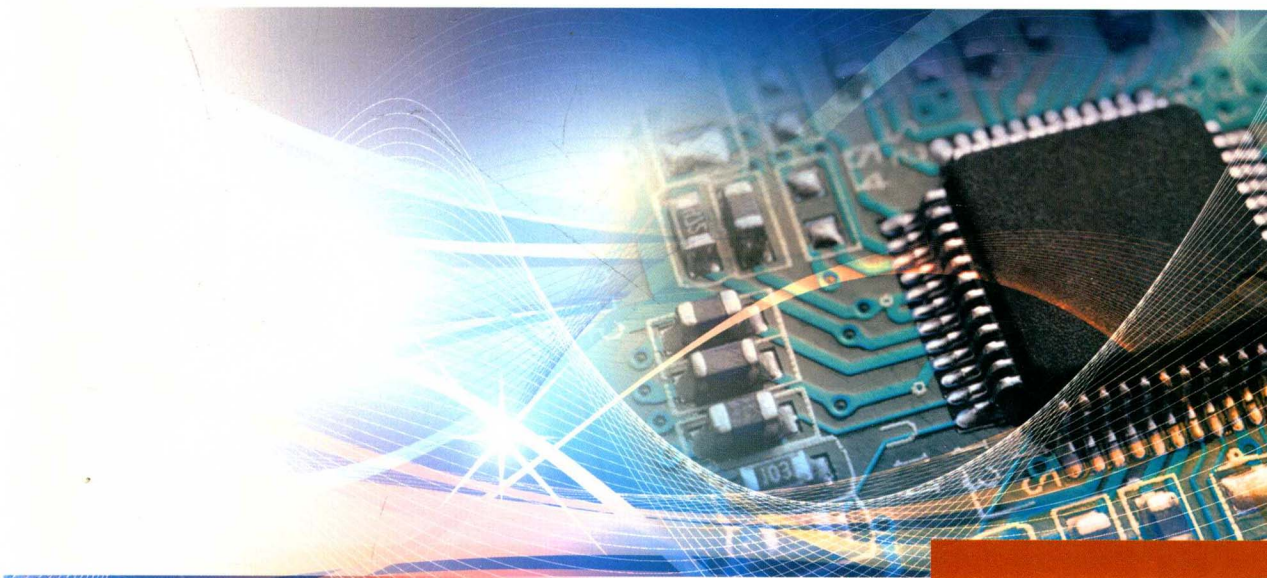




项目引领 任务驱动

示范性高等职业院校课改规划教材



电气控制与PLC应用

主编 毛攀峰

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

电气控制与 PLC 应用

主 编 毛攀峰
副主编 徐东琪
主 审 何 琪

内 容 简 介

本书较全面地介绍了电气控制与 PLC 技术。在介绍理论知识的同时,也介绍了技术技能的演练,是一本贴近生产实际情况、实用性较强的教材。书中主要介绍了低压电器选择、电气基本控制、典型设备控制、PLC 基本指令及 PLC 控制调试。内容循序渐进,由浅入深,辅以实例,通俗易懂,便于自学。

本书可以作为高职高专相关专业教材,也可作为电气工程技术专业自学教程或培训教程,对从事电气工程技术的人员也有一定参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用/毛攀峰主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2015. 8

ISBN 978 - 7 - 5661 - 1112 - 8

I. ①电… II. ①毛… III. ①电气控制 ②plc 技术
IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 190658 号

责任编辑 叶 津

封面设计 语墨弘源

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451 - 82519328

传 真 0451 - 82519699

经 销 新华书店

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 15.5

字 数 393 千字

版 次 2015 年 8 月第 1 版

印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价 34.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

近几十年来,PLC 得到了快速发展,在世界各地许多领域得到了广泛应用,同时 PLC 的功能也在不断地完善。随着计算机技术、信号处理技术、控制技术、网络技术的不断发展和用户需求的不断提高,PLC 在开关量处理的基础上增加了模拟量处理和运动控制等功能。今天的 PLC 不再局限于逻辑控制,在运动控制、过程控制等领域也发挥着十分重要的作用,掌握电气控制与 PLC 应用技术对提高我国工业自动化水平和生产效率具有重要的意义。

本书根据高等职业教育的培养目标和特点进行编写,融入了“工学结合”的教学理念,突出应用,淡化理念,力求内容全面、语言简洁、通俗易懂。本书实例丰富、图文并茂,在大部分章节后面都有技能训练项目,可供实习、实训和职业技能培训参考。

全书内容分为两大部分:

第一部分为电气控制技术(模块 1 至模块 3),主要包括常用低压电器的结构、原理及使用的有关知识,继电器-接触器控制电路的基本控制环节,工厂常用机床电气控制的原理分析和故障诊断方法。

第二部分为 PLC 应用技术(模块 4 至模块 6),主要以三菱电机公司的 FX 系列 PLC 为对象,介绍小型 PLC 的特点、结构组成、工作原理、内部逻辑元件、指令系统、编程规则与技巧、应用技术、编程器使用、编程软件使用与模块应用。

本书的模块 1 由浙江国际海运学院张海玲编写,模块 2 由浙江扬帆集团徐东琪和黑龙江农垦科技职业学院刘彦铭共同编写,模块 3 由浙江国际海运学院林型平编写,模块 4 和模块 5 由毛攀峰编写,模块 6 由张学俊编写;全书由毛攀峰负责整理、统编。

魏萍参加了本书的编写和程序调试工作,何琪老师对全书进行了认真的评审,提出了许多宝贵意见。在此,对所有提供帮助的人深表感谢!

