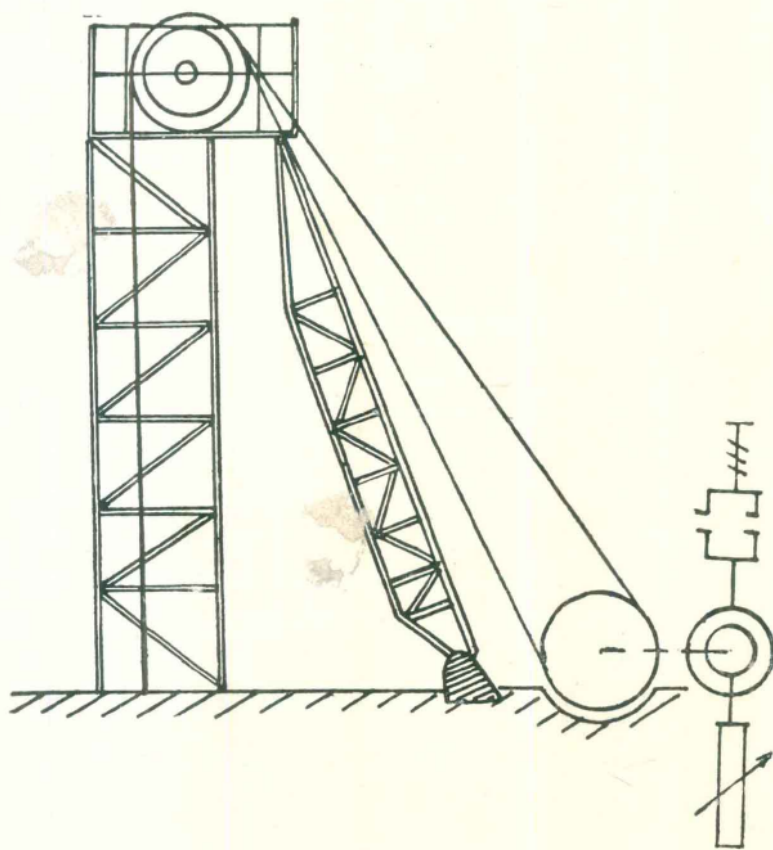


煤矿固定设备控制

余发山 郑均忠编



焦作矿业学院

一九九二年十月

目 录

前 言

第一章 继电器接触器控制原理 (2)

第一节 常用控制电器 (2)

第二节 电器控制线路的绘制原则、图型及文字符号..... (27)

第三节 电力拖动控制原则及基本线路 (34)

第四节 继电器接触器控制线路设计基本原则 (48)

第二章 通风、排水、压气设备的控制 (52)

第一节 通风设备的控制 (52)

第二节 排水设备的控制 (61)

第三节 压气设备的控制 (65)

第三章 交流异步机拖动矿井提升机的控制 (72)

第一节 总 述 (72)

第二节 提升电动机的加速度控制 (77)

第三节 提升机的减速控制 (80)

第四节 爬行阶段的控制 (94)

第五节 箕斗提升设备的装载控制原则 (97)

第六节 交流提升机主要电控设备的选配 (97)

第七节 磁放大器..... (112)

第八节 TKD 电控系统电路分析 (122)

前 言

“煤矿固定设备控制”是煤矿院校电气化自动化专业的一门专业课程。它主要研究煤矿提升、通风、排水和压气等设备的控制,内容包括:常用控制器;继电接触器控制原理;煤矿通风、排水和压气设备的控制;异步电动机拖动提升机的控制。

通过对矿井提升、通风、排水和压气设备的控制原理的学习和对某些典型线路的分析及有关控制设备的选择计算;力求对矿山固定设备的控制有一定的了解。

煤矿固定设备(主要指通、压、排、提四大件),是煤矿生产的命脉,它们工作的好坏直接影响到生命和财产的安全以及产量和生产效率,特别是矿井提升机。它是矿井的咽喉,其安全性、可靠性要求极高。这些设备运行的好坏主要取决于电控部分,为此学好此门课程是从事煤矿电气工程研究、设计、维护、管理的技术人员所必须的。

第一章 继电器接触器控制原理

第一节 常用控制电路

在工矿电气设备中,某些控制元件如接触器、继电器、主令控制器、电阻器、熔断器等统称电器。电器就是一种控制电的工具。它能对电能的产生、分配起控制和保护作用。应用这些电器组成的自动控制系统,称为电器控制系统(原称继电器——接触器控制系统)。

电器的种类很多,按其工作电压以交流 1000 伏,直流 1200 伏为界,划分为高压电器与低压电器两大类。低压电器按其控制对象又可分为电器控制系统用和电力系统用电器。前者就是本节叙述范围。

