

基于实时多任务操作系统的通信管理机的总体方案设计及实施

牛林, 梁军, 白树忠

(山东大学电气工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 为了实现继电保护专业管理现代化, 提出了录波数据、保护信息远传的方案。针对现场实际情况, 开发设计了基于 QNX 实时操作系统的通信管理机, 在硬件结构上可以满足当前电力系统中多数智能终端单元的通讯需求; 同时, 软件的体系结构采用模块化和层次化的设计思想。实时操作系统的应用, 改变了传统软件的开发过程, 能克服顺序结构软件的缺点, 并且具有模块化高, 裁剪自如、易于扩展等特点。该通讯机的使用, 较好地解决了不同保护、录波装置的联网问题, 从整体上大大提升了电网调度运行管理水平。

关键词: 通信管理机; QNX; 动态规约库; 面向对象

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)22-0035-04

0 引言

随着变电站自动化技术的不断发展, 微型型继电保护和故障录波器等二次装置作为电网的重要组成部分, 已被各变电站广泛采用。而实现保护、录波装置的联网能够使调度中心及时、全面、准确地掌握故障情况和保护动作情况, 提高事故分析处理的速度和准确性, 从整体上提升电网的调度运行管理水平。

目前, 由于缺乏国家制定的统一标准, 造成了我国电力系统现场运行的各厂家故障录波器、微机保护装置存在通讯规约及数据记录格式不统一的情况, 故至今尚未普遍实现装置联网和数据远传。为此, 本文介绍了研制开发的通信管理机的设计与实施方案, 作为保护信息、录波数据上传通讯中的重要装置, 解决了同一调度系统接入不同录波器及各种微机保护装置的难题, 并且系统具有将来接入新型二次装置的可扩充性。该通讯机就地进行规约的转换、数据的暂存、信息的过滤记录, 把二次信息实时传送给调度主站, 同时具备必要的后台管理功能, 以方便当地的维护。

1 通讯系统的体系结构

这套通讯系统是以省为单位, 为实现全省范围内所辖变电站内的所有故障录波器及保护设备的联网, 系统采用层次化的体系结构, 共包括三个层次: 终端装置, 变电站站端系统, 调度主站。如图 1 所示, 此系统的核心就是本文介绍的已经开发研制的站端通讯管理机。

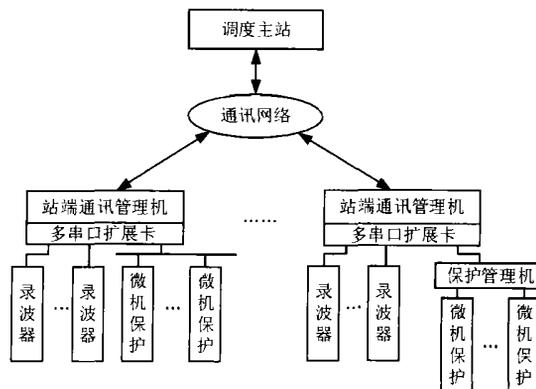


图 1 变电站系统的通信结构图

Fig. 1 Communication structure of substation automation system

1.1 管理机与现场装置之间的通信

1) 站端通讯管理机与站内的保护装置之间的通讯, 可根据现场的实际情况采取两种方案接入系统: 采用现场总线方式接入 (CAN, LONWORKS 等), 其特点是网络上各节点以多主方式工作, 无破坏性的基于优先权的仲裁, 可满足不同实时性的要求。另外, 可以通过增加一层保护通讯管理机方式接入, 保护通讯管理机与其下属保护装置采用点对点方式接入。

