



21 世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材



机电工程系列

电气控制与 PLC

主 编 李 彭 田 红 彬

西北工业大学出版社

21 世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材

电气控制与 PLC

主 编 李 彭 田红彬



西北工业大学出版社
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

【内容简介】 本书是“21 世纪全国高职高专机电工程教育‘十一五’规划教材”丛书之一。本书侧重实际应用,从具体实例出发,系统地介绍了传统电气控制技术的基础知识,重点介绍了现代 PLC 基本原理及在电气控制技术方面的应用。其主要内容有常用低压电器的功能、结构、原理及使用的有关知识,传统电气控制中的继电接触器的基本控制线路,PLC 的基本原理和指令、编程及应用,电气控制系统应用设计等。另外,还介绍了西门子 S7-200 和松下 FPO 等最新的编程软件及仿真软件的使用。本书可作为高等职业院校和成人高校电气工程及其自动化专业和机电一体化相关专业的教材,也可以供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/李彭,田红彬主编. —西安:西北工业大学出版社,2009.5

(21 世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-5612-2537-0

I. 电… II. ①李…②田… III. ①电气控制—高等学校:技术学校—教材②可编程序控制器—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(2009)第 041616 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号

邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张:19

字 数:466 千字

版 次:2009 年 5 月第 1 版

2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

前 言

本书是根据高等职业教育“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的原则,并参照国家职业技能鉴定及中、高级技术工人等级考核标准编写的,可作为全国高等职业院校电子信息类各专业及其他相关专业的教学用书。

编者已经在本书编写过程中,充分考虑到学生现有的自学能力及基础知识,学生在教师指导下自学是有可能的,要鼓励学生主动学习,勤于思考,学会学习,掌握分析问题的方法,提高解决问题的能力。

本书的重点内容是电气控制技术和可编程序控制器在生产中的应用,而对于构成电气控制电路的各种器件(包括电动机)及可编程序控制器本身,应该注重它们的外部特性,淡化内部机理,对器件内部复杂的结构和工作原理,宜“浅”不宜“深”,以了解层次为主体,将重点放在电气控制线路和可编程序控制器梯形图的设计与读图能力上。积极引导学生对可编程序控制器的关注是十分必要的,这类器件以其强大的软件功能,灵活的控制方式会很快在工业控制系统中显示出其优越性。

本书由李彭、田红彬担任主编,熊新国、孔祥伟担任副主编。第3章的编写及全书的统稿定稿工作由李彭教授负责。第1章由河南职业技术学院田红彬执笔,第2章由河南职业技术学院尹飞凰执笔,第4章由永城职业学院孔祥伟执笔,第5章由河南职业技术学院熊新国执笔。河南职业技术学院机电系和永城职业学院机电工程系的领导对本书的编写工作给予了大力支持,在此也向他们表示感谢!

由于编者学识和水平有限,不足之处在所难免,恳请同行和广大读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

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
1.3 国内外低压电器的新进展	25
第 2 章 电气控制系统	30
2.1 电气控制电路的绘制原则、图形及文字符号	30
2.2 笼型电动机的启、停控制电路	31
2.3 电气控制电路的基本组成规律	32
2.4 电气控制电路的一般设计方法	38
2.5 电气控制电路的逻辑设计方法	45
2.6 常用典型电气控制电路	58
第 3 章 新型电器及其控制系统	66
3.1 控制系统常用新型电器	66
3.2 新型电器典型应用控制电路	80
第 4 章 可编程序控制器及其控制技术	96
4.1 可编程序控制器的产生与发展	96
4.2 可编程序控制器的基本结构与原理	98
4.3 可编程序控制器的设计方法	104
4.4 西门子 S7-200 可编程序控制器	114
4.5 罗克韦尔 A-B Micrologix 系列可编程序控制器	150
4.6 三菱 F1 系列可编程序控制器	169
4.7 松下电工可编程序控制器产品——FP0 介绍	186
4.8 可编程序控制器的应用实例	227
习 题	240

