



中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

设备控制技术

shebei kongzhi jishu

■ 主编 陈玉杰



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

21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

设备控制技术

主 编 陈玉杰

副主编 刘 娟 高白川

内 容 提 要

在本书编写过程中,注重机械设备控制的典型性、代表性、实用性和先进性,全书的重点放在控制元件的工作原理及应用,常见故障及排除方法;在液压与气压传动控制方面介绍了系统的使用维护、安装调试、故障诊断和维修方面知识内容;在电气控制方面既介绍了继电器-接触器控制技术,还专门介绍了近年来迅速发展的可编程控制器(PLC)的原理及应用。书中的术语、图形符号均采用最新的国家标准;书中采用了较多的原理图、结构图、产品图片、系统图及表格,实现了文字、图表有机结合,达到图文并茂效果,使教材具有直观性,便于学生深入理解和掌握课程内容,以提高学习效果。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

设备控制技术/陈玉杰主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2590 - 8

I. 设… II. 陈… III. 机械设备-控制系统-专业学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 137365 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址/http://www. bitpress. com. cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/10.75

字 数/275 千字

版 次/2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价/17.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/母长新

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21 世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为指导思想。主要从以下三个角度切入:

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

前 言



本书是根据中等职业教育机电类专业“机械设备控制技术”教学基本要求编写的。本书编写力求符合中等职业教育机电类专业的培养目标与方向，从实际应用角度，综合液压与气动技术、电气控制技术，以机械设备控制技术为主线，充分考虑实际应用和发展现状，编写内容上以实用为主、够用为度，着重作定性分析。

在本书编写过程中，注重机械设备控制的典型性、代表性、实用性和先进性，全书的重点放在控制元件的工作原理及应用，常见故障及排除方法；在液压与气压传动控制方面介绍了系统的使用维护、安装调试、故障诊断和维修方面知识内容；在电气控制方面既介绍了继电器-接触器控制技术，还专门介绍了近年来迅速发展的可编程控制器（PLC）的原理及应用。书中的术语、图形符号均采用最新的国家标准；书中采用了较多的原理图、结构图、产品图片、系统图及表格，实现了文字、图表有机结合，达到图文并茂效果，使教材具有直观性，便于学生深入理解和掌握课程内容，以提高学习效果。

本书在编写中参考了一些科技书籍、教材和手册，在此，编者对于在本书编写中给予支持和帮助的有关同志表示衷心感谢。由于水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以便修订。

编者

目 录

第一章 常用低压电器	1
第一节 接触器	1
第二节 继电器	5
第三节 熔断器	14
第四节 开关	18
第二章 电气控制线路的基本环节	26
第一节 电气控制系统图	26
第二节 三相异步电动机的直接启动控制电路	28
第三节 三相异步电动机降压启动控制电路	35
第四节 三相异步电动机制动控制线路	38
第五节 三相异步电动机转速控制	41
第三章 典型电气控制系统	44
第一节 概述	44
第二节 CA 6140 车床的电气控制线路	45
第三节 铣床的电气控制线路	48
第四节 摇臂钻床的电气控制线路	54
第五节 机床电气维修方法	58
第四章 可编程控制器	60
第一节 概述	60
第二节 PLC 的结构和工作原理	63
第三节 S7-200 系列 PLC 的存储单元与寻址方式	65

第四节	S7-200 系列 PLC 编程软件	69
第五节	S7-200 指令集	73
第六节	S7-200 的应用	83
第五章	液压传动基础	89
第一节	概述	89
第二节	液压油	93
第三节	液体力学	98
第六章	液压元件及辅助装置	103
第一节	液压泵	103
第二节	液压电动机	109
第三节	液压控制阀	109
第四节	液压缸	117
第五节	辅助元件	121
第六节	液压传动基本回路	126
第七章	典型液压系统	134
第一节	YA32—200 型四柱万能液压机液压系统	134
第二节	数控车床液压系统	138
第三节	数控加工中心液压传动系统	140
第四节	机—电—液联合控制技术	143
附录 1	常用液压与气动	151
附录 2	电气图常用图形及文字符号新旧对照表	156

常用低压电器



在工农业生产和日常生活中,电能得到了广泛应用。为了安全使用电能,必须在电路中接入各种起控制、保护作用的电气装置,如开关、熔断器(保险)等,这些装置就是我们通常所说的电器。电器按电压等级可分为高压电器和低压电器,人们日常使用的都是低压电,因此,我们重点讨论低压电器。



