

新时期电力物资供应链数字化创新模式研究

祁 峰 柴 鑫 张治军

国网甘肃省电力公司张掖供电公司 甘肃张掖 734000

摘 要：“双碳”目标背景下，新型电力系统建设对电力物资供应链的效率、弹性以及协同性等提出了更高的要求，做好供应链数字化创新非常必要。文章以电力物资供应链数字化转型作为研究对象，分析了电力物资供应链数字化创新模式的建设思路，并从技术穿透、流程再造、生态融通、安全护航四个维度，阐述了电力物资供应链数字化创新模式的实现路径。研究显示，创新模式能够缩短物资出入库时间，提升风险订单预警的准确率，从而为电力行业供应链的高质量发展提供有效支撑。

关键词：电力物资；供应链；数字化创新

引言

电力行业是国民经济发展中的基础性产业，在保障能源安全，实现“双碳”目标等方面发挥着积极作用。电力物资供应链贯穿了电网建设、运维的全过程，其会对电网运行的稳定性以及供电可靠性产生直接影响。新常态下，新型电力系统的构建使得电力物资品类不断增加，需求波动加大，质量要求有所提高，传统供应链模式已经无法很好地适应电力行业的发展需求。以此为背景，研究电力物资供应链数字化创新模式，对于提高电力行业运营效率、降低管理成本等有着积极意义。

一、电力物资供应链数字化创新模式建设思路

围绕国家“十五五”数字经济发展规划以及智慧电网建设需求，通过技术和业务的深度融合，建立起数字化的电力物资供应链体系，为电力行业的高质量发展提供有效支撑。借助互联网+思维，实现对供应链运行全要素的激活，深化信息技术应用，从而实现物资供应管理的转型发展。可以建立相应的电力物资供应机制，借助智慧采购、主动服务，结合现代智慧供应链建设，打造全信息披露、零距离服务的全业务一站式智慧供应平台，具体如图1所示。

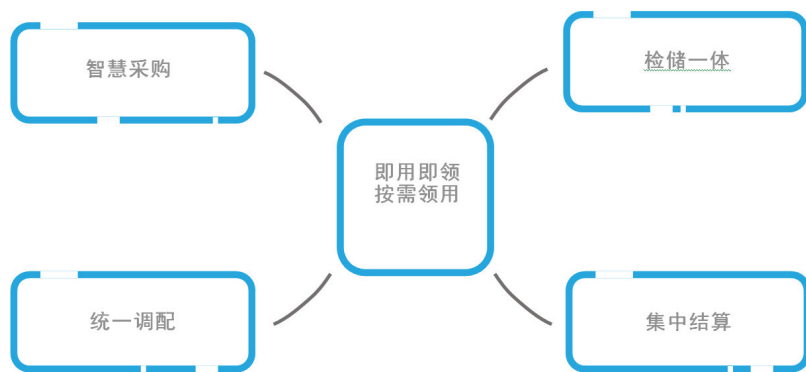


图1 电力物资供应链数字化创新模式建设思路

在创新模式建设中，需要坚持几个基本原则：

(1) 业务驱动。将关注的重点放在实际问题上，如采购效率低下、库存挤压、风险管控薄弱等，以业务作为驱动，选择能够适配电力行业特点的数字化技术，确保技术的优势能够真正发挥出来。例如，在应急物资调度中，可以选择5G技术搭配数字孪生技术，提升响应速度^[1]。

(2) 数据贯通。建立统一的数据标准及接口规范，打破部门间以及企业间的信息孤岛，推动需求、采购、仓储、配送等环节数据的有效贯通，实现数据的资产化运营。

(3) 协同开放。对照工信部提出的“大中小企业链式转型”要求，建立起能够全面覆盖电力企业、供应商和物流商的协同平台，形成全新的供应链生态，实现资

源共享和风险共担。

(4) 循序渐进。在推动创新模式建设的过程中, 应强调安全可控、循序渐进, 依照试点先行、迭代推广、全面覆盖的路径有序推进, 这样能够最大限度地降低转型风险。

二、电力物资供应链数字化创新模式实现路径

在推动电力物资供应链数字创新模式实现的过程中, 应该围绕新型电力系统建设对于物资供应的实际需求, 从技术穿透、流程再造、生态融通、安全护航四个维度, 构建其有效的实现路径, 以此来保障创新模式的应用效果^[2]。

