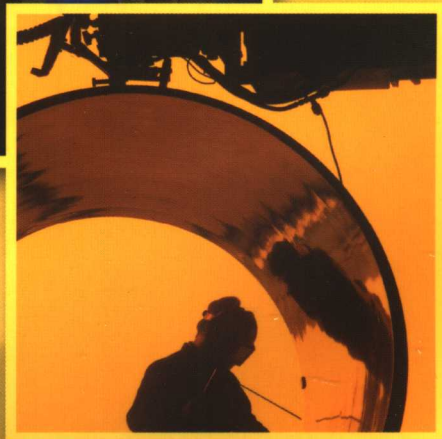




教育部高等职业教育示范专业规划教材

(机械制造及自动化专业)

数控机床电气控制



夏燕兰 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部高等职业教育示范专业规划教材
(机械制造及自动化专业)

数控机床电气控制

主 编 夏燕兰
副主编 王 琳 郭艳萍
主 审 毕承恩



机械工业出版社

本书主要介绍机床控制线路的基本环节、典型普通机床电气控制线路的分析、机床电气控制系统的设计、PLC 的应用、CNC 和伺服驱动系统的基本工作原理、典型的数控机床电气控制系统分析、参数设置以及实验实训等内容。重点介绍 SIEMENS S7—200 PLC 和 FANUC PLC 的结构、工作原理、指令系统以及应用。本书力求使读者通过学习,掌握数控机床电气控制系统的分析及初步设计的技能。

本书可作为高等职业技术学院的数控类、机械制造、机电一体化、工业自动化及其他相关专业的教材,也可作为高等工科院校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制/夏燕兰主编. —北京:机械工业出版社, 2006.2
教育部高等职业教育示范专业规划教材(机械制造及自动化专业)
ISBN 7-111-18485-8

I. 数... II. 夏... III. 数控机床—电气控制—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 008953 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:王世刚 责任编辑:王海峰 崔占军 版式设计:霍永明
责任校对:刘志文 封面设计:鞠 杨 责任印制:李 妍
北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
787mm × 1092mm $1/16$ · 13.75 印张 · 337 千字
0001—4000 册
定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线(010)68354423
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着社会的进步和科技的发展,机械加工业大量采用数控机床取代传统的普通机床进行机械加工,使企业生产向智能化、集成化、网络化方向发展,这已经成为企业技术进步和技术改造的一种重要趋势。因此,对数控技术进行普及、应用和推广是十分必要的。

本书主要介绍机床控制线路的基本环节、典型普通机床电气控制线路的分析、机床电气控制系统的设计、PLC的应用、CNC和伺服驱动系统的基本工作原理、典型的数控机床电气控制系统分析、参数设置以及实验实训等内容。重点介绍SIEMENS S7—200 PLC和FANUC PLC的结构、工作原理、指令系统以及应用实例。

本书在内容选取上,力求反映当前数控机床电气控制新技术发展的方向。以“重实践,重技能,以能力为本位”为宗旨,以提高实际动手能力为目的,提供了许多典型实际应用性例子,重点强调电气控制应用能力的培养。本书将继电器控制部分和PLC控制部分有机结合在一起,由普通机床的电气控制基本环节过渡到数控机床的电气控制线路,先是“化整为零”的叙述,后是“集零为整”的总结。在文字叙述上,力求通俗易懂,便于理解。每章都有小结、习题与思考题,使学生对所学的理论能得到进一步理解和掌握。本书第九章列举了本课程的主要实验实训内容,加强实践能力的训练。

本书由南京工业职业技术学院夏燕兰任主编,编写第四章、第五章、第六章、第八章。常州机电职业技术学院王琳、河南漯河职业技术学院郭艳萍任副主编,王琳编写第一章、附录,郭艳萍编写第二章、第三章。南京工业职业技术学院王文凯编写第七章,李凤芹编写第九章。本书由国家数控专家毕承恩教授担任主审,在此表示衷心感谢。

本书可作为高等职业技术学院的数控类、机械制造、机电一体化、工业自动化及其他相关专业的教材,也可作为高等工科院校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

限于编者的水平,书中难免有错漏之处,恳请读者提出批评意见。

编 者

目 录

前言

第一章 机床控制线路的基本环节 1

第一节 机床常用电器的选择	1
第二节 机床电气原理图的画法 及阅读方法	16
第三节 三相异步电动机的起动控制线路.....	20
第四节 三相异步电动机的运行控制线路.....	23
第五节 三相异步电动机的制动控制线路.....	26
第六节 电动机的保护环节	28
本章小结	30
习题与思考题	31

第二章 典型普通机床电气控制线路的 分析 32

第一节 电气控制线路分析基础	32
第二节 C650 卧式车床的电气控制线路 ...	33
第三节 X62W 卧式万能铣床的电气 控制线路	37
本章小结	44
习题与思考题	44

第三章 机床电气控制系统的设计 45

第一节 机床电气控制系统设计的基本原则 和设计步骤	45
第二节 电力拖动方案的确定和电动机的 选择	47
第三节 机床电气控制线路设计的一般 要求	51
第四节 机床电气控制线路的设计方法 及实例	55
第五节 机床电气控制系统的工艺设计.....	59
本章小结	61
习题与思考题	62

