

高等职业技术教育

房屋设备安装专业系列教材

FANGWU SHEBEI ANZHUANG ZHUANYE XILIE JIAOCAI

建筑电气控制

主 编 赵宏家
副主编 徐 静
侯志伟

Jianzhu
Dianqi
Kongzhi

重庆大学出版社

73

70856-43

244

房屋设备安装专业系列教材

建筑电气控制

主 编 赵宏家

副主编 徐 静 侯志伟



A1055326

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书共分9章。第1~2章主要介绍常用控制电器的基本结构、工作原理及性能;继电器、接触器控制的基本环节及设计和调试内容;第3~7章主要介绍水泵与消防设备、空调与制冷设备、锅炉、电梯和建筑机械等设备的控制系统分析;第8~9章主要从应用方面介绍可编程序控制器的工作原理、特点、编程语言和编程方法,并结合建筑设备的控制介绍应用及设计实例。

本书为房屋设备安装和建筑电气技术专业的教材,也可作为建筑智能化、楼宇智能化、物业管理等专业相关课程的教材,以及从事建筑设备制造、安装、调试、运行管理的工程技术人员的培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气控制/赵宏家主编. —重庆:重庆大学出版社,2002.9

房屋设备安装专业系列教材

ISBN 7-5624-2587-6

I. 建... II. 赵... III. ①房屋建筑设备—电气控制—高等学校—教材 IV. TU85

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第074503号

建筑电气控制

主 编 赵宏家

副主编 徐 静 侯志伟

责任编辑:陈 其 姚中坤 版式设计:王 勇

责任校对:任卓惠 责任印制:张永洋

*

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

重庆铜梁正兴印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:461千

2002年9月第1版 2002年9月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-2587-6/TU·109 定价:24.00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

前 言

本书是根据房屋设备安装和建筑电气技术专业《建筑电气控制》课程教学大纲的要求编写的。我国自改革开放以来,经济建设得到迅猛发展,人民生活水平不断提高,人们对建筑环境的要求也越来越高,因此建筑设备所占的比重也越来越大。但目前有关建筑设备电气控制内容的书较少,因此,本书的重点是阐述建筑设备的电气控制。

本书编写的主导思想是:既要适应建筑行业电气控制现状的实际需要,又应反映电气控制技术的新发展。编写中注意精选内容,力求结合生产实际,突出应用,着重于生产机械或设备控制电路的工作原理和分析方法,尽可能做到通俗易懂,便于自学。

本书的内容分为3大部分:第1部分为传统的基础部分(1~2章),主要介绍常用控制电器的基本结构、工作原理及性能;继电器、接触器控制的基本环节及设计和调试内容。第2部分为生产机械和设备的电气控制实例分析(3~7章),主要介绍水泵与消防设备、空调与制冷设备、锅炉、电梯等设备的控制系统分析;作为建筑行业的工程技术人员需要有较宽的知识面,因此,也介绍了有关建筑机械控制等内容。第3部分为可编程序控制器(8~9章),主要从应用方面介绍可编程序控制器的工作原理、特点、编程语言和编程方法,并结合建筑设备的控制介绍应用及设计实例。

本书由重庆大学赵宏家任主编,徐静、侯志伟任副主编。其中第1,2章由侯志伟和唐琰年编写;第2.7,2.8,3,4,5,6章由赵宏家编写;第7章由霍四敏编写;第8,9章及部分附录由徐静编写;书中的部分插图由张铁刚绘制。全书由赵宏家统稿。

本书由重庆大学杨光臣副教授任主审,侯士英副教授任副主审,他们对本书提出了大量的宝贵意见,在此谨表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中不妥和错误之处,敬请读者提出批评指正。

编 者
2002年5月

目 录

绪论	1
1 常用低压控制电器	4
1.1 控制电器的基础知识	4
1.2 接触器	9
1.3 继电器	14
1.4 开关电器	20
1.5 主令电器	24
1.6 熔断器	28
小结 1	30
复习思考题 1	32
2 电气控制电路的基本环节	33
2.1 电气控制系统中图的作用和绘图原则	33
2.2 三相鼠笼式异步电动机直接启动的控制	36
2.3 三相鼠笼式异步电动机降压启动控制	42
2.4 三相鼠笼式电动机的制动控制	47
2.5 三相鼠笼式电动机的变极调速控制	50
2.6 三相绕线式异步电动机的启动控制	53
2.7 继电接触式控制系统的电路设计	56
2.8 电气控制系统的调试与检修方法	65
2.9 生产机械的电气控制实例	71
小结 2	78
复习思考题 2	79
3 水泵与消防设备的控制	86
3.1 生活水泵的控制	86
3.2 消防水泵的控制	94
3.3 防、排烟设备的控制	97