(一) 技术穿透: 构筑技术支撑体系

(1) 物联网技术。在电力物资生产中, 可以实现对物联网技术的全场景部署, 以传感器设备和RFID芯片为支撑, 对变压器、电缆等核心设备的生产数据进行实时采集。物资仓储环节, 可以部署AGV机器人、智能货架等, 搭配MR眼镜, 实现智能作业, 能够有效缩短物资出入库时间。物资运输环节, 借助GPS与温湿度传感器, 能够实时监控物资位置以及环境状态, 保障物资运输的安全性。针对海上风电、特高压等特殊场景, 部署抗恶劣环境的物联网终端, 实现偏远地区物资状态的稳定传输。

(2) 大数据技术。建立需求—采购—存储—运维大数据模型库, 需求预测模型通过整合历史数据、气象信息和工程计划等, 可以实现精准的电力物资需求预测, 降低需求偏差率。库存优化模型以ABC分类法为支撑, 实现对长库龄物资规模的有效管控, 可以降低资金占用。风险预警报告模型通过与工商、税务等外部数据的关联, 可以实现对风险订单的有效筛查。借助数据可视化驾驶舱, 还能够对供应链关键指标进行实时监控, 提供异常预警功能。新增物资全生命周期成本分析模型, 整合采购、运输、仓储、运维各环节成本数据, 降低核心物资的单位生命周期成本。另外, 可以构建供应商履约能力预测模型, 结合历史交付数据、产能数据等, 提前识别履约风险^[3]。

(3) 区块链技术。以区块链技术为支撑, 构建物资溯源与信用管理体系, 确保关键信息不可篡改, 如物资采购合同、质量检测报告等, 以此来提高供应链信任度。应持续拓展区块链在跨境电力物资采购中的应用, 解决跨境支付、海关清关等环节的信任与效率问题。

(4) 数字孪生技术。基于数字孪生技术的物流网络和虚拟仓库, 能够通过全景仿真的方式, 实现对于物资

仓储作业的远程控制和优化预演, 提升物资调配效率。未来发展中, 应该重点推进数字孪生与元宇宙技术融合, 实现供应链全场景虚实联动。

(5) 边缘计算技术。结合边缘计算技术, 在仓储、施工现场部署边缘节点, 实现数据本地处理与快速响应, 从而减轻云端算力压力。可以将边缘计算技术和5G技术结合, 在电力项目施工中, 实现现场物资领用和设备安装的远程指导, 提高作业效率的同时, 降低人工成本。

(二) 流程再造: 重构业务实施过程

(1) 需求预测: 在推动需求预测数字化转型过程中, 可以建立起完善的需求管理机制, 基层单位借助移动终端, 完成业务需求的实时提报^[4], 系统通过调用大数据模型的方式, 生成需求预测结果, 专家负责对预测结果进行评审和修正。需求管理机制能够切实提升物资需求计划的准确率, 减少无效采购的情况。另外, 应优化需求分类管理, 将电力物资需求划分为常规需求、应急需求和创新需求, 常规需求采用中长期预测模型, 应急需求构建快速提报和响应策略, 创新需求则联动研发部门, 实施专项规划。

(2) 混合采购。物资采购环节, 可以采用集中采购+电商采购+协议库存的混合采购模式, 对于大宗物资, 可以采用集中招标采购模式, 以数字化平台为支撑, 推动招标流程的线上化, 能够有效缩短物资采购周期。对于零星物资, 可以建立相应的电商平台, 实现灵活采购。对于常用物资, 可以采用协议库存, 利用智能补货模型, 在检测到物资存量低于阈值时自动下单补货^[5]。

(3) 仓储管理。借助区域共享仓和智能终端仓的相互配合, 实现仓储管理的精益化升级, 可以实现物资的跨区域调配以及资源共享。以长库龄物资管控系统为支撑, 区分项目暂存、工程结余等物资类型, 打造动态物资处置机制, 能够有效处理库存物资, 避免物资的长期积压。智能盘点设备的部署使用, 能够在提高盘点准确率的同时, 缩短盘点时间。在仓储管理中推行作业标准化流程, 以数字化系统为依托, 推动物资入库、存储、出库等环节操作的规范化, 实现对作业过程的全程溯源。

(4) 结算支付。对现有的结算支付流程进行自动化改造, 确保在完成物资验收和发票校验后, 系统能够自动完成结算支付工作。以物联网为依托, 可以实现物资到货后的自动验收, 借助OCR及商户校验发票, 区块链技术的有效应用, 则能够实现结算信息的实时同步。深化结算支付环节电子票据的应用, 推动合同、发票、结算单等全流程电子化, 减少纸质单据流转, 提高结算效