第四章 可编程序控制器(PLC)的

工作原理 64

第一节 概述	64
第二节 PLC 的组成与工作原理	67
第三节 数控机床的 PLC	74
本章小结	77
习题与思考题	77

第五章 PLC 的指令系统 78

第一节 SIEMENS S7—200 PLC 性能简介 ...	78
第二节 S7—200 PLC 的基本指令	83
第三节 S7—200 PLC 的顺序控制指令	96
第四节 S7—200 PLC 的功能指令	99
第五节 FANUC PLC 的指令系统	106
本章小结	117
习题与思考题	117

第六章 PLC 控制系统的设计与应用..... 120

第一节 PLC 控制系统设计的内容和步骤 ...	120
第二节 PLC 控制系统应用程序的 设计方法	123
第三节 PLC 的应用举例.....	125
本章小结	140
习题与思考题	140

第七章 数控系统与伺服驱动系统 142

第一节 CNC 装置的构成与原理	142
第二节 伺服驱动系统的简介	148
第三节 进给驱动系统	153
第四节 主轴驱动系统	164
第五节 检测元件	170
本章小结	176
习题与思考题	176

第八章 典型数控机床电气控制系统	
分析	177
第一节 数控机床电气控制线路的分析 ...	177
第二节 CNC、驱动装置的参数设置	183
本章小结	196
习题与思考题	196
第九章 实验与实训	197
实验一 三相异步电动机的起动、运行	
控制	197
实验二 三相异步电动机的制动控制	199
实验三 PLC 的基本指令	201
实验四 PLC 的功能指令	202
实验五 PLC 的应用	205
实 训 液压、主轴驱动系统的控制	205
附录 电气图常用文字、图形符号	207
参考文献	213

第一章 机床控制线路的基本环节

学习目标：通过本章的学习，熟练掌握低压电器的结构、工作原理，掌握控制线路的基本环节及一些典型线路的工作原理、分析方法，从而具备正确选用机床常用电器的能力、分析机床控制电路基本环节的能力和看懂电气控制原理图的能力。

低压电器是机床控制线路的基本组成元件，机床控制线路是由一些比较基本的控制环节，如三相异步电动机的起动、调速、制动组合而成的，只要掌握典型的基本环节，就能很容易地去分析复杂机床控制线路。

第一节 机床常用电器的选择

一、开关电器

开关电器广泛应用于配电系统和电力拖动控制系统，用作电源的隔离、电气设备的保护和控制。

常用的开关电器有以下几种类型。

1. 刀开关

刀开关俗称闸刀开关，是结构最简单、应用最广泛的一种手动电器。主要用于接通和切断长期工作设备的电源及不经常起动及制动、容量小于 7.5kW 的异步电动机。

刀开关主要由操作手柄、触刀、触点座和底座组成。图 1-1 所示为 HK 系列瓷底胶盖刀开关的结构图。该系列刀开关没有专门的灭弧设备，用胶木盖来防止电弧灼伤人手，拉闸和合闸时应动作迅速，使电弧较快地熄灭，以减轻电弧对刀片和触座的灼伤。

刀开关分单极、双极和三极。刀开关在电气原理图中的图形及文字符号如图 1-2 所示。

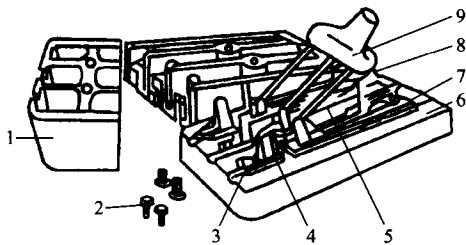


图 1-1 HK 系列瓷底胶盖刀开关

- 1—胶盖 2—胶盖紧固螺钉 3—进线座
4—静触点 5—熔体 6—瓷底 7—出线座
8—动触点 9—瓷柄

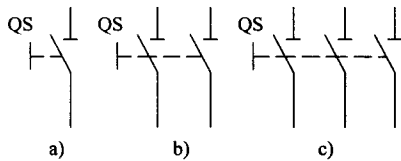


图 1-2 刀开关的图形及文字符号

- a) 单极 b) 双极 c) 三极

刀开关的主要技术参数有：

- (1) 额定电压 指在规定条件下，刀开关长期工作中能承受的最大电压。
- (2) 额定电流 指在规定条件下，刀开关在合闸位置允许长期通过的最大工作电流。
- (3) 通断能力 指在规定条件下，刀开关在额定电压时能接通和分断的最大电流值。
- (4) 电寿命 指在规定条件下，刀开关不经维修或更换零件的额定负载操作循环次数。

在选择刀开关时，应使其额定电压等于或大于电路的额定电压，其电流应等于或大于电路的额定电流。当用刀开关控制电动机时，其额定电流要大于电动机额定电流的三倍。

目前生产的产品常用型号系列有 HD、HK 和 HS 等。

在安装刀开关时，要保证它在合闸状态下手柄向上，不能倒装或平装。倒装时，手柄有可能会自动下滑而引起误合闸，造成人身伤亡事故。接线时，应将电源进线端接在静触点一边的端子上，负载应接在动触点一边的出线端子上。这样，拉开闸后刀开关与电源隔离，便于检修。

