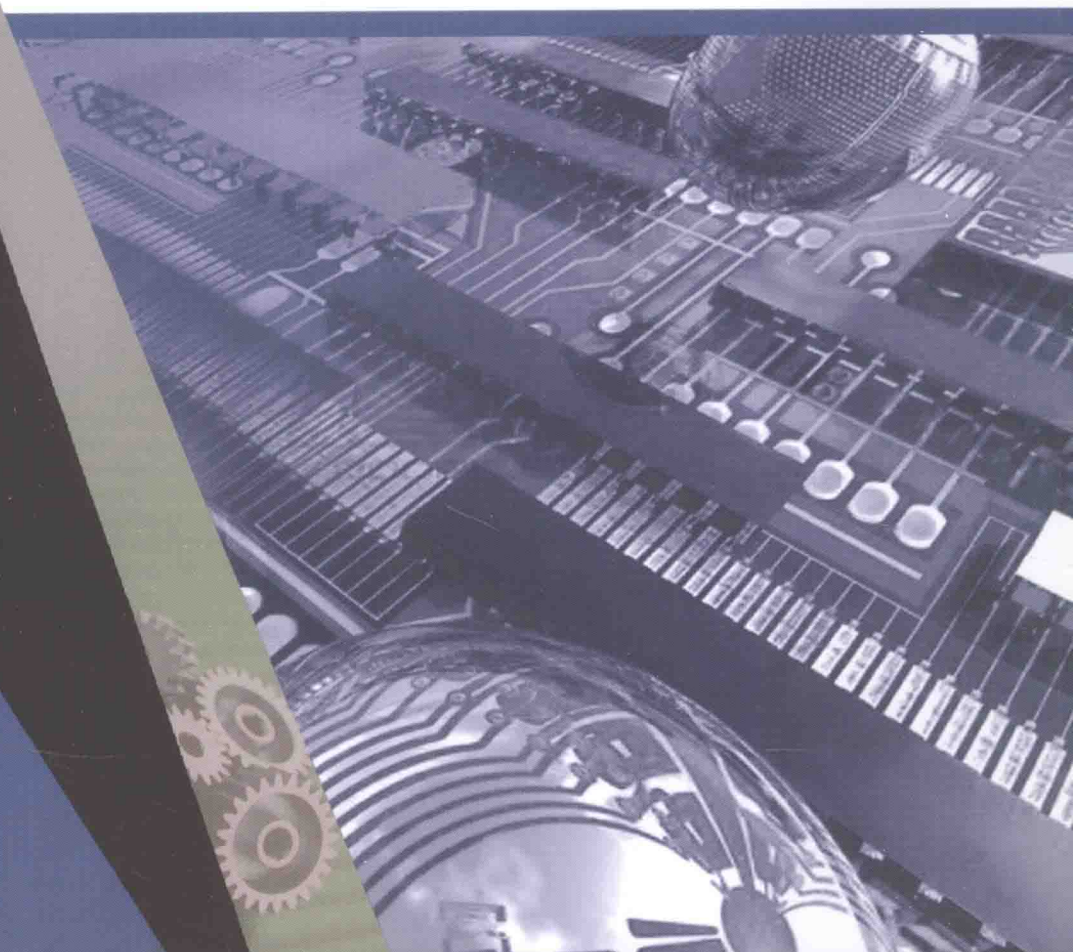


电机与机床 电气控制

DIANJI YU JICHUANG
*D*IANQI KONGZHI

主 编 武 军
副主编 李冰毅
主 审 黄淑文



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

电机与机床电气控制

主 编 武 军

副主编 李冰毅

主 审 黄淑文

重庆大学出版社

内容简介

本书是编者根据多年从事高职高专教学实践的经验及教学改革的成果,根据高职高专课程的基本要求,将“电机学”“电力拖动技术”和“工厂电气控制”三门课程有机结合编写而成。

全书共分8个项目,主要内容包括绪论、交流电动机的特性及电气控制原理、直流电动机的特性及电气控制原理、控制电机、常用低压电器、继电器-接触器控制电路、常用机床的电气控制、组合机床的电气控制等。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校主办的二级职业技术学院电气自动化技术、供用电技术、机电一体化专业及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机与机床电气控制/武军主编. —重庆:重庆大学出版社,2012.8

高职高专机电一体化专业规划教材

ISBN 978-7-5624-6813-4

I. ①电… II. ①武… III. ①电机学—高等职业教育—教材②机床—电气控制—高等职业教育—教材 IV. ①TM3②TG502.35

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第134071号

电机与机床电气控制

主 编 武 军

副主编 李冰毅

主 审 黄淑文

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:周 立

责任校对:陈 力 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆五环印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:393千

2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-6813-4 定价:28.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