由于时间仓促,并且作者水平有限,书中难免存在不足或错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 7 月

目 录

模块1 常用低压电器	1
第一部分 理论基础	1
1.1 低压电器的基本知识	1
1.2 接触器	5
1.3 继电器	9
1.4 熔断器	21
1.5 低压开关和低压断路器	24
1.6 主令电器	28
第二部分 基本技能训练	31
实训项目一 交流接触器的识别与拆装	31
实训项目二 热继电器的调整	33
思考题与习题	35
模块2 继电-接触器控制电路的基本环节	36
第一部分 理论基础	36
2.1 电气控制系统图的基本知识	36
2.2 电气控制电路的基本控制规律	40
2.3 三相异步电动机启动控制	45
2.4 三相异步电动机制动控制	49
2.5 三相异步电动机调速控制	54
2.6 电动机控制常用的保护环节	57
第二部分 基本技能训练	59
实训项目一 三相笼型异步电动机单向点动与连续运行控制	59
实训项目二 三相笼型异步电动机正、反转控制	61
实训项目三 三相笼型异步电动机Y- Δ 减压启动控制	64
实训项目四 三相笼型异步电动机能耗制动控制	66
思考题与习题	70
模块3 典型机床电气控制	72
第一部分 理论基础	72
3.1 机床电气控制电路分析概述	72
3.2 CA6140 型车床的电气控制	73
3.3 M7120 型平面磨床的电气控制	77
3.4 Z3040 型摇臂钻床的电气控制	83

3.5	XA6132 型卧式万能铣床的电气控制	87
3.6	机床电气控制系统故障排除的方法	96
第二部分 基本技能训练		102
实训项目一 Z3040 型摇臂钻床电气控制故障排除		102
思考题与习题		106
模块 4 三菱 FX 系列 PLC 及指令系统		107
第一部分 理论基础		107
4.1	可编程序控制器概述	107
4.2	PLC 的基本组成及工作原理	111
4.3	FX 系列 PLC 的编程元件	119
4.4	FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	128
4.5	FX 系列 PLC 的步进指令及编程	139
4.6	FX 系列 PLC 的主要功能指令及其编程	152
第二部分 基本技能训练		174
实训项目一 基本指令编程练习		174
实训项目二 十字路口交通灯的 PLC 控制		177
实训项目三 LED 数码显示控制		180
思考题与习题		183
模块 5 PLC 程序设计		187
第一部分 理论基础		187
5.1	梯形图编程的规则	187
5.2	典型单元梯形图分析	189
5.3	PLC 程序设计方法	193
第二部分 基本技能训练		207
实训项目一 两种液体混合的控制		207
实训项目二 智力竞赛抢答器显示系统的 PLC 控制		209
思考题与习题		211
模块 6 PLC 控制系统设计		213
6.1	PLC 控制系统设计的内容和步骤	213
6.2	PLC 的选择	216
6.3	PLC 与电源及输入、输出的连接	219
6.4	节省 PLC I/O 点数的方法	221
6.5	PLC 应用中的若干问题	224
6.6	PLC 在逻辑控制系统中的应用	228
思考题与习题		238
参考文献		239

模块1 常用低压电器

【知识目标】

1. 熟悉常用低压电器的用途、结构、工作原理、型号及技术参数。
2. 掌握常用低压电器的功能、用途及电气符号。

【能力目标】

1. 能正确选用和使用常用低压电器。
2. 初步具有常用低压电器的安装和维护的能力。

第一部分 理论基础

1.1 低压电器的基本知识

低压电器是指工作在交流额定电压 1 200 V 及以下,直流额定电压 1 500 V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器设备。低压电器作为基本元器件广泛应用于发电厂、变电所、工矿企业、交通运输等的电力输配电系统和电力拖动控制系统中。

低压电器是构成控制系统最常用的器件,了解它的分类和用途,对设计、分析和维护控制系统都是十分必要的。

1.1.1 低压电器的分类

控制系统和输配电系统中用的低压电器种类繁多,按它所控制的对象分类,可分为低压配电电器和低压控制电器。低压配电电器:用于低压供配电系统中,如低压断路器、低压隔离器等。低压控制电器:用于电气控制线路中,如继电器、接触器等。按它所起作用分类,可分为控制电器、主令电器、保护电器和执行电器。控制电器:用来控制电路的通断,如开关、继电器、接触器等。主令电器:用来发送控制指令以控制其他电器的动作,如按钮、主令开关、行程开关等。保护电器:用于对电路和电气设备进行安全保护,如熔断器、热继电器等。执行电器:用来执行某种动作或传动功能,如电磁铁、电磁离合器等。按它的动作性质分类,可分为自动控制电器和非自动控制电器。自动控制电器:按照电信号或非电信号的变化而自动动作的电器,如继电器、接触器等。非自动控制电器:由人工直接操作而动作的电器,如按钮、开关等。按它的工作原理分类,可分为电磁式电器和非电量控制电器。电磁式电器:根据电磁感应原理来工作的电器,如继电器、接触器等。非电量控制电器:依靠外力或非电量的变化而动作的电器,如按钮、温度继电器等。

