

人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态分析

周嘉祺,任波

(上海体育大学 经济管理学院,上海 200438)

【摘要】: 人工智能作为数字经济发展的关键驱动引擎,正深刻改变体育产业的生产流程、资源配置与服务模式,推动传统体育企业转型升级。在新一轮科技革命和产业变革下,如何把握技术机遇、构建适合现代化需求的智能化发展路径,是体育产业学界与业界亟须探讨的重要议题。研究基于TOE理论框架,以2022—2024年中国29家体育智能领域上市企业为样本,运用模糊集定性比较分析方法,从组态视角探讨人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的多重路径。研究发现,人工智能驱动体育企业全要素生产率提升存在3条核心组态路径:①政策支撑—研发攻坚路径;②政策撬动—公众响应路径;③生态协同—资源整合路径。研究突破单因素分析范式,从组态视角揭示人工智能技术赋能体育企业的复杂因果机制,为体育产业主体在技术变革中识别关键要素组合、构建可持续竞争优势提供了理论启示与实践指引。

【关键词】: 人工智能;体育企业;TOE理论;企业全要素生产率;组态路径

【中图分类号】: G812 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 2096-5656(2025)05-0047-14

DOI: 10.15877/j.cnki.nsic.20250717.001

体育产业作为国民经济的幸福产业、绿色产业和朝阳产业,既是推动经济高质量发展的重要动能,也是建设体育强国的核心载体。2023年全国体育产业增加值为14 915亿元,占国内生产总值的比重为1.15%^[1]。当前,全球新一轮科技革命和产业变革深入推进,消费者对体育产品与服务的个性化需求持续升级,传统体育企业面临市场响应滞后、技术应用壁垒高、数据要素流通不畅等挑战,导致部分体育企业陷入生产效率提升乏力与商业模式创新停滞的双重困境。党的二十大报告强调,要坚持以推动高质量发展为主题,着力提高全要素生产率。全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)作为衡量企业生产效率的核心指标,反映了除劳动和资本等传统要素投入外,技术进步、管理创新、组织变革等因素带来的生产率提升。微观经济理论表明,实现长期经济增长必须全面提升全要素生产率^[2],其中技术进步对经济增长的驱动作用,相较资源配置效率改善更具持续性和突破性。数字经济时代背景下,人工智能(Artificial Intelligence, AI)作为发展数字经济的关键技术,通过数据、算法与算力革新体育

产业的研发设计、生产制造、赛事运营与消费服务等环节。因此,培育以人工智能为核心的产业竞争优势,不仅是破解体育产业发展瓶颈的关键路径,更是构建体育产业新质生产力、迈向全球价值链高端的战略支点。

既有研究从技术创新与要素配置等维度揭示了人工智能提升企业全要素生产率的作用机制。微观企业层面,人工智能通过“资本—技能”互补效应驱动全要素生产率提升^[2],且在大数据资产禀赋企业、轻资产运营模式企业及非国有企业中效果更为突出^[3]。宏观经济层面,人工智能对企业全要素生产率的促进作用在数字经济发展程度较高的地区更为显著^[4]。然而,聚焦体育产业领域,当前研究以理论构建为主,主要围绕技术赋能^[5]、应用场景^[6]、风险挑战^[7]以及发展策略^[8]等维度展开;实证研究相对匮乏,对人工智能驱动体育企业全要素生产率的条

收稿日期: 2025-05-17

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(25CTY014)。

第一作者: 周嘉祺,硕士生,研究方向: 体育产业。

通信作者: 任波,博士,副教授,博士生导师,研究方向: 体育产业。

件要素、组态路径及因果机制尚未揭示,存在进一步的研究拓展空间。

关于体育产业全要素生产率的相关研究,在研究对象方面,既有研究覆盖了体育用品制造业^[9]、区域体育产业集群^[10]以及体育服务业^[11]等主要场景;在研究方法方面,DEA-Malmquist指数法^[12]、LP法^[13]、OP法^[14]等被广泛用于测算全要素生产率,并用于考察企业ESG表现^[15]、数字经济^[13]、绿色金融^[14]等因素对体育企业全要素生产率的影响机制。近年来,模糊集定性比较分析(fsQCA)法因其擅长处理多重并发因果和因果非对称性问题,逐渐被引入体育产业研究领域。例如,该方法已用于探索体育用品制造企业数字化转型的组态路径^[16]、体育用品制造企业创新活动的内外部驱动路径^[17]、体育产业效率提升的多元路径^[18],以及体育产业高质量发展的关键条件组合^[19],为理解体育产业复杂系统提供了新的分析视角。因此,研究将引入fsQCA方法,系统探索人工智能赋能体育企业全要素生产率提升的差异化条件组合与组态路径。

综合上述分析,现有关于人工智能与体育产业的研究,多聚焦于理论分析与技术应用层面,缺乏针对体育企业特性的实证检验。鉴于此,研究基于TOE理论框架,采用LP法测算29家体育智能领域上市企业2022—2024年的全要素生产率,并运用fsQCA方法探究人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的核心条件。通过构建典型案例库与组态分析,试图揭示人工智能技术驱动下提升体育企业全要素生产率的关键条件组合,TOE框架中技术、组织与环境条件的协同路径机制。研究旨在系统解析人工智能赋能体育企业生产率的多元实现路径,为体育企业技术应用与政府及行业的政策制定提供相关借鉴。

1 文献回顾与模型构建

1.1 TOE理论

技术—组织—环境(TOE)理论,作为技术创新扩散的经典分析框架,其核心价值在于通过技术、组织、环境三个维度的互动关系,系统解释组织技术采纳的影响因素^[20]。该框架的开放性特征使其适用于复杂经济系统分析,具体到体育企业发展情境下,技术维度聚焦创新技术的核心属性,包括技术相对

优势、兼容性、可观察性等采纳决策指标,是企业评估技术价值的核心属性;组织维度关注组织规模、资源禀赋、知识基础等内部结构性要素,决定企业对技术的消化吸收能力;环境维度涵盖政策支持、行业竞争、利益相关者压力等外部情境因素,构成技术应用的制度与市场环境。TOE理论通过解构人工智能技术创新、组织支撑与环境推动的三维作用机制,能够有效揭示人工智能技术驱动体育企业全要素生产率提升的内在逻辑,为多维度条件变量的选取提供理论依据。

1.2 模型构建

研究基于TOE理论框架,结合案例企业特征与人工智能技术特性,试图构建人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态模型,模型包含7个条件变量与1个结果变量,通过fsQCA方法解析条件变量的交互效应。

1.2.1 技术维度

现有文献从技术层面对人工智能技术的赋能机制展开研究,其中专利作为技术产出的显性表征,能有效反映企业技术研发能力与应用水平^[21]。人工智能技术专利不仅是企业技术创新能力的核心载体^[22],也是衡量技术创新投入与知识存量的关键指标。以体育产业为例,运动轨迹识别算法、智能穿戴设备数据处理技术等专属专利,既体现企业人工智能技术的创新能级,又直接关联其在运动表现优化、用户健康监测等垂直场景的技术落地效能,构成TOE理论框架下技术维度的核心测量指标。在技术应用层面,上市公司年报作为企业经营信息的权威载体,详细记载了人工智能技术在企业业务中的落地实践与实施成效,是衡量人工智能技术渗透度的重要数据源^[3]。体育企业年报中披露的人工智能特征词频次,如虚拟赛事、AI转播、个性化健身方案等关键词,能够映射人工智能技术在体育产品与服务中的渗透度。研究将企业年报作为数据载体,采用文本挖掘量化特征词出现频次,以此作为人工智能技术应用的测量指标。综上所述,技术成熟度与技术应用分别从技术产出与技术落地双重视角,构成TOE框架下技术维度的核心测量指标,映射人工智能技术在体育企业中的发展水平与应用深度,因此,研究将技术成熟度与技术应用作为技术维度的条件变量。

