



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

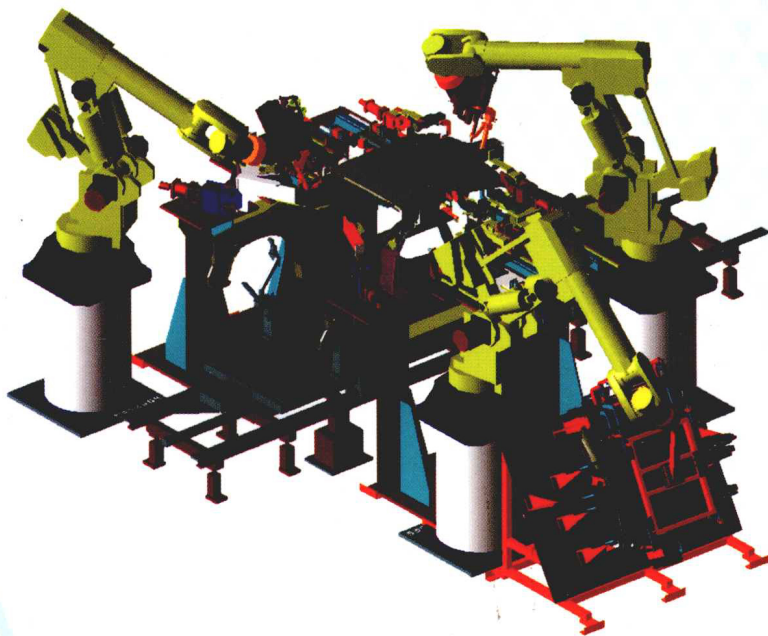


北京市高等教育精品教材立项项目

# 机械制造技术基础

第3版

韩秋实 王红军 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

北京市高等教育精品教材立项项目

# 机械制造技术基础

## 第3版

主 编	韩秋实	王红军		
副主编	谭豫之	张 宾		
参 编	李 伟	张怀存	孙志永	
	王吉芳	栾忠权	张 康	

机械工业出版社

本书对原有教材进行了优化, 以使学生通过本课程的学习对机械制造技术的发展有一个全面的了解和正确认识。

本书内容包括: 机械制造工业的作用、国内外发展的现状, 机械制造技术基础知识、切削与磨削、机床设备、机械加工工艺的设计、工件在机床上的装夹与夹具设计、机械加工精度与表面质量、机械装配工艺、先进制造工艺技术、数字化和网络化制造、绿色制造与环境等内容。本书适合大多数普通高等院校培养面向生产第一线高级技术人才的需要。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/韩秋实, 王红军主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2009. 12

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
ISBN 978-7-111-29185-5

I. 机… II. ①韩…②王… 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 220712 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: 刘小慧 责任编辑: 韩冰 封面设计: 张静  
责任校对: 刘志文 责任印制: 李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 2 月第 3 版第 1 次印刷

184mm × 230mm · 24.75 印张 · 475 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-29185-5

定价: 38.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面无防伪标均为盗版

# 第3版前言

随着信息技术、自动化技术和人工智能等技术的迅猛发展和它们在制造领域中的应用，制造业发生了巨大的变化。信息技术与制造技术进一步融合，制造技术向信息化、系统化、集成化、高速高精高效方向发展，强调节能减排与绿色制造。为适应制造技术的发展、适应新世纪高等教育对于人才培养的要求，在2008年“国家十一五规划教材项目”的资助下，优化教学内容，采用新颁布的相关国家标准，对2005年出版的北京市精品教材立项教材进行进一步修订并出版。

修订后的教材继承了1998版和2005版教材将基础理论知识与工程应用技术相结合、传统制造技术与现代制造技术相结合的风格。新教材进一步优化了教学内容，融入了节能减排、绿色制造的概念，突出了现代先进制造技术的内容，以满足学生对制造工程的新理论、新技术学习的需要。本书按70~80学时编写，供不同专业及专业方向选学。

