

220 kV 电网故障信息管理系统规约体系的应用研究

王皓¹, 谢红福², 何鸣²

(1.安徽省电力调度通信中心, 安徽 合肥 230088; 2.安徽省继远电网技术有限责任公司, 安徽 合肥 230088)

摘要: 通过安徽电网 220 kV 电网故障信息管理系统的研发和建设情况, 考虑到 103 规约的通用性, 提出了此类系统建设中一种比较合理的规约体系, 即在 220 kV 变电站的故障信息系统子站内部统一采用标准 103 规约, 在系统主、子站之间的通信协议统一采用安徽电网主子站通信规约, 同时预留面向 IEC61850 通信规约的接口, 既具有通用性, 又符合安徽电网实际情况。目前该系统已研发成功并陆续有二十余套在安徽电网内应用, 运行状况良好。

关键词: 故障信息管理系统; IEC60870-5-103 规约; IEC60870-5-104 规约; IEC61850 规约

Research of communication protocol of 220 kV fault information system

WANG Hao¹, XIE Hong-fu², HE Ming²

(1.Anhui Electric Power Corporation, Hefei 230088,China;

2.Anhui Jiyuan Electric Power System Tech Co.,LTD., Hefei 230088,China)

Abstract: After a research on fault information administrator system and the universal 103 protocol, this paper introduces and summarizes a reasonable and common protocol that uses standard 103 protocol in substations, employing Anhui protocol between the host and substations and leaving interfaces facing IEC61850 protocol behind. Thus, this system is not only universal, but also accorded with the actuality of Anhui power grid. Currently, this system is employed by Anhui Grid and working well.

Key words: fault information system; IEC60870-5-103; IEC60870-5-104; IEC61850

中图分类号: TM76; TM73

文献标识码: A

文章编号: 1674-3415(2009)03-0041-05

0 引言

现代大量微机保护的应用以及电力通信网络的建设和发展, 使得故障信息系统的建设成为可能。电网故障信息管理系统通常由设在网(省)调度中心的主站或设在地区调度的主站和若干个设在所辖变电站以及发电厂子站, 通过电力系统的数据通信网络连接而成(见图 1)。它的任务是收集和管理电网中各厂、站中的保护装置、安全自动装置等涉及电网异常或动作时的信号、断路器的分合及保护装置的异常信号; 微机保护装置和故障录波器的录波数据和报告、保护定值等, 以及对这些数据、信号的综合、统计、计算和分析等处理与管理, 实现继电保护运行、管理和电网故障处理的网络信息化、自动智能化, 达到为调度员安全、准确、迅速地处理电网事故提供信息支持与决策参谋; 为继保人员对保护、安全自动装置及故障录波器的动作行为分析和现代化运行管理提供必要的支持^[1,2]。

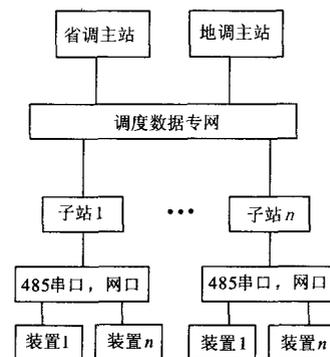


图 1 电网故障信息管理系统结构图

Fig.1 Graph of fault information system

但在电网实际应用中, 由于各设备制造厂家在保护装置原理、逻辑回路设计、信息定义等方面的差异, 造成了装置结构和数据处理上的不同, 尤其是数据的规范化、信息定义的标准化、通信规约的统一化等问题成了故障信息系统项目实施中的困难所在, 而国家至今尚未颁布一个规范的、统一的标

准供大家遵照执行,使得该系统的建成存在许多难以解决的问题。例如安徽省内几个主要的保护厂家,如南瑞继保公司有 LFP 规约、南瑞串口 103 规约、南瑞以太网 103 规约;国电南自公司有 94 规约,以太网 103 规约(PS6000 规约)等等。

本文结合安徽电网 220 kV 故障信息管理系统的开发与应用情况,考虑到 103 规约的通用性,提出在 220 kV 变电站的故障信息系统子站内部统一采用 103 规约,在故障信息系统主、子站之间的通信协议统一采用安徽电网 103 规约,最后展望和分析了未来电力通信协议的发展方向。