率。同时，可以建立结算风险防控系统，自动对结算数据的真实性及合规性进行校验，防范虚假结算、重复结算风险。

（三）生态融通：注重多元主体协同

可以参照相关规范的要求，打造电力物资供应链工业互联网平台，以平台为支撑，做好对物流、信息流和资金流的有效整合。国家电网电工装备智慧物联平台已经完成了对于电力物资供应商的全面覆盖，交易额突破千亿元。平台具备在线协同、供需匹配、数据分析等功能，供应商可以通过平台实时获取需求信息，电力企业也能够对产品生产进度进行动态监控。升级平台的跨行业协同能力，实现与煤炭、钢铁等上游行业，建筑、运维等下游行业的平台对接，构建全产业链协同体系^[6]。

应推动供应商协同的数字化升级，完善供应商数字化评价体系，从产品合格率、数字化水平以及交付时效等多个维度，实施动态评级，将评级结果和招标采购挂钩。构建供应商协同门户，利用信息共享平台，实现对订单、图纸、技术要求等信息的在线传递和共享，缩短问题协同处置所需的时间。另外，应加强供应商数字化赋能培训，将中小企业生产、物流等环节的数字化改造落实到位。建立供应商联合研发机制，针对新型电力装备需求，与核心供应商共同建设数字化研发平台，共享研发数据与试验资源，缩短新产品研发周期^[7]。

（四）安全护航：完善数字化安全保障体系

一方面，从技术层面加强安全防护，借助数据加密技术，对供应链数据实施全生命周期保护，通过部署防火墙、杀毒软件、入侵检测系统等措施，有效防范网络攻击。可以建立数据分级分类制度，做好核心数据的脱敏处理，加强数据访问权限控制，避免出现越权访问敏感数据的情况。定期对系统实施全面安全漏洞扫描及渗透测试，保障系统运行的稳定性和安全性。可以引入零信任安全架构，落实“永不信任、始终验证”的安全防护理念，针对供应链多主体访问场景，精准控制访问权限，防范内部泄露与外部攻击风险。可以部署相应的安全态势感知系统，对供应链网络的安全状态进行实时监测，实现对安全威胁的早发现、早预警、早处置。

另一方面，从管理方面加强安全防护，建立专业的安全管理委员会，对各部门在安全管理中的职责进行明确。制定相应的数据安全应急预案，定期开展应急演练，配合常态化的安全培训，切实增强工作人员的安全防范

意识。应该完善数据安全合规管理体系，结合相关法律法规要求，建立起规范化的数据收集、数据存储、数据传输、数据使用流程。同时，应该定期开展合规审计以及风险评估，及时发现并整改合规风险^[8]。

结语

总而言之，从新时期电力行业的发展需求出发，提出了电力物资供应链数字化创新模式的建设思路和实现路径，研究表明，创新模式能够通过技术穿透、流程贯通、生态融通、安全护航的四维路径，有效破解传统电力物资供应链管理瓶颈，提高电力物资采购和周转效率。未来发展中，需要进一步加强对各种先进技术的应用探索，如数字孪生技术、元宇宙技术等，建立起更加完善的数据共享与安全标准体系，面向中小企业加大数字化赋能力度。同时，应该做好持续创新和实践，推动电力物资供应链从原本的链式管理逐步朝着网状生态转变，为新型电力系统建设以及“双碳”目标的顺利实现提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 林敏辉, 陶鹏. 福建电力物资供应链数字化创新模式研究[J]. 海峡科学, 2022(7): 77-79.
- [2] 王成伟. 试析新时期数字化技术在电力营销中的应用[J]. 科学与信息化, 2025(12): 69-71.
- [3] 葛琳娜. 发电企业数字供应链金融应用模式研究——以晋能控股电力集团为例[J]. 会计之友, 2023(11): 2-9.
- [4] 胡春玲. EPC模式下公路工程物资供应链全流程数字化管理探析[J]. 消费与品牌传播, 2025(9): 90-92.
- [5] 胡庆国, 汪慈龙, 梁帆, 等. 级联失效下电力物资供应链网络节点韧性评估[J]. 电子设计工程, 2025, 33(16): 193-196.
- [6] 谢贤亮, 谢仁松, 韩冬雨. 改进深度学习下电力物资供应链区块化数据库建立研究[J]. 电气技术与经济, 2025(6): 272-274.
- [7] 张学敏, 王超, 周庆, 等. 基于人工智能的电力物资供应链运营平台核心技术研究[J]. 移动信息, 2025, 47(2): 258-260.
- [8] 曹斯敏, 左楠, 刘旺, 等. 电网企业供应链管理研究与应用[J]. 大众用电, 2021, 36(7): 68-69.