



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

电气控制 与 PLC 应用

(第3版)

Electrical Control
and PLC Application (3rd Edition)

省级教学团队主编，自动化技能抽测配套教材

工作过程导向，模块项目结构，案例典型实用

知识体系完整，理论简明扼要，突出技能培养



◎ 华满香 刘小春 主编

◎ 李庆梅 陈庆 马登良 副主编

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS


精品系列



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

电气控制 与 PLC 应用

(第3版)

Electrical Control
and PLC Application (3rd Edition)



◎ 华满香 刘小春 主编

◎ 李庆梅 陈庆 马登良 副主编

人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与PLC应用 / 华满香, 刘小春主编. -- 3版

— 北京: 人民邮电出版社, 2015.6

高等职业院校机电类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-115-38715-8

I. ①电… II. ①华… ②刘… III. ①电气控制—高等职业教育—教材②plc技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第065927号

内 容 提 要

本书是项目式教学的特色教材, 每个项目都以实际工程案例引入, 由浅入深地讲述相关理论知识和实际应用案例。全书共分为两大部分: 第一部分为电气控制, 主要讲述了电动机正反转控制、Z3050型摇臂钻床电气控制、卧式镗床及磨床电气控制、铣床电气控制和桥式起重机电气控制; 第二部分是PLC应用, 主要讲述了工作台自动往返PLC控制系统、昼夜报时器PLC控制系统、全自动洗衣机PLC控制系统、广告牌循环彩灯PLC控制系统和综合控制系统。

本书既可作为高等职业技术学院、高等专科学校、职工大学的电气自动化技术、数控技术与应用、机电一体化、电气化铁道技术、电机电器、应用电子类专业相关课程的教材, 也可供工程技术人员参考使用。

-
- ◆ 主 编 华满香 刘小春
 - 副 主 编 李庆梅 陈 庆 马登良
 - 责任编辑 李育民
 - 责任印制 杨林杰

 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
 - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京鑫正大印刷有限公司印刷

 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 16.5 2015年6月第3版
 - 字数: 388千字 2015年6月北京第1次印刷
-

定价: 39.80元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315



本书是根据学生毕业后所从事职业的实际需要,确定学生应具备的知识能力结构,将理论知识和应用技能整合在一起,从而形成的以就业为导向的项目式教材。

1. 本书特点

(1) 采用模块化结构,利用项目的形式编写,内容紧密联系专业工程实际,将知识点贯穿于项目中。

(2) 在内容的安排上,理论力求简明扼要,难易适中,加强实践内容,突出针对性、实用性和先进性。全书内容尽可能多地利用图片或现场照片,做到图文并茂,以增强直观效果。

(3) 本书的各个项目选自生产现场,每个项目的编写完整简洁,不仅有完整的硬件设计、软件设计,还有详细的调试过程。

2. 修订内容

本书在第2版的基础上进行修订,主要修订内容如下。

(1) 根据实用性、先进性和综合性的原则,拓展知识点,增加了应用案例,如在电气控制部分项目二中增加了自动往返时间继电器控制线路;在PLC部分中增加了顺序控制功能图在电镀生产线上的应用和PLC与变频器的综合控制内容。

(2) 将原书中的错误和说法不妥之处进行修改,优化各章节内容的细节,重新规范了图纸。

全书共分为两大部分。第一部分为电气控制,以应用最广泛的5个实际案例(电动机正反转控制、Z3050型摇臂钻床电气控制、卧式镗床及磨床电气控制、铣床电气控制、桥式起重机电气控制)引入,系统地讲述了常用低压电器的结构、原理、符号、型号及其选择;同时还讲述了电动机正反转、Y- Δ 启动等典型电气控制线路的组成、原理及安装调试;对车、钻、镗、磨、铣等常用机床,以及常用的桥式起重机都进行了结构介绍、原理分析,并就这些机床设备的电气常见故障及排除方法进行了讲解。第二部分为PLC应用,以4个典型应用案例(工作台自动往返PLC控制系统、昼夜报时器PLC控制系统、全自动洗衣机PLC控制系统、广告牌循环彩灯PLC控制系统)引入,以国内广泛使用的德国西门子S7-200系列PLC为对象,通过4个最典型PLC的应用案例详细地介绍了S7-200 PLC的结构组成、工作原理、内部元器件,同时还讲解了编程软件STEP7-Micro/WIN的使用、基本逻辑指令、顺序控制指令以及常用功能指令的使用,并通过典型应用案例讲述了PLC程序

设计的方法和技能,最后通过 S7-200 PLC 对 T68 型卧式镗床、PLC 对 Z3050 钻床、PLC 对 X62W 型铣床的改造以及 PLC 在 EAPS100 柔性生产加工系统上料单元中的硬件和软件设计、PLC 与变频器的综合控制 5 个典型应用案例,讲述了 PLC 综合控制系统的设计方法和技能。

