



21世纪高职高专新概念规划教材

工厂电气控制技术

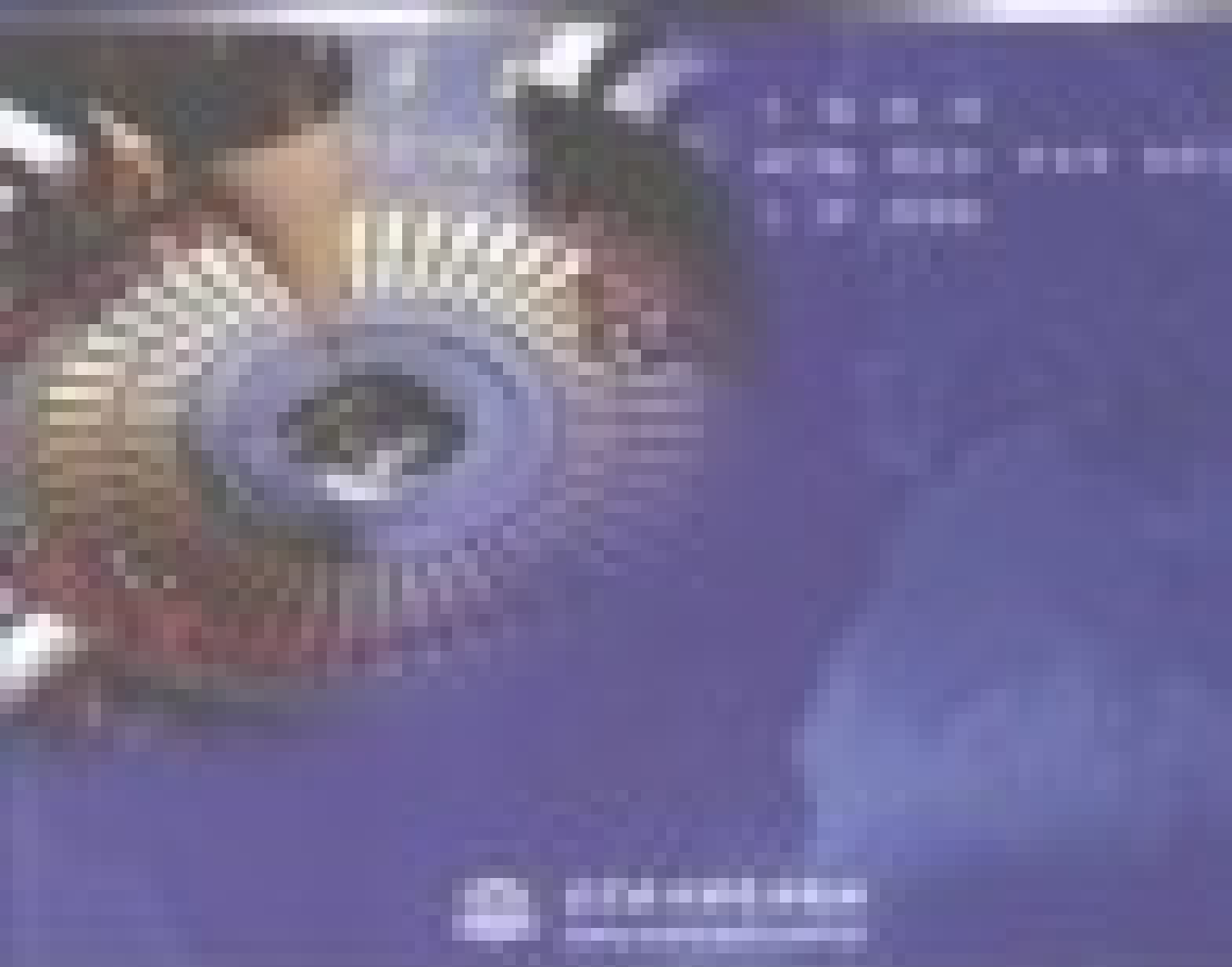
主 编 邱 俊
副主编 胡良君 罗水华 阳若宁
主 审 曾强聪



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国轻工业出版社

工厂电气控制技术



主编 王先明 副主编 王先明 王先明

21 世纪高职高专新概念规划教材

工厂电气控制技术

主 编 邱 俊

副主编 胡良君 罗水华 阳若宁

主 审 曾强聪



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据电气自动化专业教学大纲和劳动保障部培训就业司颁发的《电力拖动控制线路与技能训练教学大纲》编写。本书系统介绍电动机常见电气控制线路的基本原理、安装、调试与维修,以及组成各电气控制线路的常用低压电器的型号、结构、工作原理、选用、维护及安装;详细分析常用生产机械的电气控制线路及其安装、调试与维修;扼要介绍电气原理图的识读、电气控制线路图的设计、电动机的控制、保护及选择、电气控制线路设计中元器件的选择以及生产机械电气设备施工设计等。

该书的最大特点就是理论与实训同步、专业与实践等级考证同行,全力推动“双证”制度的实施。同时,该书还注意给学生一定的学习空间,以培养学生的再学习能力。

本书可作为高职高专院校工业自动化、电气工程技术、机械制造及其自动化、机电一体化等相近专业的教材,也可作为各类成人教育的电气控制相关课程的教材,还可供从事电气控制方面工作的工程技术人员和技术工人参考。

本书配有电子教案,读者可以到中国水利水电出版社网站及万水书苑免费下载,网址:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制技术 / 邱俊主编. —北京:中国水利水电出版社, 2009

21世纪高职高专新概念规划教材

ISBN 978-7-5084-6425-1

