

精品教学资料包
400-615-1233
www.huatengedu.com.cn



电机与电气控制技术

DIANJI YU DIANQI KONGZHI JISHU

策划编辑：刘子嘉
责任编辑：刘丽丽
封面设计：刘文东

ISBN 978-7-5635-7047-8



定价：43.00元

中等职业教育新形态系列教材
自动化与机电一体化专业教学用书

电机与电气控制技术

主编 尚川川 朱珊珊

北京邮电大学出版社



中等职业教育新形态系列教材
自动化与机电一体化专业教学用书

电机与电气 控制技术

主编 尚川川 朱珊珊
主审 鹿学俊



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

中等职业教育新形态系列教材
自动化与机电一体化专业教学用书

电机与电气 控制技术

主 编 尚川川 朱珊珊
副主编 周书勋 孙 菲
参 编 隋雨君 纪 雷 郑 重
主 审 鹿学俊



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书以真实生产项目、典型工作任务等为载体,体现产业发展的新技术、新工艺、新规范、新标准,注重学生职业能力、工程思维、劳模精神、工匠精神和创新精神的培养;由校企“双元”合作开发,体现“岗课赛证”综合育人,突出学生“数字技能”“绿色技能”的培养。本书分为低压电器的识别与检测、三相异步电动机控制电路的安装调试及故障处理、双速电动机控制电路的安装调试及故障处理、典型机床的电气控制电路的调试及故障处理4个项目,共24个任务。

本书可作为中等职业学校和技工院校自动化类、机电设备类、机械设计制造类等专业的教学用书,也可作为工程技术人员提升技能的培训和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制技术 / 尚川川, 朱珊珊主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2023. 11
ISBN 978-7-5635-7047-8

I. ①电… II. ①尚… ②朱… III. ①电机学 ②电气控制 IV. ①TM3 ②TM921.5

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 210270 号

策划编辑: 刘子嘉

责任编辑: 刘丽丽

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: 三河市骏杰印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15

字 数: 215 千字

版 次: 2023 年 11 月第 1 版

印 次: 2023 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7047-8

定 价: 43.00 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



本书落实《国家职业教育改革实施方案》《职业院校教材管理办法》有关要求，根据职业教育国家教学标准，对接职业资格标准、职业技能等级标准，深化“三教”改革，优化教材内容，探索创新“岗课赛证”综合育人，整体设计“课程思政”，实现素质、知识、能力培养有机结合。本书主要供中等职业学校和技工院校自动化类、机电设备类、机械设计制造类等专业的学生使用。

本书共分为4个项目，24个任务。通过对本书的学习，学生可以了解低压电器的识别与检测、三相异步电动机控制电路的安装调试及故障处理、双速电动机控制电路的安装调试及故障处理、典型机床的电气控制电路的调试及故障处理等内容。本书在编写过程中吸收企业技术人员参与，结合订单培养、学徒制、1+X证书制度等，将岗位技能要求、职业技能竞赛、职业技能等级证书标准等有关内容有机融入。

本书在编写时全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，适应结构化、模块化专业课程教学要求，努力体现以下特色。

(1) 坚持“课程思政”整体设计，深入推进“三进”要求。坚持不懈地用习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人，教材中每个任务的素质目标都突出“课程思政”要求，注重学生工程思维、劳模精神、工匠精神、创新精神的培养，引导学生树立“技能报国、强国有我”的信念，弘扬劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的时代风尚。

(2) 坚持“岗课赛证”综合育人，遴选企业典型工作项目，重视学生职业技能的培养。遵循教材建设规律和职业教育教学规律、技术技能人才成长规律，体现“岗课赛证”育人机制。从岗位需求出发，按照技能方向及工作任务逻辑关系，科学选择企业典型工作项目，以真实工作过程及其工作任务为依据，整合、序化教学内容，培养学生在职情境中实践智慧和在复杂工作过程中做出判断并采取行动的综合职业能力，提高学生的职业技能，助力“中国制造”向“中国智造”“中国创造”转变。

(3) 坚持校企“双元”合作开发，贯穿“做中学、做中教”理念，实现教材内容与岗位对接。以新发展理念为指导，以教学改革为核心，以课程改革为

重点, 树立科学的教学观, 校企“双元”合作开发, 紧跟智能制造产业发展趋势和行业人才需求, 及时将产业发展的新技术、新工艺、新规范、新标准纳入书中, 以真实生产项目、典型工作任务等为载体, 科学组织设计教学活动, 建立工作任务与知识、技能的联系, 坚持“做中学、做中教”, 实现“学以致用、用以促学、学用相长”的教学目标。

(4) 坚持“数字技能、绿色技能”培养, 教学资源“立体多元”, 满足学生不同学习方式需求。本书编排方式科学、配套资源丰富、呈现形式灵活、信息技术应用适当, 适应“互联网+职业教育”发展需求。本书配有PPT、二维动画等立体化资源, 学生可扫码观看教学视频动画, 生动活泼, 形式新颖, 适应专业建设、课程建设、教学模式与方法改革创新等方面的需要, 可满足项目学习、案例学习、模块化学习、混合式学习等不同学习方式需求, 能有效激发学生的学习兴趣和创新潜能。

本书建议安排108学时, 在教学实施过程中, 各项目内容学时分配建议如下表。

序 号	项目内容	学 时
项目一	低压电器的识别与检测	20
项目二	三相异步电动机控制电路的安装调试及故障处理	48
项目三	双速电动机控制电路的安装调试及故障处理	8
项目四	典型机床的电气控制电路的调试及故障处理	32
合计		108

本书由滨州市技师学院尚川川、朱珊珊任主编, 滨州市技师学院周书勋和禹城市职业教育中心学校孙菲任副主编, 滨州市高级技工学校隋雨君和滨州市技师学院纪雷、郑重参编。济南理工学校鹿学俊主审。

本书在编写过程中得到山东滨化集团化工设计研究院有限责任公司电气工程师张肖肖, 山东星科智能科技股份有限公司工程师张志刚的大力支持和帮助, 他们为本书提供了企业一线的相关资料, 在此深表感谢。同时, 编者参考了大量的文献资料, 在此向文献资料的作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者



