



## 基于多源数据的公共体育场馆空间活力评价与提升策略研究

### Research on Spatial Vitality Evaluation and Enhancement Strategies of Public Sports Venues Based on Multi-source Data

陈元欣<sup>1\*</sup>, 任涛<sup>1</sup>, 姬庆<sup>2</sup>, 刘恒<sup>1</sup>

CHEN Yuanxin<sup>1\*</sup>, REN Tao<sup>1</sup>, JI Qing<sup>2</sup>, LIU Heng<sup>1</sup>

**摘要:**公共体育场馆是供给全民健身公共服务的重要物质载体,其空间活力是衡量场馆运营管理水平的重要指标。运用 GIS 空间分析法,对湖北省 160 个公共体育场馆的空间活力进行测量评价和空间特征分析;对不同类型、级别、运营主体的场馆空间活力进行比较分析;引入多尺度地理加权回归模型和地理探测器,分别从宏观尺度和微观尺度探究周边建成环境和场馆内部因素对场馆空间活力的影响。研究表明:1)湖北省公共体育场馆空间活力存在空间分异特征,场馆资源与空间活力之间存在错位现象;2)场馆空间活力呈现出省级高于市级、县级,体育馆、游泳馆高于体育场、全民健身中心,事业单位运营场馆高于公司企业运营场馆的特征;3)场馆空间活力受到建成环境因素中人口密度、路网密度的正向影响,受经济密度负向影响,与场馆的固定座位数、场地面积、接待人次、体育赛事数量存在显著相关。研究建议:优化场馆空间布局,融入城市整体规划;加强硬件条件建设,提升场馆服务环境;提高运营管理水平,助推场馆高效利用;推进基本公共体育服务均等化,促进区域协调发展;协调社会效益和经济效益,实现平衡、共赢发展。

**关键词:**公共体育场馆;空间活力;运营管理;提升策略

**Abstract:** Public sports venues serve as crucial material carriers for providing national fitness public services, and their spatial vitality is an important indicator to assess the level of venue operation and management. The spatial vitality of 160 venues in Hubei Province was measured, evaluated and analyzed by GIS spatial analysis. The spatial vitality of venues of different types, levels, and operating entities were compared and analyzed. The multi-scale geographically weighted regression model and geographical detectors were introduced to explore the influence of the surrounding built environment and internal factors on the venues spatial vitality from macro and micro perspectives respectively. The research reveals that: 1) There are spatial differentiation characteristics in the spatial vitality of venues in Hubei Province, with a mismatch between venue resources and spatial vitality; 2) the spatial vitality of the venues shows characteristics that the provincial level is higher than municipal level and county level, the gymnasiums and swimming pools are higher than stadiums, and national fitness centers, venues operated by public institutions demonstrate higher vitality compared to those managed by corporate enterprises; 3) the spatial vitality of the venues is positively influenced by population density and road network density among the built environment factors, negatively affected by economic density, and significantly associated with the number of fixed seat, venue area, visitor reception, and the number of sports events. The study suggests to optimize the spatial layout of venues and integrate them into the overall urban planning; strengthen the infrastructure construction, enhance the service environments of venues; improve the level of operation and management, promote the efficient utilization of venues; promote equal basic public services for regional coordinated development; coordinate social benefits and economic benefits, achieve a balanced and win-win development.

#### 基金项目:

国家社会科学基金一般项目  
(21BTY010)

#### \*通信作者简介:

陈元欣(1980-),男,教授,博士研究生导师,主要研究方向为体育产业与体育场馆运营管理,E-mail: cyx71@qq.com

#### 作者单位:

1. 华中师范大学,湖北武汉 430079;  
2. 中国地质大学(武汉),湖北武汉 430074

1. Central China Normal University,  
Wuhan 430079, China;

2. China University of Geosciences  
(Wuhan), Wuhan 430074, China.

**Keywords:** *public sports venues; spatial vitality; operational management; enhancement strategies*  
**中图分类号:**G818 **文献标识码:**A

公共体育场馆(以下简称“场馆”)作为城市公共空间的重要组成部分,在落实全民健身国家战略中发挥着重要作用。体育场地设施供给不足一直是困扰人民群众“健身去哪儿”的难题,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于构建更高水平的全民健身公共服务体系的意见》,提出要优化资源布局,扩大服务供给。而我国仍存在场馆资源闲置、利用率偏低等问题(陈元欣,2022)。扩大增量之余,盘活现有场馆存量,还需提升场馆空间活力。

“空间活力”是一个广泛应用于城市规划领域的概念,用于描述城市(吴莞妹等,2022)、社区(王勇等,2018)、城市公园(罗桑扎西等,2019)、商业综合体(罗桑扎西等,2019)、滑雪场(方琰等,2023)等不同空间场景的活跃

程度、吸引力和活力水平,用来表征空间的人群密度、使用效能及其经济社会活动的活跃性。众多学者对其内涵与特征进行解释(表1),主要围绕人群、空间和行为活动3个基本要素展开。人群被认为是空间活力的核心与源泉,空间是活力的物质载体,而人群在空间中的行为活动则是空间活力的集中体现(曹钟茗等,2022)。场馆空间活力是指场馆促使人群停留时长和访问频率最大化的能力,其内涵是场馆资源得到充分利用、居民体育锻炼需求得到有效满足、运营商经营利润得到合理实现,而外在表征是人群在场馆内的密集程度。鉴于空间活力可以通过人群密集程度测量(李少英等,2023;梅楨悦,2020;单瑞琦等,2021),本研究使用场馆核心区单位面积的年接待人次表征体育场馆空间活力。

**表1 空间活力的内涵解释**  
**Table 1 Connotations of Spatial Vitality**

内涵解释	文献来源
人的活跃程度决定了城市是否具有活力;人在物质空间的互动衍生出城市的多样化,而城市多元化是城市活力的来源	Jacobs, 1961
活力是衡量城市空间形态的重要指标,城市空间具有承载活力的能力,而人能够激发活力的生成	Lynch, 1984
有活力的空间是能够给人提供有多种功能、用途、选择的活动空间	Bentley et al., 1985
人群的行为活动是城市公共空间活力的源泉,是一切的基础和起点	扬·盖尔, 1992
人的聚集与生活是空间活力的原始动力	蒋涤非, 2007
人在物质空间的行为活动是城市活力的表现,且空间活力能真实反映使用者对空间的满意程度	汪海等, 2012