I. 工… II. 邱… III. 工厂—电气控制—高等学校—教材 IV. TM571.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第049412号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:宋俊娥 封面设计:李 佳

书 名	21世纪高职高专新概念规划教材 工厂电气控制技术
作 者	主 编 邱 俊 副主编 胡良君 罗水华 阳若宁 主 审 曾强聪
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 17.25印张 420千字
版 次	2009年4月第1版 2009年4月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	29.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

21世纪高职高专新概念规划教材

编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栻勤 王前新 黄元山 柴 野

张建钢 陈志强 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔划排序)

马洪娟	马新荣	尹朝庆	方 宁	方 鹏
毛芳烈	王 祥	王乃钊	王希辰	王国思
王明晶	王泽生	王绍卜	王春红	王路群
东小峰	台 方	叶永华	宁书林	田 原
田绍槐	申 会	刘 猛	刘尔宁	刘慎熊
孙明魁	安志远	许学东	闫 菲	何 超
宋锦河	张 晞	张 慧	张弘强	张怀中
张晓辉	张浩军	张海春	张曙光	李 琦
李存斌	李作纬	李珍香	李家瑞	李晓桓
杨永生	杨庆德	杨名权	杨均青	汪振国
沈祥玖	肖晓丽	闵华清	陈 川	陈 炜
陈语林	陈道义	单永磊	周杨姊	周学毛
武铁敦	郑有想	侯怀昌	胡大鹏	胡国良
费名瑜	赵 敬	赵作斌	赵秀珍	赵海廷
唐伟奇	夏春华	徐 红	徐凯声	徐雅娜
殷均平	袁晓州	袁晓红	钱同惠	钱新恩
郭振民	曹季俊	梁建武	蒋金丹	蒋厚亮
覃晓康	谢兆鸿	韩春光	詹慧尊	雷运发
廖哲智	廖家平	管学理	蔡立军	黎能武
魏 雄				

