

基于 EMS 一体化的保护定值远方操作研究与应用

陆圣芝, 薛钟兵

(国网扬州供电公司, 江苏 扬州 225009)

摘要: 为了提高传统定值现场修改的效率, 提出一种基于 EMS 一体化的保护定值远方修改系统。利用 IEC104 通信规约的特点并进行扩展, 结合扬州电网调度自动化 OPEN-3000 系统, 研究并提出远方操作系统的整体架构和软件平台设计, 最后将该系统应用于扬州 220 kV 广陵变进行了现场测试。运行结果表明, 该系统可以实现远方修改保护定值、切换定值区和在线投退软压板等功能, 提高了调度管理及运行管理水平。

关键词: IEC104 通信规约; 定值远方操作; EMS 一体化; 切换定值区

Research and application on relay protection setting value remote operation based on EMS integration

LU Sheng-zhi, XUE Zhong-bing

(State Grid Yangzhou Power Supply Company, Yangzhou 225009, China)

Abstract: To improve the efficiency of traditional relay protection setting value local modification, a setting value modified system based on EMS integration is presented. Based on the analysis of IEC104 expanding protocol, and on the basis of Yangzhou power dispatch automation OPEN-3000 system, the whole frame and software design of remote operation system are researched and proposed. To test the performance, the system is applied in Yangzhou 220 kV Guangling substation. The results show that the system can realize the setting value remote modification, the setting value zone remote switch and the soft plate control on-line, which improves the levels of dispatch management and operation management.

Key words: IEC104; relay protection setting value remote operation; EMS integration; setting value zone remote switch

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2014)20-0150-05

0 引言

继电保护作为电力系统安全运行保障的第一道防线, 对电力系统的安全稳定运行具有决定性作用。目前通常采用的做法, 在继电保护设备投入运行前由继电保护检修人员进行定值录入、修改, 然后运行人员核对无误后, 将保护设备投入运行; 设备在运行过程中, 若需改变继电保护的运行状态, 如功能的投退、定值区的切换等, 则由运行人员在继电保护室就地操作完成。

随着电网规模的扩大和无人值班变电站的建设推广, 很多运行规程及操作流程需要重新梳理。当前这种继电保护定值就地操作的模式一定程度上降低了电网运行效率, 增加了无人值班变电站的人员、车辆等成本支出; 另一方面, 随着变电站综合自动化水平的不断提高和微机保护技术的快速发展, 使得远方修改保护定值和在线投退软压板的应用条件日趋成熟, 目前厂站端的微机保护装置均已实现远

方修改定值功能, 但由于调控中心到厂站端的通信链路问题造成调控中心无法远程操作^[1-4]。

本文基于扬州电网调度自动化系统, 考虑扩展 SCADA 应用和 FES 应用, 对 IEC104 规约深入整合, 实现远方修改保护定值、切换定值区和在线投退软压板等功能, 以提高电网供电可靠性和减少劳动强度^[5-8]。

本文首先分析了定值远方操作的通信规约, 通过扩展现有的远动 IEC104 规约以传输二次设备信息; 在此基础上, 基于扬州电网 OPEN-3000 系统, 研究提出了远方操作系统的整体架构和软件平台设计; 最后研究了具体的实施方案并应用于扬州 220 kV 广陵变进行了现场性能测试。

1 远动通信 IEC104 规约扩展分析与设计

1.1 IEC104 规约扩展分析

保护定值的远方操作, 离不开厂站与主站间的通信支持。随着国际电工委员会关于 IEC60870-5

系列标准的发布, IEC104 规约在国内普遍用于厂站与主站间的数据交换。但传统的远动通信 IEC104 规约主要是用于传输四遥信息, 没有涉及继电保护信息传输的定义, 对于继电保护装置的告警及动作信息也只是作为遥信量上送^[9-10]。

