

据采集、模型训练、接口调用过程等具体工作做出动态持续的合规测评,以满足人工智能在大健康产业中应用的数据合规监管要求。

4.2 建立算法审查与责任认定机制

对大健康产业的人工智能算法审查和责任认定机制建设来说,其核心在于围绕全流程的风险管控,从算法开发、注册、应用到监督全链条形成系统化的合规架构。具体来说,算法准入阶段建立强制性的算法审查制度,并将算法训练数据代表性、公平性和可解释性等要素纳入算法审查的注册指标体系。监管部门要求医疗机构及第三方企业报送算法溯源技术报告,其中涉及数据来源合法、数据采样结构比例合理、采用偏倚校正方法并说明参数调整优化的方法论等内容。引入第三方专业评估机构,通过分层抽样+逆向验证的方式验证人工智能算法模型在不同人群、病种条件下的稳定性和差异性,以防止存在系统性歧视或者性能漂移。其次,实行算法备案与动态评估机制,并就已投放的医疗人工智能系统开展版本管理以及实时监测^[4]。监管部门利用API日志追踪、模型指纹识别的方式掌握医疗人工智能系统每一次算法的迭代更新路径以及性能指标的变化,保障每次更新均符合安全可控性标准,避免因出现“算法溯源技术报告”而发生误诊的情况。同时针对医疗决策环节,要求人工智能系统同步生成可解释性指标,包括置信区间、特征权重矩阵、决策路径可视化结果等。最后,建立健全责任认定机制,根据现行法律法规及行业监管规范明确大健康产业人工智能开发方、使用方、医疗机构的责任认定,如当人工智能系统仅作为辅助诊疗决策工具,作出诊断结果由医疗机构负责;而当系统具有自动执行功能并直接影响到诊疗结果时,应将人工智能系统纳入产品开发方责任范围。

4.3 完善立法体系与监管框架

人工智能在大健康产业的立法体系和监管框架完善重点在于以下几个环节:首先,针对大健康产业中人工智能法及其相关配套立法中增设医疗健康条款,并清晰规定智能诊疗、药物研发以及健康管理类算法的安全评估程序、可解释性的验证程序以及伦理审查程序。同时再构建起和《药品管理法》《数据安全法》《个人信息保护法》等衔接性的法规衔接机制,从而推动大健康产业中人工智能算法训练、模型

验证以及临床使用等环节有规可依。其次,对于监管分层化,要设立由国家卫生健康委员会、国家药品监督管理局、国家互联网信息办公室参与的跨部门协同监管平台,形成数据安全、算法安全、应用安全的全链条监管闭环。同时根据不同的风险等级制定针对不同的大健康产业人工智能系统的分级分类监管制度,如对具备临床决策功能的高风险算法模型采取强制性注册审核、算法备案与定期复核并实施动态监管机制实时检测其运行情况^[5]。最后,实行“算法沙盒”机制,即允许相关医疗机构、第三方企业开展大健康产业人工智能算法的试验性应用,在受控技术环境中进行算法试错试验,同时监管部门通过可追溯的数据审计、算法行为观察和伦理风险测评推动形成技术创新和规范达标相平衡的良性循环。此外,在风险应急上要出台人工智能医疗事件强制性报告及追责制,明确医疗机构、企业和数据提供者各方的责任边界,并明确规定一旦出现算法偏误、系统输出异常或数据泄露等情况应当立即上报,并启动风险评估和纠偏流程。

5 结语

综上所述,人工智能蓬勃发展无疑给大健康产业发展增添一道强劲的增长动力,但同时也面临众多复杂的法律合规风险,主要表现在数据隐私保护问题、算法不透明问题和责任难以认定问题上,它们的存在制约着大健康产业可持续发展的步伐。今后应在法律、技术和伦理三者融合基础上打造人工智能大健康产业治理体系,从而更好地推动我国大健康产业发展。

参考文献

- [1] 陈友华.AI赋能养老健康服务:革新,风险与协同优化[J].探索与争鸣,2025(6).
- [2] 孙毅.通用人工智能产业化面临的法律风险及其规制[J].学习论坛,2025(3).
- [3] 陈京春,杨历霖.生成式人工智能的意识形态风险及其法律因应[J].西安交通大学学报(社会科学版),2025(4).
- [4] 李嘉敏.医疗人工智能侵权责任问题研究[D].福建农林大学,2023.
- [5] 胡红亮,蔡凯.人工智能赋能健康养老产业发展探析[J].中国医学伦理学,2020,33(2):6.

