

数智赋能：人工智能与竞技体育相融合的应用、挑战及优化

袁佳奕¹, 王玉闯^{2*}

1. 河南师范大学软件学院, 河南 新乡 453000

2. 西藏民族大学体育学院, 陕西 咸阳 712082

DOI:10.61369/HASS.2026040040

摘要： 从传统体育活动迈向“人工智能+体育”模式，是人工智能技术赋能体育的核心路径。文章运用文献资料法、逻辑分析法，梳理竞技体育人工智能的应用现状，指出关键挑战的生成机理，提出优化路径。研究发现：竞技体育人工智能的应用主要集中在动作解析、损伤防控、运动选材、虚实融合、智能裁判五大场景，此外，算法黑箱引发决策信任危机与权责界定难题，隐性偏见源于设计者主观干预与训练数据结构失衡的双重叠加，数据壁垒表现为孤岛化、资源鸿沟与隐私安全的三重困境。据此，文章提出技术透明化、数据规范化、伦理制度化的三维优化路径：以可解释人工智能驱动精准运行，以全生命周期数据治理夯实安全支撑，以适配体育场景的伦理规范保障公平发展。

关键词： 竞技体育；人工智能；算法黑箱；隐性偏见；数据治理

Digital and Intelligent Empowerment: Applications, Challenges and Optimization of the Integration of Artificial Intelligence and Competitive Sports

Yuan Jiayi¹, Wang Yuchuang^{2*}

1. College of Software, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453000

2. School of Physical Education, Xizang Minzu University, Xianyang, Shaanxi 712082

Abstract： Transitioning from traditional sports activities to the "artificial intelligence + sports" model is the core path through which artificial intelligence technology empowers sports. This article employs the methods of literature review and logical analysis to examine the current application status of artificial intelligence in competitive sports, identify the generation mechanism of key challenges, and propose optimization paths. The study reveals that the application of artificial intelligence in competitive sports mainly focuses on five scenarios: action analysis, injury prevention, athlete selection, virtual-real integration, and intelligent judging. Additionally, the algorithm black box leads to a crisis of decision trust and problems of responsibility definition. Implicit biases stem from the double superposition of subjective intervention by designers and imbalance in training data structure. Data barriers manifest as threefold dilemmas of islandization, resource gap, and privacy security. Based on this, the article proposes three-dimensional optimization paths: using interpretable artificial intelligence to drive precise operation, using full life cycle data governance to solidify safety support, and using ethical norms adapted to sports scenarios to ensure fair development.

Keywords： competitive sports; artificial intelligence; algorithm black box; implicit bias; data governance

引言

2021年，《“十四五”体育发展规划》正式发布，提出了体育领域用信息化激发新动力的理念。受全球数智化体育发展趋势驱动，国际奥林匹克委员会于2024年在伦敦发布了《奥林匹克AI议程》，提出了体育领域开展人工智能项目的总体思路，把握住了人工智能时代全球体育发展潮流。当前，对于人工智能的关注主要集中在两方面：一方面是探索计算机视觉、机器学习等技术在体育领域的具体应用，另一方面是反思人工智能赋能体育所带来的风险挑战、协同治理等问题。虽然学界已经就人工智能与体育发展展开了研究，但仍

作者简介：袁佳奕（2005-），女，汉族，河南郑州人，本科在读，河南师范大学，研究方向为人工智能。

通讯作者：王玉闯（1979-），男，汉族，陕西咸阳人，讲师，西藏民族大学体育学院，研究方向为学校体育学。

然缺少对人工智能融合体育发展现状的全链条梳理，针对数智化下体育人工智能应用中的影响因素研究相对缺乏。基于此，文章针对竞技体育人工智能展开研究，首先从竞技体育人工智能应用场景出发，在此基础上识别其关键挑战，最后提出优化路径，以期人工智能与竞技体育的深度融合提供理论指导和实践支持，加快体育数智化转型的进程。

一、数智赋能下人工智能在竞技体育中的多元应用

（一）运动动作智能解析：从表象还原到本体认知

在体育领域，人工智能利用计算机视觉技术与深度学习算法，采用无标记动作捕捉方法对多个特定的动作指标进行连续追踪观测，并结合运动生物力学准确建立人体的三维模型，从而对运动员进行动作分析以及指导训练等^[1]。例如，中国的“跳水梦之队”所用到的“3D+AI”跳水系统，通过部署多目高速相机，可在1-2秒内完成运动员跳水动作的全方位采集，通过人工智能技术对训练视频进行摘要、动作抽取、姿势纠正等处理，并实时生成身体姿势的三维重建模型及评分结果等。