	项目一 低压电器的识别与检测	1
	任务一 识别与检测低压开关	1
	任务二 识别与检测低压熔断器	9
	任务三 识别与检测主令电器	14
	任务四 识别与检测接触器	22
	任务五 识别与检测继电器	31
	项目二 三相异步电动机控制电路的安装调试及故障处理	48
	任务一 安装与调试三相异步电动机点动正转控制电路	48
	任务二 安装与调试三相异步电动机自锁正转控制电路	56
	任务三 安装与调试三相异步电动机点动连续混合正转控制电路	65
	任务四 安装与调试三相异步电动机正反转控制电路	73
	任务五 安装与调试三相异步电动机双重联锁正反转控制电路	82
	任务六 安装与调试三相异步电动机自动往返控制电路	91
	任务七 安装与调试三相异步电动机顺序控制电路	100
	任务八 安装与调试三相异步电动机多地控制电路	109
	任务九 安装与调试三相异步电动机自耦变压器降压起动控制电路	118
	任务十 安装与调试三相异步电动机Y- Δ 降压起动控制电路	128
	任务十一 安装与调试三相异步电动机机械制动控制电路	138
	任务十二 安装与调试三相异步电动机反接制动控制电路	147
	任务十三 安装与调试三相异步电动机能耗制动控制电路	154
	项目三 双速电动机控制电路的安装调试及故障处理	169
	任务一 安装与调试双速电动机自动控制线路	169
	任务二 安装与调试双速电动机自动加速控制线路	178



项目四 典型机床的电气控制电路的调试及故障处理 189

任务一 C6150 型普通车床电气控制电路常见故障分析与处理 189

任务二 Z3050 型摇臂钻床电气控制电路常见故障分析与处理 198

任务三 M7130 型平面磨床电气控制电路常见故障分析与处理 207

任务四 X62W 型万能铣床电气控制电路常见故障分析与处理 217

参考文献 234



低压电器是一种能根据外界的信号和要求,手动或自动地接通、断开电路,以实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。低压电器可以分为配电电器和控制电器两大类,是成套电气设备的基本组成元件。控制电器按其工作电压的高低,以交流 1 200 V、直流 1 500 V 为界,可划分为高压控制电器和低压控制电器两大类。在工业、农业、交通、国防以及人们用电部门中,大多数采用低压供电。目前,低压电器正朝着高性能、高可靠性、小型化、数模化、模块化、组合化和零部件通用化的方向发展。

任务一 识别与检测低压开关



任务目标

1. 素质目标

- (1) 树立正确的职业理想,具备对企业和岗位的认同感。
- (2) 热爱劳动,尊重生命,具备电气控制技术的岗位综合素养。

2. 知识目标

- (1) 掌握低压断路器、刀开关、组合开关的功能、基本结构及工作原理。
- (2) 熟悉低压断路器、刀开关、组合开关的图形符号和文字符号。

3. 能力目标

- (1) 能正确识别、选用、安装、使用低压断路器、刀开关、组合开关。
- (2) 能根据检测现象排查故障,完成低压开关的检修。



任务描述

图 1-1 所示是低压开关在实际中的应用。日常生活中的开关箱中的低压断



路器控制着电灯、空调、风扇、照明、家用或办公电器及电气线路的开关情况。学生小明刚刚开始学习电工相关知识，你能否帮帮他，让他尽快了解常见的低压电器呢？

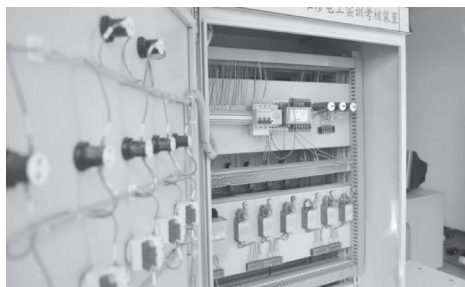


图 1-1 低压开关在实际中的应用



任务分析

图 1-1 中的低压断路器就是常用的低压开关，低压开关一般为非自动切换电器，主要用于隔离、转换、接通和分断电路。

在电力拖动中，低压开关多数用作机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关，有时也可用来直接控制小容量电动机的起动、停止和正反转。



任务实施

一、识别与检测低压断路器

1. 低压断路器的功能

低压断路器又称为自动空气开关或自动空气断路器，简称断路器。它集控制和多种保护功能于一体。在线路工作正常时，它作为电源开关接通和分断电路；当电路中出现短路、过载和失压等故障时，它能自动跳闸切断故障电路，从而保护线路和电气设备。常见的低压断路器如图 1-2 所示。



视频：自动
空气断路器

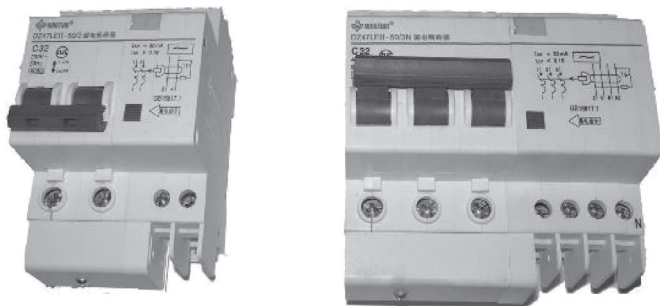


图 1-2 常见的低压断路器



低压断路器具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力较强、兼作多种保护、动作后不需要更换元件等优点，因此应用广泛。

2. 低压断路器的外形、结构与符号

DZ5-20 型低压断路器的外形、结构与符号如图 1-3 所示。低压断路器的结构采用立体布置，操作机构在中间，外壳上有“分”按钮（红色，稍低）和“合”按钮（绿色，稍高）。

