



高职高专规划教材

JIXIE
ZHIZAO
JISHU

机械制造技术

主 编 王道宏

副主编 杨超珍 骆江锋

浙江大學出版社

高职高专规划教材

机械制造技术

主 编 王道宏

副主编 杨超珍 骆江锋

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/王道宏主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2004. 7

ISBN 7-308-03764-9

I. 机... II. 王... III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 067723 号

丛书策划 樊晓燕

封面设计 刘依群

责任编辑 樊晓燕

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 21.25

字 数 428 千

版 印 次 2004 年 7 月第 1 版 2006 年 8 月第 4 次印刷

印 数 9001—12000

书 号 ISBN 7-308-03764-9/TH·063

定 价 28.00 元

内 容 提 要

本书涵盖了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺、机床夹具设计等内容。注重联系生产实际,简化基本理论的叙述,加强应用性内容的介绍。弱化金属切削原理与刀具、金属切削机床部分,强化机械制造工艺、机床夹具设计部分。在夹具部分,加强了通用夹具的内容。着重从高职学生的具体特点及未来就业角度的方面去考虑,有很强的针对性和实践性,每章后附有思考题和练习题。

本书适用于高职高专院校的机械类和机电类各专业使用,也可供有关工程技术人员参考。

由于我们水平有限,编写时间紧迫,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2004 年 5 月

高职高专机电类规划教材

参编学校(排名不分先后)

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

宁波工程学院

宁波职业技术学院

嘉兴职业技术学院

金华职业技术学院

温州职业技术学院

浙江工贸职业技术学院

台州职业技术学院

浙江水利水电高等专科学院

浙江轻纺职业技术学院

浙江工业职业技术学院

丽水职业技术学院

湖州职业技术学院

前 言

本书涵盖了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺、机床夹具设计等内容。注重联系生产实际,简化基本理论的叙述,加强应用性内容的介绍。弱化金属切削原理与刀具、金属切削机床部分,强化机械制造工艺、机床夹具设计部分。在夹具部分,加强了通用夹具的内容。

具体来说,重点介绍了金属切削原理、金属切削加工(车削、铣削、钻削、磨削、齿形加工、精密与特种加工)、机械加工质量、机械加工工艺流程制订、机床夹具设计基础、装配工艺、先进制造技术等内容。着重从高职学生的具体特点及未来就业角度的方面去考虑,有很强的针对性和实践性,每章后附有思考题和练习题。

本书由嘉兴职业技术学院王道宏任主编,宁波工程学院杨超珍、宁波职业技术学院骆江锋任副主编。参加编写的有嘉兴职业技术学院王道宏(绪论、第3章),宁波高等专科学校杨超珍(第5章),宁波职业技术学院骆江锋(第2章、第6章),浙江工业职业技术学院孙英达(第4章),嘉兴职业技术学院白洪金(第1章),台州职业技术学院应一帜(第7章)。全书由浙江大学机能学院孙月明教授主审。

本书适用于高职高专院校的机械类和机电类各专业使用,也可供有关工程技术人员参考。

由于我们水平有限,编写时间紧迫,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2004年5月

目 录

绪 论	1
第 1 章 金属切削原理	5
1.1 金属切削的基本定义	5
1.1.1 切削运动	5
1.1.2 工件上的加工表面	6
1.1.3 切削用量	7
1.1.4 刀具的几何参数	8
1.1.5 切削层参数	9
1.2 金属切削过程的物理现象	10
1.2.1 切削层的变形	10
1.2.2 切削力	11
1.2.3 切削热与切削温度	12
1.3 刀具磨损与刀具耐用度	14
1.3.1 刀具磨损的形成	15
1.3.2 刀具正常磨损原因	16
1.3.3 刀具磨损过程及磨钝标准	18
1.3.4 刀具耐用度	19
1.4 工件材料的切削加工性	20
1.4.1 评定材料切削加工性的主要指标	20
1.4.2 常用材料的切削加工性及其改善措施	22
1.5 金属切削条件的合理选择	24
1.5.1 刀具材料的选择	24
1.5.2 刀具的几何参数的选择	26
1.5.3 刀具耐用度的选择	27
1.5.4 切削用量的选择	29
1.5.5 切削液的选择	30
习题	32

