

IEC 60870-5-103传输规约在微机保护 测控装置中的应用与实现

王培增¹, 董世军²

(1. 北京思维鑫科信息技术有限公司 北京 100070; 2. 许继电气股份有限公司 河南 许昌 461000)

摘要: 随着 IEC 60870-5-103 传输规约在高电压等级微机保护装置中的推广, 在 110 kV 及以下电压等级的微机保护测控装置中也逐步得到了应用。简单介绍了 IEC 60870-5-103 规约的参考模型、应用功能和信息交换方法, 结合微机型保护测控一体化装置, 分析了具体的应用服务数据单元(ASDU)类型、传输过程和软件实现, 为相关的研究与工程人员理解和使用 IEC 60870-5-103 规约提供了一定的帮助。

关键词: IEC 60870-5-103 规约; 参考模型; 应用服务数据单元; 微机保护测控装置; 软件流程

Application and realization of IEC 60870-5-103 transmission protocol in digital protection and monitor devices

WANG Pei-zeng¹, DONG Shi-jun²

(1. Beijing SIWEI Thinker Information Technology Co., Ltd, Beijing 100070, China;

2. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: With the expansion of IEC 60870-5-103 transmission protocol in digital protection devices with high voltage grade, it is also used in digital protection and monitor devices with 110kV and below voltage grade step by step. Reference model and application functions and the way of information exchange of IEC 60870-5-103 protocol are introduced in this paper. The type of application service data unit, transmission procession and software realization are analyzed associated with a digital protection and monitor device, which can be a reference for researchers and engineers to understand and apply IEC 60870-5-103 protocol.

Key words: IEC 60870-5-103 protocol; reference model; application service data unit; digital protection and monitor device; software flow

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)05-0050-04

0 引言

IEC 60870-5-103 传输规约是国际电工委员会(IEC) TC57 技术委员会(电力系统控制和通信技术委员会)在 IEC 60870-5 系列基本标准的基础上所制定的可用于继电保护设备信息接口的配套标准, 我国在等同采用 IEC 60870-5-103 标准的基础上, 于 1999 年 10 月 1 日制定了电力行业相应的配套标准 DL/T667-1999 (以下简称 103 规约)^[1]。103 规约是用于规范变电站自动化系统、厂站自动化系统中控制系统与继电保护设备或间隔单元之间的信息传输, 自推广以来, 在我国高电压等级的微机保护装置和相应的监控系统中得到了比较广泛的应用, 省

去了不同厂家设备之间大量的规约转换工作, 节省了人力物力, 大大方便了用户的运行维护, 同时也大大提高了变电站自动化系统的兼容性与开放性。最近几年, 在 110 kV 及以下电压等级的微机保护测控装置中也逐步得到了应用, 本文在简单介绍 103 规约的基础上, 结合低压系列的微机型保护测控一体化装置, 分析了 103 规约的具体应用和软件实现, 提出了一种通过 1 级数据状态字来控制 1 级数据传输的方法。

1 103 规约简介

103 规约的参考模型采用增强性能结构 EPA (Enhanced Performance Architecture), 包括

物理层、链路层与应用层三层, 对于一般采用串行通信接口的继电保护设备或间隔单元, 可以得到快速的响应时间, 103规约对物理层、链路层、应用层和用户进程作了大量具体的规定和定义, 定义了固定帧长和可变帧长两种帧结构, 固定帧长的报文如召唤1级数据、召唤2级数据、初始化复位命令等, 对于可变帧长的报文, 应用层定义了具有一定格式的应用服务数据单元(ASDU)。103规约中定义的基本应用功能包括初始化、总召唤、时钟同步、命令传送、扰动数据传输和通用分类服务等, 对于需要传输的信息, 定义了不同的信息元素、ASDU和传输过程。103规约提供了两种信息交换方法, 一种方法是基于严格规定的ASDU和标准化报文的传输应用过程, 包括兼容范围和专用范围; 另一种方法是使用通用分类服务, 通用分类服务可以传输几乎所有可能的信息, 但要求装置有较大的内存容量, 要求传输通道有较高的传输速率。对于已定义的兼容范围的ASDU和应用过程要求各厂家强制性采用, 对于所要求传输的信息, 如果兼容范围还不能完全满足要求, 对于国内已经生产的继电保护设备, 在硬件方面改动比较困难, 又较难适应通用分类服务的要求时, 可使用专用范围实现, 对于新的继电保护设备如果兼容范围还不能完全满足要求, 不能满足要求的部分必须采用通用分类服务来实现, 不得使用专用范围。专用范围结合我国继电保护设备或间隔单元的情况, 定义了大量保护相关信息对应的功能类型(FUN)与信息序号(INF)以及测控相关信息(如遥测、遥信、步位置、遥控和电度)的信息元素、ASDU与传输过程。

