



中等职业教育课程改革规划新教材

电器及PLC 控制技术与实训

崔金华 主编

紧跟教学改革：全面培养专业能力，方法能力，社会能力三位一体的职业能力。

注重理实结合：依据岗位需求，选择教学内容，理论学习与技能训练相辅相成。

突出职教特色：再现工作场景、取证考点，引入任务引领、项目驱动编写模式。

力求好教易学：文简图多，版式活泼，教学资源配套齐全，满足教学双向需求。

项目式教学
赠电子教案

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育课程改革规划新教材

电器及 PLC 控制技术与实训

主 编 崔金华
副主编 修胜全
参 编 朱高德 陈道滨



机械工业出版社

本书是根据当前中等职业学校机电技术应用专业教学要求,参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准而编写的。本书结合目前中等职业学校的实际,贯彻了以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位的指导思想。

本书共分七章,主要内容包括:常用低压电器、三相异步电动机的电气控制电路、PLC 概述、PLC 的基本指令系统及编程、PLC 的步进指令及编程、PLC 的功能指令及编程和变频器的应用。

本书采用理论与实践一体化的教学方式,以 FX2N 系列 PLC 为应用实例,注重案例教学,力求深入浅出、简明扼要、通俗易懂、图文并茂。本书可作为中等职业学校机电技术应用、电气自动化及生产过程自动化专业及相关专业的教材,也可作为广大电气技术人员的参考书。

为方便教学,本书配有电子教案,选用本书作为教材的教师可登录 www.cmpedu.com 网站,免费注册下载,下载流程见本书最后一页。

图书在版编目 (CIP) 数据

电器及 PLC 控制技术与实训/崔金华主编. —北京:机械工业出版社, 2011.5

中等职业教育课程改革规划新教材

ISBN 978-7-111-34499-5

I. ①电… II. ①崔… III. ①电器控制系统-中等专业学校-教材②可编程序控制器-中等专业学校-教材 IV. ①TM571

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 081428 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张值胜 责任编辑:张值胜 常建丽 版式设计:张世琴

责任校对:申春香 封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.25 印张 · 324 千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34499-5

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书贯彻以学生为主体、以就业为导向、以培养学生技能为目标的职业教育理念，努力体现“做中学，学中做，做中教”，教学内容方面采用理论实践一体化编排。本书的主要内容包括：常用低压电器、三相异步电动机的电气控制电路、PLC 概述、PLC 的基本指令系统及编程、PLC 的步进指令及编程、PLC 的功能指令及编程、变频器的应用。

本书结合目前中等职业学校的实际，吸收了当前电工技术领域中的新知识、新技术、新工艺和新方法，精简整合理论课程，注重实训教学。教材内容统筹规划，以必需、够用为原则，合理安排知识点和技能点，避免重复；编写时力求深入浅出、简明扼要、通俗易懂、图文并茂，尽可能使用图片或表格形式将各个知识点形象地展示出来，从而提高教材的可读性。

本书参考学时为 110。由于不同地区、不同条件、不同学生的差异，具体的学时数可由任课教师作适当调整。具体安排建议如下：

章	教 学 内 容	参 考 学 时		
		理 论 教 学	实 训 教 学	小 计
第一章	常用低压电器	6	4	10
第二章	三相异步电动机的电气控制电路	8	10	18
第三章	PLC 概述	7	2	9
第四章	PLC 的基本指令系统及编程	21	14	35
第五章	PLC 的步进指令及编程	9	6	15
第六章	PLC 的功能指令及编程	8	4	12
第七章	变频器的应用	7	4	11
合 计		66	44	110

