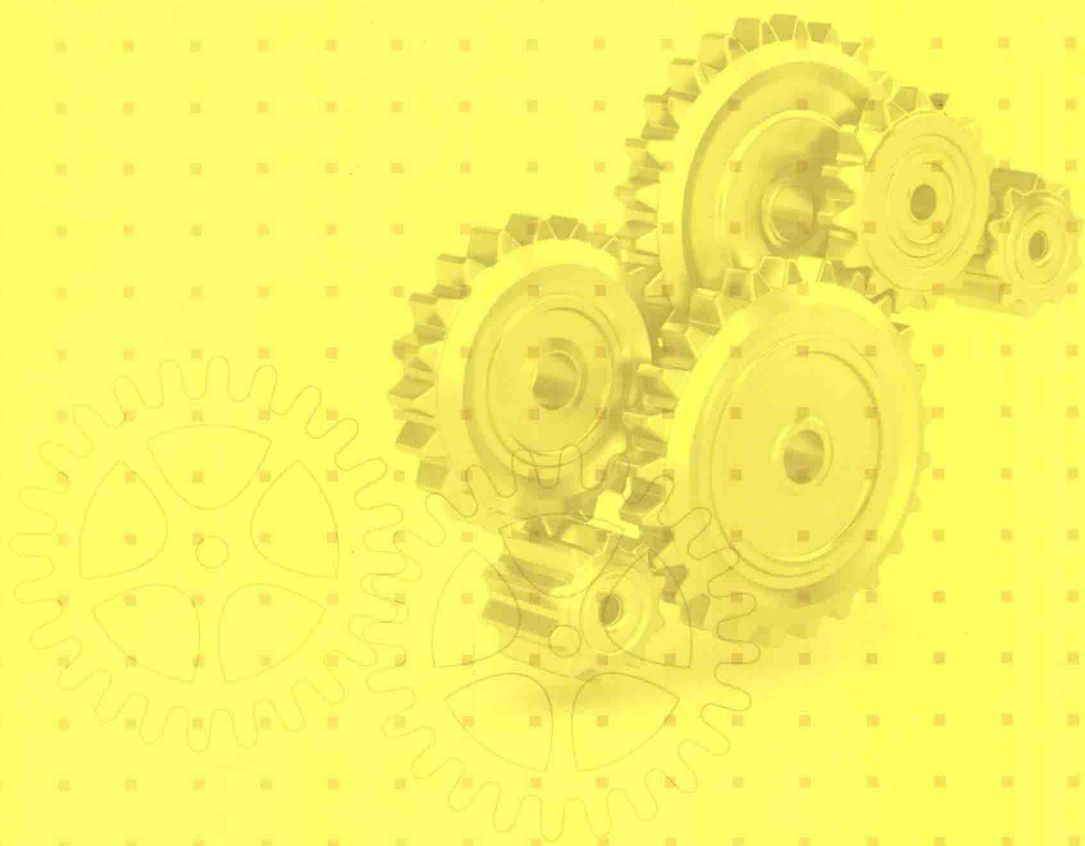




数控机床电气控制

(第3版)

● 主 编 陈子银

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数控机床电气控制

(第3版)

主 编 陈子银

副主编 屈海军

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材以培养技能型人才为目的,从应用的角度出发主要介绍了数控机床电气控制技术。全书分为6章,包括数控机床常用低压电器、数控机床电气控制基本环节、计算机数控系统、数控机床伺服驱动系统、PLC及在数控机床中的应用、数控机床电气控制电路设计实例等。

本书可作为本科院校教学用书,也可作为各高等院校教材参考书以及工厂维修人员的自学参考书。适合作为数控技术、机电一体化、机械制造及自动化等专业教学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制 / 陈子银主编. — 3版. — 北京: 北京理工大学出版社, 2016.8
ISBN 978-7-5682-2847-3

I. ①数… II. ①陈… III. ①数控机床-电气控制 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第196166号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 329千字

版 次 / 2016年8月第3版 2016年8月第1次印刷

定 价 / 45.00元

责任编辑 / 张旭莉

文案编辑 / 张旭莉

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

为了适应高等教育的教学要求,适应市场经济需要,编者总结了多年的教学实践经验编写了《数控机床电气控制》一书。

本书编写的目标是解决数控机床电气控制的技术及应用问题,培养学生分析问题和解决问题的能力,只有掌握了一定的基本原理、基本方法,通过基本技能的训练和实践,才能达到本课程的目标。

