

高等职业教育机电系列精品教材



新型
活页式
教材



主编 徐 慧 李家峰 魏国家

机床电气 及PLC控制技术

JICHUANG DIANQI
JI PLC KONGZHI JISHU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

高等职业教育机电系列精品教材



主 编 徐 慧 李家峰 魏国家
副主编 韩迷慧 王东升 牛卉原 吕野楠

机床电气 及PLC控制技术

JICHUANG DIANQI
JI PLC KONGZHI JISHU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书共五个项目,内容分别为机床常用低压电器的认识与选用、机床常用电气控制基本环节线路分析、典型机床电气控制线路分析与故障排除、可编程控制器的应用和典型机床的 PLC 改造。

本书可作为高等职业学校机电设备类专业教材,也可供相关技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气及 PLC 控制技术 / 徐慧, 李家峰, 魏国家主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2023. 11
ISBN 978-7-5635-7048-5

I. ①机… II. ①徐… ②李… ③魏… III. ①机床—电气控制—高等职业教育—教材 ②PLC 技术—高等职业教育—教材 IV. ①TG502.35 ②TM571.61

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 210269 号

策划编辑: 刘子嘉 责任编辑: 高 宇 封面设计: 刘文东

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 12

字 数: 292 千字

版 次: 2023 年 11 月第 1 版

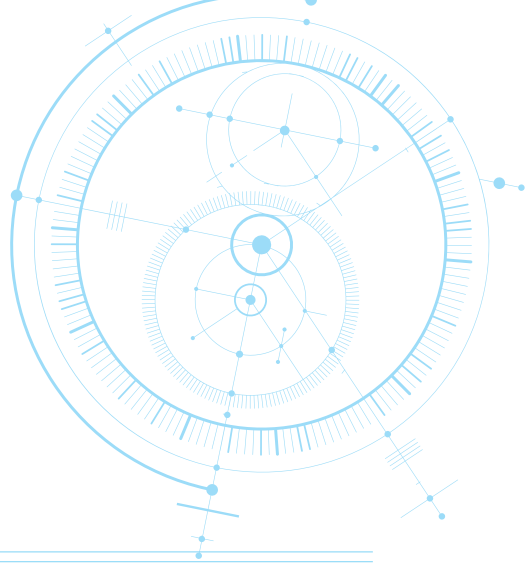
印 次: 2023 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7048-5

定 价: 46.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

服务电话:400-615-1233



Preface 前言

二十大报告明确提出,教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性的支撑,科技是第一生产力,人才是第一资源,创新是第一动力。科教兴国和人才强国对我国面临的经济转型发展、科学技术“卡脖子”等问题具有重要意义。机床装备在先进制造领域广泛应用,PLC是新一轮科技创新中控制部分的核心产品,在高端机床中发挥着十分重要的作用。在此背景下,本书以高等职业教育机电设备类专业的职业岗位需求为导向,对接国家电工职业标准、1+X证书标准和全国职业院校技能大赛,形成“岗课赛证”融通的综合育人理念,旨在培养具备机床电气控制技术应用能力的高素质技术技能人才。

本书按照“项目导向+任务驱动+创新提升”的理念组织内容,融入企业典型工作任务和最新技术及规范,遵循学生的认知规律,由浅入深,循序渐进,将教材内容分为职业能力逐步提升的五个项目,分别为机床常用低压电器的认识与选用、机床常用电气控制基本环节线路分析、典型机床电气控制线路分析与故障排除、可编程控制器的应用和典型机床的PLC改造。每个项目下设置多个学习任务,以任务实施为核心,设置任务引入、相关知识和任务实施等环节帮助学生完成任务;设置任务拓展环节,满足分层教学需求和特定需求,启发学生深度思考和培养学生的创新能力;设置活页式工作任务单帮助学生自我评估学习效果,形成学习闭环。本书实现了思政教育全面融入,以培养学生的职业素养、工匠精神、劳动精神、劳模精神、爱国精神为目标,将思政点有侧重地映射至每个任务中,以“敬业、精益、专注、创新”引导学生坚定信念,注重职业道德与技能并修。

本书由辽宁省职业教育教师先进制造技术技艺技能传承创新平台的主要成员共同编写,其中辽宁省交通高等专科学校的徐慧、李家峰、魏国家担任主编,辽宁省交通高等专科学校的韩迷慧、王东升、牛卉原、吕野楠担任副主编。具体分工如下:徐慧编写项目三和项目五;李家峰编写项目二的任务六~任务九;魏国家编写项目四的任务六~任务九;韩迷慧编写项目一的任务一~任务六;王东升编写项目一的任务七~任务十一;牛卉原编写项目二的任务

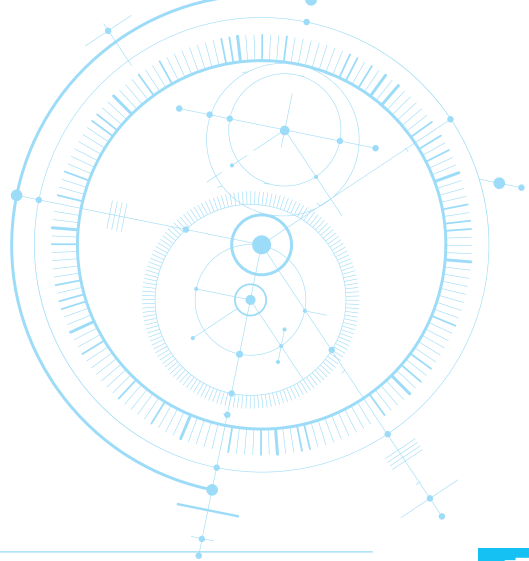




一~任务五;吕野楠编写项目四的任务一~任务五。参与编写的人员还有沈阳机床股份有限公司、沈阳富创精密设备股份有限公司、沈阳华飞智能科技有限公司等合作企业的工程师,他们为本书的编写提供了典型案例,并依据行业、企业实际岗位需求和职业任务要求提出了很多宝贵意见,在此表示感谢。

由于活页式教材的开发还处在探索阶段,本书仅为主编团队对活页式教材的理解和实践,如有疏漏,还望广大读者批评指正。

编 者



Contents 目 录

项目一 机床常用低压电器的认识与选用 1

项目导入	1
任务一 刀开关的认识与选用	2
任务二 转换开关的认识与选用	8
任务三 低压断路器的认识与选用	12
任务四 按钮的认识与选用	16
任务五 行程开关的认识与选用	19
任务六 接触器的认识与选用	23
任务七 中间继电器的认识与选用	27
任务八 热继电器的认识与选用	31
任务九 时间继电器的认识与选用	35
任务十 速度继电器的认识与选用	39
任务十一 熔断器的认识与选用	42