1 故障信息系统子站内部的通信规约

数字式保护装置和故障录波器联网技术的普遍应用使设备接口的规范化问题越来越突出,同一变电站内往往由于各设备制造厂家的数字式保护或故障录波器数据文件格式不同,无法统一在国际标准的数据格式上,给用户增加了很多不便。在系统中有新设计的、可直接上以太网的装置(例如南自的 PST 系列保护),也有已由保护管理机集中转换后(例如南瑞的 RCS 系列装置),接入以太网的装置,以及有经规约转换器接入以太网的装置(例如南瑞的规约转换器 RCS9794),但最终都是在以太网上统一为 103 规约。

1.1 IEC60870-5-103 规约

103 规约实现了变电站中不同继电保护设备和控制系统之间的信息交互,规约属于问答式((POLLING)规约。

103 规约使用的参考模型是根据开放式系统互连 ISO(Internet Standard Organization, 国际标准组织)的 OSI(Open System Interconnect, 开放系统互连)七层参考标准模型转化而来的。由于保护运动系统要求相对较短的响应时间,故 103 规约采用增强性能结构(EPA, Enhanced Performance Architecture),这种模型仅使用 OSI 标准模型中的三层^[4],如图 2 所示。

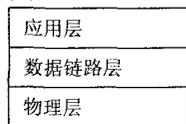


图 2 EPA 网络模型示意图

Fig.2 Layout of EPA network module

与其它的规约相比,103 规约具有结构简单清晰,报文格式和内容简明扼要以及具有良好的通用性与开放性的特点。较之其他规约更能适应变电站自动化系统的发展,速度也相对较快,可达到

19.2kb/s,容量较大,能传送几乎所有的保护信息,而且还有通用分类服务功能,可以传输几乎所有可能的信息。

1.2 103 规约在故障信息系统子站中的主要应用过程

在 103 规约的基础上,电网故障信息系统主要完成的功能包括突发 SOE(事件顺序记录)信息主动上送过程,定值召唤过程(包括模拟量召唤),波形召唤过程等。

A. 总查询过程

在总查询过程中,装置要上送当前状态下所有开关量的分合状态,而在保护装置有开关量变位时,按照 103 规约,该变位信息是属于一级数据,需要优先上送的,图 3 为总查询过程。

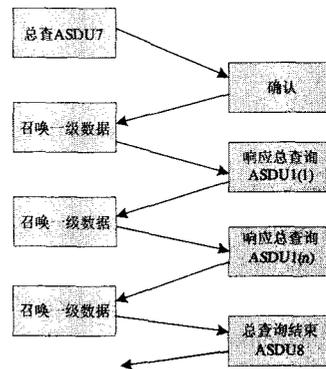


图 3 总查询过程

Fig.3 Chart of query

B. 召唤定值过程

电网故障信息系统建设的一个重要作用就是能够实现对变电站内所有的保护装置及故障录波装置实现定值的召唤,并能够在此基础上实现定值的自动核查。保护装置定值是通过通用分类服务分组上送的,在分组的基础上,装置可传输的数据容量可以说是无限的,图 4 为定值召唤过程图。

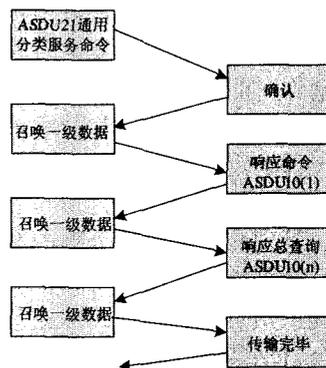


图 4 定值召唤过程

Fig.4 Chart of setting updated

C. 波形召唤过程

故障信息系统能够作为电网事故分析和保护动作行为分析的有效手段,其波形召唤功能功不可没,保护装置在电网发生故障的瞬间将故障波形记录并以标准的 COMTRADE 文件模式保存下来,同时立即主动上送故障简报到主站端,由主站端选择故障文件进行召唤,图 5 为具体的波形召唤过程图:

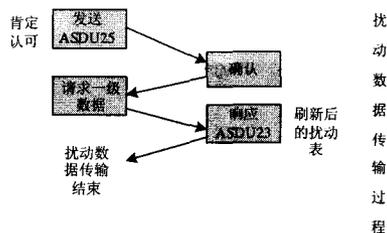
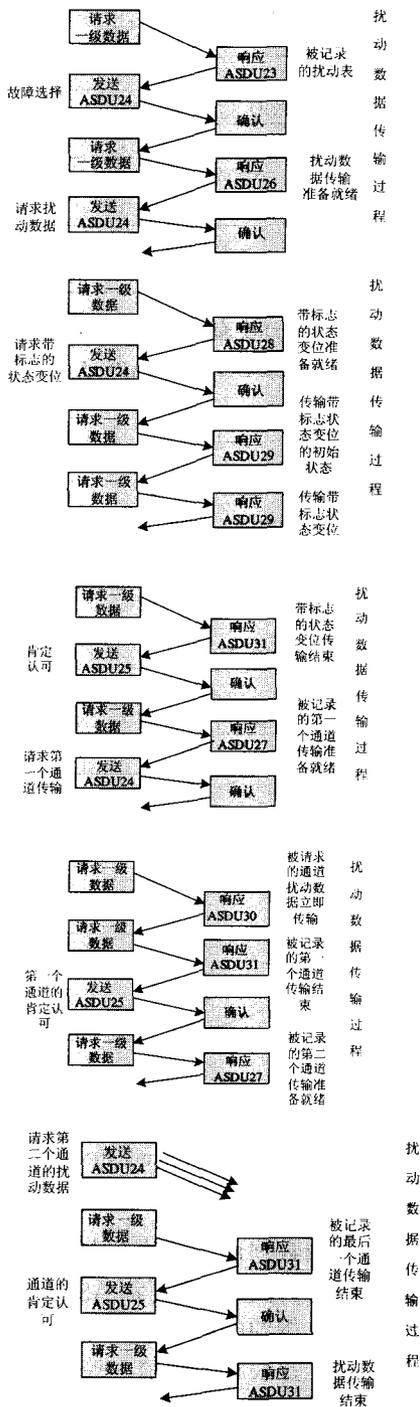


图 5 波形扰动数据传输过程

Fig.5 Chart of wave data updated

1.3 103 规约的应用总结

安徽 220 kV 电网故障信息系统的建设完全以 103 规约为基础,目前已建成省调主站及安庆地调主站两座,接入省内 220 kV 子站共 50 座,故障信息子站可以通过串口或以太网等总线形式与厂站中的各个保护装置、故障录波器连接。保护装置既可以直接接入子站,也可以选择通过保护管理机或规约转换器集中接入子站。协议转换的方式采用尽量下放到接近装置,分散处理的原则,避免规约转换集中到保护前置机处理,以充分利用分布式处理的灵活性和简化单个协议转换中的复杂度和处理量,更好地满足系统的开放性和提高协议标准化程度的要求。在装置层次,仍保留各自不同的通信协议。协议转换器设计各种装置的通信接口和协议。子站收集处理变电站各保护装置的信息,同时负责与远方调度端的主站通信。对于上送到主站端的信息,子站端必须先进行信息的过滤与筛选,尽量避免大量垃圾信息的频繁上送,而只上送经过整理后的调度人员及保护人员所真正需要的重要信息。图 6 为系统捕捉到的安徽淮南芦集变故障时开关变位信息,图 7 为故障时的波形信息。从图中可以看出,103 规约完全满足故障信息系统的数据传输要求。



序号	名称	时间	变位类型	动作	时间戳
134	芦集变 220kV 101 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
135	芦集变 220kV 102 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
136	芦集变 220kV 103 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
137	芦集变 220kV 104 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
138	芦集变 220kV 105 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
139	芦集变 220kV 106 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
140	芦集变 220kV 107 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
141	芦集变 220kV 108 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
142	芦集变 220kV 109 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
143	芦集变 220kV 110 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
144	芦集变 220kV 111 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
145	芦集变 220kV 112 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
146	芦集变 220kV 113 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
147	芦集变 220kV 114 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
148	芦集变 220kV 115 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
149	芦集变 220kV 116 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14
150	芦集变 220kV 117 断路器	2007-09-22 17:42:14	分闸	成功	2007-09-22 17:42:14

图 6 故障时开关变位信息

Fig.6 Switches Changed in a power grid fault

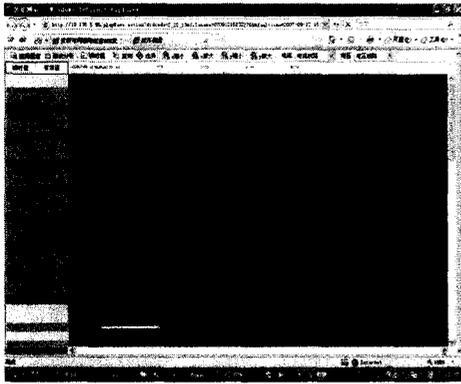


图 7 故障时波形信息

Fig.7 Wave info in a power grid fault

2 故障信息系统主子站之间的通信规约

故障信息系统主站与子站之间的通信规约在国际国内却还没有一个统一的标准。因此各个厂家所建立的子站或主站都各有自己的一套规约，对于那些由不同厂家建成的故障信息系统中，主站与子站之间，或者子站与子站之间的信息交换出现了矛盾，不能实现信息的共享以及开放性的要求。本系统在普遍采用的安徽电网故障信息系统主子站通信规约的基础上，建立了一套既符合安徽电网现状，又具有一定通用性的主子站间的通信协议。