1.1.2 电磁式低压电器的基本结构

电磁式电器是电气控制系统中最常见的低压电器,从其基本结构上看,大部分由电磁机构、触头系统和灭弧装置三个部分组成,如图 1-1 所示。

1. 电磁机构

(1) 电磁机构的结构形式

电磁机构是电磁式低压电器的感测部分,其作用是将电磁能转换为机械能,从而带动触头动作,达到接通或分断电路的目的。电磁机构由吸引线圈和磁路两部分组成。其中磁路包括铁芯、衔铁和空气隙。其工作原理是当吸引线圈通入一定的电压或电流后,产生磁场,磁通经铁芯、衔铁和工作气隙形成闭合回路,产生电磁吸力,衔铁即被吸向铁芯,从而带动衔铁上的触头动作,以完成触头的断开和闭合。电磁机构的结构形式按铁芯形式分有单 E 型、单 U 型、螺管型、双 E 型等;按衔铁动作方式分有直动式、转动式,如图 1-2 所示;根据吸引线圈通电电流的性质不同,可分为直流电磁线圈和交流电磁线圈。对于直流电磁线圈,铁芯和衔铁可以用整块电工软钢制成。对于交流电磁线圈,为了减少因涡流等造成的能量损失和温升,铁芯和衔铁用硅钢片叠成。当线圈并联于电路工作时,称为电压线圈,其特点是线圈的匝数多,线径细;当线圈串联于电路工作时,称为电流线圈,其特点是线圈的匝数少,线径粗。

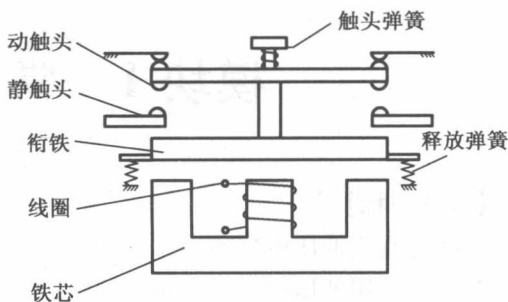


图 1-1 电磁式低压电器的基本结构

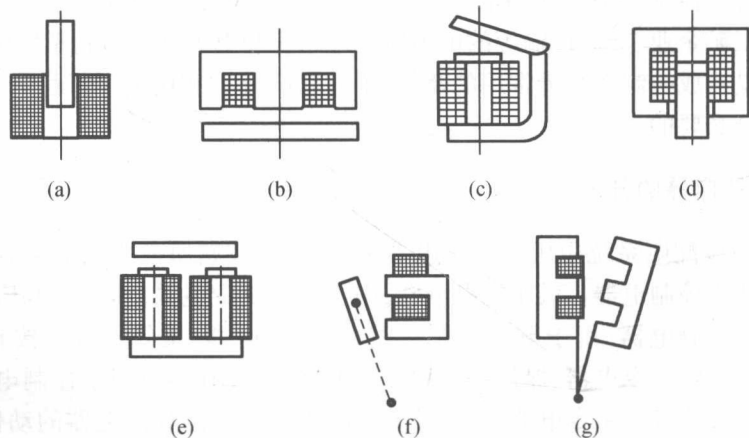


图 1-2 电磁机构的结构形式

(a)(b)(d)(e) 直动式; (c)(f)(g) 转动式

(2) 电磁机构的工作原理

电磁机构的工作原理常用吸力特性和反力特性来描述,如图 1-3 所示。

吸力特性是指电磁吸力随衔铁与铁芯间气隙 δ 变化的关系曲线。

反力特性是指反作用力 F (使衔铁释放的力) 与气隙 δ 的关系曲线。

在衔铁吸合过程中,其吸力特性必须始终处于反力特性上方,即吸力要大于反力;反

之,衔铁释放时,吸力特性必须位于反力特性下方,即反力要大于吸力(此时的吸力是由剩磁产生的)。在吸合过程中还需注意吸力特性位于反力特性上方不能太高,否则会影响到电磁机构寿命。

直流电磁线圈通入的是恒定的直流电流,即在外加电压和线圈电阻 R 一定的条件下,其电流值 I 也一定,与空气气隙的大小无关,但作用在衔铁上的吸力 F 却与空气气隙 δ 的大小有关。当电磁铁刚启动时,空气气隙最大,此时磁路中磁阻最大,磁感应强度较小,故吸力最小;当衔铁完全吸合后,空气气隙最小,此时磁路中磁阻最小,磁感应强度较大,吸力最大。交流电磁线圈通入的是交变电流,磁感应强度为交变量,其产生的吸力为脉动值。由于吸力是脉动的,使得衔铁以两倍电源频率在振动,既会引起噪声,又会使电器结构松散,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,在磁极的部分端面上嵌入一个铜环,称为短路环(或分磁环),如图 1-4 所示。

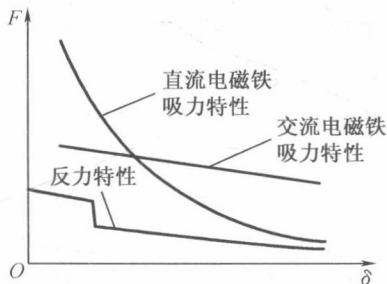


图 1-3 吸力特性与反力特性的配合

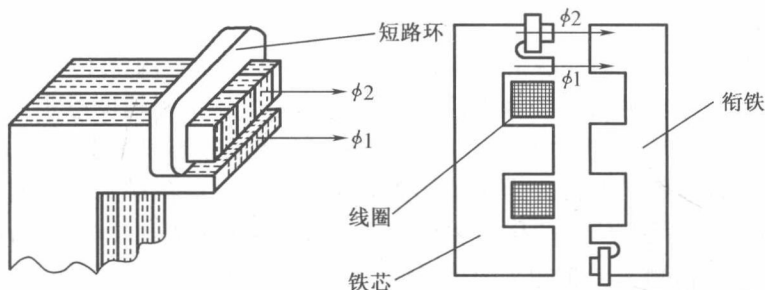


图 1-4 交流电磁铁的短路环

当磁极的主磁通发生变化时,由于在短路环中产生感应电流和磁通,将阻碍主磁通的变化,使得磁极两部分中的磁通之间产生相位差,因而磁极各部分的磁通不会同时降为零,磁极一直具有一定的电磁吸力,这就消除了衔铁的振动,也去除了噪声。

