

普通高等教育“十一五”规划教材

电气控制技术

第3版

李 仁 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”规划教材

电气控制技术

第3版

主 编 李 仁

副主编 王建平

参 编 杨冠鲁

主 审 王 炎

机械工业出版社

本书是根据全国高等学校电工及自动化类专业教学指导委员会制定的教材编写规划而修订的第3版教材。本书第2版自1990年出版以来,随着科技进步和自动化技术的迅猛发展,原教材中的顺序控制器、交磁放大器及其控制系统、磁放大器及其控制系统均被新器件新技术所取代。因此,删除上述内容并对原低压电器及其控制系统作了修改与补充,增加了新型电器及其控制系统、可编程序控制器及其控制系统、工业控制网络系统及应用实例等内容。

本书是普通高等院校电气工程及其自动化专业的规划教材,也可供相近专业的有关课程选用。对于从事电气工程及自动化科技工作的人员也有一定参考价值。

本书配有电子课件,欢迎选用本书作教材的老师索取。

索取邮箱: EdmondYan@hotmail.com

EdmondYan@sina.com

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术/李仁主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2008.6
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-24075-4

I. 电… II. 李… III. 电气控制—高等学校—教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第064966号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:贡克勤 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2008年7月第3版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·390千字

标准书号:ISBN 978-7-111-24075-4

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

前

言

原教材自1980年出版以来,第1、2版先后共印刷27次,全国高校普遍使用。随着科技进步和自动化技术的迅猛发展,原教材中的大部分内容已不适应当今科技发展现状,因此,再次进行修订,作为第3版教材出版。

随着科技的发展,第2版教材中的顺序控制器、交磁放大机及其控制系统、磁放大器及其控制系统已被新器件新技术所取代,本书中均予删除。新版教材对原书中的低压电器和电器控制电路部分作了调整和更新。相应增加了新型电器及其控制技术、可编程序控制器及其控制技术、工业网络系统以及相关的典型工程应用实例。本书的读者对象为高等院校电气工程及其自动化专业师生,对从事电气自动化技术的相关科技人员也有一定参考价值。

本书在编写过程中,注意处理好以下关系:电器的基础理论与电器应用的关系,注意立足于基础且重点放在工业应用方面;系统性与实用性的关系,宏观上立足于教材的整体系统性,而侧重点放在解决工业应用的实际问题方面;传统电器与新型电器的关系,立足于工业实用的电器及其系统,兼顾新型电器及其应用的发展趋势;国产电器与国外电器的关系,立足于国内传统与新型电器及其应用,适当介绍国外电器与应用的发展趋势。

本书仍由原书主编安徽大学李仁教授担任主编,合肥工业大学王建平教授任副主编,华侨大学杨冠鲁教授参编。李仁教授负责全书的体系架构、内容设置、素材取舍、风格协调、文字修饰等,并执笔第1、2章及全书统稿工作。第3章由杨冠鲁教授执笔。第4、5章由王建平教授执笔、朱程辉副教授配合完成。安徽大学李晴燕老师、合肥工业大学赵丽欣老师配合进行了资料搜集和整理工作。

本书由哈尔滨工业大学王炎教授担任主审,他对本书做了严谨认真地审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议,作者仅在此表示衷心谢意。

本书完成过程中还得到了安徽大学黄德宽教授、孙献忠教授、陆勤毅教授、陈军宁教授、任玲高级工程师、史福元教授、梁栋教授、高清维教授、杨明建高级工程师;合肥工业大学顾绳谷教授、王孝武教授、王金铃高级工程师等老师的关心和帮助,他们提出了许多宝贵意见与建议,特致衷心谢意。

作者对参加本书第1版和第2版的作者鹿世金教授、董亚林教授以及孙伟副教授、郑常宝副教授，在此也一并致谢。

在本书完成过程中，合肥锻压机床厂陈杰高级工程师、合肥振宇工程机械公司胡乾坤高级工程师提供了许多宝贵的现场资料和建议，在此特致谢意。

在本书的修订过程中，虽然竭尽全力，但限于水平及时间，疏漏、错误之处在所难免，敬请使用本教材的教师、同学和广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 常用低压电器	1
1.1 常用低压电器的作用与分类	1
1.2 电气控制系统常用低压电器	1
1.2.1 接触器	1
1.2.2 继电器	9
1.2.3 熔断器	16
1.2.4 主令电器	16
1.2.5 自动空气断路器	21
1.3 国内外低压电器的新进展	22
1.3.1 低压控制电器的发展趋势	22
1.3.2 智能型控制装置	25
第2章 电气控制系统	27
2.1 电气控制电路的绘制原则、图形及文字符号	27
2.2 笼型电动机的起、停控制电路	28
2.3 电气控制电路的基本组成规律	29
2.3.1 按联锁进行控制的规律	29
2.3.2 按控制过程的变化参量进行控制的规律	31
2.4 电气控制电路的一般设计方法	34
2.5 电气控制电路的逻辑设计方法	41
2.5.1 逻辑运算	42
2.5.2 逻辑函数的化简	43
2.5.3 继电器开关的逻辑函数	44
2.6 常用典型电气控制电路	53
2.6.1 笼型异步电动机的起动控制电路	53
2.6.2 笼型异步电动机的制动与反转控制电路	57
2.6.3 调速控制电路	58

