

# 300 MW 燃煤机组 FSSS 改造

朱 静<sup>1</sup>, 崔超超<sup>2</sup>, 肖 胜<sup>2</sup>

(1. 四川广安发电有限公司, 四川 广安 638500; 2. 西安热工研究院有限公司, 陕西 西安 710032)

**摘 要:**通过对广安电厂 31 号机组炉膛安全监视系统(FSSS)改造前后软硬件系统设计的分析,总结了两种 DCS 系统在设计 FSSS 方面的优缺点,取长补短,消除了机组持续运行软硬件方面的安全隐患,提高了机组的可靠性和安全经济运行的能力,同时也为同类机组改造提供借鉴。

**关键词:**炉膛安全监视系统; MFT 柜; 油枪点火优化; 改造

**Abstract:** Through the analyses on the hardware and software design before and after the technical reconstruction for furnace safety supervision system ( FSSS) of No. 31 unit in Huadian Guangan Power Generation Co. Ltd , the merits and demerits in FSSS design by using new and old DCS systems are summarized. After overcoming the weakness , it can eliminate the security risks in the hardware and software for the long - time operation of the unit , and improve its reliability and ability of safe and economic operation. It also provides a reference for the reconstruction of similar unit.

**Key words:** furnace safety supervision system ( FSSS) ; MFT cabinet; oil - gun ignition optimization; reconstruction

中图分类号:TK323 文献标志码:B 文章编号:1003 - 6954(2012)02 - 0061 - 04

## 0 概 述

锅炉的炉膛安全监视系统(furnace safety supervision system, FSSS)是现代大型火电机组锅炉所必须具备的一种安全监控系统,主要承担锅炉炉膛安全监控和燃烧系统管理两大任务,是锅炉安全运行的保证。广安电厂 31 号机组建于 1997,1999 年并网发电,其使用的 DCS 系统至今已有十几年之久。卡件电子元器件老化严重,大小故障时有发生;备品备件购买困难。随着电力生产的进一步进行,DCS 系统的安全可靠性已成为机组稳定运行的重大障碍,广安发电有限公司决定于 2011 年大修期间对 DCS 系统进行全面改造,这里仅对 FSSS 系统改造情况进行技术总结。

## 1 硬件系统分析

广安电厂 31 号机组 FSSS 系统共有五面柜子组成,MFT 主保护没有独立的机柜,MFT 主保护由 MFT 跳闸继电器板 BBPR01 - 11 块, BBPR01 - 22 块完成,安装在 30 号柜中。

首先,随着电子信息技术的飞速发展,现代 DCS

系统完全可以做到模件和端子板合二为一,无需单独的端子柜。此次改造采用艾默生公司的 OVATION3.2 系统,正是体现了这一点。OVATION 系统的硬件模件分为特性模件和电子模件,现场输入由特性模块提供浪涌保护和路由,然后发送到电子模块进行转换。电子模块完成信号调节和模数转换;同时,新系统的所有模件均在内部实现了信号的隔离和过流过压保护,可靠性和易用性相比老系统均有显著提高;经过此次改造 FSSS 部分由原来五面柜子降为三面柜子。除此之外,新的模件还具有封装良好、防尘能力强、安装快捷方便、组态简单、操作和维护成本低等其他优点。

其次,OVATION 系统 MFT 主保护柜的设计相对改造前的老系统有明显改善。原来系统的主保护柜跟普通控制柜没有明显的区分,由三块继电器板组成,电源取自 DCS24VDC。BBPR01 - 1 继电器板上有 A、B 两组共 6 路干接点开关量输入。A 组的 3 路输入信号来自 MFT 的逻辑输出,B 组的 3 路输入信号来自手动 MFT 按钮;这两组输入信号分别通过三个继电器实现 3 取 2 逻辑判断后去驱动一个 MFT 判断继电器,该判断继电器的输出作为 BBPR01 - 1 的输出信号;BBPR01 - 2 根据 BBPR01 - 1 的输出向现场扩展输出 16 路常开或常闭干接点数字信号<sup>[1]</sup>。

