



平顶山工业职业技术学院  
国家示范性高职院校建设项目成果

机电一体化技术专业

# 机床电气控制

董德明 主编



高等教育出版社  
Higher Education Press

国家示范性高职院校建设项目成果

# 机床电气控制

董德明 主编

高等教育出版社

## 内容提要

本书以培养高技能型人才为依据,从应用的角度介绍了机床电气控制技术。全书分为5大模块,包括低压电器的选用与检修、继电器-接触器控制电路的安装、常用机床电气控制的检修与维护、可编程控制器的应用与编程设计、数控机床的故障诊断与维护。教材结构新颖,完全打破传统的章节结构,有较强的职业性和实践性。每个模块又由若干个项目组成,共有26个项目,每个项目均配有项目实施过程,充分体现“教、学、做一体”的教学改革思想。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校机电一体化、数控、机械制造、矿山机电等专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制/董德明主编. —北京:高等教育出版社,  
2008.12

ISBN 978-7-04-025657-4

I. 机… II. 董… III. 机床-电气控制 IV. TG502.35

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第185320号

策划编辑 刘洋 责任编辑 王莉莉 封面设计 张雨微 责任绘图 朱静  
版式设计 余杨 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印刷 北京市白帆印务有限公司

开本 787×1092 1/16  
印张 16.25  
字数 390 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2008年12月第1版  
印次 2008年12月第1次印刷  
定价 23.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25657-00

# 前 言



根据国家教育部对职业教育的有关指示精神,经过我们对机械加工电气技术岗位群上岗人员能力要求的广泛调研,以及在专业建设委员会和厂矿工程技术人员、技术骨干、能工巧匠的共同指导和参与下,制定了机电一体化技术专业工学结合优质核心课程标准,为适应机电行业快速发展和高等职业院校机电专业教学改革的需要,以培养技能型人才为出发点,实现工学结合、“教、学、做一体”的教学模式,经过充分研讨与论证,精心编写了本书。

本书以工学结合教、学、做为一体,把知识点贯穿于项目中的编写思路,以培养学生能力为重点,理论联系实际,体现学以致用原则,应用性强。在行文中力求文句简练、通俗易懂、图文并茂,使之更具直观性;在编撰的体系结构上,采用基于工作项目导向的教学体系结构,使学生在在学习过程中更具连贯性、针对性和选择性。

本书分为低压电器的选用与检修、继电-接触器控制电路的安装、常用机床电气控制的检修、可编程控制器的应用与程序设计、数控机床的故障诊断与维修5个模块,共26个项目。在项目中采用项目描述、项目分析、知识准备、项目实施、思考与练习等引导学生学习。

本书由董德明任主编,张会娜、马桂荣任副主编,王超雄、许明圣、孙新民、任伟、张君参编。其中,河南平顶山工业职业技术学院董德明、张会娜,平顶山煤矿机械有限责任公司王超雄编写了模块一、模块二、模块五;平顶山工业职业技术学院马桂荣、平顶山高压电气有限公司许明圣编写了模块三;平顶山工业职业技术学院任伟、张君,平顶山煤业集团孙新民编写了模块四。

全书由平顶山工业职业技术学院教授梁南丁和平顶山市高压福利机械厂总经理屈林太主审。在本书的整个编写过程中,主审提出了很多宝贵的意见和修改建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者  
2008.10

目



录

模块一 低压电器的选用与检修 .....	1	项目四 磨床电气控制的检修与维护 ...	98
项目一 低压配电电器的选用与检修 ...	1	项目五 镗床电气控制的检修与	
项目二 低压控制电器的选用与检修 ...	15	维护 .....	107
项目三 常用电气控制系统图的识图 ...	32	项目六 组合机床电气控制的检修	
模块二 继电-接触器控制电路的		与维护 .....	115
安装 .....	36	项目七 起重机电气控制的检修	
项目一 简单电气控制电路的安装		与维护 .....	122
与接线 .....	36	模块四 可编程控制器的应用	
项目二 三相笼型异步电动机全压启动		与编程设计 .....	130
控制电路的安装与接线 .....	41	项目一 PLC 基本知识拓展与编程	
项目三 三相笼型异步电动机降压启动		元件的应用 .....	130
控制电路的安装与接线 .....	45	项目二 PLC 基本指令的应用与	
项目四 三相绕线型异步电动机降压起		编程设计 .....	150
动控制电路的安装与接线 .....	50	项目三 PLC 功能指令的应用与	
项目五 三相异步电动机电气制动控制		编程设计 .....	164
电路的安装与接线 .....	54	项目四 普通机床 PLC 控制系统的	
项目六 同步电动机控制电路的安装		改造设计 .....	180
与接线 .....	60	项目五 可编程控制器的选型 .....	183
项目七 直流电动机控制电路的安装		模块五 数控机床的故障诊断与维修 ...	190
与接线 .....	64	项目一 数控机床的电气控制线路	
模块三 常用机床电气控制的检修		分析 .....	190
与维护 .....	71	项目二 数控机床的电气故障诊断	
项目一 普通车床电气控制的检修		方法 .....	203
与维护 .....	71	项目三 数控机床电气控制故障的	
项目二 铣床电气控制的检修		维修 .....	217
与维护 .....	80	项目四 数控系统的维修方法 .....	231
项目三 钻床电气控制的检修与维护 ...	91	主要参考文献 .....	253