国内学者从经济效益(周良君等,2011)、公共服务水平(陈元欣等,2022)、顾客满意度(耿宝权,2012)、居民获得感(陈元欣等,2020)等视角对场馆运营管理水平开展了评价研究,在体育场馆科学化管理中发挥了积极作用。空间活力作为衡量体育场馆实际利用率的有效途径,是评价体育场馆运营管理水平的重要维度,目前鲜见针对该问题进行的研究。研究场馆空间活力特征及其影响机制有助于进一步挖掘场馆空间潜力,激发空间活力,提高场馆使用的效率,为解决场馆资源闲置、利用率不高等问题提供实践指引。此外,揭示场馆的高需求区域和低利用区域能够为优化体育资源配置、提升公共体育服务水平提供科学依据。

互联网、人工智能、大数据与体育实体的融合发展,为新知识、新技术和新方法在体育领域中的应用奠定了基础(王子朴等,2022)。本研究以湖北省为例,基于数据驱动决策理念和跨学科研究策略,综合利用场馆传感器收集的客流量大数据、夜间灯光等遥感数据和问卷调查数据,在宏观层面运用多尺度地理加权回归(multi-scale geographically weighted regression, MGWR)模型分析场馆周边建成环境对其空间活力的影响和强度,在微观层面

运用地理探测器探讨场馆空间活力与场馆内部因素之间的关系。最后,根据场馆的空间活力特征及其影响因素提出场馆空间活力提升与优化的具体策略。

## 1 研究设计

### 1.1 变量选择

为确保选取的因素和指标具有科学依据和合理性,通过文献资料调查梳理并确定影响场馆空间活力的宏观和微观影响因素。

#### 1.1.1 影响体育场馆空间活力的宏观因素

已有研究认为,人口(仲崇超,2014)、经济(王欢,2021)、交通(王西波等,2008)、城市化(曾建明,2013)、生态环境(沈朝阳,2013)会影响体育场馆选址和空间布局,科学的体育场馆选址可以提高其使用效率和空间活力(黄凤娟等,2010;唐雅冰,2017)。因此,本研究选取人口密度、经济密度、路网密度、城市化水平、海拔高度、空气温度6个指标作为场馆空间活力值宏观影响因素的候选变量(表2)。

1)人口密度:人口的分布情况影响着体育场馆建成后的使用效率(王欢,2021),人口集中意味着更大的市场和用户基础,可能提升场馆的空间活力。2)经济密度:经

济发达程度越高的地区,居民体育锻炼参与意愿(王富百慧等,2016)和行为水平越高,有利于提高场馆空间活力。3)路网密度:交通区位是影响大型体育场馆成功建设运营的重要因素(汪奋强等,2021),便捷的交通能够增加场馆的客流量,提升场馆空间活力。4)城市化水平:城市化进程伴随着人口集聚和经济繁荣,人口集聚能够提升场馆的使用率,经济增长也增强了人们参与体育活动的意愿和能力,从而共同提升场馆的空间活力。夜间灯光亮度与区域的城市化水平存在正相关关系(王晗等,2022),故通过夜间灯光值衡量城市化水平。5)海拔高度:高海拔地区的低温和低氧环境会降低人的身体活动水平(Bernard et al., 2021),从而影响场馆的空间活力。6)空气温度:适宜的气温有利于增加休闲娱乐活动或体育运动参与(秦淑洁等,2023),增强居民前往体育场馆的意愿,提升场馆的客流量和空间活力。

表2 场馆空间活力的宏观影响因素

Table 2 Macro Influencing Factors of Venue Spatial Vitality

指标	符号	计算方法	参考依据	预期影响
人口密度	Pop	各栅格内人口密度值	吴宇彤等,2023	+
经济密度	Gdp	各栅格内GDP密度值	吴宇彤等,2023	+
路网密度	Trans	各栅格内道路长度值	吴健生等,2022	+
城市化水平	City	各栅格内夜间灯光值	王晗等,2022	+
海拔高度	Dem	各栅格内高程值	张秋梦等,2023	-
空气温度	Temp	各栅格内年均气温值	徐勇等,2022	+

注:+,正向影响,-,负向影响;下同。

### 1.1.2 影响体育场馆空间活力的微观因素

体育场馆利用率会受到硬件条件(雷厉,2001)、运营管理(黄鄢铃子等,2019)、开放水平(李冬梅等,2023)等因素的影响,而空间利用率则会影响场所空间活力(唐雅冰,2017)。本研究从硬件条件、运营管理、开放水平等3个维度选取了8个指标作为场馆空间活力微观影响因素的候选变量(表3)。

1)硬件条件:硬件条件是体育场馆的经济和物质基础(雷厉,2001)。本研究选取投资总额、固定座位数、场地面积3个指标表征硬件条件维度。投资总额反映场馆的整体质量、设施和服务,较高的投资水平意味着更好的硬件条件和更专业的服务,从而能够吸引更多的客流量;固定座位数代表了场馆的规模和容纳能力,座位数多的场馆能够举办大型活动,吸引更多的观众;场地面积决定了场馆整体的规模和开发潜力,更大的场地面积意味着有更多的体育设施和空间可供居民使用,从而提升场馆空间活力。2)运营管理:体育场馆的运营管理模式会影响场馆资源的利用率(岳勇斌,2023),场馆的接待人次、体育赛事数量、体育培训人次反映了场馆运营管理效能,故选取这3个指标表征运营管理维度。接待人次是场馆

空间活力的直接反映,接待人次越多,意味着场馆空间活力越高;体育赛事数量越多,场馆的客流量越大,从而提升场馆的空间活力;体育培训人次可以提升场馆客流量,促进场馆空间活力的增强。3)开放水平:推动场馆向市民开放可有效改善体育场馆利用率低的现状(李冬梅等,2023),本研究选用免费签约中小学教学点数量和免费签约社会体育组织数量表征场馆开放水平。对中小学和社会体育组织开放场地能够确保场馆拥有持续、稳定的客流量,从而提高场馆的空间活力。

