

全国高等职业院校数控类专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO SHUKONGLEI ZHUANYE JIAOCAI

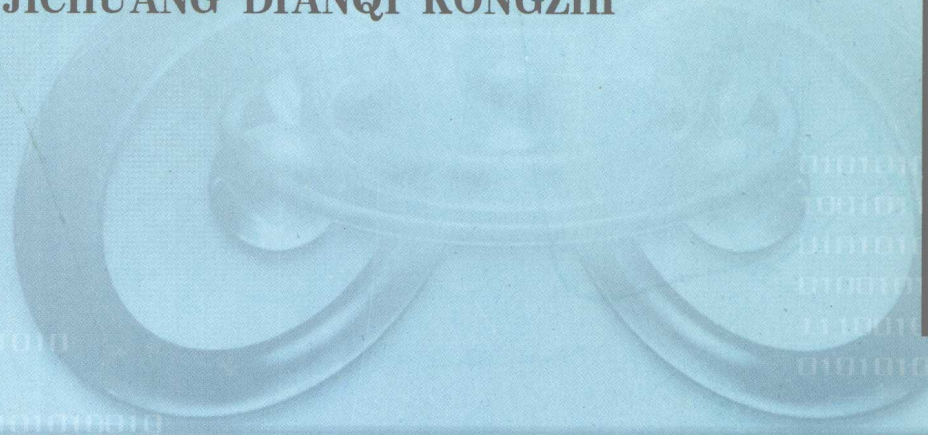
01010101010101010101  
01010101010101010101  
01000101010101010101  
01010101  
000101010101  
1100100101010101

010101  
010101  
010101  
111001  
010101  
101101


01010101010101010101  
101010101010101010101  
101010101010101010101  
01010101  
001010101010101010101  
01010101010101010101

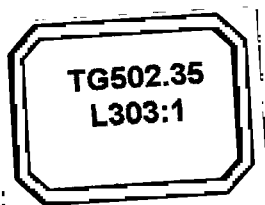
# 机床电气控制

JICHUANG DIANQI KONGZHI



502.35  
303:1

 中国劳动社会保障出版社



全国高等职业技术院校数控类专业教材

# 机床电气控制

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机床电气控制/李曦主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2004  
全国高等职业技术学院数控类专业教材

ISBN 7-5045-4264-4

I. 机… II. 李… III. 机床-电气控制 IV. TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 009545 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

北京兴达印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 12印张 298千字

2004年4月第1版 2004年9月第2次印刷

印数:5000册

定价:22.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

# 前言

---

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业技术学院系列教材。从2004年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需要不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业技术学院主要专业的教材体系。

在高等职业技术学院系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

数控类专业教材主要包括《机械制造工艺学》《金属材料及热处理》《电工基本技能》《数控原理及系统》《数控编程》《数控机床机械系统》《机床电气控制》《数控系统故障诊断与排除（2005年出版）》等，可供高职院校、技师学院、高级技校数控技术应用、数控设备应用与故障排除等专业使用。教材的编写参照了相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2004年2月

## 简介

---

本书为全国高等职业院校数控类专业教材，供各类高职院校、技师学院、高级技校相关专业使用。主要内容有：机床电气控制基础，变压器的结构和原理，直流电动机、交流电动机，步进电动机的工作原理、电气调速系统以及选型，可编程控制器的基本原理和逻辑指令，机床电气控制线路分析和线路设计等。

