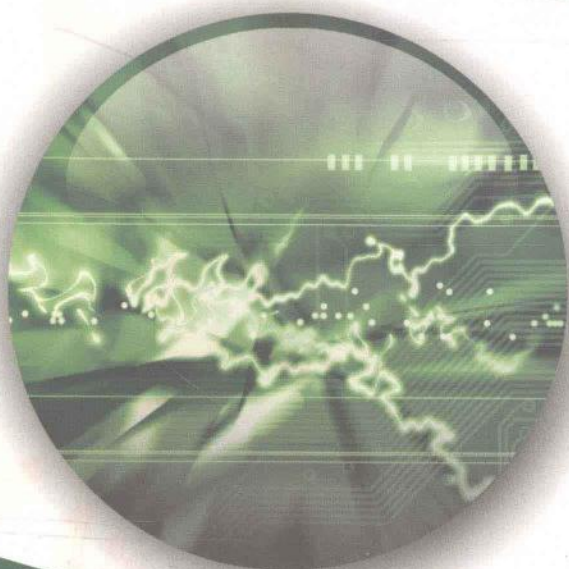




21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

全国教育科学“十一五”规划课题

《高职院校项目化课程体系研究与实践》成果



电机与电气控制

Motor and Electrical Control Technology

主编 杜贵明 张森林



华中科技大学出版社

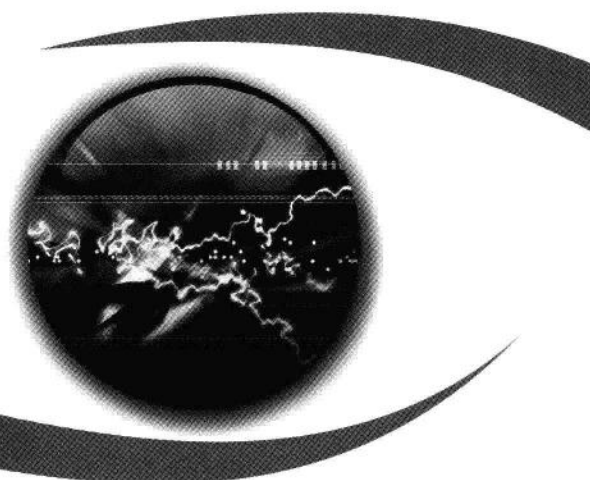
<http://www.hustp.com>



21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

全国教育科学“十一五”规划课题

《高职院校项目化课程体系研究与实践》成果



电机与电气控制

Motor and Electrical Control Technology

主 编：杜贵明 张森林

副主编：庞丽芹 李贤温 孟庆平

编 委：（编委排名以姓氏笔画为序）

包西平 肖 强 杜贵明 张森林

李贤温 庞丽芹 孟庆平 祖国建



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

本书结合我国高等职业教育课程改革实际,本着以学习者能力培养为目标的原则,选取适当的项目和典型工作任务为载体,将知识掌握与技能训练进行有机结合。同时,本书还嵌入了高、中级维修电工职业技能鉴定的主要内容,融专业教学与职业资格培训于一体。教材内容以应用知识“适度、够用”为标准,并以“知识链接”的方式进行了适当拓展,以满足学生的学习需要。

本书共九个项目,包括变压器的使用、交流电动机的使用、直流电动机的使用、常用特种电动机的认知、三相异步电动机直接启动控制电路的制作与检修、三相异步电动机降压启动控制电路的制作与检修、三相异步电动机制动控制电路的制作与检修、多速异步电动机控制电路的制作与检修、典型机床电气控制电路的分析与检修等,每个项目由若干个具体任务组成。

本书可作为高职高专院校电气自动化技术、电气控制技术、机电一体化技术、数控技术等工程类专业教学用书,也可作为相关专业的培训教材和从事电工技术工作的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制/杜贵明 张森林 主编.—武汉:华中科技大学出版社,2010年5月
21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材
ISBN 978-7-5609-5949-8

I. 电… II. ①杜… ②张… III. ①电机学-高等学校:技术学院-教材 ②电气控制-高等学校:技术学校-教材
IV. TM3 TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 006532 号

