

电网遥信大数据智能分析辅助 决策系统建设研究

郝翠甲¹, 叶海峰², 吴文兵¹, 艾超¹

(1. 国网安徽省电力有限公司铜陵供电公司, 安徽 铜陵 244000;

2. 国网安徽省电力有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘要:电力调度控制中心为适应电网规模不断扩大、结构日趋复杂化而带来的海量设备监控信息,充分发挥现代化技术手段应用的先进作用,提高调控运行人员对电网驾驭能力以及对电网异常、事故信息处置效率,降低人员劳动强度,开展了电网遥信大数据智能分析辅助决策系统建设研究。本研究基于实际电网模型和实时数据,从电网海量信息中梳理、智能分析,提供结论性结果,智能替代人工,而且以电网实时信息为输入,以设备基础信息为辅助,横向对比,纵向分析,提供科学的辅助决策,全程信息深加工,独立设置,只提取系统信息,而不改变系统数据。建成一个具有简、全、独立安全三个主要特点的系统,有效提高电网设备异常事故处置效率、降低安全生产隐患,保证电网安全稳定运行。

关键词:电网模型;数据;智能分析;辅助决策

文章编号:2096-4633(2019)06-0041-06 **中图分类号:**C39 **文献标志码:**B

随着电网规模的不断扩大,各级的调控机构面对的电网信息量越来越大。电网结构复杂化给调控值班人员判断电网的运行方式的合理性、分析异常信号带来了难度,对于大量的一二次遥信数据,也难以完整准确的辨识其准确性。遥信信息是电网故障诊断的基础数据^[1-3]。以往的大规模停电事故,最初是由一些环境因素引起的,比如大风导致的线路跳闸等。现有 SCADA 系统的监控范围仅限于系统的主参数,对构成系统的各重要设备的健康状况的信息缺失,致使运行人员在事故面前难以做出正确的处理。未来智能电网要求具有故障自愈功能,其 SCADA 系统须拥有全网的监测数据,需要将电力设备的状态数据纳入其中,这对平台的实时处理提出了更高的要求。大数据是指利用常用软件工具捕获、管理和处理数据所耗时间超过可容忍时间的数据集^[4]。通过科学的算法结合运行规则,利用计算机技术对大量的一二次遥信进行智能分析和辅助决策,结合历史数据进行大数据分析,将减轻值班人员的工作强度。

1 数据处理分析

1.1 实时数据处理分析

目前已在线运行的电网故障诊断系统^[5]主要

使用系统监控数据采集(supervisor control and data acquisition, SCADA)系统上送的遥信信息完成诊断功能,其基本模型基于遥信信息构建。基于数据驱动的故障诊断方法被提出,利用海量的过程数据,解决以前基于分析的模型方法和基于定性经验知识的监控方法所不能解决的生产过程和设备的故障诊断、优化配。采用计算机图论算法,基于当前电网模型,结合未来设备投产、退役时序,进行模型重构,不同的电网断面进行孤网处理,将各连通子图重构为大电网数据模型,根据计算分析需求自动生成任意时刻的电网分析模型。实时分析部分建设在调度一区,采用 C/S 架构,调控人员通过独立的界面程序浏览分析结果。该部分主要完成实时性要求较高的功能处理,通过高效的实时数据的获取,实现监控人员需要和实时数据变化同步的处理,其数据处理和分析结果的展现的速度定义在 5 秒以内,其中的功能是在数秒级内,结合电网网络拓扑和实时数据的基础之上,在数据挖掘训练结果模型或先验知识的模型构建的基础之上,对实时的遥信、遥测和告警信号进行及时的处理和决策,形成对原 SCADA 缺乏智能分析决策的信息补充,同时,对一些数据进行实时的预处理并将预处理结果保存到数据库中,便于后期大数据分析的应用。

1.2 历史数据处理分析

电网各信息系统大多是基于本业务或本部门的需求,存在不同的平台、应用系统和数据格式,导致信息与资源分散,异构性严重,横向不能共享,上下级间纵向贯通困难,例如:电力系统中存在监控、能量管理、配电管理、市场运营等各类信息系统,大多相互独立,数据信息不能共享。建立在服务建设在调度三区,采用 B/S 架构,调控人员可通过网页浏览器浏览分析结果,主要是对历史统计、挖掘以及准实时的数据分析和结果展现,该部分主要处理的是实时性要求不强内容,准实时数据和结果的基本要求是 5 分钟级别,其他历史统计和一些相对静态的数据采取随变化更新,采取四层结构,在传统的 B/S 三层结构的基础之上,增加单独进程的数据处理和分析服务。