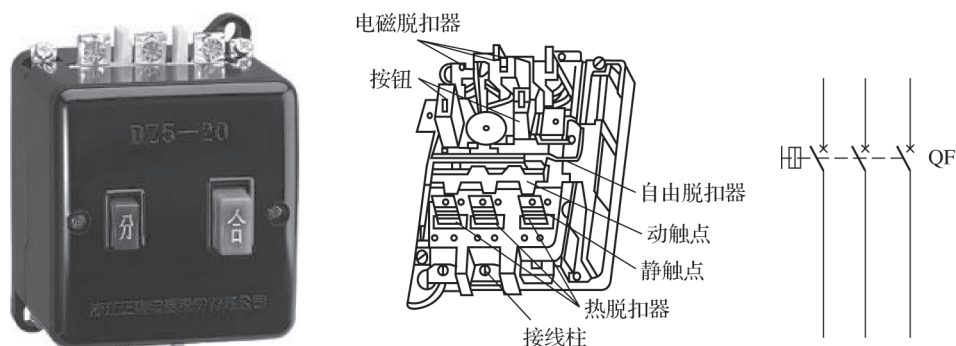


图 1-3 DZ5-20 型低压断路器的外形、结构与符号

3. 低压断路器的工作原理

图 1-4 所示为低压断路器的工作原理。壳内底座上部为热脱扣器，由热元件和双金属片构成，起过载保护作用。下部为过电流脱扣器（又称电磁脱扣器），由电流线圈和铁心组成，做短路保护。欠电压脱扣器会在电路中的电压不足或失去电压时切断电路，起到欠电压保护作用。触点系统在操作机构的下面，由动触点和静触点组成，用以接通和分断主电路，并采用栅片灭弧。另外，还有常开和常闭触点各一对，可用于信号指示或控制电路。主辅触点接线柱伸出壳外，便于接线。

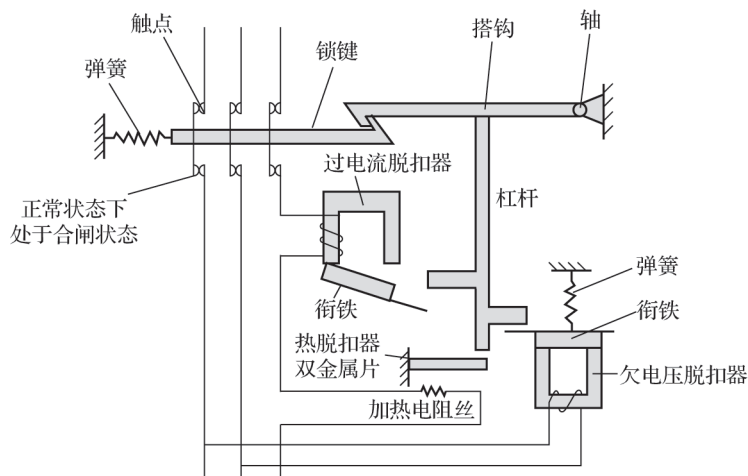


图 1-4 低压断路器的工作原理



思考：日常生活中，低压断路器常见的类型有哪些？有何特点？

4. 低压断路器的选用

DZ5-20 型低压断路器的技术参数见表 1-1。

表 1-1 DZ5-20 型低压断路器的技术参数

型 号	额定电压/V	额定电流/A	极 数	脱扣器形式	热脱扣器额定电流/A
DZ5-20/310	AC 380 DC 220	20	3	热脱扣式	0.15、0.2、0.3、 0.45、0.65、1、1.5、 2、3、4.5、6.5、10、 15、20
DZ5-20/210			2		
DZ5-20/330			3	复式	
DZ5-20/230			2		
DZ5-20/320			3	电磁脱扣式	
DZ5-20/220			2		
DZ5-20/300			3	无脱扣器	—
DZ5-20/200			2		

低压断路器的选用原则如下。

- (1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路的正常工作电压和负载电流。
- (2) 热脱扣器的脱扣整定电流应等于所控制负载的额定电流。
- (3) 过电流脱扣器的脱扣整定电流应大于负载正常工作时可能出现的峰值电流。用于控制电动机的断路器，其电流值应大于 1.5 ~ 1.7 倍的电动机起动电流。

5. 低压断路器的安装与使用

- (1) 低压断路器应垂直于配电板安装，电源引线接到上端，负载引线接到下端。
- (2) 低压断路器的各脱扣器动作值一经调好，就不允许随意变动，以免影响其动作值。
- (3) 断路器上的灰尘应定期清除，并定期检查各脱扣器动作值，给动作机构添加润滑剂。
- (4) 断路器用作电源总开关或电动机的控制开关时，在电源进线侧必须加装刀开关或熔断器，以形成明显的断点。

6. 低压断路器的检测

将低压断路器的手柄扳到合闸位置，用万用表的电阻挡测量各触点之间的通断情况，再用兆欧表测量每两相触点之间的绝缘电阻。



视频：器件测量——三相断路器



低压断路器的常见故障及处理方法见表 1-2。

表 1-2 低压断路器的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
不能合闸	欠压脱扣器无电压或线圈损坏	检查施加电压或更换线圈
	储能弹簧变形	更换储能弹簧
	反作用弹簧力过大	重新调整
	操作机构不能复位再扣	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
	过电流脱扣器的衔铁与铁心距离太大或电流线圈损坏	调整衔铁与铁心的距离或更换断路器
	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	过电流脱扣器瞬时脱扣整定电流过小	调高脱扣整定电流至规定值
	过电流脱扣器的某些零件损坏	更换脱扣器
断路器闭合后一定时间自行分断	热脱扣器脱扣整定电流过小	调高脱扣整定电流至规定值
断路器温升过高	触点压力过小	调整触点压力或更换弹簧
	触点表面过度磨损或接触不良	更换触点或修整接触面
	两个导电零件连接螺钉松动	更换拧紧

二、识别与检测刀开关

1. 刀开关的外形、结构和符号

刀开关是结构最简单、应用最广泛的一种手动电器。常用的 HK 系列瓷底胶盖刀开关的外形、结构与符号如图 1-5 所示。

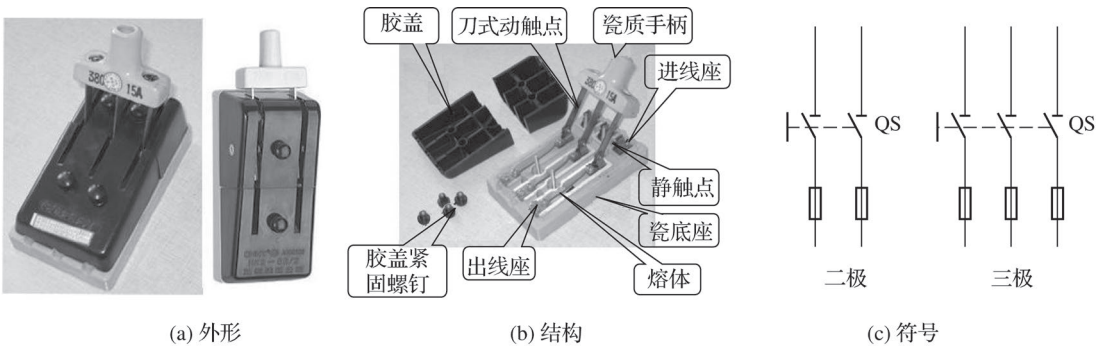


图 1-5 常用的 HK 系列瓷底胶盖刀开关的外形、结构与符号

HK 系列瓷底胶盖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，以防止操作时触及带电体或分断时产生的电弧灼伤人手。



