

# 变电站自动化中的高性能 RTU 装置

雷 军, 袁荣湘

(中兴通讯监控开发部, 广东 深圳 518004)

**摘要:** 变电站自动化的基础是提供现场数据采集及监控支持智能电子设备 (IED), RTU 是最基本的 IED, RTU 的性能与整个变电站自动化系统的性能息息相关。介绍了 ZXS10 变电站自动化系统中 SM300 的基本结构和采用的先进软、硬件技术, 表明了该种 RTU 设备的良好性能。

**关键词:** 远方终端单元; 变电站自动化; 微机应用

**中图分类号:** TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)01-0044-03

## 1 引言

随着计算机技术、通讯技术和电子技术的迅猛发展, 电力系统自动化程度也日益提高。变电站在电能的生产、传输、应用过程中, 占有非常重要的地位, 而变电站自动化系统在变电站的改造和新建中得到了普遍的应用。从变电站自动化发展来看, 可以分为集中控制型、分布分散型、分散网络型三个阶段, 其中的远方终端单元 (RTU: Remote Terminal Unit) 的性能也随着变电站自动化的发展而不断完善。本文介绍变电站自动化系统 ZXS10 中高性能 RTU 装置 SM300 的技术与性能。

## 2 RTU 的发展特点与要求

变电站自动化的 RTU 直接监测和控制变电站的一次设备, 它具有监测量大, 工作环境恶劣, 要求可靠性高等特点, 随着技术的进步及变电站自动化系统本身发展的需要, 现有的 RTU 有如下的几个特点和要求:

(1) 用交直流实时采样和计算代替了传统的变送器的测量方式, 测量精度和可靠性方面都有根本性的提高;

(2) 随设备分层分散式布置取代控制室内集中式配屏。从而节约了成本和空间, 同时对自动化系统的 RTU 等设备提出了较高的要求, 如要求能适应宽的温湿度范围和抗强电磁干扰、防腐能力等;

(3) 采用少量的通信电缆 (或光缆) 取代了大量的信号电缆。由于面向现场对象与集中布置的区别, 所以控制室内和现场之间的联系变成了通信联系。这样不仅节约了电缆和用地, 还大大减少了施工、安装和调试的工作量, 提高了可靠性和可维护性, 但同时系统装置的通信方式提出了更高的要求。

## 3 系统设计

根据 RTU 的发展要求, 采用先进的软、硬件技术, 研制了基于 32 位嵌入式 CPU 的新一代 RTU 装置 ZXS10-SM300。该产品无论从技术的先进性、可靠性和灵活性方面都达到了一个新的阶段。ZXS10-SM300 采用插件式结构, 其插件布置如图 1 所示:



图 1 ZXS10-SM300 插件示意图

系统采用模块化设计思想和 6U 标准插箱结构, 单板的种类根据其功能分解, 如图 1 所示, 电源板是为机箱上的各单板提供电源, 整个系统的数字电源、模拟电路电源、和控制回路电源都是独立的回路, 增加了系统的可靠性。功能板可分为遥测板、遥信 (脉) 板、遥控板等几种类型。遥测板完成交直流模拟量的输入, 每块板提供三条交流线路的电压、电流输入和六个直流量输入。遥信 (脉) 板完成 16 路开关量或者脉冲数字量的输入、信号隔离和传送, 以及信号指示等功能。遥控板提供 8 路继电器分、合的控制输出, 为保证系统可靠性, 板上采取特殊的三级闭锁电路以防止遥控误出口, 使控制准确率达到百分之百。主处理板为整个系统的核心, 一方面它要配合功能板完成采集、测量、计算和控制等功能, 还要通过通信网络进行相应协议的解释和数据的传输等通讯功能。整个系统功能完善, 标准结构, 既可集中组屏, 又可分散安装, 且功能板的插槽位置可以根据用户实际需求任意插入相应类型和数量的功能板。真正最大限度地为用户提供方便、安全、可靠和

经济的服务。

#### 4 硬件技术

系统中的核心主处理板的组成结构及相关信号流向如图 2 所示:

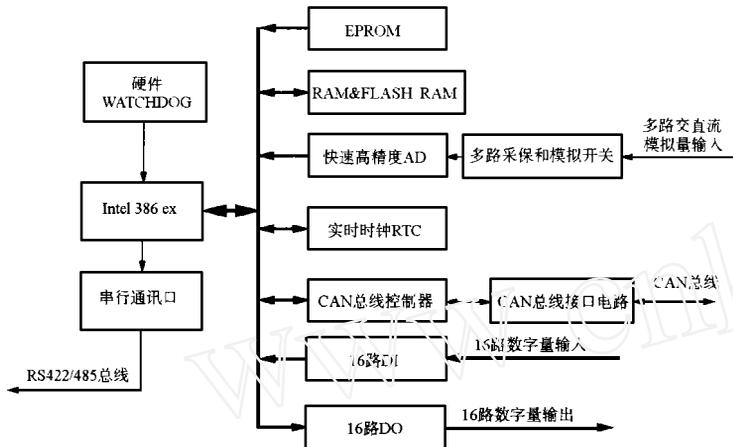


图 2 ZXS10-SM300 主处理板电路结构图

计算机技术在 RTU 的应用是从 Z80、MCS-51 单片机开始的,后来 8098、80196、8086 等一系列 CPU 大规模应用在 RTU 中,现在性能价格比越来越高的 CPU 也开始应用在 RTU 中,经过性价比的选择和可靠性的考虑,我们采用 32 位的嵌入式工业级 Intel 386™ EX 来组成自己的系统。Intel 386™ EX 嵌入式微处理器是一个高度集成的,为嵌入式控制应用而优化的 32 位全静态 CPU。它具有 16 位外部数据总线,26 位外部地址总线和 Intel 的系统管理模式 (SMM),Intel 386™ EX 嵌入式微处理器给嵌入式系统带来了 Intel 386 体系结构的巨大软件库,它以 16 位硬件系统的低成本提供了 32 位程序的运行效果。微处理器里集成了一些外围功能的电路,主要有:时钟和电源管理单元,片选单元,中断控制单元,定时器控制单元,看门狗定时单元,异步串行 I/O 单元,同步串行 I/O 单元,并行 I/O 单元,DMA 和总线仲裁单元,刷新控制单元,JTAG 依从的逻辑测试单元。有工作电压低,功耗低等优点,开发仿真系统支持 BC、VC 等高级语言,底层软件的开发、调试和维护都方便。

电力系统中环境恶劣,通讯点多而散,而且是双向通讯。变电站内部采用何种通讯介质和通讯网络对系统的可靠性和可行性起着非常重要的作用。从通信网的可靠性及其以后发展的趋势来考虑,我们选择了 CAN 总线,CAN 总线是工业现场总线中的一种,是德国 BOSCH 公司为解决现代汽车中众多的控

制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种串行数据通信协议,它是一种多主总线,通信介质既可以是廉价的双绞线,又可以是同轴电缆和光导纤维。通信速率可达 1Mbps。CAN 协议最大的特点是以数据块的编码替代传统的站地址编码,所以通讯网络内节点个数可以不受限制。而且其数据段的字节数长度不大于 8 个,所以每一帧的数据占用总线的时间很短,而且加上优先级的设定、CRC 校验等可保证通信的实时性和可靠性。

#### 5 软件设计

在计算机的应用中,硬件仅仅是一个重要的组成部分,而软件更是提高系统的性能和可靠性的关键部分。ZXS10-SM300 的底层软件主要组成模块如图 3 所示。

整个系统需要完成的任务比较复杂,有数据的采集和计算、各种通讯网络的通讯以

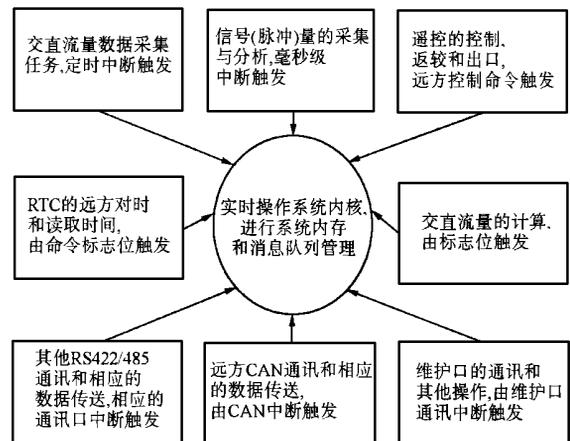


图 3 ZXS10-SM300 软件的主要组成模块及数据的传送等,ZXS10-SM300 软件有如下几个特点:

(1) 采用嵌入式实时操作系统,彻底改变传统的轮询加中断工作方式,采用任务队列和消息机制工作模式,使 CPU 的高性能得以发挥,同时使系统的调试、可维护性和可靠性得以很大的改善。