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院	长春汽车工业高等专科学校
三联职业技术学院	内蒙古工业大学职业技术学院
山东大学	内蒙古民族高等专科学校
山东交通学院	内蒙古警察职业学院
山东建工学院	兰州资源环境职业技术学院
山东省电子工业学校	北京对外经济贸易大学
山东农业大学	北京科技大学职业技术学院
山东省农业管理干部学院	北京科技大学成人教育学院
山东省教育学院	北华航天工业学院
山东商业职业技术学院	四川托普职业技术学院
山西运城学院	包头轻工职业技术学院
山西经济管理干部学院	宁波城市职业技术学院
万博科技职业学院	石家庄学院
广东技术师范学院天河学院	辽宁交通高等专科学校
广东金融学院	辽宁经济职业技术学院
广东科贸职业学院	安徽交通职业技术学院
广州市职工大学	安徽水利水电职业技术学院
广州城市职业技术学院	华中科技大学
广州铁路职业技术学院	华东交通大学
广州康大职业技术学院	华北电力大学
中山火炬职业技术学院	江汉大学
中华女子学院山东分院	江西大宇职业技术学院
中国人民解放军第二炮兵学院	江西工业职业技术学院
中国人民解放军军事经济学院	江西城市职业学院
中国矿业大学	江西渝州电子工业学院
中南大学	江西服装职业技术学院
天津职业技术师范学院	江西赣西学院
太原理工大学阳泉学院	西北大学软件职业技术学院
太原城市职业技术学院	西安外事学院
长沙大学	西安欧亚学院
长沙民政职业技术学院	西安铁路职业技术学院
长沙交通学院	西安文理学院
长沙航空职业技术学院	扬州江海职业技术学院

杨陵职业技术学院
昆明冶金高等专科学校
武汉大学
武汉工业学院
武汉工程职业技术学院
武汉广播电视大学
武汉工程大学
武汉电力职业技术学院
武汉科技大学工贸学院
武汉科技大学外语外事职业学院
武汉软件职业学院
武汉商业服务学院
武汉铁路职业技术学院
河南济源职业技术学院
中原工学院
南昌工程学院
南昌大学共青学院
哈尔滨金融专科学校
重庆正大软件职业技术学院
重庆工业职业技术学院
济南大学
济南交通高等专科学校
济南铁道职业技术学院
荆门职业技术学院
贵州无线电工业学校
贵州电子信息职业技术学院
浙江水利水电高等专科学校
浙江工业职业技术学院

浙江国际海运职业技术学院
恩施职业技术学院
黄冈职业技术学院
黄石理工学院
湖北工业大学
湖北交通职业技术学院
湖北汽车工业学院
湖北长江职业学院
湖北药检高等专科学校
湖北经济学院
湖北教育学院
湖北职业技术学院
湖北鄂州大学
湖北水利水电职业技术学院
湖南大学
湖南工业职业技术学院
湖南大众传媒职业技术学院
湖南工学院
湖南涉外经济学院
湖南郴州职业技术学院
湖南商学院
湖南税务高等专科学校
湖南信息科学职业学院
蓝天学院
福建林业职业技术学院
福建水利电力职业技术学院
黑龙江农业工程职业学院
黑龙江司法警官职业学院

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)的精神,由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划,聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔,在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上,撰写了此套《21 世纪高职高专新概念规划教材》。

为了编写本套教材,出版社进行了广泛的调研,走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院,在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上,经过学校申报、征求意见、专家评选等方式,确定了本套书的主编,并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干,教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念规划教材》有如下特点:

(1) 面向 21 世纪人才培养的需求,结合高职高专学生的培养特点,具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师,对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解,在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说,每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

(2) 以《基本要求》和《培养规格》为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练,实用性强。在编写过程中,作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,力求从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性强的内容。

(3) 采用“问题(任务)驱动”的编写方式,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同:先提出问题,然后介绍解决问题的方法,最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即:一方面遵守先见(构建)“树”(每本书就是一棵大树),再见(构建)“枝”(书的每一章就是大树的一个分枝),最后见(构建)“叶”(每章中的若干小节及知识点)的编写原则;另一方面采用问题驱动方式,每一章都尽量用实际中的典型实例开头(提出问题、明确目标),然后逐渐展开(分析解决问题),在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例,并将知识点融于实例中的编写方式,可读性、可操作性强,非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”,由“树”找“枝”,顺“枝”摸“叶”,最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 部分教材配有实验指导和实训教程,便于学生练习提高。