2. 刀开关的选用

在一般的照明电路和功率小于 5.5 kW 的电动机控制电路中广泛采用刀开关。HK1 系列刀开关的主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 HK1 系列刀开关的主要技术参数

型 号	极 数	额定电压/V	额定电流/A	可控制电动机最大 功率/kW		熔体线径/mm
				220 V	380 V	
HK1-15/2	2	220	15	1.5	—	1.45 ~ 1.59
HK1-30/2	2	220	30	3.0	—	2.30 ~ 2.52
HK1-60/2	2	220	60	4.5	—	3.36 ~ 4.00
HK1-15/3	3	380	15	—	2.2	1.45 ~ 1.59
HK1-30/3	3	380	30	—	4.0	2.30 ~ 2.52
HK1-60/3	3	380	60	—	5.5	3.36 ~ 4.00

刀开关具体选用方法如下。

(1) 用于照明和电热负载时, 选用额定电压 220 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。

(2) 用于控制电动机的直接起动和停止时, 选用额定电压 380 V, 额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

3. 刀开关的安装与使用

(1) HK 系列刀开关必须垂直安装在控制屏或开关板上, 合闸状态时手柄要向上, 不得倒装或平装, 否则在分断状态时手柄有可能松动落下引起误合闸, 造成人身安全事故。

(2) 开关距地面的高度为 1.3 ~ 1.5 m, 接线时进线和出线不能接反, 电源线接在上端, 负载接在熔体下端, 这样在开关断开后, 闸刀和熔体上都不会带电。

(3) 更换熔体时, 必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

(4) 在分闸和合闸操作时, 应动作迅速, 使电弧尽快熄灭。

思考: 使用一段时间后, 刀开关的负载接线螺钉为什么易松动?

4. 刀开关的检测

刀开关的检测方法与低压断路器的检测方法类似, 刀开关合闸检测时需装上熔体后再进行检测。



三、识别与检测组合开关

1. 组合开关的外形、结构和符号

组合开关又称转换开关，它具有体积小、触点对数多、接线方式灵活、操作方便等特点。常用的 HZ10 系列组合开关的外形、结构与符号如图 1-6 所示。

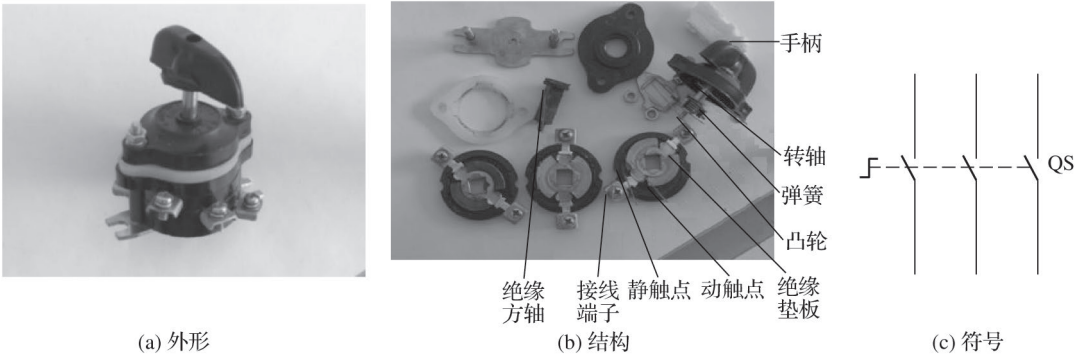


图 1-6 常用的 HZ10 系列组合开关的外形、结构与符号

开关的静触点和动触点分别装在数层成型的胶木绝缘垫板内，动触点套在附有手柄的方形绝缘转轴上，当转轴顺时针或逆时针转动 90° 时，带动三对动触点分别与三对静触点同时接触或分离，实现接通或分断电路的目的。

思考：比较一下刀开关与组合开关，两者的主要区别是什么？能否举出在实际生产或生活中应用这两种开关的例子？

2. 组合开关的选用

组合开关多用作机床电气控制电路中的电源引入开关，也可以用于 5 kW 以下小容量电动机不经常起、停和正反转的控制。常用 HZ10 组合开关的技术参数见表 1-4。

表 1-4 常用 HZ10 组合开关的技术参数

型 号	额定电压/V	额定电流/A	可控制电动机最大容量/kW
HZ10-10/3	AC 380	10	1.7
HZ10-25/3		25	5.5
HZ10-60/3		60	10
HZ10-100/3		100	22

组合开关应根据电源种类、电压级别、所需触点数、接线方式和负载容量进行选用。

(1) 用于一般照明、电热电路时，其额定电流应大于或等于被控电路的负载电流总和。



(2) 用作设备电源引入开关时,其额定电流应稍大于或等于被控电路的负载电流总和。

(3) 用于直接控制电动机时,其额定电流一般取电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

3. 组合开关的安装与使用

(1) HZ10 系列组合开关应安装在控制箱内,其操作手柄最好在控制箱的前面或侧面,开关为断开状态时应使手柄在水平位置。

(2) 若需在控制箱内操作,开关最好安装在控制箱内右上方,并且在它的上方不安装其他电器,若安装有其他电器,应采取隔离或绝缘措施。

(3) 组合开关通断能力较低,不能用来分断故障电流。用于控制电动机正反转时,必须在电动机完全停止转动后才能反向起动,且每小时的接通次数不能超过 20 次。

4. 组合开关的检测

组合开关的检测方法与低压断路器的检测方法类似。

组合开关的常见故障及处理方法见表 1-5。

表 1-5 组合开关的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
手柄转动后,内部触点未动	手柄上的轴孔磨损变形	调换手柄
	绝缘杆变形(由方形磨为圆形)	更换绝缘杆
	手柄与方轴,或轴与绝缘杆配合松动	紧固松动部件
	操作机构损坏	修理更换
手柄转动后,动、静触点不能按要求动作	组合开关型号选用不正确	更换开关
	触点角度装配不正确	重新装配
	触点失去弹性或接触不良	更换触点或清除其氧化层及尘污
接线柱间短路	因铁屑或油污附着在接线柱间,形成导电层,将胶木烧焦,绝缘损坏而形成短路	更换开关



