

电
工
学
中
册

高等学校教学参考书

电 工 学

DIANGONGXUE

中 册

大连工学院机制专业《电工学》编写组



人 民 教 育 出 版 社

6.3
TM

高等学校教学参考书

电 工 学

中 册

大连工学院机制专业《电工学》编写组

人 民 教 育 出 版 社

内 容 提 要

本书是大连工学院机制专业《电工学》编写组所编《电工学》的中册。主要内容是讲述金属切削机床电气控制的原理、线路以及在实际系统中的应用。

本书共分五章。前两章是讲述机床控制电器的结构和工作原理，基本的控制原则和线路。第三章是分析和讲述各种典型机床的控制线路和机床自动线的电气控制系统，对于有触点顺序控制器的原理和应用也结合实例做了分析。第四章是讲述机床的电气调速系统（主要是由电机放大机控制的直流发电机-电动机调速系统）的基本原理和结构，并结合实例加以剖析。最后一章是机床的电气设计、计算与安装。书末附有设计参考资料。

本书可供大专院校机制专业的学生在学习电工学或机床电设备课程时做为教学参考书使用，对于从事机床设计的工程技术人员也有参考价值。

电 工 学

中 册

大连工学院机制专业《电工学》编写组

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1978年7月第1版 1979年1月第2次印刷

书号 15012·056 定价 1.20 元

前 言

本书主要讲述金属切削机床电气控制的原理、线路以及在实际系统中的应用。

机床是机械制造业中的主要加工设备。机床的质量、数量,技术的先进程度以及自动化水平,都将直接影响着整个机械工业的发展。

现代机床的发展趋势大致有以下几个方面:

(1) 广泛采用多台电动机传动,这样,机床的某些运动分配机构就可以简化甚至取消。

(2) 广泛采用电气、液压或其它无级调速传动,机床的动力装置与运动的末端机构趋于靠近,甚至融为一体。例如,龙门刨床的主运动在采用直流无级调速系统以后,机床的结构就可简化,运动的调速、反向和制动等操作可用电气控制的方法自动进行。

(3) 综合运用电气、液压或气动等先进技术,以实现机床的自动与远距离操作以及自动工作循环。

(4) 机床自动线以及自动生产线迅速发展。

(5) 近代电子技术与计算技术已经深入到机床传动与控制系统的各个领域,各种新型的机床控制系统不断出现。

由上所述可以看出,电气传动与控制系统对于现代机床的发展有着非常重要的作用,它不仅关系到机床的技术与使用性能,而且也深刻地影响着机床的机械结构和总体方案。

机床的电气传动是指电动机和它的控制装置、以及使电动机和机床的运动部件相互联系起来的传动机构。机床的电气控制系统是指为保证机床的电机和电气操纵的自动机构能够正常运行(或动作)和相互协调,实现预定的工作程序以及其它控制要求而由各种电器、线路和装置所构成的总体。这就是说,在机床的电气传动和电气控制系统中,都必须解决有关电气控制的问题。

电气控制在机床的各种控制系统中占有特殊的地位。这是因为,它与其他控制方式相比,具有下述的优越之处:

(1) 它可以方便地直接利用电能进行工作,它无需象液压或气动系统那样要用密封的管路进行联接,也不会造成环境的污染。

(2) 各种物理量,例如位移、速度、温度或压力等等都可通过专门的传感器转变成电学量的形式而作用于电气控制系统。

(3) 它可以方便地借助各种电磁器件(如电磁铁或电磁阀等执行电器)对机械或液压等系统进行自动或远距离控制。

(4) 电气控制具有灵敏度高、灵活性大、体积小、安装方便和动作快速等优点,尤其是可以直接地利用近代电子学与电子计算技术的成就。

因此,机制专业和机床设计人员,必需掌握有关电气控制的基本原理和方法。

机床的电气控制系统按照所使用的控制电器或元件的特点,可以分为有触点控制系统和无触点控制系统。

在有触点控制系统中,控制电路的换接(接通或分断)是通过开关或继电器等触点的闭合与分断进行控制的。这种系统的特点是:所能控制的功率较大,控制的方法简单,工作稳定,便于维护,成本也低。因此,在现有的机床控制系统中,使用仍相当广泛。

在无触点控制系统中,控制电路的换接是通过电子元件进行控制的。它具有体积小、寿命长、作用灵敏、操纵频率较高等优点,但是技术条件要求比较复杂。

随着电子技术的发展,控制系统的功能也日趋完善。近廿年来,已经相继出现了具有特定或多种功能的控制系统,例如:机床的数字程序控制系统,各种类型的顺序控制装置以及电子计算机控制的自动生产线和车间等等。

本书着重讨论机床的有触点控制系统,有关无触点控制器件和机床的数字程序控制的原理,将在下册中讲述。

本书共分五章。前两章是讲述机床的控制电器的结构和原理,基本的控制原则和线路。第三章是分析和讲述各种典型机床的控制线路以及机床自动线的电气控制系统,对于有触点顺序控制器的原理和应用也结合实例做了介绍。第四章是讲述机床的调速系统——主要是由电机放大机控制的直流发电机-电动机组调速系统的基本原理和结构,并结合龙门刨床的调速系统与控制线路加以剖析。最后一章是讲述机床的电气设计、计算与安装。

本书在编写中,力求适应机制专业的特点和实际需要,注意由浅入深、密切联系实际的原则,同时也注意到与有关专业课教学内容上的相互联系。

本书由大连工学院机床教研组宋炳麟同志执笔,电工学教研组、机床教研组的部分同志参加了本书的有关工作。

本书初稿承蒙天津大学、东北工学院、沈阳机电学院、大连铁道学院、大连组合机床研究所、大连机床厂等单位的教师和技术人员审阅,提出了许多宝贵的意见。在编写过程中,有关单位也给予大力的支持和帮助。谨此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中一定存在不少缺点和错误,殷切希望使用本书的师生和读者给予批评和指正。

让我们高举毛主席的伟大旗帜,在华主席为首的党中央的领导下,为实现我国的四个现代化而努力奋斗!

