

电气工人职业技术培训教材

实用电工学

(下册)

韩有志 胡浩文 董世份 编

样书



重庆大学出版社

实 用 电 工 学

(中级本)

下 册

韩有志 胡浩文 董世份 编

责任编辑 贾 肇 武

※ ※

重庆大学出版社出版发行

新 华 书 店 经 销

重庆电力学校印刷厂印刷

※ ※

开本: 787×1092 1/16印张: 24.25字数: 605千

1988年2月第1版 1988年4月第2次印刷

印数: 11001—28000

标准书号: ISBN 7—5624—0023—7
TM · 4

定价: 4.95元

内 容 提 要

本书全面、系统地介绍了电工基本理论知识、电子技术基础及常用电气设备的基本结构、原理、安装、使用、维修、故障分析和有关电工测试技术等实用知识。还叙述了新技术、新工艺的应用，以及简单的电气控制线路及安全用电知识。

本书适用于具有初中文化程度的电气工人和待业人员自学，也可作为电气工人的培训教材，并可供从事厂矿电气和农业电气工作的技术人员参考之用。本书分上、下册，此册为下册。

前 言

本书系为电工技术学习班编写的中级电工培训教材,适用于在职电工脱离或不脱离生产岗位的情况下,较为系统地学习本专业知 识,提高技术水平。通过中级技术理论的学习,使读者具有四至六级电工“应知”、“应会”的技术理论知识和实际操作技能,并能根据此书基础理论知识、专业实践知识增强分析和解决生产实际问题,从事技术革新的能力。

近几年来电工技术学习班以本书作教材,举办了多期面授班、刊授班,学员人数达两万余人。学员和辅导员通过自学和教学的实践,认为本书内容丰富,较有实用价值,能满足读者自学的需要。根据读者使用后提出的意见,对原教材进行了修改和补充,使读者在自学的过程中,能增强理解能力和自学能力,便于不同工种的电工能从本书中选择适合本身工作需要的内容进行自学,同时也给需要培训中级电工的单位提供了合适的教材。

《实用电工学》作为一门函授的教材来加以探索,为时不久,编写这样一本书,无论对作者和编者来说,都是一种尝试,非常欢迎读者和各方面的专家、学者予以指导。

本书分上下册共十五章。第一、七、八、十五章由重钢中专技工学校胡浩文编写,第二、三、四、五、六、九、十章由重庆市技工学校教学研究室韩有志编写,第十一、十二、十三、十四章由中国科学技术情报研究所重庆分所董世份编写,第四章第七节、第五章第十节、第六章第八节由董世份编写。

重庆大学电气工程系徐国禹教授、杨秀苔副教授等对本书提出了宝贵的修改意见。在编写和修改本书的过程中,还得到了重庆市电机工程学会科普工作委员会、中国科学技术情报研究所重庆分所、重钢中专技工学校、重庆五一技工学校、重庆市技工学校教学研究室等单位的帮助和大力支持。此外还有下列同志协助我们收集资料、整理资料和绘图:董大庆、刘百川、蔡小玲、魏新民、张家茂、韩建华、韩震、朱新芳、樊立基、方娴、胡红宇、李富修。在此向他们表示衷心感谢。

本书责任编辑是贾肇武,全书由董世份主持审编。由于我们业务水平有限,错误之处,在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

一九八七年一月于重庆

目 录

第七章 高、低压电器	(1)
第一节 低压电器概述	(1)
第二节 接触器	(3)
第三节 继电器	(13)
第四节 非自动切换电器	(26)
第五节 熔断器	(36)
第六节 自动开关	(41)
第七节 高压电器	(47)
第八章 电力拖动	(57)
第一节 概述	(57)
第二节 电气控制线路的原理图与安装接线图	(57)
第三节 三相鼠笼式异步电动机的直接起动控制	(60)
第四节 三相鼠笼式异步电动机的降压起动控制	(65)
第五节 三相鼠笼式异步电动机的调速	(77)
第六节 三相鼠笼式异步电动机的制动控制	(80)
第七节 三相绕线式异步电动机的起动控制	(89)
第八节 三相绕线式异步电动机的调速控制	(98)
第九节 三相绕线式异步电动机的制动控制	(99)
第十节 桥式起重机的控制线路	(102)
第十一节 直流电动机的起动控制	(117)
第十二节 直流电动机的制动控制	(119)
第十三节 直流电动机的调速	(123)
第九章 电子技术基础	(129)
第一节 电子管简介	(129)
第二节 晶体二极管及整流	(132)
第三节 滤波电路	(139)
第四节 晶体三极管及放大原理	(142)
第五节 振荡器原理	(148)
第六节 可控硅管	(150)
第七节 单结晶体管触发电路	(154)
第十章 常用电工仪表	(159)
第一节 电工测量仪表的分类	(159)
第二节 电工测量仪表的组成及原理	(162)
第三节 电工仪表的误差与精确度	(164)
第四节 电工仪表的选择、使用与维护	(167)
第五节 磁电系测量仪表	(168)
第六节 磁电系电流表	(170)