任务评价

项 目	考核内容	评 分 项	评分标准	配 分	扣 分
识别低压开关	准确识别低压开关	写错或漏写名称	每个扣 5 分	40	
		写错或漏写型号	每个扣 10 分		
		写错符号	每个扣 5 分		



续表

项 目	考核内容	评 分 项		评分标准	配 分	扣 分
检测低压 开关	正确检测低压 开关	仪表使用方法错误		扣 10 分	40	
		检测方法或结果有误		扣 10 分		
		损坏仪表或电器		扣 10 分		
		不会检测		扣 40 分		
安全文明 操作	注意安全文明 操作，遵守操 作规程	违反安全文明操作规程		扣 5~20 分	20	
开始时间		结束时间		用时		
合计						

任务二 识别与检测低压熔断器



任务目标

1. 素质目标

- (1) 养成严谨细致、一丝不苟、实事求是的科学态度和探索精神。
- (2) 遵守电气安全技术规范, 具备工作岗位的安全操作意识。

2. 知识目标

- (1) 掌握低压熔断器的功能、基本结构及主要技术参数。
- (2) 熟悉低压熔断器的图形符号和文字符号。

3. 能力目标

- (1) 能正确识别、选用、安装、使用低压熔断器。
- (2) 能根据现象排查故障, 完成熔断器的检修。



任务描述

图 1-7 所示是自耦减压起动箱内部结构。自耦变压器减压起动是指电动机起动时利用自耦变压器来降低加在电动机定子绕组上的起动电压, 待电动机起动后, 再使电动机与自耦变压器脱离, 从而在全压下正常运动。它的优点是可按允许的起动电流和所需的起动转矩来选择自耦变压器的不同抽头实现降压起动, 而且不论电动机的定子绕组采用 Y 或 Δ 接法都可以使用。图 1-7 中标注



的是一种常见的低压熔断器，大家对低压熔断器有所了解吗？知道它的主要作用是什么吗？

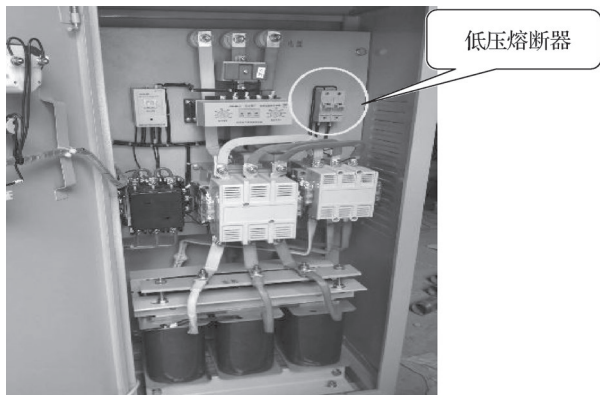


图 1-7 自耦减压起动箱内部结构



任务分析

短路是一种电气故障，是指由于电气设备或导线的绝缘损坏而导致电路或电路中的一部分被短接。低压熔断器的作用是在线路中作为短路保护，低压熔断器通常简称为熔断器。使用时，熔断器应串接在所保护电路中。正常情况下，熔断器的熔体相当于一段导线；当线路或设备发生短路时，熔体能迅速熔断以分断电路，起到保护作用；有时，熔体还能起到使电路与电源隔离的作用。



任务实施

一、识别熔断器

1. 常见的熔断器

常见的熔断器有 RC 系列瓷插式熔断器、RL 系列螺旋式熔断器、RM 系列无填料封闭管式熔断器、RT 系列圆筒帽形熔断器等，常见的熔断器外形如图 1-8 所示。熔断器的结构简单、价格便宜、动作可靠、使用维护方便，因而得到了广泛应用。



视频：熔断器



(a) RT0 系列



(b) RM10 系列





图 1-8 常见的熔断器

2. 熔断器的结构

熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座三部分组成，RL 系列螺旋式熔断器的外形、结构与符号如图 1-9 所示。

熔体是熔断器的核心，常做成丝状、片状或栅状，制作熔体的材料一般有铅锡合金、锌、铜、银等，根据受保护电路的要求而定。熔管是熔体的保护外壳，用耐热绝缘材料制成，在熔体熔断时兼有灭弧作用。熔座是熔断器的底座，用于固定熔管和外接引线。

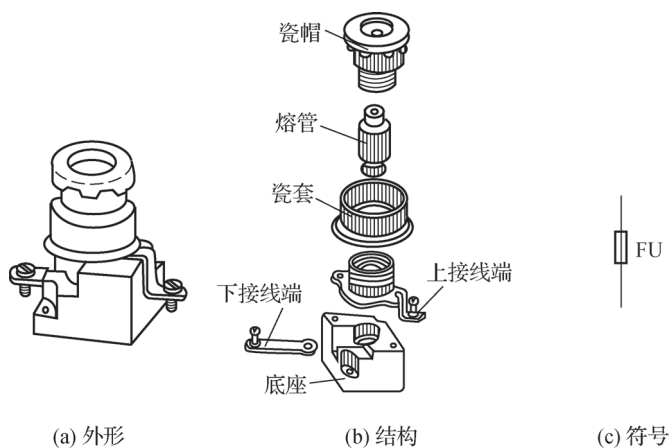


图 1-9 RL 系列螺旋式熔断器的外形、结构与符号

3. 熔断器的主要技术参数

(1) 额定电压是指熔断器长期工作所能承受的电压。如果熔断器的实际工作电压大于其额定电压，熔体熔断时可能会发生电弧不能熄灭的危险。

(2) 额定电流是指保证熔断器能长期正常工作的电流。它的大小由熔断器各部分长期工作时允许的温升决定。

提示：熔断器的额定电流与熔体的额定电流是两个不同的概念。熔体的额定电流是指在规定的条件下，长时间通过熔体而熔体不熔断的最大电流值。通常，一个额定电流等级的熔断器可以配用若干个额定电流等级的熔体，但要



