引用格式：高长征，邓梦媛，宋亚亭，等. 装置艺术置入下郑州油化厂工业遗产更新活力评价[J]. 工业建筑，2026，56(3)：68-76. GAO Changzheng，DENG Mengyuan，SONG Yating，et al. Evaluation of the Vitality of Industrial Heritage Renewal at Zhengzhou Oil Refinery Through Installation Art Integration[J]. Industrial Construction，2026，56(3)：68-76 (in Chinese). DOI：10.3724/j.gyjzG25092605

装置艺术置入下郑州油化厂工业遗产更新活力评价*

高长征　邓梦媛　宋亚亭　张庆锋

（华北水利水电大学人居科学与设计学院，郑州　450046）

摘　要　在工业遗产保护与再利用的时代背景下，空间活力的激活已成为工业遗产改造更新的重要路径。以郑州油化厂工业遗产为例，选取装置艺术作为活力激活出发点，通过构建“认知—空间—环境”的维度框架，运用灰色关联分析法识别空间活力要素与空间激活之间的关联程度，揭示装置艺术置入对工业遗产公共空间活力形成的作用机理。研究结果表明：认知维度中功能需求关联度最高(0.708)，表明装置艺术的主题标志性与造型表现力能显著提升公众识别与情感投射；空间维度中功能需求关联度最高(0.892)，表明装置艺术布局与功能设计对空间秩序与人群聚集具有决定性作用；环境维度中功能需求与空间组织关联度较高(0.777、0.733)，而活动设施关联度最低(0.202)，表明装置艺术的功能与布局对环境活力的驱动作用显著，而设施完善可作为辅助优化。

关键词　工业遗产；空间活力；装置艺术；更新要素评价；郑州油化厂

Evaluation of the Vitality of Industrial Heritage Renewal at Zhengzhou Oil Refinery Through Installation Art Integration

GAO Changzheng　DENG Mengyuan　SONG Yating　ZHANG Qingfeng

(*School of Human Settlements*, *North China University of Water Resources and Electric Power*, *Zhengzhou* 450046, *China*)

Abstract: Against the backdrop of industrial heritage conservation and reuse, the revitalisation of spatial vitality has emerged as a crucial pathway for the transformation and renewal of industrial heritage sites. Taking the industrial heritage of Zhengzhou Oil Refinery as a case study, this research adopts installation art as the starting point for vitality activation. By constructing a “cognitive-spatial-environmental” dimensional framework and employing grey relational analysis to identify the correlation between spatial vitality elements and spatial activation, it reveals the mechanism through which the integration of installation art contributes to the formation of public spatial vitality within industrial heritage sites. Findings indicate: within the cognitive dimension, functional requirements exhibit the highest correlation (0.708), demonstrating that the thematic distinctiveness and expressive form of installation art significantly enhance public recognition and emotional engagement. Within the spatial dimension, functional requirements also show the strongest correlation (0.892), indicating that the layout and functional design of installation art decisively influence spatial order and crowd aggregation. Within the environmental dimension, functional requirements showed high correlations with spatial organisation (0.777) and activity facilities (0.733), while activity facilities had the lowest correlation (0.202). This indicates that the functionality and layout of installation art significantly drive environmental vitality, with facility enhancement serving as a supplementary optimisation.

*河南省科协科技决策咨询研究课题(SKXJCZX-2026-05A)；河南兴文化工程文化研究专项项目(2024XWH019)。

第一作者：高长征，博士，教授，主要从事流域城乡聚落可持续发展及城市公共空间微更新研究，hsgcz2022@126.com。

通信作者：邓梦媛，硕士研究生，主要从事流域城乡聚落可持续发展及城市公共空间微更新研究，17337115112@163.com。

收稿日期：2025-09-26

Keywords: industrial heritage; spatial vitalit; installation art; evaluation of renewal factors; Zhengzhou Oil Refinery

0　引　言

工业遗产作为城市公共空间承载功能与记忆的复合性场所，其价值不仅体现在物质空间的延续，更体现在空间活力的生成与维系[1]。然而，在新型城镇化快速推进与产业结构深度调整的背景下，工业遗产公共空间普遍面临功能弱化[2]、特色淡化[3]、公共性降低[4]等问题，集中表现为空间使用活力不同程度衰退。中央一号文件中明确指出“要坚持保护优先、合理利用的原则，统筹推进历史文化街区、历史建筑及工业遗产的系统性保护与活化利用，延续城市发展的历史文脉，彰显文化自信与时代价值”。装置艺术是通过错置、悬浮、分割、聚合及叠加等手法，对既有物品进行解构与重组的艺术实践形式[5]。装置艺术的置入对工业遗产空间活力具有较强契合性。因此，研究装置艺术置入下的工业遗产公共空间活力，对于推动城市更新、解决历史城市动能不足具有重要意义。

