

全国仪表自控系统与成套设计 学术交流会

論 文 集

下 册

国家经委机电局 中国仪器仪表学会
中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会编印

1986·11

目 录

(上册)

(一)

- 1、自动化系统走向未来····· 蒋慰孙 (1)
- 2、过程检测控制仪表和系统的新发展····· 吴钦炜 王璐璐 (7)
- 3、发展钢铁工业成套自动化系统的几个问题····· 冯竹梅(24)
- 4、“七五”期间钢铁企业自动化装备水平与仪表选型的探讨····· 夏德海(33)
- 5、工业自动化控制装置的发展趋势——兼谈工业自动化控制装置
的选用对策····· 舒纯政 刘叶冰(39)
- 6、石化工程项目自动化仪表选用及投资分析····· 解怀仁(47)
- 7、建立企业信息系统的若干问题····· 许永令(51)
- 8、轻工业工厂自控仪表设计中的几个问题····· 李民选(65)
- 9、迅速提高生物工程自动化水平——关于发酵过程介质浓度测量技术·····
傅春生 王骥程(69)
- 10、微型计算机在企业能源管理系统的应用····· 张学林(78)
- 11、初馏塔计算机自适应控制系统····· 浙江大学 上海石化公司炼油厂(84)
- 12、30/60万千瓦机组协调控制系统设计原理分析及SPEC200的应用技术·
····· 刘舜心(94)

(二) 石油化工控制系统

- 13、计算机在石油化工聚酯装置浆料调制工艺中的应用····· 徐云生 朱永铨(105)
- 14、醇酮装置自控系统的改造设计——兼论分散控制系统在化工
危险装置中的应用····· 吴海琦 李主魁(112)
- 15、炼油厂加热炉节能控制····· 解怀仁(121)
- 16、聚酯装置粘度调节系统的分析····· 许国康(126)
- 17、油罐气回收装置的自动控制····· 厉忠昭(139)
- 18、吸附分离工艺的转阀控制系统····· 钱剑锋(147)
- 19、化学纤维粘胶人造丝厂磺化工段自控系统设计····· 洪汉仁(151)

(三) 化工控制系统

- 20、剖析引进国外专利进行详细设计的仪表控制有关情况·····
····· 魏宗仁 谭丽贞(161)
- 21、计算机控制系统在氮肥厂中的应用····· 师守铎(167)

- 2 2、氧气总管压力控制系统 邓子清 (182)
- 2 3、克劳斯硫回收装置控制系统设计分析 邓子清 (188)
- 2 4、重油气化炉炉温自动调节 刘大成 (194)
- 2 5、液位调节与节流调节的结合——熔融尿素泵系统的调节 汪述途 (200)
- 2 6、中、小合成氨厂先进控制系统 蒋道接 (209)
- 2 7、合成氨厂一段转化炉出口温度复杂控制系统 崔妙发 罗毅平 (216)

(四) 钢铁工业和有色金属工业控制系统

- 2 8、空塔入口压力控制系统简介 杨国才 (223)
- 2 9、混合料点火温度、烧结终点仪表——微机监控系统
. 恩毓田 张金良 杨为民 魏立峰 (229)
- 3 0、煤气混合自动控制系统设计研究 郭宇光 (240)
- 3 1、简谈西德连铸机计算机控制系统的总体结构及功能 彭瑜 (249)
- 3 2、中小高炉自动化 马竹梧 邹立功 (258)
- 3 3、宝钢能源中心 赵俊奎 赵云仙 (267)
- 3 4、宝钢自动化仪表系统简述 金家根 (286)
- 3 5、宝钢钢管厂环形炉仪表系统 陆廷荣 (295)
- 3 6、国外氧化铝铝流态化焙烧过程检测与控制系统(考察报告) 舒纯政 (309)

(五) 电力工业控制系统

- 3 7、单回路可编程调节器在20万千瓦火电机组中的应用 王 中 (320)

(六) 交通运输控制系统

- 3 8、船舶无人值班舱自动化系统的研究 朱仰华 (329)

(下册)

(七) 工业炉窑控制系统和装置

- 3 9、微处理机在工业燃煤锅炉燃烧控制系统上的应用
. 邵宏沛 陈启明 龚兆华 王思达 (339)
- 4 0、改进玻璃熔窑的密压调节系统 瞿承宪 (347)
- 4 1、工业锅炉的节能控制 刘亚军 (356)
- 4 2、燃蔗渣锅炉的自控系统 许大才 崔根宝 (364)
- 4 3、提高工业锅炉热效率的燃烧控制新方案 郭显塘 (369)
- 4 4、液筒式电阻炉单板机群控装置 吴贵思 王竟贵 王章文 (376)

(八) 轻工业及其它控制系统

- 45、啤酒发酵过程微计算机控制系统研究·····王耀奎 胡世长 徐润成 胡哲元 (382)
- 46、提高配料装置的可靠性问题·····程文祥 (408)
- 47、蒸煮锅温度时间程序微机控制和轻工业自控仪表设计中的几个问题·····许军 郑红 刘新 李民选 (414)
- 48、玻璃纤维拉丝炉温度微机自适应群控系统·····顾兴源 刘明 王伟 (418)

