



## 本章内容

1. 电气控制线路图的图形、文字符号及绘制原则
2. 三相笼型异步电动机的基本控制线路
3. 三相笼型异步电动机降压开启控制线路
4. 三相笼型异步电动机制动控制线路
5. 三相笼型异步电动机速度控制线路
6. 变频调速与变频器的使用
7. 电气控制线路的简朴设计法
8. 经典生产机械电气控制线路分析



## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

### 1. 什么是电气控制线路？

- 用导线将电机、电器、仪表等元器件按一定的要求连接起来，并实现某种特定控制要求的电路。

### 2. 什么是电气控制系统图？

- 为了体现生产机械电气控制系统的构造、原理等设计意图，便于电气系统的安装、调试、使用和维修，将电气控制系统中各电器元件及其连接线路用一定的图形体现出来，这就是电气控制系统图。

### 3. 电气控制系统图的种类

### 4. 电气原理图



## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

1. 常用电气图形和文字符号
2. 电气图形符号和文字符号的国家原则
3. 演化历史
4. 现状
5. 图形符号基本上是一致的国家原则
6. 文字符号还在使用已废止的**GB 7159—1987**《电气技术中的文字符号制订通则》
7. 目前电气图形符号和文字符号相关的国家原则介绍
8. 参考教材上的讲解
9. 本教材是第一本全方面采用电气文字符号新国家原则的教材

## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

### 6. 电气控制线路图的绘制原则

#### ■ 绘制电气原理图时应遵照的原则

- 电气原理图一般分主电路和辅助电路两部分。

**主电路**是电气控制线路中大电流经过的部分，涉及从电源到电机之间相连的电器元件；一般由组合开关、主熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件和电动机等构成。

**辅助电路**是控制线路中除主电路以外的电路，其流过的电流比较小。辅助电路涉及控制电路、照明电路、信号电路和保护电路。其中控制电路是由按钮、接触器和继电器的线圈及辅助触点、热继电器触点、保护电器触点等构成。



## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

1. 绘制电气原理图时应遵循的原则
2. 电气原理图中全部电器元件都应采用国家原则中统一规定的图形符号和文字符号表示。
3. 布局
4. 文字符号标注
5. 图形符号表示要点
6. 线条交叉及图形方向
7. 图区

## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

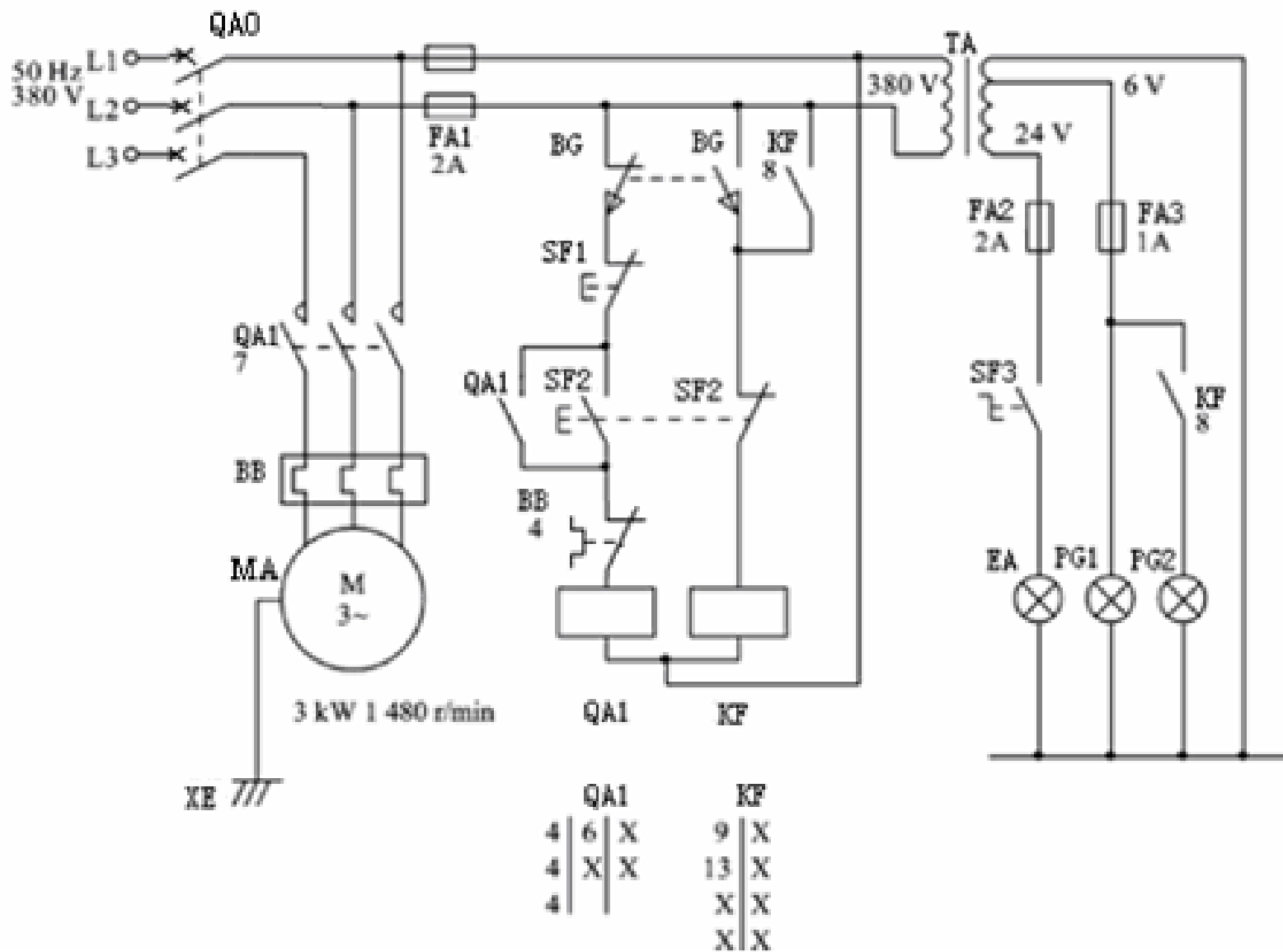
### 符号位置的索引

- 当一种控制系统有多页图纸时，索引非常有用。
- 接触器、继电器的线圈、触点的索引措施
  - ✓ 接触器





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
电源开关及保护			主电机		启停控制电路				变压器		照明及信号		





## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

1. 电气安装接线图
2. 什么是电气安装接线图？作用？
3. 一般情况下，电气安装图和原理图需配合起来使用。
4. 绘制电气安装图应遵循的主要原则如下：
5. 必须遵循相关国家原则绘制电气安装接线图。
6. 各电器元器件的位置、文字符号必须和电气原理图中的标注一致，同一个电器元件的各部件（如同一个接触器的触点、线圈等）必须画在一起，各电器元件的位置应与实际安装位置一致。
7. 不在同一安装板或电气柜上的电器元件或信号的电气连接一般应经过端子排连接，并按照电气原理图中的接线编号连接。





## 2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则

1. 电器元件布置图
2. 什么是电器元件布置图？作用？
3. 电器元器件布置图的设计应遵循以下原则：
4. 必须遵循相关国家原则设计和绘制电器元件布置图。
5. 相同类型的电器元件布置时，应把体积较大和较重的安装在控制柜或面板的下方。
6. 发热的元器件应该安装在控制柜或面板的上方或后方，但热继电器一般安装在接触器的下面，以方便与电机和接触器的连接。
7. 需要经常维护、整定和检修的电器元件、操作开关、监视仪器仪表，其安装位置应高低适宜，以便工作人员操作。