第 5 章 工业控制网络系统	242
5.1 工业控制网络和现场总线的体系结构	242
5.2 工业以太网络和 EtherNet/IP	246
5.3 几种流行的现场总线	251
5.4 现场总线控制系统应用实例	292
习 题	297
参考文献	298

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、检测、变换和调节的电气设备。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电压的交流电压在 1500 V 以下、直流电压在 1200 V 以下的电气设备。

电器的种类很多,分类方法也很多。现将常用的低压电器分类方法归纳于图 1.1 中。电力拖动自动控制系统中的电器分类如图 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请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总电路的一种控制器,通常分为交流接触器和直流接触器。

接触器的基本参数有主触点的额定电流、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。

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。①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。它通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。②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。③面触点指两个平面触点

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,以减小接触点接触电阻和提高耐磨性,多用于较大容量接触器的主触点。

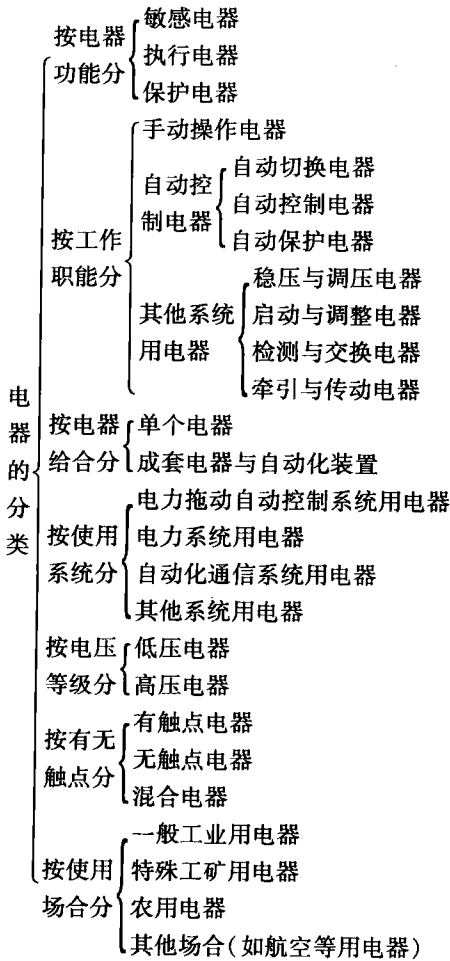


图 1.1 电器的分类

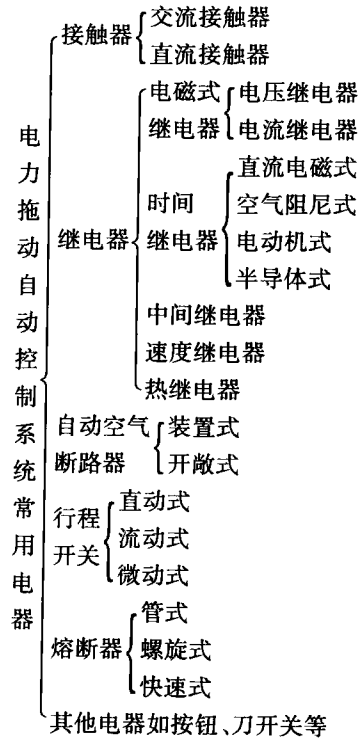


图 1.2 电力拖动自动控制系统常用电器的分类

由于触点表面的不平和氧化层的存在,两个触点的接触处有一定的电阻。为了减小此接触电阻,须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 1.3(b)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 1.3(c)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,整个触电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。

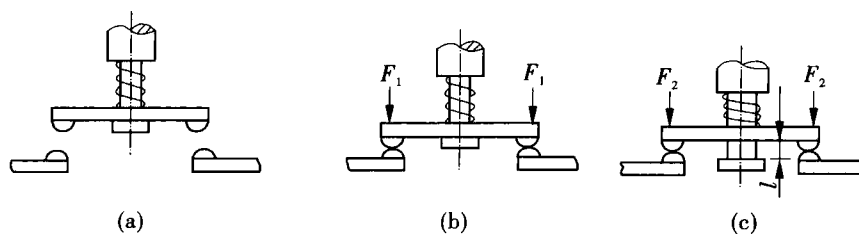


图 1.3 触点的位置示意图

(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溢出到气体间隙中并向正极作加速运动,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升高。当阴极温度达到一定程度时,一部分电子将从阴极溢出在参与撞击电离。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。