(九) 通用设备控制系统与装置

- 49、透平式压缩机防喘振控制系统·····薛智 (426)
- 50、TC-201离心式空气压缩机防喘振控制系统·····金之华 秦仲雄 (433)
- 51、催化剂储罐自动测量装置·····潘永康 朱腾云 周康忠 (446)
- 52、高可靠性的轴位监控系统·····方秋华 邵素养 (451)
- 53、涡轮制冷量按需调节回风法·····宁海泽 (460)
- 54、气动仪表的发展近况·····吴本汉 (465)
- 55、测量宽量程的气体推导式质量流量计·····杨根生 邵长春 邵瑞华 (479)
- 56、仪表选型管见·····李夕训 (486)

(十) 微机调节器和分散型控制装置

- 57、微机过程控制“软仪表”组态法·····邵惠鹤 秦丽军 (503)
- 58、FC系列单回路微机控制器在锅炉燃烧系统中应用·····王学路 徐家栋 (514)
- 59、小型计算机接口与外设单板微型机上的应用·····田宝仁 张凤珍 (523)
- 60、试论国外分散型综合过程控制系统的五大特点——兼谈我国
过程控制系统开发的几点意见·····陆凌霄 (531)
- 61、转动机械试车过程微机数据采集系统·····鹿树理 贾瑞新 (541)
- 62、微机在管道流量自控系统中的应用·····马劲松 刘利 (548)
- 63、微机YS-80单回路调节器在煤气热值指数串级解耦
控制系统中的应用·····罗钢 (555)

(十一) 控制理论应用和新型控制方法

- 64、系统设计的两个关键性问题——静态与动态匹配·····王永初 (564)
- 65、FUZZY 数学方法及微型机技术在选矿破碎生产过程中的应用·····田成方·王学寅 (573)
- 66、比例因子式自适应模糊控制器研究·····鲍兴福 都志杰 王芳君 (580)
- 67、具有可测扰动的纯滞后系统的最优控制·····张金良 恩毅 (587)

- 68、具有纯滞后系统的一种控制方案·····恩毓田·杨为民 张 莲(601)
- 69、精馏塔模型在线辨识及最优状态反馈控制···褚 健 余昌斌 王骥程(614)
- 70、实验型聚合反应器微型机实时控制·····荣 冈 王树青 王骥程(624)
- 71、微机实现氢氮比控制·····
·····孟 强 王殿方 崔雨田 徐国栋 周振江 陈斯福 罗笑呼(639)
- 72、甲醇装置烃类转化反应器的计算机控制·····
·····杜仰光 干 璘 凌志浩 俞金寿(653)
- 73、醇酮装置自控系统的改造设计·····吴海琦 李主魁(660)

(十二) 交流论文摘要

- 74、用DDZ-Ⅲ型仪表组成的一种节能和热值计算控制系统
——热值控制系统的成套设计·····李宝俊(670)
- 75、概谈硫酸风机的自动检测与控制·····冯梦秋(670)
- 76、论工业PH值自动检测和自动控制·····梅向群(671)
- 77、转炉煤气过程分析仪表系统装置·····于福令(671)
- 78、煤气混合工艺解耦控制·····姚春荣(672)
- 79、气动基地式仪表在工业生产过程中的应用·····张之鹤 崔志强(672)
- 80、大型氨厂氢氮比采样控制系统·····沈六清 唐建国(673)
- 81、碳化塔入塔气体偏流控制·····孙友生(673)
- 82、中小型甘蔗糖厂自动化检测控制系统·····蒋锡荣(674)
- 83、多托辊双杠杆式电子皮带秤·····方原松(676)
- 84、热交换器的高精度($\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)温度控制系统·····陈恩林(676)
- 85、造气车间节能改造的自控设计·····罗志昌(677)
- 86、Fuzzy(模糊)控制器在九管还原炉微型机自动控制中的应用·····
·····田成方 王学慧(677)
- 87、自适应控制及其实现方法的研究·····黄 锐 陈启明 周昌震(678)
- 88、CMC-80微机用于热力系统计量管理···刘云鹏 张鸿吉 刘 果(678)

微处理机在工业燃煤锅炉燃烧控制系统上的应用

天津市自动化仪表成套设计所 天津大学自动化系
邵宏沛 陈启明 龚光华 王思建

(一) 前言

现代化的工业生产和老企业的技术改造需要科学的管理和技术的进步，以提高产品质量，节约能源和提高经济效益。

大规模集成电路以及微处理机技术的发展，促使了工业自动化仪表的快速更新，尤其体积小，可靠性高，价格低廉的微处理机日益商品化，更为研制新型控制系统创造条件，为提高控制系统的可靠性提供了保证。以前认为不可能实现的控制系统或控制水平不够理想的系统，现在完全可以实现或完全可以达到理想的控制水平。

工业燃煤锅炉的燃烧控制系统在以前就属于较难达到理想控制水平的系统之一，而目前采用微处理机就情况大不一样了。

(二) 工业燃煤锅炉燃烧控制系统的新途径

1. 工业燃煤锅炉实现燃烧系统控制的必要性

随着工业的现代化，生产技术的改进，对二次能源的主要制造设备——工业锅炉的要求也愈来愈高，我国能源主要靠煤可以在工业燃煤锅炉上实现自动控制愈来愈为广大使用者关注，尤其实现燃烧系统的控制，可以达到维持汽压恒定，保证供汽质量，为产品质量提供有力的保证，还可以大大减轻操作人员的劳动强度，改善劳动条件，尤其可以做到合理、经济燃烧，提高锅炉的热效率，真正找到节约能源的途径，可以在工业燃煤锅炉系统上实现控制是很必要的，而且是很符合国情民意的事。

