

# 铝箔腐蚀集散式微机控制系统

须文波 叶雁群 冯浩吾 张明

(自动化系)

**摘要** 阐述了生产铝电解电容器的化成箔腐蚀的微机集散控制系统的组成及其软、硬件设计方法,并介绍了比容的在线测试方法。

**关键词** 集散控制系统; 铝箔腐蚀; 比容在线测试; 铝电解电容器

## 0 前言

铝箔腐蚀是铝电解电容器的前道工序,铝箔腐蚀后化成箔比容的大小、TV 值及其一致性的好坏直接关系到铝电解电容器的质量,特别是比容的提高可提高材料的利用率,从而提高经济效益。目前,国内铝箔腐蚀一般都采用手动控制,不仅生产质量不稳定,一致性无法提高,而且比容也仅保持在一般水平上。由于微机控制技术的发展,利用计算机技术来改造铝箔腐蚀生产的落后状态是可行的。介绍了用集散式微机控制系统来控制铝箔腐蚀的整个生产过程,大大提高了自动化水平,提高了铝箔腐蚀后化成箔的比容值及比容的一致性,取得了很好的经济效益。

## 1 系统组成和控制要求

### 1.1 集散控制系统

铝箔腐蚀集散式控制系统由两级主从式控制系统构成(图 1),本系统由 1 台上位机 AST-P386 和 5 台 MCS-51 单片机扩展而成的下位机构成。上位机用于系统管理,包括下位机数据汇总、存贮、处理、分析和打印等。下位机则用于腐蚀车中的车速及各腐蚀槽参数的采集和实时控制等。上、下位机之间采用智能通信分配器,通过电流环实现上、下位机间的主从通信。

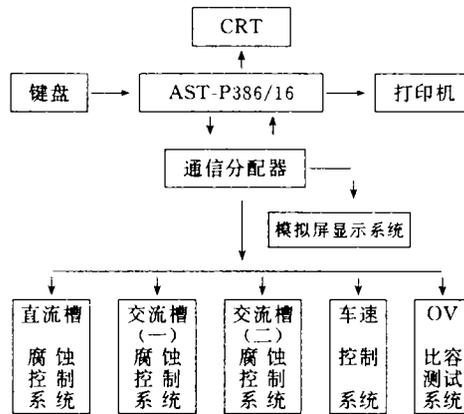


图 1 腐蚀车微机控制系统硬件构成

收稿日期:1993-09-25

## 1.2 控制参数

铝箔腐蚀车有3个腐蚀槽加上清洗处理及腐蚀后处理等槽构成,其中主要检测和控制的是1个直流腐蚀槽和2个交流腐蚀槽。车速控制采用电磁转差离合器实现无级调速。从控制和检测的角度来说参与采集和控制的主要参数有:

- 1) 直流腐蚀槽的电压、电流、温度、加酸量和加水量;
- 2) 交流腐蚀槽(一)(二)的电压、电流、温度、加酸量和加水量;
- 3) 腐蚀车走箔速度(即车速);
- 4) OV 比容的在线测试。

## 1.3 系统功能

1) 可以采集和控制铝箔腐蚀过程中的各项参数,利用上、下位机构成分布式集散控制系统,上、下位机间既可以联网工作,也可以脱机单独运行,并且有手动/自动控制,提高了系统的可靠性。

2) 系统采用数字式模拟屏显示和专用的自动操作柜及手动操作柜2套机构,模拟屏数显采用5台MCS-51单片机定显系统,与5台下位机一一对应,实现同步显示,并采用在通信链路上截取信号的方法,可同时定点显示上位机送到下位机的设定值及下位机采集的数据,减少了连接线路,提高了一致性。

3) 上位机采用全汉字菜单选择方式,既可以采用和设置下位机的各控制参数,还具有数据分析处理、图表显示及打印功能。

4) 下位机完成数据采集和控制,具有自诊断、故障报警、断电保护和软、硬件抗干扰措施,并可现场设定或修改各控制参数。

## 2 系统的硬件设计

### 2.1 下位机控制硬件设计

2.1.1 下位机硬件结构 采用MCS-51单片机配上A/D、D/A和I/O接口电路构成,利用MCS-51汇编语言编程。A/D采样利用低成本的4 1/2位的TIL 7135 A/D转换芯片,配上光电隔离电路与8031连接,而D/A线路则采用Intel 8253和1个积分器构成,A/D和D/A电路分别采用V/F及F/V变换方式工作,在F回路加入1个光隔芯片4N25,以减少光电隔离芯片的数量,提高系统的可靠性。系统硬件如图2所示。

