

# 基于 MPC850 的多功能通信管理器

刘晓川, 刘波, 严丽萍

(北海银河高科技产业股份有限公司, 广西 北海 536000)

**摘要:** 针对大量的各种通信接口、规约的智能装置、仪表需接入到变电站自动化系统的现状, 提出了基于 MPC850 通信微处理器和 VxWorks 实时嵌入式多任务操作系统的设计原则, 使通信管理器具备变电站自动化常用的以太网、CAN 总线、RS-232C/422/485 等通信接口, 同时还提供了 GPS 对时及一定数量的遥信、遥测和遥控量。本通信管理器适用于新建变电站自动化系统以及旧站自动化系统改造。

**关键词:** 变电站自动化; 通信管理器; 以太网; CAN 总线; RS-232C/422/485; MPC850; VxWorks

**中图分类号:** TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)23-0060-04

## 0 引言

变电站作为电能传输的重要环节, 其在电网中的作用是不言而喻的。变电站自动化经过十多年快速发展, 其技术和装置已日趋成熟, 现已在各电压等级的变电站普遍应用, 自动化程度不断提高。据不完全统计, 全国目前 220 kV 变电站约有 1 800 多个, 实现无人值班的已超过 260 个; 110 kV 变电站约有 5 900 个, 实现无人值班的超过 3 400 个; 66 kV/35 kV 变电站约有 5 700 多个, 开展无人值班工作的约为 3 300 个<sup>[1]</sup>。

随着自动化程度的不断提高, 变电站自动化系统中所涉及的微机化、智能化的装置和仪表 (IED) 越来越多, 如: 各类继电保护装置、测量控制装置、故障录波装置、电压无功控制装置 (VQC)、小电流接地选线装置、智能电能表等。不同厂家、不同时期提供的各类产品采用的通信接口各异 (以太网、CAN、RS-232/485/422、Lonworks 等), 采用的通信协议 (规约) 五花八门 (IEC60870-5-101/102/103/104、DL 451、DL/T 645、SC11081、DNP 3.0、Modbus 各种自定义和变形规约等)。这些都是现有或将来的变电站不可避免存在的问题, 即使按照 IEC61850 变电站通信网络和系统标准实施<sup>[2]</sup>, 完全符合 IEC 61850 国际标准的变电站自动化系统的普及还有相当长的路要走。

由于以太网通信方式信息量大、可靠性高, 目前在变电站自动化系统的应用日渐增多, 出现了一些用于不同接口的通信转换装置<sup>[3]</sup>, 作为变电站自动化系统通信的一种解决方案是可行的, 但人为地增加了一个环节, 通信的可靠性和实时性受到影响。

通信管理器作为电力系统自动化中的一个信息

通信枢纽, 主要用于各电压等级变电站、开闭所等自动化系统中, 并与远方调度进行通信连接。通信管理器负责收集间隔层各类设备、装置、单元的数据, 将其进行分析、处理、转发或将数据分类集中存储, 必要时进行通信规约转换。通信管理器应能高效、及时、安全、可靠地完成主站或子站与底层各类设备或设备间的数据信息指令的传递。在电力系统中起着连接上级调度和底层设备, 使得它们实现数据和信息交换的作用。

## 1 变电站自动化系统的通信结构

随着微处理器的运行速度不断提高、功能越来越强大, 加之嵌入式操作系统的应用, 使得不同的通信规约采用不同的通信接口都能直接接入通信管理器。在 IEC61850 中将变电站自动化系统分为三层: 变电站层、间隔层和过程层<sup>[2]</sup>, 在这里将通信管理器从变电站层分离出来, 形成通信层, 上一层为变电站层, 下一层为间隔层, 间隔层之下为过程层 (图中略去), 如图 1 所示。

## 2 对通信管理器的要求及设计原则

从上述的分析中可以看出, 通信管理器作为信息枢纽, 其设计原则应符合现行的变电站自动化系统的需求, 并考虑进一步的发展。

### 2.1 强大的数据吞吐和处理能力

通信管理器需要收集站内各种智能电子设备 (IED) 的大量的信息 (如遥信、遥测、电能、SOE 录波等), 向站内计算机监控管理系统和远方调度系统转发站内信息, 同时接收站内监控和远方调度的遥控、遥调和设置命令并执行或转发。为了不使通信管理器成为瓶颈, 硬件平台的设计极为重要。要

