

国有企业年度需求预测模式的研究与创新实践

喻 琤, 潘巧多, 金逸宸, 丁 靖, 金日强

国网浙江省电力有限公司物资分公司, 浙江 杭州
Email: 61641199@qq.com

收稿日期: 2021年5月6日; 录用日期: 2021年6月9日; 发布日期: 2021年6月18日

摘 要

本文旨在针对电力物资协议库存采购需求预测的实际问题, 借助现代化的大数据分析方法和人工智能算法, 创新物资采购计划管理模式, 从收集初始数据与数据清洗、特征分析、预测建模、需求预测到采购供应计划形成, 完成了年度需求预测模式的整体设计与研究工作, 实现物资计划管理工作智能高效, 提升物资管理工作内外高效协同与共享。

关键词

需求预测模式, 采购计划, 供应计划

Research and Innovative Practice of Annual Demand Forecasting Model of State-Owned Enterprise

Cheng Yu, Gaiduo Pan, Yichen Jin, Jing Ding, Riqiang Jin

Materials Branch of State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang
Email: 61641199@qq.com

Received: May 6th, 2021; accepted: Jun. 9th, 2021; published: Jun. 18th, 2021

Abstract

Aiming at the practical problem of demand forecasting of power material agreement inventory procurement, this paper innovated the material procurement plan management mode with the help of modern big data analysis method and artificial intelligence algorithm, from the collection of initial data and data cleaning, feature analysis, prediction modeling, demand forecasting to the formation of procurement supply plan, completed the overall design and research of the annual demand forecasting model, realized the intelligent and efficient material plan management, and improved the internal and external efficient collaboration and sharing of material management.

Keywords

Demand Forecasting Mode, Purchasing Plan, Supply Plan

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2020年是国网公司坚持高质量发展理念,全面推进世界一流能源企业建设的关键一年。物资部紧密围绕公司党组决策部署,持续提高物资服务保障能力,促进业务高效规范运营,进一步提升供应链管理“五化”水平,助力公司改革发展提质增效。物资计划管理是电力企业物资管理的重点环节,也是整个企业进行物资采购招标以及安排物资供应工作的依据,对物资管理工作提质增效有着重大的影响。

2. 年度需求预测模式的总体思路

本文旨在针对电力物资协议库存采购需求预测的实际问题,创新物资采购计划管理模式,推进年度需求预测模式顶层设计及运行机制研究,挖掘项目与需求预测的关联规律,利用数据分析方法形成物资需求特性画像,通过历史数据清洗、模型建立、事件管理,优化需求预测模式,为物资采购供应决策提供支撑。本项目将借助现代化的大数据分析方法和人工智能算法,全方位和多视角地梳理、分析、诊断、评估物资特性画像,为制定国网模式的年度需求预测信息化建设方案提供新思路和指导方向。

以国网某公司为试点样例,围绕年度需求预测模式顶层设计及运行机制,研究具有国网公司特色的年度需求预测模式。通过深入分析适用协议库存申报模式的物资范围,理顺协议库存需求预测流程,依托物资需求特性画像分析,构建“自上而下”与“自下而上”相结合的自适应智能需求预测模型,最终实现动态调整、精准预测。同时在需求预测应用层面,建立物资计划管理与后端供应的协同管控机制,实现利用物资需求计划的精准计算年度需求计划与滚动月需求预测,支撑批次采购计划提报、检储配与供应计划的执行,有效利用科学的需求预测模式提升全供应链环节的质效。如图1所示。

