



普通高等教育「十一五」国家级规划教材

机械

制造技术 基础

(第二版)

主编 周宏甫



 高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制造技术基础

Jixie Zhizao Jishu Jichu

（第二版）



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是教育科学“十五”国家规划课题研究成果。

本书为适应应用型教育机械设计制造及其自动化专业的人才培养目标,贯彻重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向的改革思路,以机械加工工艺为主线,对机械制造技术的基础知识、基本理论、基本方法等有机整合后撰写而成,全书除绪论外分为6章,内容包括机械加工工艺装备、金属切削基本原理、工艺规程设计、典型零件加工、机械制造质量分析与控制、先进制造技术简介等。

本书可作为高等工科院校应用型教育机械设计制造及其自动化专业的教材,也可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校等相关专业的教材以及从事机械制造的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/周宏甫主编. —2版. —北京:
高等教育出版社, 2010.5
ISBN 978-7-04-029144-5

I. ①机… II. ①周… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 043152 号

策划编辑	卢 广	责任编辑	查成东	封面设计	赵 阳
责任绘图	尹 莉	版式设计	余 杨	责任校对	刘 莉
责任印制	毛斯璐				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 26.25
字 数 490 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004 年 3 月第 1 版
2010 年 5 月第 2 版
印 次 2010 年 5 月第 1 次印刷
定 价 38.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29144-00

第二版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是教育科学“十五”国家规划课题研究成果。

机械制造技术基础是机械设计制造及其自动化专业的一门主干专业技术基础课。本书为适应应用型本科教育机械专业人才培养目标的需要,总结了各高等学校近年来教学改革的探索与实践经验,贯彻重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向的改革思路,以机械加工工艺为主线,对机械制造技术的基础知识、基本理论、基本方法等有机整合后撰写而成。除绪论外分为6章,内容包括机械加工工艺装备、金属切削基本原理、工艺规程设计、典型零件加工、机械制造质量分析与控制、先进制造技术简介等。

为适应培养生产一线应用型机械专业人才的需要,本书强调应用性和能力的培养。有关金属切削机床与刀具设计等方面的知识本书一般不予涉及,增加了典型零件的加工方法与工艺分析、夹具设计的基础知识等内容。本书注重工艺原理的实际应用,力求理论联系实际,尽可能多地引用典型实例进行分析,以加深对所述内容的理解;同时尽量多用图、表来表达叙述性的内容,力求以较少的篇幅完成对所需内容的介绍。本书还介绍了先进制造技术的基本理念与发展趋势,以扩大视野,开阔思路。

本书是在第一版的基础上,总结近5年来的教学实践编写而成的。编写组广泛听取了各校师生提供的意见,保持了第一版教材的体系和特点,对其中的小部分内容进行了增添、删减或改写,对一些语言文字进行了修改,一些插图进行了修改、更换,使之更便于教与学。

本课程的实践性很强,课程的教学必须与金工实习、实验、生产实习以及课程设计等实践性教学环节密切配合,要尽量采用多媒体等现代化的教育手段与教学方法,以期达到较理想的教学效果。

本书由福建工程学院周宏甫任主编并统稿,湖南工程学院倪小丹、南京工程学院贾晓林任副主编。绪论由周宏甫编写,第1章由河北建筑工程学院孙有亮和本书的两位副主编贾晓林、倪小丹编写,第2章由徐州工程学院李志编写,第3章由福建工程学院黄卫东、南阳理工学院宗荣珍编写,第4章由孙有亮、周宏甫、宗荣珍编写,第5章由长春工程学院李海波、周宏甫编写,第6章由贾晓林编写。全书由天津大学张世昌教授审阅。