(5) 部分教材配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要

求，大部分教材都配有电子教案，以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角，新世纪对高职教育提出了新的要求，高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位，在我国高等教育事业中占有极其重要的位置，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用，是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念规划教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力，因为我们提供的不仅是一套教材，更是自始至终的教育支持，无论是学校、机构培训还是个人自学，都会从中得到极大的收获。

当然，本套教材肯定会有不足之处，恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念规划教材编委会

2001 年 3 月

前 言

高等职业技术教育的发展已经跨出了十分可喜的一步,在高教会精神的鼓舞下,职业技术学院如雨后春笋般迅速发展起来,高职教育也已成为社会各界广泛关注的话题。

为了实现高等职业技术教育的培养目标,为了更好地适应“双证”制度的改革。本书特将“工厂电气控制设备”从“工厂电气与 PLC 控制应用技术”中分离出来,并根据高等职业技术教育自动化专业与电气工程专业教学大纲的要求编写,以满足各高等职业技术学院自动化专业与电气工程专业不同的课程设置要求,更好地适应 21 世纪科技和经济发展对电气技术应用型高级人才的要求。

本书在内容处理上,既注意反映电气控制领域的最新技术,又注意专科学生的知识和能力结构,吸收和借鉴了各地高等职业技术学院教学改革的成功经验,同时参照了劳动部对技能等级考试的考核要求。书中配有部分低压电器图,在每章中都穿插了典型实例,相关低压电器均穿插在电气控制线路中讲解,即学即用,由浅入深,通俗易懂。

本书立足于高职应用型教育这一特点,以加强基础知识、重视实践技能、培养动手能力为指导思想,强调理论联系实际,注重培养学生的动手能力、分析和解决实际问题的能力,以及工程设计能力和创新意识,体现一体化教材的特色。为此,本书对相关章节的内容均通过实训加以验证和总结,并配有一定量的技能训练,以保证理论与实践的有机结合。技能训练安排在基础知识讲述的同时进行,以便学生在做中学,在学中做,边学边做,教、学、做合一。

本书是作者在多年从事本课程及相关课程的教学、教改及科研的基础上编写的,可作为高职高专院校工业自动化、电气技术、机电一体化等相近专业的教材(教师可以根据专业需要选择讲解的内容),也可供从事电气控制方面工作的工程技术人员和技术工人参考。

全书共分八章,以继电器—接触器控制线路为主,阐述并分析了常用机床控制线路,并适当加强了继电器—接触器控制系统的安装、维修与设计,有望提高学生的实际应用能力。

本书由邱俊副教授任主编,胡良君副教授、罗水华副教授、阳若宁副教授任副主编,马威、谭新元、罗华阳、唐立伟、李荣华等几位副教授参加了教材编写,并进行了教材试用。本书初稿完成后,曾强聪教授主持了全书的审稿讨论,彭希南、邹先明、陈舜、张韧、程卫权等几位高级工程师,周志光、徐丽娟、唐春霞、刘定良等几位副教授参加了审稿讨论,并对教材结构、教材核心内容、教学目标等提出了审稿意见。此后,本书按照审稿意见进行了全面修改。

