

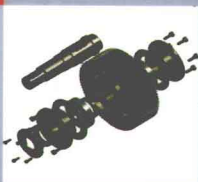


国防特色教材·机械工程

机械制造工艺与装备

叶文华 陈蔚芳 马万太 主编

Mechanical Manufacturing Technology and Equipment



哈尔滨工业大学出版社

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社



国防特色教材·机械工程

机械制造工艺与装备

叶文华 陈蔚芳 马万太 主编

哈尔滨工业大学出版社

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社

内容简介

本书为“十一五”国防特色教材。此教材是根据近年来机械制造技术的发展以及机械工程类专业教学指导委员会推荐的指导性教学计划,并结合近几年国防工科学校“机械制造工艺与装备”类课程的实际需要而编写的。全书内容共分为9章:绪论、机械制造中的加工方法及装备、机械加工工艺规程设计、典型零件加工工艺、机床夹具设计、机械加工精度、机械加工表面质量、机械装配工艺和先进机械制造技术。每章章末均配有有一定数量的习题和思考题,以便于学生思考和掌握要点。

本书主要作为高等工科学校(特别是国防工业院校)机械工程及自动化、机械设计制造及其自动化、工业工程、航空宇航制造工程、工业设计等专业的本科生教材,也可供从事机械制造业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺与装备/叶文华主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-5603-3175-1

I. ①机… II. ①叶… III. ①机械制造工艺
IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第012898号

机械制造工艺与装备

叶文华 陈蔚芳 马万太 主 编
责任编辑 田 秋

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

哈尔滨市南岗区复华四道街10号(150006) 发行部电话:0451-86418760 传真:0451-86414749

<http://hitpress.hit.edu.cn>

哈尔滨市石桥印务有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787mm×960mm 1/16 印张:25.75 字数:532千字
2011年2月第1版 2011年2月第1次印刷 印数:2000册

ISBN 978-7-5603-3175-1 定价:48.00元

前 言

本书内容包括机械制造工艺学、金属切削机床基础、机床夹具设计及先进制造技术。根据教学体系实践和新的课程体系编写而成。

本书将机械制造工艺基本理论与机械制造工艺装备内容进行有机结合,目的是使学生能掌握机械制造工艺与装备的基础理论,培养分析和解决实际制造问题的能力。书中加强了制造系统、制造工艺与装备的数字化设计、典型零件(特别是航空类典型零件)的加工工艺等方面的内容,并简明扼要地对目前较成熟且有广泛应用前景的先进制造技术的理念、模式和应用情况做了介绍,以期启发学生的创新思维,并对制造技术的新发展有所了解。本书按课内 60~80 学时设计,可根据学时的多少进行删减。

全书共分 9 章,由南京航空航天大学叶文华、陈蔚芳、马万太主编。其中,第 1 章、第 9 章由叶文华编写,第 2 章由陈富林、陈蔚芳编写,第 3 章由马万太编写,第 4 章由冷晟编写,第 5 章由陈蔚芳编写,第 6 章由缪薇、梁睿君编写,第 7 章由缪薇、叶文华编写,第 8 章由陈蔚芳、马万太编写,全书由叶文华统稿。周燕飞教授为本书提供了部分零部件的工艺资料,在此表示衷心感谢。编写过程中还参阅了大量文献与教材,谨此向各位作者表示感谢。

全书由东南大学汤文成教授、南京航空航天大学杨万民副教授主审,他们对书稿提出了不少宝贵意见,在此,谨向他们表示衷心感谢。

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大师生、读者提出宝贵意见,以求改进。

编 者

2010 年 9 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 制造业的发展历史及其重要性	(1)
1.2 制造的基本概念	(4)
1.3 制造的要素	(6)
1.4 制造中的材料	(9)
1.5 制造的工艺	(12)
1.6 制造设备与工具	(17)
1.7 制造系统	(18)
1.8 生产过程、生产类型与工艺过程	(24)
习题与思考题	(30)
第 2 章 机械制造中的加工方法及装备	(31)
2.1 机械制造中的切削加工方法	(31)
2.2 金属切削机床基础	(41)
2.3 机床的结构和传动	(54)
习题与思考题	(68)
第 3 章 机械加工工艺规程设计	(69)
3.1 机械加工工艺规程设计方法	(69)
3.2 零件的结构工艺性分析	(74)
3.3 工件加工时的定位及基准	(78)
3.4 工艺路线的制定	(89)
3.5 加工余量与工序尺寸的确定	(106)
3.6 工艺尺寸链	(112)
3.7 机械加工生产率和技术经济分析	(126)
3.8 成组技术与成组工艺	(134)
3.9 数字化机械加工工艺规程设计	(138)
习题与思考题	(144)