# 模块一

## 低压电器的选用与检修

低压电器是指在交流及直流电压为 1 200 V 以下的电器。

低压电器的种类繁多,就其控制对象不同,低压电器可分为配电电器和控制电器两大类。低压配电电器有刀开关、转换开关等,低压控制电器有接触器、继电器等,在电力线路中起控制、保护或调节等作用。

### 项目一 低压配电电器的选用与检修



#### 技能目标

- ◆ 能正确选用和使用低压配电电器
- ◆ 能根据实际工作要求整定低压配电电器
- ◆ 会检修与维护低压配电电器



#### 知识要点

- ◆ 低压配电电器的分类、结构、作用
- ◆ 低压配电电器参数的整定
- ◆ 低压配电电器的检修与维护

#### 项目描述

低压配电开关有刀开关、转换开关、空气断路器等,其作用是接通或断开电路,可作为机床电路的电源开关,也可直接控制小容量电动机的通、断。低压配电电器主要用于低压配电系统和动力回路,它具有工作可靠、热稳定性和电动力稳定性好、能承受一定电动力等优点。

#### 项目分析

在低压控制线路和小容量电机控制电路中,经常要用到低压电器,因此应认识各种低压电气设备,掌握拆卸和安装工艺,熟悉维修知识,能根据电路参数进行电流、电压整定,能正确选用和使用低压电器。

## 知识准备

### 一、闸刀开关

闸刀开关又称为开启式负荷开关，适用于照明、电热设备及小容量电动机控制线路中，供手动不频繁地接通和分断电路，并起短路保护作用。

如图 1-1 所示，闸刀开关由刀开关和熔断器组合而成。开关的瓷底座上装有进线座、静触点、熔体、出线座和带瓷质手柄的刀式动触点，上面盖有胶盖，以防止电弧飞出灼伤人手。

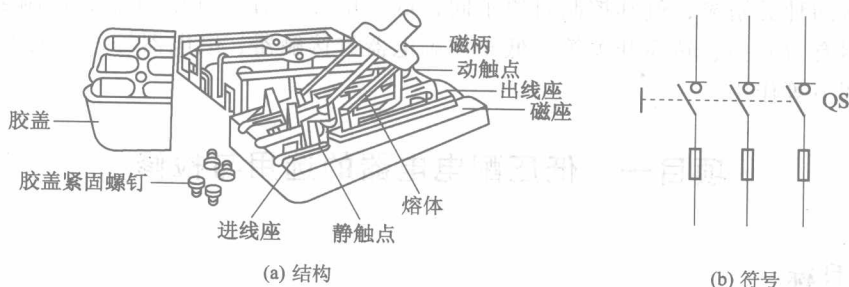


图 1-1 HK 系列闸刀开关

#### 1. 型号及含义

型号及含义如图 1-2 所示。

#### 2. 选用

闸刀开关分为两极和三极两种。用于照明和电热负载时，选用额定电压交流 220 V 或 250 V，额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关。开关用于控制电动机的直接起动和停止时，选用额定电压交流 380 V 或 500 V，额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的两极开关。

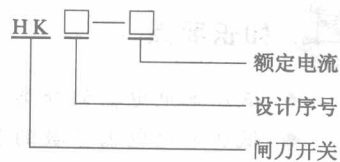


图 1-2 闸刀开关的型号及含义

安装闸刀开关时，应注意将电源进线装在静触点上，将用电负荷接在开关的下出线端上。这样当开关断开时，闸刀和熔丝均不带电，保证更换熔丝安全。闸刀在合闸状态时，手柄应向上，不可倒装或平装，以防误合闸。

闸刀开关常见故障及处理方法，见表 1-1。

表 1-1 闸刀开关常见故障及处理方法

种类	故障现象	故障分析	处理措施
闸刀开关(开启式负荷开关)	合闸后，开关一相或两相开路	静触点弹性消失，开口过大，造成动、静触点接触不良	整理或更换触点
		熔丝熔断或虚连	更换或紧固熔丝
		动、静触点氧化或有尘污	清洗触点
		开关进线或出线线头接触不良	重新连接

