



高职高专**机电一体化**专业规划教材

# 电气控制与PLC应用 技术（西门子S7-200）

—— \* 周开俊 主编 \* ——

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专机电一体化专业规划教材

# 电气控制与 PLC 应用技术 ( 西门子 S 7-200 )

周开俊 主 编

徐呈艺 金美琴 石剑锋 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书从高职高专最新教学改革出发,根据当前社会对机电类人才技能结构的需求,结合编者多年的教学和工程实践经验编写而成,全面体现工学结合、教学做合一的理念。全书共分为5个单元,每个单元均由几个具体项目组成。本书以国内目前使用最普遍的异步电动机和S7-200 PLC为主要对象,详细介绍异步电动机拖动电路、普通机床电气控制、PLC硬件装置、PLC基本逻辑控制、顺序控制、功能控制、通信连接以及一些工业典型应用等。

本书适合作为高职高专院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院机械制造与自动化、数控技术、数控设备应用与维护、机电一体化技术、机电设备维修与管理等专业的教学用书,也可作为机电、电气等行业从业人员的参考书及培训用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电气控制与PLC应用技术:西门子S7-200/周开俊主编. —北京:电子工业出版社,2012.8  
高职高专机电一体化专业规划教材

ISBN 978-7-121-17823-8

I. ①电… II. ①周… III. ①电气控制—高等职业教育—教材②plc技术—高等职业教育—教材  
IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第179324号

策划编辑:贺志洪

责任编辑:贺志洪 特约编辑:王 纲

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司  
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 16.25 字数: 416千字

印 次: 2012年8月第1次印刷

印 数: 3 000册 定价: 33.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

科技的发展日新月异，人们已经不再谈论单纯的机械或单纯的电类产品，机电控制系统已成为提升机械产品档次，改善产品性能的重要一环，得到了越来越多制造企业的重视，掌握机电连接、调试和设计能力已成为许多岗位的重要核心技能。

本书紧扣维修电工（中）、数控机床装调维修工（中）、可编程系统设计师（四级）和中小企业对生产设备保养维修工作岗位的要求，联合企业资深工程师，精选企业真实产品控制系统的工作过程，将电机拖动、普通机床电气控制、PLC 硬件装置、PLC 基本逻辑控制、顺序控制、功能控制、通信连接等内容有机结合起来，按照学生职业成长规律，设计了 5 个主要教学情境。在每个主情境中由简单到复杂、由局部到整体、由单一技能到综合技能再安排几个学习子情境（见图 Q-1），使学生熟悉传统继电器—接触器控制电路，掌握利用 PLC 进行一般控制系统的设计和改造的技能，最终能胜任中小企业生产设备电气控制系统设计、改造、维修和保养岗位的实际要求。