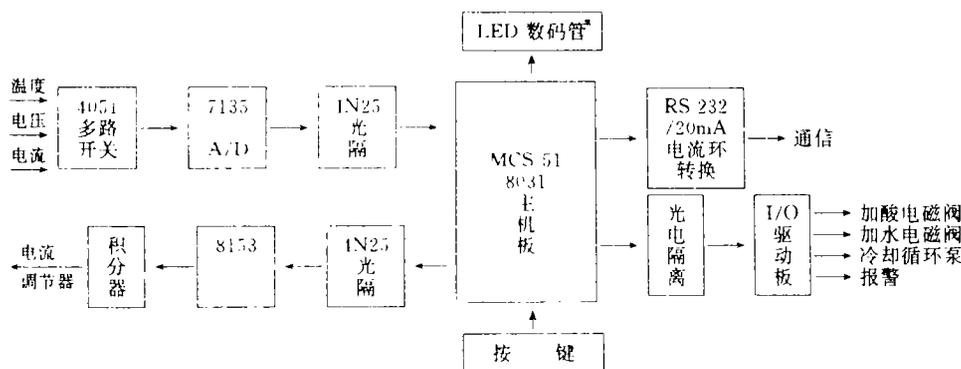


图2 下位机硬件构成示意图

### 2.1.2 信号输入回路

1) 温度检测采用 AD590, 配上一定的信号放大电路, 将  $0 \sim 50\text{C}$  的温度信号转换成  $0 \sim 2\text{V}$  的标准电压, 通过模拟开关送到 A/D 转换器 TIL 7135. AD590 有相当线性的电流温度比  $1\mu\text{A}/1\text{C}$ , 将每度  $1\mu\text{A}$  的电流通过  $1\text{k}\Omega$  标准电阻转换成  $1\text{mV}/1\text{C}$ , 再通过零点调整及放大电路转换成  $0 \sim 2\text{V}$  的电压信号, 其原理如图 3 所示。

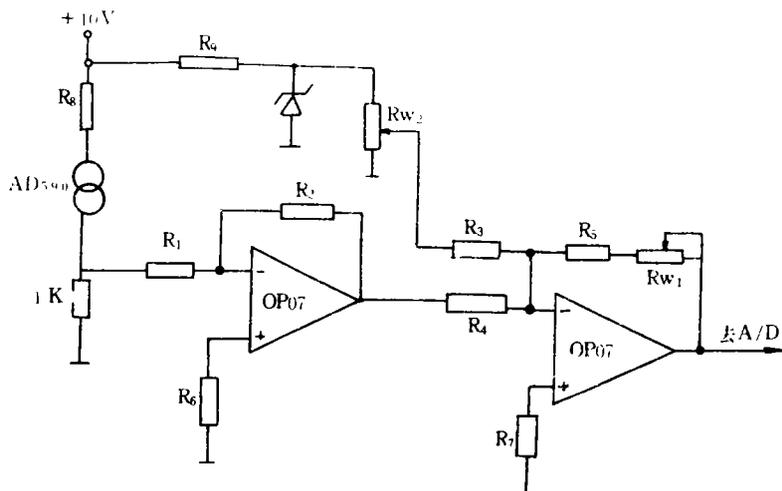


图 3 AD590 构成温度变换器电路

2) 关于电流电压的检测。对直流腐蚀槽采用隔离型 V/V 变换器实现现场信号和计算机输入信号的隔离。而交流腐蚀槽的电流检测采用标准电流互感器及  $1:1$  隔离变压器将  $0 \sim 2000\text{A}$  信号转换成标准电压信号, 而电压则采用精密隔离变压器隔离, 然后再通过精密整流电路将它们分别转换成  $0 \sim 2\text{V}$  的直流信号送入 A/D 转换器。

2.1.3 控制回路 影响铝箔腐蚀的比容大小及一致性的因素为: 电流、温度、 $\text{Al}^{3+}$  浓度、 $\text{H}^+$  浓度和车速等。目前还没有能在强酸条件下精密测量  $\text{Al}$  离子和  $\text{H}$  离子浓度的传感器, 因此, 通过现场测试后发现在恒定电流下,  $\text{Al}$  离子浓度和腐蚀槽电极间的电压成线性相关, 且具有较好的线性度, 为此, 利用电压作为反馈量来控制槽内的  $\text{Al}$  离子浓度, 控制对象为加酸量的大小。而电流调节则采用可控制硅调压器来调节, 从而解决了  $\text{Al}$  离子浓度无法在线测试的难题。

