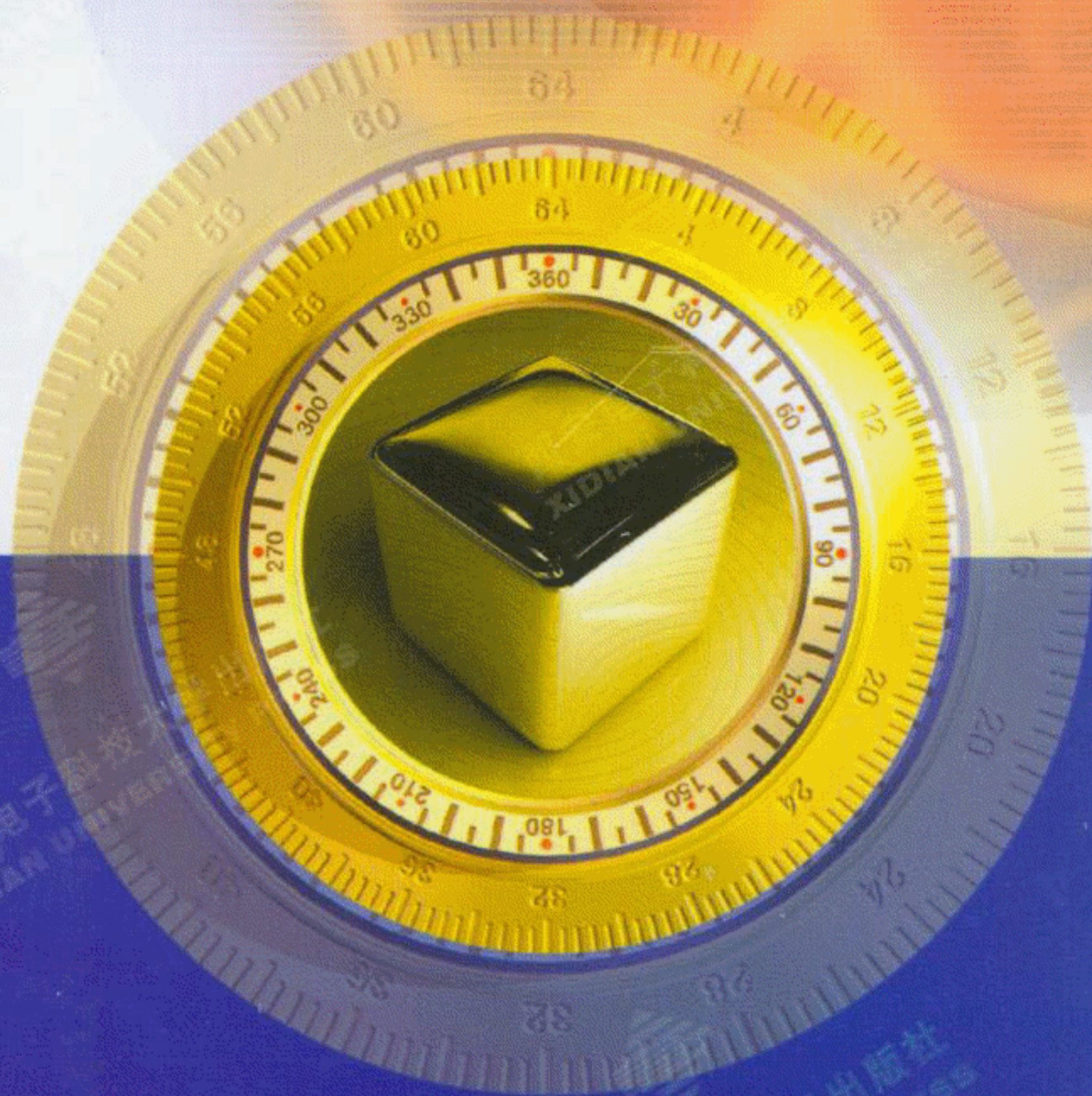




面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



机械制造技术

■ 主编 邵堃 主审 时其昌



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

机械制造技术

主 编 邵 堃

主 审 时其昌

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书系统地介绍了从毛坯到成品整个制造过程所涉及的机械制造的基本知识。主要内容包括金属切削加工基本原理,机械加工工艺系统——机床、刀具和夹具,机械加工工艺规程设计,机械加工质量——加工精度和表面质量的分析与控制,机器装配工艺基础、机械制造技术的发展——机械制造技术的自动化、精密及超精密加工、特种加工和快速制造技术等。各章均附有数量、难度适中的思考题和习题。

