

# 基于可供性理论的赛后大型体育场馆多元发展的仿真及优化

张伟霞<sup>1</sup>, 杨行果<sup>2</sup>

(1.西北工业大学 体育部, 陕西 西安 710072; 2.西北工业大学 公共政策与管理学院, 陕西 西安 710072)

**摘要:** 大型体育场馆功能开发与消费需求的匹配是影响场馆赛后价值实现的重要因素。基于可供性理论, 从消费者-场馆互动的视角对大型体育场馆的赛后功能进行分类, 并通过仿真研究探讨了场馆可供性与消费者多维评价之间的关系, 进而对大型体育场馆赛后功能优化提出建议。研究认为: 大型体育场馆的可供性可分为体育类固定、体育衍生类使用、非体育类觉察3种。不同类型可供性、相同类型中的具体可供性对使用者感知-评估-决策的影响存在较大差异。应当充分尊重使用者-场馆功能的互动, 通过可供性实现消费需求与功能供给的双赢; 在赛后改造中, 确保体育根本地位同时统筹其他类别可供性的相互关联, 增加有益可供性的凸显性。

**关键词:** 体育管理; 赛后场馆多元化发展; 可供性理论; 功能适宜性

中图分类号: G80-05 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2025)03-0080-07

## Simulation and optimization on post-event diverse development of large stadiums based on the affordance theory

ZHANG Weixia<sup>1</sup>, YANG Hangguo<sup>2</sup>

(1. Department of Physical Education, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. School of Public Policy and Administration, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

**Abstract:** The matching of functional development and consumer demand in large stadiums is an important factor affecting the realization of post-event value. Based on the theory of affordance, this study classifies the post-event functions of large sports venues from the perspective of consumer-venue interaction and explores the relationship between venue affordance and consumer multidimensional evaluation through simulation research. Based on this, optimization suggestions for the post-event functions of large stadiums have been naturally proposed. The study suggests that the affordance of large stadiums can be divided into three types: sports-inherent, sports-derived, and non-sports-perceived, and there are significant differences in the impact of different types of affordance and specific affordances within the same type on users' perception, evaluation, and decision-making. It is key to fully respect the interaction between users and venue functions to achieve a win-win situation for consumer demand and functional supply by affordance. In post-event renovations, while ensuring the fundamental status of sports, it is necessary to coordinate the interconnection of other types of affordance and increase the prominence of beneficial affordance.

**Keywords:** sports management; diverse development of venues after the games; affordance theory; functional suitability

体育场馆是体育强国战略实现和全民健身公共服务体系落地的物质载体, 其赛后运营一直以来都是个难题。随着消费需求的逐步升级, 人们已不满足于体育场馆基本的建筑功能, 更注重自身与空间环境互动的综合体验, 对体育场馆的功能革新有着积极期待。

可供性理论从环境与使用者互动的角度分析二者的关系, 最大程度地匹配客观属性与使用者的目的。本研究基于可供性理论, 分析大型体育场馆的可供性与消费者的互动, 通过仿真探索不同可供性对消费者多维评价的动态影响, 并基于此提出有针对性的赛后场馆

功能优化建议。

## 1 可供性及其与大型体育场馆的多元发展

可供性是环境与人的行为交互的媒介, 其本质是考量人与环境的相互关系<sup>[1]</sup>。在建筑与设计领域, 研究者基于可供性理论探讨了景观环境可供性对人们身心健康的影响<sup>[2]</sup>、工业遗存社区更新的策略<sup>[3]</sup>。这些研究表明有意识地控制与调整环境的可供性, 能够优化使用者的感受, 提升人-环境的匹配性, 为实现环境的高效利用提供了理论依据和对策指导。体育场馆是一种特殊的建筑, 依据可供性理论, 大型体育场馆赛后利用的本质是实现场馆空间环境可供性与使用者需求的高度契合。与其他空间环境类似, 体育空间通过可供性的实现能够消解资源有限带来的难题<sup>[4]</sup>。