淄博工业学校的崔金华任本书主编，并编写了第四、五章；烟台理工学校的修胜全任本书副主编，并编写了第一、二章；淄博工业学校的朱高德编写了第三、六章，陈道滨编写了第七章。全书由崔金华统稿。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 常用低压电器	1
第一节 低压开关	1
第二节 熔断器	5
第三节 主令电器	7
第四节 交流接触器	11
第五节 继电器	13
实训课题一 低压电器的拆装	19
实训一 低压开关的拆装	19
实训二 熔断器的拆装	21
实训三 交流接触器的拆装	22
实训四 常用继电器的识别与拆装	23
思考与练习	25
第二章 三相异步电动机的电气控制电路	27
第一节 单向控制电路	27
第二节 正反转控制电路	29
第三节 顺序控制电路	31
第四节 Y- Δ 减压起动控制电路	34
第五节 制动控制电路	37
实训课题二 基本控制电路的安装	40
实训一 三相异步电动机的单向控制电路的安装	40
实训二 三相异步电动机的正反转控制电路的安装	42
实训三 三相异步电动机的顺序控制电路的安装	44
实训四 三相异步电动机的减压起动控制电路的安装	46
实训五 三相异步电动机的制动控制电路的安装	48
思考与练习	49
第三章 PLC 概述	52
第一节 PLC 简介	52
第二节 PLC 的基本组成与工作	
原理	55
第三节 PLC 的编程语言	59
第四节 PLC 的内部系统配置	60
第五节 FX-20P-E 手持编程器	64
实训课题三 FX2N 系列 PLC 的硬件	70
实训一 FX2N 系列 PLC 的认识	70
实训二 FX-20P-E 手持编程器的操作	73
思考与练习	74
第四章 PLC 的基本指令系统及编程 ..	77
第一节 基本逻辑指令	77
第二节 梯形图的基本规则	88
第三节 常用的 PLC 应用程序编程实例	90
第四节 电动机的 PLC 控制编程实例	95
第五节 GX Developer 编程软件的使用	102
实训课题四 基本指令的实训操作 ..	111
实训一 GX Developer 编程软件的基本操作	111
实训二 基本逻辑指令的编程实训 (1)	113
实训三 基本逻辑指令的编程实训 (2)	115
实训四 基本逻辑指令的编程实训 (3)	116
实训五 基本逻辑指令的编程实训 (4)	118
实训六 两地控制电动机的起保停	119
实训七 两台控制电动机的顺序起动	121
思考与练习	122
第五章 PLC 的步进指令及编程	126
第一节 顺序功能图	126
第二节 步进指令及编程实例	130



第三节 顺序功能图的程序输入	137	第三节 变频器的操作面板	184
实训课题五 PLC 的流程控制	145	第四节 变频器的操作	189
实训一 GX Developer 编程软件的顺序 功能编程操作	145	实训课题七 PLC 与变频器的综合 实训	192
实训二 带式输送机的 PLC 控制	148	实训一 变频器的 PU 操作实训	192
实训三 全自动洗衣机的流程控制	150	实训二 三相异步电动机多速运行的 综合控制	193
思考与练习	152	思考与练习	195
第六章 PLC 的功能指令及编程	155	附录	197
第一节 功能指令的基本规则	155	附录 A FX2N 系列可编程序控制器 主要技术指标	197
第二节 功能指令及编程实例	159	附录 B FX2N 系列可编程序控制器 部分特殊元件编号及功能	198
实训课题六 功能指令的应用	171	附录 C FR-A540 变频器端子 说明表	201
实训一 加减乘除四则运算	171	参考文献	203
实训二 功能指令实现数码管循环 点亮	173		
思考与练习	174		
第七章 变频器的应用	177		
第一节 变频器基础	177		
第二节 变频器安装与接线	181		

第一章 常用低压电器

低压电器通常是指工作在交流 1000V 或直流 1200V 以下起保护、控制、调节、转换等功能作用的电器设备。按其用途或所控制对象的不同,可分为低压配电电器和低压控制电器。低压配电电器包括刀开关、转换开关、熔断器和断路器等;低压控制电器包括接触器、继电器、主令电器和电磁铁等。低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件。掌握低压电器的正确使用、维护与检测方法,对学习典型控制电路很有帮助。

【知识目标】

1. 了解各类常用低压电器的结构与工作原理。
2. 掌握常用低压电器的用途、外形、选用与安装方法。

【技能目标】

1. 会正确选用低压电器。
2. 会对常用低压电器进行拆装及调整。

第一节 低压开关

低压开关一般为非自动切换电器,主要用作隔离、接通和分断电路,多数作为机床电路的电源开关、局部照明电路的控制,有时也可用来直接控制小容量电动机的起动、停止和正反转。常用的低压开关主要有刀开关、组合开关和低压断路器等。

一、刀开关

1. 外形、结构和符号

刀开关是结构最简单、应用最广泛的一种手动电器。常用的 HK 系列瓷底胶盖刀开关如图 1-1 所示。

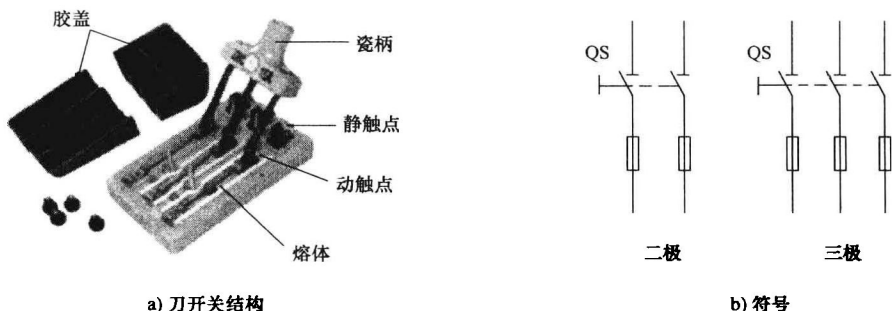


图 1-1 常用的 HK 系列瓷底胶盖刀开关

HK 系列瓷底胶盖刀开关由刀开关和熔断器组合而成,开关的瓷底座上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和带瓷质手柄的刀式动触点,上面盖有胶盖,以防止操作时触及带电体



