



全国高等职业教育规划教材

工厂电气控制与 PLC应用技术

田淑珍 主编

- 讲练结合，突出实训，便于教学；
- 通俗易懂，入门容易，便于自学；
- 结合生产实际，精选电动机典型的控制电路和PLC的实用技术，内容精炼，实用性强。



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

工厂电气控制与 PLC 应用技术

主 编 田淑珍

机械工业出版社

本书作为高等职业教育的工厂电气控制与 PLC 应用技术的教材,充分体现了高等职业教育培养应用型、技能型人才的教学特色。

本书共分为 10 章,第 1~3 章介绍常用低压电器,三相异步电动机的运行与维护,三相异步电动机电气控制线路,第 4~5 章介绍 PLC 的基本知识、结构和编程软件的使用及实训,第 6~7 章介绍 PLC 的基本指令及应用,第 8 章介绍 PLC 的功能指令及指令向导的应用,常用指令后都配有例题、实训,第 9 章通过综合实例和实训,介绍 PLC 应用系统的设计,第 10 章介绍 S7-200 的通信与网络,并重点介绍了 PPI 通信及 NETR/NETW 指令及向导的应用并配有实训。每章后都有习题,既可作为课堂教学及书面练习,也可供实际操作。

本书根据维修电工的达标要求,强化了技能训练,实训、考工取证有机地结合起来,突出了职业教育的特点。

本书适合作为高职高专自动化、机电一体化、计算机控制和数控等相关专业的教材,也可作为从事相关专业的技术人员的自学用书。

本书配有授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制与 PLC 应用技术 / 田淑珍主编. —北京:机械工业出版社, 2015.6

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-50511-2

I. ①工… II. ①田… III. ①工厂—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 129116 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王颖 责任校对:张艳霞

责任印制:刘岚

涿州市京南印刷厂印刷

2015 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·409 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-50511-2

定价:39.90 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

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

高职教育要以就业为导向，因此在教学中应根据专业的要求将理论与实践、知识与能力有机地结合起来，专业教学必须结合生产实际，学生的技术训练，必须结合工业现场的实际，因此在专业教学中合理地调整了实践教学在整个教学计划中的比重。在整个教学计划中，理论教学与实践教学应穿插进行，随时随地地将理论与实践结合起来讲授，使学生在做中学，在学中做，边学边做，教、学、做合一，并且按考证的要求对学生进行强化训练，在规定的时间内按规定的标准完成规定的任务。本书正是这样一本着重技术应用训练，讲练结合的教材。在理论够用的条件下，突出实训教学环节，力图做到便于教学，突出职业教育的特点。工厂电气控制及 PLC 应用技术是从事工厂电气自动化、自动控制及机电一体化专业工作的技术人员不可缺少的重要技能。在许多高职院校已将其作为一门主要的实用性很强的专业课。

本书重点介绍了工厂电气控制及电动机典型控制线路的制作，S7-200 PLC 的组成、原理、指令和应用，详细介绍了 PLC 的编程方法，并列举了大量应用示例。为了突出职业教育的特点，常用指令后都配有例题、实训，由浅入深地培养学生的学习兴趣，并通过综合实例和实训，介绍 PLC 应用系统的设计，提高学生的技能。本书体现了讲练结合、工学结合，淡化了理论和实践的界限。在内容安排上，精简理论，突出实用技能，培养学生的兴趣；同时通过进一步的综合实训和应用，让学生学会实现一定的控制任务，提高学生的应用技能。

对于本书的使用，各院校可以根据教学内容和实训内容的需要合理安排，最好是“现用现讲，用多少，讲多少”，特别是要和实训内容交织在一起讲，通过实操练习，教学效果更好。

本书由田淑珍主编并编写第 1、2、3、5、6、7、8、9 章，孙建东编写第 10 章，王延忠编写第 4 章并作了图文处理工作。全书由田淑珍整理定稿。

由于编者水平有限，书中错漏在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 常用低压电器	1
1.1 概述.....	1
1.2 接触器.....	2
1.2.1 接触器的用途及分类.....	2
1.2.2 接触器的工作原理及结构.....	2
1.2.3 接触器的主要技术参数及型号.....	5
1.2.4 接触器的选择.....	8
1.2.5 接触器的运行维护与故障检修.....	8
1.3 继电器.....	9
1.3.1 电磁式继电器.....	10
1.3.2 时间继电器.....	12
1.3.3 热继电器.....	15
1.3.4 速度继电器.....	19
1.4 常用的开关电器.....	20
1.4.1 组合开关.....	20
1.4.2 低压断路器.....	21
1.5 熔断器.....	23
1.6 主令电器.....	25
1.6.1 控制按钮.....	25
1.6.2 行程开关.....	25
1.6.3 接近开关.....	27
1.7 执行电器.....	28
1.7.1 电磁铁.....	28
1.7.2 电磁换向阀.....	29
1.8 技能训练.....	30
1.8.1 组合开关的拆装与维修.....	30
1.8.2 接触器的拆装与维修.....	31
1.8.3 认识时间继电器.....	32
1.8.4 认识热继电器、按钮.....	33
1.9 习题.....	33
第 2 章 三相异步电动机的运行与维护	35

