

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.

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

易小琅, 伏开鑫, 陈 颇

(重庆师范大学 体育与健康科学学院, 重庆 401331)

【摘 要】: 在“中国制造”向“中国智造”升级的战略导向下, 研究运用逻辑推理、文献资料等方法, 对人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的理论内涵、作用机理与策略架构进行系统探赜。认为其理论内涵是: 以人工智能技术为主的新质生产要素按“新技术体系→新组织形式→新产业形态”的变革逻辑与体育用品制造业生态系统产生“技术要素变革→数据资源集成→单元协同驱动→产业形态升级→功能效益实现”的作用过程。其作用机理集中体现在: ①纵向化集成企业内资源驱动体育用品制造系统供给优化; ②横向化集成行业间资源驱动体育用品创新系统连接重塑; ③端到端集成用户诉求资源驱动体育用品价值系统需求破冰。基于体育用品制造业生态系统内部关系, 建议以设施补强、要素革新为基本点; 标准构建、平台搭建为切入点; 环境优化、制度供给为契合点; 运动项目、绿色创新为着力点, 完善集成系统配套建设, 释放行业集成发展活力, 推动体育用品制造业高质量发展。

【关键词】: 人工智能技术; 新质生产力; 体育用品制造业; 高质量发展; 集成驱动

【中图分类号】: TP18; G812 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 2096-5656(2024)03-0050-14

DOI: 10.15877/j.cnki.nsic.20240528.002

党的二十大报告提出: “加快建设体育强国、制造强国、质量强国, 将高质量发展作为全面建设社会主义现代化国家的首要任务。”^[1] 体育用品制造业高质量发展是推动体育产业高质量发展的重要标志, 是加快建设体育强国的“枢纽”逻辑。据国家统计局数据, 2016—2021年我国体育用品制造业总规模从11 962.1亿元增加至13 572亿元, 五年来占体育产业总规模比重均值达50.21%。然而, 长期以来我国体育用品制造业却呈现质量效益低下、品类结构失衡、发展动力不足等一系列低质量表征, 是我国作为体育用品“制造大国”却出现“大而不强”的主要原因^[2]。在中共中央政治局第十一次集体学习时, 习近平强调: “加快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。”^[3] 人工智能技术作为数字工业时代新质生产力发展的内驱动力, 能通过生产技术革命性突破、生产要素创新性配置, 介入传统生产力系统, 全面优化劳动要素、劳动工具、劳动主体组合形式, 推动产业结构深度转型升级, 带

来新的技术体系、组织形式、生产模式, 以“智造”转型实现产业高质量发展^[4-6]。近年来, 国务院办公厅、国家体育总局陆续印发《体育强国建设纲要》《关于促进全民健身和体育消费推动体育产业高质量发展的意见》等政策文件, 均提出要推动大数据、互联网、人工智能技术等新质生产要素与体育实体经济深度融合, 以“智造”转型, 破解体育用品制造业“低质量繁荣”困境。体育用品智能制造生产模式作为新质生产力的重要载体, 位于新一代技术革命与产业变革时代交汇点, 代表以人工智能技术为主的新质生产要素与体育用品制造业深度融合的先进生产方式, 展现了体育用品制造业发展未来样态, 是加快建设体育用品制造强国, 实现行业高质量发展的变

收稿日期: 2024-03-05

基金项目: 国家社会科学基金项目(21XTY002)。

第一作者: 易小琅(2000—), 男, 四川泸州人, 硕士生, 研究方向: 体育经济与管理。

通信作者: 陈 颇(1982—), 男, 重庆铜梁人, 博士, 教授, 研究方向: 体育经济与管理。

革力量。基于此, 前瞻性探讨人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的理论内涵、作用机理与策略架构, 为推动体育产业成为国民经济支柱性产业, 发展新质生产力, 加快建设体育强国贡献力量。

1 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的理论内涵

体育用品制造业是各种与体育活动相关的最终体育用品及相关配套产品的制造加工单位 and 经济活动的集合, 包含体育用品设计、生产、运输、销售等业务流程, 不仅自身产品门类丰富且与其他制造门类、产业链上下游保持密切关联, 除体育器材、体育球类产品制造等核心门类外, 还涉及橡胶、皮革等相关行业^[7]。所以这种复杂业务流程与多元产业联系决定其高质量发展要树立系统思维观。根据一般系统论体育用品制造业生态系统是实现体育用品制造业发展的内部结构或关系^[8]。是由制造、创新、价值三大子系统构成^[9, 11], 由生产要素、企业组织、产业条件、运动项目、市场诉求、政策环境六大生态要素为支撑^[8, 12], 以各生态子系统、要素间作用关系为纽带, 通过体育用品供给, 满足个体参与运动过程中的个性价值、运动表现、使用体验三大发展性诉求的复杂系统^[13-14]。根据产业发展理论, 体育用品制造业发展是体育用品制造业生态系统在各要素与子系统相互影响下萌发、成长、成熟、衰退的复杂过程, 常在技术、供需等因素催生下转型、升级、再萌发, 向更高阶段演进, 实现高质量发展^[15]。因此人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展可看作以人工智能技术为主的新质生产要素按“新技术体系→新组织形式→新产业形态”的变革逻辑, 在体育用品制造业生态系统内部产生“技术要素变革→数据资源集成→单元协同驱动→产业形态升级→功能效益实现”的作用过程。其中人工智能技术是“核心要素”, 集成驱动是“作用形式”, 体育用品制造业高质量发展是“效应产出”(图1)。

在核心要素层面, 以人工智能技术为主的新质生产要素通过技术要素变革催生出体育用品制造业新质生态基底。智能制造领域中人工智能技术是包括自主无人、智适应学习等在内的多种技术合集, 在大数据、云计算等数字技术支持下形成的专用于

制造业的智能技术体系, 包括支撑层、平台层、应用层^[16]。支撑层以云容器、数控设备、物联通信等技术为基础, 形成LaaS(云计算基础服务)、智能设备、协议感知、基础通信四大单元, 保障自动化、信息化数据采集与传输。平台层以低代码、知识图谱、数据解析等技术为基础, 形成技术支撑、工业AI、数据处理、数据集成四大平台, 围绕体育用品智能制造数据资产价值挖掘提供数据调用、知识沉淀、算法决策等服务; 应用层以ERP、Learner APP、APP Store等应用软件为基础, 形成以工业研发与应用、社区服务、市场服务为核心的三类应用组件, 为体育用品合作研发、智能生产、工程交流等具体业务提供软件支持。在智能技术体系变革下, 基础器件与设施智能化升级为数控机床、5G通信等新质器件与设施, 带来3D打印、热塑性弹性体等新质工艺与材料, 催生出操作新质生产资料的高素质劳动者与供数字要素运行的数字孪生空间, 形成智能技术体系变革→新质产业条件支撑→新质劳动对象操作→数实孪生空间协同的体育用品智能制造生态基底(图1)。

在作用形式层面, 以数字信息生产应用为主的新质生态基底在人工智能技术调配下形成三大集成系统, 带来体育用品制造业新组织形式。集成驱动是将两个及以上要素、子系统按照一定方式进行架构, 集成成一个有机整体, 实现功能及目标的涌现和倍增^[17]。在智能制造生态系统中, 数据与人工智能技术是驱动体育用品制造业高质量发展的核心要素, 各种智能制造设施与软件是生成与处理数据的载体, 其不同组合形式构成功能各异的体育用品制造业务层级, 是形成体育用品智能制造、创新、价值子系统的最小单元。在新质生态基底支撑下, 不同层级、企业、用户的业务、软件与设备, 通过工业互联网和智能云平台, 按纵向化、横向化、端到端的路径集成起来, 在行业层面形成面向企业内、行业间与用户端的新组织形式(图1)^[18]。纵向化集成把企业内部各层级业务流程、生产设备、应用组件集成起来, 将业务控制由粗放型转向精准型, 管理形式由层级型转向扁平型, 车间运作由固定型转向柔性型, 实现企业内所有环节信息无缝衔接、精准配置。横向化集成将企业业务功能延展到行业间, 把不同企业同一业务层面上的数字系统与物理功能集成起来, 在数字要素层面形成开源智配的信息要素网络与线

上协同的虚拟研发平台,在物理设备层面形成可自由调配的共享制造车间,实现行业间信息与设备自由组合。端到端集成将满足用户需求的各企业、业务环节集成起来,形成体育用品制造全生命周期业务线性组合,实现从用户需求出发的“靶向转译→个性设计→定制生产→配套物流→专属服务”。