1.2.2 组织维度

从资源基础理论视角看,研发投入是企业构建人工智能技术优势的核心内生动力源。在体育产业数字化转型背景下,研发经费投入强度不仅能够体现企业科技创新投入水平,也能够反映企业在科技创新中的资源分布情况^[23]。高强度的研发投入通过技术攻坚、场景创新、技术吸收赋能体育企业的人工智能技术应用,推动人工智能技术与体育业务的深度融合。合作生态反映企业通过网络关系整合外部资源的能力,体育企业的发展依赖知识融合与资源协同,构建活跃的外部合作网络能够弥补企业内部资源短板,促进知识溢出,降低创新风险,加速技术迭代与应用场景开发^[24]。强大的合作生态是提升企业动态能力、应对技术复杂性的关键组织特征。综上,研发强度与合作生态分别从内部资源投入和外部资源整合两个方面,协同作用于体育企业人工智能技术应用的组织实施能力,因此研究将研发强度与生态合作两个指标作为组织维度的条件变量。

1.2.3 环境维度

就供给端而言,政策支持与数字经济支撑为体育企业供给侧赋能。《“十四五”体育发展规划》明确提出,支持大数据、区块链、物联网、云计算、人工智能等新技术在体育领域的创新运用,打造智能健身场景,加快相关产品开发。政策导向的有效性直接影响企业技术创新的市场转化效率,政府通过政策工具降低企业技术研发风险,有效提高技术转化效率^[25]。数字经济与数字技术是科技革命和产业变革的核心驱动力,两者相互依存、深度融合,一方面,数字经济是以数据要素为关键资源,以互联网平

台为主要信息载体,以数字技术创新驱动为牵引的经济活动^[26];另一方面,人工智能技术是数字技术的关键技术之一,区域数字经济发展水平能够对人工智能技术的应用程度产生影响。就需求端而言,大众消费需求市场信号传导到体育企业需求侧拉动,大众对人工智能的关注度在一定程度上反映了市场接纳度与需求弹性^[27],关注度越高,体育企业应用人工智能技术可拓展的商业化空间就越高,能够倒逼体育企业人工智能算法的优化。因此,研究将政策支持、数字经济与公众关注作为环境维度的条件变量,探讨其对体育企业全要素生产率提升的影响机制。

基于上述分析,研究构建了人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态模型(图1),通过分析条件变量的组态关系,揭示人工智能赋能体育产业高质量发展的组态效应与路径选择。该模型的核心逻辑在于人工智能并非被动受制于技术、组织、环境条件,而是作为体育企业全要素生产率提升的核心驱动力,通过渗透并优化技术、组织、环境三维条件,形成对全要素生产率的传导机制。具体而言,技术条件中,技术成熟度与技术应用是驱动体育企业全要素生产率提升的技术基础,二者协同塑造企业技术采纳路径;组织条件中,研发强度影响企业资源分配与创新模式,合作生态形成组织支撑体系,二者共同推动企业人工智能技术迭代与应用场景探索能力,提升技术适配性与应用场景渗透力;环境条件中,政策支持、数字经济和公众关注构成外部推动力量,为人工智能技术扩散创造制度与市场条件。通过组态分析,研究试图揭示不同条件组合对提升

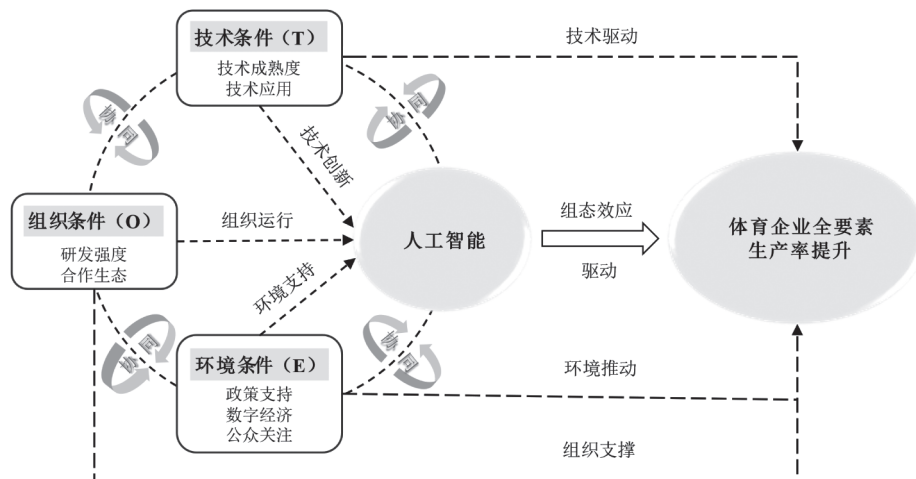


图1 人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态模型

Fig.1 Configuration model for AI-driven total factor productivity improvement in sports enterprises

体育企业全要素生产率的协同效应,为体育企业识别核心优势要素、政府精准施策提供理论依据。

2 研究设计

2.1 研究方法

第一,Levinsohn-Petrin(LP)法。就经济学角度而言,全要素生产率是以一个余项的概念出现的,它指扣除各类要素(如资本、劳动等)投入的贡献后,所不能解释的“剩余”产出,是判断经济体增长质量和增长潜力的重要标准。总产出中不能由要素投入所解释的“剩余”就是全要素生产率^[28],反映生产过程中各种要素投入的单位平均产出水平,即投入转化为最终产出的总体效率。人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术,具有溢出带动性很强的“头雁”效应,有利于提升全要素生产率^[29],现有研究基于中国微观企业数据验证了人工智能对企业全要素生产率的积极影响^[2]。研究采用Levinsohn-Petrin(LP)法估计案例所涉及29家上市公司的企业全要素生产率。LP法用中间品投入指标作为代理变量,能够扩展代理变量的选择范围,使研究者根据研究数据的特点灵活选择代理变量。由于研究样本含科技企业(如科大讯飞、快手、商汤等),这类企业的核心投入是研发和人力而非固定资产,LP法通过中间投入反映企业动态调整行为,能缓解传统OLS的同时性偏差问题,更贴合互联网、科技企业的特征,因此,采用LP法估计案例企业的全要素生产率。

第二,fsQCA法。fsQCA(模糊定性集比较)是一种定性研究方法,用于深入分析问题的复杂性变化。体育企业作为复杂经济体,其发展既需要技术创新的驱动,也依赖组织能力与制度环境的协同支撑,因此研究采用组态分析试图揭示人工智能技术赋能的多元路径。fsQCA方法相较于传统线性回归模型,一方面,能够处理等效性问题,即不同条件组合可能引致相同结果;另一方面,可识别条件变量间的协同效应与非线性关系^[30]。除此之外,fsQCA方法适用于中小样本的组态路径分析,契合研究29家案例企业的样本规模特征。因此,研究选取人工智能技术赋能的29家体育企业,涉及体育场地和设施管理、体育用品及相关产品制造、体育教育与培训、体育健身休闲活动、体育竞赛表演活动、体育传

媒与信息服务6个体育产业业态,覆盖全国10个省份,具备行业代表性与地域多样性。基于TOE理论框架,聚焦技术成熟度、技术应用、研发强度、合作生态、政策支持、数字经济及公众关注7个前因条件变量,通过fsQCA方法识别不同条件组态对提升体育企业全要素生产率的驱动机制,突破单一变量分析的局限性,为体育企业的技术赋能路径提供微观层面的实证研究。

