

新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展研究

王雪桐,张和平

(太原理工大学 体育与健康工程学院,山西 晋中 030600)

摘要:智慧体育场馆是体育产业数字化转型的重要载体,其高质量发展不仅关乎体育产业的整体提升,更是推动城市可持续发展的重要途径。采用文献资料法、逻辑分析法等研究方法,突破传统技术应用视角,提出“技术—数据—场景”三维融合范式,对新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展的底层逻辑、现实困境和实现路径进行分析。提出当前智慧体育场馆面临虚实场景割裂与算力分配失衡、用户主权缺失与隐私安全风险、碳能效率低下与产业协同不足等现实困境。提出元宇宙场景重构、用户主权体系构建、碳效能效双轨优化等创新路径。

关键词:新质生产力;智慧体育场馆;底层逻辑;体系构建

中图分类号:G812 文献标识码:A 文章编号:1003-983X(2025)05-0011-06

DOI:10.20185/j.cnki.1003-983X.2025.05.003

A Study of New Quality Productivity Enabling High-quality Development of Smart Stadiums

WANG Xuetong, ZHANG Heping

(Taiyuan University of Technology, School of Physical Education and Health Engineering, Jinzhong Shanxi, 030600)

Abstract: Smart sports stadiums are an important carrier of the digital transformation of sports industry, and their high-quality development is not only crucial for the overall improvement of the sports industry but also serves as a significant avenue for promoting the sustainable development of cities. Employing literature review and logical analysis method, and moving beyond the traditional technology application perspective, this paper proposes a three-dimensional integration paradigm of "technology-data-scenario" to analyze the underlying logic, realistic dilemmas, and realization paths of new quality productive forces enabling smart sports stadiums high-quality development. It is argued that current smart sports stadiums face realistic dilemmas, including virtual-real scenario fragmentation and imbalanced computing power allocation, a lack of user sovereignty coupled with privacy security risk, and low carbon energy efficiency alongside insufficient industrial collaboration. Innovative paths are proposed, such as metaverse scenario reconstruction, the construction of a user sovereignty system, and dual-track optimization of carbon and energy efficiency.

Keywords: new quality productive forces; smart stadium; underlying logic; system construction

2023 年 9 月,习近平总书记在考察黑龙江时提出,要整合科技创新资源,引导战略性新兴产业和未来产业发展,加快形成新质生产力^[1]。2024 年 3 月,新质生产力正式被写入政府工作报告,强调要大力推进现代化产业体系建设,加快发展新质生产力^[2]。如今,全球范围内新一轮科技革命与产业变革兴起,大数据、云计算、物联网、人工智能等为代表的新质生产力正

在重塑传统产业的格局,催生新的发展模式。经济合作与发展组织(OECD)在 2022 年发布的报告也指出全球体育产业正借助技术力量,稳步推进服务升级和低碳转型。智慧体育场馆作为体育产业数字化转型的重要载体^[3]。它的高质量发展不仅关乎体育产业的整体提升,而且是推动城市可持续发展的重要途径。我国《“十四五”体育发展规划》明确提出要加快智慧体育场馆建设。在此背景下,通过采用先进技术来提升体育场馆运营效率、服务品质和可持续发展能力,成为推动体育强国战略落地的关键。因此,发展新质生产力是智能化体育场馆高质量发展的内在要求^[4],AI、区块链、边缘计算等技术要素为代表新质生产力被看作是智慧场馆转型的核心动力^[5],新质生产力可以给智慧体育场馆的高质量发展提供新动能,助力体育产业实现高质量发展。

体育场馆是城市公共服务和体育产业的关键部分,其智慧化转型与高质量发展已成为学界和业界关注的焦点。目前,

收稿日期:2025-04-09

基金项目:山西省哲学社会科学规划课题(2021YY128)。

第一作者简介:王雪桐(2000~),女,山西太原人,在读硕士,研究方向:民族传统体育学。

通讯作者简介:张和平(1976~),男,山西交口人,硕士,教授,研究方向:民族传统体育学,E-mail:zhangwushu@sina.com。

在新质生产力背景下关于体育产业的研究主要聚焦于新质生产力赋能体育服务业^[6]、体育用品制造业^[7]、体育旅游业^[8]等主题,新质生产力赋能智慧体育场馆领域的研究相对偏少。已有的研究大多只从单一技术应用的角度出发,新质生产力与智慧体育场馆的关系还没有一个统一的理论框架,没有全面分析新质生产力怎样全方位融入智慧体育场馆的发展,使得智能体育场馆从传统的“技术工具化”转变为先进的“生态智能化”。智慧体育场馆在发展过程中,面临不少实际问题,比如技术应用比较零散、数据治理跟不上、产业协同不够等^[9]。因此有必要从根本上探究新质生产力深度赋能的有效办法。

