

数字化时代供应链智慧物流与库存管理研究

王建文¹ 邓心仪¹ 李松峰² (通讯作者)

1 韶关学院 旅游与地理学院, 广东韶关, 512005;

2 韶关学院 创新创业学院, 广东韶关, 512005;

摘要: 在数字化时代的大背景下, 供应链的智慧物流与库存管理面临着新的机遇与挑战。本文深入探讨了数字化时代对供应链智慧物流与库存管理的影响, 通过理论分析与实证研究相结合的方法, 揭示了智慧物流与库存管理之间的内在联系。运用实际数据和案例, 分析了当前智慧物流与库存管理中存在的问题, 并提出了相应的改进策略。研究结果表明, 合理运用数字化技术能够有效提升供应链的智慧物流水平和库存管理效率, 为企业降低成本、提高竞争力提供有力支持。

关键词: 数字化时代; 供应链; 智慧物流; 库存管理

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 08. 047

引言

在全球经济一体化背景下, 21 世纪的商业竞争格局深刻体现着马丁·克里斯多弗的远见: 企业间的角逐已从企业与企业的竞争演变为供应链之间综合实力的较量。随着信息技术的飞速发展, 数字化时代已经全面来临。在供应链领域, 智慧物流与库存管理成为企业提升竞争力的关键环节。智慧物流通过物联网、大数据、人工智能等技术实现物流信息的实时共享和智能决策, 提高物流运作效率; 而库存管理则直接关系到企业的资金占用和客户服务水平。如何在数字化时代实现供应链智慧物流与库存管理的协同发展, 是当前学术界和企业界共同关注的重要问题。

据相关统计数据显示, 在过去五年中, 全球物流行业的数字化投入以每年 15% 的速度增长, 预计到 2026 年, 全球智慧物流市场规模将达到 3000 亿美元。这充分表明了数字化技术在物流领域的应用前景广阔。库存管理不善导致的企业成本增加问题也日益突出, 有数据显示, 企业库存成本占销售额的比例平均达到 10% - 15%, 而通过有效的库存管理, 这一比例可以降低至 5% - 8%。因此, 深入研究数字化时代供应链智慧物流与库存管理具有重要的现实意义。

1 数字化时代对供应链智慧物流与库存管理的影响

1.1 技术推动智慧物流发展

在数字化浪潮的驱动下, 物联网技术深度嵌入物流运作体系, 运输车辆搭载多模态传感器网络, 持续采集位移轨迹、温湿度波动、震动频率及燃油消耗等动态参数, 实现货物全生命周期状态的可视化追踪。冷链物流场景中, 生鲜产品在途环境的毫秒级监控保障了品质稳

定性, 异常预警响应时间缩短至分钟级。大数据平台整合订单流、交通流与天气数据, 构建多维时空分析模型, 优化路径规划算法, 使城配车辆调度响应精度显著提升, 实证研究表明主要物流枢纽间干线运输时效波动率下降 27.6%, 空载里程占比由行业平均 23.4% 压缩至 18.1%。人工智能进一步重塑仓储逻辑, 基于深度强化学习的堆垛机器人在狭小空间内实现亚厘米级定位作业, 自动引导车 (AGV) 集群通过分布式调度协议完成高密度并行分拣, 某华东自动化仓日均处理订单能力突破百万单, 作业误差率控制在 0.003% 以下。需求预测模型融合时间序列分析与外部因子耦合机制, 将长尾商品的需求波动识别准确率提升至 89% 以上, 支撑企业前置仓网络实现动态库存调拨。技术集群的协同演化正推动物流系统从经验驱动和规则驱动, 向数据驱动和模型驱动的范式转换, 形成具备自感知、自决策能力的智能物流生态架构。

1.2 数据驱动库存管理优化

在数据密集型运营范式下, 现代库存控制已深度依赖多源异构数据的融合解析。企业依托分布式数据中台, 集成 POS 终端、电商平台动销记录及社交媒体情绪指数等非结构化信息流, 构建动态需求感知模型。某头部零售集团通过引入 LSTM 神经网络融合天气指数与区域消费偏好变量, 实现对季节性品类的细粒度预测, 其华东区域仓网的缺货频次同比下降 41.3%, 库存持有成本压缩至行业均值的 78%。区块链赋能下的分布式账本技术保障了供应链节点间库存数据的不可篡改与实时同步, 制造商、分销商与零售商在共识机制下共享在库、在途与预留库存状态, 触发式补货协议使牛鞭效应衰减率达到 62%。这种基于数据确权与价值互认的协同库存机制, 推动供应链由分散决策向网络化调控演进, 显著提升系统整体库存周转效能与响应韧性。

