



全国高等职业教育规划教材

电气控制与可编程序 控制器应用技术

刘祖其 编著

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

电气控制与可编程序控制器 应用技术

刘祖其 编著



机械工业出版社

本书分为基础知识与应用篇和实验与实训篇两大部分。基础知识与应用篇包括常用低压电器、基本的电气控制电路、典型机床的电气控制、电气控制系统的设计、可编程序控制器基础知识、三菱 FX 系列 PLC、三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的基本指令和功能指令、西门子 S7 系列 PLC 简介、可编程序控制器的工程应用及实例；实验与实训篇包括电气控制实验与实训、机床电气控制电路故障分析与维修实训、可编程序控制器应用实验与实训。

本书可作为高职高专电气自动化、工业自动化、应用电子技术、机电一体化、数控技术及相关专业的教材，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与可编程序控制器应用技术/刘祖其编著. —北京:机械工业出版社, 2009. 12

(全国高等职业教育规划教材)

ISBN 978-7-111-28590-8

I. 电… II. 刘… III. ①电气控制器-高等学校:技术学校-教材②可编程序控制器-高等学校:技术学校-教材 IV. TM571.2 TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 193743 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:祝伟

责任印制:洪汉军

北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2010 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·406 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28590-8

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

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

“电气控制与可编程序控制器（PLC）应用技术”是高职高专院校电气自动化、工业自动化、应用电子技术、机电一体化、数控技术等专业的一门核心课，实践性很强。因此，在本书的编写过程中，编者本着结合工程实际、突出技术应用的原则，吸取各校教改成果，结合作者多年来的理论和实践教学经验，精选教学内容。

本书参考教学课时为 90 课时，理论和实践课时各占 50%。实践内容参考了维修电工国家职业资格中高级标准。

本书分为基础知识与应用篇和实验与实训篇两大部分。

基础知识与应用篇共有 10 章：常用低压电器、基本的电气控制电路、典型机床的电气控制、电气控制系统的设计、可编程序控制器基础知识、三菱 FX 系列 PLC、三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的基本指令和功能指令、西门子 S7 系列 PLC 简介、可编程序控制器的工程应用及实例。每章后安排有小结和思考题与习题。

实验与实训篇包括 3 个模块：电气控制实验与实训、机床电气控制电路故障分析与维修实训、可编程序控制器应用实验与实训。通过实验和实训，加深学生对电气控制与 PLC 应用技术的理解，提高学生的知识综合应用能力和技能水平。如以万能铣床为实例，在第 3 章中介绍铣床的工作原理，在模块 2 中介绍铣床电气控制电路故障检修的具体方法与步骤，在模块 3 中详细介绍了铣床电气控制电路的 PLC 改造的具体方法与步骤。从“电路原理”到“电路故障检修实例”再到“电路的 PLC 改造实例”，这样理论与实际相结合的教学方法，对高职学生来说更容易理解和掌握。

本书由四川托普信息技术职业学院刘祖其副教授、高级工程师编著。

在编写过程中，作者参考了诸多论著和教材，在此对参考文献中的各位作者深表谢意。

由于本人水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 基础知识与应用

第 1 章 常用低压电器	1	1.6.3 漏电保护器	31
1.1 概述	1	1.7 低压开关	32
1.1.1 低压电器的分类	1	1.7.1 常用刀开关	32
1.1.2 常用的低压电器	2	1.7.2 组合开关	33
1.1.3 常用低压电器的基本结构	2	本章小结	34
1.1.4 灭弧装置	4	思考题与习题	35
1.2 接触器	4	第 2 章 基本的电气控制电路	37
1.2.1 交流接触器	4	2.1 概述	37
1.2.2 直流接触器	7	2.1.1 电气控制系统图的图形符号 和常用符号	37
1.2.3 接触器的型号和主要技术参数	8	2.1.2 电气原理图	38
1.2.4 常用接触器介绍及选用	9	2.1.3 电器布置图	39
1.3 继电器	10	2.1.4 电器安装接线图	39
1.3.1 电磁式电流、电压、中间 继电器	10	2.2 三相笼型异步电动机的 直接起动控制	40
1.3.2 时间继电器	13	2.2.1 手动直接起动控制电路	41
1.3.3 热继电器	17	2.2.2 采用接触器直接起动 控制电路	41
1.3.4 速度继电器	19	2.2.3 正反转控制	43
1.3.5 其他继电器	20	2.3 三相笼型异步电动机的 减压起动控制	45
1.4 熔断器	21	2.3.1 定子电路串电阻减压 起动控制	45
1.4.1 熔断器的结构和工作原理	22	2.3.2 星形-三角形减压起动控制	47
1.4.2 常用的低压熔断器	23	2.3.3 自耦变压器减压起动的控制	48
1.4.3 熔断器的选择	24	2.3.4 延边三角形减压起动控制	48
1.5 主令电器	24	2.4 三相笼型异步电动机的 制动控制	50
1.5.1 按钮开关	24	2.4.1 反接制动控制	50
1.5.2 行程开关	26	2.4.2 能耗制动控制	52
1.5.3 接近开关	27		
1.5.4 其他开关	28		
1.6 低压断路器	29		
1.6.1 结构和工作原理	29		
1.6.2 低压断路器的选用	31		

