

基于大数据分析的计量状态检测

霍政界

(常州供电公司, 常州市武进区府东路计量中心 213000)

摘 要: 鉴于现阶段的周期检验只能测量运行中的电能表实际负载误差的瞬时值, 无法跟踪计量装置的运行情况, 本文提出了基于大数据分析^[1]的“计量状态检测”方法。该方法依托用电信息采集系统, 充分运用并拓展高、低压计量在线监测功能, 改变原有计量检验检测方式, 主动发现计量装置在运行过程中的异常情况, 并根据状态检测的模型对计量装置进行综合评估, 合理安排现场检验周期, 有效提高了检验效率, 确保了计量装置在安全运行的前提下, 以最低成本进行最有效的“电能计量装置全寿命周期管理”。

关键词: 大数据分析; 状态检测; 在线监测; 用电信息采集。

0 引言

电能计量装置是电力生产、经营活动中唯一合法的电能计量器具, 其技术和管理水平的高低不仅事关电力事业的发展和电力企业的形象, 而且关系到营销贸易结算的准确、公正, 涉及广大电力客户和供电企业自身的利益。但随着电网建设规模的扩大, 计量装置数量相应幅度增加, 计量装置现场运行管理工作力度加大, 传统的周期检验已经不能满足企业及客户的需求。

而电力大数据的发展以及设备状态检修的成功经验^[1-3], 让计量装置检测找到了出路。借助于用电信息采集的普及应用, 通过对计量状态的评估, 实施一种科学的电能计量装置运行管理技术和管理手段, 使得其能克服周期检验的局限性^[4-5], 变周期检验为状态检测。能有助于运行全过程的状态监督, 有助于及时发现并处理异常情况, 更有助于动态调整现场周期检验的时间。

1 充分发挥在线监测功能

常州供电公司自 2014 年起就成立了在线监测工作小组, 每周发布计量在线监测异常用户, 并督促一线班组在规定时间内完成异常核查、故障处理、退补电量等一系列工作, 形成了闭环管理。计量在线监测缩短了计量故障处理时间, 为窃电行为和超容用电的及时发现、科学鉴定提供了技术支撑, 同时也改变常规工作模式, 实现自动化、智能化业务管理, 降低各种经营损失。

1.1 高压在线监测

对于装有负控装置用户, 每周五通过负控专业版中的深度分析模块, 导出电压和电流异常用户数据, 并对导出数据进行分析筛选后存放到网络共享的计量在线监测异常“2015 年高压在线监测分析”表, 填写发送日期, 并分解责任单位; 各责任单位通过共享 EXCEL 表自行查找异常用户进行核查处理并填报核查结果、异常具体情况、后续处理及退补电量电费情况。

1.2 低压在线监测

借助用电信息采集系统的计量在线监测功能对现场计量设备运行工况进行实时监测, 获取现场计量设备产生的异常事件信息, 通过对采集终端采集的电能表数据进行分析判断, 生成计量设备异常工况汇总信息, 通过对现场采集设备(指终端、集中器)运行工况进行实时监测, 获取和分析现场采集设备产生的异常事件信息, 通过对系统采集的用户电能数据进行比对分析, 对各类异常数据进行告警提示。计量设备异常包括: 数据无效、示数突变、反向示数异常、II III 象限示数异常, 电能表电压电流异常, 时钟异常, 电能表停走记录等。

1.3 在线监测处理流程

计量在线监测由工作小组中的专人负责, 每周召测分析后发布异常用户, 再由计量室检验检测班、装表班、农电工司以及县公司进行现场核查处理, 其中高压异常的由检验检测班现场查明原因后, 转到高压用检班及装表班进行后续处理。最后, 由工作小组核查是否在规定时间内完成处理流程, 处理完毕的进行归档, 未及时处理的进行督办, 若遇到无法处理等问题, 统一汇总上报。在线监测处理流

程如图 1 所示。

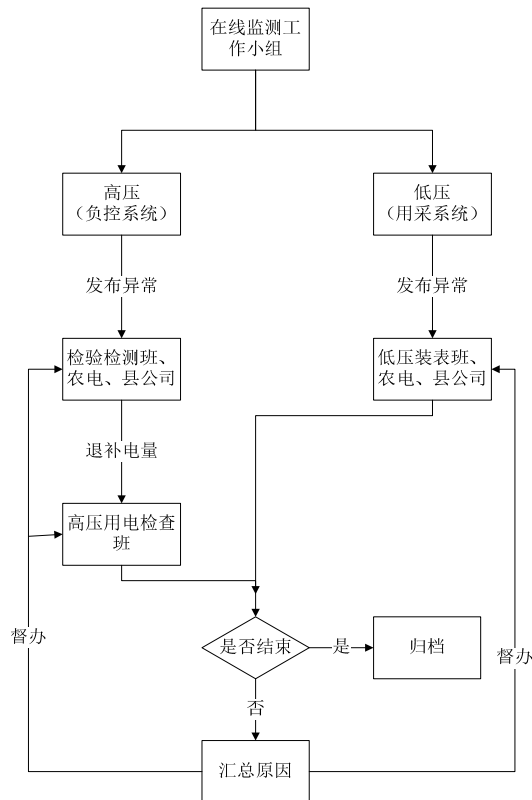


图 1 在线监测处理流程

2 确立计量状态检测模型

由于计量装置涉及到可靠性、运行环境、重要性等多重因素，因此，常州供电公司借鉴一次侧状态检修的经验，结合现场检验和在线监测数据，建立新型计量装置运行状态检测模型。该模型分为五个模块，它们分别是：实测误差、在线监测、家族缺陷、环境因素以及用电信誉。如图 2 所示。

