

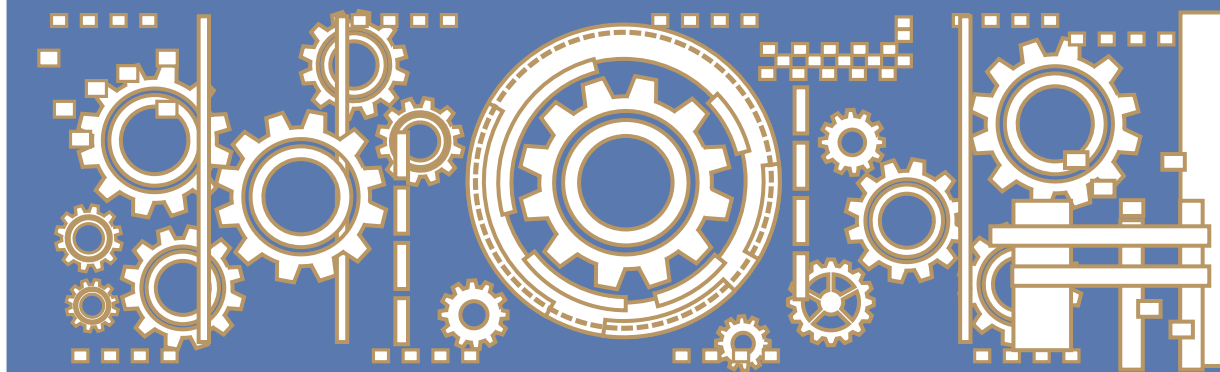
免费提供

精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC



责任编辑: 黄 煌

特约编辑: 占爱丽

封面设计: 王秋实



定价: 49.80元

高等职业教育精品教材

高等职业教育精品教材

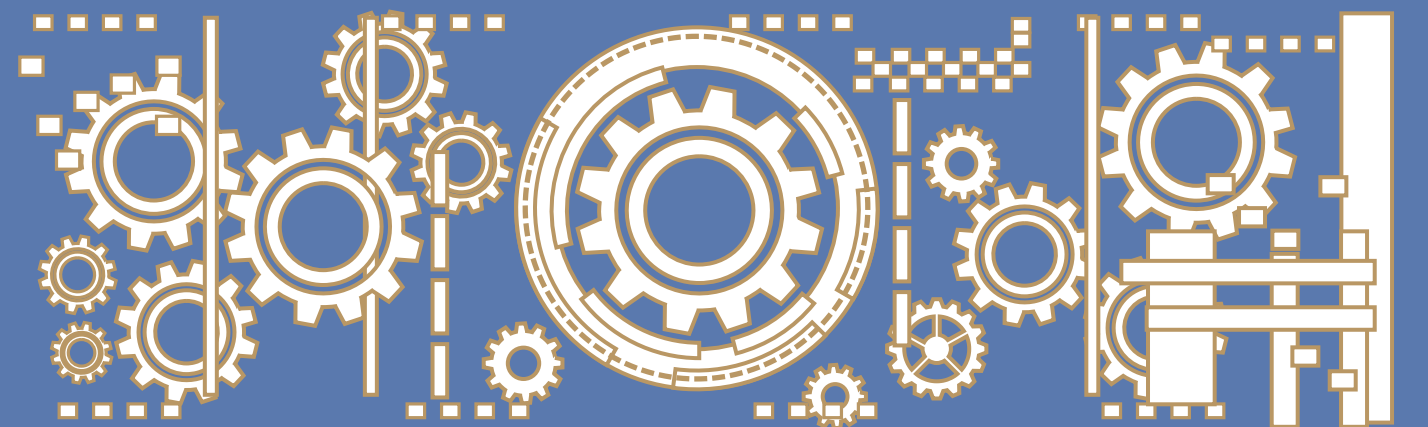
“互联网+” 立体化教材

电气控制与PLC

“互联网+” 理念融入教材 二维码链接丰富的教学资源 微视频随时随地观看学习

刘品潇 主编 王志奎 主审

DIANQI KONGZHI YU PLC



国防科技大学出版社

国防科技大学出版社

高等职业教育精品教材

 “互联网+” 立体化教材

电气控制与PLC

Dianqi Kongzhi yu PLC

刘品潇 主 编

郑 冬 陈自刚 张景航 副主编

王志奎 主 审

国防科技大学出版社

【内容简介】本教材是为高职高专机械类及电气类专业编写的教材。

本书结构严谨,注重实例。全书共分为8章,主要包括低压电器、电气控制电路基础、常用设备电气控制系统分析、可编程控制器概论、西门子 S7-200 的基本指令、电气控制系统设计、其他系列 PLC 及 PLC 应用举例。

本书可作为高职高专机械类及电气类各专业教材,也可供工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/刘品潇主编. —长沙:国防科技大学出版社,
2009.2(2022.7 重印)

ISBN 978-7-81099-586-3

I. 电… II. 刘… III. ①电气控制—高等学校—教材
②可编程序控制器—高等学校—教材 IV.
TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 201168 号

出版发行:国防科技大学出版社

责任编辑:黄 煌 特约编辑:占爱丽

印刷者:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16.25

字 数:418 千字

印 次:2022 年 7 月第 1 版第 8 次印刷

定 价:49.80 元

Preface 前言

电气控制与 PLC 是高职高专机械类及电气类专业的主干课程。近年来,随着科技的飞速发展,电气控制与 PLC 在工程领域中的重要性也逐渐凸现出来。本书是根据“教育科学‘十一五’国家规划课题高职高专电气类课程要求”编写而成。本书从电气专业人才培养的目标出发,在知识结构、内容安排、实例学习等方面体现了专业应用型教育的特点,以工程应用实例引导读者对 PLC 的学习,尽量反映近年来本学科发展的新内容、新技术。本书在编写时注意突出了以下几点:

1. 内容结构上循序渐进,注意对基本电路的分析和应用,使读者对基础知识有透彻的了解。采用完整的实例,使初学者能快速掌握相关的编程知识,更好地巩固基础知识,培养读者对该学科的兴趣。

2. 注重实用性,高职高专为社会培养的是应用型人才,根据这一特点,本书紧跟科技发展,介绍了工程中应用性较强的器件及其相关知识。

3. 侧重新知识、新技术的讲解,书中介绍了大量当今常用的技术,如单元七介绍了现场总线技术,使书中的知识不再与时代脱节。

4. 为了加强实践环节,本书在单元八中用完整的实例巩固和提升读者的编程控制能力。

5. 注重立体化教学,在网上有与书相配套的电子课件。通过教材与网络资源的有机结合,提高了服务水平。

本书由刘品潇任主编,郑冬、陈自刚、张景航任副主编,参加编写的还有靳亚维、汤中科、陈红毅、陈永辉、王辉、刘万里、李向江等。在此对他们表示衷心的感谢!

由于编者教学经验和学术水平有限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

Contents 目 录

单元一 常用低压电器	1
学习目标	1
相关知识	1
学习情境一 低压电器的基本知识	1
学习情境二 继电器	4
学习情境三 接触器	12
学习情境四 低压开关和低压断路器	15
学习情境五 熔断器	21
学习情境六 主令电器	24
思考与练习	27
单元二 电气控制电路基础	28
学习目标	28
相关知识	28
学习情境一 电气控制系统	28
学习情境二 电路的逻辑关系	32
学习情境三 三相异步电动机的起动控制	34
学习情境四 三相异步电动机的运行控制	41
学习情境五 三相异步电动机的制动控制	47
学习情境六 电液控制系统	51
学习情境七 电气控制系统中的保护环节	53
思考与练习	55
单元三 常用设备电气控制系统分析	56
学习目标	56
相关知识	56
学习情境一 设备控制系统分析概述	56

学习情境二 卧式车床电气控制系统分析	57
学习情境三 铣床电气控制系统分析	62
学习情境四 组合机床电气控制系统	70
思考与练习	75
单元四 可编程控制器概论	76
学习目标	76
相关知识	76
学习情境一 可编程控制器的基本知识	76
学习情境二 S7-200 系列 PLC 的组成	80
学习情境三 S7-200 系列 PLC 的工作方式	86
学习情境四 S7-200 系列 PLC 的主要性能指标及分类	95
学习情境五 S7-200 系列 PLC 的程序概述	97
学习情境六 西门子其他系列 PLC	101
思考与练习	104
单元五 西门子 S7-200 的基本指令	105
学习目标	105
相关知识	105
学习情境一 基本逻辑指令	106
学习情境二 数学运算指令	122
学习情境三 数据处理指令	129
学习情境四 转换指令	138
学习情境五 表功能指令	147
学习情境六 程序控制指令	150
学习情境七 中断指令	157
学习情境八 高速处理指令	164
学习情境九 特殊及其他功能指令	169
思考与练习	175
单元六 电气控制系统设计	178
学习目标	178
相关知识	178
学习情境一 电气控制系统设计的基本原则和内容	178
学习情境二 电气控制系统设计的方法	180
学习情境三 继电器控制线路设计方法	181
学习情境四 PLC 控制系统设计的内容和方法	183
学习情境五 应用举例	185
思考与练习	198

