

执行器和防爆栅



第四章 执行器和防爆栅

主要内容：

- 气动执行器
- 电-气转换器
- 电动执行器
- 阀门定位器
- 安全火花防爆系统的概念
- 防爆栅工作原理



4.1.2 电-气阀门定位器

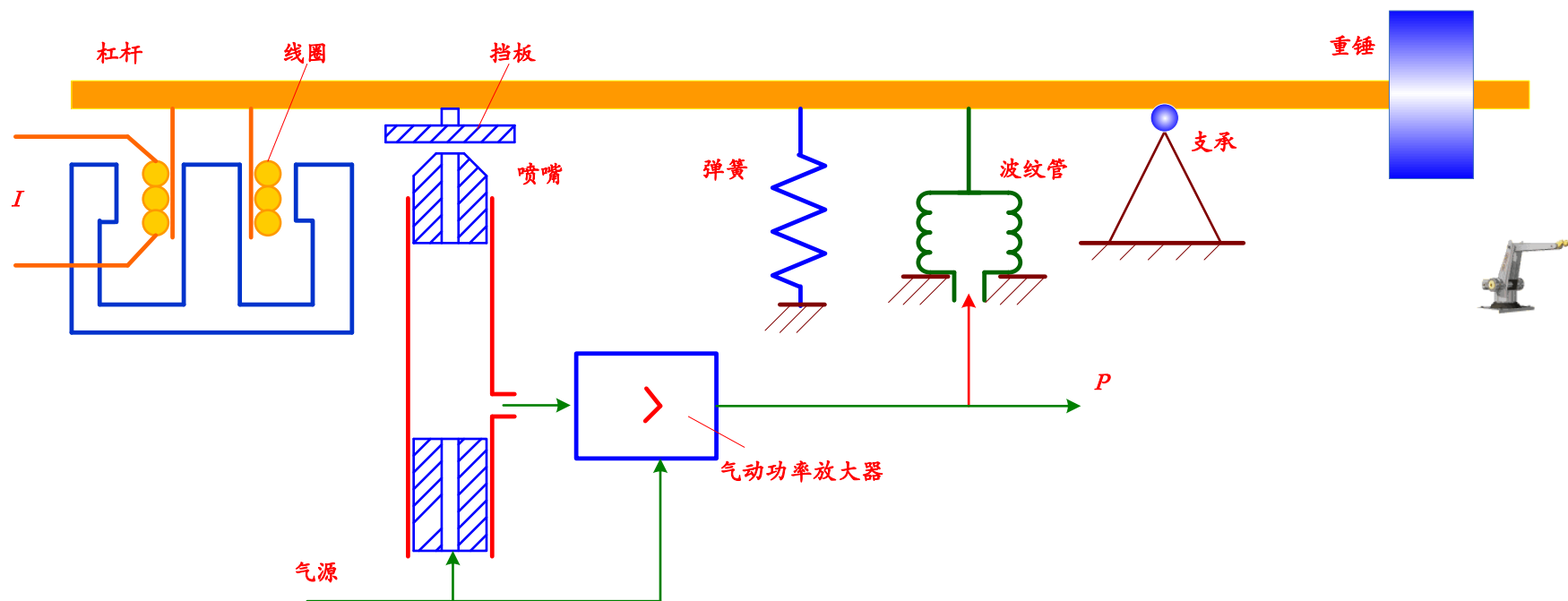
作用：电气转换和阀门定位器

输入信号：电动控制器的输出电流

输出信号：标准气动信号，操纵气动薄膜控制阀

原理：力矩平衡原理

电-气转换器工作原理图



核心部件-喷嘴挡板机构的构造和特性

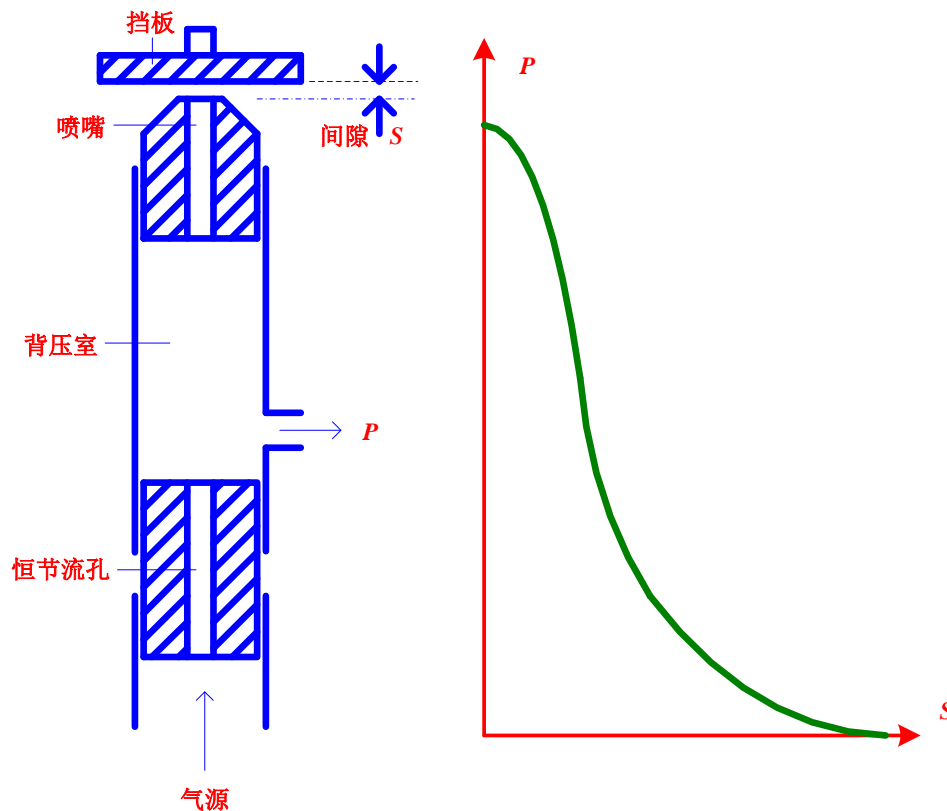
部件---喷嘴挡板机构

主要组成:

