

火力发电厂机组 APS 监控关键技术研究

欧卫海¹, 王立地²

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663; 2. 珠海发电厂, 珠海 519050)

摘要:近年来,大型火电机组不断投产。这些火电机组,尤其是超临界、超超临界机组,运行参数高、工艺系统复杂,设备繁多,对自动化控制系统提出更高的要求。充分利用自动化控制系统是提高设备运行安全、降低能源消耗、提高经济效益是火力发电厂自动控制的必由之路。文章详细介绍了火电机组自动启/停控制系统,并提出了构建火力发电厂全过程、全工况、全自动控制系统的开关量自动控制策略。文章最后给出了火力发电厂全过程、全工况、全自动控制系统的开关量自动控制策略的实际应用案例,通过实际案例证明本文提出的自动策略的有效性。

关键词:火电机组;自动启/停控制系统;开关量自动控制策略

中图分类号: TM621

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)S1-0019-07

Key Technique for APS of Thermal Power Plant Control System

OU Weihai, WANG Lidi

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;
2. Zhuhai Power Plant, Zhuhai 519050, China)

Abstract: Recently, many thermal power unit is put into service. Those thermal power units, especially supercritical unit, have high operating parameters, complex process system, various high equipment. Those characters put forward higher request to automatic control system. Making Full rational use of the automatic control system is a key method to operate equipment safely, reduce energy consumption, improve the economic benefit in thermal power plant. In this paper Automatic unit start-up and shut-down system (APS) of thermal power unit is introduced in detail, and put forward switch control strategy design method of whole process, full condition, automatic control system. Finally, the paper gives application case of whole process, full condition, automatic control system. This switch control strategy design method is proved to be effective by application case.

Key words: thermal power unit; automatic unit start-up and shut-down system; on-off control strategy

近年来,大型火电机组不断投产。这些火电机组,尤其是超临界、超超临界机组,运行参数高、工艺系统复杂、且工艺系统间关联紧密、工况转换快,增加了人工操作的难度,尤其在机组启动和停运过程中集中了大量的设备启停切换、参数调整等操作,操作人员在限定时间内为应对运行工况精神高度紧张、劳动强度大,风险性大幅度提高,稍有不慎甚至可能发生不安全事件,严重的会造成巨大经济损失。充分利用自动化控制系统消除人员操作隐患、提高设备运行安全、降低能源消耗、提高经济效益是火力发电厂自动控制的必由之路。

1 APS 特点

为了实现火力发电厂全过程、全工况、全自动的热工自动控制,应用 APS(Automatic unit start-up and shut-down system 机组自启停控制系统)是一种必然的选择。APS 是机组启、停控制最为得力的 DCS 辅助操作系统,容纳了 MCS(模拟量控制系统)、DAS(数据采集系统)、SCS(顺序控制系统)、BMS(锅炉燃烧器管理系统)、DEH(汽轮机数字式电液调节装置)、MEH(给水泵小汽轮机数字电液调节装置)和 BPC(汽轮机旁路控制系统)等机组全部主要控制。

APS 的突出特征是机炉电整体控制的全盘自动化,已经达到“全过程、全工况、全自动”的功能水平。

1) 全过程: 机组从启动准备状态至机组并网发

收稿日期: 2015-11-01

作者简介: 欧卫海(1956),男,广东广州人,工程师,主要从事电厂热工自动化研究(e-mail)ouweihai@gedi.com.cn。

电。

2)全工况:根据汽轮机复速级温度划分为冷态($<120^{\circ}\text{C}$);温态($>120^{\circ}\text{C}$, $<300^{\circ}\text{C}$);热态($>300^{\circ}\text{C}$, $<380^{\circ}\text{C}$);极热态($>380^{\circ}\text{C}$)等四种热力状态下的运行方式。

3)全自动:待全部系统经人工预置、逻辑核准进入准备状态后,操作人员除了在机组启动(Start-up)或机组停运(Shut-down)开始前向APS发出启动(GO)指令以及执行过程中确认、续接进阶过程外,程序控制逻辑正常执行,一切调控皆受制于自动。

