



职业院校教改规划教材

JICHUANG

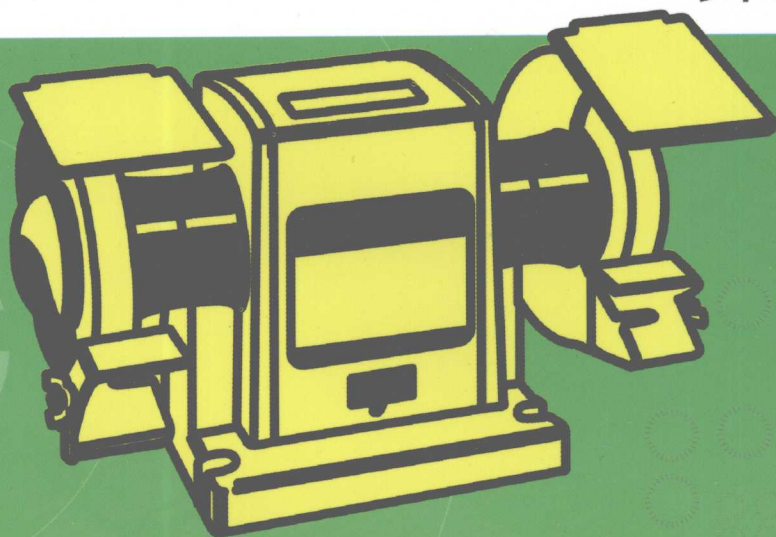
DIANQI

KONGZHISHU

机床电气控制技术



马来焕 主编



陕西人民教育出版社

职业院校教改规划教材

机床电气控制技术

主 编 马来焕

副主编 刘公信 宋学锋 袁卫东 王博荣
唐惠龙 王 瑛 王广平 牟宏钧
王保宝 常文利

陕西人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制技术/马来焕主编. —西安:陕西人民教育出版社,2007.3

ISBN 978 - 7 - 5419 - 9787 - 7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025053 号

机床电气控制技术

马来焕 主编

陕西人民教育出版社出版发行

(西安市长安南路 181 号)

各地新华书店经销 五二三振兴印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 16 开本 14.5 印张 345 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5419 - 9787 - 7

定价:25.00 元

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，探索职业院校教育教学改革的新模式、新方法，按照教育部《2004-2007年职业教育教材开发编写计划》（以下简称《计划》）有关要求，我们组织有关职业院校的专家，对相关专业的教材进行了多次研讨，遴选了一些较为成熟的成果，组织编写了“职业院校教改规划教材”，以推动职业院校教育教学的改革与发展。

本系列教材坚持科学的发展观和以人为本的指导思想，落实《计划》中提出的“积极推进课程和教材改革，开发和编写反映新知识、新技术、新工艺、新方法，具有职业教育特色的课程和教材”要求，坚持以就业为导向，以能力为本位，面向市场、面向社会，为经济结构调整和科技进步服务，为就业和再就业服务。充分发挥地方、行业和职业院校的积极性，尊重群众首创精神，鼓励教材不断创新，努力建立适应社会主义市场经济体制和现代化建设需要，反映现代科学技术水平，具有职业教育特色，品种多样，系列配套，层次衔接，有利于培养高素质劳动者和高、中、初级实用人才的职业教育教材体系。

本系列教材在内容的选取上，重视基本概念，淡化理论分析，降低理论难度，把握必须够用，并且反映最新职业教育教学改革方向，把重点放在了知识与技能的扩充性和学生可持续发展能力的培养上，具有一定的前瞻性。

本系列教材适用于高职、高专、成人高校、普通中专、职业中专相关专业使用。

陕西人民教育出版社

2007年2月

前 言

本教材依据教育部高等职业教育机床电气控制技术课程的教学基本要求,为高等职业技术学院机电技术应用、数控技术应用、机械设计制造、自动化及相关专业编写的机床电气控制技术教材。在教材编写过程中,力求在以下两个方面有所创新:第一,在教材内容的选取上,重视基本概念,淡化理论分析,降低理论难度,把握够用为度;第二,突出应用型知识的学习和能力培养,力求使基础理论与工程实践有机结合。各章内容安排相对独立,便于不同专业、不同学时