2) 为使故障分析报告和录波数据能够主动上发, 故障录波器与其上连的站端通讯管理机采用点对点方式通讯。根据接口的需求可采用 RS-232 等通信介质。

3) 通信格式: 由于各个厂家的故障录波器与保护装置没有统一的通讯规约, 站端通讯管理机将根

据实际现场装置灵活地向自身追加新的通讯规约而与其进行通讯。

1.2 管理机与调度中心之间的通信

调度主站与置于变电站内的站端管理系统之间通讯时,可灵活地采用多种通讯方式。

- 1) 专线通讯方式(如:一点多址的微波通道等)。
- 2) 采用 MODEM(通过电话交换网)的拨号通讯方式。
- 3) 调度主站及各站端系统均通过网络适配器接入 TCP/IP 网络实现基于 TCP/IP 通讯协议的网络互联。
- 4) 通信格式:与调度中心进行通讯时,可以采用双方事先约定的各种规约。目前,我国已经投入使用的有 DNP 规约,部颁 101 规约,部颁 103 规约,部颁 104 规约。

2 管理机的硬件结构设计

由于变电站的信息具有数据量大,实时性强,并且现场要求随时接入新型保护、录波装置,因此,通讯管理机的硬件设计具有多串口,多网络,多规约及可扩充性好等特点,大大提高了通信的速度、系统的可靠性和维护的灵活性。

该管理机采用的架构是一个带有多个通信端口的小型工控机,其核心是 PCM - 3350 系列的计算机主板,它集成了低功耗,高性能的嵌入式 Geode GX1 - 300 处理器。主板上支持 128 M 内存插槽,含有一个容量为 1 G 的电子硬盘,2 个 RS232/485 串行口,2 个 USB 接口和一个 10 M/100 M 网络口,并且具有扩展性强的 PC/104 接口和可以引出的 ISA 总线。此系统中嵌入了 1.6 s 时间间隔的 Watchdog,在指定的时间超过后可以使系统重新启动或者产生中断,这一特征保证了在无人值守的工业环境中通讯管理机的可靠性。

为了满足现场的通信要求,可对 PC - 104 主板资源进行扩充,增加多串行口卡、CAN 总线卡、实时时钟卡、显示卡。

3 管理机的软件结构设计

3.1 操作系统的选择

传统的通讯方式是用普通的 PC 机作为通讯机,用 Windows 作为操作系统平台,这种通讯方式的严重缺点是无法保证系统的实时性和可靠性,并且会经常遭受病毒的侵袭,导致通讯数据的延误和通

讯系统的阻塞乃至瘫痪。基于全方面的综合考虑,选择 QNX 实时系统作为通讯机的操作系统,它具有 Windows 所无法比拟的特性。

建立在微内核和完全地址空间保护基础之上的 QNX 实时操作系统,具有实时、稳定、可靠、强壮、模块化高、裁剪自如、易于扩展等特点。

- a. 系统的实时性:操作系统的实时性主要体现在中断延时和上下文切换延时,其时间指标都在微秒一级。
- b. 系统的稳定性:微内核加全面地址保护的结构,保证了运行系统的稳定性、可靠性和强壮性。
- c. 系统的伸缩性:通过系统裁剪,QNX 可以运行在使用 32 k 内存的深度嵌入式系统到使用 4 G 以上内存的对称多处理器的服务器系统上。
- d. 系统的扩展性:QNX 系统中应用程序与系统程序的一致性,使 QNX 的扩展变的非常容易,用户可以随时按照应用程序的方式编写系统程序,从而对系统进行个性化的扩展。

e. 系统的开放性:QNX 系统的应用程序接口完全符合 POSIX 标准,使 Linux/Unix 程序能够方便地移植到 QNX 系统上来,极大地扩展了 QNX 系统的可用资源;QNX 的开放性还表现在网络联结上,不仅支持基于 QNet 协议的 QNX 专用网,还提供了基于 TCP/IP 协议的通用网。

f. 开发系统的灵活性:QNX 提供了一整套简明、直观、高效而自足的开发系统,这套开发系统可以在自身上运行,成为实时开发方式中别具一格的自宿主平台;也可以运行于其它常见的操作系统如 Microsoft Windows、Sun Solaris 或 Linux 之上,形成交叉开发模式。

可见,选择 QNX 系统作为通讯机的操作系统平台,能够很好地满足通讯系统的实时性、安全性和可靠性要求。

3.2 系统软件设计

考虑到各个变电站的实际情况,为了解决不同保护、录波装置的接入,多种多样的数据记录格式及处理信息量大等问题,在总体方案上采用了模块化的设计思想,按功能分成两个独立的功能模块,即通讯及数据管理模块和后台管理与维护功能模块。

