

普通高等学校规划教材

电器控制原理 及其应用

李一丹 丛望 编

哈尔滨工程大学出版社

普通高等学校规划教材

电器控制原理及其应用

李一丹 丛 望 编

1028/23

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是根据高等学校船舶类专业规划教材的出版计划、经船电自动化教材委员会推荐而编写的。主要介绍以下内容:常用低压电器,组成电器控制线路的基本环节和设计方法,典型电气控制线路分析,顺序控制器的组成及其工作原理,小型可编程控制器的基本组成、工作原理,FX₂系列 PLC 的指令系统,PLC 的编程方法,PLC 控制系统的应用设计及应用实例。

本书可作为普通高等学校工业电气自动化、自动控制、机电一体化等专业的教材,也可作为大专、电大、夜大等相关专业的教材,并可供电气工程技术人员参考。

电器控制原理及其应用
DIANQI KONGZHI YANLI JIQI YING YONG

李一丹 等编
责任编辑 崔法祺

哈尔滨工程大学出版社出版发行
新华书店经销
东北农业大学印刷厂印刷

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11.5 字数 285 千字
1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷
印数:1—1000 册

ISBN 7-81007-948-4
TM·14 定价:13.00 元

出版说明

根据国务院发(1978)23号文件批转试行的《关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定》,我们开展了全国高等学校船舶类专业规划教材编审、出版的组织工作。

为了做好教材编审组织工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶与海洋工程”、“船舶动力”、“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“流体传动与控制”、“水中兵器”七个教材委员会,聘请了有关院校的教授、专家50余人参加编审指导工作。船舶类专业教材委员会是有关船舶类专业教材建设研究、指导、规划和评审方面的专家组织,主要任务是协助政府机关做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,对提高教材质量起审查把关作用。

经过前四轮教材建设,共出版教材300余种,建立了较完善的规章制度,扩大了出版渠道,在教材的编审依据、计划体制、出版体制等方面实行了卓有成效的改革,这些改革措施为“九五”期间船舶类专业教材建设奠定了良好基础。根据原国家教委对“九五”期间高校教材建设的要求:“抓好重点教材,全面提高质量,继续增加品种,整体优化配套,深化管理体制和运行机制的改革,加强组织领导”,船舶总公司于1996年组织制定了“全国高等学校船舶类专业教材(九五)选题规划”。列入规划的选题共129种,其中部委级重点选题49种,一般选题80种。

“九五”教材规划是在我国发展社会主义市场经济条件下第一个教材规划。为适应社会主义市场经济外部环境,“九五”船舶类专业教材建设实行指导性计划体制,即在指导性教材计划指导下,教材编审出版由主编学校负责组织实施,教材委员会进行质量审查,船舶工业教材编审室组织协调。

“九五”期间要突出抓好重点教材,全面提高教材质量,为此教材建设引入竞争机制,通过教材委员会评审、择优确定主编,实行主编负责制。教材质量审查实行主审、复审制,聘请主编校以外的专家审稿,最后教材委员会复审,复审合格后由有关教材委员会发给编者出版推荐证书,作为出版依据。全国高校船舶类专业规划教材,就是通过严密的编审程序和高标准、严要求的审稿工作来保证教材质量。

为完成“九五”教材规划,主编学校应充分发挥主导作用。规划教材的立项是由学校申报,立项后由主编校组织实施,教材出版后由学校组织选用。学校是教材编写与教材选用的行为主体,教材计划的执行主要取决于主编校工作情况。希望有关高校切实负起责任,各有关方面积极配合,为完成“九五”船舶类专业教材规划、为编写出版更多的精品教材而努力。

由于水平和经验局限,教材的编审出版工作和教材本身还会有很多缺点和不足,希望各有关高校、同行专家和广大读者提出宝贵意见,以便改进提高。

船舶工业教材编审室

一九九九年三月

前 言

本书是根据高等学校船舶类专业规划教材的出版计划,经船电自动化教材委员会推荐而组织编写的。可作为大专院校工业电气自动化、自动控制、机电一体化等专业本科生的教学用书,也可供其它专业的学生及工程技术人员参考。

全书分二篇,共九章。本着掌握基本原理、注重实际应用的基本原则,第一篇主要介绍常用低压电器的结构、工作原理及选用原则,对组成继电接触控制线路的基本规律和设计原则做了详尽的介绍。重点突出地讲述了顺序控制器的组成、类型及工作原理。结合专业特点、例举并详细分析了大量典型线路。第二篇主要讲述可编程控制器(PLC)。介绍了 PLC 的特点、分类、工作原理以及系统配置,鉴于小型 FX₂ 系列 PLC 功能强大、组合灵活,应用日见广泛,本书以 FX₂ 系列 PLC 为蓝本,介绍了 PLC 的指令系统及编程方法,讲述了 PLC 的系统应用设计,并例举了大量实例。