可供性是相对的, 需先将可供性划分为层级结构清晰的概念属性, 才能讨论其是否存在<sup>[5]</sup>。根据人-境交互过程中可供性的不同实现程度<sup>[6]</sup>, 以及场馆遗产框架的概念模型<sup>[7]</sup>, 将大型体育场馆的赛后可供性划分为3种类型: 非体育类觉察可供性指场馆的特定使用功能已经被察觉, 但其所对应的行为活动并没有开展; 体育衍生类使用可供性指人与场馆已出现某种互动模式, 但尚未成为明确的场馆功能, 人们使用这种功能的频率相对较低; 体育类固定可供性指场馆较为成熟且频繁展示出的功能。这3种可供性的可实现性、与体育的相关性依次递增。赛后场馆不同类型功能的开发过程就是可供性逐步实现的过程。结合我国大型体育场馆多元功能开发的潜力及政府规划建议(比如, 西安市十四运会场馆赛后运营管理指导意见), 进一步将场馆功能分类具体化, 共选择了12类代表性功能(见表1)。

表1 体育场馆多元功能的可供性及其分类

与体育的相关性或可供性实现程度	可供性类别	具体功能
高	体育类固定可供性(TY)	举办体育赛事(A) 体育教学与训练(B) 健身与体育教育培训(C) 体育用品销售(D) 体育会展(E)
中	体育衍生类使用可供性(YS)	文艺展演(F) 旅游观光(G) 体育论坛(H) 体育科研基地(I)
低	非体育类觉察可供性(FT)	医疗中心(J) 住宿或会议中心(K) 餐饮娱乐(L)

## 2 大型体育场馆赛后功能可供性的适宜性仿真

基于问卷调查的传统分析方法虽然能描述场馆多元功能的优劣, 但无法揭示具体功能变化程度所带来的结果, 影响过程不清楚, 很难指导场馆功能改造中“度”的确定。基于主体建模的方法(agents-based modeling, ABM), 通过模拟多个主体的行动及相互作用, 使得开展一系列低成本、可控性的计算实验分析和研究成为可能<sup>[8]</sup>。已有研究者通过分析表明, 对由人所构成的场馆运营管理进行建模与仿真, 能通过仿真模型探究人的行为决策对场馆宏观运营管理效果的影响机制<sup>[9]</sup>。最近, 有研究者基于演化博弈理论, 对国内公共体育场馆的政企协同治理模式和运营策略进行仿真研究, 研究结果为我国公共体育场馆提供了清晰的治理模式<sup>[10-11]</sup>。基于ABM的仿真方法已被广泛用于体育场馆拆除方案的优化探讨<sup>[12]</sup>、政策实施效果的评估与预测中<sup>[13]</sup>。

在体育场馆可供性效果的研究中, 使用ABM仿真的必要性有以下两点: 其一, 在研究方法上尝试从静态思维向动态思维转变是必要的。传统分析方法无法揭示场馆可供性变化影响消费者的过程。只有对场馆功能带来的影响有全方位的动态了解, 才能在关键时刻发挥控制作用, 避免某种可供性负面影响的出现; 其二, 面对消费者这一特殊的研究对象, 从完全理性回归有限理性是必要的。已有研究表明, 消费者的有限理性行为决策是影响场馆运营管理效果的关键, 也是场馆运营管理复杂现象产生的内在根源, 影响运营管理系统的演化及发展趋势<sup>[9]</sup>。

消费者对场馆的功能评价过程涉及感知、评估和决策的过程<sup>[14]</sup>。以往研究表明, 消费者对场馆某种功能或服务的感知<sup>[15-16]</sup>、对场馆功能适宜性的满意度<sup>[17]</sup>会影响消费者再次使用场馆的意图, 而消费者的意图或动机本身就是影响乃至决定场馆收入的重要因素。本研究从可能性(基于建筑的本质, 客观评估场馆某种功能出现概率的大小)、适宜性(从社会角度评估场馆某种功能的合适程度)和鼓励性(从个体角度评估场馆某种功能对消费意图的激励程度)3个维度量化消费者对场馆功能的评价。需要说明的是, 在政策实施效果的仿真研究中, 核心在于将其他政策置零时探索某种政策强度与评价的关系<sup>[13]</sup>。与之不同, 在场馆可供性对消费者影响的仿真中, 考虑某种可供性的同时将其余功能置零不符合实际情况, 也与多元化的思想背道而驰。因此, 与其说是某种可供性的独立影响, 不如更确切地说某种可供性在众多可供性中的凸显性, 下文将用“凸显性”一词描述仿真中的场馆功能变化。提出以下假设:

假设 1: 消费者对体育类固定可供性的评价最佳。由于人们对场馆功能的认识较为固定, 当与预期或传统经验中不一致的功能出现时, 大脑会自动诱发冲突反应, 并驱动个体做出回避行为<sup>[14]</sup>。