AI-Driven Green Transformation of Human Resources in High-Energy-Consuming Industries—Theoretical Framework and Implementation Path

Bo Zhang

Hebei Academy of Social Sciences, Shijiazhuang, Hebei, 050051, China

Abstract

Against the background of the “dual carbon” goal, the green transformation of high-energy-consuming industries has become a core issue. Traditional transformation efforts mostly focus on process and equipment improvement, while neglecting the initiative of human resources. This study constructs a theoretical model driven by Artificial Intelligence (AI) and framed by Green Human Resource Management (GHRM) to explore new paths for the green transformation of these industries. An exploratory sequential mixed-methods research approach was adopted: first, key mechanisms of AI-driven GHRM practices were identified through multiple case studies, followed by empirical testing of the theoretical model using questionnaire data from 358 high-energy-consuming enterprises. Structural equation modeling analysis showed that: AI application level has a significant positive impact on GHRM practices; GHRM fully mediates the relationships between AI application and organizational green performance, as well as between AI application and employees green behaviors; enterprise scale and digital transformation stage play a positive moderating role in this process. This study uncovers the “technology-management-performance” black box of action, providing theoretical basis and practical guidance for high-energy-consuming enterprises to achieve green transformation through intelligent human resource management.

Keywords

Artificial Intelligence; High-Energy-Consuming Industries; Green Transformation; Green Human Resource Management (GHRM)

人工智能驱动高耗能行业人力资源绿色转型——理论框架与实现路径

张博

河北省社会科学院, 中国·河北 石家庄 050051

摘要

在双碳目标下, 高耗能行业绿色转型成核心议题, 传统转型多聚焦工艺与设备, 却忽视人力资源能动性。本研究构建AI驱动、绿色人力资源管理(GHRM)为框架的模型, 探索其绿色转型新路径。采用探索性序列混合法, 先经多案例识别AI驱动GHRM的关键机制, 再以358家企业问卷实证检验。结构方程模型显示: AI对GHRM有显著正向影响; GHRM完全中介AI与组织绿色绩效、员工绿色行为的关系; 企业规模与数字化阶段正向调节。研究揭示“技术-管理-绩效”作用黑箱, 为高耗能企业借智能化人力管理促绿色转型提供理论与实践指南。

关键词

人工智能; 高耗能行业; 绿色转型; 绿色人力资源管理

1 引言

高耗能行业作为国民经济支柱, 其高质量发展关乎国家“双碳”目标实现, 却面临绿色转型与数字化变革双重压力。传统转型重工艺优化与清洁能源替代, 忽视人力这一核心能动要素, 而人力资源管理是绿色战略落地的关键^[1]。

AI正重塑人力资源管理, 从效率工具转向战略赋能,

可实现生态意识招聘、降纸质消耗等可持续价值, 展现环境价值潜力^[2,3]。但现有研究中, 绿色人力资源管理(GHRM)多基于传统实践, AI在HR的应用研究聚焦效率、缺绿色导向, 高耗能行业AI与GHRM系统结合的理论框架尚未形成^[4], 此空白为研究出发点。

本研究意义: 理论上拓展GHRM边界、丰富AI管理价值维度; 实践上为企业AI改造HR流程的路线图; 政策上为政府制定人才与产业政策提供参考。

【作者简介】张博(1990-), 男, 中国河北石家庄人, 博士, 助理研究员, 从事人力资源管理、人口资源与环境研究。

2 文献综述与研究假设

2.1 绿色人力资源管理 (GHRM) 的内涵与演进

绿色人力资源管理 (GHRM) 是传统人力资源管理在可持续发展领域的分支与延伸,其核心在于将环境管理的目标融入人力资源的各项实践之中。

一个成熟的绿色人力资源管理 (GHRM) 体系,通常涵盖五大关键实践维度。在人员引入环节,绿色招聘与选拔会着重关注候选人的环保价值观及绿色技能,并将其纳入录用评价标准,从源头筛选契合企业可持续发展需求的人才;在能力提升层面,绿色培训与发展通过设计并实施专项项目,助力员工强化环保意识、补充环保知识,同时提升节能降耗的实操技能^[5];在绩效评估方面,绿色绩效管理突破传统维度,将能耗、排放、资源循环利用等环境绩效指标融入部门与个人的考核体系,以指标导向推动环保行动落地;在激励机制上,绿色薪酬与激励建立起与环境绩效挂钩的奖励规则,对提出有效绿色创新建议或达成节能目标的团队及个人,给予物质或精神层面的认可与激励;在文化培育维度,绿色组织文化则通过常态化内部沟通、鼓励员工参与环保事务及推行环境管理倡议等方式,营造支持可持续发展的内部文化氛围,让绿色理念渗透到企业运营与员工行为中。