本书在选材上尽量选用典型的线路和具有实际意义的实例,在论述上力求通俗易懂,便于自学。

本书由哈尔滨工程大学李一丹担任主编并最后定稿,丛望教授任副主编。

承蒙东北林业大学王克奇教授担任主审,对全书进行了认真审阅,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。在本书的编写过程中,得到了哈尔滨工程大学唐嘉亨教授、郭镇明教授、孙尧教授、李文秀教授等的大力支持和帮助,在此一并表示最深切的谢意。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编者

1999 年 1 月

目 录

第一篇 电 器 控 制

第一章 常用控制电器	1
1.1 概述	1
1.2 电器的基础知识	2
1.3 接触器	8
1.4 继电器.....	11
1.5 主令电器.....	22
1.6 熔断器.....	24
1.7 低压断路器.....	25
1.8 低压电器的发展趋势.....	27
第二章 电器控制线路设计基础	28
2.1 电器控制线路的图形符号和文字符号.....	28
2.2 电器控制系统设计的一般要求和基本规律.....	31
2.3 电器控制线路的设计方法.....	43
第三章 典型电器控制线路	51
3.1 三相异步电动机的起动控制线路.....	51
3.2 三相异步电动机的制动控制线路.....	57
3.3 三相异步电动机的调速控制线路.....	60
3.4 继电接触式控制线路应用举例.....	62
第四章 顺序控制器	67
4.1 概述.....	67
4.2 基本逻辑型顺序控制器.....	68
4.3 基本逻辑型顺序控制器的应用举例.....	78
4.4 条件步进型顺序控制器.....	79
4.5 条件步进型顺序控制器的应用举例.....	90
第一篇 习题	92

第二篇 可编程序控制器

第五章 可编程序控制器概述	95
5.1 PLC 的特点	95

5.2 PLC 的分类	97
5.3 目前主要的 PLC 产品	97
5.4 PLC 的应用和发展	98
第六章 PLC 的基本结构和工作原理	100
6.1 PLC 的基本结构	100
6.2 PLC 的工作原理	103
6.3 FX ₂ 系列 PLC 及其编程器件	105
6.4 PLC 的常用编程语言	110
第七章 FX₂ 系列 PLC 基本逻辑指令系统	112
7.1 基本逻辑指令	112
7.2 梯形图编程	122
7.3 步进指令	125
7.4 应用举例	132
第八章 FX₂ 系列 PLC 功能指令	137
8.1 功能指令的基本格式	137
8.2 常用的功能指令	138
第九章 可编程序控制器的应用设计	150
9.1 PLC 的系统设计	150
9.2 PLC 的程序设计	153
9.3 PLC 的安装调试	156
9.4 PLC 的应用	156
第二篇 习题	170
附 录	173
附录一	173
附录二	175
附录三	177
参考文献	178

第一篇 电 器 控 制

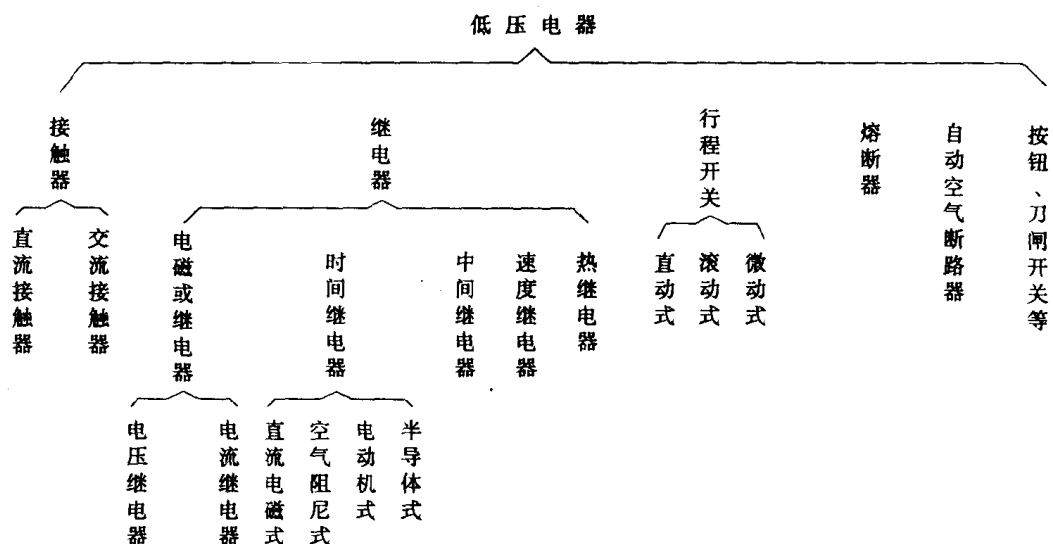
第一章 常用控制电器

1.1 概 述

随着社会生产的发展和科学技术水平的不断提高,能源的需求量与日俱增。可以说,当前电能的使用最为广泛。而正确、合理地使用电能,必须要用到控制电器。各类电器对电能的生产、输送、分配与应用有多方面的作用,在电力输配电系统、电力传动系统和自动控制设备中得到了广泛应用。

电器是根据外界特定的信号和要求,自动或手动接通和断开电路,断续和连续地改变电路参数,实现对电路或非电路对象的切换、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。

按使用电器的电路额定电压的高低,电器分为高压电器和低压电器。低压电器通常指用于交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品。我们主要学习电力拖动系统中常用的低压电器。它们是:



低压电器产品是构成电器成套设备的基础。低压电器产品的质量好坏、可靠性高低

将直接影响和制约电工产品的发展和进步。从使用角度看,要求低压电器产品缩小体积、减轻重量、降低能耗、节约材料、提高可靠性和使用寿命、提高各项经济技术指标,以及改善使用和维修的方便性。低压电器主要分为低压控制电器和低压配电电器。

低压控制电器主要用于电力拖动控制系统。电力拖动控制系统对低压控制电器的主要要求是工作准确可靠、操作频率高、机械寿命和电气寿命长、尺寸小。常用低压控制电器有接触器、继电器、主令电器、控制器、变阻器和电磁铁等。低压控制电器应能接通与分断过载电流,但不能分断短路电流。

当低压配电电路正常运行时,低压配电电器起通断和转换电源或负载的作用;当电路出现过载、短路、欠压、失压、断相或漏电等不正常状态时,低压配电电器应起保护作用,自动断开故障电路。因而对低压配电电器的主要技术要求是在故障情况下通断能力大、工作可靠、具有多种保护方式、能作选择性保护、有足够的动稳定性和热稳定性等。低压配电电器主要有低压断路器、熔断器、刀开关和转换开关,以及电力网用保护继电器。

控制电器课是一门很实际的课程。学习时,应注意联系实际,并学会查阅和使用产品目录与手册等参考资料,正确选择电器。只有这样,才能较好地掌握控制电器的原理、构造、类型、规格、工作特点、应用范围与使用条件等有关知识,具备正确选择和维护使用控制电器的能力。

1.2 电器的基础知识

从结构上看,电器一般都具有两个基本组成部分:感受部分和执行部分。感受部分接受外界输入的信号,并通过转换、放大、判断,作出有规律的反应;使执行部分动作,发出相应的指令实现控制的目的。对于有触点的电磁式电器,感受部分大都是电磁机构,而执行部分则是触点。对于非电磁式的自动电器,感受部分因其工作原理不同而各有差异,但执行部分仍是触点。对于自动开关类的低压电器,还具有中间部分,它把感受部分和执行部分联系起来,使它们协同一致,按一定的规律动作。

1.2.1 电磁机构

电磁机构是各种自动化电磁式电器的重要组成部分,它是电器的感受部分。因此,研究电磁机构是分析自动化电磁式电器的基础。

一、电磁机构的结构

电磁机构由线圈、铁心(亦称静铁心)和衔铁(亦称动铁心)三部分组成,电磁铁的结构形式大致有如下几种:

1. E形电磁铁 如图1-1a)所示。有单E形(仅铁心为E形)和双E形(铁心和衔铁均为E形)之分。对于柱形电磁铁可看作E形电磁铁的一个特例。E形结构的电磁铁多用作交流接触器、交流继电器以及其它交流电磁系统。

2. 螺管式电磁铁 如图1-1b)所示。多用作索引电磁机构和自动开关的操作电磁

机构，但也有少数过电流继电器采用这种形式的电磁铁。

3. 拍合式电磁铁 如图 1-1c) 所示。广泛用于直流继电器和直流接触器，有时也用于交流继电器。

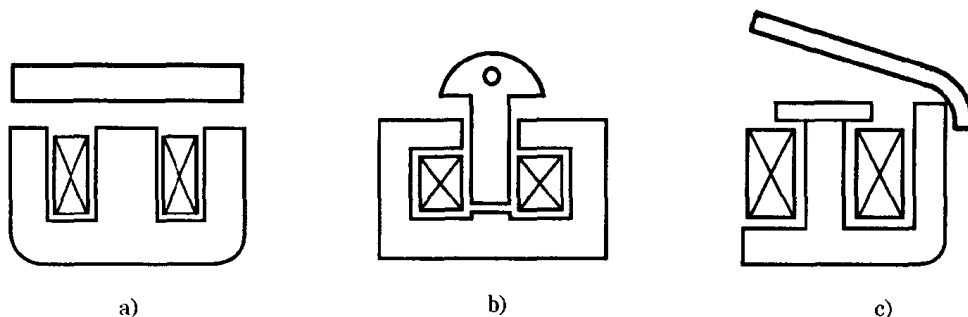


图 1-1 电磁机构的几种形式

a) E 形电磁铁 b) 螺管式电磁铁 c) 拍合式电磁铁

二、直流电磁机构

凡线圈通以直流电的电磁机构都称之为直流电磁机构。通常，直流电磁机构的衔铁和铁心均由软钢或工程纯铁制成。当线圈接上电源时，线圈中就有了励磁电流，使磁路中产生密集的磁通。该磁通作用于衔铁，在电磁吸力的作用下使衔铁吸合并作功。所以，电磁机构实质上是一种将电能转换为磁能的能量转换装置。

直流电磁机构的电磁吸力为：

$$F = \frac{1}{2\mu_0} \cdot B^2 S$$

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

B ——气隙磁感应强度；

S ——决定电磁吸力的衔铁端面面积。当 S 为常数时， F 与 B^2 成正比。

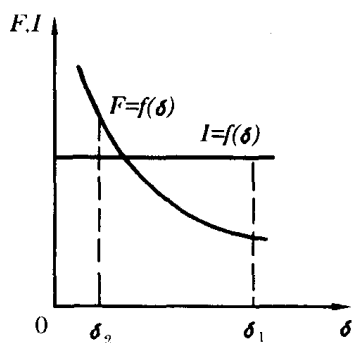


图 1-2 直流电磁机构的吸力特性

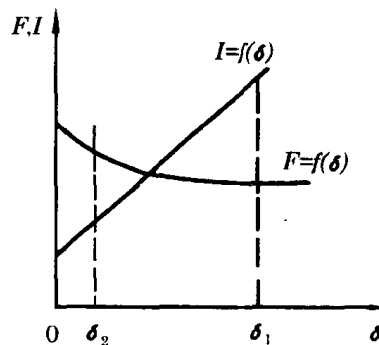


图 1-3 交流电磁机构的吸力特性

电磁吸力与气隙的关系曲线称作电磁铁的吸力特性。图 1-2 为直流电磁铁的吸力特性。其特点是，电磁吸力与气隙大小的平方成反比。即气隙越大，电磁吸力越小；反之，电磁吸力越大。显然，电磁铁的励磁安匝越大，其在行程中任一位置上的电磁吸力也越大。

由电磁机构的吸力特性可知，电磁线圈励磁电压的升高和降低、衔铁行程的调大和调小，都将影响电磁机构的吸力特性，从而影响电磁机构的工作特性。

三、交流电磁机构

交流电磁机构是励磁电流为交流的电磁机构。它与直流电磁机构的区别在于：

1. 对并励线圈来说，在电压已定的情况下，励磁电流不仅决定于线圈的电阻，还决定于线圈的电抗，且它是随着气隙的大小（即衔铁的行程）而变化的。
2. 由于励磁电压是按正弦规律变化的，所以当电流过零时，电磁吸力为零。这将使电磁铁发生振动，故应采取措施加以消除。不然，电磁铁将不能正常工作。
3. 交流电磁机构是变安匝、恒磁链的系统。由于磁链 ψ_m 大体上为恒值，因而交流电磁机构的吸力特性一般比较平坦，如图 1-3 所示。

当气隙 δ 变化时， I 与 δ 成线性关系，图 1-3 中示出了 $I=f(\delta)$ 的关系曲线。

一般 U 型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，而 E 形电磁铁将达到 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。这就是对于可靠性高，或频繁动作的控制系统大都采用直流电磁铁，而不采用交流电磁铁的原因。

四、电磁机构的线圈

线圈是电磁机构的心脏，是产生磁通的源泉。根据励磁的需要，线圈可分为串联和并联两种，前者称为电流线圈，后者称为电压线圈。电流线圈串接在主电路中，电流较大，所以常用扁铜条带或粗铜线绕制，匝数少；电压线圈并接在电源上，匝数多，阻抗大，电流小，常用绝缘较好的电磁线绕制。

从结构上看，线圈大抵可分为有骨架和无骨架两种。交流电磁铁的线圈多为有骨架式，且线圈形状做成矮胖型，这是因为考虑到铁心中有磁滞损耗和涡流损耗，为便于散热之故。直流电磁机构的线圈则多是无骨架式，其线圈形状做成瘦高型。

五、吸力特性和反力特性的配合

电磁机构中的衔铁除受到电磁吸力的作用外，还受到反作用力（即阻力）的作用。阻力包括使衔铁返回原位的恢复弹簧（即释放弹簧）的反力、触点弹簧的反力以及可动部分的重量等。反作用力与气隙的关系 $F=f(\delta)$ 称为反力特性。

反力特性与吸力特性之间的配合关系，示于图 1-4。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 1-4 中曲线 3 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 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，气隙接触点压的越紧，反力越大，较 $\delta_1 \sim \delta_2$ 段陡。

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 1-4 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。在使用中常常通过调整反力弹簧或触点初压力以改变反力特性，就是为

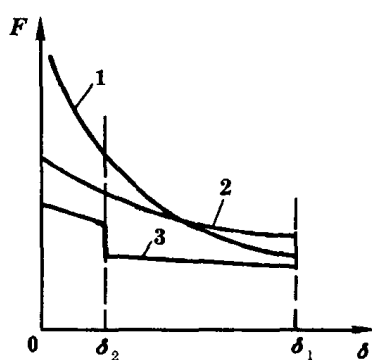


图 1-4 吸力特性和反力特性

- 1—直流接触器吸力特性；
- 2—交流接触器吸力特性；
- 3—反力特性

了使之与吸合特性有良好的配合。

六、返回系数

返回系数是反映电磁机构吸力特性与反力特性紧密配合程度的一个参数。当电压或电流到一定值时，电磁铁动作，动作后电压或电流就要返回。为此，以电磁机构返回电压（电流）与动作电压（电流）的比值称为电磁机构返回系数。返回系数小于1的称为过量电磁机构，返回系数大于1的称为欠量电磁机构。

1.2.2 电接触及触点

各种电器的导电回路是由若干导电元件组成的，而用两个导电零件之间的相互接触来实现导电的现象称为电接触。电接触有如下三大类：

1. 固定接触：用紧固件如螺钉、铆钉等压紧的电接触方式为固定接触；
2. 可分接触：在工作过程中可以分开的电接触；
3. 滚动及滑动接触：在工作过程中，接触面间可以互相滑动或滚动，是不能分开的电接触。

触点是电器的执行部分，利用触点来关合或开断电路，触点工作的好坏直接影响到整个电路工作性能的优劣。触点的机构形式很多，按其接触形式可分为三种，即点接触、线接触和面接触，如图1-5所示。

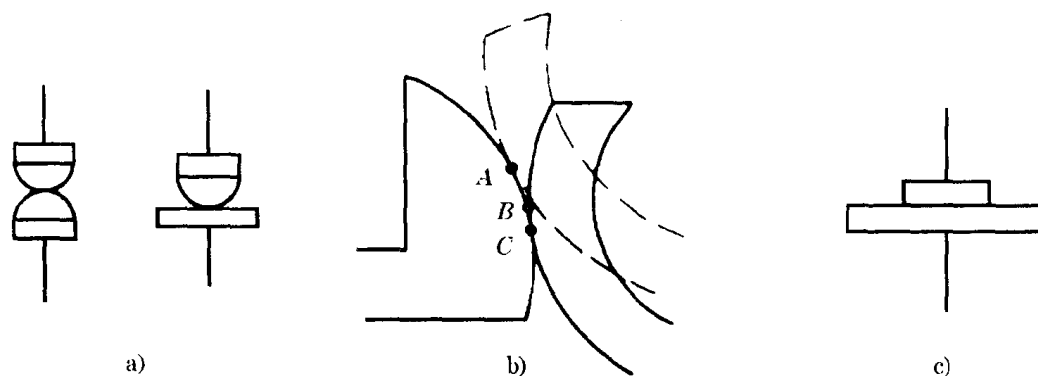


图1-5 触点的三种接触形式

a) 点接触 b) 线接触 c) 面接触

图1-5a)所示为点接触，它由两个半球形触点或一个半球形与一个平面触点构成。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。图1-5b)所示为线接触，它的接触区域是一条直线。触点在通断过程中是滚动接触，开始接触时，静动触点在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1-5c)所示为面接触，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。为了减少此接触电阻，需在触点间加一定压力。当动触点刚与静触点接触时，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 1-6b) 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 1-6c) 所示。弹簧压缩的距离称为触点的超行程，即从静、动触点开始到触点压紧，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，仍有一定压力。如磨损严重则应予更换。

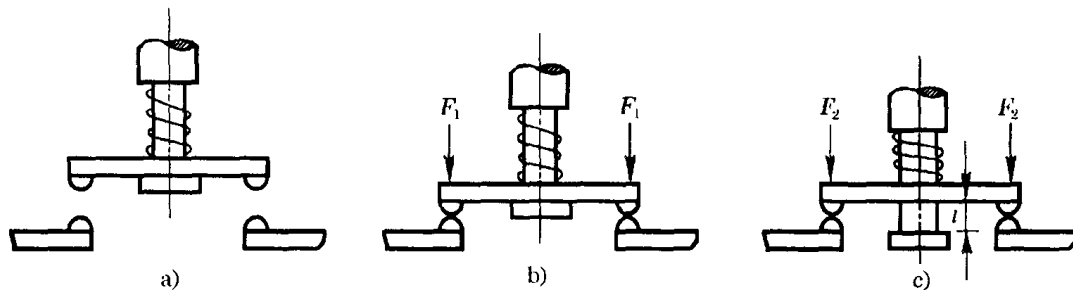


图 1-6 触点位置示意图

a) 最终拉开位置 b) 刚刚接触位置 c) 最终闭合位置

1.2.3 电弧及其灭弧装置

一、电弧的形成

电弧的形成过程是这样的：先是在高热和强电场（当触头间刚出现断口时，由于两触头间的距离很小，故产生很大的电场强度）作用下，金属内部的自由电子从阴极表面逸出，奔向阳极；同时，这些自由电子在电场中高速运动时要撞击中性气体分子，使之激励和游离，产生正负离子和电子，而后者在强电场作用下继续向阳极移动，并撞击其它中性分子。这样，在触头间隙中产生了大量的带电粒子、正负离子和电子，从而使气体导电形成了炽热的电子流即电弧。

电弧一经产生，便在弧隙中产生大量热能，使气体产生热游离，并占主导地位，特别是当触头表面的金属蒸气进入弧隙后，气体游离的作用更为显著。

二、电弧的熄灭

弧隙中，在气体游离的同时，还存在着去游离的因素。这主要是复合与扩散的作用。因为已游离的正负离子和电子在空间相遇时要复合，重新形成中性的气体分子，而高度密集的高温离子和电子，也要向其周围密度小、温度低的介质方面扩散。结果，弧隙内离子和自由电子的浓度降低，电弧电阻增大，电弧电流减少，游离大为削弱。所以，电弧是游离和去游离的统一体。

要熄灭电弧，原则上说就是抑制游离因素。只要使去游离转化为电弧的主导方面，就能将电弧熄灭。

电弧有直流电弧和交流电弧，它们各有特点。直流电弧的性质决定了其熄灭主要是依靠拉长电弧和冷却电弧。交流电流有自然过零点，因而在同样的电参数下，交流电弧要比直流电弧容易熄灭。在绝大多数情况下，交流电弧的熄灭发生在电流过零之时。

三、常用的灭弧装置

1. 磁吹式灭弧装置 其原理如图 1-7 所示。在触点电路串一个吹弧线圈 3，它产生的磁通通过导磁颊片 4 引向触点周围，如图中“ $\oplus$ ”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抵消，因此就产生一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，因此电弧电流愈大，吹弧能力也越强。它广泛应用于直流接触器中。

2. 灭弧栅 灭弧栅的灭弧原理如图 1-8 所示。灭弧栅 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，导磁钢片将电弧吸入栅片，电弧被栅片分成许多串联的短电弧，当交流电压过零时电弧自动熄灭。两栅片之间必须有 150~250V 电压，电弧才能重燃。这样以来，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，电弧熄灭后很难重燃。这是一种常用的交流灭弧装置。