（二）运动风险前置预见：从状态监测到损伤智能防控

基于传感器技术的方法不仅连续且快速地了解运动员的心肺、肌肉、体液、跑动模式等对训练做出的反应，捕捉运动员的身体变化，还能对负荷表现精准量化和评估^[2]。此外，通过可穿戴技术和深度学习技术等对基于时间序列的个人数据集进行定期汇聚，并结合相关预测模型，可以预测潜在伤病。在实践过程中，各训练单位选择合适的监测工具，采集运动员多维时间序列数据，结合实时监控与交叉验证确保预测准确性，为教练团队提供负荷调整决策支持，实现从被动治疗到主动预防的转变^[2]。

（三）运动潜能深度识别：从肉眼评判到数字化潜能勘测

人工智能突破隐性特质预测，体现在对运动员未来潜力的前瞻性发掘上。这一技术为建立青少年运动员数字档案、定制个性化选材路径提供了依据，让原本难以被肉眼发现的“潜力股”得以精准识别。陈熹等在篮球选材研究中，先通过灰色关联度模型从21项显能指标中筛选出与运动能力高度关联的6个核心因子，将核心选材因子输入BP网络模型，对12-15周岁青少年的篮球运动能力进行预测，模型预测合格率达90%，与专业教练评定结果高度契合^[3]。智能化选拔为竞技体育后备人才储备提供了全新助力。

（四）虚实融合智能：从单一空间到多维交互映射

虚拟现实技术（Virtual Reality,VR）通过模拟真实比赛场景，使运动员在虚拟环境中进行战术演练，既解决了战术训练对场地、人数、技术水平要求较高的困境，又通过实时反馈机制提升训练效果。此外，基于VR技术还能通过交互页面自由选择任意视角增强观众观赛体验。西安电子科技大学空间视频高维度交互式观赛系统利用虚拟视角渲染技术完整重构和恢复场景当中的信息，使观众获得身临其境的临场感，而非被动接收画面，观赛变得更加主动化、个性化、互动化，从而增强沉浸式观赛体验^[4]。

（五）竞赛规则演化智能：从辅助裁决到全局公平

近年来，竞技体育关注度浪潮不断兴起，比赛的公平性与裁判判罚的正确与否成为了人们关注的重点，促使了鹰眼系统的实质性推广和应用。鹰眼系统通过高速摄像机和电脑、显示屏，能够将一个三维赛场划分为几个毫秒级度量单位，从多个视角实时获取被测对象基本信息。例如比赛中若出现有争议情况时，可以借助“鹰

眼”帮助裁判快速审查视频回放、监督流程、确保合规，并在裁决后将结果反馈给主副裁判，以此保障比赛流畅与公平^[5]。

二、数智赋能下人工智能在竞技体育中的关键挑战

（一）算法黑箱：造成决策信任与权责界定双重难题

在体育决策场景中，人工智能系统输入与输出之间的隐层机制难以解释，因此运动团队对于训练方案等结果存疑，这就形成了算法黑箱问题。结合体育领域的特性，体育决策长期以来高度依赖教练员的经验，这种根植于经验论的决策模式构成了竞技体育领域特有的“人类黑箱”。同样是“黑箱”，人类黑箱与算法黑箱间存在本质差异。相比于人类黑箱，算法黑箱更难被运动团队信任与接受，这种经验性知识和算法知识之间的认识差异是人工智能与竞技体育深度融合的瓶颈。一方面，“黑箱效应”引发决策信任危机。尽管人类黑箱也不透明，但可以通过复盘、交流等方式进行说明，易获得信任，相比之下，由于算法模型固有的复杂性和封闭性，人工智能决策缺乏情景共情，运动团队通常很难理解其推荐原因，即使结果正确，也会因不知其所以然而引发信任隐患。另一方面，“黑箱效应”还带来权责明晰难题。人类黑箱决策主体明确，即使决策出现偏差，责任可直接归属于教练个人，而对于人工智能决策来说，决策逻辑处于不透明状态，一旦发生故障，人工智能之间的因果链条^[6]使故障来源难以明确定位，“行为-责任”的界定链条因而被打破^[7]，从而加剧了人工智能算法黑箱在竞技体育领域的应用难题。

