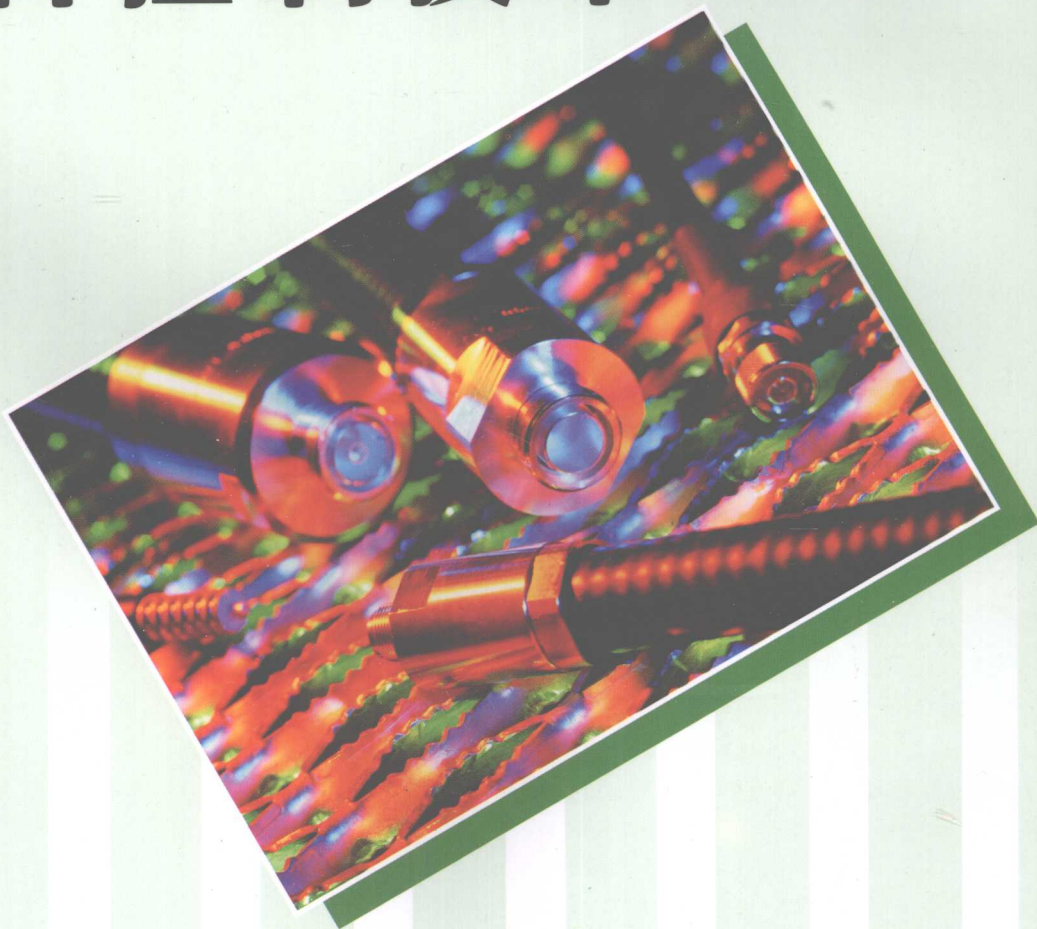


高等职业教育规划教材

朱文胜 赵斯军 主编

高等职业教育规划教材

电气与PLC 综合控制技术



苏州大学出版社

高等职业教育规划教材

电气与 PLC 综合控制技术

主 编 朱文胜 赵斯军

副主编 尹群星

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气与 PLC 综合控制技术/朱文胜,赵斯军主编. —苏州: 苏州大学出版社,2008. 7
高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-81137-091-1

I. 电… II. ①朱…②赵… III. ①电气控制—高等学校: 技术学校—教材②可编程控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 115122 号

电气与 PLC 综合控制技术

朱文胜 赵斯军 主编

责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

宜兴文化印刷厂印装

(地址: 宜兴市南漕镇 邮编: 214217)

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 21 字数 523 千

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81137-091-1 定价: 31.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258835

高等职业教育规划教材

前言

本书是根据高职高专电气自动化技术专业人才培养规格、维修电工国家职业标准和教材研讨会确定的“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”为原则编写的。

本书以最新制定的维修电工国家职业标准为编写依据,在内容选择上结合目前我国大、中型企业实际情况,从应用角度出发,以方法论为手段,介绍了电气与 PLC 综合应用技术等内容,以培养学生对电气控制系统的分析和设计的基本能力。

本书主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,突出实用技能。
2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养就业岗位群的综合能力为目标,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能。
3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习,着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展。
4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。
5. 全书结构新颖,独创求新,将多品牌 PLC 集成在一本书中介绍,便于读者更系统、更全面地掌握 PLC 的应用,从中受益。