项目二 机床常用电气控制基本环节线路分析 47

项目导入	47
任务一 三相异步电动机的认识与选用	48
任务二 三相异步电动机点动控制线路的分析	53
任务三 三相异步电动机自锁启动控制线路的分析	56
任务四 三相异步电动机正反转控制线路的分析	60
任务五 三相异步电动机顺序联锁控制线路的分析	64
任务六 三相异步电动机串电阻降压启动控制线路 分析	67
任务七 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制线路 分析	70
任务八 三相异步电动机能耗制动控制线路分析	73
任务九 三相异步电动机反接制动控制线路分析	76





项目三 典型机床电气控制线路分析与故障排除 80

项目导入	80
任务一 电气识图	81
任务二 CA6140 车床电气控制线路分析与故障排除	90
任务三 M7130 磨床电气控制线路分析与故障排除	95
任务四 Z3040 钻床电气控制线路分析与故障排除	101

项目四 可编程控制器的应用 108

项目导入	108
任务一 可编程控制器功能和结构认识	109
任务二 PLC 程序执行过程与工作原理分析	115
任务三 PLC 控制电动机自锁启动运行	121
任务四 PLC 控制电动机的正反转	130
任务五 PLC 控制两台电动机相继启动	136
任务六 PLC 控制车床主轴及润滑电动机的顺序 启动	141
任务七 单按钮对多台电动机进行启停控制	146
任务八 PLC 控制车床润滑油泵循环工作	151
任务九 PLC 控制 8 台电动机的循环运行	159

项目五 典型机床的 PLC 改造 170

项目导入	170
任务一 应用 PLC 对 CA6140 车床进行改造	171
任务二 应用 PLC 对 M7130 磨床进行改造	177
任务三 应用 PLC 对 Z3040 钻床进行改造	181

参考文献 187

项目

机床常用低压电器的认识与选用



项目导入

我国低压电器行业经过 50 多年的发展,目前已经形成完整的产业体系,其产品用途广泛,市场潜力巨大。随着国内电力建设水平的提高,以及低压电器生产技术的不断发展,以智能化、可通信为主要特征的新一代低压电器将成为主流产品。

近年来,国内外对低压电器的需求普遍处于扩张状态,低压电器的市场前景十分可观。国内低压电器企业普遍缺乏足够的自主创新能力,缺乏高端市场竞争力。随着价格战和渠道战越演越烈,国内低压电器行业群雄混战的大环境日渐恶化,并且国外著名电气品牌纷纷抢占国内电器市场,如施耐德、富士、西门子、ABB 等国际知名企业都相继进入我国市场。他们实施本土化战略,以独资或合资方式在中国设厂,来争夺国内市场份额。

面对这种内外夹击的行业现状,中国低压电器产业的突围之道在哪里?可喜的是,不少企业纷纷思变,不少民族品牌开始增强忧患意识,他们植根于文化自信,打造专属的、独特的企业文化,塑造品牌新价值。中国电器制造渐渐享誉全球,涌现出很多优秀的“国货”企业与品牌,不断创新求变,走上国际舞台。正泰作为低压电器行业的国货代表,从制造到智造再到创造,笃定前行。正泰集团董事长有三句话,“听中央的”“看欧美的”“干自己的”,企业时刻保持谦学创新,专注坚持,牢记党和国家的教导,不辱使命,从注重质量的小作坊“求精”到走向世界的“正泰”。正泰在研发创新、智能制造、材料工艺等方面已经达到国际先进水平,成为全球电气产业的龙头企业。在正泰,中国工人的制造和创造完美结合,平凡与伟大交相辉映!未来,正泰将继续勇担国货振兴重任。



知识目标

(1)熟悉刀开关、转换开关、低压断路器、按钮、行程开关、接触器、中间继电器、热继电器、时间继电器、速度继电器和熔断器的用途。

(2)掌握刀开关、转换开关、低压断路器、按钮、行程开关、接触器、中间继电器、热继电器、时间继电器、速度继电器、熔断器国家标准规定的图形符号、文字符号及工作原理。





能力目标

- (1)能够根据刀开关、转换开关、低压断路器、按钮、行程开关、接触器、中间继电器、热继电器、时间继电器、速度继电器、熔断器的铭牌看懂其型号、规格和主要技术参数。
- (2)能够根据不同工作场景正确选用低压断路器。

素质目标

- (1)树立行业规范与标准意识,培养崇尚科学、严谨求实的精神。
- (2)培养安全生产意识,规范操作,养成良好的职业素养。

任务一

刀开关的认识与选用

任务引入

众所周知,刀开关是结构最简单、应用最广泛的一种手动电器。在低压电路中,用它来不频繁地接通和分断电路,或使电路与电源隔离。那么,如何正确使用和选择刀开关呢?如图 1-1 所示为某电器厂生产的刀开关,如何识别其铭牌的含义?



