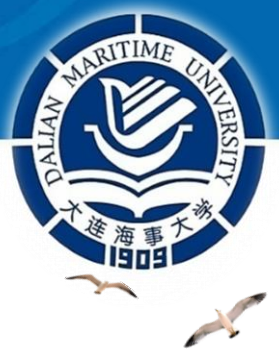
第三章 调节器基本作用规律



- 调节器作用规律简介
- 第一节 双位作用规律
- 第二节 比例作用规律
- 第三节 比例积分作用规律
- 第四节 比例微分作用规律
- 第五节 比例积分微分作用规律

第五节 比例积分微分作用规律



一 比例积分微分作用规律

二 气动PID调节器

三 电动PID调节器

四 数字PID调节器

一 比例积分微分作用规律

定义

比例积分微分作用规律是指把比例、积分和微分作用组合在一起，构成了比例积分微分作用规律（PID）。

$$p(t) = K\left[e(t) + \frac{1}{T_i}\int e(t)\cdot \mathrm{dt} + T_d\frac{de(t)}{dt}\right]$$

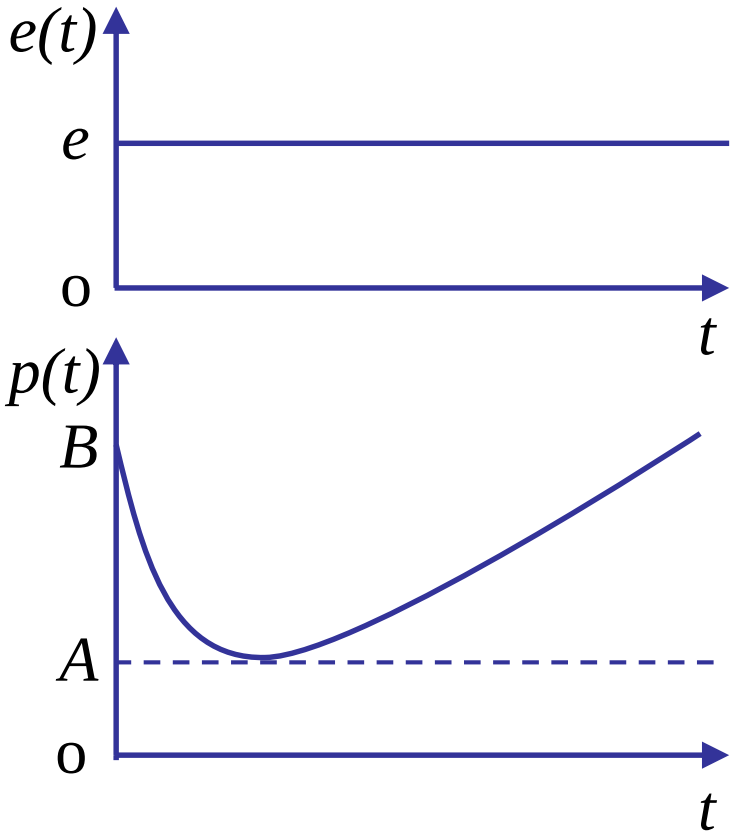
其中，K 为比例系数，T_i 为积分时间，T_d 为微分时间。

$T_i = \infty$，则积分作用切除；$T_d = 0$，则微分作用切除。

一 比例积分微分作用规律

开环阶跃特性

$$p(t) = K\left[e(t) + \frac{1}{T_i}\int e(t)\cdot \mathrm{dt} + T_d\frac{de(t)}{dt}\right]$$



比例积分微分作用规律开环阶跃响应特性

一 比例积分微分作用规律

特点

具有比例作用调节及时、积分作用消除静态偏差和微分作用超前控制的优点。

PID参数整定

1、往往令 $T_i > T_d$ 长，大致为 $T_i = 4\,T_d \sim 5\,T_d$

2、PI调节器加入微分作用后，可把原来整定的比例带 PB 和积分时间 T_i 都减小一点。（微分作用可减小最大动态偏差，为了缩短过渡过程时间，可以减小 PB 和 T_i ）

