

电气控制技术

主 编 何贤红

副主编 杨名甲 刘建青 何向华

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书紧密结合当前行业的发展、职业岗位群和企业需求的变化,以及电工国家职业技能标准编写。以常用低压电器的认识与检测、三相异步电动机基本控制电路的安装与调试、典型机床电气电路的故障检修为项目,并以任务驱动方式组织实训教学。每个项目包含若干任务,任务内容从知识目标、技能目标、知识讲解、实训指导、技能训练与成绩评定等多个环节展开。

本书适合作为中等职业学校智能设备运行与维护、机电技术应用、电气设备运行与控制等相关专业学生的电气控制技术教材,也适合作为电工岗前培训、技术培训及电工职业技能等级认定的教材和参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术 / 何贤红主编. —北京: 电子工业出版社, 2023.10

ISBN 978-7-121-46516-1

I. ①电… II. ①何… III. ①电气控制 IV. ①TM921.5

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 195394 号

责任编辑: 蒲 玥

印 刷:

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880×1 230 1/16 印张: 11.25 字数: 281 千字

版 次: 2023 年 10 月第 1 版

印 次: 2023 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 36.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:
(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254485; puyue@phei.com.cn。

前 言

教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。而育人的根本在于立德。培养大批德才兼备的高素质人才，是国家和民族长远发展的大计。本书根据中等职业学校学生的特点及《国家职业教育改革实施方案》的要求，以国家职业教育改革为契机，以课程改革为突破口，紧密结合当前行业的发展、职业岗位群和企业需求的变化，以及电工国家职业技能标准编写。本书可作为中等职业学校智能设备运行与维护、机电技术应用、电气设备运行与控制等相关专业学生的电气控制技术教材。本书通过工作任务展开实训教学，强调学生主动参与、教师指导引领，实现教、学、做、评一体化的教学模式，教学内容注重对学生应用能力和实践能力的培养，体现了职业教育教学特色。本书主要具有以下特色。

工作手册式新形态教材。本书贯彻立德树人的核心教育理念，坚持学做合一、产教融合，按照职业活动和工作过程，以真实生产项目、典型工作任务为载体，遵循技术技能人才的成长规律，传授知识与培养技术技能并重，强化学生职业素养的养成和专业技术的积累，融入专业精神、职业精神和工匠精神。

理实一体，课证融通。本书采用项目任务式编写方式，理论知识坚持“必需、够用”原则，突出内容的针对性与适用性；实践技能坚持“实际、实用、实践”原则，精讲电气控制的基本原理，突出电气控制电路的安装、接线、调试、故障检修、评价等实践技能操作。实践技能操作与考核对接电工国家职业技能标准，符合“1+X”证书制度的要求。实训任务结束后还安排了一些思考题，便于学生将理论联系实践，更好地掌握电气控制专业知识。

由简入繁，循序渐进。本书在内容的安排上，先介绍常用低压电器的认识与检测、三相异步电动机基本控制电路的安装与调试，再介绍典型机床电气电路的故障检修，内容由简入繁，循序渐进，符合中等职业学生的认知特点，学生学习完本书的知识内容，可具备较强的电气控制实践技能及实际工作能力，能够达到电工国家职业技能标准初级、中级、高级的相关理论和实践技能的要求。

自主学习，提高效率。本书在每个任务中，有理论知识和必要的实训步骤，学生根据任务要求完成理论知识和实训任务学习，强化学生的执行力，任务实施完成后对结果进行评定，巩固学生的学习成果。整个学习过程以学生为主导，充分调动学生的学习积极性，提高学生的学习效率。

资源丰富，易教易学。本书配有丰富的教学资源，学生可以登录华信教育资源网下载并学习相关知识。

本书由郴州综合职业中专学校何贤红担任主编，郴州综合职业中专学校杨名甲、刘建青、何向华担任副主编。其中，项目1常用低压电器的认识与检测由刘建青编写；项目2三相异步电动机基本控制电路的安装与调试中的任务2.1至任务2.5由杨名甲编写；项目2三相异步



电动机基本控制电路的安装与调试中的任务 2.6 至任务 2.10 及附录 A、附录 B 由何贤红编写；项目 3 典型机床电气电路的故障检修由何向华编写。全书由何贤红负责统稿工作。

在编写本书时，编者翻阅并参考了大量有关电气控制技术的文献资料，在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。同时向使用本书的同行与读者表示真诚的感谢，感谢同行的支持及读者的厚爱。由于编者水平有限，书中不妥之处敬请读者批评与指正。

编 者

2023 年 5 月

电子工业出版社版权所有
盗版必究

目 录

项目 1 常用低压电器的认识与检测	1
任务 1.1 低压开关的认识与检测	1
任务 1.2 熔断器的认识与检测	11
任务 1.3 接触器的认识与检测	15
任务 1.4 热继电器的认识与检测	21
任务 1.5 主令电器的认识与检测	27
任务 1.6 时间继电器的认识与检测	34
项目 2 三相异步电动机基本控制电路的安装与调试	40
任务 2.1 三相异步电动机单向运行控制电路的安装与调试	41
任务 2.2 三相异步电动机连续与点动控制电路的安装与调试	48
任务 2.3 三相异步电动机接触器互锁正反转控制电路的安装与调试	55
任务 2.4 三相异步电动机双重互锁正反转控制电路的安装与调试	63
任务 2.5 三相异步电动机自动往返控制电路的安装与调试	71
任务 2.6 三相异步电动机多地控制电路的安装与调试	79
任务 2.7 三相异步电动机顺序控制电路的安装与调试	86
任务 2.8 时间继电器 Y- Δ 降压启动控制电路的安装与调试	94
任务 2.9 三相异步电动机反接制动控制电路的安装与调试	102
任务 2.10 时间继电器双速电动机控制电路的安装与调试	111
项目 3 典型机床电气电路的故障检修	121
任务 3.1 CA6140 型车床的认识与操作	121
任务 3.2 CA6140 型车床控制电路的原理分析	127
任务 3.3 CA6140 型车床控制电路的故障分析及排除	131
任务 3.4 M7120 型平面磨床的认识与操作	142
任务 3.5 M7120 型平面磨床控制电路的原理分析	146
任务 3.6 M7120 型平面磨床控制电路的故障分析及排除	153
附录 A 识读电气图的基本要求和步骤	160
附录 B 机械电气设备通用技术条件	164
参考文献	174

电气控制技术-视频资源汇总表

项目	任务名称	微课名称	二维码	项目	任务名称	微课名称	二维码	
项目一	任务 1.1 低压开关的认识与检测	空气开关的认识与检测		项目二	任务 2.6 三相异步电动机多地控制电路的安装与调试	两地控制电路安装		
	任务 1.2 熔断器的认识与检测	熔断器的认识与检测				两地控制电路工作原理		
	任务 1.3 接触器的认识与检测	交流接触器的认识与检测			任务 2.7 三相异步电动机顺序控制电路的安装与调试	顺序控制电路安装		
	任务 1.4 热继电器的认识与检测	热继电器的认识与检测				顺序控制电路工作原理		
	任务 1.5 主令电器的认识与检测	行程开关的认识与检测			任务 2.8 时间继电器 Y-△降压启动控制电路安装与调试	Y-△降压启动电路安装		
		控制按钮的认识与检测				Y-△降压启动工作原理		
任务 1.6 时间继电器的认识与检测	时间继电器的认识与检测		任务 2.9 三相异步电动机反接制动控制电路安装与调试	反接制动控制电路安装				
项目二	任务 2.1 三相异步电动机单向运行控制电路的安装与调试	长动控制电路安装		任务 2.10 时间继电器双速电动机控制电路安装与调试	反接制动控制电路工作原理			
		长动控制电路工作原理			时间继电器控制双速电动机控制电路安装			
	任务 2.2 三相异步电动机连续与点动控制电路的安装与调试	连续与点动控制电路安装		任务 3.1CA6140型车床的认识与操作	时间继电器控制双速电动机电路工作原理			
		连续与点动控制电路工作原理			CA6140 型车床的认识			
	任务 2.3 三相异步电动机接触器互锁正反转控制电路的安装与调试	接触器联锁控制正反转控制电路安装		任务 3.2CA6140型车床控制电路的原理分析	CA6140 型车床电气控制电路工作原理			
		接触器联锁正反转控制电路工作原理		任务 3.3CA6140型车床控制电路的故障分析及排除	CA6140 型车床电气控制电路故障检修			
	任务 2.4 三相异步电动机双重互锁正反转控制电路的安装与调试	双重联锁正反转控制电路安装		任务 3.4M7120型平面磨床的认识与操作	M7120 型平面磨床的认识			
		双重联锁正反转控制电路工作原理		任务 3.5M7120型平面磨床控制电路的原理分析	M7120 型平面磨床电气控制工作原理			
	任务 2.5 三相异步电动机自动往返控制电路的安装与调试	自动往返控制电路安装		任务 3.6M7120型平面磨床控制电路的故障分析及排除	M7120 型平面磨床电气控制电路故障检修			
		自动往返控制电路工作原理						

项目 1 常用低压电器的认识与检测

※项目描述:

在接到一项工程时, 作为一名合格的电工作业人员, 要能从相关的工程资料中了解整个工程的施工步骤和操作过程, 看懂一般的施工图纸, 选择合适的元器件正确进行安装, 并进行一般的维护与故障检修。

※素质目标:

- (1) 培养学生规范操作的意识, 以及爱岗敬业、吃苦耐劳的精神。
- (2) 培养学生的团队合作能力。

※知识目标:

- (1) 熟悉常用低压电器的功能、基本结构、工作原理及型号含义。
- (2) 熟知常用低压电器的图形符号和文字符号。
- (3) 掌握常用低压电器在电动机控制电路中的作用。

※技能目标:

- (1) 能正确识别、选择、安装和使用常用低压电器。
- (2) 能正确使用万用表, 并能检测元器件的好坏。
- (3) 能正确拆装低压电器, 并能排除常用低压电器的常见故障。

※项目任务:

- 任务 1.1 低压开关的认识与检测
- 任务 1.2 熔断器的认识与检测
- 任务 1.3 接触器的认识与检测
- 任务 1.4 热继电器的认识与检测
- 任务 1.5 主令电器的认识与检测
- 任务 1.6 时间继电器的认识与检测

任务 1.1 低压开关的认识与检测

※知识目标:

- (1) 熟知低压开关的结构、用途和图形符号。



微课

(2) 了解低压开关的主要技术参数及适用范围。

※技能目标:

- (1) 会正确拆装常用低压开关并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除低压开关的常见故障。

※知识平台:

低压开关主要用来隔离、转换、接通和断开电路，多数被用作机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关，有时用于直接控制小容量电动机的启动、停止和正/反转。

低压开关一般为非自动切换电器，常用的类型有刀开关、组合开关和低压断路器。

1. 刀开关

刀开关又称胶盖刀开关，其开关结构简单、价格低廉、安装和使用维护方便，被广泛用作照明电路和小容量（5.5kW 以下）动力电路不频繁启动的控制开关。刀开关的主要类型有负荷开关和板形开关。在电力拖动控制电路中常见的是由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关。负荷开关分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。下面以开启式负荷开关为例对刀开关进行介绍。

1) 刀开关的型号及含义

刀开关的型号及含义如图 1-1-1 所示。常用的刀开关有 HD 型单投刀开关、HS 型双投刀开关（刀形转换开关）、HR 型熔断器式刀开关、HZ 型组合开关、HK 型开启式负荷开关、HY 型倒顺开关和 HH 型铁壳开关等。在生产中常用的是 HK 型开启式负荷开关。开启式负荷开关又称闸刀开关。

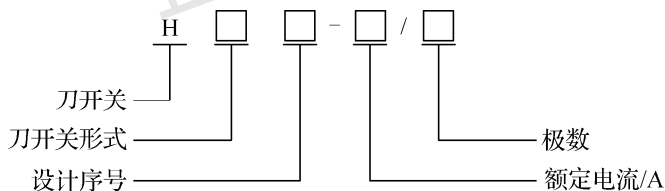


图 1-1-1 刀开关的型号及含义

2) 刀开关的结构与工作原理

HK 型开启式负荷开关由刀开关和熔断器组合而成。其在工作时，动触点-触刀与瓷底上的静触点-刀夹座相接触，通过闭合（或分离）来接通（或断开）电路。HK 型开启式负荷开关如图 1-1-2 所示。

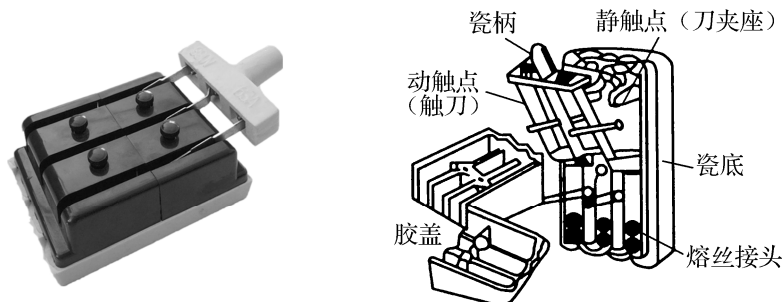


图 1-1-2 HK 型开启式负荷开关



3) 刀开关的图形符号及文字符号

刀开关的图形符号及文字符号如图 1-1-3 所示。

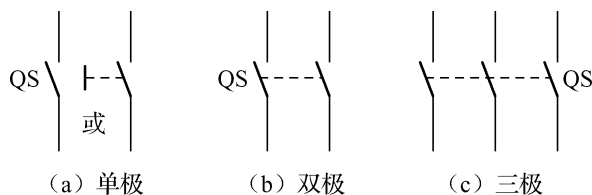


图 1-1-3 刀开关的图形符号及文字符号

4) 刀开关的主要技术参数

刀开关的主要技术参数有额定电流、额定电压、极数、可控制电动机最大容量等。

HK 型开启式负荷开关的主要技术参数如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 HK 型开启式负荷开关的主要技术参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机最大容量/kW		熔丝线径/mm
				220V	380V	
HK1-15	2, 3	15	220, 380	—	2.2	1.45~1.59
HK1-30	2, 3	30	220, 380	—	4.0	2.30~2.52
HK1-60	2, 3	60	220, 380	—	5.5	3.36~4.00
HK2-15	3	15	380	—	2.2	0.45
HK2-30	3	30	380	—	4.0	0.71
HK2-60	3	60	380	—	5.5	1.12