交流电磁铁刚启动时,气隙最大,磁阻最大,电感和感抗为最小,因而这时的电流为最大;在吸合过程中,随着气隙的减小,磁阻减小,线圈电感和感抗增大,电流逐渐减小。当衔铁完全吸合后,电流为最小。在电磁铁启动时,线圈的电流虽为最大,但这时的磁阻要增大几百倍,而线圈的电流受到漏阻抗的限制,不能增加相应的倍数。因此启动时磁动势的增加小于磁阻的增加,于是磁通、磁感应强度减小,吸力较小,当衔铁吸合后,磁阻减小较多,磁动势减小较少,于是磁通、磁感应强度增大,吸力增大。

交流电磁铁工作时,衔铁与铁芯之间一定要吸合好。如果由于某种机械故障,衔铁或机械可动部分被卡住,通电后衔铁吸合不上,线圈中流过超过额定值的较大电流,将使线圈严重发热,甚至烧坏。

2. 触头系统

触头是电器的执行机构,它在衔铁的带动下起接通和分断电路的作用。触头在闭合状

态下,其动、静触头完全接触,并有工作电流通过时,称为电接触。电接触的情况将影响触头的工作可靠性和使用寿命。影响电接触工作状况的主要因素是触头的接触电阻,因为接触电阻大时,易使触头发热而温度升高,从而使触头易产生熔焊现象,这样既影响工作可靠性又降低了触头的寿命。触头的接触电阻不仅与触头的接触形式有关,而且还与接触压力、触头材料及表面状况有关。减小接触电阻的方法:(1)触头材料选用电阻率小的材料;(2)增加触头的接触压力;(3)改善触头表面状况。触头接触形式有点接触、面接触、线接触三种,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。

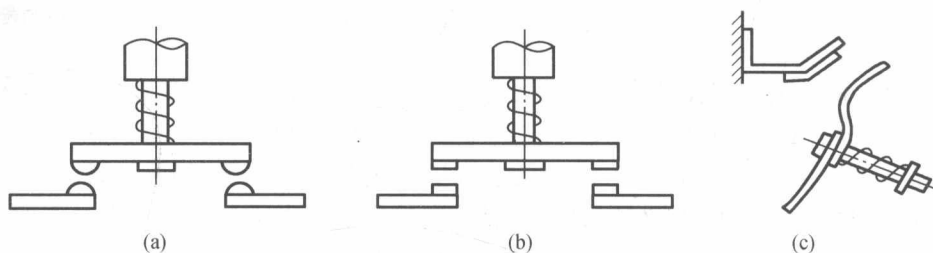


图 1-5 触头的三种接触形式

(a)点接触;(b)面接触;(c)线接触

触头按其运动情况分为动触头和静触头,如图 1-6 所示。固定不动的称为静触头,由连杆带着移动的称为动触头。按触头控制的电路分为主触头和辅助触头。主触头用于接通和断开主电路,允许通过较大的电流,辅助触头用于接通或断开控制电路,只能通过较小的电流。按触头的原始状态可分为常开触头和常闭触头。电器触头在电器未通电或没有受到外力作用时处于闭合位置的称为常闭(又称动断)触头,常态时相互分开的动、静触头称为常开(又称动合)触头。按触头的结构形式可分为桥式触头和指形触头。

3. 电弧的产生和灭弧方法

电弧是在触头由闭合状态过渡到断开状态的过程中产生的,是触头间气体在强电场作用下产生的放电现象,是一种带电质子的急流。电弧的特点是外部有白炽弧光,内部有很高的温度和很大密度的电流。电弧产生的原因主要有强电场放射、撞击电离、热电子发射、高温游离等。

灭弧的基本方法:(1)拉长电弧,从而降低电场强度;(2)用电磁力使电弧在冷却介质中运动,降低弧柱周围的温度;(3)将电弧挤入绝缘壁组成的窄缝中以冷却电弧;(4)将电弧分成许多串联的短弧,增加维持电弧所需的临界电压降。常用的灭弧装置有电动力吹弧、磁吹灭弧、栅片灭弧、窄缝灭弧等,分别如图 1-7,1-8,1-9,1-10 所示。