本书也可用于高级技术人才培养。

本书由李曦主编，钱星、冯丹凤参加编写；岳向阳审稿。

---

# 目录

---

第一章 绪论 .....	( 1 )
第二章 机床电气控制基础 .....	( 4 )
§ 2—1 概述 .....	( 4 )
§ 2—2 常用电气元件及其符号 .....	( 8 )
§ 2—3 控制线路及其接线图绘制基础 .....	( 39 )
第三章 变压器 .....	( 44 )
§ 3—1 变压器的结构、分类与工作原理 .....	( 44 )
§ 3—2 三相变压器 .....	( 48 )
第四章 直流电动机 .....	( 55 )
§ 4—1 直流电动机的特性及速度调节 .....	( 55 )
§ 4—2 直流调速系统 .....	( 63 )
§ 4—3 机床调速系统 .....	( 68 )
第五章 交流电动机 .....	( 71 )
§ 5—1 概述 .....	( 71 )
§ 5—2 三相异步电动机的特性及速度调节 .....	( 73 )
§ 5—3 同步电动机 .....	( 84 )
§ 5—4 直线电动机 .....	( 87 )
* § 5—5 交流调速控制系统 .....	( 92 )
第六章 步进电动机 .....	( 99 )
§ 6—1 步进电动机的基本结构与工作原理 .....	( 99 )
§ 6—2 步进电动机的环形分配器 .....	( 105 )
§ 6—3 步进电动机传动与控制 .....	( 107 )
第七章 电动机的选择 .....	( 110 )
§ 7—1 电动机种类、电压、转速和结构形式的选择 .....	( 110 )
§ 7—2 电动机的发热冷却及电动机工作制的分类 .....	( 113 )
§ 7—3 电动机容量的选择 .....	( 117 )

<b>第八章 可编程控制器的基本原理</b> .....	(119)
§ 8—1 可编程控制器概述 .....	(119)
§ 8—2 可编程控制器的基本控制原理 .....	(127)
§ 8—3 可编程控制器与微机及继电器控制的区别 .....	(132)
§ 8—4 FX 系列 PC 简介 .....	(133)
<b>第九章 可编程控制器的逻辑指令</b> .....	(138)
§ 9—1 可编程控制器梯形图编程规则 .....	(138)
§ 9—2 可编程控制器的逻辑指令简介 .....	(140)
§ 9—3 可编程控制器逻辑指令应用实例 .....	(148)
<b>第十章 典型机床电气控制线路分析</b> .....	(152)
§ 10—1 普通车床电气控制线路 .....	(152)
§ 10—2 普通钻床电气控制线路 .....	(156)
§ 10—3 数控铣床控制线路 .....	(159)
<b>第十一章 机床电气控制线路设计</b> .....	(164)
§ 11—1 机床电气控制线路的一般设计方法 .....	(164)
§ 11—2 机床电气控制系统图 .....	(167)
§ 11—3 电气控制线路的常见基本环节 .....	(170)
<b>附录 常用机床电路图图形符号 (摘自 JB 2739—83)</b> .....	(180)

## 一、电气控制系统的构成及作用

现代生产需要机械系统的操作向方便、简洁、自动、可靠、经济、安全的方向发展，电气控制系统就是满足这些要求的中介设备。

所谓控制系统，是指能够根据指令或外界条件自动地完成一定功能的系统。它一般介于人与设备之间。一套完整的控制系统，除了可以根据指令合理地驱动设备进行工作，自动实现设备的启、停以及设备工况之间的联锁等功能之外，在出现某些特殊的情况下，如设备损坏、人身损伤或者是环境条件恶化，应该可以自动地采取相应的保护措施，避免重大事故的发生，同时应给出相关的指示或报警。

控制器和控制对象的总和称为控制系统。控制器由信号给定部分、逻辑判断部分和驱动元件组成。其中，逻辑判断部分是控制系统的核心，它负责对操作意图及外围状态进行分析判断，以驱动设备工作。信号给定部分是控制系统的受令部分，负责接收操作人员的指令。驱动部分则仅仅是一个放大环节或转换环节，负责将逻辑判断部分的输出信号进行放大或进行其他处理，以驱动被控对象动作。但不一定每个系统都有信号给定部分和驱动部分。常用控制系统结构如图 1—1 所示。



图 1—1 控制系统结构图

有的设备在运行时，要求能依据外界条件的变化而改变自身的工作状态。这就要求对应的控制系统必须能从现场取得信号，使控制系统按要求输出。类似这种把系统的输出信号即设备运行的参数，送到输入端，由逻辑判断部分拾取，又反过来作为输入信号参与逻辑分析判断，影响判断部分的输出的系统称为闭环控制系统；而输出信号不参与分析、判断的系统，称为开环控制系统。闭环控制系统的结构如图 1—2 所示。

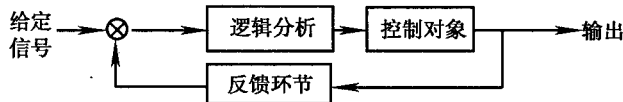


图 1—2 闭环控制系统结构图

开环系统的精度很难做得很高，这是因为开环系统没有根据系统的实际输出修正输入，即输出对输入没有影响，受外界扰动较大，因此难以使系统有较准确的输出。实际生产应用中往往采用闭环系统。



