

一种新型电力系统通信网关的研制

胡明¹, 周有庆¹, 王永辉²

(1 湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082; 2 许继集团公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 首先探讨了电力自动化系统通信网关的设计原则, 随后详细描述了新型通信网关 WYD800 的软、硬件的研制。该网关基于嵌入式设计技术, 硬件上采用功能强大的微处理器芯片作为 CPU, 除了常用的串行口、以太网等基本通信接口配置, 还提供通用工业总线用于各种应用的灵活扩展; 软件上选用的实时多任务操作系统 Windows CE 可以根据硬件配置量身定制, 模块化设计的应用程序易于扩展到更广泛的应用, 另外还提供界面友好的组态工具包。并且在整个通信网关设计的过程中充分考虑到硬件抗干扰和软件纠错、容错的处理。在变电站、电厂自动化系统的实际运行表明, 网关 WYD800 具有实时、可靠、灵活等优点。

关键词: 电力自动化系统; 通信网关; 嵌入式系统; 模块化

中图分类号: TM769

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2004)10-0063-04

0 引言

随着计算机技术和通信技术在电力系统的全面推广应用, 各种各样的通信网络给了用户更多的选择, 但同时也带来了如何将这不同网络的设备互联以实现互操作的现实问题。在发电厂、变电站内, 不同厂家的自动化设备之间以及厂站系统与不同调度中心之间的通信接口越来越多, 以规约转换为主要功能的通信网关在电厂、变电站自动化系统中的作用越来越重要; 与此同时, 电力系统对网关性能的要求也越来越高了。

1 通信网关的设计原则

1) 安全可靠

安全可靠是电力系统对电力设备最基本的要求。硬件能够适应发电厂、变电站恶劣的现场条件, 满足电磁兼容性 EMC (Electro Magnetic Compatibility) 的要求^[1]; 系统软件 and 应用程序要有纠错、容错机制; 整个设备平均无故障运行时间 MTBF (Mean Time Between Failures) 达到 8 760 h 以上^[1]。在数据安全方面, 对于系统维护人员和一般运行人员开放不同的权限并提供密码保护。

2) 开放和可扩展

在开放性方面, 代码尽可能地采用标准的 C 语言编写, 不受系统平台限制, 做到可跨平台移植。采用易于扩展的模块化设计, 按功能划分模块, 每一个模块完成相对独立的功能, 添加或修改一个新功能只需在相应的模块中进行; 而对于串口、网络驱动以及数据库接口等公共功能模块采取统一封装的形

式, 为其它模块提供应用编程接口 API (Application Programming Interface) 访问。

3) 经济高效

在一套发电厂或变电站自动化系统中往往使用多台甚至几十台通信网关, 在设计阶段需要综合考虑经济效率和市场前景。而在一台通信网关中, 能够同时并行完成多种通信规约转换, 以保证数据传输的实时性和有效性。

4) 灵活方便

软、硬件可以根据不同的应用场合灵活地裁减和定制, 提供基于 PC 机的工具软件, 调试、运行、维护方便, 内置 WebServer 完成远程浏览功能。

遵循以上设计原则, 许继电气公司在 2003 年研制并推出了 WYD800 系列电力系统通信网关 (以下简称 WYD800), 主要应用在发电厂、变电站内不同规约的 IED 设备间接口转换以及厂站自动化系统与调度主站通信。它不仅可以用在建电厂、变电站自动化系统, 也可用在老系统的增容和升级。下文将详细介绍 WYD800 的软、硬件设计过程。

2 硬件平台的设计

WYD800 主板采用的是功能强大的 Geode TMGX1 微处理器芯片作为 CPU。GX1 是美国国家半导体公司 (NS) 生产的, 它具有低功耗、高性能、低价格及 X86 体系的兼容性与可扩展能力。板上设计有硬盘接口和 CF (Compact Flash) 卡插槽, CF 卡是目前最流行的数码存储器, 具有读写速度快、容量大、体积小、质量小、功耗低等许多特点^[2], 本装置就是用工业级的 CF 卡来固化嵌入式实时操作系统和