2 智慧物流与库存管理的协同关系

2.1 智慧物流对库存管理的支持

智慧物流体系的深度渗透正重塑库存控制的底层逻辑,其核心在于通过高响应性物流网络压缩供应链中的时间不确定性,从而弱化企业对安全库存的路径依赖。在制造与零售交叉场景中,高频次、小批量的配送模式配合实时在途可视系统,使原材料与产成品的在库周期显著缩短。以某汽车零部件企业为例,依托区域级智能分拨中心与供应商协同排程系统,实现入厂物流平均响应时间缩短至 4.2 小时,原材料仓容占用下降 58%,库存周转率提升至行业均值的 2.3 倍。物流节点中嵌入的需求预测模块与运输状态追踪系统,将承运过程中的温湿度、地理位置及预计到达窗口等多维数据反哺至库存决策模型,驱动补货策略由静态阈值向动态适应演进。当运输延迟风险被提前识别,系统可自动触发备选供应路径或调整生产排程,避免因信息滞后引发的库存震荡。这种基于物流过程精细化控制的库存优化机制,实质上重构了供应链的弹性边界,使企业在维持服务水平的同时,实现库存持有成本与缺货成本的帕累托改进。物流与库存的耦合深化,标志着运营策略从被动响应向主动调控的范式迁移。

2.2 库存管理对智慧物流的引导

科学的库存管理体系通过构建动态需求感知机制,为智慧物流网络提供稳定且可预测的指令输入。在实际运营场景中,基于历史消耗数据与市场波动建模的智能补货算法,能够精准锚定再订货点与经济批量,使订单生成具备时间与数量上的双重确定性。这种确定性经由 ERP 与 TMS 系统无缝对接,转化为物流节点可执行的运输计划,显著降低配送系统的空载率与路径冗余。某家电制造企业实施区域中央仓与动态安全库存联动策略后,仓储指令误差率下降至 1.3%,干线运输装载率提升至 92.7%,实现了库存策略对物流资源配置的前置引导。集中化库存布局进一步打破多级仓网的信息孤岛,使跨区调拨与协同配送成为可能,在需求聚合效应下激活运输规模弹性。库存控制从被动响应向主动调控演进的过程中,其输出的结构化需求信号成为优化物流网络运行节律的核心驱动力,重塑了供应链执行层的响应逻辑与成本结构。

3 当前供应链智慧物流与库存管理存在的问题

3.1 技术应用水平参差不齐

在数字化转型浪潮中,技术渗透呈现出显著的梯度差异。部分行业领军企业依托资本优势与技术积淀,已构建起集成物联网感知、AI 预测与自动化执行的智能运营中枢,实现端到端供应链的实时协同。然而,大量中

小企业仍困囿于信息化孤岛,仓储依赖人工台账登记,运输调度凭经验判断,需求响应滞后且误差频发。某长三角中小制造企业调研显示,其库存周转天数高达 47 天,缺货率波动超过 18%,物流履约周期较行业均值延长近 30%。技术鸿沟不仅源于资金投入不足,更受制于系统兼容性障碍与组织数字化认知滞后。部分企业即便引入基础 ERP 模块,亦难以与外部物流平台实现数据互通,形成“局部智能化、整体低效化”的悖论格局。技术应用的非均衡性正加剧供应链网络的结构失衡,削弱整体韧性。

3.2 数据共享与安全问题

供应链生态中,跨组织数据交互常陷于信任与风险的博弈困境。核心企业虽具备数据整合能力,但对销售预测、库存水位等敏感信息的披露持审慎态度,致使供应端响应迟滞、需求端信号失真。某家电制造企业因拒绝向第三方仓配服务商开放实时出库数据,导致补货模型偏差率上升至 23%,库存冗余与断货现象并存。与此同时,系统接口异构、数据标准不一进一步加剧信息割裂,形成“数据壁垒”与“控制权焦虑”的双重阻滞。随着云平台与边缘计算在物流节点的渗透,网络攻击面随之扩展,勒索软件针对 WMS 系统的定向入侵事件年均增长达 41%。数据确权模糊与合规框架滞后,使企业在共享与防护之间面临两难困境。唯有构建基于区块链的可信交换架构与分级授权机制,方能在保障隐私边界的同时释放数据要素价值,实现协同决策的帕累托改进。

3.3 人才短缺

复合人才的匮乏正构成智慧供应链演进的核心制约因素。在某装备制造企业数字化升级过程中,项目团队因缺乏兼具仓储优化建模能力与工业物联网架构理解的技术管理者,导致 TMS 与 APS 系统集成延迟九个月,调度算法无法适配实际作业节拍。现实中,多数物流从业者知识结构仍囿于传统运营管理范式,而信息工程背景人员对库存成本函数、安全库存策略等业务逻辑缺乏深层认知,致使系统开发与业务需求脱节。高校课程体系滞后于产业技术迭代,形成人才供给的结构性错配。某长三角物流企业调研显示,73%的数字化岗位候选人无法通过供应链仿真与数据治理的实操评估。这种能力断层不仅延缓系统上线周期,更削弱算法模型在需求感知、动态补货等场景中的决策有效性,成为制约系统自适应能力提升的隐性瓶颈。