1. 熟悉接触器的结构与工作原理及选用。
2. 掌握不同继电器的结构和功能。
3. 了解熔断器和开关的结构和工作原理。

* * * * *

第一节 接触器

接触器实际上是一种大容量电动开关,用来频繁地接通和切断电动机或其他负载主回路,在各个工业领域都得到广泛应用。接触器能接通和断开负载电流,但不能切断短路电流。因此,常与熔断器和热继电器等配合使用。

现在生产的接触器,其额定电流可达2 500 A,允许接通次数为150~1500次/h,电寿命为50万~100万次,机械寿命500万~1000万次。

接触器按驱动方式分,有电磁接触器、气动接触器和液压接触器;按灭弧介质分,有空气式接触器、油浸式接触器和真空接触器。

电磁接触器应用最广泛,又可细分为交流接触器和直流接触器。本节主要介绍电磁接触器。

一、接触器的结构与工作原理

电磁接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置以及支架底座等部件组成。

图1-1中虚框部分是交流接触器内部示意图。其中,电磁系统包含铁芯、衔铁以及线圈等部件,触点系统包含主触点和辅助触点,灭弧装置未画出。当接触器的励磁线圈通电后,

在铁芯与衔铁之间的间隙处产生电磁吸力，使衔铁吸合，衔铁通过传动机构带动触点系统动作，使动合触点闭合，动断触点断开。励磁线圈失电或电压显著降低时，电磁吸力消失或变小，衔铁在复位弹簧的作用下脱开，使主、辅触点恢复到原态，切断主电路。

