

· 设计与试验 ·

# 燃气轮机余热锅炉三通挡板阀的研制

(哈尔滨七〇三研究所) 梁海东 杨嘉栋 王建志

[摘要] 三通挡板阀是国内首次自行研制并投入运行的新产品。文中介绍它的工作原理、主要结构及技术特点,并指出改进方向及应用前景。

关键词 燃气轮机 余热锅炉 三通挡板阀

中图分类号 TH112.1

## 1 前言

随着燃气轮机应用的发展,燃气余热回收利用工程日益增多。在这类工程中,通常要选用一个设备来实现燃气轮机单循环和联合循环的转换,并且通过该设备分配燃气轮机排气量,来调节余热锅炉的

负荷,它已成为燃气轮机余热锅炉的重要设备之一。在国内以前都是采用两个高温多阀板蝶阀连锁来实现上述功能,而在国际上英国、美国等一些发达国家早已开发了更先进的三通挡板阀(Gas Flow Diverter),并且销往中国。国外的产品价格比较昂贵,而且曾经出现过事故。为了提高国产余热锅炉及其配套产品的竞争力,哈尔滨七〇三研究所首先自行研制三通挡板阀,并使其投入运行。

## 2 三通挡板阀的工作原理及技术性能

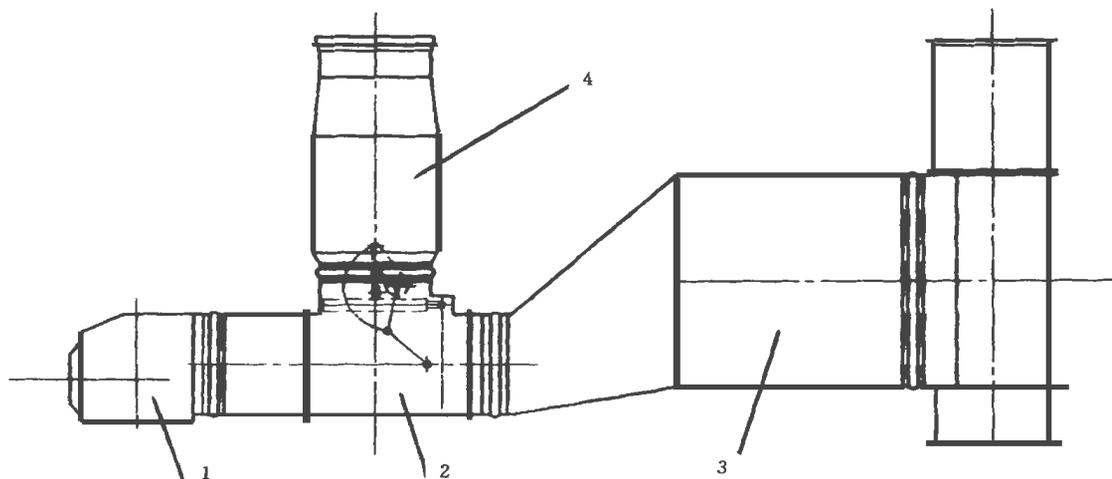


图 1 三通挡板阀安装位置示意图

1- 燃气轮机 2- 三通挡板阀 3- 余热锅炉 4- 旁通烟囱

2.1 通过图 1 可以看到,三通挡板阀在运行时利用其阀板位置的变换就可以分配燃气轮机排气流量,驱动装置输出扭矩、转速和转角,通过传动机构支配阀板变换位置。当阀板关闭到锅炉侧时,燃气排入旁通烟囱,燃气轮机单循环运行;当阀板关闭到旁通侧时,高温烟气排入余热锅炉,余热锅炉满负荷运行;当阀板在中间位置时,可以改变余热锅炉蒸发量等参数,实现余热锅炉负荷的调节。图 2 反映了阀板位置和气流的关系。

