

锅炉风门挡板自动控制系统 驱动电路的试验研究

游国栋,呼守信,宋建成

(太原理工大学 电气与动力工程学院,山西 太原 030024)

摘要: 介绍了小型火力发电厂锅炉风门挡板传统控制系统的工作原理,分析了控制系统各单元常见的故障特点及故障对生产所造成的影响。针对这些问题,设计了一个适合现场使用的锅炉风门挡板自动控制系统驱动电路,对所设计的电路进行了试验研究,并将其成功应用于实际系统中。实践表明,该驱动电路性能稳定,动作可靠。

关键词: 锅炉; 风门挡板; 自动控制系统; 驱动电路

中图分类号: TM 621.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)02-0040-03

风门挡板是控制锅炉运行最先接受控制命令的装置之一。模拟操作器和电动执行机构作为两种自动控制装置,与单回路调节器组成锅炉风门挡板自动控制系统,完成对锅炉运行的自动调节^[1]。

在锅炉风门挡板的自动控制中,由于控制单元发生故障,导致风门挡板无法得到及时、准确控制的情况时有发生。工人经常在现场手动调节风门挡板,造成了人力资源的极大浪费。如果风门挡板得不到及时调节,还可能使锅炉被迫降负荷运行或停产,造成巨大的经济损失,严重时甚至造成人身伤亡事故。由此可见,锅炉风门挡板自动控制系统性能的优劣,直接关系着锅炉的稳定运行。针对上述问题,本文通过试验研究,设计了一种适用于现场使用的锅炉风门挡板自动控制系统驱动电路,并在阳泉煤业集团第三热电厂(简称第三热电厂)锅炉风门挡板自动控制系统中得到了成功的应用,验证了它的可靠性、有效性和实用性。

1 控制系统工作原理及故障分析

1.1 控制系统工作原理

图 1 为锅炉风门挡板传统自动控制系统的工作原理框图。图中 1 为系统采样信号,2 为系统控制信

号,3 为开关量信号,4 为阀位反馈信号,5 为开关量信号,6 为人工设定信号,7 为 4~20 mA 控制信号,8 为阀位反馈信号,9 为手动操作信号,10 为驱动信号,11 为阀位反馈信号,12 为驱动信号,13 为阀位反馈。单回路调节器使用的是 DigitronikLine KMM 型可编程调节器,其工作原理采用 PID 控制方式,控制参数能以数字值进行高精度设定^[2]。模拟操作器使用的是 DFQ-2103G 型小型自动切换模拟操作器,工作原理框图及面板示意图如图 2 所示。它具有远程增减功能、手动/自动切换与显示功能、反馈信号输入/输出功能、操作器输出与反馈信号输入指示功能。它与电动执行机构及单回路调节器构成一个显示操作系统。

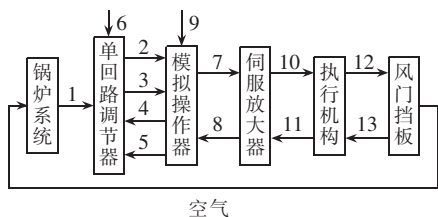
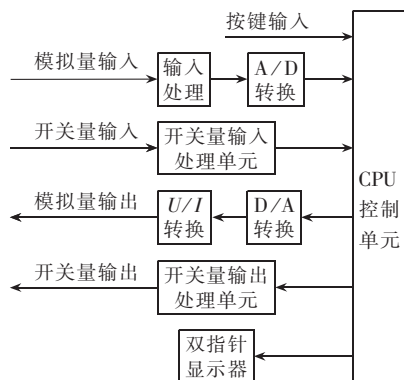
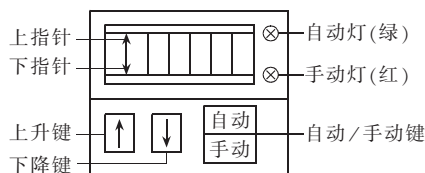


图 1 锅炉风门挡板传统的自动控制系统工作原理框图

Fig.1 The block diagram of traditional automatic control system for boiler damper



(a) 模拟操作器工作原理框图



(b) 模拟操作器面板示意图

图 2 模拟操作器工作原理框图及面板示意图

Fig.2 The block diagram of simulative manipulator and its faceplate sketch

第三热电厂锅炉风门挡板自动控制系统,是以自动和手动方式控制的。自动控制方式下,单回路调节器接收系统采样信号,并与预先设定值进行比较,经 PID 处理后,输出开关量信号和模拟量信号。模拟操作器接收到这些信号后,经 CPU 处理,并与阀位反馈信号进行比较,输出 4~20 mA 电流控制信号给电动执行机构。伺服放大器和执行机构共同组成电动执行机构。伺服放大器是电动执行机构的控制单元,它接收 4~20 mA 电流控制信号和位置反馈信号并进行综合比较,输出驱动信号。执行机构是锅炉风门挡板自动控制系统的执行单元,它以 220 V AC 单相电源为动力,接收伺服放大器输出的驱动信号和风门挡板的位置反馈信号,经位置发送器转换,输出相应的转角位移,连续调节风门挡板阀位开度,完成自动调节任务。手动控制方式下,按照图 1 所示,人工设定参数能以两种方式输入给控制系统:一种是通过单回路调节器输入,经 PID 处理,实现对风门挡板的远程控制;另一种是通过模拟操作器上升键和下降键输入,经 CPU 处理后,输出 4~20 mA 电流控制信号,实现对风门挡板的微机控制。