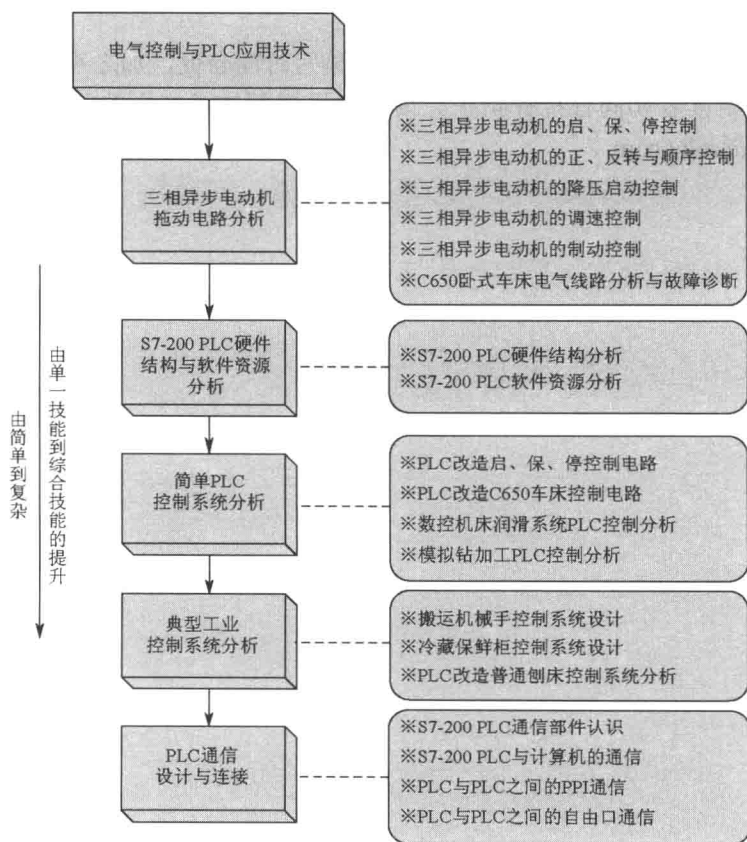


图 Q-1 《电气控制与 PLC 应用技术》教学情境设计

归纳起来,本书具有以下特点。

① 校企合作开发课程项目,以典型机械产品的控制系统为载体规划教学内容。通过深入的调研,与行业企业专家共同确定培养本课程核心能力的工作过程和载体产品,使学生在完成具体产品的控制系统的过程中学会相关理论知识,发展职业能力,完成相应的工作任务。让学生在“做中学,学中做”,充分发挥高职类学生形象思维较强的优势。

② 根据职业成长规律,设计了“工学结合、能力递进”的教学情境。学生在适宜的学习情境中,经历一系列的(递进的)学习性工作任务的,主动构建自己的能力,同化—顺应—同化—顺应……循环往复,平衡—不平衡—平衡—不平衡……相互交替,最终形成自己的经验和知识体系,达到职业能力的递进成长。

③ 教学内容的设计紧密衔接职业资格标准。教学内容有机融合维修电工(中)、数控机床装调维修工(中)及可编程序系统设计师(四级)的职业资格对知识、技能和态度的要求,有效保证学生的岗位核心技能培养。

④ 全方位立体化的教学资源。读者可以随时访问课程网站 <http://site.ntvc.edu.cn/jx/jpkc/jxdqkz/>,获取教材、电子教案、情境实施指导书、习题答案,以及相关仿真软件和编程说明书,也可进行在线测试,检验自己对知识的掌握情况,还可以通过学习平台与教师进行互动交流。

本书由周开俊、徐呈艺、石剑锋、金美琴、顾玉萍、陈淑侠、顾剑锋依据多年科研和教学经验共同编写而成。由周开俊担任主编,徐呈艺、金美琴和石剑锋担任副主编,全书由周开俊负责策划和定稿工作。

虽然本书作为校本教材已试用多年,但由于编写时间仓促,加之水平有限,书中不当之处在所难免,恳请读者和同行批评指正。读者如果遇到技术方面的问题,请与我们联系, E-mail: njzkj189@sohu.com。

编者

2012年5月

# 目 录

第 1 单元 三相异步电动机拖动电路分析 .....	1
项目 1.1 三相异步电动机的启保停控制 .....	1
项目目标 .....	1
项目分析 .....	1
相关知识 .....	2
实施步骤 .....	17
知识扩展 .....	19
项目 1.2 三相异步电动机的正反转与顺序控制 .....	20
项目目标 .....	20
项目分析 .....	21
相关知识 .....	21
实施步骤 .....	23
知识扩展 .....	26
项目 1.3 三相异步电动机的降压启动控制 .....	30
项目目标 .....	30
项目分析 .....	31
相关知识 .....	31
实施步骤 .....	32
知识扩展 .....	34
项目 1.4 三相异步电动机的调速控制 .....	36
项目目标 .....	36
项目分析 .....	36
相关知识 .....	36
实施步骤 .....	40
知识扩展 .....	41
项目 1.5 三相异步电动机的制动控制 .....	49
项目目标 .....	49
项目分析 .....	49
相关知识 .....	49
实施步骤 .....	53
知识扩展 .....	55
项目 1.6 C650 卧式车床电气控制线路分析与故障诊断 .....	57
项目目标 .....	57