本书取材较好地结合了专业特点,教学内容的深度和广度体现了先进性和实用性和实用性。从计算机的诞生到数控机床的出现和应用,数控机床已经成为机电一体化产品的成果。而电气控制技术也在数控机床应用中产生了重要作用。本书以数控原理为理论基础,以数控机床的计算机数控系统、常用低压电器、执行部件(进给伺服电动机、主轴电动机等)与控制部件(伺服驱动单元、PLC 可编程控制器等)及其组成的数控机床自动控制线路为主线,使学习者更好地掌握数控机床电气控制原理、结构及初步设计技能,并具有一定的数控机床电气控制设计的创新能力。全书内容主要包括数控机床常用低压电器、数控机床电气控制基本环节、计算机数控系统、数控机床伺服驱动系统、PLC 及在数控机床中的应用、数控机床电气控制电路设计实例等。

本书共有 6 章,由陈子银主编,全书由陈子银统稿。参与本书编写的还有屈海军、季晓明、张欢、王宵梅、彭红梅、李诚义。另外,本书在编写中得到了武汉华中数控股份有限公司潘安远工程师的大力支持和技术指导,特此表示感谢。

限于编者的水平,许多问题还有待探讨。因此,本书的谬误与不妥之处在所难免,恳请读者不吝赐教,提出批评意见。

编 者

目 录

第 1 章 数控机床常用低压电器	1
1.1 概述	1
1.2 接触器	5
1.3 继电器	10
1.4 低压断路器	20
1.5 熔断器与主令电器	23
1.6 电源变压器	33
习题	37
答案	42
第 2 章 数控机床电气控制基本环节	45
2.1 数控机床电气原理图的绘图规则	45
2.2 数控机床电气控制的逻辑表示	49
2.3 数控机床电气控制线路的基本规律	50
习题	58
答案	63
第 3 章 计算机数控系统	69
3.1 典型数控系统简介	69
3.2 计算机数控系统结构	83
3.3 计算机数控装置的接口	92
3.4 经济型与标准型数控系统	99
3.5 数控系统的电磁兼容性	105
习题	122
答案	125
第 4 章 数控机床伺服驱动系统	127
4.1 数控机床伺服驱动系统概述	127
4.2 数控机床的进给驱动系统	132
4.3 进给驱动装置的接口和选型	146
4.4 数控机床的主轴系统	158
4.5 主轴驱动装置的接口和选型	172

4.6 位置检测装置	176
习题	182
答案	184
第5章 PLC 及在数控机床电气控制中的应用	186
5.1 可编程序控制器概述	186
5.2 可编程序控制器的程序设计	190
5.3 PLC 在数控机床上的应用	198
习题	201
答案	202
第6章 数控机床电气控制电路设计实例	203
6.1 数控机床电气控制电路设计原则	203
6.2 TK1640 数控车床电气控制电路	205
6.3 XK714A 数控铣床电气控制电路	212
习题	217
答案	217
参考文献	218

第1章

数控机床常用低压电器

【本章知识点】

- (1) 电器的概念、分类及结构组成。
- (2) 接触器的功能、图形符号及文字符号、主要技术参数、型号意义、选择方法和使用注意事项。
- (3) 继电器的类型，特别是电磁式继电器、时间继电器、热继电器、速度继电器的功能和应用。
- (4) 低压断路器的类型、功能、图形符号和文字符号及选择方法。
- (5) 熔断器的功能、类型、主要参数及选择方法；掌握各种开关的图形符号和文字符号、基本结构及主要技术参数。
- (6) 各种按钮、指示灯的功能和应用。
- (7) 电源变压器的功能、图形符号和文字符号及选择方法。

数控机床主要是由机械和电气两大部分组成。其中机械部分与普通机床结构相似，电气部分又有“强电”和“弱电”之分。“弱电”部分是指控制系统中以电子元器件、集成电路为主的控制部分。数控机床的“弱电”部分包括 CNC、PLC、MDI/CRT 以及伺服驱动单元、输入输出单元等。“强电”部分是指控制系统中的主回路或高压、大功率回路中的继电器、接触器、开关、熔断器、电源变压器、电动机、电磁铁、行程开关等电气元器件及其所组成的控制电路。