图 1-1 某刀开关及其铭牌

思政点

遵守国家标准—引导学生做人做事有原则、有底线。



相关知识

一、低压电器的基本知识

低压电器是组成各种电气控制成套设备的基础配套组件,它的正确使用是低压电力系



统可靠运行、安全用电的基础和重要保证。

1. 低压电器的分类

低压电器通常是指工作在交流电压小于 1 200 V、直流电压小于 1 500 V 的电路中起通、断、保护、控制或调节作用的电气设备。

低压电器种类繁多,结构各异,用途广泛,功能多样,下面介绍低压电器常用的分类方法。低压电器按其 在电路中的作用分为以下四类。

(1)控制电器:用于各种控制电路和控制系统的电器,要求使用寿命长、工作可靠、维修方便。其在电路中主要起控制、转换作用,包括接触器、继电器、电动机启动器等。

(2)主令电器:用于自动控制系统中发送动作指令的电器,包括控制按钮、行程开关等。

(3)保护电器:用于保护电路及用电设备的电器,包括熔断器、热继电器、避雷器等。

(4)执行电器:用于完成某种动作或传送功能的电器,如电磁阀、电磁离合器等。

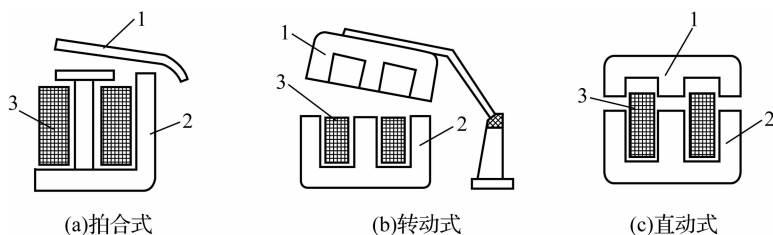
2. 低压电器的基本结构

电磁式低压电器在电气控制线路中使用量很大,类型也很多。这些低压电器的工作原理和结构基本相同,就其结构而言,大都由三部分组成,即电磁机构、触头系统和灭弧装置。

1) 电磁机构

电磁机构又称电磁铁,它是电磁式低压电器的感测部件,其作用是将电磁能转换成机械能,带动触头动作使之闭合或断开,从而实现电路的接通或分断。

电磁机构由铁心、衔铁、吸引线圈等部分组成,常见的三种结构如图 1-2 所示。



1—衔铁; 2—铁心; 3—吸引线圈。

图 1-2 电磁机构的结构

电磁铁的工作原理:当线圈通入电流后,产生磁场,磁通经铁心、衔铁和工作气隙形成闭合回路,产生电磁吸力,将衔铁吸向铁心。与此同时,衔铁还要受到复位弹簧的反作用力,只有电磁吸力大于弹簧反力时,衔铁才能可靠地被铁心吸住。

按通入吸引线圈的电流种类,电磁机构线圈有直流线圈和交流线圈之分,与之对应的有直流电磁机构和交流电磁机构。对于直流电磁机构,因其铁心不发热,只有线圈发热,所以通常直流电磁机构的铁心用整块钢材或工程纯铁制成,而且它的励磁线圈高而薄,且不设线圈骨架,使线圈与铁心直接接触,这样的结构易于散热。对于交流电磁机构,因为其铁心存在磁滞和涡流损耗,铁心和线圈都发热,所以通常交流电磁机构的铁心用硅钢片叠铆而成,而且它的励磁线圈短而厚,其中设有骨架,使铁心与线圈隔离,这样的结构有利于铁心和线圈的散热。

当线圈中通以交流电流时,在铁心中产生的磁通也是交变的,这样对衔铁的吸力就时大时小,有时为零。在弹簧反作用力的作用下,衔铁有释放的趋势,这样会造成衔铁振动,同时产生噪音。为了避免这种情况的发生,常常在交流电磁铁的铁心上装短路环,如图 1-3 所





示。这样就使铁心磁通和短路环中产生的磁通不会同时为零,铁心仍然将衔铁吸住。

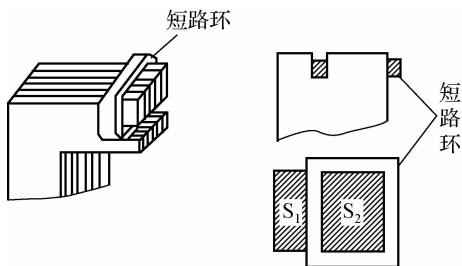


图 1-3 交流电磁机构的短路环

2) 触头系统

触头(触点)是电磁式低压电器的执行元件,用它来接通或断开被控制电路。触头的结构形式有很多,按其所控制的电路可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开主电路,允许通过较大的电流;辅助触头用于接通或断开控制电路,只能通过较小的电流。

触头按其原始状态可分为常开触头和常闭触头:原始状态(即线圈未通电)断开,线圈通电后闭合的触头称为常开触头;原始状态闭合,线圈通电后断开的触头称为常闭触头。

触头的接触形式可分为点接触、线接触和面接触三种,如图 1-4 所示。其中,点接触形式只能用于小电流的电器中,如接触器的辅助触点和继电器的触点;面接触形式允许通过较大的电流,一般在其接触面上镶有合金,以减小触点的接触电阻,提高耐磨性,容量较大的接触器的触点多用这类触点;线接触形式触点的接触区域是一条直线,触点在通断过程中波动动作,从而保证了触点的良好接触,这种接触形式多用于中等容量接触器的触点,如一般接触器的触头。

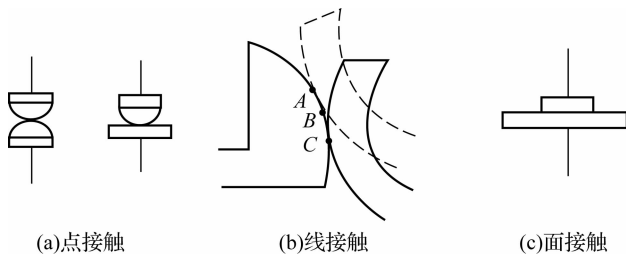


图 1-4 触头的接触形式

在常用的继电器和接触器中,触点的结构主要有桥形触点和指形触点两种结构,如图 1-5 所示。桥形触点一般为点接触和面接触形式,指形触点一般为线接触形式。为了使触点接触得更加紧密,以减小接触电阻,消除接触时产生的振动,常常在触点上装有接触弹

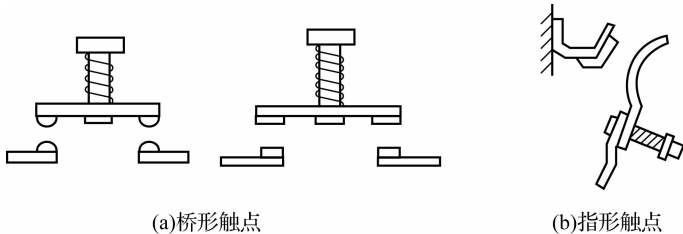


图 1-5 触点的结构



簧,它对触点产生压力作用,使触点闭合的程度变大,压力增大。

3) 灭弧装置

当触点断开大电流的瞬间,触点间距离极小,电场强度较大,触点间产生大量的带电粒子,形成炽热的电子流,产生弧光放电现象,这种现象称为电弧。显然,电压高,电流大,电弧功率也大,从而弧区温度高,带电粒子游离程度大,电弧也强。电弧的出现既妨碍电路的正常分断,又会使触点受到严重灼伤,为此必须采用有效的措施进行灭弧,以保证电路和电器元件工作的安全可靠。根据上面的分析,要使电弧熄灭,应设法降低电弧的温度和电场强度。常用的灭弧装置有灭弧罩、灭弧栅和磁吹灭弧装置等。

二、刀开关简介

低压隔离器是低压电器中结构简单、应用广泛的一类手动操作电器,作用是在电源切除后,将线路与电源明显地隔开,以保障修检人员的安全,主要有刀开关、转换开关和万能转换开关等。其中,刀开关是结构最简单、应用最广泛的一种手动操作电器。