存储应用程序的;板上集成 64M 的内存(即 RAM)足以运行庞大的应用程序;板载 2 个带突波保护的 RS232 串行口,2 个 10/100M 以太网口;内置一个可编程的看门狗(watchdog)定时器;另外还提供 PC104 总线扩展槽,根据应用需要扩充工业级的多串口卡、DI/DO 卡或以网卡。

WYD800 电源是采用与本系统内的 IED 设备通用的直流逆变电源插件,直流 220 V 或 110 V 电压输入经抗干扰滤波回路后,利用逆变原理输出到装置其它插件。采用直流供电是电子设备防雷击和过电压等干扰的一项重要的措施^[3]。

整个 WYD800 装置通过严格的电磁兼容试验,平均无故障工作时间长达 30 000 h 以上,确保在变电站和发电厂中能够长期稳定地运行。

3 软件平台的选择

在众多的实时多任务操作系统中,WYD800 设计选用微软公司的 Windows CE 做软件平台。Windows CE 是一个全新的、可移植的、实时的、模块化的操作系统,具有流行的微软程序开发界面,提供许多快速开发嵌入式系统的工具。许多著名的中外工业控制器生产商都开发出基于 CE 的工业控制产品,如台湾研华公司的 UNO 系列控制器、西门子 AG 公司的多功能操作面板 MP 系列和从事食品加工的 FMC FoodTech 公司的 LOG-TEC Momentum 新一代杀菌控制系统等;在电力工业有加拿大 Cybectec 公司的变电站现代化平台 SMP (Substation Modernization Platform)。CE 有许多优点^[4],除了具有嵌入式操作系统的实时、多任务、软件可裁减等共性外,本装置还有基于 CE 的独特优势如下:

1) API 兼容。Windows CE 采用与 Windows 98/NT 相同的编程模型,它的 API 是 Win32 API 的一个子集。Win32 的兼容性可以容易地把现成的 Windows 应用程序移植到 Windows CE 中。对于精通 Windows 编程技术的开发人员,只需学习很少的知识就可以开发 Windows CE 应用程序,从而缩短产品研发周期。

2) 提供强大的通信功能。CE 具有良好的通信能力,广泛支持各种通信硬件、局域网连接以及拨号连接,并提供与 PC、内部网以及 Internet 的连接,包括用于应用级数据传输设备间的互连。

3) 容易被用户接受。CE 虽然具有全新内核和任务调度、内存管理策略,但也有为人所熟悉的 Windows 流行的图形界面和全汉化菜单。

4) 价格优势。由于 CE 较其它嵌入式操作系统推出晚,价格优势是微软公司的一种市场策略。当然,选用 CE 能节约 WYD800 的成本,易于大面积推广应用。

WINDOWS CE 可以利用所带的工具 Platform Builder 进行内核定制^[5]。WYD800 对 CE 裁减后不到 15M,包括对硬件的支持、必要的网络服务如 ftp、http、telnet 等以及系统启动和运行所必需的库等等。

4 应用程序的设计

在软件上采用模块化设计,如图 1 所示。

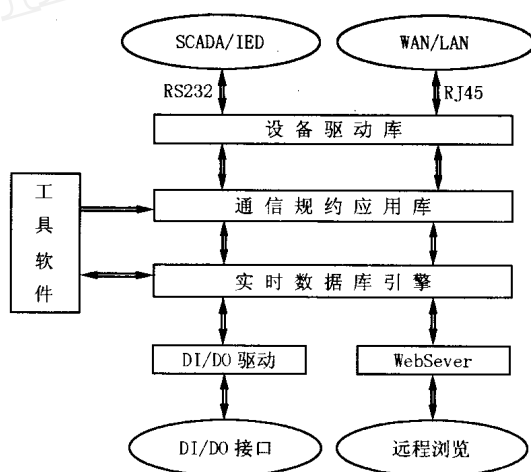


图 1 WYD800 软件构成图

Fig. 1 Architecture of WYD800

下面对几个关键的功能模块加以说明。

4.1 实时数据库模块

实时数据库模块是 WYD800 中的核心部分,它主要负责在内存中创建为系统存储四遥量的数据库和为各模块间传递消息的消息队列库,并提供 API 接口函数。

实时数据库初始化时根据从配置文件中获得的各种控点的总数,可以为创建遥测量、遥信量、遥脉量、遥控量、消息队列的内存库提供所需要的容量的大小,从而创建实时数据库所包含的这几个内存库。根据从配置文件中获得的各种控点的详细信息,填充控点所属的内存库。

