基于 POI 照明分区的西安曲江新区光环境评价*

陈 磊[1] 谢欣玥[2] 陈晓锐[1] 康世磊[3]

1 西安建筑科技大学建筑学院 西安 710055
2 西安建筑科技大学艺术学院 西安 710055
3 重庆交通大学 重庆 400074

摘要：城市夜景建设促进了夜间景观多样化及文旅经济的发展，在吸引游客的同时也对当地居民造成了一定程度的光污染干扰。如何展开光环境评价以精准识别不同使用主体的光环境需求，成为构建城市健康光环境的关键。文中以文旅与“夜经济”协同发展的西安曲江新区为研究对象，针对游客、居民的照明需求差异，基于 POI 数据的重分类与赋值将曲江新区照明空间划分为 4 类照明分区，从光健康、光舒适、光艺术表现力 3 个层次构建主客观相结合的光环境评价模型，分别对 4 类分区进行综合评价。结果表明：照明冲突区游客、居民在光舒适体验方面差异显著；照明协调区、特色区各项实测数据较为均衡，能满足居民及游客的需求；照明控制区各项实测数据均明显低于其他区域，整体满意度最低。研究结果说明基于 POI 数据的照明分区可以为城市夜间光环境评价提供精准指导。

关键词：POI 数据；照明分区；光环境评价；西安曲江新区
DOI：10.12169/zgcsly.2024.04.22.0002

Evaluation of Light Environment in Xi’an Qujiang New District Based on POI Lighting Zoning

Chen Lei[1] Xie Xinyue[2] Chen Xiaorui[1] Kang Shilei[3]

(1. School of Architecture, Xi’an University of Architecture and Technology, Xi’an 710055, China; 2. School of Art, Xi’an University of Architecture and Technology, Xi’an 710055, China; 3. Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Urban nightscape construction promotes the diversification of night landscape and the development of culture-tourism economy, which attracts tourists but also interfere local residents with a certain degree of light pollution. How to accurately identify users’ needs for light environment through the evaluation has become the key to building a healthy urban light environment. Xi’an Qujiang New District is where cultural tourism and “night economy” have been interactively developing. In view of the different demand of tourists and residents for lighting, the paper divides the lighting space of Qujiang New District into 4 types of lighting zone based on the reclassification and assignment of POI data, and the light environment evaluation model featured with subjective-objective combination is constructed from the 3 levels of light health, light comfort, and light art expressiveness, with which the 4 lighting zones are evaluated. The results show that there is a significant difference in the light comfort between tourists and residents in the lighting conflict zone, and the measured data in the lighting coordination zone and the featured zone are more balanced, which can satisfy the needs of residents and tourists. The measured data in the lighting control zone are significantly lower than in other zones, showing the lowest overall

收稿日期：2024-04-22
* 基金项目：陕西省重点研发计划项目（2022SF-143）；陕西省哲学社会科学研究专项（2023HZ1522）
第一作者：陈磊（1977- ），男，博士，副教授，研究方向为风景园林规划与设计。E-mail：434683529@qq.com
通信作者：康世磊（1988- ），男，博士，讲师，研究方向为风景园林规划与设计。E-mail：840710900@qq.com

satisfaction. In summary, it can be seen that the lighting zoning based on POI data can provide accurate guidance for evaluating the light environment in urban nightscape.

Keywords: POI data; lighting zoning; light environment evaluation; Xi'an Qujiang New District

城市逐渐走向全时性[1]，夜生活逐渐成为常态化的生活方式[2]。文旅夜游促进城市夜景迅速发展，而夜景照明带来的光污染影响当地居民的身心健康[3-5]，光环境评价对构建健康、舒适的光环境具有重要意义。田芳等[6]通过语义差异法对城市开敞空间夜景照明进行主观评价，构建了基于安全性、观赏性、场所感的研究指标；马剑等[7]对居住区室外光环境建立了安全性、健康性、便利性、舒适性及可持续性的指标群；徐俊丽等[8]以校园光环境为对象，获取安全感、舒适性及满意度 3 个维度的感知评价。既往研究多集中于某一区域一整套通用评价指标体系的构建，其指标体系并未考虑不同人群和城市功能区对光环境的多样需求，其评价结果不能精准地反映复杂城市功能背景下的光环境质量。以城市空间照明分区为基础的光环境评价可更精准地反映不同使用主体的光环境需求，而由于兴趣点（Point of Interest，POI）数据在精准识别城市功能区等方面存在巨大的优势[9]，基于 POI 数据的城市照明空间分区在分区方法层面也更为客观和精准。因此，本文针对曲江新区光环境构建评价模型，以主体行为需求差异为底图，对基于 POI 数据重分类与赋值划分的 4 类照明分区进行夜间光环境评价，以期为城市夜景建设和研究提供参考。