第4章 典型零件加工工艺	(149)
4.1 轴套类零件加工工艺	(149)
4.2 齿轮类零件加工工艺	(163)
4.3 箱体类零件加工工艺	(169)
4.4 航空异形零件加工工艺	(182)
习题与思考题	(191)
第5章 机床夹具设计	(194)
5.1 机床夹具概述	(194)
5.2 工件在机床夹具上的定位	(196)
5.3 工件在机床夹具中的夹紧	(210)
5.4 机床夹具的其他装置	(226)
5.5 各类机床夹具举例	(233)
5.6 航空制造中的典型夹具及设计方法	(242)
5.7 机床夹具数字化设计	(252)
习题与思考题	(260)
第6章 机械加工精度	(264)
6.1 概述	(264)
6.2 工艺系统的几何误差	(266)
6.3 工艺系统的受力变形	(272)
6.4 工艺系统受热变形引起的误差	(285)
6.5 工件内应力重新分布引起的误差	(290)
6.6 提高加工精度的途径	(293)
6.7 加工误差的统计分析	(294)
习题与思考题	(307)
第7章 机械加工表面质量	(311)
7.1 加工表面质量的概念	(311)
7.2 机械加工表面质量对机器使用性能的影响	(313)
7.3 影响加工表面粗糙度的工艺因素	(314)
7.4 影响加工表面物理机械性能的工艺因素	(316)
7.5 机械加工过程中的振动	(323)

习题与思考题	(332)
第8章 机械装配工艺	(335)
8.1 装配与装配尺寸链	(335)
8.2 保证装配精度的装配方法及其选择	(341)
8.3 装配工艺规程制订	(357)
8.4 机器结构的装配工艺性	(360)
8.5 典型部件与产品装配工艺	(364)
习题与思考题	(378)
第9章 先进机械制造技术	(379)
9.1 先进制造技术的发展	(379)
9.2 柔性制造系统	(383)
9.3 现代集成制造系统	(389)
习题与思考题	(400)
参考文献	(401)

第1章 绪论

1.1 制造业的发展历史及其重要性

1.1.1 传统制造业的发展

从17世纪中叶开始,传统制造业及其技术经历了工场手工加工制造时代、18世纪的工业革命及其蒸汽机技术时代、19世纪至20世纪初的电气技术时代等三个发展阶段。在各阶段,生产力发展、科学技术进步以及社会需求的提高,都为传统制造业发展及其技术进步创造了必要的条件和科学技术基础。

1. 工场手工加工制造时代

在17世纪中叶,工场手工加工制造业的兴起,具备机器三要素(工作机、传动机、动力机)的钟表、水磨机等传统机械雏形的出现,奠定了传统制造业的发展基础和技术;而殖民扩张和世界贸易的增长,为提供廉价而有竞争力的产品,使手工业者联合生产同一产品,形成以分工为基础的协作工场手工制造业,为大机器生产提供了技术基础。

2. 西方工业革命和蒸汽机技术时代

1784年瓦特发明了蒸汽机,标志着机器-蒸汽动力时代的到来,工场手工制造业向传统的大机器制造业发展。在这一阶段,1797年莫兹利发明了有移动刀架和导轨的机床,为制造提供了机械加工基础装备,并制造出满足机械制造、纺织、矿山、农业、化工、交通运输、通讯和建筑等不同行业需求的各种机器。这些技术和大机器的产生,促使早期传统制造业和以蒸汽动力技术为核心的各类技术相互联结与依存的工业技术体系的形成。

