

基于以太网的发变组监录系统数据通讯的方案设计与实现

杨军, 张哲, 江卫良, 揭萍

(华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为了满足电厂自动化发展的要求,特别是适应设备状态检修(优化检修)的需要,机组监录系统对通讯网络提出了更高的要求。根据发变组监录系统的应用要求和功能特点,就以太网通讯在监录系统中的应用进行研究分析,重点对通讯协议的选择、标准规约的使用以及相关的实现技术问题进行讨论。

关键词: 发变组监录系统; NETBIOS 协议; IEC 60870 - 5 - 103 规约

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)06-0043-04

1 引言

为了更好地满足电厂自动化发展的要求和适应未来设备状态检修(优化检修)的需要,传统的机组故障录波正向集运行状态监测、故障数据记录与分析以及实验数据记录与分析为一体的综合性监录系统的方向发展。机组监录系统的功能远较故障录波装置复杂,所需传送的数据种类多,容量大,实时性要求高。此外,随着电厂生产管理自动化技术的不断发展,对各机组的监录单元之间的组网互连以及监录系统与其它自动化系统间的信息交换也提出了更高要求。因此,监录系统通信模式的设计,尤其是上层管理机(上层机)与下层数据采集系统(下层机)之间的通信模式的设计是监录系统设计的重点。

与传统的 RS - 485、BITBUS 以及 ARCNET 等通信方式相比,以太网具有传输速度快、可靠性高、适应性强,便于与其它自动化系统互连等优点,可较好地满足机组监录系统的应用要求。本文将具体探讨在发变组监录系统中以太网通讯协议的选择、标准通讯规约的使用以及相关通讯程序的设计。

2 机组监录系统通讯协议的选择

TCP/IP、NETBIOS、IPX/SPX 这三种协议是以太网通信中的重要协议,它们在开放式系统互连 OSI (open system interconnection) 模型中分别处于应用层、表示层和会话层。不同的通信协议,具有不同的应用特点,需根据发变组监录系统的实际需要采用适宜的通讯协议。

2.1 TCP/IP 协议

作为当今因特网的标准协议,TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) 应用的平台极

其广泛,从小型机到巨型机,从 DOS、Windows 到 Unix,均得到了广泛使用^[1]。并且 TCP/IP 应用程序的可移植性较好,DOS、Windows、Unix 之间的互相移植只需对一些相应的宏进行改动即可。TCP/IP 是网络层与传输层的协议,它的传输效率较高。这是因为 IP 层提供无连接的数据报文传输机制,传输速度快。

TCP/IP 的通信编程已有了一整套方便实用的开发工具,以 TCP/IP 为基础的通信已成为网络通信的重要手段。

2.2 NETBIOS 协议

NETBIOS (Network Basic Input/Output System) 协议是一种局域网通信的标准协议,属于非路由协议。支持 DOS、Unix、Windows 等多种操作系统。基于 NETBIOS 的应用程序有良好的兼容性和可移植性,特别是对名字系统的处理简单,编程方便。通过填充一个 NCB 结构,进行 Int5c 中断调用即可。需要注意的是,在向 NETBIOS 驱动程序提交 NCB 结构之前,NCB 结构需要初始化。

2.3 IPX/SPX 协议

Novell Netware 基本通信协议 IPX (Internetwork Package Exchange) 相当于 OSI 的网络层协议,它是一种无连接的协议,提供网络层的数据包接口,主要完成多个 NETWARE 网络互联下的路由选择、中继及分组交换,实现数据传送。SPX (Sequenced Package Exchange) 即有序包交换协议,是一个面向连接的会话协议。SPX 接收方按包被发送的顺序接收包,并排除了重复包。当正在接收的 SPX 模块检测到有包丢失时,模块就向它的通信对方发出重传的请求,直到用完程序指定的重试次数。同时,当通信对方消失时,SPX 还提供了一种检测机制,允许模块中断

