

# 新疆电网继电保护故障信息处理系统的设计思路

王胜利<sup>1</sup>, 石 静<sup>2</sup>, 孟兴刚<sup>1</sup>, 常喜强<sup>1</sup>, 樊国伟<sup>1</sup>

(1. 新疆电力调度通信中心, 新疆 乌鲁木齐 830002;

2. 国电新疆红雁池发电有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830047)

**摘 要:**随着新疆电网规模的不断扩大,网架结构日趋复杂,为了有效管理各种微机保护、故障录波器及其他智能电子设备 (IED)产生的大量信息,在借鉴各网(省)公司已建继电保护故障信息处理系统建设和运行过程中所总结经验的基础上,提出新疆电网继电保护故障信息处理系统的设计思路。对系统总体结构、主(分)站及子站的结构和功能、主站双重冗余网络、子站规约转换的模式、子站无用信息的过滤和主站与子站之间的通信规约等进行了详细的论述。

**关键词:**继电保护;故障信息处理系统; IEC 60870-5-103; IEC 61850;设计思路

**Abstract:** With the continuous expansion of Xinjiang Power Grid the structure of the grid is more and more complex. In order to effectively manage the large amounts of information produced by the computer protection, the fault recorder and other intelligent electronic devices (IED), the design idea for fault information processing system of relay protection in Xinjiang Power Grid is proposed on the basis of the experiences from other grid (provincial) corporation. The general structure of this system, the structure and function of the main station and sub-station, the double redundancy net of main station, the mode of sub-station protocol conversion, the garbage information filtration of sub-station, the communication protocol between main station and sub-station etc. are discussed in detail.

**Key words:** relay protection; fault information processing system; IEC 60870-5-103; IEC 61850; design idea

**中图分类号:** TM744 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)02-0023-05

出新疆电网继电保护故障信息处理系统的设计思路。

## 0 引 言

随着计算机网络技术和数据通信技术的飞速发展,尤其是电力调度数据网(SDH)的建立和继电保护、故障录波、智能电子设备等新技术的发展,为建立继电保护故障信息处理系统提供了必要的条件和基础<sup>[1]</sup>。继电保护故障信息处理系统(以下简称系统)为继电保护及安全自动装置提供了统一的分析平台<sup>[2]</sup>,对电网保护动作和运行状态信息进行收集和整理,及时分析电网事故,迅速做出正确判断并快速恢复系统,实现保护运行、管理和电网故障处理的网络化、智能化,为继电保护人员、调度人员等其他人员安全、准确、快速分析和判断保护动作行为、处理电网事故提供信息支持和决策参谋的技术支持系统。

随着新疆电网规模的不断扩大,网架结构日趋复杂,为了有效管理各种微机保护、故障录波器及其他智能电子设备(intelligent electronic device IED)产生的大量信息,在借鉴全国已建、在建系统的基础上,提

## 1 系统结构

系统通常由设在网(省)级调度中心的主站、地(市)级调度机构的分站、变电站和发电厂的子站、供信息传输用的通信网络及接口设备等几部分组成。主站主要接入 220 kV 及以上电压等级的保护装置;分站主要接入 110 kV 及以上电压等级的保护装置;子站主要接入 220 kV 及以上变电站和发电厂。各网省公司已建系统采用的管理模式不完全一致,但主要有以下 3 种模式<sup>[3]</sup>。

