

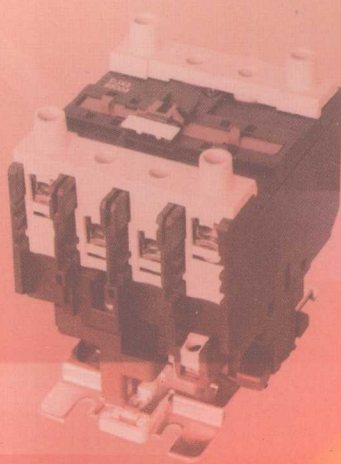


中等职业教育“十一五”规划教材

电气控制技术

(含实训)

苗玲玉 主编



赠电子教案



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育“十一五”规划教材

电气控制技术

主 编 苗玲玉
副主编 刘国军
参 编 殷 红 金志明 周正鼎
主 审 鲍风雨

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术 / 苗玲玉主编. — 北京: 机械工业出版社, 2008.2
中等职业教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-23927-4

I. ①电… II. 苗… III. 电气控制—专业学校—教材 IV. TM321.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第054092号

机械工业出版社(北京百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 苗玲玉 封面设计: 李 斌

文字设计: 金志明 责任校对: 王 斌

封面设计: 李 斌 责任印制: 李 斌

北京中印新华印刷有限公司印刷

2008年9月第1次印刷

184mm×260mm 1/32 98张·234千字

0001-4000册

定价: 18.00元 ISBN 978-7-111-23927-4

0001-4000册



地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
电话: (010) 88379230 (010) 88379231 (010) 88379232
网址: www.cmpbook.com

机械工业出版社

本书以面向中等职业教育为准则,以职业岗位对人才的需求为出发点,针对目前市场需求以及中等职业学校学生的实际状态,本着够用、实用的原则,采用理论与实践一体化的教学方法编写而成。主要内容包括:常用低压电器;电气控制基本电路;典型机床电气控制电路;电气控制设计基础。

本书兼顾中级维修电工职业技能考证要求,每章都设有若干相关实训,并在书后附有活页式的实训报告,方便学校存档。同时为了方便教学和提高学生学习兴趣,本书配有 flash 格式的多媒体课件,凡是以本书作为教材的学校可来电索取,电话:010-88379934。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制技术/苗玲玉主编. —北京:机械工业出版社,2008.5
中等职业教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-23957-4

I. 电… II. 苗… III. 电气控制—专业学校—教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 054093 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:高倩 王娟 责任编辑:王娟

版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.75 印张·234 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23957-4

定价:16.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379195

封面防伪标均为盗版

前 言

本书以面向中等职业教育为准则，以职业岗位对人才的需求为出发点，针对目前市场需求以及中等职业学校学生的实际状态，本着够用、实用的原则，采用理论与实践一体化的教学方法编写而成。

本书配有大量的实物图片，行文通俗易懂、图文并茂，突出应用、强化实训，并兼顾中级维修电工职业技能资格考证，配有与之密切相关、难易适中的电气控制实训，且书中所用教学实验设备通用性强，可以在裸盘上直接安装、布线。融知识、技能、实践经验积累于兴趣之中，符合中职学生的认知规律。

为了方便教学和提高学生的学习兴趣，编者自制了 flash 多媒体课件，用更为形象、直观的方式表现电气控制电路原理及电器动作；电气电路原理分析配有读图流程图，便于理解。书后还附有活页形式的实训报告，方便学校存档。

本书建议教学学时为 70 学时左右，专业实习 1~2 周，各章的参考教学时数分配如下：

教材内容	学 时 数	
	理论学时	实训学时
第 1 章 常用低压电器	4	6
第 2 章 电气控制基本电路	12	14
第 3 章 典型机床电气控制电路	10	14
第 4 章 电气控制设计基础	4	1~2 周
机动和习题	4	2

本书由苗玲玉任主编并统稿，刘国军任副主编，鲍风雨主审，参加编写的还有殷红、金志明、周正鼎。其中，苗玲玉编写第 1 章、第 4 章 4.3~4.5 节及所有实训，刘国军编写第 2 章，殷红编写第 3 章，金志明编写第 4 章 4.1 节，周正鼎编写第 4 章 4.2 节。

