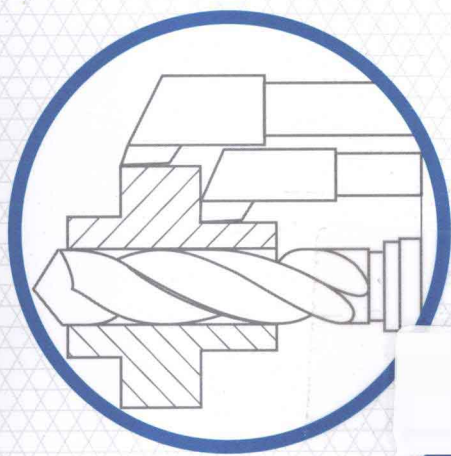




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问·张策 张福润 赵敖生

# 机械制造技术 基础



主编◎黄健求 王立涛 迟京瑞

主审◎王卫平 钟守炎

JIXIEZHIZHAOJISHUJICHU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张策 张福润 赵敖生

# 机械制造技术 基础

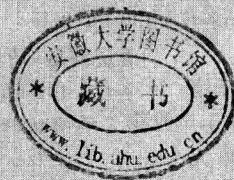
主 编 黄健求 王立涛 迟京瑞

副主编 韩立发 王叶青 粟志娟

参 编 保金凤 刘尚坤 牛振华

主 审 王卫平 钟守炎

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 简 介

本书为普通高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划教材。全书共分为9章,内容包括机械制造概论、金属切削过程、金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具、机械加工质量、机械加工工艺规程设计、机械装配工艺、现代制造技术等。

本书按照机械制造技术的应用特点,以机械制造工艺过程和加工质量为主线,将有关机械制造技术的金属切削基本理论、机床、刀具、夹具等基本知识进行优化整合,突出应用。

本书可作为应用型本科院校和独立学院机械设计制造及其自动化、机械工程、工业工程、材料成形及控制工程等专业教材,也可供工厂、企业从事机械设计、机械制造的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/黄健求 王立涛 迟京瑞 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.2  
ISBN 978-7-5609-8675-3

I. 机… II. ①黄… ②王… ③迟… 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(2013)第 018815 号

## 机械制造技术基础

黄健求 王立涛 迟京瑞 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:陈 静

责任校对:代晓莺

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:仙桃市新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:23.5

字 数:604千字

版 次:2013年2月第1版第1次印刷

定 价:46.00元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

## 编审委员会

**顾问:** 张 策 天津大学仁爱学院  
张福润 华中科技大学文华学院  
赵敖生 三江学院

**主任:** 吴昌林 华中科技大学

**副主任:** (排名不分先后)

潘毓学 长春大学光华学院      李杞仪 华南理工大学广州学院  
王宏甫 北京理工大学珠海学院      王龙山 浙江大学宁波理工学院  
魏生民 西北工业大学明德学院

**编 委:** (排名不分先后)

陈秉均	华南理工大学广州学院	邓 乐	河南理工大学万方科技学院
王进野	山东科技大学泰山科技学院	卢文雄	贵州大学明德学院
石宝山	北京理工大学珠海学院	王连弟	华中科技大学出版社
孙立鹏	华中科技大学武昌分校	刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
宋小春	湖北工业大学工程技术学院	孙树礼	浙江大学城市学院
陈凤英	大连装备制造职业技术学院	吴小平	南京理工大学紫金学院
沈萌红	浙江大学宁波理工学院	张胜利	湖北工业大学商贸学院
邹景超	黄河科技学院工学院	陈富林	南京航空航天大学金城学院
郑 文	温州大学瓯江学院	张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
陆 爽	浙江师范大学行知学院	范孝良	华北电力大学科技学院
顾晓勤	电子科技大学中山学院	胡夏夏	浙江工业大学之江学院
黄华养	广东工业大学华立学院	盛光英	烟台南山学院
诸文俊	西安交通大学城市学院	黄健求	东莞理工学院城市学院
侯志刚	烟台大学文经学院	曲尔光	运城学院
神会存	中原工学院信息商务学院	范扬波	福州大学至诚学院
林育兹	厦门大学嘉庚学院	胡国军	绍兴文理学院元培学院
睦满仓	长江大学工程技术学院	容一鸣	武汉理工大学华夏学院
刘向阳	吉林大学珠海学院	宋继良	黑龙江东方学院
吕海霆	大连科技学院	李家伟	武昌工学院
于慧力	哈尔滨石油学院	张万奎	湖南理工学院南湖学院
殷劲松	南京理工大学泰州科技学院	李连进	北京交通大学海滨学院
胡义华	广西工学院鹿山学院	张洪兴	上海师范大学天华学院

**秘 书** 俞道凯 华中科技大学出版社

## 高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

# 总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

# 前 言

“机械制造技术基础”是1998年机械工程类专业教学指导委员会推荐设置的一门综合性主干技术基础课。通过本课程学习,学生可掌握机械制造技术的基本知识和基本理论,了解机械制造技术的最新发展动态,为后续专业课的学习、毕业设计以及毕业后从事机械设计与制造打下基础。

本书为普通高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划教材。全书共分为9章,内容包括机械制造概论、金属切削过程、金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具、机械加工质量、机械加工工艺流程设计、机械装配工艺、现代制造技术等。本书按照机械制造技术的应用特点,以机械制造工艺过程和加工质量为主线,将有关机械制造技术的金属切削基本理论,机床、刀具、夹具等基本知识进行优化整合,突出应用。本书按60~90学时教学计划编写,各校在使用时可酌情增减有关内容。

本书由黄健求教授任第一主编,对全书各章节进行了多次审稿、改稿、统稿工作。第1章由黄健求编写,第2章由迟京瑞编写,第3章由牛振华编写,第4章由刘尚坤编写,第5章由王叶青编写,第6章由王立涛编写,第7章由保金凤编写,第8章由韩立发编写,第9章由粟志娟编写。

本书由东莞理工学院王卫平、钟守炎教授主审,他们对教材的编写大纲、编写内容及特点等方面提出了许多宝贵的意见。华中科技大学出版社俞道凯等编辑对本书的编写和出版付出了辛勤劳动,提出了许多宝贵的意见。本书在编写过程中还得到了许多专家、同仁的大力支持和帮助,参考了许多教授、专家的有关文献。东莞理工学院城市学院对本书的编写工作给予了许多支持和帮助。东理电脑有限公司对本书的图文资料处理制作提供了很多帮助。在此,谨向以上人员表示衷心感谢。

限于编者的水平,书中不足或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年3月

# 目 录

<b>第 1 章 机械制造概论</b> .....	(1)
1.1 机械制造技术的发展过程及机械制造业在国民经济中的地位 .....	(1)
1.1.1 机械制造技术的发展过程.....	(1)
1.1.2 机械制造业在国民经济中的地位 .....	(2)
1.2 机械制造系统、工艺系统与机械产品的生产类型.....	(3)
1.2.1 机械制造系统 .....	(3)
1.2.2 机械制造工艺系统 .....	(3)
1.2.3 机械产品的生产类型 .....	(4)
1.3 机械制造过程与零件的加工方法 .....	(6)
1.3.1 机械制造过程 .....	(6)
1.3.2 机械零件的加工方法 .....	(8)
1.4 本课程研究的内容和学习方法 .....	(9)
1.4.1 本课程的研究内容 .....	(9)
1.4.2 课程的特点及学习方法 .....	(10)
<b>第 2 章 金属切削过程</b> .....	(11)
2.1 金属切削概述.....	(11)
2.1.1 切削运动与加工表面 .....	(11)
2.1.2 切削用量 .....	(13)
2.1.3 切削层参数与切削方式 .....	(14)
2.2 金属切削刀具的几何参数.....	(15)
2.2.1 刀具切削部分的结构要素 .....	(15)
2.2.2 刀具角度的参考平面 .....	(16)
2.2.3 刀具标注角度参考系 .....	(16)
2.2.4 刀具的标注角度 .....	(17)
2.2.5 刀具的工作角度 .....	(19)
2.3 金属切削过程.....	(21)
2.3.1 切削层金属的挤压与切削 .....	(21)
2.3.2 切削层金属的变形 .....	(22)
2.3.3 切屑变形的规律 .....	(27)
2.4 切削力与切削功率.....	(28)
2.4.1 切削力 .....	(28)
2.4.2 切削功率 .....	(31)
2.5 切削热与切削温度.....	(32)

2.5.1	切削热的来源及传出	(32)
2.5.2	切削区的温度及其分布	(32)
2.5.3	影响切削温度的主要因素	(34)
2.6	刀具磨损和刀具使用寿命	(35)
2.6.1	刀具磨损的形态	(35)
2.6.2	刀具磨损的主要原因	(36)
2.6.3	刀具磨损过程及磨钝标准	(37)
2.6.4	刀具耐用度及其合理选择	(38)
2.6.5	刀具破损	(40)
2.7	刀具几何参数的选择	(41)
2.7.1	前角及前刀面形式的选择	(42)
2.7.2	后角的功用及选择	(45)
2.7.3	主、副偏角的功用及选择	(46)
2.7.4	刃倾角的功用及选择	(47)
2.8	工件材料的切削加工性与切削用量选择	(49)
2.8.1	工件材料的切削加工性	(49)
2.8.2	切削用量的选择	(51)
2.9	切削液的种类与选用	(52)
2.9.1	切削液的作用机理	(52)
2.9.2	切削液的种类	(53)
2.9.3	切削液的添加剂	(53)
2.9.4	切削液的选用	(54)
2.9.5	切削液的使用方法	(55)
<b>第3章</b>	<b>金属切削刀具</b>	(57)
3.1	刀具材料与分类	(57)
3.1.1	刀具材料	(57)
3.1.2	刀具分类	(63)
3.2	车刀	(63)
3.2.1	常用车刀及其特点	(63)
3.2.2	成形车刀	(66)
3.3	铣刀	(67)
3.3.1	铣削方式与特点	(67)
3.3.2	铣刀的种类和用途	(70)
3.3.3	成形铣刀	(72)
3.4	孔加工刀具	(73)
3.4.1	中心钻	(73)
3.4.2	麻花钻	(74)
3.4.3	铰刀	(79)



3.4.4	镗刀	(81)
3.5	复杂刀具	(82)
3.5.1	螺纹刀具	(82)
3.5.2	拉刀	(86)
3.5.3	齿轮加工刀具	(91)
3.6	磨削与砂轮	(102)
3.6.1	磨削过程	(103)
3.6.2	磨削特点与磨削温度	(104)
3.6.3	砂轮的特性与应用	(107)
<b>第4章</b>	<b>金属切削机床</b>	<b>(112)</b>
4.1	机床概述	(112)
4.1.1	机床的组成	(112)
4.1.2	机床的分类	(112)
4.1.3	机床的技术性能	(113)
4.1.4	机床的型号	(114)
4.1.5	机床的运动与传动	(119)
4.2	车床	(122)
4.2.1	卧式车床	(122)
4.2.2	立式车床	(131)
4.2.3	转塔、回轮车床	(132)
4.2.4	自动车床	(134)
4.3	铣床	(135)
4.3.1	升降台式铣床	(136)
4.3.2	龙门铣床	(137)
4.3.3	工具铣床	(138)
4.4	磨床	(139)
4.4.1	外圆磨床	(139)
4.4.2	内圆磨床	(141)
4.4.3	无心磨床	(142)
4.4.4	平面磨床	(144)
4.5	齿轮加工机床	(144)
4.5.1	齿轮加工原理	(145)
4.5.2	滚齿机	(146)
4.5.3	插齿机	(149)
4.6	钻床和镗床	(150)
4.6.1	钻床	(150)
4.6.2	镗床	(151)
4.7	其他机床	(153)

4.7.1	刨床、插床与拉床	(153)
4.7.2	组合机床	(157)
4.7.3	数控机床与加工中心	(158)
<b>第5章</b>	<b>机床夹具</b>	<b>(161)</b>
5.1	夹具概述	(161)
5.1.1	夹具的功用	(161)
5.1.2	夹具的分类	(162)
5.1.3	夹具的组成	(163)
5.2	工件的定位	(165)
5.2.1	六点定位原理	(165)
5.2.2	定位误差分析与计算	(179)
5.3	工件的夹紧	(188)
5.3.1	夹紧装置的组成和要求	(188)
5.3.2	夹紧力的确定	(189)
5.3.3	典型夹紧机构	(191)
5.4	典型机床夹具	(200)
5.4.1	车床夹具	(200)
5.4.2	铣床夹具	(201)
5.4.3	钻床夹具	(206)
5.4.4	镗床夹具	(214)
5.4.5	数控机床夹具	(215)
5.4.6	组合夹具	(217)
5.4.7	模块化夹具	(219)
5.4.8	自动线夹具	(219)
5.5	专用夹具的设计方法	(220)
5.5.1	专用夹具设计的基本要求	(221)
5.5.2	夹具设计的步骤	(222)
5.5.3	夹具设计举例	(223)
<b>第6章</b>	<b>机械加工质量</b>	<b>(230)</b>
6.1	机械加工质量概述	(230)
6.1.1	机械加工精度	(230)
6.1.2	机械加工表面质量	(231)
6.2	影响加工精度的因素及提高加工精度的工艺措施	(232)
6.2.1	原理误差	(232)
6.2.2	工艺系统的几何误差	(233)
6.2.3	加工过程误差	(237)
6.2.4	提高加工精度的工艺措施	(241)
6.3	加工误差的统计分析	(242)

6.3.1	加工误差的性质	(242)
6.3.2	加工误差的统计分析	(242)
6.4	影响表面质量的因素及提高表面质量的途径	(248)
6.4.1	影响表面粗糙度的因素及改善途径	(248)
6.4.2	影响表面物理、力学性能的因素及改善途径	(251)
<b>第7章</b>	<b>机械加工工艺规程设计</b>	<b>(254)</b>
7.1	机械加工工艺规程概述	(254)
7.1.1	机械加工工艺规程的作用	(254)
7.1.2	制订机械加工工艺规程的原则	(254)
7.1.3	制订机械加工工艺规程的原始资料	(255)
7.1.4	机械加工工艺规程文件的类型	(255)
7.1.5	制订机械加工工艺规程的步骤、内容	(259)
7.2	零件结构工艺性与毛坯制造	(259)
7.2.1	零件结构工艺性	(259)
7.2.2	毛坯选择	(261)
7.3	工艺路线的确定	(265)
7.3.1	表面加工方法选择	(265)
7.3.2	加工阶段的划分	(268)
7.3.3	加工顺序的安排	(269)
7.3.4	工序的集中与分散	(271)
7.4	定位基准的选择	(272)
7.4.1	粗基准的选择	(272)
7.4.2	精基准的选择	(273)
7.5	工序内容的确定	(274)
7.5.1	机床设备与工艺装备选择	(274)
7.5.2	加工余量的确定	(274)
7.5.3	切削用量的确定	(276)
7.5.4	时间定额的确定	(278)
7.6	工序尺寸计算	(279)
7.6.1	工艺尺寸链	(280)
7.6.2	工序尺寸计算	(281)
7.7	工艺方案的技术经济分析及提高机械加工生产率的措施	(286)
7.7.1	工艺方案的技术经济分析	(286)
7.7.2	提高机械加工生产率的工艺措施	(288)
7.8	典型零件的加工工艺	(289)
7.8.1	轴类零件	(289)
7.8.2	盘套类零件	(291)
7.8.3	箱体类零件	(294)

7.8.4	齿轮加工工艺	(297)
<b>第8章</b>	<b>机械装配工艺</b>	<b>(306)</b>
8.1	装配概述	(306)
8.1.1	装配定义与装配单元	(306)
8.1.2	机器结构的装配工艺性	(307)
8.2	保证装配精度的方法	(309)
8.2.1	装配精度	(309)
8.2.2	装配精度与零件精度的关系	(310)
8.2.3	保证机械装配精度的工艺方法	(310)
8.3	装配尺寸链及其应用	(312)
8.3.1	装配尺寸链	(312)
8.3.2	装配尺寸链的计算方法及其应用	(313)
8.4	装配工艺规程的制订	(320)
<b>第9章</b>	<b>现代制造技术</b>	<b>(327)</b>
9.1	精密加工与细微加工	(327)
9.1.1	精密与超精密加工	(327)
9.1.2	微细加工与纳米技术	(332)
9.2	高速加工	(335)
9.2.1	概述	(335)
9.2.2	高速切削刀具	(336)
9.2.3	高速主轴	(338)
9.2.4	高速进给机构	(340)
9.3	特种加工	(340)
9.3.1	特种加工基本概念	(340)
9.3.2	电火花成形加工	(341)
9.3.3	电火花线切割加工	(344)
9.3.4	其他特种加工方法	(345)
9.4	数字化制造技术	(347)
9.4.1	计算机辅助设计与制造	(347)
9.4.2	柔性制造系统	(348)
9.4.3	计算机集成制造系统	(351)
9.4.4	快速原形制造	(353)
9.5	绿色制造技术	(357)
9.5.1	概述	(357)
9.5.2	绿色制造过程	(358)
9.5.3	绿色产品	(360)
	<b>参考文献</b>	<b>(362)</b>

# 第1章 机械制造概论

## 内容提要

本章主要介绍机械制造技术的发展过程及机械制造业在国民经济中的地位,机械制造系统、工艺系统和机械制造方法,本课程的研究内容、课程特点及学习方法。重点是机械制造系统、工艺系统和机械制造方法。

### 1.1 机械制造技术的发展过程及机械制造业在国民经济中的地位

#### 1.1.1 机械制造技术的发展过程

人类最早的制造活动可以追溯到新石器时代,当时人们制作石器作为劳动工具,制造处于一种萌芽阶段;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,出现了冶炼和锻造等较为原始的制造活动。

18世纪中叶,蒸汽机的发明标志着制造业发展出现历史性转折。随着蒸汽机的大量使用,机械技术与蒸汽动力技术相结合,出现了以动力驱动为特征的制造方式,产生了第一次工业革命。而后,随着发电机和电动机的发明,电器化时代来临,电作为新的动力源大大改变了机器结构和生产效率。这个阶段制造业发展的一个标志,就是开始使用机械加工机床。西方工业发达国家开始用机床大量生产洋枪、洋炮。

19世纪末,内燃机的发明引发了制造业的又一次革命,20世纪初制造业进入了以汽车制造为代表的批量生产时代,随后出现了流水生产线和自动机床。在制造管理思想方面,劳动分工制度和标准化技术相继问世。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为特征的大批量生产方式。

以大规模生产方式为主要特征的制造技术,在20世纪50年代逐渐进入鼎盛时期,制造业通过降低生产成本(主要是降低劳动力成本)和提高生产效率,形成了“规模效益”的工业化生产理念。大规模生产方式作为现代工业生产的一个重要特征,对人类社会的经济发展、社会结构、文化教育以及生活方式等,产生了深刻的影响。

20世纪60年代,随着市场竞争的加剧,大规模生产方式面临新的挑战。制造企业的生产方式开始向多品种、中小批量生产方式转变。与此同时,以大规模集成电路为代表的微电子技术以及以微机为代表的计算机技术迅速发展,极大地促进了制造业的装备技术和制造工艺的进步,为制造业实现多品种、中小批量的生产方式创造了有利条件。这个阶段诞生的制造装备与制造技术主要有数控机床、计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)等。

进入20世纪80年代,一方面,市场环境发生了新的变化,消费者的需求日趋多样化和个性化,市场竞争日趋激烈。另一方面,科学技术的发展也进入了一个日新月异的时代,电

子信息技术和自动化技术发展迅猛。制造理论、制造技术和制造装备也迎来了新的发展时期,出现了制造资源计划(MRP II)和计算机集成制造系统(CIMS)等。

20世纪90年代以来,以互联网为代表的信息技术革命给世界带来了巨大变化,经济全球化进程打破了传统的地域经济发展模式,市场变得更加广阔和多元化。在这种时代背景下,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,成为制造企业赢得市场竞争的关键。围绕这一目标,出现了许多先进制造系统模式,如敏捷制造、虚拟制造、智能制造和绿色制造等。

### 1.1.2 机械制造业在国民经济中的地位

物质生产是人类社会生存和发展的基础,制造业是人类财富的主要贡献者,没有制造业的发展就没有人类社会的现代物质文明。在我国,处于工业中心地位的制造业,特别是机械制造业,是国民经济持续发展的基础,是工业化、现代化建设的发动机和动力源,是参与国际竞争取胜的法宝,是技术进步的主要舞台,是提高国民生活水平、巩固国家安全、发展现代文明的物质基础。

机械制造业是制造业最重要的组成之一,它担负着向国民经济的各个部门提供机械装备和向人们提供交通工具和家用电器等任务。我国现代化建设的发展速度和国家的安全(统一、独立)在很大程度上取决于机械制造业的发展水平。

我国是世界上文化、科学发展最早的国家之一,早在公元前2000年左右,我国就制成了纺织机械。由于封建主义的压迫和帝国主义的侵略,我国的机械工业长期处于停滞和落后状态。从1865年清政府在上海创办江南机械制造总局到1949年这八十多年的时间里,全国只有少数城市建有机械厂。新中国成立六十多年来,我国已建立了一个比较完整的机械工业体系。建国初期以万吨水压机为代表的各种重型装备的研制成功,标志着国民经济有了自己的脊梁;20世纪六七十年代“两弹一星”的问世以及本世纪“神舟”系列宇宙飞船遨游太空,表明了我国综合国力的提高,使我国跻身于世界大国的行列。目前,我国电力、钢铁、石油、交通、矿山等基础工业部门所拥有的机电产品总量中,约有80%是自己制造的,其中6000 m电驱动沙漠钻机已达到国际先进水平,300 MW和600 MW火电机组已成为国家电力工业的主要机组。2011年,我国汽车产销量双超1840万辆,汽车产销量居世界首位。许多与人们生活密切相关的机电产品(如电冰箱、空调机等)已位居世界前列,我国已成为名副其实的机械工业生产大国。

新中国用了六十多年的时间走过了工业发达国家200年的历程,成就举世瞩目。但与世界先进水平相比,我国机械制造业的整体水平和国际竞争力仍与发达国家有较大的差距。我国国民经济建设和高新技术产业所需的许多装备目前仍然依赖于进口;其次,制造业的人均生产率较低,为美国、日本、德国的4%~5%;第三,企业对市场需求的快速响应能力不高,我国新产品开发的周期平均为18个月,而美、日、德等工业发达国家的新产品开发周期平均为4~6个月;第四,具有自主知识产权的高新技术的机电产品少,主要机械产品的技术来源的57%来自国外,大多数电子通信设备的核心技术仍然依赖进口。

今后一段时期,我国机械工业的主要任务是:①加快发展关系国计民生、涉及国家经济安全且对工业结构调整有重大影响的重大技术装备;②发展为农业现代化服务的先进适用

的装备；③重点开发符合安全、节能、清洁排放的各种类型的汽车；④尽快提高数控机床产品的性能、质量和可靠性，扭转我国高速、高效、高精度数控机床长期依赖进口的局面；⑤加速发展工业自动化控制系统和仪器仪表；⑥重点开发具有自主知识产权的敏捷制造技术和应用软件，增加数字化、智能化、网络化机电产品品种。

机械制造技术是机械制造企业实现产品设计、完成产品生产、保证产品质量、提高经济效益的共性技术和基础技术。在全球范围内，机械制造技术正朝着精密化、自动化、敏捷化和可持续发展方向发展。

## 1.2 机械制造系统、工艺系统与机械产品的生产类型

### 1.2.1 机械制造系统

机械制造的生产过程和生产活动十分复杂，包括从原材料到成品所经过的毛坯制造、机械加工、装配、涂漆、运输、仓储等所有的过程及开发设计、计划管理、经营决策等所有的活动，是一个有机的、集成的生产系统。

制造系统是生产系统中的一个重要组成部分，即由原材料变为产品的整个生产过程，它包括毛坯制造、机械加工、装配、检验和物料的储存、运输等所有工作。在制造系统中，存在着以生产对象和工艺装备为主体的“物质流”、以生产管理和工艺指导等信息为主体的“信息流”，以及为了保证生产活动正常进行而必需的“能量流”，如图 1-1 所示。

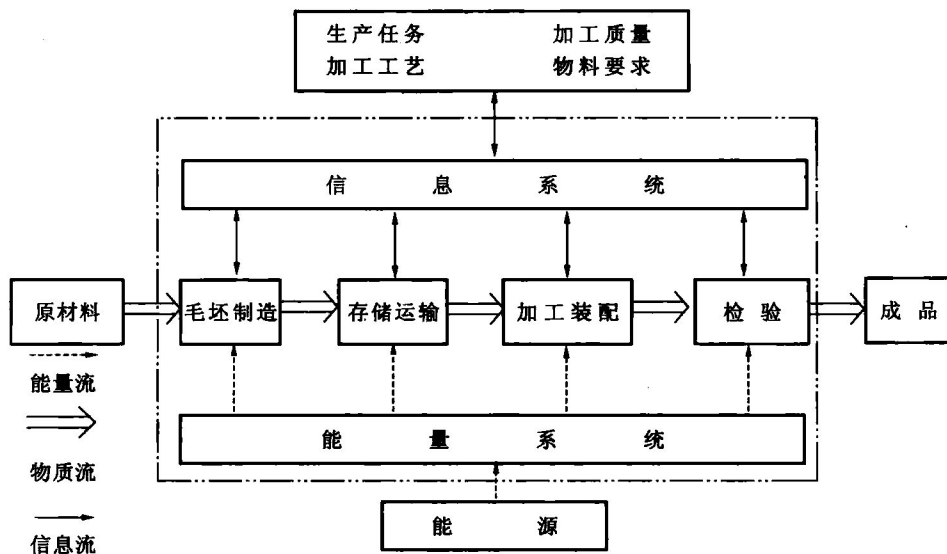


图 1-1 制造系统的组成

### 1.2.2 机械制造工艺系统

机械制造系统中，机械加工所使用的机床、刀具、夹具和工件组成了一个相对独立的系统，称为工艺系统，如图 1-2 所示。工艺系统的各个环节互相关联、互相依赖、共同配合，实

现预定的机械加工功能。

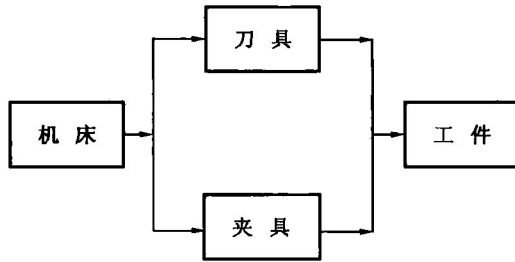


图 1-2 工艺系统的组成

### 1.2.3 机械产品的生产类型

#### 1. 生产纲领

企业根据市场需求和自身的生产能力制订生产计划。在计划期内应当生产的产品品种、产量和进度计划称为生产纲领。计划期一般为一年，所以产品的生产纲领一般就是年产量。零件的生产纲领  $N$  应当计入备品和废品的数量，常按下式计算：

$$N = Qn(1+a)(1+b)$$

式中： $Q$ ——产品的年产量；

$n$ ——每台产品中该零件的数量；

$a, b$ ——零件生产备品率(%)、废品率(%)。

#### 2. 生产类型

生产纲领的大小决定了产品(或零件)的生产类型，而各种生产类型下又具有不同的工艺特征，因此生产纲领是制订和修改工艺规程的重要依据。

根据工厂(车间或班组)生产专业化程度的不同，存在着三种不同的生产类型，即大量生产、成批生产和单件生产。

##### 1) 大量生产

大量生产产品的产量大，大多数工作是按照一定的节拍重复地进行某一零件某一工序的加工。例如汽车、手表、手机等的制造。

##### 2) 成批生产

成批生产是指一年中轮番周期地制造一种或几种不同的产品，每种产品均有一定的数量，制造过程具有一定的重复性。一次投入或产出的同一产品(或零件)的数量称为生产批量。批量的大小主要根据生产纲领、零件的大小、资金的周转、调整费用及仓库的容量等因素来确定。

按照批量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。

##### 3) 单件生产

单件生产是指单个地生产不同的产品。例如重型机器制造、专用设备制造、新产品试制等多采用单件生产方式。

由于大批生产的工艺特点与大量生产相似，小批生产的特点与单件生产相似，因此生产类型也可分为大批大量生产、中批生产、单件小批生产。



生产纲领和生产类型的关系随产品的种类、大小和复杂程度而不同。表 1-1 给出了机械产品的生产类型与生产纲领的关系。

表 1-1 机械产品生产类型与生产纲领的关系

(单位:件/年)

生产类型	零件生产纲领		
	重型机械	中型机械	轻型机械
单件生产	$\leq 5$	$\leq 20$	$\leq 100$
小批生产	$> 5 \sim 100$	$> 20 \sim 200$	$> 100 \sim 500$
中批生产	$> 100 \sim 300$	$> 200 \sim 500$	$> 500 \sim 5\ 000$
大批生产	$> 300 \sim 1\ 000$	$> 500 \sim 5\ 000$	$> 5\ 000 \sim 50\ 000$
大量生产	$> 1\ 000$	$> 5\ 000$	$> 50\ 000$

### 3. 不同生产类型的工艺特征

不同生产类型具有不同的工艺特征,各种生产类型下的工艺特征见表 1-2。

表 1-2 不同生产类型的工艺特征

项目	单件小批生产	中批生产	大批大量生产
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
毛坯及余量	手工造型铸造、自由锻。 毛坯精度低,加工余量大	部分金属模铸造、部分模锻。毛坯精度和余量中等	广泛采用金属模机器造型和模锻。毛坯精度高、余量小
机床设备	通用机床,机群式排列,数控机床	部分专用机床,部分流水排列,部分数控机床	广泛采用专机,流水线布置
工艺装备	通用工装为主,必要时采用专用工装	广泛采用专用夹具,部分采用专用的刀具、量具	广泛采用高效专用工装
装夹方式	通用夹具或划线找正	部分采用专用夹具装夹,少数采用划线找正	夹具装夹
装配方式	广泛采用修配法	大多数采用互换法	互换法
操作水平	高	一般	较低
工艺文件	工艺过程卡	工艺卡	工艺过程卡、工艺卡、工序卡
生产率	低	一般	高
加工成本	高	一般	低

随着科学技术的发展和市场需求的变化,生产类型的划分正在发生深刻的变化,传统的大批大量生产往往不能很好地适应市场对产品及时更新换代的需求,多品种中、小批量生产的比重逐渐上升。随着数控加工和成组技术的普及,各种生产类型下的工艺特征也在起着相应的变化。