

# 机床控制系统的安装与调试

任务名称

： CK160数控车床伺服电路  
的分析、安装、调试

# 机床控制系统的安装与调试

## ➤ 知识储备

### 1. 步进电动机驱动的进给系统

#### (1) 步进电动机的工作原理

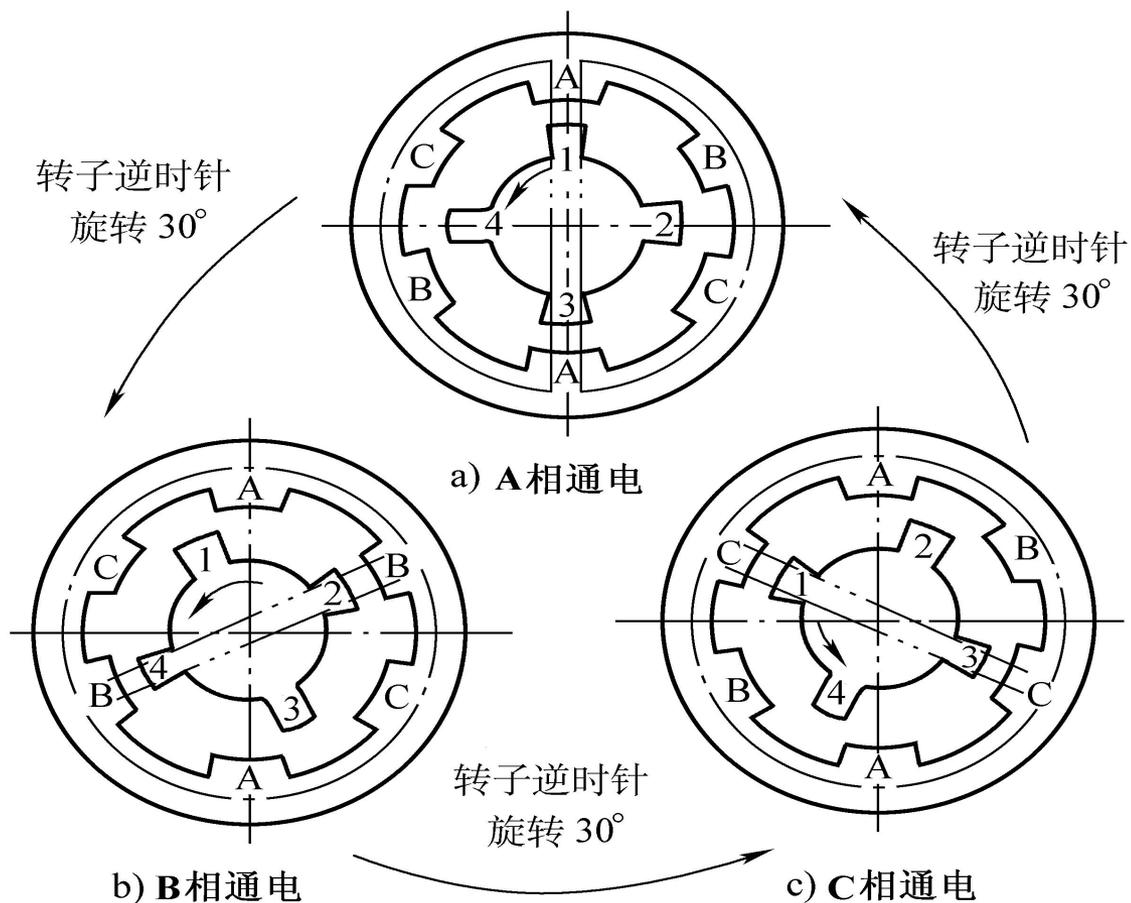
步进电动机是一种将脉冲信号变换成角位线（或线位移）的电磁装置，步进电动机的角位移与输入脉冲个数成正比，在时间上与输入脉冲同步。

按步进电动机输出扭矩的大小，分为快速步进电动机与功率步进电动机；按其励磁相数分为两相、三相、四相、五相、六相；按其工作原理主要分为反应式和混合式步进电动机两大类。



# 机床控制系统的安装与调试

## 1) 反应式步进电动机的工作原理



# 机床控制系统的安装与调试

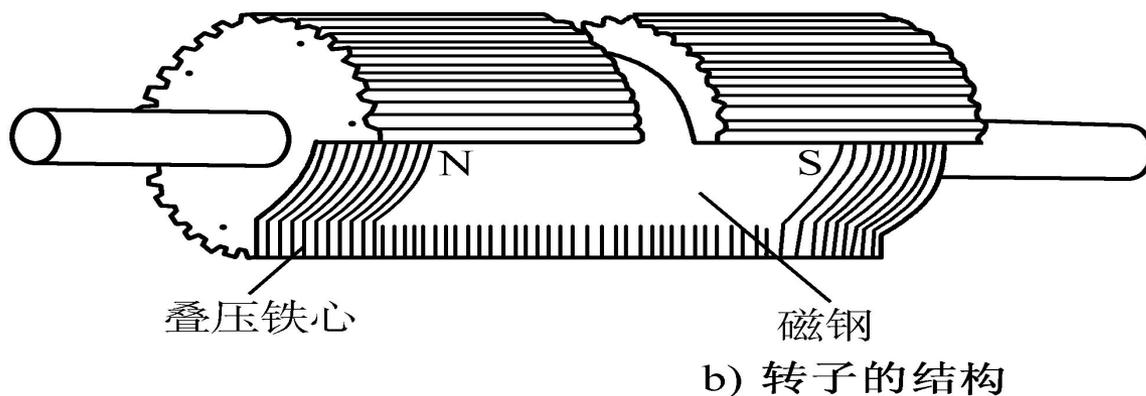
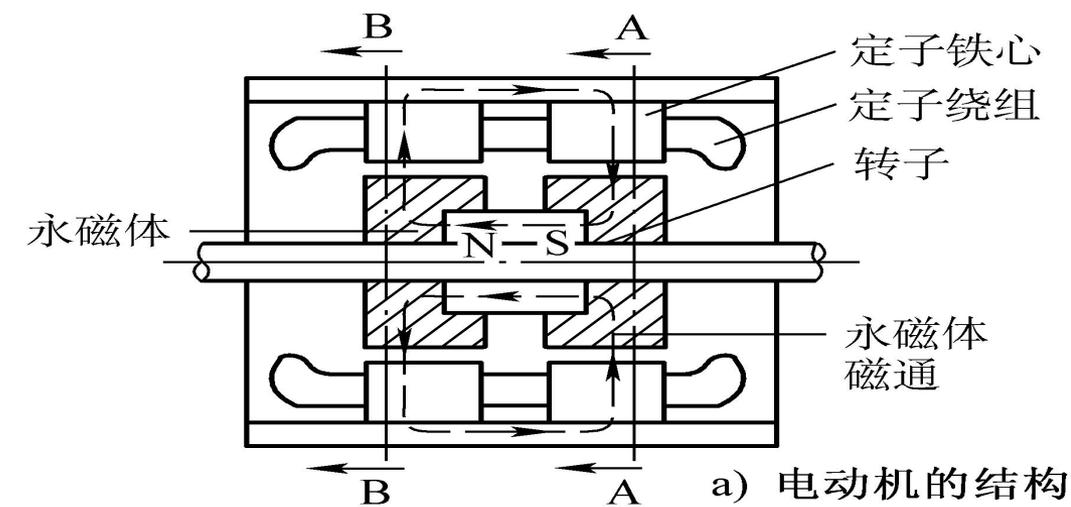
按A—B—C—A的顺序通电，电动机便按一定的方向转动。电动机的转速取决于绕组与电源接通或断开的变化频率。若按A—C—B—A的顺序通电，则电动机反向转动。电动机绕组与电源的接通或断开，通常是由电子逻辑电路来控制的。