电机与电气控制

杜贵明 张森林 主 编

策划编辑:袁 冲

责任编辑:袁 冲 张 蕾

责任校对:刘 竣

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:天慧图文

印 刷:武汉武铁印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

版次:2010年5月第1版

ISBN 978-7-5609-5949-8/TM·118

印张:21.75 插页:1

印次:2010年5月第1次印刷

装帧设计:工艺设计

责任监印:周治超

字数:496 000

定价:35.00 元

(本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换)



21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

编审委员会

总顾问/编委会主任

程大章(教育部高等学校高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员)

编委会副主任(以下排名不分先后)

祖国建	周养萍	杜 涛	杜贵明	张森林	祝木田	杨丽娜	高炳易
陈天祥	马雪峰	蒋洪平	杜文忠	马 彪	陈健巍	刘 骋	许立太
郭庆梁	艾小玲	耿海珍	康 力	张琳琳	张国庆	何克详	万文龙
邵永录	董 霞	孙振强	熊建武	刘秋艳	山 磊	李福军	董 彦
李国会	孙 琳	何冰强	高显宏	于保敏	侯勇强	喻丕珠	慕 灿

编委会委员(以下排名不分先后)

廖世海	向丽坤	王烈准	肖雪耀	周青云	庞丽芹	李贤温	孟庆平
肖 强	包西平	孙 滨	张世生	李 迅	刘 力	彭丽华	张丽荣
陈庆丰	王建勋	窦本洋	朱 红	和春梅	王 飒	张莉莉	张勇明
赵伟阁	李绍鹏	朱 军	蒋昌华	蒋素清	连为民	王 磊	赵 辉
牛 鑫	王文魁	王 华	葛东霞	纪利琴	周 华	李代席	董 勇
马红奎	余佑财	张智芳	葛广军	汤银忠	刁统山	李虹飞	王晓华
孙玉峰	卜祥安	孙玉芹	梁 健	薛颖操	贾 磊	姜 凌	江 华
张爱华	金 莹	郭佳俊	李景龙	窦 涛	石 玉	尚庆宝	江桂荣
吉 庆	许西惠	吴承恩	滕旭东	姜 芳	童宏永	项 东	李汉平
葛乐清	孙春霞	姚 群	王宜君	王宏元	黄仕彪	胡才万	李艳菲
唐新兴	宋炎荣	沈铁敏	于海玲	李 刚	李晓红	崔立功	公 相
陈 龙	刘正平	张桂花	张晶辉	武海燕	关锐钟	耿晓明	蒋 浩
朱显明	马洪波	唐 静	蔡新梅	高 艳	王 莉	童 星	张 森
朱 敏	王震婷	冯珊珊	肖红波	郭庆梁	胡才万	董海东	范 玉
钟江静	金敦水	段继承	王东刚	李风光	冯 娟	伍端阳	梁德深

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

参编院校名录

湖南铁道职业技术学院(国家示范性高职院校)	长治职业技术学院
芜湖职业技术学院(国家示范性高职院校)	济源职业技术学院
平顶山工业职业技术学院(国家示范性高职院校)	南京铁道职业技术学院
辽宁交通高等专科学校(国家示范性高职院校)	台州职业技术学院
兰州石化职业技术学院(国家示范性高职院校)	辽宁信息职业技术学院
武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)	辽宁机电职业技术学院
淄博职业学院(国家示范性高职院校)	德州科技职业学院
西安航空职业技术学院(国家示范性高职院校)	贵州电子信息职业技术学院
长春职业技术学院(国家示范性高职院校)	山东胜利职业学院
昆明冶金高等专科学校(国家示范性高职院校)	广州现代信息工程职业技术学院
吉林工业职业技术学院(国家示范性高职院校)	济南工程职业技术学院
大庆职业学院(国家示范性高职院校)	抚顺职业技术学院
徐州建筑职业技术学院(国家示范性高职院校)	咸阳职业技术学院
永州职业技术学院(国家示范性高职院校)	阜阳职业技术学院
陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)	苏州工业职业技术学院
娄底职业技术学院	重庆城市职业学院
常州机电职业技术学院	安徽新华学院
常德职业技术学院	河南城建学院
江西工业工程职业技术学院	重庆交通科技职业学院
六安职业技术学院	济南职业学院
郑州职业技术学院	江西工程职业学院
泰山职业技术学院	盐城纺织职业技术学院
天津滨海职业学院	咸宁职业技术学院
辽宁装备制造职业技术学院	贵州航天职业技术学院
武汉交通职业学院	青岛滨海学院
襄樊职业技术学院	辽宁石油化工大学职业技术学院
广东工贸职业技术学院	商丘科技职业学院
广东水利电力职业技术学院	浙江工商职业技术学院
滨州职业学院	郑州工业安全职业学院
随州职业技术学院	黑龙江工商职业技术学院
徐州工业职业技术学院	永城职业学院
南充职业技术学院	华南理工大学广州汽车学院
内蒙古机电职业技术学院	山西综合职业技术学院
宣城职业技术学院	安徽电子信息职业技术学院
成都电子机械高等专科学校	黑龙江农业经济职业学院
连云港职业技术学院	黑龙江林业职业技术学院
黑龙江信息技术职业学院	渤海船舶职业学院
江西交通职业技术学院	辽阳职业技术学院
江苏联合职业技术学院	四川科技职业学院
漯河职业技术学院	曲江广播电视大学
江苏经贸职业技术学院	

