

用PC—1500计算机模拟化工控制系统

于德谦 许 久

(化工系)

提 要

本文介绍用PC—1500计算机绘制化工过程控制系统输出特性曲线的方法。PC—1500计算机计算速度慢,为快速绘制化工过程控制系统的输出特性曲线,就需要采用本文所介绍的方法。

关键词: 计算机 化工过程控制系统

一、问题的提出

自动调节系统的分析、设计与研究过程中,除运用理论知识对系统进行分析计算外,还经常要对系统特性进行实验研究。由于种种原因,特别是化工调节系统调节对象相当复杂,在生产过程的实际系统中直接进行实验研究是比较困难的。而采用物理模型模拟实际调节系统,特别是用微型物理模型研究实际调节系统,在一定的意义上来说是一种简便有效的方法之一。用数字模型研究调节系统是一种更方便又全面的研究方法。当调节系统的数学模型确定后,调节系统的过渡过程一般可用拉氏变换解微分方程或借助于电子计算机求解出来。作者采用袖珍式PC—1500计算机,把这两种方法结合起来,最后用PC—1500计算机打印绘制出调节过程的过渡过程曲线。这样可以克服PC—1500计算机运算慢的缺点,又可以利用它的较强的绘图功能的这一特点,相当准确而满意的绘制出调节系统的过渡过程曲线来。这样在一台价格相当便宜、最宜普及推广使用的灵巧袖珍计算机上,研究分析化工生产过程的调节系统是独具特色的。

目前,化工生产过程控制采用的调节规律仍以PID为主。为了使PID规律能符合工艺生产的要求, δ 、 T_i 、 T_d 必须选择恰当值。其中比例调节的 δ 减少,意味着(i)余差减少;(ii)过渡过程曲线周期缩短;(iii)衰减比减少,稳定性变坏和过渡时间加长。积分调节的 T_i 减少意味着(i)余差可减少,甚至为零;(ii)过程曲线变化加速,恢复到给定值速度加快;(iii)衰减比变小,稳定性变坏。微分作用的 T_d 加长意味着(i)衰减比变小,稳定性变好;(ii)周期缩短;(iii)噪声扩大,对纯滞后控制无效。这些概念对于学习《化工仪表及自动化》课的化工工艺各专业学生到化工生产第一线,通过仪表控制生产是十分重要的。

二、控制数学模型简介

用一个化工生产中典型的连续式反应釜为例,现画出混合物料出口温度调节系统示意图,如图1所示。

本文1986年11月16日收到。

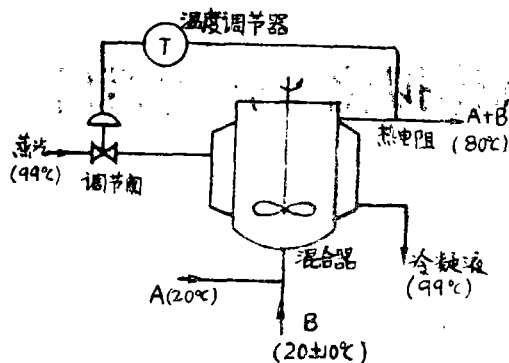


图1 混合器物料出口温度调节示意图

调节对象方程式。

混合器中物料蓄热量的变化率等于每分钟蒸汽冷凝放热量与每分钟通过混合器的物料各热量之差。

$$CVr \frac{dy}{dt} = \lambda q - [G_a(y-u) + CG_b(y-f)] \quad \dots\dots (1)$$

C——物料A和B的比热， $C = 1$ 千卡/公斤·度；

V——混合器容器， $V = 500$ 升；

r——物料A和B的重度， $r = 1$ 公斤/升；

y——混合器物料出口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t——时间，分；

λ ——蒸汽在736毫米汞柱下的汽化潜热， $\lambda = 540$ 千卡/公斤；

q——加热蒸汽流量，公斤/分；

G_a ——物料A的流量， $G_a = 20$ 公斤/分；

u——物料A的入口温度， $u = 20^{\circ}\text{C}$ ；

G_b ——物料B的流量， $G_b = 80$ 公斤/分；

f——物料B的入口温度， $f = 20 \pm 10^{\circ}\text{C}$

当 T_0 ——混合器的时间常数：

$$T_0 = \frac{CVr}{C(G_a + G_b)} = 5 \text{分}；$$

K_0 ——混合器调节通道的放大系数；

$$K_0 = \frac{\lambda}{C(G_a + G_b)} = 5.4^{\circ}\text{C} \cdot \text{分/公斤}；$$

K_f ——混合器干扰通道的放大系数，

$$K_f = \frac{CG_b}{C(G_a + G_b)} = 0.8。$$

(1)式可化为

$$T_0 \frac{dy}{dt} + y = K_0 q + kgf \quad \dots\dots (2)$$

$$\text{热电阻方程式} \quad T_m \frac{dz}{dt} + Z = y$$

T_m ——热电阻时间常数, $T_m = 2.5$ 分;

