AI技术赋能塑料助剂行业的数字化转型路径分析

吴 杨[1],吴灿龙[2]

(1.江西科技学院,江西 南昌 330098;2.江西科技师范大学,江西 南昌 330038)

摘 要:文章旨在系统分析AI技术赋能塑料助剂行业数字化转型的路径与方法。构建“数据底座-智能中枢-业务应用”三层技术架构,结合智能生产、智慧供应链及绿色循环等重点方向,探讨人工智能(AI)在提升研发效率、优化工艺控制、强化质量追溯、实现精准营销与可持续发展等方面的具体应用。同时提出以“点-线-面-体”的渐进式实施路径,推动企业从单点突破走向生态协同,为行业高质量转型提供可行范式。未来需进一步强化数据标准化、技术融合与跨链协同,以实现全产业链的智能升级。

关键词:人工智能技术;塑料助剂;数字化;标准化;应用监管

中图分类号:TQ320 **文献标志码**:A **文章编号**:1005-3360(2026)08-0222-05

DOI:10.15925/j.cnki.issn1005-3360.2026.08.039

Analysis of Digital Transformation Path of Plastic Additive Industry Empowered by AI Technology

WU Yang[1], WU Canlong[2]

(1. Jiangxi University of Technology, Nanchang 330098, China; 2. Jiangxi Science and Technology Normal University, Nanchang 330038, China)

Abstract: The paper aimed to systematically analyze the pathways and methods by which AI technology empowered the digital transformation of the plastic additives industry. A three-layer technical architecture of "data foundation-intelligent hub-business application" was constructed, and the specific applications of artificial intelligence (AI) in enhancing R&D efficiency, optimizing process control, strengthening quality traceability, achieving precision marketing, and promoting sustainable development were explored, with emphasis on intelligent production, smart supply chain, and green recycling. Meanwhile, a progressive implementation path of "point-line-plane-volume" was proposed to drive enterprises from single-point breakthroughs toward ecological collaboration, providing a feasible paradigm for high-quality industry transformation. In the future, it will be necessary to further strengthen data standardization, technology integration, and cross-chain collaboration to achieve intelligent upgrading of the entire industrial chain.

Keywords: AI technology; Plastic additives; Digitalization; Standardization; Application supervision

塑料助剂在改善树脂加工性能、增强制品物理机械特性以及赋予材料特殊应用性能方面发挥关键作用[1]。从增塑剂、热稳定剂到阻燃剂、抗氧剂,各类助剂已成为塑料制品满足多样化需求的核心要素[2]。然而,在环保法规日趋严格、下游需求个性化程度不断提高的背景下,传统依赖经验试错的研发模式与粗放型生产管理已难以适应发展需求,数字化转型成为塑料助剂企业突破技术瓶颈、实现可持续发展的必然选择[3]。

AI技术在塑料助剂领域的应用已展现出多维价值,机器学习算法能够分析实验数据,基于深度学习的视觉检测系统能够实时识别产品瑕疵,为开发符合绿色标准的塑料助剂新产品提供工具支持[4]。本研究分析AI技术赋能塑料助剂行业数字化转型的应用前景、现实问题与优化路径,为企业把握数字化机遇、实现高质量发展提供参考。

1 数字化转型的总体技术架构

塑料助剂行业的数字化转型,绝非单一技术的简单应

收稿日期Submitted date 2025-09-25;修回日期Revised date 2025-10-19;录用日期Accepted date 2025-11-17

基金项目:2022年江西省教育厅科技项目(GJJ2202621)

联系人,125356763@qq.com

引用本文:吴杨,吴灿龙.AI技术赋能塑料助剂行业的数字化转型路径分析[J].塑料科技,2026,54(8):222-226.

Citation:WU Y, WU C L. Analysis of digital transformation path of plastic additive industry empowered by AI technology[J]. Plastics Science and Technology, 2026, 54(8): 222-226.

用，而是一项需要顶层设计的系统工程[5]。图1为塑料助剂企业数字化转型总体技术架构。从图1可以看出，总体架构可以划分为数据底座、智能中枢和业务应用3个核心层次，三者共同构成一个闭环的、持续优化的智能系统。

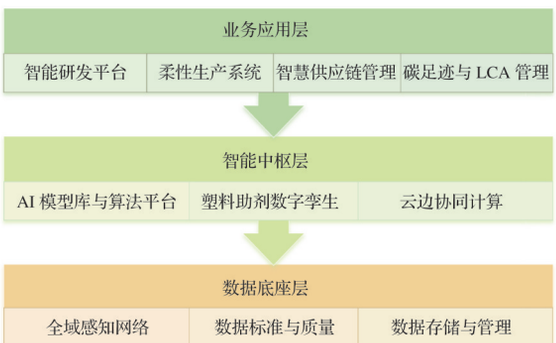


图1 塑料助剂企业数字化转型总体技术架构

Fig.1 Overall technical architecture for digital transformation of plastic additive enterprises

1.1 数据底座构建全域感知的“数字土壤”

数据底座是企业数字化转型的基石，其核心在于贯通数据采集、存储与管理全链路，实现全面采集、可靠存储以及高效管理。

为实现这一目标，首先构建覆盖研发、生产、供应链及质量检测等全流程的全域感知网络。在反应釜、挤出机等关键生产设备、化验仪器、仓储设施以及物流车辆上部署温度、压力、流量、光谱、图像等多种传感器，并依托5G、工业Wi-Fi等高速网络技术，实现对关键工艺参数与业务环节的高频、实时采集。扬子石化构建“地空联动”巡检体系，在厂区部署多套5G专用基站，引入智能防爆机器人、轨道式智能巡检机器人及气体检测云台设备，实现对生产设备状态的24 h自动监控与数据采集[6]。

针对行业数据标准不统一、数据质量参差的现状，必须建立涵盖物性参数(如熔体流动速率、热变形温度)、工艺条件(温度、压力、时间)[7]及检测方法在内的行业级数据字典与元数据规范，以统一数据语义与格式，并配套构建数据质量评估与清洗机制，从源头保障数据的准确性、一致性和完整性。

在此基础上，为平衡实时处理与集中存储的需求，应在车间层级部署边缘计算网关，对高实时性数据进行本地预处理与缓存，减轻云端负荷[8]。同时，在企业或集团层面构建统一的数据湖，实现对多源异构数据的集中存储和高效管理，从而为上层数据分析与应用提供高质量、可复用的数据原料。双欣环保串联生产装置采用分散控制系统(DCS)，与企业资源计划(ERP)、客户关系管理(CRM)等管理系统集成，搭建全流程过程化智慧工厂系统，实现从能源、物料、设备、人员、产品到研发、品控、服务以及安全环保的全链条、全过程质量智慧管理体系[9]。

1.2 智能中枢打造决策优化的“智能大脑”

智能中枢作为企业数字化转型架构的“大脑”，承担着将海量数据转化为业务洞察与精准决策的核心职能。为实现这一目标，需要构建集AI模型库与算法平台、塑料助剂数字孪生以及云边协同计算于一体的智能化支撑体系。

基于云原生架构构建的AI模型库与算法平台，集成面向不同业务场景的AI模型。例如，分子性质预测的图神经网络[10]、工艺参数优化的强化学习[11]以及质量视觉检测的卷积神经网络[12]，并借助低代码界面或自动机器学习[13]工具，显著降低AI模型的开发与应用门槛，推动AI技术在研发与生产中的规模化落地。

在此基础上，构建从关键设备(如双螺杆挤出机)、产线到整个工厂的高保真数字孪生模型，实现对物理实体运行状态的实时映射与动态仿真，使企业能够在虚拟环境中进行工艺调试、方案预演和故障预测，形成“虚实联动”的闭环优化机制，支撑决策前移与风险可控[14]。赢创与施耐德电气合作，在德国埃森高施密特工厂的试验装置中，采用开放式自动化架构，实现多台设备数据的集中采集与关联分析，优化塑料回收助剂的开发流程，显著缩短新助剂的上市周期[15]。

为进一步提升系统响应能力与模型进化效率，需要建立“边缘实时控制+云端集中训练”的云边协同计算架构，边缘侧专注于毫秒级实时推理与控制，保障生产过程的稳定高效。云端则依托全域数据资源进行复杂模型的持续训练、调优与分发，从而推动智能中枢整体能力的持续演进与迭代升级[16]。

1.3 业务应用实现价值落地的“智能场景”

业务应用是智能制造体系与业务运营深度融合的关键环节，旨在通过平台化及场景化的系统构建，赋能塑料助剂企业核心业务链的数字化与智能化转型[17]。该层级聚焦研发、生产、供应链与可持续发展四大核心领域，形成数据驱动、闭环优化的智能运营体系。

以智能研发平台为起点，采用配方虚拟筛选与性能预测赋能新品开发。优化后的配方与工艺参数将无缝对接柔性生产系统，实现从自适应排产、工艺优化到全流程质量追溯的精细管控。例如，临朐县三义集团的高分子新材料智慧化工厂，采用智慧化控制中心远程操控智能设备，完成原料投放、工艺控制和成品成型的全流程操作，使产品合格率提升至99%以上，实现24 h无人值守生产[18]。生产信息进一步驱动智慧供应链管理，完成需求预测、库存动态优化与物流可视化的协同调度。最终，所有环节的数据汇聚于碳足迹与生命周期评估(LCA)管理平台，为产品绿色评估与可持续决策提供支撑，从而形成覆盖研发、生产、供应链到环保的闭环智能业务链。南京聚隆的墨西哥工厂采用闭环水循环系统和高效废气处理装置，单位产品能耗较行业平均水平降低18%；同时，生物基改性技术将30%的原料替换为可再生资源，碳足迹较传统石油基材料减少40%[19]。

2 AI驱动塑料助剂行业数字化转型的主要方向

AI的快速进步为塑料助剂产业带来数字化转型的全新契机。借助自动化生产调控与市场需求精准预判等先进技术，AI正在深刻重塑该领域的竞争格局[20]。在此背景下，系统研究AI在塑料助剂领域的应用潜力，对于推动该行业数字化转型发展，具有重要价值[21]。

2.1 智能生产与协同优化

AI技术在塑料助剂制备的智能化管理方面具有广阔的应用前景。传统生产方式主要依靠操作人员的经验来设定工艺条件，容易导致调节滞后与控制精度不足等问题。借助机器学习及深度神经网络等AI方法，系统可以对生产线上的关键指标进行实时监控与自适应调节[22]，从而更准确地评估和调整复杂的生产参数，提升塑料助剂制备的一致性与可控性[23]。

在生产制造端，推动数字化变革的关键在于构建融合工业物联网终端、制造执行系统及过程控制系统的智能化生产架构[20]。以增塑剂生产为例，传统操作中温度、压力和流速等参数通常凭人工经验调节。而引入AI调控机制后，可依据历史数据与实时信息构建多因素优化模型，持续搜寻最优工艺配置，从而提升产品产出率和品质均匀性[24]。数字孪生技术为智能制造开辟新路径，即在数字环境中构建生产单元的虚拟副本，对生产过程进行仿真与优化，以减少实际调试的资源消耗。在塑料助剂制备方面，利用数字孪生系统可以模拟反应进程、混合均匀性及传热特性，预判不同工艺设定对产品性能的影响，为实际生产提供数据支撑与决策依据。

智能化设备管理是AI技术在工业场景中的另一关键应用。在塑料助剂的生产中，设备长期处于高温、高压及腐蚀性介质环境下持续运行，其运行可靠度和维护成本直接关系到整体生产效率。借助AI技术推动的预测性维护方案，可以对设备运行的多项数据、振动特征及温度波动进行分析，提前识别潜在故障风险，合理安排维护计划。同时，AI还可以对设备操作参数，如反应釜的搅拌速率、挤出机螺杆的转动速度及干燥温度等进行优化，从而充分发挥设备效能。

在产品质量控制方面，传统质量控制依靠成品抽样的事后检验，难以实现全流程覆盖式的质量监控。结合计算机视觉与深度学习算法的智能化检测方案，可以对塑料助剂产品实施全面且实时的质量分析[25]。借助图像处理技术，可以准确识别产品表面的色泽差异、外形不规则或微小瑕疵，其识别准确度与效率均显著优于人工目检[12]。针对塑料助剂的若干关键性能，如增塑效果、热安定性能和抗迁移能力，AI可依据生产流程中的信息构建预测性模型，提前判定产品质量等级，从而将质量控制环节前置。

区块链技术的引入可以解决溯源难题，为每批助剂产品赋予唯一的数字标识，记录从原材料产地、生产工艺参数到下游应用的全生命周期数据，不仅满足汽车、医疗等高规格应用领域的合规要求，也为产品质量问题的快速定位与召回提供技术保障。

2.2 智慧供应链与运营优化

AI技术在供应链管理中的应用正深刻改变塑料助剂行业的物流效率与市场响应速度。智能预测与需求规划系统分析历史销售数据、市场趋势、宏观经济指标以及下游塑料制品、汽车、建材等行业的需求动态，构建出精准的量化预测模型。该系统能够较高精度地预测不同品类助剂在不同销售区域和季节的需求变化，为企业制订柔性生产计划与动态库存策略提供可靠依据[26]。在供应链管理与运营领域，数字化转型体现为全链条的协同优化。

在供应链可视化与风险管理方面，AI技术提供了前所未有的透明度和洞察力[27]。企业可以采用物联网设备、射频识别标签和区块链技术，实时监控原材料从源头到成品的流动状态与储存条件，如环氧大豆油、对苯二甲酸二辛酯及Ca/Zn复合稳定剂等。对实时数据流进行分析，可以识别供应商船期延误、国内港口拥堵、中途仓储温湿度异常或批次质量不合格等潜在风险，提前发出预警并生成替代方案建议[28]。这种端到端的可视化能力在全球化供应链中尤为关键，有助于增强供应链韧性，降低运营风险。

智能采购决策是AI应用的另一个重要领域[29]。塑料助剂生产所需原材料种类繁多，价格波动大，如苯酐、辛醇等大宗化工原料易受原油价格及环保政策影响，采购策略直接关乎产品成本与成本控制难度。AI驱动的采购系统可以实时分析大宗商品市场价格行情、供应商历史交货合格率、第三方质检报告、物流成本及汇率变动等多维因素，构建动态优化模型。该系统可自动筛选出最优供应商组合，推荐最佳采购窗口与经济订货批量，逐步实现采购合同的自动化生成与执行。供应链各主体间的数据共享与智能协同，使整体采购效率显著提升，推动行业向精益化、高附加值方向转型。

精准营销与个性化推荐已成为AI在市场营销中发挥关键作用的重要方向[30]。依托对客户所处行业、产品使用偏好及性能需求的深入分析，AI系统可以智能匹配最适宜的产品组合与解决方案。基于挖掘历史营销活动数据，机器学习算法可持续优化渠道资源分配、文案与促销策略及目标客户群筛选，从而实现营销资源投产效益的持续提升[31]。

在客户关系管理方面，AI系统进一步整合客户交易记录、技术服务咨询内容、产品应用反馈及社交媒体互动信息，构建统一的客户全景视图，精准识别客户需求变化与潜在合作机会[32]。结合自然语言处理技术，AI可以自动解析客户邮件、通话录音及在线咨询中的关键信息，评估客户满意度与关注问题，为销售团队提供深度洞察，辅助其制定个性化客户沟通策略，有效提高成单率与长期客户忠诚度[33]。

2.3 绿色生产与循环发展

工艺环保优化是AI技术推动可持续发展的重要领域。塑料助剂生产过程通常涉及高温、高压和高能耗操作，伴随废水、废气和固体废弃物的产生。AI系统通过实时监测能耗与排放数据，建立多目标优化模型，在保障产品质量的前提下，最大限度地降低环境负荷。

在产品LCA方面，AI技术提供更精确、全面的环境影响分析工具。传统LCA需要开展大量数据收集和计算工作，过程耗时费力且存在不确定性。AI系统可以自动收集并处理供应链各环节的环境数据，构建完整的碳足迹和水足迹模型[34]。这种自动化LCA不仅能够提高评估效率，还可为塑料助剂企业的环保决策提供参考，有助于识别环境影响热点与改进机会。

循环经济模式的实现同样离不开AI技术的支撑。塑料助剂行业正从线性经济向循环经济转型，亟须应对回收、再利用和再循环等技术挑战。AI系统凭借视觉识别和光谱分析技术，可以快速分类不同种类的塑料废弃物，提高分拣效率和准确性[35]。机器学习算法能够优化回收工艺参数，提高再生塑料的质量和一致性。

3 从单点突破到生态协同的渐进式实施路径

对于塑料助剂企业而言，数字化转型是一个由内而外、由浅入深的系统性进程。通常始于对高价值单点环节的精准投入与效果验证，随后逐步延伸至关键业务流程的整合与闭环管理，最终向开放、协同的产业生态演进。鉴于企业间数字化基础参差不齐，尤其是广大中小企业面临资源有限等现实约束，推行“一刀切”的转型方案并不现实。因此，采取“点-线-面-体”的渐进式推进策略被视为一条更为务实高效的可行路径。

3.1 聚焦价值单点，实现精准突破

在数字化转型的初始阶段，企业应聚焦关键价值点，优先选取痛点突出且投资回报率便于量化的环节开展试点。例如，引入基于机器视觉的自动质检系统，对母粒的颜色、粒径及黑点瑕疵进行精准识别与分类，将漏检率控制在0.1%以下，显著提升质检效率与一致性。同时，在大型风机、泵机及挤出机主电机等关键设备上部署振动与温度传感器，利用AI算法对采集的时序数据进行实时分析，实现预测性维护，及时预警潜在故障，减少非计划停机导致的生产损失[36]。此外，还可运用自然语言处理技术对客户邮件与技术咨询记录中的非结构化文本进行智能解析，自动提炼出产品性能、应用难题等核心需求，为后续的产品优化与精准服务提供数据洞察[37]。

此阶段的关键在于明确具体业务指标，优先选用成熟度高的软件即服务模式进行小范围概念验证，快速验证技术可行性并积累初期经验。

3.2 贯通核心流程，构建线性闭环

在单点应用验证有效后，数字化转型进入线性扩展阶段，核心任务在于将分散的智能应用互联互通，打破部门壁垒，形成端到端的价值闭环。

具体而言，应构建研发与生产的一体化链路，使智能研发平台依据市场需求优化出的新配方参数直接下发至制造执行系统用于指导生产，同时将生产过程中产生的实时工艺与质量数据自动反馈至研发端，用于持续迭代和优化配方模型，从而形成“需求-研发-生产”的快速迭代循环[38]。同样，可以构建从订单到交付的纵向贯通流程，利用AI算法实现自动排产，制造执行系统精细管控生产全过程，协同仓库管理系统与运输管理系统确保库存精准与物流高效，实现订单状态的全流程实时可视与动态优化。

该阶段目标的有效实现，需要推动业务流程再造并构建统一的数据中台，以整合来自不同系统的数据流。此项工作投资大，复杂度较高，需要进行详尽的投资回报率分析以确保整体可行性。

3.3 整合内部网络，形成协同平面

当关键业务流程实现线性贯通后，企业需要进一步将数字化能力覆盖至研发、生产、供应链及管理等各内部系统，构建内部资源高效协同的平面整体格局[39]。

该阶段的目标是实现全要素、全流程的互联互通与智能决策。构建企业级的数据分析与指挥中心，整合研发实验数据、生产线实时数据、设备运行状态、库存水平、能源消耗以及市场订单等多维信息，运用高级分析与优化算法，能够实现跨部门的资源动态调配与协同优化。例如，根据实时产能与订单优先级自动调整生产计划，或基于设备健康状况与能源价格预测进行能效最优的生产调度[40]。

此阶段的挑战在于构建统一的数据治理体系与跨部门的协同工作机制，其成功标志是企业内部运营效率的有效提升与决策模式的根本性转变。

3.4 融通产业生态，共创立体价值

数字化转型的最终阶段是突破企业边界，将内部的协同能力向外延伸，与产业链上下游伙伴连接，构建一个互信互惠、价值共创的立体化产业生态。塑料助剂企业可以主导或参与建设开放式协同创新平台，与上游原材料供应商、下游制品商、高校及科研院所在保障数据安全与知识产权的前提下，共享部分研发数据与应用场景数据，共同加速新材料的开发与商业化应用[41]。更进一步，可以基于区块链技术构建可信的产业互联网平台，将自身的数字化能力以服务的形式输出，如先进的生产管理经验、质量追溯体系，为上下游中小企业提供产能共享、供应链金融等创新服务，从而推动企业从单一产品供应商向产业生态的服务赋能者与价值共创者转型。此阶段的成功关键在于建立跨组织的信任机制与共赢的利益分配模式，其核心价值在于生态化协同开创全新的增长空间与商业模式。

4 结论

本文深入探讨AI技术推动塑料助剂产业向数字化方向升级的路径，提出由数据底座层、智能中枢层和业务应用层构成的三级系统框架，具体剖析AI在智能制造流程、

供应链协同管理以及环保循环利用等重点领域的积极作用。在碳中和目标加速推进以及国际供应网络格局调整的背景下，塑料助剂企业应主动采纳AI、物联网及数字孪生等技术，携手构建透明开放的产业协作网络。未来，行业将更侧重于跨链数据的可信互通、AI模型在特定工艺中的深度应用以及面向中小企业的轻量化解决方案，从而共同推动整个行业向高端化、绿色化、智能化的新范式跃迁。

参考文献

[1] 潘丽娜. 塑料材料与室内环境设计的融合创新: 评《塑料材料与助剂》[J]. 化学工程, 2025(4): I0009.
[2] 李丹. 中国式现代化下塑料产业绿色转型的实践路径[J]. 塑料科技, 2023, 51(5): 120-123.
[3] 张涛涛, 王思懿, 张颖, 等. 聚丙烯塑料的环境分布与毒理学研究进展[J]. 生态毒理学报, 2024, 19(5): 151-172.
[4] 张琼. 塑料企业数字化营销转型发展[J]. 塑料助剂, 2025(2): 114-116.
[5] 林盛泓, 沈扬, 熊志辉, 等. 塑料企业数字化转型的驱动机制研究[J]. 塑料工业, 2025, 53(5): 205.
[6] 徐宁. 南京日报: 机器人当“质检员”, “望闻问切”查隐患[EB/OL]. [2025-10-22]. http://njrb. njdaily. cn/html/2025-07/09/content_54_216783.htm.
[7] 郭娜. 基于嵌入式单片机的塑料挤出机温度控制系统设计[J]. 塑料科技, 2025, 53(9): 141-145.
[8] 刘一蒙. 智能算法在塑料数字化生产车间的应用优势与前景[J]. 塑料助剂, 2025(4): 123-127.
[9] 央广网. 双欣环保: 创新驱动绿色化工蓬勃发展[EB/OL]. [2025-10-22]. https://nm.cnr.cn/gstjnmg/20251004/t20251004_527385500.shtml.
[10] 朱洪翔, 傅钰江, 李雪, 等. 基于神经网络的分子性质预测算法研究进展[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(19): 8061-8070.
[11] 王涛, 李光明, 胡秋霞, 等. 基于时序演变粒子群算法的双色注射产品翘曲工艺优化[J]. 化工学报, 2025, 76(7): 3403-3415.
[12] 杨春维, 刘明俊, 王乾. 人工智能驱动的图像识别技术在微塑料检测中的研究进展[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2025, 46(3): 104-109.
[13] 李鹏宇, 江云松, 高猛, 等. 基于知识图谱和自动机器学习的软件缺陷预测[J]. 空间控制技术与应用, 2021, 47(2): 10-16.
[14] 肖波. 利用人工智能技术实现注塑行业工艺优化[J]. 中国科技信息, 2025(18): 122-124.
[15] 赢创工业集团. 赢创与施耐德电气携手, 提升热塑性加工与回收的自动化与效率[EB/OL]. [2025-10-22]. https://corporate.evonik.cn/hans/media/recent-press-releases/-290795.html.
[16] 赵钊. 机械设备生产中的智能化调试与自动化测试技术革新[J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(3): 82-84.
[17] 陈晨, 秦双双, 常芹. 大数据技术在智能制造运营管理系统中的应用研究[J]. 智能制造, 2021(2): 38-42.
[18] 于刚, 于潇, 陈妍如. 潍坊临朐: 技改赋能企业激活发展动能[EB/OL]. [2025-10-22]. https://news. qq. com/rain/a/20250619A07LA700.
[19] 中国石油和化工网. 南京聚隆首座海外工程塑料改性工厂投产[EB/OL]. [2025-10-22]. https://www. chemall. com. cn/news/show-223662.html.
[20] 李阳. 新经济时代塑料工业高质量发展与数字化转型的思考[J]. 塑料包装, 2024, 34(4): 35-38.
[21] 张友根. 虚拟工厂科学发展开拓塑料加工智能数字化转型升级新模式[J]. 塑料包装, 2025, 35(3): 28-41.
[22] 李阳, 郭飞, 李茂源, 等. 塑料注射成形智能技术及其应用[J]. 中国机械工程, 2020, 31(22): 2734-2744.
[23] 黎耀东. 基于深度学习的注塑机模型预测控制方法研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2023.
[24] 刘彦龙. 基于深度学习的微塑料光谱重建识别及对应软件开发[D]. 兰州: 兰州大学, 2023.
[25] 何宏伟, 李兆祥. 塑料制品的质量检测与缺陷分析的智能化[J]. 塑料助剂, 2025(2): 95-97.
[26] 王哲. 人工智能在市场营销决策支持系统中的应用研究[J]. 营销界, 2024, (19): 14-16.
[27] 曾向东. 新质生产力背景下化工企业财务管理创新研究[J]. 天津化工, 2025, 39(3): 19-22.
[28] 刘敏. 塑料制品企业存货管理的问题与对策[J]. 塑料助剂, 2025(1): 112-116.
[29] 韩玲. 数字化企业采购管理中人工智能技术的应用研究[J]. 中国物流与采购, 2025(12): 76-77.
[30] 许左言, 王悦. 基于人工智能的企业财务风险防控机制探究[J]. 产业创新研究, 2024(22): 142-144.
[31] 施雨. 人工智能背景下企业实现精准营销的路径探索[J]. 现代商业, 2025(12): 35-39.
[32] 张维宇. 人工智能背景下现代企业市场营销的战略思考[J]. 中国会展, 2024(17): 115-117.
[33] 杜静仪. 浅谈企业数字化客户关系管理策略[J]. 产业创新研究, 2024(24): 148-150.
[34] 刘含笑, 叶鹏涛, 冉初萌, 等. 从传统方法到数字平台: 碳足迹核算工具的技术进步与应用进展[J]. 环境工程学报, 2025, 19(8): 1913-1933.
[35] 毛峥, 井方. 废旧塑料自动分拣系统设计与实现[J]. 塑料助剂, 2024(1): 66-68.
[36] 戴认之. 人工智能技术在工业设备和系统智能运营维护的应用[J]. 中国信息化, 2020(7): 52-53.
[37] 孙磊. 基于人工智能的自然语言处理技术分析[J]. 集成电路应用, 2025, 42(2): 146-147.
[38] 孙宇祥, 何代炜, 周献中. 数智化情境下智能工厂生产组织与协同管理: 设计制造一体化协同研发模式[J]. 中国科技论坛, 2024(10): 152-165.
[39] 许晖, 龙杨, 李阳, 等. 人机联合认知视角下制造企业如何实现智能决策[J]. 中国工业经济, 2025(4): 174-192.
[40] 许可. 数字化转型背景下生产管理系统优化策略研究[J]. 企业改革与管理, 2025(5): 15-17.
[41] 谭玉松. 人工智能技术与产业生态化转型[J]. 求是学刊, 2024, 51(3): 79-90.