

## 3.1 执行器概述

执行器是自动调节系统中一个重要的组成部分，其作用是接收计算机发出的控制信号，并把它转换成调整机构的动作，使生产过程按照预先规定的要求正常进行。

为了使生产过程正常进行，除了全盘考虑调节方案、合理采用一系列有效的措施，执行器的选择和使用是否得当也是极为重要的一个方面。有些生产现场的执行器是直接安装在工艺设备上的，直接与介质接触，通常在高温、高压、高黏度、强腐蚀、易结晶、易燃易爆、剧毒等条件下工作。当执行器选择或运用不当时，往往会给生产带来许多困难，甚至造成严重的生产事故。因此，对于执行器的选用、安装和维修等环节，必须给予足够的重视。

### 3.1.1 执行器应具备的主要技术特征

执行器除了必须具备一般自动控制元件的性能，还有以下几个明显的技术特征。

#### 1. 较好的线性关系

执行器的输出和输入之间应具有较理想的线性关系，或者在某一范围内能进行线性化处理。

#### 2. 时间常数小

执行器作为一个单独的控制环节来说，时间常数要小，响应要迅速、准确，尽量避免出现超前和滞后现象。

#### 3. 抗干扰能力强

性能优良的执行器在工作过程中不能出现误动作，一般的电磁干扰不影响其工作性能。

### 3.1.2 执行器的分类及特点

执行器有各种各样的形式，但一般根据所需能量的形式（液压、气动和电动）和输出机构的特性来进行分类。

根据所使用的能源形式划分的三类执行器的特点如表 3.1 所示。

表 3.1 根据所使用的能源形式划分的三类执行器的特点

项 目	气动执行器	电动执行器	液压执行器
构造	简单	复杂	简单
体积	中	小	大
配管配线	较复杂	简单	复杂
推力	中	小	大
动作滞后	大	小	小
维护检修	简单	复杂	简单
使用场合	适于防火防爆	不适于防火防爆	要注意火花
价格	低	高	高

气动执行器的特点是结构简单、价格低、防火防爆；电动执行器的特点是体积小、种类多、使用方便；液压执行器的特点是推力大、精度高。

执行器由执行机构和调节机构组成。执行机构是指产生推力或位移的装置；调节机构是指直接改变能量或物料输送量的装置，通常是指调节阀。在电动执行器中执行机构和调节机构是可分的两个部件；在气动执行器中两者是不可分的，是统一的整体。

## 3.2 气动执行器

以压缩空气为动力的执行器称为气动执行器。

气动执行器主要分为薄膜式与活塞式两大类，其中气动薄膜式执行器应用最广。气动执行器由于结构简单、输出推力大、动作可靠、维修方便、适用于防火防爆场合，所以被广泛应用于化工、炼油生产中，在冶金、电力、纺织等工业部门也得到了广泛使用。

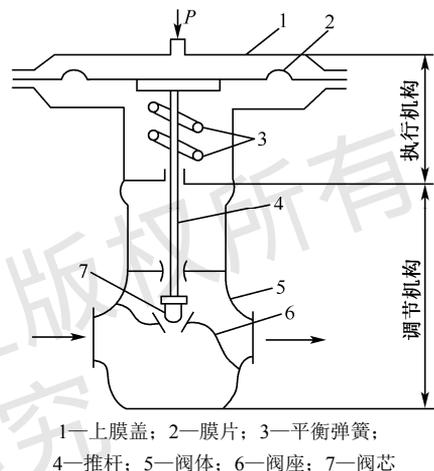
### 3.2.1 气动执行器的基本结构和工作原理

#### 1. 气动薄膜式执行器

气动薄膜式执行器分为有弹簧和无弹簧两种。图 3.1 所示是有弹簧气动薄膜式执行器的结构示意图，它由膜片、推杠、平衡弹簧等部分组成，是执行器的推动装置。当信号压力通过上膜盖 1 和膜片 2 组成的气室时，在膜片上产生一个推力，使推杆 4 下移并压缩平衡弹簧 3，当弹簧的反作用力和信号压力在膜片上产生的推力平衡时，推杆稳定在一个对应的位置上，推杆的位移改变了阀门阀芯的开度，即执行器的输出。

气动执行器有正作用和反作用两种形式。当输入气压信号增加时推杆向下移动，称为正作用；反之，当输入气压信号增加时推杆向上移动，称为反作用。在工业生产中口径较大的调节阀通常采用正作用形式。

气动薄膜式执行器的静态特性表示平衡状态时信



1—上膜盖；2—膜片；3—平衡弹簧；  
4—推杆；5—阀体；6—阀座；7—阀芯

图 3.1 有弹簧气动薄膜式执行器的结构示意图

号压力与推杆位移的关系为

$$PA=KL \quad (3-1)$$

式中,  $P$ ——调节器的输出压力信号;

$A$ ——薄膜的有效面积;

$K$ ——弹簧的弹性系数;

$L$ ——执行器推杆的位移。

可见, 执行器推杆位移  $L$  和输入气压信号成正比。

## 2. 气动活塞式执行器

气动活塞式执行器也分为有弹簧和无弹簧两种。图 3.2 所示是无弹簧气动活塞式执行器的示意图, 其主要部件为汽缸, 汽缸内活塞随汽缸两侧压差变化而移动。活塞的两侧分别输入固定信号和可变信号, 或者两侧都输入可变信号。气动活塞式执行器的输出特性有比例式和两位式两种。两位式是根据输入活塞两侧操作压力的大小, 活塞从高压侧被推向低压侧; 比例式是在两位式的基础上加有阀门定位器, 使推杆的位移和信号压力呈比例关系。