在生物学与生态学语境中，“活力”一词最初指生物体维持生存与发展的能力。20世纪以来，学者们逐渐将“活力”概念引入空间研究[6]。简·雅各布斯[7]强调城市的多样性生活是空间活力的根源，而扬·盖尔[8]认为公共空间的活力来源于使用者的日常活动。单卓然等[9]指出活力即旺盛的生命力，其根本动因在于人的聚集与社会生活。随着研究的深入，学界逐渐关注公共空间活力的影响因子。徐煜辉等[10]提出公共空间活力可由7大要素构成，包括空间可达性、环境质量、公共设施、公共文化生活等；余健华等[11]则认为适宜的尺度、人的活动以及完善的设施与景观小品是塑造活力的关键因素。在学界对公共空间活力影响要素的持续探讨中，高长征等[12]结合我国工业遗产研究现状引入“共生理论”，构建三类共生模式并通过改造实现文化、格局与环境共生，揭示工业遗产与城市融合路径。王晶等[1]通过量化空间活力密度与活力稳度，从而揭示空间布局、功能组织与文化特征对公共空间活力的影响。辛俊颖[13]通过分析性别、年龄、职业、居住时长等因素对群体活动的影响，揭示工业遗产空间活力形成的社会机制。由此可见，工业遗产公共空间活力要素评价，不仅应基于功能需求、设施环境、空间组织与材料质感等核心维度进行系统分析，更应结合人群活动特征与空间使用强度等动态指标，以实现对空间活力的综合评估与科学判定。

灰色关联分析法是灰系统理论中的一种分析方法，用灰色关联度值来描述要素之间关系的强弱，衡量各要素之间的关联程度[14]，主要用来分析系统中母因素与子因素关系的密切程度，从而判断引起该系统发展变化的主要因素和次要因素，是对系统动态发展态势的量化比较分析方法。相对于传统回归、方差及主成分等数理统计分析方法，灰色关联分析方法对样本量多少和样本有无规律都同样适用，弥补采用数理统计方法进行系统分析所存在的不足。灰色关联分析法已逐渐成为应用于管理学、经济学、社会学等多个学科的研究方法。如运用灰色关联分析对中国城市的可持续发展水平进行加权分析[15]；采用灰色关联分析研究县域内传统村落文化资源特征要素的共生发展机制[16]；引入灰色关联分析对影响巴基斯坦建设项目各关键因素排序，从而弥补传统相对重要性指数(RII)在处理多因素复杂关系时的不足[17]；运用模糊GRA分析卢森堡市城市交通项目排序中的灵敏度以综合评估不同项目在交通效率、环境影响和经济可行性等方面的表现[18]。灰色关联分析法多用于数据处理与排序方面的研究，鲜有学者将其应用到建筑空间分析层面。

本文以郑州油化厂为研究对象，选取装置艺术置入作为活力激发的切入点，系统评估工业遗产公共空间的活力特征。通过灰色关联分析(GRA)识别各活力要素与空间发展需求之间的关联程度，从而揭示装置艺术置入对空间活力生成的影响机制。

1　理论机制分析

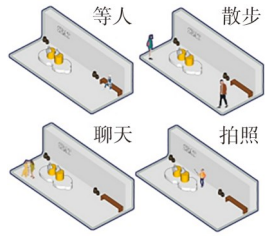
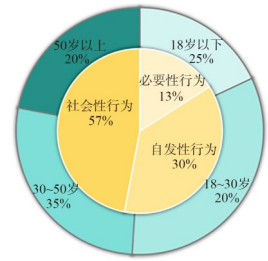
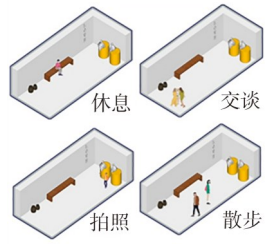
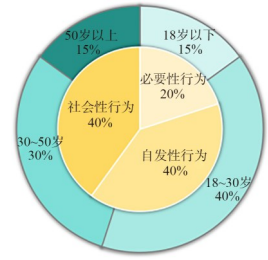
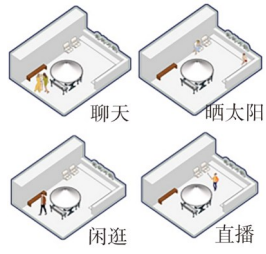
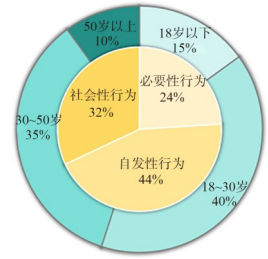
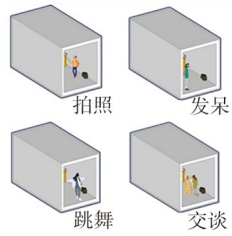
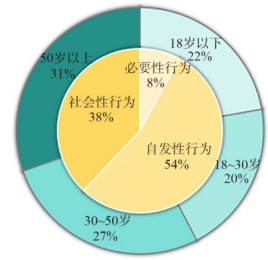
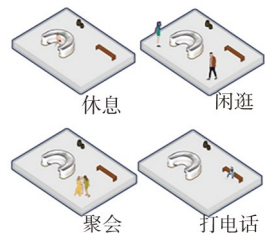
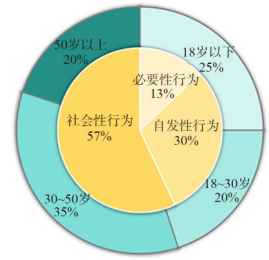
基于空间活力生成机制、共生理论及灰色系统分析方法的相关研究综述，结合弱势空间对城市微更新路径探讨[19]，可从“认知—空间—环境”维度框架出发，提炼出工业遗产公共空间活力的影响要素，即功能需求、空间组织、活动设施、材料质感。四项要素是在认知引导、空间承载与环境反馈的共同作用下，构成工业遗产公共空间活力生成的基本条件与作用

