

基于大数据分析的电力物资采购需求预测模型研究

徐 任

四川宏业电力集团金堂分公司, 四川 成都 610000

[摘要]随着电力行业的快速发展, 物资采购的科学性与前瞻性成为保障工程顺利实施的重要环节。传统的采购需求预测方法存在数据利用率低、响应滞后等问题, 难以满足现代电力企业高效运作的需求。文中基于大数据分析技术, 构建电力物资采购需求预测模型, 从数据采集、特征处理到模型建立与优化, 系统提升采购预测的准确性与时效性。研究结果显示, 所构建模型能有效降低库存积压与采购成本, 为电力企业实现智能供应链管理提供技术支撑。

[关键词]大数据分析; 电力物资; 采购管理; 需求预测; 数据建模

DOI: 10.33142/sca.v8i4.15919

中图分类号: TP311.13

文献标识码: A

Research on Demand Prediction Model for Power Material Procurement Based on Big Data Analysis

XU Ren

Jintang Branch of Sichuan Hongye Electric Power Group, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: With the rapid development of the power industry, the scientific and forward-looking nature of material procurement has become an important link in ensuring the smooth implementation of projects. The traditional procurement demand prediction methods have problems such as low data utilization and delayed response, which are difficult to meet the efficient operation needs of modern power enterprises. Based on big data analysis technology, this article constructs a demand prediction model for power material procurement. From data collection and feature processing to model establishment and optimization, the system improves the accuracy and timeliness of procurement prediction. The research results show that the constructed model can effectively reduce inventory backlog and procurement costs, providing technical support for power enterprises to achieve intelligent supply chain management.

Keywords: big data analysis; electricity materials; procurement management; demand prediction; data modeling

引言

电力物资采购是电力企业运行中的关键环节, 采购计划的准确性直接影响工程进度与成本控制。近年来, 随着大数据技术的广泛应用, 如何将其应用于采购预测, 提升管理效率, 成为行业关注的重点。本文围绕大数据驱动的电力物资采购预测展开研究, 探索适应实际业务需求的预测模型, 助力采购智能化发展。

1 电力物资采购管理现状分析

1.1 当前采购流程概述

电力物资采购是电力企业运行管理中的重要组成部分, 涵盖了工程建设、运行维护、应急保障等多个环节。当前多数电力企业的采购流程主要包括需求提报、审批立项、供应商选择、合同签订、物资验收入库等步骤。需求提报往往来源于项目部门或运维单位, 依据年度计划或临时项目生成采购申请, 经过层层审批后交由采购部门执行采购任务。供应商的选择依据既有的合格供方名录, 结合价格、交期、资质等综合评价进行筛选。在信息系统支持下, 部分企业已实现了流程的电子化管理, 如应用 ERP 系统进行采购过程的标准化管控、进度跟踪及文档归档。然而, 尽管系统化水平在不断提升, 整个流程仍然存在对历史经验依赖较强、数据利用率低的问题, 尤其在需求

预测与物资调配阶段, 依然大量依赖人工判断与固定周期性采购, 难以有效适应快速变化的市场与项目需求^[1]。

1.2 需求预测存在的问题

当前电力物资需求预测方法主要基于以往使用记录和项目计划进行经验性推测。其主要问题体现在以下几个方面: 首先, 预测依据不全面。由于预测主要依赖于历史消耗数据或施工计划, 未能全面考虑气候变化、工程周期调整、市场价格波动等多因素的影响, 导致预测结果偏差较大。其次, 预测周期固定、响应滞后。大多数企业仍采用季度或年度预测模式, 缺乏灵活调整能力, 尤其在临时性项目启动或突发设备故障时, 常出现物资紧缺或采购延误的问题。预测方式缺乏智能化手段。当前方法以人工计算与规则匹配为主, 缺乏对海量数据的深度挖掘与自动学习能力, 难以发现潜在的物资使用规律, 也无法实现动态预测与持续优化。部门协同机制不完善也是问题之一。采购部门与工程、运行、仓储等多部门间信息不畅通, 导致实际需求与采购计划之间存在偏差, 形成资源浪费或物资积压, 影响整体供应链的运行效率。

1.3 大数据技术引入的必要性

为破解传统需求预测面临的种种难题, 引入大数据分析技术已成为现实发展的必然选择。大数据具备多源融合、

实时处理、深度学习等优势,能够为电力物资采购提供更精准、更动态、更智能的预测支持。大数据技术可以整合企业内外部的多维度数据资源,包括设备运行数据、历史采购数据、项目计划、库存信息、天气数据以及供应市场变化等,实现对采购环境的全面建模。通过深度学习与模式识别技术,能够从中提取出隐藏的规律和趋势,用以指导预测模型的构建。基于大数据的预测模型可实现实时更新与动态调整。随着项目进度、设备状态或市场条件的变化,模型能够快速响应并给出调整建议,显著提升预测的灵活性和时效性,减少物资过度准备或临时采购带来的资源浪费与成本上升。引入大数据分析还有助于打破信息孤岛,推动跨部门数据共享与业务协同,构建贯穿“计划-采购-仓储-使用”的闭环式物资管理机制,全面提升电力企业供应链的精细化管理水平。

