

IEC 60870-5-103 传输规约在中低压微机保护测控装置中应用

闫天军¹, 梅慧楠¹, 吴在军²

(1. 江苏金智科技股份有限公司, 江苏 南京 211100;

2. 东南大学 电气工程系, 江苏 南京 210096)

摘要: 介绍了 IEC 60870-5-103 传输协议的参考模型与应用功能, 指明了兼容范围、专用范围和通用分类服务 3 种信息交换方法的应用范围; 结合变电站自动化系统中的中低压微机保护测控装置, 把传输的信息分为公用、保护和测控 3 类, 定义了上述不同信息采用的应用服务数据单元(ASDU)类型, 说明了初始化过程与正常情况下的信息传输过程, 分析了要求访问位(ACD)与 1 级数据传输的关系以及 1 级数据、2 级数据的内容; 给出了规约实现中的软件流程图、主要函数定义, 针对固定帧长和可变帧长的报文, 分析了报文解析和重发的机制, 并针对不同类型的 1 级数据传输, 提出了通过 1 级数据状态字控制的方法。

关键词: IEC 60870-5-103 规约; 参考模型; 应用服务数据单元; 软件流程

中图分类号: TN 915.04; TM 774 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-6047(2007)02-0111-03

IEC 60870-5-103 传输规约是国际电工委员会(IEC) TC 57 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^[1-5]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/T 667-1999(以下简称 103 规约)^[6]。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, 极大方便了用户的运行维护, 同时也大幅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。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 3 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 2 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 2 种信息交换方法^[7], 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 中, 系统分为站控层、通信层和间隔层 3 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, 和微机保

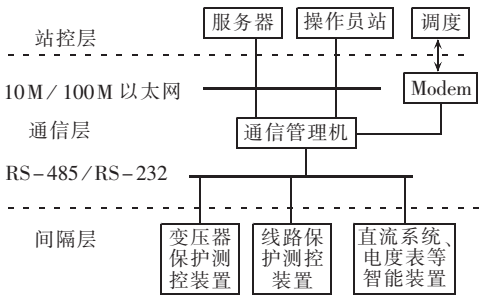


图 1 变电站自动化系统结构

Fig.1 Structure of substation automation system

护测控装置及自动装置之间通常采用 RS-485/RS-232 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 bit/s 或 19 200 bit/s,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 2 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^[8],不同信息的 ASDU 类型如表 1 所示^[9],每一种 ASDU 的具体报文格式定义详见规约文本。

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软件中实现

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。

根据图 2 的软件流程,定义的主要处理函数如表 2 所示。

在 103 报文进行接收的过程中,根据第 1 个字节(启动字符)确定帧类别,对于固定帧长和可变帧长的报文,需要校验的内容是不同的。在报文解析

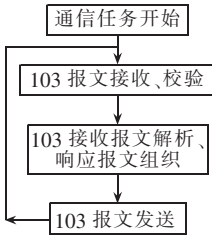


图 2 103 规约软件流程
Fig.2 Software flowchart of 103 protocol

表 1 微机保护测控装置中的 ASDU 类型

Tab.1 Type of ASDU in measuring-control device for microprocessor-based protection

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	压板投退
	ASDU20	压板投退
保护类	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
	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
测控类	ASDU11	通用分类服务读命令响应
	ASDU21	通用分类服务读命令
	ASDU50	遥测
	ASDU40	遥信状态
	ASDU41	遥信变位
	ASDU38	步位置状态
	ASDU39	步位置变化
	ASDU64	遥控命令和返校
	ASDU36	电度量上送
	ASDU88	电度冻结命令和确认

表 2 主要函数列表

Tab.2 List of main functions

函数	功能说明
int ReceiveOneChar(unsigned char Rece-Char,unsigned char *PORT_ADDRESS)	从串口接收一个字符
void ReceiveCheckFrame_IEC103(unsigned char*C_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*C_Buffer,int length)	对接收的 103 报文进行解析
void OrganizeFrame_IEC103(unsigned char*M_Buffer,int length)	组织响应报文
int TransmitOneChar(unsigned char Trans-Char,unsigned char *PORT_ADDRESS)	向串口发送一个字符
void TransmitFrame_IEC103(unsigned char*M_Buffer,intlength,unsigned char *PORT_ADDRESS)	子站发送 103 响应报文