第3章 新型电器及其控制系统	60
3.1 控制系统常用新型电器	60
3.1.1 电子式时间继电器	60
3.1.2 固态继电器	62
3.1.3 热敏电阻式温度继电器	63
3.1.4 电子式接近开关	64
3.1.5 软起动器	67
3.1.6 智能接触器	70
3.1.7 智能断路器	71
3.2 新型电器典型应用控制电路	74
3.2.1 软起动器控制电路	74
3.2.2 绕线转子异步电动机串级调速控制电路	80
3.2.3 电子式异步电动机保护电路	82
第4章 可编程序控制器及其控制技术	88
4.1 可编程序控制器的产生与发展	88
4.1.1 可编程序控制器的产生	88
4.1.2 可编程序控制器的发展	89
4.1.3 可编程序控制器的定义	89
4.2 可编程序控制器的基本结构与原理	90
4.2.1 可编程序控制器的基本结构	90
4.2.2 可编程序控制器的基本工作原理	91
4.2.3 可编程序控制器的性能指标及分类	93
4.2.4 可编程序控制器与其他工业控制系统的区别	95
4.3 可编程序控制器的设计方法	96
4.3.1 可编程序控制器的系统设计	96
4.3.2 可编程序控制器的硬件与软件设计一般方法	100
4.3.3 可编程序控制器的安装与调试一般方法	105
4.4 西门子 S7-200 可编程序控制器	106
4.4.1 概述	106
4.4.2 S7 系列 PLC 的 STEP7 编程软件简介	108
4.4.3 S7-200 系列 PLC 内部元器件	109
4.4.4 S7-200 系列 PLC 基本指令	114
4.4.5 功能图及步进控制指令	126
4.5 罗克韦尔 A-B MicroLogix 系列可编程序控制器	139
4.5.1 MicroLogix 系列 PLC 简介	139
4.5.2 MicroLogix 1500 系列 PLC 的结构与技术参数	141

4.5.3 MicroLogix 编程工作方式	143
4.5.4 MicroLogix 1500PLC 的指令系统	148
4.6 三菱 F ₁ 系列可编程序控制器	158
4.6.1 F ₁ 系列 PLC 概述	158
4.6.2 F ₁ 系列 PLC 内部器件编号及功能	161
4.6.3 F ₁ 系列 PLC 的指令系统	164
4.6.4 F ₁ 系列 PLC 的步进指令	169
4.6.5 F ₁ 系列可编程序控制器的常用功能指令	170
4.7 可编程序控制器的应用实例	175
4.7.1 机械手的可编程序控制器系统设计应用实例	175
4.7.2 可编程序控制器在电动单梁起重机质量检测中的应用	180
4.7.3 交通信号灯的可编程序控制器系统设计应用实例	186
习题	188
第5章 工业控制网络系统	190
5.1 工业控制网络和现场总线的体系结构	190
5.1.1 现场总线	190
5.1.2 工业控制网络的体系结构	193
5.2 工业以太网和 EtherNet/IP	194
5.2.1 工业以太网	195
5.2.2 EtherNet/IP	195
5.3 几种流行的现场总线	199
5.3.1 基金会现场总线	199
5.3.2 Profibus 现场总线	208
5.3.3 CAN 总线	220
5.3.4 ControlNet 现场总线	229
5.4 现场总线控制系统应用实例	238
5.4.1 FCS 和网络集成技术在钢铁工业中的应用	238
5.4.2 DCS 和 FCS 集成技术在自来水厂制水与供水调度中的应用	240
习题	243
参考文献	244

第 1 章

常用低压电器

1.1 常用低压电器的作用与分类

电器是一种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,电器就是一种能控制电的工具。低压电器通常指工作在交流电压 1500V、直流电压 1200V 以下的电路中的电气设备。

电器的种类很多,分类方法也很多。现将常见的低压电器分类方法归纳示于图 1-1 中。电力拖动自动控制系统中常用的电器如图 1-2 所示。有关低压电器产品型号编制办法、产品型号类组代号以及派生字母对照表参阅有关手册及产品样本。

1.2 电气控制系统常用低压电器

1.2.1 接触器

接触器是用来接通或切断电动机或其他负载主电路的一种控制器。通常分为交流接触器与直流接触器。

接触器的基本参数有主触点的额定电流、主触点允许切断电流、触点数、线圈电压、操作频率、动作时间、机械寿命和电寿命等。

现代生产的接触器,其额定电流最大可达 2500A,允许接通次数为 150 ~ 1500 次/h,电寿命 50 ~ 100 万次,机械寿命为 500 ~ 1000 万次。