一、接触器

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

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

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

(一)接触器的结构

一般接触器都具有下列组成部分:电磁机构、主触点和灭弧装置、辅助接点、释放弹簧机构或缓冲装置、支架与底座。

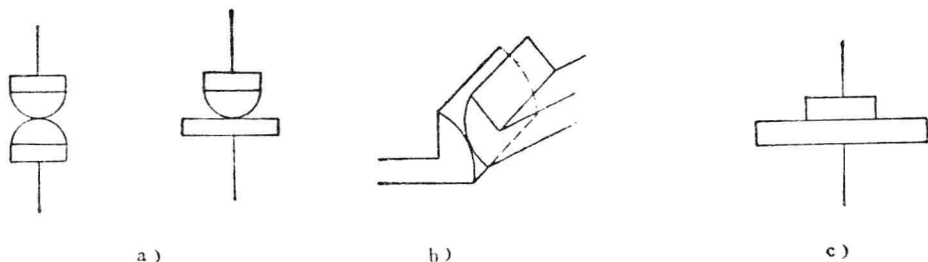


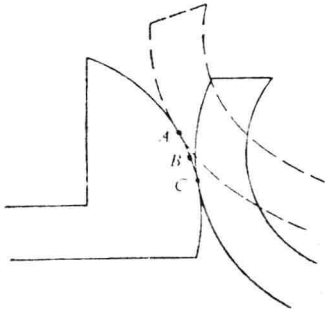
图 1.1—1 触点的三种接触形式

a)点接触 b)线接触 c)面接触

1、触点。触点是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。如图 1.1—1 所示。图 1.1—1a)是点接触,它由两个半圆形触点或一个半圆形与一个平面形接触点构成。因此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。图 1.1—1b) 是线接触, 它的接触区域是一条直线。触点在通断过程中是滚动接触, 如图 1.1—2 所示。开始接触时, 静动触点 A 点接触, 靠弹簧压力经 B 点滚动到 C 点。断开时作相反运动。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 A 点而是在 C 点, 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。图 1.1—1c) 中所示是面接触, 它可允许通过较大电流, 这种触点一般在接触表面上镶有合金, 以减少触点电阻和提高耐磨性, 多用于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, 将在两个接触点的接触处呈现一定的电阻。为了减小此接触, 需在触点间加一定压力, 当动触点刚与静触点接触, 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_c 。如图 1.1—3b) 所示。触点闭合后由于弹簧在超程内继续变形而产生一终压力 F_z , 如图 1.1—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, 图 1.1—2 指形触点的接触过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。



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—12 伏和电流超过 80~100 毫安, 在拉开的两个触点之间将出现强热火光。这实际上是一种气体放电的现象。通常称为“电弧”。

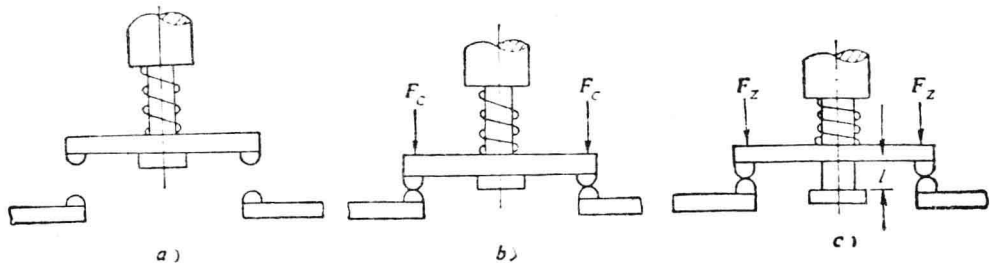


图 1.1—3 触点的位置示意图

a) 最终拉开位置 b) 刚刚接触位置 c) 最终闭合位置

所谓气体放电, 就是气体中有大量的带电质点作定向运动。当触点分离瞬间, 间隙很小, 电路电压几乎全部降落在触点之间, 在触点间形成很高的电场强度, 阴极中的自由电子会逸出到间隙中并向正极加速运动。前进途中撞击气体原子, 该原子分裂成带负电的电子和带正电的离子。此电子在向正极运动过程中又将撞击其它原子, 这种现象叫撞击电离。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, 到达一定温度时, 一部分电子将从阴极逸出再参与撞击电离。由于高温使电极发射电子叫热电子发射。当电弧的温度达到 3000℃ 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, 撞出结果原子也将造成电离, 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在两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、负带电质点的复合进行的。温度越低,带电质点运动越慢,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,则电弧熄灭。根据上述灭弧原则,常用的灭弧装置有:

(1)磁吹式灭弧装置。其原理如图 1.1—4 所示。在触点电路中串入一个吹弧线圈 3,它产生的磁通通过导磁颊片 4 引向触点周围,如图中“×”符号所示;当产生电弧后其磁通如图中“⊗”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,而在弧柱上面彼此相消,因此就产生一个向上运动的力将电弧拉长并吹入灭弧罩 5 中,灭弧角 6 和静触点相连接,其作用引导

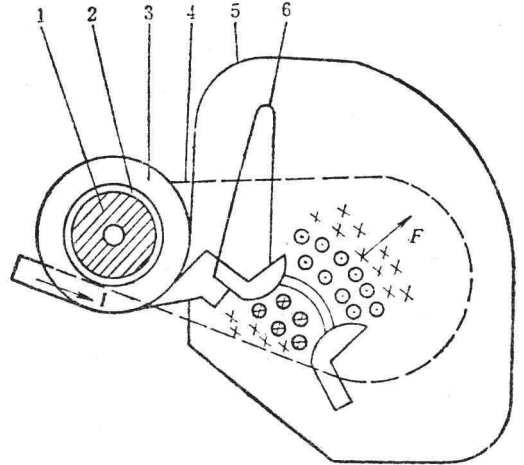


图 1.1—4 磁吹式灭弧装置

1—铁芯 2—绝缘管 3—吹弧线圈
4—导磁颊片 5—灭弧罩 6—熄弧角

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 1.1—5 所示。灭弧栅 3 是由许多镀铜薄钢片组成,片间距离为 2~3 毫米,安放在触点上方。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。当交流电压进零时电弧自然熄灭,两栅片间必须有 150~250 伏电压降,电弧才能重燃。这样一来,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。