假设 2: 消费者对场馆具体可供性的评价在相同可供性类别中存在差异。由于对场馆可供性的评价受到主观因素影响较大, 尤其是个体需求是否得到满足。在每种大类下, 多种可供性的差异性表现导致个体对其评价具有非一致性。

假设 3: 场馆可供性的评价结果在可能性、适宜性和鼓励性 3 个方面存在异质性。人们对事物的评价从感知到决策并非是线性的, 在可能性上评分很高的可供性不一定能最大程度地激活消费动机。

## 2.1 研究步骤

首先, 根据样本量计算公式  $n=(z \times \sigma)^2/d^2$ ,  $z$  为置信区间对应的标准分数,  $n$  为样本容量,  $d$  为抽样误差,  $\sigma$  为标准差。本研究设置 95% 置信区间, 标准差定为 1, 抽样误差为 0.06, 可得最小统计样本量为 1 067。围绕西安奥体中心, 通过问卷收集(潜在)消费者对场馆多种功能表现的多维评价值。采用线下和线上相结合的方式, 于奥体中心场馆内部、场馆附近及高校内发放问卷。删除无效问卷后, 获取 1 144 问卷。从样本量角度来看, 本次研究符合统计学要求。问卷条目的内部一致性系数较高, 克隆巴赫  $\alpha$  系数为 0.96, 所用问卷条目有较高的内在一致性。

其次, 基于收集的数据构建并训练人工神经网络(artificial neural network, ANN), 选择反向传播的神经网络(back propagation neural network, BPNN), 构成“个体受场馆不同功能可供性影响进而做出不同评定”的

BPNN 模型。

最后, 利用 NetLogo 6.3.0 (<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/download.shtml>) 构建 ABM, 以场馆功能可供性(3 类或 12 种具体功能)为每一个 Agent 的基本属性输入 BPNN, 并以 BPNN 的输出作为 Agent 的决策结果(可能性、适宜性和鼓励性的评定值)。通过关联型自我构建交互规则, 获取最终数据。

## 2.2 问卷设计与检验

本次调查所用问卷包括 3 个部分。第一部分收集了参与者的人口学信息, 包括年龄、学历和性别等。第二部分调查了参与者对 3 大类场馆功能可能性、适宜性和鼓励性的评定。第三部分调查了参与者对 12 个具体场馆功能可能性、适宜性和鼓励性的评定。问卷发放前进行了试做, 确保问卷内容不存在语义上的混淆。为避免共同方法偏差的存在对结果造成影响, 使用 Harman 单因子检验对收集的数据进行共同方法偏差检验。结果表明, 未旋转的探索性因子分析结果提取的特征根大于 1 的因子有 6 个, 解释了 66.98%, 最大因子方差解释率为 35.97%, 未占总变异解释量的 40%, 说明本研究不存在明显的共同方法偏差。

## 2.3 个体行为决策层的人工神经网络的实现

根据问卷数据构建 BPNN 后, 基于 BPNN 对数据进行模式匹配, 建立受场馆可供性影响的个体评估行为的模型, 以量化个体的行为评估。3 类(a)和 12 种(b)的 BPNN 模型见图 1(图 1(a)为基于场馆 3 大类功能可供性的 3 输入 3 输出模型, (b)为基于场馆 12 类具体功能可供性的 12 输入 3 输出模型。两个模型均有 30 个隐藏层和 1 个输出层)。

