

工厂电气控制技术

李振安 主编

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书是西部地区工科院校共同组织编写的电类专业专科系列教材之一。

本书以继电器控制为主,系统地介绍了电气控制原理、典型控制线路及设计方法,并注意了机、电、液控制技术的相互联系。内容包括:常用低压控制电器、基本电气控制线路、典型机械电气控制系统、电气控制线路设计基础、数控与数显技术基础。

书中电气符号与电路图的绘制符合最新国家标准。

本书可作为工业电气自动化专业及相近专业的专科教材,也可供电气工程技术人员和技术工人参考。

工厂电气控制技术

李振安 主编

责任编辑:谭 敏 李淑芳 版式设计:李淑芳

责任校对:任卓惠 责任印制:张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400044

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:287千

1995年6月第1版 2003年5月第8次印刷

印数:37 001—41 000

ISBN 7-5624-0982-X/TM·41 定价:12.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程度上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区 14 所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了 50 门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了 50 门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要。
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的数理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项“浩大的工程”。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区 14 所院校专科教育的办学经验,是

西部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏

1993年
仲夏

前 言

本书是西部地区工科院校根据高等工程专科教育培养技术应用型人才的目标,在整体优化的原则下,共同组织编写的电类专业专科系列教材之一。

本书在内容处理上,既注意反映电气控制领域的最新技术,又注意结合专科学生的知识和能力结构,强调理论联系实际,着重培养学生解决实际工程技术问题的能力。文字叙述力求简明扼要、深入浅出,以利学生学习。

本书共分五章,以应用最为广泛的继电器控制为主。第一章介绍常用低压控制电器的结构原理、工作特性及选用原则;第二章着重讲解电力拖动控制线路的基本环节,使学生掌握电气控制线路的基本原理;第三章通过对典型生产机械电气控制系统的分析,培养学生解决工程实际问题的能力,并树立电气控制技术与机械、液压控制相结合的整体概念;第四章着重介绍基于状态波形图分析的电气控制系统逻辑设计方法,这一方法具有直观明了、简单实用的特点;第五章介绍数控与数显技术的基本知识。

书中电气符号、电路图绘制及有关术语均贯彻《GB5094—85》、《GB4728·1~4728.13—84(85)》、《GB6988.1~6988.7—86》、《GB7159—87》等最新国家标准。

本书由陕西工学院李振安担任主编,第一章由兰州工业高等专科学校穆长红编写,第二章、第四章由云南工学院倪远平编写,绪论和第三章、第五章由李振安编写。

重庆大学许德沛教授担任本书主审,并提出许多宝贵意见,在此谨致深切谢意。

本书可作工业电气自动化、电气技术及与之相近专业的专科教材,也可供从事电气控制方面工作的工程技术人员及工人参考。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误之处,诚恳希望读者批评指正。

编 者
1993年11月

目 录

绪论.....	1
第一章 常用低压控制电器.....	3
§ 1-1 概述	3
§ 1-2 刀开关与自动开关	7
§ 1-3 熔断器.....	10
§ 1-4 主令电器.....	13
§ 1-5 接触器.....	17
§ 1-6 继电器.....	20
习题	33
第二章 基本电气控制线路	34
§ 2-1 电气控制线路的绘制.....	34
§ 2-2 三相异步电动机的启动控制线路.....	42
§ 2-3 三相异步电动机的正反转控制线路.....	53
§ 2-4 三相异步电动机制动控制线路.....	57
§ 2-5 三相异步电动机调速控制线路.....	66
§ 2-6 其他典型控制线路.....	70
习题	73
第三章 典型生产机械电气控制系统	74
§ 3-1 普通车床电气控制系统.....	74
§ 3-2 磨床电气控制系统.....	77
§ 3-3 摇臂钻床电气控制系统.....	84
§ 3-4 万能铣床电气控制系统.....	88
§ 3-5 组合机床电气控制系统.....	92
§ 3-6 桥式起重机电气控制系统.....	98
习题.....	108
第四章 电气控制线路设计基础.....	111
§ 4-1 电气设计的主要内容	111

§ 4-2 电气设计的一般原则	112
§ 4-3 电气控制线路的设计	118
§ 4-4 常用控制电器及保护电器的计算与选择	132
习题.....	136
第五章 数控与数显技术基础.....	138
§ 5-1 数控系统的构成及分类	138
§ 5-2 插补运算	141
§ 5-3 数控系统的程序编制	152
§ 5-4 位移测量装置	159
§ 5-5 伺服装置	163
§ 5-6 机床的数字显示	169
习题.....	172
主要参考文献.....	174

绪 论

一、《工厂电气控制技术》课程的性质与任务

《工厂电气控制技术》是一门实践性较强的专业课。由于电气控制技术应用领域甚广,本课程主要介绍机械制造过程中所用生产设备的电气控制原理、线路及设计等有关知识。虽然机械设备种类繁多,功能各异,但基本组成可以分为4个部分,即主机部分、驱动部分、控制部分和检测显示部分。现代机械设备所用控制方法很多,有电气的、液压的、气动的、机械的,或者是几种方法的综合应用,而电气控制技术往往起着联接中枢作用,应用最为广泛。

