

计量资产全寿命周期质量管理中的大数据分析应用

徐 晴

(江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏 南京 210036)

摘 要: 在计量资产全寿命周期的质量管理体系全过程中, 采用大数据分析的理念和方法, 对使用的业务应用系统中的不同大数据源进行状态分析、质量分析, 并建立数学模型, 开展计量资产的寿命分析、评估与预测。

关键词: 大数据; 数学模型; 状态分析; 质量分析; 寿命预测

0 引言

随着社会经济飞速发展以及人民生活水平的日益提高, 对智能用电的需求越来越迫切, 国网公司从“四个服务”的企业宗旨和内部管理需求出发, 在“十二五”期间全面推进智能电能表的应用和用电信息采集系统建设。营销业务全方位创新管理模式, 优化业务流程。2013 年公司提出深入实施计量资产全寿命周期管理, 实现资产管理方式由分散粗放向集约精益的根本性转变。如何将计量资产全寿命周期管理 (Life Cycle Management) 中产生的数据或信息, 加以有效的分析应用, 全面提升精益化管理水平, 给我们提出了新的课题。

1 计量资产全寿命周期管理体系与评价体系的构建

1.1 管理体系构架

经过多年的探索实践, 公司逐步建立了较为成熟的计量资产全寿命周期管理体系, 其管理的主要对象为电能表、采集终端、低压电流互感器。将计量资产的全寿命周期界定和划分为 8 个关键环节 (见图 1) 进行质量管控, 有采购到货、设备验收、检定检测、仓储配送、设备安装、设备运行、设备拆除、资产报废。以省级计量中心生产调度平台 (MDS) 为管理载体和展示手段, 集成营销业务应用系统(SG186)、用电信息采集系统等多个信息系统中计量资产的海量数据和信息, 通过科学的统计分析, 对计量资产生命环节的各种特征进行状态分析、质量分析, 实现对计量业务流程的在线监控和全过程质量管控。

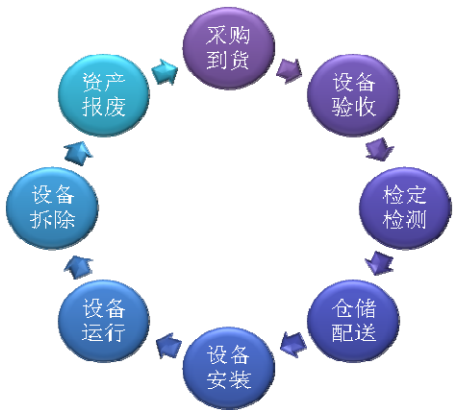


图 1 计量资产全寿命管理环节

计量资产全寿命周期管理体系是以 8 个关键环节 (见图 1) 的分析管控为横轴, 以管理提升为目标的各环节管理策略为纵轴的二维管理体系 (见图 2)。经过多年的探索和实践, 逐步形成计量资产管理工作的五大管理策略: 招标采购策略、质量管理策略、库存控制策略、资产维护策略、资产更新策略, 指导计量业务的实际开展。

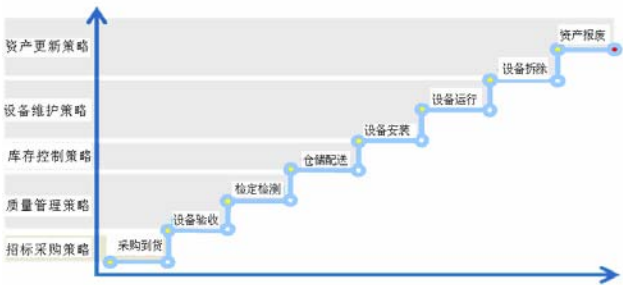


图 2 计量资产全寿命周期管理体系

1.2 评价体系构架

整个管理体系的运行成效需要一个科学的评价体系来持续改进。评价体系 (见图 3) 主要针对计量资产全寿命周期管理, 建立精益化的数学模型、

全面量化的指标体系、标准化的评估流程，实现计量资产全寿命周期的状态分析、质量分析、寿命评估、风险预测、管理评价，并针对全寿命周期管理中存在的问题提出改进建议，全面提高计量资产精益化管理水平。



