

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.02.020

灰色预测在电网企业物资需求预测中的应用

张雨晴^{1,2}

1. 国家电网重庆市电力公司市北供电分公司, 重庆 400025; 2. 国家电网重庆市电力公司营销服务中心, 重庆 400025

摘要: 为进一步提高采购精确性、压减采购成本, 利用大数据分析建立分级分类的需求预测模型是拓展电网企业物资需求预测管理的必经之路。本文基于国家电网重庆市电力公司 2014—2017 年的采购数据为研究样本, 以技术标准统一、年度需求变化相对稳定的农网低压配电箱为例, 采用灰色 GM(1, 1)模型对 2018 年采购规模进行预测。通过深入分析农网低压配电箱近 5 年来的实际需求变化规律, 不断迭代修正模型影响因子, 持续优化预测模型, 确定最适模型, 将预测值与 2018 年农网低压配电箱实际消耗值比对, 偏差率低于 10%。灰色预测方法可以为电网企业未来物资采购提供必要的参考, 能有效提升电网物资采购管理效率。

关键词: 协议库存; 需求预测; 灰色预测; GM(1, 1)模型; 农网低压配电箱

中图分类号: TP274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2021)02-0154-06

改革开放以来, 电力行业是推动我国经济高速发展的重要支柱。随着我国经济体量不断扩大, 人民生活质量普遍提高, 电力供应的需求也在日益增长。与此同时, 传统电力设备老化, 以及技术更新换代引发的新老设备更替和电网改造, 导致新型电力系统设备需求日益增大^[1]。国家电网作为国民经济发展的支柱产业, 企业在各年度的投资项目和物资需求会随着国家经济和产业政策布局的变化而不断进行调整, 加之电力物资需求还会受到企业综合计划、项目投资变化、工程进度、市场需求变化等诸多因素影响, 使得物资需求预测及采购成为物资采购部门工作的难点^[2]。

新一轮电力改革对国家电网的生产经营模式将产生重要影响, 精准预测电网物资需求, 提高采购准确性, 降低采购成本, 降低工程项目物资资金结余率是公司发展的必然趋势。在新形势下, 传统的电力物资采购需求预测方法已经不能适应企业的发展要求, 需要企业管理部门采用有效的措施进行改革和创新^[3-4]。近年来, 大数据和机器学习等技术方法在企业经营管理中的应用日益广泛。基于大数据的电网物资采购需求预测分析方法在结合企业年度投资项目需求分析的基础上, 强调对历史数据信息进行详细分析和充分挖掘, 从繁杂的数据中寻找有规律的信息, 应用项目储备、投资计划等信息生成采购需求计划储备库, 提升年度采购规模预测精准度, 为后续物资采购需求预测及管理提供可靠依据^[5]。

本文研究的实践价值在于: ① 将大数据分析理念引入电网物资采购需求的预测中, 采用灰色预测算法探索电网物资需求变化规律, 有效提升电网物资采购管理效率; ② 通过建立分析预测模型, 可以解决因采购金额与实际需求偏差过大导致工程物资出现“断档”或“滞缓”的局面, 实现物资成本精益化管控; ③ 结合

标准物料在科研阶段落实项目储备，实现项目的精准投资，进一步提高企业的投资效益。

1 电网物资采购基本情况分析

1.1 投资项目实际物资需求变动规律分析

国家电网重庆分公司投资主要分布为大修、供电分离、基建、技改、居配、农网、配网、营销、应急、运维及成本等项目。图 1 报告了 2014—2018 年期间各类主要投资项目实际物资需求，可以发现大部分投资项目在不同年度的实际物资需求波动呈现出不同的规律。如图 1 所示，2014 年居配项目实际物资需求为 7.85 亿元，2015 年增长至 28.04 亿元，增长幅度超过 400%，但 2016 年却降至 4.22 亿元，甚至还低于 2014 年的实际需求金额。与此同时，配网项目却在 2015 年之后呈现出逐年递增的趋势，2018 年的实际物资需求已超过 15 亿元。上述数据分析结果表明，实际物资需求在不同年度呈现出巨大的波动，且不同类别投资项目波动并不一致，使得依靠需求单位(部门)工作经验进行主观预测的方法，已不能满足新形势下各投资项目对实际物资的需求。

1.2 投资项目物资需求分析

国家电网重庆分公司每年投资项目物资需求品类多达 70 种以上，如果进一步按产品明细分类核算，数量则多达 300 种以上。图 2 是选取了部分物资品类在 2014—2018 年间的的需求情况，分别报告了这部分物资品类需求数量在 2014—2018 年间的最大值、最小值和平均值。从图 2 可以发现，电能表在样本观测期间的的需求数量波动幅度非常大，最大值为 61 200 万元，而最小值只有 222 万元，最大值比最小值高出近 300 倍；10 千伏互感器、控制电缆和低压电流互感器等物资在样本观测期间平均值、最大值和最小值均非常接近，表明这类物资在不同年度的实际需求数量较为稳定，降低了物资需求预测的难度。但是，类似于电能表波动幅度的物资品类，由于不同年度对物资的实际需求数量差异巨大，导致仅依靠历史数据或工作经验对下一年度的实际物资需求进行预测非常困难。

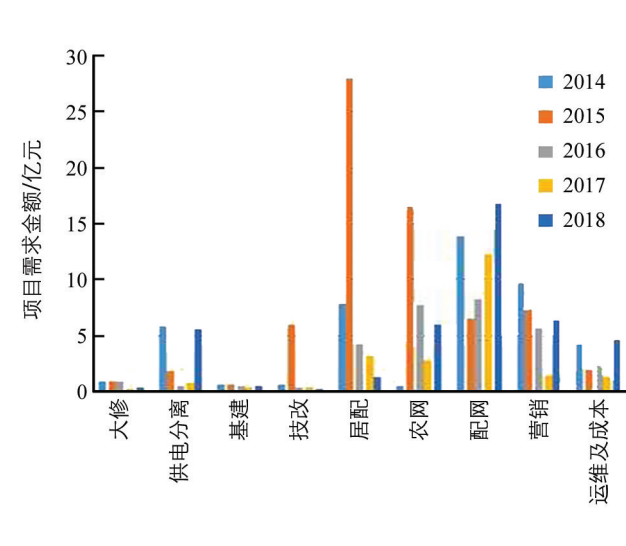


图 1 投资项目物资需求金额

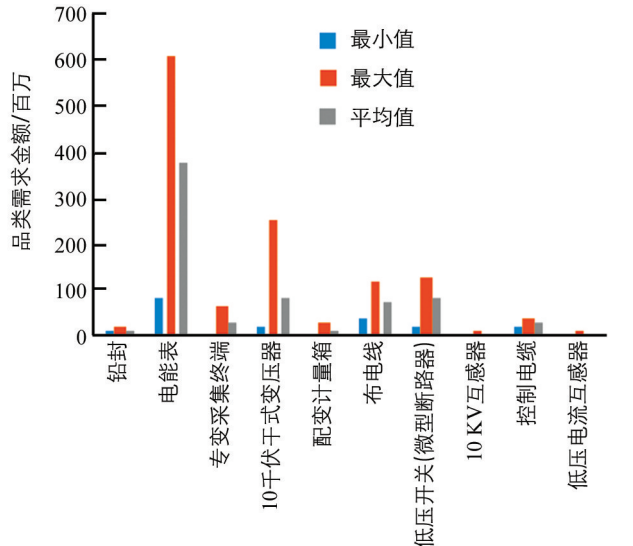


图 2 电网物资需求波动幅度

1.3 物资需求预测偏差分析

为提高物资采购效率，实现物资成本精益化管控，保障投资项目的顺利进行，国家电网重庆分公司非常重视物资采购品类及数量的预测工作。但是，由于国家电网在各年度投资项目和物资需求会随着国家经济和产业政策布局的变化而不断进行调整，同时电力物资需求还会受到企业综合计划、项目投资变化、工程进度、市场需求变化等诸多因素影响，使得物资需求预测及采购成为困扰物资采购部门相关工

作的难题. 表 1 报告了所有物资品类中偏差率【(实际使用-预测金额)/预测金额】位居前 10 的物资品类, 可以发现集线器和柱上变台模块的偏差率均大于 10, 但从绝对值来看差异并不大; 所以表 2 补充分析了所有物资按偏差金额【实际使用-预测金额】位居前 10 物资品类, 可以发现电能表、锥形水泥杆、架空绝缘线、10 千伏铁附件和低压电力电缆的实际使用金额与预测值之间的差额均高达亿元以上. 上述数据表明, 在现阶段物资采购工作中投资项目实际所需的物资金额与预测值存在较大偏差是一种较为普遍的现象, 导致在实际工作中, 往往存在有些物资经常出现“断档”或“滞缓”的情况, 同时还存在部分物资出现大量结余, 无人使用的问题.

表 1 2018 年预测偏差率前 10 的物资品类

物资品类	实际使用/万元	预测金额/万元	偏差率/%
集线器	3.55	0.22	14.89
柱上变台模块	215.60	17.17	11.56
装配式复合电缆支架	483.14	66.19	6.30
10 千伏柱上无功补偿成套装置	79.31	16.89	3.69
高压脉冲电子防盗围栏	109.95	24.16	3.55
变电站用钢芯铝绞线	291.92	68.02	3.29
电能表	48 148.70	14 080.43	2.42
低压调压器	387.54	115.60	2.35
剩余电流动作保护器(带箱体)	1 154.24	348.53	2.31
呼吸器, 正压式空气	18.57	5.75	2.23

表 2 2018 年偏差金额前 10 的物资品类

万元

物资品类	实际使用	预测金额	偏差金额
电能表	48 148.70	14 080.43	34 068.27
锥形水泥杆	55 527.55	27 077.24	28 450.31
架空绝缘线	39 458.97	17 591.05	21 867.92
10 千伏铁附件	24 526.75	9 880.557	14 646.19
低压电力电缆	29 010.61	17 765.67	11 244.94
10 千伏箱式变电站	14 778.19	8 607.919	6 170.27
10 千伏非晶合金变压器	7 729.61	2 496.24	5 233.37
10 千伏及以下配电绝缘子	6 786.03	2 454.645	4 331.39
低压开关(微型断路器)	6 595.68	2 300.831	4 294.85
电缆保护管(CPVC)	6 431.21	2 178.069	4 253.14

2 物资需求预测——以农网低压配电箱为例

国家电网重庆分公司物资采购数据只覆盖 2014—2018 年, 即只有 5 个观测值. 由于历史数据匮乏, 且物资实际需求容易受到外部随机事件的影响, 使得时序预测模型对物资采购量估算存在一定的困难. 因此, 本文选取农网低压配电箱这一物资为例, 利用灰色预测方法进行预测.

2.1 灰色预测方法及模型设定

灰色预测是对既含有已知信息, 又含有不确定信息的系统进行预测, 针对数据在一定范围内变化的、与时间有关的灰色过程进行预测^[6-8]. 该方法主要用于数据变动没有明显的趋势, 即在数据观测期间, 数据

变化趋势和变化方向具有不可预测的特点，与电网企业历史需求数据并无显著趋势的特点较为接近^[9-10]。灰色预测通过鉴别系统因素之间发展趋势的相异程度进行关联分析，并对原始数据进行生成处理来寻找系统变动规律，生成有较强规律性的数据序列，然后建立相应的微分方程模型，从而预测事物未来发展趋势的状况^[11]。在实际预测时，我们使用灰色预测的 GM(1, 1)模型，其步骤及方法如下：

