

〔专题系列报导〕

PG5361 STIG 装置 余热锅炉自控系统的设计和应用

朱尔海 李来春

(哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕 本文简述了PG 5361 STIG 装置中余热锅炉自控系统的组成, 主要仪表及设备的选型, 论述了几个主要系统的设计, 工作原理, 并对调试结果作了分析。

关键词 余热锅炉 自动控制 设计 调试

1 前言

本自控系统是为深圳南山热电有限公司的PG5361 STIG 装置中的三台无补燃双压自然循环余热锅炉设计的。装置中的三台燃气轮机的排气各自进入一台余热锅炉, 每台高压炉的饱和蒸汽进入饱和蒸汽母管用于供热, 每台余热锅炉的过热蒸汽各自向燃气轮机回注, 低压炉产生的饱和蒸汽供除氧器。自控系统是全电式的, 可在集控室实现对余热锅炉的启动、正常运行的监控和停炉。自控系统于1992年4月完成调试后投入正常运行。

2 自控系统的组成

自控系统按以热定回注的原则设计, 要求在少数现场人员的配合下可在集控室完成对锅炉的启动, 正常运行的监控和停炉。

根据以上要求, 自控系统设有电动阀遥控系统, 锅炉烟道挡板遥控系统, 吹灰器程序控制系统, 热工监测, 报警和保护系统, 自动调节系统等五个系统。

2.1 电动阀的遥控系统

在集控室可对每台锅炉的下列电动阀进行遥控:

- 高压炉给水管道电动阀 (每炉1只)
- 低压炉给水管道电动阀 (每炉1只)
- 高压炉定期排污电动阀 (每炉1只)
- 低压炉定期排污电动阀 (每炉1只)
- 省煤器放水电动阀 (每炉2只)
- 过热器放水电动阀 (每炉1只)
- 过热蒸汽放空电动阀 (每炉1只)
- 高压炉连排电动阀 (每炉1只)
- 低压炉连排电动阀 (每炉1只)
- 饱和蒸汽隔离电动阀 (每炉1只)

合计每炉11只, 共33只电动阀, 这大大方便了在启动, 正常运行和停炉中的操作。

2.2 锅炉烟道挡板遥控系统

在集控室可对每台锅炉的烟道进口挡板和出口挡板进行遥控。进口和出口挡板与调节用的锅炉旁通烟道挡板之间设有联锁, 保证: (1) 只有在主烟道进口、出口两只挡板全开时, 旁通烟道才能关。(2) 只有在旁通烟道挡板全开时, 主烟道进口、出口两

只挡板才能关，以保证燃气轮机运行的安全。

2.3 吹灰器程序控制系统

用三台CK-50程序控制柜对每台锅炉的8只吹灰器进行程序吹灰或选点吹灰。每台吹灰器在现场还装有就地控制的单控箱。

2.4 热工监测，报警和保护系统

用控制台上的盘装仪表和为燃机回注系统合用的微机对日常的运行参数进行监测、报警、保护和制表打印。

2.5 自动调节系统

自动调节系统设有热网总管压力调节回

路1个（3炉共用），高压锅炉汽包水位调节回路3个（每炉1个），低压锅炉汽包水位调节回路3个（每炉1个），过热蒸汽温度调节回路3个（每炉1个），共计10个调节回路。

2.5.1 热网总管压力调节回路

回路的设计原则是以供热定回注。由1台主调节器，1台副调节器和3台回注流量调节器组成，主调节器是不可编程的指示调节器，副调节器和回注流量调节器是可编程序调节器，其中回注流量调节器属燃气轮机自控。调节回路的原理见图1、图2。