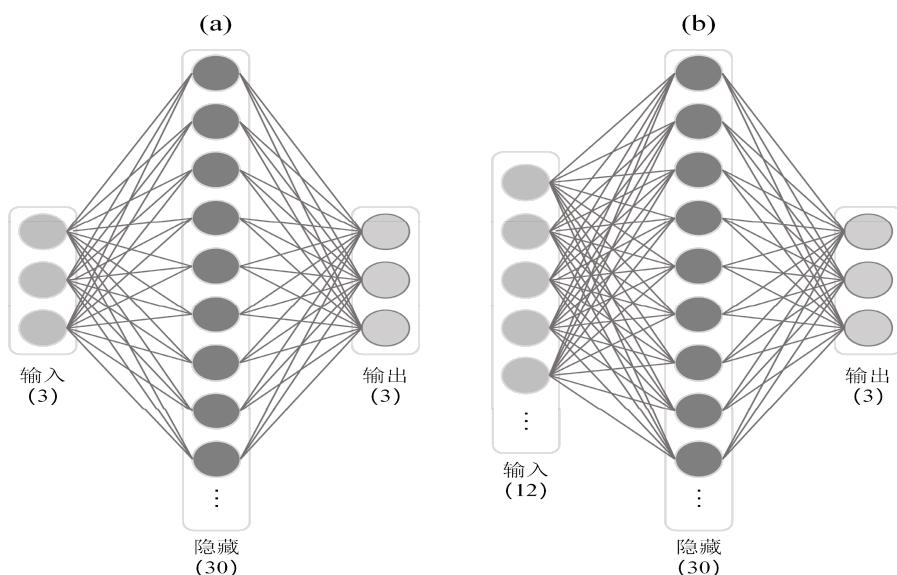


图 1 场馆功能影响个体评估的 BPNN 模型

在模型中, 模型的输出和输入都是连续值, 因此, 选择平方损失函数(quadratic loss function)  $\zeta$  衡量真实标签和预测标签的差异。表 2 为 BPNN 模型输入和输出内容的展示。

表 2 BPNN 模型的输入和输出(以 3 输入 3 输出模型为例)

类型	取值范围	来源或意义
输入	[1, 5]	来自问卷“体育类”条目
输入	[1, 5]	来自问卷“体育衍生类”条目
输入	[1, 5]	来自问卷“非体育类”条目
输出	[1, 5]	
输出	[1, 5]	以适宜性评估为例:
输出	[1, 5]	1=很不适宜; 2=不适宜; 3=中等;
输出	[1, 5]	4=适宜; 5=很适宜

在 BPNN 模型中, 对比不同学习率下损失函数的收敛情况, 将 0.1 作为学习率的默认设置, batch-size=0.20, 即训练集: 测试集=8:2、激活函数为 relu, max-iter=5000, 最大迭代次数设置为 5000, stopticks=500, 训练轮数设置为 500, persons-num 为文件中的样本量(1144)。所有模型可解释度均超过了 62%, 说明模型性能较好,  $R^2$  具体值详见表 3。

表 3 BPNN 模型性能

模型类别	评估维度	$R^2$
3 输入 3 输出	可能性	62.04%
	适宜性	71.89%
	鼓励性	71.22%
12 输入 3 输出	可能性	66.05%
	适宜性	79.06%
	鼓励性	78.75%

#### 2.4 ABM 模型构建

1) 构建思路。在构建模型中, 每个 Agent 代表一个独立个体, 该个体对场馆的评定受场馆可供性影响, 也受 Agent 之间的“关联型自我构建”效果的影响。在不同环境影响下, 每个 Agent 对场馆的评价会发生变化。在仿真中, 随着场馆可供性凸显性的变化, Agent 会相应地做出自己的决策, 最终形成稳定输出。将每个 Agent 的决策结果汇集起来, 就可以得到不同可供性影响下的效果。

2) Agent 属性初始设置。系统中关联自我构建属性在模型初始化时随机赋值, 范围为 1~5, 数值越大表示关联型自我构建越强, Agent 受其他主体影响的概

率越大。在 3 输入 3 输出模型中, 每个 Agent 有 3 个决策认知属性, 属性初始化按照调查收据中出现的频率随机赋值。

3) 交互规则。模拟世界是由 101\*101 瓦片(patches)组成的网络, 主体数量为 1 144。交互准则设计依据: (1)Agent 模拟消费者, 每个 Agent 都能移动并发生交互; (2)大部分 Agent 的活动都是有一定范围的。

#### 2.5 结果分析

为模拟场馆不同可供性在消费者评价场馆中的影响作用, 本研究在保持其他场馆可供性凸显性不变的条件下, 将某种可供性的凸显性每次提升 0.1, 待小世界网络稳定后, 记录所有 Agent 在某一维度上评价的平均值。在图 2 和图 3 中,  $X$  轴为只改变一种可供性凸显性(其余可供性凸显性的改变为 0, 本质是将可供性的变化置零, 而非将可供性置零)时, 某种可供性的凸显性。 $Y$  轴表示全部 Agent 对场馆可供性评价的均值。

##### 1) 体育场馆不同类型可供性的多维评价。

从图 2 可以看出, 面对不同类型的可供性, 消费者的感知、评估和决策(分别为图 2 的上、中、下部分)存在明显差异。为了清晰地展示场馆可供性变化与评估变化之间的关系, 在评估值与可供性变化值之间引入了累计效益的概念。累计效益是指, 当场馆可供性在最小单元范围内变化时(0.1)引起的评定值的变化, 其计算方式为每个节点上  $\Delta y/\Delta x$  的值相加, 总和大小表示可供性变化对评估的影响程度。若总和为负值, 说明某种场馆可供性的变化对评估的影响是负性的, 总和为零, 说明没有影响, 总和越大影响越积极。在可能性评估上, 体育类和非体育类的可供性变化效果最明显, 体育衍生类变化基本不引起可能性的变化(图 2(b))。但是, 在适宜性和鼓励性的评估中, 体育衍生类却有最好的效果(图 2(d), 2(f))。