应用型机械类系列教材编写委员会对本书的编写提供了有益的指导和帮助,在二版修订过程中,福建工程学院贾敏忠、詹友基等老师也提供了很多帮助,

在此一并表示衷心感谢。

本书配有电子教学课件,请使用本书教学的老师来信向福建工程学院周宏甫索取,电子邮箱: 942307164@qq.com。

应用型本科教育的教学改革是一项艰巨的系统工程。由于编者的水平有限,书中难免有错漏及不当之处,诚恳希望各位读者给予批评指正。

编者

2009年12月

目 录

绪论	1
0.1 制造业与制造技术	1
0.2 制造过程	3
0.3 机械制造技术概论	7
0.4 本课程的性质、研究内容、特点与学习方法	9
思考题与习题	10
第1章 机械加工工艺装备	11
1.1 机床	11
1.2 刀具	42
1.3 夹具	76
思考题与习题	123
第2章 金属切削基本原理	129
2.1 金属切削过程	129
2.2 切削力	138
2.3 切削热与切削温度	143
2.4 刀具磨损与刀具耐用度	148
2.5 刀具几何参数与切削用量的选择	155
2.6 磨削机理	165
思考题与习题	170
第3章 工艺规程设计	172
3.1 概述	172
3.2 机械加工工艺规程设计	176
3.3 工艺尺寸链	212
3.4 成组技术(GT)	226
3.5 计算机辅助机械加工工艺规程设计	235
3.6 机器装配工艺规程设计	240
思考题与习题	264
第4章 典型零件加工	277
4.1 轴类零件加工	277
4.2 套筒类零件加工	287
4.3 箱体类零件加工	297

4.4 圆柱齿轮加工	307
思考题与习题	317
第5章 机械制造质量分析与控制	320
5.1 加工质量	320
5.2 机械加工工艺系统几何误差的影响分析	324
5.3 机械加工工艺系统动态误差的影响分析	343
5.4 提高加工质量的途径	368
5.5 制造过程质量统计分析方法与应用	373
思考题与习题	383
第6章 先进制造技术简介	392
6.1 先进制造工艺技术	392
6.2 制造自动化技术	398
6.3 先进制造哲理、管理技术与生产模式	403
思考题与习题	409
参考文献	411
后记	413

绪 论

0.1 制造业与制造技术

0.1.1 机械制造业在国民经济中的地位

制造是人类最主要的生产活动之一。它是指人类按照所需目的,运用主观掌握的知识和技能,应用可利用的设备和工具,采用有效的方法,将原材料转化为有使用价值的物质产品并投放市场的全过程。

制造业是指对原材料(采掘业的产品和农产品)进行加工或再加工以及对零部件装配的工业的总称,它是国民经济的支柱产业之一。据统计,工业化国家中以各种形式从事制造活动的人员约占全国从业人数的四分之一。我国的制造业在工业总产值中占了约40%。图0.1显示了当今制造业的社会功能。

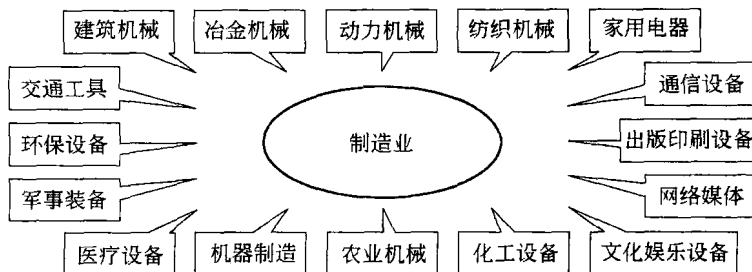


图 0.1 当今制造业的社会功能

机械制造业是制造业的最主要的组成部分。它是为用户创造和提供机械产品的行业,包括机械产品的开发、设计、制造生产、流通和售后服务全过程。目前,机械制造业肩负着双重任务:一是直接为最终用户提供消费品;二是为国民经济各行业提供生产技术装备。因此,机械制造业是国家工业体系的重要基础和国民经济的重要组成部分,机械制造技术水平的提高与进步将对整个国民经济的发展和科技、国防实力产生直接的作用和影响,是衡量一个国家科技水平的重要标志之一,在综合国力竞争中具有重要的地位。

制造技术是完成制造活动所施行的一切手段的总和。这些手段包括运用一定的知识、技能,操纵可以利用的物质、工具,采取各种有效的方法等。制造技术是制造企业的技术支柱,是制造企业持续发展的根本动力。忽略制造技术的发