1　研究区域概况

西安曲江新区位于西安城区东南部，是西安市文化与旅游发展的重点新区。其作为西安旅游发展与住区建设密集的区域，将文化以渗透、交叉的方式融入到夜景营建中，是使用主体在照明需求上冲突频率最高的地区之一，为解决冲突需基于各使用主体进行光环境评价，从而进一步平衡各主体对光环境的需求。本文的研究范围限于曲江新区发展较为完善的一期建设范围内，总面积为 15.88 km^2。

2　研究方法

2.1　基于 POI 识别分类的照明分区

现今城市功能区大多混杂、重叠，部分区域具有多重属性[10]，为精确识别城市混合功能区照明需求与使用主体的冲突，需对曲江新区进行分区类型划分，而街区是研究居民生活和城市光环境适宜尺度的面状单元[11]。因此，本文以街区作为研究的基本单元。

POI 泛指一切可以被抽象为点的地理实体，描述了实体的空间和属性信息[12]，POI 经过处理后，可清晰呈现活动空间分布与活动强度[13-16]，进而得到不同人群对照明空间的需求。曲江新区 POI 数据由大类、中类、子类等几个层次组成[17]（表 1），因小类数据繁多，表中仅显示大类和中类。参考《城市用地分类标准与规划建设用地标准》（GB 50137—2011），将曲江新区 POI 数据按照功能重新分类，划分为文化旅游型、文娱消费型、居民生活型、商务就业型、交通导览型 5 种（表 2）。结合 POI 数据权重赋分法及点样方密度法，计算各类功能类型 POI 数据所占比例，判断研究单元的功能类型。若某一类功能类型的 POI 数据占比超过 50%，则判定该研究区为该功能的单一功能型；若有两类功能类型占比均介于 20%~50%，则判定该研究单元为这两类功能类型为主的混合功能型，其余情况视为综合功能型。

表 1　POI 分类

大类（结构层）	中类（种类层）
餐饮美食	中国菜、小吃快餐、咖啡茶、甜品
公司企业	公司、办公楼
购物消费	家电数码、文体用品、花鸟鱼虫、超市、百货商场
交通设施	停车场、公交站、地铁
金融机构	银行、保险、投资理财
酒店住宿	经济型酒店、各星级酒店、旅馆

表 1（续）

大类（结构层）	中类（种类层）
科教文化	培训单位、图书馆、文化展览馆、小学、幼儿园、科研单位、高等教育
旅游景点	公园、广场、纪念馆、景点
中大型文化设施	遗址、名胜古迹、历史街区
商务住宅	产业园、住宅区、写字楼、宿舍、商住楼
生活服务	物流、摄影打印、美容美发、邮局、公厕、中介
休闲娱乐	棋牌室、剧场、度假养老、电影院
医疗保健	药店、诊所、各类医院
运动健身	体育馆、足球、健身中心、跆拳道、马术赛马、游泳

表 2 功能分类

重分类 POI 类型	大类
文化旅游型	旅游景点、中大型文化设施
文娱消费型	餐饮美食、购物消费、酒店住宿、休闲娱乐
居民生活型	商务住宅、生活服务、医疗保健、运动健身
商务就业型	公司企业、金融机构、科教文化
交通导览型	交通设施

不同功能类型的街区单元内部功能混杂程度不同，因此照明需求也存在一致或相反的倾向。根据 POI 重分类的 5 种类型将照明需求倾向划分为 4 种光型，基于照明需求倾向混合程度划分照明分区（图 1）。将照明需求倾向相反的区域定义为照明冲突区，即居民夜间活动范围包含大量景