鉴于此,本文打破传统研究的限制,根据新质生产力的内涵构建了“三维融合”模型。通过这个模型揭示了技术、数据、场景之间协同作用的规律,分析新质生产力助力智慧体育场馆高质量发展的底层逻辑,并且针对当前面临的困境,提出可行路径,旨在能为智慧体育场馆的持续发展提供理论支持和实践参考,推动其向“数智生态体”转变。

1 新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展的底层逻辑

1.1 新质生产力的内涵扩展:从技术工具到生态重构

在传统生产力框架下,技术、数据、场景的简单叠加造成了严重的割裂问题。2022年,中国信息通信研究院做过一项调研,发现我国工业企业设备联网的占比为45%,其中联网企业中仅30%建立了数据管理平台。这导致很多设备运行产生的数据无法收集与深入利用,使得先进技术的作用无法有效发挥。在传统模式下,企业即使引入了先进技术,因为技术和数据、场景无法协同配合,生产力提升会受到限制。自2023年9月习近平总书记提出新质生产力这一概念以来,其已迅速成为驱动经济社会发展的核心动力。新质生产力以创新为内核,成功突破传统经济增长与生产力发展模式的桎梏,具备高科技、高效能、高质量的显著特征^[10],是契合新发展理念的新质生产力形态^[4]。新质生产力不再只靠增加传统生产要素来发展,而是更注重把创新要素组合好、用起来。

新质生产力正改变着智慧体育场馆的底层运行逻辑。以前,智慧体育场馆只是把技术当作单纯的工具,现在正逐步向“生态智能化”模式转变。在这个转变过程中,技术不只是个生产工具,技术已成为带动整个生产生态发生变化的关键因素。新质生产力的核心是通过技术创新、要素重组与场景应用实现生产力的提升^[11]。技术、数据和场景是新质生产力的3个关键要素,它们在内涵上紧密相连,组成一个整体。技术不再是孤立存在的,它为数据的产生、收集和分析提供了方法,让数据能在不同场景里流动起来并且发挥作用。数据是推动场景创新的动力。通过分析数据,我们能发现大家潜在的需求从而催生出新的应用场景。而新的场景又给技术的发展提供了实践机会。在场景里可以及时发现技术应用时出现的问题,反过来推动技术不断进步。新质生产力从把技术当工具到对生态进行重构,内涵的扩展是对传统生产力模式的一次重大变革。它依靠技术上的突破把数据的价值释放出来,在具体的场景里实现从量变到质变的跨越,打造出一个各个要素相互促进的创新生态系统。

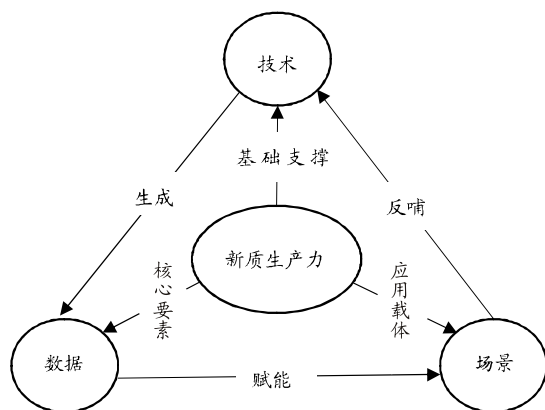


图1 新质生产力的核心要素

1.2 智慧体育场馆的“三维融合”范式

智慧体育场馆的“三维融合”范式主要包括技术革新、数据激活和场景重构3个关键方面。这三者相互配合,让体育场馆从传统的“功能空间”升级转变为“数智生态体”。

1.2.1 技术维度:搭建智能化基础设施网络

在新质生产力的推动下构建一个由AIoT(人工智能物联网)、5G与区块链协同运作的网络体系对智慧体育场馆的发展特别重要^[12]。AIoT负责收集数据,5G负责传输和处理数据,区块链保障数据安全。AIoT把人工智能和物联网结合起来。通过传感器设备可以实时收集体育场馆里的人流量等重要数据^[13]。这些数据会被传输到AI算法系统里,实现精准调节场馆的温度、湿度等方面^[14]。比如上海虹口足球场利用AI技术深入分析人流量数据,提前知道什么时候人最多,然后快速启动疏导方案,保证场馆安全又高效地运营。对于用户观赛和消费的数据,用区块链技术加密保存,数据安全完整并且不会泄露。如北京工体的“球迷数字身份链”的应用。三部分紧密形成了技术循环,促进智慧体育场馆的智能化运营,让场馆管理模式发生转变,释放新质生产力在体育领域的巨大潜力。