单元七 其他系列 PLC 简介	199
学习目标	199
相关知识	199
学习情境一 欧姆龙(OMRON)PLC	199
学习情境二 三菱(MITSUBISHI)PLC	207
学习情境三 台达(DELTA)PLC	213
学习情境四 现场总线控制系统	220
学习情境五 西门子 S7-200 系列 PLC 编程软件	225
思考与练习	229
单元八 PLC 应用举例	230
学习目标	230
相关知识	230
学习情境一 水塔水位 PLC 控制	231
学习情境二 简易机械手 PLC 控制	234
学习情境三 电梯 PLC 控制	240
思考与练习	244
附录	246
附录 A 电气常用图形符号	246
附录 B 电气设备常用文字符号	248
附录 C S7-200 系列 PLC 特殊标志存储器及寻址范围	250
参考文献	252

单元一

常用低压电器



学习目标

- 掌握低压电器的结构；
- 掌握继电器的结构、工作原理、型号与电气符号；
- 掌握接触器、低压开关及低压断路器的结构、工作原理、型号与电气符号。



相关知识

低压电器是现代工业过程自动化的重要基础元器件，是组成电气成套设备的基础配套元器件，是低压用电系统可靠运行、安全用电的基础和重要保证，在国民经济中具有不可替代的作用。低压电器通常是指工作在交流电压小于 1 200 V、直流电压小于 1 500 V 的电路中，起通断、保护、控制或调节作用的基本元器件。

学习情境一 低压电器的基本知识

一、常用低压电器的分类

低压电器种类繁多，功能多样，用途广泛。按其结构、用途及所控制的对象等的不同，可以有不同的分类方式，以下介绍三种分类方式。

1. 按所在的系统分类

低压电器按电气元件所在的系统可以分为低压配电电器和低压控制电器。

1) 低压配电电器

低压配电电器包括熔断器、刀开关、转换开关、空气断路器等，主要用在低压电网或动力装置中，对电路和设备起保护、通断、负载或转换电源等作用。

2) 低压控制电器

低压控制电器包括接触器、启动器、各种控制继电器等，主要用在低压电力拖动系统中，对电机的运行起检测、控制、调节或保护电器的作用。

2. 按动作方式分类

低压电器按动作方式可分为手动电器和自动电器。



图文
安全用电



图文
刀开关的适用范围



图文
继电器的定义、作用和分类



图文
接触器的工作原理



图文
空气断路器的工作原理



图文
熔断器的工作原理



图文
转换开关的结
构原理和主要
用途



图文
行程开关的
定义

1) 手动电器

手动电器是指通过人力操作而动作的电器,如刀开关、按钮等。

2) 自动电器

自动电器是指按照信号或某个物理量的高低而自动动作的电器,如继电器、接触器等。

3. 按动作原理分类

低压电器按动作原理可分为电磁式电器和非电磁式电器。

1) 电磁式电器

电磁式电器是根据电磁铁的原理工作的电器,如接触器、继电器等。

2) 非电磁式电器

非电磁式电器是依靠外力(人力或机械力)或某种非电量的变化而动作的电器,如按钮、行程开关、速度继电器、热继电器等。

二、低压电器的结构

低压电器是由电磁机构和触头系统组成的,其中,电磁机构是电磁式电器的感应机构,触头系统是执行机构。

1. 电磁机构

常用的电磁机构如图 1-1 所示。电磁机构的主要作用是将电磁能转换成机械能,产生电磁吸力带动触头动作,用来接通或分断电路。电磁机构由吸引线圈、铁心和衔铁三个部分组成。

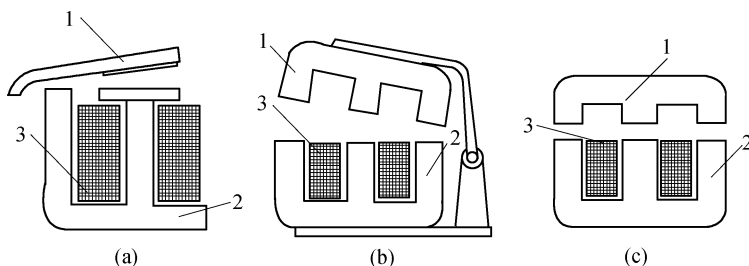


图 1-1 常见的电磁机构

1—衔铁; 2—铁心; 3—吸引线圈

电磁机构按照衔铁运动方式可分为:衔铁绕棱角转动拍合式,如图 1-1(a)所示;衔铁绕轴转动拍合式,如图 1-1(b)所示;衔铁做直线运动的直动式,如图 1-1(c)所示。

电磁机构按照电磁铁铁心的形状可分为 U 型(见图 1-1(a))和 E 型(见图 1-1(b)、(c))。

电磁机构按照电磁铁所通电流的种类可分为直流线圈和交流线圈两种。

2. 触头系统

触头系统是低压电器的执行部件,用来实现电路的接通和断开。触头通常用铜制成,但铜制触头表面易产生氧化膜,使触头的接触电阻增大而引起触头过热,影响电器的使用寿命。而银的氧化膜电阻率与纯银相似,因此有些小容量电器的触头采用银制材料。

触头按其形状不同可分为桥式触头和指形触头,桥式触头如图 1-2(a)、(b)所示,两个触

头串于同一条电路中,电路的通断由两个触头共同完成。指形触头如图 1-2(c)所示,接触区位于一直线上。

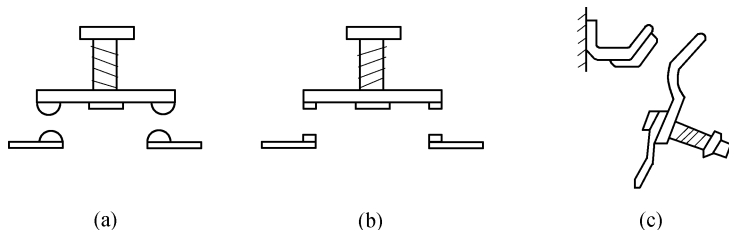


图 1-2 触头的结构形式

触头按其接触形式不同可分为点接触、面接触和线接触三种。点接触由两个半球形触头或一个半球与一个平面形触头构成,见图 1-2(a),它常用于小电流电器中,如继电器触头和接触器的辅助触头。面接触是由两个平面形的触头相结合,见图 1-2(b),接触面大,允许通过较大的电流,因此多用于大容量接触器的主触头。线接触的接触区是一条线,见图 1-2(c),触头在接通和断开过程中滚动接触并产生滚动摩擦,以利于去掉触头表面的氧化膜,保证触头的良好接触,因此多用于中容量电器中。

三、低压电器的辅助结构(灭弧)

动、静触头在分断过程中,由于瞬间的电荷密度极高,导致动、静触头间形成大量炽热的电荷流,产生弧光放电现象,从而形成电弧。电弧的存在不仅烧蚀了触头的金属表面,降低了电器的使用寿命,而且延长了电路的分断时间,甚至可能导致事故,因此必须在触头断开的瞬间采取措施迅速把电弧熄灭。常用的灭弧方法有电动力灭弧、金属栅片灭弧和磁吹灭弧。

1. 电动力灭弧

在桥式结构双断口触头系统中,当触头打开时,在断口处产生电弧,如图 1-3 所示。电弧电流在两电弧之间产生相应的磁场。根据左手定则,电弧电流要受到一个指向外侧的电动力 F 的作用,使电弧 3 向外运动并拉长,使它迅速穿越冷却介质而加快冷却并熄灭。这种灭弧方法简单,无需专门的灭弧装置,但效果较差,一般多用于小功率的电器中。交流接触器常采用这种灭弧方式。

2. 金属栅片灭弧

金属栅片灭弧装置中的灭弧栅一般由多片镀铜薄钢片(称为栅片)组成,它们位于电器触头上方的灭弧栅内,彼此之间互相绝缘,其示意图如图 1-4 所示。当触头 1 分断电路时,在触头 1 和灭弧栅之间产生电弧 3,产生的电弧在电动力作用下被推入灭弧栅内,电弧进入栅片后被分割成一段段串联的短弧。这时每相邻两片灭弧栅片 2 可以看作一对电极,且每对电极间都有 150~250 V 的绝缘强度,这样整个灭弧栅的绝缘强度大大加强,而每对灭弧栅片间的电压都不足以达到电弧的燃烧电压,灭弧栅片同时还吸收电弧的热量,使电弧迅速冷却而熄灭。由于金属栅片灭弧装置的灭弧效果在交流时要比直流时强得多,故而在交流电器中常采用金属栅片灭弧。