项目分析 .....	57
相关知识 .....	58
实施步骤 .....	64
思考题与习题 .....	70
<b>第 2 单元 S7-200 PLC 硬件结构与软件资源分析 .....</b>	<b>72</b>
<b>项目 2.1 S7-200 PLC 硬件结构分析 .....</b>	<b>73</b>
项目目标 .....	73
项目分析 .....	73
相关知识 .....	73
实施步骤 .....	84
知识扩展 .....	86
<b>项目 2.2 S7-200 PLC 软件资源分析 .....</b>	<b>87</b>
项目目标 .....	87
项目分析 .....	87
相关知识 .....	87
实施步骤 .....	97
思考题与习题 .....	98
<b>第 3 单元 简单 PLC 控制系统的分析与设计 .....</b>	<b>99</b>
<b>项目 3.1 PLC 改造启、保、停控制电路 .....</b>	<b>99</b>
项目目标 .....	99
项目分析 .....	99
相关知识 .....	100
实施步骤 .....	108
知识扩展 .....	111
<b>项目 3.2 PLC 改造 C650 车床控制电路 .....</b>	<b>113</b>
项目目标 .....	113
项目分析 .....	113
相关知识 .....	113
实施步骤 .....	120
知识扩展 .....	123
<b>项目 3.3 数控机床润滑系统 PLC 控制分析 .....</b>	<b>127</b>
项目目标 .....	127
项目分析 .....	127
相关知识 .....	128
实施步骤 .....	135
知识扩展 .....	137
<b>项目 3.4 模拟钻加工 PLC 控制分析 .....</b>	<b>139</b>
项目目标 .....	139
项目分析 .....	139

---

相关知识 .....	139
实施步骤 .....	144
思考题与习题 .....	148
<b>第 4 单元 典型工业控制系统分析 .....</b>	<b>152</b>
项目 4.1 机械手控制系统分析 .....	152
项目目标 .....	152
项目分析 .....	152
相关知识 .....	153
实施步骤 .....	159
知识扩展 .....	162
项目 4.2 冷藏保鲜柜控制系统分析 .....	163
项目目标 .....	163
项目分析 .....	163
相关知识 .....	164
实施步骤 .....	172
知识扩展 .....	177
项目 4.3 PLC 改造普通刨床控制系统的分析 .....	180
项目目标 .....	180
项目分析 .....	181
相关知识 .....	181
实施步骤 .....	196
知识扩展 .....	204
思考题与习题 .....	207
<b>第 5 单元 PLC 通信设计与连接 .....</b>	<b>209</b>
项目 5.1 认识 S7-200 通信部件 .....	209
项目目标 .....	209
项目分析 .....	209
相关知识 .....	210
实施步骤 .....	214
项目 5.2 PLC 与计算机的编程通信连接与设置 .....	217
项目目标 .....	217
项目分析 .....	217
相关知识 .....	218
实施步骤 .....	220
项目 5.3 PLC 与 PLC 之间的 PPI 通信 .....	223
项目目标 .....	223
项目分析 .....	223
相关知识 .....	224
实施步骤 .....	229



---

项目 5.4 PLC 与 PLC 之间的自由口通信	231
项目目标	231
项目分析	231
相关知识	232
实施步骤	236
思考题与习题	239
附录 A 部分常用电气图形符号新旧对照表	240
附录 B 斯沃电气项目仿真使用方法	243
附录 C S7-200 PLC 的主要技术规格	246
附录 D S7-200 PLC 扩展模块的技术规格	248
参考文献	249

# 第1单元 三相异步电动机拖动电路分析

## 【学习要点】

- (1) 掌握低压电器的概念，接触器、继电器、开关、主令电器、熔断器、低压断路器等低压电器的工作原理、图文符号。
- (2) 掌握常见低压电器的技术参数，能正确选取电器。
- (3) 掌握常用继电器—接触器典型控制环节的工作过程，相关原理图的绘制，如单向点动/单向连续运动、正反转控制、顺序启动/停止控制、降压启动、双速电动机调速控制、反接制动控制、能耗制动控制。
- (4) 能够灵活运用继电器—接触器典型控制环节的相关控制原理解决工程实际的控制问题。
- (5) 掌握读电气图的方法，了解常见机床的电气控制电路。

交流电动机按照转子转速与旋转磁场速度（同步速度）的异同，可分为交流同步电动机与交流异步电动机。同步电动机转子的速度与旋转磁场的速度相同，所以称为同步电动机，一般应用于恒速负载与发电场合；异步电动机转子的速度与旋转磁场的速度不同，所以称为异步电动机，异步电动机主要用作动力源，去拖动各种生产机械。和其他电动机比较，它具有结构简单、制造容易、价格低廉、运行可靠、维护方便、效率较高等一系列优点。异步电动机的缺点是不能经济地在较大范围内平滑调速，以及必须从电网吸收滞后的无功功率，使电网功率因数降低。