控制系统的主要作用有：

(1) 自动地使机械控制设备按预定的要求动作，将复杂的操作简单化，减轻人的劳动强度。

(2) 精确控制手工难以精确控制的设备。

(3) 代替人在高温、有毒、易燃等危险场所以及在狭窄、水下、高空、远距离等人不易到达的地方操作设备。

(4) 快速判断可能出现的各种危险情况并做出相应调整，自动保护人和设备的安全等。

## 二、控制线路的构成及特点

电气自动化控制有继电器、接触器构成的控制，电子元件构成的可编程控制和微电脑构成的控制等，其中微电脑构成的电气控制代表了目前电气控制系统的前沿。

从线路上看，电气控制线路可分为主回路和控制回路。一般电气控制线路由以下部分构成：

(1) 电源及保护部分 分别为主回路和控制回路提供电源，并为主回路和控制回路提供相应的保护，以保证设备线路在发生短路故障时及时切断电源。

(2) 控制部分 一般为串接在主回路中的开关或其他电气设备，使得控制系统输出信号得到响应。

(3) 测量与执行部分 由传感器、变换元件等组成，专门检测外部参量，如检测温度的温度继电器，检测位置的位置开关等，通过测量信号进行相应的逻辑分析、判断给出相应的运行结果。当设备出现过热、过压、缺润滑油等特殊情况时，可以给出指示，必要时立即切断电源，以保护设备不致损坏。

(4) 指示部分 分为故障指示、状态指示和操作指示等，可以是灯光指示，也可以是声音指示或其他指示。

(5) 受令部分 即接受操纵命令的部分。一般为主令电器，如按钮、主令开关等。

各部分之间的关系如图 1—3 所示。

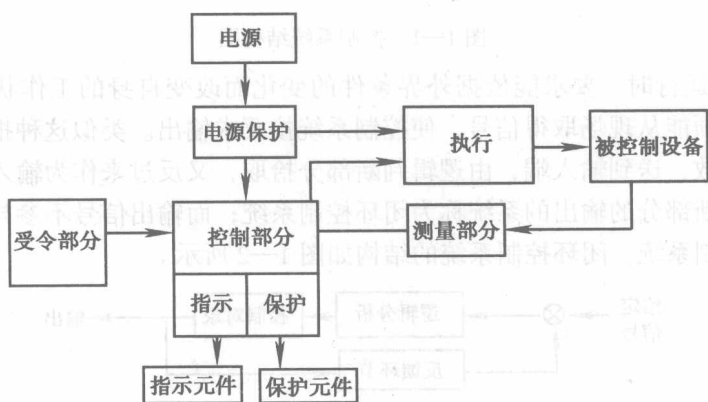


图 1—3 电气控制系统各部分之间的关系

接触器、继电器控制系统以其结构简单、工作可靠、使用寿命长和易于维修而广泛应用于各种电气控制中。可编程控制器及微电脑控制器以功耗小、控制灵活且容易实现较复杂的控制，也广泛地应用于大型机械设备的电气控制中。本书将主要围绕接触器、继电器以及可

编程控制器等常见元件来介绍机床电气控制系统的设计分析方法。

### 三、机床电气控制系统

机床控制是电气控制的一个重要组成部分，其主要任务是实现对主轴的转速和进给量的控制，还要完成如各种保护、冷却、照明等系统的控制。机床的电气控制系统就是用电气手段为机床提供动力，并实现上述控制任务的系统。

在机床工业的发展过程中，提高机床的加工速度和加工精度，始终是人们努力解决的相互制约的两大课题，也是推动机床电气控制系统发展的动力。电力拖动控制、电力电子、检测、计算机和控制理论的发展，为机床电气控制系统不断发展提供了物质和技术条件。

20世纪40年代以前，机床的电气控制主要采用交流电动机拖动的继电器、接触器控制。由于当时的交流电动机难以实现调速，只能通过皮带、齿轮等机械机构来实现有级变速，因而机床的机械结构比较复杂，同时还限制了加工精度的提高。由于继电器、接触器控制系统可以实现机床的各种运动控制（如起动、制动、反转、变速等），并可实现逻辑控制、联锁控制、异地控制等，因而大大提高了机床的自动化水平，有助于减轻工人的劳动强度，这种控制系统技术简单、易于掌握，至今仍被广泛采用。