展,就可能使经济发展走入歧途。例如,在 20 世纪 70 年代到 80 年代间,美国受所谓制造业已成为“夕阳工业”的思潮影响,忽视制造技术的提高与发展,致使制造业急剧滑坡,在汽车、家电等方面受到了日本的有力挑战,丧失了许多市场,导致了一定的经济衰退。这一严重局面使得美国决策层重新审视自己的产业政策,先后制订了一系列振兴制造业的计划,并特别将 1994 年定为美国的制造技术年,制造技术是美国当年财政重点扶植的惟一领域。这些措施使先进制造技术在美国得到较大的发展,其结果促进了美国经济的复苏,夺回了许多丧失的市场。

0.1.2 机械制造技术的现状与发展前景

新中国成立以来,我国的机械制造业与制造技术得到了长足发展,已经形成了一个门类比较齐全、具有相当规模和一定技术水平的机械制造工业体系。特别是改革开放以来,我国机械制造业充分利用国内外的资金和技术,引导企业走依靠科技进步的道路,进行了较大规模的技术改造,使制造技术、产品质量及经济效益有了显著的提高,为推动国民经济的发展起到了重要作用。2007 年全国机械工业总产值达到 7.3 万亿元,比上年增长 33.5%,连续 5 年以超过 20% 的增长速度快速发展。重要机械产品的产量再创新高,生产汽车 888 万辆,数控机床 12 万台,发电设备 1.2 亿千瓦。重大新产品 1.5 万吨级水压机、35 立方米矿用电铲、1.2 万米全数字化特深井石油钻机、直径为 25 米的数控立式车床、大型龙门式五轴联动混联机床、加工精度为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的数控重型卧式车床等陆续研制成功。中国已由机械工业净进口国变为净出口国,2007 年机电产品出口额达到 7 014 亿美元,占全国出口总额的 57.6%;出口产品结构继续升级,技术附加值高的汽车、工程机械等行业出口增长迅猛,表明中国机械工业的竞争力正在稳步提高。

但与发达国家相比,我国制造业的水平还存在阶段性的差距。主要表现在制造工艺装备落后,低水平生产能力严重过剩,高水平生产能力不足,产品质量和技术水平不高,技术开发能力不强,基础元器件和基础工艺不过关,劳动生产率低下,科技投入不足,技术创新能力薄弱,产业结构不尽合理,体制不能适应形势的发展需求等。

随着科技、经济、社会的日益进步和快速发展,日趋激烈的国际竞争及不断提高的人民生活水平对机械产品在性能、价格、质量、服务、环保及多样性、可靠性等多方面提出的要求越来越高,对先进的生产技术装备、科技与国防装备的需求越来越大,机械制造业面临着新的发展机遇和挑战。

现代机械制造技术发展的总的趋势是机械制造技术与材料科学、电子科学、信息科学、生命科学、环保科学、管理科学等的交叉、融合,具体将主要集中在以

下几个方面:

1) 机械制造基础技术 切削(含磨削)加工仍然是机械制造的主导加工方法,进一步提高生产率和加工质量是今后的发展方向。高速、超高速切削(磨削),高精度、高速切削机床与刀具,最佳切削参数的自动优选,刀具的高可靠性和在线监控技术,成组技术(GT),自动装配技术等将得到进一步的发展和应用。

2) 超精密及微细加工技术 各种精密、超精密加工技术,微细与纳米加工技术在微电子芯片、光子芯片制造,超精密微型机器及仪器,微机电系统(MEMS)等尖端技术及国防尖端装备制造领域中将大显身手。

3) 自动化制造技术 自动化制造技术将进一步向柔性化、智能化、集成化、网络化发展。计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规程设计(CAPP)、快速成形(RP)等技术将在新产品设计方面得到更全面的应用和完善。高性能的计算机数控(CNC)机床、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)等将更好地适应多品种、小批量产品的高质、高效加工制造。精益生产(LP)、准时生产(JIT)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)、计算机集成制造系统(CIMS)等先进制造生产管理将主导新世纪的制造业。