由于编者水平有限,在书中难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者
2009 年 1 月

目 录

序

前言

第 1 章 三相异步电动机的单向控制电路及其安装与调试	1
1.1 低压电器基本知识	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 低压电器的分类与产品标准	1
1.2 单向运行控制电路使用的低压电器	2
1.2.1 低压开关	2
1.2.2 熔断器	11
1.2.3 接触器	16
1.2.4 按钮	23
1.2.5 热继电器	26
1.3 电动机基本控制电气图的绘制及安装	32
1.3.1 绘制与识读电气控制线路图的原则	32
1.3.2 电动机基本控制线路的安装步骤	34
1.4 三相鼠笼异步电动机的单向运行控制线路	35
1.4.1 单向运行的点动控制线路	35
1.4.2 单向运行的接触器自锁控制线路	36
1.4.3 单向运行具有过载保护的接触器自锁控制线路	38
1.4.4 单向运行的连续与点动混合控制线路	40
1.5 技能训练	41
1.5.1 低压电器的拆装、识别与维修	41
1.5.2 交流接触器的拆装与检修	44
1.5.3 点动单向控制线路的安装	45
1.5.4 接触器自锁单向控制线路的安装	48
1.5.5 具有过载保护的接触器自锁单向控制线路的安装	49
1.5.6 连续与点动混合单向控制线路的安装	49
本章小结	51
思考与练习	51
第 2 章 三相鼠笼异步电动机双向运转控制线路	54
2.1 双向运转控制线路	54
2.1.1 组合开关正反转控制线路	54
2.1.2 接触器联锁的正反转控制线路	55
2.1.3 按钮联锁的正反转控制线路	57

2.1.4	按钮与接触器双重连锁的正反转控制线路	57
2.2	位置开关控制线路	58
2.2.1	位置开关	58
2.2.2	位置控制线路	62
2.2.3	自动循环控制线路	63
2.3	顺序控制与多地控制线路	65
2.3.1	顺序控制	65
2.3.2	多地控制线路	66
2.4	技能训练	67
2.4.1	接触器连锁正反转控制线路的安装	67
2.4.2	双重连锁正反转控制线路的安装与检修	68
2.4.3	工作台自动往返控制线路的安装与检修	69
	本章小结	71
	思考与练习	72
第 3 章	三相异步电动机的降压启动控制线路	74
3.1	三相鼠笼异步电动机降压启动控制线路	74
3.1.1	时间继电器	74
3.1.2	中间继电器	79
3.1.3	定子绕组串接电阻降压启动控制	81
3.1.4	自耦变压器（补偿器）降压启动控制线路	82
3.1.5	Y- Δ 降压启动控制线路	86
3.1.6	延边 Δ 降压启动控制线路	89
3.2	三相绕线转子异步电动机降压启动控制线路	91
3.2.1	电流继电器	91
3.2.2	电压继电器	94
3.2.3	凸轮控制器	95
3.2.4	频敏变阻器	98
3.2.5	转子绕组串接电阻启动控制线路	99
3.2.6	转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	103
3.2.7	凸轮控制器控制线路	105
3.3	技能训练	106
3.3.1	时间继电器自动控制 Y- Δ 降压启动控制线路的安装与检修	106
3.3.2	绕线转子异步电动机转子绕组串接频敏变阻器 启动控制线路的安装和调试	108
	本章小结	110
	思考与练习	110
第 4 章	三相异步电动机的制动控制线路	112
4.1	机械制动	112
4.1.1	电磁抱闸制动器制动	112

4.1.2	电磁离合器制动	117
4.2	电力制动	117
4.2.1	反接制动	118
4.2.2	能耗制动	123
4.2.3	电容制动	126
4.2.4	再生发电制动	127
4.3	技能训练	128
	本章小结	130
	思考与练习	130
第 5 章	异步电动机的调速控制线路	132
5.1	双速异步电动机的控制线路	132
5.1.1	双速异步电动机定子绕组的连接	132
5.1.2	接触器控制双速异步电动机的控制线路	132
5.1.3	时间继电器控制双速异步电动机的控制线路	134
5.2	技能训练	136
	本章小结	137
	思考与练习	138
第 6 章	直流电动机基本控制线路	139
6.1	并励直流电动机基本控制线路	139
6.1.1	启动控制线路	139
6.1.2	正反转控制线路	141
6.1.3	制动控制线路	142
6.1.4	调速控制线路	145
6.2	串励直流电动机基本控制线路	148
6.2.1	启动控制线路	148
6.2.2	正反转控制线路	150
6.2.3	制动控制线路	151
6.2.4	调速控制线路	154
6.3	技能训练	154
6.3.1	并励直流电动机启动、调速控制线路的安装与调试	154
6.3.2	并励直流电动机正反转控制线路及能耗制动控制线路的安装	155
	本章小结	157
	思考与练习	158
第 7 章	电气控制线路识读与设计	159
7.1	电气原理图的识读	159
7.1.1	电气原理图阅读分析的一般方法和步骤	159
7.1.2	查线读图分析法	159
7.1.3	图示读图分析法	161
7.1.4	逻辑代数读图分析法	163

