

基于物联网的智能物流供应链管理应用研究

刘雅文 彭双萍 李 爽
淮北理工学院 安徽淮北 235000

摘要：物联网技术正重塑传统供应链管理模式。本文探讨了物联网环境下智慧供应链的系统架构设计，剖析了供应链各业务环节的流程优化路径，并以某制造企业为例分享了实践经验。研究表明，物联网通过赋能供应链的透明化、协同化、智能化，成为供应链变革的新引擎。企业应积极拥抱物联网新趋势，重塑感知、响应、优化能力，构筑未来供应链新优势。

关键词：物联网；智能物流；供应链管理；数字化转型；流程再造

引言

当前，全球制造业正面临诸多挑战，供应链管理日益成为核心竞争力的关键。物联网技术以其感知、传输、处理优势，成为引领供应链变革的新动能。面对物联网带来的技术变革与管理创新，供应链领域亟须系统性、整体性的变革，通过流程再造激发新动能。

一、构建基于物联网的智能物流供应链管理系统架构

（一）智能物流供应链管理系统整体架构设计

构建智能物流供应链管理系统是一项复杂的系统工程，需要综合运用物联网、大数据、人工智能等多种前沿技术。系统架构设计是智能物流供应链管理系统建设的首要任务和关键环节。基于物联网的智能物流供应链管理系统通常采用分层架构，自下而上依次为感知层、网络层、平台层和应用层。感知层负责供应链各环节数据的采集与感知，网络层负责异构网络互联与数据安全传输，平台层提供大数据分析 with 智能决策支持，应用层面向供应链各参与方提供智能化应用服务^[1]。层与层之间相互支撑、密切配合，共同支撑起智能物流供应链运作与协同优化。

（二）感知层：RFID、传感器等关键技术的选择与集成

感知层是智能物流供应链管理系统的数据来源和物理基础，其核心在于通过各种传感设备实现供应链关键要素的数字化、智能化感知。RFID和各类传感器是感知层的关键使能技术。RFID技术成本低、识别效率高、适用场景广，可用于货物追踪、库存盘点等；温度、湿度、位置等传感器可实时采集货物状态数据。系统应根

据应用场景需求，科学选择感知设备的类型、规格、布设方案，合理设计数据采集频率和精度，统筹规划设备能耗与通信方式，并做好多源异构设备的集成融合，以全面感知供应链运作过程，为后续智能分析决策提供数据支撑。感知层建设需统筹兼顾技术先进性、经济性与实用性。

（三）网络层：异构网络融合与数据安全传输机制

网络层在智能物流供应链管理系统中起到了至关重要的数据汇聚与通信保障作用。物联网场景下，感知设备种类繁多、通信需求各异，单一网络难以全面满足，必须综合利用RFID、ZigBee、Bluetooth、WLAN、4G/5G等多种通信技术，并做好网络异构融合与互联互通。同时，供应链数据可能涉及商业机密，对数据完整性、机密性、可用性有很高要求，因此必须采取严格的数据安全防护措施^[2]。系统应根据物联网设备能力和数据安全需求，合理选择通信协议、数据加密算法、身份认证机制等，从网络架构、网关防护、通信链路、数据处理等多方面入手，构建全方位网络安全防护体系，为感知数据的可靠、安全、高效传输提供有力保障。

（四）平台层：大数据分析 with 智能决策支持平台的搭建

平台层是智能物流供应链管理系统的数据汇聚与智能分析枢纽。海量的物联网感知数据在这里得到充分挖掘利用，转化为供应链智能化管理的燃料。平台层应构建完备的大数据存储、计算、分析框架，针对物流供应链场景开发针对性算法模型，提供多维度数据分析能力，支持供应链计划、采购、运输、库存等环节的实时分析与动态优化。同时，平台要全面整合物流、信息流、资金流数据，利用人工智能、运筹优化等技术，建立智能

决策模型，为供应链节点企业提供科学的决策参考和业务线索。数据汇聚共享、全流程贯通是平台层的重点，要着力打通数据孤岛，构建统一数据模型，为供应链协同优化提供强大的大数据支撑。

