

国内火电厂电气监控系统的应用和发展方向

冯伟江, 黄健

(江苏金智科技股份有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要: 分析了国内火电厂电气监控系统(ECS)的产生、发展和电气系统接入集散控制系统(DCS)的不同模式在应用中存在的问题,认为“硬接线+通信”方式是目前火电厂电气系统接入DCS的主流解决方案。针对应用中存在的问题,通过技术的改进、参与各方的密切配合一定会很好的解决,随着通信技术的日趋成熟和稳定,完全取消硬接线的全通信方式也一定会逐步推广。

关键词: 电气监控系统(ECS); 集散控制系统(DCS); 硬接线; 全通信

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)15-0041-05

0 引言

随着电子技术和信息技术的日新月异,火电厂在自动化技术的应用方面也取得了快速发展,厂网分家后,竞价上网的原则要求火电厂必须最大限度地挖掘机组潜力,提高效率,降低成本,在电力运营市场化的环境下,通过采用技术更先进、自动化程度更高的技术和产品来实现生产过程自动化和管理现代化成为火电厂生存和发展的必由之路,目前国内新建的容量300MW及以上的大型火电机组,集散控制系统(DCS)、厂级监控信息系统(SIS)、厂级管理信息系统(MIS)和输煤、化水等辅助控制系统的广泛应用使电厂进入了数字化、网络化的时代,新技术的应用使电厂的运行管理和自动化水平大大提高,竞争能力显著提升。火电厂电气监控系统(ECS)正是在这种背景下应运而生,通过接入DCS,从而为实现火电厂机炉电的一体化运行监控提供了完整的解决方案,本文从应用的角度出发,分析了国内ECS的产生、发展和电气系统接入DCS的不同模式在应用中存在的问题,展望了ECS最终实现全通信的远景和目标。

1 ECS的产生

我国从20世纪80年代末开始,单机容量300MW及以上的火电机组开始采用DCS,起初的控制范围主要为汽机和锅炉,从而使机炉的自动化和控制水平大大提高,但电气控制仍采用常规的硬手操方式,使得机炉控制与电气控制很不协调。二十世

纪90年代中后期,随着发变组和厂用电系统微机保护测控装置的运用以及其它自动装置的微机化,在原电力部热工自动化领导小组的积极推动下,电气系统开始逐步接入到DCS中,接入到DCS的主要系统有:发变组系统,发电机励磁系统,高压厂用电源系统,低压厂用电源系统和400V PC,高压启备变电源系统,柴油发电机组和保安电源,直流系统和UPS系统,自动同期系统,厂用电快切系统等。这种方式电气信息通过硬接线接入DCS(如图1),接入信息主要包括开关量输入(DI)、开关量输出(DO)和模拟量输入(AI),接入方式为空接点和4~20mA直流信号。采用这种方式后,通过DCS的CRT实现了电气相关信息的显示报警与电气设备的控制调节,有效提高了整个电气控制的安全性和可靠性,同时扩大了DCS的控制范围,实现了机炉电系统的一体化运行和监控。这种方式的优点是:电气量的I/O模块柜集中布置,便于管理,设备运行环境好;硬接线方式信号传输中转环节少,对现场信号的反应快速、可靠,连接电缆一次敷设正确后,发生故障的几率较低,维护工作量小。虽然一次性投资比较高,但目前大部分的电厂、设计院仍认为硬接线方式是电气信息接入DCS的最可靠、最快速的方式。因此,在通信方式逐步应用的情况下,目前对可靠性、实时性和确定性要求很高的电气连锁与控制,仍然保留了硬接线的方式。

但硬接线方式在实际实施和运行过程中也存在很多问题,主要如下:

1) DCS需要配置大量的变送器、D卡件、机柜和连接电缆,施工复杂,成本高。

2) 接入DCS的信息数量十分有限,系统的扩

基金项目: 国家火炬计划项目(2003EB040602)