为解决这一问题, 结合扬州电网的实际情况, 考虑对远动通信规约进行扩展, 在 IEC104 规约中增加一种传输类型用于二次设备信息的交互及控制。由于目前国内变电站的主流规约仍然为 IEC103 规约, 不同厂家的变电站综自系统均实现了将保护信息以 IEC103 规约的传输。基于 IEC104 规约高的通信速率和良好的规约架构及可扩展性, 同时考虑到 IEC103 规约传输保护信息的完整性和可操作性, 这里为实现保护定值远方操作的通信规约采用了 IEC104+IEC103 的扩展模式。基于 IEC104 规约和 IEC60870-5 协议族良好的兼容性, 通过复用 IEC103 规约的 ASDU 实现在远动通道采用 IEC104 规约的链路控制模式传输继电保护的应用信息。

1.2 IEC104 规约扩展设计

由于实际运行中远动通道上的信息量已比较大, 为不影响远动通信的效率, 保证电网调度的安全运行, 这里提出按需按组传输的思想, 即只在 IEC104 规约中扩展定值区、定值, 装置配置召唤功能, 对于其他二次设备的信息不予传输, 从而保证现有远动通道通信的效率, 不大量占用通道带宽, 并实现二次设备信息远程召唤控制功能。具体对 IEC104 应用层信息格式的扩展格式如表 1 所示。

表 1 IEC104 规约扩展格式

XX	扩展的类型标识	
0	信息体数目=0	可变结构限定词
COT		传送原因
XX		应用服务数据单元公共地址
A/S	当前帧序号	最高位表示有无后续帧
微机保护单元地址 (L)		微机保护单元地址 (L)
微机保护单元地址 (H)		微机保护单元地址 (H)
数据长度		以下继电保护信息字节数
以下为保护信息用户数据		103 规约应用层部分

表 1 中:

(1) 类型标识, IEC104 规约中定义了 1~127 的值, 对于 128~255 的值 IEC104 规约规定可以由用户自定义。这样可以通过扩展类型标识来定义保护信息。

(2) 可变结构限定词, 本字节最高为 0 表示综

合的保护信息元素; 信息体数目为 0。

(3) 传送原因, 两个字节, COT=3 表示“突发”原因; COT=5 表示“请求/被请求”原因。

(4) 应用服务数据单元公共地址, 两个字节, 本规范中指厂站端地址。

(5) 扩展的保护信息帧管理字节, 本字节是针对收到一帧较长的 IEC103 报文, 在按 IEC104 规约格式打包时长度超出 IEC104 报文的帧长度时, 将 IEC103 报文自然分段的情形, 与 IEC103 报文本身的分帧没有关系。A/S 表示是否还有后续的保护信息帧, 0: 无后续帧, 1: 有后续帧。如果有后续帧, 前七位表示本帧是第几帧, 若无后续帧, 前七位为 0。一般情况下, 该字节为 0。

(6) 微机保护单元地址, 两个字节, 继电保护信息 IEC103 规约应用层报文中的应用服务数据单元公共地址不再有效。

(7) 保护信息用户数据, 该数据是向主站转发的保护装置的信息或是由主站转发给保护装置的信息。

2 系统整体架构

本系统基于扬州供电公司 EMS 一体化系统平台建设, 采用远动通道与子站进行通信, 在与子站进行通信时, 严格遵循 IEC104 及 IEC103 通信规范, 双方采用 TCP/IP 的方式进行通信, 主站是通信的客户端、子站是通信的服务器端。保护定值操作系统实现了远方修改保护定值、在线投退软压板、在线切换保护定值区等功能, 并且要求从安全技术方面和组织管理措施两个方面进行安全控制, 确保二次远方修改的安全性和可靠性。

系统硬件设计方面, 前置服务器负责与子站通信, 完成通道管理、规约解释、报文监视, 并对人机操作界面提供后台支持; 数据库服务器负责存储二次设备模型、定值实际值、定值区号实际值等信息, 并记录整个操作流程。并在工作站上运行人机操作界面, 操作人员在界面上完成召唤定值、修改定值、定值校核等一系列操作。