近年来,我国高等职业教育蓬勃发展,为社会经济建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献;丰富了高等教育体系结构,形成了高等职业教育体系框架;顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求。高等职业教育作为高等教育发展中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命,在我国加快推进社会主义现代化建设进程中具有不可替代的作用。

针对高等职业院校学生的特点,加强课程建设与改革,更好地培养学生的社会适应性,教育学生树立终身学习理念,提高学习能力,学会交流沟通和团队协作,提高学生的实践能力、创造能力、就业能力和创业能力,这是每个职业教育工作者所应肩负的历史使命。

本书正是在全国高职高专院校全面贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的教高[2006]16号文件精神和国家实施100所示范性高等职业院校建设计划背景下,为适应“电机与电气控制”课程改革的需要,在对相关行业、企业进行广泛调研,充分征求相关工程技术人员的意见和建议的基础上,结合编者所在院校的课程改革实践和编者多年的教学体会编写而成。

本书融入基于工作过程的行动导向教学理念,尝试采取工学交替、项目引领、任务驱动等模式,根据专业技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照有关行业的职业资格标准和职业技能鉴定培训内容,将“电动机原理”、“电力拖动基础”、“工厂电气控制设备”三门课程进行有机整合,以具体任务为载体,实施理论、实践一体化,教、学、做一体化,体现了教学过程中的开放性、实践性和职业性,强化了应用性和针对性,突出了学生的主体地位和能力培养目标。

全书根据职业教育的特点和规律,共涉及变压器的使用、交流电动机的使用、直流电动机的使用、常用特种电动机的认知、三相异步电动机直接启动控制电路的制作与检修、三相异步电动机降压启动控制电路的制作与检修、三相异步电动机制动控制电路的制作与检修、多速异步电动机控制电路的制作与检修、典型机床电气控制电路的分析与检修等九个学习工作项目。其中,项目1至项目4

为变压器和电动机部分,以学习型任务为主,使学生掌握变压器、交(直)流电动机和常用特种电动机的结构、工作原理和运行维护与维修。项目5至项目9为电气控制部分,以工作型学习任务为主,通过完成各种电气控制线路的制作和故障检修等工作,实现“做中学”,使学生掌握常用低压控制电器元件的结构、工作原理、选用及检修方法、基本控制环节、各种电气控制线路的制作方法 & 典型机床电气控制电路的故障分析与检修方法。本书以专业应用知识为主,删除了陈旧、偏多、偏深的理论内容;加强了定性分析和物理意义的阐述,减少了繁杂的公式推导;同时,设计了知识链接、问题与思考等环节,以便于学生知识的拓展。本书建议教学学时为120~180学时,各校可根据专业设置情况、培养目标及具体资源情况灵活掌握,部分任务可选择课外完成。

本书可作为三年制高职高专院校、成人教育等电气自动化技术、电气控制技术、机电一体化技术、数控技术等相关专业的教学用书,也可作为相关专业的培训教材和从事电工技术工作的工程技术人员的参考用书。