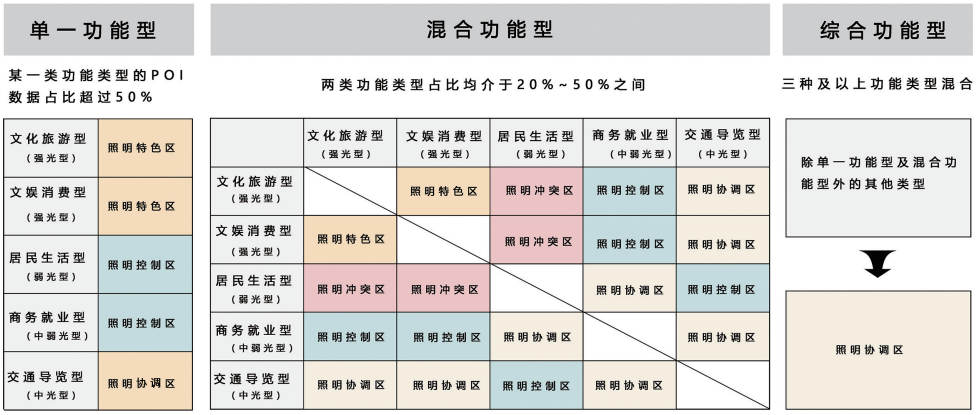


图 1 曲江新区照明分区划分

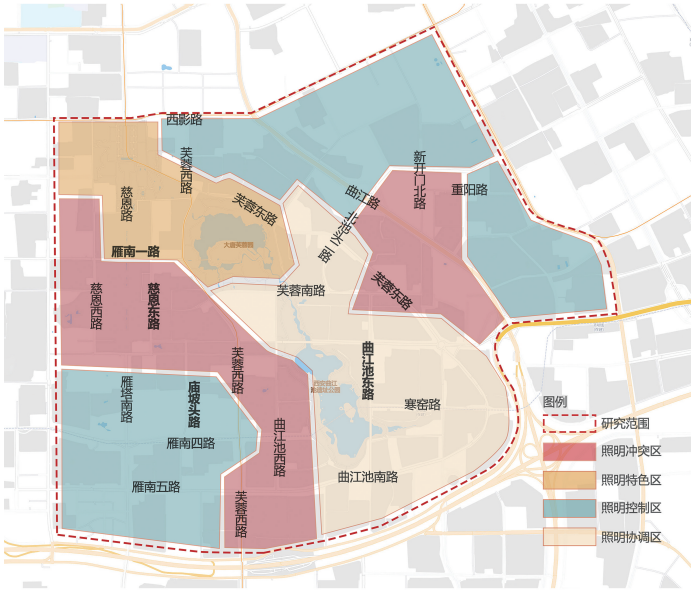


图 2 曲江新区照明分区示意

区夜景照明的空间；将具有地域文化特色、照明需求一致且较高光照需求的区域定义为照明特色区，即景区范围内、景区与商业区等；将对照明需求具有一定控制要求的区域定义为照明控制区，即住区聚集区、日常生活服务聚集区等；将功能混杂程度高且照明需求具有相似倾向性的区域定义为照明协调区，主要源于综合功能型及部分混合功能型（图 2）。

2.2　指标选取

照明设计的最终目标是创建高质量的光环境，让使用者感到满意[18]。詹庆旋[18]提出照明质量评价的 3 个层次，即明亮、舒适及艺术表现力。考虑本文的评价重点在于居民及游客两类使用主体的照明需求，且光环境的健康层次是本研究不可规避的层面，将照明质量评价层次中的明亮置换为健康，分别从使用主体对于光感知的生理、心理、审美 3 方面特性，选取光健康、光舒适、光艺术表现力 3 个评价层次进行评价。

2.2.1　主观评价内容

主观评价从安全与健康、心理与精神、审美与价值 3 种需求类型切入。安全与健康需求是人最基本的照明需求，心理与精神需求注重主观感受[19-20]，审美与价值需求强调体验艺术与美的过程[21]。本研究分别采用 EEG（Electroencephalogram）脑电评测法、BFS（Befindlichkeitsskalen）心境量表法、审美满意度评价对 3 种需求类型进行数据采集（表 3）。

2.2.2　客观评价内容

客观测量内容划定为照明要素、环境要素，其中照明要素是光环境评价的主要量化数据，环境要素能够反映出空间的照明承载能力。考虑测量的可行性及难易度将两类要素细分为水平照度、色温、景观视线及空间色彩 4 项测量特征要素（表 4）。

表 3　夜间街道光环境主观评价特征要素

评价层次	需求类型	特征要素	评价方法	评价过程	内容
光健康	安全与健康	专注度	EEG 脑电评测法	实验仪器实测	依据脑电波检测仪数据进行评价
		放松度			
光舒适	心理与精神	良性高激活	BFS 心境量表法	量表调研	依据 BFS 心境量表进行评价
		良性低激活			
		负性高激活			
		负性低激活			
光艺术表现力	审美与价值	灯光色彩	审美满意度评价	问卷调研	灯光色彩是否符合审美
		纹理特征			载体造型特征与质感表现是否美观
		文化蕴意			光文化表现是否能被感知
		新颖性			新技术与创意是否满足审美要求

表 4　夜间街道光环境客观实测特征要素

评价层次	需求类型	特征要素	评价方法	内容
光健康	照明要素	水平照度、色温	空间注记、实地观察	根据实际测量结果量化
光舒适	环境要素	景观视线		
光艺术表现力		空间色彩		

2.3　数据采集

2.3.1　EEG 脑电评测

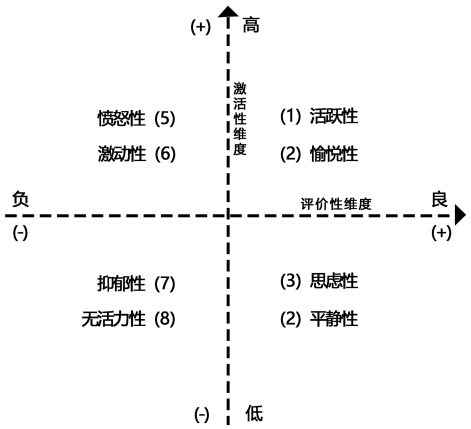
专注力和放松度可以体现人的生理舒适状态，可反映在脑电波（EEG）数据中[22]，且两者呈现负相关。根据实际测量值进行定义内容见表 5。

