大数据驱动的电力物资需求计划智能预测与优化研究

耿 磊
国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司 江苏 苏州 215004

摘 要 电力物资需求计划是电网供应链管控的关键环节，直接影响电网建设运维效率与物资保供质量。传统物资需求管理依赖人工经验与简单历史推演，存在预测精度低、数据利用不足、计划调整滞后、多级仓储协同不畅等问题，难以适配新型电力系统智能化管控需求。本文依托大数据与机器学习技术，构建电力物资需求智能预测与优化体系，融合多源业务数据挖掘需求特征，结合智能算法优化需求计划，并依托供应链数字平台实现协同应用，以期为电力物资精细化智能管理提供参考。

关键词 电力物资；需求计划；大数据；机器学习；智能预测；供应链协同

Research on Big Data-Driven Intelligent Forecasting and Optimization of Power Material Demand Plans

Geng Lei
Suzhou Power Supply Branch, State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd., Suzhou 215004, Jiangsu Province, China

Abstract The power material demand plan is a key link in power grid supply chain management and directly affects the efficiency of power grid construction and operation and maintenance as well as the quality of material supply guarantees. Traditional material demand management relies on manual experience and simple historical deduction, and suffers from problems such as low forecasting accuracy, insufficient data utilization, lagging plan adjustment, and poor multi-level warehousing coordination, making it difficult to meet the intelligent management and control requirements of the new power system. Based on big data and machine learning technologies, this paper constructs an intelligent forecasting and optimization system for power material demand, integrates multi-source business data to mine demand characteristics, combines intelligent algorithms to optimize demand plans, and relies on a supply chain digital platform to achieve collaborative application, with a view to providing a reference for refined and intelligent management of power materials.

Key words Power Materials; Demand Plan; Big Data; Machine Learning; Intelligent Forecasting; Supply Chain Collaboration

随着各级电网建设步伐的加快，工程建设周期也在不断压缩，因而对物资供应的快速响应要求越来越高。全面建设统一坚强智能电网，各级电网建设任务十分繁重，物资供应面临的形势严峻、任务艰巨。农配网建设、生产运维所需物资种类多、配送地域分布范围广，对物资供应响应速度要求高。工程建设物资采购量大、品种繁杂，项目节点管控要求越来越高，对供应响应的快速性和准确性要求越来越高，加剧了部分物资供需之间的矛盾。因此，本文将开展大数据驱动的电力物资需求预测与优化研究，构建智能管控技术体系。

1 电力物资需求计划管理现状与智能预测需求分析

1.1 电力物资需求计划业务流程分析

电力物资需求计划贯穿电网工程建设、设备运维及应急保障全业务链条，形成了层级化、规范化的闭环管理流程。电力企业普遍在每年3月，开始预测当年下半年所需的物资数量，需要在每年8月、9月期间预测下一年度上半年所需的物资数量，并根据预测结果做出对应的物资采购计划。但是，现如今的电力企业在每年8月、9月期间的业务量较大，物资预测时间往往超出了最佳预测时限。因此，每年电力企业会在临近3月时将往年的预测报告拿出来，根据往年的记录进行需求预测[1]。该传统业务流程以逐级上报审核为核心，业务流转固定但数据联动性较弱，整体呈现典型的流程驱动管理特征。

1.2 传统物资需求计划管理模式存在的问题

传统的物资需求计划管理模式一直采用人工统计数据及经验判断进行管理，总体上技术含量不高，管理薄弱环节明显，在管理过程中没有对各方面数据做深入分析研究，只是根据以往消耗数据进行简单的预测，并未考虑工程工期、季节气候、

电网负荷等因素的影响。由于各层级仓库的数据相互分离运行，整体数据共享性较低，在对需求进行校正的过程中没有利用实时数据资源，使得在制订相关计划过程中不能保证足够的准确性。另外，以人工为主的方式进行计划调整存在滞后性，并且不能及时地根据实际情况做出相应的变动，难以应对紧急检修以及临时项目所提出的物资需求。