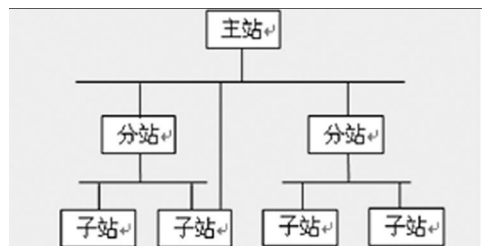


图 1 主站 分站 子站三级管理模式图

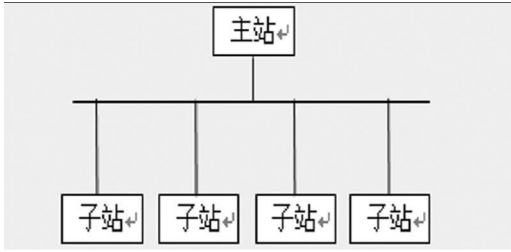


图 2 主站 分站独立三级管理模式图

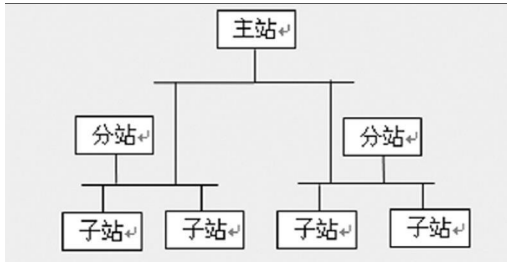


图 3 主站 子站二级管理模式

图 1 所示结构实现分级管理模式,这种结构是目前系统中最为复杂的一种,在具体实施过程中可分阶段逐步建设,适用于规模较大的网省公司。图 2 所示结构与图 1 结构区别在于分站和主站之间没有信息交换,主站、分站根据调度级别选择子站上送的信息,此模式各站之间的信息流向简单、清晰,湖南电网、安徽电网、河南电网、广东电网和北京电力公司等均采用主站 分站独立三级管理模式,应用较为广泛。图 3 所示结构适用于处于系统建设初期或者规模较小的电网。

新疆电网目前有 750 kV 变电站 3 座、220 kV 变电站 47 座、110 kV 变电站 311 座。新疆电网地域广阔,属于绿洲经济,故变电站较分散,在充分借鉴已建系统的基础上并结合新疆电网的实际情况,采用主站 分站独立三级管理模式并适当调整子站上送信息分配,在省调建立一个主站,乌鲁木齐电业局和昌吉电业局各建立一个分站(作为分站的试点)及分布在 14 个地区的 4 座子站,如图 4 所示结构。

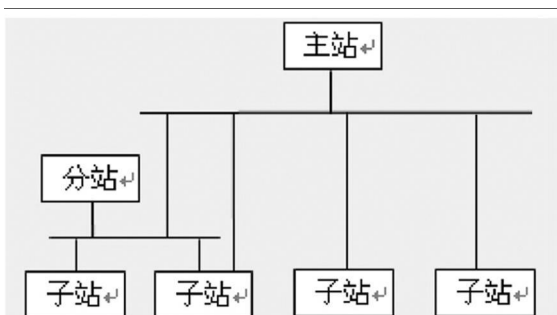


图 4 新疆电网系统结构图

750 kV 变电站中,750 kV 电压等级的信息直接上送至主站,220 kV 及以下电压等级的信息上送至主站和分站;对于 220 kV 变电站,变电站内信息直接上送至主站;分站仅接入其管辖范围内的 220 kV 变电站。随着新疆电网规模的不断扩大,将逐步过渡至图 2 所示结构,即在 14 个地区分别建立分站,主站、分站根据调度级别选择子站上送的信息。

## 2 主站(分站)系统

### 2.1 主站(分站)结构

主站采用双重冗余组网方式,主要由数据服务器、通信服务器、调度工作站、继保工作站、web 服务器组成,结构图见图 5。

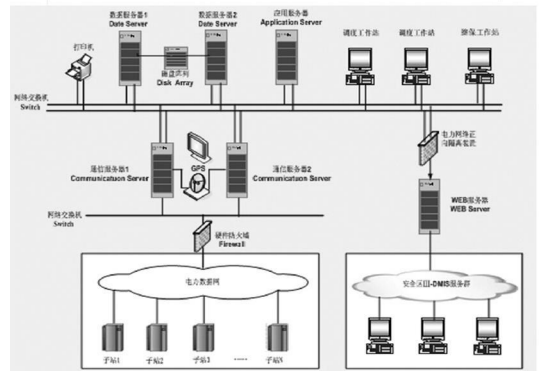


图 5 主站双重冗余网络拓扑图

数据服务器是主站整体性能的重要部分,承担数据的查询、检索、存储和备份等数据处理功能;通信服务器是主站与分站的通信枢纽;工作站为用户提供设置、操作、查看、维护的直接终端;web 服务器负责将主站接受到的信息经电力网络正向隔离装置(单向)向电力系统及其他网络发布。