本单元主要介绍如何应用继电器—接触器来控制普通三相异步电动机的启动、停止、连续运行、正反转、降压启动、调速、电气制动等控制电路。

## 项目 1.1 三相异步电动机的启保停控制

### 【项目目标】

- (1) 掌握常用低压电器的分类、作用、符号、规格和选用方法等。
- (2) 掌握三相异步电动机的启动、保持、停止控制线路。
- (3) 能熟练进行三相异步电动机的启动、保持和停止控制线路的接线、调试及故障排除。

### 【项目分析】

异步电动机应用极为广泛，例如，在工业方面，如中小型轧钢设备、各种金属切削机床、轻工机械、矿山机械、通风机、压缩机等；在农业方面，如水泵、脱粒机、粉碎机及其他农副产品加工机械等都是用异步电动机来拖动的。此外，与人们日常生活密切相关的电扇、洗衣机等设备

中都用到了异步电动机。在应用中首先遇到的是异步电动机的启动、连续运行和停止控制的问题。本项目的目标是学会三相异步电动机的启保停控制，其部分应用如图 1-1 所示。

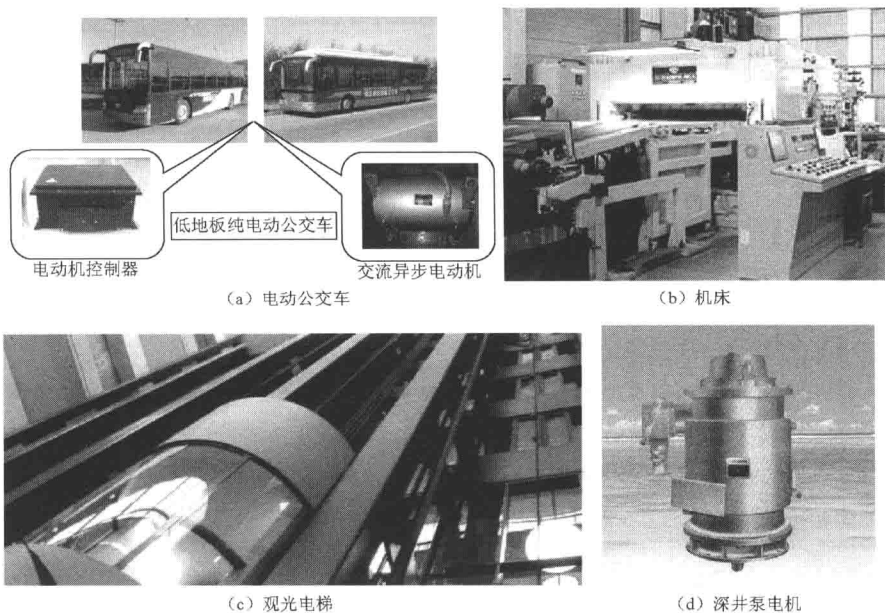


图 1-1 异步电动机的部分应用

**【相关知识】**

**一、常用低压电器的定义与分类**

电器是一种能根据外界的信号（机械力、电力或其他物理量），自动或手动接通和断开电路，实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节用的电器元件或设备。低压电器就是指工作于交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品。电器的用途广泛、功能多样、种类繁多、结构各异，工作原理也不尽相同，因而有不同的分类方法。常见的分类方法如图 1-2 所示。