数控机床的控制电路是由各种不同的控制电器元器件组成的，要了解、分析和设计数控机床的控制电路首先要熟悉各种控制电器元器件。

1.1

概 述

电力拖动是用电动机来带动生产机械运动的方式。生产上广泛采用的控制系统为继电器—接触器控制系统，即用按钮开关、接触器、继电器等有触点电器组成。其优点是结构简单、价格低、维修方便；缺点是体积大、工作寿命低。用这类电器组成较复杂控制系统时，

显然触点多,易出故障。

电器是一种能控制电能的设备。它能够根据外界信号的要求,手动或自动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节作用。

1.1.1 电器分类

通常,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。电器的用途广泛,功能多样,构造各异,种类繁多。

1. 按工作电压等级分类

(1) 低压电器。在交流 50 Hz 或 60 Hz 额定电压 1 200 V 以下,直流额定电压 1 500 V 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) 高压电器。在交流 50 Hz 或 60 Hz 额定电压 1 200 V 以上,直流额定电压 1 500 V 以上的电路内起通断保护、控制或调节作用的电器称为高压电器。

2. 按操作方式的原理分类

(1) 手动电器。由人工直接操作才能完成任务的电器称为手动电器,如刀开关、按钮和转换开关等。

(2) 自动电器。不需要人工直接操作,按照电的或非电的信号自动完成接通、分断电路任务的电器称为自动电器,如低压断路器、接触器和继电器等。

3. 按用途分类

(1) 低压配电电器。低压配电电器主要用于低压供电系统,如刀开关、低压断路器、转换开关和熔断器等。

(2) 低压控制电器。低压控制电器主要用于电力拖动控制系统,如接触器、继电器、控制器、控制按钮、行程开关、主令控制器和万能转换开关等。

4. 按工作原理分类

(1) 电磁式电器。电磁式电器是根据电磁感应原理来工作的电器,如交直流接触器、电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器。非电量控制电器的工作是靠外力或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、压力继电器和温度继电器等。

1.1.2 低压电器的结构

电磁式电器在低压电器中占有十分重要的地位,在数控机床电气控制系统中应用最为普遍。电磁式电器主要由电磁机构、触头系统和灭弧装置等组成。

1. 电磁机构

电磁机构的主要作用是将电能量转换成机械能量,将电磁机构中吸引线圈的电流转换成电磁力,带动触头动作,完成通断电路的控制作用。

电磁机构由铁芯、衔铁和线圈等几部分组成，其作用原理：当线圈中有工作电流通过时，电磁吸力克服弹簧的反作用力，使得衔铁与铁芯闭合，由连接机构带动相应的触头动作。

从常用铁芯的衔铁运动形式上看，铁芯主要可分为拍合式和直动式两大类。如图 1-1 (a) 为衔铁沿棱角转动的拍合式铁芯，其铁芯材料由电工软铁制成，它广泛用于直流电器中；图 1-1 (b) 为衔铁沿轴转动的拍合式铁芯，铁芯形状有 E 形和 U 形两种，其铁芯材料由硅钢片叠成，多用于触头容量较大的交流电器中；图 1-1 (c) 为衔铁直线运动的双 E 形直动式铁芯，它也是由硅钢片叠成，多用于触头为中、小容量的交流接触器和继电器中。电磁线圈由漆包线绕制而成，也分为交、直流两大类，当线圈通过工作电流时产生足够的磁动势，从而在磁路中形成磁通，使衔铁获得足够的电磁力，克服反作用力而吸合。在交流电流产生的交变磁场中，为避免因磁通过零点衔铁的抖动，需在交流电器铁芯的端部开槽，嵌入一铜短路环，使环内感应电流产生的磁通与环外磁通不同时过零，使电磁吸力总是大于弹簧的反作用力，因而可以消除交流铁芯的抖动。