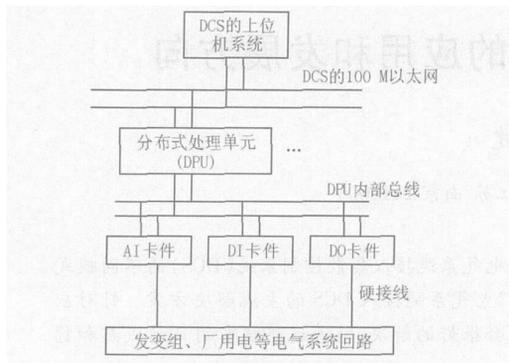


图 1 硬接线方式结构图

Fig 1 Structure of the mode by control cables

展性能差。

3) 厂用电回路需要配置单独的电度表,但又不能实现自动抄表功能。

4) 无法完成事故追忆、保护定值管理、录波分析、操作票、防误闭锁等较为复杂的电气维护和管理工作,电气系统的整体自动化水平还较低。

5) 在倒送厂用电时,由于DCS一般尚未投运,高压启/备变、高/低压厂用电源的远方操作无法实现。

6) 厂用电系统已经采用微机化的综合保护测控装置(以下简称综保装置),面向间隔设计,集保护、测控和通信功能于一体,可以通过网络接口传输电压、电流、功率、电量和保护动作信号等大量DCS需要的信息,其精度和实时性完全可以满足技术要求,硬接线方式客观上造成了硬件的重复配置和资源的浪费。

为了克服硬接线方式的不足,特别是对于接入DCS用于监测功能的信息,考虑采用通信方式取代硬接线是很有必要的。近年来,以现场总线、工业以太网为代表的网络通信技术在工厂自动化和变电站自动化、DCS等电力自动化领域得到了广泛应用,并且日趋成熟稳定,为火电厂电气系统联网接入DCS提供了成熟的运行经验,同时电气系统的继电保护和自动控制装置的微机化也为电气系统联网接入DCS提供了条件,为了提高电厂的整体自动化水平,自本世纪初以来,一些电力设备制造厂家陆续推出基于网络通信的火电厂电气监控系统,火电厂电气信息接入DCS的方式也变为“硬接线+通信”的方式,比较有代表性的产品有南京东大金智的DCAP-4000系统、许继电气的CCZ-8000系统、北京四方的CSPA-2000系统等,目前,以通信方式部分取代硬接线已经取得了国内广大电厂用户和电力规划设计部门的一致认可,成为不可扭转的发展趋

势,对于采用完全取消硬接线的全通信方式,不少电力设备制造厂家和电厂也正在积极尝试与探索。相比国内,在北美和欧洲等发达国家的大中机组中,DCS的应用更加成熟,自动程度更高,运行人员较少,对站控层的功能要求相对简单,并且ABB、GE和Siemens等设备厂家可以提供从继电保护、间隔测控单元到DCS的完整解决方案,不像国内DCS与继电保护一般由不同的设备厂家提供,系统的互连有一定的瓶颈,由于以上原因,目前在北美和欧洲等发达国家的大中机组中一般没有单独的ECS上位机系统,相应的功能是在DCS中实现。

2 “硬接线+通信”方式的ECS的构成

“硬接线+通信”方式的ECS一般采用分层分布体系结构,系统分为站控层、通信层和间隔层三层,系统网络结构如图2所示。

站控层一般采用客户机/服务器的分布式结构,由服务器、操作员工作站、维护工作站和通讯网关等组成,构成电气系统监控、管理和与DCS、MIS、SIS等自动化系统互连的中心,目前虽然电气系统的大量信息通过通信方式接入DCS,但主要用于监控功能,DCS并没有开发针对电气的高级应用软件,这也是由DCS的定位决定的。通过ECS的站控层相对独立的实现对电气系统的监控,不仅提供了DCS的后备控制手段,还通过对大量基础信息的分析处理,实现诸如事故追忆、保护定值管理、录波分析等复杂的电气维护和管理工作,为电气系统的运行、维护和管理提供专用的平台,这也是ECS的重要价值之一。

通信层一般以通信管理机为核心,对信息起到分组和上传下达的作用,通过100 M以太网接入站控层的实时主干网,厂用电综保装置通过RS485或现场总线接入通信管理机,对于除厂用电综保装置外的第三方智能电气设备如发变组保护、启备变保护、励磁系统、同期装置、快切装置和直流系统等,一般通过通信管理机实现通信接口和规约格式的转换,从而实现完整的电气系统联网,同时通信管理机可经串行接口与机组DCS的分布式处理单元(DPU)相联,进行信息交换,目前ECS与DCS的通信可通过站控层的通信网关和通信层的通信管理机两种方式实现,通信网关一般采用100 M以太网,信息吞吐量较大,但需要DCS开发专门的软件模块,受DCS的开放性限制较大,通信管理机和DPU之间一般采用RS485接口、Modbus规约通信,相对简单易