3.2.1 通讯管理功能模块

1) 模块机理

为了适应目前通讯规约的不统一及通讯物理接口的差别,通讯功能模块在方案设计上采用软件插件的技术以适应不同的现场设备。也就是,一种具

体设备的通讯规约用相应的动态链接库来实现,通讯功能模块通过调用不同的动态规约链接库来实现与不同设备、主站之间的通讯。

通讯管理功能模块负责完成对保护装置、录波器等设备的信息采集及分布式实时数据管理,并将数据进行相应的处理(信息分级、信息过滤、数据格式转换等)后,保存到内存中或文件中,以备上传时使用。同时完成通讯口的管理、提供当地维护及上传信息的接口功能。

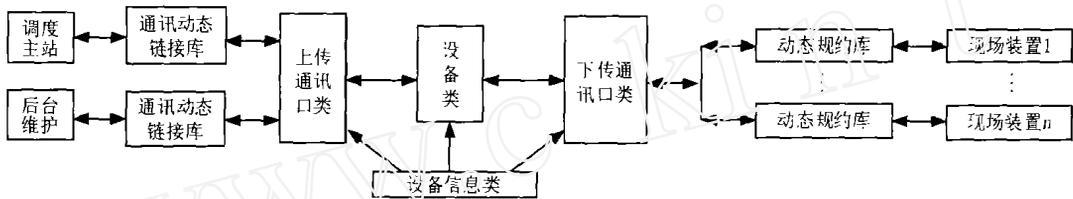


图2 各基类之间的关系结构图

Fig.2 Relationship of every basic class

a. 通讯口类 Class Ccom

该类完成通讯口的初始化,创建该通讯的工作线程,管理该通讯口设备的通讯,保存该通讯口所管理的设备信息及实时的分布式数据。对于上传的通讯口,保存所有设备的类指针,以便获取设备的数据信息,便于信息的查询及数据的上传。

b. 设备类 Class Cdevice

该类保存设备的所有数据及通讯报文,并封装对数据处理的各种操作。设备类中包含设备的数据类,如 Class CYX(遥信类),Class CYC(遥测类)。它相当于一个上传虚拟设备,调度端需要的遥测、遥信、SOE 数据可以直接从虚拟设备中提取,而不必下发召唤数据命令到下部单元,这大大提高了通讯效率。

c. 设备信息类 Class CdeviceMes

该类保存所有设备的数据配置信息,并封装对信息查询的各种操作。

3.2.2 后台管理与维护功能模块

由于变电站子站的主要功能是完成可靠的通讯功能,且大多数变电站都是无人值守变电站,因而当地功能显得并不重要。基于以上原因,后台与维护功能不运行在通讯管理机上。必要时可通过笔记本电脑与通讯机连接,完成数据的上传、下载,配置信息的维护等功能。通讯方式采用客户/服务器模式。

1) 后台维护模块功能

a. 系统配置:完成通讯配置、设备配置及相应

2) 软件实现

系统设计采用面向对象的设计方法,以抽象数据类型为基本数据结构,同时采用多线程机制,线程之间的同步及数据共享采用互斥及事件的方式。由对象和对象之间的关系构成基本的软件体系结构。程序编码采用面向对象的编程语言,提高代码的可维护性和可重用性。程序中设置如下基本类用以实现通讯,各基类之间的关系如图2所示。