小结 3	101
复习思考题 3	101
4 空调与制冷系统的电气控制	102
4.1 空调系统的分类与设备组成	102
4.2 空调系统常用的调节装置	104
4.3 分散式空调系统的电气控制实例	111
4.4 半集中式空调系统的电气控制实例	115
4.5 集中式空调系统的电气控制实例	121
4.6 制冷系统的电气控制实例	127
小结 4	136
复习思考题 4	136
5 锅炉房设备的电气控制	138
5.1 锅炉房设备的组成	138
5.2 锅炉的自动控制任务	140
5.3 锅炉的电气控制实例	144
小结 5	153
复习思考题 5	153
6 电梯的电气控制	155
6.1 电梯的分类和基本结构	155
6.2 电梯的电力拖动	161
6.3 电梯的控制电路实例	164
小结 6	177
复习思考题 6	177
7 建筑机械设备的电气控制	180
7.1 塔式起重机的电气控制	180
7.2 混凝土搅拌机的电气控制	188
小结 7	189
复习思考题 7	189
8 可编程序控制器基本知识	190
8.1 概述	190
8.2 可编程序控制器的硬件与工作原理	194
8.3 可编程序控制器的编程语言	201
8.4 FX 系列可编程序控制器梯形图中的编程元件	204
8.5 FX 系列可编程序控制器的基本逻辑指令	210
小结 8	216
复习思考题 8	218
9 梯形图的程序设计方法	221
9.1 梯形图的经验设计方法	221
9.2 梯形图的顺序控制设计方法	226
9.3 顺序控制梯形图的编程方式	233
9.4 PLC 在搅拌系统控制中的应用	243
9.5 PLC 在水塔供水系统控制中的应用	246

9.6 PLC 在空调机组控制中的应用	251
小结9	254
复习思考题9	255
附 录	258
附录1 国产低压电器产品型号编制方法	258
附录2 常用低压电器技术数据	261
附录3 常用电器的电气符号(摘自 GB4728)	265
附录4 FX-20P-E 型简易编程器	269
参考文献	281

绪 论

1) 电气控制的基本概念

电气即“电的”意思,电气控制即电的控制。电气控制是以电为控制能源,通过控制装置(设备)和控制线路,对电气设备的运动方式或工作状态进行自动控制的综合技术。电气设备包括发、配电设备和用电设备(电气传动),也包括通过电的器件去控制其他设备的物理量,进而产生状态变化的设备。

控制装置:控制装置(控制设备)是能使用电系统正常运行的设备总称。它主要由控制、测量、保护、监视和调节用电设备运行的装置以及与这些装置有关的附件、外壳和支持件等组成。控制装置主要有3大功能,即监视、控制和保护功能。由于控制方式的不同,控制装置的功能和设备组成也不同,随着电子技术的大量应用,控制装置的效能也得到迅速提高。

电气传动:用于实现生产过程机械设备电气化及其自动化的电气设备及系统的技术总称。由于生产过程的机械设备绝大多数为电动机驱动,因此,电气传动(电力传动)主要是研究电动机的控制技术。

随着电子技术和自动控制技术的高速发展,电气传动技术也取得了令人惊叹不已的发展,首先体现在作为驱动力发生装置的电动机本身有了进步。在新型绝缘材料和硅钢片等材质方面发展的基础上,改进了电动机的设计技术,研制出体积小、重量轻、可靠性高、快速响应性好的电动机,还研制出一些新型及适用于不同用途的特殊电动机,例如直线电动机、无换向器电动机、磁滞电动机等。

其次,控制技术方面也有了显著的进步,除了传统的继电接触控制以外,晶体管、晶闸管、集成电路等新型电子开关和控制、调节器件也得到了广泛地应用,使控制装置和控制技术发生了根本性的变化。例如,虽然无换向器电动机的理论很早就有,但只是在晶闸管出现之后,才开始得到实际应用。如今,一向被认为难以改善调速性能的交流异步电动机,也已作为调速性

能优良的电动机而受到用户欢迎,特别是在电梯、水泵、风机等传动中得到广泛的应用,大有取代直流电动机之势。

再有,随着可编程序控制器(PC或PLC)和计算机在控制方面的大量应用,不仅可以实现快速而精密的控制,而且还催生了许多新技术,例如:机床上的仿形控制和数字控制;生产加工线上的自动程序控制;电梯上的集中管理控制;制冷机组的直接数字控制(DDC)等。由于新技术发展迅速,并且花样繁多,对其选择也就不是一件轻而易举之事,必须对其操作性能、控制性能、可靠性、经济性、装置的体积等进行综合评判后,才能优选出最佳的控制方案。

可编程序控制器:能用专用或高级语言编程,并在工业环境条件下能可靠运行的实时控制器。一般以顺序或程序控制等逻辑判断和开关量控制为主,但高档的可编程序控制器亦能进行较复杂的直接数字控制。目前PC的配置越来越完善,功能也越来越强,既能控制开关量,又能控制模拟量,既可以进行单机控制,又可以在同级和上级PC之间通讯联网,实现规模较大的集散控制;特别是如果在建筑设备中应用PC进行控制,就能使楼宇设备的智能化管理成为现实。

直接数字控制:接受上级计算机或人工的设定值,对生产机械过程的某些参数(速度、位置、压力、温度等)直接进行数字闭环控制的系统(DDC)。该系统多用微处理机或可编程序控制器构成,通常是多级计算机控制系统的最低一级。

