

文章编号: 1671- 251X(2011)03- 0098- 04

# 中小型煤粉锅炉燃烧系统优化控制

张松

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

**摘要:** 针对现有的煤粉锅炉燃烧系统存在供粉量不均匀、结渣、燃烧不充分和负压不稳等问题, 以一台 20 t 的导热油炉为控制对象, 提出了一种煤粉锅炉燃烧系统集散控制系统的设计方案; 详细介绍了该系统的硬件及软件设计。测试结果表明, 导热油炉运行稳定, 各项技术指标符合设计要求, 实现了煤粉锅炉燃烧系统的优化控制。

**关键词:** 中小型煤粉锅炉; 燃烧系统; 集散控制; PLC; 组态软件

**中图分类号:** TD67; TK223.71 **文献标识码:** B

Optimal Control for Combustion System of Middle and Small Pulverized Coal Boiler

ZHANG Song

(College of Electrical and Power Engineering of Taiyuan University of Technology,  
Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** In view of problems of uneven powder supply, slagging, inadequate burning and unstable negative pressure existed in current combustion system of pulverized coal boiler, the paper proposed a design scheme of DCS of combustion system of pulverized coal boiler by taking a 20 t heat-conduction boiler as control object. It introduced design of hardware and software of the system in details. The test result showed that the heat-conduction boiler runs stably and each technical index accords with design requirements, which realizes optimal control for combustion system of pulverized coal boiler.

**Key words:** middle and small pulverized coal boiler, combustion system, distributed and centralized control, PLC, configuration software

## 0 引言

据统计, 我国有各类中小型煤粉锅炉(80 t 以下)近 40 万台, 每年耗煤量达 3 亿多吨。但相当一部分煤粉锅炉设备陈旧, 存在供粉量不均匀、结渣、燃烧不充分等问题, 成为仅次于火电厂的第二大煤烟型污染源<sup>[1]</sup>; 同时, 由于煤粉锅炉(以下简称锅炉)控制系统自动化水平低, 使工人劳动强度大、劳动条件差。因此, 提高锅炉的热效率和其控制系统的自动化程度是目前亟待解决的问题。

## 1 传统的锅炉燃烧系统存在问题分析

### (1) 供粉量不均匀

传统一次风机结合螺旋搅拌的操作方式会造成进煤量不均匀, 使锅炉出现“喘气”现象; 中间粉仓锥体容易造成供粉量的变化; 若煤粉湿度偏高, 会使煤粉挂壁造成流动不畅, 从而影响供粉量。

### (2) 结渣

结渣是指炉膛中的灼热灰渣与未燃尽的煤粉冲刷到水冷壁、屏式过热器等辐射受热面上呈液态或半液态黏性物, 形成紧密的灰渣层。其中, 煤质的灰质组成是锅炉结渣的内因, 且煤灰的熔融温度越低, 灰粒子就越容易达到软化状态, 出现结渣现象; 锅炉的结构参数、燃烧器布置等直接影响锅炉结渣的程度; 炉膛火焰温度是影响结渣的外部因素, 炉内空气动力场调整不当时, 使火焰偏斜到炉墙水冷壁附近,

收稿日期: 2010- 11- 30

作者简介: 张松(1985- ), 男, 山西运城人, 工程师, 硕士研究生,  
主要研究方向为智能电器技术。E-mail: zsmxx1985@163.com

加重结渣程度<sup>[2]</sup>。

### (3) 燃烧不充分、炉膛负压不稳

在锅炉燃烧系统中,煤粉的燃烧充分程度是通过氧含量指标来体现的。传统链条锅炉不对氧含量指标进行精确测量和计算,常使氧含量偏高或偏低。影响炉膛负压的参数与煤粉的燃烧程度有关,燃烧越均匀则炉膛负压越稳定,进粉量波动和风速波动都会造成负压波动。