在效应产出层面,以三大集成为主的新组织形式驱动制造、创新、价值三大子系统变革,带来体育用品制造业新产业形态。体育用品制造业高质量发展是满足人生存性诉求后向发展性诉求迭代升级的重要标志^[19],其高质量发展不仅要实现创新能力提高、发展结构优化、产出效率增强,形成长效稳定的质量型增长模式^[6],还要注重个体在运动过程中的个性价值、运动表现、使用体验三大发展性诉求,体现人本特性^[13,19]。在体育用品制造业生态系统中,制造、创新、价值子系统是在底层要素与中层行业上形成的推动行业发展的生态闭环^[12]。制造系统是生产过程中形成的有机体,可经直接或间接形式在

创新系统推动下供给满足用户需求的体育用品^[20];创新系统是由企业、高校、政府等主体构成的创新网络,能经行业平台将用户需求与企业充分衔接^[21-22];价值系统是企业创造与传递价值的系统,可经直接或间接形式在创新系统推动下将用户需求传递企业^[23]。在三大集成下,体育用品制造系统转化为具有虚拟测试、柔性生产等新兴功能的智能制造系统;创新系统转变为数字要素创新与实体网络制造平台;价值系统转化为具有交互设计、定制生产等功能的智能价值系统。三大智能制造子系统通过绿色制造、智能生产、合作创新等技术,将人本特性贯穿于产品设计、生产、物流、售服全生命周期业务流程中,其在过程中以“供给—连接—需求”为纽带交互形成的智能大规模制造、智能大规模定制、智能个性化定制生产模式,回应了不同运动群体个性价值、运动表现、使用体验三大发展性诉求,使运动性能、资源环境、企业发展三大效益互补提升,形成体育用品智造新产业形态,是其高质量发展的全新导向(图1)。

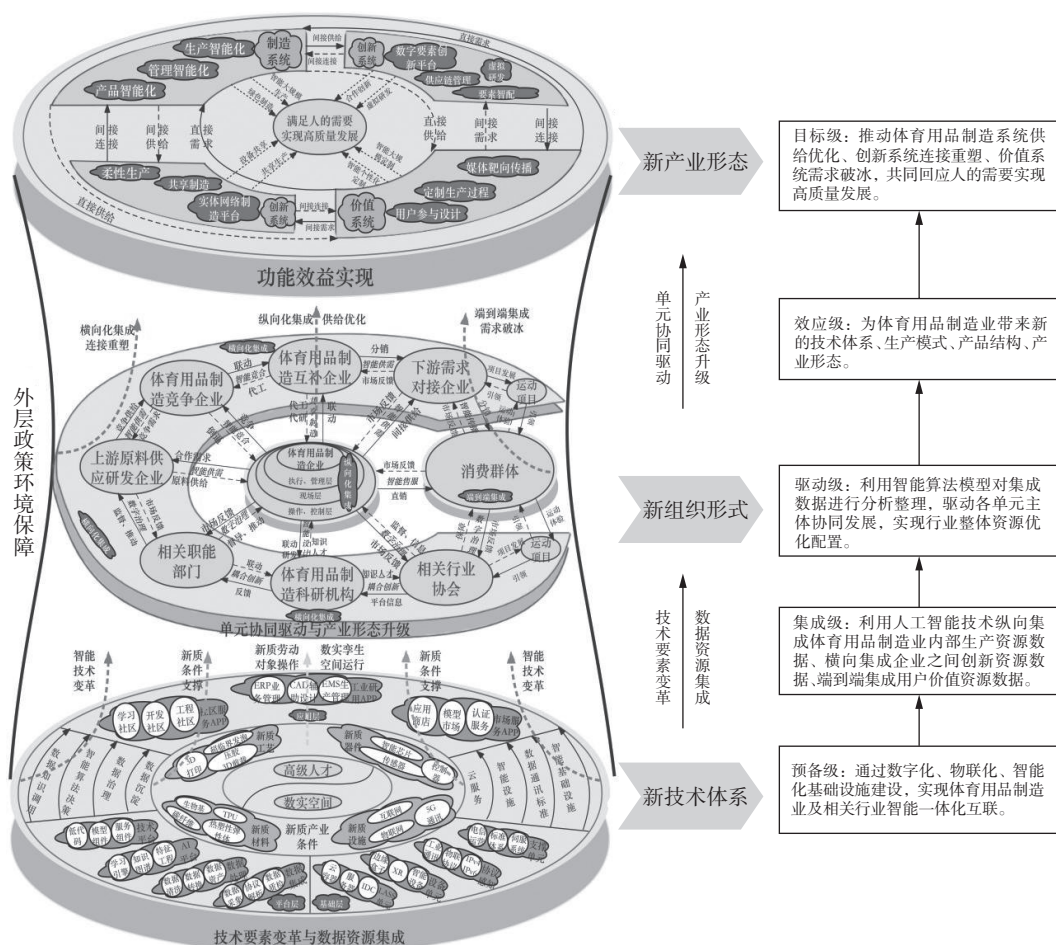


图1 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的理论内涵释义

Fig.1 The theoretical connotation of artificial intelligence technology integration driving the high-quality development of sporting goods manufacturing industry

2 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的作用机理

如图2所示人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的作用机理集中体现在以下三方面: 一是, 人工智能技术纵向化集成企业内资源驱动体育用品制造系统供给优化机理; 二是, 人工智

能技术横向化集成行业间资源驱动体育用品创新系统连接重塑机理; 三是, 人工智能技术端到端集成用户诉求资源驱动体育用品价值系统需求破冰机理, 三大系统相互叠加, 以一大智能制造整体、两大智能创新平台、三大智能价值环节为作用纽带, 共同满足人的需求, 实现体育用品制造业高质量发展。

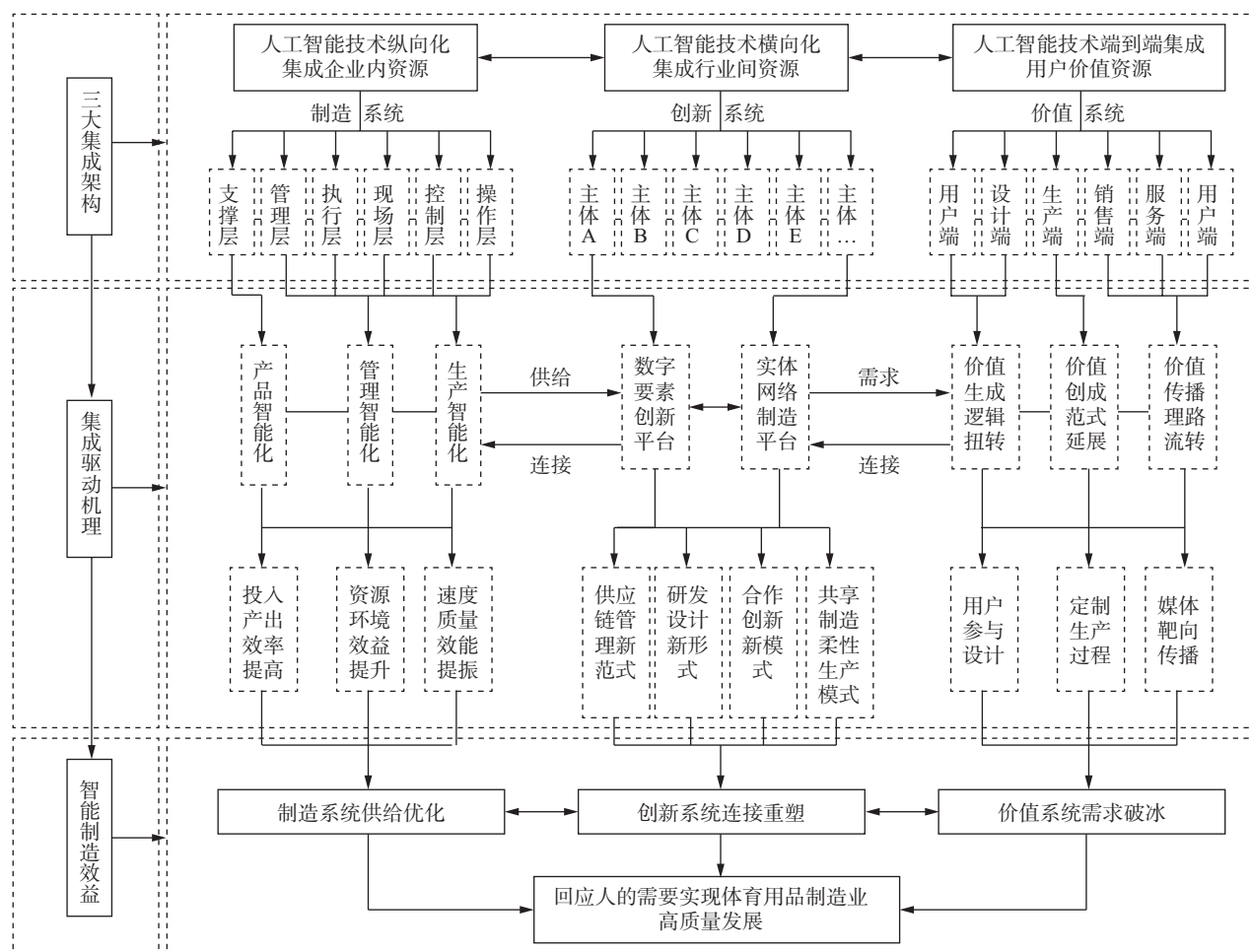


图2 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的作用机理

Fig.2 The mechanism of artificial intelligence technology integration driving the high-quality development of sporting goods manufacturing industry