大连工学院机制专业《电工学》编写组

1978年4月

目 录

前言 I

第一章 机床控制电器

1-1 非自动切换电器.....1	1-4 自动空气断路器.....20
1-2 接触器.....5	1-5 中间继电器.....23
1-3 热继电器.....13	

第二章 基本控制线路

2-1 时间控制线路.....29	2-5 步进控制线路.....45
2-2 速度控制线路.....34	2-6 程序预选线路.....49
2-3 行程控制线路.....36	2-7 计数线路.....52
2-4 电流控制线路.....42	

第三章 机床的电气控制系统

3-1 CW 6163 和 CM 6132 型普通车床 的电气控制系统.....59	气控制系统.....76
3-2 X 52 K 型立式升降台铣床的电气 控制系统.....64	3-5 C 7620 型卡盘多刀半自动车床的 电气控制系统.....84
3-3 T 617 型卧式镗床的电气控制系统.....70	3-6 DU 型组合机床的电气控制系统.....92
3-4 MB 1332A 型半自动外圆磨床的电	3-7 机床自动线的电气控制系统.....101
	3-8 DKJB-01 型有触点顺序控制器.....112

第四章 机床的电气调速系统

4-1 电气调速系统的主要性能指标.....122	4-5 用电机放大机控制的直流发电机-电 动机调速系统.....136
4-2 直流发电机-电动机组调速系统的 结构和工作原理.....124	4-6 调速系统稳定性的基本概念与稳定 环节.....144
4-3 直流发电机-电动机组调速系统的 机械特性和过渡过程.....128	4-7 B 2012A 型龙门刨床的电气调速系 统和控制线路.....146
4-4 交磁电机放大机.....132	

第五章 机床的电气设计与安装

5-1 机床电气设计的主要内容和技 术条件.....156	5-4 机床电气控制系统的设计.....165
5-2 机床电气传动型式的选择.....157	5-5 机床电气设计的主要计算.....177
5-3 机床电动机容量的选择.....158	5-6 机床电设备的安装.....181

附 录

1. 电工系统图图形符号.....187	4. JCB 系列油泵电动机起停、保护电 器配套表.....200
2. 电力设备通用文字符号.....197	5. 各种截面积的 BV、BVR 型导线换算 成截面为 1 平方毫米的导线换算表.....200
3. JO 2、JO 4 系列电动机起停、保护电 器配套表.....199	

6. 钢管允许穿入截面为1平方毫米的导线根数表.....	200	18. JR 10-10型热继电器.....	206
7. 金属软管允许穿入截面为1平方毫米的导线根数表.....	200	19. JR 0、JR 16系列热继电器.....	207
8. 厚壁塑胶管允许穿入截面为1平方毫米的导线根数表.....	200	20. CJ0、CJ 10系列交流接触器.....	208
9. 薄壁塑胶管允许穿入截面为1平方毫米的导线根数表.....	200	21. JZ 7系列交流中间继电器.....	208
10. JO 2系列电动机定子绕组每相直流电阻表.....	201	22. JZ 12、JZ 13小型中间继电器.....	208
11. HK1、HK 2、HD 11、HD 14系列刀开关.....	202	23. JS 7、JS 16系列空气式时间继电器.....	209
12. DZ 5系列自动开关.....	202	24. JY 1型速度继电器、JFZO型反接制动继电器.....	209
13. HZ 10系列组合开关.....	203	25. JDM 1系列记数器、JJDM 2系列记数继电器.....	209
14. LW 6系列万能转换开关.....	204	26. BXF-25系列步进选线器.....	210
15. LA 18、LA 19系列控制按钮.....	205	27. MFZ 1、MFJ 1系列阀用电磁铁.....	210
16. LX 19系列行程开关.....	206	28. ZKK 3至ZKK 12系列电机放大机机组技术数据.....	211
17. JW 2系列行程开关.....	206	29. ZKK 25至ZKK 110系列电机放大机技术数据.....	212
		30. ZKK系列电机放大机控制绕组数据.....	213

第一章 机床控制电器

机床电器按职能的不同,可分以下几类:

(1) 执行电器——用于完成或执行机床的某些机械操作的电器。例如电磁铁、电磁阀、电磁离合器和电磁吸盘等等。这类电器几乎都是用电流产生的磁力进行工作的。

(2) 控制电器——用于机床的电机或电器的接通、分断或改换电路联接状态的电器。按操作方式的不同,控制电器又可分非自动切换电器和自动切换电器两类。非自动切换电器是用手或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等。自动切换电器则主要是借助磁力或其它物理量的变化自动进行操作的。例如接触器和各种类型的继电器。

(3) 辅助电器——是为保证电路的正常工作,确定电路的工作参数,显示电路的工作状态等所用的电器。例如熔断器、电阻器、电容器、变压器和指示灯等等。

鉴于执行电器和辅助电器的工作原理已多在本书的上册中讲述,而机床的控制电器的种类又十分繁多,因此,在本章中将主要讨论用于电动机的起停和保护的主要控制电器。重点在于分析它们的原理、结构和典型应用。其余控制电器将以应用的原理为重点,在第二章中讲述。

