

校本教程

制冷空调电控与PLC应用技术

叶翠安 梁海洲 编

王启详 主审



广东交通职业技术学院

二〇一三年二月二十八日

校本教程

制冷空调电控与PLC应用技术

叶翠安 梁海洲 编

王启详 主审



常州大学图书馆
藏书章

广东交通职业技术学院

二〇一三年二月二十八日

简介

本书是在我院制冷空调专业多年来教学改革和实训基地建设基础上编写而成的，内容丰富、实用，针对性强。教材按照基于生产过程和工作任务的教学模式编写，在内容上将理论与实践结合，采用在教学做的一体化教学方法，编写内容上体现职业性和技术性，技术方面增加了目前行业较为前沿的技术，充分体现职业教育技术技能型人才培养的特色。

本书共分五个模块和 16 个项目。电气控制技术模块，通过理实一体化项目教学，介绍了制冷空调常用低压电器、电气基本控制电路和典型的制冷空调电气控制系统，并贯穿了读图、安装、调试、故障分析与检修等实践教学内容；空调器与变频空调模块，以常见空调器微机控制系统电路为对象，进行电子器件分析，电路控制原理分析和故障诊断与维修能力的培养；PLC 应用技术模块，以日本三菱 FX 系列 PLC 为对象，以程序编制与调试、PLC 技术应用为主线，系统地介绍了 PLC 的软硬件组成、编程软件与仿真、指令系统及编程、特殊功能模块及应用；新技术应用模块，包括 PLC 与组态软件的应用、PLC 与触摸屏的应用、PLC 与变频器的应用内容。

本书主要适用于高职高专制冷空调专业。还可供工程技术人员参考和作为培训教材使用。

前言

在制冷空调中,电气与控制技术应用十分广泛,在控制类型方面,电气控制比其他控制方法使用得更为普遍。在故障方面,电气故障相比制冷系统或机械故障,要占 60%以上;随着科学技术的发展,以可编程控制器(PLC)为主体的新型电气控制系统,已广泛应用于制冷生产领域。为帮助大家更好地掌握电气控制与 PLC 应用技术,作者在总结多年教学、技术服务,与实训基地建设成果的基础上,编写了这本理实一体化项目教程。编写思路:

1、在内容上,将理论与实践结合,理论以“够用”为度,实践以技能培养为前提;将职业规范标准融入整个教学,将考证内容融入到相应的工作任务中,其中的部分项目直接对应到“制冷设备维修工高级工、技师”考核工种中的某一鉴定点。在较少课时下,初步让学生掌握专业知识、智力技能、方法、标准规范、职业素养。

2、在教学方法上,课程教学模式组织,按项目化、功能模块化、任务驱动化来组织实施,所以教材在这个思路,进行相应的内容组织编制;设想通过项目(工作任务)、工作过程(实施任务)、创新训练、达到做中教、做中学、学有成效、学于至用。

3、内容参照国家职业技能鉴定标准的要求(制冷设备维修工、可编程控制器单项能力),吸收世界奥林匹克技能(world skill)大赛制冷空调项目竞赛内容及参考世界技能大赛中国赛区训练方案等规范文件,力求使教材内容新、技术满足行业需求、体现职业性和技术性,具有一定的前瞻性。

4、实用性、可操作性强。教学的内容实施充分利用了学院多年来在制冷空调专业改革、教科研的成果、技术服务、实训室建设的成果,使得内容有载体。

5、从教学需要和实际应用出发,书中列举了大量控制案例和技能训练的内容,突出了应用技能和工程素养能力培养的特色,既可用于理实一体化教学,也可指导学生进行实训、课程设计和毕业设计。

教材的编写项目 2 由梁海洲编写,其余由叶翠安编写。叶翠安任主编,梁海洲副主编。全书由叶翠安负责统稿,由王启详副教授主审。

本书在编写过程中,得到了广东工业大学刘守操老师和广州陆盛智能科技有限公司提供工程案例的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

2013 年 1 月

《制冷空调电控与 PLC 技术》教学内容安排

学习项目		学习任务	课时
1	电气控制基础知识与技能	任务 1: 三相交流异步电机启动控制电路的安装与操作	
		任务 2: 三相交流异步电机降压(星三角)起动	
2	制冷空调继电接触系统案例分析	任务 3: 中央空调电气系统	
		任务 4: 恒温恒湿机组电气系统	
		任务 5: 小型冷库电气系统	
3	家用空调微机控制系统	任务 6: 热泵式空调电气电路	
4	变频空调微机控制系统	任务 7: 变频空调装置微机控制系统	
5	PLC 技术与应用	任务 8: 初步认识 PLC	
		任务 9: 基本逻辑指令的编程	
		任务 10: 编程软件的使用与仿真	
		任务 11: 应用功能指令的编程: 能用传送和比较指令编写电动机 Y-△降压起动	
		任务 12: 模拟量模块读写: 编写温度控制系统	
		任务 13: PLC 组网应用	
		任务 14: 小型冷库控制系统的监控与报警系统开发	
6	PLC 技术综合应用	任务 15: 基于 PLC 技术的小型冷库控制系统编程	
		任务 16: 中央空调控制系统设计与编程	
总计			60

项目一：制冷空调电控基础知识与技能

一、教学目标

1、知识要求

- ①、熟悉常用控制电器的构造、电气符号及功用。
- ②、掌握电机的类型、结构、工作原理及特性。
- ③、熟悉异步电动机的基本保护环节和基本控制环节。
- ④、能表述检查和排除典型电气故障的方法和步骤。

2、技能要求

- ①、熟悉电动机的基本保护环节、基本控制环节、典型控制电路（正反转控制电路、Y-Δ 启动电路、电动机自动控制电路等）。
- ②、会测试和调整压力继电器、温度继电器、速度继电器的设定值与幅差值，会整定时间继电器和热继电器。
- ③、能正确分析和排除电控系统的典型故障。
- ④、能对常用控制电器进行检修，会对交流电动机维护保养。

