

普通中等专业教育机电类规划教材

机床电气控制技术

福建高级工业专门学校 连赛英 主编

机械工业出版社

普通中等专业教育机电类规划教材

机床电气控制技术

福建高级工业专门学校 连赛英 主编



400015



机械工业出版社

本书较系统地介绍了机械设备中的电气控制系统和可编程序控制器及其应用。主要内容有常用低压电器、继电器-接触器基本环节控制电路、机床电气控制、可编程序控制器的原理及应用,以及电气控制电路的设计。本书还附有实验指导书、课程设计实例以及电气图常用的新旧图形、文字符号对照表。

本书精选的内容中,介绍了新的电器元件,注重机-电-液的有机联系,还介绍了电气设备的安装、调试及使用注意事项。

本书为中专四年制机械制造专业“机床电气控制技术”课程的教材,可作为授课时数为60学时左右的各类学校非工业电气自动化专业类似课程的教学用书,还可作为电气、机械工程技术人员和有关专业师生的参考用书。

机床电气控制技术

福建高级工业专门学校 连赛英 主编

*

责任编辑:钱飒飒 李振标 版式设计:冉晓华

封面设计:郭景云 责任校对:张佳

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

三河宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 12.5·字数 306 千字

1998年7月第1版第3次印刷

印数:15 001—25 000 定价:12.00元

*

ISBN 7-111-05149-1/TM·647(课)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

“机床电气控制技术”是根据机械部中专机制专业教学指导委员会审定的教学大纲，为中等专业学校机械制造专业编写的教材。

为了实施新的教学计划，适应市场经济需要，本书选定的内容有常用低压电器、继电器-接触器基本环节的控制电路、机床电气控制、可编程序控制器的原理及应用、电气控制的电路设计。每章后附有思考题与习题。本书还附有实验指导书、电气图常用新旧图形和文字符号对照表等。

本书内容结合了专业特点，取材广泛，较好地处理了教学内容的深度和广度，体现了先进性、灵活性和实用性。在深入浅出地阐述了机床电气控制技术的有关基础知识的同时，注意了理论联系实际，注重了培养应用型的工程技术人才。在低压电器章节中，突出了电器元件的选择、安装与使用注意事项。在基本控制环节电路章节中，较全面地分析、介绍了各种典型环节电路。在机床电气控制章节中，拓宽了知识面，介绍了采用凸轮控制器控制桥式起重机电气控制的内容。在可编程序控制器的原理与应用中，突出了PC在工业控制中的应用实例。在电气控制的电路设计中，对机床电气控制系统的设计，从设计原则到设计方案的确定，电器的选择、安装与调试等过程都作了详细的阐述，并用实际的机械设备为例，采用继电器-接触器控制系统和PC控制系统两种设计方案，说明电气控制设计的全过程。本书编入了常用电器的技术数据、实验指导书和电气控制电路设计举例等内容，较好地充实了实践性的教学环节。打“*”的内容可根据实际情况选用。

本书由福建高级工业专门学校连赛英主编，参加编写的有咸阳机器制造学校王津（编写第二章及实验一、二、三），温州机械工业学校陈大路（编写第四章及实验六、七），其余内容由连赛英负责编写。

本书由重庆机器制造学校陈达昭主审，参加大纲讨论和审稿的有上海机电工业学校陈林桂，广东省机械工业学校李锡雯，温州机械工业学校周嘉麟，西安仪表工业学校肖志锋，无锡机械制造学校吴宜平，长治机电工业学校斐振文，哈尔滨机械工业学校李军，广西机械学校吴维勇，咸阳机器制造学校方维奇等同志。他们对本书的编审工作提出了许多建设性建议，对上述同志的热情支持和帮助，编者在此表示衷心的感谢。

本书为中等专业学校四年制机械制造专业教学用书，也可作为教学时数为60学时左右的非工业电气化或自动化专业（如电机电器、电子技术应用、计算机、机械设备与控制、机械设备与维修、机械设备与检测等）相关课程的教学用书。

由于编者的水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请各位读者提出批评指正。

编者
1995.10

目 录

前 言	
第一章 常用低压电器	1
第一节 接触器	1
第二节 继电器	9
第三节 熔断器	20
第四节 开关与主令电器	23
第五节 电磁铁和电磁离合器	33
思考题与习题	37
第二章 继电器-接触器基本控制电路	38
第一节 电气控制系统图图形、文字符号和 绘图原则	38
第二节 三相异步电动机单向旋转全电压 控制电路	41
第三节 三相异步电动机可逆旋转控制 电路	45
第四节 组合机床控制电路的基本环节	48
第五节 三相异步电动机降压起动控制 电路	51
第六节 三相异步电动机变速控制电路	55
* 第七节 绕线转子异步电动机控制电路	58
第八节 三相异步电动机制动控制电路	61
思考题与习题	63
第三章 机床电气控制	66
第一节 普通车床电气控制	66
* 第二节 磨床电气控制	69
* 第三节 摇臂钻床电气控制	74
第四节 铣床电气控制	78
第五节 组合机床电气控制	85
* 第六节 起重机电气控制	89
思考题与习题	95
第四章 可编程序控制器的原理与 应用	97
第一节 概述	97
第二节 PC 的系统构成和基本工作原理	101
第三节 可编程序控制的指令系统	112
第四节 编程方法及编程器的使用	122
第五节 可编程序控制器的应用	131
思考题与习题	147
* 第五章 电气控制电路设计	150
第一节 电气控制系统设计的基本要求和 内容	150
第二节 电气拖动方案的确定原则与电动机 的选择	151
第三节 电气控制电路的设计	156
第四节 常用电气元件的选择	160
第五节 电气设备装置的安装与调试	165
第六节 电气控制电路的设计举例	166
实验	178
实验一 三相异步电动机的点动控制和正转 控制电路	178
实验二 三相异步电动机的正反转控制 电路	179
实验三 三相异步电动机的 Y- Δ 起动控制 电路	180
实验四 X62W 万能铣床电气控制电路的 实验	181
* 实验五 凸轮控制器控制电路实验	183
实验六 编程器使用练习	185
实验七 三相笼型异步电动机 Y- Δ 降压起动 的 PC 控制	187
附录	190
电气图常用图形及文字符号新旧 对照表	190
参考文献	196

