

★★★ 中等职业教育通用教材

zhongdeng zhiye jiaoyu

机床电气控制

JICHUANG DIANQI KONGZHI

主编 闫全民 审订 李琴兰

兰州大学出版社

机床电气控制

闫全民 主编

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制/闫全民主编. —兰州: 兰州大学出版社, 2011. 1

中等职业教育通用教材

ISBN 978-7-311-03133-6

I . ①机… II . ①闫… III . ①机床—电气控制—专业学校—教材 IV . ①TG502. 35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011) 第 010459 号

策划编辑 张国梁

责任编辑 张仁

封面设计 张友乾

书 名 机床电气控制

主 编 闫全民

审 订 李琴兰

出版发行 兰州大学出版社 (地址: 兰州市天水南路 222 号 730000)

电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)

0931-8914298(读者服务部)

网 址 <http://www.onbook.com.cn>

电子信箱 press@lzu.edu.cn

印 刷 兰州德辉印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 8.75

字 数 191 千

版 次 2011 年 2 月第 1 版

印 次 2011 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-311-03133-6

定 价 15.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

《机床电气控制》是兰州大学出版社与甘肃机电职业教育集团联合开发的面向我省中职学生的电气类和机电类课程规划教材之一。

《机床电气控制》结合了国际流行的 CBE(以职业综合能力为基础,以胜任岗位要求为出发点的教学体系)教学理念,结合中职教学的基本要求,采用“以项目为支撑的模块化教学”方式的编写体系,按照“图文并茂、深入浅出、知识够用、突出技能”的编写思路,以提高学生全面素质为基础,培养学生能力为重点,理论联系实际,注重学生实践应用能力的培养;在行文上力求文句简练,通俗易懂,以图形增强学生的直观理解,用实例强化概念的基本应用。理论推导简单,易于掌握。整本书以掌握基本原理、强化应用为重点,并设置了工作情景,在方法上注意培养学生兴趣,知识点层层推进,逐步提高。融知识、技能于兴趣之中。

本书以中职电气和机电类学生所必备的基本知识为主线,分常用机床电气元器件、机床电气识图与测绘、机床电气控制基本环节、典型机床电气控制电路等 4 个项目 15 个任务,并在任务中分情景模拟、基础知识、知识拓展、技能训练等内容,以引导学生学习。

本书具有以下特点:

突出基础性,浓缩精华,深入浅出。

内容简明清晰,突出重点。将机床电气控制的相关内容有机地结合在一起,形成完整的模块,弱化理论分析,细化技能训练步骤,强调规律性的方法和内容,以点带面。

模块化结构。

按照任务驱动、项目式教学方式组织教材内容,理论与实践一体化,更有利于提高读者的分析能力,体现职业教育“做中学,做中教”的特点。

突出应用性,加强技能培养,体现职业特点。

在每一项目中都穿插了与学习内容相关的实训项目,让学生在实训的过程中进一步学习相关的知识与技能,提高实践操作能力。

图形化和新颖性。

在有限的篇幅内阐明教学目标所要求的内容,表现形式直观生动,图文并茂。每章内容

分情景模拟、基础知识、知识拓展、技能训练等部分，一方面强调学生是学习的主体，另一方面为学生自主学习提供了有效途径。

符合中职学生的认知规律与学习特点。

使学生勇于动手，敢于实践，快速入门，增强自信心。充分体现电子技术职业岗位群的要求，融入职业道德与职业意识培养。

对于本教材的课时安排，作者建议总课时 58~70 课时，其中实训课时为 14~18 课时，理论课为 40~48 课时。其中项目一 10~12 课时，项目二 6~8 课时，项目三 22~26 课时，项目四 20~24 课时。

本书由甘肃省机械工业学校闫全民编写项目一，甘肃省机械工业学校李海军编写项目二，平凉机电工程学校胡懋编写项目三，泾川县职业教育中心董荣编写项目四。

高级工程师寇振彪审阅了全书。

在本书的编写过程中，得到了甘肃省机电职教集团的大力支持，在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者

2011 年 1 月

目 录

前言

项目一 机床电气元器件	1
任务一 低压开关和主令电路	2
任务二 熔断器	11
任务三 接触器	16
任务四 继电器	20
项目二 机床电气控制系统图的识图	32
任务一 电器控制图的组成及分类	32
任务二 机床电器控制图的识图	51
项目三 机床电气控制的基本环节	55
任务一 三相笼形异步电动机的启动控制	56
任务二 三相笼形异步电动机的制动控制电路	67
任务三 三相笼形异步电动机的调速电路	71
任务四 三相笼形异步电动机的其他典型环节	74
任务五 技能训练	77
项目四 典型机床电气控制电路	93
任务一 CA6140 型车床的电气控制电路分析	93
任务二 T68 型镗床的电气控制电路分析	100
任务三 X6132 型铣床的电气控制电路分析	109
任务四 技能训练	120



项目一 机床电气元器件

情景模拟

一天，小新正在上网，忽然电脑显示器不亮了，家里停电了。小新打电话给爸爸，爸爸让他去自己的车间。到了爸爸的车间，小新看到爸爸正在修理的机床边放着的形状各异的电器，小新充满好奇地问：“爸爸，这个叫什么？”爸爸告诉小新，这是开关、按钮、熔断器、接触器、继电器……它们都是低压控制电器，对电路起控制作用，家里停电了很可能是熔断器或者低压断路器这些配电电器发生了故障。

在爸爸的提示下，小新回家后认真检查了线路和电器，终于找到了电器上的故障，恢复了正常供电。

同学们，你知道小新是怎样找到低压配电电器故障的吗？你想认识低压配电电器吗？让我们一起来学习常用的低压电气元器件吧！

机床的控制线路是由各种低压电气元器件组成的，而电器的故障往往是引起线路故障的主要原因。作为从事该工作的电气技术人员，必须熟悉常用低压电器的工作原理、使用方法和常见故障的维修。

所谓低压电器通常是指工作在交流电压小于等于 1200V 或直流电压小于等于 1500V 的电路中起通断、控制、保护或调节作用的电器设备。

任务一 低压开关和主令电器

任务目标

1. 了解各种低压开关、主令电器的外形、型号及含义等。
 2. 掌握各种低压开关、主令电器的国家标准符号。
 3. 熟悉各种低压开关、主令电器的作用。

任务指导

一、低压开关

低压开关主要用于隔离、转换以及接通和分断电路，多数可作为机床电路的电源开关、局部照明电路的控制，有时也可以用在直接控制小容量电动机的场合。

低压开关为非自动切换电器,常用的主要类型有刀开关、组合开关和低压断路器等。

1. 刀开关

刀开关是非自动切换电器结构中最简单的一种。它由手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。

(1) 刀开关的种类及符号

刀开关按极数分为单极、双极和三极。三极刀开关的外形和符号如图 1-1 所示。

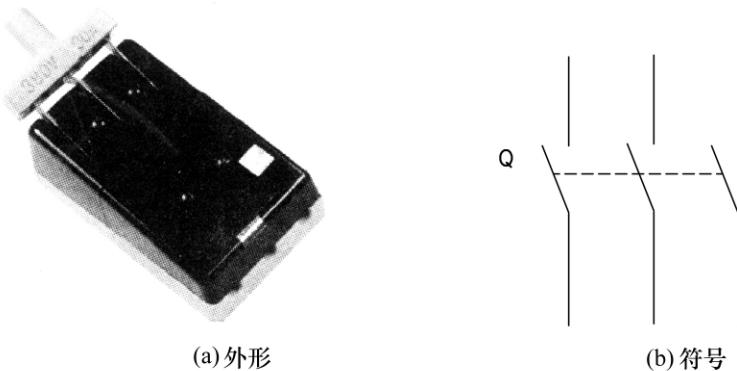


图 1-1 三极刀开关

刀开关的种类很多,有好多种规格,常用的型号有 HK2-15、HK2-30 和 HK2-60 等。刀开关的型号及含义如图 1-2 所示:

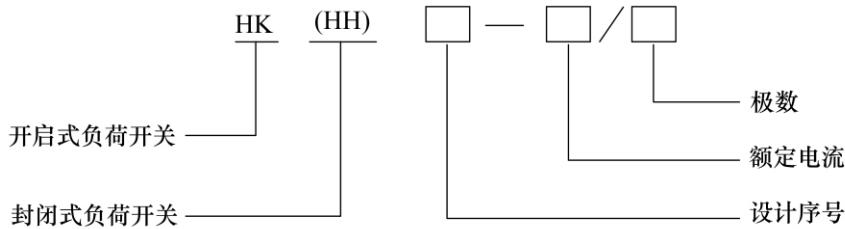


图 1-2 刀开关的型号及含义

刀开关常用在车间的配电电路中,作为电源的引入开关和隔离开关;也可用于小容量的三相异步电动机,在不频繁的起动或停止条件下,用于控制。

(2) 刀开关的主要技术参数

刀开关的主要技术参数包括额定电压、额定电流和分断能力。

额定电压:它是刀开关长期正常工作时能承受的最大电压。

额定电流:它是刀开关在接通位置上允许长期通过的最大工作电流。

分断能力:它是刀开关在额定电压下能可靠分断的最大电流。

常用的刀开关有 HK1、HK2 系列。刀开关的主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 刀开关主要技术参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V
HK2-100/3	3	100	380
HK2-60/3	3	60	380
HK2-30/3	3	30	380
HK2-15/3	3	15	380
HK2-60/2	2	60	220
HK2-30/2	2	30	220
HK2-15/2	2	15	220
HK2-10/2	2	10	220

2. 组合开关

组合开关又称转换开关,它也是一种刀开关。它利用动触点的左右旋转来代替闸刀的推合和拉开。

组合开关在机床设备和其他设备中使用十分广泛，体积小，灭弧性能比刀开关好，接线方式有多种。常用于交流 380V 以下、直流 220V 以下的电气线路中，供手动不频繁的接通或分断电路，也可控制小容量交、直流电动机的正反转、Y-△起动和变速换向等。

组合开关的种类及符号

常用的组合开关有 HZ5、HZ10 和 HZW 系列,其外形和符号如图 1-3 所示。

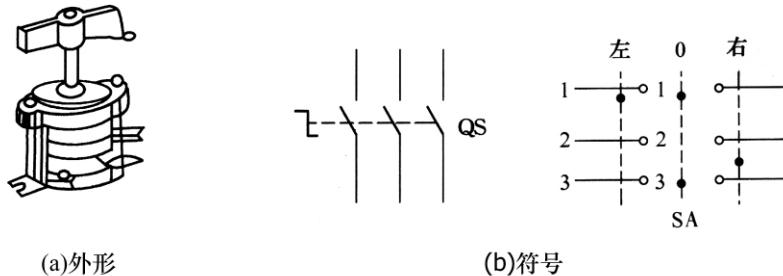


图 1-3 组合开关

组合开关有三个位置,如图 1-3(b)右图所示,3 条虚线代表组合开关的 3 个挡位:左、中、右。每个挡位上面的黑点代表触点在这个挡位上是相通的。如图 1-3(b)所示。

组合开关打到左侧挡位时,第1对触点接通;

组合开关打到中间挡位时,第1、3对触点接通;

组合开关打到右边挡位时,第2对触点接通。

组合开关一般用作电源隔离开关,可用来接通和分断小电流电路,但不能用来分断电动机的故障电流。

3. 低压断路器

低压断路器又称自动空气断路器或自动空气开关，简称自动开关。它相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠电压继电器的组合，是一种既有手动开关作用又能自动进行欠压、失压、过载和短路保护的开关电器。

(1) 低压断路器的种类及符号

低压断路器的种类很多。根据其结构形式可分为框架式(万能式)和塑料外壳式(装置式)。

框架式断路器的主要系列型号有 DW15、DW16、DW15HH 等。

塑料外壳式断路器主要系列型号有 DZ5、DZ10、DZX10、DZ20 等。

低压断路器的型号及含义如图 1-4 所示。其外形和符号如图 1-

□ □ □ □ □

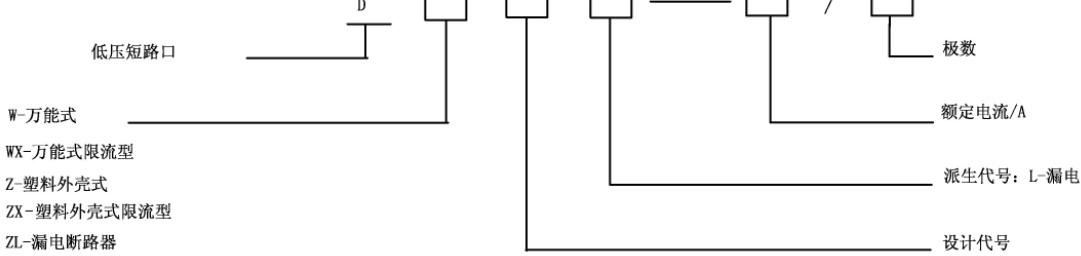
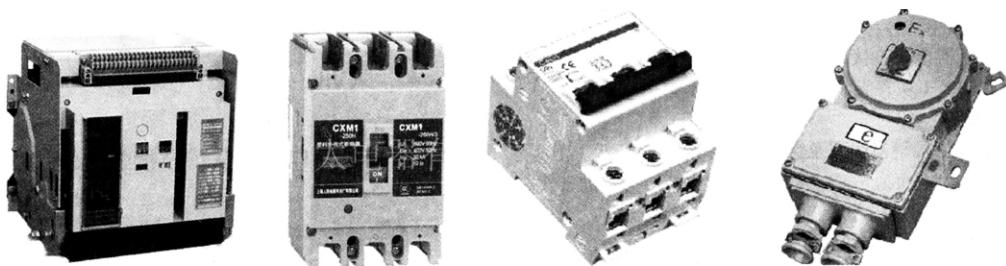
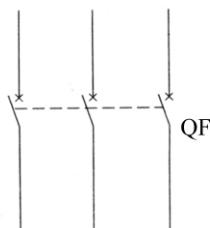


图 1-4 低压断路器的型号及含义



(a)外形



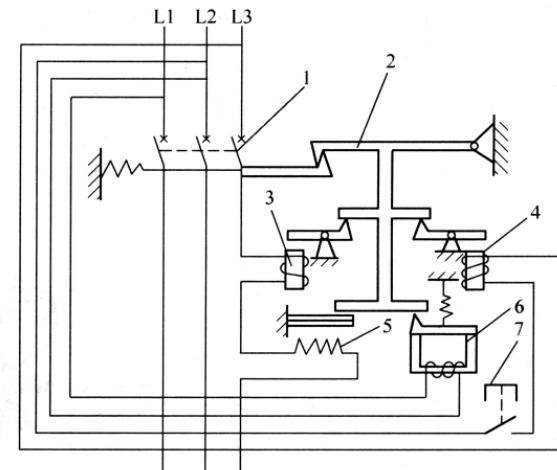
(b)符号

图 1-5 常见的低压断路器

(2) 低压断路器的工作原理

低压断路器主要由触点系统、操作机构和保护元件三部分组成。

常见的低压断路器的动作原理如图 1-6 所示。断路器是靠操作机构手动或电动合闸的，并由自动脱扣机构将触点锁在合闸位置上。当电路发生故障时，自动脱扣机构在有关脱扣器的推动下动作，自动跳闸，实现保护作用。



1—主触点 2—锁扣 3—过电流脱扣器 4—分励脱扣器 5—热脱扣器
6—欠电压、失电压脱扣器 7—分断按钮

图 1-6 常见低压断路器的动作原理图

(3) 低压断路器的主要技术参数

低压断路器的主要技术参数包括额定电压、额定电流、通断能力和分断时间。

额定电压:额定电压在数值上取决于电网的额定电压等级。同一断路器可以在规定的几种额定电压下使用,但相应的通断能力并不相同。

额定电流：指低压断路器的额定持续电流。

通断能力：指低压断路器的额定短路通断能力。

分断时间：指切断故障电流所需的时间。

DZ20 系列塑料外壳式低压断路器的技术参数如表 1-2 所示。

表 1-2 DZ20 系列塑料外壳式低压断路器技术参数

型号	额定电压/V	壳架额定电流/A	断路器额定电流 I _N /A
DZ20Y-100	220~380V	100	16、20、25、32、40、50、63、80、100
DZ20J-100			
DZ20G-100		225	
DZ20Y-225			100、125、160、180、200、225
DZ20J-225			
DZ20G-225		400	
DZ20Y-400			250、315、350、400
DZ20J-400			
DZ20G-400		630	
DZ20Y-630			400、500、630
DZ20J-630			

思考 低压断路器和刀开关在作用上有什么异同?

