

Realization and Control Optimization of Hydraulic Loading System for Coal Pulverizer Entering DCS System

Libing Bai

Qinghuangdao Power Plant Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066003, China

Abstract

The coal mill variable loading control system, as an important auxiliary equipment in thermal power plants, is usually designed as an independent programmable controller (PLC) as the main control unit. The disadvantage is that it cannot be fully integrated with the DCS system, and the control circuit is complex, making it difficult to operate and maintain. Through the analysis of the variable loading system and control function of the coal mill in Qinghuangdao Power Plant Co., Ltd., the paper proposes an optimization plan to introduce the variable loading control system into DCS control, adding DCS control functions and control interfaces, simplifying control circuits, and eliminating the PLC control level to simplify the system. The goal is to facilitate operation and maintenance by operators and maintenance personnel, and to improve reliability.

Keywords

coal mill; variable loading; DCS; PLC; control

磨煤机变加载系统进入 DCS 控制的实现及优化

白厉兵

秦皇岛发电有限责任公司, 中国 · 河北 秦皇岛 066003

摘 要

磨煤机变加载控制系统作为火电厂重要辅机的配套设备, 通常设计成独立的可编程控制器 (PLC) 作为主要控制单元, 缺点是能与 DCS 系统充分融合, 控制回路较复杂, 不便于运行和维护。论文通过秦皇岛发电有限责任公司磨煤机变加载系统及控制功能的分析, 提出了将变加载控制系统引入 DCS 控制的优化方案, 增加了 DCS 控制功能和控制界面、简化了控制回路, 取消 PLC 控制级后系统得到简化, 便于运行、检修人员操作和维护的目标, 提升了可靠性。

关键词

磨煤机; 变加载; DCS; PLC; 控制

1 引言

新建燃煤电厂通常采用变加载型式的磨煤机制粉系统, 配合微油或无油点火启动系统, 以达到节能、环保的目的。建厂较早的电厂磨煤机都采用固定加载压力的加载方式, 推进无油或少油的点火方式, 磨煤机的变加载改造成为当前燃煤电厂的主要选择。变加载控制系统作为磨煤机的配套设备, 往往采用可编程控制 (PLC) 设计。由 PLC 控制系统实现设备的控制及保护功能, 并设计与 DCS 系统的控制接口^[1]。其特点是控制系统自成一体, 缺点是不能与 DCS 充分融合, 控制回路复杂, 不便于运行和维护。

公司一期机组于 2011 年相继引进山西晋能电站设备有限公司设计制造的 ZGM95G 型中速辊式磨煤机变加载系统。该系统采用了西门子 S7 200 系列可编程控制器控制, 存在

控制系统复杂、可造成故障的环节多的问题^[2]。通过对变加载系统的充分了解, 在二期两台机组的磨煤机的变加载技术改造中采用 DCS 代替 PLC 的控制功能。实现取消 PLC 控制, 达到了简化控制系统, 便于运维的目的。

2 变加载及其控制系统简介

2.1 工作原理

锅炉磨煤机液压变加载系统是磨煤机的重要组成部分, 由高压油泵站、油管路、加载油缸、蓄能器等部件组成。变加载工作方式时液压系统为磨辊提供随负荷而变化的碾磨压力, 加载力大小根据煤量变化由比例溢流阀调节控制液压系统的压力来控制。

变加载控制系统的主要作用是对变加载系统的设备实现调节、自动控制和保护功能。主要内容控制如下: ①运行时输出加载指令信号对加载力进行调节使磨煤机出力与煤量指令匹配; ②对加载油站、磨煤机进行控制和保护; ③提供人机接口, 并能够及时反馈设备运行状态和及时发出报警

【作者简介】白厉兵 (1976-), 男, 中国河北秦皇岛人, 本科, 助理工程师, 从事发电企业热控工程保护研究。

信息;④根据工况自动或手动改变加载系统的运行方式^[3,4]。

2.2 变加载系统的特点、参数及规格

二期两台机组各配置6台中速磨煤机。为了达到机组节油、环保启动的目的,设计增加A磨煤机的变加载功能。变加载磨煤机配合锅炉微油枪点火系统,在启动过程中节油效果明显^[5]。

变加载系统正常工作方式为液压系统接受机组的加载指令信号(跟随给A给煤机煤量指令),主要调节设备为比例溢流阀。在变加载运行方式下,比例溢流阀通过比例变蓄能器和油缸的油压,来实现对磨辊加载力的调节。

当比例溢流阀发生故障,变加载功能无法实现的情况下,自动或手动切换油路,由定加载压力溢流阀调整,此时加载压力恒定,系统处于定加载运行状态。定加载方式是在比例溢流阀发生故障的情况下的一种备用工作状态。