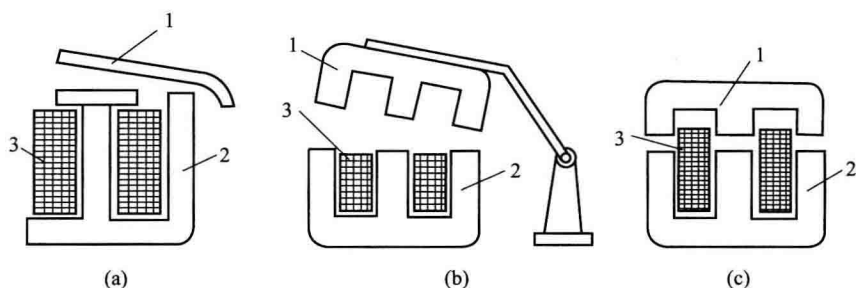


图 1-1 常用的磁路结构

(a) 衔铁沿棱角转动的拍合式铁芯；(b) 衔铁沿轴转动的拍合式铁芯；(c) 双 E 形直动式铁芯

1—衔铁；2—铁芯；3—吸引线圈

2. 触头系统

触头的作用是接通或分断电路，因此要求触头要具有良好的接触性能，电流容量较小的电器常采用银质材料作触头，这是因为银的氧化膜电阻率与纯银相似，可以避免触头表面氧化膜电阻率增加而造成接触不良。

触头的结构有桥式和指式两类。如图 1-2 为桥式触头，其中图 1-2 (a) 为点接触形式，适用于电流不大、触点压力小的场合，图 1-2 (b) 为面接触形式，适用于较大电流的场合；图 1-2 (c) 为指形触头，其接触区域为一直线（长方形截面），触点在结构设计时，

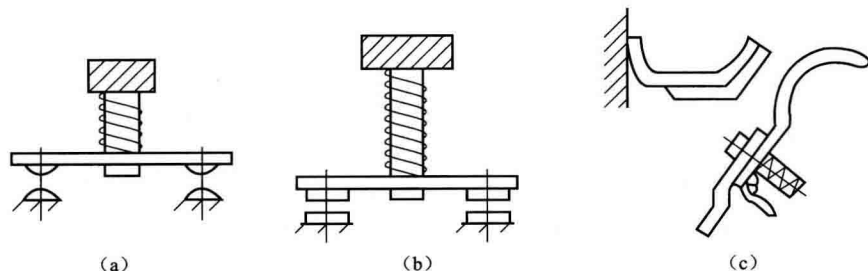


图 1-2 触点结构形式

(a) 点接触形式；(b) 面接触形式；(c) 指形触头

应使触点在接通或断开时产生滚、滑动过程,以去除氧化膜,减少接触电阻,适用于接通次数多、电流大的场合。

为了使触点在接触过程中消除振动,闭合时接触得更紧密,减少接触电阻,可在触点上装接触弹簧,加大触点间的压力。触点间的接触电阻还与接触表面的状况有关。

3. 灭弧装置

电器的动静触点在断开电路的瞬间,由于气体中少量正、负离子在电场强度作用下加速运动,与中性气体分子碰撞,使其发生游离。同时,触点金属内部的自由电子从阴极表面逸出奔向阳极,也撞击中性气体分子,使其激励和游离,这些离子在电场中定向运动时伴随着强烈的热过程,致使在电流通道内形成等离子体,并伴有强烈的声、光和热效应的弧光现象,即为电弧。

由于电弧的高温能将触头烧损,并可能造成其他事故,因此应采用适当措施迅速熄灭电弧。其主要措施有: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。

低压控制电器常用的具体灭弧方法有:

(1) 机械灭弧。机械灭弧是通过机械装置将电弧迅速拉长。这种方法多用于开关电器中。

(2) 磁吹灭弧。如图 1-3 所示是磁吹灭弧装置示意图。由磁吹线圈、引弧角和导磁夹板等组成。由图可见,磁吹线圈产生的磁场其磁通比较集中,它经铁芯和导磁夹板进入电弧空间。于是,电弧在磁场的作用下,在灭弧罩内部迅速向上运动,并在引弧角处被拉到最长。在运动过程中,电弧一方面被拉长,另一方面又被冷却,因此电弧能迅速熄灭。引弧角除有引导电弧运动的作用外,还能把电弧从触点处引开,从而起到保护触点的作用。