文献 [4] 针对 Windows 操作系统和 Linux 操作系统在目前系统中的应用,从性能、移动性、开发、管理等方面进行了比较,认为采用 Linux 操作系统具有明显的优势,特别是在稳定性和抗病毒方面的优势突出。文献 [5] 明确提出数据服务器和通信服务器操作系统推荐采用 Unix/Linux 平台,可以有效解决病毒传播以及稳定性差的问题。鉴于此平台的明显优势,新疆电网主站采用 Linux 操作系统,各工作站硬件可采用 PC 机,使用 Windows 操作系统即可。

### 2.2 主站(分站)功能

主站的主要功能包括运行管理、专业管理和故障信息综合应用<sup>[6]</sup>。运行管理包括:与连接子站的通

信监视、主站运行环境监测(资源监视、进程监视、网络监视)、数据库管理和维护、事件报警监视和安全防护等;专业管理包括:定值管理、二次设备统计分析(正确动作率、重合闸重合成功率、投运率等)、检修管理、图纸资料管理及图形界面和建模等;故障信息综合应用包括故障信息自动归档、波形分析、双端测距计算、继电器特性分析等。

新疆电网地域广阔,变电站分散,目前的定值更改需要继电保护专业人员前往变电站整定,因此主站(分站)支持定值区切换、定值修改和软压板投退等远程控制功能显得尤为必要。远程控制命令操作要求安全性、准确性较高,要求操作人员拥有相关权限,并经过监护人确认后才能下发,必须经过选择和返校过程才能执行,执行结果回送主站,每个步骤主站和子站都必须留有详细日志记录<sup>[5]</sup>。目前可暂将此项功能闭锁,待时机成熟后方可使用。

目前新疆电网运行的继电保护整定计算系统、DMIS系统和录波联网系统处于相互独立的使用状态,并没有实现信息和资源共享,因此在开发该系统的同时应进行必要的资源整合,研究、分析、确定各系统之间需交换的数据类型及内容,确定各系统之间的信息交换标准和接口,使各个应用系统之间能够互连、互通、互动,信息资源共享。

主站置于电力系统网络Ⅱ区,继电保护故障信息实时发布系统置于Ⅲ区,主站经电力网络正向隔离装置(单向)隔离措施后,通过web服务器向DMIS网发布故障信息。用户可通过输入web服务器地址,以网页图形化的形式使用该系统,进行数据查询、查看soe信息和故障波形<sup>[7]</sup>。分站与主站在功能及结构上基本相同,只是接入的子站比主站少,配置比主站简单。

## 3 子站系统

### 3.1 子站结构

子站主要包括子站主机、协议转换器、网络交换机、维护工作站以及其他附属设备等,如图6所示。考虑到厂站内存在不同厂家、不同型号的装置及通信协议和接口方式不同的实际情况,同时存在支持以太网通信和RS-232/485/422串口通信的装置,因此要求子站应能适应各种保护装置、故障录波器和安全自动装置等智能电子设备(IED)的通信接口。