1.2.1.1 接触器的结构和原理

一般接触器都由下列几个部分组成:电磁机构;主触点和灭弧装置;辅助触点;释放弹簧机构或缓冲装置;支架与底座。现就其主要部分介绍如下。

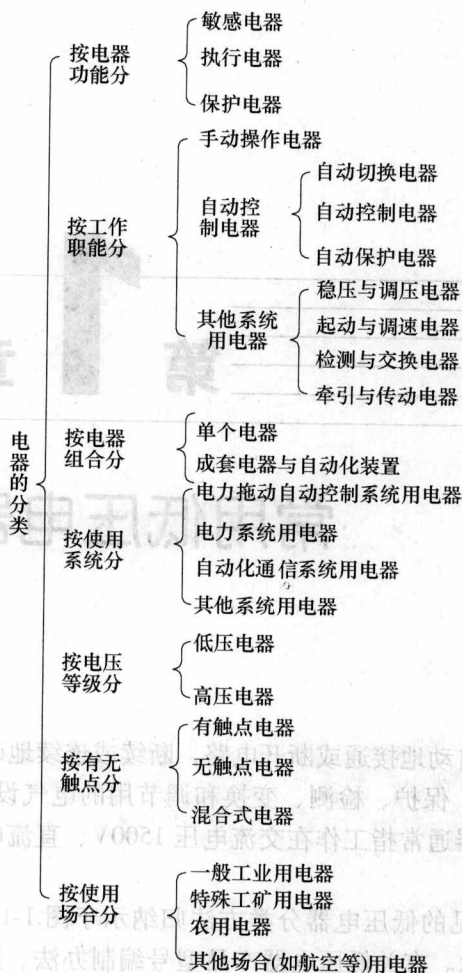


图 1-1 电器的分类

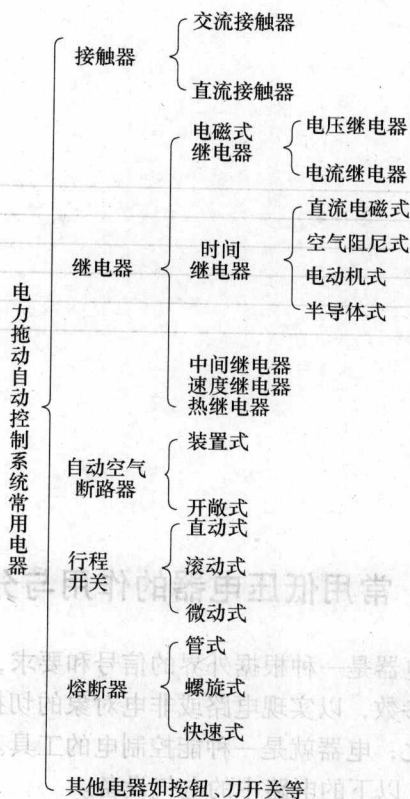


图 1-2 电力拖动自动控制系统常用电器

1. 触点

触点用来接通或断开被控制的电路。它的结构形式很多，按其接触形式可分为三种：即点接触、线接触和面接触。点接触由两个半球形触点或一个半球形与一个平面形触点构成。它常用于小电流的电器中，如接触器的辅助触点或继电器触点。线接触指两个带弧面的矩形触点相接触，它的接触区域是一条直线。触点在通断过程中是滚动接触，这样，可以自动清除触点表面的氧化膜，同时长期工作的位置不是在易烧灼的接触点，从而保证了触点的良好接触。这种滚动线接触多用于中等容量的触点，如接触器的主触点。面接触指两个平面触点相接触，它可允许通过较大的电流。这种触点一般在接触表面上镶有合金，以减小触点接触电阻和提高耐磨性，多用作较大容量接触器的主触点。

由于触点表面的不平与氧化层的存在，两个触点的接触处有一定的电阻。为了减小此接触电阻，需在触点间加一定压力。当动触点与静触点接触时，由于安装时弹簧被预先压缩了一段，因而产生一个初压力 F_1 ，如图 1-3b 所示。触点闭合后由于弹簧在超行程内继续变形而产生一终压力 F_2 ，如图 1-3c 所示。弹簧压缩的距离 l 称为触点的超行程，即从静、动触

