

全国煤炭高等职业教育电类规划教材

电气控制 与 PLC

● 主编 章小印 刘光起

煤炭工业出版社

全国煤炭高等职业教育电类规划教材

电气控制与 PLC

主 编 章小印 刘光起

煤炭工业出版社

·北 京·

内 容 简 介

本书是全国煤炭高等职业教育电类规划教材之一。全书包括电气控制技术和可编程控制技术两部分。电气控制技术重点是实用电气控制线路的原理及应用,内容包括低压电器及控制环节、电动机基本控制线路、常用电气控制线路等;可编程控制技术是以松下电工的 FP1 机型为例,介绍可编程控制器的组成原理、指令系统、典型应用及安装维护等。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校及成人高校的电类、机电类等专业的教材,也可供相关专业工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/章小印,刘光起主编. —北京:煤炭工业出版社,2005

全国煤炭高等职业教育电类规划教材

ISBN 7-5020-2709-2

I. 电… II. ①章… ②刘… III. ①电气设备—自动控制—高等学校:技术学校—教材②可编程序控制器程序设计—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TM762②TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 073505 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址:www.cciph.com.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ 印张 13 $\frac{1}{4}$
字数 321 千字 印数 1—4,000
2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷
社内编号 5490 定价 21.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

电气控制与可编程序控制技术是近年来发展迅速、应用极广的工业控制技术。为适应现代控制技术发展的需要,更好地培养 21 世纪的高级应用型专业人才,根据高等职业技术教育培养目标的要求,由中国煤炭教育协会和中国矿业大学北京教材编审室共同组织编写了本教材,它是全国煤炭高等职业教育电类规划教材之一。

本书依据高等职业技术教育“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的原则,根据高等职业教育的培养目标和《电气控制与可编程序控制技术》的教学大纲编写。主要有以下几个特点:

1. 将常用低压控制电器与控制环节合并为一章,突出了控制电器的应用。以控制环节为主线,针对性地介绍控制电器。

2. 对控制电器的介绍注重外部特性,淡化内部机理,对电器内部复杂的结构和动作原理,宜“浅”不宜“深”。

3. 电气控制线路侧重于控制特点,并分析常见的故障及处理方法,以提高实践动手能力。

4. 可编程序控制器只介绍日本松下电工 FP1 机型。重点是可编程序控制器在生产中的应用,对于可编程序控制器的结构组成、工作原理等做简单介绍。

本书参考学时为 90 学时,各院校可根据具体情况适度增删相关内容。建议学时安排如下:

学时分配建议

序号	课程内容	学 时 数			
		讲授	实验	机动	合计
1	低压电器及控制环节	8	4		12
2	电动机基本控制线路	6	2		8
3	常用电气控制线路	10	4		14
4	可编程序控制器的组成与原理	6			6
5	指令系统	18	10		28
6	可编程序控制器的应用	10	4		14
7	FP1 系统可编程序控制器的安装与维护	4			4
机 动				4	4
总 计		62	24	4	90

本书由江西工业工程职业技术学院章小印、北京工业职业技术学院刘光起任主编,徐

州建筑职业技术学院王冬梅、平顶山工业职业技术学院董德明任副主编。具体分工为：江西工业工程职业技术学院杨洋编写第一章、第二章，平顶山职业技术学院董德明编写第三章的第一节至第六节，山西工业职业技术学院王桂花编写第三章的第七节和第四章，北京工业职业技术学院刘光起、周亚夫编写第五章，徐州建筑职业技术学院王冬梅编写第六章、第七章。全书由章小印统稿。

本书在编写过程中，得到了江西工业职业技术学院欧阳慧平、林丽君、肖军等老师的帮助和支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行和使用本教材的广大师生批评指正。

编 者

2005 年 4 月

目 录

第一章 低压电器及控制环节	(1)
第一节 低压电器与电气图的基本知识	(1)
第二节 手动启停控制	(5)
第三节 点动与长动控制	(10)
第四节 正、反转控制	(17)
第五节 顺序、多点与行程控制	(19)
第六节 时间控制	(21)
小结	(23)
思考题与习题	(24)
第二章 电动机基本控制线路	(25)
第一节 三相异步电动机的启动控制	(25)
第二节 三相笼型异步电动机制动控制	(31)
第三节 三相交流异步电动机调速控制	(35)
小结	(39)
思考题与习题	(39)
第三章 常用电气控制线路	(41)
第一节 普通车床的电气控制	(41)
第二节 磨床的电气控制	(44)
第三节 摇臂钻床的电气控制	(47)
第四节 铣床的电气控制	(51)
第五节 镗床的电气控制	(57)
第六节 组合机床的电气控制	(61)
第七节 起重机的电气控制	(67)
小结	(71)
思考题与习题	(72)
第四章 可编程序控制器的组成与原理	(74)
第一节 可编程序控制器的基本概况	(74)
第二节 可编程序控制器的基本结构和工作原理	(77)
第三节 FPI 系列可编程序控制器的结构及性能	(81)
第四节 编程语言	(86)
小结	(87)
思考题与习题	(88)
第五章 指令系统	(89)
第一节 基本指令	(89)