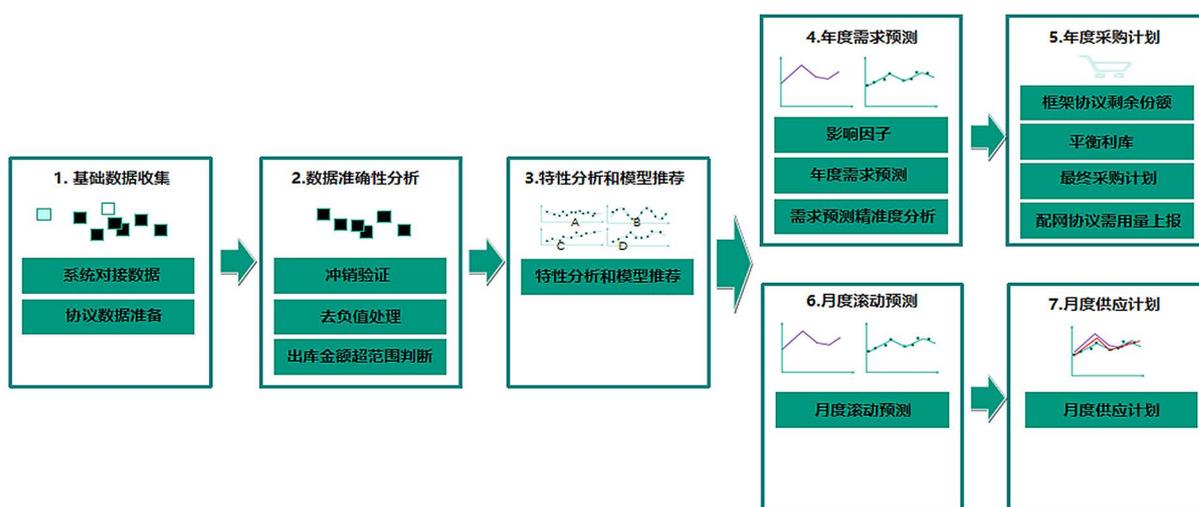


Figure 1. Annual demand forecasting model

图 1. 年度需求预测模式

3. 采购计划的主要做法与路径

年度采购计划通过收集历史出库等业务数据，进行数据准确性分析，对出库数据在标包维度按月汇总，对汇总数据进行特性分析和模型择优。采用自上而下与自下而上结合的预测方案对指定覆盖周期的需求进行预测，计算历史 3 年实际出库领用数据，框架协议剩余份额，再结合配网协议需用量地市公司上报数据，基于以上数据作为参考，进行平衡利库会议调整，得到最终需求采购计划。

3.1. 收集基础数据

数据采集主要包括：物料主数据、标包主数据、采购目录、物料 ID 对照、新旧物料对照、项目单位主数据、项目主数据、仓库主数据、出库数据、框架协议中标情况、项目投资计划等。

3.2. 数据准确性分析

以浙江公司的 2016~2020 年配网物资出库数据为基础，本文提炼并有效形成可固化的数据清洗规则，主要包括冲销处理、去负值、超范围分析三种，对行数据进行冲销处理后在标包维度按月进行汇总，再通过去负值和去异常值处理，完成对基础数据预处理，达到物资特性画像分析及需求预测的基础。

1) **冲销处理**：电力物资存在冲销退库的业务，因此对出库数据进行冲销处理，分为精准匹配冲销和未精准匹配冲销，避免冲销发生月与出库发生月不同而造成的月度需求统计偏差问题。

以 2020 年发生冲销数据来看，2020 年 1 月至 2020 年 10 月的数据共有冲销数据 24,852 条，发生冲销最多的是 9 月跟 11 月。如图 2 所示。



Figure 2. Charge off results
图 2. 冲销结果

2) **去负值处理**：经过冲销后的月度汇总数据如为负值，则给当前月取 0，并和上一个月加和得到上月出库值；加和结果如仍是负值依然取 0，往前递推，直至非负值出现为止。

3) **超范围判断**：以出库数据标包维度按月汇总(数量)为基础，并且已完成去负值。判断逻辑为：该月出库量大于前后 6 个月的平均值 + 3 倍标准差，则判断为该月数据有异常，反馈 ERP 进行核实，如需调整，调整后重新同步数据。

3 倍标准差为通行的异常检测阈值判断规则，因为对于正态分布的数据，正常无误的数据有 99.73% 的概率落在 3 倍标准差的范围内，而即使对于非正态数据，根据切比雪夫不等式也有 89% 的概率落在此范围内。特别地，若数据是单峰分布，则至少有 95% 的概率落在此范围内，而时间序列满足一定平稳性要求则概率可达 98% 以上。