4 改进策略

4.1 加强技术创新与应用

企业应系统推进数字技术与仓储物流的深度融合,加快部署物联网感知设施与边缘计算节点,嵌入作业流

程关键动线，实现物资状态的实时感知与毫秒级响应。依托大数据平台构建多层级库存协同优化模型，融合深度学习算法动态修正需求预测误差，增强高级计划排程系统在复杂多变环境下的适应性与韧性。政府应联合行业协会设立专项支持基金，鼓励龙头企业牵头组建产业协同创新平台，推动共性技术的研发与开放共享，降低中小企业技术应用门槛，促进智慧物流技术的规模化扩散与落地。

4.2 建立数据共享机制与安全保障体系

供应链各参与方需建立基于契约治理的数据协同机制，明确数据权属关系与使用规则，细化库存、运输及需求等核心数据的开放层级与访问权限。通过构建安全可控的数据交互环境，实现跨主体信息的高效流通与联合分析，在保障数据隐私与商业机密的前提下提升协同决策能力。融合区块链技术实现关键数据的不可篡改存证，结合零信任安全架构强化访问控制，确保数据流转全过程可追溯、可审计，构建兼顾数据安全与共享效率的治理体系。

4.3 加强人才培养

高等院校及职业院校应优化人才培养体系，强化智能物流相关课程建设，融入数据建模、系统仿真与算法应用等实践内容，提升学生在技术与业务融合场景下的综合解决问题能力。教学过程应注重理论与实际应用的衔接，通过项目式训练增强对数字孪生、边缘计算等新兴技术的理解与运用。企业需建立分层次、分类别的培训机制，面向基层人员开展智能化设备与管理系统操作培训，针对管理岗位实施基于数据驱动的决策能力提升计划，推动人员技能与数字化系统协同发展，实现人力资源与智能体系的有机融合。

5 实证研究

为检验智慧物流与库存协同管理的实践效能，选取华东地区某中型装备制造企业开展实证分析。该企业原依赖传统仓储调度模式，长期面临配送延迟、安全库存过高与需求响应滞后的结构性困境。项目初期，部署 RFID 与智能传感终端实现装卸、运输、仓储全流程数据采集，依托边缘计算节点完成物流状态的实时感知与反馈控制。在库存优化层面，构建基于 LSTM 神经网络的需求预测模型，融合历史订单、市场波动与生产节拍多维数据，提升预测精度至 89.7%。同时，搭建基于云架构的供应链协同平台，打通采购、生产与分销环节的信息孤岛。实施周期十个月后，物流配送周期由原先 8 天压缩至 6 天，降幅达 25%；年库存周转次数由 3 次提升至 5.2 次，增幅 40%；年度库存持有成本由 500 万元降至 325 万元，节约比例 35%。数据表明，技术嵌入与流

程重构的深度耦合，不仅优化了资源配置效率，更重塑了供应链响应机制，验证了数字化赋能下物流与库存系统协同演进的有效路径。

以下是该企业实施前后的部分数据对比表格：

指标	实施前	实施后	变化率
物流配送时间（天）	8	6	- 25%
库存周转率（次/年）	3	5.2	+ 40%
库存成本（万元）	500	325	- 35%

6 结论

数字化时代为供应链智慧物流与库存管理带来了新的机遇和挑战。智慧物流与库存管理之间存在着紧密的协同关系，合理运用数字化技术能够实现两者的协同发展，提升供应链的整体效率和竞争力。然而，当前供应链智慧物流与库存管理还存在技术应用水平参差不齐、数据共享与安全问题以及人才短缺等问题。

针对这些问题，企业应加强技术创新与应用，建立数据共享机制与安全保障体系，加强人才培养。通过实证研究验证了上述理论和策略的有效性。未来，随着数字化技术的不断发展，供应链智慧物流与库存管理将迎来更加广阔的发展前景，企业应积极拥抱数字化变革，不断提升自身的供应链管理水平。

参考文献

- [1] 马珂, 卢文平, 田波, 等. 数字化时代供应链智慧物流与库存管理研究[J]. 中国商论, 2024, 33(23): 89-92.
- [2] 王凤红. 数字化时代的智慧物流与供应链管理变革[J]. 物流科技, 2024, 47(12): 140-146.
- [3] 李敏. 浅析数字化时代的智慧物流与供应链管理变革[J]. 中国物流与采购, 2024, (11): 182-183.
- [4] 张竞匀. 数字化时代的智慧物流与供应链管理变革[J]. 运输经理世界, 2023, (02): 61-63.
- [5] 王磊. 数字化时代的智慧物流与供应链管理变革[J]. 中国战略新兴产业, 2022, (29): 88-90.
- [6] 杨多利, 曹云. 数字化时代的智慧物流与供应链管理变革[J]. 环渤海经济瞭望, 2021, (05): 42-43.

作者简介：王建文，男（1969.04-），汉族，中国台湾，博士，副教授，研究方向：项目管理、市场营销、旅游研学、城乡规划治理。

邓心仪，女（2005.02-），汉族，籍贯 广东博罗，本科在读，研究方向：物流管理、新闻学、项目管理。

李松峰，男（1965.08-），汉族，中国台湾，博士，副教授，研究方向：创新创业、工商管理、市场营销。