2.1	三相异步电动机的基本知识	35
2.1.1	三相异步电动机的分类及基本结构	35
2.1.2	三相异步电动机的铭牌主要技术参数	38
2.1.3	异步电动机的选用原则	39
2.2	电动机运行前的检查和试车	39
2.2.1	起动前的检查	39
2.2.2	电动机的空载试车	40
2.3	电动机运行中的监视与维护	41
2.4	实训	43
2.4.1	电动机绕组的检测技能训练	43
2.4.2	测量电动机的绝缘电阻、空载电流技能训练	45
2.5	习题	46
第3章	三相异步电动机电气控制线路	47
3.1	制作电动机控制线路的步骤	47
3.1.1	电气原理图、电器元件布置图和接线图	47
3.1.2	制作电动机控制线路的步骤	49
3.1.3	检查线路和试车	51
3.2	三相异步电动机直接起动控制线路及检查试车	53
3.2.1	点动控制线路及检查试车	53
3.2.2	全压起动连续运转控制线路及检查试车	55
3.2.3	既能点动控制又能连续运转的控制电路	58
3.2.4	多点控制线路及检查试车	60
3.2.5	顺序控制线路及检查试车	61
3.2.6	正反转控制线路及检查试车	64
3.2.7	限位控制和自动往复循环控制电路及检查试车	68
3.3	三相笼型异步电动机Y- Δ 减压起动控制电路及检查试车	72
3.4	三相笼型异步电动机的制动控制线路及检查试车	74
3.4.1	反接制动控制线路	75
3.4.2	能耗制动控制线路	78
3.5	基本控制线路的安装技能训练	83
3.5.1	电气控制线路板安装	83
3.5.2	点动控制线路的安装接线	85
3.5.3	单向起动控制线路的安装接线	87
3.5.4	正反转控制线路的安装接线	89
3.5.5	星形—三角形减压起动的安装接线	90
3.5.6	电动机带限位保护的自动往复循环控制线路的安装接线	93
3.6	习题	94

第 4 章 可编程序控制器的概述及 S7-200 PLC 介绍	96
4.1 可编程序控制器的产生及定义	96
4.2 可编程序控制器的基本组成	97
4.2.1 控制组件	97
4.2.2 输入/输出接口电路	98
4.2.3 编程器	101
4.3 可编程序控制器的工作原理及主要技术指标	101
4.3.1 可编程序控制器的工作原理	101
4.3.2 可编程序控制器主要技术指标	101
4.4 可编程序控制器的分类、应用及发展	102
4.4.1 可编程序控制器的分类	102
4.4.2 可编程序控制器的应用	103
4.5 S7-200 系列 CPU224 型 PLC 的结构	103
4.5.1 CPU224 型 PLC 外形、端子及接线	104
4.5.2 CPU224 型 PLC 的结构及性能指标	106
4.5.3 PLC 的 CPU 的工作方式	106
4.6 扩展功能模块	107
4.7 S7-200 系列 PLC 内部元器件	110
4.7.1 数据存储类型	110
4.7.2 编址方式	111
4.7.3 寻址方式	112
4.7.4 元件功能及地址分配	113
4.8 习题	116
第 5 章 STEP7 V4.0 编程软件介绍	118
5.1 STEP7 V4.0 编程软件概述	118
5.1.1 通信设置	118
5.1.2 STEP7-Mirco/WIN V4.0 SP9 窗口组件	121
5.1.3 编程准备	125
5.2 STEP7-Mirco/WIN 主要编程功能	126
5.2.1 梯形图程序的输入	126
5.2.2 数据块编辑	127
5.2.3 符号表操作	128
5.3 程序的下载、上载	128
5.4 程序的调试与监控	129
5.4.1 程序状态显示	129
5.4.2 状态表显示	130
5.5 编程软件使用实训	131
5.6 习题	133

