

文章编号: 1672 - 058X(2009)05 - 0480 - 05

# 基于现场总线的厂用电综合自动化系统

韩俊文<sup>1,2</sup>

(1. 武汉大学 电气工程学院, 武汉 430000; 2. 湖北省电力勘测设计院, 武汉 430000)

**摘 要:**现场总线 (Fieldbus) 技术以其易操作性、分散性、可靠性、精确性、开放性、经济性和易维护性被广泛地应用于厂用电综合自动化系统;介绍了现场总线技术在厂用电综合自动化系统的应用,通过对不同的控制环节实时性和可靠性的分析,表明采用现场总线技术能够满足发电厂电气控制系统的要求。

**关键词:**现场总线;电厂;电气控制系统

**中图分类号:** TK 323

**文献标志码:** A

随着计算机技术和信息技术的飞速发展,火电厂自动控制系统由模拟控制系统开始,经历了半数字控制系统,现正在向全数字控制系统转变<sup>[1,2]</sup>。而现场总线在全数字控制系统中起着重要的作用。

现场总线 (Fieldbus) 是安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线。现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, 即 FCS) 是以现场总线为纽带,把控制、补偿计算、参数修改、显示、报警等功能分散到各个现场仪表,实现就地设备远程操作、诊断和预见性维护,从而构架出一种新的全数字控制系统。现场总线控制系统是当前自动化领域的热门话题,被誉为自动化领域的计算机局域网。

随着电力生产企业对信息化管理越来越重视,越来越多的电厂要求建立电厂管理信息系统,以提高电厂管理的效率和决策的正确性,使电厂能够在优化控制和优化管理软件的支持下,实现全厂管理控制一体化。火力发电厂的整个生产过程是一个复杂的过程,对电厂管理信息系统来说,DCS 系统 (分布式控制系统) 是其中一个比较重要的子系统,但仅靠 DCS 系统提供的信息量是远远不能满足要求的。FCS 系统的开放性、互可操作性与互用性、现场设备的智能化与功能自治性、系统结构的高度分散性、对现场环境的适应性的特点<sup>[3-5]</sup>,可以克服传统 DCS 等封闭性控制系统所带来的问题。所以,以现场总线技术为基础的电气控制系统已逐渐成为当前电厂设计的主流。

## 1 厂用电自动化系统的监控对象和要求

### 1.1 厂用电自动化系统的监控对象

厂用电综合自动化系统是提高厂用电系统的自动化和运行管理水平,综合运用先进的计算机控制技术、微机保护测控技术、通信技术和数据库技术等,实现对厂用电系统的运行、保护、控制和故障信息管理等功能于一体的综合自动化在线监控管理系统的一个重要的手段。厂用电自动化系统的监测和控制的对象主要有发电机、变压器组、高压厂用工作及备用电源、主厂房内低压厂用变压器、单元程控电动机、直流系统、交流不停电电源和设在发电机出口及高厂变、起备变处的厂用电度表等等。

收稿日期: 2009 - 08 - 02; 修回日期: 2009 - 09 - 03。

作者简介: 韩俊文 (1978 - ), 男, 湖北黄冈人, 硕士, 从事电气工程设计及研究。

对于发电机 变压器组,主要监测范围包括发电机 变压器组、发电机励磁系统以及同期装置等的保护动作信号、各设备的状态信号、异常运行信号以及各设备的主要电气参数等。控制对象主要有发电机 变压器组高压侧断路器、隔离开关、主变压器冷却器、发电机磁场开关、AVR 运行方式的设置及给定值的调节、自动同期装置的投、退控制等。

对于高压厂用工作及备用电源,主要监测对象包括高压厂用工作变压器及起动、备用变压器保护和自动装置的动作信号、各设备的的状态信号、异常运行信号以及各设备的主要电气参数等。控制对象主要包括起动、备用变压器高压侧断路器、隔离开关、6 kV 工作电源断路器、备用电源断路器、厂用电快速切换装置投退、变压器散热器以及有载调压开关的控制等。

对于主厂房内低压厂用变压器部分,主要监测对主厂房低压厂用变压器的保护装置动作信号、设备状态信号和有关电流、电度、温度,并对变压器 6 kV 和 380 V 侧断路器进行控制,对水源地、化水、电除尘电气设备进行监控。