2. 组合开关

组合开关因其可实现多组触点组合故有组合开关之称，实际上是一种转换开关。组合开关有多对静触片和动触片，分别装在由绝缘材料隔开的胶木盒内，其静触片固定在绝缘垫板上，动触片套装在有手柄的绝缘转动轴上，转动手柄就可改变触片的通断位置，以达到接通或断开电路的目的。组合开关的结构示意图如图 1-3 所示。

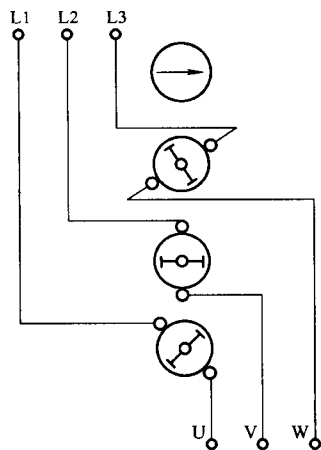


图 1-3 组合开关的结构示意图

组合开关具有结构紧凑、体积小、操作方便等优点，在机床电气控制中主要用作电源开关，不带负载接通或断开电源，供转换之用；也可以直接控制 5kW 以下的异步电动机的起动、停止等。组合开关不适于频繁操作的场所使用。开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

组合开关的图形符号和文字符号如图 1-4 所示。

组合开关分为单极、双极和三极，主要根据电源种类、电压等级、所需触点数及电动机容量进行选用。组合开关的常用产品有 HZ5、HZ10 系列。HZ5 系列额定电流有 10A、20A、40A 和 60A 四种。HZ10 系列额定电流有 10A、25A、60A 和 100A 四种，适用于交流电压 380V 以下、直流电压 220V 以下的电气设备中。

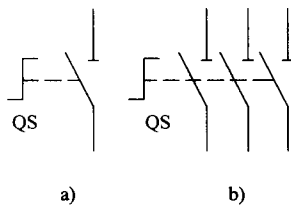


图 1-4 组合开关的图形符号和文字符号

a) 单极 b) 三极

3. 低压断路器

低压断路器俗称为自动空气开关，是将控制和保护的功能合为一体的电器。它常作为不频繁接通和断开电路的总电源开关或部分电路的电源开关，当发生过载、短路或欠电压故障时能自动切断电路，有效地保护串接在它后面的电气设备，并且在分断故障电流后一般不需要更换零部件。因此，低压断路器在数控机床上使用越来越广泛。

低压断路器的主要参数有额定电压、额定电流、极数、脱扣器类型及额定电流整定范围、电磁脱扣器整定范围及主触点的分断能力等。以下重点介绍数控机床常用的两种低压断

路器。

(1) 塑料外壳式断路器 塑料外壳式断路器由手柄、操作机构、脱扣装置、灭弧装置及触头系统等组成，均安装在塑料外壳内组成一体。

机床常用的 DZ10、DZ15、DZ5—20、DZ5—50 等系列塑料外壳式断路器(以下简称断路器)，适用于交流电压 500V 以下和直流电压 220V 以下的电路，作不频繁地接通和断开电路用。低压断路器工作原理图如图 1-5 所示，图中选用了过电流和欠电压两种脱扣器。当电路正常工作时，断路器的主触点靠操作机构手动(或电动)合闸或断闸，即接通或分断正常工作电流。当断路器合闸后，主触点合上，此时，过电流脱扣器的衔铁是释放的，欠电压脱扣器的衔铁是吸合的，它们都使自由脱扣器的主触点锁在闭合位置上。若电路发生短路或过电流故障时，过电流脱扣器的衔铁被吸合，使自由脱扣机构自动脱扣，断路器自动跳闸，主触点分离，及时有效地切除高达数十倍额定电流的故障电流；若电网电压过低或为零时，欠电压脱扣器的衔铁被迫释放，同样使自由脱扣机构动作，断路器分断电路。这样，当电路过电流或欠电压时，断路器都能自动切断电源，保证了电路及电路中设备的安全。

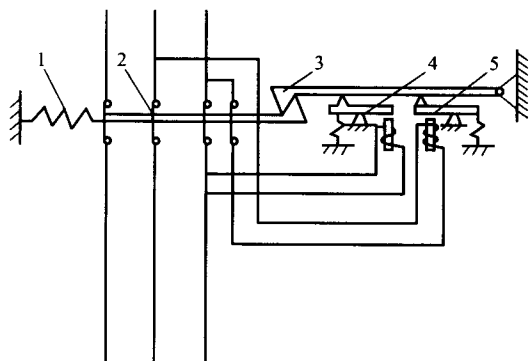


图 1-5 低压断路器工作原理图

1—释放弹簧 2—主触点 3—钩子

4—过电流脱扣器 5—欠电压脱扣器

以 DZ15 系列为例，其适用于交流 50Hz、额定电压为 220V 或 380V、额定电流至 100A 的电路，作为配电、电动机的过载及短路保护用，亦可作为线路不频繁转换及电动机不频繁启动之用。表 1-1 为 DZ15 系列规格及参数。