1.2.2 数据维度:驱动全生命周期价值流转

智慧体育场馆把数据变成资产是一个系统工程,要把票务、安防、商业消费等不同类型的数据整合起来,搭建数字孪生体^[15]。如深圳大运中心借助数据中台整合系统整合各类数据,提高了整体运营效率。在数据主权管理方面,借助区块链的DID(去中心化身份识别)技术,用户能自己决定数据怎么用。例如用户可以根据需要,把消费偏好数据给餐饮商户,这样既能保护隐私又能享受个性化服务,也给数据智能化创造了可靠环境。数据智能化应用是数据资产化的关键环节。场馆用机器学习分析设备运行数据可实现预测性运维^[16]。广州天河体育中心靠AI预测空调故障,能更快做出维修反应。同时,结合上座率、赛事热度等数据可以构建动态定价模型,实时调整门票价格等,提高资源利用效益,为数据价值化找到了方向。从数据价值化角度看,场馆会量化用户贡献,通过通证经济把观赛互动变成能交易的权益,如上海八万人体育场的“球迷贡献值”。对于运动产生的碳减排可以经过区块链认证生成碳积分,用户能用积分换商品或者参与碳交易,雄安新区体育中心已经开始试点。这些做法完善了数据价值实现的流程。通过构建确权、分析、交易的闭环,让数据从“资源”变成“资产”,

为智慧体育场馆的运营和服务创造价值,推动场馆持续发展。

1.2.3 场景维度:重构虚实共生的服务生态

在新质生产力推动下,智慧体育场馆的服务场景发生很大变化^[17]。它不再局限于传统的物理空间而是向“物理—虚拟—脑机”三层空间扩展,出现了不同的场景组合。在物理场景智能化升级进程中智慧体育场馆大力推行无人化服务模式。AI机器人开始“工作”,承担引导、保洁等工作^[18]。以北京冬奥会的云顶滑雪公园为例,机器人服务的比例超过80%,提升了服务质量和效率。元宇宙概念的兴起使得元宇宙健身成了热门领域^[19]。用户通过数字分身可以进入虚拟场馆和全球玩家比赛。比如杭州奥体中心打造的“亚运元宇宙”健身社区。虚拟场景创新,不仅体现在健身互动上,在赛事商业拓展方面也有新突破。赛事里的精彩片段做成NFT藏品,球迷可以通过区块链技术交易,NBA Top Shot模式在国内已经开始应用了,为挖掘体育赛事商业价值找到了新办法。

随着物理和虚拟场景不断发展,脑机场景也得到了发展。智慧体育场馆使用非侵入式脑电设备可以监测用户情绪,而且场馆还能依据神经反馈实时对场馆里的环境参数进行调整。同时脑机接口技术实现了“意念选座”等创新交互方式。清华大学团队在国家体育场(鸟巢)已经验证了相关技术,为脑机场景在体育场馆的实际应用提供了有力支持。通过物理、虚拟、脑机场景的融合,智慧体育场馆全面提升了服务水平,充分发挥新质生产力的作用,给体育产业创新增加新动力。

2 新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展的现实困境

2.1 技术困境:虚实场景割裂与算力分配失衡

在当前数字化转型浪潮下,多数体育场馆已经完成了基础的数字化改造,实现了线上预约、扫码入场等功能。但虚拟健身、NFT数字权益等深度场景融合尚未实现。物理场馆和虚拟场景没有连通,不仅影响用户体验而且也阻碍了智慧体育场馆服务质量的提升^[15]。在亚运会举办期间积极推出“虚拟火炬NFT传递”等元宇宙场景,但是物理场馆和虚拟空间之间数据交流很少,线下运动攒的积分没办法换成虚拟权益导致用户体验感不佳。《2023中国智慧体育基础设施白皮书》里的数据显示,全国有83%的智慧体育场馆都还没设置边缘计算节点。像成都凤凰山体育公园的元宇宙观赛项目,由于算力不够10%的用户看比赛的时候虚拟视角会卡顿。结果这个项目上线仅三个月,每天活跃的用户数量就下降了47%。随着数字体育发展,体育算力需求越来越大但现在体育算力在应用的广度和深度上都还不够,好多应用场景都没办法真正实现^[20]。睿体研团队对杭州奥体中心举办大型赛事期间的数据做了测算,发现因为资源分配不合理,每天平均要损失12万元。

2.2 数据困境:用户主权缺失与隐私安全风险

2.2.1 用户主权缺失的制度性缺陷

在智慧体育场馆运营过程中,数据归谁的问题处于模糊状态^[21]。现在的法律法规虽看重保护用户的数据权益,但在明确数据到底归谁这方面没有清楚和实际可操作的标准。场馆运营方靠着宽泛的数据收集条款导致收集范围和使用目的都不明确^[21]。在用户注册时,协议只是提到要收集个人信息、运