图 3 计量资产全寿命周期管理评价体系

评价体系建立在对计量资产各生命环节状态分析的基础上，构建可量化的质量评价指标体系，分别从资产属性和管理属性两个角度将指标进行属性分类，开展质量分析，构建计量资产寿命分析模型和风险评估模型，分别支撑计量资产寿命评估和管理评价，最终形成指导计量资产管理工作的管理策略。

2 全寿命周期质量管理中的大数据及其特点

计量资产的全寿命周期管理涵盖了招标采购、到货管理、设备验收、计量检定、质量检测、仓储管理、配送管理、安装、运行、拆除、轮换、报废等环节。资产在不同环节的数据来自不同的信息系统，包括省级计量中心生产调度平台、营销业务应用系统、用电信息采集系统。MDS 主要是省级计量中心集中检定配送业务的应用系统，特别是检定环节，每天经过检定的计量器具数以万计，数据量达到百万甚至千万级；用电信息采集系统每 15min 采集一次用电数据，数据传输和接收的速度非常快；SG186 中涉及的计量资产的信息有结构化的数据，有文档、视频、照片等非结构化的数据，甚至还有很多表格等半结构化甚至是多结构化的数据。这些大数据源产生的数据具备容量大、结构多样、产生速度快，属性复杂的特征。针对计量资产全寿命周期过程中产生的“大数据”，进行有目标的搜集、甄别、提取、转换、分类、加载，才能将无序的海量数据转换成有价值的信息，帮助我们开展业务分析，找到提升管理效率的关键点。

3 计量资产八大环节的状态分析

在分析计量资产状态信息时，应用 ETL 流程方法，对反映各环节状态的数据进行搜集、整理和展示。将计量资产的所有原始大数据流从不同的数据源中进行提取（Extract），通过流程分析、质量筛选，过滤并清洗掉一些垃圾数据和偏离目标的数据。在处理非结构化或多结构化数据时，创造性地寻求合适的处理方式，将其转换成可用于分析和报表过程的结构化数据。将提取的有效数据经过聚合、函数、组合等转换（Transform），并加以业务解析，形成同一属性的数据集，成为可以使用的数据。这些筛选过的可用数据被加载（Load）和还原到原有的 8 个关键环节的业务流中，进行目标性分析，成为有效的价值信息。

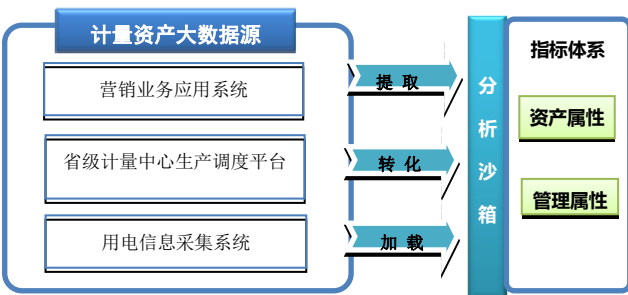


图 4 状态分析

4 遵循“G R E A T”原则的质量分析

我们借助“分析沙箱”这个有效的数据分析工具，将 8 个关键环节的有效价值数据作为 8 个数据资源组分别进行数据探索、流程分析。我们的目标是构建完整的计量资产全寿命周期质量评价指标体系（见表 1），核心是质量管理，而非成本管理。因此我们将经过 ETL 流程后的信息，形成两个不同的分析数据集（ADS），资产属性类和管理属性类，分别进行分析应用。管理属性指标用来评价计量资产全寿命周期运营管理水平，帮助管理者识别影响运营管理水平的关键因素；资产属性指标反映的是计量资产自身的质量水平，帮助管理者正确识别影响计量资产质量的关键环节与重要质量影响因素。

大数据分析的前提是要将各类数据进行标准化。为了避免数据之间因不同量纲对计算精度的影响、不同属性对分析判断的影响，需要对表 1 中的数据进行标准化处理，使所有数据能够进行统一的计算分析。

