

# GZKL-10-3型锅炉微机控制系统

鲁振岭\* 马少陆  
陈刚 张千

**[提要]** 本文介绍了GZKL-10-3锅炉微机控制系统的组成及功能,系统软件结构,监测及调控简单原理。说明在运行状态监测、调节控制、自动起停、报警保护及打印记录等方面,用微机代替常规仪表完成对锅炉运行管理的优越性。

**关键词:** 锅炉 微机控制

## 一、引言

工业燃煤锅炉是目前我国主要耗能设备之一,多年来基本采用常规热工自动化仪表进行监测和控制。由于常规仪表系统庞大、环节多、可靠性差、系统功能少、人工操作影响因素大、设备一次性投资较高,特别是目前许多企业生产用汽不平衡,造成炉负荷波动很大,锅炉经常处在变工况下运行,在控制方面难以满足优化燃烧节约能源的需要。使用微机或带电脑的回路控制器代替系统中的二次仪表,可以较好地克服上述缺点,满足锅炉运行的需要。对于节约能源,减轻操作人员的劳动强度,保证锅炉安全运行,减少污染,延长设备使用寿命等方面,都显示了明显的优越性。同时也是现代化企业管理不可缺少的手段。

用微机控制全自动化锅炉,除对锅炉运行参数进行检测显示,实现锅炉自动起停,越限报警,安全保护,定时打印等功能外,还要对锅炉给煤、鼓风、引风、给水等进行自动控制。

## 二、系统组成

GZKL-10-3型锅炉微机监控系统主要包括运行状态监测系统,实时控制系统,自动起停及保护系统。系统组成如图(1)、(2)所示,整个系统从硬件结构上可分为三部分。

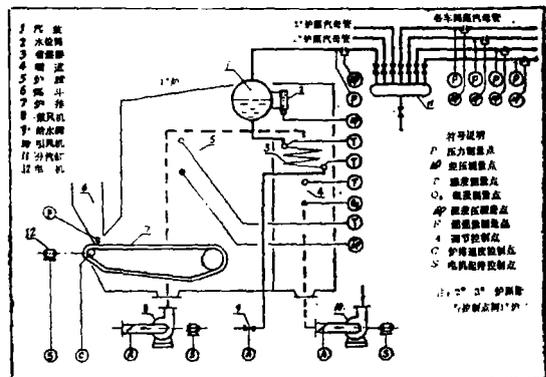


图1 GZKL-10-3型锅炉  
微机监控系统示意图

\* 与本文执笔

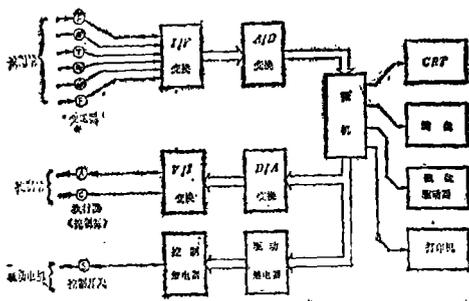


图2 GZKL-10-3型锅炉微机监控系统方框图

1. 输入部分：包括传感器、变送器、输入接口及A/D变换。被测量经传感器由非电量转变为电量，经变送器变为标准电流输出。输入接口将传感器变送器送来的模拟量、开关量进行电平规范和硬件滤波，然后进行A/D转换，转换后的数据被送入主机内存中去，以备主机使用。它是具有48路模拟量和8路开关量输入的数据通道。主机通过软件对它进行控制。

2. 主机 是由6502CPU为中央处理器组成的八位计算机系统，该机有64KRAM存放着APPEL SOFT解释程序。主机有下列外围设备：键盘，用来人机对话，随时修改运行参数，改变锅炉工作状态，同时还可以通过键盘对锅炉进行手动控制；外存储器，是一个5吋软盘驱动器，在主机进行热启动时可自动将程序和其它资料调入内存；打印机，用来输出锅炉运行参数和各项经济指标；显示器，可以对锅炉的几十个运行参数进行实时显示，以便操作人员对锅炉运行情况进行监视，随时掌握锅炉的运行情况。它还可以配合音响装置进行声光报警。