另外,还对单元程控电动机保护动作信号、设备状态信号及工作电流、电度等进行监测;对直流系统的各设备运行状态和报警信号及系统的主要运行参数进行监测;对交流不停电电源系统的各设备运行状态和报警信号及系统的主要运行参数进行监测;与设在发电机出口及高厂变、起备变处的厂用电度表进行通讯。

完成上述电气控制功能所必需的电气信息量包括模拟量与开关量。模拟量有电流、电压、有功功率、无功功率、频率、功率因数、有功电能、无功电能等电量和温度等非电量;开关量有断路器、隔离开关以及接地开关的位置信号、继电保护装置动作及报警信号、运行监视信号及有载调压变压器分接头位置信号等。上述信息均以通信方式送入 FECS。

## 1.2 厂用电自动化系统的监控要求

系统应组态灵活,具有较好的可编程性、可维修性和可扩充性。运行工程师可在工程师工作站上对计算机监控系统进行功能组态、软件设置及网络管理。

计算机监控系统的设计具有诊断至模块级、向下至间隔层设备的自诊断技术,具有高度的可靠性。计算机监控系统采取有效措施,如用最新的补丁更新,不断维护、安装防病毒软件及防火墙,通过隔离网关与管理网隔离等措施,防止由于各类计算机病毒侵害造成系统内各存储器的数据丢失或其他对系统的损坏。

系统内任一组件发生故障,均不会影响系统其他部分的工作,也不会使环境更加恶化,降低设备性能或缩短设备寿命。站级控制层发生故障而停运时,不影响间隔级控制层设备的正常运行和监控。装置中任一元件损坏时,装置不会误动作。

PTU 采用专用芯片,专业自主设计的板卡及微系统,病毒无法侵入。

系统硬件及软件遵循开放的原则,经过现场考验是成熟、先进和可靠的。硬件是以微处理器为基础的功能分布型工业产品设备,主机容量满足整个系统功能要求和性能指标要求,除本身所需的容量外,还留有适当的有用裕度。软件符合国标和国际标准,其系统的功能可靠性、兼容性及界面友善性等指标满足系统本期及远景规划要求。系统具有最大的兼容性,支持各种网络协议,并不断丰富完善。系统容量设计参考 DCS 的设计指标,具有充足的处理裕量。系统容易在线扩展,通过简单增加 PTU 即可实现功能扩展,最大限度地保护用户投资。

系统的软、硬件是标准化、通用化、模块化和调用或插入式结构,且所有元件都构成一个整体,并带有自诊断显示。系统软、硬件具有方便的扩充能力,最大限度支持系统结构的扩展和功能的升级。软件还当支持用户开发新功能,开发后的软件应能在线装入系统。系统的软、硬件设备具有良好的容错能力。

系统接口支持国内和国际标准,支持与其他计算机网络及不同计算机设备的厂家互联,具有良好的兼容性。系统的软、硬件便于维护,部件具有自检和联机诊断校对能力。系统提供有完善的检测维护手段,包括在线和离线,以便准确、快速进行故障定位。

软件留有备份,便于安装起动。应用程序易于扩充,数据库为用户程序留有接口,且为单向,便于用户自行编制的程序加入系统中运行。

充分考虑到机组运行时对计算机监控系统特别是布置在各配电间和继电器室内设备的影响,系统具有

良好的电磁兼容特性,在任何情况下均不发生拒动、误动、扰动,影响计算机监控系统的正常运行。

监控系统通过可靠的防火墙与管理及培训系统(培训工作站、SIS、MIS等等)及电厂DCS系统接口,以实现与监控系统的物理隔离,该防火墙功能采用硬件实现的方案。

## 2 FECS的结构

总体上,基于现场总线的发电厂电气综合监控系统采用分层分布式结构,网络结构采用3层设备3层网形式。整个系统自下而上分成间隔层、前置层和站控层(监控层)。

间隔层控制和保护测控装置,如6 kV和400 V保护装置、励磁系统、同期装置、发变组保护等。可通过通讯的远方操作实现本地操作的所有功能,以便于实现FECS的功能。各功能站的数量可根据应用对象的大小和复杂程度配置,大系统可配置多个站,而小系统则可以将多个功能合并在一个站上实现。

