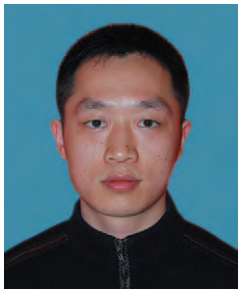
嵌入式配电所综合信息管理子站方案设计

针对配电所实现无人值守、集中监控后现有远动子站对继电保护缺少足够的信息采集，成为配电系统安全运行隐患的现状，提出一种集远动保信为一体的嵌入式配电所综合信息管理子站的技术实现方案，在满足实现现有远动功能的同时，实现了保护相关信息报文采集、定值操作及故障录波文件读取等功能，对保护定值、软压板、装置复归及读取故障录波等远方操作控制，达到了配电所子站功能集成化配置、高性价比的应用需求，该子站系统的开发成功，大大减轻了配电系统运行维护的工作量，实现了配电网安全稳定运行的要求。

何峻[1] 张太勤[2] 冉恒[3] 宿晓岚[1]/1. 国网重庆市电力公司市区供电分公司
2. 重庆新世纪电气有限公司 3. 重庆大学电气工程学院



何峻/工程师

关键词/Keywords
综合信息子站·
数据交互·
Vxworks操作系统·

0 引言

目前配电所大多采用无人值守、集中监控的运行方式，一个集控中心常需要监控十几到几十个配电所，配电所远动子站作为连接集控中心与配电智能终端的关键设备，在配电自动化系统中其作用至关重要。但目前由于配电所远动子站功能及资源十分有限，仅能采集微机保护装置很少几个开关量出口作为动作信息上传给集控中心监控系统，而配电网的运行方式经常会根据负荷进行调整，运行人员不断派去各个配电所执行对保护装置的软压板投退、定值切区、定值查看与修改、信号复归等操作，这就加大了运行维护的工作量，耗费了大量的人力物力，增加了操作的安全隐患，不利于配电网安全、高效且可靠运行。

在变电站按监控及保护系统分别配置了远动子站和继电保护信息管理子站，保护及故障信息管理系统只与保护装置及故障录波器等保护相关通信，监控系统分别与监控装置、小电流接地选线和集中式电压频率紧急控制装置等通信。然而在配电所，保护测控一体化装置一般通信接口有限，在同一个通信接口上既传输保护信息，也传输远动信息，显然变电站的投资高，通信网络复杂，双子站的配置模式不适合配电所的需要。因此迫切需要一种适合于与保护测控一体化装置通信的集远动子站功能与继电保护及故障信息系统子站功能为一体的子站设备。

1 系统设计目标

本文研究一种集远动保信为一体的嵌入式配电所综合信息管理子站（后称综合信息子站），按不同的通信方式既实现 “三遥”功能与集控中心远动系统通信，又实现继电保护信息管理子站功能与集控中心继电保护及故障信息管理系统通信，对配电所内保护装置的软压板投退、定值区切换、定值查看与修改、保护信号复归等操作，无需到现场更改定值、投退软压板和复归信号，既节省了人力，又能保证定值更改等工作的安全性、高效性。对配电系统安全运行、快速隔离故障及缩短停送电时间产生积极深远的影响。

综合信息子站作为构成集控中心远动系统及保信系统在站所层的子系统，采用嵌入式硬件系统的设计思想，具有数据汇集和转发、数据缓冲及预处理、屏蔽设备的多样性、通信自检及远程维护、网络校时和就地调试等功能[1]。其主要设计目标如下[2]：

（1）作为客户端，需要与配电所内所有保护测控装置、小电流接地选线装置、电能集抄器及智能直流屏等智能设

中国知网 https://www.cnki.net

备通信，一般采用电以太网接口、RS-485接口和CAN通信口等通信接口，采用IEC60870-5-102电度表通信协议、IEC60870-5-103继电保护通信协议及MODBUS-RTU通信协议。

（2）作为服务端，需要与远动主站系统、保信子站系统、预留的当地监控主机及维护主机通信，一般采用电以太网、光以太网口通信接口，采用IEC60870-5-104远动通信协议、IEC60870-5-103继电保护以太网通信协议、MODBUS-TCP协议。如图1所示。

