

# 基于大数据的配电网停电分析与管理

谭文 杨雪梅 叶敏 李智 唐朝 张禹 曾娜 李卓雯  
(国网四川省电力公司德阳供电公司 四川 德阳 618000)

**摘要:** 拓展完善配电网停电分析与管理工作,有助于提升供电公司的对内运维管控和对外供电服务水平。通过全面融合调度自动化、配电自动化、用电信息采集系统等营配调专业的实时运行数据以及 PMS、OMS、SG186 系统等业务数据,利用大数据技术,从停电信息编译发布、停电信息分析以及停电计划管控 3 个方面对现有的停电分析与管理工作进行了扩展和完善,实现了停送电信息的自动收集、编译和精准发布,并通过对配电线路、配电变压器等设备实时运行数据的监测以及历史停电情况的分析统计,强化了停电计划的安排和执行跟踪管控。

**关键词:** 大数据; 配电网; 停电分析; 停电管理

中图分类号: TM721 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2018)05-0005-05

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.05.002

## Analysis and Management on Power Failure for Distribution Network Based on Large Data

Tan Wen, Yang Xuemei, Ye Min, Li Zhi, Tang Chao, Zhang Yu, Zeng Na, Li Zhuowen  
(State Grid Deyang Electric Power Supply Company, Deyang 618000, Sichuan, China)

**Abstract:** Expanding and perfecting analysis and management on power failure is helpful to improve the operation, management and service level of power supply company. By blending the real-time data and the business system data, such as data of outage management system, distribution management system and power production management system and SG186 system, the analysis and management on power failure are expanded and perfected in three major areas: release, analysis and plan management on power failure, which realizes the automatic collecting, automatic compiling and accurate sending of outage information. Through monitoring the real-time data of distribution lines and transformers, and analyzing the statistics of outage information, the planning and performance arrangement of power failure are strengthened.

**Key words:** big data; distribution network; outage analysis; outage management

## 0 引言

配电网作为电网的重要组成部分,是与客户用电密切相关的重要环节。配电网的停电分析与管理工作直接影响着供电公司的供电可靠性水平和客户的用电体验。因此,做好该项工作无论是对提升优质服务水平和企业社会形象,还是对促进售电量增长、提高企业效益都具有十分重要的意义。配电网停电分析与管理工作涉及调度、营销和生产等多部门业务以及调度管理系统、营销 SG186 系统、生产 PMS 系统等大量数据信息,具有涉及部门面广、数据信息量大的特点。目前工作中仍存在停电信息无法精准通知到户、频繁停电和未按计划停送电等管

控不到位问题。

目前,大数据已在全球范围内被广泛应用于商业、电力、石油等数据密集型企业,以提高企业管理水平与行业竞争力<sup>[1-4]</sup>。而配电网网络规模大、设备种类多,配电自动化、用电信息采集等各类应用系统累积的海量多源、异构的数据也呈现出大数据的各项特征<sup>[5]</sup>。如何有效地挖掘并利用能反映配电网设备运行状态的细颗粒度大数据,越来越受到学者关注和讨论<sup>[6-12]</sup>。文献[13-16]研究了大数据技术在配电网低电压、线损计算和主动抢修等方面的应用。文献[17]提出了基于大数据分析的配电网停电数据管理平台,但仅局限于大数据在故障停电的预警、告警和原因分析方面的应用,尚不能满足实际的配电网停电分析管理需要。

为了有效利用配电网“大数据”所承载的巨大价值,下面应用大数据技术,从停电信息编译发布、停电信息分析以及停电计划管控 3 个方面拓展完善现有的配电网停电分析管理工作,不仅能实现停送电信息对外精准告知服务,提升用户用电体验,同时有助于对内强化停电计划安排、执行与管控,有效减少频繁停电、停电计划执行不到位的情况,实现对停送电信息的全方位精益化管理。

## 1 数据及功能构架

基于大数据的停电分析与管理,全面融合调度自动化系统、配电自动化系统、用电信息采集系统、PMS 系统、OMS 系统、SG186 系统、95598 系统等营配调专业的实时运行数据以及业务管理数据,搭建了开放式大数据云计算平台,并以此为核心实现停电范围自动编译、停电信息精准告知、配电变压器停运研判、频繁停电预警以及停电计划安排与管控等功能应用,以满足用电客户在停送电信息方面的服务需求以及实现企业内部对停电分析与管理工作的精益化管控目标。

