

IEC60870-5-103 规约在 35 kV 变电站微机测控保护装置中的实现

温阳东,王军,钱梦然,范俊华

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院,安徽 合肥 230009)

摘要: 介绍了 IEC60870-5-103 通信规约的网络模型和传输帧格式,以及基于 DSP+ARM 的新型微机测控保护装置的设计方法,重点论述了 103 规约在微机保护装置的通信流程和各种功能的实现过程。

关键词: 103 规约;微机保护;应用服务数据单元;通用分类服务

中图分类号: TP23

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)19-0057-03

Realization of IEC60870-5-103 protocol in 35 kV substation microcomputer based protection device.

Wen Yangdong, Wang Jun, Qian Mengran, Fan Junhua

(School of Electric Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: The paper introduces the network model and transmission frame format of IEC60870-5-103 communication protocol, as well as the design of the new microcomputer based protection device, which is based on DSP and ARM. It discusses the implement of the 103 communication protocol in computer-control protection equipment.

Key words: 103 protocol; microcomputer based protection device; application service data unit; general classification service

随着变电站综合自动化水平的不断提高,对继电保护设备的可维护性和信息传输的可靠性也提出了更高的要求。因此,在变电站系统中采用集保护、测量、控制和通信于一体的新型微机测控保护装置成为必然的趋势。另外,为了实现变电站系统中数据通信规约的统一,国际电工委员会(IEC)于 1997 年正式出版了的 IEC60870-5-103 标准,该标准在 1999 年已经成为我国的电力行业标准^[1]。本文介绍了 IEC60870-5-103 规约在 35 kV 变电站微机测控保护装置中的实现。

1 IEC60870-5-103 规约简介

1.1 103 规约网络模型^[1]

IEC60870-5-103 规约采用了增强性能结构 EPA (Enhanced Performance Architecture),只使用到开放式系统互联 ISO-OSI 参考模型的全 7 层的 3 层,即物理层、链路层和应用层。它是一种简化的通信协议,通信更方便,实时性更强。

103 规约规定,物理层负责传输比特数据流(1 或

0),采用串行总线 RS-485 总线或者以太网通信。通信方式采用轮询(Polling)方式。通信格式为异步,1 bit 起始位,8 bit 数据位,1 bit 偶校验位,1 bit 停止位。字符和字节由低至高进行传输。

链路层定义了一系列采用明确链路规约控制信息,这些规约控制信息以一定的格式存放在数据帧中,这些帧格式将在 1.2 中介绍。链路层负责接收物理层原始的二进制流,为应用层提供无差错、高效与方便的数据传输服务。

应用层主要是提供用户之间进行信息交换的接口^[2],它包含一系列应用功能,它们存放在具有一定格式的应用服务数据单元(ASDU)中。

103 通信规约采用两种信息交换方法:一种方法是基于严格规定的应用服务数据单元(ASDU)和标准化的报文传输应用过程、方法;另一种方法是采用通用分类服务,可以传输几乎所有可能的信息。

1.2 传输帧格式

103 规约是在 IEC60870-5 系列标准的基础上,采用

《微型机与应用》2011 年第 30 卷第 19 期

网络与通信 Network and Communication

FT1.2 异步式字节传输的帧格式^[3],对物理层、链路层、应用层、用户进程作了大量的具体的规定和定义,定义了固定帧长和可变帧长两种帧结构,具体格式如图 1 和图 2 所示。

10H(启动字符)
控制域(C)
地址域(A)
帧校验和(CS)
16H(结束字符)

图 1 固定帧格式

68H(启动字符)
L(报文长度)
L(报文长度)
68H(启动字符)
控制域(C)
地址域(A)
链路用户数据(ASDU)
校验和(CS)
16H(结束字符)

图 2 可变帧格式

固定帧长的报文主要用于传送“召唤、命令、确认、应答”等信息,如召唤 1 级数据、召唤 2 级数据、初始化复位命令等,可变帧长的报文主要用于传送“命令”和“数据”等信息,它采用应用服务数据单元(ASDU)传输用户数据。

2 103 规约在微机保护装置上的实现

2.1 系统总体设计

在 35 kV 变电站及其以下电压等级的厂站系统中,一个控制系统(上位机)和多个微机保护装置(子站)采用非平衡的工作方式,系统总体设计方案如图 3 所示^[4]。

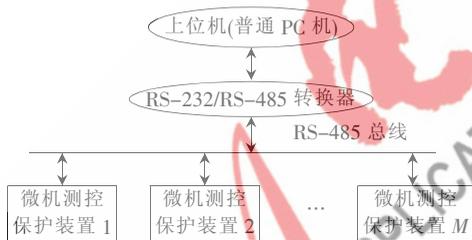


图 3 系统设计框图

本设计采用了 4 块插件,分别是交流量输入及滤波插件、电源模块及开入量插件、操作回路插件和 CPU 插件。其中,CPU 插件由 CPU 系统、通信模块、GPS 对时模块、测频电路和电度测量模块组成。各插件之间实现电气联系,显示板与 CPU 插件之间通过扁平电缆连接,这样的设计既考虑了现场使用的便利性又提高了装置的可靠性。系统内部采用 DSP+ARM 的双 CPU 架构,DSP 处理器采用 TI 公司的 32 bit 定点 DSP 处理器 TMS320F2812^[5],ARM 处理器采用 NXP 公司的 ARM7 TDMI-S CPU LPC2468 芯片,通过 RS-232/RS-485 转换器与 RS-485 总线实现控制系统和多个微机保护装置的数据交换和传输。