APS与传统机组的热工控制相比具有全新的理念和控制策略。通过研究对比发现,设计APS时,最需要深入研究、探讨和定制是APS的基础逻辑。为了满足APS全自动的需求,应彻底改变人工操作的思维方式与顺序规则,采用符合计算机逻辑运算的智能化策略,重新设计用于设备操作和设备连锁的两个开关量控制的基础算法,从传统的“手动为主、自动为辅”提升到APS的“自动优先、手动为辅”^[1]。

2 APS控制方式

火力发电厂按控制对象特性可以划分为:一种是开关量控制OCS(ON-OFF CONTROL SYSTEM),比如电动机的启、停,风门挡板的开、关或电磁阀的通、断,把单纯开关量控制的设备按规定条件串联起来就形成工艺系统的启、停顺序控制SCS(SEQUENCE CONTROL SYSTEM)。

用于设备安全控制的“自动连锁”是开关量控制的另一重要分支。被控设备按相同容量双重(或多重)配置,正常工作时一套设备运行,另一套备用,在运设备因故跳闸或出力不足则备份随即启动。

另一种是连续量的过程调节,连续量又称作模拟量,应用的是PID闭环反馈、定值调节,例如锅炉给水、燃烧、减温等自动调节回路。

火力发电厂为了完成机组特定的控制功能,分别设计有相应的顺序控制、自动连锁和模拟量调节,协同出现在机炉控制过程中。被控对象的特点是开关量与模拟量穿插、交织在工艺流程中,是一种并行协同的关系,我们把这种系统称之为“复合变量协同系统”(简称“复变协同系统”,下文同)。

锅炉、汽轮机主厂房内的热工主控系统是典型

的复变协同系统,APS面对的正是机组热工主控系统,所控制的自然是复变协同系统。

在自动步进中能够同时对开关量和模拟量两种以上不同类型对象进行控制的过程被称为PROCEDURE CONTROL(程序控制),APS的基本工作方式虽然也具有逐步循序渐进的特性,但在复变协同系统中要实现“全工况、全自动、全过程”的功能水平,其控制方式、方法与SCS有本质的不同。

常规控制逻辑构建的顺序控制、自动连锁和自动调节共处同一工艺系统时,在顺序控制自动运行过程中,自动连锁和自动调节的投、切时机要依靠操作人员来观察、判定,并只能伴随着顺序控制的自动步序人工伺机手动操作,把自动连锁和自动调节工作方式由“手动”转向“自动”。后果自不待言,手动操作与自动的顺序控制形成了混合并发的现象。常规模拟量调节回路的手动调整、手/自动切换以及设备连锁的投/切间或穿插在顺序控制自动过程中,使这种复杂组合的系统不能“全自动”运行,这不单是自动化水平高低的问题,最为重要的是对系统的控制安全形成隐患。

试图模仿人的操作顺序,采用常规的电厂运行操作规程或运行操作票来编制自动控制程序,并不符合计算机全自动控制的逻辑规律,这是因为电厂运行规程或运行操作票是为人工操作而编制的规则,即便编制成计算机程序也不过是换了一种表达形式,手动操作的思维方式并没有发生实质性的改变。人对生产过程参数的观察要一个一个的看,操作设备也是一台一台的完成,操作设备是单线条的顺序实现。而计算机则不然,在微观上计算机主要以毫秒级周期扫描方式进行工作,在宏观表现上可以同时完成诸多检测和控制任务。也是为什么DCS系统控制比人工操作省时、省力的根本原因。所以,要实现复变协同系统的APS全自动控制必须要换位思考,站在计算机的角度、发挥计算机的控制特点来考虑实现全自动的技术策略,可以参考运行操作票的技术要求设计基本的控制逻辑,但决不能按照运行操作票的思路来设计APS控制策略。

既然自动控制全部由计算机完成,那么就要从两方面编制计算机程序替代由操作人员对复变协同系统观察、判定和操作工作。第一,应用“交叉引用、条件自举”策略,建立顺序控制、自动连锁和自动调节之间的关联机制;第二,采用“超前投入、