续表

种类	故障现象	故障分析	处理措施
闸刀开关(开启式负荷开关)	合闸后, 熔丝熔断	外接负载短路	排除负载短路故障
		熔体规格偏小	按要求更换熔体
	触点烧坏	开关容量太小	更换开关
		拉合闸动作过慢, 造成电弧过大, 烧毁触点	修整或更换触点, 并修正操作方法

## 二、铁壳开关

铁壳开关又称封闭式负荷开关, 主要用于手动不频繁地接通和断开带负载的电路, 也可用于控制 15kW 以下的交流电动机不频繁地直接起动和停止。

HH4 型铁壳开关的结构如图 1-3 所示, 它主要由刀开关、熔断器、操作机构和外壳组成。这种开关的操作机构具有以下两个特点: 一是采用了弹簧储能分合闸, 有利于迅速熄灭电弧, 从而提高开关的通断能力; 二是设有联锁装置, 以保证开关在合闸状态下开关盖不能开启, 而当开关盖开启时又不能合闸, 确保操作安全。

### 1. 型号及含义

型号及含义如图 1-4 所示。

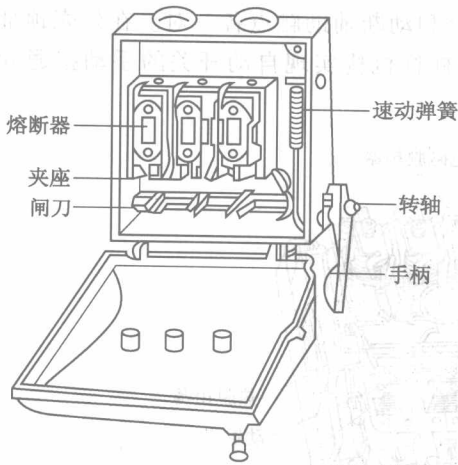


图 1-3 铁壳开关的结构

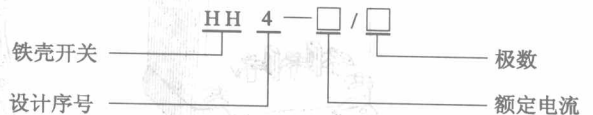


图 1-4 铁壳开关的型号及含义

### 2. 安装和选用

安装铁壳开关时, 应保证开关的金属外壳可靠接地或接零, 防止因意外漏电而发生触电事故, 接线时应将电源线接在静触点的接线端上, 负荷接在熔断器一端。

对于电热器和照明电路, 铁壳开关可根据额定电流选择; 对于电动机, 铁壳开关额定电流可选电动机额定电流的 1.5 倍。

铁壳开关常见的故障及处理方法, 见表 1-2。



表 1-2 铁壳开关常见的故障及处理方法

种 类	故障现象	故障分析	处理措施
铁壳开关(封闭式负荷开关)	操作手柄带电	外壳未接地或接地线松脱	检查后, 加固接地线
		电源进出线绝缘损坏碰壳	更换导线或恢复绝缘
	夹座(静触点)过热或烧坏	夹座表面烧毛	用细锉修整夹座
		闸刀与夹座压力不足	调整夹座压力
		负载过大	减轻负载或更换大容量开关

### 三、空气断路器

空气断路器在低压电路中, 用于分断和接通负荷电路, 控制电动机运行和停止。当电路发生过载、短路、失压、欠压等故障时, 它能自动切断故障电路, 保护电路和用电设备的安全。

DZ5-20 型塑壳式空气断路器的外形与结构如图 1-5 所示。它主要由动触点、静触点、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器及外壳等部分组成。其结构采用立体布置, 操作机构在中间, 上面是由加热元件和双金属片等构成的热脱扣器, 作为过载保护, 配有电流调节装置, 调节整定电流。下面是由线圈和铁心等构成的热脱扣器, 作为短路保护, 它也有一个电流整定装置, 调节瞬时脱扣整定电流。主触点在操作机构后面, 配有栅片灭弧装置, 用以接通和分断主回路的大电流。另外还有动合和动断辅助触点各一对。在外壳顶部还伸出接通(绿色)和断开(红色)按钮, 通过储能弹簧和杠杆机构实现自动开关的手动接通和断开操作。