本书在内容安排上遵照由浅入深的原则,主要内容有:常用低压电器、电气控制电路基本环节、典型设备电气控制电路分析、可编程序控制器及其工作原理、欧姆龙 CPM2A 系列 PLC、三菱 FX_{2N} 系列 PLC、西门子 S7-200 系列 PLC、PLC 基本指令的应用及基本程序设计、PLC 功能指令的应用及程序设计、电气与 PLC 综合应用系统设计。全书共分 10 章,由朱文胜、赵斯军统稿并担任主编,尹群星任副主编,参加编写的人员还有钱继兵、王啸东等。

本书可作为高职高专电类专业和机电一体化专业教材,也可作为职工培训教材。

由于编写时间紧迫,编者水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 6 月

目 录

绪 论	(1)
第1章 常用低压电器	
1.1 低压电器基本知识	(3)
1.2 低压开关电器	(7)
1.3 电磁式接触器	(10)
1.4 继电器	(12)
1.5 熔断器	(20)
1.6 主令电器	(21)
1.7 新型智能电器	(26)
1.8 电动机原理及结构	(28)
思考题与练习题	(32)
第2章 电气控制电路基本环节	
2.1 电气控制线路图的图形	(34)
2.2 三相异步电动机的全压启动控制线路	(36)
2.3 三相笼型异步电动机的降压启动控制线路	(42)
2.4 三相笼型异步电动机的制动控制线路	(48)
2.5 三相笼型异步电动机的速度控制线路	(52)
思考题与练习题	(57)
第3章 典型设备电气控制电路分析	
3.1 电气控制电路分析基础	(59)
3.2 车床电气控制电路分析	(61)
3.3 铣床电气控制电路分析	(63)
3.4 数控车床电气控制电路分析	(69)
思考题与练习题	(77)

第4章 可编程序控制器及其工作原理

4.1 可编程序控制器概述	(78)
4.2 PLC 控制与继电器控制的比较	(83)
4.3 可编程序控制器的工作原理	(85)
思考题与练习题	(92)

第5章 欧姆龙CPM2A系列PLC

5.1 CPM2A 系列 PLC 的构成及其性能	(93)
5.2 CPM2A 系列 PLC 继电器区及数据区	(97)
5.3 CPM2A 系列 PLC 的指令汇总	(106)
5.4 CX-Programmer 编程软件简介	(123)
思考题与练习题	(130)

第6章 三菱FX_{2N}系列PLC

6.1 FX _{2N} 系列 PLC 的构成及其性能	(131)
6.2 FX _{2N} 系列 PLC 内部元器件及格式	(132)
6.3 FX _{2N} 系列 PLC 的指令汇总	(137)
6.4 三菱 GX-Developer 编程软件简介	(149)
思考题与练习题	(156)

第7章 西门子S7-200系列PLC

7.1 S7-200 系列 PLC 的构成及其性能	(157)
7.2 S7-200 系列 PLC 内部元器件	(159)
7.3 S7-200 系列 PLC 的指令汇总	(173)
7.4 STEP7-Micro/WIN32 编程软件简介	(176)
思考题与练习题	(181)

第8章 PLC基本指令的应用及基本程序设计

8.1 三大系列 PLC 基本指令的编程使用	(182)
8.2 PLC 控制常用基本电路	(199)
8.3 PLC 程序基本设计方法	(215)
8.4 顺序控制设计方法	(222)
思考题与练习题	(228)

第9章 PLC功能指令的应用及程序设计

9.1 三大系列 PLC 数据区格式	(229)
9.2 三大系列 PLC 功能指令的编程使用	(234)
9.3 PID 控制设计方法	(267)
思考题与练习题	(277)

第10章 电气与PLC综合应用系统设计

10.1 电气控制系统设计的基本内容和一般原则	(278)
10.2 电力拖动方案确定原则和电动机的选择	(281)
10.3 电气控制系统的工艺设计	(282)
10.4 PLC 应用系统设计的内容和步骤	(284)
10.5 电气与 PLC 综合应用系统设计实例	(286)
思考题与练习题	(325)

绪 论

1. 本课程的性质和任务

本课程是一门实用性很强的专业课,主要内容是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍继电器接触器控制系统和 PLC 控制系统的工作原理、典型机械的电气控制线路以及电气控制系统的设计方法。现在 PLC 控制系统应用越来越普遍,已成为实现工业自动化的重要手段之一。所以本课程的重点是可编程序控制器,但这并不意味着继电器接触器控制系统就不重要了。首先,继电器接触器控制在小型电气控制系统中还普遍使用,而且它是组成电气控制系统的基础;其次,尽管可编程序控制器取代了继电器,但它所取代的主要是逻辑控制部分,而电气控制系统中的信号采集和驱动输出部分仍要由电器元件及控制电路来完成,所以对继电器接触器控制系统的学习仍是非常必要的。本课程的目的是让学生掌握非常实用的工业控制技术,培养他们的实际应用和动手能力。