5) 刀开关的选择

(1) 当刀开关用于照明和电热负载时, 选用额定电压为 220V、额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的双极开关。

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

6) 刀开关的安装与使用

(1) 开启式负荷开关必须垂直安装在控制屏或开关板上, 且当其为合闸状态时手柄应朝上, 必须允许倒装或平装, 以避免由于重力自动下落引起误合闸事故。

(2) 在接线时应把电源进线接在静触点一边的进线座上, 把负载接在动触点一边的出线座上。开关断开后, 刀开关的刀片与电源隔离, 既便于更换熔丝, 又可防止发生意外事故。

(3) 在更换熔丝时, 必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

7) 刀开关的常见故障及处理方法

刀开关的常见故障及处理方法如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 刀开关的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
合闸后, 开关一相或两相不通	(1) 静触点弹性消失, 开口过大, 造成动、静触点接触不良; (2) 熔丝熔断或接触不良; (3) 动、静触点被氧化或有油污; (4) 开关进出线的线头接触不良	(1) 修理或更换静触点; (2) 更换或紧固熔丝; (3) 清洁触点; (4) 重新连接开关进出线

续表

故障现象	可能原因	处理方法
合闸后熔丝熔断	(1) 外接负载短路; (2) 熔丝规格偏小	(1) 排除负载短路故障; (2) 按要求更换熔丝
触点烧坏	(1) 开关容量太小; (2) 拉、合闸动作过慢, 造成电弧过大, 烧坏触点	(1) 更换开关; (2) 修整或更换触点, 并正确操作

2. 组合开关

组合开关又称转换开关, 其体积小、触点数多, 灭弧性能比刀开关好, 而且接线方式灵活、操作方便, 常在交流 50Hz、380V 以下及直流 220V 以下的电气电路中用于非频繁地接通和断开电路, 控制 5kW 以下小容量电动机的启动和停止。

1) 组合开关的型号及含义

组合开关的型号及含义如图 1-1-4 所示。

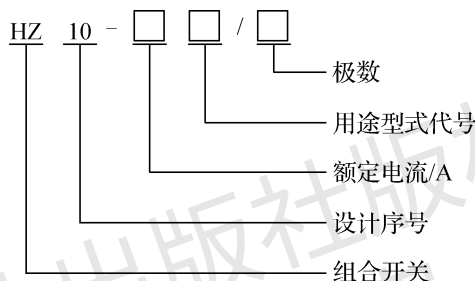


图 1-1-4 组合开关的型号及含义

2) 组合开关的结构、图形符号及文字符号

组合开关的结构、图形符号及文字符号如图 1-1-5 所示。

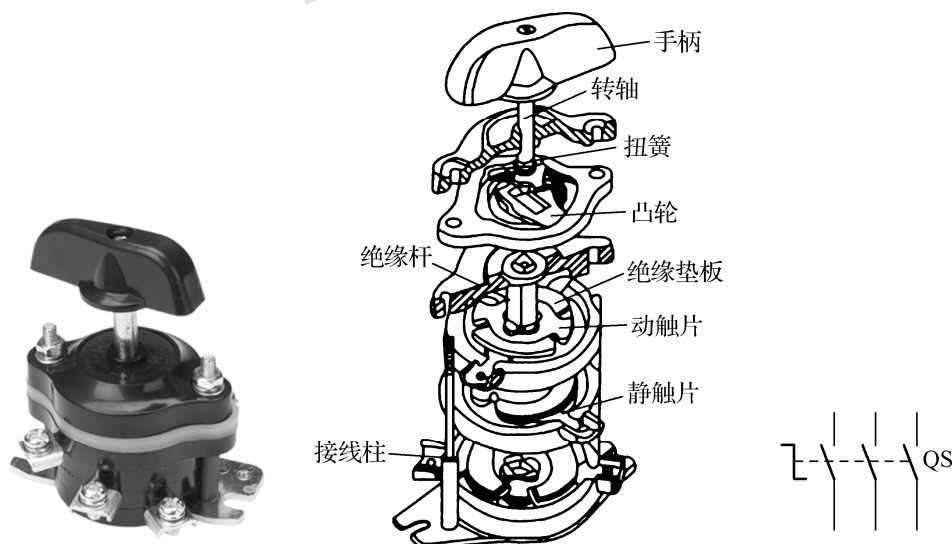


图 1-1-5 组合开关的结构、图形符号及文字符号

3) 组合开关的主要技术参数

组合开关的主要技术参数有额定电流、额定电压、极数和可直接控制电动机功率等。

HZ10 系列组合开关的主要技术参数如表 1-1-3 所示。



表 1-1-3 HZ10 系列组合开关的主要技术参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V	可直接控制电动机功率/kW
HZ10-10	2, 3	6, 10	380	1
HZ10-25	2, 3	25	380	3.3
HZ10-60	2, 3	60	380	5.5
HZ10-100	2, 3	100	380	—

4) 组合开关的选择

组合开关用于直接控制异步电动机的启动和正、反转, 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用。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。

5) 组合开关的常见故障及处理方法

组合开关的常见故障及处理方法如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 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
转动手柄后, 内部触点没有动	(1) 手柄上的轴孔磨损变形; (2) 绝缘杆变形; (3) 手柄与转轴或转轴与绝缘杆配合松动; (4) 操作机构损坏	(1) 调换手柄; (2) 更换绝缘杆; (3) 紧固松动部分; (4) 修理更换
转动手柄后, 动、静触点不能 按要求动作	(1) 开关型号不正确; (2) 触点装配角度不正确; (3) 触点失去弹性或接触不良	(1) 更换开关; (2) 重新装配触点; (3) 更换触点或清除氧化层
接线柱间短路	因铁屑或油污附着在接线柱间形成导电层, 故绝缘损坏而形成短路	更换开关

3. 低压断路器

1) 低压断路器的型号及含义

低压断路器又称自动空气开关, 它既能带负载通、断电路, 又能在失电压、短路和过载时自动跳闸, 保护电路和电气设备, 是低压配电网络和电力拖动系统中常用的开关电器。

低压断路器按结构形式可分为万能式 (又称框架式) 和塑料外壳式 (又称模压外壳式) 两大类。万能式低压断路器主要用作配电网络的保护开关, 而塑料外壳式低压断路器除用作配电网络的保护开关外, 还可用作电动机、照明电路的控制开关。低压断路器的型号及含义如图 1-1-6 所示。

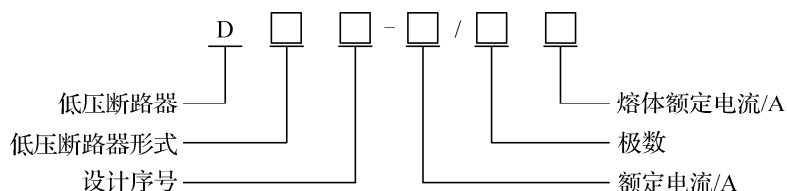


图 1-1-6 低压断路器的型号及含义

2) 低压断路器的结构、图形符号及文字符号

低压断路器主要由动触点、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。低压断路器的结构、图形符号及文字符号如图 1-1-7 所示。

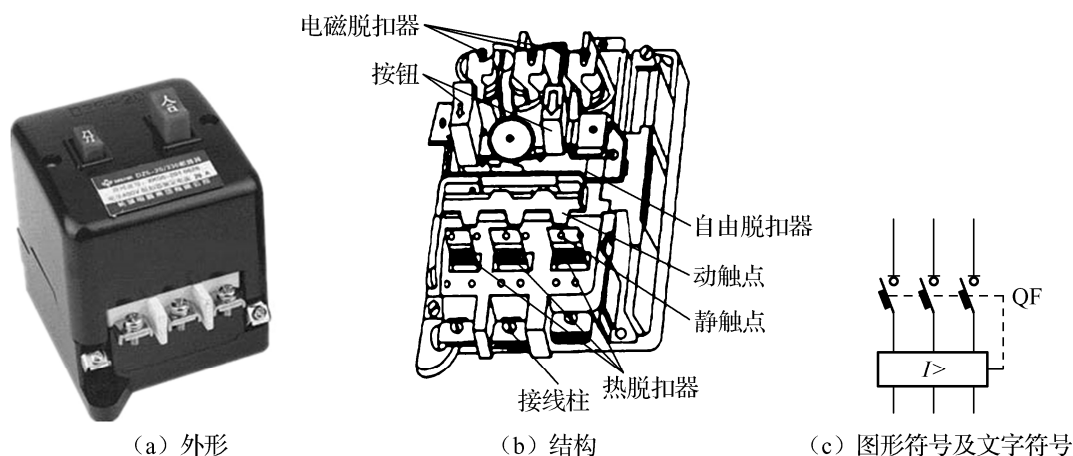


图 1-1-7 低压断路器的结构、图形符号及文字符号

3) 低压断路器的工作原理

低压断路器的工作原理示意图如图 1-1-8 所示。在使用时，低压断路器的三副主触点串联在被控制的三相电路中，当按下接通按钮时，外力使锁扣克服反作用弹簧的反作用力，将固定在锁链上的动触点与静触点闭合，并由搭钩锁住锁链，使动、静触点保持闭合，开关处于接通状态。

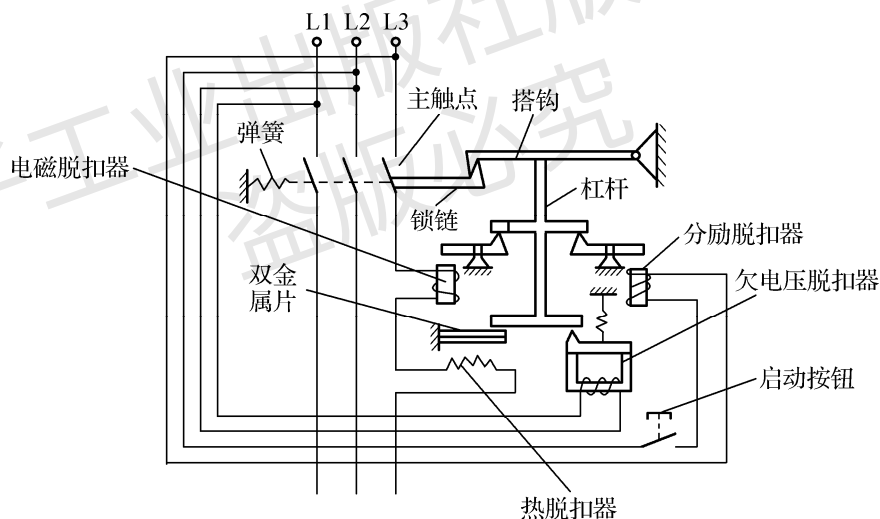


图 1-1-8 低压断路器的工作原理示意图

当电路过载时，过载电流流过热元件产生一定的热量，使双金属片受热弯曲，通过杠杆推动搭钩与锁链分开，在反作用弹簧的推动下，动、静触点分开，从而切断电路，使用电设备不致因过载而烧毁。

当电路短路时，短路电流超过电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流，电磁脱扣器产生足够大的吸力将衔铁吸合，通过杠杆推动搭钩与锁链分开，从而切断电路，实现短路保护。

当电路电压正常时，欠电压脱扣器的衔铁被吸合，衔铁与杠杆脱离，低压断路器的主触点闭合；当电路上的电压消失或下降到某一数值时，衔铁在弹簧的作用下向上撞击杠杆，将搭钩顶开，使主触点断开。

4) 低压断路器的选用原则

(1) 低压断路器的额定电压应不小于被保护电路的额定电压。



(2) 低压断路器的壳架等级额定电流应不小于被保护电路的计算负载电流。

(3) 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。

(4) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载在正常工作时可能出现的峰值电流。用于控制电动机的低压断路器，其电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流可按 $I_z \geq KI_{st}$ 选取。其中， K 为安全系数，可取 1.5~1.7； I_{st} 为电动机的启动电流。

5) 低压断路器的常见故障及处理方法

低压断路器的常见故障及处理方法如表 1-1-5 所示。

表 1-1-5 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	(1) 欠电压脱扣器无电压或线圈损坏； (2) 储能弹簧变形； (3) 反作用弹簧的力过大； (4) 搭钩脱扣	(1) 检查电压或更换线圈； (2) 更换储能弹簧； (3) 重新调整反作用弹簧； (4) 将再脱扣搭钩的接触面调整到规定位置
电流达到整定值，但低压断路器不动作	(1) 热脱扣器的双金属片损坏； (2) 电磁脱扣器的衔铁与铁芯距离太大或电磁线圈损坏； (3) 主触点熔焊	(1) 更换双金属片； (2) 调整衔铁与铁芯的距离或更换新的低压断路器； (3) 检查原因并更换主触点
当启动电动机时，低压断路器立即断开	(1) 电磁脱扣器瞬时动作的整定值过小； (2) 电磁脱扣器损坏	(1) 将整定值调高至规定值； (2) 更换电磁脱扣器
低压断路器闭合后，经过一定时间自行断开	热脱扣器的整定值过小	将整定值调高至规定值
低压断路器温升过高	(1) 触点压力过小； (2) 触点表面磨损或接触不良； (3) 连接两个导电零件的螺钉松动	(1) 调整触点压力或更换弹簧； (2) 更换触点或修整接触器； (3) 重新拧紧螺钉