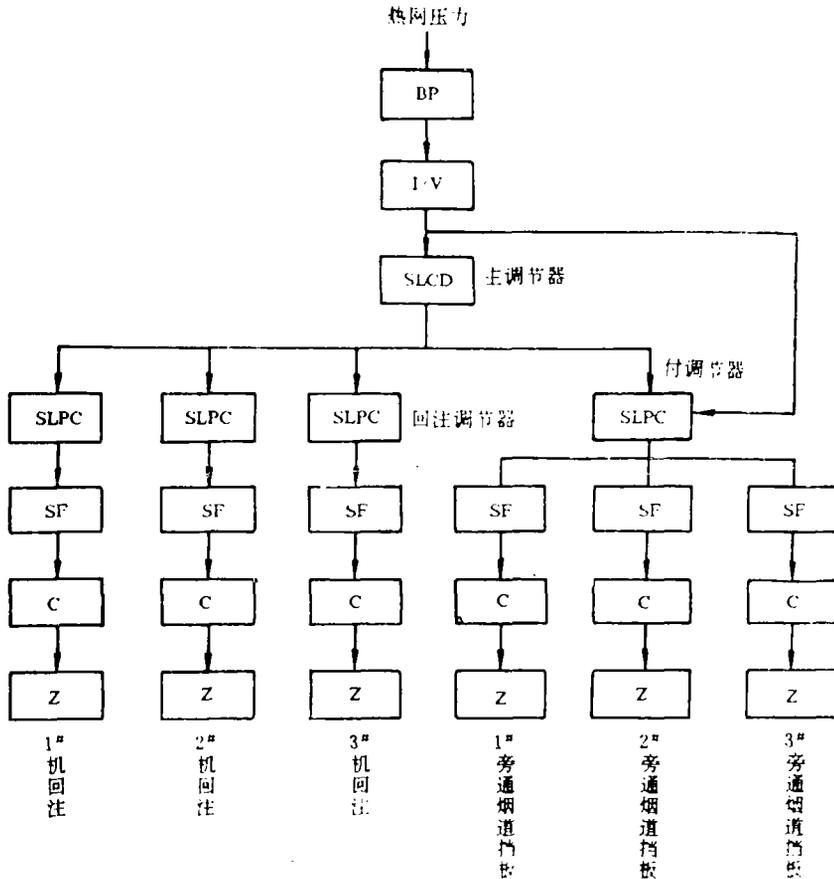


图 1 热网总管压力调节回路

BP, 压力变送器 SLCD, 指示调节器 SF, 伺服放大器
 C, 操作器 SLPC, 可编程调节器 Z, 电动执行器

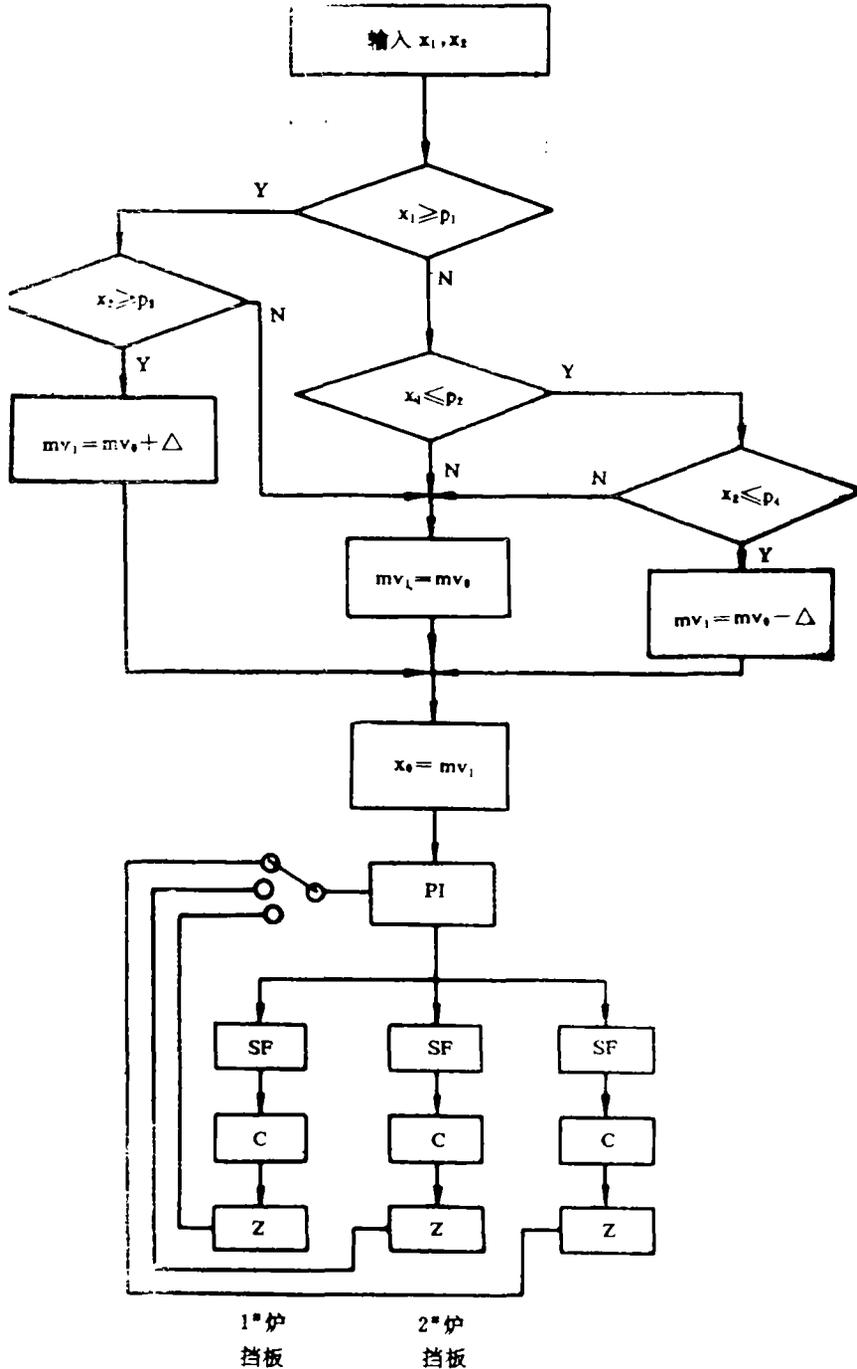


图 2 热网压力副调节器程序流程图

- | | |
|-------------------|-------------------|
| x_1 : 主调节器输出 | x_2 : 热网压力 |
| p_1 : 主调节器输出上限 | p_2 : 主调节器输出下限 |
| p_3 : 热网压力上限 | p_4 : 热网压力下限 |
| mv_0 : 副调节器输出原值 | mv_1 : 副调节器应输出值 |
| x_0 : 副调节器给定值 | SF: 伺服放大器 |
| C: 操作器 | Z: 执行器 |
| Δ : 挡板开度增量 | |

回路以热网总管压力作主调节器的测量值，主调节器的输出信号分4路、1路、2路、3路各作为1号，2号，3号机回注流量调节器的给定值。第4路进入副调节器，与进入副调节器的热网总管压力信号作为编程用的变量。