或分断时产生的电弧灼伤人手。

2. 选用

在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制电路中广泛采用刀开关。HK1 系列刀开关的主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 HK1 系列刀开关的主要技术参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机的最大容量/kW		熔丝线径/mm
				220V	380V	
HK1-15/2	2	15	220	1.5		1.45 ~ 1.59
HK1-30/2	2	30	220	3.0		2.30 ~ 2.52
HK1-60/2	2	60	220	4.5		3.36 ~ 4.00
HK1-15/3	3	15	380		2.2	1.45 ~ 1.59
HK1-30/3	3	30	380		4.0	2.30 ~ 2.52
HK1-60/3	3	60	380		5.5	3.36 ~ 4.00

具体选用方法如下：

1) 用于照明和电热负载时，选用额定电压 220V，额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关。

2) 用于控制电动机的直接起动和停止时，选用额定电压 380V，额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

3. 安装与使用

1) HK 系列刀开关必须垂直安装在控制屏或开关板上，合闸状态时手柄要向上，不得倒装或平装，否则在分断状态时手柄有可能松动落下引起误合闸，造成人身安全事故。

2) 开关距地面的高度为 1.3 ~ 1.5m，接线时进线和出线不能接反，电源线接在上端，负载接在熔丝下端，这样在开关断开后，闸刀和熔丝上都不会带电，如图 1-2 所示。

3) 更换熔丝时，必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

4) 在分闸和合闸操作时，应动作迅速，使电弧尽快熄灭。

【想想练练】

1. 刀开关为什么不能倒装和平装？
2. 使用一段时间后，刀开关的负载接线螺钉处为什么易松动？

二、组合开关

1. 外形、结构和符号

组合开关又称转换开关，它具有体积小、触点对数多、接线方式灵活、操作方便等特点。常用的 HZ10 系列组合开关如图 1-3 所示。

开关的静触点和动触点分别装在数层成型的胶木绝缘垫板内，动触点套在附有手柄的方

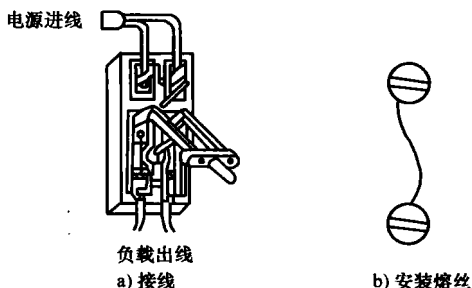


图 1-2 HK 系列刀开关的安装

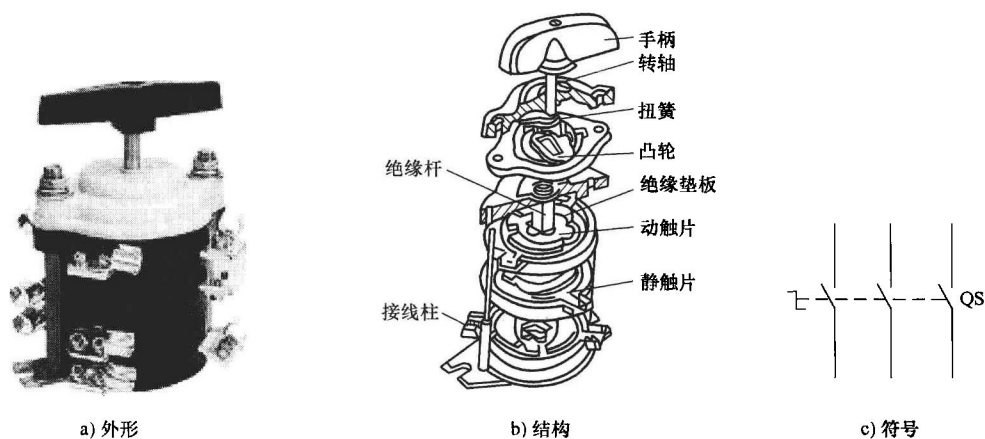


图 1-3 常用的 HZ10 系列组合开关

形绝缘转轴上,当转轴顺时针或逆时针转动 90° 时,带动三对动触点分别与三对静触点同时接触或分离,实现接通或分断电路的目的。

2. 选用

组合开关多用作机床电气控制电路中的电源引入开关,也可以用于 5kW 以下小容量电动机不经常起、停和正反转的控制。常用 HZ10 组合开关的技术参数见表 1-2。

表 1-2 常用 HZ10 组合开关的技术参数

型号	额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机最大容量/kW
HZ10-10/3	10	AC 380	1.7
HZ10-25/3	25		5.5
HZ10-60/3	60		10
HZ10-100/3	100		22

