

佐证材料 3-1-1：参编正式出版的教材 3 本

2024 年参编正式出版教材情况统计

序号	教材名称	出版社	参编人	排名
1	UG NX12.0 数控编程	上海交通大学出版社	赵江平	主编（2）
2	塑料成型与模具结构设计	湖南科学技术出版社	田书竹	副主编
3	机械设计基础	北京理工大学出版社	张鉴隆	副主编
4	机械制造与自动化技术探索	吉林科学技术出版社	吴志聪	副主编
5	电机与电气控制技术	机械工业出版社	姚贵发	副主编

材料 1：教材《UG NX12.0 数控编程》





内容提要

本书是按照数控车铣“1+X”职业技能中级证书的加工岗位职业标准和典型的工作任务要求，基于数控车铣加工工艺及程序编制与实施工作过程的要求进行编写的。本书由UG NX 12.0 编程介绍、平面铣加工、轮廓铣加工、孔加工、车削加工5个项目组成，每个项目根据加工工艺分成多个任务，便于读者学习。本书除了常规的铣削加工、孔加工、车削加工的学习外，还对项目相关的“1+X”证书的实操考题进行讲解，分析其加工工艺，得出相关的工艺参数，演示部分编程过程，引导读者自行解决实操考题剩余部分的工艺与编程。本书适合UG 数控加工初学者以及数控加工编程人员使用，同时也可以作为大中专院校相关专业的教材以及社会相关培训班的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 12.0 数控编程 / 梁宇明, 赵江平, 邱腾雄主
编. —上海: 上海交通大学出版社, 2024.2
ISBN 978-7-313-30182-6
I. ①U… II. ①梁… ②赵… ③邱… III. ①数控机
床—程序设计—应用软件 IV. ①TG659-39
中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第035129号

UG NX 12.0 数控编程 UG NX 12.0 SHUKONG BIANCHENG

主 编: 梁宇明 赵江平 邱腾雄	地 址: 上海市番禺路 951 号
出版发行: 上海交通大学出版社	电 话: 021-6407 1208
邮政编码: 200030	
印 制: 北京荣玉印刷有限公司	经 销: 全国新华书店
开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16	印 张: 11.25
字 数: 270 千字	
版 次: 2024 年 2 月第 1 版	印 次: 2024 年 2 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-313-30182-6	电子书号: ISBN 978-7-89424-543-4
定 价: 45.00 元	

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 010-6020 6144

编写委员会

主 编 | 梁宇明 赵江平 邱腾雄

副主编 | 赖 辉 李晓敏 袁智权 胡 涛

莫志豪 陆镜任

前言

“1+X”证书制度体现了职业教育作为一种类型教育的重要特征，是完善职业教育培训体系、深化产教融合与校企合作的一项重要制度。为了贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神，推进新时代职业教育改革发展，2019年教育部等四部门印发了《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》，部署实施“1+X”证书制度。

实施“1+X”技能等级证书制度培养复合型技能人才，是应对新一轮科技革命和产业变革的挑战，是促进人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合的重大举措。新一轮科技革命和产业变革的到来，推动了产业结构调整与经济转型升级发展新业态的出现。制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基，而UG NX软件是目前世界上面向制造业的最高端软件之一，在全球拥有众多客户，广泛应用于汽车、航空航天、机械、医药、电子工业等领域。针对上述情况，笔者编写了这本以UG NX为基础，全面讲解数控加工编程的教材，用以培养能够达到数控车铣“1+X”职业技能中级证书要求的高素质劳动者和技术技能人才，为促进经济社会发展和提高国家竞争力提供优质人才资源支撑。

本书有五大特点：

（1）落实立德树人根本任务，贯彻《高等学校课程思政建设指导纲要》和党的二十大精神，将专业知识与思政教育有机结合，推动价值引领、知识传授和能力培养紧密结合。

（2）突出案例教学，在全面、系统地介绍各项目内容的基础上，以数控车铣“1+X”职业技能中级证书中的实操考核任务为案例，将理论知识和案例结合起来。

（3）采用项目化的方式，项目下有多个小任务，将数控加工工作任务与企业真实应用相结合，读者在学习项目的过程中，掌握“1+X”职业技能中级证书要求的工作知识和技能。

（4）结构严谨、条理清晰、重点突出、案例丰富，内容讲解由浅入深，从易到难，各项目既相对独立又前后关联，及时给出总结和相关提示。

（5）配备了丰富的操作视频、配套的实例素材源文件及参考答案、在线学习资源等，满足读者多样化的学习需求，推动教育教学变革创新。

本书在编写过程中，得到武汉华中数控股份有限公司的技术支持，特此鸣谢。由于编者水平有限，书中存在的错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

目 录

项目 1 UG NX 12.0 编程介绍 / 001

任务 1.1 认识 UG NX 12.0 数控加工编程软件	003
任务 1.2 UG NX 12.0 数控加工编程流程	004

项目 2 平面铣加工 / 023

任务 2.1 平面铣类型及操作	024
2.1.1 底壁铣	025
2.1.2 表面铣	030
2.1.3 手工面铣	034
2.1.4 平面铣	039
任务 2.2 “1+X” 证书项目的平面铣加工编程	044
2.2.1 项目分析	044
2.2.2 平面铣加工工艺选择	045
2.2.3 编程工序的确定	046
2.2.4 工件的检测与改进	054
2.2.5 “1+X” 证书项目习题	055

项目 3 轮廓铣加工 / 057

任务 3.1 轮廓铣类型及操作	058
3.1.1 型腔铣	059
3.1.2 自适应铣削	064
3.1.3 剩余铣	066
3.1.4 深度轮廓铣	069
3.1.5 单刀路清根	071
3.1.6 固定轮廓铣	073
3.1.7 实体轮廓 3D	082

UG NX 12.0 数控编程

任务 3.2 “1+X”证书项目的轮廓铣加工编程	085
3.2.1 项目分析	085
3.2.2 轮廓铣加工工艺选择	085
3.2.3 编程工序的确定	086
3.2.4 工件的检测与改进	091
3.2.5 “1+X”证书项目习题	091

项目 4 孔加工 / 095

任务 4.1 孔加工类型及操作	096
4.1.1 定心钻	097
4.1.2 钻孔	101
4.1.3 攻丝	108
任务 4.2 “1+X”证书项目的孔加工编程	111
4.2.1 项目分析	111
4.2.2 孔加工工艺选择	112
4.2.3 编程工序的确定	112
4.2.4 工件的检测与改进	117
4.2.5 “1+X”证书项目习题	117

项目 5 车削加工 / 119

任务 5.1 车削加工类型及操作	120
5.1.1 简单外轮廓车削加工	121
5.1.2 复杂外轮廓车削加工	129
5.1.3 外径开槽车削加工	134
5.1.4 外径螺纹车削加工	138
5.1.5 内孔车削加工	142
任务 5.2 “1+X”证书项目的车削加工编程	157
5.2.1 项目分析	157
5.2.2 车削加工工艺选择	158
5.2.3 编程工序的确定	158
5.2.4 工件的检测与改进	169
5.2.5 “1+X”证书项目习题	170

参考文献 / 172

项目 1

UG NX 12.0 编程介绍

UG NX 12.0 数控编程

学习目标

知识目标

1. 了解零件数控加工的基本流程。
2. 熟练掌握创建程序、几何体、刀具等操作方法。
3. 熟悉几何体、刀具等加工参数的设置。

技能目标

1. 掌握 UG NX 12.0 软件数控加工自动编程的流程。
2. 能根据加工零件的特点设置加工坐标系和工件几何体。
3. 掌握“1+X”证书（中级）训练题的编程技巧及流程。
4. 能独立对加工零件进行创建几何体、刀具等编程的前期操作。

素质目标

1. 体会一丝不苟的工作作风在数控编程中的重要性。
2. 培养良好的编程思路，具备“1+X”证书（中级）所需的职业素养和规范意识。
3. 提升创新设计的意识和能力。

项目概述

数控加工编程是数控加工准备阶段的主要内容，包括分析零件图样，确定加工工艺；计算刀轨，获得刀具位置信息；编写数控加工程序；制作控制介质；校验加工程序及首件试切。它是从加工图纸到获得数控加工程序的全过程，可分为手工编程和自动编程。

手工编程是指零件图纸分析、工艺处理、数值计算、编写程序单、程序校核等各步骤的数控编程工作均由人工完成的全过程。编程人员利用一般的计算工具，通过人工进行各种三角函数的计算，刀具轨迹的运算，并进行指令编制。这种方式一般用于点位加工或简单的几何形状零件的加工，编程方便简单，适应性强。

自动编程是指在计算机及相应的软件系统的支持下，自动生成数控加工程序的过程。自动编程是采用计算机辅助数控编程技术实现的，需要一套专门的数控编程软件。现代数控编程软件主要分为以处理命令方式为主的各种类型的语言编程系统和交互式 CAD/CAM 集成化编程系统。交互式 CAD/CAM 集成系统自动编程是现代 CAD/CAM 集成系统中常用的方法。编程人员利用计算机辅助设计（CAD）软件或自动编程软件自身的建模功能，对零件进行建模；然后对零件图样进行工艺分析，确定加工方案；再利用编程软件的计算机辅助制造（CAM）模块的编程功能，根据工艺方案设定切削用量、刀具及其参数，生成刀轨文件；最后利用对应加工机床数控系统的后置处理功能生成加工程序。由于使用计算机代替编程人员完成了烦琐的数值计算工作，并省去了书写程序单等工作，因而可提高编程效率几十倍乃至上百倍，解决了手工编程无法解决的许多复杂零件的编程难题。

任务 1.1 认识 UG NX 12.0 数控加工编程软件

1. 简介

UG NX (unigraphics NX) 是一款由 Siemens PLM Software 公司开发的先进数控编程软件。该软件是集 CAD、CAE 计算机辅助工程、CAM 于一体的三维机械设计平台,也是当今世界上应用广泛的计算机辅助设计、分析与制造软件之一,在汽车、交通、航空航天、日用消费品、通用机械及电子工业等工程设计领域都有大规模的应用。这类软件的特点是优越的参数化设计、变量化设计及特征造型技术与传统的实体和曲面造型功能结合在一起,加工方式完备,计算准确,实用性强。数控编程是 UG NX 的重要功能之一,它能够优化制造过程,提高生产效率和质量。它可以实现从简单的 2 轴加工到以 5 轴联动方式进行的极为复杂的工件表面加工,并可以对数控加工过程进行自动控制和优化。

国内 CAM 软件的代表有 CAXA 制造工程师、中望收购的 VX 等,它们主要面向国内的中小企业,与德国西门子公司旗下的 UG 软件仍有一定的差距。随着中国由制造大国向制造强国转变,对数控加工产品的精度和质量在不断提高,对精密制造的技术人员的编程能力的要求也越来越高。这就要求我们务必提高自己的 CAM 软件的编程水平,简化生产工艺与工序,减少后续处理工作量,提高加工效率、表面质量和高速加工技术。

2. 主要功能

UG NX 数控编程软件的主要功能如下。

- (1) 图形绘制: 提供丰富的绘图工具,支持二维和三维几何图形绘制。用户可以使用各种绘图命令,如直线、圆弧、曲线等来创建所需的零件轮廓和结构。
- (2) 建模工具: 提供一系列三维建模工具,如布尔运算、放样、扫描等,用于创建和修改复杂零件模型。用户还可以进行特征设计,如孔、槽、凸轮等。
- (3) 零件装配: 支持零件装配与拆卸,可进行碰撞检查和模拟。用户可以创建装配关系,指定零件之间的连接方式,并进行模拟以验证设计的可行性。
- (4) 工程图创建: 生成二维工程图,包括剖视图、局部视图等。用户可以从三维模型生成工程图,添加尺寸、标注和其他注释信息。
- (5) 数控编程: 使用 CAM 模块生成数控加工路径。用户可以根据零件模型和加工需求,设置刀具路径、切削参数、进给速度等,生成可用于数控机床的 G 代码。
- (6) 仿真与优化: 进行运动仿真、流体动力学分析等,优化产品设计。用户可以通过仿真验证加工过程,检查潜在的干涉和碰撞问题,优化加工参数,提高产品质量和生产效率。

3. 优势

UG NX 数控编程软件的优势如下。

- (1) 高度集成的环境: UG NX 将 CAD、CAE 和 CAM 功能集成在一个软件中,使得从设计到制造的过程更加高效和顺畅。

UG NX 12.0 数控编程

(2) 先进的建模技术：支持参数化、变量化和特征驱动的建模方法，可以快速创建和修改复杂零件模型。

(3) 强大的数控编程功能：提供丰富的数控编程工具，能够生成高效、精确的加工路径和 G 代码。

(4) 可视化编程：提供可视化的编程环境，便于用户编写程序，并能够进行可视化调试。

(5) 数据可视化：支持数据可视化分析，便于用户理解数据，并能够进行可视化的数控加工仿真。

(6) 高效率：具有高效的处理速度和稳定性，能够提高工作效率。

(7) 兼容性：支持多种数据格式转换，便于与其他软件集成。

(8) 安全性：提供可靠的数据保护和加密功能，确保数据安全。

4. 应用领域

UG NX 数控编程软件广泛应用于以下领域。

(1) 汽车制造：用于汽车零部件的制造，如发动机、底盘、车身等。

(2) 航空航天：用于航空航天零部件和结构的制造，如飞机发动机、机翼等。

(3) 机械制造：用于各种机械设备的制造，如机床、液压缸、齿轮等。

(4) 电子设备：用于电子设备的制造，如手机、计算机等。

(5) 医疗器械：用于医疗器械的制造，如手术器械、牙科设备等。

(6) 模具制造：用于模具的设计和制造，如注塑模具、压铸模具等。

5. 使用方法

(1) 使用 UG NX 数控编程软件时，首先需要创建一个新的设计文档。在文档中，用户可使用绘图工具绘制二维或三维图形，并使用建模工具进行三维建模。

(2) 在建模过程中，用户可以根据需要应用特征设计命令，如孔、槽、凸轮等。

(3) 完成模型创建后，可进行零件装配和仿真，验证设计的可行性。

(4) 在数控编程阶段，用户可以使用 CAM 模块生成加工路径和 G 代码。

(5) UG NX 还提供可视化的编程环境，便于用户编写程序并进行可视化调试。在使用过程中，用户可根据需要学习软件的各种功能和工具的使用方法。

任务 1.2 UG NX 12.0 数控加工编程流程



UG NX 12.0 数控
加工编程流程

当工厂接到订单后，技术人员针对加工零件的特点，制订出合理的加工工艺。数控编程技术人员利用 UG NX 12.0 强大的建模功能，根据产品零件图绘制出产品的建模模型，再进入软件的 CAM 加工模块，对产品进行数控加工编程，其主要流程如下。

(1) 打开或导入已创建好的产品建模模型。

(2) 进入 CAM 加工模块。

项目1 UG NX 12.0编程介绍

- (3) 创建程序。
- (4) 创建加工坐标系。
- (5) 创建工件几何体。
- (6) 创建刀具。
- (7) 创建加工工序。
- (8) 生成刀轨并进行仿真。
- (9) 后处理并输出 NC 代码。

下面通过一个简单型芯零件的数控加工编程，来介绍 UG NX 12.0 软件的一般编程流程。

1. 进入加工模块

打开通过 UG NX 软件创建的加工零件的建模模型“1.2.1.prt”，如图 1-2-1 所示。如果是其他三维建模软件创建的建模模型，要先把文件格式转换成通用格式 STEP、IGES 等。也可新建一个建模文件，再通过“文件(F)”工具栏中的“导入”功能，将模型导入到 UG NX 软件中，如图 1-2-2 所示。

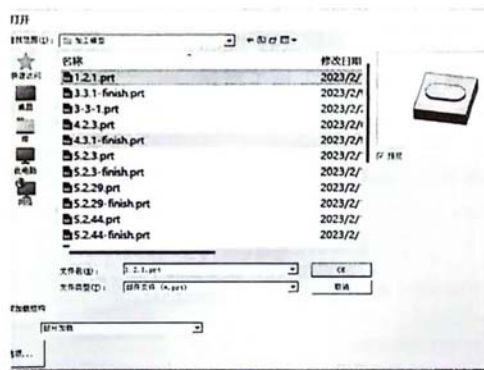


图 1-2-1 打开加工零件



图 1-2-2 导入加工模型

UG NX 12.0 数控编程

2. 进入 CAM 加工模块

(1) 在“应用模块”功能选项卡区域中单击  图标，弹出“加工环境”对话框，如图 1-2-3 所示。

mill_planar: 平面铣削模块。

mill_contour: 轮廓铣削模块。

mill_multi-axis: 多轴铣削模块。

mill_multi_blade: 多轴叶片铣削模块。

mill_rotary: 旋转铣削模块。

hole_making: 孔加工模块。

drill: 钻孔模块。

turning: 车削模块。

(注: 本书中, xx 铣与 xx 铣削意思相同)

(2) 在“加工环境”对话框的“CAM 会话配置”区域中, 选择默认的“cam_general”选项, 在“要创建的 CAM 组装”区域中, 选择默认的“mill_planar”选项, 单击“确定”按钮进入加工模块, 如图 1-2-4 所示。



图 1-2-3 加工环境设置

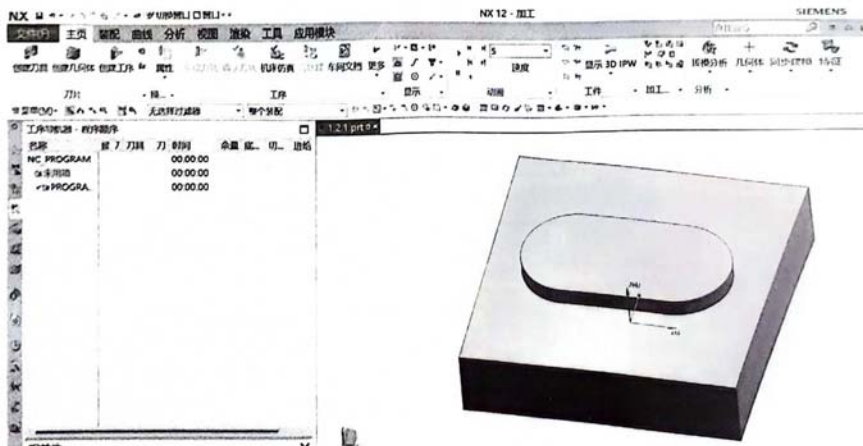


图 1-2-4 加工模块

(3) 进入加工模块后, 系统会自动保存加工环境的加工参数, 以后每次打开这个加工文件, 单击  图标进入“加工模块”后, 无须再次选择加工环境。如要重新选择加工环境, 可以在“工具”菜单选择“工序导航器”中的“删除组装”选项(见图 1-2-5), 在弹出的“删除组装确认”对话框(见图 1-2-6)中单击“确定”按钮, 可以重新设置加工环境。

项目1 UG NX 12.0 编程介绍



图 1-2-5 重置加工环境

3. 创建程序

程序可以控制加工工序的顺序，且不同的程序下面包含了相同特点或者加工参数的加工工序（如刀具、加工工艺、加工机床等），类似一个文件夹的作用，把符合某种要求的工序集中在一起，便于输出程序。例如，加工零件采用的数控机床没有刀具库功能，我们可以创建一个相同刀具的程序，把相同刀具的工序放在这个程序下，程序输出同一个 NC 文件，提高加工效率。

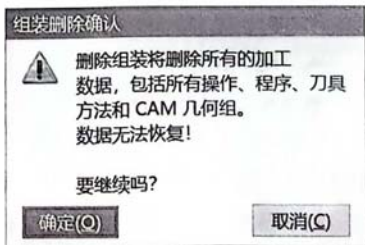


图 1-2-6 组装删除确认

(1) 单击如图 1-2-7 所示的 （程序顺序视图）图标，进入程序视图界面。

(2) 右击“PROGRAM”图标，在弹出的工具条（见图 1-2-8）中，选择“插入”列表中的“程序组”选项，进入“创建程序”对话框，如图 1-2-9 所示。在“名称”中填入“粗加工”，单击“确定”按钮进入“程序”对话框，如图 1-2-10 所示。再次单击“确定”按钮后，成功创建“粗加工”程序组。

UG NX 12.0 数控编程

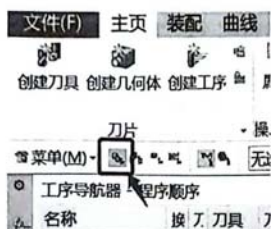


图 1-2-7 单击“程序顺序视图”图标



图 1-2-8 插入程序组



图 1-2-9 创建程序

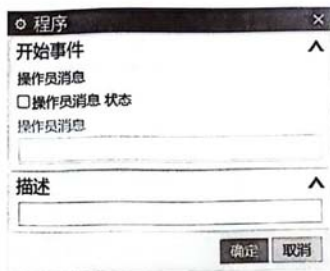


图 1-2-10 程序描述

4. 创建加工坐标系

数控铣床一般将加工坐标的原点设置在加工零件的上表面的中心。这样设置的优势在于，可以利用分中棒对工件进行四点分中，找出 X^0 、 Y 坐标的中心，工件的四个侧面都留有余量进行粗加工。

- (1) 单击如图 1-2-11 所示的  (几何视图) 图标，进入几何视图界面。
- (2) 双击  MCS_MILL 加工坐标系，弹出“MCS 铣削”对话框，如图 1-2-12 所示。
- (3) 加工坐标系的设置。示范工件的建模坐标在工件的底面的中心，系统会自动把建模坐标转化成加工坐标，如图 1-2-13 所示。我们需要把加工坐标系的原点移动到加工零件的上表面中心。

① 为与软件坐标轴格式一致，本书坐标用正体表示。

项目1 UG NX 12.0编程介绍

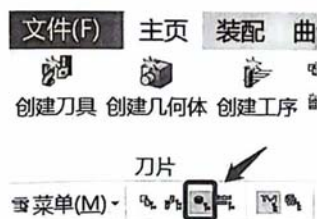


图 1-2-11 几何视图图标



图 1-2-12 MCS 铣削

方法 1：测量底面到顶面的高度，在加工坐标系坐标文本框中输入 Z 的坐标。具体做法是，单击“分析”工具条下的  图标，分别选取工件的底面和顶面，测量出工件的高度为 25 mm，如图 1-2-14 所示。在加工坐标系的设置文本框，输入 Z 坐标为 25 mm，加工坐标系就移动到了顶面的中心，如图 1-2-15 所示。

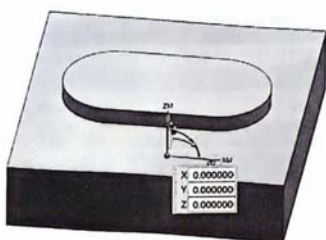


图 1-2-13 初始加工坐标系

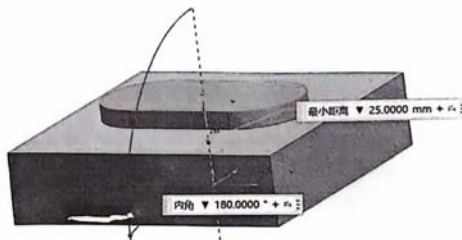


图 1-2-14 测量高度

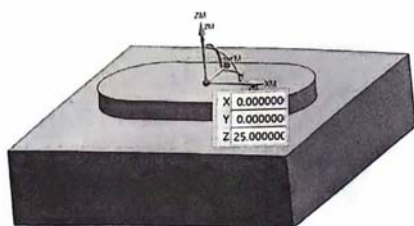


图 1-2-15 设置加工坐标系

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



丛书策划 张荣昌
责任编辑 王清 孟海江
封面设计 唐韵设计

智能制造基础技术系列

电机与电气控制
数字电子技术基础
传感器原理与检测技术
印制电路板设计与制作
人工智能与Python编程
人工智能控制技术
人工智能基础及应用
PLC应用技术
数控加工工艺
数控编程及零件加工
数控加工编程
变频与伺服控制技术
制造执行系统 (MES)
可编程控制技术
运动控制技术
电力拖动基本控制线路
UG NX 12.0数控编程



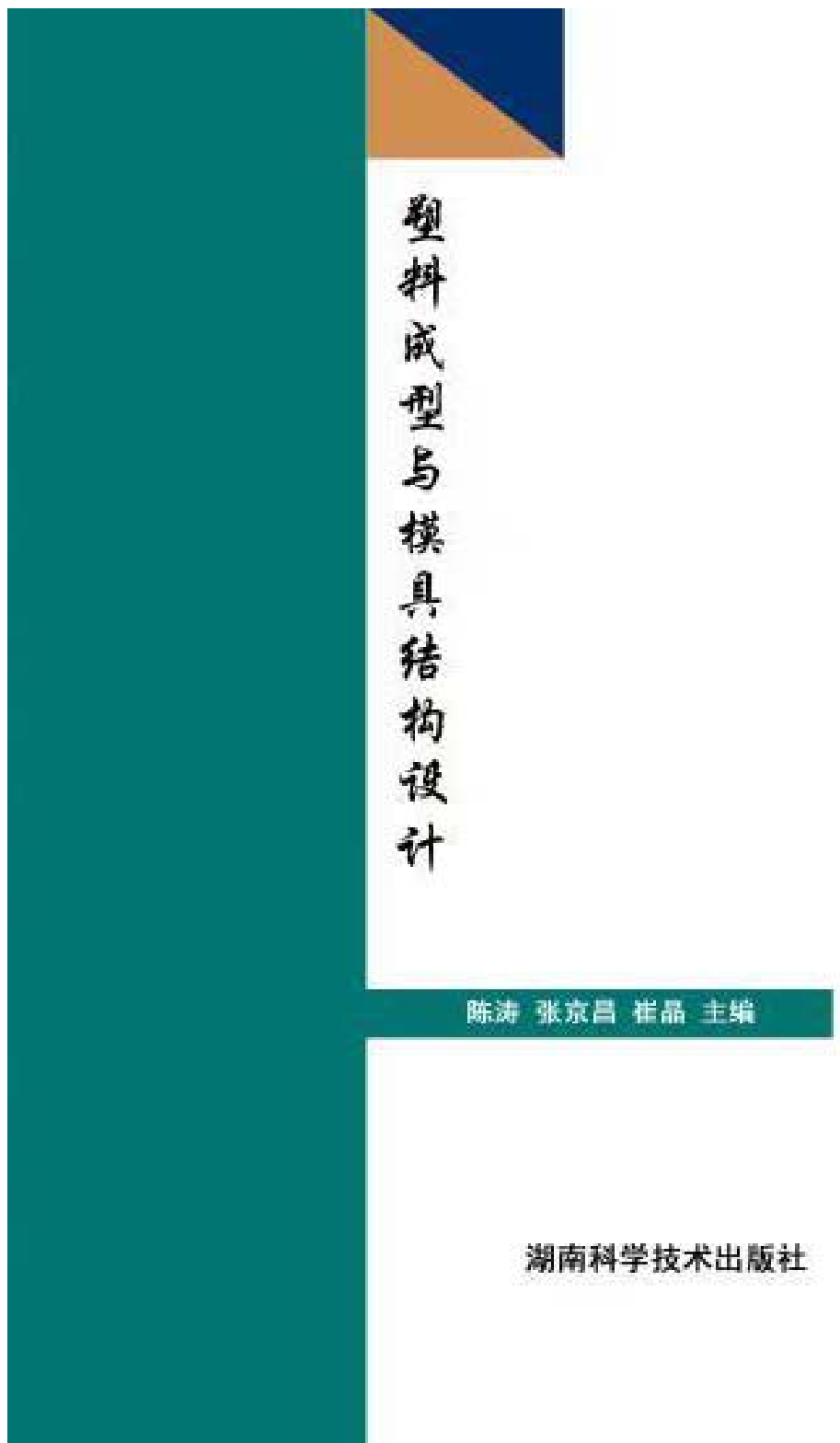
扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-30182-6



9 787313 301826 >
定价: 45.00元

材料 2：教材《塑料成型与模具结构设计》



塑料成型与模具结构设计

陈 涛 张京昌 崔 晶 主 编

田书竹 副主编

湖南科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型与模具结构设计 / 陈涛, 张京昌, 崔晶主编. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2024. 8
ISBN 978-7-5710-2935-7

I. ①塑… II. ①陈… ②张… ③崔… III. ①塑料成型②塑料模具—结构设计 IV. ①TQ320.66

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 108944 号

塑料成型与模具结构设计

责任编辑 王 斌

出版发行 湖南科学技术出版社

社 址 长沙市芙蓉中路段 416 号

邮 编 518000

印 刷 雅昌文化(集团)有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18.25

字 数 320 千字

版次印次 2024 年 8 月第 1 版 2024 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5710-2935-7

定 价 49.90 元

版权所有 违者必究

前言

本书的编写充分考虑高技和技师班学生的思维方式与技能学习特点，以点扩面，从基础出发，以案例分析与项目导入，完成塑料模具的成型原理、模具结构原理与设计的学习。为增加学生的学习兴趣，开阔思维，以世界技能大赛塑料模具工程的样题案例，给出设计任务，从塑料成型与模具结构的角度分析，增强学生对塑料成型特性与模具结构特征的掌握，最后以项目实施案例开展课程设计教学。全书内容包括塑料成型技术基础，注塑成型工艺，塑件设计的结构工艺，注塑成型设备，塑料注射模具结构设计，塑料模具课程设计（世界技能大赛真题），模具与成型新技术发展，压缩、压注、挤出与其他塑料成型模具结构与成型工艺。

本书由同济大学陈涛、山东大学张京昌、郑州大学崔晶担任主编；由广东岭南职业技术学院田书竹担任副主编。具体编写分工如下：陈涛负责编写第4章的内容（共计约9.3万字）；张京昌负责编写绪论、第2章、第5章、附录的内容（共计约8.8万字）；崔晶负责编写第3章的内容（共计约7.5万字）；田书竹负责编写第1章、第6章至第8章的内容（共计约6.4万字）；全书由陈涛统稿完成。

本书在编写过程中引用了相关资料，在此谨向有关作者表示衷心的感谢，由于编者水平有限，对书中存在的缺点和疏漏，恳请广大读者批评指正。

目 录

绪论	1
0.1 塑料成型在塑料工业中的发展概况	1
0.1.1 塑料及塑料工业的发展概况	1
0.1.2 塑料成型在塑料工业生产中的地位	3
0.1.3 塑料成型技术的发展方向	5
0.1.4 塑料模具设计及加工技术的发展方向	6
0.2 塑件的生产工序	6
0.2.1 塑件的生产	6
0.2.2 塑件的生产工序流程	7
0.3 本课程内容、目标和学习要求	8
0.3.1 本课程的主要内容	8
0.3.2 学习本课程应达到的目标	8
0.3.3 本课程学习要求	8
第1章 塑料概述	10
1.1 高聚物的分子结构与特性	10
1.1.1 树脂简介	10
1.1.2 高分子与低分子的区别	10
1.1.3 高聚物的分子结构与特性	11
1.1.4 结晶型与非结晶型高聚物的结构及性能	11
1.2 塑料的热力学性能及在成型过程中的变化	12
1.2.1 塑料的热力学性能	12
1.2.2 塑料的加工工艺性能	13
1.2.3 高聚物的结晶	14
1.2.4 塑料成型过程中的取向行为	15
1.2.5 高聚物的降解	16
1.2.6 聚合物的交联	17
1.3 塑料的组成与分类	18
1.3.1 塑料的组成	18
1.3.2 塑料的分类	19
1.4 塑料的工艺性能	20
1.4.1 热塑性塑料的工艺性能	20
1.4.2 热固性塑料的工艺性能	23

1.5 常用塑料	24
1.5.1 热塑性塑料	24
1.5.2 热固性塑料	30
1.6 复习思考题	31
第2章 塑料成型原理与工艺	33
2.1 注射成型原理与工艺	34
2.1.1 注射成型原理和特点	34
2.1.2 注射成型工艺过程	35
2.1.3 注射成型工艺条件选择	39
2.2 压缩成型原理与工艺	45
2.2.1 压缩成型原理和特点	45
2.2.2 压缩成型工艺过程	46
2.2.3 压缩成型工艺条件的选择	49
2.3 压注成型原理与工艺	51
2.3.1 压注成型工作原理和特点	51
2.3.2 压注成型的工艺过程和工艺条件	52
2.4 挤出成型原理与工艺	53
2.4.1 挤出成型原理	53
2.4.2 挤出成型的工艺过程	54
2.4.3 挤出成型工艺参数	55
2.5 塑料成型工艺的制订	57
2.5.1 塑件的分析	58
2.5.2 塑料成型方法及工艺过程的确定	58
2.5.3 成型设备和工具的选择	59
2.5.4 成型工艺条件的选择	59
2.5.5 工艺文件的制定	59
2.6 复习思考题	59
第3章 塑料模具设计基础	61
3.1 塑件的结构工艺性	62
3.1.1 塑件的尺寸、精度和表面质量	62
3.1.2 塑件的几何形状	66
3.1.3 塑料螺纹和齿轮	78
3.1.4 带嵌件的塑件设计	81
3.2 塑料模的分类和基本结构	85
3.2.1 塑料模的分类	85
3.2.2 塑料模的基本结构	87
3.3 塑料模分型面的选择	88
3.3.1 分型面及其基本形式	88
3.3.2 分型面的数量	89

3.3.3 分型面选择原则	89
3.4 成型零件的设计	92
3.4.1 成型零件的结构设计	92
3.4.2 成型零件的工作尺寸计算	95
3.5 结构零件的设计	114
3.5.1 合模导向装置的设计	114
3.5.2 支承零件的设计	118
3.6 塑料模的设计程序	120
3.6.1 接受任务书	120
3.6.2 搜集、分析和消化原始资料	120
3.6.3 设计模塑成型工艺	121
3.6.4 熟悉成型设备的技术规范	121
3.6.5 确定模具结构	121
3.6.6 模具设计的有关计算	122
3.6.7 模具总体尺寸的确定与结构草图的绘制	122
3.6.8 模具结构总装图和零件工作图的绘制	122
3.6.9 校对、审图后用计算机出图	123
3.7 复习与思考	124
第4章 注射模具设计	126
4.1 注射模的分类及典型结构	127
4.1.1 概述	127
4.1.2 注射模的结构组成	127
4.1.3 注射模的分类及典型结构	128
4.2 注射模与注射机的关系	131
4.2.1 注射机的分类及技术规范	131
4.2.2 注射机有关参数的校核	134
4.3 浇注系统的设计	140
4.3.1 普通流道浇注系统设计	140
4.3.2 热流道浇注系统的设计	148
4.3.3 排气和引气系统的设计	150
4.4 推出机构的设计	152
4.4.1 推出机构的结构组成	152
4.4.2 简单推出机构	153
4.4.3 二次推出机构	159
4.4.4 双推出机构与顺序推出机构	163
4.4.5 点浇口浇注系统凝料的自动推出机构	163
4.4.6 带螺纹塑件的脱模机构	165
4.5 侧向分型与抽芯机构的设计	169
4.5.1 概述	169

4.5.2 斜导柱侧向分型与抽芯机构	171
4.5.3 斜滑块分型与抽芯机构	178
4.5.4 其他形式的侧向分型抽芯机构	181
4.6 热固性塑料注射模设计简述	184
4.6.1 概述	184
4.6.2 模具设计要点	184
4.7 模具加热与冷却系统设计	186
4.7.1 概述	186
4.7.2 冷却系统设计	186
4.7.3 冷却系统的结构设计	191
4.7.4 冷却水道的计算	194
4.7.5 加热系统设计	199
4.8 思考与练习	204
第5章 压缩模设计	207
5.1 压缩模结构及分类	208
5.1.1 压缩模的基本结构	208
5.1.2 压缩模的分类	209
5.2 压缩模与压力机的关系	211
5.2.1 压力机种类	211
5.2.2 压力机有关参数的校核	212
5.3 压缩模的设计	216
5.3.1 塑件在模具内加压方向的确定	216
5.3.2 凹凸模配合形式	218
5.3.3 凹模加料室尺寸的计算	224
5.3.4 压缩模脱模机构设计	226
5.3.5 压缩模的侧向分型抽芯机构	232
5.4 复习与思考	234
第6章 压注模设计	236
6.1 压注模类型与结构	236
6.1.1 压注模类型	236
6.1.2 压注模结构	239
6.2 压注模结构设计	239
6.2.1 加料室设计	239
6.2.2 浇注系统设计	242
6.2.3 排气槽设计	244
6.3 复习思考题	244
第7章 挤塑模设计	245
7.1 概述	245
7.1.1 挤塑成型机头典型结构分析	245

7.1.2 挤出成型机头分类和设计原则	246
7.1.3 挤出成型机及辅助设备	247
7.2 管材挤出成型机头	248
7.2.1 挤出成型机头结构	248
7.2.2 工艺参数的确定	249
7.2.3 管材的定径	252
7.3 异型材挤出成型机头	255
7.3.1 板式机头	255
7.3.2 流线型机头	255
7.4 复习思考题	256
第8章 其他成型模具	258
8.1 中空吹塑成型模具	258
8.1.1 中空吹塑成型工艺分类	258
8.1.2 吹塑塑件设计	261
8.1.3 吹塑模具设计	262
8.2 真空成型模具	263
8.2.1 真空成型工艺分类	263
8.2.2 真空成型塑件设计	265
8.2.3 真空成型模具设计	266
8.3 压缩空气成型模具	266
8.3.1 压缩空气成型工艺	266
8.3.2 压缩空气成型模具设计	267
8.4 复习与思考	268
附录	269
附录1 常用塑料名称中英文对照表	269
附录2 内地与港台（珠三角）地区模具与加工设备术语对照表	275
附录3 常用塑料的收缩率	276
附录4 常用热塑性塑料的软化或熔融温度范围	276
附录5 常用塑料的质量（密度或比重）	277
附录6 国产注塑机型号及主要技术性能参数（1）	277
附录7 国产注塑机型号及主要技术性能参数（2）	278
参考文献	280

绪 论

0.1 塑料成型在塑料工业中的发展概况

0.1.1 塑料及塑料工业的发展概况

塑料是以相对分子质量高的合成树脂为主要成分,并加入其他添加剂,在一定温度和压力下塑化成型的高分子合成材料。一般相对分子质量都大于一万,有的可达百万。在加热、加压条件下具有可塑性,在常温下为柔韧的固体。可以使用模具成型得到我们所需要的形状和尺寸的塑料制品。其他的添加剂主要有填充剂、增塑剂、固化剂、稳定剂等其他配合剂。

塑料工业是一门新兴的工业。塑料最初品种不多,对它们的本质理解不足,在塑件生产技术上,只能从塑料与某些材料如橡胶、木材、金属和陶瓷等制品的生产有若干相似之处而进行仿制。从1910年生产酚醛塑料开始,塑料品种渐多,在生产技术和方法上都有显著的改进。虽然塑料工业的发展只有近100年的历史,但其发展速度却十分迅速,1910年世界塑料产量只有2万吨,到2014年产量达到了2.99亿吨。目前,塑料品种已有300多种,并且每年仍然在以10%左右的速度增长。

我国的塑料工业起步于20世纪50年代初期,新中国成立前夕,我国只有上海、广州、武汉等个别大城市有塑件加工厂,只有酚醛和赛璐珞两种塑料,1949年全国塑料总产量仅有200吨,从1958年我国第一次人工合成酚醛塑料开始,我国的塑料工业得到迅猛发展,1958年我国塑料产量为2.4万吨,1965年为13.9万吨,70年代中期引进的几套化工装置的建成投产,使塑料工业有了一次大的飞跃,1979年产量为94.8万吨,1988年猛增到135.42万吨,2000年已达到200万吨。近20年来产量和品种都大大增加,许多新颖的工程塑料已投入批量生产。目前,我国的塑件总产量在世界上已跃居第二位。据统计,在世界范围内,塑料用量近几十年来几乎每5年翻一番,预计今后将以每8年翻一番的速度持续高速发展。2009年,中国塑料加工工业协会会长廖正品在包头召开的首届中国塑料产业论坛上说,我国塑料工业发展前景广阔,西部地区发展潜力巨大。当今,中国塑料市场巨大,蕴藏着无限商机。今天,我国塑料制品已与钢铁、木材、水泥一起构成现代社会中的四大基础材料,是支撑现代高科技发展的重要材料之一;是信息、能源、工业、农业、交通运输乃至航空航天和海洋开发等国民经济各重要领域都不可缺少的生产资料;是人类生存和发展离不开的消费资料。近年来,全球塑料市场持续增长,全球塑料产量从2012年的2.88亿吨攀升3.9%至2013年的2.99亿吨,近几年全球塑料产量如下图0-1所示。



图 0-1 全球塑料产量

塑料制品业是我国轻工业的支柱产业。近年来，我国的塑料制品业快速发展，其增长速度远远高于世界塑料行业的平均增长速度，我国塑料产量从 2007 年的 3 305.23 万吨增长到 2014 年的 7 387.78 万吨，塑料制品消费量、产量居世界首位。如图 0-2 所示。



图 0-2 中国塑料产量

塑件的应用：

- ① 农业：薄膜、管道、片板、绳索和编织袋等，农田水利工程（多选用塑料管），农舍建筑。
- ② 交通运输：门把手、转向盘、仪表板等。
- ③ 电气工业：电线、电缆、开关、插头、插座绝缘体、家用电器、计算机（键盘套件、显示器外壳）等及各种通信设备等。
- ④ 通信产品：电话机、手机、传真机等外壳。
- ⑤ 日常生活用品：塑料桶、塑料盆、热水器外壳、塑料袋、航空茶杯、尼龙绳等。
- ⑥ 医疗：人工血管、输液器、输血袋、注射器、插管、检验用品、病人用具、手术室用品等。

塑料广泛应用于各个领域，品种繁多，性能也各不相同。归纳起来，塑料主要具有以下特性。

1. 塑料密度小、质量轻

大多数塑料密度在 $1.0 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$ ，约相当于钢材密度的 14% 和铝材密度的 50%；在同样体积下，塑件要比金属制品轻得多，采用塑料零件后对各种机械、车辆、飞机和航天器

减轻质量、节省能耗具有非常重要的意义。

2. 比强度和比刚度高

塑料的强度和刚度虽然不如金属的好,但塑料密度小,所以其比强度(即强度和密度之比 σ/ρ)和比刚度(弹性模量和密度之比 E/ρ)相当高。如玻璃纤维增强塑料和碳纤维增强塑料的比强度和比刚度都比钢的好,该类塑料常用于制造人造卫星、火箭、导弹上的零件。

3. 绝缘性好

塑料的绝缘性能好,介电损耗低,耐电弧特性,所以广泛应用于电机、电器和电子工业中做结构零件和绝缘材料,是电子工业中不可缺少的原材料。

4. 化学稳定性高

塑料对酸、碱和许多化学物品都有良好的耐腐蚀性能。因此,在化工设备及日用工业品中得到广泛应用。常用的耐腐蚀塑料是硬质,它可以加工成管道、容器和化工设备中的零部件。

5. 耐磨、自润滑性能以及减振、隔声性能都较好

塑料的摩擦系数小,耐磨性强,可以作为减摩材料,如用来制造轴承、齿轮等零件,适合用于转速不高、载荷不大的工作场合。塑料还具有优良的隔声和吸声性能。

6. 成型性能、着色性能好,且有多种防护性能(防水、防潮、防辐射)

塑料在一定的条件下具有良好的塑性,可以采用多种成型方法制作不同的制品。塑料的着色简单,着色范围广,可制成各种颜色,部分塑料的光学性能很好,具有良好的光泽,可制成透明性很高的塑件,如常用的有机玻璃、聚碳酸酯等。塑料还具有防水、防潮、防透气、防振、防辐射等多种防护性能。

塑料虽具有上述优异的特性,但在某些性能上也存在着不足之处,如机械强度和硬度远不及金属材料的高,耐热性也低于金属,导热性差,且吸湿性大,易老化等,塑料的这些缺点或多或少地影响和限制了它的应用范围。

从发展趋势看,对现有的各种聚合物进行改性仍是目前和今后一段时间内对塑料材料进行开发和应用研究的主要任务。主要是继续扩大和完善新的聚合物高分子材料品种,对各种添加剂继续向低毒、高效和非污染的方向发展,同时改善塑料的工艺加工性能、节约能耗、提高产品质量、满足高速加工设备和高效加工工艺的要求,并减少环境污染、提高配料的准确性和发挥助剂的协同效能。

0.1.2 塑料成型在塑料工业生产中的地位

塑料成型工业自1872年开始到现在已度过仿制、扩展和变革的时期。塑料成型是把塑料原材料加热到一定温度注入具有一定形状和尺寸的模具中,待其冷却后,获得塑件的过程。塑料成型工艺与模具是一门在生产实践中逐步发展起来,又直接为生产服务的应用型技术科学,是一种先进的加工方法。它的主要研究对象是塑料和塑件所采用的模具。

模具是铸造、锻压、冲压、塑料、玻璃、粉末冶金、陶瓷等行业的重要工艺装备,在现代工业生产中广泛地采用各种模具进行产品生产,模具的设计和制造水平在很大程度上反映和代表了一个国家机械工业的综合制造能力和水平。塑料模是模具的一种,是指用于成型塑

料制件的模具，它是一种型腔模具的类型。

采用模具加工制造产品零件已涉及仪器仪表、家用电器、交通、通信和轻工业等各行行业中，发达的工业国家，模具的工业产值已超过了传统的机床行业的产值。据日本 1991 年统计，其全国一万多家企业中，生产塑料模和冲压模的企业各占 40%，模具工业已实现了高度的专业化、标准化、商品化；而韩国的模具工业专业厂中，有 43% 生产塑料模，44.8% 生产冷冲模。随着工业塑料制件和日用塑料制件的品种和需求量的日益增加，并且产品的更新换代周期的日益缩短，塑料模在模具中的比例在逐步提高。

据中国产业信息网发布的《2016—2022 年中国模具市场发展现状及未来趋势预测报告》中指出：2014 年中国模具产量高达 1 363.96 万套，比去年同期下降 4.6%。2010—2011 年中国模具产量呈小幅度增长，增长率为 6.5%。2012 年产量增长高达 102.1%，2013 年产量相较于前一年大幅下降 32.4%。据统计，截至 2011 年，我国规模以上模具企业数量为 1 589 家，资产总额达 1 394.82 亿元，实现产品销售收入 1 639.88 亿元，同比增长 27.35%；利润总额 107.10 亿元，同比增长 13.94%。2008—2009 年，我国模具贸易情况受到全球金融危机影响，2008 年进口减少，出口增加，且模具出口额小于进口额形成外贸逆差；2009 年进出口额均出现下滑，出口下滑大于进口下滑，造成逆差上升；2010 年起模具行业外贸实现顺差，2011 年至 2013 年贸易顺差逐步扩大，且进出口总额均逐年上升，模具行业实现良好发展。2008—2013 年模具产品进出口情况（单位：亿美元）如图 0-3 所示。

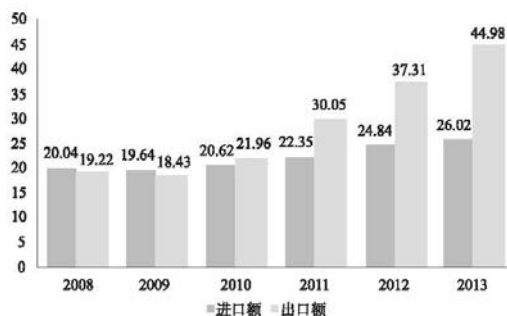


图 0-3 2008—2013 年模具产品进出口情况图

近年来全国范围内各类模具基地数量不断增加，使得模具制造配套服务的体系日趋完善。模具产业集聚生产基地的形成，使得模具行业本身及上下游产业配套协作更加便捷，促进模具生产成本降低、生产周期缩短，规模效应逐步体现。随着汽车、家电、电子通信行业的迅速发展，塑料模具具有良好的发展前景。据中国模具工业协会估算，1 亿元的塑料模具投入，将带动 100 亿元的产品产出。据统计，我国塑料模具销售总额占整个模具市场销售总额的 45% 左右。2011 年我国各类模具销售额占比情况见图 0-4 所示。

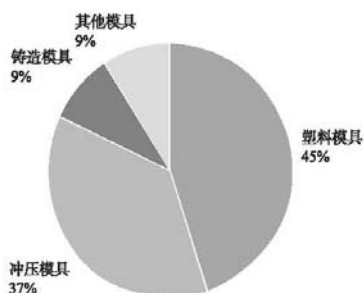


图 0-4 2011 年我国各类模具销售额占比情况图

在加工工业中，塑料成型是一种广泛应用的加工方法。生产过程易于实现机械化自动化，成型过程中设备操作简便，生产率高，成本较低，加工的塑料制件具有高度一致性，尤其适合在大批量的生产条件。塑料可加工成任意形状的塑料制件，且经塑料成型出来的制件，具有质量轻、强度高、耐腐蚀、绝缘性能好、色泽鲜艳、外观漂亮等优点。由于塑料成型在技术上的和经济上的优良特点，高分子材料已进入所有工业领域以及人们的日常生活，并显示出其巨大的优越性和发展潜力。

当今世界把一个国家的高分子材料的消耗量和聚合物成型加工的工业水平，作为衡量一个国家工业发展水平的重要标志之一。可以说，离开聚合物成型加工工业，现代国民经济各部门和高科技领域不可能生存，更不可能发展。

0.1.3 塑料成型技术的发展方向

在现代塑料制件的生产中，影响制品生产和质量的三个重要因素为合理的加工工艺、高效的设备、先进的模具。因此，从塑料模的设计、制造以及模具材料的选择，是塑料成型技术的主要发展方向。

1. 塑料成型理论和成型工艺

模具设计已逐步向理论设计方面发展，目前为止，挤出成型的流动理论和数学模型已经建立，并在生产中得到应用；注射成型的流动理论尚在进一步研究中。完善和发展塑料成型理论，以便更好地指导实际生产以提高塑料产品的质量和生产效率。

2. 模具的标准化

为降低模具成本，缩短模具的制造周期，模具的标准化工作需要进一步加强。目前我国的模具标准化只有 20%，注射模方面关于模具零部件、模具技术条件和标准模架等有以下 16 个国家标准：

塑料注射模零件	GB/T 4169—2006
塑料注射模零件技术条件	GB/T 4170—2006
塑料成型模术语	GB/T 8846—2005
塑料注射模技术条件	GB/T 12554—2006
塑料注射模模架	GB/T 12555—2006
塑料注射模模架技术条件	GB/T 12556—2006

此外,还需要研究开发热流道标准元件、模具温控标准装置;精密标准模架、精密导向件系列;标准模板和模具标准件的先进技术和等向性标准化模块等。

3. 塑料制件的精密化、微型化、超大型化

为了满足各种工业产品的使用要求,塑料成型技术正朝着精密化、微型化、超大型化等方面发展。精密注射成型是塑件尺寸公差保持在 $0.01 \sim 0.001 \text{ mm}$ 的成型工艺方法,国内已经有注射量为 0.1 g 的微型注射机,可生产 0.05 g 的微型注射成型塑件;塑件的大型化要求有大型的成型设备,国产注射机的注射量已达 35 kg ,合模力为 80 MN 。

4. 生产的高效率、自动化

简化塑件的成型工艺,缩短生产周期,是提高生产率的有效办法。近年来,正在大力应用电子计算机来控制加工成型过程,已经研制成功了数控热固性塑料注射机、计算机群控注射机等。

0.1.4 塑料模具设计及加工技术的发展方向

塑料模具对塑料加工工艺的实现,保证塑件的形状、尺寸及公差起着极重要的作用。产品的生产和更新都是以模具制造和更新为前提的,高效率、全自动的设备只有配备了适应自动化生产的塑料模才有可能发挥其效能。由于工业塑件和日用塑件的品种和产量需求日益增加,对塑料模具也提出了越来越高的要求,因此推动了塑料模具不断向前发展。

1. 提高模具的使用寿命

模具材料的选用直接影响模具的加工成本、使用寿命及塑件成型的质量等,因此,应不断地采用新材料、新技术、新工艺,以提高模具的质量。

2. 模具加工技术的革新

为了提高加工精度,缩短模具的制造周期,塑料模具的加工已经广泛地应用了仿形加工、电加工、数控加工以及微机控制加工等先进的加工技术,并且使用了坐标镗、坐标磨和三坐标测量仪等精密加工和测量设备,超塑性成型和电铸成型型腔以及简易制模工艺等先进的型腔加工新工艺。

3. 推广应用 CAD/CAM

采用 CAD/CAM 进行产品设计以及模具设计、制造,比传统方式更迅捷、更方便、更合理,在缩短模具设计制造周期的同时可以更容易保证模具的制造质量。

4. 模具的“三化”

为适应模具工业的发展必须大力发展模具的标准化、系列化以及专业化,其中模具的标准化是前提条件,实现模具的“三化”有利于分工明确、配套协作,进一步提高模具的制造质量和缩短模具的生产制造周期。

0.2 塑件的生产工序

0.2.1 塑件的生产

塑件生产的一般加工过程为:原料→合成树脂→塑料的配制→塑料成型。

塑件的生产从塑料原料的生产到塑件的生产,包含了三个生产过程:第一生产过程是从

原料经过聚合反应生成合成树脂；第二生产过程是加入助剂混合得到塑料，即为生产塑件的原材料；第三生产过程是根据塑料性能，利用各种成型加工手段，使其成为具有一定形状和使用价值的塑件。

生产中一般第一过程和第二过程属于塑料生产部门，通常由树脂厂来完成。第三过程属于塑件生产部门。但对于大型塑件生产厂家，为了满足塑件的多样性要求，生产中也有将第二过程归入塑件的生产范围，即以合成树脂作为原材料，添加助剂后，再成型加工。

0.2.2 塑件的生产工序流程

根据各种塑料的固有性能，使其成为具有一定形状又有使用价值的塑件，是一个复杂而繁重的过程。在塑件工业生产中，塑件的生产系统主要是由塑料的成型、机械加工、修饰和装配四个连续过程组成的，如图 0-5 所示。有些塑料在成型前需进行预处理（顶压、预热、干燥等），因此，塑件生产的完整工序顺序为：塑料原料→预处理→成型→机械加工→修饰→装配→塑件。

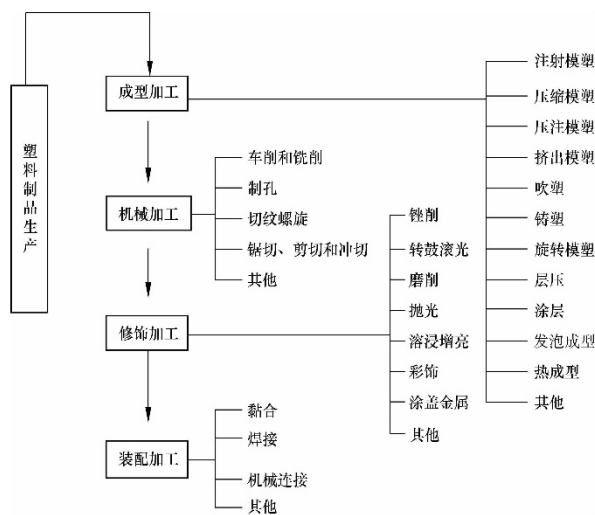


图 0-5 塑件的生产流程

在这四个过程中，塑料的成型最为重要，是一切塑件或型材生产必不可少的过程。成型的种类很多，如注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、层压以及吹塑等。其他三个过程取决于塑件的要求，也就是说，不是每种塑件都需完整地经过这些过程。机械加工是用来完成成型过程所不能完成或完成得不够准确的一些工作；修饰主要是为美化塑件的表面或外观；装配是将各个已经完成的塑料部件连接或配套使其成为一个完整制品的过程。后三个过程有时统称为二次加工或后加工。对比来说，二次加工过程常居于次要地位。

塑料成型的方法很多，按成型过程中物理状态不同，塑料成型加工的方法可分为熔体成型与固相成型两大类。熔体成型也叫熔融成型，它是把塑料加热至熔点以上，使之处于熔融

状态进行成型加工的一类方法。属于此类成型加工方法的主要有注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、旋转成型、离心浇铸成型、粉末成型等。熔体成型约占全部塑件加工量的90%以上。其共同特点是塑料在熔融状态下利用模具来成型具有一定形状和尺寸的塑件（简称塑件或制品）。成型塑件的模具叫塑料成型模具（简称塑料模）。固相成型是泛指在室温条件下对尚处于固态的热塑性坯材（至少低于熔点 $10^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ ）施加机械压力作用，使其成为塑件的一种方法，其中对非结晶类的塑料在玻璃化温度（ T_g ）以上、黏流温度（ T_f ）以下的高弹态区域加工的常称为热成型，如真空成型、压缩空气成型、压力成型等，而在玻璃化温度以下加工的则称作冷成型或室温成型，也常称作塑料的冷加工方法或常温塑性加工，包括在常温下的塑料粉末压延薄膜、片材辊轧、坯料或粉末塑料的模压成型以及二次加工等。

0.3 本课程内容、目标和学习要求

“塑料成型工艺及模具设计”课程是高职高专模具专业学生的主要专业课之一，它是高分子材料、流体力学、热处理、材料成型理论等为理论基础，是一门实践环节强的综合性应用课程。

0.3.1 本课程的主要内容

本课程的主要内容包括塑件主要成型方法的原理、特点、工艺过程、主要工艺参数的选定及对塑件性能的影响；主要设备的结构特性、工作原理、技术参数及设备的选型，结合设备特点及工艺条件对塑件性能的影响及关系。课程设置目的是使学生能够较快地适应生产实际的要求，获得塑料成型工艺、模具设计和设备技术的基础知识和综合应用能力。

0.3.2 学习本课程应达到的目标

- ① 要了解塑料的工艺特性与成型机理，掌握各种常用塑料在各种成型过程中对模具的工艺要求，掌握成型工艺所必备的各种技术知识。
- ② 在模具设计方面，要求学生掌握各种成型模具的结构特点及设计计算方法，在全面掌握塑料的特性与成型工艺性能、成型特点，模具零件的加工工艺性，标准件的选用等的基础上，初步具备分析、解决生产现场中出现的质量问题的能力。
- ③ 在塑件设计方面，在掌握正确分析塑件工艺性的基础上，根据塑料成型特点进行一般塑料制件工艺设计。
- ④ 在模具制造方面，了解塑料模具的制造特点，根据不同情况选用模具型腔加工新工艺；能够编制型芯和型腔的加工工艺规程。

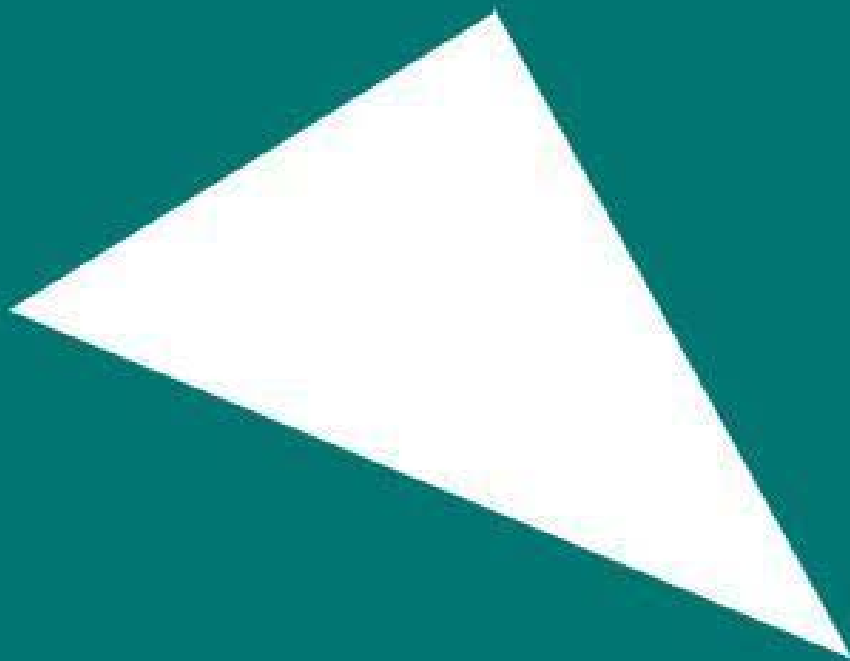
0.3.3 本课程学习要求

在密切结合工艺过程的前提下，尽可能地对每种工艺所依据的原理、生产控制因素以及在工艺过程中塑料所发生的物理与化学变化和它们对制品性能的影响具有清晰的概念，并进一步理解各种成型工艺所能适应的塑料品种及其优缺点。此外，还要求学生了解塑料模具的装配、试模、验收、使用和维修方面的知识，能够提出由于模具设计或制造不当而造成的各

■ 绪 论

种塑件的缺陷，操作困难的原因所在及其解决办法。

塑料成型工艺及模具设计是一门课程实践性和综合性很强的课程，需要不断地将理论联系实际，结合教学的实训环节，丰富课程内容。加强自身的自学能力，主动参考有关资料。在学习本课程时，还要注意学习国内外的新技术、新工艺、新经验，为成型加工技术的发展做出贡献。



定价: 49.90元

材料 3：教材《机械设计基础》



高等职业教育产教融合特色系列教材

机械设计基础

主 编 丁俊健 刘 婷 侯柏林
副主编 邓汭方 熊永康 邱术芹
魏高军 张鉴隆 郭海涛
王红芳

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据
机械设计基础 / 丁俊健, 刘婷, 侯柏林主编.
北京: 北京理工大学出版社, 2024. 7 (2024. 8 重印).
ISBN 978 - 7 - 5763 - 4357 - 1
I. TH122
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 202487Z6G8 号

责任编辑: 多海鹏 文案编辑: 张 瑾
责任校对: 周瑞红 责任印制: 李志强

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司
社 址 / 北京市丰台区四合庄路 6 号
邮 编 / 100070
电 话 / (010) 68914026 (教材售后服务热线)
(010) 68944437 (课件资源服务热线)
网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

版 印 次 / 2024 年 8 月第 1 版第 2 次印刷
印 刷 / 涿州市京南印刷厂
开 本 / 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 / 15
字 数 / 349 千字
定 价 / 48.00 元

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 负责调换

前 言

“机械设计基础”是一门机械类及其相关专业的专业基础课程，为贯彻落实党的二十大精神，更好地培养爱国敬业、德才兼备的高素质、高技能人才，本书针对高职高专教育特点及培养应用型人才的需求，提出学生需要具备的素质目标，结合实际，以学生技能培养为重点，在参考同类教材的基础上，简化理论推算过程，突出实用技能。本书按照完成任务单的形式组织内容，将纯理论知识内容归为知识点，将设计和计算内容归为技能点，把体现新时代中国特色社会主义建设者素养的素质目标与技能和知识教学目标有机结合，符合当代高职学生的学习特点。本书融入新时代技术装备领域新技术、新工艺。课程配备相关数字化资源。课程总授课时为 64 学时。

本书主要包括力学基础分析、平面机构设计、凸轮机构、齿轮机构、轮系设计、间歇机构介绍、带传动设计、链传动设计、连接介绍、轴的设计、轴承选用介绍，共 11 个项目，涉及力学分析技能、常用机构分析技能、常用机构设计技能等内容。本书由中山火炬职业技术学院丁俊健、刘婷，惠州城市职业学院侯柏林担任主编；由中山火炬职业技术学院邓汨方、熊永康，中山职业技术学院邱术芹，中山市川上智能设备有限公司魏高军，广东岭南职业技术学院张鉴隆，广东建设职业技术学院郭海涛，惠州经济职业技术学院王红芳担任副主编。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者及专家批评指正。

编 者

目 录

项目一 力学基础分析	1
任务一 静力学基础分析	1
任务二 材料力学基础分析	11
项目二 平面机构设计	34
任务一 平面机构运动简图绘制	34
任务二 平面机构自由度计算	40
任务三 平面四杆机构设计	46
项目三 凸轮机构	60
任务 盘形凸轮机构设计	60
项目四 齿轮机构	72
任务一 标准渐开线直齿圆柱齿轮参数计算	72
任务二 渐开线直齿圆柱齿轮传动设计	81
项目五 轮系设计	114
任务一 定轴轮系传动比计算	114
任务二 周转轮系传动比计算	118
任务三 混合轮系传动比计算	120
项目六 间歇机构介绍	123
项目七 带传动设计	128
任务 V 带传动设计	128
项目八 链传动设计	145
任务 链传动设计	145

项目九 连接介绍	157
任务一 螺纹连接设计.....	157
任务二 键连接设计.....	172
任务三 联轴器的选择.....	179
项目十 轴的设计	195
项目十一 轴承选用介绍.....	210

项目一 力学基础分析

任务一 静力学基础分析



任务目标



技能目标

1. 能正确应用静力学的基本概念，并进行物体受力分析。
2. 能正确分析和计算平面力系的平衡问题。
3. 能正确应用力学公理及推理进行静力学计算。



知识目标

1. 理解力、力系、刚体、力矩、力偶和力偶矩等静力学的基本概念。
2. 掌握静力学公理及推理。
3. 了解约束的类型及被约束物体的受力情况。



素质目标

1. 物体受力分析是机械设计的基础，可以帮助学生树立基础研究思想。
2. 受力分析能够培养学生分析问题、解决问题的能力，并培养学生的创新意识。



任务引入

绞车通过钢丝绳牵引小车沿斜面轨道匀速上升，如图 1-1 所示。已知小车重量 $G = 10 \text{ kN}$ ，钢丝绳与斜面平行， $\alpha = 30^\circ$ ， $a = 0.75 \text{ m}$ ， $b = 0.3 \text{ m}$ ，不计摩擦力。求钢丝绳的拉力，以及轨道对车轮的约束反力。



知识链接

静力学是研究物体平衡问题的科学。平衡是指物体相对于周围物体保持静止或匀速直线运动状态，它是物体机械运动的一种特殊形

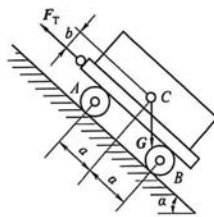


图 1-1 小车受力图

式。静力学分析包括如下内容。

1. 平衡物体受力分析

为了研究刚体的平衡问题，必须对刚体的受力情况进行全面分析，即刚体的受力分析。如何对物体进行受力分析？物体受力分析有哪些步骤？

2. 平面力系受力分析

各个力的作用线均分布在同一平面内的任意力系称为平面任意力系，简称平面力系。当物系达到平衡时，组成系统的每一个物体也都保持平衡。若物系由 n 个物体组成，则对每个受平面任意力系作用的物体，至多只能列出三个独立的平衡方程，同样对整个物系至多也只能列出三个独立的平衡方程。如何对物系进行受力分析？物系受力分析有哪些步骤？

知识点一 静力学基本概念

一、力

通过生产实践，人们逐渐形成了力的概念。力是两个物体之间的相互作用，这种作用可以使物体的运动状态发生变化，或者使物体发生变形。

力对物体的作用效果，取决于力的三要素：力的大小、方向、作用点，如图 1-2 所示。力的三要素中的任何一个发生变化，都将改变力对物体的作用效果。

力是矢量，在绘制时要用有向线段表示。对力进行标注时，线段的起点或终点表示力的作用点，线段的方位和箭头指向表示力的方向，按一定比例尺画出的线段长度表示力的大小。

在国际单位制中，力的单位为牛，符号为 F 。

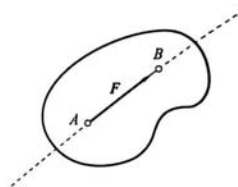


图 1-2 力的三要素

二、力系

通常作用在物体上的力不止一个，一般把作用在物体上的力的集合称为力系，如图 1-3 (a) 所示。如果作用在物体上的某一力系可以被另一个力系代替，而不改变物体原有的状态，则称这两个力系互为等效力系，如图 1-3 (b) 所示。如果一个力系与一个力等效，则称这个力为此力系的合力，如图 1-3 (c) 所示。

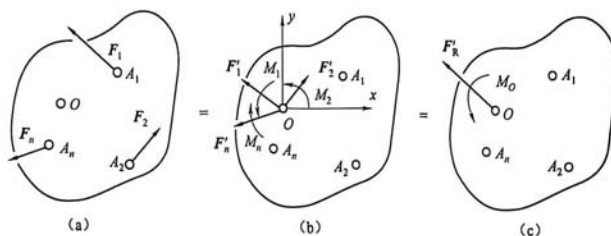


图 1-3 力系及力的合成

将力系等效为合力的过程称为力的合成，力系中的各个力称为合力的分力，将合力代换成分力的过程称为力的分解。

三、刚体

在静力学中,通常把研究物体看成刚体。刚体是指在任何外力的作用下,其大小和形状始终保持不变的物体。实际上,任何物体在外力的作用下都会发生不同的变形。在工程中,构件的变形通常极为微小,对平衡问题的影响很小,可以忽略不计,因此,把构件视为刚体,可以简化所研究的问题。

四、力矩

一个力作用在具有固定点(或轴)的刚体上,若力的作用线不通过其固定点或轴,则刚体将产生转动效应,如图1-4所示。其中,力 F 使螺母绕点 O 的转动效应不仅与力 F 的大小有关,而且还与力 F 的作用线到转动中心 O 的距离 h (力臂)有关。这个效应可以用力 F 与点 O 至作用线垂直距离 h 的乘积来度量,称为力 F 对点 O 的矩,简称力矩,表达式为

$$M_O(F) = \pm Fh \quad (1-1)$$

力矩是一个代数量,存在正负号之分。当力使刚体绕矩心逆时针转动时,力矩为正;反之,力矩为负。在国际单位制中,力矩的常用单位为牛·米($N \cdot m$)。

力矩具有以下性质:力矩的大小和转向与矩心的位置有关,同一个力对不同矩心的力矩不同;当力的作用点沿力的作用线移动时,力对矩心的矩不变,这是由于此时力的大小、方向,力臂的长度均未发生变化;当力的作用线通过矩心时,力臂的长度为零,力矩也为零。

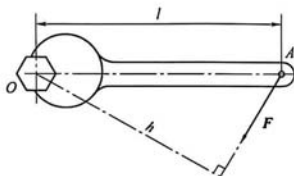


图1-4 力矩图

五、力偶和力偶矩

力偶是指作用在同一物体上大小相等、方向相反、不共线的两个力所组成的特殊力系,记为 (F, F') 。力偶中两个力的作用线之间的垂直距离 h 称为力偶臂,构成力偶的两个力所在的平面称为力偶作用面。

在日常生活和工程实际中,司机转动方向盘、钳工转动丝锥攻螺纹,双手所施加的都是力偶,如图1-5所示。

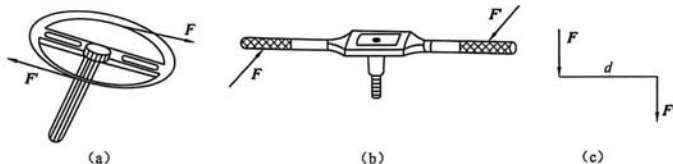


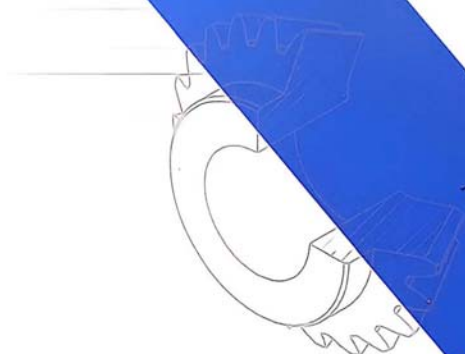
图1-5 力偶及力偶矩

力偶的两个力越大或作用线之间的距离越长,它使刚体转动的效应就越大。可将力偶中一个力与力偶臂的乘积作为力偶使刚体转动效应的度量,称为力偶矩,以符号 M 表示,表达式为

$$M = \pm Fd \quad (1-2)$$

力偶矩正负号的规定与力矩一样,若力偶使刚体逆时针转动,则规定力偶矩为正;反之,则规定力偶矩为负。力偶矩的单位为牛·米($N \cdot m$)。

项目编辑:赵 岩
策划编辑:张 瑾
执行编辑:蔡丽丽



免费电子教案下载地址
www.bitpress.com.cn



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司
社 址 / 北京市丰台区四合庄路6号
邮 编 / 100070
电 话 / (010) 68914026 (教材售后服务热线)
(010) 68944437 (课件资源服务热线)
网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>



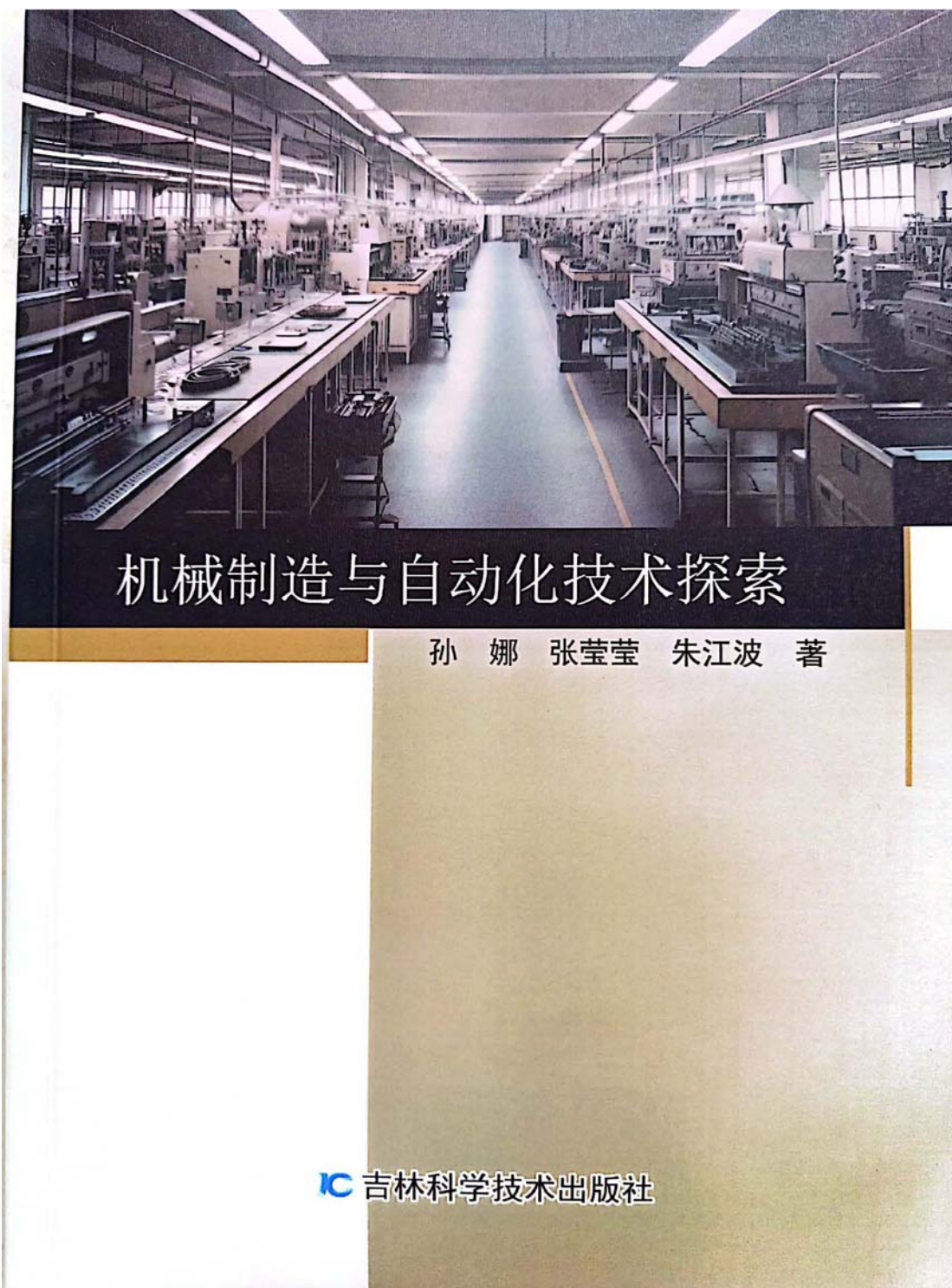
关注理工职教
获取优质学习资源

ISBN 978-7-5763-4357-1 0 1 >



定价: 48.00 元

材料 4：教材《机械制造与自动化技术探索》



机械制造与自动化技术探索

孙 娜 张莹莹 朱江波 著

吴志聪 副主编

吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造与自动化技术探索 / 孙娜, 张莹莹, 朱江
波著. -- 长春: 吉林科学技术出版社, 2024.3
ISBN 978-7-5744-1240-8

I. ①机… II. ①孙… ②张… ③朱… III. ①机械制
造—自动化技术—研究 IV. ①TH164

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 069124 号

机械制造与自动化技术探索

责任编辑 赵维春 许晶刚

出版发行 吉林科学技术出版社

社 址 长春市南关区福祉大路 5788 号出版大厦 A 座

邮 编 130118

印 刷 吉林华源印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 10.5

字 数 200 千字

版次印次 2024 年 3 月第 1 版 2024 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5744-1240-8

定 价 78.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书的写作背景可谓机遇与挑战并存。随着市场经济的发展和智能化技术水平的不断提高,机械制造业生产方式正发生革命性的变化。21 世纪的今天,随着我国科学技术的不断发展,工程机械制造中的各类技术越发成熟。其中,自动化技术作为工程机械制造中的重要技术而被广泛使用,通过应用自动化技术显著提高机械制造的效率,与此同时,还将机械产品的质量提升到了一个新的高度。在这种大趋势下,机械自动化也越发成熟与普及,同时在工程技术方面占据着重要地位,自动化的普及也在不断推进机械工程的科技化进程,为未来科技发展开辟了新的前景。本书突出了理论与实践的紧密结合,注重培养读者分析和解决实际生产问题的能力。理论知识是建立坚实技术基础的关键,而实践经验则是成功应用技术的重要保证。通过理论与实践的有机结合,读者将能够更好地理解机械制造技术与自动化的实际运用。

本书由河南科技大学孙娜、张莹莹、铜陵学院朱江波担任著者;由广东岭南职业技术学院吴志聪担任副主编。具体编写分工如下:孙娜、张莹莹、朱江波共同负责编写第一章、第三章至第五章、第七章的内容(共计约 14.3 万字);吴志聪负责编写第二章、第六章的内容(共计约 5.7 万字);全书由孙娜统稿完成。

本书在编写过程中引用了相关资料,在此谨向有关作者表示衷心的感谢,由于编者水平有限,对书中存在的缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 机械制造概论	1
第一节 机械制造概述	1
第二节 机械制造自动化的分类与途径	19
第三节 机械制造自动化技术所涉及的领域及发展趋势	21
第二章 机械工程材料及处理方法	28
第一节 金属材料的性能指标	28
第二节 机械工程材料的分类	34
第三节 钢的热处理	37
第三章 机械加工技术	42
第一节 电解加工	43
第二节 激光加工	45
第三节 电火花加工	47
第四节 超声加工	51
第五节 电子束加工及水射流加工	52
第四章 机械制造工艺技术	56
第一节 成组技术	56
第二节 计算机辅助工艺设计	60
第三节 柔性制造系统	63
第四节 计算机辅助制造和计算机集成制造系统	67
第五章 先进机器人技术与应用	70
第一节 概述	70
第二节 工业机器人的结构	80
第三节 工业机器人的驱动系统	83
第四节 工业机器人的控制技术	85

第五节 工业机器人的应用	89
第六章 机械制造自动化技术	93
第一节 加工装备自动化	93
第二节 物料供输自动化	101
第三节 加工刀具自动化	108
第四节 装配过程自动化	112
第五节 检测过程自动化	117
第七章 机械制造技术的新发展	123
第一节 精密加工与超精密加工技术	123
第二节 高速加工技术	130
第三节 增材制造技术	132
第四节 虚拟制造技术	138
第五节 智能制造技术	143
参考文献	155

第一章 机械制造概论

第一节 机械制造概述

一、机械

为了适应生产生活的需要，人类自古就使用杠杆、滚轮、绞车等简单机械进行施工和运输。然而几千年来，由于社会历史条件的限制，机械的发展相对缓慢，直到 1782 年英国人瓦特（James Watt）发明了往复式蒸汽机，促进了产业革命，从此，机械才有了日新月异的迅猛发展。如今，在日常生活和生产过程中，人们广泛使用各种机械来降低劳动强度，提高工作效率，特别是在某些场合，只能用机械代替人去工作。

我国古代劳动人民在机械方面有过很多杰出的发明和创造。夏朝发明了车子；周朝有人利用卷筒原理制作辘轳；汉武帝时就能制造水利方面用的筒车（即翻车）；东汉科学家张衡发明了测定地震方位的地动仪和测定风向的候风仪；晋朝的记里鼓车已应用了齿轮传动和轮系，甚至机碓和水碓应用了凸轮原理。但是，在中华人民共和国成立之前，我国的机械工业仍然处于非常落后的状态。中华人民共和国成立后，我国的科学技术和机械工业迅速发展。在第一个五年计划期间，建立了一批大型机械制造厂，使机械工业由过去只能进行零星的修配跨越到能自行制造飞机、汽车和各种机床，并为我国机械工业今后的发展奠定了坚实的基础。1956 年，我国制造出第一架喷气式歼击机“歼-5”，同年制造出第一辆“解放牌”汽车。在以后的几个五年计划期间，我国又从制造一般的机械设备发展到制造大型、精密、尖端的机械产品：1958 年我国制造的第一个原子反应堆和回旋加速器投入运行；1962 年制成第一架超音速歼击机“歼-7”；1965 年制成高精度万能外圆磨床，并且达到当时的世界先进水平；1970 年成功地发射了第一颗人造地球卫星“东方红”；1971 年制

成第一台 $3 \times 10^5 \text{ kW}$ 双水内冷发电机。现在, 我国的机械工业技术进入了全方位、多形式、多层次的新的历史发展时期, 在深化经济体制改革中, 机械工业迎来了新的发展。

2020 年 6 月 23 日, 北斗三号最后一颗全球组网卫星在西昌卫星发射中心点火升空, 这标志着北斗全球卫星导航系统星座部署完成, 标志着北斗系统走出中国, 走向世界, 意义重大。2020 年北斗全球系统按期建成是大国承诺, 也是迈向航天强国的标志之一。

(一) 机械的常用词汇

1. 机械

机械源自拉丁文和希腊语, 原意为“巧妙地设计”, 是一个可以追溯到古罗马的通用机械概念, 主要是为了区别手工工具。现代中文的“机械”一词是机构和机器的总称。

2. 机器

机器是一种执行机械运动来转换或传递能量、材料和信息的装置。机器的种类繁多, 其构造、性能和用途也各不相同, 但是从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系分析, 所有机器都具有下列三个共同特征: 一是任何机器都是由许多机构组合而成的; 二是各运动实体之间具有确定的相对运动; 三是能实现能量的转换, 代替或减轻人类的体力劳动, 完成有用的机械功。例如, 金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状, 计算机可以变换信息, 发电机可以把机械能转换为电能, 运动机器可以改变物体在空间的位置等。根据上面的分析, 我们可以对机器得到一个明确的概念, 即机器就是人为实体(构件)的组合, 它的各部分之间具有确定的相对运动, 并能代替或减轻人类的体力劳动, 完成有用的机械功或实现能量的转换。按用途, 机器可分为工作机和发动机。

工作机是用来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器。工作机是利用机械能来做有用功的机器, 如我们常见的车床、刨床、铣床和平面磨床, 它们都是工作机。发动机是将非机械能转换成机械能的机器。例如, 内燃机是将热

第一章 机械制造概论

能转换成机械能的机器，电动机是将电能转换成机械能的机器。

3. 机构

机构是用来传递运动和力的构件系统。构件系统中有一个构件为机架，构件系统是用运动副连接起来的。与机器相比较，机构也是人为实体（构件）的组合，各运动实体之间也具有确定的相对运动，但不能做机械功，也不能实现能量转换。机器与机构的区别在于：机构的主要功用在于传递或转变运动的形式，机器的主要功用是利用机械能做功或实现能量的转换。

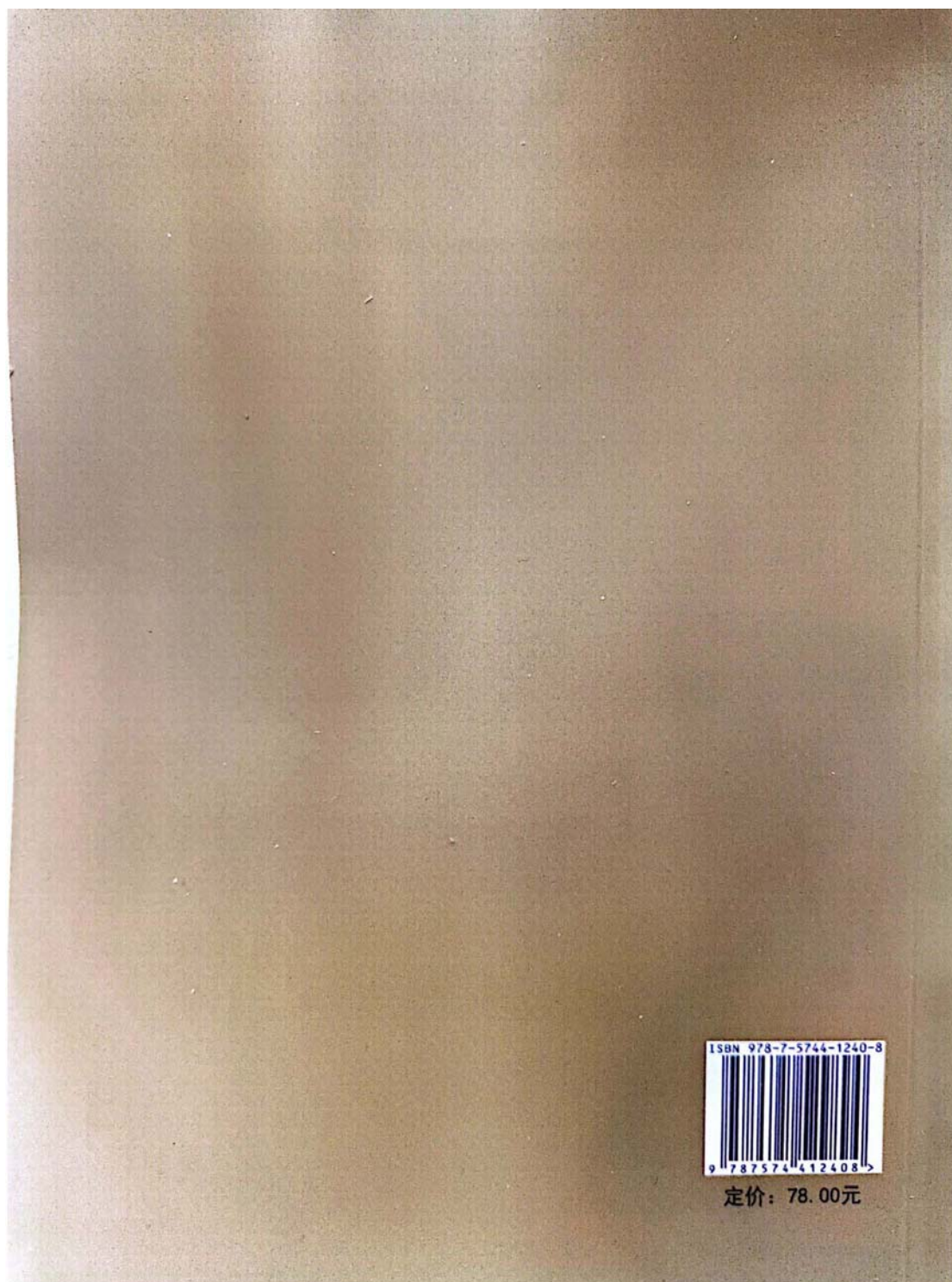
4. 构件

机构和机器是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成的。因此，构件是机构中的运动单元体，也就是相互之间能做相对运动的物体。在机械中应用最多的是刚性构件，即作为刚体看待的构件。一个构件可以是一个不能拆卸的整体，也可以是由几个相互之间没有相对运动的物体组成的刚体。

根据运动条件，我们可将构件分为两类，即运动构件和固定构件。运动构件，又称可动构件，是机构中可相对于机架运动的构件。运动构件又分成主动件（原动件）和从动件两种。主动件是机构中作用有驱动力或力矩的构件，有时也将运动规律已知的构件称为主动件。形象地说，主动件就是带动其他可动构件运动的构件，从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。固定构件，又称机架，是机构中固结于一定参考系的构件，一般固定构件用来支持运动构件，通常就是机器的基体或机座，如各类机床的床身。

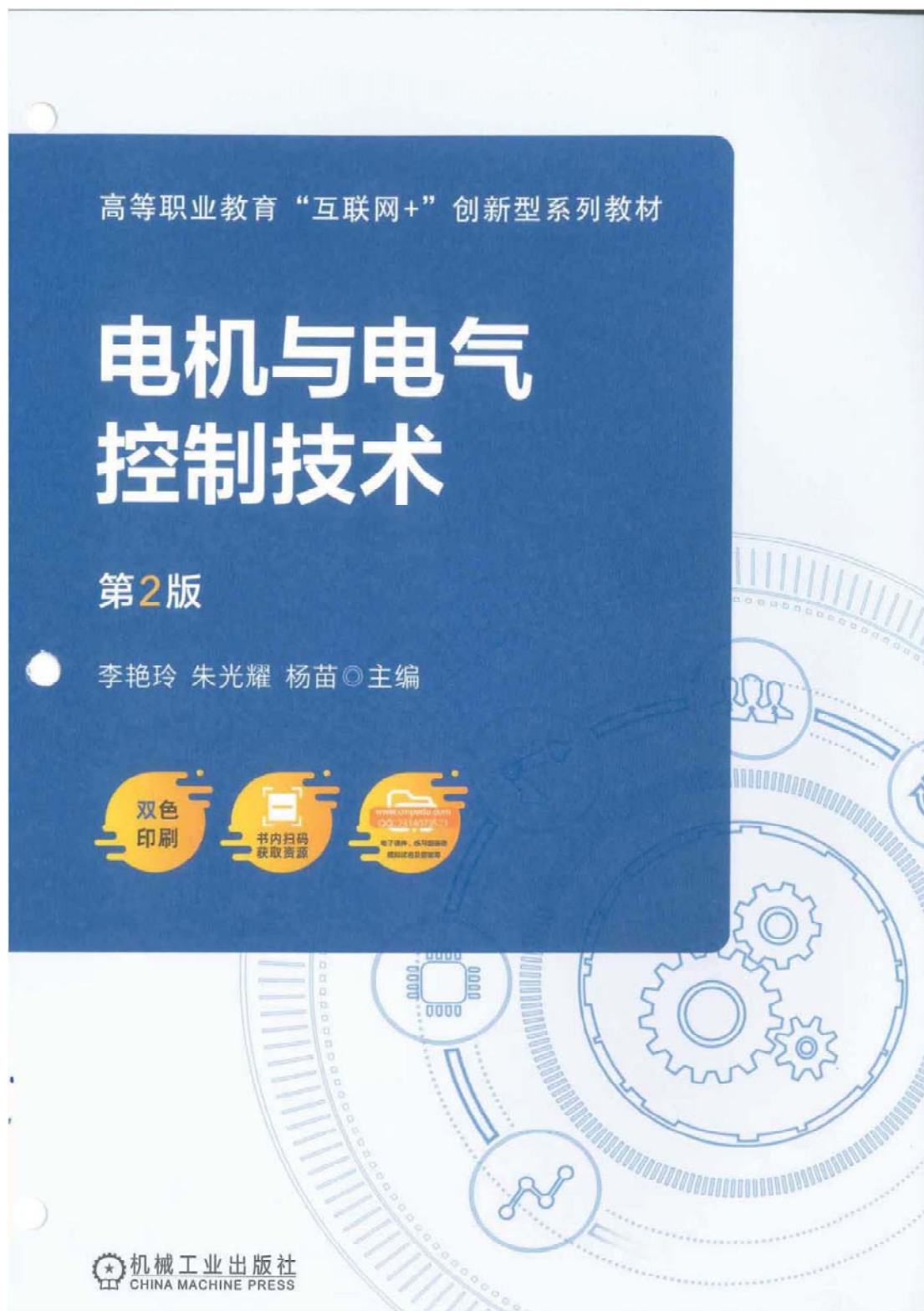
5. 零件

零件是构件的组成部分。机构运动时，属于同一构件中的零件相互之间没有相对运动。零件与构件既有联系，又有区别，构件可以由若干零件连接而成的刚性结构，如连杆构件是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件连接而成的，也可以是单一的零件，如单缸内燃机中的曲轴既是构件，也是零件。零件与构件的区别在于：零件是加工制造的单元，构件是运动的单元。



定价：78.00元

材料 5：教材《电机与电气控制技术》



高等职业教育“互联网+”创新型系列教材
湖南省精品在线开放课程配套教材

电机与电气控制技术

第2版

主 编 李艳玲 朱光耀 杨 苗
副主编 王艳丽 陈奇志 姚贵发 刘 伟
参 编 谭 璐 郭 超 肖 珊 董 方



机械工业出版社

本书从实际应用出发,选用三相交流异步电动机基本知识、常用低压电器的认识和检测、典型电气控制电路的安装与调试三个方面的内容,设计了七个项目。项目设计时以工作任务为中心开展实训,每个任务包括任务描述、知识准备、任务实施、任务评价四部分。任务设置具有可操作性和实用性,真正实现教、学、做一体化的教学模式。

全书按照高等职业院校开设的电气控制技术课程特点,结合当前高等职业教育教学改革要求,构建“互联网+教育”智慧教材思路,按微课与慕课的理念建设有相关的配套资源,实现教学资源信息化、教学终端移动化和教学过程数字化。

本书可作为高等职业院校以及成人高等学校机电类专业电气控制技术课程的教材,也可供机电工程技术人员、本科院校和中职类学校相关专业师生参考。

为方便教学,本书配有多媒体课件、练习题答案、模拟试卷及答案等教学资源,凡选用本书作为授课教材的教师,均可通过QQ(2314073523)咨询。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制技术/李艳玲,朱光耀,杨苗主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2023.12

高等职业教育“互联网+”创新型系列教材
ISBN 978-7-111-75291-2

I. ①电… II. ①李… ②朱… ③杨… III. ①电机学-高等职业教育-教材 ②电气控制-高等职业教育-教材 IV. ①TM3②TM921.5

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 050871 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海

责任校对:张薇 封面设计:马若濛

责任印制:刘媛

涿州市般润文化传播有限公司印刷

2024 年 6 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.75 印张·387 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-75291-2

定价:49.80 元

电话服务

客服电话:010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工微博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

机工教育服务网:www.cmpedu.com

前言

本书依据实际应用设置相应的教学项目,体现“做中学、做中教”的职业教育特色,强化学生的职业技能和专业知识,提高学生的职业素养。本书主要特点如下:

1. 依托教材构建深度学习的管理体系

本书按照“以学生为中心、以学习成果为导向、促进自主学习”思路进行开发设计,弱化“教学材料”的特征,强化“学习资料”的功能,通过教材引领,构建深度学习管理体系。将“以企业岗位(群)任职要求、职业标准、工作过程”作为教材主体内容,将“知识学习、技能提升、素质培养”融为一体,严格落实立德树人根本任务,提供丰富、适用和创新型的多种类型的立体化、信息化课程资源,实现教材多功能用途。

2. 编写思路创新,注重任务驱动

本书编写时以任务引领、行为导向为思路进行内容的组织安排,综合了基本知识和基本技能。项目设计时以工作任务为中心开展实训,让学生在完成工作任务的过程中学习专业技能。每个项目由几个任务组成,每个任务设置了任务描述、知识准备、任务实施、任务评价四部分。其中,任务描述明确实训的目标与内容,知识准备提供必备的知识和技能介绍,任务实施引领学生按步骤完成操作,任务评价帮助学生自我总结与提高。任务设置具有可操作性和实用性,实训操作过程强调学生主动参与,教师指导引领,真正实现教、学、做一体化的教学模式。

3. 注重能力培养,延伸教材功能

内容处理充分考虑学生特点,突出学生学习能力的培养,提倡做学结合,整合专业知识和专业技能,充分协调知识、技能和职业素养三者之间的关系。书中涉及职业能力鉴定和培训内容,延伸了教材的使用功能,提高学生就业上岗的适应能力。

4. 融合数字化学习资源

本书利用信息技术,通过图片、微课等各种手段,增强了教材的生动性,并配有完整的MOOC在线开放数字化学习资源,体现了教学内容的开放性和互动性,实现了教学资源的全方位共享(<http://www.icourse163.org/learn/HNJDZY-1449605161?tid=1462242452#/learn/announce>)。



5. 为教学改革提供支持服务

学生可以利用手机扫描二维码观看微课,有效利用碎片化时间开展自主学习。教师通过教材结合配套的在线学习平台资源的方式,可以实现“以学生为中心”的教学理念,以创新的教学手段与方法开展“线上线下”混合教学,提升教学效果。

本书共七个项目,包括三相交流异步电动机的拆装与检修、常用低压电器的认识与检测、电动机连续运行控制电路的安装与调试、电动机正反转控制电路的安装与调试、工作台自动往返控制电路的安装与调试、电动机星形-三角形减压起动控制电路的安装与调试、电动机制动控制电路的安装与调试等内容,由简单到复杂,层次递进。

本书由李艳玲、朱光耀、杨苗任主编,王艳丽、陈奇志、姚贵发、刘伟任副主编,参加编写的还有谭璐、郭超、肖珊和董方。全书由李艳玲负责统稿,参与教学资源制作的有李艳玲、王艳丽、谭璐、朱光耀。凯德技术长沙股份有限公司陈奇志技术总监,对本书的编写提供了大量素材和建议。张华教授对本书提出了很多宝贵的意见和建议,在此向张华教授表示诚挚的感谢。

编写本书时,编者查阅和参考了众多文献资料,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。由于编者水平有限,时间仓促,书中不当之处敬请广大读者和同行批评指正。

编 者

目 录

前言

二维码索引

项目一 三相交流异步电动机的拆装与检修	1
任务一 三相交流异步电动机的拆装	2
任务二 三相交流异步电动机定了绕组首尾端的判别	11
任务三 三相交流异步电动机的检修	23
练习题	41
项目二 常用低压电器的认识与检测	43
任务一 低压断路器的拆装与检测	44
任务二 熔断器的拆装与检测	57
任务三 热继电器的拆装与检测	64
任务四 时间继电器的拆装与检测	71
任务五 交流接触器的拆装与检测	80
任务六 按钮的拆装与检测	90
练习题	97
项目三 电动机连续运行控制电路的安装与调试	99
任务一 电动机连续运行控制电路功能仿真	100
任务二 电动机连续运行控制电路的安装	110
任务三 电动机连续运行控制电路的调试	118
练习题	126
项目四 电动机正反转控制电路的安装与调试	128
任务一 电动机正反转控制电路功能仿真	129
任务二 电动机正反转控制电路的安装	135
任务三 电动机正反转控制电路的调试	144
练习题	154
项目五 工作台自动往返控制电路的安装与调试	156
任务一 工作台自动往返控制电路功能仿真	157
任务二 工作台自动往返控制电路的安装	162
任务三 工作台自动往返控制电路的调试	171

 电机与电气控制技术 第2版

练习题	182
项目六 电动机星形-三角形减压起动控制电路的安装与调试	184
任务一 电动机星形-三角形减压起动控制电路功能仿真	185
任务二 电动机星形-三角形减压起动控制电路的安装	193
任务三 电动机星形-三角形减压起动控制电路的调试	202
练习题	213
项目七 电动机制动控制电路的安装与调试	215
任务一 电动机制动控制电路功能仿真	216
任务二 电动机制动控制电路的安装	223
任务三 电动机制动控制电路的调试	231
练习题	240
参考文献	242

项目一

三相交流异步电动机的拆装与检修

项目导入

在现代工业生产过程中，为了实现各种生产工艺过程，需要使用各种各样的生产机械。拖动各种生产机械运转，可以采用气压传动、液压传动和电力拖动。由于电力拖动具有控制简单、调节性能好、损耗小、经济、能实现远距离控制和自动控制等一系列优点，因此大多数生产机械均采用电力拖动。用电动机作为原动机来拖动生产机械运行的系统，称为电力拖动系统。电动机把电能转换成机械能，可直接拖动生产机械，而不需要传动机构。三相交流异步电动机由于结构简单、运行可靠、维护方便和价格便宜，是所有电动机中应用最广泛的一种。

某工厂 Y112M-4 型三相交流异步电动机不能起动，需要项目组进行维修。

项目要求：按步骤拆卸和装配三相交流异步电动机，了解其结构和工作原理；采用不同的方法判别三相交流异步电动机定子绕组首尾端；完成三相交流异步电动机的检修，并对三相交流异步电动机产生的故障进行故障原因分析与排除。

本项目共包括三个任务：三相交流异步电动机的拆装、三相交流异步电动机定子绕组首尾端的判别、三相交流异步电动机的检修。本项目所含知识点如图 1-1 所示。

三相交流异步电动机的拆装与检修



图 1-1 项目一知识点



学有所获

通过完成本项目，学生应达到以下目标：

知识目标：

1. 熟悉三相交流异步电动机各部分的名称与铭牌数据的含义。
2. 掌握三相交流异步电动机的工作原理。
3. 掌握三相交流异步电动机的起动特点及常用起动方法。

 电机与电气控制技术 第2版

4. 掌握三相交流异步电动机的调速特性及方法。
5. 掌握三相交流异步电动机的反转和制动特性,掌握制动的常用方法。
6. 掌握三相交流异步电动机典型故障现象、故障原因及处理方法。

能力目标:

1. 能完成三相交流异步电动机的拆卸和装配。
2. 会标记三相交流异步电动机定子绕组的首尾端。
3. 能进行三相交流异步电动机简单的运行维护与检修。

素质目标:

1. 培养学生安全操作、规范操作、文明生产的职业素养。
2. 培养学生敬业奉献、精益求精的工匠精神。
3. 培养学生科学分析和解决实际问题的能力。

任务一 三相交流异步电动机的拆装



任务描述

准备好拆卸三相交流异步电动机的工具和器材,将电动机的电源线路断开,做好有关拆卸前的记录工作;按照正确的拆卸顺序拆卸电动机,仔细观察各组成部件的结构,检查各组成部件的质量;认真做好各组成部件的装配准备工作,按照与拆卸顺序相反的方法装配电动机,通电试车检查装配质量。

1. 任务目标**知识目标:**

- 1) 掌握三相交流异步电动机各部件的名称与作用。
- 2) 熟悉三相交流异步电动机的拆装步骤与要求。
- 3) 理解三相交流异步电动机铭牌数据的含义。

能力目标:

- 1) 能正确按步骤拆装三相交流异步电动机。
- 2) 能正确描述三相交流异步电动机各部件结构的名称及作用。

素质目标:

- 1) 培养学生安全操作、规范操作、文明生产的职业素养。
- 2) 培养学生敬业奉献、精益求精的工匠精神。
- 3) 培养学生科学分析和解决问题的能力。

2. 任务步骤

- 1) 按步骤拆装三相交流异步电动机。
- 2) 描述三相交流异步电动机各部件的结构与工作原理。

3. 所需实训工具、仪表和器材

- 1) 工具:螺钉旋具(十字槽、一字槽)、锤子、撬棍、套筒等。
- 2) 仪表:万用表(数字式或指针式均可)、绝缘电阻表。
- 3) 器材:三相交流异步电动机若干台。

知识准备

一、三相交流异步电动机概述

三相交流异步电动机由于结构简单、运行可靠、维护方便和价格便宜，是所有电动机中应用最广泛的一种。特别是近年来变频调速技术的日趋完善，使三相交流异步电动机的调速性能已接近直流电动机，在高精度、宽调速领域中，也在逐渐取代直流电动机。

机床电气控制实际上是对电动机的控制。工业制造业大量使用的各种各样的机床设备，如车床、钻床、铣床、磨床、镗床、龙门刨床、起重机等，其所有运动部件都是依靠电动机拖动。电动机将电能转换为机械能，达到机床运动的目的。电动机的类型、结构与性能，关系到各种机床和设备结构与性能，因此，电动机实际是各种机床和设备的核心部件之一。

由于各种机床和设备功能的不同，应用的场合不同，目前有多种多样不同类型的电动机，可供选择使用。所以，熟悉各种电动机的结构、性能、用途与控制方法，是学习电气控制技术的前提条件之一。在本项目中只讨论三相交流异步电动机。

表 1-1 列出了常用电动机类型及其用途，三相交流异步电动机是最常用的电动机。目前大部分生产机械（如各种机床、起重设备、农业机械、鼓风机、泵类等）均采用三相交流异步电动机来拖动。本项目重点介绍三相交流异步电动机，下文的电动机都是指三相交流异步电动机。

表 1-1 常用电动机类型及其用途

种类	电动机名称	电动机结构特点		用途
		定子	转子	
交流电动机	三相交流异步电动机	三相绕组	笼型	一般机械动力
			绕线转子（以三组集电环和电刷与外电路相连）	起重机械动力
	单相电动机	单相绕组	笼型	一般小功率机械动力
	同步电动机	三相绕组	磁极（绕组）	常用于多机同步传动系统、精密调速系统、大型设备（如轧钢机）等
直流电动机	他励直流电动机	磁场绕组（他励）	电枢（以换向器-电刷与外电路相连）	一般被广泛使用在电动叉车、电动汽车、电动观光车、电动牵引车等
	复励直流电动机	含串励磁场绕组与并励磁场绕组	同他励直流电动机	起重机械动力
控制电动机	直流伺服电动机	同他励直流电动机		小功率精密驱动，如数控机床、医疗仪器等（用自动控制线路驱动）
	交流伺服电动机	两相绕组	笼型或杯形	
	永磁同步电动机	三相绕组	永久磁极	
	步进电动机	多相磁极绕组	多齿铁心	

二、三相交流异步电动机的结构

三相交流异步电动机由定子和转子两个基本部分组成，定子、转子之间有一缝隙，称为气隙。此外，还有机座、端盖、轴承、接线盒、风扇等其他部分。其外形和结构如图 1-2 所示。

电机与电气控制技术 第2版

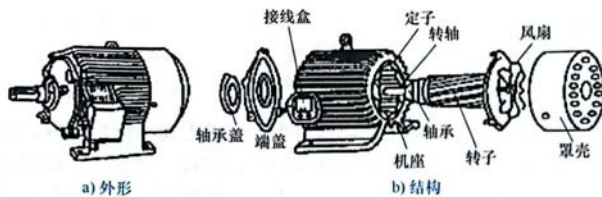


图 1-2 三相交流异步电动机的外形和结构

1. 定子

三相交流异步电动机的定子由定子铁心、定子绕组以及机座、端盖、轴承等组成，定子的作用是产生旋转磁场。如图 1-3 所示。

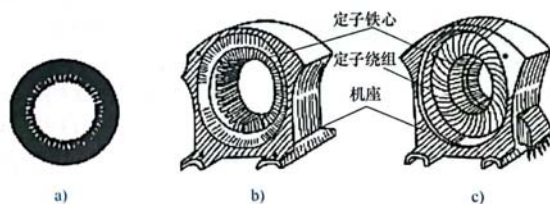


图 1-3 三相交流异步电动机的定子

定子铁心采用 0.35 ~ 0.5mm 厚的硅钢片叠压而成，其目的是减少涡流损耗。定子铁心在内圆周上均匀分布一定形状和一定数量的槽，槽内嵌放三相绕组，绕组与铁心间有良好的绝缘。

定子绕组是三相交流异步电动机的电路，通入三相交流电后在电动机内产生旋转磁场。绕组一般用高强度漆包线绕制而成，嵌放在定子槽内，再按照一定的接线规律，相互连接成绕组。定子绕组通常有 6 根引出线，分别与接线盒内的三相绕组的 6 个端线相连，都引到机座侧面的接线盒中。按国家标准，6 个接线端中的首端分别用 U₁、V₁、W₁ 表示，尾端分别用 U₂、V₂、W₂ 表示。根据电动机的容量和需要，三相绕组可以是星形或三角形联结。三相交流异步电动机定子绕组的联结方式如图 1-4 所示。

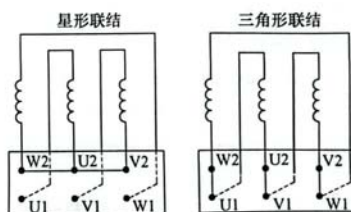


图 1-4 三相交流异步电动机定子绕组的联结方式

电动机机座的作用是固定和支撑定子铁心及端盖。中小型电动机一般用铸铁机座，大型电动机的机座用钢板焊接而成。

2. 转子

转子是三相交流异步电动机的转动部分。它在定子绕组旋转磁场的作用下产生感应电流，形成电磁转矩，通过联轴器或带轮带动其他机械设备做功。转子主要由转子铁心、转子绕组、轴承、风扇等构成。

转子铁心是构成电动机磁路的一部分，铁心槽内嵌放绕组。转子铁心一般由 0.5mm 厚彼

此绝缘的导磁性能较好的硅钢片叠压而成。转子铁心固定在转轴或转子支架上。

三相交流异步电动机的转子绕组分为笼型转子和绕线转子两种。

(1) 笼型转子

笼型转子在转子铁心的槽中放置裸铜条，在铁心两端槽的出口处用短路铜环（端环）把它们连接起来。如果去掉铁心，转子绕组的形状像一个鼠笼，故由此而得名，如图 1-5 所示。中小型电动机的笼型转子一般用熔化的铝浇铸在槽内而成，称为铸铝转子。在浇铸时，一般把转子的短路环和冷却用的风扇一齐用铝铸成。

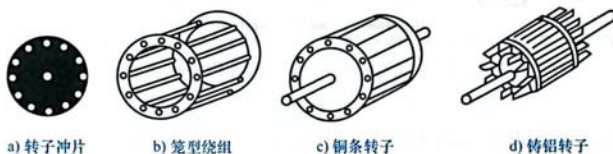


图 1-5 三相交流异步电动机的笼型转子结构组成

(2) 绕线转子

绕线转子用绝缘导线做成绕组，嵌放在转子铁心槽内，三相绕组做星形联结。绕组的三个出线端分别接到转轴的三个铜制集电环上，通过电刷与外电路的可变电阻器相连接，用于起动和调速。环与环之间、环与转轴之间都互相绝缘。其结构组成如图 1-6 所示。笼型和绕线转子只是结构不同，其工作原理是一样的。由于绕线转子三相交流异步电动机的结构复杂，价格较高，一般用于对起动或调速有较高要求的场合，如立式车床、起重机等。

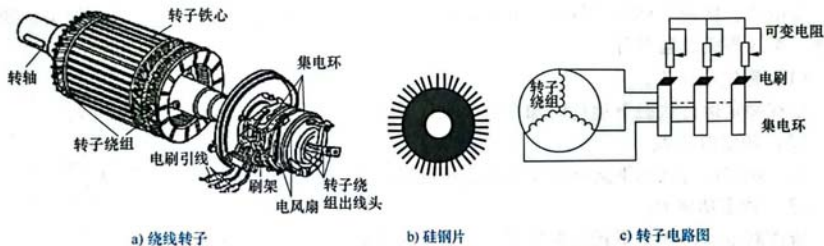


图 1-6 三相交流异步电动机的绕线转子结构组成

三相交流异步电动机转轴的作用是支撑转子，使转子能在定子槽内腔均匀地旋转，传导三相交流异步电动机的输出转矩。

定子、转子之间的缝隙称为三相交流异步电动机的气隙，异步电动机的气隙是均匀的。气隙大小对异步电动机的运行性能和参数影响较大。励磁电流由电网供给，气隙越大，励磁电流也就越大，而励磁电流又属于无功性质，从而使电网的功率因数降低；气隙过小，则会引起装配困难，并导致运行不稳定。因此，异步电动机的气隙大小往往为机械条件所能允许达到的最小数值，中小型电动机一般为 0.1 ~ 1mm。

三、三相交流异步电动机的铭牌数据

在三相交流异步电动机的机座上都装有一块铭牌，如图 1-7 所示。铭牌上标出了该电动

机的一些数据,要正确使用电动机,必须看懂铭牌,下面以 Y112M-4 型电动机为例来说明铭牌数据的含义。

三相交流异步电动机					
型号	Y112M-4	电压	380 V	频率	50Hz
功率	4.0 kW	电流	8.8 A	绝缘等级	B 级
转速	1440 r/min	接法	Δ	工作方式	连续
产品编号	05638	重量	59 kg		年 月
电机厂					

图 1-7 三相交流异步电动机的铭牌

1. 型号

三相交流异步电动机的产品型号是由大写的汉语拼音字母和阿拉伯数字组成的。型号中主要包括产品代号、设计序号、规格代号和特殊环境代号等。产品代号表示电动机的类型,设计序号表示电动机的设计顺序,用阿拉伯数字表示,规格代号用中心高、机座长度、铁心长度、功率、电压或极数表示。三相交流异步电动机型号含义举例说明如图 1-8 所示。

2. 额定值

额定值是电动机使用和维修的依据,是电动机制造厂对电动机在额定工作条件下长期工作而不至于损坏所规定的一些量值,是电动机铭牌上标出的数据,分为:额定电压、额定电流、额定功率、额定频率、额定转速、绝缘等级及温升等。

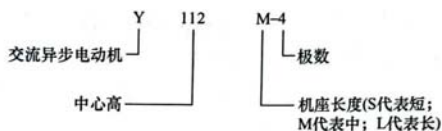


图 1-8 三相交流异步电动机型号含义

(1) 额定电压 U_N

指在额定运行状态下运行时加在电动机定子绕组上的线电压,单位为 V 或 kV。

(2) 额定电流 I_N

指在额定运行状态下运行时电动机定子绕组输入的线电流,单位为 A 或 kA。

(3) 额定功率 P_N

指在额定运行状态下运行时转子轴上输出的机械功率,单位为 W 或 kW。

(4) 接法

指电动机在额定电压下定子绕组的联结方法。若铭牌上写“接法 Δ ”、额定电压“380V”,表明电动机额定电压为 380V 时应接成 Δ 。若写“接法 Y/ Δ ”、额定电压“380/220V”,表明电源线电压为 380V 时应连接成 Y,电源线电压为 220V 时应连接成 Δ 。

(5) 额定频率 f_N

指在额定运行状态下运行时电动机定子绕组所加电源的频率,单位为 Hz。国产异步电动机的额定频率为 50Hz。

(6) 额定转速 n_N

指电动机在额定负载时的转子转速,单位为 r/min。

(7) 绝缘等级及温升

绝缘等级是指电动机定子绕组所用的绝缘材料的耐热等级。绝缘材料的耐热等级有 A

级、E级、B级、F级和H级5种常见的规格，见表1-2。允许温升表示电动机发热时允许升高的温度。例如，允许温升为80℃，意为当环境温度为40℃时，电动机温度可再升高80℃，即不可超过120℃，否则电动机就要缩短使用寿命。

表1-2 电动机允许温升与绝缘材料耐热等级关系 (单位:℃)

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

(8) 工作方式

指电动机运行的持续时间，分为连续运行、短时运行、断续运行3种。连续运行指电动机可按铭牌规定的各项额定值，不受时间限制连续运行。短时运行指电动机只能在规定的持续时间限值内运行，其时间限制有10min、30min、60min和90min四种。断续运行指电动机长期运行于一系列完全相同的周期条件下，周期时间为10min，标准负载持续率有15%、25%、40%、60%四种，如标明25%表示电动机在10min为一个周期内运行25%时间，停车75%时间。

(9) 防护等级

电动机外壳防护等级是用字母“IP”和其后面的两位数字表示的。“IP”为国际防护的缩写。IP后面第1位数字代表第一种防护形式（防尘）的等级，共分0~6七个等级。第2个数字代表第二种防护形式（防水）的等级，共分0~8九个等级。数字越大，表示防护的能力越强。例如IP44表示电动机能防护直径大于1mm固体物入内，同时能防水入内。

四、三相交流异步电动机的拆装步骤

1. 三相交流异步电动机拆卸前的准备工作

- 1) 准备好拆卸工具，特别是拉具、套筒等专用工具。
- 2) 选择和清理拆卸现场。
- 3) 了解待拆电动机的结构及故障情况。
- 4) 做好标记。
 - ① 标出电源线在接线盒中的相序。
 - ② 标出联轴器或带轮在轴上的位置。
 - ③ 标出机座在基础上的位置，整理并记录好机座垫片。
 - ④ 拆卸端盖、轴承、轴承盖时，记录好哪些属负荷端，哪些属非负荷端。
- 5) 拆除电源线和保护接地线，测定并记录绕组对地绝缘电阻，将测量结果填入表1-3中。

2. 三相交流异步电动机拆卸步骤

三相交流异步电动机的拆卸步骤如图1-9所示。

拆卸步骤包括：

- 1) 用拉具从电动机轴上拆下带轮或联轴器。
- 2) 用螺钉旋具等工具卸掉前轴承（负荷侧）外盖。
- 3) 用螺钉旋具和撬棍等工具拆下前端盖。
- 4) 用螺钉旋具等工具拆下风罩。
- 5) 用撬棍等工具拆下风扇。



6) 用螺钉旋具等工具拆下后轴承(非负荷侧)外盖。

7) 用螺钉旋具和撬棍拆下后端盖。

8) 抽出转子。注意不应划伤定子,不应损伤定子绕组端口,平稳地将转子抽出。

9) 拆下转子上前、后轴承和前、后轴承内盖。

3. 装配前准备工作

1) 认真检查装配场地是否清洁、装配工具是否齐备。

2) 彻底清扫定、转子内部表面的尘垢,最后用汽油沾湿的棉布擦拭(汽油不能太多,以免浸入绕组内部破坏绝缘)。

3) 用灯光检查气隙、通风沟、止口处和其他空隙有无杂质和漆瘤,如有,则必须清除干净。

4) 检查槽楔、绑扎带、绝缘材料是否松动脱落,有无高出定子铁心内表面的地方,如有,应清除掉。

5) 检查各相绕组冷态直流电阻是否基本相同,各相绕组对地绝缘电阻和相间绝缘电阻是否符合要求。

4. 三相交流异步电动机装配步骤

原则上按与拆卸相反的步骤进行电动机的装配。

5. 通电试车

接通电动机电源电路,通电试车,检查装配质量。

注意事项:为保证人身安全,在通电试车时,应认真执行安全操作规程的有关规定:一人监护,一人操作。

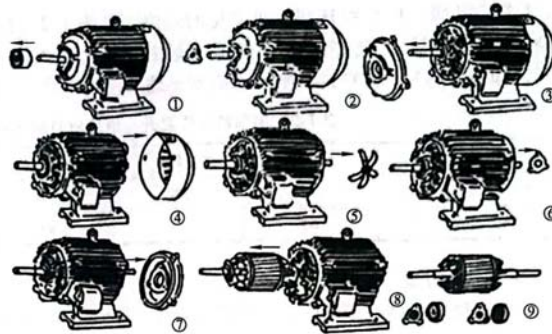


图 1-9 三相交流异步电动机的拆卸步骤



任务实施

三相交流异步电动机的拆装任务单见表 1-3。

表 1-3 三相交流异步电动机的拆装任务单

项目一 三相交流异步电动机的拆装与检修		日期:
班级:	学号:	指导教师签字:
小组成员:		
任务一 三相交流异步电动机的拆装		
操作要求: 1. 正确掌握常见电工工具的使用方法 2. 严格参照三相交流异步电动机的拆装步骤与要求 3. 良好的“7S”工作习惯		

项目一
三相交流异步电动机的拆装与检修

(续)

1. 工具、设备准备:

2. 制订工作计划及组员分工:

3. 工作现场安全准备、检查:

4. 三相交流异步电动机的拆装

拆卸项目 (装配反序)	步 骤	完 成 情 况
拆卸前准备工作	(1) 准备好拆卸工具	☐ 完成 ☐ 未完成
	(2) 记录已知故障情况	☐ 完成 ☐ 未完成
	(3) 标出电源线在接线盒中的相序	☐ 完成 ☐ 未完成
	(4) 标出联轴器或带轮在轴上的位置	☐ 完成 ☐ 未完成
	(5) 标出机座在基础上的位置, 整理并记录好机座垫片	☐ 完成 ☐ 未完成
拆卸步骤	(1) 用拉具从电动机轴上拆下带轮或联轴器	☐ 完成 ☐ 未完成
	(2) 用螺钉旋具等工具卸掉前轴承 (负荷侧) 外盖	☐ 完成 ☐ 未完成
	(3) 用螺钉旋具和撬棍等工具拆下前端盖	☐ 完成 ☐ 未完成
	(4) 用螺钉旋具等工具拆下风罩	☐ 完成 ☐ 未完成
	(5) 用撬棍等工具拆下风扇	☐ 完成 ☐ 未完成
	(6) 用螺钉旋具等工具拆下后轴承 (非负荷侧) 外盖	☐ 完成 ☐ 未完成
	(7) 用螺钉旋具和撬棍拆下后端盖	☐ 完成 ☐ 未完成
	(8) 抽出转子。注意不应划伤定子, 不应损伤定子绕组端口, 平稳地将转子抽出	☐ 完成 ☐ 未完成
	(9) 拆下转子上前、后轴承和前、后轴承内盖	☐ 完成 ☐ 未完成
装配前准备工作	(1) 准备好装配工具	☐ 完成 ☐ 未完成
	(2) 彻底清扫定、转子内部表面的尘垢	☐ 完成 ☐ 未完成
	(3) 用灯光检查气隙、通风沟、止口处和其他空隙有无杂质和漆瘤, 如有, 则必须清除干净	☐ 完成 ☐ 未完成
	(4) 检查槽楔、绑扎带、绝缘材料是否松动脱落, 有无高出定子铁心内表面的地方, 如有, 应清除掉	☐ 完成 ☐ 未完成
	(5) 检查各相绕组冷态直流电阻是否基本相同, 各相绕组对地绝缘电阻和相间绝缘电阻是否符合要求	☐ 完成 ☐ 未完成
装配步骤	与拆卸步骤相反	☐ 完成 ☐ 未完成
通电试车	接通电动机电源电路, 通电试车	☐ 完成 ☐ 未完成

5. 列举三相交流异步电动机的主要部件名称和作用, 并对照要求检查部件破损情况

名 称	作 用	损 坏 情 况	备 注

电机与电气控制技术 第2版

(续)

名 称	作 用	损 坏 情 况	备 注

6. 总结本次任务重点和要点:

7. 本次任务所存在的问题及解决方法:

任务评价

三相交流异步电动机的拆装考核评价表见表 1-4。

表 1-4 三相交流异步电动机的拆装考核评价表

项目一 三相交流异步电动机的拆装与检修		日期:	
任务一 三相交流异步电动机的拆装			
自评: ☐ 熟练 ☐ 不熟练	互评: ☐ 熟练 ☐ 不熟练	师评: ☐ 熟练 ☐ 不熟练	指导教师签字:

评价内容		作品 (70 分)					
序号	主要内容	考核要求	评分细则	配分	自评	互评	师评
1	拆卸前的准备工作	准备好工具器材,做好拆卸前的有关记录工作	(1) 工具准备不全,每少一样扣 2 分 (2) 拆卸前的记录项目,每少一项扣 2 分	10 分			
2	拆卸过程	按正确拆卸顺序和工艺要点拆卸电动机	(1) 拆卸过程的顺序,每错一处扣 5 分 (2) 损坏有关部件者,每次扣 10 分 (3) 每少拆一项扣 5 分	20 分			
3	装配前的准备工作	准备好工具器材,做好装配前有关部件的检查工作	(1) 工具准备不全,每少一样扣 2 分 (2) 装配前的项目检查,每少检一项扣 2 分	10 分			
4	装配过程	按正确的装配顺序和工艺要点装配电动机	(1) 装配过程的顺序,每错一步扣 5 分 (2) 损坏有关部件者,扣 10 分 (3) 每少装或装错一项扣 5 分	20 分			

(续)

序号	主要内容	考核要求	评分细则	配分	自评	互评	师评
5	通电试车	电动机通电正常工作,且各项功能完好	(1) 一次通电试车不转或有其他异常情况扣3分 (2) 没有找到不转或其他异常情况的原因扣5分 (3) 电动机开机烧电源,本项目记0分	10分			
作品总分							
评价内容	职业素养与操作规范 (30分)						
序号	主要内容	考核要求	评分细则	配分	自评	互评	师评
1	安全操作	(1) 应穿工作服、绝缘鞋 (2) 能按安全要求使用工具和仪表操作 (3) 操作过程中禁止将工具或元件放置在高处等较危险的地方 (4) 试车前,未获得教师允许不能通电	(1) 没有穿戴防护用品扣5分 (2) 操作前和完成后,未清点工具、仪表、耗材扣2分 (3) 操作过程中造成自身或他人人身伤害则取消成绩 (4) 未经教师允许私自通电试车取消成绩	10分			
2	规范操作	(1) 拆装过程中工具与器材摆放规范 (2) 拆装过程中产生的废弃物按规定处置	(1) 拆装过程中,乱摆放工具、仪表、耗材,乱丢杂物扣5分 (2) 完成任务后不按规定处置废弃物扣5分	10分			
3	文明操作	(1) 操作完成后须清理现场 (2) 在规定的工作范围内完成,不影响他人 (3) 操作结束不得将工具等物品遗留在设备内或元件上 (4) 爱惜公共财物,不损坏元件和设备	(1) 操作完成后不清理现场扣5分 (2) 操作过程中随意走动,影响他人扣2分 (3) 操作结束后将工具等物品遗留在设备或元件上扣3分 (4) 操作过程中,恶意损坏元件和设备,取消成绩	10分			
职业素养与操作规范总分							
任务总分							

任务二 三相交流异步电动机定子绕组首尾端的判别



任务描述

在维修三相交流异步电动机时,常常会遇到线端标记已丢失或标记模糊不清,导致无法