2.5	三相异步电动机的调速控制	54	基本原则	77
2.5.1	双速电动机的控制	54	4.5 电气控制电路的设计实例	81
2.5.2	三速电动机的控制	55	4.5.1 电气控制电路的一般设计方法	81
2.6	其他典型控制环节	56	4.5.2 往复运动电气控制电路的设计实例	81
2.6.1	多地点控制	56	4.5.3 常见电气控制电路的设计实例	83
2.6.2	顺序控制	56	本章小结	84
2.6.3	自动循环控制	58	思考题与习题	84
2.7	电气控制的保护环节	59	第5章 可编程序控制器基础知识	86
本章小结		61	5.1 概述	86
思考题与习题		61	5.2 可编程序控制器的基本组成	87
第3章 典型机床的电气控制		64	5.2.1 可编程序控制器的硬件组成	87
3.1 电气控制电路分析基础		64	5.2.2 可编程序控制器的软件组成	89
3.1.1 电气控制电路分析的内容		64	5.3 可编程序控制器的工作原理	90
3.1.2 电气控制原理图的分析方法与步骤		64	5.3.1 扫描工作方式	90
3.2 普通车床的电气控制		65	5.3.2 工作过程	90
3.2.1 普通车床的结构及工作要求		65	5.4 可编程序控制器的性能指标	91
3.2.2 普通车床的主要运动形式		66	5.5 可编程序控制器的分类	92
3.2.3 普通车床的电气控制电路分析		66	思考题与习题	93
3.3 平面磨床的电气控制		67	第6章 三菱FX系列PLC	95
3.3.1 平面磨床的主要工作情况		67	6.1 FX系列PLC简介	95
3.3.2 平面磨床的基本控制要求		67	6.2 FX系列PLC的内部继电器	96
3.3.3 平面磨床的电气控制电路分析		68	6.2.1 输入/输出点数	96
3.4 万能铣床的电气控制		69	6.2.2 FX系列PLC的性能	97
3.4.1 万能铣床的主要结构、运动方式及电气控制特点		69	6.2.3 输入/输出方式	99
3.4.2 万能铣床的电气控制电路		71	6.3 FX系列PLC内部继电器的编号及功能	100
本章小结		74	6.3.1 输入继电器(X)	100
思考题与习题		75	6.3.2 输出继电器(Y)	100
第4章 电气控制系统的设计		76	6.3.3 辅助继电器(M)	101
4.1 概述		76	6.3.4 状态器(S)	102
4.2 电气控制系统设计的基本内容		76	6.3.5 定时器(T)	102
4.3 电气控制系统设计的一般步骤		77	6.3.6 计数器(C)	104
4.4 电气控制系统设计的基本原理		77	6.3.7 数据寄存器(D)	106
			6.3.8 变址寄存器(V/Z)	106
			6.3.9 常数(K/H)	107
			6.3.10 指针(P/I)	107