保证熔体的额定电流值不大于熔断器的额定电流值。例如, 型号为 RL1-15 的熔断器, 其额定电流为 15 A, 它可以配用额定电流为 2 A、4 A、6 A、10 A 和 15 A 的熔体。

(3) 分断能力是指在规定的使用条件和性能条件下, 熔断器能分断的预期电流值, 常用极限分断电流值来表示。

熔断器对过载的反应是很不灵敏的, 当电气设备发生轻度过载时, 熔断器将持续很长时间才能熔断, 有时甚至不熔断。因此除照明和电加热电路外, 熔断器一般不宜用作过载保护, 主要用于短路保护。

二、选用、安装与检修熔断器

1. 熔断器的选用

熔断器有不同的类型和规格。但对这些熔断器共同的要求是: 在电气设备正常运行时, 熔断器应不熔断; 在发生短路时, 熔断器应立即熔断; 在电路电流正常变化时, 熔断器应不熔断; 在电气设备持续过载时, 熔断器应延时熔断。

1) 熔断器类型的选用

根据使用场合选用熔断器的类型: 对于照明电路, 一般选用 RT 系列圆筒帽形熔断器或 RC 系列瓷插式熔断器; 对于电动机控制电路, 一般选用 RL 系列螺旋式熔断器; 对于半导体元件保护, 一般选用 RS 系列快速熔断器。

2) 熔断器规格的选用

(1) 熔断器的额定电压必须大于或等于电路的额定电压, 熔断器的额定电流必须大于或等于所装熔体的额定电流, 熔断器的分断能力应大于电路中可能出现的最大短路电流。

(2) 对于变压器、电炉和照明等负载, 熔体的额定电流应略大于或等于负载电流; 对于输配电线路, 熔体的额定电流应略大于或等于线路的安全电流; 对于控制电路中电动机的短路保护, 要根据电动机的起动条件和时间长短来选用熔体的额定电流。对于一台电动机的短路保护, 熔体的额定电流应大于或等于电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍; 对于多台电动机的短路保护, 熔体的额定电流应大于或等于其中最大容量电动机的额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍加上其余电动机额定电流的总和。

常见熔断器的技术参数见表 1-6。



表 1-6 常见熔断器的技术参数

型 号	额定电压 /V	额定电流 /A	熔体额定电流等级 /A	极限分断 能力/kA	功率因数
RC1A	380	5	2、5	0.25	0.8
		10	2、4、6、10	0.5	
		15	6、10、15		
		30	20、25、30	1.5	0.7
		60	40、50、60	3	0.6
		100	80、100		
		200	120、150、200		
RL1	500	15	2、4、6、10、15	2	≥ 0.3
		60	20、25、30、35、40、50、60	3.5	
		100	60、80、100	20	
		200	100、125、150、200	50	
RM10	380	15	6、10、15	1.2	0.8
		60	15、20、25、35、45、60	3.5	0.7
		100	60、80、100	10	0.35
		200	100、125、160、200		
		350	200、225、260、300、350		
		600	350、430、500、600	12	0.35
RT0	380	100	30、40、50、60、100	50	> 0.3
		200	120、150、200、250		
		400	300、350、400、450		
		600	500、550、600		

2. 熔断器的安装

(1) 熔断器兼作隔离器件使用时, 应安装在控制开关的电源进线端; 若仅作短路保护时, 应安装在控制开关的出线端。

(2) 瓷插式熔断器应垂直安装。

(3) 螺旋式熔断器的电源线应接在瓷底座的下接线座上, 负载线应接在螺纹壳的上接线座上。

(4) 更换熔体或熔管时, 必须切断电源, 不允许带负荷操作。

思考: 在机床电路中, 熔断器的作用是什么?

3. 熔断器的检修

熔断器的常见故障及处理方法见表 1-7。



视频: 器件测量——熔断器



表 1-7 熔断器的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
电路接通瞬间, 熔体熔断	熔体额定电流等级选择过小	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
熔体未熔断, 但电路不通	熔体或接线座接触不良	重新连接



任务评价

项 目	考核内容	评 分 项	评分标准	配 分	扣 分
识别熔断器	准确识别熔断器	写错或漏写名称	每个扣 5 分	40	
		写错或漏写型号	每个扣 5 分		
		写错符号	每个扣 5 分		
更换熔体	正确更换熔体	检查方法不正确	扣 10 分	40	
		不能正确选配熔体	扣 10 分		
		更换熔体方法不正确	扣 10 分		
		损伤熔体	扣 20 分		
		更换熔体后熔断器断路	扣 20 分		
安全文明操作	注意安全文明操作, 遵守操作规程	违反安全文明操作规程	扣 5~20 分	20	
开始时间		结束时间		用时	
合计					

任务三

识别与检测主令电器



任务目标

1. 素质目标

- (1) 能自觉践行智能制造行业的职业精神和职业规范。
- (2) 形成严谨认真的工作态度, 具备工作岗位的安全操作意识。

2. 知识目标

- (1) 掌握按钮和行程开关的功能、基本结构及工作原理。
- (2) 熟悉按钮和行程开关的图形符号和文字符号。



3. 能力目标

- (1) 能正确识别、选用、安装、使用按钮和行程开关。
- (2) 能根据检测现象排查故障，正确检修按钮和行程开关。



任务描述

打开冰箱门的时候，冰箱里面的灯就会亮起来，而关上冰箱门灯就熄灭了。这是因为冰箱门框上安装了一个被称为行程开关的低压电器。关门时它被压紧，断开灯的电路；开门时它被放开，使电路闭合，将灯点亮。