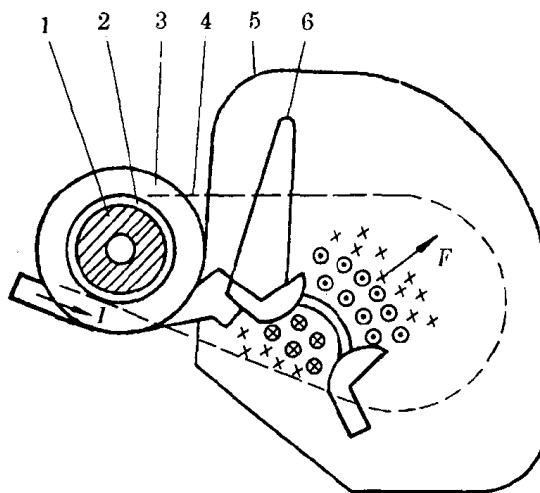


图 1-7 磁吹式灭弧装置

1—铁心；2—绝缘管；3—吹弧线圈；
4—导磁钢片；5—灭弧罩；6—熄弧角

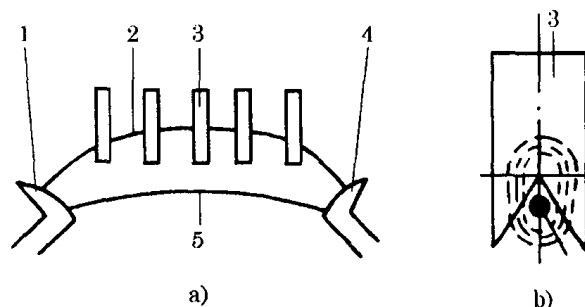


图 1-8 灭弧栅灭弧原理

a) 栅片灭弧原理 b) 电弧进入栅片的图形

1—静触头；2—短电弧；3—灭弧栅片；
4—动触头；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断点，如图 1-9 所示。有两处断开点，相当于两对电极。若有一处断点，要使该处电弧熄灭后重燃需要 150~250V 电压，若二处断点就需要 $2\sqrt{150\sim250}$ V 电压，而通常低压电器断点间的电压达不到此值，所以实际上起到了灭弧的作用。若采用双极或三极接触器控制一个电路时，根据需要可灵活的将两个极或三个极串联起来当作一个触点使用，这组触点变成为多断点，加强了灭弧效果。

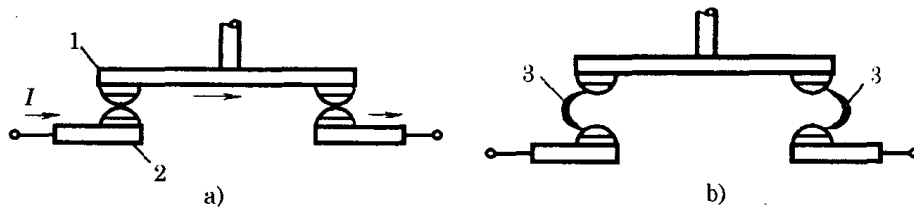


图 1-9 桥式触点
a) 闭合状态 b) 断开状态
1—动触头；2—静触头；3—电弧

1.3 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。它不同于手动切换电器，因为它具有手动切换电器不能实现的远距离操作功能，具备手动切换电器所没有的欠压和失压保护功能；也不同于自动开关，因为它虽然具有一定的过载能力，但却不能切断短路电流，也不具备过载保护的功能。接触器由于生产方便，成本低廉，用途广泛，故在各类低压电器中，生产量最大，使用面最广。

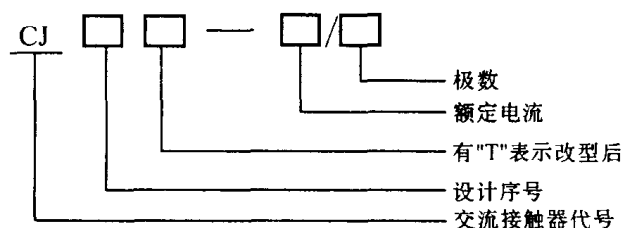
1.3.1 接触器的结构及原理

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、辅助触点、释放弹簧机构或缓冲装置、支架与底座。电磁机构是接触器的主要组成部分之一，它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。电磁机构是感测部分，它将电磁能转换成机械能，带动触点使之闭合或断开。触点是执行部分，它接受执行信号后，通过本身的动作来接通或分断主电路。触点分主触点与辅助触点，主触点用以通断主电路，辅助触点用以通断控制回路。在触点系统中设有缓冲弹簧，以减轻触点磨损。为增加触点初压力，还设有触点弹簧。

接触器可按其主触点所控制的电路中电流的种类分为直流接触器和交流接触器。交流接触器常用于远距离控制电压至 380V，电流至 600A 的交流电路，以及频率启动和控制交流电动机的控制电路。直流接触器主要用于远距离接通与分断电压至 440V，额定电流至 600A 的直流电路，或频繁地操作和控制直流电动机的情况。

