

微机继电保护串行通讯初探

李正天, 游大海

(华中科技大学电力工程系, 湖北 武汉 430074)

摘要: 串口通讯是微机保护装置的一个重要组成部分, 根据 IEC60870-5-103 标准, 提出了一种实际可行的通讯方案, 较好地适应了不同保护装置开发的需要。该文首先对通讯规约和通讯硬件结构做了简要分析, 随后重点论述了通讯软件结构和程序的编制流程, 并给出了功能检测结果。各种实验表明, 此种方案是有效可靠的, 并且已经应用到了实际生产。

关键词: 微机保护; 串行通讯; 通讯规约

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2005)07-059-03

0 引言

在微机保护装置中, 保护系统与厂站局域网或远方调度之间、管理板和 DSP板之间都要进行数据通讯, 而为了这种数据传输的有效性和可靠性, 在发送端与接受端间需要有一系列的约定, 这就是数据传输规约或通信规约。它通常对通信链路控制、通信双方的应答关系、通信内容的格式、差错控制方式以及传输速率等进行了一系列的约定。

IEC60870-5-103 标准是为了实现变电站内部全部信息的和功能的数据交换而由国际电工委员会指定的配套标准, 该规约 1999年已经成为我国的电力行业标准。作者最近在系列微机保护装置开发中, 采用了 IEC60870-5-103 规约标准。由于在该标准的前言中指出“本配套标准未必一定适用于将继电保护和测量、控制功能组合在一个装置内并共用一个通信口的设备的信息接口”^[1], 并且实际装置管理板和主板是合一的, 所以本系列装置通讯系统的链路层严格遵守 IEC60870-5-103 规约, 而应用层在参考该标准的基础上, 提出了一种新的通讯协议, 大部分都遵循了此标准, 但又很好地适应了具体装置开发的需要。

1 通讯规约结构^[1]

本规约采用主从方式在各个子站之间通信, 主站为 HEA2002 系统, 子站为 DSP 保护系统。主站主动下传报文, 采用轮询方式在各子站之间查询子站状态, 子站则从动应答上传。

鉴于保护系统的实时性要求, 即在有限的传输带宽下要求特别短的反应时间, 本规约采用增强性能结构, 即只有物理层, 链路层和应用层。并且链路

规约数据单元不得包含多于一个的应用服务数据单元, 各种数据单元之间的关系见图 1。

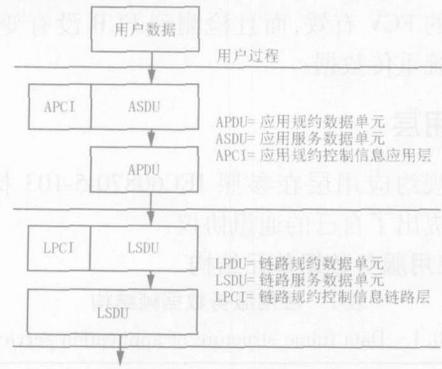


图 1 各种数据单元之间的关系

Fig 1 Relations among various data units

2 通讯模块物理结构^[2]

本系列微机装置具备两个串行通讯口和一个基于 8019 芯片的以太网通讯口。串口 1 固定为 RS-232, 实际用来串口打印, 串口 2 可以通过跳线选择为 RS-232 或 RS-485, 用来组网通讯。采用 TL16C752 串口通讯芯片, 并分别使用 MAX232ACSE 和 MAX490ESA 芯片作 RS-232 和 RS-485 电平转换。装置的串口通讯硬件结构如图 2。

3 链路层

本协议链路层严格遵循 IEC60870-5-103 标准。链路层的实现目标就是为应用层提供无差错的数据传输服务。为此, 链路层需要包括数据帧格式、控制域以及链路传输规则等一系列的措施来进行差错控制, 链路层采用非平衡传输方式。