洗衣机在甩干过程中转速很高，如果此时有人由于疏忽打开洗衣机的盖或门，再把手伸进去，很容易造成伤害。为了避免这类事故的发生，在洗衣机的盖或门上也安装了行程开关，当洗衣机的盖或门开启时，它就自动使电动机断电制动，强迫转动着的部件停下来，避免人身受到伤害。

铣床右上方是控制铣床工作的各种按钮，例如，控制着主轴的起动、停止和点动等。在靠近工作台处装有行程开关，通过安装在工作台上的挡铁撞击而动作，以实现对工作台的自动控制。

上述控制中的行程开关、按钮都属于主令电器，你知道主令电器有何作用 and 特点吗？



任务分析

图 1-10 中的行程开关、按钮都是主令电器。主令电器是用作接通或断开控制电路，以发出指令或用于程序控制的开关电器。主令电器可直接控制控制电路，也能够经过电磁式电器间接控制控制电路。主令电器不能控制主电路。主令电器的应用非常广泛，品种繁多，常用的有按钮、行程开关、万能转换开关和主令操控器等。本任务，我们就一起来认识常见的主令电器。



图 1-10 主令电器在生活生产中的应用



任务实施

一、识别与检测按钮

1. 按钮的外形与功能

按钮是一种手动（一般用手指或手掌）操作并具有弹簧储能复位功能的控制开关，是一种最常用的主令电器。按钮的触点允许通过的电流较小，一般不超过 5 A。因此，一般情况下，它不直接控制主电路（大电流电路）的通断，而是在控制电路（小电流电路）中发出指令或信号，控制接触器、继电器等电器，再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气联锁。常见按钮的外形如图 1-11 所示。



视频：按钮

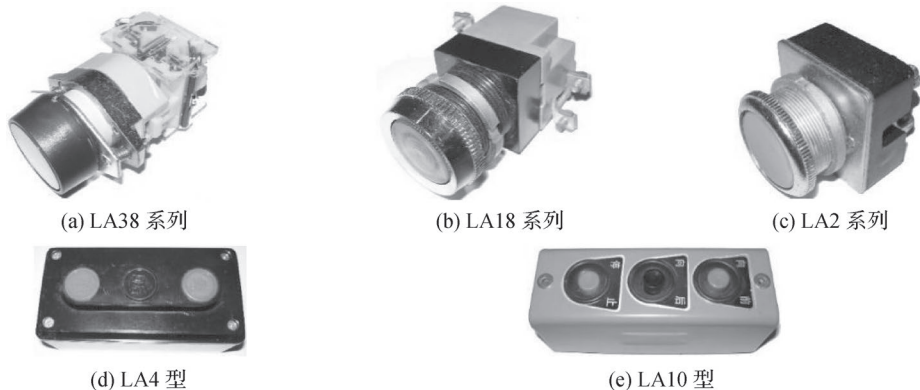


图 1-11 常见按钮的外形

2. 按钮的结构、工作原理与符号

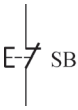
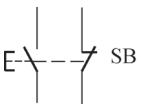
按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点、支柱连杆及外壳等部分组成。按钮按照不受外力作用（即静态）时触点的分合状态，分为起动按钮（即常开按钮）、停止按钮（即常闭按钮）和复合按钮（即常开、常闭触点组合为一体的按钮），其结构与符号见表 1-8。

表 1-8 按钮的结构与符号

结 构			
-----	--	--	--



续表

符 号			
名 称	常闭按钮 (动断按钮)	常开按钮 (动合按钮)	复合按钮

注：1—按钮帽；2—复位弹簧；3—支柱连杆；4—常闭静触点；5—桥式动触点；6—常开静触点；7—外壳。

提示：对常开按钮而言，按下按钮帽时触点闭合，松开后触点自动断开复位；停止按钮则相反，按下按钮帽时触点分断，松开后触点自动闭合复位。复合按钮是当按下按钮帽时，桥式动触点向下运动，使常闭触点先断开后，常开触点才闭合；当松开按钮帽时，则常开触点先分断复位后，常闭触点再闭合复位。

为了便于识别各种按钮的作用，避免误操作，通常用不同的颜色和符号标志来区分按钮的作用。按钮颜色的含义见表 1-9。当难以选定适当的颜色时，应使用白色。急停操作件的红色不应依赖于其灯光的照度。

表 1-9 按钮颜色的含义

颜 色	含 义	说 明	功 能
红	紧急	危险或紧急情况时操作	急停
黄	异常	异常情况时操作	干预、制止异常情况，干预、重新起动中断的自动循环
绿	安全	安全情况或为正常情况准备时操作	起动 / 接通
蓝	强制性	要求强制动作情况下的操作	复位功能
白	未赋予特定含义	除急停以外的一般功能的起动	起动 / 接通（优先）， 停止 / 断开
灰			起动 / 接通， 停止 / 断开
黑			起动 / 接通， 停止 / 断开（优先）

3. 按钮的型号及含义

按钮的型号及含义如图 1-12 所示。

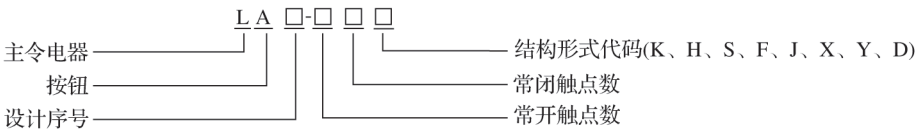


图 1-12 按钮的型号及含义

当常闭触点数和常开触点数一样时，可以省略常闭触点数标注。



其中结构形式代号的含义如下。

K—开启式，嵌装在操作面板上。

H—保护式，带保护外壳，可防止内部零件受机械损伤或人偶然触及带电部分。

S—防水式，具有密封外壳，可防止雨水侵入。

F—防腐式，能防止腐蚀性气体进入。

J—紧急式，带有红色大蘑菇钮头（突出在外），作紧急切断电源用。

X—旋钮式，用旋钮旋转进行操作，有通和断两个位置。

Y—钥匙操作式，用钥匙插入进行操作，可防止误操作或供专人操作。

D—光标式，按钮内装有信号灯，兼做信号指示。

4. 按钮的选用及技术参数

（1）根据使用场合和具体用途选用按钮的种类。嵌装在操作面板上的按钮一般选用开启式，需显示工作状态的一般选用带指示灯式，在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。