2 103 规约在微机保护测控装置中的应用

在 110 kV 及以下电压等级的变电站自动化系统中, 一般采用分层分布式的系统结构, 如图 1 所示。

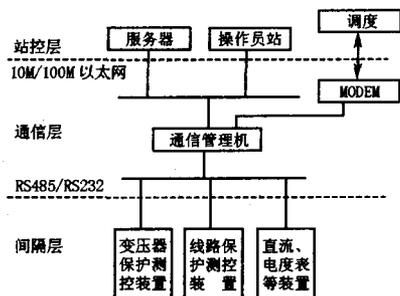


图 1 变电站自动化系统结构

Fig.1 Structure of substation automation system

图 1 中, 系统分为站控层、通信层和间隔层三

层, 通信管理机对信息传输起到上传下达的作用, 和上位机之间通常采用 10 M/100 M 以太网通信, 与微机保护测控装置及自动装置之间通常采用 RS485/RS232 串行通信接口, 微机保护测控装置面向不同的间隔单元(如变压器、馈线), 完成保护、测量、控制和通信功能。103 规约一般是用于通信管理机与微机保护测控装置之间的通信, 采用主从一对多方式, 通信管理机为主站, 微机保护测控装置为从站, 标准传输速率为 9 600 bps 或 19 200 bps, 传输的信息除了初始化、总召唤和时钟同步命令外, 可分为保护和测控两类, 保护类信息包括保护动作、保护告警、自检异常、保护压板、保护定值和扰动数据等, 测控类信息包括遥测、遥信、步位置、遥控和电度等, 不同信息的 ASDU 类型如表 1 所示, 每一种 ASDU 的具体报文格式定义详见规约文本。

表 1 微机保护测控装置中的 ASDU 类型

Tab.1 Type of ASDU in digital protection and monitor devices

信息类型	ASDU 类型	说明	
初始化	ASDU5	上送标识报文	
时钟同步	ASDU6	广播命令	
总召唤	ASDU7	总召唤启动	
	ASDU8	总召唤结束	
保护类	保护动作信息	ASDU2	包含故障序号和相对时间
	保护告警信息	ASDU1	如控制回路断线
	自检异常信息	ASDU1	如 RAM 错误
	保护压板	ASDU1	压板状态
		ASDU20	压板投退
	扰动数据	ASDU23	被记录的扰动表
		ASDU24	扰动数据传输的命令
		ASDU25	扰动数据传输的认可
		ASDU26	扰动数据传输准备就绪
		ASDU27	被记录的通道传输准备就绪
		ASDU28	带标志的状态变位传输准备就绪
		ASDU29	传送带标志的状态变位
		ASDU30	传送扰动值
	保护定值	ASDU31	传送结束
		ASDU10	通用分类服务写命令、通用分类服务读命令响应
ASDU11		通用分类服务读命令响应	
测控类	ASDU21	通用分类服务读命令	
	遥测	ASDU50	
	遥信	ASDU40	遥信状态
		ASDU41	遥信变位
	步位置	ASDU38	步位置状态
		ASDU39	步位置变化
	遥控	ASDU64	遥控命令和返校
	电度	ASDU36	电度量上送
ASDU88		电度冻结命令和确认	

系统初始化的信息传输过程是主站依次对各子站发送复位通信单元 (CU)、复位帧计数位 (FCB) 和总召唤命令; 正常情况下的信息传输过程是主站在确认子站的要求访问位 (ACD) 为 0 时, 对各子站巡回召唤 2 级数据, 子站以 2 级数据或无要求数据帧回答, 在回答之前装置如果有 1 级数据产生, 在 2 级数据响应帧中设置 ACD 为 1, 主站在召唤 2 级数据后, 紧接着对该装置召唤 1 级数据, 装置以 1 级数据回答, 装置无 1 级数据时, 在响应帧中设置 ACD 为 0, 主站然后对下一个装置召唤 2 级数据。其中 1 级数据包括保护动作、保护告警、状态变位以及下发命令形成的响应信息, 2 级数据为测量量。

