

液位控制系统

盛炳乾

(自动化系)

前言

在轻化工生产过程中,对容器、塔器的液位控制是经常遇见的。如在精馏操作中对塔釜回流罐、进料罐、成品罐等的液位,对合成氨工业的水洗塔的液位等均需进行控制。目前这些对象的液位控制大多用仪表组成的自动控制系统来实现,而用计算机控制液位的实例为数还不多。本文介绍利用TP-801单板机来实现对高位槽液位的DDC系统。这一系统的优点是:结构简单,体积小,速度快,精度高,运行可靠,使用灵活,维护方便,实时性强,成本低。系统框图见图1。

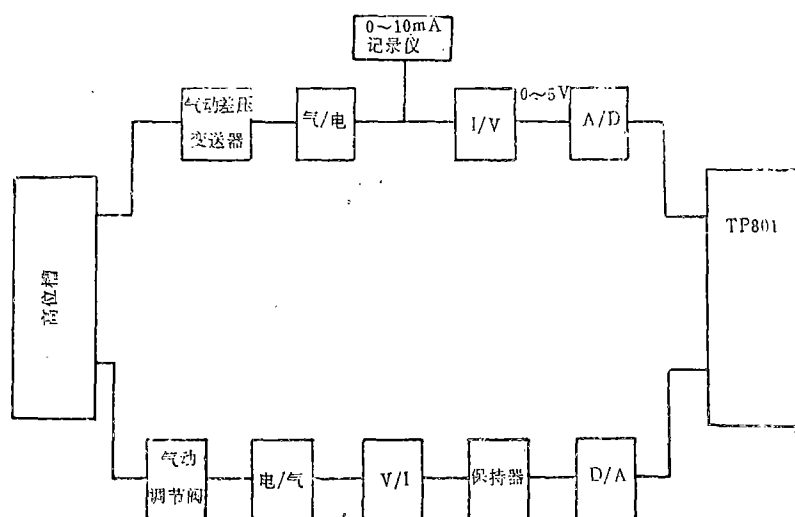


图 1

1 被控对象的特性分析

任何自动控制系统,都是由被控对象,测量变送元件、控制器、执行机构等组成。研究对象的动态特性,可以合理地选择自动控制方案和设计最佳控制系统。还可以根据对象、特性正确确定系统的最佳整定参数,以获得最好的控制效果。可见分析研究对象的动态特性颇为重要。本系统的被控对象为一高位槽。如图2。槽高1.0m,直径为0.5m的一个圆柱形桶。

工艺上要求保持桶中液位高度为 0.6m, 为此, 首先求取高位槽的动态特性。由于它是一个单容对象, 因此, 当它受到阶跃扰动作用后, 其输出量随时间变化的规律为:

$$\Delta h = K \cdot \Delta u (1 - e^{-t/T})$$

$$\text{当 } t \rightarrow \infty \text{ 时 } h(\infty) = K \cdot \Delta u$$

$$K = h(\infty) / \Delta u$$

通过实测得 $h(\infty) = 1.6$ $\Delta u = 0.85$

$$\therefore K = 2$$

测得时间常数 $T = 4 \text{ 分} = 240 \text{ 秒}$ 。

由于对象的纯滞后时间相对于时间常数很小, 所以可忽略。

对象的传递函数:

$$G_o(S) = K / (TS + 1)$$

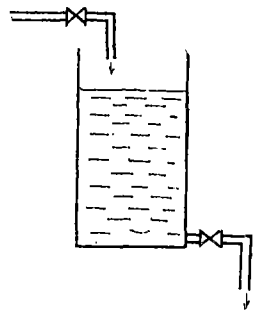


图 2

2 总体设计方案

3.1 主机的选择

微型机种类很多, 根据本系统的实际情况, 被控对象比较简单, 控制精度有一定要求, 希望投资少、简单易行。所以选用 TP—801 单板机作为本系统的主机较合适。它的任务是根据输入通道送来的信号, 按照事先编好的程序, 自动地进行信息处理、分析、计算, 然后以信息形式通过输出通道发出控制命令。