与假设 1 不一致, 本研究未发现体育类可供性在消费者评价中的优势。造成这一现象的可能源于消费者对体育衍生类可供性的期待, 渴望在传统体育类可供性的基础上有新元素的引入。该结果从另一方面说明多元化的发展是场馆运营的必然选择, 也是消费者心之所愿。

与假设 3 一致, 场馆可供性的评价结果在可能性、适宜性和鼓励性 3 个方面存在异质性。尽管体育衍生类在可能性评估上完全没有优势, 但消费者对其适宜性和鼓励性的评价优于另外两类功能。因此, 场馆的可供性评估必须从消费者角度考虑其对消费动机的促进作用, 不能将场馆视为简单的建筑, 要将其视为一种文化或情感的载体, 考虑人与建筑的互动<sup>[18]</sup>。

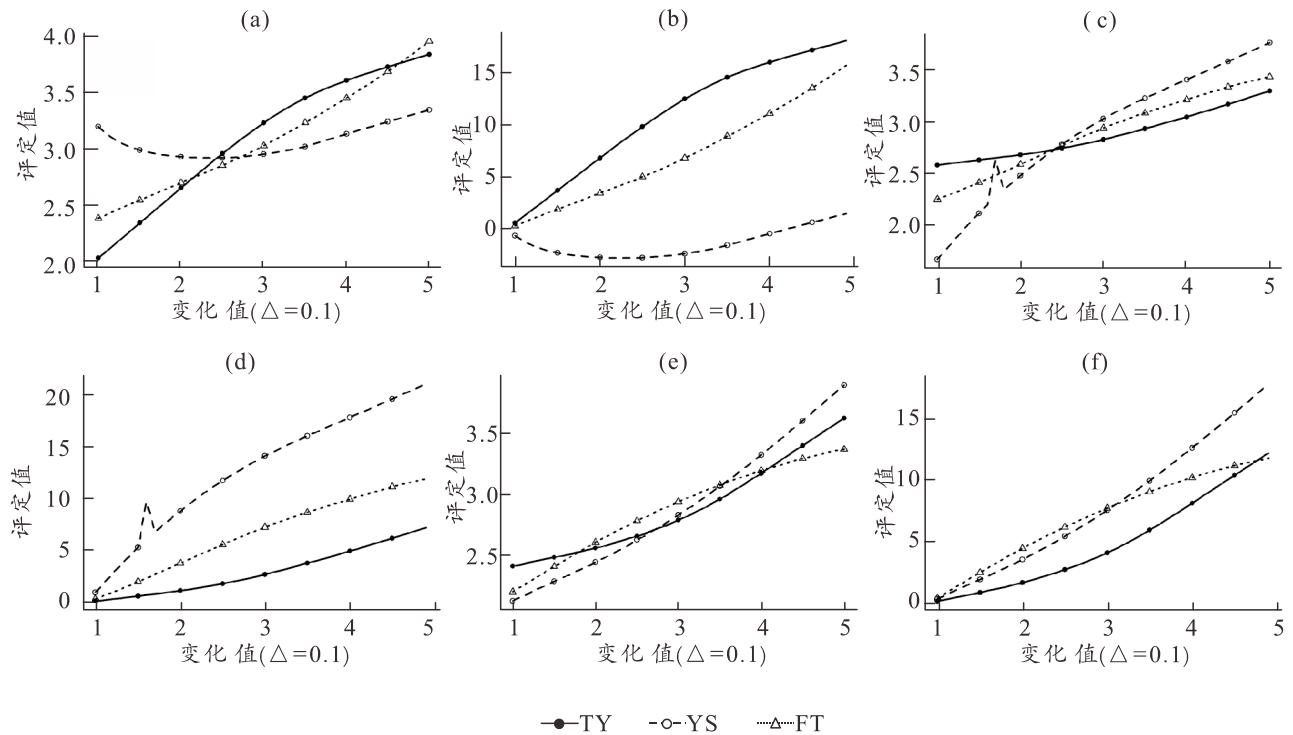


图2 不同类型场馆可供性的评估效果均值变化量对比

(X轴表示场馆某类可供性凸显性的尺度, Y轴表示消费者对场馆某类功能在可能性(a)、适宜性(c)和鼓励性(e)上的评估值。图2(b), 2(d), 2(f)代表场馆可供性凸显性对可能性(b)、适宜性(d)和鼓励性(f)评定值的累积贡献, 也就是累计效益量。)