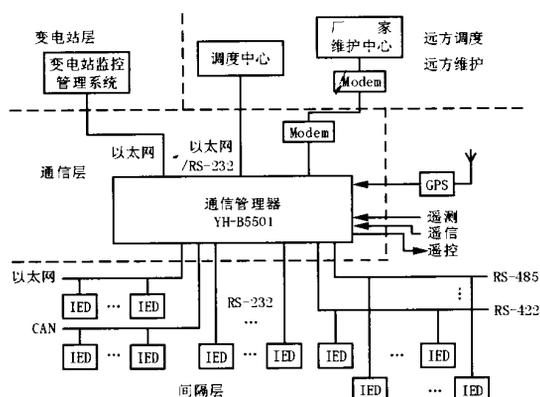


图1 变电站自动化系统通信结构

Fig 1 Communication structure in substation automation systems

求选用处理能力强的 32 位的 CPU,有足够的缓冲能力和中断处理能力,以确保数据处理的实时性和完整性。另外,根据不同的信息对实时性的要求不同设定不同的优先级进行处理,如遥信信息的实时性最高,其次是遥测信息和电能信息,录波信息最低,录波信息支持断续传输。

## 2.2 多种通信方式的接入能力

在变电站的间隔层中存在着许多不同类型的保护、测控、计量设备,这些设备通常具有不同的通信接口、规约协议。通信接口通常为以太网、RS-232C、RS-422、RS-485、CAN 等,要求通信管理器能够对所有这些设备的通信接口方式兼容。同时从设备的安装、调试、维护角度出发,通信管理器与变电站中的 IED 应该能够方便地连接,并根据实际需要能灵活地组建不同的网络拓扑结构。在 YH-B5501 通信管理器中提供了 3 路以太网口、16 路异步串行接口 (RS-232C/422/485 可设)、1 路 CAN 接口。

## 2.3 灵活的规约选取和添加

尽管各变电站自动化设备和系统的提供商对 IEC61850 标准的重视程度越来越高,但国内目前变电站中的 IED 所使用到的通信规约种类繁多。据不完全统计,国内变电站中存在不同类型的通信规约有几十种,加上各个厂家在标准规约基础上进行修改派生,种类就更多。因此通信管理器必须在软件设计上做到模块化设计,形成规约库,便于规约的选取和添加。

## 2.4 可靠的系统时钟

在变电站中,一旦发生故障,必须要根据各种各样的变位信息、录波信息、电量信息对发生的事故进行分析 and 原因判断,这时要求各个事故信息都是准确的,并且它们的时间基准与系统保持一致。在变

电站中与时间有关的信息有:遥信变位信息、保护动作信息、故障录波信息和电能信息。因此,通信管理器必须为间隔层的每一个装置提供准确无误、统一的对时信息。在 YH-B5501 通信管理器中时钟信息来源有三个:GPS 对时、远方对时和本机对时,GPS 对时优先级最高,远方对时次之,本机对时最低。通信管理器按时钟源的优先级为间隔层设备提供对时信息。对时采用脉冲信号对时和 RS-485 对时两种接口方式提供。

## 2.5 人性化的人机接口

人机接口 (HMI) 是通信管理器一个重要的辅助功能。由于通信管理器需要处理的信息量很大,因此在设计中应使 HMI 达到下列要求:单屏信息量大;信息查询、修改便捷;信息分类合理、操作步骤少;监视任一通道收、发数据,缓冲区大小可设;各通道、电源物理工作状态的指示。在 YH-B5501 通信管理器中采用了 320 × 240 的蓝色背光大液晶显示屏、19 键键盘,并提供大量的指示灯用于各通信接口通信状态指示、各种电源指示、工作异常指示等。

## 2.6 简单的远动功能

通信管理器除了完成通信处理任务以外,还可以增加一些遥信、遥测和遥控功能,实现对一些公共信息的处理,如事故报警、环境温度监控、电源监控等,以更好地适应变电站监控的实际情况。在 YH-B5501 通信管理器中提供了 10 路 12 位直流模拟量的遥测、12 路遥信和 4 路遥控。

## 2.7 灵活的结构设计

要适应不同容量不同电压等级的变电站自动化系统,灵活的通信管理器的结构设计对功能增减、维护、降低成本等方面尤为重要。在 YH-B5501 通信管理器中,采用 19 4U 机箱背插式结构,插件包括主板、电源、GPS、串口、遥信、遥测和遥控,一块串口插件可实现 4 路 RS-232C/422/485。前面板为人机接口部分,由 51 系列单片机完成对显示和键盘的管理,与主板进行串行数据交换。

## 2.8 便捷的维护与升级

变电站自动化系统投运后,随着电网建设的发展,将会不断地有新的 IED 接入系统,需要对通信管理器的系统配置进行修改、增加节点数、增加新规约。因此,为了快速满足现场需求,通信管理器应具备远程维护和升级的能力。