1.2 常见故障的特点

在第三热电厂锅炉风门挡板自动控制系统运行中,各控制单元经常出现故障,造成系统紊乱,下面为归纳的典型故障。

a. 在锅炉风门挡板自动控制系统中,模拟操作器的上升键和下降键操作频繁,增加了按键的受损率。因此,按键受损致使无法及时控制风门挡板的情况屡有发生。

b. 锅炉在运行过程中振动大,特别是在启动时振幅最大。在锅炉风门挡板自动控制系统运行中,控制信号经常受到振动的干扰,模拟操作器无法准确指示风门挡板阀位反馈信号。

2 新型驱动电路设计^[3,4]

为了解决这一矛盾,经试验研究,设计了一种新型锅炉风门挡板自动控制系统驱动电路,如图 3 所示。驱动电路分为工作电源电路、A/D 转换电路、电流信号处理电路、显示器和开关电路五部分。

执行机构的工作电源是 50 Hz,220 V 的交流电。为了充分利用资源,在驱动电路的设计中采用了电源变压器 T,它将 220 V AC 转换成两路 9 V AC,经整流、滤波、稳压处理后输出 ±5 V 的直流电压,给 A/D 转换器 ICL7107、显示器和放大器 OP07D 提供工作电源。图中 R₃、R₄ 和 R₅ 组成分压电路,对 +5 V DC 进行分压后给 ICL7107 提供参考电压。

ICL7107 是一种双积分式 A/D 转换器。双积分式 A/D 转换电路采用间接式 A/D 转换技术,将模拟电压先转换成积分时间,然后用数字脉冲计时方法转换成计数脉冲数,最后将代表模拟输入电压大小的脉冲数转换成二进制或 BCD 码输出。ICL7107 A/D 转换器具有 3(1/2)位精度、自校零、自动极性、单参考电压和静态七段码输出功能,可直接驱动 LED 显示器。其外接器件少,使用十分方便,不仅具有强大的抗干扰能力,而且具有极高的性能/价格比^[3]。R₁、C₁ 和 C₂ 组成自校零电路。管脚 38~40 外接 R₂ 和 C₄ 组成时钟电路,为 ICL7107 提供外部时钟频率。它们都是 ICL7107 应用时固有的电路。

在电流信号处理电路中,R₁₁ 为信号取样电阻;R₉、R₁₀、C₉、C₁₀ 和 R₈ 组成两级滤波电路;运算放大器 OP07D 反向输入端和输出端相连接,充当高阻滤波器^[4];R₆ 和 R₇ 构成分压器,对信号电压进行分压,向 ICL7107 提供输入信号电压。外部电流信号从 I₊ 端输入,在 R₁₁ 上形成电压信号,R₉、R₁₀、C₉、C₁₀ 和 R₈ 对其滤波后,施加到运算放大器 OP07D 的同相输入端。经 OP07D 高阻滤波输出高精度的电压信号。此电压信号再经 R₇ 和 R₆ 分压,施加到 A/D 转换器的模

