

DOI: 10.5846/stxb202003230661

刘晓芳, 吝涛, 赵宇, 林美霞, 曹馨, 李妍, 吴昕怡, 张国钦, 刘文惠. 城市公园景感要素及其对不同人群公园活动方式的影响. 生态学报, 2020, 40(22): 8176-8190.

Liu X F, Lin T, Zhao Y, Lin M X, Cao X, Li Y, Wu X Y, Zhang G Q, Liu W H. Landsense elements of urban parks and their impact on activities of different visitors. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(22): 8176-8190.

城市公园景感要素及其对不同人群公园活动方式的影响

刘晓芳¹, 吝涛^{2,*}, 赵宇³, 林美霞^{2,4}, 曹馨², 李妍^{2,4}, 吴昕怡¹, 张国钦², 刘文惠^{2,4}

¹ 华侨大学建筑学院, 厦门 361021

² 中国科学院城市环境研究所城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021

³ 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

⁴ 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 景感生态学以可持续发展为目标, 契合了新型城镇化和人居环境科学的思想, 强调以人为本, 关注人的感知与环境的关系, 为理解城市景观与人群活动的关系提供了一个崭新的视角。基于景感生态学视角, 对城市公园常见的景感要素进行归纳分类, 探讨城市公园景感要素对不同人群活动的作用途径; 然后选择厦门市滨海、滨湖、山体、老城区和文化等五类典型城市公园的代表作为研究对象, 实证分析和比较五类公园景感要素组成和民众感知评价的差异, 并以此尝试解释不同类型公园吸引不同人群(访客密度、访问时间)及其在公园活动方式上的差异。研究表明, 公园景感要素通过多层次关联对人群活动产生作用, 即景感要素作用影响人的感觉类型, 产生多样景感效果, 满足民众由愿景产生的需求, 进而影响其活动意愿和方式; 各景感要素综合作用, 共同对公园活动产生影响; 当公园景感要素承载的设计愿景与民众愿景产生共鸣, 才能产生良好景感效果, 促进游园人群活动热情; 公园景感要素和人群活动的关系侧重体现暴露性的生态系统服务。该论文研究结果希望为深入研究城市公园服务人群机制拓展一个自然与人文融合的崭新视角, 同时为城市公园设计和运营提供有效的科技支撑。

关键词: 景感生态学; 城市公园; 景感要素; 人群活动; 评估

Landsense elements of urban parks and their impact on activities of different visitors

LIU Xiaofang¹, LIN Tao^{2,*}, ZHAO Yu³, LIN Meixia^{2,4}, CAO Xin², LI Yan^{2,4}, WU Xinyi¹, ZHANG Guoqin², LIU Wenhui^{2,4}

¹ School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China

² Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

³ State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

⁴ University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Landsenses ecology aims at sustainable development, which is in line with the ideas of new urbanization and human settlements science. It emphasizes people-oriented, pays attention to the relationship between human perception and environment, and provides a new perspective for understanding the relationship between urban landscape and human

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771573)

收稿日期: 2020-03-23; 修订日期: 2020-09-30

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tlin@iue.ac.cn

activities. Urban park is an important public space for citizens' outdoor activities and an important component of urban ecosystem. Based on the perspective of landscapes ecology, the common landscape elements of urban parks were summarized and classified, and the ways that landscape elements of urban parks affected the activities of different groups of people were explored. Then the representative of five typical urban parks in Xiamen, such as coastal, lakeside, mountain, inner-city and cultural, were chosen as the research object. Through empirical analysis, the differences of the five types of parks in the composition of landscape elements and public perception were evaluated and compared, and the differences in the attraction of different types of parks to different groups of people (visitor density, visiting time) and activity differences in the parks were explained. The results showed that the main landscape elements affecting crowd activities of parks included: function type (function type, function diversity), park form (flat form and vertical form), climate conditions (temperature, humidity, and wind speed), environmental quality (atmospheric environment, acoustic environment, and water environment), landscape pattern (tree and shrub coverage rate, greening rate, and water proportion), accessibility (external accessibility, road network density), cultural science, etc. The landscape elements of parks affected people's activities through multi-level association, that was, the landscape elements affected people's feeling types, produced a variety of landscape effects, met people's needs generated by the vision, and then affected their willingness and ways of activities. Through comprehensive effect, the landscape elements can collectively influence people's activities in the park. Good landscape effects can be produced when the designed landscape elements resonated with the public's vision and meet their needs, which will further promote people's enthusiasm of activities in the park. The relationship between landscape elements of parks and crowd activities focused on the exposed ecosystem services. It was suggested to optimize landscape elements through landscape creation, to reasonably maintain and improve the vitality of parks, in order to provide sustainable ecosystem services for the public, and promote the construction of ecological civilization. The purpose of this paper is to expand a new perspective on the integration of nature and humanity for in-depth study of the mechanism of urban park service population, and provide effectively scientific and technological support for urban park design and operation.

Key Words: landscapes ecology; urban park; landscape element; crowd activity; evaluation

2016年赵景柱先生首次提出景感生态学的概念,并将其定义为:以可持续发展为目标,基于生态学的基本原理,从自然要素、物理感知、心理反应、社会经济、过程与风险等相关方面,研究土地利用规划、建设与管理的科学^[1]。景感生态学挖掘并吸收传统景观和生态思想智慧,将生态系统服务、民众健康和福祉结合城市自然和人工景观进行系统研究。景感生态学理论以城市可持续发展为目标,强调以人为本,关注人与环境的关系,秉承城市生态学的基本理念,契合了新型城镇化和人居环境科学的思想。

城市生态系统由人类与城市环境构成^[2],城市生态学关注城市居民和城市环境的关系^[3-5]。随着我国城镇化进程的加快,城市发展取得了举世瞩目成果的同时也暴露出诸多复杂的社会环境问题^[6]。新型城镇化是解决社会问题、实现可持续发展的重要途径。新型城镇化关注社会群体的福利提升,包括提供完善的配套设施、宜居的生活环境、与自然生态和谐共生等^[7-9]。人居环境科学是研究人类与环境关系的重要学科,研究人类的生存与其空间、场所、自然等的相互影响^[10]。良好的人居环境,不仅是物质空间的建设,更要面向满足人的基本需求,满足人类生存、安全以及社交、自我实现等对资源环境的需要。景感生态学融合体现了城市生态学、新型城镇化及人居环境科学的核心思想,在国际生态规划和景观认知保护等方面日益受到关注^[11-12],在国内也得到快速发展,陆续有学者展开相关研究和实践探索^[13-16]。

景感生态学理论落脚点是人的感知与景观环境的互动关系,涉及景观生态学及景观感知理论^[17]。景观与人的感知密不可分。不同人群的价值观和思维存在差异,多数人需要在不同时间、因不同目的欣赏不同类型的景观^[18]。景观环境会影响人的感知,如声环境、味环境对景观视觉感知产生明显影响^[19],环境中建筑物、植被等要素的构成也会影响人的声景感知^[20]。同时,人群文化背景影响其景观感知偏好,且这些影响与

景观类型相关^[21]。中国传统景观非常注重景观主体和客体间的互动及景观体验^[22]。传统景观中人与可感知环境及其象征意义的多种关系,为景感生态学研究的发展提供了宝贵的知识^[23]。