2.2 案例选择

研究遵循理论抽样原则,构建人工智能赋能体育企业案例库。首先,通过政策文件、媒体报道、企业年报及学术研究初步筛选全国范围内34个潜在案例;其次,依据数据获取度、业态匹配度、地域分布均衡性确定典型案例库,形成人工智能赋能体育企业案例库(2022—2024年)(表1),最终选取29家体育智能领域上市公司为分析样本,样本筛选基于行业影响力、市场占有率和人工智能技术投入强度,案例企业公开披露信息具有行业代表性,符合fsQCA方法对案例典型与数据可获得的要求。每个案例均具备3份以上支撑材料,确保分析信度。案例样本包括体育场地和设施管理(3家)、体育用品及相关产品制造(13家)、体育教育与培训(4家)、体育健身休闲活动(1家)、体育竞赛表演活动(7家)、体育传媒与信息服务(1家),覆盖体育产业核心业态;地域分布涉及广东、安徽、上海、浙江、山东、四川、福建、北京、辽宁、江苏共10个地区,兼顾东部发达地区与中西部发展中地区,能够反映区域技术应用差异。

2.3 数据测度与校准

2.3.1 数据测度

第一,结果变量。现有研究对于企业全要素生产率的测算方法有最小二乘法(OLS)、固定效应法(FE)、OP法、LP法、系统GMM法等,其中OP、LP法因突破传统方法的内生性限制,是微观企业全要素生产率研究的主流方法。研究参照鲁晓东^[28]对企业全要素生产率的测算框架,采用LP法估计案例企业全要素生产率。LP法通过中间品投入 M_{it} 作为代理变量,解决生产函数估计中的同时偏差性问题^[31],尤其适用于研究案例中轻资产科技企业(如科大讯飞、商汤科技等)的生产效率估计。研究对于第 i 个企业在第 t 年($t=2022, 2023, 2024$)的生产函

表1 人工智能赋能体育企业案例库(2022—2024年)

Tab.1 AI-powered sports enterprise case repository (2022—2024)

编号	证券代码	企业简称	人工智能应用案例	人工智能赋能方向	体育产业分类
1	000530	冰山冷热	冰雪运动训练支持 智能冰场运维设备 亚冬会场馆智能化改造	体育赛事服务与场馆管理	体育场地和设施管理
2	300005	探路者	智能滑雪头盔 下肢外骨骼系统 5G 智能户外手表	运动训练与健康管理 智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
3	002870	香山股份	香山健康 App 香山 Moving 智能手环 运动员健康监测与恢复 智能体脂秤与健康管理系统	运动训练与健康管理 智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
4	002615	哈尔斯	智能运动水杯 马拉松赛事智能体“跑马小玫”	智能运动装备	体育用品及相关产品制造
5	000811	冰轮环境	北京冬奥会场馆智能温控 冰雪运动场馆智能化升级	体育赛事服务与场馆管理	体育场地和设施管理
6	600826	兰生股份	AR 虚拟观赛区 运动员表现分析 上马 APP AI 训练	体育赛事服务与场馆管理	体育竞赛表演活动
7	001368	通达创智	智能跳绳装备	智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
8	603081	大丰实业	杭州亚运会智能机器人 杭州奥体中心 AI 视觉优化 杭州电竞中心智慧系统集成	体育赛事服务与场馆管理	体育场地和设施管理
9	605299	舒华体育	AI 健身助手 AI 智能跑步机 BioFit 数智力量产品	智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
10	002587	奥拓电子	AI 视讯 AUTO 赛事运营平台	体育赛事服务	体育竞赛表演活动
11	002899	英派斯	AI 运动眼镜、AI 体测机 AI 大模型科学健康平台 AI 智能步道、数字滑雪模拟机	运动训练与健康管理 智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
12	002486	嘉麟杰	智能工厂建设 智能仓储系统、自动分拣系统	智能体育制造	体育用品及相关产品制造
13	002858	力盛体育	体育 AI 助手小盛 AI SPORTS 私教产品 AI 赛事解说、赛事数据分析	大众体育数智化 体育赛事服务智能化	体育竞赛表演活动
14	600684	珠江股份	“神投手” AI 智能投篮辅助训练系统	智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
15	300162	雷曼光电	AI+Micro LED 系列产品	体育赛事服务	体育竞赛表演活动
16	833429	康比特	AI 健身方案 AI 运动营养师 AI 智慧营养管理	运动训练与健康管理	体育用品及相关产品制造
17	600633	浙数文化	杭州亚运行 APP、弈战平台 传播大模型与体育内容生成	体育赛事服务与场馆管理 体育教育与大众体育数智化	体育竞赛表演活动
18	002415	海康威视	AI 智慧操场 亚运三馆智慧大脑 体育赛事视频分析	体育赛事服务与场馆管理 体育教育与大众体育数智化	体育竞赛表演活动
19	002230	科大讯飞	AI 健康管家 智慧体育考试测评 智能运动评测体系 数字体育赛事管理平台	运动训练与健康管理 体育教育与大众体育数智化	体育教育与培训

续表 1

编号	证券代码	企业简称	人工智能应用案例	人工智能赋能方向	体育产业分类
20	300559	佳发教育	个性化运动处方 运动动作分析报告	体育教育与大众体育数智化	体育教育与培训
21	300651	金陵体育	AI 运动数据追踪系统 智慧篮球架生产车间	智能体育制造	体育用品及相关产品制造
22	001300	三柏硕	智能训练辅助系统 智慧运动康养解决方案 “SHOTLAB” AI 投篮系统	运动训练与健康管理 智能运动装备与产品研发	体育用品及相关产品制造
23	002780	三夫户外	AI 智慧营地 青少年综合素质教育大模型	体育教育与大众体育数智化	体育用品及相关产品制造
24	301287	康力源	AI 体能大模型 智慧校园 AI 体育角	体育教育与大众体育数智化	体育教育与培训
25	002832	比音勒芬	AI 数字化平台 终端智能管理系统	智能体育制造	体育用品及相关产品制造
26	002373	千方科技	智慧校园体育解决方案 AI 跑圈屏、体锻屏、跑步屏	体育教育与大众体育数智化	体育教育与培训
27	80020.HK	商汤科技	杭州亚运数实空间 巴黎奥运数据分析	体育赛事服务与场馆管理	体育竞赛表演活动
28	01024.HK	快手	AI 小快预测(赛事竞猜)	体育教育与大众体育数智化	体育传媒与信息服务
29	03650.HK	KEEP	AI Coach 运动评估、运动健身方案	体育教育与大众体育数智化	体育健身休闲活动

注：为控制文章篇幅，仅列举人工智能应用案例和赋能方向，具体信息详见案例附件

数,设定柯布—道格拉斯(C-D)生产函数,如式(1)所示:

$$Y_{it}=A_{it}K_{it}^{\alpha}L_{it}^{\beta}M_{it}^{\gamma}e^{\varepsilon_{it}} \quad (1)$$

式(1)中, Y_{it} 为企业*i*在第*t*年的营业收入(万元); K_{it} 为固定资产净额(万元),代表资本投入; L_{it} 为员工人数(人),代表劳动投入; M_{it} 为营业成本(万元),代表中间投入; A_{it} 为全要素生产率; α,β,γ 为要素产出弹性; $e^{\varepsilon_{it}}$ 为随机冲击对产出的影响, ε_{it} 为随机误差项。对(1)式取对数并引入企业个体固定效应 μ_i 和年份固定效应 λ_t 得到式(2):

$$\ln Y_{it}=\alpha_0+\alpha \ln K_{it}+\beta \ln L_{it}+\gamma \ln M_{it}+\mu_i+\lambda_t+\omega_{it}+e_{it} \quad (2)$$

