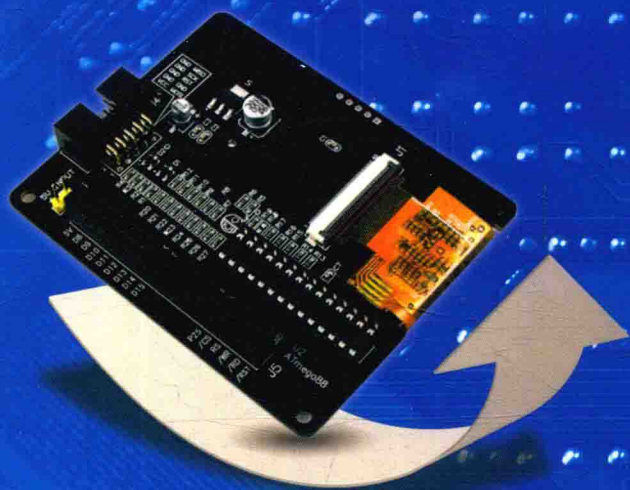


电力拖动控制线路

王伊康 主 编



清华大学出版社



电力拖动控制线路

王伊康 主 编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书依据职业教育改革,参考《机电技术应用专业人才培养方案》的要求,为适应市场对新型机电技能人才的需要,同时结合机电实训基地设备的特点和师资情况而编写。本书主要包括常用低压电器及其安装、检测与维修;电动机的基本控制电路及其安装、调试与维修;常用生产机械的电气控制电路及其安装、调试与维修等三大项目。

本书既可作为中职业院校的教学用书,也可作为在职职工的自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电力拖动控制线路/王伊康主编. —北京:清华大学出版社,2015
ISBN 978-7-302-41691-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电气传动—自动控制系统—中等专业学校—教材 IV. ①TM921.5
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 238177 号

责任编辑:李玉萍
封面设计:刘孝琼
责任校对:王 晖
责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.75 字 数:263千字

版 次:2015年9月第1版 印 次:2015年9月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:26.00元

产品编号:066546-01

前 言

为满足国家“十三五”发展规划中对技能型人才培养的需求，适合技师学院、高级技工学校、职业院校电气类等相关专业学生学习，本书在编写过程中力求做到形式新颖、内容够用、知识精炼、技能到位、学练同步、层次清晰。

本书具有以下特点：

第一，始终贯穿以职业能力为核心的职业教育教学改革理念，用项目化课程模式，紧密地把理论知识学习和动手能力培养融合为一体，实现了以能力培养为本位、以职业实践为主线、以项目课程为主题的模块化专业课程设计理念，满足教学改革的要求。

第二，教材紧紧围绕完成工作任务的需求来选择和组织课程教学内容，课堂中突显工作任务与理论知识的必然联系，充分调动学生的参与热情和学习兴趣。本书编写过程中尽可能多地充实新知识、新技术、新工艺、新方法，力求增强知识、技术的领先性和实用性，着重培养学生的分析问题能力、实践动手能力、综合应用能力和创新能力。

第三，重视项目的选取和典型任务的确定，既充分考虑到专业基础知识的特点，又考虑到技能的通用性、针对性和实用性。在考虑中职和高职学生认识规律的同时，依据全国电气类职业技能鉴定考核大纲要求，把工作任务具体化，产生具体的学习项目，增强了学习的科学性、针对性和实用性。

第四，突出了项目教学、任务引领、学做并举的课程思想，与传统的编写模式相比，特色更加鲜明。每个项目通过若干任务和项目能力训练来完成，每个任务又根据各自的特点分为任务目标、知识链接、任务考核、任务小结、任务思考等若干模块，让学生在“做中学，学中做”，真正体现一体化教学模式。

第五，注重知识层次的学习，通过知识拓展的方式，灵活提示学生在学习专业知识和技能时，注意相关内容的延伸，可以联想到哪些应用，为学生的自主探究性学习搭建了理想的平台。

本书由伊犁技师培训学院电气工程系王伊康主编，编写的具体分工如下：王伊康编写了项目一(任务一至六)、项目二(任务一至七)、项目三(任务一至五)；精品课团队设计了实训内容；张萍用 AutoCAD 绘制的电路图；石艳芝搜集整理习题；许煜和对本书进行了主审。

本书在编写过程中得到了新疆伊犁技师培训学院电气工程系精品课程团队全体教师、兄弟院校专家、企业能工巧匠的大力支持和热情帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