电动机定子绕组每改变一次通电方式，称为一拍。此时电动机转子转过的空间角度称为步距角 $\alpha$ 。上述通电方式称为三相单三拍。“单”是指每次通电时，只有一相绕组通电；“三拍”是指经过三次切换绕组的通电状态为一个循环，第四拍通电时就重复第一拍通电的情况。

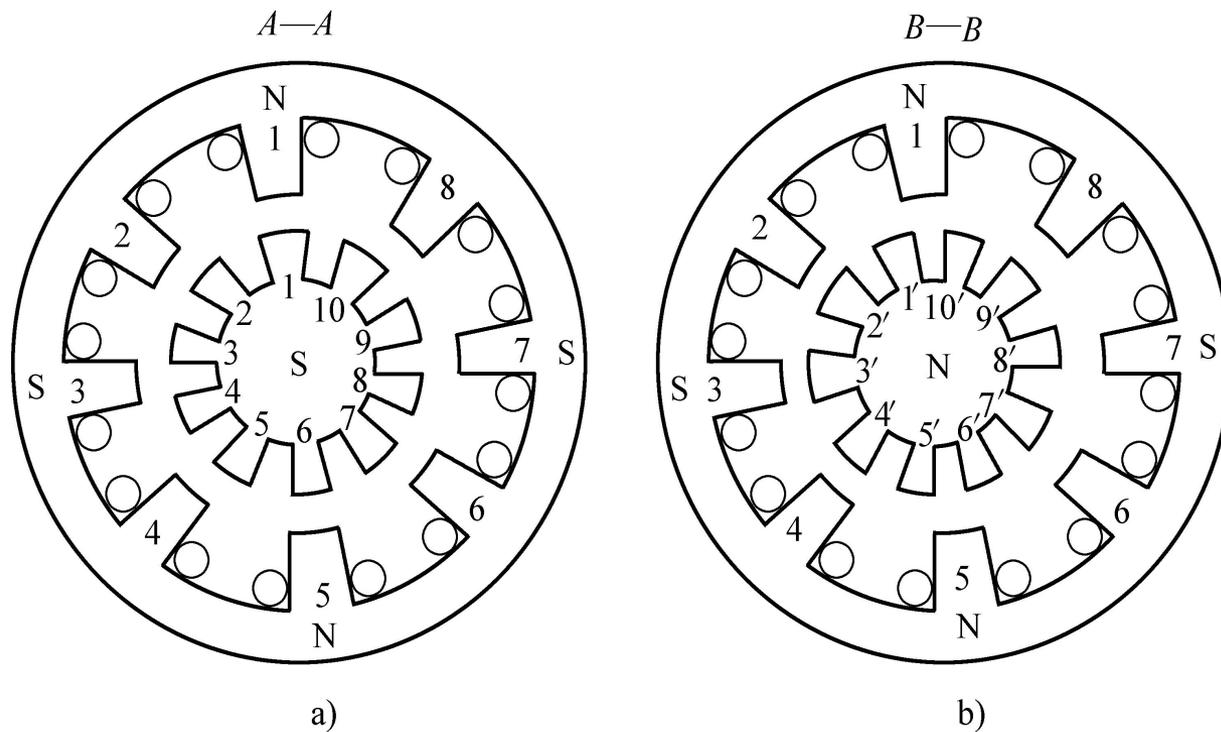


# 机床控制系统的安装与调试

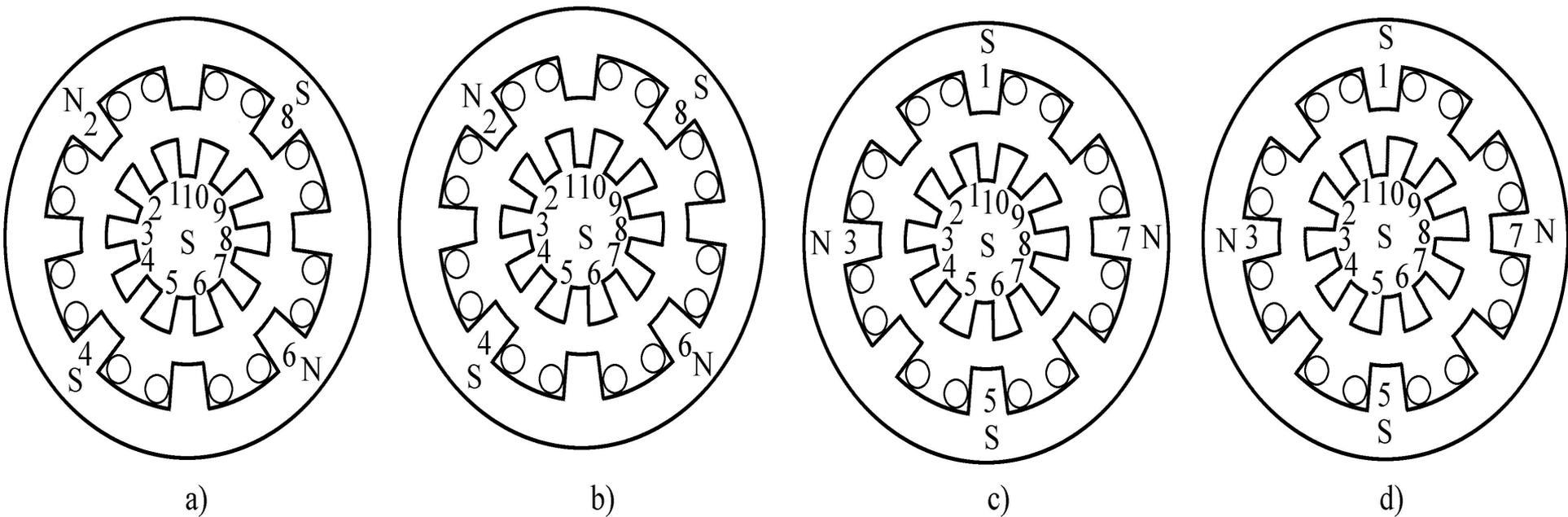
## 2) 混合式步进电动机的结构和工作原理



# 机床控制系统的安装与调试



# 机床控制系统的安装与调试

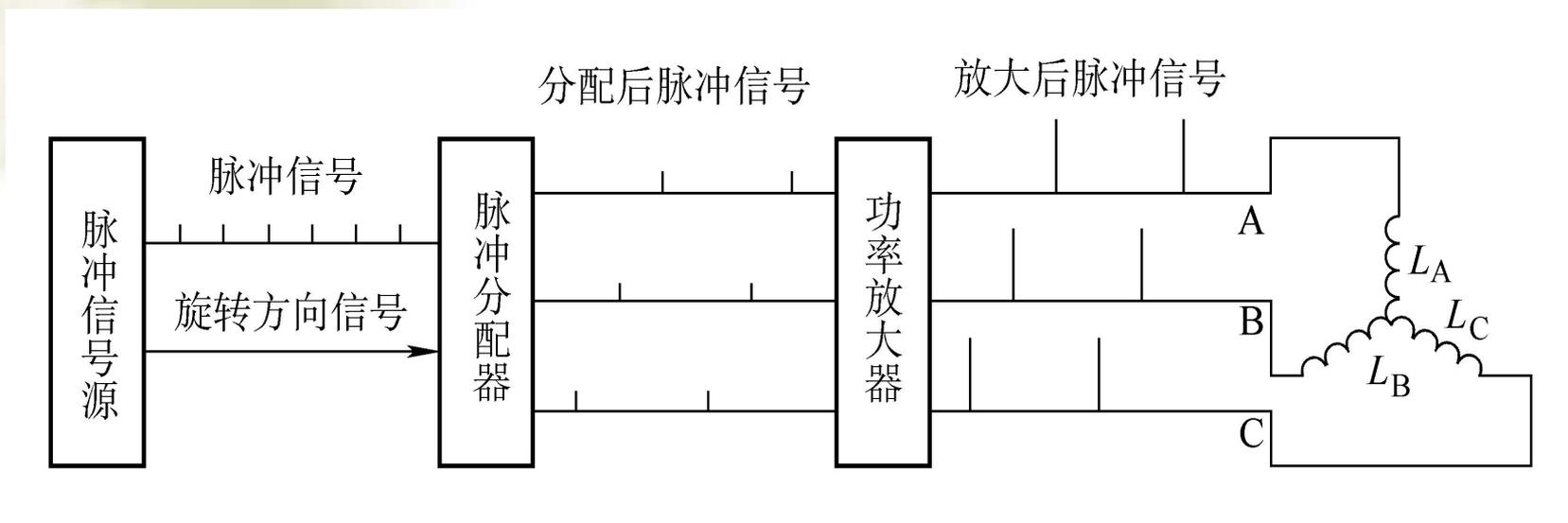


按**A**→**B**→**A** (-) →**B** (-) →**A**的顺序通电，转子将沿逆时针方向一步步地转动。如果按**A**→**B** (-) →**A** (-) →**B**→**A**的顺序通电，转子将沿顺时针方向一步步地转动。



# 机床控制系统的安装与调试

## (2) 步进电动机驱动器



脉冲信号源是一个脉冲发生器，脉冲的频率可以连续调整，送出的脉冲个数和脉冲频率由数控装置根据程序进行控制。脉冲分配器是将脉冲信号按一定顺序分配，然后送到驱动电路中并进行功率放大，驱动步进电机工作。