虚拟自动”技术, 赋予自动联锁和自动调节先于工艺系统运行转为“自动”工作方式的能力。

“交叉引用、条件自举”概念的立意是: 模拟量自动调节回路把开关量顺序控制的设备启停进程状态引为转换工作方式的条件, 开关量顺序控制系统把模拟量自动调节回路的工作方式用作促进过程的因素, 相互交叉引用, 一俟对方条件满足, 顺序控制或自动调节回路便按预定逻辑自行推升控制层次, 完成条件自举, 进而自主执行后续任务。

“超前投入、虚拟自动”是指在相关设备或工艺系统并没有启动、运转之前, 自动联锁或自动调节不具备条件转入“自动”工作方式的前提下, 利用计算机智能化“虚拟自动”逻辑的支持, 让操作人员在设备或工艺系统运转之前就能够完成自动联锁或自动调节回路从“手动”转为“自动”的人工操作, 自动联锁或自动调节控制回路随即进入“自动”工作方式的伺服状态。尔后, 自动联锁或自动调节回路转换到实际控制权的“联锁”或“调节”完全由计算机掌控, 由此奠定了全自动控制的基础。

这两个新的理念是实施复变协同系统全自动技术方案的关键性指导方针, 从全新的角度安排顺序控制、模拟量调节和设备联锁之间的关联方式^[2-3]。

3 发挥计算机技术特点设计全新操作开关

操作开关或按钮是火力发电厂工艺系统电动机的启、停, 阀门或挡板的开、关等控制最传统也是最原始的操作装置, 在锅炉、汽机、电气分立控制盘(BTG 盘)操作时代被广泛应用, 判定机炉系统运行工况和控制设备运行状态完全依靠人工, 随着机组容量的增大, 设备的增多令系统的操作控制变得复杂、繁琐。设备操作的安全性与人因素紧密相关, 而人的操作受到诸如经验、情绪、精力等多方面的影响从来都不是本质安全的, 随时存在着发生误操作的风险。

步入 DCS 时代, 自动控制装置产生了革命性的变化, 操作、监控装置也由原来独立的开关、按钮和指示仪表换成了计算机的鼠标、键盘和显示器, 其实质是计算机辅助控制应用于工业自动化, 具有了利用计算机技术扩充、完善操作开关功能的基础条件。计算机技术包含硬件和软件两部分内容, 如果在应用软件设计上策略得当就可以获得具

有本质安全、全方位自动的控制效果。倘若在 DCS 应用逻辑软件设计方面还是沿用 BTG 盘时代的基本思路, 不做根本性的改变, 尽管应用了 DCS, 也不过是在热控设备硬件方面不落时代的步伐, 而综合控制功能只相当于电子版的手动操作, APS 也无从谈起。为实现 APS 的控制功能, 就要从最基础的设备操作开关入手, 展开全新的设计。这种操作开关应该充分利用计算机系统的信息处理能力, 因为 DCS 能够全方位地采集被控设备和系统运行有关的信号, 这些信号包括外部设备的静止状态、执行过程, 逻辑算法的中间值和结果、电路元器件的品质, 通过计算机能够及时地作出综合判断和决定设备以及系统的操作方向, 其快速性和正确性无论从时间还是空间上都是人力无法企及的。目前, 国内应用 DCS 最需要迫切解决的就是操作开关或按钮的软件设计, 尤其是操作开关或按钮的智能化逻辑设计^[2-3]。

4 本质安全型两位式操作开关设计分析

在火力发电厂热工控制中开关量的被控对象分类主要有驱动转动机械(风机或泵)的 6 kV AC 高压大容量和 380 VAC 低压小容量电动机, 启闭阀门的全开、全关或全开全关带中间可停顿电动装置以及单线圈驱动或双线圈驱动的电磁阀等。与控制对象直接相连的是开关的输出部分, 而操作开关的输入数据处理和内部逻辑运算决定了本安型操作开关的功能。可以通过模块化编程, 组合成具有不同特点的本安型操作开关以满足现场设备操作的实际需要。

