮度均匀度
		宅前道路安全 C <sub>3</sub>	21.98	宅前路平均照度、宅前路照度均匀度、宅前路最小水平照度、宅前路最小垂直照度、宅前路平均亮度、宅前路亮度均匀度
		踏步识别 C <sub>4</sub>	2.23	单元入口踏步最小照度、景观区踏步最小照度、休息区踏步最小照度
		健身区安全 C <sub>5</sub>	5.33	健身区最小水平照度、健身区最小垂直照度
		休息区安全 C <sub>6</sub>	3.79	休息区最小水平照度、休息区最小垂直照度
	经济性 B <sub>2</sub> 0.100 0	道路照明能耗 C <sub>7</sub>	7.33	集散路功率密度、区域路功率密度、宅前路功率密度
		节能控制系统 C <sub>8</sub>	3.33	单位时间内能源消耗比
	舒适性 B <sub>3</sub> 0.186 5	道路光污染 C <sub>9</sub>	11.75	集散路眩光及光污染、区域路眩光及光污染、宅前路眩光及光污染
		重点区域光污染 C <sub>10</sub>	1.08	健身区亮度对比、休息区亮度对比、景观区亮度对比
		光环境满意度 C <sub>11</sub>	3.88	光环境尺度感、整体风格、光环境覆盖范围、居住区最小照度

## 2.2 居住区光环境检测研究

目前,我国居住区照明检测方法均采用传统方法,即在测试区域内布置测量点,然后由工作人员手持测量仪器徒步逐点、逐项进行测量,再进行人工记录数据,最后录入电脑进行分析。在城市道路检测方面虽然有以汽车作为平台的检测研究,但这套系统由于体积过大,并不适合对居住区的光环境尽量测量<sup>[6]</sup>。

因此,在夜间居住区光环境检测领域存在如下问题:1) 由检测人员人工进行现场逐点,逐项测量,每人每次只能在某 1 个点进行 1 项指标的测定,检测效率较低;2) 检测过程中,只能间断地逐点测量,无法实现数据的连续采集;3) 检测过程中需动用多名测量人员和记录人员,携带多种检测仪器,造成人力、物力的浪费;4) 由于人员在测量过程中为徒步手持仪器式检测,测量位置、测量角度、仪器稳定性等指标无法保持一致,造成测量过程中出现较大误差,致使测量数据的不够精确;5) 记录人员在大量数据的记录过程中难免出现纰漏,而且记录完毕后还要人工进行计算机数据录入、存储、分析,耗时较长;6) 由于夜间光线较暗,来往车辆更容易对测试人员的人身安全造成威胁<sup>[7]</sup>。

通过本课题完成了基于车载平台的居住区夜间光环境检测系统,解决了以上问题。该检测系统包括:基于车载平台的居住区夜间光环境检测系统的硬件系统和软件系统。其中,硬件系统包括:检测平台、通讯系统、控制系统、检测设备系统 4 个部分。软件系统包括:初始化模块、视频图像显示模块、系统操控模块、照度信息显示模块和系统说明及运行信息显示模块。该系统具有完全自主知识产权为课题组成员自行设计研发,并申请 2 项国家发明专利。该系统能够快速、精确、高效地检测照度、亮度等城市居住区光环境指标参数<sup>[8]</sup>。车载检测平台如图 1 所示。

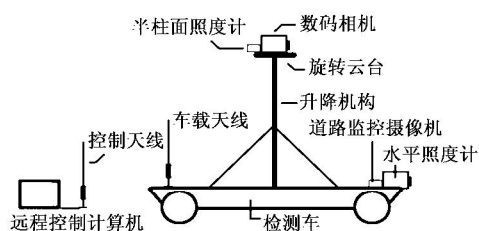


图 1 车载检测平台





居住区光环境检测系统解决了下述问题:1) 精确、快速测量照度、亮度、色度、眩光等多个检测指标,提高了检测效率;2) 系统能够在行进中进行连续、无间断测量,保证了数据的连续性;3) 系统实现了软、硬件的高效整合,不仅体积小而且便于操作,把检测过程中的车辆控制、目标测量、数据传输、数据记录与存储、参数分析全流程操作全部集成在1台计算机中,只使用1名测试人员就能够完成所有测试工作;4) 系统实现了智能化控制,通过计算机程序化的控制检测车的测试目标、测试速度、仪器位置以及行进线路等指标,提高测量数据精确性;5) 该系统实现了数据的实时传输和自动记录存储,避免了人为操作所产生的问题;6) 实现了光环境的远距离遥控测量,避免因夜间光线较暗,道路车辆对人员造成的安全威胁。