一 比例积分微分作用规律

PID参数整定

3、微分作用在某些时候应避免应用。如机舱中的锅炉水位等液位控制系统，若采用PD调节器，则会因D作用的敏感性，使得在船舶摇晃波动时，给水阀的调节过于频繁。

第五节 比例积分微分作用规律



一 比例积分微分作用规律

二 气动PID调节器

三 电动PID调节器

四 数字PID调节器

二 气动PID调节器

气动PID调节器的组合形式

(1) 在PI调节器前串联一个微分器

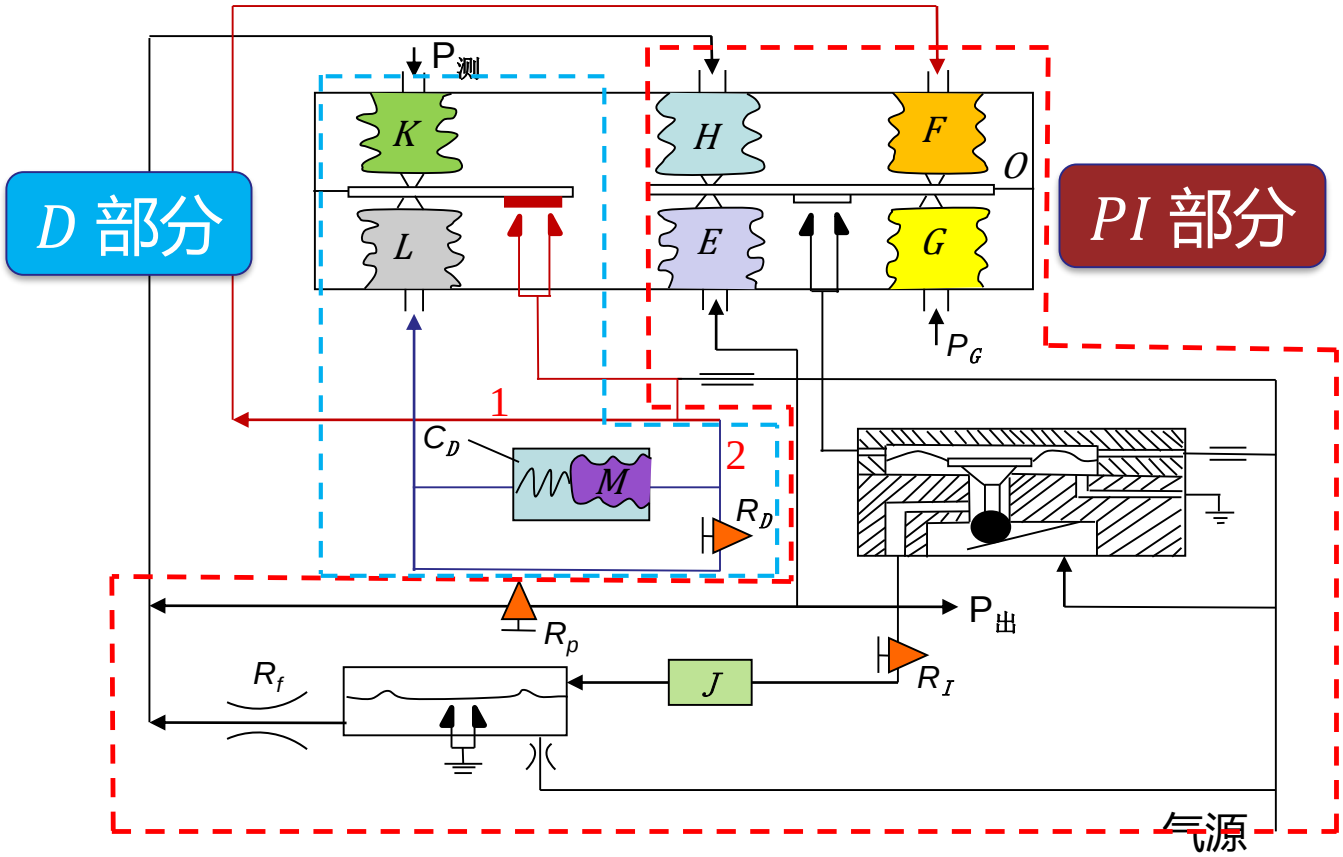
QTM-23J气动PID调节器

(2) 将三种反馈并行叠加