本章小结	107	9.1 概述	141
思考题与习题	107	9.2 S7-200 系列 PLC 的 硬件与接线	142
第 7 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的基本指令 及编程	109	9.2.1 S7-200 系列 PLC 的硬件 配置	142
7.1 PLC 编程语言概述	109	9.2.2 S7-200 系列 PLC 的接线	143
7.2 FX _{2N} 系列 PLC 的技术特点	110	9.3 S7-200 系列 PLC 的基本 指令及编程	144
7.3 FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	110	9.3.1 指令构成	144
7.3.1 LB、LDI、OUT 指令	110	9.3.2 S7-200 基本指令	145
7.3.2 AND、ANI 指令	112	9.4 S7-300/400 系列 PLC 简介	156
7.3.3 OR、ORI 指令	112	9.4.1 S7-300 系列 PLC 简介	156
7.3.4 ORB 指令	113	9.4.2 S7-400 系列 PLC 简介	158
7.3.5 ANB 指令	113	本章小结	158
7.3.6 MPS、MRD、MPP 指令	114	思考题与习题	159
7.3.7 SET、RST 指令	114	第 10 章 可编程序控制器的工程 应用及实例	161
7.3.8 PLS、PLF 指令	116	10.1 概述	161
7.3.9 MC、MCR 指令	117	10.2 PLC 控制系统的设计原则、 内容、方法及步骤	161
7.3.10 NOP 指令	118	10.3 PLC 控制系统的硬件和 软件设计	163
7.3.11 END 指令	119	10.3.1 PLC 的硬件设计	163
7.3.12 步进指令	120	10.3.2 PLC 的软件设计	163
7.3.13 其他基本指令	121	10.4 PLC 程序设计方法	164
7.4 梯形图编程的基本规则	122	10.4.1 经验设计法	164
7.5 基本指令应用举例	124	10.4.2 逻辑设计法	165
本章小结	127	10.5 PLC 应用实例	165
思考题与习题	128	10.5.1 电动机的正反转联锁 控制电路	165
第 8 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的 功能指令	133	10.5.2 两台电动机顺序起动联锁 控制电路	166
8.1 概述	133	10.5.3 自动限位控制电路	167
8.2 程序流控制指令	134	10.5.4 电动机 Y-Δ 减压起动控制 电路	168
8.3 传送与比较指令	134	10.5.5 自动循环控制	169
8.4 常用的功能指令	135	10.5.6 能耗制动控制	170
8.4.1 条件跳转指令	135	本章小结	172
8.4.2 循环指令	136	思考题与习题	172
8.4.3 移位指令	137		
8.4.4 子程序指令	137		
8.4.5 算术运算指令	138		
8.4.6 逻辑运算指令	139		
本章小结	140		
思考题与习题	140		
第 9 章 西门子 S7 系列 PLC 简介	141		

第2篇 实验与实训

模块1 电气控制实验与实训	173	项目6 三相异步电动机点动、 长动的 PLC 控制实验	212
项目1 低压电器的认识与 拆卸实训	173	项目7 三相异步电动机正反转的 PLC 控制实验	216
项目2 电器布置图与电器安装 接线图绘制实训	174	项目8 电动机的 PLC 自动控制 实验	219
项目3 基本电气控制电路的 接线实训	176	项目9 数码显示的 PLC 控制 实验	221
项目4 三相异步电动机双重联锁 正反转控制实验	177	项目10 五相步进电动机的 PLC 控制实验	226
项目5 三相异步电动机带延时 正反转控制实验	178	项目11 交通信号灯的 PLC 控制 实验	228
项目6 三相异步电动机反接制动 控制实验	180	项目12 机械手的 PLC 控制实验	231
模块2 机床电气控制电路故障分析 与检修实训	182	项目13 万能铣床电气控制 电路的 PLC 改造实训	235
项目1 机床电气设备维修的 常见方法	182	项目14 普通车床电气控制电路 的 PLC 改造实训	238
项目2 普通车床电气故障分析与 检修实训	185	项目15 平面磨床电气控制电路 的 PLC 改造实训	239
项目3 平面磨床电气故障分析与 检修实训	188	项目16 自动装料小车的 PLC 控制实训	240
项目4 万能铣床电气故障分析与 检修实训	191	项目17 全自动洗衣机的 PLC 控制实训	241
模块3 可编程序控制器应用 实验与实训	196	项目18 认识 FX 系列 PLC 的 硬件	242
项目1 FX-20P 编程器的使用	196	附录	245
项目2 PLC 基本指令实验	199	附录 A FX _{2N} 系列 PLC 相关信息	245
项目3 定时器、计数器指令 实验	201	附录 B FX _{2N} 系列 PLC 常用基本 逻辑指令表	248
项目4 置位/复位及脉冲指令 实验	204	附录 C FX _{0S} 、FX _{0N} 、FX _{1S} 、FX _{1N} 、 FX _{2N} 功能指令表	250
项目5 移位指令实验	209	参考文献	255

第 1 篇 基础知识与应用

第 1 章 常用低压电器

1.1 概述

根据外界特定信号自动或手动地接通或断开电路，实现对电路或非电对象控制的电工设备都叫做电器。电器对电能的生产、输送及分配与应用起着控制、检测、调节和保护的作用。

低压电器通常是指工作在交流电压 1200 V 或直流电压 1500 V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品，例如接触器、继电器等。

低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件，电气技术人员必须熟练掌握低压电器的结构、原理，并能正确选用和维护。

凡是工作在交流电压 1200 V 或直流电压 1500 V 以上的电路中的电器产品叫做高压电器，如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