组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触点数、接线方式和负载容量进行选用。

- 1) 用于一般照明、电热电路时,其额定电流应大于或等于被控电路的负载电流总和。
- 2) 用作设备电源引入开关时,其额定电流应稍大于或等于被控电路的负载电流总和。
- 3) 用于直接控制电动机时,其额定电流一般取电动机额定电流的 $1.5 \sim 2.5$ 倍。

3. 安装使用

1) HZ10 系列组合开关应安装在控制箱内,其操作手柄最好在控制箱的前面或侧面,开关为断开状态时应使手柄在水平位置。

2) 若需在箱内操作,开关最好安装在箱内右上方,并且在它的上方不安装其他电器,若安装有其他电器应采取隔离或绝缘措施。

3) 组合开关通断能力较低,不能用来分断故障电流。用于控制电动机正反转时,必须在电动机完全停止转动后才能反向起动,且每小时的接通次数不能超过 $15 \sim 20$ 次。

三、低压断路器

1. 外形、结构和符号

低压断路器又叫自动空气开关,简称断路器。它集控制和多种保护功能于一体,在正常



情况下可用于不频繁接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路发生短路、过载和失压等故障时，能自动切断电路（俗称跳闸）。常见低压断路器的外形如图 1-4 所示。

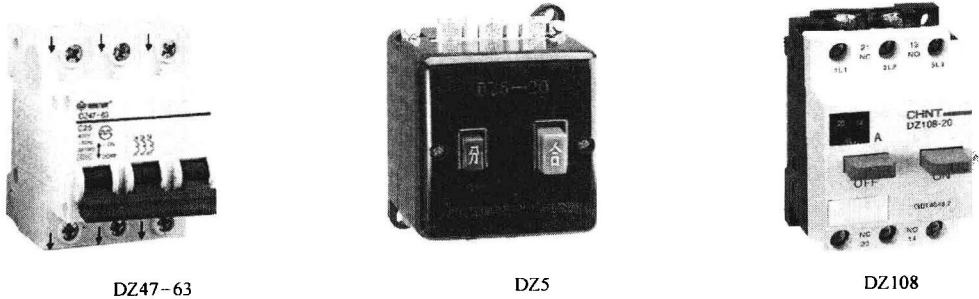


图 1-4 常见低压断路器的外形

DZ5-20 型低压断路器如图 1-5 所示。低压断路器的结构采用立体布置，操作机构在中间，外壳上有“分”按钮（红色，稍低）和“合”按钮（绿色，稍高）。

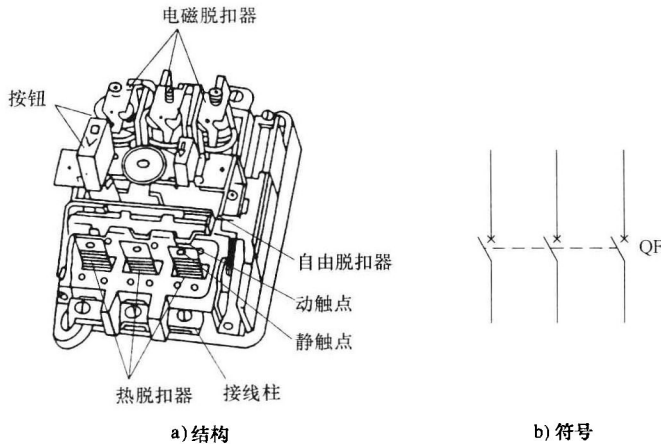


图 1-5 DZ5-20 型低压断路器

图 1-6 所示为低压断路器的工作原理图，壳内底座上部为热脱扣器，由热元件和双金属片构成，作过载保护。下部为电磁脱扣器，由电流线圈和铁心组成，作短路保护用。欠电压脱扣器是指当电路中的电压不足或失去电压时切断电路，起到欠电压保护作用。主触点系统在操作机构的下面，由动触点和静触点组成，用以接通和分断主电路，并采用栅片灭弧。另外，还有常开和常闭辅助触点各一对，可用作信号指示或控制电路用。主、辅触点接线柱伸出壳外，便于接线。