## 3 双机热备用工作方式

在部分 110 kV 变电站和 220 kV 及以上的变电

站中,为了保证通信数据处理的高可靠性,通常采用双通信管理器热备用切换运行模式,如图 2所示。

在双机热备用切换模式下,对于采用总线方式的通信网络,如以太网、CAN、RS-485、RS-422,两台通信管理器可以将其通信接口直接挂接在相应的通信网上,而采用 RS-232C接口的 IED则需要通过数字切换处理分别接入两台通信管理器的相应接口。

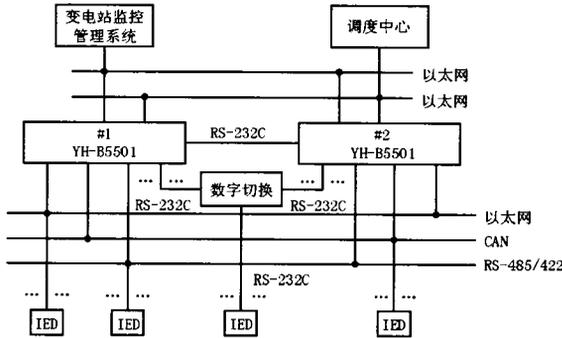


图 2 双通信管理器热备用切换模式

Fig 2 Switching mode of two communication managers

为了使两台运行的通信管理器的软件一致,主机和备机不采用默认方式,而是由建立的握手信息随机确定主、备机。通信管理器在上电或复位后要要进行装置的初始化和自检处理,两机通过互连的 RS-232C 建立握手信息。当确认主、备工作状态冲突时,两机经毫秒级随机延时后再确定各自的工作状态。为确保握手信号的可靠性,还可以用通信管理器提供的遥信量和遥控量交叉互连,作为辅助的握手信号。主机的工作方式与单机一样,备机则只接收数据而不发送数据。备机的实时数据与主机保持一致,一旦主机检测到自身有故障,通过握手信息传递,备机转换为主机工作状态,原主机退为备机。通信管理器的工作状态和自诊断信息均可在 HMI 上查询。

### 4 硬件结构

通信管理器以 Motorola 公司推出的 32 位高性能嵌入式微处理器 MPC850 为核心, MPC850 集成了嵌入式 PowerPC 核和一个为通信使用的专门的 RISC 的通信处理器模块 (CPM),在 50 MHz 主频下指令执行 66 MIPS<sup>[4]</sup>。在此基础上进行各项功能扩展,形成如图 3 所示的硬件结构图。

程序和系统设置参数存储在 8 M 字节 Flash 中,加载的程序、参数和实时数据存放在 16 M 字节的 SDRAM 中。用 4 片 TL16C554 扩展 16 路异步串行接口,通过跳线实现 RS-232C、RS-422、RS-485 三种工作方式。用 2 片 CS8900A 扩展 2 路以太网口,

加上 MPC850 内部提供的 1 路,共计 3 路,可分别用于间隔层、变电站层和远方调度的以太网通信。CAN 通信接口由 MPC850 内部提供。用 TLC2543 通过 SPI 与 MPC850 接口,实现 10 路 12 位直流模拟量的采集,量程 0 ~ +5 V、-5 ~ +5 V 或 4 ~ 20 mA 可设。人机界面 (HMI) 由 51 系列单片机 AT89S53 完成液晶和键盘的控制,与 MPC850 通过各自内部提供的异步串口进行数据交换。复位电路中设有硬件 Watchdog,与内部软件 Watchdog 配合,提高了软件故障的恢复能力。

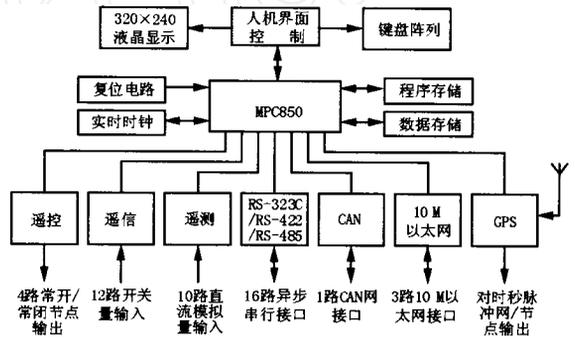


图 3 通信管理器硬件结构框图

Fig 3 Block diagram of hardware structure of communication manager

### 5 软件结构

通信管理器采用 VxWorks 嵌入式实时操作系统 (RTOS),其提供的多任务机制对任务的控制采用优先级抢占 (Preemptive Priority Scheduling) 和轮转调度 (Round - Robin Scheduling) 机制,充分保证了可靠的实时性,使同样的硬件配置能满足更强的实时性要求,为应用的开发留下更大的余地<sup>[5]</sup>。

