

U1、U5 重点，234 较少，

U1

什么是开环什么是闭环

控制系统组成（四环节）

P11 中间 稳准快（定性） 两种定量方式（阶跃、偏差积分）

特性参数：静态参数、动态参数，判断哪个静态哪个动态 K、T

控制规律（PID） 疑似 p31 五张图 p 控制快速但存在余差 积分控制准但相对比较慢，微分控制可以有超前作用，pid 的公式表达式，对应特点，参数哪些情况导致震荡不稳定，参数如何整定，有哪几种整定方法

U2

顺序控制哪几部分构成、几种顺序控制方式，概念搞清楚

P37 时间顺序控制（物料输送）、逻辑顺序控制（反应釜液位）、条件顺序控制（电梯）

冰箱属于什么控制？逻辑（我猜的）~~条件~~控制（原话：时间顺序和条件顺序不要搞混）

U3

传感器的精度如何表述

传感器的变送（几千兹？），各有什么特点，线怎么接准？（没听懂） 2:10:40

总结测量温度有一种类型的传感器…

考得不死板，可以自己发挥（简答呗）

U4（简答/判断，不要求死记硬背，大致原理）

步进电机构成，性能指标基础参数

气动 那几部分组成 作用

U5

计算机系统组成、类型

模拟量的输入输出通道 AD 分辨率 采样定理

Pid 一个电阻一个电容构成一阶系统 2 电阻 2 电容 2 阶, 微分方程, 传递函数到微分方程(p165) 书上加作业

U6 组成、工作原理、寻址的几种方式、扩展模块地址如何编、定时器 3 种定时精度(1ms、10ms、100ms) 计算机刷新时刻

(建议看一遍书的会打\*\*)(小号字体次要)

判断  $10 \times 1.5 = 15$

### 1. pid 公式规律

P 比例控制快速但存在余差, i 积分控制准但相对比较慢 (随时间累加, 滞后于偏差, 甚至影响稳定), d 微分控制可以有超前作用(偏差的变化速度)

PI 比例积分优点: 消除余差, 但降低稳定性

公式(具体看书 p25 及后):  $u(t) = K_p e(t)$      $u(t) = K_i \int e(t) dt$      $u(t) = T_D de(t)/dt$

### pid 特性参数

比例度  $\delta$  与比例增益  $K_p$  成反比,  $\delta$  越小,  $K_p$  越大, 比例控制越强

1)  $\delta$  对余差的影响:  $\delta$  越小, 余差也小;

2)  $\delta$  对最大偏差和振动周期的影响:  $\delta$  越小, 最大偏差越小,  $T$  越短;

3)  $\delta$  对系统稳定性的影响:  $\delta$  越大, 越稳定; 小于临界比例度  $\delta_c$  时系统发散振荡, 等于时等幅振荡

(p29) 积分时间  $T_i$ ,  $T_i$  越小, 比例积分控制作用越强,  $T_i$  无穷纯比例

1)  $T_i$  减小积分作用增加。

2) 最大偏差减小, 余差快速消失

3) 振荡加剧, 稳定性变差

### 微分时间 $T_D$

1)  $T_D$  偏小对过渡过程影响小

2)  $T_D$  适中, 改善过渡过程各项指标

3)  $T_D$  偏大, 过渡过程振荡加剧, 稳定性变差

Pid 控制: 快速性、消除偏差、根据被控变量的变化趋势超前动作

总结:  $\delta$  越大,  $T_i$  越大,  $T_D$  偏小越稳定, 反之易振荡

2. 被控对象的特性参数 (判断哪个静态哪个动态?  $K$ 、 $T$ )