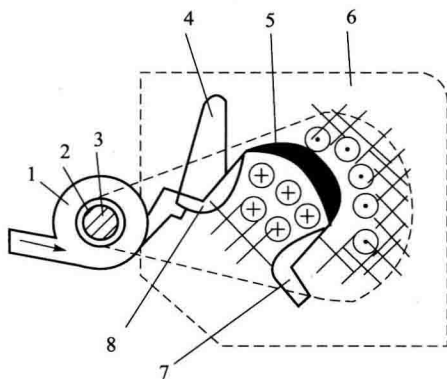


图 1-3 磁吹灭弧装置

这种灭弧装置称为串联磁吹灭弧装置。由于磁吹线圈是与主电路串联,作用于电弧的磁场力随电

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

弧电流的大小而改变,电弧电流越大,灭弧能力越强,且磁吹力的方向与电流方向无关。除外,还有并联磁吹灭弧装置,其优点是弱电流时磁吹效果比串联磁吹灭弧效果好,其缺点是当触点上电流方向改变时,必须同时改变线圈电流的极性,否则磁吹力会反方向,电弧不但不易熄灭,甚至可能损害电器。交直流电器均可能损坏电器。

(3) 窄缝(纵缝)灭弧。如图 1-4 所示是利用灭弧罩上的窄缝实现灭弧的装置。当触点断开时,电弧在电动力的作用下进入窄缝内,窄缝可将电弧柱的直径压缩,使电弧与缝壁紧密接触,加快冷却和去游离作用,从而使电弧加快熄灭。灭弧罩常用耐高温陶土、石棉水泥等材料制成。目前有采用多个窄缝的多纵缝灭弧装置,电动力将电弧引入纵缝,被分劈成若干段直径较小的电弧,以增强冷却和去游离作用,提高灭弧效果。

(4) 栅片灭弧。如图 1-5 所示是栅片灭弧示意图。由灭弧栅片(由多片镀铜薄钢片组

成)、绝缘夹板等组成。当触点断开时,电弧在吹弧电动力的作用下被推向栅片,它们彼此间是相互绝缘的。电弧进入栅片后,被分成一段段串联短电弧,而栅片变成短弧的电极。栅片的作用还在于能导出电弧的热量,使电弧迅速冷却,同时每两片灭弧栅片可以看成一对电极,而每对电极间都有 $150 \sim 250 \text{ V}$ 的绝缘强度,使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强,而每个栅片间的电压却不足以达到电弧燃烧的电压。所以,电弧进入灭弧栅后就很快地熄灭。

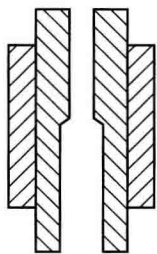


图 1-4 窄缝 (纵缝)
灭弧装置

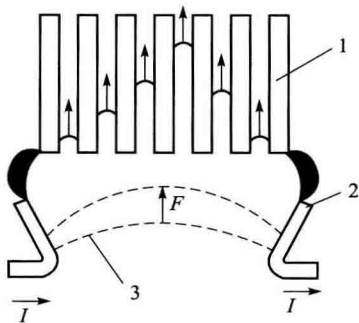


图 1-5 栅片灭弧装置
1—灭弧栅片; 2—触点; 3—电弧

1.2

接 触 器

接触器是一种低压自动切换并具有控制与保护作用的电磁式电器。它可以用来频繁地接通或分断带有负载的主电路(如电动机),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。接触器由电磁机构、触点系统、灭弧装置及其他部件四部分组成,如图 1-6 所示。其工作原理是当线圈通电后,静铁芯产生电磁吸力将衔铁吸合。衔铁带动触点系统动作,使常闭触点断开,常开触点闭合。当线圈断电时电磁吸力消失,衔铁在反作用弹簧力的作用下释放,触点系统随之复位。

接触器按其主触点通过电流的种类不同,分为直流、交流两种,机床上应用最多的是交流接触器。交流接触器的主触头通常有 3 对,直流接触器为 2 对。目前我国常用的交流接触器主要有: CJ20、CJX1、CJX2、CJ12 和 CJ10 等系列,引进德国 BBC 公司制造技术生产的 B 系列,德国 SIEMENS 公司的 3TB 系列,法国 TE 公司 LC1 系列等。交流接触器外形如图 1-7 所示,接触器图形及文字符号如图 1-8 所示。