1.3 数据统计处理

完成系统所需的各项统计工作,初建系统需要全部历史数据进行初始统计,并保存到统计数据库中,当历史数据增添后,可在数据更新触发器下,进行增量统计,云计算能够整合智能电网系统内部计算处理和存储资源,提高电网处理和交互能力,成为电网强有力的技术组成^[6],为后续的知识挖掘和统计的显示提供数据支撑,同时形成增量统计,也提高了系统运行效率。

1.3.1 数据清洗

根据数据来源的不同,可以将智能电网大数据分为两大类:一类是电网内部数据,另一类是外部数据^[7]。原数据中存在许多“脏”数据,对数据的分析带来不良影响,数据清洗服务,就是利用“脏”数据检测功能发现“脏”数据,并使用数据清洗相应的方法清洗数据,并保存到清洁数据的数据库中,同时也可增量清洗,提高效率,通过对大量的、种类和来源复杂的数据进行高速捕捉、发现和分析,用经济的方法提取其价值的技术体系或技术架构^[8]。

1.3.2 智能检索

智能检索服务,是在复杂的条件组合为使用者在数据存储空间中查找所需数据内容。

1.3.3 知识挖掘

针对数据的相关性分析的基础之上,组织各类样本对所需知识模型进行训练,并存储,知识模型包括各类决策模型、预测模型、分类模型等,

由于模型训练往往需要占用大量的时间,因此在初始训练后,当有增量数据时,采用增量训练,在初次训练后,可大大缩短知识模型训练的时间^[9-11]。

相关算法应用:通过选择算法库的算法,并设定相应参数和输入数据,自设计所需的应用,进行数据挖掘方法试验、设计或临时生成某计算结果。

报告报表及评价:为各类报告、报表提供服务支撑。其中包括系统评价和业务评价,系统评价主要是对数据质量评价、计算精度评价、效率评价等功能,业务评价是对使用者相关业务的所需内容进行评价。

2 系统建设

开发实施电网遥信大数据智能分析辅助决策系统,主要工作任务是对电网监控信号进行智能处理的系统,精简整合监控信息,减轻信息风暴时监控信号处理压力,缩减信号判断和处理的时间,从而提高电网监控告警信息处理的效率和分析水平,提升电网运行的可靠性和安全性。系统开发过程中需要解决两个主要问题。

2.1 一次设备遥信

单一的一次设备遥信分析方法主要是通过当前的全网的一次设备遥信进行分析。

2.1.1 一次设备遥信的合理性分析

(1)开关间隔的遥信的合理性分析。主要包括:两侧刀闸,一侧为合,一侧为分;双母开关两个母线刀闸都为合;开关在合位,两个刀闸都在分位;开关和开关地刀都在合位等等。

(2)站内运行方式合理性分析。站内的遥信进行合理性分析,主要包括:母线不带电但是有热备用供电点;重要用户不带电等等。

(3)全网运行方式合理性分析。整个电网的运行方式合理性分析,主要包括:全站不带电;线路地刀在合位但是对侧开关在运行;高压网络通过低压网络合环等。

2.1.2 缺陷信息的分析和告警

主变档位信息。实时记录各变电站中各主变的档位变化时间,设定档位变化的最大间隔时间,如果当前时间距上次档位变化的时间超过最大间隔时间,则进行提示。

电流电压死数。开关处于合位,开关的电流电

压值超过15分钟未变化,则进行提醒。

开关变位信息。实时记录开关变位信息,包括开关变位时间、变位前后状态。为避免由于采集过程中信号缺失而导致记录不完整的问题,应结合开关的遥测数据辅助判断开关是否发生变位。通过选择时间段,查看指定时间内全网的开关变位情况,便于监控员了解最近一段时间内电网中发生变化的开关及开关的当前位置。

电流电压越限信息。获取实时越限信号或根据设备的电流电压限值实时判断设备的电流电压越限,自动记录越限的开始时间和结束时间,并在页面中实时显示设备越限信息。可以通过选择时间和厂站、设备等条件,查询历史越限信息。如果出现电流电压越限,并且超过三分钟没有恢复,在进行提醒。

2.2 二次设备信号

二次信号的分析是以电网故障或告警后所表现出的征兆信息为基础^[12]。当电网发生故障时,首先对大量的信号进行辨识和压缩处理,然后针对处理后的信号进行故障判别,最后给出分析结果。