表 1 批次计量资产全寿命周期质量评价指标体系

目标层 A	准则层 B	指标层 C	
		资产属性	管理属性
计量资产全寿命周期质量评价 A	采购到货 B ₁	生产前全性能试验合格率 C ₁	需求计划准确率
		生产前样品比对合格率 C ₂	需求计划完成率
			合同执行率
			合同违约率
			合同终止率
			到货率
			及时供货率
			延迟供货率
	设备验收 B ₂	供货前样品比对合格率 C ₃	供货前全性能试验检测率
		供货前全性能试验合格率 C ₄	到货后抽检试验检测率
		到货后样品比对合格率 C ₅	应退换货占比
		到货后抽检试验合格率 C ₆	重新到货及时率
	检定检测 B ₃	全检验收合格率 C ₇	检定完成率
		电能表复检合格率(库存) C ₈	电能表集中检定率
		检定检测故障类型占比 C ₉	电能表检定效率
			全检验准确率
	仓储配送 B ₄	新品库龄 C ₁₀	各级库房库存周转率
		一级库龄 C ₁₁	各时间段库龄设备占比
		二级库龄 C ₁₂	配送时长
		三级库龄 C ₁₃	配送计划完成率
	设备安装 B ₅	配送故障率 C ₁₄	
		安装过程中智能电能表故障率 C ₁₅	全口径低压用户用电信息采集覆盖率
		安装过程中智能电能表质量故障类型占比 C ₁₆	直供直管低压用户用电信息采集覆盖率
			全口径专变用户用电信息采集覆盖率
			直供直管专变用户用电信息采集覆盖率
			全口径用户智能电能表应用率
			直供直管用户智能电能表应用率
	设备运行 B ₆	(质量因素)故障类型占比 C ₁₇	低压用户一次采集成功率
		运行表临检不合格率 C ₁₈	低压用户日采集成功率
		运行表抽检合格率 C ₁₉	专变用户一次采集成功率
		运行表故障率 C ₂₀	专变用户日采集成功率
		现场校验合格率 C ₂₁	远程费控正确率
		监督抽检合格率 C ₂₂	自动抄表率
		(实际运行)表龄 C ₂₃	低压用户自动抄表核算率
			专变用户自动抄表核算率
	设备拆除 B ₇	自动抄表核算电量比率	
			计量承诺兑现率
			质量监督信息报表报送及时率
		拆除计量资产检定合格率 C ₂₄	拆除计划延迟率
	设备报废 B ₈	拆除原因类型占比 C ₂₅	计量资产拆除完成率
			拆除消耗资源率
			拆回再利用率
			拆回再利用资源消耗率
	设备报废 B ₈	质量因素导致计量资产报废率 C ₂₆	报废计划完成率
		质量因素导致报废的原因类型占比 C ₂₇	报废计量资产丢失率
			计量资产轮换率
			报废再利用率

开展“大数据”的分析应遵循“G·R·E·A·T”原则。以业务需求为导向（Guided），每一个指标的选择，分析的每一个步骤都围绕“资产质量”开展；其次，所有的分析都与“质量”相关联（Relevant）；所有的分析都是可解释的（Explainable），分析结果能够以决策者可理解并接受的方式呈现出来；分析是可行的（Actionable），它提供的操作步骤是可以被执行的；分析结果需要及时提交（Timely），一个迟到的分析是无效的。

在整个质量分析过程中，针对质量评价指标体系中资产属性的 ADS，采用层次分析法构建计量资产质量分析模型，对计量资产在全寿命周期 8 个环节的质量水平进行评价，并根据评价结果对影响计量资产质量的关键因素、关键环节进行正确识别，为管理者提供决策依据。

5 基于大数据分析的资产寿命评估与预测

5.1 寿命分析

通过梳理营 SG186 和 MDS 中有关故障分类信息，从计量资产的内因和外因两个角度，将影响计量资产寿命的主要因素分为两类 ADS：质量因素和非质量因素。质量因素是计量资产自身的质量问题，可依靠技术管控提高；非质量因素主要是造成影响计量资产寿命的外部因素，包括用户变动因素、外部因素、政策变动因素及运行环境等。采用统计分析方法，对计量资产表龄（指运行计量资产从新品入库开始到目前为止的存续时间）、库龄（指计量资产在安装运行前的存放时间）的现状进行分析，对影响计量资产寿命的因素进行分析，找到寿命折损的因素。