第二节 基本顺序指令	(93)
第三节 基本功能指令	(101)
第四节 控制指令	(109)
第五节 比较指令	(118)
第六节 高级指令	(123)
第七节 数据传输指令	(130)
第八节 BIN 算术运算指令	(138)
第九节 BCD 码算术运算指令	(146)
第十节 数据比较指令	(153)
第十一节 逻辑运算指令	(158)
第十二节 数据移位指令	(160)
第十三节 数据循环指令	(165)
第十四节 位操作指令	(168)
小结	(170)
思考题与习题	(171)
第六章 可编程序控制器的应用	(174)
第一节 PLC 的编程方法	(174)
第二节 PLC 的基本应用程序	(176)
第三节 PLC 控制系统的设计	(184)
第四节 三相异步电动机直接启动控制程序	(186)
第五节 三相异步电动机 Y/D 启动控制程序	(189)
第六节 多种液体自动混合控制程序	(190)
第七节 普通车床自动控制程序	(191)
第八节 铣床自动控制程序	(193)
小结	(196)
思考题与习题	(197)
第七章 FPI 系列可编程序控制器的安装与维护	(199)
第一节 PLC 的安装和接线	(199)
第二节 PLC 的自诊断及故障诊断功能	(201)
第三节 PLC 的维护和检修	(203)
小结	(204)
思考题与习题	(205)
参考文献	(206)

第一章 低压电器及控制环节

本章主要内容:

- ☞ 常用控制电器
- ☞ 手动启停控制
- ☞ 点动与长动控制
- ☞ 正反转控制
- ☞ 顺序和多点控制
- ☞ 行程控制
- ☞ 时间控制

电器是指能自动或手动接通和断开电路,以及对电路或非电路状态能进行切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件。低压电器通常是指工作在交流电压小于 1 200 V、直流电压小于 1 500 V 的电器。控制环节是由常用控制电器组成的简单控制单元。

本章主要介绍控制电器的作用、种类、结构原理、型号含义及符号,重点掌握典型控制环节的线路组成特点和分析方法。

第一节 低压电器与电气图的基本知识

一、低压电器的基本知识

1. 低压电器的分类

低压电器种类繁多,按不同的分类角度分类如下:

(1) 按动作方式分为非自动切换电器和自动切换器。

非自动切换电器是指依靠外力(如人工)直接操作进行切换的电器,如刀开关、按钮开关等;自动切换电器是指依靠指令或本身物理量(如电流、电压、时间、速度等)变化而自动动作的电器,如接触器、继电器等。

(2) 按用途分为低压控制电器和低压保护电器。

低压控制电器是指在低压配电系统及动力设备中起控制作用,如刀开关、低压断路器和接触器等等;低压保护电器是指在低压配电系统及动力设备中起保护作用,如熔断器、继电器等。

(3) 按产品类组分为刀开关、刀形转换开关、熔断器、低压断路器、接触器、继电器、主令电器和自动开关等。

(4) 按电器的执行机能分为有触点电器和无触点电器。

(5) 按控制作用分为执行电器、控制电器、主令电器和保护电器。

执行电器：用来完成某种动作或传递功率。例如，电磁铁等。

控制电器：用来控制电路的通断。例如，开关、继电器等。

主令电器：用来控制其他自动电器的动作，以发出控制“指令”。例如，按钮、转换开关等。

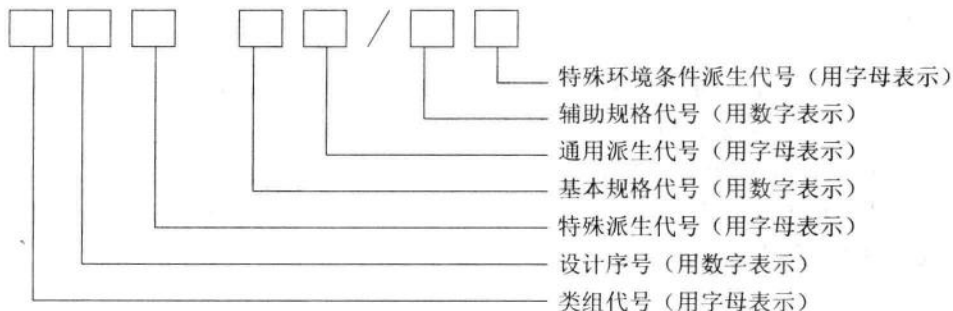
保护电器：用来保护电源、电路及用电设备，使它们不致在短路、过载等故障状态下长时运行。例如：熔断器、热继电器等。