## 2.2 三相笼型异步电动机的 基本控制线路

## ● 电气控制线路 基础

### 1. 概述

- 三相笼型异步电动机在生产实际中用量最大。
- 其电气控制线路图大都由继电器接触器和按钮等有触点的电器构成。

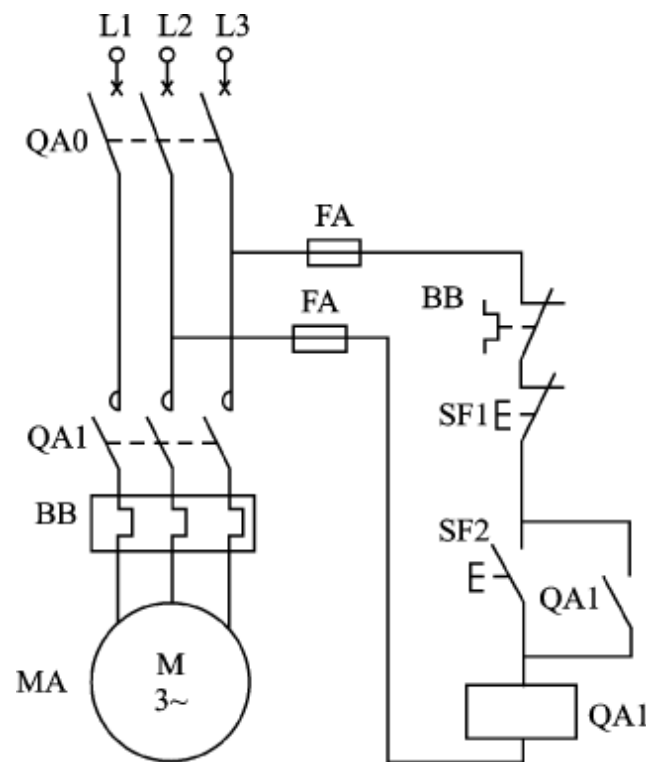


## 2.2 三相笼型异步电动机的基本控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 2. 全压开启控制线路

- 这是最基本的电动机控制线路。是任何一种电气工程师需要熟记于心的电路。
- 构成：
  - 主电路
  - 控制线路





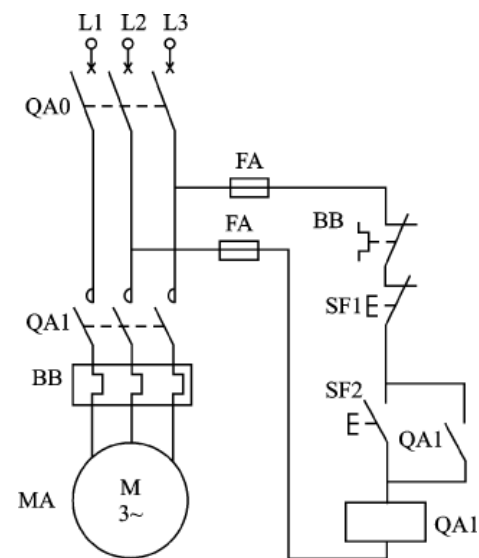
## 2.2 三相笼型异步电动机的基本控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 2. 全压开启控制线路

