

项目驱动

任务引领

中等职业教育规划教材

电气控制技术 项目教程

李国瑞 主编

DIANQI KONGZHI JISHU XIANGMU JIAOCHENG



赠电子教案



掌握就业的技能

体验学习的快乐



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育规划教材

电气控制技术项目教程

主 编 李国瑞
副主编 姚锦卫 董桂珍
参 编 刘 维 王海棠 李凤梅
主 审 葛永国



机械工业出版社

本书采用项目分解教学形式,以任务来引领,以技能培养为主线。全书共分17个项目,按照从易到难、从简单到复杂的原则进行编排,力争符合学生的认知规律。内容包括单向手动控制电路、单向运行控制电路、正反转控制电路、电动机延时起动控制电路、顺序起停控制电路、绕线转子异步电动机控制电路、三相异步电动机减压起动控制电路、三相异步电动机制动控制电路、双速电动机控制电路、并励直流电动机的基本控制电路、单相异步电动机控制电路、液压动力滑台自动循环控制电路、卧式车床电气控制电路、摇臂钻床电气控制电路、万能铣床电气控制电路、桥式起重机电气控制电路及电气控制电路设计与测绘等,内容涵盖控制电路的分析、安装、故障检修及设计与测绘等。将元器件认识与检测、电路分析安装与故障检修等分层次融于各个项目中,使学生在实践操作过程中掌握岗位技能和专业知识。

本书内容浅显、可操作性强、立体化配套完善,可作为职业院校电气、机电、数控、电工电子等专业教学用书,也可作为相关专业工程技术人员的岗位培训教材或参考书。

为了配合教学,本书配有免费电子教案和教学指导方案,凡是选用本书作为教材的单位,均可来电索取(电话:010-88379934)或登录 www.cmpedu.com 下载。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术项目教程/李国瑞主编. —北京:机械工业出版社, 2009.2

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-26087-5

I. 电… II. 李… III. 电气控制-专业学校-教材
IV. TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第010389号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王娟 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英

封面设计:马精明 责任印制:杨曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2009年2月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·12.5印张·307千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-26087-5

定价:21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379934

封面无防伪标均为盗版

前言

本书根据中等职业教育的培养目标,从“以学生为主体,以能力为本位,以就业为导向”的教育理念出发,精简理论,紧密联系生产实际,重点介绍目前的新知识、新技术、新工艺,以充分调动学生的积极性,培养学生的职业意识。

本书采用项目式教学法编排内容,共分17个项目。依据生产实际和学生的认知规律设置相应教学项目,让学生在动手操作过程中感知、学习并掌握相关操作技能和专业知识。

本书的主要特点有:

1. 以应用为核心,知识适度超前。通过项目式教学方法来组织教学内容,把理论知识与实践技能有机地结合起来,一方面精简理论,便于学生理解和掌握;另一方面尽可能地采用新知识、新器件和新工艺,有助于学生全面了解该领域技术的发展方向。

2. 遵循认知规律,突出项目的层次性,将实践技能和理论知识培养按照由易到难的规律融于各个项目中。

3. 以学生为主体,培养学生的学习能力。教材中每个项目的开始均设有学习目标,项目最后设有练习题。练习题分为技能练习题和知识练习题两部分,这样安排便于学生在学习每个项目时明确应掌握的内容及其深度,并在学习后通过练习题检验学习效果。

4. 以学生的技能培养为目的,强化学生的实际操作能力训练。以国家职业标准为依据,把职业资格认证培训内容和学生工作后的上岗培训内容融入到教材中,使二者有机地衔接起来,延伸教材的使用功能,从而强化学生职业能力的培养,提高学生就业上岗的适应能力,做到岗前培训零周期,最终取得“双证”。

5. 充分考虑读者的需求,做好立体化配套。教材按照立体化的思路进行编写,有配套的电子教案、教学设计方案、教学指导、电子习题库等教学资源,最大限度地为教师教学备课提供全方位的教学资源服务。

本书由李国瑞担任主编,姚锦卫、董桂珍担任副主编,参与编写的还有刘维、王海棠、李凤梅。李国瑞编写项目八、九,董桂珍编写项目五、六、十六、十七,刘维编写项目七、十二,王海棠编写项目十一,李凤梅编写项目十五,其他项目由姚锦卫编写。本书由李国瑞、姚锦卫统稿,由葛永国担任主审,他对本书的编写提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

教学课时分配建议如下,任课教师可根据自己学校的具体情况作适当的调整。

教学课时分配建议表

项 目	课时数	项 目	课时数
项目一	4	项目五	2
项目二	4	项目六	4
项目三	6	项目七	4
项目四	4	项目八	4

(续)

项 目	课时数	项 目	课时数
项目九	4	项目十四	4
项目十	6	项目十五	4
项目十一	2	项目十六	4
项目十二	4	项目十七	8
项目十三	4	合计	72