本书可作为高职高专学校的机械制造专业和机电一体化、数控等相关专业的教学用书,也可作为职大、电大的教学用书,并可供其它相关专业师生及工程技术人员参考。

★本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/邵 主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.2

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

ISBN 7-5606-1641-0

I. 机… II. 邵… III. 机械制造工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 007198 号

策 划 马晓娟

责任编辑 王中伟 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 22.125

字 数 518千字

印 数 1~4000册

定 价 24.00元

ISBN 7-5606-1641-0/TH·0055

XDUP 1933001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

根据国家教育部提出的高职高专院校“以培养生产第一线需要的高等技术应用性人才为根本任务”的要求，我们在总结各院校近年来开展机械制造及相关专业教育经验的基础上，集体编写了本教材。

机械制造过程是一个复杂的系统工程，本书以机械制造的基本理论为基础，工艺系统为载体，质量与成本控制为目的，本着“必须、够用”的原则，系统地介绍了从毛坯到成品所涉及的机械制造基本知识。通过学习这门课程，为高职高专院校学生学习后续专业课以及毕业后从事机械设计、制造工作打下基础。

“机械制造技术”是一门实践性很强的课程，需有相应的实践性教学环节与之配合。学习本课程前，学生应参加“金工实习”环节的培训；学习本课程后，学生要到机器制造工厂进行生产实习。为帮助学生消化吸收课程的基本内容，本课程设有课程设计环节，旨在培养学生设计工艺规程和机床夹具的基本能力。为与生产实习、课程设计等实践性教学环节相配合，本书采用加工方法与常用制造装备相融合的方法，适当充实了加工方法与常用制造装备的内容。

本书共7章，主要内容包括机械制造技术概论、金属切削加工基本原理、机械加工工艺系统、机械加工工艺规程设计、机械加工质量分析与控制、机器装配工艺基础、机械制造技术的发展。

本书可作为高职高专学校机械制造专业和机电一体化、数控等相关专业的教材，也可作为职大、电大相关专业的教材，并可供其它有关专业师生及工程技术人员参考。

参加本书编写的有：邵（第1章，第4章）、夏粉玲（第2章）、王博（第3章第3.1~3.3节）、潘卫彬（第3章第3.4节）、张晓军（第5章）、苗志毅（第6章，第7章）。全书由邵主编，潘卫彬、夏粉玲副主编，时其昌主审。

在本书的编写过程中，编者借鉴、参考了其它部分书刊和资料，在此对相关作者一并表示衷心的感谢。

由于业务水平和学科知识的局限，书中不妥之处在所难免，恳请使用本书的读者批评并提出宝贵的意见。

编 者
2005年10月

目 录

第 1 章 机械制造技术概论	1
1.1 制造与制造技术	1
1.1.1 制造的涵义	1
1.1.2 系统的概念和性质	1
1.1.3 制造系统和制造技术	2
1.2 机械制造技术的研究对象	2
1.2.1 机械制造过程中的基本规律和基本理论	2
1.2.2 质量、生产率和经济性的辩证关系	3
1.2.3 机械制造技术课程的主要内容、特点和学习方法	4
第 2 章 金属切削加工基本原理	5
2.1 基本概念	5
2.1.1 切削运动	5
2.1.2 切削用量	6
2.2 刀具的角度与切削要素	7
2.2.1 刀具角度的标注	7
2.2.2 刀具工作角度的计算	11
2.2.3 切削要素	12
2.2.4 切削方式	14
2.3 金属切削中的物理现象及影响因素	14
2.3.1 金属切削中的变形及主要影响因素	14
2.3.2 切削力及主要影响因素	21
2.3.3 切削温度及主要影响因素	27
2.3.4 刀具的磨损与耐用度	31
2.4 金属切削基本规律的应用	35
2.4.1 工件材料切削加工性的改善	35
2.4.2 刀具材料的合理选择	37
2.4.3 切削液的合理选择	40
2.4.4 刀具几何参数的合理选择	42
2.4.5 切削用量的合理选择	49
思考题与习题	51
第 3 章 机械加工工艺系统	53
3.1 概述	53
3.2 金属切削机床	53
3.2.1 金属切削机床分类	53