表 1-1 DZ15 系列规格及参数

型 号	壳架额定电流/A	额定电压/V	极数	脱扣器额定电流/A	额定短路通断能力/kA
DZ15—40/1901	40	220	1	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	3
DZ15—40/2901		380	2		
DZ15—40/3901		380	3		
DZ15—40/3902		380	3		
DZ15—40/4901		380	4		
DZ15—63/1901	63	220	1	10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	5
DZ15—63/2901		380	2		
DZ15—63/3901		380	3		
DZ15—63/3902		380	3		
DZ15—63/4901		380	4		

(2) 小型断路器 小型断路器主要用于照明配电系统和控制回路。机床常用 MB1—63、DZ30—32、DZ47—60 等系列的小型断路器。如 DZ47—60 高分断小型断路器，适用于照明配

电系统或电动机的配电系统,主要用于交流 50Hz/60Hz,单极 230V,二、三、四极 400V 线路的过载、短路保护,同时也可以在不正常情况下不频繁地通断电器装置和照明线路。

低压断路器电气图形及文字符号如图 1-6 所示。

低压断路器的选择主要从以下方面考虑。

1) 额定电压和额定电流应不小于电路的正常工作电压和工作电流。

2) 各脱扣器的整定。

① 热脱扣器的整定电流应与所控制的电动机的额定电流或负载额定电流相等。

② 欠电压脱扣器的额定电压等于主电路的额定电压。

③ 电流脱扣器又称过电流脱扣器,整定电流应大于负载正常工作时的尖峰电流,对于电动机负载,通常按起动电流的 1.7 倍整定。

使用低压断路器实现短路保护要比使用熔断器优越。因为当电路短路时,若采用熔断器保护,很有可能只有一相电源的熔断器熔断,造成缺相运行。对于低压断路器来说,电路短路时,电磁脱扣器自动脱扣,将三相电源同时切断,进行短路保护,故障排除后可重复使用。低压断路器与刀开关相比,所占面积小、安装方便、操作安全。所以低压断路器在机床自动控制中得到广泛应用。

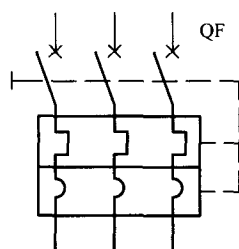


图 1-6 低压断路器电气图形及文字符号

二、主令电器

控制系统中,主令电器是一种专门发布命令、直接或通过电磁式电器间接作用于控制电路的电器,常用来控制电力拖动系统中电动机的起动、调速及制动等。主令电器应用十分广泛,种类繁多,常用的有控制按钮、行程开关、万能转换开关、脚踏开关等。

1. 控制按钮

控制按钮是一种结构简单、使用广泛的手动主令电器,在控制电路中发出手动指令远距离控制其他电器,再由其他电器去控制主电路或转移各种信号,也可以直接用来转换信号电路和电器联锁电路等。

控制按钮一般由按钮帽、复位弹簧、触点和外壳等部分组成,通常制成具有常开触点和常闭触点的复合式结构,其结构如图 1-7 所示,每个按钮中触点的形式和数量可按需要装配成 1 常开、1 常闭到 6 常开、6 常闭形式。指示灯按钮内可装入信号灯显示信号,紧急式按钮装有蘑菇形钮帽,以便于紧急操作;另外还有旋钮式、钥匙式按钮。为便于识别各个按钮的作用,避免误操作,通常在按钮帽上涂不同颜色,以示区别。一般用红色表示停止,绿色表示起动。

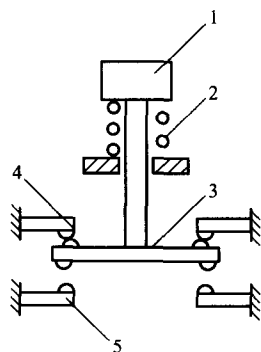


图 1-7 按钮结构示意图

1—按钮帽 2—复位弹簧
3—动触点 4—常闭静触点
5—常开静触点

按钮的图形和文字符号如图 1-8 所示。

当按下按钮时,先断开常闭触点,然后才接通常开触点;按钮释放后,在复位弹簧作用下使触点复位。按钮接线没有进线和出线之分,直接将所需的触点连入电路即可。在没有按动按钮时,接在常开触点接线柱上的线路是断开的,常闭触点接线柱上的线路是接通的;当