3.2 检测变送与转换

主要任务是感受高位槽液位高度的变化, 相应地发出一个标准信号, 送 TP—801 主机。本系统是利用一台现成的气动差压变送器, 量程为 0~160mmH₂O 柱 (0~1650Pa), 感受高位槽液位变化, 输出 0.2~1.0kg/cm² ($1.96 \times 10^4 \sim 9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$) 的气信号。为了方便联系, 用气/电转换器将该气信号转换成相应的 0~10mA 变化的电信号。为了与 TP—801 联系, 故用 500Ω 标准电阻, 将 0~10mA 电流信号, 转变成 0~5V 的电压信号。

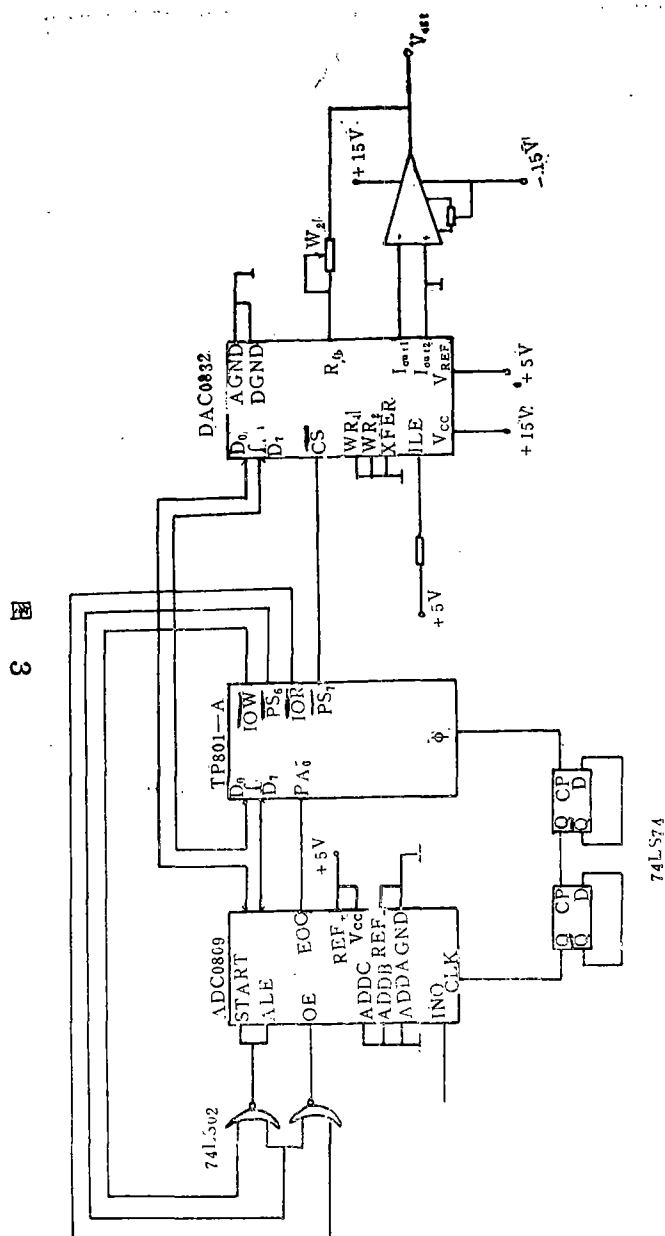
3.3 接口电路

利用 ADC0809 芯片和 DAC0832 芯片与 TP—801 连接构成本系统的接口电路。如图 3。

在这电路中利用 TP—801A 的空通道 $\overline{PS}_6$ 作为 A/D 转换通道, 地址为 98H 利用 $\overline{PS}_7$ 作为 D/A 转换通道, 地址为 9CH。