行,同时也为电气信息参与工艺连锁提供了可能,因而得到了广泛的应用。

间隔层包括分散安装的厂用电综保装置(如电动机保护测控装置、低压变压器保护测控装置、厂用

分支保护测控装置等)、380 V 马达控制器、发变组保护、厂用电快切装置等智能电气设备,完成对电气系统现场信息的采集、保护、控制和数据通讯的功能。

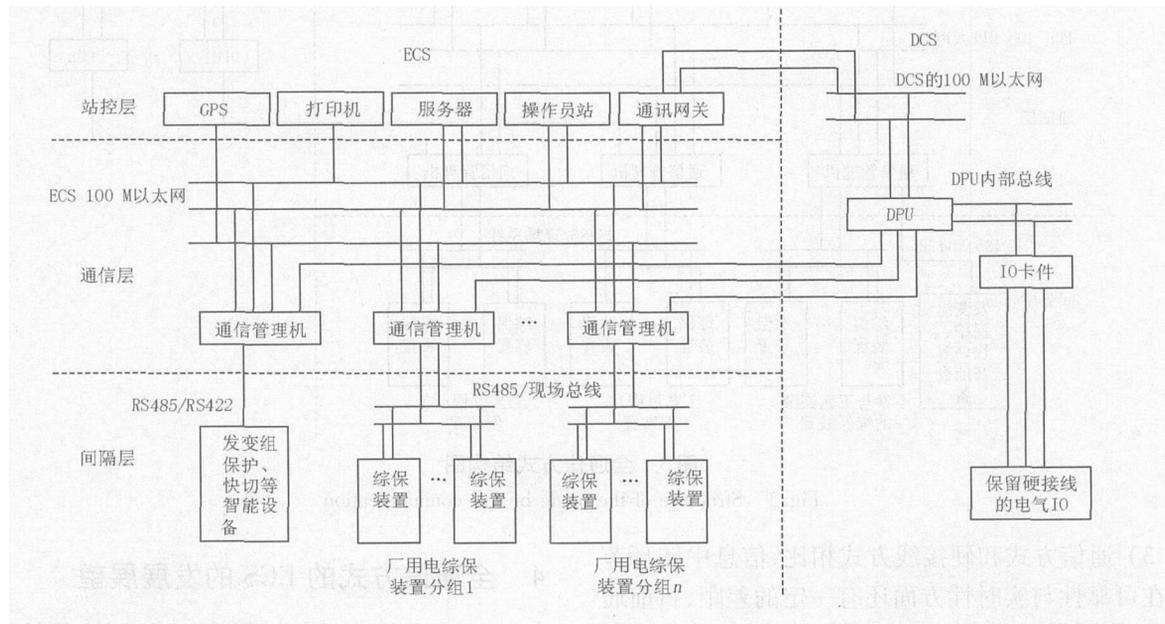


图 2 “硬接线 +通信”方式结构图

Fig 2 Structure of the mode by control cables and communication

3 “硬接线 +通信”方式的 ECS在应用中存在的问题

“硬接线 +通信”方式的 ECS第一次把网络化的应用引入到火电厂电气系统,也使 DCS中电气信息的接入模式发生了很大的变化,电压、电流、功率、电量和保护动作信号等大量信息通过通信方式接入 DCS,与工艺连锁和控制相关的开关量输入输出还保留硬接线,甚至只保留和热工连锁相关的电动机回路的硬接线,厂用电源回路的控制也通过通信接口实现。这种方式为电厂的电气运行和维护提供了新的平台,为采用新型系统维护方式和企业管理模式提供了可能,具有如下优点:

1) DCS取消了大量的变送器、D卡件、机柜和连接电缆,成本降低。

2) 接入 DCS的信息全面丰富,信息数量基本和投资无关,系统扩展性强。

3) 综保装置可实现厂用电系统电能的高精度计量,不用单独配置电度表,并可通过网络上送 ECS后台实现自动抄表功能。

4) 通过电气系统后台可实现事故追忆、保护定值管理、录波分析、操作票、防误闭锁等较为复杂的电气维护和管理工作的,使电气系统的整体自动化水平有较大的提高。

5) 在倒送厂用电时,通过 ECS可实现对高压启、备变、高、低压厂用电源的远方操作。

近几年来,在新建的容量 300 MW 及以上的火电机组,电气系统都实现了范围不等的联网,并通过通信接口向 DCS传送监测信息,在提高电气系统自动化水平和管理维护方面,给用户提供了实实在在的好处,但 ECS在实施的过程中也存在一些困难和问题,主要如下:

1) 对于 DCS厂家来说,取消了大量的变送器和 D卡件,市场利益受到一定的冲击,还要投入精力来做通信接入工作,难免会有一定的抵触情绪。

2) 目前国内投资于 DCS的资金 70%用于进口设备,而进口 DCS的通信开放性受到了很大限制,对于通信的信息,DCS的通讯周期、数据包长度都对通信的实时性有很大影响。