式(2)中, α_0 为模型截距项, ω_{it} 为企业可观测的生产率冲击(影响要素投入决策), e_{it} 为不可观测误差。LP法假设 ω_{it} 与 M_{it} 存在二次多项式关系,如式(3):

$$\omega_{it}=\delta_0+\delta_1 M_{it}+\delta_2 M_{it}^2+v_{it} \quad (3)$$

式(3)中, $\delta_0,\delta_1,\delta_2$ 为多项式系数, v_{it} 为多项式近似残差。将式(3)代入式(2)消除内生性后,最终TFP估计模型为式(4):

$$TFP_{it}=\exp\left(\ln Y_{it}-\hat{\alpha} \ln K_{it}-\hat{\beta} \ln L_{it}-\hat{\gamma} \ln M_{it}\right) \quad (4)$$

式(4)中, \exp 为自然指数函数($\exp(x)=e^x$),用于将对数形式的TFP估计值还原为实际水平值。由于生产函数采用对数线性估计,模型直接估计的是TFP的对数形式($\ln TFP_{it}$),通过 $\exp(\ln TFP_{it})$ 得到TFP的实际数值,该转换关系满足数学公式 $\exp(\ln x)=x$ 。

基于式(4)的测算框架,研究通过Wind数据库获取2022—2024年34家候选企业的营业收入、固定资产净额、员工人数及营业成本等基础数据。经数据完整性校验后,剔除5家关键指标缺失企业,最终形成29家企业有效样本的平衡面板数据。运用Stata 17软件,采用Levinsohn-Petrin(LP)非参数估计法逐年测算2022—2024年企业全要素生产率,并通过计算三年算术均值以消除年度波动影响。该均值作为模糊集定性比较分析(fsQCA)的结果变量,具体测算结果详见表2。

第二,条件变量。基于TOE理论框架,研究的条件变量包括3个维度(表3):技术维度的条件变量

表2 案例企业2022—2024年全要素生产率均值
Tab.2 Average total factor productivity of case enterprises 2022—2024

企业名称	股票代码	全要素生产率	企业名称	股票代码	全要素生产率
冰山冷热	000530	0.737	康比特	833429	1.032
探路者	300005	1.337	浙数文化	600633	1.576
香山股份	002870	0.785	海康威视	002415	1.021
哈尔斯	002615	0.825	科大讯飞	002230	1.014
冰轮环境	000811	0.859	佳发教育	300559	1.176
兰生股份	600826	1.098	金陵体育	300651	0.852
通达创智	001368	0.782	三柏硕	001300	0.771
大丰实业	603081	0.882	三夫户外	002780	1.302
舒华体育	605299	0.824	康力源	301287	0.955
奥拓电子	002587	0.971	比音勒芬	002832	2.382
英派斯	002899	0.853	千方科技	002373	0.942
嘉麟杰	002486	0.835	商汤科技	00020.HK	1.045
力盛体育	002858	0.831	快手	01024.HK	1.269
珠江股份	600684	0.922	KEEP	03650.HK	1.467
雷曼光电	300162	0.833	/	/	/

注：表中全要素生产率经四舍五入保留3位小数；全文相关数据的小数位数统一规范为三位，以确保数据呈现的一致性与可读性

表3 研究变量解释说明
Tab.3 Description of research variables

变量维度	变量名称及代码	变量定义与测度说明	数据来源
结果变量	企业全要素生产率(TFP)	使用LP法估计企业全要素生产率	Wind数据库
技术条件	技术成熟度(TM)	企业人工智能专利申请数量/项	智慧芽网站
	技术应用(TA)	企业年报人工智能特征词词频统计/次	企业年报
组织条件	研发强度(RD)	期末研发投入占营业收入比例(%)	企业年报
	合作生态(CE)	人工智能领域的合作伙伴数量/家	企业年报、媒体报道
	政策支持(PS)	人工智能相关支持政策数量/项	律之星—中国法律检索系统
环境条件	数字经济(DE)	省际单位数字经济发展水平综合指数	《中国各省际单位数字经济发展指数(2023年)》
	公众关注(PA)	企业人工智能日均百度搜索指数	百度指数

为技术成熟度和技术应用,组织维度的条件变量为研发强度和合作生态,环境维度的条件变量为政策支持、数字经济和公众关注。

第一,技术成熟度:通过专利申请数量,反映企业技术研发和创新能力^[20]。该变量专利数据来源于智慧芽网站的专利数据库,检索29个案例企业2022—2024年期间、法律状态为授权状态的申请专利。由于研究案例企业经营范围涉及制造业、软件和信息技术服务业、体育产业3类,与人工智能和体

育产业关联度较低的专利也会被纳入,难以精准反映人工智能在体育企业中的技术应用状况。因此,经营范围涉及制造业、软件和信息技术服务类企业按照“企业名+体育”关键词进行专利检索,经营范围只涉及体育产业的企业按照“企业名+计算机技术、数据处理技术”关键词进行专利检索。第二,技术应用:首先,研究参考中国互联网络信息中心发布的《生成式人工智能应用发展报告(2024)》、上海人工智能研究院发布的《“AI+体育”发展蓝皮书》、

中国人工智能学会发布的《中国人工智能系列白皮书——体育人工智能》等行业报告；参考任波^[6]、霍波等^[32]学者的研究，从“核心技术—应用场景—产业业态”3个维度构建体育企业人工智能特征词词库（图2）。该词库共收录78个表征人工智能赋能体育企业经济活动的核心词汇，涵盖机器学习算法、智能硬件、应用场景等领域。其次，在文本挖掘环节，研究采用Python语言的jieba库分词系统，对案例企业2022—2024年的年报进行语义分析。考虑到KEEP企业2022年度报告未发布，研究选取该企业2024年年度报告、2023年年度报告及2023年中期报告进行文本挖掘，以确保数据的完整性和有效性。具体而言，研究将年报中人工智能特征词的出现频次作为企业人工智能技术应用程度的测度指标^[3,16]。第三，研发强度：采用企业研发投入占营业收入的比例（%）衡量，选取2022—2024年三年期末研发投入占比的算术均值作为测度标准，数据源自案例企业年报披露的研发费用明细。作为技术创新的核心构成，一方面，企业研发投入可能会放大人工智能技术创新对供应链集中度的影响效应^[33]；另一方面，研发投入能够反映企业在人工智能技术与场景应用中的资源配置力度，高研发投入通常用于支撑人工智能算法优化、人工智能与体育业务的融

合开发等技术环节。④合作生态：采取2022—2024年案例企业在人工智能领域的合作伙伴数量衡量企业的合作生态活跃程度，数据来源企业官网、企业年报与媒体报道。⑤政策支持：案例企业所在地区的政策发布数量（人工智能专项政策或体育政策中明确提及人工智能的政策），政策数量统计时间范围为2022年1月至2024年12月。通过律之星—中国法律检索系统，按照“关键词+地区”检索相关政策，以人工智能、生成式AI、多模态大模型、垂类模型、虚拟运动、AI运动处方、AI+体育、智能运动、智慧体育、智能体育、自然语言处理和多模态认知作为关键词，搜索案例所处地区省级政府发布的有关支持人工智能应用体育的文件、意见和通知等，并汇总以上政策数量。⑥数字经济：研究选取案例企业所在地区省际单位数字经济发展水平综合指数，衡量区域数字经济水平^[27]，数据来源《中国各省际单位数字经济发展指数（2023年）》^[34]。⑦公众关注：研究采用百度搜索指数作为量化依据，百度搜索指数为互联网用户对关键词搜索关注程度及持续变化情况。该指数以网民在百度的搜索量为数据基础，以关键词为统计对象，计算各个关键词在百度网页搜索中搜索频次的加权。以2022—2024年为时间窗口，采集“企业名称+人工智能”组合关键词的搜索流量