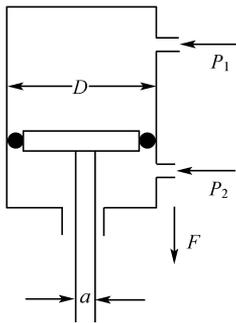


图 3.2 无弹簧气动活塞式执行器的示意图

## 3. 电量信号气动长行程执行器

电量信号气动长行程执行器是一种电-气复合式执行器, 它可以将来自计算机的模拟输出信号转换为相对应的位移 (角位移或直线位移), 用以调节挡板、阀门等。

### 3.2.2 气动执行器与计算机的连接

气动执行器与计算机的连接极为方便, 只要将电量信号经电气转换器转换成标准的  $0.02 \sim 0.1 \text{MPa}$  气压信号之后, 即可与气动执行器配套使用。例如, 上海自动化仪表一厂生产的 QBH-1 型气动毫伏变送器可以将不同的毫伏级输入信号转换成  $0.02 \sim 0.1 \text{MPa}$  气动信号输出; DQ-2 型电气转换器可以将  $0 \sim 10 \text{mA}$  的直流信号转换成  $0.02 \sim 0.1 \text{MPa}$  气动信号输出。

## 3.3 电动执行器

电动执行器是工程上用得最多、使用最方便的一种执行器, 分为电动机式和电磁式两大类。

在计算机控制系统中, 所用的电动机或执行器有两种: 一种是用于直接拖动一般机械和机床等动力源的通用电动机; 另一种是用于控制电动机的微特电动机, 这类电动机一般体积都不太大, 功率较小, 具有高可靠性、高精度和快速响应等特点。

### 3.3.1 伺服电动机

伺服电动机也称为执行电动机，在信号来到之前，转子静止不动；信号来到之后，转子立即转动；信号消失之后，转子又能立即自行停转。由于这种“伺服”性能，因此将这种控制性能较好、功率不大的电动机称为伺服电动机。常用的伺服电动机有交流伺服电动机和直流伺服电动机两大类。

#### 1. 交流伺服电动机

(1) 交流伺服电动机的特点。交流伺服电动机的任务是将电量信号转换为轴上的角位移或角速度的变化。

交流伺服电动机的输出功率一般是  $0.1\sim 100\text{W}$ ，最常用的是  $30\text{W}$  以下的，其电源频率为  $50\text{Hz}$  时，电压是  $36\text{V}$ 、 $110\text{V}$ 、 $220\text{V}$ 、 $380\text{V}$ ；电源频率为  $400\text{Hz}$  时，电压是  $20\text{V}$ 、 $26\text{V}$ 、 $36\text{V}$ 、 $115\text{V}$ 。

(2) 交流伺服电动机的控制方法。交流伺服电动机不仅具有启动和停止的伺服性，还具有对转速大小和方向的可控性。根据不同的用途，可采用以下三种不同的控制方法。

- ① 幅值控制：保持控制电压的相位不变，仅通过改变其幅值来进行控制。
- ② 相位控制：保持控制电压的幅值不变，仅通过改变其相位来进行控制。
- ③ 幅-相控制：同时改变控制电压的幅值和相位来进行控制。

(3) 交流伺服电动机的驱动电路。图 3.3 所示是单相交流伺服电动机驱动电路，它仅控制伺服电动机静止、旋转和停转。在该电路中，用晶体管放大器放大计算机输出端口的信号。当输出端口为低电平时，光电耦合器接通，直流大功率继电器的线圈中流过来自直流电源  $E$  的电流，使电磁接触器的接点闭合，从而使电动机启动；当输出端口为高电平时，伺服电动机停止旋转。

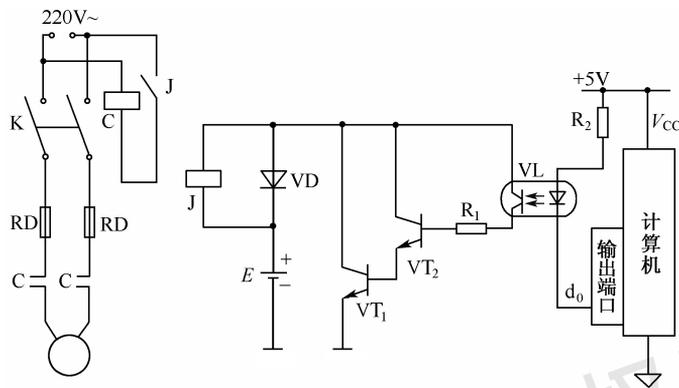


图 3.3 单相交流伺服电动机驱动电路

#### 2. 直流伺服电动机

(1) 直流伺服电动机的特点。直流伺服电动机的输出功率一般为  $1\sim 600\text{W}$ ，但也有数千瓦的，电压有  $6\text{V}$ 、 $9\text{V}$ 、 $12\text{V}$ 、 $24\text{V}$ 、 $27\text{V}$ 、 $48\text{V}$ 、 $110\text{V}$ 、 $220\text{V}$  等。

直流伺服电动机具有励磁绕组和电枢绕组两个绕组。电流通过励磁绕组时会产生磁通，电流通过电枢绕组时，电枢电流与磁通相互作用产生转矩，使直流伺服电动机投入工作。这

两个绕组中的一个断电时，电动机立即停转。

(2) 直流伺服电动机的控制方法。直流伺服电动机可由励磁绕组励磁，用电枢绕组来进行控制；或者由电枢绕组励磁，用励磁绕组来进行控制。理论和实践都充分证明了电枢控制比较理想，所以系统中多采用电枢控制，励磁控制只用于小功率电动机中。