在本书编写过程中，得到沈阳铁路机械学校电气专业部很多老师的大力支持，在此一并表示深切的感谢。

由于水平有限，经验不足，书中难免存在错误和缺点，诚恳欢迎读者批评指正，并由衷表示感谢。

编 者

目 录

前言

第1章 常用低压电器 1

1.1 低压电器的分类 1

1.2 非自动切换电器 1

1.2.1 控制按钮 1

1.2.2 行程开关 3

1.2.3 刀开关 4

1.3 自动切换电器 7

1.3.1 接触器 7

1.3.2 继电器 9

1.3.3 熔断器 17

1.3.4 低压断路器 18

1.4 实训 20

1.4.1 常用电器的认识及 接触器的使用 20

1.4.2 时间继电器控制信号起停 24

本章小结 27

复习与思考 27

第2章 电气控制基本电路 29

2.1 电气控制系统图 29

2.1.1 电气控制系统图中的图形符号 和文字符号 29

2.1.2 电气原理图 29

2.1.3 电气元件布置图 32

2.1.4 电气安装接线图 32

2.2 三相笼型异步电动机全压启动 控制电路 33

2.2.1 单向全压启动控制电路 33

2.2.2 电动机点动控制电路 34

2.3 三相笼型异步电动机正反转 控制电路 35

2.3.1 接触器联锁正反转控制电路 35

2.3.2 双重联锁正反转控制电路 37

2.3.3 自动往复行程控制电路 37

2.4 三相笼型异步电动机减压启动 控制电路 38

2.4.1 定子串电阻减压启动

控制电路 39

2.4.2 星形—三角形换接减压启动

控制电路 39

2.4.3 自耦变压器减压启动

控制电路 40

2.5 三相异步电动机调速控制电路 42

2.6 三相异步电动机制动控制电路 44

2.6.1 反接制动控制电路 45

2.6.2 能耗制动控制电路 46

2.7 电气控制的保护环节 48

2.8 实训 49

2.8.1 三相异步电动机全压启动 49

2.8.2 三相异步电动机正反转控制 53

2.8.3 三相异步电动机星形—三角形 减压启动控制 58

2.8.4 三相异步电动机串电阻 减压启动 63

本章小结 67

复习与思考 68

第3章 典型机床电气控制电路 70

3.1 电气原理图的读图方法 70

3.2 车床电气控制电路分析 71

3.2.1 主要结构和运动形式 71

3.2.2 电力拖动方式与控制要求 71

3.2.3 电气控制电路分析 72

3.3 卧式镗床电气控制电路分析 73

3.3.1 主要结构和运动形式 74

3.3.2 电力拖动方式和控制要求 74

3.3.3 电气控制电路分析 74

3.4 卧式万能铣床电气控制电路分析 77

3.4.1 主要结构与运动分析 77

3.4.2 电力拖动方式和控制要求 78

3.4.3 电气控制电路分析 78

3.5 组合机床的电气控制电路分析 83

3.6 实训 86

3.6.1 两级电动机顺序启动控制电路 86

3.6.2 两台电动机顺序起停控制电路 90

3.6.3 车床电气控制电路	95	4.3.2 熔断器的选用	106
本章小结	99	4.3.3 热继电器的选用	106
复习与思考	99	4.3.4 接触器的选用	107
第4章 电气控制设计基础	101	4.3.5 中间继电器的选用	107
4.1 电气控制设计的一般原则和基本任务、 内容及步骤	101	4.3.6 时间继电器的选用	107
4.1.1 电气控制设计的一般原则	101	4.4 组合机床电气原理图设计举例	107
4.1.2 电气控制设计的基本任务与 内容	101	4.5 实训: PLC 控制的 X6132 型卧式万能 铣床设计	110
4.1.3 电气控制设计的一般步骤	102	本章小结	116
4.2 电气原理图设计的步骤与方法	103	复习与思考	116
4.2.1 电气原理图的设计步骤	104	附录	117
4.2.2 电气原理图的设计方法	104	附录 A 电气图常用图形与文字符号 新旧标准对照表	117
4.2.3 电气原理图设计中应注意的 问题	104	附录 B 复习与思考答案要点	124
4.3 机床常用电器的选择	105	附录 C 实训报告	129
4.3.1 按钮、低压开关的选用	105	参考文献	147

第1章 常用低压电器

电器就是电能的控制器具，它能对电能进行分配、控制、调节。其控制作用就是接通或断开电路中的电流，因此，“开”和“关”是其最基本和最典型的功能。

低压电器指的是工作在交直流电压 1200V 以下电路中的电气设备，即所谓“控制电器”。



思考一：电灯开关算电器吗？生活、生产中都有哪些常用电器呢？

1.1 低压电器的分类



1. 了解电器的分类；
2. 了解常用的低压电器。

电器的种类很多，分类的方法也很多。

按工作电压分：低压电器、高压电器；按工作原理分：电磁式电器、非电量控制电器；按操作方式分：自动切换电器、非自动切换电器。

非自动切换电器是用手或依靠机械力进行操作，例如各种手动开关、控制按钮或行程开关等。自动切换电器则主要借助于电磁力或某个物理量的变化自动进行操作，例如接触器和各种类型的继电器等。