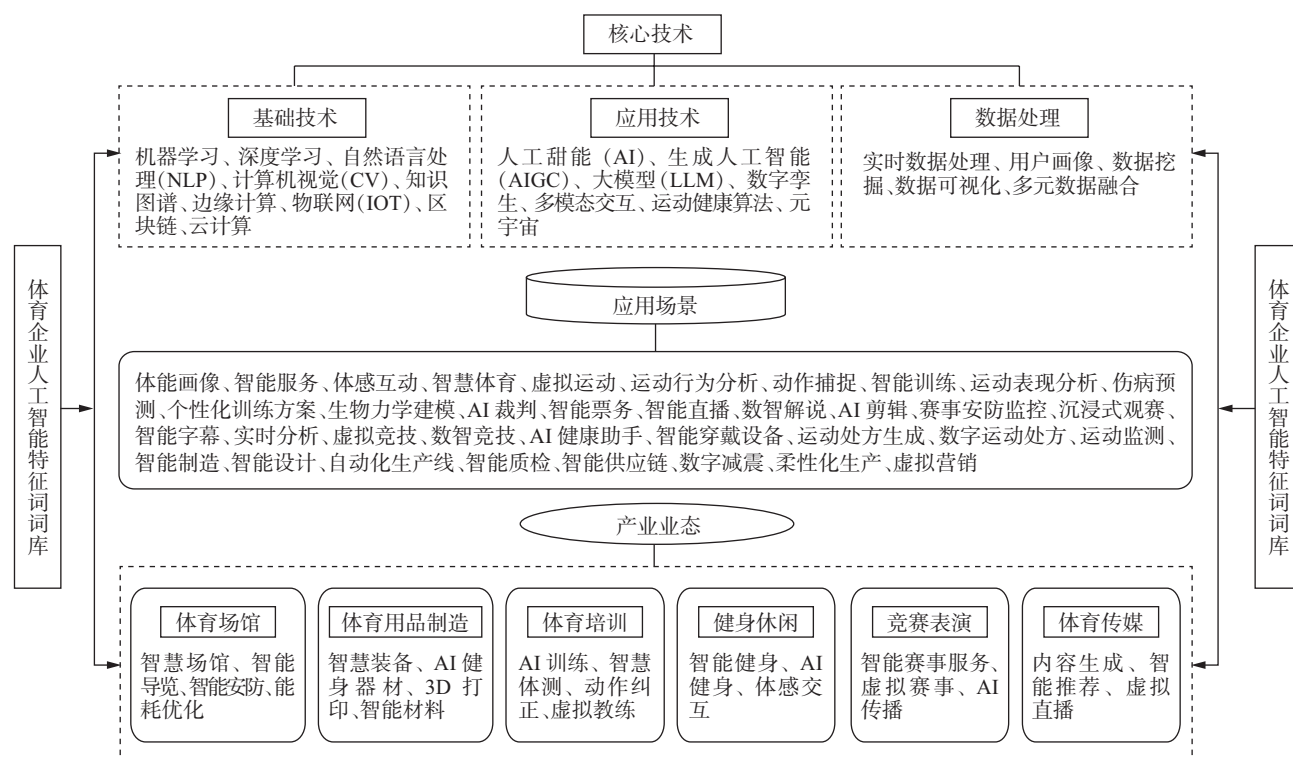


图2 体育企业人工智能特征词词库

Fig.2 AI feature lexicon of sports enterprise

数据,通过百度指数平台获取各企业该关键词的整体日均值数据^[27]。该指标通过公众主动搜索行为映射市场对企业人工智能技术应用的认知热度,公众关注度越高,意味着企业人工智能技术的市场认知度与需求预期越强。

2.3.2 数据校准

fsQCA数据的模糊化(校准)存在间接校准法和直接校准法,间接校准法适用于案例较少,并且能确定其隶属度分布的具体形式。直接校准法是采用fsQCA自带的calibrate函数对案例数据进行校准,适用于案例较多,且数据较为连续。研究采取直接校准法对案例数据进行校准处理,参考三值校准法框架^[30],将变量分布的95%分位数、50%分位数和5%分位数分别设定为完全隶属、交叉点和完全不隶属点,以此构建模糊集隶属度的校准锚点,具体校准阈值设定见表4。针对校准后处于交叉界定阈值(即模糊隶属度临界区间)的数据,研究对该区间内的所有数据统一执行减0.001的微调操作,以避免在fsQCA分析过程中,因程序无法识别临界值而导致相关数据被自动过滤删除,从而确保模糊集运算的完整性和分析结果的可靠性。

表4 研究变量校准点

Tab.4 Calibration points for research variables

变量	指标	校准点		
		完全隶属	交叉点	完全不隶属
结果变量	企业全要素生产率	1.533	0.942	0.775
	技术成熟度	16.200	3	0.400
	技术应用	41.666	7.670	0.802
条件变量	研发强度	0.209	0.051	0.008
	合作生态	29	5	1
	政策支持	5	3	2
	数字经济	82.990	78.190	65.228
	公众关注	12 770.800	4 486	4 100.800

3 数据分析与实证结果

3.1 单因素必要性检验

fsQCA通过将条件变量与结果变量校准为[0, 1]的集合隶属度,检验集合间的子集关系识别前因条件对结果的必要性与充分性。研究通过用fsQCA 4.1软件,对技术成熟度、技术应用、研发强度、合作生态、政策支持、数字经济、公众关注7项前因条件,

就企业全要素生产率(TFP)及其否定状态(\sim TFP)开展单一条件必要性检验(表5)。根据QCA方法论标准,当条件变量的一致性(Consistency) ≥ 0.9 且覆盖度(Coverage)达到显著水平时,可判定为结果变量的必要条件。结果显示,所有前因条件的一致性均低于0.9阈值(TFP方向:0.501 \sim 0.771; \sim TFP方向:0.430 \sim 0.792),表明单一条件无法独立构成企业全要素生产率提升或抑制的必要条件。单因素必要性检验结果印证了人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的复杂性并非由单一因素主导,而是技术、组织、环境多维度条件协同作用的结果。因此,研究需进一步开展组态路径分析,以揭示多重条件间的非线性交互机制及因果复杂性。

表5 单因素必要性检验分析结果

Tab.5 One-way necessity test analysis results

条件变量	驱动企业全要素生产率提升		抑制企业全要素生产率提升	
	一致性	覆盖率	一致性	覆盖率
技术成熟度	0.584	0.546	0.618	0.725
\sim 技术成熟度	0.707	0.596	0.613	0.648
技术应用	0.580	0.556	0.578	0.695
\sim 技术应用	0.682	0.564	0.630	0.653
研发强度	0.690	0.635	0.524	0.605
\sim 研发强度	0.571	0.489	0.684	0.734
合作生态	0.674	0.721	0.430	0.577
\sim 合作生态	0.604	0.458	0.792	0.753
政策支持	0.771	0.648	0.551	0.581
\sim 政策支持	0.501	0.471	0.666	0.785
数字经济	0.592	0.549	0.600	0.698
\sim 数字经济	0.675	0.574	0.613	0.653
公众关注	0.717	0.712	0.492	0.612
\sim 公众关注	0.609	0.488	0.768	0.773

注:符号 \sim 表示逻辑否定,即该条件变量的反向情况

3.2 条件组态路径分析

基于fsQCA的多重并发因果与非因果对称性原理^[35],研究通过构建真值表探究多条件组态对体育企业全要素生产率的充分性影响。遵循fsQCA方法论规范^[30],设置案例频数阈值为1(保留75%以上样本),一致性阈值为0.80。利用Quine-McCluskey算法提取复杂解、简约解与中间解,通过对比中间解