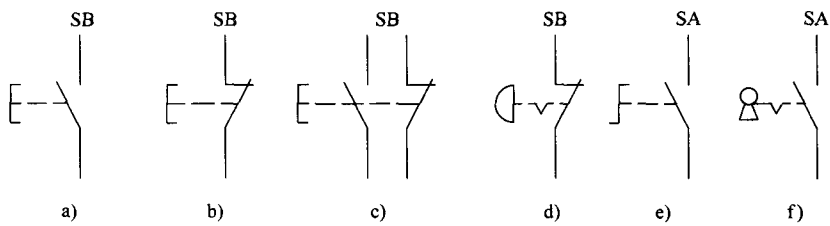


图 1-8 按钮的图形符号和文字符号

a) 一般式常开触点 b) 一般式常闭触点 c) 复合式
d) 紧停式 e) 旋钮式 f) 钥匙式

按下按钮时，两种触点的状态改变，同时也使与之相连的电路状态改变。

常用的按钮种类有 LA2、LA18、LA19、LA20、LA25 等系列。

按钮选择的主要依据是使用场所、所需要的触点数量、种类及颜色。

2. 行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关，其作用是将机械位移转换成电信号，使电动机运行状态发生改变，即按一定行程自动停车、反转、变速或循环，用来控制机械运动或实现安全保护。

行程开关有两种类型：直动式(按钮式)和旋转式。二者结构基本相同，由操作头、传动系统、触头系统和外壳组成，主要区别在传动系统。当运动机构的挡铁压到行程开关的滚轮上时，转动杠杆连同转轴一起转动，凸轮撞动撞块使得常闭触点断开，常开触点闭合。挡铁移开后，复位弹簧使其复位。图 1-9 为行程开关的结构示意图。行程开关的图形符号和文字符号如图 1-10 所示。

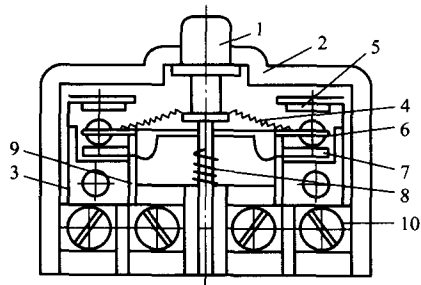


图 1-9 行程开关结构示意图

1—顶杆 2—外壳 3—动合静触点 4—触点弹簧
5—静触点 6—动触点 7—静触点 8—复位弹簧
9—动断静触点 10—螺钉和压板

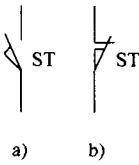


图 1-10 行程开关图形及文字符号

a) 动合触点 b) 动断触点

行程开关的工作原理和按钮相同，区别在于它不靠手的按压，而是利用生产机械运动部件的挡铁碰压而使触点动作。

目前国内生产的行程开关有 LXX3、3SE3、LX19、LX32、JL33 等系列。其中 3SE3 系列为引进西门子公司技术生产的，该系列开关额定电压为 500V，额定电流为 10A，其机械、电气寿命比常见行程开关更长。表 1-2 列出了 LX32 系列行程开关主要技术参数。

表 1-2 LX32 系列行程开关主要技术参数

额定工作电压/V		额定发热电流 /A	额定工作电流/A		额定操作频率 /(次·h ⁻¹)
直流	交流		直流	交流	
220、110、24	380、220	6	0.046 (220V 时)	0.79 (380V 时)	1200

在实际应用中，行程开关的选择主要从以下几方面考虑。

- 1) 根据机械位置对开关的要求。
- 2) 根据控制对象对开关触点数目的要求。

为了克服有触点行程开关可靠性较差、使用寿命短和操作频率低的缺点，现在不少设备开始采用无触点式行程开关，也叫接近开关。接近开关有一对常开、常闭触点。它不仅能代替有触点行程开关来完成行程控制和限位保护，还可以用于高频计数、测速、液面控制、零件尺寸检测、加工程序的自动衔接等场合。接近开关大多由一个高频振荡器和一个整形放大器组成。工作原理和图形、文字符号如图 1-11 所示，当金属物体接近感应面时，金属物体产生涡流，吸收了振荡器的能量，使振荡减弱以至停振。振荡与停振两种不同状态，由整形放大器转换成二进制的开关信号，从而达到检测位置的目的。

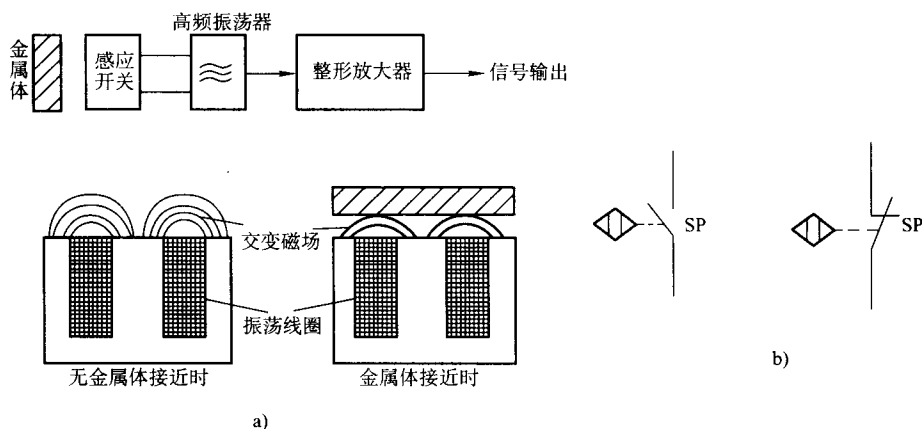


图 1-11 接近开关

a) 工作原理 b) 图形、文字符号

接近开关外形结构多种多样。其电子线路装调后用环氧树脂密封，具有良好的防潮防腐性能。它能无接触又无压力地发出检测信号，具有灵敏度高、频率响应快、重复定位精度高、工作稳定可靠、使用寿命长等优点，在自动控制系统中已获得广泛应用。其主要系列型号有 LJ2、LJ6、LXJ6、LXJ18、3SG 和 LXT3 等。