本书建议总课时为 98 课时(包括实训内容)。其中,电气控制部分 50 课时,PLC 部分 48 课时。具体课时分配如下。

部 分	项 目	项 目 内 容	理论课时	实训课时
第一部分 电气控制	项目一	电动机正反转控制	10	6
	项目二	Z3050 型摇臂钻床电气控制	8	2
	项目三	卧式镗床及磨床电气控制	8	2
	项目四	铣床电气控制	6	2
	项目五	桥式起重机电气控制	4	2
	小 计			36
第二部分 PLC 应用	项目六	工作台自动往返 PLC 控制系统	10	6
	项目七	昼夜报时器 PLC 控制系统	4	4
	项目八	全自动洗衣机 PLC 控制系统	8	2
	项目九	广告牌循环彩灯 PLC 控制系统	4	2
	项目十	综合控制系统	6	2
	小 计			32
合 计			68	30

本书由湖南铁道职业技术学院华满香和刘小春任主编;湖南铁道职业技术学院李庆梅和陈庆、淄博职业技术学院马登良任副主编;湖南铁道职业技术学院王玺珍、淄博职业技术学院谭文、石家庄信息工程职业学院刘海燕参编。其中,项目五由陈庆编写,项目六由华满香编写,项目七由华满香和刘海燕编写,项目八和项目九由刘小春编写,项目一和项目三由李庆梅编写,项目二和项目四由王玺珍编写,项目十由马登良、谭文、陈庆编写。

本书在编写过程中,参阅了许多同行专家们的论著文献,同时深圳科莱德公司提供了 EAPS100 柔性生产加工系统设备和大量资料,曹修兵和谭宝康给予了充分的技术支持,使我们的综合控制系统能够现场调试成功,湖南铁道职业技术学院张莹提出了很多宝贵意见,在此一并表示真诚的感谢。

由于编者的学识水平和实践经验有限,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

素材表



表 1

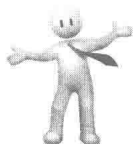
PPT 课件

素材类型	功能描述
PPT 课件	供老师上课用

表 2

动画

序号	名称	序号	名称
1	水箱水位的 PID 控制	18	熔断器、行程开关、低压断路器的的工作原理
2	S7-200 系列 PLC 的工作原理	19	三相异步电动机的铭牌
3	电动机的正反转控制	20	三相异步电动机制动控制
4	电气控制器件 (2)	21	位置控制电路
5	Y— Δ 形降压起动控制电路	22	自动往返控制电路
6	按钮、刀开关、接触器、中间继电器、热继电器的工作原理	23	三相异步电动机解压起动控制电路
7	三相异步电动机的工作原理	24	变压器的工作原理
8	电气控制器件——按钮、刀开关、接触器、中间继电器、热继电器	25	变压器的基本结构
9	三相异步电动机的结构	26	时间继电器、电流继电器、电压继电器、速度继电器
10	绕线转子异步电动机转子串频敏变阻器起动控制	27	电动机的点动控制
11	电气控制器件	28	电动机的连续运行控制
12	单流程控制	29	时间继电器、电流继电器、电压继电器、速度继电器的工作原理
13	并行流程和选择流程控制	30	几种常见的变压器
14	变频器构造	31	时间控制
15	绕线转子异步电动机	32	行程控制
16	广告牌循环彩灯的 PLC 控制	33	双速异步电动机、转换开关和电磁离合器的的工作原理
17	三相异步电动机的连接		



第一部分 电气控制

项目一 电动机正反转控制

一、项目简述	2
二、电气控制器件相关知识	3
(一) 按钮、刀开关	3
(二) 接触器	6
(三) 中间继电器	9
(四) 热继电器	10
(五) 熔断器	11
三、基本控制相关知识	14
(一) 电气图识图及绘图标准	14
(二) 三相异步电动机单相起停控制	19
(三) 三相异步电动机正反转控制线路	21
四、应用举例	23
(一) 三相异步电动机带按钮互锁的正反转控制的安装调试试车	23
(二) CA6140型普通车床电气控制	26
项目小结	29
习题及思考	29

项目二 Z3050型摇臂钻床电气控制

一、项目简述	31
(一) Z3050型摇臂钻床的主要构造和运动情况	32
(二) 摇臂钻床的电力拖动特点及控制要求	32
(三) 项目要求	33
二、电气控制器件相关知识	33
(一) 行程开关	33

(二) 低压断路器	35
(三) 时间继电器	38
三、基本控制相关知识	40
(一) 工作台自动往返控制	40
(二) 三相异步电动机降压起动控制电路	41
四、应用举例	44
(一) 电动机自动往返两边延时的控制线路	44
(二) 时间原则控制的两台电动机起停控制线路	46
(三) 三相异步电动机正反转Y— Δ 降压起动控制	46
(四) Z3050型摇臂钻床电气控制线路分析及故障排除	49
项目小结	53
习题及思考	53