与简约解,识别核心条件与边缘条件(表6):若条件在中间解和简约解中同时出现,则定义为核心条件;若仅在中间解中出现,则为边缘条件。研究发现低技术成熟度、政策支持均同时出现于简约解与中间解路径中,是构成高企业全要素生产率的核心条件;研发强度、合作生态、公众关注等仅在中间解中作为辅助变量存在,其效应依赖核心条件支撑,单独无法驱动高企业全要素生产率。研究基于简约解和中间解提炼出3条高TFP组态路径(表7)。

表6 真值表解的类型

Tab.6 Types of truth table solutions

解的类型	条件组合	原始覆盖度	唯一覆盖度	一致性
简约解	~ TM*RD*PS	0.413	0.063	0.705
	~ TM*PS*PA	0.459	0.109	0.766
	总体覆盖度	/	0.521	/
	总体一致性	/	0.713	/
中间解	~ TM*RD*CE*PS* ~ DE*PA	0.252	0.252	0.888
	总体覆盖度	/	0.252	/
	总体一致性	/	0.888	/

表7 人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态路径

Tab.7 AI-driven configurational pathways for total factor productivity improvement in sports enterprises

前因条件	体育企业全要素生产率提升		
	组态 1	组态 2	组态 3
技术成熟度	○	○	○
技术应用			
研发强度	●		●
合作生态			●
政策支持	●	●	●
数字经济			○
公众关注		●	●
一致性	0.705	0.766	0.888
原始覆盖度	0.413	0.459	0.252
唯一覆盖度	0.063	0.109	0.252
总体覆盖度		0.774	
总体一致性		0.773	

注:●代表核心条件存在;○代表核心条件缺失;●代表辅助条件存在;○代表辅助条件缺失;空白代表该条件无关紧要

第一,政策支撑—研发攻坚路径。该路径对应组态1(~ TM*RD*PS),条件组合为低技术成熟度、

高研发强度、高政策支持。这一路径揭示了在人工智能技术尚未高度成熟的情境下,企业通过高强度研发投入与政策资源的协同互补,可突破技术瓶颈驱动企业全要素生产率提升。适用于技术追赶型或转型期企业,这类企业虽暂未形成技术领先优势,但可通过政策红利降低创新成本,同时以研发投入驱动技术转化。以浙数文化企业(案例17)为例,作为浙江省数字体育产业龙头企业,浙数文化2024年研发投入强度达11.03%,将AI视觉算法应用于杭州亚运会智能场馆管理系统,作为杭州亚运会官方参赛人员引导系统服务供应商,浙数文化承建了一体化数字参赛服务平台——杭州亚运行App,通过政策支持研发成果落地场景。该企业的实践印证了“政策支撑—研发攻坚路径”路径的核心逻辑,即以政策为杠杆降低研发风险、放大研发效能,政策筑基与研发破局双轮驱动企业全要素生产率提升,以研发投入实现技术迭代,形成“政策筑基—研发破局”的双轮驱动模式。对于技术积累薄弱但具备政策获取能力的企业,可依托区域产业政策导向,定向布局人工智能技术研发策略。

第二,政策撬动—公众响应路径。该路径对应组态2(~ TM*PS*PA),条件组合为低技术成熟度、高政策支持、高公众关注。该路径的核心逻辑在于通过政策赋能与需求拉动的双重机制,构建外部环境驱动型发展模式,高政策支持为企业提供制度保障、资源补给与政策支撑,高公众关注则通过市场需求信号传导形成创新拉力,二者耦合形成政策推力、需求拉力协同系统,驱动企业资源配置优化与应用场景创新。以北京快手科技有限公司(案例28)为例,该企业通过捕捉政策红利与公众需求的交集,构建“政策撬动—公众响应”发展范式。其一,该企业依托北京中关村科技园区政策先行先试优势及北京大数据交易所的数据要素流通平台,在《北京市关于加快建设全球数字经济标杆城市的实施方案》《北京市推动“人工智能+”行动计划(2024—2025年)》等政策文件支持下,获取算力资源倾斜及场景开放对接,形成技术转化的制度性支撑框架。其二,百度指数显示,2022—2024年“快手+人工智能”日均搜索指数为94 030。2024年巴黎奥运会期间,快手企业通过开发“AI 小快预测”赛事竞猜智能产品,将公众赛事参与需求转化为具体应用场景,以需

求倒逼研发流程优化,缩短技术研发周期。该路径的核心特征在于企业对外部环境信号响应的敏感性,通过政策识别资源渠道,借助公众关注度捕捉市场需求,最终在体育消费端形成政策资源导入推动需求场景与技术落地的传导机制,该路径适用于以用户需求为核心导向的体育服务企业。

第三,生态协同—资源整合路径。该路径对应组态3($\sim TM*RD*CE*PS*\sim DE*PA$),条件组合为低技术成熟度、高研发强度、高合作生态、高政策支持、低数字经济、高公众关注。该路径揭示了在数字经济基础薄弱的区域,企业通过跨主体资源整合突破技术瓶颈,形成复合型创新驱动模式。一方面,高研发强度为企业探索人工智能核心技术提供保障,高合作生态通过产学研协同、政企联动等外部合作网络获取技术外溢效应,二者形成、技术互补,有效降低企业人工智能技术研发的试错成本。另一方面,高政策支持为企业提供免费资金补贴、场景开放等制度红利,高公众关注通过市场需求信号引导人工智能技术应用方向,二者通过政策资源导入、市场需求牵引推动企业人工智能技术应用场景落地。以案例29线上健身平台KEEP企业为例,该企业诠释了生态协同—资源整合路径的应用效能。首先,在研发投入与合作生态方面,Keep研发投入占比从2022年21.25%增加至2024年24.28%,通过持续投入积累了超过10万条跑步路线、平均月活跃用户数超3500万、月活跃用户在平台总共记录约21亿次锻炼次数的运动数据,构建起运动健康领域的数据资产。Keep与OPPO达成战略合作,在智能手环、手表等硬件研发中探索AIGC和大模型应用,共享ODM资源优化生产流程,共同开发的Keep Watch Pilot 1搭载思澈科技SF32LB557芯片,实现长续航与精准运动监测。其次,在政策支持与市场需求响应方面,《北京市全民健身实施计划(2021—2025年)》及《北京市关于加快建设全球数字经济标杆城市的实施方案》等政策支持下,Keep联合100家传统线下健身场馆,通过对传统健身场所的环境改造、设备升级,以及多渠道流量引入及宣传推广,助力线下健身场馆降本增效。该路径的核心特征在于通过合作生态突破环境发展限制,通过研发投入筑基、生态协同增效、政策需求驱动体育企业全要素生产率的提高;企业须具备较强的资源整合能力与跨领域协同意

识,在技术积累不足的情境下,通过外部网络获取关键技术模块,同时借助政策导向与市场拉力实现应用场景的快速落地。该路径适用于具备政策红利与消费潜力的区域,尤其是以场景创新为导向的技术服务型企业。

3条路径的核心共性在于在人工智能技术成熟度不足、人工智能专利缺乏的情况下,政策支持是必要条件,体育企业能够通过整合技术、组织、环境等多维度要素实现效率突破。3条路径的核心差异体现在驱动要素的组合逻辑不同,路径1依赖内部能力建设,适用于具备研发基础的技术型企业;路径2侧重外部环境利用,通过政策与公众关注双重外动力补偿技术缺陷;路径3整合内、外部多元要素协同驱动体育企业全要素生产率提升,适用于资源整合能力较强的企业。上述差异化的组态结构印证了基于TOE理论框架下,人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的多重并发因果特征,即不同条件组合可通过不同机制达成相同结果。体育企业全要素生产率提升不存在普适路径,企业需依据自身技术基础、组织资源与环境特征,选择适配的条件组态策略,实现技术依托、资源禀赋、政策支撑多元协同。

