



浙江省高等教育重点建设教材
高职高专规划教材

DIANQIJI PLC KONGZHI JISHU

电器及PLC控制技术

主 编 王成福

副主编 黄 敏 张小杭

浙江省高等教育重点建设教材
高职高专规划教材

电器及PLC控制技术

主 编 王成福
副主编 黄 敏 张小杭

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

电器及 PLC 控制技术/王成福主编. —杭州:浙江大学出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-308-05999-2

I. 电... II. 王... 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—高等学校:技术学校—教材 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 077110 号

电器及 PLC 控制技术

主 编 王成福

副主编 黄 敏 张小杭

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

排 版 星云光电图文制作工作室

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 21.75

字 数 450 千

版 印 次 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-05999-2

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

内容提要

本书从工程应用出发,介绍了常用低压电器的选用方法,基本电气控制电路的构成及应用。重点以当前国内流行的 S7-200 和 CPM2A 系列可编程序控制器为例,介绍 PLC 的工作原理和编程方法,强调软件和硬件的有机结合,突出 PLC 应用能力的培养。本书由浅入深,顺序渐进地介绍了常用低压电器、基本电气控制电路及应用、PLC 概述、S7-200 系列 PLC 的构成、基本指令与编程软件、常用功能指令、PLC 控制系统设计、CPM2A/CPM1A 系列 PLC 的构成、CPM2A 的基本指令、CPM2A 的常用应用指令。本书力求做到对 S7-200 及 CPM2A 应用知识介绍的全面性,并将理论教学与实验、实训相结合,达到举一反三、全面掌握 PLC 的应用能力。

本书可作为高职高专院校应用电子、自动化、机电一体化专业的教材,也可作为有关专业师生和工程技术人员的参考用书。

前 言

本书是由多年从事 PLC 应用工程项目开发和 PLC 课程教学的老师编写的。从高职学生的接收能力、课程的易学性和 PLC 工程应用出发,选择了当前国内流行的 S7-200 系列和 CPM2A 系列 PLC 为主要教学背景,来介绍 PLC 控制系统的设计方法。本书力求做到对 PLC 应用知识介绍的全面性,以便使学生掌握关键技术,达到举一反三的目的。其中,重点介绍了常用低压电器的选用方法、基本电气控制电路的构成与应用、PLC 的组成、工作原理、内部器件、指令系统和编程方法;深入浅出地介绍了 PLC 的输入、输出单元的内部电路特点,接口电路的设计,控制程序设计与调试方法等;在方法上,将继电器电路控制和 PLC 梯形图程序设计相对照,将理论教学、实验操作和综合性设计训练有机结合,将硬件设计与软件设计相结合,将使用方法介绍和计算机编程操作相结合,并列举了大量典型的应用实例,有利于培养学生对 PLC 的实际应用能力。本书可作为高等职业技术教育工科类教学用书。

本书共分 10 章,参考学时数为 60 学时。其中,理论教学为 50 学时,实验教学为 10 学时。另外,各院校还可根据需要安排 1 至 2 周时间进行综合性设计训练。

本书第 1 章、第 3 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章以及附录由王成福编写,第 2 章由张小杭编写,第 4 章由黄敏编写。

本书由王成福教授任主编并统稿,他提出了全书的总体构思及编写的指导思想,黄敏和张小杭老师任副主编。

在本书的编写过程中,先后得到浙江省教育厅、浙江大学出版社和金华职业技术学院领导的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免会存在不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月

目 录

第 1 章 常用低压电器	1
1.1 概述	1
1.2 接触器	2
1.3 继电器	9
1.4 熔断器	19
1.5 低压断路器	21
1.6 低压隔离器	24
1.7 主令电器	26
1.8 电磁执行机构	28
本章小结	30
复习思考题	31
第 2 章 基本电气控制电路及其应用	32
2.1 电气控制线路的图形、文字符号及绘制原则	32
2.2 电气控制线路的基本环节	35
2.3 三相笼型异步电动机的控制线路	42
2.4 三相绕线转子异步电动机的控制线路	52
2.5 单相异步电动机的控制电路	56
2.6 直流电动机的控制电路	57
2.7 液压传动系统的控制电路	59
2.8 摇臂钻床电气控制系统	63
本章小结	68
复习思考题	68