当创建和初始化实时数据库的工作结束之后,实时数据库处于准备运行的状态,等待实时数据库用户登录联接并为之提供所访问的数据。

4.2 通信规约应用库

通信规约应用库由各种通信规约处理构成。对工程应用只需利用提供的工具软件从库中配置具体

的接口规约即可,每个通信规约处理作为一个进程独立地运行,实现实时多任务并行处理。WYD800通用的通信规约处理框图如图2。

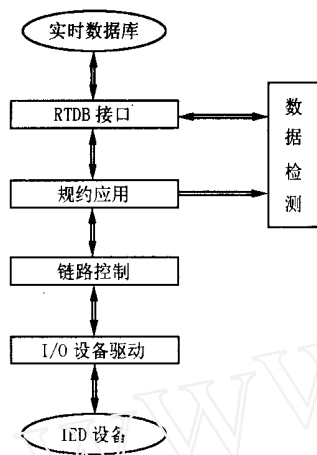


图2 规约处理框图

Fig.2 Block diagram of protocol processing

I/O设备驱动: 对应规约的物理层,主要负责目标I/O设备的管理。对串行口、以太网等I/O接口的驱动统一封装,规约处理利用提供的API接口函数对其进行初始化配置和数据读写。

链路控制: 对应规约的链路层,提供低级组帧、错误检测、重发机制。收到规约应用模块来的报文,添加必要的帧头、错误检测信息(如104规约的帧头68H和收发序号、CDT规约的三组同步头EB 90和CRC校验码等)后调用I/O设备驱动模块的API函数发送出去;相反,对物理层来的数据进行有效性检测、去掉相应帧头后传到规约应用模块。

规约应用: 具体的通信规约应用层解释,采用多线程方式以保证处理速度。由于规约应用是双向的即既可以作为SLAVE侧也可以作为MASTER侧,此处仅以WYD800作为接入设备即MASTER侧规约(如图2所示与IED相连)来加以介绍。报文接收是一个线程,负责对规约中规定的不同类型报文分类处理,变化数据写入实时数据库和发消息广播通知其它进程模块,并作出相应的响应;接受消息处理也作为一个独立线程,对于校时、遥控等命令消息及时地转发到IED设备;另外还有一个软件定时器,用来处理周期性事件和超时事件等。

RTDB接口: 用于和实时数据库接口。读取或更新实时数据库的“四遥”值,接收和转发进程间的各种消息。

数据监测: 软件中的纠错、容错处理。对程序中数据的有效性、各线程的运行状态进行监视和处

理,对非致命性错误如指针出错等及时地纠正,而对致命性错误则重启进程甚至整个系统。

4.3 工具软件模块

为WYD800提供基于PC机的可视化图形配置、管理工具。对于数据库的生成,以模板的形式管理接入装置的数据,按照模板—数据库—转发表的处理流程;并实现各种调试、维护手段。

“模板库处理模块”用来创建模板信息,将装置信息录入,为创建数据库打下良好的基础。同时,它能根据“原始装置信息文件”自动生成装置模板信息。

“数据库处理模块”通过Delphi公司提供的BDE数据库引擎对数据文件进行访问、修改、存储。最后生成实时数据库所需文本文件数据信息,即所有装置信息总表。

“转发库处理模块”其数据来源有两处,一是“数据库处理模块”,二是“转发数据文件”,默认取“转发数据文件”。

“参数配置处理模块”配置各种系统参数和选定规约参数,同时生成各规约所需配置文件。

“显示转发数据模块”显示实时变化信息,浏览和打印转发数据。

“状态显示处理模块”显示各种状态信息,包含GPS状态、装置通讯状态、数据库连接状态、各规约运行状态等。

“报文消息显示模块”,对指定规约各种原始报文和通讯消息进行显示。提供各种过滤功能,方便调试。

“调试功能处理模块”包括遥控测试,遥测、遥信、遥脉人工置数,SOE事件显示,手动校时等各种方便的测试功能。

5 结束语

WYD800是严格地按照规范化设计的,并综合考虑电力系统对通信网关的特殊要求,适用于变电站和电厂综合自动化系统。目前WYD800已经在多个现场投入运行,分别用作与调度接口的远动主站和保护通信管理机。实际的运行表明,网关WYD800具有实时性好、可靠性高、配置灵活、组态方便等优点。

参考文献:

- [1] GB/T13729-2002,远动终端通用技术条件(General Specification for Remote Terminal Unit) [S].