项目三 卧式镗床及磨床电气控制

一、项目简述	55
(一) T68型卧式镗床的主要结构和运动形式	55
(二) 卧式镗床的电力拖动形式和控制要求	56
二、电气控制相关知识	57
(一) 速度继电器	57
(二) 双速异步电动机	57
三、基本控制相关知识	58
(一) 双速电动机调速控制	58
(二) 三相异步电动机制动控制电路	60

四、应用举例	63	项目小结	91
(一) 双速异步电动机低速起动高速运行 电气控制线路	63	习题及思考	91
(二) 三相异步电动机可逆反接制动控制 线路	64	项目五 桥式起重机电气控制	
(三) 三相异步电动机正反向能耗制动控制	65	一、项目简述	93
(四) T68 型卧式镗床电气控制线路分析	65	(一) 桥式起重机的结构及运动形式	94
(五) M7130 型平面磨床电气控制线路	70	(二) 桥式起重机对电力拖动控制的主要 要求	95
项目小结	74	二、电气控制器件相关知识	96
习题及思考	74	(一) 电流继电器	96
项目四 铣床电气控制		(二) 电压继电器	97
一、项目简述	76	(三) 电磁抱闸器	98
(一) X62W 万能铣床的主要结构和 运动形式	76	(四) 凸轮控制器	100
(二) 铣床的电力拖动形式和控制要求	77	三、基本控制线路	102
二、电气控制器件相关知识	78	(一) 绕线转子异步电动机转子串电阻 起动控制	102
(一) 转换开关	78	(二) 绕线转子异步电动机转子串频敏 变阻器起动控制	104
(二) 电磁离合器	81	四、应用举例	105
三、基本控制相关知识	82	(一) 电动机正反转转子串频敏变阻器 起动线路	105
(一) 顺序控制	82	(二) 凸轮控制器控制的桥式起重机 小车控制电路	105
(二) 多地控制	83	(三) 桥式起重机保护电路	108
四、应用举例	83	(四) 10t 交流桥式起重机控制线路分析	109
(一) 从两地实现一台电动机的连续— 点动控制	83	项目小结	110
(二) 2 台电动机起停的控制线路	84	习题及思考	111
(三) X62W 型万能铣床电气控制线路 分析及故障排除	84		

第二部分 PLC 应用

项目六 工作台自动往返 PLC 控制系统

一、项目简述	114	(七) S7-200 系列 PLC 的 STEP-Micro/WIN 编 程软件	138
二、相关知识	115	三、应用举例	146
(一) PLC 基础知识	115	(一) 异步电动机正反转 PLC 控制	146
(二) PLC 的基本结构、编程语言、 工作原理	118	(二) 工作台自动往返 PLC 控制系统	148
(三) S7-200 系列 PLC 的内部元器件	122	(三) 三相异步电动机的 Y- Δ 降压起动 PLC 控制系统	149
(四) S7-200 系列 PLC 主要技术指标	127	(四) 自动门 PLC 控制系统	150
(五) S7-200 系列 PLC 常用基本逻辑 指令	128	(五) 送料小车 3 点往返运行 PLC 控制 系统	151
(六) 系统设计过程及梯形图设计规则	135	项目小结	153
		习题及思考	154

项目七 昼夜报时器 PLC 控制系统

一、项目简述	156
二、相关知识	158
三、应用举例	159
(一) 昼夜报时器 PLC 控制系统	159
(二) 抢答器 PLC 控制系统	159
(三) 两台电动机顺序起停 PLC 控制系统	161
(四) 十字路口交通灯 PLC 控制系统	163
项目小结	165
习题及思考	166

项目八 全自动洗衣机 PLC 控制系统

一、项目简述	167
二、相关知识	168
(一) 顺序控制功能图概述	168
(二) 顺序控制指令	168
(三) 顺序控制功能图的三要素	169
(四) 顺序控制功能图的编程方法	170
三、应用举例	173
(一) 顺序控制功能图在全自动洗衣机控制中的应用	173
(二) 顺序控制功能图在自动送料装车系统中的应用	176
(三) 顺序控制功能图在大、小球分类选择传送装置中的应用	179
(四) 顺序控制功能图在十字路口交通灯控制中的应用	181
(五) 顺序控制功能图在液体混合中的应用	183
(六) 顺序控制功能图在电镀生产线上的应用	184
项目小结	186
习题及思考	186

项目九 广告牌循环彩灯 PLC 控制系统

一、项目简述	189
二、相关知识	189

(一) 功能指令概述	189
(二) 功能指令的形式	190
(三) S7-200 CPU 控制程序的构成	190
(四) S7-200 的程序控制指令	196
(五) 数据处理指令	198
(六) 高速计数器与高速脉冲输出指令	201
(七) PID 回路控制指令	207
(八) 西门子 PLC 的网络通信	210
三、应用举例	217
(一) 广告牌循环彩灯的 PLC 控制	217
(二) 运料小车多种工作方式的控制	217
(三) 三相异步电动机 Y-D 降压起动控制	220
(四) 包装生产线产品累计和包装的 PLC 控制	222
(五) 西门子网络读写指令在包装机上的应用	222
项目小结	225
习题及思考	225

