

火电厂电气监控系统接入 DCS 方式的分析

闫天军¹, 郭 伟², 赵树春¹

(1. 江苏金智科技股份有限公司, 江苏省南京市 211100; 2. 东南大学电气工程系, 江苏省南京市 210096)

摘要: 分析了火电厂电气监控系统(ECS)接入集散控制系统(DCS)的 3 种模式:硬接线、硬接线+通信、全通信,探讨了不同模式的优缺点和应用中存在的问题,认为硬接线+通信方式是目前火电厂 ECS 接入 DCS 的主流解决方案,大大提高了 ECS 的自动化水平,但目前在应用中还存在 ECS 与 DCS 的通信受限、ECS 的电气维护和管理功能不十分完善等问题,通过技术的改进、参与各方的密切配合,相信这些问题会很好地得到解决,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得到推广。

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: TM621.6; TP277

0 引言

从 20 世纪 80 年代末开始,我国单机容量 300 MW 及以上的火电机组开始全面采用集散控制系统(DCS),控制范围主要为汽机和锅炉,使机炉的自动化和控制水平大大提高。为了解决电气和热工之间自动化水平不协调的问题,从 90 年代中后期开始,电气系统的发变组系统、厂用电系统陆续开始纳入 DCS 进行监控,但电气系统的数字化继电保护和自动装置是通过硬接线的方式接入 DCS,而没有通过网络通信实现^[1]。随着电子技术、信息技术的发展和电力运营的逐步市场化,火电厂在自动化技术应用方面取得了快速发展,火电厂电气和热工自动化的融合成为目前火电厂自动化的焦点问题之一^[2]。电气监控系统(ECS)的部分信息通过网络通信方式接入 DCS 成为一种新的发展方向,在新建的大中容量机组中得到了广泛应用。对于取消全部硬接线、完全采用通信方式接入 DCS,不少电力设备制造厂家和电厂也正在积极尝试与探索。

本文从应用的角度出发,分析了火电厂 ECS 通过硬接线、硬接线+通信、全通信 3 种方式接入 DCS 的优缺点和需要解决的问题,展望了 ECS 最终实现全通信的前景和目标。

1 硬接线方式

硬接线方式电气信息通过硬接线接入 DCS(见图 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 mA~20 mA 直流信号。

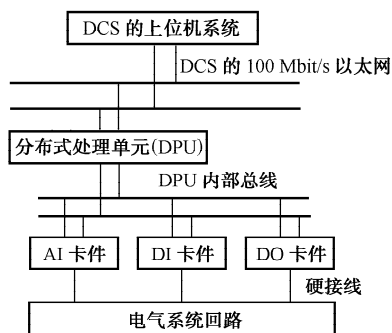


图 1 硬接线方式结构

Fig. 1 Structure of the mode by control cables

采用硬接线方式后,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。

硬接线方式的优点是:电气量的 I/O 模块柜集中布置,便于管理,设备运行环境好;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,发生故障的概率较低,维护工作量小。硬接线方式虽然一次性投资较高,但目前大部分电厂、设计院仍认为它是电气信息接入 DCS 的最可靠、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联锁与控制,仍然保留了硬接线方式。

硬接线方式在实际实施和运行过程中也存在很多问题。主要问题如下:

1) DCS 需要配置大量的变送器、I/O 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,系统的扩展性能差。

3)厂用电回路需要配置单独的电能表,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较低^[3]。

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很有必要。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和成功的应用,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 21 世纪初以来,一些电力设备制造厂陆续推出基于网络通信的火电厂 ECS,比较有代表性的产品有江苏金智科技的 DCAP-4000 系统、北京四方的 CSPA-2000 系统等。火电厂电气信息接入 DCS 的方式也变为硬接线+通信方式。目前,以通信方式部分取代硬接线,已经取得了广大电厂用户和电力规划设计部门的一致认可。