点开始接触到触点压紧，整个触点系统向前压紧的距离。有了超行程，在触点磨损情况下，仍具有一定压力。磨损严重时应予更换。

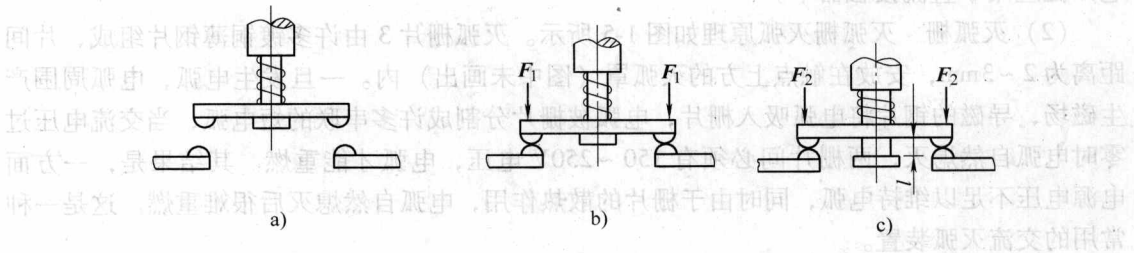


图 1-3 触点的位置示意图

a) 最终拉开位置 b) 刚刚接触位置 c) 最终闭合位置

2. 电弧的产生与灭弧装置

当接触器触点切断电路时，如电路中电压超过 $10 \sim 12\text{V}$ 和电流超过 $80 \sim 100\text{mA}$ 时，在拉开的两个触点之间将出现强烈火花，这实际上是一种气体放电的现象，通常称为“电弧”。

所谓气体放电，就是气体中有大量的带电粒子作定向运动。触点在分离瞬间，其间隙很小，电路电压几乎全部降落在触点之间，在触点间形成很强的电场，阴极中的自由电子会逸出到气隙中并向正极加速运动，前进途中撞击气体原子，该原子分裂成电子和正离子。电子在向正极运动过程中又将撞击其他原子，这种现象叫作撞击电离。撞击电离的正离子向阴极运动，撞在阴极上会使阴极温度逐渐升高。当阴极温度到达一定程度时，一部分电子将从阴极逸出再参与撞击电离。由于高温而使电极发射电子的现象叫作热电子发射。当电弧的温度达到 3000°C 或更高时，触点间的原子以很高的速度作不规则的运动并相互剧烈撞击，结果原子也将产生电离，这种因高温使原子撞击所产生的电离称为热游离。

撞击电离、热电子发射和热游离的结果，使得在两触点间呈现大量向阳极飞驰的电子流，这就是所谓的电弧。

应当指出，伴随着电离的进行也存在着消电离的现象。消电离主要是通过正、负带电粒子的复合进行的。温度越低，带电粒子运动越慢，越容易复合。

根据上述电弧产生的物理过程可知，欲使电弧熄灭，应设法降低电弧温度和电场强度，以加强消电离作用。当电离速度低于消电离速度时，则电弧熄灭。根据上述灭弧原理，常用的灭弧装置有：

(1) 磁吹式灭弧装置 其原理如图 1-4 所示。在触点电路中串入一个吹弧线圈 3，它产生的磁通过导磁颊片 4 引向触点周围，如图中“ $\times$ ”符号所示。电弧产生后，其磁通方向如图中“ $\otimes$ ”和“ $\odot$ ”符号所示。可见在弧柱下吹弧线圈产生的磁通与电弧产生的磁通是相加的，而在弧柱上面则彼此相消，产生一个向上运动的力将电弧拉长并吹入灭弧罩 5 中。熄弧角 6 和静触点相连接，其作用

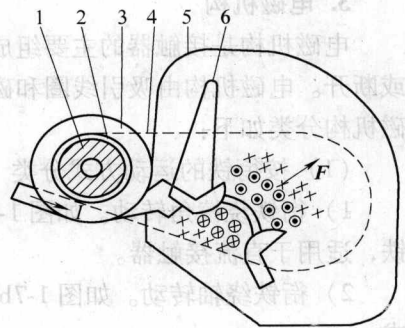


图 1-4 磁吹式灭弧装置

1—铁心 2—绝缘管 3—吹弧线圈
4—导磁颊片 5—灭弧罩 6—熄弧角

是引导电弧向上运动,将热量传递给罩壁,促使电弧熄灭。

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

(2) 灭弧栅 灭弧栅灭弧原理如图 1-5 所示。灭弧栅片 3 由许多镀铜薄钢片组成,片间距离为 2~3mm,安放在触点上方的灭弧罩(图中未画出)内。一旦发生电弧,电弧周围产生磁场,导磁的钢片将电弧吸入栅片,电弧被栅片分割成许多串联的短电弧,当交流电压过零时电弧自然熄灭,两栅片间必须有 150~250V 电压,电弧才能重燃。其结果是,一方面电源电压不足以维持电弧,同时由于栅片的散热作用,电弧自然熄灭后很难重燃。这是一种常用的交流灭弧装置。