(3) 直流伺服电动机的应用。图 3.4 所示是使用直流伺服电动机进行速度和位置控制的实例。从计算机输出端口给减法计数器输出一个转轴位置的目标值，使直流伺服电动机旋转，再把转轴编码器产生的电脉冲反馈给减法计数器，每来一个脉冲，减法计数器就从目标值减去 1，直至减法计数器的内容减为 0，直流伺服电动机转到目标位置而停止旋转。

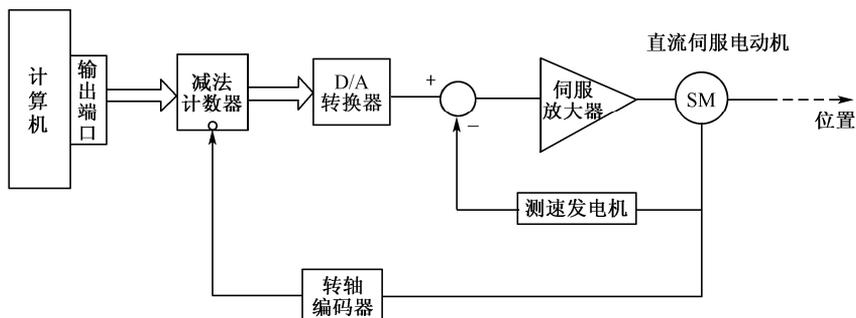


图 3.4 使用直流伺服电动机进行速度和位置控制的实例

### 3.3.2 步进电动机

步进电动机种类繁多，我们仅对在数控机床中广泛应用的步进电动机加以说明。通常应用在数控机床中的步进电动机按结构可分为反应式和永磁反应式；按相数可分为三相和多相；按输出力矩大小可分为伺服式和功率式。下面介绍反应式步进电动机的工作原理。

#### 1. 反应式步进电动机的工作原理

图 3.5 所示是一种三相反应式步进电动机的原理图，定子上嵌有星形连接的三相绕组，每对磁极上绕有一相绕组；转子上没有绕组，其铁芯是由硅钢片或软磁性钢片叠成的。

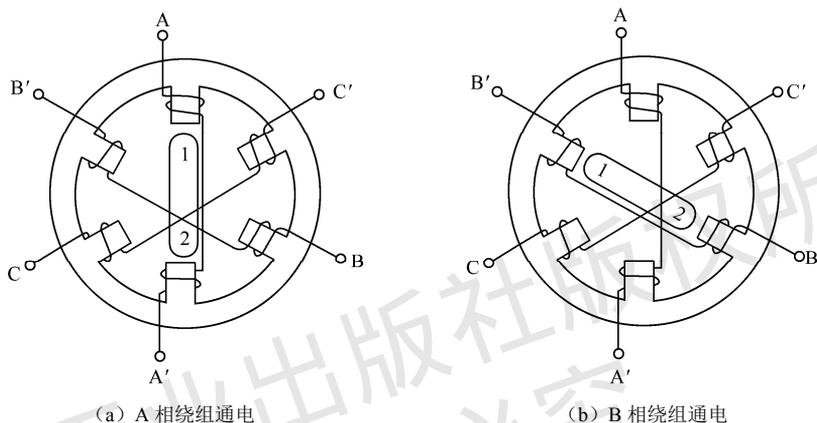


图 3.5 三相反应式步进电动机的原理图

当只有 A 相绕组通电时，气隙磁场与 A 相绕组轴向重合，如图 3.5 (a) 所示。转子受磁

场拉力旋转到与 A 相绕组轴线对齐,此时定子和转子之间取最大磁导位置,转子只受径向力,而无切向力,故此位置使转子具有自锁能力。如果只有 A 相绕组通电换接为只有 B 相绕组通电,转子便转到使其轴线与 B 相绕组轴线重合的位置,如图 3.5 (b) 所示。因此,三相绕组轮流通电,每换接一相,磁场轴线沿 A→B→C 方向转过 60°,步进电动机的转子在空间内也转过相同的角度,该角度称为步距角。

从一相通电换接到另一相通电,称为一拍;每一拍,转子转过一个步距角。换接可按 A→B→C→A 方式,也可按 A→C→B→A 方式,两者使步进电动机转向相反,可用来控制步进电动机的正、反转。上述三相反应式步进电动机每次只有一相绕组通电,在一个循环周期内换接三次,所以称为三相单三拍方式。

三相反应式步进电动机还可以按三相双三拍方式运行,即按 AB→BC→CA→AB 方式通电,每次接通两相绕组。这种方式的工作原理与三相单三拍方式的工作原理相同,只是转子步进后停在两相绕组轴线之间,步进空间角度也是 60°。若按 AC→CB→BA→AC 方式通电,三相反应式步进电动机也能反转。

如果步进电动机按 A→AB→B→BC→C→CA→A 方式通电,则一个循环周期内共换接六次,故称为三相六拍方式。按这种方式运行时,转子轴线交替与绕组轴线或两绕组轴线中间位置对齐,所以步距角是三相单三拍方式的一半,为 30°。

实际的三相反应式步进电动机如图 3.6 所示。转子铁芯和定子磁极上均有小齿,且齿距相等。实际的三相反应式步进电动机的步距角有 3.75°/7.5°, 3°/6°, 1.875°/3.7°, 1.5°/3°, 0.9°/1.8°, 0.75°/1.5°, 0.36°/0.72°, 10'/20'等,可根据需要选择。