2 硬接线+通信方式

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 3 层,系统网络结构如图 2 所示。

站控层一般采用客户/服务器的分布式结构,由服务器、操作员工作站、维护工作站和通信网关等组成,构成电气系统监控、管理和与 DCS、管理信息系统(MIS)、监控信息系统(SIS)等自动化系统互联的中心,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,这是由 DCS 的定位决定的。通过 ECS 的站控层相对独立地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,实现了诸如事故追忆、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、维护和管理提供了专用的平台,这是 ECS 的重要价值之一。

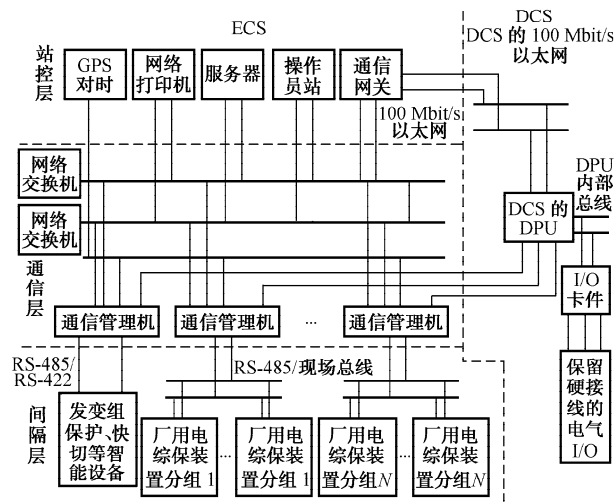


图 2 硬接线+通信方式结构

Fig. 2 Structure of the mode by control cables and communication

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 Mbit/s 以太网接入站控层的实时主干网,厂用电综保装置通过 RS-485 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,例如发变组保护、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协议格式的转换,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)相连,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 2 种方式实现^[4]。通信网关一般采用 100 Mbit/s 以太网,信息吞吐量大,但需要 DCS 开发专门的软件模块,受 DCS 的开放性限制较大,通信管理机与 DPU 之间一般采用 RS-485 接口、Modbus 协议通信,相对简单易行,同时也为电气信息参与工艺联锁提供了可能,因而得到了广泛应用。

间隔层包括分散安装的厂用电综保装置(例如电动机保护测控装置、低压变压器保护测控装置等)、380 V 电动机控制器、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、控制和数据通信等功能。

硬接线+通信方式的 ECS 第 1 次把网络化的应用引入火电厂电气系统,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,与工艺联锁和控制相关的开关量输入输出还保留硬接线,甚至只保留与热工联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,为采用新型的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、I/O 卡件、机柜和连接电缆,成本降低。

2) 接入 DCS 的信息全面、丰富,信息数量基本与投资无关,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,不必单独配置电能表,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、防误闭锁等较复杂的电气维护和管理,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。但是,ECS 在实施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 I/O 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 的通信开放性受到很大限制,对于通信的信息,DCS 的通信周期、数据包长度都对通信的实时性有很大影响。

3) 通信方式与硬接线方式相比,信息中转环节多,在可靠性和实时性方面还有一定的差距,目前通信的信息大多局限于监测信息,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等,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 ECS 的实施效果和用户的应用信心。

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,并且能持续不断地改进和创新,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,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 的互联规划和实施工作,DCS 厂家应从软硬件配置上满足异构系统互联的开放性、实时性和灵活性要求。

3 全通信方式

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,国内一些 ECS 厂家和电厂在全通信方面进行了有益的探索,积累了一定的经验,例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。