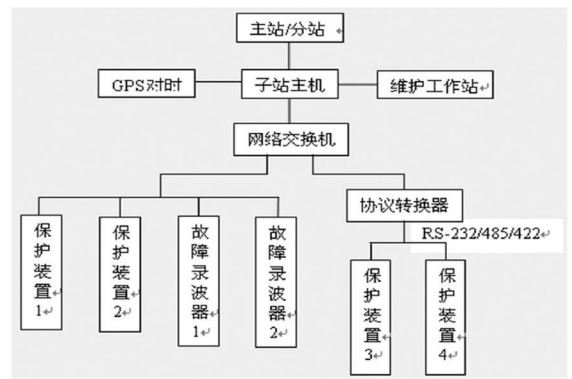


图 6 子站系统结构图

其中485总线形式通讯规约的工作一般都是轮询方式,为保障子站与接入装置通信畅通,每个RS-485通信口接入的设备数量不宜超过8个,文献[8]在运行中发现同一串口线所连接装置在7台时,频繁出现子站与接入装置通信中断现象,经改造后提出每段RS-485总线所连接保护装置不宜超过5台。

### 3.2 子站功能

子站功能主要包括信息收集(保护装置信息、故障录波器信息、安全自动装置等)、信息处理(规约转换、数据存储、信息分类)和与主站通信。

子站侧重于故障信息数据完整、准确的存储并转发主站,置于安全防护Ⅱ区;而监控系统强调监视设备的运行状况、电网的潮流及运行方式,置于安全防护Ⅲ区。考虑到监控系统运行可靠性、安全性的要求,暂时不进行数据交换,但要预留与监控的接口<sup>[6-9]</sup>;若子站与监控系统连接,则明确要求向监控系统传送信息应具有比向故障信息主站传送信息更高的优先级,以保证监控系统工作的实时性<sup>[5]</sup>。

故障录波器的数据可以由子站采集后上送至主站的方式,同时主站亦可通过目前运行的故障录波联网系统直接调用录波数据,防止因通信不畅而造成录波数据无法及时调用而延误事故分析工作。

子站应具备对线路高频保护收发信机和通道按照设定时间进行自动检测功能,并将检测的结果上送主站,同时主站可随时启动线路高频通道的检测。子站维护工作站应以图形化方式显示子站系统信息,提供友好的人机交互界面。

### 3.3 子站信息过滤

由于系统子站接入了大量的保护装置、故障录波器及其他智能电子设备(IED),当故障发生时,采用逐点订购或分类订购方式的子站会向主站上送海量

的信息;同时在子站与变电站设备调试、子站与主站联调及变电站设备定检等情况下均会产生大量的调试信息,上述信息严格意义上都属于无用信息。

针对上述问题,河南电力公司系统建设改进方案中采取了相应的解决措施,如子站新增智能订购模式及增加功能控制字等方式<sup>[10]</sup>,解决了在检修、调试等情况下无用信息的上传问题,新疆电网系统建设过程中应充分汲取相关经验并不断完善。

### 3.4 协议转换

1)子站分布集中转换。各网(省)公司已建系统子站中的协议转换均采用尽量下放到接近装置分散处理的原则<sup>[8-12]</sup>,充分利用分布式处理的灵活性,协议转换装置的功能明确、扩展灵活,同时简化了主站主机统一协议转换的复杂度和处理量。由于子站负责完成各厂家的各种专用协议的转换,如将南瑞 LFP 协议、南瑞串口 103 协议、南自 94 协议等等,通过协议转换装置实现不同类型和不同规约的微机保护装置、故障录波器及其他智能电子设备(IED)的协议转换为统一的 103 规约后与主站通信。

协议转换采用变电站级分布集中转换的模式过程中,文献[8]提出子站为实现通信协议转换的转换器过多、转换软件分散而造成的维护和调试困难及系统工作效率不高等问题。

2)主站集中转换。文献[13]提出透明传输协议,即由主站负责完成各种专用协议的转换。其基本原理是:子站收到来自保护装置、故障录波器及其他智能电子设备(IED)的报文后,不改变其内容,而是将其作为报文体,直接为其增加一个应用层报文头后传送主站;主站收到报文后,根据应用层报文头确定相应的协议解析程序来解析报文体。每一个协议解析程序负责解释一种特定类型的协议报文且各个解析模块彼此独立,子站省去了因各种各样的设备而进行协议转换的环节,子站协议转换工作量小。但是在厂家协议反复变化或新设备接入需增加协议解析程序时,会使得主站不能稳定工作。