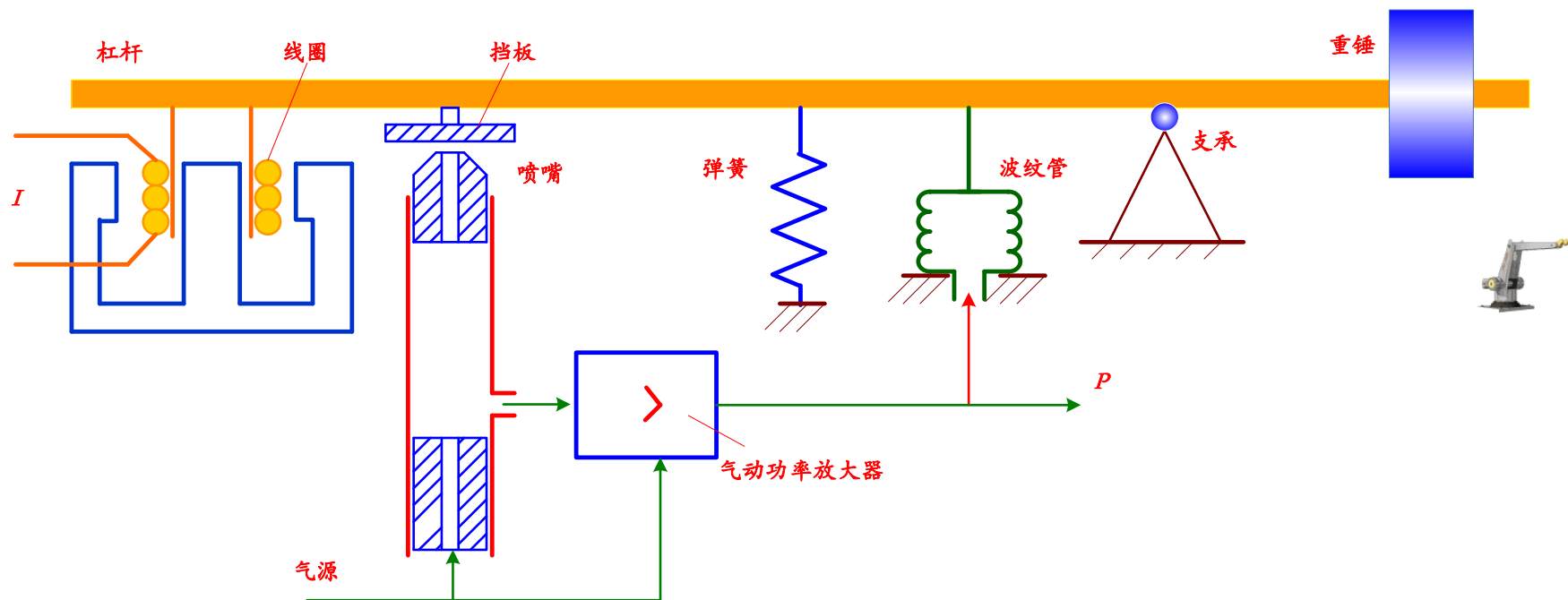
背压室、恒节流孔、
喷嘴、挡板、气压信号
输出孔

工作原理:

当挡板与喷嘴间隙有微小位移将会被转换为气压信号 P 输出，作为气动功率放大器的输入信号。



电-气转换器工作原理图

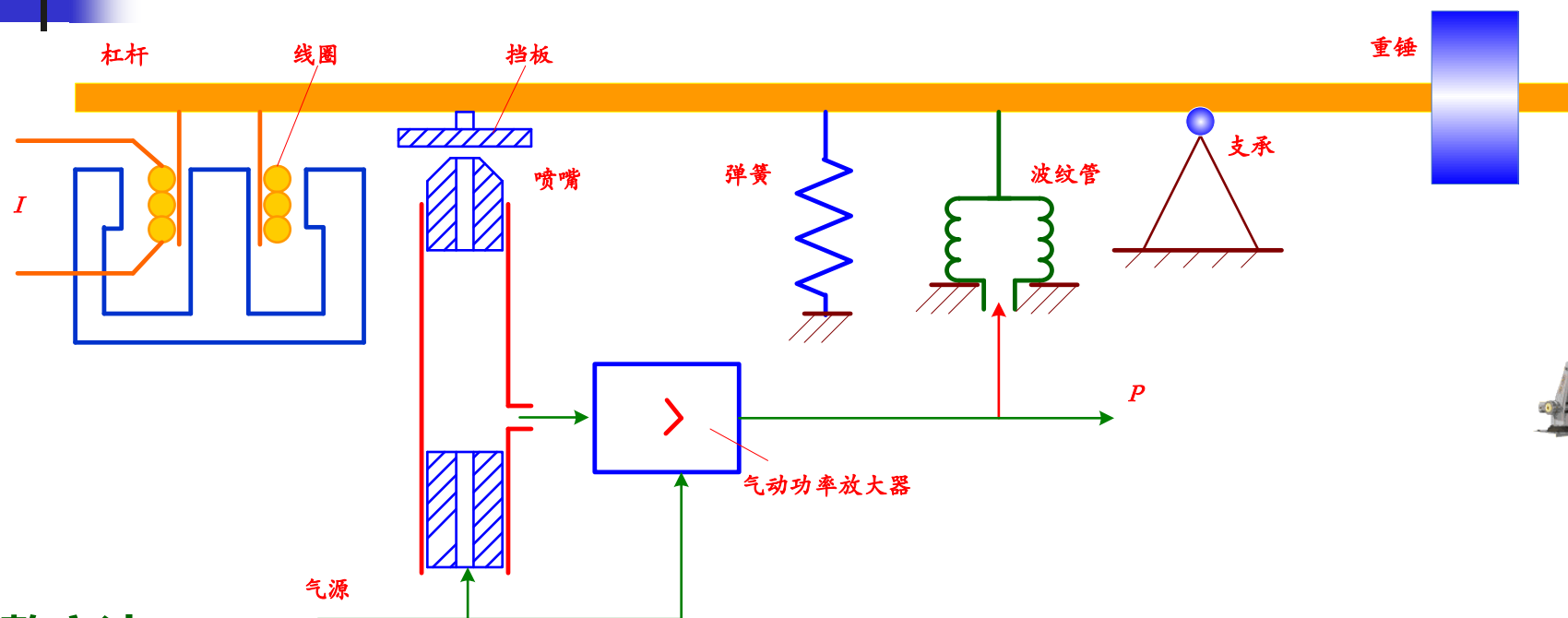




电-气转换器

- **作用：**将调节器输出的标准电流信号转换为20~100kPa的标准气压信号。
- 电-气转换器（力平衡式）的工作原理
- **涉及：**调节器输出电流 I 、电磁铁线圈、杠杆、喷嘴挡板机构、气动功率放大器、支撑弹簧、波纹管、重锤、气源等。
- **工作过程：**
- 调节器输出电流 $I \uparrow$ ---电磁铁线圈吸力 \uparrow ---杠杆左端 \downarrow ---挡板压缩喷嘴---喷嘴间隙 \downarrow ---气动功率放大器输出功率 $P \uparrow$ ---杠杆波纹管充气---杠杆左端 \uparrow ---形成反馈力达到平衡