#### ■ 工作原理

- 开启过程
- 操作过程
- 主要概念:
  - ✓ 自锁
  - ✓ 自锁触点
- 停止过程





## 2.2 三相笼型异步电动机的 基本控制线路

## ● 电气控制线路 基础

### 2. 全压开启控制线路

#### ■ 控制线路的保护环节

- 短路保护: **FA**
- 过载保护: **BB**
- 失压和欠压保护: **QA**



## 2.2 三相笼型异步电动机的基本控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 3. 正反转控制线路

■ 生产实际的需要

■ 工作原理

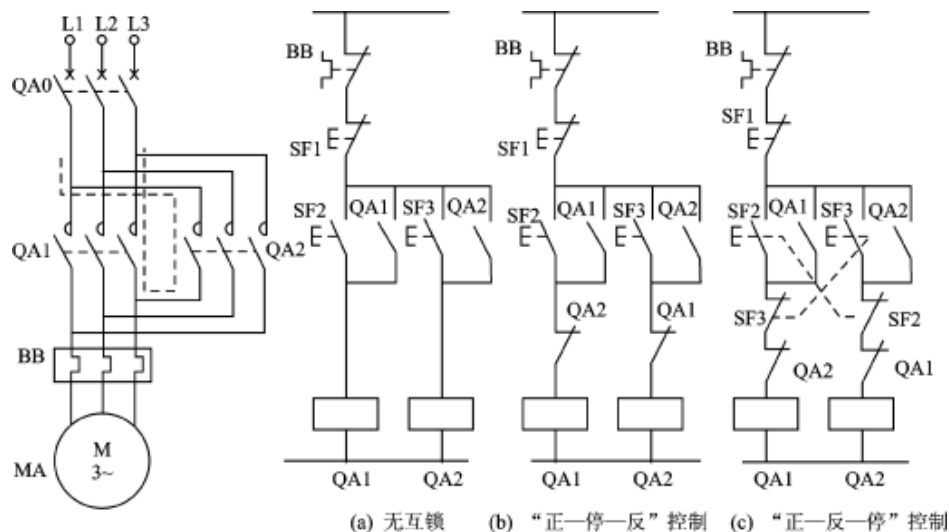
■ 工作过程

● 基本控制线路（不能使用）

● 正—停—反

✓ 主要概念：互锁

● 正—反—停



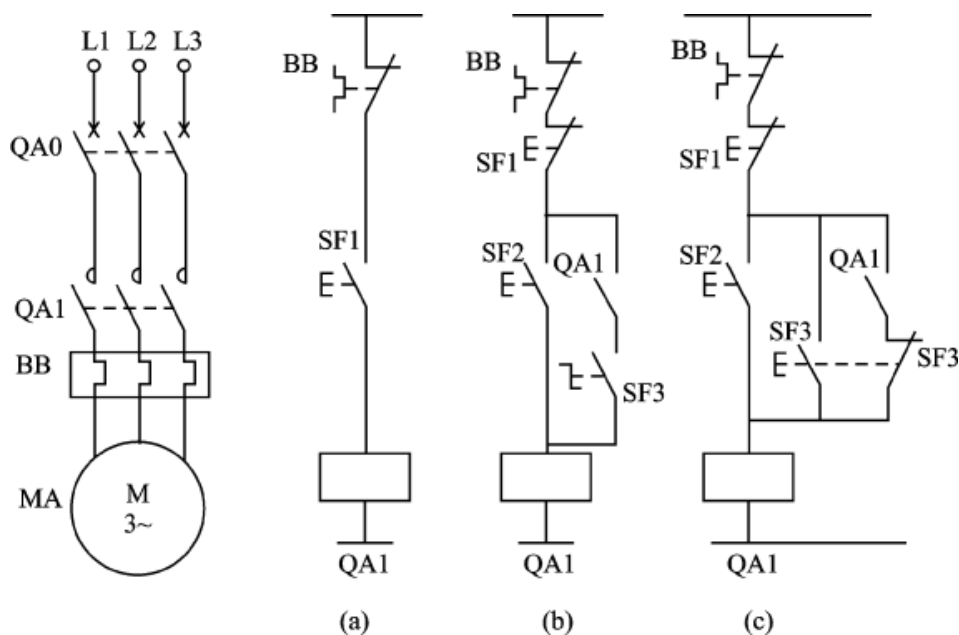


## 2.2 三相笼型异步电动机 基本控制线路

## ● 电气控制线路 基础

### 4. 点动控制线路

- 生产实际的需要
- 工作过程



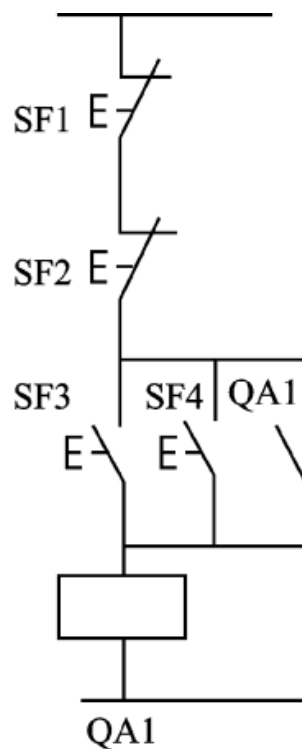


## 2.2 三相笼型异步电动机的 基本控制线路

## ● 电气控制线路 基础

### 5. 多点控制线路

- 生产实际的需要
- 工作过程





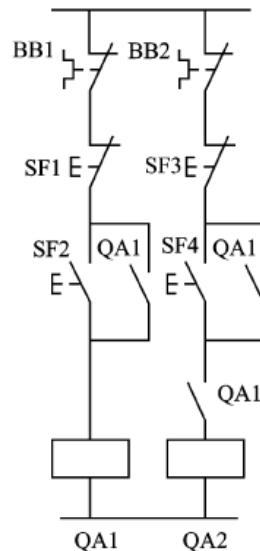
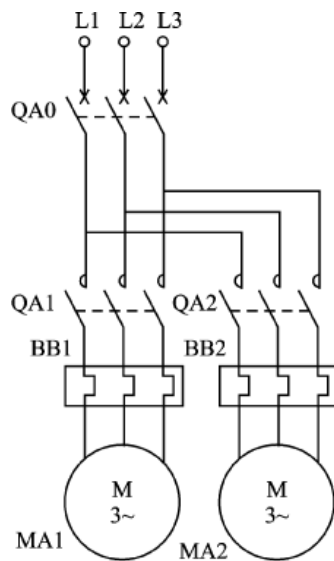