前置层设备包括通信管理机(PTU)等。通信管理机的通信端口采用光电隔离措施,具有较强的抗干扰能力,适应在主厂房配电装置环境内长期运行。通信管理机的通讯口支持冗余通讯。

站控层设备包括:管理站/历史站、网络交换机及通讯电缆、光缆等。管理站(兼历史站)用于监视发变组、厂用电系统的运行状态并对厂用电系统进行监视控制,收集保护的事件记录及报警信息。可查询保护配置,按权限进行保护信号复归,以及投入/退出保护。该工作站还供计算机管理人员进行系统维护,完成监控系统的程序开发、系统诊断、控制系统状态、数据库和画面的编辑及修改。还可实现故障分析检索、性能计算及经济性分析、在线设备管理、仿真培训等高级功能。

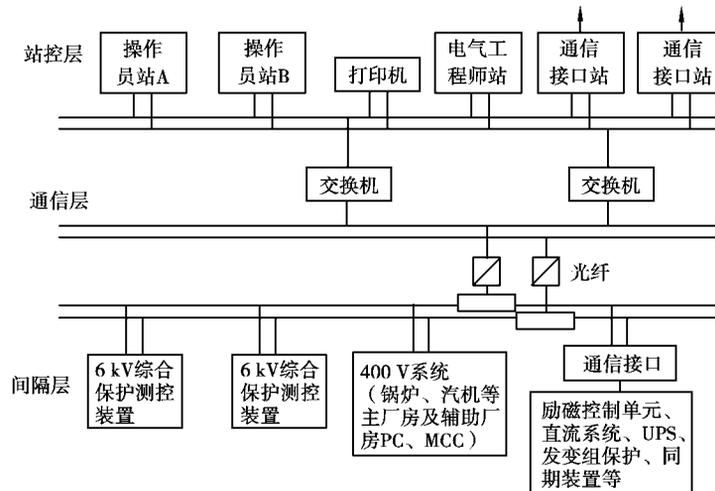


图 1 FECS的结构框图

从图 1 中看出,各种不同类型的间隔层设备通过前置层的协议转换器(PTU)转换成统一的协议,然后通过网络和站控层设备通讯。

每台协议转换器(PTU)连接若干台间隔层设备,通过各个装置允许的通讯协议轮流访问各装置,并将各装置的监控数据采集并传输到站控层上的设备。来自操作员站的操作指令,以及电气工程师站发出的参数整定信息包也通过PTU发到间隔层的目标设备。每台PTU电气上最多可支持32台间隔层设备,支持冗余通讯。这种分散式结构,可靠性高,易于系统的实现和维护。

## 3 实现的功能

监控系统完成对发变组的监测,厂用电系统相关设备的监测、控制及向网络计算机监控系统和DCS等系统信息传送等各种功能。主要实现继电保护、测量与控制、事故分析及专家系统、数据统计及管理、系统

接口等功能。

(1) 继电保护。按照分层分布的原则,6 kV 保护测控装置就地安装于开关柜内,完成对象的所有保护功能,保护功能不依赖于通信网络,与测控功能独立。

(2) 测量与控制。通过现场(I/O)测控单元采集有关信息,检测出事件,故障,状态,变位信号及模拟量正常、越限信息等,进行包括对数据合理性校验在内的各种预处理,实时更新数据库,其范围包括模拟量、数字量和脉冲量等。并通过站控层液晶显示器(LCD)对主要电气设备运行参数和设备状态进行监视。

(3) 事故分析及专家系统。保护装置具备动作告警及故障录波功能,在 FECS 主站上可以调取录波数据和各种事件顺序记录(SOE),对故障进行详尽的分析。还具有运行操作指导、事故分析检索等专家系统功能。

(4) 数据统计及管理。在主站上可以显示各种电压、电流、功率的实时曲线,自动生成数据报表、操作记录,实现保护定值的集中管理、保护压板远投远退等功能,运行管理及数据库管理等功能。