3.2.2	金属切削机床型号与规格	54
3.2.3	金属切削机床传动原理与运动计算	58
3.2.4	常用通用机床	65
3.2.5	数控机床	80
3.3	金属切削刀具	84
3.3.1	标准刀具	84
3.3.2	标准专用刀具	96
3.3.3	专用刀具	98
3.4	机床夹具	100
3.4.1	机床夹具的组成、功用与分类	102
3.4.2	工件在夹具中的定位	104
3.4.3	工件在夹具中的夹紧	123
3.4.4	各类机床夹具	141
3.4.5	组合夹具与随行夹具	153
	思考题与习题	156
第4章 机械加工工艺规程设计		162
4.1	概论	162
4.2	定位基准及选取	170
4.2.1	基准	170
4.2.2	定位基准的选择	171
4.3	工艺路线的制订	177
4.3.1	加工经济精度与加工方法的选择	177
4.3.2	典型表面的加工路线	180
4.3.3	工序顺序的安排	183
4.3.4	工序的集中与分散	185
4.3.5	加工阶段的划分	185
4.4	工序内容的确定	186
4.4.1	机床和工艺装备的选取	186
4.4.2	加工余量、工序尺寸的确定	187
4.4.3	切削用量的确定	191
4.4.4	时间定额的确定	191
4.5	工艺尺寸链	193
4.5.1	尺寸链的基本概念	193
4.5.2	尺寸链的基本计算公式	195
4.5.3	工艺尺寸链的建立和增环、减环的判别	196
4.5.4	直线尺寸链在工艺过程中的应用	196
4.6	工艺过程技术经济分析	206
4.6.1	提高生产率的工艺途径	206
4.6.2	工艺成本及其组成	209

4.6.3	工艺方案经济性的评比方法	210
4.7	制订机械加工工艺流程的实例	211
4.7.1	制订工艺规程的原始资料	212
4.7.2	分析零件的结构特点和技术要求, 审查结构工艺性	212
4.7.3	选择毛坯	212
4.7.4	选择定位基准和确定工件装夹方式	212
4.7.5	拟定工艺路线	213
4.7.6	设计工序内容	214
4.7.7	填写工艺文件	215
4.8	成组技术	215
4.8.1	零件的相似性原理及成组技术的发展	215
4.8.2	零件的分类编码系统	217
4.8.3	零件分类成组的方法	222
4.8.4	成组技术用于工艺设计	225
4.9	计算机辅助工艺过程设计	231
4.9.1	计算机辅助工艺过程设计的基本方法	232
4.9.2	CAPP 系统工艺信息的数字化	233
4.9.3	工艺数据及数据库	236
	思考题与习题	237
第5章	机械加工质量分析与控制	241
5.1	机械加工精度概论	241
5.1.1	机械加工精度的概念	241
5.1.2	加工误差的产生	241
5.1.3	原始误差和加工误差的关系	242
5.1.4	研究加工精度的方法	242
5.2	工艺系统几何精度对加工精度的影响	243
5.2.1	加工原理误差	243
5.2.2	调整误差	243
5.2.3	机床的几何误差	244
5.2.4	刀具的几何误差	251
5.2.5	定位误差和与夹具有关的误差	251
5.3	工艺系统受力变形引起的加工误差	251
5.3.1	基本概念	251
5.3.2	工艺系统受力变形对加工精度的影响	254
5.3.3	减小工艺系统受力变形的途径	259
5.4	工艺系统热变形对加工精度的影响	259
5.4.1	工艺系统的热源和传递	259
5.4.2	机床热变形及其对加工精度的影响	260
5.4.3	工件热变形对加工精度的影响	261

5.4.4	刀具热变形及其对加工精度的影响	262
5.4.5	减少和控制工艺系统热变形的主要途径	263
5.5	加工误差单因素分析方法	264
5.5.1	影响尺寸精度的误差因素	264
5.5.2	影响形状精度的误差因素	264
5.5.3	影响位置精度的误差因素	266
5.5.4	保证和提高加工精度的主要途径	267
5.6	加工误差统计分析方法	269
5.6.1	概述	269
5.6.2	分布曲线法	270
5.6.3	工艺过程的点图分析	275
5.7	影响加工表面质量的工艺因素	278
5.7.1	机械加工表面质量概论	278
5.7.2	表面粗糙度的形成及其影响因素	280
5.7.3	影响加工表面层物理机械性能的因素	281
5.8	机械加工过程中的振动	283
5.8.1	机械加工过程中的振动现象	283
5.8.2	机械加工过程中的强迫振动	284
5.8.3	机械加工过程中的自激振动(颤振)	285
	思考题与习题	286
第 6 章	机器装配工艺基础	290
6.1	概述	290
6.1.1	机器装配的基本概念	290
6.1.2	装配工艺系统图	290
6.1.3	装配工作的基本内容	292
6.1.4	装配精度	292
6.2	装配方法	294
6.2.1	互换装配法	294
6.2.2	分组装配法	295
6.2.3	修配装配法	295
6.2.4	调整装配法	296
6.3	装配尺寸链	296
6.3.1	装配尺寸链的建立	296
6.3.2	装配尺寸链的计算	299
6.4	装配工艺规程的制订	306
6.4.1	制订装配工艺规程的基本原则及原始资料	307
6.4.2	制订装配工艺规程的步骤	307
	思考题与习题	309
第 7 章	机械制造技术的发展	311