电力业务数据通常并不直接符合正态分布而是具有趋势性或季节性，经过大量数据分析，发现历史

数据对数变换或 Box-Cox 变换, 通常满足单峰性与平稳性, 所以使用上述方法判断仍能有很好的效果。

以锥形水泥杆为例, 其 Box-Cox 变换后的 lag 图、自相关图(ACF)与直方图如下, 这说明它具有较好的单峰性与短程平稳性。如图 3 所示。

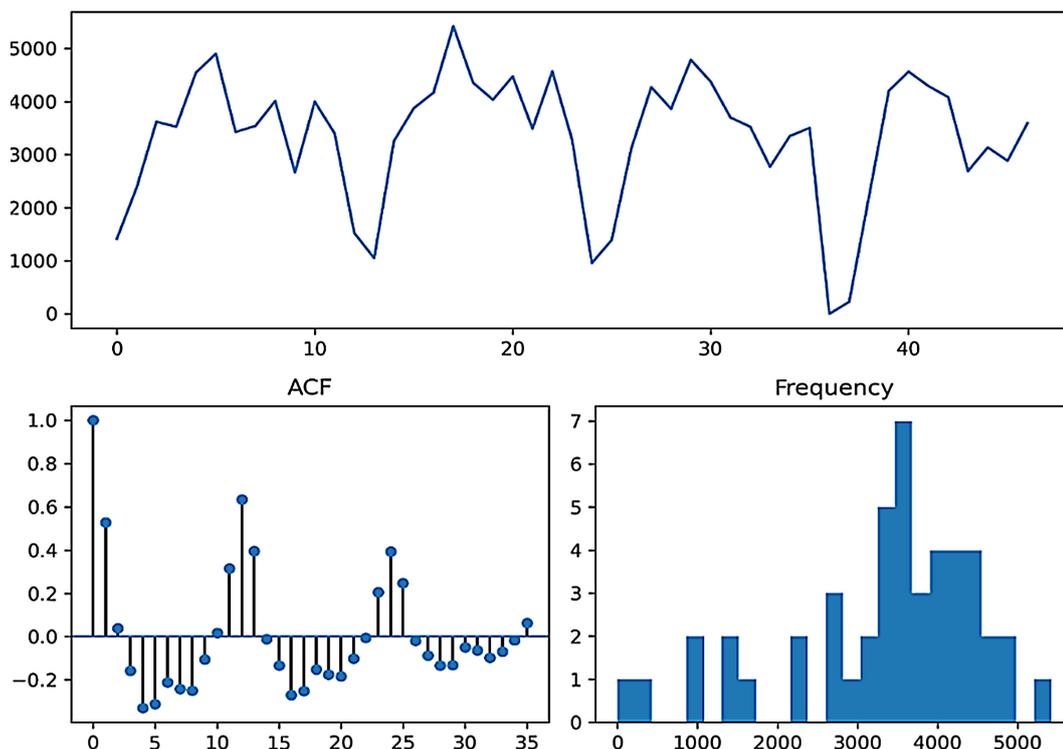


Figure 3. Curve of tapered Cement pole after Box-Cox transformation

图 3. 锥形水泥杆 Box-Cox 变换后曲线图

3.3. 特性分析和模型推荐

3.3.1. 特性分析

以经过数据清洗预处理后的出库数据标包维度按月汇总(数量)为参数, 进行物资特性画像分析, 物质特性画像分析主要包括连续性分析、波动性分析、季节性分析等。根据物资特性画像分析结果, 完成物资预测模型智能选择。具体如下:

1) 连续性分析

连续性分析主要通过分析物资的出库次数(即需求次数)来实现, 通过统计物资每个月的出库情况, 计算月平均需求间隔和月出库比例, 并与设定的阈值比较判定物资的连续性。

2) 波动性分析

波动性(或平稳性)主要是通过物资的月出库变异系数 CV 量标准差与月出库均值之比来衡量。一般而言, 对于电力物资, 变异系数小于 0.5 可视为波动很小, 需求较为平稳, 而变异系数大于 2 表明需求波动很大, 不利于需求预测准确。

3) 季节性分析

季节性分析主要用于判断物资出库是否具有季节性规律, 比如每年 6 月、7 月由于迎峰度夏导致需求量猛增, 而每月 1 月、2 月需求量则较低。季节性主要根据物资月出库的季节性指数变化进行判定, 季节指数可以简单的理解成历年各月度平均需求与历年全年月平均需求的比值。假如各月份的季节性指

数比值都接近 1，即不同月份的平均需求之间没有太大差异，季节性指数的变异性接近 0，则该序列的季节性较弱，反之则较强。

3.3.2. 模型选择

常用的物资需求预测方法主要包括基于时间序列模型的移动平均预测法、指数平滑预测法、趋势外推预测法等[1] [2] [3]。模型选择是根据模型特点对应的物资特性，根据电力实际业务数据划分特性分档阈值之后确定的，最终选择的模型是对于某一特性类别的物资总体而言准确率最高的。经过测算，我们的模型选择方式如下表，如表 1 所示：

Table 1. Model selection method

表 1. 模型选择方式

		季节性			
		低		中、高	
		波动性			
		低	中、高	低、中	高
连续性	中、高	①	②	①	②
	低	③	③	③	③

其中，①表示线性与非线性季节组合模型，②表示趋势性与季节性的自回归组合模型，③表示间断与季节性组合模型。

以低压电力电缆类别为例，以 2016~2018 年历史数据测算，其连续性好，季节性较高，而波动性中等，因此选择模型①即线性与非线性季节组合模型。用①、②、③这 3 种模型对前 3 年数据对 2019 年进行预测，与实际值相比的均方根误差分别为 153.069281，267.565163 和 275.134777，可以看出模型①确实是最优选择。

4. 年度需求预测

4.1. 融合计算，结果拆分

需求预测模型采用自上而下与自下而上融合的方式。主要包括自上而下预测、自下而上预测、预测结果通过调整权重融合计算的过程。以 10 kV 变压器(硅钢片油浸)、10 kV 电力电缆、10 kV 环网柜(SF6) 3 个标包为例进行分析。

自上而下预测：自上而下主要是运用项目投资计划、历史项目物资出库数据，分析项目类型、电压等级与主要设备材料的相关性，梳理项目类型与物资需求的对应规律；并综合考虑年度增长率、项目批复率等要素，分解得出各物资小类的预计使用数量及金额。

自下而上预测模型：主要是运用历史物资出库数据、标包、新旧物料对照表等，在分析物资的波动性、季节性、重要性、连续性、项目相关性等物资特性的基础上，采用可以同时处理连续性需求和间断性需求的多个预测模型进行组合预测，以实现预测模型选择的自动化和智能化。通过自动寻优算法对于不同预测模型的预测结果进行智能赋权，有效提升需求预测模型的精度。

需求预测结果拆分：将标包维度的金额预测结果与历史物料占标包金额比例综合考虑，计算出物料维度的需求预测结果。将标包/物料维度的金额预测结果与市公司和地市公司的历史标包/物料金额占比综合考虑，计算出市公司和地市公司维度的标包/物料预测结果。

4.2. 分析偏差，模型修正

通过对比分析需求预测结果与实际出库数据，统计计算预测偏差进行准确率分析。依据预测偏差指标与置信度等级的对应关系，将需求预测结果进行落地应用。

预测偏差 = (预测出库金额 - 实际出库金额)/实际出库金额，将预测偏差结果划分四档：

1) 预测偏差 $\leq 20\%$ ，置信度等级 I 级：

针对置信度等级 I 级的物资，结合批次需求覆盖范围和剩余框架协议份额，采用需求预测模型计算结果，通过量价转换后直接制定协议库存采购计划；

2) $20\% < \text{预测偏差} \leq 40\%$ ，置信度等级 II 级； $40\% < \text{预测偏差} \leq 80\%$ ，置信度等级 III 级。

针对置信度等级 2 级与 3 级的物资，结合批次需求覆盖范围和剩余框架协议份额，采用需求预测模型计算结果与需求提报相结合的方式，通过量价转换后，共同制定协议库存采购计划；

3) IV 级：预测偏差 $> 80\%$ ；

针对可信度等级 4 级的物资，则直接采用人工提报方式，通过量价转换后，制定协议库存采购计划。

5. 计算份额，确定采购

在配网协议库存预测的基础上，结合批次管理、协议库存目录，有效实现批次采购计划的工作开展。

1) 招标批次覆盖周期的确认

协议库存采购的招标批次是对系统需要计算协议采购结果的批次进行管理，主要涉及协议采购招标启动时间与需求覆盖起始点，包括采购批次、招投标周期、采购预计生效时间、需求覆盖时间等信息。

2) 协议库存目录范围设定

基于不同物资类别的采购实施模式、采购方式以及是否价格联动等采购策略，明确不同物资类别的协议库存目录清单范围，包括物资标包、物资编码、扩展描述、技术 ID、是否纳入招标范围、物资类别下招标的上限与下限金额等信息，为采购方案提供数据支撑。

3) 批次采购计划

基于需求预测结果的基础上，结合协议库存采购批次掌握采购覆盖时间的需求，进一步通过判断供应资源的情况，包括框架协议预计剩余份额、在途库存数量以及仓库预计剩余等，计算不同批次不同物资类别下的批次采购计划的数量和金额，展示物资标包、物料编码、物料描述、协议起始、结束时间、框架协议最低、最高金额满足需求的起始和结束时间等信息。其中，

采购计划 = 需求预测 - 框架协议剩余份额 - 中心库剩余库存 - 在途库存 - 工厂寄售库存。

6. 供应计划的主要做法与路径

月度供应计划通过收集历史出库等业务数据，进行数据准确性分析，对出库数据在标包维度按月汇总，对汇总数据进行特性分析和模型择优。采用自下而上的预测方法进行月度需求滚动预测，结合当前实际库存，计算月度供应计划。

强化需求预测引领，推进需求预测在物资供应计划的运用，在设计需求预测模式的过程中，充分考虑省公司与地市局储检配业务需求，建立部门间的协同机制，增强各业务间的互通性和数据的可用性，以主动需求积极响应物资供应，实现供应链上各环节间的协作共赢。

充分利用上述数据清洗规则，结合自下而上的预测模型，按月度进行物料编码 + 技术规范 ID 维度的未来 3 个月滚动需求预测。同时，综合考虑不同物资品类不同的影响因素，分别进行影响因子设置与分析。以水泥杆为例，影响因素有：政策、停电计划、区域(地理影响)、供应商等。

以水泥杆、变压器、电力电缆三大类 39 个物料为例，根据历史数据，采用自下而上的预测模型，计

算未来 3 个月的月度需求数量。通过滚动需求预测预测结果结合实物库存(地市局实际库存汇总), 计算得出实际供应需求计划。同时, 将每个月的月度供应需求预测结果定期(每月 10 号)发布给供应部, 有效替代由地市公司每月提报的储备计划的做法, 并将供应计划结合储备定额 + 自动补库的形式来推进每个月的月度储配, 实现系统自动补库的预期目标。

7. 实践成效与结论

1) 迭代升级电力物资需求预测算法模型库

在以往物资需求预测研究的基础上, 需求预测准确率有较大提升, 主要体现在数据建模与算法工程化方面, 拓宽传统时间序列算法建模, 纳入了更多高效率且能参数自动寻优的模型, 包括 Prophet、Auto-Arima、TBATS 等, 有效提升算法模型库的运算能力和数据适用性。

2) 助力物资采购计划与供应计划实现“云”决策

在系统操作层面, 综合考虑协议库存剩余份额、剩余在途与在库库存, 形成招标采购计划提报与供应计划的“一站式”线上化的作业方式, 将决策与指令进行“云”部署打通, 实现线上决策支持。

3) 落地应用预测成果到采购计划与供应计划决策

在需求预测应用层面, 建立物资计划管理与后端供应的协同管控机制, 实现利用物资需求计划的精准计算年度需求计划与滚动月需求预测, 支撑批次采购计划提报、检储配与供应计划的执行, 有效利用科学的需求预测模式提升全供应链环节的质效。

参考文献

- [1] 韩庆田. 物资需求预测模型与应用研究[J]. 价值工程, 2013(21): 28-29.
- [2] 刘能铸, 陈景江, 刘开善, 等. 重庆天然气需求的指数平滑法预测研究[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2009, 31(1): 24-26.
- [3] 韩君, 梁亚民. 趋势外推与 ARMA 组合的能源需求预测模型[J]. 兰州商学院学报, 2005, 21(6): 92-95.