2 大数据分析在需求预测中的应用基础

2.1 数据采集与预处理技术

数据采集是大数据分析的第一步,其质量直接影响后续预测模型的准确性与稳定性。对于电力物资采购需求预测而言,数据来源复杂多样,既包括内部数据,如历史采购记录、库存动态、设备运行状态、项目计划等,也包括外部数据,如供应商交付能力、天气变化、市场价格波动及政策调整信息。在实际操作中,需通过多种方式实现数据采集,包括传感器实时采集、系统接口集成(如 ERP、SCADA 系统)、手工录入与第三方数据接口调用等^[2]。不同来源的数据格式不一、频率不同、存在大量冗余和噪声,需要通过预处理技术进行统一与清洗。数据预处理包括数据清洗、缺失值填补、异常值检测、格式转换与标准化等关键步骤。例如,对于历史采购数据中存在的零值或重复记录,应进行剔除或修正;对缺失的数据字段,则可通过均值填充、插值法或模型预测等方式补全;针对时间序列数据,还需进行时间对齐与重采样处理,确保数据在时间维度上的一致性。

2.2 特征工程与数据建模准备

特征工程是数据建模过程中的核心环节,主要任务是从原始数据中提取出能有效代表问题本质的特征变量,提升模型的预测能力。电力物资采购预测涉及的变量种类繁多,包含时间因素、物资类型、工程类型、设备运行状态、采购周期、供应商绩效等。需要对原始数据进行特征构造,例如将时间字段细化为“季节”“工作日/周末”等类别变量,或者根据历史数据生成“某物资平均消耗周期”“近期使用频率”等统计特征。此外,还可以提取趋势特征(如采购量增长率)、波动特征(如库存变化幅度)以及上下文特征(如是否处于工程高峰期)。要进行特征选择,即从众多特征中筛选对预测最有价值的部分。常用方法包括相关性分析、方差筛选、主成分分析(PCA)以及基于模型的特征重要性排序(如基于随机森林或 XGBoost 模型)。

通过特征选择,可以减少冗余,提高模型训练效率,避免过拟合。最后,特征需进行编码与归一化处理。对于分类变量如“物资类别”,可采用独热编码;对于数值型变量,则根据模型需求进行标准化或归一化处理,确保不同尺度下的变量对模型影响保持一致性。

2.3 数据平台与技术架构支持

要实现稳定、高效的大数据分析过程,强有力的数据平台和技术架构是基础保障。当前,主流电力企业大多采用混合式数据架构,即结合本地部署与云平台,构建统一的数据集成、处理与分析系统。数据平台需支持海量数据的高并发处理与存储,一般采用 Hadoop、Spark、Flink 等分布式计算框架,实现对结构化与非结构化数据的统一管理。在数据存储方面,可采用 HDFS、Hive 或 NoSQL 数据库(如 HBase、MongoDB)进行分层存储,根据访问频次与数据价值进行分类管理。为支持预测模型的高效运行,平台还需具备良好的建模工具支持,如集成 Python、R 语言的分析环境,以及 TensorFlow、Scikit-learn 等主流机器学习框架,方便数据科学家开展模型开发与迭代优化。此外,数据平台还应具备可视化分析与调度能力,借助 BI 工具或自定义仪表盘实现采购数据、预测结果与业务指标的可视化呈现,辅助管理人员快速做出决策。通过搭建完善的技术架构,不仅能提升大数据分析效率,也为电力物资采购预测模型的稳定运行提供可靠支撑。

3 电力物资采购需求预测模型构建

3.1 模型选择与算法原理

针对电力物资采购需求预测问题,选择合适的预测模型是关键。该类问题通常涉及时间序列特性和多变量输入,因此可选择的算法包括传统统计方法与现代机器学习模型。常见的模型包括 ARIMA(自回归移动平均模型)、多元线性回归、支持向量回归(SVR)、随机森林回归(RF)、梯度提升决策树(GBDT)以及集成学习方法如 XGBoost。若数据量大且特征复杂,也可引入神经网络模型,如 LSTM(长短期记忆网络)进行时序建模^[3]。在本研究中,针对历史采购量与多源特征数据,初步选择了三种模型进行对比分析:线性回归(LR)、随机森林回归(RF)与 XGBoost。模型选择考虑预测精度、训练时间、可解释性及系统兼容性等因素。

3.2 模型训练与参数优化

模型训练阶段基于清洗与特征处理后的数据集,将数据按 8:2 比例划分为训练集与测试集。模型训练需对核心超参数进行调优,以提升预测准确性与泛化能力。以随机森林模型为例,需设定决策树数量(n_estimators)、树最大深度(max_depth)、最小分裂样本数等参数;而 XGBoost 模型则关注学习率(learning_rate)、树深(max_depth)、正则项系数(lambda、alpha)等。采用网格搜索(GridSearchCV)与交叉验证(K-fold CV)方