7.1 现代制造技术的发展	311
7.1.1 现代制造技术的形成和特点	311
7.1.2 现代制造技术的内容和发展方向	312
7.2 机械制造自动化技术	313
7.2.1 大批大量生产自动化	313
7.2.2 多品种、中小批量生产自动化	315
7.2.3 计算机集成制造系统	319
7.3 超精密加工与纳米加工技术	323
7.3.1 超精密加工基本原理	324
7.3.2 金刚石超精密切削	325
7.3.3 超精密磨削	326
7.3.4 纳米级加工技术	327
7.4 特种加工技术	328
7.4.1 特种加工的概念	328
7.4.2 特种加工方法	329
7.5 快速响应制造技术	337
7.5.1 新产品的快速研制	338
7.5.2 制造资源的快速重组	339
思考题和习题	340
参考文献	341

第 1 章 机械制造技术概论

1.1 制造与制造技术

1.1.1 制造的涵义

所谓制造,是一种将有关资源(如物料、能量、资金、人力资源、信息等)按照社会的需求转变为新的、有更高应用价值资源的行为和过程。

随着社会的进步和制造活动的发展,制造的内涵也在不断地深化和扩展。农业社会阶段及以前时期,制造活动主要是采用简单工具(如石器、铜器、铁器等)的手工制造,制造的对象主要是自然界地表的天然物质资源。工业社会阶段,制造活动发展为采用复杂机器作为工具的机器制造,并且,随着科学技术的发展,新的制造模式也不断出现,如机械化流水线制造、自动化制造等,制造的对象主要是埋藏在地下的矿产资源。今天,世界已跨入信息社会阶段,现代制造模式如柔性制造、集成制造、敏捷制造、智能制造、纳米制造、生物制造等不断涌现,制造的对象已经扩大到分子、原子级,甚至进一步扩大到蕴藏在人们头脑中的信息、知识等无形资源。有关专家指出,下一个社会阶段将相继是纳米科技时代和生物科技时代,以分子、原子等为对象的纳米制造和以基因技术为核心的生物制造将广泛应用,制造的主要对象将扩大到基因资源和微观领域的各种资源。有人预言,纳米科技将“营造自然界尚不存在的新的物质体系”,基因技术将“重塑世界”。

因此,制造的概念是一个不断发展进化的概念。现代的制造技术是以社会、经济发展需求为目标,以资源和资源转换为对象,以现代制造科学与技术为基础,以制造系统为载体,以信息化、网络化、生态化和全球化为环境的综合性科学技术。

1.1.2 系统的概念和性质

系统是相同或相类似的事物按一定的秩序和内部联系组合而成的一个整体。系统观念是人类历史上最古老的概念,也是目前各个领域中广泛应用的概念。系统的概念、内涵和外延因研究的领域不同而各不相同。如在科技领域可以帮助研究人员将研究对象从环境中“分离”出来,通过定义一个系统可以准确地界定研究工作的边界和主题。系统观念强调局部之间的联系与协调,使人们能全面地分析与归纳各种事物。

在一个系统中,系统整体的特性和功能原则上不能归结为组成它的要素的特性和功能之和;处于系统中的组成要素的特性和功能,也不同于它们在孤立状态时的特性和功能。

要素是系统存在的基础，要素决定系统。各种要素在系统中的地位和作用并不相同，复杂系统的诸要素有的处于主导或支配地位，有的处于从属或被支配地位。不同的系统，其结构、功能、生命周期各不相同。但作为“系统”也有共同的性质，如：整体性、层次性、抽象性、关联性、动态自适应性、不可逆的生命周期性等。