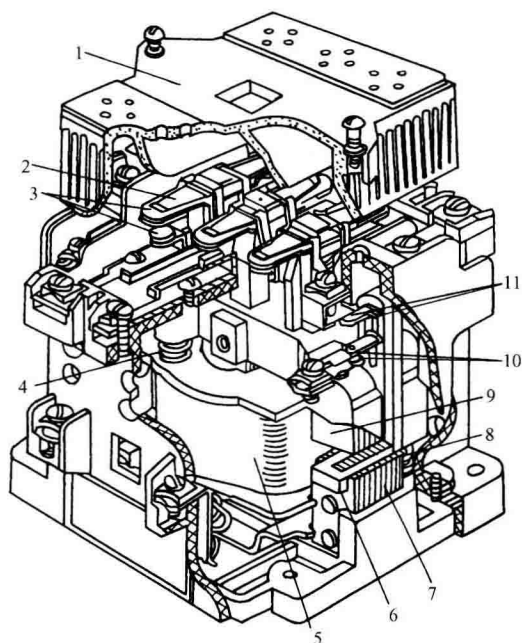


图 1-6 交流接触器结构

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

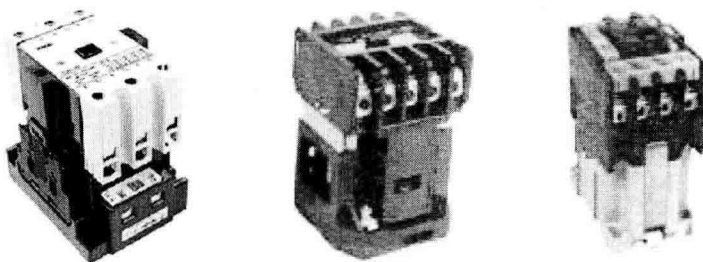


图 1-7 交流接触器外形图

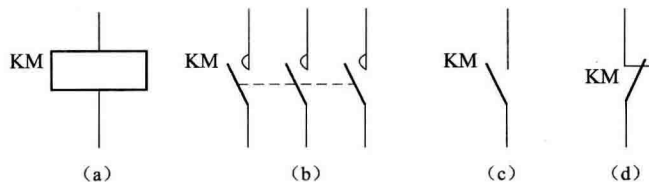


图 1-8 接触器图形及文字符号

(a) 线圈；(b) 主触点；(c) 常闭辅助触点；(d) 常开辅助触点

1.2.1 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的额定电压。常用的额定电压等级如表 1-1 所示。

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。常用的额定电流等级如表 1-1 所示。

表 1-1 接触器的额定电压和额定电流的等级表

	直流接触器	交流接触器
额定电压/V	110, 220, 440, 660	127, 220, 380, 500, 660
额定电流/A	5, 10, 20, 40, 60, 100, 150, 250, 400, 600	5, 10, 20, 40, 60, 100, 150, 250, 400, 600

3. 线圈的额定电压

常用的额定电压等级如表 1-2 所示。选用时一般交流负载用交流接触器，直流负载用直流接触器，但交流负载频繁动作时可采用直流线圈的交流接触器。

表 1-2 接触器线圈的额定电压等级表

直流线圈	交流线圈
24, 48, 100, 220, 440	36, 110, 127, 220, 380

4. 接通和分断能力

接通和分断能力指主触点在规定条件下能可靠地接通和分断的电流值。在此电流值下，接触器接通时主触点不应发生熔焊；接触器分断时主触点不应发生长时间的燃弧。若超出此电流值，其分断则是熔断器、短路器等保护电器的任务。

根据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一样，而不同类别的接触器是根据其不同控制对象（负载）的控制方式所规定的。常见的接触器使用类别及其典型用途如表 1-3 所示。

表 1-3 常见接触器使用类别及其典型用途表

电流类型	使用类别	典 型 用 途
AC 交流	AC1	无感或微感负载、电阻炉
	AC2	线绕式电动机的启动和中断
	AC3	笼型电动机的启动和中断
	AC4	笼型电动机的启动、反接制动、反向和点动

