

同期线损系统中电厂电能量采集成功率的分析与提升

王博文¹, 董大伟², 陈峰¹, 陆海清¹, 徐玮韡¹

(1. 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院, 杭州 310014;

2. 国网杭州市余杭区供电公司, 杭州 311100)

摘要: 针对同期线损系统中非统调地方电厂电能量采集成功率低的现状, 从采集覆盖问题、通信通道故障、终端本体故障、供电电源问题以及主站系统档案问题5个方面分析造成数据采集失败的原因, 并探讨了提高实时采集成功率的管理方案与技术措施。通过对多个地方电厂加装无线信号放大器、计量点增设或移位改造等方式来提升整体采集技术水平, 完善管理方案, 保证了信息采集系统中地方电厂数据的稳定采集。改造后地方电厂电量采集成功率提高近18%, 显著提升了同期线损系统建设的信息集成保障水平。

关键词: 同期线损; 电厂电能量采集; 信息采集系统; 原因分析; 改造

文章编号: 1007-1881(2018)11-0084-06

DOI: 10.19585/j.zjdl.201811014

中图分类号: TM764.1

文献标志码: B

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis and improvements of Success Rate of Power Plants Electricity Collection in SLLS

WANG Bowen¹, DONG Dawei², CHEN Feng¹, LU Haiqing¹, XU Weiwei¹

(1. State Grid Zhejiang Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014, China;

2. State Grid Yuhang Power Supply Company, Hangzhou 311100, China)

Abstract: According to the lower success rate of electricity collection for local power plant in synchronous line loss system (SLLS), reasons of data acquisition failure for power plant are analyzed in terms of collection coverage, signal channel failure, terminal body failure, power supply source and master station files; in addition, a management plan and technical measure for success rate improvement of real-time collection are discussed. The overall collection technology level is improved by wireless signal amplifier installation, metering site establishment or relocation in local power plants to better the management. The stable data collection of local power plants in information collection system is ensured. After retrofit, the success rate of electricity collection in local power plants is increased by 18%, and information integration guarantee for SLLS construction is significantly improved.

Key words: synchronous line loss; power plant electricity acquisition; information collection system; cause analysis; retrofit

0 引言

随着电网的智能化、自动化、信息化发展, 供电企业线损管理水平逐步提升, 建设一体化电量与线损管理系统(以下简称“同期线损系统”), 推广高效节能的线损管理体系, 已成为必然趋势^[1-4]。

浙江电网的同期线损系统采用“一级部署、两级应用”的建设模式, 横向覆盖全省集中部署, 纵向贯穿市县两级应用, 实现电能量(以下简称“电量”)数据源头采集、线损自动生成、指标实时监控, 依据“分区、分压、分线路、分台区”的“四分”管理模式, 实现对线损的标准化、智能化、精细化管理, 最终目标是实现每日“四分”线损计算与异常分析检测。同期线损系统的建设推广是推动线损管理工作向信息化、自动化、精细化管理发展

基金项目: 国网浙江省电力有限公司科技项目(5211DS16001L)

的重要途径。同期线损系统作为电量采集、线损计算、异常分析的全过程一体化管理平台，以采集电量数据为基础，通过跨系统数据对比与融合，及时发现故障改造遗漏缺陷、系统档案错误信息等隐性问题。在用电信息采集系统相对独立的数据环境下^[5]，同期线损系统建设的支持力度受电量采集覆盖率、采集成功率与对应数据完整率影响。因此，如何提高浙江电网的电厂电量采集成功率是目前亟待解决的关键问题之一^[6]。本文针对造成电厂电量数据采集失败的原因，从采集终端本体故障、供电电源问题、通信通道故障、采集覆盖问题、主站系统档案问题5个方面进行分析与探讨。

1 电厂电量采集现状

基于大数据的电能计量采集成功率与数据准确率不仅体现了企业的技术水平，也体现了企业的线损管理水平^[4,7]。电量的采集管理是线损管理的首要基础环节，地方电厂的电能计量也与同期线损系统的推广建设密切相关。