4) 绿色制造技术 在机械制造业综合考虑社会、环境、资源等可持续发展因素的绿色制造技术将朝着能源与原材料消耗最小,所产生的废弃物最少并尽可能回收利用,在产品的整个生命周期中对环境无害等方面发展。

0.2 制造过程

0.2.1 制造活动定义

制造的英文为 manufacture,起源于拉丁语 manus(手)和 factus(做),它准确反映了人们对制造的理解,即用手来做。

从系統工程的观点看,产品的制造是物料转变(物料流)、能量转化(能量流)和信息传递(信息流)的过程(图 0.2)。物料流是指物料经过制造过程产生形貌和位置的转变。如工件经过加工改变形状、尺寸,经过运输改变工位等。能量流是指在制造过程中将能量施加于加工对象并产生相应的变换。信息流是指将要求得到的形状、尺寸、性能等信息向被加工物料传递的过程。对一个产品的制造活动来说,它可能是产品装配图、零件图或 CAD 软件、工艺文件、CAM 软件或 CNC 软件代码;对于成形过程,如铸造、模锻、冲压、注塑等加工来说,模具就是信息的载体。物料、能量、信息三者的关系是:在信息控制下,由能量起作用,对物料进行加工从而使之形成产品。人和设备是制造活动的支撑条件,政策与法规是约束条件,即制造活动要符合国家的产业政策,符合环境保护、劳动保护

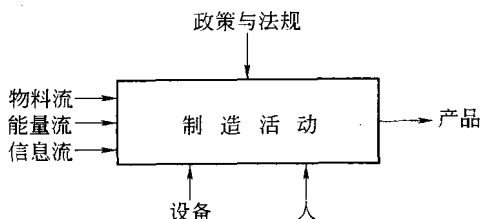


图 0.2 制造活动过程

等法规。

0.2.2 产品制造过程

产品的制造过程是将原材料转变成成品的全过程。它包括：生产技术准备、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、调试检验以及油漆包装等过程。上述过程中凡使被加工对象的尺寸、形状或性能产生一定变化的均称为直接生产过程。而工艺装备的制造、原材料的供应、工件及材料的运输和储存、设备的维修及动力供应等过程，不会使被加工对象产生直接的变化，称为辅助生产过程。

在生产过程中直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质（物理、化学、力学性能）等，使其成为合格产品的过程，称为工艺过程。如毛坯制造、机械加工、热处理、装配等，它是生产过程的重要组成部分。工艺过程包括热加工工艺过程（铸造、塑性加工、焊接、热处理及表面处理）、机械加工工艺过程（冷加工）和装配工艺过程。

0.2.3 生产类型与组织

机械产品的制造不仅与产品的结构、技术要求有很大关系，而且与企业的生产类型也有很大关系。生产类型是指产品生产的专业化程度。它是由生产纲领所决定的。生产纲领是企业计划在计划期内产品的产量。计划期为一年的生产纲领（年产量） N 可按式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta) \quad (0.1)$$

式中 Q ——产品的年产量；
 n ——每台产品中该零件的数量；
 α ——备品的百分率；
 β ——废品的百分率。

根据生产纲领的大小可划分生产类型，如表 0.1 所示。

表 0.1 生产纲领与生产类型的关系

生产类型	零件年生产纲领(件/年)		
	重型零件	中型零件	小型零件
单件生产	≤ 5	≤ 20	≤ 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	$> 1\,000$	$> 5\,000$	$> 50\,000$

产品的用途不同,决定了其市场需求量也不同,因此形成了不同的生产类型。如家电产品的市场需求可能是几千万台,而专用模具、巨型发电机组等的需求量往往只是单件。生产类型决定了机械加工专业化和自动化的程度,决定了所应选用的加工工艺方法和工艺装备。各种生产类型的工艺特点见表 0.2。

在一定的范围内,各生产类型之间并没有十分严格的界限。单件生产和小批生产的工艺特点相近,一般合称单件小批生产,大批生产和大量生产的工艺特点相近,一般合称大批量生产,小批生产、中批生产和大批生产又可称为成批生产。