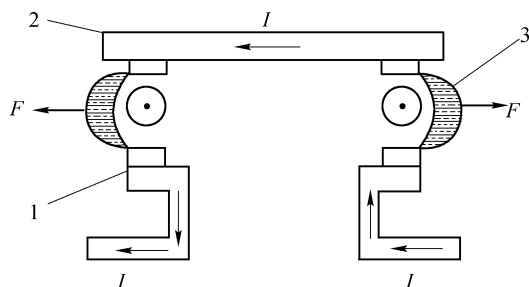


图 1-3 电动力灭弧示意图

1—静触头；2—动触头；3—电弧

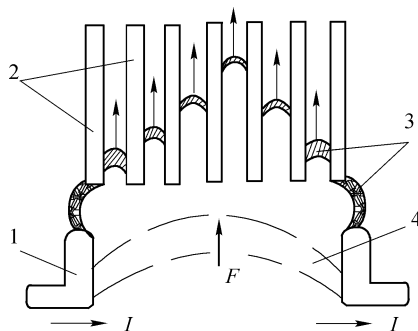


图 1-4 金属栅片灭弧示意图

1—触头；2—灭弧栅片；3—电弧；4—电动力

3. 磁吹灭弧

磁吹灭弧的原理是在触头电路中串入一个磁吹线圈，该线圈产生的磁通经过导磁夹板引向触头周围，如图 1-5 所示。当触头打开时在触头间隙中产生电弧 8，电弧 8 自身产生一个磁场，磁场方向可参见图 1-5，这样它和线圈的合成磁通在弧柱两边不相等，下侧大于上侧。因此，在下强上弱的磁场力 F 作用下，电弧 8 被拉长并吹入灭弧罩 7 中，同时引弧角 5 与静触头 4 相连接，从而引导电弧向上运动，将热量传递给灭弧罩，使电弧冷却熄灭。这种灭弧方式利用电弧电流本身灭弧，因此电弧电流愈大，灭弧能力也越强，一般广泛用于直流电器中。



视频
电磁抱闸仿真



视频
断电延时时间
继电器

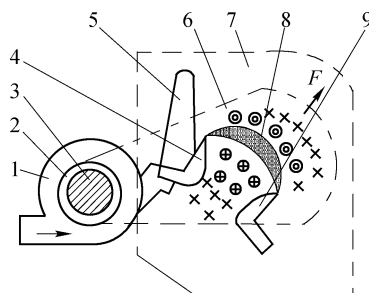


图 1-5 磁吹灭弧原理图

1—磁吹线圈；2—绝缘塞；3—铁心；4—静触头；5—引弧角；
6—导磁夹板；7—灭弧罩；8—电弧；9—动触头

学习情境二 继 电 器



视频
过载保护继电
器工作原理

继电器是一种小信号自动控制电器，它利用电流、电压、速度、时间、温度等物理量的预定值作为控制信号来接通和分断电路。实质上，继电器是一种传递信号的电器。它根据特定形式的输入信号动作，从而达到控制信号的目的。

一、继电器的结构及工作原理

继电器由感应机构、中间机构和执行机构三部分组成。感应机构反映的是继电器的输入量，并将输入量传递给中间机构，中间机构将它与预定量（即整定值）进行

比较,当达到整定值时(过量或欠量),就使执行机构产生输出量,从而接通或分断电路。

继电器的工作特点是具有跳跃式的输入输出特性,其特性曲线如图 1-6 所示。在继电器输入量 X 由零增至一定值之前,即在 X 小于 X_0 之前,继电器输出量 Y 为 $Y_{\min}$ 。当输入量 X 增加到 X_0 时,继电器吸合,输出量 Y 突变为 $Y_{\max}$;若 X 继续增大, Y 保持不变($Y=Y_{\max}$)。当输入量 X 减小,若 X 仍大于 X_C 时,输出量 Y 保持不变($Y=Y_{\max}$)。当输入量降低至 X_C 时,继电器释放,输出量 Y 由 $Y_{\max}$ 突变为 $Y_{\min}$;若 X 继续减小, Y 保持不变($Y=Y_{\min}$)。

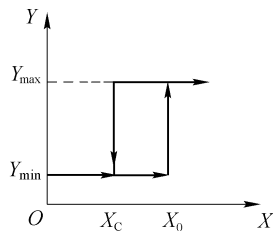


图 1-6 继电器特性曲线图

继电器的种类很多:按用途分,有控制继电器和保护继电器;按动作原理分,有电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、电子式继电器和热继电器;按输入信号的不同分,有电压继电器、中间继电器、电流继电器、时间继电器、速度继电器等。下面主要介绍常用的电磁式继电器、时间继电器、热继电器和速度继电器。

继电器的型号含义及电气符号如图 1-7 所示。

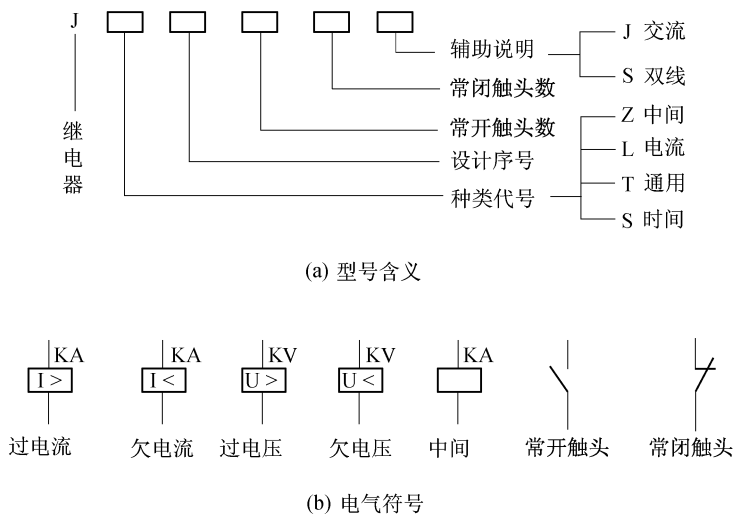


图 1-7 继电器的型号含义及电气符号

二、电磁式继电器

常用的电磁式继电器有电流继电器、电压继电器和中间继电器。

1. 电磁式继电器的结构及工作原理

电磁式继电器是应用最多的一种继电器,主要由电磁机构和触头系统组成,其原理如图 1-8 所示。由于继电器用于控制电路,故而流过触头的电流比较小,不需要灭弧装置。电磁式继电器的电磁机构由线圈 1、铁心 2 和衔铁 7 组成。它的触头一般为桥式触头,有常开和常闭两种形式。另外,为了实现继电器动作参数的改变,继电器一般还具有调节弹簧松紧和改变衔铁打开后气隙大小的装置,如通过调节螺钉 6 来调节弹簧 4 的反作用力的大小,即可调节继电器的动作参数值。



图文
电流继电器的
定义和检测
对象



图文
电压继电器的
分类



图文
过电流继电器
介绍



图文
控制继电器的
用途特点和分
类左右



图文
欠电流继电器
常用型号和
选择



图文
欠电流继电器
的安装和使用



图文
速度继电器的
工作原理



图文
压力继电器的
工作原理



图文
中间继电器的
结构

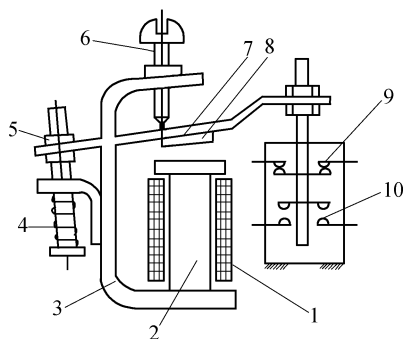


图 1-8 电磁式继电器原理图

1—线圈；2—铁心；3—磁轭；4—弹簧；5—调节螺母；6—调节螺钉；
7—衔铁；8—非磁性垫片；9—常闭触头；10—常开触头

当电路正常工作时,弹簧 4 的反作用力大于电磁吸力,衔铁 7 不动作,若通过线圈 1 的电流超过某一定值时,弹簧 4 的反作用力小于电磁吸力,衔铁 7 吸合,这时常闭触头 9 断开,常开触头 10 闭合,从而实现电路控制。

2. 电磁式电流继电器

电磁式电流继电器主要用于过载及短路保护,它反映的是电流信号。在使用时,电磁式电流继电器的线圈和负载串联,其线圈匝数少、导线粗、阻抗小。由于线圈上的压降很小,不会影响负载电路的电流。常用的电磁式电流继电器有欠电流继电器和过电流继电器两种。

电路正常工作时,欠电流继电器的衔铁是吸合的,其常开触头闭合,常闭触头断开。当电路电流减小到某一整定值以下时,欠电流继电器衔铁释放,控制电路失电,对电路起欠电流保护作用。欠电流继电器的吸引电流为线圈额定电流的 30%~65%,释放电流为线圈额定电流的 10%~20%。

电路正常工作时,过电流继电器不动作,当电路中电流超过某一整定值时,过电流继电器衔铁吸合,触头系统动作,控制电路失电,从而控制接触器及时分断电路,对电路起过流保护作用。整定范围通常为 1.1~4 倍额定电流。

3. 电磁式电压继电器

电磁式电压继电器的结构与电磁式电流继电器相似,不同的是电磁式电压继电器反映的是电压信号。它的线圈为并联的电压线圈,因此匝数多、导线细、阻抗大。按吸合电压的大小,电磁式电压继电器可分为过电压继电器和欠电压继电器。

过电压继电器用于电路的过电压保护,当被保护电路的电压正常工作时,衔铁释放;当被保护电路的电压达到过电压继电器的整定值(额定电压的 110%~115%)时,衔铁吸合,触头系统动作,控制电路失电,从而保护电路。

欠电压继电器用于电路的欠电压保护,当被保护电路的电压正常工作时,衔铁吸合;当被保护电路的电压降至欠电压继电器的释放整定值时,衔铁释放,触头系统复位,控制接触器及时分断被保护电路。欠电压继电器在电路电压为额定电压的 40%~70%时释放。