在用电信息采集系统集成方案(图1)中，电量信息采集主要由用电采集系统使用智能电表通过各关口计量点进行电能的采集和计量，再通过远程通信网络将电量数据从采集终端上送至主站软件，具体支持RS-485通信、红外通信、载波通信和公网通信等方式^[5,7]。通过信息系统实现大数据的实时采集，然后将电能计量结果推送至营销业务管理系统与营销基础数据平台。营销业务管理系统包含用户档案、接入点、表箱、计量点等台账信息。营销基础数据平台是数据存储与挖掘的云端数据平台，同期线损系统依托该大数据平台，根据电能计量数据信息进行同期供电电量的线损计算，为企业的生产与管理工作提供数据支撑。

在线损管理中，非统调地方水电厂供电关口的采集具有一定的特殊性。首先，地方水电厂为用户资产，用户的使用、配合度与私自拉电情况对电厂电量采集管理造成一定影响；其次，浙江地区地方水电厂多建设于偏远山区，分布点多面广，环境恶劣潮湿，雷击情况严重，而且设备陈旧，在设备运维、采集管理和人工抄表补录方面缺乏有效管理和维护；另外，偏远山区公网通信

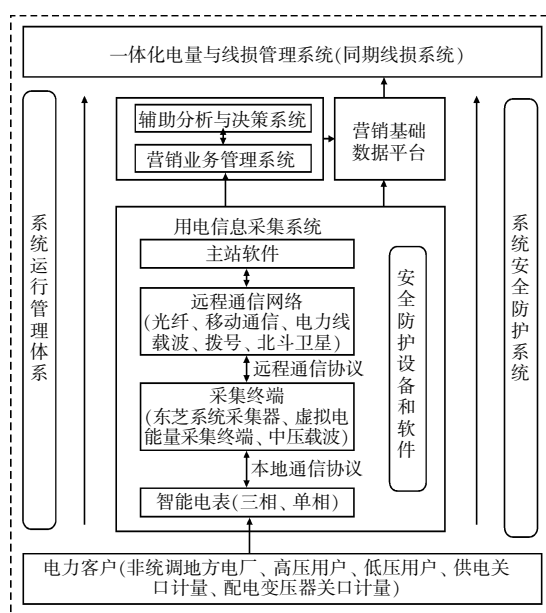


图1 用电信息采集系统集成方案

信号差，存在信号盲区，信号通道相对不稳定，对采集终端至主站的实时电能计量数据传送有较大影响。目前，部分地区的电能计量装置性能与管理水平较低，导致电量数据获取困难，不利于同期线损系统的推广与建设。同期线损系统能够通过智能计量系统来实现对电量信息的智能采集，并将电量推送至营销基础数据平台，从而服务于系统的推广建设。

同期线损率 ε 是指同一时期内供电量 E_{su} 与售电量 E_{sa} 之差所占供电量的比率^[3]，即：

$$\varepsilon = \frac{E_{su} - E_{sa}}{E_{su}} \times 100\% \quad (1)$$

电量采集完整率较低的现状是制约同期线损管理水平提升的关键因素，电量数据的不准确与缺失将直接影响同期线损系统中线损计算的准确性与可靠性。现阶段地方水电厂采集成功率普遍较低，用户私自拉停电、水库水量不足、机组维修导致水电站采集终端无电，计量通信通道信号弱，采集终端故障等是造成电量数据未能及时从采集终端传输至用电信息采集系统的主要原因。截至2017年年初，浙江各地区非统调电厂电量采集成功率为85%~95%，其中一半以上采集缺失是由于电站停电导致采集设备无法向主站传输数据造成。电量采集数据的缺失与遗漏直接导致月度线损统计数据不全，由于计量问题造成的管理