第一章 常用低压电器

电器就是接通、断开电路或调节、控制和保护电路与设备的电工具具和装置。

电器的用途广泛，功能多样，构造各异，种类繁多。

1. 按工作电压等级分类 低压电器是指工作于交流 50Hz 或 60Hz，额定电压 1200V 以下，或直流额定电压 1500V 以下电路中的电器；高压电器是指工作于交流额定电压 1200V 以上，或直流额定电压 1500V 以上电路中的电器。

2. 按动作原理分类 手动电器是指需要人工直接操作才能完成指令任务的电器；自动电器是指不需要人工操作，而是按照电的或非电的信号自动完成指令任务的电器。

3. 按用途分类 控制电器是用于各种控制电路和控制系统的电器；主令电器是用于自动控制系统中发送控制指令的电器；保护电器是用于保护电路及用电设备的电器；配电电器是用于电能的输送和分配的电器；执行电器是用于完成某种动作或传动功能的电器。

4. 按工作原理分类 电磁式电器是依据电磁感应原理来工作的电器；非电量控制电器，其工作是靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器等等。

本章主要介绍几种常用低压电器，并通过对它们的结构、工作原理、型号、有关技术数据、图形符号和文字符号、选用原则及使用注意事项等内容介绍，为以后正确选择、合理使用电器打下基础。

第一节 接触器

接触器是一种低压自动切换、并具有控制与保护作用的电磁式电器。它用于远距离频繁地接通或断开交、直流主电路和大容量控制电路。如用于控制电动机、电热设备、电焊机、电容器组等，还具有欠电压与零压保护功能，是电力拖动自动控制电路中使用最广泛的电器元件。

接触器按其主触点控制电路中电流的种类分为直流接触器和交流接触器，交流接触器又分为工频（50Hz 或 60Hz）和中频 400Hz 两种。按其电磁系统的励磁电流种类分为直流励磁操作和交流励磁操作两种。按主触点的极数分为单极、双极、三极、四极、五极等几种。

一、接触器的主要结构

接触器结构由电磁系统、触点系统和灭弧装置等组成。交流接触器 CJ20-63 型结构见图 1-1。

1. 电磁系统 电磁系统是接触器的动力元件，由铁心、衔铁、电磁线圈和释放弹簧几部分组成。

(1) 磁路机构 电磁系统的电磁铁结构形式主要有衔铁绕棱角转动的拍合式结构，衔铁绕轴转动的拍合式结构和衔铁作直线运动的单 E 形和双 E 形式结构等，见图 1-2。

交流励磁的接触器大都采用图 1-2b、c 类型的电磁系统。直流励磁的接触器主要采用图 1-2a 类型的电磁系统。

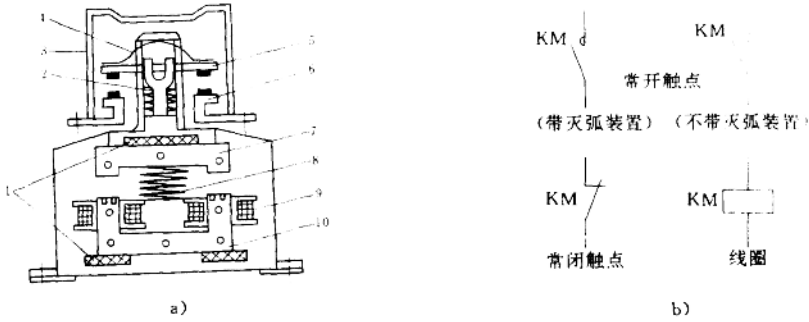


图 1-1 CJ20-63 型交流接触器的结构、图形、文字符号

a) 结构示意图 b) 图形文字符号

- 1—垫毡 2—触点弹簧 3—灭弧罩 4—触点压力弹簧片 5—动触桥 6—静触点
7—衔铁 8—缓冲弹簧 9—电磁线圈 10—铁心

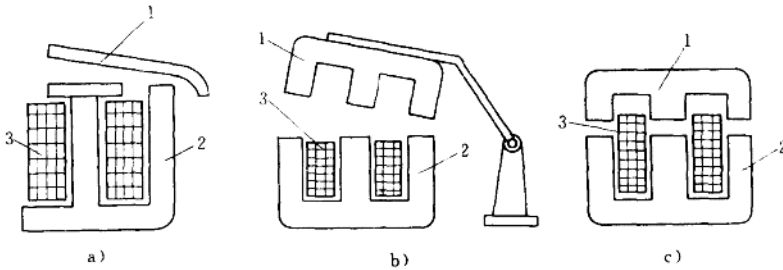


图 1 2 常用的电磁系统结构图

1—衔铁 2—铁心 3—线圈

交流励磁的铁心一般用硅钢片叠压铆成，以减少交变磁场在铁心中产生的涡流及磁滞损耗，防止铁心过热。直流励磁线圈中通的是直流电，铁心不产生涡流和磁滞损耗，因此，铁心可用整块铸钢或铸铁制成。