路径。

认知要素是识别装置艺术与人群互动关系的重要维度。装置艺术的视觉属性与感知特征往往直接影响人群的停留、交互与再生产行为[20]。在功能需求方面,装置艺术的主题属性承担着空间建构与情感投射的双重功能(表1)。装置艺术装饰性主题强调审美体验与氛围营造,标志性主题强化空间识别度与导向性,而叙事性主题通过符号化与故事化表达,深化场所文化记忆的同时满足人群的情感认同。在空间组织方面,装置艺术的造型形态直接影响人群的聚集模式与行为路径。外凸型装置通过突出体量形成视觉焦点并诱发交互行为;表面型装置强化空间界面的连续性与秩序性;内凹型装置则通过围合与凹陷形成局部聚合空间,增强人群停

表1　装置艺术置入下人群行为特征分析

Table 1　Analysis of human behavioural characteristics in the context of installation art

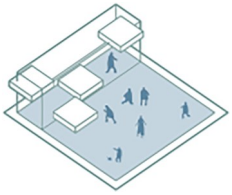
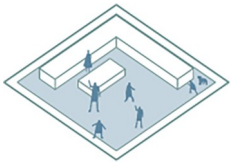
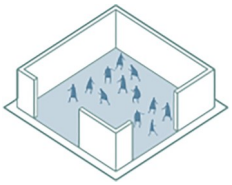
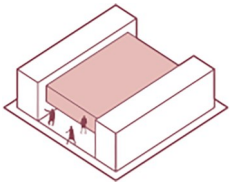
活动人群年龄结构	主要活动特征	装置主题	空间行为占比	总占比图
年龄分布较为均衡		叙事性 装饰性	以社会性行为为主	
年龄分布较为均衡		装饰性 标志性	以社会性和自发性行为为主	
以18~30岁为主		装饰性	以社会性行为为主	
以18~30岁为主		装饰性	以自发性行为为主	
以50岁以上的老人为主		装饰性 标志性	以自发性行为为主	

留的沉浸体验。在活动设施方面，装置艺术作为空间事件的触发介质，能够以其可达性与可参与性影响人群的活动持续时间与互动频率。在材料质感方面，装置艺术的色彩丰富度与饱和度决定其感官感染力与环境协调性。

空间要素是评价装置艺术置入效果的核心维度。空间的几何形态与可达性条件直接决定了人群的使用方式和活力表现[21]。通过实地调研并依据建筑与场地形态对视觉可达性和活动承载力的影响，将装置艺术空间按空间开敞度划分为五类：全开敞空间、一字型空间、L型空间、U型空间及口字型空间（表2）。全开敞空间具备最大的视觉通透性，易于形成广场式聚集与即时互动。一字型与L型空间通过线性与折线状的延展引导人群流动。U型与口字型空间因其半围合或全围合特征在装置节点处形成视觉焦点和社交聚点，展现出较强的空间活力承载潜力。人群与装置艺术的空间接近程度是衡量空间活力的重要影响因子。人群活动频率与行为强度在步行可达的空间半径范围内呈显著衰减规律，可按步行可达性划分为5个等级：0~25，25~50，50~75，75~100，>100 m。其中，0~25 m范围通常对应装置艺术的核心影响圈，人群互动最为活跃；25~50 m为扩展性停留区，能支撑部分次级活动；而50 m以上的距离，人群到访意愿与空间活力显著下降，体现出空间吸引力的衰减规律。

表2　装置艺术空间类型

Table 2　Types of installation art spaces

空间类型		类型分析	空间形态	空间现状示意
全开敞空间		通过尺度放大与开放形式，强化视觉可达性与感知即时性		
半开敞空间	一字型空间	依托线性延展的空间形态，强化视觉方向感与序列感		
	L型空间	通过转折形态与半围合结构，强化视觉层次感与空间引导性		
	U型空间	通过围合式布局与半开放形态，增强视觉引导性与空间聚焦感		
	口字型空间	依托围合空间边界与多向视线导向，强化视觉聚焦与层次感知		