2. 实现燃烧系统控制的可能性

在国外工业锅炉实现燃烧系统控制已经相当普遍，但绝大多数是在燃油和燃气锅炉上实现，燃煤锅炉基本上是煤粉炉上实现控制，而在链排炉等燃煤块的工业锅炉的燃烧系统上实现控制还很少。

在国内也有部份厂家尝试一下利用自动化仪表来实现在链排炉燃烧系统上进行控制，效果都不太理想，但也取得一定的经验。

通过国内外的典型事例，我们综合了他们成功的经验及系统原理，找出了他们的不足之处，而且也找到了解决这些问题的方法，所以我们认为在工业燃煤锅炉上实现燃烧系统控制是完全可能的。

燃烧控制系统的主要任务：

- (1) 投入适当的燃料以适应外界负荷的需要;
- (2) 保持锅炉燃烧的稳定性;
- (3) 提高燃烧的经济性, 达到提高锅炉热效率, 完成节约能源的主要目标。

为了保证锅炉燃烧的稳定性及经济性, 单纯采用自动化仪表(DDZ-II)就比较困难了, 也明显的存在着许多不足之处而影响控制水平。

3. 仪表组成的燃烧系统的不足之处

全部采用自动化仪表构成的燃烧控制系统存在着许多缺陷如:

(1) 滞后问题: 因为燃煤锅炉本身就是一个纯滞后的惯性环节, 在燃烧系统中的参数测量的反应较迟缓, 就造成无法实现自动调节, 如若减少比例效益, 加大积分时间来达到自动调节, 这样就延长了动态时间, 增加了动态误差使调节品质较差, 有的甚至造成给煤量过多, 造成能源白白浪费。

(2) 间歇调节问题: 锅炉是一个多输入, 多输出的复杂环节, 而燃烧过程较慢, 其它参数(如风量、煤量等)变化较快, 造成的影响而不会也不能立即得到反应, 一定要过一段时间才会反应出来, 这就需要实现间歇调节才行, 而实现这类间歇调节的仪表, 在制造上困难很大, 价格也很高昂。

(3) 烟气中含氧量的给定值的问题: 烟气中的含氧量是衡量燃烧经济性的一个重要指标, 而且也是燃烧控制的一个重要参数, 而烟气中的最佳含氧量是随煤质、炉膛结构、负荷等不同而变化的, 正确、迅速提供最佳含氧量, 也就是烟气中含氧量的给定值, 目前自动化仪表还实现不了。

(4) 低负荷及排烟温度过低的问题: 当外界负荷较低时容易造成熄火, 排烟温度过低时, 可能使烟气中的 SO_3 达到露点以下, 变成硫酸使锅炉设备被腐蚀, 仪表系统只能进行报警, 从而由人工操作不进行自动控制, 而无别法。

4. 微处理机可以弥补仪表系统的不足

(1) 滞后问题: 增加时间补偿环节来消除滞后的问题, 将事先测的有关参数值(如 T 、 τ 等)输入给微机, 通过微机的快速运算, 可以随时进行补偿, 在运行中微机就可以随时测定参数值来改变补偿量, 来实现自动调节, 来提高控制精度。

(2) 间歇调节问题: 微机系统可让各种测量信号通过滤波后再参与系统的运算和调节, 在输出信号控制量上由应用程序来实现定时输出, 保持记忆, 这样间歇调节就可以实现了。

(3) 烟气中含氧量给定值问题: 影响给定值的因素主要有三个: a. 炉膛结构是固定的, 一台炉一个固定值即可。b. 煤质可以预先每批进行化验后输入微机系统。c. 只有负荷是随时变化的, 可以在微机程序中编制成函数发生器来随时修改给定值, 使烟气中含氧量达到最佳值, 达到经济燃烧的主要目标。

(4) 低负荷和烟气温度过低的问题: 这也完全可以通过微机的程序来随时改变煤与风的给定值, 维持正常燃烧。

(5) 充分利用微机软件的功能: 因为锅炉燃烧过程是缓慢的, 而微机运算过程是相当快的, 所以在完成系统控制的基础上还可以利用软件来代替许多仪表单元(如函数发生器, 加减器、微分器、限幅报警器、滤波器等), 从而减少投资又减少故障率, 同

时可以把许多必要的参数（如压力、流量、温度、热效率、PID调节参数等）定时打印出来，使管理更现代化、科学化，尤其是热效率的测定和打印出来，也就是工业锅炉在运行过程中随时都在进行热平衡测试，随时在使工业锅炉以较高效率的运行，这样就能保证节约能源的效果更加显著，为提高系统控制精度和改进工业锅炉结构指出了改进方向和努力的目标。

