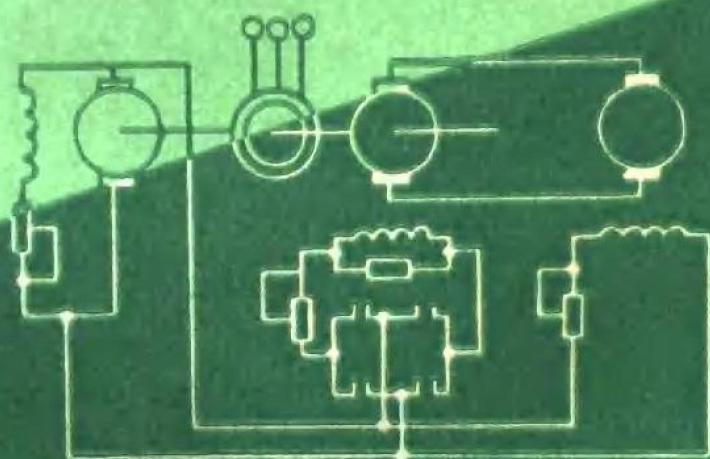


机床电气及维修

周轶阜 夏国伟



CHUANG DIAN QI JI WEI XIU

陕西科学技术出版社

机床电气与维修

周轶阜 夏国伟

陕西科学技术出版社

机床电气与维修

周轶卓 夏国伟

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 安康地区印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张17·75 字数375,000

1980年12月第1版 1980年12月第1次印刷

印数 1—7,500

前 言

为了帮助工人、技术人员学习机床电气的基本原理，熟悉机床电器的性能，掌握实际维修技术，以便维护设备和及时排除故障，充分发挥机床的效能，多快好省地为生产服务，我们编写了这本书。

书的前三章讲述机床常用电器和基本电路；中间几章，分类介绍了车、铣、钻、磨、镗、刨等常用机床的电气线路；最后，分析了机床电机、电器和控制线路的常见故障，列举实例介绍了判断、检查、排除故障的方法。

本书在叙述上力求简明扼要、循序渐进。为了帮助读者提高技术，有的章节对液压和机械知识也做了简要的介绍。

我们在编写过程中，得到西安交通大学严骏教授和苏彦民副讲师的支持，他们校阅了全稿，提出了很多宝贵意见。对此，表示衷心的感谢。

由于水平有限，书中难免有不少缺点和错误，希望读者批评指正。

编 者

1979年7月

目 录

第一章 常用机床电器	(1)
第一节 组合开关	(1)
第二节 熔断器	(3)
一、保护单台异步电动机	(5)
二、保护多台异步电动机	(5)
三、保护无冲击电流的负载	(5)
第三节 主令电器	(5)
一、按钮开关	(6)
二、行程开关	(6)
三、万能转换开关	(11)
第四节 交流接触器	(13)
第五节 自动开关	(16)
第六节 继电器	(19)
一、热继电器	(19)
二、中间继电器	(22)
三、时间继电器	(22)
四、速度继电器	(26)
第七节 电磁铁	(27)
一、牵引电磁铁	(27)
二、电磁离合器	(29)
第二章 机床交流电气控制的基本电路	(32)
第一节 电力拖动系统图	(32)
一、常用电力拖动系统的图形符号和文字符号	(32)
二、机床电气原理图的画法	(32)
三、机床电气接线图的画法	(32)
第二节 交流电气控制基本电路	(33)
一、单向点动和启动的控制电路	(33)
二、可逆控制电路	(34)