3. 电气技术时代

19世纪至20世纪初,工业革命继续发展,生产规模逐渐扩大,产品需求对制造材料的质量要求提高,使早期的传统制造技术体系与社会发展和需求产生矛盾。这些矛盾,随着19世纪新型冶炼技术(大型冶炼技术、合金冶炼技术)、内燃机技术(澳托的4马力、14%热效率的四冲程煤气内燃机)、电气技术(电机、电报和电话、电力)的发明和完善,随着福特的大规模生产方式和技术(汽车装配流水生产线、零件互换技术)的出现,产生了工业技术的全面革命和创

新,传统制造业及其大工业体系也随之建立和逐渐成熟。

4. 传统制造业的特点

传统制造业是以机械、电力技术为核心的各类技术相互联结和依存的工业体系,具有以下特点:

- (1) 两种生产模式并存,单件小作坊式生产方式加高度的个人制造技巧,细化的专业分工、大量的机械化刚性规模生产加一体化的组织生产模式;
- (2) 制造技术的界限分明及其专业的相互独立;
- (3) 制造技术一般只能控制生产过程中的物质流和能量流(原材料到产品的物质流动过程,能量的投入、转换和消耗过程);
- (4) 制造技术和制造生产管理的分离。

1.1.2 现代制造业的发展

1. 现代制造及其技术的产生

自 19 世纪末,自然科学领域进入了一个全面发展的时期,不断产生新的重大发现和创立新的科学理论体系,如量子论、相对论、固体电子理论的建立,粒子物理学、量子化学、分子生物学、环境科学和脑科学等新学科发展,数理逻辑和集合论、非标准分析、突变论、模糊数学等现代数学的发展,以及系统论、信息论和控制论的提出与发展。

自然科学的全面进步,促进了新技术的发明和创造,老技术的革新、发展及完善,产生了新兴材料技术(新冶炼技术、新合金材料、高分子材料、无机非金属材料、复合材料等),新切削加工技术(数控机床、新刀具、超高速和精密加工),大型发电和传输技术,核能技术,微电子技术(集成电路、计算机、电视、广播和雷达),自动化技术,激光技术,生物技术和系统工程技术。这些技术为能量驱动型的传统制造向信息驱动型的现代制造发展奠定了理论基础,创造了技术条件。

人类社会跨入 20 世纪后,物质需求不断提高,在科学和技术进步的同时,受到地球有限资源和环境条件约束。随着全球市场的逐渐形成,世界范围的竞争日益加剧,日益提高的生活质量要求与世界能源的减少和人口增长的矛盾更加突出。因此,社会发展对其经济支柱产业——制造业及其技术体系提出了更高的要求,要求制造业具有更加快速和灵活的市场响应、更高的产品质量、更低的成本和能源消耗以及良好的环保特性,这一需求促使传统制造在 20 世纪开始了又一次新的革命性变化和进步,传统制造开始向现代制造发展。

2. 现代制造及其技术的形成和发展特点

社会发展和市场发展以及生活质量的提高向制造业提出了新的需求,而科学和技术的进步为制造业的革命提供了理论和技术条件。特别是现代数学、系统论、控制论和信息论等理论和学科的创建和进展,新材料技术、数控技术、微电子技术和自动化技术的提出和发展,使传统制造及其技术体系在20世纪开始向现代制造及其技术体系发展。其过程呈现如下特点:

(1) 在制造的生产规模上,从单件小批量 → 少品种大批量 → 多品种变批量的发展;

(2) 在生产方式上,呈现出从劳动密集型 → 设备密集型 → 信息密集型 → 知识密集型的变化;

(3) 制造装备上,从手工 → 机械化 → 单机自动化 → 刚性自动线 → 柔性自动线 → 智能自动化的发展;

(4) 在制造技术和工艺方法上,呈现如下特征:重视辅助工序,如加工前后处理;重视工艺装备,使制造技术成为集工艺方法、工艺装备和工艺材料为一体的成套技术;重视物流、检验、包装及储存,使制造技术成为覆盖加工全过程的综合技术;不断发展优质高效低耗的工艺及加工方法,以取代落后工艺;不断吸收微电子、计算机和自动化等高新技术成果,形成计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助工程(CAE)、数控技术(NC/CNC)、企业资源计划(ERP)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、智能制造(IM)等一系列现代制造技术,并实现上述技术的局部或系统集成,形成从单机到自动生产线等不同档次的自动化制造系统;