表3 场馆空间活力微观影响因素

Table 3 Microcosmic Influencing Factors of Venue Spatial Vitality

维度	指标	符号	预期影响
硬件条件	投资总额/万元	$X_1$	+
	固定座位数/个	$X_2$	+
	场地面积/ $m^2$	$X_3$	+
运营管理	接待人次/人	$X_4$	+
	体育赛事数量/场	$X_5$	+
	体育培训人次/人	$X_6$	+
开放水平	免费签约中小学教学点数量/个	$X_7$	+
	免费签约社会体育组织数量/个	$X_8$	+

### 1.2 数据来源和提取方法

场馆空间活力数据来源于湖北省体育产业发展中心内部数据、国家全民健身信息服务平台。空间活力的测量方法具有多样性,单瑞琦等(2021)通过单位面积的活跃人口数量评估商场的空间活力,梅桢悦(2021)通过单位面积内非必要活动总人数衡量街道夜间活力值,李少英等(2023)通过计算用户密度与景区面积的比值衡量旅游景区空间活力。参考上述空间活力的量化方法,通过单位面积人口数量表征场馆的空间活力,计算公式为:

$$V_i = \frac{\sum P_i}{S_i} \quad (1)$$

式中, $V_i$ 为场馆*i*空间活力, $P_i$ 为场馆*i*年度客流量总人次/人, $S_i$ 为场馆*i*核心区面积/ $m^2$ 。

宏观影响因素数据来源于中国科学院国际科学数据镜像网站、国家青藏高原科学数据中心、国家地球系统科学数据共享服务平台、中国科学院地理科学与资源研究所和OpenStreetMap(<https://www.openstreetmap.org>)。将湖北省160家场馆的经纬度坐标(WGS-1984)分别投影到高程栅格图层、气温栅格图层、夜间灯光栅格图层、人口密度栅格图层、经济密度栅格图层、路网密度栅格图层中,然后提取对应的栅格数据,生成各个场馆的宏观影响因素数据。

微观影响因素数据来源于湖北省体育产业发展中心内部数据、国家全民健身信息服务平台。将场馆的投资总额、固定座位数、场地面积、接待人次、体育赛事数量、体育培训人次、免费签约中小学教学点数量、免费签约社会体育组织数量数据导入Arc GIS10.8软件,利用自然断

点法将连续型变量转换为地理探测器可以识别运算的五分类变量,构成场馆空间活力的微观影响因素体系。

### 1.3 数据分析方法

#### 1.3.1 普通最小二乘法(OLS)

OLS 是一种经典的回归分析方法,通过最小化回归模型预测值与实际观测值之间的平方差得到回归系数的最优估计,计算公式为:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2)$$

式中, $Y$  为因变量; $X_1, X_2, \dots, X_k$  为自变量; $\beta_0$  为截距项, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  为回归系数; $\varepsilon$  为误差项,代表实际观测值与模型预测值之间的差异。

#### 1.3.2 地理加权回归模型(GWR)

GWR 是线性回归模型的扩展,其主要区别在于将变量的空间特征纳入模型,从局部的视角研究变量间的空间非稳定性。其回归系数  $\beta_i$  可以随着要素的空间位置  $i$  不断变化,从而反映自变量对因变量的影响随空间位置的变化情况,计算公式为:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^n \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (3)$$

式中, $(u_i, v_i)$  代表第  $i$  个样本空间单元的地理坐标; $\beta_k(u_i, v_i)$  代表样本空间单元  $i$  的第  $k$  个回归系数; $y_i$  表示第  $i$  个场馆空间活力数值; $x_{ik}$  表示第  $k$  个影响因素在空间单元  $(u_i, v_i)$  处的观测值,在本研究中, $k$  分别表示人口、经济、交通、城市化、海拔和气温等可能影响场馆空间活力的要素; $n$  表示影响因素的个数; $\varepsilon_i$  为残差项,服从正态分布,残差越小,说明回归方程拟合度越高。

#### 1.3.3 MGWR

MGWR 是一种空间统计建模方法,可用于探索空间数据中因变量与自变量之间的关系,并考虑空间异质性。使用 MGWR 模型分析自变量对因变量的影响随空间位置的变化情况,计算公式为:

$$y_i = \sum_{j=1}^k \beta_{bwj}(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (4)$$

式中, $y_i$  表示因变量; $(u_i, v_i)$  表示第  $i$  个样本空间单元的地理坐标; $x_{ij}$  表示第  $j$  个自变量; $\beta_{bwj}$  表示第  $j$  个变量回归系数使用的带宽(bandwidth); $\beta_{bwj}$  表示在位置  $(u_i, v_i)$  处第  $j$  个参数的估计量; $\varepsilon_i$  表示误差项。在本研究中, $j$  分别表示地形、气温、城市化、人口、经济、交通等可能影响场馆空间活力的要素; $k$  表示影响因素的个数(沈体雁等,2019)。

#### 1.3.4 地理探测器

地理探测器的基本原理是通过检验变量在空间分布上的耦合性确定变量之间是否存在因果关系。选用地理探测器中的因子探测功能分析各因子对场馆空间活力的影响强度,计算公式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^l N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (5)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^l N_h \sigma_h^2 \quad SST = N \sigma^2 \quad (6)$$

式中, $q$  表示探测值, $h=1, 2, 3, \dots, l$  表示自变量  $X$  的分区, $N_h$  表示  $h$  区的单元数, $N$  表示全区的单元数, $SSW$  为层内方差之和, $SST$  为全区总方差。 $q$  的取值范围为  $[0, 1]$ ,  $q$  越大代表因变量受自变量的影响越强,反之则越弱(王劲峰等,2017)。

#### 1.3.5 均值-标准差法

均值-标准差法是利用数据的平均值和标准差进行分级分类的统计方法(陈松林等,2009),运用该方法分别以  $M-SD$ 、 $M$ 、 $M+SD$  3 个节点将场馆活力强度与场馆资源划分为低值、中值、次高值、高值 4 个等级。依据区域内场馆数量越多,活力越强的假设,采用叠置分析方法对空间单元的场馆数量与活力等级的组合进行匹配度分析。