※任务实施：

1. 实训内容

常用低压开关的认识、拆装与检测。

2. 实训器材准备

(1) 常用工具：钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。

(2) 常用仪表：兆欧表、万用表。

(3) 器材：开启式负荷开关（HK1 系列）、组合开关（HZ10 系列）、低压断路器（CDM10 系列、DZ47 系列）等若干低压开关。

3. 实训步骤

1) 认一认 低压开关的符号和型号

仔细观察各种不同类型、规格的低压开关，熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将所给低压开关的铭牌数据用标签纸编号，根据实物在低压开关的认识表（见表 1-1-6）中写出各低压开关的名称、型号及文字符号，并画出图形符号。



表 1-1-6 低压开关的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 低压开关的拆卸与装配

(1) 开启式负荷开关的拆卸与装配。

根据开启式负荷开关的结构图（见图 1-1-9），可知开启式负荷开关的拆卸过程：

瓷柄—胶盖—瓷底—静触片—动触片—熔丝—进线座—出线座。

开启式负荷开关的装配过程与拆卸过程相反。

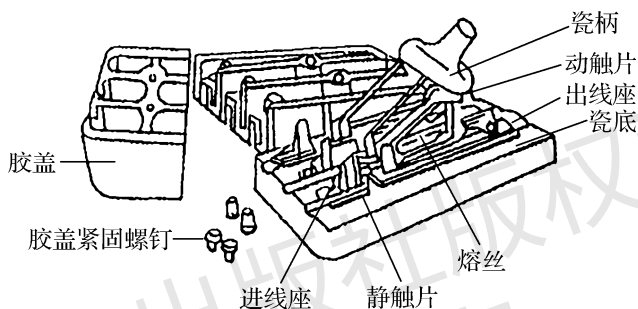


图 1-1-9 开启式负荷开关的结构图

(2) 组合开关的拆卸与装配。

根据组合开关的结构图（见图 1-1-10），可知组合开关的拆卸过程：

手柄—扭簧—转轴—凸轮—绝缘杆—绝缘垫板—动触片—静触片。

组合开关的装配过程与拆卸过程相反。

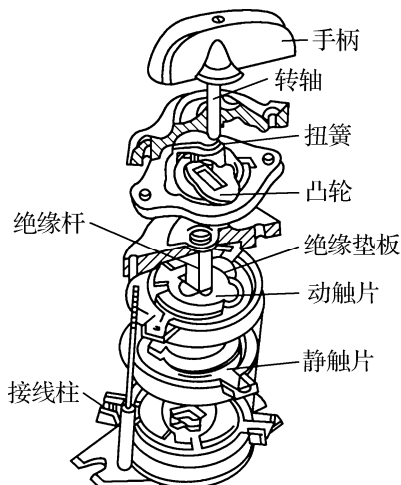


图 1-1-10 组合开关的结构图

(3) 低压断路器的拆卸与装配。

低压断路器的实物图如图 1-1-11 所示。

① CDM10 低压断路器的拆卸与装配。



拆卸过程：

外壳—手柄—灭弧罩—静触片—动触片—接电源端—接负载端。

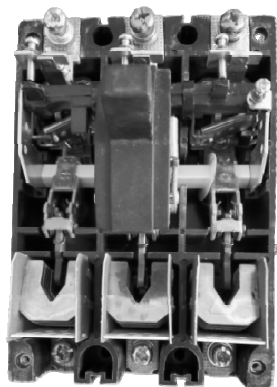
装配过程与拆卸过程相反。

② DZ47 低压断路器的拆卸与装配。

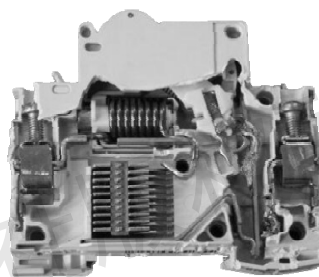
拆卸过程：

外壳—灭弧罩—过载保护金属片—电磁脱扣器—机械锁定装置—手柄—动触片—静触片。

装配过程与拆卸过程相反。



(a) CDM10 低压断路器



(b) DZ47 低压断路器

图 1-1-11 低压断路器的实物图

3) 做一做 低压开关的识别与检测

刀开关、组合开关和低压断路器的识别与检测分别如表 1-1-7、表 1-1-8 和表 1-1-9 所示。根据 3 个表中的操作要点分别进行操作，并将测量结果填写在低压开关测量结果记录表（见表 1-1-10）中。

表 1-1-7 刀开关的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读型号	刀开关的型号标注在胶盖上
2	识别接线柱	进线座（上端）为进线端子，出线座（下端）为出线端子
3	安装熔丝	打开胶盖，安装合适的熔丝
4	检测刀开关的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在刀开关的进、出线端子上，合上开关，若阻值为 0，则刀开关正常；若阻值为 1，则刀开关已断路，应检查熔丝连接是否可靠等

表 1-1-8 组合开关的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读型号	组合开关的型号标注在手柄下方的胶盖表面
2	识别接线柱	上接线柱为进线端子，下接线柱为出线端子
3	检测组合开关的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在组合开关的进、出线端子上，当手柄转向“0”位置时，阻值为 1，组合开关为断开状态；当手柄转向“I”位置时，阻值为 0，组合开关为闭合状态

表 1-1-9 低压断路器的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读型号	低压断路器的型号标注在低压断路器的表面
2	识别接线柱	上接线端为进线端子，下接线端为出线端子
3	检测低压断路器的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在低压断路器的进、出线端子上，当低压断路器的开关闭合时，阻值为 0；当低压断路器的开关断开时，阻值为 1

表 1-1-10 低压开关测量结果记录表

型号	极数	分闸时触点接触电阻/ Ω			合闸时触点接触电阻/ Ω			相间绝缘电阻/ Ω			质量好坏
		L1 相	L2 相	L3 相	L1 相	L2 相	L3 相	L1-L2	L2-L3	L1-L3	

4) 评一评 低压开关的识别与检测评分

低压开关的识别与检测评分标准如表 1-1-11 所示。

表 1-1-11 低压开关的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
开关的识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写，每处扣 2 分			
开关的拆装	30 分	操作规范，按顺序拆卸，装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确，每次扣 2 分； (2) 拆装不熟练，扣 5~10 分； (3) 拆卸后不能组装完整，扣 10 分； (4) 损坏零部件，每个扣 5 分			
开关的检测	30 分	操作规范，准确判断质量。 (1) 检测方法不正确，每处扣 5 分； (2) 检测结果不正确，每处扣 5 分； (3) 不会检测，扣 30 分			
职业素养	15 分	操作规范（“6S”管理：整理、整顿、清扫、安全、清洁、素养），安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品，扣 5 分； (2) 工具摆放乱，乱丢杂物，完成任务后不清理工位，每处扣 2 分； (3) 损坏仪器仪表或元器件，每个扣 10 分； (4) 发生严重违规操作，成绩记 0 分			
开始时间		结束时间		得分	
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%				总分	

5) 想一想 巩固与练习

(1) 通过网络收集或走访低压开关的生产厂家、专卖店和使用单位等，认识更多的低压开关。比一比，看谁收集和认识得多，分组讨论并整理后，作为资料备用。

(2) 某电动机的型号为 Y-112M-4，功率为 4kW， Δ 连接，额定电压为 380V，额定电流



为 8.8A，试分别选择开启式负荷开关、组合开关的型号规格。



微课

任务 1.2 熔断器的认识与检测

※知识目标：

- (1) 熟知熔断器的结构、用途和图形符号。
- (2) 了解熔断器的主要技术参数及适用范围。

※技能目标：

- (1) 会正确拆装常用熔断器，并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除熔断器的常见故障。

※知识平台：

熔断器在控制系统中作为短路保护电器，在使用时串联在被保护的电路中。当电路发生短路故障时，熔断器的电流达到或超过某一规定值，通过其自身的热量使熔体熔断，从而断开电路，起到保护作用。

1. 熔断器的型号及含义（见图 1-2-1）

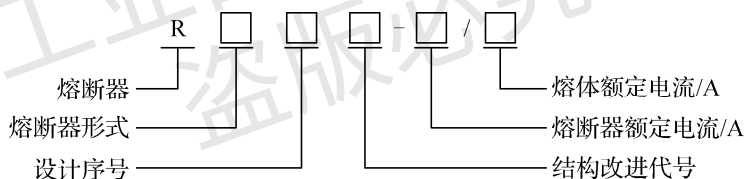


图 1-2-1 熔断器的型号及含义

熔断器形式：C——瓷插式；L——螺旋式；M——无填料密封管式；T——有填料密封管式；S——快速式；Z——自复式。

常见熔断器的型号有 RL1、RT0、RT15、RT18 等，在选用熔断器时应根据使用场合进行选择。

2. 熔断器的结构

熔断器主要由熔体（俗称熔丝）、安装熔体的熔管和熔座三部分组成。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。当电路短路或严重过载时，熔体会熔断保护电路。熔管是熔体的保护外壳，由耐热绝缘材料制成，在熔体熔断时兼有灭弧作用。熔座是熔断器的底座，用来固定熔管和连接外接线。

熔断器按结构形式可分为半封闭插入管式熔断器、无填料密封管式熔断器、有填料密封管式熔断器、螺旋自复式熔断器等。各类熔断器的外形及熔断器的图形符号和文字符号如图 1-2-2 所示。

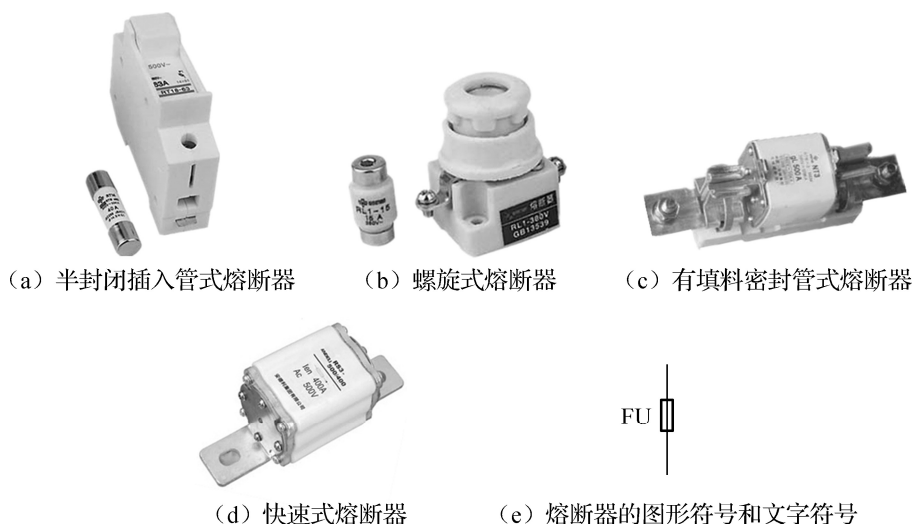


图 1-2-2 各类熔断器的外形及熔断器的图形符号和文字符号

3. 熔断器的主要技术参数

- (1) 额定电压：熔断器长期工作所能承受的电压。
- (2) 额定电流：保证熔断器能长期正常工作的电流。
- (3) 断开能力：在规定电压下熔断器能断开的预期断开电流值。

RT 系列熔断器的主要技术参数如表 1-2-1 所示，螺旋式熔断器的主要技术参数如表 1-2-2 所示。

表 1-2-1 RT 系列熔断器的主要技术参数

型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流等级/A
RT0	交流 380 直流 440	100	30、40、50、60、80、100
		200	120、150、200、250
		400	300、350、400、450
RT14	380	20	2、4、6、8、10、12、16、20
		32	4、6、8、10、12、16、20、25、32
		63	10、16、20、25、32、40、50、63

表 1-2-2 螺旋式熔断器的主要技术参数

型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流等级/A
RL1-15	500	15	2、4、6、10、15
RL1-60	500	60	20、25、30、35、40、50、60
RL1-100	500	100	60、80、100
RL1-200	500	200	100、125、150、200

4. 熔断器的选用原则

(1) 熔断器的额定电压应不小于电路的工作电压；熔断器的额定电流应不小于所装熔体的额定电流；熔断器的断开能力应大于电路中可能出现的最大短路电流。

(2) 对于电炉和照明等电阻性负载，熔体额定电流 I_{RN} 应不小于电路的工作电流 I_N ，即 $I_{RN} \geq I_N$ 。



(3) 对于单台电动机, 熔体的额定电流 I_{RN} 应不小于电动机额定电流 I_N 的 1.5~2.5 倍, 即 $I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5)I_N$ 。

(4) 对于多台电动机, 熔体的额定电流 I_{RN} 应不小于一台电动机最大额定电流 I_{Nmax} 的 1.5~2.5 倍加上同时使用的其他电动机额定电流之和 $\sum I_N$, 即 $I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5)I_{Nmax} + \sum I_N$ 。

5. 熔断器的故障检测及处理方法

熔断器的故障检测及处理方法如表 1-2-3 所示。

表 1-2-3 熔断器的故障检测及处理方法

常见故障	可能原因	处理方法
电路接通瞬间, 熔体熔断	(1) 熔体规格过小; (2) 被保护电路短路或接地; (3) 在安装熔体时有机械损伤	(1) 更换合适的熔体; (2) 检查电路, 排除故障; (3) 更换熔体
熔体未熔断, 但电路不通	(1) 熔体或连接线接触不良; (2) 紧固螺钉松脱	(1) 旋紧熔体或重新接线; (2) 将紧固螺钉旋紧