#### 5.1 软件框架

通信管理器软件结构框图如图 4 所示。

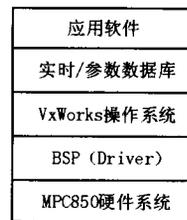


图 4 通信管理器软件结构框图

Fig 4 Block diagram of software structure of communication manager

在 MPC850 硬件系统的基础上,将各驱动程序 (如以太网、CAN、串口、Flash 存储器等) 封装在 BSP (Board Support Package) 中,使 VxWorks 操作系统能

运行在这样的硬件环境。VxWorks完成内存、中断、任务等的管理。数据库中包括实时数据库和参数数据库,实时数据库存放通信实时接收和自身采集的数据,参数数据库存放接入的IED整定参数和自身系统设置参数。应用软件包括完成通信(以太网、CAN、串口)、“三遥”、时钟、显示、组态等特定任务的应用软件。

## 5.2 实时数据库

根据通信管理器的特点,可将实时数据传递分为三个阶段:收/发数据缓冲、节点数据和实时数据库,如图5所示。

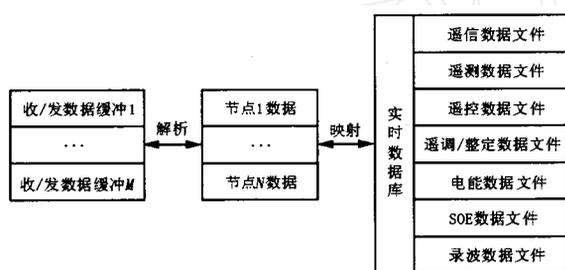


图5 实时数据库

Fig 5 Real time database

收/发数据缓冲由底层驱动程序完成,缓冲区的数量由通信接口的数量决定,本系统最大配置为20个。节点数据区中所谓的“节点”是指与通信管理器通信的各类通信节点,可以是直接接入通信管理器的装置、当地监控系统、远方调度系统以及转发站。收/发数据与节点数据通过通信规约解析完成数据转换。实时数据按数据类型分为7类:遥信数据文件、遥测数据文件、遥控数据文件、遥调/整定数据文件、电能数据文件、SOE数据文件和录波数据文件,形成实时数据库。节点数据与实时数据库通过站、设备、类型等索引表实现实时数据的映射。在通信管理器中应用软件变化最多的部分是通信规约,采用如图5所示的结构,可以使通信规约与实时数据库相对独立,形成规约库,保证了系统运行的稳定性。

## A MPC850-based communication manager with powerful functions

LU Xiao-chuan, LU Bo, YAN Liping

(Beihai Yinhe Hi-tech Industrial Co., Ltd, Beihai 536000, China)

**Abstract:** Facing the situation of abundant IEDs with various communication interfaces and protocols joined in substation automation systems, this paper proposes the design principles based on MPC850 and VxWorks. This design makes the communication manager provide communication interfaces usually used in substation automation, such as Ethernet, CAN bus, RS-232C/422/485, and also provide GPS and some teleindication, telemetering and telecommand. The communication manager is applied in new and old substation automation systems.

**Key words:** substation automation; communication manager; Ethernet; CAN bus; RS-232C/422/485; MPC850; VxWorks

## 6 结语

通信管理器是变电站自动化系统中最重要的信息枢纽,其功能是否强大、合理、稳定、可靠,直接影响到变电站自动化系统的整体性能。在某一变电站中运行的YH-B5501通信管理器,通过以太网、RS-485和RS-232成功接入了200余台IED(包括保护装置、测控装置、故障录波器、电能表等),现场运行状况良好。表明所设计的通信管理器完全满足现有的变电站自动化系统的要求。

## 参考文献:

- [1] 石俊杰,孟碧波,顾锦文. 电网调度自动化专业综述[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(8): 1-5.  
SHI Jun-jie, MENG Bi-bo, GU Jin-wen. An Overview on the Power Network Dispatching Automation Specialty[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(8): 1-5.
- [2] IEC 61850, Communication Networks and System in Substations[S].
- [3] 郑建勇,吴在军,胡敏强,等. 一种能实现异种网络互联的通信控制器[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(12): 55-58.  
ZHENG Jian-yong, WU Zai-jun, HU Min-qiang, et al. A Communication Controller for Heterogeneous Network Interconnection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(12): 55-58.
- [4] MPC850 Integrated Communications Microprocessor User's Manual[Z]. Motorola, Inc, 1998.
- [5] VxWorks Programmer's Guide Wind River Systems[Z]. 1999.

收稿日期: 2005-03-23; 修回日期: 2005-04-18

作者简介:

刘晓川(1965-),男,教授,从事电力系统调度自动化及厂站计算机监控工作; E-mail: lxc@vip.163.com

刘波(1979-),男,工程师,从事电力系统厂站通信监控工作;

严丽萍(1979-),女,工程师,从事电力系统厂站通信监控工作。