1.2 非自动切换电器



1. 了解按钮、行程开关、刀开关的外形；
2. 掌握按钮、行程开关、刀开关的国家标准符号；
3. 熟悉按钮、行程开关、刀开关的使用方法。

1.2.1 控制按钮

1. 控制按钮的原理及符号

控制按钮的作用主要是发布命令控制其他电器的动作和短时接通或断开小电流电路，其结构原理及符号如图 1-1a、b 所示，外形如图 1-1c 所示。

由于按钮的触点允许通过的电流较小，一般不超过 5A，因此按钮不用来直接控制主电路的通断，而是用在控制电路中发出“命令”去控制接触器、继电器等，再由它们来控制主电路。

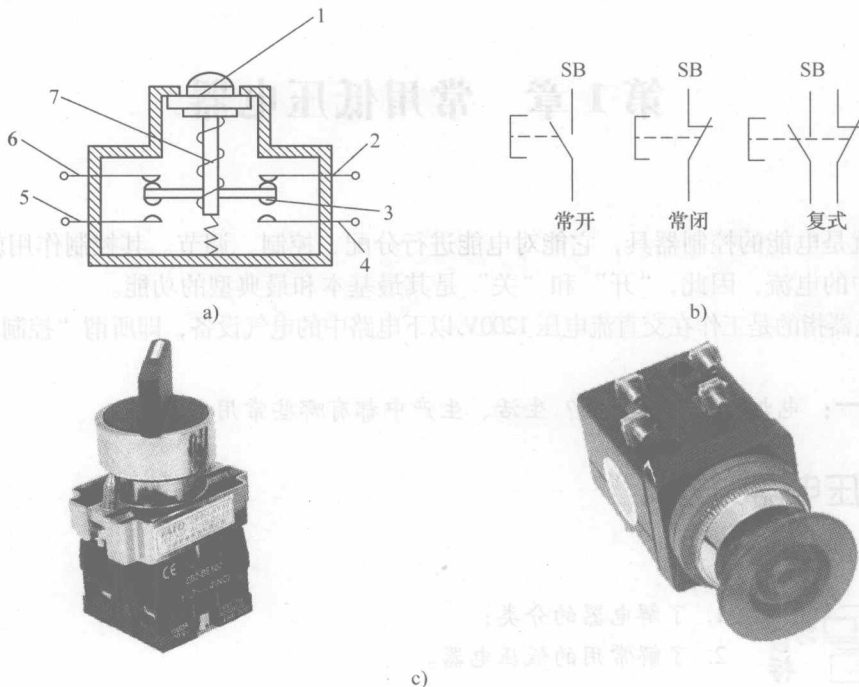


图 1-1 控制按钮

a) 结构原理 b) 符号 c) 外形

1—按钮 2、4、5、6—静触点 3—动触点 7—弹簧

在常态（未加外力）时，按钮的静触点 2、6 与桥式动触点 3 闭合，习惯上称为常闭触点；静触点 4、5 与桥式动触点 3 分断，称为常开触点。

当按下按钮时，静触点 2、6 先和桥式动触点 3 分断，所以这两个触点也称为动断触点；然后静触点 4、5 再和桥式动触点 3 闭合，这两个触点也称为动合触点。

按下按钮时，常闭触点先断开，常开触点再闭合；按下后再放开时，由于复位弹簧的作用，常开触点先恢复断开状态，常闭触点再恢复闭合状态。控制按钮触点的符号如图 1-1b 所示，用虚线将属于同一按钮的常开和常闭触点连接起来，表示它们是相互关联的。

2. 控制按钮的技术参数

常用控制按钮的主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 常用控制按钮的主要技术参数

型 号	额定电压/V	额定电流/A	结构形式	触点对数		按钮数	按钮颜色
				常开	常闭		
LA2	交流：500 直流：400	5	元件	1	1	1	黑、绿、红
LA10—2K			开启式	2	2	2	黑、红或绿、红
LA10—3K			开启式	3	3	3	黑、绿、红
LA10—2H			保护式	2	2	2	黑、红或绿、红
LA10—3H			保护式	3	3	3	黑、绿、红

温馨提示

按钮在面板上安装时应该排列合理，可根据电动机起动的先后顺序，将按钮从上到下或者从左到右排列。

按钮安装时应固定牢固。不同颜色的按钮代表不同的用途，一般习惯用红色按钮表示停车，用绿色或者黑色按钮表示起动或者通电。



1.2.2 行程开关

行程开关又称限位开关或者位置开关，是一种利用生产机械运动部件的碰撞使触点动作从而切换电路的电器，其作用主要是限定运动部件的行程。从结构来看，行程开关包括三个部分：操作机构、触点系统和外壳。

行程开关的种类很多，按其运动形式不同分为直动式和转动式；按其操作机构结构不同可以分为直动式、滚动式和微动式；按其触点性质不同分为有触点式和无触点式。图1-2所示为多种行程开关外形。