3. 输出部分：包括A/D转换及输出接口电路。由主机经过计算送出来的调节量经D/A转换后，送入输出接口规范为执行机构所能接受的统一信号。同时由主机送出

的开关量通过中间继电器去驱动锅炉的起停装置。

从现场取得的监测参数，有压力、流量、温度、液位、排烟含氧量和给煤量等。压力参数通过压力变送器取得，汽鼓水位及炉膛负压通过差压变送器取得，蒸汽流量参数通过孔板及配套的差压变送器取得，同时用对应的蒸汽压力参数通过计算机进行校正。温度信号用热电阻及热电偶做传感器。排烟含氧量用极性电极氧量变送器取得。以上各参数通过变送器变换为标准的电流信号，经端子由长线送入微机的输入部份。给煤量的计量由安装在链条炉排驱动齿轮变速箱上的非接触式传感器取得。传出轴每转动一周输出四个脉冲信号，经端子送入微机输入部分。

### 三、系统功能

1. 本系统可同时对三台额定产汽量为10吨/小时链条炉排式工业燃煤锅炉进行全自动化管理。也可以单独对任意一台炉或两台炉进行全自动化管理。

2. 实时监测显示三台炉的运行参数。屏幕显示方式为三页数字显示和一页模拟显示。三页数字显示参数为：①汽鼓压力；②各炉产汽流量瞬时值；③煤层厚度；④给煤炉排速度；⑤煤低发热值；⑥锅炉正平衡效率；⑦汽鼓水位；⑧给水阀门开度；⑨各炉产汽量八小时累计值；⑩各炉耗煤量八小时累计值；⑪炉膛负压；⑫炉膛温度；⑬排烟温度；⑭省煤器入口水温度；⑮省煤器出口水温度；⑯鼓风机阀门开度；⑰排烟气体含氧量；⑱燃烧空气过剩系数；⑲排烟损失；⑳各用汽车间蒸汽压力；㉑各用汽车间耗汽量瞬时值；㉒各用汽车间耗汽量八小时累计值。考虑到汽鼓水位和汽鼓蒸汽压力为危及安全运行的重要参数，设有彩色模拟仪表显示页，供操作人员清晰直观监视。此外还设有

操作提示页和输入通道测试页。操作提示页将所有的功能键及其功能列于此页上,供操作人员查阅。输入通道测试页将各输入通道的采样代码显示于此页,是专供仪表维修人员使用。

3. 系统的各控制回路分别控制着炉锅水位、汽鼓压力、排烟含氧量及炉膛负压。各被控量为水量、鼓风量、引风量和给煤量。

4. 自动起停功能:在三台锅炉中分为主炉和辅助炉。当负荷较低时,如果几台锅炉同时运行,都将处于低工况运行状态,效率极低。系统可以在低工况时使辅助炉自动停炉,维持主炉处于正常工况。当负荷增大时,系统将辅助炉自动起动,投入正常运行。既保证负荷变化需要,又使锅炉运行在效率较高的正常工况,对于节电也有较好的效果。操作人员可根据需要将三台炉中任意一台设置成主炉,其余就自动变为辅助炉。

5. 报警管理功能:当锅炉运行参数超过允许值时,主机将自动给出声光报警,以提醒操作人员注意。同时可通过键盘人为抑制报警。如果又有新报警出现时,报警抑制将被清除,原来的报警和新出现的报警将同时出现。若报警量恢复正常时,报警将会自动解除,同时报警抑制也被清除。

6. 自动保护功能:当被控量越过报警限发出报警后继续向恶劣的方向变化,达到一定值时,系统将强迫锅炉自动停炉,以保护锅炉的安全。

7. 自动与手动切换功能:系统设有手动控制台,可将计算机自动控制状态无扰动地过渡到手动状态。通过手动操作器完成锅炉给水、给煤、鼓风、引风起动和控制。台上设有双色水位计监视汽鼓水位。以备计算机处于故障状态时应急使用。为了适应某些特殊需要,还设有人机对话方式进行手动控