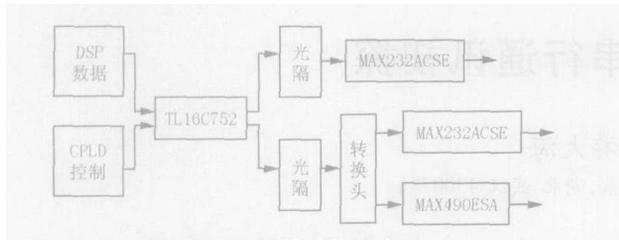


图 2 硬件结构示意图

Fig 2 Schematic diagram of hardware structure

链路层帧格式唯一的采用 FT1.2 格式,包括校验原则、传送顺序以及链路传输规约在内,都严格地完全符合 IEC60870-5-103 标准^[1]。超时 50 ms 监控没有接受到数据则重发,最大重发次数为 3 次(等待时间和重发次数实际中可以自己定义)。

我们规定链路地址 0x00 固定做主站地址,0xff 固定做广播地址,0x01 到 0xfe 用来做子站地址。当控制域的 FCV 有效,而且检测到 FCB 没有变化,则保护系统重传数据。

4 应用层

本规约应用层在参照 IEC60870-5-103 标准的基础上提出了自己的通讯协议。

4.1 应用服务数据单元结构

表 1 应用服务数据帧结构

Tab 1 Data frame structure of application service

序号	意义
1	类型标志
2	命令类型
3	传送原因
4	附加信息(可选,需要时使用)
5	多帧标志(可选,多帧时使用)
.....	数据

类型标志、传送原因和命令类型主要是用来作 ASDU 分析使用,以区分不同数据帧的不同功能。不同的保护装置可能实现了不同的保护功能,需要传送不同的数据,根据实际需要,以 IEC60870-5-103 标准为参考,可以确定以上字节的内容。

当在一帧数据中传递多项信息时,附加码用来表示到底传送了哪些数据,用位来表示信息。例如在线路保护中,当请求回应帧中可能传送了多项控制字时,可以规定当第一位为 1 时表示上传了 SOE 控制字,为 0 表示没有传送,诸如此类。

我们规定每个链路规约数据单元的长度最大为 256,如果需要传送的数据超过此长度,就分为几个数据帧后顺序传送。使用帧传输头标志来识别当前

帧在总数据帧中的位置。

表 2 帧传输头定义

Tab 2 Frame transmission header definitions

FN	FR	SEQUENCE(后 6 位)
----	----	-----------------

FR: = 1 标识当前帧为第一帧

FN: = 1 标识当前帧为最后一帧

SEQUENCE: 标识当前帧是第几帧数据

第一帧: FN = 0, FR = 1,

中间帧: FN = 0, FR = 0,

最后一帧: FN = 1, FR = 0。

4.2 用户进程^[1]

所谓用户进程是指用途各异的传输方案,它们在应用层提供的各类服务的基础上实现。

系统初始化进程中,保护系统首先接受复位通讯单元命令帧,然后是复位帧记数位命令帧,紧接着是时间同步,一般在控制系统被初始化或者保护系统超时未对控制系统做出反应时进行系统初始化。时间同步可以是广播方式,也可以是对其中一台装置(此时需要确认),时间同步不仅仅是在初始化阶段需要,在运行中有时也需要同步。

使用人员通过保护装置的人机接口向下层保护子系统上传数据、执行控制以及获取数据信息等操作都属于一般命令传输类的进程。保护系统接受控制系统的命令后,如果不是广播则需要确认,然后解析命令执行。

在本系列装置的实际应用中,我们将正常数据传输和扰动数据传输放在一起传送,每次请求正常测量数据时,通讯系统判断是不是有扰动数据,如果有则在测量数据传送结束后开始传送扰动数据,使用请求一级数据的固定帧作请求命令,当有扰动数据而一帧不能传送完毕时,则分多帧传输。

5 软件结构和流程

5.1 通讯处理软件结构

除了发送接受程序段在定时器中断中执行以保证稳定的通讯速率外,保护软件通讯模块的大部分工作在主程序初始化后的死循环中进行。使用了串口芯片的 FIFO 功能以提高通讯的速度。通讯处理方案如图 3。

程序软件中实际定义了六个循环缓冲区(编号与图 3 对应)。

1) Com_B[1]. Recieve[LENG]: 串口接受缓冲区,串口在中断中将接受到的数据放在这里,通讯程序在其中找到报头后将数据传入 COM_uInData 缓