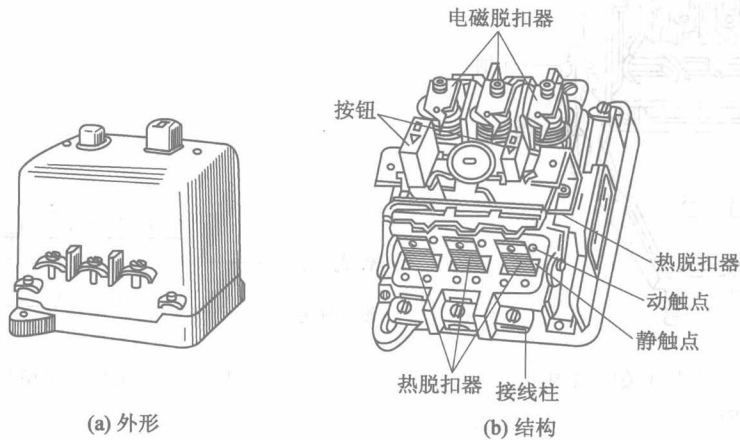


图 1-5 DZ5-20 型空气断路器

#### 1. 型号及含义

型号及含义如图 1-6 所示。

图 1-7 中所示的断路器的三对主触点串接在被保护的三相主电路中, 当按下绿色按钮时,

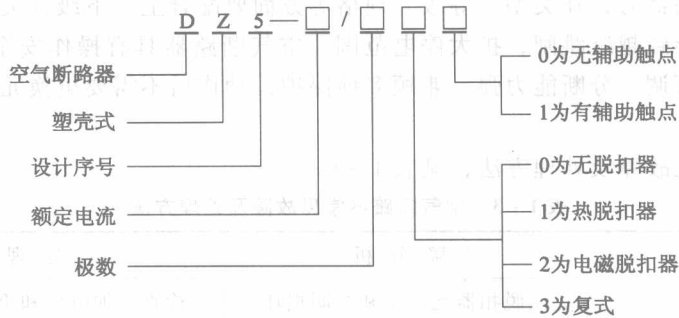


图 1-6 空气断路器型号及含义

主电路中的三对主触点由锁扣钩住搭钩，克服弹簧的拉力，保持闭合状态，搭钩可绕轴转动。若主电路工作正常，热脱扣器的发热元件温度不高，不会使双金属片弯曲到顶动连杆的程度，电磁脱扣器的线圈磁力不大，不能吸引衔铁去拨动连杆，自动开关正常吸合，向负载供电；若主电路发生过载或短路，电流超过热脱扣器或电磁脱扣器整定值时，双金属片或衔铁将拨动连杆使搭钩被顶离锁扣，弹簧的拉力使主触点系统分离而切断主电路。一旦电源电压低于整定值（或失去电压），线圈的磁力减弱，衔铁受弹簧拉力向上运动，顶起连杆，使搭钩与锁扣脱离而断开主触点，起欠（失）压保护作用。

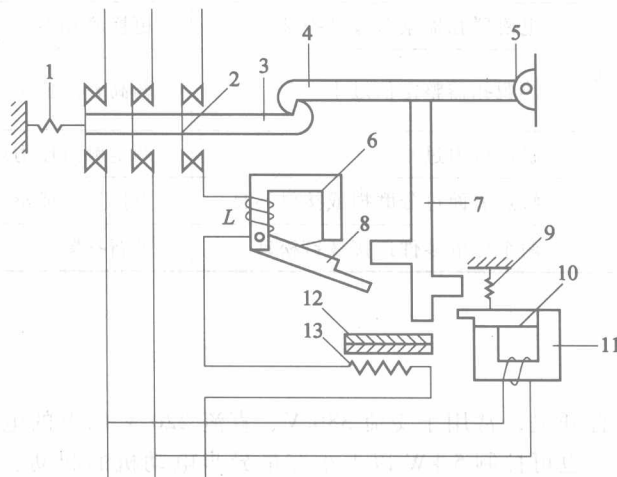


图 1-7 空气断路器工作原理图

- 1—弹簧；2—主触点；3—锁扣；4—搭钩；5—转轴；6—电磁脱扣器；  
7—连杆；8—衔铁；9—拉力弹簧；10—欠压脱扣器衔铁；  
11—欠压脱扣器；12—双金属片；13—热元件

## 2. 选用

空气断路器的一般选用原则是：

- ① 空气断路器的额定电压和额定电流应高于线路的正常工作电压和电流。
- ② 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。
- ③ 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应不小于电动机起动电流的 1.7 倍。

另外, 选用断路器时, 在类型、等级、规格等方面要配合上、下级开关的保护特性, 不允许因本级保护失灵导致越级跳闸, 扩大停电范围。空气断路器具有操作安全, 安装使用方便, 工作可靠, 动作值可调, 分断能力强, 兼顾多种保护, 动作后不需要更换元件等优点, 因此得到广泛应用。