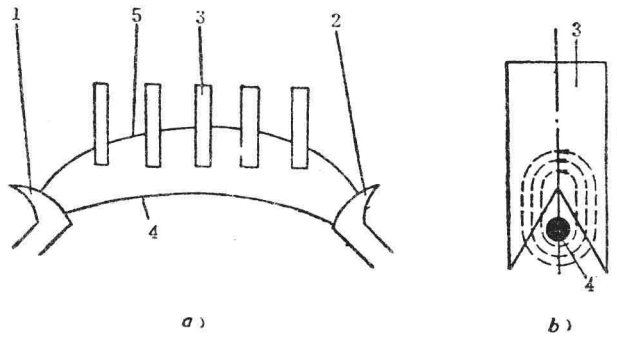


图 1.1—5 灭弧栅灭弧原理

a) 栅片灭弧原理 b) 电弧进入栅片的图形

1—静触点 2—动触点 3—灭弧栅片 4—长电弧 5—短电弧

(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 1.1—6 所示有两个断开点,就相当于两对电极。若一对断点要使电弧熄灭后重燃需要 150~250 伏。现二对断点就需要 $2 \times (150 \sim 250)$ 伏。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二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的,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，它将电磁能转换为机械能，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。磁路包括铁芯、衔铁、铁轭和空气隙，利用气隙把电磁能转换为机械能。电磁机构分类如下：

(1)按衔铁的运动方式分类。有以下几种：

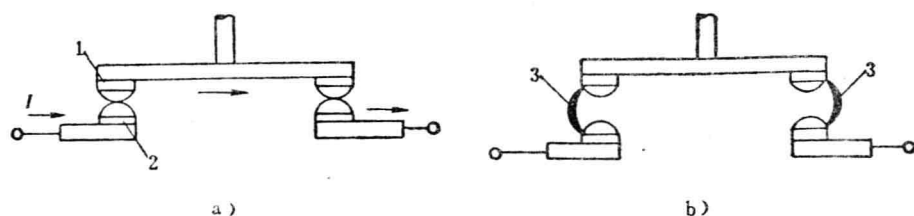


图 1.1—6 桥式触点

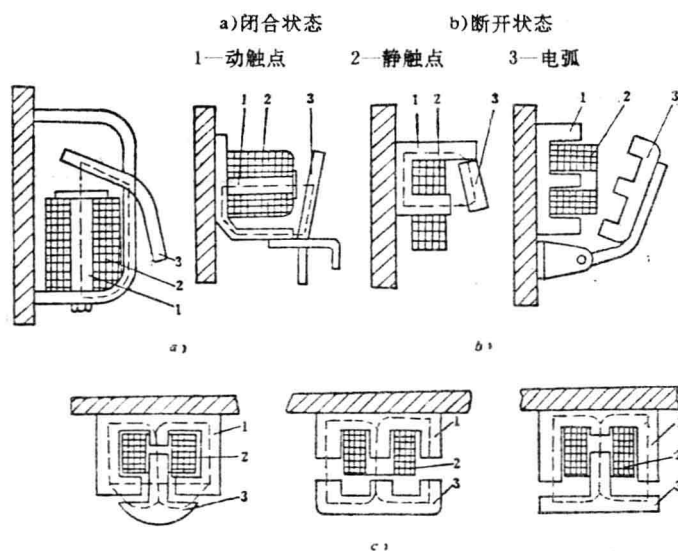


图 1.1—7 常用电磁机构形式

1—铁芯 2—线圈 3—衔铁

衔铁沿棱角而转动，磨损较小，铁芯用软铁，适用于直流接触器。

衔铁沿轴转动的拍合式铁芯，如图 1.1—7b)所示。衔铁绕轴而转动，用于交流接触器，铁芯用硅钢片叠成；衔铁直线运动的直动式铁芯，如图 1.1—7c)所示。衔铁在线圈内成直线运动，多用于交流接触器中。

(2)按磁系统形状分类。电磁机构可分为 U 形和 E 形，如图 1.1—7b)所示。

(3)按线圈的联接方式分类。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)，线圈的连接方式(串联或并联)而有所差异。电磁机构转动部分静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：

$$F = 4 \times 10^5 B^2 S \quad (1-1)$$

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,则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

$$\varphi = \frac{IW}{R_m} \propto \frac{1}{R_m} \quad (1-2)$$

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

吸力 F 与磁阻 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 1.1—8 所示。它表明衔铁闭合前后吸和变化很大。

对于具有电压线圈的交流电磁机构其吸力特性则有所不同。设外加电压不变,交流吸引线圈的阻抗主要决定于线圈的电流,电阻可忽略,则

$$U \approx E = 4.44 f \varphi w \quad (1-4)$$

$$\varphi = \frac{U}{4.44 f w} \quad (1-5)$$

其中: F —电磁机构的吸力(牛顿);

φ —磁通(韦伯);

B —磁通密度(特斯拉=韦伯/米²);

U —电压(伏);

S —吸力处截面积(米²)