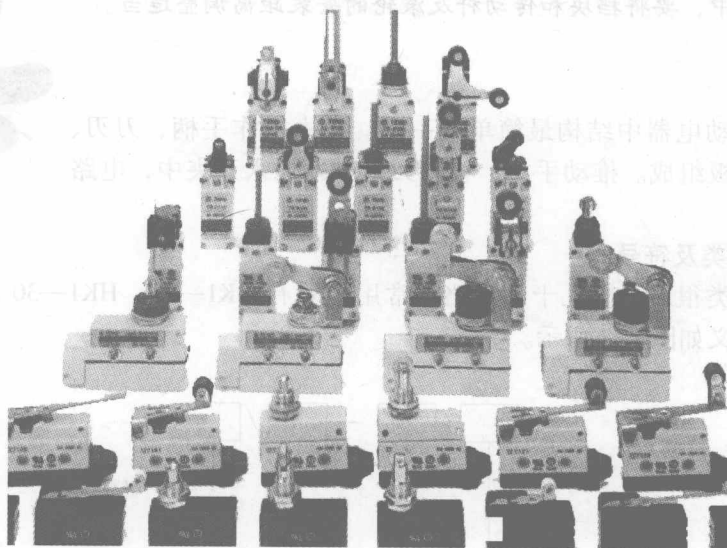


图1-2 行程开关外形

下面重点介绍有触点的行程开关。这种行程开关利用机械运动部件的碰撞来控制触点动作，从而控制生产机械的运动方向、行程大小进行位置保护等。当行程开关用于位置保护时，也称作限位开关。行程开关的符号如图1-3所示。

1. 直动式行程开关

直动式行程开关的优点是结构简单、成本较低，缺点是触点的分合速度取决于撞块的移动速度。若撞块移动速度过慢，则触点不能瞬时切断电路，致使电弧在触点上停

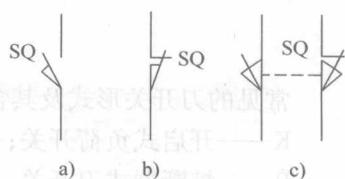


图1-3 行程开关符号

- a) 常开触点 b) 常闭触点
c) 复式触点

留的时间过长，容易烧蚀触点。因此，这种开关不宜用于撞块移动速度小于 0.4m/min 的场合。

2. 滚动式行程开关

滚动式行程开关的优点是触点的通断速度不受运动部件速度的影响，动作快；缺点是结构复杂，价格较贵。

3. 微动式行程开关

微动开关的优点是：

(1) 外形尺寸小，质量轻。触点的工作电压为 380V，工作电流为 3A。

(2) 推杆的动作行程小，灵敏度较高。

(3) 推杆动作压力小，只需 50 ~ 70N 就能使其动作。

微动行程开关的缺点是不耐用。



温馨提示

行程开关应牢固地安装在安装板或机械设备上，不得有晃动现象。在安装过程中，要将挡块和传动杆及滚轮的安装距离调整适当。



1.2.3 刀开关

刀开关是手动电器中结构最简单的一种。它由操作手柄、刀刃、静刀夹和绝缘底板组成。推动手柄，将刀刃紧紧地插入刀夹中，电路就被接通。

1. 刀开关种类及符号

刀开关的种类很多，有几十种规格，常用型号有 HK1—15、HK1—30 和 HK1—60 等。刀开关型号及含义如图 1-4 所示。

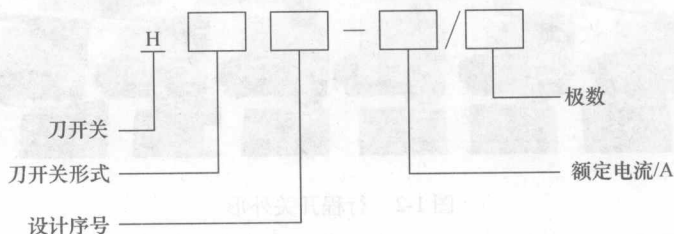


图 1-4 刀开关型号及含义

常见的刀开关形式及其含义如下。

K——开启式负荷开关；

R——熔断器式刀开关；

H——半封闭式负荷开关；

Z——组合开关。

如 HK1—60 的含义是开启式负荷开关，额定电流 60A，三极刀开关，其外形如图 1-5

所示。

通常根据刀片数量不同刀开关可分为三类：单极开关、双极开关、三极开关。三极刀开关的符号如图 1-6a 所示。

由于刀开关的体积较大、操作费力，每小时内允许的接通次数很少。因此，刀开关主要用在车间的配电电路中作为电源的引入开关或隔离开关，主要用来接通或切断长期工作设备的电源。电源隔离开关是常用的刀开关之一，其符号如图 1-6b 所示。