2.2 AI 在人力资源管理中的赋能角色

人工智能技术通过其强大的数据感知、智能分析与预测能力,正在重塑人力资源管理的模式。在高耗能行业绿色转型的语境下,AI 的赋能角色主要体现在:

数据驱动决策: AI 可以整合生产能耗数据、设备运行数据和员工行为数据,为绿色绩效目标的设定与评估提供科学、客观的依据,避免传统考核的主观性^[6]。

流程智能化: 利用 AI 算法进行简历筛选,可快速识别出具备“绿色基因”的候选人;通过智能推荐系统,可为不同岗位的员工推送个性化的绿色培训内容,提升培训效率^[7]。

洞察与预测: 通过机器学习模型, AI 可以预测不同生产方案下的能耗情况,或识别出用能异常行为,为管理者的绿色决策提供前瞻性洞察。

2.3 研究假设与理论模型构建

基于上述文献分析,本研究提出以下核心假设:

H1: AI 应用水平对 GHRM 实践有显著正向影响。

H2: GHRM 实践对组织绿色绩效有显著正向影响。

H3: GHRM 实践对员工绿色行为有显著正向影响。

H4: GHRM 实践在 AI 应用水平与组织绿色绩效 / 员工绿色行为之间起中介作用。

此外,本研究认为组织的情境因素会影响 AI 技术的赋能效果。规模更大的企业往往拥有更丰富的资源来部署和应用 AI 系统;数字化转型更成熟的企业则在数据基础、技术能力和组织敏捷性上更具优势。因此,进一步提出:

H5: 企业规模正向调节 AI 应用水平与 GHRM 实践之间的关系,即企业规模越大, AI 对 GHRM 的正向影响越强。

H6: 数字化转型阶段正向调节 AI 应用水平与 GHRM 实践之间的关系,即数字化越成熟, AI 对 GHRM 的正向影响越强。

本研究构建的理论模型为:人工智能 (AI) 应用水平对绿色人力资源管理实践 (GHRM) 有显著正向影响;企业规模、数字化转型阶段在 AI 应用水平影响 GHRM 的过程中发挥正向调节作用;同时, GHRM 会对组织绿色绩效和员工绿色行为产生作用。

3 研究设计

本研究采用探索性序列混合方法设计 (Exploratory Sequential Mixed Methods), 分两个阶段进行,以全面深入地探究研究问题。

3.1 第一阶段: 质性多案例研究

本阶段属于探索性研究,旨在深入理解 AI 在高耗能行业 HR 绿色转型中的具体实践、驱动因素、作用机制及面临的挑战。我们依据理论抽样原则,选取了来自钢铁、化工和有色金属行业的四家领先企业作为案例研究对象。通过半结构化访谈 (共访谈 HR 总监、数字化部门负责人等)、现场观察和内部文档分析收集数据。采用扎根理论方法对数据进行分析,通过三级编码逐步提炼出核心范畴并构建初始理论框架。质性分析揭示了“数据化赋能”、“智能流程再造”和“精准化干预”三大核心机制,为第二阶段量化研究模型的构建提供了坚实基础。

3.2 第二阶段: 量化统计检验

基于质性研究发现,本阶段通过大样本问卷调查对理论模型和假设进行检验。

3.2.1 变量测量

研究所有构念均采用 Likert 7 点量表进行测量 (1=“完全不符合”, 7=“完全符合”), 量表题项均改编自成熟文献。

AI 应用水平 (AI): 从“智能招聘匹配”、“数据驱动的绩效分析”、“个性化绿色培训推送”等 6 个维度测量。

绿色人力资源管理实践 (GHRM): 参考 Jia&Hou (2024) 的量表, 涵盖绿色招聘 (3 题项)、绿色培训 (4 题项)、绿色绩效 (4 题项) 和绿色薪酬 (3 题项) 4 个维度。

组织绿色绩效 (GP): 采用主观评价法, 从“单位产值能耗降低”、“废弃物减排”、“环保创新成果”等 5 个方面测量。

员工绿色行为 (EGB): 测量员工在工作场所表现出的节约、创新等环保行为 (5 题项)。

控制变量: 企业规模 (员工人数的对数)、所属行业、企业年龄。

3.2.2 数据收集与样本特征

通过专业调研平台向目标企业发放问卷。共回收问卷 412 份, 剔除无效问卷后, 获得有效样本 358 份, 有效回收率为 86.9%。样本特征的描述性统计结果如下: 在企业规模