第 1 步，选择时间序列数据 $Y^{(0)}$ ，

$$Y^{(0)} = \{Y^{(0)}(1), Y^{(0)}(2), \dots, Y^{(0)}(N)\}$$

式(1)中的 Y 为各年度历史数据。

第 2 步，对时间序列数据做一次累加生成 $Y^{(1)}$ ，

$$Y^{(1)} = \{Y^{(1)}(1), Y^{(1)}(2), \dots, Y^{(1)}(N)\}$$

在上述时间序列数据中

$$Y^{(1)}(k) = Y^{(1)}(k - 1) + Y^{(0)}(k), Y^{(1)}(1) = Y^{(0)}(1) \tag{1}$$

第 3 步，构造累加矩阵 B 和常数向量 X

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(Y^{(1)}(1) + Y^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(Y^{(1)}(2) + Y^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(Y^{(1)}(N - 1) + Y^{(1)}(N)) & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$X = (Y^{(0)}(2), Y^{(0)}(3), \dots, Y^{(0)}(N))^T \tag{3}$$

式(2)和式(3)中， B, X 都是关于 Y 的矩阵， α, μ 是用最小二乘法求出的模型中的 2 个参数。

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \mu \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T X \tag{4}$$

第 4 步，将得到的参数代入微分方程并求解，可以得到一次累加序列的预测模型

$$Y^{(1)}(t + 1) = (Y^{(0)}(1) - \frac{\mu}{\alpha})e^{-\alpha t} + \frac{\mu}{\alpha} \tag{5}$$

第 5 步，进行还原得到原始时间序列数据的预测值

$$Y^{(1)}(t + 1) = Y^{(0)}(t + 1) + Y^{(1)}(t) \tag{6}$$

2.2 模型测算及结果分析

国家电网重庆分公司于 2014 年才建立物资实际需求数据库。因此，本文只选取 2014—2017 年的数据作为研究样本：① 将农网低压配电箱 2014—2017 年的实际需求数据作为历史数据；② 结合历史数据采用灰色预测法对农网低压配电箱 2018 年的需求量进行预测。2014—2017 年，农网低压配电箱的实际需求分别为 394 个、7 269 个、3 954 个、1 723 个。根据上述数据可以发现，农网低压配电箱在不同年度的实际需求毫无规律可循，即数据并无趋势特征，按照灰色预测模型，时间序列数据为

$$Y^{(0)} = \{394, 7269, 3954, 1723\}$$

大括号中的数据两两累加生成 $Y^{(1)}$

$$Y^{(1)} = \{394, 7\ 663, 11\ 617, 13\ 340\}$$

计算得到矩阵 B

$$B = \begin{bmatrix} -4\ 028 & 1 \\ -9\ 640 & 1 \\ -12\ 478 & 1 \end{bmatrix}$$

矩阵 X 为

$$X = \begin{bmatrix} 7 & 269 \\ 3 & 954 \\ 1 & 723 \end{bmatrix}$$

计算得到 2 个参数： $\alpha=0.647\ 1$ ， $\mu=9\ 955$ ，并在此基础上得到

$$Y^{(2)} = \{394, 7\ 536.09, 11\ 275.29, 13\ 232.93, 14\ 257.84\}$$

最后，计算不同年度的预测值分别为

$$S = \{394, 7\ 142.09, 3\ 739.20, 1\ 957.63, 1\ 024.91\}$$

S 为预测值，根据预测结果可知，2018 年的预测值为 1 024.91。

3 结 语

在新一轮电力改革的背景下，提高电网物资需求预测精确度，降低工程项目物资资金结余率是国家电网物资采购的必然趋势。本文结合电力行业及投资项目需求的特点，选取农网低压配电箱作为研究对象，运用灰色预测方法构建模型，重点考察 2018 年农网配电箱的实际需求与预测值之间的误差，以检验模型预测的准确度。本文研究方法及使用的预测模型能够大幅提高现有条件下物资采购预测的精确程度，对降低工程项目物资资金结余具有重要的参考价值。