20世纪40年代后，发电机、电动机、交磁放大机—电动机等直流调速系统，以其优良的调速性能，被广泛应用于大型机床的主拖动和进给拖动系统中，不仅提高了机床的加工性能，还简化了机床的传动结构。

20世纪60年代开始发展起来的电力电子元件及其变换技术，将直流调速系统中的发电机、交磁放大机等旋转变换机，改变为性能更加优良的静止交换器。如可控硅（SCR）的直流调速系统被广泛用于龙门刨和大型立车的主拖动系统中；由大功率晶体管（GIR）、功率场效应管（P—MOSFET）、绝缘栅双极晶体管（IGBT）等功率器件供电的直流调速系统用于各种机床的进给拖动系统中。

近年来，由于电力电子元件及其变换技术的发展和矢量控制技术的应用，交流调速系统有了很大的发展，在调速性能上完全可以与直流调速系统相媲美，加之性能可靠、维护方便，因而在现代机床中逐步取代着直流调速系统。

在机床的控制方面，近年出现的可编程控制器PC已广泛应用于电气控制系统中。可编程控制器不仅可以按事先编好的程序进行各种逻辑控制，还具有随意编程、自动诊断、通用性强、体积小、可靠性高、可实现网络控制等特点。因此，可编程控制器正逐步取代着继电器、接触器控制系统。

20世纪50年代开始发展起来的数控（NC）机床，是根据事先编制好的程序自动进行加工的高自动化程度的新型机床。随着电力电子、计算机控制、现代控制理论和精密测量等技术的发展和不断完善，现代数控机床已发展成为具有自动编程、自动加工、自动诊断、自动换刀等功能的全面自动化的计算机数控（CNC）机床，数控机床已成为现代机床工业发展的主要方向。

可以预见，随着科学技术的发展，机床电气控制系统将继续向更高的自动化方向发展，以不断提高机床的加工精度、生产效率和自动化水平。

## 第二章

# 机床电气控制基础

### § 2—1 概 述

#### 一、低压电器的作用和分类

低压电器是指在低压供电网络中，能够依据操作信号或外界现场信号的要求，自动或手动地改变线路的状况、参数，用以实现对线路或被控对象的控制、保护、测量、指示、调节和转换等的电气器械。低压电器是构成机床控制线路的最基本元件，它们性能的优劣、状态的好坏将直接影响到控制线路的正常工作。常用低压电器有：电磁类低压控制电器，如接触器、继电器等；保护类低压控制电器，如热继电器、熔断器、漏电保护器等；主令电器类，如按钮、行程开关、主令控制器等；以及其他控制电器，如温度继电器、速度继电器、低压断路器以及电磁阀、电磁抱闸等。图 2—1 为某机床控制电柜的照片，其中包含了大量常见的低压电器、变压器和电动机的伺服控制单元等。

低压电器的作用有：

- (1) 控制作用 如控制设备的起、停等。
- (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，如电动机的过热保护、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气量和非电量进行调整，以满足用户的要求等。
- (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线路工作情况等。
- (6) 转换作用 在用电设备之间转换或对低压电器、控制线路分时投入运行，以实现功能切换。

按照低压电器在控制线路中的作用，可以将低压电器分为低压配电电器和低压控制电器两类：

(1) 低压配电电器 用于低压配电系统或动力设备中，用来对电能进行输送、分配和保护。主要有自动空气开关、低压断路器、熔断器、转换开关等。低压配电电器的主要种类和用途见表 2—1。

(2) 低压控制电器 用于拖动及其他控制线路中，对命令、现场信号进行分析判断并驱动电器设备进行工作。低压控制电器有接触器、继电器、起动机、控制器、主令电器、电磁铁等。常用低压控制电器的主要种类及用途见表 2—2。