鉴于数据网络发展迅速，IEC60870-5-104 规约已为远动设备通过网络访问 IEC60870-5-101 规约数据集，制定了将 101 规约所定义的 ASDU（应用服务数据单元）与 TCP/IP 相结合的网络访问标准^[5]。这在系统主站与子站间实现网络访问的 103 规约提供了相当好的支持和借鉴。104 规约中 ASDU 与 TCP/IP 相结合的方式，不局限于 101 协议所定义的 ASDU。根据相同的定义，不同的 ASDU，包括 IEC60870-5 全部配套标准(如 IEC60870-5-102 和 103 协议)所定义的 ASDU，都可以和 TCP/IP 相结合。在这种情况下，安徽 220kV 电网故障信息系统主子站通信规约，是采用 103 规约所定义的 ASDU，而采用 104 规约中 ASDU 与 TCP/IP 相结合的方式，来取代 103 规约的链路层协议。通信过程中报文错或丢失时的 TCP 连接控制方式按 104 规约执行。规约中的应用规约数据单元 (APDU) 的结构如图 8^[6]。

在网络通信通道的选择中，主站和子站之间利用省电力调度数据网 (SDH 网络)，采用光纤的传输模式可以解决故障信息系统在故障发生时信息量大的问题。主子站之间采用可靠的异步通信模式，在通信时，主站作为客户端，子站作为服务器端，必须能够可以支持多个主站的同时连接，使用 TCP 连接的端口号是可配置的，在本系统中使用安徽电

网故障信息系统主子站之间通信规约中确定的端口号 2406。主站与子站之间通信时采用完整的 I 帧(用于信息的传输帧)，U 帧 (控制帧) 和 S 帧 (测试帧)。各帧的整体结构完全相同，仅仅在控制域上加以区分。链路层既可以采用平衡方式，也可以采用非平衡方式传输规则，对于传输服务在传输过程中受到干扰，用帧控制域中的发送、接收序列号来防止报文丢失或报文的重复传递。

启动字符 68H
APDU 长度 (最大 253)
控制域八位位组 1
控制域八位位组 2
控制域八位位组 3
控制域八位位组 4
IEC60870-5-103 中定义的 ASDU

图 8 远动配套标准的 APDU 定义

Fig.8 Defines of APDU

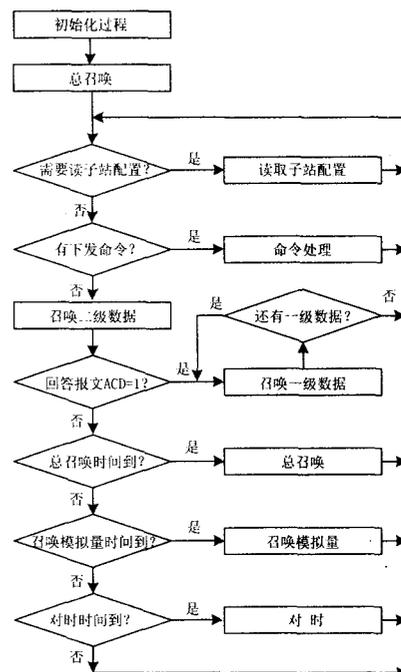


图 9 系统主子站通信流程实例

Fig.9 Flow chart of the communication between host and guest

主子站之间数据通信的核心在应用层，它主要体现在应用服务数据单元(简称 ASDU)中，ASDU 的结构使用 103 规约中的应用服务数据单元，应用层的信息主要包含装置采样值、控制字、硬压板、突发事件信息、定值、时间信息等内容。由于 103 规约提供通用分类服务，信息自描述功能，因此可以通过通用服务传递信息配置表，只要有一方 (一

一般是子站)作好配置后,另一方直接调配置就行,不用再重复输入。图9为系统主子站通信的流程图。

图9所示的是主站对一个子站的通信处理主循环,主站对每个子站访问都是独立的。通信采用异步通信模式,主站发送请求命令,子站响应,提高了整个系统的可靠性以及接入子站过程中的灵活性。