2) 建筑设备的概念

为了给人们创造一个安全、方便、舒适和清洁的环境,建筑物中会装设各种各样的设备,这些设备统称为建筑设备。电既是这些设备的能源,也是这些设备各种信号的传输手段。没有电,建筑物所具有的各种效能便不能充分发挥。

建筑物的用途繁多,有办公楼、商店、旅馆、医院、学校、公寓、住宅、仓库等,虽然建筑设备要根据各类建筑物的用途来设计,但一般由各种通用设备组成,从用电性质方面看,可以分为电力设备、动力设备和弱电设备。

电力设备:主要有受电设备、变电设备、配电设备、备用电源设备、照明设备等。

动力设备:主要有空气调节设备、制冷设备、制热设备、给水设备、排水设备、卫生处理设备、电梯、自动扶梯、救灾防灾设备等。

弱电设备:主要有防灾报警设备、防盗报警设备、通信与网络设备、广播音响设备、有线电视设备等。

3) 建筑设备对电气传动的要求

建筑物的动力设备是以电气传动(电力传动)的应用形式存在于空调、上下水、电梯等各种设备中。建筑物的空气调节是用空调设备将冷、热源设备制造的冷、热水与室外或室内的空气进行热交换,使室内温度保持在某一设定值。为此,需用电气传动给制冷机、给水泵、通风机等。给水、排水设备是将建筑物的上水和下水分成若干区,以便对整个建筑物供水和排水,其动力设备以水泵为主。在消防设备中,则有向灭火栓、喷水车、自动喷水装置供水以及发生火灾时切断烟路、排出烟雾等用的泵和风机。

建筑电气动力设备大多数用交流异步电动机传动,因为动力设备的用途和规模各不相同,故电动机的功率和台数也不一样,功率从数kW至数十kW,台数少则几十台,多至几百台或数千台。30kW以下时,广泛应用鼠笼式或特殊鼠笼式电动机传动,大容量则用绕线式电动机,除高速电梯和特殊用途外,几乎不用直流电动机。

建筑电气动力设备传动电动机的启动、停止操作,有的在机旁手动操作,也有将几台以至几十台电动机作为一组,彼此关联地按时间顺序远距离操作,这些电动机的控制装置分散地放在设备及电动机附近,所以,机房往往遍布于建筑物的各个角落。

随着电子技术的飞跃发展,从电能的控制开始到建筑设备中的通信、图像、信息处理等,电子设备的比重正日益增加,并且采用了控制计算机来合理地运用和管理建筑设备。目前,在一个场所对建筑设备进行集中监控已是发展的趋势,遥控及用计算机进行自动控制和管理(BAS)的智能化建筑正在日益普及。随着动力设备的运行、监视、控制和记录等自动化技术的完善,为了减少信号联线,已采用遥测和遥控装置、数据通道装置等来和中央控制室建立信息传输关系。

4) 本课程的性质和任务

本课程的内容既有传统的继电器、接触器部分,又有现代的可编程序控制器部分,既有基本的控制环节部分,又有建筑设备中的各种动力设备的电气控制系统实例分析。动力设备是建筑设备的三大支柱之一,是水、暖、机、电多学科的结合点,也是建筑设备管理(BA)最核心的部分。因此,本课程是建筑类电气专业的主要专业课,也是建筑设备类专业的专业技术基础(或专业)课。

本课程的主要任务是通过学习和实践,了解常用低压电器的用途和性能;掌握传统的继电器、接触器典型控制系统的分析、设计方法及在不同的建筑动力设备的应用;了解可编程序控制器的工作原理、特点及性能;掌握可编程序控制器的编程语言、编程方法、使用技能及在建筑动力设备中的应用实例。由于本课程是为水、暖、机各学科的动力设备服务的,所以,必须了解水、暖、机的动力设备的运行工艺(工况),为分析和设计动力设备的控制电路奠定基础。

本课程应强调基本技能和动手能力的培养,因此,在学习中应特别注意理论联系实际,与实验、实习、实训、课程设计等实践环节相结合,在实验或实训中,应特别加强调试和故障判断能力的培养,以达到巩固和加深对课堂教学及教材内容的理解,增加学生的学习兴趣和培养更快适应实际工作能力的目的。

1

常用低压控制电器

本章主要介绍常用低压控制电器的结构、工作原理、型号、规格及用途等有关知识,同时介绍它们的图形符号及文字符号,为正确选择和合理使用这些电器打下基础。

1.1 控制电器的基础知识

1.1.1 控制电器的作用与分类

控制电器是一种能根据外界的信号和要求,手动或自动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现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设备。简言之,控制电器就是一种能控制电的工具。

控制电器的种类很多,分类方法也很多,例如:按工作电压在 AC 1 000 V 或 DC 1 200 V 以下为界的低压控制电器和高压控制电器;按使用系统分的电力拖动自动控制系统用控制电器,电力系统用控制电器,自动化通讯系统用控制电器;按动作原理分的手动控制电器和自动控制电器;按工作原理分的电磁式控制电器和非电量控制电器等。我国低压控制电器产品型号命名分为刀开关和转换开关、熔断器、自动开关、控制器、接触器、启动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁以及其他控制电器共 13 类。关于低压控制电器产品型号编制方法、产品型号类组代号以及派生字母对照表参见附表 1.1, 1.2。通过表中内容可以了解低压控制电器现有的种类。另外,近几年通过引进技术或合资生产的控制电器产品的型号没有按其类组代号进行编制,一般为控制电器产品引进前所在国的型号,因此,同类控制电器产品的型号比较多。