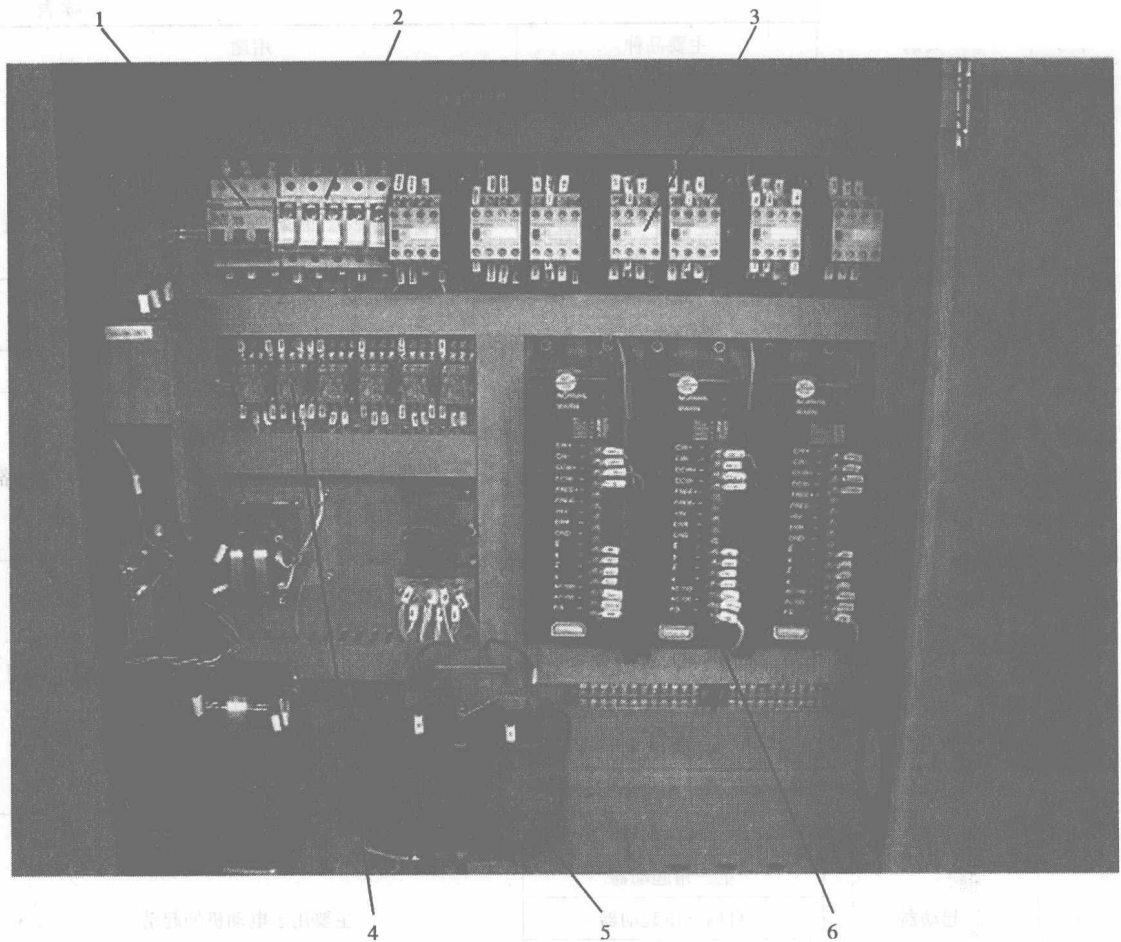


图 2—1 控制电柜实物照片

1—自动空气开关 2—熔断器 3—接触器 4—继电器 5—变压器 6—伺服控制单元

表 2—1 低压配电电器的分类及用途

序号	类别	主要品种	用途
1	断路器	塑料外壳式断路器	用于线路过负荷保护、短路保护、欠电压保护、漏电流保护等，也可用于不频繁接通和断开线路
		框架式断路器	
		限流式断路器	
		漏电保护断路器	
		灭磁断路器	
		直流快速断路器	
2	熔断器	有填料熔断器	主要用于线路的短路保护，也可用于线路的过载保护
		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	

续表

序号	类别	主要品种	用途
3	刀开关	开关板用开关	主要用于线路的隔离,有时也能通断一定的负荷
		负荷开关	
		熔断器式刀开关	
4	转换开关	组合开关	主要用于两种以上电源的切换,也可用于负荷的通断或线路的切换
		换向开关	