城市公园是民众户外活动的主要公共空间及城市生态系统的重要组成。公园人群活动状况反映了城市生态系统产品与服务功能的关系,展示了城市生态系统的健康状态。研究城市公共空间活动及影响机制有助于优化城市空间规划设计,为城市生态系统管理提供依据,对促进城市生态文明建设具有重要意义^[24-25]。在实践中人们通过某些表现形式将愿景融入城市、街区、建筑或文化载体,以引导和规范言行,进而促进和保障可持续发展,融入愿景的这些载体称为景感,构思和构筑景感的整个过程称为景感营造(landsense creation)^[26]。景感是景观营造的目标,其具体外在表现形式非常多样,需要在实践中根据不同研究目标予以归类和分析。景感要素是景感的外在具体表现形式,本文认为:公园景感要素会显著影响不同人群前往公园的意愿及其在公园的活动方式。因此,本文将景感要素定义为承载人类愿景,能够作用并影响人类感知的自然或人工生态与环境要素,例如园林景观、土地布局、建筑风格、声音、气味、环境质量等。

基于景感生态学理论,本文以人群景感为媒介,筛选影响公园人群活动的主要景感要素,研究其对城市公园人群活动差异的影响;我们尝试探索以下具体科学问题:(1)城市公园常见的景感要素有哪些?(2)这些景感要素如何影响不同人群在城市公园的活动方式?首先我们对城市公园常见的景感要素进行归纳分类,探讨城市公园景感要素影响人群活动的作用途径;然后选择厦门市不同类型公园的典型代表开展案例研究,通过实证分析比较不同公园类型的景感要素组成差异,并尝试以此解释不同类型公园吸引和影响不同人群在公园活动方式上的差异。

1 城市公园常见景感要素及其作用方式

1.1 公园常见景感要素归类

吴良镛先生提出的人居环境科学认为,良好人居环境要面向“生物的人”和“社会的人”,达到生态环境和人文环境的复合满足^[10]。景感要素高度契合人居环境科学思想,以人居环境科学和景感生态学理论为依据,结合生态系统服务和景观生态学常见分类^[27-28],基于公园人群活动的视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉等物理感知及心理感知,将城市公园常见的景感要素归纳为以下七类:功能类型、地理地形、气候条件、环境质量、景观格局、易达性和文化科学。其中地理地形、气候条件、环境质量满足人对自然生态环境的愿景,功能类型、景观格局、易达性和文化科学满足人对人文环境的愿景。

(1)功能类型:包括滨海、湖泊、山体、老城区、文化公园等。公园功能类型通过作用于视觉美感和心理感受影响人们前往公园活动的意愿和方式。

(2)地理地形:包括公园形态、地形条件等。据平面形态可将公园分为块状和带状公园等;据竖向形态可分为平地 and 山体公园等。公园地理地形直接影响视觉美感、光感和稳定、安全等心理感受,还可通过影响活动场地、景观、建筑、植被的布局间接作用于人的感知。

(3)气候条件:包括温度、湿度、风速、风向等。气候条件直接作用于人的触感并通过舒适性感受,吸引和影响人群活动。

(4)环境质量:包括声环境、大气环境和水环境质量等,其中声环境质量影响人的声感,大气和水环境质量影响视觉和嗅感。

(5)景观格局:指绿地、植被、水体、铺装场地等景观要素的结构及组织,影响人的视觉美感、光感和心理感受,可通过乔灌木遮蔽率、绿地率、绿化率、水体占地等指数予以度量。

(6)易达性:指周边人群到达公园及在公园中通行的便捷程度,分为外部易达性和内部易达性。前者指公园与周边居民分布的空间距离程度,后者可用路网密度衡量。

(7)文化科学:指公园蕴含或体现的文化价值、人文景观或科学教育功能,通过满足活动人群的精神文化需求影响其心理感受。

1.2 公园景感要素影响人类活动的基本途径

公园是一种典型的多种景感要素混合体,融入了设计者的发展愿景,并期望满足民众需求愿景。若公园设计愿景和民众需求愿景产生共鸣,即设计愿景为民众所领悟并契合民众需求,则可良好引导民众活动意愿和方式,促进可持续发展^[26](图1)。本文认为公园景感要素是景感引导民众活动并满足其需求的外在具体表现形式。景感要素通过多层次关联对城市公园内人群活动产生作用:通过人的多种感觉通道,产生多元景感效果,满足不同人群的活动需求,进而影响人群数量、结构及活动方式(图1)。公园人群活动状况的差异是景感要素影响人类活动方式和内容的结果,反映了景感要素满足民众需求愿景及产生共鸣的差异。

1.3 公园景感要素影响人类活动机制

景感要素和人的感觉类型相互作用和影响。人的感觉类型可分为物理感知和心理感受,物质感知包含视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉等;心理感受包括宗教、文化、愿景、安全、社区关系、福利等^[1]。人的感觉类型与景感要素呈交叉关联的格局,即一种感觉类型可能对应多种景感要素,某一景感要素也可影响多种感觉类型。公园景感要素和感知类型相互作用的表现形式如:

功能类型、形态、景观等景感要素影响人的视觉美感,人通过视觉美感感知公园景感的明暗、颜色、动静,产生悦目的景感效果;公园的温度、湿度、风速等景感要素作用于人的触感,带来舒适的景感效果等(图2)。公园景感要素和感知类型相互作用产生的景感效果旨在满足人的多种需求;而获取公园提供的生态系统服务和福利是人在公园活动的愿景^[24],愿景产生需求。根据马斯洛需求层次理论,人的需求分为生理、安全、社交、尊重和自我实现需求等。悦耳、悦目、味香、舒适、稳定、幸福等景感效果能满足生理、安全、社交等多样需求,在此基础上影响人群在公园活动的意愿和方式,促使公园人群数量、活动类型及活动人群结构产生差异(图2)。

1.4 公园景感要素作用方式与营造原则

景感生态学的创始人赵景柱提出景感营造的8个原则,这些原则在景感营造的实际过程中可以单独使用,也可综合使用。本文认为:公园景感要素的设计过程首先体现了景感营造原则中愿景呈现的双向性^[26]:公园设计者将愿景融入景感,景感要素与感觉类型互动产生景感效果,以满足民众由愿景产生的需求,并期望设计愿景和民众愿景产生共鸣。其次,公园景感要素的作用方式体现了景感营造原则中方位的顺脉性^[26]:公园景感要素的组织往往顺应公园及周边的山水脉势,力求营造出符合民众多样需求的活动空间。再者,景感要素的作用方式还体现了8大原则中物理感知的系统性、心理认知的整体性、物理感知与心理认知的交互性^[26]:包含视觉美感、声感、味感、触感和光感等在内的物理感知要素是一个系统,与具有整体性的心理感知相互关联和作用,构成不可分割的统一体。