※任务实施:

1. 实训内容

熔断器的识别、拆装与检测。

2. 实训器材准备

- (1) 常用工具: 钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。
- (2) 常用仪表: 兆欧表、万用表。
- (3) 器材: 若干熔断器 (RT18 系列、RL1 系列)。

3. 实训步骤

1) 认一认 熔断器的符号和型号

仔细观察各种不同类型、规格的熔断器, 熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将所给熔断器的铭牌数据用标签纸编号, 根据实物在熔断器的认识表 (见表 1-2-4) 中写出各熔断器的名称、型号、型号含义及文字符号, 并画出图形符号。

表 1-2-4 熔断器的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 熔断器的拆卸与装配

根据 RL 系列熔断器的结构 (见图 1-2-3), 可知 RL 系列熔断器的拆卸过程:

瓷帽—熔断管—瓷套—上接线座—下接线座—瓷座。

装配过程与拆卸过程相反。

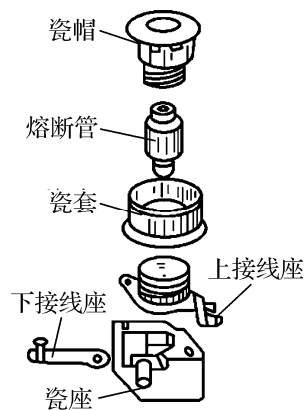


图 1-2-3 RL 系列熔断器的结构

3) 做一做 熔断器的识别与检测

熔断器的识别与检测如表 1-2-5 所示,按照表中的操作要点进行操作,并将测量结果填写在熔断器测量结果记录表(见表 1-2-6)中。

表 1-2-5 熔断器的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读型号	熔断器的型号标注在瓷座的铭牌上或瓷帽上方
2	识别接线柱	上接线柱(高端)为出线端子,下接线柱(低端)为进线端子
3	检测 熔断器的好坏	将万用表置于蜂鸣挡,用两表笔分别搭接在熔断器的上、下接线柱上,若阻值为 0,则熔断器正常;若阻值为 1,则熔断器已断路,应检查熔体是否断路或瓷帽是否旋好等

表 1-2-6 熔断器测量结果记录表

型号	输入端与输出端电阻/ Ω		质量 好坏	拆卸步骤 (螺旋式熔断器)
	不装熔体电阻	装入熔体电阻		

4) 评一评 熔断器的识别与检测评分

熔断器的识别与检测评分标准如表 1-2-7 所示。

表 1-2-7 熔断器的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
熔断器的识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写,每处扣 2 分			
熔断器的拆装	30 分	操作规范,按顺序拆卸,装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确,每次扣 2 分; (2) 拆装不熟练,扣 5~10 分; (3) 拆卸后不能组装完整,扣 10 分; (4) 损坏零部件,每个扣 5 分			
熔断器的检测	30 分	操作规范,准确判断质量。 (1) 检测方法不正确,每处扣 5 分; (2) 检测结果不正确,每处扣 5 分; (3) 不会检测,扣 30 分			

续表

项目	配分 (100 分)	评分标准			自评	互评	师评
职业素养	15 分	操作规范(“6S”管理:整理、整顿、清扫、安全、 清洁、素养),安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品,扣 5 分; (2) 工具摆放乱,乱丢杂物,完成任务后不清理 工位,每处扣 2 分; (3) 损坏仪器仪表或元器件,每个扣 10 分; (4) 发生严重违规操作,成绩记 0 分					
开始时间		结束时间		得分			
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%						总分	

5) 想一想 巩固与练习

(1) 通过网络收集或走访熔断器的生产厂家、专卖店和使用单位,认识更多的熔断器。比一比,看谁收集和认识得多,分组讨论并整理后,作为资料备用。

(2) 熔断器的功能是什么?常用的低压熔断器有几种类型?画出熔断器的图形符号和文字符号。

(3) 试说明熔断器型号 RL1-200/200A 的含义。

任务 1.3 接触器的认识与检测



微课

※知识目标:

- (1) 熟知接触器的结构、用途和图形符号。
- (2) 了解接触器的主要技术参数及适用范围。

※技能目标:

- (1) 会正确拆装常用的接触器,并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除接触器的常见故障。

※知识平台:

接触器是一种自动的电磁式开关,适用于远距离频繁地接通或断开交、直流电路及大容量控制电路。接触器按通过主触点的电流种类分为交流接触器和直流接触器两种。

交流接触器主要用于控制电动机、电热设备、电焊机、电容器组等,能频繁地接通或断开交流主电路,实现远距离自动控制。它具有低电压释放保护功能,在电力自动控制电路中被广泛应用。

1. 接触器的结构

接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置及辅助部件组成。接触器外形及结构图如图 1-3-1 所示。

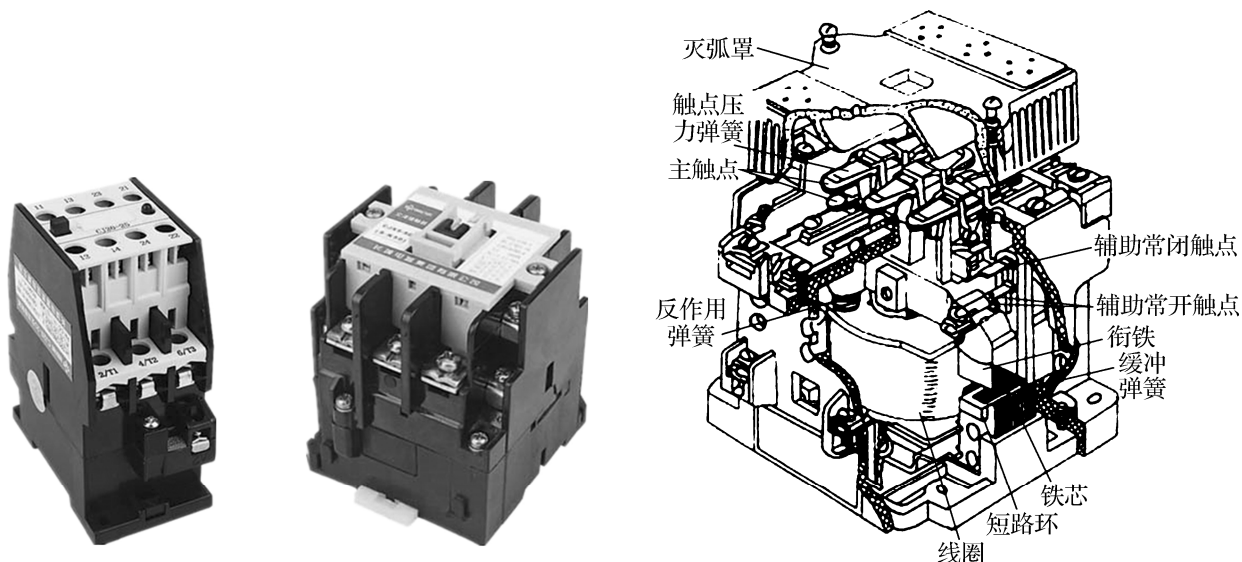


图 1-3-1 接触器外形及结构图

1) 电磁系统

接触器的电磁系统主要由线圈、铁芯（静铁芯）和衔铁（动铁芯）三部分组成。其作用是利用电磁线圈的通电或断电，使衔铁和铁芯吸合或释放，从而带动动触点与静触点闭合或断开，实现接通或断开电路的目的。

2) 触点系统

触点系统是接触器的执行元件，用来接通或断开被控制的电路。触点根据其所控制的电路可分为主触点和辅助触点。主触点用于接通或断开主电路，允许通过较大的电流，为常开（动合）触点；辅助触点用于接通或断开控制电路，只能通过较小的电流，有常开触点和常闭（动断）触点两种。常开触点和常闭触点是联动的。当线圈通电时，常闭触点先断开，常开触点后闭合；当线圈断电时，常开触点先恢复断开，随后常闭触点恢复闭合。两种触点在改变工作状态时有先后时间差，尽管这个时间差很短，但对分析电路的控制原理很重要。

接触器的线圈通电后，根据电磁效应，铁芯被磁化为电磁铁，产生电磁力，衔铁压缩弹簧向铁芯方向移动，同时带动所连触点的移动，使常闭触点断开，常开触点闭合，从而接通被控制的电路；接触器的线圈断电后，电磁铁失磁，电磁力消失，衔铁在复位弹簧的作用下迅速离开铁芯，带动动触点复位，从而切断被控制的电路。

3) 灭弧装置

容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置。对于小容量的接触器，常采用双断口桥式触点灭弧，触点上带有灭弧罩；对于大容量的接触器，常采用纵缝灭弧罩及灭弧栅灭弧。

4) 辅助部件

接触器的辅助部件有反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构、底座及接线柱等。

反作用弹簧安装在衔铁和线圈之间，其作用是线圈断电后，推动衔铁释放，使各触点恢复原状态。缓冲弹簧安装在铁芯与线圈之间，其作用是缓冲衔铁在吸合时对铁芯和外壳的冲击力，保护外壳。触点压力弹簧安装在动触点上方，其作用是增加动、静触点之间的压力，从而增大接触面积，以减小接触电阻，防止触点过热灼伤。传动机构的作用是在衔铁或反作用弹簧的作用下，带动动触点实现与静触点的接通或断开。



2. 接触器的型号及含义

接触器的型号及含义如图 1-3-2 所示。

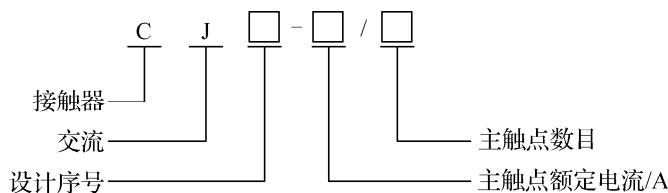


图 1-3-2 接触器的型号及含义

3. 接触器的图形符号及文字符号

接触器的图形符号及文字符号如图 1-3-3 所示。

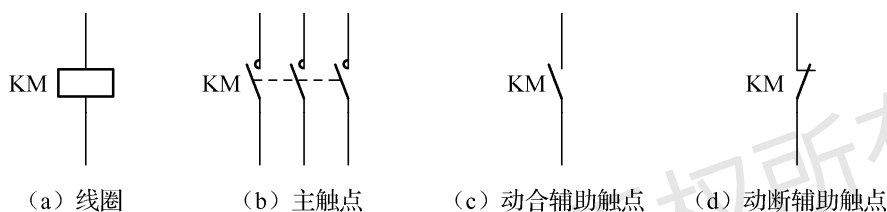


图 1-3-3 接触器的图形符号及文字符号

4. 接触器的主要技术参数

(1) 接触器的额定电压：主触点的额定电压。常用额定电压等级：直流接触器有 110V、220V、440V、660V；交流接触器有 127V、220V、380V、500V、660V。

(2) 接触器的额定电流：主触点的额定电流。常用额定电流等级：直流接触器有 5A、10A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A；交流接触器有 5A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A。

(3) 电磁线圈的额定电压：保证衔铁可靠吸合的线圈工作电压。常用电压等级：直流线圈有 24V、48V、110V、220V、440V；交流线圈有 36V、110V、127V、220V、380V。

(4) 额定操作频率：接触器每小时接通的次数。交流接触器的额定操作频率为 600 次/h；直流接触器的额定操作频率为 1200 次/h。

(5) 接通和断开能力：主触点在规定条件下能可靠地接通和断开的电流值。

CJ10 系列交流接触器的主要技术参数如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 CJ10 系列交流接触器的主要技术参数

型号	主触点			辅助触点			线圈	可控三相交流异步电动机的最大功率/kW	
	对数	额定电压/V	额定电流/A	对数	额定电压/V	额定电流/A	额定电压/V	220V	380V
CJ10-10	3	380	10	常开触点 2 对， 常闭触点 2 对	380	5	36、110、 127、220、 380	2.2	4
CJ10-20	3	380	20		380	5		5.5	10
CJ10-40	3	380	40		380	5		11	20
CJ10-60	3	380	60		380	5		17	30
CJ10-100	3	380	100		380	5		28	50
CJ10-150	3	380	150		380	5		43	75

5. 交流接触器的故障检测及处理方法

交流接触器的故障检测及处理方法如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 交流接触器的故障检测及处理方法

