



全国技工院校“十二五”系列规划教材·高级工
中国机械工业教育协会推荐教材

电力拖动 基本控制线路 (任务驱动模式)

◎ 徐铁 田伟 主编

Dianli Tuodong Jiben Kongzhi Xianlu



NLIC2970819100



免费下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国技工院校“十二五”系列规划教材·高级工
中国机械工业教育协会推荐教材

电力拖动基本控制线路

(任务驱动模式)

主 编	徐 铁 田 伟	
副主编	吕炳文 李卫国	陈民锋
参 编	张俊华 林 梅	温盛红
	崔建利 肖 晶	许闪闪
	孙继亮 孙文海	时永贵
主 审	王 建	



NLIC2970819100



机械工业出版社

本书是为技师学校、技工院校、职业院校电气自动化设备安装与维修、机电一体化等相关专业培养维修电工中、高级操作技能而编写的。主要内容包括常用低压电器的识别与检测,电力拖动基本控制电路分析、安装、调试、检修、设计与测绘,变频器的应用等。本书按照任务驱动教学法设计教学内容,对知识目标的选取以培养操作技能为目的,实现理论与技能一体化教学的完美结合。

本书可作为技师学院、技工院校、职业院校培养高技能人才的一体化教材,也可供从事机电、电气等行业的工程技术人员短期培训和相关人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力拖动基本控制线路:任务驱动模式/徐铁,田伟主编. —北京:机械工业出版社,2012.8

全国技工院校“十二五”系列规划教材. 高级工
ISBN 978-7-111-38817-3

I. ①电… II. ①徐…②田… III. ①电力传动-控制电路-技工学校-教材 IV. ① TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 162870 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:林运鑫

版式设计:霍永明 责任校对:陈秀丽

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12.5 印张·310 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-38817-3

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

全国技工院校“十二五”系列规划教材 编审委员会

顾问：郝广发

主任：陈晓明 李奇 季连海

副主任：（按姓氏笔画排序）

丁建庆	王臣	刘启中	刘亚琴	刘治伟	李长江
李京平	李俊玲	李晓庆	李晓毅	佟伟	沈炳生
陈建文	徐美刚	黄志	章振周	董宁	景平利
曾剑	魏葳				

委员：（按姓氏笔画排序）

于新秋	王军	王珂	王小波	王占林	王良优
王志珍	王栋玉	王洪章	王惠民	方斌	孔令刚
白鹏	乔本新	朱泉	许红平	汤建江	刘军
刘大力	刘永祥	刘志怀	毕晓峰	李华	李成飞
李成延	李志刚	李国诚	吴岭	何立辉	汪哲能
宋燕琴	陈光华	陈志军	张迎	张卫军	张廷彩
张敬柱	林仕发	孟广斌	孟利华	荆宏智	姜方辉
贾维亮	袁红	阎新波	展同军	黄樱	黄锋章
董旭梅	谢蔚明	雷自南	鲍伟	潘有崇	薛军

总策划：李俊玲 张敬柱 荆宏智



序

“十二五”期间,加速转变生产方式,调整产业结构,将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整,就必须有一大批高素质的技能型人才作为后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》的要求,至2020年,我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%(目前一些经济发达国家的这个比例已达到40%)。可以预见,作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育,在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来,各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作,并取得了较好的效果。但由于起步较晚,课程体系、教学模式都还有待完善与提高,教材建设也相对滞后,至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业(工种)有高级工教材也不是很完善,或是内容陈旧、实用性不强,或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色,更没有形成合理的体系。因此,开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材,就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工教材短缺的现状,机械工业出版社与中国机械工业教育协会从2010年10月开始,组织相关人员,采用走访、问卷调查、座谈等方式,对全国有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了历时6个月的深入调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求,各学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上,他们紧紧依托行业优势,以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标,组织了行业和技能教育方面的专家精心规划了教材书目,对编写内容、编写模式等进行了深入探讨,形成了本系列教材的基本编写框架。为保证教材的编写质量、编写队伍的专业性和权威性,2011年5月,他们面向全国技工院校公开征稿,共收到来自全国22个省(直辖市)的110多所学校的600多份申报材料。在组织专家对作者及教材编写大纲进行了严格的评审后,决定首批启动编写机械加工制造类专业、电工电子类专业、汽车检测与维修专业、计算机技术相关专业教材以及部分公共基础课教材等,共计80余种。

本系列教材的编写指导思想明确,坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标,以各专业的工作内容为主线,以工作任务为引领,由浅入深,循序渐进,精简理论,突出核心技能与实操能力,使理论与实践融为一体,充分体现“教、学、做合一”的教学思想,致力于构建符合当前教学改革方向的,以培养应用型、技术型、创新型人才为目标的教材体系。