环境要素关系到装置艺术的活力持续与公众体验的社会互动，包含环境设施、灯光设施、配景设施[22]。环境设施作为公共空间使用的直接媒介，能够通过满足基本功能需求与塑造感知氛围来影响人群的停留时长、互动频率与活动多样性。灯光设施在影响公共空间使用时段的同时决定空间在夜间的可达性与活动活力。配景设施中的景观小品、绿植与艺术化装置能够显著提升空间的

审美价值与文化氛围,增强人群的情感认同和记忆联结。

2 研究区域及研究方法

2.1 研究区域

郑州油化厂位于郑州市中原区,该区域南至黄河路、西接沙口路、东临京广高铁,整体占地约37 hm^2(图1),区位条件优越,交通联系便捷,是郑州市的核心老城区。该厂始建于20世纪中叶,主要以化工原料和精细化工产品的生产为主,曾在城市工业发展中发挥重要作用。厂区内保留大型生产装置、储罐系统、管廊网络以及部分办公和辅助建筑等大量历史工业设施。其更新策略以保护性更新为基础,兼顾功能复合和存量空间效率的提升,旨在保留历史工业记忆的同时优化空间使用。

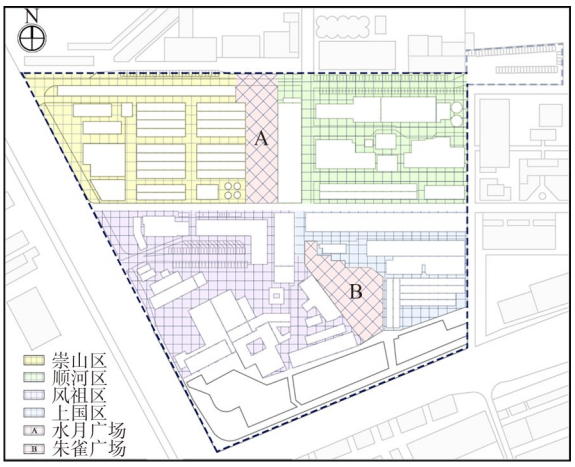


图1 郑州油化厂空间范围及结构示意

Fig. 1 Spatial scope and structural diagram of Zhengzhou oil refinery

郑州油化厂不仅具备典型的老工业基地空间形态与结构特征,同时也为研究装置艺术置入对工业遗产公共空间活力的影响提供了现实载体。为揭示其空间活力的形成机制,本研究将厂区划分为若干区段,结合现场调研、空间测绘及公众使用行为观测等多源数据,对不同空间单元的使用现状与装置艺术置入效果进行系统分析。后续章节将从数据采集与处理入手,详细说明空间要素、环境指标及人群行为特征的获取方式与分析路径,以确保研究结果的科学性与可比性。

2.2 数据采集

基于"认知—空间—环境"的维度框架,研究结合本团队在弱势空间方面已有的相关研究成果[23],提炼出装置艺术置入下工业遗产公共空间活力的影响要素,包括"功能需求、空间组织、活动设施、材料质感"这四个方面是基于"认知—空间—环境"维度框架提炼的空间活力影响因素,并在三个维度中均分别体现。其中,在认知维度中主要从装置艺术的主题属性、造型特征与材料表达等方面,对"功能需求、空间组织、活动设施与材料质感"四个方面进行综合阐述;在空间维度中,则重点呈现"空间组织与功能需求"两个方面,通过空间形态类型与步行可达性分析,反映装置布局与空间结构对人群行为的影响;在环境维度中,则主要体现"活动设施与材料质感"两个方面,通过环境设施、灯光设施与配景设施等内容,反映环境配置对空间氛围与公众体验的作用。

2.3 评价模型构建

为系统评估装置艺术置入后工业遗产公共空间的活力特征,本文将工业遗产公共空间活力的影响要素划分为功能需求、空间组织、活动设施与材料质感几方面。每一类要素不仅反映空间的物理形态,也涵盖使用者的行为需求、心理感知及文化认同。功能需求描绘空间对公众使用的适应性与复合性,是工业遗产再利用的基础。其考量不仅涉及空间基本功能,还直接影响人群停留、流线分布与空间交互模式。空间组织通过格局重构与动线优化改善空间层次与连续性,实现历史肌理保留与活力再生。合理活动设施可产生差异化行为模式,增强空间多功能性与吸引力,使活力持续释放。材料质感体现工业遗产的历史记忆与艺术表现力,通过新旧材料对比融合,营造兼具审美与文化意象的氛围。