电磁铁吸力

$$F = \frac{B^2 S}{8\pi} \times 10^7 \tag{1-1}$$

式中 F ——电磁吸力 (N)；

B ——气隙中磁感应强度 (T)；

S ——磁极截面积 (m^2)。

在气隙值 δ 与外加电压一定时，对于直流电磁铁的电磁吸力为恒定值。但对于交流电磁铁，由于外加正弦交流电压，其气隙磁感应强度亦按正弦规律变化，即

$$B = B_m \sin \omega t \tag{1-2}$$

交流电磁吸力可按下式求出：

$$F = \frac{F_m}{2} - \frac{F_m}{2} \cos 2\omega t = F_0 - F_0 \cos 2\omega t \tag{1-3}$$

式中 F_m ——电磁吸力最大值, $F_m = \frac{B_m^2 S}{8\pi} \times 10^7$;

F_0 ——电磁吸力的平均值, $F_0 = \frac{F_m}{2}$ 。

因此, 交流电磁机构的电磁吸力是一个两倍电源频率的周期性变量。它有两个分量, 一是恒定分量 F_0 , 另一是交变分量, 其吸力曲线见图 1-3。

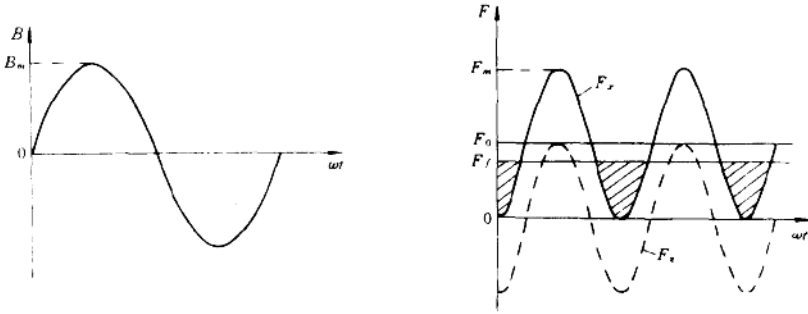


图 1-3 交流电磁机构实际吸力曲线

电磁机构在工作中, 衔铁始终是受反作用弹簧和触点弹簧等的反作用力 F_f 的作用。尽管电磁吸力的平均值 F_0 大于 F_f , 但有的时候 F 仍小于 F_f (图 1-3 的影线部分)。此时衔铁开始释放, 当 $F > F_f$ 时, 衔铁又被吸合, 如此反复进行, 衔铁必然产生振动和噪声。

为了消除衔铁产生振动和噪声, 可在铁心端部开一个槽, 槽内嵌有短路环 (或分磁环) 的铜环, 见图 1-4a。当励磁线圈通入交流电后, 在短路环中就有感应电流产生, 该感应电流又产生一个磁通。短路环将铁心中的磁通分为两部分, 即不穿过短路环的磁通 Φ_1 和穿过短路环的磁通 Φ_2 , 在短路环的作用下, 使 Φ_1 与 Φ_2 磁通产生相移, 即不同时为零, 使合成吸力始终大于反作用力 F_f , 从而消除振动和噪声。磁通相位关系与吸力特性曲线见图 1-4b、c。

(2) 励磁线圈 励磁线圈的作用是将电能转换成磁场能量, 它是电磁机构动力的能源。通入线圈的电流种类有两种, 通入直流电的为直流通圈, 通入交流电的为交流线圈。

直流励磁的电磁机构, 其磁路的铁心不发热, 仅由于励磁线圈流过电流而产生热量, 为了改善线圈的散热条件, 线圈与铁心之间不设框架, 直接接触, 通过铁心来散热, 并且直流励磁线圈做成高而薄的长条型。

交流励磁的电磁机构, 其铁心存在涡流与磁滞损耗, 线圈与铁心均发热, 为了不使热量相互影响, 线圈设有框架, 使铁心与线圈隔离, 同时为了使铁心与线圈的散热面积增大, 将线圈做成短而厚的粗短形。

接触器的励磁线圈并接于电路中为电压线圈。对于交流励磁线圈的电压, 在 85%~105% 额定电压时能可靠地动作。否则, 由于电流过大, 使线圈过热以至烧毁。从电工基础的有关知识可知, 交流励磁电磁机构, 当铁心气隙 δ 大、电感 L 小和阻抗 Z 小时, 线圈电流就增大, 电磁吸力 F 与磁通平方成正比, 而磁通的最大值又正比于外加电压。因此, 当线圈励磁电压过低时, 其电磁吸力不足, 衔铁吸不上, 气隙大, 而使线圈过流而烧毁; 当线圈励磁电压过高时, 磁路趋于饱和, 线圈电流显著增大, 也会使线圈过热烧毁。