第2章 金属切削加工	33
2.1 金属切削机床的基本知识	33
2.1.1 金属切削机床的分类	33
2.1.2 金属切削机床型号的编制方法	34
2.1.3 金属切削机床的运动	36
2.1.4 金属切削机床的技术性能	38
2.2 车削加工	40
2.2.1 车削加工概述	40
2.2.2 CA6140 型卧式车床	40
2.2.3 车刀	45
2.3 铣削加工	47
2.3.1 铣削加工概述	47
2.3.2 铣床	49
2.3.3 铣刀	51
2.3.4 万能分度头	54
2.4 磨削加工	55
2.4.1 磨具的特性和选用	55
2.4.2 磨削加工类型与机床的磨削运动	59
2.4.3 磨削加工特点	63
2.4.4 磨床	64
2.4.5 先进磨削技术简介	66
2.5 齿轮加工	69
2.5.1 齿轮的加工方法	69
2.5.2 齿轮加工机床	71
2.5.3 齿轮加工刀具	79
2.6 其他切削加工方法简介	80
2.6.1 钻床、钻头及钻削加工	80
2.6.2 镗床、镗刀及镗削加工	84
2.6.3 刨削加工	86
2.6.4 拉削加工	89
2.7 特种加工简介	90
2.7.1 电火花加工	90
2.7.2 电解加工	91
2.7.3 电化学加工	91

2.7.4 激光加工	91
2.7.5 电子束加工	92
2.7.6 离子束加工	92
2.7.7 超声波加工	93
习题	93
第3章 机械加工质量	95
3.1 概述	95
3.1.1 机械加工精度	95
3.1.2 机械加工表面质量	97
3.2 影响机械加工精度的因素	99
3.2.1 工艺系统的几何误差对加工精度的影响	100
3.2.2 工艺系统力效应对加工精度的影响	104
3.2.3 工艺系统热变形对加工精度的影响	109
3.3 机械加工精度的综合分析	111
3.3.1 加工误差的性质	111
3.3.2 加工误差的统计分析	112
3.4 影响机械加工表面质量的因素	118
3.4.1 影响零件表面粗糙度的因素	118
3.4.2 影响零件表面层物理力学性能的因素	120
3.5 提高机械加工质量的途径与方法	122
3.5.1 提高机械加工精度的途径	122
3.5.2 提高机械加工表面质量的方法	124
习题	125
第4章 机械加工工艺规程的制订	127
4.1 概述	127
4.1.1 生产过程及机械加工工艺过程	127
4.1.2 机械加工工艺过程的组成	127
4.1.3 机械加工的生产类型及工艺特征	130
4.1.4 机械加工工艺规程	132
4.1.5 工艺规程制订的原则和步骤	137
4.2 机械加工工艺规程编制的准备	137
4.2.1 原始资料的准备	137
4.2.2 零件的工艺分析	138
4.2.3 毛坯的选择	140

4.3 机械加工工艺路线的拟定	143
4.3.1 基准及其分类	143
4.3.2 定位基准的选择	145
4.3.3 表面加工方法的确定	149
4.3.4 加工顺序的安排	153
4.4 工序设计	156
4.4.1 加工余量的确定	156
4.4.2 工序尺寸及其公差的确定	163
4.4.3 工艺尺寸链的计算	163
4.4.4 机床及工艺装备的选择	167
4.4.5 切削用量的确定	167
4.4.6 时间定额的确定	168
4.5 工艺过程的生产率和经济性	170
4.5.1 工艺成本的组成	170
4.5.2 提高机械加工生产率的工艺措施	171
4.6 典型零件加工	175
4.6.1 轴类零件加工	175
4.6.2 套类零件加工	181
4.6.3 箱体类零件加工	189
4.6.4 直齿圆柱齿轮加工	197
习题	201
第5章 机床夹具设计基础	204
5.1 机床夹具概述	204
5.1.1 机床夹具的分类	204
5.1.2 机床夹具的作用和组成	205
5.2 工件在夹具中的定位	205
5.2.1 工件定位的基本原理	206
5.2.2 常用的定位方式及其所用定位元件	213
5.3 定位误差的分析与计算	221
5.3.1 定位副	221
5.3.2 定位误差及其产生原因	222
5.3.3 常见定位方式的定位误差计算	225
5.4 工件在夹具中的夹紧	236
5.4.1 夹紧装置的组成及基本要求	236