2 案例研究

2.1 研究区域和数据来源

2.1.1 研究区域

厦门市位于中国东南沿海的福建省内,城市临海并形成多个海湾区,地形以滨海平原、台地和丘陵为主,

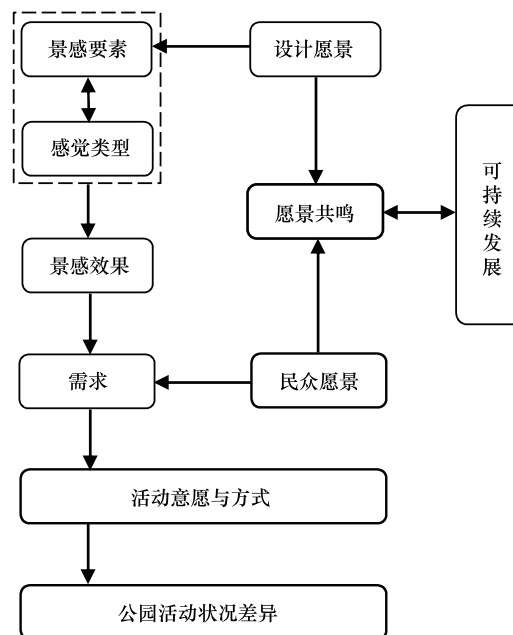


图1 城市公园景感要素影响人类活动的基本途径归纳图

Fig.1 Basic pathways that landsense elements of urban parks affecting human activities

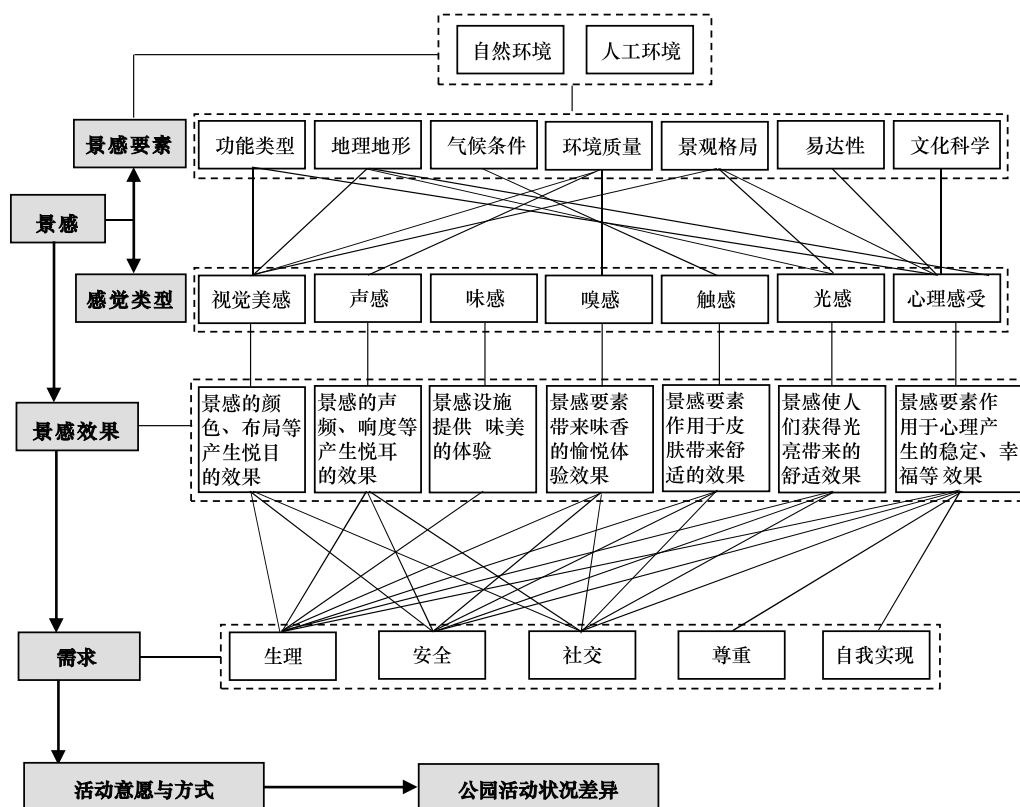


图2 城市公园不同景感要素影响人类活动的机制分析图

Fig.2 Mechanism of different landscape elements affecting human activities in urban parks

且有内湖镶嵌其中。多样的地形地貌条件为厦门市开发建设包括滨海、滨湖、山体等类型丰富的城市公园提供了天然条件。《城市绿地分类标准(CJJT85—2017)》^[29]将城市建设用地内的公园绿地分为综合公园、社区公园、专类公园和游园四类。本文选择厦门市海湾公园、南湖公园、金榜公园、中山公园、铁路文化公园(以下称为铁路公园)为研究案例(图3)。五个公园均为城市综合公园,但在自然条件、区位、形态、文化等方面各有特点,具有典型代表性。海湾公园为城市滨海公园,位于厦门岛西部、西海域和筓筓湖之间,2006年建成,研究面积20.47万m²。南湖公园为滨湖公园,位于厦门岛筓筓湖畔,建于1990年,研究面积11.39万m²。金榜公园为山体公园,位于厦门岛火车站西南面,建于1996年,研究面积7.03万m²。中山公园为老城区公园,历史悠久,交通便利,始建于1927年,研究面积12.93万m²。铁路公园为基于废旧铁路线改造而成的文化公园,呈带状形态,建于2011年,研究面积5.18万m²。

2.1.2 数据来源

基于“谜码”数据概念,通过不同途径和来源获取多种时空尺度的“混合”数据。景感生态学将“混合”数据和“行进”数据合称为“谜码”数据,“混合”数据是指通过不同途径、来源和时空尺度获得的具有相同或不同性质的各类数据,包括实验、观测、监测、遥感解译、问卷调查等类型^[1]。各类数据特点明显,不同研究对象采用相应类型数据,能提高研究的效率和质量。2018年对厦门市五个案例公园进行为期1年的实地采样调查,获取人群活动数据。针对春夏秋冬四个季节,每个季节选取工作日、周末各一天进行现场调查,每天调查时间分为:08:00—10:00、12:00—14:00、16:00—18:00三个时段。2020年5—7月通过微信问卷星开展两次问卷调查;第一次获取公园景感要素重要性评价及专家评价数据;第二次获取各公园景感效果评价数据。

通过USGS(United States Geological Survey)获取厦门市2017年3月、8月、10月和12月四个季节的Landsat8遥感影像数据,用ENVI(The Environment for Visualizing Images)软件反演地表温度和湿度指数,计算