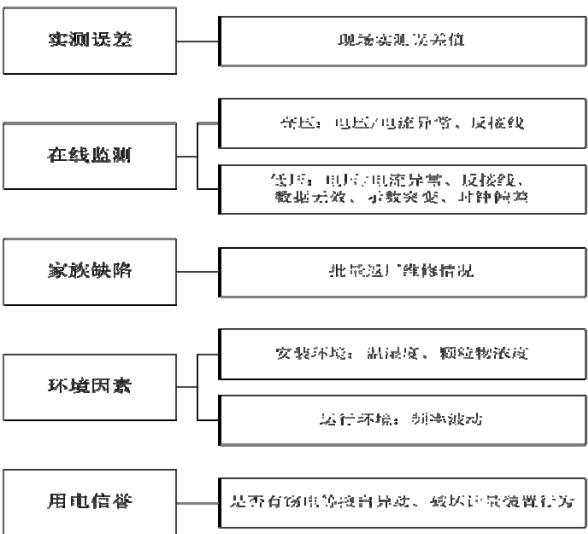


图 2 状态检测模型的五个模块

实测误差 实测误差是指检测人员携仪器在用户现场测得的实际误差值，它反映了电能表运行计量性能的好坏。

在线监测分为高、低压两部分，分别借助负控专业版中的深度分析模块和用电信息采集系统中的计量在线监测模块，实时追踪异常情况，它反映了电能表实时运行情况。

2.3 家族缺陷

家族缺陷是指同一品牌、同一型号电能表在实验室检定中出现批量返厂维修情况，它反映了运行电能表发生故障的隐患大小。

2.4 环境因素

环境因素是由安装环境以及电网运行环境两部分组成，其中安装环境又包括现场温度、湿度以及颗粒物浓度，运行环境是指频率的波动情况，它反映了运行电能表受外界影响的大小。

2.5 用电信誉

用电信誉是指近几年内用户发生的窃电等擅自异动、破坏计量装置的行为，它反映了运行电能表再次发生故障的潜在影响。

3 实施状态检测评分方法

以百分制对计量状态进行评分，满分为 100 分，表示计量装置处于最佳状态。0 分表示需要立即进行现场处理。每个模块根据相应的重要性设置权重。其中，实测误差与在线监测各占 30%，家族缺陷与运行环境各占 10%，其余 20% 为用电信誉。

3.1 实测误差

实测误差是现场检测电能表运行的误差值。评分介于 100%~0% 之间，100% 对应于运行误差远低于误差限值。检测评分参考表 1 按式（1）进行。

表 1 电能表检测评分参考

对象	状态量	评分方法
被评分电能表	实测误差	$T_i = \frac{\min(\frac{ \text{误差限值} - S_i }{ \text{误差限值} }, 50\%)}{50\%} \times 100\%$ <p>$T_i < 0$ 时, $T_i = 0$</p>

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \tag{1}$$

式中： n —选取最近 n 次检测评分。对于 I 类电能表， $n=3$ ；对于 II 类电能表， $n=2$ ；对于 III 类电能表， $n=1$ 。检测次数不足 n 次时，该项不进行评分， $T=1$ 。

3.2 在线监测

监测评分是在线监测模块发现电能表运行异常的评分值。评分介于 100%~0%之间,100%对应于没有发生运行故障。在消除相关运行故障前,监测评分参考表 2 进行。

表 2 电能表监测评分参考		
对象	状态量	评分方法
$M = M_0^{\sqrt{s}} \times 100\%$		
被评分电能表	在线监测异常数量 s	$M_0 = 95\%$

如果在线监测发现的相关运行故障已消除,就不再考虑其影响。

3.3 家族缺陷

有家族缺陷时,那些尚未发生家族缺陷的电能表,在隐患消除之前,其家族缺陷评分参考表 3 按式(2)进行:

表 3 电能表家族缺陷评分参考	
缺陷	S 取值/%
对电能表计量性能无大影响,突发恶化风险小	86~100
对电能表计量性能有一定影响,可监测	51~85
对电能表计量性能有一定影响,不可监测	16~50
对电能表计量性能有影响。	0~15

$$F = 1 - \frac{1 - S}{\sqrt[n]{N}} \quad (2)$$

式中: N —家族电能表总数量;
 n —发生该家族缺陷的电能表数量。
($N > n \geq 1$)。

3.4 运行环境

环境评分是对安装及运行工作环境的评分值。评分介于 100%~0%之间,100%对应于未超出温湿度、颗粒浓度以及频率波动的范围。环境评分参考式(3)进行

$$E = \left| \frac{S_T}{4} + \frac{S_H}{4} + \frac{S_M}{4} + \frac{S_F}{4} \right| * 100\% \quad (3)$$