本课程的任务在于使学生熟悉常用控制电器的结构原理、用途、型号及选用方法,在此基础上,熟悉电气控制的基本环节,对一般电气控制线路具有独立分析能力。通过对一些典型生产设备电气控制系统及设计方法的介绍,使学生获得更多的实用知识,对电气控制设备具有一定的应用、维护、改造与设计能力。

二、电气控制技术的发展概况

电气控制技术是随着科学技术的不断发展、生产工艺不断提出新的要求而得到迅速发展的。从最早的手动控制发展到自动控制,从简单的控制设备发展到复杂的控制系统,从有触点的硬接线继电器控制系统发展到以计算机为中心的软件控制系统。现代电气控制技术综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等许多先进的科学技术成果。

作为生产机械动力的电机拖动,最早是采用成组拖动,即用一台电动机,通过皮带和天轴传动,拖动多台生产机械,电气控制线路也很简单。这种拖动方式能量损耗大,操作不方便,安全可靠性能差,所以早已被淘汰。后来出现了单独拖动方式,即用一台电动机拖动一台生产机械,与成组拖动相比,传动效率有所提高,机械设备的结构也简化了,生产安全性也有提高,目前这种拖动方式在一些中、小型企业还有使用。随着生产的发展及自动化程度的提高,出现了将生产机械的不同运动部件分别由不同电机拖动的多电动机拖动方式,这种拖动方式既简化了机械结构,缩短了传动链,也易于实现各运动部件的自动控制。

继电接触式控制系统主要由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成,其控制方式是断续的,所以又称为断续控制系统。由于这种系统具有结构简单、价格低廉、维护容易、抗干扰能力强等优点,至今仍是机床和其他许多机械设备广泛采用的基本电气控制形式,也是学习更先进电气控制系统的基础。这种控制系统的缺点是采用固定接线方式,灵活性差,工作频率低,触点易损坏,可靠性差。

以软件手段实现各种控制功能、以微处理机为核心的可编程序控制器(PC),由于能适应恶劣的工业环境,兼备计算机和继电接触式控制系统的优点,目前已成为世界各国标准化通用控制设备,广泛用于各种工业控制领域。

50年代出现的数控机床(NC)适应了占机械加工总量80%的单件和小批量生产自动化的

要求,具有高速、高效、高精度、低劳动强度和高度自动化的特点,是一种广泛通用的高效自动化机床,有着广阔的发展前景。在此基础上发展起来的数控加工中心,是一种具有刀具自动迅速交换机能的复合数控机床,它可以实现多道工序连续自动加工,大大提高了加工效率,节省了占地面积。

由多台加工中心与物料自动搬运系统、信息处理系统和工业机器人组成的柔性制造系统(FMS),能按适当顺序对几种同类型零件同时进行加工,整个系统的加工效率极高,并有很强的适应性,已成为 80 年代以来机械加工技术的一个新的方向,使电气控制技术发展到一个新的阶段。

在微电子技术、传感器技术、自动控制技术、精密机械技术、人工智能技术迅速发展基础上出现的机-电一体化技术,将机械设备、动力设备、控制设备、检测传感设备融为一体,从而实现多功能、高效率、高智能化、高可靠性,节省材料和能源。机-电一体化技术是科学技术发展的必然趋势。

第一章 常用低压控制电器

§ 1-1 概 述

电器是根据外界信号(机械力、电动力和其他物理量)自动或手动接通和断开电路,实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节用的电气元件或设备。

电器的种类繁多,构造各异。按工作电压交流 1 000V、直流 1 200V 为界,可分为高压电器和低压电器;按用途可分为配电电器与控制电器;按动作方式可分为自动切换电器和非自动切换电器;按工作原理可分为电磁式电器和非电量控制电器。

电器一般由两个基本部分,即:检测部分与执行部分组成。检测部分接受外界信号并进行物理量的转换、放大,执行部分根据检测部分的输出执行相应的动作,从而接通或分断线路,实现控制的目的。本章主要介绍工作在交流 1 000V 以下、直流 1 200V 以下的低压控制电器,如常用开关电器、主令电器、接触器、继电器的结构、原理、型号、技术参数及选用原则。低压控制电器中大部分为电磁式电器。各类电磁式电器的工作原理和构造基本相同,由检测部分——电磁机构和执行部分——触头系统组成。

一、电磁机构

电磁机构由吸引线圈、铁心和衔铁组成,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 示出直动式和拍合式电磁机构的常用结构形式。