1.1.1 低压电器的分类

1. 按用途分类

(1) 控制电器 控制电器用于各种控制电动机的起动、制动、调速等动作，如开关电器、信号控制电器、接触器、继电器、电磁起动器、控制器等。

(2) 主令电器 主令电器用于自动控制系统中发送控制指令的电器，例如主令开关、行程开关、按钮、万能转换开关等。

(3) 保护电器 保护电器用于保护电动机和生产机械，使其安全运行，如熔断器、电流继电器、热继电器、避雷器等。

(4) 配电电器 配电电器用于电能的输送和分配，例如低压隔离器、断路器、刀开关等。

(5) 执行电器 执行电器用于完成某种动作或传动功能，例如电磁离合器、电磁铁等。

2. 按工作原理分类

(1) 电磁式电器 电磁式电器是依据电磁感应原理来工作的电器，例如直流接触器、交流接触器及各种电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器 非电量控制电器是靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器，例如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

3. 按执行机能分类

(1) 有触头电器 有触头电器是利用触头的接触和分离来通断电路的电器，例如接触

器、电磁阀、电磁离合器、刀开关、继电器等。

(2) 无触头电器 无触头电器是利用电子电路发出检测信号，达到执行指令并控制电路目的的电器，例如电子接近开关、电感式开关、电子式时间继电器等。

1.1.2 常用的低压电器

常用的低压电器包括以下几种：

(1) 接触器 交流接触器、直流接触器。

(2) 继电器

1) 电磁式继电器 电压继电器、电流继电器、中间继电器。

2) 时间继电器 直流电磁式、空气阻尼式、电动式、电子式。

3) 其他继电器 热继电器、干簧继电器、速度继电器、温度继电器、压力继电器。

(3) 熔断器 瓷插式、螺旋式、有填料封闭管式、无填料密闭管式、快速熔断器、自复式。

(4) 开关电器

1) 断路器 框架式、塑料外壳式、快速直流断路器限流式、漏电保护器

2) 刀开关

(5) 行程开关 直动式、滚动式、微动式。

(6) 其他电器 按钮、指示灯等。

1.1.3 常用低压电器的基本结构

从结构上看，低压电器一般都具有感测与执行两个基本组成部分。感测部分大都是指电磁机构，执行部分一般是指触头。

1. 电磁机构

电磁机构是各种电磁式电器的感测部分，它的主要作用是将电磁能转换为机械能，带动触点动作，完成接通或分断电路。电磁机构主要由吸引线圈、铁心和衔铁等几部分组成。按动作方式，可分为转动式和直线运动式等，如图 1-1 所示。

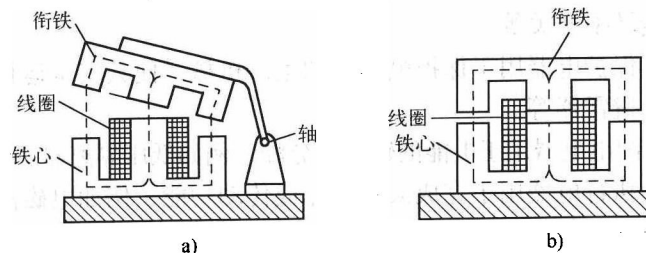


图 1-1 交流接触器电磁系统结构图

a) 衔铁绕轴转动式 b) 衔铁直线运动式

电磁机构的工作原理是：当线圈通入电流后，将产生磁场，磁通经过铁心、在衔铁和工作气隙形成闭合回路，产生电磁吸力，将衔铁吸向铁心。同时衔铁还要受到复位弹簧的反作用力，只有当电磁吸力大于弹簧的反力时，衔铁才能可靠地被铁心吸住。电磁机构又常称为

电磁铁。

电磁铁可分为交流电磁铁和直流电磁铁。交流电磁铁为减少交变磁场在铁心中产生的涡流与磁滞损耗，一般采用硅钢片叠压后铆成，线圈有骨架，且成短粗形，以增加散热面积，如图 1-2a 所示。而直流电磁铁线圈通入直流电，产生恒定磁通，铁心中没有磁滞损耗与涡流损耗，只有线圈本身的铜损，所以铁心用纯铁或铸钢制成，线圈无骨架，且成细长形。

