



机电专业“十二五”规划教材

»»» JIXIE ZHIZAO JICHU

机械制造基础

主编 张娟 张武炳 仲丽



 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

机电专业“十二五”规划教材

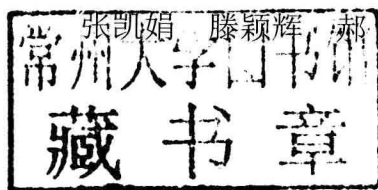
机械制造基础

主 编 张 娟 张武炳 仲 丽

副主编 杜 昕 李珊珊 王 艳

熊黎明 耿桂芝 张 萍

刘 芳 陈凌翔 王 强



 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

内 容 提 要

本书介绍了机械制造基础导论、金属切削的基础知识、切削过程基本规律、常用刀具、机床基础知识、常用机床、机床夹具基础知识、机械加工精度、机械加工表面质量、典型零件加工工艺、特种加工技术等内容。

本书可作为普通高等院校和高等职业院校机械类和近机类相关专业的教材，也可供其他相关工程技术人员自学参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制造基础 / 张娟, 张武炳, 仲丽主编. -- 镇江:
江苏大学出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-5684-0150-0

I. ①机… II. ①张… ②张… ③仲… III. ①机械制
造 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 314530 号

机械制造基础

Jixie Zhizao Jichu

主 编 / 张 娟 张武炳 仲 丽

责任编辑 / 吴蒙蒙 常 钰

出版发行 / 江苏大学出版社

地 址 / 江苏省镇江市梦溪园巷 30 号 (邮编: 212003)

电 话 / 0511-84446464 (传真)

网 址 / <http://press.ujs.edu.cn>

排 版 / 北京金企鹅文化发展中心

印 刷 / 三河市祥达印刷包装有限公司

经 销 / 江苏省新华书店

开 本 / 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 / 19

字 数 / 474 千字

版 次 / 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5684-0150-0

定 价 / 45.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系 (电话: 0511-84440882)



“机械制造基础”是研究机械产品制造的加工原理、工艺过程、工艺方法及相应的机床、刀具和夹具的一门工程技术课程，是现代制造业的基础技术，对学生职业技能的培养起着基础性和关键性的作用。因此，每个机械类和近机类专业学生都应该学好这门课程。

本书紧紧围绕机械制造，介绍了机械制造工基础的概念；从机械加工工艺系统入手，深入分析组成机械加工工艺系统的刀具、机床和夹具等要素；以质量控制为出发点，介绍了加工质量的分析控制；并通过典型零件加工的综合分析，增强知识和技术的综合运用。

本教材具有以下几个鲜明的特点：

（1）内容精选。本教材在内容的组织上遵循“实用为主，够用为度，以应用为目的”的原则，根据企业生产一线对技术人员在机械制造方面的能力要求，对传统内容进行了精选，并对相关新工艺、新技术进行了简要介绍。

（2）项目体例。本教材采用项目式体例组织教学，每个项目中包含若干个任务。每个任务中，首先介绍本任务所需的基本知识，然后根据具体内容配置课堂讨论或课堂实训，方便教师在讲完理论知识后帮助学生总结或进行实际操作，引导学生养成独立思考的习惯，增强学生解决实际问题的能力。

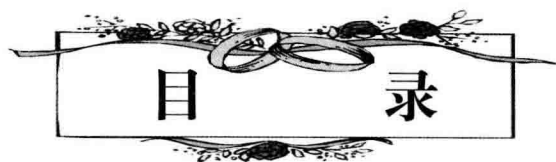
（3）图表丰富。本教材在讲解知识点时，为了提高学生的学习兴趣，配备了大量与生产实际相关的图片和表格，使学生能更为迅速地掌握书中知识。