制。它可以把给水、给煤、鼓风、引风分别设成自动及手动控制方式。在手动控制方式时,操作者通过键盘打入适当的数据去控制锅炉某个运行参数。

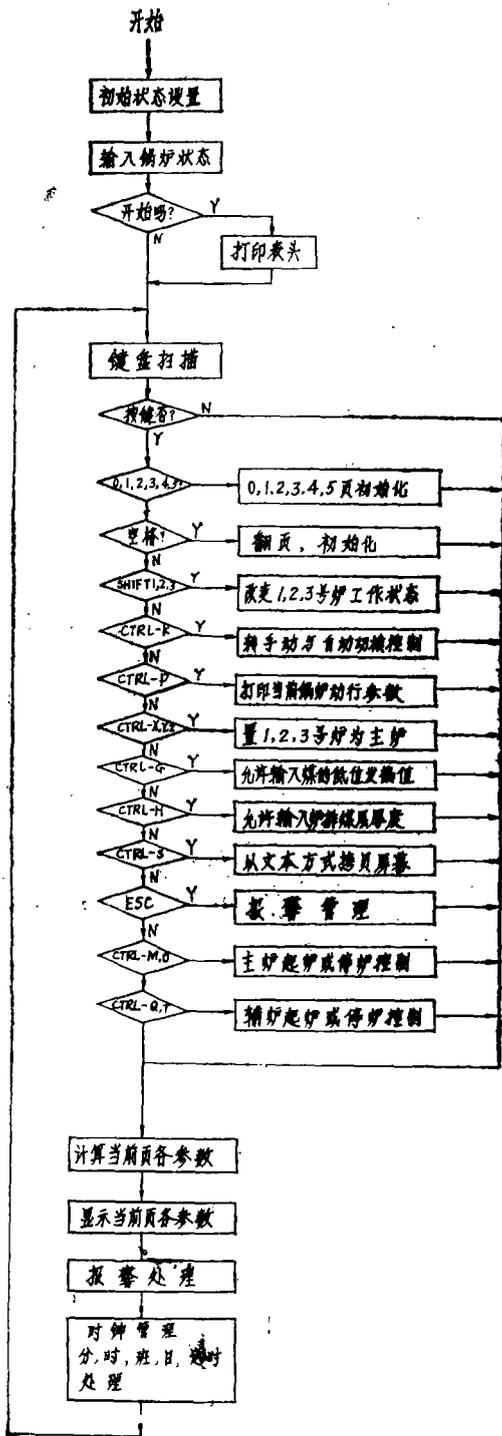
8. 设置锅炉状态:本系统将锅炉分为三种状态,即运行状态、暂停状态和停炉状态。处于运行状态锅炉,主机对锅炉进行正常监测和控制。处于暂停状态锅炉,系统只对该炉运行参数进行监测、打印记录和控制水位。处于挂起状态锅炉是长时间不参加运行的锅炉,主机不再处理该炉的任何事情。以上三种状态可以由操作人员通过键盘随时设置。

9. 打印功能:系统每小时打印记录一次各炉当时的主要参数,也可以随时打印记录这些参数。其中产汽量和耗煤量累计值除按班次累计外,只要系统不掉电可以累计数日、数月以至全年,这对企业能源管理是十分方便的。

10. 时钟及日历显示:主机有一套由硬件组成的计时系统,通过软件访问它的各寄存器,从而在屏幕上显示时钟和日历,该系统由电池供电,主机掉电后,它也不中断计时。

#### 四、软件结构

本系统软件分为两大部分。第一部分是 由 APPEL SOTF 支持下的高级语言编制主程序。主要用来对采集来的数据进行量纲换算,计算各运行参数和各项运行指标,管理显示器,打印机、键盘等外设。同时还有一些由机器语言编制的子程序群支持着主程序的很多其它功能。第二部分是时钟中断服务程序。它全部是用机器语言编写的,用来进行时钟管理,采集数据、数字滤波、报警判断,报警管理、调节计算及控制输出管理。由于它是以中断方式工作的,所以主程



