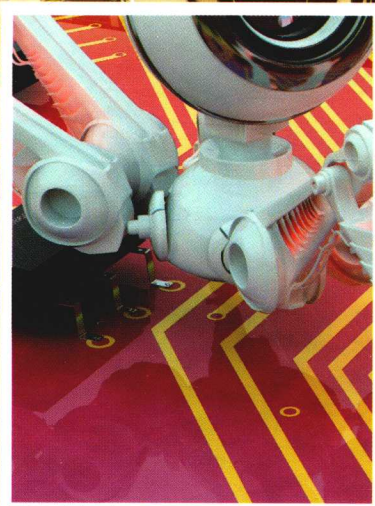




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



高职高专项目课程系列教材·电气自动化专业

总主编 ◇ 石伟平 副总主编 ◇ 徐国庆

常用电气控制设备

第二版

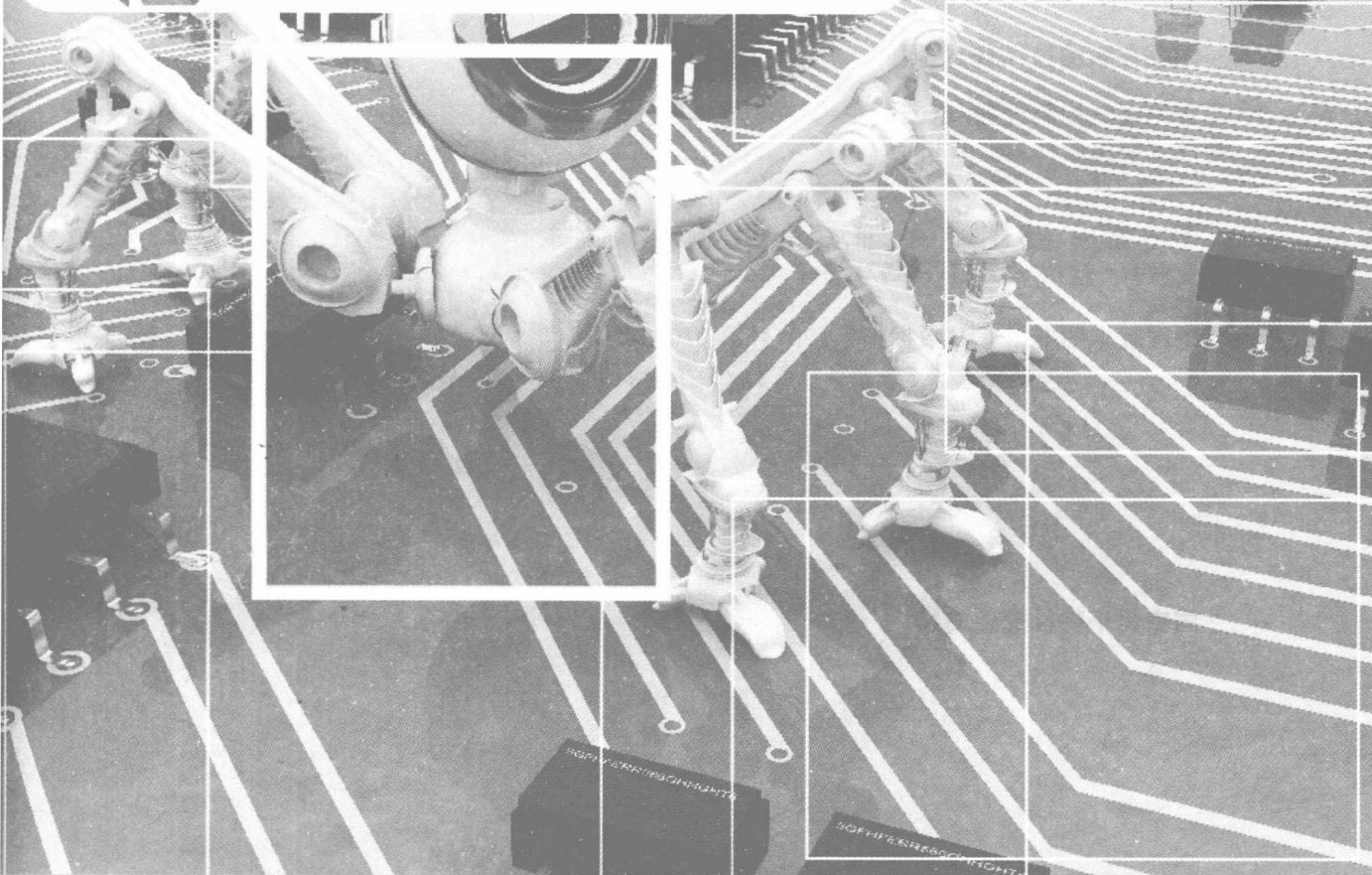
主编 ◇ 赵红顺



华东师范大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



高职高专项目课程系列教材·电气自动化专业

总主编 ◇ 石伟平 副总主编 ◇ 徐国庆

常用电气控制设备

第二版

主编 ◇ 赵红顺



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

常用电气控制设备/赵红顺主编. —2 版. —上海: 华东师范大学出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5675-1591-8

I. ①常… II. ①赵… III. ①电气控制装置—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 010230 号

国家骨干院校建设成果

高职高专项目课程系列教材·电气自动化专业

常用电气控制设备(第二版)

主 编 赵红顺

项目编辑 吴海红

装帧设计 孔薇薇

出版发行 华东师范大学出版社

社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062

网 址 www.ecnupress.com.cn

电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105

客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887

地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口