表 0.2 各种生产类型的工艺特点

生产类型 工艺特点	单件小批生产	中批生产	大批量生产
零件的互换性	一般是配对制造,没有互换性,广泛采用钳工修配	大部分有互换性,少数用钳工修配	全部有互换性,精度高的配合件用分組装配法和调整法
毛坯的制造方法及加工余量	木模手工造型或自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分采用金属模铸造或模锻。毛坯精度和加工余量中等	广泛采用金属模机器造型、模锻及其他高效方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	通用机床按机群式排列,部分采用数控机床或加工中心	部分通用机床和高效机床、数控机床、加工中心,按零件类别分工段排列	广泛采用高效自动机床、专用机床、数控机床,按自动线和流水线排列
工艺装备及达到精度的方法	通用夹具、标准规件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切法达到精度要求	专用及成组夹具、专用刀具及量具。主要使用调整法达到精度要求	高效专用夹具、复合刀具、专用量具、自动检测装置。用调整法及自动控制达到精度要求
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定技术水平的工人	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术水平要求较高

续表

生产类型 工艺特点	单件小批生产	中批生产	大批量生产
工艺文件	有简单的工艺过程卡,关键工序有工序卡	有详细的工艺规程,关键零件有工序卡	有详细的工艺规程和工序卡,关键工序有调整卡、检验卡

企业组织产品的生产可以有以下几种模式:

1) 生产全部零部件并组装机器。

2) 生产一部分关键的零部件,进行整机装配,其余的零部件由其他企业供应。

3) 完全不生产零部件,只负责设计与销售。

第一种模式的企业,必须拥有加工所有零件的设备,形成大而全、小而全的工厂。当市场发生变化时,很难及时调整产品结构,适应性差。

许多大企业采用第二种模式,如汽车制造业。其关键在于自己应掌握核心技术和工艺,或自己生产高附加值的零部件。如汽车生产厂家只控制底盘、车身和发动机的设计和制造及整车装配,而汽车零配件的生产由众多的中小企业承担。

第三种模式具有占地少,固定设备投入少,转产容易等优点,较适宜市场变化快的产品生产。

针对不同产品选用生产模式及制造技术的准则是质量、成本、生产率,三者通常被称为评价机电产品制造过程的三准则。由表 0.2 可知,大批量生产可以获得较高的生产率和较低的生产成本,显示了巨大的优越性。与中小批量相比,大批量生产有明显的经济效益,这就是所谓的“批量法则”。然而,随着技术的飞速发展及人们消费水平的提高,消费的个性化及制造业的竞争日趋激烈,使大批量生产类型越来越被多品种、小批量所取代。据统计,近年来在国外制造业中,产品的 70% ~ 75% 已按多品种、小批量的生产方式组织生产。

上述第一种模式投资大,效率低,管理困难,经济效益差。究其原因,这种全能的工厂模式不符合“批量法则”。为扩大生产批量,应改进产品设计,加强产品及零部件系列化、标准化、通用化工作,并积极开展和大力推进工业生产的专业化协作(即第二种模式的生产),包括产品专业化、零部件专业化、工艺专业化和辅助生产专业化等多种形式的生产协作。此外,采用成组技术,按零件结构、材料、工艺的相似性,组织同类型零件的集中生产,实施成组工艺,将小批量生产转化为批量较大的生产类型,是提高多品种、中小批量生产经济效益的有效途径。近年来,柔性加工系统的出现,为单件小批量生产提供了高效的先进设备,是机械制造的一个重要发展方向。许多高新技术开发区“产品设计、销售在内,

产品加工、装配在外”的企业是第三种生产模式。国外敏捷制造中的动态联盟,其实质即是在互联网信息技术支持下,在全球范围内实现这一生产模式。这种组织方式更显示出知识在现代制造业的突出作用和地位,实际上是制造业由资金密集型向知识密集型过渡的模式。

