



普通高等院校电子信息类应用型规划教材

可编程控制器 原理与应用技术

主 编 秦长海 董 昭
副主编 张玮玮 张修太

KEBIANCHENG
KONGZHIQI
YUANLI YU YINGYONGJISHU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校电子信息类应用型规划教材

可编程控制器原理与应用技术

主 编 秦长海 董 昭
副主编 张玮玮 张修太

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书以三菱公司的 FX 系列为背景,介绍可编程控制器(PLC)的结构组成、工作原理、指令系统、特殊功能及高级模块、编程器及编程软件使用、PLC 的程序设计及应用举例。不仅介绍了 PLC 在数字量、模拟量控制系统中的应用,同时还突出了 PLC 网络通信、现场总线等新技术。并从工程应用出发详细介绍了梯形图程序的常用设计方法、PLC 系统设计与调试方法、PLC 在实际应用中应注意的问题。此外,为便于非自动化专业教学,对继电器接触器控制系统做了较详细的介绍,以解决与先修课的衔接。本书在三菱 PLC 的基础上还介绍了日本欧姆龙系列 PLC。本书系统性强,由浅入深,通俗易懂,各章配有习题,适于自学。

本书可作为高等学校本科自动化、电气工程、电子信息、机电一体化及相关专业的教材,也可作为 PLC 培训班的教材和从事 PLC 应用开发技术人员的参考书,还可供工程技术人员自学或作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理与应用技术/秦长海,董昭主编. —北京:北京邮电大学出版社,2009
ISBN 978-7-5635-1895-1

I. 可… II. ①秦…②董… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 085061 号

书 名: 可编程控制器原理与应用技术
主 编: 秦长海 董 昭
责任编辑: 王志宇
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京源海印刷有限责任公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 21.75
字 数: 540 千字
印 数: 1—3 000 册
版 次: 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1895-1

定 价: 36.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

本书是遵照高等教育机电类“十一五”教材规划,根据本科电气技术自动化、电气工程、电子信息、机电一体化及相关专业的要求,结合我国近年颁布的标准规范和可编程控制器技术的最新发展而编写的本科教材。

可编程序控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,是以微处理器为核心的工业自动控制通用装置。它具有控制功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于扩展、通用性强等一系列优点,不仅可以取代继电器控制系统,还可以进行复杂的生产过程控制和应用工厂自动化网络,被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。因此,学习和掌握 PLC 应用技术已成为工程技术人员的紧迫任务。

本书编写时力求由浅入深、通俗易懂、理论联系实际、注重应用,适用于高等学校本科自动化、电气工程、电子信息、机电一体化及相关专业的教学,也可作为工业自动化技术人员的培训教材和自学参考书。

本书从应用的角度出发,系统地介绍了 PLC 硬件组成、工作原理和性能指标,以国内使用较多的日本松下公司 FPX 系列、日本三菱公司 FX 系列、欧姆龙公司 CPM1A 系列为样机,详细介绍了其指令系统及应用、PLC 程序设计的方法与技巧、PLC 控制系统设计应注意的问题。为了适应新的发展需要,本书还介绍了 PLC 在模拟量过程控制系统中的应用。

全书共分 8 章。第 1 章电气控制基础、第 2 章可编程控制器基础知识、第 3 章 FX 系列可编程控制器及指令系统、第 4 章欧姆龙 C 系列 PLC 简介、第 5 章可编程控制器的程序设计方法、第 6 章可编程控制器控制系统的设计、第 7 章可编程控制器通信与网络技术、第 8 章三菱 FX 系列 PLC 编程器与编程软件使用方法,书后附有 FX 系列 PLC 功能指令一览表和编程器的软件介绍。每章后附有习题,供读者练习与上机实践。

本书由秦长海教授主编。参加编写的有秦长海(第 1、2 章)、张玮玮(第 3 章)、董昭(第 4、7 章)、张修太(第 5 章,附录 A、B)、姚海燕(第 6 章)、杨军平(第 8 章)。全书由秦长海统稿。

本书由赵建洲教授主审。参加审稿的还有张继军教授。他们对本书的编审工作提出了许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者