第七节 磁电系电压表与附加电阻.....	(174)
第八节 电磁系测量仪表的结构与原理.....	(175)
第九节 电动系测量仪表的结构与原理.....	(178)
第十节 电动系功率表的结构与使用.....	(180)
第十一节 兆欧表.....	(185)
第十二节 万用表.....	(188)
第十三节 钳形电流表.....	(193)
第十四节 感应式电度表.....	(194)
第十五节 交流电度表的安装、使用与维护.....	(199)
第十一章 电气绝缘.....	(209)
第一节 电机绝缘材料的分类与特性.....	(209)
第二节 主要绝缘结构.....	(215)
第三节 绝缘老化的原因.....	(219)
第四节 绝缘材料的清洗与烘干.....	(221)
第十二章 电绝缘的预防性试验.....	(223)
第一节 绝缘电阻.....	(223)
第二节 介质损耗率的测量.....	(227)
第三节 交流电流试验法.....	(229)
第四节 接地线电流波形法.....	(230)
第十三章 电气照明.....	(234)
第一节 与照明有关的术语、单位和计算.....	(234)
第二节 光源.....	(242)
第三节 照明线路的其它设备.....	(275)
第四节 照明电路和照明设备的检修.....	(282)
第五节 照明设备的节能.....	(289)
第十四章 架空电力线路.....	(300)
第一节 交流电架空电力线路的电压等级.....	(300)
第二节 架空电力线路的结构.....	(300)
第三节 架空电力线路的选择和技术参数.....	(306)
第四节 架空电力线路的巡视、检查和故障处理.....	(312)
第五节 配电设备的节能.....	(315)
第十五章 安全用电.....	(322)
第一节 触电事故分析.....	(322)
第二节 安全电压.....	(326)
第三节 保护接地和接零.....	(326)
第四节 防雷保护.....	(328)
第五节 触电急救常识.....	(330)
第六节 电气防火.....	(332)
附录一 常用电工设备图形符号及电力、照明平面图图形符号.....	(335)
附录二 常用电工字母符号的说明.....	(363)
附录三 参考文献.....	(367)

第七章 高、低压电器

第一节 低压电器概述

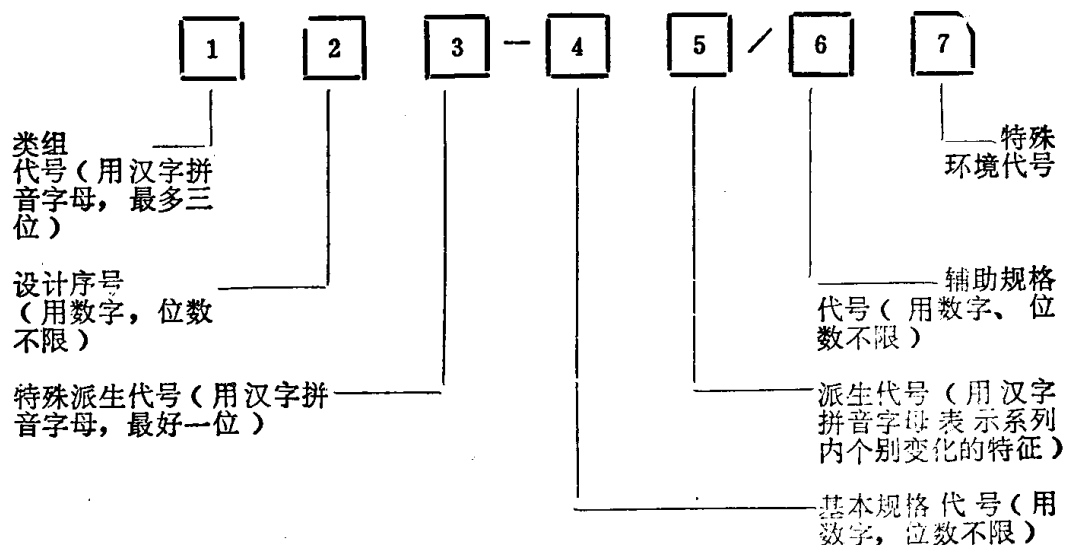
随着我国四化建设突飞猛进地发展，就需要不断提高生产过程电气化和自动化。电动机是生产中广泛应用的动力机械，为了实现电气化、自动化和提高生产率，就必须学习掌握电动机和由它拖动的生产机械的控制和保护。而这种控制和保护是由多种电器组成的。

凡是用来对电能的产生、输送、分配和使用起开关、保护和调节作用的电气设备，以及利用电能来控制、保护和调节非电过程和非电装置的电气设备统称为电器。而工作在交流1000V及以下与直流1200V及以下的电器，我们称之为低压电器。随着科学技术和生产的不断发展，某些工业部门使用的低压电器，它的电压等级会逐步提高，因此划分低压电器的电压等级范围也将相应提高。

低压电器品种繁多、产量很大、用途极广。无论在工农业生产、交通运输上，还是在日常生活等方面都需要应用各种低压电器。如一个年产30万吨合成氨的工厂，就需要低压电器数百个品种，数千件产品。而一套1700mm的连轧机，就需要成干个品种、上万件低压电器。总之，低压电器对我国国民经济的发展起着很大的作用。

低压电器按它的动作性质可分为自动切换电器和非自动切换电器。自动切换电器是按照外来信号或本身参数变化自动动作的电器，如接触器、继电器等。非自动切换电器主要是用手直接操作的电器，又称手控电器，如刀开关、按钮、转换开关和控制器等。

我国低压电器产品的型号编制方法如下：



应当注意，型号中的字母均为汉字拼音字母，并非外语字母。

低压电器基本上包括十二大类产品，它们的型号类组代号列于表7.1.1。

表7.1.1 低压电器产品型号类组代号

代号	名称	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和熔断器				刀开关				封闭式负荷开关		开启式负荷开关		螺旋式				熔断器式开关	刀形转换开关					其他	混合式
R	熔断器			插入式					汇流排式				密封管式					快速	有材料管式			限流	其他	
D	自动开关											照明	灭磁					快速			框架式	限流	其他	塑料外壳式
K	控制器							鼓形							平面				凸轮				其他	
C	接触器							高压		交流					中面			时间					其他	直流
Q	起动器									减压								手动		油浸		星三角	其他	综合
J	控制继电器											电流					热	时间	通用		温度		其他	中间
L	主令电器										主令控制器							主令开关	足踏开关	旋钮	万能转换开关	行程开关	其他	
Z	电阻器																	烧结元件	铸铁元件			电阻器	其他	
B	变阻器																	石墨	起动调速	油浸	液体	滑线式	其他	
T	调整器																							
M	电磁铁																							制动
A	其他								接线盒			铃				牵引								

