

铁路变配电所监控系统的设计与实现

本文介绍了合肥新客站10KV配电所计算机监控系统的总体结构和面向对象的设计实现,并讨论了系统采用的关键技术,最后对系统进行了简单评价。

合肥工业大学计算机网络系统研究所 石波 蒋俊杰 潘若愚

引言

目前铁路上广泛使用的变配电系统以电磁式继电保护和晶体管继电保护两种方式为主。电磁式继电保护是应用电流继电器、电压继电器、时间继电器、瓦斯继电器、重合闸继电器等各种继电器实现过电流、速断、过电压、低电压、重合闸、瓦斯、差动等保护,其动作时间的整定由时间继电器实现,动作信号输出由信号继电器实现,各类事故和故障信息由信号灯显示;晶体管继电保护是在一次PT、CT的二次再设一级电压、电流变换器,该级变流、变压器二次形成的电压,经整流、滤波得到与PT、CT一次值成比例的直流电压,利用二极管、三极管的导通、截止特性,实现对电压、电流变化定值的检测和控制。

这两种方式的保护具有可靠性高、稳定性好、使用寿命长等优点。但这两种保护方式的配电所均需要值班人员24小时不间断地监视仪表、信号,巡视设备,定时人工记录有关运行参数,人工计算、分析、填写技术报表等。当变配电系统发生故障或事故时,需人工判断后进行相应的电气操作,人工记录并汇报上级调度等。因此,原有这两种保护方式突出的缺点是:占地面积大,技术经济性能不合理,劳动生产率低,改造、扩展和维护不方便,与管理层的接口差,功能设计不灵活等。这种落后的生产方式已严重影响和制约了铁路系统变配电所的自动化和现代化水平,因此,应用新技术、新方法改变变配电所的落后生产方式已成为铁路系统发展的必然。

另一方面,随着科学技术的发展,特别是微电子、计算机、网络通信技术的迅速发展和普及应用,逐步形成了“生产现场工控潮流”和“信息管理网络化的发展趋势”,因此设计实现变配电所保护、监控和管理一体化的计算机网络集成系统,将变配电所中所需的控制、保护、测量、中央信号、自动化装置、报表生成、事故记录、通信和技术业务管理等全部由计算机系统集中处理,实现

变配电所综合自动化,具有坚实的技术基础和广阔的社会需求。

合肥新客站10KV配电所计算机监控系统是合肥工业大学计算机网络系统研究所受蚌埠铁路分局合肥水电段委托,在大量的调查研究基础上开发的。系统采用一至两台工控机和一至多台管理机组成一个计算机通信网络对变配电所进行综合控制和管理。工控机进行实时数据采集、处理和输出控制,采用两台工控机时,两台工控机互为实时备份;多台管理机完成变配电所的实时数据显示、计算和日常事物管理工作;工控机和管理机之间通过以太网或RS232进行数据的实时通信。

系统结构

合肥新客站10KV配电所一次接线结构为:两路电源同时供电,单母线分断运行,两路电源互为备用,母联自投。系统共有36面高压柜、21组断路器、8组PT、2个所用设备、2路电源、1组母联、8路馈出、4路贯通馈出、2路电容、4组PT、2路所用、2路贯通自闭调压、2路贯通自闭联络。根据变配电所功能需求、应用环境及要求,我们采用一个计算机网络通信系统来实现变配电所监控、管理功能,如图1所示。

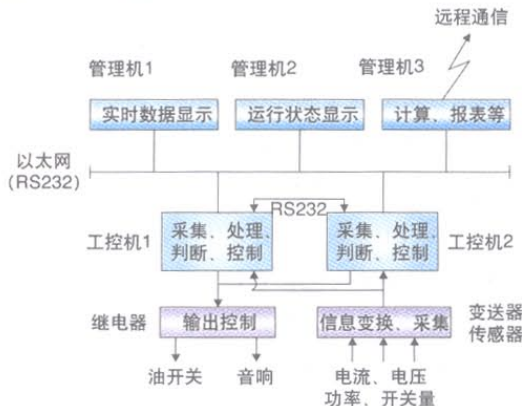


图1 变配电所计算机监控系统结构图

从图中可以看出, 整个系统采用集中式的控制管理方案, 由于变配电所一般集中在—层楼内, 采用集中式是方便可行的。通过一个计算机网络, 多台计算机分工、协作共同完成对系统的监控、管理以及远程通信能力。