空气断路器常见故障及处理方法, 见表 1-3。

表 1-3 空气断路器常见故障及处理方法

故障现象	故障分析	处理措施
不能合闸	欠压脱扣器无电压和线圈损坏	检查施加电压和更换线圈
	储能弹簧变形	更换储能弹簧
	反作用弹簧力过大	重新调整
	机构不能复位再扣	调整再扣接触面至规定值
电流达到整定值, 断路器不动作	热脱扣器双金属片损坏	更换双金属片
	电磁脱扣器的衔铁与铁心距离太大或电磁线圈损坏	调整衔铁与铁心距离或更换断路器
	主触点熔焊	检查原因并更换主触点
起动电动机时断路器立即分断	热脱扣器瞬时整定值过小	调整整定值至规定值
	电磁脱扣器某些零件损坏	更换脱扣器
断路器闭合后经一定时间自行分断	热脱扣器整定值过小	调高整定值至规定值
断路器温度过高	触点压力过小	调整触点压力或更换弹簧
	触点表面过分磨损或接触不良	更换触点或整修接触面
	两个导电零件连接螺钉松动	重新拧紧

#### 四、转换开关

转换开关又称为组合开关, 常用于交流 380 V、直流 220 V 以下的电气线路中, 供手动不频繁地接通或分断电路, 也可控制 5 kW 以下小容量异步电动机的起动、停止和正反转。它体积小、灭弧性能比刀开关好, 接线方式多, 操作方便。

##### 1. 型号及含义

型号及含义如图 1-8 所示。

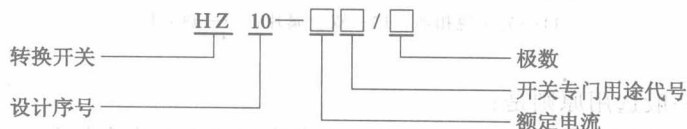


图 1-8 转换开关型号及含义

## 2. 外形、符号与结构

HZ10-10/3 型转换开关内部结构与外形如图 1-9 所示。

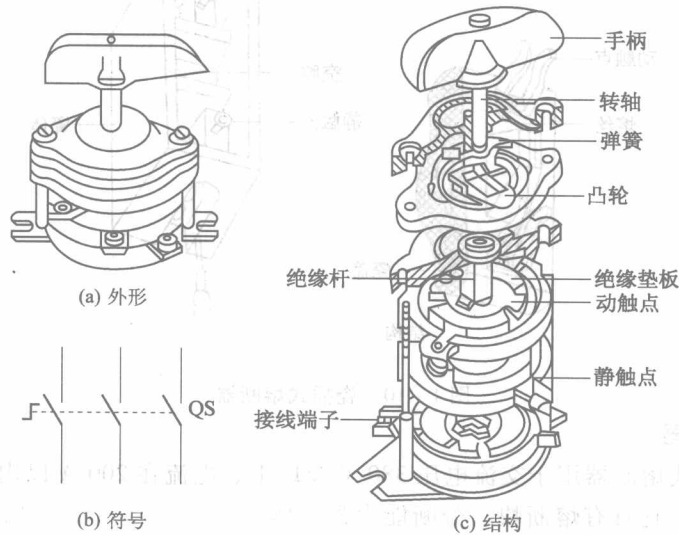


图 1-9 HZ10-10/3 型转换开关

这种转换开关有三对静触点，每一对静触点的一端固定在绝缘垫板上，另一端伸出盒外，并附有接线柱，以便和电源线及用电设备的导线相连接。三对动触点由两个磷铜片或紫铜片和灭弧性能良好的绝缘钢纸板铆接而成，和绝缘垫板一起套在附有手柄的绝缘杆上，手柄能沿任何一个方向每次旋转  $90^\circ$ ，带动三对动触点分别与三对静触点接通或断开，顶盖部分由凸轮、弹簧及手柄等构成操作机构，此操作机构由于采用了弹簧储能使开关快速闭合及分断，保证了开关在切断负荷电流时所产生的电弧能迅速熄灭，其分断与闭合的速度和手柄旋转速度无关。

### 3. 转换开关的选择

转换开关应根据电源种类、电压等级、所需触点数、接线方式和负载容量进行选择。用于直接控制异步电动机的起动和正反转时，开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

## 五、熔断器

熔断器是低压保护线路和电动机控制电路中最简单最常用的过载和短路保护器件。它的主要工作部分是熔体，串联在被保护电器或电路的前面，当电路或设备过载或短路时，大电流将熔体熔化，切断电路而起保护作用。

### 1. 瓷插式熔断器

RC1A 系列瓷插式熔断器主要用于交流 380 V 三相电路和 220 V 单相电路，用作保护器件。它具有结构简单，价格低廉，更换熔丝方便等优点。其主要由瓷座、瓷盖、静触点、动触点和熔丝等组成，如图 1-10 所示。瓷座中部有一空腔，与瓷盖的凸出部分构成灭弧室。60 A 以上的瓷插式熔断器空腔还垫有编织石棉层，用以加强灭弧能力。

