

# 智慧城市公共照明的人本设计方法及应用策略

郭菲, 顾祎芬

(奕斐环境规划设计(上海)有限公司, 上海 200433)

**摘要:** 针对城市公共照明应用需求的变化及其面临的设计挑战, 结合目前城市及其公共空间智慧化发展趋势, 利用数字化照明和物联传感网络等新兴技术所带来的机遇, 提出智慧城市公共照明的人本设计框架和设计方法, 构建以城市空间使用者体验为中心的城市公共光环境可持续发展价值体系, 同时为城市智慧公共照明提供人本设计应用参考策略。

**关键词:** 智慧城市; 公共空间; 公共照明; 公共光环境; 人本设计; 可持续发展; 照明应用

**中图分类号:** TU113.6+4    **文献标识码:** A    **DOI:** 10.3969/j.issn.1004-440X.2018.06.024

## Human-Centered Design Approach & Application Strategy for Public Lighting in Smart City

GUO Fei, GU Yifen

(Innovision Environmental Planning & Design Co., Ltd., Shanghai 200433, China)

**Abstract:** In response to the constantly changing demand and the related challenges for lighting design in urban public space, a human-centered design approach based on a fundamental framework, which follows the trend of smart city and leveraging the opportunities from the emerging technologies such as digital lighting and IoT sensor network, is proposed to restructure the value system of a sustainable urban public lighting by focusing on the user experience. Some lighting design strategies for urban smart public lighting are also provided.

**Key words:** smart city; public space; public lighting; public light environment; human centered design; sustainable development; lighting application

## 引言

光在人类的日常生活中扮演着极其重要的角色。光不仅是人类生存的基本条件, 影响人们的生理和心理健康, 而且与社会的文化、经济、政治等各个方面相关联, 并随着社会的进步与科技的发展, 对人们的生活方式、社会活动和行为模式产生深刻影响。长期以来, 城市公共照明为人们夜间在城市公共空间中的活动提供所需要的人工光, 对夜间城市功能安全、夜景环境美化和社会经济促进发挥了极其重要的作用<sup>[1-9]</sup>。

随着全球城市化进程加速发展和世界城市人口快速增长, 人们对城市在更包容、更安全、可恢复和可持续发展上的要求日益迫切, 城市向智慧化的发展势在必行。城市公共空间作为人们社会活动的主要场所和市民与城市关联的主要纽带, 以道路安全、统一功能与视觉美化为导向而设计的城市公共照明已不能满足智慧城市发展的需求。同时, 新兴技术的出现, 特别是固态照明、物联网、传感器和信息技术的逐步成熟, 也为城市公共照明的发展进化提供了新的机遇。因此, 重新思考城市公共照明的设计方法和应用策略, 完整构建城市公共空间光环境的价值体系, 使城市公共空间在夜间更好地为

城市的使用者和管理者服务，具有重要意义。

## 1 智慧城市公共照明

照明已成为城市公共空间不可或缺的组成部分，为市民和游客在夜间使用城市公共空间提供所需的视觉光环境。城市公共照明包括传统意义上的道路照明和其他构成或影响公共空间光环境的人工照明，如广告照明、建筑照明和景观照明等。近年来，随着城市公共艺术的发展与普及，公共灯光艺术装置或作品对公共空间光环境的结构、品质和作用产生越来越重要的影响，因此也被纳入到城市公共照明的体系中。

由于公共空间在城市中的重要作用，城市公共照明的发展在一定程度上反映了城市的社会生活品质、经济文化水平和对可持续发展的认知。传统的城市规划、设计和建设一般聚焦于人们在白天的体验，对城市公共空间在夜间的利用往往放在整个流程的后期才会加以考虑。因此，城市公共照明更多地是被作为城市公共空间的一项辅助功能来使用，以保障公共空间在夜间的功能安全，或用以美化城市夜景环境。虽然光对城市社会生活的影响早已成为共识，光对人体健康和生态环境的作用也随着科学研究的深入而备受关注，但是由于传统照明技术本身所具有的局限性，在应对城市公共空间光环境的复杂需求和协同城市智能化的发展要求上捉襟见肘，城市公共照明的发展面临越来越严峻的挑战。