当频率 f 、匝数 w 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 减少略有增加,如图 1.1—9 所示。图中并示出线圈电流 I 随 δ 成正比变化的一条直线,这是因为 φ 不变时,由式(1-2)可知 Iw 将随 R_m (亦即气隙 δ) 变化而成正比变化。

从上述结论还可看出:为什么有些场合一定要用直流电磁机构而不用交流的。因为在一般 U 型交流电磁机构,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。如图 1.1—9 示, E 型电磁机构将达到 10—15 倍。如果衔铁卡住不能吸合,或者频繁动作,线圈可能烧毁。这就是对于可靠性要求高,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。

阻力特性与吸力特性之间的配合关系,示于图 1.1—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。阻力特性曲线如图 1.1—10 中曲线 3 所示。在 $\delta_1 \sim \delta_2$ 的区域内,阻力随气隙减少略有增大。到达 δ_2 位置,动触点开始与

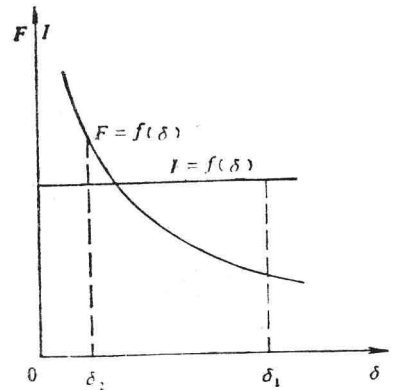


图 1.1—8 直流电磁机构的吸力特性

静触点接触,这时触点上的初压力作用到衔铁上,阻力骤增,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,阻力越大,线段较 $\delta_1 \sim \delta_2$ 段陡。这就是整个吸合过程中阻力特性。

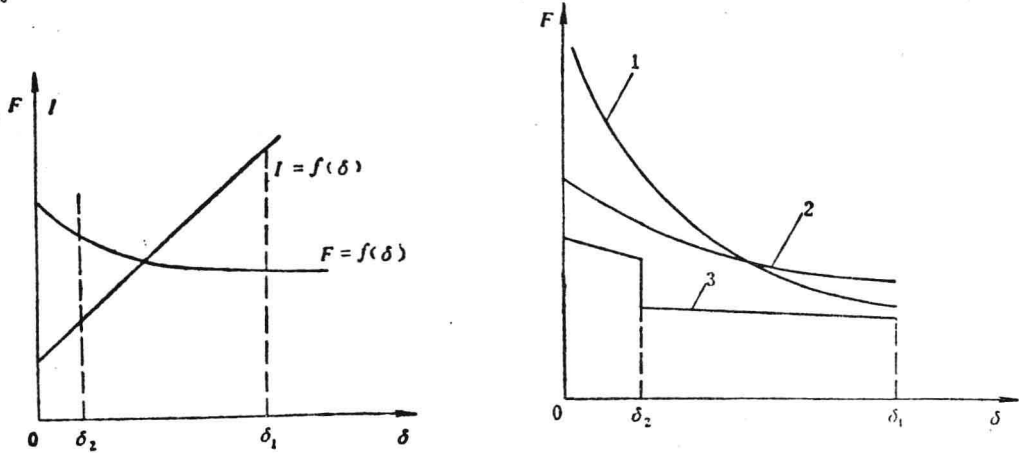


图 1.1-10 吸力特性和阻力特性

1—直接接触器吸力特性 2—交流接触器吸力特性
3—阻力特性

图 1.1-9 交流电磁机构的吸力特性

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阻力,但也不能过大,否则会影响电器的机械寿命。反映在图 1.1-10 上就是要保证吸力特性高于阻力特性。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阻力特性,就是为了使之与吸力特性良好配合。

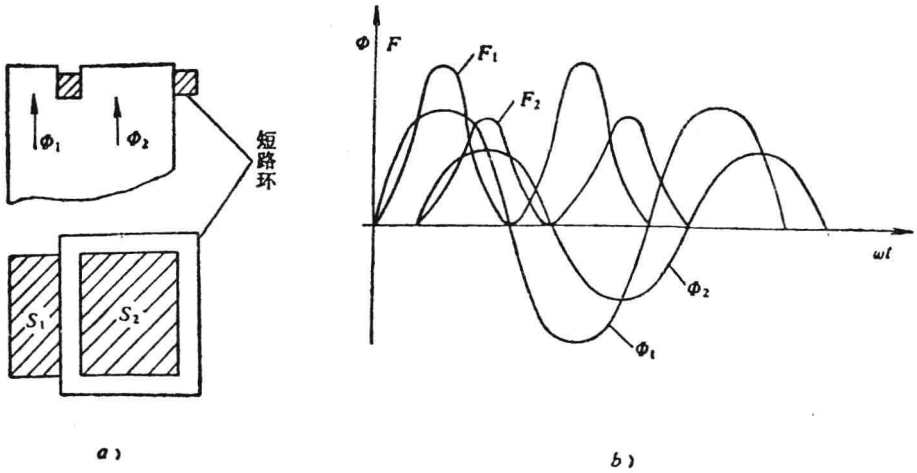


图 1.1-11 加短路环后的磁通和电磁吸力图

a) 磁通示意图 b) 电磁吸力图

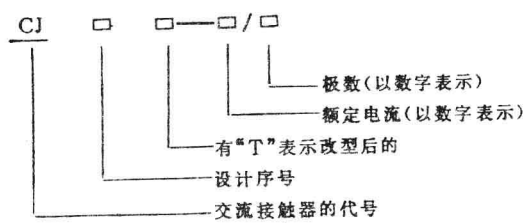
对于单相交流电磁机构,在铁芯端面上要装一个用铜制成的分磁环(或称短路环)方能正常工作。这是因为磁通是交变的,当磁通过零时吸力也为零,吸合后的衔铁在反作用弹簧

