

综合多系统的线损异常诊断方法研究

王月强, 王 璐, 黄尚渊, 秦辞海, 徐灏逸, 杨 雯

(国网上海市电力公司长兴供电公司, 上海 201913)

摘要: 线损是指从发电厂到用户用电终端过程中电能的损耗。电能的损耗在输电、变电、配电和营销等各个环节中均有所体现, 是一种不可避免的线路损耗。抄表错误、连接错误、盗电、三相不平衡、谐波、无功和负载情况等问题均会影响一个台区内的线损率, 使台区内的线损异常。通常一个台区的线损情况处于一直变化的状态, 实际的线损又由多种因素相互作用后产生, 对于线损管理人员来说提高了数据分析难度。主要研究一种综合多系统的线损异常定位方法, 在整个供配电网中, 分别使用营销业务系统、电能量采集系统、PMS和OMS提取线损异常诊断所需的原始数据, 分析、对比和计算后, 最后提出了一种线损异常诊断方法, 自动分析诊断线损的异常, 减少人工分析时间, 帮助工作人员迅速解决异常问题。

关键词: 线路损耗; 多系统; 数据分析; 异常诊断

Research on diagnosis method of line loss abnormality based on multi-system

WANG Yueqiang, WANG Lu, HUANG Shangyuan, QIN Cihai, XU Haoyi, YANG Wen

(State Grid Shanghai Electric Power Company Changxing Power Supply Company, Shanghai 201913, China)

Abstract: Line loss refers to the loss of electrical energy from the power plant to the user's power terminal. The loss of electric energy is reflected in every link of power transmission, transformation, power distribution, marketing, etc. It is an inevitable line loss. Meter reading errors, connection errors, power theft, three-phase unbalance, harmonics, reactive power, load conditions and other issues will affect the line loss rate in a station area and make the line loss in the station area abnormal. Usually the line loss of a station area is constantly changing, and the actual line loss is generated by the interaction of multiple factors, which increases the difficulty of data analysis for line loss managers. This article mainly studies a comprehensive multi-system line loss abnormal location method. In the entire power supply and distribution network, the marketing business system, electric energy collection system, PMS system, and OMS system are used to extract the original data required for line loss abnormality diagnosis. After analysis, comparison, and calculation, a line loss abnormal diagnosis method is finally proposed, which automatically analyzes and diagnoses line loss abnormalities, reduces manual analysis time, and helps staff quickly solve abnormal problems.

Key words: line loss; multiple systems; data analysis; abnormal diagnosis

0 引言

随着科技的日趋进步, 电力工业作为国民经济的基础产业显示出重要的地位和作用, 为整个社会提供着必需的能源和动力。而线损是指从发电厂到用户用电终端过程中电能的损耗。电能的

损耗在输电、变电、配电和营销等各个环节中均有所体现, 是一种不可避免的线路损耗。抄表错误、连接错误、盗电、三相不平衡、谐波、无功和负载情况等问题均会影响一个台区内的线损率, 使台区内的线损异常。通常一个台区的线损情况处于一直变化的状态, 实际的线损又由多种因素相互作用后产生, 对于线损管理人员来说提

高了数据分析难度。在输电、转换和配电过程中的损耗是电力的重要成本之一。加强线路损耗管理,减少线路损耗是电力系统管理中的重要环节。

从技术原因分析,线损异常可能有导线截面积过大或过小导致线路长期轻载、空载或过载运行,线路老化、缺陷严重,或者线路布局不合理等情况;从管理原因分析,可能有漏抄、漏计和错计等情况。因此,本文提出一种综合多系统的线损异常诊断方法,综合营销业务系统、电能量采集系统、PMS 和 OMS,获取相关线损分析所需的数据,根据数据变化分析出线损的变化波动范围、变化原因。

1 电力相关系统功能数据与在线损中的作用分析

1.1 电力相关系统数据基础情况

营销业务应用系统的数据集成需求主要包括组织机构、标准代码、客户、计量点、表计、台区和配变等档案信息、换表记录、电量追补、发行电量、业扩报装信息以及配电网设备关系等信息。上海市电力公司集成方案采用营销基础数据平台现有的集成路线,客户、计量点、表计、台区和用采换表记录等档案均取自营销基础数据平台,符合国网典设路线。

电能量采集系统是电力系统内的重要组成部分。电能量采集系统会对每个计量点每天采集 96 点电能数据,每隔 15 min 采集一次。系统的数据主要包括供电计量点档案、换表记录和旁代记录等信息,供电侧的日冻结数据和 96 点曲线数据。

PMS 作为电力系统里面的生产管理系统,支撑着数量庞大的线路、设备等数据体系,使电网架构得到统一的管理操作方法和数据支持。在线损异常诊断中,能提供详细的电网网络连接节点信息。

系统集成总(分)部及省公司管辖范围内电网设备及拓扑信息,厂站内关口,由调控中心生成 CIM/E 或 XML 格式文件(优先采用 CIM/E 格式),省级数据中心负责数据解析。上海市电力公司根据国网典设要求,由 SCADA 系统项目组每日将调控中心的 CIM/E 文件推送至 FTP 服务器,同期线损项目组按需将 CIM/E 文件进行解析,并上传至省级数据中

