

基于多维度业务数据融合的继电保护移动运维系统设计与实现

曾志安¹, 刘 辉¹, 汤小兵²

(1. 国网重庆市电力公司, 重庆 400010;

2. 南京国电南思科技发展股份有限公司, 江苏 南京 211153)

摘 要:针对继电保护设备台账多端维护及信息与现场不一致、巡检记录繁琐易出错、人工定值校核工作量大且易漏核、智能变电站光纤回路及信号无法可视化展示等运维问题。本文通过构建基于多维度业务数据融合的继电保护移动运维系统,与统计分析系统融合实现台账数据单端维护、多系统共享;与状态检修系统融合实现巡检内容标准化、报告整理智能化;与二次设备在线监视系统及 OMS 定值整定系统融合实现定值校核智能化,提高校核效率;与 SCD 管控系统融合实现智能设备虚回路、虚端子及回路关系图形化直观展示。通过上述分析本系统实现变电站继电保护信息自动采集、智能整理、交互融合和网络共享,在降低运维成本的同时,有效提升继电保护设备及二次回路现场运行、检修的作业水平和管理水平。

关键词:继电保护;智能移动终端;移动作业;台账维护;定值校核

文章编号:2096-4633(2019)11-0029-09 **中图分类号:**TM77 **文献标志码:**B

目前运维人员对设备台账、运行信息的维护均采用手动录入、人工校核等运维工作方式。该方式导致继电保护现场数据采集、设备台账录入等工作繁琐、工作量大、操作性差、出错率高、效率低,而且各专业系统无法实现互通,形成信息孤岛导致专业业务数据无法共享,基层公司数据重复录入等问题。同时,二次运维运维缺乏可靠的信息共享平台及高效的技术手段,无法为继电保护运维提供准确、全面、科学的大数据分析,无法为继电保护专业管理、设备运维提供坚强有力的支撑。

本文介绍了基于多维度业务数据融合的继电保护移动运维系统的架构设计、通信网络环境部署方式,并阐述了系统与继电保护统计分析及运行管理模块、状态检修辅助决策模块等多个业务系统进行数据信息同步带来的智能运维优势。系统目前已在变电站现场试点应用,实现了设备基础台账信息的实时校核及设备运维数据的流程化控制、集中化管理、综合性分析,在降低运维成本的同时,有效提升了继电保护设备及二次回路现场运行、检修的作业水平和管理水平^[1-3]。

1 建设的必要性

1.1 多维度业务系统数据融合必要性

继电保护专业目前已陆续建立了继电保护统计

分析及运行管理模块、继电保护状态检修及辅助决策模块、二次设备在线监视与分析系统等多个专业系统,各系统和业务数据的独立分散,形成了信息孤岛,造成信息难以综合应用。而继电保护专业数据量日益增多,各应用场景、数据管理模式、数据交互模式存在一定差异,造成继电保护专业综合应用水平难以提升^[4]。继电保护移动运维应用将各专业系统的业务数据从智能运维等多维度进行数据采集、整理、综合分析,并优化数据模型及改变运维应用模式,在现有基础上,从泛在连接、数据融合、开放共享三方面进行提升,为继电保护设备管理及智能化运维打下良好基础^[5-6]。

1.2 继电保护移动运维系统建设必要性

继电保护设备可靠运行,精准运维是电网安全运行的保障。目前,继电保护设备实际运维管理主要存在以下问题:①设备台账、运行信息的录入、校核等维护工作,存在人工录入量大、操作性差、出错率高、效率低;②各专业系统的信息孤岛导致专业业务数据无法共享,基层公司数据重复录入;③缺乏可靠的平台和高效的技术手段,无法为继电保护运维提供准确、全面、科学的大数据分析,无法为继电保护专业管理、设备运维提供坚强有力的支撑。

通过建立继电保护移动运维系统,采用“专业系统互联、业务数据共享、综合分析运维”模式,实现移动终端与各专业系统业务数据的实时交互,可以有效加强运维业务工作质量过程管理,业务数据信息智能采集、规范作业行为,提升现场运维工作的效率、准确性和安全性^[7-9]。

2 总体架构

继电保护移动运维系统由主站系统(包括主站管理模块、业务接口模块)、智能移动终端、电力无线虚拟专网三部分组成。主站管理模块采用 Web 访问模式进行业务数据的访问;业务接口模块采用 SFTP 或 WebService 等协议及进行业务数据的共享和传递;智能移动终端设备进行业务数据的智能采集;业务数据的传输通道采用电力无线虚拟专网,总体架构如图 1 所示^[10-12]。