三、多地点控制电路.....	(36)
四、行程控制电路.....	(36)
五、互锁控制电路.....	(37)
六、三相异步电动机的启动电路.....	(38)
七、三相异步电动机的制动电路.....	(42)
八、三相异步电动机的调速.....	(46)
第三章 机床直流电气控制的基本电路.....	(48)
第一节 直流电动机.....	(48)
第二节 直流电动机的启动电路.....	(49)
一、变阻器启动.....	(49)
二、降压启动.....	(50)
第三节 直流电动机的制动电路.....	(50)
一、能耗制动.....	(50)
二、反接制动.....	(51)
三、再生制动.....	(51)
第四节 直流电动机的调速电路.....	(52)
一、改变电枢回路附加电阻调速.....	(52)
二、改变激磁电流调速(调磁调速).....	(53)
三、改变外加电枢电压的调速.....	(53)
第五节 直流电动机的正、反转电路.....	(54)
第六节 发电机——电动机系统.....	(55)
一、电动机的启动.....	(55)
二、电动机的制动.....	(55)
三、电动机的反转.....	(56)
四、调速.....	(56)
五、特点.....	(56)
第七节 交磁放大机自动调速系统.....	(56)
一、交磁放大机的结构.....	(56)
二、交磁放大机的原理.....	(57)
三、交磁放大机的特征.....	(59)
四、交磁放大机使用、维护注意事项.....	(62)
五、交磁放大机——电动机系统.....	(62)
第八节 电子整流电路.....	(63)
一、半导体二极管的特性和主要参数.....	(63)

二、硒整流元件·····	(66)
三、利用万用表测量二极管·····	(66)
四、单相半波整流电路·····	(67)
五、单相全波整流电路·····	(67)
六、单相桥式整流电路·····	(68)
七、三相半波整流电路·····	(69)
八、三相全波整流电路·····	(70)
第四章 车床电气线路·····	(72)
概 述·····	(72)
第一节 C620型车床电气线路·····	(72)
第二节 C6150型车床电气线路·····	(74)
第三节 C650型车床电气线路·····	(79)
一、主轴电动机的控制线路·····	(82)
二、进给电动机的控制线路·····	(82)
第四节 C5225 型立式车床电气线路·····	(83)
一、工作台的启动和停止·····	(91)
二、工作台点动·····	(91)
三、工作台的变速·····	(91)
四、横梁升降·····	(91)
五、刀架控制线路·····	(92)
第五章 铣床电气线路·····	(93)
第一节 X62W 万能铣床的机械传动和操纵·····	(93)
一、主轴变速机构·····	(94)
二、进给变速机构·····	(94)
三、主轴和进给变速操纵机构·····	(96)
四、工作台横向和垂直进给操纵机构·····	(97)
五、工作台的纵向操纵机构·····	(98)
第二节 X62W 万能铣床电气线路·····	(99)
一、主轴电动机电气控制·····	(99)
二、进给运动电气控制·····	(102)
三、圆形工作台电气控制·····	(107)
第三节 X53K (X52K) 型立式铣床电气线路·····	(107)
一、主轴控制·····	(109)
二、进给运动电气控制·····	(109)

三、其它·····	(110)
第六章 钻床电气线路·····	(111)
第一节 摇臂运动·····	(111)
第二节 立柱回转运动·····	(116)
第三节 主轴正反转操纵·····	(116)
第四节 Z35型摇臂钻床电气线路·····	(117)
第五节 Z3080摇臂钻床电气线路·····	(119)
第七章 磨床电气线路·····	(120)
第一节 平面磨床的工件固定装置·····	(121)
一、电磁吸盘·····	(121)
二、永磁吸盘·····	(123)
第二节 M7130卧轴矩台平面磨床电气线路·····	(124)
一、概述·····	(124)
二、电气控制线路·····	(124)
第三节 M131W万能外圆磨床电气线路·····	(128)
第四节 Y7520W万能螺纹磨床电气线路·····	(131)
一、直流控制系统·····	(131)
二、交流控制系统·····	(143)
三、机床电器调整的几点说明·····	(144)
第八章 镗床电气线路·····	(146)
第一节 T611型卧式镗床电气线路·····	(147)
一、主轴及进给电动机的控制·····	(147)
二、快速移动·····	(151)
三、联锁·····	(152)
第二节 T4163型座标镗床电气线路·····	(152)
第九章 龙门刨床电气线路·····	(155)
第一节 主拖动自动调整系统·····	(156)
一、电压负反馈环节·····	(157)
二、电流正反馈环节·····	(158)
三、稳定环节·····	(159)
四、电流截止负反馈环节·····	(160)
五、加速度调节器·····	(161)
六、刨台控制环节·····	(168)