心,最后通过统一数据交换平台上传至总部。

1.2 各系统在线损异常分析中的作用

营销系统所需的数据分别为供电计量点档案、电能量采集测点档案和换表记录。供电计量点档案数据接口主要记录计量点的表计信息;电能量采集测点档案数据接口主要为每个测点进行标识,是整个电网系统的末端组成;换表记录数据接口提供所有用户的换表记录,包括换表前后的电能量数据,在新的电费账单生成时会根据换表记录进行结算。营销系统在线损异常诊断数据分析中,提供末端用户与线路的对应信息。若营销系统记录的数据与实际线路连接的用户不对应,将会导致台区内线损率偏高或偏低,甚至出现负数的情况。此外,数据录入异常、接线异常和线损波动异常均与营销系统的数据有一定的关联。

电能量采集系统所需的数据分别为采集测点日冻结电能示值、采集测点 96 点总电能示值曲线数据、测点 96 点瞬时功率曲线数据、测点 96 点功率因数曲线数据、测点 96 点 ABC 三相电压曲线数据以及测点 96 点 ABC 三相电流曲线数据。电能量采集系统记录了每个计量点、测点的详细电能量数据,为线损异常诊断提供了重要的数据支撑。

PMS 所需的数据分别为线路、设备等信息。PMS 在整个电网系统内将所有的设备、线路和网络节点等进行了关联,建立了一个具备关联关系的电网系统。在线损异常诊断中,利用 PMS 所提供的关联关系,能精确定位线损异常所发生的位置。

OMS 所需的数据分别为负荷/母线 24 h 整点电压数据、负荷 24 h 整点电流数据、并联电抗器 24 h 整点无功和并联电容器 24 h 整点无功。OMS 作为电力系统内的调控中心,能提供全面的供能信息。在线损异常诊断中,OMS 提供供电数据支撑。

2 线损异常原因分析与系统设计

2.1 线损异常情况综合解析

2.1.1 数据录入异常

数据录入异常形成的原因较多出现于人工的

误操作。未在规定时间内抄表、误抄、漏抄和顺序错误等均可能导致数据录入的异常现象产生。

数据录入异常,在线损层面常表现的异常现象为台区内会出现一段时间内线损率波动较大、总体线损率不稳和异常现象频繁发生等。

2.1.2 户号与线路不对应

台区内变压器的供电线路与所记载的用户不对应。此现象容易发生在电缆走向比较隐蔽、地埋电缆等位置。发生在工程施工过程中新增或修改供电线路,而旧的电缆未有铭牌标识。新增或修改线路后旧的电缆信息未得到及时更新,则会出现线路与户号不对应的情况。

出现变压器的供电线路与用户户号不对应的情况时,常表现出的现象为:原本正常的且相邻的台区,连续出现线损异常增大的现象,相邻台区却连续异常减小。相邻台区呈现一种互相抵消的趋势。

2.1.3 线损波动异常

线损波动异常的情况有多种可能,其中最常见的是变压器低压总表因TA的接线异常,导致计量不正确。还有季节性用电、临时用电、追补电量和用户窃电等都是导致该异常的重要原因。

出现线损波动异常的现象为:台区内线损情况在长期时间内表现稳定,但会在短时间周期内出现较大变化,并且长期趋向于某一值。

2.1.4 线损偏高

无功功率偏高也会导致线损率偏高。线路补偿不理想,是导致功率因数偏低的重要原因,若要解决功率因数偏低的问题,需要在源头就对无功功率进行补偿,才能得到有效的解决。

2.2 多系统联合诊断方法

由于电网规模庞大,结构趋于复杂,区域之间的联系密切,而且电力系统中电力设备的种类繁多,保护装置配合的复杂性、电网结构变化的不确定性都会加大电网故障诊断的难度,所以需要多方面考量计算才可以诊断出可靠的结论。于是设计了多系统联合诊断算法,如下图所示。在整个配电网中,分别使用营销业务系统、电能量采集系统、PMS和OMS提取线损异常诊断所需的原始数据,然后使用供电线路损耗的计算方法、配电网电能损失理论的计算方法以及低压线路损耗的计算方法,经过对比分析后得到确切的诊断结果。