## (3) 步进电动机的特点

- 1) 步进电动机的驱动装置接受指令脉冲信号，控制步进电动机的通电顺序，无累积误差。
- 2) 步进电动机的转速与控制脉冲频率成正比，改变控制脉冲的频率即可在很宽的范围内调节电动机的转速。
- 3) 改变绕组的通电顺序，控制电动机的正反转。
- 4) 在没有控制脉冲输入时，只要维持绕组电流不变，电动机即可有电磁力矩维持其定位位置。
- 5) 上述性能不随外界电源及温度的变化而改变。

## (4) 步进电动机的主要特性

### 1) 步距角的步距误差

步进电动机每走一步，转子实际的角位移与设计的步距角存在步距误差。步距的误差不会无限累积，只会在一转的范围内存在一个最大累积误差。步距误差和累积误差通常用度、分或者步距角百分比表示。

## 2) 静态矩角特性

所谓静态是指步进电动机不改变通电状态，转子不产生步进运动的工作状态。若在电动机轴上加一顺时针方向的负载转矩 $T_L$ ，步进电动机转子则按顺时针方向转过一个小角度 $\theta$ ，并重新稳定，这时转子电磁转矩 $T_m$ 为静态转矩，角度 $\theta$ 为失调角。描述步进电动机稳态时，电磁转矩 $T_m$ 与失调角 $\theta$ 之间的曲线称为静态矩角特性或静转矩特性。