第 3 章 PLC 概述	70
3.1 PLC 的产生与定义	70
3.2 PLC 的特点与分类	71
3.3 PLC 的应用领域	76
3.4 PLC 的基本组成	77
3.5 PLC 的工作方式	82
3.6 PLC 的编程语言	84
3.7 国内外主要 PLC 产品概况	86
本章小结	89
复习思考题	90
第 4 章 S7-200 系列 PLC 的构成	91
4.1 S7-200 系列 PLC 的基本组成	91
4.2 S7-200 系列 PLC 的内部器件	101
4.3 S7-200 系列 PLC 的主要功能	108
本章小结	110
复习思考题	110
第 5 章 基本指令与编程软件	111
5.1 常用基本指令	111
5.2 编程软件的使用	117
5.3 定时器指令	127
5.4 计数器指令	130
5.5 数据比较指令	131
5.6 数据传送指令	132
5.7 移位指令	133
5.8 跳转、循环指令	136
5.9 编程操作训练	137
本章小结	142
复习思考题	143
第 6 章 常用功能指令	144
6.1 数据处理指令	144
6.2 算术运算指令	145
6.3 逻辑运算指令	153

6.4	表功能指令	155
6.5	转换指令	158
	本章小结	162
	复习思考题	163
第 7 章	PLC 控制系统设计	164
7.1	PLC 控制系统的总体设计	164
7.2	减少 PLC 输入和输出点数的方法	166
7.3	提高 PLC 控制系统可靠性的措施	169
7.4	逻辑设计法	174
7.5	时序图设计法	178
7.6	经验设计法	180
7.7	顺序控制设计法	185
7.8	综合性设计训练	195
	本章小结	200
	复习思考题	200
第 8 章	CPM2A/CPM1A 系列 PLC 的构成	203
8.1	CPM2A 系列 PLC 的基本组成	203
8.2	CPM2A 的继电器区及数据区	208
8.3	CPM2A 功能简介	216
8.4	CPM1A 主机类型	237
8.5	CPM1A 的继电器区及数据区	238
8.6	CPM1A 功能简介	239
	本章小结	241
	复习思考题	241
第 9 章	CPM2A 的基本指令与编程工具	242
9.1	概述	242
9.2	常用基本指令	243
9.3	顺序控制和暂存指令	247
9.4	定时器和计数器指令	249
9.5	计算机辅助编程	253
9.6	CQM1-PRO01 编程器	264
	本章小结	272

复习思考题	272
第 10 章 CPM2A 的常用应用指令	273
10.1 数据传送指令	273
10.2 数据比较指令	278
10.3 数据移位指令	282
10.4 数据转换指令	287
10.5 数据运算指令	291
10.6 子程序控制指令	295
10.7 串行通信指令	296
10.8 编程举例	304
本章小结	310
复习思考题	312
附录 A 常用电气图用图形符号与文字符号	313
附录 B 常用液压图形符号	323
附录 C CPM1A 的技术规格	325
附录 D CPM2A 的技术规格	328
附录 E OMRON 小型机指令表	332
参考文献	337

第 1 章

常用低压电器

1.1 概 述

电器是所有电工器械的简称。电器是指根据外界特定的信号和要求,自动或手动接通和断开电路的电气设备。电器的种类繁多,构造各异。根据其工作电压高低,电器可分为高压电器和低压电器。工作在交流额定电压 1200V 及以下,或者在直流额定电压 1500V 及以下的电器称为低压电器。根据其组成原理划分,采用电磁原理构成的低压电器称为电磁式低压电器;采用集成电路或电子元件构成的低压电器称为电子式低压电器;采用现代控制原理构成的低压电器称为自动化电器、智能化电器或可通信电器。

1.1.1 常用低压电器分类

由于低压电器的种类繁多、功能多样、用途广泛,工作原理也各异,因而有不同的分类方法。根据其使用系统之间的关系,习惯上按用途可分为以下几类。

- (1)控制电器:用于各种电路和控制系统的电器。如接触器、继电器、电磁阀等。
- (2)配电电器:用于电能输送和分配的电器。如刀开关、隔离开关、转换开关等。
- (3)主令电器:用于发送控制指令的电器。如按钮开关、主令开关、行程开关等。
- (4)保护电器:用于对电路和电气设备进行安全保护的电器。如熔断器、热继电器、电流继电器、避雷器等。
- (5)执行电器:用于执行某种动作和传动功能的电器。如电磁铁、电磁离合器、电磁制动器等。