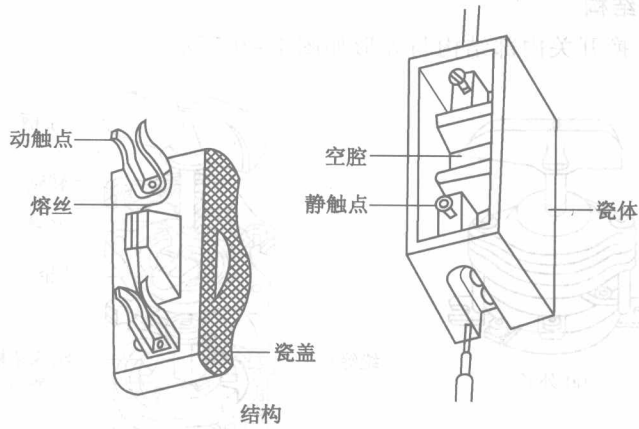


图 1-10 瓷插式熔断器

## 2. 螺旋式熔断器

RL1 系列螺旋式熔断器用于交流电压 380 V 及以下、电流在 200 A 以内的线路和用电设备的过载和短路保护。它具有熔断快，分断能力强，体积小，结构紧凑，更换熔丝方便，安全可靠和熔丝断后标志明显等优点。它主要由瓷帽、熔断管(熔芯)、瓷套、上接线端、下接线端及底座等组成，如图 1-11 所示。熔断管内除装有熔丝外，还填满起灭弧作用的石英砂。熔断管的上盖中心装有红色熔断指示器，一旦熔丝熔断，指示器即从熔断管上盖中脱落，并可从瓷盖上的玻璃窗口直接发现，以便及时更换熔断管。

螺旋式熔断器接线时，电源进线必须与熔断器中心触片接线桩相连，与负载的连线应接在上接线端上，这样在旋出瓷帽并更换熔断管时，金属螺口不带电，有利于操作人员的安全。

熔体的选择：

① 对于电炉和照明等电阻性负载，可用作过载保护和短路保护，熔体的额定电流应稍大于或等于负载的额定电流。

② 用作电动机回路的短路保护时，要避免发生电动机在起动过程中，因起动电流过大而使熔体烧断。通常在电动机不经常起动，或起动时间不长的场合，熔体的额定电流可按下列式选取

$$I_N = I_q / (2.5 \sim 3)$$

在经常起动或起动时间较长场合，熔体的额定电流取为

$$I_N = I_q / (1.6 \sim 2)$$

根据负载情况选出熔体额定电流  $I_N$  后，还应以线路的最小短路电流加以校验，一般应使

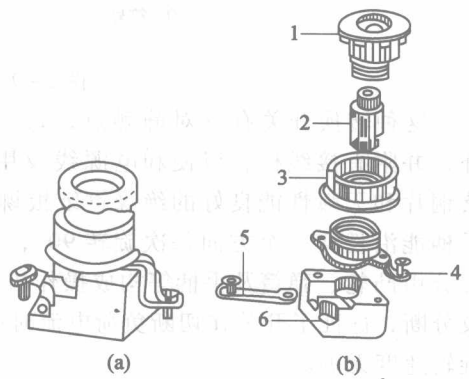


图 1-11 螺旋式熔断器

1—瓷帽；2—熔断管；3—瓷套；4—上接线端；  
5—下接线端；6—瓷座

最小短路电流比  $I_N$  大 4~7 倍。

对低压熔断器检修主要是使用万用表电阻挡测熔体的电阻值是否为零来判别熔体是否熔断，若不为零则需要更换熔体。低压熔断器的常见故障及处理方案见表 1-4。

表 1-4 低压熔断器的常见故障及处理方法

故障现象	故障分析	处理措施
电路接通瞬间，熔体熔断	熔体电流等级选择过小	更换熔体
	负载侧短路或接地	排除负载故障
	熔体安装时受机械损伤	更换熔体
熔体未见熔断但电路不通	熔体或接线座接触不良	重新连接

## 六、主令电器

主令电器是一种非自动切换的小电流开关电器，它在控制电路中的作用是发布命令去控制接触器、继电器或其他电器执行元件的电磁线圈，使电路接通或分断，从而达到控制电力拖动系统的起动与停止以及改变系统的工作状态，如正转与反转等，实现生产机械的自动控制。由于它专门发送命令或信号，故称为主令电器，也称“主令开关”。

### 1. 按钮开关

按钮开关又简称为按钮，是一种手动控制电器。它只能短时接通或分断 5 A 以下的小电流电路，向其他电器发出指令性的电信号，控制其他电器动作。由于按钮载流量小，不能直接用它控制主电路的分断。