2.2.1 强化信号辨识能力

利用开关变位、事故总信号、保护动作信号以及变电站告警直传等信息在设备故障情况下的内在关联关系,建立基于专家知识的信息辨识规则,实现对告警信息的正确性辨识。以事故总告警信号正确性辨识为例,线路故障下告警信息包括厂站事故总信号、间隔事故总信号、第一套保护动作信号、第一套保护出口跳闸信号、第二套保护动作信号、第二套保护动作出口跳闸信号、开关变位信号等,考虑到线路首末端,至少有20个及以上事故类告警信号。因此,当调度主站收到事故类告警信号时,自动根据上述告警信息规则,对告警信息进行校验,若事故类告警信号和上述信号模式匹配度偏离很大,则该告警信息可能为错误告警信息。例如设备检修拉停情况下事故总信号误发,而保护动作信号不动作,通过上述规则,即可识别错误的事故总信号。

2.2.2 实现告警信息的在线辨识

对全站数据跳变、调试情况下事故类信号误发等典型场景也可采取类似方法,结合调控运行经验,建立告警信息正确性辨识模型,运行启发式搜索和

模式识别等方法^[13]。

2.2.3 强化“海量”信息的解析能力

(1)对抖动信号合并。将某时间内重复出现信号的合并为同一描述体,在知识库中设计一个逻辑单元,对应重复的信号,设置重复发生时间限值,当在限值内重复发生时,认为是重复信号,进行计数,改变最后发生时间。为在事项服务中能替代原来的事项,每个事项形成一个GUID,对应在原事项基础上,改变时间和次数的事项,不再新建GUID,而是在原有事项基础上改变其内容。此类事项在事项服务器中,形成合并的事项要在合并后再进行保存。

(2)瞬时伴随信号的合并。将某信号的动作和复归合并为一个描述体,可减少信号数量的展现^[14]。某种信号的发生,会伴随着其他信号的发生,通过在知识库中设定伴随和被伴随关系,来判断伴随性,以被伴随信号为主要信号进行信号的合并。

(3)装置重启分析。为避免测控装置短时失电重启的同时有异常信号出现,以往监控人员要对这数百个信号个信号逐个核对。系统对此增加了“测控装置短时失电重启”分析功能,由于系统能够记录动作未复归信号,再次出现测控装置短时失电重启时,系统通过对比发生的信号跟记录的动作未复归信号的状态是否一致,如果发生的信号的状态跟记录的动作未复归信号的状态一致,只会分析出一条“测控装置短时失电重启”事项,将发生的所有动作信号压缩到此事项中,解决了因设备缺陷引发的信息风暴问题。

(4)事故分析排除了装置重启的可能后,将处理后的信息进行事故分析,并将分析后的结果展现在系统界面上。异常分析如果系统分析后不是事故,则将进行异常分析,根据异常的关键信号得出异常的类型。

(5)辅助决策。根据分析的结果,形成决策分析,见下表。

2.2.4 挖掘海量数据,提供决策分析

数据挖掘的主要功能是对数据库中的数据进行总结、聚类、分析、估计和预测以及发现数据之间的关联和是否存在序列性^[15]。系统可根据设定的时间段,对系统中历史事项的海量数据进行分析,在分析结果的基础上得出异常信号类型和事故信号类

型,并进行数理统计,得出各种事故异常发生的频率和次数,并分析出异常事故信号的伴随信号,为信号的过滤和辨识提供依据,同时和决策方案结合起来,提示监控员对于高发事故和异常如何安排计划检修