上述两种协议转换模式各有其优、缺点,由于新疆电网 220 kV 及以上电压等级的保护装置等大部分采用国内主流厂家产品,主要集中在南瑞继保、许继、国电南自、深圳南瑞,故较倾向于透明传输协议的转换模式。但同时应充分考虑新疆电网子站设备的配置情况,经验证后采用更加适合新疆电网的协议转换模式。

## 4 主站与子站之间的通讯

通信及通信规约是一个关键环节,是整个系统成败的关键<sup>[2]</sup>。新疆电网主站与子站之间的通信利用 SDH 网络,光纤传输可以解决故障发生时刻信息量的问题。主站与子站采用异步通信方式,即通信时主站作为客户端,子站作为服务器端。

### 4.1 录波数据的通信协议

故障录波数据是事故分析的主要依据,是系统中非常重要的数据,为了便于数据的上传,要求主站及子站均采用 COMTRADE 通用文件格式作为录波数据的存储格式,同时鉴于 FTP 文件传输协议标准(其传输任务的完成与两台计算机所在网络中的位置、联系的方式及所使用的操作系统无关<sup>[9]</sup>)已广泛应用于 Internet 因此选择 FTP 作为录波文件传输的协议。

### 4.2 非录波数据的通信协议

1) IEC 60870-5-103 规约。为了规范系统主站-子站之间的通信接口,加快系统的组织和实施,在充分征求了科研、设计、运行等单位的意见后,国家电网公司和南方电网公司参照 IEC 60870-5-103 (简称 103)标准分别编写了《继电保护故障信息处理系统技术规范》和《南方电网继电保护故障信息系统通信与接口规范》。各网(省)公司在上述规范的基础上,结合本网(省)电网的实际情况,扩充定义了自己的 IEC 103 规约,如华北 103、江苏 103、安徽 103、湖南 103、广东 103、河南 103 等等。

上述扩充的 103 规约均借鉴了 IEC 60870-5-104 规约(简称 104)已为远动设备通过网络访问 IEC 60870-5-101(简称 101)数据集,制定了将 101 规约所定义的 ASDU(应用数据服务单元)与 TCP/IP 相结合的网络访问标准<sup>[9]</sup>。104 规约中 ASDU 与 TCP/IP 相结合的方式中并不局限于 101 规约所定义的 ASDU,因此很多网(省)公司将 103 协议所定义的 ASDU 引入系统主站与子站间通信的 103 规约,即仅采用 103 规约所定义的 ASDU,同时使用 104 规约中 ASDU 与 TCP/IP 相结合的方式,以取代 103 规约的链路层协议。

采用 TCP/IP 方式后,故障录波数据的 COMTRADE 格式的文件和 103 规约定义的 ASDU 在通信协议上得到有机的结合。

2) IEC 61850 规约。IEC 61850 是目前国际上最

新、最权威的变电站内及变电站到调度中心之间的通信规约,达到设备与设备间,设备与系统间以及系统与系统间无缝通信的目的,以解决“信息孤岛”的问题<sup>[14]</sup>。

随着国家电网公司提出建设智能化变电站要求的提出,智能化开关、光电式电流,电压互感器和一次设备在线状态检测等技术的不断成熟,自适应技术在继电保护方面的应用推广,基于 IEC 61850 标准的数字化变电站已在各网(省)公司建成。浙江省电力公司继电保护故障信息系统是国内第一次实现以 IEC 61850 作为主站与子站通信协议的电力自动化系统并已成功运行<sup>[15-16]</sup>。