动数据还有消费数据,却没说这些数据到底归谁。这使得用户在数据关系中处于被动地位,无法有效行使数据所有权。同时这也给了运营方过度收集、乱使用数据的机会。这就损害了用户对数据的主权,打破了运营方和用户在数据方面原本应有的权益平衡。

智慧体育场馆在推动数据要素市场化时,价值分配机制的缺失成为制约其发展的重要因素。在实际生产环节中,公众普遍作为主要的生力军参与其中。用户在场馆内的消费、运动等行为产生了大量具有潜在价值的数据。但在后续的数据要素经济活动流程中,公众的作用未能得到充分彰显。用户日常行为所产生的数据价值直接被应用于后续的“再加工”流程之中^[21]。然而当下缺乏合理机制,将数据创造的价值回馈给用户。场馆利用用户运动偏好数据进行精准营销并获利但用户没有得到回报。这既违反公平原则,降低了用户参与数字化服务的积极性,而且由于无法激励用户参与数据治理,限制了数据在生态系统中的良性流动与价值挖掘进而阻碍了场馆依靠数据实现高质量发展,成为急需解决的关键问题。

2.2.2 隐私安全风险的技术性挑战

在智慧体育场馆里,物联网设备与智能终端装了很多。这就让数据量增长了好多,对数据加密技术的要求也更高了。然而目前部分场馆采用的加密技术比较落后,无法应对越来越复杂的安全威胁。一些场馆的传感器设备在传数据的时候只用简单的加密算法。黑客很容易就能破解,然后就拿到用户的实时位置、运动状态这些敏感信息。在场馆的数据存储方面,有些场馆为了省钱,选了安全性不高的加密技术。这就导致数据很容易被恶意软件攻击,出现数据被偷或者被改的情况。2020年新冠疫情在全球大爆发的时候,加拿大一家健身中心发生了数据泄露事件,导致健身房客户的姓名、电话号码、家庭住址等个人数据被盗^[22]。加密技术的滞后对用户隐私安全威胁很大,也损害了智慧体育场馆的名声,降低了用户对场馆数字化服务的信任。

智慧体育场馆通常要与多个系统交互,像票务系统、会员管理系统等。但是不同系统之间缺乏有效的数据安全防护协作机制,导致跨系统泄露事件频繁发生^[23]。此外,场馆内部不同业务系统之间的数据交互也有风险,如果权限管理不当,内部人员能够通过一个系统获取其他系统的用户敏感数据。跨系统泄露既侵犯了用户隐私还可能引发用户对场馆的信任危机,给智慧体育场馆的持续发展带来不良影响,阻碍新质生产力在智慧体育场馆中的有效发挥。

2.3 生态困境:碳能效率低下与产业协同不足

2.3.1 碳能效率低下的结构性矛盾

在智慧体育场馆的运营过程中,能耗管理粗放的问题明显^[24]。多数场馆缺精细能源监测调控系统,无法精准知道设备能耗情况。例如照明系统因为没有智能调控,白天采光好的时候灯还是全开着,造成电能的大量浪费。空调系统也存在运行模式单一、不能按照场馆不同区域的温度需求进行调控的现象。亚运城综合体育馆在安装变配电监控系统之前,没有办法实时监控用电,能耗较高^[25]。这种粗放管理场馆能耗高、碳排放量大,阻碍了碳能效率提高,和绿色发展理念不符合。同时,智慧体育场馆的碳计量体系没有统一且科学的碳计量标准和

方法。场馆运营时能源消耗、设备运行等环节都会产生碳排放。但因为没有有效的碳计量体系,很难准确算出这些碳排放是多少。使清洁能源的时候也没法精确算出减少了多少碳排放量。比如杭州亚运会期间场馆虽然实现了100%绿电供应,可很难精准算出碳减排量^[26]。这就使得场馆不清楚自己的碳足迹,很难制定专门的减排策略,限制了场馆向低碳方向发展。

2.3.2 产业协同不足的系统性障碍

智慧体育场馆产业链涉及体育赛事运营方、体育用品制造商、健身服务提供商等主体^[27]。但目前这些主体之间数据共享和协同的程度不高,数据孤岛问题严重^[9]。不同主体为了自己的利益,将数据锁在自家系统里,不愿与其他主体分享。数据孤岛现象阻碍了产业链上下游的信息交流,限制了协同创新,导致智慧体育场馆不能很好地整合产业资源和实现高质量发展。在智慧体育场馆产业协同发展的过程中,标准体系零散也是一大问题。目前,体育产业各个领域没有统一的标准规范。像场馆建设标准、设备接口标准,都存在不同程度的差别^[28]。各个企业和机构存储、传输数据的格式不一样。数据在不同主体、不同系统之间共享时需要时间和精力进行格式转换。这不仅增加了数据处理成本,还更容易出错^[24]。工业和信息化部与国家体育总局征集智能体育典型案例,北京城市副中心的大运河文化旅游景区AI全民健身能量运动场入选^[29]。但和其他地区的智能健身设施在对接、数据共享方面标准不统一,也碰到了不少问题。标准体系零散降低了产业协同效率,阻碍了新技术、新模式在体育产业的推广应用,对打造完整、高效的智慧体育场馆产业生态产生了不利影响。