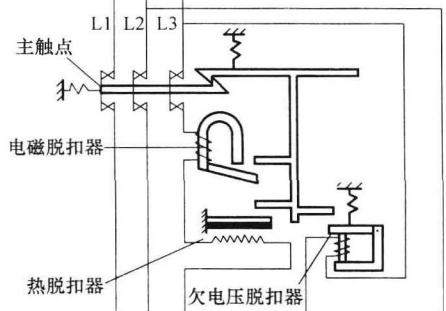


图 1-6 低压断路器的工作原理图

2. 选用

DZ5-20 型低压断路器的技术参数见表 1-3。



表 1-3 DZ5-20 型低压断路器的技术参数

型号	额定电压/V	额定电流/A	极数	脱扣器形式	热脱扣器额定电流/A	磁脱扣器瞬时动作整定值/A
DZ5-20/330 DZ5-20/230	AC380 DC220	20	3 2	复式	0.15, 0.2, 0.3, 0.45, 0.65, 1, 1.5, 2, 3, 4.5, 6.5, 10, 15, 20	为热脱扣器额定电流的 8~12倍
DZ5-20/320 DZ5-20/220	AC380 DC220	20	3 2	电磁式		
DZ5-20/310 DZ5-20/210	AC380 DC220	20	3 2	热脱扣器式		

低压断路器的选用原则如下:

- 1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路的正常工作电压和负载电流。
- 2) 热脱扣器的脱扣整定电流应等于所控制负载的额定电流。
- 3) 电磁脱扣器的脱扣整定电流应大于负载正常工作时可能出现的峰值电流。用于控制电动机的断路器, 其值应大于 1.5~1.7 倍的电动机起动电流。

3. 安装与使用

- 1) 低压断路器应垂直于配电板安装, 电源引线接到上端, 负载引线接到下端。
- 2) 低压断路器的各脱扣器动作值一经调整好, 就不允许随意变动, 以免影响其动作值。
- 3) 断路器上的灰尘应定期清除, 并定期检查各脱扣器动作值, 给动作机构添加润滑剂。
- 4) 断路器用作电源总开关或电动机的控制开关时, 在电源进线侧必须加装刀开关或熔断器, 以形成明显的断点。

【想想练练】

低压断路器跳闸后, 如何操作合闸?

第二节 熔断器

熔断器在线路中用作短路保护。使用时, 熔断器应串接在所保护的电路中。正常情况下, 熔断器的熔体相当于一根导线; 当线路或设备发生短路时, 熔体能迅速熔断以分断电路, 起到保护作用; 有时, 熔体还可以起到使电路与电源隔离的作用。

一、常见熔断器的外形结构和符号

熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座三部分组成。常见的熔断器有 RC 系列瓷插式熔断器、RL 系列螺旋式熔断器、RM 系列无填料封闭管式熔断器、RT 系列有填料封闭管式熔断器、RS 系列快速熔断器和 RZ 系列自恢复熔断器, 其外形结构和符号如图 1-7 所示。

二、熔断器的选用

熔断器有不同的类型和规格。但对这些熔断器共同的要求是: 在电气设备正常运行时, 熔断器应不熔断; 在发生短路时, 熔断器应立即熔断; 在电路电流正常变化时, 熔断器应不熔断; 在电气设备持续过载时, 熔断器应延时熔断。



图 1-7 熔断器的外形结构和符号

1. 熔断器类型的选用

根据使用场合选用熔断器的类型：对于照明电路，一般选用 RT 系列圆筒帽形熔断器或 RC 系列瓷插式熔断器；对于电动机控制线路，一般选用 RL 系列螺旋式熔断器；对于半导体元器件保护，一般选用 RS 系列快速熔断器。

2. 熔断器规格的选用

1) 熔断器的额定电压必须大于或等于线路的额定电压；熔断器的额定电流必须大于或等于所装熔体的额定电流；熔断器的分断能力应大于电路中可能出现的最大短路电流。

2) 对于变压器、电炉和照明等负载，熔体的额定电流应略大于或等于负载电流；对于输配电线路，熔体的额定电流应略大于或等于线路的安全电流；对于控制线路中电动机的短路保护，要根据电动机的起动条件和时间长短来选用熔体的额定电流。对于一台电动机的短路保护，熔体的额定电流应大于或等于电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍；对于多台电动机的短路保护，熔体的额定电流应大于或等于其中最大容量电动机的额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍加