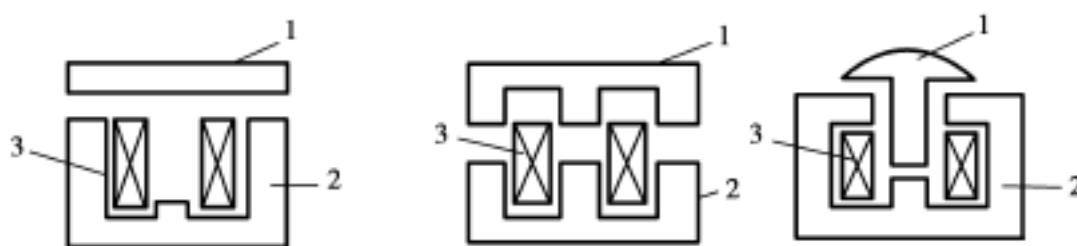


图 1-1 直动式电磁机构

1 - 衔铁 2 - 铁心 3 - 吸引线圈

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心吸合。通入直流电的线圈称直流线圈,通入交流电的线圈称交流线圈。

对于直流线圈,铁心不发热,只有线圈发热,因此线圈与铁心接触以利散热,线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型,以改善线圈自身散热。铁心和衔铁由软钢或工程纯铁制成。

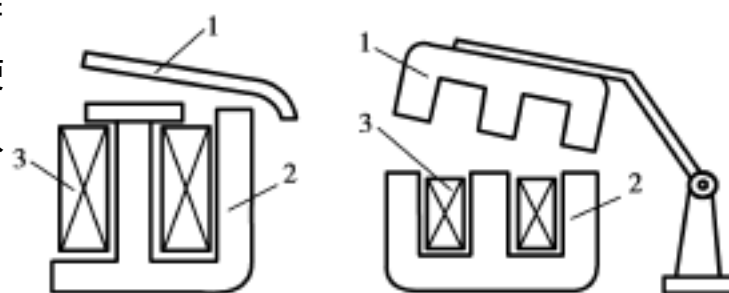


图 1-2 拍合式电磁机构

1 - 衔铁 2 - 铁心 3 - 吸引线圈

对于交流线圈,除线圈发热外,因铁心中有涡流和磁滞损耗,铁心也要发热。为了改善线圈和铁心的散热情况,在铁心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。铁心用硅钢片叠成,以减小涡流。

另外,根据线圈在电路中的联接方式可分为串联线圈(又称电流线圈)和并联线圈(又称电压线圈)。

串联(电流)线圈串接于线路中,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(电压)线圈并联在线路上,为减小分流作用,降低对原电路的影响,需要较大的阻抗,所以线圈的导线细而且匝数多。

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:电磁吸力与反力。电磁吸力由电磁机构产生,反力则由复位弹簧和触头弹簧所产生。铁心吸合时要求电磁吸力大于反力,即衔铁位移的方向与电磁吸力方向相同。衔铁复位时要求反力大于电磁吸力(此时线圈断电,只有剩磁产生的电磁吸力)。

$$\text{电磁吸力} \quad F = \frac{10^7}{8} B^2 S \quad (1-1)$$

式中 F ——电磁吸力(N);

B ——气隙磁感应强度(T);

S ——磁极截面积(m^2)。

当线圈中通以直流电时, F 为恒值。当线圈中通以交流电时,磁感应强度为交变量,即

$$B = B_m \sin t \quad (1-2)$$

由式(1-1)和式(1-2)可得:

$$F = \frac{10^7}{8} S B_m^2 \sin^2 t \quad (1-3)$$

电磁吸力按正弦函数平方的规律变化,最大值为 F_m

$$F_m = \frac{10^7}{8} S B_m^2 \quad (1-4)$$

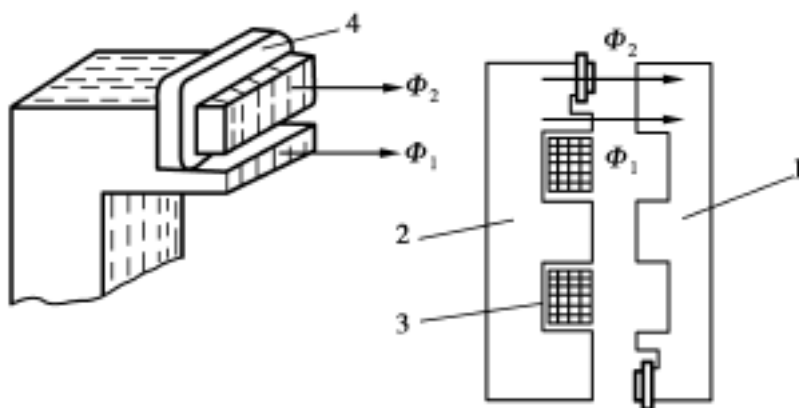


图 1-3 交流电磁铁的短路环

1 - 衔铁 2 - 铁心 3 - 线圈 4 - 短路环

电磁吸力的最小值为零。当电磁吸力的瞬时值大于反力时,铁心吸合;当电磁吸力的瞬时值小于反力时,铁心释放。所以电源电压变化一个周期,电磁铁吸合两次、释放两次,使电磁机构产生剧烈的振动和噪音,因而不能正常工作。解决的办法是在铁心端面开一小槽,在槽内嵌入铜质短路环,如图 1-3 所示。

加上短路环后,磁通被分成大小接近、相位相差约 90 电角度的两相磁通,因

而两相磁通不会同时过零。由于电磁吸力与磁通的平方成正比,所以由两相磁通产生的合成电磁吸力较为平坦,在电磁铁通电期间电磁吸力始终大于反力,使铁心牢牢吸合,这样就消除