5.4.2 夹紧力的确定	237
5.4.3 典型夹紧机构	240
5.5 典型机床夹具设计	253
5.5.1 车床夹具	253
5.5.2 铣床夹具	256
5.5.3 钻床夹具	259
5.5.4 镗床夹具	266
5.6 专用夹具设计方法	270
5.6.1 专用夹具设计的基本要求和步骤	271
5.6.2 工件在夹具上加工的精度校核	273
5.6.3 夹具设计实例——泵体零件在车床上镗孔	273
习题	277
第6章 装配工艺	283
6.1 概述	283
6.1.1 装配的概念	283
6.1.2 装配内容	283
6.2 装配方法	285
6.2.1 装配精度	285
6.2.2 装配尺寸链的建立	286
6.2.3 保证装配精度的工艺方法	290
6.3 装配工艺规程设计	291
6.3.1 装配工艺规程制订的原则	291
6.3.2 制订装配工艺时所需的原始资料	291
6.3.3 制订装配工艺规程的方法与步骤	292
习题	294
第7章 先进制造技术	296
7.1 先进制造技术概论	296
7.1.1 先进制造技术的内涵和体系结构	296
7.2 计算机辅助和综合自动化技术	301
7.2.1 CAD/CAPP/CAM	301
7.3 柔性制造系统(FMS)	306
7.3.1 柔性制造系统概述	306
7.3.2 柔性制造系统的组成与类型	309
7.3.3 柔性制造系统的效益	313

7.3.4 柔性制造系统的发展趋势	313
7.4 计算机集成制造系统	315
7.4.1 CIMS 的产生背景	315
7.4.2 什么是 CIMS	316
7.4.3 CIMS 的构成	316
7.5 其他先进制造技术简介	319
7.5.1 工业机器人(Industrial Robot)	319
7.5.2 虚拟制造(Virtual Manufacturing, VM)技术	321
7.5.3 敏捷制造(AM)	322
习题	324
参考文献	326

绪 论

一、制造与制造业

制造是人类手工或借助于工具,运用主观掌握的知识和技能,采用有效的方法,按所需目的将制造资源转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品,并投放市场的全过程。

制造业是所有与制造有关的企业机构的总体。它涉及到国民经济的众多部门。制造业在创造价值、生产物质财富和新知识的同时还为国民经济各个部门和科学技术的进步与发展提供先进的手段和装备。

人类社会的三次技术革命都引起了制造业的巨大变革,促进了制造业的巨大发展。以蒸汽机的发明和广泛应用为标志的第一次技术革命,实现了从手工工具加工到机械化大生产的转变,促进了制造业的发展。以电力技术为主导的第二次技术革命,极大地推动了化工技术、钢铁技术、内燃机技术等相关技术的全面发展,使汽车、船舶、机车、石油等一系列相关制造业迅速兴起。以原子能、空间技术和电子计算机技术为主要标志的第三次技术革命,引起了传统制造业的自动化与大发展,产生了高新技术制造产业,如电子计算机、通信设备、生物医药等一大批新兴制造业。

二、机械制造业与机械制造技术

机械制造业为人类的生存、生产、生活提供各种设备,是国民经济中极其重要的基础产业。机械工业发展的规划和规模、向各部门提供的技术装备的品种、数量、质量、水平等方面是否适应需求,对整个国民经济的发展影响极大。没有机械制造业提供质量优良、技术先进的技术装备,其他如新材料技术、信息技术、生物工程技术等各项新技术的发展就会受到制约。强大的机械制造业是整个社会生产力蓬勃发展的基础。机械工业的技术水平和规模是衡量一个国家科技水平和经济实力的重要标志,反映了人民的生活质量及国防能力。

机械制造业历来是应用科学技术的主要领域,是应用最新科技推动社会、经济发展的主导产业。现代化的工业、农业、国防和科学技术,都以相应的机械装备为物质基础。先进的技术装备集中了有关的先进科技成果。国民经济各部门的生产技术水平和经济

效益,在很大程度上取决于机械工业所能提供装备的技术性能、质量和可靠性。

然而机械工业的发展和进步,在很大程度上又取决于机械制造技术的发展。1769年瓦特发明了蒸汽机,但当时加工技术十分落后,苦于加工不出高精度的汽缸而得不到推广应用。1775年,威尔逊成功地改造了一台汽缸镗床,解决了这一难题。就在第二年(1776年)蒸汽机便得到了实际应用,迎来了第一次产业革命。由此可见,机械制造技术的发展对人类科学技术的进步有何等重要的作用。在科学技术高度发展的今天,依然是如此。