项目十 综合控制系统

一、项目简述	227
(一) PLC 系统可靠性设计	227
(二) PLC 的常见故障和排除方法	229
二、相关知识	231
(一) 西门子 S7-200 系列 PLC 对卧式镗床的改造	231
(二) 西门子 S7-200 系列 PLC 对 Z3050 钻床的改造	235
(三) 西门子 S7-200 系列 PLC 对 X62W 型万能铣床的改造	238
(四) PLC 在 EAPS100 柔性生产加工系统中的综合应用	239
(五) PLC 与变频器的综合控制	249
项目小结	254
习题及思考	255

参考文献

PART

1

第一部分 电气控制

- 项目一 电动机正反转控制
- 项目二 Z3050 型摇臂钻床电气控制
- 项目三 卧式镗床及磨床电气控制
- 项目四 铣床电气控制
- 项目五 桥式起重机电气控制

项目一

| 电动机正反转控制 |

【学习目标】

1. 熟悉低压电器的结构、工作原理、型号、规格、正确选择、使用方法及其在控制线路中的作用。
2. 能识读相关电气原理图和安装图。
3. 会安装调试交流电动机正反转控制线路及联锁控制线路。
4. 会安装与检修 CA6140 型车床电气控制线路。
5. 了解电力拖动控制线路常见故障及其排除方法。
6. 了解现代低压电器应用及发展。

| 一、项目简述 |

工农业生产中，机械的运动部件的生产要求能实现正反两个方向运动，这就要求拖动电动机能正反向旋转。如铣床加工工作台的左右、前后和上下运动，起重机的上升与下降运动等，可以采用机械控制、电气控制或机械电气混合控制的方法来实现。当采用电气控制的方法实现时，电动机就能实现正反转控制。从电动机的原理可知，改变电动机三相电源的相序即可改变电动机的旋转方向，而改变三相电源的相序只需任意调换电源的两根进线，如图 1-1 所示。

合上开关“QS”，按下起动按钮“SB2”，电动机正转；按下停止按钮“SB1”，电动机停止；按下反转起动按钮“SB3”，电动机反转。

本项目涉及低压电器（包括刀开关、熔断器、按钮开关、交流接触器、热继电器等），电气识图及绘图标准，电动机的点动、连续控制及正反转控制电路等内容。

低压电器种类很多，分类方法也很多。按操作方式可分为手动操作方式和自动切换电器方式：手动操作方式主要是用手直接操作来进行切换；自动切换电器方式是依靠本身参数的变化或外来信号的作用来自动完成接通或分断等动作。按用途可分为低压配电电器和低压控制电器两大类：低压配电电器是指正常或事故状态下接通和断开用电设备和供电电网所用的电器；低压控制电器是指电

动机完成生产机械要求的启动、调速、反转和停止所用的电器。

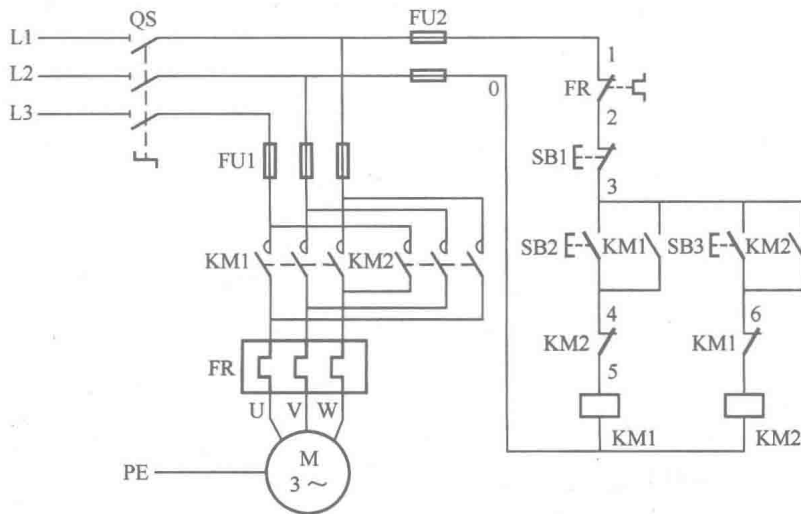


图1-1 电动机正反转控制电路图

二、电气控制器件相关知识

（一）按钮、刀开关

1. 按钮

按钮开关（简称按钮）是一种用人力（一般为手指或手掌）操作，并具有储能（弹簧）复位的一种控制开关。按钮的触点允许通过的电流较小，一般不超过 5 A，因此一般情况下不直接控制主电路，而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器，再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气联锁等。