本课程的基本任务是:

- ① 熟悉常用控制电器的结构原理、用途及型号,以达到正确使用和选用的目的。
- ② 熟练掌握电气控制电路的基本环节,具备阅读和分析电气控制电路的能力,能设计简单的电气控制电路。
- ③ 熟悉 PLC 的基本工作原理及应用发展概况。
- ④ 熟练掌握 PLC 的基本指令系统和典型电路的编程,掌握 PLC 的程序设计方法,能够根据生产过程要求进行系统设计,编制应用程序。
- ⑤ 了解 PLC 的网络和通信原理。

2. 电气控制技术的发展概况

随着科学技术的不断发展,生产工艺不断提出新的要求,从手动控制到自动控制,从简单的控制设备到复杂的控制系统,从有触点的硬接线控制系统到以计算机为中心的存储控制系统,以及新的控制理论和新型电器及电子器件的出现,推动了电气控制技术不断发展。作为生产机械动力的电机拖动,其拖动方式由初期的一台电动机拖动多台设备,或使一台机床的多个动作由一台电动机拖动(称为集中拖动),后随着生产机械功能增多和自动化程度的提高发展成为单独拖动,即一台设备由一台电动机单独拖动。为进一步简化机械传动机构,更好地满足设备各部分对机械特性的不同要求,又采用了多台电动机拖动,即设备的各运动部件分别采用不同的电动机拖动。

在电力拖动方式的演变过程中,电力拖动的控制方式由手动控制向自动控制方向发展。最初的自动控制是由接触器、继电器、按钮、行程开关等组成的继电器接触器控制系统。这种控制具有使用的单一性,即一台控制装置仅针对某一种固定程序的设备而设计,一旦程序变动,就得重新配线。而且这种控制的输入、输出信号只有通和断两种状态,因而这种控制是断续的,不能连续反映信号的变化,故称为断续控制。这种系统具有结构简单、价格低廉、维

护容易、抗干扰能力强的优点,至今仍是机床和其他许多机械设备广泛使用的基本电气控制方式,也是学习先进电气控制的基础。这种控制系统的缺点是采用固定的接线方式,灵活性差,工作频率低,触点易损坏,可靠性差。

为了使控制系统获得更好的静态和动态特性,采用了反馈控制系统,它由连续控制元件组成,它不仅能反映信号的通或断,而且能反映信号的大小和变化,称为连续控制系统。用做连续控制的元件,以前采用的是电机扩大机和磁放大器,随着半导体器件和晶闸管的发展,采用了晶闸管作为控制元件的控制系统。

20世纪60年代出现了一种能够根据生产需要,方便地改变控制程序的顺序控制器。它是通过组合逻辑元件的插接或编程来实现继电器接触器控制线路的装置,能满足程序经常改变的控制要求,使控制系统具有较大的灵活性和通用性,但仍采用硬件手段且装置体积大,功能也受到一定限制。对于复杂的控制系统则采用计算机控制,但掌握难度较大。70年代出现了用软件手段来实现各种控制功能,以微处理器为核心的新型工业控制器——可编程序控制器。它把计算机的完备功能、灵活性、通用性好等优点和继电器接触器控制系统的操作方便、价格低、简单易懂等优点结合起来,是一种适应工业环境需要的通用控制装置,并独具风格地采用以继电器梯形图为基础的形象编程语言和模块化的软件结构,使编程方法和程序输入方法简化,且使不熟悉计算机的人员也能很快掌握其使用技术。现在PLC已作为一种标准化的通用设备普遍应用于工业控制,由最初的逻辑控制为主发展到能进行模拟量控制,具有数字运算、数据处理和通信联网等功能,PLC已成为电气自动化控制系统中应用最为广泛的控制装置。

对机械加工业来说,1952年美国研制成第一台三坐标数控铣床,它综合应用了当时计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机床结构等多方面的最新技术成就,成为一种新型的通用性很强的高效自动化机床,标志着机械制造技术进入了一个新阶段。随着微电子技术的发展,由小型或微型计算机再加上通用或专用大规模集成电路组成计算机数控装置(CNC),其性能更加完善,几乎所有的机床品种都实现了数控化,出现了具有自动更换刀具功能的数控加工中心机床(MC),工件在一次装夹后可以完成多种工序的加工。

自20世纪70年代以来,电气控制相继出现了直接数字控制系统(DDC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、智能机器人、综合运用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统等高新技术,形成了从产品设计和制造到生产管理的智能化生产的完整系统,将自动化生产技术推进到更高的水平。