（三）微处理机在燃烧控制系统上的应用

1. 控制系统的组成

由负荷调节，氧量调节，炉堂压力调节，定值给定及报警等四个主要回路构成。工业锅炉燃烧微机控制系统图（见图1）

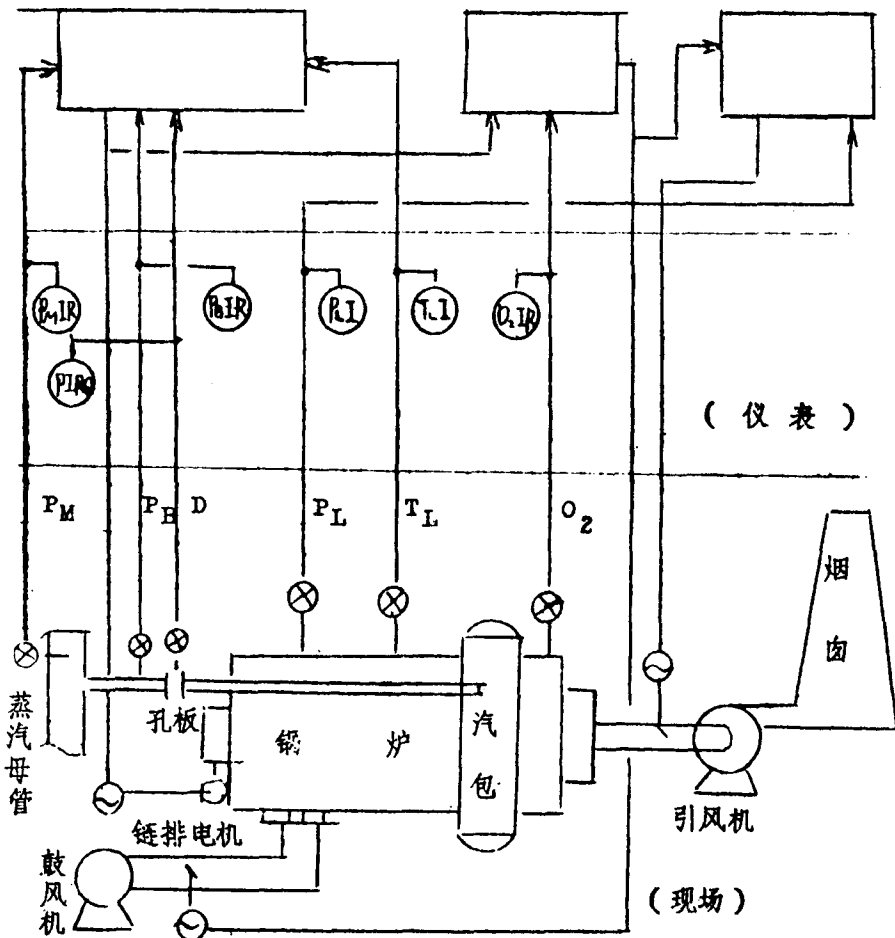


图1 微处理机

(1) 负荷调节回路: 由总负荷信号(蒸汽母管压力), 单台负荷信号(蒸汽管路压力), 单台蒸汽流量信号及炉堂温度信号来调节链排的转速(给煤量)及鼓风风量来构成负荷调节的回路。

(2) 氧量调节回路: 由氧量信号, 蒸汽流量信号及负荷调节回路的前馈信号来调节鼓风风量来构成氧量调节回路。

(3) 炉堂压力调节回路: 由炉堂压力信号及鼓风风量的前馈信号来调节引风风量构成炉堂压力调节的回路。

(4) 定值给定及报警回路: 由化验室测定的燃料发热量进行定值输入来完成对热量及热效率的计算, 并且对蒸汽压力, 炉堂负压, 炉堂温度, 氧量, 链排速度, 鼓风风量及引风风量等七个参数的上下限的报警回路。

通过以上四个调节回路组成一个完整的燃烧控制系统, 并且利用微机的特点, 能快速的对各种参数进行显示, 打印及计算, 使锅炉在正常工况下永远处于较佳燃烧, 较经济燃烧, 尤其随时能打印出必要的参数和热量, 热效率的数值, 为科学管理提供了有力的保证和可靠的依据。

2. 微处理机的选型

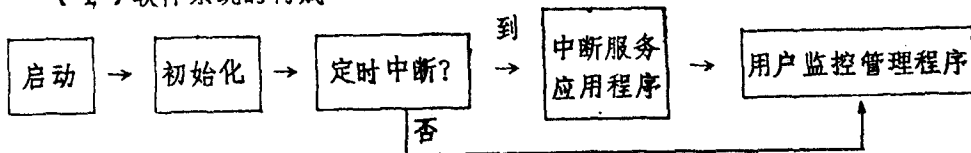
我们通过广泛的调查和分析比较, 最后决定采用北京工业大学电子工厂生产组装的 Z80 系列 TP801B 型单板计算机为主机。

TP801B 型机的 CPU 是 Z80 系列, 它具有结构简单, 布局合理, 功能齐全, 用途广泛的特点, 它既可独立应用在自动控制系统中, 又可用于分布系统的前沿控制, 还具有简易的开发功能: 如在用户程序中可设置多至五个断点, 可单步执行存于 RAM 或 PROM 中的程序, 可对 EPROM 进行编程等, 最大的优点就是在 CTC 计数器/定时器芯片中有四个通道, 而 0 通道及 3 通道可供用户使用, 它还有 31 个键的键盘, 其中有一个 FUNC 扩展功能键可附加七种功能。