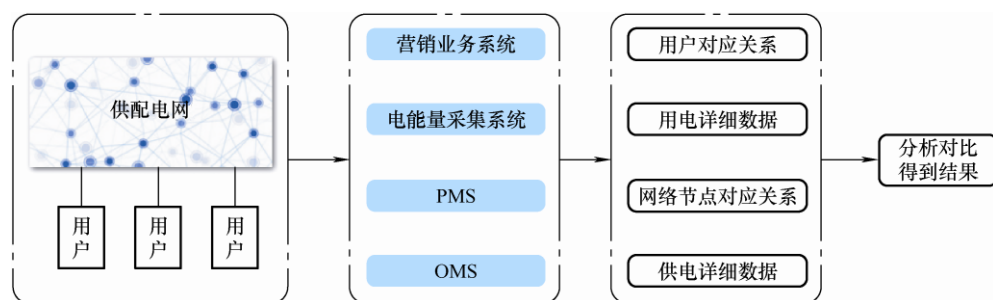


图 线损异常定位数据流程

Fig. Data flow for abnormal line loss location

2.2.1 数据预处理与数据规范

为形成规范、可研究的数据,需要将各个系统获得的数据源进行处理。通过整理查看可知,原始数据中出现局部数据缺失和大幅偏离正常值的概率较高。针对原始数据缺失的情况主要有压缩感知、Low Rank 处理和插值处理的方法,补充缺失的数据值。压缩感知根据已有的测量值,以较少的测量值还原缺失的数据。Low Rank 的处理逻辑是根据矩阵已有部分的规律,推算缺失的数

据值。插值处理方法是进行图形绘制,根据相邻像素点的灰度值来产生未知像素点的灰度值。根据数据类型和具体的缺失情况,选择相应的处理方法,推算补充缺失的数据值。通过已测数据谱半径的特征分布情况,确定数据的大小范围,剔除异常数据。

完成原始数据预处理后,开始对数据进行规范。本文所论述的数据源分布于电力行业内的各系统,每个数据源的属性和功用皆不同。为完成

多系统之间的数据联合诊断, 需要建立一个完整的数据链路表。通过建立关联关系数据库, 实现电网中各线路与节点之间的关系、计量点与测点关系以及用户与线路关系等。

2.2.2 异常诊断模型设计

线路损耗计算需要完整的线路数据作为计算基础, 完整的供输电数据网络需要大量的、不同来源的数据系统, 以支撑整个数据网络。复杂的电网结构以及电力用户的多样化提高了对线损的统计与计算要求。结合营销系统、电能量采集系统、PMS 和 OMS 提供的线路、数据和网络节点等数据, 可构建完整的供配电数据网络。

异常诊断模型的数据基础模型包括母线、分布式电源、线路、厂站、台区变电站关系、开关、电采计量点、电采测点、分区售、分压售、台区、变压器、高压用户、用采计量点、电能表和表记关系。

通过 DUMMY 控制中心对所有的数据模型基础进行数据集中采集, 再以日、月和自定义方式对数据进行汇总与存储。经过 ETL+Web Service 服务程序对数据分析诊断, 得到输出结果。

异常诊断模型的数据输出模型包括配线模型管理、配线结果管理、线损区间分布、模型异常分析、采集异常分析和档案异常分析。

2.2.3 异常种类及其判定方法

模型异常主要表现为计量点的有效性、重复性以及模型与档案运行状态的一致性。通过对比分析本地数据库与模型中的计量点, 来校验是否存在以上问题。

采集异常主要表现为表底缺失、倒走和突变的现象。根据正反向加减关系进行判定, 若存在表底为空、结果为负和差值大于 30, 则判断为异常。

档案异常主要表现为运行状态、所属单位、起始开关、线路起始站、电压等级和下挂公专变为空的现象。对比分析档案信息, 若出现空值, 则判定为异常。

3 结束语

本文针对线损异常的情况, 提出一种综合多

系统的线损异常诊断方法, 主要为结合营销业务系统, 分析客户档案信息; 通过电能量采集系统, 获取供电侧的日冻结数据和 96 点曲线数据; 使用 PMS, 得到详细的电网网络连接节点信息; 利用 OMS 收集系统集成总(分)部及省公司管辖范围内电网设备及拓扑信息。最后根据这几个系统提取线损异常诊断所需的原始数据, 通过对原始数据的分析、对比和计算, 根据各项数据在不同情况下的变化, 总结得出了一种可靠的线损异常诊断分析方法。

参考文献

- [1] 明东岳, 李振华, 李俊, 等. 配网线损同期化计算与多维分析系统[J]. 电网与清洁能源, 2019, 35(4): 30-36.
- [2] 夏澍, 毛俊, 施灵, 等. 基于负线损分析的计量异常辨识方法[J]. 电测与仪表, 2019(16): 85-89.
- [3] 黄源文. 配电网降低线损措施分析[J]. 科学技术创新, 2018(18): 54-55.
- [4] 林晴. 供电系统线损精益化管理系统的研究[J]. 科技与创新, 2018(5): 96-97.
- [5] 李端超, 王松, 黄太贵, 等. 基于大数据平台的电网线损与窃电预警分析关键技术[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 45(5): 143-151.
- [6] 钟小强, 陈杰, 蒋敏敏, 等. 基于深度学习的台区线损分析方法[J]. 电网技术, 2020, 44(2): 769-774.
- [7] 何建华. 做好用电检查工作, 有效降低线损[J]. 科技风, 2019(8): 189.

作者简介:



王月强

王月强(1982—), 男, 高级工程师, 从事电网调度控制方面的研究。

(收稿日期: 2020-11-09)EA