电离、热电子发射和热游离撞击的结果,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,通常的灭弧装置如下:

(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

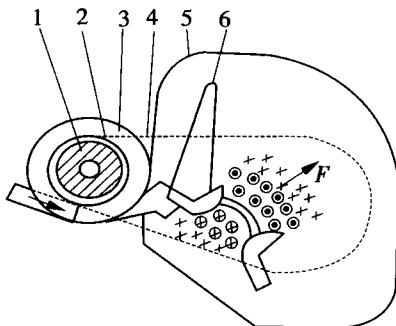


图 1.4 磁吹式灭弧装置

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

的磁通通过导磁铜片 4 引向触点周围,如图中“×”符号所示。电弧产生后,其磁通方向如图中“⊗”和“⊙”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,起作用引导电弧向上运动,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,吹弧能力也越强。它广泛应用于直流灭弧接触器中。

(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 2~3 mm,安装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中,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 150~250 V 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。

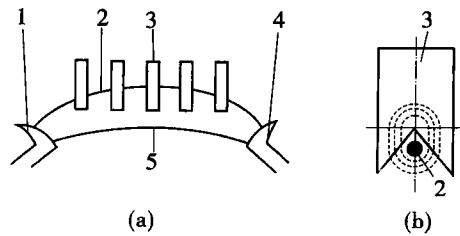


图 1.5 灭弧栅灭弧原理

(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

(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,相当于两个电极,若有一处断点处要使电弧熄灭后重燃需要 150~250 V,现两处断点就需要 $2 \times$

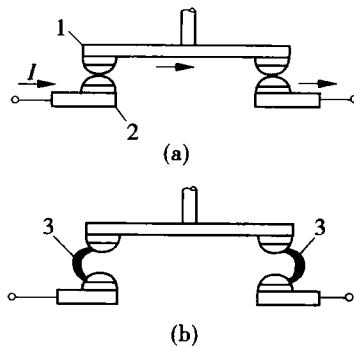


图 1.6 桥式触点

(a) 闭合状态; (b) 断开状态

1—动触点; 2—静触点; 3—电弧

(150~250)V,所以有利于灭弧。若采用双极或三级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一个触点使用,这组触点便成为多断点,加强了灭弧效果。

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1.7(a)所示,衔铁绕铁轭的棱角转动,磨损较小,铁心为软铁,适用于直流接触器。

2)衔铁绕轴转动。如图1.7(b)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1.7(c)所示,衔铁在线圈内作直线运动,多用于交流接触器中。

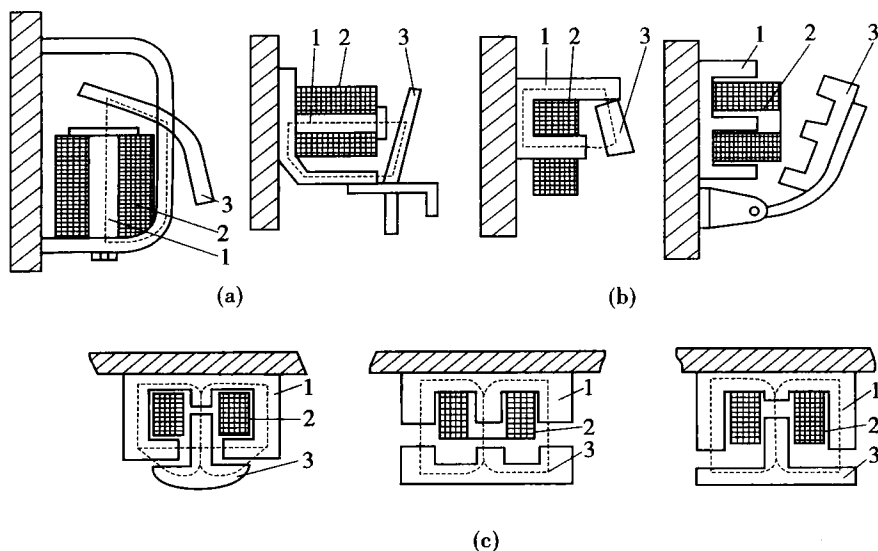


图1.7 常用电磁机构的形式

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)按线圈的连接方式分类。电磁机构可分为并联(电压线圈)和串联(电流线圈)两种。