第1章 常用低压电器

低压电器是组成各种电气控制成套设备的基础配套组件,它的正确使用是低压电力系统可靠运行、安全用电的基础和重要保证。

本章主要介绍常用低压电器的结构、工作原理、用途及其图形符号和文字符号。为正确选择和合理使用这些电器、进行电气控制线路的设计打下基础。



1.1 低压电器基本知识

1.1.1 电器定义及分类

电器是一种能根据外界信号(机械力、电动力和其他物理量)和要求,手动或自动地接通、断开电路,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。

电器的控制作用就是手动或自动地接通、断开电路,“通”称为“开”,“断”称为“关”。因此,“开”和“关”是电器最基本、最典型的功能。

电器的功能多、用途广、品种多,常用的分类方法如下。

1. 按工作电压等级分

(1) 高压电器

用于交流电压 1200V、直流电压 1500V 及以上的电路中的电器。例如,高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

(2) 低压电器

用于交流 50Hz(或 60Hz)、额定电压 1200V 以下以及直流额定电压 1500V 及以下的电路中的电器。例如,接触器、继电器等。

2. 按动作原理分

(1) 手动电器

人手工操作发出动作指令的电器。例如,刀开关、按钮等。

(2) 自动电器

产生电磁力而自动完成动作指令的电器。例如,接触器、继电器、电磁阀等。

3. 按用途分

(1) 控制电器

用于各种控制电路和控制系统的电器。例如,接触器、继电器、电动机启动器等。

(2) 配电电器

用于电能的输送和分配的电器。例如,高压断路器等。

(3) 主令电器

用于自动控制系统中发送动作指令的电器。例如,按钮、转换开关等。

(4) 保护电器

用于保护电路及用电设备的电器。例如,熔断器、热继电器等。

(5) 执行电器

用于完成某种动作或传送功能的电器。例如,电磁铁、电磁离合器等。

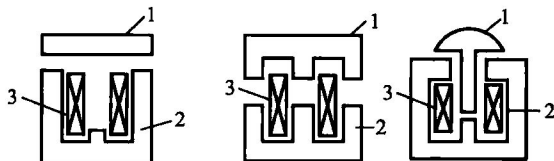
1.1.2 电磁式电器基本结构与工作原理

低压电器中大部分为电磁式电器,各类电磁式电器的工作原理基本相同,由检测(电磁机构)和执行(触头系统)两部分组成。

1. 电磁机构

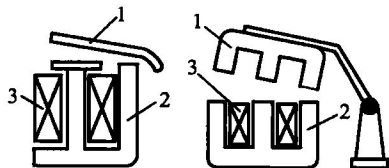
(1) 电磁机构的结构形式

电磁机构由吸引线圈、铁芯和衔铁组成,其结构形式按衔铁的运动方式可分为直动式和拍合式。图 1-1 和图 1-2 是直动式和拍合式电磁机构的常用结构形式。



1—衔铁;2—铁芯;3—吸引线圈

图 1-1 直动式电磁机构



1—衔铁;2—铁芯;3—吸引线圈

图 1-2 拍合式电磁机构

吸引线圈的作用是将电能转换为磁能,即产生磁通,衔铁在电磁吸力作用下产生机械位移使铁芯吸合。通入直流电的线圈称为直流线圈,通入交流电的线圈称为交流线圈。

直流线圈通电,铁芯不会发热,只有线圈发热,因此使线圈与铁芯直接接触,易于散热。线圈一般做成无骨架、高而薄的瘦高型,以便线圈自身散热。铁芯和衔铁由软钢或工程纯铁制成。

对于交流线圈,除线圈发热外,由于铁芯中有涡流和磁滞损耗,铁芯也会发热。为了改善线圈和铁芯的散热情况,在铁芯与线圈之间留有散热间隙,而且把线圈做成有骨架的矮胖型。铁芯用硅钢片叠成,以减少涡流。

另外,根据线圈在电路中的连接方式可分为串联线圈(即电流线圈)和并联线圈(即电压线圈)。串联线圈串接在线路中,流过的电流大,为减少对电路的影响,线圈的导线粗,匝数少,线圈的阻抗较小。并联线圈并联在线路上,为减少分流作用,需要较大的阻抗,因此线圈的导线细且匝数多。

(2) 电磁机构的工作原理

电磁铁工作时,线圈产生的磁通作用于衔铁,产生电磁吸力,并使衔铁产生机械位移,衔铁复位时复位弹簧将衔铁拉回原位。因此,作用在衔铁上的力有两个:电磁吸力和反力。电

磁吸力由电磁机构产生,反力由复位弹簧和触头等产生。电磁机构的工作特性常用吸力特性和反力特性来表达。

(3) 交流电磁机构上短路环的作用

由于单相交流电磁机构上铁芯的磁通是交变的,故当磁通过零时,电磁吸力也为零,吸合后的衔铁在反力弹簧的作用下将被拉开,磁通过零后电磁吸力又增大,当吸力大于反力时,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,甚至使铁芯松散。因此交流电磁机构铁芯端面上都安装一个铜制的短路环,短路环包围铁芯端面约 $2/3$ 的面积,如图 1-3 所示。