(3) 灭弧罩 比灭弧栅更为简单的是采用一个用陶土和石棉水泥做的耐高温的灭弧罩,用以降温和隔弧,可用于交流和直流灭弧。

(4) 多断点灭弧 在交流电路中也可采用桥式触点,如图 1-6 所示。有两处断开点,相当于两对电极,若有一处断点处要使电弧熄灭后重燃需要 150~250V,现两处断点就需要 $2 \times (150 \sim 250) \text{ V}$,所以有利于灭弧。若采用双极或三极接触器控制一个电路时,根据需要可灵活地将两个极或三个极串联起来当做一个触点使用,这组触点便成为多断点,加强了灭弧效果。

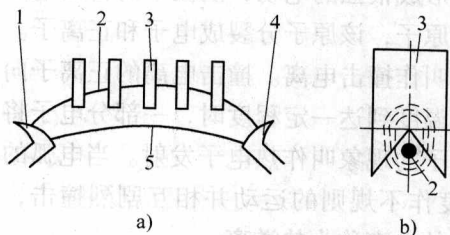


图 1-5 灭弧栅灭弧原理

a) 栅片灭弧原理 b) 电弧进入栅片的图形

1—静触点 2—短电弧 3—灭弧栅片

4—动触点 5—长电弧

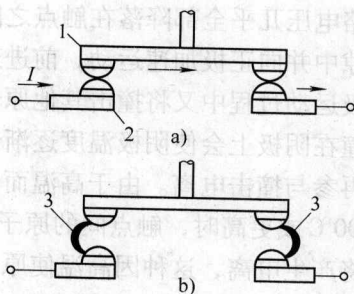


图 1-6 桥式触点

a) 闭合状态 b) 断开状态

1—动触点 2—静触点 3—电弧

3. 电磁机构

电磁机构是接触器的主要组成部分之一,它将电磁能转换成机械能,带动触点使之闭合或断开。电磁机构由吸引线圈和磁路两部分组成。磁路包括铁心、衔铁、铁轭和空气隙。电磁机构分类如下:

(1) 按衔铁的运动方式分类

1) 衔铁绕棱角转动。如图 1-7a 所示,衔铁绕铁轭的棱角而转动,磨损较小,铁心用软铁,适用于直流接触器。

2) 衔铁绕轴转动。如图 1-7b 所示,衔铁绕轴转动,用于交流接触器,铁心用硅钢片叠成。

3) 衔铁直线运动。如图 1-7c 所示,衔铁在线圈内作直线运动,多用于交流接触器中。

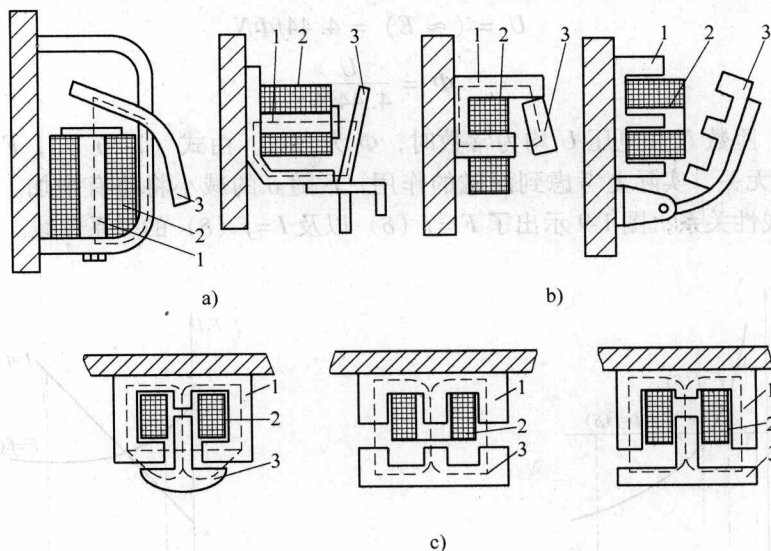


图 1-7 常用电磁机构的形式

1—铁心 2—线圈 3—衔铁

(2) 按磁系统形状分类 电磁机构可分为 U 形和 E 形, 如图 1-7 所示。

(3) 按线圈的连结方式分类 可分为并联(电压线圈)和串联(电流线圈)两种。

(4) 按吸引线圈的种类分类 可分为直流线圈和交流线圈两种。

电磁机构的工作情况常用吸力特性与反力特性来表征。电磁机构的吸力与气隙的关系曲线称为吸力特性。它随励磁电流种类(交流或直流)、线圈连结方式(串联或并联)的不同而有所差异。电磁机构转动部分的静阻力与气隙的关系曲线称为反力特性。阻力的大小与作用弹簧、摩擦阻力以及衔铁重量有关。下面分析吸力特性、反力特性和两者的配合关系。