3 103 规约在微机保护测控装置中的软件实现

微机保护测控装置采用嵌入式实时多任务操作系统, 103 规约由任务之一的通信任务实现, 软件采用标准 C 语言编写, 具有很好的可移植性, 通信任务的软件流程如图 2 所示。

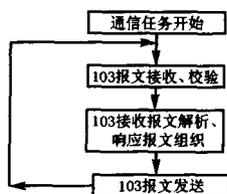


图 2 103 规约软件流程

Fig.2 Software flow of 103 protocol

根据图 2 的软件流程, 定义的主要处理函数如表 2。

表 2 主要函数列表

Tab.2 Table of the main funtions

函 数	功能说明
int ReceiveOneChar(unsigned char receChar, unsigned char *PORT_ADDRESS)	从串口接收一个字符
void ReceiveCheckFrame_IEC103(unsigned char* buffer, int length, unsigned char *PORT_ADDRESS)	对主站发送的 103 报文进行接收、校验
void ParseFrame_IEC103(unsigned char* buffer, int length)	对接收的 103 报文进行解析
void OrganizeFrame_IEC103(unsigned char* buffer, int length)	组织响应报文
int SendOneChar(unsigned char sendChar, unsigned char *PORT_ADDRESS)	向串口发送一个字符
void SendFrame_IEC103(unsigned char* buffer, int length, unsigned char *PORT_ADDRESS)	子站发送 103 响应报文

子站在接收 103 报文时, 根据第一个字节 (启动字符) 来确定帧类别, 对于固定帧长的报文, 需要校验的内容包括启动字符、地址域、帧校验和与结束字符, 在报文解析时, 根据控制域的功能码不同来分别处理, 如复位通信单元 (CU)、复位帧计数位 (FCB)、召唤 1 级数据与召唤 2 级数据等; 对于可变帧长的报文, 需要校验的内容包括启动字符、报文长度、地址域、帧校验和与结束字符, 在报文解析时, 根据功能类型的不同来分别处理, 如表 1 中定义的功能类型。报文的重发根据接收报文的帧计数位 (FCB) 和帧计数有效位 (FCV) 来确定, 重发报文时 FCB 不变, 重发次数为 3 次。

1 级数据是在子站状态变化 (如发生保护动作) 或接收到不同的下行命令后生成, 种类比较多, 当子站有 1 级数据时, 首先在前一次的响应报文中设置 ACD 为 1, 主站会接着发送召唤 1 级数据命令, 子站响应相应的 1 级数据。对于不同的 1 级数据, 子站采用 1 级数据状态字来控制报文的发送, 定义 1 级数据状态字 MessageFlag_FirstData 的数据类型为 unsigned long (4 个字节), 其中的 32 位分别标识不同类型的 1 级数据, 定义如表 3。

表 3 MessageFlag_FirstData 各位定义

Tab.3 Definition of every bit in MessageFlag_FirstData

位序号	标识的 1 级数据
位 1	传送原因为复位 CU 的 1 级数据
位 2	传送原因为复位 FCB 的 1 级数据
位 3	传送原因为启动/重新启动的 1 级数据
位 4	单个装置校时形成的 1 级数据
位 5	总召唤启动形成的 1 级数据
位 6	总召唤结束形成的 1 级数据
位 7	保护动作信息
位 8	保护告警信息
位 9	自检异常信息
位 10	单点/双点开入量状态变位信息
位 11	步位置变化信息
位 12~位 14	遥控选择、执行、撤销返校信息
位 15~位 17	遥调选择、执行、撤销返校信息
位 18	命令传输形成的 1 级数据
位 19	电度冻结命令确认信息
位 20	电度量信息
位 21~位 27	扰动数据传输形成的一级数据
位 28	通用分类服务读命令形成的一级数据
位 29	通用分类服务带确认的写命令返校信息
位 30	通用分类服务带执行的写命令返校信息
位 31~位 32	备用