我们衷心希望，关注职业教育的广大读者能对本书的不妥之处给予批评、指正，提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

编 者

机电技术应用专业教材

开发委员会

校外专家

新疆养生堂基地果业有限公司
新疆光华电力工程有限责任公司
首钢伊犁钢铁股份有限公司
新疆伊犁钢铁股份有限公司
伊犁南岗化工有限责任公司
伊宁市千分尺机械厂
伊犁川宁生物技术有限公司
三君机械制造有限公司
新疆苏源生物工程有限公司
安琪酵母(伊犁)有限责任公司
伊宁邦友机电维修厂
兵团四师技工学校
伊犁伊开电气制造有限公司

陈加新
李林祥
苗 镇
李 斌
熊 平
王虎平
邓永军
李凌云
卢亚杰
王纪林
王正国
李 玥
陈国勇

校内专家

许煜和、袁德生、达吾提江

成员

王伊康、张萍、石艳芝、祁燕斌、宗玉、依力沙提、彭俊飞、黄江红、海来提、张尚、马勇、敖翔、刘震

目 录

绪论	1
项目一 常用低压电器及其安装、检测与维修	2
任务一 低压熔断器的安装、检测与维修	3
实训 1-1 熔断器的识别与检修	9
任务二 低压开关的安装、检测与维修	10
实训 1-2 低压开关的识别与检修	21
任务三 主令电器的安装、检测与维修	23
实训 1-3 主令电器的识别与检测	35
任务四 接触器的识别、拆装与检修	37
实训 1-4 交流接触器的识别、拆装和检修	44
任务五 继电器的安装、检测与维修	46
实训 1-5 常用继电器的识别	61
实训 1-6 热继电器的校验	62
实训 1-7 时间继电器的检修与校验	65
项目二 电动机的基本控制电路及其安装、调试与维修	68
任务一 安装与检修三相异步电动机正转控制电路	68
实训 2-1 手动正转控制电路的安装与检修	77
实训 2-2 点动正转控制电路的安装	80
实训 2-3 接触器自锁正转控制电路的安装	84
实训 2-4 连续与点动混合正转控制电路的安装与检修	86
任务二 安装与检修三相异步电动机的正反转控制电路	92
实训 2-5 安装与检修正反转控制电路	96
任务三 安装与检修位置控制与自动往返控制电路	100
实训 2-6 安装与检修工作台自动往返控制电路	103
任务四 顺序控制和多地控制电路的安装与检修	108
实训 2-7 安装两台电动机顺序启动逆序停止控制电路	113
实训 2-8 安装和检修两地控制的接触器自锁正转控制电路	116
任务五 安装与检修三相异步电动机的降压启动控制电路	119

实训 2-9 安装与检修时间继电器控制 Y— Δ 降压启动控制电路	124
任务六 安装与检修三相异步电动机的制动控制电路	127
实训 2-10 安装电磁抱闸制动器断电制动控制电路	135
实训 2-11 安装和检修单向启动反接制动控制电路	138
实训 2-12 安装和检修无变压器单相半波整流单向启动能耗制动控制电路	141
任务七 安装与检修多速异步电动机的控制电路	144
实训 2-13 安装与检修时间继电器控制双速电动机的控制电路	152
实训 2-14 安装与检修三速异步电动机的控制电路	155
项目三 常用生产机械的电气控制电路及其安装、调试与维修	159
任务一 安装、调试与检修 CA6140 车床电气控制电路	159
实训 3-1 安装、调试与检修 CA6140 车床电气控制电路	167
任务二 检修 Z3050 摇臂钻床电气控制电路	172
实训 3-2 安装、调试与检修 Z3050 摇臂钻床电气控制电路	178
任务三 检修 M7130 平面磨床电气控制电路	180
实训 3-3 M7130 平面磨床电气控制电路的检修	186
任务四 检修 X62W 万能铣床电气控制电路	188
实训 3-4 X62W 万能铣床电气控制电路的检修	198
任务五 检修 20/5t 桥式起重机电气控制电路	200
实训 3-5 20/5t 桥式起重机电气控制电路的检修	209
参考文献	212

绪 论

一、电力拖动

电力拖动是指用电动机来拖动生产机械并使其运转的一种方法。

由于电力在生产、传输、分配、使用和控制等方面的优越性，使得电力拖动具有方便、经济、效率高、调节性能好、易于实现生产过程自动化等优点，所以电力拖动获得了广泛的应用。目前在日常生活中使用的电风扇、洗衣机等家用电器，在生产中大量使用的各式各样的生产机械，如车床、钻床、铣床等，都采用的是电力拖动。

电力拖动系统一般由电动机、电气控制设备、生产机械的工作机构、传动机构以及电源等子系统组成。

二、任务目标

本课程是技工学校电气、机电类专业的一门集理论知识与技能训练融为一体的核心课程，是以电力拖动控制电路的基本工作原理在生产机械上的应用为主的一门学科。

三、注意事项

本课程是一门实践性非常强的专业课。在教学过程中应注意以下几点。

- (1) 以操作技能为主线，处理好理论学习与技能训练的关系。
- (2) 注重利用电力拖动实验室、实训场所和生产车间的实物、模型、挂图等直观教具和设备，增加感性认识，增强学习的直观性和兴趣。
- (3) 学习要联系生产实际，在教师的指导下，勤学苦练，不断积累经验，总结规律，逐步培养自己独立分析和解决实际问题的能力，达到中级维修电工职业资格的要求。
- (4) 技能训练时，要爱护工具和设备，节约原材料，严格执行电工安全操作规程，做到安全、文明生产。

项目一 常用低压电器及其安装、检测与维修

【项目目标】

- 熟悉常用低压电器的功能、基本结构、工作原理及型号含义。
- 能正确识别、选择、安装和使用常用低压电器。
- 能识别各类常用低压电器的图形符号和文字符号。

【项目描述】

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。

一、 低压电器的分类

低压电器的常见分类见表 1-1。

表 1-1 低压电器常见的分类方法

分类方法	类别	说明及用途
按用途和所控制的对象分	低压配电电器	包括低压开关、低压熔断器等,主要用于低压配电系统及动力设备中
	低压控制电器	包括接触器、继电器、电磁铁等,主要用于电力拖动及自动控制系统中
按动作方式分	自动切换电器	包括接触器、继电器等,主要依靠电器本身参数的变化或外来信号的作用,自动完成接通或分断等动作的电器
	非自动切换电器	包括按钮、低压开关等,主要依靠外力(如手控)直接操作来进行切换的电器
按执行机构分	有触点电器	包括接触器、继电器等,具有可分离的动触点和静触点,主要利用触点的接触和分离来实现电路的接通和断开控制
	无触点电器	包括接近开关、固态继电器等,没有可分离的触点,主要利用半导体元器件的开关效应来实现电路的通断控制

二、低压电器的常用术语

低压电器的常见术语见表 1-2。

表 1-2 低压电器的常见术语

常用术语	常用术语的含义
通断时间	从电流开始在开关电器一个极流过的瞬间起,到所有极的电弧最终熄灭的瞬间为止的时间间隔
燃弧时间	电器分断过程中,从触头断开(或熔体熔断)出现电弧的瞬间开始,至电弧完全熄灭为止的时间间隔
分断能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下分断的预期分断电流值
接通能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下接通的预期接通电流值
通断能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下接通和分断的预期电流值
短路接通能力	在规定的条件下,包括开关电器的出线端短路在内的接通能力
短路分断能力	在规定的条件下,包括开关电器的出线端短路在内的分断能力
操作频率	开关电器在每小时内可能实现的最高循环操作次数
通电持续率	开关电器的有载时间和工作周期之比,常以百分数表示
电寿命	在规定的正常工作条件下,机械开关电器不需要修理或更换的负载操作循环次数

任务一 低压熔断器的安装、检测与维修

【任务目标】

知识目标:

- 能正确识别低压熔断器;
- 熟悉低压熔断器的功能、结构、工作原理和型号含义;
- 熟记低压熔断器的图形符号和文字符号。

技能目标:

会安装和使用常用的低压熔断器。

素质目标:

培养学生的动手操作能力和观察分析能力。

技能考点:

低压熔断器的基础知识。

【知识链接】

低压熔断器的作用是在电路中作短路保护，通常简称为熔断器。使用时，熔断器应串联在被保护的电路中。正常情况下，熔断器的熔体相当于一段导线；当电流超过规定值时，以本身产生的热量使熔体熔断，从而起到保护电路和电气设备的作用。