A/D 转换部分, 由 ADC0809, 集成片 74LS74, 74LS02, TP—801 的 PIOA 口组成。ADC0809 要求的时钟频率不大于 640kHz, 故将 TP—801A 的时钟信号 Bφ (2MHz) 2 次分频后, 得到一个 500kHz 的信号送给 ADC0809。由 74LS74 双 D 触发器在电路中起分频作用。

74LS02 四或非门, 当两个输入同为低电平时, 输出为高电平, TP—801AI/O 设备的译码输出线 $\overline{PS}_6$ 和 $\overline{IO}/\overline{W}$ 信号同为低电平时, 相与排后得到一个高电平信号作为 ADC0809 的启动信号 (START) 和地址锁存信号 (ALE)。转换结束信号 EOC 和单板机 PIO 的 A 口的 PA₀ 相连接, 转换开始后, EOC 由高电平变为低电平, 再由低电平变为高电平 (时间约 100μs), 通过



检测 PA_0 的状态,可判断一次转换是否结束,若转换结束, $\overline{PS_0}$ 和 $\overline{TOR}$ 信号同为低电平时,相或非后,产生一个高电平信号施加给ADC0809的允许输出信号OE,这时可将转换出来的数字信号读入CPU,送到指定的存贮单元。

本系统只选用一路输入INO，所以ADDA，ADDB，ADDC，都接地。ADC 0809的8根数据线直接与单板机数据总线相连接。如要控制多个高位槽液位则可采用多路输入，只须改变ADDA，ADDB，ADDC的接法即可。

D/A转换部分包括DAC0832和运算放大器($\mu A741CN$)两部分。由于系统中只用一路D/A转换,所以DAC0832的控制信号,除了片选信号 $\overline{CS}$ 外,都固定连接,即 $\overline{WR_1}$ 、 $\overline{WR_2}$ 、 $\overline{XFER}$ (传递控制信号)均接地。允许输入锁存信号 ILE 接高电平,这样DAC0832的第二级

锁存器——DAC寄存器是直通的,即数据不锁存于DAC寄存器,而直接在输入寄存器锁存起来。 $\overline{CS}$ 连至TP-801A的 $\overline{PS}_7$,当 $\overline{PS}_7$ 为低电平时,由于 $\overline{WR}_1$ 始终为低电平,这时 $\overline{CS}$ 和 $\overline{WR}_1$ 均为低电平,数据从输入寄存器,送往D/A转换器进行转换。转换后的结果,经过运算放大器,转换成电压输出。DAC0832的8根数据线直接与单板机数据总线相连接。如图3所示, W_1 为线性放大器的调零电位器, W_2 为输出满量程调整电位器。重复调整 W_1 、 W_2 即可调整D/A转换的精度和输出范围。