和缺陷排查。当新发生的事故和异常与历史分析结果不匹配时,将作为新的知识自动记录到知识库中,从而不断在系统运行过程中积累和完善分析决策方案,不断提升分析的准确性。

表 决策分析表

Tab. Table of decision analysis

名称	原因	隐患分析	处理方式
断路器 SF ₆ 气压低报警	(1) 断路器有泄漏点,压力降低到告警值; (2) 压力(密度)继电器损坏; (3) 二次回路故障; (4) 根据 SF ₆ 压力温度曲线,温度变化时,SF ₆ 压力值变化。	如果 SF ₆ 压力继续降低,造成断路器分合闸闭锁。	通知现场检查并记录 SF ₆ 压力,对照温度压力曲线,判断是否压力过低;记录此异常,并汇报调度,通知相关部门及时处理。
A/B/C 相机机构弹簧未储能	(1) 断路器储能电机损坏; (2) 储能电机继电器损坏; (3) 电机电源消失或控制回路故障; (4) 断路器机械故障。	造成断路器不能合闸	通知现场检查断路器、储能电机,储能电机继电器等;记录此异常,并汇报调度,通知运维人员及时处理。
测控装置死机	(1) 测控装置重要插件或功能模块损坏; (2) 测控装置长期无法正常通信; (3) 重要运行参数错误。	(1) 如装置无法通信或 CPU 等主要插件损坏,则装置所接入所有要信号、遥测、遥控均失效,装置通信中断,丧失本地及远方监控功能; (2) 如其他插件或功能模块损坏,或运行参数错误,则失去部分功能。	将该间隔监控职责移交至变电站现场,汇报调度;通知运维人员检查处理。

3 成果

电网遥信大数据智能分析辅助决策系统是基于实际电网模型和实时数据基础之上,对大数据量的实时遥信进行分析并提供处置决策辅助的智能系统,同时通过科学的算法结合运行规则,利用计算机技术对电网遥信的大数据进行智能分析和辅助决策,对于调控运行值班、事故异常应急处理、运行经验共享和人员培训等提供科学平台。通过建立专家知识库,对电网进行实时动态分析和全方位分析。结合电网模型,利用专家分析模型,采用智能分析算法,实现了对 EMS 系统的遥信数据进行实时的大数据分析,为调度人员提供了一个操作简单、易于维护的电网遥信大数据分析平台,并开发出实时业务部分和历史分析统计和准实时挖掘信息全景展示。对电网海量遥信数据进行智能分析判断,给出重要信息提示、原因分析及合理的处置对策。

通过对电网遥信数据进行系统的、实时的、动态的智能分析,不仅仅局限于某一个数据或某一个间隔内的数据的分析,它是整个全网大数据的分析。

通过对电网遥信大数据的智能分析辅助决策,极大的提高调控人员监视电网的效率,辅助调控人员快速对一次设备遥信进行分析判断及事故异常处理。

通过多种形式的分析结果展现手段,极大的提高调控人员监视电网的效果,通过语音、可视化图标、全景展示等手段有效的展现分析结果、智能判断以及辅助决策。

通过多维度的电网遥信的分析将使得电网分析更加的全面可靠。

4 总结

随着互联网的发展,大数据技术的应用也越来越广泛。本研究对电网遥信大数据进行分析,且给予辅助决策,将分析结果和决策意见提供给调控人员,协助调控人员更好的监控电网。对电

网设备异常事故处置效率、降低安全生产隐患、降低人工成本、电网科学规范管控、提升优质服务水平、提升人员业务综合素质等方面具有重要作用。电网规模越大,成果推广后应用效果将会越明显。

大数据挖掘分析的建立,应该说才算开始,还需要很长的路程要走,当前各项功能研究和开发有些已较深入,有些智能分析算法还在试验和探索中,需要做的工作很多,难度也相当大,通过通过大数据挖掘的推进,进一步完善各个数据的规范性和完整性,为大数据仅一步的挖掘提供良好的数据基础支撑。

参考文献:

- [1] 郭创新,彭明伟,刘毅.多数据源信息融合的电网故障诊断新方法[J].中国电机工程学报,2009,29(31):1-6.
GUO Chuangxin, PENG Mingwei, LIU Yi. Novel approach for fault diagnosis of the power grid with information fusion of multi-data resources[J]. Proceeding of the CSEE, 2009, 29(31): 1-6.
- [2] LI Z X, YIN X G, ZHANG Z, et al. Wide-area protection fault identification algorithm based on multi-information fusion [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2013, 28(03): 1348-1355.
- [3] 顾雪平,刘道兵,孙海新,等.面向 SCADA 系统的电网故障诊断信息的获取[J].电网技术,2012,36(06):64-70.
GU Xueping, LIU Daobing, SUN Haixin, et al. Acquisition of power system fault diagnosis information from SCADA system[J]. Power System Technology, 2012, 36(06): 64-70.
- [4] 张冬霞,姚良忠,马文媛.中外智能电网发展战略[J].中国电机工程学报,2013,33(31):1-14.
ZHANG Dongxia, YAO Liangzhong, MA Wenyuan. Development strategies of grid in China and abroad [J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(31): 1-14.
- [5] 李再华,白晓民,周子冠,等.基于特征挖掘的电网故障诊断方法[J].中国电机工程学报,2010,30(10):16-22.
LI Zaihua, BAI Xiaomin, ZHOU Ziguan, et al. Method of power grid fault diagnosis based on feature mining [J]. Proceedings of the CSEE, 2010, 30(10): 16-22.
- [6] 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(04):927-935.
SONG Yachi, ZHOU Guoliang, ZHU Yongli. Present status and challenges of big data processing in smart grid [J]. Power System Technology, 2013, 37(04): 927-935.
- [7] 戴庆华,晏治喜,漆铭钧,等.智能配电网大数据典型应用场景研究[J].2018,21(11):43-49.
DAI Qinghua, YAN Zhixi, QI Mingjun, et al. Research on typical application scenario of big data in smart distribution network [J]. Power Systems and Big Data, 2018, 21(11): 43-49.
- [8] 张东霞,苗新,刘雨平,等.智能电网大数据技术发展研究[J].中国电机工程学报,2015,35(01):2-12.
ZHANG Dongxia, MIAO Xin, LIU Liping, et al. Research on development strategy for smart grid big data [J]. Proceedings of the CSEE, 2015, 35(01): 2-12.
- [9] 孙宏斌,黄天恩,郭庆来,等.基于仿真大数据的电网智能型超前安全预警技术[J].南方电网技术,2016,10(03):42-46.
SUN Hongbin, HUANG Tianen, GUO Qinglai, et al. Power grid intelligent security early warning technology based on big simulation data [J]. Southern Power System Technology, 2016, 10(03): 42-46.
- [10] 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(02):27-30.
ZHAO Xiaoming, ZHANG Xueqiang, CAO Lan. Thematic analysis of "big data" and "cloud computing" in power system based on key words [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(02): 27-30.
- [11] 仇卫东,冯建雷,黄平.电网规划基础数据管理分析[J].电力建设,2011,32(10):87-89.
QIU Weidong. Analysis of basic data management of powergrid planning [J]. Power Construction, 2011, 32(10): 87-89.
- [12] 吕朋蓬,赵晋泉,李端超,等.电网运行状态评价指标体系与综合评价方法[J].电网技术,2015,39(08):2245-2252.
LV Pengpeng, ZHAO Jinqian, LI Duanchao, et al. An assessment index system for power grid operation status and corresponding synthetic assessment method [J]. Power System Technology, 2015, 39(08): 2245-2252.
- [13] 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.
ZHAO Teng, ZHANG Yan, ZHANG Dongxia. Application technology of big data in smart distribution grid and its prospect analysis [J]. Power System Technology, 2014, 38(12): 3305-3312.
- [14] WU Xindong, ZHU Xingquan, WU Gongqing, et al. Data mining with big data [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2014, 26(01): 97-107.
- [15] 曾四鸣.大数据挖掘技术在电力行业中的应用[J].电力大数据,2017,20(09):81-84.
ZENG Siming. The application of big data mining (DM) technology in power system [J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(09): 81-84.

收稿日期:2019-02-13

作者简介:



郝翠甲(1984),女,本科,高级工程师,主要从事电网设备监控运行及管理工作。

(本文责任编辑:范斌)

Research on construction of intelligent decision support system for remote sensing and big data analysis of power grid

HAO Cuijia¹, YE Haifeng², WU Wenbing¹, AI Chao¹

(1. Tongling Power Supply Company of State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd., Tongling 244000 Anhui, China;

2. State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd., Hefei 230000 Anhui, China)

Abstract: In order to adapt to the huge amount of equipment monitoring information brought about by the expanding scale of power grid and the increasingly complicated structure of power grid, and gives full play to the advanced role of the application of modern technological means, improves the control ability of power grid operators and the efficiency of handling abnormal and accident information of power grid, reduces the labor intensity of personnel, The power dispatching and control center has carried out the research on the construction of the intelligent analysis and auxiliary decision system of big data of power grid telecommunication. Based on the actual grid model and real-time data, this research combs and intelligently analyses the massive information of power grid, provides conclusive results, intelligently replaces manual work, and takes real-time information of power grid as input, aided by basic equipment information, horizontal comparison, vertical analysis, provides scientific auxiliary decision-making, deep processing of whole information, independent settings, only extracts system information without changing the system data. Build a simple, complete and independent security system, which can effectively improve the efficiency of handling abnormal accidents of power grid equipment, reduce hidden dangers of safe production, and ensure the safe and stable operation of power grid.

Key words: power grid model; data; intelligent analysis; auxiliary decision;