（2）根据工作状态指示和工作情况要求选用按钮或指示灯的颜色。急停选用红色；停止或分断选用黑色或白色，优先选用黑色；起动或接通选用绿色；应急或干预选用黄色。

（3）根据控制回路的需要选择按钮的数量，如单联按钮、双联按钮和三联按钮等。

常见按钮的技术参数见表 1-10。

表 1-10 常见按钮的技术参数

型 号	形 式	触点数量/个		按钮数量与颜色	
		常 开	常 闭	数量/个	颜 色
LA10-3K	开启式	3	3	3	黑、绿、红
LA10-3H	保护式				
LA10-3S	防水式				
LA18-22	一般式	2	2	2	红、绿、黄、白、黑
LA18-22J	紧急式				红
LA18-22X	旋钮式				黑
LA18-22Y	钥匙式				锁心本色
LA19-11	一般式	1	1	1	红、绿、黄、白、黑
LA19-11J	紧急式				红
LA19-11D	带指示灯式				红、绿、白、黑
LA20-3K	开启式	3	3	3	白、绿、红
LA20-3H	保护式				



5. 按钮的安装与使用

- (1) 按钮应根据电动机起动的先后顺序，自上到下或从左到右排列在面板上，布置整齐，排列合理。
- (2) 同一机床运动部件有多种工作状态时，应将每一对相反状态的按钮安装在一起。
- (3) 按钮的安装应牢固，安装按钮的金属板或金属按钮盒必须可靠接地。
- (4) 指示灯按钮不宜用于需要长期通电显示处，以免塑料外壳过度受热而变形。



视频：器件测量——按钮

6. 按钮的检测

按钮的常见故障及处理方法见表 1-11。

表 1-11 按钮的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
触点接触不良	触点烧损	修正触点或更换按钮
	触点表面有尘垢	清洁触点表面
	复位弹簧失效	重绕弹簧或更换按钮
触点间短路	塑料受热变形导致接线螺钉相碰短路	查明发热原因后排除故障，并更换按钮
	杂物或油污在触点间形成通路	清洁按钮内部

二、识别与检测行程开关

1. 行程开关的功能

行程开关又称为位置开关或限位开关，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，主要用于控制生产机械的运动方向、速度、行程大小或位置，是一种自动控制电器。图 1-13 所示为几种常见的行程开关。

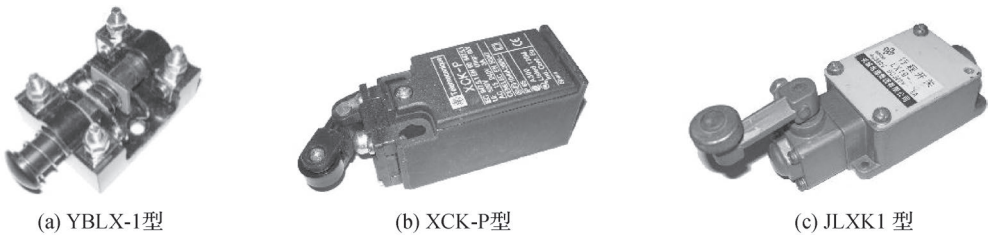


图 1-13 几种常见的行程开关

行程开关的作用原理与按钮相同，区别在于它不是靠手指的按压，而是利用生产机械运动部件的碰压使其触点动作，从而将机械信号转变为电信号，使运动机械按一定的位置或行程实现自动停止、反向运动、变速运动或自动往返



运动等。

2. 行程开关的结构、动作原理及符号

各系列行程开关的基本结构大体相同，都是由操作机构、触点系统和外壳组成的。JLXK1 系列行程开关的结构、动作原理与符号如图 1-14 (a) 所示。

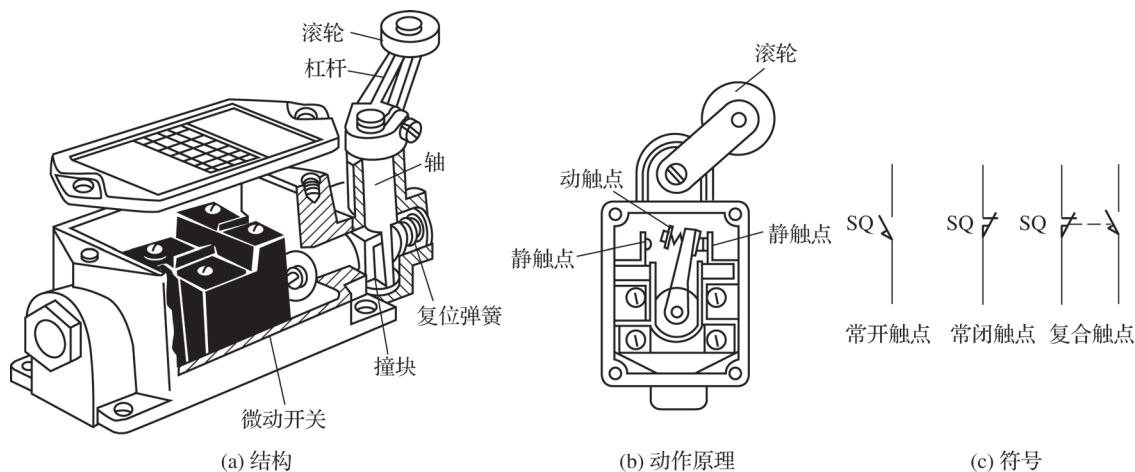


图 1-14 JLXK1 系列行程开关的结构、动作原理与符号

当运动部件的挡铁碰压行程开关的滚轮时，杠杆连同转轴一起转动，使凸轮推动撞块。当撞块被压到一定位置时，推动微动开关快速动作，使其常闭触点断开，常开触点闭合。

用行程开关的基础元件与不同的操作机构组合，可得到各种不同形式的行程开关，常见的是按钮式（直动式）和旋转式（滚轮式）。JLXK1 系列行程开关的外形如图 1-15 所示。



图 1-15 JLXK1 系列行程开关的外形

3. 行程开关的选用及主要技术参数

行程开关主要根据动作要求、安装位置及触点数量进行选择。常用的 JLXK1 系列行程开关的主要技术参数见表 1-12。