第 6 章 S7-200 系列 PLC 基本指令及实训	134
6.1 可编程序控制器程序设计语言.....	134
6.2 基本位逻辑指令与应用.....	136
6.2.1 基本位操作指令介绍.....	136
6.2.2 基本位逻辑指令应用举例.....	143
6.2.3 编程注意事项及编程技巧.....	145
6.3 定时器指令.....	147
6.3.1 定时器指令介绍.....	147
6.3.2 定时器指令应用举例.....	150
6.3.3 用定时器指令编写循环类程序.....	152
6.4 计数器指令.....	153
6.4.1 计数器指令介绍.....	153
6.4.2 计数器指令应用举例.....	155
6.5 比较指令.....	157
6.6 程序控制类指令.....	158
6.6.1 跳转指令.....	158
6.6.2 子程序调用及子程序返回指令.....	160
6.6.3 步进顺序控制指令.....	164
6.7 实训.....	166
6.7.1 电动机控制实训.....	166
6.7.2 正次品分拣机编程实训.....	168
6.7.3 交通信号灯的控制编程实训.....	170
6.7.4 轧钢机的控制实训.....	170
6.7.5 送料车控制实训.....	172
6.8 习题.....	176
第 7 章 数据处理、运算指令及应用	178
7.1 数据处理指令.....	178
7.1.1 数据传送指令.....	178
7.1.2 移位指令及应用举例.....	179
7.2 算术运算指令.....	184
7.2.1 算术运算指令简介.....	184
7.2.2 递增、递减指令.....	187
7.3 实训.....	188
7.3.1 天塔之光的模拟控制实训.....	188
7.3.2 控制小车的运行方向实训.....	190
7.4 习题.....	192
第 8 章 特殊功能指令	193
8.1 中断源和中断指令.....	193

8.1.1	中断源	193
8.1.2	中断指令	195
8.1.3	中断程序及举例	195
8.2	高速计数器与高速脉冲输出	197
8.2.1	占用输入/输出端子	197
8.2.2	高速计数器的工作模式	198
8.2.3	高速计数器指令及指令向导的应用	200
8.2.4	高速脉冲输出指令及指令向导的应用	204
8.3	PID 控制及 PID 指令向导的应用	213
8.3.1	PID 指令	213
8.3.2	PID 控制功能及指令向导的应用	215
8.4	实训	220
8.4.1	中断程序编程实训	220
8.4.2	高速输出指令向导编程实训	221
8.4.3	温度检测的 PID 控制与 PID 调节控制面板使用实训	222
8.5	习题	225
第 9 章	PLC 应用系统设计及实例	226
9.1	PLC 应用系统的设计	226
9.1.1	PLC 控制系统的设计内容及设计步骤	226
9.1.2	PLC 的硬件设计和软件设计及调试	227
9.1.3	PLC 程序设计常用的方法	227
9.2	S7-200 系列 PLC 的装配、检测和维护	236
9.2.1	PLC 的安装与配线	236
9.2.2	PLC 的维护与检修	239
9.3	实训	239
9.3.1	机械手的模拟控制实训	239
9.3.2	水塔水位的模拟控制实训	242
9.4	习题	243
第 10 章	S7-200 的通信与网络	245
10.1	S7-200 通信部件介绍	245
10.1.1	通信端口	245
10.1.2	PC/PPI 电缆	245
10.1.3	网络连接器	246
10.2	PPI 网络通信协议及网络读/网络写指令	247
10.3	S7-200 PLC 的通信实训	249
10.4	习题	255
	参考文献	256

第1章 常用低压电器

本章要点

- 常用低压电器的定义及分类
- 接触器、继电器、常用的开关电器、熔断器、主令电器的用途、基本结构、基本工作原理，主要技术参数，选用原则、运行维护及故障检修
- 组合开关和交流接触器拆装维修，时间继电器、热继电器的认识技能训练

1.1 概述

1. 低压电器的定义

凡是对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用的电工器械均可称为电器。用于交流 50Hz 额定电压 1200V 以下，直流额定电压 1500V 以下的电路内起通断、保护、控制或调节作用的电器称为低压电器。

2. 低压电器的分类

(1) 按用途分类

① 配电电器：用于配电系统，进行电能的输送和分配，如熔断器、刀开关、转换开关及低压断路器等。

② 控制电器：主要用于自动控制系统和用电设备中，如接触器、继电器、主令电器及电磁铁等。

(2) 按动作方式分类

① 自动操作电器：依靠外部信号的作用或本身参数的变化自动完成接通或断开的操作，如：接触器、继电器等。

② 手动操作电器：用手直接进行操作的电器，如：按钮、转换开关等。

(3) 按执行机构分类

① 有触点电器：利用触点的接通和分断来通断电路，如接触器、低压断路器等。

② 无触点电器：利用电子电路发出检测信号、执行指令，达到控制电路的目的，如接近开关、光电开关、电子式时间继电器等。

近年来，我国低压电器产品发展很快，通过自行设计新产品和从国外著名厂家引进技术，产品品种和质量都有明显的提高，符合新国家标准、部颁标准和达到国际电工委员会(IEC)标准的产品不断增加。当前，低压电器继续沿着体积小、重量轻、安全可靠、使用方便的方向发展，主要途径是利用微电子技术提高传统电器的性能；在产品品种方面，大力发展电子化的新型控制电器，如接近开关、光电开关、电子式时间继电器、固态继电器与接触器、漏电继电器、电子式电机保护器和半导体起动器等，以适应控制系统迅速电子化的需要。