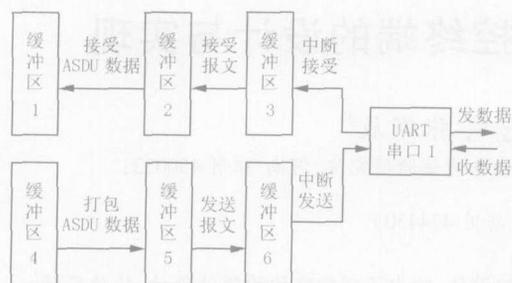


图 3 通讯软件结构

Fig 3 Architecture of communication software

缓冲区；

2) COM. uInData[N]: 存放从串口接受缓冲区转移过来的数据,在此对数据帧作校验,如果错误则丢弃,正确则去掉报头并传入 InA sdu uData 缓冲区;

3) InA sdu uData[N - 8]: 如果数据校验正确,此缓冲区就存放应用数据,然后对此中的 ASDU 做分析,以执行监控命令;

4) OutA sdu uData[N - 8]: 存放需要上传的应用数据,即保护系统的反馈数据,是执行 InA sdu uData 中的监控命令的结果;

5) COM. uOuData[N]: 存放即将发送的数据,是对 OutA sdu uData 中数据按标准打包形成 LPDU 数据帧的结果;

6) Com_B [1]. Send [LENG]: 串口发送缓冲区,COM. uOuData 中需发送数据首先存放在这里,串口在中断中从此取数据依次发出。

5.2 程序流程^[3]

通讯处理程序的流程大致如图 4。

6 功能检测

为了检测监控与保护通讯软件的工作性能,应用继电保护测试仪模拟装置运行的所有可能情况,分不同的功能子项对通讯模块进行了测试,在整个实验过程中一切通信正常。然后对装置进行了一系列的实验,如震动实验,耐压实验,电磁干扰实验等,装置都能正常运行。后来将装置装上屏柜,和监控 HEA2002 组成系统,实际也能满足预先的设计要求。

在正常情况下,监控系统不断地读取 DSP 的测量数据以实时监测系统状态,当监控有命令下传时,DSP 能迅速执行监控命令并作出反馈,当系统发生故障时,保护装置建立故障信息并能顺利上传。

7 结语

串行通讯在微机保护装置开发中是非常重要的

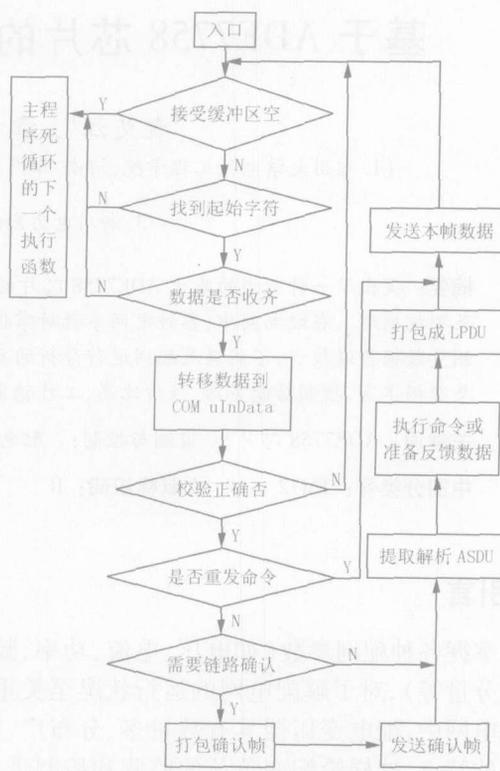


图 4 程序流程图

Fig 4 Program flow chart

一个模块,推广和应用 IEC60870-5-103 配套通讯标准对于促进保护装置的标准化非常有帮助。本文重点在于提出了一种通讯方案,并给出了程序流程。各种实验和实际运行表明,该通讯方案是可行有效的,完全可以满足预先的设计要求。实际现在装置已经通过评审,开始为工程项目生产。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国电力行业标准远动设备及系统,第 5 部分 103 篇继电保护设备信息接口配套标准 [S]. PRC Power System Trade Nom Telecontrol Equipment and Systems, Part 5 Section 103: Companion Standard for the Information Interface of Protection Equipment [S].
- [2] Texas Instruments Corporation TMS320C3X User s Guide [Z]. 2003
- [3] 李轶群,杨奇逊,张涛,等. 稳定控制装置内部通讯方案的研究 [J]. 继电器, 2004, 32 (1): 46-48
LI Yi-qun, YANG Qi-xun, ZHANG Tao, et al Research on the Communication Scheme in Stability Control Device [J]. Relay, 2004, 32 (1): 46-48