上其余电动机额定电流的总和。

常见熔断器的技术参数见表 1-4。

表 1-4 常见熔断器的技术参数

型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流等级/A	极限分断能力/kA	功率因数
RC1A	380	5	2,5	0.25	0.8
		10 15	2,4,6,10 6,10,15	0.5	
		30	20,25,30	1.5	0.7
		60 100 200	40,50,60 80,100 120,150,200	3	0.6
RL1	500	15 60	2,4,6,10,15 20,25,30,35,40,50,60、	2 3.5	≥0.3
		100 200	60,80,100 100,125,150,200	20 50	
RM10	380	15	6,10,15	1.2	0.8
		60	15,20,25,35,45,60	3.5	0.7
		100 200 350	60,80,100 100,125,160,200 200,225,260,300,350	10	0.35
		600	350,430,500,600	12	0.35
RTO	380	100 200 400 600	30,40,50,60,100 120,150,200,250 300,350,400,450 500,550,600	50	>0.3

三、熔断器的安装与使用

- 1) 熔断器兼作隔离器件使用时，应安装在控制开关的电源进线端；若仅作短路保护时，应安装在控制开关的出线端。
- 2) 瓷插式熔断器应垂直安装。
- 3) 螺旋式熔断器的电源线应接在瓷底座的下接线座上，负载线应接在螺纹壳的上接线座上。
- 4) 更换熔体或熔管时，必须切断电源，不允许带负荷操作。

【想想练练】

在机床电路中，熔断器的作用是什么？怎样选择？

第三节 主令电器

主令电器属于控制电器，用作接通或断开控制电路，以达到发号施令的目的。常用的主令电器有按钮和行程开关等。

一、按钮

按钮是一种手动操作接通或分断小电流控制电路，具有储能复位的一种控制开关。它一般不直接控制主电路的通断，而是在控制电路中通过控制接触器、继电器等电器实现控制主电路通断的目的。

1. 外形、结构和符号

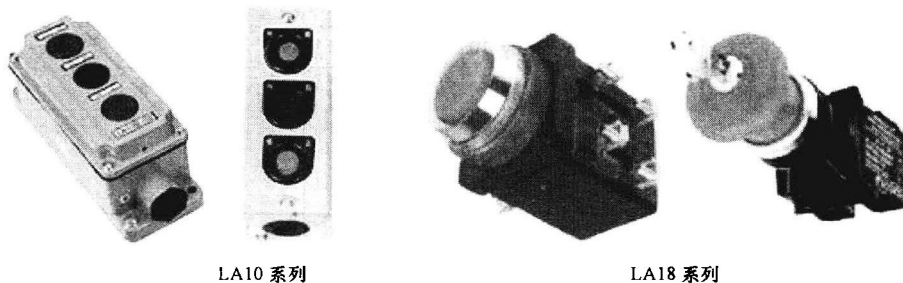
按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点、外壳及支柱连杆等组成。按静态时触点的分合状态划分，可分为常闭按钮、常开按钮和复合按钮。