跳闸继电器输出设计为失电动作,动作继电器为单稳态继电器,即:逻辑判断MFT信号或者操作台按钮复位,硬回路动作消失。

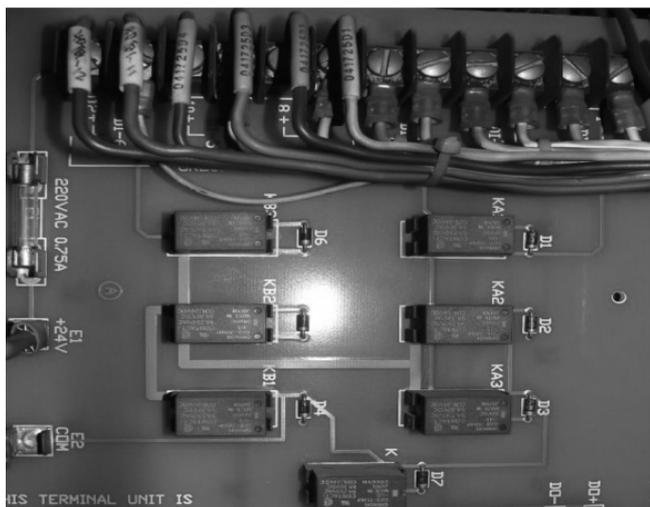


图1 ABB系统MFT跳闸BBPR01-1板

原来DCS系统的MFT电路板的设计无疑具有其独创性。但是也暴露出设计上的某些瑕疵。比如主保护柜跟普通的控制柜混在一起,其电源系统取自控制柜电源,经控制柜转换得到5V和24V,这些设计都没有体现出锅炉主保护的重要性;跳闸回路采用电路板搭载固态继电器,防尘能力差,随着机组运行时间进一步加长,元器件持续老化,电子线路抗干扰能力持续下降,这样的设计可靠性已经大为降低。

此次改造采用OVATION系统的继电器柜。其继电器柜独立于DCS普通控制柜,在设计时充分考虑到了组装、检修维护的易用性和可靠性,全部电路

采用继电器搭接而成,原理清晰明白(原理图见图2),实际电路简单易用,并且充分做到了软硬件的上下统一。继电器电源直接取自厂直流110V电源,提供了最高级别的安全电源。硬件电路仍采用两路3取2设计,1路来自DCS逻辑判断,1路来自操作盘按钮,主继电器采用双稳态继电器,动作之后必须由DCS复位指令复位才能消除动作信号。复位回路中又串入动作继电器的闭触点,防止在有硬回路动作的情况下DCS复位MFT。电源故障信号仅作为DCS报警显示。总体设计为带电跳闸,锅炉吹扫完成脉冲来同时复位软硬回路的MFT动作。

## 2 软件系统分析

广安电厂31号机组的锅炉为亚临界自然循环汽包锅炉,一次再热、单炉膛、平衡通风、半露天π型布置、全钢悬吊构架、固态排渣。燃用广安混煤,分设计煤种和校核煤种I、II。点火为二级点火,即高能点火器点轻油,由轻油点燃煤粉,点火及助燃用油为0号轻柴油。锅炉配套的制粉系统为钢球磨中间储仓制热风送粉系统,配置4台DTM350/700钢球磨煤机。燃烧器采用四角切圆直流式。

机组原FSSS逻辑严谨可靠,这里仅对机组改造前后由于DCS硬件不同导致逻辑的不同作出总结。

### 2.1 锅炉主保护

基本遵照原先的设计。主要包括:

- 1) 运行人员跳闸(MFT按钮3选2,2s脉冲);