电-气转换器工作原理图



调整方法:

弹簧调整输出零点，波纹管粗调量程，永久磁体磁分路螺丝细调量程，重锤调节平衡。

转换器指标:

精度0.5级、气源压力 $140 \pm 14 \text{ kPa}$ 、输出气压信号 20 ~100kPa。

4.5 阀门定位器

功能：接受控制器的输出信号，然后将该信号成比例地输出到执行机构，当阀杆移动以后，其位移量又通过机械装置负反馈作用于阀门定位器，它与执行机构组成一个闭环系统。采用阀门定位器，可以增加执行机构的输出功率，改善控制阀的性能。

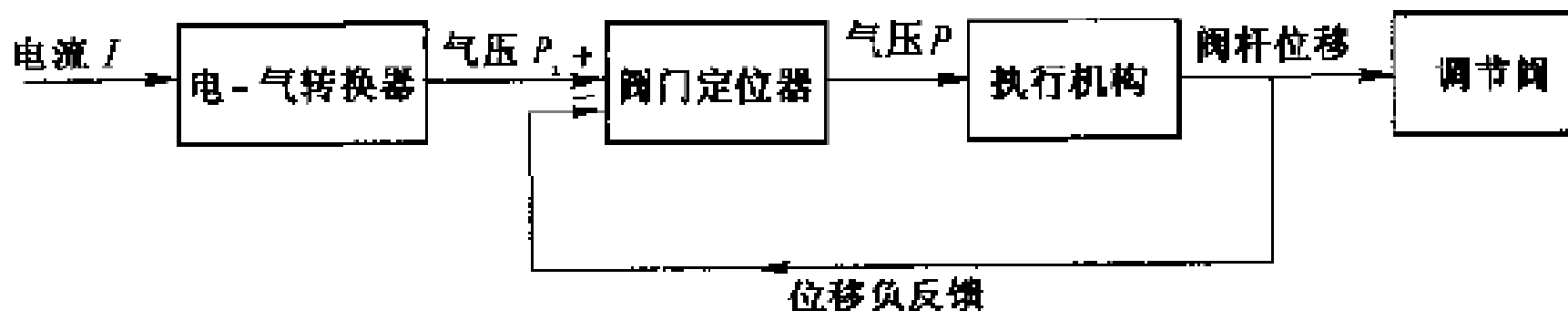
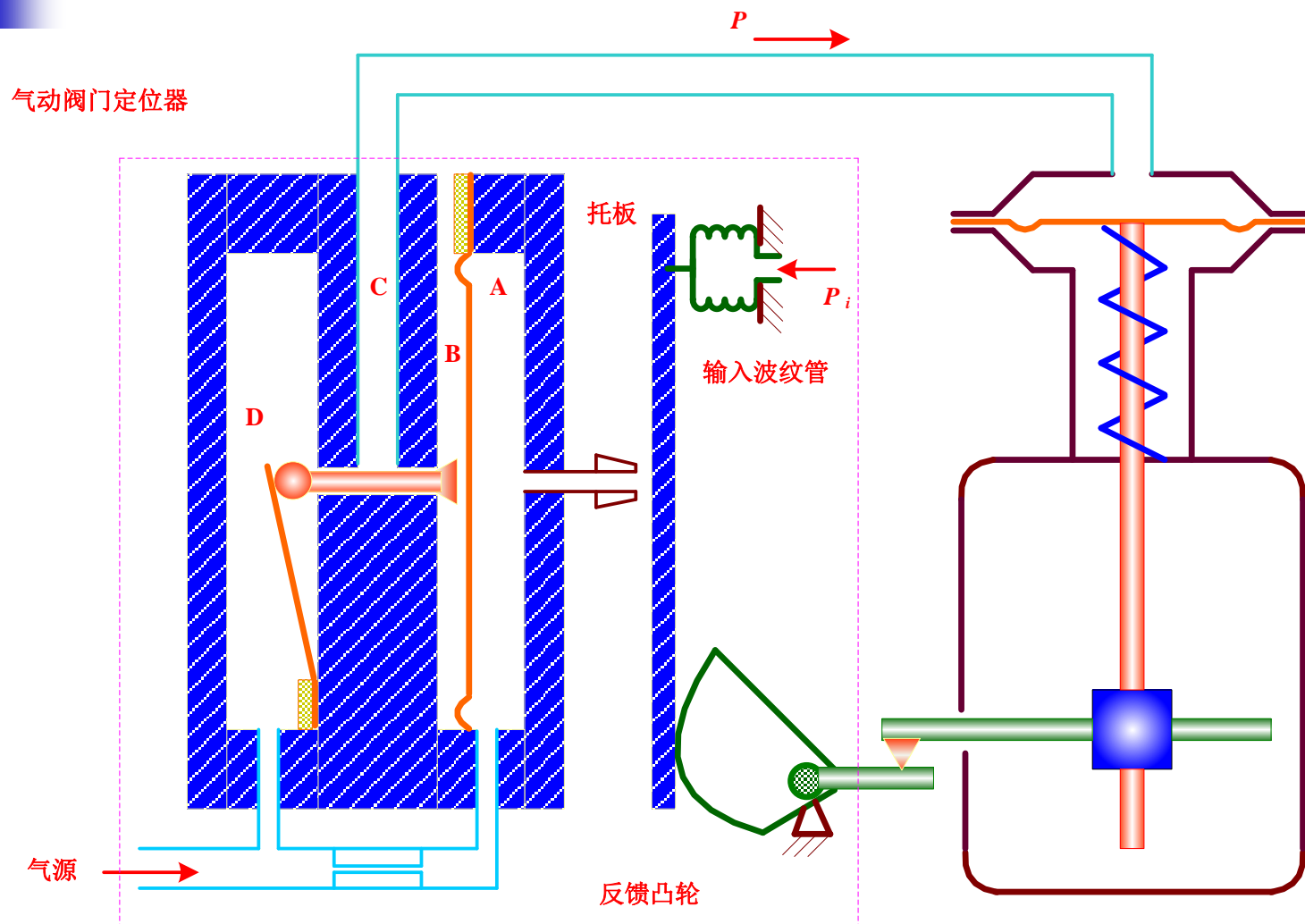