新疆电力公司系统的建设应结合已有常规厂、站及将建数字化变电站,借鉴浙江电力公司系统建设的成功经验,子站采用 IEC 61850、103、COMTRADE 协议进行信息集成,主站与子站实现 IEC 61850XML 信息交互,以 IEC 61970XML 构建通用信息总线与其他系统进行信息交互。

## 5 电网通信系统情况

新疆调度数据网已建成覆盖全疆 13 个地州的骨干光纤传输网,干线光缆长度达 5 738 km,敷设光缆类型均为 OPGW 或 ADSS 光缆芯数为 24 芯、20 芯、16 芯等,电路容量以 2.5 Gb/s 和 622 Mb/s 为主。调度数据网络省调接入网采用分层结构,核心层为省调,配置 2 台 H3C-8812 核心路由器,汇聚层包括 4 个节点,均配置 2 台 H3C-6608 路由器,接入层覆盖全疆所有省调直调厂站。

## 6 结 语

在借鉴各网(省)公司已建、在建继电保护故障信息处理系统建设和运行过程中所总结的经验的基础上,提出新疆电网系统设计的思路。新疆电网继电保护故障信息处理系统的建设必将实现二次设备的运行和管理“可控、在控、能控”,为电网的安全、稳定运行打下坚实的基础。

### 参考文献

[1] 刘志超,黄俊,承文新. 电网继电保护及故障信息管理系统的实现 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27(1): 72-75.

- [2] 中国南方电网有限责任公司. 中国南方电网继电保护故障信息系 统通信与接口规范 [Z]. 2005.
- [3] 夏乐天,周志浩. 简论继电保护故障信息系统的发展策略 [J]. 浙江电力, 2006(4): 43-46.
- [4] 黄捷. 基于 Linux 操作系统的嵌人式继电保护故障信息系 统子站介绍 [J]. 华东电力, 2007, 35(12): 95-98.
- [5] 国家电网公司. 继电保护故障信息处理系统技术规范 [Z]. 2009.
- [6] 唐海军,王涛. 电网故障信息管理系统子站和分站的设计 与实现 [J]. 华中电力, 2005, 18(5): 59-61.
- [7] 王皓,杨建旭,何鸣,过其峰. 基于 Web 的继电保护故障 信息实时发布软件的设计及实现 [J]. 电力系统保护与 控制, 2009, 37(11): 95-98.
- [8] 杨贵宇,肖仕武,郝建勋. 继电保护故障信息系统的工程 应用 [J]. 华北电力技术, 2009(4): 21-24.
- [9] 廖泽友,连湛伟,柳凤凤. 继电保护故障信息处理系统通 信方案的工程实现 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28(4): 78-80.
- [10] 刘华,田芳,白义传,等. 继电保护故障信息管理系统应 用化改进方案 [J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (19): 18-20.
- [11] 王皓,谢红福,何鸣. 220 kV 电网故障信息管理系统规 约体系的应用研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (3): 41-45.
- [12] 张劲,章坚民,朱炳铨,等. 220 kV 继电保护故障信息 处理系统的设计 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27(11): 61-64.
- [13] 刘华,白义传. 河南电网继电保护及故障信息管理系统 建设 [J]. 电力系统自动化, 2006, 30(9): 84-87.
- [14] 黄良,章坚民,竺华敏,等. 基于 IEC 61850MMS 的继电 保护故障信息系统通信机的实现 [J]. 继电器, 2006, 34 (2): 75-77.
- [15] 章坚民,朱炳铨,蒋月良,等. 继电保护故障信息处理主 站系统设计的核心问题 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (14): 72-74.
- [16] 章坚民,朱炳铨,赵舫,等. 基于 IEC 61850 的变电站子 站系统建模与实现 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (21): 43-48.

### 作者简介:

王胜利 (1978), 男, 硕士, 工程师, 长期从事继电保护运行 管理及整定计算工作;

石 静 (1982), 女, 新疆乌鲁木齐人, 本科, 助理工程师, 长期从事电气运行及火电厂环保管理工作。

(收稿日期: 2010-11-12)