### 2.2 通信分配器设计

采用 8031 单片机实现 1 对 8 的通信(可扩到 1 对 32), 考虑到 RS-232C 接口的距离不能太长, 因此采用专用变换电路将 RS-232C 转换成  $20\text{mA}$  电流环, 实现通信分配器与下位机及上位机的通信, 大大提高了通信距离和可靠性。由于采用了单片机作为智能通信接口, 因此在软硬件中增加了通信口故障检测程序; 通信状态的数码管巡回显示; 实时钟显示; 设定参数及采集参数的断电保护及上位机脱机时可存贮  $8 \sim 16\text{h}$  的现场数据等功能。

利用 8031 中的 SIO 口配上转换电路将 TTL 电平转换成  $20\text{mA}$  电流环与下位机通信, 利用 1 块可编程的串行接口芯片 Intel 8250 实现与上位机的通信。

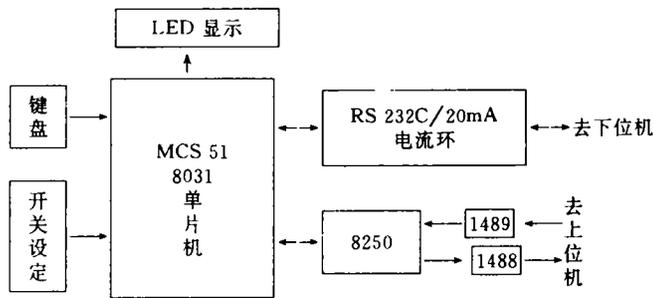


图4 通信分配器

### 2.3 模拟屏设计及信号显示

在中央控制室中专门设计了1个模拟屏(图5),用于显示整个腐蚀过程中各个参数及

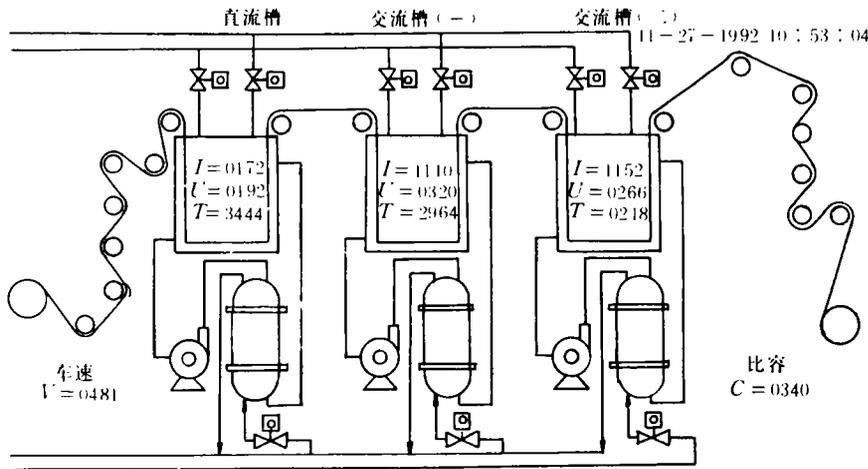


图5 铝箔腐蚀微机控制系统模拟屏

设备运行情况,利用发光二极管动态显示箔片的运动情况和显示各设备动作情况,并利用单片机数显板显示各个槽的电压、电流、温度的设定值及实际值。通过从通信链路截取的数据实现各个参数的定点显示。

## 3 系统软件结构

### 3.1 上位机软件设计

上位机负责接收和发送腐蚀车的检测参数和控制参数的设定值,并进行数据处理及管理以达到如下功能:

- 1) 接收通信分配器采集的各下位机实时参数,处理后存入数据库;
- 2) 在线修改各下位机的控制参数设定值包括电压、电流、温度、加酸量和加水量;
- 3) 数据库查询、检索、统计及报表打印;

4) 质量控制分析及打印。

为了达到上述功能,系统软件采用 FoxBase 数据库,Quick-Basic 和汇编语言混合编程的设计方法,软件分成 4 个模块:实时显示模块;数据处理分析及数据查询、显示、打印模块;控制参数优化及设定值修改模块;数据分析质量控制模块。系统采用统一的数据库结构,在不同程序模块下,共享同一数据库。每一模块均采用子菜单进行功能选择,并在处理完成后逐级退回到主菜单。