CONTENTS

第 1 章 电气控制基础	(1)
1.1 常用电器元件及符号	(1)
1.1.1 电器的基本知识	(1)
1.1.2 接触器	(4)
1.1.3 继电器	(7)
1.1.4 刀开关与低压断路器	(14)
1.1.5 熔断器	(17)
1.1.6 主令电器	(20)
1.2 电器控制的基本线路	(25)
1.2.1 三相笼型电动机直接起动控制	(25)
1.2.2 顺序连锁控制线路	(28)
1.2.3 互锁控制线路	(29)
1.2.4 位置原则的控制线路	(30)
1.2.5 时间原则的控制线路	(31)
1.2.6 速度原则的控制线路	(32)
1.3 典型的电器控制系统	(33)
1.3.1 摇臂钻床的主要工作情况	(33)
1.3.2 Z3040 摇臂钻床的电气控制	(34)
习题	(35)
第 2 章 可编程控制器基础知识	(37)
2.1 概述	(37)
2.1.1 什么是 PLC	(37)
2.1.2 PLC 的产生与发展	(38)
2.1.3 PLC 的特点与应用领域	(39)
2.1.4 PLC 的分类	(40)
2.2 PLC 控制系统与电器控制系统的比较	(42)

2.2.1	电器控制系统与 PLC 控制系统	(42)
2.2.2	PLC 的等效电路	(43)
2.2.3	PLC 控制系统与电器控制系统的区别	(44)
2.3	PLC 的基本组成	(45)
2.3.1	PLC 的硬件组成	(45)
2.3.2	PLC 的软件组成	(51)
2.4	PLC 的工作原理	(53)
2.4.1	扫描工作原理	(53)
2.4.2	PLC 扫描工作过程	(54)
2.4.3	PLC 执行程序的过程及特点	(54)
2.5	PLC 的性能指标与发展趋势	(56)
2.5.1	PLC 的性能指标	(56)
2.5.2	PLC 的发展趋势	(57)
2.6	国内外 PLC 产品介绍	(58)
2.6.1	美国 PLC 产品	(58)
2.6.2	欧州 PLC 产品	(59)
2.6.3	日本 PLC 产品	(59)
2.6.4	我国 PLC 产品	(60)
习题		(61)
第 3 章	FX 系列可编程控制器及指令系统	(62)
3.1	FX 系列 PLC 硬件配置及性能指标	(62)
3.1.1	FX 系列 PLC 型号的说明	(62)
3.1.2	FX 系列 PLC 硬件配置	(63)
3.1.3	FX 系列 PLC 的性能指标	(70)
3.2	FX 系列 PLC 的编程元件	(72)
3.2.1	输入继电器(X)	(74)
3.2.2	输出继电器(Y)	(74)
3.2.3	辅助继电器(M)	(75)
3.2.4	状态器(S)	(76)
3.2.5	定时器(T)	(77)
3.2.6	计数器(C)	(78)
3.2.7	数据寄存器(D)	(81)
3.2.8	指针(P、I)	(82)
3.2.9	常数(K、H)	(83)
3.3	FX 系列 PLC 的基本指令	(83)
3.3.1	FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	(83)
3.3.2	FX 系列 PLC 的步进指令	(89)

3.4	FX 系列 PLC 的功能指令	(91)
3.4.1	概述	(91)
3.4.2	FX 系列 PLC 功能指令介绍	(92)
习题		(120)
第 4 章	欧姆龙 C 系列 PLC 简介	(124)
4.1	OMRON C 系列 PLC 概述	(124)
4.1.1	概述	(124)
4.1.2	CPM1A 系列 PLC 的硬件配置	(125)
4.1.3	CPM1A 系列 PLC 的编程元件	(128)
4.2	OMRON C 系列 PLC 指令系统	(131)
4.2.1	基本指令	(132)
4.2.2	功能指令	(135)
习题		(143)
第 5 章	可编程控制器的程序设计方法	(144)
5.1	梯形图的编程规则	(144)
5.1.1	梯形图概述	(144)
5.1.2	梯形图的编程规则	(145)
5.2	典型单元的梯形图程序	(146)
5.2.1	具有自锁、互锁功能的程序	(146)
5.2.2	定时器应用程序	(148)
5.2.3	计数器应用程序	(150)
5.2.4	其他典型应用程序	(152)
5.3	PLC 程序经验设计法	(154)
5.3.1	概述	(154)
5.3.2	设计举例	(154)
5.3.3	经验设计法的特点	(156)
5.4	PLC 程序顺序控制设计法	(156)
5.4.1	概述	(156)
5.4.2	顺序控制设计法的设计步骤	(157)
5.4.3	功能表图的绘制	(158)
5.4.4	顺序控制设计法中梯形图的编程方式	(162)
5.4.5	功能表图中几个特殊编程问题	(169)
5.5	PLC 程序的逻辑设计法	(177)
5.5.1	PLC 程序的组合逻辑设计法	(177)
5.5.2	PLC 程序的时序逻辑设计法	(180)
5.6	PLC 程序的调试说明	(182)