LED照明技术的出现，为城市公共照明带来了新的发展机会。一方面，LED先天的半导体属性将人工照明全面带入数字化时代；另一方面，传感器和物联网等智能科技在城市智慧化发展趋势下的广泛应用，为数字化LED照明能够更全面地响应复杂公共照明需求提供了有力的工具。基于LED的城市公共照明不仅能够方便地控制光的数量（光通、光强、配光等），而且可以精确地控制光的质量（色温、颜色、光谱等）。可以预见，以数字化LED城市公共照明为基础形成的智慧公共光环境，除了满足人们在夜间使用城市所需的视觉功能之外，最终很有可能成为人与城市环境沟通交流的主要媒体和界面，并将极大地改善公共空间使用者对城市的生活体验。但是，

传统城市公共照明设计方法基本还是以维持公共空间夜间通用使用功能安全和增进城市夜景环境美化为主要着眼点，已经严重滞后于照明科技的发展和智慧公共照明的要求，因此必须以一种更全面、更科学的方式重新加以审视。

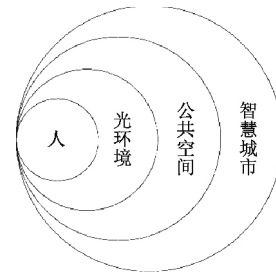


图1 智慧城市、公共空间、光环境与人的相互关系

Fig. 1 The Interrelationship between people, light and public space

## 2 公共照明的人本设计方法

在智慧城市公共空间发展的整体框架下，如果说城市公共照明将是一个以数字化LED、智能传感器物联网和信息技术为驱动，以人的使用和体验为核心，能够适应城市公共空间使用者持续变化的功能、健康和审美需求的智慧光环境服务体系，那么城市公共照明设计应该真正转换到以人为本的方法上来。

人们利用光环境感知并使用公共空间，在公共空间中完成个体行为和社交活动，并通过此过程中所获得的体验建立对自我、他人、空间和城市的认知和评价。同时，公共光环境对包括人的健康在内的城市环境生态所产生的影响，也会在某种程度上影响城市公共空间使用者的体验。因此，环境感知、行为模式、社交活动、健康生态等四个方面构成了城市公共照明人本设计的基本框架。此外，现代城市正在向24h全天候连续运行状态转变，人们在夜间不同的时间段对城市公共空间的使用模式和行为需求会不断发生变化，所以时间也是城市公共光环境中的一个非常重要的变量参数，必须纳入设计基本框架中协同考虑。

1) 空间感知。人们在城市公共空间中的体验首先来自于对公共环境的感知。对公共空间的使用者而言，这种对环境辨认和识别的需求非常关键，在实用性上和情感性上都具有广泛的重要性。无论在什么时候，人们总是不断地从现实世界中寻找信