1.3.2 接触器的主要技术参数和选用原则

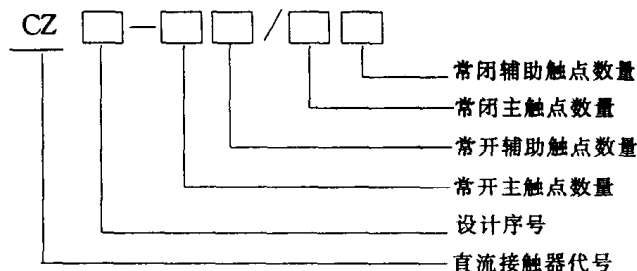
一、接触器的型号及代表意义



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

我国生产的交流接触器常用的有 CJ0、CJ1、CJ10、CJ12、CJ20 等系列产品。CJ10、CJ12 新系列产品中, 所有受冲击的部件均采用了缓冲装置; 合理地减小了触点开距和行程; 运动系统布置合理, 结构紧凑; 结构连接不用螺钉, 维修方便。CJ20 可供远距离接通及分断电路用, 并适宜于频繁地起动及控制交流电机。

二、接触器的技术参数



直直接触器常用的有 CZ1、CZ3 等系列产品和新产品 CZ20 系列。新系列具有寿命长、体积小、工艺性好、零部件通用性强等优点。

主要的技术参数含义解释如下:

1. 额定电压: 接触器铭牌额定电压是指主触点上的额定电压。通常用的电压等级为
直直接触器: 220V、440V、660V。

交流接触器: 220V、380V、500V。

2. 额定电流: 指主触点的额定电流。其中

直直接触器: 25A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A。

交流接触器: 5A、10A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A。

3. 线圈的额定电压: 通常的电压等级为

直流线圈: 24V、48V、220V、440V。

交流线圈: 36V、127V、220V、380V。

4. 额定操作频率: 是指每小时接通次数。

现将 CJ20 和 CZ0 系列产品的数据列于表 1-1、1-2 中。

表 1-1 CJ12 系列交流接触器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	每小时操作次数		联 锁 触 头			线圈消耗功率 (W)	备 注
				额 定容量时	短时降低容量时	额定电压 (V)	额定电流 (A)	组合情况		
CJ12 - 100	380	100	2、3、4	600	200	交流 380 直流 220	10	六 个 触 头 可 组 合 成 五 分 一 合 或 四 分 二 合 或 三 分 三 合	16	若用直流吸引线圈需占用一个常闭联锁触头,故其联锁触头只有五个
CJ12 - 150		150							30	
CJ12 - 250		250							45	
CJ12 - 400		400		85						
CJ12 - 600		600		3000	1200				70	

表 1-2 CZ0 系列直流接触器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	额定操作频率 (次/h)	主触点型式及数目		分断电流 (A)	辅助触点型式及数目		吸引线圈电压 (V)	吸引线圈消耗功率 (W)
				常开	常闭		常开	闭开		
CZ0-40/20	440	40	1200	2	-	160	2	2	24、48 110、220 440	22
CZ0-40/02		40	600	-	2	100	2	2		24
CZ0-100/10		100	1200	1	-	400	2	2		24
CZ0-100/01		100	600	-	1	250	2	1		180/24
CZ0-100/20		100	1200	2	-	400	2	2		30
CZ0-150/10		150	1200	1	-	600	2	2		
CZ0-150/01		150	600	-	1	375	2	1		300/25
CZ0-150/20		150	1200	2	-	600	2	2		40
CZ0-250/10		250	600	1	-	1000	5 (其中 1 对常开,另 4 对可任意组合成常开或常闭)			220/31
CZ0-250/20		250	600	2	-	1000				290/40
CZ0-400/10		400	600	1	-	1600				350/28
CZ0-400/20		400	600	2	-	1600				430/43
CZ0-600/10		600	600	1	-	2400				320/50

三、选用原则

选用接触器可按下列步骤进行:

1. 根据负载性质确定工作任务类别。

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线圈的接触器。

2. 根据类别确定接触器系列(参考电工标准)。

3. 根据负载额定电压确定接触器的额定电压。

如某负载是 380V 的三相感应电动机,则应选 380V 的交流接触器。

4. 根据负载电流确定接触器的额定电流,并根据外界实际条件加以修正。

当接触器安装在箱柜内,由于冷却条件变差,电流要降低 70%~20%使用;当接触器工作于长期工作制,通电持续率不超过 40%时,若敞开安装,电流允许提高 10%~25%;若箱柜安装,允许提高 5%~10%。

5. 选定吸引线圈的电压。

6. 根据负载情况复核操作频率,看是否在额定范围之内。

1.3.3 接触器的发展趋势

接触器的制造和应用向着以下几个方向发展:

一、提高可靠性

在工业自动化系统及装置中大量使用的交直流接触器,要求其动作百分之百的准确,若有误动作,哪怕是仅仅一个地方,也可能给系统及装置造成很大损失。因此可靠性的研究就成为当前的主要研究课题。

二、提高通断能力