2.3 变加载控制系统

2.3.1 控制系统的受控设备

比例溢流阀(调整型电磁阀)、两台加载油泵、变加载电磁阀、定加载电磁阀、液动换向阀、升降磨辊电磁阀、电加热器等。其中比例溢流阀为模拟量控制设备,通过控制加载油缸卸油量控制磨煤机加载压力。比例溢流阀指令跟随给煤机煤量指令,达到动态控制的目的,实际运行中最低煤量下限可达6.8t/h,其他均为开关量控制设备。

2.3.2 PLC控制系统的控制功能分析

图1为PLC控制的加载投入逻辑框图。

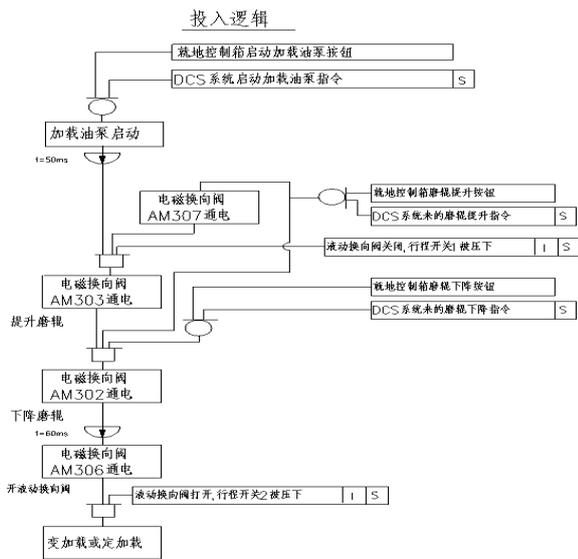


图1 PLC控制的加载投入逻辑框图

①变加载方式:系统发出变加载运行指令信号,磨煤机变加载运行时:电磁换向阀AM302及AM304通电,电磁换向阀AM306通电,油泵从油箱中吸油,油液经电磁换向阀,主油路进入加载油缸有杆腔为磨辊施加碾磨压力。旁路经溢流阀、比例溢流阀组回到油箱。加载油缸无杆腔经液动换向阀直接与油箱相通。此时,系统处于变加载运行状态。

加载压力由比例溢流阀调整,设定加载压力与指令信号成正比比例关系,即加载压力随给煤量的变化而改变。指令信号为4~20mA的电流信号,4mA对应的加载压力为最低加载压力5MPa;20mA对应的加载压力为额定加载压力15MPa。磨辊均降到位才可以开液动阀,可以投入加载方式。

②定加载工作方式和自动切换功能:若比例溢流阀发生故障,系统中压力开关动作,发出定加载运行指令信号。此时,电磁换向阀AM302通电、AM305通电,油泵从油箱中吸油,油液经电磁换向阀进入加载油缸有杆腔为磨辊施加碾磨压力。电磁换向阀将旁路与比例溢流阀切断。加载油缸无杆腔经液动换向阀直接与油箱相通。此时加载压力恒定,系统处于定加载运行状态。这是在比例溢流阀发生故障的情况下的一种备用工作状态。

③磨辊的提升、下降功能:磨煤机在正常运行情况下不需升降磨辊。当启动和检修或其他特殊情况下需要升降磨辊时,切换电磁换向阀(AM307通电)来实现液动换向阀关闭。

④液压油温度的显示及电加热器根据油温的自动启停控制:使用EM231模拟量输入模块采集油箱温度,通过CPU226 6ES7控制加热器启停,并由TD200中文文本显示模块在控制柜显示实时温度。

⑤油泵的启停控制及油压连锁:油泵的启停控制遵循通用的油站控制方式,系统油压低连锁启动备用油泵。

⑥与DCS控制系统的接口信号变化:变加载系统如进入DCS控制,需对系统间来往的信号加以完善。在表1基础上增加加载站加热器启停指令、加载站加热器运行反馈、油箱温度,并增加两个加载压力过低信号,用于保护三取二冗余配置。

表1 变加载系统与DCS接口信号清单

加载油泵运行反馈	变加载动力电故障报警	加载方式状态反馈	磨辊位置状态反馈
加载油泵启停指令	变加载就地/远控状态信号	切换加载方式指令	提升/下降磨辊指令
加载压力过低要求停止磨煤机	滤网压差报警	液动换向阀状态信号	比例溢流阀调节指令