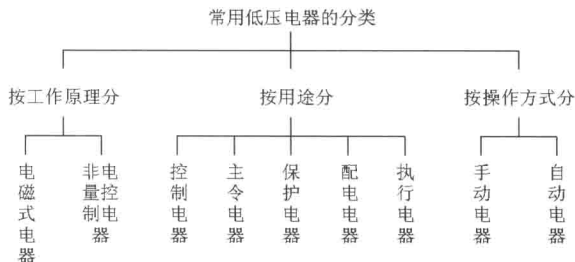


图 1-2 常用低压电器的分类方法

**1. 按工作原理分类**

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

(2) 非电量控制电器：电器的工作是依靠外力或某种非电物理量的变化而动作，如刀开关、按钮、热继电器、速度继电器等。

## 2. 按用途分类

(1) 控制电器：用于控制电路和控制系统的电器，如接触器、各种控制继电器等。

(2) 主令电器：用于自动控制系统中发控制指令的电器，如控制按钮、热继电器、行程开关等。

(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、避雷针等。

(4) 配电电器：用于电能的输送和分配的电器，如低压断路器、隔离开关、刀开关等。

(5) 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。

## 3. 按操作方式分类

(1) 自动电器：通过电磁（或压缩空气）操作来完成接通、分断、启动、停止等动作的电器称为自动电器，如接触器、继电器等。

(2) 手动电器：通过人力做功直接操作来完成接通、分断、启动、反向、停止等动作的电器称为手动电器，如刀开关、转换开关、按钮等。

从以上可知，按照不同的分类标准，同一电器可属于多种类别。目前，低压电器并没有一个严格的分类标准。

## 二、电磁式低压电器的结构

电磁式低压电器在电气控制线路中使用量大、类型多，各类电磁式低压电器在工作原理和构造上基本相同，一般都具有两个基本组成结构，即检测部分（电磁机构）和执行部分（触头系统）。

### 1. 电磁机构

电磁机构由线圈、铁芯和衔铁组成。原理是通过电磁感应原理将电能转换成机械能，带动触头产生动作，完成接通和分断电路的功能。其结构形式按衔铁运动方式可分为直动式和拍合式，如图 1-3 (a) 和图 1-3 (b) 所示为拍合式电磁机构，图 1-3 (c) 所示为直动式电磁机构。

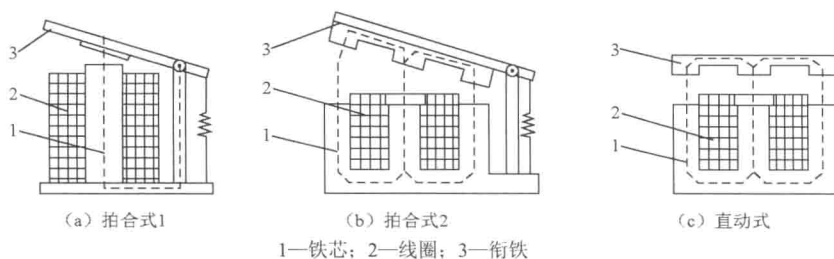


图 1-3 电磁机构的结构形式

直流电磁机构线圈通入的是直流电，其铁芯不发热，只有线圈发热，因此线圈与铁芯接触以利于散热，线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型，以改善线圈自身发热。铁芯和衔铁由软钢和工程纯铁制成。

交流电磁机构通入的是交流电，铁芯中存在着磁滞损耗和涡流损耗，线圈和铁芯都发热，因此吸引线圈设有骨架，使铁芯与线圈隔离。交流电磁机构将线圈制成短而厚的矮胖型，有利于线圈和铁芯散热。其铁芯由硅钢片叠加而成，以减小涡流损耗。

电磁机构的本质是当线圈通电产生电磁吸力，使衔铁吸合；当电磁线圈断电时，在复位

弹簧反力的作用下恢复原位。因此,衔铁吸合时要求电磁吸力大于反力,衔铁复位时要求反力大于电磁吸力(此时是由剩磁产生的电磁吸力)。

交流电磁机构在电源电压变化的一个周期中吸合两次、释放两次,电磁机构产生剧烈的振动和噪声,会使电器结构松散,触头接触不良,容易被电弧火花熔焊与蚀损,因此必须采取有效措施,使得线圈在交流电压变小和过零时仍有一定的电磁吸力以消除衔铁的振动。为此,在铁芯端面开一小槽,在槽内嵌入铜质短路环,如图 1-4 所示。加上短路环后,磁通被分为大小接近、相位相差约  $90^\circ$  的两相磁通,因两相磁通不会同时为零,故由两相磁通产生的合成电磁吸力变化较为平坦,使电磁机构通电期间电磁吸力始终大于反力,铁芯牢牢吸合,这样就消除了振动和噪声。一般短路环包围  $2/3$  的铁芯端面。

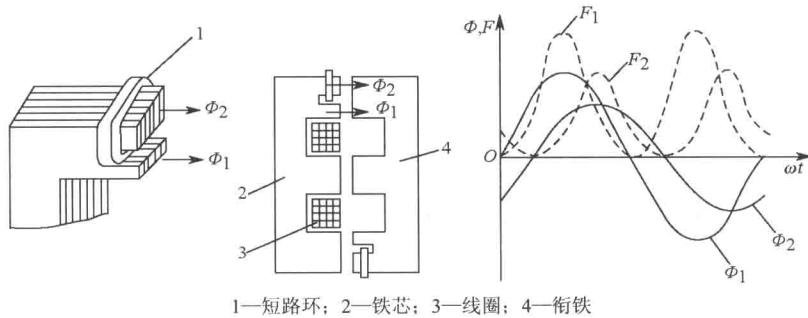


图 1-4 交流电磁铁的短路环

## 2. 触头系统

触头是电器的执行部分,用来接通和分断电路。在闭合状态下动、静触点完全接触,有工作电流通过时称为电接触。触头的接触形式如图 1-5 所示,点接触式适用于小电流,面接触式适用于大电流,线接触式(又称指形接触)适用于通断次数多、大电流的场合。