图 1-5 刀开关外形

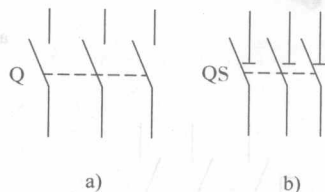


图 1-6 刀开关的符号
a) 三极刀开关 b) 隔离开关

2. 刀开关主要技术参数

刀开关主要技术参数包括额定电压、额定电流和分断能力。

额定电压是刀开关长期正常工作能承受的最大电压；额定电流是刀开关在接通位置上允许长期通过的最大工作电流；分断能力是刀开关在额定电压下能可靠分断的最大电流。刀开关主要技术参数见表 1-2。

表 1-2 刀开关主要技术参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机 最大容量/kW	配用熔丝规格			熔丝线径/mm
					熔丝成分			
					铅	锡	锑	
HK1—15/2	2	15	220	1.5	98%	1%	1%	1.45 ~ 1.59
HK1—30/2	2	30	220	3.0				2.30 ~ 2.52
HK1—60/2	2	60	220	4.5				3.36 ~ 4.00
HK1—15/3	3	15	380	2.2				1.45 ~ 1.59
HK1—30/3	3	30	380	4.0				2.30 ~ 2.52
HK1—60/3	3	60	380	5.5				3.36 ~ 4.00

3. 转换开关

转换开关也称组合开关，是刀开关中的一种，常见型号有 HZ5、HZ10、HZ15 系列，其外形和符号如图 1-7 所示。

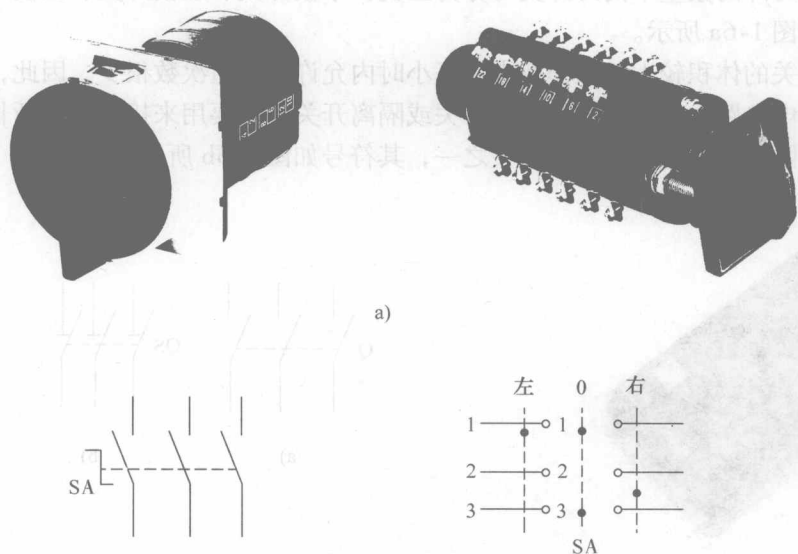


图 1-7 转换开关

a) 外形 b) 符号

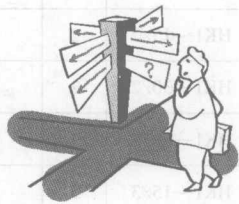
图 1-7b 右图中，3 条虚线代表该转换开关有 3 个挡位：左、中、右；每个挡位上面的实心圆黑点代表触点在这个挡位上是通的。如图 1-7 所示，转换开关打到左侧挡位时，第 1 对触点接通；转换开关打到中间挡位时，第 1 对和第 3 对触点通；转换开关打到右边挡位，第 2 对触点通。



温馨提示

安装刀开关时，手柄要向上，不得倒装或平装，避免刀开关自动下落引起误动作。

接线时，电源线接在上端，负载线接在下端，以防止可能发生的意外事故。



思考二：我们家里的电灯开关是属于控制按钮还是转换开关呢？

控制按钮和转换开关有什么区别？

电灯开关是最简单的转换开关，转换开关 SA 和控制按钮 SB 的区别在于：一般的控制按钮 SB 按下时触点动作，松开时各触点复位；而转换开关 SA 转换到某个挡位时其触点动作并保持动作状态不变，如将电灯开关打到“开”的位置时，触点动作，即使松开触点状态也不会改变。

1.3 自动切换电器



思考三：自动电器应该就没有手动操纵的电器了？



1. 了解接触器和继电器的区别；
2. 熟悉常用继电器的原理、国标符号及应用；
3. 熟悉接触器、熔断器的原理、国家标准及应用。

1.3.1 接触器

接触器是用来接通或切断电动机及其他负载主电路的一种控制电器，通常分为交流接触器和直流接触器。本节以常用的交流接触器为例进行说明。

1. 接触器的结构

接触器由触点系统、电磁机构、弹簧、灭弧装置和支架底座等部分组成，其结构原理图如图 1-8 所示。

(1) 电磁机构。电磁机构的作用是将电磁能转化成机械能并带动触点动作，通常采用电磁铁的形式，由吸引线圈、铁心及衔铁等组成。为减小涡流的影响，铁心和衔铁大都用成形的硅钢片叠成。