3、素质要求

- ①、具有与他人共事的团队意识，能进行良好的团队合作、沟通能力、运用资讯科技及信息处理能力、运算能力、自主性和问责性。
- ②、养成严格执行安全技术操作规程，安全文明生产，安全防护，紧急情况处理等良好工程素养。
- ③、按企业和实训基地有关文明生产、6S 现场管理的要求，营造安全健康环保的工作环境，垃圾耗材等分类。
- ④、掌握维修报告及维修计划编制能力，各种报告编写能力，如验收报告、故障报告、检查报告、意外调查报告、营运管理报告、项目可行性研究报告等。

二、项目要求(学习任务)

任务 1：三相交流异步电机启动控制电路的安装与操作

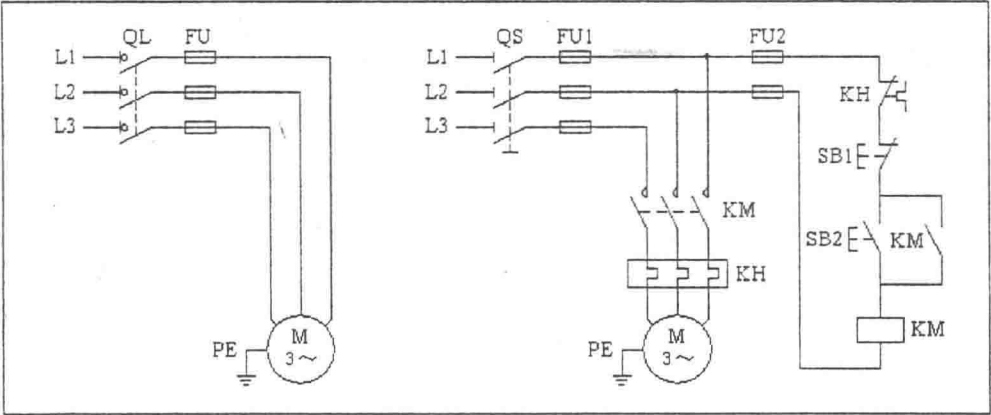


图 1-1 负荷开关控制及接触器控制电路

任务 2：三相交流异步电机降压(星三角)起动

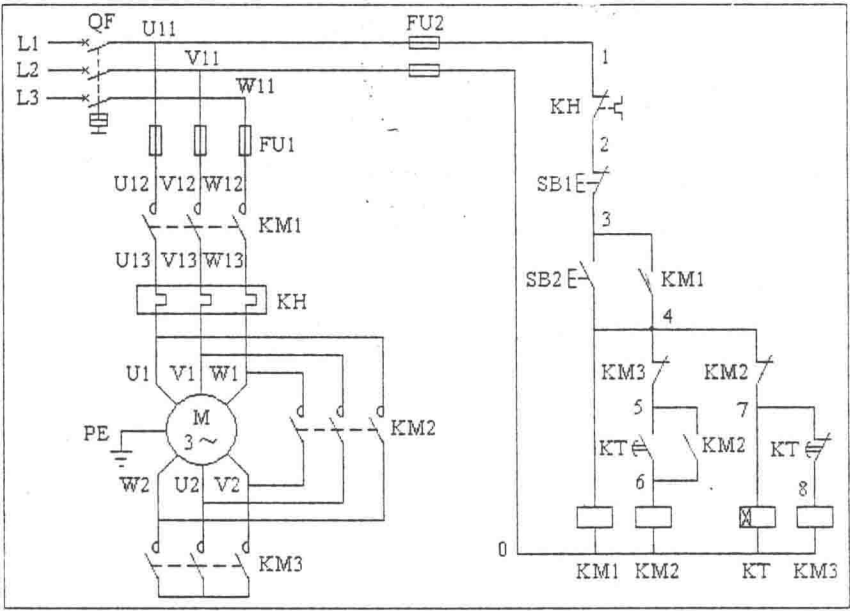


图 1-2 Y-Δ 换接降压启动控制电路

三、背景知识(相关知识点)

1、继电器接触器控制系统

近年来，随着微电脑技术与电力电子技术的突飞发展，电气控制尽管已向无触点连续控制，强弱电结合，微机控制方向发展，但由于继电器接触器系统的技术成熟，控制结构简单，价格便宜，能够达到工农业生产的一般控制要求，所以目前仍然地被广泛使用，但要实现复杂控制功能时就难以完成，工程中往往要使用 PLC 控制系统或微机控制系统。

1.1 常用低压电路

在工农业生产中所用的控制电器多属低压电器，指交流电压在 1000V 以下，直流电压在 1200V 以下，用来接通或切断电路以及用于控制、调节和保护用电设备的电器。常用的低压电器有接触器、继电器、按钮、自动空气断路器等。

1.1.1 闸刀开关

一般用来不需要经常切断与闭合的电路，主要用作电源开关或切断小电流电路，一般不用来通断电机的电流。因为闸刀开关灭弧困难。闸刀开关选择应根据工作时电流和电压来选择，在额定电压下其工作电流不能超过闸刀开关的额定值。控制电机时，闸刀开关的额定电流值一般选择 3—5 倍的异步电机额定电流。

闸刀开关分单极、双极和三极，常用的三极刀开关有额定电流 100A、200A、400A、600A 和 1000A 五种。目前生产的产品有 HD(单投)和 HS(双投)等系列型号。