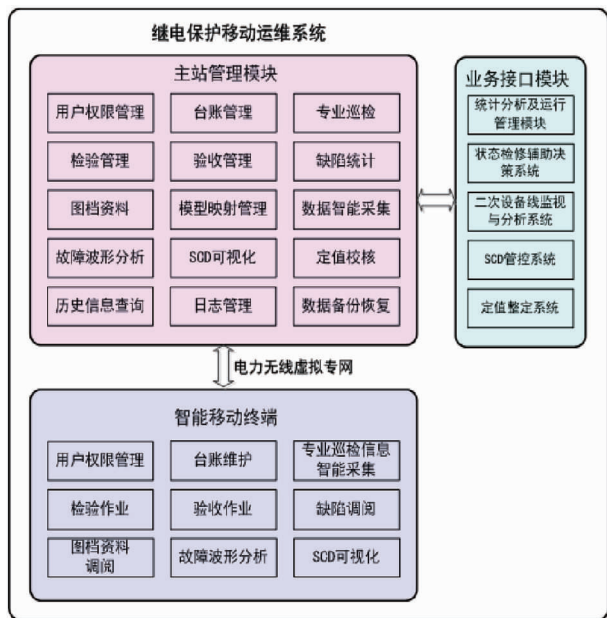


图 1 系统总体架构图

Fig. 1 Overall architecture diagram of the system

2.1 主站系统

主站系统国网 SG-UAP 平台 cim3.0 公共数据模型开发,采用 B/S 结构设计,主要包括主站管理模块和业务接口模块两部分。主站管理模块实现用户权限管理、设备台账管理、专业巡检、检验作业等业务数据的智能采集和存储、分析、查询等功能;业务接口管理模块通过与统计分析

整定系统进行数据交互,完善运维作业数据的智能采集,实现故障录波文件智能推送和移动便捷即时调阅、SCD 即时调阅及可视化感知、继电保护定值智能校核^[13-14]。

2.2 智能移动终端

智能移动终端作为继电保护移动运维系统前端设备,主要实现变电站继电保护设备台账维护、专业巡检信息的智能采集、检验作业的过程管控、故障波形分析展示、SCD 可视化展示、缺陷信息的调阅等各类运维数据记录的查询功能。智能移动终端部署智能运维作业 App,软件界面风格考虑人性化设计,力求达到简明易用的效果。

2.3 电力无线虚拟专网

电力无线虚拟专网为业务数据传递提供实时传输通道,便于二次运维人员及时维护设备台账信息和开展巡检作业的的数据采集、检验作业的流程管控,有效提升继电保护运维管理业务水平^[15]。

2.1 物理部署

基于多维度业务数据融合的继电保护移动运维系统建设中主要涉及电力无线虚拟专网和安全接入平台部分,具体建设部署结构如图 2 所示。其具体实现方式在对现有业务系统加以改造,实现部署系统与统计分析及运行管理模块等其他业务系统进行信息交互,从而达到继电保护移动运维系统建设的目的。