(2) 触点系统。触点系统包括 3 对主触点和数对辅助触点，一般采用桥式触点结构。主触点体积较大，允许通过电流大，用于通断主电路，多为三对常开触点；辅助触点体积较小，允许通过的电流较小，只能通断控制电路，通常有两对常开触点、两对常闭触点。

(3) 灭弧装置。当触点分断通电的电路时，如果触点电压为 10 ~ 20V，电流为 80 ~ 100mA，在拉开的两个触点间将出现强烈的电火花。电火花是一种气体放电现象，通常称为电弧。为减轻电弧对触点的烧蚀作用，通常采用灭弧装置。常用的灭弧装置有磁吹式灭弧装置、灭弧栅、灭弧罩等。

2. 接触器的工作原理

当接触器的线圈加上交流电压时，线圈内将产生交变电流。于是在衔铁和静铁心组成的磁路中产生磁通，从而产生电磁吸力。当电磁吸力大于弹簧的反作用力时，衔铁就被吸合。这时所有固定在绝缘支架上的动触点也被拉下，两对辅助常闭触点打开，三对主触点、两对辅助常开触点闭合。当外加电压消失后，电磁力消失，衔铁在弹簧反作用力作用下恢复原位，触点系统恢复原状。接触器外形如图 1-9 所示，线圈及触点的符号如图 1-10 所示。

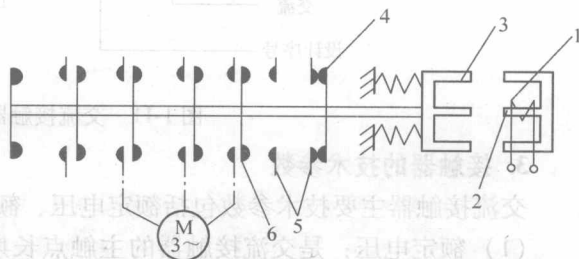


图 1-8 接触器结构原理图

1—线圈 2—铁心 3—衔铁 4、6—动触点 5—静触点

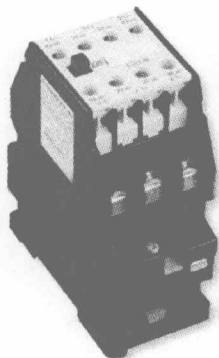


图 1-9 接触器外形

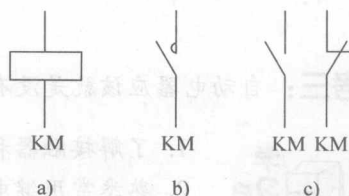


图 1-10 接触器的符号

a) 线圈 b) 主触点 c) 辅助触点

交流接触器的常用型号有 CJ12、CJ20 和 CJ40 等，其含义如图 1-11 所示。

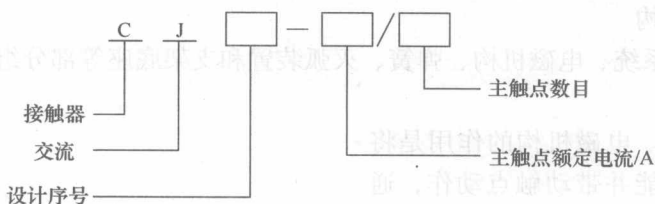


图 1-11 交流接触器的型号及含义

3. 接触器的技术参数

交流接触器主要技术参数包括额定电压、额定电流和线圈额定电压。

(1) 额定电压：是交流接触器的主触点长期工作所能承受的最大电压。根据我国电压标准，接触器常用的额定电压为交流 220V、380V、660V 等。

(2) 额定电流：是接触器在额定工作条件下允许长期通过的最大电流。我国目前生产的接触器额定电流一般小于或等于 630A。

(3) 线圈额定电压：是交流接触器线圈长期正常工作所能承受的最大电压。

交流接触器技术参数还有通断能力、额定频率、线圈功率、操作频率等，CJ12 系列交流接触器的技术参数见表 1-3。

表 1-3 常用交流接触器的技术参数

产品型号	额定工作电压/V	约定发热电流/A	额定工作电流/A		寿命/万次	操作频率	交流线圈频率/Hz	辅助触点	
			AC-3	AC-4				AC-2	3 极
CJ12-100	380	100	100		15	600	50	AC-15: 1000V·A; DC-13: 90W	6 对
CJ12-150		150	150						
CJ12-250		250	250						
CJ12-400		400	400		10	300			
CJ12-600		600	600	480					