第二节 交流控制线路	(171)
一、电机启动控制电路	(171)
二、刀架控制电路及抬刀控制电路	(172)
三、横梁运动	(174)
四、刨台运动控制电路	(175)
五、联锁与保护	(178)
第三节 龙门刨床电气设备的调整与试车	(179)
一、试车准备	(179)
二、控制电器动作检查	(180)
三、刨台主拖动系统的试车与调整	(181)
四、刨床电气拖动的综合试验	(183)
五、技术参数的测定	(184)
附 A系列龙门刨所用三台直流电机的主要技术数据	(187)
一、直流发电机	(187)
二、励磁机	(188)
三、直流电动机	(189)
第十章 可控硅供电调速系统在机床中的应用	(190)
概述	(190)
第一节 可控硅整流电路	(190)
第二节 直流电动机可控硅调速系统的主电路	(193)
一、单相半控整流调速电路	(193)
二、三相半波可控整流调速电路	(194)
三、三相全波半控整流调速电路	(194)
四、可逆控制电路	(195)
第三节 SG8630型高精度丝杠车床电气线路	(195)
一、主回路	(195)
二、触发电路	(197)
三、给定与反馈环节	(202)
四、电流截止负反馈	(204)
第四节 X2012A龙门铣床电气线路	(204)
一、X2012A可控硅调速系统的主回路	(204)
二、可控硅调速系统的触发电路	(206)
三、给定、反馈及放大环节	(208)
四、同步问题	(212)
五、快速进给运动	(212)

六、其它	(214)
第十一章 电机、电器的故障与修理	(215)
第一节 三相异步电动机的故障与修理	(215)
一、三相异步电动机的日常维护	(215)
二、三相异步电动机常见故障及处理方法	(216)
第二节 直流电机的故障与修理	(219)
一、直流电机的日常维护	(219)
二、直流电机常见故障与修理	(220)
第三节 交磁放大机的故障与修理	(225)
一、交磁放大机的日常维护	(225)
二、交磁放大机的故障与修理	(227)
第四节 接触器的故障与修理	(229)
一、接触器的日常维护	(229)
二、接触器的常见故障与修理	(231)
第五节 热继电器的故障与修理	(234)
一、热继电器的日常维护	(234)
二、热继电器的常见故障与修理	(235)
第六节 电磁铁、电磁离合器的故障与修理	(235)
一、电磁铁、电磁离合器的日常维护	(235)
二、电磁铁、电磁离合器的常见故障与修理	(235)
第七节 时间继电器、速度继电器的故障与修理	(236)
第十二章 机床电气线路的故障与维修	(238)
第一节 机床电气线路的日常维护	(238)
第二节 人为故障	(238)
第三节 机床电气故障的检查方法	(241)
第四节 车床电气故障与维修	(244)
第五节 铣床电气故障与维修	(249)
第六节 钻床电气故障与维修	(252)
第七节 磨床电气故障与维修	(254)
第八节 镗床电气故障与维修	(258)
第九节 龙门刨床电气故障与维修	(259)
附录一 常用电工系统图形符号 (GB—312—64)	(265)
附录二 常用电力设备文字符号 (GB1203—75)	(272)