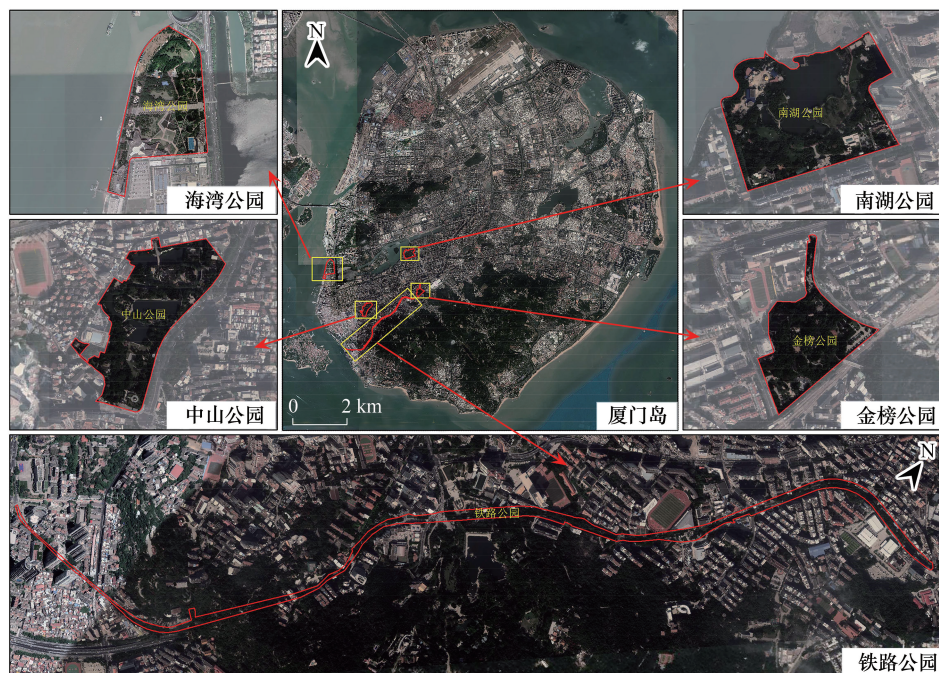


图 3 研究区域图

Fig.3 Study area and five typical urban parks in Xiamen City

方法和公式^[30]如下:

(1) 地表温度:

$$LST = \frac{T}{1 + (\lambda T / \rho) \ln \varepsilon} \quad (1)$$

$$T = \frac{K2}{\ln(K1/L_6 + 1)} \quad (2)$$

$$L_6 = \text{gain} \times DN + \text{bias} \quad (3)$$

式中, LST 为地表温度, 代表热度指数; T 为传感器处温度值; L_6 为热红外波段在传感器处的辐射值; λ 为热红外波段的中心波长; $\rho = 1.438 \times 10^{-2}$ mK; ε 为比辐射率。K1 和 K2 为定标参数, 可从用户手册获得。DN 为灰度值, gain 和 bias 为热红外波段的增益与偏置值。

(2) 湿度: 反映研究区域水体、土壤和植被的湿度(式 4)。

$$Wet = 0.0315\rho_{\text{BLUE}} + 0.2021\rho_{\text{GREEN}} + 0.3102\rho_{\text{RED}} + 0.1594\rho_{\text{NIR}} - 0.6806\rho_{\text{SWIR1}} - 0.6109\rho_{\text{SWIR2}} \quad (4)$$

式中, Wet 为湿度指数, ρ 为 TM 中相应波段的反射率。

通过厦门市环境监测站获得 2018 年大气环境和声环境质量数据。海湾公园和南湖公园水环境数据来源于 2018 年厦门市环境质量公报。采用实地观察测量的方式获取公园空间布局形态数据。通过百度地图 (<http://map.baidu.com>) 采用 API (Application Programming Interface) 编程计算的方法获取周边住区到公园的步行距离数据, 计算公园易达性。

2.2 研究方法

公园景感要素计算评估结果(以下简称为“景感营造值”)表征设计愿景下的景感营造, 民众对各公园景感评价结果(以下简称为“民众景感值”)表征关联民众需求的景感营造效果, 比较二者, 分析公园景感营造是否满足民众需求, 进而分析其对公园活动方式的影响。

2.2.1 景感要素筛选方法

根据前文的景感要素归类, 发放第一次问卷, 筛选影响公园民众活动的重要景感要素, 样本量 50 份, 受访

者包括厦门市 27 位科研院所、高校、规划设计院从事园林景观、城市生态、城市规划研究的专家及 23 位普通民众,应用 SPSS 软件统计分析问卷数据。

2.2.2 景感营造值评估方法

统计学中计量尺度类别包括定类、定序、定距、定比。根据各景感要素的特点,分别采用相应的评估尺度和方法:①功能类型、地理地形为类别差异,采用定类尺度评估。②功能多样性、气候条件中的风速、环境质量、文化科学采用定序尺度,进行 5 分类定性评估。其中功能多样性、文化科学通过专家评估确定,专家构成与“景感要素筛选方法”的相同;大气和声环境数据计算方法为:将环境监测站点的数据均值进行普通空间克里金插值形成面状数据,从中提取各公园内平均值;水环境评估标准:基于环境公报数据依据《地表水环境质量标准(GB3838—2002)》^[31]进行评估。③气象条件中的温度和湿度采用定距尺度评估。④景观格局、易达性采用定比尺度进行定量评估,计算方法如下:

A、乔灌木遮蔽率

乔灌木遮蔽率指公园中乔木、灌木的地面投影面积与公园面积的比值,通过目视解译遥感图中公园的乔灌木,统计树冠投影面积进行计算(式 5)。

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n SC_{ij}}{S_i} \quad (5)$$

式中, C_i 为公园 i 的乔灌木遮蔽率; SC_{ij} 为公园 i 中区块 j 的乔灌木树冠投影面积, hm^2 ; S_i 为公园 i 的面积, hm^2 。

B、绿化率

以公园中绿化垂直投影面积之和与公园面积的比值衡量绿化率(式 6)。

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^n SG_{ij}}{S_i} \quad (6)$$

式中, G_i 为公园 i 的绿化率; SG_{ij} 为公园 i 中区块 j 的绿化垂直投影面积, hm^2 。

C、水体占比

以公园中水体占地面积与公园面积的比值衡量水体占比(式 7)。

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n SW_{ij}}{S_i} \quad (7)$$

式中, W_i 为公园 i 的水体占比; SW_{ij} 为公园 i 中区块 j 的水体占地面积, hm^2 。

D、外部易达性

公园周边居民是日常使用公园的主要人员,0.5 km 一般被认为是居民的日常生活半径,该生活半径内通常采用步行的交通方式^[32-33]。因此以距离公园入口 0.5 km 范围内所有住区到达公园步行距离的平均值衡量公园的外部易达性。步行距离越大,外部易达性越差。基于 ArcGIS 空间分析和百度地图 API 获取各住区到公园入口的实际步行距离,限定该步行距离小于 0.5 km。

E、路网密度

路网密度指公园中主要游园路长度与公园面积的比值(式 8)。

$$R_i = \frac{LR_i}{S_i} \quad (8)$$

式中, R_i 为公园 i 的路网密度, km/km^2 ; LR_i 为公园 i 的游园路总长度, km 。

2.2.3 民众景感评价方法

面向厦门市普通民众发放第二次问卷,调查民众对五个公园景感要素的感知评价。采用分层抽样法,依据 2018 年厦门市人口结构确定受访者构成,并结合公园人群构成适当提高中老年群体比例,样本量 201 份。

景感要素与效果感知评价以李克特 5 类量表赋分,活动影响评价采用 3 类量表赋分(表 1)。应用 SPSS 软件统计分析问卷数据。统计民众景感评价的均值和标准差,并采用多个独立样本 Kruskal Wallis H 检验(置信水平 95%)计算五个公园民众景感值的差异,采用 Mann-Whitney U 检验(置信水平 95%)计算两两公园间的差异。