（4）实践性强。为便于学生掌握课程的基本内容，本教材力求理论联系实际，根据知识点尽可能多地引用生产实例进行分析，以加深学生对所学内容的理解。

本书由张娟、张武炳、仲丽担任主编，由杜昕、李珊珊、王艳、熊黎明、耿桂芝、张萍、刘芳、陈凌翔、王强、张凯娟、滕颖辉、郝芳担任副主编，杜迎慧、张明参与编写。在编写本书的过程中，编者翻阅了大量有关机械制造基础的资料和教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促，编写人员水平有限，书中不尽如人意之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅联合出版中心网站（www.bjjqe.com）下载。

编者
2015年11月



项目一 机械制造基础导论	1
任务一 了解机械产品生产的基础知识	2
一、机械产品的生产流程	2
二、机械产品的生产纲领	2
三、机械产品的生产类型	3
课堂实训——确定传动轴的年生产纲领和生产类型	4
任务二 了解机械产品制造的基础知识	6
一、机械产品的制造过程	6
二、零件的成形方法	7
三、机械加工工艺流程	11
课堂讨论——确定传动轴的制造方法	13
任务三 认识机械制造基础课程	14
一、机械制造基础课程的特点	14
二、机械制造基础课程的主要内容	14
三、机械制造基础课程的学习要求	15
四、现代制造技术的相关知识	15
课堂讨论——现代机械制造技术的发展趋势	16
项目小结	17
巩固训练	18
项目二 金属切削的基础知识	19
任务一 认识金属切削过程	20
一、切削运动	20
二、切削过程中工件的表面及其形成方法	20
三、切削用量	23
课堂实训——计算切削用量三要素	24
任务二 认识金属切削刀具	25
一、刀具的组成	26



二、刀具角度	26
课堂实训——在正交平面参考系中标注刀具角度	33
知识拓展	35
任务三 认识切削方式和切削层参数	38
一、切削方式	38
二、切削层参数	39
课堂实训——计算切削层参数	40
项目小结	41
巩固训练	42
项目三 切削过程基本规律	43
任务一 认识切屑	44
一、切屑的种类	44
二、切屑的控制	45
课堂讨论——切屑的形状及其控制	46
任务二 认识切削变形	47
一、切削变形	47
二、积屑瘤	49
三、影响切削变形的因素	50
课堂讨论——观察积屑瘤	51
任务三 认识切削力	51
一、切削力	51
二、切削功率及其计算	54
三、影响切削力的因素	54
课堂讨论——探讨切削力及其影响因素	57
任务四 认识切削热与切削温度	58
一、切削热	58
二、切削温度	58
三、影响切削温度的因素	59
课堂讨论——为什么刚加工完毕的工件温度很高?	60
任务五 认识切削液	60
一、切削液的种类	61
二、切削液的作用	61
三、切削液的合理选用	62
四、切削液的使用方法	63
课堂讨论——了解切削液的种类及使用方法	64

任务六 认识刀具磨损与刀具耐用度	64
一、刀具磨损	64
二、刀具耐用度及其影响因素	68
课堂讨论——探讨刀具的磨损及磨钝标准	69
任务七 合理选择刀具几何参数	70
一、前角 γ_o 和前刀面的选择	70
二、后角 α_o 和后刀面的选择	72
三、主偏角 κ_r 、副偏角 κ'_r 和过渡刃的选择	73
四、刃倾角 λ_s 的功用及选择	75
课堂实训——选择刀具几何参数	75
任务八 合理选择切削用量	76
一、背吃刀量 a_p 的选择	76
二、进给量的选择	77
三、切削速度的选择	78
四、校验机床功率	79
课堂实训——选择切削用量	79
项目小结	81
巩固训练	82
项目四 常用刀具	85
任务一 认识车刀	86
一、整体式车刀	86
二、焊接式车刀	86
三、机夹式车刀	87
课堂讨论——总结车刀的种类及形状	88
知识拓展——钻头、铰刀	89
任务二 认识铣刀	91
一、铣刀的分类	92
二、铣刀的选择	93
课堂实训——选择铣刀	94
知识拓展——镗刀	95
任务三 认识砂轮	97
一、砂轮的特性	97
二、砂轮的标志	100
课堂讨论——探讨砂轮的硬度和组织	101
知识拓展——刨刀、插刀和拉刀	101