## 2 场馆空间活力分析

### 2.1 场馆空间活力的空间分布特征

#### 2.1.1 不同类型场馆空间活力分布特征

利用自然断点法将不同类型场馆(体育场、体育馆、游泳馆、全民健身中心)的空间活力划分为 5 个等级:高、较高、中等、较低和低。不同类型场馆的空间活力在不同地区呈现出明显的空间异质性,一些特定场馆表现出非常高的空间活力,而其他大多数场馆则维持在较低的活力水平。从实践经验来看,这种分布可能源于以下原因:1)地理位置的优越性,如洪山体育中心体育馆、洪山文体中心体育馆等位于交通便利、人口密集的城市中心的场馆更易吸引体育参与者和观众;2)体育场地设施的先进性,如孝感游泳馆、武汉体育中心体育馆等拥有现代化体育场地设施的场馆,可为居民提供更好的运动参与体验,从而吸引更多的人流量;3)文体活动的多样性,如广水市体育活动中心体育馆、来凤县新体育馆等举办了多种多样的体育赛事和文化活动,提升了场馆的受欢迎度和空间活力。

#### 2.1.2 不同区域场馆空间活力分布特征

在场馆数量空间分布特征方面,场馆主要集中在武汉市、宜昌市、恩施土家族苗族自治州,场馆数量均高于 18 个;其次是黄冈市(17 个)、十堰市(15 个)、襄阳市(14 个),其余各市(自治州、林区)拥有的场馆数量均在 10 个及以下,这反映了公共体育服务资源空间分布不够均衡。

在场馆空间活力分布特征方面,场馆活力强度在空间分布上存在较大的差异,场馆活力强度值较大的市(自治州、林区)为武汉市、恩施土家族苗族自治州和宜昌市,均高于 1 015.07,而场馆活力强度值较小的市(自治州、林区)为神农架林区、仙桃市和鄂州市,场馆空间活力值低于 117.08,其中鄂州市仅为 2.32,这说明场馆的空间活力强度存在空间异质性。

在场馆数量与空间活力强度匹配状况方面,结合均值-标准差法与叠置分析,对场馆数量及空间活力值分别进行分类,叠置得到市(自治州、林区)场馆数量与活力强

度匹配状况,因不存在不匹配和次不匹配情况,故得到匹配和次匹配2种模式。湖北省东部的武汉市、鄂州市、黄冈市、黄石市,中部的荆门市、荆州市、天门市、仙桃市,西部的恩施土家族苗族自治州、宜昌市、神农架林区场馆数据与其空间活力值为匹配模式,说明场馆数量与空间活力值存在一定的关联。而襄阳市、十堰市、咸宁市、孝感市、随州市为次匹配模式。次匹配模式分为两种情况,一种表现为场馆数量多而空间活力较低,如襄阳市、十堰市,另一种表现为场馆数量有限而活力较高,如咸宁市、孝感市、随州市。前者反映场馆空间利用率不足,后者反映场馆资源供给不足,需要提高公共体育资源供给。总体来看,各市(自治州、林区)场馆资源与空间活力之间整体匹配程度较好,但部分地区存在错位现象。

## 2.2 场馆空间活力的比较分析

### 2.2.1 不同级别场馆空间活力比较分析

省级场馆空间活力的均值、中位数、上四分位数和下四分位数均远高于市级和县级场馆,说明省级场馆的空间活力值整体较高(图1)。从宏观因素看,省级场馆主要位于武汉市,所在区域经济发达、人口密集,外部环境有利于提高场馆空间活力值;市级和县级场馆可能位于经济水平和人口密度较为一般的区域,这些因素可能导致空间活力值较低。从微观因素看,省级场馆具有场地面积大、服务标准高和功能多样化的特点,可以承办更多的文体活动,因此空间活力值较高;市级和县级场馆规模较小,功能较为单一,主要满足本地区的需求,因此空间活力值较低。

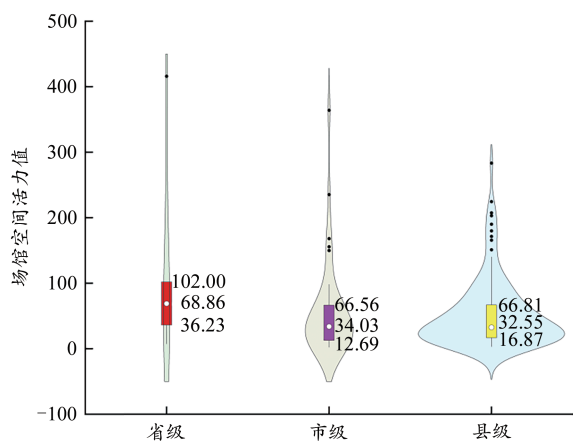


图1 不同级别场馆空间活力值小提琴图

Figure 1. Violin Plot of the Spatial Vitality Value of Venues at Different Levels

### 2.2.2 不同类型场馆空间活力比较分析

体育馆空间活力的中位数、均值、上四分位数和下四分位数均高于其他3类场馆(图2),体育馆由于具备良好的室内环境和功能多样性,能够承办各类体育赛事、文化演出活动,具有较高的使用频率和客流量,因此具有更高的空间活力值。游泳馆的均值、中位数、上四分位数和下

四分位数列第二,这可能与游泳馆具有较高的休闲娱乐和运动健身价值有关,其空间活力较高。全民健身中心和体育场相较于体育馆、游泳馆拥有更大的核心区面积,可能造成空间活力相对较低。整体来看,体育馆和游泳馆的整体空间活力值高于全民健身中心和体育场。