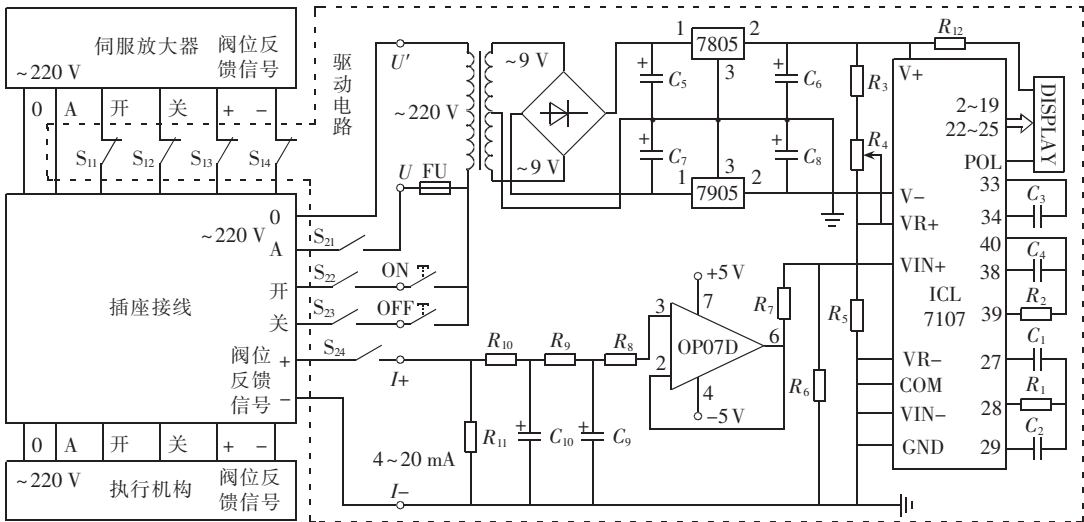


图 3 新型驱动电路及其系统接线图

Fig.3 A novel driving circuitry and its system wiring

拟信号输入端 VIN+ 上。最后, ICL7107 对电压信号进行 A/D 转换, LED 显示器显示电流信号大小。

开关电路中分别设计了启动、停止按钮(ON 和 OFF)和一个电源开关 S, 如图 3 所示, 图中 $S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}$ 为常闭接点; $S_{21}, S_{22}, S_{23}, S_{24}$ 为常开接点。启动按钮有效时, 风门挡板向阀位增大的方向变化; 若需减小风门挡板阀位, 按下停止按钮即可。电源开关 S 的常开接点和常闭接点是为驱动电路的现场使用而设的。为了提高系统的抗干扰能力, 将设计好的驱动电路置于一个金属盒中, 并引出 6 根线接在一个插头上。

3 现场应用

执行机构进行维护和校正时, 使用驱动电路可以直接将驱动电路插头插入执行机构的插座中, 通过调节 ON 和 OFF 按钮就可以方便准确地校正执行机构输出轴的零点和满度。经测试得到: 当执行机构输出轴处于零位时, I_+ 端输入 4 mA 电流信号, LED 显示器显示 004.0; 当执行机构输出轴处于满度时, I_+ 端输入 20 mA 电流信号, LED 显示器显示 020.0。

锅炉风门挡板自动控制系统加装驱动电路后的工作原理框图如图 4 所示(图中数字含义同图 1)。

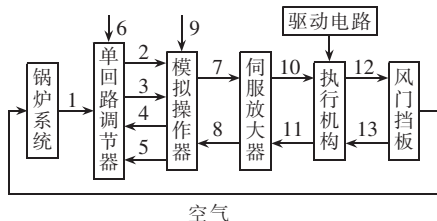


图 4 加装驱动电路后的锅炉风门挡板自动控制系统工作原理框图

Fig.4 The block diagram of traditional automatic control system for boiler damper with driving circuitry

现场使用中, 通过控制电源开关 S 的常开接点和常闭接点, 驱动电路与风门挡板自动控制系统相互独立工作。锅炉启动时, 常闭接点 $S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}$ 断开, 切断风门挡板自动控制系统, 常开接点 $S_{21}, S_{22},$

S_{23}, S_{24} 闭合, 驱动电路投入运行。操作 ON 和 OFF 按钮控制风门挡板阀位, 阀位反馈信号将通过 LED 显示器显示, 有效地防止锅炉启动时振动带来的干扰, 使锅炉平稳启动。锅炉正常运行中, 如果风门挡板自动控制系统出现故障, 可以直接控制电源开关 S, 使其常开接点闭合, 驱动电路投入运行, 及时地控制风门挡板。

4 结语

本文所设计的锅炉风门挡板自动控制系统驱动电路已成功地应用于电厂锅炉的控制, 具有使用方便、抗干扰能力强、性能稳定、动作可靠、准确度高等优点, 有推广应用价值。经过三年多的运行表明: 该驱动电路的使用降低了模拟操作器按钮的受损率, 增加了风门挡板自动控制系统的抗干扰能力, 提高了锅炉的稳定运行效率。

参考文献:

- [1] 朱秀贞. SFD-300 $\frac{3}{4}$ 型联锁电动操作器设计选型资料[J]. 设计选型资料, 1995, (3): 24-25.
ZHU Xiu-zhen. Materials of design and selection for SFD-300 $\frac{3}{4}$ type interlock the electronic operating device [J]. **Materials of Design and Selection**, 1995, (3): 24-25.
- [2] 唐逸泽. 水轮发电机组冷却水自动控制系统设计[J]. 大电机技术, 2000, (5): 60-61.
TANG Yi-ze. Design for cooling water automatic control of hydrogenerator [J]. **Large Electric Machine and Hydraulic Turbine**, 2000, (5): 60-61.
- [3] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计 (系统配置与接口技术)[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999.
- [4] 戴伏生. 基础电子电路设计与实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.

(责任编辑: 李 玲)

作者简介:

游国栋(1973-), 男, 山西榆社人, 硕士研究生, 主要从事微机应用及智能电器技术研究(E-mail: yougdong@163.com);
呼守信(1978-), 男, 山西平遥人, 硕士研究生, 主要从事微机应用及智能电器技术研究;

宋建成(1957-), 男, 山西临猗人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事微机应用及智能电器技术研究。

Study on driving circuit of automatic control system for boiler damper

YOU Guo-dong, HU Shou-xin, SONG Jian-cheng

(Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: The working principle of traditional automatic control system for boiler damper in minitype power station is introduced and the features of faults frequently occurred in its different units and their influences on production are analyzed. A driving circuitry of boiler damper automatic control system suitable for field application is designed and tested, which is successfully applied to real control system. The practice shows that the circuitry is of stable and reliable performance.

Key words: boiler; damper; automatic control system; driving circuit