(5) 引入并行工程和敏捷制造等概念,强调系统化及其技术和管理的集成,将技术和管理有机地结合在一起,引入先进的管理模式,使制造技术及制造过程成为覆盖整个产品生命周期,包含物质流、能量流和信息流的系统工程;

(6) 覆盖从产品设计、生产准备、加工制造、装配、销售和维修,甚至再生回收全生产过程。

1.1.3 制造的重要性

不论从技术角度、经济角度还是历史角度,制造都是极为重要的。

1. 制造使技术成为可能

表1.1所示是生活中常见的体现各种技术的产品。这些产品的共同点,我们不难发现它们都是被制造出来的。如果这些产品不能被制造出来,人们将不能享有所有这些技术所带来的好处,制造是使技术成为可能的基础。

表 1.1 生活中常见的体现各种技术的产品

汽车	火车	飞机	彩色电视机
洗衣机	冰箱	电脑	DVD 播放机
移动电话	运动鞋	钢笔	易拉罐
计算器	玩具	日光灯	眼镜
照片冲洗机	机器人	机床	X 光扫描仪

2. 制造是国家和民族创造财富的重要工具

根据 2008 年《中国工业经济统计年鉴》和《2008 中国高科技产业统计年鉴》，2007 年我国制造业工业增加值约占其国民生产总值(GDP)的 37.66%，约占全国工业的 80.29%；制造业上缴税金占当年国家财经收入的 27.73%；制造业从业人员约占全国全部从业人员的 8.91%，占全国工业的 87.06%。因此，在现代经济中，一个国家或民族想要有强大的经济和提供人民生活较高的生活水平，一个强大的制造业是必不可少的。

3. 制造对人类文明的发展具有极为重要的影响

纵观历史，较为擅长制造物品的人类文化总是较为成功的。通过制造较好的工具，他们有更好的生活物品和武器，较好的生活物品使他们生活得更好，而较好的武器使他们在与别的文化发生冲突的时候战胜别人。从某种意义上，人类文明的发展历史就是人类制造物品能力的历史。

1.2 制造的基本概念

1.2.1 制造的定义

制造在英文中是 *Manufacture*，这个英文单词起源于两个拉丁字 *manus*(手)和 *factus*(做)。它的起源准确地反映了几百年来人们对制造的理解，即用手来做。“制造”从现代的意义上有两个层面的定义，一个是技术层面的，另一个是经济层面的。

1. 技术层面的定义

制造是运用物理或化学的方法改变毛坯(初始材料)的几何形状、特性和/或外观，最后制成零件或产品。制造包含将多个零件装配成产品的操作。完成制造过程必须结合机器、工具、能源和人力四个因素，如图 1.1(a) 所示。制造通常是一个操作序列，每一步都使得原材料更接近于最终状态。

2. 经济层面的定义

制造是通过一个或一组工艺操作(加工、装配等)将材料转变成具有更大价值的材料,如图1.1(b)所示。经济定义的核心是通过改变材料的形状、性质或与别的零件结合,“制造”增加了材料的价值,即:材料通过作用在它身上的制造操作而增值。如:铁变成钢而增值,砂变成玻璃而增值,石油变成塑料而增值,塑料压成手机外壳则进一步增值。

