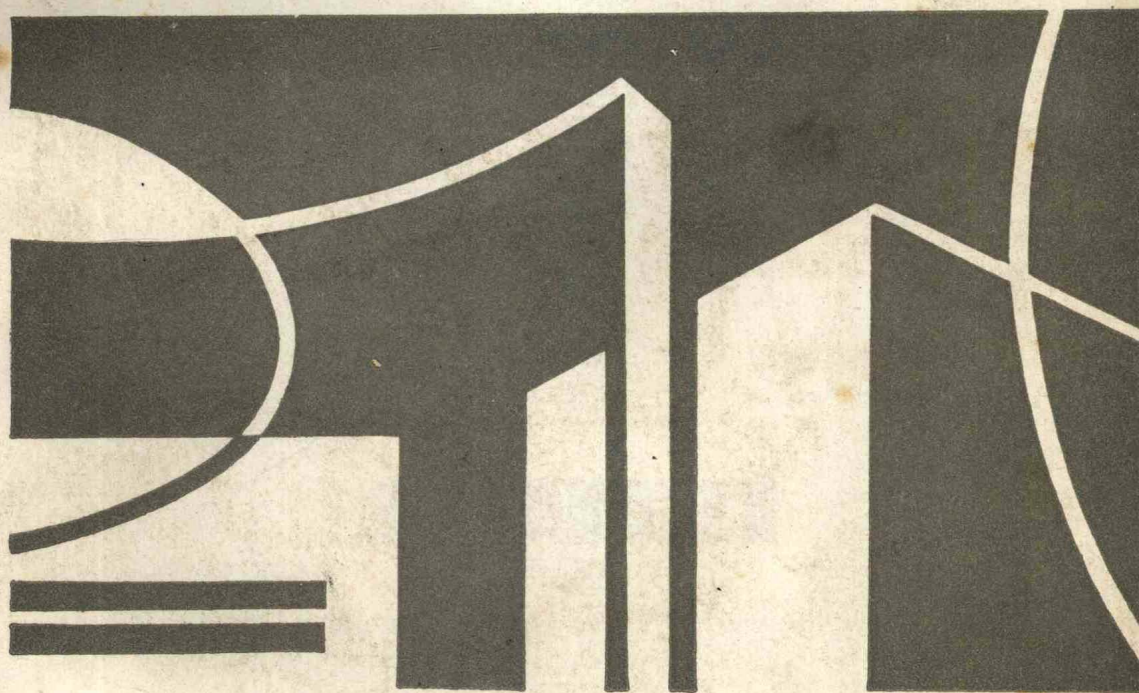


中等专业学校试用教材

建筑电气 自动控制

孙景芝 主编



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

建筑电气自动控制

黑龙江省建筑工程学校 孙景芝 主编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书是根据建设部中等专业学校电气安装专业《建筑电气自动控制》课程教学大纲编写的。内容介绍了继电—接触控制的基本环节,重点阐述了常用建筑设备电气控制原理及其特点,并介绍了有关控制电路的基本知识。教材内容突出了实践性、针对性与实用性,适当扩大了专业知识的覆盖面。

本书系建筑中等专业学校电气安装专业教材,也可供中级电气专业技术人员 and 技工做为自学读物。

中等专业学校试用教材

建筑电气自动控制

黑龙江省建筑工程学校 孙景芝 主编

中国建筑工程出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 19¹/₂ 字数: 475千字

1993年11月第一版 1993年11月第一次印刷

印数: 1—6,000册 定价: 9.10元

ISBN7-112-02005-0/G·187

(7027)

前 言

本书是根据建设部教育司1991年颁发的中等专业学校电气安装专业毕业生业务规格及《建筑电气自动控制》课程教学大纲编写的。

本书在内容上,围绕常用的继电器—接触器控制系统,从电器元件的构造、原理入手,介绍了继电—接触控制的基本环节,从中使读者可以了解到电气线路的设计思路及分析线路的方法,而后着重阐述常用建筑设备电气控制原理及其特点,并介绍了有关控制电路的基本知识。在教材内容处理上,注意到专业知识的覆盖面,并且突出了实践性、针对性与实用性。并采用新的国家标准《GB4728—85(84)》,为了便于教学和自学,编写时尽量做到深入浅出、通俗易懂。每章后附有小结和复习思考题。

本书共十章,其中第一、二、六、十章及绪论、实验指导书等由黑龙江建校孙景芝编写,第三、四、九章由山西建校喻建华编写,第五、七、八章由重庆建筑专科学校赵宏家编写,全书由孙景芝主编。

本书由广东省工业设备安装公司张守信主审。

本书在编写过程中,在建设部中等专业学校建筑机电与设备安装专业教学指导委员会的指导下,并得到了黑龙江省建筑设计院等有关单位和个人的大力支持和热情帮助,在此致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中不妥和错误之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
第一章 常用低压电器	3
第一节 接触器	3
第二节 继电器	3
第三节 熔断器	3
第四节 其它常用低压电器	28
本章小结	34
复习思考题	34
第二章 继电—接触控制的基本环节	36
第一节 电气控制图形的绘制规则	36
第二节 三相鼠笼式异步电动机的控制线路	38
第三节 绕线式异步电动机的起动及控制线路	63
第四节 直流电动机的控制电路	67
第五节 同步电动机的控制	71
第六节 继电—接触控制系统设计的基本知识	78
本章小结	85
复习思考题	88
实验指导书	92
第三章 机床的电气控制	104
第一节 机床电力拖动的发展与分类	104
第二节 X62W 万能铣床的结构及电气控制特点	106
第三节 X62W 万能铣床电气控制线路分析	108
第四节 铣床电气线路常见故障及 X52K 立式铣床简介	115
第五节 电磁器件	117
本章小结	121
复习思考题	121
第四章 桥式起重机的电气控制	127
第一节 概述	122
第二节 制动器与制动电磁铁	123
第三节 控制器	126
第四节 电阻器	128
第五节 保护箱及起重机的供电	130
第六节 15/3 吨桥式起重机电气控制实例	132
第七节 平移及升降机构控制站	138
本章小结	146
复习思考题	146
第五章 电梯的电气控制	147

第一节 电梯的分类和基本结构	147
第二节 电梯的电力拖动	154
第三节 电梯的电气控制	157
第四节 交流双速、信号控制电梯	169
复习思考题	179
第六章 给水系统的电气控制	180
第一节 水位自动控制	180
第二节 压力自动控制	189
本章小结	191
复习思考题	191
第七章 锅炉房设备的电气控制	193
第一节 锅炉房设备的组成和工作过程	193
第二节 锅炉的自动控制任务	196
第三节 锅炉电气控制实例	200
复习思考题	209
第八章 空调与制冷系统的电气控制	210
第一节 概述	210
第二节 空调系统常用的调节装置	211
第三节 分散式空调系统电气控制实例	217
第四节 半集中式空调系统电气控制实例	221
第五节 集中式空调系统的电气控制	224
第六节 制冷系统的电气控制	229
复习思考题	235
第九章 自备应急电源的电气控制	236
第一节 概述	236
第二节 自启动柴油发电机组的启动原理	237
第三节 发电机励磁调压装置	241
第四节 同期系统	246
本章小结	249
复习思考题	250
第十章 建筑工程消防系统的电气控制	251
第一节 概述	251
第二节 建筑消防电气设计要求	252
第三节 火灾自动报警系统	255
第四节 火灾事故照明与疏散指示标志	284
第五节 火灾事故广播,火警电铃和紧急电话系统	285
第六节 消防灭火系统的电气控制	286
第七节 建筑消防设备成套控制装置实例	297
本章小结	305
复习思考题	305
主要参考文献	307

绪 论

一、课程的性质、任务

在中等专业学校电气安装专业中，建筑电气设备控制是一门综合性、实践性很强的专业课。其任务是：通过全部教学内容的学习，掌握建筑工程设备电气控制的分析方法。调试和设计技能，为今后从事建筑工程实践打下基础。

电气自动控制技术随现代化建设的发展不断向新的领域迈进、从原始的天轴传动到单机拖动的自动化，交磁放大机——发电机——电动机系统的出现、晶闸管系统的问世以及数控技术和微机控制的形成，经历了一系列的技术革命，从而使这门技术在各行各业得到了广泛的应用，其前景非常可观。

在建筑工程中，电气控制技术随高层建筑的崛起，其应用越来越多，例如：桥式起重机、电梯、锅炉房设备，水位控制、空调与制冷、消防系统等都离不开这门科学技术。这里主要介绍建筑工程普遍采用的继电——接触控制系统。

电力拖动系统由电动机、传动机构和控制设备等三个基本环节构成，如下图所示。

电动机：用来完成电能与机械能的转换。即把电能转换为机械能为电动状态，而把机械能转换成电能或热能为制动状态。

传动机构：其作用是传递动力，并实现速度与运动方向的变换。如减速箱、皮带、联轴节等。

控制设备：是为实现电力拖动自动控制而设置的自动控制元件，如继电器、接触器等。它们根据生产工艺的要求，按照一定的线路方式组成控制系统，以完成对被控制对象电动机的起动、换向、调速、制动等，使工作循环自动化。

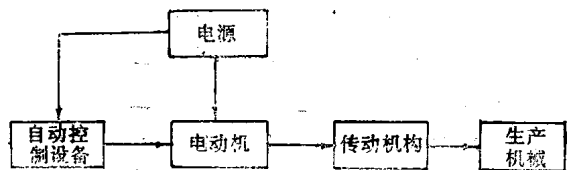
电力拖动的特点是：

(1) 电能输送方便：尤其是远距离输送电能，既简单经济又便于分配，同时还具有检测方便、价格低廉等特点。

(2) 效率高：由于电动机与生产机械的连接简单，因此损耗少，拖动性能好，控制方便，效率高。

(3) 易于实现生产过程自动化：由于电力拖动可以远距离测量和控制，所以便于集中管理和实现自动化，这对于提高生产率和产品质量、改善劳动条件、增强工作的可靠性都有重大意义。

(4) 调节性能好：由于电动机的种类和型式繁多，各有不同的特性，因此能适应各种生产机械的需要。同时由于电动机的起动、制动、调速、反转的控制简便迅速，所以能达到理想的控制要求。



电力拖动系统的组成

(5)有发展前途: 由于电子技术的发展, 大功率半导体器件、集成电路、组合块等电子器件的出现, 使电子拖动系统及其控制设备的体积大大缩小, 因此电力拖动比起其它型式的拖动, 越来越受到使用者的欢迎。

(6)容易与电子计算机配合进行现代化控制。电子计算机的应用更进一步赋予电力拖动系统遵循最佳运行规律, 自动适应运行条件和参数变化的能力, 达到对电力拖动最理想的控制。

课程的内容:

本课程分为基础理论和工程应用实例两部分。

通过常用低压电器及继电——接触控制的基本环节, 了解自动控制的基本理论, 掌握自控元件的结构原理及应用, 掌握电气线路的设计思路及分析方法。

然后是建筑工程常用的控制实例, 如机床、桥式起重机、电梯、生活用水、空调与制冷、锅炉房、自备应急电源及消防系统等。这部分要密切结合工程实际, 学会分析复杂线路的方法, 掌握其特点, 以更好地从事工程实践。

二、课程要求

1.学完本课后应达到的基本要求

(1)能够掌握基本理论, 了解本教材中所阐述的控制设备的作用原理及性能, 并能正确选择和使用。

(2)了解几种常用建筑工程设备电气控制的作用原理, 初步掌握火灾自动报警系统及一般的继电——接触控制设计的基本方法。

(3)受到必要的实际技能的训练, 能独立完成大纲中所规定的实验, 养成严谨的科学作风和培养动手能力。

(4)具有进一步自学有关电气技术的能力, 并能探讨建筑工程中技术革新问题。

2.对课程的巩固和提高

通过课堂学习、讨论, 课外作思考题、习题及课程设计、毕业设计、参观、看录像、实习等环节, 提高对本课程的理解程度。

第一章 常用低压电器

什么叫电器？电器就是电能的控制器具。凡是根据外界指定的讯号或要求，自动或手动接通和断开电路，连续或断续地实现对电路或非电对象进行转换、控制、保护和调节的电工器械都属于电器的范畴。采用这些电器元件组成的系统称为电力拖动自动控制系统。由于电器元件的不同，构成了不同的自动控制系统。本书主要涉及的是继电——接触系统。

随着自动化水平的提高，控制电器也在不断发展，其种类繁多。从不同的角度有不同的分类：如按其工作电压以交流1000V、直流1200V为界，可划分为高压电器和低压电器两大类。这里仅介绍建筑电气常用自动控制领域中的低压电器。如按操作方式的不同可分为自动切换电器和非自动切换电器两类。前者是借助于电磁力或某个物理量的变化自动操作的。例如接触器和各种类型的继电器等。后者是用手或依靠机械力进行操作的，例如各种手动开关、控制按钮或行程开关等。

本章主要介绍几种常用低压电器，如继电器、接触器、熔断器及一些常用开关等。在后面章节中所述控制实例中还会提到出现机会不多的控制电器，如凸轮、主令控制器、各种液位信号控制器、层楼转换开关、平层感应器、探测器等。这些电器根据需要，将在相应章节中介绍。

第一节 接触器

接触器的作用和刀开关类似，即可以用来接通和分断电动机或其它负载主电路。所不同的是它是利用电磁吸力和弹簧反作用力配合使触头自动切换的电器，并具有失（欠）压保护功能，控制容量大，适于频繁操作和远距离控制，工作可靠且寿命长。因此，在电力拖动与自动控制系统中得到了广泛的应用。

接触器按其触头通过电流的种类可分为交流接触器和直流接触器。

一、交流接触器

（一）交流接触器的构造

交流接触器由电磁机构、触头系统和灭弧装置三部分组成。

1. 电磁机构

电磁机构是感应机构。它由激磁线圈、铁芯和衔铁构成。线圈一般用电压线圈，通以单相交流电。为减少涡流、磁滞损耗，以防铁芯发热过甚，铁芯用硅钢片叠铆而成，通常做成双“E”型，常见的铁芯有衔铁围绕轴转动的“E”型拍合式铁芯、衔铁绕棱角转动的拍合式及衔铁在线圈内部作直线运动的螺管式等三种结构型式。如图1-1所示。

交流接触器的电磁机构一般用交流电激磁，因此铁芯中的磁通也要随着激磁电流而变化。当激磁电流过零时，电磁吸力也为零。由于激磁电流的不断变化，将导致衔铁的快速振动，发出剧烈的噪声。振动将使电气结构松散，寿命降低，更重要的是影响其触头系统

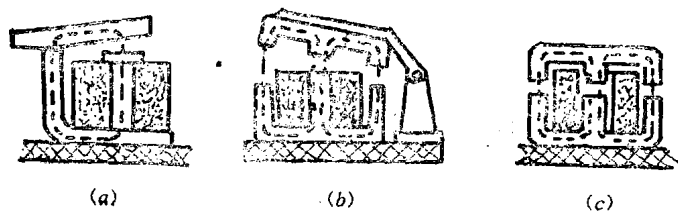


图1-1 接触器电磁系统的结构图
(a) 衔铁绕棱角转合式；(b) 衔铁绕轴转动拍合式；
(c) 衔铁作直线运动螺管式

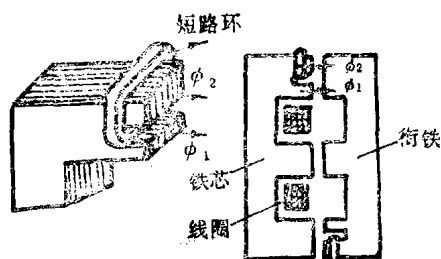


图1-2 交流接触器铁芯的短路环

的正常分合。为减小这种振动和噪音，在铁芯柱端面上嵌装一个金属环，称为短路环。如图1-2所示。

短路环相当于变压器的副绕组，当激磁线圈通入交流电后，在短路环中有感应电流存在，短路环把铁芯中的磁通分为两部分，即不穿过短路环的 ϕ_1 和穿过短路环的 ϕ_2 。磁通 ϕ_1 由线圈电流 I_1 产生，而 ϕ_2 则由 I_1 及短路环中的感应电流 I_2 共同产生的。电流 I_1 和 I_2 相位不同，故 ϕ_1 和 ϕ_2 的相位也不同，即在 ϕ_1 过零时 ϕ_2 不为零，使得合成吸力无过零点，铁芯总可以吸住衔铁，使其振动减小。

2. 触头系统

它是接触器的执行元件，起分断和闭合电路的作用，要求触头导电性能良好。触头有主触头和辅助触头之分。还有使触头复位用的弹簧。主触头用以通断主回路（大电流电路），常为三对常开触头。而辅助触头则用以通断控制回路（小电流回路）起电气联锁作用，所以又称为联锁触头。所谓常开、常闭是指电磁机构未动作时的触头状态。如图1-3所示为

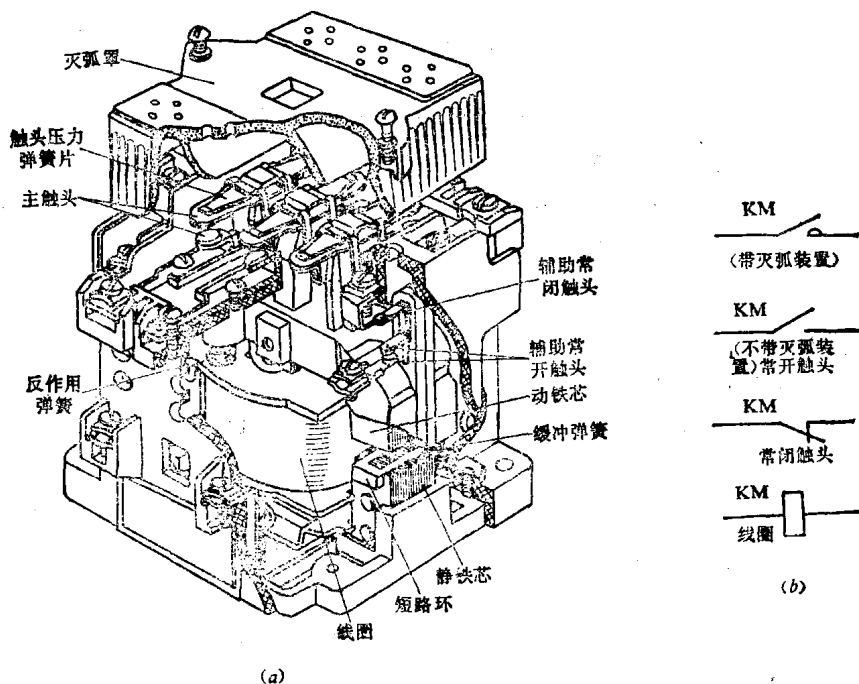
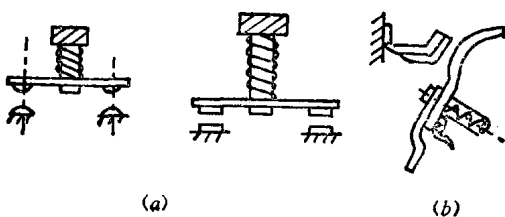


图1-3 交流接触器的外形、结构及符号
(a) 外形及结构；(b) 符号

交流接触器的外形、结构及符号。

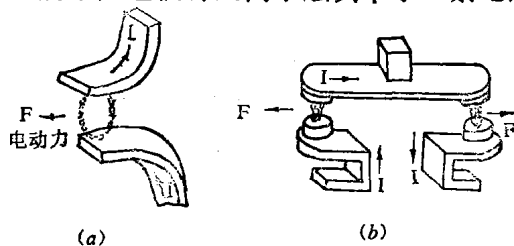
触头的结构型式分为桥式触头和线接触指形触头，如图1-4所示。

桥式触头有点接触和面接触之分，如图1-4(a)所示，它们都是两个触头串于一条电路中，电路的开断与闭合是由两个触头共同完成的。点接触桥式触头适用于电流不大且触头压力小的地方，如接触器的辅助触头。面接触桥式触头，适用于大电流的地方，如接触器的



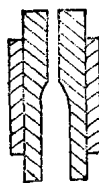
(a)

(b)

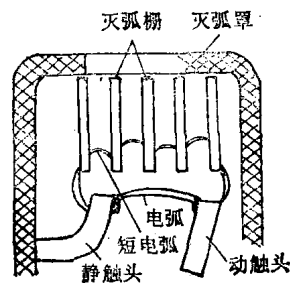


(a)

(b)



(c)



(d)

图1-4 接触器的触头结构

图1-5 交流接触器各种灭弧方法示意

(a)点接触桥式触头；(b)线接触指型触头 (a)电动力灭弧；(b)双断口灭弧；(c)纵缝灭弧装置；(d)栅片灭弧原理

线接触指型触头如图1-4(b)所示，它的接触区域为一直线，触头开闭时产生滚动接触。这种触头适用于接电次数多，电流大的地方，如接触器的

主触头。选用接触器时，要注意触头的通断容量和通断频率，如应用不当，会缩短其使用寿命或不能开断电路，严重时会使触头熔化；反之则触头得不到充分利用。

3. 灭弧装置

当分断带有电流负荷的电路时，在动、静两触头间形成电弧。交流接触器要经常接通和分断带有电流负荷的电路。电弧的形成，主要是由于空气发生游离，但电弧形成也存在去游离（减弱离子浓度）的作用。游离作用强，电弧就剧烈，去游离作用强，电弧就易熄灭。电器中设置灭弧装置，其目的是加强去游离作用，促使电弧尽快熄灭，以防造成相间短路，交流接触器的灭弧方法有：用电动力使电弧移动拉长，如：电动力灭弧、双断口灭弧；或将长弧分成若干短弧，如：栅片灭弧、纵缝灭弧等。如图1-5 (a)、(b)、(c)、(b)所示。

(二) 交流接触器的工作原理

当线圈通以单相交流电时，铁芯被磁化为电磁铁，即由激磁电流 I_1 产生磁通 ϕ_1 ，而在短路环中产生感应电流 I_2 ， I_1 和 I_2 共同作用产生 ϕ_2 ，由 ϕ_1 和 ϕ_2 产生电磁力 F_1 和 F_2 ，使合成吸力 F 无过零点，当克服弹簧的反弹力时将衔铁吸合，带动触头动作。即常开触头闭合，常闭触头打开。 ϕ_1 和 ϕ_2 的相位差理论上差 90° ，但实际上约 60° 。如图1-6为电磁吸力随时间的变化曲线。当线圈失电后，电磁铁失磁，电磁吸力随之消失，在弹簧作用下触头复位。

(三) 交流接触器在使用时的注意事项

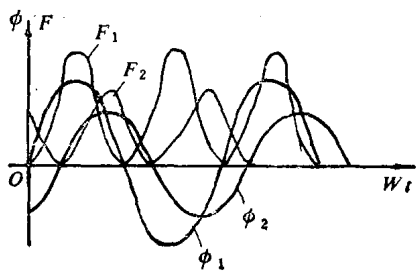


图1-6 电磁吸力曲线

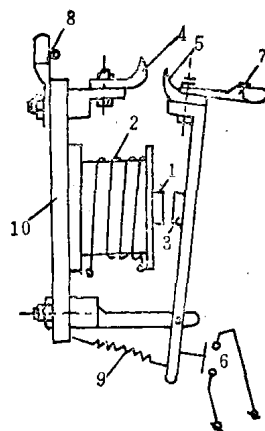


图1-7 直流接触器的结构原理图

1-铁芯；2-线圈；3-衔铁；4-静触头；5-动触头；
6-辅助触头；7、8-接线柱；9-反作用弹簧；10-底板

(1) 交流接触器在起动时，由于铁芯气隙大电抗小，所以通过激磁线圈的起动电流往往比衔铁吸合后的线圈工作电流大十几倍，所以交流接触器不宜使用于频繁起动的场合。

(2) 交流接触器激磁线圈的工作电压，应为其额定电压的85~106%，这样才能保证接触器可靠吸合。如电压过高，交流接触器磁路趋于饱和，线圈电流将显著增大，有烧毁线圈的危险。反之，衔铁将不动作，相当于起动状态，线圈也可能过热烧毁。

(3) 使用时还应注意，决不能把交流接触器的交流线圈误接到直流电源上，否则由于交流接触器激磁绕组线圈的直流电阻很小，将流过较大的直流电流，致使交流接触器的激磁线圈烧毁。

二、直流接触器

直流接触器主要用以控制直流的用电设备。和交流接触器相似，同样由电磁机构、触头系统和灭弧装置等三部分构成，但是也存在着一定的差别。直流接触器结构原理图见图1-7所示。

交、直流接触器的区别如下：

1. 铁芯不同

因为直流接触器线圈中通的是直流电，铁芯中不会产生涡流，故铁芯可用整块的铸铁或铸钢构成。因为直流电产生恒定的电磁吸力，所以不会产生振动和噪音，无需在铁芯的端面上嵌装短路环；由于 $f = 0$ ， $X_L = 2\pi fL = 0$ ，故 $Z = R$ 。可见直流接触器限制励磁电流的主要是电阻，所以其线圈匝数较多，电阻较大，铜耗也大，线圈发热是需要考虑的主要因素。为了使线圈散热良好，通常将线圈做成长而薄的圆筒状。

2. 触头系统

同交流接触器类似，有主触头和辅助触头之分。主触头因为通断电流大，故采用指形触头，辅助触头通断电流小，常采用点接触的桥式触头，如图1-4(a)、(b)中所示。

3. 灭弧装置不同

直流接触器的主触头在断开直流电路时，如电流较大会产生强烈的电弧，次数一多触头便要烧坏，而不能继续工作。为了迅速切断电弧，不使触头烧坏，采用了磁吹式灭弧装

置，其结构如图1-8所示。图中表示动、静触头已分开，并已形成电弧。磁吹式灭弧装置由磁吹线圈1、灭弧罩5和灭弧角6所组成。磁吹线圈由扁铜条弯成，中间装有铁芯2，它们之间隔有绝缘套筒3，铁芯的两端装有两片铁质的夹板4，夹板4夹持在灭弧罩的两边，而放在灭弧罩5内的触头就处在夹板之间。灭弧罩由石棉水泥板或陶土制成，它把触头罩住。磁吹线圈和触头串联，因此流过触头的电流也就是流过磁吹线圈的电流，电流的方向如图中的箭头所示。当触头分开电弧燃烧时，电弧电流在电弧四周形成一个磁场，磁场的方向可用右手螺旋定则确定，在电弧上方磁通的方向是离开纸面的，而在电弧下面磁通的方向是进入纸面的。流过磁吹线圈的电流在铁芯2中产生磁通，磁通经过一边夹板穿过夹板间的空隙进入另一夹板而形成闭合磁路，磁通方向如图1-8所示。可见，在电弧上方，磁吹线圈与电弧电流所产生的磁通方向相反，于是磁通减少；而在电弧下方，则由于两个磁通方向相同，磁通增加，电弧将从磁场强的一边拉向弱的一边，这样电弧就向上运动，灭弧角6和静触头相连接，它的作用是引导电弧向上运动。由于电弧自下而上地迅速拉长，和空气发生了相对运动，使电弧温度降低，起到冷却去游离作用，促使电弧熄灭。另外，电弧被吹进灭弧罩上部的时候，进入了灭弧挟缝的区域，电弧和灭弧罩相接触，将热量传给了灭弧罩，这样也降低了电弧的温度，起到加强冷却去游离的作用。同时，电弧在向上运动的过程中，它的长度不断增加，当电源电压不足以维持电弧燃烧时，它就熄灭了。

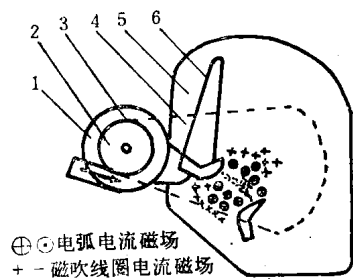


图1-8 磁吹式灭弧装置
1-磁吹线圈；2-铁芯；3-绝缘套筒；
4-夹板；5-灭弧罩；6-灭弧角

综上所述可知：磁吹灭弧装置的灭弧原理是靠磁吹力的作用，使电弧在空气中迅速拉长并同时冷却去游离，从而使电弧熄灭。因此，电流愈大，灭弧能力也愈强。当电流方向改变时，磁场的方向也同时改变，而电磁力的方向不变，电弧仍向上移动，灭弧作用相同。

直流接触器通的是直流电，没有冲击起动电流，不会产生铁芯猛烈撞击的现象，因此它的寿命长，适宜用于频繁起动的场合。

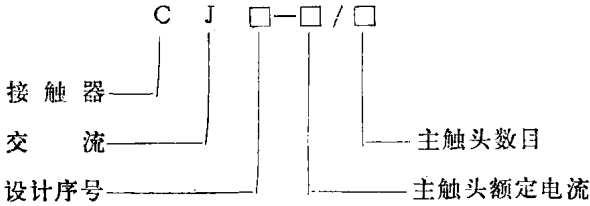
直流接触器的线圈及触头在电路原理图中的图形及符号与交流接触器相同。

三、接触器主要技术数据

(一)接触器的型号及代表的意义

常用的交流接触器有CJ0、CJ20、CJ12、CJ12B等系列其主要技术数据见表1-1所示。

型号意义：



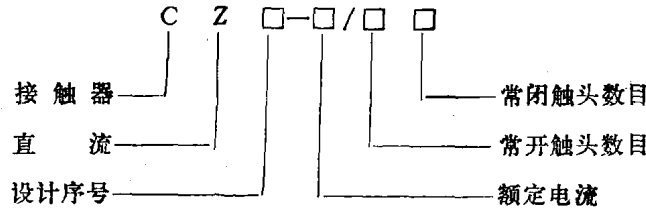
常用的直流接触器有CZ0、CZ1、CZ2、CZ3、CZ5—11等系列产品。CZ5—11为联锁接触器，常用于控制电路中。CZ0系列直流接触器的基本技术参数见表1-2所示。

CJ0、CJ20系列交流接触器的技术数据

表1-1

	主 触 头			辅 助 触 头			线 圈		可控三相异步电 动机的最大功率 (kW)		额定操作 频 率 (次/小时)
	对数	额 定 电 流 (A)	额定 电压 (V)	对数	额定 电流 (A)	额定 电压 (V)	电 压 (V)	功 率 (VA)	220V	380A	
CJ0-10	3	10	380	均为 两常 开 两常 闭	5	380	可 为 36 110 127 220 380	14	2.5	4	≤600
CJ0-20	3	20						33	5.5	10	
CJ0-40	3	40						33	11	20	
CJ0-75	3	75						55	22	40	
CJ20-10	3	10						11	2.2	4	
CJ20-20	3	20						22	5.5	10	
CJ20-40	3	40						32	11	20	
CJ20-60	3	60						70	17	30	

型号意义：



CZO系列直流接触器基本技术参数

表1-2

型 号	额定 电压 (V)	额 定 电 流 (A)	额 定 操 作 频 率 (次/h)	主触头级数		最大分断 电 流 (A)	辅助触头型 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	常闭		
CZO-40/20	440	40	1200	2	0	160	2	2	24, 48 110, 220	22
CZO-40/02		40	600	0	2	100	2	2		24
CZO-100/10		100	1200	1	0	400	2	2		24
CZO-100/01		100	600	0	1	250	2	1		24
CZO-100/20		100	1200	2	0	400	2	2		30
CZO-150/10		150	1200	1	0	600	2	2		30
CZO-150/01		150	600	0	1	375	2	1		25
CZO-150/20		150	1200	2	0	600	2	2		40
CZO-250/10		250	600	1	0	1000	5			31
CZO-250/20		250	600	2	0	1000	其中一对 为固定常开, 另 4 对可任 意组合成常 开或常闭			40
CZO-400/10		400	600	1	0	1600				28
CZO-400/20		400	600	2	0	1600				43
CZO-600/10	600	600	1	0	2400	50				

(二)接触器的工作任务类别

1.交流接触器

根据国家标准，将交流接触器的任务分成四类：

- (1) 在 $\cos\phi = 0.9$ 以下，接通和分断额定电压和额定电流的属于 A_1 类；
- (2) 在 $\cos\phi = 0.7$ 和额定电压下，接通和切断 2.5 倍额定电流的属于 A_2 类；
- (3) 在 $\cos\phi = 0.4$ 和额定电压的情况下，接通 6 倍的额定电流；在 0.16 额定电压下断开额定电流的属于 A_3 类；
- (4) 在额定电压和 $\cos\phi = 0.4$ 的情况下，接通和切断 6 倍额定电流的属于 A_4 类。

2. 直流接触器

国家标准规定，直流接触器的任务可分为三类：

- (1) 在 $L/R = 0.005$ 和额定电压下，接通与分断额定电流称为 D_1 类；
- (2) 在 $L/R = 0.015$ 和额定电压下，接通 2.5 倍的额定电流；在 $L/R = 0.015$ 或 0.1 和额定电压下开断额定电流的称为 D_2 类；
- (3) 在 $L/R = 0.015$ 和额定电压下，接通与分断 2.5 倍额定电流的称为 D_3 类。

例如：CJ20、CJ0、CJ20 系列交流接触器相当于 A_3 类。CJ1、CJ12、CJ3 系列交流接触器相当于 A_4 类与 A_3 类间。CZ3 系列直流接触器相当于 D_1 类。CZ1、CZ0 系列直流接触器相当于 D_2 类或 D_3 类。

(三) 接触器的额定参数

1. 接触器铭牌上的额定电压

是指主触头的额定电压，选用时必须使它与被控制的负载回路的额定电压相同。

2. 额定电流

接触器铭牌上的额定电流是指主触头的额定电流。主触头的额定电流就是当接触器装在敞开的控制屏上，在间断—长期工作制下，而且温升不超过额定温升时，流过触头的允许电流值。间断—长期工作制是指接触器连续通电时间不大于八小时的工作制，工作八小时后，必连续操作开闭触头（空载）三次以上（这一工作制通常是在交接班时进行），以便清除氧化膜。

3. 吸引线圈的额定电压

交流吸引线圈的额定电压一般有 36V、127V、220V 和 380V 四种。直流吸引线圈的额定电压一般有 24V、48V、110V、220V 和 440V 五种，考虑到电网电压的波动，接触器的线圈允许在电压等于 105% 额定值下长期接通，而线圈的温升不超过绝缘材料的容许温升。

4. 额定操作频率

接触器的操作频率就是接触器每小时接通的次数。根据前面对电磁机构吸力特性的分析，我们知道交流吸引线圈在接电瞬间有很大的起动电流，如果接电次数过多，会引起线圈过热，所以这就限制了交流接触器每小时的接电次数。一般交流接触器额定操作频率最高为 600 次/小时，直流吸引线圈电流为一常数，与磁路的气隙无关，所以额定操作频率较高，最高可达 1200 次/小时。因此，对于频繁操作的场合如轧钢机的一些辅助机械，就采用了具有直流吸引线圈的接触器。CJ3 系列接触器就是具有直流吸引线圈、主触头交直两用的接触器，其额定操作频率可达到 1200 次/小时。

四、接触器的选择

1. 系列的确定

根据所控制的电动机及负载电流的类型选择接触器的类型，即交流负载应选用交流接触器，直流负载应选用直流接触器；如果控制系统中主要是交流电机，而直流电动机或直流负载的容量比较小时，也可全用交流接触器进行控制，但是触头的额定电流应适当选择大一些，再根据接触器的工作任务，确定出合适的系列。

2. 额定电压、额定电流的确定

通常情况下，选择接触器主触头的额定电压大于或等于负载回路的额定电压。主触头的额定电流不低于规定负载电路的额定电流或根据经验公式计算：

$$I_{KM} = \frac{P_e \times 10^3}{K U_e} \quad (A) \quad (1-1)$$

式中 K ——为经验常数，一般取 $1 \sim 1.4$ ；

P_e ——被控电动机额定功率 (kW)；

U_e ——电动机额定线电压 (V)；

I_{KM} ——接触器主触头电流 (A)。

(1-1) 式适用于 CJ0、CJ10、CJ20 系列。

也可参照表 1-1 所控制电动机最大功率选择。例如：额定电压为 380V、额定功率为 20kW 的电动机查表 1-1 应选用 CJ20—40 型接触器。

如果接触器使用在频繁起动、制动和频繁正反转的场合时，容量应增大一倍以上来选择接触器。

3. 吸引线圈额定电压的确定

吸引线圈的电压选择要考虑到安全和工作的可靠性，也就是使其额定电压与所接电源电压相符合。在控制线路比较简单、所用接触器的数量较少的情况下，可直接选用 380V 或 220V。在线路复杂、使用电器较多时，为了保证安全，可选用较低的电压值，如 110V、127V 或 220V，并由控制变压器供电。

4. 接触器的触头数量的确定

接触器触头数量、种类应满足控制线路的要求。如不能满足时，可用增加中间继电器等方法解决。

第二节 继 电 器

继电器是一种根据外界输入的电的或非电的信号（如电流、电压、转速、时间、温度等）的变化开闭控制电路（小电流电路），自动控制和保护电力拖动装置用的电器。继电器的种类很多，其分类方法也较多。

按其动作原理分为：电磁式、感应式、机械式、电动式、热力式和电子式继电器等。

按其反应的信号不同可分为：电流、电压、时间、速度、温度、压力继电器等。

以下将按其反应参数的不同，阐述在建筑设备控制系统中常用的几种继电器。

一、电磁式电流、电压和中间继电器

电流及电压继电器是用来反应电流和电压变化的电器。中间继电器则是转换控制信号的中间元件。

(一) 交流电磁式继电器

1. 构造

交流电磁式继电器与交流接触器一样，由电磁机构和触头系统构成。继电器因无需开断大电流电路，故触头均采用无灭弧装置的桥式触头。磁路系统由硅钢片叠成，在铁芯上绕有线圈。JT4 系列继电器的构造如图1-9所示。

2. 动作原理

当交流继电器的线圈内通以交流电流时，在铁芯1中产生电磁吸力，当电磁吸力足以克服释放弹簧7的反弹力时，衔铁3绕支点转动与铁芯吸紧，带动其触头动作（即常开触头闭合，常闭触头断开）。

当线圈电流消失或减小到一定值时，铁芯中电磁吸力随之减小，当吸力小于释放弹簧7的反弹力时，在释放弹簧作用下，衔铁将恢复到释放位置，其触头复位。

3. 继电器的返回系数与调整

(1) 返回系数

返回系数是表征继电器工作性能的一个重要指标，分为电流返回系数和电压返回系数。返回系数与相关量之间的关系可表示如下：

$$\beta_i(\text{电流返回系数}) = \frac{\text{释放电流}}{\text{吸上电流}}$$

$$\beta_u(\text{电压返回系数}) = \frac{\text{释放电压}}{\text{吸上电压}}$$

所谓吸上电流（电压）是：当继电器的衔铁开始吸合时吸引线圈的电流（电压）；而释放电流（电压）则是：当继电器开始释放时吸引线圈的电流（电压）。

因为吸上参数大于释放参数，所以 β_i 和 β_u 的数值都小于 1。返回系数的数值由继电器本身的结构确定。在选择与调整继电器时，需参考这一数据，以保证继电器可靠而准确地工作。

(2) 继电器的调整方法

a. 调整释放弹簧7的松紧程度来改变吸上电流的大小，释放弹簧越紧吸上电流越大，反之，吸上电流越小。

b. 调整调节螺钉5，改变初始气隙的大小来改变吸上电流。气隙越大，吸上电流越大；反之吸上电流越小。在释放弹簧和触头弹簧不变的情况下，改变气隙，释放电流不变。

c. 改变非磁性垫片的厚度来调整释放电流，非磁性垫片越厚，释放电流越大，反之释放电流越小。在释放弹簧和触头弹簧不变的情况下，调整非磁性垫片的厚度，吸上电流不变。

交流电磁式继电器有电流、电压和中间继电器之分，以下分别加以说明。

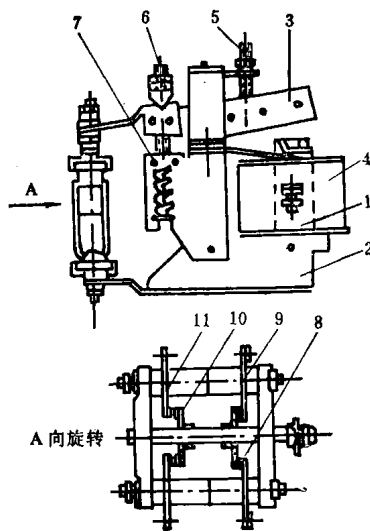


图1-9 JT4系列交流电磁继电器

1-铁芯；2-底座；3-衔铁；4-线圈；5-调节螺钉；6-调节螺母；7-释放弹簧；8、10-动触头；9、11-静触头