1.2 接触器

1.2.1 接触器的用途及分类

接触器是一种通用性很强的电磁式电器，它可以频繁地接通和分断交、直流主电路，并可实现远距离控制，主要用来控制电动机，也可控制电容器、电阻炉和照明器具等电力负载。

接触器按主触点通过电流的种类，可分为交流接触器和直流接触器。交流接触器常用于远距离接通和分断电压至 660V、电流至 600A 的交流电路，以及频繁起动和控制交流电动机。直流接触器常用于远距离接通和分断直流电压至 440V、直流电流至 1600A 的直流电路，并用于直流电动机的控制。

按主触点的极数（主触点的对数）还可分为单极、双极、三极、四极和五极等多种。交流接触器的主触点通常是 3 极，直流接触器为 2 极。接触器的主触点一般置于灭弧罩内，有一种真空接触器则是将主触点置于密闭的真空泡中，它具有分断能力高，寿命长，操作频率高，体积小及重量轻等优点。近年来，还出现了由晶闸管组成无触点的接触器。

接触器的文字符号是 KM，接触器的图形符号如图 1-1 所示。

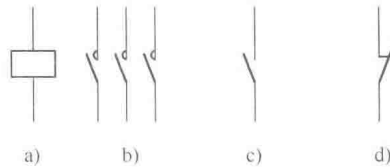


图 1-1 接触器的图形符号

a) 电磁线圈 b) 主触点 c) 常开辅助触点 d) 常闭辅助触点

1.2.2 接触器的工作原理及结构

1. 交流接触器

交流接触器主要由电磁机构、触点系统、弹簧和灭弧装置等组成。其工作原理是：当线圈中有工作电流通过时，在铁心中产生磁通，由此产生对衔铁的电磁力。电磁吸力克服弹簧力，使得衔铁与铁心闭合，同时通过传动机构由衔铁带动相应的触点动作。当线圈断电或电压显著降低时，电磁吸力消失或降低，衔铁在弹簧力的作用下返回，并带动触点恢复到原来的状态。

1) 电磁机构。电磁机构的主要作用是将电磁能量转换成机械能量，带动触点动作，完成通断电路的控制作用。电磁机构由铁心（静铁心）、衔铁（动铁心）和线圈等部分组成。根据衔铁的运动方式不同，可以分为转动式和直动式、交流接触器电磁系统结构图如图 1-2 所示。交流接触器的铁心一般都是 E 形直动式电磁机构，也有的采用衔铁绕轴转动的拍合式。为了减少剩磁，保证断电后衔铁可靠地释放，E 形铁心中柱较短，铁心闭合后上下中柱间形成 0.1~0.2mm 的气隙。

交流接触器的线圈中通过交流电，产生交变的磁通，并在铁心中产生磁滞损耗和涡流损耗，使铁心发热。为了减少交变的磁场在铁心中产生的磁滞损耗和涡流损耗，交流接触器的铁心一般用硅钢片叠压而成；将线圈由绝缘的铜线绕成有骨架的短而粗的形状，将线圈与铁

心隔开，也便于散热。

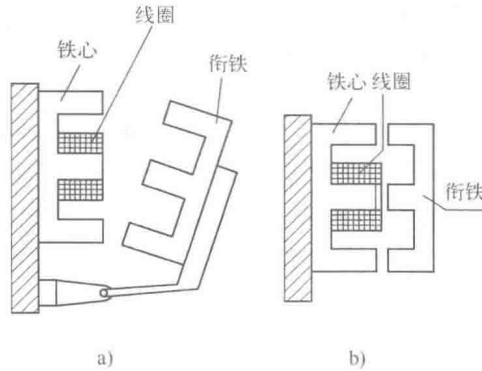


图 1-2 交流接触器电磁系统结构图

a) 衔铁转动式 b) 衔铁直动式

交流接触器的线圈中通过交流电，产生交变的磁通，其产生的电磁吸力在最大值和零之间脉动。因此当电磁吸力大于弹簧反力时衔铁被吸合，当电磁吸力小于弹簧的反力时衔铁开始释放，这样便产生振动和噪声。为了消除振动和噪声，在交流接触器的铁心端面上装入一个铜制的短路环，短路环的结构图如图 1-3 所示。