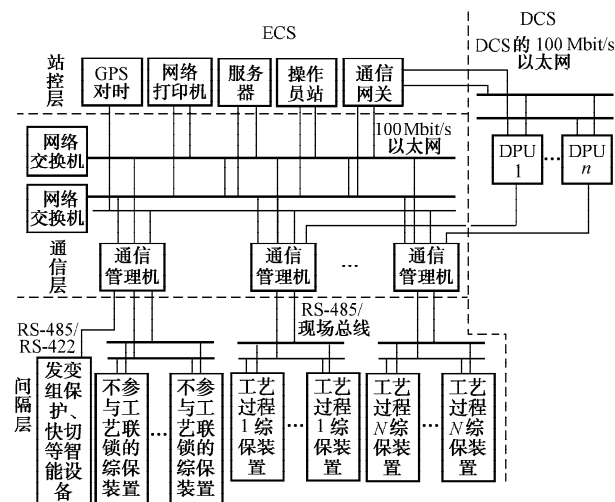


图 3 全通信方式结构

Fig. 3 Structure of the mode by full communication

在这种方式中,通信管理机按电厂工艺过程配置,参与工艺联锁控制的通信管理机与相应的 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联锁控制的要求。对于不参与工艺联锁的电气信息,通过 ECS 站控层的通信网关接入 DCS。

通过这种方式,电气系统的控制和联锁全部通过网络通信实现,实时性与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和 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 3 层,并且互联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 4 层,DCS 的开放性受限也影响了 2 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,因数量较多而使投资成本提高,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。

未来应用中,如果参与工艺连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,分别通过独立的通信接口接入 DPU 和 ECS 的通信管理机,那么,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协议的装置,势必会有较大的阻力。因此,在新模式的探索中,不仅需要电厂、设计院有很大的决心与 DCS 厂家、ECS 厂家全力配合,同时,如何平衡市场利益的冲突也是一个需要相关各方解决的问题。

4 结语

随着我国电力事业的飞速发展,电源建设特别是容量 300 MW 及以上大型火电机组的建设得到了迅速发展,ECS 也得到了广泛应用,硬接线+通信方式在目前条件下更好地解决了 ECS 接入 DCS

实现机炉电一体化协调控制的要求,针对在实际应用中出现的问题,相信通过 ECS 厂家、DCS 厂家、电厂与设计院的密切配合,合理规划,正确实施,一定会得到很好解决。随着 ECS 的日趋稳定和通信技术的不断发展,相信在不久的将来,全通信方式将真正得到用户的广泛接受和应用。

参考文献

- [1] 陈利芳. 电气系统监控纳入 DCS 改造的设计与实践. 电力系统自动化, 2002, 26(4): 61-63.
CHEN Lifang. Design and practice to realize electric control in DCS reconstructing. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(4): 61-63.
- [2] 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. 电力系统自动化, 2005, 29(15): 81-85.
JIAO Shaohua, LI Juan, LI Wei, et al. Realization mode of electric control system in large thermal power plant. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(15): 81-85.
- [3] 钱可珥. 新型发电厂电气监控系统的架构与实现. 广东电力, 2005, 18(3): 21-25.
QIAN Kemi. A new structure of electric control system and its implementation. Guangdong Electric Power, 2005, 18(3): 21-25.
- [4] 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. 电力系统自动化, 2004, 28(8): 84-87.
LIU Zhichao, DING Jianmin, REN Jinxing, et al. Distributed electric control system in power plant based on the Ethernet. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(8): 84-87.

闫天军(1974—),男,工程师,研究方向为火电厂电气系统自动化。E-mail: tjyan@wiscom.com.cn

郭伟(1970—),男,博士,副教授,研究方向为计算机在电力系统保护及控制中的应用。

赵树春(1973—),男,硕士研究生,工程师,研究方向为电力系统自动化。

Analysis on Connecting Mode of Electric Control System into Distributed Control System in Thermal Power Plant

YAN Tianjun¹, GUO Wei², ZHAO Shuchun¹

(1. WISCOM System Co Ltd, Nanjing 211100, China; 2. Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The three modes of the electric control system (ECS) connecting into the distributed control system (DCS) in thermal power plant are analyzed, i. e. control cables, control cables and communication, full communication. The merits and shortcomings of the three modes and the problems in actual application are discussed. The mode of control cables and communication is considered to be a mainstream solution for connecting ECS into DCS with the capability of greatly improving the automation level of ECS. However, such problems are still existed in the application as limited communication between ECS and DCS, that the functions of maintenance and management are not perfect etc. It is believed that these problems can be solved gradually by the maturity and stability of communication technology and the mode of full communication without control cables will be broadened gradually.

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