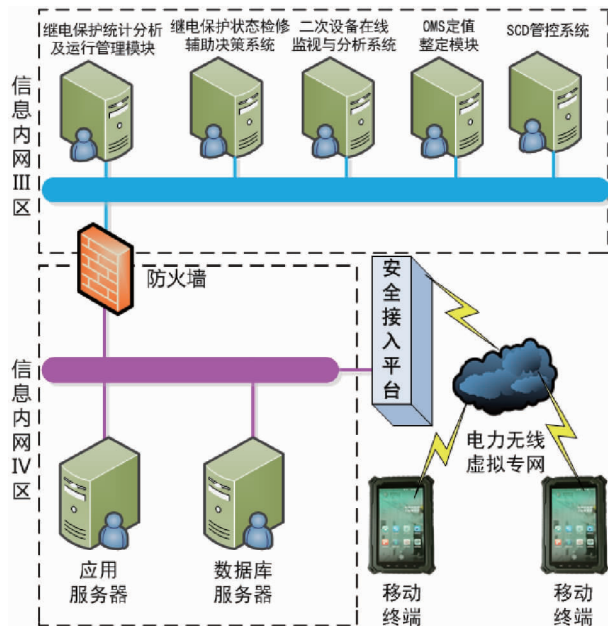


图 2 系统物理部署方案

Fig. 2 Physical deployment plan of the system

2.2 技术架构

2.2.1 主站系统

主站系统技术架构如图 3 所示,主要分为数据层、服务层、逻辑层和用户展示层四个层次。

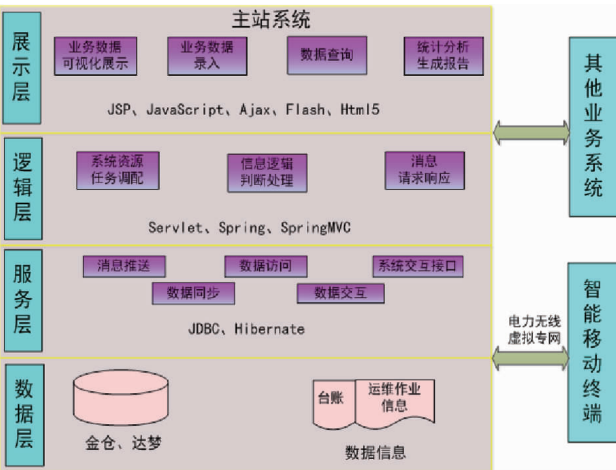


图 3 主站系统技术架构示意图

Fig. 3 Technology architecture diagram of master station system

(1)数据层使用关系型数据库来存放设备台账、巡检、检验等业务数据内容,文件数据库主要存放图片、报告等文件信息,主要技术包括数据库管理工具(金仓或达梦)和文件管理系统。

(2)服务层提供系统内部之间数据交互的数据访问服务及与外部系统之间的数据交互接口服务以及消息推动等服务。主要技术包括 ApacheCamel、ActiveMQ、JDBC、Ibatis、GIS 等。

(3)逻辑层为展示层提供各种展示所需的数据资源,包括系统资源的调配、信息逻辑判断处理、消息请求响应等。主要技术包括 Servlet、Struts、Spring 等。

(4)用户展示层使用较为成熟的页面、图表展示技术,为用户提供友好的系统交互界面,主要技术包括 JSP、JavaScript、Ajax、Flash、Html5、SVG、DWZ、Fusionchart 等。

2.2.2 智能移动终端

智能移动终端应用基于广泛的 Android 平台开发,充分整合电力无线虚拟专网、大容量存储、相机、蓝牙等硬件资源,同时能够通过电力无线虚拟专网与主站系统进行数据交互,具有较强的实时性,满足智能移动终端在专业业务、技术等方面的要求,智能移动终端技术架构如图 4 所示。

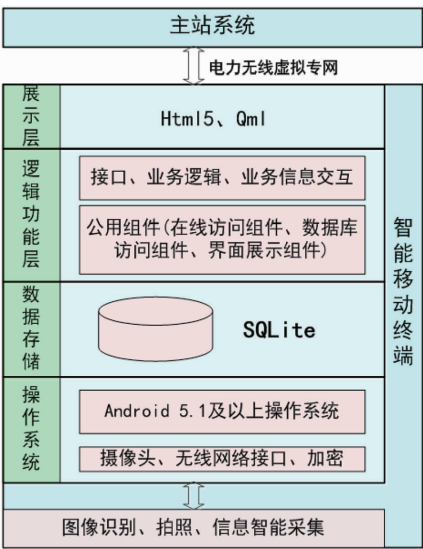


图 4 智能移动终端技术架构示意图

Fig. 4 Technology architecture diagram of intelligent mobile terminal

2.2.3 系统业务数据交互

2.2.3.1 智能移动终端 APP 与主站系统业务数据交互

智能移动终端 APP 与主站系统的服务端数据信息交互主要通过以下两种方式：

(1)APP 通过发送 HTTP 请求信息与 Server 实现通信,这种方式用于 APP 从 Server 获取信息的场景,如用户登录,台账查询等。

(2)APP 通过 WebSocket 与 Server 通信。这种方式用于 Server 主动推送信息至 APP 的场景,如新任务信息等。

2.2.3.2 与统计分析及运行管理模块业务数据交互

继电保护移动运维系统上搭建 SFTP 服务,构建统计分析及运行管理模块的访问目录(Recv_TF 和 Send_TF),并通过 SFTP 方式实现与统计分析及运行管理模块双向业务数据的交互,交互内容包括台账维护数据的上传至统计分析及运行管理模块析、归档台账的更新推送至移动运维系统、缺陷信息的更新推送至移动运维系统。具体信息传输逻辑框图如图 5 所示。