在铁心端面装入短路环后，交变的磁通 $\dot{\Phi}_m$ 经过铁心端面时被分成两部分 $\dot{\Phi}_{1m}$ 和 $\dot{\Phi}_{2m}$ ，且 $\dot{\Phi}_{1m}$ 和 $\dot{\Phi}_{2m}$ 同相位，短路环的作用原理如图 1-4 所示。 $\dot{\Phi}_{2m}$ 经过短路环在其中产生感应电动势 \dot{E} ， \dot{E} 滞后于 $\dot{\Phi}_{2m}$ 90° ， \dot{E} 在短路环中产生感应电流 \dot{i} ， \dot{i} 在短路环附近产生磁通 $\dot{\Phi}$ ， $\dot{\Phi}$ 和 \dot{i} 同相位，使得穿过短路环的磁通变为 $\dot{\Phi}_2 = \dot{\Phi}_{2m} + \dot{\Phi}$ ，而未经过短路环的磁通变为 $\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_{1m} - \dot{\Phi}$ 。由相量图可见， $\dot{\Phi}_2$ 和 $\dot{\Phi}_1$ 之间不再同相位，这样就使得 $\dot{\Phi}_2$ 和 $\dot{\Phi}_1$ 分别产生的电磁力 F_2 和 F_1 不会同时为 0，所以总吸力 F 不再为 0。如果短路环设计合理，总吸力 F 将比较平坦，衔铁就不会产生振动和噪声了。

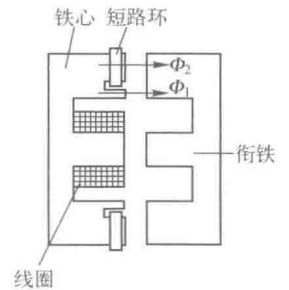


图 1-3 短路环的结构图

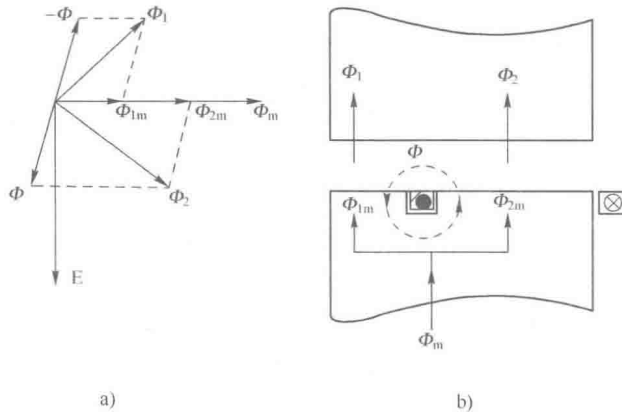


图 1-4 短路环的作用原理

a) 铁心端面磁通相量图 b) 铁心端面磁通分布

2) 触点系统。交流接触器的触点由主触点和辅助触点构成。主触点用于通断电流较大的主电路，由接触面积较大的常开触点组成，一般有 3 对。辅助触点用以通断电流较小的控制电路，由常开触点和常闭触点组成。所谓常开触点（又称为动合触点）是指电器设备在未通电或未受外力的作用时的常态下，触点处于断开状态；常闭触点（又称为动断触点）是指电器设备在未通电或未受外力的作用时的常态下，触点处于闭合状态。

触点的结构有桥式和指形两类。交流接触器一般采用双断口桥式触点如图 1-5 所示。触点一般采用导电性能良好的纯铜材料构成，因铜的表面容易氧化生成一层不易导电的氧化铜，所以在触点表面嵌有银片，氧化后的银片仍有良好的导电性能。

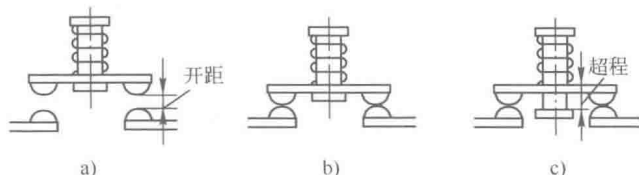


图 1-5 双断点桥式触点

a) 完全分开位置 b) 刚接触位置 c) 完全闭合位置

指形触点如图 1-6 所示。因指形触点在接通与分断时动触点沿静触点产生滚动摩擦，可以去掉氧化膜，故其触点可以用纯铜制造，特别适合于触点分合次数多、电流大的场合。

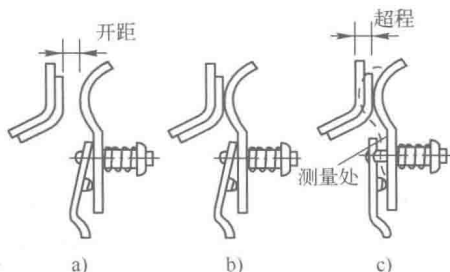


图 1-6 指形触点

a) 完全分开位置 b) 刚接触位置 c) 完全闭合位置

3) 灭弧系统。触点在分断电流瞬间，在触点间的气隙中就会产生电弧，电弧的高温能将触点烧损，并且电路不易断开，可能造成其他事故，因此，应采用适当措施迅速熄灭电弧。

熄灭电弧的主要措施有：①迅速增加电弧长度（拉长电弧），使得单位长度内维持电弧燃烧的电场强度不够而使电弧熄灭。②使电弧与流体介质或固体介质相接触，加强冷却和去游离作用，使电弧加快熄灭。电弧有直流电弧和交流电弧两类，交流电流有自然过零点，故其电弧较易熄灭。