本系统主要的组成部分包括:

(1)变送器或传感器。将电流、电压、功率以及有关的开关状态量转换成标准的 $0 \sim 5V$ 信号, 通过采集卡送入工控机。我们通过比较, 选用西南自动化研究所的电流、电压、功率变送器。对于有关开关状态量的采集是通过有关开关触点外加 $5V$ 开关电源实现的。

(2)工控机。工控机是实时控制系统的核心, 上面运行系统的核心监控软件。本系统采用一至两台工控机集中进行信息采集、处理、判断、输出控制以及与管理机相互通信。在可靠性要求比较高的应用环境下, 采用两台工控机互为备份的方案, 即两台工控机同时采集信息并进行相关处理, 其中有一台工控机只作为备份, 不进行控制输出, 当主控机出现故障时, 备份机自动转为在线控制机。两台工控机通过RS232(或网络)进行相互状态检测。本系统采用威达工控主机、32路隔离采集卡ISO AD_32L、32路输入32输出的DIO板P32C32。

(3)管理机。管理机分担工控机的负荷, 其主要任务是接受工控机传来的信息、执行有关系统状态实时数据显示、报表生成等后台管理操作, 并可以通过网络向工控机下达控制命令。本系统采用一至多台计算机进行后台管理。若采用一台管理机, 各状态画面和功能实现只能通过菜单切换来体现。若采用多台机可同时显示、执行不同功能的程序。在合肥新客站配电所, 采用三台IBM P II作为管理机, 分别实现实时数据显示、二次状态图显示、各种报表和远程通信等后台管理功能。

整个系统若采用超过两台计算机时, 一般通过以太网进行信息的传递; 若只有一台工控机一台管理机, 可采用RS232通信协议进行信息交换。

(4)远程通信。为最终实现变配电所无人值守的目标, 系统提供了远程通信的能力。通过电话网, 将变配电所中的管理机与远程调度室的计算机连接起来, 将配电所监控系统中的检测数据和状态信息传递到远距离调度室的计算机, 进行远距离检测。调度室计算机也可向配电所的计算机监控系统发控制命令, 进行有关供电调度操作。

关键技术

(1)现场综合控制模型。目前, 工业现场控制模型大

致分三种: 分散控制、集中控制和综合控制。分散控制是采用单片机独立采集和控制, 利用网络通信进行信息集中管理; 集中控制是将所有的信号采集进入工控机, 由工控机进行集中处理和控制在两者基础上, 应用计算机网络等最新技术对控制对象系统进行综合控制和管理, 并进而构成更大范围的网络监控系统。不同的控制模型其系统的结构和实现有很大的差别, 系统的性能和可靠性设计也有很大的差异。根据变配电所的控制对象的特征和要求, 研究实现适合变配电所的控制模型对于计算机监控系统是一个关键的技术。

由于变配电所一般是集中在一栋楼内, 在充分调查论证的基础上, 本系统采用综合控制模型, 应用综合控制模型实现变配电所的监控和管理, 实践证明是可以满足变配电所的控制要求的。当然, 还有许多问题如可靠性、实时性、接口规范仍需进一步深入研究。

(2)系统可靠性设计。对于现场实时控制系统, 可靠性设计是系统能否实用的关键。变配电所控制现场有着各种各样的电磁干扰源, 如瞬间的电网波动、各种分合闸产生的电火化以及雷雨天气等造成各种电磁干扰, 容易造成控制系统的误动作, 严重时造成系统死机。因此, 本系统采用多种措施从硬件和软件及系统结构上进行可靠性设计。特别在软件和体系结构方面, 本系统具有独到之处。

①硬件方面

- ※ 采用高可靠性带隔离保护的元器件和电路。
- ※ 选用成熟的工控产品。
- ※ 选用可靠的计算机及网络产品。

②软件方面

- ※ 采用多种软件滤波算法。
- ※ 启用看门狗。
- ※ 定时检查系统运行状态提高系统的可靠性。

③体系结构方面

- ※ 采用两台工控机互为备份。
- ※ 采用多台管理机, 进行负荷均衡和任务镜像。
- ※ 采用多种通信方式, 通信链路可冗余备份。

(3)面向对象设计技术。在软件设计上, 如何采用面向对象的软件设计技术, 将变配电所的各种控制对象按其属性和控制逻辑切当地分类, 对于系统的扩展、维护以及商品化具有重要的意义。