第一章 常用机床电器

第一节 组合开关

组合开关结构简单、操作可靠，组成各种接法能适应不同的电路要求，常用来接通或分断电路，换接电源，控制小型感应电动机。如图 1—1 所示。

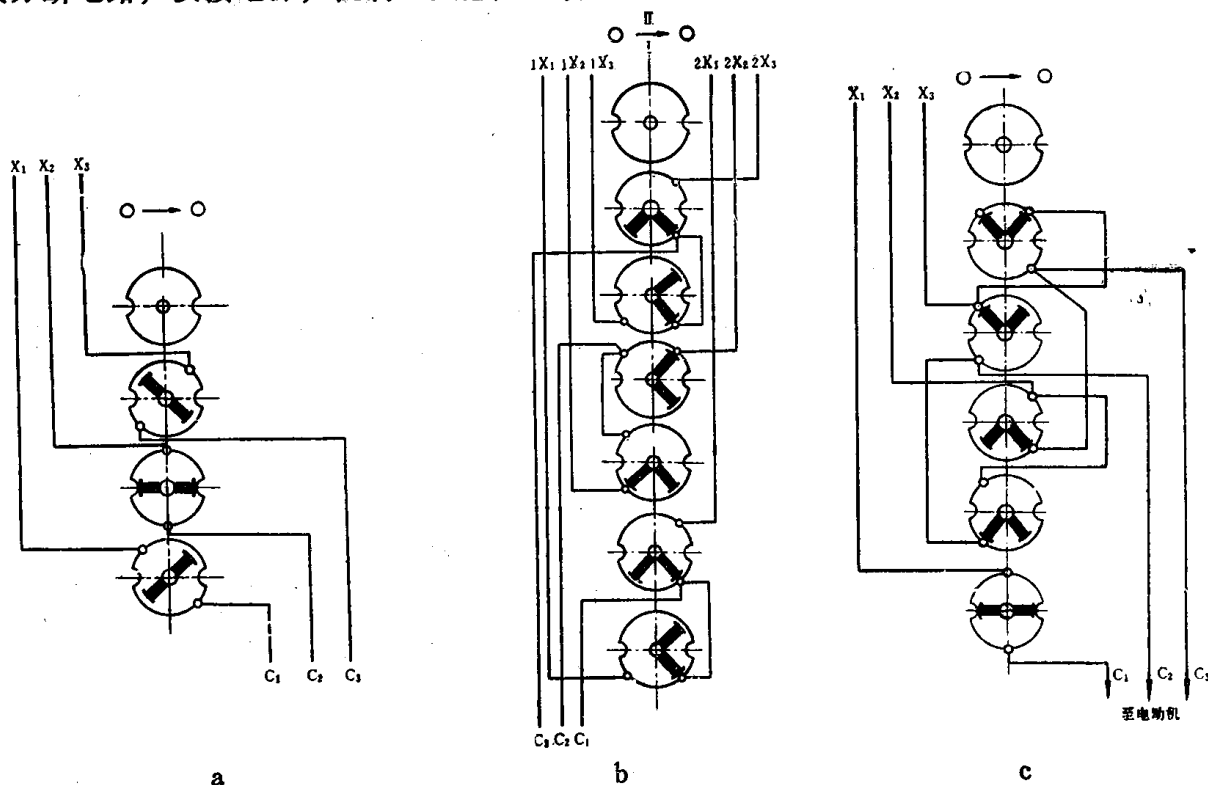


图 1—1 组合开关接线图

a—三相电源开关

b—换接三相电源

c—控制鼠笼电动机

组合开关，由分别装在数层绝缘件内的动、静触头组成。动触头装在附有手柄的绝缘方轴上，方轴每旋转 90° ，触头便轮流接通或分断；它采用扭簧储能，使触头闭合或分开过程与手柄旋转的操作速度无关。动触头用磷铜片（或硬紫铜片）和消弧性能良好的绝缘纸板铆合而成，结构如图 1—2 所示，其技术数据见表 1—1～1—4。