表 2—2

常用低压控制电器的分类及用途

序号	类别	主要品种	用途
1	接触器	交流接触器	主要用于远距离频繁控制负荷,用来带负荷切断线路
		直流接触器	
		真空接触器	
		半导体式接触器	
2	继电器	电流继电器	主要用于控制线路中,将被控量的值转换为控制线路所能接受的电量数据或开关信号
		电压继电器	
		时间继电器	
		中间继电器	
		温度继电器	
		热继电器	
3	起动器	全压起动器	主要用于电动机的起动
		星三角起动器	
		自耦减压起动器	
		真空起动器	
		频敏起动器	
4	控制器	凸轮控制器	主要用于控制线路中的切换
		平面控制器	
		鼓形控制器	
5	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	
		万能转换开关	
		接近开关	
		程序开关	
		脚踏开关	
6	电磁铁	起重电磁铁	主要用于起重、牵引、制动等动作较为简单的场合
		牵引电磁铁	
		制动电磁铁	

对低压配电电器，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、使用寿命长并具有一定的负载能力。

在电气控制线路中，两类低压电器常互相配合，同时使用。

常用低压控制电器的使用类别见表 2—3。

表 2—3 常用低压控制电器的使用类别

序号	电流种类	使用类别	典型用途
1	交流	AC—1	无感或微感负载，电阻性负载
		AC—2	绕线转子异步电动机的起动和分断
		AC—3	笼型感应转子异步电动机的起动和运转中分断
		AC—4	笼型感应异步电动机的起动、点动、反接制动与反向
2	直流	DC—1	无感或微感负载，电阻性负载
		DC—3	并励电动机的起动、点动、反接制动
		DC—5	串励电动机的起动、点动、反接制动
		DC—6	通断白炽灯
3	交直流	A	非选择性保护：无人为短延时保护，无额定短时耐受电流要求
		B	选择性保护：有短延时，有额定短时耐受电流要求

## 二、电磁式控制电器的基本原理

由于电磁式低压电器是利用电磁现象完成电气线路或非电对象的切换、控制、检测、保护和指示等功能，电磁式低压电器的结构示意图如图 2—2 所示。其动作过程为：当线圈 1 通电后，将会在铁心 2 中产生磁通，因此产生一定的吸力吸引衔铁 3 向下移动，并带动触头 5 动作，接通或断开线路。当线圈失电后，衔铁在弹簧 4 弹力的作用下，恢复到线圈通电前的状态，触头也同时复位。

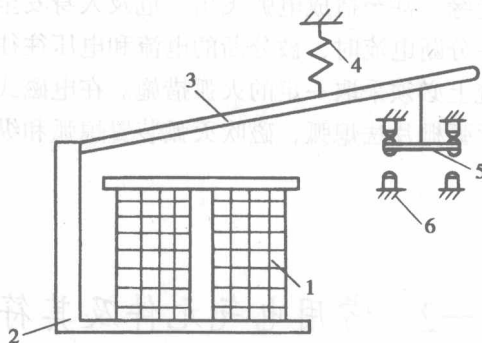


图 2—2 电磁式低压电器结构示意图

1—线圈 2—铁心 3—衔铁 4—弹簧 5—动触头 6—静触头

由此可知，电磁式低压电器应由以下几部分组成：

- (1) 固定支架系统 为触头、线圈、铁心、弹簧等提供支撑、保护、固定、导向等。
- (2) 电磁机构 通电导体会在其周围产生磁场，而绕有多匝导线的线圈在通过电流时，将会产生一个类似磁铁的磁场。依靠线圈通电产生的磁通，使铁心产生吸引力，作为触头动

作的力量来源。

(3) 触头系统 用来对电气线路进行切断或接通的电气部分,是电磁低压电器的执行部分。由于需要对电流进行切断和接通,其导电性能和使用寿命将是考虑的主要因素。在线路接通时,触头处应该接触紧密,导电性能良好;线路切断时则应可靠切断线路,保证有足够的绝缘间隙。影响触头正常工作的主要因素是接触电阻,接触电阻较大时,电流通过时就会发热,造成触头氧化、骨架烧坏甚至触头熔焊。因此,电磁式电器的触头系统应进行专门的设计和制造,如图 2—3 所示。触头的表面无论怎样的平整与光洁,总还存在凸起或凹坑。当动静触头闭合时,不可能是面接触,而是仅有一些凸起部分相接触。电流流过时,局部的电流密度较大,电流导通的电阻也较大,这就是接触电阻产生的原因。此外,如果触头表面有氧化层、油污以及其他杂物时,也会影响接触电阻的大小。通常可采用增加触头之间的压力、合理改变触头的形状以及选择合适的材料等方法减小接触电阻。