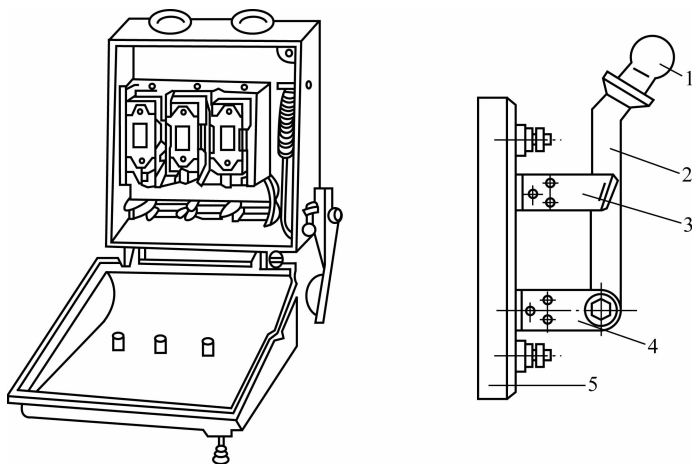
在低压电路中,用刀开关来不频繁地接通和分断电路,或使电路与电源隔离。刀开关由操纵手柄、触刀、静插座、支座和绝缘底板等组成,如图 1-6 所示,用手扳动手柄即可实现触刀插入静插座和脱离静插座的操作。安装刀开关时,手柄向上,不得倒装或平装。如果倒装,拉闸后手柄可能因自重下落引起误合闸而造成人身设备安全事故。接线时,必须将电源线接在上端,负载线接在下端,以保证安全。刀开关按刀数可分为单极、双极和三极。刀开关的图形符号、文字符号如图 1-7 所示。



动画
低压开关结构
与工作原理



微课
低压电器—刀
开关



(a) 铁壳开关外形

(b) 结构

1—手柄; 2—触刀; 3—静插座; 4—支座; 5—绝缘底板。

图 1-6 刀开关的结构

刀开关的主要类型有带灭弧装置的大容量刀开关、带熔断器的开启式负荷开关(胶盖开关)、带灭弧装置和熔断器的封闭式负荷开关(铁壳开关)等。常用的产品有 HD11~HD14 系列和 HS11~HS13 系列。图 1-8 所示为刀开关的型号标志组成及其含义。



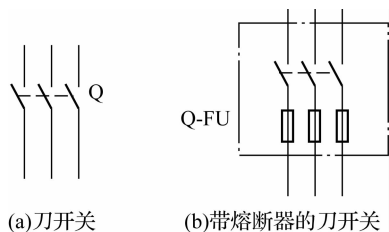


图 1-7 刀开关的图形符号及文字符号

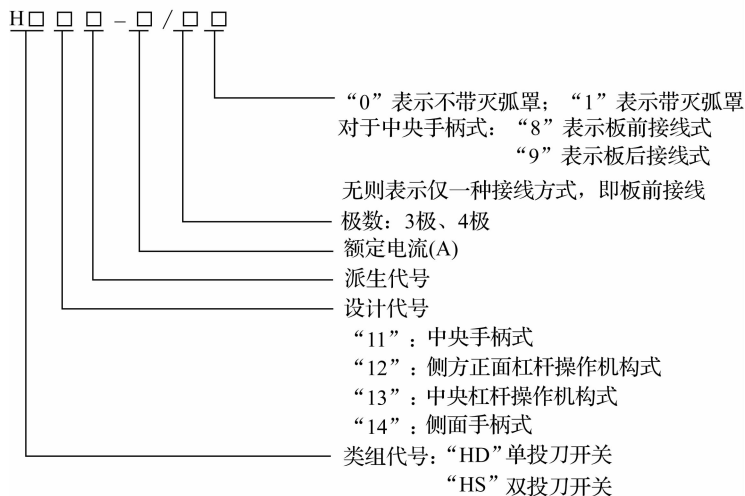


图 1-8 刀开关的型号标志组成及其含义

刀开关的主要技术参数如下。

(1)额定电压:在规定条件下,保证电器正常工作的电压值。目前国内生产的刀开关的额定电压为交流 500 V 以下,直流 440 V 以下。

(2)额定电流:在规定条件下,保证电器正常工作的电流值。目前国内生产的刀开关的额定工作电流为 10 A、15 A、20 A、30 A、60 A、100 A、200 A、400 A、600 A、1 000 A 及 1 500 A 等,最高的可达 50 000 A。

(3)通断能力:在规定条件下,能在额定电压下接通和分断的电流值。

选用刀开关时,刀开关的额定电压应等于或大于所控制的线路的额定电压,其额定电流应等于或大于所控制的线路的额定电流。刀开关的极数要与电源进线相数相等。若用刀开关来控制电动机,由于电动机的启动电流比较大,因此应选用额定电流大的刀开关。此外,刀开关的通断能力及其他参数应符合电路要求。

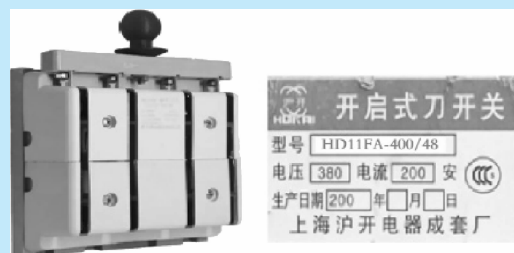
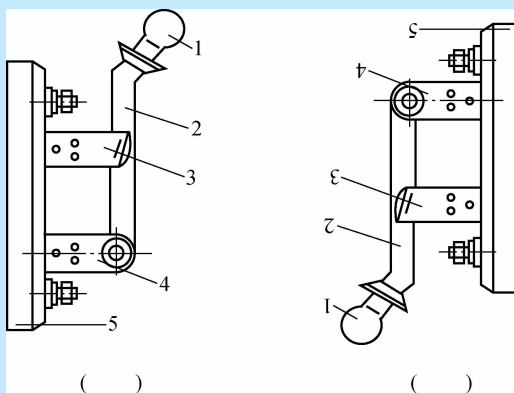
任务实施

根据相关知识可知,图 1-1 所示铭牌“HD11FA-200/38”的含义为:“HD”表示单投刀开关;“11”表示设计代号,即中央手柄式;“FA”表示派生代号;“200”表示额定电流为 200 A;“3”表示极数为 3;“8”表示板前接线式。