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,衔铁随交流电频率衔铁吸力每周两次过零,衔铁产生强烈震动与噪音,甚至使铁芯松散。当镶入短路环如图 1.1—11 所示。使铁芯里通过二个在时间上不相同的磁通,矛盾就解决了。

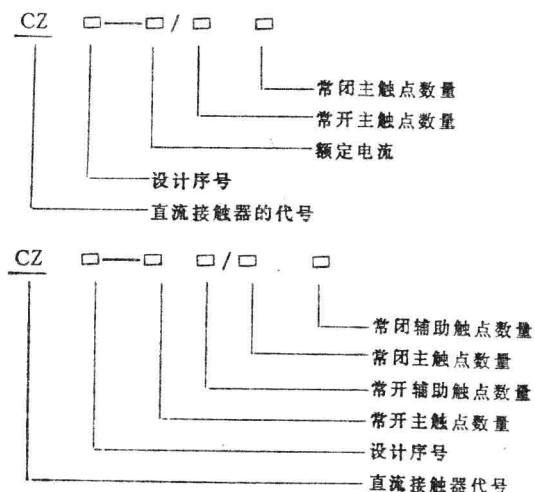
图 1.1—11 中电磁机构的交变磁通穿过短路环所包围的截面 S_2 在环中产生涡流,根据电磁感应定律,此涡流产生的 φ_2 在相位上落后于截面 S_1 中的磁通 φ_1 、由 φ_1 、 φ_2 产生的吸力 F_1 、 F_2 示于图 1.1—11b),作用在衔铁上的力是 $F_1 + F_2$,只要此合力始终超过其反力,衔铁的振动现象就消失了。

(二)接触器的主要技术数据

1、以交流接触器 CJ0、CJ10、CJ12,直流接触器 CZ0 为例介绍。



例: CJ12—250/3 为 CJ12 系列交流接触器,额定电流 250A,主触点三极。CJ12T—250/3 为 CJ12T 系列。余同上。



例 CZ0—100/20 为 CZ0 系列直流接触器,额定电流 100A,双极常开主触点。

CJ0,CJ10,CJ12 系列直流接触器基本技术数据见表 1—1 到表 1—4。

我国生产的交流接触器常用的有 CJ1、QC1、QC2、CJ0、CJ10、CJ12 等系列产品。CJ10、CJ12 新系列接触器所有受冲击的部件采用了缓冲装置;合理地减少触点开距和行程;运动系统布置合理,结构紧凑;采用结构联结,不用螺钉,维修方便。

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、工艺性好、零部件通用性强等优点。

2、额定电压。接触器铭牌额定电压是指主触点上的额定电压。其电压等级：

表1-1 CJ0 系列交流接触器技术数据表

型 号	主触点额定电流 (A)	工作线圈电压 (V)	辅助触点额定电流 (A)	可 控 电 动 机 功 率 (kW)		
				127 V	220 V	380 V
CJ0-10	10	36、127 220、380	5	1.5	2.5	4
CJ0-20	20			3	5.5	10
CJ0-40	40			6	11	20
CJ0-75	75			13	22	38

表1-2 CJ10 系列交流接触器技术数据表

型 号	额 定 电 流 (A)	联锁触点额定电流 (A)	可 控 制 三 相 电 动 机 的 最 大 功 率 (kW)		
			220	380	500
CJ10-5	5	5	1.2	2.2	2.2
CJ10-10	10	5	2.2	4	4
CJ10-20	20	5	5.5	10	10
CJ10-40	40	5	11	20	26
CJ10-60	60	5	17	30	
CJ10-100	100	5	29	50	
CJ10-150	150	5	47	75	

表1-3 CJ12 系列交流接触器技术数据表

型 号	额 定 电 流 (A)	额 定 电 压 (V)	极 数	辅 助 触 点			
				额定电压(V)	额定电流(A)	触 点 组 合	
CJ12-100	100	交流380	3	交流380	10	三常开三	
CJ12-150	150					常闭或五	
CJ12-250	250			直流220		常开一常	
CJ12-400	400					闭任意组	
CJ12-600	600					合	

表1-4 CZ0 系列直流接触器技术数据表

型 号	额 定 电 压 (伏)	额 定 电 流 (安)	额定操作频率 (次/小时)	主触点型式及数量		联锁触点有效数量	
				常 开	常 闭	常 开	常 闭
CZ0-40/20	440	40	1200	2		2	2
CZ0-40/02			600		2		
CZ0-100/20		100	1200	2		2	2
CZ0-100/10			600	1	1		
CZ0-100/01		150				2	1
CZ0-150/20			1200	2		2	2
CZ0-150/10			600	1			
CZ0-150/01					1	2	1
CZ0-250/20		250		2			
CZ0-250/10				1		3	2
CZ0-400/20			600	2			
CZ0-400/10				1			
CZ0-600/10		400		1			
		600		1			