2.1 “智能生产”大整体: 纵向化集成驱动制造系统供给优化机理

制造系统是制造生产过程中由管理、执行、现场、控制、操作五大层级构成, 包含从研发、生产、物流、售服全生产流程中所有功能的有机体^[20]。智能制造与传统制造系统的区别在于前者在人与信息、物理系统间形成了CPS信息物理系统。该系统通过智能感知与效应技术在算法调控下, 形成物理与信息空间相互投射、实时交换、高效协同的复杂智能系统, 实现制造过程数据驱动、数实映射、数智调控、数理优化。实践中, 人工智能技术主导纵向化集成通过产品智能化“支撑”形成从“数到智”的感知执行,

管理智能化“集成”形成从“数到实”的优化决策, 生产智能化“驱动”形成从“智到质”的效应变革, 从而纵向连通体育用品制造企业内部各层级业务流程, 构建包含原料、装备、产线、车间、工厂等全生产要素的数字孪生模型, 形成面向企业的智能制造系统, 带来智能大规模生产模式, 为体育用品制造业高质量发展提高“投入—产出”效率、“资源—环境”效益、“速度—质量”效能(图3)。

2.1.1 从“数到自”: 产品智能化“支撑”下的智能感知执行

产品智能化是纵向化集成驱动与制造系统变革的源起环节, 是将智能传感器、芯片、控制系统等

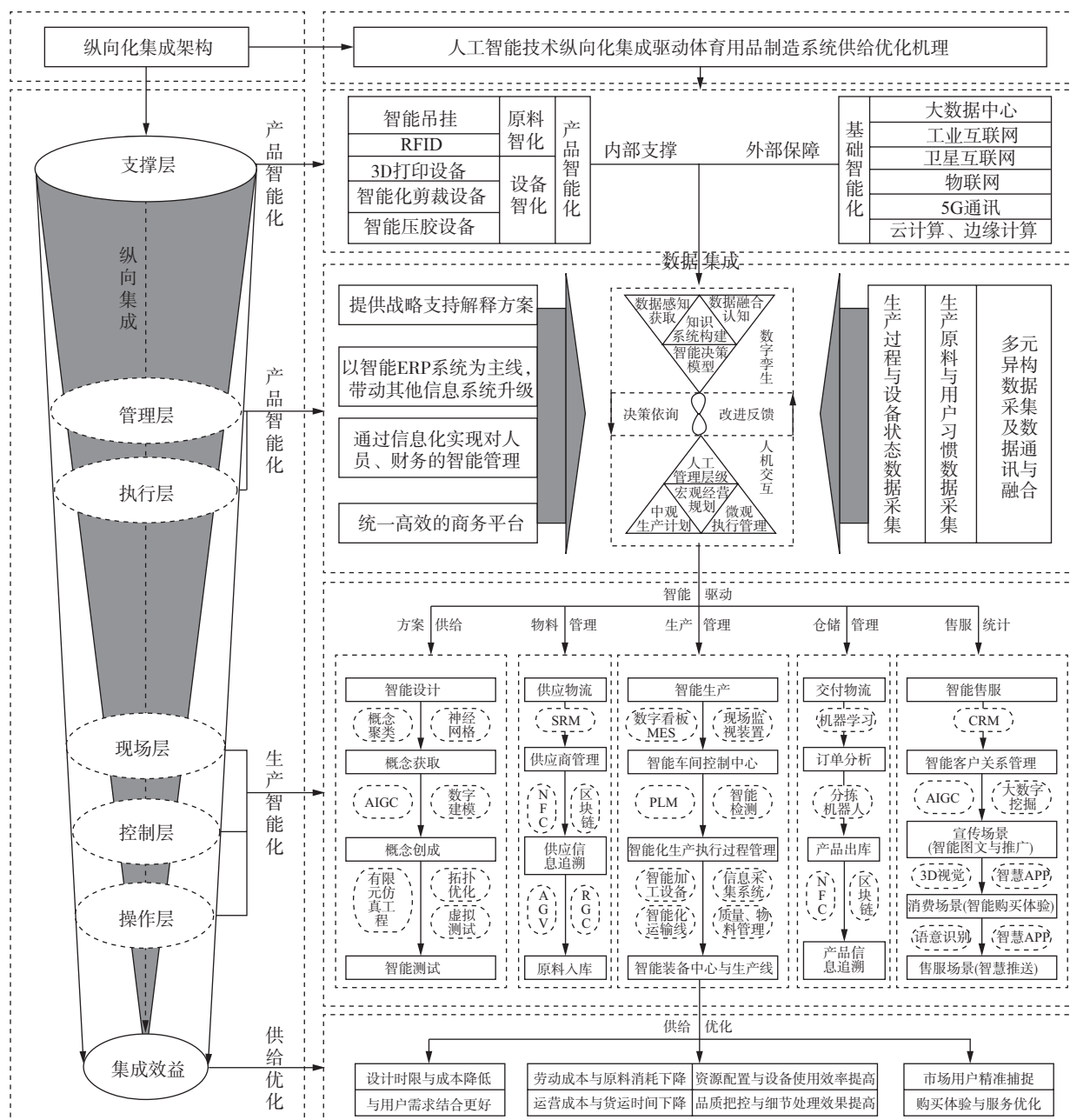


图3 人工智能技术纵向化集成驱动体育用品制造系统供给优化机理

Fig.3 The vertical integration of artificial intelligence technology drives the supply optimization mechanism of sporting goods manufacturing system

“嵌入”体育用品及制造原料、设备中,使之具有环境感知、自主决策等能力的智能化改造过程^[15]。体育用品制造企业能通过产品智能化改造,收集体育用品在制造、使用、服务过程中的数据信息,部分代替传统劳动力,为智能管理、生产提供数据采集传输功能、自动化设备支撑功能,驱动体育用品制造系统数字化、自动化改造。一是,无线射频识别(RFID)、MEMS(微机电系统)等智能传感技术支撑制造系统数字化。体育用品制造企业通过对原料、机床、流水线、车间等设施使用智能摄像头、RFID芯片,实时收集生产过程中的数据,为智能管理系统提供数据支

撑。二是,自适应工况、控制算法、网络通信等智能装备技术支撑制造系统自动化。体育用品制造企业通过运用高档数控机床、智能机器人等智能制造设备,使设备本身具有执行复杂加工任务、智能选择加工参数、监测与补偿诊断、刀具管控、通讯等能力,从而代替人力加工制造,为智能管理与生产提供自动化设备支撑。例如,361°智能生产车间通过搭建智能吊挂系统,引入智能剪裁、缝线等数控设备,使每件成衣裁片能实时交互数据,按优化路线有序排产,并在数控设备自动加工下提高良品率与产出率,实现员工找原料手动加工到原料找设备自动排产。

2.1.2 从“数到实”: 管理智能化“集成”下的智能决策优化

管理智能化是纵向化集成驱动的中枢环节, 是将CPS系统、人工神经网络等智能技术融入管理软件中, 使其具有数据集成、推导演绎、方案形成等能力的智能化改造过程^[24]。数据感知认知阶段, 体育用品制造企业通过传感器、物联网等感知技术快速获取生产材料、工艺参数、销售情况等全方位数据, 并结合贝叶斯学习、模糊推理等大数据智能技术对原始数据清洗、补充、降维, 捕获工况信息特征, 融合多源异构数据, 实现流程信息智能感知与融合认知。模型构建阶段, 体育用品制造企业利用知识图谱、概念聚类等方法, 将管理理念、市场规律等经验知识与人体工学、生物力学等专业知识转换为专家知识数据库, 并结合三维设计引擎与专用模型库、动作脚本制作、专家系统等技术, 深入学习、分析体育用品制造领域知识与企业历史数据, 搭建与价值增益、能量、物质关联的数字表征, 形成体育用品制造数字孪

生智能化知识驱动决策优化系统(图4), 使企业能在虚拟空间智能集成、分析信息、物质、能源流状况。管理决策阶段, 企业各层级管理人员, 通过智能决策模型在人机交互下, 优化经营理念、品牌运营等宏观规划战略, 细化产品研发、产品销售等中观计划方案, 监控物料采购、仓储库存、生产过程等微观执行过程, 实现从“数字孪生”到“实体空间”的智能优化决策与资源协调配置。例如, 安踏与IBM、SAP合作开发的SAP S/4HANA(智能ERP)智能集成平台, 通过智能集成、运算产品全生命周期信息, 建立人机协同决策机制, 协助企业对整体经营规划、生产计划、执行情况统筹管理, 使系统运行效率提升80%^[25]。