（1）结构。按钮开关一般由按钮帽、复位弹簧、桥式常闭触点、常开触点、支柱连杆及外壳等部分组成。按钮的外形、结构与符号如图 1-2 所示。图中按钮是一个复合按钮，工作时常开和常闭触点是联动的。当按钮被按下时，常闭触点先动作，常开触点随后动作；而松开按钮时，常开触点先动作，常闭触点再动作。也就是说两种触点在改变工作状态时，先后有个时间差，尽管这个时间差很短，但在分析线路控制过程时应特别注意。

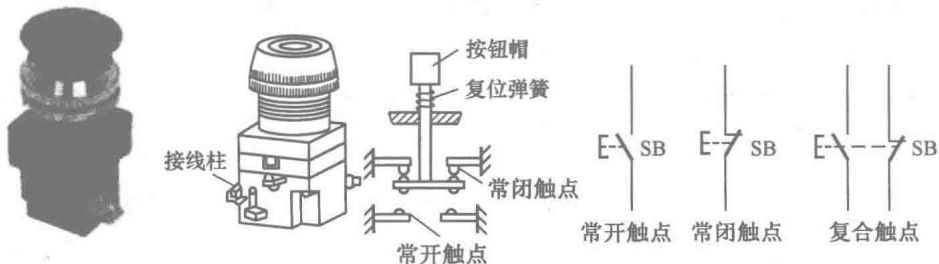


图1-2 按钮开关的外形、结构与符号

（2）型号。按钮型号说明如下。



其中, 结构形式代号的含义是: K——开起式, 适用于嵌装在操作面板上; H——保护式, 带保护外壳, 可防止内部零件受机械损伤或人偶然触及带电部分; S——防水式, 具有密封外壳, 可防止雨水侵入; F——防腐式, 能防止腐蚀性气体进入; J——紧急式, 作紧急切断电源用; X——旋钮式, 用旋钮旋转进行操作, 有通和断两个位置; Y——钥匙操作式, 用钥匙插入进行操作, 可防止误操作或供专人操作; D——光标按钮, 按钮内装有信号灯, 兼作信号指示。

按钮开关的结构形式有多种, 适合于许多场合。为了便于操作人员识别, 避免发生误操作, 生产中用不同的颜色和符号标志来区分按钮的功能及作用。紧急式——装有红色突出在外的蘑菇形钮帽, 以便紧急操作; 旋钮式——用手旋转进行操作; 指示灯式——在透明的按钮内装入信号灯, 以作信号指示; 钥匙式——为使用安全起见, 须用钥匙插入才能旋转操作。按钮的颜色有红、绿、黑、黄、白、蓝等, 供不同场合选用。一般以红色表示停止按钮, 绿色表示起动按钮。常见按钮外形如图 1-3 所示。

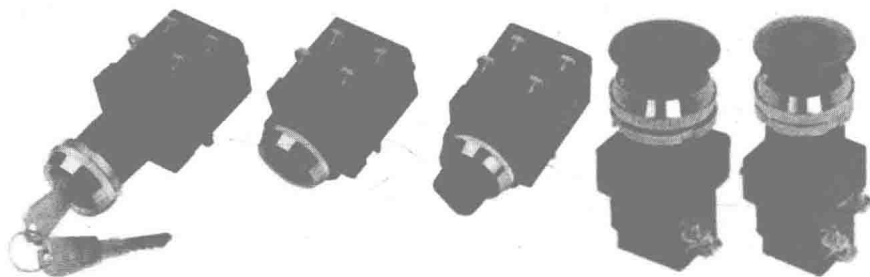


图1-3 常用按钮外形图

(3) 按钮的选用。按钮选择的基本原则如下。

- ① 根据使用场合和具体用途选择按钮的种类, 如嵌装在操作面板上的按钮可选用开起式。
- ② 根据工作状态指示和工作情况要求选择按钮或指示灯的颜色, 如起动按钮可选用绿色、白色或黑色。
- ③ 根据控制回路的需要选择按钮的数量, 如单联钮、双联钮和三联钮等。

2. 刀开关

刀开关又称闸刀开关, 是一种结构最简单、应用最广泛的手动电器。在低压电路中, 作为不频繁接通和分断电路用, 或用来将电路与电源隔离。

图 1-4 所示为刀开关的典型结构。刀开关由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动手柄可以实现触刀插入插座与脱离插座的控制, 以达到接通电路和分断电路的要求。

刀开关的种类很多, 按刀的极数可分为单极、双极和三极, 其图形符号如图 1-5 所示。按刀的转换方向可分为单掷和双掷; 按灭弧情况可分为带灭弧罩和不带灭弧罩; 按接线方式可分为板前接线式和板后接线式。下面只介绍由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关。负荷开关分为开起式负荷开关和封闭式负荷开关两种。