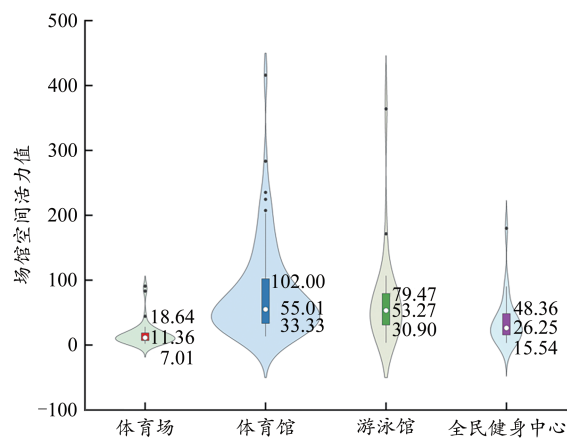


图2 不同类型场馆空间活力值小提琴图

Figure 2. Violin Plot of Spatial Vitality Values of Different Types of Venues

### 2.2.3 不同性质场馆空间活力比较分析

事业单位运营场馆空间活力的中位数与公司企业运营场馆相近,但均值、上四分位数和下四分位数均高于公司企业运营的场馆(图3),表明由事业单位运营的场馆空间活力值在整体上略高于公司企业运营的场馆。一方面,事业单位运营的场馆在场地环境、运营管理等方面可能更有优势,能够提供更多的文化、体育、娱乐活动,具有更高的人流量,从而导致空间活力值较高。另一方面,在体育场经营改革背景下,由私营企业负责运营的场馆存在过度商业化、公共体育服务不完善、服务定价不合理等问题(邓涵,2019),这些因素的综合作用削弱了场馆的空间活力。

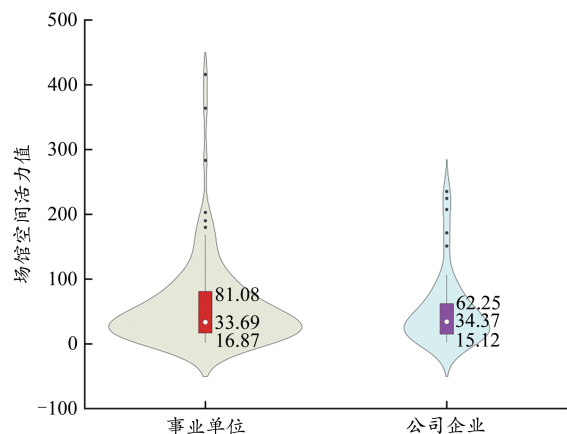


图3 不同运营单位场馆空间活力值小提琴图

Figure 3. Violin Plot of the Spatial Vitality Values of Venues of Different Operating Units

### 3 场馆空间活力影响因素分析

#### 3.1 宏观影响因素分析

模型分析结果显示(表4),所有解释变量 VIF 值均小于 7,不存在多重共线性问题;MGWR 模型  $R^2$  和调整  $R^2$  均高于 OLS 模型和 GWR 模型,且 AICc 准则值下降明显,说明

MGWR 模型的拟合效果最好,能够更好地解释场馆空间活力影响因素。考虑到仅 OLS 模型能够反映各指标系数的显著性,选取 OLS 模型和 MGWR 模型探究湖北省场馆空间活力宏观影响因素及其空间异质性。

表4 OLS、GWR和MGWR模型分析结果

Table 4 Results of OLS, GWR and MGWR Models Analysis

指标	OLS 模型			GWR 模型			MGWR 模型			bw
	系数	P	VIF	系数最小值	系数中值	系数最大值	系数最小值	系数中值	系数最大值	
Pop	0.300***	0.000	1.259	0.247	0.345	0.376	0.340	0.349	0.364	145
Gdp	-0.191**	0.041	1.379	-0.319	-0.199	-0.106	-0.135	-0.130	-0.126	145
Trans	0.174**	0.052	1.262	0.072	0.179	0.246	0.157	0.172	0.198	145
City	-0.078	0.463	1.808	-0.327	-0.090	0.113	-0.320	-0.176	0.079	124
Dem	0.152	0.401	5.221	-1.224	0.066	0.358	-0.149	0.110	0.240	124
Temp	0.186	0.307	5.296	-0.471	0.072	0.368	-0.460	0.089	0.441	57
AICc	413.953			412.092			408.508			
$R^2$	0.129			0.211			0.245			
调整 $R^2$	0.091			0.137			0.168			

注:AICc 越小,模型拟合优度越高。\* $P < 0.1$ , \*\* $P < 0.05$ , \*\*\* $P < 0.01$ ;下同。

#### 3.1.1 人口因素

人口密度对场馆空间活力具有显著的正向影响( $P < 0.01$ ),表明人口密度越大,人们对体育健身的需求越高。随着社会对健康和休闲的重视,经常参加体育活动人群的比例不断提高,体育场馆使用频率和客流量随之增加,场馆的空间活力得到提升。从影响因素的空间异质性来看,人口密度的回归系数呈现出中部高、东西部低的空间分异模式,对场馆空间活力的正向影响从湖北省中部(0.266~0.273)向东西两侧(0.229~0.238)递减,高值区域主要集中在襄阳市、宜昌市、荆门市和荆州市,低值区域主要集中在咸宁市、黄石市、恩施土家族苗族自治州和神农架林区。提示,湖北中部地区场馆的空间活力更容易受到人口密度的影响,未来进行场馆规划选址时应着重考虑人口因素。

#### 3.1.2 交通因素

交通因素对场馆空间活力具有显著正向影响( $P < 0.05$ ),这表明交通的便利性和可达性对提升场馆的空间活力起到了积极作用。场馆可达性的提高可以有效降低时间成本和经济成本,有利于提高活动效率,扩大活动半径(邓涛涛等,2019),从而激活更多市民的体育参与热情,提升场馆的空间活力。同时,高密度路网也促进了场馆周边商业和服务设施的发展,形成了繁荣的体育消费环境,进一步增强了场馆的空间活力。从影响因素的空间异质性来看,路网密度的回归系数呈现出东西向空间分异模式,对场馆空间活力的正向影响自东(0.139~0.150)向西(0.094~0.103)逐渐递减,高值区域主要集中在恩施土家族苗族自治州、神农架林区、十堰市和襄阳市,低值区主要集中在武汉市、鄂州市、荆州市、咸宁市和黄石市。进