接触器的电磁系统、触点系统以及灭弧装置形式多样，分述如下：

1. 电磁系统

电磁系统产生电磁力，用来操纵触点的分断和闭合，它由铁芯、励磁线圈、衔铁等几部分组成。

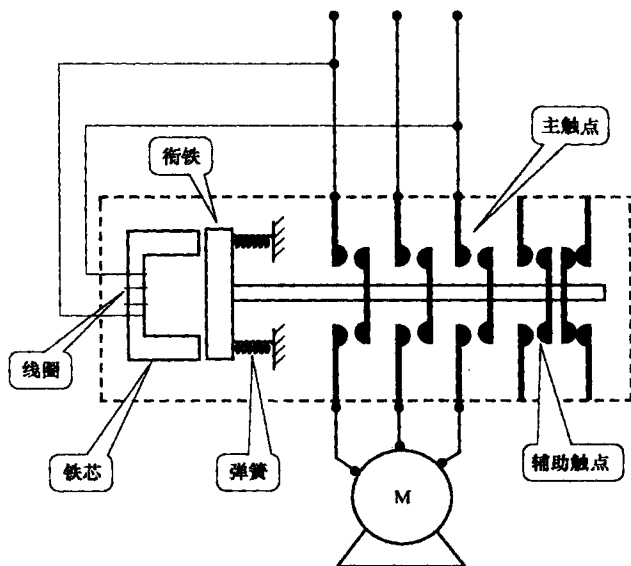


图 1-1 交流接触器内部结构与外部连线示意图

电磁系统常用电磁铁结构形式有拍合式和直动式，如图 1-2 所示。励磁线圈的作用是将电能转换成磁场能量，有直流线圈和交流线圈之分。

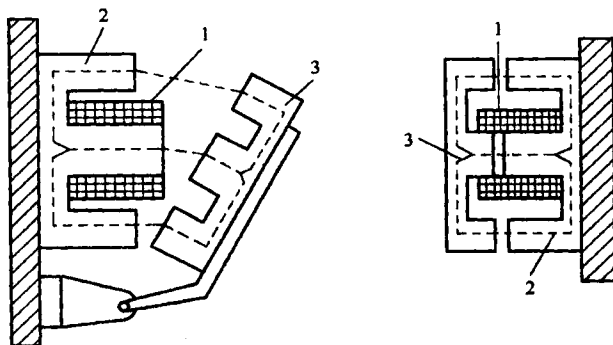


图 1-2 常用电磁铁结构形式示意图

(a) 拍合式；(b) 直合式

1—线圈；2—静铁芯；3—衔铁（动铁芯）

2. 触点系统

触点是接触器的执行元件，用来接通和断开电路。根据用途的不同，可分为主触点和辅

助触点两种。主触点用于电流较大的主电路中，一般由接触面较大的常开触点组成。辅助触点用于电流较小的控制电路中，既有常开触点也有常闭触点。

接触器的触点按接触形式分有点接触、线接触和面接触，如图 1-3 所示。按结构形式分有桥式触点和指形触点，如图 1-4 所示。

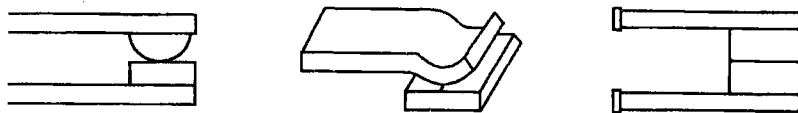


图 1-3 接触器触点的接触形式示意图

(a) 点接触；(b) 线接触；(c) 面接触

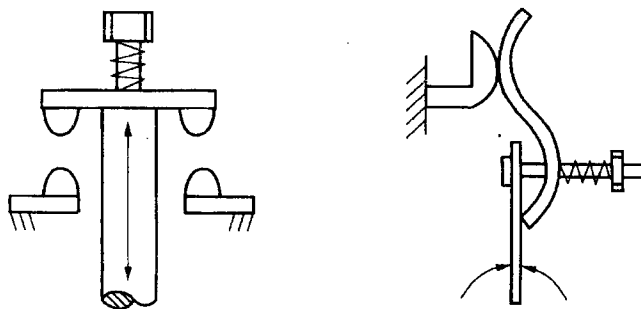


图 1-4 接触器触点的结构形式示意图

(a) 桥式触点；(b) 指形触点

3. 灭弧装置

接触器的主触点用于电流较大的主电路中，在分断时，会在动、静触点之间产生很强的电弧。电弧的存在不仅延迟了电路的分断时间，而且还易烧毁触点或其他部件，甚至引起火灾和爆炸等事故。因此，在容量较大的接触器中，都要加装灭弧装置。

要使电弧减小或熄灭，应设法降低电弧温度和电场强度，可采取以下措施。

(1) 双断点电动力熄弧 采用双断点桥式触点，熄弧原理如图 1-5 所示。分断电路时，在触点之间产生电弧，由于两个电弧彼此靠近且电流方向相反，在回路磁场产生的方向相反的电磁力 F ，使电弧向两侧拉长，从而迅速冷却而熄灭。通常，10A 以下小容量的交流接触器采用双断点电动力灭弧。

(2) 熄弧栅片灭弧 熄弧栅片灭弧原理如图 1-6 所示。熄弧栅片由镀铜薄钢片制成，位于触点上方，安装在石棉水泥制成的灭弧罩内，或安装在陶土、耐弧塑料等绝缘材料上，片

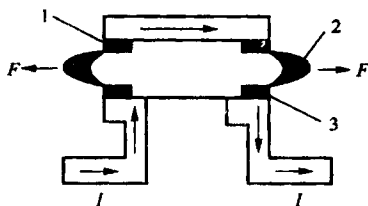


图 1-5 双断点电动力熄弧示意图

1—动触点；2—电弧；3—静触点

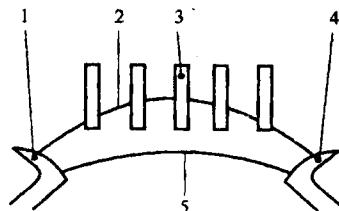


图 1-6 熄弧栅片灭弧示意图

1—静触点；2—短电弧；3—熄弧栅片；
4—动触点；5—长电弧

间距离为2~3 mm，各栅片互相绝缘。产生电弧时，熄弧栅片将长电弧隔为若干段短电弧，短电弧电压不足以维持起弧，外加熄弧栅片有冷却作用，电弧可迅速熄灭。20A 以上大容量的交流接触器一般采用熄弧栅片灭弧。