(4)按吸引线圈的种类分类。电磁机构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,它随磁电流种类(交流或直流)、线圈连接方式(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。阻力的大小与弹簧、摩擦阻力以及先贴重量有关。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

$$\Phi = \frac{IN}{R_m} \propto \frac{1}{R_m} \quad (1.2)$$

$$F \propto \Phi^2 \propto \left(\frac{1}{R_m}\right)^2 \quad (1.3)$$

则吸力 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。

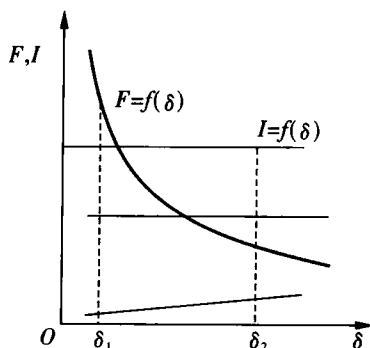


图 1.8 直流电磁机构的吸力特性

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

$$U = (\approx E) = 4.44 f \Phi N \quad (1.4)$$

$$\Phi = \frac{U}{4.44 f N} \quad (1.5)$$

式中, 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 呈线性关系, 图 1.9 示出了 $F=f(\delta)$ 关系曲线。

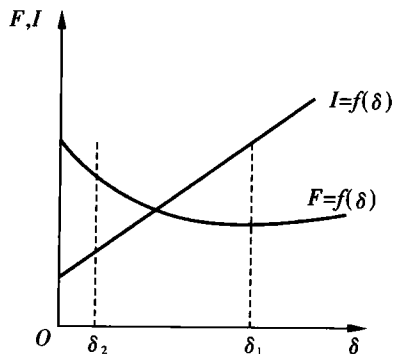


图 1.9 交流电磁机构的吸力特性

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,如图1.10所示。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为曲线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,气隙减小,触点压得越紧,反力越大,线段较 $\delta_1 \sim \delta_2$ 段越陡。

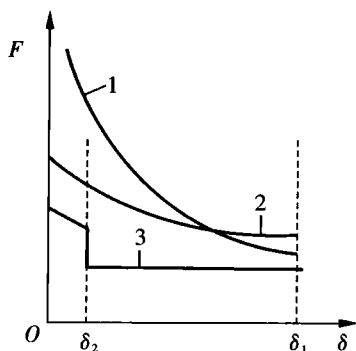


图1.10 吸力特性和反力特性

1—直流接触器的吸力特性; 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,就是为了使之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期两次过零,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1.11(a)中电磁机构的交流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1.11(b)所示。作用在衔铁上的力为 $F_1 + F_2$,只要此合力始终超过其反力,磁铁的振动就消失了。