直流接触器:220 伏、440 伏、660 伏。

交流接触器:220 伏、380 伏、500 伏。

如果负载是 380 伏的三相异步电动机,则应选 380 伏的交流接触器。

3、额定电流。接触器铭牌额定电流是指主触点的额定电流。其电流等级:

直流接触器:25 安、40 安、60 安、100 安、150 安、250 安、400 安、600 安。

交流接触器:10 安、15 安、25 安、40 安、60 安、100 安、150 安、250 安、400 安、600 安。

上述电流是指接触器安装在敞开式控制屏上;触点工作不超过额定温升;负载为间断——长期工作制时的电流值。所谓间断——长期工作制是指接触器连续通电时间不超过 8 小时。若超过 8 小时,必须空载开闭触点三次以上。以消除表面氧化膜。如果上述诸条件改变了就要相应修正其电流值。具体如下:

当接触器安装在箱柜内,由于冷却条件变差,要降低电流 10~20% 使用;

当接触器工作于长期工作制,安装是敞开式,电流降低 20~25%;安装在箱柜内,电流降低 25~35% 使用;

当接触器工作于重复短时工作制,而且通电持续率不超过 40%;敞开安装,电流允许提高 10~25%;箱柜安装,允许提高 5~10% 使用。

介于上述情况之间者,可酌情增减。

4、线圈的额定电压及其电压等级:

直流线圈:24 伏、48 伏、220 伏、440 伏。

交流线圈:36 伏、127 伏、220 伏、380 伏。

选用时一般交流负载用交流接触器,直流负载用直流接触器,但交流负载频繁动作时可采用直流吸引线圈的接触器。

通常采用的直流 110 伏、220 伏;交流 127 伏、220 伏、380 伏。直流接触器断开时产生过电压可达 10~20 倍,故不宜采用高电压等级(440 伏已停止生产)。而电压太低接通此线圈用的继电器或接触器的联锁触点不可靠(如灰尘、或油层存在)。

5、额定操作频率。即每小时接通次数。交流接触器最高为 600 次/小时;直流接触器可高达 1200 次/小时。

综上所述,选择接触器可按下述步骤进行:根据负载性质确定工作任务类别,并根据类别确定接触器系列[详见我国电工专业标准(D)25—59(D210—61)];根据负载额定电压确定接触器额定电压;根据负载电流确定接触额定电流,并根据外界实际条件加以修正;选定吸引线圈的额定电压;根据负载情况复核操作频率应在额定范围内。

最后,简要介绍一下国外交流接触器的发展情况。近十余年来,新型元件(如可控硅)大量问世,但由于交流接触器具有过载能力强、结构简单、维护方便、价格低廉等一系列优点,日本近十余年交流接触器产量增加达 30 倍。目前世界各国的电器制造厂和科研机构对交流接触器的研究和制造正进行着新的工作。二十年代末期世界各国以转动式交流接触器为主要产品,四十年代开始采用直动式交流接触器,当前交流接触器发展趋势大致如下:

(1)提高通断能力。国际电工标准 IEC158—1 和西德规范 YDE—0660 规定交流接触器的通断能力在额定电压和 $\cos\varphi=0.4$ 时接通和切断 10~12 倍额定电流,许多国家提高到 20~30 倍。如日本户上公司生产的 UNK 系列交流接触器通断能力达 133~200 倍。

(2)提高使用寿命。IEC185—1 标准规定交流接触器的机械寿命为 1 千万次。某些国家产品如表 1—5 所示。

(3)小型化。这是世界各国发展交流接触器的总趋势。近 20 年来国际上机械寿命与电气寿命提高了 20 倍,安装面积减少了 25%。表 1—6 列出了近 20 年某些国家接触器主要参数对比数值。

(4)新材料的应用。近十余年来,化学工业与冶金工业为接触器提供了大量新材料。如产品中的易磨损零件采用了高耐磨性和高弧装置用高级苯酚树脂塑料;触点用银氧化镉。都收到了良好效果。

表1-5 某些国家的交流接触器的操作频率、电寿命和机械寿命的比较表

国 别	企业名称	产品系列	额定操作频率 (次/小时)	机械寿命(万次)	电寿命 (万次)	备 注
国际电 工标准 I. E. C.			最高1200	最高1000	AC3 工 作 制时 不少于机械寿命的 1/20	
瑞 典	ASEA	EG	3000	500~2000		
西 德	西 门 子	K915	1000~2000	1000~1500		
意大利	Ghisalba	E	600~3400	100~1000		
日 本	户 上	PAK-U	1200	500~1000	50~200	
	户 上	UNK	1200	500	50	
	神 钢	K-EP	1200	500	50	
比利时	ACEC	KT	600~1200	800~1200		
瑞 士	SBIK	DL	1000~3000		50~300	
苏 联		KПT6000	1200	1000~15000	50~100	
		KT6000	1200	500~1000	50~100	
		KT7000	1200	500	50	
英 国	BHI	3000	1200	1000	200	
法 国	BBC	R	600~1200	1000	150~200	

表1-6 某些国家接触器主要参数对比数值表

接 触 器	外 形 尺 寸	机械寿命 (百万次)	接 触 器	外 形 尺 寸	机械寿命 (百万次)
	长 宽 高 (毫米)			长 宽 高 (毫米)	
1952	112、222、165	< 1	1972	89、108、82	>10