2.2 软件流程

由于变电站自动化系统中所有传输过程均由上位机启动,本设计在通信过程中作为子站,只能响应上位

机的下行命令,不能主动向上位机发送报文。子站接收报文后的通信流程如图 4 所示。

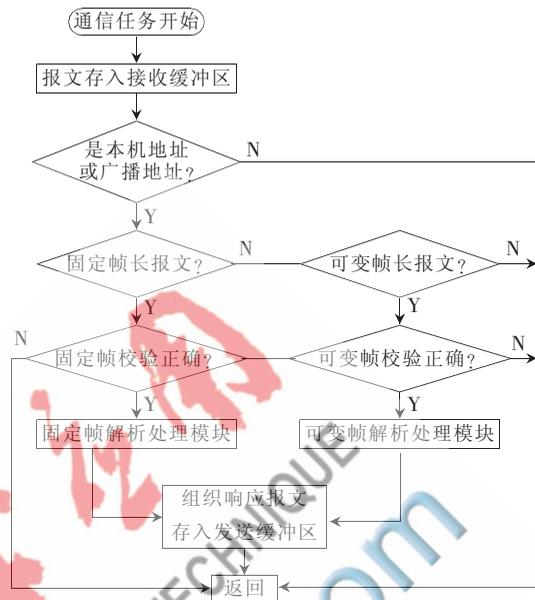


图 4 子站报文处理流程

当子站收到上位机发送的 103 报文时,接收中断函数将接收的数据存入到缓冲区,当接收的数据达到一定的字节数后,开始进行数据解包处理。如果地址正确,再根据第一个字节确定帧类别,并对固定帧长和可变帧长报文进行校验判断。在报文解析过程中,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^[6]。

报文的重发机制是根据子站接收报文的帧计数位(FCB)和帧计数有效位(FCV)来确定的。当 FCB 位无变化且 FCV 为变化有效时,重发报文。重发报文时,FCB 不变,重发次数不超过 3 次。若重发 3 次后仍未收到预期应答,则结束本轮传输服务。

2.3 主要应用功能

本设计实现的通信内容主要有初始化、时间同步、总查询、遥测、遥信、事件顺序记录(SOE)、遥控、上送保护事件、召唤定值(读组值)、定值修改等。

(1) 复位初始化

初始化复位过程包括装置本身的硬件复位和通信单元的复位。系统启动以后上位机发送复位帧命令,子站回送要求访问位 ACD=1 的确认帧,上位机接收到确认帧以后用轮询的方式发送请求 1 级数据,子站先回表明厂家设备的标志报文 ASDU5,然后重新启动,初始化过程结束。

(2) 时间同步

当各子站初始化以后,上位机定时向各子站发送对时命令以保证各设备有一个统一的时间标准。对时有两种方式,一种以广播命令的方式由控制系统发给所有的保护设备;另一种以发送/确认的方式由控制系统发给

某一保护设备。

(3)总查询

上位机定时向每个子站发送总查询命令,子站将一张属于总查询的表的内容依次传送给上位机。如果在传递过程中出现优先级高于总查询的报文(如状态变位),则优先传送,然后再继续传送总查询表的内容,表中所有内容都传送完后,子站传送总查询结束报文给上位机,总查询过程结束。此后,上位机每隔一定时间就下发总查询命令。

(4)正常情况下的链路传输

在正常运行情况下,上位机向各个子站轮流召唤2级数据,各个子站如果有被测量帧,则分别以不同的被测值帧(例如ASDU50)响应,否则就以无所请求数据的响应帧回答^[7]。如果各个子站无1级用户数据,上位机定期依次循环地召唤2级用户数据,各子站分别以响应帧回答。

上位机如果在召唤某一子站2级用户数据之前该子站有1级用户数据产生,子站在2级数据响应帧中置要求访问位ACD=1,在召唤2级数据之后,紧接着对该子站召唤1级数据,该子站以1级数据回答。如果该子站无1级数据,在响应帧中置ACD=0,然后上位机对下一子站召唤2级数据。其中1级数据包括保护动作、保护告警、状态变位和下发命令的响应信息等,2级数据为测量值信息。

(5)通用分类服务

在103规约中,通用分类服务提供了一种可以传输任何类型数据的能力。为了能够正确解释数据的类型和格式,在实际数据的前面加上一个被称为数据集的类型和长度信息,从而形成能自我描述的通用分类数据,其结构组成如图5所示。