Z ——热电阻指示温度, $^{\circ}\text{C}$;

y ——混合器物料出口温度。

气动薄膜调节阀方程式。

$$q = K_v p \quad \dots\dots (3)$$

q ——加热蒸汽流量, 公斤/分;

K_v ——调节阀的放大系数, 30厘米²/分;

p ——调节阀膜头输入气压, 公斤/厘米²;

调节器方程式。

$$p = K_c (X - Z) \quad \dots\dots (4)$$

p ——调节器输出气压、公斤/厘米²;

K_c ——调节器放大倍数, $\frac{\text{公斤/厘米}^2}{\text{度}}$;

x ——调节系统温度给定值, $^{\circ}\text{C}$;

z ——测温元件热电阻在二次仪表上指示温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

由(1)、(2)、(3)、(4)式可得系统在给定作用下的方程

$$T_o T_m \frac{d^2 z}{dt^2} + (T_o + T_m) \frac{dz}{dt} + (K_o K_c K_v + 1) z = K_o K_c K_v x$$

在干扰作用下系统方程

$$T_o T_m \frac{d^2 z}{dt^2} + (T_o + T_m) \frac{dz}{dt} + (K_o K_c K_v + 1) z = K_o f$$

当系统在 $X = 1^{\circ}\text{C}$ 阶跃给定作用输入时, $\delta = 20\%$, $K_c = 0.08$, 系统过渡函数为:

$$z(t) = 0.929 - 0.97e^{-0.3t} \sin(58.04t + 73.5);$$

当系统在 $f = 10^{\circ}\text{C}$ 阶跃干扰作用时, 系统的过渡函数分别为:

$$\delta = 10\%, K_c = 0.16$$

$$Z(t) = 0.2976 - 0.340e^{-0.3t} \sin(82.22t + 78.2)$$

$$\delta = 20\%, K_c = 0.08$$

$$Z(t) = 0.5728 - 0.5984e^{-0.3t} \sin(58.04t + 73.2)$$

$$\delta = 50\%, K_c = 0.032$$

$$Z(t) = 1.2928 - 1.4336e^{-0.3t} \sin(36.44t + 64.8)$$

$$T_1 = 5\text{分}, \delta = 32\%, n = 6.05$$

$$Z(t) = 1.05152e^{-0.2t} + 1.05152e^{-0.2t} \sin(44.69t - 90)$$

$$T_1 = 5\text{分}, T_d = 0.2\text{分}, \delta = 10\%, n = 6.7$$

$$Z(t) = 0.345e^{-0.2t} + 0.348e^{-0.4t} \sin(77.35t - 82)$$

三、计 算 程 序

```

10: GRAPH
20: GLCURSOR (10, 0): SORGN
30: COLOR 3
40: LINE (0, 0) - (200, 0) - (190, -10) -
    (200, 0) - (190, 10): LPRINT "X"
50: LINE (0, -70) - (0, 130) - (-10,
    120) - (0, 130) - (10, 120):
    LPRINT "Y"
52: GLCURSOR (-10, -10)
56: LPRINT "O"
60: FOR J=0 TO 3
70: X1=0: X2=X1+0.2
80: READ A, B, C, D
90: GOSUB 200
100: NEXT J
150: END
160: DATA 0.2976, 0.304, 82.22, 78.2
170: DATA 0.5728, 0.5984, 58.04, 73.5
180: DATA 0.929, 0.97, 58.04, 73.5
190: DATA 1.2928, 1.4336, 36.44, 64.8
200: FOR I=1 TO 80
210: Y1=A-B*EXP(-0.3*X1)*SIN
    (C*X1+D)
220: Y2=A-B*EXP(-0.3*X2)*SIN
    (C*X2+D)
230: P=12.5
240: COLOR J
250: LINE (X1*P, Y1*70) - (X2*P,
    Y2*70)
260: X1=X1+0.2: X2=X2+0.2
270: NEXT I
280: IF J<>0 THEN 300
290: GLCURSOR (5, 10)
295: LPRINT "PB=0, KC=0.16": GOTO 500
300: IF J<>1 THEN 330
310: GLCURSOR (-5, 30)
320: LPRINT "PB=2, KC=0.08": GOTO 500
330: IF J<>2 THEN 400
350: GLCURSOR (5, 55)
360: LPRINT "PB=20, KC=0.08": GOTO
    500
400: GLCURSOR (5, 80)
410: LPRINT "PB=50, KC=0.016"

