

# 企业供应链优化中的大数据应用研究

文 | 郭海燕

在数字经济时代，供应链管理面临需求波动、库存失衡、协同低效等突出挑战，亟须创新技术实现精准化运营。大数据技术凭借强大的数据整合与智能分析能力，为供应链优化开辟了新路径。本研究通过剖析典型案例，系统梳理技术应用体系，构建科学评估框架，探索数据驱动的供应链智能化转型路径。

## 典型案例

某大型能源企业针对采购评审环节长期存在的效率低下、人工审核标准不统一以及供应商资质核验耗时冗长等，开始动手构建智能无人评审系统来达成采购管理的数字化转型。该系统综合运用光学字符识别技术去自动提取供应商资质文件里的关键信息，凭借自然语言处理技术深度理解合同条款的复杂语义关系，通过训练涵盖计算规则、信息抽取、主观认知判断的多类应用模型，把评审专家的经验知识转化成可执行的算法逻辑，进而实现对海量供应商数据的智能化分析与精准评判。这一典型实践充分体现了人工智能、机器学习等大数据核心技术怎样深度嵌入供应链关键环节，其背后所依托的完整技术体系架构、数据处理流程、算法模型构建等关键要素，形成了值得系统剖析的技术应用框架。

## 供应链优化的大数据技术应用体系

### 多源数据融合与智能预测技术

智能评审系统所展现的技术架构揭示了数据融合与算法建模的实现路径。供应链运营过程会持续产生来自物联网传感器、企业资源计划系统、电子商务平台、社交媒体等渠道的异构数据流，这些数据在格式、结构、语义层面存在着显著差异，需要经过清洗、转换、标准化等预处理环节来消除噪声与冗余。融合技术通过建立统一的元数据标准与映射规则，把分散的数据源整合为结构化数据集，以实现跨系统、跨平台的数据互联互通，从而为后续分析建模奠定坚实基础，随机森林算法构建起集成学习框架，其预测函数表达为：

$$\hat{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(x)$$

其中  $\hat{y}$  为预测值（无量纲）， $N$  为决策树数量（无量纲）， $f_i(x)$  为第  $i$  棵决策树的输出（无量纲）， $x$  为输入特征向量（根据具体场景确定量纲）。算法通过并行训练多棵决策树并综

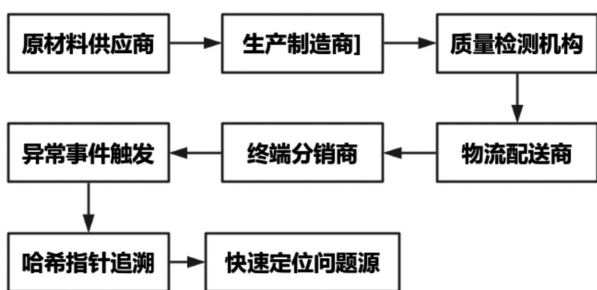
合其判断结果，有效捕捉物料需求和历史销售间的复杂关系，同时捕捉物料需求与生产计划之间的复杂联系，还能捕捉物料需求跟市场波动之间的复杂关联，以及物料需求和季节因素间的复杂映射关系，进而支撑采购时机选择和库存水平设定科学决策，最终增强供应链对市场变化情况的响应能力。

### 数字孪生驱动的流程再造

从数据驱动的预测分析迈向虚实融合的动态仿真，标志着供应链优化技术演进的新阶段。数字孪生技术借助三维建模软件构建生产线、仓储设施和物流网络的高保真虚拟复制，利用物联网传感器采集实时运行参数驱动虚拟模型同步运转，形成物理世界和数字空间的双向映射关系，实现对供应链运作状态的全方位监测与预演，包装灌装环节把温度、压力、流速等工艺参数输入预测分析模型，模拟不同参数组合下的产出质量与时间效率，为操作人员动态调整控制策略提供决策依据。电池工厂的数字模型基于物理引擎精确呈现机械臂运动轨迹、物料搬运路径和设备协作时序，工程师在虚拟环境中验证产线布局方案与维护操作流程，识别潜在的设备干涉、工艺瓶颈与安全隐患。石油企业借助数字孪生工程模型开展远程协作，技术团队跨地域同步访问设备性能数据与运行状态，在投产前完成维护方案迭代与优化调整，以缩短调试周期。