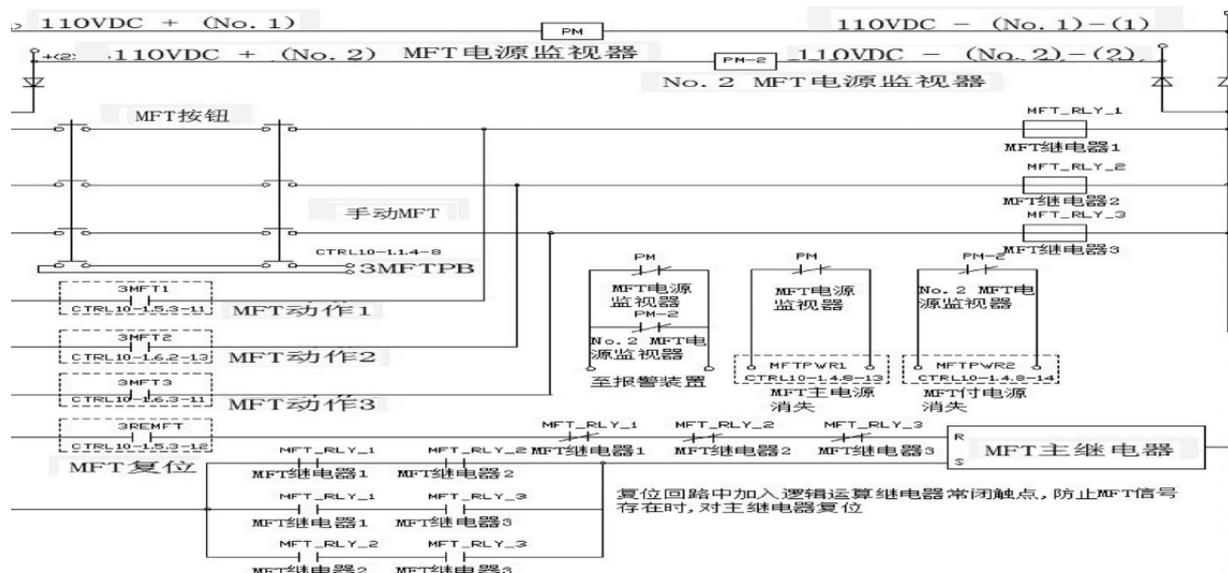


图2 OVATION系统MFT跳闸原理图

2) 蒸汽无通道;当汽机跳闸且锅炉负荷 >40% 产生 MFT。当汽机跳闸且锅炉负荷 <40% ,延时 10 s 后 ,如果高旁门或低旁门未打开 ,则发生 MFT 跳闸。如果高旁门和低旁门均打开 ,不发生 MFT 跳闸;

- 3) 炉膛压力高高 3 选 2 ,延时 2 s;
- 4) 炉膛压力低低 3 选 2 ,延时 2 s;
- 5) 汽包水位高高 3 选 2 ,延时 10 s;
- 6) 汽包水位低低 3 选 2 ,延时 10 s;
- 7) 两台送风机均停 ,延时 2 s;
- 8) 两台引风机均停 ,延时 2 s;
- 9) 两台空预器均停 ,延时 5 s;
- 10) 火检冷却风压力低低 ,延时 600 s;
- 11) 总风量 <30% ,延时 10 s;

12) 延时点火: MFT 复位后 ,在 600 s 之内炉膛没有建立第一个火焰; 13) 失去所有燃料(进油快关阀全关且所有油角阀全关 ,且所有煤层停止 ,且有燃烧器投运记忆 ,即在停炉时不认为失去全部燃料;

14) 失去全部火焰 ,每层 4 个火检中 ,若有 3 个显示无火 ,即为该层无火。若所有层均显示无火 ,即为失去全部火焰 MFT 跳闸;

- 15) 一次风机跳闸且任一煤层投运 ,延时 25 s;
- 16) MFT 继电器已动作。

此次因为 MFT 柜子发生了重大变化 ,原先的 FSSS 电源故障必须做出改动;原先的 MFT 设计为失电跳闸 ,在 MFT 继电器板出现问题或者 DCS 全部失电时 ,MFT 直接动作。这样的设计能起到在 DCS 失电时 ,硬后备仍能停炉的作用。在软件逻辑里将 MFT 跳闸继电器的一副接点采样进来和无 MFT 的指令相与判断为 FSSS 电源故障 ,做到 MFT 动作的软硬统一。但此次如果仍按照原先的设计 ,就会出现问題。因为 OVATION 系统 MFT 柜设计为带电跳闸。MFT 柜失电后跳闸继电器不会动作。所以此次为了做到 MFT 动作的软硬统一 ,将此条逻辑修改为 MFT 已动作信号(脉冲)。