程序中采用错误陷阱处理技术,使系统具有故障查错及自恢复功能,程序框图如图 6。

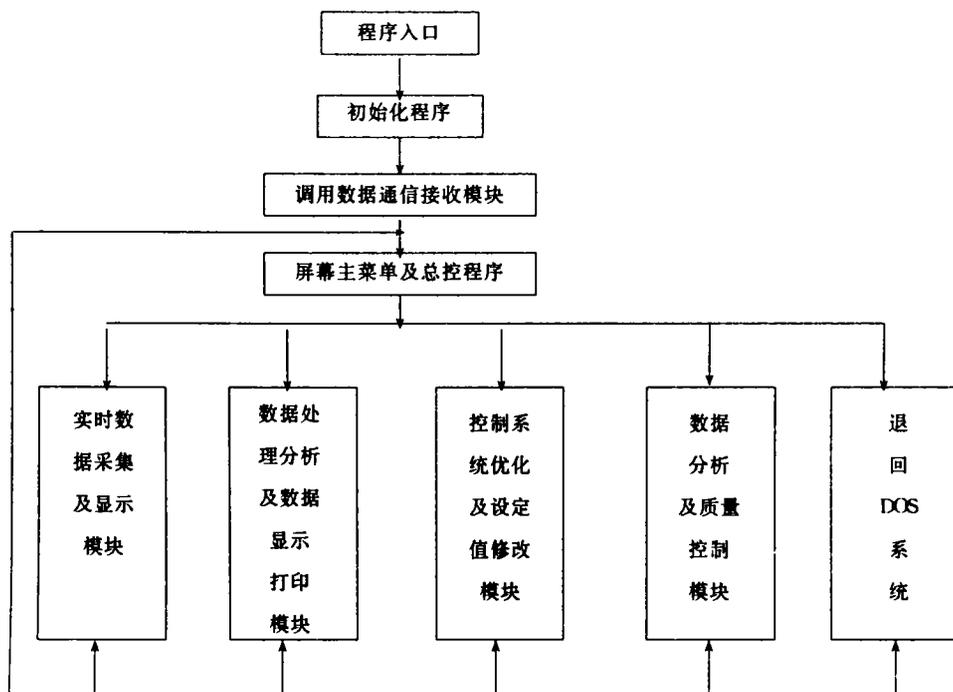


图 6 上位机程序框图

3.2 下位机软件设计

3.2.1 腐蚀槽控制软件结构 用 8031 汇编语言编制,软件具有下列功能:

- 1) 可现场在线设定电压、电流、温度及加酸加水、脉宽比等参数;
- 2) 定点显示上述参数的设定值及实际值;
- 3) 手动/自动控制;
- 4) 与上位机实现主从式双向通信;
- 5) 定时向通信分配器发送数据;
- 6) 故障报警及自恢复功能。