第一章为绪论，介绍了机械制造业的作用、信息时代的制造业和机械制造系统的概念。第二章为机械加工及设备的基础理论。第三章和第四章为金属切削原理的内容，保留了原版的内容，在切削用量选择、刀具的选用等方面强调了能源节约的原则。第五章至第七章介绍了金属切削机床的加工原理、应用范围、传动系统及结构特点，以及常用的刀具，介绍了数控机床的原理、基本结构和选用原则等内容，压缩了数控机床功能部件的介绍内容。第八章至第十二章叙述了机械加工工艺规程的制订、工件在机床上的安装、机械加工精度和表面质量以及装配工艺的拟订，增加了数控加工工艺设计的内容。第十三章和第十四章针对机械制造领域的新技术，对制造信息化部分内容进行了优化，着重对计算机辅助制造原理和相关工程软件进行讲解，删除了2005版中关于计算机网络的部分内容和虚拟制造的内容，突出绿色制造等内容。

本书可作为高等学校机械设计制造及自动化专业和其他机械工程类专业的专业基础课教材，也可作为职工大学、函授大学、职业学院的相应专业的教学用书，并可供从事机械制造工作的工程技术人员参考和培训使用。

北京信息科技大学韩秋实任主编，王红军负责统稿并担任主编，中国农业大学谭豫

#### IV 第3版前言

---

之、张宾任副主编。参加编写的人员还有李伟、张怀存、孙志永、王吉芳、栾忠权、张康等。

本书由赵继教授和徐小力教授担任主审。

本书在编写过程中，听取了一些老专家的意见，并参考和引用了一些教材中的部分内容和插图，在此表示感谢！

本书是国家级“十一五”规划教材，是北京市精品课程“机械制造技术基础”的使用教材。在编写过程中，得到了国家教育部、北京市教育委员会以及北京信息科技大学的支持，并得到机械工业出版社的大力支持和协助，在此谨向有关老师与同志表示诚挚的感谢！

限于笔者资料与水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请读者批评指正。

编者

# 第 2 版前言

近年来，随着信息技术、自动化技术和人工智能技术的迅猛发展和在制造领域中的应用，制造业发生了巨大的变化。为适应技术发展和经济竞争的需要，以及适应 1998 年国家教育部修订的新的本科专业目录，根据国家机电类教学指导委员会机械制造和机械设计专业组会议精神，从增强基础知识、拓宽专业面考虑，从工科院校培养应用型、动手能力强的人才的角度出发，于 1998 年 4 月编写出版了《机械制造技术基础》，作为普通高校机械工程类专业的教材。使用 5 年来，得到了多数使用该教材院校师生的好评，并于 2002 年被列为北京市精品教材。随着科学技术的迅速发展，信息技术与制造技术进一步融合，制造技术向信息化、系统化、集成化方向发展，为适应这一发展及新世纪高等教育对于培养人才的要求，由北京市精品教材工程的资助，对 98 版《机械制造技术基础》教材进行修订，供有关院校使用。

修订后的教材，继承了 1998 版教材基础理论知识与工程应用技术相结合，传统制造技术与现代制造技术相结合的风格，并进一步加强了信息技术在机械制造中的应用，突出了现代先进制造技术的内容，以满足学生对制造工程的新理论、新技术学习的需要。本书包括了原《金属切削原理》、《金属切削机床概论》和《机械制造工艺学》中主要的和基础的内容。并在此基础上，增加了先进制造技术、制造信息化、绿色制造等新技术和新知识，特别突出了数控加工设备及数控加工工艺的内容。本书按 80 学时编写，供不同专业及专业方向选学。

本书内容：第一章为绪论，介绍了机械制造工业的作用、信息时代的制造业和机械制造系统的概念。第二章为机械加工及设备的基础理论。第三章至第四章为金属切削原理的内容，把原教学要求的内容进行了压缩及删减，保留了基本的和重要的知识。第五章至第七章介绍了金属切削机床的加工原理、应用范围、传动系统及结构特点，以及常用的刀具，并特别突出了数控机床的原理、结构、编程等内容。第八章至第十二章叙述了机械加工工艺规程的制订、工件在机床上的安装、机械加工精度和表面质量以及设备装配工艺，并增加了数控加工工艺设计的内容。第十三章至第十四章介绍了机械制造领域的新技术，包括先进制造技术、制造信息化和绿色制造等内容。