会话。SPX 对传送支持的保证是以轻微的性能消耗为代价的。SPX 会话时只有一个会话伙伴接收一个 SPX 包。不像 IPX, SPX 不提供组广播支持。

IPX/SPX 协议的通用性不强,开发工具少,应用难度相对较大,一般采用较少。

2.4 通信协议的选择

由于 IPX/SPX 的专用性以及和网络地址的处理较复杂, TCP/IP 和 NETBIOS 更适合于应用在发变组监录系统中。

TCP/IP 应用范围广泛,其开发技术,尤其是在 Windows 环境下的开发技术已非常成熟。但在机组监录系统中,下层机一般采用 DOS 操作系统,并通过定时中断来进行采样控制,实时性要求高。在 DOS 环境下采用 TCP/IP 协议,一方面编程较为复杂,更重要的是加载了 TCP/IP 驱动程序后,对采样中断有较大影响,造成中断时间偏移,严重时还会影响下层机的正常运行。因此,在发变组监录系统中采用 TCP/IP 协议还存在一些问题有待解决。

NETBIOS 在 OSI 模型中处于较上层,在 DOS 环境下,实现起来比 TCP/IP 方便,对名字系统的处理简单。此外,在 DOS 操作系统中加载 NETBIOS 时,虽需消耗额外内存,但对采样中断的影响相对较小,并可采取一定措施进行弥补。因此,根据发变组监录系统的应用特点和要求,采用 NETBIOS 协议是适宜的。

3 IEC 870 - 5 - 103 通讯规约在发变组监录系统中的应用

为了保证发变组监录系统数据传输的规范化,便于与其它自动化系统互连以实现数据共享,上、下层机之间的数据传输应采用标准的通讯规约。

IEC 870 - 5 - 103 规约由国际电工委员会 (IEC) 于 1997 年正式出版,它采用了 FT1.2 异步式字节传输的帧格式,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,详细说明了电力系统中间隔单元之间的信息接口。该标准描述了两种信息交换方法: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”报文的传输应用过程的方法;另一种方法是使用通用分类服务可以传输几乎所有可能的信息的方法^[2]。

鉴于定义应用服务数据单元 (ASDU) 时,其类型标识和特定的应用条目是联系在一起的(如累计量 A 相电流等),所以定义类型标识时仅能考虑在标准出版时的一些应用,如果之后出现新的应用条

目,就得对原来的标准进行修改或者补充,因而必须修改设备的通信软件。因此制定的配套标准采用了通用分类服务。通用分类服务最主要的特征是对所要传输的数据进行自我描述和定义。

为了传输更多的不同形式的信息内容,以适应随着技术的发展可能产生的新的信息内容,而且又不必修改已经定义的应用服务数据单元和信息元素,或者不增加新的应用服务数据单元和信息元素。为此配套标准定义了通用分类服务。按照目录和条目对数据的属性、描述、类型和格式进行定义,并进行自我描述。将这些目录和条目传输到控制系统后,在控制系统按照描述就能够理解间隔层所传输的内容。这样,不管什么样类型和格式的数据,均可以进行传输,而不必对所要传输的数据的含义预先约定,这为将来的发展、功能的增加和任何一种类型的数据传输,提供了开放性,对传输任何内容的数据所需的要求都能得到满足。

3.1 帧格式定义

IEC 60870 - 5 - 103 规约定义了两种帧格式:固定帧格式和可变帧格式。固定帧格式用于间隔单元向控制系统传输的确认帧,或控制系统向间隔单元传输的询问帧;可变帧格式用于由控制系统向间隔单元传输数据,或由间隔单元向控制系统传输数据之用。两种帧格式如下:

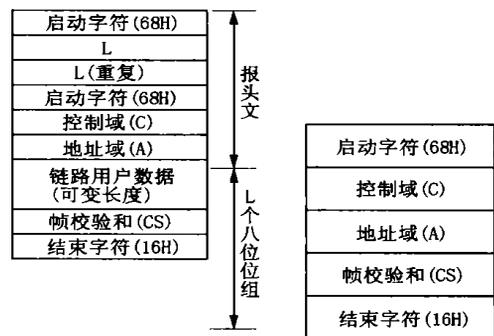


图 1 可变和不可变帧格式

3.2 传输规则

IEC 60870 - 5 - 103 规约采用窗口尺寸为 1 的非平衡方式传输的链路传输规则,既由控制系统向间隔单元触发一次传输服务,或者成功地完成、或者报告产生差错,之后才能开始下一轮的传输。对于发送/确认 (SEND/CONFIRM)、请求/响应 (REQUEST/RESPOND) 传输服务在传输过程中受到干扰,用等待 - 超时 - 重发的方式发送下一帧,发送/确认和请求/响应这两种服务由一系列在请求站和响应站之间的不可分割的对话要素所组成。