3 故障信息系统新的通信标准 IEC61850 的展望

IEC 61850 是关于变电站自动化系统的第一个完整的通信标准体系,明确提出了信息分层、可实现系统的配置管理、面向对象、采用映射的方法和具体网络独立、数据对象统一建模,符合采用网络传输建立无缝通信系统的要求,已成为无缝通信系统传输规约的基础,对故障信息处理系统软件的开发有着重要的指导作用。

但考虑到目前采用 IEC61850 规约的变电站还很少,各个生产厂家的保护设备还不支持此标准,而且故障信息系统仅是处理与保护有关的信息,因此,设计故障信息系统的主站与子站间的通信协议,采用 103 规约较为合理且便于应用,但 IEC61850 规约是数字化变电站发展的一种趋势,未来变电站内必定会推广应用 IEC61850 规约。

4 结论

本故障信息系统严格遵循 103 规约,同时预留 IEC61850 的接口,具有良好的开放性,可接入不同

厂家、不同协议的设备,实现了保护装置信息的共享。主站与子站之间的通信以安徽电网故障信息系统主子站通信规约为基础,既具有通用性,又符合安徽电网实际情况。目前该系统已研发成功并陆续有二十余套在安徽电网内应用,运行状况良好。

参考文献

- [1] 张永健. 电网监测与调度自动化[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [2] 周全仁, 张海. 现代电网自动控制系统及其应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] 罗钰玲. 电力系统微机继电保护[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [4] DL/T667-1999. 远动设备及系统 第5部分 传输规约第103篇 继电保护设备信息接口配套标准[S].
- [5] 廖泽友,等. 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).
- [6] IEC 60870-5-101 远动设备及系统 第5部分 传输规约第101篇 基本远动任务配套标准[S].
- [7] DL/T 559-94 220~500KV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
- [8] 国家电力监管委员会, 电监会5号令《电力二次系统安全防护规定》[S].

收稿日期: 2008-03-31; 修回日期: 2008-06-12

作者简介:

王皓(1970-), 男, 高级工程师, 硕士, 从事继电保护及整定计算方向的研究管理工作;

谢红福(1980-), 男, 工程师, 硕士, 从事故障信息系统的研发工作; E-mail: xiehongfu186@163.com

何鸣(1957-), 女, 高级工程师, 硕士, 从事继电保护的研究管理工作。

(上接第31页 continued from page 31)

- [6] Rowen W I. Simplified Mathematical Representations of Heavy Duty Gas Turbines[J]. Journal of Engineering for Power, 1983, 105(4): 865-869.
- [7] Vadher V V, Smith I R, Fanthome B A. Simulation of Permanent Magnet Generator/rectifier Combination[J]. Aerospace and Electronic System, 1986, (22): 64-70.
- [8] Marques G D. A Simple and Accurate System Simulation of Three-phase Diode Rectifiers [A]. Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 1998, 1: 416-421.
- [9] Lasseter R. Dynamic Models for Micro-turbines and Fuel Cells[A]. In: Power Engineering Society Summer Meeting[C]. 2001, 2:761-766.
- [10] Mollerstedt E, Stothert A. A Model of a Micro-turbine Line Side Converter[A]. In: Proceedings of International Conference on Power System Technology[C]. 2000, 909-914.
- [11] 张加胜,张磊.PWM 逆变器的直流侧等效模型研究[J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(4): 103-107.
ZHANG Jia-sheng, ZHANG Lei. Research on the

DC-side Equivalent Model of PWM Inverters [J]. Proceedings of the CSEE, 2007, 27(4): 103-107.

- [12] 丰镇平,微型燃气轮机技术的进展及应用展望[J/OL]. www.power.newmaker.com/art_8832.html, 2005-05-26/2008-05-05.
- [13] 余涛,朱守真,李东海,等.基于扩张状态观测器的电力系统非线性鲁棒协调控制[J].中国电机工程学报, 2004, 24(4): 1-5.

YU Tao, ZHU Shou-zhen, LI Dong-hai, et al. Extended State Observer Based Nonlinear Robust Coordinated Control of Power Systems[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(4): 1-5.

收稿日期: 2008-03-31; 修回日期: 2008-05-07

作者简介:

余涛(1974-), 男, 副教授, 博士, 长期从事电力系统稳定性、非线性鲁棒协调控制等方面的研究工作。

E-mail: taoyu1@scut.edu.cn

童家鹏(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向电力系统自动控制。