(5)派生产品增加。如交直流通用接触器。

(6)产品系列化。有利于节省材料、提高质量。目前国外许多系列接触器已做到只要用

途一样,技术参数基本一样,只是结构不同。

(7)发展方向。目前交流接触器仍是电磁式的,它有许多弱点。随着半导体技术的发展,日本已制成一种半导体接触器、它无火花、无触点、体积小、重量轻、技术性能优越。但由于目前过载能力低、成本高,发展尚有阻碍。但可预见半导体接触器将是今后发展的主要方向之一。

二、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,它主要用于反映控制信号,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: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: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: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:有触点继电器、无触点继电器。

按用途分: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、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如图 1.1—12 所示。这一矩形曲线统称为继电特性。

当继电器输入 X 由零增至 X_F 以前,继电器输出量 Y 为零。当输入量增加到 X_X 值时,继电器吸合,通过其触点的输出量为 Y_c 值,当 X 再增加, Y 值不变。当 X 减少到 X_F 时继电器释放,输出由 Y_c 降到零, X 再减少 Y 值永为零。图中:

X_X 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_F 称为继电器释放值,欲使继电器释放输入量必须小于此值;

$K_F = X_F / X_X$ 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_F 值。例如一般继电器要求低返回系数 K_F 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_F 值在 0.6 以上,设某继电器 $K_F = 0.66$,吸上电压为 90% 额定电压,则电压低于 60% 额定电压时继电器释放,起到欠电压保护作用。 K_F 值是可以调节的,具体方法随着继电器结构不同而有所差异。

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所需的时间;释放时间是从线圈失电到衔铁完全释放所需的时间。一般继电器的吸合时间与返回时间为 0.05~0.15 秒。快速继电器为 0.005~0.05 秒,它的大小影响着继电器的操作频率。

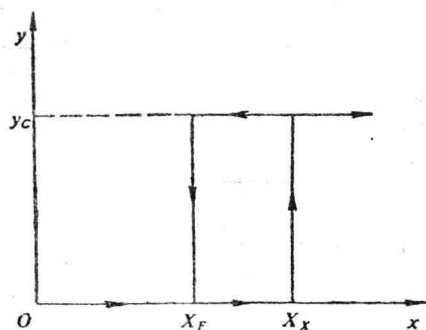


图 1.1—12 继电特性

(一)电磁式继电器

常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(触点数量及容量)作用。

1、电磁式继电器结构与原理。电磁式继电器与接触器类似是由铁芯、衔铁、线圈、释放弹簧和触点等部分组成，如图 1.1—13 所示。

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导线粗，这样通过电流时的压降很小，不会影响负载电路的电流，而导线粗电流大仍可获得需要的磁势。电压继电器的线圈与负载并联以反映负载电压，其线圈匝数多而导线细。

电流继电器与电压继电器根据其用途又可分为过电流(或过电压)继电器；欠电流(或欠电压)继电器。前者电流(或电压)超过规定值铁芯吸合，后者电流(或电压)低于规定值铁芯释放。

电磁式继电器吸力特性、阻力特性，及其动作原理，与接触器类似，不再重复。其返回系数可通过调节释放弹簧松紧程度(拧紧时， X_s 与 X_F 同时增大， K_F 增大；放松时， K_F 减少)；调整铁芯与衔铁间非磁性垫片的厚薄(减薄时 X_F 减少， K_F 减少；增厚时 K_F 增大)进行调节。

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 等系列。这里对电流、电压、中间继电器分别举例介绍如下：

(1)JL3 系列电磁式电流继电器。型号示意如下。主要技术数据见表 1—7。其中 JL3 表示直流继电器；JL3J 表示交流继电器；JL3S 表示该继电器有两个线圈，一个是吸引线圈，另一个是保持线圈或是释放线圈。所谓保持线圈是在继电器通电吸合后它也通电保持衔铁不动，避免震动引起的误动作。所谓释放线圈是使继电器释放用的，这种继电器为了节电，衔铁吸合后，吸引线圈就断电，靠锁扣锁住衔铁，要释放时先接通释放线圈，打开锁扣，衔铁靠弹簧作用而释放复位。

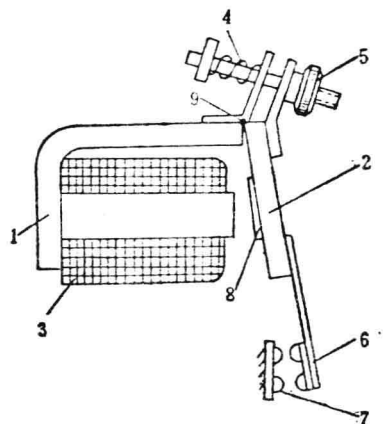
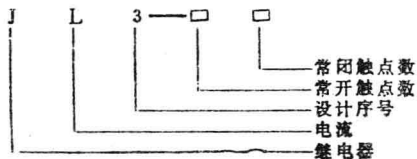
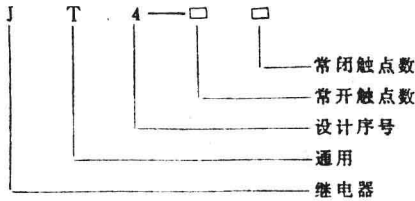