本系列教材重点突出了如下三个特色:一是“新”字当头,即体系新、模式新、内容

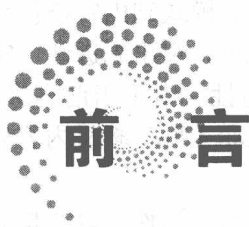
新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主；模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目为主；内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律，符合国内外制造技术水平实际情况。在具体任务和实例的选取上，突出先进性、实用性和典型性，便于组织教学，以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生，又有高中生，各自学制也不同，还要考虑到在职人群，教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者，适用面比较广泛。

此外，本系列教材还配备了电子教学课件，以及相应的习题集，实验、实习教程，现场操作视频等，初步实现教材的立体化。

我相信，本系列教材的出版，对深化职业技术教育改革，提高高级工培养的质量，都会起到积极的作用。在此，我谨向各位作者和所在单位及为这套教材出力的学者表示衷心的感谢。

原机械工业部教育司副司长
中国机械工业教育协会高级顾问

郝广发



根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020 年)的要求,在“十二五”期间,要构建灵活开放的现代职业教育体系,培养适应现代化建设需求的高素质劳动者和高技能人才。

为加快培养一大批具备职业道德、职业技能和就业创业能力的高技能人才,针对电气自动化设备安装与维修、机电一体化专业的教学要求,我们编写了本书。在本书的编写过程中,贯彻了“理论服务于技能,突出技能培养”的原则,把编写重点放在以下几个方面:

一、内容上突出新、老结合,既有常用低压电器的识别与检测,电力拖动基本控制线路分析、安装、调试,常用生产机械的电气控制线路检修、设计与测绘,又有变频器应用等现代电气控制技术的内容。

二、坚持以技能培养为主、理论知识为辅,采用模块化的编写形式,更便于开展一体化教学。

三、采用图文并茂的表现形式,精彩展现教材内容,降低学生的学习难度,激发学生的学习兴趣。

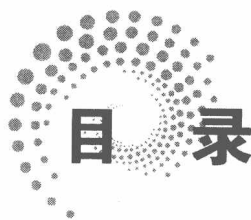
四、各学习任务后精选维修电工中、高级工考证要点,作为学生对于技能和知识掌握情况的综合评价依据。

五、为方便开展理实一体化教学,本教材还配有电子课件。

本书由徐铁任主编并负责全书的统稿,田伟任第二主编。其中单元1由徐铁、李卫国、张俊华、温盛红、林梅、孙文海编写,单元2由田伟、陈民锋、崔建利、肖晶、许闪闪编写,单元3由吕炳文、孙继亮、郑勇志、高峰、时永贵编写。

由于时间仓促以及编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便修订时加以完善。

编 者



序

前言

单元 1 三相异步电动机基本控制电路	1
任务 1 手动正转控制电路的安装调试	1
任务 2 点动正转控制电路的安装调试	17
任务 3 接触器自锁正转控制电路的安装调试	31
任务 4 正、反转控制电路的安装调试	40
任务 5 位置控制与自动往返控制电路的安装调试	51
任务 6 顺序控制电路的安装调试	62
任务 7 星形-三角形减压起动控制电路的安装调试	69
任务 8 机械制动控制电路的安装调试	77
任务 9 反接制动控制电路的安装调试	83
任务 10 能耗制动控制电路的安装调试	91
任务 11 多速异步电动机控制电路的安装调试	98
单元 2 常用生产机械电气控制电路	106
任务 1 CA6140 型卧式车床电气控制电路的安装调试	106
任务 2 Z3050 型摇臂钻床电气控制电路故障检修	118
任务 3 X62W 型万能铣床电气控制电路故障检修	131
任务 4 电气控制电路设计	142
单元 3 变频器的应用	155
任务 1 正、反转能耗制动控制电路的变频器改造	155
任务 2 变频调速在刨床主拖动系统中的应用	171
附录 常用低压电器设备图形符号与文字符号	187
参考文献	190

单元1 三相异步电动机基本控制电路

本模块的任务是熟悉常用低压电器的功能、基本结构、工作原理及型号含义，正确选择常用低压电器，并进行三相异步电动机基本控制电路的安装、调试操作。

任务1 手动正转控制电路的安装调试

知识目标

- 了解低压熔断器和低压开关的基本知识。
- 了解电气符号标准。
- 了解手动正转控制电路的组成、工作原理。

技能目标

- 掌握低压熔断器和低压开关的识别与检测。
- 正确识读基本的电气符号。
- 正确进行手动正转控制电路的安装、调试操作。



任务描述

本任务主要学习低压开关和熔断器的选择与检测方法，并能够正确安装和调试手动正转控制电路。如图1-1所示，手动正转控制电路是用低压开关和熔断器来控制电动机运行的最简单的正转控制电路。