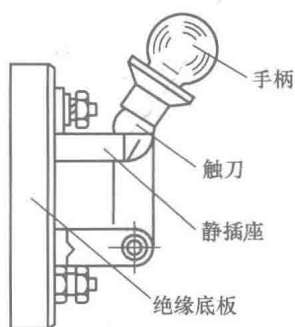


图1-4 刀开关的典型结构

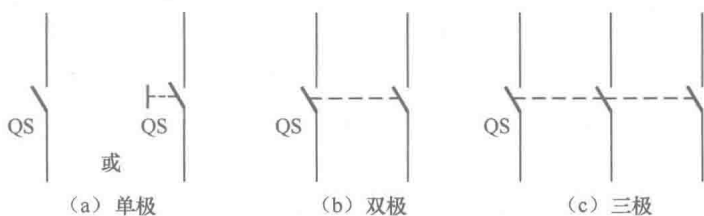


图1-5 刀开关的符号

(1) 开启式负荷开关。开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关，简称闸刀开关。生产中常用的是HK系列开启式负荷开关，适用于照明和小容量电动机控制线路中，供手动不频繁地接通和分断电路，并起短路保护作用。

开启式负荷开关的结构及在电路图中的图形符号如图1-6所示。

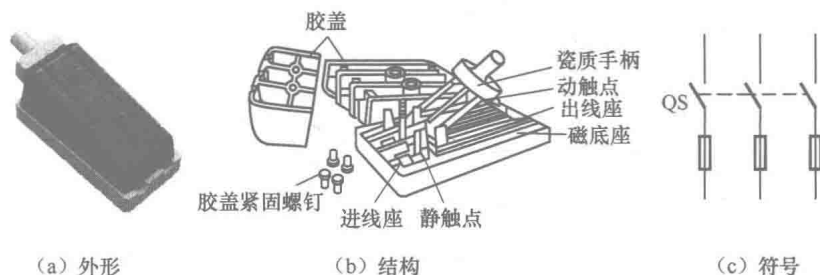
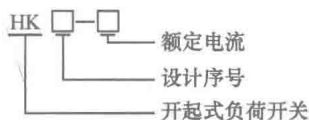


图1-6 HK系列开启式负荷开关

其型号含义说明如下。



(2) 封闭式负荷开关。封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进设计的一种开关，可用于手动不频繁的接通和断开带负载的电路，以及作为线路末端的短路保护，也可用于控制15kW以下的交流电动机不频繁的直接起动和停止。

常用的封闭式负荷开关有HH3、HH4系列，其中，HH4系列为全国统一设计产品，结构如图1-7所示。它主要由触及灭弧系统、熔断器及操作机构3部分组成。动触刀固定在一根绝缘方轴上，由手柄完成分、合闸的操作。在操作机构中，手柄转轴与底座之间装有速动弹簧，使刀开关的接通与断开速度与手柄操作速度无关。封闭式负荷开关的操作机构有两个特点：一是采用了储能合闸方式，利用一根弹簧使开关的分合速度与手柄操作速度无关，既改善了开关的灭弧性能，又能防止触点停滞在中间位置，从而提高开关的通

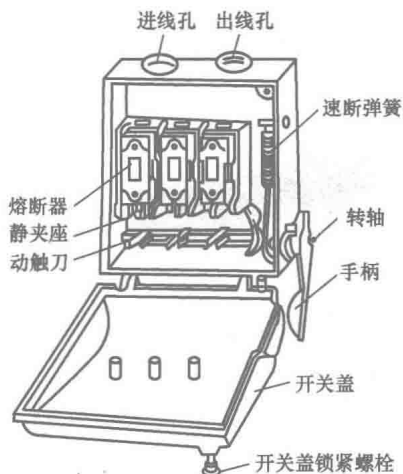
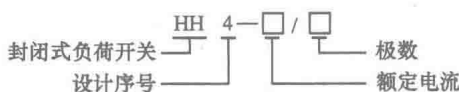


图1-7 HH系列封闭式负荷开关

断能力, 延长其使用寿命; 二是操作机构上装有机械连锁, 可以保证开关合闸时不能打开防护铁盖, 而当打开防护铁盖时, 不能将开关合闸。

封闭式负荷开关在电路图中的符号与开起式负荷开关相同。

其型号含义说明如下。



(3) 刀开关的选用及安装注意事项。

① 选用刀开关时首先根据刀开关的用途和安装位置选择合适的型号和操作方式, 然后根据控制对象的类型和大小, 计算出相应负载电流大小, 选择相应极额定电流的刀开关。

用于控制照明电路时可选用额定电压为 220 V 或 250 V, 额定电流等于或大于电路最大工作电流的双极开关; 用于控制电动机, 可选用额定电压为 380 V 或 500 V, 额定电流等于或大于电动机额定电流 3 倍的三极刀开关。

② 刀开关在安装时必须垂直安装, 使闭合操作时的手柄操作方向应从下向上合, 不允许平装或倒装, 以防误合闸; 电源进线应接在静触点一边的进线座上, 负载接在动触点一边的出线座上; 在分闸和合闸操作时, 应动作迅速, 使电弧尽快熄灭。