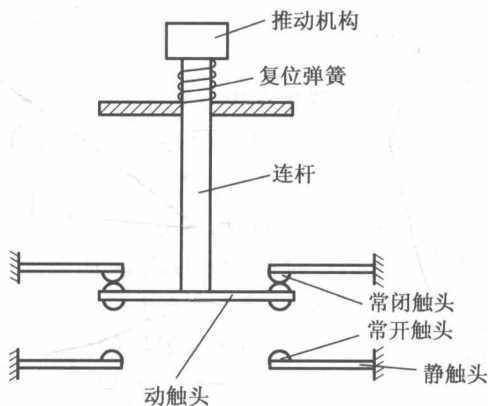


图 1-6 触头的分类

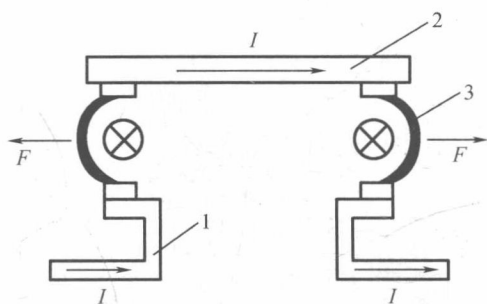


图 1-7 双断口电动力吹弧

1—静触头;2—动触头;3—电弧

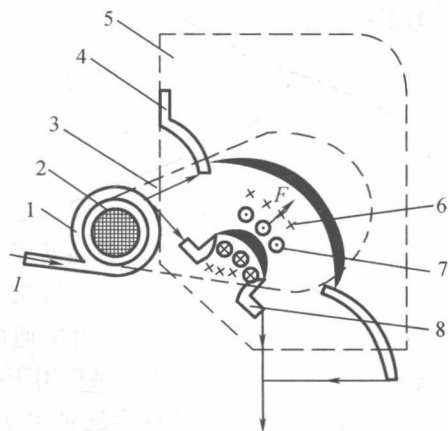


图 1-8 磁吹灭弧原理

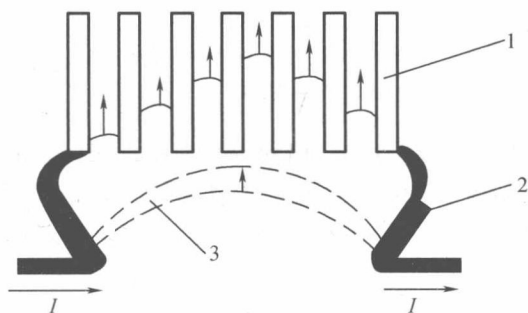
1—磁吹线圈;2—铁芯;3—导磁夹板;4—引弧角;5—灭弧罩;
6—磁吹线圈磁场;7—电弧电流磁场;8—动触头

图 1-9 栅片灭弧示意图

1—灭弧栅片;2—触头;3—电弧

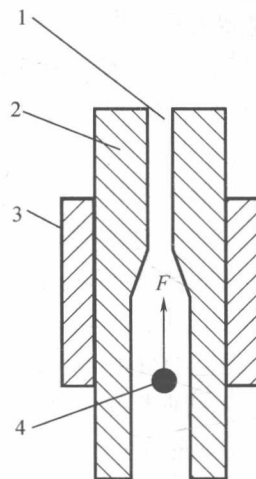


图 1-10 窄缝灭弧示意图

1—纵缝;2—介质;3—磁性夹板;4—电弧

1.2 接 触 器

接触器是一种自动接通或断开大电流电路的电器。它可以频繁地接通或分断交、直流电路,并可实现远距离控制。其主要控制对象是电动机,也可用于电热设备、电焊机、电容器组等其他负载。它还具有低电压释放保护功能。接触器具有控制容量大,过载能力强,寿命长,设备简单、经济等特点,是电力拖动自动控制线路中使用最广泛的低压电器。按照主触头所控制电路的电流性质分类,接触器可分为交流接触器和直流接触器两大类;按操作方式可分为电磁接触器、气动接触器和电磁气动接触器;按灭弧介质可分为空气电磁式接触器、油浸式接触器和真空接触器等;按电磁机构的励磁方式可分为直流励磁操作与交流励磁操作两种。

1.2.1 交流接触器

1. 交流接触器的结构与工作原理

交流接触器主要由电磁机构、触头系统、灭弧装置等组成。交流接触器的结构示意图如图 1-11 所示。电磁机构由线圈、静铁芯和动铁芯(衔铁)组成,其作用是将电磁能转换为机械能,产生电磁吸力带动触头动作。触头系统包括主触头和辅助触头。主触头用于通断主电路,通常为三对常开触头;辅助触头用于控制电路,起电气连锁作用,故又称为连锁触头,一般设置常开、常闭各两对。容量在 10 A 以上的接触器都有灭弧装置。对于小容量的接触器,常采用双断口触头灭弧、电动力灭弧、相间弧板隔弧及陶土灭弧罩灭弧。对于大容量的接触器,采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧。除了电磁机构、触头系统、灭弧装置,交流接触器还有其他部件,主要包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构及外壳等。

电磁式接触器的工作原理:当电磁线圈通电后,线圈电流产生磁场使静铁芯产生电磁吸力吸引衔铁,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。当电磁线圈断电时,电磁力消失,衔铁在释放弹簧的作用下释放,使触头复原,即常开触头断开,常闭触头闭合。

2. 交流接触器的分类

交流接触器的种类很多,其分类方法也不尽相同。大致有以下几种。

(1)按主触头极数分,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载,如照明负荷、电焊机等;双极接触器用于绕线转子异步电动机的转子回路中,启动时用于短接启动绕组;三极接触器用于三相负荷,在电动机的控制和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启动器或控制笼型电动机,以变换绕组接法。

(2)按灭弧介质分,可分为空气式接触器和真空式接触器等。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、化工企业及电压为 660 V 和 1 140 V 等一些特殊场合。

(3)按有无触头分,可分为有触头接触器和无触头接触器。常见的接触器多为有触头接触器,而无触头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。由于可控硅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。