本书是根据高职高专电类专业国家教学改革的需要,按照突出应用性、实际性和针对性的原则编写,并重组了系列课程教材结构,其特点是以项目驱动、任务导入方式反映高职高专课程和教学内容体系的改革方向,反映当前教学的新内容,突出基础理论知识的应用和实践技术的培养,以适应实践的要求和岗位的需要。系高等职业技术教育电气类及以电为主的机电一体化专业的教材。

本书是根据我们多年从事高职高专教学实践的经验及教学改革的成果,根据高职高专课程基本要求,并结合我国高等职业教育的现状和发展趋势,依据高等职业教育“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的原则编写而成。

本书将“电机学”“电力拖动技术”和“工厂电气控制”三门课程有机结合在一起。共分8个项目,主要内容包括绪论、交流电动机的特性及电气控制原理、直流电动机的特性及电气控制原理、控制电机、常用低压电器、继电器-接触器控制电路、常用机床的电气控制、组合机床的电气控制等。本书内容具有针对性和可选择性,便于不同专业选修。在本书编写过程中,按照专业教学的要求,在内容的选择 and 问题的阐述方面作了一些新的探索。在内容上兼顾了当前科学技术的发展和我国的实际情况,同时也考虑了后续课程要求,以更好地为专业培养目标服务,在问题的阐述方面则力求做到叙述简明、概念清晰、突出重点,侧重于基本原则和基本概念的阐述,并强调基本理论的实际应用。同时书中还注重编入一些电气工程的最先进技术,力求取材新颖。

本书由武军编写项目2和4;项目3由任安萍编写;项目1由杨会玲编写;项目5由王易平编写;项目6、7由李冰毅编写;项目8由林辉编写。全书由武军担任主编,李冰毅担任副主编,由武军负责统稿。由西南交通大学黄淑文担任主审。

在本书的编写过程中,得到了社会各方面的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。本书在编写过程中还参考了大量文献资料,均逐一注明它们的出处,在此一并感谢。

由于编写水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2012年4月

目 录

项目 1 绪论	1
项目 2 交流电动机的特性及电气控制原理	5
任务 2.1 交流电动机的概述	6
任务 2.2 三相异步电动机的结构	8
任务 2.3 三相异步电动机的转动原理	12
任务 2.4 三相异步电动机的电路分析	16
任务 2.5 三相异步电动机的功率及转矩	19
任务 2.6 三相异步电动机的启动、反转、调速和制动	22
项目小结	29
思考与练习	31
项目 3 直流电动机的特性及电气控制原理	33
任务 3.1 直流电动机的机械特性	34
任务 3.2 直流他励电动机的启动、调速、制动特性	39
项目小结	50
思考与练习	50
项目 4 控制电机	52
任务 4.1 步进电动机	53
任务 4.2 交流伺服电动机	67
任务 4.3 直流伺服电动机	71
任务 4.4 力矩电动机	73
任务 4.5 小功率同步电动机	74
任务 4.6 测速发电机	76
任务 4.7 自整角机	78
任务 4.8 直线电动机	81
项目小结	84
思考与练习	85
项目 5 常用低压电器	87
任务 5.1 低压电器的基本知识	88
任务 5.2 熔断器	94



任务 5.3 开关电器	99
任务 5.4 主令电器	107
任务 5.5 接触器	113
任务 5.6 继电器	116
项目小结	128
思考与练习	129
 项目 6 继电器-接触器控制电路	131
任务 6.1 电气控制系统图的类型及其绘制规则	132
任务 6.2 三相笼型异步电动机直接启动控制电路	137
任务 6.3 三相笼型异步电动机降压启动控制线路	152
任务 6.4 三相绕线转子电动机的启动控制	163
任务 6.5 三相异步电动机的调速控制线路	168
任务 6.6 三相异步电动机的制动控制线路	171
任务 6.7 电气控制的保护环节	177
项目小结	181
思考与练习	181
 项目 7 常用机床的电气控制	184
任务 7.1 电气控制电路分析基础	185
任务 7.2 车床的电气控制	187
任务 7.3 磨床的电气控制	192
任务 7.4 摇臂钻床的电气控制	199
任务 7.5 铣床电气控制	206
任务 7.6 镗床的电气控制	215
项目小结	222
思考与练习	222
 项目 8 组合机床的电气控制	224
任务 8.1 组合机床控制电路基本原理	225
任务 8.2 组合机床通用部件的控制	229
任务 8.3 组合机床的电气控制	239
项目小结	242
思考与练习	242
 参考文献	244