2.2 三通挡板阀的设计必须依据燃气轮机和余热锅炉的参数,才能满足整个系统的运行要求。所以,与不同型号机组配套的三通挡板阀技术性能指标有一定差别。这一点通过材料更换或结构调整不难办到。表 1 给出的是首台三通挡板阀的技术参数。

表 1 技术性能指标

工作压力	3 kPa	操作时间	90 S
工作温度	558°C	公称通道	11 m <sup>2</sup>
工作介质	烟气	实际通道	9 m <sup>2</sup>

### 3 三通挡板阀结构及技术特点

三通挡板阀的主要结构见图 3 这种结构明显不同于多阀板蝶阀 两个蝶阀在三通上连锁动作才能实现的功能,利用一台三通挡板阀可以更加可靠地实现。

#### 3.1 单阀板结构简单可靠

3.1.1 燃气轮机运行严禁排气口封闭 三通挡板阀只有一个阀板,这种结构可以保证无论阀板处于何种位置都不会封闭燃气轮机排气口。即使阀板位置控制失灵,燃气轮机仍然可以安全地运行。

3.1.2 当阀板处于全开或全关位置时,气流不会冲击阀板产生振动,同时阀板不会增加气流的压力损失,燃气轮机的背压不会因此而升高

3.1.3 三通挡板阀相对两台蝶阀连锁而言,减少一台驱动装置,简化控制系统;同时,单阀板比多阀板蝶阀的密封面周长小

#### 3.2 稳定的双套同步四连杆传动机构

3.2.1 当阀板处于中间位置时,三通壳体内的气流湍动使阀板有振动趋势。若采用枢轴驱动,稳定性不理想且对轴的强度要求高。而采用四连杆传动机构设计,利用摇臂和连杆将阀板支撑点放在重心上可以大大提高稳定性。

3.2.2 为防止阀板歪斜变形,在轴向安装两套连杆机构,以两个支点支撑阀板

3.2.3 采用特殊结构设计摇臂和连杆,通过某种补偿结构保证两套四连杆机构同步运动

#### 3.3 双层弹性气压密封面

三通挡板阀的密封面在设计上采用双层弹性结构,利用气压密封。特殊材料制成的弹簧片将密封面封闭成一个气室,向气室内打入高压空气,当空气压力高于介质压力时,就可以保证密封效果。冷态试验表明,密封效率可以达到 99% 以上。热态运行时阀板可能产生变形,而弹簧片高温时保持良好弹性以补偿变形。图 4 为密封面结构示意图。