3.3 稳健性检验

为确保fsQCA结果的可靠性,研究采用调整校准点与PRI阈值两种方法,对人工智能驱动体育企业全要素生产率提升的组态路径进行稳健性检验。首先,调整数据校准锚点。将完全隶属、交叉点、完全不隶属的锚点分别由原始设定调整为90%、50%、10%,重新运行分析,检验结果表明,核心条件与识别的组态路径均未发生变化。其次,提高PRI阈值。将原始分析中PRI阈值从0.70提高至0.80,再次进行组态分析。如表8所示,调整PRI阈值后的组态路径及其核心条件依然保持稳定,未出现实质性改变。核心条件的显著性(存在或缺失)及其在组态中的作用模式与原始分析结果完全一致,表明研究结论具有稳定性。

4 结论与建议

4.1 研究结论

第一,人工智能驱动体育企业全要素生产率提升存在3条差异化组态路径:一是政策支撑—研发攻坚路径,适用于技术追赶型或转型期企业,依赖高

表 8 改变一致性阈值的稳健性检验结果
Tab.8 Robustness test results for varying consistency thresholds

前因条件	体育企业全要素生产率提升（PRI 阈值为 0.70）			体育企业全要素生产率提升（PRI 阈值为 0.80）		
	组态 1	组态 2	组态 3	组态 1’	组态 2’	组态 3’
技术成熟度	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
技术应用						
研发强度	●		●	●		●
合作生态			●			●
政策支持	●	●	●	●	●	●
数字经济			⊙			⊙
公众关注		●	●		●	●
一致性	0.705	0.766	0.888	0.723	0.772	0.919
原始覆盖度	0.413	0.459	0.252	0.348	0.410	0.214
唯一覆盖度	0.063	0.109	0.252	0.063	0.126	0.214
总体覆盖度		0.774			0.688	
总体一致性		0.773			0.850	

注：●代表核心条件存在；⊙代表核心条件缺失；●代表辅助条件存在；⊙代表辅助条件缺失；空白代表该条件无关紧要

研发强度与高政策支持推动人工智能技术转化。二是政策撬动—公众响应路径，聚焦高政策支持与高公众关注的外部环境利用，驱动应用场景创新，适用于以用户需求为导向的服务型企业。三是生态协同—资源整合路径，针对数字经济基础薄弱区域的技术服务型企 业，构建研发强度、合作生态、政策支持、公众关注的多元协同体系。企业通过产学研协同获取技术外溢，借助政策与需求双轮驱动实现场景落地，形成内部研发与外部赋能的立体化创新模式。

第二，政策支持作为 3 条路径的共同核心条件，通过制度红利为企业突破人工智能技术瓶颈提供基础保障，是体育企业人工智能赋能过程中连接技术条件、组织条件与环境条件的关键变量。从体育产业特性看，一方面，政策支持通过“体育 + 科技”融合政策，如《“十四五”体育发展规划》《2024 年度智能体育典型案例》等政策，强化科技创新驱动体育产业发展，降低技术落地成本；另一方面，依托体育公共服务政策，如《全民健身计划（2021—2025 年）》政策，推动智能体育应用场景，使人工智能技术在体育产业中形成政策培育需求、需求反哺技术的正向循环。

第三，研究证实人工智能驱动全要素生产率提升是技术能力、组织资源、环境条件多维度要素的协同结果，而非单一因素主导。体育企业需依据自身技术基础与资源禀赋选择适配路径，技术后发企业可依托政策杠杆放大研发效能，体育服务企业可聚焦需求场景实现政策 与市场的双轮驱动，区域数字基建薄弱企业可通过生态协同突破数字鸿沟，最终实现人工智能技术在全要素生产率提升中的精准赋能。无论选择何种路径，体育企业都需强化环境响应能力与资源整合能力，以应对在新一轮科技革命和产业变革中的复杂挑战。

4.2 研究建议

第一，技术层面：构建分层技术赋能体系。一是聚焦核心技术攻关，强化研发投入与场景适配。分类制定研发策略，匹配企业技术路径，针对技术追赶型企业，建议聚焦轻量化技术开发，重点突破多模态大模型轻量化训练技术，研发适配体育场景的垂直大模型，如运动数据建模、个性化服务算法，降低算力依赖以弥补技术短板。技术领先型企业需深化核心技术壁垒，加大人工智能基础算法，如多模态感知、数字孪生等技术与体育场景的融合研发，构建技术优势与组织协同的内生增长模式。技术薄弱型企

业应聚焦技术突破,通过政策专项基金集中研发资源,针对特定场景,如运动补剂配方优化、赛事数据可视化开展定向攻关,避免资源分散。二是建立动态技术吸收体系,构建复合基础层、应用层、生态层的研发架构。基础层聚焦多模态算法优化与轻量化模型开发,支持企业联合高校、科研机构研发人工智能技术在体育产业中的创新场景,建立产学研用的深度融合机制。应用层聚焦开发低代码AI开发平台,利用国产开源大模型搭建包含赛事解说生成、运动训练优化等功能的体育内容生成模板库,支持非技术人员通过数据上传、参数配置、效果预览三步走完成应用开发,缩短人工智能技术转化周期。生态层围绕搭建体育产业技术共享平台,整合公共算力资源、标准化算法模块与行业数据接口,为技术薄弱企业提供低代码开发工具与轻量化技术组件,缩短企业技术研发转化周期;为技术领先企业开放前沿技术测试场景,加速技术迭代,通过平台实现技术资源的动态共享和配置,提高体育产业技术协同研发能力。三是深化多模态技术融合与场景渗透。依托人工智能的内容创造力,开拓技术、场景、消费深度融合新赛道,鼓励企业突破单一技术应用局限,开发多模态集成体育产业解决方案,如AI赛事智能解说系统、智能运动处方生成平台、虚拟场景生产引擎、家庭健身消费场景渗透、赛事体验升级场景等。基于国产大语言模型(LLM),如DeepSeek-R1、华为盘古大模型、百度文心一言、科大讯飞星火认知大模型等,构建“LLM+多模态感知+体育知识库”的技术架构,实现体育场景智能内容生成与决策支持,形成国产LLM驱动的体育垂域多模态大模型,增强企业的技术应用和创新能力。

第二,企业层面:采取差异化技术赋能策略。基于人工智能对数据、算力与场景的不同要求,体育企业应聚焦差异化技术赋能措施,一是针对技术薄弱企业,需聚焦政策扶持与数字基建的协同作用,借助人工智能轻量化工具实现场景落地。积极对接政府“AI+体育”专项计划,如智慧体育城市建设、赛事数字化改造等项目,通过公共算力降低技术投入成本。依托地方体育数据开放平台开发轻量化应用,优先在政策支持力度高、数字经济基础好的区域落地“AI+体育”场景。二是针对技术追赶企业,强化人力资本与市场机制的结合,建立具有复合型AI

技术人才、产品研发、运营团队的跨部门协同机制。聚焦人工智能用户交互与商业化闭环,利用UGC(User Generated Content)提升用户黏性,如体育短视频生成、智能赛事直播剪辑等。在政策支持较弱的体育产业领域,借助人工智能体育消费推荐引擎,提高体育消费转化率,通过电商平台、社交媒体等市场化渠道实现技术变现。三是针对技术领先企业,借助自身技术优势和外部政策资源,提升在产业中的主导地位 and 动态竞争能力。通过跨模态技术融合与业态创新,开发“AI+体育”运营平台,开放平台API接口吸引中小开发企业接入,形成AI技术应用的“长尾效应”;通过深化与政府部门、行业协会合作,积极参与体育人工智能标准制定,如数据安全规范、技术效果评估指标,争取重大赛事、国家级试点项目的技术应用资格;通过技术优势与政策扶持开拓技术应用新场景,将成熟的人工智能技术与体育产业业态结合,开发智慧体育业态解决方案,实现技术价值规模化输出。