1-1 非自动切换电器

非自动切换电器又称手动电器。在机床上,常用的手动电器有刀开关、组合开关、转换开关、控制按钮和行程开关等等。

(一) 刀开关

刀开关是手动电器中构造最简单的一种,如图 1-1。它由操作手柄、刀刃、静插座(刀夹)和绝缘底板等组成。推动手柄,使刀刃紧紧地插入静插座中,电路就被接通。

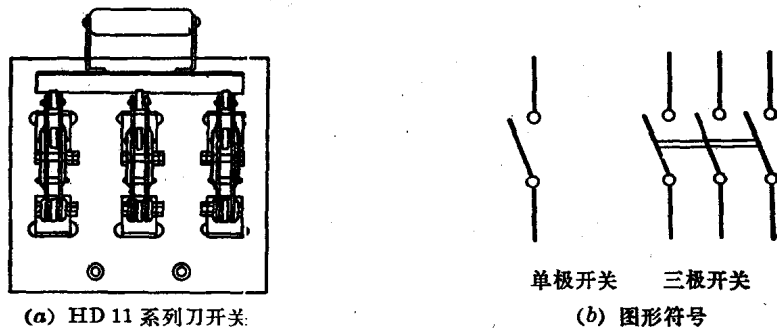


图 1-1 刀开关

按照刀刃的极数,刀开关可分单极、双极和三极的。普通的刀开关只有一个投向,属于单投开关,例如 HD9~HD14 系列。为了便于电路的切换,刀开关也可做成双投的。例如 HS11~HS13 系列。

刀开关的额定电压一般不超过 500 伏,额定电流可分 60、100、200、……1500 安等许多等级。

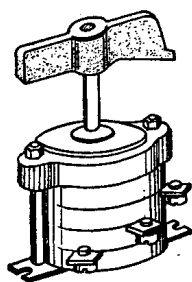
当用刀开关切断电动机等感性负载或电流很大的电路时,在刀刃与静插座分离的瞬间,在分断的间隙处会产生强烈的电弧。为了防止插座和刀刃的接触部分被电弧烧蚀,大电流的刀开关多装有速断刀刃,或采用耐弧触点或灭弧罩。

在结构上,刀开关可做成开启式或封闭式的。有些刀开关还附有熔断器。

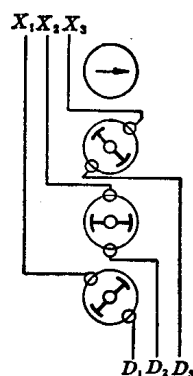
刀开关的体积较大,操作费力,每小时内所允许的接通次数很低。因此,刀开关主要在车间的配电线路中做为电源的引入开关或隔离开关使用——在设备检修或设备长期停用时,用以将电源和用电设备隔离。

(二) 组合开关

组合开关是一种结构更为紧凑的手动开关电器。它是由装在同一根转轴上的单个或多个单极旋转开关叠装在一起组成的,如图 1-2 所示。转动手柄时,每一动触片即插入相应的静触片中,使电路接通。为了使开关在切断电流时所产生的电弧能迅速熄灭,在开关的转轴上都装有快速动作的操作机构。



(a) HZ2 系列组合开关



(b) 结构原理

图 1-2 组合开关

组合开关有单极的、双极的和多极的。额定电流可分 10、25、60 和 100 安等几个等级。常用的组合开关有 HZ1~HZ4 和 HZ10 等系列。

普通类型的组合开关,各极是同时接通或同时分断的。在机床电设备中,这类组合开关主要做为电源的引入开关使用,有时也用来直接起动那些不需经常起停的小型电动机,如小型砂轮机、冷却液电泵或小型通风机等等。

组合开关还可以做成在一个操作位置上,只有总极数中的一部分接通、而另一部分断开的电路结构,即所谓交替通断的类型。此外,也可做成类似双投开关那样的电路结构,即所谓两位转换的类型。这两类组合开关可以做为控制电路的转换、两组电源的换接、电压测量,

以及控制小型鼠笼式异步电动机的正-反转、星形-三角形起动或多速电动机的换速之用。

图 1-3(a) 为 HZ10 系列三位两位转换型组合开关的示意图。开关有三个操作位置。在图示的操作位置, 开关的接线端 A, B, C 和 A', B', C' 与另一组接线端 D_1, D_2, D_3 处于分断状态。当开关的转轴沿顺时针旋转 90° 时, 接线端 A, B, C 便经直角形的动触片分别与 D_1, D_2, D_3 接通; 若沿反时针旋转 90° 时, 接线端 A', B', C' 便与 D_1, D_2, D_3 分别接通。转轴的继续转位(即超过 90°) 将受限位机构的限制。因此, 这种组合开关的电路结构将如图 1-3(b) 所示。图 1-3(c) 为应用这种组合开关组成的电动机的正-反转控制线路。

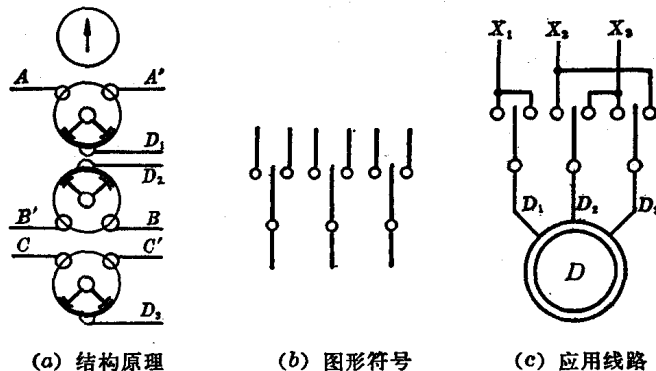


图 1-3 两位转换型组合开关

应用组合开关控制鼠笼式电动机的起停时, 每小时的接通次数宜不超过 $15 \sim 20$ 次, 开关的额定电流也应选得大些, 一般可取电动机额定电流的 $1.5 \sim 2.5$ 倍。用于正-反转控制时, 应当在电动机完全停止以后, 再反向起动。

(三) 万能转换开关

万能转换开关是具有更多操作位置, 能够换接更多电路的一种手动电器。

例如 LW6 系列万能转换开关(图 1-4), 可有 $2 \sim 12$ 个操作位置, 由 $1 \sim 10$ 层触点底座叠装而成。其中, 每层底座均可装三对触点, 并由底座中间的凸轮进行控制。由于每层凸轮可做成不同的形状, 因此在开关转到不同位置时, 通过凸轮的作用, 就可使各对触点按所需要的规律接通或分断。LW6 系列万能转换开关还可以装配成双列型式, 列与列之间用齿轮啮合, 并由公共手柄进行操作。因此这种转换开关装入的触点数最多可达 $2 \times 10 \times 3 = 60$ 对。

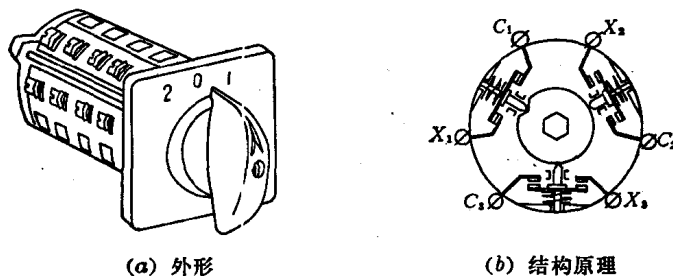
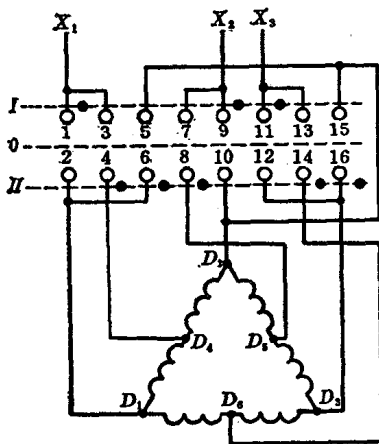


图 1-4 LW6 系列万能转换开关

万能转换开关可供在机床的控制电路中进行线路的换接之用。在操作不太频繁的情况下, 也可用于小容量电动机的起动、换速或改变转向。

图 1-5 为应用 HW6-3/B097 型万能转换开关对小型双速鼠笼式电动机进行换速控制的原理图。开关有三个操作位置:0 位、I 位(左旋 30°)和 II 位(右旋 30°)。开关的各对触点在手柄转到不同操作位置时的通断状态,如图中的附表所示。其中,“+”表示触点闭合,“-”表示断开。对照触点通断状态表可以看出,上述线路在开关置于 0 位时,电动机处于断电状态;转到 I 位时,电动机将接成三角形,为低速运行;转到 II 位时,接成双星形,为高速运行。



触点通断状态表

触点标号	手柄位置		
	I	0	II
1-2	+	-	-
3-4	-	-	+
5-6	-	-	+
7-8	-	-	+
9-10	+	-	-
11-12	+	-	-
13-14	-	-	+
15-16	-	-	+
17-18	-	-	-

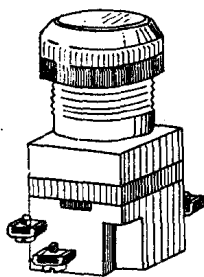
图 1-5 万能转换开关用于电动机的换速控制

在电气原理图中,转换开关(或电路结构比较复杂的组合开关)可按图 1-5 所示将操作位置用虚线表示,在每一操作位置上处于闭合的触点,应于该触点的下方或右侧,在与虚线相交的位置上用涂黑的圆点标注。

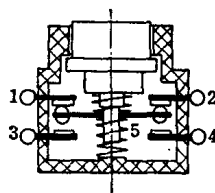
(四) 控制按钮

控制按钮是机床电设备中常用的另一类开关电器。由于这类电器主要是用来控制其它电器的动作,以发布电气的“命令”用的,所以在低压电器产品中,把它划为主令电器一类。属于主令电器的还有万能转换开关、主令开关和行程开关等等。

图 1-6(b)为控制按钮的结构示意图。按钮放松时,静触点 1-2 由动触桥 5 闭合,静触点 3-4 分断。按下按钮时,静触点 1-2 分断,静触点 3-4 由动触桥闭合。



(a) LA19 系列



(b) 结构原理



(c) 图形符号

图 1-6 控制按钮

* 低压电器基本上包括十二大类产品,即:刀开关和转换开关、熔断器、自动开关、控制器、接触器、起动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁。

静触点 1-2 是在按下按钮(即动态)时转为分断状态的, 所以就将这对触点称为动断触点, 在习惯上也称常闭触点, 因为这对触点在按钮放松(即常态)时是闭合着的。静触点 3-4 是在按下按钮时转为闭合状态, 所以就称为动合触点, 在习惯上也称常开触点, 因为这对触点在按钮放松时是分断着的。

图 1-6(c)是控制按钮的图形符号。

为了满足控制上的需要, 在一只控制按钮内可有数对动断和动合触点。

控制按钮在结构上可做成多种型式, 如: 紧急式——装有突出的蘑菇形钮帽, 以便紧急操作; 旋钮式——用手钮的旋转进行操作; 指示灯式——在透明的彩色按钮内可装入信号灯以供信号显示等等。