一般刀开关结构如图 1-3 所示。在电气原理图中，闸刀开关的图形符号如图 1-3 所示。其文字符号用 Q 或 QG、QS 等表示。

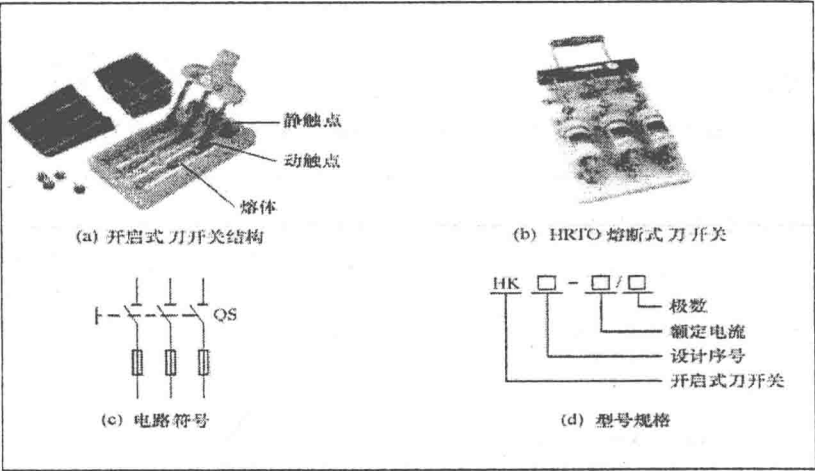


图 1-3 闸刀开关

(a) 结构图 (b) 电气符号

1.1.2 按钮开关

按钮开关常用于接通或断开控制回路中的电流，用来控制接触器、继电器等，从而控制电动机的启动、反转和停止。工程中常见的按钮有常开按钮，常闭按钮以及将常开和常闭做在一起的复合按钮，在线路中各起不同的作用。最常见的是一个按钮盒内有两个的按钮元件组成“启动”、“停止”的双联按钮，以及由三个按钮组成的“正转”、“反转”、“停止”的三联按钮。为了便于使用操作，并涂以不同的颜色，红色表示“停止”，绿色表示“启动”。

按钮的选用：

- ①. 根据使用场合，选择按钮的种类，如开启式、保护式、防水式和防腐式等。
- ②. 根据用途，选用合适的形式，如手把旋钮式、钥匙式、紧急式和带灯式等。
- ③. 按控制回路的需要，确定不同按钮数，如单钮、双钮、三钮和多钮等。
- ④. 按工作状态指示和工作情况要求，选择按钮和指示灯的颜色（参照国家有关标准）。
- ⑤. 核对按钮电压、电流等指标是否满足要求。

常用控制按钮的型号有 LA4、LA10、LA18、LA19、LA20 和 LA25 等系列。如图 1-4 所示是按钮开关的结构示意图和图形符号，文字符号用 SB 表示。

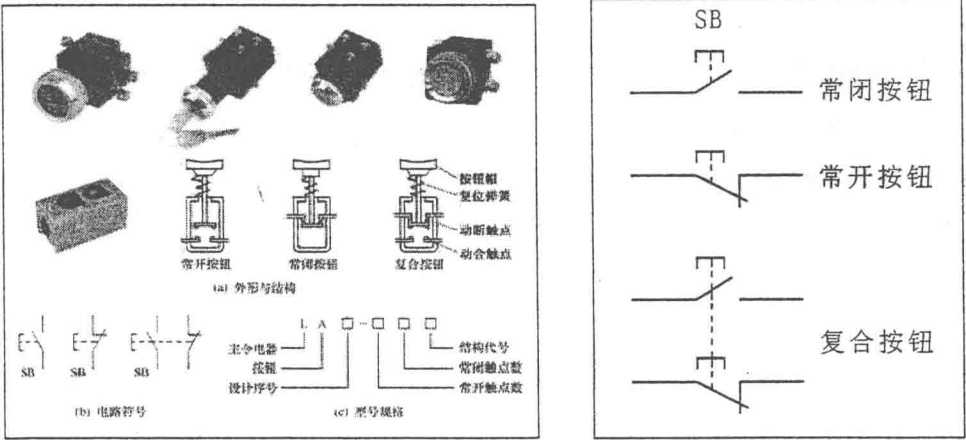


图 1-4 按钮开关

(a) 外形图 (b) 结构和原理图 (c) 图形符号

1.1.3 交流接触器

接触器是一种用来远距离频繁地接通与切断交直流主电路及大容量控制电路的电器，主要控制是电动机，接触器有交流、直流两种类型。随着微电脑技术、电力电子技术、网络与通信技术的发展，现有新型的交流接触器除了传统的功能外，增加了数据显示及通信等功能。

交流接触器主要由触头系统、灭弧装置、电磁铁与线圈组成，触头又可分为主触头和辅助触头，它的工作过程，线圈得电，磁铁被吸合，主触头闭合，接通电路电源。

交流接触器的技术指标：额定工作电压、电流、触头数目等。在选用接触器时，应根据如下方面进行选用：

1). 类型的选择。根据所控制的电动机或负荷电流类型来选择接触器类型，交流负载应采用交流接触器，直流负载应采用直流接触器。

2). 主触点额定电压和额定电流的选择。接触器主触点的额定电压应大于或等于电路的额定电压。主触点的额定电流应大于负荷电路的额定电流，或者根据经验公式计算，计算公式如下（适用于 CJ0、CJ10 系列）：

$$I_c = P_N \times 10^3 / KU_N$$

式中 K—经验系数，一般取 1~1.4；

P_N —电动机额定功率 (KW)；

U_N —电动机额定电压 (V)；

I_c —接触器主触点电流 (A)。

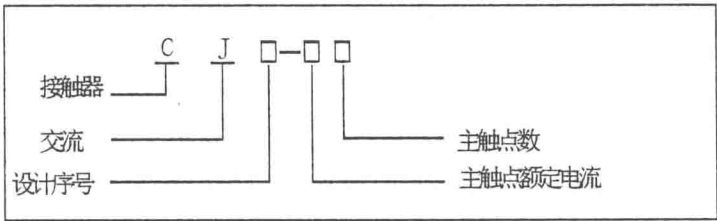
如果接触器控制的电动机起动、制动或正反转较频繁，一般将接触器主触点的额定电流降一级使用。

3). 线圈电压的选择。接触器线圈的额定电压不一定等于主触点的额定电压，从人身和设备安全角度考虑，线圈电压可选择低一些；但当控制线路简单，线圈功率较小时，为了节省变压器，可选 220V 或 380V。

4). 接触器操作频率的选择。操作频率是指接触器每小时通断的次数。当通断电流较大及通断频率过高时，会引起触点过热，甚至熔焊。操作频率若超过规定值，应选用额定电流大一级的接触器。