线损则直接影响同期线损率的准确可信度。

2 采集数据缺失常见原因分析

2.1 采集成功率统计

采集成功率是指信息采集系统主站于每日零点时刻统计数据的一次采集成功率, 即一次采集成功电能表数量占应采集电能表数量的比重。对于未采集成功的电能表, 信息采集系统主站分别于设定的几个固定时刻自动补采缺失的电量数据, 并统计当日采集成功率与前一工作日的上网电量。根据前述分析, 智能电表应用了先进的测量、传输和通信技术, 虽已实现实时、准确地记录电网供电电量信息, 但仍存在部分计量关口电量采集缺失或数据异常的现象, 电量信息采集成功率有待进一步提升。

2.2 非统调电厂电量采集存在的主要问题

非统调电厂电量采集的缺失直接影响同期线损系统中分区、分压、分线线损及母线平衡率等计算指标, 现阶段采集表底缺失主要存在采集覆盖问题、通信通道故障、终端本体故障、供电电源问题以及主站系统档案问题等 5 类典型原因^[8]:

(1) 采集覆盖问题。非统调电厂电量信息采集未实现 100% 全覆盖。浙江地区信息采集系统远端通道以无线公网为主, 部分偏远山区存在信号盲区, 无线信号覆盖率低, 无线传输数据稳定性较差, 暂时未实现全覆盖。

(2) 通信通道故障。采集现场无信号或信号弱、不稳定导致采集装置无法将数据传输至主站系统。对于加装载波通信装置但载波信号弱的情况, 需检查并消除信号干扰源, 对载波装置进行维护处理。

(3) 终端本体故障。小水电站大多分布在偏远山区, 环境潮湿, 雷击情况严重, 设备陈旧, 处理采集终端问题往往需要较长时间, 终端故障需现场复位, 同时硬件设备的更新更换缺乏有效的管理与维护。

(4) 供电电源问题。一是部分小水电站在枯水时期、水库维修、机组故障等情况下不发电, 或用户自主断开计量设备电源, 导致采集装置无电, 无法将数据推送至用电信息采集系统。二是部分小水电站仅白天发电, 晚上不发电时用户自主断开主变压器开关, 导致采集装置无电, 造成零点

时刻电量数据无法上传至主站。

(5) 主站系统档案问题。系统电厂用户档案信息不准确、档案维护管理不完善。在系统中存在部分电厂没有对应用户、部分用户没有对应电厂等一系列冗余档案数据。同时存在部分不愿销户但又常年不发电的小水电用户, 造成长时间表底采集失败的现象。

3 解决采集问题的管理方案与技术措施

针对 2.2 节所分析的问题, 需要提升系统数据维护与改善运维管理模式, 形成高效闭环管理机制, 依靠用电信息采集系统电量采集成功率的提升来稳固源端采集系统的信息集成保障。电量采集故障分析流程如图 2 所示。

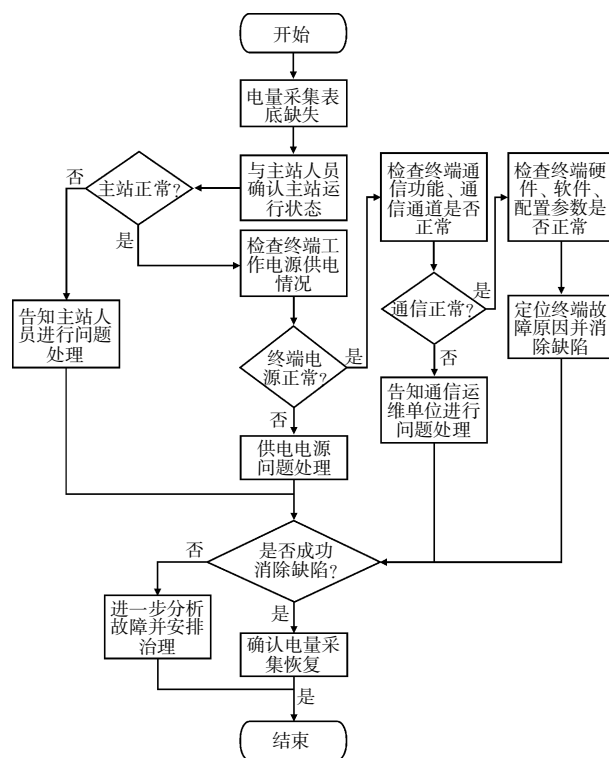


图 2 电量采集故障分析流程

提高采集成功率、优化同期线损系统建设的
管理方案与技术措施如下:

(1) 实现地方电厂电量信息采集全覆盖。梳理未采集覆盖的地方电厂, 科学制订采集终端与主站通信方案, 确保实现地方电厂采集全覆盖。

(2) 加强采集信号覆盖与提升。对于公网信号弱的偏远区域, 优先采用改善信号的方案, 加

强与移动运营商的沟通,解决信号盲区的问题;其次,尝试通过扩展天线、加装信号增强设备(无线信号放大器)、转用北斗卫星通信、更换终端通信模块(如中压载波通信)以及使用有线网络等手段(见图3、图4),实现无线公网信号弱区域的采集覆盖。

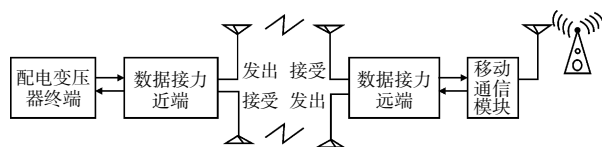


图3 无线放大装置的应用

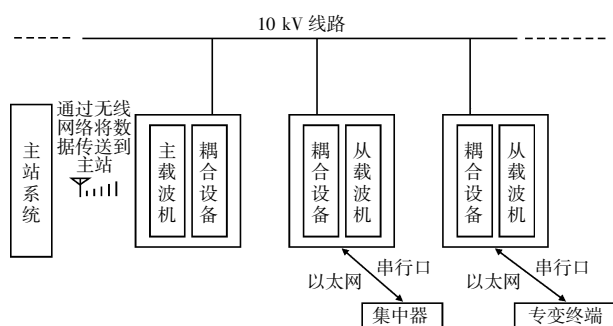


图4 中压载波装置的应用

(3)核查营销业务管理系统的电厂档案。完善地方电厂管理规定,在系统中增设长期停电标签应用;确保地方电厂档案信息的准确性,确保所有电厂准确建档,确保用电户与发电户对应关系的准确性。

(4)加强地方电厂电量信息采集的运行维护监管力度。实现采集与运行维护闭环管理,定期检查电能表和终端485接口等是否正常、采集终端配置参数是否正确,有序开展采集异常问题的监控、远程处理、派工、数据补录、疑难问题处理等维护工作。

(5)实现电量数据的补采功能应用。将采集失败、数据缺失的情况反馈至信息采集系统进行补采和核对,并实时更新至数据中心和同期线损系统,以实现同期线损系统与源端业务应用系统的数据融合与对接。

(6)增设计量点或计量点位置改造前移。据统计分析,浙江非统调电厂电量采集失败原因中,水电厂停电造成终端无法向主站传输数据占采集失败总量的一半以上,具体包括水量不足、水库

机组维修改造、用户断开计量设备电源等原因,而由通信通道或终端故障造成的采集失败情况占剩余比例的大部分。针对信号不稳定、用户断开终端电源且计量点在开关后侧导致采集装置无电的情况,可以将计量点前移至用户操作开关之前,或在其他信号覆盖较强的地方(如主变压器高压侧、线路T接联络处、线路对侧)增设计量关口,配置相应表计采集装置,采用以近似关口或对侧关口电量数据来替代的方式解决此类问题。

(7)UPS(不间断电源)系统技术方案。UPS是一种以逆变器为主要元件、利用蓄电池作为后备电源的电源保护设备,一般分为后备式、在线式和在线互动式,在建筑、电气等行业领域得到了广泛应用^[9-12]。