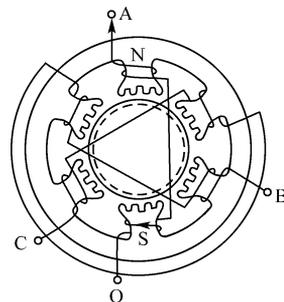


图 3.6 实际的三相反应式步进电动机

## 2. 步进电动机控制系统的原理

为了控制步进电动机正转或反转一定的步数,就要控制施加在三相绕组上的电流。图 3.7 所示是步进电动机与单片机的连接电路图。

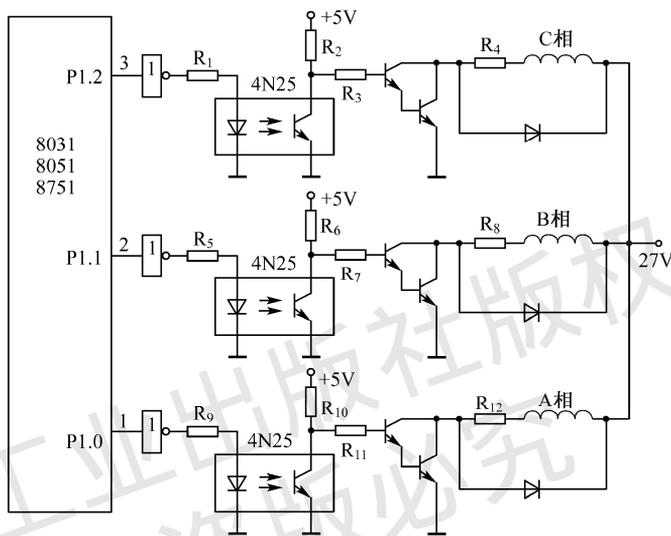


图 3.7 步进电动机与单片机的连接电路图

在图 3.7 中，步进电动机与单片机的 I/O 接口连接，也可以通过 8255、8155 等可编程接口芯片与单片机连接。为了抗干扰，或者为了避免功放电路的高电平信号进入单片机，在驱动器和单片机之间加了一级光电隔离器。

图 3.8 所示是双三拍式步进电动机控制的程序流程图。图 3.8 的 A 中存放的是向某个方向转动的步数，进入程序前应在转向标志单元中设置正（1）反（0）转标志。进入程序后，首先判断转动方向，然后按要求的转向控制相应的 I/O 接口，使对应的绕组通电，直到步数减到零。延时时间的长短用来控制某相绕组通电时间的长短，实际上也就控制了步进电动机的转速。

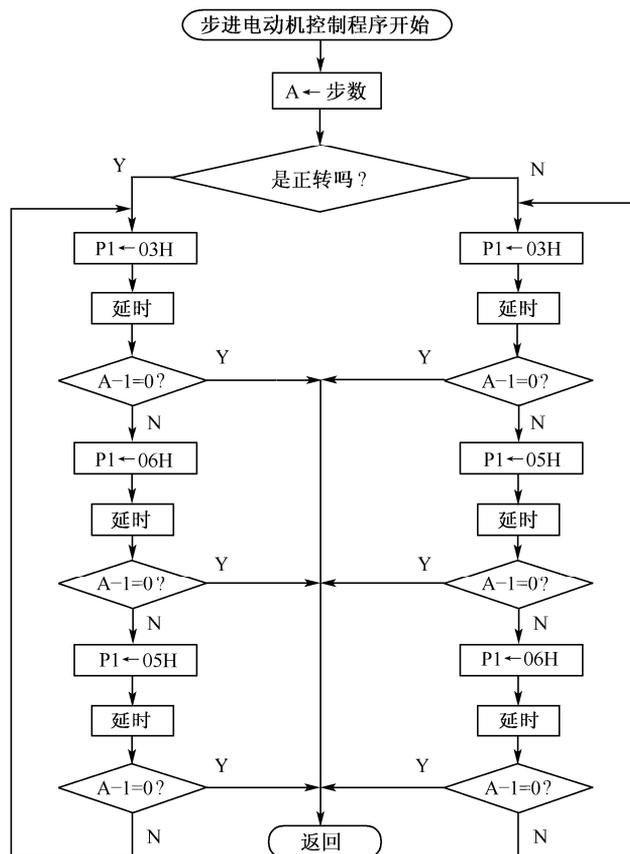


图 3.8 双三拍式步进电动机控制的程序流程图

### 3.3.3 调节阀

根据不同的使用要求，调节阀有直通单座阀、直通双座阀、蝶阀、三通阀、隔膜阀、角形阀等。图 3.9 所示是调节阀的结构示意图。

根据流体力学的观点，调节阀是一个局部阻力可变的节流元件。通过改变阀芯的行程可改变调节阀的阻力系数，以达到控制流量的目的。

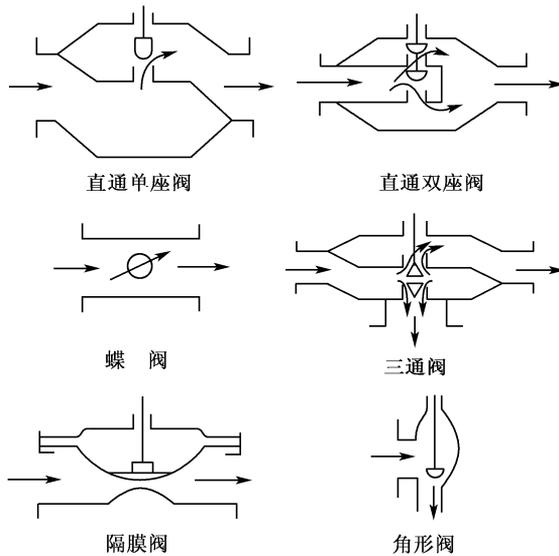


图 3.9 调节阀的结构示意图

### 3.3.4 电磁阀

电磁阀在自动控制系统中使用广泛，其结构图如图 3.10 所示，它由线圈、固定铁芯、可动铁芯和阀体等组成。当线圈不通电时，可动铁芯受弹簧作用与固定铁芯脱离，阀门关闭；当线圈通电时，可动铁芯受到磁力的吸引克服弹簧作用与固定铁芯吸合，阀门打开。这样，就控制了液体或气体的流动，从而使油缸或汽缸推动物体做机械运动。