### 2.2 油枪点火

油枪点火逻辑 ,原先的层次不够清晰。在油枪单角程控启动操作中 ,将油枪点火枪同时进 ,并且同时打火 ,这样的设计虽然能在点火之初 ,或者紧急情况下快速投入油枪 ,但在其中一个设备故障情况下 ,效果并不太理想。此次改造优化了油枪的程控步序 ,进油枪 ,进点火枪 ,打火 ,开油阀<sup>[2]</sup> ,任一步骤有故障即退出程控 ,这样在时间上不输于原先的逻辑 ,同时也

保证了故障情况下设备能及早退出。

## 3 调试中遇到的问题及处理

FSSS 部分的系统调试贯穿于整个机组 DCS 改造的全过程 ,在调试中发现了些非常典型的故障。在此对这些一一做出分析。

首先 ,在 31 号机组建设过程中 ,原 MFT 硬回路系统设计不太完善 ,没有触点容量大 ,专门驱动 6 kV 电机的直流继电器 ,采用了如图 3 所示 ,小继电器带大继电器的方案完成 6 kV 电机的 MFT 动作。图 3 中 A1 节点为 DCS 输出 MFT 信号 ,A3 为操作台手动 MFT。这样的设计对于在 DCS 失电的情况下 ,操作台的手动 MFT 实际是起不到硬后备作用的。因为继电器柜的电源同样依赖于 DCS ,在 DCS 失电的情况下 ,图 3 中 K2 继电器是不能带电的。虽然这样的设计是有缺陷的 ,但是对于驱动能力有限的 MFT 动作小继电器来说 ,也许当时只能通过这样的方式完成硬手操 MFT 的动作。

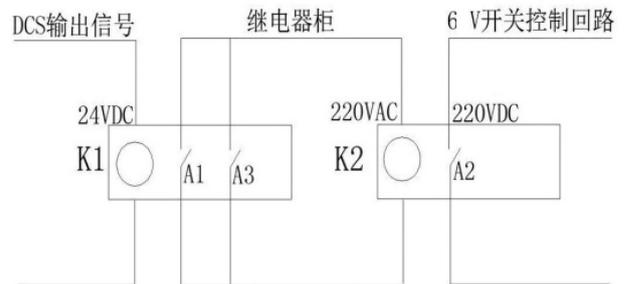


图3 老系统驱动大电机继电器方案

此次改造 OVATION 系统的 MFT 硬回路完全可以满足这方面的要求。如图 4 中 ,A3 操作台手动 MFT 直接去驱动 MFT 柜内的动作继电器 ,因为 MFT 柜内动作继电器电源取自 110 V 直流系统 ,即使 DCS 全部失电 ,操作台手动 MFT 仍能够通过新系统安全停炉 ,这样极大地提高了机组的安全水平 ,使得 MFT 硬回路动作完全独立于 DCS 系统 ,真正实现了 MFT