三、机械制造业的发展现状

机械制造业的发展过程,是一个不断提高机械制造产品的加工精度和表面质量、不断提高和完善制造过程的自动化水平、不断降低制造成本的过程。人类文明的发展和制造业的进步密切相关。

机械制造业的发展,按其生产方式的变化,大致经历了劳动密集型生产方式、设备密集型生产方式、信息密集型生产方式、知识密集型生产方式和智能密集型生产方式这样几个阶段。

随着现代科学技术的发展,特别是微电子技术、计算机技术的飞速发展,机械制造业已发生并继续发生着极为深刻和广泛的变化,机械制造工艺方法将进一步完善与开拓,机械制造与数学、物理、化学、电子技术、计算机技术、系统论、信息论、控制论等各部门学科密切结合,逐步由一门技艺成长为一门工程科学。加工技术将不断向高精度、高度自动化发展,学科间的交叉、综合、渗透将进一步得到加强,机械制造业正向着自动化、柔性化、集成化、智能化和精密化的目标前进。

我国是世界文明古国,是世界上使用与发展机械最早的国家之一,在我国,机械制造具有悠久的历史,如在古代机械中,就比较早地发明并使用了齿轮。建国几十年来,我国的机械制造业也取得了很大的成就,建立起了初步完善的制造业体系,生产出了我国的第一辆汽车、第一艘轮船、第一台机车、第一架飞机、第一颗人造地球卫星等,为我国的国民经济建设和科技进步提供了有力的基础支持,为满足人民群众的物质生活需要作出了很大的贡献。改革开放以来,机械工业充分利用国内外的技术资源,有计划地进行企业的技术改造,依靠科技进步,已经取得了长足的发展,有不少产品成功地打入国际市场。在航天领域,成功地将神州五号载人飞船送入太空并顺利返回,实现了历史性的突破。

同时,我们也必须认识到,我国的制造技术与国际先进技术水平相比还有不小的差距。数控机床在我国机械制造领域的普及率仍不高,国产先进数控设备的市场占有率还较低,数控刀具、数控检测系统等数控机床的配套设备仍不能适应技术发展的需要。我国机械制造业的产品在功能、质量等各方面还有较大的差距,产品构成落后,有些产

品质量不稳定,可靠性差,大部分高精度机床的性能不能满足要求,精度保持性差。总体来说,科研开发能力较薄弱,人员技术素质也还跟不上现代机械制造业飞速发展的需要。因此,我国机械制造业面临着艰巨的任务,必须不断增强技术力量,培养高水平的人才和提高现有人员的素质,学习和引进国外先进科学技术,使我国的机械制造业早日赶上世界先进水平。

四、先进制造技术及其发展

传统的机械制造过程是一个离散的生产过程,它是以制造技术为核心的一个狭义的制造过程。随着科学技术的发展,传统的机械制造技术与计算机技术、数控技术、微电子技术、传感技术等相互结合,形成了以系统性,设计与工艺一体化,精密加工技术,产品生命全过程制造和人、组织、技术三结合为特点的先进制造技术。其涉及的领域可概括为与新技术、新工艺、新材料和新设备有关的单项制造技术和与生产类型有关的综合自动化技术两方面。主要有以下特点:

(1) 集成化 先进制造技术生产的产品将是多种技术的集成,技术含量高,涉及的领域广,包含的功能多。

(2) 高效化 运行速度快,能耗低,效率高。

(3) 个性化 产品真正面向市场,根据市场的不同要求,敏捷地生产出个性化的产品,日益满足不同用户的要求。

(4) 自动化 不需要人们过多的参与,能自动地完成已拟定的任务。

(5) 柔性化 当外界条件变化时,其自身变换灵活,适应性很强,能满足不同要求。

(6) 智能化 具有一定的思维能力,自我分析、判断、学习,并能协调和处理发生的问题,对操作人员的要求较低。

(7) 网络化 能信息连网,资源共享,充分调动各自的积极因素,发挥群体作用。

(8) 小型化 在能实现同样功能条件下,小型化的产品具有重量轻,材料省,能耗低,节省资源,占有空间小,携带运输方便等优点。

(9) 人性化 技术和艺术高度完美统一,人机和谐,得心应手,满足人们日益增长的审美情趣。

(10) 绿色化 在产品的生产、使用阶段,以及寿命周期后的处理,都很安全、卫生、经济,具有较强的绿色环保意识,符合可持续发展的要求。

五、本课程的性质及主要内容

“机械制造技术”是为适应机电专业改革而重新构建的一门课程,是机电专业的一门主干课,它有机地将“金属切削原理与刀具”、“金属切削机床概论”、“机床夹具设计”、“机械制造工艺学”等几门传统的专业课融合为一体,形成以培养机械制造技术应用能