工作任务 1-1:刀开关的认识与选用

班级:	学号:	姓名:	组别:	日期:
任务内容	明作用	<p>1. 低压电器通常是指工作在交流电压小于()V、直流电压小于()V的电路中起通、断、保护、控制或调节作用的电气设备。</p> <p>2. 电磁式低压电器由三部分组成,即()、()和()。</p> <p>3. 刀开关是结构最简单、应用最广泛的一种()电器。在低压电路中,用它来不频繁地()电路,或使电路与()隔离。</p>		
	懂原理	<p>1. 右图有2种刀开关的安装方法。</p> <p>①判断哪个正确,在括号中画对号,并说明原因。</p> <p>②在正确的图上标出2、3、4的名称。</p> <p>③在正确的图上标出负载和电源的接线位置。</p> <p>2. 画出刀开关的图形符号和文字符号。</p> <p>3. 简要回答电磁式低压电器的工作原理。</p>		
	会应用	<p>1. 选用原则:选用刀开关时,刀开关的额定电压应()所控制的线路的额定电压;其额定电流应()所控制的线路的额定电流。刀开关的极数要与电源进线相数()。</p> <p>2. 根据右图所示刀开关及其铭牌(HD11FA-400/48),分析铭牌的含义。</p>		
任务评估	评价主体	评价等级		确认签字
	总评	优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 及格 <input type="checkbox"/> 不及格 <input type="checkbox"/>		





任务二

转换开关的认识与选用

任务引入

转换开关和刀开关一样,也是低压隔离器的一种,用来不频繁地接通和分断电路,或者使电路与电源隔离。如图 1-9 所示的电气原理图中,哪个电器是转换开关,它在电路中起到什么作用?

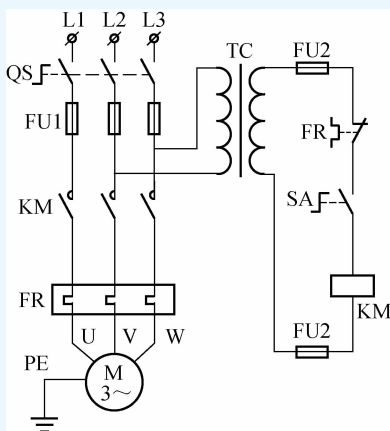


图 1-9 电气原理图

思政点

遵守国家标准—引导学生坚守社会主义核心价值观。



相关知识

转换开关也称组合开关,主要用作电源的引入开关,所以又称电源的隔离开关。转换开关多用在机床电气主电路中,作为电源的引入开关,也可以用于不频繁地接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 kW 以下的小容量电动机的正反转和星—三角启动等。

HZ10-10/3 型转换开关的外形如图 1-10(a)所示,结构如图 1-10(b)所示。它是由多极触点组合而成的刀开关,由动触点(动触片)、静触点(静触片)、转轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成。其动、静触点分别叠装于数层绝缘壳内,其内部结构示意图如图 1-10(c)所示。当转动手柄时(即换挡时),每层的动触片随转轴一起转动并改变其与静触头的分、合位置。所以,转换开关实际上是一个多



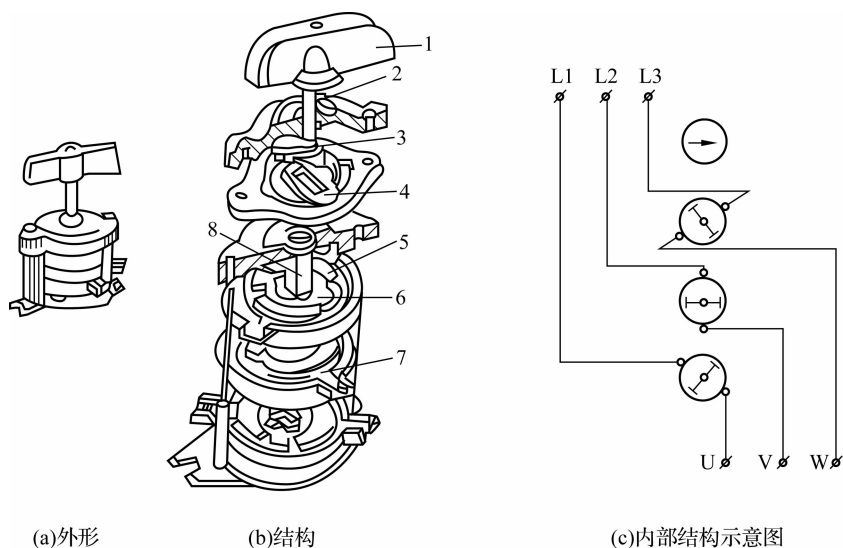
动画
组合开关结构
与原理



微课
低压电器—转
换开关



触头、多位置,可以控制多个回路的开关电器。



1—手柄; 2—转轴; 3—凸轮; 4—绝缘垫板; 5—动触片;
6—静触片; 7—绝缘杆; 8—接线柱。

图 1-10 HZ10-10/3 型转换开关

转换开关的主要参数有额定电压、额定电流、极数等,其额定电流有 10 A、25 A、60 A、100 A 几级。转换开关常用的产品有 HZ10、HZ15 系列,其图形符号和文字符号有两种表示方法,如图 1-11 所示。图 1-11(a)中虚线表示操作位置,若在其相应触头下涂黑圆点,即表示该触头在此操作位置是接通的,没有涂黑点则表示断开状态。另一种方法是用通断状态表来表示,表中以“+”(或“×”)表示触头闭合,“-”(或无记号)表示分断。图 1-11(b)所示是转换开关的另一种表示方式(也可用 QS 表示)。

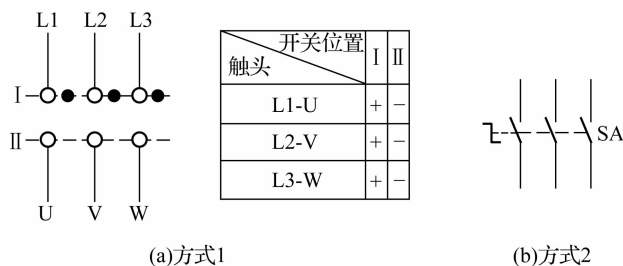


图 1-11 转换开关的图形符号及文字符号

任务实施

根据相关知识可知,图 1-12 中虚线框所示的两个电器为转换开关,其中 QS 在电路中起到引入或者切断三相电源的作用,SA 起到不频繁接通或者分断负载的作用。



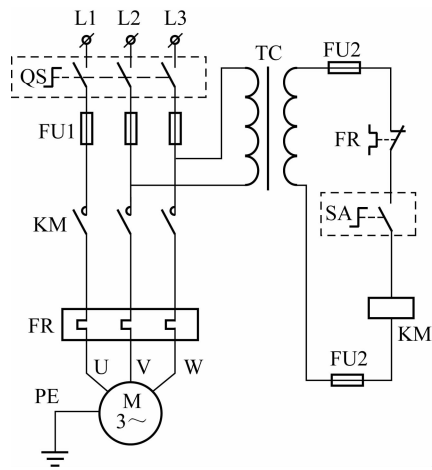


图 1-12 电气原理图中的组合开关



工作任务 1-2: 转换开关的认识与选用

班级:	学号:	姓名:	组别:	日期:	
任务内容	明作用	转换开关也称(),和刀开关一样,是低压隔离器的一种,用来不频繁地()电路,或使电路与()隔离,以及控制()kW 以下的小容量电动机的正反转和星-三角启动等。			
	懂原理	画出转换开关的图形符号和文字符号。			
	会应用	找出右图中的转换开关,并说明其在电路中的作用。			
任务评估	评价主体	评价等级			确认签字
	总评	优秀 <input type="checkbox"/>	良好 <input type="checkbox"/>	中等 <input type="checkbox"/>	及格 <input type="checkbox"/>