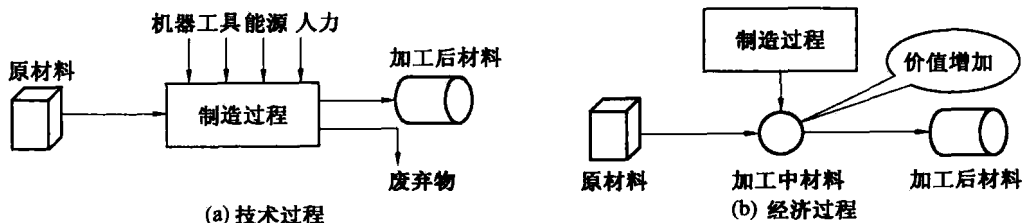


图 1.1 制造的定义

随着社会的进步和制造活动的发展,“制造”的概念和内涵在“范围”和“过程”两个方面大大拓展。在范围方面,制造涉及的工业领域不只局限于机械制造,包括了机械、电力、化工、轻工、食品、军工等国民经济的大量行业;在过程方面,制造不是仅指具体的工艺过程,而是包括市场分析、产品设计、生产工艺过程、装配检验、销售服务等产品整个生命周期过程。“制造”目前有两种理解,一是通常的制造概念,指产品的“制作过程”或称作“小制造”,如机械加工过程;另一是广义的制造概念,包括产品整个生命周期过程,又称为“大制造”。

1.2.2 制造业及其产品

制造业是通过制造活动为人们提供生活消费品或工业品的行业。表1.2列出了典型制造业及其产品。制造业的产品通常分为两类:生活资料(消费品)和生产资料。消费品(如电视)直接由消费者购买,而生产资料(如机床)则由公司购买来制造别的产品,此外还有大量的非最终产品(螺钉),它们被用来装配成最终产品。因此,制造业有着非常复杂的结构,它包含多种门类和多层中间供应商。

批量和品种是产品的两个重要特性,对产品制造中人员、设备和工艺的组织有着非常重要的影响。产品批量指企业在单位时间里生产特定产品的数量,产品品种指企业生产不同产品的种类数,一个企业每年生产很多种产品,它被认为是多品种生产。尽管产品品种可以被定量地定义,但其内涵远不如产品批量确切,原因在于很难确切地定量定义其不同。如:汽车和空调的不同与不同颜色的汽车之间的不同在程度上有很大区别。差异小的不同产品可以在同一条生产线上生产,如不同颜色的汽车;差异大的不同产品只能在不同的生产线上生产,如小轿车和卡车。

表 1.2 典型制造业及其产品

工业	产品举例	工业	产品举例
汽车工业	小轿车、卡车	冶金工业	钢铁
航空工业	飞机	金属制品	金属零件
计算机工业	PC 机	重型机械	机床
耐用消费品	洗衣机	橡胶工业	轮胎
消费电子	电视机		

1.2.3 制造能力

制造企业不可能是全能的,它只能制造某些产品,这是由于企业制造能力的限制。制造能力指的是企业或工厂在技术和物理上的限制。制造能力通常指以下几个方面。

1. 工艺能力

工艺能力是指企业拥有的制造工艺的集合。如:有的企业从事切削加工,另一些企业则从事压力加工,而汽车厂则装配汽车。没有一个车间可以完成所有的制造工作。工艺能力还与被加工的材料有关,因为材料与工艺密切相关。工艺能力不仅指所具有的工艺手段,而且指完成工艺所需要的工艺经验。企业受限于它的工艺能力,它必须将精力集中于具有竞争力的工艺能力所能制造出的产品上。

2. 设施能力

制造设备对它的加工对象有几何尺寸和重量的限制,车间本身也会限制产品的物理特性,如:重的产品很难移动,车间需要行车,大批量生产的小件产品通常需要传送带。设备、物流系统和车间等设施大小会对产品的物理特性产生限制。

3. 生产能力

生产能力指企业在给定的条件下单位时间能够生产产品的最大数量,对于单一产品可以用件/月或吨/周来表示;若生产多种产品,则可选择产量与工时乘积最大的代表性产品,其他的产品可换算到代表性产品上。

1.3 制造的要素

制造可以认为是一个系统,它的输入是产品的设计,而它的输出则是送到市场的产品,制造领域综合了工程和管理多个方面。通常我们将制造问题分为三个方面:制造工艺、制造设

备和制造系统。

制造有四个要素:成本、时间、柔性和质量。这四个要素反映了对制造的基本要求。对于一个制造系统来说,使四个要素同时达到最优是不可能的,只能折中选择。在不同年代,对四个要素的折中选择是不同的。在20世纪初,以美国汽车工业为代表的大批量生产,其选择的重点是成本和时间(生产率);20世纪70年代,日本和德国进入世界市场的法宝是质量;到了20世纪80年代,柔性成为制造工业竞争的武器;进入21世纪,敏捷性成为企业赢得竞争的关键,而敏捷性实际上是一个对时间、成本和柔性进行综合度量的指标。