图 4-11 带定位器的气动执行器

气动阀门定位器与执行机构的配合





气动阀门定位器与执行机构的配合示意图

主要动作涉及：

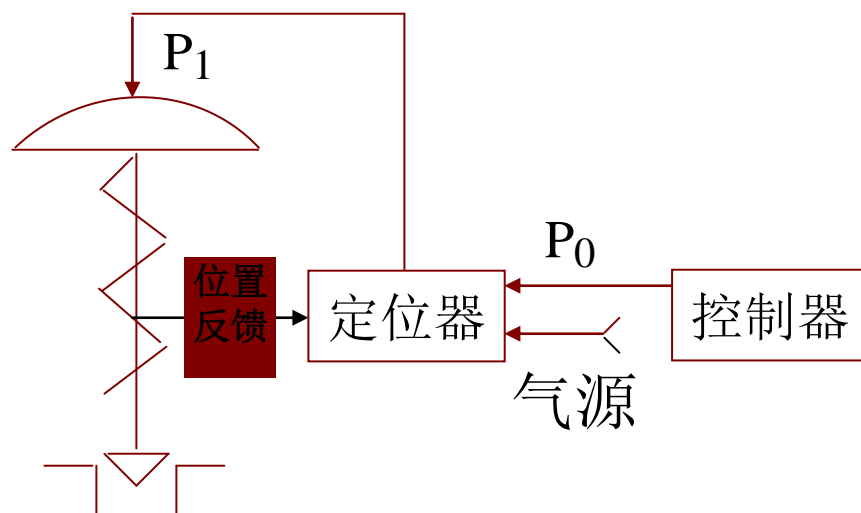
- (1) 锥阀--控制排气,
- (2) 球阀--控制进气,
- (3) 波纹管 (P_i 输入) --给定值,
- (4) 推杆-凸轮--反馈值
- (5) P -执行机构的控制气压--定位器的输出量

工作原理：

- 挡板移近喷嘴--A室气压 \uparrow --膜片推动锥阀 (间隙) 排气量 \downarrow --球阀 (间隙) 进气量 \uparrow --C室气压 \uparrow --控制气压 $P \uparrow$ --推杆 \downarrow --凸轮顺时针转动--挡板移出喷嘴--系统平衡

阀门定位器

阀门定位器可增加执行器输出功率，减小信号传递滞后，加快阀杆位移速度，提高线性度，克服阀杆摩擦力，保证正确定位。



阀门定位器示意图



4.5.2 阀门定位器的作用

(1) 改善阀的静态特性

(2) 改善阀的动态特性

——改变了阀原来的一阶滞后特性，减小时间常数，使之成为比例特性。

(3) 改善阀的流量特性——通过改善反馈凸轮的形状



- 一体化电气阀门定位器：
- 结构原理：RF-P185-FIG-4-13
- 工作原理：
- 输入电流 I \uparrow —— 杠杆上部右转 —— 喷嘴间隙
 \downarrow —— 控制压力 P \uparrow —— 推杆 \downarrow —— 凸轮顺时针
转动 —— 挡板移出喷嘴 —— 杠杆下部右转 ——
系统平衡