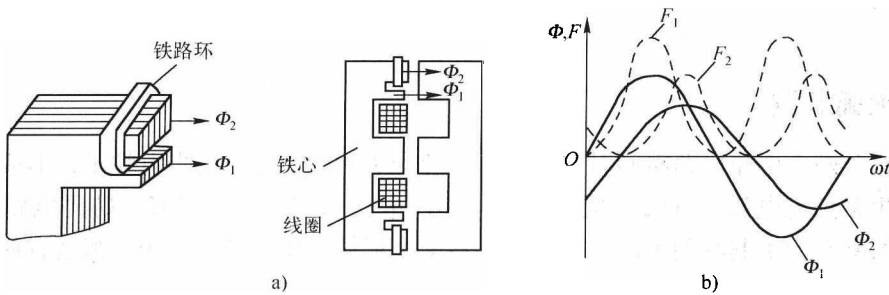


图 1-2 交流电磁铁结构
a) 结构图 b) 电磁吸力波形

由于交流电磁铁的铁心的磁通是交变的，当线圈中通以交变电流时，在铁心中产生的磁通 ϕ_1 也是交变的，对衔铁的吸力时大时小。当磁通过零时，电磁吸力也为零，吸合后的衔铁在复位弹簧的反力作用下将被拉开，磁通过零后电磁吸力又增大，当吸力大于反力时，衔铁又被吸合。这样造成衔铁产生振动，同时还产生噪声，甚至使铁心松散。如果在交流接触器铁心端面上都安装一个铜制的短路环后，如图 1-2a 所示，交变磁通 ϕ_1 的一部分穿过短路环，在环中产生感应电流，产生磁通，与环中的磁通合成为磁通 ϕ_2 。 ϕ_1 与 ϕ_2 相位不同，也即不同时为零，如图 1-2b 所示。这样就使得线圈的电流和铁心磁通 ϕ_1 为零时，环中产生的磁通不为零，仍然将衔铁吸住，衔铁就不会产生振动和噪声。

2. 触头系统

触头是电器的执行部件，用来接通或断开被控制电路。

触头按其结构形式可分为桥式触头和指式触头，如图 1-3 所示。

触头按其接触形式可分为点接触线、接触和面接触三种，如图 1-4 所示。

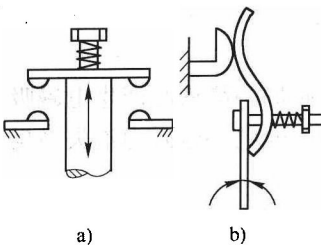


图 1-3 触头的结构形式
a) 桥式触头 b) 指式触头

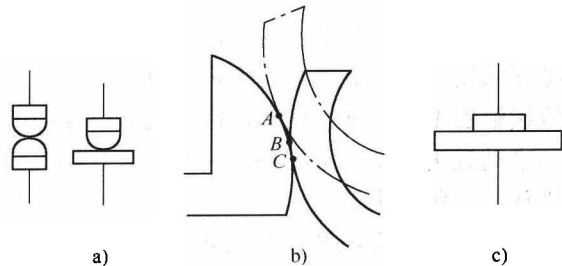


图 1-4 触头的接触形式
a) 点接触 b) 线接触 c) 面接触

桥式触头有点接触和面接触两种，点接触适用于小电流电路，面接触适用于大电流电路。指式触头为线接触，在接通和分断电路时产生滚动摩擦，以利于去除触头表面的氧化膜，这种触头形式适用于大电流电路且操作频繁的场所。

为了增强触头接触时的导电性能，在触头上装了触头弹簧，是为了增加动静触头间的接触压力，减小接触电阻并消除接触时产生的振动。

根据用途的不同，触头按其原始状态可分为常开触头和常闭触头两类。电器元件在没有通电或不受外力作用的常态下处于断开状态的触头，称为常开触头，反之则称为常闭[⊙]触头。

1.1.4 灭弧装置

当触头分断大电流电路瞬间时，会在动、静触头间产生大量的带电粒子，形成炽热的电子流，产生强烈的电弧。电弧会烧伤触头，并使电路的切断时间延长，妨碍电路的正常分断，严重时甚至会引发其他事故。为保证电器安全可靠工作，必须采用灭弧装置使电弧迅速熄灭。

对用于 10 A 以下的小容量交流电器，灭弧比较简便，不需专门的灭弧装置，对容量较大的交流电器一般要采用灭弧栅灭弧，对于直流电器可采用磁吹灭弧装置。对交直流电器可采用纵缝灭弧。实际应用中，上述灭弧装置有时是采用综合应用的。

1.2 接触器

接触器是电力拖动和自动控制系统中用来自动接通或断开大电流电路的一种低压控制电器，主要控制对象是电动机，能实现远距离控制，并具有欠（零）电压保护。

接触器种类很多，按其主触头所控制主电路电流的种类，可分为交流接触器和直流接触器两种。

1.2.1 交流接触器

交流接触器主要用于控制笼型和绕线转子电动机的起动、运行中断开以及笼型电动机的反制动、反向运行、点动，也可用于控制其他电力负载，如电焊机等。接触器不仅能实现远距离的自动控制，控制容量大，操作频率高，而且还具有低电压释放保护、使用寿命长、工作可靠性高等优点，是最重要和最常用的低压控制电器之一。对于 100 A 及以上的交流接触器，必须采用一种交流接触器无声节电装置。

交流接触器工作原理：线圈通以交流电→线圈电流建立磁场→静铁心产生电磁吸力→吸合衔铁→带动触头动作→常闭触头断开，常开触头闭合；线圈断电→电磁力消失→反作用弹簧使衔铁释放→各触头复位。