（二）隐性偏见：人为干预与样本失衡带来评判偏差

受设计者主观因素以及训练数据结构失衡的共同影响，竞技体育人工智能具有明显的隐性偏见问题。一方面，设计者会将自身价值取向、文化偏好等通过设计环节嵌入算法逻辑，形成隐性的价值导向偏见。比如在体育兴奋剂相关地域、时段、人群分析中，需要对信息进行筛选处理并设置变量，在设定变量的过程中难免无意带入主观倾向，偏见信息从而被纳入算法规则^[8]。另一方面，由于训练数据不充分、不均衡，模型在学习时会自动强化数据优势群体的特征模式，从而在决策输出时形成偏向，最终对数据稀缺群体形成误判甚至是歧视。弗吉尼亚大学计算机科学专业教授在测试图像识别软件时曾发现，用搜索引擎搜索出来的体育形象绝大多数都是男性，其中一个重要原因是，纳入体育活动的女性数据较少，反映出算法本身的“性别偏见”，这样的性别偏见导致难以客观反映女性运动员的竞技水平与发展前景。除此之外，竞技体育领域还存在独特的体型偏见，算法训练数据多以常规标准体型的运动员为核心样本，易固化刻板认知，进而误判特殊体型运动员的天赋与潜力，在人才选拔、能力评定等决策中形成隐性不公。

（三）数据壁垒：衍生孤岛、鸿沟与数据安全多重隐患

人工智能具有数据前置性，其研发与应用均需以海量多模态

数据的采集为基础^[9]。不同于一般行业，体育数据如队伍战术安排、运动训练等核心数据属于赛事竞技的关键机密，直接影响着核心竞争力，但数据应用的过程中潜藏着众多不容忽视的风险难题。具体而言，一是数据孤岛问题。俱乐部、赛事机构、高校间因隐私保护、商业机密等壁垒无法进行原始数据共享和合作，导致数据缺乏关联性，甚至不能相互兼容，这种割裂状态使得竞技体育人工智能模型只能基于局部数据训练，例如动作识别模型若仅基于单一赛事场景数据训练，面对其他场地、光照条件时极易误判。二是资源鸿沟问题。在竞技体育人工智能领域，资源鸿沟正随着技术创新扩散被持续放大。以追求超越性奥林匹克运动为例，在从技术创新到大众普及的“滞后期”中，人工智能技术发达的国家处于明显领先地位，而大部分国家仍在技术资源的第一个拐点攻坚，难以破除资源壁垒，对奥林匹克运动的公平、公正和可持续发展构成了严重威胁^[10]。三是数据隐私安全问题。体育数据具有高度敏感性^[11]，既关联个人隐私，又涉及赛事竞争利益。人工智能本身带来了数据获取性，但也不断侵蚀着体育领域中本应受到保护的私密空间与信息，尤其依托其在体育领域的画像识别能力，系统可基于海量数据对运动员的技术特点、身体状态与训练规律进行精细化刻画。人工智能本身成为了数据隐私的载体^[9]，故而容易引发严重的隐私侵扰问题。

三、数智赋能下人工智能在竞技体育中的优化路径

（一）技术透明化：运用可解释人工智能实现算法运行可视可控

从技术维度出发，可运用可解释人工智能技术，通过可视化中间表示、可视化推理逻辑等方式，将模型中的复杂推理过程分解为可理解的形式，降低深度学习模型的黑箱效应，为算法的公正性与透明性提供保障。在技术改良的基础上，结合竞技体育领域现实需求，采取分阶段、分场景的推进模式。短期阶段，将可解释技术优先运用于高风险应用场景、敏感决策环节，公开核心评价指标与决策依据，减少封闭化黑箱决策带来的公平隐患。中期阶段，结合不同运动项目的竞技规律与特征，持续优化算法模型场景适配性，依托可解释技术定位偏差来源，针对性修正身体类型偏见、战术风格偏见等竞技体育领域特有的算法问题。长期