任务分析

手动正转控制电路是通过低压开关来控制电动机的单向起动和停止，在工厂中常被用作控制三相电风扇和砂轮机等设备。如图1-2所示，砂轮机使用时，扳动组合开关的手柄，砂轮机开始转动，即进行磨刀；使用完毕，扳动组合开关的手柄，砂轮机停止转动，即停止磨刀。

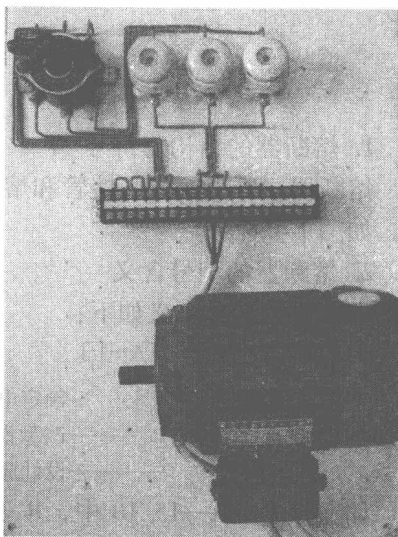


图1-1 手动正转控制电路



图 1-2 砂轮机



相关知识

一、低压熔断器

低压熔断器是在电路中起短路保护作用的电器，简称为熔断器。熔断器应串联在被保护的电路中，以电流产生的热量使熔体熔断，从而自动切断电路，起到保护电路和电气设备的作用。常用的熔断器如图 1-3 所示。

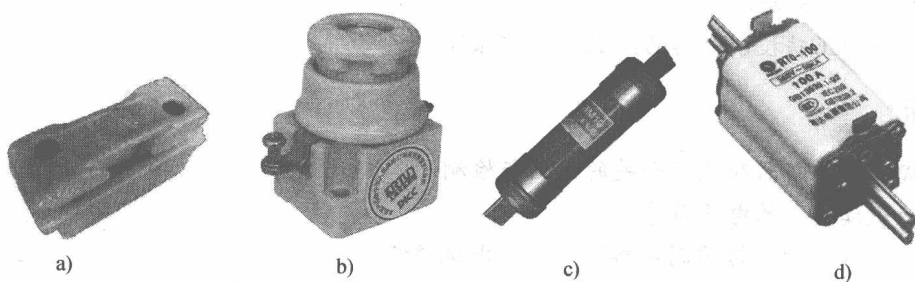


图 1-3 常用的熔断器

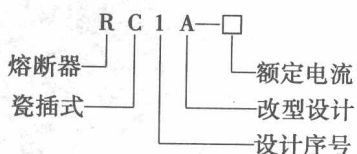
a) RC1A 系列 b) RL1 系列 c) RM10 系列 d) RTO 系列

1. 熔断器的结构与符号

熔断器主要由熔体、熔管和熔座三部分组成，如图 1-4 所示。

2. 熔断器的型号含义

熔断器的型号含义如下：



如型号 RC1A—15/10 中，R 表示熔断器，C 表示瓷插式，设计代号为 1A，熔断器额定电流为 15A，熔体额定电流为 10A。

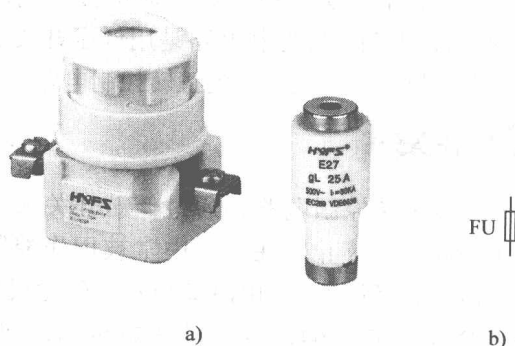


图 1-4 螺旋式熔断器

a) 螺旋式熔断器结构 b) 图形文字符号

3. 熔断器的选择

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,熔断器应立即熔断。在电流发生正常变动(如电动机起动过程)时,熔断器应不熔断;在用电设备持续过载时,应延时熔断。由此可见,熔断器和熔体只有经过正确的选择,才能起到应有的保护作用。