任务三

低压断路器的认识与选用

任务引入

如图 1-13(a)所示,在居民或办公楼中,开关箱中的低压断路器控制家用、办公电气线路的工作情况,我们经常说的跳闸就是它在起保护作用;在电力拖动中,低压断路器多数用于机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关,有时直接控制小容量电动机的启动、停止和正反转。

对于图 1-13(b)所示的低压断路器,如何识别其上的参数信息?



图 1-13 低压断路器

思政点

坚定四个自信—了解民营企业正泰电器(大国重器)的发展史,企业始终践行“听中央的”“看欧美的”“干自己的”,牢记党和国家的教导,不辱使命,激发民族自豪感。



相关知识

低压断路器又称为空气开关或自动空气断路器。它多用于在低压配电电路中不频繁地转换及启动电动机,在线路、电器设备及电动机发生严重过载、短路或欠(失)电压等故障时自动切断电路。其功能相当于熔断器式开关与欠压继电器、热继电器等的组合,而且在分断故障电流后一般不需要更换零部件,因而获得了广泛的应用。低压断路器的图形符号、文字符号如图 1-14 所示。



动画
低压断路器工
作原理



微课
低压电器—低
压断路器

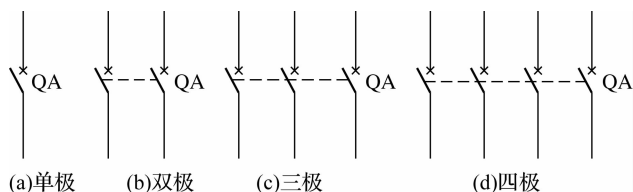
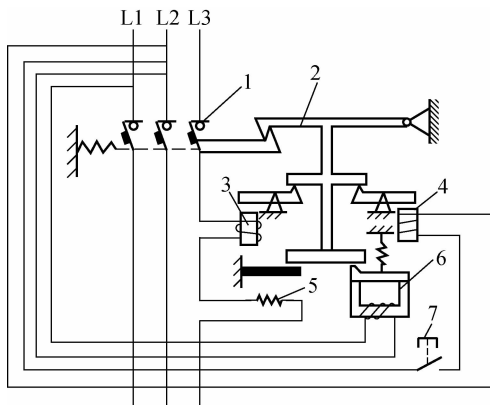


图 1-14 低压断路器的图形符号及文字符号

低压断路器主要由触头、灭弧装置、各种可供选择的脱扣器与操作机构、自由脱扣机构等部分组成。各种脱扣器包括分励、过流、欠压(失压)脱扣器和热脱扣器等。但不是每种继电器都具有上述四种脱扣器,在使用时根据低压断路器的体积和具体使用场合来选择低压断路器。

低压断路器的结构如图 1-15 所示,开关的主触头是靠操作机构手动或电动合闸的,并由自由脱扣机构将主触头锁在合闸位置上。过流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联,失压脱扣器的线圈与电路并联。当电路发生短路或严重过载时,过流脱扣器的衔铁被吸合,使自由脱扣机构动作。当电路过载时,热脱扣器的热元件产生的热量增加,使双金属片向上弯曲,推动自由脱扣机构动作。当电路失压时,失压脱扣器的衔铁释放,也使自由脱扣机构动作。分励脱扣器则用于远距离控制分断电路。



1—主触头; 2—自由脱扣机构; 3—过流脱扣器; 4—分励脱扣器;
5—热脱扣器; 6—失压脱扣器; 7—按钮。

图 1-15 低压断路器结构

低压断路器的主要技术参数有额定电压、额定电流、极数、脱扣器类型及其整定电流范围、通断能力、分断时间等。其中通断能力是指在一定实验条件下,低压断路器能够接通和分断的最大电流值。分断时间是指低压断路器从断开到燃弧结束的时间间隔。选用低压断路器时,其额定电压和额定电流应大于或等于线路、设备的正常工作电压和工作电流。

低压断路器的参数选择要求如下。

- (1) 低压断路器的额定工作电压大于或等于被保护线路的额定电压。
- (2) 低压断路器的额定电流大于或等于被保护线路的计算负载电流。
- (3) 低压断路器的额定通断能力大于或等于被保护线路中可能出现的最大短路电流,一般按有效值计算。
- (4) 线路末端单相对地短路电流大于或等于 1.25 倍低压断路器瞬时脱扣器整定电流。





(5) 低压断路器欠压脱扣器的额定电压等于被保护线路的额定电压。

(6) 低压断路器分励脱扣器的额定电压等于控制电源的额定电压。

机床上常用的低压断路器有 DZ-10、DZ-47、DZS-20 和 DZS-50 系列。图 1-16 所示为低压断路器铭牌含义。

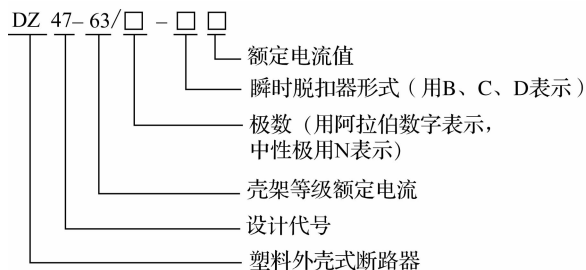


图 1-16 低压断路器铭牌含义

任务实施

根据相关知识可知, 图示 1-13(b) 显示的铭牌信息为“DZ47-60 D20”, 其中第一个“D”表示断路器, “Z”表示装置式, “47”表示设计代号, “60”表示壳架等级额定电流为 60 A, 第二个“D”表示瞬时脱扣器型式, “20”表示额定电流值为 20 A, 其余参数信息如图 1-17 所示。