续表

电流类型	使用类别	典 型 用 途
DC 直流	DC1	无感或微感负载、电阻炉
	DC3	并励电动机的启动、反接制动、反向和点动
	DC5	串励电动机的启动、反接制动、反向和点动

接触器的使用类别代号通常标注在产品的铭牌或工作手册中。表中要求接触器主触点达到的接通和分断能力为：

- (1) AC1 和 DC1 类允许接通和分断额定电流。
- (2) AC2、DC3 和 DC5 类允许接通和分断 4 倍额定电流。
- (3) AC3 类允许接通 6 倍额定电流和分断额定电流。
- (4) AC4 类允许接通和分断 6 倍额定电流。

5. 额定操作频率

额定操作频率指每小时的操作次数。交流接触器最高为 600 次/h，而直流接触器最高为 1 200 次/h。操作频率直接影响到接触器的电寿命和灭弧罩的工作条件，对于交流接触器还影响到线圈的温升。

表 1-4 所示为 CZ0 系列直流接触器的规格及主要技术参数；表 1-5 所示为 CJ20 系列交流接触器主要技术参数；表 1-6 所示为 CJX 系列交流接触器的规格及主要技术参数。

表 1-4 CZ0 系列直流接触器的规格及主要技术参数

型 号	额定 电压 U_N/V	额定 电流 I_N/A	主触点形式 及数目		辅助触点形 式及数目			吸引线圈 电压 U/V	吸引线圈 消耗功率 P/W	
			常开	常闭	常开	常闭				
CZ0-40/20	440	40	2	—	2	2	22 48 110 220 440	22		
CZ0-40/02		40	—	2	2	2		24		
CZ0-100/10		100	1	—	2	2		24		
CZ0-100/01		100	—	1	2	1		24		
CZ0-100/20		100	2	—	2	2		30		
CZ0-150/10		150	1	—	2	2		30		
CZ0-150/01		150	—	1	2	1		25		
CZ0-150/20		150	2	—	2	2		40		
CZ0-250/10		250	1	—	5（其中一 对常开，另 4对可任意 组合成常开 或常闭）			31		
CZ0-250/20		250	2	—				40		
CZ0-400/10		400	1	—				28		
CZ0-400/20		400	2	—				43		
CZ0-600/10	600	1	—	50						

表 1-5 CJ20 系列交流接触器主要技术参数

型 号	频率 /Hz	辅助触头 额定电流/A	吸引线圈 电压/V	主触头额定 电流/A	额定电压 /V	可控制电动机 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
CJ20-400				400	380/220	220/115

表 1-6 CJX 系列交流接触器的规格及主要技术参数

型 号	额定绝 缘电压 /V	额定工作 电流/A		可控电动机功率/kW		额定操作频率 /Hz		额定发热 电流/A
				AC-3	AC-4			
		AC-3	AC-4	230 V/400 V/500 V	690 V 400 V	AC-3	AC-4	
CJX1-9	680	9	3.3	2.4 4 5.5	5.5 1.4	1 200	300	20
CJX1-16	680	16	7.7	4 7.6 10	11 3.5	1 200	300	30
CJX1-85	1 000	85	42	28 45 59	67 22	600	300	90
CJX1-170	1 000	170	75	55 90 118	156 40	700	200	210
CJX1-475	1 000	475	165	148 252 342	432 110	500	150	400