## 3) 启动频率

空载时，步进电动机由静止状态突然启动，不丢步地进入正常运行状态所允许的最高启动频率，称为启动频率或突跳频率。



## 4) 连续运行频率

步进电动机启动后，当控制的脉冲频率连续上升时，能不失步运行的最高脉冲重复频率称为连续运行频率。

## 5) 矩频特性

矩频特性是描述步进电动机在负载转动惯量一定且稳态运行时的最大输出转矩与脉冲重复频率的关系曲线。步进电动机的最大输出转矩随脉冲重复频率的升高而下降。

## 2. 交流伺服电动机驱动的进给系统

### (1) 速度控制

#### 1) 交流伺服电动机的分类

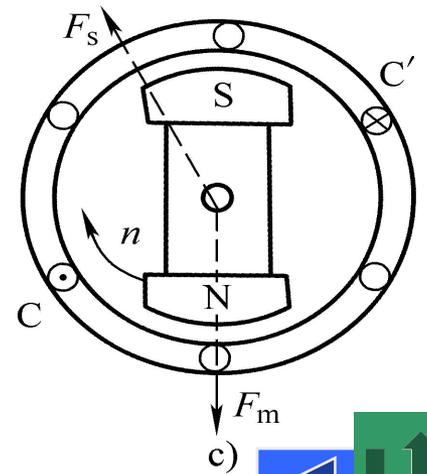
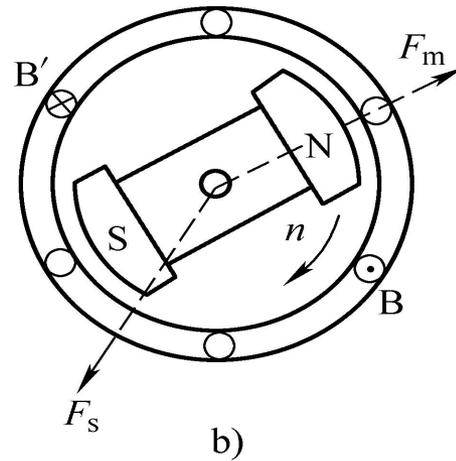
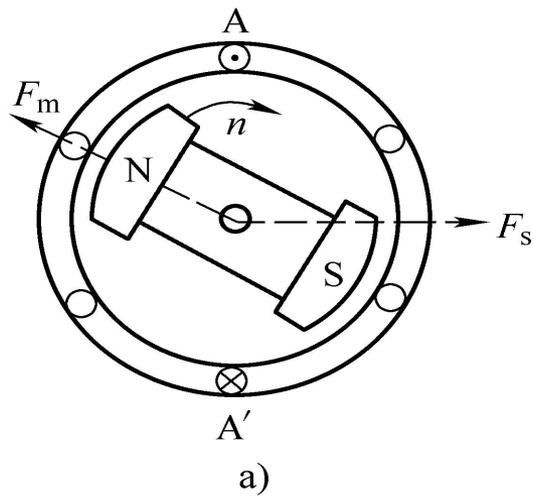
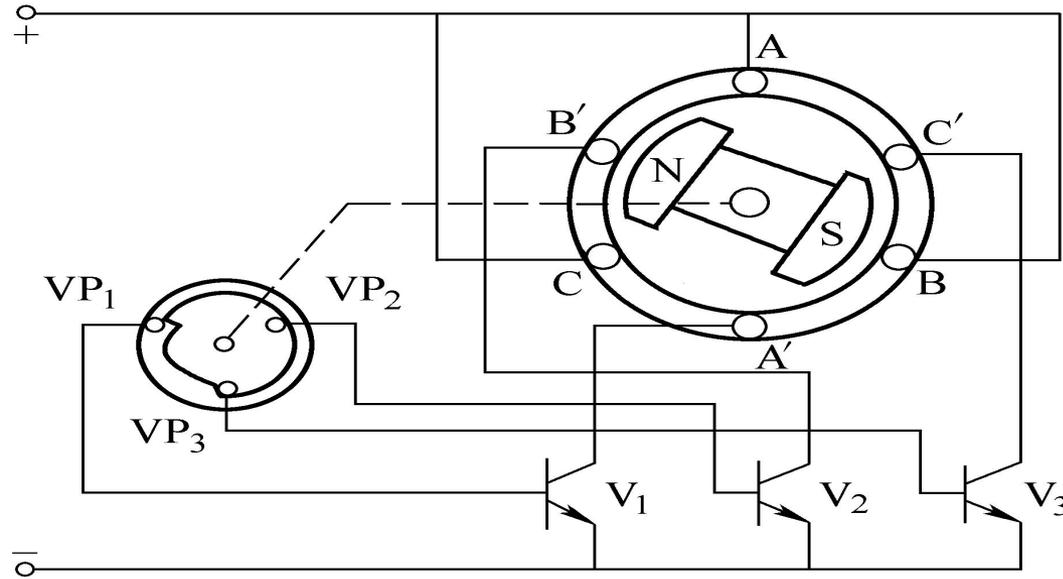
分为永磁同步式、永磁直流无刷式、异步（或称感应）式等交流伺服电动机。

#### 2) 交流伺服电动机工作原理

##### ➤ 永磁直流无刷伺服电动机

三相永磁直流无刷伺服电动机主要由电动机本体、位置传感器和电子开关线路三部分组成。其结构与永磁同步伺服电动机相似。

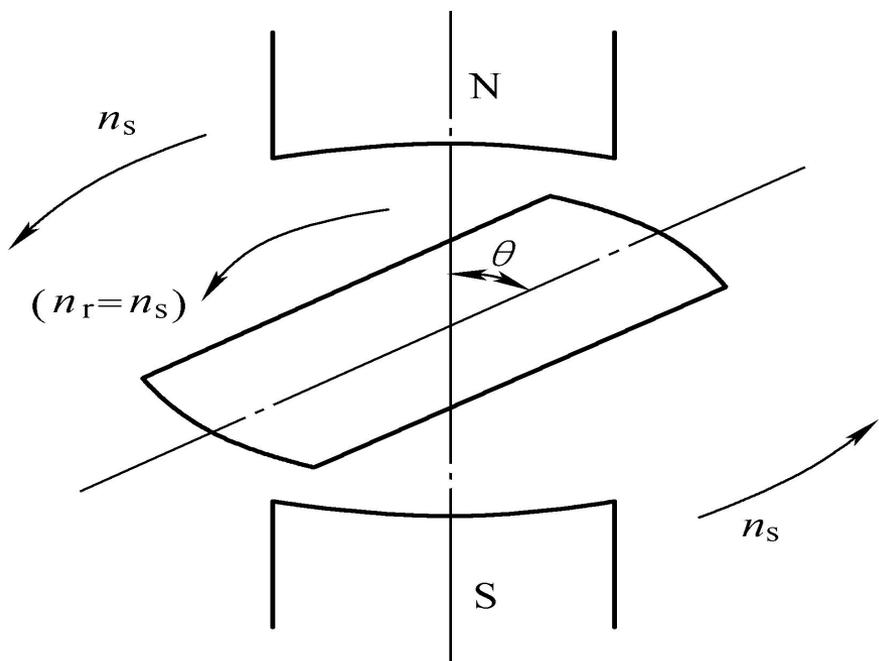
借助较简单的位置传感器的信号，控制电枢绕组的换向，由于每个绕组的换向都需要一套功率开关电路，电枢绕组的数目通常只采用三相，相当于只有3个换向片的直流电动机，因此运行时电动机的脉动转矩大，造成速度的脉动，需要采用速度闭环才能较低转速运行。