第二节 接触器

接触器是一种用来频繁地接通或切断带负载的主电路和大容量的控制电路，便于实现远距离控制的自动切换电器。接触器主要控制对象是电动机，也可用于控制其它电力负载。据统计，电力系统的能量一半以上是通过接触器分配到各种用电器——电动机、电热器、电焊机、电炉变压器、电容器组等。接触器生产方便、成本低廉，随着生产过程自动化的迅速发展，它的应用日益广泛。

接触器按其主触头通过电流种类不同可分为交流接触器和直流接触器两种。

一、交流接触器

交流接触器用来接通或分断交流电路。它的主要组成部分是：电磁机构、触头系统和灭弧装置。

1. 电磁机构

电磁机构是接触器的“感测”元件，当它感测到一定值的电信号时就带动触头闭合或分断。

电磁机构主要包括线圈、静铁芯和动铁芯(又称衔铁)，图7.2.1是CJ12B型交流接触器的电磁机构。

由于交流接触器的电磁机构一般是交流励磁，为了减小涡流、磁滞损耗，防止铁芯过热，铁芯是硅钢片迭合而成。对于交流励磁而言，铁损(即涡流、磁滞损耗)比铜损引起的发热大，为了增加铁芯的散热表面、励磁线圈做得粗而短。

电磁机构静铁芯的部分端面上嵌有短路环，下面分析它的作用。

对于交流电磁机构产生的吸力可用下式计算：

$$F = \frac{1}{2} \left(\frac{\phi}{5000} \right)^2 \cdot \frac{1}{S}$$

其中S是静铁芯的端面面积，是常数，由上式可知，吸力F与磁路磁通 ϕ 的平方成正比。由于线圈通过的是交流电，磁通 ϕ 是变化的，因而吸力F也是变化的。当交流电过零时，磁通为零，吸力也就为零，衔铁在复位弹簧作用下就要释放。而交流电过零后，磁通增加较快，吸力上升更快，衔铁又被吸合，这样循环往复下去，就使电磁机构产生振动和噪音，振动使触头接触不良，容易烧损和熔焊，同时使电器结构容易松散、减低寿命。噪音会使工人疲乏，影响工作，为了克服这个缺点，采用了短路环装置。

如图7.2.2所示，短路环安装在静铁芯的部分端面上。线圈励磁电流产生的磁通被短路环分为两部分：一部分 ϕ_1 不穿过短路环，另一部分 ϕ_2 穿过短路环。其中 ϕ_2 要在短路环中产生感应电流，形成附加磁通 ϕ_2' ，即穿过短路环的总磁通为 $\phi_2 + \phi_2'$ ，很明显： $\phi_2 + \phi_2'$ 与 ϕ_1 存在相位差，说明短路环内外的磁通不同时为零，这样就能在交流电过零时仍然吸住衔铁，从

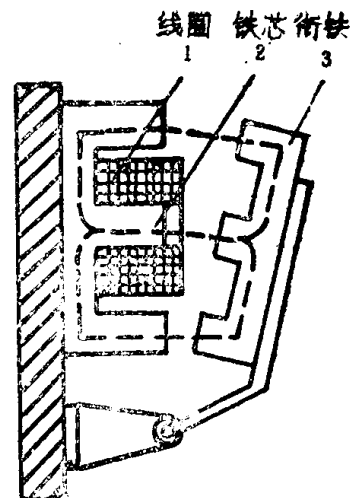


图7.2.1 交流接触器的电磁机构

而大大削弱了振动。交流接触器在使用过程中如果短路环断裂或脱落，衔铁就会产生强烈的振动和刺耳的噪声。

2. 触头系统

触头系统是接触器的执行元件，执行接通或分断电路的任务。

触头系统主要由主触头，辅助触头和触头弹簧等组成。触头由于频繁分合和电弧烧灼是接触器中重要而薄弱的环节。

接触器的触头有以下型式：

点接触——触头之间是球面和球面或是球面与平面的接触。图7.2.3(a)为桥式点接触触头，它允许通过的电流较小，一般作为接触器的辅助触头。

线接触——触头之间是弧面与弧面或是弧面与平面的接触。图7.2.3(c)为指形线接触触头，它允许通过较大的电流，用作接触器的主触头。这种触头应用很广，在动、静触头闭合和断开的过程中，动触头沿着静触头滚动并略带滑动，这样能擦掉接触面上导电不良的氧化层，使触头接触良好。另外，这种分合过程使触头上的工作位置和断开位置分开，有利于工作位置不被电弧烧损。