电磁机构的吸力可近似地按下式求得

$$F = \frac{1}{2\mu_0} B^2 S \quad (1-1)$$

式中 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。

当 S 为常数时, F 与 B^2 成正比。

对于具有电压线圈的直流电磁机构, 因外加电压和线圈电阻不变, 故流过线圈的电流为常数, 与磁路的气隙大小无关。根据磁路定律:

$$\Phi = \frac{IN}{R_m} \propto \frac{1}{R_m} \quad (1-2)$$

则

$$F \propto \Phi^2 \propto \left(\frac{1}{R_m}\right)^2 \quad (1-3)$$

吸力 F 与 R_m^2 成反比, 亦即与气隙 δ^2 成反比, 故吸力特性为二次曲线形状, 如图 1-8 所示。它表明衔铁闭合前后吸力变化很大。

对于具有电压线圈的交流电磁机构, 其吸力特性与直流电磁机构有所不同。设外加电压

不变, 则交流吸引线圈的阻抗主要决定于线圈的电抗, 电阻可忽略, 其电压为

$$U = (\approx E) = 4.44f\Phi N \quad (1-4)$$

$$\Phi = \frac{U}{4.44fN} \quad (1-5)$$

当频率 f 、匝数 N 和电压 U 均为常数时, Φ 为常数。由式 (1-3) 知, F 亦为常数, 说明 F 与 δ 大小无关。实际上考虑到漏磁的作用, F 随 δ 的减小将略有增加。当气隙 δ 变化时, I 与 δ 成线性关系, 图 1-9 示出了 $F=f(\delta)$ 以及 $I=f(\delta)$ 的关系曲线。

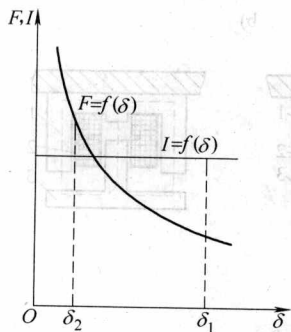


图 1-8 直流电磁机构的吸力特性

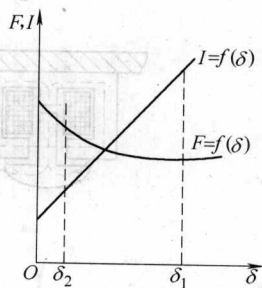


图 1-9 交流电磁机构的吸力特性

从上述结论还可看出: 由于一般 U 形交流电磁机构在线圈通电而衔铁尚未吸合瞬间, 电流将达到吸合后额定电流的 5~6 倍, E 形电磁机构将达到 10~15 倍, 故如果衔铁卡住不能吸合, 或者频繁动作, 线圈可能被烧毁。这就是对于可靠性高, 或频繁动作的控制系统采用直流电磁机构, 而不能采用交流电磁机构的原因。

反力特性与吸力特性之间的配合关系, 示于图 1-10 中。欲使接触器衔铁吸合, 在整个吸合过程中, 吸力需大于反力, 这样触点才能闭合接通电路。反力特性曲线如图 1-10 中曲线 3 所示, 直流、交流接触器的吸力特性分别如曲线 1 和 2 所示。在 $\delta_1 \sim \delta_2$ 的区域内, 反力随气隙减小略有增大。到达 δ_2 的位置, 动触点开始与静触点接触, 这时触点上的初压力作用到衔铁上, 反力骤增, 曲线突变。其后在 δ_2 到 0 的区域内, 气隙越小, 触点压得越紧, 反力越大, 线段较 $\delta_1 \sim \delta_2$ 段越陡。

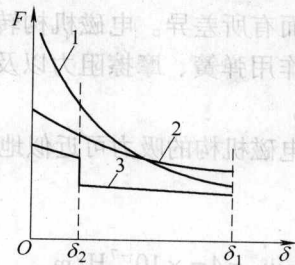


图 1-10 吸力特性和反力特性

1—直流感触器的吸力特性

2—交流接触器的吸力特性 3—反力特性

为了保证吸合过程中衔铁能正常闭合, 吸力在各个位置上必须大于反力, 但也不能过大, 否则会影响电器的机械寿命。反映在图 1-10 上就是要保证吸力特性高于反力特性。上述特性对于继电器同样适用。在使用中常常调整反力弹簧或触点初压力以改变反力特性, 就是为了使它与吸力特性良好配合。

对于单相交流电磁机构, 由于磁通是交变的, 故当磁通过零时吸力也为零, 吸合后的衔铁在反作用弹簧的作用下将被拉开, 磁通过零后吸力增大, 当吸力大于反力时, 衔铁又吸合。由于交流电源频率的变化, 衔铁的吸力随之每个周波二次过零, 因而衔铁产生强烈振动

与噪声，甚至使铁心松散。因此交流接触器铁心端面上都安装一个铜制的分磁环（或称短路环），使铁心通过两个在时间上不相同的磁通。

图 1-11a 中电磁机构的交变磁通穿过短路环所包围的截面 S_2 ，在环中产生涡流，根据电磁感应定律，此涡流产生的磁通 Φ_2 在相位上落后于截面 S_1 中的磁通 Φ_1 ，由 Φ_1 、 Φ_2 产生的吸力 F_1 、 F_2 如图 1-11b 所示。作用在衔铁上的力是 $F_1 + F_2$ ，只要此合力始终超过其反力，衔铁的振动现象就消失了。