接近开关的选用主要从以下几方面考虑。

- 1) 因价格高，仅用于工作频率高、可靠性及精度要求均较高的场合。
- 2) 按动作距离要求选择型号、规格。

3. 万能转换开关

转换开关是一种多档式、控制多回路的主令电器，广泛应用于各种配电装置的电源隔离、电路转换、电动机远距离控制等，也常作为电压表、电流表的换相开关，还可用于控制

小容量的电动机。图 1-12 所示为万能转换开关结构示意图。

常用万能转换开关有 LW5 和 LW6 系列。LW6 系列转换开关由操作机构、面板、手柄及数个触点座等主要部件组成，用螺栓组装成为整体。触点座可有 1~10 层，每层均可装三对触点，由其中的凸轮进行控制。当手柄转到不同位置时，凸轮可使各对触点按需要的规律接通和分断。

4. 脚踏开关

脚踏开关是一种特定形式的微动开关，它是将脚踏板和微动开关组合在一起的控制电器。图 1-13 所示为脚踏开关电气图形及文字符号。

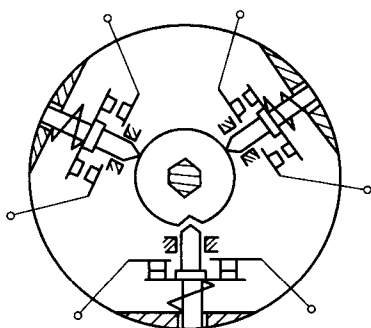


图 1-12 万能转换开关结构示意图

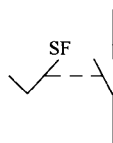


图 1-13 脚踏开关电气图形及文字符号

三、熔断器

1. 熔断器的结构和性能

熔断器是一种利用金属导体作为熔体串联于电路中，当电路发生短路或严重过载时，熔体自身发热而熔断，从而分断电路的电器。熔断器主要用于短路保护，是最简单有效的保护电器。

熔断器一般由熔体和底座(或熔管)等组成。熔断器的类型分为瓷插(插入)式、螺旋式和封闭管式三种。机床电气线路中常用 RL1 系列螺旋式熔断器、RC1 系列插入式熔断器和 RT0、RT18 系列封闭管式熔断器等产品，其外形如图 1-14 所示。

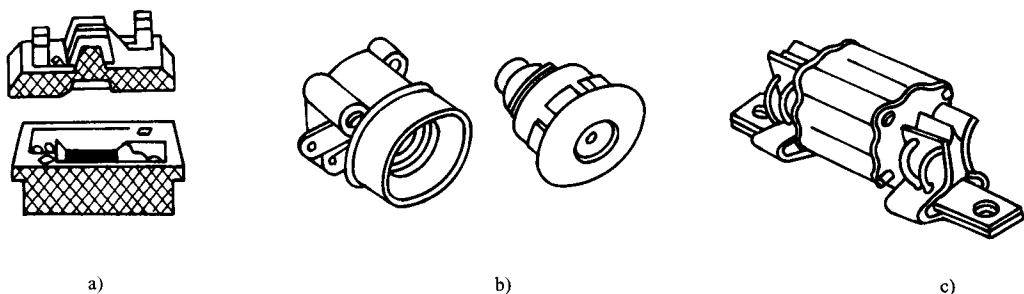


图 1-14 常见的几种熔断器

a) RC1 系列瓷插式熔断器 b) RL1 系列螺旋式熔断器
c) RT0 系列有填料封闭管式熔断器

熔断器的图形符号及文字符号如图 1-15 所示。

2. 熔断器的主要参数

(1) 额定电压 指熔断器长期工作时和分断后能够承受的电压, 其值一般等于或大于电气设备的额定电压。

(2) 额定电流 指熔断器长期工作时, 设备部件温升不超过规定值时所能承受的电流。厂家为了减少熔断器的尺寸规格, 一般熔管的额定电流等级比较少, 熔体的额定电流等级比较多, 即在一个额定电流等级的熔管内可以分装多种额定电流等级的熔体, 但熔体的额定电流最大不能超过熔管的额定电流。

(3) 极限分断能力 是指熔断器在规定的额定电压和功率因数(或时间常数)的条件下, 能分断的最大电流值。在电路中出现最大电流值一般是短路电流值, 所以极限分断能力反映熔断器分断短路电流的能力。

RT18 系列熔断器的主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 RT18 系列熔断器的主要技术参数