常见故障现象	可能原因	处理方法
触点吸不上或吸力不足（触点已闭合而铁芯尚未完全闭合）	(1) 电源电压过低； (2) 操作回路电源容量不足或断线、配线错误或控制触点接触不良； (3) 线圈参数与实际使用技术条件不符； (4) 交流接触器受损，如线圈断线或烧坏、机械可动部分被卡住、转轴生锈或歪斜； (5) 触点弹簧压力与超程过大	(1) 将电源电压调整至额定值； (2) 增加电源容量、更换电路、修理控制触点； (3) 更换线圈； (4) 更换线圈、排除卡住故障、修理受损零件； (5) 按要求调整触点参数
触点不释放或释放缓慢	(1) 触点弹簧压力过小； (2) 触点熔焊； (3) 机械可动部分被卡住，转轴生锈或歪斜； (4) 弹簧损坏，铁芯极面有油污或尘埃； (5) 当 E 形铁芯寿命终了时，去磁气隙消失，剩磁增大，使铁芯不释放	(1) 调整触点弹簧压力； (2) 排除熔焊故障，修理受损零件； (3) 排除卡住故障； (4) 更换弹簧，清理铁芯极面； (5) 更换铁芯
电磁噪声大	(1) 电源电压过低； (2) 触点弹簧压力过大； (3) 电磁系统歪斜或机械卡住，使铁芯不能吸平； (4) 铁芯极面生锈或油污、尘埃等异物渗入铁芯极面； (5) 短路环断裂； (6) 铁芯极面因磨损过度而不平	(1) 将电源电压调整至额定值； (2) 调整触点弹簧压力； (3) 排除歪斜或卡住故障； (4) 清理铁芯极面； (5) 更换短路环； (6) 更换铁芯
线圈过热或被烧坏	(1) 电源电压过高或过低； (2) 线圈参数与实际使用技术条件不符； (3) 交流操作频率过高； (4) 线圈制造缺陷或机械损伤、绝缘损坏； (5) 运动部分卡阻； (6) 铁芯极面不平或中间气隙过大； (7) 交流接触器派生支流操作的双线圈因常闭联锁触点熔焊不释放而使线圈过热； (8) 使用环境条件特殊，如空气潮湿、含有腐蚀性气体或环境温度过高	(1) 调整电源电压； (2) 更换线圈； (3) 调换合适的交流接触器； (4) 更换线圈，排除引起机械损伤、绝缘损坏的故障； (5) 排除卡阻故障； (6) 清理铁芯极面或更换铁芯； (7) 调整常闭联锁触点参数及更换被烧坏的线圈； (8) 采用特殊设计的线圈
触点熔焊	(1) 交流接触器操作频率过高或过载使用； (2) 负载有短路； (3) 触点弹簧压力过小； (4) 触点表面有金属颗粒突起或异物； (5) 操作回路电压过低或机械卡阻，使吸合过程中产生停滞现象，触点停顿在刚接触的位置上	(1) 调换合适的交流接触器； (2) 排除短路故障，更换触点； (3) 调整触点弹簧压力； (4) 清理触点表面； (5) 将操作回路电压调整至额定值，排除机械卡阻故障，使交流接触器吸合可靠
触点过热或被灼伤	(1) 触点弹簧压力过小； (2) 触点上油污或表面高低不平、有金属颗粒突起； (3) 交流接触器操作频率过高或工作电流过大，触点的断开容量不够； (4) 触点长期工作、工作环境温度过高	(1) 调整触点弹簧压力； (2) 清理触点表面； (3) 调换容量较大的交流接触器； (4) 降容使用交流接触器



※任务实施:

1. 实训内容

常用交流接触器的型号识别、拆装和质量检测。

2. 实训器材准备

- (1) 常用工具：钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。
- (2) 常用仪表：兆欧表、万用表。
- (3) 器材：CJT1-10 型、CJX2-25 型等若干交流接触器。

3. 实训步骤

1) 认一认 交流接触器的符号和型号

仔细观察不同类型、规格的交流接触器，熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将交流接触器的铭牌数据用标签纸编号，根据实物在交流接触器的认识表（见表 1-3-3）中写出各交流接触器的名称、型号、型号含义及文字符号，并画出图形符号。

表 1-3-3 交流接触器的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 交流接触器的拆卸与装配

CJT1-10 型交流接触器的拆装步骤如下。

- (1) 用螺丝刀拧开螺钉，取下灭弧罩。
- (2) 用尖嘴钳拉出主触点和辅助触点的动触点。
- (3) 用螺丝刀松开接触器静触点接线柱螺钉，取下静触点。
- (4) 用螺丝刀松开接触器底部的盖板螺钉，取下盖板。在松开盖板螺钉时，要用手按住盖板，慢慢松开。
- (5) 取下铁芯缓冲绝缘纸片。
- (6) 取下铁芯支架及缓冲弹簧。
- (7) 拔出线圈接线端的弹簧夹片，取下线圈。
- (8) 依次取下反作用弹簧、衔铁、支架、铁芯。在拆卸过程中不允许硬撬，以免损坏元器件。

(9) 在装配时，按拆卸的相反顺序进行装配。

3) 做一做 交流接触器的识别与检测

交流接触器的识别与检测如表 1-3-4 所示，根据表中的操作要点进行操作，并将测量结果填写在交流接触器测量结果记录表（见表 1-3-5）中。



表 1-3-4 交流接触器的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读交流接触器的型号	交流接触器的型号标注在窗口侧的下方（铭牌上）
2	识别交流接触器线圈的额定电压	交流接触器线圈的额定电压可在交流接触器的窗口里面看到（同一型号的接触器线圈有不同的电压等级）
3	找到线圈的接线端子	线圈的接线端子在接触器的下半部分，标注在接线端子旁，编号为 A1-A2
4	找到 3 对主触点的接线端子	主触点的接线端子在接触器的上半部分，标注在对应接线端子的顶部，编号分别为 1/L1-2/T1、3/L2-4/T2、5/L3-6/T3
5	找到 2 对辅助常开触点的接线端子	辅助常开触点的接线端子在接触器的上半部分，标注在对应接线端子的外侧，编号分别为 22-24、43-44
6	找到 2 对辅助常闭触点的接线端子	辅助常闭触点的接线端子在接触器的顶部，标注在对应接线端子的顶部，编号分别为 11-12、31-32
7	压下接触器，观察触点吸合情况	边压边看，常闭触点先断开，常开触点后闭合
8	释放接触器，观察触点复位情况	边放边看，常开触点先复位，常闭触点后复位
9	检测 2 对常闭触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常闭触点两端。当接触器为常态时，各常闭触点的阻值约为 0；压下接触器后，再测量常闭触点的阻值，阻值为 1
10	检测 5 对常开触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常开触点两端。当接触器为常态时，各常开触点的阻值约为 1；压下接触器后，再测量常开触点的阻值，阻值为 0
11	检测接触器线圈的好坏	将万用表置于 $2\text{k}\Omega$ 挡，将两表笔分别搭接在线圈两端，线圈的阻值约为 $1.8\text{k}\Omega$
12	测量各触点接线端子之间的阻值	将万用表置于 $200\text{M}\Omega$ 挡，各触点接线端子之间的阻值为 1

表 1-3-5 交流接触器测量结果记录表

型号		容量		拆卸步骤
触点数				
主触点	辅助触点	辅助常开触点	辅助常闭触点	
触点电阻				
常开触点		常闭触点		
动作前	动作后	动作前	动作后	
线 圈				
线径	匝数	电压	电阻	
质量好坏				

4) 评一评 交流接触器的识别与检测评分

交流接触器的识别与检测评分标准如表 1-3-6 所示。



表 1-3-6 交流接触器的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
接触器的识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写, 每处扣 2 分			
接触器的拆装	30 分	操作规范, 按顺序拆卸, 装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确, 每次扣 2 分; (2) 拆装不熟练, 扣 5~10 分; (3) 拆卸后不能组装完整, 扣 10 分; (4) 损坏零部件, 每个扣 5 分			
接触器的检测	30 分	操作规范, 准确判断质量。 (1) 检测方法不正确, 每处扣 5 分; (2) 检测结果不正确, 每处扣 5 分; (3) 不会检测, 扣 30 分			
职业素养	15 分	操作规范 (“6S” 管理: 整理、整顿、清扫、安全、 清洁、素养), 安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品, 扣 5 分; (2) 工具摆放乱, 乱丢杂物, 完成任务后不清理工 位, 每处扣 2 分; (3) 损坏仪器仪表或元器件, 每个扣 10 分; (4) 发生严重违规操作, 成绩记 0 分			
开始时间		结束时间	得分		
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%				总分	

5) 想一想 巩固与练习

- (1) 通过网络收集或走访接触器的生产厂家、专卖店和使用单位, 认识更多的接触器。比一比, 看谁收集和认识得多, 分组讨论并整理后, 作为资料备用。
- (2) 当交流接触器动作时, 常开触点和常闭触点的动作顺序是怎样的?
- (3) 说出 CJ20-40 型接触器中 CJ、20、40 的含义。

任务 1.4 热继电器的认识与检测



微课

※知识目标:

- (1) 熟知热继电器的结构、用途和图形符号。
- (2) 了解热继电器的主要技术参数及适用范围。

※技能目标:

- (1) 会正确拆装常用热继电器, 并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除热继电器的常见故障。

※知识平台:

热继电器是利用流过热继电器的电流所产生的热效应而产生反时限动作的继电器。反时限动作指热继电器的动作时间随电流的增大而缩短。热继电器主要用于电动机的过载保护、

断相保护、电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。

热继电器的形式有多种，其中，双金属片式热继电器应用得最多。热继电器按极数可分为单极、双极和三极 3 种，其中，三极热继电器包括带断相保护装置的热继电器和不带断相保护装置的热继电器。热继电器按复位方式可分为启动复位式（触点动作后能自动返回原来位置）热继电器和手动复位式热继电器。目前常用的热继电器有国产 JR12、JR20 等系列，以及国外的 T 系列和 3UA 系列等。

1. 热继电器的型号和含义

热继电器的型号及含义如图 1-4-1 所示。

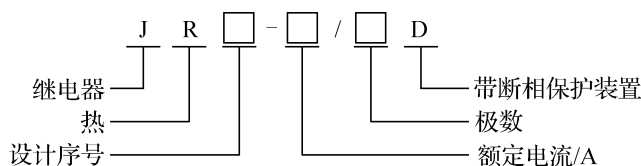


图 1-4-1 热继电器的型号及含义

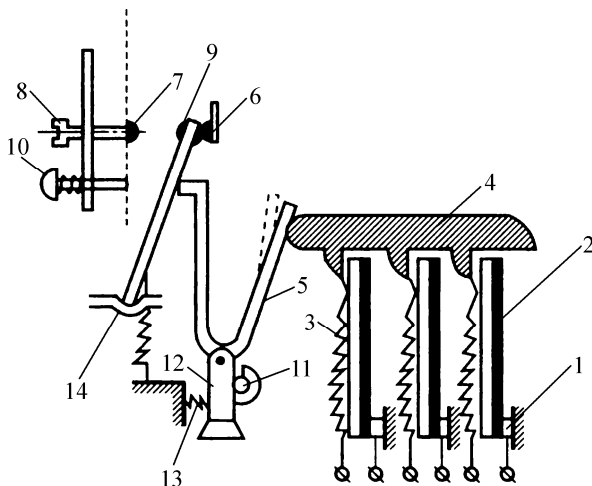
2. 热继电器的结构及工作原理

1) 热继电器的结构

热继电器主要由热元件、动作机构、触点系统、电流整定装置、温度补偿元件和复位机构等部分组成。动作机构常设有温度补偿装置，保证在一定的温度范围内，热继电器的动作特性基本不变。典型的热继电器结构如图 1-4-2 所示，热继电器实物图、图形符号及文字符号如图 1-4-3 所示。

(1) 热元件。热元件主要由主双金属片和绕在外面的电阻丝组成。主双金属片由两种膨胀系数不同的金属片复合而成，金属片材料多为铁镍铬合金和铁镍合金。电阻丝一般用康铜或镍铬合金等材料制成。

(2) 动作机构和触点系统。动作机构利用杠杆传递及弓簧式瞬跳机构保证触点动作的速度和可靠性。触点为单断点弓簧瞬跳式动作，一般包括一个常开触点和一个常闭触点。



1—主双金属片固定件；2—主双金属片；3—热元件；4—导板；5—温度补偿双金属片；6、7、9—触点；8—复位调节螺钉；10—复位按钮；11—调节旋钮；12—支撑件；13—弹簧；14—传动机构。

图 1-4-2 典型的热继电器结构

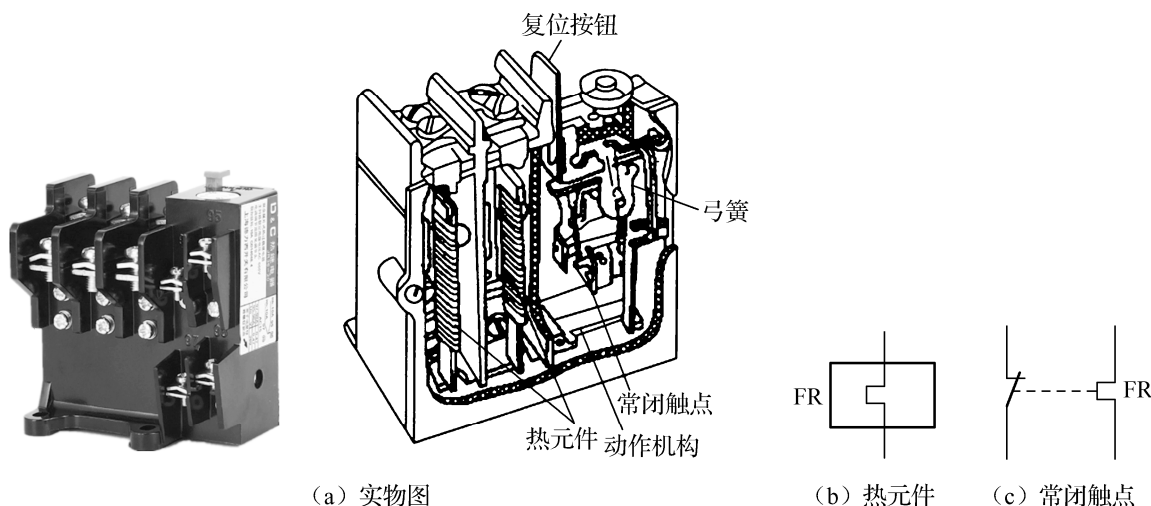


图 1-4-3 热继电器实物图、图形符号及文字符号

(3) 电流整定装置。通过调节旋钮和电流调节凸轮调节推杆间隙，改变推杆移动的距离，从而调节整定电流值。

(4) 温度补偿元件。温度补偿元件为双金属片，其受热弯曲的方向与主双金属片一致，它保证热继电器的动作特性在 $-30\sim+40^{\circ}\text{C}$ 的环境范围内基本不受周围介质温度的影响。