1.3 大数据驱动需求计划智能化应用需求

在电网物资管控数字化转型背景下，传统粗放式管理模式已无法适应高精度保供、低成本管控的发展目标。依托大数据技术开展物资需求智能化升级具备极强的应用必要性，通过多源业务数据融合挖掘物资需求演化规律，依托智能算法替代人工经验完成需求预测与计划优化，能够实现物资需求从经验预判向数据预判转变[2]。结合数字化协同平台实现多级物资需求数据实时联动与计划动态调整，有效消除业务信息壁垒，全面提升电力物资需求计划的精准性、及时性与科学性，满足新型电力系统物资精细化、智能化管控的核心需求。

2 大数据驱动的电力物资需求智能预测与优化关键技术

2.1 多源数据融合与物资需求特征提取技术

电力物资需求变化受电网业务、环境工况、工程管理等多重因素耦合影响，单一数据维度无法精准刻画物资消耗演化规律，多源数据融合与特征提取是实现需求智能预测的基础。整合电网基建台账、运维检修记录、仓储库存数据、气象环境数据、工程进度数据、电网负荷运行数据等多类核心业务数据，统一数据口径、清洗异常样本、补齐缺失字段，完成异构数据的标准化融合处理，消除不同业务系统的数据壁垒[3]。基于融合后的全域数据集，通过特征工程筛选、归一化处理与相关性分析，剔除冗余无效特征，挖掘影响物资需求的核心显性与隐性特征，构建适配电力物资预测场景的特征体系，具体特征数据分类如表1所示。

表1 多源物资需求特征

特征类型	核心特征指标	特征说明
业务工况特征	基建工程规模、运维检修频次、抢修作业次数	直接决定物资基础消耗体量，是需求核心驱动因素
时序环境特征	季节周期、月度时段、极端天气频次	影响设备故障概率，间接改变物资消耗规律
仓储库存特征	现有库存量、物资周转率、安全库存阈值	决定物资补充需求的缺口规模与补给时效
电网运行特征	区域负荷水平、设备运行年限、网架迭代进度	反映电网设备老化更替需求，关联中长期物资消耗

2.2 基于机器学习的物资需求预测模型构建

基于清洗好的有效特征数据，建立基于集成算法的物资需用量预测分析模型，摆脱原有简单线性计算方式的约束，实现对物资需用量曲线的动态逼近。以特征数据作为模型自变量，以各时间段的耗用物资数量为因变量进行模型训练及优化求解，构建特征与物资需求之间的高维映射关系。在模型中加入正则项限制过拟合现象的发生，增强模型的普适性以进行各地区、各场景下对物资的需求预测，主要预测表达式为：

$$Y=f(x_1, x_2, \cdots, x_n)+\varepsilon$$

式中，Y—电力物资预测需求量；$x_1 \sim x_n$—筛选后的多维核心特征变量；f—机器学习非线性映射函数；ε—模型误差修正项。在训练阶段利用分层抽样的方法将数据划分为训练集和测试集，在不断的训练中使得误差逐步下降，有效反映常规运维、集中基建、极端抢修等不同场景下的物资需求差异，支持按月、季、年对各类物资进行准确的需求预测，相比传统的基于经验的方式大大提高了在复杂情况下对需求预测的稳定性和准确性。

2.3 基于智能优化算法的需求计划调整技术

针对静态预测结果不能很好地适应物资管理动态变化的特点，采用智能优化算法对需求计划进行滚动修正。在保证预测结果与实际情况高度吻合的前提下，考虑电网物资供应重要程度、仓库空间资源、采购时效性和物流运输等因素限制，建立包括预测误差最少、库存费用最小以及供应及时率最高的多目标优化模型。基于算法的全局寻优及局部迭代更新特性，对原始物资需求计划进行动态修正，自动平衡物资超储与缺货风险[4]。对于工程临时变更、突发故障抢修等非常规情况，能及时响应业务变化，动态调整物资需求配额与申报周期，实现需求计划由静态编制到动态自适应优化转变，切实破解传统计划固化、调整滞后等行业难题，增强物资计划匹配性和经济性。