的学生根据需要选学。

本教材由宝鸡职业技术学院马来焕主编,宝鸡职业技术学院刘公信、宋学锋、袁卫东、王博荣、唐惠龙、王瑛、王广平、牟宏钧、王保宝、常文利为副主编。全书由马来焕、袁卫东、王博荣策划、由唐惠龙负责统稿。

教材共分六章内容,第一章为常用低压电器,由常文利编写,第二章为机床电气控制的基本环节,由王瑛编写,第三章为常用机床电气控制线路分析,由王保宝编写,第四章为数控机床电气控制线路,由牟宏钧编写,第五章为可编程序控制器的原理与应用,由王广平编写,第六章为实验实训,由唐惠龙编写。各章后都附有一定的思考题,以便学生对所学知识的巩固和提高。

本教材的编写参考了大量文献资料,借鉴了许多同行的宝贵经验,同时,宝鸡职业技术学院领导给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,对于本书出现的疏漏及不足之处,恳请业界专家、学者及使用本书的广大读者批评指正。

编 者

2007年2月

目 录

绪 论	(1)
第一章 常用低压电器	
§ 1.1 低压电器概述	(3)
1.1.1 低压电器的分类	(3)
1.1.2 低压电器的结构	(5)
§ 1.2 电磁式接触器	(7)
1.2.1 交流接触器的结构与符号	(8)
1.2.2 交流接触器的工作原理	(9)
1.2.3 交流接触器的主要技术数据和型号	(9)
1.2.4 交流接触器的选用	(10)
1.2.5 交流接触器的常见故障、原因和处理方法	(11)
§ 1.3 继电器	(12)
1.3.1 电磁式电流、电压、中间继电器	(13)
1.3.2 时间继电器	(15)
1.3.3 热继电器	(18)
1.3.4 速度继电器	(20)
§ 1.4 熔断器	(21)
1.4.1 熔断器的结构及工作原理	(21)
1.4.2 常用熔断器	(21)
1.4.3 熔断器的主要参数及型号的含义	(23)
1.4.4 熔断器的选择和维护	(24)
§ 1.5 开关及主令电器	(25)
1.5.1 开关	(25)
1.5.2 主令电器	(31)
§ 1.6 电磁铁和电磁离合器	(34)
1.6.1 电磁铁	(34)
1.6.2 电磁离合器	(35)
§ 1.7 交流电动机	(36)
1.7.1 三相异步电动机的结构	(36)
1.7.2 三相异步电动机的工作原理	(38)

本章小结	(42)
习题一	(42)
第二章 电气控制线路的基本环节	
§ 2.1 电气控制系统图的绘制	(44)
2.1.1 电气控制线路的图形符号和文字符号	(44)
2.1.2 电气控制系统图的绘制	(44)
§ 2.2 三相笼型异步电动机的直接起动控制线路	(48)
2.2.1 单向旋转的控制线路	(49)
2.2.2 点动控制线路	(50)
2.2.3 正反转控制线路	(51)
2.2.4 自动往复循环控制线路	(52)
2.2.5 顺序控制线路	(53)
2.2.6 多地控制线路	(55)
§ 2.3 三相笼型异步电动机的降压起动控制线路	(55)
2.3.1 定子绕组串接电阻(或电抗器)降压起动控制线路	(56)
2.3.2 Y— Δ 降压起动控制线路	(57)
2.3.3 自耦变压器降压起动控制线路	(58)
§ 2.4 三相绕线式异步电动机的起动控制线路	(59)
2.4.1 按时间原则控制的转子绕组串接电阻起动控制线路	(60)
2.4.2 按电流原则控制的转子绕组串接电阻起动控制线路	(61)
§ 2.5 三相异步电动机的制动控制线路	(62)
2.5.1 机械制动控制线路	(62)
2.5.2 电气制动控制线路	(63)
§ 2.6 三相异步电动机调速控制线路	(67)
2.6.1 按钮控制的双速异步电动机控制线路	(67)
2.6.2 双速电动机按时间原则控制的高速起动控制线路	(69)
本章小结	(70)
习题二	(70)
第三章 典型机械设备电气控制系统分析	
§ 3.1 普通车床电气控制线路	(72)
3.1.1 普通车床主要结构及运动形式	(72)
3.1.2 电力拖动的要求与控制特点	(73)
3.1.3 CM6132 型车床电气控制线路分析	(74)
§ 3.2 磨床电气控制线路	(76)
3.2.1 磨床的主要结构及运动情况	(76)
3.2.2 M7130 平面磨床电力拖动特点及控制要求	(77)