各标志位在相应的 1 级数据生成后设置为 1, 主站召唤 1 级数据时, 子站先判断 MessageFlag_First

Data的状态,如果标志位为1,发送相应的1级数据,发送完毕后把标志位设置为0,装置可以同时有多个1级数据,每次召唤仅响应一帧。

根据上述思路设计的103软件模块在中低压保护测控一体化装置中得到了实现,并通过了相应测试,在多个110 kV及以下电压等级的变电站自动化系统中 and 不同厂家的通信管理机或主站系统成功连接,运行稳定,具有很好的通用性和开放性,达到了设计性能要求。

4 结语

103规约是一个规则比较复杂的IEC传输规约,要在装置中成功应用,需要了解它的通信参考模型、不同信息的传输规则和ASDU定义,本文结合微机型保护测控一体化装置,分析了103规约的具体应用功能、ASDU类型、传输过程和软件实现,针对不同类型的1级数据传输,提出了通过1级数据状态字来控制的方法,应用103规约的微机保护测控装置也取得了较好的运行效果。

参考文献

- [1] 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].
DL/T667-1999,Telecontrol Equipment and Systems, Part5:Transmission Protocols, Section 103 Companion Standard for the Information Interface of Protection Equipment[S].
- [2] 廖泽友,蔡运清. IEC 60870-5-103和IEC 60870-5-104协议应用经验[J]. 电力系统自动化,2003,27(4):1-3.
LIAO Ze-you, CAI Yun-qing. Experience of Using IEC 60870-5-103 and IEC 60870-5-104 Transmission

Protocols[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(4):1-3.

- [3] 徐立子. 变电站自动化系统 IEC60870-5-103 和 IEC60870-5-104 协议的分析和实施[J]. 电网技术, 2002, 26(4):62-65.
XU Li-zi. Analysis and Implementation of Protocol IEC60870-5-103 and IEC60870-5-104 for Substation Automation System[J]. Power System Technology, 2002, 26(4):62-65.
- [4] 谭嘉虎. 用于微机保护设备基于 IEC 60870-5-103 传输规约的通信接口技术的研究与开发[J]. 电网技术, 2004, 28(22):31-35.
TAN Jia-hu. Research and Development of IEC 60870-5-103 Transmission Protocol Based Communication Interface Technology for Microcomputer Based Protection Devices[J]. Power System Technology, 2004, 28(22):31-35.
- [5] 张丹涛,张永华,缪相林. 基于IEC 60870-5-103通信规约的通信流程研究及软件方案[J]. 电力系统通信, 2005, 26(3):26-28.
ZHANG Dan-tao,ZHANG Yong-hua, MIAO Xiang-lin. Research and Software Disign of Communication Flow Based on 103 Transmission Protocols and Software Precept[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2005, 26(3):26-28.

收稿日期:2006-05-26; 修回日期:2006-12-12

作者简介:

王培增(1973-),男,工程师,本科,研究方向为自动控制系统技术;E-mail:wpzzhl@163.com

董世军(1970-),男,工程师,本科,研究方向为电力系统继电保护及其自动化。

(上接第40页 continued from page 40)

- ZHANG Shao-hua, WANG Ni, et al. Piece Wise Linear Supply Function Equilibrium Model for Power Generation Markets with Forward Contracts[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 21(27): 17-22.
- [9] Willems B. Cournot Competition, Financial Option Markets and Efficiency[J]. CSEM WP 139, 2005.
- [10] Cottle R W, Pang J S, Stone R E. The Linear Complementarity Problem[M]. Boston: Academic Press, 1992.
- [11] Uryasev S,Rubinstein R Y. On Relaxation Algorithms in Computation of Noncooperative Equilibria[J]. IEEE Trans on Automatic Control, 39(6): 1263-1267.

[12] Contreras J, Klusch M, et al. Numerical Solutions to Nash-Cournot Equilibria in Coupled Constraint Electricity Markets[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2004,1(19): 195-206.

[13] Ferris M C. MATLAB and GAMS: Interfacing Optimization and Visualization Software[EB/OL]. <http://www.cs.wisc.edu/math-prog/matlab.html>,2005.

收稿日期:2006-11-01; 修回日期:2007-01-05

作者简介:

王建斌(1973-),男,博士研究生,研究方向为电力经济;E-mail:123pighead@sohu.com

董宪纲(1953-),男,经济师,研究方向为电力经济。