对熔断器的选择主要包括熔断器的类型、额定电压、额定电流和熔体额定电流等。

(1) 熔断器的类型的选择 根据使用环境、负载性质和短路电流的大小选择适当类型的熔断器。例如,用于容量较小的照明电路时,可选用 RT 系列圆筒帽形熔断器或 RC1A 系列瓷插式熔断器;对于短路电流相当大的电路或有易燃气体的环境,应选用 RT0 系列有填料封闭管式熔断器;在机床控制电路中,多选用 RL1 系列螺旋式熔断器;用于半导体功率器件及晶闸管的保护时,应选用 RLS 或 RS 系列快速熔断器。

(2) 熔断器的额定电压和额定电流的选择 熔断器的额定电压必须大于或等于电路的额定电压,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。

(3) 熔体额定电流的选择

1) 对照明、电热等负载,其熔体额定电流应大于或等于负载的额定电流。

2) 对于一台不经常起动且起动时间较短的电动机,熔体额定电流应按下式选择,即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$$

式中 I_{RN} ——熔体额定电流;

I_N ——电动机额定电流。

对于频繁起动或起动时间较长的电动机,式中的系数应增加到 3~3.5。

3) 对多台电动机,熔体额定电流应按下式选择,即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{N_{\max}} + \sum I_N$$

式中 $I_{N_{\max}}$ ——最大功率电动机的额定电流;

$\sum I_N$ ——其余电动机额定电流的总和。

当电动机的功率较大而实际负载较小时,熔体额定电流应适应小些,以小到电动机起动时熔体不熔断为准。

二、低压开关

低压开关一般为手动切换电器,主要作为隔离、转换、接通和分断电路使用。常用的低压开关有低压断路器、负荷开关和组合开关等。

在电力拖动中,低压开关多用于机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关,有时也可用来直接控制小功率电动机的起动、停止和正反转。

(一) 低压断路器

低压断路器俗称自动空气开关,简称断路器。它集控制和多种保护功能于一体,在电路正常工作时,作为电源开关能接通和分断电路;当电路中发生短路、过载和失电压等故障时,它能自动切断故障电路,从而保护电路和电气设备。几种常用的断路器如图 1-5 所示。

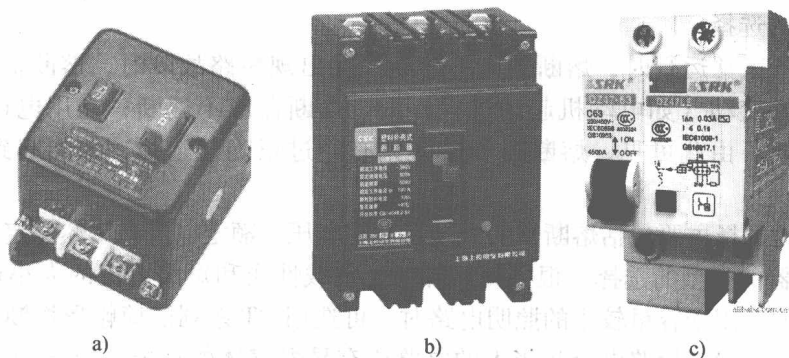


图 1-5 断路器

a) DZ5 系列 b) DZ10 系列 c) DZ47 系列

1. 断路器的结构与图形文字符号

DZ5 系列断路器的结构与图形文字符号，如图 1-6 所示。它由触头、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器及绝缘外壳等部分组成。

DZ5 系列断路器有三对主触头，有一对辅助常开（动合）触头和一对辅助常闭（动断）触头。使用时三对主触头串联在被控制的三相电路中，用以接通和分断主电路的大电流。按下绿色的“合”按钮时，接通电路；按下红色的“分”按钮时，切断电路。当电路出现短路、过载等故障时，断路器会自动跳闸而切断电路。

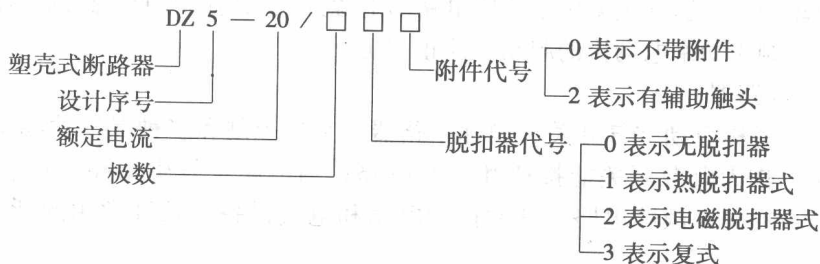
断路器的热脱扣器用于过载保护，由电流调节装置调节整定电流的大小。

电磁脱扣器用于短路保护，由电流调节装置调节瞬时脱扣整定电流的大小。出厂时，电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流一般为 $10I_N$ (I_N 为断路器的额定电流)。