电动执行器

作用：将调节器输出的4~20mA信号转换成直线或角度位移。

组成：执行机构和调节阀（同一般执行器）

特点：执行器使用电动执行机构---利用电动机等启闭调节阀。

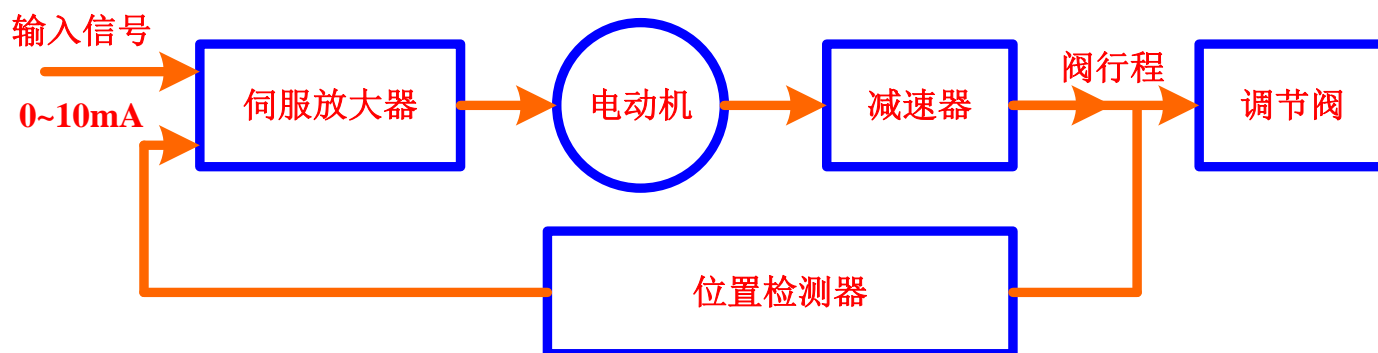


(一) 电动执行机构

电动执行机构有角行程和直行程两种，是以两相交流电机为动力的位置伺服机构，它将输入的直流电流信号线性地转换成位移量。



电动执行器原理框图



常用电动执行器的要求：能够频繁启动、能长期处于过载状态。

具体措施：采用专用异步机，转子电阻大---启动电流小、堵转时温升不超限。



第4章 执行器和防爆栅

第2部分---防爆栅

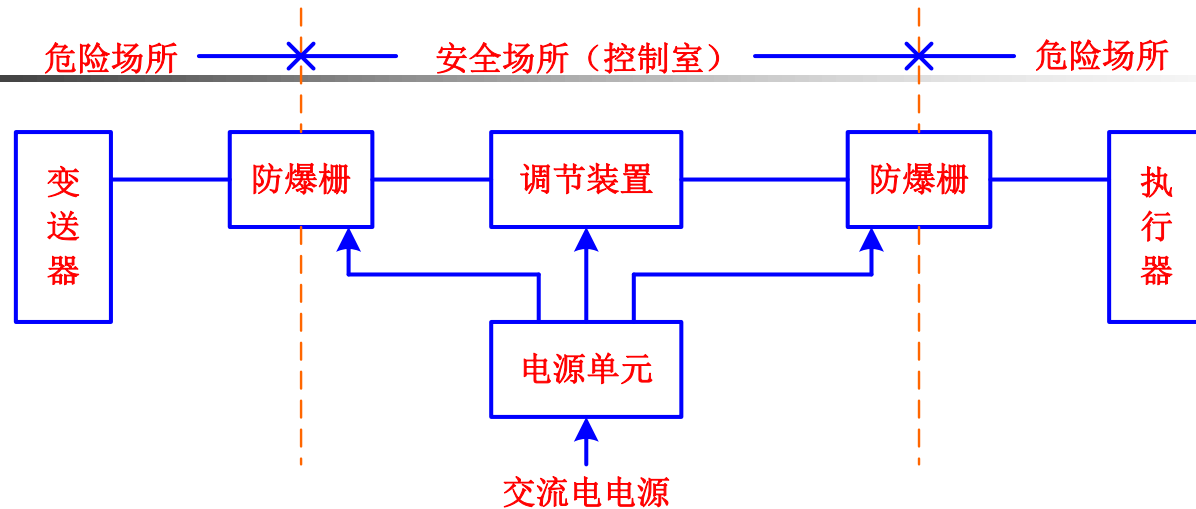
1. 安全防爆基础知识
2. 隔离式防爆栅的电路原理及性能
3. 防爆栅在现场总线中的应用



4.2 防爆栅

- **4.2.1 安全火花防爆系统的概念**
- **防爆的设计思路：**
- **传统--包括充油型、充气型、隔爆型等，将可能产生火花的电路从结构上与爆炸性气体隔开；**
- **新型--（安全火花型）电路设计上考虑防爆，将电路在短路、开断及误操作下产生的火花限制在爆炸性气体的点燃能量之下。属于本质安全防爆仪表，比结构防爆仪表高一等级。**

防爆仪表与防爆系统



安全火花防爆系统的基本结构（注意：防爆栅的作用）

- **性质**--安全火花防爆仪表和安全火花防爆系统属于两个不同的概念；
- **内容**--防爆仪表只保证仪表内部不产生危险火花，不包括外部引线（电源线、信号线等---注：系统与仪表的区别）。
- **安全火花防爆系统定义**--由安全火花仪表和经过防爆栅连接组成的工业控制系统。（自）



防爆栅的定义及局限性

- **防爆栅：**安全保持器，**用途--**限制送往现场单元的电压、电流，保证进入现场的电功率在安全范围之内。
- **防爆栅的局限性：**只能限制进入现场的瞬时功率，必须与安全火花型仪表配合。
- **安全火花防爆系统的充分必要条件：**
 - (1) 在危险现场的仪表必须是安全火花型；
 - (2) 现场仪表与非危险场所之间的电路连接必须经过防爆栅。



防爆栅的定义及局限性

- (3) 从现场仪表到防爆栅的连接线不得形成大的分布电容和电感。只有这样，才能保证现场仪表自身不产生危险火花，从危险现场以外也不引入危险火花。



4.2.2 安全火花防爆的等级

(安全火花防爆的实质—限制火花能量)

爆炸性混合物的最小引爆电流 (条件: 直流电压 $\leq 30\text{V}$) TAB-4-1

级别	最小引爆电流 (mA)	爆炸性混合物种类
I	$i > 120$	甲烷、乙烷、汽油、甲醇、乙醇、丙酮、氨、一氧化碳
II	$70 < i < 120$	乙烯、乙醚、丙烯晴等
III	$i \leq 70$	氯、乙炔、二硫化碳、市用煤气、水煤气、焦炉煤气