2. 低压电器的基本结构与特点

低压电器一般都有两个基本部分：一个是感受部分，它感受外界的信号，作出有规律的反应，在自动切换电器中，感受部分大多由电磁机构组成，在非自动切换电器中，感受部分通常为操作手柄等；另一个是执行部分，如触点连同灭弧系统，它根据指令进行电路的接通或切断。但对于熔断器而言，熔体既是感受部分，同时也是执行部分。

3. 低压电器的型号含义

我国低压电器型号是按产品种类编制的，产品型号采用汉语拼音字母和阿拉伯数字组合表示，其组合方式如下：



二、电气图形符号和文字符号

电气图是用电气符号绘制用来描述电气控制设备结构、工作原理和技术要求的图，它必须采用符合国家电气制图标准及国际电工委员会颁布的有关文件要求，用统一标准的图形符号、文字符号及规定的画法绘制。

1. 电气图形符号

电气图形符号通常是指用图样表示一个电气设备或概念的图形、标记或字符。图形符号由符号要素、限定符号、一般符号以及常用的非电气操作控制的动作（如机械控制符号等）等构成。

1) 符号要素

符号要素是一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合才能构成一个设备或概念的完整符号。例如，三相异步电动机是由定子、转子及各自的引线等几个符号要素构成，这些符号要求有确切的含义，但一般不能单独使用，其布置也不一定与符号所表示的设备实际结构相一致。

2) 一般符号

一般符号是表示同一类产品和此类产品特性的一种很简单的符号，它们是各类元器件

的基本符号。例如，一般电阻器、电容器和具有单向导电性的二极管的符号等。一般符号不但广义上代表各类元器件，也可以表示没有附加信息或功能的具体元件。

3) 限定符号

限定符号是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。例如，在电阻器一般符号的基础上，加上不同的限定符号就可组成可变电阻器、光敏电阻器、热敏电阻器等具有不同功能的电阻器。也就是说使用限定符号以后，可以使图形符号具有多样性。

限定符号一般不能单独使用，一般符号有时也可以作为限定符号。例如，电容器的一般符号加到二极管的一般符号上就构成变容二极管的符号。

4) 注意事项

(1) 所有符号均应为无电压、无外力作用的正常状态。例如，按钮未按下，闸刀未合闸等。

(2) 在图形符号中，某些设备元件有多个图形符号，在选用时，应该尽可能选用优选形。在能够表达其含义的情况下，尽可能采用最简单形式，在同一图号的图中使用时，应采用同一形式。图形符号的大小和线条的粗细应基本一致。

(3) 为适应不同需求，可将图形符号根据需要放大和缩小，但符号各部分相互间的比例应该保持不变。图形符号绘制时方位不是强制的，在不改变符号本身含义的前提下，可以将图形符号根据需要旋转或成镜像放置。

(4) 图形符号中导线符号可以用不同宽度的线条表示，以突出和区分某些电路或连接线。一般常将电源或主信号导线用加粗的实线表示。

2. 电气文字符号

电气图中的文字符号是用于标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征的，可置于电器设备、装置和元器件中或其近旁，以表明电器设备、装置和元器件种类的字母代码和功能字母代码。电气技术中的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。

1) 基本文字符号

基本文字符号分为单字母符号和双字母符号两种。

单字母符号是用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类，每一类用一个字母表示。例如，“R”代表电阻器，“M”代表电动机，“C”代表电容器等。

双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一字母组成，并且是单字母符号在前，另一字母在后。双字母中在后的字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首位字母，这样双字母符号可以较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件的名称。例如，“RP”代表电位器，“RT”代表热继电器，“MD”代表直流电动机，“MC”代表笼型异步电动机。

2) 辅助文字符号

辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的，通常也是由英文单词的前一两个字母构成。例如，“DC”代表直流 (Direct Current)，“IN”代表输入 (Input)，“S”代表信号 (Signal)。

辅助文字符号一般放在单字母文字符号后面，构成组合双字母符号。例如，“Y”是电气操作机械装置的单字母符号；“B”是代表制动的辅助文字符号，“YH”代表制动电磁铁的组符号。辅助文字符号也可单独使用，例如“ON”代表闭合，“N”代表中性线。

三、电气图的分类与作用

电气图包括电气原理图、电气安装图、电气互连图等。

1. 电气原理图

电气原理图是说明电气设备工作原理的线路图。在电气原理图中并不考虑电气元件的实际安装位置和实际连线情况，只是把各元件按其在电路中的接线顺序用符号展开在平面图上，用直线将各元件连接起来。

图 1-1 为笼型异步电动机直接启停控制电气原理图。

在阅读和绘制电气原理图时应注意以下几点：

(1) 电气原理图中各元器件的文字符号和图形符号必须按标准绘制和标注。同一电器的所有元件必须用同一文字符号标注。

(2) 电气原理图应按功能来组合，同一功能的电气相关元件应画在一起，但同一电器的各部件不一定画在一起。电路应按动作顺序和信号流程自上而下或自左向右排列。

(3) 电气原理图分主电路和控制电路，一般主电路在左侧，控制电路在右侧。

(4) 电气原理图中各电器应该是未通电或未动作的状态，二进制逻辑元件应是置零的状态，机械开关应是循环开始的状态，即按电路“常态”画出。

2. 电气安装图

电气安装图表示各种电气设备在机械设备和电气控制柜中的实际安装位置。它将提供电气设备各个单元的布局 and 安装工作所需数据的图样。例如，电动机要和被拖动的机械装置在一起，行程开关应画在获取信息的地方，操作手柄应画在便于操作的地方，一般电气元件应放在电气控制柜中。

图 1-2 为笼型异步电动机直接启停控制线路安装图。

在阅读和绘制电气安装图时应注意以下几点：

(1) 按电气原理图要求，应将动力、控制和信号电路分开布置，并各自安装在相应的位置，以便于操作、维护。

(2) 电气控制柜中各元件之间、上下左右之间的连线应保持一定间距，并且应考虑器件的发热和散热因素，应便于布线、接线和检修。

(3) 给出部分元器件型号和参数。

(4) 图中的文字符号应与电气原理图、电气互连图和电气设备清单等一致。

3. 电气互连图

电气互连图是用来表明电气设备各单元之间的接线关系，一般不包括单元内部的连接，着重表明电气设备外部元件的相对位置及它们之间接线端子的电气连接。图 1-3 为笼型异步电动机直接启动控制线路电气互连图。

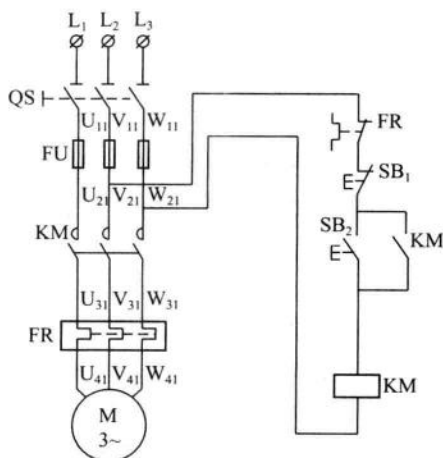


图 1-1 笼型异步电动机直接启停控制电气原理图

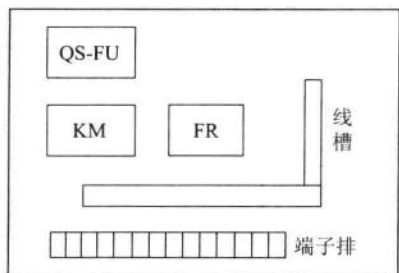


图 1-2 笼型异步电动机控制线路安装图

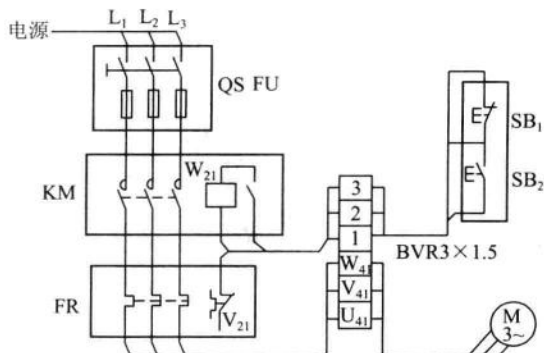


图 1-3 笼型异步电动机控制线路电气互连图

在阅读和绘制电气互连图时应注意以下几点：

- (1) 同一电器的各部件画在一起，其布置尽量符合电器的实际情况。
- (2) 不在同一控制柜或同一配电屏上的各电气元件的连接，必须经过接线端子排进行。图中文字符号、图形符号及接线端子排编号应与原理图相一致。
- (3) 电气设备的外部连接应标明电源的引入点。

第二节 手动启停控制

一、刀开关

刀开关也称闸刀开关。主要作为电源引入开关，用于不频繁接通或分断容量较小的负载。

1. 刀开关的外形结构及符号

刀开关的种类很多，根据工作原理、使用条件和结构形式的不同，刀开关可分为刀开关、刀形转换开关、开启式负荷开关（胶盖瓷底刀开关）、封闭式负荷开关（铁壳开关）、熔断器式刀开关和组合开关等。

根据刀的极数和操作方式的不同，刀开关可分为：单极、双极和三极。机床上常用的三极开关允许通过的电流有 100 A、200 A、400 A、600 A、1 000 A 五种。通常，除特殊的大电流刀开关采用电动机操作外，一般都采用手动操作方式。

刀开关的外形结构及符号如图 1-4 所示，其文字符号为 QS。

用手握住手柄，使触刀绕铰链支座转动，推入插座内即完成接通操作（合闸）。分断操作（分闸）与接通操作相反，向外拉动手柄，使触刀脱离静插座。

刀开关触刀与静插座之间应有着良好的接触，这就要求它们之间有一定的接触压力。对于额定电流较小的刀开关，静插座使用硬紫铜制成，利用材料的弹性来产生所需的接触压力；对于额定电流较大的刀开关，可另外在静插座两侧加弹簧的方法进一步增加接触压力。这是刀开关可靠工作的关键之一。

刀开关安装时，合闸状态手柄要向上，不得倒装或平装。如果倒装，则拉闸后手柄可能因自重下落引起误合闸而造成人身和设备安全事故。接线时，应将电源进线接在上端，

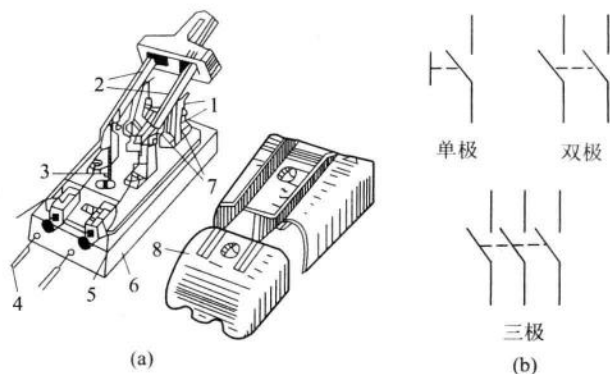


图 1-4 刀开关的外形结构及符号

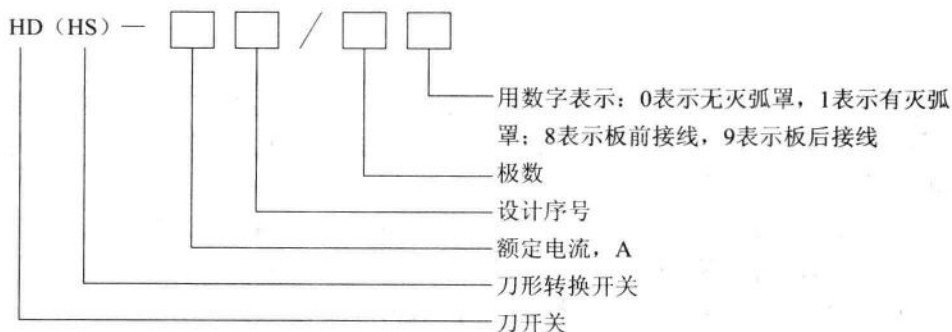
(a) 双极刀开关结构; (b) 图形符号

1—电源进线座; 2—刀片; 3—熔丝; 4—电源出线;
5—负载接线座; 6—瓷底座; 7—静触点; 8—胶盖

负载出线接在下端。

2. 刀开关的型号含义

刀开关有 HD (单投) 系列和 HS (双投) 系列, 它们都适用于交流 50 Hz、额定电压小于 500 V, 直流额定电压小于 440 V, 额定电流至 1 500 A 以下的成套配电装置中, 作为非频繁地手动接通和分断电路使用, 或作为隔离开关使用, 其型号的含义如下:



例如, HD-2511/39 表示额定电流为 25 A、三极、板后接线、单投刀开关。

3. 组合开关

组合开关 (转换开关) 实质也是一种刀开关, 其操作手柄是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动。组合开关一般在电气设备中用于非频繁地接通和分断电路、换接电源和负载、测量三相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和星形—三角形降压启动等。

组合开关外形结构如图 1-5 所示, 其文字符号为 QS。

这种开关用三副静触片，每一静触片的一端固定在绝缘垫板上，另一端伸出盒外，并附有接线柱，以便和电源线及用电设备的导线相连。三个动触片装在另外的绝缘垫板上，垫板套装在附有绝缘手柄的绝缘杆上，手柄能沿任何方向每次旋转 90°，带动三个动触片分别与三个静触片接通或断开。为了使开关在切断负荷电流时所产生的电弧能迅速熄灭，在开关的转轴上都装有弹簧储能机构，使开关能快速闭合与分断，其分断与闭合速度与手柄旋转速度无关。

组合开关中各触点状态可用文字叙述法、闭合表法和图示法三种方式表达。

组合开关的型号含义如下：

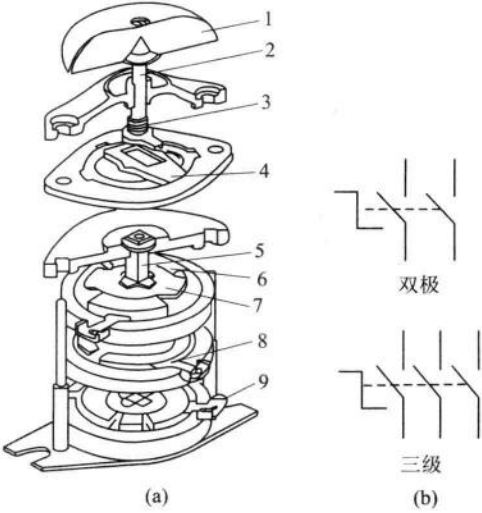
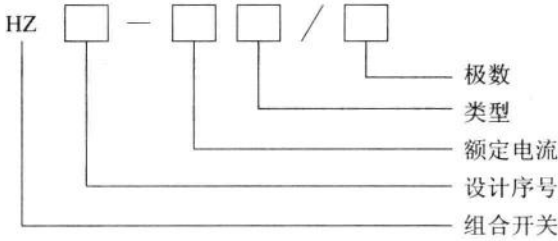


图 1-5 组合开关外形结构及符号

(a) 结构；(b) 图形符号

1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮；5—绝缘垫板；
6—动触点；7—静触点；8—绝缘方轴；9—接线柱



类型是指凡不标出类型代号（拼音字母）者，是同时通断或交替通断的产品；有 P 代号者，是二位转换的产品；有 S 代号者，是三位转换的产品；有 Z 代号者，是供转接电阻用的产品；有 X 代号者，是控制电动机作星形—三角形降压启动用的产品。

交替通断的产品极数标志部分有两位数字：前一位表示在起始位置上接通的电路数；第二位数字表示总的通断电路数。两位转换的产品中，其极数标志前无字母代号者，是有一位断路的产品；极数标志前有字母代号 B 者，是有两位断路的产品；极数标志前有数字代号 0 者，是无断路的产品。

二、熔断器

熔断器是一种广泛应用的最简单有效的保护电器。在使用中，熔断器中的熔体（也称为保险丝）串联在被保护的电路中，当该电路发生严重过载或短路故障时，通过熔体的电流达到或超过某一定值，则在熔体上产生的热量会使其温度升高到熔体的熔点，导致熔体自行熔断，达到保护目的。

1. 外形结构与符号

瓷插式熔断器、螺旋式熔断器外型结构如图 1-6 所示，其文字符号为 FU。

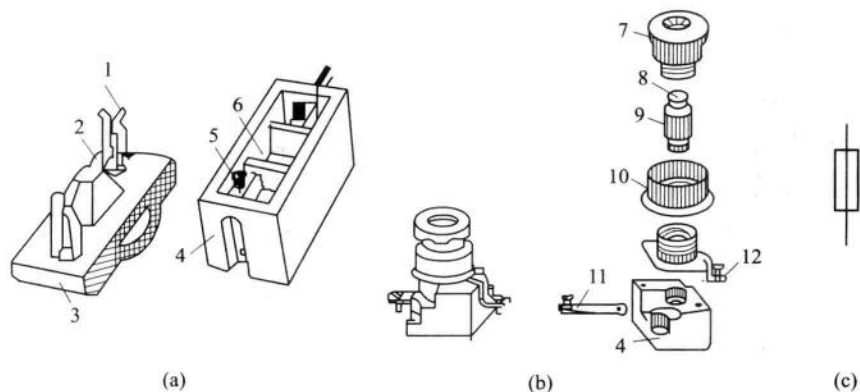


图 1-6 熔断器外形结构及符号

(a) 瓷插式熔断器; (b) 螺旋式熔断器; (c) 图形符号

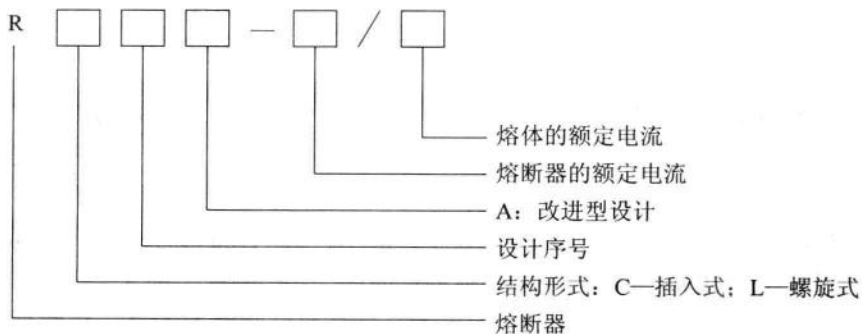
1—动触片; 2—熔体; 3—瓷盖; 4—瓷底; 5—静触点; 6—灭弧室; 7—瓷帽;
8—小红点标志; 9—熔体管; 10—瓷套; 11—下接线端; 12—上接线端

瓷插式熔断器的电源线和负载分别接在瓷底座两端静触点的接线柱上, 瓷盖中间凸起部分的作用是将熔体熔断产生的电弧隔开, 使其迅速熄灭。较大容量熔断器的灭弧室中还垫有熄灭电弧用的石棉织物。

螺旋式熔断器电源线应当接在瓷底座的下接线端, 负载线接到金属螺纹壳的上接线端。

熔体一般由熔点低、易于熔断、导电性能良好的合金材料制成。在小电流的电路中, 常用铅合金或锌作成的熔体 (熔丝)。对大电流的电路, 常用铜或银作成片状的熔体。

2. 型号含义



三、空气开关

空气开关又称空气断路器或自动开关, 其作用是: 正常工作时可以不频繁接通或断开电路; 当电路发生过载、短路或失压等故障时, 能自动跳闸切断故障电路。

1. 外形结构与符号

空气开关外型结构及符号如图 1-7 所示, 其文字符号为 QF。

2. 动作原理

图 1-8 是空气开关的动作原理示意图。

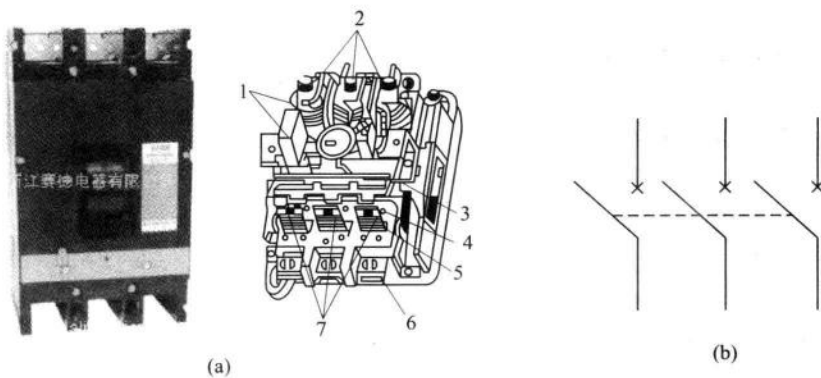


图 1-7 空气开关外形结构及符号

(a) 外形结构；(b) 图形符号
1—按钮；2—电磁脱扣器；3—自由脱扣器；4—动触点；
5—静触点；6—接线柱；7—热脱扣器

开关的主触点是靠操作机构手动或电动合闸的，并且自由脱扣机构将主触点锁在合闸位置上。如果电路发生故障，自由脱扣机构在有关脱扣器的推动下动作，使钩子脱开。于是主触点在弹簧作用下迅速分断。过流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联，失压脱扣器的线圈与电路并联。当电路发生短路或严重过载时，过电流脱扣器的衔铁被吸合，使自由脱扣机构动作。当电路过载时，热脱扣器的热元件产生的热量增加，使双金属片向上弯曲，推动自由脱扣机构动作。