常用的控制按钮有 LA18~LA20、LA10 和 LA2 等系列。

(五) 行程开关

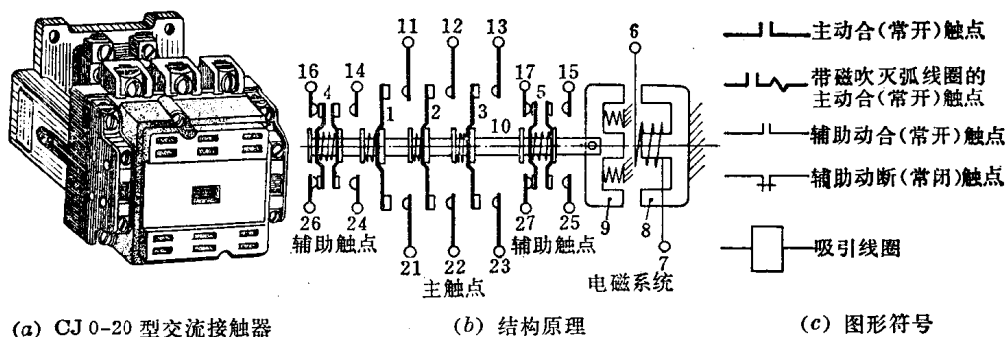
行程开关是机床上常用的另一种主令电器。它的结构原理与按钮相似, 但是开关的动作则是由机床运动部件上的撞块或通过其它机构的机械作用进行操纵的。有关行程开关的原理和应用, 将在下一章讲述。

1-2 接触器

为了适应机床的集中控制和远距操作, 在机床控制系统中还使用着大量的自动切换电器。接触器就是常用的自动电器之一。

(一) 接触器的工作原理

图 1-7 是国产 CJ0-20 型交流接触器的示意原理图。与手动开关电器的分断与接通状态相似, 接触器也有两种状态: 释放状态和动作状态。吸引线圈 6-7(也称励磁线圈)在断电的情况下, 接触器处于释放状态。这时, 在复位弹簧的作用下, 衔铁 9 通过绝缘支架将所有动触桥 1~5 推向最左端。因此静触点 11-21、12-22、13-23、14-24、15-25 都是分断着的, 只有静触点 16-26、17-27 被相应的动触桥闭合。



(a) CJ0-20 型交流接触器

(b) 结构原理

(c) 图形符号

图 1-7 交流接触器

为了使接触器转为动作状态, 可将吸引线圈接通电源。这时, 线圈电流所产生的磁场

使固定铁心 8 与衔铁之间产生足够的吸力以克服弹簧的反力,将衔铁向右吸合,这时所有动触桥也被拉向最右端。因此,原来闭合的静触点 16-26、17-27 就被分断;而原来处于分断的静触点 11-21、12-22、13-23、14-24、15-25 就转为闭合。这样,控制吸引线圈的通电和断电,就可使接触器的触点由分断转为闭合,或由闭合转为分断的状态。

与按钮的触点名称类似,接触器在动作时转为闭合的触点——如触点 11-21~15-25,就称为动合触点或常开触点;而在动作时转为分断的触点——如触点 16-26、17-27,就称为动断触点或常闭触点。

(二) 接触器的结构

接触器在结构上可分触点系统、灭弧装置、电磁系统和支架底座等几个组成部分。

(1) 触点系统

按照功用的不同,接触器上的触点可分主触点和辅助触点。前者的体积较大,适于接通和分断电流较大的负载电路、即主电路,后者体积较小,只适于接通和分断电流较小的电路、即控制电路。

接触器上的主触点,一般都做成动合的。

触点是接触器的执行部分,因此必须工作可靠,接触良好。接触器的触点一般都用银或银合金制成。

(2) 灭弧装置

接触器的触点在接通、特别是分断具有较大感性负载的电路时,在动触桥与静触点之间,会产生很强的电弧。为了减轻电弧对触点的烧蚀作用,要采取以下灭弧措施:

A. 电动力灭弧 如图 1-8(a)所示,电弧在流过触点的电流所产生的磁场作用下,将受到向上的电动力的作用,使电弧迅速移开触点。

B. 纵缝灭弧 如图 1-8(b)所示,电弧在电动力的作用下,被引导到由陶土或石棉水泥做成的灭弧室的窄缝中。电弧与室壁接触,就被迅速冷却而熄灭。

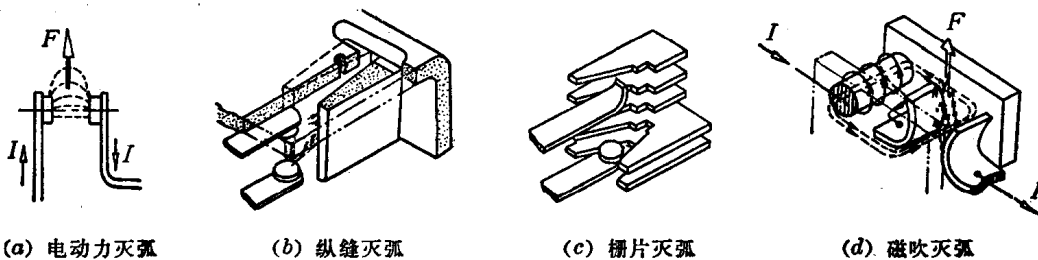


图 1-8 接触器触点的灭弧措施

C. 金属栅片灭弧 如图 1-8(c),电弧被引导到由许多间隔的铁片所组成的灭弧栅片中。电弧被栅片分割成许多段短的电弧,每个栅片间的电弧电压将不足以达到燃弧电压,热量也传给栅片,因此就迅速熄灭。

D. 磁吹灭弧 如图 1-8(d)所示。灭弧线圈由几匝大截面的导线或铜条绕成,并与触点串联。通过触点的电流在灭弧线圈中产生磁场。电弧在磁场的作用下受力而产生运动,

将电弧从触点间迅速吹离,从而冷却和熄灭。

为了加强灭弧效果,往往要同时采取几种灭弧措施。

(3) 电磁系统

接触器的电磁系统通常都采用电磁铁的形式。接触器的电磁系统根据结构型式可分三种基本类型:

- A. 衔铁可绕铁心或铁轭的棱角转动的拍合式电磁系统,见图 1-9(a)。
- B. 衔铁可绕转轴转动的 II 形和 III 形拍合式电磁系统,见图 1-9(b)。

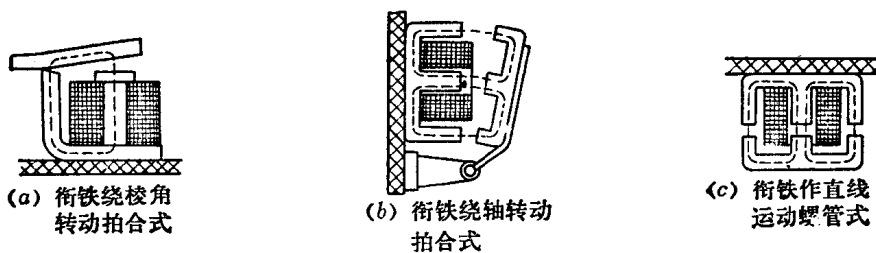


图 1-9 接触器电磁系统的基本类型

- C. 衔铁在线圈的内部做直线运动的螺管式电磁系统,见图 1-9(c)。

头一种电磁系统的铁心适于用整体的圆钢制成。因此主要用在直流接触器中。在交流接触器中,为了减少涡流的影响,电磁系统的铁心和衔铁要用成形的硅钢片叠成,因此多采用后两种结构形式。此外,为了防止衔铁在吸合时产生振动和噪音,在铁心的端部都装有分磁环(见本书上册第 7-2 节)。

(三) 接触器的应用

在机床的电气控制系统中,接触器主要用于电动机的起停控制、正-反转控制以及几台电动机的顺序起动和联锁控制等等。

(1) 电动机的点动控制(无自锁的起停控制)

图 1-10(a)是用接触器对鼠笼式电动机进行点动控制的示意原理图。接触器的主动合触点串联在三相电源与电动机的定子绕组之间,而接触器的线圈则与“点动”按钮 DA 的动合触点串联后与电源相接。按下按钮时,接触器的电磁铁通电动作,使动合触点闭合,电动机就通电起动。放松按钮时,接触器断电释放,动合触点分断,电动机就断电停止。

点动控制线路主要用于电动机短时运行的控制。例如,通过电动机的点动控制以实现机床主轴的点动调整、快速进给或其它调整运动的短时接通等等。

(2) 电动机的起停控制(有自锁的起停控制)

图 1-11(a)是用接触器组成的(具有自锁作用的)电动机起停控制的示意原理图。在这里,电动机的起动和停止是分别由“起动”按钮 QA 和“停止”按钮 TA 进行操纵的。

线路的工作原理如下:按下起动按钮 QA 时,接触器通电动作,所有动合触点闭合。这时:

- A. 通过主动合触点 11-21~13-23 使电动机起动;