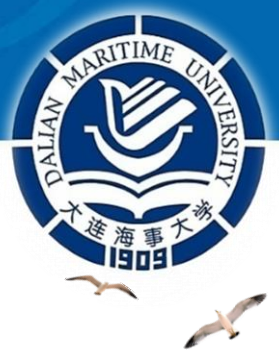
NAKAKITA气动PID调节器

二 气动PID调节器

(1) QTM-23J气动PID调节器



第五节 比例积分微分作用规律



一 比例积分微分作用规律

二 气动PID调节器

三 电动PID调节器

四 数字PID调节器

三 电动PID调节器

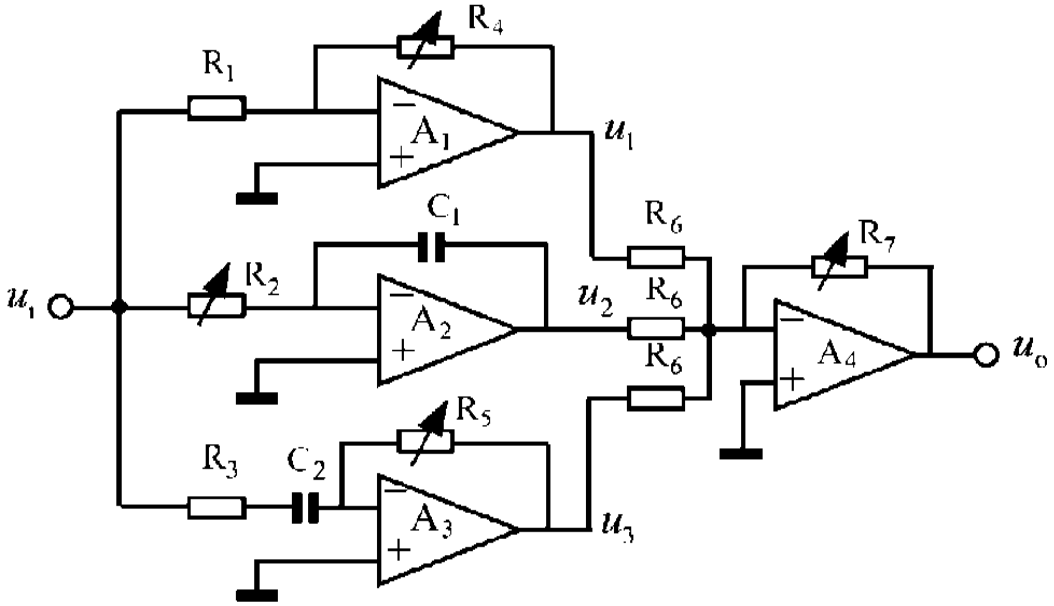
电动PID调节器一般做成电路板形式，内部一般采用运算放大器、电阻和电容等元器件组成。通过各元器件电路的设计，来实现比例积分微分等环节。