① 常用按钮型号含义如图 1-12 所示。

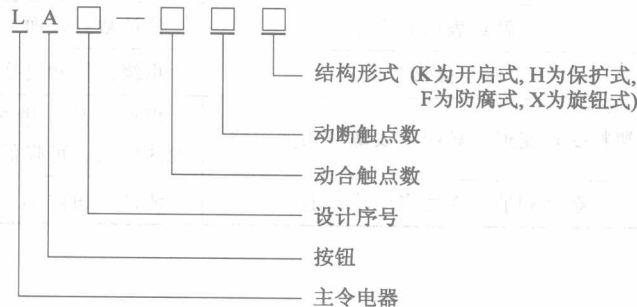


图 1-12 按钮开关型号及含义

② 符号、结构及外形如图 1-13 所示。

③ 选用与安装。

按钮的选用应根据使用场合、被控制电路所需触点数目及按钮帽的颜色等方面综合考虑。使用前应检查该按钮帽弹性是否正常，动作是否自如，触点接触是否良好可靠。按钮安装在面板上时，应布置合理，排列整齐，安装应牢固，停止按钮用红色，起动按钮用绿色或黑色。

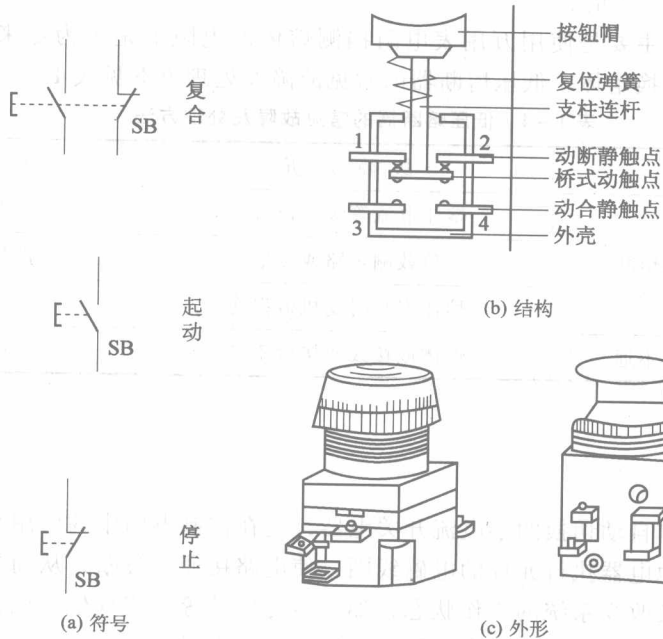


图 1-13 按钮开关

按钮常见故障及处理方法见表 1-5。

表 1-5 按钮常见故障及处理方法

故障现象	故障分析	处理措施
触点接触不良	触点烧损	修正触点和更换产品
	触点表面有尘垢	清洁触点表面
	触点弹簧失效	重绕弹簧和更换产品
触点间短路	塑料受热变形, 导线接线螺钉相碰短路	更换产品, 并查明发热原因, 如灯泡发热所致, 可降低电压
	杂物和油污在触点间形成通路	清洁按钮内部

## 2. 位置开关

位置开关是操动机构在机器的运动部件到达一个预定位置时操作的一种指示开关。它包括行程开关、接近开关等。

### (1) 行程开关

行程开关又称限位开关, 是一种利用生产机械某些运动部件的碰撞来发出控制指令的主令电器, 用于控制生产机械的运动方向、行程大小或位置保护。

① 行程开关型号含义如图 1-14 所示。

② 行程开关结构及工作原理。

各系列行程开关的基本结构大体相同, 都是由触点系统、操作机构及外壳组成。行程开关

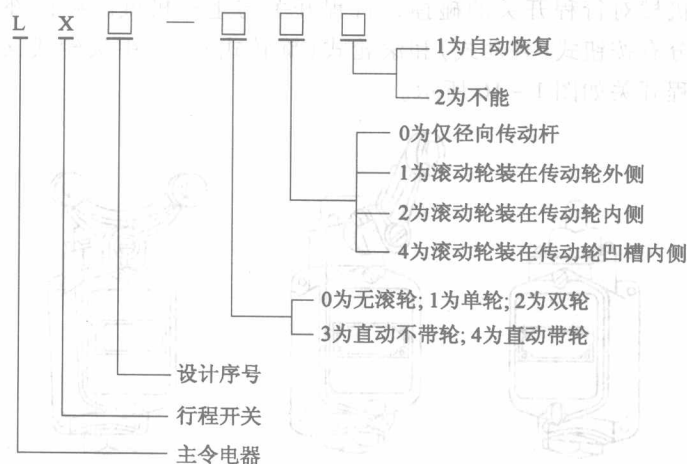


图 1-14 行程开关型号及含义

的工作原理和按钮相同，区别只是它不靠手指的按压，而是利用生产机械运动部件的挡铁碰压而使触点动作。其结构和动作原理如图 1-15 所示。当生产机械挡铁碰触行程开关滚轮时，使传动杠杆和转轴一起转动，转轴上的凸轮推动推杆使微动开关动作，接通动合触点，分断动断触点，指令生产机械停车、反转或变速。