## VI 第2版前言

---

本书可供高等学校机械设计制造及自动化专业和其他机械工程类专业作为专业基础课教材，也可供职工大学、函授大学、高职学院的相应专业作为教学用书，并可供从事机械制造工作的工程技术人员参考和培训使用。

本书由北京机械工业学院韩秋实教授主编，北京机械工业学院王红军、中国农业大学张宾、谭豫之任副主编。另外，参加编写的人员还有李伟、孙志勇、张怀存、张康、王吉芳、栾忠权等。

本书由徐小力教授主审。

本书在编写过程中，听取了一些老专家的意见，并参考和引用了一些教材中的部分内容和插图，在此表示感谢，也对在1998版中的编者甘肃工业大学胡赤兵，谭伟明二位教授表示感谢。感谢郑军等完成了部分文字的编辑和录入工作。

限于编者水平，书中错误和不正确之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

# 第 1 版前言

当前, 高等教育改革正在深入发展, 为培养人才, 增强基础知识、拓宽专业面已成大势所趋。1998 年初, 国家教委已完成工科本科专业目录的修订工作, 并在此基础上, 改革和建立了新的课程体系。

1996 年 9 月和 1997 年 4 月召开的两次国家机电类教学指导委员会机械制造、机械设计专业组会议上, 都提出了设立“机械制造基础”课程作为机械设计制造及自动化专业(新目录)的专业基础课。考虑到课程体系改革的逐步过渡, 以及大多数一般工科院校培养应用型、动手能力强的人才的特点, 我们编写了这本教材, 供有关院校使用。

本书包括了原《金属切削原理》、《金属切削机床概论》和《机械制造工艺学》中主要的和基础的内容, 并介绍一些常用刀具、特种加工、精密加工、先进制造技术等新的技术和知识。按 80 学时编写, 供不同专业及专业方向选学。

本书从系统的角度出发, 把全书内容有机地联系起来。在编写中, 还注意突出了数控机床及数控机床上加工工艺特点等内容。

第一章为绪论, 介绍了机械制造工业的地位、现状和机械制造系统的一些概念。第二章介绍了机械加工及设备的基础理论。第三章至第五章为切削原理的内容, 把原教学大纲要求的内容进行了压缩及删减, 保留了基本的和重要的知识。第六章介绍了常用刀具。第七章至第十章介绍了金属切削机床的加工原理、应用范围、传动系统及结构特点等内容, 并简要介绍了数控编程的知识。第十一章至十五章叙述了机械加工工艺规程的制订、工件在机床上的安装、机械加工精度和表面质量以及设备装配工艺。第十六章介绍了机械制造新技术。

本书可作为高等学校机械设计制造及自动化专业和其他机械工程类专业的专业基础课教材, 也可作为职工大学、函授大学、专科学校的相应专业的教学用书, 并可供从事机械制造工作的工程技术人员参考。

本书由北京机械工业学院韩秋实(教学指导委员会委员)主编, 中国农业大学李伟、甘肃工业大学胡赤兵(教学指导委员会委员)任副主编。参加编写的人员有韩秋实、李伟、胡赤兵、都曾泽、张怀存、谭伟明、王红军、张宾、谭豫之、高锦宏、李云洁。