一、熔断器的结构与主要技术参数

1. 熔断器的结构

螺旋式熔断器由瓷底座、熔丝管、瓷帽等部分组成，如图 1-1(a)所示。

瓷底座两侧分别有上、下接线端，用于连接电路。接线时应将下接线端连接到电源进线，这样在更换熔丝管时会更安全。

熔丝管是一个瓷管，两端各有一个金属端盖，熔丝管内的熔丝与两个端盖相连，如图 1-1(b)所示。熔丝管上端盖中央有一个熔断指示器，熔丝熔断后熔断指示器会改变颜色作出指示。瓷帽顶部是一个透明的观察窗，用以观察熔断指示器。

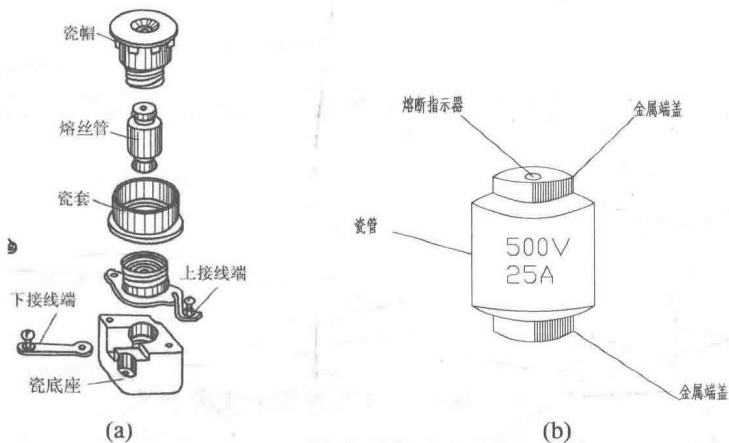


图 1-1 螺旋式熔断器的结构

使用时将熔丝管放入瓷帽中，再旋入瓷底座即可。安装时应注意将熔丝管上的熔断指示器朝向瓷帽上的观察窗，以便随时查看。螺旋式熔断器主要应用在大中型电器设备中。

2. 熔断器的主要技术参数

(1) 额定电压

额定电压是指熔断器长期工作所能承受的电压，其量值一般等于或大于电气设备的额

定电压。

(2) 额定电流

额定电流是指保证熔断器能长期正常工作的电流。它决定于熔断器各部分长期工作时的容许温升。

(3) 分断能力

分断能力通常是指在额定电压及一定的功率因数(或时间常数)下切断短路电流的极限能力。常用极限断开电流值来表示。

(4) 时间—电流特性

时间—电流特性也称安—秒特性或保护特性,是指在规定的条件下,表征流过熔体的电流与熔体熔断时间的关系曲线,如图 1-2 所示。

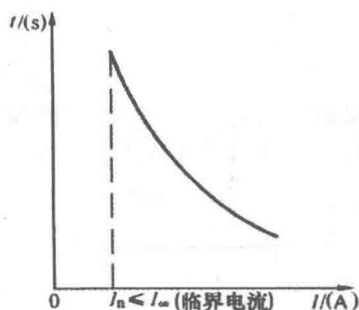


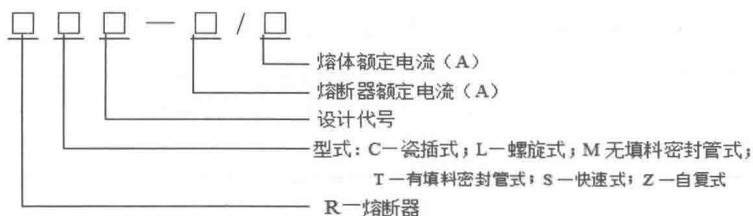
图 1-2 熔断器的时间—电流特性

从特性上可以看出,熔断器的熔断时间随电流的增大而缩短,是反时限特性。另外,在时间—电流特性曲线中有一个熔断电流与不熔断电流的分界线,与此相对应的电流称为最小熔化电流或临界电流。往往以在 1~2h 内能熔断的最小电流值作为最小熔断电流。