了振动和噪音。一般短路环包围 $2/3$ 的铁心端面。

二、触头系统

触头是电器的执行机构,在衔铁的带动下起接通和分断电路的作用。由于铜具有良好的导电、导热性能,触头通常用铜制成。铜质触头表面容易产生氧化膜,使触头的接触电阻增大,从而使触头的损耗也增大。有些小容量电器的触头采用银质材料,与铜质触头相比,银质触头除具有更好的导电、导热性能外,触头的氧化膜电阻与纯银相差无几,而且氧化膜的生成温度很高,所以,银质触头的接触电阻较小,而且较稳定。

触头主要有两种结构型式:桥式触头和指形触头。如图 1-4 所示。触头的接触方式一般有 3 种,即点接触、线接触和面接触,如图 1-5 所示。

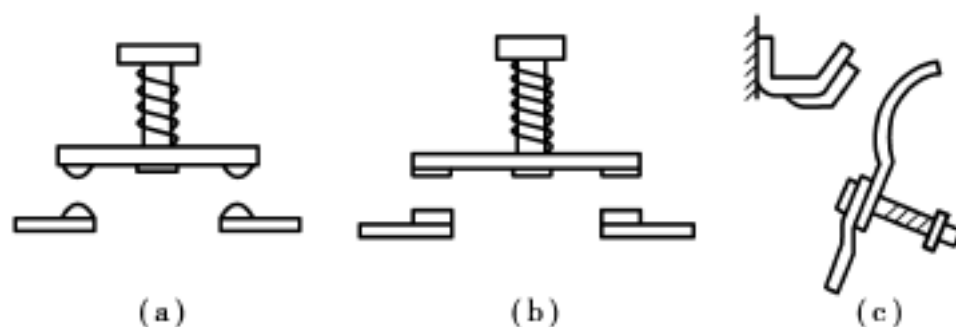


图 1-4 触头的结构型式

桥式触头的两个触头串于同一电路中,电路的通断由两个触头同时完成。桥式触头多为面接触,常用于大容量电器中(如交流接触器)。

指形触头为线接触。触头分断或闭合时产生滚动,用于接电次数多、电流大的场合。触头接通或分断时产生的滚动,既可产生摩擦消除触头表面的氧化膜;又可缓冲触头闭合时的撞击能量,改善触头的电器性能。

触头在通电状态下动、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。

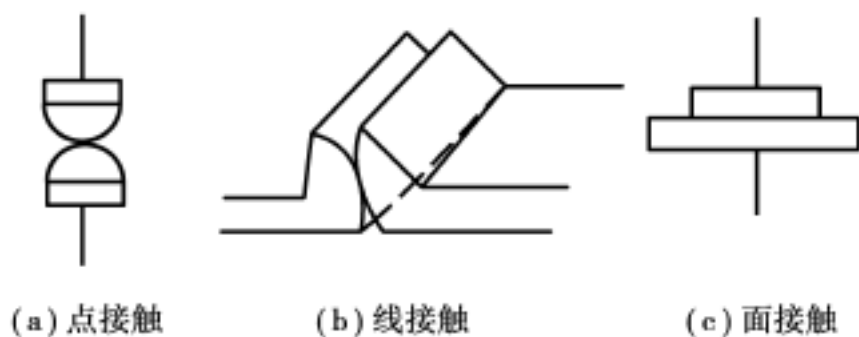


图 1-5 触头的接触方式

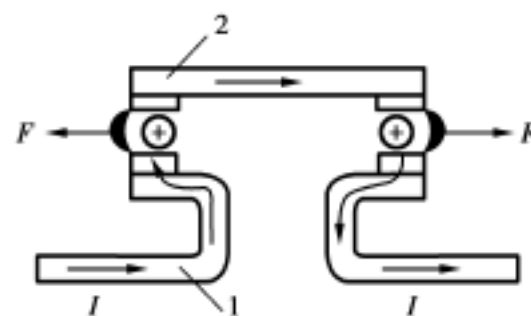


图 1-6 电动力灭弧示意图

1 - 静触头 2 - 动触头

常用的灭弧方法有以下几种:

1. 迅速增大电弧长度

电弧长度增加,使触头间隙增加,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,因而电弧容易熄灭。

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。

常用的灭弧装置有以下几种:

1. 电动力吹弧

桥式触头在分断时本身就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。其原理如图 1-6 所示。触头间电弧周围的磁场方向为 (由右手定则确定),在该磁场作用下,电弧受力为 F 其方向如图 1-6 所示,可由左手定则确定。在 F 的作用下,使电弧迅速拉长,冷却,并迅速熄灭。这种灭弧方法多用于小容量交流接触器中。

2. 磁吹灭弧

磁吹灭弧装置的原理如图 1-7 所示。在触点电路中串入吹弧线圈,该线圈产生的磁场由导磁夹板引向触头周围,其方向由右手定则确定(为图中 \times 所示)。触点间的电弧所产生的磁场,其方向为 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),因此,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,电弧被吹离触头,经引弧角进入灭弧罩,使电弧熄灭。