## VIII 第1版前言

---

本书由吉林工业大学校长吴博达教授主审。

本书在编写过程中，听取了一些老专家的意见，并参考和引用了一些教材中的部分内容和插图，在此表示感谢。

限于编者水平，书中错误和不正确之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

# 目 录

第 3 版前言	
第 2 版前言	
第 1 版前言	
第一章 绪论	1
第二章 机械加工及设备的基础理论	7
第一节 金属切削基本知识	7
第二节 金属切削机床的基本知识	15
第三节 金属切削过程	26
第四节 切削力、切削热与切削温度	32
第五节 刀具的磨损与刀具寿命	45
第三章 切削条件的合理选择及刀具的选择	51
第一节 工件材料的切削加工性	51
第二节 刀具材料	54
第三节 切削液	59
第四节 刀具合理几何参数的选择	60
第五节 切削用量的选择	64
第四章 磨削	71
第一节 砂轮的特性与选择	71
第二节 磨削运动及磨削过程	74
第三节 磨削力、磨削功率及磨削温度	76
第四节 先进的磨削方法	80
第五章 车床	86
第一节 CA6140 型卧式车床及传动系统	87
第二节 CA6140 型卧式车床主要结构	98
第三节 其他通用车床	106
第四节 车床刀具	110
第六章 其他机床及典型加工方法	113
第一节 铣床	113
第二节 钻床	118
第三节 镗床	123
第四节 磨床	127
第五节 齿轮加工机床	130
第七章 数控机床	146
第一节 概述	146
第二节 数控机床的分类	149
第三节 数控机床的工作原理	151
第四节 数控机床的机械结构	154
第五节 数控机床的选用原则	161
第六节 典型数控机床	162
第八章 机械加工工艺规程的制订	168
第一节 基本概念	168
第二节 定位基准的选择	178
第三节 机械加工工艺路线的拟定	183

第四节	加工余量及工序尺寸和 公差的确定 .....	194	性能的影响 .....	307	
第五节	工艺尺寸链 .....	199	第二节	影响机械加工表面质量的 因素 .....	312
第六节	工艺过程的生产率和技术 经济指标 .....	212	第三节	提高机械加工表面质量的 方法 .....	322
第七节	数控加工工艺设计 .....	216	第四节	振动对表面质量的影响及 其控制 .....	325
第八节	典型零件机械加工工艺流程 制订实例 .....	229	<b>第十二章</b>	<b>装配工艺</b> .....	331
<b>第九章</b>	<b>工件在机床上的安装</b> .....	241	第一节	装配工艺的制订 .....	331
第一节	概述 .....	241	第二节	保证装配精度的方法和装配 尺寸链 .....	333
第二节	工件定位原理 .....	243	<b>第十三章</b>	<b>先进制造技术与制造     信息化</b> .....	344
第三节	定位方式与定位元件的选择 ..	246	第一节	企业制造信息化的现状与 发展趋势 .....	344
第四节	定位误差 .....	253	第二节	企业采用的计算机辅助 工具简介 .....	349
第五节	工件的夹紧 .....	257	第三节	快速成形技术 .....	363
第六节	基本夹紧机构 .....	260	<b>第十四章</b>	<b>绿色制造与环境</b> .....	370
第七节	典型夹具 .....	267	第一节	绿色制造的基本概念 .....	370
第八节	数控加工系统的夹具 .....	278	第二节	清洁生产 .....	372
<b>第十章</b>	<b>机械加工精度</b> .....	280	第三节	绿色再制造技术 .....	375
第一节	概述 .....	280	第四节	虚拟绿色制造技术 .....	378
第二节	工艺系统几何误差对加工 精度的影响 .....	282	第五节	绿色制造技术的科学价值 和应用前景 .....	379
第三节	工艺系统受力变形对加工 精度的影响 .....	286	<b>参考文献</b> .....	381	
第四节	工艺系统受热变形对加工 精度的影响 .....	295			
第五节	加工误差的统计分析法 .....	299			
<b>第十一章</b>	<b>机械加工表面质量</b> .....	307			
第一节	表面质量的含义及其对零件使用				

# 第一章 绪 论

## 一、机械制造业的作用、发展及国内外水平

在国民经济的各个领域、各个行业中广泛使用着各种机床、机器、仪器及工具等，这些工艺装备都是由机械制造业提供的。机械制造业的主要任务就是围绕各种工程材料的加工技术，研究其加工工艺并设计和制造各种工艺装备。机械制造业是国民经济各部门的装备部，它不仅为传统产业的改造提供现代化的装备，同时也为计算机、通信等新兴的产业群提供基础的或从未有过的新型技术装备。机械制造业的兴衰直接影响和制约了工业、农业、交通、航天、信息和国防各部门的生产技术和整体水平，进而影响着一个国家的综合生产实力及国家的强盛程度。