主程序BCPA

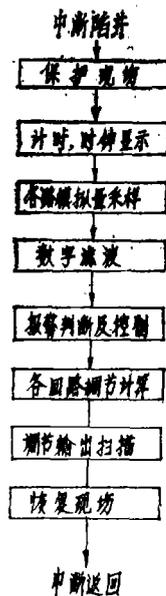
图3 主程序流程图

序不工作或在主机做其它工作的情况下，仍可对锅炉进行控制。这样可以充分利用主机的时间和空间资源。

系统的过程控制仅占CPU不到百分之十的时间，而大部分时间用来进行其它信息处理。其中包括计算、分析整理、累计、显示打印以及支持着系统丰富的功能。系统主要计算程序均使用高级语言编写，便于开发便于修改。

程序流程图见图(3)、图(4)。

其中初始化部分主要是分配内存空间，接口电路初始化，中断方式设置，各运行参数设定初值，输入数据，起动时钟等等。经初始化后程序进入循环体内。每次循环首先进行键盘扫描，以便知道操作者是否按键盘，按的是什么键，然后根据所打入键的功能控制主机转入相应的服务程序。本系统设置了26个功能键，分别由很多子程序支持着，因而使系统具有极其丰富的软件功能。



中断服务程序INTERSERVE

图4 中断服务程序流程图

若无键打入,则主机按上次打入的内容控制转向。转向服务后主机进行报警检查,同时进行相应处理。然后主机检查时钟系统,并且分别在分、时、班、日等时刻进行相应的服务。最后主机返回循环体入口,进行下一次循环。在此期间中断服务程序每间隔一秒钟便“偷”走一次CPU的时间进行数据采集、滤波、调节计算、报警、输出控制等。由于执行速度极快,因此对主程序影响不大。

## 五、监测及调控原理

1. 锅炉各监测参数是通过主机系统巡回检测获得的。锅炉各运行参数通过传感器变成较微弱的电压或电阻模拟量经变送器转换成较强的有一定抗干扰能力的电流信号,然后由传输电缆送至主机接口电路。接口电路将这些信号规范化为统一量程的电压量,通过硬件滤波消除现场及传输过程中带来的工频干扰。最后将这个模拟量送到多路采样开关等待。时钟系统每隔一秒钟向主机发起一次中断请求,主机响应中断后控制多路开关依次接通,并将这些模拟量依次送至A/D转换器。主机控制A/D转换器,对每一通道的模拟量进行十六次采样,并将这十六个数据送到内存单中备用。

从现场传来的各监测信号。经过硬件滤波有效地减少了工频差模干扰,但是确不能有效地抑制共模干扰,对频率很低的差模干扰也无能为力。这样一个庞大的多电源供电系统中,各种干扰是难免的。系统采用平均值滤波和平滑滤波这两种软件滤波方法,有效的抑制了上述两种干扰,从而消除了系统受干扰影响造成的误动作和运行参数的误报警现象。

系统的调节计算是采用经典控制理论算法计算的,大至可分为比例、积分、微分、

超前、滞后等几种算法。首先根据系统特性,通过综合校正得到一个调节传递函数(频域),再将其转换成时域方程,经离散化后得到其差分方程,最后编制出调节程序。它全部用汇编语言编写,因而处理速度非常快。

### 2. 系统调节原理

热负荷调节的主要任务是使锅炉蒸汽压力有比较平坦而宽的外特性和良好的动态特性。一般地讲,给煤量与负荷是成比例的,但这中间有很多复杂的环节,有物理的,也有化学的,因此很难通过微分方程得到其准确传递函数。但我们可以知道它是一个多容滞后环节。其时间常数滞后的大小是与锅炉结构及燃料性质有关的。从调节特性优劣来看,燃气炉、燃油炉、煤粉炉为佳,其次是沸腾炉和抛煤炉,控制特性较差的是链条炉。滞后时间常数在几分钟到几十分钟之间。其传递函数为:

$$\frac{P(S)}{M(S)} = \frac{K_m e^{-\tau s}}{S(TS+1)}$$

由于给煤与锅炉蒸汽压力之间有较大的延迟性,给负荷调节带来了很大的困难。当系统出现扰动时,势必使过滤过程时间拖得很长。然而由鼓风引起锅炉蒸汽压力变化的延迟较小,其惯性也较小,相对大惯性系统可以忽略。其传递函数为:

$$\frac{P(S)}{GF(S)} = \frac{KF}{S(TS+1)}$$

无论是给煤还是鼓风,当它们在线性范围时,锅炉蒸汽压力都没有自平衡能力,因此都带有积分环节。

根据被控对象的上述特点,采用主辅通道的控制方法。主通道由给煤调节回路构成,它的响应速度低,过渡过程时间较长,在锅炉负荷比较稳定时它起主要作用。辅助通道是一条顺馈通道,是由鼓风调节构成,

鼓风量大小正比于蒸汽压力的比例加微分，它可以在锅炉蒸汽压力发生变化时迅速校正压力值。由于辅助通道有微分环节，因此仅在蒸汽压力变化时起作用，而当负荷平稳时就不起作用。负荷调节引入辅助通道后，较好地改善了系统的动态特性。

适当控制空气过剩系数是实现锅炉经济燃烧的主要途径之一，可采用开环调节和闭环调节两种方法。开环调节是根据给煤量来决定给风量的。这种调节系统的精度低，动态性能也较差，特别是在燃烧滞后很大的链条炉中更不适应。在闭环系统中，由于依据排烟含氧量反馈来调节鼓风量的大小，将空气过剩系数控制在合理值上。使控制精度和动态特性都得到较大提高。需要说明的一点是，为了调节负荷的响应速度，引入一条由鼓风量构成的顺馈通道。当蒸汽压力发生变化偏离给定值时，鼓风量将做相应的调节，排烟含氧量也将偏离给定值，当负荷变化频繁时，很难保证空气过剩系数的控制精度。只有当负荷相对稳定时，顺馈通道不起作用，才能依据排烟含氧量的反馈来调节鼓风量的大小，达到风煤比的合理配置，保证空气过剩系数处于合理状态。

维持炉膛处于微负压状态下燃烧，是锅炉安全运行所必需的，同时可以降低排烟损失，做到经济燃烧。控制锅炉微负压，可以使用依据鼓风量大小决定引风量大小的开环控制法，但是这种控制方法精度较低。为了保证安全燃烧，不得不将炉膛负压定在一个很低的值上，这样势必造成较大的排烟损

失。采用闭环回踏控制，依据直接测得的炉膛负压做反馈量来决定引风量的大小，进一步提高了控制精度，使炉膛负压处于比较稳定的微负压状态，既保证了安全，又减少了排烟损失。被控对象可以近似看成一个惯性环节，其时间常数与控制引风电动执行机构的时间常数接近，因此可以看作是由两个时间常数接近的惯性环节串联控制对象。

水位调节既要保证产气的需要，又是锅炉安全运行的重要内容。为了提高系统的通用性并适应蒸发量的需要，系统采用了有假水位补偿的水位—负荷调节方法。即使在较大蒸发量情况下，水位仍可稳定地控制在给定的水位上。

## 六、现场运行状况

GZKL-10-3 系统自八五年十月开始在牡丹江啤酒厂两台10吨/小时链条炉上投入运行，到目前已近一年时间。于八六年六月份通过省级鉴定。经过严格测试，系统达到了设计要求，满足了用户需要。运行结果表明，系统功能强，可靠性好，抗干扰能力强，维护方便，操作简单灵活，改善了锅炉工人的劳动环境，减轻了锅炉工人的劳动负担，保证了锅炉安全可靠运行。在能源消耗上比较过去降低了5%以上。同时给工厂的能源管理也提供了很大的方便。

使用微机对锅炉进行全自动化控制，在我国目前才刚刚起步，有些问题尚需深入探讨，但是它以较强的生命力表明，这是一个值得重视的发展方向。

Abstract

The existing problems of the MSB marine main boiler have been analysed in this paper and relevant improved versions presented. Detailed structural designs have been performed for various versions and their characteristic features compared and discussed on the basis of weighing the pros and cons. All the proposed versions are available for practical use or for reference. Under the present conditions, the author has recommended the use of an improved version consisting of the original boiler design with its length and height being moderately increased. This improved version is relatively practical and realistic and has the advantages of introducing only a small amount of modifications with greater benefits being attained.

3. Refuse and garbage-firing boilers - I. fuel  
..... Translated by *Li Junshao* (27)

POWER TRANSMISSION DEVICES

6. Rigidity calculation of diaphragm coupling flexible elements  
..... *Hong chengwen* (32)

Abstract

A method for calculating the rigidity of diaphragm coupling flexible elements is presented in this paper. The method described here has been successfully used for design and manufacturing purposes.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION

7. The strength and service life verification tests of a newly designed third stage turbine rotor and disc of Type A and Type A-1 engine  
..... *Sun Guowei, Jin Shumin, Liu Lianyuan* (40)

Abstract

This paper describes a series of overtemperature, overspeed, fracture speed and low-cycle fatigue tests conducted on the newly designed third stage turbine rotor and disc in connection with the engine design, modification, finalization and service life assessment. The test results have already been put into use as major reference data during the engine design, finalization and determination of turbine disc guaranteed life.

MICROCOMPUTER APPLICATION TECHNIQUES

8. A microcomputer control system for the GZKL-10-3 boiler  
..... *Lu Zhenlin, Ma Shaoliu, Chen Gang, Zhang Qian* (47)

Abstract

In this paper a description has been given of the components and functions of the GZKL-10-3 boiler microcomputer control system, its software as well as general monitoring and control-regulating principles. It has been

shown that in using a microcomputer instead of conventional instrumentation for boiler operation and control, there exist immense advantages in respect of boiler operating condition monitoring, regulation, automatic start-up and shut-down, plant protection assisted by alarm devices as well data print-out and recording, etc.

#### BRIEF NEWS

9. New information about dual working fluid parallel-compound cycle engines ..... (53)
10. The US Navy has selected the LMI600 engine as an advanced propulsion plant to compete with diesel units ..... (53)
11. Marine uses of LM500 ..... (39)

## 一九八六年总目录

### 燃气轮机

1. 燃气轮机过渡态的振动分析..... ( 1 )
2. 论轴流式涡轮特性计算的损失模型..... ( 1 )
3. 子午面扩张对燃气轮机级效率的影响..... ( 1 )
4. 燃气轮机在油气田开发中的应用..... ( 3 )
5. 中间冷却回热式斯贝燃气轮机..... ( 3 )
6. 美国舰用主燃气轮机推进系统的维护和运行训练设施..... ( 3 )
7. 大发TS-01 (A) 型燃气轮机..... ( 3 )
8. 双工质平行—复合循环热机 (程氏循环热机) I ..... ( 4 )
9. 双工质平行—复合循环热机 (程氏循环热机) II ..... ( 5 )
10. 压气机可转导叶环的运动、偏心和变形对导叶安装角的影响..... ( 4 )
11. 轴流式压气机转子串列叶栅的最佳设计..... ( 4 )
12. 某型舰用燃气轮机起动机的选择..... ( 4 )
13. 先进的进气处理可改善燃气轮机性能..... ( 4 )
14. 顶端壁轮廓成型对环状涡轮喷嘴导叶内三维流场的影响 第一部分 试验研究 ( 4 )
15. 美国舰用 (陆用) 燃气轮机试车台..... ( 5 )
16. 多种燃料的舰用燃气轮机推进装置: 加旋转气化器的燃气轮机循环..... ( 5 )
17. 用于估算燃气轮机出口温度的列线图..... ( 5 )
18. 串列叶栅流场计算..... ( 6 )
19. 船用燃气轮机的展望..... ( 6 )

### 蒸汽轮机

20. 核热电站汽轮机的设计特点..... ( 2 )