# 2.2 三相笼型异步电动机的基本控制线路

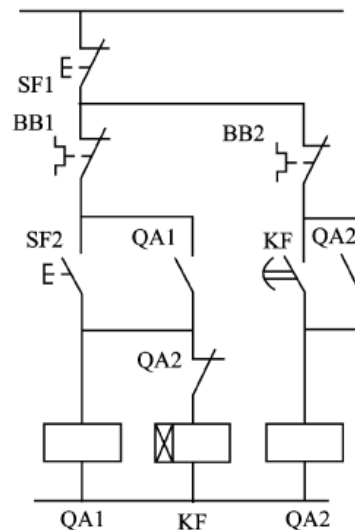
# ● 电气控制线路基础

## 6. 顺序控制线路

- 生产实际的需要
- 类型
  - 基于动作先后顺序
  - 基于时间控制
- 工作过程



(a) 按动作顺序



(b) 按时间顺序

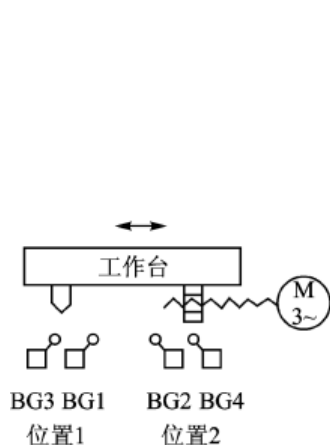


# 2.2 三相笼型异步电动机的基本控制线路

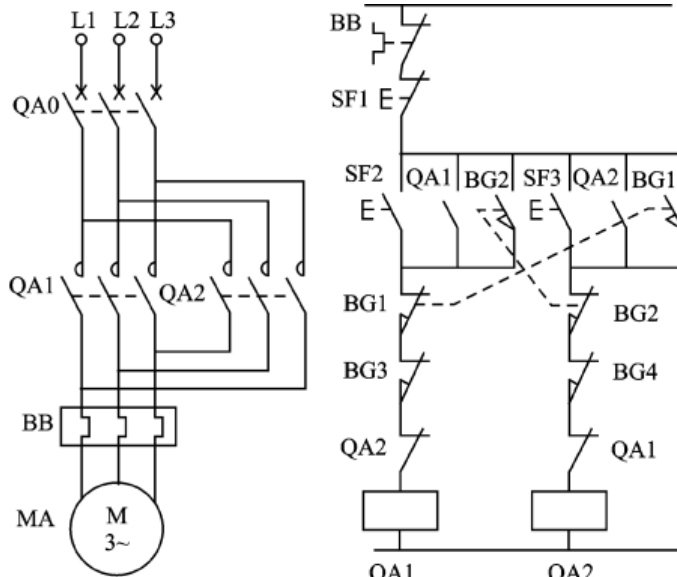
# ● 电气控制线路基础

## 7. 自动循环控制线路

- 生产实际的需要
- 工作过程



(a) 工作台自动循环示意图



(b) 控制线路



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 1. 概述

- 为何要进行降压开启控制？
- 降压开启的过程
- 降压开启措施
  - 定子电路串电阻（或电抗）
  - 星形—三角形
  - 自耦变压器
  - 延边三角形
  - 使用软开启器
  - 使用变频器



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 2. 星形—三角形降压开启控制线路

#### ■ 降压开启原理

- 开启时将电动机定子绕组接成星形，加在电动机每相绕组上的电压为额定值的 $1/\sqrt{3}$ ，Y形连接时，加在电动机定子绕组上的电流是 $\Delta$ 连接时的 $1/3$ ，从而减小了开启电流对电网的影响。当转速接近额定转速时，定子绕组改接成三角形，使电动机在额定电压下正常运转。

#### ■ 工作过程

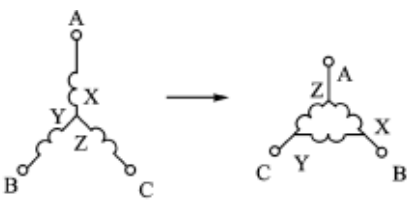
- 主电路为何像这么连接？
- 工作过程



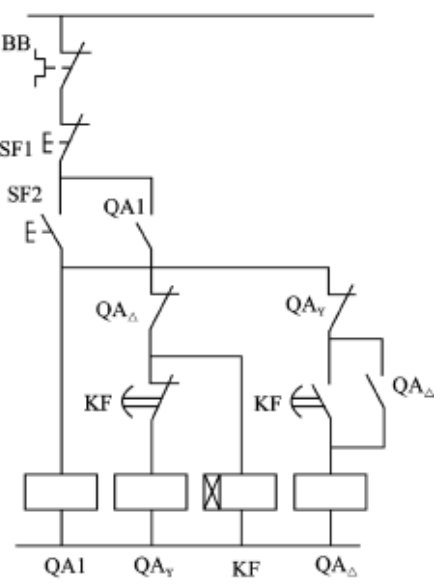
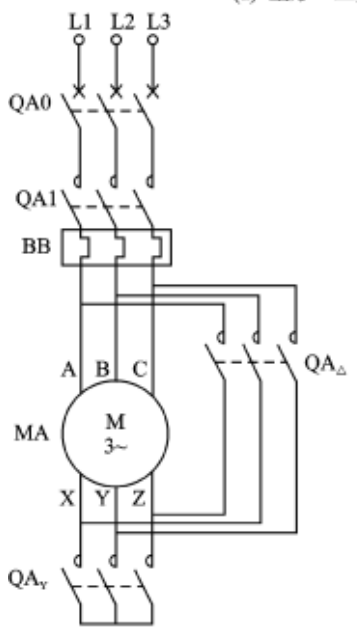
# 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