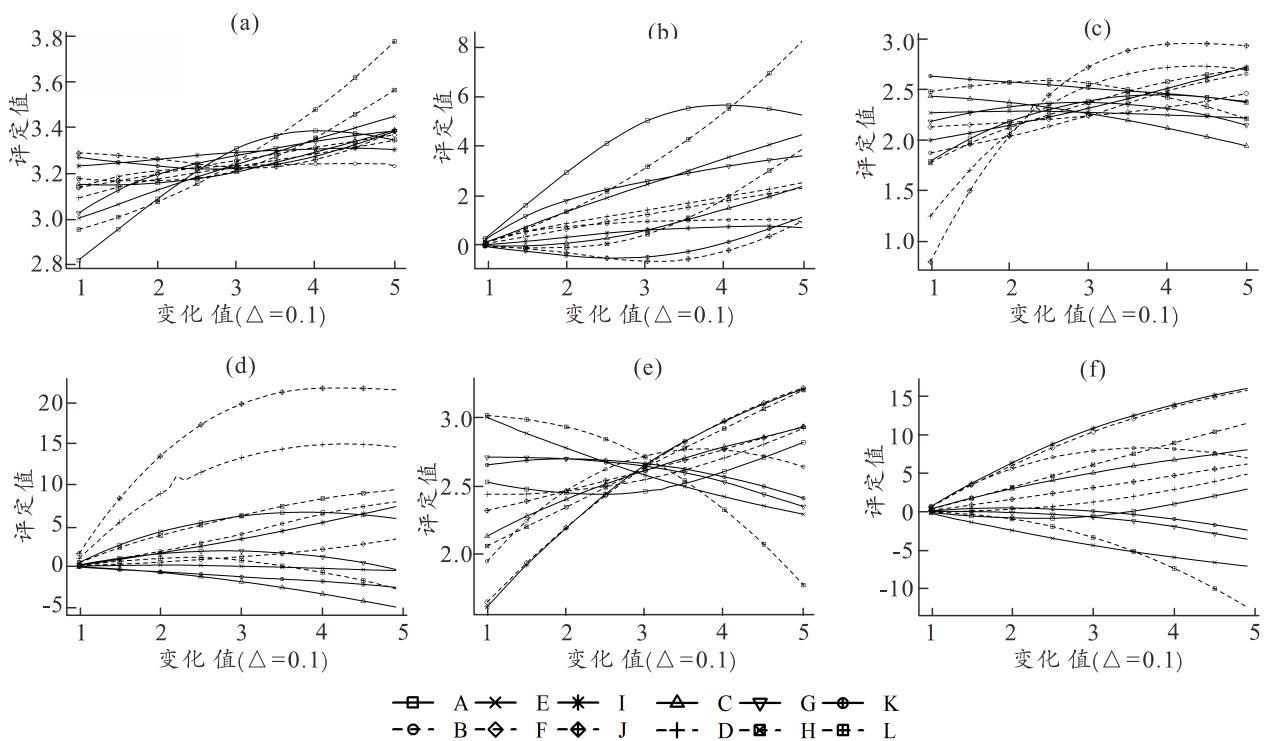


图3 场馆具体可供性评估效果均值变化量对比

(A-L所对应的具体功能与表1相同。X轴表示场馆某类可供性凸显性的尺度, Y轴表示消费者对场馆具体可供性在可能性(a)、适宜性(c)和鼓励性(e)上的评估值。图3(b), 3(d), 3(f)代表场馆具体可供性凸显性对可能性(b)、适宜性(d)和鼓励性(f)评定值的累积贡献, 也就是累计效益量)