4.1 本质安全型两位式操作开关设计要点

设计、应用自动控制系统的最终目的不单是为了节省人工, 突出的要点是把设备控制规则化, 从根本上杜绝人工误操作的可能, 确保设备运行的安全性。

应用计算机技术提升常规操作开关的安全性能是逻辑设计工作的指导方针, 宗旨为“保护优先、本质安全”。应从根源上消除安全隐患, 操作开关要设计有“手动”和“自动”两种工作方式, 手动方式下由人工操作设备启停, 自动方式下接受来自上一级的顺序控制指令, 设备控制权的确定由高到低依次为保护、手动、自动。能够实现上述全部功能的操作开关, 我们将其命名为“本质安全型两位式

操作开关”(以下简称本安型操作开关),有了本安型操作开关,既可以防止人工误操作又可以为全自动型联锁控制奠定基础,最终为顺序控制实现全面的、安全的自动控制作出贡献。

4.2 本安型操作开关功能原理与结构特点

本安型操作开关由人机接口、信号接口、功能逻辑三部分组成。

4.2.1 人机接口

是操作人员与 DCS 系统有效沟通的界面,通过人机接口(MMI)完成对工艺系统和设备的监视、控制。根据功能需要,操作面板上设计有“手动/自动”(AUTO/MAN)工作方式切换开关,手动方式下的人工启动[START(ON)]和停止[STOP(OFF)]操作按键。

4.2.2 信号接口

信号接口按类别划分有输入、输出两大类。按实现的功能详细区分就有指令输入,如来自上一级逻辑的自动“启动/停止”控制指令;工艺参数保护命令,如保护启动、保护跳闸;外围设备状态输入信号,如允许启动和允许停止的条件;被控设备的工作状态信号,如电动机控制盘(MCC)反馈的电动机开关合闸信号,电气装置故障信号等。工作状态输出,如手动/自动工作方式显示,跳闸报警提示,设备故障报警等;指令输出则是向被控设备发出的启动或停止命令。

4.2.3 功能逻辑

全新设计的操作开关能确保顺序控制系统安全的全自动运行,自最基本的“单台设备操作逻辑”(操作器)开始就设计有“手动”和“自动”两种工作方式,设计思路与模拟量自动调节回路的“手动/自动”工作方式几乎完全相同,且具有同等安全性能。“自动”、“手动”工作方式以及控制权相互独立,从根本上堵塞了逻辑自动指令可能受人工操作干预的漏洞。操作许可条件的设立使设备运行更加可靠,条件不满足相应的控制被禁止,以此进一步提高设备安全。控制权限分为三级,自动控制是基本工作方式控制权最低,手动方式控制权限高于自动控制一个等级,保护控制能够直接超越手动和自动控制对设备进行安全操作,如果在人工手动操作方式下工作,计算机就相当于另外一个人站在背后时刻进行着安全监护,充分发挥了计算机辅助人工操作的能力。

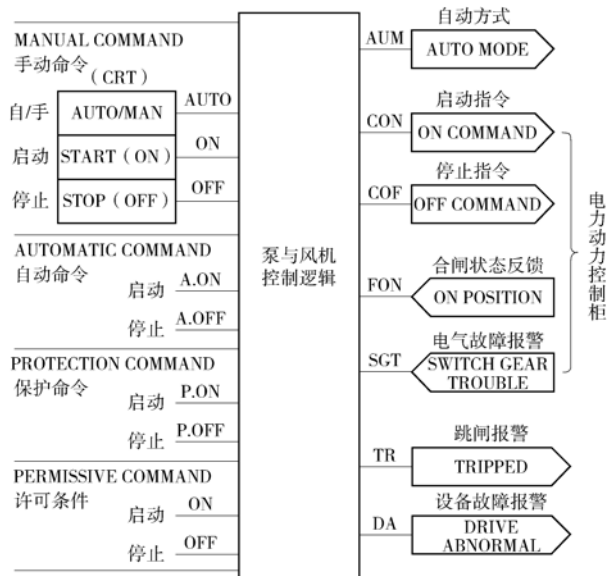


图1 本安操作开关逻辑原理框图

Fig. 1 Schematic Diagram of Intrinsically Safe Switch Operation

4.2.3.1 手动/自动切换

操作面板上有 AUTO/MAN 切换按键和 START(ON)、STOP(OFF)操作按钮,是操作人员与控制逻辑的人机接口,操作人员如果选择了 MAN,操作开关内部 A/M 逻辑模块被置“0”,操作开关工作在手动方式,自动控制指令被闭锁,保持控制方式的唯一性。