2.1.3 从“智到质”: 生产智能化“驱动”下的智能效应变革

生产智能化是纵向化集成驱动的效应环节, 是在产品与管理智能化双重支撑下将人工智能技术运用于体育用品生产业务流程的集中体现^[24]。体育用品制造企业能通过生产智能化, 聚焦人的运动与

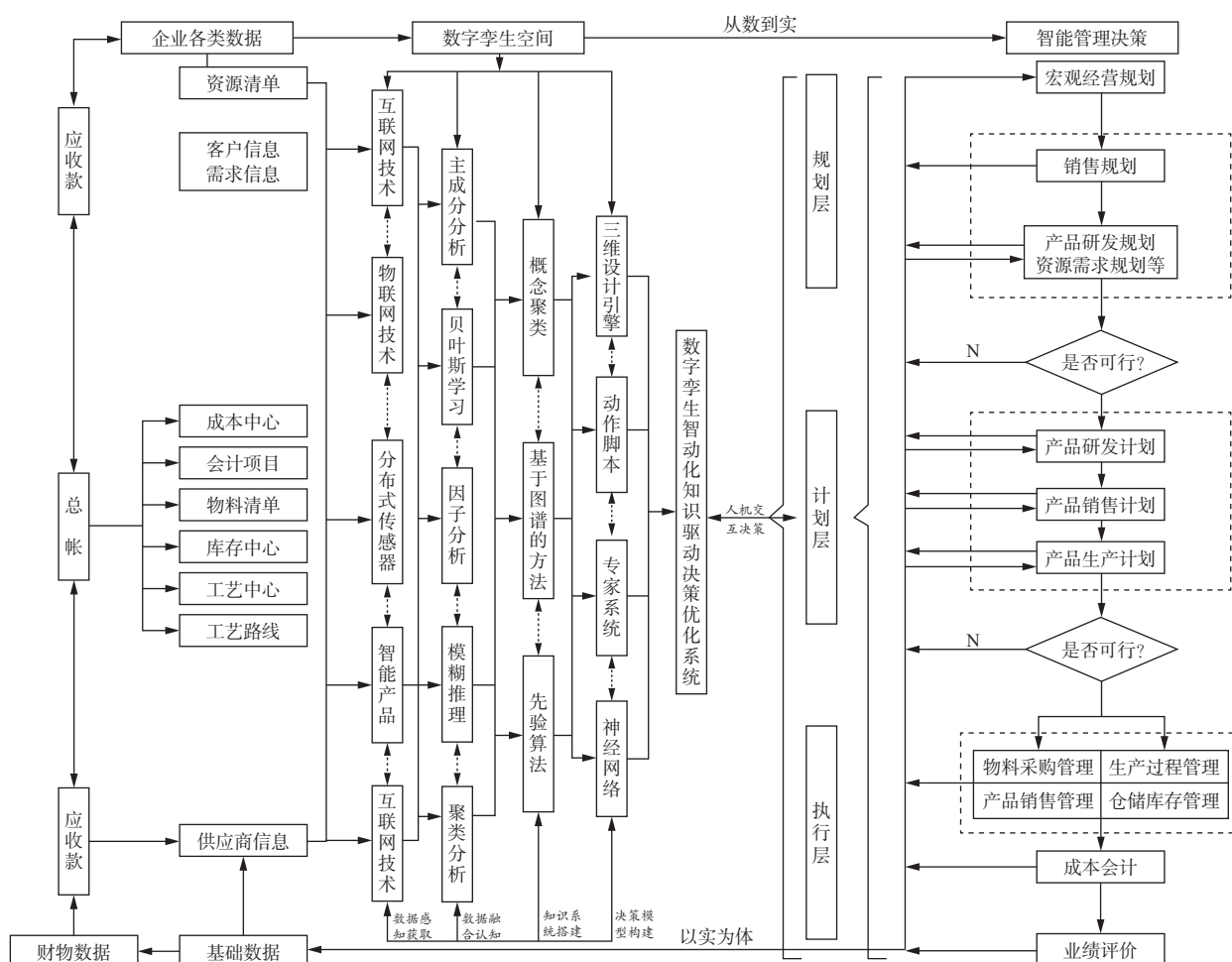


图4 数字孪生智能化知识驱动决策优化系统

Fig.4 Digital twin intelligent dynamic knowledge driven decision optimization system

购买体验,创新设计、柔性生产、保障物流、个性售服,满足不同项目与类型消费者个性化体感与情感诉求,实现体育用品制造流程效益质性变迁。

一是,智能化创新设计。概念获取与创成阶段,体育用品设计师通过神经网络等方法,分析、聚类企业数据库中有关经验、市场调研等信息,提炼客户隐藏需求,并结合 Chat GPT 等智能生成技术,将设计需求智化为概念产品。产品测试阶段,设计师运用数字孪生技术建立 3D 模型,通过调整参数将产品投入“孪生”世界测试,降低产品测试时限、成本。例如,匹克将“态极球中底”设计需求与人工智能软件沟通,结合 3D 软件迭代优化设计参数,使每粒“态极球”根据人体工学分布,生成云朵状外形中底。

二是,智能化柔性生产。在智能化柔性车间中,原料、数控机床、机器人等生产资源在智能系统调配下形成一条智能生产线。该产线以预期产量、质量为重点,经受限玻尔兹曼机等方法对原料智能分类,对设备运行模式智能判别。并结合关联学习等算法将多生产单元连接,建立数据、知识、机理融合全流程动态智能模型,分析、规划资源配置情况,包括原料与配件数量、设备使用时长、工序、能源等。这个过程中,数控机床、自动运输车等代替劳动力,对原料精细化加工、装配;3D 摄像机、传感器等代替感受器官,对原料、成品进行分类、质检;智能模型则辅助员工对车间情况实时感知、分析、决策、执行,减少决策失误、设备闲置与效率低下等问题,实现绿色、高效生产。例如,安踏同安智能工厂首创从布片到成衣全品类、流程贯通式生产方式,实现一条生产线可同时制作超 50 种品类、成千上万件服装^[26]。

三是,智能化物流保障。供应物流中体育用品原料采购人员经智能招标平台配比优质供应商采购,并根据物料采购与物流数据推算原料到货时间、储存仓位;在入库时运用智能分拣设备进行质检、编码,后经 RGV、AGV 智能运输车送到相应仓位同步数据。交付物流中智能系统运用机器学习等算法分析订单,通过智能分拣、运输设备对产品归类、传送、包装、运输,并利用 NFC+ 区块链追溯产品生产地、发货工厂等全过程信息,实现供需物流透明、智能化。例如,特步泉州仓库引入智能运营系统与 RoboShuttle 智能物流机器人,实现原箱装配、立体管理、双拣分流、组波派单,将储存能力与物料效率

提升 3 倍、人员成本削减 50%^[25]。

四是,智能化个性售服。宣传场景中体育用品营销部门运用生成式人工智能,根据线上线下消费场景特点生成相应渲染图、文案,同步宣发至相应媒体、电商。购买场景中企业将自然语言处理、增强现实等技术融入客户试穿、交流等环节,形成虚拟试穿、智能客服等功能。售服场景中智能系统据用户身高、体重、项目喜好等标签,个性组建区域运动社群,双线推送相关产品、活动信息,建立项目、产品、会员间的生态联系,提高用户产品使用、服务获得体验。例如,安踏运用混合云架构数智平台分析消费者需求动向,结合虚拟试穿、智能选码、数字客服等智能技术,确定通过直播宣传主推产品、KOL 种草创造话题等营销策略,拔取体育用品类销售“桂冠”。

2.2 “数实平台”双支撑:横向化集成驱动创新系统连接重塑机理

体育用品制造业创新系统是各原料供应企业、需求对接企业、科学研发机构等与体育用品制造相关的主体在环境与连接要素影响下,为设计、生产、营销体育用品相互协作形成的创新网络^[21-22]。与智能制造和传统制造系统一样,智能创新与传统创新系统的区别也是位于不同制造企业间的信息物理系统。不同的是该系统强调企业间信息、空间、物理资源配置,将不同主体、空间、设备互联,实现企业创新过程信息资源开放智享、运作空间虚拟重合,运行设备智能调用。人工智能技术主导横向化集成将行业内相关企业、机构、协会间设备、信息集成,以价值、创新网络为主线,突出体育用品制造产品增值与创新要素耦合联动,形成实体网络制造与数字要素创新两大平台,改变体育用品制造企业内部线性创新流程与生产模式,推动体育用品制造创新过程嬗变、环境优化(图 5)。