本书由长春职业技术学院杜贵明老师、常德职业技术学院张森林老师任主编。具体编写分工为:常德职业技术学院张森林编写项目1、项目4;滨州职业学院孟庆平编写项目2;淄博职业学院李贤温编写项目3、项目9;长春职业技术学院杜贵明、庞丽芹编写项目5、项目8;徐州工业职业技术学院包西平编写项目6;随州职业技术学院肖强编写项目7。张森林负责项目1至项目4的组织编写工作;杜贵明负责项目5至项目9的组织编写工作,并与庞丽芹一起对全书进行了统稿。

编者在编写过程中参阅了大量的相关专业书籍和资料,并吸收了行业、企业人员的大量意见和建议,也得到了湖北众邦文化传播有限公司、华中科技大学出版社等单位相关领导及编辑的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于编写水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便今后进一步完善。

编 者

2010年1月

Contents

目 录

项目 1 变压器的使用	(1)
1.1 学习任务 1 变压器的认知	(1)
1.1.1 变压器的结构与分类	(1)
1.1.2 变压器的铭牌	(3)
1.1.3 变压器的极性及判定	(5)
1.1.4 知识链接	(8)
问题与思考	(9)
1.2 学习任务 2 变压器的运行	(9)
1.2.1 变压器的工作原理	(9)
1.2.2 变压器的运行特性	(10)
1.2.3 知识链接	(17)
问题与思考	(18)
1.3 学习任务 3 其他用途变压器的使用	(19)
1.3.1 三相电力变压器	(19)
1.3.2 自耦变压器	(23)
1.3.3 仪用互感器	(25)
1.3.4 电焊变压器	(27)
1.3.5 知识链接	(28)
问题与思考	(30)
1.4 学习任务 4 变压器的使用与维护	(30)
1.4.1 变压器的正确使用	(30)
1.4.2 变压器的维护与检查	(31)
1.4.3 变压器的常见故障	(32)
1.4.4 知识链接	(32)
问题与思考	(34)
项目小结	(34)



项目 2 交流电动机的使用	(35)
2.1 学习任务 1 三相异步电动机的拆装	(35)
2.1.1 三相异步电动机的结构与铭牌	(35)
2.1.2 三相异步电动机绕组概述	(40)
2.1.3 三相异步电动机绕组首尾端测定	(44)
2.1.4 知识链接	(46)
问题与思考	(47)
2.2 学习任务 2 三相异步电动机运行特性	(48)
2.2.1 旋转磁场	(48)
2.2.2 三相异步电动机的工作原理	(50)
2.2.3 三相异步电动机运行原理及特性	(52)
问题与思考	(58)
2.3 学习任务 3 三相异步电动机的启动与反转	(59)
2.3.1 概述	(59)
2.3.2 三相鼠笼式异步电动机的直接启动	(60)
2.3.3 三相鼠笼式异步电动机的降压启动	(61)
2.3.4 绕线转子异步电动机的启动	(63)
2.3.5 三相异步电动机的反转	(64)
2.3.6 知识链接	(64)
问题与思考	(64)
2.4 学习任务 4 三相异步电动机的制动	(65)
2.4.1 三相异步电动机的机械制动	(65)
2.4.2 三相异步电动机的电气制动	(65)
问题与思考	(67)
2.5 学习任务 5 三相异步电动机的调速	(67)
2.5.1 变极调速	(68)
2.5.2 变频调速	(68)
2.5.3 变转差率调速	(68)
2.5.4 知识链接	(69)
问题与思考	(70)
2.6 学习任务 6 单相异步电动机的认知	(71)
2.6.1 单相异步电动机的结构和工作原理	(71)
2.6.2 电容分相式单相异步电动机	(71)
2.6.3 单相电阻启动异步电动机	(73)
2.6.4 单相罩极电动机	(74)
2.6.5 知识链接	(75)
问题与思考	(77)



2.7 学习任务7 交流电动机的维护与检修	(77)
2.7.1 三相异步电动机的选择原则	(77)
2.7.2 三相异步电动机的使用与维护	(79)
2.7.3 三相异步电动机的常见故障	(81)
2.7.4 三相异步电动机的检修	(83)
2.7.5 知识链接	(84)
问题与思考	(86)
项目小结	(87)