1.1.2 我国低压电器发展概述

从 1953 年以来,我国低压电器工业的发展经过全面仿苏、自行设计、更新换代、技术引进、跟踪国外新产品等阶段,大致可以分为以下三代产品。

第一代产品,从 20 世纪 60 年代初至 70 年代初,自行开发设计的统一设计产品,以 CJ10、DZ10、DW10 为代表,约 29 个系列。这一代产品总体性能相当于国外 50 年代水

平,现已被淘汰。

第二代产品,从 20 世纪 70 年代后期至 80 年代,完成技术更新换代及引进国外技术生产的产品。更新换代产品以 CJ20、DZ20、DW15 系列为代表,共 56 个系列。引进技术制造产品以 ME、3WE、3TB、B、LC1-D 系列为代表,共 34 个系列。例如:从德国 AEC 公司引进 ME 系列制造技术,生产的国内产品型号为 DW17 系列;从德国西门子公司引进 3WE 系列和 3TB 系列(3TB 对应国内型号为 CJ×3)制造技术;从德国 ABB 公司引进 B 系列制造技术,生产的国内产品型号为 CJ×8 系列;从法国 TE 公司引进 LC1-D 系列制造技术,生产的国内产品型号为 CJ×4 系列等。这一代产品总体性能相当于国外 70 年代水平,目前市场占有率约 50%。

第三代产品,从 20 世纪 90 年代以来,跟踪国外新技术、新产品,自行开发、设计、研制的产品,以 DW40、DW45、DZ40、CJ40、S 系列等为代表的 10 多个系列。与国外合资生产的有 M、F、3TF 等 30 多个系列,其中:M 系列是引进法国施耐德公司技术制造的,F 系列是引进德国 F-G 公司技术制造的,3TF 系列是引进德国西门子公司技术制造的。这一代产品总体性能相当于国外 80 年代末 90 年代初的水平,目前市场占有率约 10%,并逐年增长。

目前,我国低压电器产品已经发展到 12 个大类、380 个系列、1200 多个品种、几万种规格。从国外公司引进的 ME 系列低压断路器、3WE 系列万能式低压断路器、B 系列交流接触器、T 系列热继电器、NT 和 NGT 系列熔断器、C45 系列小型低压断路器等产品的制造技术,基本上实现了国产化。如,我国自行生产的 DW15-2500 框架式低压断路器,额定电压是 380V,分断能力是 60kA,符合 IEC 国际标准。引进先进技术而开发的新产品 B105 系列交流接触器符合 IEC 和 VDE 标准,具有体积小、重量轻、机械寿命达到 1000 万次;在额定电压为 380V、使用类别为 AC-3 时,电寿命达到 100 万次等特点。随着新材料、新工艺、新技术的发展,我国低压电器按照国际标准研制开发新产品,正朝着高性能、高可靠性、小型化、多功能、模块化、智能化等方向发展。

1.2 接触器

1. 接触器的作用

接触器是一种自动的电磁式电器,适用于远距离频繁接通和断开交直流主电路及大容量控制电路。其主要应用于自动控制交、直流电动机,电热设备,电容器组,电阻炉等。它不仅能减轻操作者的劳动强度,使操作者避开高电压、大电流的电路,确保人身安全,而且控制容量可以很大,工作可靠,操作频率高,使用寿命长,还具有低电压(欠压与失压)释放保护功能等优点,因而得到了广泛应用。

2. 接触器的分类方法

如果按操作方式分,有电磁式接触器、气动式接触器和电磁气动式接触器;按灭弧

介质分,有空气电磁式接触器、油浸式接触器和真空接触器;按电源频率分,有工频(50Hz 或 60Hz)和中频(如 400Hz);按主触头控制的电流种类分,有交流接触器、直流接触器、切换电容接触器等。

1.2.1 接触器的工作原理

接触器主要由电磁机构、触头系统、灭弧系统、释放弹簧及基座等部分组成。接触器的基本工作原理是利用电磁原理,通过控制电路的控制和可动衔铁的运动来带动触头,从而控制主电路的通断。当接在控制电路中的线圈通电后,衔铁在电磁吸力的作用下被吸向铁心,衔铁运动的同时带动触头动作,使其常闭触头分开,常开触头闭合。当线圈断电或线圈的电压过低时,电磁吸力消失或减弱,衔铁在释放弹簧的作用下释放,触头复位,使控制电路断电、失压与欠压释放保护功能。接触器的电路符号和文字符号如图 1-1 所示。