4.2.3.2 自动命令

如果操作人员在操作面板上选择工作方式 AUTO,会将操作开关内部 A/M 逻辑模块置“1”,操作开关转换为自动工作方式,同样会把手动操作逻辑闭锁,确保自动控制能独立进行。操作开关自动工作方式下只接受来自上一级控制逻辑发出的自动命令(A. ON, A. OFF)。

4.2.3.3 保护命令

触发信号来自外部相关的热工检测参数,形成操作开关的保护启动命令(P. ON)和停止命令(P. OF)。在操作开关逻辑电路中,P. ON 和 P. OF 指令与手动或自动的启、停指令经过同一或门电路去控制设备,由于该或门电路位于操作开关逻辑运算的末端,并且外部触发信号直接进入这个或门,只要保护命令存在,对外部设备的控制也最为简捷,所以控制权最高。

4.2.3.4 设备状态

对设备的电气动力柜内的工作状态进行监视,能够检测和判断电气控制回路是否已经合闸(电控

开关合闸反馈信号 FON), 电气控制设备的操作机构是否正常(电气装置故障信号 STG),

4.2.3.5 许可条件

来自工艺系统的操作许可条件信号(ON、OFF); 设备本身的静态参数和关联设备的工作状态都可以作为操作开关控制的许可条件, 若条件不满足, 也就是工作环境不具备, 无论自动还是手动或保护控制都无法操作, 因为没有对象的操作是无效操作。

4.2.3.6 输出指令

有向电气控制柜发出的合闸(CON)、遮断(COF)指令; 向上一级系统传递的工作状态的 AUTO 信号、设备跳闸报警信号(TR)、操作器故障报警信号(DA)。

5 智能化缺省自动式联锁

5.1 普通联锁开关存在的问题

并列设备之间设有联锁开关, 无设备运行时开关断开联锁解除, 设备随工艺系统运行时, 应投入联锁。常规联锁开关功能单一, 必须经人工投、切才能实现联锁自动或解除联锁。存在问题: 一是联锁投入或切除的时机被设备状态所左右, 备用设备投入联锁要在选定的运行设备启动之后, 切除备用设备联锁要在已运行的设备停运之前。二是操作一定要有人的参与, 如此, 自动行进的顺序控制不得已夹杂了手动操作, 成为全自动的障碍, 降低了自动控制的品质。

5.2 智能化缺省自动式联锁功能特点

在复变协同系统中实现 APS“全过程自动”的控制功能, 操作人员只要向 APS 发出“开始”(go)的指令后直至程序全部结束, 程序进程中间不再有人工主动参与的手动操作, 这就要求联锁自动投、切时机必须脱离设备状态的约束, 联锁设备运行之前联锁开关就能有选择的自动投入, 联锁设备停止之前联锁开关可以适时的自主解除。这是一种无须人工监视、判断、操作的自动联锁工作模式, 即所谓的“缺省自动式联锁”。设计思路是: 采用智能化逻辑取代手动联锁开关, 联锁投、切完全由逻辑算法自动完成, 把联锁设备的工作方式、运行状态、动作过程交由计算机去判断, 通过对关联设备[包括操作器和 MCC(电动机控制中心)]运行状态、工作方式、启停进程的综合分析判断, 决定联锁的控制

方式和设备的启停顺序, 一旦检测到运行中的设备故障跳闸或工艺参数超限即时启动联锁。设备联锁按照缺省自动方式设计, 规定“手动”方式为联锁控制“异常”(ABNORMAL)状态, “自动”才是设备联锁的正常工作方式。只要把有联锁关系的设备操作开关各自投入“自动”, 联锁控制就默认“自动”, 备用设备投入联锁不需要在选定的运行设备启动之后, 备用设备切除联锁也不必在已运行的设备停运之前, 因此联锁开关的投入或切除不再受设备工作状态的制约。