通用分类数据集数目 NGD	NGD	低6bit二进制数为数目。D6位计数器位=0/1,具有相同RII的ASDU的一位计数器位。D7位状态位=0;后面未跟具有相同返回标识符RII的ASDU,=1;后面跟着相同RII的ASDU
通用分类标识序号 GIN	1# 通用分类标识序号 GIN	2B。第1个字节为组号,第2个字节为该组内的条目标识序号
描述类别 KOD	OAH	1B
通用分类数据描述 GDD	数据类型 DATATYPE	3B。第1个字节为数据类型,第2个字节为数据宽度。最高位后续状态位=0,后面未跟数据;=1,后面数据有相同RII
	数据宽度 DATASIZE	
通用分类标识数据 GID	0/1 7bit二进制数目 NUMBER	通用分类标识数据 GID
		GID的数目=8位字节×数据宽度×数目

图5 通用分类数据结构

其中通用标识序号(GIN)用来区分所有信息,通用分类数据的每一项存入单一的目录条目,这些目录条目由唯一的通用标识序号(GIN)所识别^[8]。本设计将采用通用分类服务的信息分成4个不同的组,分别为保护定值、保护控制字、保护采样值、保护开关量,其组号分配为

01、02、03、04。

在通用分类服务中对于读所有被定义组的标题、读一个组内所有条目的值和属性、读单个条目目录、读单个条目的值和属性,上位机是下发ASDU21实现通用分类数据的总查询命令,子站以确认帧响应并将请求访问位ACD置1,上位机得知ACD=1就向子站下发请求1级数据帧,子站即以相应功能的ASDU10响应,此过程一直进行到所需数据传递完毕,再将ACD置0。对于组内所有条目实际值或属性的改写,上位机和子站都是以ASDU10来实现的。

这里给出读组值的具体报文交换过程。利用RS-232/RS-485转换器将本设计的RS-485接口与普通的PC机串口相连,采用符合103调试软件模拟上位机对读组值进行测试,报文交换的数据截图及部分说明如图6所示。图6接收区第3行及以下为子站以ASDU10的响应帧,通过对其分析可知,上位机读组号为01的所有组值,横线标识的数据为标识序号(GIN),方框里的数据为各个序号所对应的组值(低字节在前,高字节在后),共17个模拟量。

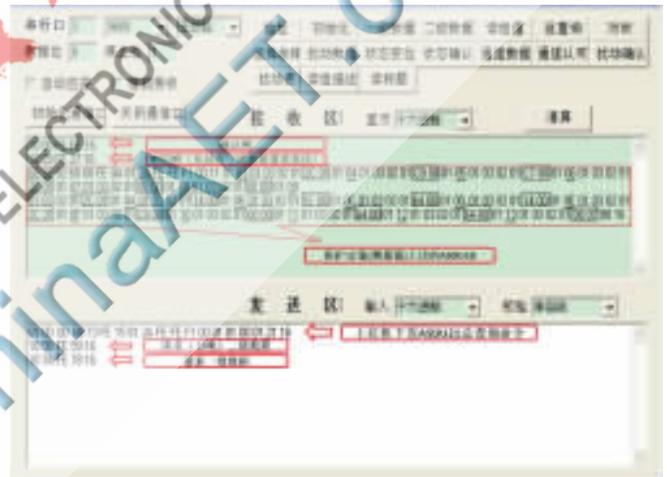


图6 读组值报文交换的数据截图

本文设计的微机测控保护装置在变电站综合自动化系统中已经投入使用。结果表明,本设计能实现继电保护设备基本的保护功能和遥控、遥信、遥测、通用分类服务等通信功能,达到了预期的性能要求。与传统微机保护装置相对,本设计将DSP强大的数据处理能力和ARM出色的控制能力结合起来,完成了保护的相关功能,提高了继电保护设备的可靠性和速动性,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 中华人民共和国电力行业标准.运动设备及系统,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].
- [2] 邓素碧,赵振龙,陈军,等.以太网103规约及其在水电厂自动化系统中应用[J].电力自动化设备,2007,27(2):

《微型机与应用》2011年第30卷第19期

- 79-82.
- [3] IEC-60870-5-1 telecontrol equipment and systems, part 5: transmission protocols, section 1: transmission frame formats[S]. 1990.
- [4] 宋红云,林鹤云,邱卫东,等.103 通信规约在 35 kV 线路测控保护装置中的实现 [J]. 电力系统通信,2007,28(178):24-27.
- [5] 陈是知,姜鑫辉.TMS320F2812 原理与开发实践 [M].北京:中国电力出版社,2009.
- [6] 闫天军,梅慧楠,吴在军.IEC60870-5-103 传输规约在中低压微机保护测控装置中应用[J].电力自动化设备,2007,27(2):111-113.
- [7] 谭嘉虎.用于微机保护设备基于 IEC60870-5-103 传输规约的通信接口技术的研究和开发 [J]. 电网技术,2004,28(22):31-35.
- [8] 马姗姗.基于双 CPU 系统的小电流接地选线装置的研究[D].济南:山东大学,2007.
- (收稿日期:2011-05-11)

作者简介:

温阳东,男,1955 年生,教授,主要研究方向:电力系统监控与继电保护、计算机控制、现场总线技术应用、嵌入式系统。

王军,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机测控系统。

钱梦然,男,1988 年生,硕士研究生,主要研究方向:复杂系统的建模与控制。