编 者

目 录

前言

项目一 单向手动控制电路	1
任务一 认识所涉及的器件	2
任务二 单向手动控制电路安装	10
知识拓展 电气识图基础	12
练习题	14
项目二 单向运行控制电路	16
任务一 认识所涉及的器件	17
任务二 单向运行控制电路安装	25
任务三 单向运行控制电路故障检修	30
任务四 电动机两地控制电路	31
知识拓展 绘制电气安装接线图	32
练习题	35
项目三 正反转控制电路	38
任务一 倒顺开关正反转控制电路安装	38
任务二 双重联锁正反转控制电路安装与维修	40
任务三 工作台自动往返控制电路安装	46
知识拓展 无触点开关	50
练习题	53
项目四 电动机延时起动控制电路	56
任务一 认识所涉及的器件	57
任务二 延时起动控制电路安装	60
任务三 故障分析与检修训练	63
知识拓展 空气阻尼式时间继电器	63
练习题	65
项目五 顺序起停控制电路	66
任务一 顺序起停控制电路分析	66
任务二 顺序起停控制电路的安装	69
任务三 故障设置与检修训练	71
知识拓展 继电器	71
练习题	73

项目六 绕线转子异步电动机控制电路	76
任务一 认识绕线转子异步电动机的结构及起动方法	76
任务二 绕线转子异步电动机转子串电阻起动控制电路的安装与调试	78
知识拓展 转子串频敏变阻器起动控制电路	81
练习题	82
项目七 三相异步电动机减压起动控制电路	84
任务一 $Y-\Delta$ 减压起动控制电路安装	84
任务二 故障设置与检修训练	88
知识拓展 其他减压起动控制电路	89
练习题	94
项目八 三相异步电动机制动控制电路	95
任务一 三相异步电动机制动控制	95
任务二 能耗制动控制电路的安装	96
知识拓展 反接制动控制电路	99
练习题	102
项目九 双速电动机控制电路	104
任务一 双速电动机手动控制电路	104
任务二 双速电动机自动控制电路安装	106
知识拓展 常用低压电器基本知识	108
练习题	109
项目十 并励直流电动机的基本控制电路	111
任务一 并励直流电动机的起动、调速控制电路安装	111
任务二 并励直流电动机正反转及制动控制电路安装	116
知识拓展 串励直流电动机基本控制电路	119

练习题	121	任务一 认识万能铣床	150
项目十一 单相异步电动机控制		任务二 万能铣床常见电气故障分析	157
电路	124	练习题	158
任务一 单相异步电动机正反转控制		项目十六 桥式起重机电气控制	
电路安装	124	电路	160
任务二 单相异步电动机调速控制		任务一 2t 桥式起重机电气控制电路	162
电路安装	125	任务二 20/5t 桥式起重机控制电路	163
知识拓展 电动机基本知识总结	127	任务三 桥式起重机常见电气故障分析	168
练习题	129	知识拓展 凸轮控制器	170
项目十二 液压动力滑台自动循环		练习题	172
控制电路	130	项目十七 电气控制电路设计	
任务一 认识液压系统	130	与测绘	174
任务二 液压动力滑台自动循环控制电路		任务一 认识电气控制电路设计	
的原理分析	132	原则与步骤	174
练习题	133	任务二 选用电动机和电器元件	179
项目十三 卧式车床电气控制电路	135	任务三 电气控制电路设计举例	182
任务一 认识卧式车床	135	任务四 电气控制电路测绘步骤与	
任务二 卧式车床常见电气故障分析	139	方法	184
练习题	140	任务五 电气控制电路测绘举例	186
项目十四 摇臂钻床电气控制电路	142	练习题	188
任务一 认识摇臂钻床	142	附录	191
任务二 摇臂钻床常见电气		附录 A 控制电路安装调试评分	
故障分析	146	标准举例	191
练习题	147	附录 B 控制电路维修评分标准举例	191
项目十五 万能铣床电气控制电路	149	参考文献	193

项目一 单向手动控制电路

项目教学目标

知识目标：

- ★掌握刀开关、低压断路器、熔断器的符号、结构、原理及作用。
- ★能正确理解电动机铭牌信息。

技能目标：

- ❖掌握电路图的识读方法。
- ❖能用万用表对元器件进行检测。
- ❖能正确安装手动控制电路。

低压开关主要作隔离、转换及接通和分断电路用，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。对于容量较小的三相异步电动机，如三相电风扇、鼓风机、工厂中使用的小型台钻、切割机、机床的冷却泵电动机等设备可以用低压开关直接进行控制。