3 新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展的实现路径

3.1 元宇宙场景重构:打造虚实共生的体育服务生态

3.1.1 “5G+边缘计算+XR”融合基建

“5G+边缘计算+XR”的融合在打造虚实结合的体育服务方面发挥着重要作用。5G网络具有速度快、延迟性低的特点,可以保证数据实时传输。这样使得用户在体验体育服务的时候,数据交互就很流畅,更好地进行沉浸式体验。比如看高清赛事直播或者玩实时体育互动游戏,画面不会卡顿并且可以响应。边缘计算把数据处理从云端挪到了网络边缘,减少了传输延迟,系统响应速度变快^[30]。像沉浸式观赛、智能训练这些对实时性要求很高的体育场景,观众想要切换视角或者发出互动操作指令,边缘计算都能快速处理,让观众有身临其境的感觉。XR技术(包括VR、AR、MR)能把虚拟和现实连接起来。观众戴上VR设备就可以从不同角度观看比赛。还有多模态交互引擎把语音识别、手势识别等交互方式进行整合。用户可以通过语音下指令或者做个手部动作就能和虚拟体育场景互动。

3.1.2 数字孪生深化应用

建筑信息模型(BIM)技术和物联网深度融合可以实现体育场馆精细化管理和高效运营。BIM能搭建场馆的数字化模型,把场馆的建筑结构、设施布局都完整展现出来^[31]。联网可以实时收集场馆里的温湿度、设备运行状态等数据^[15]。二者融合形成数字孪生模型,能实时反映出场馆的真实情况。使得管理者能很快找到照明等设备的故障,及时安排维修,提高管理

效率。在规划设计阶段,数字孪生模型可以把各方的需求和数据整合起来优化设计方案。到了建设施工阶段,它又能实时跟踪工程进度和质量。在运营维护阶段,依据数字线程的数据提前预测设施可能出现的故障,提前保养,降低设施故障的概率,延长设施使用寿命。数字孪生模型在动态人流模拟和应急预案数字推演方面也发挥着重要作用。借助数字孪生模型,根据赛事规模、门票销售数据可以模拟体育场馆在不同时段、不同区域的人流分布情况。这样就能提前规划好人员疏导路线,保证人员流动有序。同时,还能模拟火灾等突发情况时人员的疏散过程,检验应急预案,保障观众和工作人员的安全。

3.2 用户主权体系构建:区块链赋能数据确权与隐私保护

3.2.1 去中心化用户画像与个性化服务

在传统模式下,构建用户画像主要依赖中心化平台。此类平台将分散的用户数据进行整合并广泛应用于营销领域。但这种方式存在弊端。用户数据面临较高的泄露风险且极易遭到滥用,用户在数据管理方面缺乏实质性的控制权^[32]。区块链出现后改变了这种情况。用户可借其自主管理数据,加密存储消费、浏览等信息,凭借私钥掌控数据访问权,第三方需获得明确授权才能查看。利用区块链智能合约与分布式计算能搭建去中心化用户画像体系。服务提供商可按照用户授权从区块链获取数据,因为数据的使用情况在区块链上都有记录,用户能清楚知道自己的数据是怎么被用的,对数据的掌控力变强。在体育及相关服务领域,该模式优势明显。健身平台根据用户授权的运动数据给用户制定健身计划。电商平台参考用户的消费偏好,给用户推荐商品。这既让用户体验变好又因为用户能自己管数据,让服务更准、更可信。

3.2.2 智能合约保障数据交易安全

数字化时代数据交易频繁,数据属于重要资产。传统的交易模式有不少问题,一方面,数据质量不能得到有效保证,另一方面,买卖双方之间没有足够的信任且交易过程容易被外部攻击。智能合约作为区块链技术的重要应用能有力保障数据交易安全^[33]。智能合约依托区块链技术构建,合约条款都以代码形式记录并存在区块链上。在数据交易的时候,买卖双方可以通过智能合约把数据价格、使用范围等关键交易内容约定好。等双方达成一致把合约部署到区块链上,合约就会自动执行,不需要第三方中介插手^[34]。例如,数据需求方想购买用户的运动数据做市场研究,就可以通过智能合约,把数据交易价格、使用范围等细节规定清楚。只要需求方付了钱,合约就会自动把用户授权的数据发给对方。区块链不能篡改的特点,让智能合约执行得公平、可靠。自动执行也减少了人为干预,降低了成本,出错风险降低。交易记录都留在区块链上,要是有什么纠纷可以根据这些记录来解决。数据交易更安全,给用户数据商业化利用提供了可靠办法,也让用户主权体系更加完善。