表 1 民众景感评价问卷设计

Table 1 Survey questionnaire design for public landsense evaluation

一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicator	问卷调查内容 Questionnaire content	问卷赋分 Questionnaire score
功能类型 Function type	功能类型	对活动的吸引度评价	5=高;4=较高;3=一般;2=较低;1=低
	功能多样性	功能多样程度评价	5=高;4=较高;3=一般;2=较低;1=低
形态 Morphology	平面形态	对活动的影响度评价	1=有影响,利于活动;0=没影响;-1=有影响,不利于活动
	竖向形态		
气候条件 Climate condition	温度	舒适度与外界相比评价	5=比外界舒适很多;4=比外界舒适一些;3=无差别;2=外界更舒适一些;1=外界更舒适很多
	湿度		
	风速		
环境质量 Environmental quality	大气环境	大气环境质量评价	5=好;4=较好;3=一般;2=较差;1=差
	声环境	声环境质量评价	
	水环境	水环境质量评价	
景观格局 Landscape pattern	绿化率	绿化程度评价	5=好;4=较好;3=一般;2=较差;1=差
	乔灌木遮蔽	对活动的影响度评价	1=有影响,利于活动;0=没影响;-1=有影响,不利于活动
	水体占比	对活动的影响度评价	1=有影响,利于活动;0=没影响;-1=有影响,不利于活动
易达性 Accessibility	外部易达性	到达公园方便程度评价	5=方便;4=较方便;3=一般;2=不太方便;1=不方便
	内部路网密度	游园路数量对活动的影响评价	1=有影响,利于活动;0=没影响;-1=有影响,不利于活动
文化科学 Cultural science	文化科学	文化科学内涵评价	5=好;4=较好;3=一般;2=较差;1=差

2.2.4 人群活动评估

从“活动人群密度、活动类型、活动人群结构”三方面评估比较人群活动方式,其中活动人群密度包括“全年”和“四季”两种时间维度。

(1) 人群密度

由于人的活动具有持续性,以两个小时为时间单位,假设时间单位内某空间的活动人数恒定,计算人群平均活动密度(式 9)。

$$Q_i = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ijk}}{NT \times S_i} \quad (9)$$

式中, Q_i 为公园的人群密度,人/hm²; Q_{ijk} 为公园 i 中区块 j 时段 k 的活动人群数量,人; NT 为时段数。

(2) 活动类型

统计公园活动类型数量分析其丰富性,并将人群活动按个体、社交进行分类,分析两类活动人数比例,研究人群活动对象类型。

(3) 人群结构

根据实地调查,公园活动人群结构与活动类型具有对应性,将活动类型人群数量转换成人群结构数量。参考目前我国认可度高的标准划分人群年龄层次:婴幼儿童(以下统称儿童)0—6 岁;少年 7—17 岁;青年

18—44 岁;中年 45—59 岁;老年 61 岁及以后。

2.3 案例研究结果

2.3.1 景感要素筛选结果

问卷调查结果显示,吸引民众入公园活动的景感要素重要性排序中,居前三位的为功能类型、易达性和环境质量;停留活动影响要素中,由高到低依次为:环境质量、功能类型、景观格局、易达性、气候条件等;地理地形及文化科学较低(表 2)。

表 2 景感要素重要性的描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of the importance of landsense elements

景感要素 Landsense element	吸引入公园 Attract into the park		吸引在公园停留活动 Attract activities in the park	
	均值	标准差	均值	标准差
功能类型 Function type	0.78	0.418	0.66	0.479
地理地形 Geography and topography	0.36	0.485	0.38	0.490
气候条件 Climate condition	0.66	0.479	0.50	0.505
环境质量 Environmental quality	0.72	0.454	0.70	0.463
景观格局 Landscape pattern	0.56	0.501	0.54	0.503
易达性 Accessibility	0.74	0.443	0.52	0.505
文化科学 Cultural science	0.42	0.499	0.38	0.490

注:评价值“1”代表重要;“0”代表“不重要”

进一步剔除民众感知评价低的景感要素分项,如气候条件中的风速、景观格局中的铺装场地等,筛选出主要景感要素包括:功能类型(功能类型、功能多样性)、形态(平面形态、竖向形态)、气候条件(温度、湿度、风速)、环境质量(大气环境、声环境、水环境)、景观格局(乔灌木遮蔽率、绿化率、水体占比)、易达性(外部易达性、路网密度)、文化科学。

2.3.2 不同类型公园的景感要素及民众感知评价比较

(1) 功能类型和形态

五个公园的功能类型各具特色。Kruskal Wallis H 检验结果显示,五个公园功能类型对民众吸引度存在差异:海湾公园作为滨海公园吸引度最高;其次中山公园凭其位于老城区、历史悠久的复合功能特点而获得高评价(表 3)。功能多样性上,景感营造评估为“较好”的是中山、海湾公园,其他为“一般”;各公园功能多样度的民众景感值差异显著($P < 0.001$),中山、海湾公园功能多样性仍为最高(表 3)。民众景感值与景感营造值评估结果相近。

平面形态上,铁路公园为带状公园,其他均为块状形态;竖向形态上,金榜公园依山就势而建,高差较大,其他均为平地公园。公园形态对活动的影响度调查显示,认为“无影响”的民众占多数,其次是“有积极影响”。Kruskal Wallis H 检验结果表明五个公园平面和竖向形态的民众景感值不具统计意义上的显著差异(表 3)。但将五个公园两两进行 Mann-Whitney U 检验,却显示铁路公园平面形态民众景感值与海湾、南湖、中山公园均有显著差异, P 值分别为 0.014、0.033、0.013。铁路公园仅为 0.08 的平面形态评价均值反映了民众对线状公园类型景感要素的低认可度。

(2) 气候条件和环境质量

通过计算各公园四季观测日温度获取的全年平均温度差别较小;各公园温度舒适性与外界对比的评价值均高于 3.90,反映民众的较高评价,各公园差异不显著(表 4)。景感营造值计算评估结果显示,各公园湿度指数和风速均存在差别。根据公园湿度、风速舒适性与外界对比调查,民众景感均值都在 3.70—3.90 之间,认为“比外界舒适一些”,但各公园间不具统计意义上的显著差异(表 4)。

表 3 各公园的功能类型和形态比较

Table 3 Comparison of function types and morphology of various parks

景感要素 Landscape element	评价价值类型 Evaluation value type	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园	差异显著性 Significance of difference
功能类型 Function type	景感营造值	滨海	滨湖	山体	老城	文化	
	民众景感值	3.89(1.230)	3.62(1.209)	3.52(1.222)	3.82(1.163)	3.76(1.200)	0.032 *
功能多样性 Function diversity	景感营造值	较好	一般	一般	较好	一般	
	民众景感值	3.83(0.932)	3.57(0.948)	3.38(0.914)	3.93(0.916)	3.26(0.921)	0.000 *
平面形态 Flat form	景感营造值	块状	块状	块状	块状	带状	
	民众景感值	0.30(0.656)	0.27(0.614)	0.19(0.670)	0.30(0.621)	0.08(0.731)	0.055
竖向形态 Vertical form	景感营造值	平地	平地	高差大	平地	平地	
	民众景感值	0.21(0.646)	0.19(0.616)	0.09(0.752)	0.21(0.599)	0.13(0.616)	0.456

民众景感值 3.89(1.230) 表示:均值(标准差),其他相同格式数据表示含义相同。* 表示在统计学意义上具显著差异(置信水平 95%)

据国家环境质量规范五个公园大气和声环境同属一个级别。以 PM_{2.5}、臭氧、二氧化氮指标衡量大气环境质量,各公园 PM_{2.5} 值均为二级,臭氧、二氧化氮为一级,大气环境质量均评估为“较好”。以功能区、区域和道路噪声指标衡量声环境,五个公园的功能区噪声均为一类,区域和道路噪声为一级,声环境质量均评估为“好”。各公园大气环境民众景感值都高于 4.00,声环境值在 3.70—3.90 之间,体现民众对大气环境质量的高度评价,也较认可各公园的声环境,各公园差异不显著(表 4)。海湾公园西面紧邻的西海域可视为其水环境,南湖公园水体质量与其连接的筶筴湖一致,金榜、中山公园均为内部封闭水体,铁路公园内无水体。据环境质量公报,厦门西海域和筶筴湖存在一定污染物,按标准海湾、南湖公园可归为四类水质,四类水质适用于人体非直接接触的娱乐用水区^[31]。四个公园水环境质量评估结果为“一般”(表 4)。Kruskal Wallis H 检验结果显示,四个公园水环境质量的民众景感值存在差异,海湾公园均值 3.81,高于均值在 3.50—3.60 之间的南湖、金榜、中山三个公园(表 4)。

表 4 各公园的气候条件和环境质量比较

Table 4 Comparison of climate conditions and environmental quality of various parks

景感要素 Landscape element	评价价值类型 Evaluation value type	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园	差异显著性 Significance of difference
温度 Temperature	景感营造值	27.5℃	28.4℃	29.8℃	29.6℃	30.0℃	
	民众景感值	3.92(0.895)	3.93(0.773)	3.99(0.745)	4.00(0.880)	3.90(0.822)	0.763
湿度 Humidity	景感营造值 (湿度指数)	0.41	0.47	0.29	0.33	0.01	
	民众景感值	3.80(0.878)	3.81(0.775)	3.81(0.743)	3.79(0.817)	3.78(0.811)	0.997
风速 Wind speed	景感营造值	大	较大	一般	一般	较小	
	民众景感值	3.90(0.802)	3.85(0.718)	3.79(0.729)	3.81(0.799)	3.78(0.811)	0.635
大气环境 Atmospheric environment	景感营造值	较好	较好	较好	较好	较好	
	民众景感值	4.15(0.726)	4.09(0.738)	4.19(0.728)	4.09(0.778)	4.04(0.791)	0.599
声环境 Acoustic environment	景感营造值	好	好	好	好	好	
	民众景感值	3.81(0.812)	3.74(0.768)	3.81(0.806)	3.77(0.848)	3.79(.829)	0.829
水环境 Water environment	景感营造值	一般	一般	一般	一般	——	
	民众景感值	3.81(0.833)	3.55(0.867)	3.55(.831)	3.59(.910)	——	0.041 *

民众景感值 3.92(0.895) 表示:均值(标准差),其他相同格式数据表示含义相同。* 表示在统计学意义上具显著差异(置信水平 95%)

(3) 景观格局、易达性和文化科学

南湖、金榜、中山公园绿化率均高于 80%,海湾、铁路公园较低;金榜公园乔灌木遮蔽率最大,高达 82.8%,中山公园次之,海湾公园最低,仅有 49.5%。统计检验结果也显示,各公园绿化率和乔灌木遮蔽率差异显著。

乔灌木遮蔽率影响民众活动的评价值中,海湾公园只有 0.14,显著低于其他公园(表 5)。南湖、中山公园内均有大面积水体,占比分别为 22.3%、18.0%,海湾公园内有部分水体,金榜公园有少量水体,但水体占比对民众活动影响差异不显著(表 5)。

各公园外部易达性位于 270—340 m 区间;民众到达公园方便程度调查结果显示,五个公园存在统计意义上的显著差异:中山公园最高,铁路公园最低(表 5)。铁路公园内部路网密度高达 87.0 km/km²,为其他公园的 3—4 倍;海湾公园最低,为 19.8 km/km²(表 5)。虽然根据 Kruskal Wallis H 检验结果五个公园路网密度对活动影响的民众景感值总体不具显著差异,但将两两公园检验结果却显示铁路公园与南湖、中山公园存在显著差异, P 值分别为 0.032、0.020。

中山公园具有一定的历史文化底蕴,铁路公园以传承近代铁路文化为特征,二者的文化科学景感营造值均评估为“较好”,其他公园为“一般”。民众景感值评价结果与景感营造值相似,五个公园差异显著($P < 0.001$):中山、铁路公园评价均值在 4.00 以上,显著高于其他三个公园(表 5)。

表 5 各公园的景观格局、易达性及文化科学比较

Table 5 Comparison of landscape pattern, accessibility and cultural science of various parks

景感要素 Landscape element	评价类型 Evaluation value type	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园	差异显著性 Significance of difference
绿化率 Greening rate	景感营造值	67.3%	84.5%	85.0%	89.7%	59.7%	
	民众景感值	4.05(0.832)	4.13(0.704)	4.27(0.710)	4.30(0.742)	4.12(0.818)	0.019 *
乔灌木遮蔽 Coverage rate of trees and shrubs	景感营造值	49.5%	57.1%	82.8%	70.6%	59.7%	
	民众景感值	0.14(0.915)	0.35(0.826)	0.47(0.767)	0.49(0.752)	0.42(0.798)	0.005 *
水体占比 Proportion of water area	景感营造值	6.2%	22.3%	1.1%	18.0%	0	
	民众景感值	0.40(0.689)	0.46(0.663)	0.32(0.656)	0.43(0.633)	—	0.228
外部易达性 External accessibility	景感营造值	272.8m	320.0 m	332.8 m	281.9 m	303.1 m	
	民众景感值	4.01(0.963)	4.05(0.816)	4.03(0.899)	4.25(0.845)	3.90(1.006)	0.022 *
内部路网密度 Internal road network density	景感营造值	19.8km/km ²	31.1 km/km ²	25.7 km/km ²	22.2 km/km ²	87.0 km/km ²	
	民众景感值	0.23(0.743)	0.32(0.704)	0.26(0.699)	0.33(0.729)	0.12(0.773)	0.138
文化科学 Cultural science	景感营造值	一般	一般	一般	较好	较好	
	民众景感值	3.63(0.951)	3.68(0.914)	3.68(0.900)	4.03(0.848)	4.01(0.870)	0.000 *

民众景感值 4.05(0.832) 表示:均值(标准差),其他相同格式数据表示含义相同。* 表示在统计学意义上具显著差异(置信水平 95%)

(4) 综合评价

检验结果显示,民众对五个公园综合评价均值的差异 P 值为 0.005,差异显著:中山公园 4.29 为最高,其次是海湾公园 4.13,铁路公园 3.93 最低(表 6)。进一步分别采用多独立样本 Kruskal Wallis H 检验、双独立样本 Mann-Whitney U 检验分析每个公园综合评价的年龄结构和性别结构差异,结果表明除了中山公园评价具有年龄结构差异外,其他各项均无显著差异(表 7)。

表 6 各公园综合评价比较

Table 6 Comparison of comprehensive evaluation of parks

综合评价 Comprehensive evaluation	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园	差异显著性 Significance of difference
均值 Mean value	4.13	4.02	4.01	4.29	3.93	0.005 *
标准差 Standard deviation	0.955	0.864	0.839	0.824	0.860	

* 表示在统计学意义上具显著差异(置信水平 95%)

