

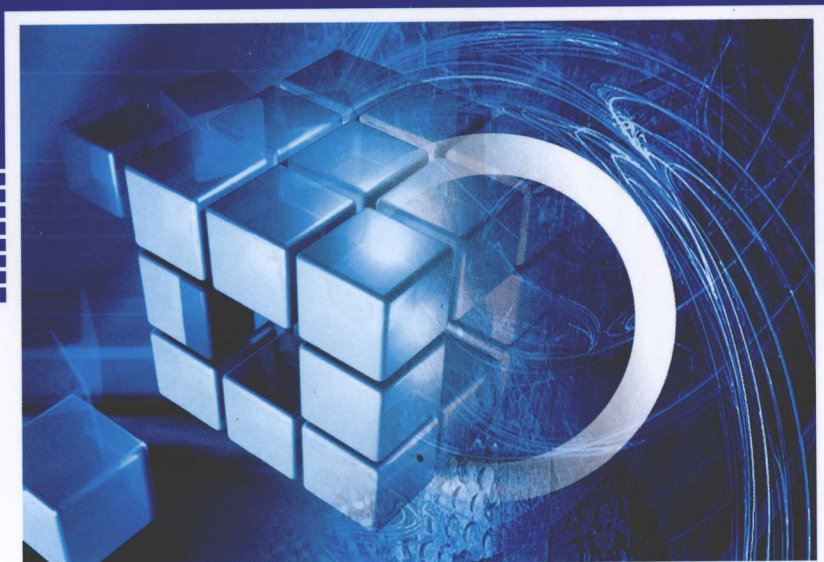


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械制造应用技术

jixie zhizao yingyong jishu

■ 主 编 陈伟珍 金祖峰



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

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械制造应用技术

主 编 陈伟珍 金祖峰
副主编 周敬辉 吴耀明 邓岐杏 韦建军
参 编 黄汉武 丁 艳

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

内 容 简 介

本书以培养学生机械加工能力为目的,整合机械加工的相关知识,包括金属切削机床与刀具、机械加工原理、夹具的使用,拆装和设计,机械加工工艺规程编制,零件加工精度的分析与控制,典型零件加工工艺,机械装配工艺,特种加工技术等。

本书可作为高等院校机械类和近机类专业的教材,也可供相关专业技术人员阅读参考。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制造应用技术/陈伟珍,金祖峰主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2620 - 2

I. 机… II. ①陈…②金… III. 机械制造工艺—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 142703 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市南阳印刷厂

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 362 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1500 册

定 价 / 32.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,为学生构建牢固的知识体系。

- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。
- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

本书以工学结合为核心，以融入行动引导型教学法为载体，以实例操作为训练和培养的方式，突出机械制造基础知识与生产实践的结合，使学生在打好坚实的理论基础的同时，提高解决实际问题的能力。

在编写体系上，本书通过对机械类专业课程中的核心教学内容进行综合提炼以及对新的专业能力的扩展，以任务驱动的方式来组织教材内容，打破传统的本科压缩型教材的体系结构，将各知识点重新组合，每个知识点均围绕一个实际任务去组织教学，从而构建了新的教学内容体系，形成理论、设计计算、实训一体化教材，突出了应用能力的培养，适应了行动引导型教学法的要求。

参加本书编写的有：陈伟珍（任务一、任务四）、邓岐杏（任务七、任务九），周敬辉（任务二），金祖峰（任务三），韦建军（任务五），丁艳（任务六），吴耀明（任务八），黄汉武（任务十）。本书由陈伟珍、金祖峰担任主编，并负责全书统稿；梁建和教授对本书提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢！

由于编者时间仓促加之水平所限，书中难免有疏漏之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者

目 录

任务一 认识机床	1
1.1 项目任务书	1
1.2 机械制造技术的相关知识	2
1.2.1 机械制造业的地位和作用	2
1.2.2 机械制造业的发展方向	2
1.2.3 本课程的主要内容及学习要求	2
1.3 金属切削机床分类及型号	3
1.3.1 机床的分类	3
1.3.2 机床型号的组成	4
1.4 金属切削原理	5
1.4.1 工件表面的成形方法	5
1.4.2 切削运动	7
1.4.3 工件表面	8
1.4.4 切屑的形成与积屑瘤	8
1.4.5 切削力和切削功率	10
1.4.6 切削热和切削温度	12
1.5 拓展知识——传动系统	13
1.5.1 机床传动系统的组成	13
1.5.2 机床传动原理	13
1.5.3 传动系统分析	14
任务二 夹具的使用、拆装和设计	16
2.1 项目任务书	16
2.2 机床夹具的作用、组成	16
2.2.1 机床夹具的作用	17
2.2.2 机床夹具的组成	17
2.2.3 机床夹具的分类	18
2.3 基准及工件的安装方式	19
2.3.1 定位基准选择的原则	19
2.3.2 安装方式	21
2.4 工件的定位和定位元件	22

2.4.1	概述	22
2.4.2	六点定位原理	22
2.4.3	工件定位的几种情况	23
2.4.4	常用定位元件	24
2.4.5	常用定位元件及其限制的自由度	25
2.4.6	定位元件的应用	27
2.5	定位误差的分析与计算	31
2.5.1	加工误差的组成	31
2.5.2	定位误差产生的原因	32
2.5.3	定位误差的计算	33
2.5.4	定位误差的计算实例	34
2.6	夹紧装置及夹具动力装置	36
2.6.1	夹紧装置组成	36
2.6.2	常见夹紧机构	37
2.6.3	夹紧力的确定	40
2.6.4	夹具动力装置	41
2.7	夹具设计	43
2.7.1	夹具设计的方法和步骤	43
2.7.2	专用夹具设计实例	44
2.8	拓展知识——数控机床夹具	46
任务三 轴类零件的加工		49
3.1	项目任务书	49
3.2	轴类零件加工的相关知识	50
3.2.1	轴类零件的功用和结构特点	50
3.2.2	轴类零件的技术要求	52
3.2.3	轴类零件的材料、毛坯及热处理	53
3.3	车削加工方法及装备	55
3.3.1	车床	55
3.3.2	常用的装夹方式	68
3.4	外圆表面其他常用加工方法及装备	70
3.4.1	外圆表面磨削加工	70
3.4.2	外圆表面精密加工	80
3.5	机械加工基础	84
3.5.1	生产过程与工艺过程	84
3.5.2	生产类型及工艺特点	86

3.5.3	工艺规程的制定	88
3.5.4	工艺规程的编制	91
3.5.5	加工余量及工序尺寸的确定	94
3.5.6	时间定额的确定	96
3.5.7	工艺过程的技术经济分析	97
3.6	轴类零件加工实践	99
3.6.1	确定加工方案、选择加工设备及工装设备	99
3.6.2	划分加工阶段	101
3.6.3	制定加工工艺过程	101
3.7	拓展知识——车圆锥面	103
任务四	零件加工质量的分析与检测	105
4.1	项目任务书	105
4.2	精度测量的相关知识	106
4.2.1	尺寸测量的方法	106
4.2.2	形位误差检测的方法	109
4.2.3	表面粗糙度测量的方法	110
4.3	加工误差分析	111
4.3.1	加工误差种类	111
4.3.2	加工误差的统计分析法	112
4.3.3	加工精度的概念	117
4.3.4	加工精度获得的方法	118
4.3.5	影响机械加工精度的因素	119
4.3.6	提高加工精度的途径	133
4.3.7	机械加工表面质量	135
4.4	拓展知识——无损探伤	141
任务五	套筒类零件的加工	143
5.1	项目任务书	143
5.2	套筒类零件加工的相关知识	144
5.2.1	套筒类零件的功用和结构特点	144
5.2.2	套筒类零件的技术要求	144
5.2.3	套筒类零件的材料、毛坯及热处理	145
5.3	内孔表面常用的加工方法及装备	145
5.3.1	内孔表面钻削加工	145
5.3.2	内孔表面镗削加工	149

5.3.3 内孔表面拉削加工	153
5.3.4 内孔表面的精密加工	154
5.4 常用的装夹方式	156
5.4.1 套筒类零件常用的装夹方式	156
5.4.2 钻床夹具的分类及其结构形式	158
5.4.3 钻床夹具设计要点	160
5.5 工艺尺寸链计算	164
5.5.1 尺寸链定义和组成	164
5.5.2 尺寸链的计算方法	165
5.5.3 工艺尺寸链的应用	168
5.6 套筒类零件的加工实践	170
5.6.1 确定加工方案、选择加工设备及工装设备	171
5.6.2 划分加工阶段	172
5.6.3 制定加工工艺过程	172
5.7 拓展知识——深孔钻	174
任务六 盘类零件加工	176
6.1 项目任务书	176
6.2 盘类零件加工的相关知识	177
6.2.1 盘类零件的结构特点及工艺性分析	177
6.2.2 盘类零件的技术要求	178
6.2.3 盘类零件的材料、毛坯及热处理	178
6.3 常用的装夹方式	178
6.3.1 基准分析	178
6.3.2 安装方案	178
6.4 盘类零件的加工实践	179
6.4.1 零件图分析	179
6.4.2 选择毛坯	179
6.4.3 选择定位基准	179
6.4.4 确定加工方案	180
6.4.5 拟订工艺路线	180
6.4.6 确定工序尺寸	180
6.4.7 选择加工设备和工艺装备	181
6.4.8 填写工艺文件	181
6.5 拓展知识——螺纹车削	182
6.5.1 螺纹车削实践	182

6.5.2 螺纹的检测	185
任务七 齿轮零件的加工	187
7.1 项目任务书	187
7.2 齿轮加工的相关知识	188
7.2.1 圆柱齿轮的功用和结构特点	188
7.2.2 圆柱齿轮的技术要求	188
7.2.3 齿轮常用的材料、毛坯及热处理	189
7.3 齿轮加工常用的方法及装备	189
7.3.1 成形加工	190
7.3.2 滚齿加工	190
7.3.3 插齿加工	193
7.3.4 剃齿加工简介	195
7.3.5 珩齿加工简介	197
7.3.6 磨齿加工简介	197
7.3.7 齿形加工方案	198
7.4 常用的装夹方式	199
7.4.1 滚齿、插齿装夹方式	199
7.4.2 剃齿、珩齿装夹方式	200
7.4.3 齿轮轴的装夹	201
7.5 齿轮零件的加工实践	201
7.5.1 确定加工方案、选择加工设备及工装设备	202
7.5.2 划分加工阶段	202
7.5.3 制定加工工艺过程	202
7.6 拓展知识——齿形精度检测方法	204
任务八 箱体类零件的加工	207
8.1 项目任务书	207
8.2 箱体类零件加工的相关知识	208
8.2.1 箱体的功用和结构特点	208
8.2.2 箱体的技术要求	209
8.2.3 箱体常用的材料、毛坯及热处理	210
8.3 箱体表面常用的加工方法及装备	210
8.3.1 铣削加工	210
8.3.2 刨削加工	216
8.3.3 磨削加工简介	218

8.3.4 光整加工简介	219
8.4 箱体零件常用的安装方式	220
8.4.1 常用的装夹方式	220
8.4.2 铣床夹具的分类及其结构形式	221
8.4.3 铣床夹具设计要点	223
8.5 箱体类零件的加工实践	224
8.5.1 确定加工方案、选择加工设备及工装设备	224
8.5.2 划分加工阶段	224
8.5.3 制定加工工艺过程	224
8.6 拓展知识——箱体零件的测量	227
任务九 设备的拆装	230
9.1 项目任务书	230
9.2 机械装配的相关知识	230
9.2.1 装配的一般流程	230
9.2.2 装配的基本作业	231
9.2.3 机械装配的装配单元及组织形式	233
9.2.4 装配的方法	235
9.2.5 装配工艺规程的制定	243
9.3 减速器拆装实践	246
9.3.1 减速器的结构	246
9.3.2 减速器装配的主要技术要求	247
9.3.3 减速器的拆卸	247
9.3.4 减速器的装配工艺过程	247
9.4 拓展知识——轴承的装拆方法	248
9.4.1 滚动轴承的装配	248
任务十 特种加工技术的应用	252
10.1 项目任务书	252
10.2 特种加工的相关知识	253
10.2.1 电火花加工	254
10.2.2 电火花线切割加工	255
10.2.3 电化学加工	256
10.2.4 超声波加工	258
10.2.5 激光加工	259
10.3 电火花线切割加工实践	260

10.3.1	零件工艺分析	260
10.3.2	工艺参数的选择	260
10.3.3	工件的装夹与调整	261
10.3.4	加工设备	263
10.3.5	操作步骤及内容	263
10.4	拓展知识——现代制造技术的概况	264
10.4.1	现代制造技术的定义	264
10.4.2	计算机辅助工艺设计	265
10.4.3	计算机集成制造系统	268
参考文献		272

任务一 认识机床

1.1 项目任务书

任 务	机床的认识
学习领域	机床种类、运动形式及结构特点
学习情境	普通车床组成、运动形式、结构特点及应用
学习目标	认识常用的机床，了解机床型号，为本课程的学习做准备
能力目标	能够说出组成机床的主要部件，学会查阅相关教材、资料获取知识，认识机床型号的含义，机床应用和传动系统图
主要内容（*重点、难点）	机床种类*、机床型号*、机床主要运动及应用
教学组织	1. 参观、讨论、讲解 2. 项目教学
教学过程	1. 参观工厂或实训车间：学生观察各种机床的运动、加工内容。说出机床的主要部件、运动形式，师生共同探讨车床主要加工内容 2. 课堂：分析3~5种机床的型号，机床主要部件及运动 3. 小组行动：每5人组完成一种机床型号的含义说明，绘制运动简图，最后小组汇报
教学仪器设备	车床、铣床、刨床、钻床、多媒体教室
教学参考资料	教材、机床使用手册、机床传动系统简图
任务报告 （以一种机床为主）	1. 机床的主要部件 2. 机床的主要运动 3. 机床型号的含义 4. 切屑类型 5. 绘制机床传动系统图

1.2 机械制造技术的相关知识

1.2.1 机械制造业的地位和作用

机械制造业是国民经济最重要的行业之一，它担负着为各行各业生产机械装备的任务。强大的国防、现代化的农牧业生产、先进的医疗保健手段、可靠的能源供给、丰富的生活资源等，其所用设备的生产均需要机械制造业的强大支持。国家对机械制造业的重视程度，决定其制造能力和制造技术的发展速度和国际地位。因此，机械制造业是一个国家工业发展的基础与核心，也是一个国家工业化水平和国际竞争力的重要标志。

1.2.2 机械制造业的发展方向

在人类历史发展的过程中，从利用天然石块作为工具到有目的地制造工具，从制造简单的手工工具发展到制造功能齐全的复杂设备，从以满足农业生产为主的附属产业，发展成为国民经济的支柱产业，机械制造业的进步大大推动了人类文明的发展。随着科学技术的发展，对机械制造业提出了越来越高的要求，推动着机械制造技术向智能化、柔性化、集成化、网络化、精密化、绿色化和全球化的方向发展。

电子、信息等高新技术的不断发展，给机械制造业带来了先进的工艺技术和工艺方法，机械制造业成为各门学科合作的集合体，成为科学发现和技术发明转换为生产力的关键环节。目前，制造技术向计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS）和智能制造系统（IMS）等方向发展，形成了面向 21 世纪的信息化的制造技术。

1.2.3 本课程的主要内容及学习要求

本课程以机械产品的制造为主线，介绍机械产品的生产过程、生产组织方式以及机械加工装备，包括金属切削过程及其基本规律、机床、刀具、夹具的基本知识、机械加工和装配工艺规程的设计、机械加工中精度及表面质量的概念，制造技术发展的前沿与趋势。

通过本课程学习，要求学生能对机械制造有一个总体的、全貌的了解与把握，掌握金属切削过程的基本规律，掌握机械加工的基本知识，能正确选择加工方法与机床、刀具、夹具及加工参数，具备制定工艺规程的能力和掌握机械加工精度和表面质量的基本知识，初步具备分析解决现场工艺问题的能力和对制造系统、制造模式选择决策的能力。

本课程具有很强的实践性和综合性，在学习时必须加强实践性环节，注意理

论联系实际，在实践中强化对所学知识的应用，在理论与实际的结合中培养分析和解决问题的能力。

1.3 金属切削机床分类及型号

1.3.1 机床的分类

为了适应不同的加工对象和加工要求，需要种类繁多的金属切削机床，为了便于区别、使用和管理，需要对机床加以分类和编制型号。传统的分类方法主要是按加工方法和所用刀具进行分类。目前，将机床分为：车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、锯床、其他机床和特种加工机床共 12 类。此外，根据机床的特性还可以进一步分类。

1. 按照通用性程度分类

(1) 通用机床

这类机床的工艺范围很宽，可以加工一定尺寸范围内的多种类型零件，完成多种工序的加工。如卧式车床、万能升降台铣床、万能外圆磨床等。

(2) 专门化机床

这类机床的工艺范围较窄，只能用于加工不同尺寸的一类或几类零件的一种或几种特定工序。如丝杆车床、凸轮轴车床等。

(3) 专用机床

这类机床的工艺范围最窄，通常只能完成某一特定零件的特定工序。如加工机床主轴箱体的专用镗床，加工机床导轨的专用导轨磨床等。它是根据特定的工艺要求专门设计制造的，生产率和自动化程度较高，适用于大批量生产。组合机床也属于专用机床。

2. 按照机床的工作精度分类

按照机床的工作精度可分为普通机床、精密机床和高精度机床。

3. 按照机床的质量和尺寸分类

按照机床的质量和尺寸可分为仪表机床、中型机床（一般机床）、大型机床（质量大于 10 t）、重型机床（质量在 30 t 以上）和超重型机床（质量在 100 t 以上）。

4. 按照机床主要部件分类

按照机床主要部件分为单轴、多轴、单刀和多刀机床等。

5. 按照自动化程度分类

按照自动化程度分为普通、半自动和自动机床。自动机床具有完整的自动工作循环，包括自动装卸工件、连续自动地加工工件。半自动机床也有完整的自动工作循环，但装卸工件还需人工完成，因此，不能连续地加工。

1.3.2 机床型号的组成

机床的型号简明地表示机床的类别、类型、技术参数和结构特点等，由类别代号和分类代号等组成。机床的类别代号以大写的汉语拼音字母表示，按其相对应的汉字字意读音。当需要时，每个类别又可分为若干分类。分类代号在类别代号之前作为型号的首位，用阿拉伯数字表示。但第一分类的代号 1 省略不予表示，如磨床类机床有 M、2M、3M 三个分类，见表 1-1。

表 1-1 机床类别和分类代号（摘自 GB/T 15375—1994）

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

机床的主参数、设计序号、第二主参数都是用数字表示的。主参数表示机床的规格大小，是机床的最主要的技术参数，反映机床的加工能力，影响机床的其他参数，通常以最大加工尺寸或机床工作台尺寸作为主参数，如图 1-1 所示。

当机床除普通型外还有某种特性时，应在类别代号后用相应的代号表示，见表 1-2。

表 1-2 通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心	仿形	轻型	加重型	简式或经济型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	柔	显	速

重大改进顺序号用于表示机床性能和结构上的重大改进，用字母表示与原型区别。机床其他特性代号用于反映各类机床的特性，用字母或阿拉伯数字表示。如数控机床控制系统的不同、同一型号机床的变型等。

企业代号包括机床生产厂家或机床研究所代号，置于辅助部分尾部，用“—”分开，若辅助部分只有企业代号，则不加“—”。

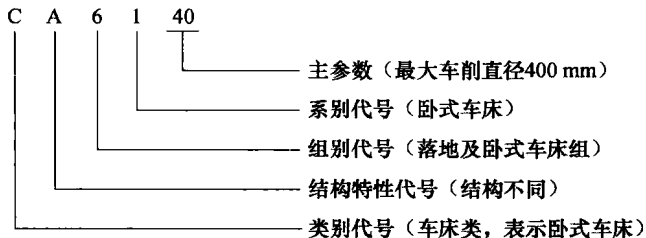


图 1-1 机床型号示例