欠电压脱扣器用于零电压和欠电压保护，在无电压或电压过低时断路器不能接通电路。

2. 断路器的型号含义

断路器的型号定义如下：



3. 断路器的选择

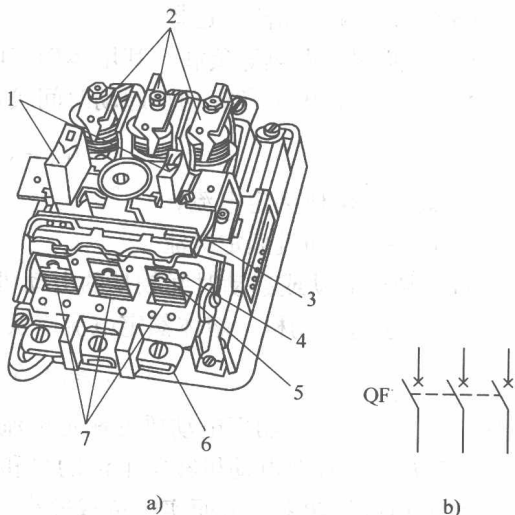


图 1-6 断路器的结构与图形文字符号

a) 结构 b) 图形文字符号

1—按钮 2—电磁脱扣器 3—自由脱扣器 4—动触头
5—静触头 6—接线柱 7—热脱扣器

1) 断路器的额定电压、额定电流应大于或等于电路、设备的正常工作电压、工作电流。

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大于负载电路正常工作时的峰值电流。用于控制电动机的断路器，其瞬时脱扣整定电流可按下式选取，即

$$I_z \geq KI_{st}$$

式中， K 为安全系数，可取 $1.5 \sim 1.7$ ； I_{st} 为电动机的起动电流。

4) 欠电压脱扣器的额定电压应等于电路的额定电压。

5) 断路器的极限通断能力应不大于或等于电路的最大短路电流。

(二) 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，如图 1-7 所示。

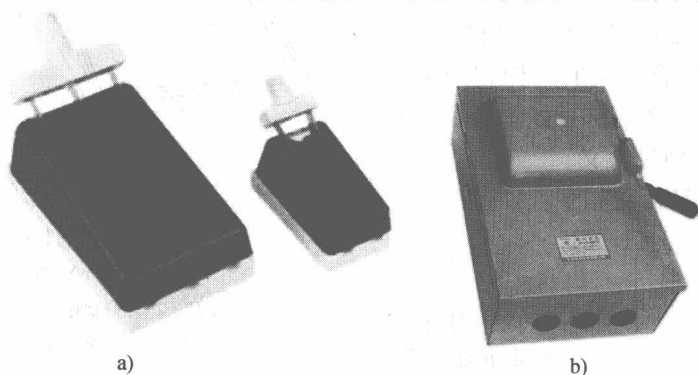


图 1-7 负荷开关

a) 开启式负荷开关 b) 封闭式负荷开关

开启式负荷开关又称为开启式开关熔断器组，简称刀开关，适用于照明、电热设备及小功率电动机电路的不频繁控制。封闭式负荷开关又称为封闭式开关熔断器组用于不频繁地接通和断开电路，也可以直接控制小功率交流电动机不频繁地直接起动和停止。

1. 负荷开关的结构与符号

HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组成，如图 1-8 所示。

HH 系列封闭式负荷开关主要由操作机构、熔断器、触头系统和铁壳组成，其结构如图 1-9a 所示。负荷开关的图形文字符号如图 1-9b 所示。

2. 负荷开关的型号含义

开启式负荷开关的型号含义如下：



封闭式负荷开关的型号含义如下：

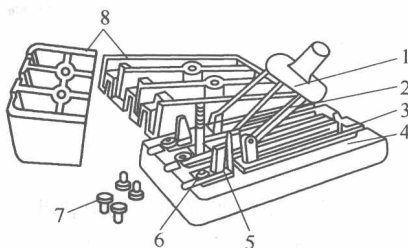
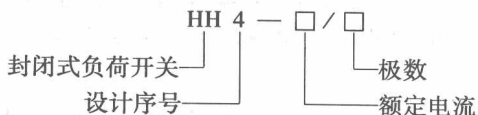