低压开关一般作为手动切换电器，常用的主要类型有刀开关、组合开关和低压断路器。手动控制电路的几种应用如图 1-1 所示。

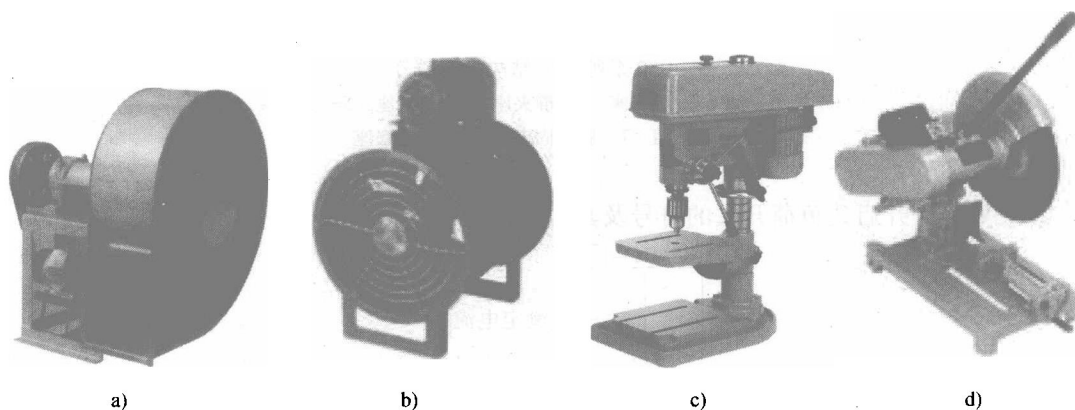


图 1-1 手动控制电路应用

a) 排尘离心通风机 b) 轴流通风机 c) 小型台钻 d) 切割机

任务一 认识所涉及的器件

单向手动控制电路用来控制电动机实现单向运转,可以用刀开关、组合开关或低压断路器进行控制。本部分对刀开关、组合开关、低压断路器、熔断器等低压电器元件以及电动机进行一般性认识。其中低压电器的认识包括外形、结构、符号、型号、安装等几个方面;电动机的认识主要包括认识铭牌和外部接线两个方面。

一、刀开关

刀开关的种类很多,在电力拖动控制电路中常用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。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关旧称瓷底胶盖刀开关,常用的为 HK 系列,适用于照明、电热设备及功率小于 5.5kW 且操作不频繁的电动机控制电路中,实现手动不频繁地接通和分断电路,并起短路保护作用。

(1) 外形、结构和符号 开启式负荷开关的外形、结构和符号如图 1-2 所示。它由操作手柄、触刀、触头座和底板等组成。

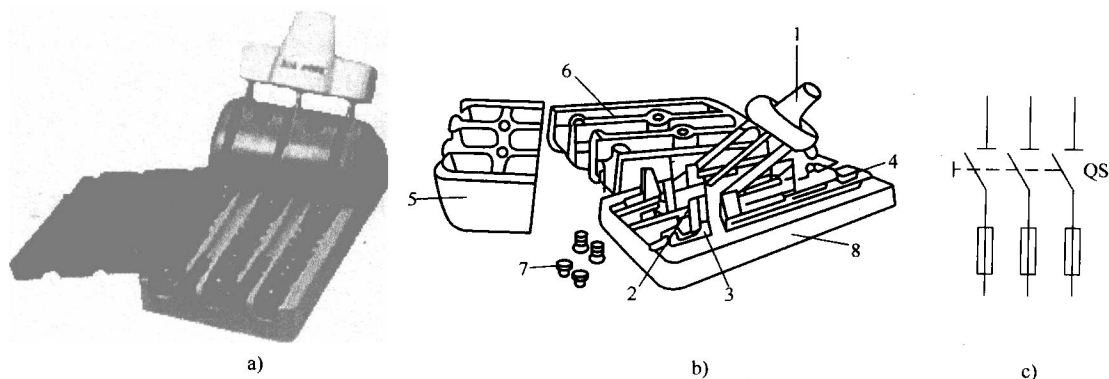
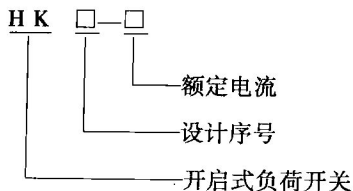


图 1-2 开启式负荷开关的结构和符号

a) HK2 系列 b) 结构 c) 符号

1—瓷质手柄 2—进线座 3—静夹座 4—出线座 5—上胶盖
6—下胶盖 7—胶盖固定螺母 8—瓷底座

(2) 型号 开启式负荷开关的符号及其含义如下:



(3) 选择 选择开启式负荷开关的原则如下:

1) 用于照明和电热负载时,选用额定电压 220V 或 250V、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) 用于电动机负载时, 其额定电流一般为电动机额定电流的 3 倍。

(4) 安装和使用

1) 开启式负荷开关应垂直安装, 使闭合操作时的手柄从下向上为合闸; 不允许采用平装或倒装, 以防止造成极间短路或手柄因重力作用自动下落而引起误动作合闸。

2) 开启式负荷开关的上接线端应接电源进线, 负载接在下接线端。

3) 开启式负荷开关用作电动机的控制开关时, 应将其熔体部分用导线直连, 并在出线端装设单独的熔断器作短路保护。

4) 安装后应检查闸刀和静触头的接触是否成直线或紧密。

5) 更换熔丝必须在开关断开的情况下进行, 且应更换与原规格相同的熔丝。

6) 在分闸和合闸操作时应动作迅速, 使电弧能尽快熄灭。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关旧称铁壳开关, 其灭弧性能、操作性能、通断能力和安全防护性能都优于开启式负荷开关。因其外壳多为铸铁或用薄钢板冲压而成, 故俗称铁壳开关。封闭式负荷开关一般用来控制功率在 10kW 以下的电动机不频繁的直接起动。

