

第一届 全国计算机应用联合学术会议

论文集

Ⅲ

庆祝中国科协成立三十周年



中国科协学会工作部

1988, 1, 北京

第一届

全国计算机应用联合学术会

论文集

Ⅲ

庆祝中国科协成立三十周年

中国科协学会工作部

1988. 1. 北京

目 录

一、工业生产过程检测控制

葛洲坝水利枢纽活动桥导引随动同步系统微机控制	魏国强 (1)
硫酸生产过程微计算机自控系统设计	郭泾平 肖 波 祁永唐 (5)
ICS-02 型微型计算机电解制铝自动控制系统	张 枯 林永栋等 (8)
用单片计算机处理海洋机器人航向信息	封锡盛 刘晓延 (11)
微型计算机在连续推钢式加热炉上的应用	张禹纯 杨善军等 (17)
1180 MICRO系统在新闻纸生产中的应用	黄炫英 (20)
复杂过程计算机管理——控制系统	潘家净 王 霏等 (24)

二、信息管理与网络系统

铁路货车动态信息库管理系统

——PDP-11 KCS 系统的设计与实现	阴殿骏 (28)
一种适用于通用计算机的汉字制表软件包	吕 宏 (32)
铁路上计算机应用和网络建设	姜言坤 (36)
小型机械工厂综合管理信息系统	汪锡华 李云虎 龚志荣 (40)
PLAN2000 和 Etherhet 局部网络互连系统的设计与实现	宣 理 (44)
大型数据处理中的数据净化系统	孙淑冰 沈林康 (49)
纵横制电话交换机复式计费系统	薛 频 (52)
在大中型企业开发和建立管理信息系统的探讨	上海电机厂工厂管理处计算机室 (61)
大型信息管理系统	曲成义 (65)
大中型企业数据处理的实施	乔秀芹 (70)
大型数据处理录入质量管理问题	
——工普录入质量管理问题分析	叶 红 (74)
用于工业控制的局部网络的结构问题	冯 龙 (77)
微机远程调度统计信息系统	李东一 (82)

三、计算机辅助技术

微机改造型材拉弯机和普通机床的几点体会	李尊堂 (87)
智能化串行自动呼叫应答设备	谢敏杰 汪承芬等 (90)
线接触成形复曲面的数学方法及应用	赵宗平 (94)
PFS-1微机辅助制鞋设计优化系统	鲍海燕 (96)
SKS-1软件	沈长起 (100)
用局部拟合法自动绘制等直线图	彭宣茂 (104)
自动化型 CAD 为铁路桥梁标准设计创造效益	陈国藩 王秀逵等 (108)

高精度智能电子分析天平的设计.....	刘伯中 刘景霞 (112)
强流离子源引出束数据采集系统.....	郑尚清 周才品等 (117)

四、软件、语言与计算方法

一个建立在DBMS 上的汉语自然语言处理系统 DBNLI.....	郑 江 陈石君 (121)
锅炉机组热力计算通用程序.....	孙善贵 (125)
软件工具 Super Calc 在银行中的应用.....	陈承杭 袁克勇 (130)

五、人工智能与专家系统

关于工程施工专家系统.....	黄金枝 林少培 (134)
智能心电信号分析处理系统.....	朱家琪 (138)

六、专题综述报告

应用微电子技术加速我国制造工业的技术进步.....	蔡福元 (142)
关于我国计算机产业发展的几点意见.....	周慕昌 乔钟涛 (147)
进一步推广计算机应用的几个问题.....	龚炳铮 (153)
办公自动化技术及其发展前景.....	张松芝 (159)
专家系统的发展动向.....	史忠植 (164)
计算机图形学的新发展.....	唐泽圣 孙家广 (167)
冶金系统计算机推广应用工作进展情况及工作设想.....	楼才生 (174)

葛洲坝水利枢纽活动桥导引 随动同步系统微机控制

武汉长江流域规划办公室机电研究所 魏国强

一、引言

该微机控制同步系统以TP801微计算机为核心，配置相应的软件和硬件构成随动系统。它可控制两台及多台直流电机或滑差电机同步运行。若两台电机同步，可以一台为导引机，另一台为跟踪机构成导引随动系统；多台电机同步时，各台电机可跟踪某一标准频率或跟踪一台导引机。

本系统除可应用于大型水利枢纽闸门启闭机、铁路公路活动桥梁、升船机外，还可用于各类厂矿、军工部门以及对电机有同步要求的自动控制系统。

1984年10月在葛洲坝2号船闸铁路公路活动桥上进行了微机控制两点同步系统现场试验，证明效果良好，经评审可用于工程实践。2号船闸活动桥重200吨，跨度40米。其提升高度为18.5米。活动桥有四个吊点（每边各两个吊点），每边各设一台滑差电机，通过减速箱和长轴将两个滚筒连在一起，每个吊点有一组平衡块，用钢丝绳将桥与平衡块连接，钢丝绳放在滚筒镶有尼龙的半圆槽内。当滚筒转动时，利用摩擦力将钢丝绳带着活动桥一起移动（见图1）。