4. 电磁式中间继电器

电磁式中间继电器实质上也是一种电压继电器。它触头对数多且容量较大(额定电流

5~10 A),可以将一个输入信号变成多个输出信号或将信号放大(即增大触头容量)。电磁式中间继电器的主要用途是当其他继电器的触头数量或触头容量不够时,可借助电磁式中间继电器来扩大它们的触头数量或触头容量,起到信号中转的作用。

电磁式中间继电器体积小,动作灵敏度高,并在 10 A 以下电路中可代替接触器起控制作用。通常依据被控制电路的电压等级,触头的数目、种类及容量来选用中间继电器。目前,国内常用电磁式中间继电器有 JZ7、JZ8、JZ14、JZ15、JZ17 等系列。引进产品有德国西门子公司 的 3TH 系列和 BBC 公司的 K 系列等。

JZ7 系列电磁式中间继电器的结构如图 1-9 所示。它由线圈、静铁心、衔铁、触头系统、反作用弹簧、复位弹簧等组成。触头共有 8 对,没有主辅之分,可以组成 8 对常开、4 对常开 4 对常闭或 6 对常开 2 对常闭三种形式,多用于交流控制电路。JZ7 系列电磁式中间继电器的主要技术数据如表 1-1 所示。

表 1-1 JZ7 系列电磁式中间继电器的主要技术数据

型 号	触头额定电压/V		触头额定电流 /A	触头数量		额定操作频率 /(次/小时)	吸引线圈电压/V		吸引线圈消耗功率/VA	
	交 流	直 流		常 开	常 闭		50 Hz	60 Hz	启 动	吸 持
JZ7-44	500	440	5	4	4	1200	12、24、36、48、	12、36、	76	12
JZ7-62	500	440	5	6	2	1200	110、127、220、	110、127、	76	12
JZ7-80	500	440	5	8	0	1200	380、420、440、	220、380、	76	12
							500	440		

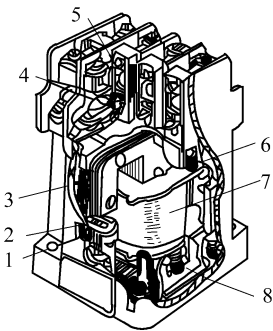


图 1-9 JZ7 系列电磁式中间继电器结构图

1—静铁心; 2—短路环; 3—动铁心; 4—常开触头; 5—常闭触头;
6—复位弹簧; 7—线圈; 8—反作用弹簧

5. 电磁式继电器常用型号及选用

常用电磁式继电器有 JL18、JL14、JZ15、3TH80、3TH82 及 JZC2 等系列。其中 JL18 系列为交直流过电流继电器, JL14 系列为交直流电流继电器, JZ15 系列为中间继电器, 3TH80、3TH82 与 JZC2 系列类似, 为接触器式中间继电器。

电磁式继电器是组成各种控制系统的基础元件, 选用时应综合考虑继电器的功能特点、额定工作电压、额定工作电流、工作制及使用环境等因素, 做到合理选择。

三、时间继电器

时间继电器是一种利用电磁原理或机械动作原理实现触头延时接通或断开的电器。时间继电器主要作为辅助电气元件用于各种电气保护及自动装置中,使被控元件达到所需要的延时效果,应用十分广泛。时间继电器种类很多,按其动作原理可分为电磁式、空气阻尼式、电动式、电子式等几种类型。按延时方式可分为通电延时型与断电延时型两种。

1. 空气阻尼式时间继电器

空气阻尼式时间继电器也称为气囊式时间继电器,它利用空气阻尼作用来达到延时的目的,由电磁机构、延时机构和触头系统三部分组成。空气阻尼式时间继电器的电磁机构有交流和直流两种,延时方式有通电延时型和断电延时型(改变电磁机构位置,将电磁铁翻转 180° 安装)。当动铁心(衔铁)位于静铁心和延时机构之间时为通电延时型;当静铁心位于动铁心和延时机构之间时为断电延时型。空气阻尼式时间继电器动作原理如图 1-10 所示。

对于断电延时型时间继电器,见图 1-10(a)。当线圈 1 通电后,衔铁 4 连同推板 5 被静铁心 2 吸引吸合,微动开关 15 推上从而使触头迅速转换。同时在空气室内与橡皮膜 9 相连的顶杆 6 也迅速向上移动,带动杠杆 14 左端迅速上移,微动开关 13 的常开触头马上闭合,常闭触头马上断开。当线圈断电时,微动开关 13 迅速复位,在空气室内与橡皮膜 9 相连的顶杆 6 在弹簧 8 作用下也向下移动,由于橡皮膜 9 下方的空气稀薄形成负压,起到空气阻尼的作用,故而顶杆 6 只能缓慢向下移动,移动速度由进气孔 11 的大小而定,可通过调节螺钉 10 调整顶杆 6 的移动速度。经过一段延时后,活塞 12 才能移到最下端,并通过杠杆 14 压动延时开关,使其常开触头断开,常闭触头闭合起到延时闭合的作用。

对于通电延时型时间继电器,见图 1-10(b),当线圈 1 通电时,其延时常开触头要延时一段时间才闭合,常闭触头要延时一段时间才断开;当线圈 1 失电时,其延时常开触头迅速断开,延时常闭触头迅速闭合。

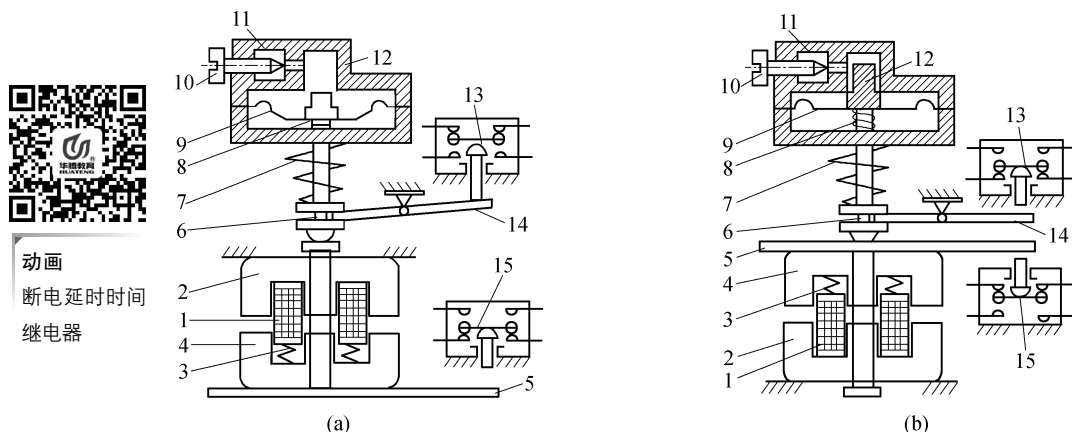


图 1-10 空气阻尼式时间继电器动作原理

1—线圈; 2—静铁心; 3、7、8—弹簧; 4—衔铁; 5—推板; 6—顶杆; 9—橡皮膜;
10—调节螺钉; 11—进气孔; 12—活塞; 13、15—微动开关; 14—杠杆

空气阻尼式时间继电器的优点是结构简单、延时范围大、寿命长、价格低廉;缺点是准确

度低、延时误差大,在延时精度要求高的场合不宜采用。

2. 晶体管时间继电器

晶体管时间继电器也称为半导体式时间继电器,常用的有阻容式时间继电器。晶体管时间继电器是利用 RC 电路电容器充电时,电容器上的电压逐渐上升的原理作为延时基础的。因此改变充电电路的时间常数(改变电阻值),即可整定其延时时间。晶体管时间继电器工作原理如图 1-11 所示。

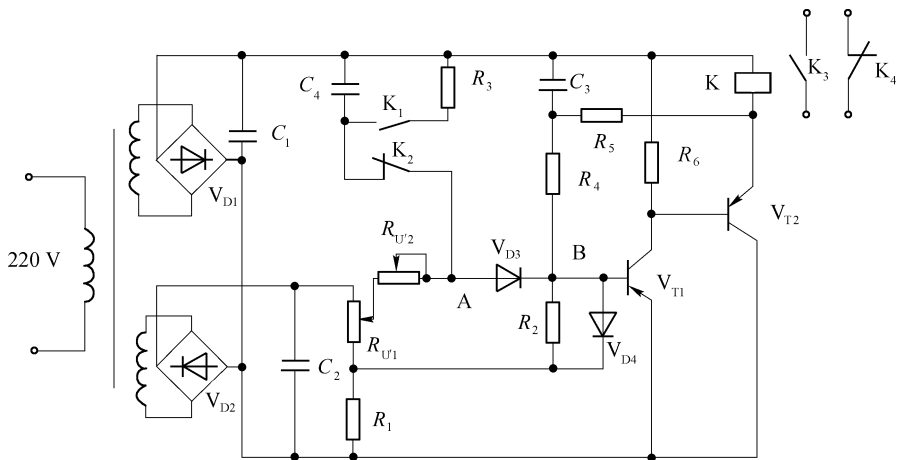


图 1-11 晶体管时间继电器工作原理

晶体管时间继电器具有延时范围广、精度高、体积小、耐冲击、耐振动、调节方便及寿命长等优点。常用的产品有 JSJ、JSB、JS14、JS14S 等系列。

3. 时间继电器的型号选用及电气符号

时间继电器形式多样,各具特点,选择时应从以下几方面考虑:根据控制电路对延时触头的要求选择延时方式,即通电延时型或断电延时型;根据延时范围和精度、使用场合、工作环境等选择时间继电器的类型。