0.3 机械制造技术概论

在机械制造的生产过程中,零件(毛坯)的成形要采用各种不同的制造工艺方法。这些方法利用不同的机理,使被加工对象(原材料、毛坯、半成品等)产生变化(指尺寸、几何形状、性质、状态等的变化)。按照加工过程中质量 m 的变化 Δm ,可以将零件(毛坯)的制造工艺方法分为材料成形工艺、材料去除工艺和材料累积工艺三种类型。

0.3.1 材料成形工艺($\Delta m = 0$)

材料成形工艺(或贯通流程),是指加工时材料的形状、尺寸、性能等发生变化,而其质量未发生变化,属于质量不变工艺。材料成形工艺常用来制造毛坯,也可以用来制造形状复杂但精度要求不太高的零件。材料成形工艺的生产效率较高。常用的成形工艺有铸造、锻压、粉末冶金等。

1. 铸造

铸造是将液态金属浇注到与零件的形状尺寸相适应的铸造型腔中,冷却凝固后获得毛坯或零件的工艺方法。基本工艺过程为制模、造型、熔炼、浇注、清理等。由于铸造时受各种因素的影响。铸件可能存在组织不均匀、缩孔、热应力、变形等缺陷,使铸件的精度、表面质量、力学性能不高。尽管如此,由于适应性强,生产成本低,铸造加工仍得到十分广泛的应用。形状复杂,尤其有复杂内腔的零件毛坯常采用铸造。

常用的铸造方法有砂型铸造、金属型铸造、熔模铸造、压力铸造、离心铸造等。其中,砂型铸造应用最广。

2. 锻压

锻造与板料冲压统称为锻压。锻造是利用锻造设备对加热后的金属施加外力,使之发生塑性变形,形成具有一定形状、尺寸和组织性能的零件毛坯。经过锻造的毛坯,内部组织致密均匀,金属流线分布合理,零件强度高。因此,锻造常用于制造综合力学性能要求高的零件毛坯。锻造方法有自由锻造、模型锻造、胎膜锻造、轧制和挤压等。

板料冲压是在压力机上利用冲模将板料冲压成各种形状和尺寸的制件。由于板料冲压一般在常温下进行,故又称为冷冲压。冲压加工有极高的生产率和

较高的加工精度,其加工形式有冲裁、弯曲、拉深、成形等。板料冲压在电气产品、轻工产品、汽车制造中有十分广泛的应用。

3. 粉末冶金

粉末冶金是以金属粉末或金属与非金属粉末的混合物为原料,经模具压制、烧结等工序,制成金属制品或金属材料的工艺方法。粉末冶金制品的材料利用率能达到95%,可实现少无切削加工,降低生产成本,因此在机械制造中获得日益广泛的应用。粉末冶金生产的工艺流程包括粉末制备、混配料、压制成形、烧结、整形等。

0.3.2 材料去除工艺 ($\Delta m < 0$)

材料去除工艺(或发散流程)是以一定的方式从工件上切除多余的材料,得到所需形状、尺寸的零件。在材料的去除过程中,工件逐渐逼近理想零件的形状与尺寸。材料去除工艺是机械制造中应用最广泛的加工方式,包括各种传统的切削加工、磨削加工和特种加工。

1. 切削加工

切削加工是用金属切削刀具在机床上切除工件毛坯上多余的金属,从而使工件的形状、尺寸和表面质量达到设计要求的工艺方法。常见的切削加工方式有车削、铣削、刨削、钻削、拉削、镗削等。

2. 磨削加工

磨削加工是利用高速旋转的砂轮在磨床上磨去工件上多余的金属,从而达到较高的加工精度和表面质量的工艺方法。磨削既可加工非淬硬表面,也可加工淬硬表面。常见的磨削加工方式有内外圆磨削、平面磨削、成形磨削等。

3. 特种加工

特种加工是利用电能、热能、化学能、光能、声能等对工件进行材料去除的加工方法。特种加工不是主要依靠机械能,而是主要用其他能量去除金属材料;特种加工的工具硬度可以低于被加工工件材料的硬度;加工过程中工具和工件中不存在显著的机械切削力。常用的特种加工方法有电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工、水喷射加工、电子束加工、离子束加工等(详见6.1.1节)。