⑦电源和保护系统存在的问题及改进方案:加载控制系统24V电源采用单路开关电源装置提供,包括比例溢流阀、各切换电磁阀,保护用压力开关(采用有源式压力开关)、压力开关的中间继电器。如果发生电源故障,会保护停止磨煤机运行,不利于设备安全运行。油压低停磨保护开关采用单个压力开关取样,开关故障也会造成磨煤机停运。

为此设计了24V电源双路自动切换和失电报警功能。经试验,通过继电器实现双电源切换的切换时间,回路瞬间失电时对比例溢流阀没有造成影响。

晋能电站设备有限公司设计油压开关均采用的有源式压力开关。压力开关取用变加载系统的24V电源,在电源

故障时无法正确动作。压力开关接点方式为半导体的PN节接点,输出电压信号。原PLC控制系统在取其信号时采用中间继电器扩展干接点的方式,部分继电器在运行中长期带电。在电源故障、继电器故障情况下可能导致保护连锁误动或者拒动。将有源压力开关换型为无源形式,能直接提供干接点进入DCS,取消中间继电器,确保控制系统失电时压力低保护能够正确动作。

3 变加载系统的 DCS 程序设计

3.1 DCS 控制系统现状

二期机组采用北京日立公司分散控制系统,设计将变加载系统纳入FSSS1系统控制。

PLC的控制功能由DCS代替后,其中的控制、连锁功能均由DCS实现。DCS增加的控制功能主要如下:①加载系统油压低保护;②磨煤机最小煤量保护;③磨煤机加载压力低连锁启动备用泵;④变加载/定加载运行方式的手动和自动切换功能;⑤加载油箱温度的自动控制;⑥设备的操作控制功能: #1、#2 加载油泵的启/停,磨辊提升和下降,加载油箱电加热器的启/停。

3.2 优化前后的控制回路

通过将控制功能集中到DCS取消PLC后,DCS指令直接作用于中间继电器,油压控制器等测点和状态反馈直接进入DCS,取消了PLC控制器的信号扩展和中继,回路得到简化。

3.3 DCS 系统中保护和连锁功能的设置

DCS增加的控制功能主要如下:

① A 磨加载系统油压低保护停磨煤机: A 磨加载系统油压低动作,设计有30s延时,30s内油压不能恢复时停止磨煤机。此项保护为新增的磨煤机保护,在加载系统出现故障,油压无法维持时停止磨煤机,防止发生煤在磨煤机内堆积堵塞。

②对磨煤机最小煤量保护进行动态定值设计。定加载运行时,最低煤量跳闸定值维持原16.8t/h设计;变加载运行时,最小煤量定值切换为9t/h。

③ A 磨加载压力低联系: 定加载方式相应油压过低或者变加载方式下相应油压过低,连锁启动备用加载油泵。

④变加载切定加载: 变加载运行方式下,变加载液压油压力过低(延时10s)。自动连锁切换到定加载模式下运行。

3.4 主要设备控制功能

#1、#2 加载油泵: ①启/停单操功能; ②停止许可条件: 磨煤机未运行或#2 加载油泵提供正常油压; ③连锁启动条件: 磨运行时加载压力低延时2s、磨运行时无油泵在启动状态。

加载油电加热器: ①启/停单操功能; ②有油泵运行时加载油箱油温低于20℃连锁启; ③加载油箱油温高于30℃连锁停。

4 结语

变加载系统作为一套相对独立的系统,通过与DCS控制的优化整合,降低了其控制系统的复杂性,便于消缺和维护。取消了PLC,减少了备件储备和程序的维护工作。改造后,控制系统使用维护人员熟悉的DCS系统,直观且有利于快速排除故障。

通过优化,解决了有源压力开关失电、中间继电器失电、单个压力开关故障造成保护误动、电源故障引起的设备跳闸等风险因素,提高了设备可靠性。

目前还存在总电源单路失电调磨控制电源取自一相动力电,无备用和切换功能的隐患。发生动力电故障会造成油站的全部失电,与DCS的接口信号不能准确反映油站的状态。如能采用可靠性高的机组UPS电源为控制回路供电将进一步提高系统可用性。

参考文献

- [1] 山西晋能电站设备有限公司.晋能电站磨煤机变加载控制系统使用说明[S].
- [2] 吴满达.中速磨煤机液压加载系统原理及故障分析[J].当代电力文化,2020(27).
- [3] 王莺歌.MPS-89G磨煤机变加载系统的改造与分析[C]//全国火电300MWe级机组能效对标及竞赛第三十九届年会,2010.
- [4] 丁立轩.MPS型磨煤机液压加载系统控制特性的研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2012.
- [5] 山西晋能电站设备有限公司.晋能电站磨煤机变加载液压系统说明[S].