表 5　专注力/放松度评价内容

专注力参考范围（C）	内容	放松度参考范围（R）	内容
C<40	C1 专注力差	R<40	R1 较紧张
40≤C<60	C2 专注力一般	40≤R<60	R2 放松度一般
60≤C<80	C3 专注力较集中	60≤R<80	R3 放松度良好
80≤C<100	C4 专注力非常集中	80≤R<100	R4 高度分散

2.3.2 BFS 心境评测

BFS 心境量表能够为夜间街道光环境主观评价提供判断依据。该方法可区分为横向评价性和纵向激活性维度，包括 8 个分量表[23]，横纵向叠合形成的良性高激活维度（+，+）、良性低激活维度（+，−）、负性高激活维度（−，+）、负性低激活维度（−，−）可作为夜间光环境心理与精神需求评价维度（图 3）。



注：根据姒刚彦和黄志剑[23]的文章绘制。

图 3 BFS 分量表分布示意

2.3.3 审美满意度评测

依据照明美学理论对光环境进行审美满意度评价，采用李克特量表设计问卷内容，选取灯光色彩、纹理特征、文化蕴意、新颖性 4 个特征要素对光环境进行问卷调研。

2.3.4 照明要素实测

照度与色温测量是照明反馈最直接的数据来源。照度反映环境明亮度，色温反映街道冷暖变化。采用中心布点法测量水平照度及色温（图 4）。

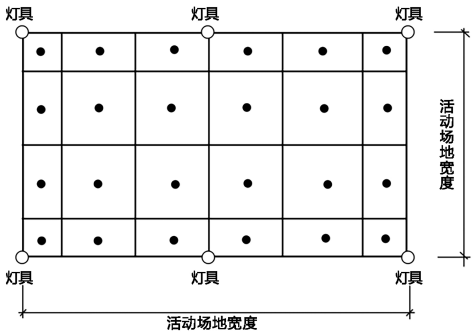


图 4 中心布点法测点示意图

2.3.5 环境要素实测

景观视线分析通过判断夜间街道图像可视面积比值，计算白色与灰色占黑色面积比值，将其定义为视觉明暗度，数值越高空间可视性及环境要素识别能力越强。街道空间色彩包括夜间环境的照明光色及要素材质色彩，两类色彩数量的比值即色彩密度值，比值越高表明照明光色对材质色彩的体现越多样，夜间街道照明环境引导性越复杂。

3 结果与分析

根据 4 类照明分区，分别选定慈恩东路、雁南一路、庙坡头路、曲江池东路作为光环境 4 类分区的典型特征街道。下文以慈恩东路为例，阐述分析结果。

慈恩东路是照明冲突区的典型街道。本研究结合居民、游客的活动特征，考虑到时间、成本等因素，随机邀请游客及居民各 60 名进行评测[24]。将慈恩东路按照道路交叉口、街道两侧建筑类型等照明形式差异划分为 A、B、C、D、E5 段进行实测（图 5）。

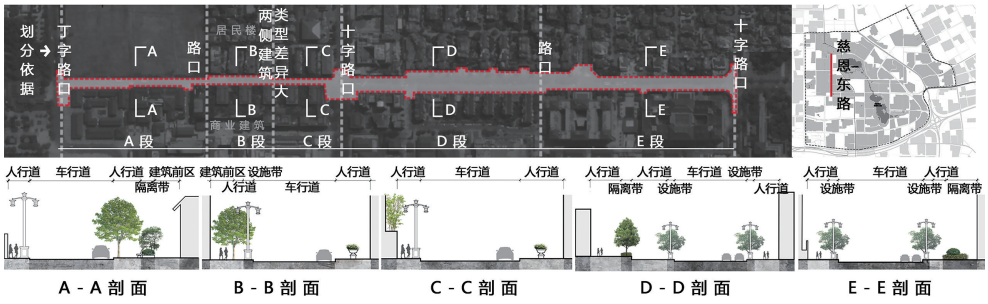


图 5 照明冲突区评价对象

3.1 主观评价结果

3.1.1 生理特征评价

对 120 名测试者进行 EEG 测量并对数据进行平均值（x）和标准差（s）处理，结果（表 6）可知，数据越高表明专注力和放松度越高，且慈恩东路段整体专注力与放松度处于一般水

平。其中：A、B、C、E 段专注力游客高于居民，放松度居民高于游客，表明此 4 段能满足游客旅游及居民休闲需求；D 段居民的专注力、放松度均处于较低水平，游客专注力低、放松度高，表明 D 段不利于游客的旅游活动和居民的日常活动。

表 6　照明冲突区街道光环境主体人群专注力、放松度评价（n=120）

特征要素	慈恩东路 A（x±s）	慈恩东路 B（x±s）	慈恩东路 C（x±s）	慈恩东路 D（x±s）	慈恩东路 E（x±s）	平均值
游客专注力	51. 375±14. 071	62. 375±15. 198	69. 750±9. 756	47. 500±14. 992	62. 875±14. 234	58. 775
居民专注力	50. 875±13. 624	37. 000±11. 380	68. 875±14. 190	39. 500±5. 408	51. 375±15. 451	49. 525
游客放松度	40. 000±12. 268	48. 625±14. 474	37. 750±8. 983	56. 500±12. 738	45. 000±16. 606	45. 575
居民放松度	53. 125±12. 781	71. 000±13. 134	60. 375±15. 976	45. 125±10. 313	54. 125±12. 653	56. 750