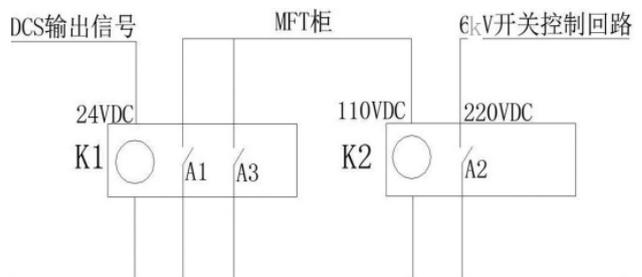


图4 OVATION 系统驱动大电机继电器方案

动作的硬后备,消除了机组的安全隐患。

其次,在油枪调试中也有些小优化。由于设备老化,油角三用阀在吹扫位置已经不能保持很长时间(原设计为30s),这样使得每次程控停止油角,都存在无法退出油枪的问题。经过多次实践,对吹扫时间稍微做了些调整,优化了油角的程停逻辑,使得程控操作简单实用,降低了运行人员的劳动强度。在RB投油方面,也根据实际情况优化了自动投入BC层油的程序。主要体现在RB发生时,BC层油的顺控程序能自动走两遍,这样可以避免RB工况时突然投油,很多油枪点火枪存在卡涩导致油角跳闸不能投入油角的问题,增强了RB工况时机组的响应能力,使得BC层油枪能在RB工况时尽可能多的起到助燃锅炉的作用。

#### 4 结 语

广安31号机FSSS系统改造,从安装接线、调试点火到并网发电,全部工作历时35d。31号机FSSS

系统改造完成后,彻底解决了原老系统存在的设备老化、抗干扰能力差、故障率高、运行风险大等问题;同时在软硬件设计方面又尽量做到与原先的设计保持一致,操作习惯保持一致。在个别软件逻辑方面又做出了优化,提高了机组的控制水平。这些工作的完成都为以后机组安全稳定继续运行打下了坚实的基础。

#### 参考文献

- [1] 周姚芳. 三种典型MFT控制回路可靠性探讨[J]. 浙江电力, 2009(4): 48-51.
- [2] DL/T 1091-2008, 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程[S].

作者简介:

朱 静(1974),女,电厂热控专业工程师,主要从事电厂热工检修与维护工作;

崔超超(1984),男,工程师,主要从事电厂现场总线与控制技术研究;

肖 胜(1978),男,工程师,主要从事电厂现场总线与控制技术研究。

(责任编辑:2011-12-12)

(上接第40页)

构,提高电力资源的使用价值。

#### 参考文献

- [1] 王代林. 四川大小电网之痒[EB/OL]. (2004-07-07)[2011-11-16] <http://www.sc.xinhuanet.com/content/2004-07/07/content->
- [2] 邱永志,王先甲. 省级电网公司与地方电网公司基于供区整合的合作博弈行为研究[J]. 四川水利发电, 2006, 25(2): 101-105
- [3] 何永祥,吴杰后. 国家电网与地方电力开展合法竞争的体会[J]. 四川电力技术, 2005(3): 61-62.
- [4] 程国栋. 虚拟水——中国水资源安全战略的新思路[J]. 中国科学院院刊, 2003(4): 260-265.
- [5] 龙爱华,徐中民,张志强. 西北四省(区)2000年的水资源足迹[J]. 冰川冻土, 2003, 259(6): 692-699.
- [6] 徐中民,龙爱华,张志强. 虚拟水的理论方法及在甘肃省的应用[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 861-869.
- [7] 罗贞礼,黄璜. 区域土地资源可持续利用的社会化管理研究——兼论虚拟水战略与区域粮食安全问题[C]//

2004 全国土地资源态势与持续利用学术研讨会论文集. 昆明: 云南科学技术出版社, 2004: 301-307.

- [8] 罗贞礼,龙爱华,黄璜,等. 虚拟水战略与区域土地资源可持续利用的社会化管理[J]. 冰川冻土, 2004, 26(5): 624-631.

- [9] 牛树海. 虚拟水分析理论和方法[J]. 华侨大学学报, 2004, 25(3): 331-333.

- [10] 任玉珑,李俊. 基于博弈控制的需求侧分时电价研究[J]. 科技管理研究, 2006, 2(2): 180-183.

作者简介:

陈 岭(1975),女,工程师,本科,从事电力企业管理研究;

蒋 乐(1975),男,工程师,博士研究生,研究方向为电力系统分析;

李 俊(1981),男,博士,从事电力市场、电力经济评估等方面的研究工作;

魏震波(1978),男,讲师,博士,研究方向为电力系统分析。

(收稿日期:2011-12-22)