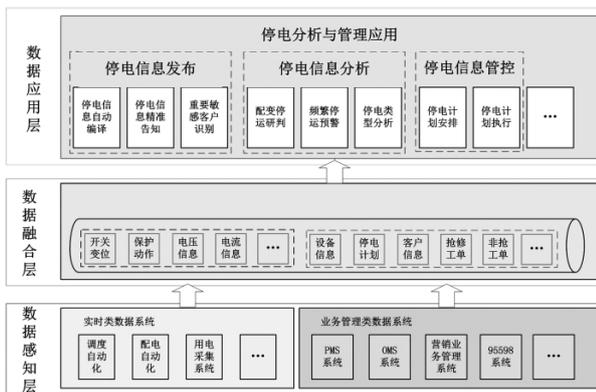


图 1 配电网停电分析与管理数据及功能构架

## 2 停电信息编译发布

### 2.1 停电范围自动编译

利用大数据实现停电范围的自动编译,以提高停电范围编译的准确性和及时性。首先,从 OMS 系统自动获取计划停电信息,从调度自动化、配电自动化以及用电信息采集系统分别获取配电网 10 kV 主馈线、分段线路、分支线以及配电变压器故障停电信息。然后,利用 PMS 系统设备台账数据进行网络拓

扑分析,根据计划停电以及故障停电信息中的停电开关设备,自动分析编译具体的停电设备范围。

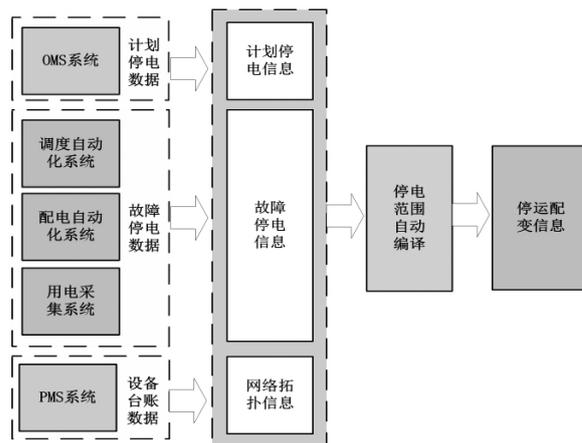


图 2 停电范围自动编译应用数据来源

利用 PMS 系统设备台账数据实现停电范围自动编译:从 PMS 系统中读取架空线路、电缆线路、开关设备、杆塔设备以及变压器设备等台账数据信息。通过架空线路“起始杆塔”和“末端杆塔”、电缆线路“电缆起点”和“电缆终点”、其他设备的所属杆塔或站房设备等信息还原电网的设备拓扑连接关系,在获取到停电开关设备信息后,以停电开关为边界点,采用广度优先搜索技术自动生成各停电开关影响的停电设备,实现停电范围的自动编译。

### 2.2 重要、敏感客户识别

不同类型的用电客户对停电有不同的忍耐度。对重要用户而言,突然中断供电可能会造成爆炸、火灾、重大设备损坏等恶性事故发生,需要及时、准确告知其停电信息,以便提前做好停电应急预案。对于多次致电或有过投诉记录的敏感客户而言,停电通知不到位则可能再次引起客户不满和投诉。因此,利用 SG186 系统客户档案信息、95598 抢修工单和非抢修工单数据信息,设置一定筛选条件生成重要、敏感用户台账,并在停送电信息的停电客户中准确识别出该类客户,精准开展停电信息告知及服务工作。

重要、敏感客户筛选规则如下:

- 1) 根据 SG186 系统中用户档案信息中的“重要性等级”字段,从系统中筛选客户形成不同类型重要客户的台账,包括:①特级重要用户;②一级重要用户;③二级重要用户;④临时性重要用户。其他类型重要用户可人工添加到重要用户台账中进行管理。
- 2) 根据客户故障报修工单、投诉和意见等非抢修工单历史记录生成敏感客户台账,生成规则包括:①

在历史工单中有3次及以上报修记录的频繁报修客户; ②有投诉记录的客户; ③回访不满意客户; ④客户社区经理提供的敏感客户。

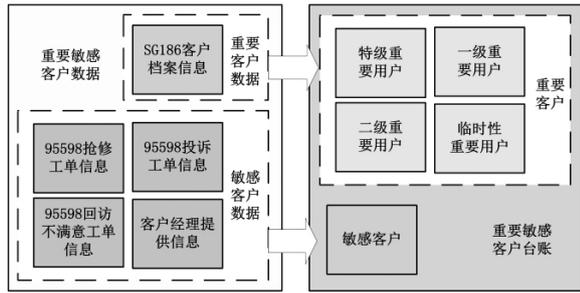


图3 重要、敏感客户数据来源

### 2.3 停电信息精准发布

#### 1) 停电分析到户

实现停电信息精准发布的前提是停电分析到户。将计划停电和故障停电信息自动编译到具体的停电设备后,利用PMS系统与SG186系统设备的营配贯通关联基础,可以在SG186系统中查询到对应停电设备供电的所有客户,实现停电信息精准分析到户。