### 区块链赋能的可信追溯体系

当供应链优化从内部流程改造拓展至跨组织协同治理，数据可信性与追溯能力就成了关键制约因素，区块链技术构建起去中心化的分布式账本架构，供应链各参与主体作为网络节点共同维护交易记录，每笔业务数据经哈希算法生成唯一标识，并加盖时间戳后写入区块，通过密码学签名机制保障数据完整性与不可篡改性，以消除传统中心化系统信任风险。基于 Web3 架构的去中心化应用为制造商、供应商、分销商、物流服务商提供统一的数据交互接口，产品从原材料



来源：临淄区发展和改革委员会

图1 区块链驱动的供应链追溯流程

采购、生产加工、质量检测到物流配送、终端销售的全生命周期信息上链存储来构建透明可信的供应链数据网络。如图1所示，当质量异常事件触发追溯需求时，系统借助区块链哈希指针迅速定位问题批次的生产时间、工艺参数、检验记录、流转路径、责任主体等关键信息，相关企业根据链上数据展开协同响应并实施纠正措施。物联网设备监控所生成的设备运行日志同步上传至链上，为预测性维护决策提供可验证的数据基础和追溯凭证。

表1 采购环节大数据优化效果量化指标

评估维度	核心指标	技术应用前	技术应用后
效率维度	单笔评审平均耗时（小时）	48	12
效率维度	评审处理能力（笔/日）	15	60
成本维度	年度评审运营成本（万元）	1200	480
质量维度	评审标准一致性（%）	72	96
质量维度	资质审核准确率（%）	85	98

来源：临淄区发展和改革委员会

## 供应链优化效果的评估体系构建

### 分环节量化指标构建

技术应用体系的实施成效需通过科学的指标体系加以衡量。某大型能源企业在智能评审系统部署后，围绕采购环节构建了包含效率、成本、质量三个维度的量化指标框架，具体内容如表1所示。表1数据显示，智能评审系统让单笔评审耗时缩短了75%，评审处理能力扩大到原来的4倍，年度运营成本削减了60%，相当于把评审人员大约70%的工作时间释放出来，用于开展更具战略价值的供应商关系管理工作，评审标准一致性与资质审核准确率分别提升24个百分点与13个百分点，这充分验证了光学字符识别技术与自然语言处理技术在采购环节的应用价值，算法驱动的自动化评审机制明显改善人工审核的效率瓶颈与标准偏差问题，为供应链前端决策智能化提供了量化依据。

### 全链路综合效益评价

从单一环节的指标评估延伸至供应链全流程的综合效益分析，构成了评价体系的深化路径，单点优化可能导致局部最优而非全局最优，该能源企业进一步对采购、库存、物流、风控等环节的关键指标进行整合，从而形成全链路评价框架，如表2所示。表2数据表明，大数据技术深度应用让供应商响应周期压缩了58%，库存周转率实现了58%的增长，准时交付率跃升了13个百分点，异常事件响应时间锐减幅度达到75%，跨部门数据共享效率提升了31个百分点，各环节协同效应得到了显著增强，这印证了多源数据融合、数字孪生仿真、区块链追溯等技术组合对供应链整体运营效能有系统性改善作用，全链路数据贯通打破了传统供应链管理存在的“信息孤岛”现象。

表2 供应链全链路大数据优化综合效益

环节	评价指标	优化前	优化后
采购	供应商响应周期（天）	12	5
库存	库存周转率（次/年）	6.2	9.8
物流	准时交付率（%）	81	94
风控	异常事件响应时间（小时）	72	18
协同	跨部门数据共享效率（%）	58	89

来源：临淄区发展和改革委员会

## 结束语

通过典型案例剖析与技术体系研究表明，大数据技术正在重塑供应链管理模式。人工智能算法破解了需求预测难题，数字孪生技术实现了流程虚实融合优化，区块链构建了可信追溯网络，多源数据融合增强了协同决策能力。这些技术创新有效解决了传统供应链在精准性、敏捷性、透明度方面的瓶颈问题。当前，新质生产力加速发展，供应链韧性建设成为国家战略重点，大数据技术应用迎来更广阔空间。展望未来，随着边缘计算提升实时响应能力，元宇宙技术深化虚拟协同场景，量子计算突破优化算法极限，供应链智能化将步入新阶段。企业需强化数据治理能力，推进组织流程变革，构建开放协同生态，在数字化转型中赢得竞争优势。

作者简介：郭海燕 临淄区发展和改革委员会

责任编辑：孙姗姗 投稿邮箱：zhouhl@staff.ccidnet.com