

锅炉控制系统总体实施方案

石成江¹, 高巍², 吕宝志¹

(1. 辽宁石油化工大学, 辽宁 抚顺 113001; 2. 沈阳化工学院, 辽宁 沈阳 110142)

摘要: 采用先进的电子和计算机技术对锅炉仪表控制系统进行改造,以先进的 DCS 系统作为锅炉控制系统的核心,锅炉鼓、引风和炉排电机采用变频驱动技术,以保护电机和节约能源.结合实际说明现场仪表、变频调速器、DCS 控制方案、DCS 在线投运及手自动的无扰动切换、手操柜等具体实施方案.

关键词: DCS; 变频器; 无扰动; 锅炉控制; 三冲量

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

目前老式蒸汽和热水锅炉仍普遍存在^[1],长期以来采用的是老式仪表控制,操作不方便,控制不及时,锅炉效率很低,比如 20 t 蒸汽锅炉的产汽量为 10 t 左右.而采用先进的电子和计算机技术对锅炉仪表控制系统进行改造的锅炉,一般都采用先进的 DCS 控制^[2],锅炉鼓、引风和炉排电机采用变频拖动技术,以保护电机和节约能源.锅炉重要的运行控制参数既在 DCS 系统上显示、控制,又在专门的手操柜上显示、控制.汽包液位采用浮球液位计、差压变送器和电结点液位计 3 种测量报警装置,其信号进入 DCS 和手操柜,提高了锅炉运行的可靠性.锅炉鼓、引风和炉排电机调节,既可以由 DCS 完成,也能在现场完成.汽包液位采用三冲量控制原理^[3],以蒸汽流量为前馈,给水流量为内环反馈,汽包液位为外环反馈,实现对蒸汽锅炉汽包液位的控制.根据现场实际情况,对蒸汽锅炉汽包液位控制参数 PID 进行了整定,汽包液位控制精度达到了设计要求.锅炉鼓、引风电机采用变频驱动技术后获得了可观的经济效益.

1 锅炉控制方案设计

锅炉微机控制系统是一种在线过程控制系统^[4],具有自动快速数据采集、逻辑分析、精确

计算等功能,可根据锅炉运行过程所需的控制和运算要求,及时便捷地修改调节参数,以达到最佳控制效果.从而达到提高环热效率、节约能耗、降低劳动强度的目的.为提高系统运行的可靠性,采用手动、自动两种控制方式.即可通过手操柜上的手操器,由操作人员直接依据显示仪表示值,进行经验手动控制;也可由 DCS 自动按设定的参数及控制模型进行控制运算,通过测试整合相关测试参数和设定值,给出控制调节量,经由手操器实施自动控制.

锅炉微机控制系统包括:上位机、下位机、控制柜、变频器、传感器、变送器、仪表等.锅炉运行工艺参数经温度、压力、流量等传感器采集后,送入 DCS 和手操柜,经处理后以实际工程量显示^[5],用以计算、分析、报表、存储、控制等.系统通过变频器控制炉排、鼓风、引风电机的转数,实现对锅炉给煤量、输氧量等的控制,最终达到控制出水温度、保持炉膛相对负压、稳定汽包液位等目的.下位机主要完成数据的采集、回路计算、控制输出等任务,具体实施由 I/O 组态来实现;上位机主要完成实时显示、数据管理、控制参数设定等任务,具体实施由操作站组态来实现.为防止“假水位”的产生,汽包液位采用三冲量控制,炉膛应在负压下燃烧,主要由鼓、引风压力及