1.1.2 电磁式控制电器

电磁式控制电器在电气控制电路中使用量最大,其类型也很多,常用的接触器和继电器大多数为电磁式控制电器。各类电磁式控制电器在工作原理和构造上亦基本相同。就其结构而言,一般都由感测和执行2个主要部分组成。感测部分是电磁机构,也是耗能元件。而执行部分是触头系统,起开关作用。

1) 电磁机构

电磁机构的主要作用是将电磁能量转换成机械能量(消耗电能),带动触头动作,从而实现接通或分断电路的功能。

电磁机构由吸引线圈、铁心、衔铁等几部分组成。吸引线圈是用于通电产生电磁能量的电路部分;铁心是固定用的磁路部分;衔铁是可动的磁路部分,触头是由衔铁带动其动作而实现接通或分断电路的电路部分。

(1) 常用的磁路结构

常用的磁路结构如图1.1所示,可分为3种形式。

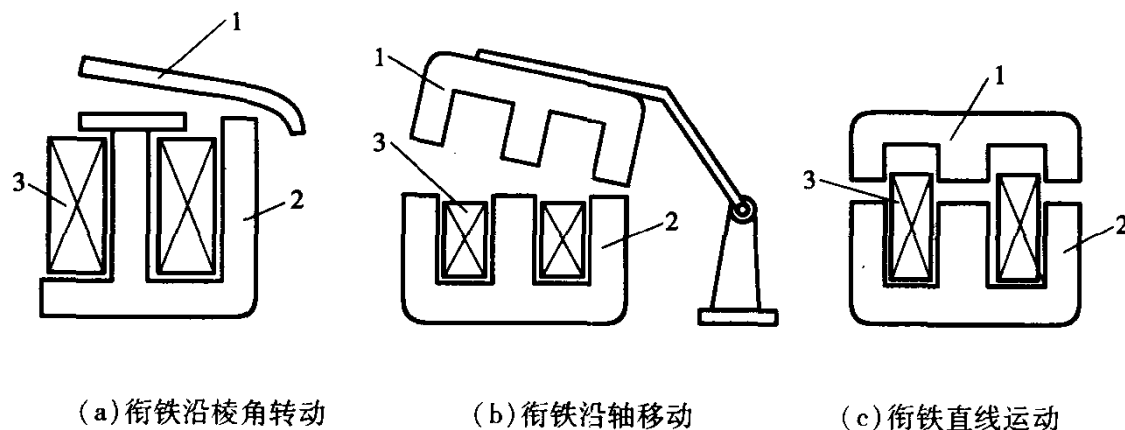


图 1.1 常用的磁路结构

1—衔铁;2—铁心;3—吸引线圈

①衔铁沿棱角转动的拍合式铁心,如图1.1(a)所示。这种形式广泛应用于直流电器中。

②衔铁沿轴转动的拍合式铁心,如图1.1(b)所示。其铁心形状有E形和U形2种。这种结构多用于触点容量较大的交流接触器中。

③衔铁直线运动的双E形直动式铁心,如图1.1(c)所示。多用于中小型交流接触器和继电器中。

电磁式控制电器的吸引线圈分为直流励磁与交流励磁2种,都是利用电磁铁的原理制成。通常直流电磁铁的铁心是用整块钢材制成,而交流电磁铁的铁心则用硅钢片叠铆而成。

(2) 吸引线圈

吸引(励磁)线圈的作用是将电能转换成磁能。按通入吸引线圈的电流种类不同,可分为直流线圈和交流线圈。

对于直流电磁铁,因其铁心不发热,只有线圈发热,所以直流电磁铁的吸引线圈做成高而薄的瘦高型,且不设线圈骨架,使线圈与铁心直接接触,易于散热。

对于交流电磁铁,由于其铁心存在磁滞损耗和涡流损耗,线圈和铁心都发热,所以交流电磁铁的吸引线圈设有骨架,使铁心与线圈制成短而厚的矮胖型,这样做有利于铁心和线圈的散热。

2) 电磁吸力与吸力特性

电磁式控制电器是根据电磁铁的基本原理而设计,电磁吸力是影响其工作可靠性的一个重要参数。电磁铁的吸力可按下式求得

$$F_{at} = \frac{10^7}{8\pi} B^2 S \quad (1.1)$$

F_{at} ——电磁吸力, N

B ——气隙中的磁感应强度, T

S ——磁极截面积, m^2

在气隙值 σ 及外加电压值一定时,对于直流电磁铁,电磁吸力是一个恒定值,但对于交流电磁铁,由于外加的是正弦交流电压,其气隙磁感应强度亦按正弦规律变化,即

$$B = B_m \sin \omega t \quad (1.2)$$

将式(1.2)代入式(1.1)整理得

$$F_{at} = \frac{F_{atm}}{2} - \frac{F_{atm}}{2} \cos 2\omega t = F_0 - F_0 \cos 2\omega t \quad (1.3)$$