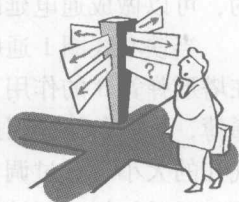


温馨提示

安装接触器时，其底面应与地面垂直，倾斜度小于 5° ，否则将影响接触器的工作特性。

安装接线时，不要将螺钉、垫圈、接线头等零件脱落，以免掉进接触器内部而造成卡住或者短路现象的出现。

接触器应定期检查，观察螺钉是否松动等。



1.3.2 继电器

继电器是一种在特定形式的输入信号（电压、电流、速度、时间等）达到规定要求时动作的自动控制电器，主要用来反映各种控制信号的大小。其触点通常接在控制电路中。

继电器的种类繁多，分类方法也很多。常用分类方法有：按输入信号的不同分为电压继电器、电流继电器、功率继电器、时间继电器、温度继电器等；按动作原理的不同分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、电子式继电器、热继电器等；按动作时间的不同分为快速继电器、延时继电器、一般继电器等；按执行环节作用原理的不同分为有触点继电器、无触点继电器；按用途的不同分为控制系统用继电器、电力系统用继电器。

这里主要介绍电气控制系统用的电磁式（电流、电压、中间）继电器、时间继电器、热继电器和速度继电器。



思考四：电影里经常看到定时炸弹爆炸的场面，定时炸弹里的时间控制是用何种电器实现的呢？

1. 时间继电器

凡是在敏感元件获得信号后，执行元件要延迟一段时间才动作的低压电器叫时间继电器。这里指的延时区别于一般电磁继电器从线圈得到电信号到触点闭合的固有动作时间。时间继电器的种类很多，按动作原理可分为空气阻尼式、电磁式、电动机式、半导体式等。图1-12所示为常见的电子式时间继电器的外形。

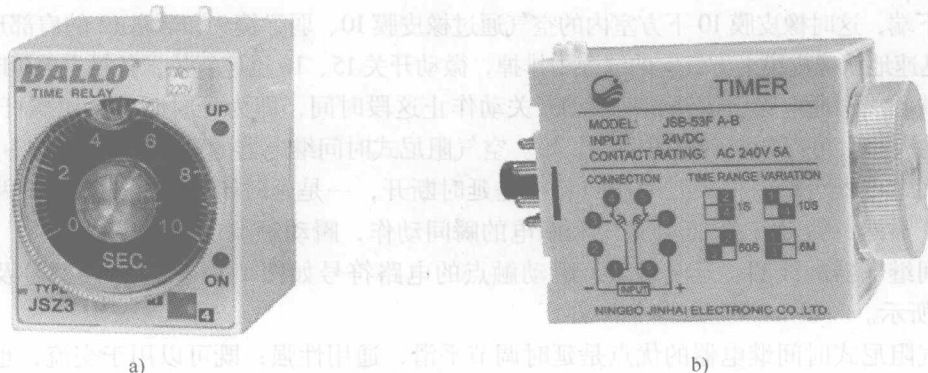


图1-12 时间继电器外形

a) 正面面板 b) 侧面面板

下面以空气阻尼式时间继电器为例说明时间继电器的工作过程。图 1-13 所示为通电后开始延时的空气阻尼式时间继电器结构原理图，它是利用空气通过小孔节流原理来实现延时的，可以做通电延时型，也可以做断电延时型。

当铁心线圈 1 通电后，衔铁 3 吸合，微动开关 16 受压，其触点动作无延时，活塞杆 6 在塔形弹簧 8 的作用下带动活塞 12 及橡皮膜 10 向上运动，但由于橡皮膜下方空气室的空气稀薄，形成负压，因此活塞杆 6 只能缓慢地向上移动。其移动速度由进气孔的大小决定，进气孔的大小可通过调节螺杆 13 进行调整。经过一定的延时后，活塞杆才能移动到最上端，这时通过杠杆 7 压动微动开关 15，使其常闭触点断开、常开触点闭合，起到通电延时的作用。

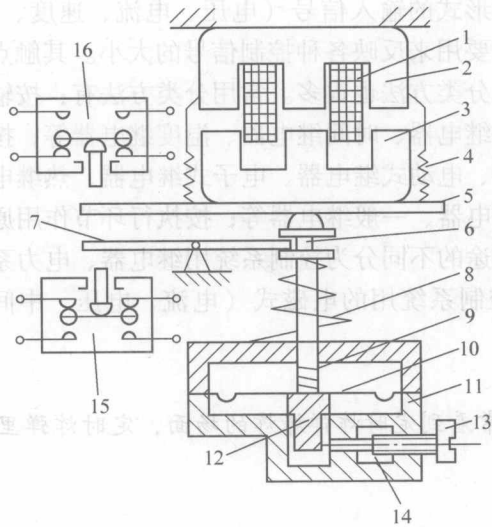


图 1-13 时间继电器原理示意图

- 1—线圈 2—铁心 3—衔铁 4—反力弹簧 5—推板 6—活塞杆 7—杠杆 8—塔形弹簧
9—弱弹簧 10—橡皮膜 11—空气室壁 12—活塞 13—调节螺杆 14—进气孔 15、16—微动开关