面接触——触头之间是平面与平面的接触。图7.2.3(b)为桥式面接触触头，它允许通过大电流，用作接触器的主触头。

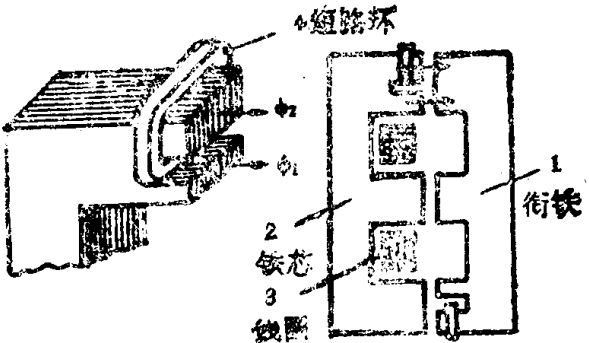


图7.2.2 交流电磁机构的短路环

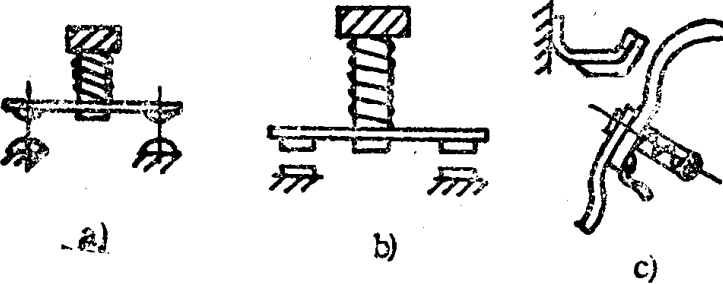


图7.2.3 接触器触头型式

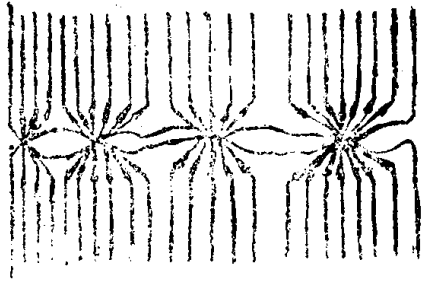


图7.2.4 接触面接触情况示意图

由于触头表面是凹凸不平的，触头闭合时表面接触情况如图7.2.4所示，实际上只有若干块小面积相接触，电流通过接触面时，从截面较大的导体收缩到截面很小的区域，显然，在接触面间电阻增大。另外，触头表面的氧化层和污染物的覆盖使接触面的电阻更大，这些附加电阻统称为接触电阻。

电流通过触头时，由于接触电阻存在，产生的热量会使触头温度升高，严重时将影响触头正常工作。一般情况下应尽量设法减小它。

通常减小接触电阻的方法有：

- 1) 增加触头间的压力，使触头间的有效接触面积增大。为此在接触器的触头上安置了触头弹簧，它既能增加触头间的压力，又能防止因振动而使触头断开。
- 2) 触头采用较软导电良好和不易氧化的材料制作。如采用银（或银基合金）、铜、钼和铜等材料，长时间工作的触头，不宜用铜做接触面，因为不能经常除去表面的氧化铜，这种

情况宜采用银材料，氧化银的导电性能与银差不多，不会影响触头的工作。

3) 保持接触面良好接触，防止接触面上污物覆盖。应当注意触头的使用条件和做好触头维护、修理工作，这对于接触器的正常工作具有重要意义，这方面的内容本节后面有所介绍。

3. 灭弧装置

当触头带负载断开电路时，触头间会出现耀眼的弧焰，这就是电弧。电弧一方面会烧损触头，减低接触器的寿命，另一方面会延长触头分断时间，甚至可能出现相间短路、威胁操作人员 and 整个电网安全供电。灭弧装置就是用来迅速地熄灭这种有害的电弧。

要理解灭弧装置为什么能迅速灭弧，首先应了解电弧是怎样形成的。

当触头刚分断时，触头间的气隙很小，线路电压全部加在这个很小的气隙上，使触头间的电场强度高达几百万V/cm，把处于阴极电位触头表面的自由电子强行拉出，出现强电场电子发射现象，这些电子以高速向阳极运动，在途中和中性气体分子碰撞，从而使气体分子电离，这种现象叫做碰撞电离。碰撞电离后产生的电子向阳极触头运动，产生的正离子向阴极触头运动，正离子质量较大，到达阴极触头时使触头温度升高，电子能量增加，当温度达到一定值时电子从触头表面逸出，出现热电子发射现象。在这些过程中气隙的温度升高，气体分子动能增加，相互碰撞加剧，进一步使气体分子电离，在这种热电离的过程中气隙电子密度更大了。

由于强电场电子发射、碰撞电离、热电子发射和热电离使气隙中有大量电子向阴极触头迅速运动，气隙由不导电变为强导电，就产生了电弧。

从电弧的形成可知，气隙中的强电场和高温是产生电弧的重要因素，灭弧装置的作用就是降低电弧的温度和电场强度，使气隙中的电子和正离子复合成中性分子，或使电子扩散到其它空间从而迅速熄弧。

交流接触器常用的灭弧装置有栅片式和双断口式灭弧装置。

栅片式灭弧装置主要由铜栅片和灭弧罩组成，图7.2.5为栅片灭弧的原理图，当电弧出现后，在电弧3的周围形成磁场4，由于铜片的磁阻比空气小得多，绝大部分磁通经过铜片形成回路，因此电弧的上部磁通非常稀疏，而下部的磁通就很稠密，这种下密上稀的磁通就把电弧拉入灭弧栅中，被拉入灭弧栅的电弧由栅片2分割成若干段，如图7.2.5所示。两片相邻的栅片可以看成是一对电极，而每对电极间存在150~200V的绝缘强度，当电源电压不足以达到每对栅片间的这个起弧电压，同时温度较低的栅片吸收电弧的热量，使电弧的温度降低，这样电弧就会很快地熄灭。

