

邱思嘉, 宝力格, 徐静, 魏方. “风景-遗存”对公众时空行为的影响机制研究: 以首钢工业遗址公园为例[J]. 风景园林, 2025, 32 (3): 41-48.

“风景-遗存”对公众时空行为的影响机制研究——以首钢工业遗址公园为例

邱思嘉 宝力格 徐静 魏方*

摘要: 【目的】后工业时期大量的城市工业废弃地减缓了城市化进程与经济发展, 导致环境污染、生物多样性下降和城市空间碎片化, 对居民生活质量和幸福感产生影响, 城市工业废弃地逐渐变成被遗弃的空间。“风景-遗存”作为一种新兴的城市绿地类型展现出巨大的改造潜力, 研究其对公众时空行为的影响机制, 可为工业废弃地有机更新提供新的方向。【方法】结合时空行为轨迹技术, 通过计算空间指标度量样本空间的自然度, 通过游客时空行为轨迹分布、轨迹点密度分布、轨迹点速度分布探究后工业景观中游客的行为模式。【结果】对于客观指标, 建筑面积占比与停留行为呈显著负相关, 水体面积占比与通行行为呈极显著负相关; 景观形状指数与漫步行为呈显著正相关, 香农-威纳指数、辛普森指数与穿越行为呈现极显著正相关; 自然要素与停留行为呈显著正相关。对于主观情感指标, 除人工干预和管理程度与停留行为呈现显著正相关外, 其余指标与时空行为无显著相关性。【结论】从时空行为轨迹视角对后工业景观中游客行为模式进行研究, 有助于了解后工业景观与游客行为模式之间的时空关系, 可为后工业景观设计改造、城市绿地结构优化与工业废弃地有机更新提供理论参考。

关键词: 风景园林; 后工业景观; 时空行为轨迹; 感知偏好

基金项目: 国家自然科学基金青年项目“基于复写理论的后工业景观重构方法及场所认知关联机制研究”(编号 51908035); 北京市社会科学基金青年项目“基于公共价值提升的北京工业遗存分级保护与景观重构利用研究”(编号 19YTC040)

中图分类号: TU986

文章编号: 1673-1530(2025)03-0041-08

收稿日期: 2024-12-10

文献标识码: A

DOI: 10.3724/j.fjyl.LA20240107

修回日期: 2025-01-19

文章亮点:

- 1、创新性地运用 ErgoLAB 时空行为分析系统, 精准获取游客在首钢工业遗址公园内的行走轨迹数据。结合不同轨迹点速度对应的行为模式, 以首钢园内 24 个样本空间为评价对象, 深入量化分析游客的时空行为特征, 为揭示游客在后工业景观中的行为规律提供了科学依据。
- 2、基于 ArcGIS 10.8 软件, 对首钢工业遗址公园的遥感影像进行目视解译, 并对空间要素进行量化处理, 全面剖析了后工业景观空间特征, 为后续研究奠定了坚实的空间分析基础。
- 3、基于后工业景观空间特征与游客行为模式的相关性分析, 明确了游客对后工业景观中不同空间要素的偏好, 针对性地提出了优化改造策略, 为后工业景观设计改造提供切实可行的参考方案。

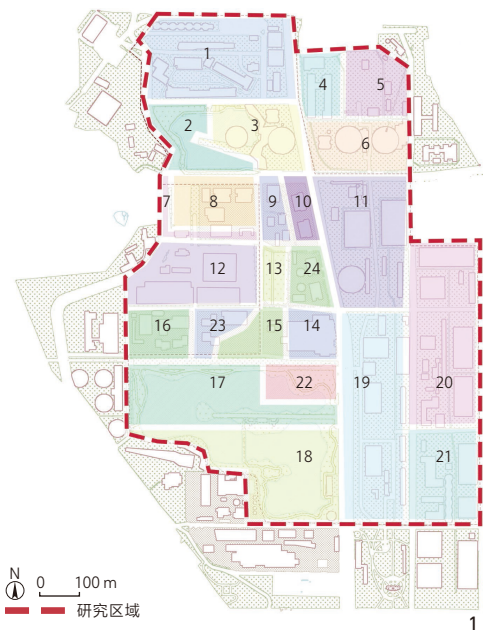
自 19 世纪以来, 工业逐渐成为全球社会经济发展的核心主体, 但在 21 世纪城市工业用地逐步演变为工业废弃地^[1]。大部分工业废弃地对于其周边区域的经济发展的^[2]、区域活力^[3]和生境质量^[4]等方面都有深远影响。目前关于后工业景观的研究涉及生态修复视角下的景观应用^[5-7]、文脉保护视角下的工业遗产更新设计^[8-9]、艺术化场景的景观设计改造^[10-11], 以及遗产群与城市关系分析的总体优化与保护利用^[12-13]。如何重塑多种工业废弃地空间并将其合理转化为承载城市活力的区域, 成为当前后工业景观研究的重点^[14-15]。在生物多样性和自然遗产保护方面, 基于自然的解决方案 (Nature-based Solutions, NbS) 的研究方法发挥着不可替代的作用, 无需额外的人工投入来维持绿地的生态效益与游憩功能^[16-19]。

一般来说, “风景”或“景观”概念的

出现与演变在当代进一步表征了各种绿地类型在提高生物多样性方面的发展潜力, “遗存”概念的提出有利于工业遗迹独特场地气质的保护与利用^[20-21]。“风景-遗存”作为典型的自然式城市更新结果, 兼具可达性与使用性、野趣感与工业感, 代表了后工业景观的一种特殊属性^[22]。“风景-遗存”在精神上强调了自然演替过程本身的美学价值, 在物质上实现了生态系统文化服务增值, 提供了公众与自然互动的场所^[23-26], 并逐渐成为实现工业遗存保护与利用的重要范式, 作为一种新兴的城市绿地类型可以满足公众对游憩日益增长的需求^[27]。工业废弃地的增加和社会公众对野性自然的渴望为再野化实践带来了机遇, 再野化改造理念中的“自然度”指的是绿地中自然形成或精良管理的自然元素; “荒野度”在学界中被认为是除人工元素外所有未被使用与干扰的植物景观^[28-32]。

近年来, 诸多学者进行了景观感知研究, 试图讨论游客对不同景观的即时反应^[23, 33-36]。后工业景观中的“风景-遗存”空间要素特征明显, 但鲜有研究定量探究其对公众行为与感知偏好的影响。一方面, 近自然属性的加强会降低公众的可达性与游憩活动开展效率, 进而会削弱绿地对人的恢复性效应; 另一方面, 工业遗存作为视觉吸引物增加了公众停留观看的可能性, 从而对公众游憩活动产生影响^[37-38]。

综上所述, 本研究以后工业景观中的“风景-遗存”为研究对象, 通过时空行为轨迹技术量化游客在首钢工业遗址公园中的空间行为模式, 探究后工业景观空间特征对公众时空行为的影响机制, 并使用 SPSS 软件计算各指标与游客时空行为模式的相关性, 以期为后工业景观设计改造、城市绿地结构优化与工业废弃地有机更新提供理论参考。



1 研究区域与样本空间
Research area and sample space

1 研究区域

北京市石景山区首钢工业遗址公园作为后工业景观研究与实践的典型，呈现出后工业景观结构变革的特殊性：1）数十项绿色改革措施在生态文明制度体系下极大地提高了后工业区的更新规模与速度；2）景观成为后工业区开发、更新的结构化工具；3）自上而下的生态环境保护政策促使工业废弃地成为城市更新的试验场。首钢工业遗址公园已经成为京西一张重要的文化景观名片，为其他城市或地区的工业废弃地更新提供了宝贵思路^[39]。

研究区域面积为 130.49 hm²。本研究基于精度为 1 m 的高分二号卫星遥感影像，依据道路将场地分割为使用率高、具有完整功能的和代表性的 24 个样本空间（图 1），分析首钢工业遗址公园的后工业景观空间特征。

2 研究方法

2.1 后工业景观自然度定量表征

自然度的定义和量化方法在不同学者的研究中呈现出多样性和互补性。Massoni 等^[40]和 Foo^[28]的研究强调了自然度的多维度特征，从生物多样性、生物物理特征到人类活动的影响方面，揭示了自然度的复杂性；Ekim

等^[41]和 Dzhambov 等^[42]的研究则侧重于人类活动对自然环境的影响，通过量化指标（如自然度指数和距离自然的距离）进行评估，适用于城市区域；Radford 等^[31]、Sikorska 等^[29]和 Tan 等^[30]的研究从生态学和生态过程的角度出发，强调了生物群落的完整性、植被的自然性以及自然生态过程的自发性。以往的评估方法多从生物物理特征、森林管理与保护、历史背景、人类活动、人口密度、土地覆盖、可达性和电力基础设施等角度切入，同时过往研究表明自然度通常用于重要景观特征评估和再野化程度预测，可以为景观规划设计提供参考^[43]。上述内容为理解和量化自然度奠定了丰富的理论和实践基础。

在后工业景观中，生物多样性的恢复可能滞后于空间结构的变化，仅依赖生物多样性指标无法充分反映后工业景观中复杂的生态和空间特征，景观格局指数如斑块类型、大小、分布和连通性等能够较好地反映生态过程的动态变化。且后工业景观具有“工业-自然”的二重审美维度，评估其自然度需要同时考虑生态恢复和工业遗存问题，而景观格局指数可以通过斑块类型和分布情况来解决这一复杂问题。本研究基于遥感影像对首钢工业遗址公园进行景观格局指数计算，包

表1 景观格局指数计算方法及意义

Tab. 1 Calculation method and significance of landscape pattern index

指标	计算式	式注	意义
景观形状指数	$ESI = P^2 / A$	ESI表示景观形状指数， P 表示斑块的边缘长度， A 表示斑块的面积	描述植被斑块的几何形状
斑块数量			描述景观破碎化程度
香农-威纳指数	$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \times \ln P_i$	H' 表示香农-威纳指数， S 表示群落中物种的总数， P_i 表示第 <i>i</i> 个物种的个体数占群落中总个体数的比例， $\ln$ 表示自然对数。当群落中只有1个物种时，香农-威纳指数为0，即群落多样性为0。群落内物种数增加或物种相对多度越均衡，香农-威纳指数则随之上升；若不同物种相对多度差异增大，则香农-威纳指数降低	描述生态系统的物种多样性，评估生态系统的健康状况和稳定性
辛普森指数	$D = 1 - \sum P_i^2$	D 为辛普森指数； P_i 为第 <i>i</i> 个物种的个体数占群落中总个体数的比例	描述种群优势状况

括景观形状指数、斑块数量、香农-威纳指数和辛普森指数 4 个因子（表 1），计算结果用于分析后工业景观空间自然程度与游客行为模式的相关性。

通过实地调研和遥感影像解译将各类要素可视化，参考由 Machado^[44]创建的自然指数量表为所评估的后工业景观空间赋值，建立从完全天然（10）到完全人工（0）的分级系统（表 2）来评估研究场地的人工介入程度。每个值都由一组描述性条件定义，其中一些条件是可选的，例如一个场地的自然度值（Nat）为 1，则表示该场地有 90%~100% 的面积被人工要素占据，但不一定有建筑和装饰性结构；Nat 为 3.4 则意味着有 34% 的场地面积被自然要素覆盖。因此，Nat=被自然要素覆盖的场地面积的百分比×10。自然度评估不仅基于自然要素与人工要素的面积占比，还需考虑系统动态过程是否受到人类活动的主导。自然要素的存在和完整性对自然度有积极影响，而人工要素的增加则会降低自然度。此外，系统的动态过程若主要由自然过程主导，则自然度较高；反之，若由人类活动主导，则自然度较低。根据人工要素和自然要素的面积占比判断样本空间的主导要素，从而确定自然度的最终数值。

表2 人工介入程度表征

Tab. 2 Quantitative characterization of degree of manual intervention

赋值	人工要素	自然要素
0	全面覆盖，有大型建筑或装饰性结构	完全没有自然要素
1	结构，无论是建造的雕像、喷泉，还是服务设施（酒吧、加油站）的面积占据场地总面积的90%~100%；存在大型建筑或装饰性结构	自然要素小于等于场地总面积的10%
2	75%-90%或更多的面积被人工要素占据；存在大型建筑或装饰性结构	自然要素小于等于场地总面积的25%
3	50%-75%的场地被人工要素占据	几种自然要素（草本植物、树木）的面积占据场地总面积的25%-50%
4	人工要素存在且明显，但没有压倒自然要素；人工要素占据场地总面积的40%~50%，大型建筑或装饰性结构不存在或只占据场地的一小部分	多种不同的自然要素（草本、灌木、树木）的面积占据场地总面积的50%~60%
5	人工要素数量少，占据场地总面积不到40%~25%，没有突出的自然要素	自然要素面积占场地总面积的60%~75%
6	人工要素少，其中一些人工要素突出；人工要素覆盖不到场地总面积的15%~25%	原始自然生态系统，经过高度改造/改变，但保留了大量自然要素，自然要素面积占场地总面积的75%~85%
7	人工要素少且不突出，覆盖不到场地总面积的10%~15%	原始自然生态系统占场地总面积的85%~90%
8	可能有0~10%的人工要素（不干扰自然要素的存在）用以促进娱乐和教育用途	原始自然生态系统的自然要素和多样化自然要素占场地总面积的90%~100%
9	用于访问场地和教育所必需的人工要素占场地总面积的0~5%；只有一些可能以某种方式固定的人工要素	原始自然生态系统的自然要素占场地总面积95%~100%
10	完全没有人工要素	所有原始场地的自然要素占场地总面积的100%

2.2 时空行为轨迹技术

时空行为轨迹是时间地理学的关键概念，它被定义为个人空间运动在时间作用下的轨迹^[45]。轨迹数据包括交通轨迹数据、人类移动轨迹数据、动物迁移轨迹数据和自然现象轨迹数据等，利用时空聚类方法可以挖掘出具有强时空相关性的时空聚类模式，从而进一步分析和挖掘人们出行的热点区域、行为模式、异常模式和拥堵模式等^[46-47]。目前，时空行为轨迹技术广泛应用于旅行者时空行为研究、城市交通规划管理、城市迁徙趋势可视化和人类停留行为研究等，研究领域集中在城市规划、城市交通、公共安全等学科，较多采用认知地图、回忆描述等方法^[48]。

本研究通过收集带有地理坐标的轨迹点数据，基于 ArcGIS 10.8 中的空间分析工具从轨迹分布、轨迹点密度分布、轨迹点速度分布 3 个方面进行分析，同时通过游客活动速度和行走情况，映射游客在后工业景观中的行为模式，从而研究后工业景观空间特征与游客行为模式的对应关系。

2.3 游客时空行为轨迹实验

基于 ErgoLAB 时空行为分析系统，结合人机环境同步云平台，实时获取游客的活动轨迹数据，选取每个空间兴趣区域（spatial region of interest, SOI）的名称、区域内停留总时间、区域内停留时间占比作为实验要素。本研究共邀请 30 名志愿者，在首钢工业遗址公园佩戴便携式记录仪（关联内置 GPS 模块的 Datalogger App 系统）进行实验，并采集行为数据。

志愿者佩戴便携式记录仪在研究区域内自由活动 1 h 后填写问卷。问卷中的主观情感指标参考 Peschardt 等^[49]的研究，包括满意度、宁静程度、空间历史文化特征明显程度、植物种类丰富度、人工干预和管理程度、安全感、私密性、平坦开敞程度、自然演替程度、开展社交活动适宜性 10 个指标。在人机环境同步云平台输入 5 个样本空间作为 SOI，对游客在 SOI 内停留总时间、SOI 内停留时间占比进行分析。结合 Brontein 等^[50]的研究，根据游客活动速度和行走情况将游客行为模

表3 游客行为模式分类

Tab. 3 Classification of tourist behavioral patterns

行为模式	行走情况	速度区间
停留	站立	0~1.5 km/h
漫步	低速行走	> 1.5~2.5 km/h
通行	中速行走	> 2.5~4.0 km/h
穿越	高速行走	> 4.0~6.0 km/h
跑步/ 使用交通工具	高速通行 （一般人类步行速度区间外）	> 6.0 km/h

式分为停留、漫步、通行、穿越和跑步/使用交通工具（表 3）。

实验于 2022 年 9 月进行，共获取 28 条有效的 GPS 样本数据。将所获取的实验数据导入 ArcGIS 10.8 进行坐标匹配和校正处理，通过多种模糊化算法对数据进行分类以确定游客行为模式，并得到轨迹分布、轨迹点密度分布和不同速度的轨迹点分布。

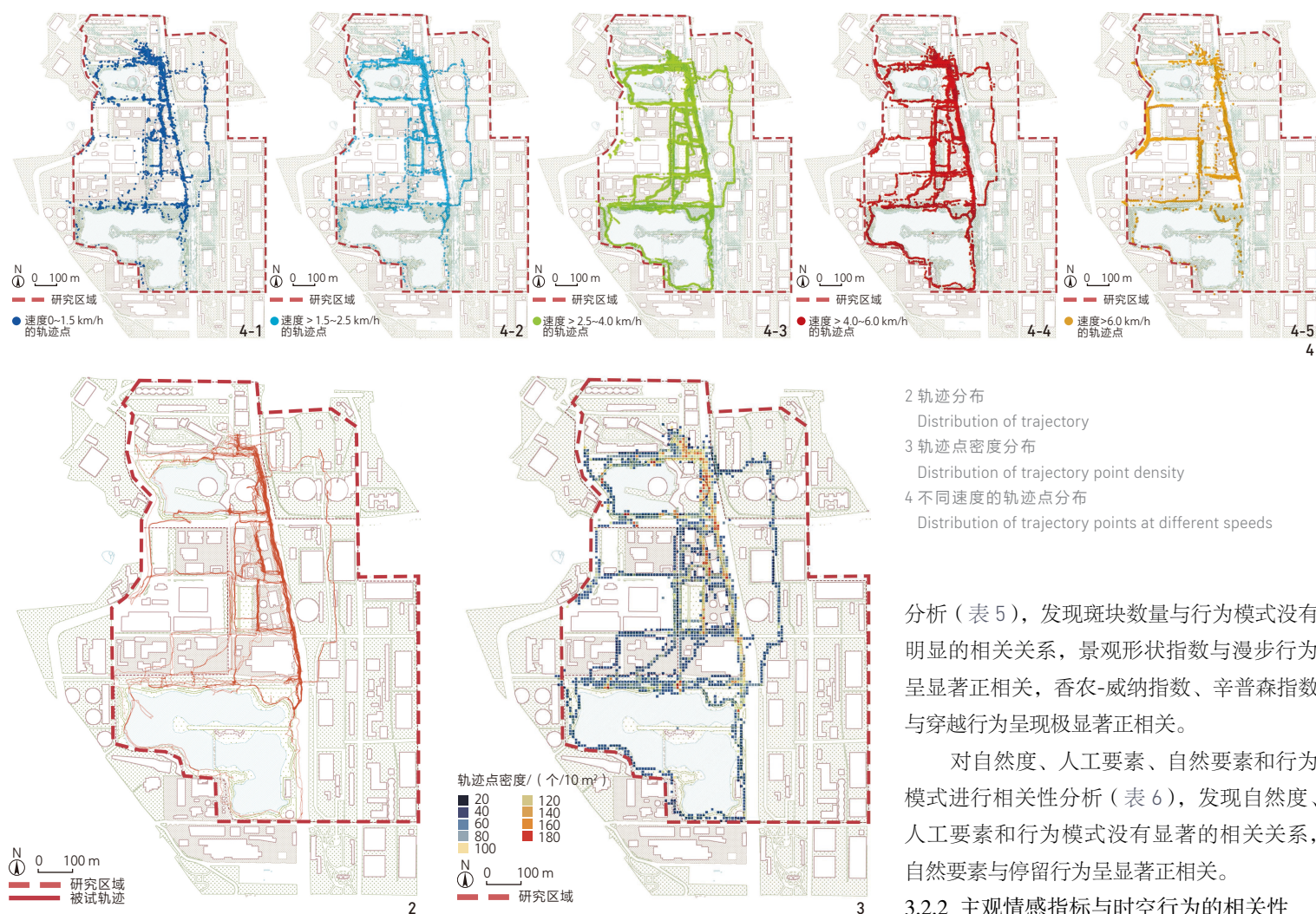
3 结果与分析

3.1 游客时空行为轨迹分析

游客主要集中在群明湖大街，并沿路向六工汇片区和三高炉秀池片区扩散；群明湖周边的游客较少；高线公园的游客最少（图 2）。

基于 ArcGIS 10.8 中的点密度分析工具，将落在搜索区域内点的数量除以搜索区域的面积，得到点密度分析图。将轨迹点密度根据自然断点法分为 9 个等级（图 3）。可以看出，三高炉秀池东片区、六工汇东北片区和群明湖北片区轨迹点密度最高，为三大热点区域，且这三大热点区域由群明湖大街串联；轨迹点密度较低的区域集中在群明湖南片区、高线公园片区和六工汇西南片区。

分别分析不同速度区间的轨迹点分布情况，探究不同速度区间及其对应的行为模式在首钢工业遗址公园中的分布情况（图 4），可以发现速度在 0~1.5 km/h 的轨迹点在三高炉秀池片区分布最密集；速度在 > 1.5~2.5 km/h 的轨迹点与速度在 0~1.5 km/h 的轨迹点的分布规律相似，差异性较小；相对于其他速度区间的轨迹点，速度在 > 2.5~4.0 km/h 的轨迹点在群明湖片区分布更密集，其他区域的轨迹点分布规律则无太大差异；速度在 > 4.0~



2 轨迹分布
Distribution of trajectory
3 轨迹点密度分布
Distribution of trajectory point density
4 不同速度的轨迹点分布
Distribution of trajectory points at different speeds

6.0 km/h 的轨迹点相对于速度在 >2.5~4.0 km/h 的轨迹点在群明湖南片区分布较少，而与其他速度区间的轨迹点分布没有太大的差异；速度 >6.0 km/h 的轨迹点仅在六工汇西北片区有较为密集分布。

3.2 后工业景观空间特征与游客时空行为轨迹的关系

利用 ENVI 5.6 和 ArcGIS 10.8 软件识别出首钢工业遗址公园高分二号卫星遥感影像中的各类空间要素，并分别计算各类空间要素在每个样本空间的面积占比。将客观指标（空间要素面积占比、景观格局指数、自然度）、主观情感指标和时空行为轨迹数据导入 SPSS 软件进行统计，研究客观指标对游客时空行为模式的影响和分析主观情感指标与游客时空行为模式的相关性。对于连续变量，采用相关性分析的方法，对于连续变量与分类变

量，采用组间差异比较的方法。

3.2.1 客观指标与时空行为的相关性

根据人体运动学和交通行为研究，人类步行速度通常不会超过 6.0 km/h，此速度超出了一般人类步行速度的范畴，更可能代表跑步或使用交通工具的情况。因此，在进行相关性分析时，为了确保分析结果的准确性和科学性，本研究排除了速度超过 6.0 km/h 的轨迹点，仅分析处于一般人类步行速度范围内的行为模式。对各类空间要素面积占比和行为模式进行相关性分析（表 4），发现硬质铺装面积占比、人行道面积占比、车行道比例和绿地面积占比与行为模式没有明显的相关关系，而建筑面积占比与停留行为呈显著负相关，水体面积占比与通行行为呈极显著负相关。

对景观格局指数与行为模式进行相关性

分析（表 5），发现斑块数量与行为模式没有明显的相关关系，景观形状指数与漫步行为呈显著正相关，香农-威纳指数、辛普森指数与穿越行为呈现极显著正相关。

对自然度、人工要素、自然要素和行为模式进行相关性分析（表 6），发现自然度、人工要素和行为模式没有显著的相关关系，自然要素与停留行为呈显著正相关。

3.2.2 主观情感指标与时空行为的相关性

对主观情感指标数据进行正态分布检验（单样本 K-S 检验），结果显示主观情感指标数据不符合正态分布（ $p < 0.05$ ）。因此，将主观情感指标数据与行为模式进行斯皮尔曼相关性分析。通过 SPSS 软件对 10 个主观情感指标和行为模式进行相关性分析（表 7），发现除人工干预和管理程度与停留行为呈现显著正相关外，其余指标与时空行为无显著相关性。

4 讨论

4.1 后工业景观与时空行为的关系

本研究中游客停留和漫步行为发生最多的地点为三高炉秀池片区，该片区景观要素丰富，包含水体、植物、广场铺装和建筑多种空间要素，多样的植物类型与水体吸引人们驻足停留，游客对于该空间的喜爱程度最高，这与问卷中 24 个样本空间的满意度调查

表7 主观情感指标与行为模式的相关性
Tab. 7 Correlation between subjective emotion indicators and behavioral patterns

行为模式	相关系数									
	满意度	宁静程度	空间历史文化特征明显程度	人工干预和管理程度	植物种类丰富度	自然演替程度	安全感	平坦开敞程度	私密性	开展社交活动适宜性
停留	-0.314	-0.464	0.086	0.829*	-0.543	-0.771	-0.657	0.029	-0.406	0.145
漫步	0.257	-0.029	-0.200	-0.314	-0.257	-0.086	-0.086	-0.543	-0.406	-0.290
通行	-0.371	0.319	-0.257	-0.486	0.543	0.371	0.371	0.086	0.580	-0.667
穿越	0.257	-0.464	0.086	0.600	-0.429	-0.200	-0.200	0.029	-0.638	0.725

注：*表示在0.05级别（双尾）相关性显著。

表4 空间要素面积占比与行为模式的相关性
Tab. 4 Correlation between area proportion of spatial elements and behavioral patterns

行为模式	相关系数					
	硬质铺装面积占比	车行道面积占比	人行道面积占比	建筑面积占比	水体面积占比	绿地面积占比
停留	-0.144	0.135	-0.159	-0.433*	-0.500	0.307
漫步	0.205	0.279	0.274	-0.017	-0.500	0.211
通行	0.305	0.198	0.210	0.079	-1.000**	0.191
穿越	0.238	0.068	-0.064	-0.021	0.650 0	0.080

注：*表示在0.05级别（双尾）相关性显著；**表示在0.01级别（双尾）相关性显著。

表5 景观格局指数与行为模式的相关性
Tab. 5 Correlation between landscape pattern index and behavioral patterns

行为模式	景观格局指数			
	景观形状指数	斑块数量	香农-威纳指数	辛普森指数
停留	0.217	0.081	0.355	0.403
漫步	0.436*	0.050	0.200	0.264
通行	0.056	-0.149	0.287	0.404
穿越	-0.125	-0.155	0.521**	0.532**

注：*表示在0.05级别（双尾）相关性显著；**表示在0.01级别（双尾）相关性显著。

表6 人工介入程度与行为模式的相关性
Tab. 6 Correlation between degree of manual intervention and behavioral patterns

行为模式	相关系数		
	自然度	人工要素	自然要素
停留	0.319	0.241	0.407*
漫步	-0.024	-0.216	0.231
通行	-0.003	-0.132	0.199
穿越	0.042	-0.051	0.079

注：*表示在0.05级别（双尾）相关性显著。

结果一致。此外，本研究结果印证了景观空间中吸引视觉的要素及组合越多，景观丰富性越强，该空间的吸引力越大，且具有原始生态特质的自然郊野游憩环境对游客会有更大的吸引力。群明湖片区相较于三高炉秀池片区拥有更高的自然度，但游客停留行为却相对较少，这可能是由于群明湖片区水岸边种植了大片的湿地植物，植物种类丰富度高且视线遮挡程度较高，不能看到明显的岸线，

而远水区域多为空旷的草坪空间，故游客在群明湖片区中更倾向于通行、穿越。

空间要素面积占比与行为模式的相关性分析表明，水体面积占比越高，通行行为越少，即人们在水体面积占比高的空间中更倾向于停留而不是通行、穿越。

4.2 后工业景观“风景-遗存”特征的作用

随着城市化的进程，人们在城市生活中接触自然的机会减少，但城市生活的压力和

负担却在不断增加。本研究发现停留行为与人工干预和管理程度呈显著正相关，即人工干预和管理程度高的空间更能吸引游客的停留，说明适度再野化的景观更能够得到公众的认同，这与以往不同场景的荒野景观偏好研究的结论一致^[23]。后工业景观中的建筑面积占比与停留行为呈显著负相关，这是由于建筑具有占地面积大且高度较高的特征，建筑面积占比越低的空间开敞程度越高，该结论间接反映了开敞程度越高的空间越容易吸引人停留。同时后工业景观中的建筑尺度大，会削弱空间的开阔感，在竖向空间给游客造成心理上压迫感，在这样的空间里人们更倾向于通行而不是停留。

分析相关研究，与本研究结论不同的是，城市开放绿地和滨水空间中的人工要素大多会引起负面情绪^[51]；建筑和铺装要素对城市街道空间既有正面影响，也存在负面影响^[52]。相同的是，人们对传统农业景观和军事遗产景观中的老建筑和防御设施感兴趣^[53]，因为大多数人都认为保护工业遗产十分重要，后工业景观则是对工业遗产重新设计的结果。

4.3 后工业景观的营建策略

通过对工业厂区的高质量改造，合理、恰当地再利用场地内的历史或文化内涵，可以使工业废弃地重焕新生。1）在后工业景观中强调地标、节点、路径等景观元素的功能，可以增加游客的视觉感知，进而提升景观空间的可进入性和引导性，吸引游客驻足停留。2）适当增加建筑面积并协调工业遗存与植物在空间布局中的关系，可以更好地构建具有层次感的空间体验。与新建景观不同，后工业景观的设计受到更多限制，需要以工业要素为基础，通过改造与再生设计，保留工业要素的历史价值，为场地配备功能多元、丰

富的景观。3) 后工业景观中的植物设计可以结合时代特色, 优化原有功能性植物群落, 保护再野化过程中形成的荒野景观, 可以为游客带来丰富的工业遗产旅游体验, 打造沉浸式的后工业景观。4) 不同片区的景观设计应具有针对性与独特性, 比如游客通行和穿越行为占比最高的片区是群明湖片区, 可以将道路作为该空间的设计重点。

5 总结与展望

作为后工业景观研究与实践的典型案例, 首钢工业遗址公园充分体现了工业遗存保护与景观复兴融合的理念, 本研究以首钢工业遗址公园为研究对象, 主要得出 3 点结论。1) 游客倾向于在植物种类丰富度高的空间中停留, 但植物种类丰富度的增加会导致人们趋向于选择穿越与通行。2) 建筑高度和体量增加会导致空间开敞程度降低, 游客在此类空间中倾向于通行而不是停留。3) 不同类别的景观要素会使游客产生不同的情感反馈, 这些主观情感在游览过程中会对游客行为模式产生影响。

后工业景观所面临的转型, 不仅是工业用地向城市功能单一维度用地的转化, 更是工业设施、园林设施两套异质系统在与城市功能整合过程中所需解决的兼容性问题^[54]。本研究仍存在一定局限, 如追踪时间短暂、活动时间段未全覆盖、样本量较少、研究对象年龄结构较为单一、缺少生态功能数据等问题, 并且以空间要素为切入点游客时空行为进行分析, 容易忽略停留时间等其他因素, 未来需对后工业景观中的游客时空行为进行综合研究, 为后工业景观规划设计与管理提出建议。

致谢 (Acknowledgments):

感谢北京津发科技股份有限公司对本研究的技术支持。

参考文献 (References):

[1] 李梦一欣, 刘欣怡, 李荣庭, 等. 以价值为导向的城市工业废弃地再野化全球研究进展与挑战[J]. 风景园林, 2024, 31 (11): 38-44.
LI M Y X, LIU X Y, LI R T, et al. Progress and Challenges in Global Research on Value-Oriented Rewilding of Urban Industrial Wastelands[J]. Landscape Architecture, 2024,

31 (11): 38-44.

[2] 刘译环, 刘娇. 工业废弃地景观重塑研究: 以长春市莲花山大顶子废弃矿坑为例[J]. 美与时代 (城市版), 2023 (9): 53-55.

LIU Y H, LIU J. Research on Landscape Remodeling of Industrial Waste Land: The Case of Abandoned Mining Pit of Daitengzi, Lianhuashan, Changchun City[J]. Beauty & Times, 2023 (9): 53-55.

[3] 苗明瑞, 冯律航, 吴尧, 等. 哈尔滨工业废弃地现存问题及活化路径研究[J]. 建筑与文化, 2024 (7): 140-143.

MIAO M R, FENG L H, WU Y, et al. Research on Existing Problems and Activation Paths of Harbin Industrial Wasteland[J]. Architecture & Culture, 2024 (7): 140-143.

[4] 包钰婷, 李晓鹏, 黄瑞. 成都四环路内工业废弃地自生植物生境及物种多样性[J]. 风景园林, 2024, 31 (1): 103-111.
BAO Y T, LI X P, HUANG R. The Habitat and Diversity of Spontaneous Plants in Industrial Wasteland in the Fourth Ring Road of Chengdu[J]. Landscape Architecture, 2024, 31 (1): 103-111.

[5] 金云峰, 方凌波, 沈洁. 工业森林视角下棕地景观再生的场所营造策略研究: 以德国鲁尔为例[J]. 中国园林, 2018, 34 (6): 70-74.

JIN Y F, FANG L B, SHEN J. Place-Making Strategy of Brownfield Regeneration of Industrial Forests in Ruhr[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34 (6): 70-74.

[6] 郑晓笛. 棕地再生的风景园林学探索: 以“棕色土方”联结污染治理与风景园林设计[J]. 中国园林, 2015, 31 (4): 10-15.

ZHENG X D. Landscape Research on Brownfield Regeneration: "Brown Earth-Work" to Bridge Environmental Remediation and Landscape Design[J]. Chinese Landscape Architecture, 2015, 31 (4): 10-15.

[7] 钟誉嘉, 吴丹子, 林菁. 城市垃圾填埋场景观再生策略探讨[J]. 工业建筑, 2019, 49 (11): 33-37.

ZHONG Y J, WU D Z, LIN Q. Discussion on Landscape Recycling Strategy of Urban Landfill Site[J]. Industrial Construction, 2019, 49 (11): 33-37.

[8] 常湘琦, 朱育帆. 碎片复写: 高强度再利用背景下的首钢北京冬奥组委总部景观设计营建[J]. 中国园林, 2020, 36 (3): 21-26.

CHANG X Q, ZHU Y F. Fragment Palimpsest: 2022 Winter Olympic Organizing Committee Headquarters in Shougang Industrial Park in High-Intensity Development[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (3): 21-26.

[9] 罗彼德, 简夏仪. 中国工业遗产与城市保护的融合[J]. 国际城市规划, 2013, 28 (1): 56-62.

ROWE P G, KAN H Y. Accommodation of China's Industrial Heritage in Urban Conservation Practices[J]. Urban Planning International, 2013, 28 (1): 56-62.

[10] 陈跃中, 刘剑, 慕晓东. 废墟审美下的设计策略: 首钢园区冬训中心与五一剧场地块景观设计解析[J]. 中国园林, 2020, 36 (3): 33-39.

CHEN Y Z, LIU J, MU X D. Design Strategies Under Ruins Aesthetics: An Analysis of Landscape Design of the Winter Training Center and May Day Theater in Shougang Industrial Park[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (3): 33-39.

[11] 戴代新. 后工业景观设计语言: 上海宝山节能环保园核心区景观设计评议[J]. 中国园林, 2011, 27 (8): 8-12.

DAI D X. Language of Post-Industrial Landscape: Analysis of the Core Area Landscape Design in the Energy-Saving & Environment-Friendly Park of Baoshan, Shanghai[J]. Chinese Landscape Architecture, 2011, 27 (8): 8-12.

[12] 郭浩, 马源. 工业遗产廊道模式下的江河沿岸工业遗产保护与利用: 以广州珠江为例[J]. 工业建筑, 2022, 52 (5): 9-15, 76.

GUO H, MA Y. Protection and Utilization of Riverside Industrial Heritage Under the Mode of Industrial Heritage Corridor: Taking the Pearl River in Guangzhou as an Example[J]. Industrial Construction, 2022, 52 (5): 9-15, 76.

[13] 郑晓笛, 付泉川, 吴熙. 资源衰退型城市“城-棕-绿”空间格局研究: 以湖北省黄石市为例[J]. 风景园林, 2021, 28 (2): 28-33.

ZHENG X D, FU Q C, WU X. Spatial Pattern of "City-Brown-Green" in Resource-Exhausted Cities: A Case Study of Huangshi City, Hubei Province[J]. Landscape Architecture, 2021, 28 (2): 28-33.

[14] OPPERT J M, CHARLES M A, CHARREIRE H, et al. Home and Work Physical Activity Environments: Associations with Cardiorespiratory Fitness and Physical Activity Level in French Women[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2016, 13 (8): 824.

[15] 魏方, 徐静, 樊懋, 等. 可持续更新背景下后工业景观的连贯性与易读性感知研究[J]. 风景园林, 2023, 30 (6): 27-34.

WEI F, XU J, FAN M, et al. Research on the Perceived Coherence and Legibility of Post-Industrial Landscape in the Context of Sustainable Renewal[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (6): 27-34.

[16] 赵叶晴. 从环境经验到审美经验: 柏林特环境美学思想研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2022.

ZHAO Y Q. From Environmental Experience to Aesthetic Experience: A Research on the Environmental Aesthetic Thoughts of Arnold Berleant[D]. Xiamen: Xiamen University, 2022.

[17] MITTERMEIER R A, MITTERMEIER C G, BROOKS T M, et al. Wilderness and Biodiversity Conservation[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2003, 100 (18): 10309-10313.

[18] 袁嘉, 游奉溢, 侯春丽, 等. 基于植被再野化的城市荒野生境重建: 以野花草甸为例[J]. 景观设计学, 2021, 9 (1): 26-39.

YUAN J, YOU F Y, HOU C L, et al. Reconstruction of Urban Wilderness Habitats Based on Vegetation Rewilding: Taking Wildflower Meadows as an Example[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2021, 9 (1): 26-39.

[19] PIMM S L. Environment. Can We Defy Nature's End?[J]. Science, 2001, 293 (5538): 2207-2208.

[20] YANG Y, GENG L, XIANG P, et al. Nature Connectedness: It's Concept, Measurement, Function and Intervention[J]. Advances in Psychological Science, 2017, 25 (8): 1360.

[21] 冯昕玥, 林敏慧. 城市公园游客属性、身体活动与场地条件关系研究[J]. 中国园林, 2023, 39 (7): 89-95.

FENG X Y, LIN M H. Study on the Relationships Between Tourists' Characteristics, Physical Activity Level and Site Conditions[J]. Chinese Landscape Architecture, 2023, 39 (7): 89-95.

[22] 陈亚, 阎景娟, 李宇. 城市后工业景观与空间记忆: 以金牛山生态修复为例[J]. 城市发展研究, 2024, 31 (2): 30-34.

CHEN Y, YAN J J, LI Y. Post-Industrial Landscape and Spatial Memory: A Case Study of Ecological Restoration in Jinniu Mountain[J]. Urban Development Studies, 2024, 31 (2): 30-34.

[23] JIANG B, LI D, LARSEN L, et al. A Dose-Response Curve

Describing the Relationship Between Urban Tree Cover Density and Self-Reported Stress Recovery[J]. Environment and Behavior, 2016, 48 (4): 607-629.

[24] RINK D. Wilderness: The Nature of Urban Shrinkage? The Debate on Urban Restructuring and Restoration in Eastern Germany[J]. Nature and Culture, 4(3): 275-292.

[25] 杨锐, 曹越. “再野化”: 山水林田湖草生态保护修复的新思路[J].生态学报, 2019, 39 (23): 8763-8770.

YANG R, CAO Y. Rewilding: New Ideas for Ecological Protection and Restoration Projects of Mountains-Rivers-Forests-Farmlands-Lakes-Grasslands[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39 (23): 8763-8770.

[26] 朱育帆.历史对象与后工业景观[J].中国园林, 2020, 36 (3): 6-14.

ZHU Y F. Historical Objects and Post-Industrial Landscape[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (3): 6-14.

[27] 王哲, 朱捷.探索景观触媒效应下城市后工业景观设计推动山地城市更新的途径[J].中国园林, 2024, 40 (1): 86-92.

WANG Z, ZHU J. Exploring the Approaches for Urban Renewal in Mountainous City by Urban Post-Industrial Landscape Design Based on the Impact of Landscape Catalyst Effect[J]. Chinese Landscape Architecture, 2024, 40 (1): 86-92.

[28] FOO C H. Linking Forest Naturalness and Human Well-Being: A Study on Public's Experiential Connection to Remnant Forests Within a Highly Urbanized Region in Malaysia[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 16: 13-24.

[29] SIKORSKA D, CIĘŻKOWSKI W, BABAŃCZYK P, et al. Intended Wilderness as a Nature-Based Solution: Status, Identification and Management of Urban Spontaneous Vegetation in Cities[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 62: 127155.

[30] TAN C, CHEN W Y, SU Y, et al. Wild or Neat? Personal Traits Affect Public Preference for Wildness of Urban Lakeshores in France and China[J]. Landscape and Urban Planning, 2024, 252: 105190.

[31] RADFORD S L, SENN J, KIENAST F. Indicator-Based Assessment of Wilderness Quality in Mountain Landscapes[J]. Ecological Indicators, 2019, 97: 438-446.

[32] MÜLLER A, BØCHER P K, FISCHER C, et al. 'Wild' in the City Context: Do Relative Wild Areas Offer Opportunities for Urban Biodiversity?[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 170: 256-265.

[33] WEI F, HUANG C, CAO X, et al. "Restorative-Repressive" Perception on Post-Industrial Parks Based on Artificial and Natural Scenarios: Difference and Mediating Effect[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 84: 127946.

[34] 魏方, 班馨月, 曾鹏.时空的压缩与延展: 后工业景观中的废墟图景与历时表达[J].园林, 2024, 41 (12): 25-31.

WEI F, BAN X Y, ZAN P. Compression and Extension of Space-Time: Images of Ruins in Postindustrial Landscapes[J]. Landscape Architecture Academic Journal, 2024, 41 (12): 25-31.

[35] 任维, 李巧婷, 詹开元, 等.基于机器学习的福建泉州世界文化遗产景观感知研究[J].风景园林, 2024, 31 (11): 120-129.

REN W, LI Q T, ZHAN K Y, et al. Research on Landscape Perception of World Cultural Heritage in Quanzhou, Fujian Based on Machine Learning[J]. Landscape Architecture, 2024, 31 (11): 120-129.

[36] 刘滨谊, 冯磊, 马淑茵, 等.八景的景观多维感知机制研究[J].风景园林, 2024, 31 (7): 12-19.

LIU B Y, FENG J L, MA S H, et al. Research on the Mechanism for Multidimensional Landscape Perception of "Eight Scenes"[J]. Landscape Architecture, 2024, 31 (7): 12-19.

[37] 刘永峰, 潘诗雨, 李早, 等.工业遗存改造型创意街区外部空间视觉量化分析: 以合肥市“长江180”与“合柴1972”为例[J].建筑与文化, 2021 (11): 193-194.

LIU Y F, PAN S Y, LI Z, et al. Visual Quantitative Analysis of the External Space of Industrial Relics Reconstructed Creative Block: Taking Hefei "Changjiang 180" and "He Chai 1972" for Examples[J]. Architecture & Culture, 2021 (11): 193-194.

[38] 王思宇.基于空间属性分析的城市绿地设计研究[J].城市建筑, 2021, 18 (23): 167-169.

WANG S Y. Research on Urban Green Space Design Based on Spatial Attributes[J]. Urbanism and Architecture, 2021, 18 (23): 167-169.

[39] 李宾.首钢工业景观格局变迁研究 (1919—2019) [J].中国园林, 2020, 36 (3): 15-20.

LI B. On the Patterns of Changes in Shougang Industrial Landscape (1919-2019)[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (3): 15-20.

[40] MASSONI E S, BARTON D N, RUSCH G M, et al. Bigger, More Diverse and Better? Mapping Structural Diversity and Its Recreational Value in Urban Green Spaces[J]. Ecosystem Services, 2018, 31: 502-516.

[41] EKIM B, DONG Z, RASHKOVETSKY D, et al. The Naturalness Index for the Identification of Natural Areas on Regional Scale[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2021, 105: 102622.

[42] DZHAMBOV A M, LERCHER P, RÜDISSE J, et al. Allergic Symptoms in Association with Naturalness, Greenness, and Greyness: A Cross-Sectional Study in Schoolchildren in the Alps[J]. Environmental Research, 2021, 198: 110456.

[43] HANNA E, BRUNO D, COMÍN F A. Evaluating Naturalness and Functioning of Urban Green Infrastructure[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 80: 127825.

[44] MACHADO A. An Index of Naturalness[J]. Journal for Nature Conservation, 2004, 12 (2): 95-110.

[45] SHAW S L, YU H, BOMBOM L S. A Space-Time GIS Approach to Exploring Large Individual-Based Spatiotemporal Datasets[J]. Transactions in GIS, 2008, 12 (4): 425-441.

[46] 秦昆, 王玉龙, 赵鹏祥, 等.行为轨迹时空聚类与分析[J].自然杂志, 2018, 40 (3): 177-182.

QIN K, WANG Y L, ZHAO P X, et al. Spatiotemporal Clustering and Analysis of Behavior Trajectory[J]. Chinese Journal of Nature, 2018, 40 (3): 177-182.

[47] 高强, 张凤荔, 王瑞锦, 等.轨迹大数据: 数据处理关键技术研究综述[J].软件学报, 2017, 28 (4): 959-992.

GAO Q, ZHANG F L, WANG R J, et al. Trajectory Big Data: A Review of Key Technologies in Data Processing[J]. Journal of Software, 2017, 28 (4): 959-992.

[48] 梁锡燕.基于两步路平台的佛山市户外游憩行为和空间感知研究[D].广州: 华南理工大学, 2022.

LIANG X Y. Study on Outdoor Recreation Behavior and Spatial Perception Based on Two Steps Platform in Foshan[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2022.

[49] PESCHARDT K K, STIGSDOTTER U K. Associations Between Park Characteristics and Perceived Restorativeness of Small Public Urban Green Spaces[J]. Landscape and

Urban Planning, 2013, 112: 26-39.

[50] BRONSTEIN I N, SEMENDJAJEW K A, MUSIOL G, et al. Taschenbuch der Mathematik[M]. Deutsch: Verlag Harri Deutsch, 2008.

[51] DENG L, LUO H, MA J, et al. Effects of Integration Between Visual Stimuli and Auditory Stimuli on Restorative Potential and Aesthetic Preference in Urban Green Spaces[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 53: 126702.

[52] HARVEY C, AULTMAN-HALL L, HURLEY S E, et al. Effects of Skeletal Streetscape Design on Perceived Safety[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 142: 18-28.

[53] KALTENBORN B P, BJERKE T. Associations Between Environmental Value Orientations and Landscape Preferences[J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 59 (1): 1-11.

[54] 吕回, 朱育帆.后现代性想象: 首钢群明湖公园后工业景观设计研究[J].中国园林, 2020, 36 (3): 27-32.

LÜ H, ZHU Y F. The Imagination in Post-Modernism: Research of Post-Industry Landscape Design in the Case of Qunminghu Park in Shougang Group[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (3): 27-32.

图表来源(Sources of Figures and Tables):

文中图表均由作者绘制, 其中图 1-4 底图来源于 OpenStreetMap 开源网站并经 ArcGIS 和 PS 软件处理。

(编辑 / 边紫琳)

作者简介:

邱思嘉 / 女 / 北京林业大学园林学院在读硕士研究生 / 研究方向为风景园林规划与设计

宝力格 / 男 / 蒙古族 / 北京林业大学园林学院在读硕士研究生 / 研究方向为风景园林规划与设计

徐静 / 女 / 苗族 / 北京林业大学园林学院在读硕士研究生 / 研究方向为风景园林规划与设计

魏方 / 女 / 博士 / 北京林业大学园林学院副教授 / 研究方向为当代风景园林设计理论、景观感知、可持续更新
通信作者邮箱: weif13@bjfu.edu.cn

QIU S J, BAO L G, XU J, WEI F. Research on the Influence Mechanism of “Scenery-Relics” Landscape on Public Spatio-Temporal Behavior and Perception Preference in Industrial Wasteland: A Case Study of Shougang Industrial Heritage Park[J]. Landscape Architecture, 2025, 32(3): 41-48. DOI: 10.3724/j.fjyl.LA20240107.

Research on the Influence Mechanism of “Scenery-Relics” Landscape on Public Spatio-Temporal Behavior and Perception Preference in Industrial Wasteland: A Case Study of Shougang Industrial Heritage Park

QIU Sijia, BAO Lige, XU Jing, WEI Fang*

Abstract:

[Objective] During the de-industrialization period, large areas of urban industrial wastelands have slowed the process of urbanization and economic development. These sites, associated with environmental pollution, loss of biodiversity, and urban spatial fragmentation, have negatively influenced residents' quality of life and well-being, eventually turning into abandoned spaces. The reclamation of industrial wastelands can effectively promote the development of these accounting components. Moreover, the “Scenery-Relics” concept, as a novel form of green space, has demonstrated significant potential for transformation, offering new directions for enhancing ecosystem cultural services.

[Methods] The spatio-temporal behavioral trajectory technique provides an accurate and efficient method for the research on public behavioral preferences in post-industrial landscapes. Based on the aforesaid technique, to quantify the naturalness of sample spaces, spatial metrics are employed to measure their natural degree. By examining the trajectory patterns of tourists in post-industrial landscapes with varying degrees of naturalness, the number and density of trajectory points are used to investigate the behavioral patterns of tourists.

[Results] The results indicate a significant association mechanism between the spatio-temporal behavior trajectories of tourists and the “Scenery-Relics” of industrial land renewal. Various spatial elements and subjective emotional indicators within the naturalness of industrial landscapes exert certain influence on tourists' spatio-temporal behavior. Overall, the proportion of buildings is inversely related to tourists' stay time; the higher the proportion of buildings among all landscape elements, the shorter tourists' stay. In terms of spatial indicators regarding the naturalness of industrial landscape, there is no significant correlation between behavior distribution and the proportions of paved areas, pedestrian pathways, vehicular roadways, or green spaces. However, the proportion of buildings shows a significant negative correlation with stay behavior distribution, while the proportion of water bodies exhibits a significant negative correlation with traffic behavior. The number of patches is not significantly related to behavior distribution, but the landscape shape index shows a significant positive correlation with strolling behavior. Shannon's Diversity Index and Simpson's Diversity Index demonstrate significant positive correlations with rapid traffic behavior. While naturalness and artificial elements are not significantly correlated with behavior distribution, natural elements show a significant positive correlation with stay behavior, and the number of plant layers is positively correlated with stay behavior. However, the data on subjective emotional indicator do not follow a normal distribution ($p < 0.05$). Satisfaction, plant species, naturalness, and a sense of security show no significant relationship with behavior distribution. In contrast, artificial interventions and management are significantly positively correlated with stay behavior, indicating that tourists' subjective perception of Shougang Industrial Heritage Park reveals a significant correlation between artificial interventions, management, and tourists' behavior trajectories. Additionally, relevant research on the San Gaolu Xiuchi and Qunming Lake areas further confirms that within

the natural elements of landscape spaces, the area of water bodies and the richness of plant spatial diversity are positively correlated with tourists' stay time. Larger water body areas and more diverse plant landscapes can effectively attract tourists to stay.

[Conclusion] Examining the behavior patterns of tourists in post-industrial landscapes from the perspective of spatio-temporal trajectory can help elucidate the spatio-temporal relationships between post-industrial landscapes and tourist behaviors. This approach provides a theoretical reference for the design and transformation of post-industrial landscapes, the optimization of urban green space structure, and the organic renewal of industrial wastelands.

Keywords: landscape architecture; post-industrial landscape; spatio-temporal behavior trajectory; perception preference

Authors:

QIU Sijia is a master student in the School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University. Her research focuses on landscape planning and design.

BAO Lige (Mongol) is a master student in the School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University. His research focuses on landscape planning and design.

XU Jing (Miao) is a master student in the School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University. Her research focuses on landscape planning and design.

WEI Fang, Ph.D., is an associate professor in the School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University. Her research focuses on contemporary landscape design theory, landscape perception, and sustainable renewal.
Corresponding author Email: weif13@bjfu.edu.cn