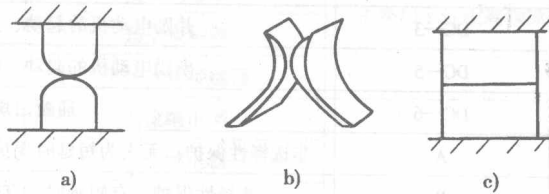


图 2—3 电磁式继电器的触头

a) 点接触式 b) 线接触式 c) 面接触式

(4) 灭弧系统 大部分电磁式低压电器的触头都暴露在空气中。如果触头通断的电源电压超过  $12 \sim 20 \text{ V}$ , 被通断的电流超过  $0.25 \sim 1 \text{ A}$ , 在触头开断的瞬间,就会产生一团温度在  $6000 \sim 20000 \text{ K}$ 、能发出强光、导电的弧状气体,这就是电弧。电弧的产生,一方面使线路仍然保持导通状态,使得本该断开的线路未能断开;另一方面,电弧产生的高温将烧损开断线路的触头,损坏导线的绝缘,甚至造成电弧飞出,危及人身安全,或导致开关电器的爆炸和火灾。电磁式低压电器在分断电流时,被分断的电流和电压往往都较大,因此电弧的产生不可避免,为此,触头系统上必须采取一定的灭弧措施。在电磁式低压电器中,常用的灭弧措施有:灭弧罩法熄弧,灭弧栅片法熄弧,磁吹灭弧装置熄弧和纵缝灭弧熄弧等。

## § 2—2 常用电气元件及其符号

### 一、接触器

接触器是一种用来自动地接通或断开大电流线路的一种控制元件。它可以频繁地接通或分断交直流线路(可承受高达  $1500$  次/h 的通断),并可实现远距离控制,其主要控制对象是电动机,也可用于其他负载。接触器具有控制容量大、过载能力强、使用寿命长、设备简单经济等特点,因此在电气控制中应用十分广泛。

按照所控制线路的种类，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) 按主触头极数分，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、点焊机等，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动机的转子回路中，起动时用于短接起动绕组；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起动器或控制双笼型电动机，以变换绕组接法。

2) 按主触头的静态位置分，可分为动合接触器、动断接触器和混合型接触器三种。主触头为动合触头的接触器用于控制电动机及电阻性负载，用途较广；主触头为动断触头的接触器用于备用电源的配电回路和电动机的能耗制动；而主触头一部分为动合，另一部分为动断的接触器用于发电机励磁回路的灭磁和备用电源。

3) 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 1140 V 等一些特殊的场合。

4) 按有无触头分，可分为有触头接触器和无触头接触器。常见的接触器多为有触头接触器，而无触头接触器属于电子技术应用的产物，一般采用可控硅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。

(2) 交流接触器的工作原理 图 2—4 是交流接触器的结构原理图。它由以下几部分组成：

- 1) 电磁机构。由吸引线圈、铁心和衔铁组成。
- 2) 主触点。根据主触点的容量大小，有桥式触点和指形触点之分。
- 3) 灭弧装置。灭弧装置有很多形式，如磁吹式、灭弧栅和灭弧罩等。
- 4) 辅助触点。在结构上它们皆为桥式双断点，有动合和动断触点，在控制线路中起信号元件的作用，参与线路中的逻辑运算。
- 5) 反力装置。由释放弹簧和触点弹簧组成。当电磁线圈失电时，被吸合的衔铁在弹簧的作用下恢复原位。

6) 支架和底座。用于接触器的固定和安装。

接触器的动作过程是：励磁线圈通电，在铁心中产生磁通，将衔铁吸合。主触点在衔铁的带动下闭合，于是接通主回路。与此同时，辅助触点的动合触点闭合，而动断触点断开。当励磁线圈失电或电压显著降低时，由于反力装置的作用，衔铁被释放，所有触点恢复常态。