3.2.3	M7130 型平面磨床电气控制	(77)
3.2.4	平面磨床电气控制常见故障分析	(81)
§ 3.3	钻床电气控制线路	(81)
3.3.1	摇臂钻床的主要结构及运动情况	(81)
3.3.2	电力拖动方案与拖动要求	(82)
3.3.3	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	(83)
§ 3.4	铣床电气控制线路	(86)
3.4.1	铣床的主要结构、运动形式、电力拖动形式及控制要求	(87)
3.4.2	主电路分析	(87)
3.4.3	控制电路分析	(89)
3.4.4	辅助电路及保护环节分析	(91)
3.4.5	X62W 万能铣床电气控制线路的特点	(91)
	本章小结	(92)
	习题三	(92)
第四章 数控机床电气控制线路		
§ 4.1	数控机床概述	(94)
4.1.1	数控系统简介	(95)
4.1.2	主轴驱动装置	(98)
4.1.3	变频器的基本结构与工作原理	(101)
4.1.4	进给驱动装置	(104)
4.1.5	步进电机驱动的进给系统	(107)
4.1.6	直流伺服驱动的进给系统	(110)
4.1.7	交流伺服驱动的进给系统	(111)
4.1.8	位置检测装置	(112)
§ 4.2	数控车床电气控制线路	(112)
4.2.1	数控机床的组成及分类	(113)
4.2.2	CK0630 数控车床的功能	(113)
4.2.3	CK0630 数控车床的电气控制电路	(114)
§ 4.3	数控铣床电气控制线路	(122)
4.3.1	机床的功能	(122)
4.3.2	XK714A 数控铣床的电气控制电路	(123)
	本章小结	(127)
	习题四	(127)
第五章 可编程控制器		
§ 5.1	可编程控制器简介	(128)
5.1.1	可编程控制器的产生与定义	(128)

5.1.2	可编程序控制器的功能及特点	(130)
5.1.3	可编程序控制器的应用与发展	(131)
5.1.4	可编程序控制器的分类和性能指标	(133)
§ 5.2	可编程序控制器的基本结构与工作原理	(135)
5.2.1	可编程序控制器的基本结构	(135)
5.2.2	可编程序控制器的编程语言	(138)
5.2.3	可编程序控制器的工作原理	(141)
5.2.4	可编程序控制器执行用户程序的工作过程	(142)
§ 5.3	可编程序控制器的基本指令系统	(143)
5.3.1	FX 系列 PLC 的内部系统配置	(143)
5.3.2	FX 系列 PLC 的基本指令	(146)
5.3.3	基本指令的编程方法	(158)
§ 5.4	步进指令及其应用	(162)
5.4.1	顺序功能状态图(SFC)	(162)
5.4.2	步进顺控指令	(164)
5.4.3	步进顺控指令的应用	(165)
§ 5.5	功能指令及其用法	(169)
5.5.1	功能指令的基本格式	(169)
5.5.2	功能指令	(170)
§ 5.6	PLC 控制系统综合设计与应用	(177)
5.6.1	PLC 控制系统的设计步骤及内容	(177)
5.6.2	PLC 控制应用实例	(181)
5.6.3	PLC 应用中要注意的实际问题	(191)
本章小结		(193)
习题五		(194)

第六章 实验与实训

实验一	三相异步电动机的点动和正转实验	(197)
实验二	电动机的正反转控制实验	(198)
实验三	自动往复循环控制实验	(200)
实验四	多台电动机的顺序控制实验	(201)
实验五	电动机的反接制动控制实验	(203)
实验六	可编程序控制器的基本操作实验	(205)
实验七	可编程序控制器定时器、计数器指令实验	(211)
实验八	交流电动机 Y/ Δ 起动的可编程序控制器控制实验	(214)
附录	电气控制线路中常用图形符号和文字符号	(218)