5.6.1	复杂程序的设计方法	(182)
5.6.2	PLC 程序的内容和质量	(183)
5.6.3	PLC 程序的调试	(184)
习题		(185)
第 6 章	可编程控制器控制系统的设计	(186)
6.1	PLC 控制系统设计的基本原则与内容	(186)
6.1.1	PLC 控制系统设计的基本原则	(186)
6.1.2	PLC 控制系统设计与调试的步骤	(187)
6.2	PLC 的选择	(189)
6.2.1	PLC 机型的选择	(190)
6.2.2	PLC 容量的选择	(191)
6.2.3	I/O 模块的选择	(191)
6.2.4	电源模块及其他外设的选择	(194)
6.3	PLC 与输入/输出设备的连接	(195)
6.3.1	PLC 与常用输入设备的连接	(195)
6.3.2	PLC 与常用输出设备的连接	(197)
6.4	减少 I/O 点数的措施	(199)
6.4.1	减少输入点数的措施	(199)
6.4.2	减少输出点数的措施	(202)
6.5	PLC 在开关量控制系统中的应用	(204)
6.5.1	机械手及其控制要求	(204)
6.5.2	PLC 的 I/O 分配	(205)
6.5.3	PLC 程序设计	(206)
6.6	PLC 在模拟量闭环控制中的应用	(211)
6.6.1	PLC 模拟量闭环控制系统的基本原理	(211)
6.6.2	PLC 与其他模拟量控制装置的比较	(211)
6.6.3	PLC 的 A/D 和 D/A 模块介绍	(212)
6.6.4	PLC 的 PID 功能介绍	(219)
6.7	提高 PLC 控制系统可靠性的措施	(222)
6.7.1	适合的工作环境	(222)
6.7.2	合理的安装与布线	(223)
6.7.3	正确的接地	(224)
6.7.4	必须的安全保护环节	(225)
6.7.5	必要的软件措施	(225)
6.7.6	采用冗余系统或热备用系统	(227)
6.8	PLC 控制系统的维护和故障诊断	(228)

6.8.1 PLC 控制系统的维护	(228)
6.8.2 PLC 的故障诊断	(228)
习题	(230)
第 7 章 可编程控制器通信与网络技术	(232)
7.1 PLC 通信基础	(232)
7.1.1 通信方式	(232)
7.1.2 通信介质	(234)
7.1.3 PLC 常用通信接口	(236)
7.1.4 计算机通信标准	(239)
7.2 PC 与 PLC 通信的实现	(242)
7.2.1 概述	(242)
7.2.2 PC 与 FX 系列 PLC 通信的实现	(244)
7.2.3 PC 与 S7-200 系列 PLC 通信的实现	(248)
7.2.4 PC 与 CPM1A 系列 PLC 通信的实现	(250)
7.3 PLC 网络	(253)
7.3.1 生产金字塔结构与工厂计算机控制系统模型	(253)
7.3.2 PLC 网络的拓扑结构	(254)
7.3.3 PLC 网络各级子网通信协议配置的规律	(258)
7.3.4 PLC 网络中常用的通信方式	(258)
7.4 现场总线技术	(261)
7.4.1 现场总线概述	(261)
7.4.2 现场总线的特点与优点	(264)
7.4.3 几种有影响的现场总线	(266)
7.4.4 PROFIBUS-DP 现场总线	(269)
7.4.5 CC-Link 现场总线	(275)
7.5 PLC 网络应用实例	(278)
习题	(280)
第 8 章 三菱 FX 系列 PLC 编程器与编程软件使用方法	(281)
8.1 手持式编程器的使用方法	(281)
8.1.1 FX-10P-E 型手持式编程器的使用方法	(281)
8.1.2 FX-20P-E 型手持式编程器的使用方法	(286)
8.2 SWOPC-FXGP/WIN-C 编程软件的使用方法	(299)
8.2.1 SWOPC-FXGP/WIN-C 编程软件概述	(299)
8.2.2 梯形图程序的输入与编辑	(300)
8.2.3 指令表程序的输入与编辑	(306)
8.2.4 PLC 程序的上传和下载	(308)