在明确四类指标的量化赋分及分层逻辑后,建立科学的分析模型,以定量揭示各指标对工业遗产公共空间活力的实际贡献及相互关系。基于前述指标体系,引入灰色关联分析(GRA)作为量化评价方法。GRA方法源于灰色系统理论[24],刘思峰等[25]已系统梳理其研究进展,涵盖不同阶段、视角与研究对象的模型演进,明确了尚待深入的关键问题,清晰呈现其核心研究脉络;罗丹等[26]基于广义灰色关联分析理论,通过构造最大值点零化像提出改进的灰色绝对关联度模型,验证其序列关联反映的有效性,证实该方法结果可靠且便于实施。两者的研究共同为本方法的应用奠定了坚实理论基础。灰色关联分析的模型演进与适用性已获得系统论证,特别适用于样本量有限、数据不完整或存在不确定

表 3　装置艺术置入后活力评价要素工业遗产改造活力评价要素

Table 3　Evaluation factors for the vitality of industrial heritage conversion

要素指标	认知维度	空间维度	环境维度
功能需求	高需求：装置艺术主题具备标志性或叙事性，引导人群识别与情感投射；造型外凸或沉浸式，色彩丰富饱和度高，增强视觉吸引与交互意愿 中需求：装置艺术以装饰性为主，造型平面化或内凹，色彩中等丰富度，具备美化空间作用 一般需求：装置造型简洁、主题弱化，色彩单一或低饱和，功能性装饰为主	高需求：空间开敞度高（全开敞型、一字型），步行可达性 0~25 m，人群互动密集 中需求：空间为 L 型或 U 型，步行可达性 25~50 m，兼具停留与流动功能 一般需求：空间封闭或远离主要流线（> 75 m），可达性弱，活动分散	高需求：配备灯光、座椅，配景设施齐全，环境设施完善，夜间活力高 中需求：具备部分照明或座椅设施，满足基础休憩需求 一般需求：环境简陋、缺少配景与照明，仅满足通行功能
空间组织	高需求：装置与人群活动路径高度重叠，形成强互动节点 中需求：装置位于次级活动流线或边缘区域，具备引导与聚集功能 一般需求：装置分布零散，人群参与度低	高需求：开敞性与半围合空间结合，形成视觉通透与聚焦点 中需求：L 型或 U 型空间结构，引导性强 一般需求：口字型封闭空间或狭长空间，活动受限	高需求：配有休息、遮阴、照明等综合设施 中需求：具备部分设施，功能较单一 一般需求：无固定设施，为临时或过渡空间
活动设施	高需求：装置具备交互与体验性功能 中需求：装置可供观看、拍照但互动较弱 一般需求：装置仅为静态展示元素	高需求：设有开放式活动平台、步行连廊等人群停留空间 中需求：设有局部活动节点或临时设施 一般需求：缺少可停留设施，空间流动性强	高需求：配有休息、遮阴、照明等综合设施 中需求：具备部分设施，功能较单一 一般需求：无固定设施，为临时或过渡空间
材料质感	高需求：装置材质质感强烈，触觉与视觉兼具体验性 中需求：材料以木质或混合介质为主，强调温润与融合感 一般需求：材料单一、色彩平淡	高需求：空间地面与界面材料协调统一，质感突出 中需求：局部铺装或结构质感显著 一般需求：材料老旧或修复不足	高需求：环境材质体现工业记忆（如钢铁、混凝土、锈蚀肌理等） 中需求：材质具有一定的地域性或文化性 一般需求：普通现代材料，缺乏历史延续感

性的复杂系统[27]，相较于传统多变量统计方法，灰色关联分析能够通过计算序列间的关联度，客观量化各设计要素对空间活力的贡献强度，以科学衡量各指标的相对重要性和优化优先级[28]。

将郑州油化厂运用灰色系统理论[24]划分为不同类型的公共空间，每类空间在装置艺术置入后的活力总和序列记为：

$$X_0 = \{x_0(1), x_0(2), \cdots, x_0(n)\} \tag{1}$$

式中：$x_0(k)$为第k个空间样本的总体活力值。

每类公共空间的四大要素分别生成设计要素序列记为：

$$X_i = \{x_i(1), x_i(2), \cdots, x_i(n)\},\quad i = 1, 2, 3, 4 \tag{2}$$

式中：$x_i(k)$为第i类公共空间第k个设计要素的赋分值。

由于各指标量纲存在差异，为消除其影响并保证可比性，对所有序列进行标准化处理：

$$x_i'(k) = \frac{x_i(k) - \min x_i(k)}{\max x_i(k) - \min x_i(k)} \tag{3}$$

标准化后，序列值范围统一为[0，1]，确保各要素在计算关联系数时具备可比基础。

则灰色关联系数为：

$$\xi_{ij}(k) = \frac{\min_{ij}\Delta_{ij}(k) + \rho\max_{ij}\Delta_{ij}(k)}{\Delta_{ij}(k) + \rho\max_{ij}\Delta_{ij}(k)} \tag{4}$$

其中　$\Delta_{ij}(k) = \left| x_0(k) - x_i(k) \right|$

式中：$\Delta_{ij}(k)$为第k个空间样本总体序列与活力要素序列的差值；ρ为分辨系数，一般情况下取$\rho = 0.5$，用于调整关联系数的灵敏度。

灰色关联度是整体评价指标，反映某一设计要素对空间活力的整体贡献强度，其计算公式为：

$$r_i = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\xi_{ij}(k) \tag{5}$$

通过对所有空间样本的关联系数求平均，得到第i类设计要素与活力总和序列的整体关联度。当关联度值越大，表明该要素对空间活力的影响越显著，优化优先级越高；反之，则优先级相对较低。

综上，基于灰色关联分析的空间活力评价模型有效揭示了装置艺术置入下工业遗产公共空间多要素间的内在关联规律，量化呈现了功能需求、空间组织、活动设施与材料质感等要素对活力生成的差异化作用。该模型在弥补传统评价方法定量分析不足的同时，为工业遗产空间的再生设计提供了可验证的理论框架与可操作的优化路径。

3 研究结果分析

3.1 分析与统计

本研究将公共空间活力要素的综合值确定为系统特征序列的构建基础。该综合值由功能需求、空间组织、活动设施与材料质感等相关要素序列共同构成。在数据处理过程中,剔除了重复及冗余变量,以保障模型结构的独立性与结果的有效性。通过上述构建过程,能够较为客观地反映装置艺术置入下工业遗产公共空间活力的整体水平,并揭示各要素之间的关联特征。公共空间活力要素序列及其赋值结果见表4。

表4 工业遗产公共空间活力评价要素序列及赋分

Table 4 Sequence and scoring of evaluation factors for public space vitality in industrial heritage sites

公共空间维度	序列	活力要素	公共空间活力程度赋分		
			高需求	中需求	一般需求
认知维度	相关因素	认知维度要素总和	21	12	3
	相关因素	功能需求	9	6	2
		空间组织	6	2	0
		活动设施	3	2	0
		材料质感	3	2	1
空间维度	相关因素	空间维度要素总和	36	16	3
	相关因素	功能需求	9	4	1
		空间组织	9	8	1
		活动设施	9	2	1
		材料质感	9	2	0
环境维度	相关因素	环境维度要素总和	24	10	2
	相关因素	功能需求	9	2	0
		空间组织	6	2	1
		活动设施	6	4	0
		材料质感	3	2	1
	系统特征	公共空间活力要素总和	81	38	8

注:各活力要素在不同公共空间中只计算一次。

3.2 评价模型结果

计算各类空间活力要素与公共空间活力总体之间的关联度,以反映功能需求、空间组织、活动设施及材料质感等要素对公共空间更新的影响程度。工业遗产公共空间活力评价要素的关联度结果见表5。其中,r_1表示"认知—空间—环境"三个维度综合值分别与公共空间活力总体值进行关联分析所得的关联度。

运用灰色关联分析所得结果,可归纳出装置艺术置入下工业遗产公共空间活力的主要作用机理与差异特征,具体结论如下:

表5 公共空间活力要素关联度

Table 5 Correlation of public space vitality factors

灰色关联度	r_1(类型总和)	r_2(功能需求)	r_3(空间组织)	r_4(活动设施)	r_5(材料质感)
认知	0.573	0.708	0.444	0.630	0.667
空间	0.912	0.892	0.567	0.539	0.460
环境	0.473	0.777	0.733	0.202	0.454

1)认知维度:功能需求的灰色关联度最高(r_2=0.708),表明装置艺术功能属性中的主题标志性、造型交互性等是影响人群认知与情感投射的核心要素。具有叙事性或沉浸式造型的装置艺术,能够有效引导人群识别并激发参与意愿,从而直接提升空间活力。活动设施(r_4=0.630)与材料质感(r_5=0.667)关联度次之,说明装置艺术可参与、可触摸的设施与材质的交互体验性是吸引人群停留、增强情感认同的关键,需通过强化装置艺术的体验性功能与质感表达,满足人群的参与需求与记忆感知。空间组织的关联度最低(r_3=0.444),反映出人群对装置艺术的关注更侧重于其功能属性与体验性,而对空间布局的结构性敏感度较弱。

2)空间维度:功能需求的灰色关联度显著高于其他要素(r_2=0.892),凸显装置艺术的功能设计对空间物理形态活力的决定性作用。例如,具有高视觉吸引力的装置可提升空间开敞度的感知,优化步行可达性,进而增强空间的人群聚集效应。空间组织(r_3=0.567)的关联度次之,表明通过装置与开敞空间或半围合空间的格局协同布局,可强化空间层次与连续性,促进历史肌理与现代活力的融合共生。活动设施(r_4=0.539)与材料质感(r_5=0.460)的影响相对较弱,提示空间维度的活力提升需优先聚焦装置功能与空间物理形态的耦合设计。