3.3 碳效—能效双轨优化:AI驱动的绿色场馆运营

3.3.1 动态能耗监测与清洁能源调度

场馆里照明、空调、通风设备以及各种体育设施很多,能耗情况复杂。在体育场馆的关键位置安装由AI控制的传感器网络,同时部署智能电表精准记录照明、空调用电,智能水表

计量各区域用水、燃气使用数据也同步采集。这些能耗数据实时自动传输到中央数据处理系统为能耗分析工作奠定基础。借助AI算法可以分析采集的能耗数据,构建数学模型,结合历史能耗、当下环境参数(温度、湿度等)和场馆人员活动情况(赛事、日常运营等)能准确预测未来能耗趋势。2021年9月,第十四届全运会在陕西举行,西安智慧体育中心安装了用于客流统计的人工智能摄像机和鹰眼摄像机等先进系统,通过实时数据收集和分析,为赛事管理者提供环境监测、体育场馆运行等重要信息,确保赛事可以顺利安全地进行^[35]。此外,很多绿色场馆安装了太阳能板、风力发电机等清洁能源设备。AI系统还可以依据能耗预测和实时清洁能源发电情况,智能安排能源供应。当清洁能源发电多且场馆能耗低时,AI控制设备存储多余电能,然而在能耗高峰且清洁能源不足时,AI先调用存储电能,若仍无法满足需求则从传统电网进行补充。

3.3.2 碳足迹追溯与碳中和激励机制

准确追溯碳足迹是智慧体育场馆的可持续发展关键^[36],AI技术在其中发挥重要作用。在场馆建设时,AI可以收集建筑材料的采购地、运输距离还有生产工艺的数据,然后根据这些算出它们整个生命周期的碳排放量。比如如果钢材是从很远的地方运来的而且生产工艺很耗能,AI技术就能把钢材从采购、运输到生产各个环节产生的碳排放量算清楚,做量化评估。在运营阶段,AI技术可以整合能源消耗数据和碳排放系数,准确算出能源使用产生的碳排放量,包括照明系统用电、空调设备用电等各个方面。同时,AI技术还能通过分析观众和工作人员的出行方式、出行距离,估算出人员活动产生的碳排放量。把场馆建设和运营阶段的数据整合后,AI就能构建碳足迹核算模型进而形成系统的碳足迹档案,给场馆的碳管理工作提供数据支持。

为推动场馆各方参与需要建立有效的碳中和激励机制,AI同样可以提供有力支持。对于场馆里的商家和租户,AI可以实时监测他们的能耗。如果他们用了节能设备或者调整营业时间来节能,AI就能根据能耗变化算出减排成果。运营方可以根据这个给他们租金减免、公开表扬等奖励,鼓励他们继续节能减排。对于观众,场馆可以开发手机应用程序,借助AI记录观众坐公交、步行等绿色出行行为,把这些行为转化成积分。观众能用积分换周边商品、餐饮优惠券或者参加抽奖,鼓励观众低碳出行,推动绿色场馆持续运营下去。

3.4 产业协同网络构建:基于区块链的体育生态联盟链

在新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展过程中需要构建产业协同网络。区块链技术具有独特优势,可以打造体育生态联盟链,让体育产业里的各个参与主体深入合作,构建出高效、可信还很有创新力的产业协同网络。区块链作为一种分布式账本技术,具有去中心化、不可篡改、可追溯及智能合约特性^[37]。去中心化就是体育生态联盟链没有一个单独的中心节点来掌控一切,而是好多节点一起维护数据。这样就能避免像传统中心机构那样权力太集中,还能防止数据被垄断。不能篡改特性保证了链上的体育数据,像赛事信息、运动员资料等,一旦录入就没有办法被恶意修改,数据真实可靠。可追溯性使链上的交易和数据更新都能准确找到源头,给体育产业

的监管、审计以及解决纠纷提供了依据。

体育生态联盟链架构由底层、数据层、智能合约层、应用层构成。底层是分布式节点组成的网络基础设施,包括赛事主办方、体育用品制造商等各类体育产业主体。这些节点通过工作量证明、权益证明等共识机制达成一致,让链上的数据保持一致和完整。数据层存着运动员信息、赛事日程等核心数据,可以为联盟链开展业务提供数据支持。智能合约层部署着赛事赞助、运动员转会等业务合约,合约能自动执行,提高了业务处理效率,减少了人为干预,降低了交易成本和风险。应用层给体育产业各方提供赛事票务销售、运动员管理等各种服务场景,包括赛事票务销售、运动员管理等,满足了不同主体在体育产业活动中的实际需求。