图 1-8 HK 系列开启式负荷开关

1—瓷质手柄 2—动触头 3—出线座
4—瓷底座 5—静触头 6—进线座
7—胶盖紧固螺钉 8—胶盖

3. 负荷开关的选择

1) 负荷开关的额定电压应大于或等于工作电路的额定电压。

2) 负荷开关用于控制照明、电热负载时，开关的额定电流应大于或等于所有负载额定电流之和；用于控制电动机工作时，考虑到电动机的起动电流较大，应使开关的额定电流大于或等于电动机额定电流的3倍。

（三）组合开关

组合开关又称为转换开关，控制容量比较小，常用于电气设备的不频繁操作、切换电源和负载以及控制小容量交流电动机。两个常用的组合开关，如图1-10所示。

1. 组合开关的结构与图形文字符号

HZ10-10/3型组合开关的结构如图1-11a所示。组合开关的图形文字符号如图1-11b所示。

2. 组合开关的型号含义

组合开关的型号含义如下：

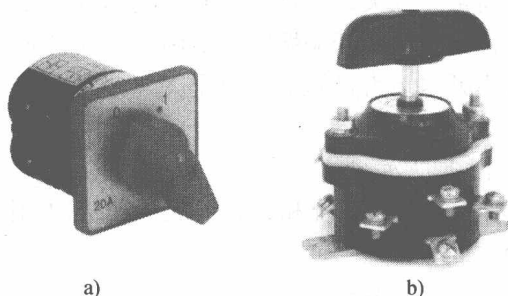
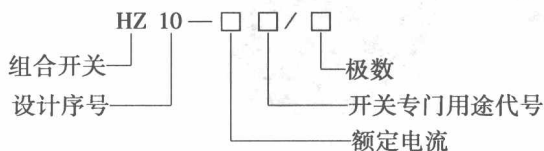


图 1-10 两个常用的组合开关

a) HZ5 系列 b) HZ10 系列

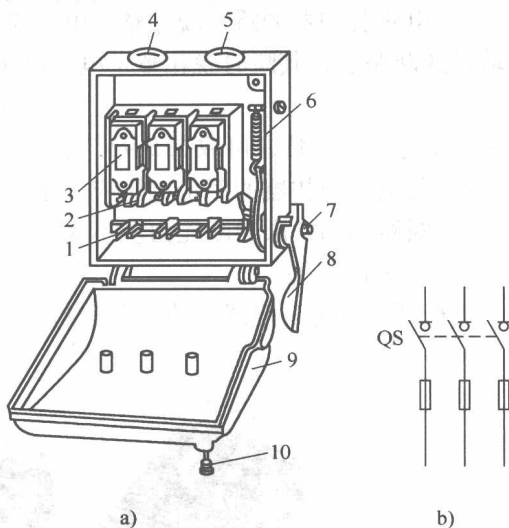


图 1-9 HH 系列封闭式负荷开关

a) 结构 b) 图形文字符号

1—动触刀 2—静插座 3—熔断器 4—进线孔
5—出线孔 6—速断弹簧 7—转轴 8—手柄
9—开关盖 10—开关盖锁紧螺栓

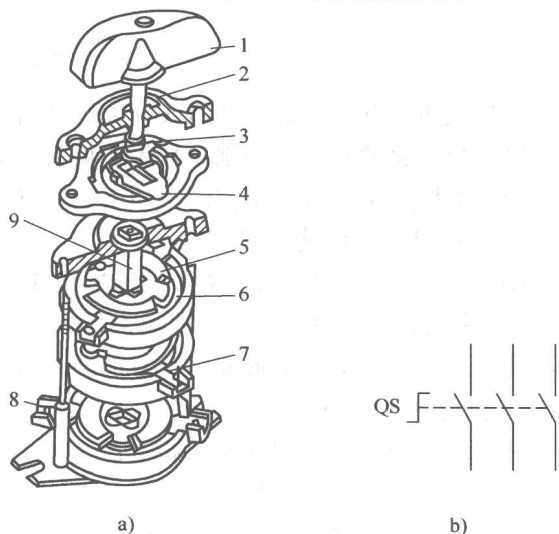


图 1-11 HZ10-10/3 型组合开关

a) 结构 b) 图形文字符号

1—手柄 2—转轴 3—弹簧 4—凸轮 5—绝缘垫板
6—动触头 7—静触头 8—接线端子 9—绝缘杆

3. 组合开关的选择

组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触头数、接线方式和负载容量进行选择。用于

控制小功率异步电动机的运行时,组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的1.5~2.5倍。

三、电气符号的标准

我国采用的是国家标准 GB/T 4728.2~4728.13—2005~2008《电气简图用图形符号》中所规定的图形符号,文字符号标准采用的是 GB 7159—1987《电气技术中的文字符号制定通则》中所规定的文字符号。这些符号是电气工程技术的通用技术语言,常用低压电器设备的图形符号与文字符号见附录。