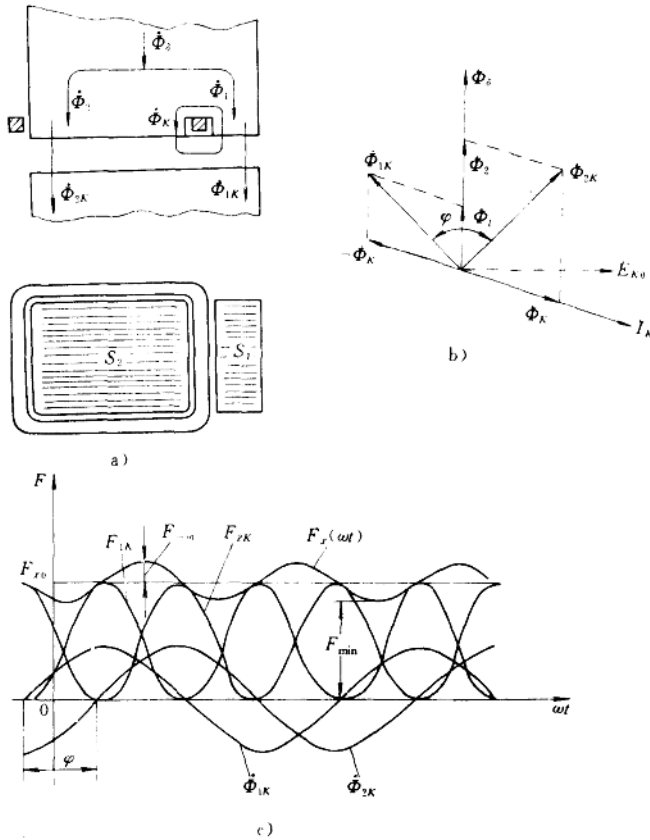


图 1-4 交流电磁机构加入短路环后磁通相位与吸力特性

a) 结构示意图 b) 各磁通相位关系 c) 吸力特性

此外，交流励磁的电磁机构在起动时，由于铁心气隙大，使通过线圈的起动电流会达到工作电流的十几倍。因此，交流接触器不宜在起动频繁的场合使用。

由于交流励磁的电磁机构有感抗存在，而直流励磁只有线圈电阻，在同样外加电压和线圈吸持电流时，直流励磁线圈匝数多、电阻值大，而交流励磁线圈匝数少、电阻值小。因此，交流励磁线圈不能直接接于直流电源上，否则也将烧毁线圈。

2. 触点系统 触点是电器的执行元件，起接通和断开电路的作用。接触器的触点系统分为主触点和辅助触点。主触点用以通断较大电流的主电路，体积较大。辅助触点用以通断小电流的控制电路，体积较小。触点还可分为常开触点和常闭触点两种，所谓“常开”是指线圈未通电时触点处于断开状态，线圈通电后触点就闭合，又称为动合触点。所谓“常闭”则是指线圈未通电时触点处于闭合状态，线圈通电后触点就断开，又称为动断触点。

触点用于通断电路，要求触点的材料有良好的导电性能。接触电阻小的触点通常用铜制成。若要求接触电阻小，工作性能相对稳定的触点应采用银制触点。因为铜触点表面易氧化，形成电阻率大的氧化铜，增大接触电阻，触点温升高，损耗大。而银触点在高温时也会被氧化，形成氧化银，但其电阻率与纯银差不多，且易粉化。

触点的结构形式见图 1-5a、b 为桥式触点，其中 a 为点接触形式，适用于电流不大、触点压

力小的场合, b 为面接触形式, 适用于较大电流的场合, c 为指形触点, 其接触区域为一直线(长形截面), 触点在结构设计时, 应使触点在接通或断开时产生滚、滑动过程, 以去除氧化膜, 减少接触电阻, 适用于接通次数多、电流大的场合。

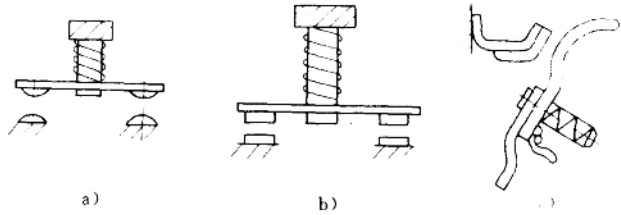


图 1-5 触点结构型式

a) 点接触形式 b) 面接触形式 c) 指形触点

为了使触点在接触过程中消除振动, 闭合时接触得更紧密, 减少接触电阻, 因此, 在触点上装有接触弹簧, 加大触点间的压力。触点间的接触电阻还与接触表面的状况有关。

3. 灭弧装置 电器的动静触点在断开电路的瞬间, 由于气体中少量正、负离子在电场强度作用下加速运动, 与中性气体分子碰撞, 使其发生游离。同时, 触点金属内部的自由电子从阴极表面逸出奔向阳极, 也撞击中性气体分子, 也使其激励和游离, 这些离子在电场中定向运动时伴随着强烈的热过程, 致使在电流通道的内形成等离子体, 并伴有强烈的声、光和热效应的弧光现象, 即为电弧。

电弧温度高达数千以至上万开尔文。由于电弧存在, 使电路切断时间延迟, 影响电路正常工作, 电弧还会烧坏触点, 使触点熔焊而损坏电器, 甚至会烧毁电器与其它设备, 酿成火灾。因此, 在接触器中应设置有灭弧装置, 起快速灭弧作用, 确保电路正常工作和电器设备的安全。

电弧的存在既要有一定的电压以维持电弧的电压降, 也要有一定的电流以维持强烈的热电离作用。因此, 为使电弧快速熄灭, 可采取下列措施。

(1) 双断口结构的电动力灭弧装置 图 1-6a 是一种桥式结构双断口触点。当触点断开时, 在触点之间产生电弧, 电弧电流在电弧之间产生图中以 \oplus 表示的磁场, 根据左手定则, 电弧电流要受到一个指向外侧的电动力 F 的作用, 使电弧向外运动并拉长, 使它迅速穿越冷却介质而快速冷却并熄灭。

(2) 窄缝灭弧装置 图 1-6b 是利用灭弧罩上的窄缝实现灭弧的装置。当触点断开时, 电弧在电动力的作用下进入窄缝内, 窄缝可将电弧柱的直径压缩, 使电弧与缝壁紧密接触, 加快冷却和去游离作用, 从而使电弧加快熄灭。灭弧罩常用耐高温陶土、石棉水泥等材料制成。目前有采用多个窄缝的多纵缝灭弧装置, 电动力将电弧引入纵缝, 被劈成若干段直径较小的电弧, 以增强冷却和去游离作用, 提高灭弧效果。