烟气含氧量来调节, 蒸汽温度、压力、流量等参数由综合的调节参数来控制, 如: 鼓风、引风、炉排、负荷等, 系统的结构简易图如图 1 所示。

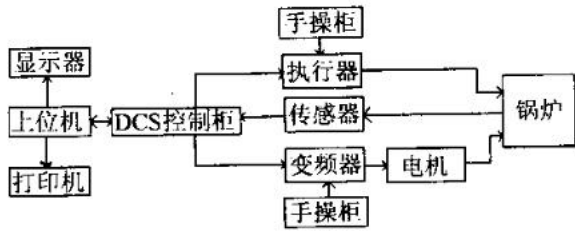


图 1 锅炉控制系统结构图

2 电机变频驱动系统设计

目前很多锅炉的鼓、引风电机采用普通交流电机拖动, 降压启动, 以额定转速运转。实际上锅炉在很多时候不需要设计上的最大鼓、引风量。因此, 要依靠风道挡板开度的大小来调节风量。这样一是浪费了能源, 二是电机经常出现故障, 增加了运行维护费用。由于变频驱动技术的成熟与普及, 在锅炉改造中, 鼓、引风及炉排电机均采用了变频器驱动。在比较了若干种品牌的变频器后, 鼓、引风电机采用了艾默生 TD2000 系列风机, 水泵用变频器, 炉排电机采用了 TD1000 普通变频器。利用 DCS 可以远程控制电机的启停、升降速, 现场通过操作面板控制。电机转速和变频器故障在 DCS 上给予显示。TD2000 系列变频器为风机、水泵类专用, 其远程控制原理如图 2 所示。

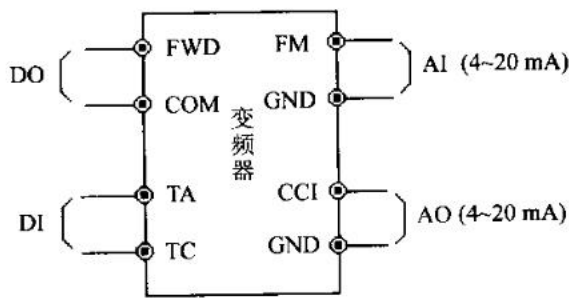


图 2 变频器控制端子

将变频器上的控制端子通过金属网屏蔽电缆与 DCS 系统的 AI、AO、DI、DO 板卡相连, 实现变频器的计算机远程控制。其中 FWD-COM 控制电机的启停, CCI-GND 控制电机转速, FM-GND 显示电机转速, TA-TC 显示变频器故障。

3 现场仪表主要监测参量

现场仪表主要监测参量如表 1、表 2 所示。

表 1 蒸汽锅炉

序号	名称
1	给水流量
2	给水压力
3	蒸汽流量
4	蒸汽温度
5	蒸汽压力
6	汽包液位差压测量
7	汽包液位电结节点测量
8	氧含量分析
9	排烟温度
10	排烟压力
11	预热空气温度
12	省煤器进水温度
13	省煤器出水温度
14	省煤器出口烟气温度
15	鼓风压力
16	炉膛温度
17	炉膛压力
18	给水调节阀调节

表 2 热水锅炉

序号	名称
1	给水流量
2	出水压力
3	鼓风压力
4	排烟压力
5	炉膛压力
6	省煤器进水温度
7	省煤器出水温度
8	省煤器出口烟气温度
9	预热空气温度
10	排烟压力
11	炉膛温度
12	氧含量分析
13	分水缸压力
14	回水缸压力
15	循环泵启停
16	循环泵调速
17	补水泵启停
18	补水泵调速

4 DCS 系统的现场投运

锅炉汽包液位采用三冲量调节的必要性: 众所周知, 比例调节及时迅速, 但存在余差; 积分调节能消除余差, 但速度慢, 易振荡, 因此 P 和 I 要结合使用。对于一般的调节系统 PI 已经能满足生产过程自动化的要求。为了防止偏差过大, 也可以加入微分, 根据被调参数的变化趋势进行超前调节。对于蒸汽锅炉, 必须防止“假水位”, 因

此PI调节就够了,以蒸汽流量的变化作为前馈,给水量和汽包液位作为串级的前馈/串级反馈控制系统。

另外调节阀的流量特性和口径选择也很重要,应根据实际的流量特性和阀门的前后压差来确定口径,过大或过小都不好,过大时会使阀门经常处于低开度工作,从而使可调比减小,调节性能变坏.一般应使阀门开度在10%~90%之间。