4 结语

新时代背景下,需要充分发挥新质生产力对智慧体育场馆高质量发展的赋能作用。研究对新质生产力赋能智慧体育场馆高质量发展进行分析,提出了“技术—数据—场景”三维融合范式,智慧体育场馆将充分整合各类资源,依托技术创新,数据驱动与场景拓展构建起高效、智能、绿色的生态模式。当前,新质生产力赋能智慧体育场馆面临虚实场景割裂与算力分配失衡、用户主权缺失与隐私安全风险、碳能效率低下与产业协同不足等现实困境。针对这些困境,研究提出元宇宙场景重构、用户主权体系构建、碳效能效双轨优化等实现路径。展望未来,新质生产力与智慧体育场馆紧密结合是必然趋势,研究者们需紧跟体育行业革新步伐进一步开展理论与策略研究。

参考文献:

- [1] 新华社.习近平在黑龙江考察时强调牢牢把握在国家发展大局中的战略定位奋力开创黑龙江高质量发展新局面[N].人民日报,2023-09-09(1).
- [2] 习近平.发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点[J].求是,2024(11):4-8.
- [3] 沈克印,谢昕.新质生产力赋能体育产业数字化转型的运行机理与纾解路径[J].武汉体育学院学报,2025,59(2):42-51.
- [4] 习近平.习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调加快发展新质生产力扎实推进高质量发展[N].人民日报,2024-02-02(1).
- [5] 程名望,慈芳慧,王志远.新质生产力、技术交易市场活跃度与体育产业高质量发展:来自中国省级层面的经验证据[J].上海体育大学学报,2025,49(1):65-75.
- [6] 于浩,沈克印.新质生产力赋能体育服务业高质量发展研究[J].体育文化导刊,2025(2):73-78.
- [7] 时丽珍,黄晓灵,李增光,等.新质生产力赋能体育用品制造业高质量发展的出场语境、推进困囿与实践路径[J].沈阳体育学院学报,2024,43(2):1-8.
- [8] 余思均,赵敏,熊禄全.新质生产力赋能体育旅游产业高质量发展:逻辑理路、关键障碍与实践路径[J].沈阳体育学院学报,2024,43(5):117-123.
- [9] 傅钢强,魏歆媚,刘东锋.数字时代我国体育场馆智慧化转型:动力、效应、风险和策略[J].山东体育学院学报,2022,38(6):92-99.
- [10] 中华人民共和国中央人民政府网.政府工作报告[EB/OL].