表 7 各公园不同群体综合评价差异

Table 7 Differences in comprehensive evaluation of different groups in various parks

差异显著性 Significance of difference	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园
年龄结构差异 Age structure difference	0.072	0.062	0.130	0.045 *	0.586
性别差异 Gender difference	0.906	0.441	0.202	0.661	0.946

* 表示在统计学意义上具显著差异(置信水平 95%)

2.3.3 不同城市公园的人群活动差异

(1) 人群密度

中山公园的全年平均活动人群密度为 81 人/hm²,大幅高于其他四个公园;海湾公园和南湖公园最低,均为 16 人/hm²;金榜、铁路公园分别为 25、21 人/hm²。各公园四季的活动人群密度也存在差异(表 8)。

(2) 活动类型

统计活动种类数量,海湾、中山公园各有 20 种,南湖、金榜、铁路公园分别为 15、11、8 种。从活动对象类型看,除了金榜公园社交活动比例(63%)较高外,其他四个公园均偏于个体活动,其中海湾公园个体活动比例高达 99%,南湖、铁路公园也分别达到 83%和 74%(表 8)。

(3) 人群结构

五个公园的全年平均活动人群结构中,中年群体占比均最大,都高于 40%,其中南湖公园达到 53.9%。老年人也是公园的主要使用群体,但各公园差别大:金榜公园老年群体占比最大,达 44%;其次是南湖、中山公园;海湾公园最少,仅占 15%(表 8)。各公园的儿童和少年群体占比也存在差异:金榜公园最少,仅分别为 3.6%、1.1%;海湾公园最大(表 8)。各公园青年群体占比均很少,相对较高的铁路公园也仅有 9.3%,其他各公园都低于 4%(表 8)。

表 8 各公园人群活动状况比较

Table 8 Comparison of crowd activities in each parks

一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicator	海湾公园	南湖公园	金榜公园	中山公园	铁路公园
人群密度(人/hm ²) Crowd density	全年平均	16	16	25	81	21
	春季	15	17	27	102	21
	夏季	16	14	23	74	24
	秋季	16	16	26	85	20
	冬季	16	16	23	64	17
活动类型 Activity type	活动种类数量(种)	20	15	11	20	8
	个体活动	99%	83%	37%	61%	74%
	社交活动	1%	17%	63%	39%	26%
人群结构 Population structure	儿童	23.2%	8.2%	3.6%	13.1%	10.7%
	少年	11.8%	2.2%	1.1%	10.1%	10.7%
	青年	3.3%	2.3%	2.4%	0.5%	9.3%
	中年	46.7%	53.9%	48.9%	42.7%	49.6%
	老年	15.0%	33.5%	44.0%	33.7%	19.6%

3 讨论

3.1 景感要素对公园活动人群密度的影响

厦门市五个不同类型公园吸引民众活动的共性景感要素为气候条件和环境质量,比外界更舒适的温度、

湿度和风速,以及良好的大气、声环境质量吸引民众赴公园并愿意长时停留活动,满足其生理及安全需求,并为社交活动提供基本条件。这也是大多数公园的共同特点,保证公园活动人群的基础密度。此外五个公园的外部易达性均较好,以 400 m 内为人可接受的舒适步行距离度量^[34-36],各公园均符合该区间标准,民众也认为能较便捷地到达公园。

公园人群密度的大小反映公园的吸引力,即“聚力”。公园若要为更多民众提供生态系统服务,仅具备基本条件尚显薄弱,景感要素中还需有突出的优势,方可提高聚力。海湾公园的优势特性为彰显厦门城市特色的滨海功能类型和较高的功能多样性;金榜公园为优越的绿化和乔灌木遮蔽条件;中山公园为老城区历史功能类型、功能多样度高、良好的绿化和乔灌木遮蔽率及其沉淀的文化科学内涵;铁路公园为鲜明的文化特色。另一方面,公园在景感营造上的不足,可对人群活动产生消极影响,降低公园的聚力,如“木桶效应”中的“短板”,有时该消极影响甚至产生强烈的效应。各公园短板主要为:海湾公园乔灌木遮蔽率低;南湖公园功能多样性一般;金榜公园功能多样性不佳;铁路公园功能较单一,形态影响大,路网密度太高。

中山公园的聚力大幅高于其他公园。海湾公园与中山公园相比,多个景感要素评价及综合评价均接近于后者,但海湾公园“短板效应”大,乔灌木遮蔽率只有 49.5%,在厦门常年平均气温较高的气候条件下,大面积无遮蔽空间易给居民带来不适的触感,不利于户外活动。南湖公园聚力较低的原因在于无突出的优势特性,公园拥有得天独厚的大水域,但功能设置却未有效发挥该优势,功能类型吸引力不高。金榜公园功能多样性不高的部分原因是受到地形高差的限制,但调查显示民众对地形高差影响活动的实际敏感度不高,说明对于山体公园可以通过优化设计克服地形障碍,设置适合民众活动的丰富功能。造成铁路公园若干短板的原因归结于狭长的带状平面形态,不仅影响功能设置,且造成路网密度过高,导致活动空间减少,无法满足社交等活动需求。

综上所述,景感要素具有系统性,各景感要素综合作用,发挥优势特性,克服短板局限,使多数景感要素产生愿景共鸣,如中山公园,方可更好地满足民众需求,提升公园活力。

3.2 景感要素对公园活动类型和人群结构的影响

公园的功能多样性体现设计愿景,实际活动种类则反映民众需求。中山公园功能多样性最高,相对应活动类型也最丰富,说明设计愿景和民众需求良好契合、产生共鸣。从活动对象类型视角分析,社交是人的基本需求之一,也是民众期望在公园中获得满足的愿景。金榜公园的景观格局(乔灌木遮蔽率、绿化率高)为民众开展跳舞、棋牌等社交活动提供了优良条件,因此其社交活动比例最高,达 63%;海湾公园则反之,故其社交活动比例仅有 1%。各公园活动人群结构中,青年群体均很少,最低仅占 0.5%,而中年群体占比均高于 40%,说明公园景感要素未能均衡满足各年龄群体的需求,缺乏激发青年兴致的功能设置而未能充分吸引该群体。值得关注的是,除了中山公园外,四个公园的综合评价却未显示出年龄结构的显著差异。究其原因,或许与青年群体对现有城市公园的兴趣度或期望值不高有关,这是将来公园优化设计的另一新视角。可见,只有当设计愿景和民众愿景产生共鸣,承载设计愿景的景感要素才能产生良好的景感效果满足民众需求并促进活动发生。

3.3 景感要素与生态系统服务的关系

作为城市的优质生态资产,城市绿地为民众提供可持续生态系统服务是重要建设目标。可持续生态系统服务涉及“时、空、量、序”等维度,即时间的长期性、空间的便捷性、数量的满足,以及服务功能的次序。“时、空、量”表征生态系统服务的暴露度。民众越长期、便捷获得足够的生态系统福利,即生态系统服务暴露度越高,民众获得可持续生态系统服务越好。自然保护区的核心区、城市中的收费公园、封闭居住区或单位的集中绿地等,由于无法便捷到达或需有条件方可获得生态系统服务,其生态系统服务暴露度相对于城市开放公园更低。本文提出的公园景感要素和人群活动的关系侧重体现暴露性的生态系统服务,如易达性体现生态系统服务的空间便捷性,功能多样度和环境质量直接关系民众能否长期获得足量生态系统惠益。此外,不同对象对生态系统服务功能需求的优先顺序存在差异,即“序”。与供给、调节、支持等服务相比,城市民众更期望在