3. 1. 2　心理特征评价

光环境对人的心理影响可通过心境量表进行量化，对 120 名测试者进行心境测量，结果（表 7~8）表明：慈恩东路段，整体上游客心境处于负性高激活维度，居民心境处于良性低激活维度；游客心境变化较稳定，在 B 段有显著的负性维度心境产生；居民在 B、E 段街道处于愤怒性、激动性维度，在 A、C、D 段处于思虑性维度，表明该街道夜间光环境变化对居民心理产生了负性影响。

表 7　照明冲突区街道光环境游客心境状态统计（n=60）

分量表	慈恩东路 A（x±s）	慈恩东路 B（x±s）	慈恩东路 C（x±s）	慈恩东路 D（x±s）	慈恩东路 E（x±s）	平均值
活跃性	7. 000±1. 118	7. 875±1. 053	8. 625±0. 857	6. 500±0. 866	7. 875±0. 781	7. 538
愉悦性	8. 125±0. 781	6. 750±0. 968	7. 125±1. 053	7. 875±0. 781	7. 625±0. 857	
思虑性	7. 500 ±1. 118	6. 000±0. 707	7. 500±0. 866	8. 125±1. 166	7. 375±0. 992	7. 613
平静性	8. 375±0. 696	6. 375±1. 654	7. 125±1. 269	7. 375±0. 992	8. 125±0. 927	
愤怒性	7. 750±0. 968	11. 250±0. 968	7. 000±0. 707	7. 500±1. 000	9. 875±1. 166	8. 963
激动性	7. 750 ±0. 661	11. 000±0. 707	8. 000±1. 000	9. 750±1. 090	9. 750±1. 561	
抑郁性	6. 875±0. 781	6. 500±1. 225	9. 250±1. 090	8. 875 ±1. 166	8. 375±0. 992	8. 050
无活力性	7. 000±1. 118	5. 875±0. 781	10. 500±1. 323	8. 750±1. 090	8. 500±0. 866	

表 8　照明冲突区街道光环境居民心境状态统计（n=60）

分量表	慈恩东路 A（x±s）	慈恩东路 B（x±s）	慈恩东路 C（x±s）	慈恩东路 D（x±s）	慈恩东路 E（x±s）	平均值
活跃性	8. 625±0. 857	7. 875±0. 599	8. 250±0. 661	9. 125±0. 927	7. 375±0. 992	7. 675
愉悦性	7. 875±0. 927	6. 250±1. 090	7. 375±0. 857	8. 000±0. 707	6. 000±0. 707	
思虑性	10. 375±1. 111	5. 375±0. 696	9. 625±1. 218	10. 125±1. 166	5. 750±0. 829	8. 088
平静性	10. 000±1. 000	5. 625±0. 696	8. 500±1. 323	10. 000±1. 225	5. 500±0. 707	
愤怒性	7. 250±0. 968	10. 250±1. 199	5. 625±0. 696	6. 250±0. 829	9. 375±0. 857	8. 075
激动性	7. 625±0. 857	9. 500±0. 866	7. 875±1. 053	7. 500±0. 866	9. 500±0. 866	
抑郁性	6. 125±0. 927	8. 000±0. 707	8. 375±0. 857	6. 000±0. 866	5. 375±0. 484	7. 700
无活力性	7. 875±0. 927	8. 625±0. 857	7. 625±0. 857	9. 750±1. 561	9. 250±1. 392	

3. 1. 3　审美满意度评价

审美满意度评价能够反映使用主体的视觉感知，数据越高满意度评价越高（表 9~10）。游客和居民分别在 B、D 段的满意度最低，其中 B 段体现为缺乏新颖性，D 段纹理特征满意度较低；两者的满意度在 A、C 段均处于较高水平。

表 9　照明冲突区街道光环境游客审美满意度统计（n=60）

特征要素	慈恩东路 A（x±s）	慈恩东路 B（x±s）	慈恩东路 C（x±s）	慈恩东路 D（x±s）	慈恩东路 E（x±s）	总分
灯光色彩	4. 500±0. 500	3. 750±0. 661	3. 875±0. 599	4. 500±0. 500	4. 125±0. 927	20. 750
纹理特征	3. 875±0. 599	3. 500±0. 707	4. 375±0. 484	2. 500±0. 500	4. 125±0. 781	18. 375
文化蕴意	4. 250±0. 661	3. 125±0. 781	3. 750±0. 661	3. 125±1. 053	3. 625±0. 484	17. 875
新颖性	3. 375±0. 484	2. 750±0. 661	3. 500±0. 500	3. 375±0. 696	3. 375±0. 857	16. 375
总分	16. 000	13. 125	15. 500	13. 500	15. 250	73. 375