本项目在软件设计上按物理对象将控制系统分为电源、母联、馈出、PT、贯通调压、贯通联络、贯通馈出、所用等多个应用类, 每个类中都封装了采集和控制输出端

口等属性以及采集、判断和处理等各种流程。并在应用类的基础上,逐层抽取应用基类,形成应用类群,这样,系统的扩展和维护是相当方便的。

(4)参数驱动。本系统设计指导思想之一是采用参数驱动,所谓参数驱动就是将系统的结构、功能、环境等特征值通过参数的方式形成系统配置文件,系统应用环境的变化和功能的扩展只需修改系统配置文件中的有关参数值就可以了。

采用参数驱动的设计方法,可使系统具有很强的适应性、可维护性和可扩展性。本系统通过大量的分析论证,结合同面向对象的设计方法,提取了许多系统结构和功能特征参数,形成系统配置文件,并根据特征参数进行模块化设计,使系统具有较好的可维护性和可扩展性。

系统评价

与传统的继电保护控制相比较,本系统具有以下优势:

(1)以工控机为控制中心,变送器、AD板和固体继电器作为采集和输出控制的通道,是硬件和软件协同工作的控制手段。计算机保护的特点是将强电信号转变为弱电信号,再通过AD板的采集进入工控机,工控软件对离散的数据信息进行分析判断后输出相应的控制命令,这些控制命令又转化为弱电信号驱动继电器进行功率放大后控制断路器的动作。在系统中,采集、分析判断、控制输出是工控机中的软件执行的。因此没有电流、电压、时间、信号、重合闸等继电器,这些继电器的功能由软件实现;没有电流、电压、功率因数、瓦特等仪表,这些仪表由显示器代替并集中数字化。

(2)事故(故障)信号由屏幕汉字提示并显示、记录主要相关参数。显示屏汉字提示事故(故障)具体信息,引导值班人员处理;能够及时自动记录发生事故或故障时全所运行状态、相关主要信息,极大地方便于对事故(故障)的进一步分析、判断、处理。这是传统继电保护控制所做不到的。

(3)集成化程度高,可靠性好,成本低。整个系统都是由变送器、固态继电器、AD板等成品与计算机组合而成,结构紧凑,所用器件集成度高,硬件设备少,二次接线简单,体积更小,控制室的建筑面积可大大减少。因此,系统可靠性高,相对于传统的继电保护控制在成本上也具有很大的优势。

(4)安装、改造和维护简便、灵活。计算机保护的核心——分析判断部分是由软件实现的,因此能够灵活地设

置和修改控制方式和控制参数,系统功能的扩展性很强。比如,传统的继电保护控制要增设某个馈出重合闸保护时,需安装重合闸继电器,改接二次控制线路等。本系统只需在此馈出定义重合闸保护(包括重合闸时间)即可,不需增加任何硬件,改动任何接线。对于硬件部分,由于器件少,体积小,接口规范,采用标准的接线端口,再加上结构化布线手段,使得硬件的安装、测试和维护较为方便。

(5)能够实现配电所的计算机管理、配电系统的远程监控和无人值守。由于电网上的数据直接进入计算机,所以不需要人工抄表,同时能够利用计算机进行数据统计分析,自动制表。利用计算机的远程通信功能可以实现远程监控,并最终达到无人值守的目标。这也是计算机控制的优势。

结束语

本系统1996年底在合肥火车站4号门10KV配电所成功地投入运行,1998年9月又在合肥新客站10KV配电所进行现场运行,从目前的运行情况看,系统十分可靠、实用、方便,完全达到了变配电所的控制要求,受到了用户的称赞。1998年10月,系统通过了安徽省科委组织的专家鉴定,被认为处于国内领先水平。■

参考文献

- 1 黄一夫 微型计算机控制技术 机械工业出版社1998 2 Ronald J. Norman Object-oriented Systems Analysis and Design 清华大学出版1998
- 3 宛延阁 C++语言和面向对象程序设计 第二版 清华大学出版1998
- 4 应吉康 张菁华等 IBM PC联网原理及应用 清华大学出版社1990