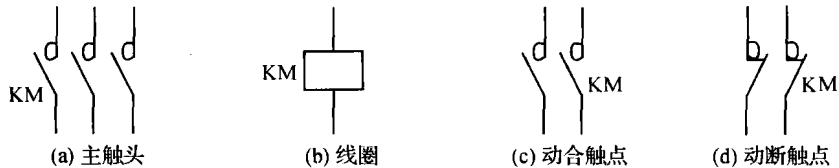


图 1-1 接触器的图形符号和文字符号

1. 电磁机构

电磁机构是由吸引线圈、铁心和衔铁组成的。吸引线圈将电能转换为磁能,即产生磁通,磁通对衔铁的电磁吸力使衔铁产生机械位移并与铁心吸合,从而带动触头动作。对于交流接触器,为了减小涡流和磁滞损耗造成能量损失和温升,铁心和衔铁用硅钢片叠成,线圈绕在骨架上做成扁而厚的形状,并与铁心隔离,这样有利于铁心和线圈散热。而对于直流接触器,由于铁心中不会产生涡流和磁滞损耗,所以铁心和衔铁均用整块电工软钢做成。为了使线圈散热良好,通常将线圈绕制成高而薄的圆筒状,且不设线圈骨架,使线圈和铁心直接接触以利于散热。

2. 触头系统

触头的作用是接通或分断电路,因此要求触头具有良好的接触性能和导电性能,通常采用铜、银、镍及其合金材料制作触头。接触器的触头分为 2 类:主触头和辅助触头。主触头用于控制主电路的通或断,辅助触点用于操纵控制电路,每对辅助触点允许通过的电流一般为 5A。

3. 灭弧系统

触头在通断过程中将产生电弧(因触头间隙中的气体在强电场作用下放电所引起),电弧会烧损触头,造成其他故障。对于小容量继电器、主令电器等,由于它们的触头是通断小电流电路,因此不要求有灭弧装置。而对于额定电流在 10A 以上的接触器都有灭弧

装置。常用的灭弧方法有 4 种：①桥式结构双断口灭弧，多用于小容量交流接触器；②栅片灭弧，多用于交流接触器；③磁吹灭弧，多用于直流接触器；④过电压和浪涌电压抑制器。当控制电器的触头切断具有感性负载电路时，会在触头间隙产生过电压而引起火花放电（电压高、电流小），使触头产生电磨损以至缩短它的寿命。另外，火花放电造成的高频信号将影响和干扰无线电通信及弱电控制系统的正常工作，为此需要用过电压和浪涌电压抑制器来消除由于过电压引起的火花放电现象。常用的过电压和浪涌电压抑制器有续流二极管和 RC 抑制器 2 种。续流二极管适用于直流感性负载电路，使用时反向并联在负载两端；RC 抑制器适用于交流感性负载电路，使用时并联在负载两端。

1.2.2 典型交流接触器简介

典型交流接触器有 CJ0、CJ10、CJ12、CJ19、CJ20、CJ21、CJ24、CJ26、CJ29、CJ35、CJ40、CJ914、CJ920、CJ×1、CJ×2、CJ×3、CJ×5、NC、B、LC1-D、3TB 和 3TF 等系列产品。其中，CJ20 是国内统一设计的产品，CJ40 是在 CJ20 的基础上推出的新一代产品，CJ21 是引进德国芬纳尔公司技术生产的；3TB 和 3TF 是引进德国西门子技术生产的（3TF 是在 3TB 基础上改进设计的），B 系列是引进德国 ABB 公司技术生产的，LC1-D 是引进法国 TE 公司技术生产的；此外，还有 CJ12、CJ15、CJ24 等系列大功率重任务交流接触器。

1. CJ20、CJ40 系列交流接触器

(1) CJ20 系列交流接触器：外形如图 1-2(a)所示，有 CJ20-10、CJ20-16、CJ20-25、CJ20-40、CJ20-63、CJ20-100、CJ20-160、CJ20-250、CJ20-400、CJ20-630 等产品，主要用于交流 50Hz（派生后可用于 60Hz）、额定电压为 380V 或 660V（个别额定电压为 1140V）、电流最大可达 630A 的电力线路中供远距离频繁接通和分断电路以及控制交