3. 软件的编制与硬件的搭接

软件的编制重点在于开发和研制对自动化仪表的不足之处的弥补和目前自动化仪表尚还未能解决的功能, 充分发挥了计算快速高效准确的特点, 使系统得到进一步的完善和合理, 我们进一步对 TP801-B 型机进行分析, 充分利用它具有的特点, 重点研制了专门对燃烧控制系统的软件工作, 总的程序约占 6K 字节 EPROM, 和 4K 字节的数据区与工作区 (RAM), 占该机的总容量的三分之二。

(1) 软件系统的构成



系统启动后首先执行初始化程序, 它是为系统正常工作而提供工作方式及初始数据而设置的, 其功能有三点: 一是将固化在 EPROM 中的初始数据移入工作 RAM 的数据区; 二是设定 PID, A 口为输出方式, B 口为位控方式, 为上下限声光报警和测试手/自动切换状态用; 三是设定 CTC 为定时中断方式, 初始化程序在系统启动后只执行一次, 未到定时中断采样时, 系统都转入循环执行用户监控管理程序, 便于用户检查显示或修改

工作RAM数据区中的内容。到达采样时间，系统则中断管理程序而去执行中断服务应用程序。中断服务应用程序是整个控制程序的核心部份。

(2) 中断服务应用程序

此程序是整个软件的核心。它是按组态字程序设计方法进行设计的。它可适用于数据处理和控制方法完全不同的八个控制回路。每个回路的程序流程的方向是靠每一路设置一双字节的组态确定的。

组态字结构及功能：

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1		
/	/	/	/	/	/			/	/	/	/	/	/		
0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0		
滤波 /否	惯性 滤波 /中 值滤波	线性 化 /否	折 线	需要 校正 计算 /否	计算 Q /计 算 n	小 数 点 的 位 置		调 节 /测 量	PID /补 偿	单 回 路 /串 级	前 馈 /大 滞 后	主 回 路 /付 回 路	正 作 用 /付 作 用	D /A 路 号	

组态字结构表

输入信号	路号	存储区地址	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
母管蒸汽压力 P_M	00	3820H	1	0	0	0			1	0	0							
蒸汽流量 D	01	3860H	1	1	0	0			1	0	0							
汽包压力 P_b	02	98A0H	1	0	0		1	1	1	0	1	1	0		1			
炉堂温度 T	03	38E0H	1	0	0	0			0	0	1	0		1				
给煤量 W	04	3920H	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0		0	0	0	0	0
烟气含氧量 O_2	05	3960H	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0		1				
送风量 V_i	06	39A0H	1	0	1	1	0		0	0	1	0		0	0	0	0	1
炉堂压力 P_1	07	39E0H	1	1	0	0			1	0	1	1	1		0	0	1	0

(3) 补偿、滤波及PID调节程序：

根据系统的特点，充分利用软件的功能来弥补纯自动化仪表系统的缺陷。而编制了：滞后补偿、前馈补偿、中值滤波、惯性滤波、PID调节等子程序。

(4) 计算、打印、报警程序：

为了使采样、打印观察比较直观方便，我们首先编制了工程量换算子程序，把采进来的参数（压力、温度、流量、氧量、煤量、热质等）换算成二进制及十六进制。计算后再换算成原来的单位打印出来或变成0~10MADC标准信号进行调节控制。

计算子程序我们编制了“加”、“减”、“乘”、“除”、“开方”、“小数”、“带符号乘除”、热量、热效率等子程序。

定型打印子程序可以按规定时间打印出包括热量、氧量、热效率在内的所有参数值，以供管理人员参考。

报警子程序是把7个主要参数的上、下限值进行制定，超出时则发出声、光信号，各有消音装置但在数分钟（自定）内如故障不排除继续报警。

(5) 用户监控管理程序

此程序主要是实现人一机联系的程序是控制系统能以正常运行的不可缺少的软件系统。应具有在线（即在控制系统投入运行下）能方便地进行监控显示或修改控制参数值的功能。而 TP801—B 型机自带的监控程序是在离线状态下适用，而在线状态下不适用。可以必须按控制系统的要求予以重新编制。

关于系统软件设计详细内容可见我们另一篇题为“工业锅炉燃烧微机控制系统软件的设计”的论文。

(2) 硬件的搭接重点在于根据具体特定的对象使系统在现场运行中可靠性增加。加强系统抗干扰性能的研制。这个问题也是计算机、微型机、微处理机等最感到困难的问题。一方面要经济实用，更要可靠安全。我们通过多方面试验，终于通过硬件的搭接增强了系统抗干扰性能。使该难题得到较完满的解决。

硬件系统主要是传感器、变送器、A/D、D/A 接口板、执行器、主机、微型打印机、报警器、手/自动操作器电源滤波器、电源等部份组成。其中主机为 TP801—B 型单板计算机（CPU 为 Z—80 系列，SRAM/EPROM 为 14KB），A/D、D/A 接口板为 TP801 AD082 模数接口板：模入部份可将 16 路的 0~5V 直流电压信号转换为相应的 8 位数字量，每点转换时间为 64 μ S，分辨率为 1/256，模出部份可将 8 路的数字量转变为 0~5V 的直流电压信号及 0~10mA 的直流电流信号，转换时间为 256 μ S 精度达 0.4%。本系统对蒸汽压力、流量、炉堂温度、负压及氧量等 8 点模拟参数进行定时采样，主机对采样值进行校正运算后，按 PID 串级或补偿制算法进行运算，将所需调整的燃料量、送风量及引风量计算结果经 D/A 转换输出，直接控制执行器工作，达到调节控制的目的。同时通过微型打字机定时的把所需的参数及运算结果全部打印出来以便现场观察及操作还可以长期保存下来，为企业科学管理提供有力的依据。