一步分析发现,武汉市的场馆主要分布在武汉经济技术开发区、武汉东湖高新区等三环以外地区,黄石市奥体中心远离城市中心。交通因素对湖北西部地区体育场馆的空间活力值影响更大,提示该区域未来进行场馆规划选址时应注重交通的便捷性。

#### 3.1.3 经济因素

经济因素对场馆空间活力具有显著负向影响( $P < 0.05$ ),表明在经济水平较高的区域,场馆的空间活力相对较低。该结果与以往研究结论(王欢,2021)及经验不同。这可能是由于虽然经济发展水平较高区域的场馆拥有更多发展优势,但发展优势与场馆高效利用之间存在很多中介变量。经济发达区域的工作节奏往往更快,居民可能面临更大的工作压力,体育活动时间则相应减少(肖红等,2022),进而影响场馆的空间活力。此外,经济较发达的区域通常拥有丰富的商业设施,居民的休闲娱乐选择更为多样,这也可能在一定程度上削弱了场馆的吸引力。从影响因素的空间异质性来看,经济因素的回归系数呈现出东西向空间分异格局,对场馆的负向影响自东(-0.218~-0.214)向西(-0.234~-0.230)递减,经济因素对场馆空间活力负向作用的高值区位于恩施土家族苗族自治州、神农架林区、十堰市和宜昌市,低值区位于武汉市、鄂州市、咸宁市、黄石市、黄冈市和孝感市。

#### 3.2 微观影响因素分析

采用地理探测器进一步分析场馆空间活力的微观影响因素。如表5所示,仅有固定座位数、场地面积、接待人次、体育赛事数量的影响达到显著性水平,是场馆空间活力的重要驱动因素。

表5 场馆微观影响因素分析结果

Table 5 Results of Analysis of Microcosmic Influence Factors

指标	<i>q</i>	<i>P</i>	指标	<i>q</i>	<i>P</i>
$X_1$	0.030	0.359	$X_5$	0.065*	0.068
$X_2$	0.115***	0.000	$X_6$	0.042	0.710
$X_3$	0.077**	0.014	$X_7$	0.014	0.747
$X_4$	0.215***	0.002	$X_8$	0.023	0.535

### 3.2.1 固定座位数

固定座位数对场馆空间活力有显著影响( $P < 0.01$ ),提示场馆座位容量在吸引观众和维持高客流量方面具有关键作用。座位数的增加往往意味着场馆能够容纳更多观众,这不仅直接提升了场馆的客流量,也增强了场馆承办大型活动和赛事的能力,在一定程度上提升了场馆的空间活力。

### 3.2.2 场地面积

场地面积对场馆空间活力有显著影响( $P < 0.05$ ),场馆的空间尺度与人流吸引、活力提升之间存在正相关关系。尤其是在城市核心区,场地面积的增加及其免费或低收费开放策略的实施,极大地增强了场馆的公共服务功能,吸引了更多市民前往,从而有效提升了场馆的空间活力。

### 3.2.3 接待人次

接待人次对场馆空间活力有显著影响( $P < 0.01$ ),人流密度与场馆的空间活力呈正相关关系,核心区接待的人次越多,场馆的空间活力也越高。这可能是因为核心区通常拥有更为发达的交通网络、更丰富的商业设施和更高的人口密度,这些因素共同作用,吸引了大量人流,从而直接或间接地提升了场馆的客流量和空间活力。

### 3.2.4 体育赛事数量

体育赛事数量对场馆空间活力有显著影响( $P < 0.1$ ),体育赛事吸引大量体育爱好者前往场馆观看竞赛表演,进而提升场馆的空间活力。体育赛事活动本身作为一种重要的公共服务和文化活动,能够吸引更多本地居民的参与,形成稳定的客流来源,对于提升场馆使用率和空间活力具有不可忽视的作用。

## 4 研究结论

空间活力作为评价场馆运营管理水平的视角,提供了评估体育场馆实际利用率的新指标。以往对体育场馆运营管理水平的研究更多侧重于财务收入、设施使用率以及用户满意度等方面,引入“空间活力”可以更有效地反映场馆在全民健身公共服务方面的作用。综合以上研究结果,得出以下研究结论。

1) 区位选址是体育场馆空间活力的前提条件。研究结果表明,场馆周边的建成环境对其空间活力有重要影响,其中,人口因素和交通因素具有显著的正向作用。人

口密度影响场馆潜在的用户基数和体育活动参与率,路网密度影响公众到访场馆的便捷程度,人口密集且交通便利的区域为场馆创造了高度活跃的互动环境。可见,场馆选址的区位条件是其空间活力差异性的重要动力机制。

2) 硬件条件是体育场馆空间活力的基础保障。研究结果表明,场馆的空间活力与其固定座位数和场地面积显著相关。固定座位数直接反映其能够容纳观众的数量,场馆面积则决定了场馆能够提供的服务范围和活动类型。场馆的固定座位数和场地面积作为场馆重要的硬件条件,是其空间活力的物质基础,具备充足座位和广阔空间的场馆能够更好地满足公众的多元化体育需求,提高场馆的使用频率和空间活力。

3) 运营管理是体育场馆空间活力的动力源泉。从实证结果来看,场馆空间活力与接待人次和体育赛事数量存在显著关联性。接待人次反映了场馆对于公众的吸引力,这与团队的运营管理水平存在一定联系,高效的赛事运营水平能够提高场馆的客流量和空间活力。可见,场馆的高效运营管理是提升其空间活力的动力源泉,通过创新管理方式和提升服务水平可以激发场馆的潜在活力。

4) 不同区域全民健身公共服务有待均衡发展。研究结果表明,经济较为落后地区的场馆表现出更高的活力。由于经济发达地区与欠发达地区之间公共体育服务资源分配存在较大差距(戴健等,2015),以及欠发达地区全民健身公共服务资源的有限性,场馆成为居民参与全民健身活动的核心场所,承载了相对更多的体育锻炼参与者,从而呈现出比经济发达地区更高的空间活力。这一现象从侧面揭示了体育资源分配不均衡的问题,也突显了公共体育服务均等化的紧迫性。