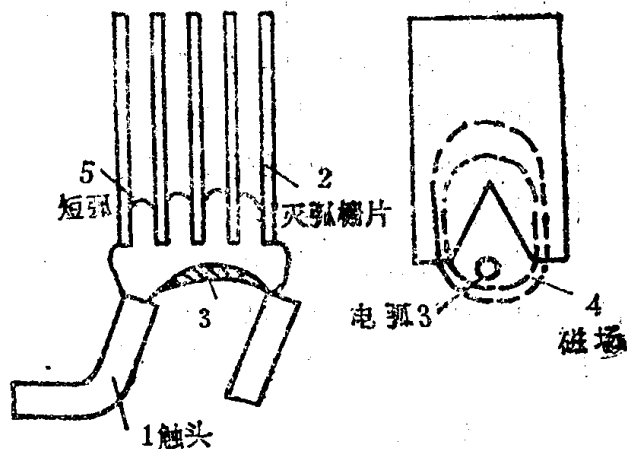


图7.2.5 栅片灭弧的结构原理图

双断口式灭弧装置主要由桥式触头和灭弧罩组成。桥式触头分断时如图7.2.6所示形成两个断口，每个断口都会出现电弧，这两段电弧平行而且靠近，由电弧电流的方向和根据右

手螺旋定则，两段电弧电流产生的磁场在内侧是相互加强，磁通比较稠密，而两段电弧的外侧磁场较弱，磁通比较稀疏，如图7.2.6(a)所示，因此两段电弧分别被拉向外侧进入灭弧罩中，使电弧受到拉长和冷却从而熄灭。有时为了加强磁场以增大使电弧运动的电磁力，可以如图7.2.6(b)所示，在触头附近的某些部位加装磁性片。

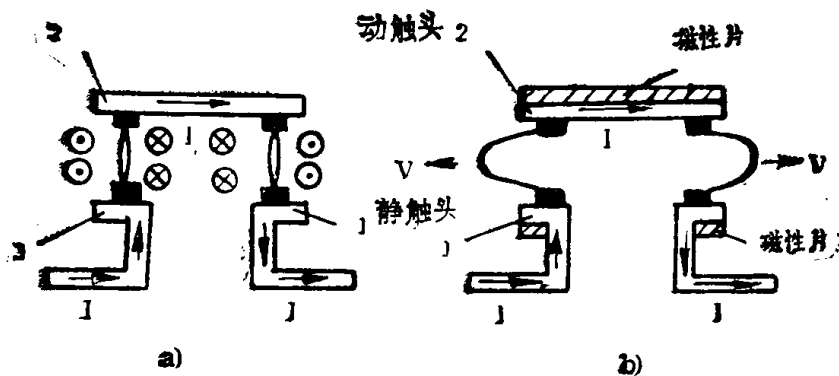


图7.2.6 双断口灭弧装置结构原理图

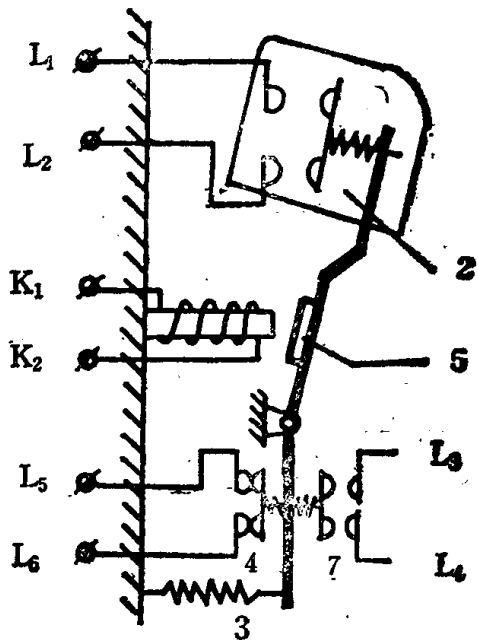


图7.2.7 接触器工作原理图

图7.2.7为接触器工作原理图，其中 L_1 、 L_2 是一相主触头的引出端， K_1 、 K_2 是电磁机构励磁线圈的引出端， L_3 、 L_4 及 L_5 、 L_6 分别是常开和常闭辅助触点引出端。交流接触器工作原理如下：

当接触器励磁线圈通电并获得吸合电压时，衔铁5被吸合，与衔铁联在一起的连杆带动主触头与静主触头2闭合，接通主电路；同时，常闭辅助触点4被分断，常开辅助触点7被闭合，切换控制电路。当线圈断电后，衔铁在复位弹簧3的作用下释放，主触头断开，分断主电路，同时辅助触点复原。

应当注意，交流接触器不宜用在操作很频繁的场所，因为交流接触器在起动时，铁芯与衔铁间的气隙大，即磁路中的磁阻大，磁通较弱，产生阻碍交流电流通过的电抗就小。此时通过线圈的激磁电流就很大，往往是额定电流的十倍至十五倍，若频繁操作，很大的起动电流会引起线圈发热，甚至能烧毁线圈。因此在操作很频繁的场所，如某些轧钢的控制系统，其中的接触器采用直流励磁，以适应频繁的吸合和分断。

交流接触器的线圈严禁接到直流电源上，因为交流线圈电流 $I = U/Z$ ，而 $Z = \sqrt{X_L^2 + R^2}$ ，当误接到直流电源上时 X_L 消失， R 之值相当小，因此 I 就相当大，会使线圈烧毁。

我国目前生产的交流接触器主要有CJO、CJ10、CJ12B等系列产品。

二、直流接触器

直流接触器的组成基本上和交流接触器相同，仍然由电磁机构，触头系统和灭弧装置等三个主要部分组成。它和交流接触器比较有以下区别。

1. 直流接触器的电磁机构由于没有涡流损耗和磁滞损耗，所以它的铁芯由整块软钢组成，它的端面上无需安装短路环。电流通过线圈时存在铜损，为了散热，线圈做成长而薄的圆筒状。