UPS功率和电池容量的选择直接由负载大小决定,即:

$$S_{UPS} = \frac{P_{UPS}}{F} = \frac{P_{Load}}{F\eta} \quad (2)$$

式中: S_{UPS} 为UPS电池容量; P_{UPS} 为UPS有功功率; P_{Load} 为负载; F 为功率因数,考虑UPS的裕量,可按0.8计;效率 η 按70%计^[11]。

蓄电池供电时间主要受负载大小、电池容量、电源启动电压等因素影响^[9],即:

$$A = \frac{S_{UPS} - T_d}{U_{UPS}} \quad (3)$$

式中: A 为蓄电池安时数; U_{UPS} 为UPS电源启动电压; T_d 为延时时间。

UPS配置计时器等智能模块,根据实际时间节点的需要来控制蓄电池组充放电,不仅能为蓄电池提供过充保护,延长蓄电池使用寿命,还能设置放电时段,以满足特定时间节点的电量采集需求。

智能化、网络化是UPS发展的必然方向,新一代UPS运用微机处理器控制,对UPS的运行实现网络远程监控。文献[13]提出一种智能化UPS系统嵌入式设计方案,其系统采用后备式方式,能够通过ADC(模拟数字转换模块)监测、智能判断、中断保护等应用实现UPS持续可靠供电和智能化异常监控。市电失电后UPS通过控制模块持续给负载设备供电,并且具有自保护功能以及电源的智能化预警管理功能。

针对采集时间节点采集装置无电的情况,加

装UPS系统与计时器模块,在需要采集表底数据的时刻专门为采集装置持续供电。当水电厂因水量不足、机组故障或用户断开计量设备电源时,UPS能够在采集时间节点为采集装置提供电源,从而保证电量信息实时上传。

(8)推算采集失败的电量数据的估计参考值。通过理论线损率以及电压、电流、功率、对侧电量、线路参数等参数变量来推算出缺失的表计电量,为缺失的电量数据提供参考值^[7,14]。

增设停电标签。在用电信息采集系统中增设停电标签,将用户停电前的历史表底数据标记为静态数值,作为枯水时期长期停电水电厂在采集系统中的表底数值,停电周期内则默认上网电量计为0。

采用对侧电量或冗余数据替代缺失电量。若采集失败的供电关口对侧电量能够有效采集,供电关口缺失的数据可以近似用对侧电量来替代,若该关口存在主副表或者多块电表测量,则可以通过冗余数据替代。

利用专家经验或理论线损推算。可利用已有数据,通过一定的换算得出所需电量。例如对该段时间内的负荷曲线进行积分来近似推算该时段内的电量,或根据上一周期的电量按照一定的比例换算来近似推算。另一方面,可根据理论线损率以及相关电量参数推算出缺失的表计电量。通过仿真、模拟技术手段,对电量采集缺失的区域或线路进行线损分析,依据历史、理论线损率来推算出采集失败的供电关口的电量数据。通过推算出缺失的表底数或参考值^[14],来替代人工抄表、追补电量,从而优化同期线损系统建设,提高供电关口电量采集成功率。

4 实施成效

浙江某地区对水电厂开展计量点增设或前移、通信通道信号增强、加装无线信号放大器、更换采集终端等改造工程,有针对性地消除电厂电能量采集失败的问题,有效提升整体采集水平,完善管理方案。同时,为避免因互感器故障需停运线路进行消缺的问题,在高压计量箱前同步安装跌落式熔断器或负荷开关,实现线路不停电对互感器和采集器进行故障消缺工作。

通过对地方电厂采集覆盖率、采集成功率的

监测分析与整改提升,试点地区非统调地方电厂采集成功率如表1所示。截止至2017年年初,改造42个电厂计量点,该地区地方电厂采集成功率较2016年同期提升近18%,显著提升了同期线损系统建设的系统集成保障。

表1 浙江某地市地方电厂电能量信息采集情况

年份	月份	采集成功率/%	环比增长率/%	
2016	3	75.7	2.13	
	4	80.4	4.7	
	5	83.7	3.26	
	6	86.2	2.49	
	7	86.3	0.1	
	8	88.1	1.8	
	9	89.8	1.74	
	10	90.3	0.48	
	11	92.3	2.02	
	12	93.6	1.29	
	2017	1	92.6	-0.98
		2	92.8	0.14