该规约采用的链路服务级别为3级,见表1。

在发变组监录系统中,由于上、下层机之间需要传送的数据种类较多,采用现有的应用服务数据单元的方法难以完全满足实际通信要求。一种可行的处理方法是,对于超出现有应用服务数据单元规定范围的其它通信服务,参照 IEC 60870-5-101 基本远动标准规约中的有关规定,采用通用分类服务目录构成方法对传送数据加以定义,并通过通用分类服务的传输方式进行传输。另外,在 103 规约中,传送控制命令的方式是不带返送校核,但在实际应用中,某些控制命令需采用带返送校核的控制方式,如整定值的修改等,因此,控制功能宜采用通用分类服务来完成。

表1 链路服务级别

链路服务级别	帧类型	功能
S ₁	发送/无回答 (SEND/NO REPLY)	由控制系统向继电保护设备(或间隔单元)发送广播命令
S ₂	发送/确认 (SEND/CONFIRM)	由控制系统向继电保护设备(或间隔单元)设置参数等
S ₃	请求/响应 (REQUEST/RESPOND)	由控制系统向继电保护设备(或间隔单元)召唤数据或事件

4 通讯程序设计与实现

NETBIOS 协议支持会话和数据报两种通讯方式。会话方式需要通信双方建立连接即通过发出侦听和呼叫命令建立会话,以后在一对会话号上进行通信,保证信息能到达预定的目的地。数据报的通信无需建立连接,直接按指定的名字发送信息或广播信息。各个数据报之间相互独立,单独传送。

由于发变组监录系统数据传输容量大、实时性和可靠性要求高,因此宜采用会话通信方式为主。对于广播定时等命令,可采用数据报方式。

上层机向下层机发送的控制命令主要包括初始化、总查询、一类数据查询、二类数据查询、I/O 操作命令及对时间命令等,下层机接收后,返回相应的报文。

监录系统通信的基本流程如图1所示。经过初始化等步骤,上、下层机之间即可进行正常的报文询问,然后根据回答报文和标志位的不同,发出不同的报文来得到所需的信息。如有一类数据,则进行一类数据查询。如定时查询或对时间到,则分别进行查询和对时。此外,为了加快对 I/O 操作的响应速度,各类操作命令的传送优于定时查询和对时发

送。

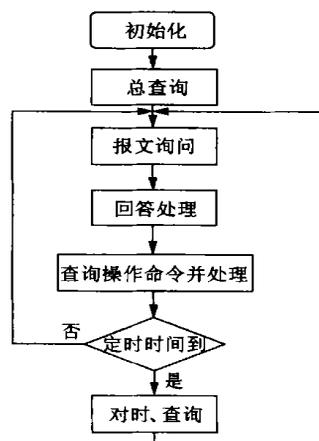


图2 基本通讯流程

4.1 Windows 环境下的上层机程序设计

发变组监录系统的上层机采用 Windows 操作系统,为了能够使用 NETBIOS,首先应安装 NetBEUI 协议(Windows 下的 NETBIOS)。通信程序采用 Visual C++ 进行开发。

4.1.1 CNetbios 类

为了方便有效地处理 NETBIOS 通讯,采用面向对象的编程方法(OOP),将所有的 NETBIOS 通讯功能封装成一个 CNetbios 类,从而可以通过调用相应的成员函数来实现通讯的各项功能,这样有利于程序的调试和维护,并能够方便地得到扩充。CNetbios 类定义如下:

```

class CNetbios { ... public:
int SendDatagramBC(int lana, int num, char * buffer, int buflen) ;//
传送广播报文,用于对时
int Listen(PNCB pncb, int lana, char * name) ;//侦听下层机连接
int Send(int lana, int lsn, char * data, DWORD len) ;//发送数据
int Recv(int lana, int lsn, char * buffer, DWORD * len) ;//接收数据
int GetRetCode(void) ;//得到返回码
int Hangup(int lana, int lsn) ;//挂断链路
int ResetAll(LANA_ENUM * lenum, UCHAR
ucMaxSession, UCHAR ucMaxName, BOOL
(bFirstName) ;//复位网卡
}
  