当热负荷变化时首先以改变回注量保持热网总管压力为规定值，若回注调节阀已开到最大或关到最小、热网总管压力仍回复不到规定值，则在热网压力达到上限或下限后，副调节器将把旁通烟道挡板开大或关小一档，然后，回注流量调节器再把回注调节阀开到适当位置，使锅炉的进出热量达到新的平衡。回路中的任何1台机的回注或任何1台炉的挡板都允许脱离调节回路的联网自动调节，而以遥控方式承担固定负荷。

2.5.2 汽包水位调节回路

根据余热锅炉的调节特性和运行方式，高压炉、低压炉的汽包水位都采用单冲量的

比例积分调节，用SLCD指示调节器。

2.5.3 过热蒸汽温度调节

由于过热蒸汽温度调节所需减温的总热量较少，因此不采用喷水减温和面式减温的方法而采用往过热器出口的过热蒸汽中掺混饱和蒸汽的方法。原理见图3。办法是在汽包到过热器进口和汽包到过热器出口的蒸汽管道中各装1只调节阀 TV-1 和 TV-2。在过热蒸汽温度偏高时，首先让 TV-1 全开，用调节 TV-2 控制汽温；当 TV-2 全开启，汽温仍偏高，则让 TV-2 保持全开，适当关小 TV-1，以增加汽包至过热器出口的阻力增加流经 TV-2 的饱和蒸汽流量，减少进过热器的蒸汽流量。回路中调节器是正作用的，TV-1、TV-2 阀的开度与调节器输出信号的关系见图4，这两只阀的开度关系是靠编制程序实现的。

