

基于多源数据融合的电网故障综合分析 with 智能告警技术研究与应用

陈智祺¹ 夏天¹ 周忠强¹ 李俊林¹ 陈刚²

(1 贵州电网有限责任公司电力调度控制中心 贵州贵阳 550000 2 国电南瑞科技股份有限公司 江苏南京 210000)

摘要:新时期人的生活、生产都愈加依赖于电网。密度大、关联多的电网,尤其是特高压电网建设,为人类的电力供应、网络运转做了支撑。但电网的建设、提速中,仍然需对设备故障问题有所忌惮。这是因为,一些单一设备出现故障问题时,其影响并不限于该设备,而是可能致使更大范围电网事故发生的。这就需要溯源故障问题,并从技术创新角度来探寻故障解除之道。当下的一些电网故障分析、告警功能尚有短板,例如,其数据源单一,而且准确率也堪忧。这就非常影响现实中的电网调控。文章试图以多源数据融合为可依靠的大的背景条件,分析如何创新电网运行中的智能告警工具功能,其中列举了全工况在线展示与分析模块、风险判断模块、故障分类感知与展示模块,共三大功能模块,用以辅助电网解决诸如地调主站自动化系统接收到子站系统异常数据时,进行迅速的异常报文定位等问题。

关键词: 多源数据;电网故障;智能告警

Research and application of comprehensive analysis and intelligent alarm technology for power grid faults based on multi-source data fusion

Chenzhiqi¹ Xiatian¹ Zhouhongqiang¹ Lijunlin¹ Chengang²

1 Guizhou Power Grid Co., Ltd. Power Dispatch Control Center Guizhou Guiyang 550000

2 Nari Technology Development Limited Company Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract: In the new era, people's lives and production are increasingly dependent on the power grid. The construction of high-density and interconnected power grids, especially ultra-high voltage power grids, provides support for human power supply and network operation. However, in the construction and acceleration of the power grid, it is still necessary to be cautious about equipment failures. This is because when a single device malfunctions, its impact is not limited to that device, but may lead to a wider range of power grid accidents. This requires tracing the fault problem and exploring the way to resolve it from the perspective of technological innovation. Some current power grid fault analysis and alarm functions still have shortcomings, such as a single data source and worrying accuracy. This greatly affects the regulation of the power grid in reality. The article attempts to use multi-source data fusion as a reliable background condition to analyze how to innovate the intelligent alarm tool function in power grid operation. It lists three major functional modules: full condition online display and analysis module, risk judgment module, and fault classification perception and display module, which are used to assist the power grid in solving problems such as rapid abnormal message positioning when the automation system of the main station receives abnormal data from the substation system.

Keywords: multi-source data; Power grid malfunction; Intelligent alarm

引言

无论是乡镇,还是城市,只要涉及到的是特高压交直流电网,其相应的故障都有导致大规模停电、停产的可能。因为现代电网具有更突出的耦合性,每一条线路所关联的设备都不是绝对独立的,所以一个设备突然跳闸,与之关联的其他线路也要被牵连,一些经济损失、社会面影响等都在所难免。那么,突破单一数据源限制,充分融入智能告警(监控)工具,或将成为电网运行调度能力提升的一个可靠思路。

1 多源数据融合

计算机、计算机技术乃是多源数据融合实现的硬性支撑,其融合中,靠的是一并运行多个传感器来迅速、

精准地采集数据,继而对数据展开智能的、综合化的处理,以指导决策任务。所以多源数据融合突显的应当是其信息处理的综合过程。该过程按照阶段能细分出几大层级——数据级、特征级、决策级。

其一,数据级方面的融合。该层级的操作是面向基础数据的,即要在展开相应的预处理、特征提取以前,先融合这些多种来源的数据,而后推进应有的预处理、特征提取操作。

其二,特征级方面的融合。该层级操作是要分化处理多种来源数据,包括分化的预处理、特征提取,继而会融合所提取到的所有特征参数,还把这些融合好的参数整理为DNN模型的输入。

其三,决策级方面的融合。该层面操作是以多种来源数据为决策分析主体,让它们基于DNN模型来受到决策分析,继而去融合由模型产生的多种类型的分析结果,这样便能顺利获得终极的决策结果。

几大层级中,第一级,即数据级的融合操作尤为关键,该环节必须被要求要最大限度地保留多源数据的起初特征,因为这些特征直接关联终极的决策的准确性,也是判定其智能化功能有效与否的关键。多源数据融合能够给当今电网项目的智能化运行、维护等,带来一些有益启示。文章也是考量了电网故障综合分析和智能告警技术的现状,继而设计了以多源数据融合为基点的故障解决技术功能模块。

利用现有的电网数据采集和监视手段快速定位电网故障,并将故障信息准确提供给调度员,提高事故处置效率,进而提升调度机构驾驭大电网能力^[1]。这应是所有相关创新方案的基础出发点。