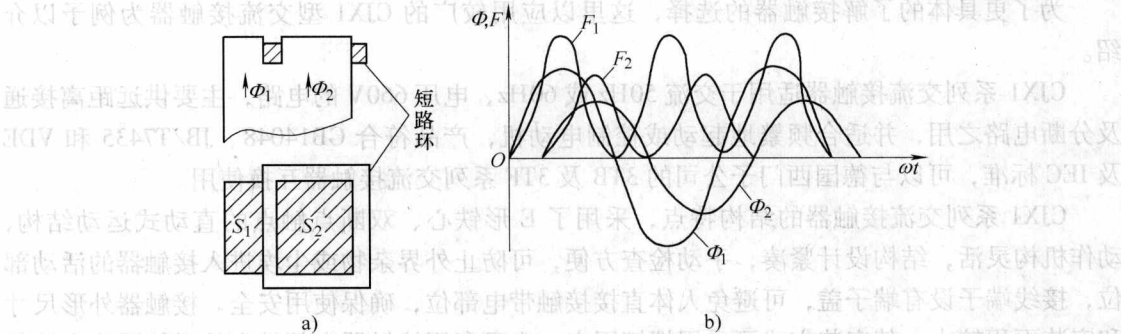
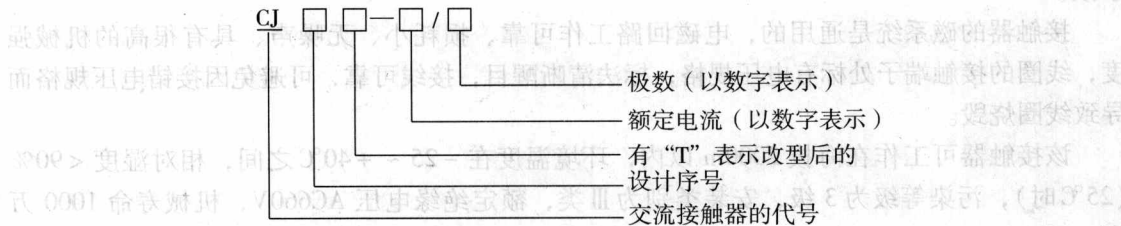


图 1-11 加短路环后的磁通和电磁吸力图

a) 磁通示意图 b) 电磁吸力图

1.2.1.2 交流接触器的选择

1. 交流接触器的型号及代表意义



例如，CJ12-250/3 为 CJ12 系列交流接触器，额定电流 250A，有三个主触点。

2. 交流接触器的主要技术性能

我国生产的交流接触器系列较多，具体选用时可查产品目录。常用的交流接触器如 CJ12、CJ20 等，近年来从德国引进的产品中，西门子公司 3TB 系列和 CJX1 系列应用较多。3TB 型产品技术经济指标优越，结构紧凑、机械寿命和电气寿命长、外形尺寸小、安装方便，符合 VDE、IEC 标准要求。B 型系列交流接触器可部分或全部取代国产的 CJ0、CJ8、CJ10 等系列交流接触器。它与我国现有的交流接触器相比较，具有以下优点：额定工作电压可到 600V；可用于 50 ~ 60Hz 的交流电路和直流电路，通用性强；产品规格齐全，便于经济合理选用；可提供多种标准和非标准电压线圈，便于用户选择；技术经济指标高、体积小、重量轻、能耗低、材料省、安装面积小、有多种附件供应、易于安装、能扩大使用功能；安装、接线、维修、使用方便；以及安全可靠高等优点，因此国内目前

已广泛使用。

3. 交流接触器选择

根据上述介绍,交流接触器的选择可按下列步骤进行:根据负载性质确定工作任务类别;根据类别确定接触器系列;根据负载额定电压确定接触器的额定电压;根据负载额定电流确定接触器的额定电流,并根据外界实际条件加以校正;选定吸引线圈的电压;根据负载情况复核操作频率,它应不超出额定范围。

4. 交流接触器选择示例

为了更具体的了解接触器的选择,这里以应用较广的 CJX1 型交流接触器为例予以介绍。

CJX1 系列交流接触器适用于交流 50Hz 或 60Hz、电压 660V 的电路,主要供远距离接通及分断电路之用,并适合频繁地起动或控制电动机,产品符合 GB14048、JB/T7435 和 VDE 及 IEC 标准,可以与德国西门子公司的 3TB 及 3TF 系列交流接触器互换使用。