交流接触器由电磁系统、触头系统、灭弧装置、反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹

[⊙] 根据国家标准，“常开”应称作“动合”，“常闭”应称作“动断”，但考虑到目前工程应用的习惯，本书仍称作“常开”、“常闭”。

簧、传动机构等部分组成。其结构如图 1-5 所示，工作原理示意图如图 1-6 所示，接触器的图形符号和文字符号如图 1-7 所示。

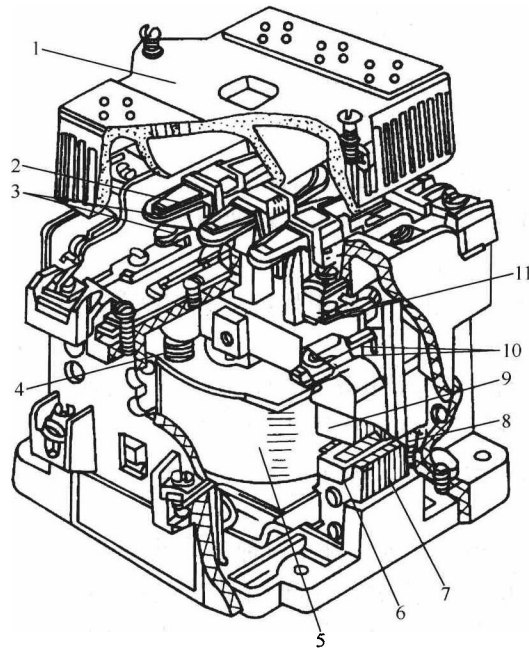


图 1-5 CJ10—20 型交流接触器的外形结构图

- 1—灭弧罩 2—压力弹簧片 3—主触点 4—反作用弹簧
5—线圈 6—短路环 7—静触头 8—弹簧
9—动铁心 10—辅助常开触头 11—辅助常闭触头

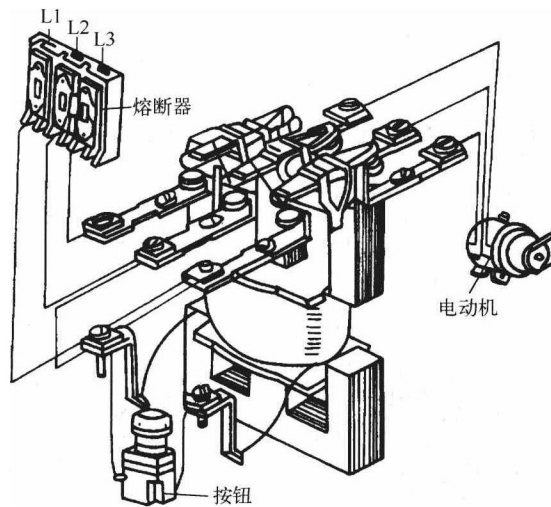


图 1-6 交流接触器的工作原理示意图

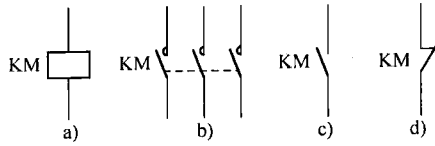


图 1-7 接触器的图形符号和文字符号

a) 线圈 b) 主触头 c) 常开辅助触头 d) 常闭辅助触头

交流接触器的组成 {

- 电磁机构：线圈、动铁心（衔铁）、静铁心
- 触头系统：主触头、辅助触头
- 灭弧装置
- 其他部件：反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构等

1. 电磁系统

交流接触器的电磁系统采用交流电磁机构，由线圈、衔铁（动铁心）、静铁心部分组成。当线圈通电后，衔铁（动铁心）在电磁吸力的作用下，克服复位弹簧的反力与铁心吸合，带动触头动作，从而接通或断开相应电路。当线圈断电后，动作过程与上述相反。

2. 触头系统

接触器的触头可分为主触头和辅助触头两种。主触头用来控制通断电流较大的主电路，由三对常开触头组成；辅助触头用来控制通断小电流的控制电路，由常开触头和常闭触头成对组成。其中辅助触头无灭弧装置，容量较小，不能用于主电路。

3. 灭弧装置

接触器灭弧装置用于通断大电流电路，通常采用电动力灭弧、纵缝灭弧和金属栅片灭弧。

(1) 电动力灭弧 当触头断开瞬间时，在断口中要产生电弧，根据右手螺旋定则，将产生如图 1-8a、b 所示的磁场，这时电弧可以看作是一载流导体，再根据电动力左手定则，对电弧产生图示电动力，将电弧拉断，从而起到灭弧作用。