除此之外，还有磁吹灭弧、窄缝灭弧等。

二、接触器的型号与图形

最常用的接触器是 CJ 系列交流接触器和 CZ 系列直流接触器，其型号组成与含义如图 1-7 所示。

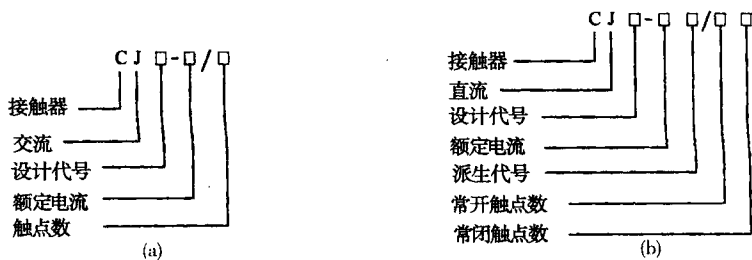


图 1-7 接触器的型号组成与含义
(a) 交流接触器；(b) 直流接触器

常用的 CJ 系列交流接触器有：CJ12 系列、CJ20 系列、CJ28 系列、CJ38 系列和 CJ40 系列等。其中，CJ12 系列适用于交流 50 Hz 的电力线路中，主要用于起重机械的电器设备，作远距离闭合和断开电路之用，也可用于交流电动机频繁起停等；CJ20 系列适用于交流 50Hz 或 60Hz 的电力系统，可与适当的热继电器组合成电动机启动器等。CJ20 系列交流接触器技术数据如表 1-1 所示。

表 1-1 CJ20 系列交流接触器技术数据

型 号	额定绝 缘电压 /V	额定工 作电压 /V	约定发 热电流 (I_{th}) /A	断续周期工作制下 的额定工作电流/A		AC-3 使用类 别下的额定 工作功率 /kW	不间断工 作制下的 额定工作 电流/A
				AC—1	AC—2 AC—3 AC—4		
CJ20—160	660	220	200	200	160	48	200
		380			160	85	
		660			100	85	
CJ20—160/11	1140	1 140			80	85	
CJ20—630	660	220	630	630	630	175	630
		380			630	300	
CJ20—630/11	660	660			400	350	
	1 140	1 140			400	400	

常用的 CZ 系列直流接触器有：CZ0 系列、CZ18 系列、CZ21 系列等。其中，CZ0 系列适用于直流电动机频繁起停以及直流电动机的换向或反接制动；CZ18 系列和 CZ21 系列适用于远距离接通与断开电路，并可作直流电动机的频繁起停，反向和反接制之用。

接触器的图形符号如图 1-8 所示。

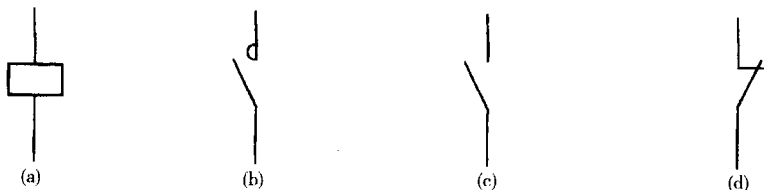


图 1-8 接触器的图形符号

(a) 线圈；(b) 动合主触点；(c) 动合辅助触点；(d) 动断辅助触点

三、接触器的选用

接触器使用广泛，为了使其在不同的使用条件下正常工作，必须根据下列原则正确选用接触器，使其技术指标满足被控电路的要求。

(1) 确定接触器的类型及线圈额定电压 根据应用电路确定使用交流接触器还是直流接触器，再根据控制电压等级来选择线圈额定电压。

通常用的额定电压等级为：

- 交流线圈：36 V、127 V、220 V、380 V。
- 直流线圈：24 V、48 V、220 V、440 V。

(2) 选择接触器主触点的额定电压和额定电流 主触点的额定电压应大于或等于负载回路的额定电压。主触点的额定电流应大于或等于负载的额定电流。在电动机频繁启动、正反转或制动等场合下，主触点的额定电流应增大一倍。

通常用的额定电流等级为：

- 交流接触器：5 A、10 A、20 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A。
- 直流接触器：25 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A。

(3) 选择接触器的触点数量 接触器的主触点和辅助触点的数量应满足控制线路的要求。

第二节 继电器

继电器是一种根据特定形式的输入信号而动作的控制电器。虽然继电器与接触器都是用来自动接通或断开电路，但是它们仍有显著的区别。继电器的触点只用于小电流的控制电路，而接触器触点用于大电流的主电路；继电器用于反应控制信号，与不同种类的控制信号对应，有不同类型的继电器，而接触器一般只能对电压的变化作出反应。