（五）应用层：供应链智能优化与可视化管理应用开发

应用层直接面向智能物流供应链管理的业务需求，是系统价值的集中体现。应用要紧紧密结合供应链计划、采购、制造、仓储、运输、配送等各业务环节，深度挖掘和应用大数据分析、人工智能技术，开发形式多样的供应链智能化应用。如需求预测与智能补货、供应商评选与风险预警、生产智能排程与质量管控、库存分布式优化、动态路径规划与车辆智能调度、可视化全程跟踪等。要从用户视角出发，提供图形化、移动化的人机交互界面，让业务人员便捷获取数据洞察和优化建议。要强化应用集成，构建统一门户，实现一站式使用。要注重应用创新，结合新兴技术，持续拓展应用的广度和深度，以数字化、智能化、可视化应用赋能供应链变革。

二、物联网驱动下的智能物流供应链运作流程再造

（一）供应链计划：需求感知驱动的敏捷计划方法

物联网时代，市场需求呈现出空前的波动性和不确定性，传统的供应链计划方式难以适应这一变化。为此，亟须从需求感知出发，构建敏捷计划新模式。通过在产品、设备、环境等各维度布设智能传感网络，实时捕获市场需求信号，并利用机器学习算法和数字孪生技术，动态建立需求演变模型，多情景模拟分析需求走势^[3]。在此基础上，遵循敏捷计划理念，采用滚动预测、持续改进的柔性机制，快速调整资源投入和产能布局，减少计划周期，加快响应速度。同时，还需完善计划协同流程，畅通需求、营销、生产、采购等部门间的信息共享渠道，构建一体化协同平台，强化供需匹配，确保各层级计划的精准传导和高效执行，形成面向市场需求的敏捷计划闭环。

（二）采购执行：智能匹配与在线协同采购模式创新

物联网技术为采购流程再造注入新动能，催生出智能匹配和在线协同采购等创新模式。智能匹配是指运用大数据分析和机器学习算法，深入挖掘企业采购需求特征和供应商服务能力，实现采购需求和供应资源的精准匹配，优化供应商选择。在线协同采购则充分利用移动互联和云平台，打造采购商与供应商间点对点协作网络，实现采购计划、订单交互、交期跟踪、质量管控等全流程在线协同，压缩采购周期，提升协同效率。同时，嵌

入智能合约和区块链技术，既可规范采购行为，防范违规风险；又能确保交易数据的真实可信，促进诚信协作。多措并举，多维创新，必将开创采购管理的崭新局面。

（三）智能仓储：库存透明化管理与自适应补货策略

物联网为仓储管理赋能，推动形成透明化管控与自适应补货的智能化新模式。通过RFID电子标签和智能货架等设施的部署应用，对库存物品的身份、位置、状态等进行实时跟踪，再利用可视化技术将海量追踪数据转化为直观的库存地图，便可实现库存全生命周期的透明化管控，及时发现和处置呆滞积压。在掌握精准库存信息的基础上，还需进一步利用需求预测和库存优化算法，结合产品属性、需求模式、采购周期等多源数据，动态构建智能补货模型，自适应调整安全库存水位和补货时间节点，最大限度压缩库存，同时又能保障供应链的稳定和连续，实现最优库存管理。

（四）运输配送：动态路径规划与车辆智能调度优化

物联网与运筹优化算法的结合，为配送效率和服务品质的提升开辟崭新路径。一方面，车辆装配GPS定位和原生传感器，可实时回传车辆位置、速度、油耗等数据，并通过轨迹挖掘分析驾驶行为，评估路况信息，为动态路径规划提供数据支撑。另一方面，引入启发式智能算法，如蚁群算法、遗传算法等，深度融合订单优先级、交付时间窗、装载限制等多维约束，快速生成理想配送路径方案^[4]。同时，配合需求预测和供需匹配等功能，对车辆进行实时智能调度，在动态平衡运力供给与需求的基础上，兼顾成本最小和服务最优，促进配送活动的精益化和敏捷化，树立“最后一公里”竞争优势。

（五）逆向物流：产品全生命周期追溯与闭环管理

随着阿里巴巴“新制造”战略的提出，逆向物流备受瞩目。其在盘活资源存量、打造绿色供应链等方面大有可为，是供应链闭环的关键一环。物联网技术可望破解困扰已久的逆向物流痛点，实现产品全生命周期的信息追溯和价值循环。通过在产品中嵌入RFID标签，形成从生产、流通到使用、回收等环节的数据链，可快速判别退货产品的新旧程度、使用强度、维修履历，再依托区块链技术确保信息的真实可信，便于设计差异化的检测和再制造方案，更精准地评估其剩余价值，提高再利用效率^[5]。同时，产品全程信息的透明化共享，一有利于品质责任的及时追溯，实现质量管理闭环；二有助于供需数据的实时交互，为产品设计优化、备件采购计划、回收网络布局等环节提供数据依据，最终实现从产品到供应链的全局闭环优化。