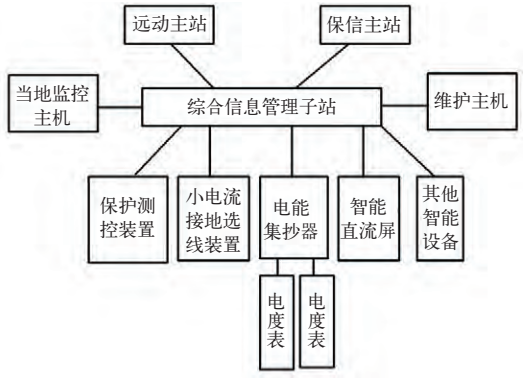


图1 综合信息子站通信架构图

（3）采用2U *19”标准标准机箱，可方便安装于DTU机柜上。

（4）装置采用低功耗器件及自然散热方式，无需强迫风冷，从而提高可靠性。

（5）支持220 V交直流冗余工作电源设计，从而提高可靠性。

（6）所有的通信端口均采用光电隔离、防浪涌设计及自恢复电路，避免硬件受外界电磁干扰，端口万一受到意外干扰，监测到接收发送缓冲器溢出立即自动复位端口，。

（7）可扩充性。根据需要通过内部总线minISA，可扩展各种标准的串口、CAN口及电网口。

2 硬件平台设计

综合信息子站系统的硬件设计应当具有多个串口、多种网络、多种规约、可扩充性好、可靠性高、实时性高和易于维护等特点。综合信息子站硬件结构如图2所示，硬件设计采用组件化设计方法，整个硬件分为CPU及miniISA总线控制组件、光以太网组件、电以太网组件、RS232/485通信组件、CAN通信组件和人机界面组件[3]。

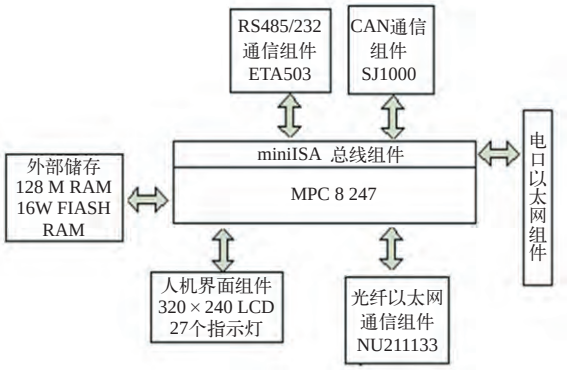


图2 综合信息子站硬件结构图

CPU及miniISA总线控制组件用来解析、处理通信数字信号，CPU与外部存储器，光纤以太网通信组件及人机界面组件相连，CPU通过miniISA总线与RS485/RS232通信组件,CAN通信组件及电口以太网组件相连。本装置在使用时，保信主站或远动主站下行的通信信号通过光纤以太网通信组件送至CPU，主CPU接收到通信信号进行处理一并按照通信信号指令要求通过RS485/232通信组件、CAN通信组件及电网口通信组件下发通信指令至外部智能通信装置，配电所智能终端的通信数据的通信数据经过RS485、CAN等通信组件送至主CPU，主CPU接收到外部的通信信号进行处理后将信息反馈至人机界面组件，并将信息送至以电太网通信组件及光纤传输组件，上行保信主站或远动主站。

2.1 CPU及miniISA总线控制组件

本装置的主CPU选用飞思卡尔MPC8247系列处理器，MPC8247集成PowerPC 处理器适用于那些对成本、空间、功耗和性能都有很高要求的应用领域。该器件有较高的集成度，从而降低了系统的组成开销。高集成度的结果是简化了电路板的设计，降低了功耗并加快了开发调试时间。这种低成本多用途的集成处理器选型是路由器、接线器、网络存储应用和图像显示系统的基本要求。除具有体积小、功耗低、成本低和性能高等优点外，应用于通信管理机还具有一些独特优势。

中国知网 https://www.cnki.net

（1）强大的通信功能。MPC8247开发组件集成了128 M 的SDRAM 以及16 M 的FLASH，为用户的软件研发提供了足够的空间。该芯片具有体积小、耗电低、处理能力强和网络功能强大等特点。通过miniISA总线可扩展5个10/100 M电以太网端口、3个光以太网口，还可扩展8路的UART口（可用作串行RS485通信接口），2路CAN通信接口。

（2）指令执行速度快。支持频率为266－400 MHz－单独的16字节的数据和指令高速缓存，指令执行速度快。

2.2 外部存储

外部存储组件由FLASH和SDRAM构成，FLASH采用的是1片16 M的JS28F128J3D－75，SDRAM采用的是4片32 M的HY57V561620CTP-H。

2.3 电以太网组件

以太网通信组件主要由以太网通信芯片DP83640、网络变换器HR601860及标准以太网接插口HR901110A组成。

2.4 光纤以太网组件

光纤以太网组件主要由1个光纤传输接插口NU211133组成。

2.5 RS485通信组件

RS485通信组件主要由RS485扩展组模芯片ETA503,RS485通信传输电路组成。其中每个RS485通信传输电路由高速通信光隔HCPL-0601、RS485协议转换芯片MAX485组成。

2.6 人机界面组件

人机界面组件主要由高速通信光隔HCPL－0601、RS232协议转换芯片MAX232E、信号指示灯及其接口电路组成。

3 操作系统

针对配电所综合信息子站可靠性和实时性的要求，一个成熟且稳定的操作系统是子站系统关键技术环节之一。Vxworks是一个成熟、稳定且高效的网络操作系统，其高性能的内核以及友好的用户开发环境，在嵌入式实时操作系统领域占据一席之地。它以良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空和航天等高精尖及实时性要求极高的领域中，由于其内核源代码不对外公开，具有很高的安全性，可以满足电力系统通信网关的信息安全性要求，丰富的调试、仿真环境和工具方便程序查错及分段调试。基于上述原因，综合信息子站采用基于Vxworks嵌入式实时操作系统为基础平台。