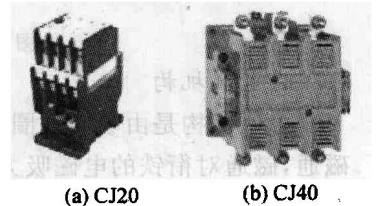


图 1-2 交流接触器外形

流电动机，并适宜于与热继电器或电子保护装置组成的电磁启动器，以保护电路或交流电动机可能发生的过负荷及断相。额定工作电压为 380V、660V、1140V；额定工作电流（在 380V 下）为 10A、16A、25A、40A、63A、100A、160A、250A、400A、630A；线圈控制电压有 380V、220V、110V、36V、24V；主触头 3 对，辅助触头 2 对常开、2 对常闭。

(2) CJ40 系列交流接触器：主要用于 50Hz 或 60Hz，额定电压为 380V、660V、1140V，电流最大可达 1000A 的电力系统中接通与分断电路，并与适当的热继电器或电子式保护装置组合成电动机启动器，以保护可能发生过载的电路。CJ40 以塑料栅片式灭弧罩代替传统陶土纵缝式灭弧罩，消除了陶土灭弧罩易碎的缺点，而且塑料栅片具有优越的熄灭性能，使燃弧时间大为缩短，显著提高了分断能力。全系列规格有 CJ40-9、CJ40-12、CJ40-16、CJ40-25、CJ40-32、CJ40-40、CJ40-50、CJ40-63、CJ40-80、CJ40-100、CJ40-125、CJ40-160、CJ40-200、CJ40-250、CJ40-315、CJ40-400、CJ40-500、CJ40-630、

CJ40-800、CJ40-1000 等产品。CJ40 系列交流接触器的外形如图 1-2(b)所示,技术指标见表 1-1 和 1-2。其中,约定发热电流的定义是:在规定条件下实验时,开关电器在 8h 工作制下,各部件的温升不超过极限值时所能承载的最大电流。

表 1-3 所示为 CJ40 系列交流接触器的辅助触头。

表 1-1 CJ40 系列交流接触器的技术参数(一)

型号	CJ40-9	CJ40-12	CJ40-16	CJ40-25	CJ40-32	CJ40-40	CJ40-50	CJ40-63	CJ40-80	CJ40-100	
极数(P)	4				3			3,4			
约定发热电流(I _{th})/A	20	20	32	32	60	60	60	80	80	125	
额定绝缘电压(U _i)/V	690										
额定控制电源电压/V	交流(50Hz):220,380										
AC-1 额定工作电流(I _e)/A	20	20	32	32	60	60	60	80	80	125	
AC-2、AC-3 额定工作 电流(I _e)/A	AC220V	9	12	16	25	32	40	50	63	80	100
	AC380V	9	12	16	25	32	40	50	63	80	100
	AC660V	9	9	14	14	25	25	25	63	63	80
AC-4 额定工作 电流(I _e)/A	AC220V	3.5	4.5	8	9	16	20	25	63	80	100
	AC380V	3.5	4.5	8	9	16	20	25	63	80	100
	AC660V	3.5	4.5	7	7	12.5	12.5	12.5	63	63	80
AC-3 额定工作 功率(P _e)/kW	AC220V	2.2	3	4	7.5	7.5	11	15	18.5	22	30
	AC380V	4	5.5	7.5	11	15	18.5	25	30	37	45
	AC660V	7.5	7.5	13	13	25	25	25	55	55	75

表 1-2 CJ40 系列交流接触器的技术参数(二)

型号	CJ40-125	CJ40-160	CJ40-200	CJ40-250	CJ40-315	CJ40-400	CJ40-500	CJ40-630	CJ40-800	CJ40-1000	
极数(P)	3,4							3			
约定发热电流(I _{th})/A	125	250	250	250	500	500	500	800	800	1000	
额定绝缘电压(U _i)/V	690										
额定控制电源电压/V	交流(50Hz):220,380										
AC-1 额定工作 电流(I _e)/A	125	250	250	250	500	500	500	630	800	1000	
AC-2、AC-3 额定工作 电流(I _e)/A	AC220V	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	AC380V	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	AC660V	80	125	125	125	315	315	315	500	500	500
	AC1140V	40	—	—	80	—	—	160	—	—	400
AC-4 额定工作 电流(I _e)/A	AC220V	125	160	200	250	315	400	500	630	800	—
	AC380V	110	160	200	225	250	315	400	500	630	—
	AC660V	80	125	125	125	250	315	315	500	500	—
	AC1140V	40	—	—	80	—	—	160	—	—	—
AC-3 额定工作功 率(P _e)/kW	AC220V	37	45	55	75	90	110	150	200	250	360
	AC380V	55	75	90	132	160	220	280	335	450	625
	AC660V	75	110	110	110	300	300	300	475	475	475
	AC1140V	55	—	—	110	—	—	220	—	—	600