2.4 基于数字平台的预测结果协同应用技术

依托多级联动电力物资供应链协同数字平台，搭建预测结果全域协同应用体系，实现智能预测与计划优化成果的落地。平台通过云服务完成四级业务节点的数据互通，将模型生成的精准需求预测数据、优化后的物资计划同步推送至省级管控、地市调配、市县仓储、现场需求等各层级终端。系统结合实时库存数据，依托智能调拨匹配算法，自动匹配物资供需关系，生成科学的物资采购计划、库存调拨方案与物资配送预案[5]。各业务层级基于统一数据底座开展协同作业，现场需求变动

可实时反馈至预测模块，反向驱动模型参数迭代优化，形成预测、优化、应用、迭代的闭环管控体系，彻底打破各级物资管理的信息孤岛，实现电力物资需求预测、计划编制、资源调配、现场保供的全流程智能化协同管控，全面提升电网物资供应链整体运行效能。

3 工程应用案例分析

3.1 电力物资管理项目概况

某地市电网全域物资智能化升级项目覆盖城农网两级不同等级电网架构，在正常基建改造、设备更换、生产运行维护以及防汛救灾等方面均有涉及，物资种类包括电线电缆、电杆铁塔、高低压开关柜、防汛抢险物资等数百个主要物资类别，原物资需求计划编制工作完全依靠人工估算和主观判断，具有预测误差大、库存不合理、调拨响应慢等问题，具有很强的典型性和可改造性。

3.2 大数据智能预测与计划优化实施方案

为实现物资需求管控智能化升级，项目全面落地本文提出的大数据智能预测与计划优化技术体系，全域接入电网工程台账、运维记录、库存台账、气象时序、负荷运行等多源数据，完成数据标准化清洗与特征重构，依托机器学习模型构建适配区域物资消耗特征的预测模块，结合多目标智能优化算法动态修正月度、季度物资需求计划。同时对接省市县现场四级物资协同数字平台，实现预测结果、优化计划、库存数据、调配指令的全域实时同步，替代传统逐级上报人工审核的粗放管理模式，构建数据驱动的物资计划闭环管控流程。

3.3 智能预测应用效果分析

项目建设实施完成后，在实际业务开展过程中实现了物资需求管理的智能控制和精准控制，并有效提高了各类关键性控制指标，取得了良好的使用效果，具体见表2。

基于大数据分析的智能预测体系充分把握区域内物资需求的时间演变及环境关联关系，克服以往人工预判的盲目性和被动性。基于智能计算技术对物资需求计划进行自动修正，缓解物资储备积压和供应不足之间的张力，降低物资储备水平。利用全要素数字化协同平台提供的跨域数据融合功能，推动各级物资管理业务高效协同，避免了计划不匹配、资源配置不合理、保障不到位等情况的发生。

表2 智能预测应用效果

评价指标	传统管理模式	大数据智能预测模式	优化提升效果
物资需求预测准确率	72.3%	94.6%	↑ 22.3%
库存周转率	年均 7.8 次	年均 10.2 次	↑ 30.8%
物资库存积压率	18.5%	0%	↓ 18.5%
应急物资保供响应时长	24 h	8 h	↓ 66.7%

4 结束语

大数据分析对实现电力物资需求计划管理智能化具有较好的促进作用。本文针对当前物资需求计划管理模式中存在的信息资源利用率不高、需求预测准确率较低以及调整效率较慢等问题，探讨了大数据汇聚融合技术、人工智能预测技术、智能优化决策技术和数字化平台联动运用的技术方法。基于大数据的需求预测分析模型可以提高需求预判水平，减少库存资源损耗，提升物资供应保障能力。未来应进一步融合人工智能大模型、数字孪生等技术，推动电力物资计划管理向精准预测、动态优化和智能决策方向发展。

参考文献

[1]张冠一,荆永鑫,陈旭,等.电力企业物资需求计划准确率提高措施分析[J].中国物流与采购,2022(21):99-100.

[2]胡馨怡,姚伯羽.电力企业工程项目物资分类与成本需求预测[J].电气时代,2025(5):120-126.

[3]郇明.电力物资供应链全过程管理运营分析[J].中国物流与采购,2023(17):109-110.

[4]牟星宇.新形势下加强电力物资计划管理的对策与建议[J].中国集体经济,2025(26):61-64.

[5]刘建峰.ERP在电力企业物资管理中的应用研究[J].中国市场,2022(36):160-162.

（本文编辑 杜宇琪）