软件主要由主程序、中断服务程序及有关子程序组成,如图 7 所示。

系统自检中,包括 CPU 功能检查、RAM、EPROM、A/D、D/A 及 I/O 板的检查等。若出错,则给出声光报警及 LED 数据管提示。

系统中断程序设置了 TO 定时中断及 A/D 采样中断。中断服务程序框图如图 8。

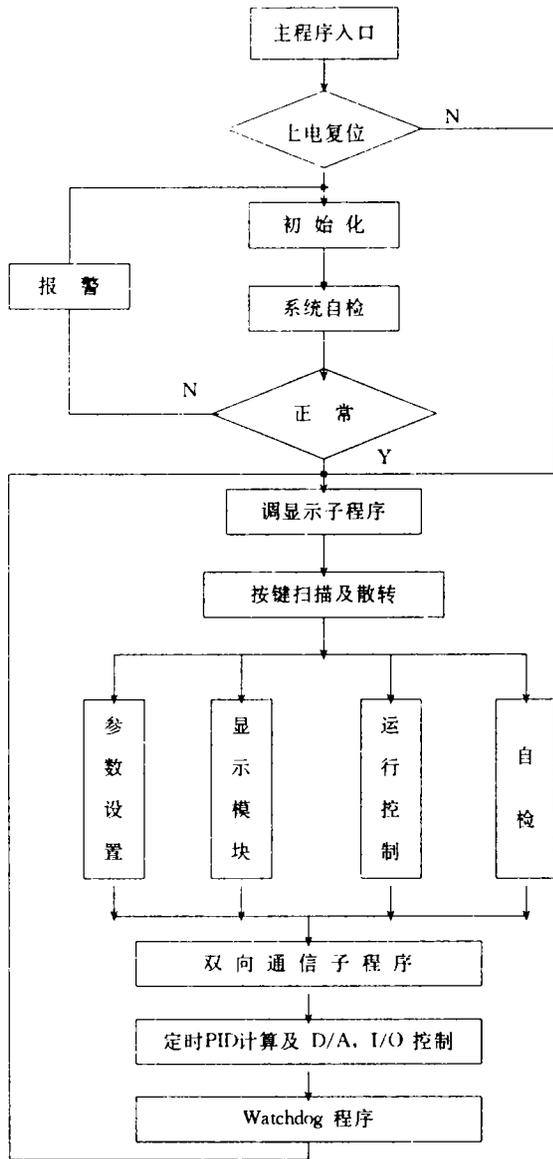


图 7 下位机软件主程序框图

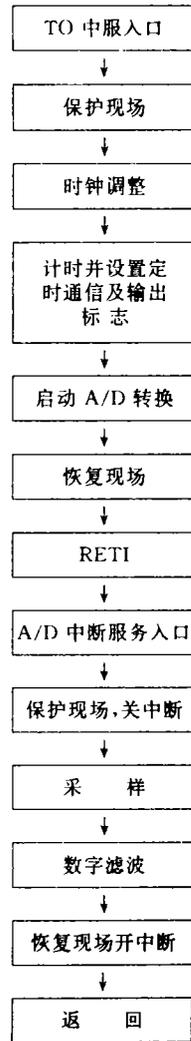


图 8 中服子程序框图示意图

3.2.2 OV 比容在线测试软件结构 为了能及时反映腐蚀过程中比容的大小,并为计算机优化提供一个可靠依据,研制了 OV 比容在线测试系统,(在目前国内外文献中未见过有关报道),系统采用 8031 单片机构成智能式测试仪,在腐蚀车每次收箱后,即自动测试左、中、右三点 OV 比容,自动完成加液、测量、烘干、在线显示及通信功能,并在中央控制室模拟屏上显示及送上位机中存贮,软件采用 8031 汇编,利用收箱停机信号作为启动测试信号,顺序完成 A/D 采样、滤波、显示及测试动作等功能,结束后将测量数据向上位机发送,系统具有计算机手动控制及自动控制测试功能,其软件框图如图 9。