关于硬件部份详细论述可见我们另一篇题为“工业锅炉燃烧微机控制系统硬件设计与研制”的论文。

4. 本系统由天津市自动化仪表成套设计所炉、窖控制设计室负责研制，并请天津大学电力及自动化工程系老师们作技术指导，经过半年的努力已全部安装设计完毕，并在天津市柳林毛纺织厂 10T/H 链排炉上使用。

(四) 经济效益的分析

1. 燃料与电能的效果

根据该厂生产工艺情况要求，每台锅炉年耗煤量为 1 万吨，该系统投入后，每天可节煤 1.56 吨以上，全年可节煤 500 吨，占年耗量的 5% 左右，正常运行是二台锅炉，

每年冬季则三台同时运行。这样全年则可节煤1200吨左右。如仍按标准煤价计算(50元/吨)，则全年可节约人民币6万元。

每台锅炉电能在投入运行后可每天节电约0.5%，全年可节电3500度。三台炉每年可节电约8000度。节约电费也近万元。

2. 热效率、热量的测定

热效率及热量这二项指标是企业热平衡的基础。如热效率处于较佳状态运行则企业热平衡也就容易处于较佳状态。由于这二项指标的随时测定。就可以及时发现锅炉某部位没有高效发挥作用的问题。以便有关部门及时采取措施进行解决。使锅炉永远保证在高效率情况下运行。

3. 能源科学管理

该厂的蒸汽是主要用于生产的。蒸汽的质量(压力、流量等)稳定是对产品质量有很大影响的。为了保证高产、优质。就必须要加强能源科学管理。确保蒸汽的质量。做到以最低的能耗。发出最大的作用。使产品质量好。成本低。由于微机系统能经常随时提供能源管理所需的参数。这就为单位能源管理提供了依据。也为整个企业现代化。管理科学化提供了保证和打下了基础。

4. 投资与回收情况

整个微机系统一共投资了8000元。另外加上其它费用(材料、外协等)总共达13000元。但仅节约燃料一项。一年每台炉可节约25000元。所以该系统的投资将在很短的时期内回收。

(五)对微机燃烧控制系统今后的设想

由于燃烧微机控制系统是首次尝试。目前在国内还尚无先例。根据我们几年来的摸索。发觉到采用单板机有许多优点。但鉴于目前国内单板机的情况也存在着一些不足。

1. 专用化的问题

目前国内生产或组装的单板计算机均属于通用型的。通用的性能广。但如用于工业控制系统上就出现了明显的不足和多余。不足的是某些工业控制系统必需的性能(采样滤波。抗干扰等)不具备而它的容量。存储单元等性能就明显的富富有余。由于它不具备系统所需的功能。就造成在构成系统时的硬件搭接和软件编制都增加了许多困难。有的甚至出现在实验室内做模拟试验很成功。而到现场就不行的状况。导致整个方案的失败。但在国外一些专门用于系统的单板计算机就增加了些必需的功能使在系统中使用其成功的可能性就增加了许多。我们也准备在今后大力推广该系统的同时与有关单位协商。生产出一批专用化程度高的计算机来。这样就可使系统的投资更减低。而且可靠性更高。

2. 标准化的问题

鉴于我国工业燃煤锅炉为数众多。可以进一步采用专用化程度高的计算机组成一个标准化的装置。这样就可以迅速地大面积的推广。使我国工业燃煤锅炉全面控制自动化早日实现。也在节能的领域中闯出一条新路来。为早日实现四个现代化作出贡献。

参考文献

- (1) 美国费希尔控制设备公司高级技术顾问 Chun . H . Cho 博士：“工业锅炉现代化燃烧控制技术的发展”。
- (2) “TDCS—2000”系统。日本山武公司。
- (3) “工业锅炉燃烧控制系统”。美国霍尼威尔公司。
- (4) “工业锅炉燃烧控制系统”。美国 MEASUREX 公司。
- (5) “TP801—B 型单板机使用手册”。北京工业大学。1983 年。

改进玻璃熔窑的窑压调节系统

国家建材局 蚌埠玻璃工业设计院 瞿承完

一般的工业炉、窑，在运行中要求窑（炉）内应维持稳定的零压或微正压。这样，在燃料量和鼓风量不变的前提下，能够稳定燃烧过程，减少火焰对耐火材料的侵蚀，从而可以节约燃料和延长炉龄。但对于平板玻璃熔窑，除此之外，如果窑内压力不稳定，还会使玻璃液的澄清过程变坏，使有槽引上法的槽口板根厚薄不均，使熔化部含有芒硝液滴的高温烟气和窑外的冷空气交替冲入冷却部及通路，造成玻璃成型流表面温度变化大。这样，不但容易引起玻璃原板炸裂，而且还会在其表面形成芒硝泡。这些都直接影响了平板玻璃的产量和质量，所以平板玻璃熔窑对于窑压控制的要求比其它工业炉，窑更高一些。