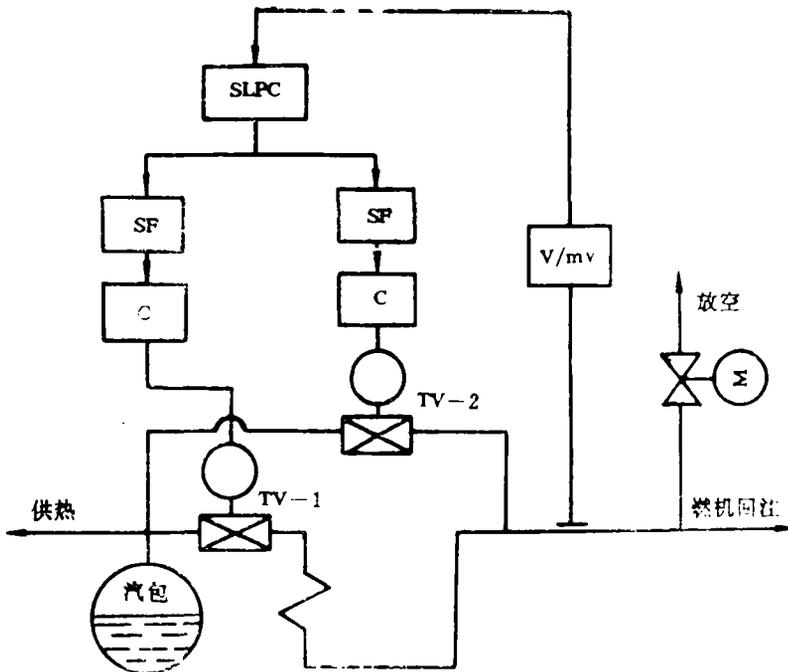


图3 过热蒸汽温度调节回路

V/mV, 温度、电压转换器 SLPC, 可编程调节器
SF, 伺服放大器 C, 操作器

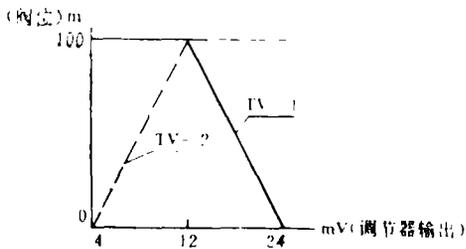


图4 调节器输出与阀门开度关系

3 调试结果

本系统于1992年4月开始调试,3台余热锅炉的自控系统配合锅炉分别于1992年4月,6月,7月相继投入运行,调试和投运比较顺利,各项品质指标达到了设计的要求,五个系统一直在正常工作。

4 结论

(1) 掺混饱和蒸汽调节过热蒸汽温度的方法,经调试和运行证明设计是成功的。当回注蒸汽流量从5 t/h到30 t/h范围变化时,各稳定工况下过热蒸汽温度在 $(280 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的范围内,静态偏差只有 5°C 。而当回注流量从5 t/h到30 t/h以燃气轮机允许的速度作变工况运行时过热蒸汽温度在 $(280 \pm 15)^\circ\text{C}$ 范围内(设计规定值为 $(280 \pm 30)^\circ\text{C}$)。

这种方法与喷水减温和面式减温比,系统简单,不需另增设备;投资省,在所需减温热量较少的场合是一种值得推荐的手段。但设计时对多种负荷下的过热蒸汽温度、过热器进出口间的压差需作仔细的计算。对饱和蒸汽管道口径和调节阀口径的选用都需多方考虑,因为燃气轮机一般总是在额定负荷下工作的,而过热器总是按在过热蒸汽流量为最大时能使过热蒸汽温度达到规定值进行设计的,这样在低于额定负荷时都需要调节,而需要减温蒸汽流量最大的场合是在中间的某个负荷,但这时过热器进出口压差较小,若计算不当减温蒸汽就不够用。

(2) 余热锅炉由于蒸发率较低,水容量相对较大,负荷变化较平稳,一般汽包水位调节采用单冲量即可得到满意的效果,这在本系统中再一次得到了证明。调试和运行结果表明高压炉在各种稳定工况下的水位静态偏差为10 mm,低压炉的静态偏差为15 mm。在变工况时最大动态偏差不大于100 mm。

(3) 由于电厂的热网至今还未建成,热网压力调节回路未全部投入运行,但经实验室模拟试验证明系统设计合理,在现场饱和蒸汽排空试验中证明系统能满足设计要求。

(李乡复 编辑)

新产品新技术信息

R923 新开发研制出热动力装置的热工计算程序库。其中主要包括:水和水蒸汽的物性参数计算软件;锅炉和换热装置的热力计算软件;传热效率计算软件;管内流动阻力计算软件;锅炉水循环计算软件及换热装置的强度计算软件。这些软件适应范围广,具有很好的通用性。与市场大型机和微型机兼容。在内容上吸收了国内外最新研究成果。避免了以往技术人员在设计中大量查图查表及数据计算。欢迎使用。需要者请与本编辑部联系。

JOURNAL OF ENGINEERING FOR THERMAL ENERGY AND POWER

1993 Vol.8 No.1

CONTENTS

- (1) General Layout and System Design of the Preoperational Test Boiler Project for Daya Bay Nuclear Power Station

Xu Jiamei and Lin Zhihong

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

This paper briefly describes the general layout and system design of preoperational test boilers of Daya Bay Nuclear Power Station and the economic benefits attained therefrom.

Key words: *power station boilers, general layout, system design*

- (5) The Design and Application of a Waste-Heat Boiler Automatic Control System for a PG5361 STIG Plant

Zhu Erhai and Li Laichun

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

The authors give a brief description of the control system composition of the waste-heat boiler installed in a PG5361 steam-injected gas turbine plant and the selection of its main control/measuring instruments and equipment items. Presented are also the design and working principle of some main subsystems with the related adjustment test results being analysed.

Key words: *waste-heat boiler, automatic control, design, adjustment test*