层面，逐步建立竞技体育领域算法应用统一规范，明确智能决策的责任边界与准入标准，为算法合规提供长效支撑。

（二）数据规范化：全周期闭环管理筑牢体育数据保障根基

数据治理层面需构建体育多源数据全生命周期管理体系。短期阶段，重点推进数据基础治理工作。通过数据清洗等预处理保障数据质量，同时，进一步规范数据采集维度，均衡覆盖性别、年龄等要素，通过过采样技术解决样本不平衡问题^[12]，重点弥补女性运动员、小众运动项目的数据缺口，为后续人工智能模型训练提供可靠的数据支撑。此外，严格做好敏感信息数据脱敏处理，防范数据泄露风险，确保数据使用规范。中期阶段，进一步完善数据治理体系，建立数据质量评估机制，对数据的真实性、完整性进行常态化审核，由体育行业协会牵头搭建体育数据信托机制，统一行业数据采集与共享标准，在保障安全的前提下促进数据流通。长期来看，逐步完善数据治理长效机制，明确数据所有权与使用权边界，推动数据治理与体育事业发展深度融合，同时衔接《中华人民共和国体育法》相关要求，实现数据治理的规范化、长效化，让数据真正成为推动体育事业高质量发展的核心动力。

（三）伦理制度化：立足竞技体育场景搭建公平约束准则

伦理规范层面需以体育精神、人文精神为引领，结合法治要求构建适配竞技体育场景的人工智能伦理约束体系。短期需强化行业伦理约束，在高风险应用场景设立伦理审查机制，遏制算法歧视行为。中期持续完善行业自律准则，针对设计者与使用者分离的特性设定责任机制，防范技术滥用。从长远发展来看，需要依托法治建设补齐制度短板，完善竞技体育相关立法，确保人工智能技术服务于体育事业健康发展。

四、结语

人工智能已经融入竞技体育全场景，逐渐成为驱动竞技体育领域的核心技术与关键支撑。走在体育现代化发展的必由之路上，不单单是竞技体育，人工智能与体育其他领域的磨合也面临着许多亟待破局的深层挑战。尽管如此，随着技术持续迭代，能否构建兼顾技术赋能、运动规律、体育精神与人文精神相结合的现代化体育框架是当今的重要议题。从竞技体育到体育教学和大众体育，人工智能将渗透每一个环节，推动中国体育迈向新高度。

参考文献

- [1] 霍波, 李彦锋, 高腾, 等. 体育人工智能领域关键技术研究现状和发展方向 [J]. 首都体育学院学报, 2023, 35(03): 233-256.
- [2] 陈柯行, 孟令飞, Daniel Memmert. 人工智能引领运动训练发展的现实需求、域外经验及中国方案 [J]. 体育科学, 2024, 44(04): 3-15.
- [3] 陈熹, 董阳. 基于 BP 神经网络与灰度模型的篮球运动员选材预测分析 [J]. 通化师范学院学报, 2020, 41(12): 92-97.
- [4] 蒋显麒, 代嫣冉, 张译丹, 等. 智慧体育时代: 从备赛到观赛的全方位革新 [J]. 体育世界, 2025, (03): 37-40.
- [5] 张雅柠. “鹰眼”技术对竞技排球比赛规则发展的影响 [J]. 文体用品与科技, 2025, (10): 108-110.
- [6] 刘永安. 在有意义的人类控制下发展负责任的人工智能 [J]. 自然辩证法通讯, 2022, 44(09): 95-101.
- [7] 关乐宁, 徐凌验. 通用目的技术视角下新一代人工智能的作用机理与治理体系 [J]. 系统工程理论与实践, 2024, 44(01): 245-259.
- [8] 徐伟康. 人工智能赋能兴奋剂管制: 价值意蕴、现实挑战与发展策略 [J]. 体育科学, 2024, 44(01): 50-58+97.
- [9] 徐伟康, 林朝晖. 人工智能体育应用的风险与法律规制——兼论我国《体育法》修改相关条款的补足 [J]. 体育学研究, 2021, 35(04): 29-38.
- [10] 张家祥, 蔡艺, 古晓晴, 等. 人工智能时代全球体育的变革趋势探析——《奥林匹克 AI 议程》解析与中国借鉴 [J]. 体育科学, 2024, 44(07): 14-24.
- [11] 何昊原. 科技赋能体育发展的路径探索 [J]. 文体用品与科技, 2025, (06): 82-84.
- [12] 徐伟, 李文敏, 巩庆波. 人工智能赋能竞技体育的应用场景、风险挑战与协同治理 [J]. 西安体育学院学报, 2025, 42(05): 538-549.