1.1.3 制造系统和制造技术

制造活动是社会最基本的活动。由于社会发展的需求，出现了制造系统，这就是现实社会中的制造型企业。企业是工业革命的产物，是商品经济的产物，它应人类社会环境的需求而产生，随社会经济的发展而演变。早期，人们对企业的认识是“赚钱的机器”；后来，人们逐步认识到企业的基本功能是“资源转换”，为人类社会创造财富；随着现代经济的发展，人们进一步认识到企业是“经济的细胞”；信息时代的到来、知识经济的兴起，使人们更深刻地认识到企业是一个智能生物体，将随环境的变化而自动进化。因此制造系统是一个由制造过程所涉及的硬件（如人员、物料流、信息基础设施、环境等）和相关软件（如理论、技术、程序、规范等）组成的，与外界进行物质、能量和信息交互的，实现资源转换以满足社会等环境需求的，完成包括市场分析、产品设计、工艺规划、制造实施、检验出厂、销售服务甚至报废回收等各个环节活动的制造全过程的系统。

制造技术是完成制造活动所施行的一切手段的总和。机械制造技术就是完成机械制造活动所施行的一切手段的总和。

1.2 机械制造技术的研究对象

1.2.1 机械制造过程中的基本规律和基本理论

机械制造技术就是研究机械制造过程中的基本规律和基本理论及其应用的一门技术学科。机械制造可分为热加工和冷加工两部分。热加工指铸造、塑性加工、焊接、表面热处理等；冷加工一般是指零件的机械加工过程和装配过程，当前还包括特种加工技术等。冷、热加工两部分都是机械工程的分支学科。一般机械制造技术多指研究各种机械制造冷加工过程和科学的科学，主要内容有：

(1) 机械制造的基础理论、基本装备。

(2) 机械加工和装配工艺过程设计、各种传统加工方法、特种加工方法、精密加工和超精密加工方法等。

(3) 机械制造系统的自动化、柔性化、集成化及智能化。

目前，机械制造学科的主要内容有下列十个方面：

(1) 切削与磨削加工技术。

(2) 特种加工技术。

(3) 精密加工和超精密加工技术。

(4) 装配技术。

(5) 机械制造系统的自动化。

- (6) 机械制造中的计量与测试。
- (7) 机械制造过程的工况监测与故障诊断。
- (8) 机械制造设备的性能与试验。
- (9) 机械产品的质量与可靠性。
- (10) 机械制造系统的柔性化、集成化和智能化。

机械制造过程是一种离散的生产过程，它主要表现在制造过程中的各个环节之间是可以彼此关联或不关联的。因此实现机械制造过程自动化的难度比较大。另外，机械制造过程的实施依赖个人的经验和技艺较多，难以用数学方法、规律、逻辑进行描述。这样就使得机械制造科学长期以来发展比较缓慢。计算机技术、微电子技术、控制技术、传感技术与机电一体化技术的迅速发展，对机械制造科学的发展产生了深远的影响。由系统论、信息论和控制论所形成的系统科学与方法论，从系统中各组成部分之间的相互联系、相互作用、相互制约的关系来分析对象，这种方法论与机械制造科学的结合，形成了制造系统的概念。机械制造科学与管理科学的结合进一步丰富了机械制造科学的内容，出现了质量保证体系等，成为保证产品质量的重要举措。因此，机械制造技术的发展已经从一种经验、技艺、方法逐步成长为一门系统工程科学。

机械产品虽然种类繁多，具体的制造方法也千差万别，但是在它们的制造过程中却存在着一些共同的基本规律。对这些共同的规律进行抽象概括，使其上升为理论。这些基本理论确切地揭示了客观事物的本质和它们的内在联系。学习和掌握了这些基本理论，再用它们来指导生产实践，就有可能使机械产品的制造过程取得综合的、最佳的效果，最终推动生产的进一步发展。

1.2.2 质量、生产率和经济性的辩证关系

为了提高制造技术水平，首先必须处理好质量、生产率和经济性之间的关系。任何机械产品都是由各种零件所组成的，如轴、套、齿轮、箱体等。这些零件由不同的材料制成毛坯，经过机械加工和必要的热处理达到图样规定的结构形状和尺寸要求，最后装配成满足其性能要求的产品，这就是机械产品的制造过程，如图 1-1 所示。