美国在接受了生产衰退、产品的市场竞争力明显下降的教训之后，于 20 世纪 80 年代末明确提出“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”以及“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”。2001 年，中国工程院组织专家对我国制造业的现状、作用、地位及发展趋势和对策进行了调查研究，写出了《新世纪如何提高和发展我国制造业的研究报告》。报告指出：处于工业中心地位的制造业，特别是装备制造业，是国民经济持续发展的基础，是工业化、现代化建设的发电机和动力源，是在国际竞争中取胜的法宝，是技术进步的主要舞台，是提高人均收入的财源，是国防安全的保障，是发展现代文明的物质基础。没有先进的制造业来持续地武装、改造和提升各产业部门的装备和生产运行水平，就无法实现对环境友好的可持续发展，就谈不上现代化。2006 年 2 月，我国制定了《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》。2007 年 9 月，我国国家领导人视察某机床企业时指出：代表装备制造业水平的“数控机床的水平是一个国家机械化、现代化的重要标志，代表一个国家的科学水平、创新能力和综合能力，中国要成为数控机床的生产大国”。可见，机械制造业是国民经济赖以发展的基础，是国家经济实力和综合国力的综合体现。21 世纪是科学技术、综合国力竞争的年代，一个国家为了保持在国际竞争中的地位，必须首先大力发展好机械制造业及机械制造技术。

机械制造业是有着悠久历史的行业，早在公元前几个世纪，制造业的萌芽就已经出现了。人们最初是加工木料，并逐渐过渡到加工金属。15 世纪出现了由畜力驱动的铣床，用来加工天文仪器上的铜盘。18、19 世纪相继出现了由蒸汽机和电力驱动的机械

动力机床及相应的刀具,加工的范围、精度、效率都达到了一定的水平。随着电子计算机及以计算机为核心的信息技术的产生和发展,20世纪40年代出现了数控机床(NC)以及后来的计算机数控机床(CNC)、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)等。同时新的、高效率的硬质合金刀具及新刀具材料也在不断发展,机械制造业已经进入了一个划时代的发展阶段。

当代的机械制造业(冷加工技术)正沿着三个主要方向发展。

1) 加工技术向高度信息化、自动化、智能化、复合化方向发展,信息技术、智能制造技术、数控技术、柔性制造系统、计算机集成制造系统以及敏捷制造等先进制造技术都在改造传统制造业并迅速向前发展。

2) 加工技术向高精度发展,出现超精密工程以及纳米材料及其加工、纳米测量等纳米技术。

3) 加工工艺方法进一步完善与开拓,除了传统的切削与磨削技术仍在发展外,特种加工方法也在不断开拓新的工艺可能性与新的技术,如快速成形、激光加工、电加工和射流加工等,绿色工艺、绿色制造模式方兴未艾。

同时,机械制造中的计量与测试技术、机械产品的装配技术、工况监测与故障诊断技术、机械设备性能试验技术、机械产品的可靠性保证与质量控制技术、仿生制造技术、微型制造设备技术、网络制造技术、人工智能的应用以及考虑到环境保护、节能减排和可持续发展的绿色制造技术等均有重大的进展。机械制造业的发展依赖材料学、仿生学、计算机科学、系统论、信息论、控制论等各门学科的基本理论和最新成果,因此,加强学科间的交叉、综合、渗透,探索新的机械制造理论、技术工艺和设计思想,用当代高新技术来改造、武装机械制造行业,是向着自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化和精密化的目标前进的最佳途径。

我国的机械制造业起步较晚,基本上是在20世纪50年代以后开始的。但50多年来已取得了长足的进步。以代表机械制造业水平的数控机床为例,改革开放初期的1979年我国数控机床产量仅为692台,到2007年我国数控机床产量已达到123257台,年产量已居世界首位。2007年我国数控机床拥有量约70万台,其中国产约50万台。这意味着2007年我国数控机床产量比1979年增加了近200倍,数控机床拥有量增加了500倍左右。2007年国产数控机床在国内市场的占有率也首次突破了50%,占据了国内市场的半壁江山。“七五”、“八五”和“九五”期间,“柔性制造系统和设备开发研究”等一批国家科技攻关项目都取得了关键性的成果。“十五”期间,国家又组织了“精密制造与数控关键技术研究和应用示范”重大科技攻关项目,使具有自主知识产权的高水平、高精度机床数控系统的研制和生产有较大提高,高、中档数控机床、加工中