(5) 系统接口。具备与 SIS、MIS 电力市场决策支持系统等接口,为其他系统提供发电厂电气系统的详细信息。

### 3.1 数据采集与处理

数据采集能通过现场(I/O)测控单元采集有关信息,检测出事件,故障,状态,变位信号及模拟量正常、越限信息等,进行包括对数据合理性校验在内的各种预处理,实时更新数据库,其范围包括模拟量(电流、电压、有功、无功、频率、功率因数等电量和温度等非电量)、数字量(断路器、隔离开关以及接地刀闸的位置信号、保护动作信号、运行监视信号)和脉冲量(有功电度和无功电度)等。对模拟量采用交流采集方式,对不能实现交流采集的非电量可采用直流采集方式(如变压器温度等),并实现定时采集、越限报警、追忆记录等功能;对数字量采集实现定时采集、设备异常报警、事件顺序记录(SOE)和操作记录等功能;能连续采集电度脉冲量,并能根据各回路 PT、CT 二次变比及脉冲电度表参数计算并转换为实际电度量进行累加,实现对采集的电度量进行分时段和方向进行统计的目的。

### 3.2 监视和报警

通过站液晶显示器对主要电气设备运行参数和设备状态进行监视。通过 LCD 对主要电气设备运行参数和设备状态进行监视,任何 LCD 实时画面均应在 1 s 的时间内完全显示出来,其他的画面应在 2 s 的时间内完全显示出来。

显示的画面具有电网拓扑识别功能,即带电设备的颜色标识。所有静态和动态画面存储在画面数据库内,用户能在工程师工作站上方便和直观地完成实时画面的在线编辑、修改、定义、生成、删除、调用和实时数据库连接等功能,并能与其他工作站自动完成修改或生成后的画面。

图形管理系统具有汉字生成和输入功能,支持矢量汉字库。应具有动态棒型图、动态曲线、历史曲线制作功能。屏幕显示、打印制表、图形画面中的画面名称、设备名称、告警提示信息等均汉化。

对各种表格具有显示、生成、编辑等功能。在表格中可定义实时数据、计算数据、模拟显示并打印输出。

显示的主要画面(可以扩充)包括电气主接线图、机组直流系统图、机组交流不停电电源(UPS)系统图、计算机监控系统运行工况图、各种保护信息及报表、二次保护配置图、控制操作过程记录及报表、事故追忆记录报告或曲线、事故顺序记录报表、趋势曲线图、棒状图、各种统计及功能报表,包括电量表、各种限值表、运行计划表、操作记录表、系统配置表、系统运行状况统计表、历史记录表和运行参数表、定时报表、日报表、月报表、主要设备参数表等等。

当所采集的模拟量发生越限、数字量变位及计算机系统自诊断故障时进行报警处理。报警方式分为两种:一种为事故报警,一种为预告报警,前者为非操作引起的断路器跳闸和保护装置动作信号,后者为一般性设备变位、状态异常信号,如模拟量越限,计算机监控系统的事件异常等。

### 3.3 控制和操作

控制方式分为 2 种:单元控制室控制和后备手动控制。系统具有控制室控制 后备手动控制的切换

功能。

操作功能包括状态显示功能,即操作人员可通过该功能了解系统的总体状态,查阅画面和报表并发送打印命令;操作权限限制功能,即系统可设置不同操作权限和口令,以防止非法使用及误操作;标牌功能,即系统可将监测对象加上反映其特征或内容的标牌,用于系统的画面显示和操作控制;信息提示功能,即当操作不正确时,显示出错误提示信息并提供联机帮助;数据输入功能,即操作人员可在线输入数据、修改报表和编辑画面及参数数据;操作记录功能,即操作记录将存储各种操作信息,在进行操作时激活操作记录功能,另外可打印输出操作记录。

### 3.4 人机接口及管理功能

人机接口包括液晶显示器、功能键盘、激光打印机。它不但为运行人员提供对监控电厂厂用电系统的各种手段,而且具有对监控系统在线自诊断、投、退设备的功能,其实现的功能有调画面、一览表、测点索引、模拟量限值的修改、控制操作命令、日期和时钟的设置、测点的投退、智能 I/O 模块、打印机等监控设备的投退、各种参数的设置、报警确认和画面清闪等。

### 3.5 统计计算

在线方式下,应能按照数值变换和规定时间间隔不断处理和计算有功、无功,功率因数、功率总加,电度量的累计,分时统计、开关、保护动作次数、监控设备、无功装置投退率、机组发电量统计、厂用电率、发电成本、发电机功率因数、设备的使用寿命、变压器负荷率及损耗统计、主要设备运行小时数等。