表 10 照明冲突区街道光环境居民审美满意度统计（n=60）

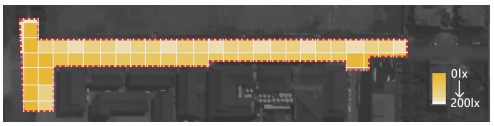
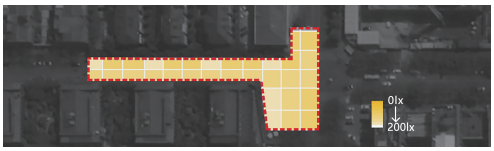
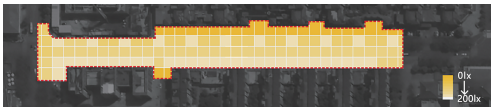
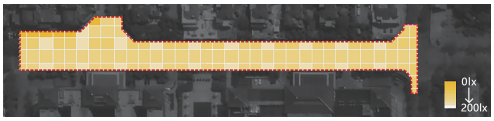
特征要素	慈恩东路 A（x±s）	慈恩东路 B（x±s）	慈恩东路 C（x±s）	慈恩东路 D（x±s）	慈恩东路 E（x±s）	总分
灯光色彩	2. 750±0. 661	2. 625±0. 484	3. 000±0. 707	2. 375±0. 857	2. 625±0. 484	13. 375
纹理特征	3. 875±0. 781	3. 500±0. 707	2. 750±0. 661	1. 500±0. 500	1. 875±0. 599	13. 500
文化蕴意	3. 250±0. 829	2. 125±0. 599	3. 000±0. 866	2. 375±1. 111	2. 625±0. 992	13. 375
新颖性	2. 875±0. 599	1. 625±0. 484	2. 625±1. 409	2. 500±1. 118	2. 000±0. 500	11. 625
总分	12. 750	9. 875	11. 375	8. 750	9. 125	51. 875

3. 2 客观评价结果

3. 2. 1 水平照度实测

采用中心布点法测量慈恩东路街道照度并统计方格平均照度数值，结果（表 11）可知：慈恩东路街道整体照度较高，其中 B、C 段受商业照明影响，照明亮度相对较高；A 段亮度最低，但与城市道路照明标准相比依然处于较高亮度。

表 11 照明冲突区街道水平照度

道路名称	道路照度	平均照度/lx
A 段		12. 37
B 段		28. 50
C 段		27. 61
D 段		17. 56
E 段		23. 91

3. 2. 2 色温实测

通过照度色温仪将慈恩东路色温数据情况按照网格进行可视化色彩区分，结果（表 12）可知：街道整体偏暖黄色，其中 A 段受周边建筑红色灯光影响，偏橙红光；B 段处于商业照明范围，偏白光；在 C、D、E 段，色温值逐渐降低，环境呈现温暖、放松的氛围。此外，游客倾向于旅游特色的橙红色光，而居民倾向于舒适的暖白光。

表 12 照明冲突区街道色温

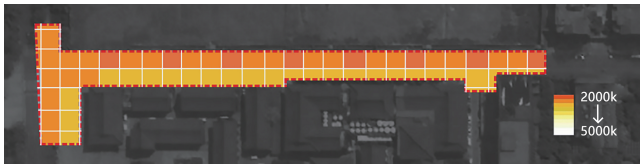
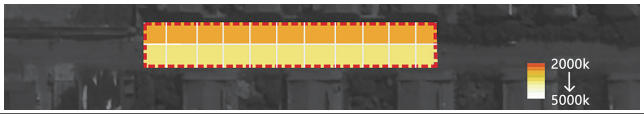
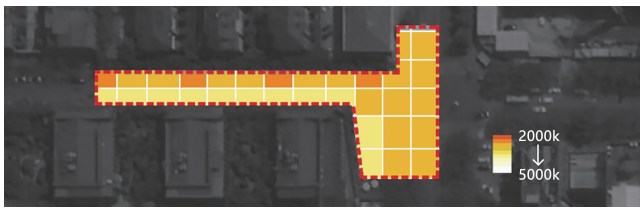
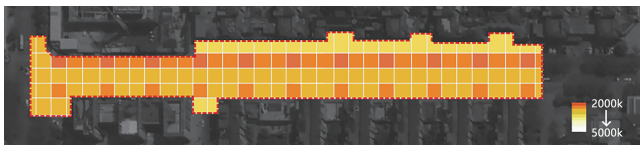
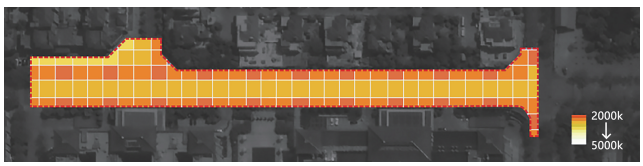
道路名称	道路色温	色温/k
A 段		2 283. 77
B 段		3 077. 50