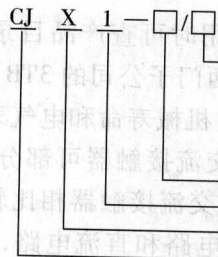
CJX1 系列交流接触器的结构特点,采用了 E 形铁心、双断点触点的直动式运动结构,动作机构灵活,结构设计紧凑,手动检查方便,可防止外界杂物或尘埃进入接触器的活动部位,接线端子设有端子盖,可避免人体直接接触带电部位,确保使用安全。接触器外形尺寸和安装面积较小,其安装方式可采用螺钉固定,也可利用接触器底部带有的弹簧滑块直接装在符合国际标准的 35mm 导轨上,具有迅速、方便的特点。

主触点、辅助触点均为桥式双断点结构,其材料采用性能优越的合金材料,因此接触可靠寿命长,灭弧室为封闭型,采用阻燃材料阻挡电弧外溅,从而确保人身及临近电器的安全。CJX1-45 及 CJX1-63 型具有灭弧罩安全锁定装置,当灭弧罩被取下后,接触器被锁定在断开位置,从而避免因灭弧罩被取下后通断电路而引起产品损坏和人身伤害事故。

接触器的磁系统是通用的,电磁回路工作可靠、损耗小、无噪声、具有很高的机械强度,线圈的接触端子处标有电压规格,标法清晰醒目,接线可靠,可避免因接错电压规格而导致线圈烧毁。

该接触器可工作在海拔 2000m 以内,环境温度在 $-25 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 之间,相对湿度 $<90\%$ (25°C 时),污染等级为 3 级,安装类别为 III 类,额定绝缘电压 AC660V,机械寿命 1000 万次。

该接触器型号含义如下:



辅助触头数

11: 1常开1常闭

22: 2常开2常闭

44: 4常开4常闭

额定工作电流 (A)

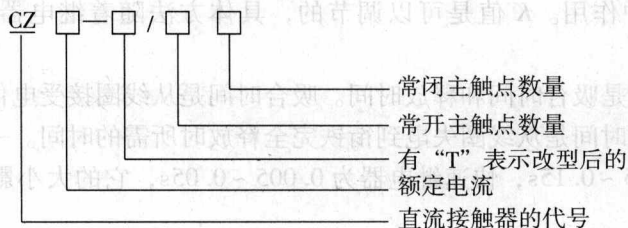
设计序号

小型

交流接触器

1.2.1.3 直流接触器

直流接触器的型号及代表意义如下:



直流接触器常用的有 CZ1、CZ3 等系列和新产品 CZ0 系列。新系列接触器具有寿命长、体积小、零部件通用性强等优点。

直流接触器选择原则和交流接触器的选择原则一样，这里不再重述。

1.2.2 继电器

继电器是一种根据特定形式的输入信号而动作的自动控制电器。它与接触器不同，主要用于反应控制信号，其触点通常接在控制电路中。继电器的种类很多，分类的方法也很多，常用的分类方法有：

按输入量的物理性质分为电压继电器、电流继电器、功率继电器、时间继电器、温度继电器等；

按动作原理分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器、电子式继电器等；

按动作时间分为快速继电器、延时继电器、一般继电器；

按执行环节作用原理分为有触点继电器、无触点继电器；

按用途分为电器控制系统用继电器、电力系统用继电器。

这里主要介绍电器控制系统用的电磁式（电压、电流、中间）继电器、时间继电器、热继电器和速度继电器等。

继电器的主要特性是输入—输出特性。电磁式继电器的特性曲线，如图 1-12 所示，这一矩形曲线统称为继电器特性曲线。

当继电器输入量 x 由零增至 x_1 以前，继电器输出量 y 为零。当输入量增加到 x_2 时，继电器吸合，通过其触点的输出量为 y_1 ，若 x 再增加， y 值不变。当 x 减少到 x_1 时，继电器释放，输出由 y_1 降到零， x 再减小， y 值永为零。

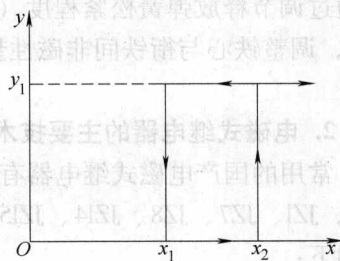


图 1-12 电磁式继电器的特性曲线

在图 1-12 中， x_2 称为继电器吸合值，欲使继电器动作，输入量必须大于此值。

x_1 称为继电器释放值，欲使继电器释放，输入量必须小于此值。

$K = x_1/x_2$ 称为继电器的返回系数。它是继电器重要参数之一，不同场合要求不同的 K 值。例如一般继电器要求低返回系数， K 值在 0.1~0.4 之间，这样当继电器吸合后，输入值波动较大时不致引起误动作；欠电压继电器则要求高返回系数， K 值在 0.6 以上。设某继电器 $K = 0.66$ ，吸合电压为额定电压的 90%，则电压低于额定电压的 60% 时继电器释