知识拓展

1. 刀开关的选用

(1)根据使用场合,选择刀开关的类型、极数及操作方式。

(2)用于照明或电热电路时,负荷开关的额定电流等于或大于被控制电路中各负载电流的和。

(3) 用于电动机负载时,开启式负荷开关的额定电流一般为电动机额定电流的3倍;封闭式负荷开关的额定电流一般为电动机额定电流的1.5倍。

(4)负荷开关接线时,电源进线和出线不能接反。开启式负荷开关的上接线端应接电源进线,负载则接在下接线端。

(5) 封闭式负荷开关的外壳应可靠接地。

2.组合开关的选用

(1)用于照明或电热电路时,组合开关的额定电流应等于或大于被控制电路中各负载电流的和。

(2)用于电动机负载时,组合开关的额定电流一般为电动机额定电流的1.5~2.5倍。



(3)组合开关的通断能力较低,当用于控制电动机做可逆运转时,必须在电动机完全停止转动后,才能反向接通。

3. 自动空气开关的选用

(1)自动空气开关的额定工作电压大于或等于电路额定电压。

(2)自动空气开关的额定工作电流大于或等于电路中各负载电流的和。

(3)热脱扣器的整定电流等于所控制负载的额定电流。

(4)当断路器和熔断器配合使用时,熔断器应安装于断路器之前,以保证使用安全。

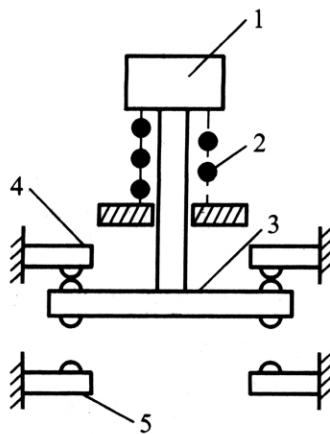
二、主令电器

主令电器在机床控制系统中是用于发送或转换控制指令的电器,主要用来接通和分断控制电路。常用的主令电器有控制按钮、行程开关、主令控制器等。

1. 控制按钮

控制按钮,简称按钮。它是一种用来短时间接通或者断开小电流(500V,5A)电路的手动且自动复位的主令电器。

由于按钮触点上允许流过的电流比较小,因此按钮不能直接控制主电路的通断,而是在控制电路中发出控制信号,操纵接触器、继电器等电器,再由它们控制主电路。



1—按钮帽 2—复位弹簧 3—动触点 4—动断静触点 5—动合静触点

图 1-7 控制按钮的结构

(1) 按钮的组成及结构

按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点和外壳等组成,其结构如图 1-7 所示。一般的按钮为复合触点,即具有动合触点和动断触点。