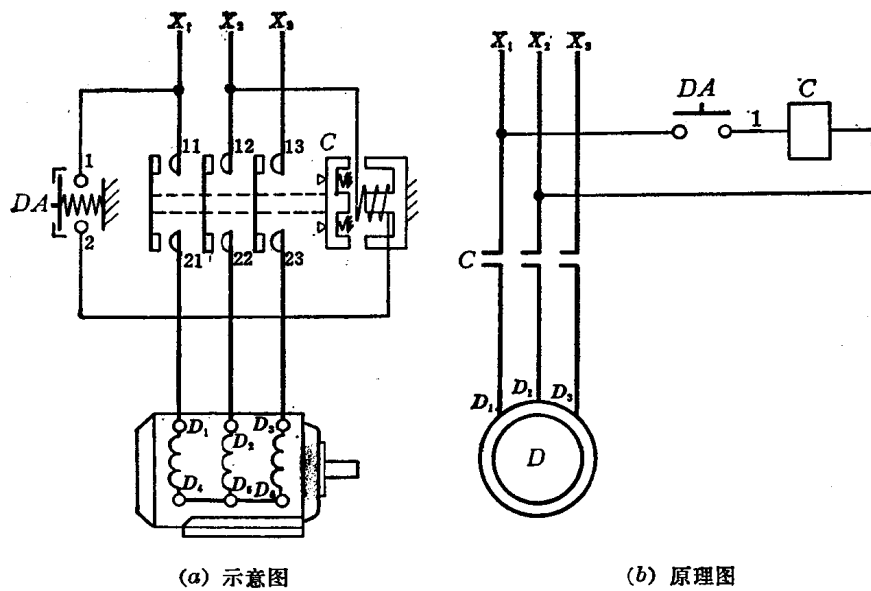


图 1-10 电动机的点动控制

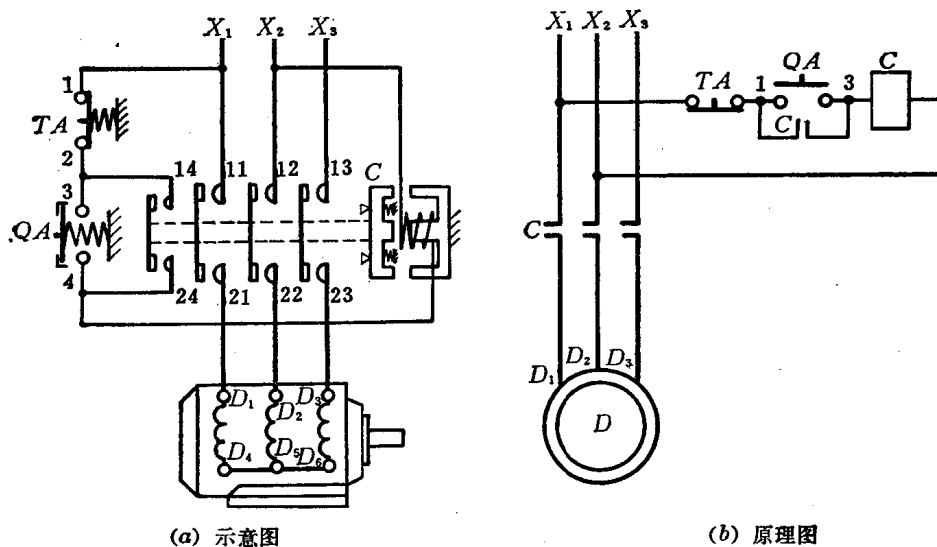


图 1-11 电动机的起停控制

B. 通过辅助动合触点 14-24 将起动按钮 QA 的两端 3-4 又并联了一条闭合通路。

起动按钮放松后，触点 3-4 分断。这时，经由起动按钮 QA 的动合触点给接触器线圈供电的通路即被切断。但是，由接触器的辅助动合触点 14-24 所提供的闭合通路则仍使接触器的线圈继续通过电流。因此，在起动按钮放松后，接触器并不释放，而是继续保持动作状态，电动机也将继续通电运行。

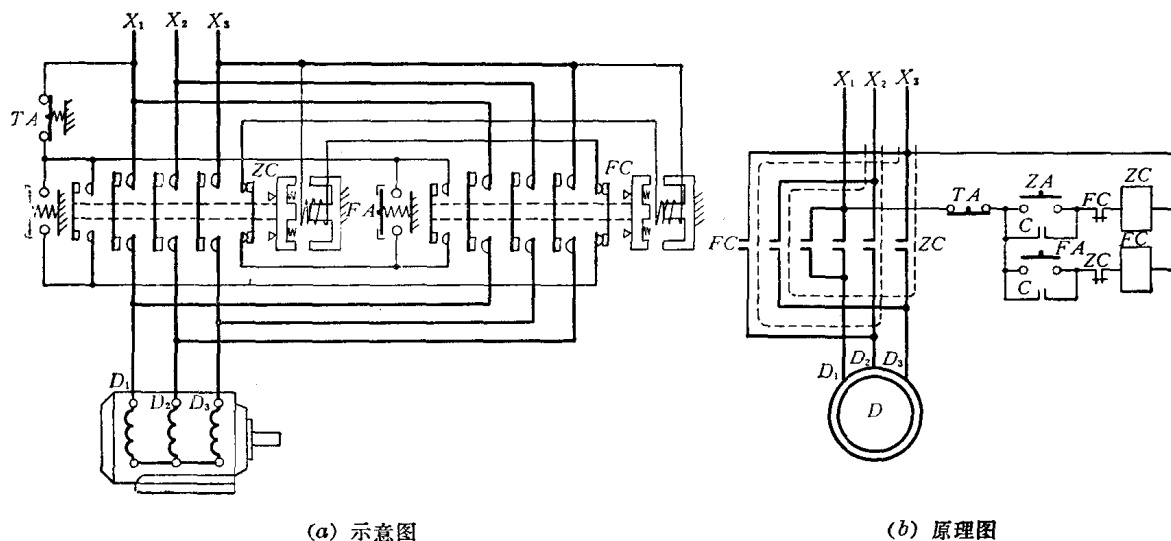
接触器通过自身的动合触点使自己继续保持通电动作的状态，称做接触器的自锁或自保。

由于接触器的线圈是与停止按钮 TA 的动断触点 1-2 串联联接的，因此，按下停止按钮时，接触器就因线圈的断电而释放，电动机即断电停止。

放开按钮后，它的动断触点 1-2 又重新转为闭合。但是这时由于起动按钮的动合触点 3-4、接触器的辅助动合触点 14-24 都已返回到原始的分断状态，所以接触器是不会再动作的。这样，整个线路就回到原始状态。

(3) 电动机的正-反转控制

图 1-12(a) 是用两只接触器对鼠笼式电动机进行正-反转起停控制的示意原理图。其中，接触器 ZC 用来接通电动机的正转电路——当 ZC 动作时，它的主触点使电动机的绕组与三相电源按正转的相序($X_1 \rightarrow D_1$ 、 $X_2 \rightarrow D_2$ 、 $X_3 \rightarrow D_3$)联接。接触器 FC 用于接通反转电路——当 FC 动作时，电动机与电源按反转的相序($X_1 \rightarrow D_1$ 、 $X_2 \rightarrow D_3$ 、 $X_3 \rightarrow D_2$)联接。电动机的正-反转和停止分别由“正转起动”按钮 ZA 、“反转起动”按钮 FA 和“停止按钮” TA 进行操作。