放大系数 K, 只与初终态有关, 与过程无关, 静态参数

时间常数 T, 达到 63.2%所需的时间, 动态参数

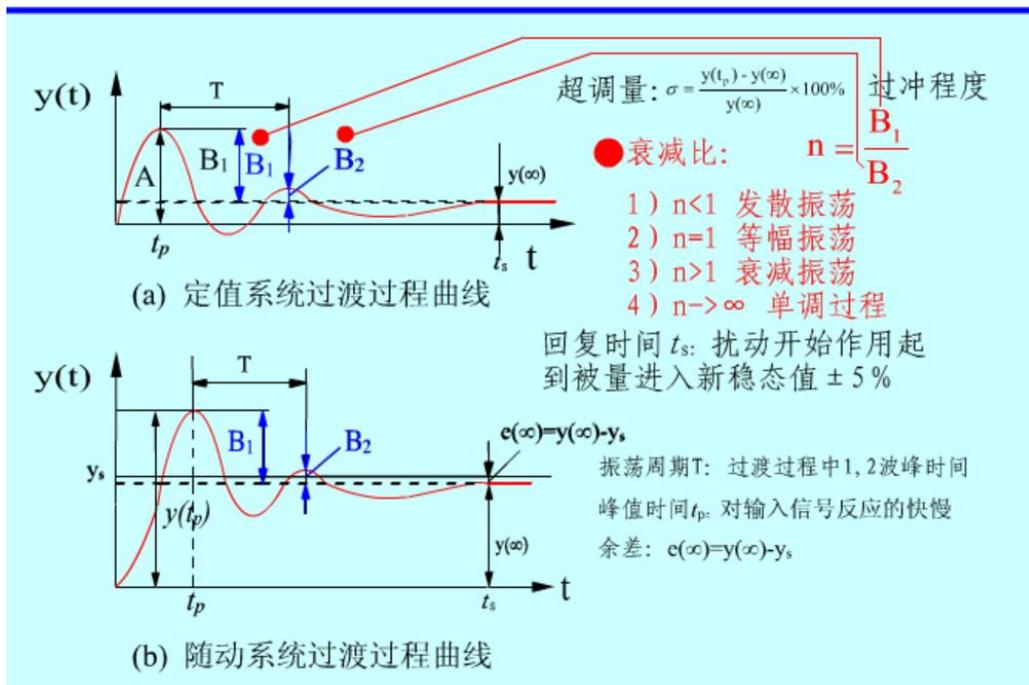
滞后时间 动态参数

### \*\*3.过渡过程参数 p11 图

1. 单位阶跃输入的响应 (质量指标): 衰减比、最大偏差与超调量、回复时间、余差、振荡周期

2. 偏差积分性能指标

定值系统 (设定值不变): 最大偏差, 第一个波峰与设定值的差



随动系统: 超调量 = (最大振幅 - 稳态) / 稳态 \* 100%

4. 存疑, 怀疑是开环闭环

## 5.各种顺序控制

P37 时间顺序控制（物料输送）、逻辑顺序控制（反应釜液位）、条件顺序控制（电梯）

冰箱属于什么控制？逻辑（我猜的）条件,更像电梯(原话：时间顺序和条件顺序不要搞混)

6 7 U3

### 第三章 过程检测技术

### 3.1测过程检测的基本概念

#### (2) 准确度与精度等级

准确度又称精确度,是指测量结果与实际值相一致的程度。任何测量过程都存在测量误差,在对参数测量时,不但需要知道仪表示值是多少,而且还要知道测量结果的准确程度。

准确度是测量的一个基本特征,通常为仪表允许误差与量程之比的百分数,即

$$\text{准确度} = \frac{\text{仪表的允许误差}}{\text{仪表的量程}} \times 100\% = \frac{\Delta_{\max}}{a-b} \times 100\% \quad (3-1)$$

仪表的精度等级按照国家规定的允许误差范围分为若干等级,主要包括以下几种: 0.005、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0等级别。一般仪表精度等级为0.5~4.0级。仪表的精度等级通常都用一定的形式标志在仪表的标尺上,如在等级数字外加一个圆圈或三角形。



传感器的精度如何表述

传感器的变送（几千兹？），各有什么特点，线怎么接准？（没听懂） 2:10:40

U3 哪里在讲变送我也看不出来

押:p57 为了消除连接导线电阻引起的测量误差，一般热电阻都采用三线制接法

\*\*8 p115-118 u4 执行器 步进电机特性指标 与伺服电机区别和联系

押: **运行矩频特性**是电机诸多动态曲线中最重要的，也是电机选择的根本依据

步进电机是**开环**控制，伺服电机是**闭环**控制，伺服电机一般不会出现丢步或过冲现象，控制性能更可靠

\*\*9. u5 数字 pid 什么情况下出现饱和

P165 控制信号过大、控制信号的变化率过大进入非线性区;

位置式 pid 控制算法中积分项控制作用过大将会出现积分饱和;

增量式算法中当设定值发生跃变时, 出现比例或微分饱和;

主要对积分项和微分项进行改进

\*\*10. PLC

P200

押: 定时器刷新方式 (1ms,10ms,100ms 3 种精度)