2) 热继电器的工作原理

将热继电器的三相热元件分别串联到电动机的三相主电路中，常闭触点接在控制电路的接触器线圈回路中。

当电动机过载时，流过电阻丝电流超过整定电流值，电阻丝发热，主双金属片向左弯曲，推动导板向左移动，通过温度补偿双金属片推动推杆转动，从而推动触点系统工作。动触点与静触点分开，使接触器线圈断电，接触器触点断开，将电源切断。电源切断后，主双金属片逐渐冷却恢复原位，动触点靠弓簧自动复位。

热继电器也可手动复位，以防止在故障排除前设备带故障再次使用。将复位调节螺钉向外调节到一定位置，使动触点弓簧的转动超过一定角度从而失去反弹性，此时即使主双金属片冷却复原，动触点也不能制动复位，必须采取手动复位。按下复位按钮，推动动触点弓簧恢复到具有弹性的角度，从而推动动触点和静触点恢复闭合。

3. 热继电器的选用

主要根据所保护电动机的额定电流来确定热继电器的规格和热元件的电流等级。

(1) 根据电动机的额定电流选择热继电器的规格。一般应使热继电器的额定电流略大于电动机的额定电流。

(2) 根据需要的整定电流值选择热元件的编号和电流等级。一般情况下，热元件的整定电流为电动机额定电流的 $0.95\sim 1.05$ 倍。

(3) 根据电动机定子绕组的连接方式选择热继电器的结构形式。定子绕组为Y连接的电动机选用普通三相结构的热继电器；定子绕组为 Δ 连接的电动机选用三相结构带断相保护装置的热继电器。JR20系列热继电器的主要技术参数如表1-4-1所示。



表 1-4-1 JR20 系列热继电器的主要技术参数

型号	热元件	整定电流范围/A	型号	热元件	整定电流范围/A
JR20-16	1S	3.6~4.5~5.4	JR20-63	1U	16~20~24
	2S	5.4~6.7~8		2U	24~30~36
	3S	8~10~12		3U	32~40~47
	4S	10~12~14		4U	40~47~55
	5S	12~14~16		5U	47~55~62
	6S	14~16~18		6U	55~62~71

4. 热继电器的常见故障及处理方法

热继电器的常见故障及处理方法如表 1-4-2 所示。

表 1-4-2 热继电器的常见故障及处理方法

常见故障现象	可能原因	处理方法
热继电器误动作	(1) 整定值偏小; (2) 电动机启动时间过长; (3) 热继电器反复短时工作, 操作次数过多; (4) 强烈的冲击振动; (5) 连接导线太细	(1) 合理调整整定值, 若热继电器的额定电流或热元件型号不符合要求, 则予以更换; (2) 从电路上采取措施, 启动过程中使热继电器短接; (3) 调换合适的热继电器; (4) 选用带防冲装置的专用热继电器; (5) 调换合适的连接导线
热继电器不动作	(1) 整定值偏大; (2) 触点接触不良; (3) 热元件被烧断或脱焊; (4) 运动部分卡阻; (5) 导板脱出; (6) 连接导线太粗	(1) 合理调整整定值, 若热继电器的额定电流或热元件型号不符合要求, 则应更换; (2) 清理触点表面; (3) 更换热元件或补焊; (4) 排除卡阻故障, 但用户不得随意调整, 以免改变动作特性; (5) 重新放入导板并调试, 推动几次看其动作是否灵活; (6) 调换合适的连接导线
热元件被烧断	(1) 负载侧短路, 电流过大; (2) 热继电器反复短时工作, 操作次数过多; (3) 机械故障, 在启动过程中热继电器不能动作	(1) 检查电路, 排除短路故障并更换热元件; (2) 调换合适的热继电器; (3) 排除机械故障并更换热元件
控制电路不通	(1) 触点被烧坏或接触不良; (2) 调节旋钮转到了不合适的位置; (3) 触点动作后没有复位	(1) 更换触点或弹片或热继电器; (2) 调整调节旋钮或复位调节螺钉; (3) 按下复位按钮

※任务实施:

1. 实训内容

常用热继电器的型号识别、拆装、质量检测和参数选择。

2. 实训器材准备

- (1) 常用工具: 钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。
- (2) 常用仪表: 兆欧表、万用表。



(3) 器材: JR20-63 型、LR2-D1305C 型等若干热继电器。

3. 实训步骤

1) 认一认 热继电器的符号和型号

仔细观察不同类型、规格的热继电器,熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将所给热继电器用标签纸编号,根据实物在热继电器的认识表(见表 1-4-3)中写出各热继电器的名称、型号、型号含义及文字符号,并画出图形符号。

表 1-4-3 热继电器的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 热继电器的拆卸与装配

JR20-63 型热继电器的拆装步骤如下。

- (1) 用螺丝刀将热继电器后盖的固定螺钉旋下。
- (2) 取下热继电器的后盖板。
- (3) 用螺丝刀将热元件进线端和出线端的螺钉旋下。
- (4) 将热元件取下。
- (5) 取下复位按钮。
- (6) 取下导板。
- (7) 用螺丝刀将常开触点和常闭触点的螺钉旋下。
- (8) 取下动作机构。
- (9) 取下常闭触点和常开触点。
- (10) 取下传动机构。
- (11) 在装配时,按拆卸的相反顺序进行装配。

3) 做一做 热继电器的识别与检测

热继电器的识别与检测如表 1-4-4 所示,根据表中的操作要点进行操作,并将测量结果填写在热继电器测量结果记录表(见表 1-4-5)中。

表 1-4-4 热继电器的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读热继电器的铭牌	铭牌贴在热继电器的侧面
2	找到整定电流调节旋钮	调节旋钮上标有整定电流
3	找到复位按钮	REST/STOP
4	找到测试键	测试键位于热继电器前侧下方, TEST
5	找到驱动元件的接线端子	驱动元件接线端子的编号与交流接触器相似,分别为 1/L1-2/T1、3/L2-4/T2、5/L3-6/T3
6	找到常闭触点的接线端子	常闭触点接线端子的编号在对应的接线端子旁,为 95-96

续表

序号	任务	操作要点
7	找到常开触点的接线端子	常开触点接线端子的编号在对应的接线端子旁，为 97-98
8	检测常闭触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常闭触点两端。当热继电器为常态时，各常闭触点的阻值约为 0；按下测试键后，再测量阻值，阻值为 1
9	检测常开触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常开触点两端。当热继电器为常态时，各常开触点的阻值约为 1；按下测试键后，再测量阻值，阻值为 0

表 1-4-5 热继电器测量结果记录表

型号	触点数量	拆卸步骤
触点质量好坏		
95-96 电阻值/ Ω	97-98 电阻值/ Ω	
初始状态		
按下过载测试按钮		

4) 评一评 热继电器的识别与检测评分

热继电器的识别与检测评分标准如表 1-4-6 所示。

表 1-4-6 热继电器的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
热继电器的识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写，每处扣 2 分			
热继电器的拆装	30 分	操作规范，按顺序拆卸，装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确，每次扣 2 分； (2) 拆装不熟练，扣 5~10 分； (3) 拆卸后不能组装完整，扣 10 分； (4) 损坏零部件，每个扣 5 分			
热继电器的检测	30 分	操作规范，准确判断质量。 (1) 检测方法不正确，每处扣 5 分； (2) 检测结果不正确，每处扣 5 分； (3) 不会检测，扣 30 分			
职业素养	15 分	操作规范（“6S”管理：整理、整顿、清扫、安全、清洁、素养），安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品，扣 5 分； (2) 工具摆放乱，乱丢杂物，完成任务后不清理工位，每处扣 2 分； (3) 损坏仪器仪表或元器件，每个扣 10 分； (4) 发生严重违规操作，成绩记 0 分			
开始时间		结束时间	得分		
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%				总分	

5) 想一想 巩固与练习

(1) 通过网络收集或走访热继电器的生产厂家、专卖店和使用单位，认识更多的热继电器。比一比，看谁收集和认识得多，分组讨论并整理后，作为资料备用。



(2) 某电动机的型号为 Y-112M-4, 功率为 4kW, Δ 连接, 额定电压为 380V, 额定电流为 8.8A, 试选择热继电器的型号规格。

(3) 说出 JR20-63 型热继电器中 JR、20、63 的含义。

任务 1.5 主令电器的认识与检测



微课

※知识目标:

- (1) 熟知主令电器的结构、用途和图形符号。
- (2) 了解主令电器的主要技术参数及适用范围。

※技能目标:

- (1) 会正确拆装常用主令电器, 并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除主令电器的常见故障。

※知识平台:

主令电器是在制动控制系统中用来发出指令的操纵电器。它用来控制接触器、继电器或其他电器, 使电路接通或断开, 从而实现电气设备的自动控制。常用的主令电器有控制按钮(简称按钮)、行程开关(位置开关)、万能转换开关、主令控制器等。下面主要介绍控制按钮和行程开关。

1. 控制按钮

按钮是一种通过人体某一部分(一般为手指或手掌)施加力而操作的电器, 它是具有储能(弹簧)复位的一种控制开关, 属于主令电器的一种。

按钮的触点允许通过的电流较小, 一般不超过 5A, 因此, 一般情况下它不直接控制主电路的通断, 而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、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。

1) 按钮的型号及含义

按钮的型号及含义如图 1-5-1 所示。

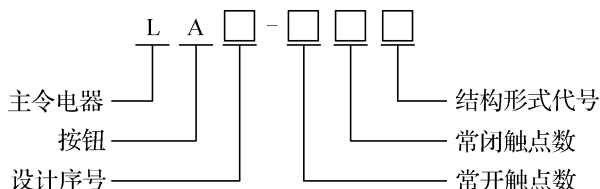


图 1-5-1 按钮的型号及含义

在图 1-5-1 中, 结构形式代号的含义如下。

K 表示开启式, 适用于嵌装在操作面板上。

H 表示保护式, 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 表示防水式, 具有密封外壳, 可防止雨水进入。

F 表示防腐式，能防止腐蚀性气体进入。

J 表示紧急式，带有红色大蘑菇钮头（在外突出），用来紧急切断电源。

X 表示旋钮式，通过旋转旋钮进行操作，有通和断两个位置。

Y 表示钥匙操作式，用钥匙插入进行操作，可防止误操作或可供专人操作。

D 表示光标按钮，按钮内装有信号灯，兼作信号指示。

2) 按钮的外形及结构

按钮的结构图、外形图及实物图如图 1-5-2 所示。

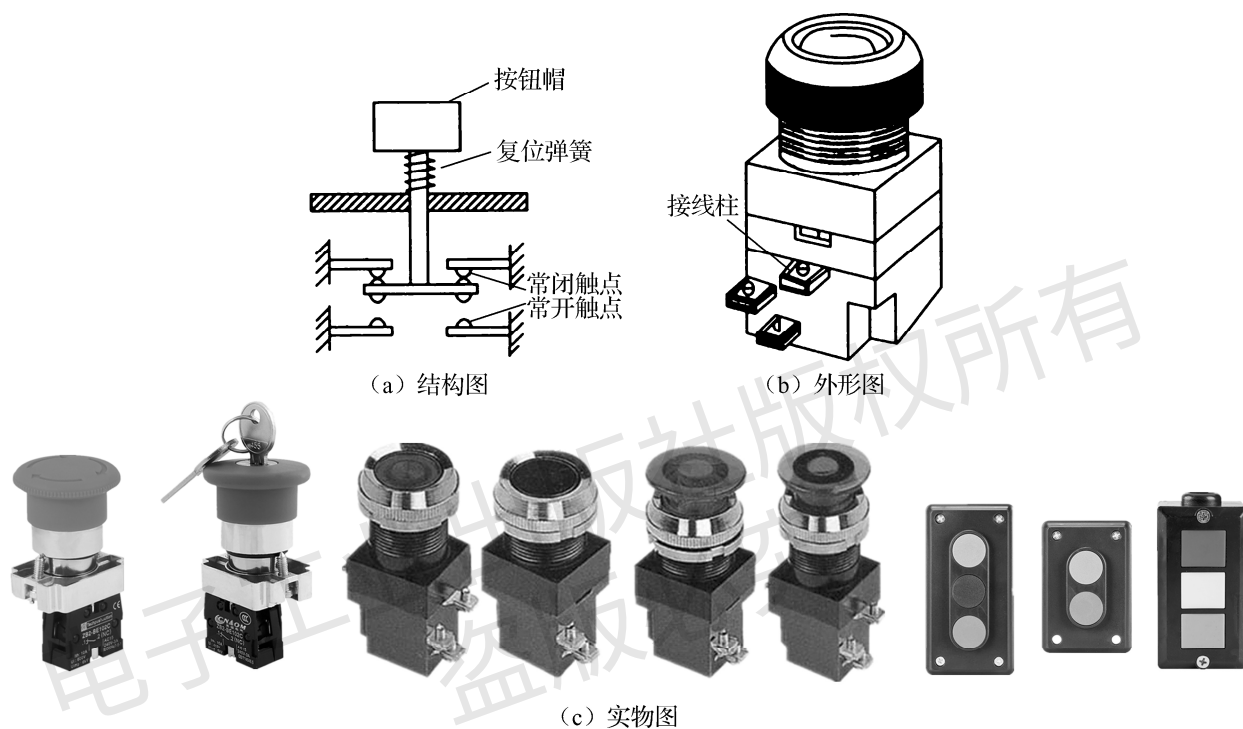


图 1-5-2 按钮的结构图、外形图及实物图

按钮一般由按钮帽、复位弹簧、常闭触点、常开触点、支柱连杆及外壳等部分组成，如图 1-5-2 (a) 所示。

根据按钮在静态（不受外力作用）时触点的分合状态，按钮可分为常开按钮（动合按钮）、常闭按钮（动断按钮）和复合按钮。常开按钮作为启动按钮；常闭按钮作为停止按钮。常开按钮和常闭按钮组合为一体的按钮为复合按钮。