网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 上海市崇明县裕安印刷厂

开 本 787×1092 16 开

印 张 13.25

字 数 302 千字

版 次 2014 年 8 月第 1 版

印 次 2014 年 8 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5675-1591-8/TM·065

定 价 29.00 元

出 版 人 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

高职高专项目课程系列教材编委会

杨金土 刘来泉 姜大源

石伟平 韩亚平 王 焰

徐国庆 曹根基 贺星岳

近年来在政府推动与经济发展需求的刺激下,我国高等职业教育规模有了很大发展;全国职业教育工作会议的召开,又为高职发展迎来了新的历史机遇。然而,我们可以在短短几年内建设起大量被称为高职学院的校舍,却无法在短期内形成真正的高职教育。如何突显特色已成为高职发展的重大课题;高职发展已由规模扩充进入了内涵建设阶段。内涵形成既需要理论支持,也需要时间积淀,但积极的探索与行动总是有益于这一进程的。如今已形成的基本共识是,课程建设是高职内涵建设的突破口与抓手。加强高职课程建设的一个重要出发点,就是如何让高职生学有兴趣、学有成效。在传统学科知识的学习方面,高职生是难以和大学生相比的;如何开发一套既适合高职生学习特点,又能增强其就业竞争能力的教材,是高职课程建设面临的另一重大课题。

要有效地解决这些问题,建立能综合反映高职发展多种需求的课程体系,必须进一步明确高职人才培养目标、其课程内容的性质及组织框架。为此,不能仅仅满足于对“高职到底培养什么类型人才”的论述,而是要从具体的岗位与知识分析入手。高职专业的定位要通过理清其所对应的工作岗位来解决,而其课程特色应通过特有的知识架构来阐明。也就是说,高职课程与学术性大学的课程相比,其特色不应仅仅体现在理论知识少一些,技能训练多一些,而是要紧紧围绕课程目标重构其知识体系的结构。