国家标准对图形符号的绘制尺寸没有作统一的规定,实际绘图时可按实际情况以便于理解的尺寸进行绘制,图形符号的布置一般为水平或垂直位置。

绘制电气图时,连接线一般应采用实线,无线电信号通路采用虚线,并且尽量减少不必要的连接线,避免线条的交叉和弯折。对有直接电联系的交叉线的连接点,应用小黑圆点表示;无直接电联系的交叉跨越导线则不画小黑圆点,如图1-12所示。

用负荷开关控制的手动正转控制电路如图1-13所示。电源电路用细实线画成水平线,代表三相交流电源的相序符号L1、L2、L3应自上而下依次标在电源线的左端。电能由三相交流电源引入控制电路。流过电动机的工作电流较大,称为主电路,应垂直于电源电路画出。电路图中的各个接点用字母或数字编号,主电路从电源开始,经电源开关或熔断器的出线端按相序依次编号为U11、V11、W11。单台三相交流电动机(或设备)的三根引出线,按相序依次编号为U、V、W。

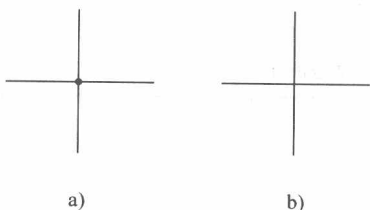


图1-12 连接线的交叉连接与交叉跨越

a) 交叉连接 b) 交叉跨越

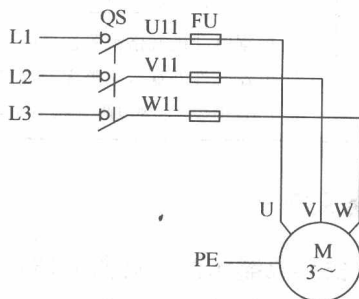


图1-13 负荷开关控制的手动正转控制电路



任务准备

一、识读电气图

虽然砂轮机的控制电路所用电器元件很少,但是若把砂轮机控制电路中使用的电气设备和器件的实际图形都画出来,也是非常麻烦的。因此人们就把这些电气设备和元器件用电气图形符号和文字符号表示,画出电路图来分析电路的组成、工作原理和元器件的作用等。砂轮机的控制电路如图1-14所示。

由图1-14可见,砂轮机的控制电路是由三相电源L1、L2、L3、组合开关QS、熔断器FU和三相交流异步电动机M构成的。组合开关控制交流电动机的起动和停止,电动机带动砂轮机运行,熔断器作为短路保护。

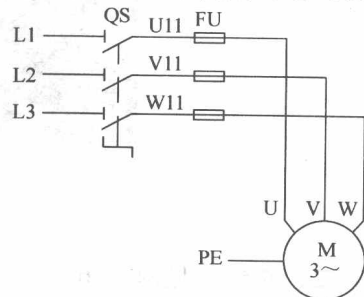


图1-14 砂轮机的控制电路

根据图 1-14 所示的电路图，分析电路的工作原理如下：

启动：合上组合开关 QS→电动机 M 接通电源启动运行。

停止：断开组合开关 QS→电动机 M 脱离电源停止运行。

二、准备元器件和材料

根据电动机的规格选择工具、仪表和器材，并进行质量检验，见表 1-1。

表 1-1 工具、仪表和器材

工具	验电器、螺钉旋具、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等电工常用工具				
仪表	ZC25-3 型绝缘电阻表(500V)、MG3-1 型钳形电流表、MF47 型万用表				
器材	代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
	M	三相笼型异步电动机	Y112M-4	4kW、380V、8.8A、△联结、1440r/min	1
	QS	组合开关	HZ10-60/3	380V、60A	1
	FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	500V、60A、配熔体 25A	3
	XT	端子板	TD-AZ1	660V、20A	1
		控制板		500mm×400mm×20mm	1
		主电路塑铜线		BV1.5mm ² 和 BVR1.5mm ²	若干
		接地塑铜线		BVR1.5mm ² (黄绿双色)	若干
质检要求		木螺钉		φ5mm×30mm	若干
	1. 根据电动机规格检验选择的工具、仪表、器材等是否满足要求				
	2. 电器元件外观应完整无损,附件、备件齐全				
	3. 用万用表、绝缘电阻表检测电器元件及电动机的技术数据是否符合要求				