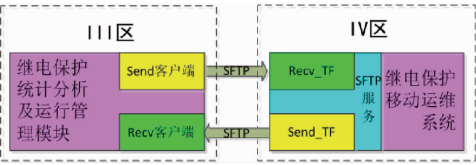


图 5 台账信息传输逻辑框图

Fig. 5 Logic block diagram of logical information transmission

2.2.3.3 与状态检修辅助决策系统业务数据交互

继电保护移动运维系统上搭建 SFTP 服务,构建状态检修辅助决策系统的访问目录(Recv_ZT 和 Send_ZT),并通过 SFTP 方式实现与状态检修辅助决策系统双向业务数据的交互,交互内容包括专业巡检记录数据的上传至状态检修辅助决策系统、归档巡检记录更新推送至移动运维系统、正式发布巡检模板更新推送至移动运维系统。

2.2.3.4 与二次设备在线监视与分析系统业务数据交互

继电保护移动运维系统与二次设备在线监视与分析系统采用 WebSocket 通信方式实现两系统业务数据的交互。利用 WebSocket 通信方式,头信息很小,有效数据占比高,不仅节约网络带宽,还有具有可靠的实时性,便于继电保护移动运维系统即时获取二次设备在线监视与分析系统的业务数据。

2.2.3.5 与 OMS 定值整定系统定值单文件交互

继电保护运维管理系统开放定值推送服务的 WebService 接口,用于接收定值单。OMS 定值整定系统与继电保护移动运维系统为信息单向传输,OMS 定值整定系统主动将新增或变更的定值文件通过 WebService 的方式推送至继电保护移动运维系统。继电保护移动运维系统接收到定值单后,记录定值单接收日志,并进行解析处理,转换为设备定值单信息,存放到相应的设备定值数据库中。具体信息传输逻辑框图如图 6 所示。



图 6 定值信息传输逻辑框图

Fig. 6 Logic block diagram of fixed value transmission

2.2.3.6 与 SCD 管控系统的 SCD 文件交互

继电保护移动运维系统上搭建 SFTP 服务,构建 SCD 管控系统的访问目录(Recv_SCD),并通过 SFTP 方式实现与 SCD 管控系统系统单向业务数据传输。继电保护移动运维系统定时扫描 SFTP 服务下的 Recv_SCD 目录,当出现新文件时,进行解析处理,并存放到相应的数据库中。

2.3 软件功能架构

继电保护移动运维系统的软件架构如图 7 所示。

主站端系统具体实现功能如下。

(1)台账管理模块。主要实现从统计分析及管理模块同步台账基础信息。

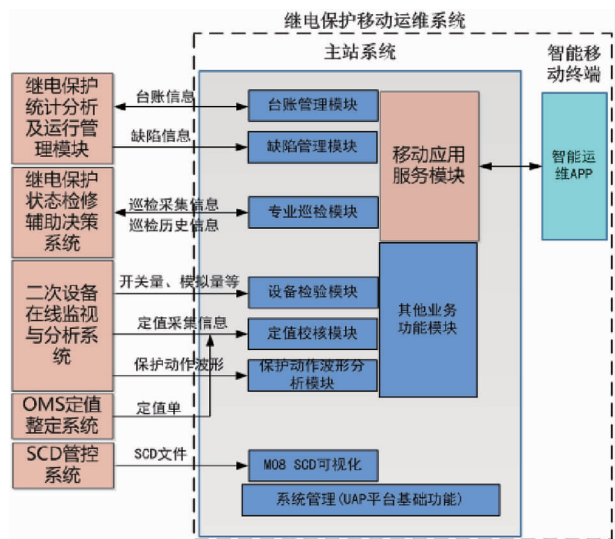


图 7 软件功能架构示意图

Fig. 7 Architecture diagram of software function

(2)缺陷管理模块。缺陷管理模块实现缺陷信息查询、缺陷与设备关联等功能。

(3)专业巡检模块。专业巡检管理模块提供状态检修辅助决策系统定制的巡检标准化作业指导模板、巡检信息的智能录入和智能采集、巡检记录信息查询统计等功能。

(4)设备检验模块。设备检验模块提供设备检验标准化作业指导模板编制、检验记录数据的智能采集、检验报告的自动生成、检验任务管理、检验任务查询统计等功能。

(5)定值校核模块。定值校核模块提供定值单条目与保护设备定值条目的映射模型、校核报告、校核历史记录查询等功能。

(6)保护动作波形分析模块。提供故障波形文件自动推送和调阅、波形展示手段移动便捷、波形内容信息详细具体、文件与设备的自动关联等功能。

(7)SCD 可视化模块。提供即时查阅 SCD 文件、SCD 移动式展示、虚回路关系直观展示、虚端子形象化显示等功能。

(8)移动应用服务模块。主站系统移动应用服务模块采用 RESTful 架构设计,主要为智能移动终端提供各类业务功能接口,可快捷地在移动终端实现各类业务功能。

(9)其他功能模块。主要负责根据业务需求实现新业务模块的功能扩展。

智能移动终端安装核心业务智能运维 APP,主要用于继电保护设备运维工作的执行、记录、查阅等功能。

3 基于多业务数据融合的移动运维作业

3.1 与统计分析及运行管理模块进行信息交互

目前,继电保护设备台账管理采用后端维护的方式,导致系统台账数据与现场不一致的情况难以避免。移动运维系统与统计分析及运行管理模块互联后,可以将后者的台账数据同步至智能移动终端,在现场面对设备进行台账信息维护,实现台账数据前端维护工作模式,提升继电保护设备台账数据维护的准确性和便捷性。具体台账维护作业流程如图 8 所示。

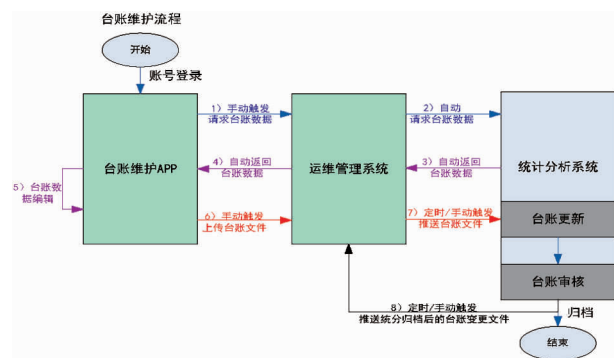


图 8 台账维护作业流程

Fig. 8 Operation process of account maintenance

3.2 与状态检修辅助决策系统数据进行实时同步

移动运维系统与该系统互联后,协助运维人员解决繁琐的记录整理、数据录入和巡检报告生成等问题,保证了业务数据的真实性和实时性,减轻了工作负担,规范了运维人员的工作流程,提高了工作效率^[16]。具体巡检作业流程如图 9 所示。

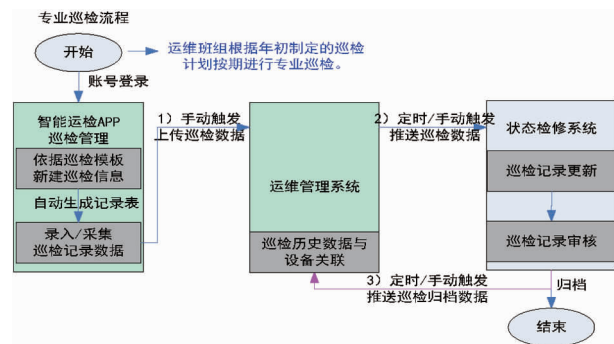


图 9 专业巡检作业流程

Fig. 9 Operation process of professional inspection

3.3 与二次设备在线监视与分析系统数据实时同步

二次设备在线监视与分析系统承载着保护设备运行数据(包括模拟量、开关量、保护定值)、历史数据(告警信息、事件信息、波形文件)。移动运维系统以继电保护设备电网资产实物"ID"编码为索引,

以统计分析及运行管理模块的台账为基础,构建台账数据模型,为业务数据的采集、定值校核等业务奠定了数据基础^[17]。保护模拟量、开关量为专业巡检、检验等运维工作提供了采集数据的智能录入;保护定值为移动运维系统的定期定值校核提供真实可靠的校核数据;告警信息、事件信息和波形文件为电网故障的远端分析提供原始数据,提高电网故障分析的效率。

3.4 OMS 定值整定模块的定值单实时同步

移动运维系统台账数据模型为基础,构建定值条目映射模型,为定值校核提供了准确的校核依据。保护定值定期校核解决了以往打印保护定值与定值单进行人工逐条核对工作量大、易出错的问题。

3.5 SCD 管控系统 SCD 文件实时同步

移动运维系统以统计分析及运行管理模块厂站为基础,同时构建厂站数据映射模型,为 SCD 文件存储、调阅提供了依据。通过移动便携式的 SCD 回路可视化感知解决了以往运维人员对智能变电站的光纤回路及回路信号看不见、摸不着,无法直观运维的难题,为智能变电站的智能设备的虚回路、虚端子、回路连接关系的可视化运维提供了科学的技术手段,提高了运维人员在现场的运维水平^[18]。

4 继电保护移动运维系统实现及应用

4.1 继电保护移动运维系统的应用

系统与其他业务系统进行信息业务数据交互,实现了运维业务数据的共享。同时,并对智能移动终端的业务数据进行收集、存储、分析。系统包括了任务管理、设备管理、专业巡检、检验管理、验收管理、缺陷管理等模块。系统主界面如图 10 所示。



图 10 继电保护移动运维系统主界面

Fig. 10 Main interface of relay protection mobile operation and maintenance system

4.2 运维业务工作的应用

继电保护设备运维业务工作包括了设备台账维

护、设备检验、设备验收等工作。利用智能移动终端进行运维业务工作,实现运维核心业务管控标准化、流程化规范化、数据采集智能化^[19-20]。主要应用业务模块如图 11 所示。



图 11 运维业务应用

Fig. 11 Application of operation and maintenance business

4.3 台账维护应用

继电保护设备台账维护包括台账新建、变更、删除等工作。利用智能移动终端进行台账维护作业工作,便于运维人员面对设备进行台账信息的维护,简化数据整理录入工作,并将台账数据同步至统计分析系统,实现台账数据单端维护,多系统共享。软件应用界面如图 12 所示。



图 12 台账维护应用

Fig. 12 Application of account maintenance

4.4 专业巡检作业的应用

继电保护设备专业巡检工作利用智能移动终端进行专业巡检作业工作,简化工作人员的数据采集整理录入工作,体现了运维工作的便捷性。软件应用界面如图 13 所示。



图 13 专业巡检应用

Fig. 13 Application of professional inspection

4.5 缺陷调阅应用

将缺陷记录与设备进行自动化关联,促进运维人员利用智能移动终端实现了继电保护设备历史缺陷的智能分类和查阅,为设备的健康评判提供技术手段。如图 14 所示。



图 14 缺陷调阅应用

Fig. 14 Application of status maintenance business

4.6 定值校核应用

运维人员利用智能移动终端实现了继电保护设

备运行定值与定值单条目的校核,确保运行定值的正确性,提升定值校核准确率,提高定值校核运维工作的效率。如图 15 所示。

序号	名称	基准值	单位	召喚值	结果	配置名称
保护定值						
1	变化量启动电流定值	0.10	A	0.100	正确	变化量启动电流定值
2	零序启动电流定值	0.10	A	0.100	正确	零序启动电流定值
3	差动动作电流定值	0.23	A	0.230	正确	差动动作电流定值
4	CT断线后相差动定值	0.75	A	0.750	正确	CT断线后相差动定值
5	线路正序容抗定值	4928.00	Ω	4928.000	正确	线路正序容抗定值
6	线路零序容抗定值	6000.00	Ω	6000.000	正确	线路零序容抗定值
7	本侧小电抗器阻抗定值	60000.00	Ω	60000.000	正确	本侧小电抗器阻抗定值
8	本侧小电抗器阻抗定值	60000.00	Ω	60000.000	正确	本侧小电抗器阻抗定值
9	本侧识别码	38381		38388	错误	本侧识别码
10	对侧识别码	38386		38388	正确	对侧识别码
11	线路正序阻抗定值	7.95	Ω	7.950	正确	线路正序阻抗定值
12	线路正序灵敏角	87.00	度	87.000	正确	线路正序灵敏角
13	线路零序阻抗定值	19.00	Ω	19.000	正确	线路零序阻抗定值
14	线路零序灵敏角	87.00	度	87.000	正确	线路零序灵敏角
15	线路总长度	38.00	km	38.000	正确	线路总长度
16	接地距离Ⅰ段定值	5.90	Ω	5.900	正确	接地距离Ⅰ段定值
17	接地距离Ⅱ段定值	11.60	Ω	11.600	正确	接地距离Ⅱ段定值