3)环境维度:功能需求(r_2=0.777)与空间组织(r_3=0.733)的灰色关联度处于较高水平。前者体现装置的装饰性与美化作用对环境氛围的直接塑造,后者则反映装置在环境流线与节点中的组织作用,有助于增强场所感。材料质感(r_5=0.454)亦具有一定影响,工业记忆类材质的运用可增强环境的历史延续性与文化意象。活动设施的关联度最低(r_4=0.202),表明在环境维度中,装置的功能表达与空间组织对活力的驱动作用更为关键,设施的完善可作为辅助性优化方向。

综上,装置艺术置入对工业遗产公共空间活力

的影响呈现维度特异性与要素层级性：从要素层级看，功能需求是跨维度的核心驱动要素，在认知、空间、环境维度上均表现出高关联度，设计中应优先强化装置的功能价值，如突出标志性主题、增强造型交互性等；从维度差异看，认知维度应侧重装置的体验性功能与质感表达，空间维度需注重装置与物理形态的协同，环境维度则应统筹功能组织与文化材质传递；各要素的关联度差异为工业遗产更新提供了明确的优化级框架，即对功能需求等高关联度要素实施重点优化，对空间组织在认知维度、活动设施在环境维度等低关联度要素，可结合实际需求适度调整，从而实现装置艺术与遗产空间的高效融合，持续激发公共空间活力。

4　结论与展望

以“认知—空间—环境”维度体系所涵盖的核心要素为评价准则，基于灰色关联分析显示，功能需求在三维度中均表现出较高关联度，而空间组织与活动设施在部分维度表现相对较低。这一规律不仅揭示了装置艺术置入后公共空间活力的核心驱动因素，也为后续空间优化策略提供了量化依据，为空间布局与设施配置的优化奠定基础。

4.1　结　论

研究结果表明，装置艺术置入对工业遗产公共空间活力的影响呈现出明显的横向要素层级性与纵向维度差异性。从横向要素层级来看，在功能需求、空间组织、活动设施与材料质感中，功能需求在认知、空间与环境三个维度中均表现出较高的关联度，是驱动工业遗产公共空间活力生成的核心因素。这表明装置艺术通过强化主题表达、功能参与与视觉吸引力，能够有效激发人群停留、互动与参与行为，从而成为空间活力形成的重要触发机制。空间组织在多个维度中保持中等关联水平，说明装置艺术的布局方式及其与空间结构的协同关系，对空间秩序构建、人群聚集与活动组织具有重要支撑作用。相比之下，材料质感主要通过强化工业遗产的历史意象与场所认同，对空间活力形成发挥辅助性影响，而活动设施整体关联度相对较低，更多体现为对空间使用条件的补充与完善。

从纵向维度差异来看，不同维度对活力要素的敏感程度存在明显差异：认知维度更侧重装置艺术在视觉识别与情感体验方面的作用，体现出装置主题表达与感知体验对公众参与的重要影响；空间维度突出装置艺术功能布局与空间形态之间的关系，反映其对空间秩序与人群聚集模式的结构性影响；环境维度体现装置艺术在环境氛围营造与空间节点组织中的综合作用，通过功能表达与空间组织的协同，强化工业遗产空间的整体环境活力。总体而言，装置艺术不仅作为视觉景观元素存在，更通过功能表达、空间组织与环境氛围的综合作用机制，成为激发工业遗产公共空间活力的重要媒介，其中功能需求是跨维度发挥作用的核心驱动因素。

4.2　空间提升策略

结合分析结果，工业遗产公共空间的优化策略可从人群活力激发、空间组织优化与场所氛围营造三个层面展开。1）认知维度显示，功能需求关联度较高，提示应强化装置主题的标志性和沉浸式互动性，通过布置多功能参与节点与互动式装置，可以提升空间使用的多样性和人群参与度，实现空间的情感认同与社会互动。2）空间维度显示，功能需求与空间组织对人群聚集和空间秩序影响显著，可通过打破封闭边界、重组空间序列、梳理轴线、强化界面渗透，以及设置多层次节点布局，结合尺度与层次设计，实现空间“聚散有序、动静相宜”，提升人群停留率和活动参与度。3）环境维度显示，功能需求和空间组织对空间活力的驱动作用最为突出，环境优化应重点协调照明、景观等设施与装置艺术的视觉节奏，形成动静转换的体验流线；同时，工业材质与色彩饱和度的合理运用可强化空间的文化意象与工业记忆，实现生态性与艺术感的平衡，并保持环境活力的持续性。

4.3　不足与展望

本研究通过量化分析明确了认知、空间和环境三个维度中装置艺术对公共空间活力的作用机制及优先优化顺序。研究发现，高关联度功能需求在三个维度中均表现显著，是空间活力生成的核心驱动因素，而空间组织和活动设施在部分维度的作用有限，可结合实际空间需求进行辅助优化。装置艺术不仅作为视觉符号存在，更通过功能、形态和材质的协同作用直接影响人群认知、行为与环境体验，实现空间活力的多维激发。这一结论可为工业遗产更新和公共艺术置入提供了借鉴。本研究的活力评价主要基于灰色关联度的静态量化指标，尚未充分考虑人群行为的动态变化、季节性差异及不同时间段的空间使用特征，这在一定程度上影响了

对空间活力的全面理解。因此,未来研究可结合VR实验技术、行为追踪和动态监测技术,实现空间活力的时序分析与优化。表1在借鉴宋亚亭老师团队调研成果的基础上,结合本文研究内容进行整理与修订后绘制形成。

参 考 文 献

[1] 王晶,罗媛媛. 地域文化视角下的滨水公共空间活力再生研究:以常德大小河街为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2025, 48(5):84-93.