绪 论

一、机床电气控制技术的发展

随着科学技术的发展,生产工艺不断提出新的要求,机床电气控制装置也在不断地更新。在控制方法上主要从手动到自动控制;在控制功能上,从简单控制到复杂控制;在控制理论上,由单一的有触点硬接线继电器控制系统转变为以计算机为中心的软件控制系统。随着新的控制理论和新型电子器件的出现,将不断地推动机床电气技术的发展。

在 20 世纪 20~30 年代,借助于继电器、接触器、按钮、行程开关等组成继电器、接触器控制系统,实现了对机床的运动控制,即电动机的起动、停止和调速,继电器、接触器控制系统的优点是结构简单、价格低廉,维修方便、抗干扰能力强,因此,广泛应用于各类机床和机械设备;但继电器、接触器控制系统也有一些缺点,由于固定接线形式,使得变更电路和改变控制程序不方便,灵活性较差。此外,由于是触点方式接线,控制电路的通、断动作频率比较低,触点易损坏,可靠性差,而对于控制系统较复杂的一些电路,更容易产生控制系统可靠性差和误动作的问题。

20 世纪 60 年代出现了顺序控制器,它根据生产需要,灵活的改变控制程序,使控制系统具有较大的灵活性和通用性,但由于使用硬件手段,装置体积大,因此功能受到一定的影响和限制。进入 20 世纪 70 年代后,随着半导体技术及微机技术的发展、大规模集成电路的应用,以微处理器为核心的新型工业控制器——可编程控制器出现并得到了广泛应用,它是微处理器为基础,综合计算机技术、电子应用技术、自动控制技术以及通信技术发展起来的新型工业自动化装置。可编程控制器问世以来,经过 30 多年的发展,已成为许多发达国家的重要产业,近年来国内在可编程控制技术与产品开发应用方面发展很快,广泛应用于工业控制的各个领域。

随着计算机技术的发展,计算机的价格也越来越便宜,它的应用也越来越广泛,20 世纪 40 年代末,研制成了数控设备,它是用计算机按预先编制好的程序,对机床实现自动化的数字控制。近年来,随着微型计算机的出现,数控机床获得很快的发展,先后出现了由硬件逻辑电路构成的专用数控装置 CNC,简化了机床结构,减轻了工人的劳动强度,成为机床电气控制系统的发展方向之一。特别是近几年来随着科学技术的发展,数控机床的应用越来越多,更进一步推动了 CNC 数控系统的发展。

二、现代机床的电气控制

早期的机床拖动是采用一台电动机拖动若干个运动机构,进行集中拖动,简称为单机拖动,其优点是电气控制线路简单,缺点是操作不方便,不安全,能量传递路径长,损耗大,机械结构复杂。随着生产和科技的发展,机床功能增多,自动化程度提高,为了简化机械传动结构,分别将机床的主运动、进给运动、辅助运动等分别采用不同的电动机,简称为多机拖动,

其优点是机械结构简单,但控制线路要比单机拖动复杂一些。

现代机床电气控制主要由控制器、驱动放大器、电动机、检测、显示、电源等部分组成。

各部分的功能和作用分别是:

1. 控制器:根据机床执行机械以及生产过程要求和采用的电动机驱动方式的不同,选用的控制方式也不一样。比较简单的控制器可采用继电器、接触器方式控制;较复杂的控制器可选用单片机、或 PLC 控制;最复杂的数控机床则选用 CNC 数控系统控制。

2. 电源:提供整个机床电气控制线路的电源,包括交流电源和直流电源。

3. 驱动放大器:根据控制电动机的不同,选用的驱动放大器也不一样。步进电动机选用步进驱动放大器,直流电动机选用直流驱动放大器,伺服电动机选用伺服放大器,交流电动机选用变频器和接触器等。

4. 电动机:不同的机械加工设备选用的电动机是不同的,通常电动机直接驱动或间接驱动执行部件,完成各种运动而达到加工设备的具体生产工艺要求。机床选用的电动机一般有三相交流电动机,直流电动机、步进电动机和伺服电动机等。