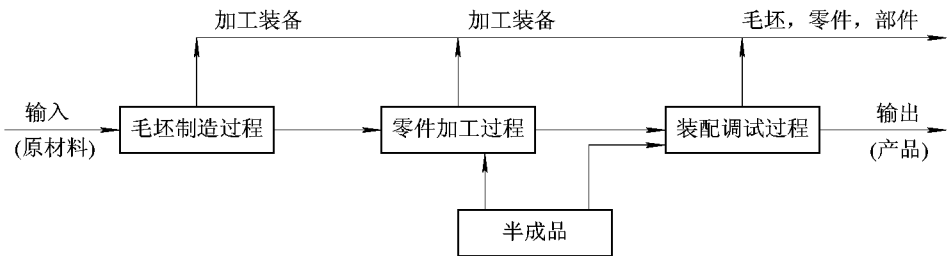


图 1-1 机械产品的制造过程

各种机械产品的用途和零件结构的差别虽然很大，但它们的制造过程却有着很多共同之处。在制造过程中有很多的工艺技术问题需要解决，这些问题可以归纳为质量、生产效率和经济性三个方面的问题。第一方面的问题是如何保证和提高产品的质量，包括整台机器的装配精度、使用寿命和可靠性，以及零件的加工精度和加工表面质量。这就需要研究各种加工方法和各种加工方案，研究加工过程可能出现的各种误差因素以及如何减少和消

除这些误差因素对机器和零件质量的影响,研究保证装配精度的方法等;第二方面的问题是如何提高劳动生产率,也就是如何用最少的时间完成最多的工作量;第三方面的问题是如何降低产品的成本,这就必须合理选择和节省原材料,对多种加工方案进行分析比较、进行优化和作出抉择等。

上述三方面的问题是互相关联又互相制约的。比如,为了保证产品质量,必须采用精密加工设备,但因为设备的价格昂贵,可能会使加工成本有所上升;有时为了降低加工成本,又不得不采取生产率稍低的加工方法和选择精度较低的毛坯;随着生产批量的加大,更多地使用先进的、高生产率的设备,虽然一次性投资较大,但因为生产率高,缩短了加工时间,仍会使总的经济效益提高等等。因此,必须辩证地、全面地分析质量、生产效率和经济性的关系,其基本原则是在满足质量要求的前提下,不断提高劳动生产率和降低成本,以优质、高产、低消耗的加工方案来完成产品的加工和装配,取得最佳的综合效果。

1.2.3 机械制造技术课程的主要内容、特点和学习方法

1. 机械制造技术课程的主要内容

(1) 金属切削加工的基本原理:论述了金属切削加工的基本规律和提高金属切削效率的途径。

(2) 机械制造工艺系统:介绍了金属切削机床工作原理、金属切削刀具的选用、机床夹具的设计方法。

(3) 机械加工工艺规程设计:论述了零件机械加工工艺过程制订的指导思想、内容、方法和步骤,阐述了成组技术和计算机辅助工艺过程设计等先进制造技术内容,同时进行了制订工艺过程的实例分析。

(4) 机械加工的加工质量分析:包括机械加工精度和机械加工表面质量两部分。分析了影响加工精度的因素、加工误差的分析方法及提高加工精度的途径,分析了影响表面质量的因素及其改善措施。

(5) 机械装配工艺的工艺基础:论述了装配工艺过程的制订、装配工艺方法和装配尺寸链等内容。

(6) 机械制造技术的新发展:从制造系统自动化、精密工程、特种加工方法和快速响应制造技术等方面论述了当前制造技术的发展。

2. 机械制造技术课程的特点和学习方法

(1) 机械制造技术课程是一门专业课,它与基础课和技术基础课不同,随着科学技术和经济的发展,课程内容在不断地更新和充实。由于机械制造过程是非常复杂的,影响因素很多,因此课程在理论上和体系上正在不断地完善和提高。

(2) 课程的实践性很强,与生产实际的联系十分密切,有实践知识才能在学习时理解得比较深入和透彻,因此要注意实践知识的学习和积累。

(3) 课程具有工程性,有不少涉及制造方法方面的内容,需要从工程应用的角度去理解和掌握,因为工程问题和理论问题是有所差别的。

(4) 掌握课程的内容要有习题、课程设计、实验、实习等各环节的相互配合才能解决,每个环节都是重要的、不可缺少的,各教学环节之间应密切结合和有机联系,形成一个整体。

第 2 章 金属切削加工基本原理

2.1 基本概念

金属切削过程是工件和刀具相互作用的过程。刀具要从工件上切去一部分金属，并在保证高生产率和低成本的前提下，使工件得到符合图样要求的形状、尺寸精度和表面质量。为了实现这一过程，必须具备以下三个条件：工件与刀具之间要有相对运动，即切削运动；刀具材料必须具有一定的切削性能；刀具必须具有适当的几何形状，即切削角度。