时间继电器的电气符号如图 1-12 所示。

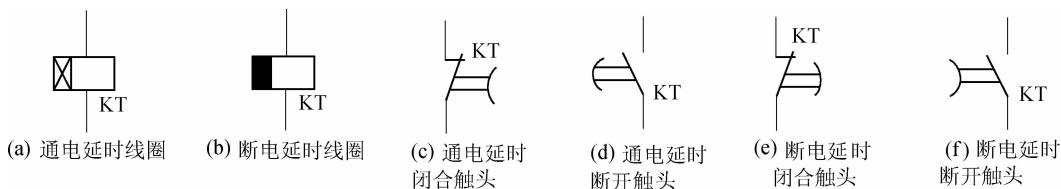


图 1-12 时间继电器的电气符号

四、热继电器

热继电器是利用电流的热效应原理来工作的保护电器,主要用于电动机的过载保护及其他电气设备发热状态的控制。

1. 热继电器的工作原理

热继电器的测量元件通常采用双金属片,由两种具有不同线膨胀系数的金属片以机械碾压方法形成一体。主动层采用膨胀系数较高的铁镍铬合金,被动层采用膨胀系数很低的铁镍合金。当双金属片受热后将向被动层方向弯曲,当弯曲到一定程度时,通过动作机构使触头动作。如图 1-13 所示为热继电器动作原理示意图,发热元件 2 通电发热后,双金属片 1 受热向左弯曲,使推动导板 3 向左推动执行机构发生一定的运动。电流越大,执行机构的运动幅度也越大。当电流大到一定程度时,执行机构发生跃变,即触头发生动作从而切断主电路。

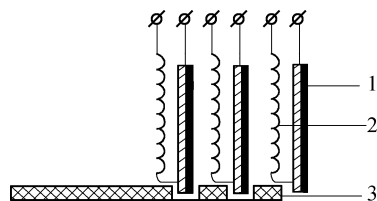


图 1-13 热继电器动作原理示意图

1—双金属片；2—发热元件；

3—推动导板

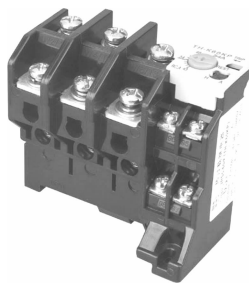
2. 热继电器的常用型号及电气符号

热继电器就是专门用来对连续运行的电动机实现过载及断相保护,以防电动机因过热而烧毁的一种保护电器。在三相异步电动机的电路中,热继电器有两相和三相两种结构,三相结构中又分为带断相保护装置的和不带断相保护装置的两种。

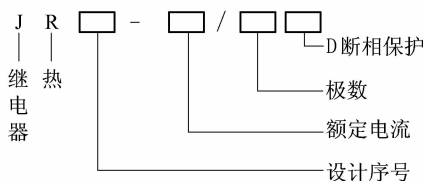
常用的热继电器有 JRS1、JR20、JR16、JR15、JR14 等系列,引进产品有 T、3UA、LR1-D 等系列。热继电器实物图形、型号含义及电气符号如图 1-14 所示。



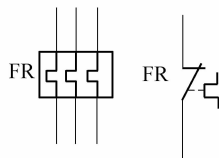
动画
热继电器工作
原理



(a) 实物图形



(b) 型号含义



(c) 热元件及常闭触头的电气符号

图 1-14 热继电器实物图形、型号含义及电气符号

3. 热继电器的选择原则

热继电器主要用于电动机的过载保护,使用中应考虑电动机的特性、负载性质、启动情况、工作环境等因素,具体应按以下几个方面来选择。

(1) 热继电器的型号及热元件的额定电流等级应根据电动机的额定电流来确定。热元件的额定电流应大于或略大于被保护电动机的额定电流。

(2) 三角形联结的电动机应选用带断相保护装置的三相结构形式的热继电器;星形联结的电动机可选用两相或三相结构形式的热继电器。

(3) 双金属片热继电器一般用于轻载或不频繁启动的过载保护。对于重载或频繁启动的电动机,应选用过电流继电器或能反映绕组实际温度的温度继电器来进行保护,不宜选用双金属片热继电器,因为电动机在运行过程中不断重复升温,热继电器双金属片的温升跟不上电动机绕组的温升,所以电动机将得不到可靠的过载保护。

五、速度继电器

速度继电器是根据电磁感应原理制成的,主要用于笼型异步电动机的反接制动,也称为反接制动继电器。

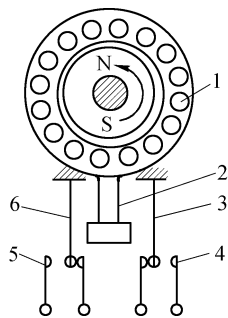


图 1-15 速度继电器的结构原理图
1—绕组; 2—摆锤; 3、6—簧片; 4、5—静触头

速度继电器主要由定子、转子和触头三部分组成。定子的结构与笼型异步电动机相似,是由硅钢片叠成的,并在其中装有笼型绕组,转子是一个圆柱形永久磁铁,如图 1-15 所示为速度继电器的结构原理图。

速度继电器的转子与电动机同轴相连,用以接收转动信号。当电动机转动时,速度继电器的转子随之转动,在气隙中形成一个旋转磁场,绕组 1 切割磁场产生感应电动势和电流,此电流和永久磁铁的磁场作用产生转矩,使定子向转动的方向偏摆,通过定子推动触头动作,使常闭触头断开、常开触头闭合。当电动机转速下降到接近零时,转矩减小,摆锤 2 在簧片 3、6 力的作用下恢复原位,触头也复位。

常用的速度继电器有 JY1 型和 JFZ0 型两种。速度继电器的动作转速为 120 r/min,触头的复位转速在 100 r/min 以下,转速在 3 000~3 600 r/min 以下能可靠地工作。速度继电器的选择要根据被控电动机的控制要求、额定转速等进行合理选择。

速度继电器的图形符号和文字符号如图 1-16 所示。

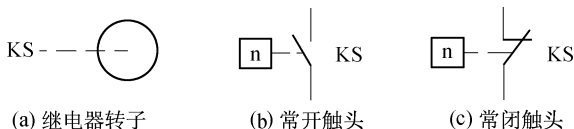


图 1-16 速度继电器的图形符号和文字符号

六、其他继电器

1. 固态继电器

固态继电器是一种新型无触头继电器,简称为 SSR。因其断开和闭合均无触头、无火花,故又称为无触头开关。它是利用信号光耦合方式使控制回路与负载回路之间没有任何电磁关系,实现了电磁隔离。固态继电器为四端组件,其中两个为输入端,两个为输出端,中间采用隔离元件,实现输入与输出的隔离。

固态继电器种类较多,按负载电源类型不同可分为直流型和交流型固态继电器。其中直流型以晶体管作为开关元件;交流型则以可控硅作为开关元件。按隔离方式不同可分为光电耦合隔离和磁隔离。常用的固态继电器有 DJ 系列。

2. 温度继电器

温度继电器是按温度原则工作的继电器。温度继电器主要用于交流 50 Hz、380 V 及以



动画
速度继电器工
作原理



动画
过载保护继电
器工作原理

下各种自动控制电路中,可对电机、整流元件、变压器、轴承等实现过热保护。温度继电器有接触式和环境温度感应式两种形式。接触式温度继电器可供电机、电器设备中作保护和温度控制之用,其热敏电阻器直接埋置在被检测部位,当被保护设备达到规定温度值时,该继电器立即工作,达到切断电源保护设备安全的目的;环境温度感应式温度继电器主要用于电子仪器和控制设备中作为控制和保护之用,其内部的双金属片受环境温度的影响而膨胀弯曲,从而使触头迅速动作,达到接通或断开电路的目的。温度继电器一般做成密封式,体积小、重量轻。常见的温度继电器产品有 JW4 型半导体等。

继电器的种类很多,除前面介绍的几种常见继电器外,还有干簧继电器、压力继电器、综合继电器等。

学习情境三 接 触 器

接触器是一种用于频繁接通或断开交、直流主电路或大容量控制电路的自动切换电器。它广泛应用于自动控制电路中,具有控制容量大,可远距离操作,配合继电器可以实现定时操作、联锁控制、各种定量控制和失压及欠压保护等优点。其主要控制对象有电动机、电热器、电炉、电焊机、电容器组等。

接触器按被控电流的种类可分为交流接触器和直流接触器。交流接触器又可分为电磁式接触器和真空式接触器两种。

一、交流接触器的结构及工作原理



动画
交流接触器的
结构示意图

1. 交流接触器的基本结构

1) 电磁机构

交流接触器的电磁机构由铁心(两侧柱端部嵌有短路环)、电磁线圈、衔铁、反作用弹簧、缓冲弹簧等组成。衔铁的运动形式有绕轴转动的拍合式和直线运动的直动式。

2) 触头系统

交流接触器的触头可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开电流较大的负载电路即主电路。因此,主触头截面积较大,一般为平面型。辅助触头截面积较小,一般为球面型,用于接通或断开控制电路、信号电路等。交流接触器的主触头多为常开触头,辅助触头则有常开触头及常闭触头两种。交流接触器的触头有桥式双断点和指形单断点等类型。