系统软件设计方面, 在实现远方修改保护定值功能的前提下, 充分考虑系统设计的安全可靠性, 1) 通过借鉴系统设计先进理念, 执行严格的权限管理, 从站控层和间隔层双层把关, 实现了双保险; 2) 通过安全性校核, 包括下发数据的类型, 数据范围和数据变化率, 远方修改保护定值系统进行数据甄别, 从技术上判断数据的合理性与否; 3) 系统操作命令通过反复校核确认才能下发, 极大的降低了出错的几率; 4) 系统设计对比打印功能, 当系统得到新的

下发定值数据后，用醒目颜色将有变动的定值条目标比显示和打印，大大降低人工核对出错的概率。

3 具体实施方案研究

3.1 定值远方操作通信方案的实施

针对保护定值、软压板操作功能，在 220 kV 广陵变电站内增加一台“保护远方操作功能装置”。该装置与保护装置的第二个串口或网卡通信，并接入站内监控网，同时改变站内远动机配置，把保护装置通过“保护远方操作功能装置”接入远动机，按扩展远动 IEC104+IEC103 规约，通过升级远动机程序来实现保护定值的修改、定值区切换和软压板投退功能。该方案的站内拓扑示意如图 1 所示。

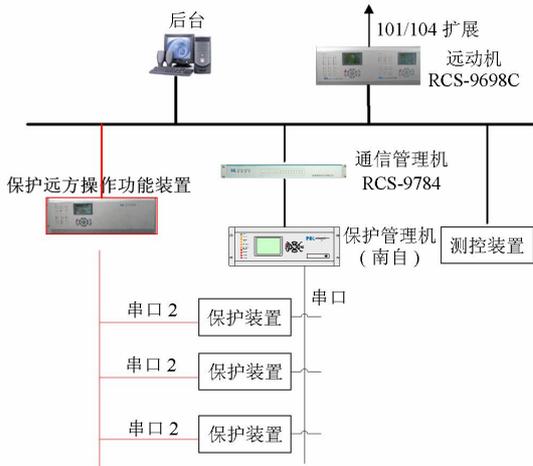


图 1 站内拓扑示意图
Fig. 1 Topology graph of substation

本方案本着利用现有变电站的设备，充分利用信息共享、节约投资的思路，尽量使用现有变电站内的通信装置（远动机）利用网络通道实现微机保护装置定值的远方操作功能。在调度中心的定值整定系统通过 (IEC104+IEC103) 规约与远动机通信，实现定值读取、整定等功能。此方案在变电站端改动工作量小，有利于工程的快速实施，并节约了改造的工程投资。

3.2 系统软件平台设计

为满足运行稳定性、操作可靠、维护方便及数据转换精确的要求，软件采用模块化设计，整个软件平台主要包括通信模块、定值查询和定值修改模块、安全校核模块、操作过程记录查询模块等。

(1) 通信模块设计

该模块主要负责与子站以及与后台人机操作界面进行通信，完成的主要功能包括：规约解释，在符合 IEC104、IEC103 规约的标准格式报文和系统

内部数据报文格式间进行相互转换；通道监视，负责监视保护子站和保护装置的通信状况，如出现通信中断则予以告警提示；报文显示，提供独立的报文监视窗口，方便运行维护人员对主-子站通信状况和通信内容加以监视。

(2) 定值查询和定值修改模块设计

该模块负责提供友好、便捷的人机操作界面，供调度运行人员查询定值、定值区、压板状态，并在操作人员和操作对象均具备相应修改权限的基础上开放修改定值的输入界面和操作按钮。整个修改过程遵循数据召唤、预修改、返校确认、修改确认、执行结果信息返回的流程，具体如图 2 所示。每一步操作前都有相应的提示、每一步操作后都有相应的结果显示，并在操作过程中实时监视厂站和保护装置的通信工况，如出现通信中断的情况即告警提示。从而实现了远方修改保护定值、在线投退软压板、在线切换保护定值区等功能。