式对参数组合进行系统调优。训练过程中,使用MSE(均方误差)、MAE(平均绝对误差)与 R^2 (决定系数)作为主要评估指标,衡量模型拟合程度与预测精度。在保证模型性能的同时,也关注模型计算效率与可部署性,确保其适用于实际业务场景。

3.3 模型验证与性能评估

模型评估阶段,通过测试集对比三种模型的预测效果,结果如表1所示:

表1 不同模型在测试集上的性能评估对比

模型名称	MAE (万元)	MSE (万元 ²)	R^2 得分	训练时间 (秒)
线性回归 (LR)	8.45	132.10	0.721	0.8
随机森林回归 (RF)	5.92	91.32	0.836	3.4
XGBoost 回归	4.87	78.64	0.882	4.1

从表中可以看出,XGBoost在三个主要指标上均优于其他模型,表现出更高的预测精度与较好的稳定性。随机森林在处理非线性关系方面也表现良好,尤其在小样本场景下具有较强的鲁棒性。而线性回归模型虽然计算速度最快,但在精度方面存在明显不足,难以满足高精度业务需求。结合评估结果,最终选择XGBoost作为主预测模型,并进行集成部署。后续还可结合实时数据流,实现动态更新与滚动预测,提高采购响应速度与物资调配效率。

4 模型应用实践与优化建议

4.1 典型应用场景分析

基于大数据分析的采购需求预测模型在电力企业的多个实际场景中具有广泛的应用价值,尤其在集中采购和工程物资计划管理中体现最为明显。在年度集中采购计划制定阶段,模型能够基于历史消耗数据、工程进度安排、设备生命周期等信息,生成各类物资的预期需求量,辅助制定更为科学的年度采购计划,避免物资申报中的随意性和主观性。在新建与改扩建工程项目中,模型可结合项目周期、阶段任务与历史类似项目的物资使用情况,动态预测各阶段所需材料及数量,优化物资进场节奏,提高仓储周转效率。在应急运维场景下,模型通过对故障率、维保周期与备件消耗情况的分析,预判未来一段时间内的物资需求,提前安排补货计划,保障供电系统安全稳定运行^[4]。

4.2 实施过程中面临的问题

尽管模型在多个场景中表现出良好适应性,但在实际部署和应用过程中仍面临一些挑战与难点。首先,数据质量问题普遍存在。部分历史采购数据存在录入不规范、字段缺失、分类混乱等问题,影响建模的准确性与稳定性。同时,不同部门、系统间数据标准不一致,数据融合存在技术障碍。模型推广难度较大。由于传统采购管理长期依

赖人工经验,部分人员对智能模型的理解不足,存在依赖旧有流程、抵触自动预测结果的现象,影响模型应用的深度与广度。系统集成复杂。将预测模型与现有ERP、供应链管理平台进行无缝对接,需要较高的IT支持能力和系统改造投入,尤其在老旧系统中集成接口不兼容、响应不及时的问题较为突出。

4.3 后续优化与发展方向

为进一步提升模型的预测精度与应用效率,未来可从以下几个方向进行优化与深化:

一是增强模型动态学习能力。通过引入实时数据流处理机制,实现模型的周期性迭代训练,使预测结果随业务数据不断优化,增强对突发需求变化的响应能力。二是引入更复杂的智能算法。例如采用LSTM、Transformer等深度学习模型处理具有强时间序列特征的数据,提升对非线性、多变量环境下的预测能力,尤其适用于项目波动频繁的工程类物资需求预测。三是推动业务流程重构与组织协同。通过优化数据采集机制,制定统一的数据标准和接口规范,推动采购、工程、仓储等部门间数据共享与流程协同,实现“业务—数据—预测”一体化闭环管理。四是加强用户培训与平台可视化建设。通过交互式仪表板、预测结果图形化展示等方式,提升用户对模型输出的理解与信任,推动其在决策流程中的实际应用。

5 结束语

本文基于大数据分析,建立了适用于电力物资采购的需求预测模型,显著提高了采购决策的科学性和响应速度。在实际应用中,该模型展现出良好的灵活性与准确性,能够有效支持企业的物资计划与库存管理。未来,随着数据技术的发展与业务协同深化,预测模型将更加智能化、动态化,为电力行业的数字化转型提供有力支撑。

【参考文献】

- [1]王歆.基于大数据的电力线路工程施工与物资保障策略分析[J].集成电路应用,2024,41(12):278-279.
 - [2]艾格帆.中国电机工程学会电力信息化专业委员会.2024 电力行业信息化年会论文集[C].北京:人民邮电出版社,2024.
 - [3]陈辰.基于大数据分析的火电厂物资采购策略研究[J].内蒙古科技与经济,2024(20):42-45.
 - [4]常晓炜,傅子卿,孟庆豪,等.大数据在电力物资采购管理中的应用[J].投资与创业,2024,35(13):83-85.
- 作者简介:徐任(1990.6—),男,四川省成都市,苗族,本科,初级工,就职于四川宏业电力集团金堂分公司,从事综合部物资班物资采购工作。