[2] 刘雪娇,郭嘉盛. 城市更新语境下基于价值导向的工业遗产再利用探索[J]. 城市发展研究,2022, 29(5):80-85.

[3] 张杰,李旻华,解扬. 工业遗产保护利用引领城市更新的技术创新:景德镇现代瓷业遗产保护与更新系列实践[J]. 建筑学报,2023(4):6-11.

[4] 刘娜,黄经南,周俊. 城市中心区工业遗产保护规划策略探讨:以湖北省黄石市华新水泥厂旧厂址为例[J]. 规划师,2023, 39(2):117-124.

[5] 徐淦. 什么是装置艺术[J]. 美术观察,2000(11):69-73.

[6] 龙多琪,马航,杨彪. 2000年以来我国公共空间活力研究进展[J]. 现代城市研究,2020(10):123-130.

[7] 简·雅各布斯. 美国大城市的死与生[M]. 金衡山,译. 南京:译林出版社,2006:143.

[8] 扬·盖尔. 交往与空间[M]. 何人可,译. 北京:中国建筑工业出版社,1992:83.

[9] 单卓然,张馨月,袁满,等. 街道空间质量与城市活力的匹配关系及影响因素研究:以武汉市中心城区为例[J]. 西部人居环境学刊,2025, 40(5):1-9.

[10] 徐煜辉,卓伟德. 城市公共空间活力要素之营建:以重庆市解放碑中心区及上海市新天地广场为例[J]. 城市环境设计,2006(4):46-49.

[11] 余健华,周翔. 城市公共空间的活力与特征[J]. 重庆建筑,2006(2):6-11.

[12] 高长征,闫芳,龙文燕. 基于“共生理论”的工业遗产改造模式探索:以洛阳轴承厂为例[J]. 城市发展研究,2017, 24(3):54-60.

[13] 辛俊颖. 场所依恋下郑州老旧居住区群体活动影响因素及空间功能提升策略研究[D]. 郑州:河南农业大学,2025.

[14] 刘思峰,杨英杰. 灰色系统研究进展(2004—2014)[J]. 南京航空航天大学学报,2015, 47(1):1-18.

[15] YI P, DONG Q, LI W, et al. Measurement of city sustainability based on the grey relational analysis: the case of 15 sub-provincial cities in China[J]. Sustainable Cities and Society, 2021, 73:103152.

[16] GAO C, HOU J, GONG J. Study on the symbiotic development path of traditional villages in the county based on the grey relation analysis: The case of Xunxian County in Henan, China[J]. Grey Systems: Theory and Application, 2022, 12(1):125-140.

[17] SHEIKH A H A, IKRAM M, AHMAD R M, et al. Evaluation of key factors influencing process quality during construction projects in Pakistan[J]. Grey Systems: Theory and Application, 2019, 9(3):321-335.

[18] AWASHTHI A, OMRANI H, GERBER P. Investigating ideal-solution based multicriteria decision making techniques for sustainability evaluation of urban mobility projects[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2018, 116:247-259.

[19] 高长征,田伟丽,侯珏玭,等. 弱势空间视角下城市“微”更新探讨:以郑州市二七德化街区为例[J]. 城市发展研究,2020, 27(12):17-21.

[20] 李冰. 数字时代下的互动装置艺术应用研究[J]. 家具与室内装饰,2021(2):15-17.

[21] 李萌. 基于居民行为需求特征的“15分钟社区生活圈”规划对策研究[J]. 城市规划学刊,2017(1):111-118.

[22] 塔娜,曾屿恬,朱秋宇,等. 基于大数据的上海中心城区建成环境与城市活力关系分析[J]. 地理科学,2020, 40(1):60-68.

[23] 高长征,陈博文,李虎. 基于弱势空间的城市“微”修补设计探讨:以郑州唐子巷街区更新设计为例[J]. 建筑与文化,2019(6):141-143.

[24] 邓聚龙. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,1989.

[25] 刘思峰,蔡华,杨英杰,等. 灰色关联分析模型研究进展[J]. 系统工程理论与实践,2013, 33(8):2041-2046.

[26] 罗丹,王松华,黎勇. 一类改进的灰色绝对关联度模型的性质及其应用[J]. 应用数学进展,2022, 11(10):7109-7114.

[27] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,1991.

[28] 谭学瑞,邓聚龙. 灰色关联分析:多因素统计分析新方法[J]. 统计研究,1995(3):46-48.