式中 $F_{atm} = \frac{10^7}{8\pi} B_m^2 S$ 为电磁吸力最大值; $F_0 = \frac{F_{atm}}{2}$ 为电磁吸力平均值。

因此,交流电磁铁的电磁吸力是随时间变化而变化的。由于交流电磁铁在工作过程中,能否将衔铁吸住将取决于平均吸力 F_0 的大小,所以通常所说的交流电磁铁的吸力,就是指它的平均吸力。

电磁式控制电器在衔铁吸合或释放过程中,气隙 σ 是变化的,因而,电磁吸力也将随 σ 的变化而变化。

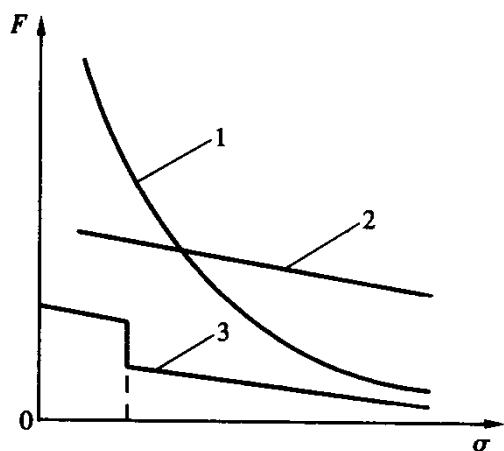


图 1.2 电磁铁的吸力特性曲线

1—直流电磁铁吸力特性; 2—交流电磁铁吸力特性; 3—反力特性

所谓吸力特性,是指电磁吸力 F_{at} 随衔铁与铁心间气隙 σ 变化的关系曲线。不同的电磁机构,有不同的吸力特性。图 1.2 为一般电磁铁的吸力特性。

对于直流电磁铁,其电阻的大小与气隙无关,励磁电流与电压的大小有关,接上电压后,衔铁动作过程为恒磁势工作,其吸力随气隙的减小而增加,所以吸力特性曲线比较陡峭。而交流电磁铁的励磁电流与气隙成正比(阻抗随气隙变化),动作过程为恒磁通工作,但考虑到漏磁通的影响,其吸力随气隙的减少略有增加,所以吸力特性比较平坦。

3) 反力特性和返回系数

所谓反力特性是指反作用力 F_r 与气隙 σ 的关系曲线,如图 1.2 中的曲线 3 所示。

为了使电磁机构能正常工作,其吸力特性与反力特性必须配合得当。当衔铁吸合过程中,其吸力特性应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,吸力特性则应位于反力特性下方,即反力要大于吸力。

返回系数是指释放电压 U_{re} (或电流 I_{re}) 与吸合电压 U_{at} (或电流 I_{at}) 的比值,用 β 表示。

对于具有电压线圈的电磁机构：

$$\beta_u = \frac{U_{re}}{U_{at}} \quad (1.4)$$

对于具有电流线圈的电磁机构：

$$\beta_i = \frac{I_{re}}{I_{at}} \quad (1.5)$$

返回系数是反映电磁式控制电器灵敏度的一个参数， β 值大控制电器灵敏度就高，反之，则灵敏度低。用于保护的电器一般要求有较高的 β 值，并且 β 值可以调整。

4) 交流电磁机构安装短路环的作用

根据交流电磁吸力公式可知，交流电磁机构的电磁吸力是一个 2 倍电源频率的周期性变量。它有 2 个分量：一个是恒定分量 F_0 ，其值为最大吸力值的 1/2；另一个是交变分量 F_{AC} ， $F_{AC} = F_0 \cos 2\omega t$ ，其幅值为最大吸力值的 1/2，并以 2 倍电源频率变化，总的电磁吸力 F_{at} 在 $0 \sim F_{atm}$ 的范围内变化，其吸力曲线如图 1.3 所示。

电磁机构在工作中，衔铁始终受到反作用弹簧、触头弹簧等的反作用力。尽管电磁吸力的平均值 F_0 大于 F_r ，但在某些时候 F_{at} 仍将小于 F_r （如图 1.3 中画有斜线的部分）。当 $F_{at} < F_r$ 时，衔铁开始释放，当 $F_{at} > F_r$ 时，衔铁又被吸合，如此周而复始，从而使衔铁产生振动并发出噪声。为此，必须采取有效措施，消除振动和噪声。

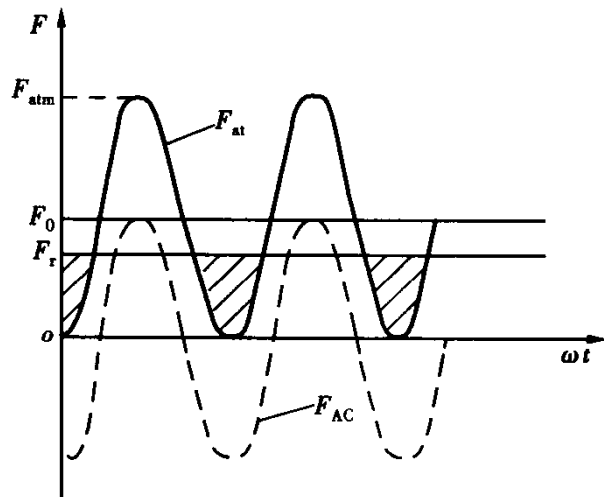


图 1.3 交流电磁机构实际吸力曲线

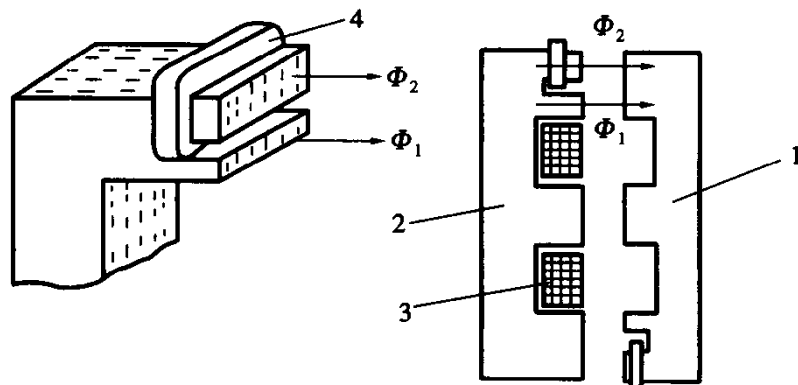


图 1.4 交流电磁铁的短路环

1—衔铁；2—铁心；3—线圈；4—短路环

具体办法是在铁心端部开一个槽，槽内嵌入被称为短路环的铜环，如图 1.4 所示。当励磁线圈通入交流电后，在短路环中就有感应电动势及电流产生，该感应电流又会产生一个磁通。短路环把铁心中的磁通分为两部分，即不穿过短路环的 Φ_1 与穿过短路环的 Φ_2 ，由于短路环的作用， Φ_1 与 Φ_2 产生相移，即不同时为 0，使合成吸力始终大于反作用力，从而消除了振动和噪声。短路环通常包围 2/3 的铁心截面，它一般用铜、康铜或镍铬合金等材料制成。

1.1.3 控制电器的触头系统和电弧

1) 控制电器的触头系统

触头是控制电器的执行部分，起接通和分断电路的作用。因此，要求触头的导电、导热性能良好。触头通常用铜制成，但铜的表面容易氧化而生成一层氧化铜，将增大触头的接触电

阻,使触头的损耗增大,温度上升。所以有些控制电器,如继电器和小容量的控制电器,其触头常采用银质材料,这不仅在于其导电和导热性能均优于铜质触头,更重要的是其氧化膜的电阻率与纯银相似(氧化铜则不然,其电阻率可达纯铜的十余倍以上),而且要在较高的温度下才会形成,同时又容易粉化。因此,银质触头具有较低和稳定的接触电阻。对于大中容量的低压控制电器,在结构设计上,触头采用滚动接触,可将氧化膜去掉,这种结构的触头,也常采用铜质材料。

触头主要有以下几种结构形式:

(1) 桥式触头

图 1.5(a) 是 2 个点接触的桥式触头,图 1.5(b) 是 2 个面接触的桥式触头,2 个触点串于同一条电路中,电路的接通与断开由 2 个触点(双断点)共同完成。点接触型适用于电流不大,且触头压力小的场合;面接触型适用于大电流的场合。

(2) 指形触头

图 1.5(c) 所示为指形触头,其接触区为一直线,触头接通或分断时产生滚动磨擦,以利于去掉氧化膜。此种型式适用于接电次数多、电流大的场合。

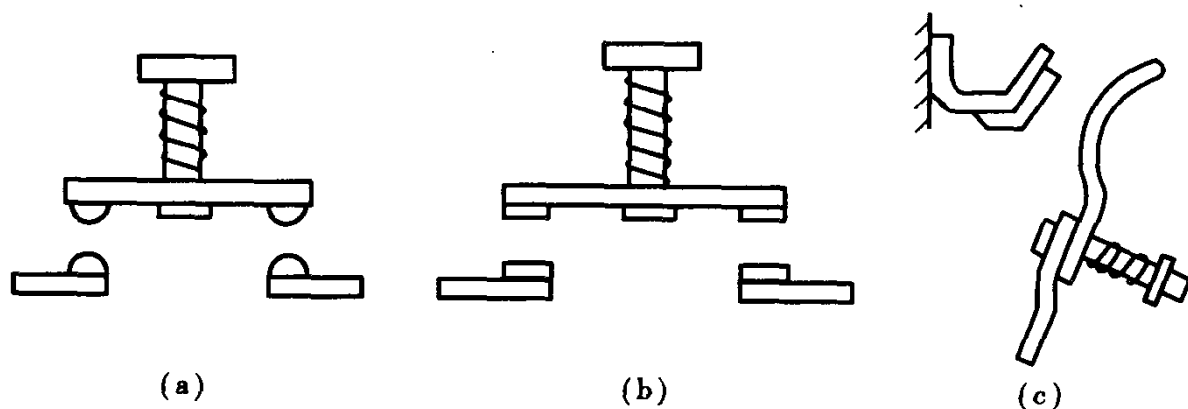


图 1.5 触头的结构型式

为了使触头接触得更加紧密,以减小触点的接触电阻,并消除开始接触时产生的振动,在触头上装有接触弹簧,在刚刚接触时产生初始压力,并且随着触头闭合而增大触头的相互压力。

2) 电弧的产生及灭弧方法

当触头在大气中切断电路时,若被断开电路的电流超过某一数值(其值在 0.25 ~ 1 A 间),且在切断后加在触头间隙(或称弧隙)两端电压超过某一数值(其值在 12 ~ 20 V 间)时,

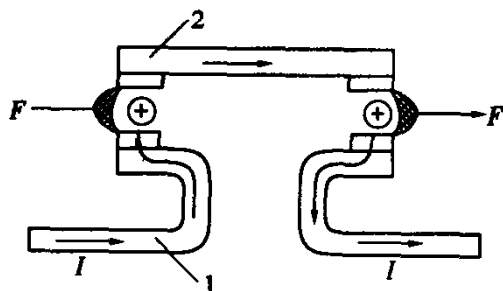


图 1.6 电动力灭弧示意图

1—静触头;2—动触头

则触头间隙中就会产生电弧。电弧的产生实际上是触头间气体在强电场作用下产生的放电现象。电弧的危害是:会产生高温将触头烧损;使电路的切断时间延长;严重时会引起火灾或其他事故。因此,在控制电器中应采取适当措施来快速熄灭电弧。常用的灭弧方法有以下几种:

(1) 电动力灭弧

图 1.6 是一种桥式结构双断口触头。当触头打开时,断口处有电弧生成,而电弧电流将在动、静触头之间产生磁场(图中以 $\otimes$ 表示),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,使之向外

运动并拉长及迅速穿越冷却介质而加快冷却熄灭,这种灭弧方法一般用于交流接触器等交流电器中。

(2) 磁吹灭弧

其原理如图 1.7 所示。在触头电路中串入一个磁吹线圈,它产生的磁通(如图中的“×”符号所示)经过导磁夹板引向触头周围,当触头切断产生电弧后,电弧电流产生的磁通(如图中⊕和⊙符号所示)。由于在弧柱下方两个磁通是相加的,而在弧柱上方彼此相减,因此,电弧在下强上弱的磁场作用下,被拉长并吹入灭弧罩中,引弧角与静触头相连接,其作用是引导电弧向上运动,将热量传递给罩壁,使电弧冷却熄灭。

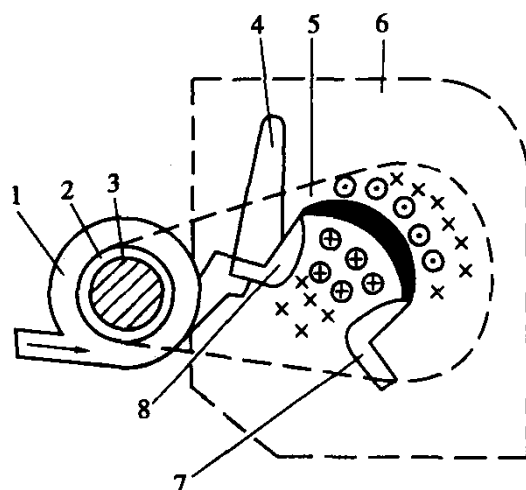


图 1.7 磁吹灭弧示意图

由于这种灭弧装置是用电弧电流本身灭弧,因而电弧电流越大,其吹弧能力也越强。它广泛应用于直流接触器中。

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

另外,还有窄缝灭弧、栅片灭弧等其他灭弧方法。总之,电器触头通断的电流越大,对其灭弧能力的要求就越高,因此,控制电器触头的通断电流就受其灭弧能力的约束而限制了其使用条件和额定电流值。

1.2 接触器

接触器在正常工作条件下,主要用作频繁地接通和分断电动机绕组等主电路,是可以实现远距离自动控制的开关电器。接触器广泛应用于电力传动控制系统中,其主要控制对象是电动机,也可用于控制其他电力负载,如电热器、照明灯、电焊机、电容器组等。

接触器按其主触头通过电流的种类不同,可分为交流接触器和直流接触器。

1.2.1 交流接触器

1) 基本结构

图 1.8 为交流接触器的外形与结构示意图。交流接触器由以下几个基本部分组成:

(1) 电磁机构

电磁机构由线圈、动铁心(衔铁)和静铁心组成。对于 CJ0, CJ10 系列交流接触器,大都采用衔铁直线运动的双 E 型直动式电磁机构,而 CJ12, CJ12B 系列交流接触器采用衔铁绕轴转动的拍合式电磁机构。

(2) 触头系统

由主触头和辅助触头组成。主触头用于通断主电路,通常为 3 对(3 极)常开触头,其额定电流有 10 A 至 600 A 等不同的挡级供选择。辅助触头用于通断控制电路,其额定电流一般为 5 A,用于电气联锁或信号指示的电路,一般常开、常闭触头各 2 对。

(3) 灭弧装置

容量一般在 20 A 以上的接触器设有灭弧装置,对于小容量的接触器,常采用双断口触头

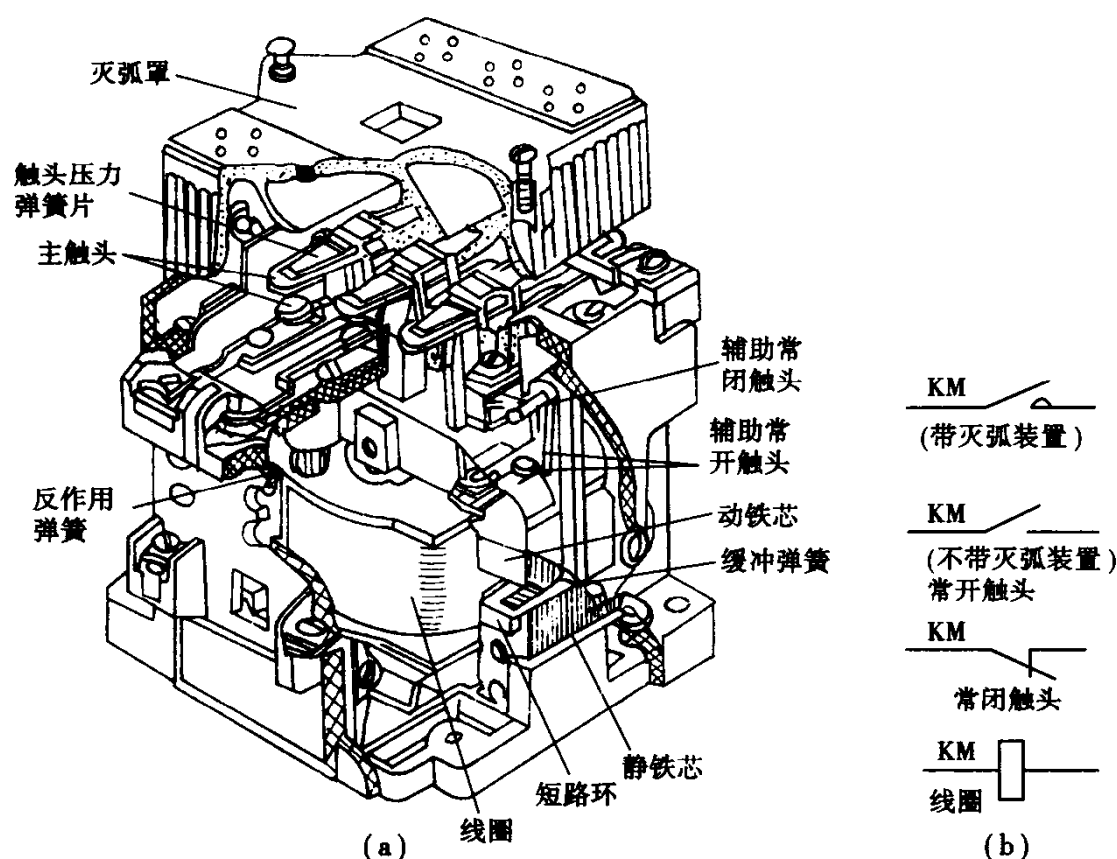


图 1.8 交流接触器的外形、结构及符号

(a) 外形及结构; (b) 符号

灭弧、电动力灭弧等。对于大容量的接触器,采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧罩。

(4) 其他部件

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。

2) 工作原理

当线圈通电后,线圈电流产生磁场,使静铁心产生电磁吸力将衔铁吸合。衔铁带动动触头动作,其主触头(一般是常开的)闭合,接通被控制的主电路(电动机绕组)。其辅助触头的常闭触头断开,常开触头闭合,用于信号电路或控制电路(小电流)的联锁控制等。当线圈断电时,电磁吸力消失,衔铁在反作用弹簧力的作用下释放,其主触头和辅助触头都随之复位。

通过对接触器吸引线圈的通电和断电,可以控制其主触头的接通和断开,从而使被控制的主电路(电动机绕组)通电和断电,完成启动和停止等操作。由于能够用吸引线圈中的小电流去控制大电流电路(电动机绕组),同时还可以实现远距离操作和自动控制等,因此,接触器是电气控制过程中不可缺少的一种开关式自动电器。

3) 交流接触器使用时的注意事项

①交流接触器在启动时,由于铁心和衔铁之间的气隙大、磁阻大、线圈阻抗小(一般为衔铁吸合后的 $1/10$),所以其启动电流为衔铁吸合后的线圈工作电流的 10 倍左右,如果过于频繁启动或启动时间过长,线圈来不及散热,会发生过热而损坏线圈的绝缘。

交流接触器也有采用直流吸引线圈的,它的特点是工作时没有噪声,主要用于频繁启动的场所。

②交流接触器吸引线圈的工作电压一般为额定电压的 $85\% \sim 105\%$,在这个范围内,衔铁能可靠吸合和工作。如电压过高,因磁路已经趋于饱和,线圈电流将显著增大,有烧毁线圈绝缘的危险;如电压过低,衔铁不能可靠吸合,这时相当于启动状态,也有烧毁线圈绝缘的危险。