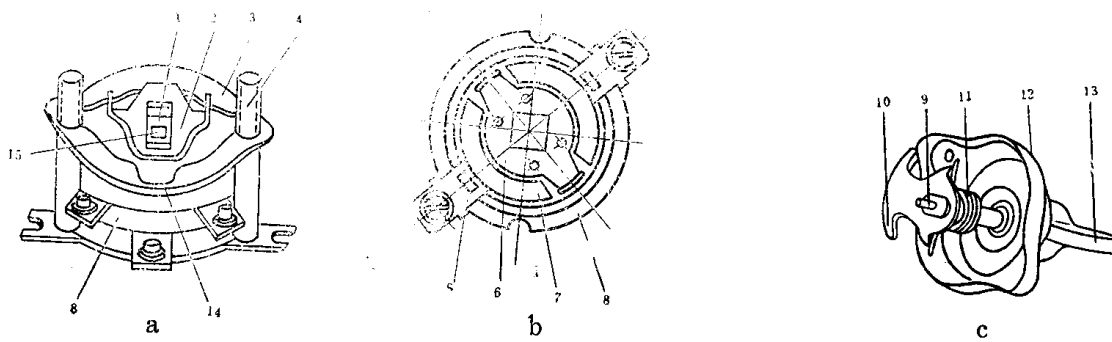


图 1—2 组合开关结构图

1—导板；2—滑板；3—定位板；4—底架；5—静触头；
6—动触头；7—隔弧板；8—触头座；9—转轴；10—凸轮；
11—扭簧；12—盖；13—手柄；14—定位座；15—绝缘方轴。

表 1—1

HZ 1 系列组合开关技术参数

型 号	允许长期工作 电流(安)	在电阻负荷时最大分断电流(安)		分断次数 (次/小时)
		直流与交流 250伏	直流250伏 交流380伏	
HZ1—10/3	10	10	6	300
HZ1—25/3	25	25	15	300
HZ1—60/3	60	60	35	300
HZ1—100/3	100	100	60	300

表 1—2

HZ 2 系列组合开关技术参数

型 号	允许长期工 作电流(安)	在电阻负荷时最大分断电流(安)		接通次数 (次/小时)	可控制电动机 功率(千瓦)
		直流与交流 250伏	直流250伏 交流380伏		
HZ2—10/3	10	10	6	15~20	
HZ2—25/3	25	25	15	15~20	3
HZ2—60/3	60	60	35	15~20	5

表 1—3

HZ 5 系列组合开关技术参数

型 号	允许长期工作 电流(安)	380伏×110%、 $\cos\phi=0.35\pm0.05$ 接通、分断能力(安)	允许操作频率 (次/小时)	可控制电动机 功率(千瓦)
HZ5—10/3	10	40	120	1.7
HZ5—20/3	20	80	120	4
HZ5—40/3	40	160	120	7.5
HZ5—60/3	60	240	120	10

表 1—4

HZ10系列组合开关技术参数

型 号	允许长期工作 电流(安)	380伏时极限转换电流				可控制电动机 功率(千瓦)
		闭 合		分 断		
		安	次/时	安	次/时	
HZ10—10/3	10	94	100	62	10	3
HZ10—25/3	25	155	100	108	10	5.5
HZ10—60/3	60					
HZ10—100/3	100					

HZ1系列组合开关型号的含义是：

HZ □ □ □ / □

组合开关——极数

设计序号——

额定电流——

P 为二路切换——

S 为三路切换

机床电气控制中常用的有 HZ1、HZ2、HZ5 和 HZ10 系列组合开关。HZ5 是一种新型开关，它的定位机构采用辐射型、滚轮卡棘轮机构，适用于工作电流在 60 安以下的电气线路作电源引入开关。HZ5 系列还派生出控制电动机及线路换接开关。HZ10 系列组合开关是全国统一设计的，可取代 HZ1、HZ2 等系列，结构简化、节约材料、寿命长、可靠性高。

新型组合开关采用凸轮式结构，有的还装有热保护、电磁脱扣和欠压脱扣等，在某些场合，这种开关可以代替接触器和热继电器。

第二节 熔断器

熔断器内装有一个低熔点的熔体。当电路短路时，电流急剧增大，熔体过热而熔断，将电路切断，以保护线路和线路上的设备。

目前机床上常用的熔断器有插入式 RC1 型（图 1—3 a），螺旋式 RL1 型 RLS 快速熔断型（图 1—3 b），无填料管式 RM1 型和有填料 RT0 型。RL1、RT0、RLS 有