常开按钮：当其未按下时，触点是断开的；当其按下时，触点闭合；当其松开后，按钮自动复位。

常闭按钮：当其未按下时，触点是闭合的；当其按下时，触点断开；当其松开后，按钮自动复位。

复合按钮：当其按下时，常闭触点先断开，常开触点再闭合；当其松开时，常开触点先断开，常闭触点再闭合。

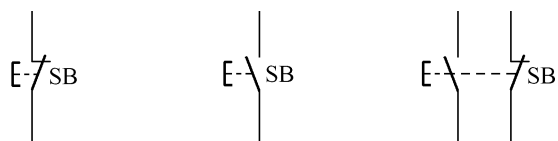


图 1-5-3 按钮的图形符号及文字符号

3) 按钮的图形符号及文字符号

按钮的图形符号及文字符号如图 1-5-3 所示。



4) 按钮的颜色及其含义和用途

常用按钮的颜色及其含义和用途如表 1-5-1 所示。

表 1-5-1 常用按钮的颜色及其含义和用途

颜色	含义	说明	典型用途
红	停止、紧急	在危险或紧急情况时操作	急停
黄	异常	在异常情况时操作	干预、制止异常情况，干预、重新启动中断了的自动循环
绿	安全	在安全情况或为正常情况准备时操作	启动/接通
蓝	强制性	在要求强制动作情况时操作	复位功能
白	未赋予特定含义	除急停外的一般功能的启动	启动/接通（优先） 停止/断开
灰			启动/接通 停止/断开
黑			启动/接通 停止/断开（优先）

5) 按钮的选用原则

- (1) 根据使用场合选择按钮的种类。
- (2) 根据用途选择合适的按钮形式。
- (3) 根据控制回路的需要确定按钮数量。
- (4) 根据工作状态指示和工作情况的要求选择按钮和指示灯的颜色。

2. 行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关，是一种利用电气设备某些运动部件的碰撞来发出控制指令的主令电器，是一种小电流电器开关。它主要用于控制电气设备的运动方向、速度、行程大小或位置，是一种自动控制电器。

它的工作原理与按钮的工作原理相同，区别在于它不靠手指的按压使触点动作，而是利用电气设备的运动部件碰压其滚轮（或触杆）使触点动作来实现接通或断开电路的。它将机械信号转变为电信号，使运动部件按一定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。

1) 行程开关的型号及含义

行程开关的型号及含义如图 1-5-4 所示。

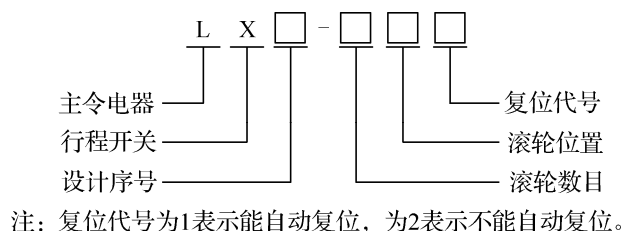


图 1-5-4 行程开关的型号及含义

2) 行程开关的外形及结构

行程开关由滚轮、杠杆、挡块、微动开关等组成。行程开关的外形及结构如图 1-5-5 所示。

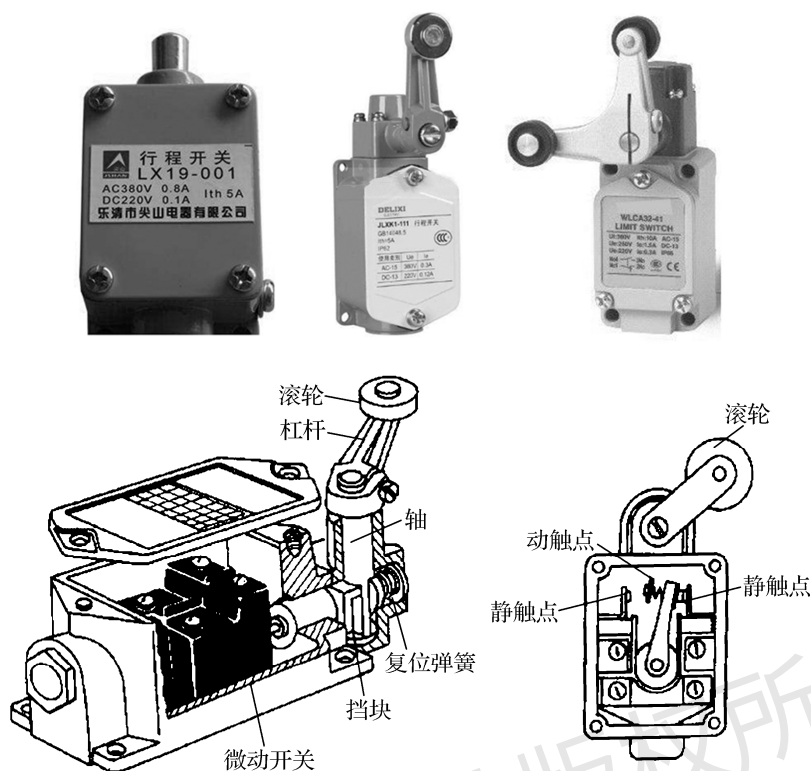


图 1-5-5 行程开关的外形及结构

3) 行程开关的图形符号及文字符号

行程开关的图形符号及文字符号如图 1-5-6 所示。

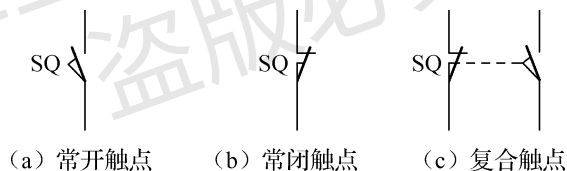


图 1-5-6 行程开关的图形符号及文字符号

4) 行程开关的主要技术参数及选用原则

行程开关的主要技术参数有型式、工作行程、额定电压及触点的电流容量。根据动作要求、安装位置及触点数量选择行程开关。行程开关的选用原则如下。

- (1) 根据使用场合及控制对象选择种类。
- (2) 根据安装环境选择防护型式。
- (3) 根据控制回路的额定电压和额定电流选择系列。
- (4) 根据行程开关的传力与位移关系选择合理的操作头型式。

※任务实施:

1. 实训内容

常用控制按钮和行程开关的型号识别、拆装、质量检测及简单检修。

2. 实训器材准备

- (1) 常用工具：钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。



(2) 常用仪表：兆欧表、万用表。

(3) 器材：若干 LA4 型控制按钮、LX19 型行程开关等。

3. 实训步骤

1) 认一认 控制按钮的符号和型号

仔细观察不同类型、规格的主令电器，熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将所给主令电器用标签纸编号，根据实物在主令电器的认识表（见表 1-5-2）中写出各主令电器的名称、型号、型号含义及文字符号，并画出图形符号。

表 1-5-2 主令电器的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 主令电器的拆卸与装配

(1) LA4 型控制按钮的拆装。

- ① 用螺丝刀将控制按钮外壳上的固定螺钉旋下。
- ② 卸下控制按钮的外壳。
- ③ 观察控制按钮的内部结构。
- ④ 用手压下控制按钮，用尖嘴钳依次取下弹簧卡子、接触片和弹簧。
- ⑤ 其他两个控制按钮用同样的方法拆卸。
- ⑥ 在装配时，按拆卸的相反顺序进行装配。

(2) LX19 型行程开关的拆装。

- ① 用螺丝刀将行程开关外壳上的固定螺钉旋下。
- ② 卸下行程开关的外壳。
- ③ 观察行程开关的触点，将行程开关按压到不同的位置，观察其内部结构及动作情况。
- ④ 用螺丝刀将行程开关内微动开关上的螺钉旋下。
- ⑤ 取下微动开关。
- ⑥ 在装配时，按拆卸的相反顺序进行装配。

3) 做一做 主令电器的识别与检测

(1) 控制按钮的识别与检测。

控制按钮的识别与检测如表 1-5-3 所示，根据表中的操作要点进行操作，并将测量结果填写在控制按钮测量结果记录表（见表 1-5-4）中。

表 1-5-3 控制按钮的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	看按钮的颜色	绿色、黑色为启动按钮，红色为停止按钮
2	观察按钮的常闭触点	找到对角线上的接线端子，常闭触点与常开触点处于闭合状态
3	观察按钮的常开触点	找到对角线上的接线端子，常闭触点与常开触点处于断开状态



续表

序号	任务	操作要点
4	按下按钮，观察触点动作情况	边按边看，常闭触点先断开，常开触点后闭合
5	松开按钮，观察触点动作情况	边松边看，常开触点先复位，常闭触点后复位
6	检测 3 个常闭触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常闭触点两端。当控制按钮为常态时，各常闭触点的阻值约为 0；按下按钮后，再测量各常闭触点的阻值，阻值为 1
7	检测 3 个常开触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常开触点两端。当控制按钮为常态时，各常开触点的阻值约为 1；按下按钮后，再测量各常开触点的阻值，阻值为 0

表 1-5-4 控制按钮测量结果记录表

型号				拆卸步骤			
触点数							
常开触点		常闭触点					
触点电阻							
常开触点		常闭触点					
动作前	动作后	动作前	动作后				
质量好坏							

(2) 行程开关的识别与检测。

行程开关的识别与检测如表 1-5-5 所示，根据表中的操作要点进行操作，并将测量结果填写在行程开关测量结果记录表（见表 1-5-6）中。

表 1-5-5 行程开关的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读行程开关的型号	行程开关的型号标注在面板盖上
2	观察行程开关的常闭触点	拆下面板盖，动触点与静触点处于闭合状态
3	观察行程开关的常开触点	拆下面板盖，动触点与静触点处于断开状态
4	压下行程开关，观察触点动作情况	边压边看，常闭触点先断开，常开触点后闭合
5	松开行程开关，观察触点动作情况	边松边看，常开触点先复位，常闭触点后复位
6	检测常闭触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常闭触点两端。当行程开关为常态时，各常闭触点的阻值约为 0；压下行程开关后，再测量各常闭触点的阻值，阻值为 1
7	检测常开触点的好坏	将万用表置于蜂鸣挡，将两表笔分别搭接在常开触点两端。当行程开关为常态时，各常开触点的阻值约为 1；压下行程开关后，再测量各常开触点的阻值，阻值为 0



表 1-5-6 行程开关测量结果记录表

型号				拆卸步骤			
触点数							
常开触点		常闭触点					
触点电阻							
常开触点		常闭触点					
动作前	动作后	动作前	动作后				
质量好坏							

4) 评一评 主令电器的识别与检测评分

主令电器的识别与检测评分标准如表 1-5-7 所示。

表 1-5-7 主令电器的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
主令电器的识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写, 每处扣 2 分			
主令电器的拆装	30 分	操作规范, 按顺序拆卸, 装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确, 每次扣 2 分; (2) 拆装不熟练, 扣 5~10 分; (3) 拆卸后不能组装完整, 扣 10 分; (4) 损坏零部件, 每个扣 5 分			
主令电器的检测	30 分	操作规范, 准确判断质量。 (1) 检测方法不正确, 每处扣 5 分; (2) 检测结果不正确, 每处扣 5 分; (3) 不会检测, 扣 30 分			
职业素养	15 分	操作规范 (“6S” 管理: 整理、整顿、清扫、安全、清洁、素养), 安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品, 扣 5 分; (2) 工具摆放乱, 乱丢杂物, 完成任务后不清理工位, 每处扣 2 分; (3) 损坏仪器仪表或元器件, 每个扣 10 分; (4) 发生严重违规操作, 成绩记 0 分			
开始时间		结束时间		得分	
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%				总分	

5) 想一想 巩固与练习

- (1) 通过网络收集或走访控制按钮的生产厂家、专卖店和使用单位, 认识更多的控制按钮。比一比, 看谁收集和认识得多, 分组讨论并整理后, 作为资料备用。
- (2) 当控制按钮动作时, 常开触点和常闭触点动作的顺序是怎样的?
- (3) 说出 LA18-22X 型控制按钮中 LA、18、2、2、X 的含义。
- (4) 当行程开关动作时, 常开触点和常闭触点动作的顺序是怎样的?