表 12（续）

道路名称	道路色温	色温/k
C 段		2 795. 48
D 段		2 633. 12
E 段		2 369. 57

3. 2. 3　景观视线分析

对慈恩东路各段夜间图像进行黑、灰、白处理，结果（表 13）发现，视觉明暗度数值越高空间可视性越强，其中 C、E 段数值较高，周边街道景观要素识别性强，对游客旅游活动具有一定促进作用；A、B、D 段数值较低，环境的认知动力低，有利于居民的日常活动。

表 13　照明冲突区街道景观视线

内容要素	黑色（b）占比/%	灰色（g）占比/%	白色（w）占比/%	视觉明暗（w + g）/b
A 段	52	43	5	0. 923
B 段	37	55	8	1. 703
C 段	28	63	9	2. 571
D 段	44	47	9	1. 273
E 段	30	66	4	2. 333

注：表头中字母 w、g、b 分别代表英文单词的首字母 w（白色：white）、g（灰色：grey）、b（黑色：black）。

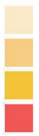
3. 2. 4　空间色彩分析

获取街道空间色彩并计算色彩密度值，结果（表 14）表明：慈恩东路 B、C 段受周边商业动态照明影响色彩密度值较高；街道整体照明色调引导差异明显，消极色与积极色彩混合，使得主体人群照明需求产生冲突。

表 14　照明冲突区街道空间色彩

道路名称	要素色彩(c)	照明色彩(p)	色彩密度(p/c)
A 段			0. 667
B 段			1. 833

表 14(续)

道路名称	要素色彩(c)	照明色彩(p)	色彩密度(p/c)
C 段			1.571
D 段			0.571
E 段			0.500

注:表头中字母 c 代表要素色彩;字母 p 代表照明色彩。

3.3 综合评价

雁南一路、庙坡头路、曲江池东路分别作为照明特色区、照明控制区和照明协调区的典型特征街道,与照明冲突区的评价思路和过程类似,本文不再赘述,直接展示其结果(表 15)。

表 15 夜间街道光环境总体评价结果

评价对象	主观评价内容			客观评价内容				整体满意度
	安全与健康需求	心理与精神需求	审美与价值需求	平均照度/lx	色温/k	景观视线(w+g)/b	空间色彩(c/p)	
照明冲突区	游客 C2R2	游客(−,+)	游客 13.125~16.000	12.37~28.50	2 283.77~3 077.50	0.923~2.571	0.500~1.833	0.713
	居民 C2R2	居民(+,−)	居民 8.750~12.750					
照明特色区	游客 C3R2	游客(+,+)	游客 10.191~16.818	11.95~46.77	2 478.66~3 305.40	0.613~1.041	0.714~1.333	0.855
照明控制区	居民 C1R3	居民(+,−)	居民 6.000~7.909	5.37~9.79	2 107.07~2 713.19	0.351~1.381	0.250~0.500	0.618
照明协调区	游客 C3R3	游客(+,+)	游客 8.875~17.000	20.43~33.67	2 371.37~3 125.44	0.493~1.381	0.800~1.333	0.800
	居民 C2R3	居民(+,+)	居民 6.875~13.500					

注:表中 C1R2、C2R2、C3 R2、C1R3、C3R3、C2R3 是根据“表 5 和表 6”给定的范围对应得出。

4 讨论

曲江新区夜间街道光环境评价结果表明:不同使用主体的主客观因子相关性在 4 类照明分区内存在显著差异,该现象与居民和游客对光环境的不同需求紧密相关。利用 POI 数据进行精细化照明分区提高了光环境评价的准确度,进而为城市不同群体光环境需求设计提供明确指导。

不同照明分区光环境评价的对比分析显示:1)4 类照明分区内居民、游客均倾向于低色温光环境,其中游客倾向橙红色光而居民倾向暖白光,与既有研究中高色温光环境有利于提升使用者安全感的结论存在差异[8,25]。其原因在于,相较于既有研究,本研究着重考虑了基于照明分区不同人群的光环境需求差异,即游客倾向于文旅夜游的光环境意象,而居民倾向于居住环境的温馨氛围。2)照明协调区及特色区中游客专注度与居民放松度随着照度提升而提高,相较于既有研究中照度与人体光舒适度、安全感的正相关结果一致[22],反映了本研究的可靠性。与既有研究采用的研究方法相比,本文的光环境评价方法兼顾了在不同分区内不同人群的光环境需求差异,保证了本研究结果的精确性和合理性。

POI 具有数据量大、精度高、更新快等优势,能够使照明分区精细化并提升光环境评价的精确度,但由于 POI 数据不包括业态、规模和时空等信息,无法捕捉更多元的信息内核。未来研究可结合手机信令数据、LBS 数据、夜光遥感数据等多源数据