```

4.1.2 多线程处理

Windows 提供了两种线程,工作者线程和用户界面线程。用户界面线程附有窗口,因此它有自己的消息循环;工作者线程没有窗口,所以它不需要处理消息。工作者线程一般用来处理后台任务。考虑到通讯程序的特点,可选用工作者线程来完成后台

通讯处理任务^[3]。

为了适应一台上层机同时集中管理多台下层机的运行模式,软件设计中采用了会话服务器的异步事件模型^[4]。用一个线程来等待下层机的连接请求,执行 NCBLISTEN 命令,同时构建一个事件句柄数组,并调用 WaitForMultipleObjects() 函数,等待下层机发出连接请求。当有下层机发出连接请求时,句柄数组中的一个或多个将进入传信状态,该线程接受请求,并将与这台下层机相关联的 NCB 结构的指针传递给另一个专门负责数据传输的线程,由这个线程来处理上层机与该下层机的通讯,然后重设事件,再次调用 WaitForMultipleObjects() 函数,继续等待另一台下层机的连接请求。这样可以充分利用 Windows 多任务的特点,提高上层机的效率。主要过程如下:

```
for(...;...;...)
{hArray[i] = g. Clients[i]. ncb. event = CreateEvent(NULL, true,
false, NULL) ;//创建事件句柄数组
mynetbios. Listen(&g. Clients[i], lenum. lana[i], szLocalName) ;//
侦听下层机连接
}
while(1){
dwRet = WaitForMultipleObjects(lenum. length, hArray, FALSE, IN-
FINITE) ;//等待连接
...
for(...;...;...)
{if (g. Clients[i]. ncb. cmd. cplt != NRC. PENDING) {
...
CreateThread(NULL, 0, ClientThread,
(LPVOID)pncb, 0, &dwThreadId) == NULL) ;//创建客户线程
ResetEvent(hArray[i]) ;//复位事件数组
mynetbios. Listen (&g. Clients[i], lenum. lana[i], szLocal-
Name) ;//继续侦听
break ;}}}
```

4.2 DOS 环境下的下层机程序设计

发变组监录系统的下层机通常采用 DOS 操作系统,需要在启动时自动加载 NETBIOS 驱动程序。为取得 NETBIOS 驱动程序,可以在 Windows NT Server 4.0 操作系统中的网络客户管理中制作用于工作站无盘启动的启动盘,选择 NetBEUI 协议,然后将软盘中的内容加载在下层机的批处理文件中。

下层机软件采用 Borland C++ 作为开发工具,对于实时性要求较高的场合,附之以汇编语言编程。DOS 系统中的 NETBIOS 编程相对较为简便,网络上所有计算机都以机器名来区分。通过填充一个 NCB

结构,然后进行 DOS 中断调用即可完成数据的发送和接收。在 NETBIOS 通信软件开发中,重点需解决 NETBIOS 通信对其它定时中断的影响,如前述的采样中断等。若采样中断采用系统的时钟定时中断(8号中断)实现时,一方面需采取措施弥补 NETBIOS 通信可能造成的采样中断时间出现偏移,以保证采样时刻的准确性。另一方面,由于对系统的时钟中断的中断时间和中断向量都进行了修改,可能会导致与该定时器有关的系统操作出现错误。解决这一问题的一种有效方法是,利用采样中断次数进行时间计时,每当计时时间等于系统原始时钟中断时间时,如 54.9ms,则程序自动恢复原来的中断向量,由此可消除时钟中断修改对系统运行所带来的不利影响。

5 结束语

在发变组微机监录系统中,采用基于 NETBIOS 通讯协议的以太网实现上层管理机与下层数据采集系统的数据通信,具有通信速度快、可靠性高以及适应性强的特点,且易于实现不同机组的监录单元的集中管理。以 IEC 870 - 5 - 103 标准通讯规约为基础,结合机组监录系统的应用要求和特点,规范记录数据的传送,有助于实现监录系统与电厂其它自动化系统间的信息交换和数据共享。所开发的通讯软件已在发变组监录系统中得到了成功应用。实际运行情况表明,所采用的通信模式和方法是适宜的,可较好满足发变组监录系统的应用要求。