3.4 V/I 转换

如图4所示电压电流转换。采用集成运算放大器F007并应用电流负反馈实现其恒流特性。当 V_i 在0~5V之间变化时相应的输出电流 I_L 为0~10mA。

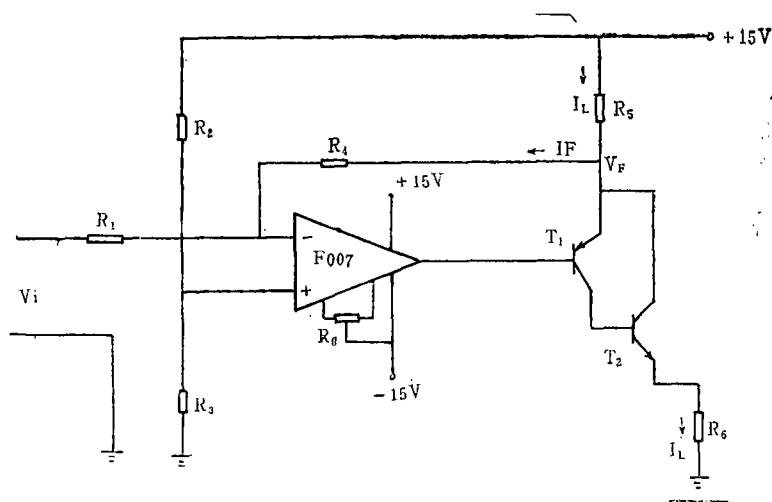


图 4

3.5 系统控制规律的确定

根据对象动态特性分析,它是一阶惯性环节,因此采用PI调节规律即可,程序中使用的算式为

$$\begin{aligned} P_K &= A \cdot E_K + Q_{K-1} & E_K &= U_{IK} - U_{OK} \\ Q_K &= P_K - B E_{K-1} \\ A &= K_p \left(1 + \frac{T}{T_1} \right) & B &= K_p \end{aligned}$$

其中

T 为采样周期。本系统取 $T = 20\text{ms}$

3.6 系统滤波

由于在实际系统中,过程通道的干扰相对较大。为了滤除控制过程中用常规元件难以滤除的常态干扰,系统中采用数字滤波。用的是算术平均法:

$$Y_K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

其中 Y_K 为第 K 次的采样值, n 为算术平均值的采样点数。

本系统取 $n=8$ 则滤波程序清单如下:

```

LD HL, 2820H; 8个数存贮首址送HL
LD D, 00H; DE寄存器对高入位清零
LD B, 08H;
XOR A, C7;  $C_7 \leftarrow 0$   $A \leftarrow 00H$ 
LOOP2: LD E, (HL);
      ADD E
      JR NC, LOOP1;
      INC D;
LOOP1: INC HL;
      DJNZ LOOP2;

LD E, A; 8个数之和  $\sum_{i=1}^8 Y_i$  在 DE 中

RR D ;
RR E ;
RR D ;
RR E ;
RR D ;
RR E ;

```

右移三次, $\frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 Y_i = Y_K$ 在 E 中

系统工作时,在进行控制运算之前,首先应进行数字滤波。

如果不用数字滤波,当然也可采用下列二级阻容网络来进行滤波。

3 软件结构

本系统的软件包括:定时采样、PI运算、输入输出功能等。采样定时由 CTC 完成。每当定时到就向 CPU 发出一个中断请求,采样一个数据送 A/D 转换,转换时间约 $100 \mu S$,转换结束将结果存入内存单元进行 PI 运算。运算中给定值由程序设定。运算结束后,将结果送 D/A 转换输出。然后等待下次采样时刻的到来。

在主程序中,完成一系列初始化工作。首先设置 PIO 位控方式, PA. 的输入,设 CTC 为定时方式,参数工作单元送初值,中断时间到,就转去中断服务程序,中断返回后,继续等待下次中断为采下次数据作准备。