3) 灭弧装置

交流接触器的主触头在切断具有较大感性负荷的电路时,动、静触头间会产生强烈的电弧,灭弧装置可使电弧迅速熄灭,减轻电弧对触头的烧蚀并防止相间短路。交流接触器的灭弧装置有金属栅片灭弧、电动力灭弧、纵缝灭弧、磁吹灭弧等。

4) 其他部分

其他部分包括绝缘外壳、弹簧、短路环、传动机构等。

2. 交流接触器的工作原理

交流接触器线圈通以交流电,主触头接通或分断交流主电路。交流接触器的工作原理



图文
灭弧系统故障
原理及处理

如图 1-17 所示。

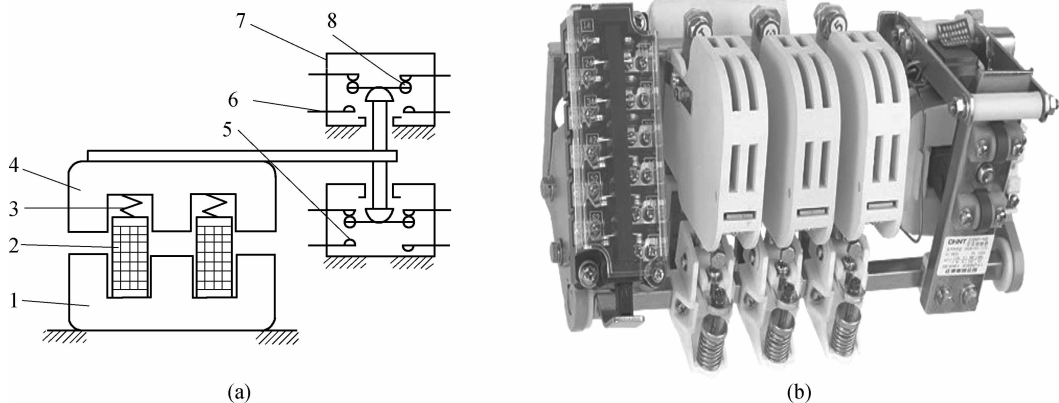


图 1-17 交流接触器的工作原理

1—静铁心；2—线圈；3—弹簧；4—动铁心；5—主触头；6—常开辅助触头；
7—灭弧罩；8—常闭辅助触头

交流接触器根据电磁原理工作：当线圈 2 通电后，线圈 2 中的电流产生磁场，静铁心 1 产生电磁吸力，电磁吸力大于弹簧 3 的反作用力而使衔铁吸合，并带动触头动作，使常闭触头断开、常开触头闭合，两者是联动的；当线圈 2 断电时，电磁力消失，衔铁在弹簧力的作用下释放，使触头复位，即常开触头断开、常闭触头闭合。

由于交流接触器铁心的磁通是交变的，故当磁通过零时，电磁吸力也为零，吸合后的衔铁在弹簧力的作用下将被拉开，磁通过零后电磁吸力又增大，当电磁吸力大于弹簧反力时，衔铁又被吸合。这样，交流电源频率的变化使衔铁产生强烈振动和噪声，致使铁心松散。因此，为了消除交流电磁铁产生的不利因素，可在铁心的端面开一小槽，在槽内嵌入铜制短路环，短路环包围铁心端面占此端面面积的 $2/3$ ，如图 1-18 所示。加上短路环后，磁通被分成大小相近，相位相差约 90° 的两相磁通 Φ_1 和 Φ_2 ，因此两相磁通不会同时为零。由两相磁通产生的合成电磁吸力在电磁铁通电期间电磁吸力始终大于弹簧反力，使铁心牢牢吸合，从而可消除振动和噪声。

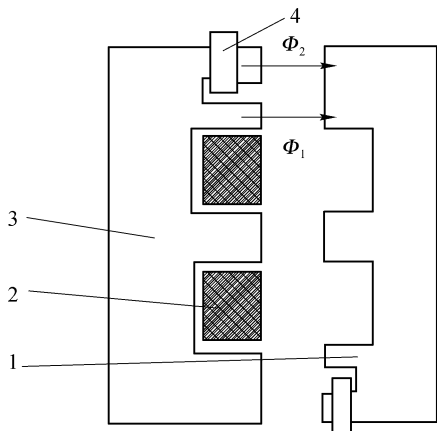


图 1-18 铁心短路环

1—衔铁；2—线圈；3—铁心；4—短路环



动画
交流接触器工
作原理

二、直流接触器



图文
磁滞损耗的
定义

直流接触器线圈通以直流电流,主触头起到接通或切断直流主电路的作用。

直流接触器主要用来远距离接通与分断直流电动机的启动、停止、反转及反接制动。直流接触器的结构及工作原理与交流接触器类似,在结构上也是由电磁机构、触头系统、灭弧装置等部分组成的。在直流接触器线圈内通以直流电,铁心不会产生涡流和电磁滞损耗,所以不会发热。因此在铁心的结构、线圈形状、触头形状、数量等方面,直流接触器与交流接触器有所不同。

由于直流电弧不像交流电弧那样有自然过零点,故而直流接触器灭弧比较困难。通常直流接触器采用磁吹式灭弧装置。



图文
涡流的电磁学
特性

三、接触器的主要技术参数

1. 接触器型号含义和文字符号

如图 1-19 所示为接触器的型号含义和电气符号。

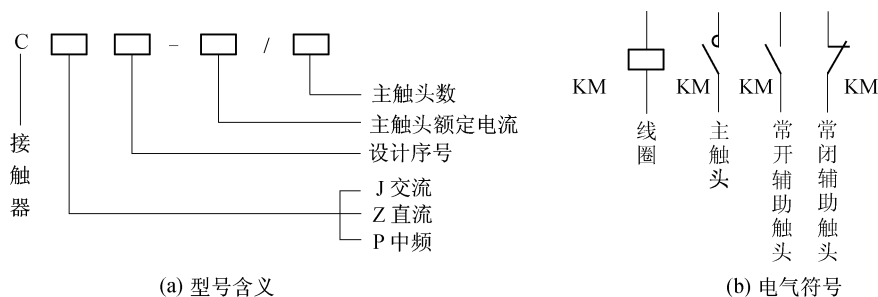


图 1-19 接触器的型号含义和电气符号

2. 接触器的主要技术参数

1) 额定电压

接触器铭牌上额定电压是指主触头上的额定电压。一般情况下,直流接触器有 110 V、220 V、440 V、660 V 等档次,交流接触器有 127 V、220 V、380 V、500 V 等档次。如对于某负载是 380 V 的三相感应电动机,则应选 380 V 的交流接触器。

2) 额定电流

接触器铭牌额定电流是指主触头的额定电流,常用的电流等级有两种。

直流接触器:25 A、40 A、60 A、100 A、250 A、400 A、600 A。

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。

3) 线圈的额定电压

电磁线圈的额定电压等于控制回路的电源电压,常用的电压等级有两种。

直流线圈:24 V、48 V、220 V、440 V。

交流线圈:36 V、127 V、220 V、380 V。

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吸引线圈的接触器。

4) 额定操作频率

接触器的额定操作频率是指每小时允许的操作次数,一般为 300 次/小时、600 次/小时、1200 次/小时。

5) 机械寿命和电气寿命

接触器的机械寿命一般可达数百万次以至一千万次,电气寿命一般是机械寿命的 5%~20%。

6) 动作值

动作值是指接触器的吸合电压和释放电压。接触器的吸合电压大于线圈额定电压的 85%时应可靠吸合,释放电压不高于线圈额定电压的 70%。

四、接触器的选用

常用的交流接触器有 CJ10、CJ12、CJ10X、CJ20、CJX2、3TB、3TH、LC1 等系列。常用的直流接触器有 CZ0、CZ18、CZ21、CZ22 等系列。

选择接触器时,应从其工作条件出发,主要考虑下列几个因素。

(1) 根据被接通或分断的电流种类选择接触器的类型。一般控制交流负载应选用交流接触器;控制直流负载则选用直流接触器。

(2) 根据被控电路中电流大小和使用类别选择接触器的额定电流。主触头的额定工作电流应大于或等于负载电路的电流。应当注意的是,接触器主触头的额定工作电流是在规定的条件下(额定工作电压、使用类别、操作频率等)能够正常工作的电流值,当实际使用条件不同时,这个电流值也将随之改变。

(3) 根据被控电路电压等级选择接触器的额定电压。主触头的额定工作电压应大于或等于负载电路的电压。

(4) 根据控制电路的电压等级选择接触器线圈的额定电压。吸引线圈的额定电压应与控制电路电压相一致,接触器在线圈额定电压 85%及以上时应能可靠地吸合。

学习情境四 低压开关和低压断路器

一、低压开关的结构和安装

低压开关的主要作用是隔离电源或在规定条件下接通或分断电路,以及转换正常或非正常的电路。常用的低压开关包括刀开关和组合开关。

刀开关是一种结构简单、应用广泛的手动低压电器。刀开关按极数可分为单极、双极和三极,主要由操作手柄、触刀、静插座、绝缘底板等组成,其结构示意图如图 1-20 所示。依靠手动来实现触刀插入静插座或脱离静插座的控制。