7.2	电气控制线路图的设计	164
7.2.1	电气控制线路设计的基本原则	164
7.2.2	电气控制线路设计的基本内容	165
7.2.3	电气控制线路图设计	165
7.3	电动机的控制、保护及选择	170
7.3.1	电动机的控制	170
7.3.2	电动机的保护	170
7.3.3	电动机的选择	173
7.4	电气控制线路设计中元器件的选择	177
7.4.1	接触器的选择	177
7.4.2	继电器的选择	178
7.4.3	熔断器的选择	178
7.4.4	控制变压器的选用	179
7.4.5	其他控制电器的选用	179
7.5	生产机械电气设备施工设计	180
7.5.1	电气设备的总体布置	181
7.5.2	绘制电气控制装置布置图	181
7.5.3	绘制电气控制装置接线图	182
7.5.4	设备内部接线图和外部接线图	182
	本章小结	183
	思考与练习	183
第 8 章	典型设备电气控制线路分析	185
8.1	车床电气控制线路	185
8.2	铣床电气控制线路	189
8.2.1	X62W 型卧式万能铣床的主要结构及运动形式	190
8.2.2	X62W 万能铣床电力拖动的特点及控制要求	191
8.2.3	X62W 万能铣床电气控制线路分析	191
8.3	钻床电气控制线路	196
8.4	磨床电气控制线路	199
8.5	镗床控制线路	204
8.5.1	主要结构和运动形式	205
8.5.2	电气控制特点	205
8.5.3	电气控制线路分析 (见图 8-11)	206
8.6	桥式起重机	208
8.6.1	起重机械概述	208
8.6.2	凸轮控制器控制电路分析	210
8.6.3	主令控制器控制电路分析	212
8.6.4	控制电路的保护环节	216
*8.7	组合机床的电气控制	216

8.7.1 组合机床控制电路的基本环节	217
8.7.2 通用部件的控制电路	222
8.7.3 组合机床的电气控制	229
8.8 技能训练	231
8.8.1 CA6140 车床电气控制线路的检修	231
8.8.2 M7475B 型平面磨床电气控制线路的检修	233
本章小结	234
思考与练习	235
附录 1 常用电器、电机的图形与文字符号	237
附录 2 中级维修电工职业技能鉴定规范（考核大纲）	240
附录 3 中级维修电工技能模拟试卷	244
附录 4 高级维修电工职业技能鉴定规范（考核大纲）	250
附录 5 高级维修电工技能模拟试卷	254
参考文献	261

第 1 章 三相异步电动机的单向控制电路及其安装与调试

1.1 低压电器基本知识

1.1.1 概述

凡是根据外界特定的信号或要求，自动或手动接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数，实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备均称为电器。根据工作电压的高低，电器可分为高压电器和低压电器。工作在交流额定电压 1200V 及以下、直流额定电压 1500V 及以下的电器称为低压电器。低压电器作为基本器件，广泛应用于输配电系统和电力拖动系统中，在工农业生产、交通运输和国防工业中起着极其重要的作用。

