

# 多主体协同下人工智能物流路径优化的挑战与突破

葛怡彤 张琪

河南财经政法大学，河南郑州，450000；

**摘要：**数字经济背景下，现代物流“多节点、动态化、高波动”特征使传统路径规划方法局限凸显，人工智能技术为物流路径优化提供动态精准的新范式。本文采用文献分析与逻辑演绎法，系统探究人工智能技术在该领域的应用挑战与建构策略。研究发现，技术应用面临数据质量失衡、数据安全承压、算法技术受限、专业人才断层四大核心挑战；据此从多主体协同视角，提出政府统筹数据治理、市场赋能技术优化、高校支撑人才培育、企业实操成本管控的四维建构策略。研究可填补人工智能与物流管理交叉领域的理论空白，为物流企业智能化转型提供实践参考，助力推动技术在物流行业的普惠化应用。

**关键词：**人工智能技术；物流路径优化；协同治理

**DOI：**10.64216/3080-1486.25.12.039

## 引言

随着数字经济蓬勃发展，2024 年中国电子商务交易额突破 50 万亿元，物流配送效率直接决定企业服务质量与竞争力。自 1959 年 Dantzig 和 Ramser 提出物流路径优化问题以来，传统方法依赖人工经验与静态模型，面对现代物流“多节点、动态化、高波动”特征时，暴露出计算复杂、动态适应性弱等局限，而人工智能技术为物流路径优化提供新范式，机器学习、深度学习等可整合多源异构信息实现动态精准规划，精确提升物流效率，大幅降低物流成本。我国现有研究多聚焦技术应用效果，缺乏挑战与策略的系统性关联分析，本文构建框架可填补人工智能与物流管理交叉领域空白；实践层面，梳理的挑战与策略可助企业精准识别瓶颈，通过多主体协同降低中小物流企业转型成本，推动技术普惠化应用。

## 1 文献综述

国际学界对人工智能技术在物流路径优化中的研究可追溯至 2010 年，早期研究聚焦单一算法优化。Naganawa, H. 提出自适应混沌扰动果蝇优化算法 (ACD-FOA)，通过混沌扰动增强算法全局搜索能力，降低物流配送成本，但该算法仅适用于中小规模物流网络，面对百级以上配送节点时计算效率显著下降。<sup>[1]</sup>近年来，研究逐渐向“多技术融合”与“动态场景适配”转型。Vleugel 探讨人工智能与物联网的协同应用，指出通过实时交通数据与深度学习算法的融合，可预测交通冲突并

优化路径，使物流效率提升。<sup>[2]</sup>Jahin 等则强调数据隐私保护的重要性，认为物流数据包含客户敏感信息，如何在数据共享与隐私保护间平衡是亟待解决的难题。

### 1.1 国内研究进展

国内研究起步稍晚，但聚焦实践导向。王永 (2024) 探讨智能算法与大数据在物流路径优化中的应用，指出智能算法可推动路径规划向“精准化、动态化”转型。<sup>[3]</sup>在算法研究领域，刘艳秋等 (2023) 设计自适应混合人工鱼群算法，通过引入局部搜索机制。<sup>[4]</sup>冉龄玉 (2020) 分析深度学习在实时配送路径优化中的应用，指出 LSTM 模型可有效处理时间序列数据。<sup>[5]</sup>在挑战与策略研究方面，现有文献多聚焦人才短缺、成本高企等单一维度。

## 2 人工智能技术在物流路径优化中应用的必要性：核心挑战

### 2.1 数据质量失衡，AI 赋能失却底层支撑

数据作为人工智能算法的“核心燃料”，其质量直接决定路径优化效果。在物流场景中，数据质量失衡主要体现在准确性、实时性、完整性三个维度。从准确性来看，物流数据来源广泛，涵盖 GPS 定位、订单系统、传感器监测、人工录入等多渠道，GPS 设备的定位精度差异、订单系统的字段定义冲突、人工录入的操作误差等不同渠道的数据标准不统一 均会导致数据偏差，进而影响算法对配送节点、货物重量、客户地址等关键信息的判断，使规划路径与实际需求脱节。