心以及高速主轴单元等功能部件形成相当的研究和生产能力。“十一五”期间，国家又把“高档数控机床与基础制造装备”列为科技重大专项。目前，我国已能生产6轴5联动的数控系统，生产的高速数控铣削机床，主轴转速为4000~40000r/min，进给速度可达30m/min，定位精度可达5 $\mu$ m，可实现5轴联动。生产的立式高速加工中心，主轴转速可高达10000r/min，定位精度可达 $\pm 2\mu$ m，进给速度可达60m/min。还开发出了数控7轴5联动重型立式车铣复合加工机床。另外，数控机床品种发展迅速，1995年全国数控机床品种有500多种，到2000年就已发展到1300多种。并且中国数控机床正在向高精度、高速度、多轴联动、复合化发展，向自动线和柔性自动线成套方向发展，向高级型、普及型、经济型相结合方向发展，向模块化、系列化方向发展。在切削刀具方面，我国已开发了超细晶粒硬质合金、碳化钛基硬质合金、含稀土元素的硬质合金以及高性能超细晶粒氧化铝陶瓷、氮化硅陶瓷等刀具材料，并已能生产高精密滚刀、精密镜面铣刀等刀具和立方氮化硼(CBN)砂轮。我国的机械制造业确实已达到了相当的规模 and 水平。

但是，相对工业发达国家的机械制造业来说，我国还是有一定的差距。我国生产的数控系统在可靠性、无故障使用时间上都低于国外的一些同类产品。国产高档数控机床在品种、水平和数量上远远满足不了国内发展需求；数控机床功能部件和数控系统发展滞后；机床制造企业技术装备水平不高，制造能力不能满足市场快节奏的要求。根据《2008~2010年中国数控机床行业调研及投资咨询报告》中的内容，“目前国内数控机床企业在产品设计水平、质量、精度、性能等方面与国外先进水平相比落后了5~10年；在高精尖技术方面的差距则达到了10~15年”，“同时，我国在应用技术及技术集成方面的能力也还比较低，相关的技术规范和标准的研究制订相对滞后，国产的数控机床还没有形成品牌效应”。在刀具方面，超硬刀具及相应刀具材料的应用处于起始阶段；新结构刀具和精密刀具占刀具总量的比例小。在加工工艺方面，超精加工水平较低；自动化加工及管理也还处于起始阶段。我国在机械制造基础理论及应用技术的研究方面也较落后，人员技术素质也还适应不了现代机械制造业飞速发展的需要。

因此，我国的机械制造业必须努力工作，培养高水平的人才和提高现有人员的素质，学习和掌握当代最先进的科学技术，使我国的机械制造业赶上世界先进水平。

## 二、机械制造过程及机械制造系统

### (一) 机械产品生产过程与机械制造过程

在现代化的制造工业中，机械产品的生产过程是一个大的系统工程。该过程根据内容的不同可分为三个阶段：第一阶段是产品的决策阶段；第二阶段是产品的设计和研究阶段；第三阶段是产品的制造阶段，如图1-1所示。