8.2.5 “PLC”菜单下其他命令	(309)
8.2.6 PLC 口令设置和计算机口令设置	(310)
8.2.7 软元件的监控与测试	(311)
8.2.8 编程软件与 PLC 的参数设置	(314)
习题	(315)
附录 A FX 系列 PLC 功能指令一览表	(318)
附录 B CX-Programmer 编程软件介绍	(323)
参考文献	(337)



电气控制基础

本章主要通过介绍电气控制领域中常用低压电器的工作原理、用途、型号、规格及符号等知识,电器控制线路的基本环节,并通过对典型电器控制系统的分析,学会正确选择和合理使用常用电器、学会分析和设计电气控制线路的基本方法,为后续可编程控制器(PLC)的学习打下基础。

1.1 常用电器元件及符号

1.1.1 电器的基本知识

1. 电器的分类

电器是接通和断开电路或调节、控制和保护电路及电气设备用的电工器具。完成由控制电器组成的自动控制系统,称为继电器—接触器控制系统,简称电器控制系统。

电器的用途广泛,功能多样,种类繁多,结构各异。下面是几种常用的电器分类。

1) 按工作电压等级分类

(1) 高压电器

用于交流电压 1 200 V(或 1 000 V)、直流电压 1 500 V 及以上电路中的电器。例如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

(2) 低压电器

用于交流 50 Hz(或 60 Hz),额定电压为 1 200 V(或 1 000 V)以下;直流额定电压 1 500 V 及以下的电路中的电器。例如接触器、继电器、刀开关等。

2) 按动作原理分类

(1) 手动电器

用手或依靠机械力进行操作的电器,如手动开关、控制按钮、行程开关等主令电器。

(2) 自动电器

借助于电磁力或某个物理量的变化自动进行操作的电器,如接触器、各种类型的继电器、电磁阀等。

3) 按用途分类

(1) 控制电器

用于各种控制电路和控制系统的电器,如接触器、继电器、电动机起动器等。

(2) 主令电器

用于自动控制系统中发送动作指令的电器,如按钮、行程开关、万能转换开关等。

(3) 保护电器

用于保护电路及用电设备的电器,如熔断器、热继电器、各种保护继电器、避雷器等。

(4) 执行电器

用于完成某种动作或传动功能的电器,如电磁铁、电磁离合器等。

(5) 配电电器

用于电能的输送和分配的电器,如高压断路器、隔离开关、刀开关、自动空气开关等。

4) 按工作原理分类

(1) 电磁式电器

依据电磁感应原理来工作,如接触器、各种类型的电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器

依靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器,如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、温度继电器等。