实现自动联锁控制的智能化逻辑模块被命名为“自动选择器”(AUTOMATIC SELECTOR), 置于并列设备本安操作器之上, 按一拖二(或一拖 N)的星型结构连接, 缺省自动式联锁原理见图 2, 联锁方式变换见表 1。能够完成 7 种功能: (1)默认正常工作为自动方式, 手动即工作异常(ABNORMAL); (2)首台设备启动或自动默认或手动选择; (3)自动记忆运行设备, 再次启动缺省选择; (4)转发上级控制指令; (5)工联锁, 偏离参数定值自动增减设备; (6)电气联锁, 在运设备跳闸, 备用设备联锁启动; (7)故障自动检测、报警和安全中止。

表 1 缺省自动联锁功能表 Table 1 Default Interlock Function Table

Table with 7 columns: 被选设备, 系统设备, 正常, A 异常, B 异常, 减 1 台, 增 1 台. It contains logic transition rules for interlocking between devices A and B.

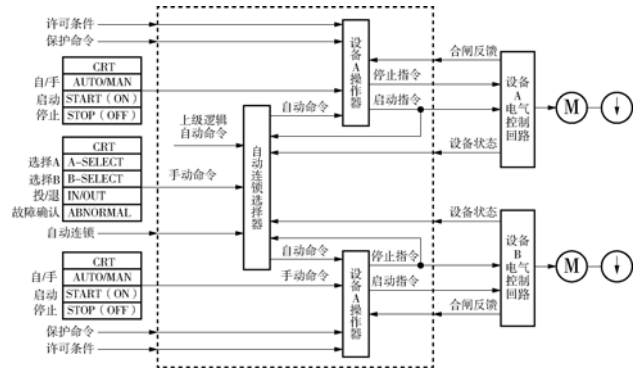


图 2 缺省自动式联锁原理框图 Fig. 2 Schematic Diagram of Default Interlock

智能化的自动选择器的正常工作方式为“自动”(缺省方式),对应下级设备 A、B 的本安操作器也须投入“自动”,本安操作器的“自动”工作方式同时也是顺序控制系统正常工作的充要条件,在 APS 整体架构中操作器是最基础的控制逻辑,逐级向上才有“单元控制”、“系统控制”,最高层是 APS 控制。

6 智能化缺省自动式联锁选择器的应用

根据火力发电厂工艺系统结构特点,通常 APS 控制策略规划为四个控制层级,即设备操作级、单元控制级、系统控制级和机组控制级。

智能化选择器作为全自动过程控制的基础逻辑,因其智能化程度高,在控制策略应用中适应能力强,可以在多种场合中灵活应用。既可以应用于两台设备之间的联锁也能够用于三台设备的相互联锁,除了在设备联锁中作为标准控制模块用于构建全自动的单元控制级,还能够在系统的控制中发挥作用协调系统控制的自动启停^[2-3]。

6.1 全自动单元控制中的设备联锁

以 600 MW 级锅炉风烟系统为例,锅炉风烟系统共 37 台设备,系统规划和设备配置见图 3。有 16 台共计 8 对一用一备的设备联锁,(1) A1/A2 送风机控制油泵;(2) A1/A2 引风机冷却风机;(3) B1/B2 送风机控制油泵;(4) A1/A2 引风机控制油泵;(5) B1/B2 引风机冷却风机;(6) B1/B2 引风机控制油泵;(7) A1/A2 空预器润滑油泵;(8) B1/B2 空预器润滑油泵。自动联锁是机组各系统中需求最多的。

6.2 三台设备的联锁

汽轮机凝结水系统配备了 3 台凝结水泵,布置在顺序控制系统级,自动工作方式下汽轮机凝结水操作器通过选择器接受 APS 指令控制,选择器根据汽轮机蒸汽负荷决定凝结水泵投入台数,同时设计有顺序控制、联锁自动和联锁保护,特点是三台设备的联锁控制,动作真值表见表 2。

6.3 全自动系统控制

600 MW 级的火力发电机组给水泵通常采用两台 50% BMCR 汽动给水泵和一台 25% BMCR 的电动给水泵,机组正常运行时两台汽动给水泵并列运行,机组启动过程中先启动电动给水泵,然后在机组带上 20% BMCR 负荷时进行给水泵切换,投入第一台汽动给水泵,停止电动给水泵,21% BMCR 负

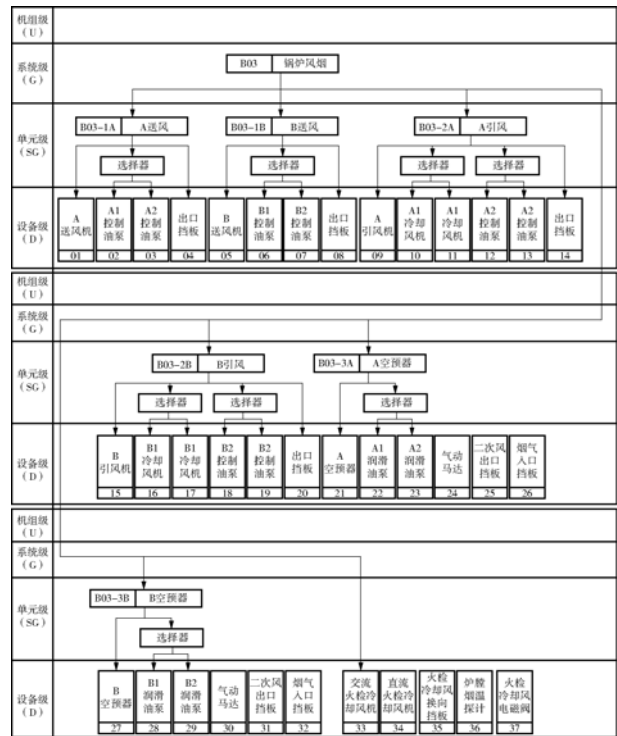


图 3 锅炉风烟系统控制分级图

Fig. 3 Hierarchical Diagram of Boiler Air and Flue System

表 2 缺省自动三联锁功能表

Table 2 Default Tri-Interlock Function Table

被选设备	系统设备	正常	A 异常	B 异常	C 异常	减 1 台	减 2 台	增 1 台	增 2 台
A	A	OFF	ON→	--	--	ON	ON	ON	ON
	B	--	OFF→	--	--	ON→	ON	OFF→	ON
	C	--	ON	--	--	OFF	OFF	OFF	ON
B	A	--	--	--	OFF→	ON→	ON	OFF→	ON
	B	OFF→	ON	--	ON→	ON	ON	ON	ON
	C	--	OFF→	ON	ON→	OFF	ON	OFF→	ON
C	A	--	--	--	OFF→	ON→	ON	OFF→	ON
	B	--	--	--	OFF	OFF	ON→	OFF	OFF→
	C	OFF→	ON	--	ON→	ON	ON	ON	ON

荷时投入第二台汽动给水泵,两台汽动给水泵并列运行。机组停机要经历从较高机组负荷将低到较低负荷的过程,最终停机停炉,其间机组负荷降在 20% BMCR 时给水泵同样要进行电动给水泵和汽动给水泵的切换操作,投入电泵,停止第一台汽

泵, 随着负荷继续下降再停第二台汽动给水泵。所以在机组启动和停止的过程中, 电动给水泵和汽动给水泵的切换、两台汽动给水泵之间的并列/解列, 是必须的操作, 缺省自动式选择器在这个操作过程中为实现过程的起到了全自动控制的作用^[2-3]。