根据对熔断器的要求,熔体在额定电流下绝对不应熔断,所以最小熔化电流必须大于额定电流。

3. 熔断器的型号及含义

熔断器的型号及含义如下所示。



例如:型号 RL1—15/4 中, R 表示熔断器, L 表示螺旋式,设计代号为 1,熔断器的额定电流是 15A,熔体的额定电流是 4A。

二、常用低压熔断器

常用的低压熔断器见表 1-3。

表 1-3 常用低压熔断器

名称	结构及特点	应用场合
RC1A 系列瓷插式熔断器	<p>结构：由瓷座、瓷盖、动触头、静触头和熔体组成。</p> <p>特点：结构简单，价格低廉，更换方便。该熔断器的分断能力较差</p>	<p>一般用于交流 50Hz、额定电压至 380V、额定电流 5~200A 以下的低压电路末端或分支电路中，作电路和电气设备的短路保护，在照明电路中还可起过载保护作用</p>
RL1 系列螺旋式熔断器	<p>结构：由瓷帽、熔断管、瓷套、上接线端、下接线端及瓷底座组成。熔断管内装有石英砂，用于灭弧。</p> <p>特点：分断能力较高，结构紧凑，体积小，更换熔体方便，工作安全可靠，熔体熔断时有明显指示</p>	<p>广泛应用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场所，在交流额定电压 500V、额定电流 200A 及以下的电路中，作为短路保护器件</p>
RM10 系列无填料封闭式熔断器	<p>结构：由熔断管、熔体、夹头及夹座组成。熔断管为钢纸管，其内壁在电弧热量的作用下产生高压气体，使电弧迅速熄灭，熔体采用变截面熔片。</p> <p>特点：分断能力较高</p>	<p>主要用于交流额定电压 380V 及以下、电流在 600A 以下的电力电路中，作为导线、电缆及电气设备的短路或连续过载保护</p>
RT0 系列有填料封闭式精神焕发器	<p>结构：由熔管、底座、夹头、夹座组成。</p> <p>特点：分段能力强，佩戴专用绝缘手套即可带电更换。有指示标志</p>	<p>广泛用于交流 380V 及以下、短路电流较大的电力输配电系统中</p>
NG30 系列有填料封闭式圆筒帽形熔断器	<p>主要由熔断体及熔断器支持件组成。熔断体由熔管、熔体、填料组成，由纯铜片(或铜丝)制成的变截面熔体封装于高强度熔管内，熔管内充满高纯度石英砂作为灭弧介质，熔体两端采用点焊与端帽牢固连接；熔断器支持件由底板、载熔体、插座等组成，由塑料压制的底板装上载熔体插座后，铆合成螺丝固定而成，为半封闭式结构，且带有熔断指示灯，熔体熔断时，指示灯即亮</p>	<p>用于交流 50Hz，额定电压 380V 及以下、额定电流在 63A 以下工业电气装置的配电电路中，作为电路的短路保护及过载保护</p>

续表

名称	结构及特点	应用场合
RS0、RS3 系列有填料快速熔断器(又称半导体器件保护用熔断器)	结构: 其外形与 RT0 系列相似, 熔断管内有石英填料, 熔体也采用变截面形状、导热性能强、热容量小的银片, 熔化速度快。 特点: 熔断时间短, 动作迅速(小于 5ms)	主要用于大容量晶闸管元件的短路和过载保护
自复式熔断器	在故障电流产生的高温下, 使熔体瞬间呈现高阻状态, 从而限制了短路电流, 当故障消失后, 温度下降, 熔体又自动恢复到低阻状态	它适用于交流 380V 的电路中与断路器配合使用

三、熔断器的选用

对熔断器的要求是, 在电气设备正常运行时, 熔断器应不熔断; 在出现短路故障时, 应立即熔断; 在电流发生正常变动(如电动机启动过程)时, 熔断器应不熔断; 在用电设备持续过载时, 应延时熔断。

对熔断器的选用主要包括熔断器类型、熔断器额定电压、熔断器额定电流和熔体额定电流的选用。

1. 熔断器类型的选用

应根据使用场合选择熔断器的类型。电网配电一般用刀型触头熔断器(如 HDLRT0 RT36 系列); 电动机保护一般用螺旋式熔断器; 照明电路一般用圆筒帽形熔断器; 保护晶闸管元件则应选择半导体保护用快速式熔断器。

2. 熔断器额定电压和额定电流的选用

熔断器的额定电压必须等于或大于电路的额定电压; 熔断器的额定电流必须等于或大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。

3. 熔体额定电流的选用

(1) 对照明电路的短路保护, 熔体额定电流等于或大于被保护电路上所有照明电器工作电流之和。

(2) 对单台直接启动电动机, 熔体额定电流 $= (1.5 \sim 2.5) \times$ 电动机额定电流。

(3) 对多台直接启动电动机, 总的保护熔体额定电流 $= (1.5 \sim 2.5) \times$ 各台电动机额定电流之和。

四、熔断器的安装与使用

(1) 用于安装使用的熔断器应完整无损，并标有额定电压、额定电流值。

(2) 安装熔断器时应保证熔体与夹头、夹头与夹座接触良好。瓷插式熔断器应垂直安装。螺旋式熔断器接线时，电源线应接在下接线端上，负载线应接在上接线端上，以保证能安全地更换熔丝管。