2. 电器的作用

低压电器能够依据操作信号或外界现场信号的要求,自动或手动地改变电路的状态、参数,实现对电路或被控对象的控制、保护、测量、指示、调节。低压电器的作用如下。

(1) 控制作用

如电梯的上下移动、快慢速自动切换与自动停层等。

(2) 保护作用

能根据设备的特点,对设备、环境、以及人身实行自动保护,如电机的过热保护、电网的短路保护、漏电保护等。

(3) 测量作用

利用仪表及与之相适应的电器,对设备、电网或其他非电参数进行测量,如电流、电压、功率、转速、温度、湿度等。

(4) 调节作用

低压电器可对一些电量和非电量进行调整,以满足用户的要求,如柴油机油门的调整、房间温湿度的调节、照度的自动调节等。

(5) 指示作用

利用低压电器的控制、保护等功能,检测出设备运行状况与电气电路工作情况,如绝缘监测、保护掉牌指示等。

(6) 转换作用

在用电设备之间转换或对低压电器、控制电路分时投入运行,以实现功能切换,如励磁

装置手动与自动的转换,供电的市电与自备电的切换等。

当然,低压电器作用远不止这些,随着科学技术的发展,新功能、新设备会不断出现,常用低压电器的主要种类和用途如表 1-1 所示。

表 1-1 常见的低压电器的主要种类及用途

序 号	类 别	主要品种	用 途
1	断路器	塑料外壳式断路器	主要用于电路的过负荷保护、短路、欠电压、漏电压保护,也可用于不频繁接通和断开的电路
		框架式断路器	
		限流式断路器	
		漏电保护式断路器	
		直流快速断路器	
2	刀开关	开关板用刀开关	主要用于电路的隔离,有时也能分断负荷
		负荷开关	
		熔断器式刀开关	
3	转换开关	组合开关	主要用于电源切换,也可用于负荷通断或电路的切换
		换向开关	
4	主令电器	按钮	主要用于发布命令或程序控制
		限位开关	
		微动开关	
		接近开关	
		万能转换开关	
5	接触器	交流接触器	主要用于远距离频繁控制负荷,切断带负荷电路
		直流接触器	
6	起动器	磁力起动器	主要用于电动机的起动
		星三起动器	
		自耦减压起动器	
7	控制器	凸轮控制器	主要用于控制回路的切换
		平面控制器	
8	继电器	电流继电器	主要用于控制电路中,将被控量转换成控制电路所需电量或开关信号
		电压继电器	
		时间继电器	
		中间继电器	
		温度继电器	
		热继电器	
9	熔断器	有填料熔断器	主要用于电路短路保护,也用于电路的过载保护
		无填料熔断器	
		半封闭插入式熔断器	
		快速熔断器	
		自复熔断器	
10	电磁铁	制动电磁铁	主要用于起重、牵引、制动等
		起重电磁铁	
		牵引电磁铁	

对低压配电电器的要求是灭弧能力强、分断能力好,热稳定性能好、限流准确等。对低压控制电器,则要求其动作可靠、操作频率高、寿命长并具有一定的负载能力。

1.1.2 接触器

接触器,是一种用来自动接通或断开大电流电路的电器。它可以频繁地接通或分断交流电路,并可实现远距离控制。其主要控制对象是电动机,也可用于电热设备、电焊机、电容器组等其他负载。它还具有低电压释放保护功能,接触器具有控制容量大、过载能力强、寿命长、设备简单经济等特点,是电力拖动自动控制线路中使用最广泛的电器元件。

按照所控制电路的种类,接触器可分为交流接触器和直流接触器两大类。

1. 交流接触器

1) 交流接触器结构与工作原理

如图 1-1 所示为交流接触器的外形与结构示意图。交流接触器由以下 4 部分组成。

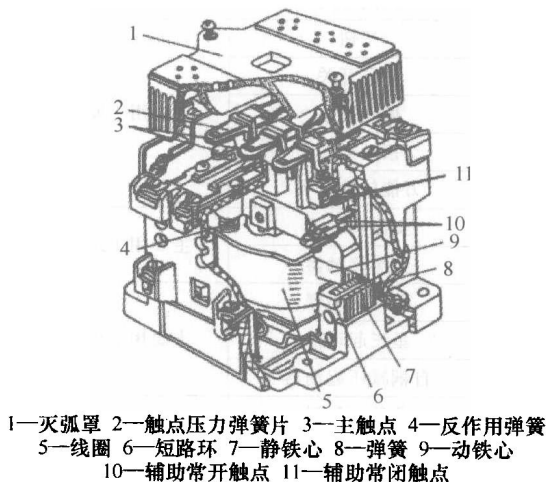


图 1-1 CJ10-20 型交流接触器

(1) 电磁机构

电磁机构由线圈、动铁心(衔铁)和静铁心组成,其作用是将电磁能转换成机械能,产生电磁吸力带动触点动作。

(2) 触点系统

触点系统包括主触点和辅助触点。主触点用于通断主电路,通常为 3 对常开触点。辅助触点用于控制电路,起电气联锁作用,故又称联锁触点,一般常开、常闭各 2 对。

(3) 灭弧装置

容量在 10 A 以上的接触器都有灭弧装置,对于小容量的接触器,常采用双断口触点灭弧、电动力灭弧、相间弧板隔弧及陶土灭弧罩灭弧。对于大容量的接触器,采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧。

(4) 其他部件

包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及外壳等。

电磁式接触器的工作原理如下:线圈通电后,在铁心中产生磁通及电磁吸力。此电磁吸力克服弹簧反力使得衔铁吸合,带动触点机构动作,常闭触点打开,常开触点闭合,互锁或接通线路。线圈失电或线圈两端电压显著降低时,电磁吸力小于弹簧反力,使得衔铁释放,触点机构复位,断开线路或解除互锁。