项目3 直流电动机的使用

(88)

3.1 学习任务1 直流电动机的拆装	(88)
3.1.1 直流电动机的结构	(88)
3.1.2 直流电动机的分类与铭牌	(93)
3.1.3 知识链接	(96)
问题与思考	(100)
3.2 学习任务2 直流电动机的运行特性	(100)
3.2.1 直流电动机的工作原理	(100)
3.2.2 直流电动机的电动势、转矩和功率	(101)
3.2.3 直流电动机的机械特性	(104)
3.2.4 知识链接	(107)
问题与思考	(113)
3.3 学习任务3 直流电动机的启动与反转	(113)
3.3.1 概述	(114)
3.3.2 直流电动机的直接启动	(114)
3.3.3 降低电源电压启动	(115)
3.3.4 电枢回路串电阻启动	(115)
3.3.5 直流电动机反转	(116)
问题与思考	(119)
3.4 学习任务4 直流电动机的调速	(119)
3.4.1 概述	(119)
3.4.2 他励直流电动机改变电源电压调速	(120)
3.4.3 他励直流电动机减小主磁通调速	(121)
3.4.4 他励直流电动机转子回路串电阻调速	(121)
问题与思考	(122)
3.5 学习任务5 直流电动机的制动	(122)
3.5.1 概述	(122)
3.5.2 他励直流电动机的回馈制动(再生制动)	(123)
3.5.3 他励直流电动机的能耗制动	(124)



3.5.4 反接制动	(125)
3.5.5 知识链接	(127)
问题与思考	(128)
3.6 学习任务6 直流电动机的使用维护与检修	(128)
3.6.1 直流电动机的选择原则	(128)
3.6.2 各种直流电动机的比较及应用	(134)
3.6.3 直流电动机的维护保养及常见故障分析	(137)
3.6.4 知识链接	(140)
问题与思考	(141)
项目小结	(141)

项目4 常用特种电动机的认知 (142)

4.1 学习任务1 伺服电动机的认知	(142)
4.1.1 直流伺服电动机	(142)
4.1.2 交流伺服电动机	(145)
4.1.3 伺服电动机的应用	(147)
4.1.4 知识链接	(148)
问题与思考	(149)
4.2 学习任务2 测速发电机的认知	(149)
4.2.1 直流测速发电机	(150)
4.2.2 交流测速发电机	(151)
4.2.3 测速发电机的应用	(152)
4.2.4 知识链接	(153)
问题与思考	(153)
4.3 学习任务3 步进电动机的认知	(153)
4.3.1 三相反应式步进电动机的结构	(154)
4.3.2 工作原理	(155)
4.3.3 步进电动机的应用	(159)
4.3.4 知识链接	(159)
问题与思考	(160)
4.4 学习任务4 直线电动机的认知	(160)
4.4.1 直线电动机的基本结构	(161)
4.4.2 工作原理	(163)
4.4.3 应用	(164)
4.4.4 知识链接	(164)
问题与思考	(164)
4.5 学习任务5 微型同步电动机的认知	(165)
4.5.1 微型同步电动机	(165)



4.5.2 永磁式微型同步电动机	(165)
4.5.3 反应式同步电动机	(166)
4.5.4 磁滞式同步电动机	(167)
4.5.5 同步电动机的应用	(167)
4.5.6 知识链接	(167)
问题与思考	(168)
项目小结	(169)

项目5 三相异步电动机直接启动控制电路的制作与检修 (170)