### 2)具体场馆功能下消费者的多维评价。

从图3可以看出,具体到某个可供性时,场馆类别的界限不复存在。图3(a)和(b)表明,场馆所有具体可供性凸显性的增加都能提升可能性的评估,只是程度有所区别,这说明消费者对场馆功能的潜在变化有很强的包容性,从感知层面接纳了场馆多元化功能的出现。但是,在适宜性和鼓励性评估上,场馆功能凸显性的变化则出现了多样的趋势。图3(d)表明,除了举办体育赛事和体教训练之外,医疗中心、体育用品销售凸显性的增加能最大限度提升消费者对场馆适宜性的评定,而健身与体育教育培训(效益值=-4.94)、住宿会议中心(效益值=-2.54)凸显性的增加反而在一定程度上降低了消费者对适宜性的评估。这说明,从适宜性角度来讲,体育场馆的这些是无益的。类似地,由于旅游观光、餐饮娱乐凸显性的变化与适宜性评估之间的关系为朝下的抛物线,在真实场馆可供性开发中需要把握度凸显性的度。在图3(f)中,体育会展(效益值=-7.08)、旅游观光(效益值=-3.59)、餐饮娱乐(效益值=-12.39)对消费者的鼓励性是负性的,需要谨慎引入。与假设2一致,消费者对场馆具体可供性的评价在相同类别中存在差异,这就是很难制定统一规范的原因,也进一步说明了考虑具体可供性的必要。

### 3)与传统分析结果的对比。

传统方法基于消费者对场馆某种或某类可供性在某个维度上评定的均值,通过描述、对比,进而分析某种可供性的优劣。在本研究中,使用类似的方法对数据进行了分析,结果发现,就场馆可供性类型而言,在3个维度的评定上,均表现出一致的趋势:体育类>体育衍生类>非体育类。就场馆具体可供性而言,总体也呈现类似趋势。传统分析结果与仿真结果是互补的,与传统分析中的定性结果不同,仿真提供了动态的结果,清晰地展示了场馆可供性与消费者评估的关系,对场馆功能的调控有参考价值。

## 3 大型体育场馆赛后功能优化策略

消费者的多维需求牵引大型体育场馆赛后可供性的多元呈现。重视消费者与体育场馆的双向积极互动,着力体育场馆多类可供性的开发是场馆适宜性考量的关键。提升大型体育场馆在消费者多元化需求方面的可供性,方能最大限度实现其价值,满足消费者需求,实现主体需求与客体供给的双赢。

### 3.1 双向互动,牵引可供

简单来讲,大型体育场馆的可供性就是场馆为满足消费群体的多维需求所展示出的功能,这种可供性既不由场馆决定,也不由消费者决定,而是二者互动

的结果。大型体育场馆的赛后功能开发是非常复杂的,该过程涉及多主体的系统,至少包括管理、运营和消费三方面人员。而多元化发展对策的执行在政府管理部门和场馆运营者之间存在一种现实困境<sup>[19]</sup>。一方面,政府管理部门谨小慎微,场馆在功能改造过程中面临着严格的业态限制;另一方面,场馆运营者对场馆功能开发存在经营项目过度延伸的现象,使得体育场馆也因此失去了在人们心中的标志性地位。究竟引进哪些项目比较适宜于最大限度实现场馆的服务价值?针对这一问题,政府方面并没有明确的改造指南,地方场馆运营方也没有充足、可复制的经验。因此,完全依赖任何一方都是不可取的,消费需求对场馆功能配置或改造具有导向性作用,而场馆功能对使用者的需求有诱导性,尊重使用者在场馆功能发挥中的主体地位,强调使用者与场馆互动的重要性对赛后大型体育场馆的运营具有参考价值<sup>[20]</sup>,可供性理论恰恰提供了这样一个视角。

### 3.2 以体为本,强化特色

大型体育场馆兼有物理、社会和文化属性。其中,体育类项目的开展,比如承接赛事、为全民健身提供载体是其根本价值所在。体育类的固有可供性是赛后体育场馆功能实现的最基本目标。在本研究中,仿真结果和传统分析的结果均显示出了体育类的固有可供性在消费者感知层面上的优势,大众对体育场馆的体育特色有着根深蒂固的认识,这种优势彰显了体育类的主体功能优势。因此,大型体育场馆的赛后运营应当恪守以体为本的方针。在使用“赛后积极进行改造、转变功能定位,实施多元化经营”对策的同时,应当对“多元”有深刻的认识。“多元”的目的是促进可持续发展,但“多元”并非简单的多种业态的累积,而是主次分明、相辅相成的业态群。在本研究的仿真结果中,改变其中一种功能的凸显性,保证其他功能不变,某些功能(比如医疗中心、体育用品销售)凸显性的增加能提升消费者对场馆适宜性的评定,促进有益可供性的实现;某些功能(比如健身与体育教育培训、住宿会议中心)凸显性的增加反而出现了非益可供性。这就要求在实际工作中,要依据调研数据区别对待不同类型的功能,以及其在众多功能中的凸显性,最大限度实现有益可供性,降低非益可供性,促进消费需求与场馆功能的双赢。