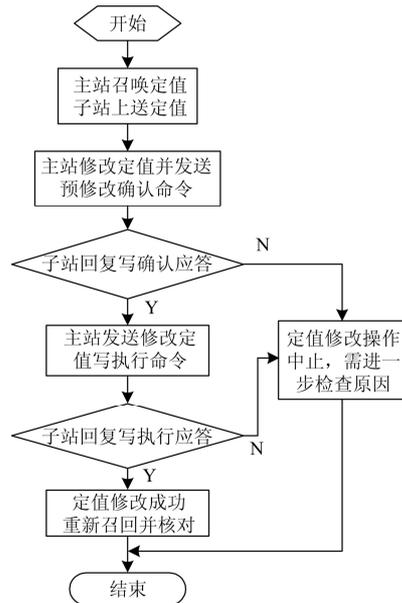


图 2 定值修改流程图
Fig. 2 Flow diagram of setting modification

(3) 安全校核模块设计

由于定值修改的重要性，对于操作流程中的每个环节必须加以必要的安全校核。包括操作人员权限审核、操作对象审核、数据合理性校验、数据类型校验、定值合理性范围校验、定值变化率判断、完成性校核等。

(4) 操作过程记录查询模块设计

该模块主要负责详细记录整个操作流程中每个步骤，包括操作人、操作时间、操作节点、操作对象、修改前后的值、操作结果等信息，并将这些信息保存入历史数据库。系统也提供操作过程查询软

件, 并可根据时间、厂站、间隔、操作节点等组合查询过滤条件。

3.3 系统工作数据流

系统分主站和子站两部分, 其间通过调度数据网联系。主站基于 OPEN-3000 构建的 EMS 系统, 包括数据库服务器、SCADA 服务器、FES 前置服务器和保护工程师工作站; 子站即变电站包括远程测控终端系统 RTU 和保护装置。具体工作数据流如图 3 所示。

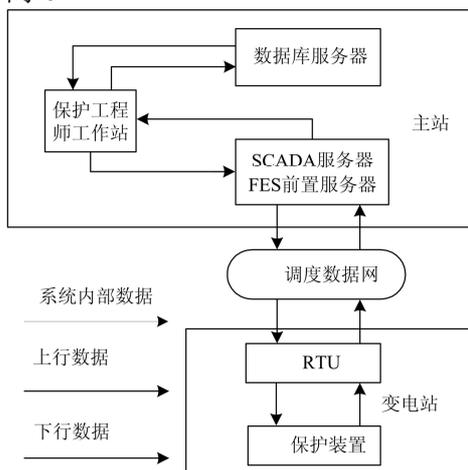


图 3 工作数据流
Fig. 3 Working data flow

(1) 定值查询数据, 定值修改数据

该功能下, 数据流为: 工程师工作站→SCADA 服务器→FES 服务器→调度数据网→RTU→保护装置。

(2) 定值查询结果返回、定值修改结果返回

该功能下, 数据流为: 保护装置→RTU→调度数据网→FES 服务器→SCADA 服务器→工程师工作站。

(3) 操作过程记录、操作过程查询

该功能下, 数据流为: 工程师工作站→数据库服务器。

(4) 操作过程结果返回

该功能下, 数据流为: 数据库服务器→工程师工作站。

4 应用试验

基于前述的设计思想, 将其应用于扬州 220 kV 广陵变, 选取广江 2655 线 602G 保护进行远方修改定值试验。该变电站具备双总控, 分别具有两路采集通道(一路 IEC 104、一路 IEC 101)与调度主站通信, 本次试验工作仅需要涉及到其中一个总控的一路通道(B 总控的 IEC 104 通道)。具体试验内容和结果如下:

(1) 对 602G 装置进行定值区召唤, 主站运行

人员在人机界面上进行备用定值区切换并进行校验直至校验通过, 确认执行, 主站重新召唤一次定值区, 与修改定值区核对修改成功, 现场核对修改结果正确;

(2) 对 602G 装置进行定值召唤, 主站运行人员在人机界面上随机挑选几项定值修改并进行校验直至校验通过, 确认执行, 主站重新召唤一次定值实际值, 与定值单核对修改成功, 现场核对修改结果正确;

(3) 对 602G 装置进行软压板召唤, 主站运行人员在人机界面上随机挑选几项修改并进行校验直至校验通过, 确认执行, 主站重新召唤一次软压板实际值, 与修改值核对修改成功, 现场核对修改结果正确。