一、继电器的种类

继电器的种类很多，分类方法也很多，以下是几种常用的分类方法：

- 按输入量的物理性质分：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；

- 按动作原理分：电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器、电子式继电器等；

- 按动作时间分：快速继电器、延时继电器、一般继电器；

- 按用途分：电器控制系统用继电器、电力系统用继电器。

二、电磁式继电器

电磁式继电器是电气控制设备中用得最多的一种继电器，常用的电磁式继电器有电压继电器、电流继电器、中间继电器以及时间继电器。电压继电器与电流继电器在结构上的主要区别是线圈不同。电压继电器的线圈与负载并联以感测负载电压，其线圈匝数多而线径小；电流继电器的线圈与负载串联以感测负载电流，故线圈匝数少而线径大。中间继电器实际上也是一种电压继电器，只是它的触点容量较大、数量较多，起到触点容量和数量的中间放大作用。电磁式时间继电器在线圈通电后触点要延迟一段时间才动作。

电磁式继电器的电磁系统结构主要有两种类型：直动式和拍合式。拍合式电磁系统应用较多，如图 1-9 所示，主要由 U 形静铁芯、板状动铁芯和电磁线圈等组成。

线圈未通电前，动铁芯借反力弹簧的反力保持在释放位置上。为防止在线圈断电时发生剩磁粘住动铁芯的现象，在街铁上通常加有非磁性垫片（一般为 0.1 ~ 0.5 mm 厚的铜片）。线圈通电后，产生电磁吸力，使动铁芯向下拍合，带动触点系统动作。线圈失电后，电磁吸力消失，动铁芯在反力的作用下脱开静铁芯，并带动动触点系统回复原位。极帽的作用是增大工作气隙的磁导。

在电磁式继电器中装设不同的线圈可制成电压继电器、电流继电器和中间继电器。线圈有交流和直流之分，若用直流线圈，且在 U 形静铁芯上加装铜套，即构成电磁式时间继电器。各种电磁式继电器的特点与用途罗列在表 1-2 中。

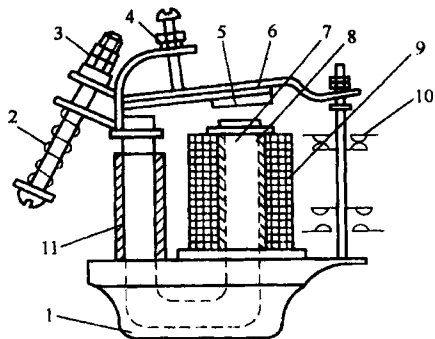


图 1-9 电磁式继电器的典型结构

1—底座；2—反力弹簧；3，4—调节螺钉；

5—非磁性垫片；6—动铁芯（衔铁）；

7—静铁芯；8—极帽；9—电磁线圈；

10—触点系统；11—铜套（时间继电器用）

表 1-2 电磁式继电器的特点与用途

名 称	动作特点	主要用途
电压继电器	线圈端达到规定值时动作	电动机失压或欠电压保护电动机制动和反转控制等
电流继电器	线圈中流过的电流达到规定值时动作	电动机的过载及短路保护直流电机磁场控制及失磁保护
中间继电器	线圈端电压达到规定值时动作	增加控制回路信号放大作用
电磁式时间继电器	触点动作有延时	电动机变电阻启动器星—三角启动与能耗制动控制等

1. 电压继电器

触点根据线圈两端电压大小来动作的继电器称为电压继电器。电压继电器按线圈电流的种类可分为交流电压继电器和直流电压继电器，交流电压规格有 36 V、110 V、127 V、220 V、380 V 等；直流电压规格有 12 V、24 V、48 V、110 V、220 V 等。按用途又可分为过电压继电器、欠电压继电器。

过电压继电器线圈在额定电压时，衔铁不吸合，触点不动作，只有当线圈电压高于额定电压之上的某个值（即整定值）时，触点才动作。通常，直流电压波动不大，所以在过电压继电器产品中没有直流过电压继电器，只有交流过电压继电器。过电压继电器在电路中起过电压保护作用。电路过压时，过电压继电器动作，从而控制接触器，及时分断电气设备的电源。

欠电压继电器线圈在额定电压时，其衔铁是处于吸合状态。只有当线圈电压低至线圈的释放电压（整定值）时，衔铁释放，触点动作，从而控制接触器及时断开电气设备的电源。

通常情况下，过电压继电器的动作电压整定为额定电压的 1.1 ~ 1.2 倍，欠电压继电器的释放电压整定为额定电压的 0.4 ~ 0.7 倍，零电压继电器的释放电压整定为额定电压的 0.05 ~ 0.25 倍。