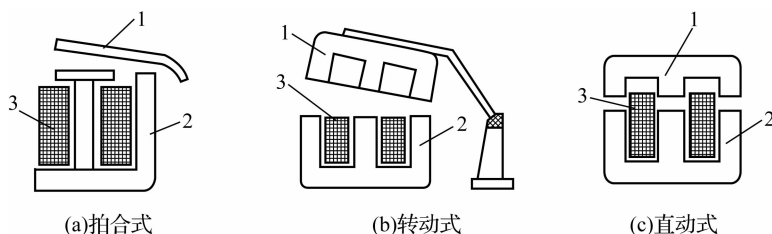
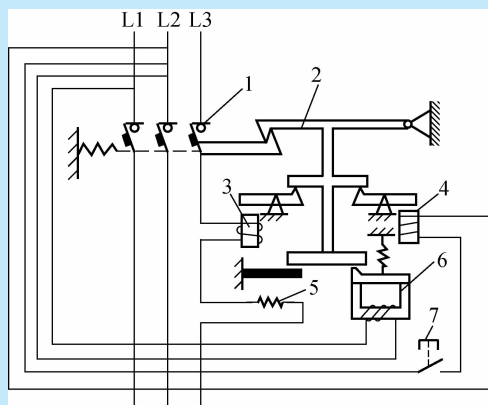


图 1-17 低压断路器上的参数信息



工作任务 1-3: 低压断路器的认识与选用

班级:	学号:	姓名:	组别:	日期:	
任务内容	明作用	低压断路器又称()或()。它多用于在低压配电电路中不频繁地转换及启动电动机,在线路、电气设备及电动机发生()、()或()等故障时自动切断电路。			
	懂原理	1. 画出右图 3 种保护的实施部分,即过载保护(过热)、短路保护(过电流)、失压保护。 2. 画出低压断路器的图形符号和文字符号。			
	会应用	1. 选用原则 低压断路器的额定工作电压()被保护线路的额定电压; 低压断路器的额定电流()被保护线路的计算负载电流; 低压断路器的额定通断能力()被保护线路中可能出现的最大短路电流; 低压断路器欠压脱扣器的额定电压()被保护线路的额定电压。 2. 右图所示低压断路器,其铭牌显示“DZ47-60 C40”,分析铭牌的含义。 3. 讨论:如果低压断路器的额定电流选得比负载的额定电流小了,会造成什么情况?如果选得过大了呢?			
任务评估	评价主体	评价等级			确认签字
	总评	优秀 <input type="checkbox"/>	良好 <input type="checkbox"/>	中等 <input type="checkbox"/>	及格 <input type="checkbox"/>





任务四

按钮的认识与选用

任务引入

在生活中,电梯的上下移动与停层功能需要靠一些元器件来实现接通或者分断控制电路,以达到发出指令的目的;在数控机床操作中,每次机床启动时均需要一个电气元件发送指令,它就是按钮。图 1-18 为某品牌的控制按钮铭牌,如何识别其意义?

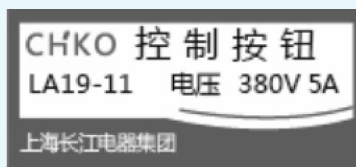


图 1-18 某按钮铭牌

思政点

遵守国家标准—引导学生具备良好的职业素养。



相关知识

主令电器是用来发布命令、改变控制系统工作状态的电器,它可以直接用于控制电路,也可以通过电磁式电器的转换对电路实现控制,其主要类型有按钮、行程开关、主令控制器、脚踏开关等。

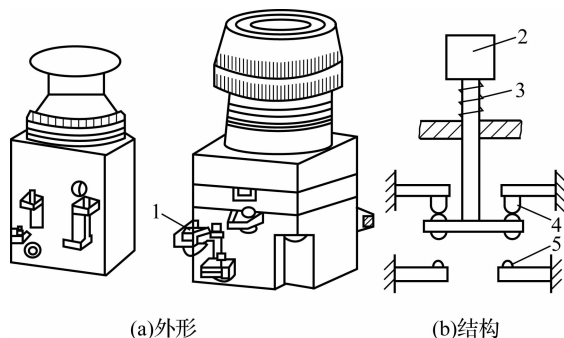
按钮是最常用的主令电器,在低压控制电路中用手按按钮发出控制信号,用来短时接通或断开小电流的控制电路。按钮的典型结构如图 1-19 所示,其一般由按钮帽、复位弹簧、桥式触头和外壳等组成。按钮的图形符号、文字符号如图 1-20 所示。



动画
按钮开关
原理



微课
低压电器—
按钮



1—接线柱; 2—按钮帽; 3—复位弹簧; 4—常闭触点; 5—常开触点。

图 1-19 按钮的典型结构



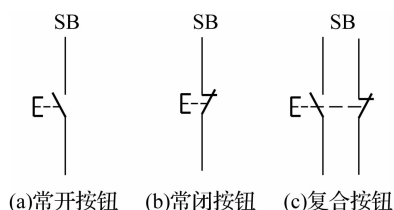


图 1-20 按钮的图形符号及文字符号

按钮在结构上有按钮式、自锁式、紧急式、钥匙式、旋钮式和保护式等,有些按钮还带有指示灯,可根据使用场合和具体用途来选用。如按钮式带有常开触头,手指按下按钮帽,常开触头闭合,手指松开,常开触头复位。为便于识别各个按钮的作用,避免误操作,通常将按钮帽做成不同的颜色,以示区别,其颜色有红、绿、黄、蓝、白等。如红色表示停止按钮,绿色表示启动按钮等。

可根据以下方法选择按钮开关。

- (1) 根据使用场合选择按钮的种类,如开启式、保护式、防水式和防腐式等。
- (2) 根据用途选用合适的形式,如手动旋钮式、钥匙式、紧急式和带灯式等。
- (3) 按控制回路需要确定不同按钮数,如单钮、双钮、三钮和多钮等。
- (4) 按工作状态指示和工作情况要求,选择按钮和指示灯的颜色。
- (5) 核对按钮额定电压、电流等指标是否满足要求。