我们认为,项目课程不失为一个有价值与发展潜力的选择。其历史虽然久远,我们却赋予其新的内涵。具体说来,一是能力观,即项目课程的目标是培养学生的职业能力。现有高职课程基本上还是知识体系,极少体现这一目标。以职业能力为目标不能是口号,而是要在各个环节紧紧围绕这一目标来设计课程。比如课程目标的描述,要明确指出预期学生“能够(会)做什么”。能力也不同于操作技能,职业能力更加强调的是在复杂的工作情境中进行分析、判断并采取行动的能力。二是联系观,即要把知识与工作任务之间的联系作为重要课程内容。职业能力的形成并非仅仅取决于获得大量的理论知识,如果这些知识是在与工作任务相脱离的条件下获得的,那么仅仅是静态的知识,而无法形成个体的职业能力。只有能在知识与工作任务之间建立复杂联系的人,才可称为具有职业能力的人。可见,项目课程并非如通常所设想那样只是出于功利目的,而是建立在职业能力形成的联系观基础之上的。三是结构观,即强调对课程结构的整体设计,包括课程体系结构与内容组织结构。因为知识结构也是影响职业能力形成的重要变量。课程体系结构设计的基本依据是工作体系结构,内容组织结构设计的基本依据是工作过程中的知识组织关系。其获得的基本手段是工作分析。四是综合观,即综合运用相关操作知识、理论知识来完成

工作任务。虽然项目课程开发采纳了和 MES、CBE 相类似的工作分析方法,但其重点关注如何综合运用所获得的操作知识、理论知识来完成工作任务,从而形成在复杂的工作情境中作出判断并采取行动的能力;也更关注工作任务之间的联系。五是结果观,即以典型产品或服务为载体设计教学活动。通过“完整性活动”,学生可获得有工作意义的“产品”,这样,不仅可以增强学生对教学内容的直观感,而且有利于增强学生的成就动机。

教材是课程理念的物化,也是教学的基本依据。项目课程的理念要大面积地转化为具体的教学活动,必须有教材作支持。基于这一设想,我们自 2004 年起,一直致力于与高职院校及教师合作,开发出能体现项目课程上述理念、符合高职教育水准及特色的专业课程教材,以期对我国高职发展有点贡献。这些教材力图彻底打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,并将其转变为以工作任务为核心的项目课程模式,让学生通过完成具体项目来构建相关理论知识,并发展职业能力。其课程内容的选取紧紧围绕工作任务完成的需要进行,同时又充分考虑高职教育对理论知识学习的需要,并融合相关职业资格证书对知识、技能和态度的要求。每个项目的学习都要求按以典型产品为载体设计的活动来进行,以工作任务为中心整合理论与实践,实现理论与实践的一体化。为此,有必要通过校企合作、校内实训基地建设等多种途径,采取工学交替、半工半读等形式,充分开发学习资源,给学生提供丰富的实践机会。教学效果评价可采取过程评价与结果评价相结合的方式,通过理论与实践相结合,重点评价学生的职业能力。

在开发新教材的同时,我们实验性地进行了教学尝试。结果表明,尽管全面实施项目教学目前还存在一定困难,如教师能力、实训条件等,但这种教学模式的确有利于提高学生的学习兴趣与教学质量。学生不仅感受到了知识的应用价值,而且学会了如何应用这些知识。只要教师勇于创新,敢于挑战传统的教学模式,其中的许多问题是不难克服的。今后,我们将深化对教学过程的研究,为项目课程实施提供详细案例,同时开发教学辅助材料,以更好地促进项目课程的实施。

由于项目课程教材的结构和内容与原有教材差别很大,因此其开发是一个非常艰苦的过程。为了使这套教材更能符合高职学生的实际情况,我们坚持编写任务均由高职教师承担,他们为这套教材的成功出版付出了巨大努力。备感欣慰的是,参与这个项目的高职院校对我们的工作非常支持,不仅组织了大量精干的教师和企业专家参与教材开发,而且为我们创造了许多优越条件。没有他们的大力支持,要取得这些成果是难以想象的。在此,还要感谢编委会专家对项目课程的热心支持与精心指导。

实践变革总是比理论创造复杂得多。尽管我们尽了很大努力,但所开发的项目课程教材还是有限的。由于这是一项尝试性工作,在内容与组织方面也难免有不到之处,尚需在实践中进一步完善。但我们坚信,只要不懈努力,不断发展和完善,最终一定会实现这一目标。