封闭式负荷开关的外形、结构和符号如图 1-3 所示。

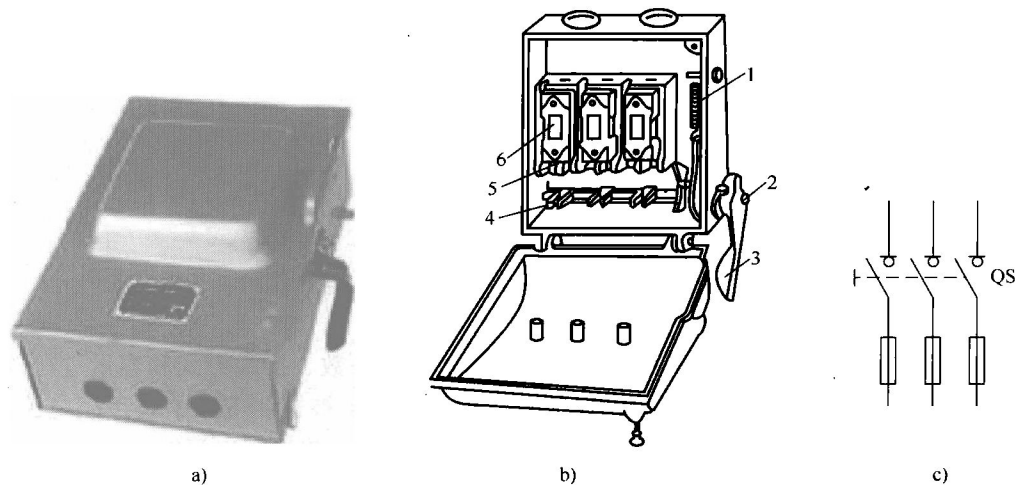


图 1-3 封闭式负荷开关

a) HH4 系列封闭式负荷开关 b) 结构 c) 符号

1—速断弹簧 2—转轴 3—手柄 4—闸刀 5—夹座 6—熔断器

封闭式负荷开关使用时必须垂直安装, 外壳应可靠接地。分合闸操作时, 要站在开关的手柄侧, 不准面对开关, 以免因意外故障电流使开关爆炸, 铁壳飞出伤人。

二、组合开关

组合开关又称转换开关, 主要用在交流 380V 以下及直流 220V 以下的电气电路中, 供手动不频繁地通断电路以及控制 5kW 以下小容量电动机。

1. 外形、结构及符号

组合开关的外形、结构及符号如图 1-4 所示。

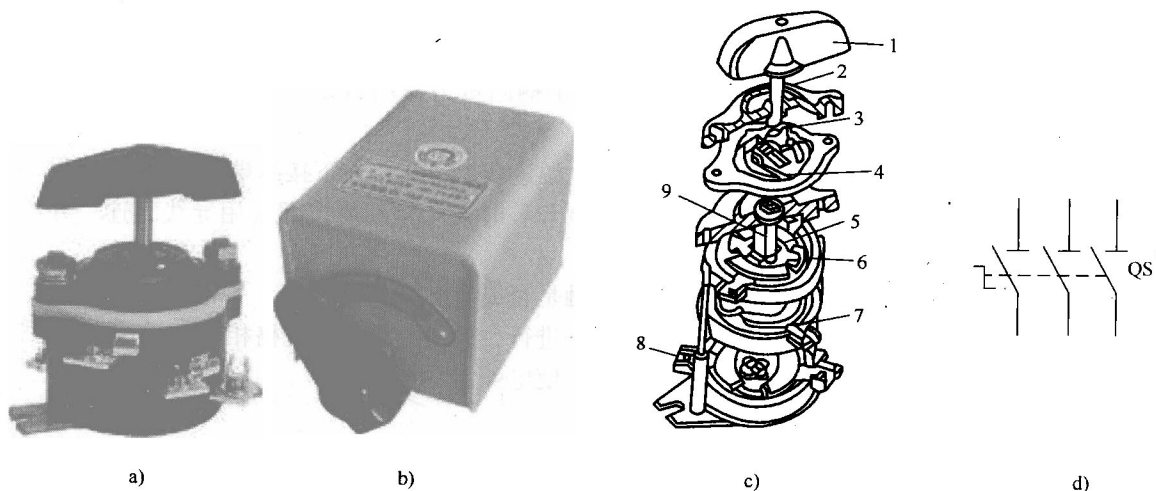
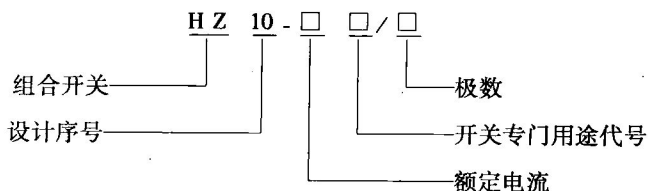


图 1-4 组合开关外形、结构、符号

a) HZ10 系列 b) HZ3 系列 c) HZ10—10/3 型组合开关的结构 d) 符号

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

2. 型号



3. 选择

组合开关应根据电源种类、电压等级以及负载所需触头数、接线方式和容量进行选择。用于照明或电热电路时，组合开关的额定电流应等于或大于被控制电路中各负载电流的总和；用于电动机控制电路时，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。

4. 安装和使用

1) HZ10 系列组合开关接线端子暴露在外面，故只能安装在配电箱或配电柜内，其操作手柄最好安装在控制箱的前面或侧面，在断开状态时应使手柄处于水平位置。HZ3 系列组合开关外壳必须可靠接地。

2) 若需要在配电箱内操作，最好将组合开关装在配电箱的右上方，且其上方不要再安装其他电器，否则应采用隔离或绝缘措施。

3) 当操作频率过高或负载功率因数较低时，要降低容量使用，否则会影响组合开关的寿命。

4) 组合开关的分断能力低，不能用来通、断故障电流。

三、低压断路器

低压断路器旧称自动空气开关，是一种既有开关作用又能进行自动保护的低压电器，当电路发生短路、过载、电压过低（欠电压）等故障时能自动切断电路，主要用于不频繁接通和分断电路及控制电动机的运行。不同型号的低压断路器保护功能有所不同，如 DZ5 系列断路器具有短路、过载和欠电压保护，而 DZ47 系列小型断路器只有短路和过载保护。常用的断路器有塑壳式（装置式）和框架式（万能式）两类。

1. 低压断路器的外形、结构及符号

常见的几种低压断路器的外形及符号如图 1-5 所示。低压断路器主要由以下部分组成：触头系统，用于接通或切断电路；灭弧装置，用以熄灭触头在切断电源时产生的电弧；传动机构，用以操作触头的闭合与分断；保护装置，当电路出现故障时，促使触头分断，快速切断电源。其中 DZ5 系列塑壳式断路器的结构如图 1-6 所示。

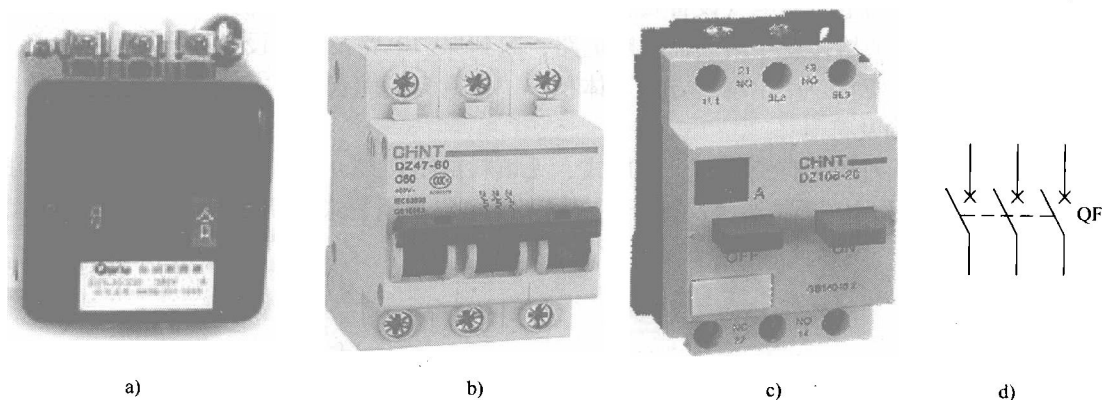


图 1-5 常见的几种低压断路器的外形及符号

a) DZ5 系列 b) DZ47 系列 c) DZ108 系列 d) 符号

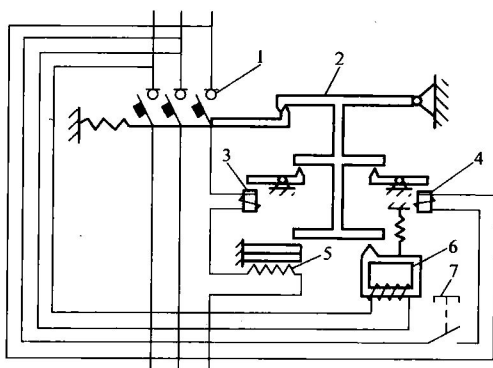
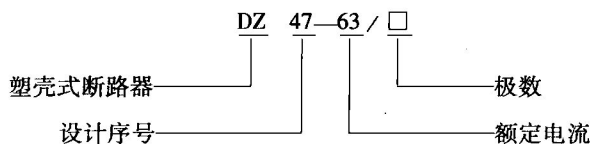


图 1-6 DZ5 系列塑壳式断路器的结构

1—主触头 2—自由脱扣器 3—过电流脱扣器 4—分励脱扣器
5—热脱扣器 6—失电压脱扣器 7—测试按钮

2. 型号

低压断路器的型号及其含义如下：



3. 安装接线

1) 低压断路器应垂直于配电板安装，将电源引线接到上接线端，负载引线接到下接线端，如图 1-7 所示。

2) 低压断路器用作电源总开关或电动机控制开关时，在电源进线侧必须加装刀开关或熔断器等，以形成一个明显的断开点。

四、熔断器

熔断器是一种在低压配电网和电力拖动系统中起短路保护的低压电器。使用时串联在被保护的电路中，当电路或电气设备发生短路故障时，通过熔断器的电流一旦达到或超过某一规定值，熔管中的熔体就会熔断而分断电路，起到保护电路及电气设备的作用。熔断器具有结构简单、价格便宜、使用维护方便、体积小、重量轻等优点。

1. 外形、结构及符号

熔断器常用系列产品有瓷插式、螺旋式、无填料封闭管式、有填料封闭管式等类型。图 1-8 所示是 RT18 系列熔断器外形及符号，它属于有填料封闭管式熔断器。

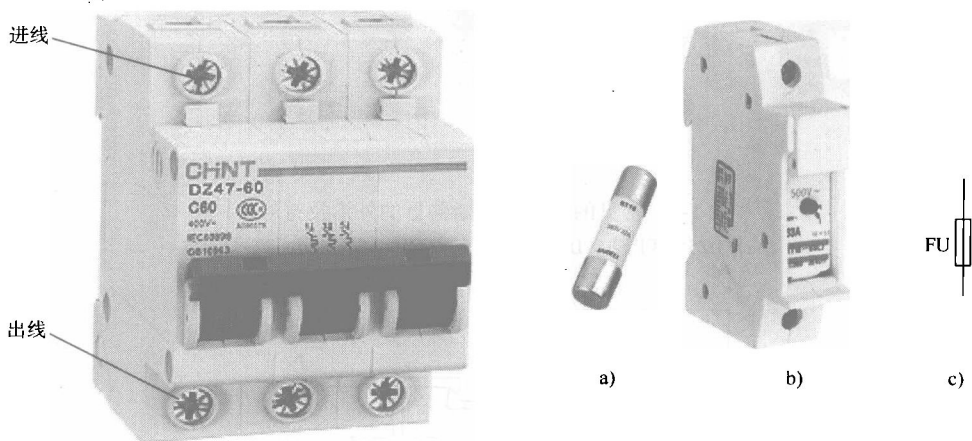


图 1-8 RT18 系列熔断器外形及符号

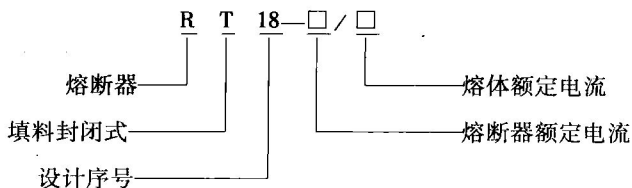
a) 熔体 b) 熔断器底座 c) 符号

图 1-7 DZ47 系列低压断路器接线

熔断器主要由熔体和安装熔体的底座两部分组成。其中熔体是熔断器的主要部分，常做成片状或丝状；底座是熔体的保护外壳，在熔体熔断时兼有灭弧作用。

2. 型号

熔断器的型号及其含义如下：



3. 安装和使用

- 1) 熔断器应完整无损, 接触紧密可靠, 并标出额定电压、额定电流的值。
- 2) 圆筒帽形熔断器应垂直安装, 接线遵循“上进下出”原则, 如图 1-9a 所示; 若采用螺旋式熔断器, 电源进线应接在底座中心点的接线端子上, 被保护的用电设备应接在与螺口相连的接线端子上, 遵循“低进高出”原则, 以保证更换熔体时操作者不接触熔断器的带电部分, 如图 1-9b 所示。
- 3) 安装熔断器时, 各级熔体应相互配合, 并要求上一级熔体额定电流大于下一级熔体的额定电流。
- 4) 熔断器兼作隔离目的使用时, 应安装在控制开关的进线端; 若仅作短路保护使用时, 应安装在控制开关的出线端。

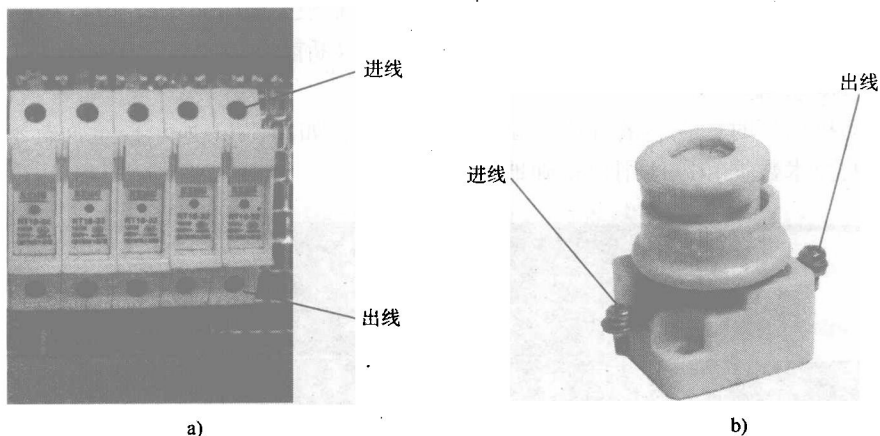


图 1-9 熔断器的接线

a) 圆筒帽形熔断器的接线 b) 螺旋式熔断器的接线

4. 其他常见熔断器外形

其他几种常见的熔断器外形如图 1-10 所示。

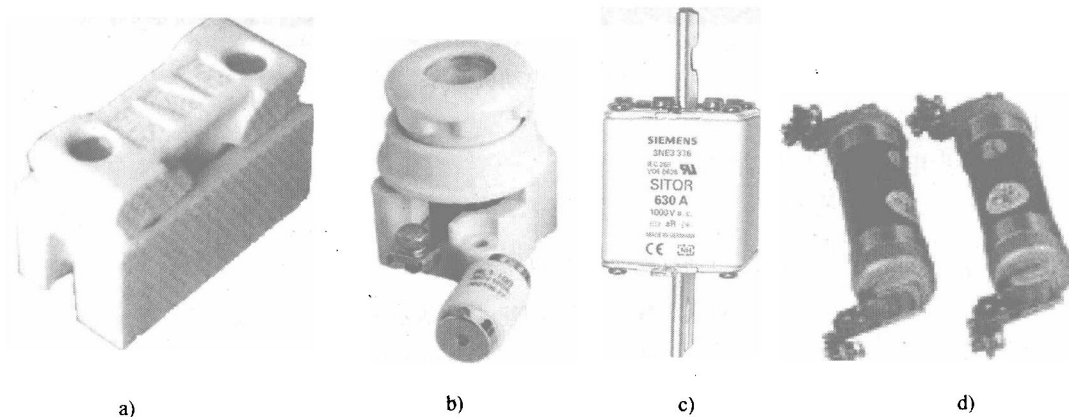


图 1-10 其他几种常见的熔断器外形

a) 瓷插式熔断器 b) 螺旋式熔断器 c) 有填料封闭管式熔断器 d) 无填料封闭管式熔断器

图 1-10a 所示为瓷插式 (RC) 熔断器, 其极限分断电流小, 只用于低压分支电路或小容量电路的短路保护。图 1-10b 所示为螺旋式 (RL) 熔断器, 其极限分断电流大, 瓷质熔管内装熔丝, 并充满石英砂, 两端用铜帽封闭, 防止电弧喷出管外, 熔管一端有熔断指示器, 熔断时能自动弹出, 从瓷帽的玻璃窗可以观察到。

封闭管式熔断器分无填料 (RM)、有填料 (RT) 和快速 (RS) 三种。图 1-10c 所示为有填料 (RT) 封闭管式熔断器, 这种熔断器主要由熔管、底座、夹头、夹座等部分组成。常用的有 RT0、RT12、RT15、RT14、RT18、RT19 等系列。其中 RT0 系列有填料封闭管式熔断器是一种大分断能力的熔断器, 广泛用于短路电流较大的电力输配电系统中, 常作为电缆、导线和电气设备的短路保护及导线电缆的过载保护。

图 1-10d 所示为无填料 (RM) 封闭管式熔断器, 其熔体为变截面锌片, 中间有几个蜂腰部, 装于纤维熔管内, 两端用铜帽封住。熔片熔断时先从腰部熔断, 产生的金属气体少、间隔大, 便于灭弧。此熔断器断流能力强, 用于配电柜和控制柜中作短路保护和严重过载保护。

熔断器的技术参数有额定电压、额定电流和极限分断能力三个。

五、认识电动机铭牌

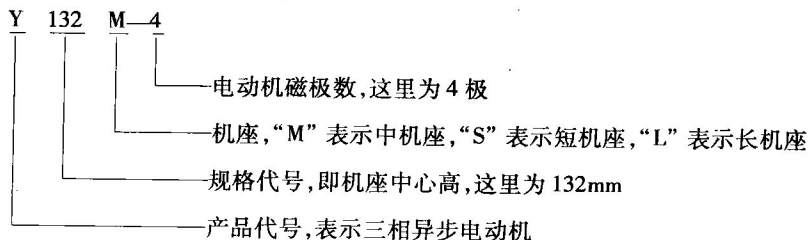
每台电动机出厂时, 在它的外壳上都有一块铭牌, 如图 1-11 所示, 上面标有电动机的型号和有关的技术数据, 以便用户正确地选择和使用。



图 1-11 电动机铭牌

1. 型号

三相异步电动机的型号含义如下:



2. 技术数据

1) 电压 (U_N): 即额定电压, 指电动机在额定状态下运行时, 加在定子绕组出线端的

线电压 (V)。这里为 380V。

2) 电流 (I_N): 即额定电流, 指电动机在额定状态下运行时, 流入电动机定子绕组中的线电流 (A)。这里为 15.4A。

3) 功率 (P_N): 即额定功率, 指电动机在额定状态下运行时, 转子轴上输出的机械功率 (kW)。这里为 7.5kW。

4) 50Hz: 电动机在额定状态下运行时, 电动机定子侧电压的频率, 我国电网 $f_N = 50\text{Hz}$ 。

5) 转速 (n_N): 即额定转速, 指电动机在额定状态下运行时的转速 (r/min)。

6) 防护等级: 指防止人体接触电机转动部分、带电体和防止固体异物进入的等级。这里为 IP44, 其含义如下。

IP——特征字母, 为 “International Protection (国际防护)” 的缩写; 44——4 级防固体 (防止大于 1mm 固体进入电机), 4 级防水 (任何方向溅水对电机无影响)。