2.1.1 切削运动

在金属切削中，为了要从工件上切去一部分金属，刀具和工件间必须完成一定的切削运动。如外圆车削时(如图 2-1 所示)，工件作旋转运动，刀具作连续纵向直线进给运动，从而形成了工件的外圆柱表面。

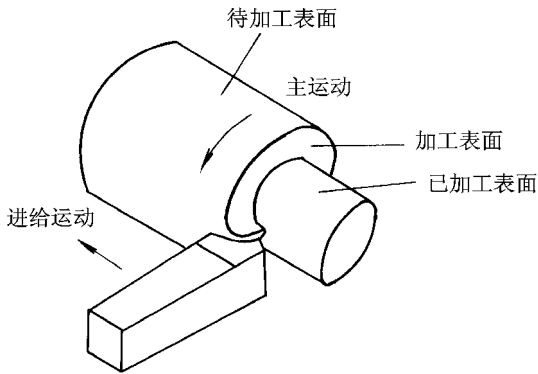


图 2-1 车削时的切削运动

切削运动包括：主运动和进给运动。

1. 主运动

切削运动中速度最高、消耗功率最大的运动称主运动。主运动是切下金属所必须的基本运动，如车削中工件的旋转或铣削中刀具的旋转等。

2. 进给运动

进给运动是使新的金属层不断投入切削，以便切完工件表面上全部余量的运动。进给运动的大小可用进给量 f 表示。对于外圆车削， f 是指工件转一周，刀具沿工件纵向的移

动距离(mm/r)；多刃旋转刀具常用到每齿进给量 a_f (mm/z)及每秒进给速度 v_f (mm/s)。

在整个切削过程中，工件上有三个表面(如图 2-1 所示)。

- (1) 待加工表面：即将被切去金属层的表面。
- (2) 加工表面：切削刃正在切削的表面。
- (3) 已加工表面：切削后形成的新表面。

这些定义也适用于其它切削。如图 2-2(a)、图 2-2(b)和图 2-2(c)所示，分别表示了刨削、钻削、铣削时的切削运动。

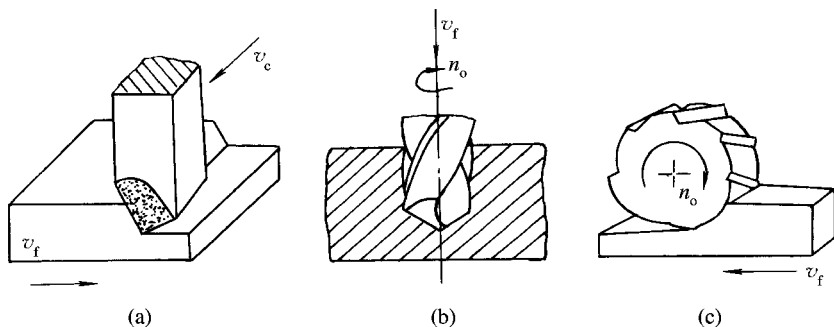


图 2-2 刨、钻、铣削时的切削运动

3. 主运动和进给运动的合成

主运动和进给运动同时进行，如车削时刀具上切削刃某一点相对于工件的合成运动称合成切削运动，可用合成速度向量 v_c 表示(如图 2-3 所示)。它等于主运动速度 v_c 与进给速度 v_f 的向量和，即

$$v_c = v_c + v_f \quad (2-1)$$

显然，沿切削刃各点的合成速度向量并不相等。

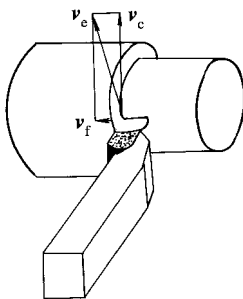


图 2-3 车削时的合成速度向量

2.1.2 切削用量

1. 切削速度 v_c

切削速度是主运动的线速度，单位为 m/min。车削时切削速度为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min}) \quad (2-2)$$

式中： d ——工件或刀具直径(mm)；

n ——工件或刀具转速(r/s 或 r/min)。

2. 进给量 f

进给量是进给运动的单位量。车削时进给量 f 是取工件每旋转一周的时间内, 工件与刀具的相对位移量, 单位为 mm/r。故车削时进给运动速度 v_f 为

$$v_f = nf \quad (2-3)$$

3. 背吃刀量 a_p

背吃刀量是垂直于进给运动方向测量的切削层横截面尺寸, 车外圆时:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (2-4)$$