任务实施

一、安装电器元件（见图 1-15）

电器元件安装应牢固、整齐、匀称，间距合理，便于元器件的更换。

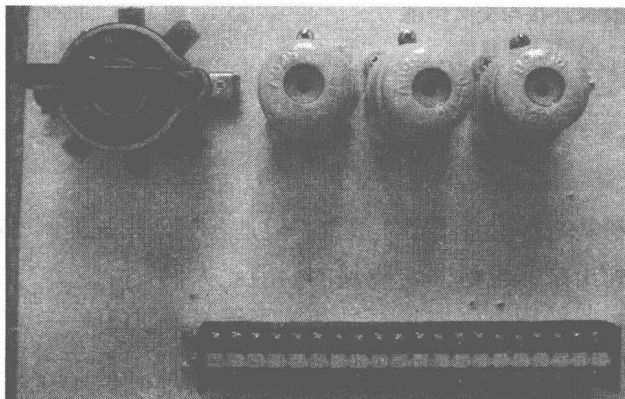


图 1-15 安装电器元件

二、布线（见图 1-16）

横平竖直、分布均匀。导线与接线端子连接时不能压绝缘层、不反圈及露铜过长。

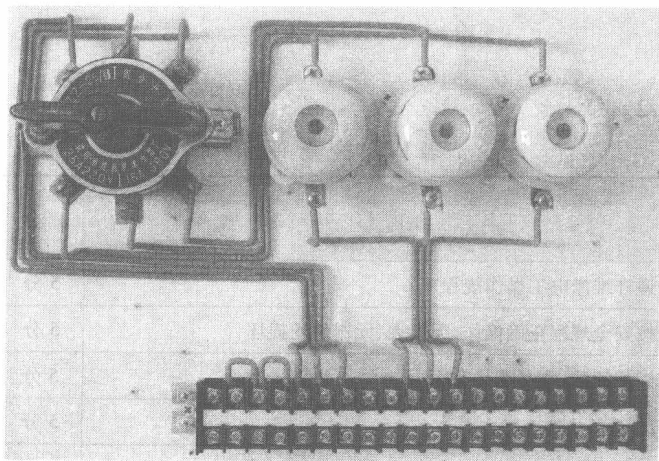


图 1-16 布线

三、安装电动机（见图 1-17）

控制板必须安装在操作时能看到电动机的地方，以保证操作安全。电动机和按钮的金属外壳必须按规定要求接到保护接地专用端子上。

四、检查安装质量（见图 1-18）

用万用表检查电路的正确性，严禁出现短路故障。

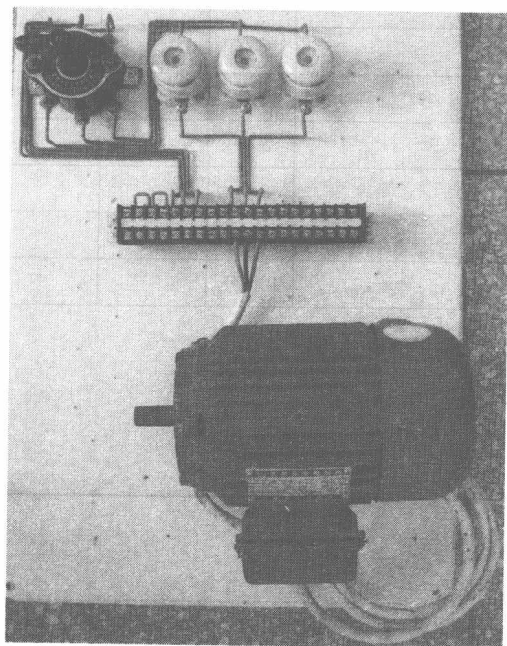


图 1-17 安装电动机

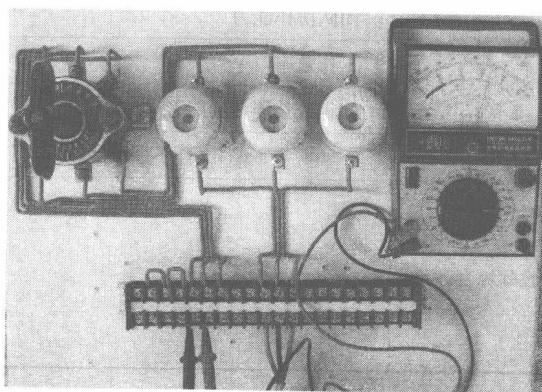


图 1-18 检查安装质量

五、通电试运行

将三相交流电源接入组合开关，经指导教师检查合格后进行通电试运行。