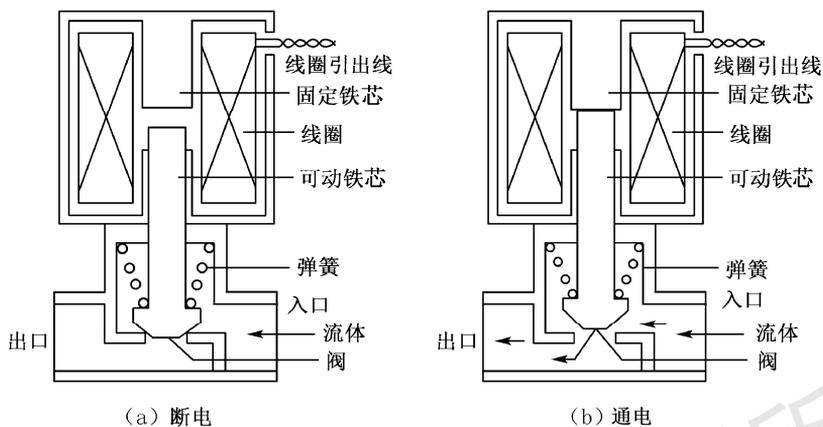


图 3.10 电磁阀的结构图

电磁阀有交流和直流之分。交流电磁阀使用方便，但容易产生颤动，启动电流大，并会引起发热。直流电磁阀工作可靠，但需专门的直流电源，电压有 12V、24V 和 48V。电磁阀有很多种类，常用的电磁阀有两位三通、两位四通、三位四通等。这里的位是指滑阀的位置，通是指流体的通路。

由于电磁阀是由线圈的通断电来控制的，所以很容易与微处理器连接。图 3.11 所示是交流电磁阀与计算机的连接电路图。

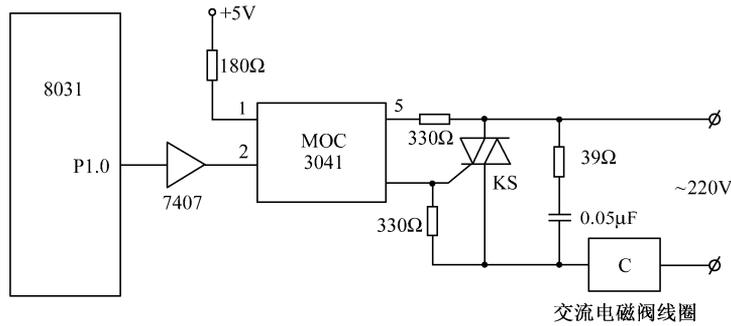


图 3.11 交流电磁阀与计算机的连接电路图

### 3.3.5 固态继电器

在继电器控制中，由于采用电磁吸合方式，在开关瞬间，触点容易产生火花，从而引起干扰；对于交流高压等场合，触点还容易氧化，从而影响系统的可靠性。

固态继电器（Solid State Relay）简称 SSR。它是用晶体管或可控硅代替常规继电器的触点开关，并且在前级与光电耦合器融为一体，因此，固态继电器实际上是一种带光电耦合器的无触点开关。根据结构形式，固态继电器可分为直流型固态继电器和交流型固态继电器。

由于固态继电器的输入控制电流小，输出无触点，所以与电磁式继电器相比，具有体积小、质量轻、无机械噪声、无抖动和回跳、开关速度快、工作可靠等优点。因此，它在计算机控制系统中得到了广泛应用，大有取代电磁继电器之势。

#### 1. 直流型 SSR

直流型 SSR 的原理电路图如图 3.12 所示。

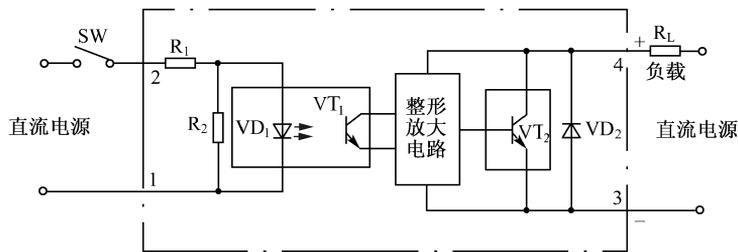


图 3.12 直流型 SSR 的原理电路图

从图 3.12 可以看出，其输入端是一个光电耦合器，因此，可用 OC 门或晶体管直接驱动。它的输出端经整形放大后带动大功率晶体管，输出工作电压为 30~180V（5V 开始工作）。

直流型 SSR 主要用在带有直流负载的场合，如直流电动机控制、直流步进电动机控制和电磁阀等。图 3.13 所示为采用直流型 SSR 控制三相步进电动机的原理电路图。

图 3.13 中 A、B、C 为步进电动机的三相绕组，每相由一个直流型 SSR 控制，可分别由 8031 单片机的 P1 口的 P1.2~P1.0 来控制。只要按照一定的通电顺序，就可以实现对步进电动机的控制。