(2) 按钮的种类及符号

根据按钮静态时触点的分合状态,可分为动断按钮、动合按钮和复合按钮,其外形和符

号如图 1-8 所示。

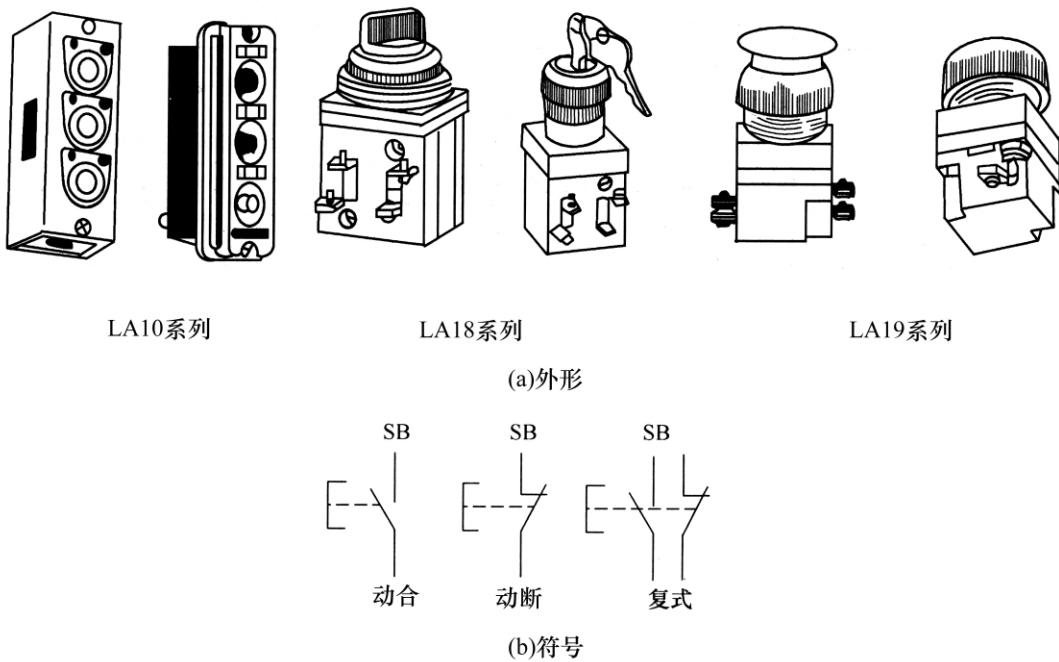


图 1-8 控制按钮

动断按钮在未加外力时,触点处于闭合状态,称为常闭触点;当按下按钮时,触点断开,因此,也称为动断触点。

动合按钮在未加外力时,触点处于断开状态,称为常开触点;当按下按钮时,触点闭合,因此,也称为动合触点。

复合按钮，按下按钮时，动断触点先断开，动合触点后闭合。

2. 行程开关

行程开关又称为位置开关或限位开关。它利用机械设备的某些运动部件的碰撞使触点动作从而完成某种操作，主要应用于顺序控制、自动往返控制、定位、限位、安全保护等自控系统中。

