

应用新型嵌入式系统设计电力通信管理机

金 丹

(上海电力学院 电力与自动化工程学院,上海 200093)

摘要: 通信管理机是电力自动化系统中的重要设备。通信管理机作为通信网与监测设备之间的接口设备,通信管理机承担规约转换和接口匹配、数据汇总 2 项任务。目前,通信管理机的设计有 2 类(单片机+汇编语言;工控机+VC++ 语言)。采用新型嵌入式系统设计通信管理机,提出 2 种设计方案。第 1 种采用高级精简指令微处理器(ARM)芯片+μClinux 操作系统设计,ARM 芯片功耗低、体积小、价格低,该方案性价比最高。第 2 种采用 PC-104 主板+Win CE 操作系统设计,体积、价格稍高,但软、硬件设计简单,开发周期短。所提出的采用新型嵌入式系统设计通信管理机的方案,性价比高,实用性强。

关键词: 嵌入式系统; PC-104; ARM; 通信管理机

中图分类号: TM 73

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)10-0085-03

安全性与稳定性是电力系统最重要的考核指标,在电力自动化进程中采用的新技术必须成熟与完善。作为电力自动化系统中通信链路的核心,电力通信管理机一般采用传统的单片机或工控机设计。随着新型嵌入式系统在工控领域的不断发展与大量应用,采用嵌入式系统设计电力通信管理机,可实现性能与成本的双重飞跃。

1 通信管理机

一般的,电力自动化系统由主站监控软件、通信网络、各种监测设备组成。由于监测设备数量众多且不尽相同,通信网络也可采用光纤、电台、局域网、通用无线分组业务 GPRS(General Packet Radio Service)、全球移动通信系统 GSM(Global System for Mobile communications)等多种方式,各种不同的监测设备与通信设备之间通信规约及接口都不同,有些不能直接匹配,因此需要一种接口设备上下协调。

通信管理机作为通信网络与监测设备之间的接口设备,承担着规约转换与接口匹配、数据汇总 2 项任务。

a. 规约转换与接口匹配。采集监测设备的数据,并将该数据转换为与通信设备相匹配的规约格式。以合适的通信接口(RS-232、以太网口、2 M 数字接口等)分别与监测设备和通信设备连接。

b. 数据汇总。监测设备数量众多,但是通信线路一般只有一条,通信管理机负责将所有的监测数据统一打包汇总。

随着自动化系统功能的不断增强,对通信管理机处理速度与功能的要求也越来越高。系统结构图如图 1 所示。

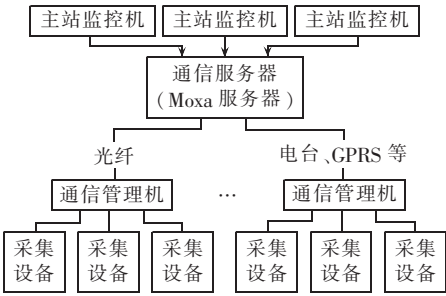


图 1 系统结构图

Fig.1 System configuration

2 通信管理机设计现状

目前,电力通信管理机的设计大致有 2 类。

a. 硬件采用单片机设计,软件采用汇编语言编写。采用这种设计方式,硬件成本低、设备体积小。但是,由于程序采用汇编语言编写,软件的灵活性、可扩充性、可移植性较差。同时,作为处理器核心的单片机芯片,无法提供高速率运算。随着电力自动化系统功能的不断完善,对通信管理机性能的要求也越来越高。采用这一设计方式,无论在硬件或软件上都无法满足要求。

b. 硬件采用工控机,软件采用 VC++ 编写。采用工控机作为硬件设备,既能够提供很好的处理速度,又适于恶劣的工作环境,物理稳定性好。软件采用 VC++ 编写,可实现复杂的软件功能,模块化、面向对象化的设计保证了软件系统的灵活性、可扩充性与可移植性。这种设计能够很好地满足电力自动化系统的要求。但是,成本过高、体积过大。一般,采用工控机的硬件成本是采用单片机成本的 10 倍以上,而且多为 19 吋 4 U 箱体设计,较为笨重。

3 新型嵌入式系统介绍与比较

对嵌入式系统的一种定义是“嵌入到对象体系

中的专用计算机系统”。“嵌入性”、“专用性”与“计算机系统”是嵌入式系统的3个基本要素。嵌入式系统按形态分为设备级(工控机)、板级(单板、模块)、芯片级即微控制单元MCU(Micro Controller Unit)、片上系统SoC(System on Chip)。由定义可见,目前的通信管理机也是一种典型的嵌入式系统应用。但是,这种应用已经不能适于整个自动化系统发展的要求,需要采用新型的嵌入式系统更新这种设计^[1]。