#### 2) 停电信息精准告知

停电信息分析到户后,将停电客户与重要、敏感客户台账进行关联比对,重点标识停电范围中的重要、敏感客户,并为该类客户有侧重地进行停电信息精准告知等服务。同时,将停电信息同步发送给台区经理,由台区经理负责对其所管理的台区客户进行停电信息告知。

获取客户的联系方式主要有:以SG186系统客户档案中的联系方式为基础,根据掌上川电APP中客户户号绑定的手机信息对客户档案中的联系方式进行更新,同时采用客户报修工单中的手机信息对客户联系方式进行补充。

### 3 停电信息分析

#### 3.1 配电变压器停运判定及损失电量估算

为了能够更直观、真实地掌握客户停电情况,并为进一步开展频繁停电分析、停电计划执行情况分析提供有效的信息支撑。利用用电信息采集系统配变电压、电流和表码数据对配电变压器停运情况进行分析。

基于用电信息采集系统以15 min为1个采集

点获取的配电变压器电压、电流和表码数据对配电变压器停运情况进行研判。首先,利用经验筛除存在质量问题的异常数据;然后,将连续4个采集点无电压、电流值的配电变压器初步判定为停运,再进一步通过表码数据进行验证;最后,以前后第7天同时段电量平均值作为停运时段的损失电量。

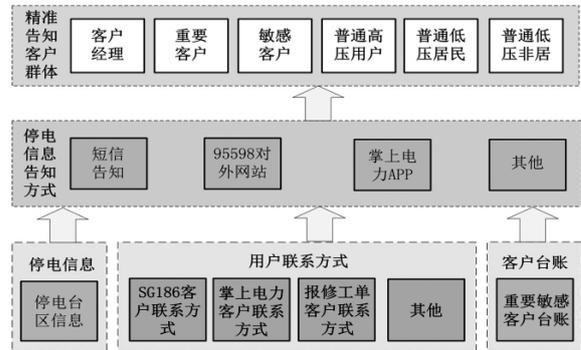


图4 停电信息精准告知功能

其中,按照以下经验筛除存在质量问题的异常采集数据:将1天内出现10次连续大于4个点无电压、电流数据的情况,视为循环无数据问题;连续96个点无电压、电流数据,判定为24 h无数据问题。将这两类无数据问题作为异常数据,不再进行配电变压器停运判定。通过表码数据验证配电变压器真实停运,主要包括:①该段时间内无电量产生;②该段时间前后表码电量止度随时间递增无异常;③取该段时间前后各1个有数据的测量点,计算其电量差值。若该电量值小于前后相邻两个测量区间电量值平均值的2/3,判定配电变压器真实停运。

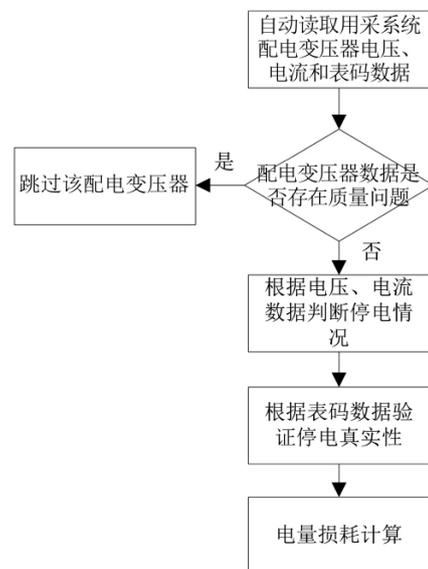


图5 配电变压器停运判定流程

### 3.2 停运类型分析

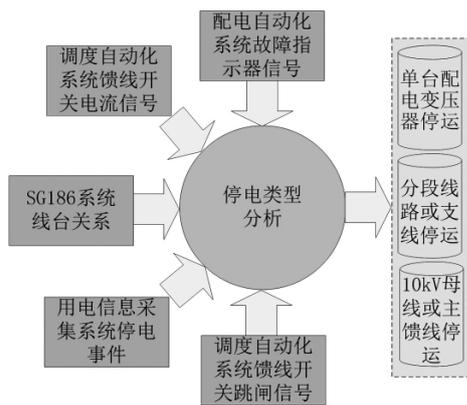


图6 配电变压器停运类型分析

在获取用电信息采集系统配电变压器停运信息以后,根据调度自动化系统的开关跳闸、电流突变情况以及配电自动化系统支线开关跳闸、故障指示器告警等信息,研判属于单台配电变压器停运、分段线路停运、分支线停运或主馈线停运,同时结合计划停电以及线路故障跳闸情况判断是属于计划停电或者故障停电,及时主动开展停运类型分析,快速发布停电信息,拦截95598故障报修。