(3) 磁吹灭弧装置 图 1-6c 是磁吹灭弧装置示意图。由磁吹线圈、引弧角和导弧磁夹板等组成。由图可见, 磁吹线圈产生的磁场其磁通比较集中, 它经铁心和导弧磁夹板进入电弧空间。于是, 电弧在磁场的作用下, 在灭弧罩内部迅速向上运动, 并在引弧角处被拉到最长。在运动过程中, 电弧一方面被拉长, 另一方面又被冷却, 因此电弧能迅速熄灭。引弧角除有引导电弧运动的作用外, 还能把电弧从触点处引开, 从而起到保护触点的作用。

这种灭弧装置称为串联磁吹灭弧装置。由于磁吹线圈是与主电路串联, 作用于电弧的磁吹力随电弧电流的大小而改变, 电弧电流越大, 灭弧能力越强, 且磁吹力的方向与电流方向

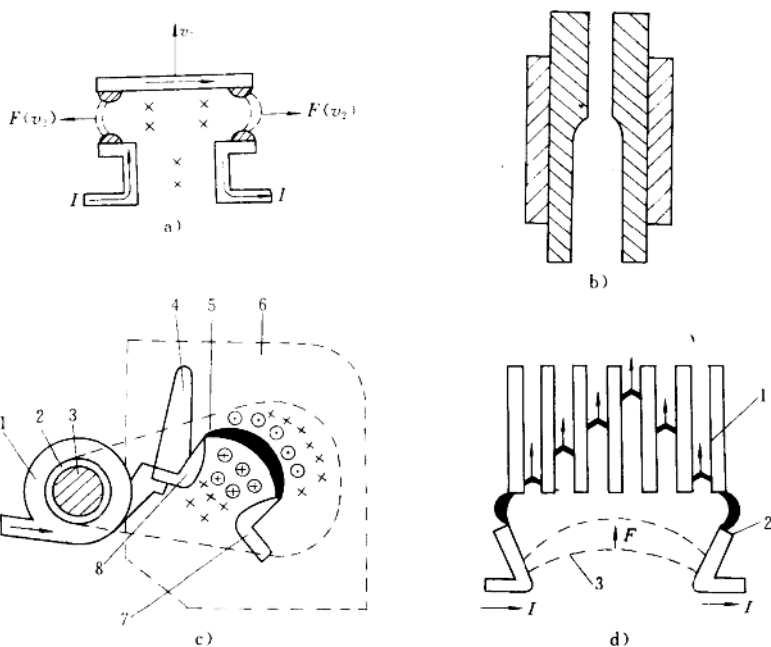


图 1-6 灭弧装置

a) 双断口电力灭弧 b) 窄缝灭弧 c) 磁吹灭弧

1—磁吹线圈 2—绝缘套 3—铁心 4—引弧角 5—导磁夹板 6—灭弧罩 7—动触点 8—静触点

d) 栅片灭弧

1—灭弧栅片 2—触点 3—电弧

无关。除外，还有并联磁吹灭弧装置，其优点是弱电流时磁吹效果比串联磁吹灭弧效果好，其缺点是当触点上电流方向改变时，必须同时改变线圈电流的极性，否则，磁吹力会反方向，电弧不但不易熄灭，甚至可能损坏电器。

交、直流电器均可采用磁吹灭弧方式。

(4) 栅片灭弧装置 图 1-6d 是栅片灭弧装置示意图。由灭弧栅片（由多片镀铜薄钢片组成）、绝缘夹板等组成。当触点断开时，电弧在吹弧电动力的作用下被推向栅片，它们彼此间是互相绝缘的。电弧进入栅片后，被分成一段段串联短电弧，而栅片变成短弧的电极。栅片的作用还在于能导出电弧的热量，使电弧迅速冷却，同时每两片灭弧栅片可以看成一对电极，而每对电极间都有 150~250V 的绝缘强度（近阴极作用），使整个灭弧栅的绝缘大大加强，而每个栅片间的电压却不足以达到电弧燃烧的电压。所以，电弧进入灭弧栅后就很快的熄灭。

接触器的其它部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧片、传动机构和接线柱等。反作用弹簧的作用是，当线圈断电时，使主触点复位分断。缓冲弹簧是安装在静铁心与胶木底座之间的一个刚性较强的弹簧，它的作用是缓冲动，缓冲动铁心吸合时对静铁心的冲击力，以保护胶木外壳免受冲击，防止损坏。触点压力弹簧片的作用是增加动、静触点之间的压力，从而增大触点接触面积，减少接触电阻，否则，由于动、静触点之间压力不足，接触面积减少，接触电阻增大，会使触点因过热而损伤。

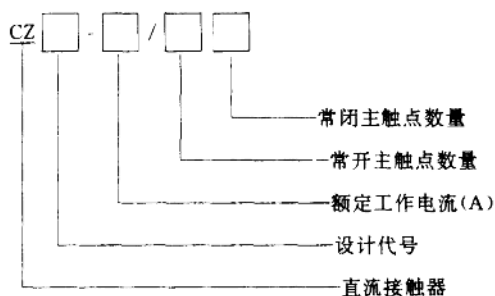
二、接触器的工作原理

见图 1-1, 无论是交流接触器还是直流接触器, 当励磁线圈接通电源后, 线圈电流产生磁场, 使铁心磁化, 产生电磁吸力克服反作用力吸引衔铁, 并最终吸合。由于触点支持件与衔铁固定在一起, 衔铁向铁心运动时, 触点支持件连同装配于其上的动触点也随之运动, 与静触点接通或断开, 把电路接通或切断。一旦线圈切断电源或电压突然消失或电压显著降低时, 电磁吸力消失或变小, 而在反力弹簧等反作用力的作用下, 衔铁就会脱离铁心返回原位, 与此同时动触点也返回原位, 把电路切断 (常开触点) 或接通 (常闭触点)。