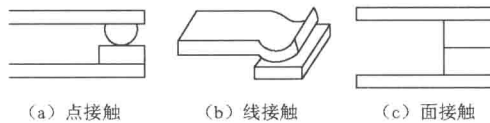


图 1-5 触头的接触形式

触头结构形式如图 1-6 所示,主要分为桥式触头和指形触头,固定不动的称为静触点,由连杆带着移动的称为动触点。电器触头在电器未通电或没有受到外力作用时所处的闭合位置称为动断(又称常闭)触点,常态时相互分开的动、静触头称为动合(又称常开)触点。

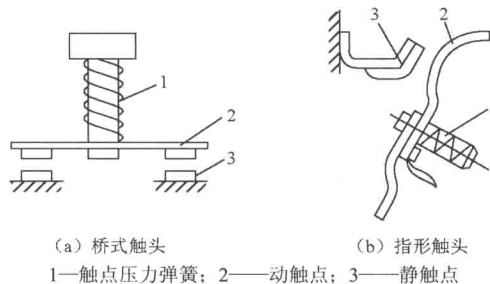


图 1-6 触头结构形式

### 3. 常用灭弧方法

电器触头在闭合或断开的瞬间，都会在触头间隙中由电子流产生弧状的火花，也称电弧。电弧会灼伤触点，减少触点的使用寿命，又使电路切断时间延长，甚至造成弧光短路或引起火灾事故，故应采取适当的措施熄灭电弧。

在低压控制电器中，常用的灭弧方法和装置有以下几种。

(1) 电动力灭弧。图 1-7 所示为一双断点桥式触头。当触头打开时，在断点处产生电弧。两个电弧相当于平行载流导体，产生互相排斥的电动力，使电弧向外运动，电弧被拉长并接触冷却介质使电弧冷却而熄灭。这种灭弧方法不需要专门的灭弧装置，但通过电流较小时，电动力也小，多用在小容量的交流接触器中。当交流电流过零时，电弧更容易熄灭。

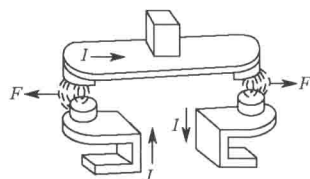
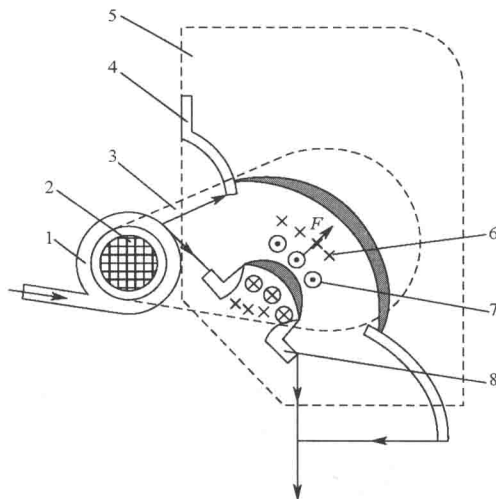


图 1-7 电动力灭弧示意图

(2) 磁吹灭弧。如图 1-8 所示，在触头回路串一电流线圈，回路电流及其产生的磁通方向如图所示。当触头分断产生电弧时，根据左手定则，电弧受到向外拉的电磁力，使电弧拉长迅速冷却而熄灭。这种串联磁吹灭弧，电流越大，灭弧力越强。当线圈绕制方向定好后，磁吹力与电流方向无关。也可用并联磁吹线圈，这时应注意线圈的极性。交直流电器均可采用磁吹灭弧方式，直流接触器较多使用此方法，因为直流电弧较难熄灭。