从实时性来看，物流路径优化需依赖动态数据的即时支撑，而现有数据传输与处理机制存在明显滞后。交通路况、天气变化、车辆状态等信息的更新延迟，会导致算法基于“过时数据”生成决策。从完整性来看，数据缺失问题普遍存在：一方面，受系统升级、设备故障等因素影响，历史数据断档现象频发，导致部分时期的运输数据出现丢失，进而使得算法难以有效学习季节性需求规律与长期路况特征；另一方面，客户地址不完整、货物特殊要求未标注等关键信息缺失时有发生，既增加配送员的操作难度，也可能导致路径规划的不合理性，进一步降低运营效率。

## 2.2 数据安全承压，合规信任双维受挫

物流数据包含大量敏感信息，既涉及客户个人信息，也涵盖企业运营机密，数据安全与隐私保护已成为人工智能技术应用的重要约束。从外部风险来看，网络攻击、恶意软件入侵等威胁持续存在：黑客可通过勒索软件加密核心配送数据，导致企业业务中断。从内部风险来看，员工操作不当与恶意行为加剧安全隐患。部分员工安全意识薄弱，习惯将敏感数据存储在个人设备或通过非加密渠道传输，增加数据泄露概率；少数员工为谋取私利，可能将企业核心路径数据出售给竞争对手，导致企业市场竞争力受损。

## 2.3 算法技术受限，动态适配能力缺位

算法作为人工智能技术的核心，其性能直接影响路径优化效果，而实践中算法技术面临复杂性与适应性双重局限。从复杂性来看，物流路径优化需兼顾多目标约束——在缩短配送时间的同时降低运输成本，在满足客户时间窗口的同时平衡车辆载重，这类多目标决策问题使算法计算量呈指数级增长。随着配送节点数量增加，传统算法难以在“计算效率”与“优化效果”间寻求平衡；若追求高精度优化，需采用遗传算法、模拟退火算法等复杂模型，但其对计算资源要求极高，需配备高性能服务器，且路径规划耗时较长，无法满足实时优化需求。

从适应性来看，算法对动态场景的泛化能力不足。物流场景中的突发情况要求算法具备实时学习与调整能力，但现有算法多基于历史数据训练，对未见过的场景缺乏预判能力。此外，算法的可解释性不足也制约应用推广——深度学习等算法的“黑箱特性”使管理

层难以理解决策逻辑，对算法输出的路径规划结果缺乏信任，进而倾向于依赖人工经验调整，削弱技术应用效果。

## 2.4 专业人才断层，业技协同链条断裂

人工智能技术在物流路径优化中的应用，需要既掌握算法开发、数据挖掘等技术能力，又熟悉物流业务流程的复合型人才，而当前行业人才供给与需求存在严重错配。从人才培养端来看，高校课程设置与行业需求脱节：物流管理专业仍以仓储管理、运输组织等传统理论为主，人工智能相关课程覆盖率低，且内容多停留在基础概念层面，缺乏与物流场景的结合；人工智能专业课程则侧重技术理论，忽视物流业务认知，导致毕业生虽具备算法开发能力，却无法理解路径规划中如客户时间窗口、车辆载重限制的业务约束，难以将技术与实际需求对接。

从企业应用端来看，现有员工的技术素养难以支撑智能化转型。一方面，中层管理人员对人工智能技术的认知不足，缺乏推动技术与业务协同的决策能力，在系统选型、资源投入等关键环节易出现判断偏差；另一方面，企业内部培训机制不完善，多以短期讲座、线上课程为主，缺乏系统化的“技术+业务”融合培训，难以培养出既懂技术又懂业务的内部人才，进一步加剧人才短缺困境。

## 3 人工智能技术在物流路径优化中应用的建构策略

### 3.1 政府统筹数据治，全流程固质量安全

在人工智能技术赋能物流路径优化的过程中，政府需承担数据治理的主导责任，通过顶层设计构建覆盖数据全生命周期的质量与安全保障体系。一方面，政府应牵头制定《物流数据采集规范》，明确物流数据从采集、传输到存储的全流程标准，对地址信息审核、数据传输延迟控制、数据清洗规则等关键环节提出统一要求，确保数据在源头端的准确性与完整性；另一方面，为防范数据泄露、篡改等安全风险，政府需推动物流行业建立全链路数据加密机制，规范数据访问的精细化权限管理，要求企业落实多因素身份认证制度。