(3) 熔断器内要安装合格的熔体，不能用多根小规格的熔体并联代替一根大规格的熔体。在多级保护的场合，各级熔体应相互配合，上级熔断器的额定电流等级以大于下级熔断器的额定电流等级两级为宜。

(4) 更换熔体时，必须注意新熔体的规格尺寸、形状应与原熔体相同，不能随意更换。

(5) 更换熔体或熔管时，必须切断电源，尤其不允许带负荷操作，以免发生电弧灼伤。管式熔断器的熔体应用专用的绝缘插拔器进行更换。

(6) 对 RM10 系列熔断器，在切断过 3 次相当于分断能力的电流后，必须更换熔断管，以保证能可靠地切断所规定分断能力的电流。

(7) 安装螺旋式熔断器时，必须注意将电源线接到瓷底座的下接线端(即低进高出的原则)，以保证安全。

(8) 熔体熔断后，应分析原因排除故障后，再更换新的熔体。在更换新的熔体时，不能轻易改变熔体的规格，更不能使用铜丝或铁丝代替熔体。

(9) 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；若仅作短路保护用，应装在控制开关的出线端。

五、熔断器的常见故障及处理方法

熔断器的常见故障及处理方法见表 1-4。

表 1-4 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

实训 1-1 熔断器的识别与检修

训练目标:

通过本次训练使学生能够识别各种熔断器的类型；能正确辨认各种类型熔断器的结构；能够检修各种类型的熔断器。

训练内容:

- (1) 正确选用工具、仪表及器材，如尖嘴钳、螺钉旋具、万用表等。
- (2) 在老师的指导下，仔细观察各种不同类型、规格的熔断器的外形结构。
- (3) 从所给的熔断器中任选 5 只，将其名称、型号规格及主要结构，填入表 1-5 中。

表 1-5 熔断器识别

序号	1	2	3	4	5
名称					
型号规格					
主要结构					

- (4) 更换 RC1A 系列 RL1 系列熔断器的熔体。

① 检查所给熔断器的熔体是否完好。对 RC1A 系列可拨下瓷盖进行检查；对 RL1 系列应首先查看其熔断指示器。

② 若熔体已熔断，应按原规格选配熔体。

③ 更换熔体。对 RC1A 系列熔断器，安装熔丝时，熔丝的缠绕方向一定要正确，安装过程中不得损伤熔丝。对 RL1 系列熔断器，熔断管不能倒装。

④ 用万用表检查更换熔体后的熔断器各部分的接触是否良好。

【任务考核】

考核评分标准见表 1-6。

表 1-6 评分标准

项目	配分	评分标准		扣分
熔断器识别	50 分	(1)写错或漏写名称	每只扣 5 分	
		(2)写错或漏写型号	每只扣 5 分	
		(3)漏写主要部件	每只扣 4 分	

续表

项 目	配 分	评分标准		扣 分
更换熔体	50 分	(1)检查方法不正确	扣 10 分	
		(2)不能正确选配熔体	扣 10 分	
		(3)更换熔体方法不正确	扣 10 分	
		(4)损伤熔体	扣 20 分	
		(5)更换熔体后熔断器断路	扣 25 分	
安全文明生产	违反安全文明生产规程		扣 5~40 分	
定额时间	60min, 每超时 5min(不足 5min 以 5min 计)		扣 5 分	
备注	除定额时间外, 各项目的最高扣分不应超过配分数		成绩	
开始时间		结束时间		实际时间

【任务小结】

本任务中, 我们认识了常用的低压熔断器外形与结构; 了解了低压熔断器的技术参数及型号含义; 学习了低压熔断器的选用方法; 掌握了安装、使用和检修低压熔断器的方法。

【任务思考】

1. 实际生活中, 常见的熔断器有哪些? 分别属于哪些类型?
2. 在电动机控制电路中, 熔断器为什么只能起短路保护的作用, 而不能作为过载保护使用?
3. 应该如何选用熔断器?

任务二 低压开关的安装、检测与维修

【任务目标】

知识目标:

- 能正确识别低压开关;
- 熟悉低压开关的功能、结构、工作原理和型号含义;
- 熟记低压开关的图形符号和文字符号。

技能目标:

会安装和使用低压开关。