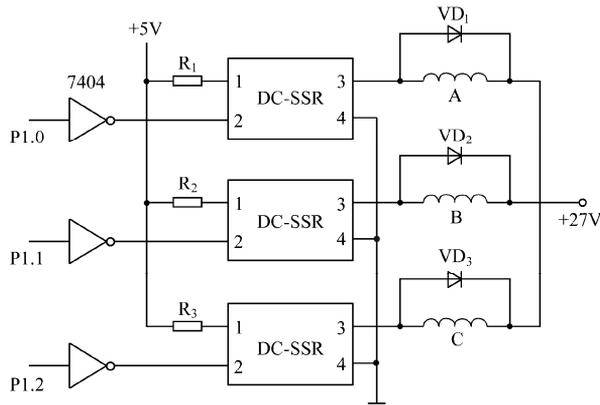


图 3.13 采用直流型 SSR 控制三相步进电动机的原理电路图

## 2. 交流型 SSR

交流型 SSR 可分为过零型和移相型两类。它采用双相可控硅作为开关器件，用于交流大功率驱动场合，如交流电动机控制、交流电磁阀控制等。交流过零型 SSR 的原理电路图如图 3.14 所示。对于交流移相型 SSR，在输入信号时，不管负载电流相位如何，负载端立即导通；而交流过零型 SSR 必须在负载电源电压接近零且输入控制信号有效时，输入端负载电源才导通。当输入的控制信号撤销后，不论哪一种类型，它们都是在流过双向可控硅的负载电流为零时才断开，其输出波形图如图 3.15 所示。

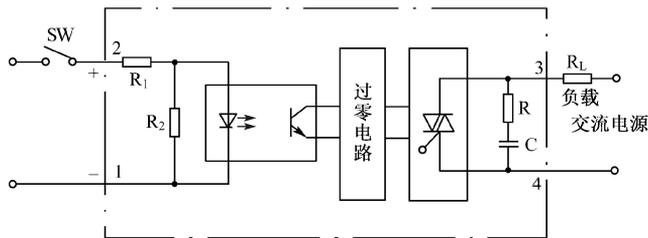


图 3.14 交流过零型 SSR 的原理电路图

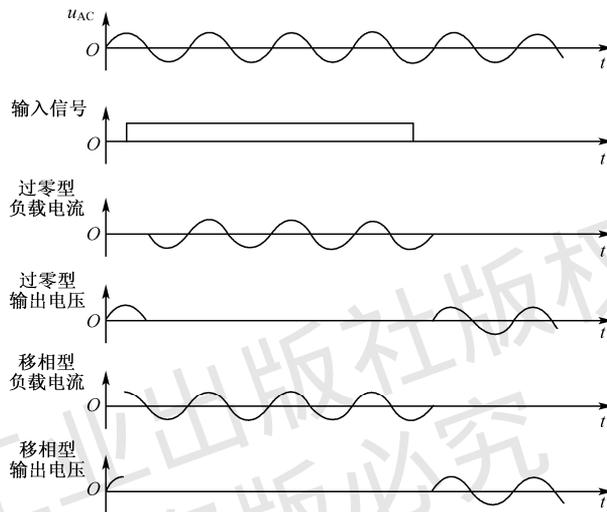


图 3.15 交流型 SSR 的输出波形图

图 3.16 所示是交流型 SSR 控制交流电动机转向的原理电路图。在图 3.16 中，改变交流电动机的通电绕组，即可控制电动机的旋转方向，可以用这种方式控制流量调节阀的开和关，从而实现对管道中流体流量的控制。

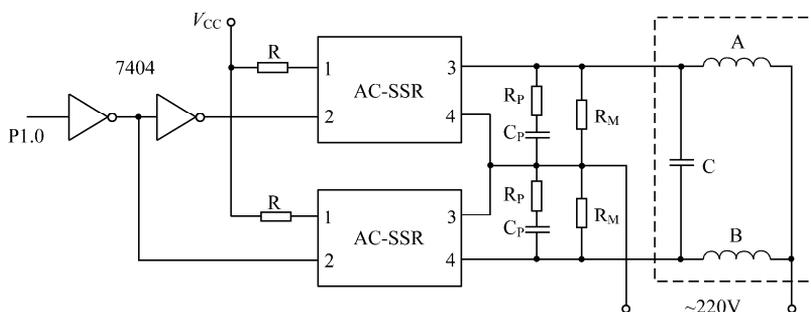


图 3.16 交流型 SSR 控制交流电动机转向的原理电路图

在图 3.16 中，当控制端 P1.0 为低电平时，上面的 SSR 导通，下面的 SSR 截止，使交流电流过 A 相绕组，电动机正转；反之，当控制端 P1.0 为高电平时，上面的 SSR 截止，下面的 SSR 导通，使交流电流过 B 相绕组，电动机反转。图 3.16 中的  $R_P$ 、 $C_P$  组成浪涌电压吸收回路，通常  $R_P$  为  $100\Omega$  左右， $C_P$  为  $0.1\mu F$ 。 $R_M$  为压敏电阻，用作过电压保护，其电压的取值范围通常为电源电压有效值的  $1.6\sim 1.9$  倍。选用交流型 SSR 时要注意它的额定电压和额定电流。