图 1.1—13 电磁式继电器原理图
1—铁芯 2—衔铁
3—线圈 4—释放弹簧
5—调节螺帽 6—动触点
7—静触点 8—非磁性垫片
9—旋转棱角



(2)JT4 系列电磁式交流通用继电器。本系列产品可用于交流电压继电器。型号示意如下。主要技术数据见表 1—8。



用作电压继电器时,电压线圈有 110、127、220、380 伏四种。

(3)JZ7 系列中间继电器。可用于 500 伏以下控制电路中。型号示意如下。主要技术数据见表 1—9。

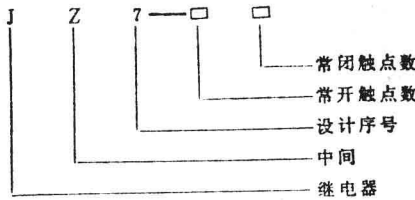


表1-7 JL3 系列继电器技术数据表

型 号	额 定 电 流 (安)	动作电流整定范围	触点组合形式与数量 (常开、常闭)	复位方式
JL3-□□	1.5, 2.5, 10, 25, 50, 100, 150, 300, 600, 1200	70~300% I_{ed}	01, 10, 11, 02, 20	自 动
JL3-□□S	1.5, 2.5, 10, 25, 50, 100, 150, 300, 600, 1200	70~300% I_{ed}	01, 10, 11, 02, 20	手 动
JL3-□□J	1.5, 2.5, 5, 10, 25, 40, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600	75~200% I_{ed}	01	自 动

表1-8 JT4 系列继电器技术数据表 (用作过电流继电器)

型 号	额 定 电 流 (安)	动作电流调整范围	触点组合形式与数量 (常开, 常闭)	复 位 方 式
JT4-□□L	5, 10, 15, 20, 40, 80,150, 300, 600	110~350% I_{ed}	01, 10, 02, 20, 11	自 动
JT4-□□S	5, 10, 15, 20, 40, 80,150, 300, 600	110~350% I_{ed}	01, 10, 02, 20, 11	手 动

上面三例仅作为代表性的例子来说明其符号意义主要技术规格。实际选用时可查电器

表1-9 JZ7 系列继电器技术数据表

型 号	额定电压(伏)		吸引线圈电压 (伏)	额定电流 (安)	触 点 数 量		最高操作 频率 (次/小时)	机械寿命 (万次)	电气寿命 (万次)
	交 流	直 流			常 开	常 闭			
JZ7-22	500	440	36, 127, 220, 380, 500	5	2	2	1200	300	100
JZ7-41	500	440	36, 127, 220, 380, 500	5	4	1	1200	300	100
JZ7-44	500	440	12, 36, 127, 220, 380, 500	5	4	4	1200	300	100
JZ7-62	500	440	12, 36, 127, 220, 380, 500	5	6	2	1200	300	100
JZ7-80	500	440	12, 36, 127, 220, 380, 500	5	8	0	1200	300	100

手册或有关参考资料。

(二)时间继电器

凡时在敏感元件获得信号后,执行元件要延迟一段时间才动作的电器叫做时间继电器。这里指的延时区别于一般电磁继电器从线圈得电到触点闭合的固有动作时间,时间继电器种类很多。这里仅就常用的电磁式、空气阻尼式、电动机式、半导体式时间继电器加以介绍。

1、直流电磁式时间继电器。这种继电器和直流电磁式电压继电器相比只是在铁芯上增加了一个阻尼铜(铝)套。其结构示意图如图 1.1—14。由电磁感应定律可知在继电器通断电过程中铜套内将感生涡流反对穿过铜(铝)套的磁通变化,因而对原吸合磁通起了阻尼作用。

这种延时继电器的延时较短,JT 系列最长不超过 5 秒,而且准确度较低,一般只用于要求不高的场合。如电动机的延时起动,影响延时准确度的原因。一是环境温度变化时要影响铜(铝)套电阻值,因此用铜套时采用电阻值较低的电解铜制成,可以增大时间常数($T=\frac{L}{R}$);

同时将铜(铝)套和线圈分别套在不同铁芯柱上,使它们离开一段距离以减少线圈发热对铜(铝)套的影响;二是易受电源电压波动的影响,当电压下降,磁通减少,磁通变化量减少。铜(铝)套阻尼作用减少,则延时减少,通常磁路设计工作于饱和区,尽量减少这种影响。

常用的直流电磁式时间继电器有 JT3 系列 JS3 系列。下面以 JT3 系列为例介绍其型号示意方法及其主要技术数据。如表 1—10 所示。

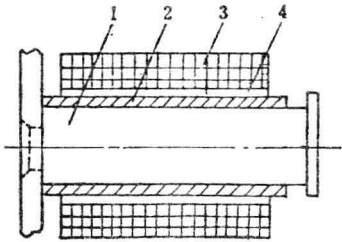
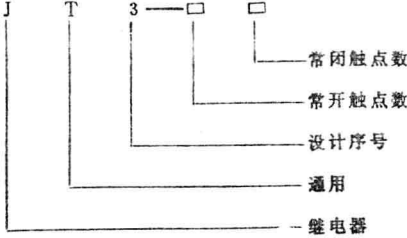


图 1.1-14 带有阻尼铜(铝)套的铁芯示意图
1—铁芯 2—阻尼铜(铝)套 3—线圈
4—绝缘层