式中: d_w ——待加工表面直径(mm);

d_m ——已加工表面直径(mm)。

2.2 刀具的角度与切削要素

本节以车刀为例, 重点分析车刀几何形状的分析与图示方法、刀具标注角度坐标系和刀具工作角度坐标系与工作角度等基本内容。

2.2.1 刀具角度的标注

1. 刀具切削角度的坐标平面

刀具的切削角度, 是刀具和工件在切削运动的状态下确定的角度。所以刀具切削角度的坐标系应该用合成切削速度向量 v_c 来说明。

由于实际生产中大多数加工表面都是空间曲面, 不便于直接用来作为坐标平面, 因此需通过切削刃上某一选定点, 做工件加工表面的基面和切削平面, 以构成刀具角度的坐标系, 它们的定义如下(如图 2-4 所示):

基面 P_r : 通过切削刃某选定点, 垂直于合成切削速度向量 v_c 的平面。

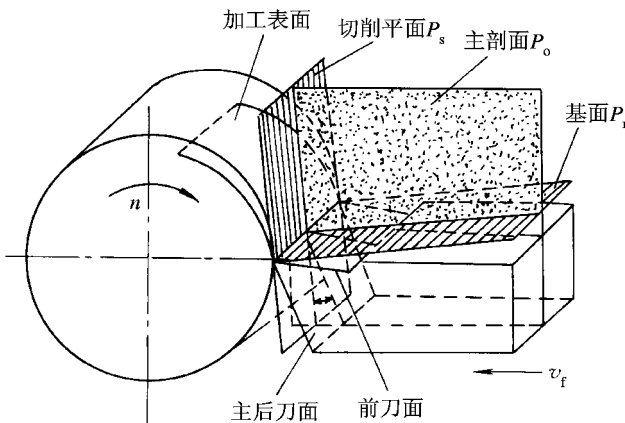


图 2-4 横车的基面、切削平面和主面

切削平面 P_s : 通过切削刃某选定点, 切于或包含主切削刃且垂直于基面的平面。

如图 2-4 所示为横车时的基面和切削平面, 它们分别与刀头的前刀面和主后刀面有一夹角。而且这一夹角, 因选用的测量平面不同, 而数值各异。因此为了正确地测量出两平面间的夹角, 还必须规定测量平面。主剖面就是其中之一。

主剖面 P_o : 通过切削刃某选定点, 垂直于主切削刃在基面上的投影的平面。

2. 刀具标注角度坐标系

为便于刀具设计者在设计刀具时的标注, 一般先合理地规定一些条件。在车削时, 这些条件是:

- (1) 装刀时, 刀尖恰在工件的中心线上。
- (2) 刀杆中心线垂直于工件轴线。
- (3) 没有进给运动。
- (4) 工件已加工表面的形状是圆柱表面。

基于这些条件, 以常见的外圆车刀为例(如图 2-5 所示), 此时, 主切削刃某选定点 M 的基面 P_r 垂直于主运动速度方向; 切削平面 P_s 垂直于基面 P_r ; 主剖面 P_o 垂直于主切削刃在基面上的投影。因此, 正交平面坐标系内三个坐标平面互相垂直, 构成一个空间直角坐标系。

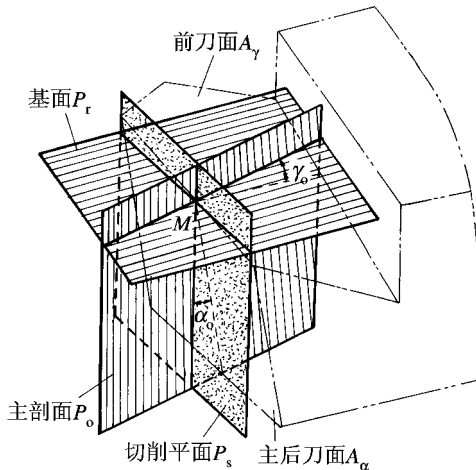


图 2-5 刀具标注角度坐标系

有了这些坐标平面后就可以确定刀具上的标注角度。这些角度及其定义有(如图 2-6 所示):

1) 在主剖面 P_o 内

前角 γ_o : 前刀面与基面之间的夹角。前刀面在基面之下称正前角; 前刀面在基面之上称负前角。

后角 α_o : 主后刀面与切削平面之间的夹角。

2) 在基面 P_r 内

主偏角 κ_r : 进给方向与主切削刃在基面上的投影之间的夹角。

副偏角 κ_r' : 进给方向与副切削刃在基面上的投影之间的夹角。