第三,政府层面:实施精准化政策供给机制。构建适配人工智能特性的政策支持体系,针对人工智能数据依赖性强、内容创造性高、风险复杂性大的特点,政府需提供精准政策供给。一是针对不同体育企业的需求差异,分层分类开展政策设计。制定技术薄弱企业扶持政策、技术应用企业培育政策、技术领先企业激励政策,避免“一刀切”式政策供给。二是优化数字经济基础设施布局,破解数据和算力瓶颈。统筹推进体育数据平台、人工智能算力中心、区块链平台等新型基础设施建设,打破数据孤岛,提升区域数字经济水平,通过优化布局为企业提供良好的技术发展环境。在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等数字经济高地,可试点“体育AI应用先导区”,集中资源打造技术赋能标杆场景,形成示范效应。三是建立技术赋能效果评估体系,防范技术风险。构建包含生成内容准确率、场景适配度、技术成熟度、商业转化率等指标的动态评估模型,定期监测人工智能赋能体育企业的技术转化效果。根据评估结果调整政策重点,如对“政策支持—研发攻坚”企业,增设市场化转化率、用户满意度等评估维度,引导政策资源向高价值路径倾斜。通过动态评估体系,及时了解体育产业发展情况,精准调整政策,促进企业发展和体育产业升级。

参考文献:

- [1] 国家统计局,国家体育总局.2023年全国体育产业总规模与增加值数据公告[EB/OL].(2024-12-31)[2025-07-16]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202412/t20241231_1958124.html.
- [2] 李健斌,周浩.人工智能、资本-技能互补与企业全要素生产率[J].经济评论,2025(1):20-36.
- [3] 唐要家,王蜡,唐春晖.人工智能如何提升企业全要素生产率——基于技术创新和技术应用视角[J].财经问题研究,2025(1):87-100.
- [4] 丁锋.人工智能技术应用与上市企业全要素生产率[J].云南财经大学学报,2024,42(10):56-69.
- [5] 易小琅,伏开鑫,陈颇.从“制造”到“智造”:人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的内蕴机理与策略架构[J].体育学研究,2024,38(3):50-63.
- [6] 任波.人工智能赋能体育产业高质量发展的应用场景与推进策略[J].西安体育学院学报,2023,40(3):296-305.
- [7] 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(4):29-38.
- [8] 廖粤生,王先亮.人工智能助推体育产业高质量发展:时代机遇、现实挑战与应对方略[J].中国体育科技,2024,60(7):79-87.
- [9] 花楷,吕万刚.财政补贴能提升中国体育用品制造业全要素生产率吗?[J].武汉体育学院学报,2023,57(6):42-53,100.
- [10] 曾鑫峰,黄海燕.体育产业集聚与全要素生产率:基于长三角地区体育产业的视角[J].中国体育科技,2022,58(7):83-91.
- [11] 胡若晨,朱菊芳,周铭扬,等.营商环境生态促进体育产业全要素生产率提升的组态路径——以长三角城市群为例[J].沈阳体育学院学报,2024,43(1):107-113.
- [12] 陈颇.中国体育用品制造业全要素生产率变动及其分解——基于非参数Malmquist指数方法的实证研究[J].中国体育科技,2014,50(5):118-125.
- [13] 陈慧娟.数字经济对体育企业全要素生产率的影响[J].山东体育学院学报,2023,39(3):53-62,70.
- [14] 李艳丽,赵萱.绿色金融对体育企业全要素生产率的影响研究——来自中国体育上市公司的经验证据[J].山东体育学院学报,2025,41(2):23-33.
- [15] 李艳丽,孙珍妮.体育企业ESG表现对全要素生产率的影响研究——基于数字化转型和融资约束的调节效应分析[J].山东体育学院学报,2024,40(4):84-95.
- [16] 许金富,王海霞,路来冰,等.体育用品制造企业数字化转型的驱动路径研究——基于沪深A股和新三板企业的fsQCA分析[J].武汉体育学院学报,2023,57(8):47-53,91.
- [17] 宫美智,王兆红,李静.体育用品制造企业资源编排何以影响创新活动的效率与质量——基于29家体育用品制造企业的fsQCA分析[J/OL].体育学研究,1-17[2025-07-09]. <https://doi.org/10.15877/j.cnki.nsic.20250605.002>.
- [18] 王兆红,李静,郭恩恺,等.组态视角下中国体育产业效率提升路径研究——基于29个省份的模糊集定性比较分析[J].武汉体育学院学报,2024,58(10):40-48.
- [19] 赵元吉,谢杰,叶涛,等.我国体育产业高质量发展的组态路径——基于TOE框架的fsQCA分析[J].体育学刊,2025,32(1):97-106.
- [20] 张乐乐,顾小清.人工智能在教育领域创新扩散的影响因素研究——基于TOE理论框架[J].中国远程教育,2023,43(2):54-63,82.
- [21] 朱兰,冷宇辰,张彤进.人工智能与制造业深度融合:空间分布、经济效应与影响因素[J].宏观质量研究,2025,13(2):42-54.
- [22] 孙丽文,李少帅.人工智能赋能对创新绩效的影响路径研究——基于模糊定性比较分析[J].科技管理研究,2021,41(23):11-19.
- [23] 国家统计局.什么是研究与试验发展(R&D)经费及投入强度[EB/OL].(2025-03-21)[2025-07-16]. https://www.stats.gov.cn/zs/tjws/tjzb/202301/t20230101_1903948.html.
- [24] 宋泽明,张光宇.人工智能后发企业如何实现颠覆性创新?[J].技术经济,2023,42(12):14-27.
- [25] FURMAN J, SEAMANS R. AI and the Economy [J]. Innovation Policy and the Economy, 2019, 19(1): 161-191.
- [26] 陈晓红,李杨扬,宋丽洁,等.数字经济理论体系与研究展望[J].管理世界,2022,38(2):208-224,13-16.
- [27] 唐露源,徐源.中国生成式人工智能产业高效率发展路径研究——基于TOE框架的组态分析[J/OL].科学学研究,1-13[2025-06-23]. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20250507.005>.
- [28] 鲁晓东,连玉君.中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J].经济学(季刊),2012,11(2):541-558.
- [29] 杜传忠,曹效喜,任俊慧.人工智能影响我国全要素生产率的机制与效应研究[J].南开经济研究,2024(2):3-24.
- [30] RAGIN C C. Redesigning social inquiry: fuzzy sets and beyond [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2009.
- [31] LEVINSOHN J, PETRIN A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables [J]. Review of Economic Studies, 2010, 70(2): 317-341.
- [32] 霍波,李彦锋,高腾,等.体育人工智能领域关键技术的研究现状和发展方向[J].首都体育学院学报,2023,35(3):233-256.
- [33] 周阔,曲植,梁佳杨,等.一枝独秀还是百花齐放:人工智能技术创新与企业供应链集中度[J].经济评论,2025(2):77-92.
- [34] 粤港澳大湾区产业发展研究中心.《中国各省际单位数字经济发展指数(2023年)》[EB/OL].(2024-12-02)[2025-07-16]. <https://economy.gdqy.edu.cn/info/1035/5345.htm>.
- [35] FISS P C. Building better causal theories: a fuzzy set approach to typologies in organization research [J]. Academy of Management Journal, 2011, 54(2): 393-420.

作者贡献声明:

周嘉祺:收集资料、撰写和修改论文;任波:提出选题、指导和修改论文