5) 经营权改革需要协调社会效益和经济效益。实证研究表明,在体育场馆经营权改革的背景下,由企业运营的场馆的空间活力整体低于由事业单位运营的场馆。这一现象揭示了场馆运营主体性质转变所带来的影响。随着越来越多原由事业单位运营的场馆转由企业负责运营,后者在管理过程中倾向于优先考虑经济收益(陈元欣等,2022),而相对忽视了场馆作为全民健身公共服务资源的社会价值。

## 5 政策建议

1) 优化场馆空间布局,融入城市整体规划。人口密集和交通便利的区位条件为场馆提供了良好的运营基础和发展空间,能够显著提升场馆的空间活力和经济社会效益。建议充分发挥人口“定位器”的功能,场馆布局应以人口规模大、密度高、有积极增长趋势的区域为首选,对于人口密集但场馆不足的区域,通过扩建、改造或新建场馆,增加体育设施供给,提升公共体育服务的公益性、可及性和实用性;加强城市公共交通系统与场馆的衔接,

优先考虑与城市主干道、公共交通枢纽相邻近的选址地点,促进市民通过多种交通方式便捷进入场馆,从而提升场馆空间活力;促进场馆与城市建成环境的有机融合,将场馆建设纳入城市更新和社区改造计划,促进场馆与住宅、商业和文化等功能区相结合,增强场馆综合吸引力和空间活力。

2) 加强硬件条件建设,优化场馆服务环境。加强场馆硬件条件的建设,不仅是提升场馆空间活力的关键,也是提升全民健身公共服务水平的必要条件。建议兼顾体育赛事需求和赛后场馆综合利用,合理设计固定场地设施和可拆装场地设施,提升场馆座位和场馆空间的灵活性,使之能够适应不同类型的体育赛事和活动;建立场馆设施维护和更新的长效机制,确保场馆的照明、音响、新风系统等硬件条件始终保持在良好状态,完善场馆的停车、餐饮服务、休息区等配套服务设施,提高受众的体验感和场馆的吸引力;鼓励场馆采用可变换空间设计,提升多功能使用能力,使其能够举办多种体育赛事、文化活动和社区活动,满足公众的多元化需求,提高场馆的空间活力;根据场馆自身能力践行“全龄友好”理念,增设少年儿童运动娱乐专区,配套相应体育运动设施,推进场馆硬件设施适老化改造,提升老年人参与体育锻炼的便捷性和安全性,营造无障碍体育环境,为残疾人参与全民健身运动提供便利。

3) 提高运营管理水平,助推场馆高效利用。场馆的空间活力与接待人次和举办的体育赛事数量紧密相关,这在很大程度上依赖于场馆团队有效的运营管理。建议深化场馆经营权改革,破解运营体制机制障碍,通过公开招标等方式引入专业化的运营团队,提高运营效率和服务质量;积极搭建公共体育服务平台,整合运动员、教练员、体育教师及社会体育指导员等各类社会资源,为群众健身提供指导,鼓励体育社会组织、社会培训机构利用场馆开展体育赛事、体育培训等各类活动;加强场馆信息化建设,提升智慧化水平,并根据市场需求提供多样化、个性化的服务,提高场馆管理效率和用户体验;鼓励场馆根据运营实际需要,充分利用闲置空间,依照国家有关标准和规范,合理开展适用性改造,完善场地和服务设施。

4) 推进基本公共服务均等化,促进区域协调发展。全民健身公共服务面临区域供给不均衡的挑战,场馆基本公共服务供给尤为凸显。建议将推进基本公共体育服务均等化的目标制度化、法制化,明确中央和地方政府在基本公共体育服务供给中的主要任务和保障措施,不断加大对欠发达地区场馆的政策、财政支持力度;以基本公共服务均等化为导向,完善公共体育服务财政制度,积极争取中央政府转移支付资金用于经济欠发达地区的场馆建设,以及增加对场馆运营维护资金的投入;通过用地保障、税费减免、财政转移支付等形式,鼓励、支持、引导社

会力量参与欠发达地区的场馆建设运营,拓展公共体育服务供给渠道;对于场馆数量有限但空间活力较高的地区,应加大全民健身公共服务资源倾斜力度,满足人民日益增长的体育需求。

5) 协调社会效益和经济效益,实现平衡共赢。实现场馆的可持续运营仅依靠财政投入是不够的,需要通过市场化运营实现盈亏平衡以确保场馆长远发展,处理好社会效益与经济效益之间的关系。建议建立包含社会效益和经济效益的综合绩效考核机制,评估和监督场馆的运营效果,确保经济效益与社会效益相统一;发挥补贴资金、税收减免等优惠政策的引导作用,以鼓励企业在兼顾经济效益的同时,注重提升社会效益;广泛拓展市场资源,积极承办大型演艺、节庆、会议和会展等活动,实现场馆与文化、旅游等服务产业融合,形成场馆与其他产业的联动活力;加强对场馆运营商的指导和监管,通过完善委托合同条款、制定公共体育服务标准、优化场馆财政补助政策等措施,促进场馆实现社会效益。