(二) 接触器

接触器是一种能频繁地接通和断开远距离用电设备主回路及其他大容量用电回路的自动控制装置, 分为交流和直流两类, 控制对象主要是电动机、电热设备、电焊机及电容器组等。

1. 交流接触器的结构、原理

交流接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置及辅助部件等组成。CJ10-20 型交流接触器的结构和工作原理如图 1-8 所示。

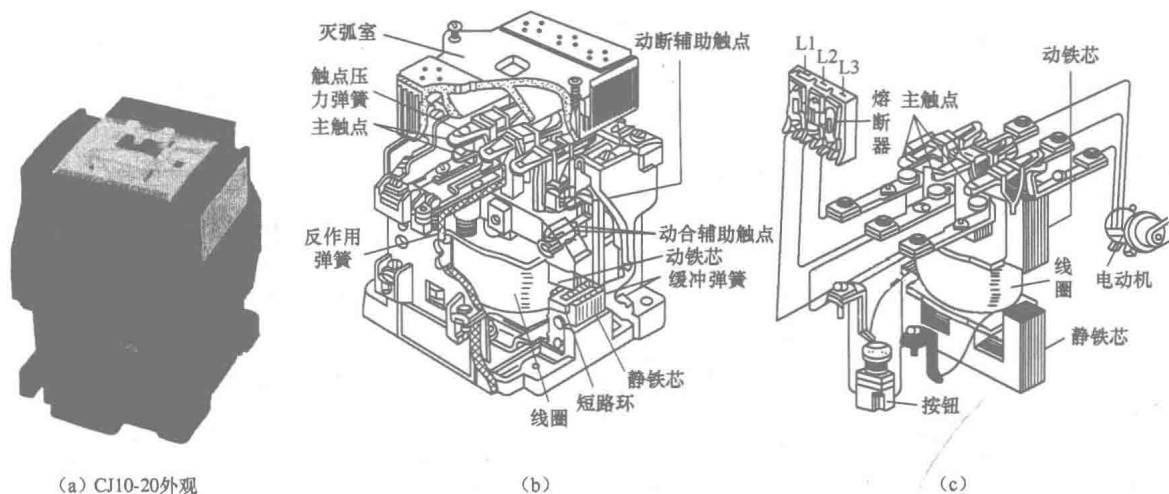


图1-8 交流接触器的结构和原理

(1) 电磁系统。交流接触器的电磁系统主要由线圈、铁芯 (静铁芯) 和衔铁 (动铁芯) 3 个部分组成。其作用是利用电磁线圈的通电或断电, 使衔铁和静铁芯吸合或释放, 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。

交流接触器在运行过程中，线圈中通入的交流电在铁芯中产生交变的磁通，因此铁芯与衔铁间的吸力也是变化的，这会使衔铁产生震动并发出噪声。为消除这一现象，在交流接触器铁芯和衔铁的两个不同端部各开一个槽，槽内嵌装一个用铜、康铜或镍铬合金材料制成的短路环，又称减震环或分磁环，如图 1-9 (a) 所示。铁芯装短路环后，当线圈通以交流电时，线圈电流产生磁通 Φ_1 。 Φ_1 一部分穿过短路环，在环中产生感生电流，进而会产生一个磁通 Φ_2 。由电磁感应定律可知， Φ_1 和 Φ_2 的相位不同，即 Φ_1 和 Φ_2 不同时为零，则由 Φ_1 和 Φ_2 产生的电磁吸力 F_1 和 F_2 不同时为零，如图 1-9 (b) 所示。这就保证了铁芯与衔铁在任何时刻都有吸力，衔铁将始终被吸住，震动和噪声会显著减小。