4 软件平台设计

（1）综合信息子站软件构架如图3所示，分为硬件驱动层、操作系统及嵌入式内存数据库层、协议解析与封装层、应用功能组件层共4层。外设硬件驱动层主要完成基于Vxworks的RS-485、CAN、以太网、USB和miniISA驱动；Vxworks操作系统完成系统中断的处理及任务的调度。

图3 综合信息子站软件架构图

（2）嵌入式内存数据库层是综合信息子站的数据交互核心，主要完成满足功能组件及协议解析与封装需要的数据存储、读取、检索和映射。

5 功能组件设计

（1）模入组件定时驱动模式对下按各通信端口配置的通信协议访问方式进行遥测变化量的实时采集及扫描越限报警信息，对上按各通信端口配置的通信协议访问方式进行模拟量变化量上传。开入组件定时驱动模式对下按各通信端口配置的通信协议访问方式进行遥信变化量的实时采集，按事件驱动模式相应开关量变位报警信息，对上按各通信端口配置的通信协议访问方式进行开关量状态量及变化量上传。

（2）遥控量组件按照事件驱动模式响应并按下按各通信端口配置的通信协议访问方式转发远动主站对配电所各智能终端的断路器等遥控设备进行控制操作命令，产生预操作—返校—执行的

中国知网 https://www.cnki.net

控制过程。

（3）远动告警组件按照分类产生模入量越限告警、开入量变位告警、遥控量失败告警和事故总告警等信息。

（4）系统校时组件主要完成装置B码信号解析、装置接收上级主站基于SNTP网络校时广播命令以及装置界面的时钟设置对与本子站通信的下级智能终端按不同通信协议进行广播校时，并读取校时前后的时钟信息比较，输出校时成功失败信息，每经历一个校时周期，实时监视各智能终端本地时钟运行误差，发出异常告警信息。

（5）定值转发组件，按事件驱动方式响应保信主站对各智能终端的定值列表召唤、定值组切换、软压板控制命令及数据转发作相应的CRC校验，定时驱动模式下响应保护定值校验检查任务，运行定值校验异常时，应向保信主站转发相应告警信息。

（6）按事件驱动模式相应保护测控装置动作报文信息，对上按保信主站通信端口配置的通信协议访问方式进行按照信号异常告警类、控制操作类、保护动作类和自检告警类进行动作报文上传。

（7）录波报文在保护装置中一般按照文件形式存储，子站按定时驱动模式对保护测控装置读取是否有新报文产生的标志，对上按保信主站通信协议访问方式进行新报文标志上传。保信主站根据相应召唤模式，按FTP方式召唤录波报文，该功能组件响应各智能终端存储器存储状态及容量监视，防止数据溢出或存储器失效。

（8）功能配置组件。通过调试工具软件下载相关配置文件，完成远动保信一体化子站的功能配置、通信规约点表及映射规则配置等。

（9）人机界面组件主要完成通信状态监测、通信报文诊断和时钟等相关参数配置与设定。

（10）系统自检组件采用时间驱动模式，定时触发各配置使用的端口收发送缓冲区、通信状态、通信中断恢复时间、次数监测、丢包率及误码率统计、装置工作电源状态及GPS组件B码误码率状态等。

6 保信业务关键流程

6.1 远方切换定值区

远动保信子站通过遥测命令读取目标保护测控装置的当前运行定值区条目值，装置通过通信协议的通用分类的写命令将“装置运行区号”的条目值改为目标定值区条目值（目标定值区范围一般设置为1～12），其间经过预操作－返校（返回保护装置地址及当前运行定值区条目）－执行过程完成保护装置定值区的切换操作，操作成功则向远动装置发送通用分类数据的肯定认可，否则发送否定认可[4]。

6.2 远方投退软压板

保信主站通过远动保信子站采用通用分类服务读取命令读取相应保护测控装置的软压板状态信息，采用通用分类服务带双点信息的写命令进行软压板投入退出的状态修改。其间同样经过预操作－返校（返回保护装置地址及当前压板状态）－执行过程的软压板的投退操作，操作成功同样向远动装置发送通用分类数据的肯定认可，否则发送否定认可。

6.3 远方复归装置信号

保信主站或远动主站通过遥控命令向子站发出信息总复归指令后，子站再向所内保护测控装置广播发送复位指令来复归保护装置信号。

参考文献

[1] 陈杰，杜伟春，王振岳，等. 基于嵌入式技术的工业通信管理机的开发及应用[J]. 电力系统保护与控制，2010.

[2] 陈霞，韩国政.通信管理机的设计和功能实现[J]. 电气化铁道，2009.

[3] 赵琦，姚庆梅.基于ARM及嵌入式操作系统的通信管理机[J]. 山东建筑大学学报，2009.

[4] 夏敏.基于远动和保信装置的继电保护远方控制方案[J]. 电工技术，2013.

（收稿日期：2015－05－26）EA

作者简介

何峻（1978-），男，硕士研究生，工程师，电网继电保护运行管理与整定计算。

张太勤（1966-），男，硕士研究生，高级工程师，研究方向：配电自动化。

中国知网 https://www.cnki.net