### 3.3 频繁停电预警

利用调度自动化数据、配电自动化数据获取线路或支线停电信息,并利用用电信息采集系统获取到配电变压器停电信息之后,将停电线路、停电台区同历史停电信息进行比对,对即将超过停电次数的停电线路、台区进行预警,严格管控对应线路、台区的不合理停电;对于已超过预警次数的停电,生成频繁停电预警督办工单,派发工单至相关人员,开展重点巡视、设备消缺、现场解释等工作。

## 4 停电计划管控

### 4.1 停电计划安排

充分利用历史停电信息、保电信息以及非抢工单信息,为停电计划安排提供参考。将停电申请信息在申请停电时间的前后一段时间内,与其他已执行、未执行的停电计划、停电申请、10 kV故障记录比对,来判断预安排的计划停电线路是否超过规定的停电次数,合理安排停电工作,实现“一停多用”或推迟停电工作避免引发频繁停电投诉;通过与系统录入的保电信息数据比对,核实计划停电是否与相关保电工作冲突,调整计划停电时间或提前做好

保电应急预案;调取停电范围内客户投诉记录,核实该计划停电是否包含具有投诉倾向的敏感客户,提前与客户进行协调沟通或调整停电计划安排。

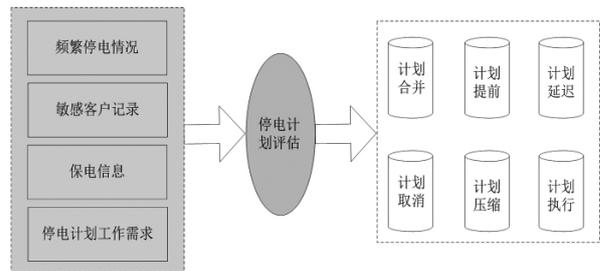


图7 停电计划安排

### 4.2 停电计划执行管控

当停电信息对外公告后,未按计划执行停电将给客户既定的生产、生活安排产生影响,严重时可能引发客户投诉。利用调度自动化、配电自动化、抢修和非抢工单等实时数据,对电网设备运行状态、客户实时信息反馈进行跟踪,对停电计划的执行情况进行综合研判和分析。

在停电过程管控方面,根据调度自动化、配电自动化系统实现对配电网10 kV主馈线、分段线路和分支线开关分合闸情况的监控,将开关分合闸时间与计划停电时间比对,核实计划停电相关的开关操作是否已按计划执行。同时在系统中设定停电未送电时间阈值、超计划送电时间阈值,对即将超过阈值的停电信息进行预警,并通过短信对服务人员进行提醒。对已超过阈值的停电信息,通过短信通知服务人员,再由服务人员主动联系客户进行告知、解释原因。

在执行结果分析方面,通过95598客户停电报修记录、客户投诉工单分析是否存在客户实际停电时间与计划停电公告时间具有较大差异的情况,对因未严格执行停电计划,引起客户不满或投诉的单位和部门进行考核。

## 5 结 语

通过对海量配电网实时运行数据以及业务数据的挖掘应用,对现有的配电网停电分析与管理工作进行扩展和完善。相比过去,停电信息编译和发布方式更智能,能够更精准地服务于用电客户;停电计划管控手段更精细,能够更全面监督停电计划的执行情况。

参考文献

[1] 荆浩. 大数据时代商业模式创新研究[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(7): 15-19.

[2] 宋亚奇, 周国亮, 朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 电网技术, 2013, 37(4): 927-935.

[3] 崔海福, 何贞铭, 王宁. 大数据在石油行业中的应用[J]. 石油化工自动化, 2016, 52(2): 43-45.

[4] 彭英, 万剑华, 吴楠. 一种基于云计算的分布式油田物探数据存储与服务平台[J]. 计算机研究与发展, 2011(1): 224-228.

[5] 刘科研, 盛万兴, 张东霞, 等. 智能配电网大数据应用需求和场景分析研究[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(2): 287-293.

[6] 赵腾, 张焰, 张东霞. 智能配电网大数据应用技术与前景分析[J]. 电网技术, 2014, 38(12): 3305-3312.

[7] 梁建宾, 黄绍辉. 大数据下的智能配网的发展研究[J]. 信息化建设, 2016(11): 98-98.