视频

刀开关的结
构图



视频

刀开关动作
仿真

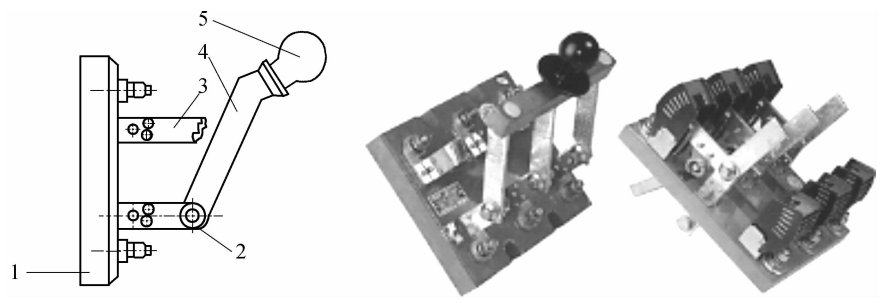


图 1-20 刀开关结构示意图

1—绝缘底板；2—铰链支座；3—静插座；4—触刀；5—操作手柄

刀开关切断电流时,由于电路中电感和空气电离的作用,刀片与刀座在分离时会产生电弧,特别是当切断较大电流时,电弧持续不易熄灭。因此,出于安全方面的考虑,不允许用无隔弧或无灭弧装置的刀开关切断大电流。

由于刀开关在切断电源时会产生电弧,因此在安装刀开关时必须注意以下几点。

(1)手柄在合闸状态必须朝上,不得倒装或平装。倒装时手柄有可能因重力作用自动下滑而引起误合闸,造成人身安全事故。

(2)接线时应将电源线接在上端,负载接在下端,这样拉闸后刀片与电源隔离,可防止意外发生。

(3)负荷较大时,为了防止闸刀本体相间出现短路,可与熔断器配合使用。

二、常用低压开关

1. 常用刀开关

常用刀开关有 HD 系列及 HS 系列刀开关、HK 系列开启式负荷开关和 HH 系列封闭式负荷开关。

1)HD 系列及 HS 系列刀开关

HD 系列及 HS 系列刀开关是开启式开关,一般带有杠杆操作机构及灭弧装置,可按其分断能力用于不频繁切断负荷电路的场合。

2)HK 系列开启式负荷开关

开启式负荷开关又称为瓷底胶壳刀开关,它不设专门的灭弧装置。胶壳的作用是防止操作时电弧飞出灼伤操作人员,并防止电弧造成电源短路。因此在操作前一定要将胶壳安装好。HK2 系列负荷开关技术数据见表 1-2。

表 1-2 HK2 系列负荷开关技术数据

额定电压/V	级数	额定电流/A	可控制电动机容量/kW	熔断极限分断能力/A	机械寿命/次	电气寿命/次
250	2	10	1.1	10000	2000	500
		15	1.5			500
		30	3.0			1000
380	3	15	2.2	10000	2000	500
		30	4.0			500
		60	5.5			1000

3) HH 系列封闭式负荷开关

封闭式负荷开关俗称铁壳开关,该开关是由刀开关和熔断器结合的组合开关,能快速接通和分断负荷电路,具有熔断器和刀开关的基本性能。

4) 刀开关的选用

刀开关常用于不频繁接通或切断电源的场合,其额定电压等于或大于电路的额定电压,额定电流等于或稍大于电路的额定电流。刀开关的通断能力、动稳定电流值、热稳定电流值等均应符合电路要求。若用刀开关控制电动机时,其额定电流须为电动机额定电流的 3 倍。

刀开关的型号含义和电气符号如图 1-21 所示。

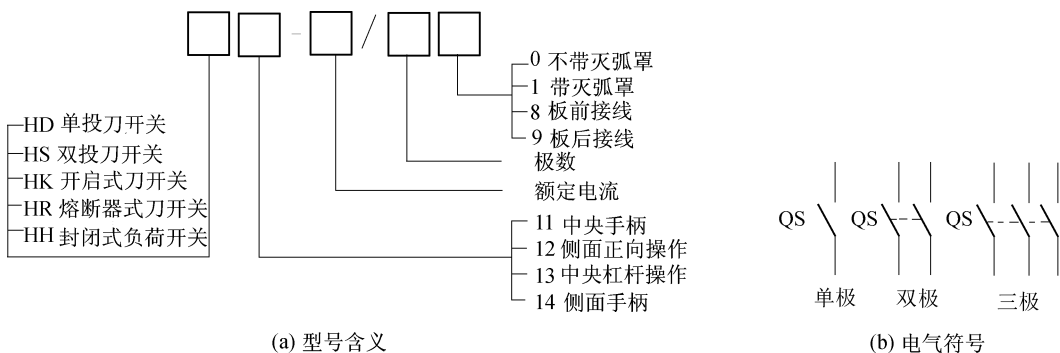


图 1-21 刀开关的型号含义和电气符号

2. 组合式开关

组合式开关是一种特殊的刀开关,它的刀片为转动式,操作比较灵活,它的动触头(刀片)和静触头装在封闭的绝缘件内,采用叠装式结构,其层数由动触头数量决定,动触头装在操作手柄的转轴上,随转轴旋转而改变各对触头的通断状态。组合开关的结构及外形图如图 1-22 所示。组合开关多用在机床电气控制线路中,作为电源的引入开关,也可用于不频繁地接通或断开电路、换接电源和负载及控制小容量电动机的正反转和星形-三角形降压起动等。

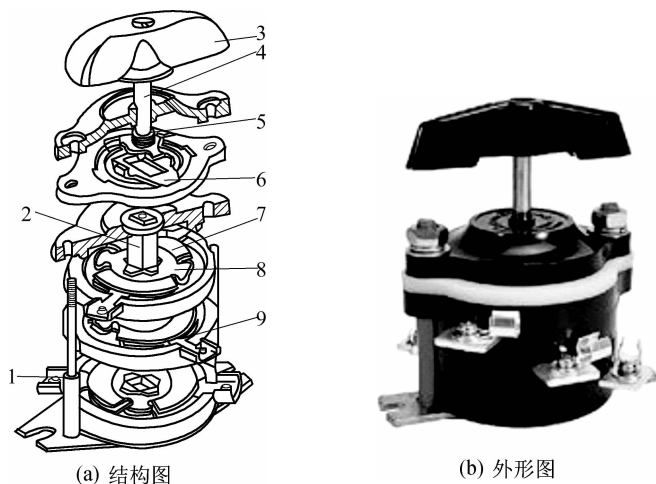


图 1-22 组合开关的结构及外形图

1—接线柱; 2—绝缘杆; 3—手柄; 4—转轴; 5—弹簧;
6—凸轮; 7—绝缘垫板; 8—动触头; 9—静触头

组合开关的主要参数有额定电压、额定电流、极数等。其中额定电流有 10 A、25 A、60 A 等。常用产品有 HZ5、HZ10 系列, 新型组合开关 HZ15 等系列。

三、低压断路器的结构和工作原理

低压断路器又称为自动空气开关, 当电路发生严重过载、短路及欠电压等故障时能自动切断故障电路, 从而保护其他电器。低压断路器也可用于不频繁接通或断开电路及不频繁起动电动机的场合。低压断路器分断故障电流后一般不需要更换零部件, 因而获得了广泛的应用, 主要在不频繁操作的低压配电线路或开关(箱)中作为电源开关使用。



动画
低压断路器
3D 演示

1. 低压断路器的结构

低压断路器主要由触头系统、灭弧系统、操作机构、保护装置等组成。

1) 触头系统

触头系统由静触头和动触头组成, 在低压断路器中用来实现电路接通或分断。低压断路器的主触头一般都焊有银基合金镶块, 主触头是由操作机构和自由脱扣器操纵其通断, 可用操作手柄操作, 也可用电磁机构远距离操纵。

2) 灭弧系统

灭弧系统的作用是熄灭断开电路时触头间产生的电弧。

3) 操作机构

操作机构有直接手柄操作、杠杆操作、电磁铁操作和电动机驱动操作四种。

4) 保护装置

保护装置由各种脱扣器组成, 脱扣器分电磁脱扣器、热脱扣器、复式脱扣器、欠压脱扣器和分励脱扣器等。

2. 低压断路器的工作原理

如图 1-23 所示, 低压断路器中的过电流脱扣器 2 的线圈和热脱扣器 1 的热元件串联在主电路中, 和欠压脱扣器 6 的线圈并联在电路中。电路正常工作时, 各脱扣器均不动作, 而当电路发生短路、欠压及过载故障时, 分别通过各自的脱扣器使锁扣被杠杆顶开, 实现保护作用。低压断路器的主触头 3 依靠操作机构手动或通电开闸, 当主触头 3 闭合后, 自由脱扣机构 4 将主触头 3 锁定在合闸位置上。当电路发生短路时, 过电流脱扣器 2 中线圈的电流急剧增加, 衔铁吸合, 使自由脱扣器 4 动作, 主触头 3 在弹簧作用下分开, 从而切断电路。当电路发生欠压故障时, 欠压脱扣器 6 线圈中的磁通下降, 使电磁吸力下降或消失, 欠压脱扣器 6 的衔铁在弹簧作用下向上移动, 推动自由脱扣器 4 动作, 从而切断电路。当电路过载时, 热脱扣器 1 的热元件使双金属片向上弯曲, 推动自由脱扣机构 4 动作。低压断路器因过载断开后, 应等双金属片冷却复位后再合闸。分励脱扣器 5 用于远距离分断电路。