2. 直流接触器采用的是磁吹式灭弧装置。

图7.2.7为磁吹式灭弧装置的结构原理图。图中磁吹线圈1由扁铜片绕制成几匝，它在电路上与静触头串联，为了减小磁路的磁阻，以增大穿过触头间隙的磁通，在磁吹线圈中装有铁芯2，并在铁芯两端平行地安装有两磁性夹板5（如图7.2.8（b）所示，动静触头安置在两

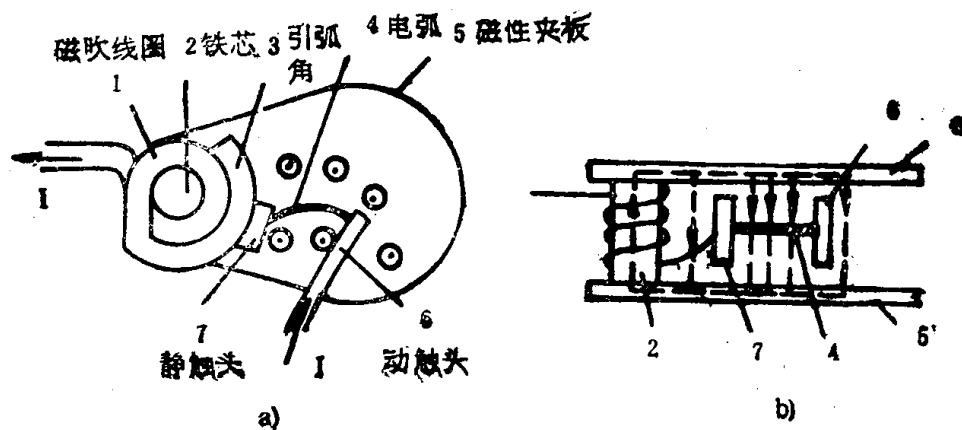


图7.2.8 磁吹式灭弧装置结构原理图

磁性夹板中。当触头闭合时，电流通过磁吹线圈产生的磁通，穿过铁芯和夹板并在夹板之间形成接近平行的磁场，其方向如图7.2.8（b）中虚线箭头所示。当动静触头分断并产生电弧4时，由于夹板中磁场方向与动静触头间的电弧垂直，根据左手定则，电弧受到一个向上的电磁力 F ，电弧被拉长，好象是被吹入灭弧罩中而被熄灭。

有些交流接触器的灭弧装置中也附加了磁吹线圈，以便产生附加磁场，使电弧受到更大的电磁力，驱使电弧迅速进入灭弧罩中熄灭。

3. 交流接触器起动电流大，不适用于频繁吸合和分断的场合，它的最高操作频率是600次/h。直流接触器的操作频率较高，最高为1200次/h。

直流接触器线圈承受电压时，由于线圈电感的作用，励磁电流是按指数曲线上升，只有当电流接近稳定值后，才能吸动铁芯，又由于机械惯性的影响，吸合衔铁存在一个时滞，使得直流接触器的固有动作时间为0.09~0.4s，固有释放时间为0.03~0.12s。

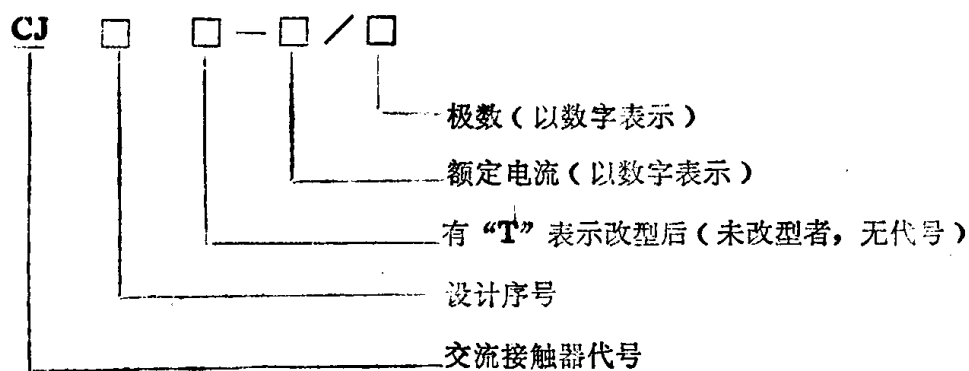
交流接触器因交流励磁电流的增长过程在第一个 $\frac{1}{4}$ 周期内结束，比直流接触器短得多，因而交流接触器的平均固有动作时间仅为0.05~0.07s，固有释放时间为0.02~0.05s。