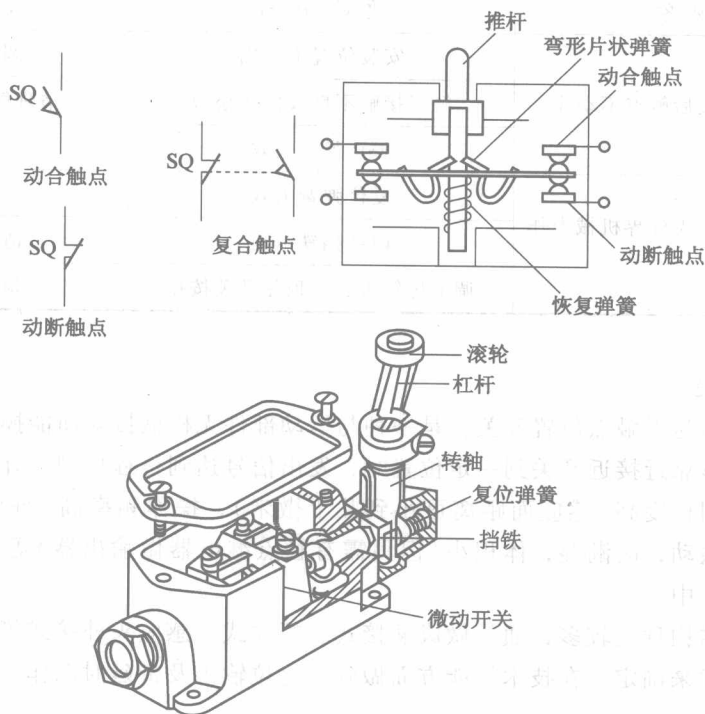


图 1-15 行程开关符号及动作原理



为了适应生产机械对行程开关的碰撞，行程开关与生产机械的碰撞部分有不同的结构形式，常用的碰撞部分有按钮式(直动式)和滚轮式(旋转式)。其中滚轮式又有单滚轮式和双滚轮式两种。常用行程开关如图 1-16 所示。

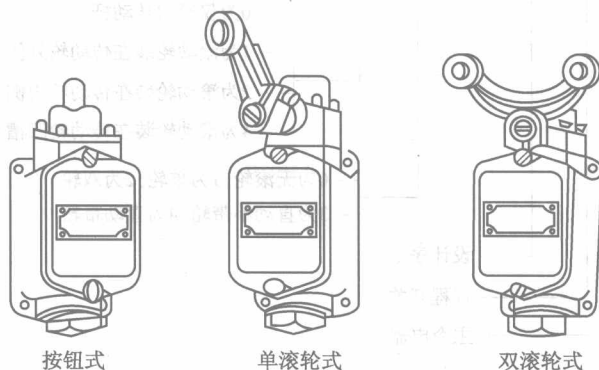


图 1-16 常用行程开关

③ 行程开关的选择主要根据动作要求、安装位置及触点数量等因素考虑。

行程开关常见故障及处理方法见表 1-6。

表 1-6 行程开关常见故障及处理方法

故障现象	故障分析	处理措施
挡铁碰撞位置开关后触点不动作	安装位置不正确	调整安装位置
	触点接触不良或接线松脱	清理触点或紧固接线
	触点弹簧失效	更换弹簧
杠杆已经偏转，或无外界机械力作用，但触点不复位	复位弹簧失效	更换弹簧
	内部挡铁卡阻	清扫内部杂物
	调节螺钉太长，顶住开关按钮	检查调节螺钉

## (2) 接近开关

接近开关又称为无触点位置开关，是一种与运动部件无机械接触而能操作的位置开关。

当运动的物体靠近接近开关到一定位置时，发出信号达到行程控制、计数及自动控制的作用。由于它的使用精度高(感应面距离可小到几十微米)，操作频率高(每秒几十至几百次)，寿命长，耐冲击振动，耐潮湿，体积小(但另需有触点继电器做输出器)等优点，因此广泛应用于自动控制系统中。

接近开关的结构种类较多，通常做成插接式、螺纹式、感应头外接式等，主要根据不同使用场合和安装方式来确定。在技术性能方面做到高电位输出及带延时动作。

## 七、凸轮控制器

凸轮控制器是按照预定的顺序接通和切断电路的电器，常用于控制电动机的起动、调速、