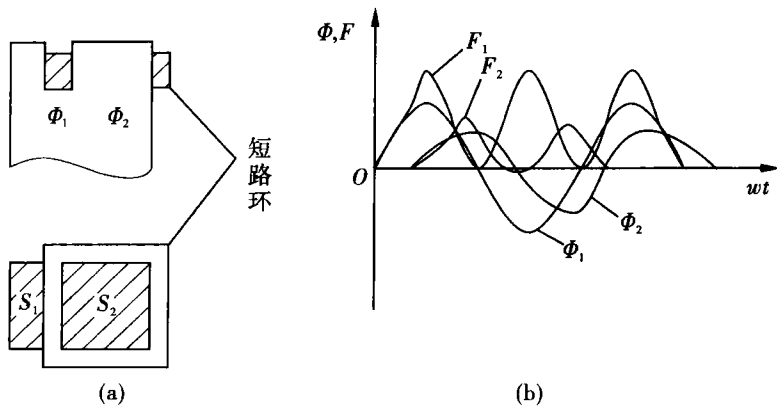


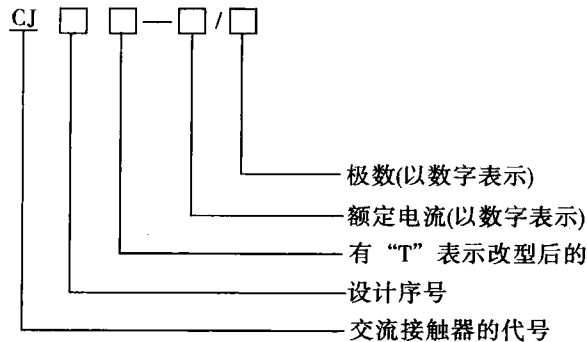
图 1.11 加短路环后的磁通和电磁吸力图

(a) 磁通示意图; (b) 电磁吸力图

1.2.1.2 交流接触器

1. 交流接触器的型号及代表意义

交流接触器的型号及代表意义如下：



例如, CJ12 - 250/3 为 CJ12 系列交流接触器, 额定电流为 250A, 有 3 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: 额定工作电压可达 600 V; 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; 以及安全可靠性能高等优点, 因此目前国内已广泛使用。

3. 交流接触器的选择

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,应不超出额定范围。

4. 交流接触器的选择示例

为了更具体地了解接触器的选择,下面以应用较广的 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 660 V 的电路,主要供远距离接通及分断电路之用,并适合频繁地启动或控制电动机,产品符合 GB14048,JB/T7435,VDE 及 ICE 标准,可以与德国西门子公司的 3TB 及 3TF 系列交流接触器互相使用。

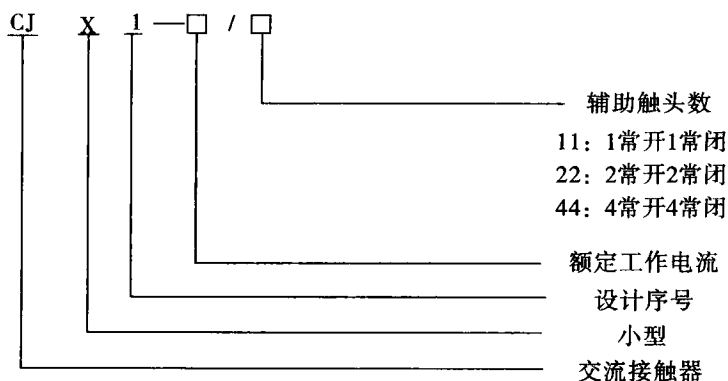
CJX1 系列交流接触器的结构特点,采用了 E 形铁心、双断点触点的直动式运动结构,动作机构灵敏,结构设计紧凑,手动检查方便,可防止外界杂物或尘埃进入接触器的活动部位,接线端子设有端子盖,可避免人体直接接触带电部位,确保使用安全。接触器外形尺寸和安装面积较小,其安装方式可采用螺钉固定,也可利用接触器底部带有的弹簧滑块直接装在符合国家标准的 35 mm 导轨上,具有迅速、方便的特点。

CJX1 系列交流接触器的主触点、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,从而确保人身及靠近电器的安全。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报换和人身伤害事故。

该系列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。

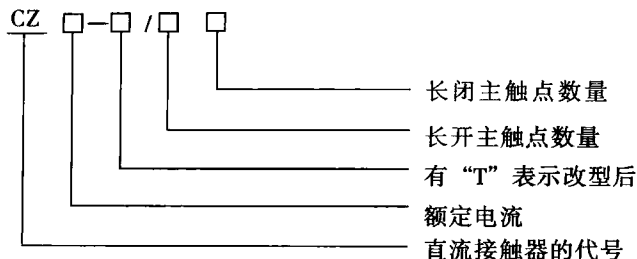
该系列接触器可工作在海拔 2000 m 以内,环境温度在 $-25 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 之间,相对湿度 $< 90\%$ (25°C 时),污染等级为 3 级,安装类别为 III 类,额定绝缘电压为 AC660 V,机械寿命可达 1000 万次。