5.1 学习任务1 点动控制电路的制作与检修	(170)
5.1.1 相关低压电器	(170)
5.1.2 点动控制电路工作原理分析	(185)
5.1.3 电路制作与故障检修	(185)
5.1.4 知识链接	(188)
问题与思考	(192)
5.2 学习任务2 长动控制电路的制作与检修	(192)
5.2.1 相关低压电器	(192)
5.2.2 长动控制电路工作原理分析	(196)
5.2.3 电路制作与故障检修	(198)
5.2.4 知识链接	(200)
问题与思考	(202)
5.3 学习任务3 正、反转控制电路的制作与检修	(203)
5.3.1 正、反转控制电路工作原理分析	(203)
5.3.2 电路制作与故障检修	(206)
5.3.3 知识链接	(208)
问题与思考	(210)
5.4 学习任务4 自动往复循环控制电路的制作与检修	(212)
5.4.1 相关低压电器	(212)
5.4.2 自动往复循环控制电路工作原理分析	(216)
5.4.3 电路制作与故障检修	(218)
5.4.4 知识链接	(219)
问题与思考	(221)
5.5 学习任务5 顺序控制电路制作与检修	(221)
5.5.1 相关低压电器	(222)
5.5.2 顺序控制电路工作原理分析	(225)
5.5.3 电路制作与故障检修	(229)
5.5.4 知识链接	(230)
问题与思考	(233)
5.6 学习任务6 多地控制电路制作与检修	(234)



5.6.1 多地控制电路工作原理分析	(234)
5.6.2 电路制作与故障检修	(236)
5.6.3 知识链接	(236)
问题与思考	(240)
项目小结	(241)

项目 6 三相异步电动机降压启动控制电路的制作与检修 (242)

6.1 学习任务 1 按钮控制的三相异步电动机定子串电阻降压启动电路 制作与检修	(242)
6.1.1 按钮控制定子串电阻降压启动控制电路工作原理分析	(242)
6.1.2 按钮控制定子串电阻降压启动控制电路应用实例——C650-2型 卧式车床电气控制电路中主轴电动机的点动调整	(244)
6.1.3 电路制作与故障检修	(244)
6.1.4 知识链接	(246)
问题与思考	(247)
6.2 学习任务 2 时间继电器控制的三相异步电动机定子串电阻降压启动 电路制作与检修	(247)
6.2.1 按钮控制的定子串电阻降压启动控制电路工作原理分析	(247)
6.2.2 电路制作与故障检修	(248)
6.2.3 知识链接	(249)
问题与思考	(250)
6.3 学习任务 3 按钮控制的三相异步电动机星形—三角形降压启动电路 制作与检修	(251)
6.3.1 按钮控制的星形—三角形降压启动控制电路工作原理分析	(251)
6.3.2 电路制作与故障检修	(252)
问题与思考	(253)
6.4 学习任务 4 时间继电器控制的三相异步电动机星形—三角形降压 启动电路制作与检修	(253)
6.4.1 时间继电器控制的星形—三角形降压启动控制电路工作原理分析 ...	(254)
6.4.2 电路制作与故障检修	(255)
6.4.3 知识链接	(256)
问题与思考	(257)
6.5 学习任务 5 时间继电器控制的三相异步电动机自耦变压器降压 启动电路制作与检修	(257)
6.5.1 相关低压电器	(258)
6.5.2 时间继电器控制的自耦变压器降压启动控制电路工作原理分析	(259)
6.5.3 时间继电器控制的自耦变压器降压启动控制电路的应用——XJ01 系列 自耦减压启动器	(260)
6.5.4 电路制作与故障检修	(261)



6.5.5 知识链接	(262)
问题与思考	(264)
项目小结	(264)

项目7 三相异步电动机制动控制电路的制作与检修 (265)

7.1 学习任务1 三相异步电动机单向运行反接制动电路制作与检修	(265)
7.1.1 相关低压电器	(265)
7.1.2 单向运行反接制动控制电路工作原理分析	(266)
7.1.3 电路制作与故障检修	(267)
问题与思考	(268)
7.2 学习任务2 三相异步电动机可逆运行反接制动电路制作与检修	(268)
7.2.1 可逆运行反接制动控制电路工作原理分析	(268)
7.2.2 电路制作与故障检修	(269)
7.2.3 知识链接	(270)
问题与思考	(271)
7.3 学习任务3 按时间原则控制的单向运行能耗制动电路制作与检修	(271)
7.3.1 控制电路工作原理分析	(271)
7.3.2 电路制作与故障检修	(272)
7.3.3 知识链接	(273)
问题与思考	(273)
7.4 学习任务4 按速度原则控制的可逆运行能耗制动电路制作与检修	(274)
7.4.1 控制电路工作原理分析	(274)
7.4.2 电路制作与故障检修	(274)
7.4.3 知识链接	(275)
问题与思考	(276)
项目小结	(276)