石伟平 徐国庆

2006 年 11 月于华东师范大学

2005年2月以来,我院在数控技术应用专业成功实施高职项目课程模式改革的基础上,启动电气自动化技术专业课程模式改革。在行业专家、课程专家的指导下,我们从就业岗位工作分析着手,通过课程分析和知识、能力、素质分析,打破了原有的高职学科性课程模式,构建了“以项目课程为主体”的高职电气自动化专业课程体系,编写了《常用电气控制设备》、《可编程控制器应用技术》、《单片机与接口应用技术》、《运动控制技术》、《电工技术》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《供配电技术》、《组态控制技术》等9门项目课程校本教材。本系列教材的主要特点是:在教材结构上,每本教材由若干项目组成,项目内设模块,项目和模块按照由易到难的顺序递进;在教学内容上,围绕职业岗位(群)需求和职业能力,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,形成了体现高职教育特点和优势,符合高职学生认知特点和学习规律的教材内容体系。

本书共分6个项目,16个模块。“项目一 三相异步电动机起动线路分析与接线”设置5个模块,从电动机的手动控制入手,依次介绍了电动机的自动控制、正反转控制、减压起动控制、绕线转子电动机起动控制等电气线路;“项目二 三相异步电动机制动控制线路分析”设置3个模块,分析了常用机械制动和电气制动控制线路的工作原理;“项目三 三相异步电动机调速控制线路分析”中重点分析了电动机变极调速线路的工作原理和安装接线;“项目四 直流电动机电气控制线路分析”中主要介绍了直流电动机的起动、正反转、电气制动和调速线路的工作原理和特点;“项目五 典型机床电气控制线路分析”设置3个模块,由浅入深地介绍了电动葫芦、车床、铣床的电气线路的分析方法,并对机床电气线路的故障检测方法进行了详细叙述;“项目六 电气控制线路设计”设置3个模块,从用经验法设计典型电路环节到按一定工艺要求设计中等复杂程度的机床电气线路,最后通过一个电气设备从原理图设计、电气安装接线到电器元件的选择,介绍了电气设计环节完整的过程。

参加本书编写工作的有:常州机电职业技术学院的赵红顺老师(项目一、项目四和项目五)、王青老师(项目二)、李华老师(项目三)、杨琳老师(项目六)。全书由赵红顺负责统稿工作。

编写本教材时,查阅和参考了众多文献资料,受到许多教益和启发,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。统稿过程中,学院的领导和教研室同事给予了很多支持和帮助,编者在此一并表示衷心的感谢。特别感谢教研室邹剑翔老师为本书的文字和画图方面所

做的大量工作。

限于编者水平,书中缺点错误在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

编 者
2008 年 6 月

第二版

前言

本书自2008年初版以来,作为电气自动化专业及相关机电类专业高职高专学生的《电气控制技术》课程的教材用书,在使用过程中,受到了许多高职院校同行们的认可。普遍认为,该书“项目引导、任务驱动”的体系结构,做到了理论与实践的有机结合,实现了教、学、做一体化的教学模式,注重学生应用能力和实践能力的培养。

作为“十二五”职业教育国家规划教材立项选题项目,此次本书在第一版的基础上进行修订,对部分内容进行了改写,使教材内容叙述清楚,通俗易懂,更加贴近生产实践。为了便于学生检验学习效果,除了完善各模块后的练习题外,还增加了各项目的自测题。

修订后的教材延续了原教材理论与实践一体化的风格,在结构上,由若干项目组成,项目内设模块,项目和模块按照由易到难的顺序递进;在内容上,围绕职业岗位(群)需求和职业能力,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,形成了体现高职教育特点和优势、符合高职学生认知特点和学习规律的教材内容体系。修订时,在每个项目和模块前增加了对项目和模块内容的描述,使学生清楚各项目和模块的任务要求。