产品的制造阶段即是把原材料转变为成品的过程，这一过程包括原材料的运输和保

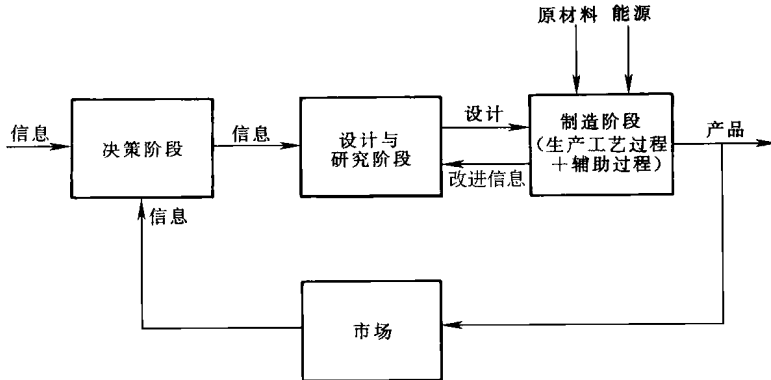


图 1-1 机械产品生产过程

管、生产准备、毛坯准备、机械加工、装配与调试、质量检验、成品包装等不同的工作。在这一过程中的运输、保管、准备、包装、检验等称为辅助过程，而毛坯制造、机械加工、热处理、装配等直接改变毛坯或零件的形状尺寸、材料性能的过程称为生产工艺过程或工艺过程。生产工艺过程中的机械加工、装配调试等称为机械制造(工艺)过程。这一过程的工作即是把已通过铸造、焊接、锻造等方法得到的毛坯进行机械切削等加工，并装配成机器。

## (二) 机械加工工艺系统与机械制造系统

在产品的机械制造过程中，大部分工作是机械加工。机械加工是指通过金属切削的方法改变毛坯形状、尺寸的过程。虽然随着加工技术的发展，电火花加工、激光加工、电解加工以及快速成形法等特种加工方法开始被用于金属加工，但目前主要采用的仍然是用金属切削刀具来进行切削的方法。图 1-2 是一个典型的金属切削的示例。由图可知，机床通过夹具装夹工件，同时也夹持切削刀具。加工时，机床根据选好的切削参数提供工件与刀具间的相对运动，即产生切削加工。这里，机床(夹具)-刀具-工件组成了机械加工工艺系统。

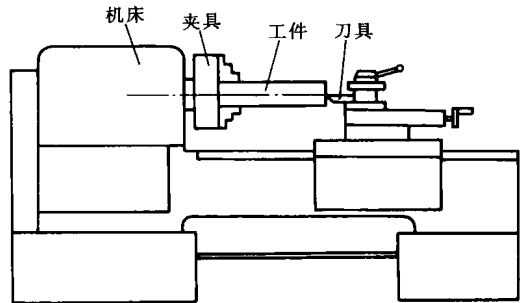


图 1-2 机械加工工艺系统的组成

随着机械制造技术、计算机技术、信息技术的发展，以及为了能更有效地对机械制造过程进行控制，大幅度地提高加工质量和加工效率，人们在机械加工工艺系

统的基础上提出了机械制造系统的概念。机械制造系统包括各种机床、刀具、自动装夹搬运装置及制造的工艺方案。输入系统的是一定的材料毛坯及信息等，而输出则为加工后的零件、部件或机械产品。

图 1-3 所示为由单台机床组成的经典的机械制造系统。其中机床用来向制造过程提供刀具与工件之间的相对位置和相对运动，为改变工件形状、质量提供能量。机床可以看做由三个子系统组成：定位子系统用来确定刀具与工件的相对位置(可通过夹具)；运动子系统为加工提供切削速度和进给量；能量子系统为加工提供能量。刀具则与定位子系统相连，并通过运动子系统

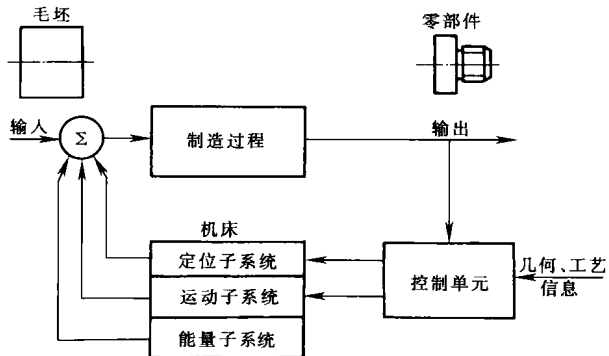


图 1-3 经典机械制造系统的组成

与工件产生相对运动。输出零件的信息可反馈给控制装置，以便使加工不断地进行。

机械制造系统的自动化加工程度高，采用计算机对加工过程进行控制，并配有质量监测等手段，同时对加工过程进行先进的、科学的管理。目前，常见的有：加工中心单级制造系统、多台机床组成的多级计算机集成制造系统。随着制造技术的进一步发展，机械制造系统的概念将扩展为更先进的无人车间或无人工厂。