(1)行程开关的组成。

行程开关根据其结构可分为三部分：操作机构、触点机构和外壳。

(2)行程开关的种类及符号

行程开关按结构可分为直动式、滚动式、微动式三种,其外形和符号如图 1-9 所示。

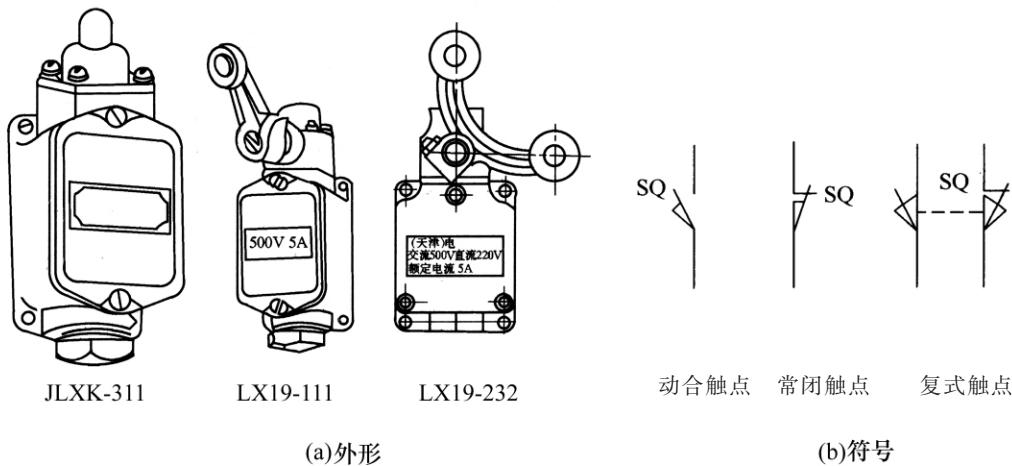


图 1-9 行程开关

1) 直动式行程开关

优点: 结构简单、维修容易。

缺点: 触点分断太慢, 易受电弧烧损, 使用寿命短。

2) 滚动式行程开关

优点: 动作快。

缺点: 结构复杂、价格昂贵。

3) 微动式行程开关

优点: 体积小、行程小、灵敏度高、动作迅速。

缺点: 只能承受较小的压力, 容易损坏。

(3) 行程开关的型号及含义

行程开关的型号及含义如图 1-10 所示。

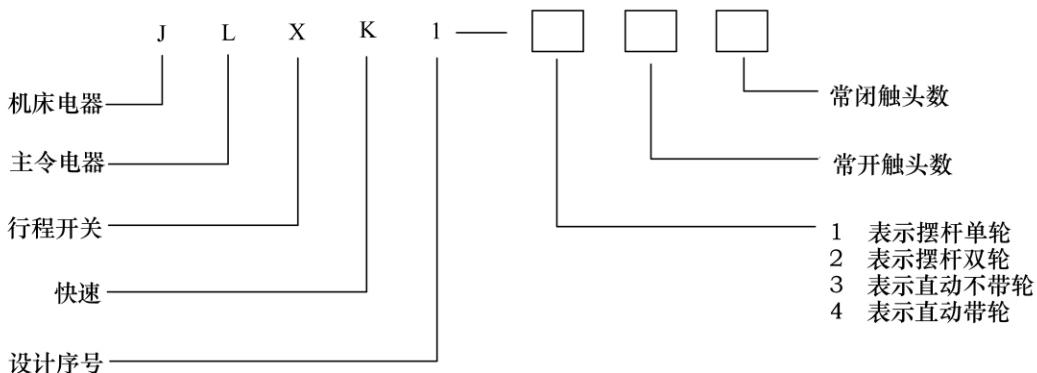


图 1-10 行程开关的型号及含义

思考 按钮和刀开关一般分别用在机床控制电路的哪一部分电路？能不能混用？为什么？

知识拓展

1. 按钮的选用

按钮的结构形式有很多,适用于不同的场合,如:装有突出蘑菇形钮帽以表示紧急操作的紧急式,用手动旋钮进行操作的旋转式,内装有显示信号的指示灯式等。

为了表明各个按钮的作用,避免误操作,通常将按钮帽做成不同的颜色以示区别,详见表 1-3。

表 1-3 按钮颜色及含义

颜色	含义	典型应用
红色	危险情况下的操作	紧急停止
	停止	停止电动机
黄色	应急	抑制不正常情况
绿色	启动或接通	启动电动机
蓝色	上述几种颜色未包括的任何一种功能	
黑、灰、白色	无特定功能	可用于“停止”和“分断”以外的任何情况

2. 行程开关的选用

- (1)根据安装环境选择防护形式,如,是开启式还是防护式。
 - (2)根据控制回路电压和电流的不同选择不同系统采用的行程开关。
 - (3)根据机械与行程开关的传力与位移关系选择合适的头部结构形式。
 - (4)位置开关安装时位置要准确,否则达不到位置控制和限位的目的。

3 接近开关

接近开关就是晶体管无触点的行程开关。它是当有物体与之接近到一定距离时，就发出动作信号，从而控制继电器等元件。

接近开关的主要作用：行程控制、限位保护、检测金属的存在、测速、定位、检测零件尺寸、高速计数、无触点按钮和液面控制等。

接近开关的特点：

优点：工作可靠，寿命长，操作频率高，能适应恶劣的工作环境。

缺点：价格昂贵。

接近开关根据起动工作原理的不同可分为：高频振荡型、电磁感应型、电容型、永磁及磁敏元件型、光电型、超声波型等。常见接近开关的外形及符号如图1-11所示。

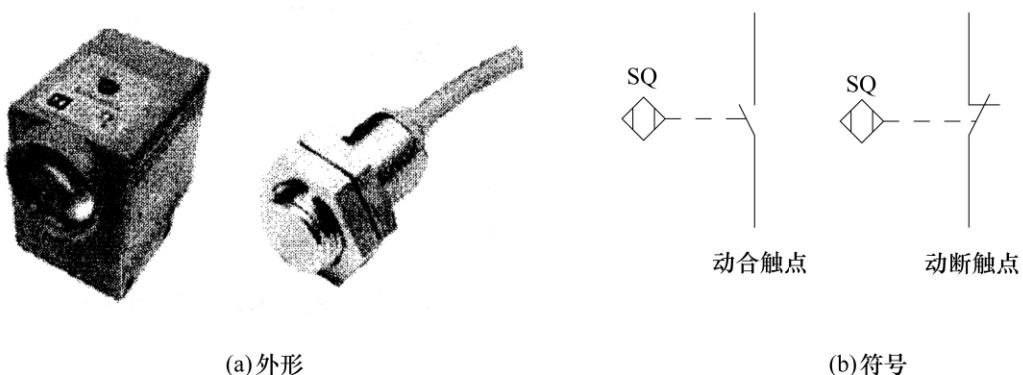


图 1-11 接近开关

各种接近开关及检测对象如表 1-4 所示。

表 1-4 各种接近开关及检测对象

名称	检测对象
高频振荡型	各种金属
电磁感应型	导磁或非导磁性金属
电容型	各种导电或不导电的液体及固体
永磁及磁敏元件型	磁场或磁性金属
光电型	不透光的物质
超声波型	不透过超声波的物质

任务二 熔断器

任务目标

- 了解各种熔断器的外形。
- 掌握熔断器的国家标准符号。
- 熟悉熔断器的原理和使用方法。