## 4 不足与展望

为了方便取样,围绕西安奥体中心的使用者及潜在使用者开展了调查,人群范围较小,可能导致仿真研究的结果具有人群特异性。囿于西安奥体中心在大

型体育场馆中的代表性,后续研究应当选取多个场馆进行研究,对比多个场馆可供性的区域差别和人群差别,获得更充分的材料支持,为每类大型体育场馆的赛后发展制定更为“个性化”的策略。此外,本研究的场馆可供性笼统地指向场馆功能,虽然易于理解、方便仿真研究,但是,在实际赛后场馆改造中的直接指导性较差。未来研究应当细分场馆可供性因素,将其落实在具体可操作的指标上,比如,采光、绿化、体感等等。

### 参考文献:

[1] GIBSON J J. The ecological approach to visual perception[M]. Houghton: Mifflin and Company, 1979.

[2] MENATTI L, ROCHA A C. Landscape and health: Connecting psychology, aesthetics, and philosophy through the concept of affordance[J]. *Frontiers in Psychology*, 2016(7): 1-17.

[3] 张霞,赵雪,廖子翔. 基于可供性理论的工业遗存社区化更新策略研究——以武汉市为例[J]. *工业建筑*, 2023, 53(12): 45-53.

[4] 王振宇,张震. 城市公共体育空间“可供性”的理论反思与设计理念探索[J]. *体育学研究*, 2022, 36(5): 45-51.

[5] GREENO J G Gibson's affordances[J]. *Psychological Review*, 1994, 101(2): 336-342.

[6] KYTTÄ M. Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2002, 22(1): 109-123.

[7] PREUSS H, PLAMBECK A. Utilization of Olympic stadiums: A conceptual stadium legacy framework[J]. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 2021, 22(1): 10-31.

[8] 王国成,高德华. 基于ABM的公共政策仿真研究进展与方法论启示[J]. *公共管理学报*, 2023, 20(2): 116-127+173.

[9] 陶倩,王子朴. 公共体育场(馆)行为运营管理系统的建模与仿真方法研究[J]. *体育科学*, 2013, 33(10): 28-34.

[10] 刘举胜,李超然,朱洁训,等. 公共体育场馆协同治理研究: 基于演化博弈分析框架[J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2024, 21(3): 1-13.

[11] 王静,孙晋海. 农村公共体育服务协同治理: 基于演化博弈的分析框架[J]. *沈阳体育学院学报*, 2023, 42(1): 64-72.

[12] 李欣,王猛,张发强,等. 大型体育场馆拆除施工仿真与方案优化探讨[J]. *建筑结构*, 2023, 53(6): 6-11.

[13] 丁超,付汉良,何玉麒,等. 再生水回用行为引导政策作用效果仿真[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(3): 161-170.

[14] ZHANG W, WEI H, et al. Architectural narrative shapes brain activities underlying approach-avoidance response: A case study of the stadium[J]. *Frontiers in Neuroscience*, 2022, 16: 858888.

[15] BULGURCUOĞLU A, KÜÇÜK V, et al. The effect of physical characteristics of stadium on satisfaction levels of football spectators' age groups[J]. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2018, 11(4): 103-117.

[16] PHONTHANUKITITHAWORN C, SELLITTO C. Perceptions of service quality at football stadiums: Influence on fans' intention to attend future games[J]. *Managing Sport and Leisure*, 2018, 23(3): 204-224.

[17] GREENWELL T C, FINK J S. Assessing the influence of the physical sports facility on customer satisfaction within the context of the service experience[J]. *Sport Management Review*, 2002, 5(2): 129-148.

[18] 陈元欣,陈磊,刘恒,等. 公共体育场馆功能改造之理论逻辑与现实困境——以洪山体育中心为例[J]. *上海体育学院学报*, 2020, 44(5): 37-46.

[19] 何夷,陈磊,周彪,等. 公共体育场馆改造建设体育服务综合体的现实困境与应对之策[J]. *武汉体育学院学报*, 2021, 55(3): 56-62.

[20] 时宵,陈元欣,陈磊,等. 体育服务综合体消费场景维度设计与营造策略[J]. *体育与科学*, 2024, 45(1): 106-113.