电压继电器的图形符号如图 1-10 所示。

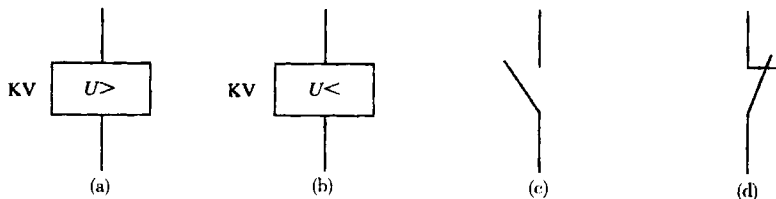


图 1-10 电压继电器的图形符号

(a) 过电压线圈；(b) 欠电压线圈；(c) 动合触点；(d) 动断触点

2. 中间继电器

中间继电器实际上也是电压继电器，只是触点数量较多、触头容量较大而已。中间继电器线圈通电，则触点动作，线圈失电后触点复位。尽管中间继电器从结构上看是电压继电器，但它不能与过、欠压继电器一样起过、欠压保持作用，只能用作中间转换（传递、放

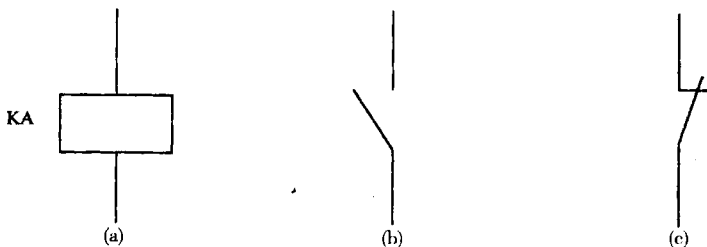


图 1-11 中间继电器的图形符号

(a) 线圈；(b) 动合触点；(c) 动断触点

大、翻转、分路和记忆等）等用途。从图形符号上看，中间继电器与电压继电器的不同主要表现在线圈表示上，中间继电器的图形符号如图 1-11 所示。

中间继电器种类很多，除专门的中间继电器外，额定电流较小的接触器（5A）也常被用作中间继电器。中间继电器线圈在加上有 85% ~ 105% 的额定电压时应能可靠工作。中间继电器的产品类型很多，常用的有 JZ7、JZ15D、JZ17、JZ18 等系列。以 JZ7 系列为例，其型号组成如图

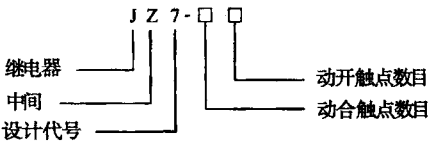


图 1-12 JZ7 系列中间继电器型号组成与含义

1-12所示，其技术数据如表 1-3 所示。

表 1-3 JZ7 系列中间继电器技术数据

产 品 型 号	额 定 电 压 /V	额 定 电 流 /A	接 通 分 断 能 力				保 持 线 圈 功 率 /VA
			电 压 /V	接 通 电 流 /A	分 断 电 流/A		
					电 感 负 载	电 阻 负 载	
JZ7-44	AC: 380 DC: 220	5	AC: 380	50	5	5	12
JZ7-62			DC: 110	7.5	1	2.5	
JZ7-80			DC: 220	4	0.5	1	

三、时间继电器

时间继电器在得到输入信号（线圈通电或失电）后，触点会经过一段延迟时间才动作，这段延迟时间通常可调整。

1. 各类时间继电器简介

时间继电器的种类很多，按动作原理分有电磁式、空气阻尼式、同步电动机式和晶体管式等；按延时方式分有通电延时和断电延时。以下重点介绍电磁式和空气阻尼式时间继电器。

（1）直流电磁式时间继电器 在普通直流电压继电器的静铁芯上加装一个阻尼铜（铝）套，就构成直流电磁式时间继电器。

假设继电器原来处于通电吸合状态，继电器断电时，根据电磁感应定律，在阻尼铜（铝）套内将产生涡流，阻碍铜（铝）套内磁通减小，从而延缓继电器脱开。在继电器通电吸合时，阻尼作用不明显，这是因为原来继电器处于释放位置，动静铁芯之间的气隙大，因此磁阻大而磁通小，所以阻尼小，可近似认为通电吸合无延时。