1)1ms, 系统每隔 1ms, Txx 自动刷新 1 次

2)10ms, 扫描开始时自动刷新

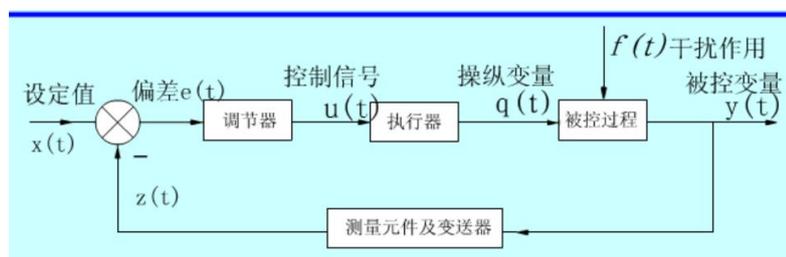
3)100ms, 定时指令执行时刷新

P189

押: 所以的扩展模块都通过总线扩展电缆连接到前面的 CPU 或前面的其他扩展模块

押: 采样定理: 采样频率大于等于最高频率两倍,  $f_s > 2f_m$

\*\*\*\*\*简答 60 分



1. \*\*控制系统组成 (送分, 保分) 7 分 作业题 1-3

被控对象>>>>>被控变量 y

测量元件和变送器>>>>>测量值 z(t)

调节器>>>>>控制信号  $u(t)$

执行器>>>>>操纵变量  $q(t)$

\*\*2.Pid 控制规律，有什么特点，给一个例子如何判断，参数整定 14 分

作业题 1-18 1-26

P 比例控制快速但存在余差，i 积分控制准但相对比较慢（随时间累加，滞后于偏差，甚至影响稳定），d 微分控制可以有超前作用(偏差的变化速度)

PI 比例积分优点：消除余差，但降低稳定性

公式(具体看书 p25 及后):  $u(t)=K_p e(t)$   $u(t)=K_i \int e(t)dt$   $u(t)=TD de(t)/t$

pid 特性参数

比例度  $\delta$  与比例增益  $K_p$  成反比， $\delta$  越小， $K_p$  越大，比例控制越强

1) $\delta$ 对余差的影响:  $\delta$ 越小,余差也小;

2) $\delta$ 对最大偏差和振动周期的影响:  $\delta$ 越小,最大偏差越小, T 越短;

3) $\delta$ 对系统稳定性的影响:  $\delta$  越大,越稳定; 小于临界比例度 $\delta_c$ 时系统发散振荡, 等于时等幅振荡

(p29)积分时间  $T_i$ ,  $T_i$  越小, 比例积分控制作用越强,  $T_i$  无穷纯比例

1) $T_i$  减小积分作用增加。

2)最大偏差减小, 余差快速消失

3)振荡加剧, 稳定性变差

微分时间  $T_D$

1)  $T_D$  偏小对过渡过程影响小

2)  $T_D$  适中, 改善过渡过程各项指标

3)  $T_D$  偏大, 过渡过程振荡加剧, 稳定性变差

Pid 控制: 快速性、消除偏差、根据被控变量的变化趋势超前动作

总结:  $\delta$  越大,  $T_i$  越大,  $T_D$  偏小越稳定, 反之易振荡

## 原则

- 1) 负荷小的控制系统选用简单控制系统。
- 2) 时间常数小，负荷小，工艺要求低，可选用P调节。如：罐液位，压力
- 3) 时间小，负荷变化小，工艺要求无余差，选用PI，如管道压力、流量
- 4) 时间常数大，工艺允许有余差，选用PD，无余差选用PID，如温度、成份、PH值

1-18

1-26 整定方法 (应该背特点之类的):

理论方法

1)根轨迹法 2)频率响应法 3)偏差积分准则

工程方法

1)临界比例度法 2)衰减曲线法 3)响应曲线法 4)经验试凑法

\*\*3.测量变送 哪些参数，如何测量 9分

时间不够就 allin 温度测量吧，其他的稍微看两眼 (绝望)

3-8 3-17 3-24 3-36

\*\*4.继电器工作原理 分类 10分

4-13

\*\*5.控制类型，几种干扰，抗干扰措施，几种通道

控制系统类型 5-3

干扰 5-10

通道：数字量/模拟量 输入/输出 通道

\*\*6.PLC

押：寻址（总不能这个考计算吧？）

押：组成、工作原理

6-2

基本结构：CPU、电源、编程器、存储器、输入输出接口电路

6-3

执行一次扫描操作所需的时间成为扫描周期，典型值 1~100ms

与用户程序的长短、指令的种类和 CPU 执行速度有关

扫描工作模式：内部处理、通信服务、输入处理、用户程序处理、输出处理阶段

寻址：

直接寻址：位直接寻址、特殊器件直接寻址、字节直接寻址

间接寻址

计算题 25 5 道题 3、4 取自作业，5 编程

u1 1-13 1-14

5-5 5-8（俺寻思没别的可以算的了）

编程，控制程序，变量定义，算法表示（某条曲线，值，预测下个时刻的值）

## 作业程序参考

```
unsigned long starttime, endtime; // 定义上一个中断与下一个中断的时刻
float n; // rpm 计算的转速
float n1;
float error; // error 误差
// PI参数请同学们整定
float sum; // the sum of error 累计误差
float u; // 控制量
float kp = 0.2; // 比例常数
float ki = 0.01; // 积分常数
int input = A4; // PUL输入引脚
int output = 3; // PWN输出引脚
int value; // the value of PWM, PWM 值
int setting = 3000; // 设定转速目标

,
void TEST_AVG() { //测试信号平均值
AVG = 0; //平均值清零
int i;
for (i= 0; i <AVGN; i++) {
ADV = analogRead(CHANNEL); //采集一点
AVG = AVG +ADV; //累加
delay(AVG_DLY); //延时
}
AVG = (AVG / AVGN); //求平均值
}
void TEST_FRE() { //测试频率
SRTT =-1; //开始时刻
CYCLE_COU =0; //计数器清零
LASTP =analogRead(CHANNEL); //测量一点
while(1) {
NOWP = analogRead(CHANNEL); //再测一点
if (LASTP <=AVG && NOWP >AVG) {
//上一点小于等于平均值, 本点大于平均值, 即上一点到本点为一个上升沿
CYCLE_COU++; //计数器加1
if (SRTT ==-1) {
SRTT =micros(); //如果是开始点, 则读取开始时间
}
ENDT = micros(); //读取终止时刻
}
LASTP =NOWP; //本点变上点
if (CYCLE_COU == (CYCLEN +1)) {
break; //如果到达指定周期数
}
}
DT = (ENDT-SRTT) / CYCLEN /P_PER_CYCLE; //计算采样间隔为数据采集做准备
FRE = (ENDT-SRTT) / 1000000.0; //时间间隔
FRE = CYCLEN /FRE; //计算频率
}
void SAMPLE_T_DATA() {
//采集整周期数据并发送
//取在...占空比平均值的数据
```

```
/******中断程序*****/
```

```
void Rpm_Get() {
endtime=starttime;
starttime = micros();
n1 = 1e6 * 60 / (starttime-endtime); // 计算转速
if(n1<setting*10/3)n=n1;
else n=10000;
}
```

```
/******控制量计算义*****/
```

```
void control() {
value = 0; // 控制量
//计算当前误差
error = setting - n;

// 积分项计算 (注意防止积分饱和)
sum += error;

// 计算PI控制量
u = kp * error + ki * sum;

// 将控制量转换为PWM值 (0-255)
value = (int)(u);

// 限制PWM输出范围
if(value > 255) value = 255;
if(value < 0) value = 0;

analogWrite(output, value); // 控制量输出
}
```

张志新的文件传输助手

5-5 (1)

模拟 PID 控制器的表达式为:

$$u(t) = K_p \left[ e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right]$$

其传递函数为:

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

根据题目可得,  $K_p = 5$ ,  $T_I = 2$ ,  $T_D = 1$ , 因此向后差分的数字控制器表达式为:

$$u(k) = K_p \left[ e(k) + \frac{T}{T_I} \sum_{i=0}^k e(i) + T_D \frac{e(k) - e(k-1)}{T} \right]$$

代入可得:

$$u(k) = 5 \left[ e(k) + \frac{1}{2} \sum_{i=0}^k e(i) + 2(e(k) - e(k-1)) \right]$$

(2)

原式可以变形为:

$$G(s) = \frac{40}{3} \left( 1 + \frac{1}{40s} \right)$$

由此可得,  $K_p = \frac{40}{3}$ ,  $T_I = 40$ , 因此代入向后差分的 PID 数字控制器表达式为:

$$u(k) = \frac{40}{3} \left[ e(k) + \frac{1}{80} \sum_{i=0}^k e(i) \right]$$