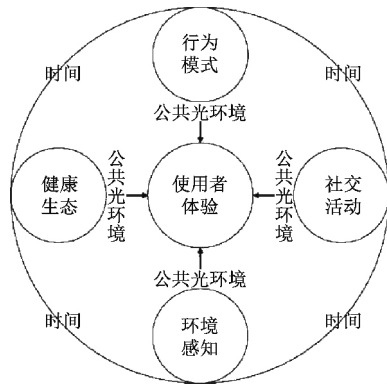


图2 城市公共照明人本设计基本框架

Fig. 2 Human-centered design framework for urban public lighting

息来完成认知,对环境形成印象是使用者与其周围环境双向交流的过程。在夜间,人们对城市公共空间的感知完全依赖于城市公共照明所提供的光环境来建立,公共照明能否帮助使用者是对城市夜间环境准确解读,将有助于人们提高定向能力、提升安全感并增进愉悦感。人们对空间环境的印象主要通过周围环境所呈现的特性、结构和意义来定义。因此,均匀、单调或仅仅是满足设计规范指标的照明方式难以满足高品质公共光环境的要求,城市公共照明必须更深入地理解如何用光来更有效地定义城市公共空间,以帮助使用者更便捷、更准确、更全面地建立对城市公共空间的感知。首先,城市公共照明应能充分体现公共空间的特点与个性,在城市公共环境中应通过照明有选择性地加强表达适合的空间信息元素,以促进空间环境与使用者的交流。其次,城市公共照明不仅应能充分展示空间元素之间的相互关系,还应能充分展示空间元素与使用者之间的相互关系。此外,城市公共照明所选择的表达的空间元素对使用者而言应具有一定的意义。这种意义可以是实用方面的,也可以是情感方面的,或者二者兼而有之。

2) 行为模式。城市公共空间中,即便是针对使用者单一行为模式的照明需求,以照明水平和均匀度为主要评价标准的设计也很难在有效提高使用者体验方面上获得满意的结果,“越亮越好”、“越亮越安全”的概念或纯功能性的设计已经逐渐不能适合城市生活和智慧光环境的发展要求。城市智慧公共照明需要更深入地理解不同的使用者在公共环境中的各种行为模式对光环境品质的需求,并对其变化进行响应。城市公共空间使用者类型和背景的

多元化决定了其空间行为模式的复杂性。同时,城市未来的进化发展也有可能改变使用者现有的行为模式。城市智慧公共照明在设计之初就必须全面考虑如何应对这些变化问题。城市公共照明设计应充分尊重不同年龄、性别、文化、信仰和身心健康状况等复杂背景条件下的使用者在夜间行为体验上的共性与差异性,从照明方式、照明水平、照明质量、适应性交互控制等各个方面围绕使用者行为模式进行针对性的设计。

3) 社交活动。社交活动包括城市空间中人们之间的所有类型的交流。城市生活的共同特征是社交活动的多样性和复杂性。尽管人们在公共空间中的各种社交活动常常相互重叠并频繁转换,而且通常也很难计划或预测,但通过简化的分析方法,可以将社交活动分为必须的和可选择的两大类。必需的社交活动在任何情况下都会发生,如通勤、候车、运输等人们在日常生活中不得不完成的活动;可选择的社交活动只有在城市环境品质较高的情况下才会发生,如散步、观景、闲聊等。城市公共空间照明设计应在不同的公共场所为各类社交活动提供适合的照明场景,在多元环境中鼓励人们夜间积极参与城市社交活动,促进城市使用者之间的交流与交往,建立积极的社会生活体验,提升对城市和社区认同感,抑制消极的反社会倾向。城市相关研究表明,城市公共环境的品质越高,人们参与社交活动的程度越高。高水平的可选择社交活动,在某种意义上代表着城市的活力和吸引力。值得注意的是,有意识的引导性公共空间环境规划和设计可以促进空间使用者进行可选择的社交活动。因此,城市公共照明作为夜间定义和表现城市公共空间最有力的手段,利用城市智慧光环境实现交互引导性社交活动照明场景,未来将会越来越积极地主动影响公共空间使用者在夜间的城市生活体验。

4) 健康生态。光是地球生物存在的必要条件。包括人类在内的地球上所有生物的生物节律和生态习性都与自然光照条件和日夜循环节奏相关,因而具有相对的稳定性,是构成生物健康非常重要的一个组成部分。人工照明的出现根本性地改变了这一状况。在夜间,不仅城市公共空间的使用者仍然暴露在不同形式的人工光环境之内,而且城市中的自然环境也会受到城市公共照明的影响而处于被干扰