在中断服务程序中,首先启动 A/D,等 A/D 转换结束后就调用 PI 运算程序,运算结束,再启动 D/A,输出返回主程序。

总程序框图如图6、7所示。

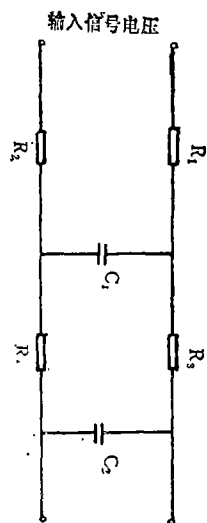


图 5

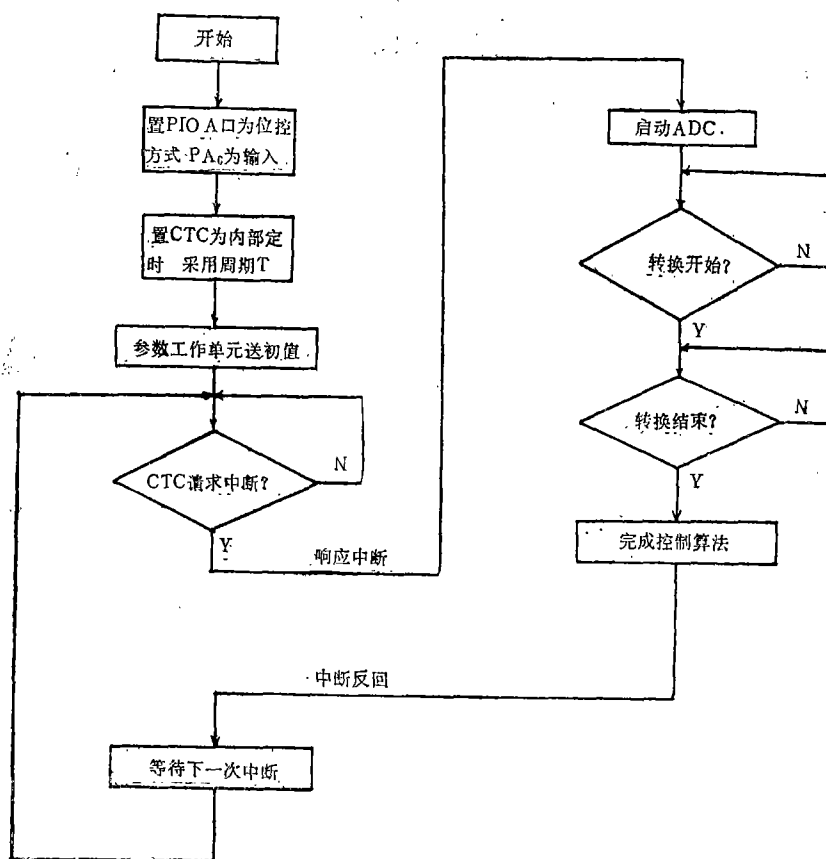


图 6

4 结果分析

通过上述用TP—801来控制高位槽液位,实践证明当高位槽受到干扰后,由于TP—801的控制使被调参数 H 能较好较快克服干扰,维持槽内的液位稳定。通过记录仪记录得到的曲线如图8。

从获得的记录曲线看与理论分析是一致的。下面分析这一过程。

如图8。当液体流出量产生一个阶跃增大 ΔQ ,被调量液位(H)下降,偏差 e 上升,这时调节作用中比例作用、积分作用都增大,使偏差上升的速度减慢。当到达某一点,偏差达到最大,这时比例作用也最大。然而由于偏差仍在同一方向,积分作用使阀门继续开大。当偏差达最大点后偏差就回降,比例作用也回降,但积分作用仍按同一方向上升,直到由于偏差改变方向,积分作用才改变累积方向,并开始下降。积分作用落后于偏差变化的这种现象,就必然在这段时间中产生过头的调节动作,所以偏差继续下降,由正偏差变为负偏差,这样就形成了振荡。在这一过渡过程中, P 作用是紧跟着偏差的变化进行调节,是基本的调节作用。而积分作用能最终消除被调量的偏差,使被调量回到初始给定值。

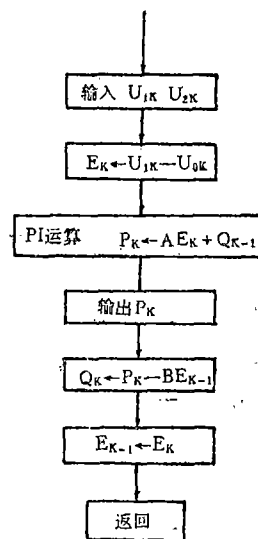


图 7



图 8

从以上的实践与分析可以认为用TP—801控制液位是可行的, 它的优点除上述外, 还有一个突出的好处是一个单板机可同时控制多个液位对象, 只需在程序上稍加改动就可形成液位群控系统。

参 考 文 献

- [1] 涂植英. 过程控制系统. 北京. 机械工业出版社. 1983
- [2] 王秀玲等. 微型计算机A/D D/A转换. 北京: 清华大学出版社. 1984
- [3] Robert J. Bibbero, Microprocessors in Instruments and Control, John Wiley & Sons, Inc. 1977.
- [4] 微机数据采集过程控制应用文集. 北京计算机配件五厂. 1985