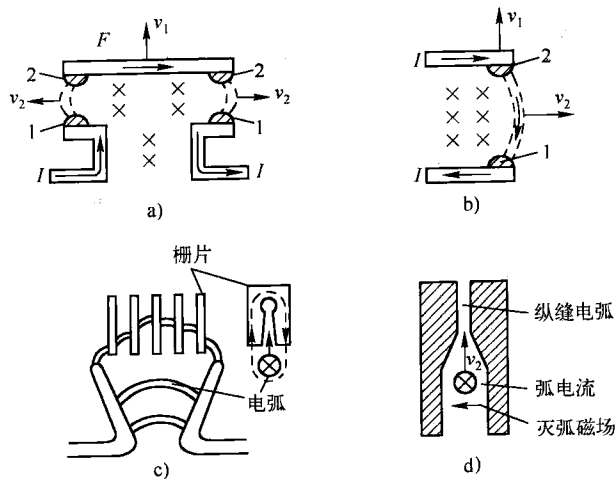


图 1-8 灭弧装置

1—静触头 2—动触头 v_1 —动触头移动速度 v_2 —电弧在电磁力作用下的移动速度

(2) 栅片灭弧 如图 1-8c 所示, 当电器的触头分开瞬间时, 所产生的电弧在电动力的作用下被拉入一组静止的金属片内。电弧进入栅片 (互相绝缘的金属片) 后迅速被分割成数股, 并被冷却以达到灭弧目的。

(3) 纵缝灭弧 如图 1-8d 所示, 是靠磁场产生的电动力将电弧强制拉入用耐弧材料制成的狭缝中, 加快电弧冷却, 达到灭弧的目的。

1.2.2 直流接触器

直流接触器主要用来远距离接通和分断电压至 440 V、电流至 630 A 的直流电路, 以及频繁地控制直流电动机的起动、反转与制动等。直流接触器的外形如图 1-9 所示。

直流接触器的结构和工作原理与交流接触器基本相同, 采用的是直流电磁机构。直流接触器的线圈通以直流电, 铁心中不会产生涡流和磁滞损耗, 不会发热。为了保证动铁心的可靠释放, 常在磁路中夹有非磁性垫片, 以减小剩磁的影响。

直流接触器的主触头在断开直流电路时, 如电流过大, 会产生强烈的电弧, 直流接触器灭弧较困难, 一般都采用灭弧能力较强的磁吹式灭弧装置。磁吹灭弧示意图如图 1-10 所示, 实物图如图 1-11 所示。

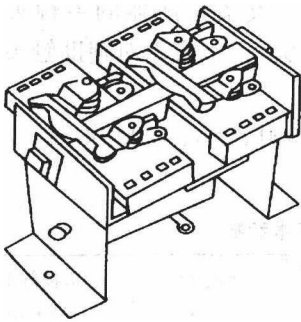


图 1-9 直流接触器外形图

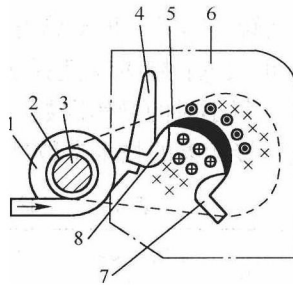


图 1-10 磁吹灭弧示意图

1—磁吹线圈 2—绝缘套 3—铁心 4—引弧角
5—导磁夹板 6—灭弧罩 7—动触头 8—静触头

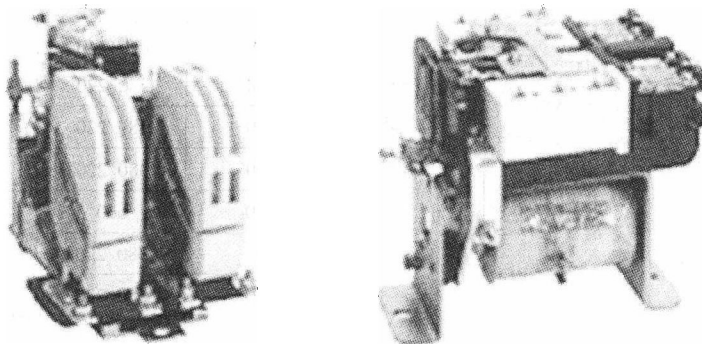
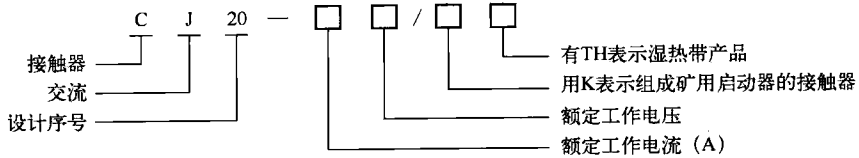


图 1-11 直流接触器实物图

1.2.3 接触器的型号和主要技术参数

1. 交流接触器的型号与主要技术参数

(1) 交流接触器的型号及表示意义



(2) 交流接触器的主要技术参数

1) 额定电压 接触器铭牌上的额定电压是指主触头的额定电压，应等于负载的额定电压。通常交流电压的等级有 36 V、127 V、220 V、380 V、660 及 1140 V。