#### 参考文献:

- 曹钟茗,甄峰,李智轩,等,2022.基于手机信令数据的城市时间活力模式及影响因素研究:以南京市中心城区为例[J].人文地理,37(6): 109-117.
- 陈松林,王天星,2009.等间距法和均值标准差法界定城市热岛的对比研究[J].地球信息科学学报,11(2): 145-150.
- 陈元欣,2022.新时代我国体育场馆可持续发展的实践探索与路径[J].当代建筑(12): 49-51.
- 陈元欣,方雪默,2022.公共体育场馆不同性质运营主体供给公共服务水平的比较研究[J].体育科学,42(8): 85-97.
- 陈元欣,邱茜,2020.我国体育场馆公共服务居民获得感的时代意蕴、内涵特征、评价维度及其应用[J].体育科学,40(9): 14-25.
- 戴健,张盛,唐炎,等,2015.治理语境下公共体育服务制度创新的价值导向与路径选择[J].体育科学,35(11): 3-12.
- 邓涛涛,闫昱霖,王丹丹,2019.高速铁路对中国城市人口规模变化的影响[J].财贸研究,30(11): 1-13.
- 邓涵,2019.公共体育服务市场化中的政府监管责任[D].重庆:西南政法大学:9.
- 方琰,徐海滨,蒋依依,2023.多源数据融合的中国滑雪场空间活力评价研究[J].地理研究,42(2): 389-406.
- 耿宝权,2012.基于平衡计分卡的大型体育场馆运营绩效评价研究[J].北京体育大学学报,35(12): 1-6.
- 黄凤娟,付哲敏,2010.大型体育赛事管理中的体育场馆选址问题的建模与分析[J].沈阳体育学院学报,29(3): 29-32.
- 黄郦铃子,陈元欣,2019.全球著名体育场馆运营经验与启示[J].体育文化导刊(7): 100-104.
- 蒋涤非,2007.城市形态活力论[M].南京:东南大学出版社:89.
- 雷厉,2001.对北京高校体育场馆资源利用现状及影响因素的研究[J].北京体育大学学报,24(3): 298-301.
- 李冬梅,陈俊涛,2023.美好生活视域下全民健身公共体育空间的价值、困境与发展路径[J].沈阳体育学院学报,42(6): 95-101.
- 李少英,李少丽,黄姿薇,等,2023.基于位置大数据的中国5A级景区活力强度空间分异特征与成因[J].地理科学,43(7): 1239-1248.



- 罗桑扎西,甄峰,2019.基于手机数据的城市公共空间活力评价方法研究:以南京市公园为例[J].地理研究,38(7):1594-1608.
- 梅桢悦,2020.商业街道夜间活力影响因素分析及其营造研究[D].深圳:深圳大学:35.
- 秦淑洁,钱天陆,吴朝宁,等,2023.基于地理探测器和最大熵模型的人类出行活动强度空间格局模拟:以云南省域为例[J].地理科学,43(8):1360-1370.
- 单瑞琦,张松,2021.历史建成环境更新活力评价及再生策略探讨:以上海田子坊、新天地和豫园旅游商城为例[J].城市规划学刊(2):79-86.
- 沈朝阳,2013.大型体育场馆选址布点评价方法研究[D].西安:西安建筑科技大学:11.
- 沈体雁,于瀚辰,2019.空间计量经济学[M].北京:北京大学出版社:159.
- 唐雅冰,2017.纪念性建筑外部空间活力提升的设计方法研究[D].广州:华南理工大学:8.
- 汪奋强,李芊熠,2021.大中型体育场馆定位与交通可达性关联性研究:以广佛地区为例[J].南方建筑(6):100-106.
- 汪海,蒋涤非,2012.城市公共空间活力评价体系研究[J].铁道科学与工程学报,9(1):56-60.
- 王富百慧,王梅,张彦峰,等,2016.中国家庭体育锻炼行为特点及代际互动关系研究[J].体育科学,36(11):31-38.
- 王晗,胡自远,李付全,等,2022.基于夜间灯光的2000—2018年成渝地区城市化过程研究[J].遥感技术与应用,37(4):897-907.
- 王欢,2021.基于多源数据的体育中心选址评价方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学:28.
- 王劲峰,徐成东,2017.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,72(1):116-134.
- 王西波,魏敦山,2008.大型体育场馆的规划选址[J].规划师,24(2):27-30.
- 王勇,邹晴晴,李广斌,2018.基于活力特征分析的城市安置社区公共空间研究:以苏州城区6个安置社区为例[J].地理科学,38(5):747-754.
- 王子朴,秦丹,刘海元,等,2022.体医工融合:交叉学科背景下体育高精尖学科发展探索[J].首都体育学院学报,34(6):581-591.
- 吴莞姝,党煜婷,赵凯,2022.基于多维感知的城市活力空间特征研究[J].地球信息科学学报,24(10):1867-1882.
- 吴健生,钱韵,王宏亮,等,2022.深圳市公共体育设施空间供需及影响因素研究[J].北京大学学报(自然科学版),58(6):1101-1110.
- 吴宇彤,左沛文,彭翀,等,2023.面向突发公共卫生事件的城市社区韧性评估及其外部关联特征:以武汉市中心城区为例[J].国际城市规划,38(4):11-20.
- 肖红,宋耀伟,2022.我国城镇居民文化资本、体育锻炼与主观健康关系研究:基于CGSS2017数据的实证分析[J].西安体育学院学报,39(5):570-580.
- 徐勇,王丽佳,杨华,2022.青藏高原土地资源人类活动适宜性评价方法及实证应用[J].地理学报,77(7):1615-1633.
- 扬·盖尔,2002.交往与空间[M].何人可,译.北京:中国建筑工业出版社:1-203.
- 岳勇斌,2023.城市体育场馆赛后经营管理研究关键思路分析[J].西安电子科技大学学报(社会科学版),33(1):95-99.
- 曾建明,2013.我国大型体育赛事场馆的空间布局研究[D].武汉:华中师范大学:58.
- 张秋梦,贾宝全,李彤,等,2023.中国生态用地稳定性空间分异及其影响因素[J].生态学报,43(14):5764-5775.
- 张小东,韩昊英,舒贤帆,2019.基于热力图数据的杭州商业综合体活力影响因素分析[J].地球信息科学学报,21(11):1745-1754.
- 仲崇超,2014.中小城市公共体育场馆的合理布局研究[D].南京:南京师范大学:20.
- 周良君,叶英琪,谭建湘,2011.广州公共体育场馆经济效益分析[J].体育文化导刊(8):66-69.
- BENTLEY L, ALCOCK A, MURRIAN P, et al., 1985. Responsive Environment: A Manual for Designers [M]. London: Architecture Press:363-365.
- BERNARD P, CHEVANCE G, KINGSBURY C, et al., 2021. Climate change, physical activity and sport: A systematic review [J]. Sports Med, 51(5): 1041-1059.
- JACOBS J, 1961. The Death and Life of Great American Cities [M]. New York City: Vintage Books: 1-448.
- LYNCH K, 1984. Good City Form [M]. Cambridge, MA: MIT Press: 1-524.

(收稿日期:2024-01-30; 修订日期:2024-05-07; 编辑:高天艾)