1.2.2 接触器的型号含义

1. 直流接触器型号的含义

如图 1-9 所示为直流接触器型号的含义。

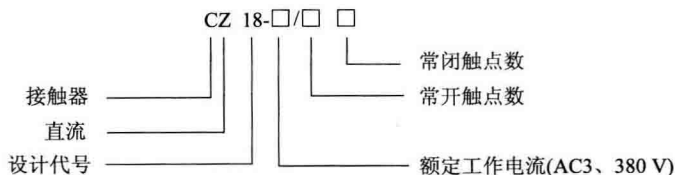


图 1-9 直流接触器型号的含义

2. 交流接触器型号的含义

如图 1-10 所示为交流接触器型号的含义。

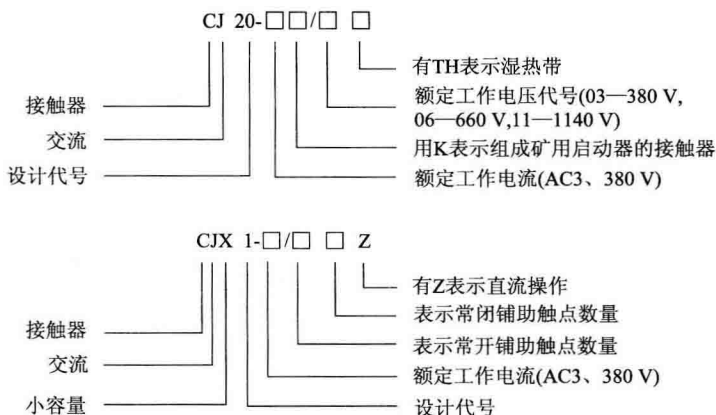


图 1-10 交流接触器型号的含义

1.2.3 交流接触器的选择

选用接触器时应从其工作条件出发,主要考虑下列因素。

- ① 控制交流负载应选用交流接触器;控制直流负载应选用直流接触器。
- ② 接触器的使用类别应与负载性质相一致。
- ③ 主触头的额定工作电压应大于或等于负载电路的电压。
- ④ 主触头的额定工作电流应大于或等于负载电路的电流。
- ⑤ 吸引线圈的额定电压应与控制回路电压相一致,接触器在线圈额定电压 85% 及以上时应能可靠地吸合。

1.2.4 接触器使用中的注意事项

交流励磁的交流接触器在使用中应注意以下几个方面。

- ① 励磁线圈电压应为 $85\%U_N \sim 105\%U_N$ 。
- ② 铁芯衔铁上短路环应完好。
- ③ 衔铁、触点支持件等活动部件动作应灵活。
- ④ 铁芯、衔铁端面接触良好、无异物。
- ⑤ 触点表面接触良好,有一定的超程和接触压力。
- ⑥ 操作频率应在允许范围内。

1.3

继电器

继电器是一种根据输入信号的变化接通或断开控制电路,实现控制目的的电器。继电器

的输入信号可以是电流、电压等电量，也可以是温度、速度、压力等非电量，输出为相应的触点动作。

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、中间继电器、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、电子式继电器、热继电器等。按用途可分为控制用和保护用继电器等。

继电器的特点是它具有跳跃式的输入-输出特性。根据继电器的作用和输入-输出特性，要求继电器应具有反应灵敏、准确、动作迅速、工作可靠、结构牢固和使用耐久的性能。

1.3.1 电磁式继电器

电磁式继电器是应用最多的一种继电器，其结构和工作原理与电磁式接触器相似，也是由电磁机构、触点系统和释放弹簧等部分组成。根据外来信号（电压或电流），利用电磁原理使衔铁产生闭合动作，从而带动触点动作，使控制电路接通或断开，实现控制电路的状态改变。值得注意的是，继电器的触点不能用来接通和分断负载电路，这也是继电器的作用和接触器的作用的区别。

由于继电器是用于切换小电流的控制电路和保护电路，触点的容量较小，不需要灭弧装置。如图 1-11 所示为电磁式继电器的外形图。



图 1-11 电磁式继电器外形图

电磁式继电器的种类不同，但一般图形符号是相同的，如图 1-12 所示。电流继电器的文字符号为 KI，线圈方格中用 $I>$ （或 $I<$ ）表示过电流（或欠电流）继电器；电压继电器的文字符号为 KV，线圈方格中用 $U>$ （或 $U<$ ）表示过电压（或欠电压）继电器。

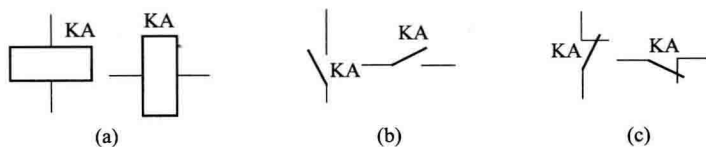


图 1-12 电磁继电器图形及文字符号

(a) 吸引线圈；(b) 常开触点；(c) 常闭触点