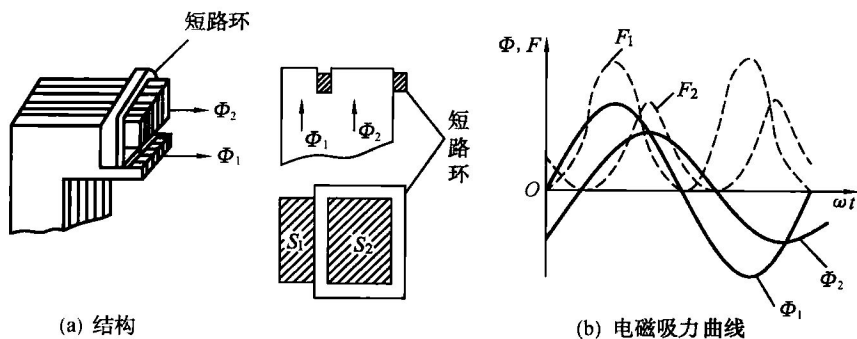


图 1-3 单相交流电磁机构铁芯

当交变磁通穿过短路环所包围的截面积 S_2 在环中产生涡流时,根据电磁感应定律,此涡流产生的磁通 Φ_2 在相位上落后于短路环外铁芯截面 S_1 中的磁通 Φ_1 ,由 Φ_1 、 Φ_2 产生的电磁吸力为 F_1 、 F_2 ,作用在衔铁上的合成电磁吸力是 $F_1 + F_2$,只要此合力始终大于其反力,衔铁就不会产生振动和噪声。

2. 触头系统

触头(触点)是电磁式电器的执行元件,用来接通或断开被控制电路。

触头的结构形式很多,按其所控制的电路可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开主电路,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。

触头按其原始状态可分为常开触头和常闭触头:原始状态时(即线圈未通电)断开,线圈通电后闭合的触头叫做常开触头;原始状态闭合,线圈通电后断开的触头叫做常闭触头(线圈断电后所有触头复原)。

触头按其结构形式可分为桥形触头和指形触头,如图 1-4 所示。

触头按其接触形式可分为点接触、线接触和面接触三种,如图 1-5 所示。

图 1-5(a)为点接触,它由两个半球形触头或一个半球形与一个平面形触头构成,常用于小电流的电器中,如接触器的辅助触头或继电器触头。图 1-5(b)为线接触,它的接触区域是一条直线,触头的通断过程是滚动式进行的。开始接通时,静、动触头在 A 点处接触,靠弹簧压力经 B 点滚动到 C 点,断开时做相反运动。这样可以自动清除触头表面的氧化物,

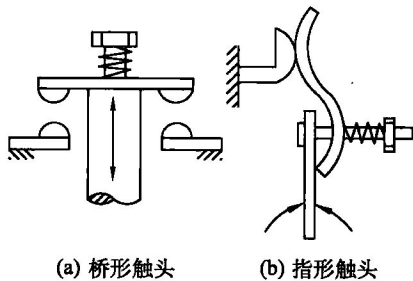


图 1-4 触头结构

触头长期正常工作的位置不是在易灼烧的 A 点,而是在工作点 C,保证了触头的良好接触。线接触多用于中容量的电器,如接触器的主触头。图 1-5(c)为面接触,它允许通过较大的电流。这种触头一般在接触表面上镶有合金,以减少触头接触电阻并提高耐磨性,多用于大容量接触器的触头。

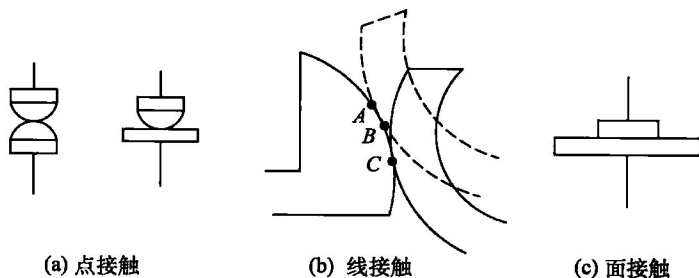


图 1-5 触头接触形式

3. 灭弧工作原理

触点在通电状态下动、静触头脱离接触时,由于电场的存在,使触头表面的自由电子大量溢出而产生电弧。电弧的存在既烧损触头金属表面,降低电器的寿命,又延长了电路的分断时间,所以必须迅速消除。