A880205

500米³生物反应器 K_{La} 的测定技术《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 体积溶氧系数(K_{La}); 活性污泥; 动态测量法
摘要 在500米³活性污泥生物反应器中,用动态测量法测定氧的体积传递系数(K_{La}),本文提供了一种简便方法。这种方法对有机废水处理有实用意义。

作者: 郑学翔

A880207

输送链的结构与齿形探讨(二)——修正齿形链传动及齿形干涉《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 输送链; 链传动; 修正齿形; 齿形干涉
摘要 本文阐述用“包络—轨迹”法修正齿形的齿形链在传动中齿形干涉区的确定,单向传动中增强齿强度的途径,双向传动中避免齿形干涉的设计方法。最后讨论了链节的受力分析,链传动结构容许节距伸长能力问题。

作者: 杜康宁

A880206

食品工业用圆锥形微型旋液分离器的基本性能研究及优化设计《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期

关键词 旋液分离器; 离心沉降; 压力降; 边界粒度; 底流率; 优化尺寸
摘要 本文对食品用微型旋液分离器的基本性能进行了研究和探讨,通过相似理论和实验手段,得出了主要性能参数(压力降,边界粒度,底流率)的经验公式。对旋液分离器的几何尺寸进行了优化设计,得到了一组适用于淀粉生产的微型旋液分离器的最优相对几何尺寸。

作者: 陆振曦 高福成 王青英

A880208

液位控制系统《无锡轻工业学院学报》1988年,第7卷,第2期
关键词 高位槽; 液位; 对象; 特性

摘要 本文介绍采用TP—801单板机来实现高位槽液位的直接数字控制系统。

作者: 盛炳乾

A880205

MEASURING TECHNIQUES OF $K(La)$ IN 500(m³) BIOLOGICAL REACTOR 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》 Vol.7, No.2, 1988

ABSTRACT

The volumetric oxygen transfer coefficient ($K(La)$) is measured in 500(m³) activated sludge reactor by dynamic measurement. This paper provides a simple method, which is of practical value to organic sewage treatment.

SUBJECTWORDS

volumetric oxygen transfer coefficient($K(La)$); activated sludge

Author: Zheong Xuexiang

A880207

AN APPROACH TO THE STRUCTURE AND TOOTH SHAPE OF TRANSPORT CHAIN (2) 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》 Vol.7, No.2, 1988

ABSTRACT

The determination of interference zone of tooth shape designed by "envelope path" method, the way of angmenting tooth strength in one-way transmission, and the method of avoiding interference of tooth profile in both direction transmission are described in chain drives. Finally, the analysis of the force attached to chain tooth and the capability for permitting pith to get longer are discussed.

SUBJECTWORDS

transport chain; chain drives; corrected tooth profile

Author: Du Nanqing

A880206

THE INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF MINI-HYDROCYCLONE FOR FOOD INDUSTRY AND ITS OPTIMAL DESIGN 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》

Vol.7, No.2, 1988

ABSTRACT

This paper gives the systematic research on the main characteristics of the hydrocyclone in food industry, empirical formulas of its characteristic parameters (pressure drop, cut size, and underflow rate) obtained by the theory of similarity and experiment, the optimal design to geometric size of the hydrocyclone, and the most optimal geometric size for starch industry.

SUBJECTWORDS

hydrocyclone; centrifugal sedimentation; pressure drop; cut size

Author: Lu Zhenxi; Gao Fucheng; Wang Qiying

A880208

THE LEVEL CONTROL SYSTEM 《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》

Vol.7, No.2, 1988

ABSTRACT

This paper elaborates on a direct digital control system of level and the control system is going to be operated by the microcomputer TP-801.

SUBJECTWORDS

High-level trough; level; object; characteristic

Author: Cheng Bingqian