状态。研究表明,不恰当的夜间人工照明会对人类健康产生负面影响,增加肥胖、抑郁、睡眠障碍、糖尿病和乳腺癌等风险;某些在城市环境中生存的动植物物种,在人工照明的长期干扰下已逐渐从城市中消失甚至灭绝。因此,尽管城市公共照明为促进城市社会活动、提高城市生活品质带来了巨大的机遇,但可持续发展的公共光环境必须对城市使用者的身心健康和城市环境的自然生态加以重视。城市公共照明设计应利用先进成熟的智慧照明科技和确凿可靠的科学研究成果,尽量降低人工照明对人和环境的负面影响,增进人们在公共空间进行社会活动的健康生态体验。已有充分的证据显示,在特定时间范围内人工光环境色温的变化会影响人体产生的褪黑激素数量,从而直接影响我们的生物节律和身体健康状态。城市公共照明设计应将光的色温与颜色、强度、动态等其他人工照明特性全面考虑并综合利用,在响应使用者在不同时间对空间感知、行为模式和的社交活动等方面的不同照明需求的同时,通过智慧光环境主动引导、调节和修复公共空间使用者的生物节律。类似的设计考量同样适用于城市环境中的动植物生态系统。数字化固态照明技术对光数量和质量上的精准控制能力为城市公共照明设计在改善城市光环境健康生态上的应用提供了丰富的可能性。

5) 时间。无论是过去、现在还是未来,城市公共照明都是为了更好地服务城市夜间社会生活。和城市在白天时一样,时间维度上的不确定性与复杂性正是城市夜间社会生活的本质。无论是解决空间感知的差异性、行为模式的多样性、社交活动的多元性还是健康生态的规律性等问题,城市公共照明设计都需要在时间的维度上深入理解公共照明与空间、公共照明与使用者之间的关系,通过具有主动适应能力的城市智慧公共光环境,积极影响我们对城市生活的感知和体验。

### 3 人本照明应用策略

通过人本照明设计方法重新定义公共照明在城市公共空间中的使用,城市公共光环境得以从聚焦“功能与空间”转移到聚焦“使用者和场所”,以适应快速变化的城市社会生活和日益增长的持续发展需要。在此意义而言,光已经成为一

种强大有力的工具,给日渐超负荷运行的城市带来新的生机与活力,推动城市设计进入一个充满希望的变革时代。

人本设计策略应用的目的是为了根本性地解决城市公共照明目前存在和未来发展的问题。城市的进化和技术进步决定了人本照明设计方法是一个开放性的系统,需要协同各相关方的努力,并在实践中不断丰富、完善和发展。结合目前相关应用研究成果,通过对大量先进应用案例分析,可以看到城市公共照明人本设计方法已经逐步为各方所重视并在实践中开始尝试性应用。与一般城市公共照明设计方法相比,人本照明应用策略具体表现出以下转化特征。

1) 由“以道路为中心的照明”转化为“以人为中心的照明”。虽然道路安全仍然是城市公共照明非常关注的重点,但是随着可持续化城市发展对人行交通空间的大力推动,以及人们对交通出行方式和观念的逐步改变,围绕人的视觉行为安全和视觉心理健康而进行的公共照明设计,要求既能保证道路交通安全的同时,又能改善人们对城市社会生活的体验。

2) 由“均匀性照明”转化为“场景式照明”。固态照明技术、智能传感器、物联网和信息通讯技术的发展,使智慧化公共照明网络可以为城市公共照明在不同时间、不同场所进行的不同社交活动提供丰富的针对性场景效果,极大地提升公共环境品质,增强市民参与体验,激发夜间城市活力。

3) 由“越亮越好的照明”转化为“控制对比的照明”。研究表明,提高照明水平并不一定能保证照明质量的相应提高。针对城市公共空间中各种社会活动的具体需求,城市公共照明可以通过控制视觉环境中不同层次的亮度对比,给人们提供更丰富的视觉信息,同时增加公共空间的趣味性,从而更有效地提升公共空间使用者的体验。

4) 由“单向式照明”转化为“沉浸式照明”。LED照明技术极大程度地改变了灯具的形式和照明的方式。相比于传统光源,基于LED的照明可以非常容易地集成在建筑环境中,从各个方位提供城市公共空间所需要的照明,为使用者在夜间获得更好的沉浸式体验提供了可能。