在理论上,该系统能为今后居住区光环境国家规范的制定和相关技术导则的编写提供支持,并能为相关领域的研究提供数据和资料;在实际应用上,该系统具有精确、高效、造价低、使用携带方便等特点,能够适用于我国各型居住区,具有广泛的应用前景。

### 2.3 居住区光污染研究

居住区光污染作为影响居住区光环境质量的重要因素直接影响了居住区光环境的优劣、影响了我国夜间居民活动空间的品质。同时,针对我国特有居住模式的居住区光污染类别、特征、影响范围的研究尚属空白。所以,对于城市居住区夜间光污染评价体系的研究与构建是十分必要和迫切的。

本部分研究以夜间我国居住区边界内外人工照明环境中的不利因素为研究对象。该研究对象可以概括为:居住区夜间光污染环境,它包括:眩光污染、侵害光污染和溢散光污染3类光污染。对该对象进行研究的目标在于实现对光污染环境进行定量化评价,并希望通过本次研究能够最终形成一套较为完善的符合我国居住模式的居住区光污染定量化评价方法。

在对我国天津、长沙、郑州3个城市近30个居住区夜间光污染环境进行实地调研、测量的基础上,总结、分析、概括了研究对象特征及光污染对外界环境的多种影响方式。以此为依据,研究中利用了光环境模拟软件 OLIVIA 建立了3类居住区光污染的典型模型共计163个,通过对模型进行计算,得到了

各类光污染模型参数数据近万个。之后,利用统计分析软件 SPSS 对该数据进行了计算和分析,取得了居住区夜间各类光污染程度与其环境之间的定量化关系。最后,研究针对计算的结果,进行了居住区实地环境的检验和比较分析。

通过对我国居住区夜间光污染环境进行定量化的研究,获得了以下3个主要结论。该结论可用来评价和计算居住区夜间光污染环境。

1) 研究提出了计算我国居住区道路不舒适眩光程度的计算公式,见式(1)。

$$G = 53.106 + 63.244L_v - 7.709H \quad (1)$$

式中, $G$ 为居住区道路综合亮度眩光评价指数(眩光度); $L_v$ 为地面平均亮度, $\text{cd}/\text{m}^2$ ;  $H$ 为灯杆高度, $\text{m}$ 。

2) 提出了计算我国居住区内住宅建筑立面大范围、多窗口受到光侵害程度的计算公式,见式(2),居住区光溢散度的计算公式,见式(3)。

$$T = 32.285 + 0.002L - 1.935S + 2.719H - 0.620D \quad (2)$$

式中, $T$ 为沿街住宅光侵害度,无单位; $L$ 为灯具总光通量, $\text{lm}$ ;  $S$ 为道路与住宅间距, $\text{m}$ ;  $D$ 为同侧灯杆安装距离, $\text{m}$ ;  $H$ 为灯杆高度, $\text{m}$ 。

$$S = 95.399 - 29.466E \quad (3)$$

式中, $S$ 为光溢散度; $E$ 为地面平均照度, $\text{lx}$ 。

3) 给出了居住区夜间光污染程度的等级化分方法,并提出了等级划分标准。同时,形成了1套评价我国居住区光污染程度的光污染度计算方法。

希望以上研究结论能够为定量化评价、计算我国居住区光污染现状提供重要依据;能够为我国生态住区、绿色住区的建设、评估增加重要影响因素。

定量化的评定我国居住区夜间光环境中的光污染成分,能够清晰我国居住区内部光污染的不同类型,明确各类光污染的影响程度,为优化我国居住区光环境设计提供更多依据,为我国居住区照明系统的安全性、节能性、可靠性及舒适性等多方面性能的提高提供有力保障。