微课

任务 1.6 时间继电器的认识与检测

※知识目标:

- (1) 熟知时间继电器的结构、用途和图形符号。
- (2) 了解时间继电器的主要技术参数及适用范围。

※技能目标:

- (1) 会正确拆装常用的时间继电器，并检测其质量的好坏。
- (2) 能排除时间继电器的常见故障。

※知识平台:

时间继电器是利用电磁原理或机械动作原理实现触点延时闭合或延时断开的自动控制电器。其种类较多，有空气阻尼式、电动式及晶体管式等几种类型。在这里只介绍应用广泛、结构简单、价格低廉的空气阻尼式时间继电器。

1. 时间继电器的结构

空气阻尼式时间继电器由电磁机构、工作触点、气室、传动机构和基座 5 部分组成。空气阻尼式时间继电器的定时精确度不高，直接用一字螺钉旋具转动调节旋钮来调节时间，最长时间为 180s。

电磁机构主要由线圈、铁芯和衔铁组成。

工作触点由两副瞬时触点和两副延时触点组成。在两副瞬时触点中，一副为瞬时闭合触点，另一副为瞬时断开触点。

气室主要由橡皮膜、活塞组成。橡皮膜和活塞可随气室的进气量移动。气室上面有一颗调节螺钉，可通过它调节气室的进气速度，从而调节延时长短。

传动机构由杠杆、推杆、活塞杆、推板和截锥螺旋弹簧组成。

基座由金属板制成，用来固定电磁机构和气室。

空气阻尼式时间继电器根据触点的延时特点，分为通电延时（JS7-1A 和 JS7-2A）和断电延时（JS7-3A 和 JS7-4A）两种类型。JS7-2A 空气阻尼式时间继电器的外形图如图 1-6-1 所示。空气阻尼式时间继电器的结构示意图如图 1-6-2 所示。JSZ3 电子式时间继电器如图 1-6-3 所示。

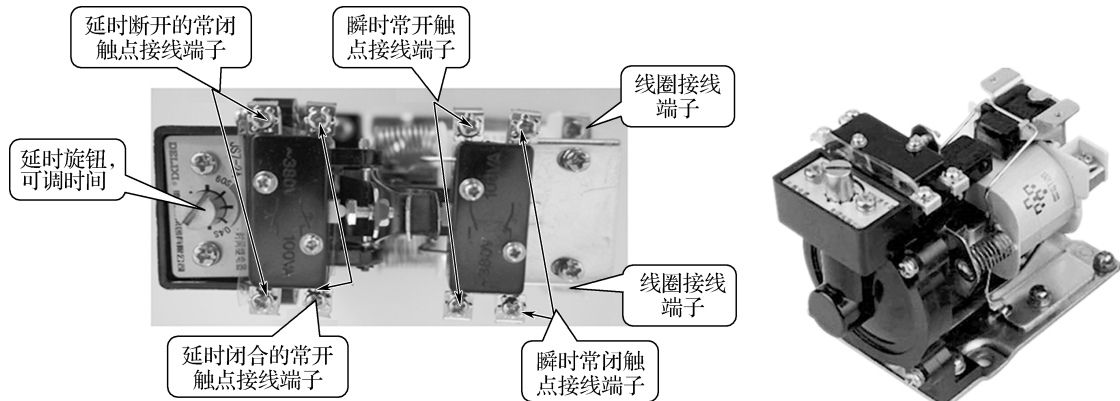


图 1-6-1 JS7-2A 空气阻尼式时间继电器的外形图

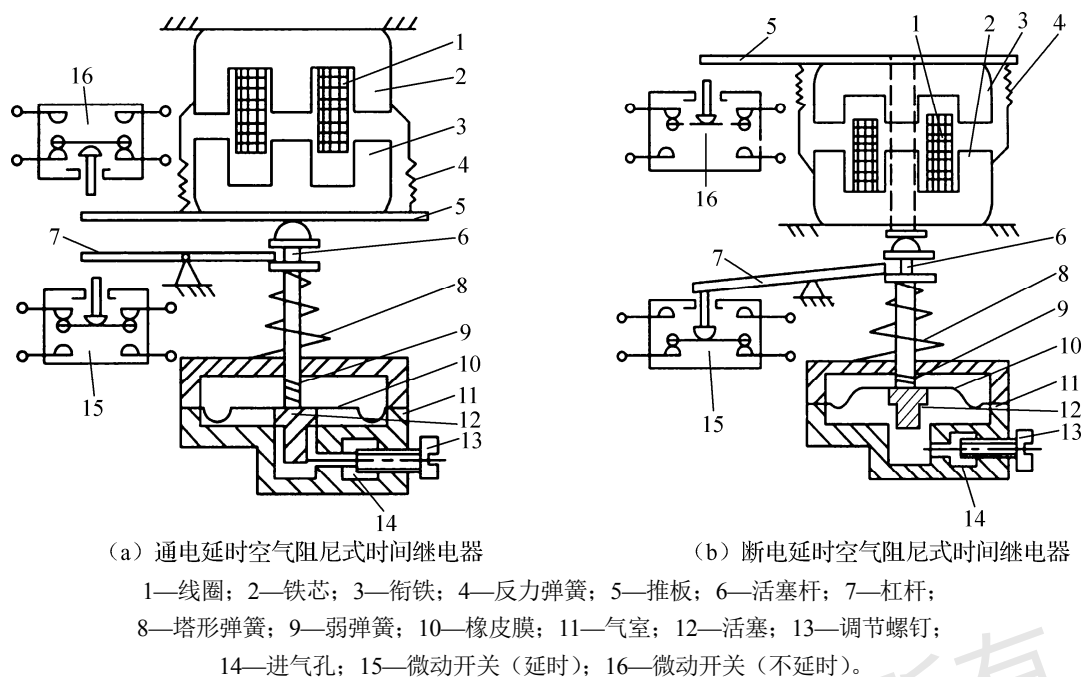


图 1-6-2 空气阻尼式时间继电器的结构示意图



图 1-6-3 JSZ3 电子式时间继电器

2. 时间继电器的型号及含义

时间继电器的型号及含义如图 1-6-4 所示。

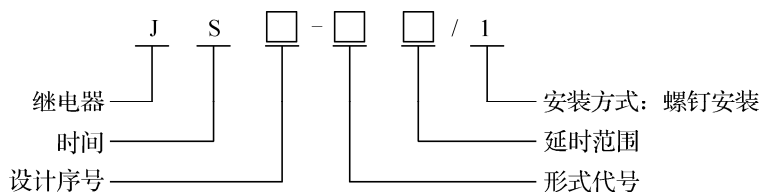


图 1-6-4 时间继电器的型号及含义

3. 时间继电器的图形符号及文字符号

时间继电器的图形符号及文字符号如图 1-6-5 所示。

4. 时间继电器的工作原理

(1) 通电延时继电器的工作原理：当线圈得电时，瞬动常闭触点断开，瞬动常开触点闭合，延时常闭触点延时断开，延时常开触点延时闭合。当线圈断电时，所有触点立即复位（恢复初始状态）。



名称	文字符号	线圈	延时触点		瞬动触点
时间继电器	KT				

图 1-6-5 时间继电器的图形符号及文字符号

(2) 断电延时继电器的工作原理：当线圈得电时，所有触点立即动作，瞬动常闭触点断开，瞬动常开触点闭合，延时常闭触点立即断开，延时常开触点立即闭合。当线圈断电时，瞬动触点立即复位，延时触点延时复位，延时常开触点延时断开，延时常闭触点延时闭合。

5. 时间继电器的主要技术参数

时间继电器的主要技术参数如表 1-6-1 所示。

表 1-6-1 时间继电器的主要技术参数

型号	瞬时动作 触点数量		延时动作触点数量				触点额 定电压 /V	触点额 定电流 /A	线圈电 压/V	延时范 围/s	额定操 作频率 /(次/h)
			通电延时		断电延时						
	常开	常闭	常开	常闭	常开	常闭					
JS7-1A	—	—	1	1	—	—	380	5	24	0.4~60 及 0.4~180	600
JS7-2A	1	1	1	1	—	—			36		
JS7-3A	—	—	—	—	1	1			110		
JS7-4A	1	1	—	—	1	1			127 220 380		

6. 时间继电器的故障检测及处理方法

时间继电器的故障检测及处理方法如表 1-6-2 所示。

表 1-6-2 时间继电器的故障检测及处理方法

常见故障现象	可能原因	处理方法
延时触点不动作	(1) 电磁线圈断线； (2) 电源电压过低； (3) 传动机构卡住或损坏	(1) 更换电磁线圈； (2) 调高电源电压； (3) 排除卡阻故障或更换部件
延时时间缩短	(1) 气室装配不严； (2) 橡皮膜损坏	(1) 修理或更换气室； (2) 更换橡皮膜
延时时间变长	气室内有灰尘	清除气室内灰尘，使气道通畅

※任务实施：

1. 实训内容

常用时间继电器的型号识别、拆装、质量检测及简单检修。



2. 实训器材准备

- (1) 常用工具：钢丝钳、螺丝刀、镊子、剥线钳、尖嘴钳、验电笔等。
- (2) 常用仪表：兆欧表、万用表。
- (3) 器材：若干时间继电器（JS7 型、JSZ3 型等）。

3. 实训步骤

1) 认一认 时间继电器的符号和型号

仔细观察不同类型、规格的时间继电器，熟知它们的外形、型号的含义、主要技术参数和结构特点等。

将所给时间继电器用标签纸编号，根据实物在时间继电器的认识表（表 1-6-3）中写出各时间继电器的名称、型号、型号含义及文字符号，并画出图形符号。

表 1-6-3 时间继电器的认识表

序号	名称	型号	型号含义	图形符号	文字符号

2) 拆一拆 空气阻尼式时间继电器的拆卸与装配

JS7-2A 空气阻尼式时间继电器的拆装步骤如下。

- (1) 用螺丝刀将线圈支架固定螺钉旋下。
- (2) 取下电磁系统。
- (3) 取下反作用弹簧。
- (4) 取下固定线圈销。
- (5) 取下弹簧片。
- (6) 取下瞬时触点。
- (7) 取下衔铁。
- (8) 取下固定线圈弹簧。
- (9) 取下线圈。
- (10) 取下铁芯。
- (11) 调整延时时间。
- (12) 在装配时，按拆卸的相反顺序进行装配。

3) 做一做 时间继电器的识别与检测

时间继电器的识别与检测如表 1-6-4 所示，根据表中的操作要点进行操作，并将测量结果填写在空气阻尼式时间继电器测量结果记录表（见表 1-6-5）中。

表 1-6-4 时间继电器的识别与检测

序号	任务	操作要点
1	识读时间继电器的型号	时间继电器的型号标注在正面（调节螺钉旁边）



续表

序号	任务	操作要点
2	找到整定时间调节旋钮	调节旋钮旁边标有整定时间
3	找到延时常闭触点的接线端子	在气囊上方两侧有相应的符号标注
4	找到延时常开触点的接线端子	在气囊上方两侧有相应的符号标注
5	找到瞬时常闭触点的接线端子	在线圈上方两侧有相应的符号标注
6	找到瞬时常开触点的接线端子	在线圈上方两侧有相应的符号标注
7	找到线圈的接线端子	在线圈两侧
8	识读时间继电器的线圈参数	时间继电器的线圈参数标注在线圈侧面
9	检测延时常闭触点接线端子的 好坏	将万用表置于蜂鸣挡,将两表笔分别搭接在延时常闭触点两端。当时 间继电器为常态时,阻值约为 0
10	检测延时常开触点接线端子的 好坏	将万用表置于蜂鸣挡,将两表笔分别搭接在延时常开触点两端。当时 间继电器为常态时,阻值约为 1
11	检测瞬时常闭触点接线端子的 好坏	将万用表置于蜂鸣挡,将两表笔分别搭接在瞬时常闭触点两端。当时 间继电器为常态时,阻值约为 0
12	检测瞬时常开触点接线端子的 好坏	将万用表置于蜂鸣挡,将两表笔分别搭接在瞬时常开触点两端。当时 间继电器为常态时,阻值约为 1
13	检测线圈的阻值	将万用表置于蜂鸣挡,将两表笔分别搭接在线圈两端测量线圈的阻 值,阻值为几千欧

表 1-6-5 空气阻尼式时间继电器测量结果记录表

型号	线圈额定电压		拆卸步骤	
常开触点数/副	常闭触点数/副			
延时触点数/副	瞬时触点数/副			
延时断开触点数	延时闭合触点数			
状态	延时触点电阻值		瞬时触点电阻值	
	常开触点	常闭触点	常开触点	常闭触点
初始状态				
按住衔铁				
按住衔铁 3s 后				
线圈阻值			质量好坏	

4) 评一评 时间继电器的识别与检测评分

时间继电器的识别与检测评分标准如表 1-6-6 所示。

表 1-6-6 时间继电器的识别与检测评分标准

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
时间继电器的 识别	25 分	按要求填写完整、准确。 填错或漏写,每处扣 2 分			

续表

项目	配分 (100 分)	评分标准	自评	互评	师评
时间继电器的拆装	30 分	操作规范, 按顺序拆卸, 装配完整。 (1) 拆卸步骤及方法不正确, 每次扣 2 分; (2) 拆装不熟练, 扣 5~10 分; (3) 拆卸后不能组装完整, 扣 10 分; (4) 损坏零部件, 每个扣 5 分			
时间继电器的检测	30 分	操作规范, 准确判断质量。 (1) 检测方法不正确, 每处扣 5 分; (2) 检测结果不正确, 每处扣 5 分; (3) 不会检测, 扣 30 分			
职业素养	15 分	操作规范 (“6S” 管理: 整理、整顿、清扫、安全、清洁、素养), 安全文明生产。 (1) 没有穿戴防护用品, 扣 5 分; (2) 工具摆放乱, 乱丢杂物, 完成任务后不清理工位, 每处扣 2 分; (3) 损坏仪器仪表或元器件, 每个扣 10 分; (4) 发生严重违规操作, 成绩记 0 分			
开始时间		结束时间	得分		
总分=自评×30%+互评×30%+师评×40%				总分	

5) 想一想 巩固与练习

- (1) 通过网络收集或走访时间继电器的生产厂家、专卖店和使用单位, 认识更多的时间继电器。比一比, 看谁收集和认识得多, 分组讨论并整理后, 作为资料备用。
- (2) 查阅相关资料, 电子式时间继电器的最长延时时间为多少?
- (3) 如何在电子式时间继电器没有通电的情况下测量触点的通电情况?