2) 交流接触器的分类

交流接触器的种类很多,其分类方法也不尽相同。按照一般的分类方法,大致有以下几种。

(1) 按主触点极数分

可分为单极、双极、三极、四极和五极接触器。单极接触器主要用于单相负荷,如照明负荷、焊机等,在电动机能耗制动中也可采用;双极接触器用于绕线式异步电机的转子回路中,启动时用于短接启动绕组;三极接触器用于三相负荷,例如在电动机的控制及其他场合,使用最为广泛;四极接触器主要用于三相四线制的照明线路,也可用来控制双回路电动机负载;五极交流接触器用来组成自耦补偿启动器或控制双笼型电动机,以变换绕组接法。

(2) 按灭弧介质分

可分为空气式接触器、真空式接触器等。依靠空气绝缘的接触器用于一般负载,而采用真空绝缘的接触器常用在煤矿、石油、化工企业及电压在 660 V 和 1 140 V 等一些特殊的场合。

(3) 按有无触点分

可分为有触点接触器和无触点接触器。常见的接触器多为有触点接触器,而无触点接触器属于电子技术应用的产物,一般采用晶闸管作为回路的通断元件。由于可控硅导通时所需的触发电压很小,而且回路通断时无火花产生,因而可用于高操作频率的设备和易燃、易爆、无噪声的场合。

3) 交流接触器的基本参数

(1) 额定电压

指主触点额定工作电压,应等于负载的额定电压。一只接触器常规定几个额定电压,同时列出相应的额定电流或控制功率。通常,最大工作电压即为额定电压。常用的额定电压值为 220 V、380 V、660 V 等。

(2) 额定电流

接触器触点在额定工作条件下的电流值。380 V 三相电动机控制电路中,额定工作电流可近似等于控制功率的两倍。常用额定电流等级为 5 A、10 A、20 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A。

(3) 通断能力

可分为最大接通电流和最大分断电流。最大接通电流是指触点闭合时不会造成触点熔焊时的最大电流值;最大分断电流是指触点断开时能可靠灭弧的最大电流。一般通断能力是额定电流的 5~10 倍。当然,这一数值与开断电路的电压等级有关,电压越高,通断能力越小。

(4) 动作值

可分为吸合电压和释放电压。吸合电压是指接触器吸合前,缓慢增加吸合线圈两端的电压,接触器可以吸合时的最小电压。释放电压是指接触器吸合后,缓慢降低吸合线圈的电压,接触器释放时的最大电压。一般规定,吸合电压不低于线圈额定电压的 85%,释放电压不高于线圈额定电压的 70%。

(5) 吸引线圈额定电压

接触器正常工作时,吸引线圈上所加的电压值。一般该电压数值以及线圈的匝数、线径

等数据均标于线包上,而不是标于接触器外壳铭牌上,使用时应加以注意。

(6) 操作频率

接触器在吸合瞬间,吸引线圈需消耗比额定电流大 5~7 倍的电流,如果操作频率过高,则会使线圈严重发热,直接影响接触器的正常使用。为此,规定了接触器的允许操作频率,一般为每小时允许操作次数的最大值。

(7) 寿命

包括电寿命和机械寿命。目前接触器的机械寿命已达一千万次以上,电气寿命约是机械寿命的 5%~20%。

2. 直流接触器

直流接触器的结构和工作原理基本上与交流接触器相同。在结构上也是由电磁机构、触点系统和灭弧装置等部分组成。由于直流电弧比交流电弧难以熄灭,直流接触器常采用磁吹式灭弧装置灭弧。