参加本书修订工作的有常州机电职业技术学院的赵红顺老师(项目一、项目四和项目五)、王青老师(项目二)、白颖老师(项目三)、杨琳老师(项目六)。全书由主编赵红顺负责统稿工作。在此,谨向他们以及多年来使用本书的同行与读者表示真诚的谢意!感谢同行们的支持以及读者的厚爱!同时敬请使用本书的同行与读者继续批评指正。

编 者

2013年10月

目 录

序	(1)
前言	(1)
第二版前言	(1)
项目一 三相异步电动机起动线路分析与接线	(1)
模块一 单向起动手动控制线路的分析与接线	(3)
模块二 单向起动自动控制线路的分析与接线	(16)
模块三 三相异步电动机正反转控制线路的分析与接线	(32)
模块四 三相笼型异步电动机减压起动控制线路分析与接线	(44)
模块五 绕线转子异步电动机起动控制线路分析	(56)
自测题一	(63)
项目二 三相异步电动机制动控制线路分析	(67)
模块一 三相异步电动机机械制动控制线路分析	(69)
模块二 三相异步电动机能耗制动控制线路分析	(76)
模块三 三相异步电动机反接制动控制线路分析	(81)
自测题二	(87)
项目三 三相异步电动机调速控制线路分析	(89)
自测题三	(100)
项目四 直流电动机电气控制线路分析	(101)
自测题四	(110)
项目五 典型机床电气控制线路分析	(113)
模块一 电动葫芦电气控制线路分析	(115)
模块二 C6140T 普通车床电气控制线路分析	(120)
模块三 X6132 万能铣床电气控制线路分析	(133)
自测题五	(149)

项目六 电气控制线路设计 (151)

模块一 龙门刨床横梁升降控制线路设计..... (153)

模块二 双面钻孔专用组合机床电气控制原理图设计..... (169)

模块三 两台 37 kW 三相交流电动机的控制设备设计 (182)

自测题六..... (197)

附:自测题参考答案 (198)

参考文献..... (200)

项

目

一

三相异步电动机起动 线路分析与接线

XMY

在电力拖动自动控制系统中,各种生产机械大部分都是由三相异步电动机拖动的。不同的生产机械,对电动机的控制要求也是不同的,主要实现对三相异步电动机的起动、正反转、调速、制动等运行方式的控制,以满足生产工艺要求,实现生产过程自动化。

本项目主要对三相异步电动机的单向起动、正反转起动、减压起动等控制线路进行分析与安装接线,学会电气控制线路分析方法,完成电气控制电路的安装接线和通电调试。

一、教学目标

1. 能熟练使用低压断路器、闸刀开关、按钮、接触器、熔断器、热继电器、时间继电器等电气器件;
2. 能读懂电动机铭牌参数,识别三相异步电动机的接线方式;
3. 能正确识读三相异步电动机起动控制线路原理图,并能够根据原理图连接线路;
4. 能对所接线路进行断电检查和通电调试,会用万用表检查,并能排除常见电气故障。

二、工作任务

1. 分析三相异步电动机直接起动、减压起动、正反转控制电路的工作原理;
2. 按工艺要求完成三相异步电动机起动控制线路的安装接线;
3. 进行检查和通电调试。

模块一 单向起动手动控制线路的分析与接线

电动机单向手动控制,就是利用电源开关直接控制三相异步电动机的起动与停止。电源开关可以使用闸刀开关、组合开关或低压断路器,常被用来控制砂轮机、冷却泵等设备。图 1-1-1 所示为用闸刀开关实现电动机运转的单向手动控制电路。

一、教学目标

- 1. 能熟练使用闸刀开关、熔断器、三相交流异步电动机;
- 2. 能正确分析三相异步电动机单向起动手动控制线路原理图,并根据原理图安装接线;
- 3. 能够完成三相异步电动机手动控制的起动、停止试验。

二、工作任务

分析图 1-1-1 所示三相异步电动机单向起动手动控制线路的工作原理,正确安装、接线并进行通电试验。

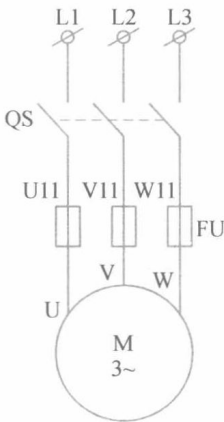


图 1-1-1 电动机起动的单向手动控制原理图

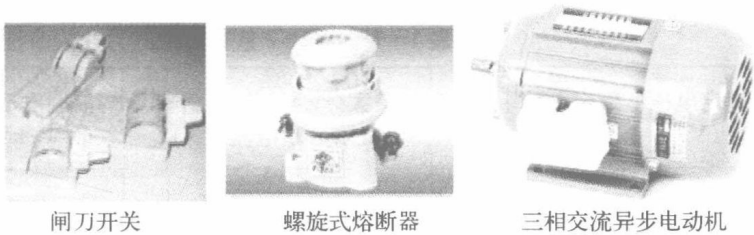


图 1-1-2 手动控制线路所用元器件的实物图

三、能力训练

1. 元器件认识与使用

要对图 1-1-1 所示电路能够正确安装、接线并进行通电试验,首先要认识图中所涉及的元器件:闸刀开关、熔断器和三相交流异步电动机,熟悉了解元器件的外形,进行

参数识读、测试等,掌握这些器件的功能和使用方法。图 1-1-2 是所用元器件的实物图。

1) 闸刀开关

(1) 用途 闸刀开关又称开启式负荷开关,是结构简单、应用最广泛的一种手动配电电器,在低压电路中主要用来隔离电源或手动接通与断开交直流电路,也可用于不频繁接通和分断容量不大的负载,如小型电动机、电炉等。

(2) 外形与结构 图 1-1-3 是胶盖闸刀开关的外形与结构图,主要组成有:与操作瓷柄相连的动触刀、静触点刀座、熔丝、进线及出线接线座。这些导电部分都固定在瓷底板上,且用胶盖盖着,所以在合上闸刀时,操作人员不会触及带电部分。胶盖还具有以下保护作用:

- ① 将各极隔开,防止因极间飞弧导致电源短路;
- ② 防止电弧飞出盖外,灼伤操作人员;
- ③ 防止金属零件掉落在闸刀上形成极间短路。

熔丝的装设,提供了短路保护功能。

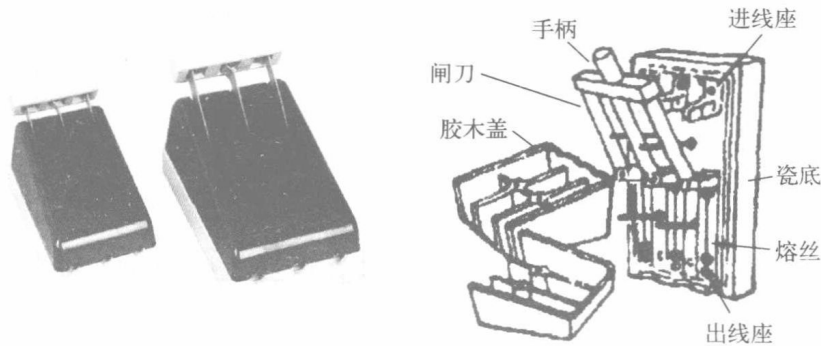


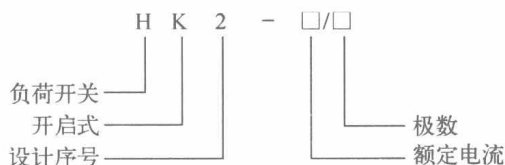
图 1-1-3 胶盖闸刀开关外形与结构图

(3) 种类与主要参数 闸刀开关按极数不同分单极(单刀)、双极(双刀)和三极(三刀)三种。常用的型号有 HK1、HK2 系列。表 1-1-1 列出了 HK2 系列胶盖闸刀开关部分技术参数。

表 1-1-1 HK2 系列胶盖闸刀开关的技术参数

额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	最大分断电流(熔断器 极限分断电流)(A)	控制电动机 功率(kW)	机械寿命 (万次)	电寿命 (万次)
250	10	2	500	1.1	10 000	2 000
	15	2	500	1.5		
	30	2	1 000	3.0		
380	15	3	500	2.2	10 000	2 000
	30	3	1 000	4.0		
	60	3	1 000	5.5		

常用的胶盖瓷底闸刀开关型号的含义如下:



(4) 闸刀开关安装与使用注意事项:

① 电源进线应装在静触点刀座上,而负荷应接在动触点一边的出线端。这样,当开关断开时,闸刀和熔丝上不带电。

② 闸刀在合闸状态时,手柄应向上,不可倒装或平装,以防误操作合闸。

(5) 电路符号 闸刀开关的电路符号如图 1-1-4 所示。

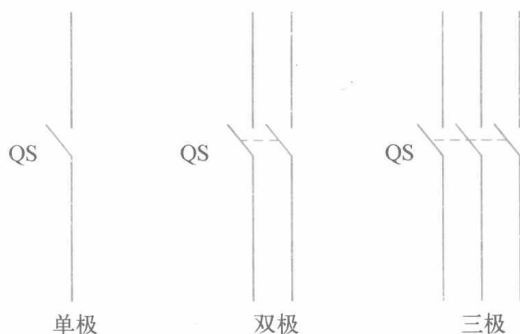
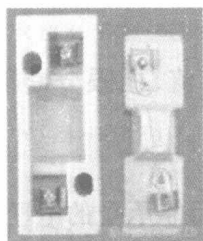


图 1-1-4 闸刀开关的电路符号

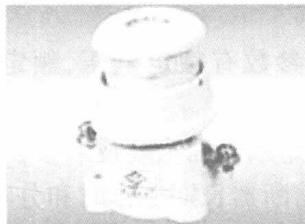
2) 熔断器

(1) 用途 熔断器是一种最简单有效的保护电器。在使用时,熔断器串接在所保护的电路中,当电路发生短路故障时,熔体被瞬时熔断而分断电路,起到保护作用。所以熔断器主要用作电气线路或电气设备的短路保护。

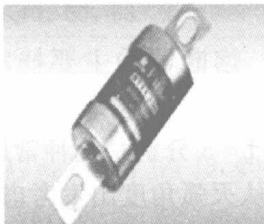
(2) 外形与结构 图 1-1-5 所示是几种常用熔断器的外形,图 1-1-6 所示是瓷插式熔断器和螺旋式熔断器的主要结构。



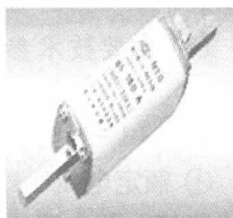
RC1A系列瓷插式



RL6系列螺旋式



RM系列无填料封闭管式



RT14系列有填料封闭管式

图 1-1-5 几种常用熔断器的外形

熔断器主要由熔体(俗称保险丝)和安装熔体的熔管(或熔座)两部分组成。熔体由易熔金属材料(铅、锌、锡、银、铜的合金)制成,通常制成丝状和片状。熔管是装熔体的外壳,由陶瓷等绝缘材料制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。

RC1A 系列瓷插式熔断器主要由瓷底和瓷盖两部分组成。熔丝用螺钉固定在瓷盖内的铜闸片上,使用时将瓷盖插入底座,拔下瓷盖便可更换熔丝。由于这种熔断器使用方便、价格低廉而应用广泛。RC1A 系列熔断器主要用于交流 380 V 及以下的电路末端作