(1) 常用的灭弧方法

① 迅速增大电弧长度 电弧长度增加,使触点间隙增加,电场强度降低,同时又使散热面积增大,降低电弧温度,使自由电子和空穴复合的运动加强,因而电荷容易熄灭。

② 冷却 使电弧与冷却介质接触,带走电弧热量,也可使复合运动得以加强,从而使电弧熄灭。

(2) 常用的灭弧装置

① 电动力吹弧 电动力吹弧如图 1-6 所示。双断点桥式触头在分断时具有电动力吹弧功能。不用任何附加装置,便可使电弧迅速熄灭。这种灭弧方法多用于小容量交流接触器中。

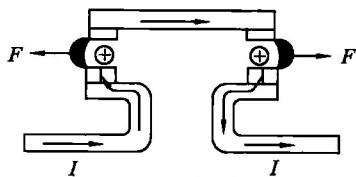
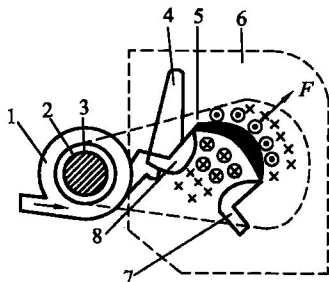


图 1-6 电动力吹弧示意图

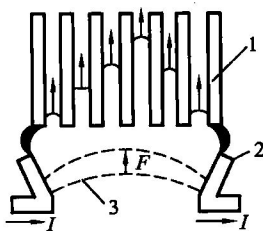
② 磁吹灭弧 在触点电路中串入吹弧线圈,如图 1-7 所示。该线圈产生的磁场由导磁夹板引向触点周围,其方向由右手定则确定(为图中×所示)。触点间的电弧所产生的磁场,其方向为图中所示。这两个磁场在电弧下方方向相同(叠加),在弧柱上方方向相反(相减),所以弧柱下方的磁场强于上方的磁场。在下方磁场作用下,电弧受力的方向为 F 所指的方向,在 F 的作用下,电弧被吹离触点,经引弧角引进灭弧罩,使电弧熄灭。



1—磁吹线圈;2—绝缘套;3—铁芯;4—引弧角;
5—导磁甲板;6—灭弧罩;7—动触头;8—静触头

图 1-7 磁吹灭弧示意图

③ 栅片灭弧 灭弧栅是一组镀铜薄钢片,它们彼此间相互绝缘,如图 1-8 所示。电弧进入栅片被分割成一段段串联的短弧,而栅片就是这些短弧的电极。每两片灭弧片之间都有 150~250V 的绝缘强度,使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强,以致外加电压无法维持,电弧迅速熄灭。此外,栅片还能吸收电弧热量,使电弧迅速冷却。基于上述原因,电弧进入栅片后就会很快熄灭。由于栅片灭弧装置的灭弧效果在交流时要比直流时强得多,因此在交流电器中常采用栅片灭弧。



1—灭弧栅片;2—触点;3—电弧

图 1-8 栅片灭弧示意图

1.2 低压开关电器

1.2.1 低压隔离器

低压隔离器是低压电器中结构比较简单、应用十分广泛的一类手动操作电器,品种主要有低压刀开关、熔断器式刀开关和组合开关三种。

隔离器主要是在电源切除后,将线路与电源明显地隔开,以保障检修人员的安全。熔断器式刀开关是由刀开关和熔断器组合而成的,故它兼有两者的功能,即电源隔离和电路保护功能,可分断一定的负载电流。

1. 刀开关

刀开关由操纵手柄、触刀、静插座和绝缘底板等组成,图 1-9 为其结构简图。

刀开关的主要类型有:带灭弧装置的大容量刀开关、带熔断器的开启式负荷开关(胶盖开关)、带灭弧装置和熔断器的封闭式负荷开关(铁壳开关)等。常用的产品有:HD11~HD14 和 HS11~HS13 系列刀开关, HK1、HK2 系列胶盖开关, HH3、HH4 系列铁壳开关。

刀开关的主要技术参数有:长期工作所承受的最大电压——额定电压;长期通过的最大允许电流——额定电流;以及分断能力等。

选用刀开关时,刀的极数要与电源进线相数相等;刀开关的额定电压应大于所控制的线路额定电压;刀开关的额定电流应大于负载的额定电流。

刀开关的图形、文字符号如图 1-10 所示。

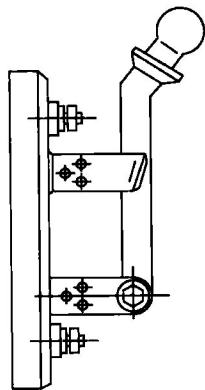


图 1-9 刀开关的结构

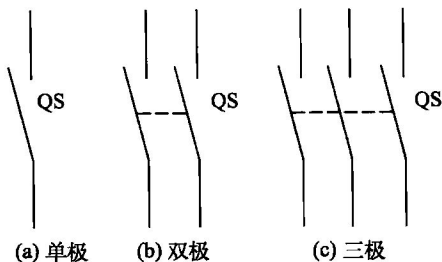


图 1-10 刀开关的图形、文字符号

2. 组合开关

组合开关也是一种刀开关,不过它的刀片是转动式的,操作比较轻巧,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。