5). 触点数量及触点类型的选择。通常接触器的触点数量应满足控制电路路数的要求，触点类型应满足控制线路的功能要求。

交流接触器型号的含义为：



交流接触器的结构与外形和图形符号如图 1-5 所示，文字符号用 KM 表示。

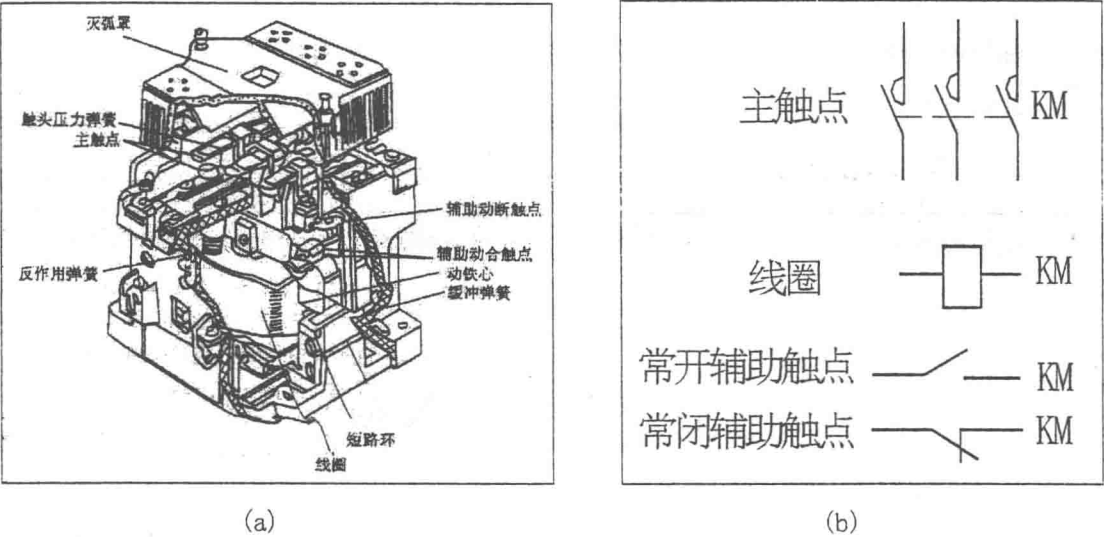


图 1-5 交流接触器
(a) 外形与结构 (b) 图形符号

1.1.4 继电器

继电器是用来传递信号或用于控制电路中，根据输入信号达到不同的控制目的。根据输入的信号的不同，继电器可分为：电流、电压、速度、温度、压力、时间、热继电器等。

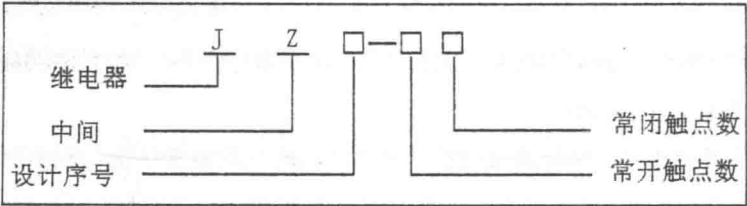
继电器和接触器的工作原理一样，主要区别在于，接触器的主触头可以通过大电流，而继电器只能通过小电流。

1). 中间继电器

中间继电器通常用来传递信号和同时控制多个电路，也可直接用它来控制小容量的电动机，继电器有交、直流两种类型。小型通用继电器，常常用在自动控制线路中，作为接通或断开电路，以及作为信号的转换以便于和微机 I/O 口的联接。

在选用中间继电器时，主要应根据控制电路的电压等级、所需触点的数目和种类以及容量等要求来选择。

常用的中间继电器有 JZ7、JZ8 系列，其型号含义是：



中间继电器的结构与图形符号如图 1-6 文字符号用 KA 表示

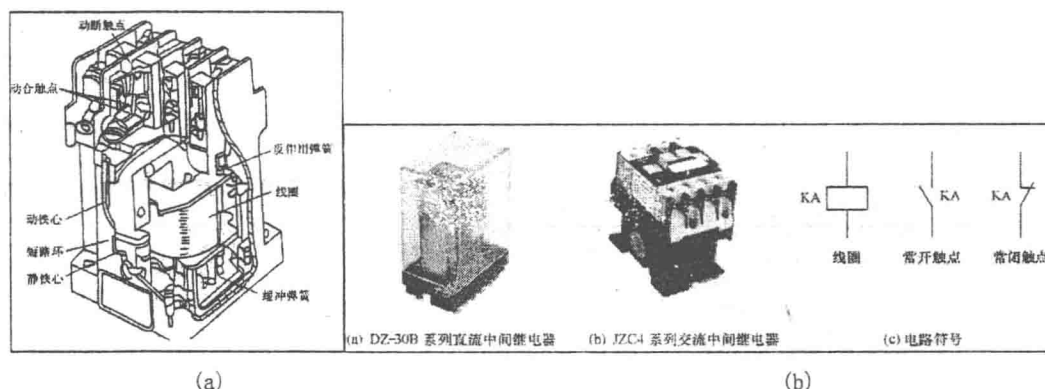


图 1-6 中间继电器

(a) 外形结构 (b) 电气符号

2). 热继电器

热继电器可实现电动机过载保护的一种电器，它是利用电流的热效应动作的电器，工作时，发热元件串接在电动机的主电路，当电机长时间过载，双金属片的膨胀系数不同，通过内部的机械结构，使常闭触头断开（串联在控制回路中）从而保护了电机的工作安全。

热继电器的主要技术参数是整定电流。整定电流是指热元件中通过的电流超过此值的 20% 时，热继电器应在 20 分钟同动作。在选用热继电器时，可参考如下方面进行选用。

(1) 热继电器种类的选择。应根据被保护电动机的联结组别进行选择。当电动机星形联结时，选用两相或三相热继电器均可进行保护；当电动机三角形联结时，应选用三相差分放大机构的热继电器进行保护。