3. 交流接触器的基本参数

(1) 额定电压

额定电压指主触头额定工作电压,应等于负载的额定电压。一只接触器常规定几个额

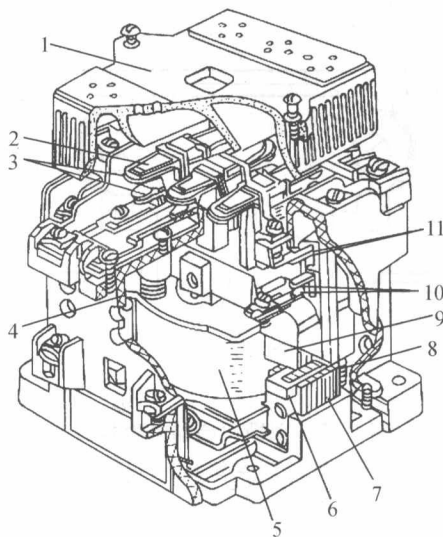


图 1-11 交流接触器结构示意图

- 1—灭弧罩;2—触头压力弹簧片;3—主触头;
4—反作用弹簧;5—线圈;6—短路环;
7—静铁芯;8—触头弹簧;9—动铁芯;
10—辅助常开触头;11—辅助常闭触头

定电压,同时列出相应的额定电流或控制功率。通常,最大工作电压即为额定电压。常用的额定电压值为 220 V,380 V,660 V 等。

(2) 额定电流

接触器触头在额定工作条件下的电流值为额定电流。380 V 三相电动机控制电路中,额定工作电流可近似等于控制功率的两倍。常用额定电流等级为 5 A,10 A,20 A,40 A,60 A,100 A,150 A,250 A,400 A,600 A。

(3) 通断能力

通断能力可分为最大接通电流和最大分断电流。最大接通电流是指触头闭合时不会造成触头熔焊时的最大电流值;最大分断电流是指触头断开时可靠灭弧的最大电流。一般通断能力是额定电流的 5~10 倍。当然,这一数值与开断电路的电压等级有关,电压越高,通断能力越小。

(4) 动作值

动作值可分为吸合电压和释放电压。吸合电压是指接触器吸合前,缓慢增加吸合线圈两端的电压,接触器可以吸合时的最小电压。释放电压是指接触器吸合后,缓慢降低吸合线圈的电压,接触器释放时的最大电压。一般规定,吸合电压不低于线圈额定电压的 85%,释放电压不高于线圈额定电压的 70%。

(5) 吸引线圈额定电压

接触器正常工作时,吸引线圈上所加的电压值为吸引线圈额定电压。一般该电压数值以及线圈的匝数、线径等数据均标于线包上,而不是标于接触器外壳铭牌上,使用时应加以注意。

(6) 操作频率

接触器在吸合瞬间,吸引线圈需消耗比额定电流大 5~7 倍的电流,如果操作频率过高,则会使线圈严重发热,直接影响接触器的正常使用。为此,规定了接触器的允许操作频率,一般为每小时允许操作次数的最大值。

(7) 寿命

交流接触器寿命包括电气寿命和机械寿命。目前接触器的机械寿命已达到一千万次以上,电气寿命约为机械寿命的 5%~20%。

4. 常用典型交流接触器简介

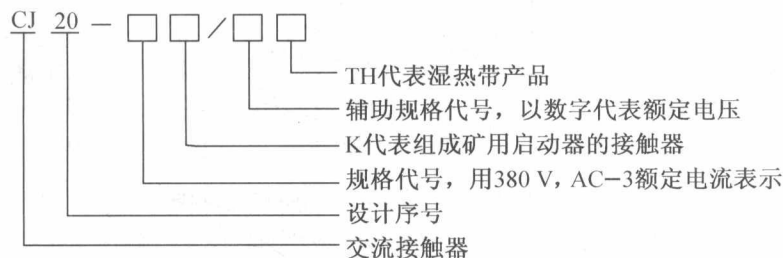
(1) 空气电磁式交流接触器

典型产品有 CJ20, CJ21, CJ26, CJ35, CJ40, NC, B, LC1-D, 3TB, 3TF 系列交流接触器等。

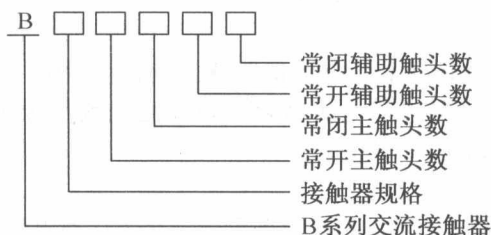
(2) 切换电容器接触器

专用于低压无功补偿设备中投入或切除并联电容器组,以调整用电系统的功率因素。常用产品有 CJ16, CJ19, CJ39, CJ41, CJX4, CJX2A, 6C 系列等。

CJ20 系列型号含义:



B 系列型号含义:



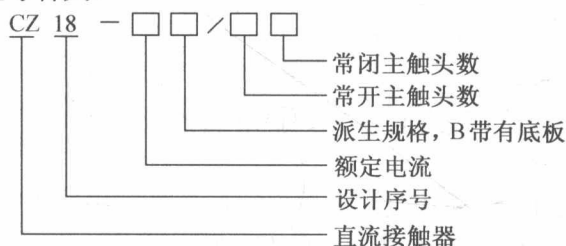
(3) 真空交流接触器

真空交流接触器是以真空为灭弧介质,其主触头密封在真空开关管内。其适用于条件恶劣的危险环境中。常用的真空交流接触器有 3RT12,CKJ 和 EVS 系列等。

1.2.2 直流接触器

直流接触器主要应用于远距离接通与分断直流电路及直流电动机的频繁启动、停止、反转或反接制动控制,还用于 CD 系列电磁操作机构合闸线圈、频繁接通和断开起重电磁铁、电磁阀、离合器、电磁线圈等。直流接触器的结构和工作原理与交流接触器基本相同,也由电磁机构、触头系统和灭弧装置组成。电磁机构采用沿棱角转动拍合式铁芯,由于线圈中通入直流电流,铁芯不会产生涡流,可用整块铸铁或铸钢制成铁芯,不需要短路环。触头系统有主触头和辅助触头,主触头通断电流大,采用滚动接触的指形触头;辅助触头通断电流小,采用点接触的桥式触头。由于直流电弧比交流电弧难熄灭,故直流接触器由磁吹式灭弧装置和石棉水泥灭弧罩组成。直流接触器通入直流电,吸合时没有冲击启动电流,不会产生猛烈撞击现象,因此使用寿命长,适用于频繁操作的场合。常用直流接触器有 CZ18,CZ21,CZ22,CZ0 和 CZT 系列等。

CZ18系列接触器型号含义:



接触器的符号如图 1-12 所示。

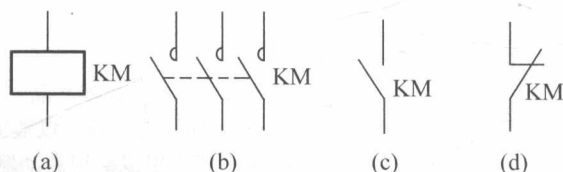


图 1-12 接触器的符号

(a) 线圈;(b) 主触头;(c) 常开辅助触头;(d) 常闭辅助触头

1.2.3 接触器的选用

(1) 接触器极数和电流种类的确定。

接触器的极数根据用途确定,接触器的类型应根据电路中负载电流的种类来选择。

(2) 根据接触器所控制负载的工作任务来选择相应使用类别的接触器。

(3) 根据负载功率和操作情况来确定接触器主触头的电流等级。

应根据控制对象类型和使用场合,合理选择接触器主触头的额定电流。控制电阻性负载时,主触头的额定电流应等于负载的额定电流。控制电动机时,主触头的额定电流应大于电动机的额定电流。当接触器使用在频繁启动、制动及正反转的场合时,应将主触头的额定电流降低一个等级使用。

(4) 根据接触器主触头接通与分断主电路电压等级来决定接触器的额定电压。

所选接触器主触头的额定电压大于或等于控制线路的电压。

(5) 接触器吸引线圈的额定电压应由所接控制电路电压确定。

当控制线路简单,使用电器较少时,应根据电源等级选用 380 V 或 220 V 的电压。当线路复杂,从人身和设备安全角度考虑,可选择 36 V 或 110 V 电压的线圈,此时可增加相应变压器设备容量。

(6) 接触器触头数和种类应满足主电路和控制电路的要求。

1.2.4 接触器的安装与使用

接触器一般应安装在垂直面上,倾斜度不得超过 50° ,若有散热孔,则应将孔的一面放在垂直方向上,以利散热。安装和接线时,注意不要将零件失落或掉入接触器内部,安装孔的螺钉应装有弹簧垫圈和平垫圈,并拧紧螺钉以防振动松脱。接触器还可作为欠压、失压保护用,它的吸引线圈在电压为额定电压的 $85\% \sim 105\%$ 范围内保证电磁铁的吸合,但当电压降到额定电压的 50% 以下时,衔铁吸力不足,自动释放而断开电源,以防止电动机过电流。

有的接触器触头嵌有银片,银氧化后不影响导电能力,这类触头表面发黑,一般不需清理。带灭弧罩的接触器不允许不带灭弧罩使用,以防短路事故。陶土灭弧罩质脆易碎,应避免碰撞,若有碎裂,应及时更换。

1.3 继电器

继电器是一种利用各种物理量的变化,将电量或非电量信号转化为电磁力或使输出状态发生阶跃变化,从而通过其触头或突变量促使在同一电路或另一电路中的其他器件或装置动作的一种控制元件。它用于各种控制电路中进行信号传递、放大、转换、连锁等,控制主电路和辅助电路中的器件或设备按预定的动作程序进行工作,实现自动控制和保护的目。常用的继电器按动作原理分有电磁式、磁电式、感应式、电动式、光电式、压电式、热继电器与电子式继电器等。按反应的参数(动作信号)分为电压、电流、时间、速度、温度、压力继电器等。按用途可分为控制继电器和保护继电器。其中电磁式继电器应用最为广泛。

1.3.1 电磁式继电器的基本知识

1. 电磁式继电器的结构和工作原理

一般来说,继电器主要由测量环节、中间机构和执行机构三部分组成。继电器通过测量环节输入外部信号(比如电压、电流等电量,或温度、压力、速度等非电量),并传递给中间机构,将它与设定值(即整定值)进行比较,当达到整定值时(过量或欠量),中间机构就使执行机构产生输出动作,从而闭合或分断电路,达到控制电路的目的。电磁式继电器是应用得最早、最多的一种形式。其结构和工作原理与接触器大体相似,其结构如图 1-13 所示。由电磁系统、触头系统和释放弹簧等组成,由于继电器用于控制电路,流过触头的电流比较小(一般 5 A 以下),故不需要灭弧装置。