2.2.1 多主体聚合创新:横向化集成驱动创新过程嬗变

根据创新系统理论,创新主体间相互作用的关系与形式是影响创新过程的关键^[21-22]。在连接关系上,人工智能技术主导横向化集成中各创新要素、主体、组织间的价值链、产业链紧密相连,形成智能技术主导的科技创新“协同开放”模式。在作用形式中,该模式以数据信息开源共享为基础,AI 算法智能调配为核心,人机间交互决策为保障,将创新要素

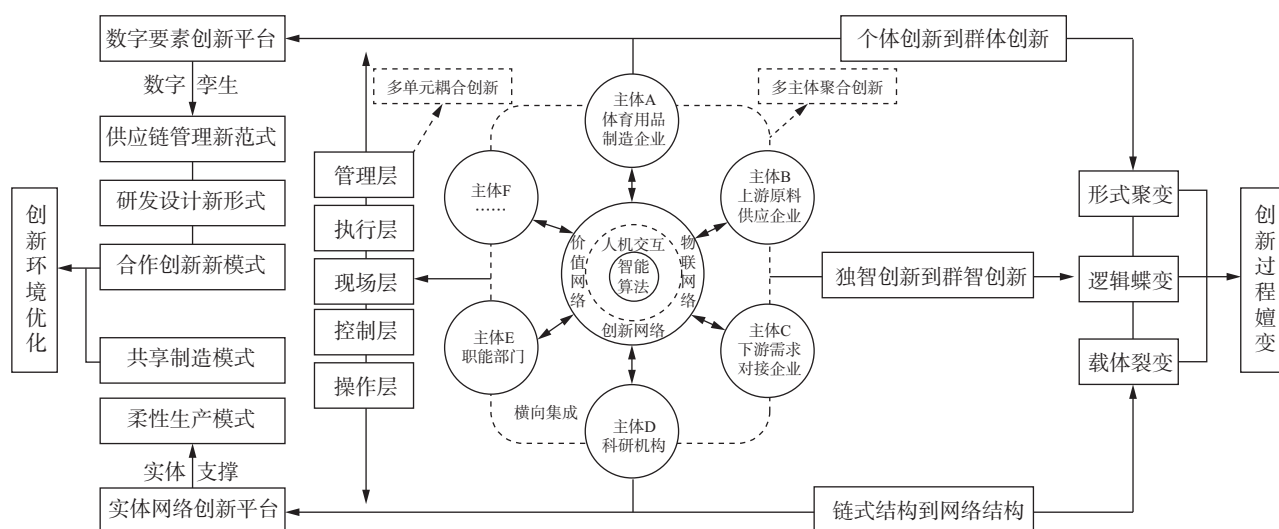


图5 人工智能技术横向化集成驱动体育用品制造创新系统连接重塑机理

Fig.5 Horizontal integration of artificial intelligence technology drives the connection and reshaping mechanism of sporting goods manufacturing innovation system

从“信息茧房”中抽离,在识别感知、认知推理等智能技术推动下于开源交互创新主体间“靶向”流通,加速创新系统内外资源流动与配置效率,使整个创新过程向“群智创新”蝶变。换言之,在横向化集成中,位于体育用品制造企业内部研发与供销体系、信息资源以及价值链、创新链等“单链环节”在横向集成下被剥离到产业间,驱动体育用品制造过程中资金、信息、物质流要素在广阔的“聚链网络”中流动,使创新过程运作形式由个体创新向群体创新聚变,运作逻辑由独智创新向群智创新蝶变,运作载体由链式结构向网络结构裂变(图5)。

2.2.2 多单元耦合创新:横向化集成驱动创新环境优化

当前我国体育用品制造业产业集群受传统线性产业结构影响,在水平分布上呈东部高于中西部的特质,在区域上集中于福建、广东、上海等地^[27]。人工智能技术主导横向化集成以智能识别、数据挖掘等人工智能技术为支撑,以人机交互创新为节点,将不同体育用品创新主体及其创新要素编织在体育用品社会创新关系网上,在内部构建体育用品创新资源网络“感知系统”,拉近数字化集群中的“地缘距离”,打破传统体育用品制造业线性“空间壁垒”,形成类似生态系统的“拟态聚合”,并最终演化为以“数字要素创新”和“实体网络制造”为主导的两大横向化集成驱动载体平台。集成平台纵向连接企业管理层、执行层、现场层、控制层、操作层五大单元,横向集成数字、实体两大模块(图5)。

从数字要素创新平台来看,人工智能技术在体育用品制造业中横向集成应用将为其带来全新功能定位。第一,聚合行业上中下游生产要素的实时、透明、交互式管理平台,为体育用品制造企业供应链管理带来智能监控新范式。例如,IBM与安踏等企业达成合作,以智能控制塔为骨干,辅以混合云、物联网等技术,扩展和连接企业现有库存解决方案与ERP系统,实时监控、预测需求和库存水平,使关键供应链中断管理时间从19天缩短至几小时。第二,综合虚拟现实、有限元分析等智能技术的数字研发平台让体育用品设计师打破数字、实体、时间界限,为体育用品制造企业合作研发带来虚拟设计新形式。例如,疫情期间Nike团队运用虚拟现实设计软件等智能技术,通过完全线上合作模式创造出全新鞋履产品Nike Max Scorpion,实现体育用品设计范式转型。第三,耦合上中下游创新要素的开源、开放式全要素集成平台,为体育用品制造企业合作创新带来智能调配新模式。例如,SPRTSTECHX体育创新资源整合公司以知识聚类、逻辑学习等算法为核心,通过动态跟踪创新计划,建立创新要素与企业画像间的联系绘制体育科技创新B2B生态地图,为不同创新主体搭建资源整合桥梁。

从实体网络制造平台来看,人工智能技术在体育用品制造业中的横向集成通过混合云、大数据、分布式产线,将不同企业现场、控制、操作层中设施、控制装置、传感器与工业软件串联,形成云边协同共享制造系统。企业制造资源通过边缘智能网络接入工

业云大数据中心,经清洗、分析等操作后,形成供分配的虚拟资源集群。云端服务器在接收数据后经智能算法对边缘侧资源下达指令、分配任务,形成分散式虚拟云产线,并与实体产线对应,实时监控生产状态,实现共享制造^[28]。例如,共创草坪通过高级计划与排程系统,高效制定生产计划,实时共享安排南京、淮安、海外等多地、各企业车间资源,实现资源最大化创新运用。

2.3 “个性定智”三重塑:端到端集成驱动价值系统需求破冰机理

迈克尔·波特教授认为企业价值系统理论是企

业创造与传递价值的系统,包含从发现顾客需求到满足顾客需求全过程^[23]。

实践中,传播与设计、物流与生产、消费与传播端口分别对应价值生成、创成、传递三大环节。人工智能技术主导端到端集成,以实现用户特定产品需求为目标,通过部署标准化跨企业集成软件与硬件,将主干企业内部与相关合作企业间各端口功能围绕用户需求进行线性重组,形成交互设计、定制生产、靶向传播等新功能,使用户需求在价值链全过程中充分释放,驱动企业价值生成逻辑、创成范式、传递理路转变(图6)。