由于两台主拖动滑差电机系用微处理机控制，故称微机控制两点同步系统（见图2）。

二、SCR—JZT 系统的传递函数

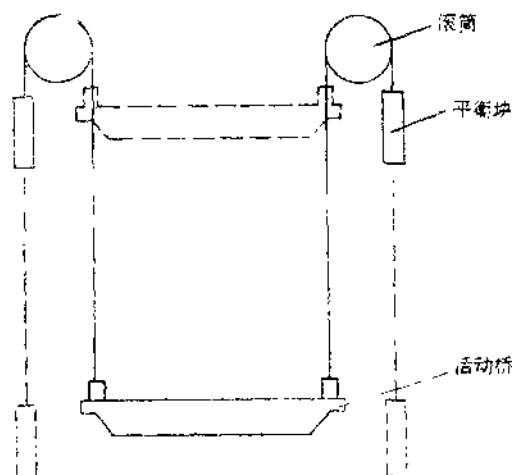


图1 铁路、公路活动桥示意图

在列滑差电机运动微分方程时，将异步电动机看作恒速运转（实际上转速随负载的增加而略有降低），这样在研究动态特性时，只须推出电磁离合器的传递函数。

励磁电路微分方程式为：

$$u = iR + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

式中：u、i分别为励磁线圈的电压与电流，R、L为其电阻、电感。滑差电机的机械特性虽是非线性的，但可用线性近似法分析，

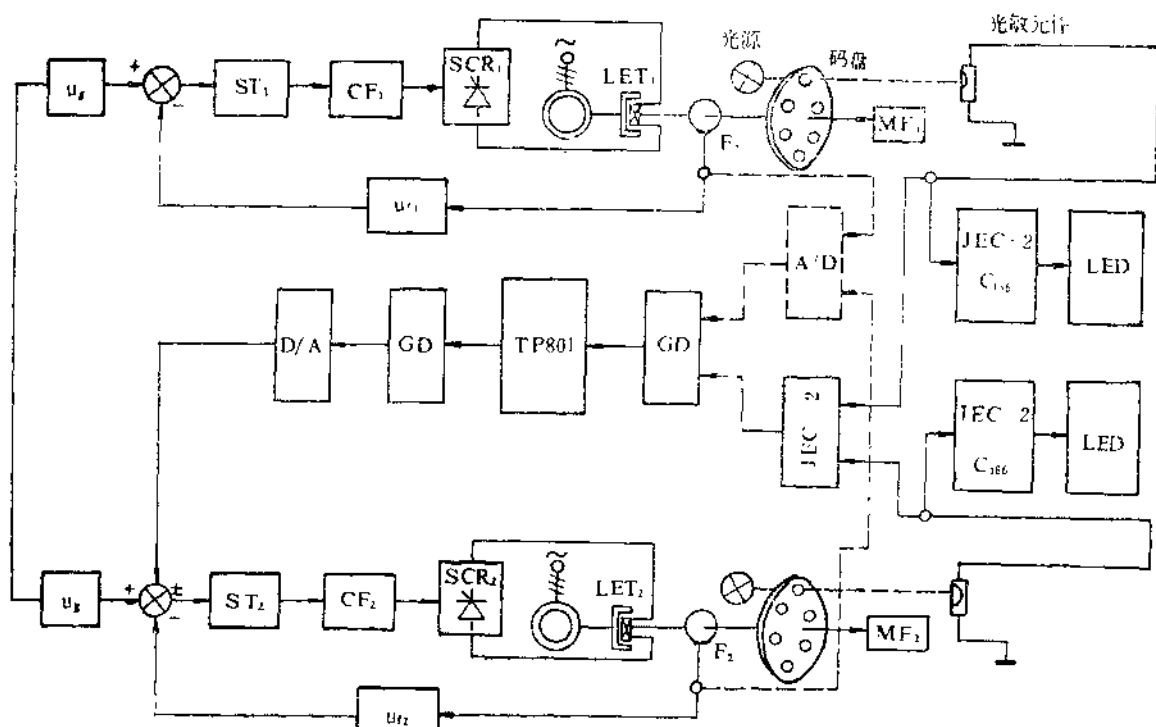
转矩平衡方程式为：

$$k_1 i_1 - k_2 n = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt} \quad (2)$$

式中，

$$K_1 = \frac{\Delta M}{\Delta i_1} (\text{公斤力} \cdot \text{米} / \text{安})$$

$$K_2 = \frac{\Delta M}{\Delta n} (\text{公斤力} \cdot \text{米} \cdot \text{分} / \text{转})$$



u_g : 给定电压 LET : 电磁离合器 CF : 可控硅触发器 F : 测速发电机 LED : 数字显示
 GD : 光电隔离器 MF : 负载 or : 速度负反馈 ST : 速度调节器

图2 微机控制两点同步系统框图

对式 (1) 与式 (2) 进行拉氏变换, 整理得滑差电机传递函数:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{1+TS} \quad (3)$$

$$\frac{n}{I} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{1}{1+J_0 S/k_2} \quad (4)$$

式中,

$$T = \frac{L}{R} (\text{秒}); \quad J_0 = \frac{GD^2}{375}$$

根据式 (3) 和式 (4) 可给出其数学模型。滑差电机总的传递函数是由两个惯性环节 (励磁电路惯性环节与机械环节) 串联而成, 当转速较低时, $k_2 \approx 0$, 无负反馈, 形成惯性环节与积分环节串联的通路, 因而不稳定的, 必须采用负反馈才能使系统稳定。

由于可控硅控制角 α 与输出电压平均值

U_d 的关系是非线性的, 即 $U_d = U_{d0} \cos \alpha$ 。

可采用线性方法来分析。因可控硅是一开关元件, 一经触发导通后, 若改变触发脉冲的相位或让脉冲消失都不影响输出电压, 必须等到下一脉冲到来时才能改变输出电压的大小, 因而出现失控时间, 为此引入一个时滞平均值 τ (其值与交流电压频率整流相数以及整流方式有关)。于是得可控硅的传递函数为

$$W_{SCR}(S) = \frac{U_d(S)}{\alpha(S)} = K_{SCR} e^{-\tau S}$$

式中: $U_d(S)$ 、 $\alpha(S)$ 分别为可控硅整流器输出电压平均值和控制角的拉普拉斯变换式; K_{SCR} 为可控硅整流器的传递系数 (伏/度), 其值可用求微小增量的方法或通过计算与实验得出。

将 $e^{-\tau s}$ 展开成幂级数, 忽略高次项, 则有 $e^{-\tau s} \approx \frac{1}{1+\tau s}$

于是可控硅的传递函数变为:

$$W_{SCR}(S) = \frac{K_{SCR}}{1+\tau S}$$

即可用一个惯性环节的传递函数来代表SCR的传递函数。

由于 τ 值很小(仅几个毫秒, 特别是当电源频率高时), 有时可忽略其影响, 而把可控硅看成一个放大环节。其触发电路为一比例环节:

$$\frac{\alpha}{U_K} = K_K$$

式中, U_K 为控制电压。

三、调速系统的动态校正

自动调节系统的动态校正, 离不开串联校正与反馈校正。在串联校正中, 以往多是采用RC四端网络, 但控制精度低。本调速系统采用高品质运算放大器, 它可构成各种类型的调节器, 使系统的动态性能满足较高的要求。

为进一步改善由调节器串联校正所得的二阶或三阶典型系统的瞬态响应性能, 应用微分反馈校正, 以有效地解决瞬态响应超调量与快速性之间的矛盾, 增强系统抗扰能力。为此选用PID作本系统的校正环节。