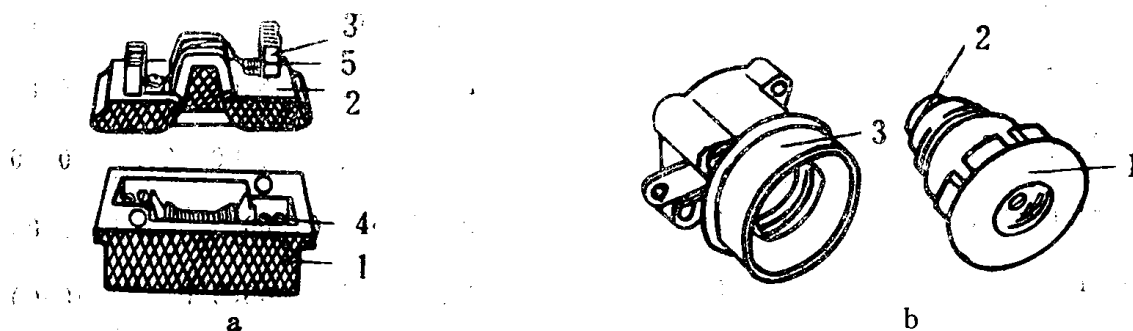


图 1—3 熔断器外形图

a—RC1 型

1—瓷底座；2—瓷插件；3—动触头；4—静触头；5—熔体；

b—RL1 型

1—瓷帽；2—熔断体；3—底座。

熔断指示装置。RM1、RT0 附有绝缘手柄，可以在带电情况下调换熔体。

常用的熔断器技术数据如表 1—5。

表 1—5

机 床 常 用 熔 断 器 技 术 数 据

型 号	可装熔体的最大电流 (安)	可装熔体的电流等级 (安)	极限分断 能力(安)
RC1— 10	10	1、4、6、10	500
RC1— 15	15	6、10、15	500
RC1— 30	30	20、25、30	1500
RC1— 60	60	40、50、60	3000
RC1—100	100	80、100	3000
RC1—200	200	120、150、200	3000
RL1— 15	15	2、4、6、10、15	2000
RL1— 60	60	20、25、30、35、40、50、60	5000
RL1—100	100	60、80、100	5000
RL1—200	200	100、125、150、200	5000
RLS— 10	10	3、5、10	40000
RLS— 50	50	15、20、25、30、40、50	40000
RLS—100	100	60、80、100	40000
RM10— 15	15	6、10、15	40000
RM10— 60	60	15、20、25、35、45、60	40000
RM10—100	100	60、80、100、(125、160、200)	40000
RM10—200	200	100、125、160、200	40000
RM10—350	350	200、225、260、300、350	40000
RM10—600	600	350、430、500、600	40000
RT 0 —100	100	30、40、50、60、80、100	50000
RT 0 —200	200	120、150、200	50000
RT 0 —400	400	250、300、350、400	50000
RT 0 —600	600	450、500、550、600	50000

选择熔断器的主要依据是：一、根据线路要求和安装条件选择型式；二、按照线路电压选择额定电压；三、根据负载特性选取熔体的额定电流，具体方法如下：

一、保护单台异步电动机：

交流异步电动机启动时的电流很大，约为额定电流的 4～7 倍，所以熔体额定电流既不能按电动机额定电流也不能按启动电流来取，而应为：

熔体额定电流 = 电动机启动电流（安）/ 2.5。

式中，采用系数 2.5，是因为熔体通过 2.5 倍额定电流，持续 8 秒才能熔断，在这段时间内电动机已完成启动，达到正常转速。常用熔体熔断时间如表 1—6 所示。