1—磁吹线圈；2—铁芯；3—导磁夹板；4—引弧角；5—灭弧罩；  
6—磁吹线圈磁场；7—电弧电流磁场；8—动触头

图 1-8 磁吹灭弧原理示意图

(3) 栅片灭弧。图 1-9 所示为栅片灭弧示意图，在耐热绝缘罩内卡放一组镀锌钢片，称为灭弧栅片。当触头分开时所产生的电弧，由于电动力作用被推向灭弧栅，电弧与金属片接触易于冷却，并且电弧被分割成许多段。每一个栅片相当于一个电极，每两片栅片之间都有 150~250V 的绝缘强度，使整个灭弧栅片绝缘强度大大加强，以致外加电压无法维持，电弧迅速被熄灭；栅片还可吸收电弧热量，使其迅速冷却。栅片灭弧用于交流比直流时效果好得多，因此交流电器多采用栅片灭弧。

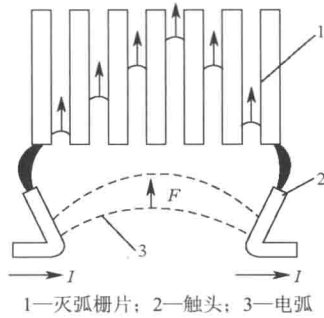


图 1-9 栅片灭弧示意图

(4) 灭弧罩灭弧。比灭弧栅更为简单的是采用一个陶土和石棉水泥做成的耐高温灭弧罩。电弧进入灭弧罩后,可以降低弧温和隔弧。在直流接触器的触点上广泛采用这种灭弧装置。

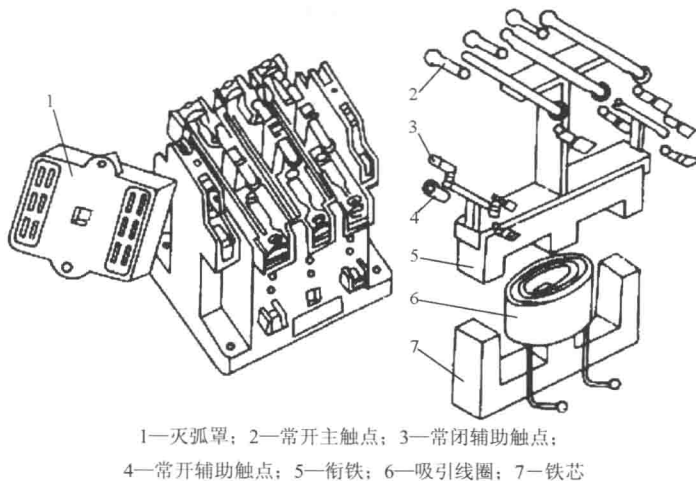
### 三、接触器

接触器是一种用来自动地接通或断开大电流电路的电器。在大多数情况下,其控制对象是电动机,也可用于其他电力负载,如电热器、电焊机、电炉变压器等。接触器不仅能自动地接通和断开电路,还具有控制容量大、低电压释放保护、寿命长、能远距离控制等优点。

接触器按其主触点通过的电流种类不同,可分为直流接触器和交流接触器。它们的线圈电流种类既有与各自主触点电流相同的,也有不同的,如对于重要场合使用的交流接触器,为了工作可靠其线圈可采用直流励磁方式,即采用直流电磁机构。按接触器主触点的极数(即主触点的个数)不同,直流接触器可分为单极和双极两种;交流接触器可分为三极、四极和五极三种,其中用于单相双回路控制可采用四极,用于多速电动机的控制或自耦降压启动控制可采用五极。

#### 1. 交流接触器

图 1-10 所示为交流接触器结构示意图,其主要由以下几个部分组成。



1—灭弧罩; 2—常开主触点; 3—常闭辅助触点;  
4—常开辅助触点; 5—衔铁; 6—吸引线圈; 7—铁芯

图 1-10 交流接触器结构示意图

(1) 电磁机构。交流接触器的电磁机构一般采用双 E 形衔铁直动式结构。

(2) 触点系统。触点分主触点和辅助触点。主触点用在通断电流较大的主电路，其根据容量大小有桥式触点和指形触点；辅助触点有常开触点和常闭触点，在结构上它们均为桥式双断点，辅助触点的容量较小，接触器安装辅助触点的目的是使其在控制电路中起联动作用。辅助触点不设灭弧装置，所以它不能用来分合主电路。

(3) 灭弧系统。容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置，灭弧装置大都采用灭弧罩及栅片灭弧结构。