KM1/KM3星形;  
KM1/KM2三角形;  
;  
KM2/KM3互锁



(a) 星形—三角形转换绕组连接图



(b) 控制线路



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

# ● 电气控制线路基础

## 2. 星形—三角形降压开启控制线路

### ■ 特点和合用场合

- 优点：开启电流特征好，构造简朴，价格低；
- 缺陷：因为开启转矩也降低到了原来的 $1/3$ ，所以转矩特征差。
- 适合于轻载或空载开启的场合。

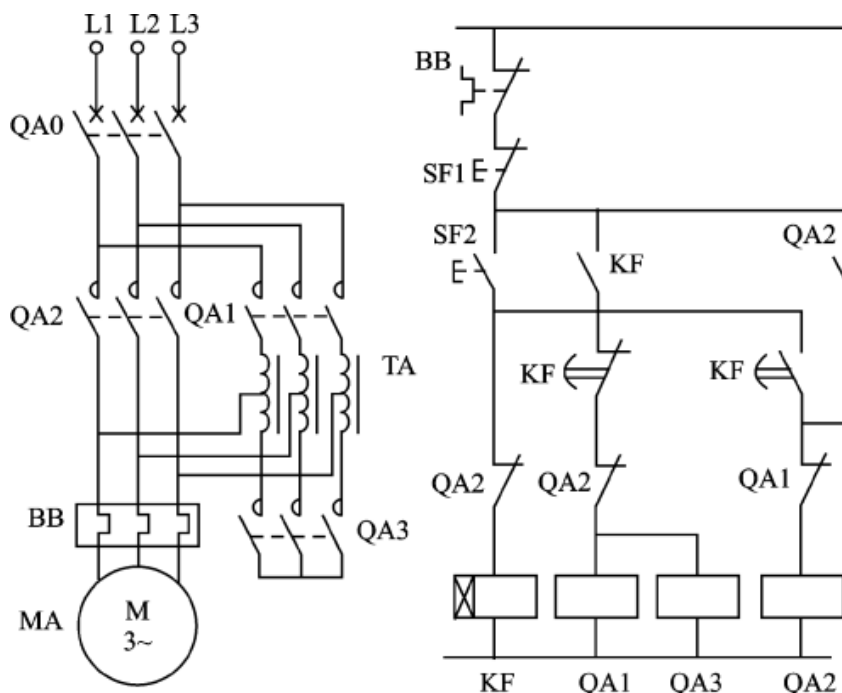


## 2.3 三相笼型异步电动机降 压开启控制线路

## ● 电气控制线路 基础

### 3. 自耦变压器降压开启控制线路

- 降压开启原理
- 工作过程





## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 3. 自耦变压器降压开启控制线路

#### ■ 特点及合用场合

- 优点：开启时对电网的电流冲击小，功率损耗小。
- 缺陷：自耦变压器相对构造复杂，价格较高。
- 这种线路主要用于较大容量的电动机，以减小开启电流对电网的影响。





## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 4. 软开启器及其使用

#### ■ 使用场合及特点

- 在某些对开启要求较高的场合，可选用软开启装置，它采用电子开启措施。
- 主要特点是：具有软开启和软停车功能，开启电流、开启转矩可调整，另外还具有对电动机和软开启器本身的热保护、限制转矩和电流冲击、三相电源不平衡、缺相、断相等保护功能和实时检测并显示如电流、电压、功率因数等参数的功能。

- **原理：**利用晶闸管的移相控制原理，经过控制晶闸管的导通角，变化其输出电压，到达经过调压方式来控制开启电流和开启转矩。



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 4. 软开启器及其使用

#### ■ 软开启器的控制功能

##### ● 斜坡升压开启方式

- ✓ 此种开启方式一般可设定开启初始电压 $U_{q0}$ 和开启时间 $t_1$ 。这种开启方式关闭电流反馈，属开环控制方式，在电动机开启过程中，电压线性逐渐增长，在设定的时间内到达额定电压。

##### ● 转矩控制及开启电流限制开启方式

- ✓ 此种开启方式一般可设定开启初始力矩 $T_{q0}$ 、开启阶段力矩限幅 $TLI$ 、力矩斜坡上升时间 $t_1$ 和开启电流限幅 $ILI$ 。这种开启方式引入电流反馈，经过计算间接得到负载转矩，属闭环控制方式。因为控制目的为转矩，故软开启器输出电压为非线性上升。
- ✓ 此种控制方式能够使电动机以最佳的开启加速度、以最快的时间完毕平稳的开启，是应用最多的开启方式。



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 4. 软开启器及其使用

#### ■ 软开启器的控制功能

##### ● 电压提升脉冲开启方式

- ✓ 此种开启方式一般可设定电压提升脉冲限幅**ULI**。升压脉冲宽度一般为5个电源周波，即**100ms**。在开启开始阶段，晶闸管在极短时间内按设定升压幅值开启，可得到较大的开启转矩，此阶段结束后，转入转矩控制及开启电流限制开启。该开启措施合用于重载并需克服较大静摩擦的开启场合。