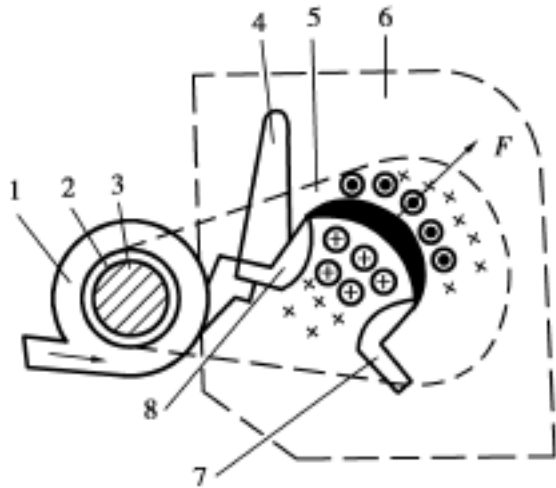


图 1-7 磁吹灭弧示意图

- 1 - 磁吹线圈 2 - 绝缘套 3 - 铁心 4 - 引弧角
5 - 导磁夹板 6 - 灭弧罩 7 - 动触头 8 - 静触头

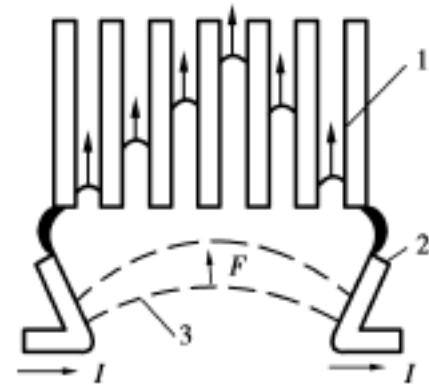


图 1-8 栅片灭弧示意图

- 1 - 灭弧栅片 2 - 触头 3 - 电弧

3. 栅片灭弧

图 1-8 所示为栅片灭弧装置示意图。当电器的触头分离时,所产生的电弧在吹弧电动力作用下被推向灭弧栅内。灭弧栅是一组镀铜的薄钢片,它们彼此间是相互绝缘的。当电弧进入栅片后被分割成一段段串联的短弧,而栅片就是这些短弧的电极。每两片灭弧栅片之间都有 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。除此之外,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,所以在交流电器中常采用栅片灭弧。

§ 1-2 刀开关与自动开关

一、刀开关

刀开关又称闸刀开关,是结构最简单、应用最广泛的一种手控电器。它由绝缘底板、静插座、手柄、触刀和铰链支座等组成。如图1-9所示。

刀开关在低压电路中用于不频繁地接通和分断电路,或用于隔离电路与电源,故又称“隔离开关。”

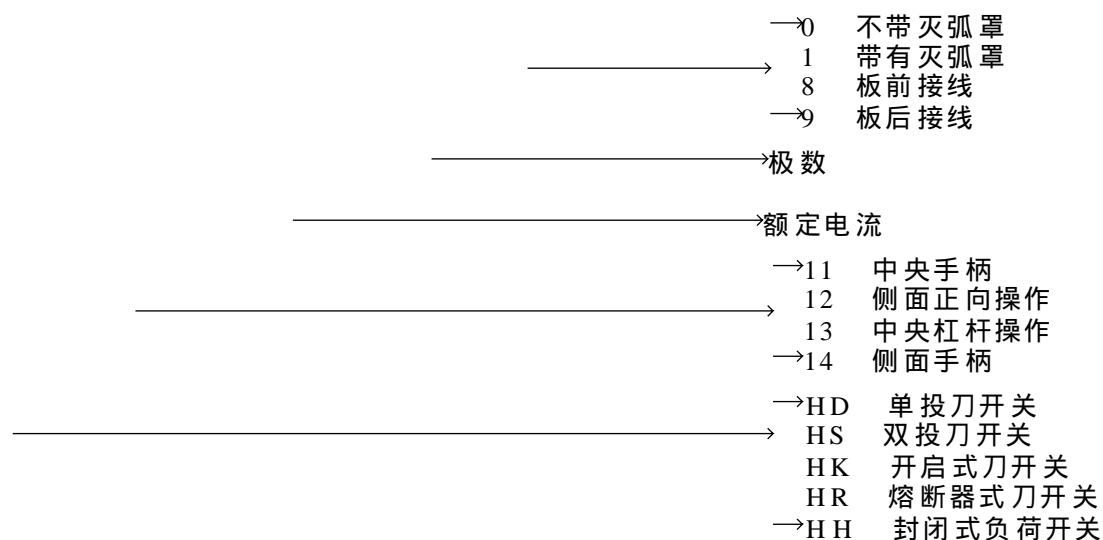
切断电源时会产生电弧,必须注意在安装刀开关时应将手柄朝上,不得倒装或平装。安装方向正确,可使作用在电弧上的电动力和热空气上升的方向一致,电弧被迅速拉长而熄灭。否则电弧不易熄灭,严重时会使触头及刀片烧伤,甚至造成极间短路。有时还可产生误动作,引起人身和设备事故。