(1) P 、 I 、 D 参数的选择:一般的取值范围是 P :2%~500%, I :0.01~25 min, D :0.04~10 min. 内环要及时迅速地跟定外环,结合实际的工艺过程和实际的流量特性,合理地选择参数.实际中外环选定的是 $P=350\%$, $I=0.5$ min, $D=0$;内环 $P=300\%$, $I=0.3$ min, $D=0$ 。

(2) 手动和自动的无扰动切换:在手动时SV自动跟踪PV值,当达到理想的SV值时(SV接近PV),即可进行无扰动切换。

5 显示/手操柜设计

由于任何DCS控制系统都不可能做到零故障率,因此,在锅炉仪表控制系统设计时,必须考虑到DCS系统出现故障后,如何保障锅炉的继续运行.在本次锅炉仪表控制系统设计时,对这个问题作了充分的考虑.其解决方案是:一旦DCS系统出现问题后,锅炉运行转换到手动操作,操作者根据电结点上显示的汽包液位,及时地对给水调节阀进行调节,保证液位在一个合理的范围内变化.当DCS系统故障排除后,再恢复到自动运行状态.为此,在DCS与调节阀之间设置了一个手操器.当DCS失控时可由手操柜来进行控制.在手操柜上主要包括温度显示仪表、阀门控制器、报警器等.炉膛温度是锅炉运行重要参数之一,温度值在DCS上和手操柜上同时显示,主要接线如图3所示。



图3 热电偶与温度显示表、DCS接线图

6 执行机构

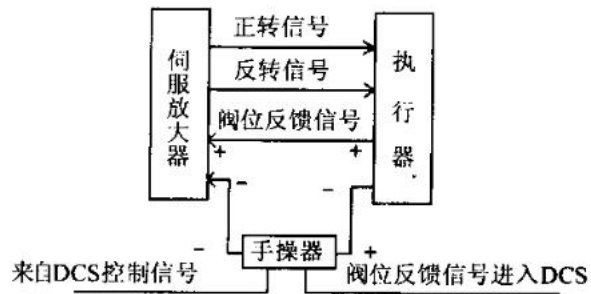


图4 电动调节阀与手操器、DCS连接图

7 结束语

本实施方案应用于哈尔滨第一机器制造有限公司蒸汽锅炉仪表改造,实现了自动化控制,取得了明显的经济效益和社会效益.据厂家计算,一个采暖期电机节能为35万元左右,减少维修费用4~5万元,两项合计40万元左右,预计2.5个采暖期就可收回投资.另外由于采用了较先进的技术,提高了工厂的管理水平,保证了工厂冬季采暖,为企业生产创造了良好的条件。

参考文献:

- [1] 冯俊凯. 锅炉原理及计算[M]. 北京:科学出版社, 1998. 125-135.
- [2] 王常力. 集散型控制系统的设计与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 1993. 156-163.
- [3] 陆德民. 石油化工自动控制设计手册[M]. 北京:化学工业出版社, 1988. 489-512.
- [4] 孙增圻. 计算机控制理论与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 1989. 156-162.
- [5] 施仁. 自动化仪表与过程控制[M]. 北京:电子工业出版社, 1991. 112-124.

Design of Automatic Control System for Boiler

SHI Cheng-jiang¹, GAO Wei², LÜ Bao-zhi¹

- (1. Liaoning University of Petroleum&Chemical Technology, Fushun 113001, China;
2. Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China)

Abstract: Automatic control system is important guarantee for run of boiler. The early control system of simulant instrument has developed digital control system which depends on computer. Boiler is dynamical equipment of energy sources in industry, so the economy and stability of its run directly affect production and profit of enterprise. This article discusses the design of automatic control system for boiler, and describes instruments, frequency-transformer, control design of the DCS, running of the DCS, and transforming of uninterfered and hand-operating tank in detail. The control system of its instruments is reconstructed by adopting advanced electronics and computer technology. The core of boiler control system adopts advanced DCS. Boiler blower, exhauster and fire grate engine adopt frequency conversion drive technology in order to protect engine and economize on energy sources.

Key words: DCS; frequency-transformer; uninterfered; boiler control; three impulse

田 万方数据
WANFANG DATA