### (3) 交流接触器的主要技术参数

1) 额定电压。交流接触器铭牌上标注的额定电压是指主触点的额定电压，通常用的额定电压等级为：220 V，380 V，660 V。

2) 额定电流。交流接触器铭牌上标注的额定电流是指主触点在额定工作状态下的电流，



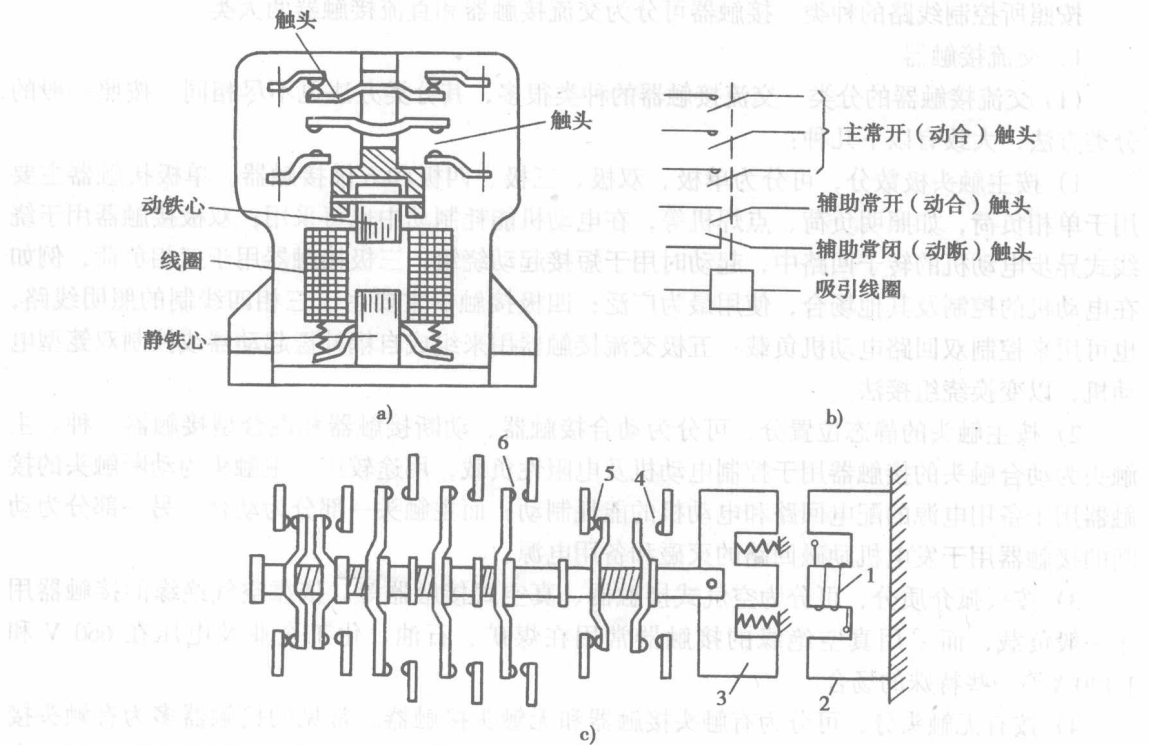


图 2—4 交流接触器的结构

a) 外形 b) 图形符号 c) 结构示意图

1—线圈 2—静铁心 3—动铁心 4—辅助常开触头 5—辅助常闭触头 6—主常开触头

通常用的额定电流等级为：5 A，10 A，20 A，40 A，60 A，100 A，150 A，250 A，400 A，600 A。

3) 励磁线圈的额定电压。接触器正常工作时，电磁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。通常用的额定电压等级为：36 V，127 V，220 V，380 V。

4) 接通和分断能力。此处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头闭合时不会造成触头熔焊时的最大电流值；最大分断电流是指触头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，需说明的是这一数值与开断线路的电压等级有关，电压越高，通断能力越弱。

5) 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。

6) 寿命。包括电寿命和机械寿命。电寿命是指在正常工作条件下，不需修理和更换零件的操作次数。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%。

(4) 交流接触器的型号说明 在接触器中，空气电磁式交流接触器应用最广、品种最多。根据国家标准，交流接触器的命名规则如图 2—5 所示。