1.3.1 成本

广义地讲,产品的成本包含制造商成本、用户成本和社会成本,产品成本发生在从产品构思到制造、使用和回收的每一阶段,见表1.3。

表 1.3 产品的全生命周期及其成本

	制造商成本	用户成本	社会成本
设计	市场调研		
	开发		
生产	材料		废弃物
	能源		污染
	装备		健康损伤
	人工(包括操作、维护和管理人员的工资等直接费用与培训等间接费用)		
	资金费用		
使用	运输	运输	包装
	存储	存储	废弃物
	废弃	能源	污染
	损坏	材料	健康损伤
	保修服务	维护	
处理和回收		垃圾回收与处理	废弃物处理
			污染
			健康损伤

一般所说的产品成本是指制造商成本。制造商成本由直接成本和间接成本构成,直接成本可通过工时和工时费率、材料用量和材料价格来计算,间接成本通过对直接成本以外所发生的各种费用按某种分摊方式进行估计。这是一种最费时和高成本的传统方法,因为它要求具

有对产品和制造过程非常详细的知识,但同时它也是最精确的成本估计方法。它的最大难点是间接成本的计算,特别是在今天产品间接成本的比例越来越高的情况下。

1.3.2 时间(生产率)

在制造系统中,时间属性通常表达为一个产品能以多快的速度被生产出来,这个属性有时又被称为生产率。生产率要素对其他三个要素有着重要的影响,如:一个高的生产率往往意味着低的生产成本和质量,如果我们用一个刚性的自动线来满足高生产率的要求,这又意味着低的柔性。

理论生产率又被称为机器周期,即单位时间里加工的件数。实际上由于整个制造系统的种种随机性(如机床故障),实际的生产率只能接近于理论生产率,通常我们还用系统产量表征实际生产率。实际生产率主要取决于系统内设备的可靠性和系统的结构。如一条小串联的流水线,如果每台机床的机器周期是16 h,可靠性是0.8且机床间无缓冲区,那么单台机床的生产率是 $3\ 600\text{件}/16\text{h} \times 0.8 = 180\text{件}/\text{h}$,两台机床组成的生产线的线生产率是 $180\text{件}/\text{h} \times 0.8 = 144\text{件}/\text{h}$,5台机床组成的生产线的线生产率是 $180\text{件}/\text{h} \times 0.8^4 = 74\text{件}/\text{h}$,而10台机床组成的生产线的线生产率是 $180\text{件}/\text{h} \times 0.8^9 = 24\text{件}/\text{h}$;同样如果每台机床的可靠性提高到0.9,则单台机床的生产率是203件/h,两台机床组成的生产线的线生产率提高到182件/h,5台机床组成的生产线的线生产率是133件/h,而10台机床组成的生产线的线生产率是78件/h;如果改变流水线结构,在每两台机床间增加足够缓存,则线生产率将等于单台机床的生产率。

1.3.3 柔性

从20世纪初,成本和生产率一直是制造最重要的目标。然而近20年来,一方面随着生活水平的提高,人们对产品个性化提出越来越高的要求,这使得新的制造系统不得不应付多品种、小批量的生产;而另一方面由于市场的快速变化,使生产对象的不确定性大为增加,这些都对制造系统提出了新的要求,即柔性。柔性要素对制造系统的竞争力有着极为重要的影响,它是20世纪90年代制造系统研究中最活跃的要素,如:可重组制造、精益生产和敏捷制造的概念都与柔性要素有着密切关系。

柔性通常定义为制造系统适应环境和过程变化的能力。这个定义中提出了柔性的内生和外生性质,外部柔性来自市场的要求,内部柔性来自工艺过程的技术革新。

柔性的分类有多种,最典型的是将柔性分为产品柔性、操作柔性、能力柔性等。

1. 产品柔性

产品柔性是使制造系统能够在同样的设备中生产不同种类的产品。从短期看,它具有经济地进行小批量生产以适应产品改变的能力;从长期看,这意味着系统内的设备可以被用于多个产品生命周期,这增加了投资效率。