四、检测装置

本系统检测部分主要是对转速的测量, 这是测速系统的关键。为了将速度输出与速度给定相比较并给予直观显示, 必须对滑差电机转速进行精确测量。为此, 可通过各种形式的传感器进行模-数转换。

速度转换采用光电耦合式(见图2), 即在滑差电机轴上连接一个码盘, 其上开有10个小圆孔, 当电机旋转时光源通过小孔照

射到光敏元件上, 于是产生一系列脉冲信号。经放大整形后, 送至速度显示器与微机中。

本系统所用光敏元件是3DU50。整形放大选用JEC-2集成电路, 它是检测装置中码盘输入的光电读入电路。当码盘上无孔时, 光不能照射光电三极管, JEC-2输出低电平; 当码盘上有孔时, 光能通过, JEC-2输出高电平。随着码盘的旋转, 有一孔即能产生一个脉冲。

为使速度数字显示直观, 即电机转一圈显示1, 转两圈显示2……, 以此类推, 故需将每转发10个脉冲变为只发一个脉冲, 为此, 选用C186任意进制非同步加法计数器作10分频用。

五、硬件及其接口电路

本系统采用TP801微计算机构成控制电路, 通过PIO通用接口芯片与外部电路相连。该PIO芯片包含有两路并行的8位输入/输出端口, 其中B端口比A端口具有较大的驱动能力。因此, 本系统中使用B端口(PORT B)作为输出, 用于随动系统中的速度调整。其中 $PB_0 \sim PB_3$ 用于加速, $PB_4 \sim PB_7$ 用于减速。端口A(PORT A)的 PA_0 、 PA_1 则用于报警和跳闸。Z80—CTC采用中断方式2用于计数工作。

由于本系统是模拟控制系统, 本应使用A/D及D/A变换电路。鉴于实际线路中, 从光电距离传感器检测获得的信号已是脉冲数, 它对应活动桥每提升(或降落)1厘米发10个脉冲, 即数字量, 故不需要采用A/D转换器。D/A变换也未采用专门的D/A变换芯片, 而是使用了SN74LS04反相器、4N30光电耦合器及解码网络等构成。

解码网络中 $W_1 \sim W_8$ 为调整量整定电位器, 其脚标1~4为加速网络, 5~8为减速网络, $BG_{1 \sim 3}$ 三极管基极电位由计算机根据逻

辑运算发出控制指令,该指令就是三极管的驱动信号。为了进行电平隔离,防止晶体管导通影响其它信号的正常工作, BG₁~₃三极管的集电极接在两段输入电阻之间。当驱动信号为正时,相应的BG导通,其集电极所接的Q点电位为零,调整量U被钳制,无法加到LLT输入端,实现加速。当驱动信号为负时,相应的BG截止,U可加到LLT输入端,进行减速。

在数据入口处采用GO-100光电耦合器,既是隔离器,又是光电传感器。由于光电耦合器响应速度一般只有数微秒,为整形往往要构成施密特触发电路,如本系统CTC端口就接有74LS132整形电路。

数据输出则采用SN74LS04与4N30 TTL电路,以便在S-100总线上扩展。

在外部接口电路的实际设计中,应把抗干扰摆在首位。例如在接口元件的选择上,就其抗干扰能力而言,CMOS优于TTL,这点对微机入口尤其重要,同时被大量试验所证实。

本系统经试验室与现场试验发现,只有输入输出窜入微机的干扰及电磁辐射感应对接口线路的干扰危害较大。为此采用光电隔离是行之有效的。对速度测量用的光电三极管馈线需用金属屏蔽线。因而收到了提高响应速度、增强线路抗干扰能力的良好效果。

六、软件及其程序设计

为了达到同步控制的目的,要求两台滑差电机转速完全一致。为此将光电距离传感器采集的数据(数字量)送到TP801微处理机,由应用程序加以判断处理。然后从PIO送出控制信息,经D/A变换为模拟量,再送入SCR触发电路,控制SCR导通角,以改变跟踪机励磁电流的大小,使转速保持同步。也就是说,通过模数转换将两台电机的转速变成数字量进入计算机两个独立的TCC计数

通道或PIO通道进行累加计数,计算机定时取数运算,根据位置误差给出相应的函数,对跟踪机进行速度调整。在程序框图上给出的方式I—IV,就是针对不同差值在硬件上所配置的调整量。其中差值的大小及延时的长短均由试验确定。

当光电距离传感器不断把检测采集的数据送入微处理机TP801进行处理时,如采出现两台滑差电机转速差值超过某一定值时(该值由同步精度确定),则由PIO端口PA₀, PA₁发出相应的报警或跳闸信号。