当线圈 1 断电，电磁吸力消失，衔铁 3 在反力弹簧 4 的作用下释放，并通过活塞杆 6 将活塞 12 推向下端，这时橡皮膜 10 下方室内的空气通过橡皮膜 10、弱弹簧 9 和活塞 12 的肩部形成的单向阀，迅速地由橡皮膜上方气室的缝隙中排掉，微动开关 15、16 迅速复位，各触点无延时。

从铁心线圈通电吸引衔铁起到微动开关动作止这段时间，即为延时时间。用螺杆 13 调节进气孔的大小，可以调节延时时间的长短。空气阻尼式时间继电器的延时时间为 0.4 ~ 180s。

时间继电器可以有两个延时触点：一是延时断开，一是延时闭合。此外，还有两个瞬动的触点。显然，微动开关 16 在通电和断电的瞬间动作，瞬动触点也随之瞬时动作。

时间继电器的线圈、延时触点、瞬动触点的电路符号如图 1-14 所示，其型号及意义如图 1-15 所示。

空气阻尼式时间继电器的优点是延时调节平滑，通用性强；既可以用于交流，也可以用于直流（仅需改变线圈）；还可以实现通电延时或断电延时；结构简单，价格便宜。其缺点是，延时误差大（可达 $\pm 10\%$ ），当环境温度、湿度变化时，延时时间会发生变化；另外，

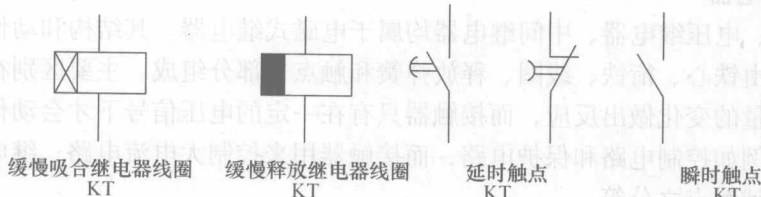


图 1-14 时间继电器的线圈及触点符号

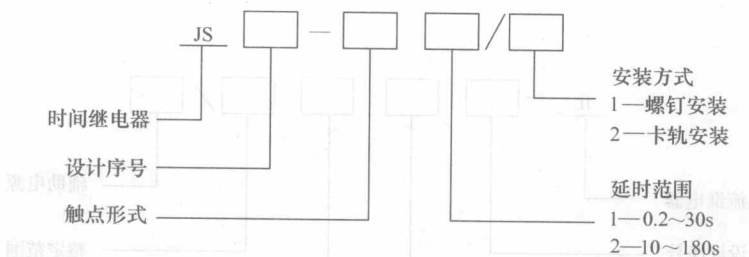


图 1-15 时间继电器的型号及意义

延时时间不能太长。



思考五：应该怎样判断时间继电器里面的延时触点是通电延时还是断电延时呢？

这里有个小窍门，可以把表示延时的圆弧想像成一把雨伞，把电器动作的方向想像成行走的方向。当向前走时，伞尖向前和向后两种情况下哪种会让行走困难、速度更慢呢？

试试看，会发现当行走方向和伞尖向相反时速度会慢，一样道理，圆弧弧顶的方向和电器动作方向相反时，该动作会有延时。分析图 1-16 所示的几种情况，看看时间继电器都是什么延时？

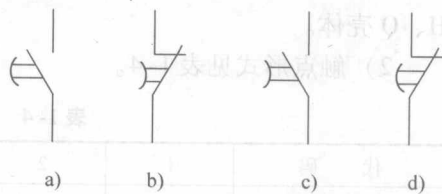


图 1-16 时间继电器的符号分析

图 1-16a 所示为常开触点，时间继电器线圈得电时触点闭合，向右动作，动作方向和圆弧弧顶方向相反，因此动作有延时，属于延时闭合触点；而当时间继电器线圈失电时，常开触点复位，向左动作，动作方向与圆弧弧顶方向相同，动作没有延时。

同理可知，图 1-16b 所示为延时闭合的动断触点，图 1-16c 所示为延时断开的常开触点，图 1-16d 所示为延时断开的常闭触点。



温馨提示

根据系统的延时范围和要求的延时精度来选择时间继电器的类型和系列。在延时精度要求不高的场合，一般可选用价格较低的空气阻尼式时间继电器；在精度要求较高的场合，可选用电子式时间继电器。