3. 接触器的符号与型号说明

1) 接触器的符号

接触器的图形符号如图 1-2 所示,文字符号为 KM。

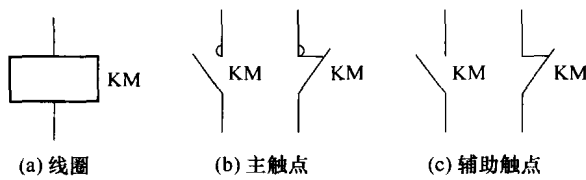


图 1-2 接触器的图形符号

2) 接触器的型号说明

接触器的型号说明如图 1-3 所示。

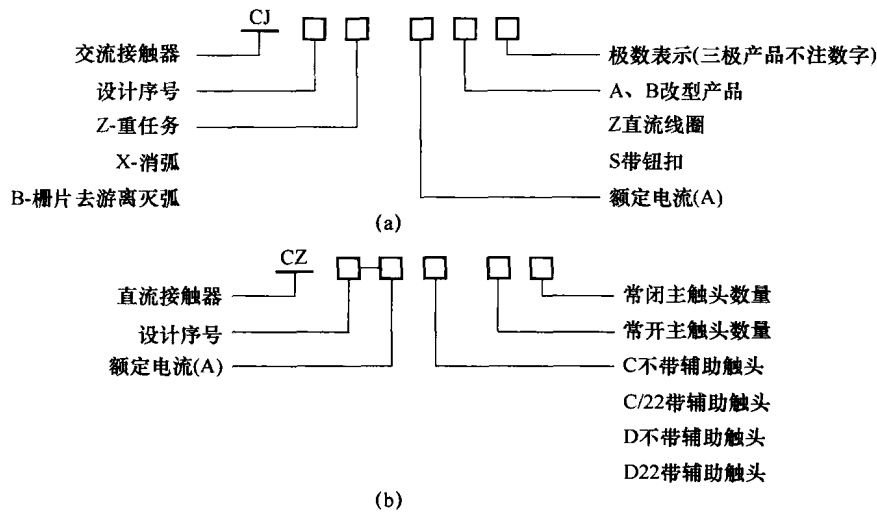


图 1-3 接触器的型号说明

例如:CJ10Z-40/3 为交流接触器,设计序号 10,重任务型,额定电流 40 A,主触点为 3 极。CJ12T-250/3 为改型后的交流接触器,设计序号 12,额定电流 250 A,3 个主触点。

我国生产的交流接触器常用的有 CJ10,CJ12,CJX1,CJ20 等系列及其派生系列产品,CJ0 系列及其改型产品已逐步被 CJ20、CJX 系列产品取代。上述系列产品一般具有 3 对常开主触点,常开、常闭辅助触点各两对。直流接触器常用的有 CZ0 系列,分单极和双极两大类,常开、常闭辅助触点各不超过两对。

除以上常用系列外,我国近年来还引进了一些生产线,生产了一些满足 IEC 标准的交流接触器,下面作一简单介绍。

CJ12B-S 系列锁扣接触器用于交流 50 Hz、电压 380 V 及以下,电流 600 A 及以下的配电电路中,供远距离接通和分断电路用,并适宜于不频繁地起动和停止交流电动机。具有正常工作时吸引线圈不通电、无噪声等特点。其锁扣机构位于电磁系统的下方。锁扣机构靠吸引线圈通电,吸引线圈断电后靠锁扣机构保持在锁住位置。由于线圈不通电,不仅无电力损耗,而且消除了磁噪声。

由德国引进的西门子公司的 3TB 系列、BBC 公司的 B 系列交流接触器等具有 20 世纪 80 年代初水平。它们主要供远距离接通和分断电路,并适用于频繁地起动及控制交流电动机。3TB 系列产品具有结构紧凑、机械寿命和电气寿命长、安装方便、可靠性高等特点。额定电压为 220~660 V,额定电流为 9~630 A。

1.1.3 继电器

继电器是根据某种输入信号的变化,接通或断开控制电路,实现自动控制和保护电力装置的自动电器。

继电器的种类很多,按输入信号的性质分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器、压力继电器等;按工作原理可分为:电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器和电子式继电器等;按输出形式可分为:有触点和无触点两类;按用途可分为:控制用与保护用继电器等。

1. 电磁式继电器

1) 电磁式继电器的结构与工作原理

电磁式继电器是应用得最早、最多的一种形式。其结构及工作原理与接触器大体相同。由电磁系统、触点系统和释放弹簧等组成,电磁式继电器原理如图 1-4 所示。由于继电器用于控制电路,流过触点的电流比较小(一般 5 A 以下),故不需要灭弧装置。

常用的电磁式继电器有电压继电器、中间继电器和电流继电器。电磁式继电器的图形、文字符号如图 1-5 所示。

2) 电磁式继电器的特性

继电器的主要特性是输入-输出特性,又称继电特性,继电特性曲线如图 1-6 所示。当继电器输入量 X 由零增至 X_1 以前,继电器输出量 Y 为零。当输入量 X 增加到 X_2 时,继电器吸合,输出量为 Y_1 ;若 X 继续增大, Y 保持不变。当 X 减小到 X_1 时,继电器释放,输出量由