A1：比例作用

A2：积分作用

A3：微分作用

A4：加法器



第五节 比例积分微分作用规律



一 比例积分微分作用规律

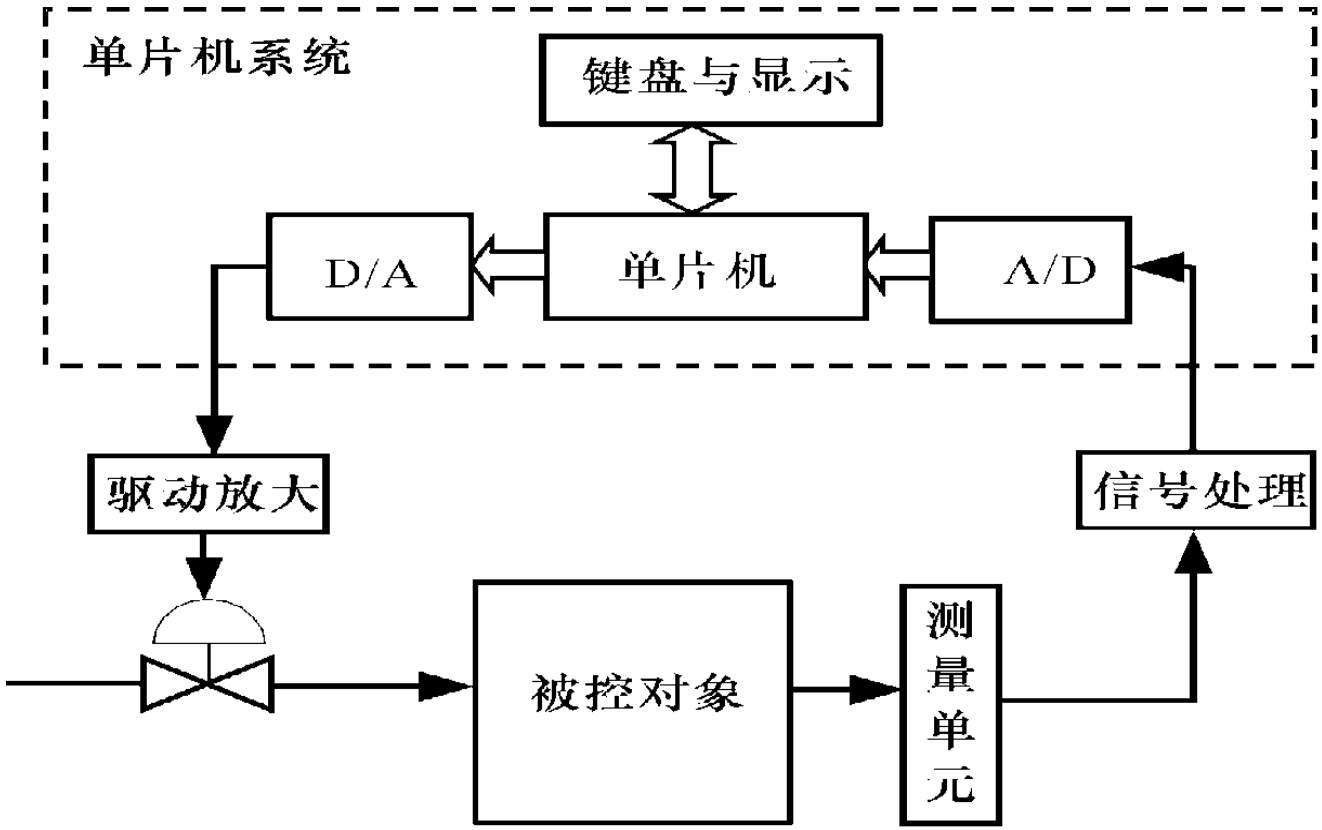
二 气动PID调节器

三 电动PID调节器

四 数字PID调节器

四 数字PID调节器

数字PID调节器是指调节器的作用规律通过在计算机中软件编程实现。



四 数字PID调节器

采样控制

由计算机组成控制系统不能像模拟仪表那样连续进行，而是每隔一定的周期（采样周期，用 T 表示）进行一次测量采样和控制量的输出计算，称作采样控制。

由于计算机只能根据采样时刻的偏差值计算控制量，积分和微分需要采用数字计算的方法实现。

四 数字PID调节器

位置式PID控制算法

在采样时刻 $t = kT$ PID调节器的控制量表示形式为：

$$\mu_k = K\left[e_k + \frac{T}{T_i}\sum_{j=0}^{k} e_j + \frac{T_d}{T}(e_k - e_{k-1})\right] + \mu_0$$