收稿日期: 2004-07-29; 修回日期: 2004-10-11

(下转第 74 页 continued on page 74)

- WANG Ming-jun, FU Shu-ti, WU Yu-sheng Open Energy Management System Based on Object-oriented Technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [5] 张颖,高中文. 基于时间序列和神经网络的电力系统负荷预测[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2003, 8(1): 30-32
- ZHANG Ying, GAO Zhong-wen The Load Forecasting of Electric Energy Based on Time Sequence and Neural Network[J]. Journal of Harbin University of Science and Technology, 2003, 8(1): 30-32
- [6] 谢开,汪峰,于尔铿,等. 应用 Kalman滤波方法的超短期负荷预报[J]. 中国电机工程学报, 1996, 16(4): 245-249.
- XIE Kai, WANG Feng, YU Er-keng, et al Very-short-term Load Forecasting by Kalman Filter Algorithm[J]. Proceedings of the CSEE, 1996, 16(4): 245-249.
- [7] 杨争林,宋燕敏,曹容章,等. 超短期负荷预测在发电市场中的应用[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(11): 14-17.
- YANG Zheng-lin, SONG Yan-min, CAO Rong-zhang, et al Application of Ultra-short-term Load Forecasting in Power Market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(11): 14-17.
- [8] 吴劲晖. 负荷求导法在电网超短期负荷预测中的实践[J]. 中国电力, 2003, 36(3): 81-82
- WU Jin-hui Practice of Load Derivation for Super-short Load Forecast in Power System [J]. Electric Power, 2003, 36(3): 81-82

收稿日期: 2004-07-12; 修回日期: 2004-08-05

作者简介:

张 锋 (1977 -),男,硕士研究生,从事电网调度自动化及电网安全分析方面的工作。E-mail: zhang_feng@dc.zjpec.com.cn

张 怡 (1978 -),女,助教,从事计算机技术在电力系统自动化中的应用与教学工作;

周剑波 (1962 -),男,工程师,从事电网调度与管理工作。

Design of real-time generation control system based on SSILF and AGC

ZHANG Feng¹, ZHANG Yi², ZHOU Jian-bo¹, WU Jin-hui¹

(1. Zhejiang Electric Power Dispatching and Communication Center, Hangzhou 310007, China;

2. Zhejiang Electric Institute, Hangzhou 310015, China)

Abstract: Taking account of the characteristics of power load and the applications of AGC units in Zhejiang power grid, a practical design of real-time generation control system based on super-short-term load forecasting is presented. With this control system, the target for improving the level of ACE (area control error) control is realized by modifying the commitment to all the generation units in real time. Super-short-term load forecasting methods applied in Zhejiang power grid and the architecture of this control system are introduced. It shows that this control system is practical and can be used in other power grid likewise.

Key words: super-short-term load forecasting (SSILF); automatic generation control (AGC); dispatching; unit commitment

(上接第 61 页 continued from page 61)

作者简介:

李正天 (1979 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统

继电保护; E-mail: tianlz9806115@163.com

游大海 (1956 -),男,教授,从事电力系统继电保护和综合自动化方面研究。

Discussion of serial-port communication in microcomputer relay protection

LI Zheng-tian, YOU Da-hai

(Dept of Electrical Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Serial-port communication is one of the most important devices in microcomputer protective products of power system. According to IEC60870-5-103 norm, the paper proposes a feasible communication project which is convenient to developing a variety of protective products. The communication protocols and hardware structure are briefly analyzed. The communication software structure and its program flow chart are detailed and function test results are presented. The project is proved to be effective and reliable. And a series of relay products have been applied in production.

Key words: microcomputer protection; serial-port communication; communication protocols