组合开关一般在电气设备中用于非频繁地接通和分断电路、接通电源和负载、测量三相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和星形—三角形降压启动等。

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 10A、25A、60A 等几级。全国统一设计的常用产品有 HZ5、HZ10 系列和新型组合开关 HZ15 等系列。

组合开关的结构、图形和文字符号如图 1-11 所示。

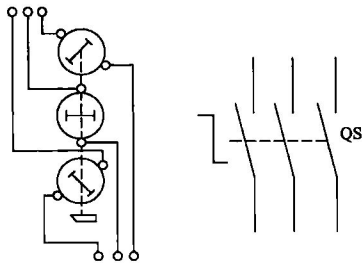


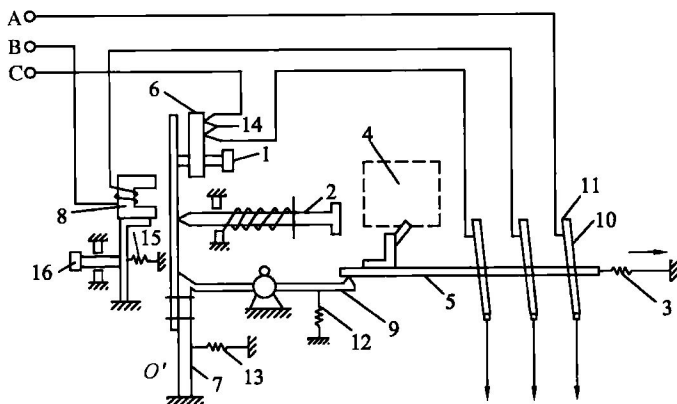
图 1-11 组合开关的结构、图形和文字符号

1.2.2 低压断路器

低压断路器又称为自动空气开关,它可用来分配电能,不频繁地启动异步电动机,对电源线路及电动机等实行保护。当发生严重的过载或短路及欠电压等故障时能自动切断电路,其功能相当于熔断器式断路器与过流、欠压、热继电器等的组合,而且在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。

1. 低压断路器的结构及工作原理

低压断路器的结构原理如图 1-12 所示,主要由触头、灭弧系统、各种脱扣和操作结构等组成。



1—热脱扣器整定按钮;2—手动脱扣按钮;3—脱扣弹簧;4—手动合闸机构;5—合闸连杆;6—热脱扣器;7—锁扣;8—电磁脱扣器;9—脱扣连杆;10、11—动、静触点;12、13—弹簧;14—发热元件;15—电磁脱扣弹簧;16—调节旋钮

图 1-12 低压断路器结构原理

手动合闸后,动、静触点闭台,脱扣连杆(9)被锁扣(7)的锁钩钩住,它又将合闸连杆(5)钩住,使触点保持在闭合状态。

发热元件(14)与主电路串联,有电流流过时产生热量使热脱扣器(6)的下端向左弯曲,发生过载时,热脱扣器(6)弯曲到将脱扣锁钩推离开脱扣连杆(9),从而松开合闸连杆(5),动、静触点(10、11)受脱扣弹簧(3)的作用而迅速分开。

电磁脱扣器(8)有一个匝数很少的线圈与主电路串联。当发生短路时,它使铁芯脱扣器上部的吸力大于弹簧的反力,脱扣锁钩向左转动,最后也使触点断开。

如果要求手动脱扣时,按下手动脱扣按钮(2)就可使触点断开。

脱扣器可以对脱扣电流进行整定,只要改变热脱扣器所需要的弯曲程度和电磁脱扣器铁芯机构的气隙大小就可以了。热脱扣器和电磁脱扣器互相配合,热脱扣器担负主电路的过载保护,电磁脱扣器担负短路故障保护。当低压断路器由于过载而断开后,应等待2~3min才能重新合闸,以使热脱扣器回复原位。

低压断路器的主要触点由耐压合金(如银钨合金)制成,采用灭弧栅片加陶瓷罩来灭弧。

2. 低压断路器的类型及主要参数

(1) 低压断路器的类型

① 万能式低压断路器 又称敞开式低压断路器,具有绝缘衬底的框架结构底座,所有的构件组装在一起,用于配电网路的保护。主要型号有DW10和DW15两个系列。

② 装置式低压断路器 又称塑料外壳式低压断路器,具有模压绝缘材料制成的封闭型外壳,将所有构件组装在一起,用做配电网路的保护以及成为电动机、照明电路及电热器等的控制开关。主要型号有DZ5、DZ10、DZ20等系列。