接线时,电源线接上端,负载接下端,拉闸以后刀片与电源隔离,可防止意外事故的发生。

刀开关的主要类型有:大电流刀开关、负荷开关、熔断器式刀开关。常用的产品有 HD11 ~ HD14 和 HS11 ~ HS13 系列刀开关, HK1 ~ HK2 系列开启式负荷开关, HH3、HH4 系列封闭式负荷开关, HR3 系列熔断器式刀开关等。

刀开关型号的含义为:

□ □ - □ / □ □



刀开关的图形符号及文字符号如图 1-10 所示。

主要根据电源种类、电压等级、断流容量及需要极数等选择刀开关。当用刀开关控制电动机时,其额定电流要大于电动机额定电流的 3 倍。

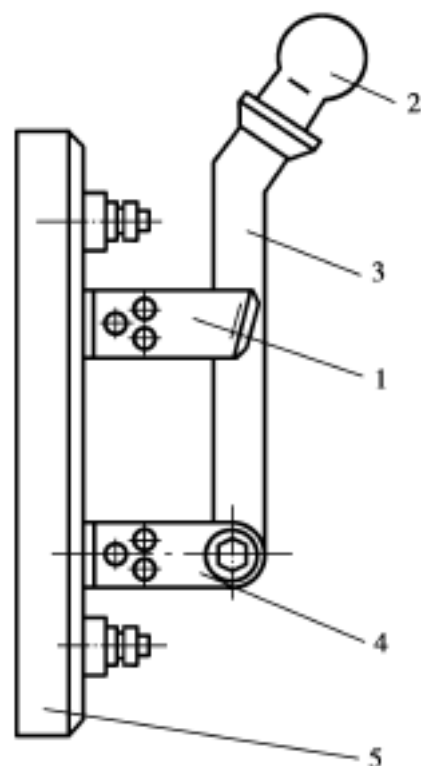


图 1-9 刀开关结构

1 - 静插座 2 - 手柄
3 - 触刀 4 - 铰链支座
5 - 绝缘底板

二、转换开关

转换开关又称组合开关。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 Y-启动等。它是由动触头、静触头、方轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成的。动静触头分别叠装于数层绝缘壳内,其结构如图 1-11 所示。当手柄转动时带动方轴,动触片随方轴一起转动 90°,并使动触头插入相应的静触头内,使电路接通。手柄再转动 90°,动触头脱离静触头,使电路断开。

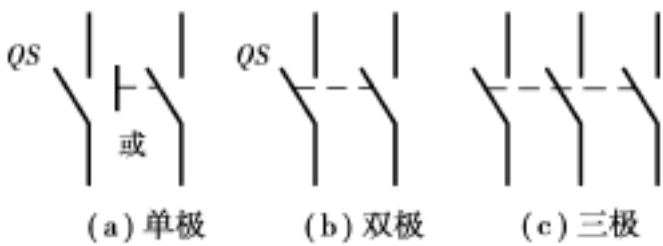


图 1-10 刀开关的图形符号

图 1-12 为转换开关的动作示意图。

转换开关常用的产品有:HZ5、HZ10 系列。HZ10 为统一设计产品,可代替 HZ1、HZ2 系列。HZ5 系列是类似万能转换开关的产品,其结构与一般开关不同,可代替 HZ1、HZ2 等老产品,转换开关有单极、双极和多极之分。其图形符号和文字符号如图 1-13 所示。

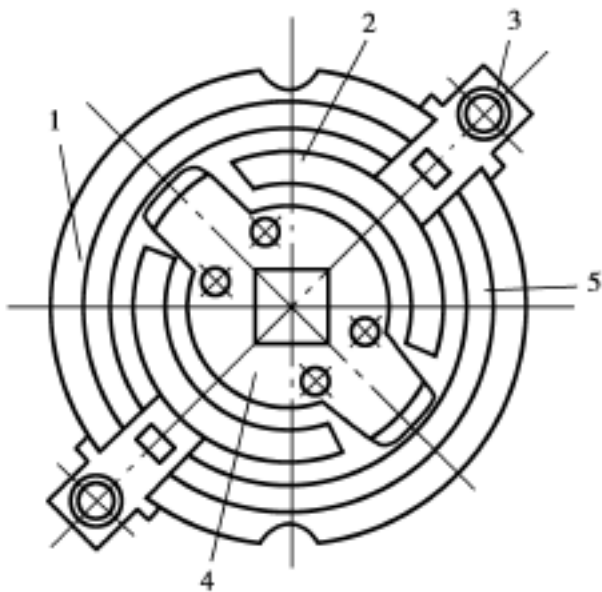


图 1-11 组合开关的触头系统

- 1 - 触头座 2 - 隔弧板 3 - 静触头
4 - 动触头 5 - 方轴

应根据电源种类、电压等级、触头数量以及断流容量等因素来选用转换开关。采用组合开关控制 5kW 以下小容量异步电动机时,其额定电流一般为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍,接通次数小于 15~20 次/h。

三、自动开关

自动开关又称自动空气断路器。当电路发生严重过载、短路以及失压等故障时能自动切断电路,有效地保护串接在其后的电气设备,在正常条件下,也可用于不频繁地接通和断开电路及控制电动机,因此自动开关是低压线路中常用的具有齐备保护功能的控制电器。由于自动开关具有可以操作、动作值可调、分断能力较高,以及动作后一般不需要更换零部件等优点,因此得到了广泛应用。

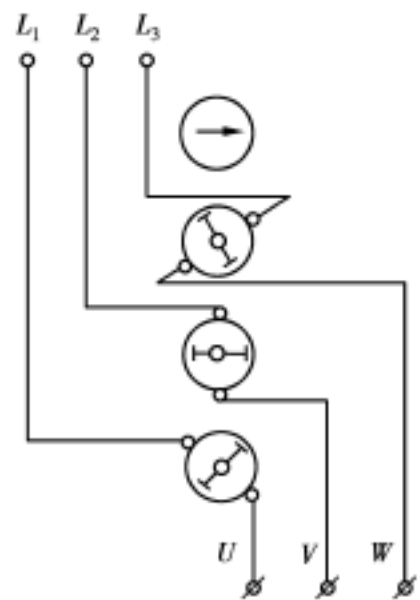


图 1-12 转换开关结构示意图

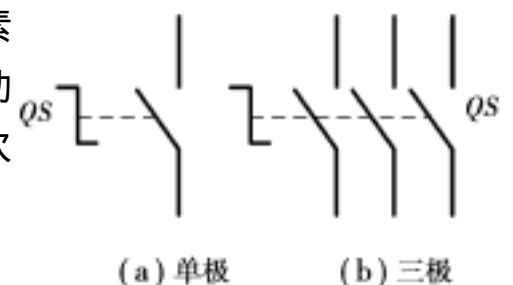


图 1-13 转换开关的图形和文字符号

自动开关按其用途及结构特点,可分为框架式自动开关、塑料外壳式自动开关、直流快速自动开关和限流式自动开关等。塑料外壳式自动开关主要用作配电网的保护开关,还可用作电动机、照明电路及电热电路的控制开关。本节仅介绍用于电力拖动自动控制线路中的塑料外壳式自动开关。

1. 自动开关的结构和工作原理

自动开关由 3 个基本部分组成,它们是:执行部分(触头和灭弧系统)、故障检测部分(各种脱扣器)、操作机构与自由脱扣机构。

图 1-14 是自动开关的工作原理图。开关的主触头依靠操作机构手动或电动合闸,主触头闭合后,自由脱扣机构将主触头锁在合闸位置上。过流脱扣器的线圈及热脱扣器的热元件串接于主电路中,失压脱扣器的线圈并联在电路中。当电路发生短路或严重过载时,过流脱扣器线圈 3 中的磁通急剧增加,将衔铁吸合并使之逆时针旋转,使自由脱扣机构动作,主触头在弹簧作用下分开,从而切断电路。当电路过载时,热脱扣器的热元件使双金属片向上弯曲,推动自由脱扣机构动作。当线路发生失压或欠压故障时,电压线圈 6 中的磁通下降,使电磁吸力下降或消失,衔铁在弹簧作用下向上移动,推动自由脱扣机构动作,使主触头 1 在弹簧作用下被拉向左方,使电路分断。分励脱扣器 4 用作远距离分断电路。