##### ● 转矩控制软停车方式

- ✓ 能耗制动方式



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 4. 软开启器及其使用

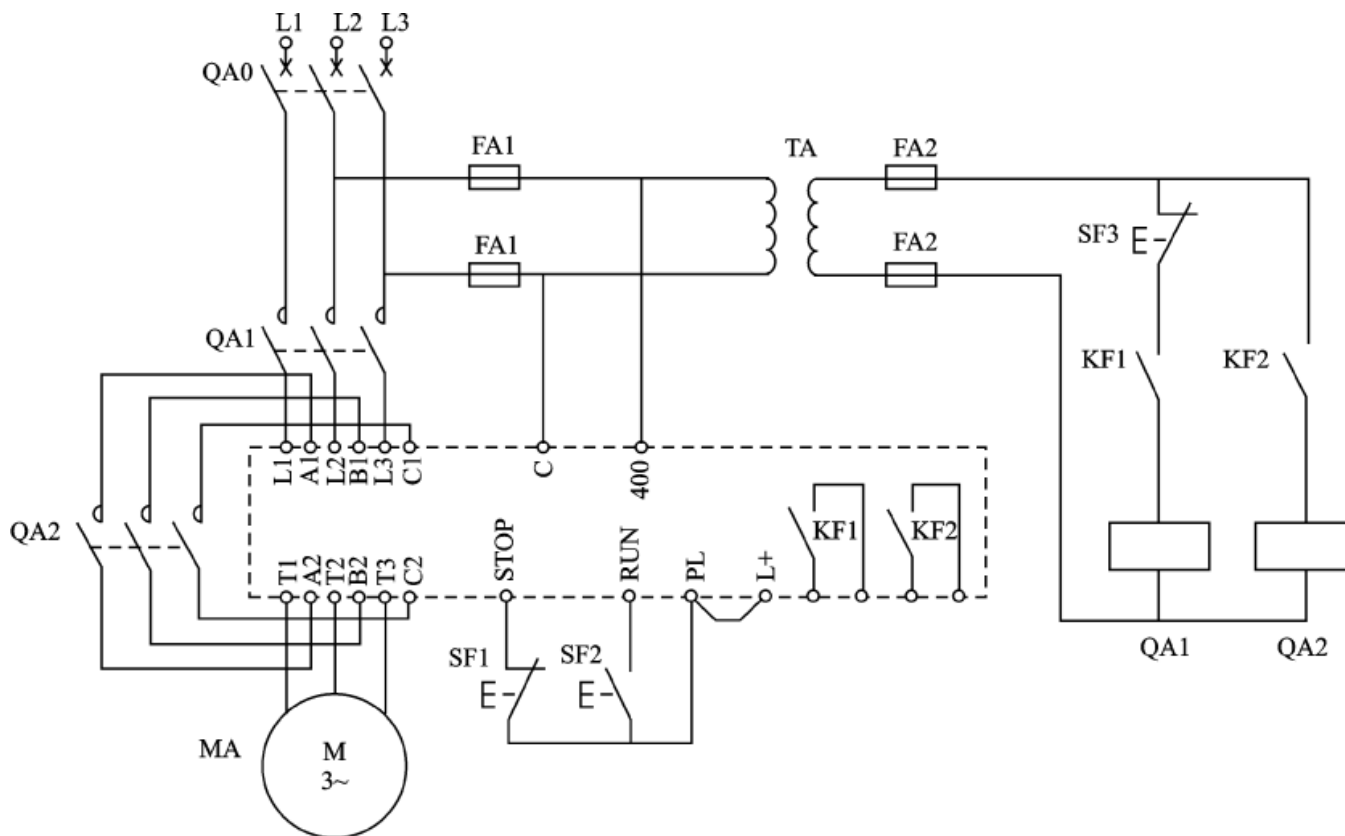
#### ■ 使用举例：TE的Altistart46

- 具有通用软开启器的多种功能
- 电动机单向运营，带旁路接触器、软开启、软停车或自由停车控制线路
  - ✓ 端子功能
    - L1/L2/L3,A1/A2/A3,T1/T2/T3,A2/B2/C2
    - PL
    - STOP,RUN
    - C,400
  - ✓ KF1,KF2输出继电器的作用