除了上述主要功能外,系统可以实现记录和制表打印、时钟同步;计算机监控系统具有与继电保护装置、机组故障录波装置、直流系统、AVR、厂用电快切、微机自动准同期、UPS、DCS、SIS、MIS 及发电厂报价系统等接口;系统的在线诊断监控系统可以在线监测各设备的故障和软件运行情况,在系统的硬件或软件或网络发生异常或故障时,能发出告警信号并提供相关信息,系统具有看门狗和电源检测硬件,系统在软件锁死、硬件出错或电源掉电时,能够自动保护实时数据库和历史数据库。在故障排除后,能重新启动并自动恢复正常运行。继电保护/工程师工作站对系统进行诊断、管理、维护、扩充等工作,对各种应用功能运行状态进行检测并起停自动停止自动控制功能。

## 4 结 论

基于现场总线的电气综合自动化系统(FECS)具有低成本、高效能的特点,彻底地解决了“信息孤岛”问题,实现了电气系统信息的一体化,满足了优化运行、优化检修和成本分析等企业经济控制和决策的要求。实现了远程集中监控,把绝大部分的现场维护和操作变为控制室的集中操作,节省了大量人力,降低了运行操作人员的劳动强度;减少了大量中间设备,所以减少了故障点,提高了电气系统的整体可靠性和可维护性;节省了大量材料、设备,以及相应的安装和调试工作,节省了大量的时间和费用,缩短了建设周期。因此,能满足电力系统安全、可靠、稳定、先进的技术要求。

### 参考文献:

- [1] 陈倩茵. 厂用电监控系统在火电厂的应用[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(3): 85-87
- [2] 吴泽生, 吴艳萍. 数字化电气监控管理系统的探讨[J]. 电力自动化设备, 2004, 24(1): 94-97
- [3] 焦邵华, 李娟, 李卫, 等. 大型火力发电厂电气控制系统的实现模式[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(15): 81-85, 95
- [4] 吴伟, 孙建. 浅谈发电厂电气监控系统纳入机组 DCS[J]. 山东电力技术, 2000(2): 45-48
- [5] 陈利芳. 电气系统监控纳入 DCS 改造的设计与实践[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(4): 61-63

(下转第 507 页)

**参考文献:**

- [1] 余金香,李书宁. Web2.0 时代 OPAC 发展研讨 [J]. 图书馆杂志, 2007(8): 31-35
- [2] 刘玉仙. FRBR 与图书馆工作的重新组织 [J]. 大学图书馆学报, 2006(5): 73-75
- [3] 刘松涛,祝忠明. 维基技术在图书馆中的应用探讨 [J]. 图书馆理论与实践, 2007(1): 85-86
- [4] 冯亚惠. 我国图书馆目录规范控制的分析研究 [J]. 图书情报工作, 2007(8): 101-104
- [5] 王翠英. Folksonomy 与主题标引 [J]. 情报理论与实践, 2007(3): 693-697

## Application of concept and technology of Lib2.0 in the library cataloguing —A case study on Wiki and Folksonomy/Tagging

**YUAN Yuan**

(Library, Southwest University of Politics and Law, Chongqing 401120, China)

**Abstract:** At firstly this paper introduces features of Wiki and Folksonomy/Tagging, then analyzes their influences on libraries cataloguing, at lastly points out 5 pieces advice on cataloguing in the perspective of cataloguing standard control, business coordination, communication platform establishment, combination cataloguing set-up and data share.

**Key words:** Lib2.0; book cataloguing; Wiki; Folksonomy/Tagging

责任编辑:代晓红

(上接第 484 页)

## Application of fieldbus electrical control system in large scale power plant

**HAN Jun-wen<sup>1,2</sup>**

(1. Electrical Engineering School, Wuhan University, Wuhan 43000;

2. Hubei Provincial Electric Power Survey Design Academy, Wuhan 430000, China)

**Abstract:** Fieldbus technology is widely applied in electrical control system (FECS) of power plant by its easy operability, dispersivity, reliability, accuracy, openness, efficiency and easy to maintain. Application of electrical control system based on fieldbus in large scale power plant is introduced. The detail analysis is given aiming at the real time character and reliability of different parts, and the results indicate that the designed FECS is able to satisfy the reliable request of the power plant electricity control system.

**Key words:** fieldbus; power plant; electrical control system

责任编辑:李翠薇