- (2024-03-12)[2025-03-26].https://www.gov.cn/gongbao/2024/issue_11246/202403/content_6941846.html.
- [11] 林晨,王静宜,李树旺.供给侧结构性改革视角下体育产业新质生产力的发展要求与推进路径[J].上海体育大学学报,2025,49(1):55-64.
- [12] 艾瑞咨询.中国智能物联网(AIoT)白皮书[R].深圳,2021.
- [13] 中国教育和科研计算机网.拥抱数字化时代:北京大学数字体育战略布局[EB/OL].(2024-04-12)[2025-03-26].https://www.edu.cn/xxh/xy/xytp/202404/120240415_2598680.shtml.
- [14] 潘华章,高晓波,张瑶,等.数智赋能大型体育场馆升级探究[J].体育文化导刊,2025(1):40-45+53.
- [15] 高奎亭,陈家起,房蕊.数字孪生体育场馆的体系架构、现实障碍与推进路径[J].武汉体育学院学报,2024,58(6):25-32.
- [16] 黎镇鹏,欧阳井凤,任波.新质生产力助推体育产业高质量发展:内在机理、重点领域与实践方略[J].西安体育学院学报,2024,41(4):451-461.
- [17] 傅铜强,魏歆媚,刘东锋.人工智能赋能体育场馆智慧化转型的基本表征、应用价值及深化路径[J].体育学研究,2021,35(4):20-28.
- [18] 李欣芮,牟琳琳,刘苏潇,等.人工智能赋能体育场馆发展的场景耦合、现实困境及实践路径[J].湖北体育科技,2023,42(1):76-81.
- [19] 王玉珍,张仁亮,张启明,等.论体育消费新场景的发展逻辑与实现路径[J].体育文化导刊,2024(11):88-94.
- [20] 韩松,余锦洋,陈宗科.体育算力的基本内涵、测度体系及发展研瞻[J].河北体育学院学报,2024,38(3):1-12.
- [21] 朱宏锐,高扬,杨懿.智慧体育场馆数据生产要素确权困境与对策研究[J].成都体育学院学报,2022,48(5):131-136.
- [22] SARAH B. Fitness Depot notifies customers of data breach[EB/OL].(2020-06-08)[2025-03-26].<https://www.itpro.com/security/data-breaches/355962/fitness-depot-notifies-customers-of-data-breach>.
- [23] 方琳,邹月辉.数字技术助力全民健身场馆智慧化:价值、现实审视与策略[J].湖北体育科技,2024,43(1):103-107.
- [24] 高进,武连全,柴王军,等.数字技术赋能体育场馆智慧化转型的理论机制与实现路径[J].体育学研究,2022,36(5):63-73.
- [25] 嘉峪关市体育局.智能化推动场馆节能减排降本增效:智慧体育场馆调查侧记(三)[EB/OL].(2024-03-15)[2025-03-26].https://www.jyg.gov.cn/tjy/ztl/tycg/art/2024/art_a6c2a74022b945d3bc71c36239998619.html.
- [26] 杭州市人民政府.绿电,让亚运别样精彩[EB/OL].(2023-09-28)[2025-03-26].https://www.hangzhou.gov.cn/art/2023/9/28/art_812262_59087862.html.
- [27] 张强,王家宏.新时代我国智慧体育场馆运营管理研究[J].武汉体育学院学报,2021,55(11):62-69.
- [28] 陈元欣,刘恒.我国对外体育场馆建设的发展历程与时代价值[J].吉首大学学报(社会科学版),2024,45(2):54-62.
- [29] 北京市通州区人民政府.“AI教练”“虚拟骑行”“虚拟马拉松”副中心智慧运动场景入选国家级典型案例[EB/OL].(2023-04-11)[2025-03-26].<https://www.bjtz.gov.cn/bjtz/fzx/202304/1646499.shtml>.
- [30] LUO Q, HU S, LI C, et al. Resource scheduling in edgecomputing: A survey[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2021, 23(4):2131-2165.
- [31] ANG Q Y, BERZOLLA M Z, REINHART F C. From concept to application: A review of use cases in urban building energy modeling[J]. Applied Energy, 2020, 279:115738.
- [32] 杨松,王馨茹,李凡,等.一种基于区块链的众包激励机制[J].计算机工程与科学,2024,46(11):1960-1970.
- [33] 肖君拥.区块链技术应用的法理审思及法律规制[J].学术交流,2023(8):32-47.
- [34] 曾幸幸.区块链技术助力绿色金融发展策略分析[J].中国管理信息化,2024,27(8):169-171.
- [35] 央视网.科技赋能:智慧场馆让全运会更“好看”[EB/OL].(2021-09-25)[2025-03-26].<https://news.cctv.com/2021/09/25/ARTIJ4kgQF-Pdj0S8SEYGT8N2210925.shtml>.
- [36] 陈元欣,陈磊,李震,等.新发展理念引领大型体育场馆高质量发展的方向与路径[J].上海体育学院学报,2022,46(1):72-85.
- [37] RAJASEKARAN A S, AZEES M, AL-TURJMAN F. A comprehensive survey on blockchain technology[J]. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2022, 52:102039.

(上接第10页)

- [EB/OL].(2021-12-28)[2024-05-21].<https://news.changsha.cn/cslb/html/111874/20211228/116936.shtml>.
- [27] 姜长云.新质生产力的内涵要义、发展要求和发展重点[J].西部论坛,2024,34(2):9-21.
- [28] 冯振伟,田丰,陈召,等.全民健身智慧化的条件诉求、阻滞因素与优化路径[J].沈阳体育学院学报,2022,41(4):71-77.
- [29] 中华人民共和国国家互联网信息办公室.关于Keep等129款App违法违规收集使用个人信息情况的通报[EB/OL].(2021-06-11)[2024-04-26].https://www.cac.gov.cn/2021-06/11/c_1624994586637626.htm.
- [30] 丰佳佳.以新质生产力推动体育用品业补短板锻长板[N].中国体育报,2024-03-20(2).
- [31] 搜狐网.有钱有闲的“新老年”上位,实体商业如何相时而动[EB/OL].(2023-02-27)[2024-05-21].https://www.sohu.com/a/646998527_349392.
- [32] 光明网.全民健身线上运动会实现四季全覆盖[EB/OL].(2023-04-22)[2024-05-21].https://news.gmw.cn/2023-04/22/content_36513149.htm.
- [33] 太极拳网.太极全民健身信息服务平台入选“数字政府创新成果与实践案例”[EB/OL].(2023-08-27)[2025-04-02].<https://taiji.com.cn/TaijiCMS/html/gsxw/20240827/3399.html>.