力为主线的新的课程体系。

通过本课程学习,要求学生掌握机械加工和机械制造工艺的基本原理和基础知识,熟悉各种加工方法和常用设备,初步具有分析、解决机械制造中质量问题的能力和设计工艺规程及专用刀、夹、量具的能力。

第 1 章

金属切削原理

金属切削过程是指在机床上利用刀具,通过刀具与工件之间的相对运动,从工件上切下多余的金属,从而形成切屑和已加工表面的过程。在这个过程中,会产生一系列现象,如切削变形、切削力、切削热与切削温度、刀具磨损等。本章主要研究这些现象的成因、作用和变化规律,并运用这些基本规律解决控制切削、改善切削加工性、合理选用切削液等方面的问题,从而达到保证加工质量、降低生产成本、提高生产率的目的,也为合理使用与设计刀具、夹具和机床,分析解决生产中的有关工艺技术问题打下必要的基础。

1.1 金属切削的基本定义

1.1.1 切削运动

任何机械零件都可以看成是由外圆、内孔、平面、成形面等基本表面组成的。而这些基本表面在切削加工时都是由刀具和工具之间的相对运动(即切削运动)组合来形成的。

现以外圆车削和平面刨削为例来分析工件与刀具间的切削运动(见图 1-1)。切削运动按其所起的作用通常可以分为以下两种:

1. 主运动

使工件与刀具产生相对运动以进行切削的最基本的运动,称为主运动。这个运动的速度最高,消耗功率最大。如外圆车削时工件的回转运动和平面刨削时刀

具的直线往复运动,都是主运动(如图 1-1 所示)。其他切削加工方法中的主运动也同样由工件或刀具来完成,可以是回转,也可以是直线运动。通常主运动只有一个。

2. 进给运动

连续不断地把切削层投入切削,以便切除工件上全部余量所需的运动,称为进给运动。如外圆车削时车刀的纵向连续直线运动(如图 1-1(a)所示)和平面刨削时工件的间歇直线运动(如图 1-1(b)所示)都是进给运动。其他切削加工方法中也是由刀具或工件来完成进给运动的。但进给运动可能不只一个,它的运动形式可以是直线运动、回转运动或两者的组合。

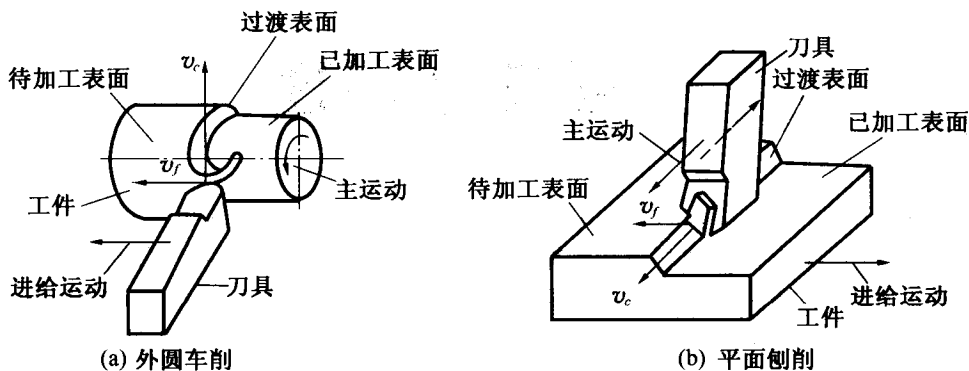


图 1-1 工件与刀具间的切削运动

1.1.2 工件上的加工表面

切削加工过程是一个动态的过程,在这一过程中,随着刀具与工件相对运动的进行,工件表层的被切削金属层被连续不断地切下来,变成切屑。同时,在工件上不断地产生新的表面。

在切削过程中,工件上有三个不断变化着的表面。以图 1-1 所示的外圆车削和平面刨削为例,它们是:

1. 待加工表面

它是工件上即将被切去的表面,随切削过程连续逐渐变小,直至全部切去。

2. 已加工表面

它是工件上已经切去了多余金属而形成的新表面,随切削继续而扩大。

3. 过渡表面

它是切削刃正在切削中的表面,并在切削过程中不断改变。它总是位于待加工表面和已加工表面之间。