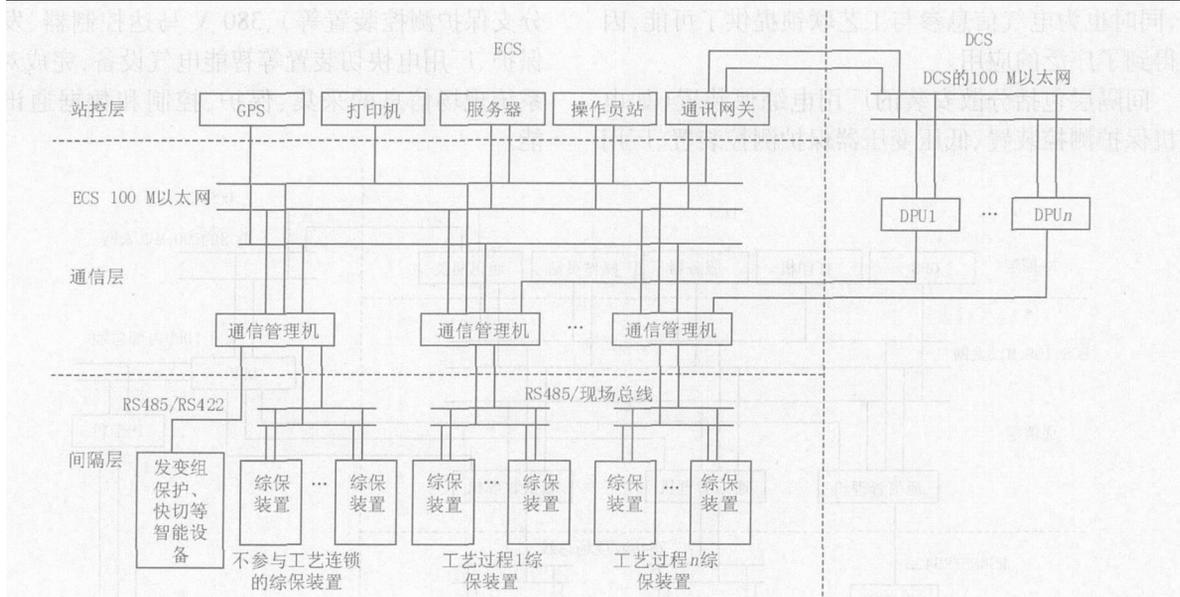


图 3 全通信方式结构图

Fig 3 Structure of the mode by full communication

3) 通信方式和硬接线方式相比,信息中转环节多,在可靠性与实时性方面还有一定的差距,目前通信的信息大都局限于监测信息,还不能完全实现用户期望的全通信目标。

4) ECS节点多、分散性强并且多台机组需要分期建设,对系统的容量、网络构架的可扩展性和设备厂家的售后服务能力都提出了很高的要求,而不同厂家的解决方案良莠不齐,网络通信中断、信息刷新缓慢等问题经常困扰用户,使系统维护量增大,从而影响着 ECS的实施效果和用户的使用信心。

5) 从投资成本来看,由于部分工程 ECS的站控层和通信层配置较为复杂,从而使 ECS的投资偏高,对于整个控制系统而言,成本降低并不明显。

6) 在 DCS投运之后,用户对 ECS的应用相对较少,关注程度较低,因而目前 ECS的电气维护和管理功能并不十分完善。

对于以上问题的解决,一方面需要 ECS厂家切实根据用户需求提供先进的技术、可靠的产品和完善的服务,并且能持续不断的改进和创新,特别是提高网络通信的可靠性和实时性、提供丰富完善的电气维护和管理功能;另一方面也需要广大电厂、设计规划部门和 DCS厂家以更加坚定的信心和开放的心态来接纳 ECS,各方密切配合,从真正为电厂用户提供服务的角度出发,做好 ECS和 DCS的互连规划和实施工作,DCS厂家应从软硬件的配置上满足异构系统互连的开放性、实时性和灵活性要求。