图 15 定值校核应用

Fig. 15 Application of fixed value check

4.7 SCD 可视化应用

运维人员利用智能移动终端的便携性,实现智能变电站智能设备虚回路、虚端子、回路连接关系的可视化展示,为过程层虚端子、虚回路的可视化运维提供科学的技术手段。如图 16 所示。



图 16 SCD 可视化应用

Fig. 16 Application of SCD visualization

4.8 保护动作波形分析应用。

运维人员利用智能移动终端实现了继电保护设备保护动作波形分析,为电网故障分析缩短分析周期,为电网故障处理提供了及时性。如图 17 所示。



图 17 保护动作波形分析应用

Fig. 17 Application of protection action waveform analysis

5 结语

本文提出了一种基于多维度业务数据融合的继电保护移动运维系统的设计架构,构建了包含主站系统(包括其他业务系统融合)、通信网络、移动终端的移动运维系统,并通过实际变电站试点应用验证。该系统的试点应用满足国网公司推进的“继电保护设备信息智能采集和录入相关技术研究”的应用要求,符合国家电网公司 2019 年“两会”提出的“三型两网”建设要求,同时满足满足省级二次设备状态评价中心的要求。该系统通过对变电站继电保护信息的智能化采集、整理、交互和共享,最终实现现场设备信息的网络化、移动化、电子化和标准化管控,提升了现场运维工作的便捷性、高效性和可靠性,保障了电网安全稳定运行。

参考文献:

[1] 陈国平,王德林,裴愉涛,等. 继电保护面临的挑战与展望[J]. 电力系统自动化,2017,41(16):1-11+26.
CHEN Guoping, WANG Delin, QIU Yutao, et al. Challenges and development prospects of relay protection technology [J]. Automation of Electric Power Systems, 2017, 41(16): 1-11+26.
[2] HANNU JAAKKO LAAKSONEN. Protection principles for future microgrids[J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2010, 25(12):2910-2918.
[3] 秦红霞,武芳瑛,彭世宽,等. 智能电网二次设备运维新技术研讨[J]. 电力系统保护与控制,2015,43(22):35-40.
QIN Hongxia, WU Fangying, PENG Shikuan, et al. New technology research on secondary equipment operation maintenance for smart