### 3.4 液压执行器

液压执行器可以输出较大的推力。液压执行器由控制元件和执行元件组成。在液压执行器中，输入量是控制装置的位移，输出量是执行元件的位移。

图 3.17 所示是一个三位置液压电磁阀，其液压缸中活塞的巨大推力是通过液压电磁阀来控制的，而液压电磁阀是由其内部的螺线管通入电流控制的。图中螺线管是执行器，当给绕在铁芯上的线圈通电后，能产生电磁力，这个力用来变换或切断电磁阀本身的油路。在 A、B 两个螺线管断电的状态下，从液压泵来的油不能流入活塞两腔，所以活塞停止不动。我们把这个状态称为该电磁阀的中间位置。螺线管 A 或 B 接通时，可从两个方向变换油路。在图 3.17 中，螺线管 A 接通，液压泵的油从电磁阀的管口 P 出来进入 A 口，再流到动力做功筒的管口 X，于是活塞被很大的力推出，这时油便从管口 Y 流入电磁阀的管口 B 再流入 T，最后返回油箱。反之，螺线管 B 接通，液压泵的油从电磁阀的管口 P 进入 B 口，再流入动力做功筒的管口 Y 并拉回活塞，这时油便从动力做功筒的 X 口流到电磁阀的 A 口，再从 T 口返回油箱。因此，用计算机按一定的顺序控制螺线管 A 和螺线管 B 的接通和断开，就能够自由推动大型机械。电磁阀螺线管用的电源电压大多数是交流 220V 或 380V，但也有用其他电源电压的。

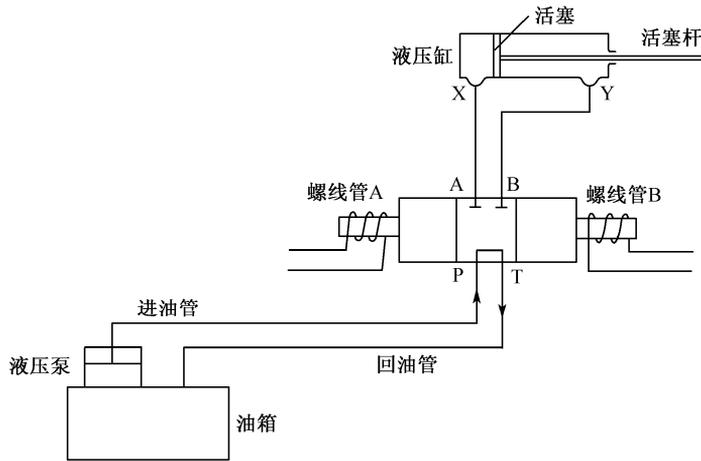


图 3.17 三位置液压电磁阀

图 3.18 所示是用微处理器控制液压电磁阀的电路图，它表示把图 3.17 中的电磁阀螺线管的控制信号接在微处理器的输出端口上，由微处理器控制液压电磁阀。

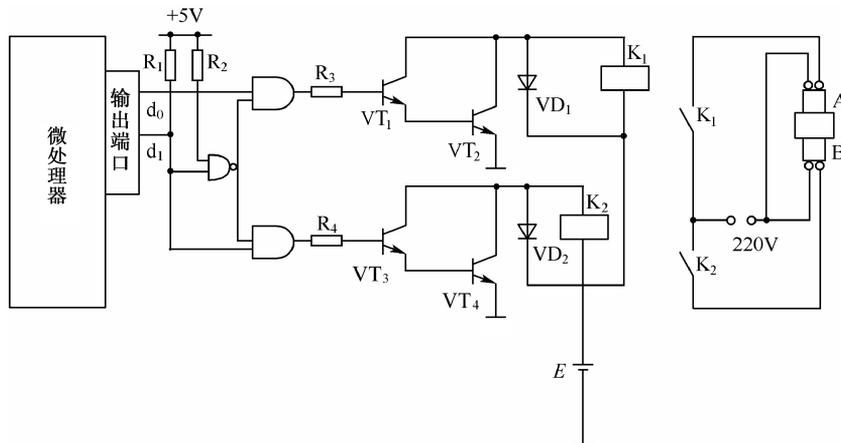


图 3.18 用微处理器控制液压电磁阀的电路图

## 3.5 防爆栅和自动/手动、无扰动切换

### 3.5.1 防爆栅

为了使电动仪表防爆，长期以来人们进行了不懈的努力。传统的防爆仪表有充油型、充气型、隔爆型等，目的是把可能产生危险火花的电路与爆炸性物质隔离开来。安全火花仪表在电路设计上根据爆炸发生的原因采取措施，把电路在短路、开路及误操作等各种状态下可能产生的火花限制在爆炸性物质的点火能量以下，所以它与气动、液动仪表一样是本质安全防爆仪表。各种爆炸性混合物按最小引爆电流的分级如表 3.2 所示。

表 3.2 各种爆炸性混合物按最小引爆电流的分级

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、丙烯腈等
III	$i \leq 70$	氢、乙炔、二硫化碳、煤气、水煤气、焦炉煤气等

但是，如果不限从控制室到现场仪表的电源线的电压和电流，即使现场使用的都是本质安全防爆仪表，也不可能保证整个系统是安全防爆的，因为电源线有可能会引起火花或爆炸。因此，现场仪表与控制室之间要通过防爆栅相连。安全火花防爆系统的基本结构如图 3.19 所示。

防爆栅又称为安全保持器，是一种对送往现场的电压和电流进行严格限制的单元，可保证在各种事故状态下进入现场的电功率在安全范围以内，因此它是组成安全火花防爆系统必不可少的环节。