常用的直流电磁式时间继电器有 JT3 系列，其主要技术数据如表 1-4 所示。

表 1-4 JT3 系列直流电磁式时间继电器主要技术数据

型 号	直流线圈电压/V	动合动开触点组合	延时/s
JT3-□□/1	12、24、48、110、 22、440	11、02、20、03、12、21、 04、40、22、13、31、30	0.3~0.9
JT3-□□/3			0.8~3.0
JT3-□□/5			2.5~5.0

(2) 空气阻尼式时间继电器 空气阻尼式时间继电器的电磁系统和触点系统的结构与普通电磁继电器类似,只是附加了气室延时机构,如图 1-13 所示。

以通电延时型为例说明空气阻尼式时间继电器的工作原理,参见图 1-13 (a)。当线圈 1 通电后,动铁芯 3 克服反力弹簧 4 的阻力与静铁芯立即吸合,活塞杆 6 在塔形弹簧 8 的作用下向上移动,带动橡皮膜 10 也向上移动,但受到进气孔 14 进气速度的限制,这时橡皮膜下面形成空气稀薄的空间,与橡皮膜上面的空气形成压力差,对活塞向上移动产生阻尼作用,经过一段时间,活塞才能完成全部行程,通过杠杆 7 微动开关,因此延时触点 15 延时动作,起到通电延时作用。延时时间可以通过调节螺钉 13 来予以调整。通过调节螺钉 13 来增大进气孔气隙,即减小空气阻尼,延时变短;调节螺钉 13 来减小进气孔气隙,即增大空气阻尼,延时变长。

当线圈 1 断电时,动铁芯 3 在反力弹簧 4 的作用下,通过活塞杆 6 将活塞 12 推向下端,这时橡皮膜 10 下方气室内的空气通过橡皮膜、弱弹簧 9 和活塞局部所形成的单向阀迅速从橡皮膜上方气室缝隙中排掉,使延时触点 15 和瞬时触点 16 均瞬时动作。值得注意的是,无论线圈通电或断电,瞬时触点 16 都能瞬时动作。

图 1-13 (b) 为断电延时型,其与通电延时型在结构上的主要区别在于电磁系统倒过来安装,其工作原理请读者自己分析。

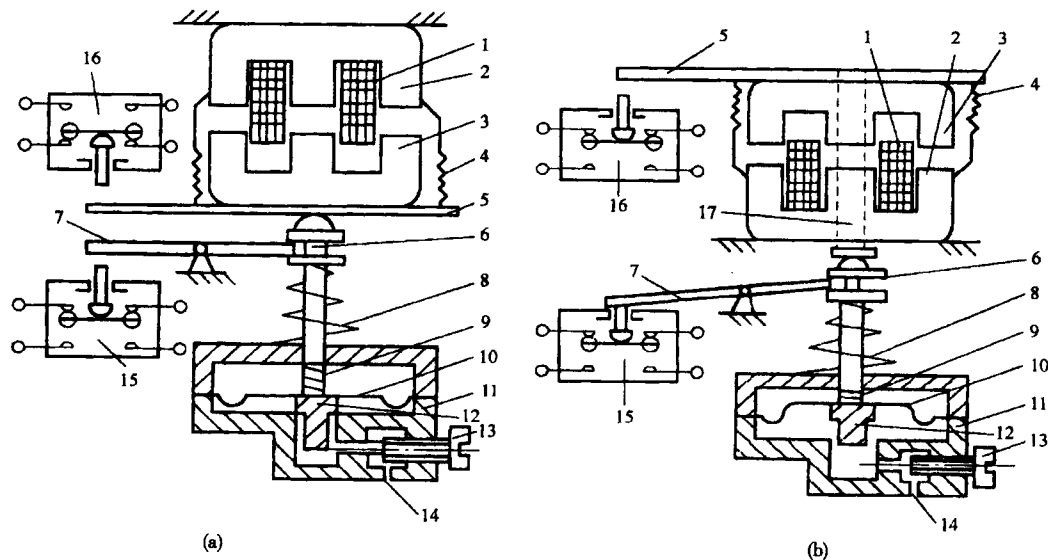


图 1-13 空气阻尼式时间继电器工作原理图

(a) 通电延时型; (b) 断电延时型

- 1—线圈; 2—静铁芯; 3—动铁芯; 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—调节螺钉
14—进气孔; 15—延时触点; 16—瞬时触点; 17—推杆

常用的空气阻尼式时间继电器有 JS7-A、JS23 等系列,表 1-5 列出了 JS7-A 系列空气阻尼式时间继电器的主要技术数据。