2 电网故障综合分析与智能告警技术研究现状

现在局部电网发生故障以及引起的连锁故障发生概率仍在增大^[2]。但不论是工程界,还是学术界,都始终没有停止针对电网故障的分析,也没有放缓对告警技术的深研。他们的分析与研究,多指向的是电网故障分析模型的建立方面,即要立足于一定的算法的选择、应用来计算和推导出相应的电网设备故障告警结果。这些结果会得到相对明确的分类,被分开展示。这看似已经非常先进,但实际上仍不能满足偌大电网的运行调度要求,不能支持各调度机构进行足够迅捷、精准地故障定位操作,不能让他们实时获取到被定位故障的完整信息。具体而言,一方面,现行操作中能支撑故障判断的数据,在来源上偏单一。即,现实中在进行电网故障诊断或者告警时,其算法和传统稳态监控是相匹配的。其中,稳态监控下采集到一定的数据,用以计算、判断可能有的故障,但是这些来自站端的基础数据质量却不够有保证。一旦数据质量堪忧,或者受特殊情况干扰,诸如出现空载充电线路偶然跳闸、开关试送电失败等情况时,那么其有了故障后就可能发生无法报出的情况,即出现了漏报事件,由此,报出相应故障的正确率就一直走低。另一方面,现行操作中所涉及的告警报出模式偏单一。需要承认的事实是,很多被广泛应用的告警系统在算法逻辑上是有短板的,其算法运行过于机械,虽然保持了数据采集的实时性,且分析、故障报出也够快速,但还不能做到在线实时甄别告警结果,也不能支持后续的离线分析。也就是说,如果某一电网设备检修时存在开关传动,亦或出现二次设备异常这类情况,那么其告警系统就很可能有不正确信息被报出,即造成误报,由此,告警的正确率同样会一直走低。基于以上两点现状,我国电网运行中,总体的风险预警、风险应对都相对低效,

很大程度依赖于常态下的电网检修,做人工经验判断与处置,即偏于进行事后风险处置,并未能依托于智能监控来综合考量网源、气象、负荷等信息,以实现全方位、智能化的电网风险预警。显然,低效化的风险处置有经验盲区,客观性、全面性、及时性均不足。而且,这实际上也增大了电网故障检修的总体成本,因为事后处置很可能发生故障事态扩大的情况,不可控因素增多,不是电网故障处理的长期之道。

3 智能告警工具要解决的问题

随着我国电力系统的快速发展,电网运行中不断涌入了更多智能电子设备^[3]。在此背景下,本文提倡针对以上问题进行新智能监视工具的开发应用,它的在线故障诊断,应该以解决下方两点问题为前提。

3.1 分层分类告警信息

在调度操作上,以往的自动化系统是缺乏告警信息精细化处理的,其对应的信息往往分散,且无章法,于是就要求调度运行人员不断为了查看告警信息详情而进行不同功能界面的切换操作。这种情况下,人为操作多、杂,容易存在主观疏忽,进而降低调度质量,且其过程中也没有加入分析整合环节,就不免使电网的总的运行状态处于被模糊感知的状态,这是不利于电网健康运行的。为使调度监控趋于智能化,让告警信息的存在与否、故障区位反映、故障信息处置等问题顺势得到解决,就需基于调度所用的自动化系统来分层分类各告警信息,以促使相关信息得以整合。例如,可将其分类为故障告警分析类、预见故障分析类、实时监视分析类等类型。

3.2 可视化的实现

智能监视工具必不可少了对可视化目标的实现,让可视化技术得到自然融入。现今,已有的电力系统是认可并加入了可视化技术的,只是其应用深度不足,效果不佳。例如,可视化技术所展示内容还局限于单个测点数据,与构建整体的电网告警可视化脉络还有一定距离;其可视化技术应用的顶层设计亟需从用户体验角度着手。进一步优化对可视化技术的应用,要围绕着令调度运行人员获得完整、直观、清晰的电网真实状态感知,并且要让他们能高时效、少步骤地调阅、处理不同类型的告警信息。例如,依托于一个成形的可视化展示脉络,其中包含信息层次树、不同的窗口、地理潮流图、告警面板等小主体,以有层次地显示电网整体运行状态。当然,具体的可视化脉络设计,还要结合电网实际需求。

4 基于多源数据融合的智能告警工具功能设计

基于多源数据融合背景,电网设备技术监督数据库也会是多源性的^[4]。因而电网智能告警工具的报文异常识别能力就应该更强,更能分类处理多源性故障问题。以下为智能告警工具功能设计设想,以及对功能的细述。