项目8 多速异步电动机控制电路的制作与检修 (277)

8.1 学习任务1 双速异步电动机控制电路的制作与检修	(277)
8.1.1 双速异步电动机定子绕组的联结	(277)
8.1.2 双速异步电动机控制电路工作原理分析	(278)
8.1.3 电路制作与故障检修	(280)
8.1.4 知识链接	(280)
问题与思考	(282)
8.2 学习任务2 三速异步电动机控制电路的制作与检修	(282)
8.2.1 三速异步电动机定子绕组的联结	(282)
8.2.2 三速异步电动机控制电路工作原理分析	(283)
8.2.3 电路制作与故障检修	(285)



8.2.4 知识链接	(286)
问题与思考	(288)
项目小结	(288)

项目9 典型机床电气控制电路分析与检修 (289)

9.1 学习任务1 C650-2 普通车床电气控制电路分析与检修	(289)
9.1.1 普通车床的结构与运动形式	(289)
9.1.2 电气控制电路分析	(291)
9.1.3 故障维修与运行维护	(293)
9.1.4 模拟训练	(295)
9.1.5 知识链接	(298)
问题与思考	(301)
9.2 学习任务2 Z3040B 型摇臂钻床电气控制电路分析与检修	(301)
9.2.1 结构与运动形式	(302)
9.2.2 电气控制电路分析	(302)
9.2.3 故障维修与运行维护	(305)
9.2.4 模拟训练	(306)
9.2.5 知识链接	(309)
问题与思考	(311)
9.3 学习任务3 M7130K 平面磨床电气控制电路分析与检修	(311)
9.3.1 结构与运动形式	(311)
9.3.2 电气控制电路分析	(312)
9.3.3 故障维修与运行维护	(315)
9.3.4 模拟训练	(316)
9.3.5 知识链接	(318)
问题与思考	(320)
9.4 学习任务4 X62W 万能铣床电气控制电路分析与检修	(320)
9.4.1 结构与运动形式	(320)
9.4.2 电气控制电路分析	(321)
9.4.3 故障维修与运行维护	(325)
9.4.4 模拟训练	(329)
9.4.5 知识链接	(332)
问题与思考	(335)
项目小结	(335)

参考文献 (336)

项目 1

变压器的使用

【学习目标】

1. 了解各种类型变压器的用途。
2. 熟悉一般用途变压器的结构与基本工作原理。
3. 掌握一般用途变压器与特殊用途变压器的运行特性。
4. 学会变压器的正确使用、维护与故障分析。

1.1 学习任务 1 变压器的认知

【任务描述】

本学习任务主要是能够针对具体变压器,说出各组成部分的名称及作用,判别变压器类型;解释变压器铭牌上型号及额定值的意义;正确判断变压器绕组的极性并正确连接。

1.1.1 变压器的结构与分类

1. 变压器的基本结构

变压器的基本结构主要由铁芯和绕组两部分组成。为改善散热条件,大、中型的电力变压器的铁芯和绕组浸入在盛满变压器油的封闭油箱中,各绕组的端线由绝缘套管引出。

1) 铁芯

铁芯是变压器的主磁路,它又是绕组的支撑骨架。铁芯由铁芯柱和铁轭两部分构成,铁芯柱上装有绕组,铁轭连接铁芯柱构成闭合的磁路。为了提高铁芯的导磁性,减小磁滞损耗和涡流损耗,采用厚度为 $0.35\sim 0.5\text{ mm}$,材料表面涂有绝缘漆的热轧(或冷轧)硅钢片,冲压成型并叠合组装成一个整体的铁芯。

铁芯的基本结构形式有芯式和壳式两种,如图 1.1.1 所示。芯式结构的特点是绕组包围铁芯,结构比较简单,绕组的装配及绕组的绝缘也比较容易,如图 1.1.1(a)所示。芯式结构适用于容量大、电压高的变压器,如电力变压器。壳式结构的特点是铁芯包围绕组,机械强度较好,铁芯容易散热。但外层绕组的铜线用量较多,制造工艺复杂,铁芯材料消耗多,如