三、型号与技术参数

直流接触器目前常用的是 CZ0 系列及新产品 CZ18 系列。

直流接触器的型号:



例如, CZ0-150/01 表示 CZ0 系列额定电流 150A, 具有一个常闭主触点的直流接触器。

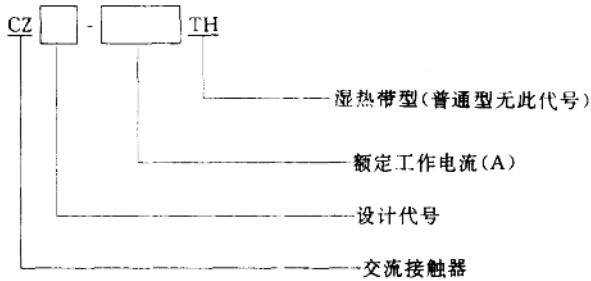
· CZ0 系列直流接触器基本技术数据见表 1-1。

表 1-1 CZ0 系列直流接触器技术数据

型 号	额 定 电 压 U_N (V)	额 定 电 流 I_N (A)	额 定 操 作 频 率 (次/h)	主触点型 式及数目		辅 助 触 点 型 式及数目		吸引线圈电压 U (V)	吸引线圈消 耗功率 P (W)
				常开	常闭	常开	常闭		
CZ0-40/20	440	40	1200	2	—	2	2	22、48 110、220 440	22
CZ0-40/02		40	600	—	2	2	2		24
CZ0-100/10		100	1200	1	—	2	2		24
CZ0-100/01		100	600	—	1	2	1		24
CZ0-100/20		100	1200	2	—	2	2		30
CZ0-150/10		150	1200	1	—	2	2		30
CZ0-150/01		150	600	—	1	2	1		25
CZ0-150/20		150	1200	2	—	2	2		40
CZ0-250/10		250	600	1	—	5 (其中一对常开, 另 4 对可任意组合成常开或常闭)			31
CZ0-250/20		250	600	2	—				40
CZ0-400/10		400	600	1	—				28
CZ0-400/20		400	600	2	—				43
CZ0-600/10		600	600	1	—				50

交流接触器目前常用的有CJ0、CJ10、CJ12和CJ20等系列。70年代末到80年代初设计并投产的、具有当代国际水平的产品有CJ20和引进国外的B37~B85型等。

交流接触器的型号：



例如，CJ10-40TH表示CJ10系列额定电流40A湿热带型交流接触器。

CJ10系列交流接触器技术数据见表1-2。

表 1-2 CJ10系列交流接触器技术数据

型号	额定电压 U_N (V)	额定电流 I_N (A)	可控制电动机最大功率 P_{max} (kW)			最大操作频率 (次/h)	线圈消耗功率 (VA) (W)		机械寿命 (万次)	电寿命 (万次)
			220V	380V	500V		起动	吸持		
CJ10-5	380	5	1.2	2.2	2.2	600	$\frac{35}{-}$	$\frac{6}{2}$	300	60
CJ10-10		10	2.2	4	4		$\frac{65}{-}$	$\frac{11}{5}$		
CJ10-20		20	5.5	10	10		$\frac{140}{-}$	$\frac{22}{9}$		
CJ10-40		40	11	20	20		$\frac{230}{-}$	$\frac{32}{12}$		
CJ10-60		60	17	30	30		$\frac{485}{-}$	$\frac{95}{26}$		
CJ10-100		100	30	50	50		$\frac{760}{-}$	$\frac{105}{27}$		
CJ10-150	150	43	75	75	$\frac{950}{-}$	$\frac{110}{28}$				

四、接触器的选择

正确地选用接触器是保障电力拖动自动控制系统安全、可靠地工作的保证。

选择的原则是根据所控制负载的大小、电动机的功率和对操作的要求确定接触器的电流等级；再根据控制回路的电源情况，选择线圈参数；最后根据工作环境选择一般的或特殊规格的产品（选择过程详见第五章第四节）。

五、接触器使用中的注意事项

交流励磁的交流接触器在使用中应注意以下几个方面：

- 1) 励磁线圈电压应为 $85\% \sim 105\% U_N$ 。
- 2) 铁心衔铁上短路环应完好。

- 3) 衔铁、触点支持件等活动部件动作应灵活。
- 4) 铁心、衔铁端面接触良好、无异物。
- 5) 触点表面接触良好，有一定的超程和接触压力。
- 6) 操作频率应在允许范围内。

对于直流励磁的直流接触器，线圈电压下降额定电压 U_N 的 10%—20% 时，衔铁释放，为了保证衔铁在上述电压值可靠地释放，常在磁路中加非磁性垫片，以减少剩磁的影响。

第二节 继电器

继电器是根据输入信号（电的或非电的）变化来换接执行机构的电器，是实现自动控制和保护电力拖动装置的自动电器。

继电器的种类很多，按输入信号的性质分为电压继电器、电流继电器、速度继电器、压力继电器、温度继电器、时间继电器和中间继电器。按工作原理分为电磁式继电器、感应式继电器、热继电器、电动式继电器和电子式继电器。按用途分为控制用和保护用继电器等。

继电器主要由承受机构反映继电器输入量并传递给中间机构，中间机构将输入量与预定量（即整定值）进行比较，并使执行机构产生输出量（一般说，继电器的执行机构为触点），输出量实现电路的接通或断开。

继电器的特点是它具有跳跃式的输入-输出特性，见图 1-7。

当继电器获得一个输入量 X ，当 $X < X_{rA}$ 吸合值时，输出量 $Y = 0$ 。当 $X = X_{rA}$ 时，输出量立即动作， $Y = Y_{max}$ 。此后，即使 $X > X_{rA}$ ，其 Y 仍为 Y_{max} 不变。当 X 值减小到 $X = X_{rF}$ 时， Y 还等于 Y_{max} ，直至 X 值减小到 $X = X_{rF}$ （释放值）时，输出量消失， $Y = 0$ ，继电器恢复原状。因此，继电器这种典型的输入-输出特性也称为 0-1 特性。

