

回转式空气预热器非接触式漏风控制系统

(哈尔滨工业大学) 董泳 张辉 陆肇达
(哈尔滨锅炉制造有限公司) 李建平 姜树海 张玉珠

摘要:一种非接触式的扇形板密封间隙自动控制系统,采用自行研制的耐高温、适合电厂应用的电涡流位移传感器,控制器采用可编程控制器(PLC)完成全部控制功能,最后介绍了实际运行情况。

关键词:空气预热器;扇形板;高温位移传感器;PLC

中图分类号:TK223.34;TK323

1 概述

空气预热器是锅炉的重要部件之一,是利用锅炉尾部烟气热量加热锅炉燃烧用空气的一种热交换装置。利用它降低排烟温度,回收的热量用于空气的预热,改善燃料着火和燃烧过程,有助于锅炉热效率的提高。

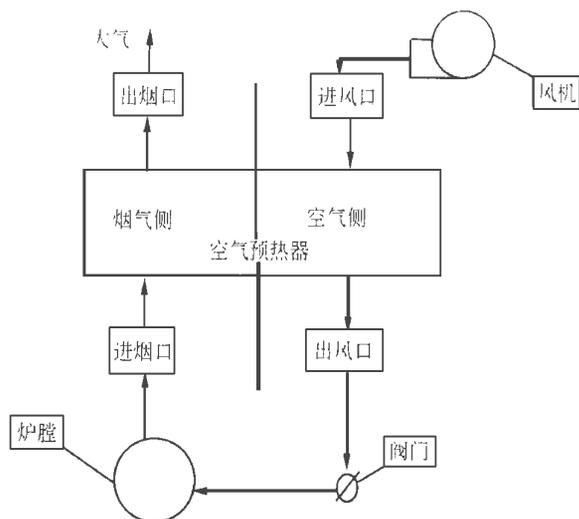


图 1 空气预热器原理示意图

大型机组采用回转式空气预热器(容克式),它的主要部分是一个作为热交换部件,尺寸十分庞大的低速($n \approx 1 \text{ r/min}$)转子,高温烟气自上而下流经

转子的一侧,加热其中的蓄能元件,已加热的蓄能元件转到另一侧(空气侧),空气自下而上流动把热量带走,从而达到预热空气的目的。由于空气预热器是一种转动机构,运动部分与固定部分总存在间隙;同时,由于空气与烟气间存在压差,故也存在相互泄漏。热态运行时,转子上部温度高(热端),下部温度低(冷端)。满负荷工况下,烟气入口温度可达 360°C 左右,而烟气出口温度则为 120°C 左右。这样的运行状态会使转子产生蘑菇状变形,对于 600 MW 机组,转子的热态变形可使外缘下垂达 50 mm 以上。对于轴向、旁路及冷端径向间隙,均可采用冷态预调的办法,使在热态变形后仍可获得满意的密封间隙;对于热端上部扇形板与转子径向密封片的密封间隙,则需采用能自动跟踪转子热态变形的装置,使得无论在满负荷还是负荷变动时,其密封间隙都能维持在设定范围内。

漏风控制系统则是为解决热端径向密封而设计。系统采用非接触式耐高温间隙探头检测密封间隙,所有信号均由带模拟量处理功能的 PLC 系统来处理,并发出相应的控制信号,形成自动跟踪的闭环系统。配合其它的密封措施,减少空气预热器的漏风量,提高整个机组的运行效率。

2 系统的工作原理

控制系统主要由间隙测量、PLC 系统和执行机构等三大部分组成。高温探头与信号放大板把实测的间隙(扇形板与转子外缘法兰端面之间)转换成标准信号送到 PLC,与给定间隙值比较。根据偏差的正负决定机构的动作方向(提升、下放、不动),由偏差大小决定动作时间,形成自动的间隙调整系统。假定实测间隙为 S ,设定值为 S_0 ,给定偏差带上偏差为 ΔS_1 ,下偏差为 ΔS_2 。

收稿日期:1998-12-30;修订日期:1999-04-21

作者简介:董泳(1965-),男,齐齐哈尔市人,哈尔滨工业大学硕士,讲师,主要研究流体传动及控制。通讯处:150001 哈尔滨工业大学 459 信箱

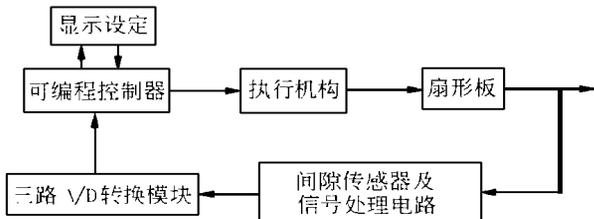


图 2 控制系统原理

$S > S_0 + \Delta S_1$ 下放扇形板
 $S < S_0 - \Delta S_2$ 提升扇形板
 $S_0 - \Delta S_2 < S < S_0 + \Delta S_1$ 扇形板不动
 偏差愈大,动作时间越长,直到进入给定偏差带

以内,这种动作规律一般是转子每转一周进行一次

系统控制软件程序存放在 PLC 的 PCRAM 存储器中,由大容量锂一次电池维持,完成系统硬件自检、给定值在线输入与更改、间隙巡回检测显示、试灯、采样及滤波处理、调节规律输出、系统故障判断及应答等全部控制功能; PLC 还可判断主轴转子是否停转;若引入预热器主电动机工作电流信号,系统对主电动机亦可进行过载保护。

3 高温电涡流位移传感器装置

传感头是根据高频磁场在金属表面“涡流效应”原理而制成,可对金属表面进行非接触测量,具有抗干扰能力强,灵敏度高的特点。与常规的电涡流位移传感器不同的是,该探头的感应线圈、绝缘材料、线圈骨架等均采用耐高温的特殊材料,以适应电厂的特殊工作环境,可在 400℃ 高温下进行连续动态测量。探头感应的有效距离可在 15 mm 以上,线性范围 2~ 8 mm。从传感头特性看,远端趋于饱和,中间则有一段较好的线性区,线性范围一般为线圈有效直径的 1/3~ 1/5。

从现场调试情况看,一般给定间隙定在 6~ 8 mm 之间,传感器特性可满足使用要求。传感头感应的距离由信号变换电路板转换为标准信号(1~ 5V),送给 PLC 系统,由 PLC 控制执行机构按照预定的程式动作。

4 可编程序控制器系统 (PLC)

PLC 已是目前广泛采用的工控设备,PLC 使用

方便,可维护性好,更兼有适应电厂恶劣环境下运行的高可靠性,围绕主机配套的 PLC 扩展功能单元,使 PLC 功能更趋于完善。本机采用日本富士公司 N 系列可编程序控制器。对于三分仓的预热器结构,系统配置如下:

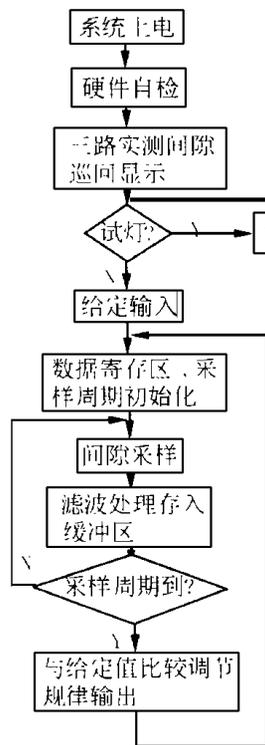


图 3 系统应用软件流程图

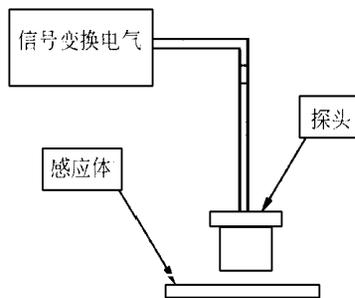


图 4 传感头特性曲线

控制功能的集成化,使得系统附加环节少,便于维护,相应的可靠性也高,适合电厂长期连续运行。

5 执行机构

电厂设备的运行要求非常可靠,从这一基本点出发,漏风系统也要保证较完善的保护功能。综合考虑各种因素,系统对执行机构提供以下保护:

- 5.1 机构本身自带上、下极限限位开关以及过力矩保护;
- 5.2 系统外部提供上、下限位用接近开关,非接触式的行程限位提供更可靠的双重保护;
- 5.3 电机过载,热保护继电器动作;

- 5.4 驱动超时(自动运行,一次动作时间超过预定时间)保护;
- 5.5 传感器异常监控(断线、短路、击穿等);
- 5.6 紧急提升限时保护;
- 5.7 预热器主电动机过流保护;

正常运行当中出现以上异常工况,系统会及时紧急提升扇形板到安全位置。PLC 技术、耐高温探头,配以完善的保护,使整个系统较好的满足实际运行的需要。

series boilers with standard elliptical heads. Discussed is the difference of perature stress variation among the above-cited boilers, KZL and arch-shaped tube plate boilers. Also presented are the basic structural parameters of DZL series boilers, in the belief that they can be helpful for the further study and development of such boilers. **Key words** boiler, structure, elliptical head, design

回转式空气预热器非接触式漏风控制系统 = **Non-contact Air-Leakage Control System for Rotary Air Heaters** [刊,中] / Dong Yong, Lu Zhaoda, et al (Harbin Institute of Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 371~ 373

This paper describes a non-contact automatic control system of seal clearance containing fan-shaped plates. It employs Chinese-made high-temperature resistant eddy-current displacement sensors, suitable for use in power stations. Programmable logic controllers are installed to carry out all control functions. In conclusion, given are some results of the system's practical use on work-site. **Key words** air heater, fan-shaped plate, high-temperature displacement sensor, PLC

CAD在工业锅炉房工艺设计中的开发应用 = **The Application and Development of CAD Technology in the Technological Design of Industrial Boiler Houses** [刊,中] / Wang Yongzheng, et al (Shandong Polytechnic University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 374~ 375, 378

A detailed description is given in this paper of the composition and application of a computer-aided technological design system for industrial boiler houses. **Key words** computer-aided design, application, engineering design

电厂大型风机的故障诊断和整机平衡 = **Failure Diagnosis and Full-Scale Machine Balancing of Power Station Large-sized Air Blowers** [刊,中] / He Shizheng (Zhejiang University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 376~ 378

This paper covers the common types of centrifugal fan mechanical failures, frequency spectrum characteristics and the methods used for their diagnosis and correction. A full-scale machine balancing technology is presented with specific examples cited to illustrate its practical engineering applications. **Key words** fan, mechanical failure, diagnosis, dynamic balancing

DEB的新认识——增益调度控制 = **A New Understanding of DEB- Gain Scheduling Control** [刊,中] / Yu Daren (Harbin Institute of Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 379~ 381

DEB (Direct Energy Balance) coordinated control system was first initiated by Leeds & Northrup Co. of U. S. A. It represents a kind of coordinated control strategy widely used in China for boiler-turbine monoblock units. After an analysis of the design philosophy and control mechanism of the DEB coordinated control system the authors explained that the DEB system by incorporating the idea of gain scheduling effectively eliminates the variation of dynamic characteristics of a monoblock unit during operating load changes. Hence, it can enhance the monoblock performance under various operating loads. This constitutes a new understanding of the DEB system. Meanwhile, such an understanding is deemed to have great significance for the setting of parameters in the course of DEB system commissioning test. The design philosophy proposed in the present paper may as a useful experience benefit the design of control systems for some relatively complicated nonlinear units. **Key words** monoblock unit, nonlinearity, DEB coordinated control system, gain scheduling control

振动故障诊断系统中的征兆获取 = **Symptom Acquisition in a Vibration Fault Diagnostic System** [刊,中] / Ruan Yue (Envada Co. under the North China Electric Power Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 382~ 384

An analysis is conducted of the types of symptoms in a vibration fault diagnostic system and the principles of symptom acquisition are proposed. Discussed also are the methods for calculating the symptom cred-