### (4) 工作人员操作不当

工作人员在长期操作环境下形成并习惯了老式的操作方式,喜欢以经验和主观认识操作锅炉运行,容易出现操作不当事故。

针对上述问题,笔者以一台 20 t 的导热油炉为控制对象,设计了一套锅炉燃烧系统集散控制系统(DCS)。

## 2 系统总体方案

锅炉燃烧系统集散控制系统结构如图 1 所示,下位机采用西门子 S7-200 PLC 控制器,上位机采用组态王软件编制了监控程序。

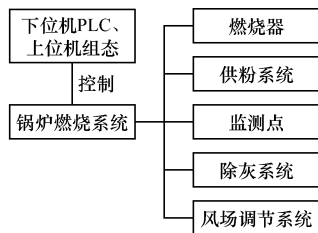


图 1 锅炉燃烧系统集散控制系统结构

该系统从以下几个方面解决传统的锅炉燃烧系统所存在的问题:

### (1) 改善供粉系统

在中间粉仓卸料阀下面加入一个扇形礼帽,使大粉仓煤粉在落入中间粉仓之前先落在扇型礼帽上,再通过礼帽均匀落下,减少了供粉时由于冲击力带来的波动;在 PLC 程序中编入中间粉仓粉量自动补给功能,使供粉更加精确。

### (2) 改变炉膛结构和除灰系统

为改善炉膛结渣问题,锅炉燃烧系统集散控制系统采用新型立式炉体,其特点是燃烧器向下喷粉。这种炉型可以使煤粉在进入锅炉的第一时间燃烧,使煤灰在燃烧器预燃室停留时间缩短,燃烧过后灰体也更容易清除,大大减少了结渣的可能性。

(3) 增加多种连锁保护程序,使锅炉稳定运行、锅炉燃烧系统各项参数达标。

(4) 增加监测点。锅炉燃烧系统集散控制系统

的监测点共有 16 个,包括炉膛负压、炉膛温度、进出口油差压、氧含量、粉仓重量、火焰强度等,由 PLC 采集以上数据并上传至上位机<sup>[3-4]</sup>。

## 3 系统硬件设计

锅炉燃烧系统集散控制系统硬件电路包括以下 3 种:

(1) 循环泵和冷却泵控制电路。由于循环泵和冷却泵功率较大(160 kW),电动机启动电流大,该系统采用 ABB 公司生产的软启动器启动循环泵和冷却泵,使启动过程平滑。图 2 为循环泵和冷却泵控制回路,图 3 为循环泵和冷却泵主回路。

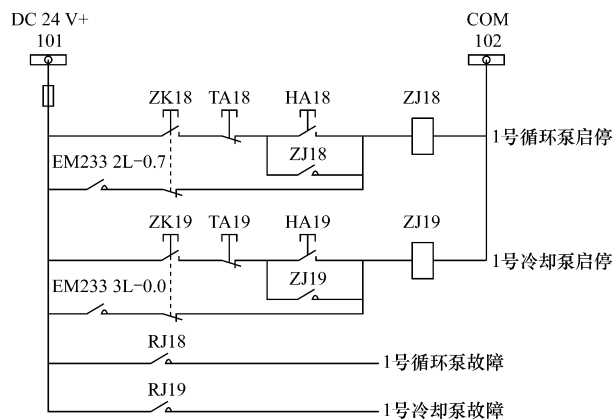


图 2 循环泵和冷却泵控制回路

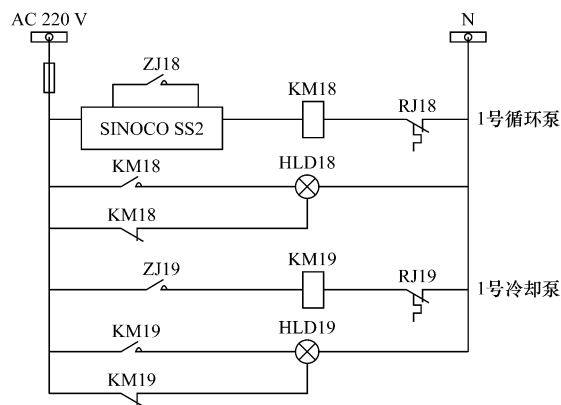


图 3 循环泵和冷却泵主回路

(2) 一次风机、点火器、点火主枪、点火油泵等控制电路。采用传统的中间继电器、接触器、热继电器控制方式控制电动机,控制电路中有手动切换按钮,当锅炉燃烧系统集散控制系统检修或发生故障时,可就地手动启动或停止电动机。