(4) 其他部分。包括反力装置、传动机构、接线柱、外壳等。

当交流接触器线圈通电后，在铁芯中产生磁通，由此在衔铁气隙外产生吸力，使衔铁产生闭合动作，主触点在衔铁的带动下也闭合，于是接通了主电路。同时衔铁还带动辅助触点动作，使原来打开的辅助触点闭合，使原来闭合的辅助触点打开。当线圈断电或电压显著降低时，吸力消失或减弱，衔铁在复位弹簧的作用下打开，主、辅触点又恢复到原来状态。

## 2. 直流接触器

直流接触器和交流接触器一样，也由电磁机构、触点系统、灭弧装置等部分组成。图 1-11 所示为直流接触器的结构示意图。

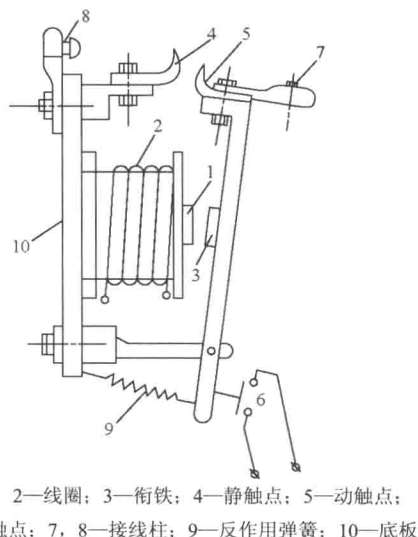


图 1-11 直流接触器结构示意图

(1) 电磁机构。直流接触器的电磁机构一般采用绕轴转动的拍合式结构。

(2) 触点系统。直流接触器也设有主触点和辅助触点。主触点一级做成单极或双极，由于主触点接通或断开的电流较大，故采用滚动的指形触点；辅助触点电流较小，常采用点接触的双断点桥式触点。

(3) 灭弧装置。直流接触器一般采用磁吹灭弧装置。

## 3. 接触器主要技术参数、型号、图文符号

### 1) 主要技术参数

(1) 额定电压和额定电流：指主触点的额定工作电压和额定工作电流。常用交直流接触器的额定电压和额定电流见表 1-1。



(2) 线圈额定电压：线圈常用额定电压等级见表 1-2。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 1-1 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	220、380、500、600
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

表 1-2 接触器线圈的额定电压等级表

直流线圈/V	交流线圈/V
24、48、110、220、440	36、110、220、380

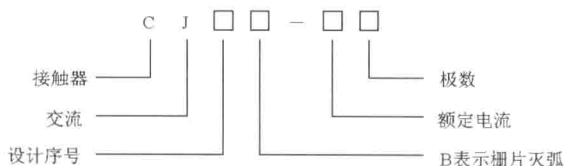
(3) 接通和分断能力：接触器在规定条件下，能在给定电压下接通或分断预期电流值，并且不发生熔焊、飞弧、过份磨损等现象。在低压电器标准中，接触器的用途分类规定了它的接通和分断能力，可查阅相关手册。

(4) 机械寿命和电寿命：机械寿命指需要维修或更换零件、部件前（允许正常维护，包括更换触点）所承受的无载操作循环次数；电寿命指在规定的正常工作条件下，不需要修理或更换零部件的有载操作循环次数。

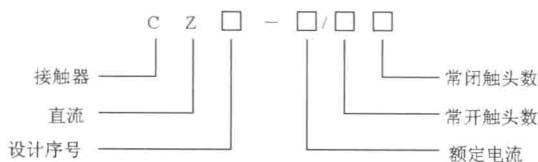
(5) 操作频率：指每小时操作次数。交流接触器最高为 600 次/小时，直流接触器最高为 1200 次/小时。操作频率直接影响到接触器的电寿命和灭弧罩的工作条件，对于交流接触器还影响到线圈的温升。

2) 接触器型号的含义

交流接触器型号的含义如下：



直流接触器型号的含义如下：



3) 接触器图文符号

接触器的图形符号如图 1-12 所示，其文字符号为 QA。

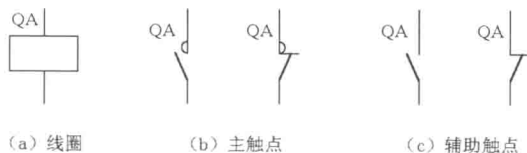


图 1-12 接触器的图形符号与文字符号