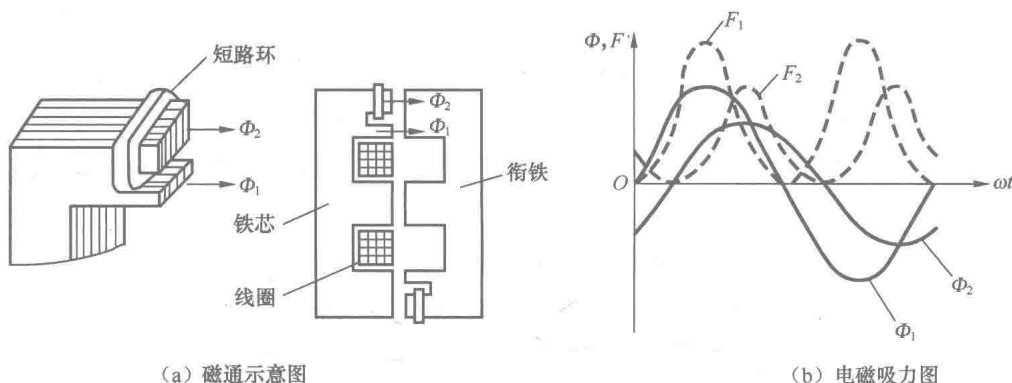


图1-9 加短路环后的磁通和电磁吸力图

(2) 触点系统。触点系统包括主触点和辅助触点。主触点用以控制电流较大的主电路，一般由 3 对接触面较大的常开触点组成。辅助触点用于控制电流较小的控制电路，一般由两对常开和两对常闭触点组成。触点的常开和常闭是指电磁系统没有通电动作时触点的状态。因此常闭触点和常开触点有时又分别被称为动断触点和动合触点。工作时常开和常闭触点是联动的。当线圈通电时，常闭触点先断开，常开触点随后闭合；而线圈断电时，常开触点先恢复断开，随后常闭触点恢复闭合，也就是说两种触点在改变工作状态时，先后有个时间差。尽管这个时间差很短，但在分析线路控制过程时应特别注意。

触点按接触情况可分为点接触式、线接触式和面接触式 3 种，分别如图 1-10 (a)、图 1-10 (b) 和图 1-10 (c) 所示。触点的结构形式划分，有桥式触点和指形触点两种，如图 1-11 所示。



图1-10 触点的3种接触形式

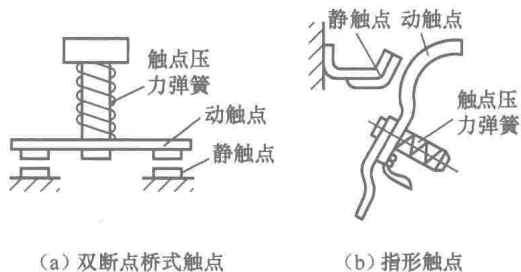


图1-11 触点的结构形式

CJ10 系列交流接触器的触点一般采用双断点桥式触点。

(3) 灭弧装置。交流接触器在断开大电流或高电压电路时,在动、静触点之间会产生很强的电弧。电弧的产生,一方面会灼伤触点,减少触点的使用寿命;另一方面会使电路切断时间延长,甚至造成弧光短路或引起火灾事故。容量在 10 A 以上的接触器中都装有灭弧装置。在交流接触器中常用的灭弧方法有双断口电动力灭弧、纵缝灭弧、栅片灭弧等。直流接触器因直流电弧不存在自然过零点熄灭特性,因此只能靠拉长电弧和冷却电弧来灭弧,一般采用磁吹式灭弧装置来灭弧。

(4) 辅助部件。交流接触器的辅助部件有反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及底座、接线柱等。反作用弹簧的作用是线圈断电后,推动衔铁释放,使各触点恢复原状态。缓冲弹簧的作用是缓冲衔铁在吸合时对静铁芯和外壳的冲击力。触点压力弹簧的作用是增加动、静触点间的压力,从而增大接触面积,以减小接触电阻。传动机构的作用是在衔铁或反作用弹簧的作用下,带动动触点实现与静触点的接通或分断。

2. 接触器的主要技术参数

(1) 额定电压。接触器铭牌额定电压是指主触点上的额定电压。通常用的电压等级如下。

直流接触器: 110 V、220 V、440 V、660 V 等。

交流接触器: 127 V、220 V、380 V、500 V 等。

如果某负载是 380 V 的三相感应电动机,则应选 380 V 的交流接触器。

(2) 额定电流。接触器铭牌额定电流是指主触点的额定电流。通常用的电流等级如下。

直流接触器: 25 A、40 A、60 A、100 A、250 A、400 A、600 A。

交流接触器: 5 A、10 A、20 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A。

(3) 线圈的额定电压。通常用的电压等级如下。

直流线圈: 24 V、48 V、220 V、440 V。

交流线圈: 36 V、127 V、220 V、380 V。

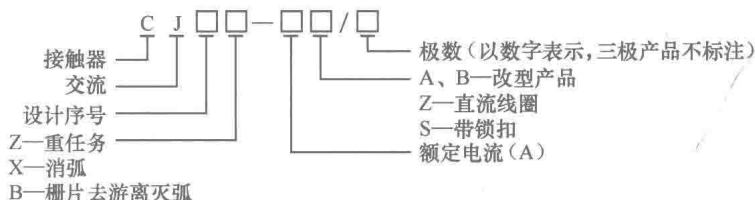
(4) 动作值。动作值是指接触器的吸合电压与释放电压。原部颁标准规定接触器在额定电压 85% 以上时,应可靠吸合,释放电压不高于额定电压的 70%。

(5) 接通与分断能力。接触与分析能力是指接触器的主触点在规定的条件下能可靠地接通和分断的电流值,而不应该发生熔焊、飞弧和过分磨损等现象。

(6) 额定操作频率。额定操作频率是指每小时接通次数。交流接触器最高为 600 次/小时;直流接触器可高达 1 200 次/小时。

3. 接触器的型号及电路图符号

(1) 接触器的型号。接触器的型号说明如下。



例如, CJ12T-250 的意义为 CJ12T 系列接触器,额定电流为 250 A,主触点为三级; CZ0-100/20