(2) 交直流实时采样的计算采用均方根算法。其在流行的算法中,测量精度有其独特的优势。由于我们采用了高速的 ADC,而 386EX 的处理速度快,所以在每周波 32 点采样的情况下,既能满足实时要求,又可以使测量精度在 0.2% 以内。

(3) 整个系统中的底层软件可以通过本地的维护口和远方的通信网络进行下载,不用关闭工作电

源进行软件维护和软件升级,同时单板软件可以对芯片进行自动监测和故障定位。使系统的故障定位能力大大提高,方便了维护人员。

## 6 结语

ZXS10-SM300 远动终端单元采用先进的硬件和软件平台,把计算机的发展水平和电力系统有机地结合起来,并根据变电站自动化的发展趋势和特点,为用户提出了一种技术先进,可靠性高的变电站远方终端系统。

### 参考文献:

[1] Intel Corporation. Intel386™EX Embedded Microprocessor

User's Manual. Intel Corporation, 1996.

- [2] 程明, 金明, 李建英, 刘远龙. 无人值班变电站监控技术. 北京: 中国电力出版社, 1999, 1.
- [3] 郭宽明. CAN 总线原理和应用系统设计. 北京: 航空航天大学出版社, 1996, 11.

收稿日期: 2000-04-03

作者简介: 雷军(1973-), 男, 硕士, 主要从事电工技术、计算机在电力系统中的应用等方面的研究、开发工作; 袁荣湘(1965-), 男, 博士, 主要从事电力系统自动化、继电保护的研究、开发工作。

### Advanced RTU device in substation automation

LEI Jun, YUAN Rong-xiang

(ZTE Corporation, Shenzhen 518004, China)

**Abstract:** Substation automation systems are integrated by some intelligent electronic devices. RTU is the basic component. The performance of substation automation system ties up with their RTUs. In this paper, the structure, software and hardware of SM300 in ZXS10 are described. It shows that the SM300 has advanced performance and high reliability.

**Keywords:** RTU; substation automation; microcomputer application

(上接第 28 页) 差保护所需电流互感器多,已经注意到裂相横差保护的灵敏度高于单元件横差保护,但两套单元件横差保护与不完全纵差保护( $N=1$  或 2)的结合,已可能弥补此缺点(另文讨论),何况还可有发-变组的不完全纵差保护作为发电机内部故障的第 3 套主保护(它主要是变压器的主保护)。

(3) 纵差保护只采用  $N=2$  的不完全纵差,与单元件横差的 2-1-2 组合相协调,可不再配备完全纵差保护。

根据以上讨论,提出发电机-变压器内部故障主保护总体配置方案如图 1 所示,图中同时表明这些保护相关的电流互感器的数目和安装位置。这种主保护总体配置方案保证了发电机、变压器及其连线任一点发生短路时总有两套及以上主保护能灵敏动作,迅速跳开发-变组高压断路器。

作,迅速跳开发-变组高压断路器。

### 参考文献:

- [1] 王维俭,徐振宇,王祥珩.再论发电机不完全纵差保护的设计.电力自动化设备,1999(5):1~7
- [2] 屠黎明.同步发电机定子绕组内部故障分析方法及其应用的研究.东南大学博士学位论文,1999.12.

收稿日期: 2000-09-05

作者简介: 王维俭(1930-),男,教授,博导,长期从事大机组保护的教学与研究; 桂林(1974-),男,博士研究生,从事电机的内部故障及保护的研究; 王祥珩(1941-),男,教授,从事电机工程的教学与研究; 张学深(1964-),男,硕士,高工,从事主设备保护方面的研究与设计工作。

### A comprehensive survey of the main protection scheme for Three Gorges hydraulic power plant generator No. 1 at internal faults

WANG Wei-jian<sup>1</sup>, GUI Lin<sup>1</sup>, WANG Xiang-heng<sup>1</sup>, ZHANG Xue-shen<sup>1</sup>

(1. Tsinghua University, Beijing 100084; 2. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** For phase-to-phase and turn-to-turn S/C, analysis and calculation added up to 11490 faults have been made for Three Gorges hydraulic power plant generator No. 1, combined with simple element transverse differential protection, split-phase transverse differential protection, incomplete and complete longitudinal differential protection. Based on sensitivity calculation, the main protection scheme of internal faults for this generator is proposed in this paper.

**Keywords:** Three Gorges hydraulic power plant; generator; internal faults; main protection