# 机床控制系统的安装与调试

## ➤ 永磁同步式交流伺服电动机

永磁同步式交流伺服电动机的定子绕组产生的空间旋转磁场和转子磁场相互作用，使定子带动转子一起旋转。所不同的是转子磁极不是由转子的三相绕组产生，而是由永久磁铁产生。

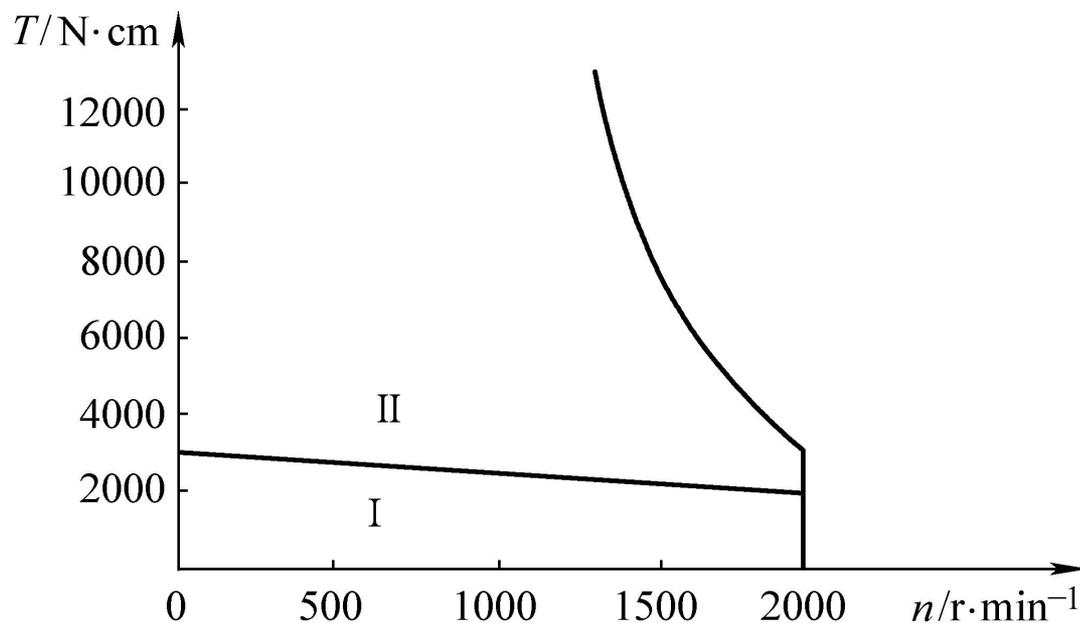


转子速度  $n_r = 60f/p$

$f$  —— 电源交流电的频率

$p$  —— 定子和转子的极对数

交流伺服电机的转矩-速度特性曲线如图所示。



I —连续工作区      II —断续工作区

## 3) 进给系统调速方法简介

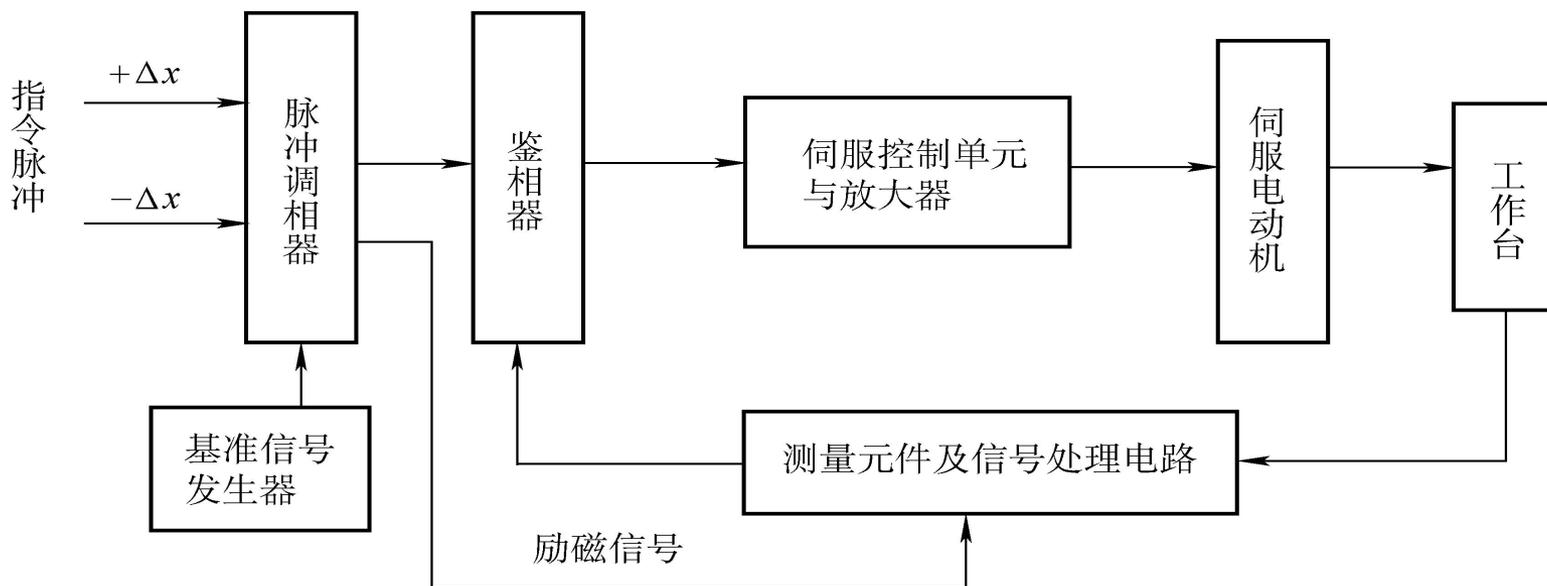
交流伺服电机调速主要是变频调速。变频调速的主要环节是能为交流伺服电机提供变频电源的变频器，变频器可分为交-直-交变频器和交-交变频器两大类。