2. 操作柔性

操作柔性是指可用不同的机床、材料、工步和工艺完成产品生产的能力,它是工艺柔性、设备柔性、产品设计柔性和制造系统本身的结构柔性的结果。它提高了系统对故障的容忍度,在设备出现故障时,系统仍能保持生产水平,这对大批量生产具有极为重要的意义。

3. 能力柔性

能力柔性允许制造系统为满足变化的市场要求而改变各种产品的生产批量并保持赢利,它被看做是一种扩展能力。

1.3.4 质量

按照 ISO 9000 标准的定义,产品的质量是顾客对产品和服务的满意程度。按照这样一个广义的定义,质量很难进行定量的定义,因为顾客的满意除了依赖于产品的特点以外,还与产品实用性、可维护性和顾客的主观爱好有关。从质量的产生过程看,产品质量可以分为两大类,即设计质量和生产质量。

定量定义质量是十分重要的,因为只有定量定义才能对制造的四个要素进行权衡。质量可以较为笼统地定义,也可以按照单个特定特征进行定义。通常质量的定义越笼统,就越难进行定量描述,因为它较多地基于顾客报告和主观感觉;而基于细节特征进行的质量描述则较为容易量化,它们常被用于指导实际生产。

在笼统意义上两个最为常用的对质量的测度是废品率和保修期成本,这两个测度都不需要了解制造的细节而能对不同的方案做出评价。另一类更为涉及细节的质量测度与工艺过程的物理、化学机理密切相关,如切削加工的表面质量。不同的进给速率导致不同的表面质量,同时也导致不同的生产率和加工成本,较高的进给速率通常意味着高的生产率、低的质量。我们可以选择不同的加工参数来满足对制造要素不同的选择要求。

1.4 制造中的材料

工程材料可以分为四类:金属、陶瓷、有机高分子聚合物和复合材料。材料化学结构的不

同导致了其完全不同的机械和物理性质,也就需要用不同的制造方法来制造由这些材料制成的产品。复合材料是由金属、陶瓷、有机高分子聚合物中的两种或多种材料通过物理和化学复合形成的材料。三类基本材料和它们的复合材料之间的关系如图 1.2 所示。

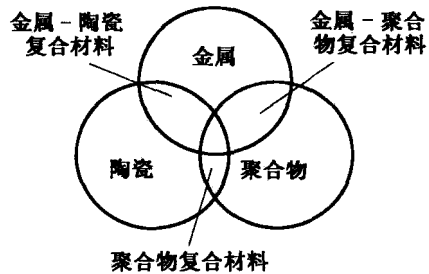


图 1.2 制造中的材料

1.4.1 金属

常用于制造金属是合金,它由两种以上的元素构成,其中至少一种是金属。金属可分为两类:黑色金属和有色金属。

1. 黑色金属

黑色金属常指铁基合金,它又可分为两类:钢和铸铁。它们都是铁和碳的合金,是最为常用的金属材料,占世界金属用量的 3/4。

2. 有色金属

有色金属包括铝、铜、金、锰、镍、银、钛、锌等其他金属及其合金,其中铝最易加工,而镍和钛最难加工。在绝大部分情况下,合金比纯金属更有商业应用价值。

1.4.2 陶瓷

陶瓷通常被定义为由金属(半金属)和非金属元素组成的化合物。典型的非金属元素是氧、氮和碳,有时也将不符合上述定义的钻石列入陶瓷。

陶瓷包含大量传统的和现代的材料,有些传统陶瓷已经被使用了上千年,如砖、瓦和陶;还有些如玻璃(主要成分是 SiO_2)、矾土(Al_2O_3)和碳硅化物(这两种材料被广泛用做磨料)。现代陶瓷通过现代工艺方法强化其性能,如被广泛用做刀具材料的金属碳化物(碳化钨、碳化钛)和用做刀具和磨料的氮化物(氮化钛和氮化硼)。

从加工工艺的角度,陶瓷被分为结晶陶瓷和玻璃。结晶陶瓷首先用各种方法制成粉末,再用热压方法(将粉末加热至熔点以下,加压形成粉末间的黏结)成型;玻璃陶瓷能被熔化和铸造,再用传统的工艺(如吹制)成型。