5. 检测:为了达到机床自动控制的目的,一般机床均加装有检测传感器件,由检测元件反馈有关信息到驱动放大器,构成反馈控制。检测器件一般安装在电动机轴上或机械设备上。

6. 显示:主要用来显示机床的加工信息和工作状态信息,是进行人机信息交换的。显示的方式有 LED、CRT、LCD 方式等。

总之,机床的电气控制发展非常迅速,控制电路也越来越复杂,以 PLC、CNC 控制的机床也越来越普遍。

三、本课程的性质、内容和基本要求

机床电气控制技术是机械制造自动化、机电一体化及数控技术应用专业的一门专业课。本课程的主要内容是介绍机床电气控制线路中常用的低压电器、基本电气控制线路、典型机床电气线路、PLC 可编程控制器在机床电器控制中的应用和数控机床电气的基础理论、基本知识及应用。学习本课程之前要先学习电工技术、电动机原理、电子技术、计算机基础等课程。本课程涉及的内容较广。

通过本课程的学习和实践内容,学生应达到下面要求:

1. 熟悉机床电气控制中常用的电器及其结构、工作原理、符号、用途和选择原则。
2. 熟悉和掌握机床电气控制线路的各个基本单元电路,能分析、阅读机床电气控制线路。
3. 掌握交流电动机的起动、停止、制动和调速控制电路;了解直流电动机、步进电动机、伺服电动机的起停和调速控制线路。
4. 熟悉常用机床的电气控制线路,并能分析其电气控制原理。
5. 掌握可编程控制器的结构组成、工作原理、基本指令系统,并根据生产工艺过程的控制要求,正确使用 PLC 编制程序,实现调试和控制。
6. 掌握数控机床电气系统的组成,并能分析其电气控制原理。

第一章 常用低压电器

在电能的生产、输送、分配和应用中,电路中需要安装多种电气元件,用来接通和断开电路,以达到控制、调节、转换及保护的目。这些电气元件统称为电器。凡用于交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 以下由供电系统和用电设备等组成的电路中起通断、保护、控制和调节作用的电器称为低压电器。本章仅就常用的低压电器作些介绍。通过本章学习,要求读者熟练掌握常用低压电器的结构、工作原理、规格型号、图形与文字符号以及用途等。

§ 1.1 低压电器概述

用电动机拖动生产机械运行,来满足生产机械各种不同的工艺要求和实际要求,就必须有一套控制装置。尽管电力拖动自动控制系统已经向无触点、连续控制、微电子控制、计算机控制等方向发展,但由于继电器-接触器控制系统中所用的低压电器结构简单、价格便宜,又能够满足生产机械的一般要求,因此,目前仍然获得广泛的应用。

低压电器是电力拖动控制系统的基本组成元件,控制系统性能的好坏与所用低压电器直接相关。电气技术人员必须熟悉常用低压电器的基本结构、工作原理、规格型号和主要用途等,并且要能正确的选择、使用与维护。

1.1.1 低压电器的分类

生产机械中所用的控制电器多属低压电器。低压电器的种类繁多,构造各异,用途广泛,分类方法也不尽相同。

一、按动作方式可分为以下两类

1. 手动电器。通过人力直接操作而动作的电器。例如:开关、按钮等。
2. 自动电器。按照本身参数或输入信号(如电流、电压、温度、速度、热量等)的变化而自动完成接通、分断等动作的电器。例如:接触器、继电器等。

二、按低压电器在电气线路中所处的地位和作用可分为以下两类

1. 低压配电电器。主要用于低压配电系统中,完成对系统的控制与保护的电器。例如:开关、熔断器、低压断路器等。
2. 低压控制电器。主要用于设备电气控制系统中,控制电路或电动机工作状态的电器。例如:接触器、继电器以及主令电器等。