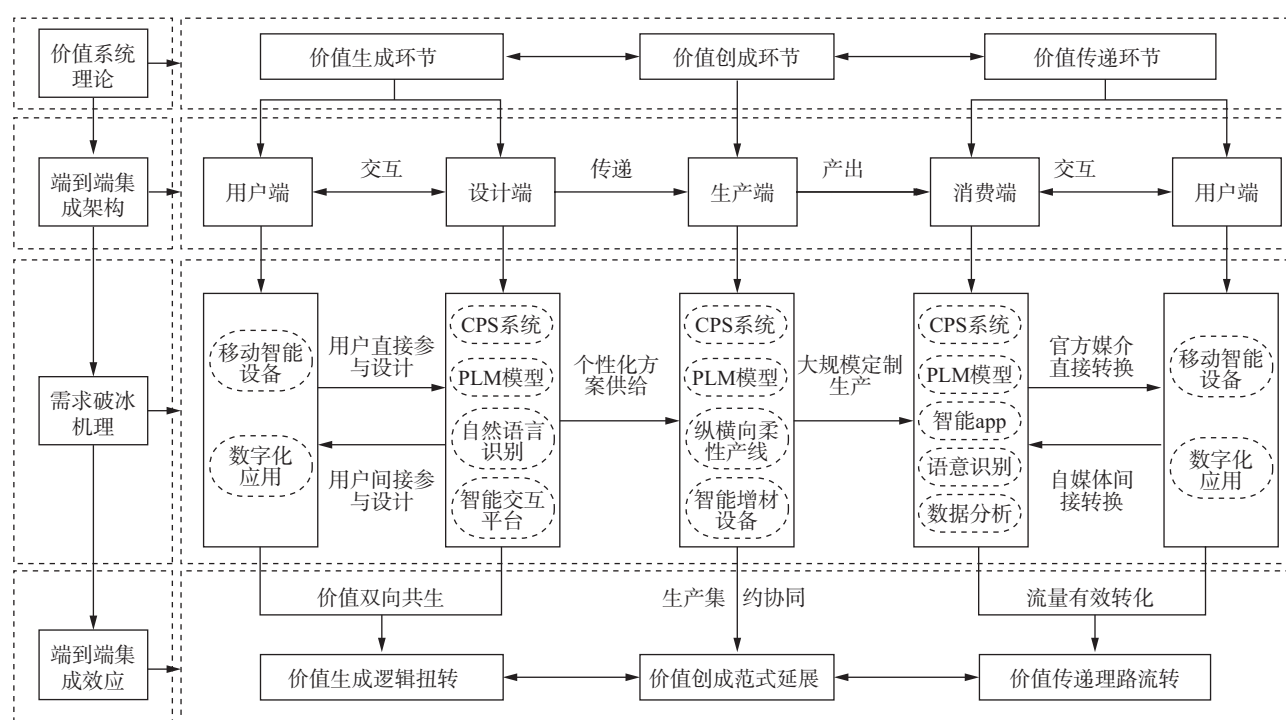


图6 人工智能技术端到端集成驱动体育用品制造价值系统需求破冰机理

Fig.6 The end-to-end integration of artificial intelligence technology drives the ice-breaking mechanism of the demand for the value system of sporting goods manufacturing

2.3.1 价值供给到价值共生:端到端集成驱动价值生成逻辑扭转

工业经济时代我国传统体育用品制造企业通过协整组织资源满足用户诉求,形成单向供给价值生成逻辑。这种生成方式“产品化”把不同用户参与体育过程中“异质化”体感与情感诉求变为“同质化”的物,大规模复制生产,导致体育用品制造企业库存压力大、盈利能力低。如李宁公司在2009—2016年年均总资产报酬率仅为1.02%^[29]。

端到端集成中,企业通过部署CPS系统与连接用户端到服务、销售、运输、生产、设计端的PLM

(Product Lifecycle Management产品全生命周期管理)关系集成模型,依托智能交互平台、智能生产线、3D打印等智能技术,使用户能经互联网间接或直接参与体育用品设计与生产各环节,使企业能经虚拟设计、评估等方式融合用户需求。在供给端,体育用品制造企业可经互联网与全媒体终端,在尊重用户隐私前提下通过TensorFlow、Scikit learn等自然语言与图像识别技术,收集项目喜好、功能诉求、地域等用户信息,从而分项目、地区、性别研究用户群体诉求,个性化设计多类型体育用品,同时也能经互联网与用户交互,邀请用户评测样品,实现用户间接

参与设计。在需求端, 用户可通过交互界面架构产品功能、外观等, 实现直接参与设计。例如, Nike By You 定制系统通过用户界面、项目与产品管理、前后端开发等技术, 将鞋面、鞋底等组成部分按功能、配色、图案拆分, 使用户能个性化的设计球鞋外观、架构性能模块。这种交互化生产模式以用户为中心, 由企业与企业共创价值, 将传统生产→消费单向价值供给逻辑扭转为生产←→消费双向价值共生逻辑, 使企业由单一制造产生价值向多元制造+服务产生价值裂变, 用户由消费者向消费者+设计师转变(图6左)。

2.3.2 规模制造到个性定制: 端到端集成驱动价值创成范式延展

智能制造模式下体育用品制造业价值生成逻辑扭转要求相应价值创成模式应变^[30]。传统制造模式下, 体育用品制造企业组织生产依赖企业家指挥, 通过员工手作组装与机器粗制加工进行大规模流水生产, 是劳动密集型生产模式。这种模式以低技术、低效率为特点, 忽略闲置资源, 难以实现大规模定制生产。端到端集成中不同企业通过部署传感器、执行器、控制单元、数控机床, 运用数字化建模等方法, 将体育用品生产不同阶段数据、状态, 完整、实时导入CPS系统, 使每个端到端工程工具链中用户全需求信息与各工业软件、设施之间“倒映”关系能准确、数字化地描述、确认、传递, 最终完成制造过程, 实现大规模定制生产。这个过程中智能制造生产系统可经企业内纵向集成与企业间横向集成进行并行开发、柔性排产, 实时同步产品生产信息, 实现企业端集约化协同制造与用户端个性化定制生产过程(图6中)。例如, NIKE 自动化生产供应商自2015年起就运用3D打印、机器人、CPS等智能技术进行定制、自动、高效化交付生产, 于2018年达到300万双年交付量^[31]。

2.3.3 效应流通到效应留存: 端到端集成驱动价值传递理路流转

价值传递是价值实现的纽带, 媒介是价值传播的重要载体。媒介理论认为任意新媒介出现都会改变人认识与感知世界的方式, 进而转变人与人之间的关系, 创造新社会行为^[33]。工业经济时代, 伴随铁路、广播电视等交通物理媒介与大众传播媒介兴起, 传统体育用品制造企业形成“从企业出发→

锚定消费者→经单向、大规模大众传媒→打造品牌形象、销售体育用品”的价值传递理路, 使信息传递范围与货物流通效应大幅扩张。但这种模式成本大、效益低, 禁锢于固定设备与铁路交通的“空间枷锁”, 延滞于传统通信行业的“时间障蔽”, 拘泥于大规模传播的“随机效应”, 难实现针对性、及时性传播^[32]。智能经济时代, 企业依托数智技术, 以互联网、物联网为传播媒介, 通过研发数字化应用、布局全媒体平台、博主间接“种草”等形式, 搭建与目标用户实时相连企业级端到端集成数据架构, 形成“从用户出发→锁定消费者→经点对点、智能化数字媒体→根植品牌理念、销售体育用品”的价值传递理路, 消弭信息传播随机误差与时空局限, 实现流量规模流通效应向价值留存效应流转(图6右)。具体来看, 企业主要经过直接与间接方式, 实现用户端流量转化。

直接传递上, 企业通过研发数字化应用、布局全媒体平台等形式实现与用户端流量双向对接。一是, 企业通过自行研发各类数字化应用组件、APP构建线上社群, 形成企业←→运动项目←→运动装备←→用户的生态联系, 改变企业与用户、用户与用户沟通模式, 使企业能以运动服务为载体直面消费者进行价值传递。例如, NIKE在2010年就通过研发数字化应用、入住平台等形式多举措落实DC2(数字化直面消费者)战略, 使其营收额从2010年的25亿美元飙升至164亿美元。二是, 企业通过布局全媒体平台矩阵, 依托智能算法画像标签, 共享数字价值网络“模糊边界”, 实现流量耦合破圈。以社交平台小红书为例, 尽管NIKE官方媒体仅发布笔记558篇, 但以NIKE为标签相关笔记却超过122万篇呈指数级跃升, 其与户外、跑步、时装(Louis Vuitton)等话题笔记分别达20 000、60 000、5 900篇, 可见智能画像标签对品牌流量提升的价值耦合与破圈效应。

间接传递上, 企业通过博主“种草”形式实现用户端流量间接嵌入。一是, 企业通过相关领域博主靶向流量优势, 委托其以个人IP针对性传播推广; 二是, 相关领域博主自发性对某品牌、品类体育用品解读分享。这个过程中, 企业以博主为中介, 通过博主对产品二次理解、加工, 使产品能以直观、贴近生活的方式进入用户视野, 拉近产品与用户距离, 降低用户“阅读成本”, 实现流量有效转换。

3 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的策略架构

工业4.0的本质一定程度上是国际智能制造生态系统话语权之争。研究根据上述体育用品制造业

生态系统内部架构关系,尝试从底层支撑、中层联动、外层保障、顶层架构四维层级,探讨人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的策略架构(图7)。