## 3 意义

“居住区光环境评价及检测研究”课题的完成为促进城市居住区光环境评价工作的完善和推广、为相关规范和法规的制订提供科学依据;为营造出环保、健康、节能、舒适的绿色照明环境,创造更开阔

(下转第33页)



第二,为定量描述湿热气候区及具体界定其区地理范围提供理论依据和技术标准。现有研究针对湿热气候仅是简单的定性描述,对研究的湿热气候区的地理范围界定也比较模糊。

#### [参考文献]

- [1] 陈睿智,董靓.面向低碳景观的四川地域气候舒适度区划研究[J].建筑科学,2012,28(6):57~60.
- [2] Brown RD, Gillespie TJ. Microclimate Landscape Design [M]. Wiley, New York, 1995.
- [3] Givoni B, Noguchi M, Saaroni H, et al. Outdoor comfort research issues [J]. Energy and Buildings, 2003, 35 (1) : 77 ~ 86.
- [4] ISO. International Standard 7243 Hot Environments—estimation of the Heat Stress on Working Man, Based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature) [S]. 1989.
- [5] 董靓.街谷夏季热环境研究[D].重庆:重庆建筑大学,1991.
- [6] 林波荣.绿化对室外热环境影响的研究[D].北京:清华大学,2004.
- [7] 张磊,孟庆林,赵立华.室外热环境评价指标湿球黑球温度简

化计算模型[C]//建筑环境与建筑节能研究进展——2007全国建筑环境与建筑节能学术会议论文集,2007:11~17.

- [8] Ruizhi CHEN, Liang DONG. Valuation and improvement of outdoor microclimate through ecological way in hot-humid rural tourism settlements [C]//Proceedings of the International Federation Landscape Architects Asia Pacific Region Annual Conference (ISTP), 2012.
- [9] 陈睿智,董靓.湿热型乡村旅游住区户外微气候评价及生态改善策略[J].四川建筑科学研究,2012,38(5):294~297.
- [10] Ruizhi CHEN, Liang DONG. The study landscape plan for the rural ecotourism of southwest mountain in sichuan province [C]//Proceedings of the 13th International Symposium of Landscape Architecture, Korea, China, And Japan, 2012.
- [11] 库尔特·勒温.拓扑心理学原理[M].高爵夫,译.北京:商务印书馆,2003:14.
- [12] Gaitani N, Mihalakakou G, Santamouris M. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces [J]. Building and Environment, 2007, 42 (1) : 317 ~ 324.

(上接第21页)

的途径和思路。通过提高居民的光环境意识、构建以使用者价值需求为中心的居住区规划、设计、管理理念,促进人居环境质量的不断提升。居住区光环境检测平台的搭建为带动相关照明生产厂商进行产品改进、加快高效、节能、环保的照明产品的推广和使用提供了契机。

#### [参考文献]

- [1] 赵建平,肖辉乾.中国城市照明设计标准及规范[J].建设科技,2009,(18):32~35.
- [2] 曹猛.天津市居住区夜间光污染评价体系研究[D].天津:天

津大学,2008.

- [3] 苏晓明.居住区光污染综合评价研究[D].天津:天津大学,2012.
- [4] 姚鑫.城市居住区照明评价与设计标准研究[D].天津:天津大学,2010.
- [5] 党睿.基于遥控车载平台的城市居住区照明检测技术研究[D].天津:天津大学,2010.
- [6] 马剑,姚鑫,刘刚,等.城市居住区室外光环境评价指标研究[J].照明工程学报,2010,21(1):1~6.
- [7] 党睿,马剑,刘刚.城市居住区照明检测新技术研究[J].照明工程学报,2011,22(2):16~20.
- [8] 马剑,姚鑫,刘刚,等.城市居住区室外光环境现状调查研究[J].照明工程学报,2009,20(4):9~13.