的设备信息配置,同时建立名称库,以显示设备及相应的信息的名称。

b. 保护信息的查询:可按设备、时间或测控点查询相应的历史记录信息(数据、事件、操作记录等)。

c. 录波波形的显示及分析:系统提供一个强大的波形分析工具,具有谐波分析、故障量的计算和相位显示等功能。

d. 通道测试:主要是为了现场调试的方便,可对任意装置进行通讯测试,并以通讯原码的方式显示发送及接收信息,同时给出通道的通讯时间。

2) 软件结构

a. 通讯模块:通过串口或 Socket 和通讯机建立连接,提供接口完成规约设计的功能,由一个通讯基类和两个子类实现。与分站机的通讯采用主从问答方式。

b. 人机界面:按照树结构分级列出分站所有端口,每端口连接一个或多个设备,端口或设备具有右键弹出操作功能。可以查询现场每种装置的配置、属性、操作、动作行为等信息。

c. 配置信息管理:和通讯机采用相同的管理类,每一种装置定义一种文件格式,每个装置设备对应一个文件,该文件中包含此装置设备的所有信息。

4 设计特点

1) 系统的独立性:通讯采用动态规约链接库的

方式,一台装置的故障不会影响其它装置的正常通讯,同时该系统与原有的保护系统相互隔离,互不影响,保证了系统的可靠性。

2) 系统的灵活性:采用该方案可以与任意的通讯物理接口、任意的保护装置、录波器及其它采集装置通讯。

3) 系统的易用性:只需通过适当的配置即可满足现场的要求。

4) 系统的容量:本管理机所管理的装置的多少原则上只受通讯物理接口标准的限制及所配置通讯设备的限制,数据存储只受电子硬盘大小的限制。

5 结论

该通讯管理机自投入运行以来,从现场调试结果看,系统的设计是成功的,能够完成部颁规程规定的技术要求,程序运行稳定、可靠。整体设计所采用的先进的层次化和组件化的设计思想,解决了系统对多种通讯规约,多种非标准数据记录格式的兼容问题。可以单独定制并可动态组装的组件保证了在系统不需要任何改变,甚至不需要停止运行的情况下,可以接入新的保护、录波装置,支持其非标准数据格式。这正是此通讯管理机真正实用化的所在。

参考文献:

[1] IEC 60870 - 5 - 101, Telecontrol Equipment and Systems Part5 Transmission Protocols Companion Standard for Basic

Telecontrol Tasks[S].

- [2] IEC 60870 - 5 - 103, Telecontrol Equipment and Systems Part5 Transmission Protocols Companion Standard for the Informative Interface of Protection Equipment[S].
- [3] Kanata, Ontario. QNX Neutrino Realtime Operating System — Programmer's Guide[Z]. Canada: QNX Software Systems Ltd, 2002.
- [4] 徐立子(XU Li-zi). 变电站自动化系统的分析和实施(Analysis and Implementation of Substation Automation System)[J]. 电网技术(Power System Technology), 2000, 24(5):25-29.
- [5] 徐立子(XU Li-zi). 再论变电站自动化系统的分析和实施(Re-discussion on Analysis and Implementation of Substation Automation System)[J]. 电网技术(Power System Technology), 2001, 25(9):12-15.
- [6] 张雄伟,曹铁勇(ZHANG Xiong-wei, CAO Tie-yong). Dsp芯片的原理与开发应用(Theory and Application of Dsp Chip)[M]. 北京:电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000.

收稿日期: 2004-03-03; 修回日期: 2004-05-11

作者简介:

牛林(1980-),男,硕士研究生,主要研究方向为变电站自动化系统;E-mail: niulin@mail.sdu.edu.cn

梁军(1956-),男,教授,现从事电力系统运行与控制方面的教学与科研工作;

白树忠(1965-),男,讲师,现从事变电站自动化方面的研究。

Design and implementation of communication manager based on real time multi-task operating system

NIU Lin, LIANG Jun, BAI Shu-zhong

(School of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: In order to realize the modern administration of relay protection, this paper presents a plan for realizing remote transmission of recorded data and protective information. To the actual situation, a communication manager based on QNX RTOS (Real Time Operation System) is developed. Its hardware structure can satisfy the communication requirements of most intelligent terminal units, while the modular and layer structure of the system software is used in design. The application of RTOS has changed traditional development and can overcome the disadvantages of sequentially structural software. RTOS has some unique characteristics, such as high modularization, freely cutout and easy extensibility. The present state of the operation and management of dispatching automation has been highly promoted because the use of communication manager can solve the networking scheme of microprocessor based different protections and fault recorders.

Key words: communication manager; QNX; dynamic protocol link libraries; object-oriented