进一步加强照明分区的精确性，为夜间光环境评价研究提供新视角。

5　结论

曲江新区夜间街道 4 类照明分区光环境差异显著。

照明冲突区的居民与游客在光舒适度体验方面存在明显的差异性。该区域视觉明暗度最高，其环境要素可识别性强；居民与游客在该区域的光健康体验方面均表现为专注力一般而放松度良好，但心理情绪、心理特征却呈冲突状态；在审美满意度上，游客的评价则明显高于居民。

照明特色区的光环境处于良好状态，整体满意度最高。该区域水平照度、景观视线及空间色彩的实测数据较为均衡，但色温值明显高于其他区域。游客作为该区域的主体人群，其在光健康、光舒适度、光艺术表现力体验等均处于较高水平。

照明控制区光环境整体满意度最低，不能满足居民对夜间光环境的需求。居民作为该区的主体人群在光健康体验方面表现为专注力差、放松度良好，处于良性低激活心境；心境表现为平静性、思虑性。

照明协调区的光环境能够较好兼顾居民日常活动和游客旅游活动的需求。该区域各项照明、环境要素的实测数据处于均衡状态。居民与游客在该区域的光健康、光舒适度方面体验高度一致，但在审美满意度评价上游客高于居民。

参考文献

[1]李彦广，胡华.夜态城市[J].中外建筑，2009(11)：63-65.

[2]郭薇.休闲街区夜间游憩者的地方感知研究：以上海南京路步行街为例[J].上海商业，2021(7)：8-9.

[3]李振福，王岩.城市建设过程中的光污染及治理策略[J].规划师，2002，18(12)：74-76.

[4]郝洛西，曹亦潇，汪统岳，等.面向人居健康的城市夜景照明：进展与挑战[J].照明工程学报，2019，30(6)：1-6，31.

[5]刘颂，董宇翔，邹清华.夜景照明对城市滨水环境生态—活力目标权衡的影响：以上海黄浦江徐汇滨江段为例[J].中国城市林业，2022，20(1)：73-79.

[6]田芳，杨紫琼，郝帅.人本视角下城市开敞空间夜景照明评价指标体系研究[J].照明工程学报，2021，32(3)：46-50.

[7]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.

[8]徐俊丽，王怡然，刘明智子.校园广场空间光环境多维感知评价研究：以苏州大学为例[J].建筑科学，2023，39(12)：68-77.

[9]胡晓鸣，黎小龙，蔚芳.基于 POI 的城市功能区及其混合度识别研究：以重庆市核心城区为例[J].西南大学学报(自然科学版)，2021，43(1)：164-173.

[10]康雨豪，王玥瑶，夏竹君，等.利用 POI 数据的武汉城市功能区划分与识别[J].测绘地理信息，2018，43(1)：81-85.

[11]王芳，高晓路，许泽宁.基于街区尺度的城市商业区识别与分类及其空间分布格局：以北京为例[J].地理研究，2015，34(6)：1125-1134.

[12]姜佳怡，戴菲，章俊华.基于 POI 数据的上海城市功能区识别与绿地空间评价[J].中国园林，2019，35(10)：113-118.

[13]戚荣昊，杨航，王思玲，等.基于百度 POI 数据的城市公园绿地评估与规划研究[J].中国园林，2018，34(3)：32-37.

[14]龙瀛，茅明睿，毛其智，等.大数据时代的精细化城市模拟：方法、数据和案例[J].人文地理，2014，29(3)：7-13.

[15]战明松，朱京海.基于 POI 数据的特大城市生态空间廊道识别与空间布局优化研究：以沈阳市中心城区为例[J].中国园林，2021，37(10)：112-117.

[16]戴菲，杨超，徐亚如，等.基于 POI 点数据的武汉汉阳区绿道线路选择[J].中国城市林业，2020，18(6)：26-31.

[17]张玲.POI 的分类标准研究[J].测绘通报，2012(10)：82-84.

[18]詹庆旋.照明质量评价：定量的和非定量的(摘要)[C]//中国照明学会，台湾区照明灯具输出业同业公会.海峡两岸第六届照明科技与营销研讨会专题报告文集.北京：清华大学，1999.

[19]王刘婷.户外广场舞活动空间照明设计研究[D].重庆：重庆大学，2018.

[20]陈伟杰.夜间时段广州地区大学校园公共空间设计优化策略研究[D].广州：华南理工大学，2017.

[21]安翔.游憩型城市公共空间人性化光环境设计研究[D].西安：长安大学，2011.

[22]辛淞，胡松涛，刘国丹.基于主观评价和生理脑电的光舒适评价研究[J].青岛理工大学学报，2020，41(1)：75-80，106.

[23]姒刚彦，黄志剑.BFS 两次检验的介绍与结果对比分析[J].西安体育学院学报，1997，14(1)：76-79，84.

[24]姚国鑫.城市居民出行调查抽样技术与数据分析研究[D].西安：长安大学，2010.

[25]刘明智子.触媒视角下苏州地区大学校园夜间光环境更新研究[D].苏州：苏州大学，2023.