## 2.3 三相笼型异步电动机降 压开启控制线路

## ● 电气控制线路 基础





## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 4. 软开启器及其使用

#### ■ 使用举例：TE的Altistart46

##### ● 单台软开启器开启多台电机举例

✓ 注意外部旁路的区别

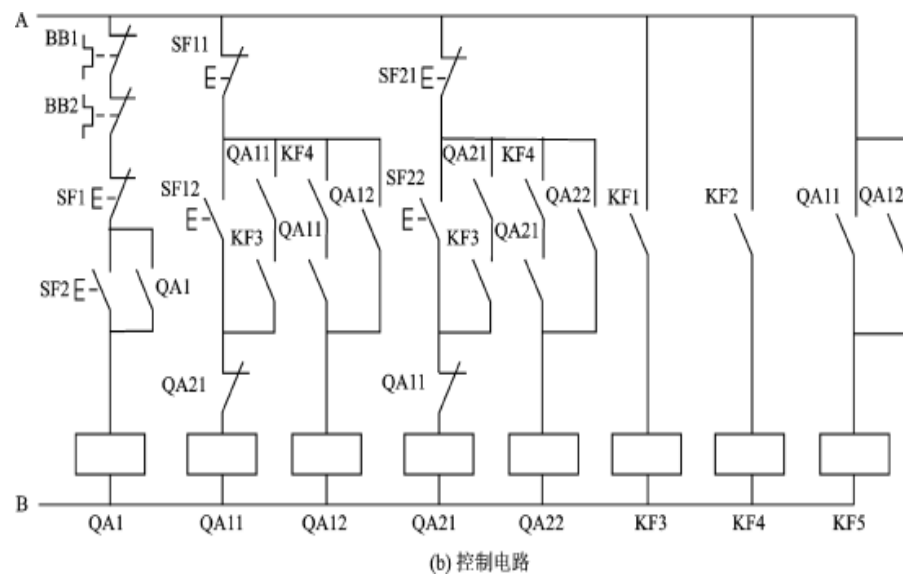
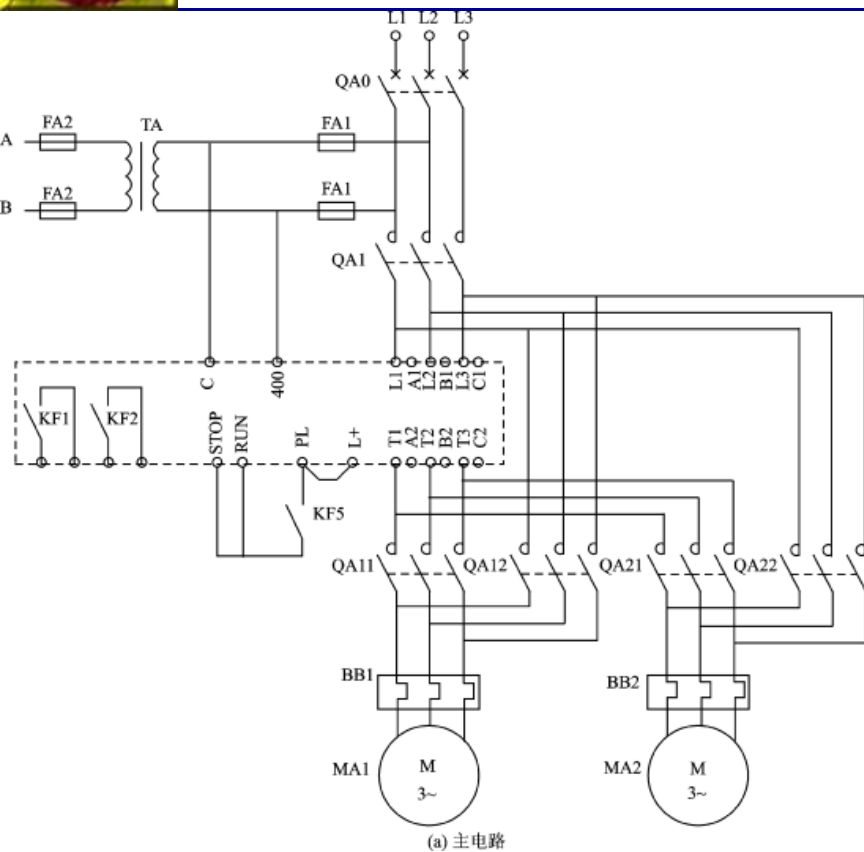
✓ **KF1, KF2**输出继电器的作用

- 在一台电动机开启结束后，软开启器被外部旁路。对它来说，这是不正常状态，所以**KF1**和**KF2**都断开。



## 2.3 三相笼型异步电动机降压开启控制线路

## ● 电气控制线路基础





## 2.4 三相笼型异步电动机控制控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 1. 概述

- 为何要进行制动控制？
- 制动措施
  - 机械的
  - 电气的
    - ✓ 反接制动
    - ✓ 能耗制动
    - ✓ 使用软开启器或变频器中的制动功能





## 2.4 三相笼型异步电动机控制控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 2. 反接制动控制线路

#### ■ 工作原理

- 切断电源并加入反相序的电源
- 注意事项
  - ✓ 限制冲击电流
  - ✓ 及时切除反向电源

#### ■ 特点及合用场合

- **特点：**制动迅速，效果好，冲击大。
- **合用场合：**一般仅合用于**10 kW**下列的小容量电动机。

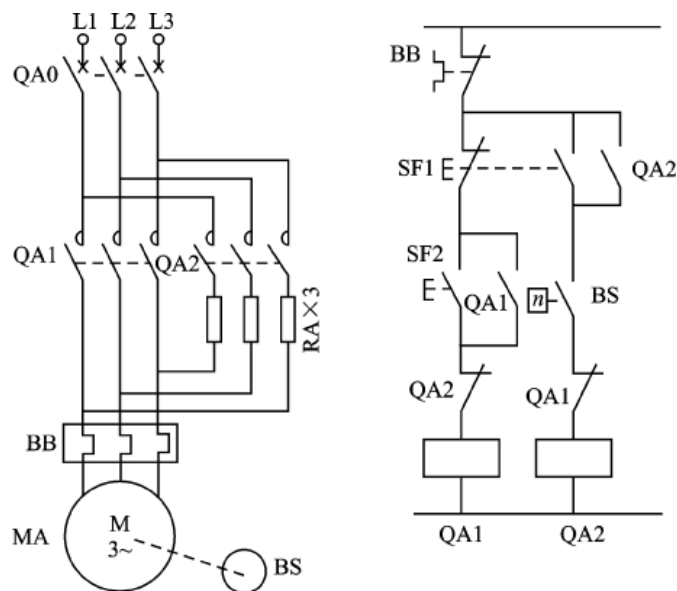


## 2.4 三相笼型异步电动机控制控制线路

## ● 电气控制线路基础

### 2. 反接制动控制线路

- 单向运营反接制动控制线路
  - 工作过程讲解



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/705122200011011340>