#### 3.4 专用驱动装置

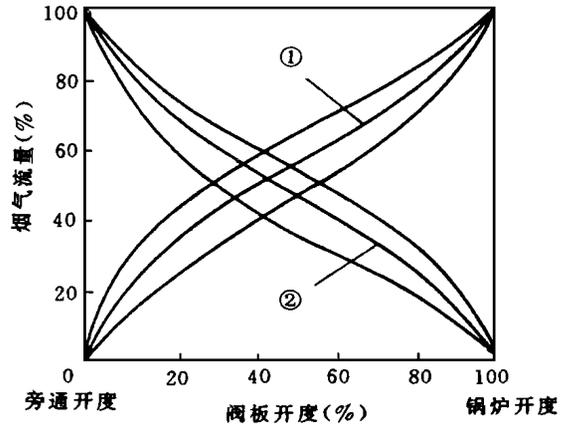


图 2 阀板位置与气流关系  
① 锅炉进气曲线 ② 旁通烟囱排气曲线

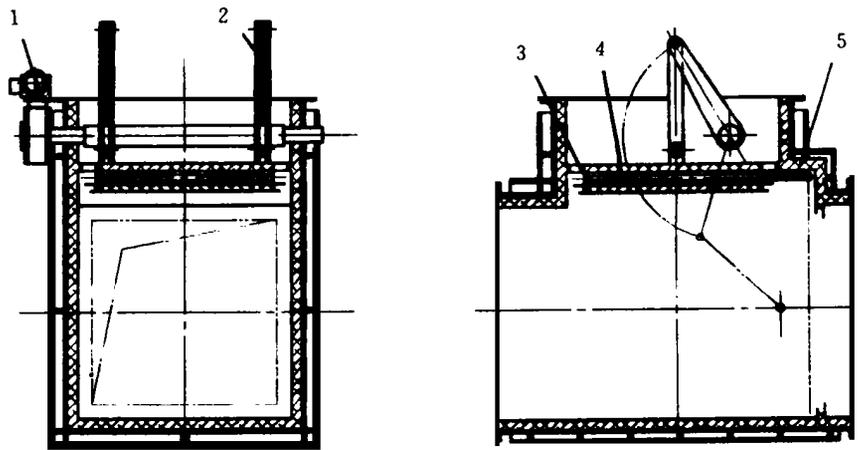


图 3 三通挡板阀结构简图

1- 电动装置 2- 四连杆机构 3- 密封面 4- 阀板 5- 三通壳体

根据三通挡板阀的技术特点,专门设计了配套的驱动装置,这是国内唯一的大扭矩、大转角电动装置。其主要参数如下:

- ① 输出最大扭矩 120 000 N·m
- ② 输出最大转角  $(145 \pm 5)^\circ$
- ③ 输出轴转速 0.25 r/min
- ④ 输出轴耐温  $180^\circ\text{C}$
- ⑤ 防护等级 IP65

#### 3.5 热补偿绝热结构

三通挡板阀的介质温度很高,因此三通壳体和阀板均采用补偿热膨胀的绝热结构(见图 5)。承力护板(钢架)保证壳体或阀板的强度,它构成壳体或阀板的基体。经过计算后选取保温棉的厚度可以将

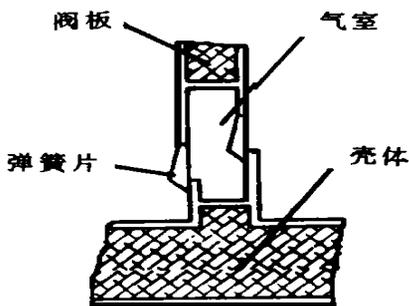


图 4 密封面结构示意图

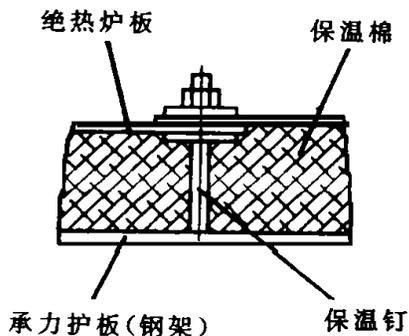


图 5 绝热结构示意图

将壳体分成四块,它们之间以销子定位,以螺栓连接,这样不但方便运输,而且现场安装方便,减少了现场焊接工作量,这对项目的经济性十分有意义。

### 4 结束语

三通挡板阀是开发不久的新产品,到目前为止只生产三台。首台运行在绍兴大明电厂;经过改进的第二台运行在深圳美视电厂;进一步改进的第三台拟安装在苏州高达电厂。虽然研制取得成功,但是应该作进一步的改进。例如,提高产品的制造工艺性,或者开发液压驱动装置等等。

### 参考文献

- 1 王雁滨等. 深圳南山电厂燃机联合循环余热锅炉的结构设计. 热能动力工程, 1996, (增刊)
- 2 机械工程手册电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册: 机械设计基础卷. 2版. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 3 东北大学《机械零件设计手册》编写组. 机械零件设计手册. 3版. 北京: 冶金工业出版社, 1994

作者简介: 梁海东 男 31岁, 1989年毕业于哈尔滨船舶工程学院机械工程系, 毕业后进入哈尔滨七〇三研究所从事工程技术工作。曾专门从事新产品的研制开发, 其间发表过研究论文, 目前从事锅炉及其配套产品的设计, 制造技术服务及安装调试技术服务。