参考文献:

- [1] 戴梅萼,付良. TCP/IP 与 NETBIOS 的技术特点[J]. 微型机与应用,1998(3):45~46.
- [2] 中华人民共和国电力行业标准 DL/T 远动设备及系统第 5 - 103 部分 传输规约 - 继电保护设备信息接口配套标准[S]. 1998,7.
- [3] David J. Krug/inski. Inside Visual C++ , 4th Edition[M]. Beijing: Tsinghua Univ. Publishing Company,1998.
- [4] Anthony Jones . Windows 网络编程技术[M]. 北京:机械工业出版社,2000,3.

收稿日期: 2001-10-18

作者简介: 杨军(1977 -),男,硕士,主要从事微机保护和变电站自动化系统的研究与开发工作; 张哲(1962 -),男,博士,教授,主要从事电力系统保护与控制方面的教学和科研工作。
(下转第 49 页)

60份故障报告,故障报告内容丰富,包括断路器、故障点公里数、保护动作元件、故障电流、故障电压、故障事件记录、故障发生时间、故障波形、谐波分析等;事件报告、自检报告的显示及打印;自动刻度校正功能,无须手动调节;自动保存最新的5组定值,包括整定时间;自动负荷记录功能,无须人工抄表;故障录波和负荷录波功能,增加了对故障的分析手段;与上位机通信可实现定值的远方修改、采样值及故障报告的上传功能,满足自动化的要求。

6 结论

利用32位DSP开发的WKH-891新一代电铁馈线保护装置软硬件可靠、技术先进、辅助功能强大、自适应能力强,2000年5月通过了部级鉴定,已经

供货200余套,运行情况良好,是电气化铁道系统更新换代的理想产品。

参考文献:

- [1] 贺威俊,张淑琴,等. 晶体管与计算机继电保护原理[M]. 成都:西南交通大学出版社,1990.
- [2] 曹建猷. 供电系统[M]. 北京:中国铁道出版社,1993.

收稿日期: 2001-11-07

作者简介: 雷杭州(1973-),男,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 黄淑文(1974-),女,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 董晓冬(1973-),男,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 郭勤俭(1964-),男,硕士,高级工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护。

Research on the new generation of WKH891 electrification railway feeder line protection

LEI Hang-zhou¹, HUANG Shu-wen¹, DONG Xiao-dong¹, GUO Qin-jian¹, ZHONG Xiao-ning²

(1. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China;

2. Changsha Nonferrous Metallurgy Design Institute, Changsha 410013, China)

Abstract: The feature and configuration are introduced for the new generation of electrification railway feeder line protection. Its main protective principle and criterion are analyzed. The protection is equipped with perfect protective functions and powerful auxiliary functions, and it passed the ministerial appraisal in May 2000. The protection has been delivered for over 200 sets with good operation in site.

Keywords: feeder line; protection; DSP

(上接第6页)

Study on integrated compensation system using solid state relay

YANG Jie¹, LAI Sheng-li¹, WU Shu-quan¹, LI Xi-rong²

(1. College of Electronic and Information, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Dept. of Physics & Electronics, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: The principle of the solid state relay is introduced in this paper. The solid state relay is applied in this integrated compensation system for conquering the disadvantage of the general relay. In order to solve the low power factor and three-phase imbalance problems in power system, a method of integrated compensation which can compensate reactive power and three-phase imbalance at the same time is brought forward also. Practical operation shows that this integrated compensation system can improve the quality of power energy.

Keyword: solid state relay; reactive power; three-phase imbalance; comprehensive compensation

(上接第46页)

Design and realization of new generator-transformer fault record system's network based on ethernet

YANG Jun, ZHANG Zhe, JIANG Wei-liang, JIE Ping

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

Abstract: To satisfy the development of automatization of power plants, especially to adapt to the requirement of condition based maintenance, communication network is strictly demanded by the generator-transformer fault record system. According to generator-transformer fault record system's requests and functions, in this paper is described the application of Ethernet in it, emphasized on the selection of communication protocol, the IEC 60870-5-101 standard and related technique.

Keywords: generator-transformer fault record system; NET/BIOS protocol; IEC 60870-5-103 standard