0.3.3 材料累积工艺 ($\Delta m > 0$)

材料累积工艺(或收敛流程)是指利用一定的方式使零件的质量不断增加的工艺方法。包括传统的连接方法、电铸电镀加工和先进的快速成形技术。

1. 连接与装配

传统的累加方式有连接与装配。可以通过不可拆卸的连接方法如焊接、粘接、铆接和过盈配合等,使物料结合成一个整体,形成零件或部件;也可以通过各

种装配方法,如螺纹连接、销连接等使若干零件装配连接成组件、部件或产品。

2. 电铸电镀加工

电铸加工、表面局部涂镀加工和电镀都是利用电镀液中的金属正离子在电场的作用下,逐渐镀覆沉积到阴极上去,形成一定厚度的金属层,达到复制成形、修复磨损零件和表面装饰防锈的目的。

3. 快速成形

近几年才发展起来的快速成形技术(RP),是材料累积工艺的新发展。快速成形技术是将零件以微元叠加方式逐渐累积生成。将零件的三维实体模型数据经计算机分层切片处理,得到各层截面轮廓;按照这些轮廓,激光束选择性地切割一层层的纸(LOM 叠层法),或固化一层层的液态树脂(SL 光固化法),或烧结一层层的粉末材料(SLS 烧结法),或喷射源选择性地喷射一层层的粘接剂或热熔材料(FDM 熔融沉积法),形成一个个薄层,并逐步叠加成三维实体。快速成形技术可以直接、快速、精确地将设计思想物化为具有一定功能的原型或直接制造零件,从而可以对产品设计进行快速评价、修改及功能试验,有效地缩短了产品的研发周期,是近年来制造技术领域的一次重大突破(详见 6.1.5 节)。

0.4 本课程的性质、研究内容、特点与学习方法

本课程是机械设计制造及其自动化专业的一门主干专业技术基础课程,主要介绍机械产品的生产过程、机械加工工艺装备(机床、刀具、夹具)的基本知识、金属切削过程及其基本规律、机械加工和装配工艺规程设计、典型零件加工、机械加工精度与表面质量的分析与控制以及制造技术发展趋势等。

通过本课程的学习,要求学生对机械制造有一个总体的了解和把握,初步掌握金属切削过程的基本规律和机械加工的基本知识,能选择机械加工方法与机床、刀具、夹具及切削加工参数,初步具备制订机械加工工艺规程的能力;掌握机械加工精度和表面质量的基本理论和基本知识,初步具备分析和解决现场工艺问题的能力。

本课程的特点是涉及面广、综合性强、灵活性大、实践性强。它与有关机械的许多基础知识和基本理论都有联系,内容丰富;工艺理论和工艺方法的应用灵活多变,与实际生产联系密切。学习本课程应理论联系实际,重视实践性教学环节,通过金工实习、生产实习、课程实验、课程设计及工厂调研等更好地体会,加深理解。学习的关键是要理解和掌握机械加工的基本概念及其在实际生产中的应用,同时要用辩证的思想,实事求是地对具体情况进行分析,灵活处理质量、生产率和成本之间的辩证关系,以求在保证质量的前提下,获得好的经济效益。

思考题与习题

- 0.1 什么是制造和制造技术?
- 0.2 机械制造业在国民经济中有何地位? 为什么说机械制造业是国民经济的基础?
- 0.3 如何理解制造系统的物流、能量流和信息流?
- 0.4 什么是机械制造工艺过程? 机械制造工艺过程主要包括哪些内容?
- 0.5 什么是生产纲领? 如何确定企业的生产纲领?
- 0.6 什么是生产类型? 如何划分生产类型? 各生产类型都有什么工艺特点?
- 0.7 企业组织产品的生产有几种模式? 各有什么特点?
- 0.8 按照加工过程中质量 m 的变化, 制造工艺方法可分为几种类型? 说明各类方法的应用范围和工艺特点。