### 3.2 市场赋能技术优，多技融合破适配瓶颈

市场作为资源配置的核心载体，需主动推动人工智能算法与物流场景的深度适配，以及多技术的协同融合，

提升物流路径优化的实效性。在算法适配方面，市场应牵头搭建政企校协同研发平台，整合多方技术资源开发轻量化算法，降低算法对硬件设备的依赖，同时引入边缘计算技术缩短数据处理与响应时间，提升算法在实际物流场景中的运行效率；此外，还可推动多类型算法的融合应用，通过线性规划快速筛选基础路径方案，再借助强化学习对方案进行动态优化，进一步提升路径规划的精准度与时效性。

### 3.3 高校支撑人才育，校企协同补能力短板

高校作为人才培养与知识输出的核心阵地，需以“校企协同”与“内部赋能”为抓手，构建适配物流人工智能领域的人才培育体系。在“校企协同”维度，高校应与物流企业共建“物流人工智能”相关专业，围绕物流算法应用、智能路径规划等核心需求开设针对性课程，同时设立实习实践基地，实现理论教学与行业实践的深度衔接；此外，还可联合企业专家开展联合教学，将行业前沿技术与实际案例融入教学过程，帮助从业者提升对人工智能技术的认知与理解，打通人才培养与行业需求的壁垒。在“内部赋能”维度，高校可依托自身学术资源，为企业提供分层培训支持，针对管理层开展人工智能技术认知培训、为技术层提供算法进阶培训、为一线操作层开展系统应用培训。

### 3.4 企业实操成本控，精准投入提共享效益

企业作为人工智能技术应用的实施主体，需结合自身规模与业务需求，制定差异化成本管控策略，平衡技术投入与效益产出。在“精准投入”方面，企业可根据自身发展阶段分步骤推进技术投入，初期优先引入基础版智能物流软件，满足核心路径规划需求，待业务适配后再逐步推进系统升级；在“资源共享”方面，企业可通过组建行业联盟开展联合采购，降低硬件设备与软件授权的采购成本；同时推动联盟内企业共享研发资源，联合开展技术攻关，减少重复研发投入。

## 4 结语

综上，人工智能技术在物流路径优化中的应用对中

国物流行业智能化转型与高质量发展意义重大。它助力物流企业突破传统路径规划局限，破解数据、技术、人才等核心瓶颈，推动运营从“经验驱动”向“智能决策”转型，提升配送效率与服务质量。该技术应用还能优化物流资源配置，减少无效运输与成本损耗，推动物流产业结构升级。中国物流企业积极探索人工智能技术落地路径，既能为全球物流智能化发展提供实践经验，也能凭借多主体协同模式参与全球物流技术创新与规则讨论，推动全球物流体系朝着更高效、智能的方向迈进，在国际物流领域展现中国方案价值，促进全球供应链可持续发展。

## 参考文献

- [1] Naganawa, H., Hirata, E., Firdausiyah, N., & Thompson, R. G. (2024). Logistics Hub and Route Optimization in the Physical Internet Paradigm. *Logistics*, 8(2), 37.
- [2] Maroof, A., Ayvaz, B., & Naeem, K. (2024). Logistics optimization using hybrid genetic algorithm (hga): a solution to the vehicle routing problem with time windows (vrptw). *IEEE Access*, 12, 36974–36989.
- [3] 王永. 智能物流技术的创新与应用 [J]. 科技创新与应用, 2024, 14(07) : 9-12. DOI: 10.19981/j.cnki.1003-1581/G3.2024.07.003.
- [4] 刘艳秋, 胡绩辉. 基于混合人工鱼群算法的应急物流路径优化研究 [J]. 中国管理科学, 2025, 33(08) : 198-208. DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.1672.
- [5] 冉龄玉. 深度学习在实时配送路径优化中的应用研究 [J]. 广西质量监督导报, 2020, (08) : 174-175. DOI: CNKI:SUN:GXZL.0.2020-08-081.

**作者简介：**葛怡彤（2004—）女，汉族，河南商丘人，本科在读，研究方向：物流管理。