型 号	熔断体额定电流/A	重量/kg
RT18—32	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32	0.075
RT18—32X	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32	0.075
RT18—63	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	0.18
RT18—63X	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	0.18

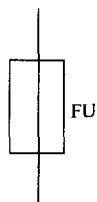


图 1-15 熔断器的图形符号及文字符号

3. 熔断器的选择

选择熔断器时主要是选择熔断器的类型、额定电压、额定电流及熔体的额定电流。

1) 根据使用场合选择熔断器的类型。例如作电网配电用, 应选择一般工业用熔断器; 作硅元件保护用, 应选择保护半导体器件熔断器; 供家庭使用, 宜选用螺旋式或半封闭插入式熔断器。

2) 熔断器的额定电压必须等于或高于熔断器工作电路的额定电压, 额定电流必须等于或高于熔断器工作电路的额定电流。

3) 电路保护用熔断器熔体的额定电流, 基本上可按电路的额定负载电流来选择, 但其额定分断能力必须大于电路中可能出现的最大故障电流。

4) 在电动机回路中作短路保护时, 熔体的额定电流可按下列情况确定。

对于单台直接起动电动机, 应按下式计算

$$I_{fu} = (1.5 \sim 2.5) I_N$$

式中 I_{fu} ——熔体的额定电流;

I_N ——电动机的额定电流。

对于多台直接起动电动机, 应按下式计算

$$I_{fu} = (1.5 \sim 2.5) I_{Nmax} + \sum I_N$$

式中 I_{Nmax} ——功率最大的一台电动机的额定电流;

$\sum I_N$ ——其余电动机的额定电流之和。

另外,为防止发生越级熔断,上、下级(即供电干、支线)熔断器间应有良好的协调配合,应进行较详细的整定计算和校验。

四、接触器

接触器是一种用来频繁地接通或分断带有负载的主电路(如电动机)的自动控制电器。接触器由电磁机构、触点系统、灭弧装置及其他部件四部分组成。其中电磁机构由线圈、动铁心和静铁心组成;触点系统包括三对主触点(通断主回路)、辅助触点(通断控制回路)。

接触器工作原理是当线圈通电后,铁心产生电磁吸力将衔铁吸合。衔铁带动触点系统动作,使常闭触点断开,常开触点闭合。当线圈断电时,电磁吸力消失,衔铁在反作用弹簧力的作用下释放,触点系统随之复位。

接触器按其主触点通过电流的种类不同,分为直流、交流两种,机床上应用最多的是交流接触器。目前我国常用的交流接触器主要有 CJ20、CJX1、CJX2、CJ12 和 CJ10 等系列,引进德国 BBC 公司制造技术生产的 B 系列,德国 SIEMENS 公司的 3TB 系列等。交流接触器外形如图 1-16 所示。

接触器的图形符号及文字符号如图 1-17 所示。

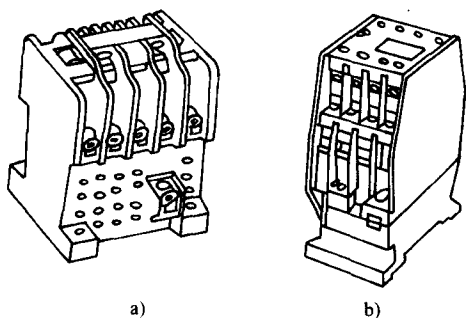


图 1-16 交流接触器外形图

a) CJ10 系列 b) 3TB 系列

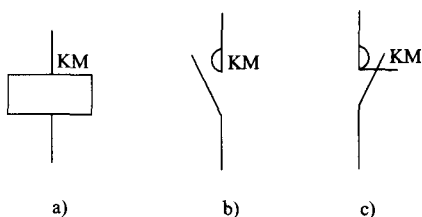


图 1-17 接触器的图形及文字符号

a) 线圈 b) 常开触点 c) 常闭触点

1. 接触器的主要技术参数

(1) 额定电压 接触器铭牌上标出的额定电压是指主触点的额定电压。

(2) 额定电流 接触器铭牌上标出的额定电流是指主触点的额定电流。

(3) 接通和分断能力 指接触器主触点在规定条件下能可靠地接通和分断的电流值。在此电流值下,接触器接通时主触点不应发生熔焊;接触器分断时主触点不应发生长时间的燃弧。若超出此电流值,其分断则是熔断器、断路器等保护电器的任务。

依接触器的使用类别不同,对主触点的接通和分断能力的要求也不一样。接触器的不同使用类别是根据其不同的控制对象(负载)和所需的控制方式所规定的。常见的接触器使用类别及其典型用途见表 1-4。

表 1-4 常见接触器使用类别及其典型用途

电流类型	使用类别代号	典型用途
交流	AC1	无感或微感负载、电阻炉
	AC2	绕线转子异步电动机的起动和停止
	AC3	笼型异步电动机的起动和停止
	AC4	笼型异步电动机的起动、反接制动、反向和点动
直流	DC1	无感或微感负载、电阻炉
	DC3	并励电动机的起动、反接制动、反向和点动
	DC5	串励电动机的起动、反接制动、反向和点动