任务四 认识数控刀具	102
一、数控刀具的种类	102
二、对数控刀具的要求	103
课堂讨论——讨论数控刀具的特性	103
项目小结	104
巩固训练	104
项目五 机床基础知识	107
任务一 认识机床的分类与型号	108
一、机床的分类	108
二、机床的型号	109
三、通用机床型号示例	111
课堂讨论——熟悉通用机床的型号	112
任务二 认识机床的运动及传动	113
一、机床的运动	113
二、机床的传动	114
课堂实训——分析机床的传动链	116
知识拓展——机床的技术性能及机床精度	117
任务三 了解机床设备的调试验收与维护保养	118
一、机床设备的调试验收	118
二、机床的维护保养	119
课堂讨论——探讨机床的调试验收	120
任务四 认识数控机床	120
一、数控机床的组成	121
二、数控机床的分类	121
三、数控机床的加工特点	122
课堂讨论——探讨数控机床与普通机床的异同	123
项目小结	124
巩固训练	125
项目六 常用机床	127
任务一 认识车床	128
一、车床的主要部件	128
二、车床的主要技术参数	129
三、车床的传动系统	130
四、车床的操纵控制系统	136

课堂讨论——分析车床的传动系统图	139
知识拓展——数控车床	140
任务二 认识铣床	141
一、铣床的外形和主要部件	142
二、铣床的主要技术参数	143
三、铣床的传动系统	144
四、分度头	145
课堂讨论——分析铣床的传动系统图	147
知识拓展——数控铣床和加工中心	147
任务三 认识磨床	148
一、磨床的主要部件	148
二、磨床的主要技术参数	149
三、磨床的传动系统	149
课堂讨论——分析磨床的传动系统图	151
知识拓展——钻床和镗床	152
任务四 认识齿轮加工机床	154
一、齿轮加工机床的加工方法	155
二、滚齿机床	156
三、插齿机床	160
课堂讨论——分析插齿机的传动系统图	161
知识拓展——刨插床和拉床	161
项目小结	164
巩固训练	166
项目七 机床夹具基础知识	167
任务一 初步认识夹具及定位原理	168
一、夹具的功用	168
二、夹具的组成	168
三、夹具的分类	169
四、定位原理	170
五、基准和定位副	173
课堂讨论——辨认定位元件和夹紧装置	175
任务二 认识工件在夹具中的定位	176
一、常见定位方式	176
二、常见的定位元件	177
课堂讨论——讨论常见定位元件	183

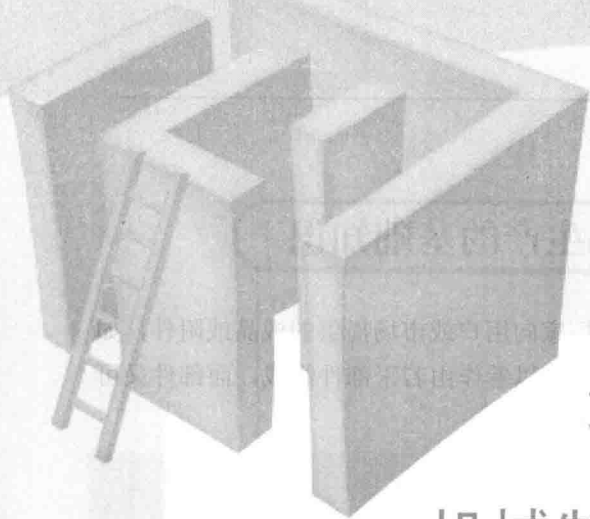


任务三 认识工件在夹具中的夹紧	184
一、夹紧装置的组成和基本要求	184
二、夹紧力三要素的确定	185
三、定位和夹紧符号	187
四、常用夹紧装置	189
课堂讨论——讨论夹紧装置的变形原因	194
任务四 估算工件在夹具中的加工误差及夹具误差	195
一、工件在夹具中的加工误差	195
二、夹具误差估算	199
课堂实训——计算定位误差	199
任务五 设计机床夹具	201
一、基本要求	201
二、设计步骤	201
三、夹具装配图技术要求的制订	202
课堂实训——设计钻孔夹具	203
项目小结	206
巩固训练	208
项目八 机械加工精度	209
任务一 认识机械加工精度	210
一、尺寸、形状和位置精度及其关系	210
二、加工精度的获得方法	210
三、研究加工精度的方法	212
课堂讨论——怎样获得图纸要求的机械加工精度?	212
任务二 认识几何误差	212
一、原始误差和误差敏感方向	212
二、几何误差对加工精度的影响	214
课堂讨论——总结几何误差对加工精度的影响	220
项目小结	220
巩固训练	221
项目九 机械加工表面质量	223
任务一 认识机械加工表面质量	224
一、加工表面的几何形状特征	224
二、表面层的物理及力学性能	225
三、表面质量对零件使用性能的影响	225

课堂讨论——分析表面质量对工件使用性能的影响	227
任务二 认识机械加工表面质量的影响因素	228
一、影响加工表面几何形状特征的因素	228
二、影响表面层物理及力学性能的因素	230
课堂讨论——分析表面质量的影响因素	232
项目小结	233
巩固训练	233
项目十 典型零件加工工艺	235
任务一 分析轴类零件的加工工艺	236
一、概述	236
二、轴类零件加工的主要工艺问题	238
课堂实训——分析车床主轴的加工工艺	245
任务二 分析套类零件的加工工艺	249
一、概述	249
二、套类零件加工的主要工艺问题	251
课堂实训——分析液压缸的加工工艺	254
任务三 分析箱体类零件的加工工艺	257
一、概述	257
二、箱体类零件加工的主要工艺问题	260
课堂实训——分析车床主轴箱的加工工艺	273
项目小结	275
巩固训练	277
项目十一 特种加工技术	281
任务一 认识电火花加工	282
一、电火花成形加工	282
二、电火花线切割加工	284
课堂讨论——总结电火花线切割机床的工作原理	285
知识拓展——电子束加工	285
任务二 认识电解加工	286
一、加工原理	286
二、加工特点	287
三、适用范围	287
课堂讨论——总结点解加工与电火花加工的异同	287
知识拓展——超声波加工和激光加工	287



项目小结	289
巩固训练	290
参考文献	291



项目一

机械制造基础导论

项目导读

机械制造业是指从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备生产的行业，它为整个国民经济提供技术装备。

项目目标

- ◆ 了解机械产品的生产流程、生产纲领和生产类型。
- ◆ 了解机械产品的制造过程、零件成形方法和机械加工工艺过程的组成。
- ◆ 了解机械制造技术课程所要研究的内容，以及现代机械制造技术的现状和发展趋势。

技能目标

- ◆ 能够根据条件确定机械产品的生产纲领和生产类型，并会选择合适的制造方法。



任务一 了解机械产品生产的基础知识

机械是机器和机构的总称。机械产品是指机械厂家向用户或市场提供的成品或附件,如汽车、发动机、机床等。任何机械产品按传统习惯都可以看作由若干部件组成,而部件又可分为组件、套件,直至最基本的零件单元。

一、机械产品的生产流程

机械产品的生产流程是指把原材料变为成品的全过程,它一般包括:

- ① 生产与技术的准备,如产品设计、专用工艺装备的设计和制造、生产计划的编制、生产资料的准备等。
- ② 零件的加工,如铸造、锻造、冲压、切削加工、热处理、表面处理等。
- ③ 产品的装配,如总装、部装、调试、检验等。
- ④ 生产的服务,如运输、保管等。



提示

工艺是指将原材料或半成品加工成产品的工作过程、方法、技术。

二、机械产品的生产纲领

机械产品的生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。企业的计划期常定为一年,因此生产纲领常被理解为企业一年内生产的产品数量。

机器中某一零件的生产纲领除了应包括生产该机器所需这一零件的数量外,还应考虑到装配过程中可能发生的意外,增加零件备品;同时还要考虑到生产过程中产生的废次品。因此,零件的年生产纲领可按下式计算:

$$N = Qn(1 + a)(1 + b) \quad (1-1)$$

式中: N ——零件的年生产纲领, 件/年;

Q ——产品的年生产纲领, 台/年;

n ——每台产品中该零件的数量, 件/台;

a ——零件的备品率;

b ——零件的废品率。

生产纲领对生产组织和生产过程起着重要的作用,它决定了各工序所需专业化和自动化的程度,决定了所应选用的工艺方法和工艺装备。因此,生产纲领是制订和修改机械加工工艺规程的重要依据。



三、机械产品的生产类型

生产类型是指企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类，具体可分为单件生产、成批生产、大量生产三种类型。

1. 单件生产

单件生产是指单个地生产不同结构和尺寸的产品，生产的产品种类繁多，每种产品的产量很少，而且很少重复生产。例如，重型机械产品制造和新产品试制等都属于单件生产。

2. 大量生产

大量生产是指产品产量大，大多数工作为长期重复地进行某个零件的某一道工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承等的制造都属于大量生产。

3. 成批生产

成批生产是指分批地生产相同的产品，生产呈周期性重复。例如，机床制造、电机制造等都属于成批生产。

根据批量大小的不同，成批生产又可细分为小批生产、中批生产和大批生产三种类型。其中，小批生产和大批生产的工艺特点分别与单件生产和大量生产类似，因此常分别合称为单件小批生产和大批大量生产。

生产类型的划分除了与生产纲领有关外，还应考虑产品的大小及复杂程度。表 1-1-1 所示为生产类型与生产纲领的关系，可供确定生产类型时参考。

表 1-1-1 生产纲领与生产类型的关系

生产类型		零件的年生产纲领（件/年）		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		≤ 5	≤ 20	≤ 100
成批生产	小批生产	5~100	20~200	100~500
	中批生产	100~300	200~500	500~5 000
	大批生产	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		$> 1\,000$	$> 5\,000$	$> 50\,000$

不同的生产类型具有不同的工艺特点，在毛坯制造、机床及工艺装备的选用、经济效果等方面均有明显区别，如表 1-1-2 所示。



表 1-1-2 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生 产 类 型		
	单件生产	成批生产	大量生产
生产对象	变换频繁, 品种繁多, 很少重复	重复、轮番生产, 品种较多, 产品数量不等	固定不变, 品种少, 产量大
生产条件	很不稳定, 工作地专业化程度很低, 担负的工序很多; 定额与计划粗略	较稳定, 工作地担负较多工序, 部分专业化; 劳动定额与计划编制不十分精确和细致	稳定, 工作地完成一道或几道工序, 专业化程度高; 劳动定额与计划编制准确
零件的互换性	一般是配对制造, 没有互换性, 广泛用钳工装配	多数互换, 少数用钳工装配	具有广泛的互换性, 少数装配精度较高处采用分组装配法
毛坯成形与加工余量	木模手工造型或自由锻, 毛坯精度低, 加工余量大	金属模造型或模锻, 毛坯精度和加工余量中等	广泛采用模锻或金属模机器造型, 毛坯精度高, 加工余量小
机床设备及其布置形式	通用机床, 按机床类别采用机群式布置	通用机床与专用机床结合, 按零件分类布置, 流水线与机群式结合	高效专用机床及自动机床, 按流水线和自动线排列
工艺装备与尺寸精度保证	多用通用夹具、标准附件、通用刀具和万能量具, 靠划线和试切法达到精度要求	广泛采用可调夹具、专用夹具、专用刀具和量具, 部分靠划线和试切法达到精度要求	采用高效专用夹具、刀具、专用量具或自动检验装置。靠调整法达到精度要求
对工人技术要求	需技术水平较高的工人	需一定技术水平的工人	对调整工的技术水平要求高, 对操作工的技术水平要求较低
工艺文件	简单的工艺路线卡	有比较详细的工艺规程	有详细的工艺规程
生产成本	较高	中	低
生产率	低	中	高
典型产品实例	重型机床、重型机器、大型内燃机、汽轮机、大型锅炉、机修配件	机床、机车车辆、工程机械、起重机、液压件、水泵、阀门、风机、中小锅炉	汽车、拖拉机、摩托车、自行车、内燃机、手表、电气开关、滚动轴承

课堂实训——确定传动轴的年生产纲领和生产类型

如图 1-1-1 所示零件为减速箱中的传动轴, 其材料为 45 钢, 毛坯为 $\phi 60$ mm 的热轧圆钢。计算当减速箱年产量分别为 80 台和 5 000 台时, 传动轴的年生产纲领(假设零件的备品率为 4%, 废品率为 1%), 并根据计算结果分析确定传动轴的生产类型。

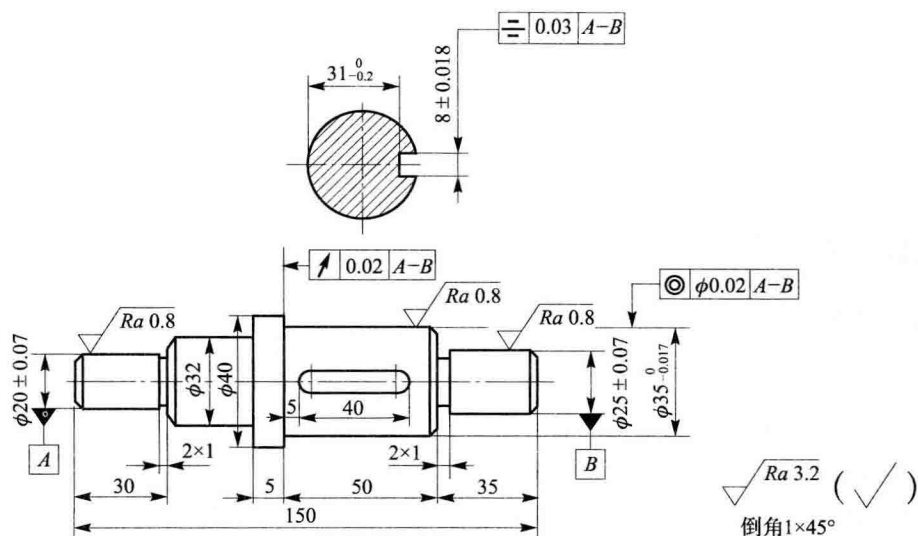


图 1-1-1 传动轴的零件图

实训解析

(1) 计算年生产纲领

减速箱的年产量为 80 台时, 传动轴的年生产纲领为

$$N = Qn(1+a)(1+b) = 80 \times 1 \times (1+4\%) \times (1+1\%) = 84 \text{ 件}$$

减速箱的年产量为 5 000 台时, 传动轴的年生产纲领为

$$N = Qn(1+a)(1+b) = 5\,000 \times 1 \times (1+4\%) \times (1+1\%) = 5\,252 \text{ 件}$$

综上所述, 当减速箱的年产量为 80 台时, 年生产纲领为 84 件; 当减速箱的年产量为 5 000 台时, 年生产纲领为 5 252 件。

(2) 确定传动轴的生产类型

根据表 1-1-1 所示可知, 当传动轴的年生产纲领为 84 件时, 生产类型为单件生产; 当传动轴的年生产纲领为 5 252 件时, 生产类型为大量生产。

实训总结

年生产纲领的计算要记清公式, 计算出年生产纲领之后, 确定生产类型时, 应先确定所生产零件是重型、中型还是轻型零件, 然后再查表 1-1-1 确定生产类型。