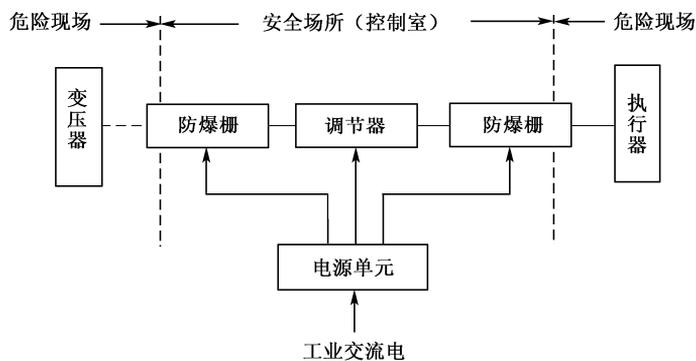


图 3.19 安全火花防爆系统的基本结构

### 3.5.2 自动/手动、无扰动切换

控制系统正常运行时，系统处于自动状态；而在调试阶段或出现故障时，系统应切换到手动状态。图 3.20 所示为自动/手动切换处理框图。

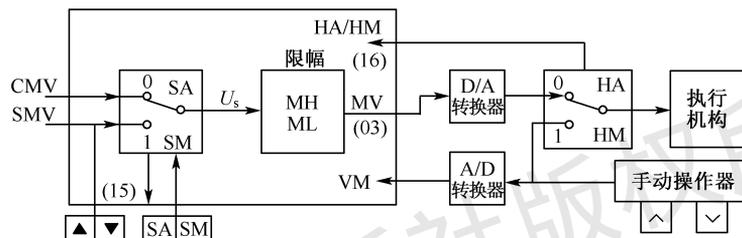


图 3.20 自动/手动切换处理框图

#### 1. 软自动/软手动

当开关量 SA/SM 切向 SA 位置时，系统处于正常的自动状态，称为软自动 (SA)；反之，切向 SM 位置时，控制量来自操作键盘或上位计算机，此时系统处于手动状态，称为软手动

(SM)。一般在调试阶段,采用软手动(SM)方式。

## 2. 控制量限幅

为了保证执行机构工作在有效范围内,需要对控制量进行上、下限限幅处理,使  $MH \geq MV \geq ML$ ,经 D/A 转换器转换成模拟信号,再经过信号处理后输出 0~10mA (DC) 或 4~20mA (DC) 的标准模拟信号。

## 3. 自动/手动

对于一般的计算机控制系统,可采用手动操作器作为计算机的后备操作。当切换开关处于 HA 位置时,控制量 MV 通过 D/A 转换器输出,此时系统处于正常的计算机控制方式,称为自动状态(HA 状态);反之,若切向 HM 位置,则计算机不再承担控制任务,由操作人员通过手动操作器输出 0~10mA (DC) 或 4~20mA (DC) 信号,对执行机构进行远程操作,称为手动状态(HM 状态)。

## 4. 无扰动切换

无扰动切换又称为无平衡无扰动切换,是指在手动到自动或自动到手动的切换之前,不必由人工进行手动输出控制信号与自动输出控制信号之间的对位平衡操作,就可以保证切换时不会对执行机构的现有位置产生扰动。

为了实现从手动到自动的无平衡无扰动切换,在手动(SM 或 HM)状态下,尽管不进行 PID 计算,但应使给定值(CSV)跟踪被控制量(CPV),同时要把历史数据清零,即把上一次、前一次及以前的偏差清零,还要使  $u_{k-1}$  跟踪手动控制量(MV 或 VM)。当切向自动(SA 或 HA)状态时,由于  $CSV=CPV$ ,因此偏差为 0,而  $u_{k-1}$  又等于切换瞬间的手动控制量,保证了 PID 控制量的连续性。当然,这一切需要有相应的硬件电路配合。

当从自动(SA 与 HA)切向软手动(SM)时,只要计算机应用程序工作正常,就能自动保证无扰动切换。当从自动(SA 与 HA)切向硬手动(HM)时,通过手动操作器电路,也能保证无扰动切换。

从输出保持状态或安全输出状态切向正常的自动工作状态时,同样需要进行无扰动切换,因此可采取类似的措施。

自动/手动切换数据区需要存放软手动控制量 SMV、开关量 SA/SM 状态、控制量上限限幅值(MH)和下限限幅值(ML)、控制量 MV、切换开关 HA/HM 状态,以及手动操作器输出 VM。

# 本章小结

执行器是自动调节系统的一个极其重要的环节,根据使用的能量形式,执行器分为气动、液动、电动三大类型。气动执行器结构简单、输出推力大、动作可靠、维修方便、具有防火防爆等突出优点,广泛应用于化工、炼油、冶金、电力、纺织等具有易燃易爆物的场所。液压执行器推力大、精度高,但是结构复杂、价格较贵,故较少使用。电动执行器使用最为广泛。

本章主要介绍了执行器的基本工作原理及和计算机的连接方法,目的是为学习和设计计

算机控制系统打下必要的理论基础。我们在选择执行器时，还会发现许多具体的技术问题，需要进一步学习，可以参阅各种与执行器有关的技术手册或说明书。

一个控制系统要稳定可靠地工作，必须解决安全防爆问题，除了选择合适的火花安全控制元器件，从控制室到现场仪表还要配置防爆栅才能构成安全火花防爆系统。为了使控制系统连续可靠地工作，系统还要具有自动/手动、无扰动切换功能，使系统在调试或发生故障时由人工进行操作控制，并且在系统恢复正常后能无扰动地切换到自动控制状态。

### 练 习 3

1. 三类执行器各有什么优缺点？
2. 执行器分为执行机构和调节机构两部分，它们各起什么作用？
3. 电磁阀和调节阀有什么不同？
4. 伺服电动机与普通的作为动力使用的电动机有什么区别？
5. 直流伺服电动机的控制方式有哪两种？哪一种使用更普遍？
6. 交流伺服电动机可用哪几种方式进行控制？
7. 步进电动机有哪几种类型的步距角？应该根据什么原则选择步距角？
8. 步进电动机三相双拍式和三相单三拍式通电方式的步距角都是  $60^\circ$ ，但是两种通电方式有何区别？

前者有什么优点？

9. 为什么说安全火花仪表是本质安全防爆仪表？
10. 为什么自动/手动切换要实现无扰动切换？
11. 什么叫对位操作？

电子工业出版社版权所有  
盗版必究