接触器的使用类别代号通常标注在产品的铭牌上或工作手册中。表中要求接触器主触点达到的接通和分断能力为：

- 1) AC1 和 DC1 类允许接通和分断额定电流。
- 2) AC2、DC3 和 DC5 类允许接通和分断 4 倍额定电流。
- 3) AC3 类允许接通 6 倍额定电流和分断额定电流。
- 4) AC4 类允许接通和分断 6 倍额定电流。

(4) 额定操作频率 指每小时的操作次数。交流接触器最高为 600 次/h，而直流接触器最高为 1200 次/h。操作频率直接影响到接触器的电寿命和灭弧罩的工作条件，对于交流接触器还影响到线圈的温升。

表 1-5 为 CJ10 系列交流接触器的规格及参数。

表 1-5 CJ10 系列交流接触器的规格及参数

型 号	触点额定电压 /V	主触点额定电流 /A	辅助触点额定电流 /A	额定操作频率 /(次·h ⁻¹)	可控制电动机功率/kW	
					220V	380V
CJ10—5	500	5	5	600	1.2	2.2
CJ10—10		10			2.5	4
CJ10—20		20			5.5	10
CJ10—40		40			11	20
CJ10—60		60			17	30
CJ10—100		100			30	50
CJ10—150		150			43	75

2. 交流接触器的选择

选择交流接触器时主要考虑主触点的额定电压、额定电流、辅助触点的数量与种类、吸引线圈的电压等级、操作频率等。

1) 根据接触器所控制负载的工作任务(轻任务、一般任务或重任务)来选择相应使用类别的接触器。

① 如果负载为一般任务(控制中小功率笼型异步电动机等)，选用 AC3 类接触器。

② 如果负载为重任务(电动机功率大，且动作较频繁)，则应选用 AC4 类接触器。

③ 如果负载为一般任务与重任务混合的情况，则应根据实际情况选用 AC3 或 AC4 类接触器。

④ 适用于 AC2 类的接触器,一般也不宜用来控制 AC3 及 AC4 类的负载,因为 AC2 类的接触器的接通能力较低,在频繁接通 AC3 及 AC4 类负载时容易发生触点熔焊现象。

2) 交流接触器的额定电压(指主触点的额定电压)一般为 500V 或 380V 两种,应大于或等于负载电路的电压。

3) 根据电动机(或其他负载)的功率和操作情况来确定接触器主触点的电流等级。

① 接触器的额定电流(指主触点的额定电流)有 5A、10A、20A、40A、60A、100A 和 150A 等几种,应大于或等于被控回路的额定电流。

② 电动机类负载可按下列经验公式计算

$$I_C = \frac{P_N}{KU_N}$$

式中 I_C ——接触器的主触点电流,单位为 A;

P_N ——电动机的额定功率,单位为 kW;

U_N ——电动机的额定电压,单位为 V;

K ——经验系数, $K=1 \sim 1.4$ 。

4) 接触器线圈的电流种类(交流和直流两种)和电压等级应与控制电路相同。交流接触器线圈电压一般为 36V、110V、127V、220V、380V 等几种。

5) 触点数量和种类应满足主电路和控制电路的要求。

五、继电器

继电器是一种根据电量参数(电压、电流)或非电量参数(时间、温度、压力等)的变化自动接通或断开控制电路,以完成控制或保护任务的电器。

虽然继电器与接触器都是用来自动接通或断开电路,但是它们仍有很多不同之处。继电器可以对各种电量或非电量的变化作出反应,而接触器只有在一定的电压信号下动作;继电器用于切换小电流的控制电路,而接触器则用来控制大电流电路,因此继电器触点容量较小(不大于 5A)。

继电器用途广泛,种类繁多。按反应的参数可分为电流继电器、电压继电器、时间继电器、热继电器和速度继电器等;按动作原理可分为电磁式、电动式、电子式等。

1. 电磁式继电器

电磁式继电器是电气控制设备中用得最多的一种继电器。其主要结构和工作原理与接触器相似,图 1-18 所示为电磁式继电器的典型结构图。

电磁式继电器又分为电磁式电流继电器、电磁式电压继电器和中间继电器三种。

电磁式继电器的一般图形符号是相同的,如图 1-19 所示。中间继电器的文字符号为 KA,电流继电器的文字符号为 KI,线圈方格中用 $I >$ (或 $I < =$) 表示过电流

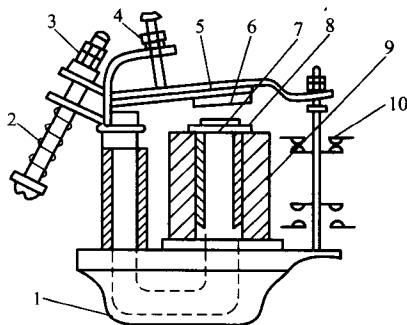


图 1-18 电磁式继电器的典型结构图

1—底座 2—反力弹簧 3、4—调节螺钉
5—非磁性垫片 6—衔铁 7—铁心 8—极靴
9—电磁线圈 10—触点