由于计算机运算速度很快,而滑差电机及负载均包含惯性元件,有较长的暂态过程。因此,只能间隔一段时间对系统进行调

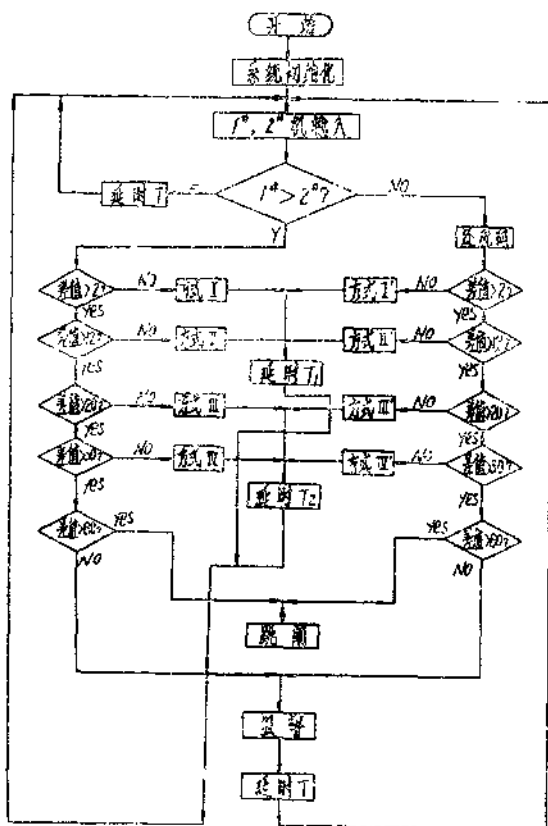


图3 系统程序框图

整。即每计10个脉冲发一次中断请求。通过中断服务程序求出偏差量,根据不同的偏差量来确定不同的调整量,对系统进行同步调整。该系统的程序框图如图3、图4所示。

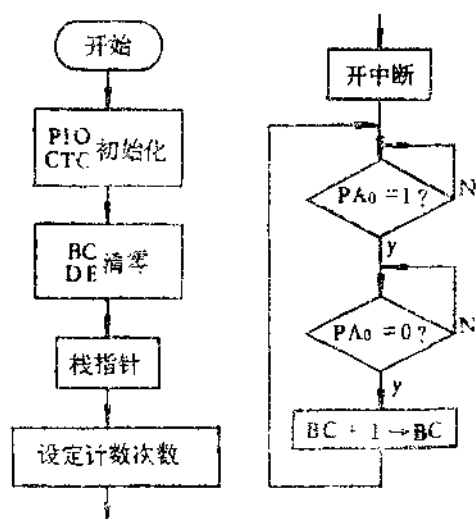


图4 程序框图

如果检测信号取自三相中频测速发电机，则此信号在进入TP 801微机之前，需进行A/D转换，如图2虚线所示。

七、结 束 语

微计算机应用于大型水利枢纽电力驱动自动控制系统仅是初步尝试。因为微机在本自控系统中只作数据判断处理，而调节部分仍然采用常规调节器。但其结构简单，应用可靠，尤其是在长江葛洲坝活动桥自动控制系统同步系统中试验获得成功，因此，值得推广应用。

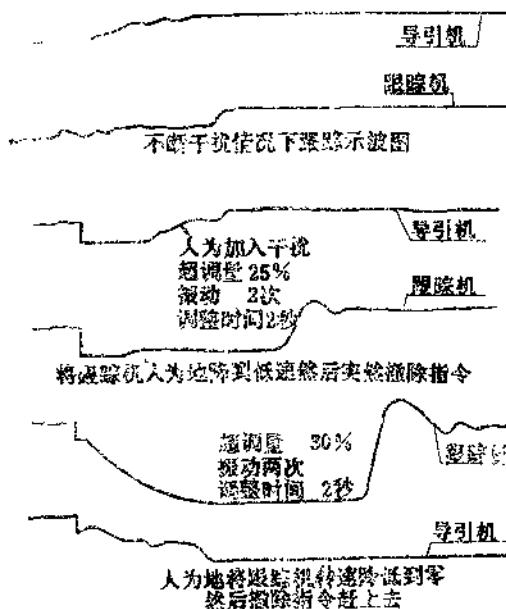


图5 微机控制两点同步系统示波图

采用上述微机控制后，系统动态品质因素相当理想。试验中对任一台机突然加载，系统最多振荡两次，超调量在2%以内，调整时间约两秒。甚至在人为有意停一台机而后再突然开启的情况下，超调量也不超过30%，调整时间仍在两秒以内（见图5）。

用微处理机实现可控硅直流调速系统的直接数字控制，即全部应用软件通过微处理机实现系统的数字给定、数字比较、数字调节、数字触发以及系统中所需的各种附加功能（如监测、显示等），已成为微计算机在电力拖动自动控制系统领域中开发应用的必然趋势。

硫酸生产过程微计算机自控系统设计

中科院青海盐湖研究所 郭泾平 肖波 祁永唐

硫酸工业在我国化学工业中占有很大比重与地位。硫酸生产过程自动化对于提高经济效益、减少污染及提高产品质量都有积极的意义。本研究结合硫酸生产的具体要求

设计了一个多计算机的分布式综合控制系统。本系统具有人机联系好、扩展灵活及危险性分散等特点。该项研究设计的完成在实现硫酸生产过程最优化控制方面迈出了重要的一步。

一、总体设计方案

整个硫酸生产工艺共有三个主要环节即焙烧、转化和串酸三道工序。实行计算机自动控制的目的是有三个：一是在焙烧工序要稳定炉气中 SO_2 的浓度；二是在转化工序要提高转化率；三是要保证93%与98%酸的浓度质量。由于三道工序各具不同的规律，对于计算机的响应时间也有很大不同，若用一台微型机直接控制三道工序，就会产生主机时间不够用，危险性集中等弊病；若用三台微机各自独立控制三道工序也有问题，硫酸生产的三道工序是一个整体，局部的独立优化控制也可能会从总体上被抵消，所以必须考虑总体优化控制的问题。基于以上认识，我们设计了一个用于硫酸生产过程控制的两级分布式综合控制系统，其原理框图如图1所示。

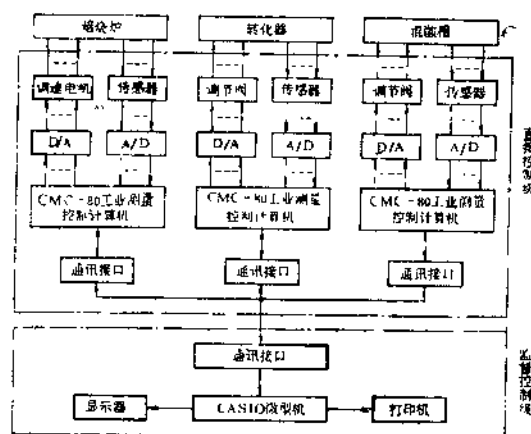


图1

直接控制级上的计算机在不同的工序分别通过氧表、热电偶及压力、浓度、液位等传感器取来现场实时数据，经过A/D变换等处理后做控制算法计算，对被控变量进行设定调节，再通过执行机构（调速电机、调节阀等）实现对生产对象的调节控制。直接控制计算机进行控制计算的数学模型由上级监督计算机通过系统辨识来获得。不同工序有不同的控制模型。同时还建立了总体最优优化控制模型，对各个工序的算法进行调整。