综上所述，无论是传统的机械加工工艺系统，还是先进的机械制造系统，其基本组成部分均是机床和刀具，并由作为加工、装配过程信息管理基础的机械制造工艺联系而成。可见，切削原理及刀具、金属切削机床及机械制造工艺学等基础理论及相关知识形成了机械制造技术的基础。

### 三、信息时代的机械制造业

当代社会已进入了全新的信息时代，现代信息技术的飞速发展和广泛应用使整个社会的各个领域及人类生产、社会生活的各个方面发生了质的变化。以电子计算机和现代通信技术为核心的信息技术为人们提供了新的、更加高效的获取、传输、处理和控制信息的手段，信息技术改变了现代产业结构，不但产生了新的产业——信息产业，而且也给传统产业注入了活力，使传统产业出现革命性的改变。机械制造这一具有悠久历史的古老、传统产业，受到了信息技术及其他高新技术的挑战和促进，信息技术已经或正在把几乎所有的制造业从机械化提升到自动化。我国《关于国民经济和社会发展第十个五年计划纲要的报告》中明确指出：“发展高新技术产业，以信息化带动工业化”，“用高



新技术和先进适用技术改造提升传统产业”。党的十七大报告也指出：“发展现代产业体系，大力推进信息化与工业化融合，促进工业由大变强，振兴装备制造业，淘汰落后生产能力”。因此，用现代信息技术和其他高新技术改造传统制造业，这是制造业所面对的一项重要工作。

在信息时代，随着社会的进步、技术的发展以及全球市场竞争的加剧，人类对制造技术的需求不断更新和提高，制造过程和活动变得愈加复杂，制造所用时间的减少和交货时间的提前，制造所需成本的降低和质量提高，制造产品的多样化和个性化，制造商和用户之间的信息交流，都是现代制造业要面对和解决的问题。制造所用的设备、材料、信息、人员理念及制造过程的组织和管理，不但自身要适应这一变化，而且相互之间要形成密切关联的整体。这就要求在硬件上要形成先进的现代制造系统，也要求通过信息交流形成制造系统的理论和技术。

首先，通过电子计算机技术、自动化技术、信息技术以及仿真加工技术、纳米加工技术、特种加工技术，并借助 CAD/CAM 技术、柔性制造技术生产大量高度自动化、高度柔性化、高效率、高精密度的各类数控机床、加工中心、柔性制造系统、自动装配线、工业机器人等先进的以信息技术驱动的制造业工作母机。

其次，提升和突出信息在制造系统中的作用和地位。制造系统的三要素：物质、能量和信息，其中的物质部分即加工设备和被加工材料。物质和能量两者在传统的制造系统中曾占据主导地位，受到重视、研究、开发和利用。随着社会生产的发展，信息这一要素正在迅速成为制造系统中的主导因素。信息要素也可实现节省物质和能量。能量驱动型和信息驱动型是传统制造和现代制造的显著区别特征。现代产品是在制造过程中所投入的知识和信息的物化与集成，这些知识和信息的内容规范了产品使用价值，产品的信息量则影响了其交换价值。

在现代机械制造系统中，设计、制造和运销管理都已经或正在实现自动化、智能化、信息化，用电子计算机控制的机械和生产线代替或减少了劳动者的工作量，提高了效率。计算机虚拟技术的应用加速了产品的设计和生产过程，提高了产品的质量和可靠性，降低了成本。网络通信技术使产品的制造、生产超越了时空和地域的限制，实现跨地域、跨行业、跨国界的合作与集成，并逐步走向全球化。这些都是现代制造业所取得的初步成就。

在新的世纪，现代农业、工业、服务业和国防等一切部门所需要的各种高技术含量装备的设计、制造和批量生产都要靠先进的现代制造业来完成。而实现工、农、服务业的机械化、自动化、信息化和智能化也是现代制造业面临的光荣而艰巨的任务。