[8] 肖祥. 探析智能配电网大数据应用技术与前景[J]. 电脑编程技巧与维护, 2016(12): 59-60.

[9] 张沛, 吴潇雨, 和敬涵. 大数据技术在主动配电网中的应用综述[J]. 电力建设, 2015, 36(1): 52-59.

[10] 王璟, 杨德昌, 李锰, 等. 配电网大数据技术分析与典型应用案例[J]. 电网技术, 2015, 39(11): 3114-3121.

[11] 张东霞, 王继业, 刘科研, 等. 大数据技术在配用电系统的应用[J]. 供用电, 2015, 32(8): 6-11.

[12] 苗新, 张东霞, 孙德栋. 在配电网中应用大数据的机遇与挑战[J]. 电网技术, 2015, 39(11): 3122-

(上接第4页)

[3] 赵嘉玉, 韩肖清, 梁琛, 等. 隶属函数与欧氏距离相结合的配电网优化重构[J]. 电网技术, 2017, 41(11): 3624-3631.

[4] 李亚男, 张靠社, 张刚, 等. 基于改进和声搜索算法的配电网多目标综合优化[J]. 电网与清洁能源, 2017, 33(6): 82-86.

[5] 范心明, 陈锦荣, 吴树鸿, 等. 离散学习优化算法在含分布式电源的配网重构中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(8): 156-163.

[6] 程虹, 高元海, 王淳, 等. 基于无重访 NSGA-II 算法的配电网多目标重构[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(23): 10-16.

[7] Kennedy J, Eberhart R. Particle Swarm Optimization [C]. IEEE International Conference on Neural Networks, Perth, Australia, 1995: 1942-1948.

[8] Eberhart R, Kennedy J. A New Optimizer Using Particle Swarm Theory [C]. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, Nagoya, Japan, 1995: 39-43.

3127.

[13] 于永军, 祁晓笑, 南东亮, 等. 大数据在配电网低电压评估中的应用[J]. 电气技术, 2015, 16(10): 92-94.

[14] 李占英, 李玉栋, 刘丰年. 配电网低电压评估中大数据的应用探究[J]. 山东工业技术, 2017(12): 209-209.

[15] 陆巍. 基于大数据的配电网线损分析[J]. 电子技术与软件工程, 2017(14): 186-188.

[16] 徐祥征, 王师奇, 吴百洪. 基于大数据分析的配电网主动检修业务应用研究与实现[J]. 科技通报, 2017, 33(6): 105-108.

[17] 李蓉, 张亮, 冯国礼. 基于大数据分析的配电网停电数据管理平台[J]. 宁夏电力, 2017(2): 62-65.

作者简介:

谭文(1989), 工程师, 从事营销业务质量监督、客户优质服务等电力营销服务管控相关工作;

杨雪梅(1987), 工程师, 从事电网运行方式安排、保护定值计算等电力系统调度相关工作;

叶敏(1976), 助理工程师, 从事客户故障报修、非抢修接单派等 95598 客户服务业务管理工作;

李智(1987), 博士、高级工程师, 从事电压无功优化控制、电力系统二次设备检修、配电网建设及运行管控相关工作;

唐朝(1984), 工程师, 从事配电网运检分析管理、配电网自动化管理等工作;

张禹(1985), 工程师, 从事配电网运维检修管理工作;

曾娜(1987), 工程师, 从事配电网生产技改大修项目管理;

李卓雯(1986), 硕士、工程师, 从事配电网运检计划管理工作。

(收稿日期: 2018-06-13)

[9] 韩小雷. 粒子群——模拟退火融合算法及其在函数优化中的应用[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.

[10] 麻秀范, 丁宁, 李龙. 配电网重构中网络辐射形与连通性的判断[J]. 电工技术学报, 2014, 29(8): 289-293.

[11] 孙惠娟, 彭春华, 袁义生. 综合开关次数分析的配电网多目标动态重构[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(9): 41-46.

[12] Zhu Jizhong, Xiong Xiaofu, Hwang D, et al. A Comprehensive Method for Reconfiguration of Electrical Distribution Network [C] // Proceedings of IEEE Power Engineering Society General Meeting 2007, Tampa, FL, USA: 1-7.

[13] 周涑, 张冠军, 李剑, 等. 基于化整为零策略和改进二进制差分进化算法的配电网重构[J]. 电网技术, 2012, 36(3): 197-203.

[14] 王淳, 易水平, 刘建国. 配电网重构的食物链生态进化算法[J]. 高电压技术, 2009, 35(11): 2858-2864.

作者简介:

张珂(1990), 硕士研究生, 主要从事配电网自动化方向的研究。

(收稿日期: 2018-05-25)