5 结语

电量的采集缺失将导致由于计量问题造成的管理线损,影响线损计算的准确率。本文对同期线损系统中电量采集现状进行了详细分析,根据浙江电网与地区特性提出了改进措施,建立了故障分析处理机制,提高了浙江地区地方电厂电量采集成功率。

随着我国电网信息化建设的大力推进,基于电能采集的一体化电量线损管理是智能电网发展的重要过程,提高线损精细化管理水平、促进电能计量智能化发展的的工作仍任重道远。

参考文献:

- [1] 方建亮,张宁,姜巍,等.省级电力企业同期线损管理[J].电网建设,2014(12):14-15.
- [2] 李贤慧,季胜鹏,周生,等.基于大数据技术的实时数据中心重构研究[J].浙江电力,2017,36(3):75-80.
- [3] 刘道新,胡航海,张文晋,等.配电网同期线损监测系统的设计与实现[J].电力设计工程,2017,25(5):42-49.
- [4] 赵晓明,张学强,曹岚.基于关键词的电力系统“大数据”与“云计算”专题文献分析[J].浙江电力,2016,35(2):27-30.
- [5] 吴亮,张潮,陈琼.用电信息系统运行数据的统计与分析[J].浙江电力,2017,36(4):56-59.

- [6] 纪书军,李正哲,郭威,等.基于采集实用化的10 kV线路线损管理[J].河北电力技术,2016,35(2):60-62.
- [7] 李惠玲,盛万兴,孟晓丽.基于图模库一体化的配电网线损管理系统的研制[J].电力自动化设备,2008,28(6):89-92.
- [8] 冷华,陈鸿琳,李欣然,等.基于功率或电量预测的智能配电网统计线损同期化方法[J].电力系统保护与控制,2016,44(18):108-113.
- [9] 鲁云鹏.10 kV配电网的电能计量与线损管理[J].新技术新工艺质量与检测,2015(12):112-114.
- [10] 葛馨远,肖健,郑欣,等.配电自动化技术问答[M].北京:中国电力出版社,2016.
- [11] 顾友文,岑孟荣.UPS电源在民用建筑中的应用[J].现代建筑电气,2010,9(1):48-52.
- [12] 万黎升,胡惠清.信息机房建设中UPS电源系统的设计选型[J].江西电力,2009,33(3):15-17.
- [13] 姚甲刚,张智远.UPS在220 kV变电站应急照明系统中的应用[J].河北电力技术,2010,29(1):30-32.
- [14] 杨碧石,刘建兰.UPS电源的实用技术[J].仪表技术,2008(5):64-66.
- [15] 董航,佃松宜,翁桃,等.小型UPS电源的嵌入式系统设计
- 计与实现[J].电源学报,2004,29(3):377-392.
- [16] 赵全乐.线损管理手册[M].北京:中国电力出版社,2007.
- [17] 张永凯,马欢,张玮,等.计及峰谷分时的配电线路同期月线损预测方法及应用[J].电网与清洁能源,2017,33(10):67-73.
- [18] 吴克河,姚鹏.基于AHP-CRITIC算法的线损四分管理后评估方法[J].广东电力,2018,31(2):82-87.
- [19] 张裕,章珂,王丰元.贵州电网10 kV线路理论线损率标杆值研究[J].电力大数据,2018,21(1):57-65.
- [20] 王若丞.配电网三相不平衡对线损增加率及电压偏移的影响[J].电力工程技术,2017,36(4):131-136.
- [21] 李健,庄远灿,党三磊,等.基于特征量测量的配电网实时三相线损计算[J].广东电力,2017,30(2):81-86.

收稿日期:2018-06-07

作者简介:王博文(1991),男,助理工程师,从事线损分析计算、线损管理等工作。

(本文编辑:徐 晗)