的过程中,对于固定帧长的报文,根据控制域的功能码不同分别处理,对于可变帧长的报文,根据功能类型的不同分别处理;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)确定;对于不同的 1 级数据,装置采用 1 级数据状态字控制报文的发送^[10],定义 1 级数据状态字 MessageFlag_FirstData 为 4 个字节,其中 32 位分别标识不同类型的 1 级数据,如复位通信单元响应、复位帧计数位响应、保护动

作、保护告警、遥控选择返校、遥控执行返校等信息,标志位在子站状态变化(如发生保护动作)或接收到不同的下行命令后设置为 1,当接收到不同的下行命令后,首先回答确认帧,当子站再收到召唤 1 级数据命令时,先判断状态字 MessageFlag_FirstData 的哪个标志位为 1,再组织相应的响应报文。

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与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,结合微机型保护测控装置,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] IEC. IEC-60870-5-1 Telecontrol equipment and systems. Part 5:transmission protocols. Section 1:transmission frame formats [S].Geneva:IEC,1990.
- [2] IEC. IEC-60870-5-2 Telecontrol equipment and systems. Part 5:transmission protocols. Section 2:link transmission procedure [S]. Geneva:IEC,1992.
- [3] IEC. IEC-60870-5-3 Telecontrol equipment and systems. Part 5:transmission protocols. Section 3:general structure of application data[S]. Geneva:IEC,1992.
- [4] IEC. IEC-60870-5-4 Telecontrol equipment and systems. Part 5:transmission protocols. Section 4:definition and coding of ap-

- plication information elements[S]. Geneva:IEC,1993.
- [5] IEC. IEC-60870-5-5 Telecontrol equipment and systems. Part 5:transmission protocols. Section 5:basic application functions [S]. Geneva:IEC,1995.
 - [6] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. 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 DL/T 667-1999[S]. 北京:中国电力出版社,1999.
 - [7] 徐立子. 变电站自动化系统 IEC60870-5-103 和 IEC 60870-5-104 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 IEC 60870-5-103 and IEC 60870-5-104 for substation automation system [J]. Power System Technology,2002,26(4):62-65.
 - [8] 廖泽友,蔡澄清. 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.
 - [9] 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 design of communication flow based on 103 transmission protocols and software precept[J]. Telecommunications for Electric Power System,2005,26(3):26-28.
 - [10] 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.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

闫天军(1974-),男,河南南阳人,工程师,研究方向为发电厂电气系统自动化和电力通信规约(E-mail:tjyan@wiscom.com.cn);

梅慧楠(1980-),女,河南南阳人,硕士,研究方向为电力系统继电保护及其自动化;

吴在军(1975-),男,江苏南京人,博士,研究方向为变电站自动化系统。

Application of IEC 60870-5-103 transmission protocol in measuring-control device for middle and low voltage microprocessor-based protection

YAN Tian-jun¹, MEI Hui-nan¹, WU Zai-jun²

(1. Jiangsu Wiscom System Co., Ltd., Nanjing 211100, China;

2. Dept. of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The reference model and application functions of IEC 60870-5-103 transmission protocol are introduced, the application ranges of three methods of exchanging information are pointed out, i.e. compatible ranges, private ranges and generic function service. Combined with the measuring-control device for middle and low voltage microprocessor-based protection in substation automatization system, the transmitted information is separated into three types which are public, protection and measuring-control, ASDU (Application Service Data Unit) types for above information are defined. The transmission mode during initialization and normal operation is illuminated. The relation between ACD (Access Demand bit) and transmission of level 1 data, content of level 1 data and level 2 data are analyzed. Software flowchart, main function definition are presented, mechanism of message parsing and retransmitting is analyzed with message of fixed length and variable length. The status word of level 1 data is used to control the transmission of different types of level 1 data.

Key words: IEC 60870-5-103 protocol; reference model; application service data unit; software flowchart