变频调速大量采用PWM型变频器，它是采用脉宽调制原理。PWM型变频器出现了许多调制方法，如SPWM、电流跟踪PWM等。

目前，交流伺服电机还采用矢量控制技术。

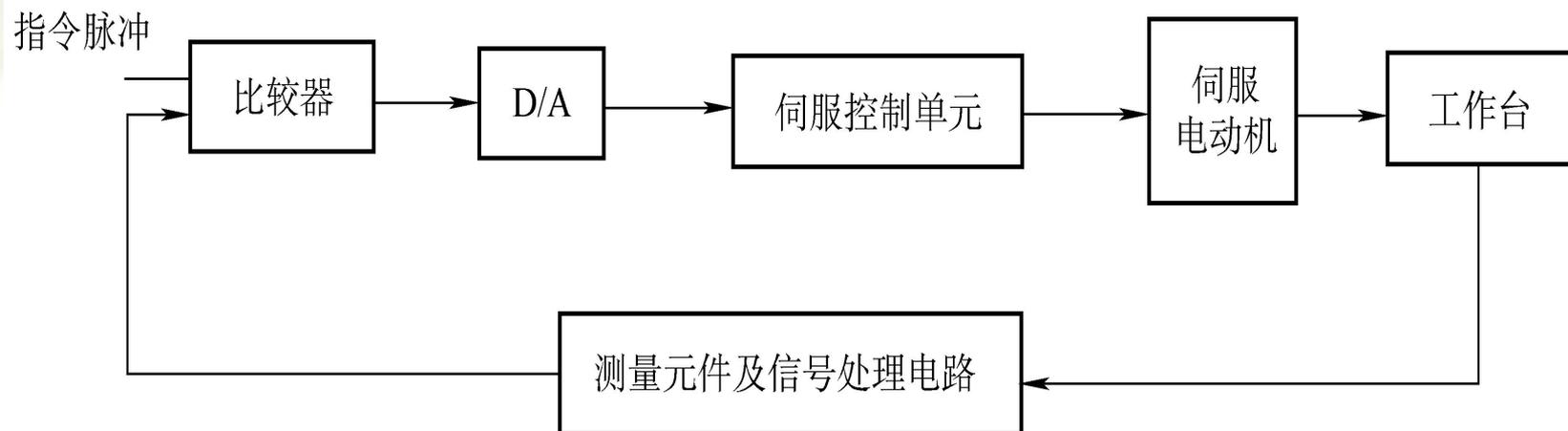
## (2) 位置控制

### 1) 相位伺服驱动系统



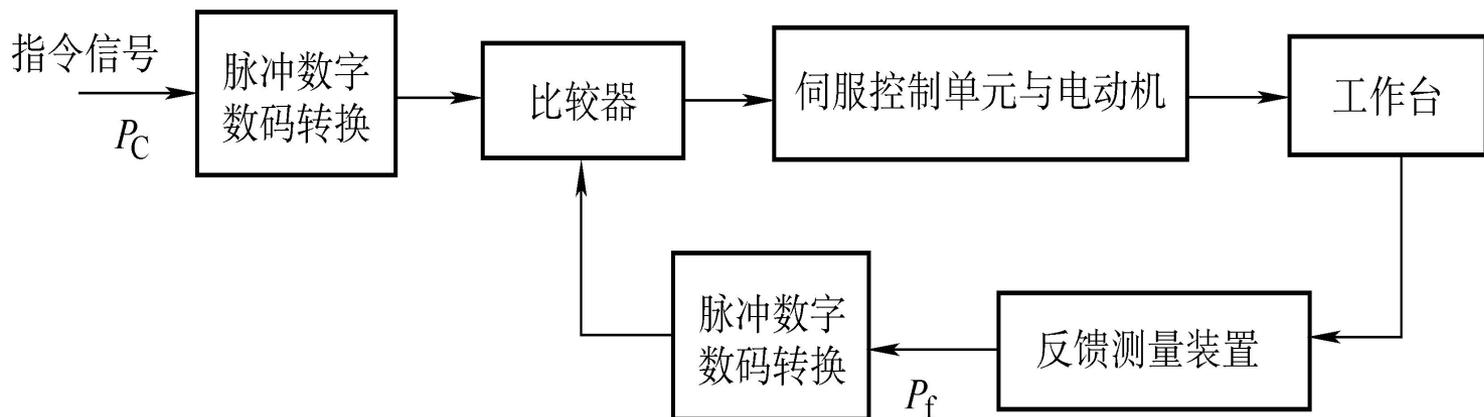
位置检测装置采取相位工作方式，指令与反馈信号都变成某个载波的相位，然后通过两者相位的比较，获得实际位置与指令位置的偏差。

## 2) 幅值伺服驱动系统



幅值伺服驱动系统是以位置检测信号的幅值大小来反映机械位移的数值，并以此作为位置反馈信号与指令信号进行比较构成的闭环控制系统。

## 3) 脉冲（数字）比较伺服驱动系统



它是将数控装置发出的脉冲（或数字）指令信号与检测装置测得的以脉冲（或数字）形式表示的反馈信号直接进行比较，以产生位置误差，达到闭环控制。

## 4) 全数字伺服驱动系统的特点

- 采用现代控制理论，通过计算机软件实现最佳最优控制。
- 数字伺服驱动系统是一种离散系统，它是由采样器和保持器两个基本环节组成。离散系统的校正环节的PID控制可由软件实现。由位置、速度和电流构成的三环反馈实现全部数字化，由计算机处理。
- 数字伺服驱动系统具有较高的动、静态精度  
采用新的控制方法：前馈控制；预测控制；学习控制。

# 机床控制系统的安装与调试

## 二、分析控制过程

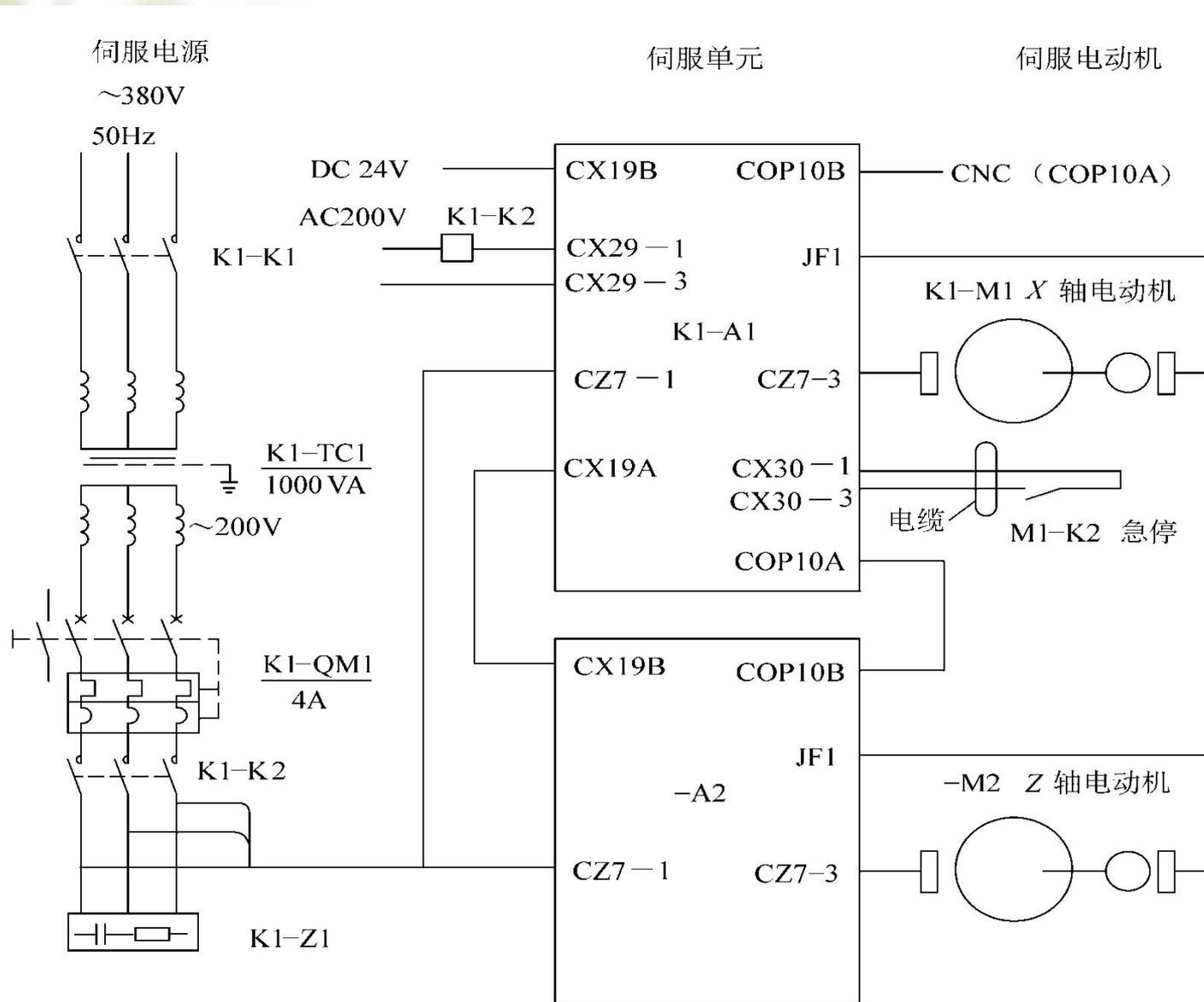
控制端	动力电	数控系统	驱动负载	控制信号
核心	动力电	数控系统	驱动负载	控制信号
伺服驱动器	AC200V / 50Hz	光缆	电机	DC24V
			脉冲编码器	急停