随着科学技术的迅猛发展，工业自动化程度不断提高，供电系统的容量不断扩大，低压电器的使用范围也日益扩大，其品种规格不断增加，产品的更新换代速度加快。同时，低压电器的额定电压等级相应地有提高的趋势，电子技术也广泛应用于低压电器中，无触点电器的应用逐步推广。

1.1.2 低压电器的分类与产品标准

1. 低压电器的分类

低压电器的种类繁多，用途广泛。

(1) 按应用场所提出的不同要求以及所控制的对象，可以分为低压配电电器和低压控制电器两大类。低压配电电器包括隔离开关（俗称刀开关）、组合开关、熔断器和断路器等，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，主要用于电力拖动与自动控制系统中。

(2) 按低压电器的动作方式，可分为自动切换电器和非自动切换电器两大类。自动切换电器是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，如接触器、继电器等。非自动切换电器主要依靠外力（如手控）直接操作进行切换，如按钮、刀开关等。

(3) 按低压电器的执行机构，可分为有触点电器和无触点电器两大类。有触点电器具有可分离的动触点和静触点，利用触点的接触和分离来实现电路的通断控制。无触点电器没有可分离的触点，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。

2. 低压电器的产品标准

低压电器产品标准的内容通常包括产品的用途、适用范围、环境条件、技术性能要求、试验项目和方法、包装运输的要求等，它是厂家与用户制造和验收的依据。

低压电器标准按内容性质可分为基础标准、专业标准和产品标准三大类。按批准的级别可分为国家标准（GB）、专业（部）标准（JB）和局批企业标准（JB/DQ）三级。

3. 常用术语

(1) 通断时间：从电流开始在开关电器的一个极流过的瞬间起，至所有极的电弧最终熄

灭瞬间为止的时间间隔。

(2) 燃弧时间：开关电器分断过程中，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。

(3) 分断能力：开关电器在规定条件下，能在给定的电压下分断的预期分断电流值。

(4) 接通能力：开关电器在规定条件下，能在给定的电压下接通的预期接通电流值。

(5) 通断能力：开关电器在规定条件下，能在给定的电压下接通和分断的预期电流值。

(6) 短路接通能力：在规定条件下，包括开关电器的出线端短路在内的接通能力。

(7) 短路分断能力：在规定条件下，包括开关电器的出线端短路在内的分断能力。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 电（气）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零件的负载操作循环次数。

1.2 单向运行控制电路使用的低压电器

1.2.1 低压开关

低压开关主要作隔离、转换、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。

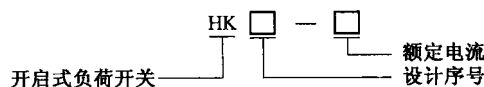
低压开关一般为非自动切换电器，常用的主要类型有刀开关、组合开关和低压断路器。

1. 刀开关

刀开关是手动电器中结构最简单的一种，广泛应用于各种配电设备和供电线路，一般用作电源的引入开关或隔离开关，也可用于小容量的三相异步电动机不频繁地启动或停止。在电力拖动控制线路中最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两种。下面以开启式负荷开关为例分析其型号意义、结构原理及选用。

开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关，简称闸刀开关。生产中常用的是 HK 系列开启式负荷开关，适用于照明、电热设备及小容量电动机控制线路中，供手动不频繁地接通和分断电路，并起短路保护作用。

(1) 刀开关的型号及含义。



(2) 刀开关结构与工作原理。HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组合而成，结构如图 1-1 (b) 所示。开关的瓷底座上装有进线座、静触头、熔体、出线座和带瓷质手柄的刀式动触头，上面盖有胶盖，以防止操作时触及带电体或分断时产生的电弧飞出伤人。

开启式负荷开关在电路图中的符号如图 1-1 (c) 所示，实物图如图 1-1 (a) 所示。

(3) 选用。开启式负荷开关的结构简单，价格便宜，在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制线路中广泛采用。但这种开关没有专门的灭弧装置，其刀式动触头和静夹座易被