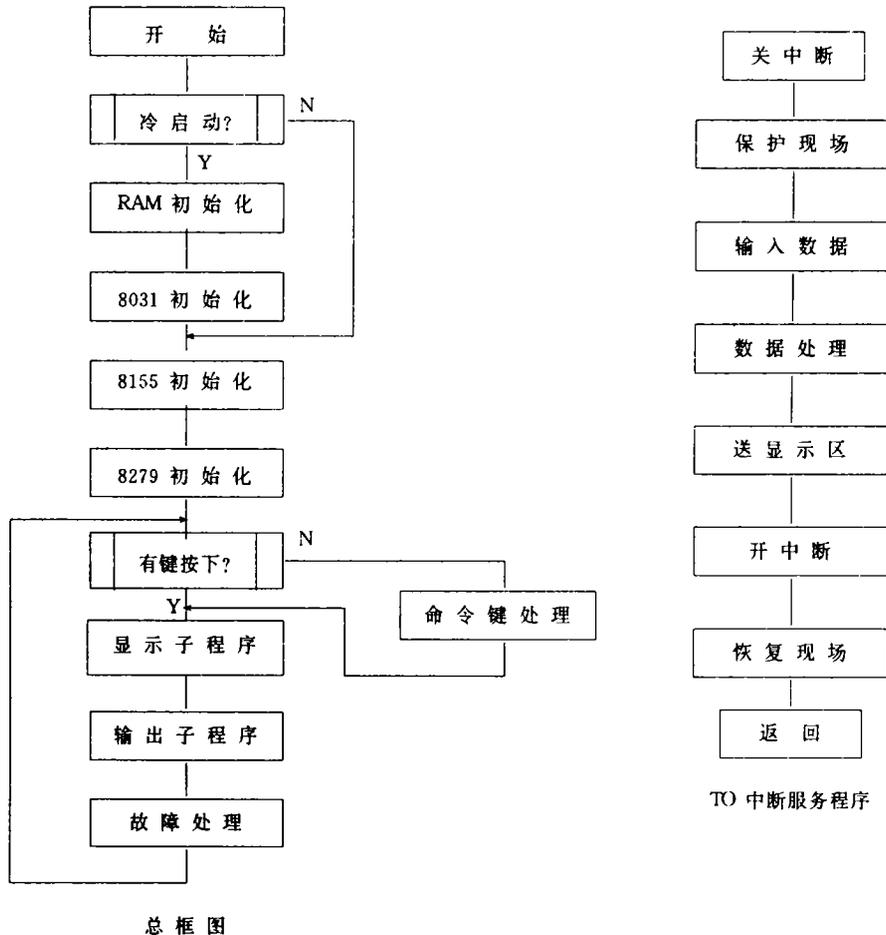


图9 OV比容测试仪软件框图

## 4 系统的可靠性设计

一个集散式微机控制系统能否在现场正常工作,关键在于系统的可靠性。由于铝箔腐蚀是在强酸和大电流下工作,现场条件非常恶劣,既要求传感器和执行机构能抗盐酸、草酸的腐蚀,又要求在强干扰条件下计算机能正常工作。本系统在设计安装调试中采取了许多措施解决了传感器、执行机构的选型及计算机抗干扰问题,从而保证系统的长期可靠运行。从1992年初投运后一直可靠工作到现在。

### 4.1 传感器及执行机构选型

**4.1.1 温度传感器** 温度传感器处于大电流强电场及强酸作用下,因此选用AD590作为温度传感器,并配上钛钢套管封装,并外涂耐腐蚀的聚四氟乙烯膜保护。实践证明,既可抗弱酸腐蚀,又能抗强电场干扰,有很高的可靠性。

**4.1.2 执行机构** 加酸加水调节问题 由于国内无同时能抗盐酸及草酸腐蚀的电动或气动调节阀,因此选用聚氟乙烯内阀芯的电磁阀代替,并在控制方式中采用时间比例式的脉宽调节方式控制加酸量,实践证明,既节约了投资,又达到了较好的控制效果。

**4.1.3 电流调节** 采用可控制硅电压调整器,用于控制电流发生器的初级电压,从而达到调节电流的目的。

#### 4.2 计算机抗干扰设计

1) 采用了光电隔离技术,全部 I/O, A/D, D/A 均采用光电隔离技术及电压电流信号隔离技术,计算机系统及现场输出采用系统电源和现场电源分别供电的方法。

2) 下位机全部采用 CMOS 芯片,提高整机的抗干扰能力。

3) 采用软件滤波,“看门狗”技术,保证系统正常及数据的可靠准确。

4) 软件设计中采用错误陷井及防出错处理技术,提高软件系统运行的可靠性。

## 5 结 语

集散式微机控制系统可以充分发挥上位机系统数据处理能力强、存贮量大、系统支持多的优点,又可以保证分布式现场控制器的可靠性,即使某一台出现故障,其余各台仍可处于全自动控制状态,对系统影响小。该系统在无锡县电容器厂投运后,比容提高了 46.4%,一致性提高了 11.8%,单机年经济效益达 168 万元,二个月即收回全部投资。该项目于 1992 年 12 月通过江苏省省级鉴定,鉴定认为,系统控制功能齐全,性能可靠,操作方便,填补了国内空白,具有国内领先水平并达到国际先进水平。该系统控制原理可以应用到其它行业。

#### 参 考 文 献

- 1 吉田新治(日). 传感器电路设计手册. 中国计量出版社,1989
- 2 赵依军,胡戎. 单片微机接口技术. 人民邮电出版社,1989
- 3 陈粤初等. 单片机应用系统设计与实践. 北京航空航天大学出版社,1991

## A Computer Distributed Control System for Etching of Aluminium Foil

Xu Wenbo Ye Yanwun Feng Haowu Zhang Ming  
(Dept. of Auto.)

**Abstract** The configuration and design method of hardware and software of computer distributed control system are introduced, this system has been used for etching the formation foil made used in making up aluminium electrolytic capacitor. The on-line test method of capacity ratio has been inputed.

**Key-words** Distributed control system; Etching Al foil; On-line test of capacity ratio; Aluminium electrolytic capacitor