5.2 建模与寿命预测

依据寿命分析结果，建立数学模型，计算出计量资产寿命的标杆值（指综合考虑影响计量资产寿命的各因素所占比重和对寿命的影响程度得出的计量资产寿命参考值）；运用主成分分析、多元线性回归、逻辑回归等方法建立计量资产寿命预测模型，并对计量资产寿命做出预测；将预测值与标杆值进行比对，构建寿命评价模型，对计量资产的等级状况做出评价，并找出导致计量资产寿命折损的主要原因。

在模型构建策略上采用组合建模方法。每种建模方法都各有利弊，通过集合各模型特点，可以平

衡掉每个模型各自的缺陷,使得预测更为准确。

5.3 样本的选取与“大数据”分析

在对计量资产分析过程中,我们选取了系统可以获取的所有数据作为样本。“大数据”带给我们巨大的样本规模,样本规模越大,误差越小,分析结果越接近真实。对计量资产质量关键影响因素的提取、运行中的计量资产剩余寿命的测度,以及对计量资产寿命等级状况的评估,都需要基于运行中和已退出运行的智能电能表等计量资产的各项检测结果、用户使用、运行环境、政策异动等因素,挖掘“大数据”中蕴含的质量演化规律、剩余寿命影响因素与寿命间的关联关系以及资产寿命与资产品级状况的变化规律,使得我们获得的预测结果更为精准。

5.4 寿命评估

将计量资产寿命预测值与资产寿命标称值进行比对,获得该资产的健康等级。进一步对存在问题的资产进行分析,可钻取出导致该资产寿命折损的原因,处于不同生命环节、不同等级状态的计量资产会获得不同的风险预警或不同的质量管控措施,为管理者提供可执行的管理策略。

6 大数据分析结果的可视化展示

大数据的分析结果需要通过更为形象和直观的表达方式向管理者准确地传达信息。单一地通过数字无法让管理者迅速理解和接受。我们可以借用一些可视化的工具来表达质量分析的结果,如 SWOT 分析图、蛛网图、雷达图、决策树等。可视化工具的使用是为了让一个分析结果更简单明了地让管理者理解,而不是通过花哨的图形混乱表达者的真实意图。

7 展望

目前计量资产的管理对象只覆盖了电能表、互

感器、采集终端等主要的计量器具。国家电网公司“三集五大”体系改革后,计量业务的省级集中使得省级计量中心以“自动化检定、智能化仓储”为目标,稳步推进“四线一库”建设,迫切需要将计量资产的管理拓展到检定检测设备、四线一库设备;结合营销业务精益化管理的要求,计量资产的全寿命周期管理逐渐延伸到铅封、低压计量箱、周转箱等其他配套资产。

与此同时,营销自动化的发展将这些计量资产纳入信息化管理,数据的获得和使用更为全面,“大数据”的分析应用更为便捷、有效。目前我们推广的用电信息采集系统,通过用户用电“大数据”的分析,可以帮助用户彻底改变不良的用电习惯,采用更为节约的用电方式,可以帮助公司转变抄表方式,提高服务质量。

我们已经来到一个“大数据”时代,充分地应用营销“大数据”的分析,可以帮助我们改变现有的管理模式、工作流程、作业细节,使我们的资源使用更为集约,业务流程更为简约,管理成效更为显著。

参考文献:

- [1] Viktor Mayer-Schönberger, Kenneth Cukier. 盛杨燕,周涛(译). 大数据时代:生活、工作与思维的大变革[M].杭州:浙江人民出版社,2013.
- [2] 涂子沛.大数据:正在到来的数据革命[M].桂林:广西师范大学出版社,2012.
- [3] (美) Bill Franks. 黄海,车皓阳,王悦(译). 驾驭大数据[M].北京:人民邮电出版社,2013.

作者简介:

徐 晴(1973-),女,江苏南通人,硕士研究生,高级工程师,从事电力系统电能计量等工作与研究,Email: qing_xq@yahoo.com.cn.