上级计算机还定时对三道工序进行巡检，并打印数据报表。

由图1可知，除了控制对象不同外，三道工序中计算机硬件配置、设计思想、通讯方式等大致雷同。下一节中将详细介绍焙烧工序的设计方法。这里先将其余两工序的控制方法做一简述。在转化工序，通过热电偶来监测各段的进口温度值，经计算机算出调整量后，通过旁路阀门来改变换热器的换热量，使各段进口温度稳定在理想值，从而提高转化率。在混酸工序则是用一种特制的浓度计和液位计把酸槽中的93%和98%酸的浓度及液位检测并送入计算机，计算机算出相应的调整量后通过电动调节阀来控制串酸和加水，以保证干燥酸和吸收酸的浓度稳定在要求值。

二、焙烧炉微型机自控系统设计

1. 系统的硬件配置

焙烧是硫酸生产的第一道工序。

(1) 采样测量

系统的直接控制机是一台CMC-80工业测量控制计算机。它采用Z80系列器件。其中的滤波电路之作用是消除某些信号的交流分量及空间电磁场干扰信号。采样电路由多路开关、采样保持器、A/D转换器、接口电路和CTC定时触发电路组成。多路模拟开关可编程控制，使焙烧炉的温度、压力、炉气含氧量通过它被依次采样，所采信号保存在采样保持器中，后经过A/D转换，变为12位数字量送入PIO接口。同时，A/D芯片通过PIO向CPU申请中断，于是CPU转入中断子程进行采样。采样时间间隔由CTC定时触发器设定。对于不同的实际采样间隔要求，通过不同的CTC初始化设置实现。

(2) 监督控制

监督控制机是一台CASIO微型机系统，配有两台软盘驱动器、打印机、I/O扩展箱等。其软件丰富，可显示汉字。主存中可同

时保留 8 道计算机程序, 通过特殊功能键来选择当前运行程序。本系统在 CASIO 机上完成系统辨识工作, 然后以此为基础在直接控制机上执行过程控制。先计算出被控变量的设定值, 并将采集的被控变量作为反馈值, 用两者之偏差对系统进行闭环调节控制。

(3) 故障检测与报警

在直接控制级设有“手动”和“两种运行方式”。在系统启动时或出现故障时应切换至“手动”方式。焙烧自控系统主要对断矿和超温两种故障进行监视报警。断矿故障用硬件检测电路来检测, 通过PIO接口监视; 超温故障则用软件的程序查询法来判别。两种故障报警均在声光报警板上实现。

(4) 级间通讯

系统中直控级与监控级间的通讯由通讯软件通过CASIO端的RS-232C标准通讯接口和CMC-80端的SIO接口来完成。

2 系统软件设计

(1) 直接控制机系统软件

CMC-80机系统软件用Z-80汇编语言编写, 固化在EPROM中。它包括主程序、数据采集处理中断服务于程序、断矿中断服务子程序和实用子程序四个部分。为了实现边采样处理边进行数据显示和控制以节省机时, 同时也为了充分利用监控程序TPBUG以减少编程工作和节省内存, 程序设计中采用以中断服务子程序为主的结构。数据的采集处理等在中断于程序中进行; 而采样信号的显示则在返回主程序等待A/D芯片对下一个采样信号进行转换的同时进行。本系统的断矿报警等服务的中断源均优先于数据采集服务的中断源。由于在数据采集子程序的开始就使用了开中断指令, 从而使在采数过程中一旦发生断矿等故障时, 采数子程序就可允许断矿服务于程序的嵌套, CPU就立即转入故障处理子程序进行服务。

(2) 级间通讯软件

由于CMC-80机工作于在线控制方式, 而CASIO机不在线控制, 所以通讯方式被设计为由CASIO机主动呼叫, CMC-80机响应的通讯方式。即CASIO机可在任意时候启动通讯程序与CMC-80机取得联系, 而CMC-80机采用程序查询方法定时查询CASIO机是否发来通讯约定信号, 以便及时与其通讯, 完成数据交换。这就是两级间建立通讯链和通讯的过程。由于CMC-80机使用的是十六进制数, 而在通讯中CASIO机只能接收ASCII码, 所以通讯时要在两端进行相应的数制变换。

(3) 数学模型与系统辨识

一个好的控制系统必需有一个好的数学模型, 否则计算机仅是代替了仪表控制而失去了应用计算机优化控制的意义。焙烧炉是一个有两个输入三个输出的离散系统。

设 $u_1(k)$ 为投矿量, $y_1(k)$ 为炉气含氧量, $u_2(k)$ 为进风量, $y_2(k)$ 为炉温, $y_3(k)$ 为炉压。按工艺要求, $u_2(k)$ 为常量不能被调节, 而 $y_2(k)$ 和 $y_3(k)$ 又不是稳定炉气浓度的主要因素, 因而可把系统简化为一个单输入 $u_1(k)$ 和单输出 $y_1(k)$ 的离散系统。辨识这类系统属于灰箱问题, 可用如下的 n 阶差分方程来表示:

$$y(k) + \sum_{j=1}^n a_j \cdot y(k-j) = \sum_{j=0}^n b_j \cdot u(k-j) \quad (1)$$

其中 k 是整数时间下标, a_j 和 b_j 为常数, 系统辨识采用Kalman提出的辨识方法。先将系统写成下式:

$$y(k) = - \sum_{i=1}^n a_i \cdot y(k-i) + \sum_{i=0}^n b_i \cdot u(k-i) + e(k) \quad (2)$$

$e(k)$ 为方程误差, $y(k)$ 、 $u(k)$ 是被测数据, 可在辨识试验中通过在输入端加上伪

随机二位式序列信号PRBS的方式来取得。
设:

$$\mathbf{x}(k) = [-y(k-1), \dots, -y(k-n), \\ u(k), \dots, u(k-n)]^T$$

$$\theta = (a_1, \dots, a_n, b_0, \dots, b_n)^T$$

则(2)式为:

$$y(k) = \mathbf{x}^T(k)\theta + e(k) \quad (3)$$

由数据 $u(k); y(k) (k=1, 2, \dots,$

$N+m)$ 可得出 N 个方程组:

$$\hat{y} = \hat{x}\hat{\theta} + \hat{e}$$

$$\hat{x} = [\mathbf{x}^T(n+1), \mathbf{x}^T(n+2), \dots, \\ \mathbf{x}^T(n+N)]^T$$

$$\text{取误差指标 } J = \sum_{k=n+1}^{n+N} e^2(K) = \hat{e}^T \hat{e}$$

$$= (\hat{y} - \hat{x}\hat{\theta})^T (\hat{y} - \hat{x}\hat{\theta})$$

得最小二乘估计 $\hat{\theta}; \hat{\theta} = (\hat{x}^T \hat{x})^{-1} (\hat{x}^T \hat{y})$