4.1 全工况在线展示与分析模块

该模块的展示对象是整体的输变电设备。在没有多源数据作支撑的原始状况下,输变电设备受制于片面的数据来源以及浅层次的分析功能,在监视和分析数据方面有着显而易见的不足。为此,多源数据融合下的新设计的综合智能告警工具应当具备全方位采集和调控电网平台输变电设备多源数据的能力,例如,应能够整合、展示、分析诸如地理气象、安消防、故障录波、检修记录、遥测、遥信等信息。对此,技术设计中可立足于建立全工况在线展示与分析模块来实践。该模块依托于一定的信息数据库模型,组建合适的立体化的维度,例如时间维度、环境维度、电气维度等,继而借助于多样化的智能分析手段(神经网络等),实现对设备工况的在线展示、分析。由此,便能辅助人们预警故障、诊断缺陷。

4.2 风险判断模块

以往情形下,电网调控中不得不较大程度地依靠人主观方面的思考与分析,其风险预警带有主观经验性,加上又是非多源数据支撑,所以风险预判的切入不深、分析不全,科学性严重不足,自然达不到对电网各类风险提前精准控制的目的。所以该模块的设计对于任何智能化的电网而言,都有必要性,能大大降低电网应对故障时的脆弱性,减少不必要的异常状况的出现。该模块设计中,要实现的目的为预判风险,要做的准备是明确电网异常运行下,其表现出的状态特征是什么,以及能够借此形成哪些趋势指标。这里提及的特征、指标都将作为智能模块的风险判断依据,并嵌入到模块的分析模型中。在模块的搭建上,其还要基于GIS,考量电源、负荷、气象等影响因子,同时要面向电网运行数据、超限告警数据、网络分析数据等进行数据挖掘,以形成一个独立的分析模型。该模型于电网异常时,自动结合状态特征,输出趋势指标,从而发出预警、展示分析结果。这样,就为风险处理决策的得出做了充分铺垫。

4.3 故障分类感知与展示模块

分类感知实际上可分为两个层面,即分类型感知和综合感知。因此,此处叙述的功能模块应细分为故障分类型感知与展示模块,以及故障综合感知与展示模块。两个模块总的设计原理是,依托于在线综合分析、多源数据融合,使智能电网系统能够结合差异化的告警数据来源特点,以及差异化的设备、厂站信息来建立实效性强、可靠度高的组合型故障判断机制。其系统模块在判断分析中要对多源数据不断整合、压缩、精炼,并完成安全校验,最终输出告警结果。

故障分类型感知与展示模块:正常的电网故障出现时,调控人员会在短小时内接收很多告警元数据,它们来自多个不同的应用。若此时元数据得不到精准地筛选,

调控人员要迅速判断故障就很困难。因此,让智能模块能够进行分类型感知,其本质上是对差异化的、大量的电网故障信息做事件级分类,继而提高相关信息的组织效率。而其模块的展示信息功能,在于让故障告警信息得以分层展示,其需要关联、对接统一的可视化信息平台。具体的可展示的信息包括:故障详情信息、故障综合信息、故障位置信息、故障影响信息等。

故障综合感知与展示模块:故障的综合感知,其依赖的基础是电网系统中所留存的全部的故障历史数据,即该模块利用这些故障历史信息来分析得出有理有据的故障模型,并把所有故障模型汇集在一起,形成故障模型库。该模块在分析感知中,能够针对故障的实际内容、范围,以及决策预案等进行定义,梳理、总结出可靠的故障感知规则。其单个故障模型的生成,靠的是电网故障进行时,系统自动化读取(感知)多源应用数据,并把它们集中起来做整合处理,以得出分析结论。当单个故障模型生成后,系统还会把它进一步做比较,比较对象就是系统故障模型库已有的数个模型。这能够使功能模块实现针对故障的综合分析与判定,助力于调控人员的决策。其中,故障判定离不开内在原因的梳理。所以该模块也必须能够支持进行综合化的影响因素分析,例如能合理分析气象、地理、山火等因素。

总体来看,以上诸功能模块的设计立足点,都是综合地、智能地做告警判断,要求电网系统能顺利完成对差异化故障的多源信息批量整合处理。其系统的在线分析、分类告警和展示等功能,能够让新时期的电网故障处理表现出更多辅助决策的价值。

结语

总而言之,多源数据融合是为现代电网的高质量建设提供了合理化的方向,使其在组织故障综合分析、智能告警研究时,拥有更为广阔的设计思考空间。文章所提供的关于智能告警工具的模块设计方案,以及其功能实现思路,立足于现实所存在的问题,同时其也借鉴了一些成熟的功能设计方案,有一定的可行性。

参考文献:

- [1]霍明霞,王锋,苗堃.多源数据融合的电网综合智能告警系统的研究与应用[J].电力设备管理,2022(3):32-34.
- [2]王宇,高吉普,林呈辉,等.基于多源数据融合的电网故障智能诊断方法研究[J].电子器件,2020,43(2):304-308.
- [3]吴漾,孔庆波.基于多源数据融合的电网故障辅助分析[J].自动化与仪表,2019,34(6):5-8,58.
- [4]李坚林,张晨晨,赵昊然,等.基于多源数据融合的电网设备技术监督知识图谱构建[J].电工电气,2021(9):60-63,68.