表 1-3 CJ40 系列交流接触器的辅助触头

约定发热电流(I _{th})/A	额定绝缘电压(U _i)/V	触头的种类和数量			配用接触器的型号
10	690	1 常开, 1 常闭			CJ40-9~CJ40-50
10	690	常开	4	3	CJ40-63~CJ40-250
		常闭	2	3	
16	690	常开	4	3	CJ40-315~CJ40-1000
		常闭	2	3	

2. B 系列交流接触器

B 系列交流接触器主要适用于交流 50Hz 或 60Hz, 额定电压为 380V 或 660V, 额定电流最大可达 460A 的电力线路中, 供远距离接通和分断电路, 及频繁地启动和控制交流电动机之用, 具有失压保护作用。常与 CDR2(T) 系列热继电器组成电磁启动器, 此种启动器具有过载及断相保护作用。B 系列交流接触器的技术参数如表 1-4 所示。

表 1-4 B 系列交流接触器的技术参数

型号	B9	B12	B16	B25	B30	B37	B45	B65	B85	B105	B170	B250	B370	B460	
极数(P)	3, 4				3										
约定发热电流(I _{th})/A	16	20	25	40	45	45	60	80	100	140	230	300	410	600	
额定绝缘电压(U _i)/V	660														
额定控制电源电压/V	交流(50Hz): 380, 220, 127, 110, 36														
AC-3, AC-4 额定工作电流/A	AC380V	8.5	11.5	15.5	22	30	37	44	65	85	105	170	245	370	475
	AC660V	3.5	4.9	6.7	13	17.5	21	25	45	55	82	118	170	268	337
AC-3 控制功率/kW	AC380V	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	33	45	55	90	132	200	250
	AC660V	3	4	5.5	11	15	18.5	22	40	50	75	110	160	250	315
AC-3 寿命	AC380V	机械寿命 1000 万次, 电寿命 100 万次													
AC-3 操作频率/h	600											400	300		
最多辅助触头数	-	-	-	-	-	8									

3. CJ24 系列重任务交流接触器

外形如图 1-3 所示, 有 CJ24-100、CJ24-160、CJ24-250、CJ24-400、CJ24-630 等规格, 主要用于交流 50Hz, 额定工作电压为 380V 或 660V, 电流为 100~630A 的电力系统中供轧钢机及起重机等电器设备作为远距离频繁接通、分断电路和启动、停止、反向及反接制动电动机之用。

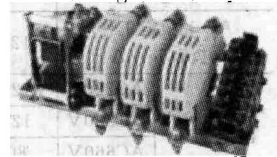


图 1-3 CJ24 系列交流接触器外形

4. 机械联锁(可逆)交流接触器

机械联锁(可逆)交流接触器实际上是由 2 个相同规格的交流接触器再加上机械联锁机构和电气联锁机构组成的。其可以保证在任何情况下都不能使 2 个交流接触器同时吸合, 且能有效地防止电动机正、反转换向时出现电源相线短路的可能性。常用的机械联锁交流接触器有 LC2-D 系列(国内型号为 CJ×2-N)、LC1-FN 系列、LC2-F 系列、

3TD 系列、NC2 系列、CJ×4-NF 系列等。

5. 切换电容器接触器

切换电容器接触器主要用于低压无功补偿设备中投入或切除并联电容器组,以调整用电系统的功率因数。切换电容器接触器带有浪涌电压抑制器,能有效抑制接通电容器组时所出现的合闸浪涌电流和断开时的过电压。常用的切换电容器接触器有 B25C、B30C、B50C、B63C、B75C、CJ36C-63、CJ×8-25C~CJ×8-75C、CJ16 系列、CJ19 系列、CJ20C 系列、CJ149 系列、CDC9 系列、RTBJ 系列、TIK1-25~125 系列等。