(3) 引风机和螺旋给料控制电路。由于维持炉膛负压需要通过调整引风风量来实现,同时锅炉供粉量也要根据出口油温的要求而变化,因此,需要采用变频器控制电动机转速。本系统采用西门子变频

器的0~ 10 V电压信号控制电动机转速。

4 系统软件设计

(1) 下位机 PLC 程序

锅炉燃烧系统集散控制系统下位机 PLC 程序主要包括过程控制程序、故障报警程序和模拟数据读取程序 3 个部分。其中,过程控制程序包括控制电动机启动和停止程序、电动机的顺序连锁保护程序、引风机通风时间程序、自动上粉程序、引风机变频器控制程序等。故障报警程序包括电动机故障报警及处理程序、油温连锁程序、油压连锁程序等。模拟量数据读取程序包括 PLC 模拟量模块数据读取与转换程序、现场显示仪表数据读取与转换程序<sup>[5]</sup>。

(2) 上位机组态软件

上位机组态软件采用组态王 6.53 编制,包括 3 个画面:工艺流程画面,用于显示锅炉燃烧系统的工艺流程,如图 4 所示;锅炉参数值显示画面,用于显示现场测量仪表的实时数据;控制画面,用于实现电动机的远程控制,如图 5 所示。

5 系统调试及数据分析

锅炉燃烧系统集散控制系统软硬件安装完毕

表 1 锅炉燃烧系统集散控制系统运行记录数据

时间	炉膛 负压/ Pa	炉膛 温度 1/ ℃	炉膛 温度 2/ ℃	炉膛出口 烟温/ ℃	排烟 温度/ ℃	二次风阀 开度/ %	出口 油温/ ℃	进口 油温/ ℃	氧含量 / %	粉仓 重量/ kg
19: 05	0	43	40	44	38	15	154	143	20. 16	1 980
19: 10	278	788	436	77	65	20	162	155	8. 23	1 805
19: 15	305	982	655	118	102	20	170	163	3. 57	1 620
19: 20	289	970	653	120	102	20	177	168	3. 67	1 430
19: 25	299	986	663	120	103	20	185	173	3. 43	1 640
19: 30	297	990	657	121	103	20	193	180	3. 55	1 946
19: 35	304	975	650	121	104	20	200	186	3. 22	1 756
23: 25 (停炉)	299	986	653	127	112	20	260	231	3. 07	1 640

从表 1 可看出,锅炉从开始点炉到运行正常大约需要 5~ 10 min,之后炉膛负压维持在 300 Pa 左右,达到了稳定负压的效果;炉膛温度 1 维持在 980 ℃左右、炉膛温度 2 维持在 650 ℃左右,符合锅炉运行指标;氧含量维持在 3% 左右,说明煤粉燃烧充分;出口油温在达到 260 ℃后自动停炉,粉仓重量低于 1 300 kg 开始下料、高于 2 000 kg 停止下料,满足控制设计的要求;通过计算表 1 中数据得到每分钟下粉约 38 kg,达到 20 t 锅炉的负荷。

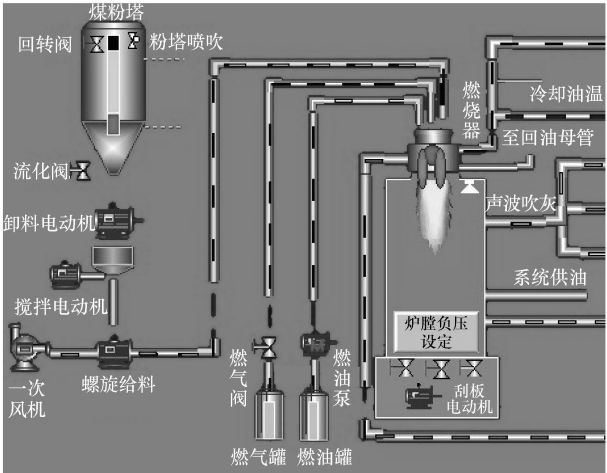


图 4 工艺流程画面

控制顺序操作					
引风机	二次风机	一次风机	点火器	点风主枪	点火油泵
卸料电动机	搅拌电动机	螺旋给料	粉塔喷吹	灰仓喷吹	声波吹灰

图 5 控制画面

后,首先对现场实际值与仪表采集的数据进行校对,然后对各个风机电动机的转向进行排查,核对无误后,开始点炉。锅炉起炉后,每 5 min 记录 1 次数据,记录结果如表 1 所示。