项目 1

绪 论

项目描述

简要介绍了机床电气拖动控制的发展过程及分类和机床电气控制系统的发展与分类。

学习目标

了解机床电气拖动控制系统的发展过程及分类。

能力目标

通过对机床电气拖动控制系统的发展过程及分类的学习,能较全面地理解现代机床发展的趋势和应该学习的相关知识点。





现代化的金属切削机床均用电动机作为动力源。机床主轴转速,工作台或刀架进给量的调节以及工作循环的控制与操作等都离不开电器元件、电子元件与系统。机床的电气控制系统已经成为现代机床不可缺少的重要组成部分。而以电气为主的自动控制系统使机床的性能不断提高,使其工作机构、传动机构的结构大为化简。

经过一个多世纪的发展,随着电器拖动和电气控制系统的不断更新,机床设备结构的不断改进,性能不断提高。电气拖动在速度调节方面具有无可比拟的优越性和发展前途。采用直流无级调速电动机驱动机床,使原来结构复杂的变速箱变得十分简单,大大简化了机床结构,提高了传动效率和刚度。近年来研制成功的用于数控机床、铣床、加工中心机床上的电机-主轴部件,是将交流电动机转子直接安装在主轴上,使其具有更宽的无级调速范围,且振动和噪声均减小,完全代替了主轴变速齿轮箱,必将对机床传动与构造产生深远的影响。

而在电气控制方面,现代化机床更是综合应用了许多先进科学技术成果,诸如:计算机技术、电子技术、自动控制理论、精密测量技术等。特别是当今信息时代,微型计算机已经广泛用于各行各业,而机床就是最早应用计算机的设备之一。早在 20 世纪 40 年代末期,电子计算机就与机床有机结合产生了新型机床。目前各类质优价廉、性能可靠的微机在机床行业的应用日益广泛,我国各类工厂企业也在大力使用和推广由微机控制的数控机床与数显装置。最新科学技术的应用,使得机床电气设备不断实现现代化,不断提高机床自动化程度和机床加工效率,扩大了工艺范围,缩短了劳动强度和降低产品成本等。如今出现的各种机电一体化产品、数控机床、机器人、柔性制造系统等均是机床电气设备实现现代化的硕果。

总而言之,电气自动控制在现代机床设备上有着极其重要的地位,机电一体化、机械制造及设备等专业的大学生以及从事机械设计和制造的工程技术人员都必须掌握机床电气和微机控制的理论方法。

(1) 机床电气拖动的发展与分类

机床拖动系统是随着社会的发展而发展。20 世纪初,随着电动机的问世,机床拖动发生了巨大的变化。用电动机驱动代替蒸汽机驱动成组的机床,使机床拖动系统随着电动机的发展而发展。但就机电传动多机而言,他的发展大致经历了成组拖动、单机拖动和多电动机拖动 3 个阶段。

1) 成组拖动

成组拖动是指一台电动机拖动一根转轴,然后再经转轴通过皮带传动驱动若干台机床工作。由于这种方式存在有传动路线长、效率低、结构复杂等缺点,而且一旦电动机发生故障,将造成成组的生产机械停车,因此,早已被淘汰。

2) 单机拖动

单机拖动是指用一台电动机拖动一台机床,较之成组拖动前进了一步,既简化了机床结构,又提高了传动效率,但当一台机床的运动部件较多时,机械传动结构仍十分复杂,目前只有一些中小型通用机床仍采用单机拖动。

3) 多电动机拖动

随着机床自动化程度的提高和重型机床的发展,出现了采用多台电动机驱动一台机床(如铣床)乃至十余台电动机拖动一台重型机床(如龙门刨床)的拖动方式,即一台机床的每一个运动部件分别由一台专门的电动机拖动,这样可以缩短机床传动链,而且控制灵活,易于实现各工作部件运动的自动化。当前,重型机床、组合机床、数控机床、自动线等均采用多电

机拖动。

(2) 机床电气控制系统的发展与分类

机床电气控制系统的发展伴随着控制器件的发展而发展。大致可以分为逻辑控制系统、连续控制系统和混合控制系统3种。

1) 逻辑控制系统

逻辑控制系统又称为开关量或断续控制系统,其理论基础是逻辑代数,采用具有两个稳定工作状态的各种电器和电子器件构成各种逻辑控制系统。按自动化程度的不同又可分为手动控制系统和自动控制系统。

①手动控制系统。在机床电气控制的初期,大都采用电气开关对机床电动机的启动、停止、反向进行控制。现在在砂轮机、台钻等一些动作简单的小型机床上仍有应用。

②自动控制系统。按其控制原理与采用的电气元器件的不同又可分为继电器-接触器自动控制系统、程序控制器、数字控制。

A. 继电器-接触器自动控制系统。它具有直观、易掌握、易维修等优点,多数通用机床仍采用继电器、接触器、按钮开关等电气元器件组成的自动控制系统,其缺点是功耗大、体积大且改变工作状态循环比较难。

B. 程序控制器。由集成电路组成的顺序控制器具有程序易编,程序储存量大,通用性强等优点广泛用于组合机床、自动线等。在20世纪60年代末,又出现了具有运算功能和较大功率输出的可编程控制器(PLC)。它是由大规模集成电路、电子开关晶闸管等组成的专用微型电子计算机,用它可替代大量的继电器,且功耗小、质量轻,在机床上具有广阔的应用前景。

C. 数字控制。20世纪40年代末,为了适应中小型机械加工生产自动化的需求,在应用电子技术、计算机技术、现代控制理论、精密测量等近代科学成就的基础上,研制成数控机专用电子计算机为核心,按照预先编好的程序(数字和文字等表示)对机床实行自动化的数字控制。数控机床既有专用机床的高效率,又兼有通用机床工艺范围广、使用灵活的特点,并且还具有能自动加工复杂的成型表面,精度高的优点。因此,具有很强大的生命力,发展前景十分广阔。

数控机床系统最初由硬件逻辑电路构成专用数字控制装置NC(Numerical Control),其价格昂贵、工作可靠性差、逻辑功能固定。随着电子计算机的发展,又出现了CNC(Computer Numerical Control)、DNC(Direct Numerical Control)和AC(Adaptive Control)等数控系统。为了充分发挥电子计算机运算速度快的潜力,还出现过由一台电子计算机控制数台、数十台甚至几百台数控机床的计算机群控制系统(DNC),又称为计算机直接控制系统。随着小型电子计算机的问世,又产生了小型电子计算机控制的数控系统(CNC),它不仅降低了成本,还扩大了控制功能和范围。近年来,随着价格的低廉、工作可靠的微型电子计算机的出现,更加大力地促进数控机床的发展,出现了大量的微机控制系统MNC(Micro-computer Numerical Control),目前世界各国生产的全功能和经济型数控系统均用的是MNC系统。

AC称为自适应控制系统,它能在毛坯余量变化、硬度不均、刀具磨损等随机因数中出现,使机床具有最佳切削量,从而始终保证具有高的加工量和生产效率。具有与数控机床控制系统相似的工业机器人的诞生,为实现机械加工过程全面的自动化创造了物质基础。其用在焊接、喷漆、搬运、装配、装卸工件等工作中,以代替人们从事的繁重劳动,它能在有毒有害、有危



险的地方工作或从事频繁而简单的劳动,具有高效可靠、安全节能、经济实惠的优点。工业机器人的数量在发达国家以惊人的速度增长。由数控机床、工业机器人、自动搬运车等组成的统一,由中心计算机控制的机械加工自动线称为柔性制造系统 FMS (Flexible Manufacturing System),它是自动化车间和自动化工厂的重要组成部分。与专用机床自动线相比,它具有同时可以加工多种工件,能适应产品多变,使用灵活等优点。当前各国都在大力发展数控机床柔性制造系统。机械制造自动化高级阶段是走向设计、制造一体化,即利用计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助制造系统 (CAM) 形成产品设计和生产的完整系统,对产品的构思和设计直至装配、实验和质量管理这一整套过程的自动化。为了实现制造过程的高效率、高柔性、高质量,研制计算机集成制造系统 (CIMS) 是今后的重要任务。

2) 连续控制系统

对物理量(电压、转速等)进行连续自动控制的系统,又称为模拟制造系统。这类系统一般具有负反馈的闭环控制系统,同时伴有功率放大的特点,且具有精度高、功率大、抗干扰能力强的特点。如直流电机驱动机床主轴实现无级调速的系统,交、直流伺服电机拖动数控机床进给机构和工业机器人的系统都属于连续控制系统。

3) 混合控制系统

同时采用数字控制和模拟控制的系统称为混合控制系统,数控机床、机器人的控制驱动系统都属于这类控制系统。数控机床有专用的数字电子计算机进行控制,通过数模转换器和功率放大等装置驱动伺服电机和主轴电动机,带动机床执行机构产生所需的运动。

项目 2

交流电动机的特性及电气控制原理

项目描述

交流电机可分成同步电机和异步电机两大类,异步电机主要用作电动机,去拖动各种机械设备。和其他电动机比较,它具有结构简单、控制容易、价格低廉、运行可靠、维护方便、效率较高等一系列优点,所以得到广泛应用。异步电动机的缺点是不能经济地在较大范围内平滑调速和必须从电网吸收滞后的无功功率,使电网功率因数降低。

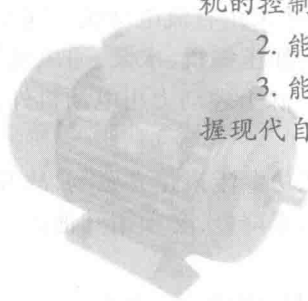
本项目含6个任务,即交流电动机的概述,三相异步电动机的结构,三相异步电动机的工作原理,三相异步电动机的电路分析,三相异步电动机的运行原理,三相异步电动机的启动、反转、调速和制动。

学习目标

1. 掌握三相异步电动机的结构和工作原理。
2. 熟悉三相异步电动机的运行原理。
3. 能运用机械特性分析异步电动机的启动、调速、反转和制动。

能力目标

1. 通过对交流电动机主要技术指标的学习,能正确评价电动机的控制性能。
2. 能根据三相异步电动机工作原理的分析,掌握应用领域。
3. 能根据三相异步电动机应用控制的学习,进一步了解并掌握现代自动控制的实施措施。



任务 2.1 交流电动机的概述

◎ 活动情境

介绍交流电机的分类和应用领域,以及它们工作时的优缺点,重点介绍异步电动机的技术参数和结构特点。

◎ 任务要求

通过概述初步了解交流电动机的相关知识。

◎ 基本活动

交流旋转电机可分成同步电机和异步电机两大类,如果电机转子的转速 n 与定子旋转磁场的转速 n_1 相等,转子与定子旋转磁场在空间同步地旋转,这种电机则称为同步电机。如果电机转子的转速 n 不等于定子旋转磁场的转速 n_1 ,转子与定子旋转磁场在空间旋转时不同步,这种电机则称为异步电机。

异步电机主要用来作为电动机,它具有结构简单、制造容易、价格便宜、运行可靠、维护方便、效率较高等优点,因此,得到广泛的应用。据估计,90%左右的电动机均为异步电动机,在电网总负荷中,异步电动机用电量占60%以上。

电动机的作用是将电能转换为机械能,现代各种生产机械都广泛应用电动机来驱动。

有的生产机械只装配着一台电动机,如单轴钻床;有的需要好几台电动机,如某些机床的主轴、刀架、横梁以及润滑油泵和冷却油泵等都是由单独的电动机来驱动的。常见的桥式起重机上就有3台电动机。

生产机械由电动机驱动,具有很多优点:简化生产机械的结构;提高生产率和产品质量;能实现自动控制和远距离操纵;减轻繁重的体力劳动。

电动机可分为交流电动机和直流电动机两大类。在生产上主要用的是交流电动机,特别是三相异步电动机。它被广泛地用来驱动各种金属切削机床、起重机、锻压机、传送带、铸造机械、功率不大的通风机及水泵等。仅在需要均匀调速的生产机械上,如龙门刨床、轧钢机及某些重型机车的主传动机构,以及在某些电力牵引和起重设备中才采用直流电动机。同步电动机主要应用于功率较大、不需调速、长期工作的各种生产机械,如压缩机、水泵、通风机等。单相异步电动机常用于功率不大的电动工具和某些家用电器中。除上述动力用电动机外,在自动控制系统和计算装置中还用到各种控制电机。

异步电动机的缺点是功率因素低,运行时必须从电网吸收无功电流来建立磁场,故其功率因素小于1,大量的异步电动机在电网中运行,使电网的功率因素降低,必须用其他的办法进行补偿。

异步电机也可以作为发电机使用,在电网尚未达到的山区农村,要建立小型水电站时,可以用异步电动机来发电,不过异步电动机的工作性能较差,只能用于要求不高的地方。

异步电动机型号的表示方法,一般采用大写印刷体的汉语拼音字母和阿拉伯数字组成,其中汉语拼音字母是根据电动机的全名称选择有代表意义的汉字,再用该汉字的第一个拼音

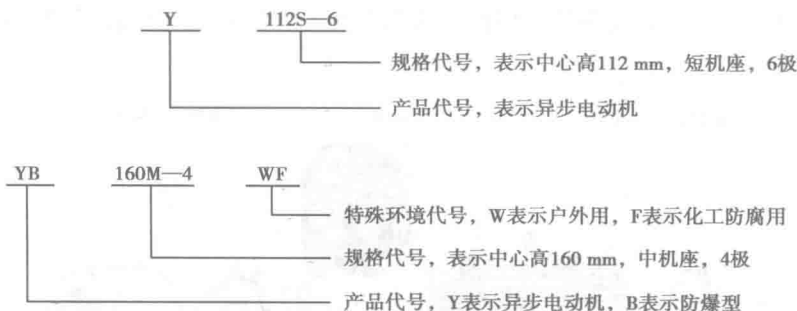
字母表示(见表 2.1),例如 Y 系列三相异步电动机。

表 2.1 异步电动机产品名称代号

产品名称	新代号	汉字意义	旧代号
异步电动机	Y	异	J,JQ
绕线式异步电动机	YR	异绕	JR,JRQ
防爆型异步电动机	YB	异爆	JB,JBS
高启动转矩异步电动机	YQ	异起	JQ,JQO

每一台异步电动机,在其机座上都有一块铭牌,铭牌上标注着该电动机的额定参数值,额定值规定了该电动机的正常工作状态和条件,它是选用、安装和维修电动机时的依据。异步电动机的铭牌包含下列额定参数值:

- ①额定功率 P_e 。指电动机在额定运行时,轴上输出的机械功率,单位为 kW。
- ②额定电压 U_e 。指电动机在额定运行时,加在定子绕组上的线电压,单位为 V。
- ③额定电流 I_e 。指电动机在额定电压和额定频率下,输出额定功率时,定子绕组中的线电流,单位为 A。
- ④接法是指电动机在额定电压下,定子三相绕组应采用的连接方式,一般有三角形和星形两种连接方式。若电动机铭牌上标有“220/380 V”两种额定电压,接法标明 Δ/Y ,则表示在三相线电压为 220 V 时为三角形连接;线电压为 380 V 时为星形连接。



- ⑤额定频率 f_e 。表示电动机所接的交流电源的频率,我国电力网的频率规定为 50 Hz。
- ⑥额定转速 n 。指电动机在额定电压、额定电流和额定输出功率情况下,电动机的转速,单位 r/min 。
- ⑦绝缘等级。指电动机绕组所用的绝缘材料的绝缘等级,它决定了电动机绕组的允许温升,绝缘等级与电动机的允许温升见表 2.2。

表 2.2 电动机允许温升与绝缘耐热等级的关系 (单位:℃)

绝缘耐热等级	A	E	B	F	H	C
绝缘材料的允许温度	105	120	130	155	180	180 以上
电动机的允许温升	60	75	80	100	125	125 以上

对于各种电动机应该了解下列几个方面的问题:①基本构造;②工作原理;③表示转速与

转矩之间关系的机械特性;④启动、反转、调速及制动的基本原理和基本方法;⑤应用场合和如何正确接用。

任务 2.2 三相异步电动机的结构

◎ 活动情境

三相异步电动机按转子结构的不同分为鼠笼型和绕线型转子异步电动机两类。鼠笼型异步电动机由于结构简单、价格低廉、工作可靠、维护方便,已成为生产上应用最广泛的一种电动机。绕线转子电动机由于结构复杂、价格较高,一般只用于要求调速和启动性能好的场合,如桥式起重机上。异步电动机由两个基本部分组成:定子和转子。鼠笼型和绕线型的定子部分基本相同,所不同的只是转子部分。

◎ 任务要求

1. 了解并掌握定子的组成及结构特点。
2. 了解并掌握转子的组成及结构特点。

◎ 基本活动

三相异步电动机主要由定子和转子两大部件构成,定子与转子之间有一个很小的空气隙。此外,还有端盖、轴承、风扇等零部件。图 2.1 是一台封闭式笼型转子的三相异步电动机的结构图。

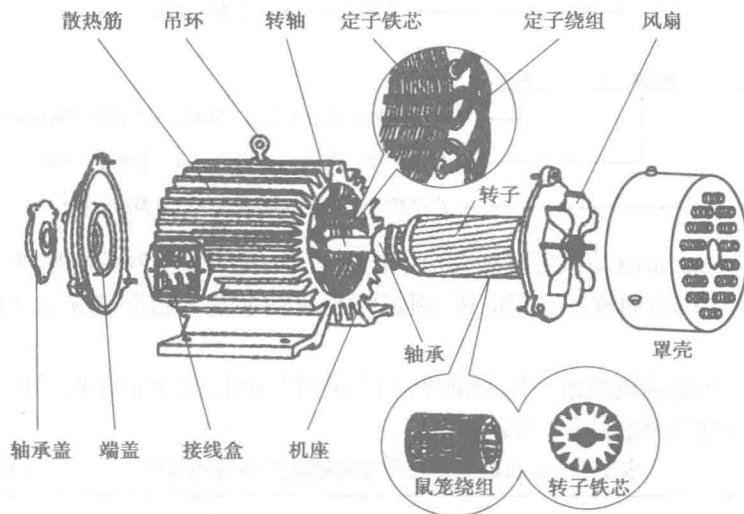


图 2.1 鼠笼型转子异步电动机结构图

下面介绍各主要零部件的结构及作用。

2.2.1 定子

异步电动机的定子是由基座、定子铁芯和定子绕组 3 个部分组成。图 2.2 是小型封闭式异步电动机的定子结构图。

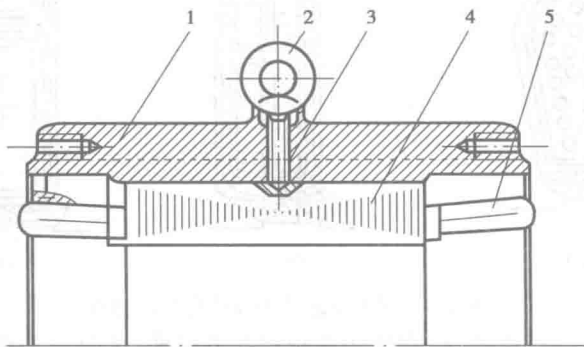


图 2.2 小型封闭式异步电动机结构图

1—机座；2—吊攀；3—紧定螺丝；4—定子铁芯；5—定子绕组

(1) 定子铁芯

定子铁芯是电动机磁路的组成部分，旋转磁场对定子铁芯以同步速度旋转，故对铁芯内某一点来讲，磁通是交变的。为了减少铁芯损耗，定子铁芯采用 0.5 mm 厚的硅钢片叠压而成，硅钢片上冲有槽型，称为定子冲片。定子铁芯及冲片的示意图如图 2.3 所示。

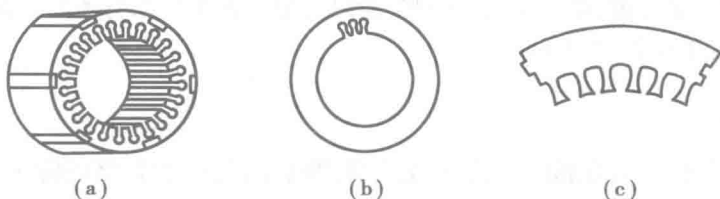


图 2.3 定子铁芯及冲片

定子铁芯叠成后，其内圆形成可以安放定子绕组的槽型，定子槽型有半闭口槽、半开口槽和开口槽散装。半闭口槽适用于低压圆铜线绕成的散嵌绕组，其优点是槽口较小，齿部对主磁通的磁阻小，可以减小励磁电流；半开口槽适用于 500 V 以下的中型电机，其槽口稍大于槽宽的一半，便于嵌入扁线绕成的分成双排的成型线圈；开口槽适用于大、中容量的高压异步电动机，槽口等于槽宽，便于高压成型线圈的嵌线。图 2.4 为各种槽型的示意图。

(2) 定子绕组

定子绕组有成型硬绕组和散嵌软绕组两种。散嵌软绕组多用于小容量电机，它是由高强度漆包圆铜线（或铝线）绕制，绕线时将一相线圈一次绕成，嵌线时将三相线圈按一定的规律依次嵌入定子槽中，即形成三相定子绕组。大中容量电机由于电流大、电压高、导线截面大、绝缘要求高，故采用扁线绕制的成型线圈比较合适。

(3) 机座

机座的作用是支撑定子铁芯和固定端盖。在中、小型电机中，端盖兼有轴承座的作用，则机座还要支撑电机的转子部分，故机座必须有足够的刚度和强度。小型电机一般采用铸铁机

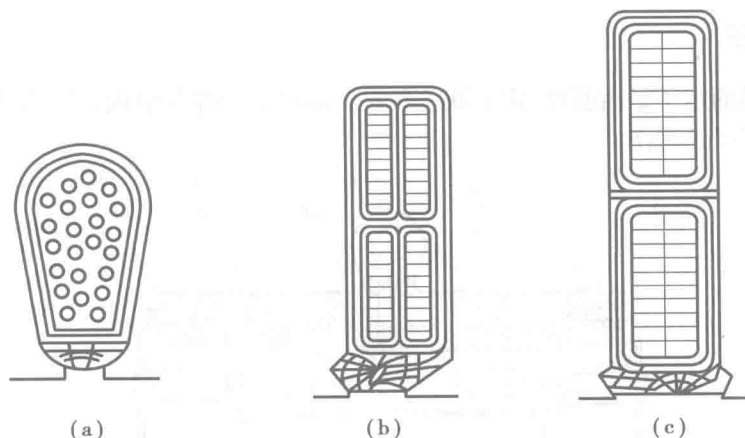


图 2.4 定子铁芯槽型及槽内绕组布置

座,中型电机除采用铸铁机座外,也有采用钢板焊接的机座,大型电机的机座都是用钢板焊接而成。

2.2.2 气隙

定子铁芯与转子铁芯之间的气隙:从磁路来考虑,气隙大,则磁阻大,励磁电流大,电机的功率因素降低,从这一角度来考虑,气隙应取较小的数值,但气隙太小,电机带负载运行时,就可能发生定、转子相擦(甚至“闷车”);另外,从减少高次谐波磁动势产生的磁通、减少附加损耗及改善启动性能来考虑,则气隙应大一些,所以气隙的大小应综合考虑。在中、小型异步电动机中,气隙一般在 $0.2 \sim 1.5 \text{ mm}$ 。

2.2.3 转子

异步电动机的转子可分成两大类:一类是笼型转子;另一类是绕线转子。笼型转子由转子铁芯、转子绕组及转轴等组成;绕线转子除铁芯、绕组及转轴外,还有集电环及电刷装置。图 2.5 为两种转子型式的示意图。

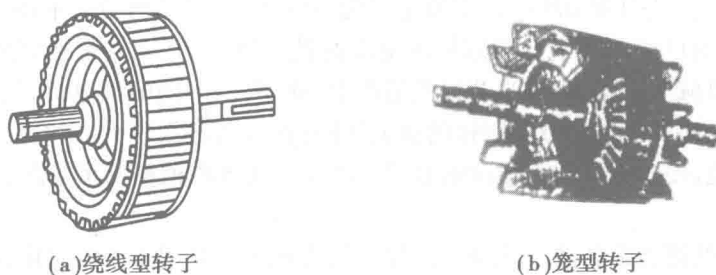


图 2.5 异步电动机转子结构图

(1) 转子铁芯

转子铁芯也是电机磁路的一部分,一般是用 0.5 mm 厚的硅钢片叠压而成。硅钢片上冲有嵌放转子绕组的槽,转子铁芯固定在转轴上,或固定在转子支架上,转子支架再套装固定在转轴上。

(2) 转轴

转轴是支持转子铁芯和输出转矩的零件,它必须具有足够的刚度和强度,以保证负载时气隙均匀及转轴本身不致断裂。转轴一般用中碳钢棒料车削加工而成,轴伸进端铣有键槽,用来固定皮带轮或联轴器。

(3) 转子绕组

转子绕组有鼠笼型和绕线转子两种。

1) 鼠笼型转子绕组

鼠笼型转子绕组按结构型式可分为单笼和双笼两种,按制造绕组时使用的材料可以分成铜料焊接和铝料铸造两种。鼠笼型绕组是一个自己短路的绕组,每槽只放一根导体,导条两端伸出转子铁芯端面之外,由两个端环把所有的导条短路,如果把铁芯去掉,绕组就像一个松鼠笼子,故常称为鼠笼型绕组。由铜料制造的鼠笼型绕组主要应用在容量较大的中型异步电动机中,小容量异步电动机为了节省铜料和提高生产率,采用铸铝工艺,将熔化的铝液浇铸到安放在铸铝模中的转子铁芯的槽里,并连同端环、风扇一起铸成。图 2.6 为铜条焊接鼠笼型转子绕组及铸铝鼠笼型转子绕组的结构示意图。

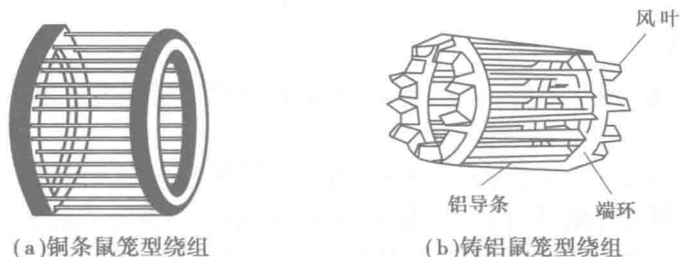


图 2.6 鼠笼型转子绕组结构示意图

2) 绕线转子绕组

绕线转子绕组和定子绕组一样,也是一个用绝缘导线绕成的三相对称绕组,而且其极数应与该台电机的定子绕组的极数相同,三相绕组通常接成星形,绕组的三条引出线分别接到 3 个集电环上,再经由一套电刷装置引出,使转子绕组与外电路接通,如图 2.7(a)所示,当启动或调速时可以串接附加电阻。

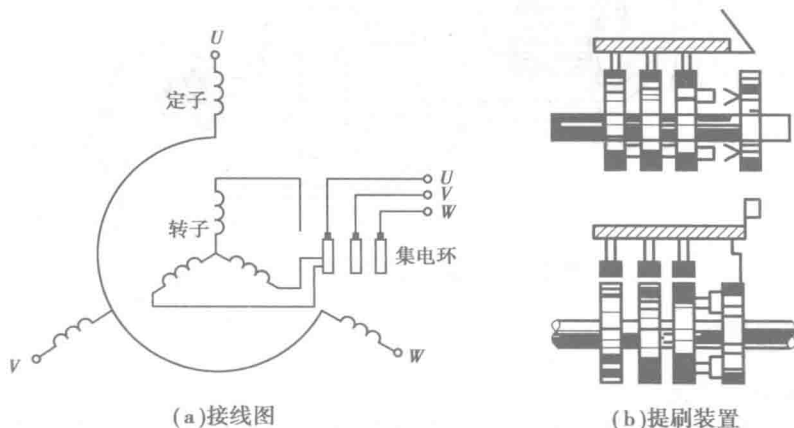


图 2.7 绕线式转子异步电动机示意图