本文仍存在以下研究局限：① 在模型实际预测中我们仅使用了 2014—2017 年的数据。由于数据年限较短，会对预测的精确度造成一定的影响，未来随着数据累计量的增加，预测效果可能会更为理想。② 现有预测方法及模型设计并未考虑电力行业设备更新和技术改造的周期性。传统电力设备的老化，以及技术更新换代而引发的新老设备更替和电网改造具有一定的周期性，在现有数据结构下，我们还无法有效观察到投资项目的周期性变动，随着时间的推移，将周期性变动加入预测模型在一定程度上可以改善模型的预测效果。③ 电力行业的特殊性导致各类投资项目缺少标准化的物资需求。由于电网项目投资不仅需要关注经济社会发展对电力的需求，还需要考虑电网项目施工过程中可能面临的困难，特别是不同地形条件对项目施工进度和物资需求数量存在巨大差异，导致在项目施工前没办法准确预测物资的可能需求量。在综合考虑城市特征、地形地貌和投资项目类型的基础上，如果能将电网施工项目所在地或投资项目类型设定标准化的成本物资需求，那么对项目实际物资的需求预测精度将会得到进一步提升。

参考文献：

[1] 毕子健, 王翎颖. 电网物资需求预测方法研究 [J]. 华北电力技术, 2015(10): 26-30.

[2] 孙 莉. 基于现代物流供应链下的电网物资管理问题分析与对策 [J]. 现代经济信息, 2019(8): 356.

[3] 邹治洁. 基于大数据技术的配电网物资需求计划预测及管控研究 [J]. 技术与市场, 2019, 26(10): 197-198.

[4] 丁红卫, 王文果, 万 良, 等. 基于 BP 神经网络的电网物资需求预测研究 [J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(6): 138-142.

[5] 郭献作. 采购管理与信息化采购方法的研究 [J]. 科技视界, 2017(36): 169, 159.

[6] 杜剑韬. 城际高速铁路经济效益的测度与评价——基于灰色预测模型的实证分析 [J]. 经济师, 2020(5): 67-68, 70.

[7] 李 想, 汪立新, 沈 强. 基于改进 GM(1, 1)模型的激光陀螺仪随机误差预测 [J]. 光学学报, 2020, 40(12): 42-49.

[8] 沈栩竹, 刘 聪, 何 猛, 等. 基于灰色 GM(1, 1)模型的云南进出口贸易总额预测 [J]. 价值工程, 2019, 38(24): 31-32.

[9] DING S, HIPEL K W, DANG Y G. Forecasting China's Electricity Consumption Using a New Grey Prediction Model [J]. Energy, 2018(4): 473-480.

[10] 吴文泽, 张 涛. GM(1, 1)模型的改进及应用 [J]. 统计与决策, 2019(9): 15-18.
[11] 杨孝良, 周 猛, 曾 波. 灰色预测模型背景值构造的新方法 [J]. 统计与决策, 2018(19): 14-18.

The Implementation of Grey Prediction in the Field of Procurement Forecasting in the Electrical Corporation

ZHANG Yu-qing^{1,2}

- 1. Power State Co. Chongqing Shibeil Supply Branch, Chongqing 400025, China;
- 2. Power State Co. Chongqing Branch Marketing Service Center, Chongqing 400025, China

Abstract: To increase purchasing accuracy and reduce the cost, it is essential for electrical enterprises utilizing big data analysis to build classified demand forecasting models. On the basis of Chongqing power branch's purchasing data from 2014-2017, the low-voltage distribution box was adopted as the Grey prediction research sample due to its unified technological criterion and comparatively stable demand variation. Through analyzing the distribution box consumption variation during the recent 5 years, iteratively refining the impact factors and optimizing the forecasting model, the most suitable model was built by which, the deviation between forecasting demand value from the real one in 2018 is lower than 10%. It is proved that by the means of grey prediction, electrical enterprises was provided with the important reference to future procurement demand forecasting management, which could profoundly increase electrical enterprise procuring manageable efficiency.

Key words: framework agreement; demand forecasting; grey prediction; GM(1, 1) Model; low-voltage distribution box for rural power grid

责任编辑 夏 娟