6. 真空交流接触器

真空交流接触器以真空为灭弧介质,主触点密封在特制的真空灭弧管内。接触器分断电流时,触头间隙中会形成由金属蒸气和其他带电粒子组成的真空电弧。因真空介质具有很高的绝缘度,且介质恢复速度很快,真空中燃弧时间一般小于 10ms。由于熄弧过程是在密封的真空容器中完成的,电弧和炽热的气体不会向外界喷溅,因此特别适用于易燃易爆的危险场所,如煤矿、冶金、化工、石油等重任务和较恶劣的环境。常用的真空交流接触器有 CKG1、CKG3、CKJ5、CKJ6、CKJ、CZG1、EVS、GKJ9、NC9 等系列产品。其中,NC9 系列低压真空交流接触器有 6 个电流等级(160A、250A、400A、630A、800A、1000A),符合 GB14048.4、IEC60947-4-1 及 JB7122-93 标准。

1.2.3 接触器的主要技术参数

接触器的主要技术参数有:

(1)接触器的极数和电流种类:主触头的极数有 2 极、3 极和 4 极之分,电流种类有交流和直流 2 种。

(2)额定工作电压:是指主触头之间的正常工作电压。

(3)额定工作电流:是指主触头的正常工作电流。

(4)额定通断能力:是指主触头在规定条件下,能可靠地接通和分断的电流值。

(5)线圈额定工作电压:是指接触器电磁线圈的正常工作电压值。

(6)操作频率:是指接触器在每小时内允许的最高操作次数。

(7)机械寿命和电气寿命:机械寿命是指接触器在需要修理或更换机构零件前所能承受的无载操作次数。电气寿命是指在规定的正常工作条件下,接触器需要修理或更换零件前的有载次数。

(8)使用类别:是对接触器操作条件的规定要求。不同的用电设备其负载性质和通断过程的电流变化相差很大,因此对接触器的要求也有所不同,具体表现在使用类别不同,而且接触器主触头的使用类别和辅助触头的使用类别也不同。接触器的常用使用类别有交流 AC-1~AC-4,直流 DC-1、DC-3、DC-5;辅助触头的使用类别有交流 AC-11、AC-14、AC-15,直流 DC-11、DC-12、DC-14,详见表 1-5。

表 1-5 接触器的常用使用类别

触头	电流种类	使用类别代号	典型用途举例
主触头	AC	AC-1	无感或微感负载,电阻炉
		AC-2	绕线转子电动机的启动、制动
		AC-3	笼型异步电动机的启动、运转中分断
		AC-4	笼型异步电动机的启动、反接制动与反向、点动
	DC	DC-1	无感或微感负载,电阻炉
DC-3		并励电动机的启动、反接制动、点动	
DC-5		串励电动机的启动、反接制动、点动	
辅助触头	AC	AC-11	控制交流电磁铁负载
		AC-14	控制容量(闭合状态下)不大于 72VA 的电磁铁负载
		AC-15	控制容量(闭合状态下)大于 72VA 的电磁铁负载
	DC	DC-11	控制直流电磁铁负载
		DC-12	控制电阻负载和发光二极管隔离的固态负载
		DC-14	控制电路中有续流电阻的直流电磁铁负载

1.2.4 接触器的选用

在选用接触器时,主要考虑接触器的型式、主电路参数、线圈额定电压、辅助触头的类型和数量,同时还应根据负载的工作任务(轻任务、一般任务、重任务)来选择相应的使用类别等。

1. 型式的确定

主要确定极数和电流种类。三相交流电系统中一般选用 3 极接触器,当需要同时控制中性线时,则选用 4 极接触器;在单相交流和直流系统中,通常选用 2 极或 3 极并联的接触器。一般应用场所,通常选用空气电磁式接触器;易燃易爆场合应选用防爆型及真空接触器。

2. 主电路参数的确定

主要确定额定工作电压、额定工作电流和额定分断能力。

(1)接触器的额定工作电压:应和被控负载电路的电压等级相同。

(2)接触器的额定分断能力:应高于负载电路实际出现的电流值。

(3)接触器的额定工作电流:由负载功率、使用类别和操作频率决定。在规定的电压等级和使用类别下,接触器的额定工作电流应大于或等于负载的额定电流。

对于控制电动机的接触器,其额定工作电流的选用方法是:对于一般设备用的电动机,启动电流虽然达到额定电流的 4~7 倍,但时间短,对接触器的触头损伤不大,接触器在设计时已考虑此因数,一般选用触头容量大于电动机额定容量的 1.25 倍即可;对于重载启停频繁的电动机,触头容量应选用 4 倍电动机额定电流;对于重载下反接制动