6 结语

锅炉燃烧系统集散控制系统调试运行结果表明,锅炉连续运行 72 h 后无故障发生,各项参数在安全范围内波动,实现了自动补粉、炉膛负压恒定燃烧、油温油压连锁等新功能;炉体内没有发现结渣现象,解决了传统的煤粉锅炉燃烧系统供粉不均、结渣和负压不稳的问题,各项技术指标符合设计要求,实现了煤粉锅炉燃烧系统的优化控制。

文章编号: 1671- 251X(2011)03- 0101- 04

# 环境在线监测系统在大型煤炭企业中的应用

杜睿

(开滦集团节能环保办公室, 河北 唐山 063000)

**摘要:**以开滦集团建设的环境在线监测系统为例,详细介绍了该系统的结构、工作原理及功能。实际应用表明,该系统可对各排污口的污染物排放情况进行实时在线监测、预警,提高了大型矿区的环境质量。

**关键词:** 煤炭企业; 环境监测; 在线监测; 污染物

**中图分类号:** TD992 **文献标识码:** B

## Application of On-line Environment Monitoring System in Large-scale Coal Enterprises

DU Rui

(Office of Energy Conservation and Environmental Protection of Kailuan Group, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** Taking on-line environment monitoring system of Kailuan Group as example, the paper introduced structure, working principle and functions of the system in details. The actual application showed that the system can make on-line monitoring and early warning real timely for discharge condition of pollutants of each sewage outlet and improves environment quality of large-scale mine.

**Key words:** coal enterprise, environment monitoring, on-line monitoring, pollutant

### 0 引言

大型煤炭企业覆盖整个煤田,包括多个矿井,每个矿井都有污染物产生,如矿井疏干水和生产用锅炉产生的废气。为了对污染物排放实施集中统一管理,提高大型矿区的环境质量,有必要建设环境在线监测系统,以实现随时随地网络在线查看污染数据,根据监测数据进行污染物达标排放管理,为生活在矿区的人们营造一个良好的生活环境。

环境在线监测系统是利用现代监测技术、信息

网络技术和自动控制技术对排污单位实行全程监督控制的管理系统。该系统将排放污水、废气的企业内部各矿井纳入统一的监控网络,实现在线监测仪器测得数据的实时在线传输和浏览,对各排污口的污染物排放情况实时在线监测、预警,达到达标排放的目的<sup>[1-2]</sup>。开滦集团建设的环境在线监测系统于2008年投入使用,以下主要介绍该系统的设计与应用情况。

### 1 系统结构与工作原理

环境在线监测系统包括自动采样系统、自动监测仪表、数据采集与传输系统、中心站数据收集与处理系统,如图1所示。

收稿日期: 2010- 11- 11

作者简介: 杜睿(1970- ),男,天津人,高级工程师,现主持开滦集团环境在线监测工作。E-mail: sunshine6q@126.com

#### 参考文献:

- [1] 牧良牧. 煤粉锅炉工业计算机控制系统[J]. 黑龙江造纸, 2001, 8(1): 3-8.
- [2] 杨宁, 廖宏楷. 珠海发电厂锅炉结渣原因分析及对策[J]. 广东电力, 2004, 17(3): 91-94.
- [3] 何新军. PC机与PLC在电机智能测控系统中的通讯实现[J]. 节能技术, 2001, 19(6): 610-613.
- [4] 谢松云, 张建, 董大群. 工业计算机控制系统的应用现状和发展方向[J]. 测控技术, 1999, 18(8): 13-16.
- [5] 臧玉萍, 胡永泰, 曹延东. 燃煤链条蒸汽锅炉燃烧过程的模糊控制[J]. 长春工业大学学报: 自然科学版, 2004, 25(2): 48-50.