5 结语

本文基于 EMS 一体化主站系统、站端 RTU 系统硬件平台研究设计了变电站保护定值远方操作修改系统。该系统实现了远方修改保护定值、在线投退保护软压板和远方在线切换保护定值区等功能; 扩展了现有 IEC104 规约的功能类型, 通过在远动规约中嵌入 IEC103 规约的通用分类服务, 实现了二次设备信息的按组传输; 实现了与 EMS 互联互通, 信息共享, 减少了系统投资, 提高了电网运行效益。

参考文献

- [1] 陈新, 吕飞鹏, 蒋科, 等. 基于多代理技术的智能电网继电保护在线整定系统[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(18): 167-173.
CHEN Xin, Lü Fei-peng, JIANG Ke, et al. Protective relaying on-line coordination and calculation system of smart grid based on MAS[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(18): 167-173.
- [2] 王增平, 刘国平, 仇向东, 等. 继电保护定值在线整定功能的实现[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(1): 127-130.
WANG Zeng-ping, LIU Guo-ping, QIU Xiang-dong, et al. Realization of online relay protection setting value adjustment[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(1): 127-130.
- [3] 朱林, 段献忠, 苏盛, 等. 基于证据理论的数字化变电站继电保护容错方法[J]. 电工技术学报, 2011, 26(1): 154-161.
ZHU Lin, DUAN Xian-zhong, SU Sheng, et al. Evidence theory based fault-tolerant method for protective relays in digital substations[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2011, 26(1): 154-161.

- [4] 姜宪国, 王增平, 李琛, 等. 区域自治式后备保护分区方案[J]. 电工技术学报, 2013, 23(1): 234-241.
JIANG Xian-guo, WANG Zeng-ping, LI Chen, et al. Zoning scheme of regional autonomy backup protection[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 23(1): 234-241.
- [5] 郝文斌, 洪行旅. 智能电网地区继电保护定值整定系统关键技术研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(2): 80-87.
HAO Wen-bin, HONG Xing-lü. Key technology research on local net setting system of protective relaying setting for smart grid[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(2): 80-87.
- [6] 赵勇, 韩平, 王洪涛, 等. 利用 IEC61850 实现继电保护远程校验[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(3): 63-65.
ZHAO Yong, HAN Ping, WANG Hong-tao, et al. Remote test of relay protection based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(3): 63-65.
- [7] 段惠明, 何飞跃, 李志宏, 等. 基于 EMS 和故障信息系统的在线定值管理系统构想[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(10): 97-99.
DUAN Hui-ming, HE Fei-yue, LI Zhi-hong, et al. Online setting management system based on EMS and fault information system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(10): 97-99.
- [8] 林传伟, 卓枕警, 周健. 福建电网远方不停地修改及核查定值系统的设计[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(5): 107-126.
LIN Chuan-wei, ZHUO Zhen-jing, ZHOU Jian. The design of remote modification and verification system of the setting value without blackout in Fujian power grid[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(5): 107-126.
- [9] 熊小萍, 谭建成, 林湘宁. 基于 MPLS 的广域保护通信系统路由算法[J]. 电工技术学报, 2013, 28(6): 257-263.
XIONG Xiao-ping, TAN Jian-cheng, LIN Xiang-ning. Routing algorithm for communication system in wide-area protection based on MPLS[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 28(6): 257-263.
- [10] 汪阳, 尹项根, 张哲. 基于遗传信息融合技术的广域继电保护[J]. 电工技术学报, 2010, 25(8): 174-179.
WANG Yang, YIN Xiang-gen, ZHANG Zhe. Wide area protection based on genetic information fusion technology[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2010, 25(8): 174-179.

收稿日期: 2013-12-14; 修回日期: 2014-04-01

作者简介:

陆圣芝(1981-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事电力系统运行和继电保护管理工作;

薛钟兵(1987-), 男, 通信作者, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事地区电网调度运行与管理工作。E-mail: zbxue2313@163.com