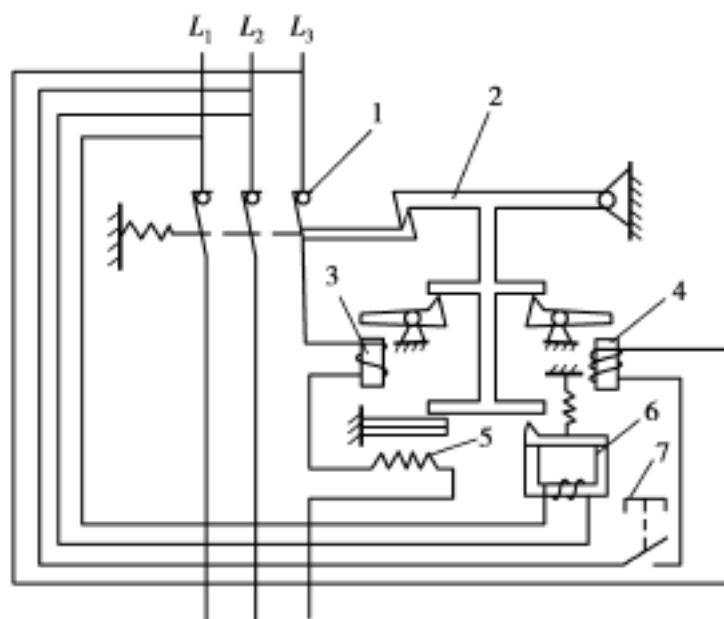


图 1-14 自动开关工作原理图

- 1 - 主触头 2 - 自由脱扣机构
- 3 - 过电流脱扣器 4 - 分励脱扣器
- 5 - 热脱扣器 6 - 失压脱扣器 7 - 按钮

表 1-1 DZ5 - 20 系列自动开关基本技术数据

型号	额定电压值 (U/ V)	额定电流值 (I A)	极数	脱扣器		热脱扣器		极限分断电流值 (I A)
				类别	额定电流值 (I A)	额定电流值 (I A)	额定电流调节范围值 (I A)	
DZ5 - 20	交流 380 直流 220	20	2、3	有复式、电磁式、热脱扣器及无脱扣器等 4 种形式	0.15	0.15	0.10 ~ 0.15	无脱扣器式为 200, 热脱扣器式为 13 倍额定电流, 其他为 1 200, 直流 220V、T = 0.01s 时的数据与此相同
					0.2	0.2	0.15 ~ 0.20	
					0.3	0.3	0.20 ~ 0.30	
					0.45	0.45	0.30 ~ 0.45	
					0.65	0.65	0.45 ~ 0.65	
					1	1	0.65 ~ 1	
					1.5	1.5	1 ~ 1.5	
					2	2	1.5 ~ 2	
					3	3	2 ~ 3	
					4.5	4.5	3 ~ 4.5	
	6.5	6.5	4.5 ~ 6.5					
	10	10	6.5 ~ 10					
	15	15	10 ~ 15					
	20	20	15 ~ 20					

2. 塑料外壳式自动开关

塑料外壳式自动开关又称装置式自动开关,主要有 DZ5、DZ9 和 DZ10 系列。DZ10 是我国自行设计的新产品,可代替 DZ1 系列。

DZ5 - 10、DZ5 - 25、DZ5 - 50B 及 DZ5 - 100B 为单极式产品,DZ5 - 20、DZ5 - 50 为两极或三极式产品。在保护方面,DZ5 系列自动开关设有过流脱扣器和热脱扣器,但无失压脱扣器和分励脱扣器。其操作机构为贮能式,能快速分断电路,在配电开关板、控制线路、照明电路以及电动机和其他用电设备中,常用作过载及短路保护。表 1-1 列出 DZ5 - 20 系列自动开关的基本技术数据。

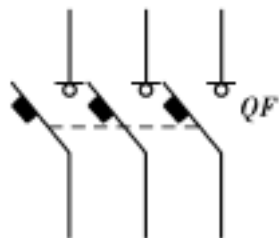


图 1-15 自动开关的图形和文字符号

3. 自动开关的选择

选择自动开关时,应使自动开关的额定电压和额定电流大于电路的正常工作电压和工作电流,热脱扣器的整定电流应与所控制电动机的额定电流或负载额定电流相等;电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流,应大于负载电路正常工作时的尖峰电流;自动开关用于控制电动机时,电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流为电动机启动电流的 1.7 倍。

自动开关的图形符号及文字符号如图 1-15 所示。

§ 1-3 熔断器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉而有效的保护电器。使用时串接于被保护电路中。当电路发生严重过载或短路时,熔断器的熔体熔断而切断电路,达到保护的目。

一、熔断器的结构与工作原理

熔断器主要由熔体和安装熔体的熔管或熔座两部分组成。熔体由熔点较低的材料如铅、锌、锡及锡铅合金作成丝状或片状。熔管是熔体的保护外壳,由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维制成,在熔体熔断时兼起灭弧作用。

熔断器熔体中的电流为熔体的额定电流时,熔体长期不熔断;当电路发生严重过载时,熔体在较短时间内熔断;当电路发生短路时,熔体能在瞬间熔断。熔体的这个特性称为反时限保护特性,即电流为额定值时长期不熔断,过载电流或短路电流越大,熔断时间越短。电流与熔断时间的关系曲线称为安秒特性,如图 1-16 所示。由于熔断器对过载反应不灵敏,不宜用于过载保护,主要用于短路保护。表 1-2 示出某种熔体安秒特性数值关系。

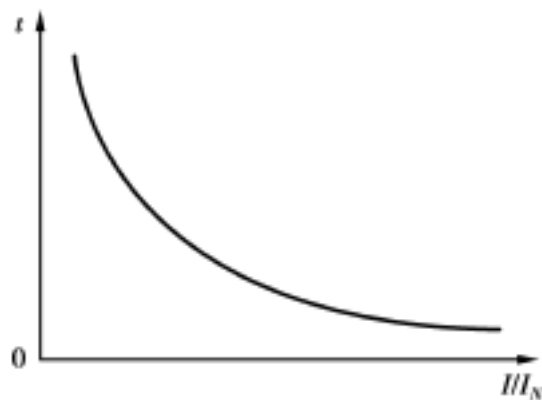


图 1-16 熔断器的安秒特性

表 1-2 常用熔体安秒特性

熔断电流	$1.25 \sim 1.3 I_e$	$1.6 I_e$	$2 I_e$	$2.5 I_e$	$3 I_e$	$4 I_e$
熔断时间		1h	40s	8s	4.5s	2.5s