7) 绝缘 B 级: 绝缘等级, 表示电动机各绕组及其他绝缘部件所用绝缘材料的等级。绝缘材料按耐热性能可分为 Y、A、E、B、F、H、C 等 7 个等级。绝缘材料耐热性能等级见表 1-1。

表 1-1 绝缘材料耐热性能等级

绝缘等级	Y	A	E	B	F	H	C
最高允许温度/℃	90	105	120	130	155	180	>180

电气设备 (包括电动机) 高出环境的温度称为温升。电动机的额定温升, 是指在规定的环境温度 (+40℃) 下, 电动机绕组的最高允许温度, 它取决于绕组的绝缘等级。

8) 工作制 S1: 电动机的运行方式。S1 表示连续运行, S2 表示短时运行, S3 表示断续运行。

此外, 铭牌上还标明电动机三相绕组的联结方法, 这里为 Δ 联结。

六、电动机接线及检测

三相笼型异步电动机定子三相绕组有星形 (Y) 联结和三角形 (Δ) 联结两种联结方法。电动机采用何种联结方法, 在该电动机铭牌上有明确的标注。如 JW6314 型微型电动机采用 Y/ Δ 联结方法, Y132M—4 异步电动机采用 Δ 联结方法。

一般笼型异步电动机的接线盒中有 6 根引出线, 首端用 U1、V1、W1 表示, 末端用 U2、V2、W2 表示。电动机外部接线如图 1-12 所示。

将 JW6314 型微型电动机按图 1-12a、b 分别接好, 测量 U1—V1、U1—W1、

V1—W1 之间的直流电阻值 (不通电时的线圈电阻值), 填入表 1-2。

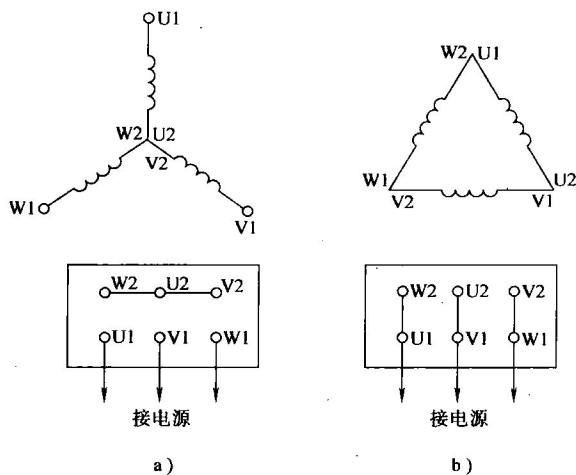


图 1-12 电动机外部接线

a) 星形联结 b) 三角形联结

表 1-2 测量结果

直流电阻值/ Ω	U1—V1	U1—W1	V1—W1
联结方式			
Y联结			
Δ 联结			

任务二 单向手动控制电路安装

一、认识电气原理图

单向手动控制电路电气原理图如图 1-13 所示。

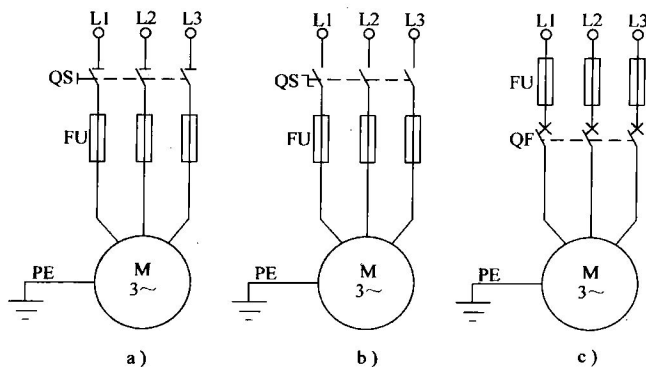


图 1-13 单向手动控制电路原理图

a) 开启式负荷开关控制 b) 组合开关控制 c) 低压断路器控制

二、器材准备

每人按表 1-3 准备工具、设备（本书其他项目所用工具不再重复列出），并按表 1-4 配齐本项目所用元器件。

表 1-3 所用工具、设备

序号	名称	型号与规格	单位	数量
1	三相五线交流电源	$\sim 3 \times 380/220\text{V}$ 、20A	处	1
2	单相交流电源	$\sim 220\text{V}$ 和 $\sim 24\text{V}$ 、5A	处	1
3	电工通用工具	测电笔、一字、十字螺钉旋具、剥线钳、尖嘴钳、电工刀等	套	1
4	万用表	指针式万用表，如 MF47、MF368、MF500	只	1
5	绝缘电阻表（兆欧表）	500V，0~200M Ω	只	1
6	劳保用品	绝缘鞋、工作服等	套	1

表 1-4 电器元器件明细表

序号	名称	型号与规格	单位	数量
1	三相异步电动机	Y112M—4，4kW，380V，8.8A	台	1
2	开启式负荷开关	HK1—30/3，380V，30A，熔体直连	只	1
3	组合开关	HZ10—25/3	个	1
4	低压断路器	DZ47—63，380V，20A，整定 10A	只	1
5	熔断器	RT18—32，500V，配 20A 熔体	只	3