公园中获得文化、休闲、娱乐、美学等文化服务,所以城市公园应更致力于此进行景感营造,为民众提供健康和福利贡献。建议通过景感营造,优化景感要素、提升景感效果,如海湾公园适当提高乔灌木遮蔽率、金榜公园巧妙利用高差提高功能多样性、南湖公园挖掘滨湖公园功能特色、铁路公园增加停留活动的块状场地等,在公园绿地生态容量允许范围内,保持和提高公园活力,使城市公园为民众提供可持续生态系统服务,推动生态文明建设。

4 结论

基于景感生态学视角,本文归纳分类了城市公园常见的景感要素,探讨其影响人群活动的作用途径;通过厦门市五类典型城市公园的实证研究,分析比较不同城市类型公园景感要素的差异,并以此解释公园吸引人群及其活动方式的差异。主要结论如下:

(1)影响公园人群活动的主要景感要素包括:功能类型(功能类型、功能多样性)、形态(平面形态、竖向形态)、气候条件(温度、湿度、风速)、环境质量(大气环境、声环境、水环境)、景观格局(乔灌木遮蔽率、绿化率、水体占比)、易达性(外部易达性、路网密度)、文化科学等。公园景感要素通过多层次关联对人群活动产生作用:景感要素作用影响人的感觉类型,产生多样景感效果,满足民众由愿景产生的需求,进而影响其活动意愿和方式。

(2)景感要素具有系统性,各景感要素综合作用,共同对公园活动产生影响,多数景感要素产生愿景共鸣,方可更好地吸引民众活动。

(3)当景感要素承载的设计愿景与民众愿景产生共鸣,才能产生良好的景感效果,满足民众由愿景产生的需求并促进活动发生。

(4)公园景感要素和人群活动的关系侧重体现暴露性的生态系统服务,建议通过景感营造,优化景感要素,合理保持和提高公园活力,使城市公园为民众提供可持续生态系统服务,推动生态文明建设。

参考文献(References):

- [1] Zhao J Z, Liu X, Dong R C, Shao G F. Landsenses ecology and ecological planning toward sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(4): 293-297.
- [2] 崔凤军, 茹江, 徐云麟. 城市生态学基本原理的探讨. *城市环境与城市生态*, 1993, 6(4): 21-25.
- [3] Grimm N B, Faeth S H, Golubiewski N E, Redman C L, Wu J G, Bai X, Briggs J M. Global change and the ecology of cities. *Science*, 2008, 319(5864): 756-760.
- [4] 王祥荣. 城市生态学. 上海: 复旦大学出版社, 2011: 2-3.
- [5] Lin T, Grimm N B. Comparative study of urban ecology development in the U.S. and China: opportunity and challenge. *Urban Ecosystems*, 2015, 18(2): 599-611.
- [6] 李强, 王昊. 什么是人的城镇化? 南京农业大学学报: 社会科学版, 2017, 17(2): 1-7.
- [7] 赵佩佩, 顾浩, 孙加风. 新型城镇化背景下城乡规划的转型思考. *规划师*, 2014, 30(4): 95-100.
- [8] 单卓然, 黄亚平. “新型城镇化”概念内涵、目标内容、规划策略及认知误区解析. *城市规划学刊*, 2013, (2): 16-22.
- [9] 任远. 人的城镇化: 新型城镇化的本质研究. 复旦学报: 社会科学版, 2014, 56(4): 134-139.
- [10] 吴良镛. 人居环境科学的探索. *规划师*, 2001, 17(6): 5-8.
- [11] Demir S, Atanur G. The prioritization of natural-historical based ecotourism strategies with multiple-criteria decision analysis in ancient UNESCO city: Iznik-Bursa case. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2019, 26(4): 329-343.
- [12] Batman Z P, Özer P, Ayaz E. The evaluation of ecology-based tourism potential in coastal villages in accordance with landscape values and user demands; the Bursa-Mudanya-Kumyaka case. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2019, 26(2): 166-178.
- [13] Zheng S N, Yu B. Landsenses pattern design to mitigate gale conditions in the coastal city: a case study of Pingtan, China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2017, 24(4): 352-361.
- [14] Dong R C, Yu T S, Ma H, Ren Y. Soundscape planning for the Xianghe Segment of China's Grand Canal based on landsenses ecology. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(4): 343-350.
- [15] 石龙宇, 赵会兵, 郑拴宁, 于天舒, 董仁才. 城乡交错带景感生态规划的基本思路与实现. *生态学报*, 2017, 37(6): 2126-2133.

- [16] 张学玲, 闫荣, 赵鸣. 中国古典园林中的景感生态学思想刍议. 生态学报, 2017, 37(6): 2140-2146.
- [17] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 王仰麟. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001.
- [18] Swanwick C. Society's attitudes to and preferences for land and landscape. Land Use Policy, 2009, 26(S1): S62-S75.
- [19] 于苏建, 袁书琪. 基于 SD 法的公园景观综合感知研究——以福州市为例. 旅游科学, 2012, 26(5): 85-94.
- [20] Liu J, Kang J, Behm H, Luo T. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. Landscape and Urban Planning, 2014, 123: 30-40.
- [21] Yu K J. Cultural variations in landscape preference: comparisons among Chinese sub-groups and Western design experts. Landscape and Urban Planning, 1995, 32(2): 107-126.
- [22] 李开然, 央·瓦斯查. 组景序列所表现的现象学景观: 中国传统景观感知体验模式的现代性. 中国园林, 2009, 25(5): 29-33.
- [23] Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future. Landscape and Urban Planning, 2005, 70(1/2): 21-34.
- [24] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.
- [25] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法. 生态学报, 2001, 21(11): 1885-1892.
- [26] Zhao J Z, Yan Y, Deng H B, Liu G H, Dai L M, Tang L N, Shi L Y, Shao G F. Remarks about landsenses ecology and ecosystem services. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2020, 27(3): 196-201.
- [27] Wu J G. Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. Landscape Ecology, 2013, 28(6): 999-1023.
- [28] 邬建国. 景观生态学——概念与理论. 生态学杂志, 2000, 19(1): 42-52.
- [29] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 85—2017 城市绿地分类标准. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [30] 徐涵秋. 区域生态环境变化的遥感评价指数. 中国环境科学, 2013, 33(5): 889-897.
- [31] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. GB 3838—2002 地表水环境质量标准. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [32] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50099—2011 中小学校设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [33] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 15—2011 城市道路公共交通站、场、厂工程设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [34] Forsyth A, Krizek K. Promoting walking and bicycling: assessing the evidence to assist planners. Built Environment, 2010, 36(4): 429-446.
- [35] 戴德胜, 姚迪. 全球步行化语境下的步行交通策略研究——以苏黎世市为例. 城市规划, 2010, 34(8): 48-55.
- [36] 孙靛. 城市空间步行化研究初探. 华中科技大学学报: 城市科学版, 2005, 22(3): 76-79, 93-93.