- grid[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22): 35-40.
- [4] 潘玉春, 胡剑锋, 朱玉付. WEB 可视化技术在电网大数据场景下的应用研究[J]. 电力大数据, 2019, 22(03): 8-12.
PAN Yuchun, HU Jianfeng, ZHU Yufu. Application of WEB Visualization Technology in Grid Big Data Scenario[J]. Power Systems and Big Data, 2019, 22(03): 8-12.
- [5] 熊小伏, 陈星田, 郑昌圣, 等. 继电保护系统状态评价研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(05): 51-58.
XIONG Xiaofu, CHEN Xingtian, ZHENG Changsheng, et al. Overview of research on state evaluation of relaying protection system[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(05): 51-58.
- [6] 陈星田, 熊小伏, 齐晓光, 等. 一种用于继电保护状态评价的大数据精简方法[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(03): 538-548.
CHEN Xingtian, XIONG Xiaofu, QI Xiaoguang, et al. A big data simplification method for evaluation of relay protection operation state[J]. Proceedings of the CSEE, 2015, 35(03): 538-548.
- [7] 叶远波, 陈晓东, 项忠华, 等. 继电保护在线状态检修的应用和探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(22): 132-138.
YE Yuanbo, CHEN Xiaodong, XIANG Zhonghua, et al. Application and discussion on online condition-based maintenance of relay protection devices[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(22): 132-138.
- [8] 李明, 韩学山, 王勇, 等. 变电站状态检修决策模型与求解[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(25): 196-202.
LI Ming, HAN Xueshan, WANG Yong, et al. Decision-making model and solution of condition-based maintenance for substation[J]. Proceedings of the CSEE, 2012, 32(25): 196-202.
- [9] 戴志辉, 张天宇, 刘 譞, 等. 面向状态检修的智能变电站保护系统可靠性分析[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(16): 14-21.
DAI Zhihui, ZHANG Tianyu, LIU Xuan, et al. Research on smart substation protection system reliability for condition-based maintenance[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(16): 14-21.
- [10] 谢黎, 周华良, 于同伟, 等. 一种智能变电站新型双网冗余设备及实现[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(11): 151-156.
XIE Li, ZHOU Hualiang, YU Tongwei, et al. A new network redundancy device for smart substation and its implementation[J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(11): 151-156.
- [11] FALAHATI B, FU Y. Reliability assessment of smart grids considering indirect cyber-power interdependencies[J]. IEEE Transactions on Smart Grid, 2014, 5(4): 1677-1685.
- [12] FALAHATI B, FU Y, MOUSAVI M J. Reliability modeling and evaluation of power systems with smart monitoring[J]. IEEE Transactions on Smart Grid, 2013, 4(02): 1087-1095.
- [13] 彭海平, 高昌培, 熊学海, 等. 智能变电站间隔层设备智能定检作业系统的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(02): 99-104.
PENG Haiping, GAO Changpei, XIONG Xuehai, et al. Research on intelligent periodic test operating system for bay level equipment of smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(02): 99-104.
- [14] 许家焰, 宋福海, 陆榛. 智能站二次检修安措可视化及一键式操作系统设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(16): 136-144.
XU Jiayan, SONG Fuhai, LU Zhen. Design and realization of the secondary maintenance safety measures visualization and one-touch operation system in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(16): 136-144.
- [15] 周雅. 智能化电力调度数据专网建设方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(06): 133-137.
ZHOU Ya. Analysis on intelligent construction scheme for power dispatching data network[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(06): 133-137.
- [16] 赵凤贤, 孟祥博, 周雷, 等. 基于变电站 SCD 文件的智能作业系统的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(15): 92-96.
ZHAO Fengxian, MENG Xiangbo, ZHOU Lei, et al. Research of intelligent test system based on SCD file for smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(15): 92-96.
- [17] 袁浩, 屈刚, 庄卫金, 等. 电网二次设备状态监测内容探讨[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(12): 100-106.
YUAN Hao, QU Gang, ZHUANG Weijin, et al. Discussion on condition monitoring contents of secondary equipment in power grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(12): 100-106.
- [18] 赵雨田, 都晨, 程青青, 等. 基于 SCD 文件的智能变电站二次系统 C#模型研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(11): 126-132.
ZHAO Yutian, DU Chen, CHENG Qingqing, et al. Research on C# model for smart substation secondary system based on SCD file[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(11): 126-132.
- [19] 李鹏, 卫星, 郭利军, 等. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(19): 123-129.
LI Peng, WEI Xing, GUO Lijun, et al. Study and application of relay protection maintenance anti-misoperation technology in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(19): 123-129.
- [20] 冷贵峰, 方胜文, 王荣, 等. 继电保护定值在线整定软件开发与实践[J]. 电力大数据, 2018, 20(05): 78-81.
LENG Guifeng, FANG Shengwen, Wang rong, et al. Development and application of on-line setting software for relay protection[J]. Power systems and big data, 2018, 20(05): 78-81.

收稿日期: 2019-09-10

作者简介:



曾治安(1966), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事电力系统继电保护及调度控制技术研究工作。

(本文责任编辑: 范 斌)

Design and implementation of relay protection mobile operation and maintenance system based on multi-dimensional business data fusion

ZENG Zhian¹, LIU Hui¹, TANG Xiaobing²

(1. State Grid Chongqing Electric Power Company Chongqing 400010, China;

2. Nanjing SP-NICE Technology Development Co., Ltd., Nanjing 211153 Jiangsu, China)

Abstract: Aiming at the multi-end maintenance of the relay protection equipment and the inconsistency between the information and the site, the patrol record is cumbersome and error-prone, the manual setting check workload is large and the core is easy to leak, the intelligent substation fiber loop and the signal can not be visualized and displayed. This paper builds a relay protection mobile operation and maintenance system based on multi-dimensional business data fusion, and integrates with the statistical analysis system to realize single-ended maintenance of the account data and multi-system sharing. Integrates with the state maintenance system to realize the standardization of inspection content and intelligent report processing. Integrate with the online monitoring system of the secondary equipment and the OMS fixed value setting system to realize the intelligentization of the fixed value check and improve the check efficiency; and integrate with the SCD control system to realize the visual display of the virtual circuit virtual circuit, virtual terminal and loop relationship of the intelligent device. Through the above analysis, the system realizes automatic collection, intelligent sorting, interactive integration and network sharing of relay protection information in substations. While reducing operation and maintenance costs, it effectively improves the operation level and management level of field operation and maintenance of relay protection equipment and secondary circuit.

Key words: relay protection; intelligent mobile terminal; mobile operation; account maintenance; fixed value check