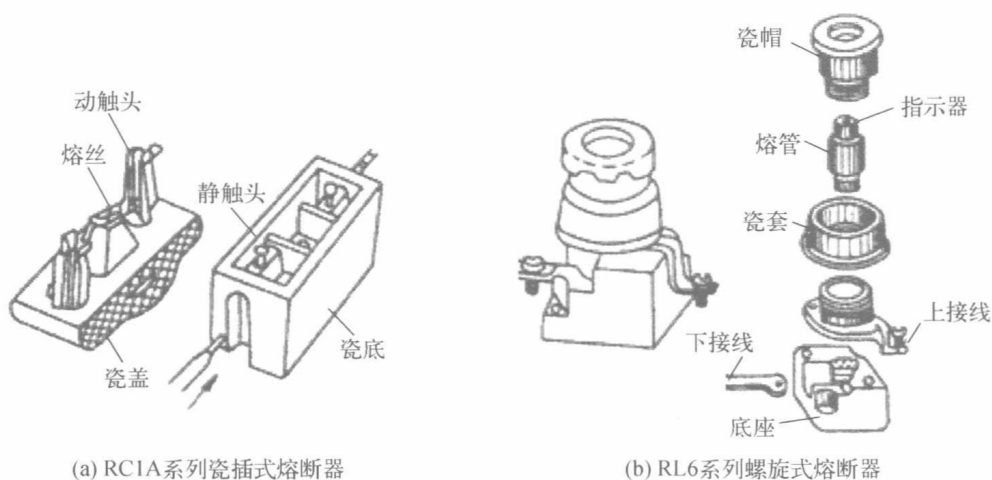


图 1-1-6 熔断器的主要结构

线路和用电设备的短路保护。RC1A 系列熔断器额定电流为 5—200 A,但极限分断能力较差。由于该熔断器为半封闭结构,熔丝熔断时有声光现象,在易燃易爆的工作场合应禁止使用。

RL6 系列螺旋式熔断器主要由瓷帽、瓷套、熔管和底座等组成。熔管内装有石英砂、熔丝和带小红点的熔断指示器。当从瓷帽玻璃窗口观察到带小红点的熔断指示器自动脱落时,表示熔丝熔断了。熔管的额定电压为交流 500 V,额定电流为 2—200 A。螺旋式熔断器常用于机床控制线路,安装时要注意上、下接线端接法,为更换熔体安全起见,与螺纹相连的上接线端子必须与负载相连。

RM10 系列无填料封闭管式熔断器主要由熔管、熔体及插座组成。熔管用钢纸制成,两端为用黄铜制成的可拆式管帽,管内熔体为变截面的熔片,更换熔体较方便。

RT 系列有填料封闭管式熔断器主要由熔管、熔体及插座组成。熔管为白瓷质的,与 RM10 熔断器类似,但管内充填石英砂,石英砂在熔体熔断时起灭弧作用,在熔管的一端还设有熔断指示器。该熔断器的分断能力比同容量的 RM10 型大 2.5—4 倍。RT 系列熔断器适用于交流 380 V 及以下、短路电流大的配电装置中,作为线路及电气设备的短路保护。

(3) 主要技术参数 熔断器的主要技术参数有额定电压、额定电流、极限分断能力等。

表 1-1-2 至表 1-1-5 分别是几种常用熔断器的主要技术参数。

① 额定电压 这是从灭弧角度出发考虑熔断器长期工作时和分断后能承受的电压。其线路值一般大于或等于线路的额定电压。

② 额定电流 熔断器长期工作,各部分温升不超过允许值的最大工作电流。熔断器的额定电流有两种:一种是熔管额定电流,也称熔断器额定电流;另一种是熔体额定电流。生产厂家为降低生产成本,一般熔管额定电流的等级较少,而熔体额定电流等级较多。在同一种电流规格的熔断器内可安装不同规格的熔体,但所装熔体额定电流最大不能超过熔管的额定电流。

③ 极限分断能力 熔断器额定工作条件下,能可靠分断的最大短路电流。

④ 熔断电流 通过熔体并使其熔断的最小电流。