承力护板(钢架)的温度降到设计温度,保温棉和介质之间加盖绝热护板,绝热护板采用小块互相搭接,用保温钉固定到承力护板(钢架)上。绝热护板一方面保证保温棉有足够的强度;另一方面绝热护板之间的相互错动可以补偿热膨胀。这种结构能减小承力

护板(钢架)的热变形以及由此引起的热应力,同时减小介质的热损失,提高余热锅炉的出力。

### 3.6 可分解三通壳体

三通挡板阀整体尺寸很大,给运输和安装带来不便,因此将三通壳体结构分解尤为主要。在设计时

树皮在复合燃烧锅炉流化床内的燃烧份额 = **The Combustion Share of Bark in a Bark Fluidized Bed-Pulverized Coal Compound Combustion Boiler** [刊, 中] / Zhao Guangbo, Liu Wentie, Huang Yimin, Qin Yukun (Harbin Institute of Technology), Li Han (Boiler & Pressure Vessel Inspection Institute of Harbin Labor Bureau) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 325~ 327  
By the analysis of a heat balance of fluidized bed in a bark fluidized bed-pulverized coal compound combustion boiler a calculation formula is obtained of the combustion share of bark in the fluidized bed. With a 75t/h bark fluidized bed-pulverized coal compound combustion boiler being taken as an example the authors analyze the effect on bark combustion share of such factors as fluidized bed temperature, fluidized bed outlet nominal excess air factor, hot air temperature, embedded tube heat absorption share and the evaporation heat consumption of water contained in the fluidized bed unburned bark. **Key words** compound combustion boiler, bark, combustion share

一种新型可变导热管传热与控制温度机理分析与实验 = **Experimental Study and Analysis of a New type of Variable Heat Conduction Pipe Heat Transfer and Temperature Control Mechanism** [刊, 中] / Zhao Xiaobao (Nanjing Power Engineering College), Yuan Zhulin, Zhang Mingyao (Southeastern University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 328~ 330

A new type of variable heat conduction pipe heat exchange unit is proposed, which can be used for the cooling and temperature control of ash exhaust pipe in a pressurized fluidized bed power generation system. The results of analysis and tests show that in case of an unstable ash flow in the ash exhaust pipe, i. e. in the presence of a significant change in the outside heating load or cooling conditions, the operating temperature of the heat pipe remains almost unchanged and can be controlled within a required range. The heat pipe working temperature will increase with an increase in gas loading, but the control temperature characteristics will not undergo a marked change. In contrast with conventional heat pipes there is a significant change of steam temperature in the variable heat conduction pipe along a condensing section axial direction. Steam condensation is inhibited and a reduction in heat pipe heat transfer quantity results. **Key words** gas-loaded heat pipe, heat transfer performance, temperature control

燃气轮机余热锅炉三通档板阀的研制 = **Development of a Three-way Diverter Damper for Gas Turbine HRSG** [刊, 中] / Liang Haidong, Yang Jiadong, Wang Jianzhi (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 331~ 333

This paper describes the working principle, main construction and technical features of a three-way diverter damper. It is a new product developed and put into operation in China for the first time. Also given in the paper is the approach to be taken for its further improvement and a forecast of future application prospects. **Key words** gas turbine, HRSG, three-way diverter damper

方形里克和里克 - ZT型脉动燃烧器研究 = **A Study of Square-shaped Model Rijke and Rijke ZT Pulsating Combustors** [刊, 中] / Zhong Yingjie, Chen Fulian, Shi Zhuling, et al (Zhejiang Industrial University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 334~ 336

Tests were conducted of model Rijke and Rijke ZT pulsating combustors of a 350× 350 mm square-shaped furnace. The test results show that with the help of the square-shaped combustor a model Rijke pulsating combustion under natural draft conditions can be realized but with a greater difficulty than in the case of a