根据继电器的作用与其输入-输出特性，要求继电器应具有反应灵敏、准确、动作迅速、工作可靠，结构牢固和使用耐久的性能。以下将介绍几种常用的继电器。

一、电磁式继电器

电磁式继电器是应用最多的一种继电器，主要由电磁机构和触点系统组成，其结构和工作原理与电磁式接触器大致相同。电磁式通用型继电器结构示意图和图形文字符号，见图 1-8。

由于继电器是用于切换小电流的控制电路和保护电路，触点的容量较小（一般在 5A 以下），不需要灭弧装置。

电磁式继电器按励磁线圈电流的种类可分为直流电磁式继电器和交流电磁式继电器。按反应参数可分为电压继电器和电流继电器。按触点数量和动作时间又分为中间继电器和时间继电器等。

1. 电压继电器 电压继电器的励磁线圈与被测量电路并联，反应电路电压的变化，可作为电路的过电压或欠电压保护。为了不影响电路的工作状态，要求其励磁线圈匝数要多，导线截面要小，线圈阻抗要大。根据电压继电器动作电压值的不同分为过电压、欠电压和零电

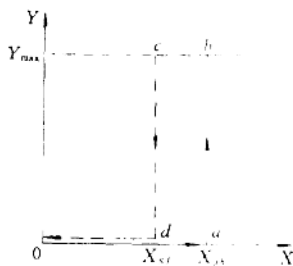


图 1-7 继电器输入-输出特性

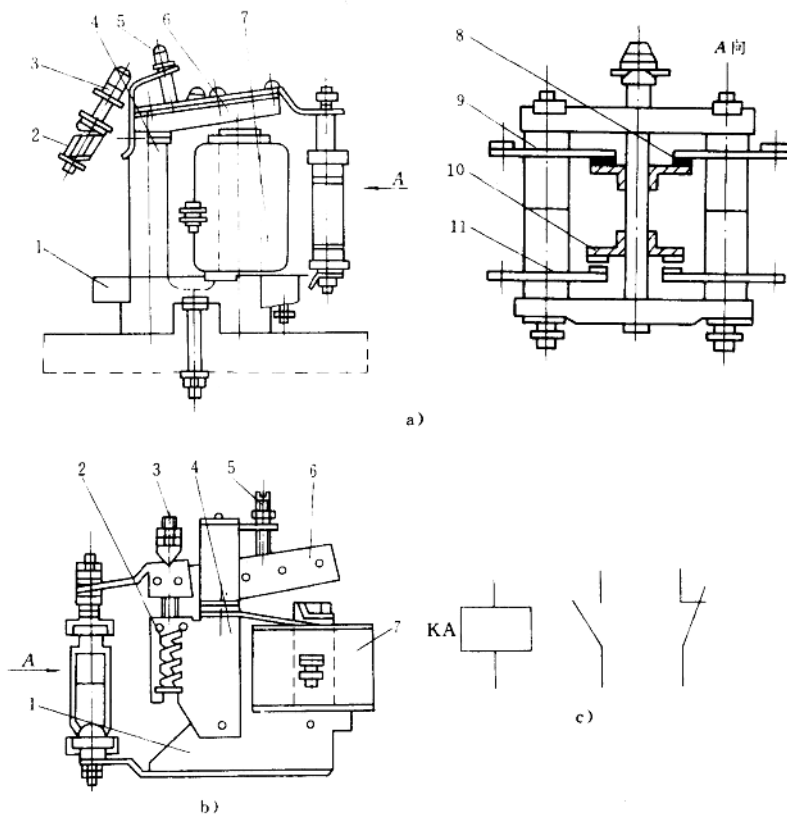


图 1-8 电磁式通用型继电器结构示意图和图形、文字符号

a) JT3 直流型 b) JT4 交流型 c) 图形、文字符号

1—底座 2—释放弹簧 3—调节螺母 4—铁心 5—调节螺钉

6—衔铁 7—线圈 8、10—动触点 9、11—静触点

压继电器。过电压继电器在电路电压为 $110\% \sim 115\% U_N$ 时吸合动作，欠电压继电器在电路电压为 $40\% \sim 70\% U_N$ 时释放，零电压继电器在电路电压降至 $5\% \sim 25\% U_N$ 时释放。对于交流励磁的过电压继电器在电路正常时不动作，只有在电路电压超过额定电压，达到整定值时才动作，且一动作就将电路切断。为此，铁心和衔铁上可以不安放短路环。

2. 电流继电器 电流继电器的励磁线圈串接于被测电路中，反映电路电流的变化，对电路实现过电流与欠电流保护。为了不影响电路工作情况，其线圈匝数应尽量少，导线截面要大，阻抗值要小。电流继电器也分为过电流继电器和欠电流继电器两种。欠电流继电器的吸引电流为线圈额定电流的 $30\% \sim 65\%$ ，释放电流为额定电流的 $10\% \sim 20\%$ 。过电流继电器在电路正常工作状态时不动作，当线圈电流超过某一整定值时才动作。整定值通常为 $(1.1 \sim 1.4) I_N$ (I_N 为额定电流)。因此，交流过电流继电器的铁心和衔铁也可不安放短路环。

3. 中间继电器 中间继电器与电压继电器在电路中的接法和结构特征基本上相同, 所不同的是中间继电器的触点对数多, 容量较大(5~10A), 在电路中起到扩大触点数量和容量的中间放大与转换作用。图 1-9 为 JZ7-44 型中间继电器结构示意图。表 1-3 为 JZ15 系列中间继电器技术数据。