从而求出系数 $a_1, \dots, a_n, b_0, \dots, b_n$ 来。

控制算法采用无余差广义最小方差控制算法, 据差分方程推算出设定值 $u(k)$ 。

进行系统辨识时, 按照焙烧炉的响应时间由CASIO向CMC-80发出扰动信号(PRBS), 由它对离散系统的输入产生扰动。CMC-80机按采样周期不断将扰动下的 $u(k)$ 和 $y(k)$ 值采样并送回CASIO机作系统辨识, 计算出差分方程的系数值后发回给CMC-80机作控制算法计算, 并得出被控变量的设定值。

(4) 其它应用软件

本系统还设计了其它应用软件, 如: 通过级间通讯定时打印值班记录表并存入磁盘; 以工艺流程图的形式随时显示各工序运行状况。在CASIO机空闲时还可以做其它企业管理工作, 充分发挥其使用效率。

四、结 束 语

本项研究对硫酸工业具有很大的经济意义。通过稳定炉气 SO_2 浓度、提高转化率、提高串酸质量, 可以提高硫酸的产量和质量, 并且可以减小污染和降低事故率, 因而也具有一定的社会效益和生态效益。

本项研究在计算机过程控制方面也有一定学术价值。采用了较先进的分布式综合控制系统: 成功地解决了两级间的通讯问题; 通过系统辨识建立了过程控制的数学模型, 可实现最优化生产控制。系统具有较高的性能价格比, 可在短期内收回投资并获益。系统另设有手工控制切换装置, 因此安全可靠。

通过这项研究体会到硬件的可靠性在设计中要优先考虑。此外若能在系统辨识中采用在线系统识别及自适应控制的先进技术就可使该两级分布式控制系统达到更高水平。

ICS-02型微型计算机电解制

铝自动控制系统

冶金部自动化研究所

张 祜 林永练 吴桂芬 于晓滨 谢俊 傅登明

在“六、五”国家科技攻关阶段, 冶金部自动化研究所承担了铝电解生产自动化攻

关任务, 曾研制出MOS-8101型微机电解制铝自动控制系统并已在六个铝厂使用。现在

又推出ICS-02型微型计算机电解制铝自动控制系统,其特点是:

(1) 该系统由管理级和控制级两级集散控制系统组成,见图1。

(2) 采用串级闭环最佳参数控制方案。经过生产控制实验,合理的解决了采样频率、数字滤波技术,优化了常用的数学模型;增加了功率补偿之后既使在系列电流波动严重时也能使电解槽保持热平衡,控制效果好。

(3) 本设备在强磁场下正常运行有安全措施

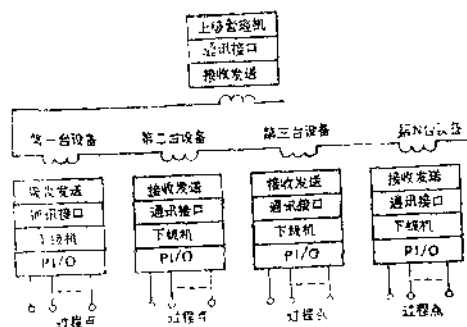


图1

①具有较好的抗共模干扰能力。

国内多数铝厂是使用60000安培系列电流电解槽,经测试,在电流母线旁测试磁场强度约为140高斯。经测试,由电磁场以及其它噪声对计算机模入装置形成的共模电压约在400伏以上。有些电解车间引入计算机房的信号线必须从厂房天车的上端引信号线送入计算机房。这种配线方法有时因“集雨云静电雷”形成一至两千伏电压加到计算机的模入装置。可见用于铝电解生产控制的计算机模入装置应具备抗共模两千伏以上的能力。本设备成功的采用坡莫合金磁环隔离技术,又有较完整的屏蔽、隔离和接地措施,能在强磁场下安全运行。

②本设备有防意外高压的措施

铝电解车间由几十个到二百多个电解槽串联组成。车间的长度为一百至四百米不

等。每个电解槽工作电压4—5伏,电解槽串联的越多,终端电解槽对地绝对电压也越高,可达100至800伏电压。计算机运行时如出现因电解质溢出烧毁信号线对地短路都会造成系统受高压冲击而烧毁设备。本设备对类似这种事故有安全措施。

(4) 本设备能适应特殊工艺要求。例如电解槽中发生“阳极效应”时,槽电压由4~5伏急骤上升至几十伏(冷槽可达60~80伏)。本设备能够在数秒钟内报出效应槽槽号,并能准确的检测出效应槽槽电压,准确的记录效应经历时间,以便准确的计量电解槽电耗。

工业电解制铝是以水晶石—氧化铝的熔体为电解质,强大的直流电流从阳极导入电解质进入阴极可使电解质熔融为离子状态,经电化学反应将在阴极上析离出金属铝。在电解过程中,因工艺需要,常添加几种氟化盐。在950至960℃的高温条件下,原料里的水份将对氟化盐进行分解产生氟化物,其中氟化氢的化学性质活泼对人体和植物有较大的毒害作用。

其次,电解制铝消耗的电量很大,生产一吨铝锭约耗交流电14000~17000度。我国用于铝电解生产的耗电量已超过100亿度。

为了降低铝电解生产的电耗,为了进一步改善工人劳动条件,我国已采取了多种措施。几年来实践证明采用计算机控制铝电解生产是一种有效的办法,很受用户的欢迎。

本文简要介绍

硬件结构;功能及应用软件;经济效益;

一、硬件结构

(1) 上级机

上级机根据大中小不同类型的铝厂分别采用八位微型机或是十六位微型机。

目前已在中小铝厂使用的上级机各管理二至四个下级机。每台下级机备控制20~30

个电解槽。其通讯方式采用串并行数据传送。上级机由字符显示器、80行(或132行)打印机和通讯箱组成。

十六位机做上级机是通过接口机和各下级机实现串行数据通讯。

(2) 下级机

下级机包括一个主机柜、一个操作台和一个继电器柜。主机柜由以下模板和装置组成:

CPU模板包括2K EPROM监控程序、8K EPROM过程控制应用软件、2K EPROM通讯程序和12K RAM做为应用程序、通讯程序的活动单元。

CPU模板还带有80行打印机接口和单独模入通道接口。

适配器模板实现总线扩展,挂在总线上的模程有:

- 内存扩展模板
- 时钟管理模板
- 通讯模板
- 带并行端口的PIO模板
- A/D转换模板
- 开入(带光隔)、开出模板
- 数入、数出模板
- 脉冲量输出模板

由以上模板组成

(1) 带坡莫合金磁环隔离的模入装置(12bit)用以采集槽电压信号和系列电流信号。

(2) 阳极效应预检测装置

能定时(6秒钟)对所有被控制的铝电解槽进行阳极效应预检测,并通过数学模型分析、判断各电解槽有无阳极效应预兆,可做到及时而又准确的报出效应槽槽号。

(3) 电解槽槽电阻值控制装置

它按照数学模型计算出的调试量准确的控制槽电阻可以使电解槽达到热平衡。这个装置由槽号选择器、阳极升降量控制器、极性控制器等组成。

(4) 现场出事故的保护装置。它负责监视因失控造成的生产事故。一当出现这种事故,可在数秒钟内切断传动电源并报出事故槽的槽号。

二、系统功能及应用软件

(1) 上级机功能

① 定时打印生产上需要的班报表、日报表。

② 通过人一机联系功能可随时调用各下级机的内存内容,并可任意修改各下级机内存。用于中、小铝厂的上级机应用软件包括实时调用的汉字库其容量为60K。

(2) 下级机功能

我国现在有自熔槽铝厂的生产设备比较落后,想要用计算机实现生产自动化尚有一定困难。ICS—02型微机电解制铝自动控制系统在设计、研制时重点放在节能并有自动控制的安全措施。通过生产使用除打壳下料、处理阳极效应等需要工人操作之外,操作工人很少进车间,很受工人的欢迎。这套设备的功能有:

(1) 以控制槽电阻变化的理论为依据,控制阳极升降来调试极距达到槽内热平衡,其结果是带来槽电压平程。本设备已由电子工业部、冶金工业部和中国有色金属总公司进行了联合鉴定,并进行了验证性检查认为控制效果好,可控制槽电压在设定值的 ± 50 毫伏之内波动,国内领先。

(2) 阳极小母线转接之后可实现自动控制,其控制规律是符合炭素消耗后仍使槽内保持热平衡的原理。

(3) 出铝之后可实现自动控制。

通过几个铝厂实践证实采用阳极小母线转接和出铝之后实现自动控制可以提高电铝效率,减少病槽发生率。

(4) 阳极效应报警。可在阳极效应发生后的数秒钟内准确无误的报出效应槽槽号,这时机房的操作人员用专用电话通知电

解工人及时处理可以减少电耗。

(5) 在自动控制过程中出现控制阳极升降的交流接触器粘连,造成“抬槽”或“压槽”事故时,本设备有保护措施,

(6) 现场出现信号线脱落或是出现槽电压过高过低现象时本设备有报警功能。

本设备的模入装置采用磁环隔离技术,采样频率可达到每秒1000点,即连续对一个通道采样,其采样间隔时间为1毫秒,为闭环控制奠定了硬件基础。

我们按照shannon采样定理确定采样频率的原则,通过工业实验确定了采样频率(从略)。对某一个电解槽进行闭环控制时,采样40个槽电压和40个系列电流信号进入滤波处理。

在对槽电压滤波处理时除了去掉共模干扰、工频干扰、幅射干扰造成信号失真的因素之外还对:

①阳极与阴极间产生 CO 、 CO_2 形成的噪声;

②炉底沉积物产生的噪声;

③铝液(在强磁场作用下产生运动)波动产生的噪声等因工艺原因给槽电压带来的干扰信号都要进行数字滤波处理。处理的方法是:

①采样限制值检查。

②对单点重复(连续)采40个数据之后

进行平滑处理。

③逐次剔除因电磁干扰、因工艺造成的干扰信号。经实验检验,这种滤波方法已达到较好的效果。鉴定认为“合理的解决了滤波技术优化了数学模型;增加了阳极转接和出铝之后实现自动控制以及增加了功率补偿”是创新。认为“经生产考核是符合工艺要求的,受到了工人的欢迎”。数学模型从略。

三、经济效益

现将已鉴定的两个铝厂经济效益列于下面,说明用本设备的效果。

(1) 全国同行业电耗水平最先进的浙江省衢州化学工业公司铝厂用计算机控制后节电180度/吨铝,增产37吨,1985年4月17日证明用计算机控制20个电解槽可得年经济效益28.39万元。衢化公司铝厂是“六、五”攻关单位。

(2) 黑龙江省佳木斯铝厂是“六、五”攻关验证单位。自1985年末投入自动控制至1987年7月经多方面考核经济效益是:

节电效果273度/吨铝。

佳木斯铝厂铝电解车间有45KA电解槽51台,现投入自动控制48台槽年节电154万度交流电,增产铝锭85.2吨。新增产值54万元。

用单片计算机处理海洋机器人航向信息

中科院沈阳自动化研究所 封锡盛 刘晓延

摘要 电罗径(陀螺罗径)做为航向角传感器可提供相对于地理北的角度信号,该信号是由罗径内部的正、余弦旋转变压器给出,激励为400H/S,两路信号的幅值分别比例于航向角的正弦和余弦,将信号转换为线

性电压(与航向角成比例的电压)后,可供显示和闭环调节作用。我们用一片2920单片机辅以少量硬件进行“海人一号”航向信息处理取得了满意的结果。

一、变换器的基本原理

将正、余弦电压变换为线性电压的原理框图如图1所示。

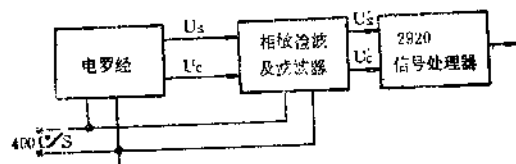


图1

$$\text{其中} \begin{cases} U_s = U_m \sin Q \cos \omega t \\ U_c = U_m \cos Q \cos \omega t \end{cases} \quad (1)$$