表 1—6 常用熔体熔断时间

熔体通过的电流 / 熔体额定电流	1.25~1.3	1.6	1.8	2.0	2.5	3	4
熔 断 时 间	∞	60分	20分	40秒	8秒	4.5秒	2.5秒

由此可见，为了不影响异步电动机的正常启动，主电路熔体的额定电流要比电动机的额定电流大得多，所以熔体只能作短路保护。

二、保护多台异步电动机：

此时，熔断器的选择应遵循公式：

熔体额定电流 = 最大一台电动机启动电流 + $\sum I_{ed}$ / 2.5

式中 $\sum I_{ed}$ —最大一台电动机外的其余电动机额定电流的代数和。

三、保护无冲击电流的负载：

熔断器的选择应遵循公式：

熔体额定电流 $\geq$ 负载电流。

第三节 主令电器

主令电器是人工操纵的小电流开关电器，是自动控制系统中发布指令的元件。操作者通过它们来控制系统状态的改变。目前，机床上用的主令电器多属有触点的；无触点的半导体组件，正逐步应用。机床常用的主令电器如下：

一、按钮开关

按钮开关是短间接通或分断小电流电路的电器。机床常用的复合按钮开关，有一组常开和一组常闭的桥式双断点触头，安装在一个塑料基座上。揿按钮时，桥式动触头先和上面的静触头分离，然后和下面的静触头接触；手松开后，靠弹簧返回原位。其结构如图 1—4 所示。

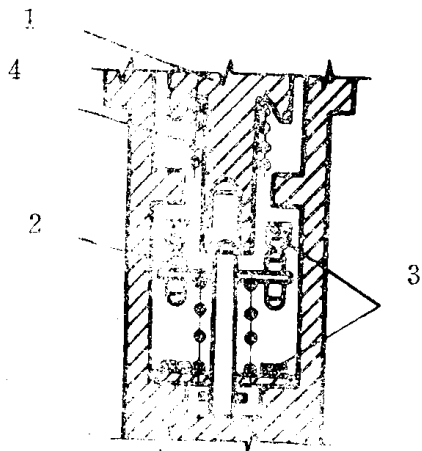
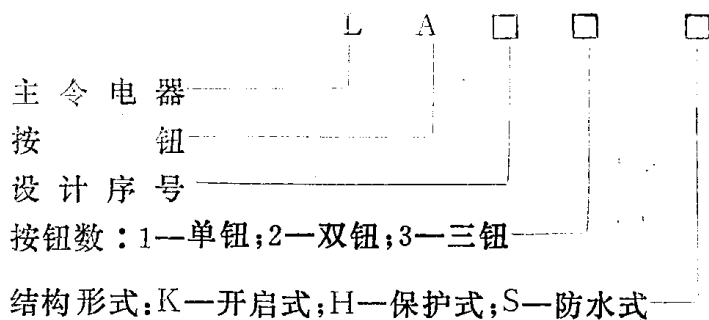


图 1—4 一般按钮剖面

1—手揿部分；2—桥式动触头；
3—静触头；4—复位弹簧。

在机床线中路，按钮主要用于操纵接触器、继电器或电气联锁线路，来实现各种运动的控制。

按钮的种类很多，机床常见的有 AL2型、LA4型、LA0型、LA18型、LA19型及LA20型等。它们的型号含义是：

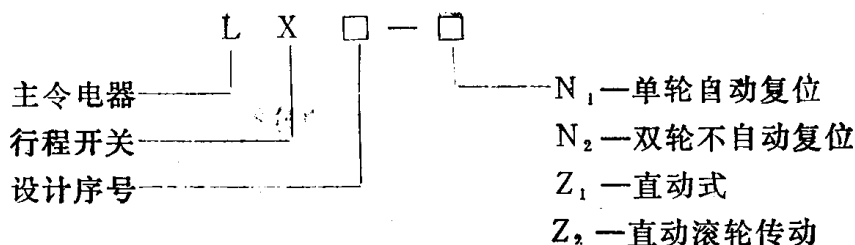


通常，按钮的交流额定电压为 500 伏，允许持续电流为 5 安。

二、行程开关

在电力拖动系统中，常常要求按机械的位置改变电动机的工作状态，例如，机床上的直线运动部件，到达边缘位置时，要求运动部件能自动停止或返回；在某位置上，要求能自动改变运动的方向或速度。这些要求常利用行程开关实现。