(a) 示意图

(b) 原理图

图 1-12 电动机的正-反转控制

从图中可以看出，如果正转接触器 ZC 与反转接触器 FC 同时接通时，三相电源的线 X_2 与线 X_3 将通过 ZC 和 FC 的主触点而发生短路[如图(b)中的虚线所示]。因此，为了防止两只接触器的同时接通，就必须使它们相互联锁——这就是说，如果要使其中的一个接触器，例如 ZC 用按钮 ZA 接通动作时，另一个接触器 FC 就必须处于释放状态。或者，如果其中一个接触器已经动作了，另一个接触器就不能再被接通。

为了满足上述的联锁要求，我们在正转接触器 ZC 的线圈电路中，串联以反转接触器 FC 的辅助动断触点，而在 FC 的线圈电路中，串联以 ZC 的辅助动断触点。这样，每一接触器的线圈电路能否用相应的按钮接通，就将取决于另一接触器是否处于释放状态。譬如，其中的一个接触器 ZC 已经处于动作状态，它的动断触点就将另一个接触器 FC 的起动线路自动切断，这就实现了两个接触器的联锁。

上述联锁线路不仅能防止由于错误的操作而引起两个接触器同时动作的危险情况的发生，而且也能在接触器发生故障，例如电磁系统的机构失灵、主触点被强烈的电弧烧焊在一

起而不能分离、衔铁与铁心的吸合表面被油腻粘连等等而使接触器不能正常释放和复位时，防止另一个接触器再被接通。

(4) 两台电动机的联锁控制

为了使机床上的两台或几台电动机能够按一定的要求接通运行，可用接触器进行联锁控制。下面是两种基本的联锁控制方式：

A. 两台电动机不准同时运行；

B. 一台电动机能否起动或运行，要看另一台电动机是否已在运行。

对于第一种联锁方式，可仿效电动机的正-反转控制线路中的联锁方法处理。例如，将图 1-12(a) 中的 ZC 控制第一台电动机， FC 控制第二台电动机，那么这两台电动机就可以实现不准同时运行的联锁。

对于第二种联锁方式，可采用图 1-13 所示的线路。其中，接触器 $1C$ 和 $2C$ 分别用于电动机 $1D$ 和 $2D$ 的起停控制，并由按钮 $1QA$ 、 $1TA$ 和 $2QA$ 、 $2TA$ 进行起停操作。由于在接触器 $2C$ 的线圈控制线路中，串联有 $1C$ 的辅助动合触点，因此，只有当 $1C$ 已经动作，即电动机 $1D$ 已经接通时，才能用 $2QA$ 起动电动机 $2D$ 。 $1C$ 释放后， $2C$ 也被断电释放，因此，电动机 $1D$ 断电停止时， $2D$ 也随之断电停止。

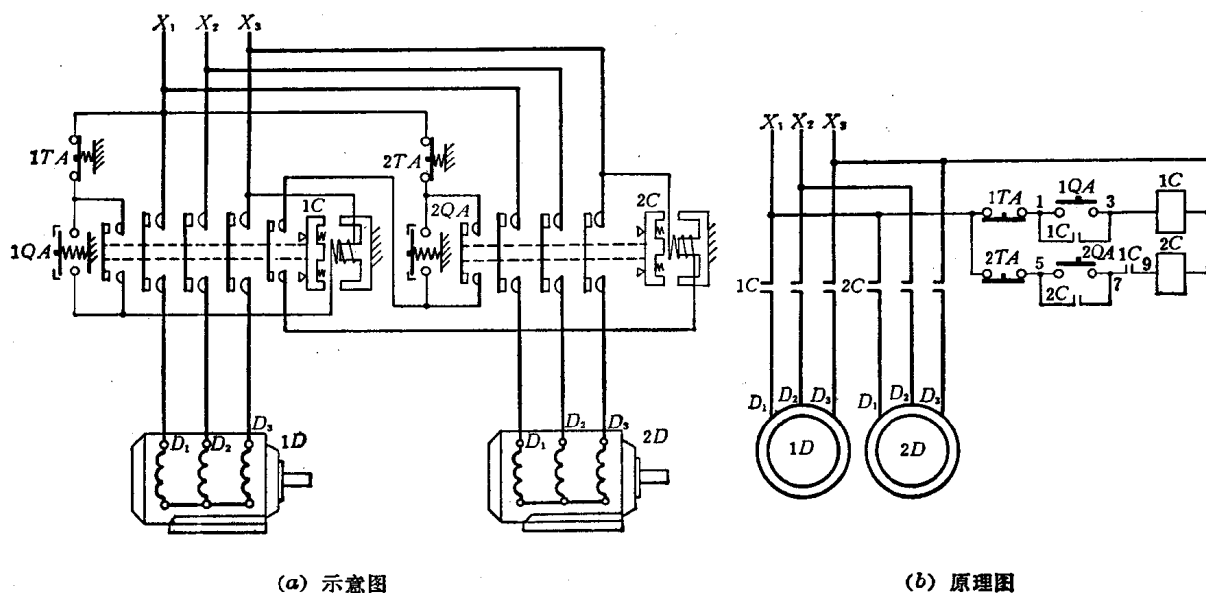


图 1-13 两台电动机的联锁控制

(四) 接触器控制的优点

利用接触器控制电动机的起停，比用手动电器进行控制有下述优点：

(1) 操作轻便

我们知道，电动机的功率愈大，手动电器的体积也愈大，操作就十分费力。接触器的触点系统是由电磁铁带动的，电磁铁的吸力可以很大，但因线圈的匝数很多，所需要的励磁电流却很小。因此，接触器的线圈就可以用额定电流较小的按钮或开关进行控制。这样，在操