```

```

500: RETURN
600: GRAPH
610: GLCURSOR (10, 0): SORGN
620: COLOR 3
630: LINE (0, 0) - (200, 0) - (190, -10)
    - (200, 0) - (190, 10): LPRINT "X"
640: LINE (0, -70) - (0, 130) - (-10,
    120) - (0, 130) - (10, 120): LPRINT
    "Y"
642: GLCURSOR (-10, -10)
646: LPRINT "O"
650: FOR J=0 TO 2
660: X1=0: X2=X1+0.2
670: READ A, B, C, D, E
680: GOSUB 800
690: NEXT J
700: DATA 1.0515, 1.0515, 44.69, 90, 0.2
710: DATA 0.5728, 0.5984, 58.04, 73.5, 0
720: DATA 0.345, 0.348, 77.35, 82.0, 0.4
760: END
8009: FOR I=1 TO 80
810: IF J=1 THEN 850
820: Y1=A*EXP(-0.2*X1)+B*EXP
    (-E*X1)*SIN(C*X1-D)
830: Y2=A*EXP(-0.2*X2)+B*EXP
    (-E*X2)*SIN(C*X2-D)
840: GOTO 900
850: Y1=A-B*EXP(-0.3*X1)*SIN
    (C*X1+D)
860: Y2=A-B*EXP(-0.3*X2)*SIN
    (C*X2+D)
900: P=12.5
910: COLOR J
920: LINE (X1*P, Y1*70) - (X2*P,
    Y2*70)
930: X1=X1+0.2: X2=X2+0.2
940: NEXT I
950: IF J<>0 THEN 960
952: GLCURSOR (5, 50)
956: LPRINT "PB=32, TI=5, N=6.05"
960: IF J<>1 THEN 970
962: GLCURSOR (5, 30)
966: LPRINT "PB=20, N=6.35": GOTO 999
970: GLCURSOR (5, 10)
975: LPRINT "PB=10, TI=5"
968: COLOR 3
967: GLCURSOR (5, -15)
960: LPRINT "TD=0.2, 9N=6.7"
990: RETURN

```

四、结 束 语

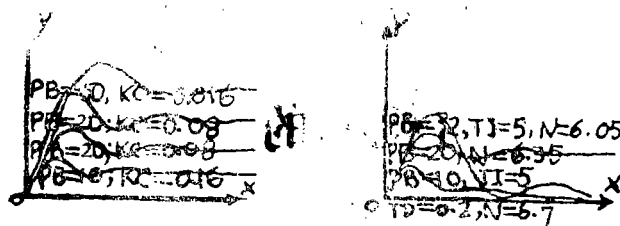


图2 调节器比例对调节系统过渡过程的影响 图3 三种调节规律下的过程曲线

PC—1500计算机根据文中给出的程序绘制出的调节系统过渡过程曲线, 可以清楚地看出不同 δ 的影响 (见图2) 和在同样衰减比时三种调节规律的过渡过程曲线情况。(见图3) 在教学实验环节中, 用PC—1500计算机模拟化工过程控制系统, 学生是感兴趣的, 是能接受的, 效果也是好的。对于化工工艺各专业开设这个实验也是合适的。再结合以物理模型为对象, 与工业生产过程控制完全相同的自动化仪表组成的调节系统实验, 就更能加强有关过程控制基础理论知识的理解与掌握了。

参 考 文 献

- (1) 森政弘等: 自动化技术便览。才一社, 1970。
- (2) 化工自动化编写组编, 化工自动化, 化学工业出版社, 1973。
- (3) Donald P. Eckman "Automatic Process Control", 1958

TO ANALOGIZE CHEMICAL PROCESS CONTROL SYSTEM WITH PC—1500 COMPUTER

Yu De qian, Xu jio

(Chemical engineering dipartment)

Adstract

This article mainly introduces drawing method of out put response curve of chemical process control system with PC—1500 computer. Because calculation speed of PC—1500 computer is slow, if we expect PC—1500 computer to draw curve rapidly, we have to use the method which this article introduces.

Key words: Computer, Chemical process control system