由于 μ_k 代表的是执行机构的位置（如阀位的开度），所以称为位置式PID控制算法。

只要采样周期 T 选择合适，这种控制过程与连续控制十分接近，称为“准连续控制”。

四 数字PID调节器

增量式PID控制算法

若将 μ_k 减去 μ_{k-1}，即：

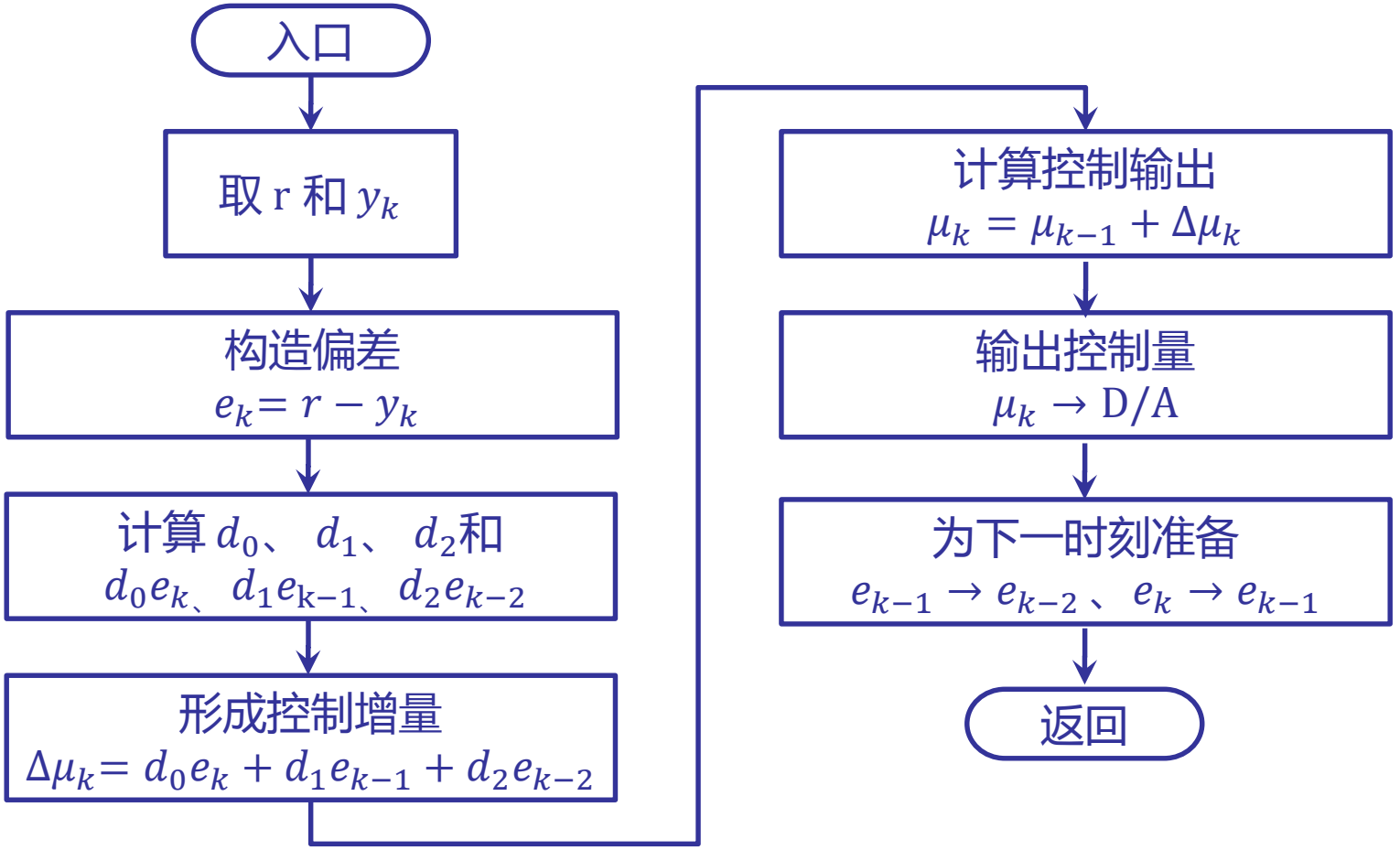
$$\mu_{k-1} = K\left[e_{k-1} + \frac{T}{T_i}\sum_{j=0}^{k-1} e_j + \frac{T_d}{T}(e_{k-1} - e_{k-2})\right] + \mu_0$$

$$\Delta\mu_k = \mu_k - \mu_{k-1} = K\left[e_k - e_{k-1} + \frac{T}{T_i}e_k + \frac{T_d}{T}(e_k - 2e_{k-1} + e_{k-2})\right]$$

$$\Delta\mu_k = d_0 e_k + d_1 e_{k-1} + d_2 e_{k-2}$$

四 数字PID调节器

增量式PID控制算法流程图



谢谢各位同学！