低压电器主要产品品种及其用途见表 1—1。

表 1—1 低压电器产品分类及其应用

	产品名称	主要品种	用途
配 电 电 器	开关、隔离器 隔离开关 及熔断器 组合电器	开关 隔离器 隔离开关 及熔断器组合电器	主要用做电路隔离,也能接通分断额定电流或切换两种或两种以上的电源或负载
	熔断器	有填料封闭管式熔断器 无填料密闭管式熔断器 插入式熔断器 螺旋式熔断器 快速熔断器	用做线路和设备的短路和过载保护
	断路器	万能式断路器 限流式断路器 塑料外壳式断路器 漏电保护断路器 直流快速断路器	线路过载、短路、漏电或欠压失压的保护,电路的频繁接通和分断
	终端组合电器	模数化终端组合电器	主要用于电力线路的末端,对用电设备进行控制、配电,对线路的过载、短路、漏电、过电压进行保护
控 制 电 器	接触器	交流接触器 直流感触器 真空接触器 半导体式接触器	远距离频繁的启动或控制交直流电动机,以及接通分断正常工作的主电路和控制电路
	起动器	直接起动器 星三角减压起动器 自耦减压起动器 变阻式转子起动器、 半导体式起动器真空起动器	交流电动机的启动和正反转控制
	控制继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 温度继电器 热继电器	在控制系统中,控制其他电器和保护主电路
	控制器	凸轮控制器 平面控制器 鼓形控制器	电气控制设备中主回路或励磁回路的转换,以使电动机启动、换相和调速
	主令电器	按钮 限位开关 微动开关 万能转换开关 脚踏开关 接近开关 程序开关	接通分断控制电路,以发布命令或用做程序控制
	电阻器	铁基合金电阻	改变电路参数或变电能为热能
	变阻器	励磁变阻器 起动变阻器 频敏变阻器	发电机调压和电动机的平滑启动和调速
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

三、按工作原理分类

1. 电磁式电器。依据电磁感应原理来工作的电器。例如：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、温度继电器等。

另外，低压电器按工作条件还可划分为一般工业电器、船用电器、化工电器、矿用电器、牵引电器及航空电器等几类。

1.1.2 低压电器的结构

低压电器一般由两部分组成。一是检测部分，用它来检测外界的信号，作出有规律的反应。在自动电器中，检测部分大多是由电磁结构组成；在手动电器中，检测部分就是操作手柄。另一部分是执行机构，执行机构的主要作用就是根据指令完成接通、切断电路等任务。对自动电器而言，还具有中间部分，它的主要作用是将检测部分和执行机构联系起来，完成信号的传递，使它们按一定的规律动作。

应用电磁力来实现电器动作的低压电器为电磁式低压电器。它在低压电器中占有非常重要的地位，在电气控制系统中应用最为普遍。电磁式低压电器主要由电磁机构、执行机构和灭弧装置三部分组成，电磁机构分为电磁线圈、铁心和衔铁三部分，执行机构主要是指触头系统。

1. 电磁机构

电磁机构是电磁式低压电器的检测部分，它的主要作用是将电磁能转换成机械能并带动触头动作。电磁机构主要由电磁线圈、铁心（也称静铁心）和衔铁（也称动铁心）三部分组成。根据电磁机构磁路结构和衔铁动作方式，可分为直动式和拍合式。常用结构如图 1—1 为直动式，图 1—2 为拍合式。

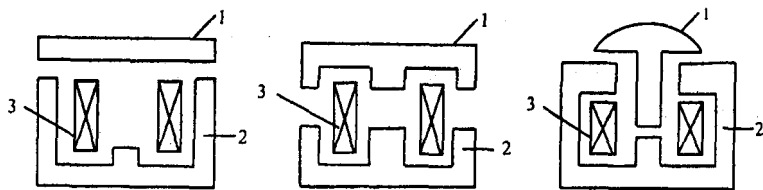


图 1—1 直动式电磁机构

1—衔铁 2—铁心 3—电磁线圈

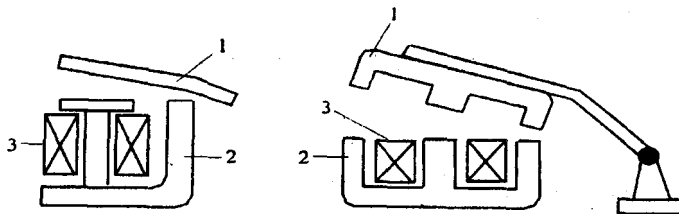


图 1—2 拍合式电磁机构

1—衔铁 2—铁心 3—电磁线圈

电磁线圈是电磁机构的“心脏”，其主要作用是将电能转化为磁能，即产生电磁力，衔铁在电磁力的作用下产生位移而带动触头动作。

电磁线圈套在铁芯柱上，对于交流电磁线圈，除了线圈发热外，铁芯中也有涡流和磁滞损耗，铁芯也会发热。所以为了减少这些损耗，铁芯一般是用硅钢片叠制而成，电磁线圈做成有骨架的矮胖型。对于直流电磁线圈，由于铁芯中通过的是恒定磁通，铁芯中没有涡流和磁滞损耗，也不会发热，只有线圈发热，因此直流电磁线圈通常没有骨架，呈细长型，以增加它和铁芯的接触面积，有利于散热。

铁芯是静止不动的，只有衔铁是可动的。在电磁线圈通电产生电磁力后，衔铁受到了电磁力的作用，同时还受到了弹簧的反力作用，只有在电磁力大于弹簧反力时，衔铁才能产生位移而带动触头动作。

2. 触头系统

触头系统是电磁式低压电器的执行机构，它在衔铁的带动下起接通和分断电路的作用，所以触头材料应具有良好的导电、导热性能。触头通常用铜制成，有些小容量电器的触头可采用银质材料。

常用的触头结构形式有点接触式、面接触式和指形触头，如图 1—3 所示。

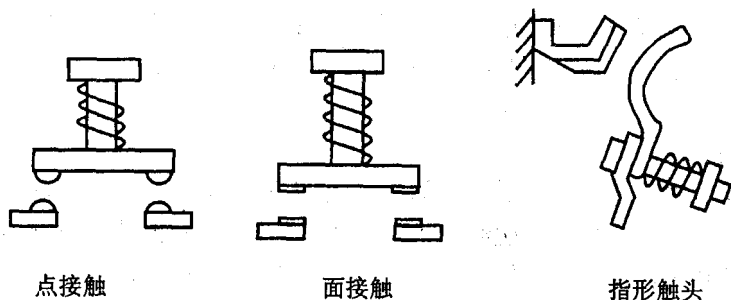


图 1—3 触头结构形式

点接触式触头适用于小电流且触头压力小的场合；面接触式触头适用于大电流的场合；指形触头在接通和分断电路时会产生滚动摩擦，可以去除触头表面的氧化膜，减小接触电阻，适用于接通频繁、大电流的场合。

3. 灭弧装置

当断开电路时，低压电器的触头表面有大量的自由电子溢出而产生强烈的弧焰，这种弧焰称作电弧。电弧一方面会烧蚀触头，降低电器寿命以及电器工作的可靠性；另一方面使电路分断时间延长，以至于引发火灾或其他安全事故，因此必须将电弧迅速熄灭。

常用的灭弧方法和装置有：

(1) 机械灭弧。通过机械装置将电弧拉长，电弧燃烧减弱，最终电弧熄灭。这种方法多用于开关电器中。

(2) 磁吹灭弧。在主电路的触头串联一个磁吹线圈，在磁吹线圈产生的磁场作用下，电弧被迅速拉长。在电弧的运动过程中，一方面被拉长，另一方面电弧被冷却，使电弧迅速熄灭。

(3) 窄缝灭弧。当开关断开时，在电弧所形成的磁场电动力的作用下，电弧被迅速拉长并进入灭弧罩的窄缝中，几条窄缝将电弧分割成若干段，并与灭弧室两壁紧密接触，电弧被

冷却,去游离作用增强,电弧迅速熄灭。

(4)金属栅片灭弧。在金属栅片灭弧装置的灭弧罩中装有许多厚度为2~3mm的钢片冲成的金属栅片,当位于栅片下方的触头分开并产生电弧时,在电动力的作用下电弧被推进金属栅片中,电弧进入栅片后,被分割成数段,彼此绝缘的金属栅片每一片都相当于一个电极,因而就产生多个阴阳极电压降。当触头分段交流电路时,由于电流过零时的作用,每对电极之间产生150~200V的绝缘强度,使电弧无法继续维持而熄灭。交流电弧过零熄灭后很难重燃,所以交流电器通常采用栅片灭弧。如图1—4所示。