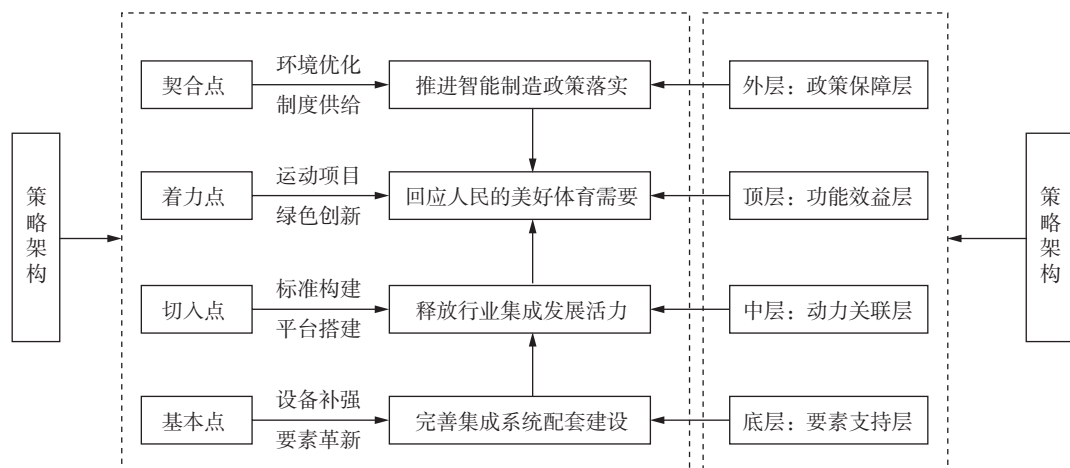


图7 人工智能技术集成驱动体育用品制造业高质量发展的策略架构

Fig.7 Artificial intelligence technology integration drives the strategic architecture of high-quality development of sporting goods manufacturing industry

3.1 底层支撑：以设施补强、要素革新为基本点，完善集成系统配套建设

信息物理系统与生产要素是体育用品制造业生态系统的底层基石，要夯实基础设施、补强数字要素、升级基本要素，支撑企业智能化改造，推动纵向集成，实现行业三大集成。

夯实基础设施。一方面，以体育用品智能制造基础设施需求为导向，探索建设跨行业基础设施“多规合一”机制，将体育用品制造业划入优先试点范围，推进网络信息、新技术、算力等数智基础设施共享共建体系建设。例如，河北省定州市通过财政补贴、联动发展等措施，对涉及产业网络化改造、互联网制造新模式等智能制造基础设施项目予以扶持，建成两个1 500亩(约1 000 000 m²)体育器材智慧产业园，为体育用品制造企业智造转型提供设施保障。另一方面，要注重体育用品制造智能装备产业破局，加强RFID传感器、数控机床、增材制造等零部件与智能制造装备研用水平，搭建智能产线、车间等智造核心单元，为体育用品制造业集成发展提供设备支撑。例如，2023中国国际鞋业博览会以智能设计、制造、产品为三大主题，将新材料、智能技术融入体育用品全生命周期中，创造311.6亿元意向交易额纪录。

补强数字要素。聚焦体育用品智能制造靶向

需求，建立“高校—科研所—企业—协会”间的智能制造联盟，破解新一代CPU算力芯片、大数据运算技术等行业级智造核心技术创新痛点，疏通CPS、PLM、ERP等企业级集成应用软件开发堵点，化解物理发泡技术、3D全息扫描技术等产品级智造特性技术研用难点。361°与联通就5G+工业互联网合作，利用5G+MEC+AI+云技术，通过基站+室分方式，构建多终端(AGV、工业平板等)、多系统(MES、SCM等)、多场景(数据采集、仓储管理等)集成型智能生产中心，使运营成本降低8%、次品率降低5%、交付率提高5%^[34]。

升级基础要素。一是，打通人才要素。一方面，建立人才引进机制，地方政府引领搭建体育用品智能制造人才服务平台，出台认定与引进标准，对符合条件者予以教育、住房等优惠。另一方面，完善人才培养模式，开展体育用品智造人才培养工程，支持各专业、工院校就人工智能、机器制造与体育产业跨学科交融培养共同成立体育用品智造研究中心，通过新设、联培、实训等形式，开展跨学科人才培养任务，加强芯片与传感器研发、CPS与AI技术开发等应用型精、尖人才培养。二是，融通资本要素。通过补贴、贴息等形式，支持由政府资金引导，社会资本汇入的体育用品智造投资基金；强化政府、机构与企业三方对接，结合数字、智能体育等领域特点，创

新融资方式。例如,通过研究体育用品制造企业授权信用指标,描绘不同层级、类型主体“画像”,结合大数据分析 & 匹配功能,打造体育智造大数据融资平台。三是,连通空间要素。因地制宜,根据区域资源配置情况调整产业特色,立足东部人才、技术、市场、政策优势,发挥中部江西赣南、湖北荆州等体育用品制造企业集群优势,依托西部新型算力网络、绿色能源、原料优势,形成东研、中产、西算特色体育用品智造格局。

3.2 中层联动:以标准构建、平台搭建为切入点,释放行业集成发展活力

美国、德国等体育用品制造强国先进智能制造经验表明,构建标准互通、信息设备共享的云服务平台是推动体育用品制造企业转型升级,实现智能制造三大集成重要前提。

推进智能制造与体育用品领域标准对接。在工信部、信息部、国家标准化管理委员会主导下,统筹产学研用多方资源,围绕核心现实问题,对体育用品智能制造标准核心技术指标进行检验,推进《国家体育用品智能制造标准体系建设指导纲要》出台,包括基础共享标准(人员能力、建设、安全、通用等)、关键技术标准(工业网络、智能服务、智能装备等)、体育用品领域标准(安全、技术、售服等)^[30]。同时,国内企业、行业协会要积极参与国际体育用品标准制定,协调内外标准冲突问题,推进高质量“引进来”与“走出去”并重,提高我国体育用品智能制造标准国际话语权。

搭建开源共享型体育用品智造服务平台。一方面,打造行业共享型体育用品智造信息数据库,鼓励体育服务与制造企业、行业协会、政府部门有序开放体育消费、技术名录等数据清单,构建以AI算法为核心的体育数据存贮、共享、分析链式服务数据库,形成技术服务、网络协同、产能共享、标准互通、线上交易的资源协同型服务模式。体育企业与互联网公司合作成立大数据创新实验室,构建基于互联网的智能运动生态系统,将“互联网+体育”生态融合嫁接,精准定位消费者个性需求。另一方面,推动建设国家体育用品智造技术工程中心等共享制造平台,集成行业内原料、设备、产线等硬件设施,形成“平台接单→智慧供应→协同生产→个性售服”智造新模式。

3.3 顶层架构:以运动项目、绿色创新为着力点,回应人民的美好体育需要

回应人民美好体育需要的落脚点在于从人的切身运动体验出发,以运动项目为导向、绿色创新为抓手,完善体育用品制造业顶层功能架构^[35],推动体育用品供给多样化、低碳化,实现体育用品制造业绿色、高效发展^[13,19]。

以运动项目为导向,扩宽体育用品供给多样性与精准性。受品牌竞争、发展时限等因素影响,我国体育用品制造业在冰雪运动、户外运动等高端领域产品供给能力还不能充分满足人民需要,以进口补充为主。对此我国体育用品制造业应从人民多样化运动项目需求出发,通过大数据捕捉、3D打印等智能技术,研判消费者运动需要,定制化设计、生产体育用品,扩宽体育用品供给多样性与准确性。例如,凯乐石通过智能网络信息平台发现欧美产越野跑鞋不适合中国消费者脚型这一痛点问题,并通过智能仿真模拟技术针对我国消费者与越野赛道实际情况针对研发,形成FUGA(PRO4、EX2、DU、YAO2)四款主线产品,囊括低、中、高端,入门、训练、竞速全垂直领域,为我国消费者提供多样、精细化运动装备选择。

以绿色创新为抓手,推动体育用品供给低碳化与循环化。能源端体育用品制造企业与能源供应企业可通过创新“云大物移智链边”等先进数智信息技术,激发智能引擎驱动效应,推动各类能源云平台建设;完善清洁能源管理、碳中和支撑服务、新能源工业互联网等功能;接入各类能源数据,汇聚能源全产业链信息,推进数字流与能源流深度融合,打造绿色能源市场服务生态体系,全方位支撑体育用品制造业绿色发展。产品端体育用品制造企业能通过人工智能技术推进“绿色选材→绿色研发→控能生产→物流优化→绿色消费→回收监控”实现体育用品生产全生命周期绿色重塑。例如,安踏通过建立智能化环保平台、数字化技术平台、绿色化智造平台等方式,多举措落地ESG(环境、社会、管理)战略,打造端到端降碳闭环产业链,使集团自营工厂全面淘汰用煤,带动超半数供应商完成光伏发电布局。

3.4 外层保障:以环境优化、制度供给为契合点,推进智能制造政策落实

政策措施作为引领体育用品制造业转型升级的

催化剂,要优化政策供给,创建有利于体育用品制造业生态系统发展的保障环境。

完善体育用品智造数据监管体系。一方面,政府需建立自我监管体系,以“软件+内容+服务+AI交互”形式打造数字化监管政务平台,努力构建服务型、廉洁型政府。另一方面,政府要牵头引领相关行业协会、企业、数据安全部门协同制定体育用品数据分类分级标准;健全体育用品制造业数据安全管理体系、数据安全配套、预警与处理机制;加强数据安全保障体系建设,创新利用区块链技术提升我国体育用品行业大数据收集、存储、处理等环节安全性。例如,苏州市体育局就体育领域数字安全问题与苏州大学体育学院、市大数据集团等相关主体召开座谈会,发布《体育领域加强数据安全及个人信息保护倡议书》,提出从数据安全工作机制、数据安全常态监测等方面完善体育数字监管体系。