图 1.1.1(b) 所示。壳式结构一般多用于小型干式变压器,如电炉变压器、收音机、电视机中用的小型特种变压器。

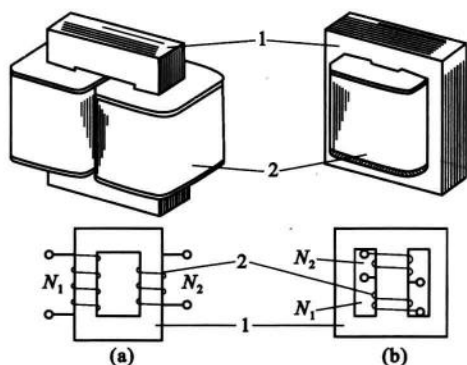


图 1.1.1 铁芯的基本结构形式

(a) 芯式; (b) 壳式

1—铁芯; 2—绕组

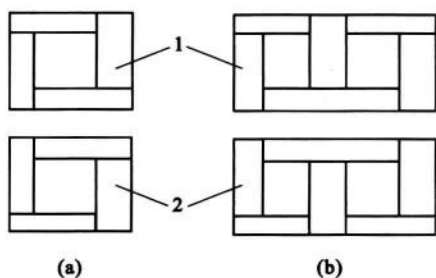


图 1.1.2 叠片式铁芯交错叠装的方法

(a) 单相; (b) 三相

1—奇数层; 2—偶数层

各种变压器的铁芯,都是先将硅钢片冲压成条形,然后将条形硅钢片交错地叠合组装成“口”字形或“日”字形,如图 1.1.2 所示。交错叠片的目的是使各层接缝互相错开,以免接缝处的间隙集中,从而减小磁路的磁阻和励磁电流。铁轭的截面有矩形、外 T 形、内 T 形和多级阶梯形,如图 1.1.3 所示。

铁芯柱的截面在小型变压器中常为方形或矩形,但大型变压器为了充分利用线圈内圆空间而常用阶梯截面,有的还设有冷却油道。近年来,出现了渐开线形铁芯的变压器。铁轭由同一宽度的硅钢带卷制成型,铁芯柱用硅钢片在专用成型机上轧制,按三角形方式布置使磁路完全对称。该变压器的主要优点在于节省硅钢片、绕组耗铜材少、便于机械化生产和减少装配工时。铁芯柱的截面,如图 1.1.4 所示。

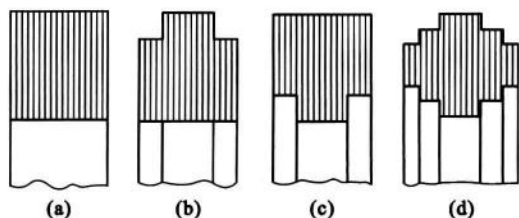


图 1.1.3 铁轭的截面

(a) 矩形; (b) 外 T 形; (c) 内 T 形; (d) 多级阶梯形

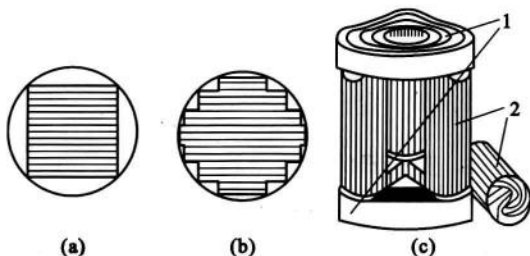


图 1.1.4 铁芯柱的截面

(a) 矩形; (b) 多级阶梯形; (c) 三相渐开线形铁芯

1—铁轭; 2—铁芯柱

2) 绕组

变压器绕组的作用是构成电路,它一般用绝缘漆包铜线或铝线绕制而成。

根据高、低压绕组在铁芯柱上排列的方式不同,变压器的绕组可分为同芯式和交叠式两种。同芯式的高、低压绕组同芯套在铁芯柱上,通常低压绕组靠近铁芯层,高压绕组放在外面层,二者之间用绝缘纸筒隔开。同芯式绕组结构简单、制造方便,国产电力变压器均采用这种线圈,其基本结构如图 1.1.5 所示。