

电网监控事件化系统在中卫电网的应用

梁宗裕 温帅

国网宁夏电力有限公司中卫供电公司，宁夏中卫，755000；

摘要：为解决电网发生事故情况下，电网集中监控接受告警信息量大、顺序杂乱、逻辑性差、低效信息多问题，基于调度自动化 EMS 系统建设电网监控事件化，通过运行积累，成熟应用于中卫电网，通过智能分析与辅助决策系统改造，提高中卫电网监控信息监视率，事故判断和告警信息处置的正确率及效率。进一步提升了中卫电网设备监控智能化管理工作水平。

关键词：电网；监控；事件化

DOI:10.69979/3041-0673.24.3.054

1 现状分析

随着中卫电网网架不断扩大，输变电设备不断增多，变电站和调度端自动化水平的不断提高，主站接受设备信息庞大且杂乱无章。由于数据无组织性，监控员很难快而准确的获取事故发生的重要相关信息、无法第一时间掌握事故的现象和设备动作情况，进而相关人员无法准确、快速、全面发现电网设备运行的故障和缺陷。难以及时形成准确、全面、高效处置策略，为事故、故障和缺陷处置带来较大难度，给中卫电网的安全稳定运行和发展带来安全隐患。

2 难度较大的主要表现

2.1 信息数量多，事故诊断难度大

当前集中监控站点多、信息量大，当电网发生事故时，尤其多种事故时，由于产生的数据无任何组织性，刷屏现象严重，难以查找事故相关信息，监控员很难快而准确的获取事故发生的重要相关信息、无法第一时间掌握事故的现象和设备动作情况，进而相关人员无法准确、快速、全面发现电网设备运行的故障和缺陷。对及时发现所处电网故障、判断电网故障、处置电网故障带来了难度。

2.2 低效信息多，设备缺陷易遗漏

电网及设备发生缺陷或出现故障时，重要信息与大量低效信息、无效信息的混杂在一起，很容易造成监控信息漏监，如若无法及时处理，会造成由漏监促使电网设备故障、损坏以及造成更大的电网事故并产生无可估量的经济损失和社会不良影响。

2.3 信息复杂度高，信息处理难度大

由于信息的复杂性和关联性，难以及时形成准确、全面、高效处置策略，为事故、故障和缺陷处置带来较大难度，给电网的安全稳定运行带来安全隐患。对发生事故的分析判断和对应处置策略的制定如果不及时不准确性，将增加事故处理难度，事故处置和恢复供电时间延长，造成相应的供电损失。

2.4 历史数据利用率低，资源浪费严重

电网和设备运行的大量历史场景蕴藏在常年的历史数据中，由于数据无组织并且缺乏与历史相关事故、缺陷事件的关联，难以通过更有效的数据挖掘手段为设备监控管理工作的进一步提升提供支持，也难以将历史事件形成典型的场景的复现，为人员培训提供数据资料，造成数据资源的浪费。

3 事件化系统在中卫电网的应用

3.1 什么是“事件化”

集中监控变电站上送的监控告警信息中，信息之间信息必然会存在一定的关联关系，这些存在关联关系的信息在上送时，定会反映出电网或变电站的相关设备正在发生的事情，利用信息分析单元构建技术，将对象化信息以信息所属一次设备为基础物理单元、以事件相关设备为组合单元、以信息上送时间窗为时间单元构建时空分析集合。将所有具备关联关系信息进行组合，通过对信息进行关联分析归纳，形成对一个设备事件的判断，将监控系统中原来以仅以时序排列展示散乱信息以“设备事件”的形式展示。“事件”就是指在一定物理空间和事件空间内，原始信息所反映出事物特征的综合描述，即事物的变化状态以及变化过程。“事件化”对大量原始信息通过智能分析技术形成“事件”的过程，称之为

“事件化”。

3.2 事件化工作过程

事件化在中卫实际电网设备模型、遥测遥信数据以及二次告警信息的基础上,研究基于机器学习的告警事件处置智能分析与辅助决策,包括变电站监控信息事件化、事故跳闸智能诊断及分析、设备缺陷精准识别、遥测越限告警、试验事件识别过滤。在不丢失关键监控信息的原则上,形成监控信息压缩及关键事件的突出展现及跟踪,依据所处工况智能推送事件处置方案。实现大量历史信息场景重演和分析,对历史数据形成事件化的数据组织、分析和存储,为进一步挖掘提供有组织的数据依据。抽取历史真实的典型事件场景或设想的典型场景形成仿真演练案例,为事后分析、培训、演示、测试验收提供仿真演练环境。利用数据驱动,提高设备监控管理水平、更加适应中卫电网智能化的发展。

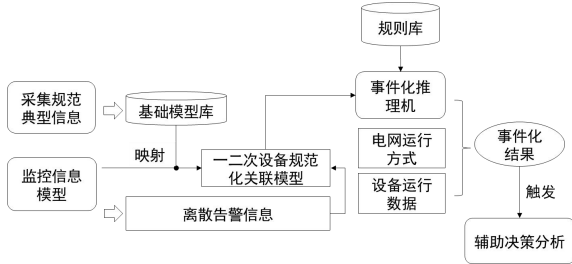


图 1 事件化工作流程图

3.3 系统架构

系统部署于安全三区,新增一台服务器作为信息事件化智能分析与辅助决策系统的服务器,工作站复用现有的工作站,服务器信息数据,用于分析。并将事件化处理结果在工作站展示。

3.4 事件化分析

某主变低后备保护动作,该站 10kV I 母线失压,告警信息总数为 113 条,有用信息数仅占上送信息总数的 14.16%。发现监控告警上送信息未挖掘相关信息,且电网故障时上送大量告警信息,对故障现象、设备状态等主要监控信息的筛选存在干扰,详见某主变低后备保护动作监控信息分析表 1。

表 1 某主变低后备保护动作监控信息分析表 1

| 类别 | 上送信息总数 | 筛选有用信息数 | 其它信息数 |
|----------|--------|---------|-------|
| 上送信息数(条) | 113 | 16 | 97 |
| 占比(%) | 100 | 14.16 | 85.84 |

事件化系统筛选主要信息,实现信息以一个事件单元为单位的压缩,某主变低后备保护动作的上送信息进行分析,发现需上报信息数只占上送信息总数的 14.16%,即低效信息占比为 85.84%>50%,非优势信息,实现信息压缩率>60%,详见事件单元推送信息压缩统计表 2。

表 2 事件单元推送信息压缩统计表

| 出线开关事故分闸 | 上送信息总数 | 筛选上报信息数 | 其它信息数 | 信息压缩率 |
|-----------|--------|---------|-------|--------|
| 未采用事件单元推送 | 33 | 4 | 29 | |
| 采用 | 4 | 4 | 0 | 87.87% |

事件化挖掘相关信息,对某时段上送信息进行分析,发现需挖掘的信息数是其主信息数 2.5 倍,需要挖掘信息数均未显示,为 0%,事件相关信息挖掘率>80%,详见事件单元挖掘相关信息率统计表 3。

表 3 事件单元挖掘相关信息率统计表

| 出线开关事故分闸 | 上送信息总数 | 筛选上报信息数 | 挖掘信息数 | 挖掘相关信息率 |
|-----------|--------|---------|-------|---------|
| 未采用事件单元推送 | 33 | 4 | 2 | |
| 采用 | 4 | 4 | 2 | 100% |
| 主变低后备保护动作 | 上送信息总数 | 筛选上报信息数 | 挖掘信息数 | 挖掘相关信息率 |
| 未采用事件单元推送 | 133 | 16 | 3 | |
| 采用 | 16 | 16 | 3 | 100% |

事件化系统窗口推送快速,D5000 信息上送时间按相关规定要求 < 3S,当前 D5000 信息处理率达到 99.99%,系统处理器运算速度高达 33.6 GHz,实现事件单元推送报告时间< 3 s,详见事件单元推送窗口弹出时间统计表 4。

表 4 事件单元推送窗口弹出时间统计表

| 时间单元窗口推送类别 | 事故 | 异常 | 越限 | 变位 | 告知 |
|---------------|-----|----|----|----|----|
| 时间单元窗口推送时间(S) | 2.6 | 2 | 2 | 1 | 1 |

使用事件单元推送前后监控告警信息收集的时长和效率进行了统计,监控告警信息的收集效率提高至 100%以上,各类监控告警信息收集时间控制在规定要求内,使用前详见表 5,使用后详见表 6。

表 5 使用前五类告警信息实际收集时间与标准时间对比表

| 信息类别 | 事故类 | 异常类 | 越限类 | 变位类 | 告知类 |
|----------|--------|-----|--------|--------|---------|
| 标准收集时长 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 实际收集平均时长 | 10.6 | 2.5 | 2.4 | 2.26 | 1.86 |
| 收集效率 | 75.47% | 80% | 83.88% | 88.49% | 107.52% |

表 6 使用后五类告警信息实际收集时间与标准时间对比表

| 信息类别 | 事故类 | 异常类 | 越限类 | 变位类 | 告知类 |
|----------|---------|---------|------|---------|------|
| 标准收集时长 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 实际收集平均时长 | 6 | 1.5 | 2 | 1.2 | 1 |
| 收集效率 | 133.33% | 133.33% | 100% | 166.67% | 200% |

4 事件化主要建设内容

利用事件化的压缩，在不丢失任何原有监控信息的原则上，极大减少告警信息的告警窗展示数量和频次。利用信息推演知识库提取不同信息间的相关关联关系，将本就杂乱无章的信息利用智能化分析技术整合一个事件提供给监控员，所提供的事件大可分为事故事件、异常事件、变位事件、试验事件、其他事件五类。

4.1 事故类事件

事故类事件按照事故发生的严重等级分为两大类：事故跳闸事件和一般事故类事件。

在事故跳闸后，短时间内会产生大量告警信息，根据产生告警信息的相关设备、信息类型、发出时间和顺序，事故分析模型即可对本次事故进行一个完整的过程演变，得出对应事故事件，并快速分析得到故障所属的性质和准确发生的对应故障设备，形成一个可直观展示事故发生、发展、结束一整个完整过程的事件链，有效解决事故发生时无关联信息的相互交叉问题，降低事故处置的繁杂程度。

事故跳闸按照事故持续时间长短可分为：瞬时故障、延时故障、永久故障。在对所发生的事故事件进行相关分析时，主要提取的关键信息包含故障设备名称、保护动作情况、跳闸断路器、开关重合闸动作情况、相别等信息，通过事故分析模型形成事故事件的一整个过程描述。

4.2 事故跳闸事件影响分析

对于生成的事故跳闸事件，可形成实时的全网拓扑

分析，分析展示出所影响的范围，能直观表面事故跳闸对电网的影响，方便进行后续的事故分析。

4.3 事故简报

对于事故事件，监控员可直接可一键快速生成并查看相应事故简报。所生成的事故简报主要内容包括事故发生时间、所属厂站、故障设备情况等。事故简报的一键快速生成，填补了中卫电网事故简报的编写智能化空缺，同时也方便事故事件的短时间汇报及通报。

4.4 异常事件

异常事件按照设备发生异常部位的类型可划分为一次设备异常、二次设备异常、通信异常、回路异常。

设备发生异常时，异常信息通常都是交叉且重复显示的，但通过对信息所属的一、二次设备和元部件以及信息发生的时间、对应频次等信息进行相关性分析后，可形成反映设备发生异常时的异常事件，辅助人员进行异常处置。设备异常分析获取情况及具体分类分析告警详见表 7：

表 7 异常事件分类分析告警表

| 异常事件 | 二级分类 | 三级分类 | 备注 |
|-------|-------------------|-----------|----------------------|
| 未复归事件 | 动作未复归 | | 形成异常提醒并推送 |
| | | 短时复归事件 | 形成异常提醒并推送 具体信息有差异 |
| | 动作延迟复归（超过了正常复归时间） | 稍长复归事件 | 形成异常提醒并推送 具体信息有差异 |
| | | 长时复归事件 | 形成异常提醒并推送 具体信息有差异 |
| 频发事件 | 动作瞬时复归 | | 不形成异常不推送 |
| | 少量非周期频发事件 | | 不形成异常不推送 |
| | 多量非周期频发事件 | | 形成异常提醒并推送 |
| | | 长时周期性频发事件 | 形成异常提醒并推送 |

4.5 变位事件

一次设备（如断路器、隔离开关分合闸位置）、二次设备（如保护软压板投退）等一、二次设备位置发生改变时，除变位信息外，同时会上送一些相关设备的伴生信息，系统经过分析形成对应变位事件，进一步压缩了变位时发出的信息数量并极大减少伴生信息的干扰。

4.6 告知事件

由于告知类信息只需监控员定期查询,告知形成事件,但不进行告警提醒及推送。

4.7 试验事件

试验事件是设备处于检修状态时的对应间隔发生的相关信息。试验事件能有效归纳出电气设备试验时发出的信息,有效避免了电气试验上传的信息对电网正常上送的信息干扰,有效减少了监控员的工作量。

4.8 恢复事件

当事故事件,如果故障电网或设备恢复正常,故障隔离取消恢复送电后,将形成事故恢复提醒。异常事件中相关设备的缺陷消除,信息恢复复归或不再频发,将形成缺陷恢复提醒。辅助监控员明确事件处理结果,对事件发生、处理过程形成闭环管理。

4.9 告警信息与遥测量综合分析

当告警信息发生时,同时其对应设备的相关遥测值会发生改变。两者综合分析,即可判断告警信息发出的准确率,又可实现将遥测值的变化结合到本次事件的综合分析中,让监控员更准确且全面的掌握本次事件给电网和对应设备带来的影响。

4.10 实时重点关注

根据分析结果,可在监控员监视界面重点展现需要重点关注的结论性事件信息,主要包括已发生的事故跳闸事件、动作未复归、延迟复归事件、信息频发等重要关键事件,进而过滤了大量无效的信息事件,大幅度减少了监控员对各类变电站监控信息的关注度。

4.11 事件过程监视

对应电网事故、设备故障、设备缺陷需要跟踪,为避免遗漏和忽略,系统根据先验知识的参数条件自动将关注的事件形成跟踪处理事件,以备持续无遗漏跟踪。

例如:异常信息按照发生时间及频次,可分为未复归信息及频发信息,针对未复归信息,如果动作时间超出设备缺陷知识库中定义的阈值,将自动形成缺陷跟踪记录;对于频发信息,频发次数如果超过正常阈值,也将形成频发缺陷跟踪记录。并不断跟踪后续缺陷消除时间,便于监控员跟踪处理设备缺陷,消除缺陷漏监的可

能。

4.12 归类记录

主要针对电网中变位事件、设备越限事件,都单独形成一次事项记录,提供痕迹化查看功能。

4.13 过滤信息查阅

主要对过滤掉的低效信息、无效信息提供查看功能,包括试验事件、动作瞬时复归的各类信息事件,可提供监控员需要时查看对应信息,确保告警信息无遗漏。

4.14 统计分析模块

为各类事件及动作未复归、信息频发产生的规律等提供统计分析功能。可实现对信息的跟踪率、关注率、压缩率;事件化归类率、单次分析时间、判别正确率形成实时或历史自定义要求内的统计,并可实现各种图表的展现形式。

5 结论

(1) 基于对海量信息关联性挖掘,实现电网监控业务事件的高效识别,减轻监控人员对告警信息的监视压力。

(2) 基于自动化的流程控制与智能化的故障辅助决策,实现电网故障智能辨识,自动处置,提升故障处置效率。

(3) 运用大数据、机器学习技术,挖掘监控告警信息与多源信息间的关联关系,提升设备运行状态的感知能力。

参考文献

- [1] Q/GDW 11398-2015《变电站设备监控信息规范》.
- [2] DL 5446-2012《电力系统调度自动化工程可行性研究报告内容深度规定》.
- [3] DL/T 5003-2005《电力系统调度自动化设计技术规程》.
- [4] DL/T 516-2006《电力调度自动化系统运行管理规程》.

作者简介:梁宗裕(1978),男,高级工程师,高级技师,从事设备监控工作.

作者简介:温帅(1995),男,助理工程师,从事设备监控工作.