4 全通信方式的 ECS的发展展望

ECS从产生、发展到被用户广泛接受,始终围绕着提高电气系统整体自动化水平、实现 ECS和 DCS无缝连接这个目标,目前的通信信息“只监测不控制”,离用户真正期望的全通信方式还有一定的差距。目前国内的一些 ECS厂家和电厂一起在全通信方面进行了有益的探索,积累了一定的经验,比如云南巡检司电厂与宣威电厂。对于目前投入工程应用的全通信方式,系统网络结构如图 3所示,在这种方式中,通信管理机按照电厂的工艺过程配置,参与工艺连锁控制的通信管理机和相应的 DPU 一对一进行通信,由于每个工艺过程的电动机综保装置数量较少,因而通信实时性较高,完全可以满足电厂工艺连锁控制的要求,对于不参与工艺连锁的电气信息,通过 ECS站控层的通讯网关接入 DCS。

通过这种方式,电气系统的控制和连锁全部通过网络通信实现,实时性和硬接线虽有一定的差距,但都能满足技术要求,在向全通信目标的过渡过程中,是一种大胆而有益的尝试。但这种方式也存在很大的困难,主要是:

1) 在变电站自动化系统、DCS中,控制都是通过网络通信实现的,但网络结构一般都不大于三层,并且互连的设备一般为一个厂家的产品和系统,在图 3中,控制信息的传输网络为四层,DCS的开放性受限也影响了两个系统之间联接的紧密性,可靠性

和实时性受到较大的制约,这也是大部分用户和设计院对这种模式望而却步的主要原因。

2) 通信管理机根据工艺过程配置,因数量较多使投资成本提高,同时一个工艺过程的厂用电动机回路往往来自不同的配电间隔,网络布线交叉,也增加了施工和维护的难度。

在未来的应用中,如果参与工艺联锁的综保装置能够根据DCS和ECS的不同要求,把控制信息和非控制信息分开,分别通过独立的通讯接口接入DPU和ECS的通信管理机,这样接入DCS信息的可靠性和实时性会有很大的提高,但通信负荷的增加、控制的切换等对综保装置提出了新的技术要求,同时DCS厂家在市场利益受到更大冲击的情况下,接入不同通信接口和规约的装置,势必会有较大的阻力,因而在新模式的探索中,不仅需要电厂、设计院有很大的决心和DCS厂家、ECS厂家的全力配合,同时如何平衡市场利益的冲突,也是需要相关各方直面和解决的问题。

5 结语

随着我国电力体制改革的深入和电源建设的快速发展,ECS在大中容量的火电机组中得到了广泛应用,“硬接线+通信”方式在目前条件下更好的解决了ECS接入DCS实现机炉电一体化协调控制的要求,随着ECS的进一步完善和通信技术的不断发展,相信在不久的将来,完全取消硬接线的全通信方式将真正为用户广泛接受和应用。

参考文献:

[1] 任高. 火电厂电气控制系统进入分散控制系统的实践

及探讨[J]. 中国电力, 2001, 34(12): 72-74.

REN Gao Practice of and Discussion on the Electric Control System Enclosed in the Distributed Control System of Thermal Power Plant[J]. Electric Power, 2001, 34(12): 72-74.

[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.

WU Ze-sheng, WU Yan-ping Discussion on Digital Electrical Supervisory Control and Management System [J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24(1): 94-97.

[3] 刘志超, 丁建民, 任锦兴, 等. 基于以太网的分布式发电厂电气监控系统实现[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(8): 84-87.

LIU Zhi-chao, DING Jian-min, REN Jin-xing, et al Distributed Electric Control System in Power Plant Based on the Ethernet[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(8): 84-87.

[4] 钱可弭. 新型发电厂电气监控系统的架构与实现[J]. 广东电力, 2005, 18(3): 21-25.

QIAN Ke-mi A New Structure of Electric Control System and Its Implementation [J]. Guangdong Electric Power, 2005, 18(3): 21-25.

收稿日期: 2005-11-01; 修回日期: 2006-02-09

作者简介:

冯伟江(1963-),男,硕士,高级工程师,长期从事电力系统及其自动化方面的研究开发和管理工作; E-mail: wjfang@wiscom.com.cn

黄健(1970-),男,博士,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护及其自动化。

Application and development direction of the electric supervisory control system in domestic thermal power plant

FENG Wei-jiang, HUANG Jian

(Wiscom System Co., Ltd, Nanjing 211100, China)

Abstract: The generation and development of the electric supervisory control system in domestic thermal power plants and application problems in different modes of taking electric system into DCS are analyzed. "Control cables and communication" is considered as a mainstream solution for taking the electric system into DCS at present. The problems of application can be resolved by technical progress and close cooperation of correlative units. With the uninterrupted ripeness and stabilization of the communication technology, the mode of full communication without control cables will be expanded step by step.

Key words: electric supervisory control system (ECS); distributed control system (DCS); control cables; full communication