嵌装在操作面板上的按钮一般选用开启式;需要显示工作状态的一般选用带指示灯式;重要场所为了防止无关人员误操作,一般选用钥匙式;在有腐蚀的场所一般选用防腐式。

常用的按钮有 LAY3、LAY6、LA20、LA25、LA38、LA101、NP1 等系列。图 1-21 所示为按钮的型号及意义。

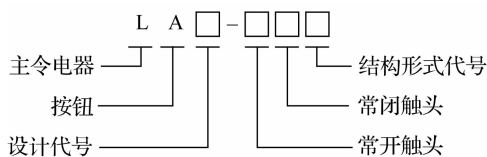


图 1-21 按钮的型号及意义

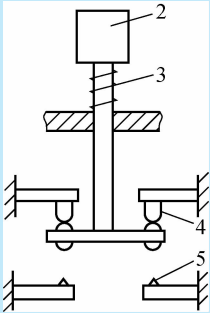

任务实施

根据相关知识可知,图 1-18 所示铭牌显示的“LA19-11”,其中“LA”表示按钮,“19”表示设计代号,“11”表示一对常开触头和一对常闭触头。





工作任务 1-4: 按钮的认识与选用

班级:		学号:	姓名:	组别:	日期:
任务内容	明作用	<p>1. 按钮是最常用的主令电器,在低压控制电路中用手动发出控制信号,用来()的控制电路。</p> <p>2. 通常将按钮帽做成不同颜色,以示区别,如()色表示停止按钮,()色表示启动按钮等。</p>			
	懂原理	<p>1. 什么是常开(动合)触点? 什么是常闭(动断)触点? 在右图所示复合按钮的结构图上标出常开触点和常闭触点。</p> <p>2. 画出常开按钮、常闭按钮、复合按钮的图形符号和文字符号。</p> <p>3. 复合按钮在按下时其触头动作情况是常闭触头先(),常开触头后(),松开时,所有触头()。</p>			
	会应用	<p>右图所示为某品牌的按钮,其铭牌显示“LAY7-11BN”,分析铭牌的含义。</p>			
任务评估		评价主体	评价等级		确认签字
		总评	优秀 <input type="checkbox"/>	良好 <input type="checkbox"/>	中等 <input type="checkbox"/>



任务五

行程开关的认识与选用

任务引入

当数控机床回参考点或者机床工作台运动到极限位置时,数控机床都能准确地停在某个固定位置;当平面磨床工作台到达两端极限位置时,则进行往复运动。那么,这些设备是如何实现准确判断位置的呢?答案是行程开关起了至关重要的作用。图 1-22 所示为某行程开关及其铭牌,如何识别其含义?

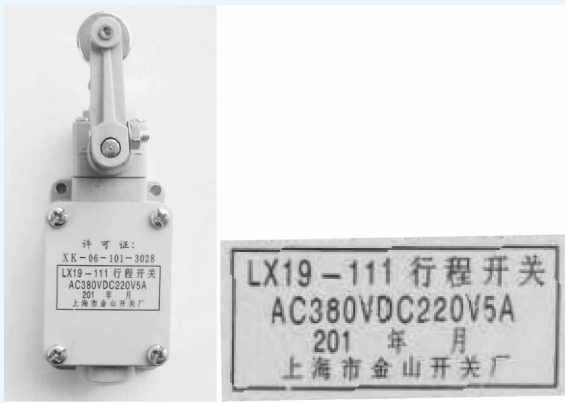


图 1-22 某行程开关及其铭牌

思政点

遵守国家标准—引导学生严守法律法规底线。



相关知识

行程开关也称位置开关或限位开关。它的作用与按钮相同,但它不需要用手按,而是利用生产机械某些运动部件的碰撞使触点动作来控制电路。行程开关的种类很多,按其结构可分为直动式、转动式和微动式;按其复位方式可分为自动式和非自动复位式;按触点性质可分为触点式和无触点式。行程开关的图形符号、文字符号如图 1-23 所示。

(1)直动式行程开关。直动式行程开关如图 1-24 所示。其结构与按钮相似,但它是用运动部件上的挡块来碰撞行程开关的推杆以控制电路。这种行程开关触点的分合速度取决于挡块的移动速度,当挡块移动速度低于 0.4 m/min 时,触点断开较慢,电弧易烧坏触点,此时不宜采用这类行程开关。



动画

单滚轮式行程开关的工作原理



动画

顶针式行程开关的工作原理



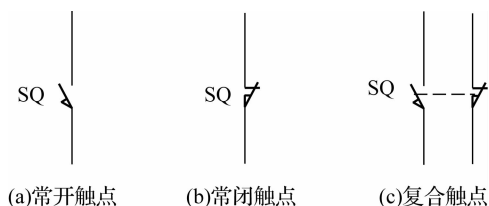
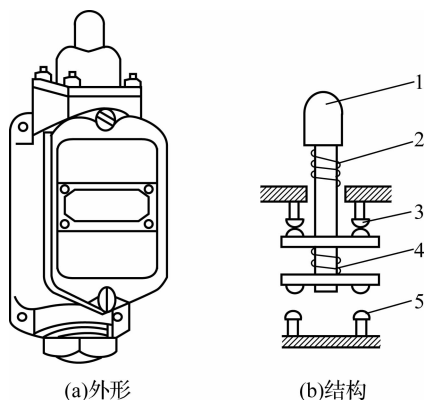


图 1-23 行程开关的图形符号及文字符号



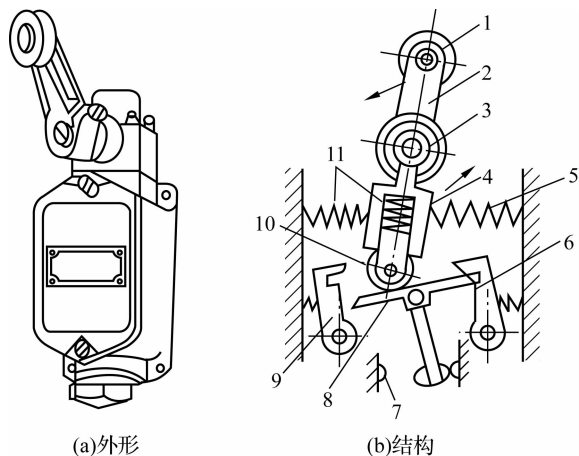
1—顶杆；2—弹簧；3—常闭触点；4—触点弹簧；5—常开触点。

图 1-24 直动式行程开关



微课
低压电器—行程开关

(2)转动式行程开关。为克服直动式行程开关的缺点,可采用能瞬时动作的转动式行程开关。其结构如图 1-25 所示,这种开关通过左右推动滚轮 1 带动小滑轮 10 在擒纵件 7 上快速移动,从而使动触点迅速地与右边的静触点断开,并与左边的静触点闭合。这样就减少了电弧对触点的烧蚀,并保证了动作的可靠性。这类行程开关适用于低速运动的机械。



1—滚轮；2—上转臂；3、9、11—弹簧；4—推杆；5、8—压板；6—触点；7—擒纵件；10—小滑轮。

图 1-25 转动式行程开关

(3)微动式行程开关。微动式行程开关也称微动开关,具有弓形片弹簧瞬动机构,其结构如图 1-26 所示。当推杆被压下时,弓形片弹簧变形,储存能量。当达到顶定位置时,弓形