常开按钮：未按下时，触点是断开的；按下时，触点闭合；当松开后，按钮自动复位。

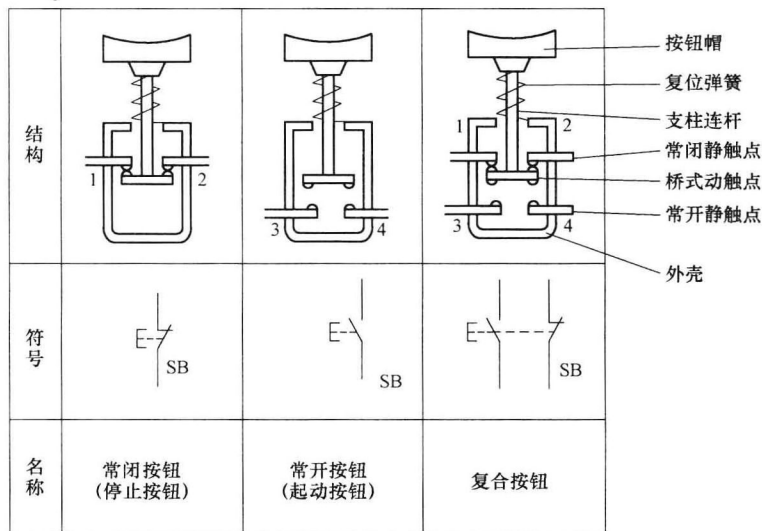
常闭按钮：未按下时，触点是闭合的；按下时，触点断开；当松开后，按钮自动复位。

复合按钮：将常开按钮和常闭按钮组合为一体。按下复合按钮时，其常闭触点先分断，然后常开触点再闭合；当松开按钮时，常开触点先断开，然后常闭触点再闭合。

常用按钮的外形、结构和符号如图 1-8 所示。

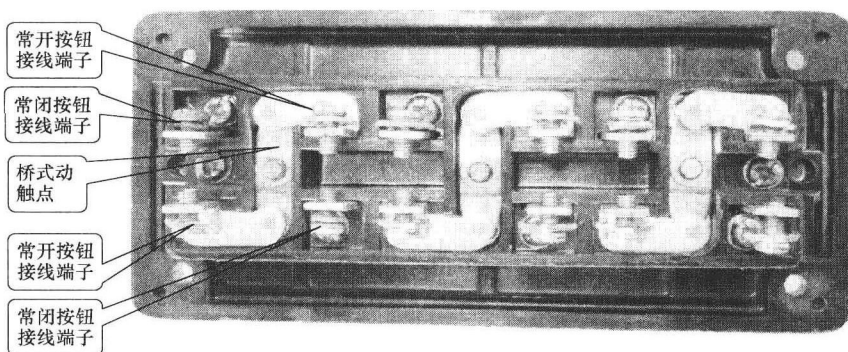


a) 外形



b) 结构与符号

图 1-8 常用按钮的外形、结构和符号



c) LA10-3H 的内部实物结构图

图 1-8 常用按钮的外形、结构和符号 (续)

2. 选用

1) 根据使用场合和具体用途选用按钮的种类。嵌装在操作面板上的按钮一般选用开启式；需显示工作状态的一般选用带指示灯式；在重要场所为了防止无关人员误操作，一般选用钥匙式；在有腐蚀的场所一般选用防腐式。

2) 根据工作状态指示和工作情况要求选用按钮或指示灯的颜色。急停选用红色；停止或分断选用黑色或白色，优先选用黑色；起动或接通选用绿色；应急或干预选用黄色。

3) 根据控制回路的需要选择按钮的数量。

常用按钮的技术参数见表 1-5。

表 1-5 常用按钮的技术参数

型号	形式	触点数量		按钮	
		常开	常闭	钮数	颜色
LA10-1	元件	1	1	1	黑、绿、红
LA10-3K	开启式	3	3	3	
LA10-3H	保护式	3	3	3	
LA10-3S	防水式	3	3	3	
LA18-22	一般式	2	2	2	红、绿、黄、白、黑
LA18-22J	紧急式				红
LA18-22X	旋扭式				黑
LA18-22Y	钥匙式				锁心本色
LA19-11	一般式	1	1	1	红、绿、黄、白、黑
LA19-11J	紧急式				红
LA19-11D	带指示灯式				红、绿、白、黑
LA20-3K	开启式	3	3	3	白、绿、红
LA20-3H	保护式				

3. 安装与使用

- 1) 按钮应根据电动机起动的先后顺序，自上到下或从左到右排列在面板上。
- 2) 同一机床运动部件有多种工作状态时，应使每一对相反状态的按钮安装在一起。
- 3) 指示灯按钮不宜用于需要长期通电显示处。

【想想练练】

如何正确选用按钮？

二、行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关，其触点的动作不是靠手去操纵，而是利用机械设备的某些运动部件的碰撞来完成操作的。行程开关主要用来限制机械运动的位置或行程，使运动机械按一定位置或行程自动停止、反向运动、变速运动或自动往返运动等。