3.1 硬件

目前,使用较多的嵌入式系统硬件有高级精简指令微处理器ARM(Advanced RISC Machines)芯片与PC-104主板^[2]。

3.1.1 ARM 芯片

ARM处理器是一种16/32位的高性能、低成本、低功耗的嵌入式精简指令集RISC(Reduced Instruction Set Computing)微处理器。目前,最为流行的当属ARM 7和ARM 9这2个系列。ARM 9系列微处理器具有诸多特点。

a. 5级整数流水线,指令执行效率更高。

b. 支持32位ARM指令集和16位THUMB(拇指)指令集。

c. 支持32位的高速度、高性能嵌入式系统的总线标准AMBA(Advanced Microcontroller Bus Architecture)总线接口。

d. 全性能的存储器管理单元MMU(Memory Management Unit),支持Windows CE、Linux等主流的嵌入式操作系统。

e. 支持数据Cache和指令Cache,具有更高的数据和指令处理指令^[3]。

3.1.2 PC-104 主板

PC-104是工业嵌入式板卡较多采用的一种规格。采用PC-104规范的主板,再配以微软的操作系统,用户就可容易地实现编程和扩充标准的外围设备。这些标准的外围设备包括视频接口、存储设备、键盘、网络接口、串口、并口、数据采集模块及其他的一些特殊设备,如看门狗定时器,永久性记忆功能模块及固态硬盘(SSD)等,众多厂商可为用户提供这些设备。另外,结构上的加固型设计使得PC-104系统可应用到强振动及强撞击等恶劣的应用环境。凭借着低廉的软件开发成本、优秀的开发工具、便利的可升级性,PC-104成为了嵌入式系统开发的最优选择。

3.1.3 比较

ARM芯片与PC-104主板相比,具有功耗低、体积小、价格低的优势。但是,ARM嵌入式系统开发中涉及到ARM仿真器与ARM编译器的使用,编译后的最终程序需要导入芯片中。对于没有相关开发经验的工程师,熟悉ARM芯片开发需要一定的时间,设计周期也会延长很多。此外,ARM芯片规格较为固定,其各种配置不能灵活改动,也是制约它应用的一个因素^[4]。

PC-104主板能够很好地与Windows系统兼容,其开发过程与普通PC机的开发几乎没有差别,

可以最大程度地降低开发难度、缩短开发周期。其模块化的配置方式使其成为低成本、高可靠性、能迅速配置成产品的结构化模块。与ARM芯片相比,功耗高、体积大、价格高是它的缺点。

3.2 操作系统

目前,嵌入式系统常用操作系统有Vxworks、Linux、Windows。

3.2.1 Vxworks

Vxworks因出现较早,实时性很强、内核很小、可靠性较高等,所以在北美应用很广泛。特别是在通信设备等实时性要求较高的系统中,几乎非Vxworks莫属。Vxworks的很多概念和技术都和Linux很类似,主要是C语言开发。但Vxworks因价格很高,所以一般应用中很少采用这种操作系统^[5]。

3.2.2 Linux

Linux是一种免费、开源的操作系统,因此其支持软件多,可用资源丰富。目前,应用在嵌入式领域的Linux系统主要有2类:一类是专为嵌入式设计的已被裁减过的Linux系统,最常用的是 μ Clinux(不带MMU功能),目前占较大应用份额,可应用在ARM 7上;另一类是应用在ARM 9上,将Linux的内核移植在其上,可使用更多的Linux功能。缺点是一般开发人员不太熟悉Linux,开发难度较大^[6]。

3.2.3 Windows

WinCE开发是VC++环境,使得WinCE开发难度远低于嵌入式Linux。此外,WinCE与Window XP及Win 2000的同族性,保证了原来在PC机上开发的程序可容易地移植到嵌入式系统中^[7]。

4 通信管理机设计

结合当前电力通信管理机的应用现状与嵌入式系统的技术发展现状,给出2种设计方案:采用ARM芯片设计+ μ Clinux操作系统、采用PC-104主板+WinCE操作系统设计。

4.1 采用ARM芯片+ μ Clinux操作系统设计

ARM芯片功耗低、体积小。最重要的是它具有很高的性能价格比,在保证低成本的前提下,几乎可以完成所有工业控制所需要的功能,完全满足电力通信管理机规约转换与数据汇总转发的功能需要。 μ Clinux操作系统是一种开放性的免费的操作系统,在网络、书籍中提供有大量成熟的免费的模块代码及系统开发资源。ARM芯片+ μ Clinux操作系统是将性能与价格最优配置的一种开发模式。

这种开发模式也有其缺点。首先,对于没有相关开发经验的技术人员,熟悉ARM芯片与 μ Clinux操作系统需要时间花费,研发周期与研发费用值得考虑。其次,如果原来已经采用工控机方式开发了VC++的应用程序,将它移植到 μ Clinux操作系统也是不小的工作量。因此,此开发模式适于新开发时采用^[8-9]。

4.2 采用PC-104主板+WinCE操作系统设计

PC-104主板+WinCE操作系统是便捷的开发模式。在硬件设计时,与自己动手做DIY家用电脑一

样,将通信管理机的几个模块组装在一起即可。这几个模块分别为:PC-104 主板、标准闪存卡 CF (Compact Flash) 存储卡、电源、机箱。

PC-104 主板可以采用各大厂商提供的工控主板。不同主板的差别主要有几点:CPU 速度(较高速度为 Pentium IV, 主流的配置为 Pentium III, 也可根据需求选择更低配置)、SDRAM (32/64 MByte)、接口的种类与数量(串口、网口、USB 口等)、尺寸、功耗等,当然相应的其价格也有一定的差别^[10]。