- [2] 耿相铭,胡剑凌 (GENG Xiang-ming, HU Jian-ling). 基于 DSP 的 CompactFlash 卡接口设计 (Design of CompactFlash Card's Interface Circuit Based on DSP) [J]. 电子技术应用 (Application of Electronic Technology), 2001, (9): 68-70.
- [3] 陈波,李宾,何瑞文 (CHEN Bo, LI Bin, HE Rui-wen). 远动设备的防雷及过电压保护 (Thunder and Over-voltage Protection for RTUs) [A]. 第二十八届中国电网调度运行会收录论文全集 (The 28th Conference of State Power Grid Dispatching), 2003. 10:1-3.
- [4] 吕跃刚,张新房,徐大平,等 (L ü Yue-gang, ZHANG Xin-fang, XU Da-ping, et al). Windows CE 在嵌入式工业控制系统中的应用思考 (Consideration on Applying Windows CE to Industry Control Systems) [J]. 单片机与嵌入式系统应用 (Microcontrollers and Embedded Systems), 2002, (9): 1-3.
- [5] 张新房,吕跃刚,徐大平,等 (ZHANG Xin-fang, L ü Yue-gang, XU Da-ping, et al). 使用 Platform Builder 配置 Windows CE 操作系统 (Configuration RTOS Windows CE by Using Platform Builder) [J]. 单片机与嵌入式系统应用 (Microcontrollers and Embedded Systems), 2002, (7): 8-11.

收稿日期: 2003-11-28; 修回日期: 2004-02-13

作者简介:

胡明 (1971-), 男, 硕士研究生, 研究方向为变电站综合自动化及调度系统自动化等;

周有庆 (1944-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为电力系统微机继电保护及其自动化技术、输变电新技术等;

王永辉 (1972-), 男, 工程师, 主要从事变电站综合自动化产品的设计及其应用推广工作等。

Design of a new communication gateway applied in power system

HU Ming¹, ZHOU You-qing¹, WANG Yong-hui²

(1. College of Electrical & Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China;

2. XI Group Corporation, Xuchang 461000, China)

Abstract: In this paper, the design principle of communication gateway for power automation system is presented, and then the designs of software and hardware for gateway WYD800 are described in detail. The new communication gateway is based on embedded technology, and takes powerful microprocessor as the central processing unit (CPU). Besides the universal communication interface of two serial ports and two fast Ethernet chips, it provides a PC/104 socket which is one kind of industry standard bus for practical expansion. Applications on the tailored RTOS Windows CE are designed in module so as to be updated easily and be adapted to more complex applications, and the provided user friendly support tool is optional. Furthermore, measures for anti-interference and admissible error are fully taken into account during all the courses of design. The gateway WYD800 is proved real-time, reliable and flexible by applying to automation system of substations and power plants.

Key words: power automation system; communication gateway; embedded system; modularization

(上接第 58 页 continued from page 58)

Exploration and application of transformer terminal unit

PU Yi-xing^{1,3}, TAN Li-xin^{2,3}

(1. Changsha Aeronautical Vocational & Technical College, Changsha 410124, China;

2. Changsha Information Vocational & Technical College, Changsha 410124, China;

3. School of Electrical Engineering and Information, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: Transformer Terminal Unit (TTU) monitors the running status of transformer entirely in a real-time manner to provide basic data for computing the reliability of power supply, and the losses of low voltage network, and controlling the electricity quality. It also provides accurate data information for rebuilding the power network, increasing the capacity of the equipment, and managing the power supply. PDA connects with the TTU using the photo-electric interface, sets the parameters of TTU and records the running data of TTU. These data are transmitted to computer system via serial interfaces of the computer, and are processed by the main computer system. This paper describes the composition framework of TTU hardware and software, and its exploration and application.

Key words: TTU; electricity distribution; monitor; transformer