1. 外形、结构和符号

常见的行程开关可分为按钮式和旋转式两种。JLXK1 系列行程开关的外形、结构及符号如图 1-9 所示。

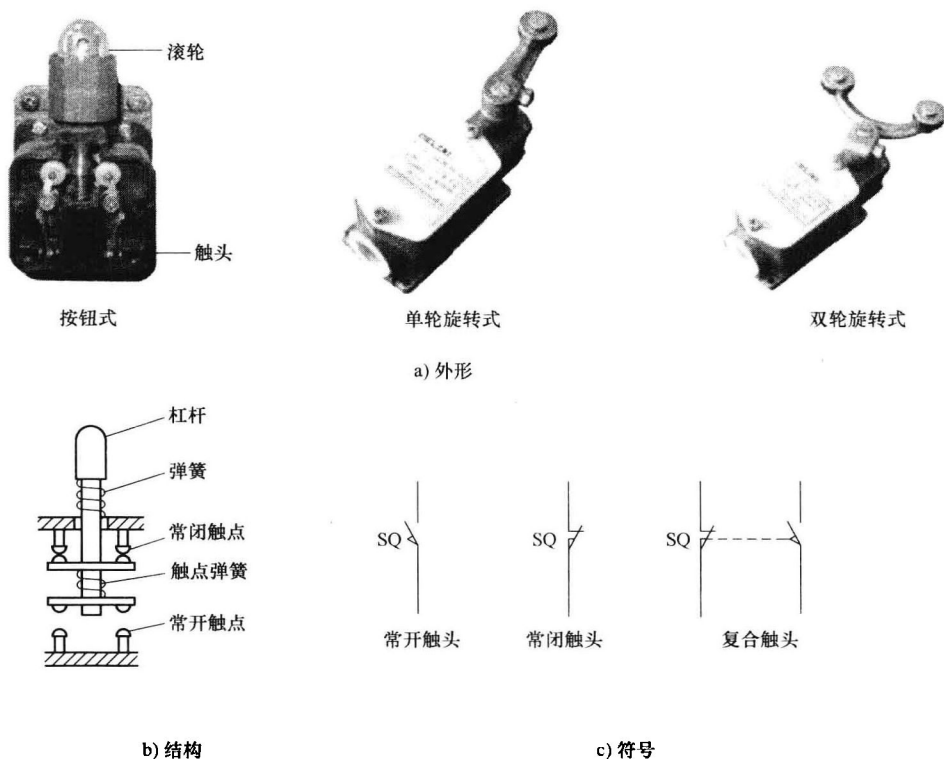


图 1-9 JLXK1 系列行程开关的外形、结构及符号

2. 选用

行程开关主要根据动作要求、安装位置及触点数量来选用。常用的 JLXK1 系列行程开关的技术参数见表 1-6。

表 1-6 常用的 JLXK1 系列行程开关的技术参数

型号	额定电压/V 额定电流/A	类型	触点对数		工作行程	触点转换时间
			常开	常闭		
JLXK1-111	500V 5A	单轮防护式	1	1	12°~15°	≤0.04s
JLXK1-211		双轮防护式			约 45°	
JLXK1-311		按钮防护式			1~3mm	
JLXK1-411		按钮旋转防护式			1~3mm	



3. 安装与使用

- 1) 安装行程开关时, 安装位置要准确、牢固, 滚轮的方向不能装反。
- 2) 由于行程开关经常受到撞块的碰撞, 安装螺钉经常松动造成位移, 所以应经常检查。
- 3) 行程开关在不工作时应处于不受外力的释放状态。

【想想练练】

挡铁碰撞行程开关后, 触点不动作, 会是什么原因造成的?

第四节 交流接触器

交流接触器是一种用来频繁地接通或断开交流主电路及大容量控制电路的自动切换电器。

一、交流接触器的外形、结构和符号

交流接触器主要由电磁机构、触点系统、灭弧装置和辅助部件组成。

1. 电磁机构

电磁机构由线圈、动铁心(衔铁)和静铁心组成。其作用是利用电磁线圈的通电或断电, 使静铁心吸合或释放衔铁, 从而带动动触点与静触点闭合或分断, 实现接通或断开电路的目的。

交流接触器电磁线圈中通过的是交流电, 所以铁心中产生交变的磁通。当磁通过零时, 产生的电磁吸力也为零, 将引起电磁铁的铁心发生振动, 产生噪声, 解决的办法是在铁心部分端面上嵌装短路环。

2. 触点系统

按通断能力的不同, 触点可分为主触点和辅助触点。主触点用于通断电流较大的主电路, 通常为三对常开触点。辅助触点用于通断电流较小的控制电路, 一般常开、常闭触点各两对。触点的常开和常闭, 是指电磁机构未通电动作时触点的状态。常开触点与常闭触点是联动的。当线圈通电时, 常闭触点先断开, 常开触点再闭合。当线圈断电时, 常开触点先恢复断开, 常闭触点再恢复闭合。

3. 灭弧装置

交流接触器在断开大电流或高电压时, 在动、静触点之间会产生很强的电弧。灭弧装置的作用是熄灭触点分断时产生的电弧, 容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置。

4. 辅助部件

辅助部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及外壳。反作用弹簧安装在衔铁和线圈之间, 当线圈断电后, 推动衔铁释放, 带动触点复位; 缓冲弹簧安装在静铁心和线圈之间, 用来缓冲衔铁在吸合时对静铁心和外壳的冲击力; 触点压力弹簧安装在动触点上面, 增大动、静触点间的压力, 从而增大接触面积, 减少接触电阻, 防止触点过热损伤; 传动机构的作用是在衔铁或反作用弹簧的作用下, 带动动触点与静触点的接通或分断。

常见交流接触器的外形、结构和符号如图 1-10 所示。

二、交流接触器的工作原理

图 1-11 所示是交流接触器的工作原理图。当线圈通电后, 线圈电流产生磁场, 使静铁