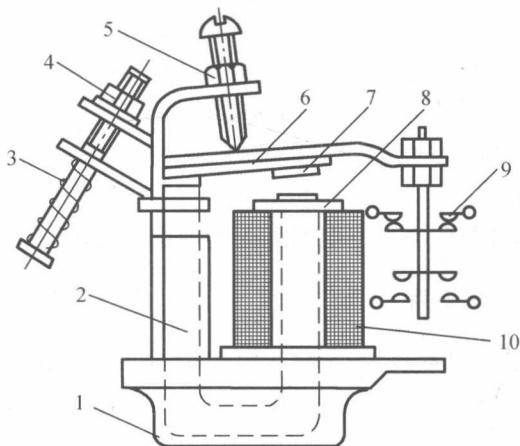


图 1-13 电磁式继电器的典型结构

1—底座;2—铁芯;3—释放弹簧;4,5—调节螺母;

6—衔铁;7—非磁性垫片;8—极靴;9—触头系统;10—线圈

2. 电磁式继电器的分类

电磁式继电器按用途不同分有控制继电器、保护继电器、通信继电器和安全继电器等,按输入信号不同分有电压继电器、电流继电器、时间继电器、速度继电器和温度继电器,按线圈电流种类不同分有交流继电器和直流继电器。

3. 电磁式继电器的特性及主要参数

(1) 电磁式继电器的特性

继电器的特性是指继电器的输出量随输入量变化的关系,即输入-输出特性。电磁式继电器的特性就是电磁机构的继电特性,如图 1-14 所示。图 1-14 中 x_a 为继电器的动作值(吸合值), x_r 为继电器的复归值(释放值),这两个值为继电器的动作参数。

(2) 继电器的主要参数

①额定参数。继电器的线圈和触头在正常工作时允许的电压值或电流值称为继电器额定电压或额定电流。

②动作参数,即继电器的吸合值与释放值。对于电压继电器有吸合电压 U_a 与释放电压 U_r ,对于电流继电器有吸合电流 I_a 与释放电流 I_r 。

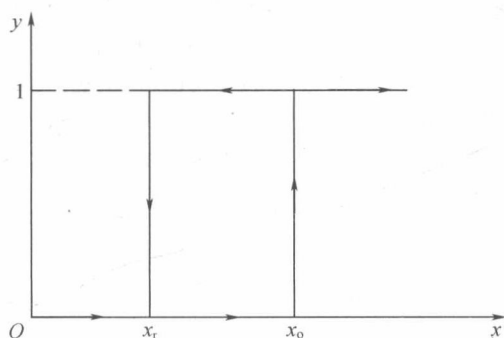


图 1-14 电磁机构的继电器特性

③整定值是根据控制要求,对继电器的动作参数进行人为调整的数值。

④返回参数是指继电器的释放值与吸合值的比值,用 K 表示。 K 值可通过调节释放弹簧或调节铁芯与衔铁之间非磁性垫片的厚度来达到所要求的值。不同场合要求不同的 K 值,如对一般继电器要求具有低的返回系数, K 值应在 $0.1 \sim 0.4$ 之间,这样当继电器吸合后,输入量波动较大时不至于引起误动作;欠电压继电器则要求高的返回系数, K 值应在 0.6 以上。如有一电压继电器 $K=0.66$,吸合电压为额定电压的 90% ,则释放电压为额定电压 60% 时,继电器就释放,从而起到欠电压保护作用。返回系数反映了继电器吸力特性与反力特性配合的紧密程度,是电压和电流继电器的主要参数。

⑤动作时间有吸合时间、释放时间两种。吸合时间是指从线圈接受电信号起,到衔铁完全吸合为止所需的时间;释放时间是从线圈断电到衔铁完全释放所需的时间。一般电磁式继电器动作时间为 $0.05 \sim 0.2 \text{ s}$,动作时间小于 0.05 s 为快速动作继电器,动作时间大于 0.2 s 为延时动作继电器。

1.3.2 电磁式电压继电器、电流继电器与中间继电器

电磁式继电器反映的是电信号。当线圈反映电压信号时,为电压继电器;当线圈反映电流信号时,为电流继电器。其在结构上的区别主要在线圈上,电压继电器的线圈匝数多、导线细,而电流继电器的线圈匝数少、导线粗。

1. 电磁式电压继电器

电磁式电压继电器线圈并接在电路电压上,用于反映电路电压大小。其触头的动作与线圈电压大小直接有关,在电力拖动控制系统中起电压保护和控制作用。按吸合电压相对其额定电压大小可分为过电压继电器和欠电压继电器。

过电压继电器在电路中用于过电压保护。当线圈为额定电压时,衔铁不吸合,当线圈电压高于其额定电压时,衔铁才进行吸合动作。当线圈所接电路电压降低到继电器释放电压时,衔铁才返回释放状态,相应触头也返回成原来状态。所以,过电压继电器释放值小于动作值,其电压返回系数 $K_v < 1$,规定当 $K_v > 0.65$ 时,称为高返回系数继电器。

由于直流电路一般不会出现过电压,所以产品中没有直流过电压继电器。交流过电压继电器吸合电压调节范围为 $U_0 = (1.05 \sim 1.2) U_N$ 。

欠电压继电器在电路中用于欠电压保护。当线圈电压低于其额定电压值时衔铁就吸