视频
低压断路器的
原理结构



视频
断路器工作
原理

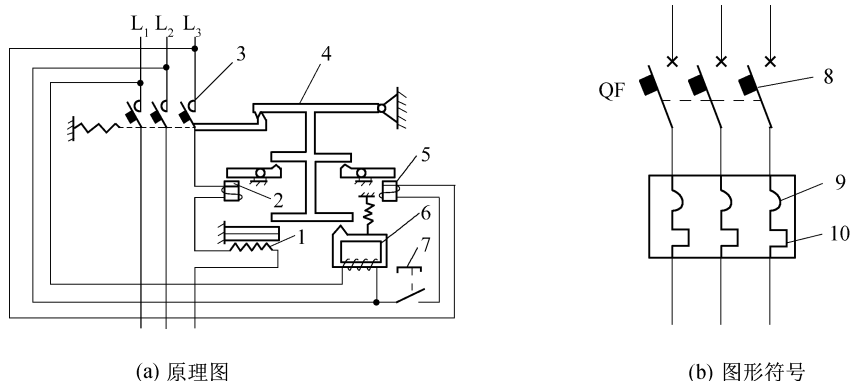


图 1-23 低压断路器工作原理图及图形符号

1—热脱扣器；2—过电流脱扣器；3—主触头；4—自由脱扣器；5—分励脱扣器；
6—欠压脱扣器；7—按钮；8—失压保护；9—过流保护；10—过载保护

四、低压断路器的分类和技术参数

低压断路器的分类方式很多：按结构型式分，有 DW15、DW16、CW 系列万能式（又称为框架式），DZ5、DZ15、DZ20 和 DZ25 塑壳式；按操作方式分，有人力操作、动力操作和储能操作；按安装方式分，有固定式、插入式、抽屉式和嵌入式；按灭弧介质分，有空气式和真空式（目前国产多为空气式）；按极数分，有单极式、二极式、三极式和四极式等。

低压断路器的主要技术参数有额定电压、额定电流、极数、整定电流范围、脱扣器类型、分断能力、动作时间等。

1. 万能式低压断路器

万能式低压断路器有一个带有绝缘衬垫的钢制框架，所有部件都安装在这个框架底座内。万能式低压断路器容量较大，可装设多种脱扣器，辅助接点的数量也较多。不同的脱扣器组合可形成不同的保护特性。

常用的万能式低压断路器型号有 DW15 和 DW16 系列。近年来由国外引进的万能式低压断路器有从德国 AEG 公司引进的 ME 系列万能式低压断路器，从日本三菱电机公司引进的 AE 系列万能式低压断路器以及从德国西门子公司引进的 3WE 系列万能低压断路器等。我国新开发的 CB11(DW48) 万能式低压断路器将我国万能式低压断路器的产品提高到了一个新的水平。

2. 塑壳式低压断路器

塑壳式低压断路器所有零部件均装于一塑料外壳中，主要零部件一般均不裸露，提高了使用的安全性。这种类型的断路器容量较小，一般在 600 A 及以下。塑壳式低压断路器多为非选择型，常用于配电支路末端，用于电动机保护断路器或其他负载保护断路器，其操作方式多为手动。大容量塑壳式低压断路器的操作机构多采用储能式，而小容量塑壳式低压断路器多采用非储能式。这类断路器可以装设电磁脱扣器、热脱扣器，也可以增加欠压（失压）脱扣器、分励脱扣器以及电动机操作机构等。此外，塑壳式断路器也可制成限流型。常用的漏电保护式低压断路器一般也采用塑壳式结构。

塑壳式低压断路器常见的型号有 DZ15、DZ20 和 DZX10 系列。引进技术生产的有德国



动画
三级低压断
路器

西门子公司 3VE 系列塑壳式低压断路器、日本寺崎公司的 TO、TG 及 TH 系列塑壳式低压断路器及美国西屋电气公司的 H 系列塑壳式低压断路器等。这些断路器的引进对我国断路器的生产技术起到了一定的促进作用,为今后开发新的智能化断路器奠定了良好的基础。DZ15 系列塑壳式低压断路器技术参数见表 1-3。

表 1-3 DZ15 系列塑壳式低压断路器技术参数

型 号	极 数	额定电 压/V	壳架额定 电流/A	脱扣器额 定电流/A	额定短路 分断能力/kA	电气、机械 寿命/次
DZ15-40/1901	1	220	40	6、10、16、20、 25、32、40	3 ($\cos \phi=0.9$)	15 000
DZ15-40/2901	2	380				
DZ15-40/3901	3					
DZ15-40/3902	3					
DZ15-40/4901	4					
DZ15-63/1901	1	220	63	10、16、20、25、 32、40、50、63	5 ($\cos \phi=0.7$)	10 000
DZ15-63/2901	2	380				
DZ15-63/3901	3					
DZ15-63/3902	3					
DZ15-63/4901	4					

3. 漏电保护式低压断路器

漏电保护式低压断路器又称为漏电保护开关,是一种新型的电气安全装置。漏电保护式低压断路器在电路或设备出现对地漏电或人身触电时,能迅速切断电源,从而有效地保证人身和线路安全。

漏电保护开关的类型很多,按脱扣器方式可分为电磁型与电子型;按工作原理可分为电压型与电流型;按极数和线数分为单极二线、二极二线、三极三线、三极四线、四极四线等。

漏电保护式低压断路器在技术上的基本要求如下。

- (1) 触电保护的灵敏度要正确合理,一般启动电流应在 15~30 mA 范围内;
- (2) 触电保护的動作时间一般情况下应不大于 0.1 s;
- (3) 漏电保护式低压断路器应装有必要的监视设备,以防运行状态改变时失去保护作用,如对电压型漏电保护式低压断路器,应装设零线接地的装置。

常用的漏电保护式低压断路器型号主要有 DZL15、DZL16、DZL18 等系列。

五、低压断路器的选择

低压断路器类型应根据使用场合和保护要求来选择:额定电流在 600 A 以下,且短路电流不大时,可选用塑壳式低压断路器;额定电流较大,短路电流亦较大时,应选用万能式低压断路器。

- (1) 低压断路器的额定电压和额定电流应大于或等于线路、设备的额定电压和额定电流。
- (2) 低压断路器的极限通断能力大于或等于电路最大短路电流。
- (3) 欠电压脱扣器的额定电压大于或等于线路的额定电压。
- (4) 过电流脱扣器的额定电流大于或等于线路的最大负载电流。

六、智能化低压断路器

传统的低压断路器的保护功能是应用热磁效应原理,利用机械系统的动作来实现控制电路的。智能化低压断路器采用了以微处理器或单片机为核心的智能控制器(智能脱扣器)。这样,它不仅具备普通低压断路器的各种保护功能,同时还具有实时显示电路中的各种电参数(如电压、电流、功率因数等),对电路进行在线监视、测量、自行调节、自诊断、试验、通信等功能;能够对各种保护功能的动作参数进行显示、设定和修改。保护电路动作时的故障参数能存储在非易失存储器中以便查询。

目前国内生产的智能化低压断路器主要型号有 DW45、DW40、DW914(AH)、DW18(AE-S)、DW48、DW19(3WZ)、DW17(ME)等系列。

学习情境五 熔 断 器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉、控制有效的短路保护电器。熔断器又称为保险器(或保险丝)。熔断器串联在电路中,当电路发生短路或严重过电流时,熔体能自身熔断,切断电路,从而起到保护作用。因此无论是在强电系统还是弱电系统中,熔断器都得到了广泛的应用。

一、熔断器的结构及工作原理

熔断器主要由熔体(俗称为保险丝)和安装熔体的熔管(或熔座)组成。熔体是熔断器的主要部分,它既是感应元件又是执行元件,一般由熔点较低、电阻率较高的金属材料铝镍合金丝、铅锡合金丝或铜丝制成丝状、带状、片状或笼状,串接于被保护电路中。熔管是装熔体的外壳,由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。

熔断器串接于被保护电路中。当电路正常工作时,熔体允许通过一定大小的电流而长期不熔断;当电路严重过载时,熔体能在较短时间内熔断;而当电路发生短路故障时,熔体能在瞬间熔断。电流通过熔体时产生的热量与电流平方和电流持续的时间成正比,电流越大,则熔体熔断时间越短,这种特性称为熔断器的保护特性即“时间-电流特性”或“安秒特性”,如图 1-24 所示。

熔断器安秒特性数值关系见表 1-4。

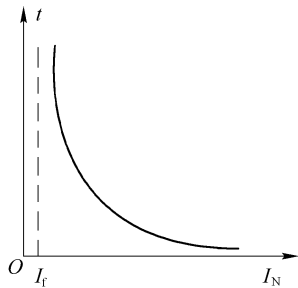


图 1-24 熔断器安秒特性

表 1-4 熔断器安秒特性数值关系

熔断电流	$1.25 I_N \sim 1.3 I_N$	$1.6 I_N$	$2 I_N$	$2.5 I_N$	$3 I_N$	$4 I_N$
熔断时间	∞	1 h	10 s	8 s	4.5 s	2.5 s

二、熔断器的分类

熔断器的类型很多,常见的有插入式熔断器、螺旋式熔断器、封闭管式熔断器、快速熔断器、自复式熔断器等。