此外,还需配置 1 块 CF 存储卡,一般为 64/128/256 MByte,根据需要存储的数据容量选择 CF 卡容量。

电源的选择对于整个设备的稳定性至关重要。选择电源时,需要确定几个参数:功率(电源功率在满足所有配件功耗和的基础上留 15%~20% 裕量)、输入/输出电压规格(输入一般为 AC 220 V, 输出根据主板的要求为 DC 5 V、DC 12 V 或其他)、过压保护、过流保护、适用温度、尺寸等。

机箱的设计一般采用标准 19 吋机架式设计,根据内部配件的尺寸设计为 2U 或 4U 高度。在面板上安装相应的接口插头、插座、开关按钮等就完成了整个设备的硬件设计。

软件设计更加简单。由于采用 Win CE 操作系统,软件开发与一般 PC 机上的开发完全相同。若已有成熟可用的软件程序,只需将该程序安装在 Win CE 操作系统下即可。这种模式对于旧通信管理机的更新很适用,避免了重复劳动,也节约了研发成本,缩短了开发周期。而且,Win CE 操作系统的价格非常低。与 Windows 2000/Windows XP 操作系统的购买成本比较,几乎可以忽略不计。

从研发角度,PC-104 主板 + Win CE 操作系统模式是最佳的选择。从生产角度,PC-104 主板虽然在价格上不及 ARM 芯片有竞争力,但是与工控机比较优势明显,可作为更新换代产品。

5 结语

采用 ARM 芯片 + μ Clinux 操作系统模式,或者 PC-104 主板 + Win CE 操作系统模式各有其优缺

点。可以根据原有系统的情况,开发人员情况、开发周期等多方面因素进行选择。采用新型嵌入式系统设计通信管理机,功能更加强大、价格更加低廉,是一种性价比高的选择。

参考文献:

- [1] 李伯成. 微型计算机嵌入式系统设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [2] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [3] 徐英慧,叶建,林明. AT91 系列 ARM 核微控制器结构与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [4] 梁晓萌,刘文彬. 基于 ARM 硬件平台和嵌入式 Linux 操作系统的注塑机智能控制器的研制[J]. 机电工程技术,2006,35(2):40-41.
- [5] LIANG Xiao-meng, LIU Wen-bin. Development of an intelligent control device based on hardware platform of ARM and embedded Linux operation system for injection molding machine[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2006, 35(2):40-41.
- [6] 张晓斌,杨伟,郑先成. 基于 Vxworks 的 1553-pc104 卡驱动程序的开发[J]. 微处理机,2005,26(4):39-41.
- [7] ZHANG Xiao-bin, YANG Wei, ZHENG Xian-cheng. Development of 1553-pc104 module driver for Vxworks[J]. Microprocessors, 2005, 26(4):39-41.
- [8] 刘峥嵘,张智超,许镇山. 嵌入式 Linux 应用开发详解[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [9] 邓成中,黄惟公,万松峰. 基于嵌入式 ARM & Win CE 的小型监控系统的设计[J]. 微计算机信息,2005,21(23):47-49.
- [10] DENG Cheng-zhong, HUANG Wei-gong, WAN Song-feng. Design of small system for monitor and control based on embedded ARM & Win CE[J]. Control & Automation, 2005, 21(23):47-49.
- [11] 李长明. 基于 ARM 和 Linux 嵌入式系统的软件开发过程[J]. 工业控制计算机,2006,19(3):47-48.
- [12] LI Chang-ming. Embedded systems based on ARM and Linux the developing process of software[J]. Industrial Control Computer, 2006, 19(3):47-48.
- [13] 黄勋,唐慧强. 嵌入式平台 ARM- μ Clinux 的构建与应用开发[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2006,30(1):174-176.
- [14] HUANG Xun, TANG Hui-qiang. The research and application of embedded system based on ARM & μ Clinux [J]. Journal of Wuhan University of Technology: Transportation Science & Engineering, 2006, 30(1):174-176.
- [15] 符意德. 嵌入式系统设计原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

金丹(1978-),女,辽宁朝阳人,讲师,博士,研究方向为电力自动化(E-mail:shjindan@163.com)。

Design of communication processor with embedded system

JIN Dan

(Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200093, China)

Abstract: The communication processor, the interfacing device between communication net and monitoring units, is important in power automation system. It implements protocol conversion and interface matching, as well as data collecting. There are two kinds of design methods at present: single-chip + assembly language and industrial control computer + VC++ language. Two schemes are presented, which apply the new embedded system: ARM (Advanced RISC Machines) - chip + μ Clinux operating system and PC-104 main board + WinCE operating system. The former is cheap with better performance-cost ratio, low power consumption and small size. The later is bigger and more expensive, but easier in software/hardware design and shorter in development period. The proposed communication processor design scheme based on the new embedded system is practical with high performance-cost ratio.

Key words: embedded system; PC-104; ARM; communication processor