该接触器型号含义如下:



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 等下列和新产品 CZO 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,分类的方法也有多种,常见的分类方法有: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特性曲线。

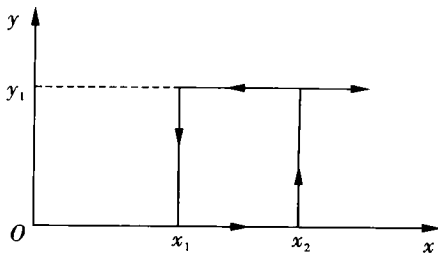


图 1.12 电磁式继电器的特征曲线

当继电器输入量 x 由 0 增至 x_1 前,继电器输出量 y 为 0。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 0, x 再减小, y 值一直为 0。

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。 $K = x_1/x_2$ 称为继电器的返回因数。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值, 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

回因数, 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% 时继电器释放, 起到欠电压保护作用。 K 值是可以调节的, 具体方法随着继电器结构的不同而有所差异。

另一个重要参数是吸合时间和释放时间。吸合时间是从线圈接受电信号到衔铁完全吸合时所需要的时间; 释放时间是从线圈失电到衔铁释放时所需的时间。一般继电器的吸合时间与释放时间为 0.05 ~ 0.15s, 快速继电器为 0.005 ~ 0.05s, 它的大小影响着继电器的操作频率。

1.2.2.1 电磁式继电器

通用的电磁式继电器有电流继电器、电压继电器、中间继电器和时间继电器。中间继电器实际上也是一种电压继电器, 只是它具有数量较多、容量较大的触点, 起到中间放大(出点数量及容量)的作用。

1. 电磁式继电器的结构与原理

电磁式继电器与接触器类似, 也是由铁心、衔铁、线圈、释放弹簧和触点等部分组成, 如图 1.13 所示。

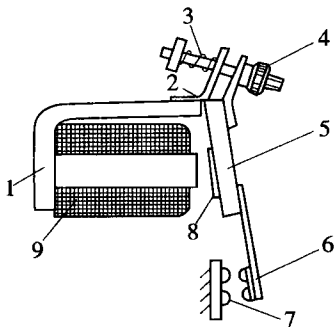


图 1.13 电磁继电器原理图

1—铁心; 2—旋转接角; 3—释放弹簧; 4—调节螺母;
5—衔铁; 6—动触点; 7—静触点; 8—非磁性垫片; 9—线圈

电流继电器与电压继电器在结构上的区别主要是线圈不同。电流继电器的线圈与负载串联以反映负载电流, 故它的线圈匝数少而且导线粗, 因而通过电流时的压降很小, 不会影响负载电路的电流, 而导线粗, 电流大时仍可获得需要的磁动势。电压继电器的线圈与负载并联以反映负载电压, 其线圈匝数多而且导线细。

根据用途不同电流继电器与电压继电器又可分为过电流(或过电压)继电器和欠电流(或欠电压)继电器。前者电流(或电压)超过规定值时铁心吸合, 后者电流(或电压)低于规定值时铁心释放。

电磁式继电器吸力特性、反力特性及其动作原理与接触器类似, 不再重复。其返回因数可通过调节释放弹簧松紧程度(拧紧时 x_1 与 x_2 同时增大, K 值也随之增大; 放松时 K 减小), 铁心与衔铁间非磁性垫片的厚薄(增厚时 x_1 增大, K 增大; 减薄时 K 减小)来达到。

2. 电磁式继电器的主要技术数据

常用的国产电磁式继电器有 JL3, JL7, JL9, JL12, JL14, JL15, JT3, JT4, JT9, JT10, JTX, JZ1, JZ7, JZ8, JZ14, JZ15, JZ17 等系列。这里对电流、电压、中间继电器分别举例介绍如下: