



河南省“十二五”普通高等教育规划教材  
普通高等教育“十二五”规划教材

# 机械制造技术基础

## (第二版)

主 编 任小中  
副主编 康红艳 许惠丽  
主 审 王贵成

河南省“十二五”普通高等教育规划教材  
普通高等教育“十二五”规划教材

# 机械制造技术基础

## (第二版)

主 编 任小中  
副主编 康红艳 许惠丽  
主 审 王贵成

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是普通高等教育“十二五”规划教材和河南省“十二五”普通高等教育规划教材。

本书是根据机械工程类专业的人才培养目标,结合近年来“高等学校本科教学质量与教学改革工程”建设的实践与成果编写的。本书依照“重基础、精内容、强实践”的原则,从科学思维、学科综合和技术集成的角度,重点介绍机械制造技术的基本理论与方法,并通过相关实践教学环节的训练,理论联系实际,启发学生科学思维,培养学生科学创新和工程实践的能力。

本书由机械工程类专业的多门技术基础课的核心内容综合而成。全书共8章,主要内容包括机械制造过程的基础知识、金属切削原理及其应用、金属切削机床及所用刀具、机械加工工艺规程设计、机床夹具设计原理、机械加工质量分析与控制、机器装配技术基础、制造模式与制造技术的发展等。各章后均附有案例研究和一定数量的习题与思考题。

本书内容综合性强、体系新颖,可作为高等院校机械工程类专业和近机械类专业本科、高职高专学生的教材或教学参考书,也可供制造业工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础 / 任小中主编. —2版. —北京: 科学出版社, 2016.3  
河南省“十二五”普通高等教育规划教材 普通高等教育“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-03-047928-0

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第059201号

责任编辑: 毛莹 张丽花 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 霍兵 / 封面设计: 迷底书装

**科学出版社出版**

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

**北京市文林印务有限公司印刷**

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年1月第一版 开本: 787×1092 1/16

2016年3月第二版 印张: 20

2016年3月第四次印刷 字数: 474 000

**定价: 48.00元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 第二版前言

本书是普通高等教育“十二五”规划教材。2013年10月，被评为河南省“十二五”普通高等教育规划教材。

本书是一本体系完整、知识面宽泛，理论联系实际、实践性强的机械制造技术基础教材。自第一版出版以来，已被全国十几所院校选用，深受任课教师、学生以及其他读者的欢迎。许多教师和读者也通过各种途径给我们提出了一些宝贵的意见和建议，在此，向热心支持和帮助我们的兄弟院校的教师和读者表示衷心感谢。

根据大家所提宝贵意见，结合我们近几年的教学实践，我们对本书的第一版进行了修订。此次修订仍沿用第一版教材的体系架构，指导思想仍立足于“重基础、精内容、强实践”，融金属切削理论、机械制造装备技术、机械制造工艺设计于一体，使理论和生产实际有机结合，注重培养分析和解决实际问题的能力。

本次再版对书中内容主要进行了以下修订：改写了绪论；对第1章和第5章的部分内容进行了调整，增强了知识的连贯性；对第2章的部分小节进行了改写；在第3章中增加了无心外圆磨削的内容；在第4章中增加了一节关于典型零件加工工艺过程与分析的内容；在第6章中增加了一节“加工精度综合分析实例”。

参加修订工作的有：河南科技大学任小中、杨丙乾、许惠丽、于俊娣，洛阳理工学院康红艳，湖北文理学院熊伟，濮阳职业技术学院郑晓利。具体分工为：绪论、第7章、第8章由任小中修订；第1章由熊伟修订；第2章由郑晓利修订；第3章由康红艳修订；第4章由任小中、于俊娣修订；第5章由杨丙乾、于俊娣修订；第6章由许惠丽修订。全书由任小中担任主编，康红艳和许惠丽担任副主编。任小中负责全书的统稿工作。

在本书修订过程中参阅了同行专家、学者的著作和文献资料，在此表示诚挚的谢意。

全书由江苏大学王贵成教授主审。他认真、细致地审阅了书稿，并提出了很多珍贵的建议和意见，在此表示由衷的感谢。

由于编者所及资料 and 水平有限，书中难免有不当之处，恳请广大读者不吝赐教(联系方式：zhizaosuo@163.com)。

编者

2015年10月

# 第一版前言

为落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》关于加强教材建设、提高人才培养质量的精神,我们在总结近年来“高等学校本科教学质量与教学改革工程”建设成果与经验的基础上编写了这本教材。

本书是河南省“十二五”普通高等教育规划教材和科学出版社普通高等教育“十二五”规划教材,以“重基础、精内容、强实践”作为编写指导思想,对原金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺学与夹具设计等课程的主要内容进行了综合与优化。全书以机械制造技术的基础知识、基本理论和基本方法为主线,以培养学生分析和解决问题的能力为目标,在传承传统工艺与制造装备技术的同时,注意现代机械制造技术与制造模式的应用与发展,较系统地构建了机械制造技术的基础体系。本书具有以下特色:

(1)知识体系完整。实现金属切削原理、机床与工艺装备、机械制造工艺以及加工质量控制等各方面的理论和知识的有机统一,形成完整的机械制造技术基础体系。

(2)体系新颖,启迪性强。每章均设有“案例研究”栏目,引导读者去探究。每章后附有一定数量的习题与思考题,有助于读者抓住重点、深化学习。

(3)重点突出,详略得当。依据机械工程类专业人才培养大纲,本着“够用为度”的原则,对要求掌握的内容进行详述,对一般了解的则从简。减少烦琐的理论推导,注重采用图、表描述。

(4)理论联系实际,注重实用。在介绍金属切削理论、典型装备的机械结构以及机械制造方法的同时,注重讲述在实际生产中如何合理运用这些基本知识,强调培养分析和解决实际问题的能力。

本书由河南科技大学任小中担任主编,洛阳理工学院康红艳、河南科技大学杨丙乾担任副主编。任小中负责全书的统稿和定稿。具体编写分工如下:任小中编写绪论、第4章的4.1节~4.5节、第7章、第8章;熊伟编写第1章;郑晓利编写第2章;康红艳编写第3章;吴立编写第4章的4.6节、4.7节;杨丙乾编写第5章;许惠丽编写第6章。

本书承蒙江苏大学王贵成教授主审,在审阅过程中,王贵成教授提出了很多珍贵的建议和意见,在此表示由衷的感谢。

本书在编写和出版过程中得到了多所高等院校老师的鼎力协助,以及科学出版社的大力支持和帮助。本书还得到了河南科技大学教材出版基金的资助,得到了河南科技大学教务处、河南科技大学机电工程学院的领导和同事们的支持。谨在此表示诚挚的谢意。

由于编者所及资料和水平有限,书中难免有不当之处,恳请广大读者不吝赐教(联系方式:zhizaosuo@163.com)。

编者

2011年10月

# 目 录

第二版前言

第一版前言

绪论	1
0.1 机械制造业及其在国民经济中的地位和作用	1
0.2 制造技术的发展历程	2
0.3 我国机械制造业的现状	3
0.4 课程的性质与研究内容	4
0.5 课程的学习要求和学习方法	4
习题与思考题	5
第1章 机械制造过程的基础知识	6
1.1 机械制造过程	6
1.1.1 机械产品的制造过程	6
1.1.2 机械制造工艺过程	6
1.1.3 工艺过程的组成	6
1.1.4 生产类型及其工艺特征	9
1.2 机械制造工艺方法	10
1.2.1 机械零件制造工艺方法分类	10
1.2.2 零件表面的成形方法和成形运动	10
1.2.3 加工表面与切削要素	12
1.2.4 机械加工方法	14
1.3 工件安装方法	20
1.3.1 基准的概念及其分类	20
1.3.2 工件的安装	21
习题与思考题	23
第2章 金属切削原理及其应用	25
2.1 金属切削刀具基本知识	25
2.1.1 刀具的几何形状	25
2.1.2 刀具材料	31
2.2 金属切削过程的基本理论	36
2.2.1 金属切削中的变形	36
2.2.2 切削力与切削功率	42
2.2.3 切削热与切削温度	46

2.2.4	刀具磨损与刀具寿命	48
2.3	金属切削基本规律的应用	55
2.3.1	切屑的控制	55
2.3.2	工件材料切削加工性的改善	58
2.3.3	切削液	61
2.3.4	刀具几何参数的合理选择	63
2.3.5	切削用量的合理选择	65
	习题与思考题	67
<b>第3章</b>	<b>金属切削机床及所用刀具</b>	<b>69</b>
3.1	概述	69
3.1.1	机床的分类及型号	69
3.1.2	机床的基本组成	73
3.1.3	机床的传动	74
3.1.4	刀具的类型	75
3.2	车床与车刀	76
3.2.1	车削的基本内容	76
3.2.2	车床的类型与车刀	76
3.2.3	CA6140型卧式车床的结构特征	78
3.3	磨床与砂轮	92
3.3.1	磨床	92
3.3.2	砂轮	96
3.3.3	磨削过程及其特征	98
3.4	齿轮加工机床与齿轮刀具	100
3.4.1	齿轮加工方法	100
3.4.2	齿轮加工机床	101
3.4.3	齿轮刀具	108
3.5	其他常见类型的机床与刀具简介	109
3.5.1	孔加工机床与刀具	109
3.5.2	铣床与铣刀	116
3.5.3	刨床	120
	习题与思考题	121
<b>第4章</b>	<b>机械加工工艺规程设计</b>	<b>123</b>
4.1	工艺规程制订概述	123
4.1.1	机械加工工艺规程及其作用	123
4.1.2	制订机械加工工艺规程的原则以及所需的原始资料	125
4.1.3	机械加工工艺规程制订的步骤及其内容	125
4.2	定位基准的选择	129
4.2.1	精基准的选择原则	129

4.2.2	粗基准的选择原则	131
4.3	工艺路线的拟订	134
4.3.1	表面加工方法与使用设备的选择	134
4.3.2	加工阶段的划分	137
4.3.3	工序集中与工序分散	138
4.3.4	工序顺序的安排	139
4.4	加工余量的确定	140
4.4.1	加工余量的概念	140
4.4.2	影响加工余量的因素	142
4.4.3	确定加工余量的方法	143
4.5	工序尺寸及其公差确定	143
4.5.1	概述	143
4.5.2	工艺尺寸链	145
4.5.3	尺寸链的基本计算公式	147
4.5.4	工艺尺寸链的应用	149
4.6	计算机辅助工艺过程设计	152
4.6.1	概述	152
4.6.2	计算机辅助工艺过程设计(CAPP)系统	153
4.6.3	计算机辅助工艺过程设计的关键技术	155
4.7	工艺过程的经济性分析	157
4.7.1	生产率与经济性	157
4.7.2	时间定额的确定	158
4.7.3	工艺方案的经济性分析	159
4.8	连杆机械加工工艺过程的制定与分析	161
4.8.1	连杆的技术要求分析	161
4.8.2	连杆的加工工艺过程	163
4.8.3	连杆的加工工艺过程分析	164
	习题与思考题	167
<b>第5章</b>	<b>机床夹具设计原理</b>	<b>170</b>
5.1	机床夹具概述	170
5.1.1	机床夹具及其分类	170
5.1.2	机床夹具的功用	171
5.1.3	机床夹具的组成	171
5.2	工件在夹具中的定位	172
5.2.1	工件定位原理	173
5.2.2	工件定位方法	175
5.2.3	定位误差的分析与计算	180
5.3	工件在夹具中的夹紧	188



5.3.1	夹紧装置的组成和要求	188
5.3.2	夹紧力的确定原则	190
5.3.3	几种常用的夹紧机构	192
5.4	典型机床夹具设计要点	199
5.4.1	车床夹具	200
5.4.2	钻床夹具	202
5.4.3	铣床夹具	207
5.4.4	其他机床夹具	210
5.5	机床专用夹具的设计方法	212
5.5.1	机床专用夹具设计的基本要求	212
5.5.2	机床专用夹具设计的方法和步骤	212
5.5.3	机床专用夹具设计实例	213
	习题与思考题	216
<b>第6章</b>	<b>机械加工质量分析与控制</b>	<b>220</b>
6.1	机械加工质量概述	220
6.1.1	机械加工质量的内涵	220
6.1.2	机械加工精度的基本概念	220
6.1.3	机械加工表面质量的概念	221
6.2	影响加工精度的因素分析	222
6.2.1	概述	222
6.2.2	工艺系统几何误差	223
6.2.3	工艺系统的受力变形	232
6.2.4	工艺系统热变形	235
6.2.5	工件内应力引起的变形	238
6.3	保证和提高加工精度的主要措施	239
6.3.1	误差预防技术	239
6.3.2	误差补偿技术	240
6.4	加工误差的统计分析	241
6.4.1	加工误差的分类	241
6.4.2	分布曲线分析法	242
6.4.3	点图分析法	247
6.5	加工精度综合分析实例	248
6.5.1	问题的提出	248
6.5.2	分析和解决加工质量问题的过程	249
6.6	影响加工表面质量的因素	253
6.6.1	影响表面粗糙度的因素	253
6.6.2	影响表面层物理力学性能的因素	255
6.7	机械加工过程中的振动	257

6.7.1	概述	257
6.7.2	机械加工过程中的强迫振动	257
6.7.3	机械加工过程中的自激振动	258
6.7.4	控制机械加工振动的途径	260
	习题与思考题	263
<b>第7章</b>	<b>机器装配技术基础</b>	<b>266</b>
7.1	机器装配概述	266
7.1.1	机器的装配工艺过程	266
7.1.2	机器装配精度及其影响因素	267
7.2	保证装配精度的方法	268
7.2.1	装配尺寸链	268
7.2.2	互换装配法	269
7.2.3	选择装配法	273
7.2.4	修配装配法	275
7.2.5	调整装配法	276
7.3	装配工艺规程的制订	278
7.3.1	装配工艺规程的主要内容	279
7.3.2	制订装配工艺规程的基本原则及所需要的原始资料	279
7.3.3	制订装配工艺规程的方法与步骤	279
	习题与思考题	281
<b>第8章</b>	<b>制造模式与制造技术的发展</b>	<b>283</b>
8.1	现代制造技术概述	283
8.1.1	现代制造技术及其特点	283
8.1.2	现代制造技术的发展趋势	283
8.2	现代制造工艺技术	285
8.2.1	超精密加工技术	285
8.2.2	微细/纳米加工技术	289
8.2.3	高速加工技术	292
8.2.4	现代特种加工技术	294
8.2.5	快速原型制造技术	297
8.3	先进制造模式	299
8.3.1	并行工程	300
8.3.2	精益生产	301
8.3.3	敏捷制造	303
	习题与思考题	306
	参考文献	307

# 绪 论

## 0.1 机械制造业及其在国民经济中的地位和作用

制造业是将制造资源通过制造过程转化为可供人和社会使用和利用的工业产品或生活消费品的行业。制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。18世纪中叶开启工业文明以来，世界强国的兴衰史和中华民族的奋斗史一再证明，没有强大的制造业，就没有国家和民族的强盛。许多国家的经济腾飞，制造业功不可没。制造业的作用具体表现在以下几个方面：

(1) 制造业是国民经济的支柱产业和经济增长的发动机。在发达国家中，制造业创造了约60%的社会财富、约45%的国民经济收入。改革开放30多年来，我国制造业增长高于国家整体经济发展水平，在规模发展的同时，产业结构也在快速升级。据统计，2005~2013年，我国制造业总产值年均增长20%。

(2) 制造业是高技术产业化的基本载体。纵观工业化历史，众多的科技成果都孕育在制造业的发展之中。制造业也是科技手段的提供者，科学技术与制造业相伴成长。例如，20世纪兴起的核技术、空间技术、信息技术、生物医学技术等高新技术无一不是通过制造业的发展而产生并转化为规模生产力的。其直接结果是诸如集成电路、计算机、移动通信设备、国际互联网、机器人、核电站、航天飞机等产品的相继问世，并由此形成了制造业中的高新技术产业。

(3) 制造业是吸纳劳动就业的重要途径。在工业国家中，约有1/4的人口从事各种形式的制造活动。在我国，制造业吸引了一半的城市就业人口，农村剩余劳动力转移也有近一半流入了制造业。

(4) 制造业是国际贸易的主力军。近年来，国际贸易增长速度高于世界经济增长近两倍。由于初级产品的技术含量低，在国际市场的竞争力越来越弱，各国都千方百计扩大制成品的出口，以提高国际竞争力和附加价值。美、英、法、德、日等国家的制成品出口占全部出口比重的90%以上。20世纪90年代以后，我国制造业的出口一直维持在80%以上，创造了接近3/4的外汇收入。

(5) 制造业是国家安全的重要保障。现代战争已进入“高技术战争”的时代，武器装备的较量在很大程度上就是制造技术水平的较量。没有精良的装备，没有强大的装备制造业，一个国家不仅不会有军事和政治上的安全，而且经济和文化上的安全也会受到威胁。

机械制造业是制造业的重要组成部分。它肩负着直接为用户提供消费品和为国民经济各部门提供各种技术装备的双重任务。机械制造业是国家工业体系的重要基础和国民经济的重要组成部分。国民经济各部门的生产水平和经济效益，在很大程度上取决于机械制造业所提供装备的技术性能、质量和可靠性。

## 0.2 制造技术的发展历程

制造技术是制造业为国民经济建设和人民生活生产各类必需物资所使用的一切生产技术的总称，是将原材料和其他生产要素经济合理地转化为可直接使用的具有较高附加值的成品/半成品和技术服务的技术群。这些技术包括运用一定的知识和技能，操纵可以利用的物质、工具，采取各种有效的策略、方法等。制造技术发展受多方面的因素所决定，但最主要的因素是技术的推动和市场的牵引。

人类最早的制造活动可以追溯到石器时代。当时，人类利用天然石料制作劳动工具，用其猎取自然资源为生。到了青铜器和铁器时代，为了满足以农业为主的自然经济的需要，出现了诸如纺织、冶炼、锻造等较为原始的制造活动，并采用作坊式手工业的生产方式，形成了以分工为基础的协作工厂手工制造业。

18 世纪 70 年代，蒸汽机和纺纱机的诞生引发第一次工业革命，从手工业作坊式生产到以机械加工和分工原则为中心的工厂生产，手工劳动逐渐被机器生产所代替。

到了 19 世纪中叶，电磁场理论的建立为发电机和电动机的产生奠定了基础，从而进入了电气化时代。由于电气技术与其他制造技术的融合，制造业得到了迅速发展，出现了以经验管理为主、生产过程简单、分工不专业、生产规模小的原始机械工厂。

20 世纪初，内燃机的发明引发了制造业的又一次革命，流水生产线和泰勒(Taylor)式科学管理方法得到应用。福特(Ford)公司率先推行零件互换性技术，1931 年建立了具有划时代意义的汽车装配生产线，实现了以刚性自动化制造技术为特征的大量生产方式和“规模效益第一”的生产方式，使汽车的价格在几年内降低到原价格的 1/8，促进了汽车进入家庭。这种大批量生产方式一直延续到 20 世纪 60 年代。

1952 年世界上第一台数控(NC)机床的诞生，标志着数字化制造时代的到来。数控机床被公认为是解决单件小批量生产自动化的有效途径，因而发展速度很快。20 世纪 70 年代初期出现了计算机数控(CNC)，随之又出现了由一台中央计算机控制若干台 CNC 机床的计算机直接数控(DNC)，大规模生产方式开始逐步向多品种、中小批量的生产方式转变。进入 20 世纪 80 年代，基于先进的计算机技术和自动化技术发展了各种先进的单元制造技术，如柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)等，为制造业多品种、中小批量的生产提供了强有力的装备支持和技术保障。

进入 20 世纪 80 年代，制造理念、制造技术和制造装备也迎来了新的发展时期，出现了物料需求计划(MRP)、制造资源规划(MRP II)、企业资源规划(ERP)；以计算机为中心的集成制造技术从根本上改变了制造技术的面貌和水平，体现新的制造模式的计算机集成制造系统(CIMS)、并行工程(CE)以及精益生产(LP)得到实践、应用和推广。20 世纪 90 年代以来，以 Internet 为代表的信息技术革命给世界带来了巨大的变化，经济全球化进程也打破了传统的地域经济发展模式，市场变得更加广阔。提高制造企业的快速响应能力以适应瞬息万变的市场需求，已成为企业赢得市场竞争的关键。于是相继出现了许多先进的制造模式，如敏捷制造(AM)、精益-敏捷-柔性(LAF)生产系统、虚拟制造(VM)、智能制造(IM)和绿色制造(GM)等。其中 LAF 生产系统是在全面吸收精益生产、敏捷制造和柔性制造的精髓后的一种全新的生产制造模式，是当今 21 世纪极有发展前景的先进制造模式。

## 0.3 我国机械制造业的现状

### 1) 我国制造业的成就

(1) 我国已成为世界制造大国，被称为“世界工厂”。2009年，我国进出口贸易总额达到2.2万亿美元，成为世界第一大货物出口国。国内生产总值达到4.9万亿美元，成为世界第二大经济体。2012年我国制造业增加值为2.08万亿美元，在全球制造业占比约20%，成为世界上名副其实的“制造大国”。2013年中国装备制造业产值规模突破20万亿元，占全球比重超过1/3，稳居世界首位。中国凭借巨大的制造业总量成为名副其实的“世界工厂”。

(2) 已建立了一个比较完整的工业体系，提供重大成套装备的能力不断提高。例如，年产1~2千万吨级不同开采工艺的露天矿采掘和年产500万吨级井下矿采掘成套设备；长江三峡水电站装机容量达18200MW，是20世纪世界最大的，其水发电机组单机额定容量为700MW；300MW秦山核电站成套设备；500kV交流输变电成套设备；3.5万吨级浅吃水和1.2万吨级超浅吃水运煤船；年产50万吨腈纶大型化工成套设备；6000m电驱动沙漠钻机；新舟60新一代支线客机；核动力潜艇；两弹一星等。我国经过几代人的前仆后继，数亿人的发奋努力，“敢上九天揽月，敢下五洋捉鳖”的豪言壮语如今已经变成现实。近年来中国装备自主化迈上新台阶，载人航天与探月工程、“蛟龙”载人深潜器取得重大突破，大型运输机和大型客机已完成布局，研制工作取得重要进展。智能制造装备、海洋工程装备、先进轨道交通装备、新能源汽车等新兴产业发展取得明显成效。

(3) 各具特色的装备制造业聚集地逐渐形成。目前，工业和信息化部已授牌77个装备制造领域国家级新型工业化产业示范基地，占中国示范基地总量的29%。若干具有重要影响力的产业聚集区初步形成，高端装备形成以上海临港、沈阳铁西、辽宁大连湾、四川德阳等为代表的产业示范基地；船舶和海洋工程装备形成以环渤海地区、长江三角洲(长三角)地区和珠江三角洲(珠三角)地区为中心的产业集聚区；工程机械主要品牌企业集中在徐州、长沙、柳州、临沂等地区；沈阳、芜湖、上海、哈尔滨、广州等地建立了工业机器人产业园。

### 2) 我国制造业存在的差距

我国虽已成为制造业大国，但还不是制造业强国，与先进国家相比还有较大差距。主要表现为如下。

(1) 自主研发能力薄弱。我国制造业整体自主研发设计能力薄弱，几乎所有工业行业的关键核心技术都掌握在国外厂商手中，依赖于发达国家的跨国公司提供的关键技术，受制于人。例如，2010年我国汽车产销双双超过1800万辆，稳居全球产销第一，但是，仍然需要用高价从国外购买发动机等关键部件的核心技术和专利；我国现在已经是全球最大的空调生产国，但是压缩机和制冷剂等核心技术掌握在国外发达国家手中；IT产业的产量虽然处在全球前列，可是芯片技术、操作系统等也依赖于国外。

(2) 自主营销品牌缺乏。树立良好的企业形象、创立驰名的品牌商标和掌控战略性的营销网络，是提高企业利润的关键。我国制造业知名品牌企业的数量及影响力与发达国家相比存在较大差距，市场营销和战略管理能力薄弱，缺乏全球营销经验，只会打“价格战”，主要依靠国外分销商或合作伙伴的营销网络开拓国际市场。相当一部分中国企业只是国际知名品牌的加工厂，为外资做零配件加工和代工生产，没有自主品牌和供销网络。《世界机械500强》是目前世

世界上第一个对世界机械企业进行综合比较的榜单。据悉,2015年中国大陆共有92家企业入选,其中上汽、一汽和东风汽车分别排在500强的第4位、21位和22位。大部分入选企业都排在200名以后。虽然中国已经进入全球三大制造强国阵容,但是与美国和日本相比,中国的知名品牌却屈指可数。

(3)高水平人力资本匮乏。进入21世纪以来,中国研发人员总量的年均增长率高于世界多数国家,显示了中国在科技人力投入方面具有长期增长潜力。但是与发达国家相比,科技人力投入强度不高。中国每万名劳动力中研发人员数量在有统计数据的37个国家中,只位列第35位。2008年,我国研发人员的人均研发经费只有3.4万美元,在有36个国家中位列倒数第四,日本、德国和澳大利亚等国的研发人员人均研发经费是我国的5倍以上。

应当看到,当前我国制造业主要集中在低附加值的非核心部件加工制造和劳动密集型装配环节,在全球产业链上处于中低端,制造业“大而不强”的问题十分突出。怎样推进中国从“世界加工厂”向真正的“世界工厂”转变,由“制造业大国”向“制造业强国转变”,增强我国制造业的竞争力与稳定性,是摆在我们面前的重要课题。

## 0.4 课程的性质与研究内容

“机械制造技术基础”课程是机械类本科相关专业一门主干技术基础课。它是以机械制造中的工艺问题为研究对象的一门应用型制造技术学科,主要研究各种机械产品的制造过程和方法。机械制造技术基础课程在内容编排和体系结构上进行了较大的调整,并遵循学生对机械制造技术的认知规律,首先介绍了机械制造过程的基础知识,通过深入讨论金属切削原理及其应用问题,使读者体会到了切削加工中会出现的现象、要遇到的问题以及应采取的措施等,接着介绍了机械制造中所用的机床与刀具方面的知识。然后对机械制造涉及的具体工艺问题,如机械加工和装配工艺规程的设计、机械制造质量分析与控制、机床夹具设计等作了详细的介绍,最后还介绍制造模式和制造技术的最新发展。

## 0.5 课程的学习要求和学习方法

开设本课程的目的是为学生在机械制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。通过课程的学习,要求学生能对整个机械制造活动有一个总体的了解与把握,初步掌握金属切削过程的基本规律和机械加工的基本知识。具体要求如下:

(1)掌握金属切削过程的基本理论和规律,并能根据具体工艺要求选择合理加工方法。

(2)了解常用机械加工装备(机床、刀具、机床夹具)的基本概念和结构,懂得机床、刀具的选用,并具有设计夹具的初步能力。

(3)掌握影响机械加工质量(加工精度和表面质量)的因素,具有分析和解决具体工艺问题的初步能力。

(4)了解和掌握制订机械加工工艺流程和机器装配工艺流程的基本原理和基本知识,具有制订工艺流程的初步能力。

(5)对机械制造技术的新发展有一定的了解。机械制造技术涉及的内容繁多,知识面广,且与生产实际联系密切,是一门综合性、实践性很强的工程技术。由于机械制造技术总结的

是机械制造活动的一般原理和规律，所以在生产实践中具有很大的灵活性。针对机械制造技术“综合性、实践性、灵活性”强的特点，在学习本课程时，要注意实践知识的学习和积累，结合生产实习、课程实验、课程设计等实践性教学环节，弄懂机械制造技术的基本概念，善于总结、分析、应用，培养分析和解决机械制造过程中实际问题的能力。

## 案例研究

美国经济咨询机构环球通视的一份数据显示：2009年中国制造业的产值为1.608万亿美元，占全球制造业总产值的18.6%，低于美国的1.717万亿美元，位居世界第二。联合国工业发展组织的统计报告显示，2009年中国在世界工业生产总值中份额达到15.6%，日本为15.4%，美国以19%的份额位居全球首位。英国《金融时报》2011年3月13日刊登文章披露：据经济咨询机构美国环球通视有限公司的一份研究报告估计，2010年中国占世界制造业产出的19.8%，略高于美国的19.4%。按产出计算，中国已经成为世界头号生产国，使这个国家回到了19世纪初的地位，打破了美国连续110年占据世界头号商品生产国的历史。

我国确实已成为世界制造大国，但“中国制造”却面临“大而不强”的尴尬。您认为这种尴尬主要体现在哪些方面？

## 习题与思考题

- 1-1 什么是制造业？制造业在国民经济中有什么作用？
- 1-2 什么叫制造技术？简述制造技术的发展历程。
- 1-3 当前我国制造业与发达国家相比存在的主要差距是什么？
- 1-4 国际水平制造技术的评价指标有哪些？
- 1-5 为什么要学习“机械制造技术基础”课程？应该怎么学习才能更好地理解和掌握机械制造技术？

# 第 1 章 机械制造过程的基础知识

## 1.1 机械制造过程

### 1.1.1 机械产品的制造过程

任何一种机械产品的制造都要经历产品设计、生产准备、原材料的运输和保管、毛坯制造、机械加工、热处理、装配和调试、油漆、包装等一系列过程，如图 1-1 所示。

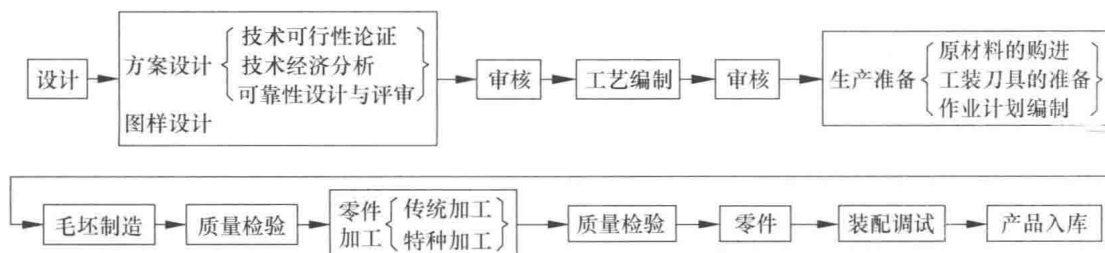


图 1-1 机械产品的制造过程

机械产品的制造过程实质上是由原材料转变为产品的各个相互关联的劳动过程总和。这个过程往往是由许多工厂或一个工厂的许多车间联合完成的，这样便于组织专业化生产，有利于保证产品质量，提高生产率，降低生产成本。

### 1.1.2 机械制造工艺过程

#### 1. 工艺过程

在机械产品的制造过程中，用来直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。具体可分为铸造、锻造、焊接、冲压、机械加工、热处理和装配等。

#### 2. 机械制造工艺过程

机械制造工艺是指制造机械产品的技巧、方法和程序。机械制造工艺过程一般是指机械加工工艺过程和机械装配工艺过程。采用机械加工的方法，按照一定的顺序逐步地改变毛坯的形状、尺寸、各表面间相互位置及表面质量，使其成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程。将组成机器的零件、部件按照装配精度要求进行必要的连接和配合，使之成为合格机械产品的工艺过程称为机械装配工艺过程。

### 1.1.3 工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一个或若干个按顺序排列的工序组成，而每一个工序又可细分为安装、工位、工步和走刀等。



## 1. 工序

一个(或一组)工人,在同一台机床(或同一个工作地)对一个(或同时几个)工件所连续完成的那一部分工艺过程称为工序。工序是组成工艺过程的基本单元,也是生产计划和成本核算的基本单元。工人、工作地、工件和连续作业(三定一连续)构成了划分工序的四个要素。只要有其中任一要素发生变化,即构成了另一道工序。因此,同一个零件、同样的加工内容可以有不同的工序安排。

对于图 1-2 所示的阶梯轴,因生产批量不同,其工艺过程的组成就不同,如表 1-1 与表 1-2 所示。

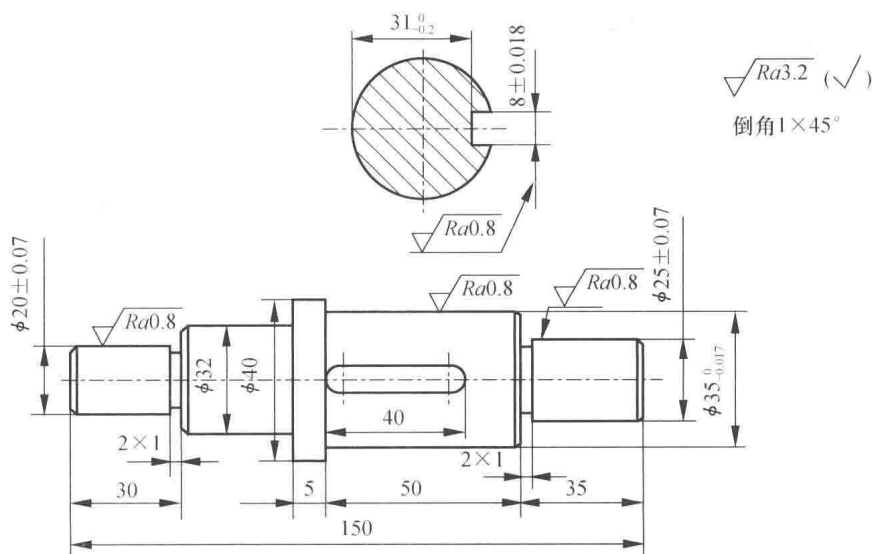


图 1-2 阶梯轴

表 1-1 阶梯轴单件生产工艺过程

工序号	工序名称和内容	设备
1	车端面,打中心孔,车外圆,切退刀槽,倒角	车床
2	铣键槽	铣床
3	磨外圆	磨床
4	去毛刺	钳工台

表 1-2 阶梯轴大批量生产工艺过程

工序号	工序名称和内容	设备
1	铣端面,打中心孔	铣钻联合机床
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆,倒角,切退刀槽	
4	铣键槽	铣床
5	磨外圆	磨床
6	去毛刺	钳工台