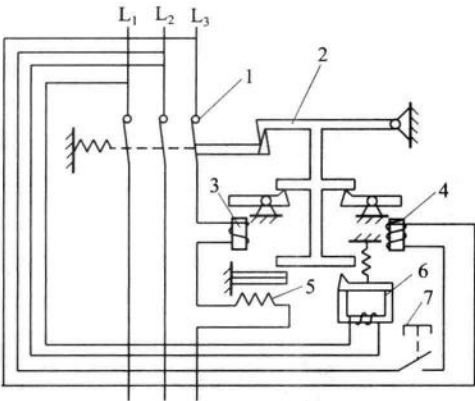
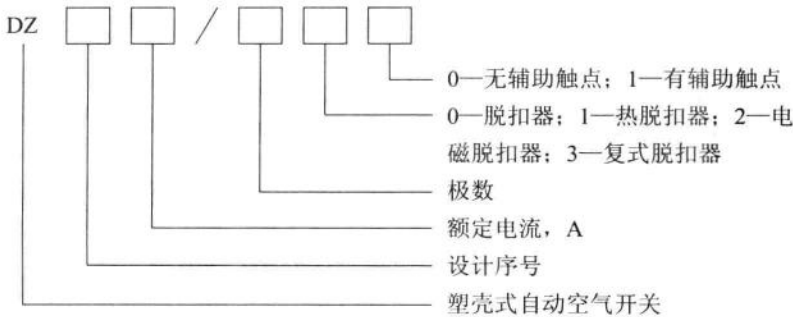


图 1-8 空气开关动作原理示意图

1—主触点；2—自由脱扣器；3—过流脱扣器；
4—分励脱扣器；5—热脱扣器；6—失压脱扣器；7—按钮

当电路失压时，失压脱扣器的衔铁释放，也使自由脱扣机构动作。分励脱扣器则作为远距离控制分断电路之用。

3. 型号及含义



例如：DZ20Y-630 表示额定电流为 630 A、DZ20 系列塑料外壳式一般型断路器。

四、手动直接启动控制线路

利用刀开关直接启动电动机的控制线路如图 1-9 所示。

线路的动作原理：闭合刀开关 QS，电动机 M 启动旋转；
断开刀开关 QS，电动机 M 断电减速直至停转。

线路只用一个刀开关和一个熔断器，是最简单的电动机直接启动控制线路，但有以下缺点：

- (1) 只能适用于不频繁启停的小容量电动机。
- (2) 只能就地操作，不便于远方控制。
- (3) 无失压保护和欠压保护功能。

失压保护或欠压保护是指电动机运行后，由于外界原因出现突然断电或电压下降太多切断电源后、重新恢复正常供电时，电动机不会自行运转。

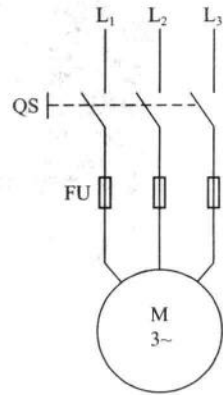


图 1-9 刀开关直接启动线路

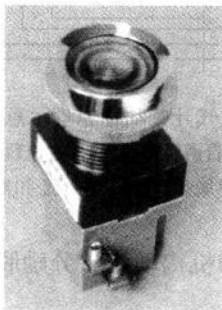
第三节 点动与长动控制

一、按钮

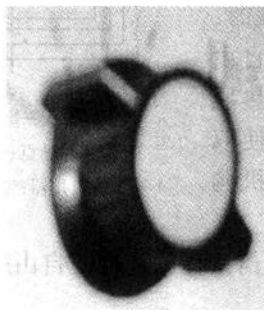
按钮也称控制按钮或按钮开关，它是一种典型的主令电器，其作用通常是用来短时间接通或断开小电流的控制电路，从而控制电动机或其他电气设备的运行。

1. 外形结构与符号

常用按钮外形结构及符号如图 1-10 所示，文字符号为 SB。



(a)



(b)



(c)

图 1-10 按钮的外形

2. 种类及动作原理

(1) 按钮按结构形式分为指示灯式、旋钮式和紧急式。

指示灯式：按钮内装入信号灯显示信号，如图 1-10 (a) 所示。

旋钮式：用手动旋钮进行操作，如图 1-10 (b) 所示。

紧急式：装有蘑菇形按钮帽，以示紧急动作且方便启动，如图 1-10 (c) 所示。