# 机床控制系统的安装与调试

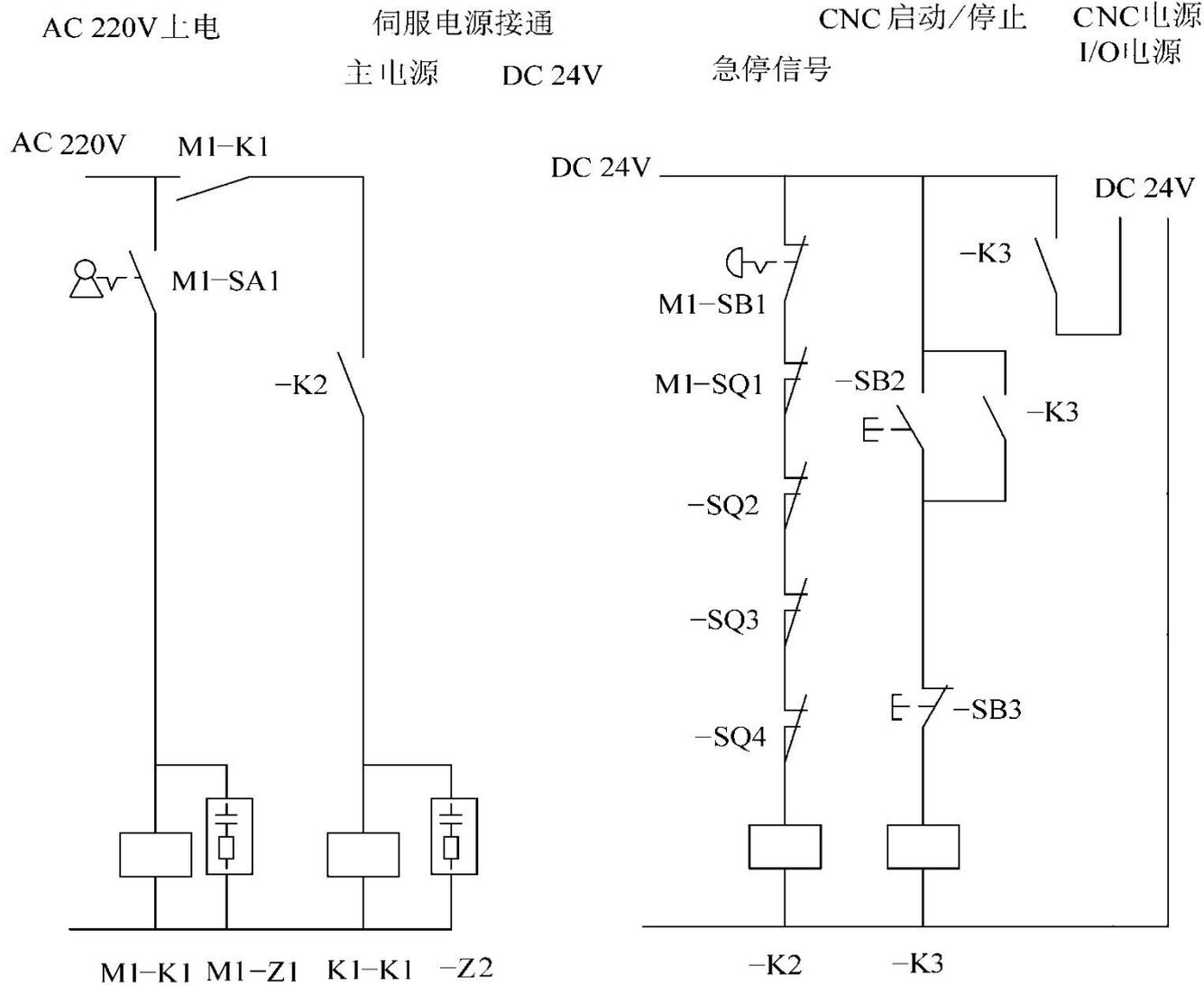
## 三、分析电气原理图

### 1. 伺服电路



# 机床控制系统的安装与调试

## 2. 强电控制电路



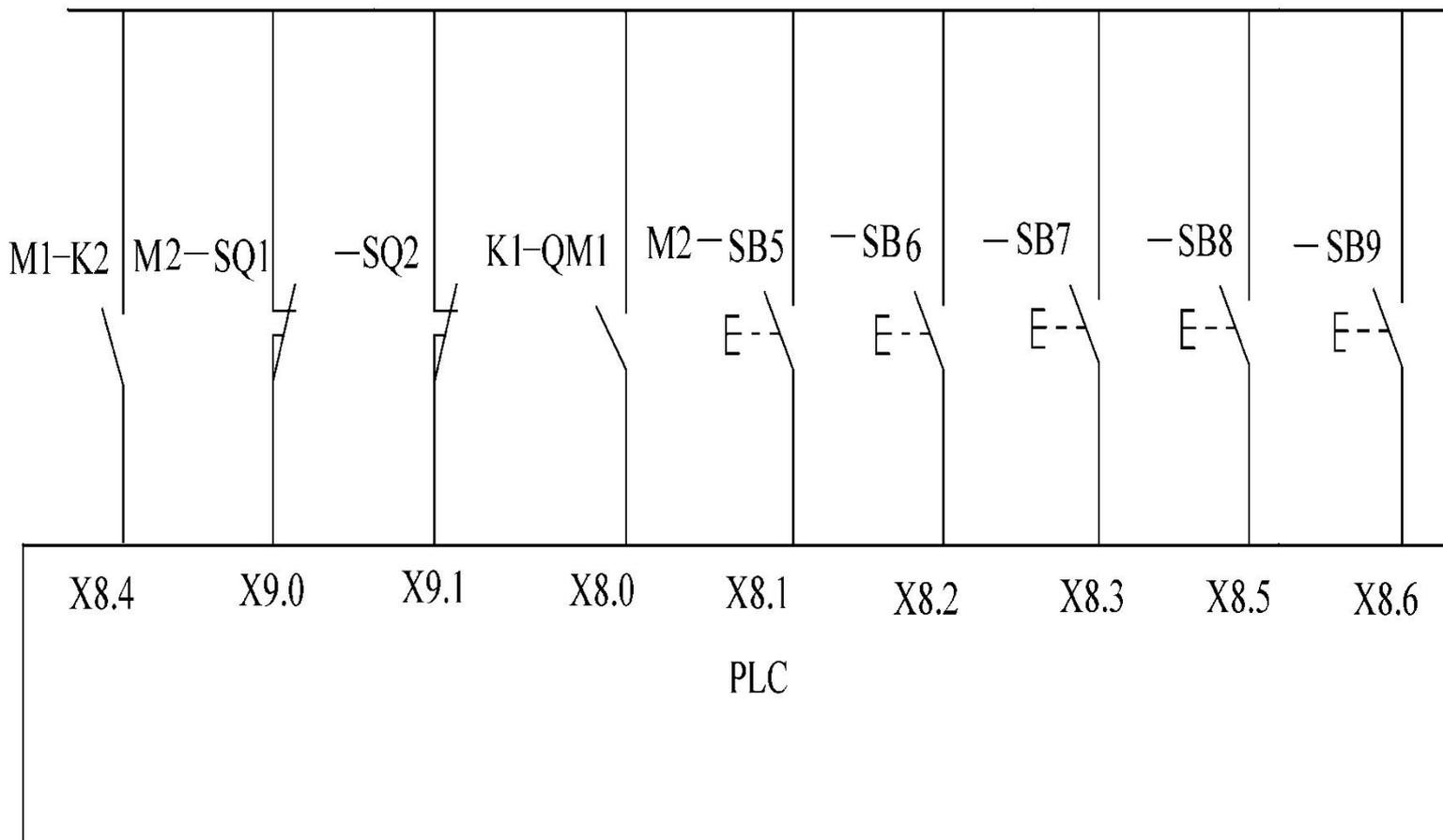
# 机床控制系统的安装与调试

3.

PLC

输入  
电路

急停 X轴基准点 Z轴基准点 保护开关正常 +X -X +Z -Z 快移



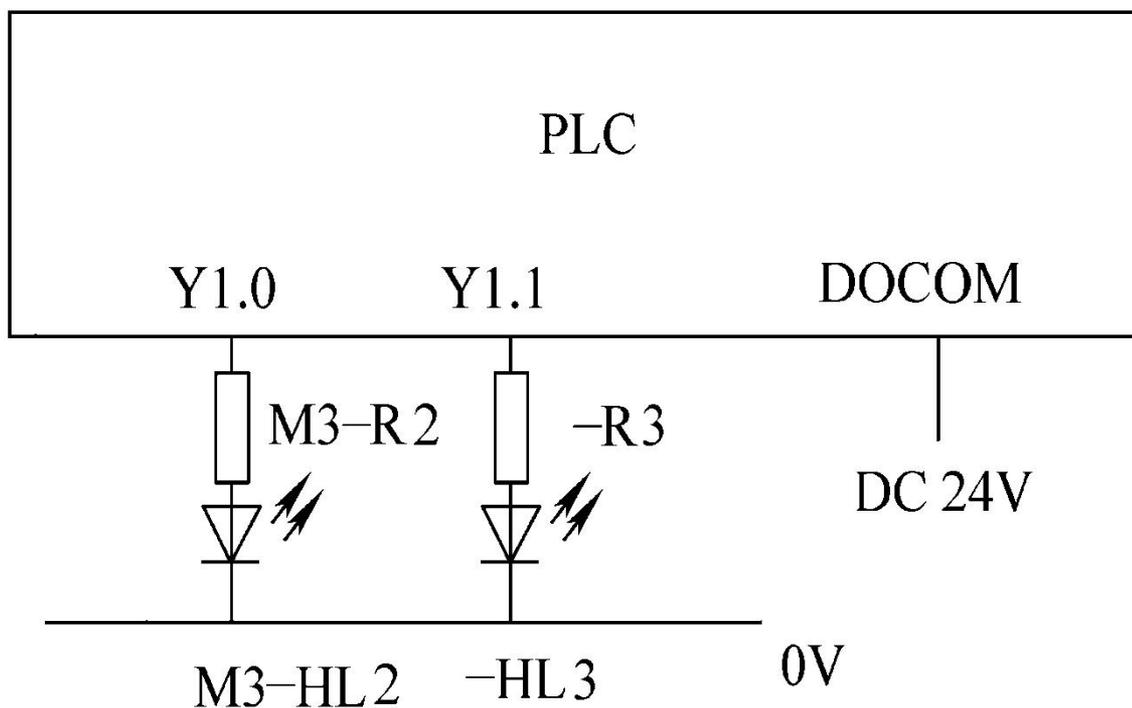
# 机床控制系统的安装与调试

X轴基准点灯 Z轴基准点灯

4.

PLC

输出  
电路



# 机床控制系统的安装与调试

## 四、安装、调试

- ❖ 认知伺服驱动系统，了解其组成与功能。
- ❖ 检查元器件的质量是否完好，按照图进行接线。
- ❖ 对照线路图检查是否掉线、错线，接线是否牢固。学生自行检查和互检后，经指导老师检查后方可通电操作。
- ❖ 依次合上断路器M1-QF1、-QF2、-QF3、-QF4、-QF5、-QF6、K1-QM1，然后接通钥匙开关M1-SA1，按下NC启动按钮。



# 机床控制系统的安装与调试

- ❖ 手动操作方向按钮M2-SB5（或-SB6、SB7、SB8、SB9），观察电机或拖板移动的方向。
- ❖ 在返回参考点方式，按下按钮M2-SB5或-SB7，观察电机或拖板运行情况，查看基准点灯是否亮。
- ❖ 按下紧停按钮M1-SB1，观察面板上的报警灯。此时，手动方式按下方向键，观察电机是否运行。
- ❖ 进行断电操作，断电顺序与通电顺序相反。