直流接触器的类型较多，常用的有CZO、CZ1、CZ2、CZ3、CZ5等系列产品。

三、接触器的主要技术数据

1. 接触器型号表示的意义

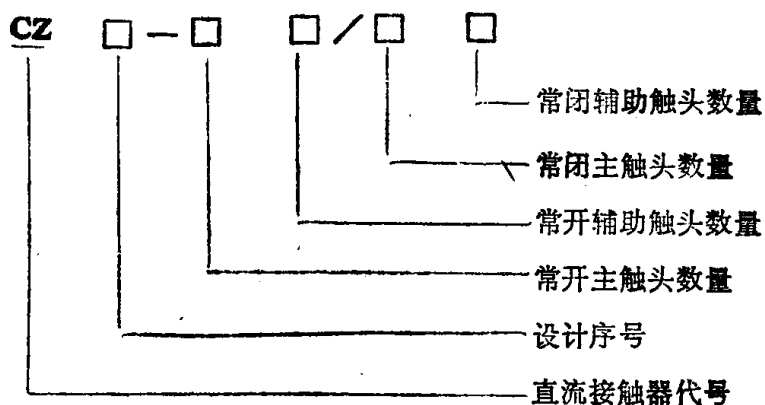
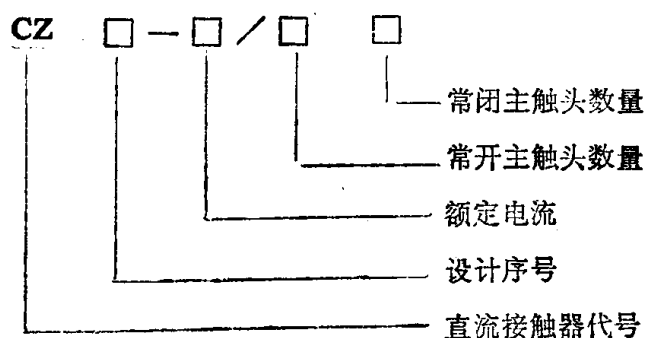
交流接触器型号表示的意义：



例如CJ12—250/3为CJ12系列交流接触器, 额定电流250A、主触头是三相。

又如CJ12T—250/3型和CJ12—250/3型比较, 结构、性能有所不同, 但额定电流、极数相同。

直流接触器型号表示的意义:



例如CZO—100/20为CZO系列直流接触器, 额定电流为100A, 有双极常开触头, 无常闭触头。

2. 额定工作电压、电流。

接触器铭牌上的额定电压、电流是指主触头的额定工作电压、电流。

接触器主触头的额定工作电压: 交流接触器主要有380、660及1140V; 直流接触器主要有220、440及660V。辅助触头: 交流380V、直流220V。

接触器主触头的额定电流有: 6、10、16、25、40、60、100、160、250、400、600、1000、1600、2500及4000A。接触器控制电动机负载时, 在设计接触器的触头时已考虑到接

通时起动电流的问题。选择接触器时，主触头的额定电流等于或稍大于电动机的额定电流即可。

3. 使用类别

每一种型号的接触器都有一定的接通、分断能力，它是指接触器主触头在工作情况下能可靠地接通和分断的电流值。由于接触器控制的负载是多种多样的，所以对用于不同类别负载的接触器，它的接通、分断电流就有很大差异，不同系列的接触器就是根据使用负载的不同类别设计出来的。

交流接触器可分为JK0、JK1、JK2、JK3、JK4等五种使用类别。

JK0类用于接通和分断无感负载或微感负载，如电阻炉；JK1类用于绕线型电动机的起动和运转状态下断开；JK2类用于绕线型电动机起动，反接制动、反向与频繁通断；JK3类用于鼠笼型电动机起动和运转状态下断开；JK4类用于鼠笼型电动机起动、反接制动、反向与频繁通断等。例如CJ10系列交流接触器就是根据JK3使用同类别设计的。

直流接触器的使用类别分为四种：ZK1、ZK2、ZK3、ZK4。

ZK1类用于并激直流电动机起动和运转状态下断开；ZK2用于并激直流电动机起动、反接制动，反向和频繁通断；ZK3类用于串激直流电动机的起动和运转状态下断开；ZK4用于串激直流电动机起动，反接制动，反向和频繁通断等。

4. 吸引线圈的额定电压

交流接触器吸引线圈的额定电压一般有36V、127V、220V和380V四种。直流接触器吸引线圈的额定电压一般有24V、48V、110V、220V和440V五种。现在产品规定：当接触器电磁线圈已经发热稳定时，如果给它加上额定电压的85%时，衔铁应不停顿的可靠吸合。否则，电流电磁线圈会出现过大电流而被迅速烧掉，对于直流电磁线圈可能出现不能切断电弧，造成烧坏触头甚至引起火灾，应采取稳压措施。

5. 额定操作频率

所谓操作频率是接触器每小时的接通（或操作）次数，它由所控制的对象决定，由于交流接触器起动时，它的交流吸引线圈会出现很大的起动电流，如果接电次数过多，线圈就会温升过高，这样就限制了交流接触器的操作频率。一般交流接触器的额定操作频率最高为300次/h，在操作频繁的场所，如自动机床、轧钢机的辅助机械等控制用交流接触器就采用直流吸引线圈。由于直流吸引线圈的电流和磁路气隙无关，不会出现很大的起动电流，所以额定操作频率可达1200次/h。

接触器在使用中，不允许随意提高它的操作频率。因为提高操作频率后，势必同时提高电弧形成频率，并使灭弧条件劣化，这样会加剧触头烧损。另外，操作频率提高还加重了交流吸引线圈的工作。这样就直接影响电器的电气寿命。

四、接触器的选择

接触器应用广泛，如何选用接触器是应重视的问题，不然，不但达不到控制要求还会招致损坏电器和其它事故。

选用接触器首先应根据控制负载的性质，确定要选用何种类别的接触器。如广泛使用的

中、小容量的鼠笼式异步电动机，当它拖动的负载是一般任务（即并非重任务）时，选用JK3类别的接触器即可。但是，对于控制机床电动机的接触器而言，控制的负载就比较复杂，可能出现JK3和JK4类负载的混合，这就需要根据实情选用JK3或JK4类的接触器。如果要选用JK3类接触器，它的容量就应降级使用，降级使用的接触器其电寿命将会降低。

选用接触器还应根据控制负载的容量和操作频率来确定容量等级。一般接触器的容量等级与控制的电动机容量相当或者稍大一些即可。但应注意，一定不能仅仅根据电动机的额定电流来确定接触器的容量，应首先确定接触器的工作类别，然后如上述再确定接触器的容量等级。