(1)式中的 Q 为航向角, U_s 、 U_c 为两路输出电压, U_m 为振幅, ω 为激励角频率。由(1)式可有:

$$Q = \arctg \frac{U_s}{U_c} = \arctg \frac{\sin Q}{\cos Q} \quad (2)$$

(2)式说明 Q 与载波无关,即不受电源影响,(2)式就是本变换方法的基础。利用2920的计算能力便可实现(2)式的计算。但考虑到该值在不同象限的特点,将其分为八个区间分别计算:

$$Q = \begin{cases} \arctg \left| \frac{\sin Q}{\cos Q} \right| + (n-1)\frac{\pi}{2} & (n-1)\frac{\pi}{2} \leq Q < (2n-1)\frac{\pi}{4} \\ & n=1,3 \quad (1,5\text{区}) \\ \arctg \left| \frac{\cos Q}{\sin Q} \right| + (n-1)\frac{\pi}{2} & (n-1)\frac{\pi}{2} \leq Q < (2n-1)\frac{\pi}{4} \\ & n=2,4 \quad (3,7\text{区}) \\ -\arctg \left| \frac{\sin Q}{\cos Q} \right| + \frac{\pi}{2}n & (2n+1)\frac{\pi}{4} \leq Q < (n+1)\frac{\pi}{2} \\ & n=1,3 \quad (4,8\text{区}) \\ -\arctg \left| \frac{\cos Q}{\sin Q} \right| + \frac{\pi}{2}n & (2n-3)\frac{\pi}{4} \leq Q < (n-1)\frac{\pi}{2} \\ & n=2,4 \quad (2,6\text{区}) \end{cases} \quad (3)$$

表1 2920指令表

算 术 操 作			模 拟 操 作	
非 条 件 操 作 指 令	XOR	$B \oplus (A \cdot 2^k) \rightarrow B$	CVT k	对 k 位进行A/D变换
	AND	$B \wedge (A \cdot 2^k) \rightarrow B$	CVT s	对符号位进行A/D变换
	LIM	+1→如果 $A \geq 0$ -1→如果 $A < 0$	CND k	根据测试位 k 决定条件操作
	ABS	$0 + A \cdot 2^k \rightarrow B$	CND s	“符号位”
	ABA	$B + A \cdot 2^k \rightarrow B$	IN n	输入 $n=0 \sim 3$
	SUB	$B - (A \cdot 2^k) \rightarrow B$	OUT m	输出 $m=0 \sim 8$
	ADD	$B + (A \cdot 2^k) \rightarrow B$	EOP	返回
	LDA	$0 + (A \cdot 2^k) \rightarrow B$	NOP	空操作
		测 试 位	若测试位为0	若测试位为1
	LDA	DAR (n)	空 操 作	$0 + (A \cdot 2^k) \rightarrow B$
	ADD	DAR (n)	空 操 作	$B + (A \cdot 2^k) \rightarrow B$
	SUB	前一次结果的进位位	$B + (A \cdot 2^k) \rightarrow B$ 进位位写入DAR (n)	$B - (A \cdot 2^k) \rightarrow B$

(3)式中 n 为四个象限取值为1,2,3,4,

根据 U_s , U_c 的正负及其绝对值之差的正负可以判别 Q 所应处的区间,然后只需计算(3)式的第一项,即可得到 Q 角的编码,2920片内已集成有8位D/A转换器,很容易得到线性电压输出。

电罗经输出的信号需经解调滤波器得出与 Q 角成正、余弦关系的直流信号,再加之2920的模拟输入端。

利用2920片内的九位A/D变转换器可方便地将 $\sin Q$, $\cos Q$ 模拟信号变换为数字信号以便进一步处理。

二、单片信号处理器2920简介

2920片内有192个单元EPROM,每个单元字长24位,可存放192条指令,每条指令占一个单元,片内有40个单元的RAM,每单元字长25位,时钟可变,从几十周到10MC,有9位A/D转换器和8位D/A转换器各一个,可以接收四路模拟输入,有8路模拟量输出。片内带有输入、输出采样保持电路。2920的全部指令只有19条,有数字指令和模拟指令两类。表1列出了2920的指令,其格式见表2。

表2 2920指令格式

序 号	ALU	目的地址	源 地 址	移 位	模拟指令
-----	-----	------	-------	-----	------

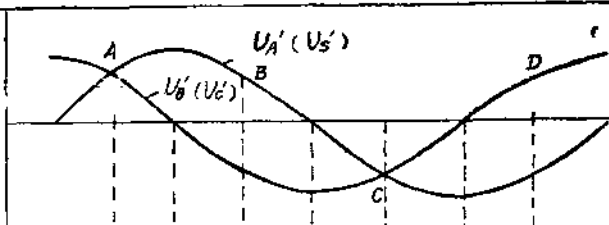
从这两张表可看出2920的指令功能极强,这是其它微处理器无法比拟的。它执行一条指令所完成的动作,其它微处理器需要几条甚至几十条指令才能完成。在2920中算术指令和模拟指令是同时被执行的,因此具有根快的处理速度,非常适用于用数字方法加工模拟信号。也可以说一片2920就是一台模拟计算机。更详细内容请参阅参考文献1。

1. 区间判别

为计算 θ 角,首先需判别它所处的区间。表3给出八个区间的划分及其对应的编码。表中所画的曲线即代表 $\sin Q$, $\cos Q$,并给出各区间所需满足的条件,据此得到循环码利用模2加的方法,转换成自然码,然后取其补码加到卡内D/A转换器,可以得到对称的正负输出。以下是实现区间判别的2920程序,假设 U_s' 和 U_c' 经过A/D转换后存放于Y01和Y04两个单元。

三 实现变换的具体方法

表3 区间判别高(三位)表

U_A' 及 U_B' 曲线								
	$U_A' \geq 0$				$U_A' < 0$			
	$U_B' > 0$		$U_B' < 0$		$U_B' > 0$		$U_B' < 0$	
	$ U_A' < U_B' $	$ U_A' > U_B' $	$ U_A' < U_B' $	$ U_A' > U_B' $	$ U_A' < U_B' $	$ U_A' > U_B' $	$ U_A' < U_B' $	$ U_A' > U_B' $
循环码	000	001	011	010	110	111	101	100
自然码	000	001	010	011	100	101	110	111
	100	101	110	111	000	001	010	011