强化体育用品智造政策制度供给。微观产业发展层面,构建体育用品科技成果与市场全周期合作机制,鼓励产学研政各方力量积极参与到体育用品科技成果“申报—立项—研发—转换—使用—反馈”等市场化全过程中,并对企业自主、联合创新进行服务供给、专项补贴,提高企业技术、品牌附加值,形成行业发展活力。中观产业结构层面,发挥福建省、江苏省等体育用品制造企业集群发展优势,建立智慧型体育用品制造强省、强市,体育用品示范发展区,以区域支点引领辐射地方发展。宏观产业体系层面,通过国家社会科学基金、企业私募基金等项目,打造一批企业、行业、国家级体育用品智造特色企业与研发机构,聚焦行业共性技术形成政策推力^[30]。例如,第五届中国国际进口博览会体育专区围绕运动科技、智能制造等课题首创体育创新孵化区,通过开展论坛、签约等形式吸引境外优质科技孵化企业亮相。

参考文献:

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [2] 王先亮. 体育产业高质量发展动力机制研究[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [3] 新华社. 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[EB/OL]. (2024-02-01)[2024-03-30]. <https://www.gov.cn/yaowen/>

- liebiao/202402/content_6929446.htm.
- [4] 王文泽. 以智能制造作为新质生产力支撑引领现代化产业体系建设[J]. 当代经济研究, 2024(2): 105-115.
- [5] 周文, 许凌云. 论新质生产力: 内涵特征与重要着力点[J]. 改革, 2023(10): 1-13.
- [6] 沈克印, 林舒婷, 董芹芹, 等. 数字经济驱动体育产业高质量发展的变革机制与推进策略[J]. 体育学研究, 2022, 36(3): 46-59, 90.
- [7] 董进, 夏成前, 战焰磊. 新常态下体育用品制造业集群发展: 动因、态势与路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2016, 35(6): 14-21.
- [8] 路·冯·贝塔朗非, 王兴成. 普通系统论的历史和现状[J]. 国外社会科学, 1978(2): 66-74.
- [9] 杨明, 陶娟. 中国体育用品制造产业集群品牌研究[J]. 体育科学, 2014, 34(8): 34-47.
- [10] JARDIM G, SARRAIPA J, AGOSTINHO C, et al. Knowledge framework for intelligent manufacturing systems[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2011, 22(5): 725-735.
- [11] 陈颇, 刘波. 基于区块链技术的我国体育用品制造企业融资模式创新研究[J]. 体育学研究, 2020, 34(1): 12-20.
- [12] 徐建伟, 杨合湘. 全球制造业生态比较与优化我国制造业生态的策略选择——基于系统论视角的制造业生态研究[J]. 经济纵横, 2021(8): 74-84.
- [13] 殷子骏, 刘东升, 史曙生. 运动项目产业创新发展的理论意涵、动力机制与推进策略[J]. 体育学研究, 2023, 37(2): 96-106.
- [14] HALLGEIR G. Sport is not industry: bringing sport back to sport management[J]. European Sport Management Quarterly, 2020, 21(2): 257-279.
- [15] 耿子恒. 人工智能: 数字时代产业发展的新动能[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2023.
- [16] ZHONG RY, XU X, KLOTZ E, et al. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review[J]. Engineering, 2017, 3(5): 616-630.
- [17] 海峰, 李必强, 冯艳飞. 集成论的基本范畴[J]. 中国软科学, 2001(1): 114-117.
- [18] ALCACER V, CRUZ-MACHADO V. Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems[J]. Engineering Science and Technology-An International Journal-Jestech, 2019, 22(3): 899-919.
- [19] 黄海燕, 康露, 刘蔚宇等. 体育产业高质量发展的法治保障研究——基于《中华人民共和国体育法》修订的思考[J]. 体育学研究, 2022, 36(4): 1-11.
- [20] SERRANO-RUIZ JC, MULA J, POLER R. Smart manufacturing scheduling: A literature review[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2021, 61: 265-287.
- [21] 解学芳, 臧志彭. 人工智能在文化创意产业的科技创新能力[J]. 社会科学研究, 2019(1): 35-44.
- [22] 李庆东. 产业创新系统协同演化理论与绩效评价方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [23] 康建中. 持续竞争力: 公司战略管理的核心[J]. 安徽大学学报, 2003(4): 99-103.

- [24] 邓朝晖,万林林,邓辉,等.智能制造技术基础[M].武汉:华中科技大学出版社,2022.
- [25] 中国体育用品联合会,中国体育用品联合会数字体育发展工作委员会,清华大学五道口金融学院体育金融研究中心.中国数字体育洞察报告[R/OL].(2022-09-28)[2024-01-14].<https://cn.csgf.org.cn/xhzx/xhzw/7575.html>.
- [26] 晋江新闻网.科技和颜值打头,成品鞋迈向发展新阶段[EB/OL].(2021-04-20)[2024-03-30].<http://news.ijjnews.com/system/2021/04/20/030058651.shtml>.
- [27] 李海杰,邵桂华,王毅.我国体育产业集聚对产业效率的影响研究[J].天津体育学院学报,2019,34(6):512-520.
- [28] 聂庆玮,朱海华,唐敦兵,等.数据驱动的网络化制造系统研究框架及其主体性分析[J].中国科学:技术科学,2023,53(7):1062-1083.
- [29] 蔡兴林,张高雅.中国体育用品上市公司财务风险状况评估与预警研究——基于2009—2016年财务数据[J].西安体育学院学报,2019,36(3):282-289.
- [30] 周铭扬,王先亮.智能制造赋能体育用品制造业的作用机理、制约因素与转型升级路径[J].中国体育科技,2023,59(8):65-72.
- [31] 中国轻工业信息网.NIKE扩大生产自动化[EB/OL].(2017-11-01)[2024-03-30].https://www.clii.com.cn/zh/hylm/zhyyilmPinPaiShiChang/201711/t20171101_3914019.html.
- [32] 沈克印,段嘉琦,牟琳琳.数字经济与体育产业深度融合的动力机制研究[J].体育学研究,2023,37(3):53-64.
- [33] 金韶,倪宁.“社群经济”的传播特征和商业模式[J].现代传播(中国传媒大学学报),2016,38(4):113-117.
- [34] 晋江新闻网.361“5G+智慧工厂”:5G加持丰富企业“脑容量”[EB/OL].(2023-05-30)[2024-03-30].<http://news.ijjnews.com/system/2023/05/30/030125868.shtml>.
- [35] 黄海燕,康露,刘蔚宇,等.体育产业高质量发展的法治保障研究——基于《中华人民共和国体育法》修订的思考[J].体育学研究,2022,36(4):1-11.

作者贡献声明:

易小琅:撰写、修改论文,制作相关图表;伏开鑫:撰写、修改论文,收集相关数据;陈颇:确定研究选题,拟定提纲,修改论文。

From “Manufacturing” to “Intelligent Manufacturing”: The Intrinsic Mechanism and Promotion Strategy of Artificial Intelligence Technology Integration Driving the High-quality Development of Sporting Goods Manufacturing Industry

YI Xiaolang, FU Kaixin, CHEN Po

(College of Physical Education and Health Science, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: Under the strategic guidance of upgrading from “Made in China” to “intelligent manufacturing in China”, the research using methods such as logical reasoning and literature review to systematically explore the theoretical connotation, action mechanism and strategic framework of the high-quality development of sports goods manufacturing industry driven by the integration of artificial intelligence technology. It is believed that its theoretical connotation is that the new quality productive factors, mainly based on artificial intelligence technology, follow the transformation logic of “new technological system → new organizational form → new industrial form” and the process of “technological factor transformation → data resource integration → unit collaborative driving → industrial form upgrading → functional benefit realization” in the sports goods manufacturing ecosystem. Its action mechanism is mainly reflected in: ① the supply optimization of resource-driven sporting goods manufacturing system within the vertically integrated enterprises; ② the connection reshaping of resource-driven sporting goods innovating system among the horizontally integrated enterprises; ③ End-to-end integration of user demands resources to drive the breaking of demand for sports equipment value systems. Based on the internal relationship of sporting goods manufacturing ecosystem, it is suggested to take facility reinforcement and element innovation as the basic points, standard construction, platform construction the entry point; environment optimization and system supply the converging points; sports projects, green innovation the focus; and to improve the integrated system supporting construction, release the vitality of the industry integration development, and promote the high-quality development of the sporting goods manufacturing industry.

Key words: artificial intelligence technology; new quality productive forces; sporting goods manufacturing industry; high-quality development; integrated drive