2) 额定电流 接触器铭牌上的额定电流是指主触头的额定电流，应等于或稍大于负载的额定电流。CJ20 系列交流接触器的额定电流等级有 5 A、10 A、20 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A 和 600 A。

3) 吸引线圈的额定电压 交流电压的等级有 36 V、110 V、127 V、220 V、380 V。

4) 触头数目 各种类型的接触器触头数目有所不同。交流接触器的主触头只有三对（常开触头），辅助触头四对（两对常开触头，两对常闭触头），也有六对辅助触头（三对常开，三对常闭），可根据控制要求选择触头数目。

5) 操作频率 每小时的操作次数，一般为 300 次/h、600 次/h、1200 次/h。

CJ20 系列交流接触器的技术参数见表 1-1。

表 1-1 CJ20 系列交流接触器的技术参数

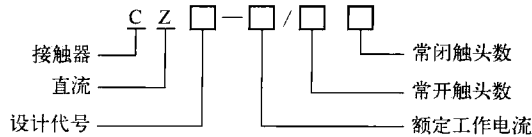
型 号	频率/Hz	辅助触头额定电流/A	吸引线圈电压/V (AC)	主触头额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机的最大功率/kW
CJ20-10	50	5	36, 127, 220, 380	10	380/220	4/2.2
CJ20-16				16	380/220	7.5/4.5
CJ20-25				25	380/220	11/5.5
CJ20-40				40	380/220	22/11
CJ20-63				63	380/220	30/18
CJ20-100				100	380/220	50/28
CJ20-160				160	380/220	85/48
CJ20-250				250	380/220	132/80
CJ20-250/06				250	660	190
CJ20-400				400	380/220	220/115
CJ20-630				630	380/220	300/175
CJ20-630/06				63	600	350

目前常用的交流接触器有：C320、CJ24、C326、CJ28、CJ29、CJT1、CJ40 和 CJX1、CJX2、CJX3、CJX4、CJX5、CJX8 系列以及 NC2、NC6、B、CDC、CK1、CK2、EB、HC1、

HUC1、CKJ5、CKJ9 等系列。

2. 直流接触器的型号与主要技术参数

(1) 直流接触器的型号 国内常用的直流接触器有 CZ18、CZ21、CZ22 等系列。直流接触器的型号及表示意义如下：



(2) 直流接触器的主要技术参数

1) 额定电压 接触器铭牌上的额定电压是指主触头的额定电压，应等于负载的额定电压。通常直流接触器的额定电压等级有 24 V、48 V、110 V、220 V、440 V、660 V。

2) 额定电流 接触器铭牌上的额定电流是指主触头的额定电流，应等于或稍大于负载的额定电流。CZ18 系列直流接触器的额定电流等级有 40 A、80 A、160 A、315 A、630 A、1000 A。

3) 吸引线圈的额定电压 直流线圈的电压等级有 24 V、48 V、110 V、220 V。

1.2.4 常用接触器介绍及选用

1. 常用接触器介绍

目前常用的交流接触器有：C320、CJ24、C326、CJ28、CJ29、CJT1、CJ40 和 CJX1、CJX2、CJX3、CJX4、CJX5、CJX8 系列以及 NC2、NC6、CDC、CK1、CK2、EB、HC1、HUC1、CKJ5、CKJ9 等系列。

目前常用的直流接触器有：CZO、CZ21、CZ22、CZ18 等系列。

2. 接触器的选用

为了保证系统正常工作，要根据控制电路的要求正确选择接触器，使接触器的技术参数满足条件。

(1) 接触器类型的选择 一般，接触器的类型应根据电路中负载电流的种类来选择。对交流负载应选用交流接触器，直流负载应选用直流接触器。

根据使用类别选用相应系列产品，若电动机承担一般任务，可选 AC-3 类接触器；若承担重要任务可选用 AC-4 类接触器。如选用 AC-3 类用于重要任务时，应降低容量使用。直流接触器的选择类别与交流接触器类似。

(2) 接触器主触头的额定电压的选择 被选用的接触器主触头的额定电压应大于或等于负载的额定电压。

(3) 接触器主触头的额定电流的选择 对于电动机负载，接触器主触头的额定电流按下式计算

$$I_N = \frac{P_N \times 10^3}{\sqrt{3} U_N \cos\varphi \cdot \eta}$$

式中 P_N ——电动机功率 (kW)；

U_N ——电动机额定线电压 (V)；

$\cos\varphi$ ——电动机功率因数，0.85~0.9；

η ——电动机的效率，0.8~0.9。