③ 快速断路器 它具有快速电磁铁和强有力的灭弧装置,最快动作时间可在0.02s以内,用于半导体整流元件和整流装置的保护。主要型号有DS系列。

④ 限流断路器 利用短路电流产生巨大的吸力,使触点迅速断开,能在交流短路尚未达到峰值之前就把故障电路切断。用于短路电流相当大(高达70kA)的电路中,型号有DWX15和DZX10两种系列。

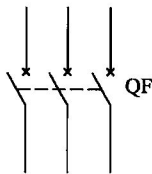


图 1-13 低压断路器的
图形、文字符号

另外,中国引进的国外断路器产品有德国的ME系列,SIEMENS的3WF系列,日本的AE、AH、TC系列,法国的C45、S060系列,美国的H系列等。这些引进产品都有较高的技术经济指标,从而使中国断路器的技术水平达到一个新的阶段,为中国今后开发和完善新一代智能型的断路器打下了良好的基础。

低压断路器的图形、文字符号如图1-13所示。

(2) 低压断路器的主要参数

① 额定电压 是指断路器在长期工作时的允许电压。通常,它等于或大于电路的额定电压。

② 额定电流 是指断路器在长期工作时的允许持续电流。

③ 通断能力 是指断路器在规定的电压、频率以及规定的线路参数(交流电路为功率因素,直流电路为时间常数)下,所能接通和分断的断路电流值。

④ 分断时间 是指断路器切断故障电流所需的时间。

3. 低压断路器的选择

① 低压断路器的额定电流和额定电压应大于或等于线路、设备的正常工作电压和

电流。

② 低压断路器的极限通断能力应大于或等于电路的最大短路电流。

③ 欠电压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。

④ 过电流脱扣器的额定电流应大于或等于线路的最大负载电流。

使用低压断路器来实现短路保护比熔断器优越,因为当三相电路短路时,很可能只有一相的熔断器熔断,造成单相运行。对于低压断路器来说,只要造成短路都会使开关跳闸,将三相同时切断。但其结构复杂、操作频率低、价格较高,适用于要求较高的场合,如电源总配电盘。

1.3 电磁式接触器

接触器是一种用于频繁地接通或断开交直流主电路、大容量控制电路等大电流电路的自动切换电器。在功能上接触器除能自动切换外,还具有手动开关所缺乏的远距离操作功能和失压(或欠压)保护功能,但没有自动开关所具有的过载和短路保护功能。接触器生产方便、成本低,主要用于控制电动机、电热设备、电焊机、电容器组等,是电力拖动自动控制线路中应用最广泛的电器元件。

接触器按其主触点控制的电路中电流种类分类,有直流接触器和交流接触器。它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。按其主触点的极数(即主触点的个数)来分,则直流接触器分单极和双极两种,交流接触器分三极、四极和五极三种。其中交流接触器用于单相双回路控制可采用四极,对于多速电动机的控制或自耦降压启动控制可采用五极的交流接触器。

交流接触器可用于控制电压为 380V、电流为 600A 的 50Hz 交流电路。它由电磁系统、触头系统、灭弧系统、释放弹簧机构、辅助触头及基座等几部分组成,如图 1-14 所示。接触器是利用电磁系统控制衔铁的运动来带动触头,使电路接通或断开的。交流接触器和直流接触器的结构和工作原理基本相同,但也有不同之处。

在电磁机构方面,交流接触器为了减小因涡流和磁滞损耗所造成的能量损失和温升,铁芯和衔铁用硅钢片叠成。线圈绕在骨架 E 上做成扁而厚的形状,与铁芯隔离,从而有利于铁芯和线圈的散热。而直流接触器由于铁芯中不会产生涡流和磁滞损耗,因此不会发热。铁芯和衔铁用整块电工软钢做成,为使线圈散热良好,通常将线圈绕制成高而薄的圆筒状,且不设线圈骨架,使线圈和铁芯直接接触以利于散热。对于大容量的直流接触器,往往采用串联双绕组线圈,一个为启动线圈,另一个为保持线圈。接触器本身的一个常闭辅助触头与

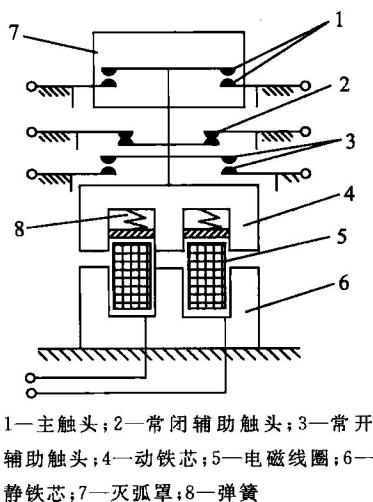


图 1-14 接触器结构简图