目前，随着“烟气全通过废热锅炉技术”（1）的推广和平板玻璃熔窑向大型化发展这两个必然趋势，会使现有的窑压调节系统的调节品质大大降低，以致无法满足平板玻璃熔制和成型工艺对于窑压控制的严格要求。因此，现有的窑压调节系统极需改进。下面将论述“烟气全通过废热锅炉”和“熔窑大型化”对窑压调节系统的影响，并对目前沿用的窑压调节系统提出改进措施。

（一）“烟气全通过废热锅炉”的影响

在采用“烟气全通过废热锅炉”流程的熔窑上进行窑压调节时会发现：当调节闸板开度超过 $40\sim 50^\circ$ 后，闸板继续开大对窑压几乎不起作用，而在小开度时，调节作用又显得过分“灵敏”，只要窑压稍有扰动，闸板就会大幅度地开关，造成窑压品质恶化，使驱动闸板的执行机构磨损加剧。其原因在于，熔窑采用“全通过”流程之后，烟气系统的阻力大大地增加了，这使闸板全开时，闸板两端的压降与整个系统压降之比大大降低，闸板的 S 值急剧下降，使闸板工作流量特性畸变为快开特性。为了证明上述论点，本应在生产运行中的“全通过”熔窑上测定调节闸板在不同开度时所对应的烟气流量，进而做出闸板的工作流量特性曲线。然而这种办法是不允许的，因为它会造成窑压大幅度波动，严重影响生产。

为了在不影响生产的情况下求出闸板的工作流量特性曲线，导出了下列方程式（1）和（2），用这两个方程式可以根据闸板在正常开度下熔窑若干参数的测定结果，来计算该熔窑在调节闸板各种不同开度下所对应的烟气流量，进而绘制出被测熔窑调节闸板的工作流量特性曲线。

在“全通过”熔窑上，闸板工作流量特性的数模为：

$$K(A_i+B)(Q_i + \sqrt{\frac{H_1}{KC} + \frac{D}{C} Q_i^2})^2 + KDQ_i^2 + H_1 - H_2 = 0 \quad (1)$$

在烟气部分通过废热锅炉的熔窑上，闸板工作流量特性的数模为：

$$KA_i(Q_i + \sqrt{\frac{H_1}{KC} + \frac{D}{C} Q_i^2})^2 + KDQ_i^2 + H_1 - H_3 = 0 \quad (2)$$

在式(1)和(2)中：

$$K = \frac{D_0(T_y + 273)}{2gS_1^2 T_n} \quad (3)$$

$$C = \frac{1}{K} \frac{-P_1}{(Q_H - Q_y)^2} \quad (4)$$

$$D = \frac{1}{K} \frac{-H_1 - P_1}{Q_y^2} \quad (5)$$

$$B = \frac{1}{K} \frac{P_2 - P_3}{Q_H^2} \quad (6)$$

式(1)~(6)中：

- Q_i —— 闸板在不同开度下空交机前烟道内所通过的烟气流量； Nm^3/h ；
- Q_H —— 测定时（这时闸板在正常开度下），通过闸板的混合气（烟气+漏风）量； Nm^3/h ；
- H_1 —— 各蓄热室的平均抽力； kgf/m^2 ；
- H_2 —— 引风机的抽力； kgf/m^2 ；
- H_3 —— 大烟囱的抽力； kgf/m^2 ；
- P_1 —— 测定时（闸板在正常开度下），闸板前的压力； kgf/m^2 ；
- P_2 —— 测定时（闸板在正常开度下），闸板后的压力； kgf/m^2 ；
- P_3 —— 引风机前管道内的压力； kgf/m^2 ；
- T_y —— 测定时闸板前烟道内的温度； $^{\circ}\text{C}$ ；
- S_1 —— 闸板前烟道的截面积； m^2 ；
- T_n —— 标准状态的温度； 273K ；
- D_0 —— 闸板前烟气在 0°C 标准状态下的重度； kgf/Nm^3 ；
- g —— 重力加速度； $1.27 \times 10^8 \text{m}/\text{h}^2$ ；
- A_i —— 闸板在不同开度下的阻力系数；纯数；
- m_i —— 闸板开启度；

手册上给出升降闸板 $m_i - A_i$ 的关系为：

m_i	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
A_i	193	44.5	17.8	8.1	4	2.1	0.95	0.39	0.09	0

手册上给出转动闸板 $m_i - A_i$ 的关系为：

m_i	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	85°	90°
A_i	568	158	77.4	24.9	9.3	3.54	1.34	0.45	0.28	0.05

在作图时 Q_i 、 m_i 都取相对值 x_i 和 y_i (y_i 即相对流量 q)

$$x_i = \frac{m_i}{m_{\max}} \cdot 100 (\%) \quad (x_i \text{ 即相对开度 } m)$$

$$y_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100 (\%)$$

式中: m_{\max} —— 闸板最大的开度

Q_{\max} —— 闸板最大开度时所对应的烟气流量根据在 A、B 两厂测定所取得的数据。应用 (1)(2) 两式进行计算。由于用手算解方程 (1)(2) 很困难, 作图又十分繁琐, 为此编制了使用 BASIC

语言的程序 [2], 用 PC-1500 计算机解方程和作图。

从图 1、图 2 两条曲线可以看出: 图 1 中 A 厂“全通过”熔窑的闸板工作流量特性曲线是典型的快开特性, 而图 2 中 B 厂“部分通过”熔窑的闸板工作流量特性曲线 (3) 则基本是线性的。这说明了, 在采用“全通过”流程之后, 闸板的工作流量特性畸变确实十分严重, 这是“全通过”熔窑窑压调节质量降低的根本原因。但目前往往错误地认为, 原因是窑压自动调节系统本身调节器参数整定不当, 为此, 常将比例度 (δ) 加大, 积分时间 (T_i) 加长, 结果窑压调节系统变得十分迟钝, 然而改善闸板大幅度开关的效果并不明显。

(二) “熔窑大型化”的影响

随着平板玻璃熔窑日益大型化, 烟道截面也相应增大。例如, 六机燃煤气窑总烟道截面积为 3.90m^2 , 九机窑增大到 8.66m^2 , 大型燃油浮法窑也多在 $8\sim 9\text{m}^2$, 这时的总烟道转动调节闸板 (目前新设计的大中型玻璃熔窑均采用 DKJ 型电动角行程执行机构驱动的转动调节闸板) 宽达 2.5m ; 高达 3.5m ; 重量近 2t , 其转动惯量将用于宽度及质量的增加而大大增加, 这就要求执行机构的启动和制动力矩也要大大增加, 然而, 对于 DKJ 型电动执行机构来讲, 其制动问题却始终未能获得很好的解决, 当执行机构上的电动机断电时, 闸板运动产生的惯性力矩全靠伺服电机上的摩擦轮与制动盘接触所产生的摩擦力矩制动, “全通过”熔窑上的转动闸板因经常处于大幅度开关状态致使执行机构的制动系统很快磨损使得制动力矩愈来愈小, 但窑炉大型化后, 调节闸板的惯性力矩又大大增加了, 所以造成了制动时间加长, 伺服电机惰走, 从而会引起电动执行机构阀位反馈的小回路振荡, 由于这种振荡的存在, 很容易引起磁功率放大器可控硅主回路交流开关电路中的二极管击穿及其它故障, “全通过”流程的大型熔窑更加容易出现窑压调节品质恶化, 电动执行机构损坏的现象。

(三) 提高窑压调节质量的方法

1. 调节废热锅炉引风机的转速

使用这种方法需保留原有的总烟道闸板。在烟气“部分通过”废热锅炉或全部通过大烟囱时。窑压调节系统与现有的设计相似。但应把电动执行机构改为气动长行程执行机构（因其稳定性好。功率不受限制。能完全实现调节器输出信号的比例积分规律。还可以加装阀门定值器。用定位器的凸轮进一步修正闸板的流量特性。）。窑压调节器的输出仍送入驱动调节闸板的执行机构。用调节闸板进行窑压调节。当烟气“全通过”废热锅炉时。烟囱根闸板自动关闭。窑压调节器的输出自动从调节闸板的执行机构切换到废热锅炉引风机的调速执行机构上。通过改变废热锅炉引风机的转速控制从窑内抽出烟气的流量以调节窑压。同时总烟道调节闸板上的执行机构会自动地运行到全开的极限位置。进行这一系列动作都不能对窑压产生干扰。为此设计了一套选择性调节 (Select Control) 系统。

窑压是通过从窑内抽出烟气量的大小来调节的。而在烟气全通过废热锅炉时。从窑内抽出烟气量的大小则是用引风机的工作点决定的。调节引风机的工作点目前有四种方法：a. 节流调节；b. 简易导向器调节；c. 轴向导向器调节；d. 转速调节。从引风机节能的角度进行比较。最经济的方法是转速调节，其次是轴向导向器调节。再次是简易导向器调节。经济性最差的是节流调节。它们之间的定量关系如图3所示。

由风机的性能转换公式(7)可知：烟气流量与风机转速呈线性关系。这完全符合窑压调节系统对流量特性的要求

$$Q_1 = \frac{Q_1}{n_1} n_1 \quad (7)$$

式中： n_1 、 n_1 ——引风机转速。

Q_1 、 Q_1 ——引风机转速分别为 n_1 、 n_1 时通过引风机的烟气流量。

所以在烟气全通过废热锅炉时。用调节引风机转速的方法调节窑压是最经济。最合理的方法。因为用烟道闸板调节烟气流量来调窑压的方法是属于“节流调节”。不但引风机能耗高。经济性差。而且如前所述：由于“全通过”后调节闸板的S值低。闸板流量特性畸变大。可调范围变小。所以调节品质也不如“转速调节”。

实现引风机转速调节有多种方案。其中有两种方案值得推荐。

第一个方案是选用可控硅串级调速的绕线转子异步电动机拖动引风机。可控硅串级调速的优点是：调速范围宽。效率高（转差功率可反馈电网），并特别适用于通风机负载。其缺点是：功率因数较低。设备投资较高。

第二个方案是仍选用三相鼠笼式异步电动机拖动。但使用调速型液力偶合器连接电动机和引风机。采用出口调节式的调速型液力偶合器拖动引风机时。调速范围为1~0.2。调速型液力偶合器调速反应比较灵敏。调速操作可直接用电动或气动执行机构进行。非常符合窑压调节系统需要快速调速的要求。对于目前平板玻璃厂所用的废热锅炉引风机可以选用YOT-400调速型液力偶合器。

2. 在现有的DDZ-II型仪表构成的窑压调节系统中加装函数发生器。

用这种方法可以基本不改变原有的窑压调节系统。仅仅在DTL型调节器的输出端