4. 电磁式继电器动作值的整定方法 电磁式继电器的吸合值与释放值的整定方法有以下几种:

(1) 吸合动作值整定

1) 调整释放弹簧松紧程度。将释放弹簧调紧了, 反作用力增大, 吸合动作值提高, 反之减少。

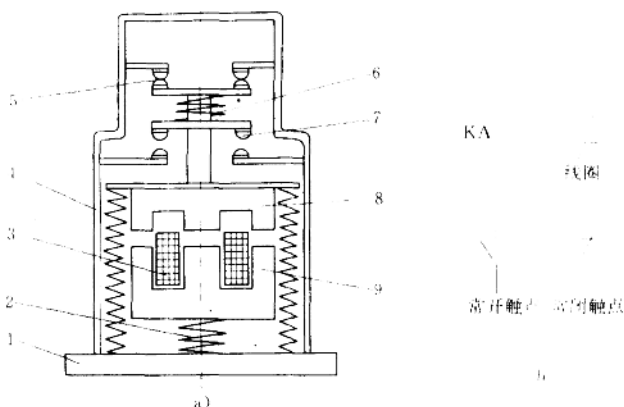


图 1-9 JZ7-44 中间继电器结构示意图和图形文字符号

a) 结构示意图 b) 图形文字符号

1—底座 2—缓冲弹簧 3—线圈 4—释放弹簧 5—常闭触点
6—触点弹簧 7—常开触点 8—衔铁 9—铁心

表 1-3 JZ15 系列中间继电器型号规格技术数据

型号	触点额定电压 U_N (V)		约定发热 电流 I_n (A)	触点组 合形式		触点额定控制容量		额定操 作频率 次/h	吸引线圈额定电压 U_N (V)		线圈吸持功率		动作时间 s
	交流	直流		常开	常闭	交流 (VA)	直流 (W)		交流	直流	交流 (VA)	直流 (W)	
JZ15-62	127、220、 380	48、110、 220	10	6	2	1000	90	1200	127、220、 380	48、110、 220	12	11	≤ 0.05
JZ15-26				2	6								
JZ15-44				4	4								

2) 改变铁心与衔铁之间的初始气隙。在反作用弹簧力和非磁性垫片厚度不变的情况下, 初始气隙越大, 吸合动作值也越大, 反之就小。

(2) 调整释放值

1) 调整释放弹簧的松紧程度。释放弹簧调得越紧, 释放值也越大, 反之越小。

2) 改变铁心与衔铁吸合时的工作气隙。非磁性垫片越厚, 衔铁吸合后磁路的气隙与磁阻就越大, 漏磁也越大, 工作主磁通减小, 在反作用弹簧力不变的情况下, 释放值就越大, 反之越小。

5. 电磁式继电器型号和技术参数 电磁式通用型继电器常用的有 JT3 型直流通用型继电器(电压继电器、中间继电器、时间继电器、欠电流继电器等)。新产品 JT18 型直流通用型继电器可取代 JT3 型继电器。JTX 型小型通用继电器有交流电压、直流电压和直流电流继电器三种型式。JL12 系列过电流延时继电器、JL14 系列电流继电器、JZ7 型中间继电器和交直流通用的 JZ15 型中间继电器。

JT18通用继电器技术参数见表1-4。

表 1-4 JT18 型通用继电器技术参数

额定绝缘电压 U_{iN} (V)		440
额定工作电压 U_N (V)		24、48、110、220、440 (电压继电器、时间继电器)
额定电流 I_N (A)		1.6、2.5、4、6、10、16、25、40、63、100、160、250、400、630 (欠电流继电器)
延时等级 (s)		1、3、5 (延时继电器)
额定操作频率 (次/h)		12 00 (时间继电器除外), TD40
动 作 特 性	电压继电器	冷态线圈吸引电压: 30%~50% U_N (可调) 释放电压: 7%~20% U_N (可调) 具有两个触点元件时吸引电压: 35%~50% U_N (可调)
	时间继电器	0.3~0.9s 断电延时: 0.8~3s 2.5~5s
	欠电流继电器	吸引电流: 30%~65% I_N (可调) 具有两个触点元件时吸引电流: 35%~65% I_N (可调)
延时误差		重复误差 $<\pm 9\%$, 温度误差 $<\pm 20\%$, 电源波动误差 $<\pm 15\%$, 精度稳定误差 $<\pm 20\%$
电压继电器和欠 电流继电器误差		重复误差 $<\pm 10\%$, 整定值误差 $<\pm 15\%$
触 点 参 数	约定发热 电流 I_{th} (A)	10
	额定工作 电压 U_N (V)	380 (AC); 220 (DC)
	通断能力	1.1 U_N 46A (AC), $\cos\phi=0.7$ 0.9A (DC) $T=300ms$
机械寿命 (万次)		可换部分: 300; 不可更换部分: 1000
电寿命 (万次)		50

二、时间继电器

时间继电器是其承受部分在接受或去除外界信号后, 其执行部分触点经过一段时间才能动作的继电器。

时间继电器从动作原理可分为机械式时间继电器, 包括阻尼式 (含油阻尼、空气阻尼、电磁阻尼等)、水银式、钟表式和热双金属片式等四种; 电气式时间继电器, 包括有电动式、计数器式、热敏电阻式和阻容式 (含电磁式、电子式) 等四种。

时间继电器按延时方式可分为通电延时型和断电延时型两种。

1. 电磁阻尼型时间继电器 电磁阻尼型时间继电器是利用电磁阻尼原理产生延时的, 其结构示意图见图 1-10。