小容量的接触器常采用双断口桥式触点和电动力进行灭弧，在主触点上装有陶土灭弧罩。容量较大（20A 以上）的交流接触器一般采用灭弧栅灭弧。

4) 其他部件。其他部件包括底座、反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构和接线柱。反作用弹簧的作用是当吸引线圈断电时，迅速使主触点、常开触点分断；缓冲弹簧的作用是缓冲衔铁吸合时对铁心和外壳的冲击力；触点压力弹簧的作用是增加动静触点之间的压力，增大接触面积，降低接触电阻，避免触点由于接触不良而过热。

2. 直流接触器

直流接触器主要用于控制直流电压至 440V、直流电流至 630A 的直流电力线路，常用于频繁地操作和控制直流电动机。直流接触器的结构和工作原理与交流接触器基本相同，在结构上也是由电磁机构、触点系统和灭弧装置等组成，但也有不同之处。

1) 电磁机构。电磁机构由铁心、线圈和衔铁组成。线圈中通过的是直流电，产生的是恒定的磁通，不会在铁心中产生磁滞损耗和涡流损耗，所以铁心不发热，铁心可以用整块铸钢或铸铁制成。并且由于磁通恒定，其产生的吸力在衔铁和铁心闭合后是恒定不变的，因此在运行时没有振动和噪声，所以在铁心上不需要安装短路环。在直流接触器运行时，电磁机构中只有线圈产生热量，为了使线圈散热良好，通常将线圈绕制成长而薄的圆筒形，没有骨架，与铁心直接接触，便于散热。

2) 触点系统。直流接触器的触点要接通或断开较大的电流，常采用指形触点，一般有单极和双极两种。辅助触点开断电流较小，常做成双断口桥式触点。

3) 灭弧装置。直流接触器的触点在分断大的直流电时，会产生直流电弧，很难熄灭，一般采用灭弧能力较强的磁吹式灭弧。

1.2.3 接触器的主要技术参数及型号

1. 接触器的主要技术参数

1) 额定电压。接触器铭牌上标注的额定电压是指主触点正常工作的额定电压。交流接触器常用的额定电压等级有：127V、220V、380V 和 660V；直流接触器常用的额定电压等级有：110V、220V、440V 和 660V。

2) 额定电流。接触器铭牌上标注的额定电流是指主触点的额定电流。交、直流接触器常用的额定电流的等级有：10A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A 和 600A。

3) 线圈的额定电压。指接触器吸引线圈的正常工作电压值。交流线圈常用的电压等级为：36V、110V、127V、220V 和 380V。直流线圈常用的电压等级为：24V、48V、110V、220V 和 440V。选用时交流负载选用交流接触器，直流负载选用直流接触器，但交流负载频繁动作时可采用直流线圈的交流接触器。

4) 主触点的接通和分断能力。指主触点在规定的条件下能可靠地接通和分断的电流值。在此电流值下，接通时主触点不发生熔焊，分断时不应产生长时间的燃弧。

接触器的使用类别不同，对主触点的接通和分断能力的要求也不同。常见的接触器的使用类别、典型用途及主触点要求达到的接通和分断能力如表 1-1 所示。

表 1-1 常见的接触器的使用类别、典型用途及主触点要求达到的接通和分断能力

电 流 种 类	使用类别	主触点接通和分断能力	典型用途
交流 (AC)	AC1	允许接通和分断额定电流	无感或微感负载、电阻炉
	AC2	允许接通和分断 4 倍额定电流	绕线式感应电动机的起动和制动
	AC3	允许接通 6 倍额定电流和分断额定电流	笼型异步电动机的起动和分断
	AC4	允许接通和分断 6 倍额定电流	笼型异步电动机的起动、反转、反接制动
直流 (DC)	DC1	允许接通和分断额定电流	无感或微感负载、电阻炉
	DC3	允许接通和分断 4 倍额定电流	并励电动机的起动、反转、反接制动
	DC5	允许接通和分断 4 倍额定电流	串励电动机的起动、反转、反接制动

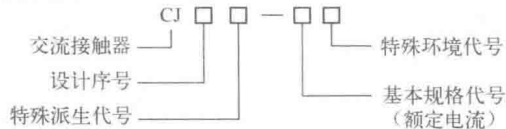
5) 额定操作频率。指接触器在每小时内最高操作次数，交、直流接触器的额定操作频率为 1200 次/小时或 600 次/小时。