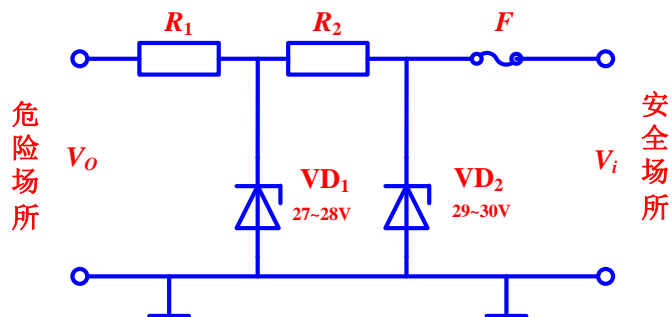
安全火花防爆栅参考资料

4.2.3 防爆栅的基本工作原理

主要种类：电阻式、齐纳式、隔离式。

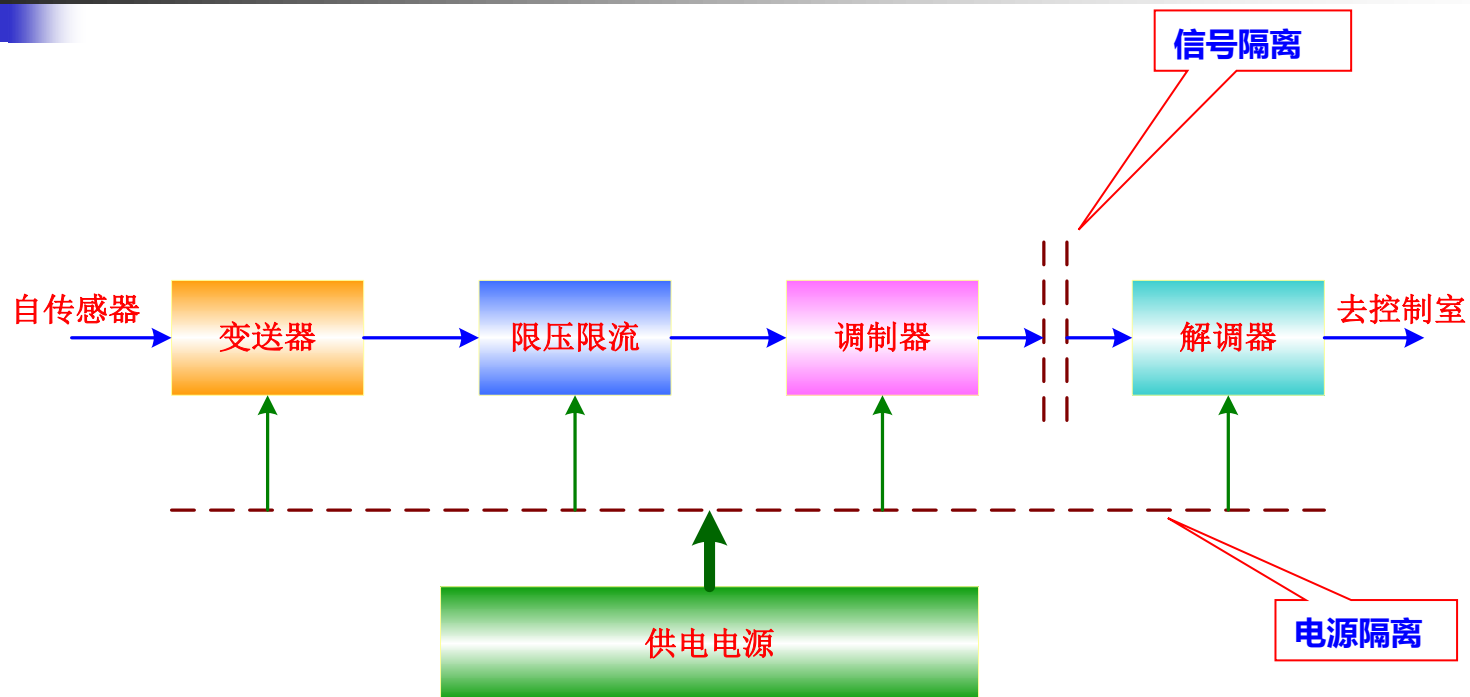
(1) **电阻式**：电阻串联于电源线或信号线限制进入危险现场的电流，缺点：电源、信号受衰减。

(2) **齐纳式**：
利用串联电阻限流、利用并联齐纳稳压管限压。



齐纳式

隔离示意图



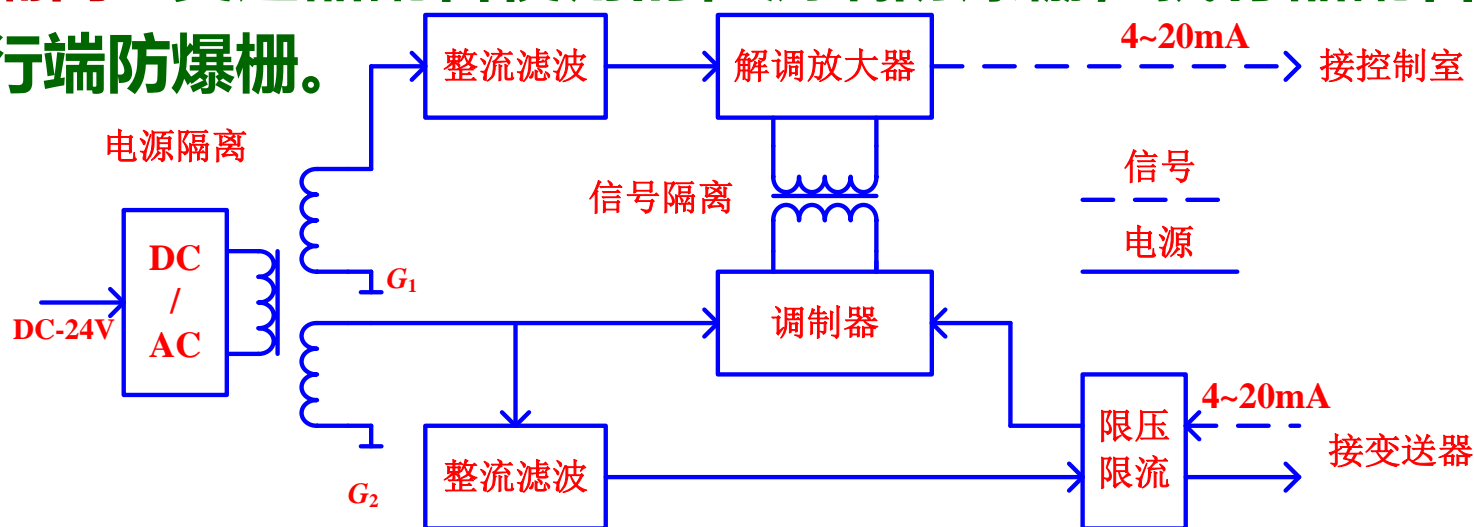
4.2.4 隔离式防爆栅

分为检测端和执行端防爆栅

DDZ-III防爆栅的隔离方案:

具体措施--变压器作为输入输出电源隔离；晶体管截止限压、限流截止式控制电路。

两处隔离--变送器配合使用的检测端防爆栅，执行器配合使用的执行端防爆栅。



基本原理框图

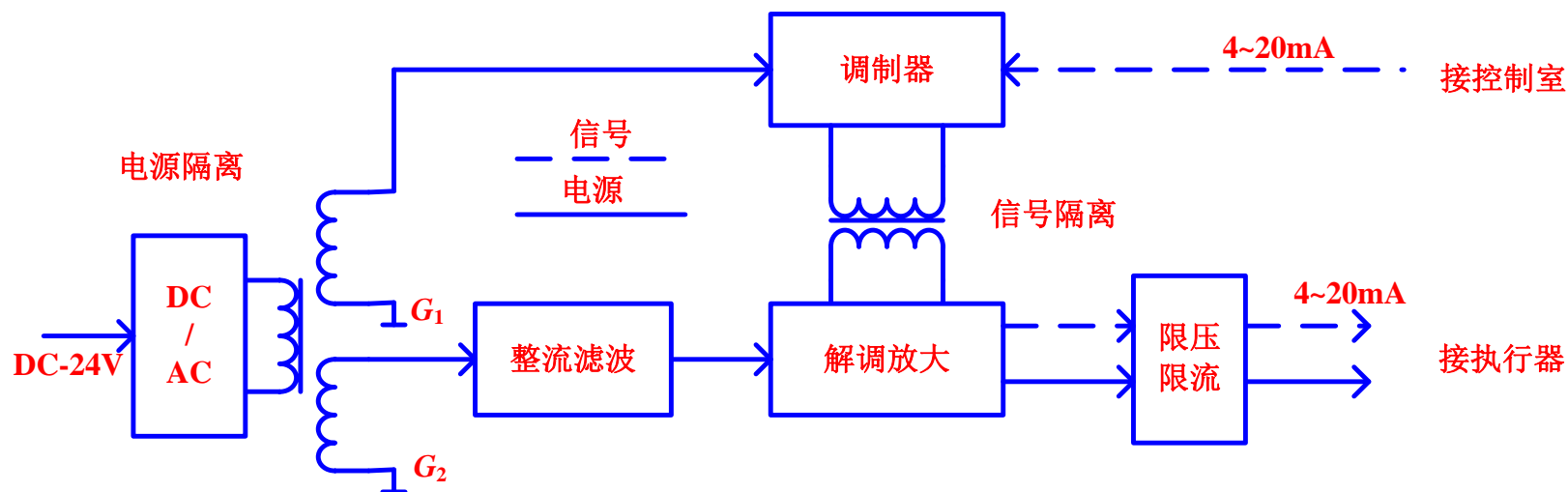
(1) 检测端防爆栅



简化电路原理图

执行端防爆栅工作原理

(2) 执行端防爆栅



执行端防爆栅电路原理图





爆炸物质分类

爆炸性物质分为三类：

I 类： 矿井甲烷；

II 类： 爆炸性气体、蒸气；

III 类： 爆炸性粉尘、纤维。



危险区域分类

3.2 气体爆炸危险场所的区域等级

爆炸性气体、可燃蒸气与空气混合形成爆炸性气体混合物的场所，按其危险程度的大小分为三个区域等级。

0 级区域（简称 0 区，下同）：在正常情况下，爆炸性气体混合物，连续地、短时间频繁地出现或长时间存在的场所。

1 级区域（1 区）：在正常情况下，爆炸性气体混合物有可能出现的场所。

2 级区域（2 区）：在正常情况下，爆炸性气体混合物不能出现，仅在不正常情况下偶尔短时间出现

现场防爆仪器



黄页88网
www.huangye88.com





简单控制系统的投运

控制系统投运-----通过适当的方法使控制器从手动工作状态平稳地转到自动工作状态。

准备工作：

1. 详细了解工艺，对投运中可能出现的问题有所估计。
2. 吃透控制系统的设计意图。
3. 在现场，通过简单的操作对有关仪表（包括控制阀）的功能作出是否可靠且性能是否基本良好的判断。
4. 设置好控制器正反作用和P、I、D参数。
5. 按无扰动切换（指手、自动切换时阀上信号基本不变）的要求将控制器切入自动。



控制器参数的工程整定

控制器参数整定-----对已定的控制系统求取保证控制过程
质量为最好的控制器参数（比例系数 K_p
（也称为比例度， $\delta = 1/K_p$ ）、积分时间 T_I 、微分时间 T_D ）

控制器的参数整定方法

理论计算参数整定法——已知广义对象的数学模型，然后根据系统的各项质量指标要求，通过计算确定相应的PID参数。

现场工程整定法——条件：在工艺过程手操稳定的基础上进行。

- | | |
|----------|-----------|
| 1) 经验法 | 2) 临界比例度法 |
| 3) 衰减曲线法 | 4) 响应曲线法 |

控制器参数的工程整定

方法一：经验法

长期的生产实践中总结出来的一种整定方法

被控变量	规律的选择	比例度	积分时间	微分时间
液位	一般采用P控制，比例度在一定范围	20%~80%		
流量	对象时间常数小，比例度要大，积分时间要短，一般不加微分	40%~100%	0.3 ~ 1	
压力	容量滞后不大，一般不加微分	30%~70%	0.4 ~ 3	
温度	容量滞后较大，比例度应小，积分时间要长，一般要加微分	20%~60%	3 ~ 10	0.5 ~ 3

方法 根据经验先将控制器参数放在某些数值上，直接在闭合的控制系统中通过改变给定值以施加干扰，看输出曲线的形状，以 $\delta\%$ 、 T_I 、 T_D ，对控制过程的规律为指导，调整相应的参数进行凑试，直到合适为止

1、稳定边界法（临界比例度法）

整定步骤：

- (1)、使 $T_i = \infty$, $T_d = 0$, $K_p = \frac{1}{\delta}$ 取较小，将PID调节系统投运。
- (2)、在闭环调节系统上施加给定阶跃作用(sv)，观察 pv 过渡过程及衰减率 ψ 。
- (3)、如 $\psi \neq 0$ ，则增大 K_p ，重复(2)。
- (4)、如 $\psi = 0$ ，即闭环系统处于临界振荡状态，这时令 $K_p = K_m = \frac{1}{\delta_m}$ ，测得临界振荡周期 T_m （临界振荡频率 ω_m ）
- (5)、根据选择的调节算法，按下表计算调节算法参数 P ， T_i ， T_d 。
- (6)、将整定参数后 $G_c(s)$ 投运，再加给定阶跃作用(sv)，观察 pv 过渡过程，看 ψ 是否为0.75。若是，整定完毕可正式投运。

调节规律	δ (%)	T_i	T_d
P	$2 \delta_m$		
PI	$2.2 \delta_m$	$0.85 T_m$	
PID	$1.7 \delta_m$	$0.5 T_m$	$0.13 T_m$

表6-2 稳定边界法的调节器整定数据



控制器参数的工程整定

说明：

- (1)、 δ_m 过小时，不宜使用。因为对于 τ_0/T_0 较大, T_0 较大的系统，此时调节阀易处于全开或全关状态，对正常工艺生产不利或不允许。如燃油加热的炉子。
- (2)、工艺上约束条件严格时，等幅振荡影响安全，不适合使用。
- (3)、对于单容或双容对象，且 τ_0/T_0 很小时，无论 K_C 多么大，都不可能达到临界振荡状态，故无法使用。

控制器参数的工程整定

方法三：衰减曲线法

衰减曲线法控制器参数计算表

控制器 参数 控制规律	δ (%)	T_I (min)	T_D (min)
P	δ_s		
PI	$1.2 \delta_s$	$0.5T_s$	
PID	$0.8 \delta_s$	$0.3T_s$	$0.1T_s$

方法

在纯比例作用下，调整比例度以得到具有衰减比（4：1）的过渡过程，记下此时的比例度 δ_s 及振荡周期 T_s ，根据经验公式，求出相应的积分时间 T_I 和微分时间 T_D 。



控制器参数的工程整定

整定步骤:

- 1)、使 $Ti = \infty$, $Td = 0$, 取某一 Kp , 将PID调节系统投运。
- 2)、适当改变给定值 sv (通常在5%左右为宜), 观察 pv 过渡过程及衰减率 ψ 。
- 3)、如 $\psi \neq 0.75$, 则改变 Kp , 重复(2)。
- 4)、直到 $\psi = 0.75$, 记下此时的比例度 $P \triangleq P'_s$, 过渡过程振荡周期 T_{s1} 。
- 5)、根据选择的调节算法, 按表计算调节算法参数 P , Ti , Td 。
- 6)、投运。先将 **P** 放在较大值上 (相对计算值而言), 然后投入积分, 再投入微分作用。(即Td从0增加到计算值), 最后再将 **P** 调到计算值。

说明:

- (1)、该法较安全, 但费时, 有时不易观察。
- (2)、必须允许给定变化。

控制器参数的工程整定

方法三：衰减曲线法

衰减曲线法控制器参数计算表

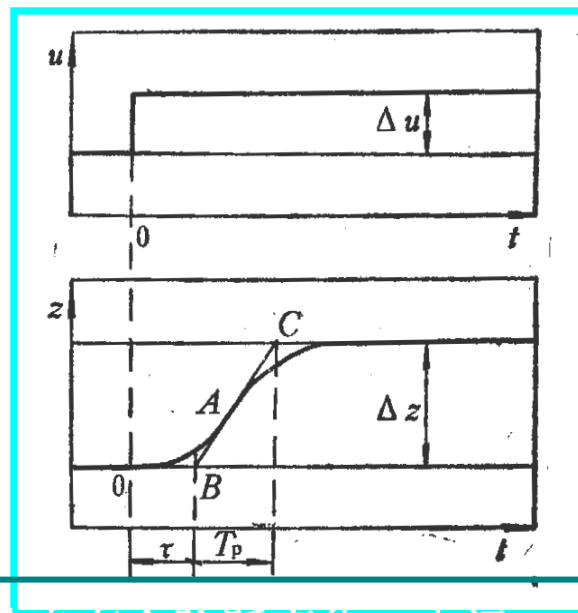
控制器参数 控制规律	δ (%)	T_I (min)	T_D (min)
P	δ_s		
PI	$1.2 \delta_s$	$0.5T_s$	
PID	$0.8 \delta_s$	$0.3T_s$	$0.1T_s$

控制器参数的工程整定

方法四：响应曲线法

响应曲线法控制器参数计算表

控制规律	K_c	T_i	T_d
P	$T_P / K_P \tau_P$		
PI	$0.9 T_P / K_P \tau_P$	$3.3 \tau_P$	
PID	$1.2 T_P / K_P \tau_P$	$2 \tau_P$	$0.5 \tau_P$



方法 将控制器处于“手操”，操作“手操拨盘”使控制输出有个阶跃变化，由记录仪表记下被控变量的记录值 $Z(t)$ 。在反应曲线拐点A处作一切线，根据切线与初始值及稳态值的交点，就可获得广义对象的三个特征参数 K_P 、 T_P 、 τ_P

控制器参数的工程整定

方法四：响应曲线法

整定步骤：

(1)、用飞升曲线求对象特性 $G_o(s) = \frac{K \cdot e^{-\tau_d}}{T \cdot s + 1}$

(2)、根据选择的控制算法，用以下经验公式求 P ， T_i ， T_d 。

对于P调节器：
$$P = \frac{K\tau}{T} \times 100\%$$

对于PI调节器：
$$\begin{cases} P = 1.1 \times \frac{K\tau}{T} \times 100\% \\ T_i = 3.3\tau \end{cases}$$

对于PID调节器：
$$\begin{cases} P = 0.85 \times \frac{K\tau}{T} \times 100\% \\ T_i = 2\tau \\ T_d = 0.5\tau \end{cases}$$

(3)、投运。

说明：(1)、对于某些工艺生产过程，要求严格，不允许做飞升曲线。

(2)、某些工艺生产过程，干扰因素多且频繁，测试飞升曲线较难。

(3)、该法原理简单，易于操作，但实验不容易进行。



控制器参数的工程整定

几种整定方法的比较

整定方法	优 点	缺 点
响应曲线法	方法简单	系统开环，被调量变化较大，影响生产
临界比例度法	系统闭环	会出现被调量等幅振荡
衰减曲线法	系统闭环，安全	实验费时
经验法	系统闭环，不需计算	需要经验



描述过程特性的参数

过程特性：指被控过程输入量发生变化时，过程输出量的变化规律。

描述过程特性的参数

1 放大系数K对系统的影响

控制通道

放大系数越大，操纵变量的变化对被控变量的影响就越大，控制作用对扰动的补偿能力强，有利于克服扰动的影响，余差就越小；反之，放大系数小，控制作用的影响不显著，被控变量变化缓慢。但放大系数过大，会使控制作用对被控变量的影响过强，使系统稳定性下降。

扰动通道

当扰动频繁出现且幅度较大时，放大系数大，被控变量的波动就会很大，使得最大偏差增大；而放大系数小，即使扰动较大，对被控变量仍然不会产生多大影响。



描述过程特性的参数

(2) 时间常数 T 对系统的影响

控制通道 在相同的控制作用下，时间常数大，被控变量的变化比较缓慢，此时过程比较平稳，容易进行控制，但过渡过程时间较长；若时间常数小，则被控变量的变化速度快，控制过程比较灵敏，不易控制。时间常数太大或太小，对控制上都不利。

扰动通道

控制通道，对于扰动通道，时间常数大，扰动作用比较平缓，被控变量的变化比较平稳，过程较易控制。

描述过程特性的参数

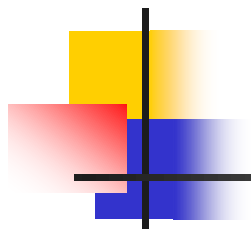
(3)滞后时间 τ 对系统的影响

控制通道

由于存在滞后，使控制作用落后于被控变量的变化，从而使被控变量的偏差增大，控制质量下降。滞后时间越大，控制质量越差。

扰动通道

对于扰动通道，如果存在纯滞后，相当于扰动延迟了一段时间才进入系统，而扰动在什么时间出现，本来就是无从预知的，因此，并不影响控制系统的品质。扰动通道中存在容量滞后，可使阶跃扰动的影响趋于缓和，对控制系统是有利的。



谢谢!