行程开关的种类很多，以运动形式分，有直动式和转动式；以触点性质分，有有触点的和无触点的。以 LX13 系列为例，行程开关型号含义是：



1. 有触点行程开关

图 1—5 为 LX 1 型行程开关结构图。

它有一组常开触点和一组常闭触点，静触点 2 装在胶木基座上，动触桥 4 与推杆 5 相连。推杆 5 受撞板推动时，改变动触桥的位置，使常闭触点打开、常开触点闭合；撞板作用消失，推杆在弹簧 1 作用下复位。

这种结构的缺点是：触点断开缓慢，电弧停留时间较长，在具有较大电感的直流电路中，电弧不仅烧坏触点，延长行程开关的分断时间，还会破坏控制系统的工作。

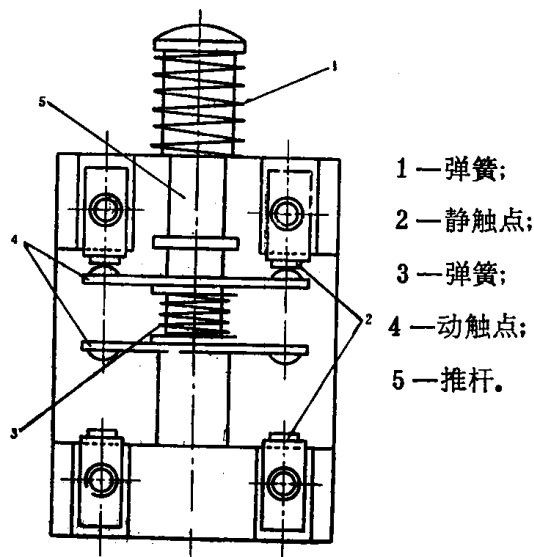


图 1—5 LX 1 型行程开关结构图

图 1—6 为快速分合 LX 2 型行程开关结构图。当滚轮 1 受到外力作用时，上转臂 2 向

左转动，并压缩右边弹簧 10，同时下面的小滚轮 5 也很快沿着擒纵件 6 向右转动。小滚轮滚动又压缩了弹簧 9，当滚轮 5 走过擒纵件 6 的中点，弹簧 3 和弹簧 9 都使擒纵件 6 迅速转动，因而使动触点能迅速地与右边的静触点分开，与左边的静触点闭合。这样，就减少了电弧对触点的烧损，并且保证了动作的可靠性。这类行程开关适用于低速运动的机床。

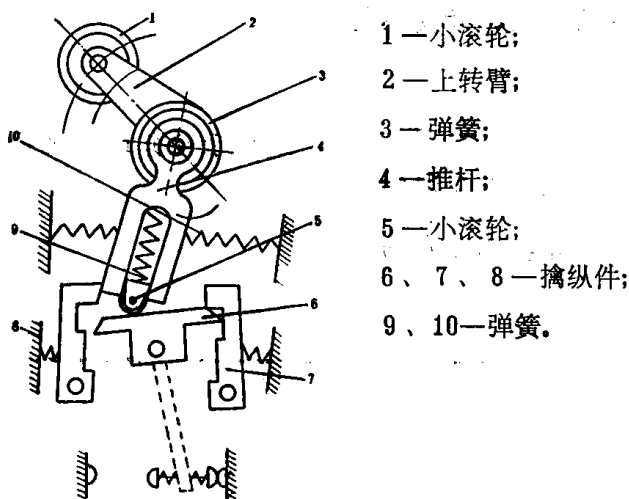


图 1—6 LX 2 型行程开关结构图

除上述结构型式外，LX19 行程开关，体积较小，有能自动复位和不自动复位几种型式。JLXK 1 系列是快速行程开关，具有瞬时换接动作机构，操作频率高。LXW—11 型及 JLXK 1