6) 机械寿命。指接触器所能承受的无载操作的次数。

7) 电寿命。指在规定的正常的工作条件下，接触器所能承受的带负载操作的次数。

2. 交流接触器的主要型号

国产交流接触器的型号含义为：



交流接触器的品种和规格很多，常用的有 CJ10、CJ20、B、3TB、LC1-D 和 CJ40 等系列交流接触器。CJ10 系列用于控制一般的电动机，CJ20 是我国生产的更新换代的产品，B 系列交流接触器是引进德国 BBC 公司的产品，3TB 是从德国西门子公司引进技术生产的产品，LC1-D 系列交流接触器是引进法国 TE 公司制造技术而生产的产品。

1) CJ10 系列交流接触器。CJ10 系列交流接触器如图 1-7 所示。其适用于交流 50Hz，电压至 380V，电流至 150A 的电力线路，作远距离接通与分断线路之用，并适于频繁地起动和控制交流电动机，并与适当的热继电器或电子式保护装置组合成电动机起动器，以保护可能发生的过载电路。其吸引线圈的额定电压交流为 36V、127V、220V、380V；直流为 110V、220V。吸引线圈在额定电压的 85%~105%时可以正常工作，在线圈电流切断后，常开触点应完全断开，而不停留在中间位置。接触器主触点的接通能力与分断能力：在 105%的额定电压下，功率因数为 0.35 时能承受接通与分断 10 倍额定电流 20 次，每次间隔 5s，通电时间 0.2s。接触器的操作频率为每小时 600 次，电寿命可达 60 万次，机械寿命为 300 万次。CJ10 型系列交流接触器为直动式，主触点采用双断点桥式触点，20A 以上的接触器均装有灭弧装置。电磁系统为双 E 形铁心，磁轭两边铁柱端面嵌有短路环，衔铁中柱较短，闭合后留有空气间隙，起到削弱剩磁的作用。

2) CJ20 系列交流接触器。CJ20 系列交流接触器如图 1-8 所示。CJ20 系列交流接触器适用于交流 50Hz、电压至 660V、电流至 630A 的电力线路，供远距离接通与分断线路之用，并适于频繁地起动和控制交流电动机。并与热继电器或电子式保护装置组成电磁起动器，以保护电路。CJ20 系列交流接触器为直动式，主触点采用双断点桥式触点，U 形铁心。辅助触点采用通用的辅助触点，根据需要可制成不同组合以适应不同需要。辅助触点的组合有两对常开触点两对常闭触点；4 对常开触点两对常闭触点；也可根据需要交换成 3 对常开触点 3 对常闭触点或两对常开触点 4 对常闭触点。CJ20 系列交流接触器的结构优点是体积小，重量轻，易于维护。

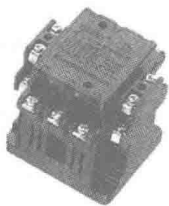


图 1-7 CJ10 系列交流接触器

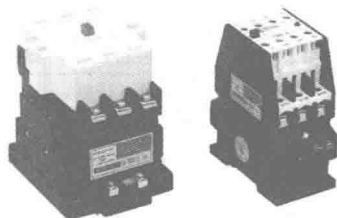
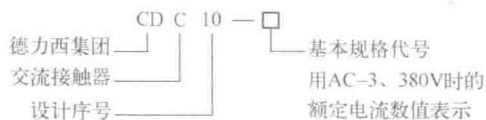


图 1-8 CJ20 系列交流接触器

3) CDC10 系列交流接触器。CDC10 系列交流接触器如图 1-9 所示。产品的型号及含义如下:



CDC10 系列交流接触器主要用于交流 50Hz, 额定工作电压最高至 660V。使用类别 AC3。在额定工作电压为 380V 时的额定工作电流至 150A, 额定工作电压为 660V 时的额定工作电流至 100A 的电力系统中接通和断开电路或控制交流电动机的运转。

CDC10 系列交流接触器的 40A 及以下规格为直动式、双断点立体布局, 上层为触点系统, 下层为电磁系统, 辅助触点位于两侧; 60A 及以上规格为转动式, 双断点平面布局, 左边是触点系统, 右边是电磁系统, 辅助触点位于电磁系统的下部。

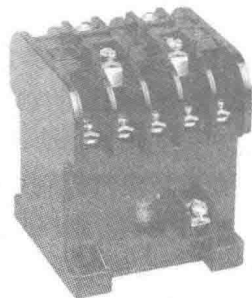


图 1-9 CDC10 系列交流接触器

CDC10 系列交流接触器在各接线处印有明确的接线端子数字字母标志, 含义如下:

线圈进线端: A1

线圈出线端: A2

主电路的三相进线端: 1、3、5 (L1、L2、L3)

主电路的三相出线端: 2、4、6 (T1、T2、T3)

常开辅助触点进线端: 23、43

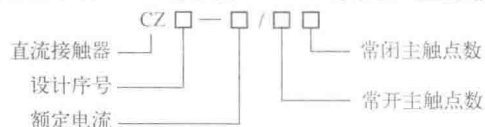
常开辅助触点出线端: 24、44

常闭辅助触点进线端: 11、31

常闭辅助触点出线端: 12、32

3. 直流接触器的主要型号

常用的直流接触器的主要型号有 CZ0 系列和 CZ18 系列。直流接触器的型号含义为:



1) CZ0 系列直流接触器。CZ0 系列直流接触器如图 1-10 所示。CZ0 系列直流接触器适用于直流电压 440V 以下、电流 600A 及以下电路, 供远距离接通和分断直流电力线路, 及频繁起动、停止直流电动机及控制直流电动机的换向及反接制动。其主触点的额定电流有 40A、100A、150A、250A、400A 和 600A。主触点的灭弧装置由串联磁吹线圈和横隔板陶土灭弧罩组成。

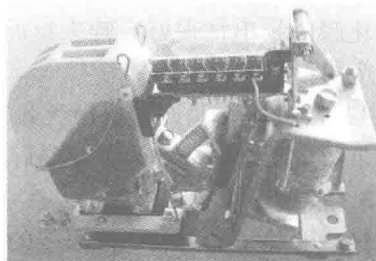


图 1-10 CZ0 系列直流接触器

2) CZ18 系列直流接触器。CZ18 系列直流接触器适用于直流电压 440V 以下、电流 1600A 及以下电路, 供远距离接通和分断直流电力线路, 及频繁起动、停止

直流电动机及控制直流电动机的换向及反接制动。其主触点的额定电流有 40A、80A、160A、315A、630A 和 1000A。

1.2.4 接触器的选择

接触器的选用主要依据以下几个方面。

1) 选择接触器的类型。根据负载电流的种类来选择接触器的类型。交流负载选择交流接触器，直流负载选用直流接触器。

2) 选择主触点的额定电压。主触点的额定电压应大于或等于负载的额定电压。

3) 选择主触点的额定电流。触点的额定电流应不小于负载电路的额定电流，如果用来控制电动机的频繁起动、正反转或反接制动，应将接触器的主触点的额定电流降低一个等级使用。在低压电气控制系统中，380V 的三相异步电动机是主要的控制对象，如果知道了电动机的额定功率，则控制该电动机的接触器的额定电流的数值大约是电动机功率值的两倍。

4) 选择接触器吸引线圈的电压。交流接触器线圈额定电压一般直接选用 380/220V，直流接触器可选线圈的额定电压和直流控制回路的电压一致。直流接触器的线圈加直流电压，交流接触器的线圈一般加交流电压。如果把加直流电压的线圈加上交流电压，因线圈阻抗太大，电流太小，则接触器往往不吸合；如果将加交流电压的线圈加上直流电压，则因电阻太小，电流太大，会烧坏线圈。

5) 根据使用类别选用相应产品系列。如生产中大量使用小容量笼型异步电动机，负载为一般任务，则选用 AC3 类；控制机床电动机起动、反转、反接制动的接触器，负载任务较重，则选用 AC4 类。

1.2.5 接触器的运行维护与故障检修

1. 安装注意事项

接触器在安装使用前应将铁心端面的防锈油擦净。接触器一般应垂直安装于垂直的平面上，倾斜度不超过 5°；安装孔的螺钉应装有垫圈，并拧紧螺钉防止松脱或振动；避免异物落入接触器内。

2. 日常维护

1) 定期检查接触器的零部件，要求可动部分灵活，紧固件无松动。已损坏的零件应及时修理或更换。

2) 保持触点表面的清洁，不允许沾有油污，当触点表面因电弧烧蚀而附有金属小颗粒时，应及时去掉。银和银合金触点表面因电弧作用而生成黑色氧化膜时，不必锉去，因为这种氧化膜的导电性很好，锉去反而缩短了触点的使用寿命。触点的厚度减小到原厚度的 1/4 时，应更换触点。

3) 接触器不允许在去掉灭弧罩的情况下使用，因为这样在触点分断时很可能造成相间短路事故。陶土制成的灭弧罩易碎，避免因碰撞而损坏。要及时清除灭弧室内的碳化物。

3. 接触器的故障检修

接触器除了触点和电磁系统的故障外，还常见下列故障：

1) 触点断相。由于某相触点接触不好或连接螺钉松脱，使电动机缺相运行，发出“嗡嗡”声，此时应立即停车检修。