(2) 热继电器主要根据电动机的额定电流来确定其型号和使用范围。

(3) 热继电器额定电流电压选用时要求额定电压大于或等于触点所在线路的额定电压。

(4) 热继电器额定电流选用时要求额定电流大于或等于被保护电动机的额定电流。

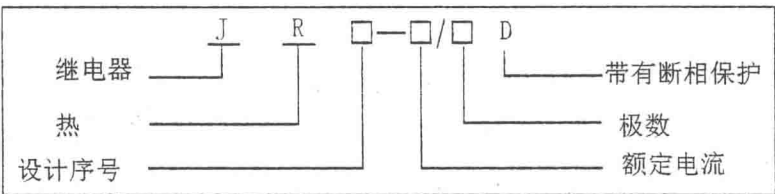
(5) 热元件规格用电流值选用时一般要求其电流规格小于或等于热继电器的额定电流。

(6) 热继电器的整定电流要根据电动机的额定电流、工作方式等情况调整而定。一般情况下可按电动机额定电流值整定。

(7) 对过负荷能力较差的电动机，可将热元件整定值调整到电动机的额定电流的 0.6~0.8 倍。对起动时间较长，拖动冲击性负荷或不允许停车的电动机，热元件的整定电流应调节到电动机额定电流的 1.1~1.15 倍。

(8) 对于重复短时工作制的电动机，由于电动机不断重复升温，热继电器双金属片的温度跟不上电动机绕组的温升变化，因而电动机将得不到可靠保护。因此，不宜采用双金属片式热继电器作为过负荷保护。

热继电器主要产品型号有：JR20、JRS1、JR0、JR10、JR14 和 JR15 等系列；热继电器型号的含义为：



热继电器的结构图形符号如图 1-7，文字符号用 FR 来表示。

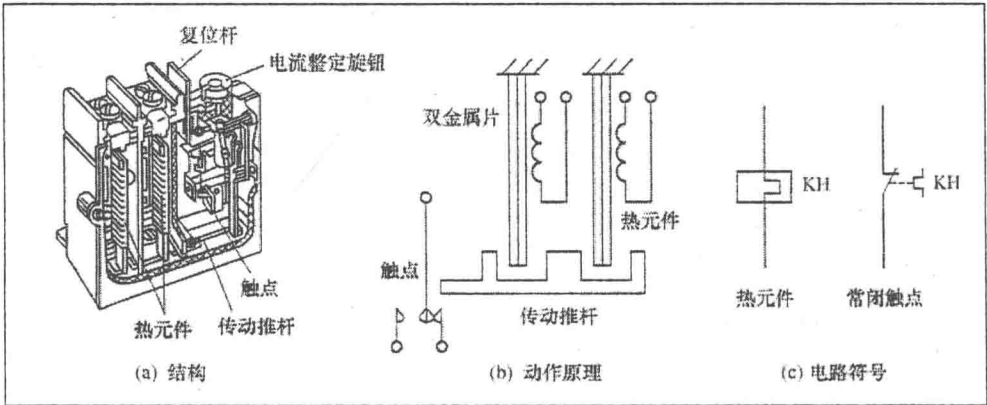


图 1-7 热继电器

(a) 结构图 (b) 动作原理 (c) 电气符号

(3). 时间继电器

在自动控制系统中，经常要延迟一定的时间或定时地接通和分断某些控制电路，以满足生产上的要求。这时就要用到时间继电器。时间继电器主要有空气式、电动式、晶体管式等几大类。延时方式有通电延时和断电延时两种。下面介绍的是空气式时间继电器。其外形结构与工作原理如图 1-8 所示。当线圈通电后衔铁吸合，活塞杆在塔形弹簧作用下带动活塞及橡皮膜向上移动，橡皮膜下方空气室空气变得稀薄而形成负压，活塞杆只能缓慢移动，其移动速度由进气孔气隙大小来决定。经过一段时间延时后，活塞杆通过杠杆压动微动开关使其动作，达到延时的目的。当线圈断电时，衔铁释放，橡皮膜下方空气室的空气通过活塞肩部所形成的单向阀迅速排放，使活塞杆、杠杆、微动开关迅速复位。转动调时旋钮可以改变空气经过环形槽的长度，从而改变延时时间。调时旋钮上的钮牌的刻度线能粗略地指示出整定延时值。通过改变电磁机构在继电器上的安装方向可以获得不同的延时方式。

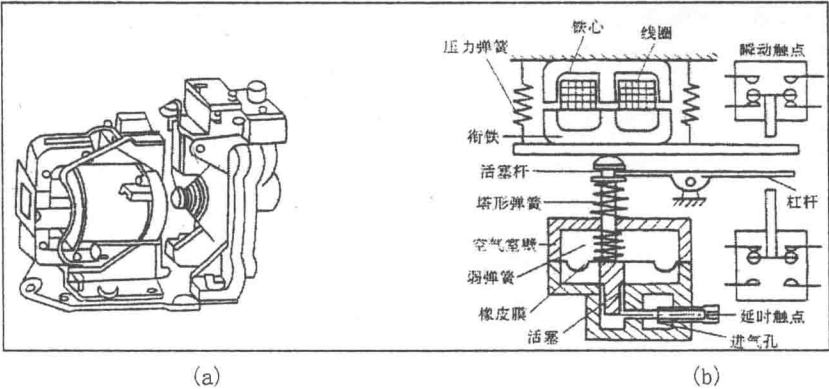


图 1-8 时间继电器

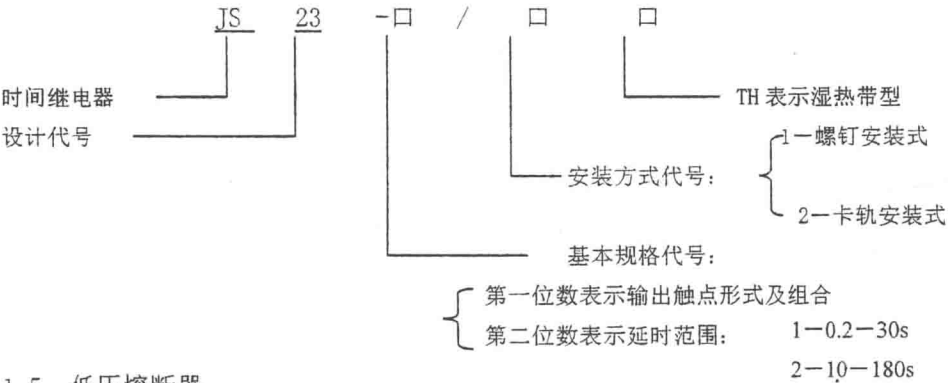
(a) 空气阻尼式时间继电器外形 (b) 空气阻尼式时间继电器工作原理

空气式时间继电器的图形符号如表 1.1 所示，文字符号用中 KT 表示。

表 1.1 空气式时间继电器的图形符号

类型	通电延时		断电延时	
瞬时动作	常闭触点		常闭触点	
	常开触点		常开触点	
延时动作	常开通电后延时闭合		常闭断电后延时闭合	
	常闭通电后延时断开		常开断电后延时断开	
线圈	KT		KT	

空气式时间继电器使用较广，但延时精度较低，延时时间短，一般使用于要求不高的场合。要达到较长日延时，可采用晶体管式继电器。其型号含义如下：



1.1.5 低压熔断器

熔断器俗称保险丝，用于短路保护，当发生短路时熔断器内的熔体应马上熔断，切断电源，保护设备，避免发生事故。熔断器的种类很多，例如管式熔断器、瓷插式熔断器、螺旋式熔断器等。

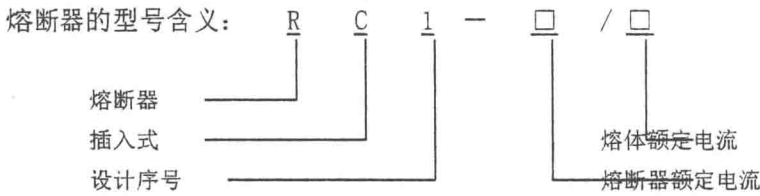
熔断器应根据它的工作电压和额定电流来选择，熔体的选择应根据控制的不同来选择。例如：

1). 家用照明

熔体额定电流大于或等于支线上所有电灯的工作电流。

2). 电动机控制线路

- (1) 笼式电动机按电动机额定电流的 1.5~2.5 倍选择；
- (2) 绕线式电动机按电动机额定电流的 1~1.25 倍选择；
- (3) 连续工作的直流电动机按电动机额定电流值选择；
- (4) 重载启动，启动时间较长的鼠笼式电动机按电动机额定电流的 3 倍来选择；



例如：RS1—25/20。

各表示意义为：“RS”表示电器类型的熔断器，其中“S”表示熔断器类型为快速式，（其余常用类型分别为：“C”表示瓷插式、“M”表示无填料密闭管式、“T”表示有填料密闭管式、“L”表示螺旋式、“LS”表示螺旋快速式），“1”表示设计序号，“25”表示熔断器额定电流为 25A，“20”表示熔体额定电流为 20A。

熔断器的图形符号如图 1-9；文字符号用 FU 来表示。

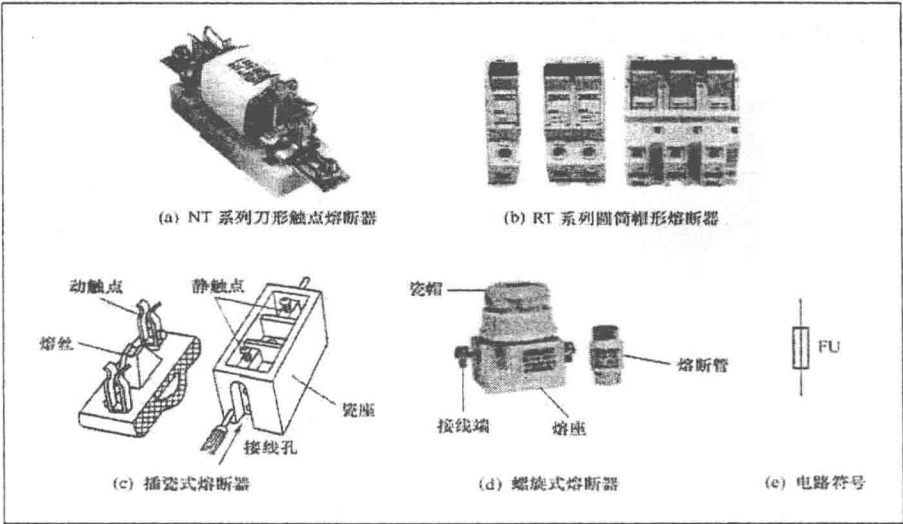


图 1-9 熔断器的结构与电气符号

1.1.6 自动空气断路器

自动空气断路器也叫自动开关、空气开关，具有短路、过载、失压、逆相等保护功能，是一种常用的低压保护电器。自动空气断路器可实现短路、过载和失压保护。图 1—10 所示的是它的一般原理图。

主触点 2 通常是由手动的操作机构来闭合的，开关的脱扣机构是一套连杆装置 3，当主触点 2 闭合后就被锁钩 4 锁住，于是主触点 2 在释放弹簧 1 的作用下迅速分断。脱扣器有过流脱扣器 5 和欠压脱扣器 6 等，它们都是电磁铁。在正常情况下，过流脱扣器的衔铁是释放着的，一旦发生严重过载或短路故障时，与主电路串联的线圈（图中只画出一相）就将产生较强的电磁吸力把衔铁往下吸而顶开锁钩，使主触点断开。欠压脱扣器的工作正好相反，在电压正常时，吸住衔铁，主触点才得以闭合；一旦电压下降或断电时，衔铁就被释放而使主触点断开。当电源电压恢复正常时，必须重新合闸后才能工作，从而实现了欠压保护。

常用的自动空气断路器有 DZ、DW 等系列。自动空气断路器选用：

- 1). 应根据具体使用条件、被保护对象的要求选择合适的类型。
- 2). 一般在电器设备控制系统中，常选用塑料外壳式或漏电保护断路器，电力网主干线路中主要选用框架式断路器；而在建筑物的配电系统中则采用漏电保护断路器。
- 3). 断路器的额定电压和额定电流应不小于电路的额定电压和最大工作电流。
- 4). 断路器用于电动机保护时，一般电磁脱扣器的瞬时动脱扣整定电流应为电动机起动电流的 1.7 倍。

5). 选用断路器作多台电动机适中保护时，一般电磁脱扣器的整定电流为容量最大的一台电动机起动电流。

6). 用于分断或接通电路时，其额定电流和热脱扣器的整定电流均应等于或大小电路中负荷额定电流的 2 倍。

7). 选择断路器时，在类型、等级、规格等方面要配合上、下级开关的保护特性，不允许因下级保护失灵导致上级跳闸，扩大停电范围。

它的图形符号如图 1-10 所示，其文字符号用 QF 来表示。

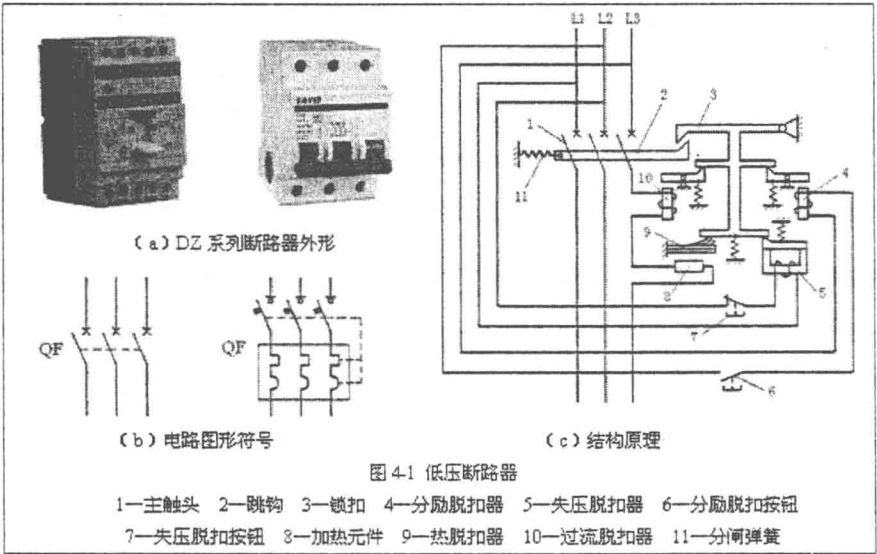


图 1-10 自动空气断路器的原理图与图形符号

1.1.6 三相交流异步电动机

三相交流异步电动机主要由定子和转子两大部分组成。三相定子绕组的 6 根出线端接在电动机外壳的接线盒里，其中 U1、V1、W1 为三相绕组的首端，U2、V2、W2 为三相绕组的末端。三相定子绕组根据电源电压和电动机的额定电压，可以接成 Y 形（星形）和 Δ 形（三角形）。

它的图形符号如表 1-11 所示，其文字符号用 M 来表示。下图 1-11 为三相交流异步电动机两种接线方式图。

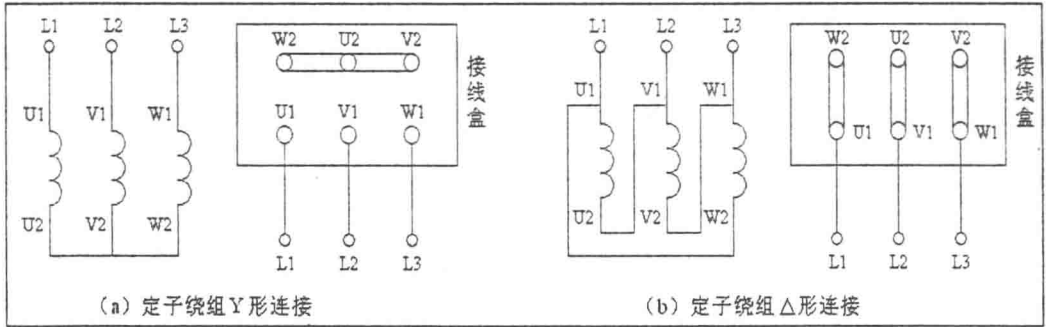


图 1-11 三相交流异步电动机两种接线方式

2、电气控制线路图的图形、文字符号及绘制原则

随着生产的发展，控制系统日趋复杂，使用的电器元件越来越多，为了阅读方便，以及对电路的分析或设计线路的需要，工程上的电器线路都是用规定的统一图形符号和文字符号来表示，

下表 1.2 中的各种电路符号是国家标准局参照国际电工委员会 (IEC) 颁布的标准, 制定了我们国家电气设备有关国家标准: GB4728-1984《电气图用图符号》及 GB6988-1987《电气制图》和 GB7159-1987《电气技术中的文字符号制定通则》。规定从 1990 年 1 月 1 日起, 电气控制线路中的图形符号和文字符号必须符合最新的国家标准。

为了便于有规律地阅读理解电气原理图或故障分析和查找原因, 下面介绍一下绘制原理图的基本规则。

(1) 首先了解工艺过程及控制的内容, 掌握电力控制系统中各电动机、控制电器的作用以及它们的控制关系。

(2) 为了区别主电路与控制电路, 通常习惯将主电路图画在线路图的左边, 而将控制电路放在右边, 主电路用粗线表示, 控制线路用细线表示。

(3) 在原理图中, 属于同一电器的各部件是分散的, 为了便于识图, 它们必须要按国家规定的统一的符号来表示, 而作用相同的电器都用一定的数字序号来表示并加于区别。

(4) 所有的电器触点均表示在复位状况下的位置, 即在没有通电或机械尚未动作时的位置。如对于接触器、继电器为电磁铁未吸上的位置, 对于行程开关, 按钮等则为未压合的位置。

(5) 控制线路中, 根据控制要求按自上而下, 自左而右的顺序进行设计或阅读。

(6) 接触器、继电器中的线圈只能并联, 不能串联。

3、电气控制线路的基本线路

本节将以交流异步电动机为控制对象, 研究电机常用的控制电路, 如启动、点动、正反转、连锁控制等电路, 以便于理解继电接触控制系统的控制过程 and 特点。能根据控制要求, 设计简单的电动机控制电路, 并能画出电气原理图, 叙述其控制过程。

3.1. 鼠笼式异步电动机起停控制电路

如图 1-12 所示, 是由闸刀开关 (带熔断器) Q、交流接触器 KM、按钮 SB、热继电器 FR 和电动机等组成。合上电源开关 Q, 当按下起动按钮 SB1 时, 交流接触器 KM 线圈得电, 主电路上的主触头闭合, 电动机起动, 当松开 SB1 时, 它恢复到断开位置。但由于并联在按钮 SB1 上的交流接触器辅助触头 KM 已经闭合 (和主触头同时闭合), 因此交流接触器线圈仍然接通, 电动机仍然正常运转。这种依靠接触器自身的辅助常开触头保持通电的电路, 称为自锁电路, 这种触头称为自锁触头。

若将停止按钮 SB1 按下, 则将线圈的电路切断, KM 所有的常开触头都恢复常态, 从而切断电动机的主电路和控制线路, 电动机停止运转。

图 1-12 所示电路中, 可实现短路保护、过载保护和零压 (或失压) 保护功能。起短路保护的是熔断器 FU, 电路一旦发生短路事故, 熔丝立即熔断, 切断电源, 电动机立即停止。

起过载保护的是热继电器 FR。当电机过载时, 主回路上的热元件发热, 将控制回路上的常闭触头断开, 使接触器线圈失电, 主触点断开, 电动机停止运转。

所谓零压 (或失压) 保护是防止当电源暂时断电或电压严重下降 (电源电压 $< 85\%$ 时自动断开。如在工程中, 由于某种原因断电, 当电源电压恢复正常时如不重新按起动按钮, 则电动机则

不会自行起动；如果不是采用继电器接触器控制而是直接用刀开关或组合开关进行手动控制，此时若未拉开闸刀开关，当电源重新供电时，电机就会自动启动，将可能造成设备或人身事故，图 1-12 是直接利用线路接触器作零压或失压保护。

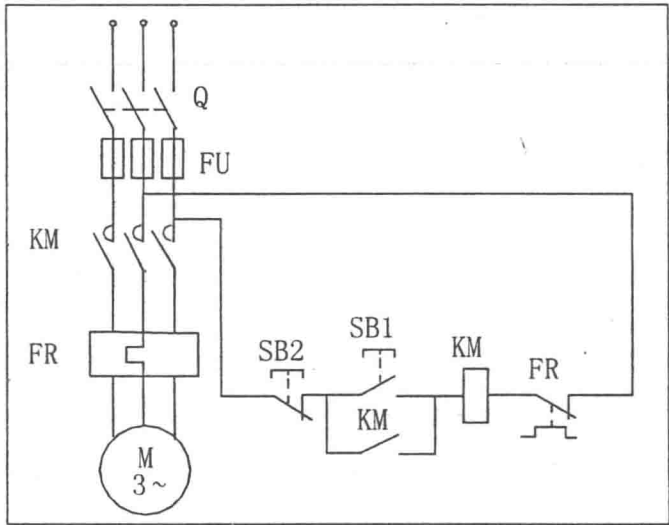


图 1-12 鼠笼式异步电动机起停控制电路

3.2. 鼠笼式电动机正反转的控制线路

由异步电动机的工作原理可知，将电动机的供电电源的任两相序倒接，就可实现电动机的反向运转，故为了更换相序，需使用两个接触器来实现完成。如图 1-13 所示。可见，用两个接触器实现电动机的正反转，要严防两个接触器同时工作，否则通过它们的主触点将电源短路。在同一时间里两个接触器只允许一个工作的控制作用称为互锁或联锁。互锁保护可由控制电路来实现，其中有电气联锁保护的线路和复合按钮加电气联锁的保护线路。如图 1-13 所示。

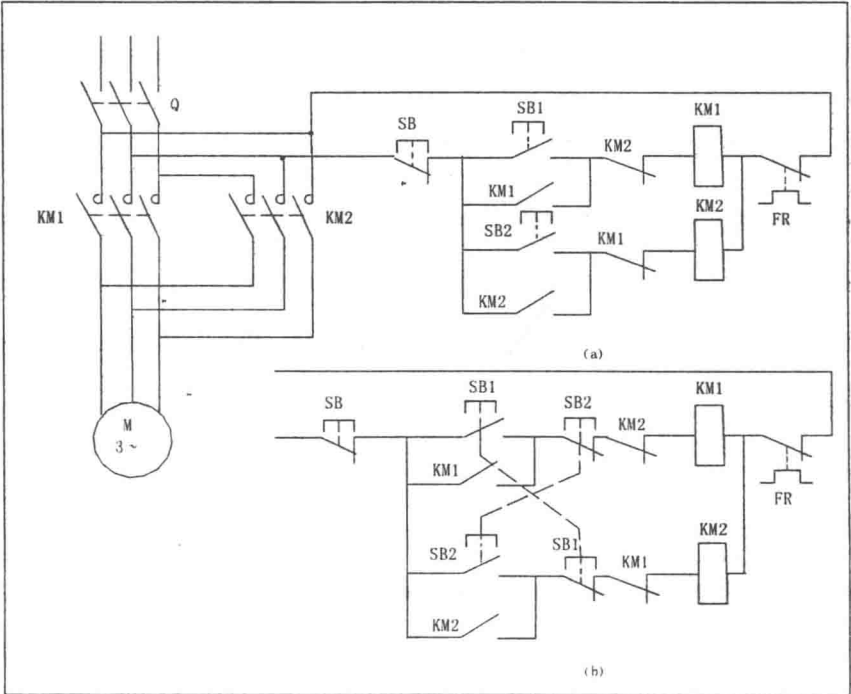


图 1-13 鼠笼式电动机正反转的控制线路