在选择接触器的容量时，尚应注意操作频率。如果实际操作频率大于接触器的允许操作频率，则接触器要适当降级使用。例如CJ10系列交流接触器的额定操作频率为每小时600次，如果控制对象的操作频率是每小时900次，在短时间内可不降低或稍稍降低接触器的控制功率，当长期工作在每小时900次的操作频率时，那就非降低控制功率不可。即是如此，操作频率的提高也是有允许限度的。例如CJ12系列交流接触器中250安等级的允许操作频率为每小时600次，它允许在降低等级使用的情况下，可短时期工作于每小时1200次的操作频率，不允许再提高了，以此为限度。须知，若再随意提高操作频率不但灭弧困难，吸引线圈会因过电流而加剧温升，从而招致电磁机构烧坏。

选择接触器还应注意电压。必须指出，接触器的铭牌电压是指主触头所承受的电压。所谓吸引线圈的额定电压不一定和铭牌电压相同。吸引线圈的额定电压应根据控制回路的电压而定。同一系列并容量相同的接触器，它们吸引线圈的额定电压就有几种。选用接触器时应明确是那一种电压规格。否则，额定电压选择过高，控制回路电压达不到动作要求，电磁机构就不能正常工作，相反，如果线圈额定电压选择过低，控制回路的电压就会在线圈中产生过大电流，使线圈迅速烧毁。

上述接触器选择注意之点，是指一般工业企业用的接触器，规定它使用地点的高度不超过海拔1km，所处环境温度在 $-30^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，对环境温度，介质状态都有一定要求。如果接触器需工作在特定的条件，例如在高湿热地区，高原上、船舶上等等，就对接触器有特定要求，不可忽视。

五、接触器的安装、使用和维护

根据控制负载的要求来合理选用接触器，从使用的角度来说还是不够的，因为接触器的使用寿命的长短，不仅取决于产品本身的技术性能，而且与产品的使用、维护是否符合要求有关。如果忽视这个问题，即使接触器选择合理，也会造成事故。

一台新的接触器在安装前，应“审视”一番，注意检查有无因运输等因素造成的机械损伤，尤其是灭弧罩性脆易裂，容易损坏，然后，检查产品的铭牌及吸引线圈上的技术数据（如额定电压、额定电流、操作频率等）是否符合选用要求。还需检查接触器的活动部份，要求动作正常、灵活，不会在任何中间位置被卡住。对触头的工作参数，如开距、超程、压力等应作检查和适当调整，最后将铁心极面上的防锈油擦净就可使用了。

一台接触器在安装时，对它的安装方位是有规定的，一般要求在正常工作时它的倾斜度

不超过5度*。在安装接线时,应注意勿使螺钉、垫圈等金属件脱落,以免卡住活动部分或造成短路现象,检查接线正确无误后,对其动作和释放情况要作检查,应在主触头不带电的情况下,使线圈通、断电数次,视其动作是否可靠、灵活,然后才能投入使用。

接触器在使用过程中,应定期检查接触器各部件,要求可动部分不被卡住,动作过程中无任何阻滞现象;要求紧固件无松脱现象,零部件如有损坏,应及时修理或换新。

接触器在使用中,触头系统是重要而又比较薄弱的环节,触头表面应保持清洁,不允许涂油。由于触头分断电弧,在高温下触头表面极易氧化,如果是银或银基合金触头,表面形成的黑色氧化膜接触电阻很小,对触头温升影响不大,没有必要刮掉,何况刮掉后又迅速形成,并会大大降低触头的使用寿命。如果是铜质触头则应另当别论,因为铜的氧化膜接触电阻相当大,会导致触头温升,超过允许程度。当触头表面因电弧烧灼而出现金属小珠时,应及时用细锉整修,使表面重新接触良好。但应注意,绝不能图方便用砂布整修触头,以免砂粒嵌入铜质触头,增加接触电阻甚至不能正常工作。辅助触头表面如果需要修整,最好不用锉或刀刃,可用电工刀背仔细刮修,因为辅助触头质软层薄,锉修或刀刃刮修会大大缩短触头寿命,当发现触头厚度只剩下三分之一时,应当及时调换新触头,以保证接触器可靠工作。

接触器的电磁机构是感测信号部份,应工作可靠、灵活,使用、维修中要注意衔铁不被卡住,吸合、分断过程中无停顿现象。尤其是铁芯极面需要保持清洁,如果发现灰尘,可用压缩空气或用皮老虎把它吹掉,铁心表面最忌油污,因为油污会增大气隙和电阻,影响正常工作,当发现有油污时,应及时用汽油清洗,再薄薄的涂上一层防锈油。

动、静铁芯经过多次分合后,极面逐渐磨损。衔铁吸合时E型铁芯的中间极面的气隙距离有一定要求,极面磨损后,气隙变小,这样剩磁就会增大,甚至动铁芯在剩磁作用下掉不下来,会造成事故,所以中间极面间的气隙过小时应用锉刀细心修整,适当增大气隙。

接触器在工作过程中,对于吸引线圈的发热程度,应定期检查。线圈温升过高,尤其在使用环境恶劣的情况下,线圈绝缘老化加速,甚至匝间短路从而烧坏线圈,酿成事故。所以,发现线圈温升过高时,要查明原因,适当处理,线圈如有损坏,要立即换新,不能含糊继续使用。

六、接触器的常见故障及处理方法

在实际工作中,各类电器由于使用条件、环境和时间等因素影响,可能出现各种故障,电气工人应具有一定的分析能力和及时处理方法。现将接触器的常见故障及处理方法列于表7.2.1。

*此处圆周为360分度