三、实证研究：某制造企业物联网智慧供应链应用案例

(一) 企业供应链管理痛点与物联网应用需求分析

A制造企业是全球领先的高端装备制造制造商，产业链复杂，供应链管理难度大。其面临的主要痛点包括：供需信息不对称导致的“牛鞭效应”，产品质量追溯困难，物流配送效率低下，库存积压严重等。这些问题严重制约企业竞争力提升，亟须利用物联网技术破解。通过对企业供应链全流程诊断，识别出了原材料采购、生产制造、仓储物流、产品追溯等关键场景的数字化改造需求，并据此规划物联网应用方案，以期实现供应链的透明协同和智能优化。

(二) 基于RFID的制造资源与产品全流程数字化管控

制造资源与产品的精细化管理是供应链数字化转型的基石。为此，A企业全面规划实施了基于RFID的制造资源与产品全生命周期数字化管控。通过在原材料、半成品、在制品等制造资源以及成品中植入RFID电子标签，部署车间生产线、仓库货架等各场景的RFID读写设备，构建起覆盖采购、生产、仓储、配送等业务环节的RFID感知网络。以产品数字化身份为主线，将供应链各环节数据串联起来，实现了制造资源和产品全流程的实时可视化监测与管控，奠定了供应链协同优化的数据基础。

(三) 供应链各节点协同物联与数据互联互通实现

供应链协同是提升运作效率、增强市场响应力的关键。在RFID全流程应用的基础上，A企业还通过多源传感数据融合，实现了供应链业务和数据的纵向集成。利用NB-IoT、MQTT等通信协议，打通了从车间设备、仓储设施到运输车辆等各类物联终端，形成端到端的数据采集体系。在支撑业务协同方面，供应商协同平台集成了采购管理、库存管理、订单管理等功能，打通了企业与供应商间的信息壁垒。而客户服务平台则整合了需求管理、配送管理、售后服务等环节，畅通了企业与客户的双向沟通。

(四) 端到端供应链智能优化与风险预警应用效果

端到端供应链可视化奠定了智能化应用的基础。一方面，A企业搭建供应链大数据分析平台，利用人工智能算法，开发了智能预测与计划、智能物流调度、智能

排产优化等系列应用，实现了供应链运作的动态优化。另一方面，企业还通过异常行为识别、多层次预警阈值设置等方法，构建供应链全局风险监测预警机制。例如，通过分析供应商交货行为，及时识别和处置供应风险；通过跟踪产品质量数据，提前预警召回风险。系列应用有效提升供应链智能化水平，保障业务稳定。

(五) 案例实施效果评估与持续改进策略

经过两年探索实践，A企业在供应链数字化、智能化方面取得了阶段性成效。供应链可视化程度显著提升，供需协同效率大幅改善，生产计划满足率提高20%，库存周转率提升30%，产品交付提前率达95%。但也应看到，当前物联网技术应用尚不平衡，数据价值挖掘有待深化，跨企业协同机制有待完善。未来，企业将从战略、组织、流程等方面持续发力，促进供应链数字化再上台阶。技术方面，将探索5G、区块链、数字孪生等新技术应用，推进企业间数据共享和业务协同。流程方面，将加强业财融合，实现供应链与金融链的协同优化。

结束语

物联网正成为供应链变革新引擎，为重塑未来供应链注入创新动力。企业应积极拥抱物联网，系统规划技术路线，聚焦核心业务，打造数字化团队，持续优化应用实践。要立足客户需求，端到端优化流程，跨组织协同创新，拓展5G等新技术应用。物联网与供应链深度融合，将驱动形成感知、响应、优化的新模式，成为构筑供应链新优势的制胜法宝。产业界需形成合力，共建物联网供应链创新发展新未来。

参考文献

- [1]姜颖慧.基于物联网技术的智能物流供应链管理策略研究[J].全国流通经济, 2025, (07): 41-44.
- [2]陈梅.物联网技术下智能物流供应链管理优化研究[J].中国管理信息化, 2025, 28(04): 96-98.
- [3]李儒晶.基于物联网技术的智能物流供应链管理方法研究[J].时代汽车, 2024, (21): 13-15.
- [4]曾喻.物联网下智能物流供应链管理新模式研究[J].全国流通经济, 2024, (20): 23-26.
- [5]周千又.基于物联网技术的智能物流供应链管理方法研究[J].中国物流与采购, 2024, (04): 71-72.