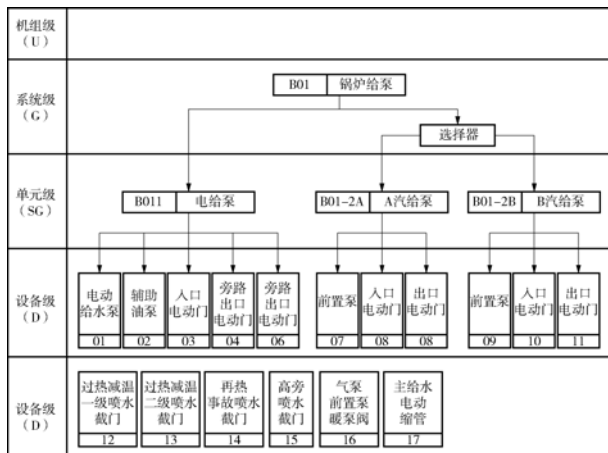


图 4 给水系统控制分级图

Fig. 4 Hierarchical Diagram of Feedwater System

7 结论

目前 DCS 系统已经广泛应用在火力发电厂中的热工自动控制中, DCS 以其强大的控制性能对推进我国火力发电厂热工自动控制起到了重要作用, 在热工控制装备方面已经与世界上的发达国际站在同一水平上。但是, 我们也应该清醒地认识到 DCS 的应用不单取决于硬件水平, DCS 的核心是计算机技术, 让计算机发挥应有的作用更重要的是要有配套的软件, 从某种意义上讲, 正是软件的水平决定了计算机的能力, DCS 也是如此。应该正视这样一个事实, 1985 年我国从国外引进 350 MW 燃煤机组时, 热工控制策略中已经设计并应用了 APS 功能, 而到目前为止国内中仍然没有真正实现规范的 APS 功能的火力发电厂, 尽管有些项目自称实现了 APS, 但无论从设备配置、具体功能还是实用性都有完善和提升的空间。问题出现在哪里? 是主设备性能, 是热工的变送器、执行机构、行程开关等热工设备质量? 不能排除有这方面的因素, 但我们看到国家近 10 年来 300 MW、600 MW 超(亚)临界机组、1 000 MW 超超临界机组发电设备基本上都是

与发达国家相关厂家合作设计和制造, 不但满足国内需要, 在国际上也具有相当的竞争力, 出口数量也不少。过程自动化仪表的精度也远远超过现场要求的 0.5 级, 大量采用微电脑技术的智能化仪表投入使用。在这种背景条件下再去强调机组主设备和热工仪表可能影响热工自动控制系统的投入已经没有任何的论据支点。

我们在火力发电厂中应用 DCS 与世界先进国家的差距主要体现在观念没有更新、控制策略没有优化和基础逻辑缺乏创新。从理论方面, 面对火力发电厂机、炉热工控制没有建立起“复合变量协同系统”的概念, 沿用顺序自动控制特性单一控制系统中的观念来指导热工控制策略的开发和逻辑组态势必“药不对症”。只有对系统作认真的系统辨识, 区分出火力发电厂锅炉、汽轮机热工控制的内在控制特性, 据此制定合理可行的控制策略才能有效提高机组全过程、全工况的控制能力达到全自动的水平。从控制策略方面: 以计算机的思维方式去优化、转换串行的人工操作, 充分发挥计算机的并行、双工特性形成控制策略。成功的 APS 是一项复杂而严谨的技术集成的最终结果, 从宏观上集合了模拟量调节系统、汽轮机电液调节装置、锅炉燃烧器管理系统、顺序控制系统等全部机组热工主要控制系统, 微观上则必须有能够满足“复合变量协同系统”应用的基础逻辑, 本安操作器和智能化缺省自动式选择器就是按照完成复变协同系统全自动功能而设计的开关量基础逻辑模块。

参考文献:

- [1] 王立地. 自动顺序启停系统“一键式启停”基础逻辑设计与应用 [J]. 广东电力, 2009(1): 65-69.
WANG Lidi. Basic Logic Design and Application of “Start-up/Shut-down with One Key” for Automatic procedure Start-up/Shut-down System [J]. Guangdong Electric Power, 2009(1): 65-69.
- [2] 李江, 边应秀, 何国祥. 火电厂开关量控制技术及应用 [M]. 北京: 水利电力出版社, 2000.
- [3] DIASYSY-UP 操作站说明书 [M]. 日本长崎: 三菱重工有限公司, 1999.

(责任编辑 张春文)