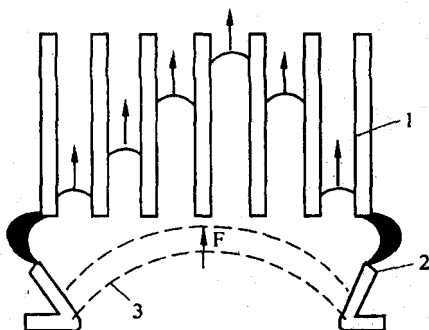


图1—4 金属栅片灭弧示意图

1—金属栅片 2—触头 3—电弧

§ 1.2 电磁式接触器

电磁式接触器是在正常工作条件下,用来频繁的接通、分断电动机或其他负载主电路的自动控制电器。它主要的控制对象是电动机、变压器等电力负载。它可以实现远距离接通或分断电路,允许频繁操作。它工作可靠,还具有零电压、欠电压保护等作用。电磁式接触器是电力拖动自动控制系统中应用最广泛的电器。电磁式接触器按其主触头通过电流种类不同,分为交流接触器和直流接触器,本节只介绍交流接触器。交流接触器的种类很多,其分类方法也不尽相同。按主触头极数可分为单极、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,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。

按灭弧介质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660V和1140V等一些特殊的场合。

按有无触点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。由于晶闸管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。

1.2.1 交流接触器的结构与符号

交流接触器主要由电磁机构、触头系统、灭弧装置和辅助部件等部分组成。其结构如图 1—5 所示。

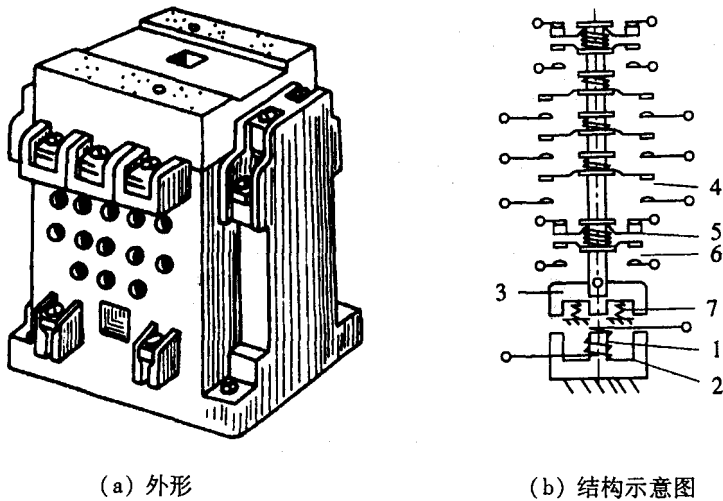


图 1—5 交流接触器的结构

1—线圈 2—静铁心 3—动铁心 4—主触点
5—辅助常闭触点 6—辅助常开触点 7—反力弹簧

1. 电磁机构

电磁机构由电磁线圈、铁心、衔铁组成。铁心用相互绝缘的硅钢片叠制而成,以减少交变磁场在铁心中产生涡流及磁滞损耗,避免铁心过热。铁心上装有短路铜环,以减少衔铁吸合时所产生的振动和噪声。铁心大多采用衔铁直线运动的双 E 形结构。

因为交流接触器电磁线圈电阻较小,故功耗产生的热量不多,为了增加铁心的散热面积,线圈一般做成短而粗的圆筒形。

交流接触器线圈在其额定电压的 85% ~ 105% 时,能可靠地工作。电压过高,则磁路严重饱和,线圈电流将显著增大,有被烧坏的危险;电压过低,则吸不牢衔铁,触头跳动,影响电路正常工作。

2. 触头系统

触头系统是接触器的执行元件,用来接通或分断所控制的电路,触头系统必须工作可靠,接触良好。

接触器的触头(即触点)按通断电流的大小有主触点和辅助触点之分。主触点在接触器中央,触点较大,主要用来通断电流较大的主电路。辅助触点分别位于主触点的左右侧,上方为辅助常闭触点(动断触点),下方为辅助常开触点(动合触点),主要用来通断电流较小的控制电路。辅助常闭触点通常起电气联锁作用,故又称联锁(或互锁)触点。由于辅助