式中: S —超出范围的数值。

3.5 用电信誉

用电信誉评分是对用户是否窃电的评分值。评分介于 100%~0%之间,100%表示从未窃电。用电信誉评分参考式(4)进行。

$$M = \left(1 - M_0^{\sqrt{n}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

式中: M_0 —固定值,60%;
 n —发生窃电的时间间隔,单位为年。

3.6 状态判定

根据电能表状态评分结果和变化趋势,评价电能表所处状态。判据如表 4 所示。

表 4 电能表状态判定依据		
运行状态	绝对分值	上次状态分值-本次状态分值
稳定	[80, 100]	$(-\infty, 5]$
一般	[30, 80]	$(5, 30]$
注意	[0, 30]	$(30, +\infty)$

4 实施效果

4.1 管理模式显著改善

基于大数据分析的计量状态检测,改变了原先计量检验检测管理模式,变“被动查找”为“主动发现”:由过去客户报办,工作人员赴现场查找异常的工作模式,变为大数据后台计量状态自检,主动发现异常、主动发起消缺工单;变“定期校验”为“状态检测”:由过去按电压等级分类定期校验,变为大数据分析后台实时检测,提升异常发现及时率,缩短异常处理时限。变“局部检测”为“全范围监控”:由过去的单一现场校验,变为计量状态全范围、全方位监控。

计量装置状态检测有助于动态制定计量装置现场检验计划;有助于管理计量装置运行的全过程,对计量装置进行电能质量监测、计量异常监测、电能量采集、用电分析和管理的;有助于及时发现计量设备损坏,可实时监视用户异常用电状况,所记录的各种用电数据和曲线为查处用户窃电提供了有利证据,准确地跟踪、定位窃电嫌疑用户,突破了传统防窃电方法只限于事后发现的禁锢。

4.2 经济效益全面提升

实施计量状态检测所产生的经济效益显著,一是可连续监测计量装置运行状况,及时发现计量异常,避免电量丢失;二是可同步采集电量,自动计算线损,使主网、配网线损管理方便快捷,线损数据真实可信;三是利用用电信息采集系统,实现与营销业务系统的无缝连接,协调完成营销计量、抄核收、用电监察等项业务,节约了人力、交通等消耗;四是通过合理调整现场检验周期。

以计量在线监测为例,从 2015 年 1 月 1 日至 5 月 8 日,常州公司计量在线监测分析装有负控装置异常用户 141 户,其中电压异常 77 户、电流异常 95 户,查实异常 47 户,有退补记录 13 户,总共补电量 2724986kWh。

4.3 安全运行服务至上

电能计量管理工作是电力企业生产经营管理及电网安全运行的重要环节，其技术和管理水平不仅事关电力工业的发展和电力企业形象而且会影响贸易结算的准确、公正，涉及广大电力客户的利益。实行计量状态检测，借助大数据分析原理，通过集成各分散系统的信息，规范数据类型，形成丰富的、同质的大数据样本，对不同类型、不同型号、不同状态的计量装置进行故障发生可能性预测，为计量装置采取针对性的防护措施提供支撑，为电网安全运行、智能电网自愈提供保障。更通过在线监测，及时发现和处理异常情况，为电力客户提供了更贴心、更快捷的服务。

4.4 节能降耗势在必行

通过计量状态检测，可以及时地发现并处理电路故障、预测故障发生的可能性，减少了大面积停电和不必要的浪费，确保了计量装置在安全运行的前提下，以最低成本进行最有效的电能计量装置全寿命周期管理，符合节能降耗的要求。

5 结论

计量状态检测方法依托大数据分析的发展和用电信息采集系统的普及。充分利用高低压在线监测

功能，扩展并构建计量状态检测模型。以评分的形式状态评估电能计量装置的优劣，达到了全程监督、动态调整的目的。有效提高了检验效率，确保了计量装置在安全运行的前提下，以最低成本进行最有效的“电能计量装置全寿命周期管理”。

参考文献：

- [1] 彭小圣,邓迪元,程时杰,等. 面向智能电网应用的电力大数据关键技术[J].中国电机工程报,2015,35(3):503-511.
- [2] 江苏省电能计量装置现场检测规范[Z].
- [3] 赵云山,刘焕焕. 大数据技术在电力行业的应用研究[A]. 电力行业信息化年会论文集[C].北京:人民邮电出版社, 2013. 597-598.
- [4] 王旭.探讨电力系统设备状态监测与故障诊断技术分析[J].经济技术协作信息,2010(33):121.
- [5] 程玲.电力系统设备状态监测与故障诊断[J].水电厂自动化,2008(03):67-68.

作者简介：

霍政界（1988—），女，江苏常州人，从事计量在线监测及现场检验检测工作，E-mail：huozhengjie@hotmail.com。