5) 由“统一模式化照明”转化为“用户定制

化照明”。和传统城市公共照明解决方案相比, 数字化 LED 照明带来的更强大的控制能力可以让城市公共照明为不同的使用者提供定制化的公共光环境, 以满足使用者需求或偏好。这种高度以使用者为中心的城市公共照明应用进一步地提高了城市公共环境的服务能力, 并在一定程度上解决了未来发展的需要。

6) 由“被动式照明”转化为“主动式照明”。利用日益成熟的物联网和智能传感器技术, 城市智慧公共照明不但能够及时感知使用者的行为模式, 而且能够根据公共空间环境的实际情况, 主动提供适合具体社会活动要求的光环境。主动式城市公共照明在改善使用者的体验的同时, 也促进了城市公共照明能源利用效率的提高, 即在保证甚至提升照明品质的前提下降低城市公共照明系统的运行能耗, 真正实现主动高效节能。

## 4 结语

随着城市智慧化进程的加速与数字化照明技术的发展, 光在城市公共空间和社会生活中扮演越来越重要的角色。目前城市公共照明往往还是围绕标准或规范来进行设计, 而人本照明设计方法则将关注点转移到城市公共空间实际的使用者上面, 并围绕使用者体验重新构建城市公共光环境基本框架和

价值体系, 更主动、更全面地满足人们在城市公共光环境中对空间感知、行为模式、社会活动、健康生态等各方面的体验需求, 为城市智慧公共照明提供了一个新的可持续设计方法和发展方向。

### 参考文献

- [ 1 ] United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.
- [ 2 ] Commission on Science and Technology for Development, Economic and Social Council, United Nations. Smart cities and infrastructure Report of the Secretary-General. 2016.
- [ 3 ] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Inclusion Through Access to Public Space. 2018.
- [ 4 ] United Nations Human Settlements Programme ( UN-Habitat). Global Public Space Toolkit: From Global Principles to Local Policies and Practice. 2015.
- [ 5 ] Bašová, Silvia & Štefancová, Lucia. Creative and Smart Public Spaces. International Journal of Liberal Arts and Social Science, 2017, 5: 17-33.
- [ 6 ] Susanne Seitinger, Antonia Weiss. Light for Public Space. Koninklijke Philips N. V., 2015.
- [ 7 ] Dario Maccheroni. Human Scale Lighting. 2016.
- [ 8 ] Kevin Lynch. The Image of the City. The MIT Press, Cambridge: USA, 1960.
- [ 9 ] Jan Gehl. Cities for People. Island Press, Washington: USA, 2010.

(上接第 128 页)

泛的互操作性。采用本文提出的单次触联策略, ZLL 灯具添加入网变得很顺畅; 采用本文归纳的遥控器克隆基本条件以及提出的动态苏醒时间策略, ZLL 遥控器克隆成功率及工程实用性得到极大提高。我们希望本文的研究能推动 ZLL 灯控系统在室内照明控制中的广泛应用。

### 参考文献

- [ 1 ] 徐华, 郭红艳, 刘力红. 智慧校园照明控制综述 [J]. 照明工程学报, 2017, 28 ( 5 ): 1-3+9.
- [ 2 ] 傅晓明, 柴广跃, 钟海涛, 等. 基于 ZigBee 的 LED 智能照明定位应用研究 [J]. 照明工程学报, 2017, 28 ( 5 ): 32-41.
- [ 3 ] 李光耀, 王利, 易子川等. 基于 Zigbee 的智能照明系统研究与设计 [J]. 照明工程学报, 2016, 27 ( 3 ): 1-6+65.
- [ 4 ] ZigBee Light Link Standard [S]. Zigbee Alliance, v1.0. ZigBee Document 11-0037-10, 2012.
- [ 5 ] 张宇宁. 浅析家庭智慧照明中的技术与标准 [R]. 广州: 新世纪 LED, 2014.
- [ 6 ] 徐利明, 张宇宁, 寇宏. 为什么说 ZigBee 的产品可以互操作 [C]. ZigBee 联盟, 2017.
- [ 7 ] Ubiqua Protocol Analyzer. Ubilogix Intl. Datasheet [EB/OL]. <https://www.ubilogix.com/ubiqua/>.