



普通高等教育“十三五”规划教材暨智能制造领域人才培养规划教材

机械制造技术基础

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU

主编 蔡安江 于 洋 牛秋林 李勇峰



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十三五”规划教材暨智能制造领域人才培养规划教材

机械制造技术基础

主 编 蔡安江 于 洋 牛秋林 李勇峰

副主编 阮晓光 林 红

主 审 赵 宁

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书是以教育部机械工程类专业教学指导委员会制定的指导性专业培养计划为基础,以新工科理念为指导思想,遵循专业人才培养的规律组织编写的。

本书阐述了机械制造所必需的基础知识、基本理论和基本方法,融合了机械制造工艺、金属切削原理与刀具、金属切削机床及机床夹具设计等内容。全书分5篇,共11章,主要内容包括机械制造技术概述、金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具设计、机械加工精度、机械加工表面质量、机械加工过程中的振动、机械加工工艺规程设计、机械装配工艺规程设计和现代制造技术等。各章均附有习题与思考题。全书内容力求系统新颖、重点突出,便于自学。全书采用最新国家标准与术语。

本书可作为普通高等学校机械工程类及其相关专业本科生的教材或参考书,也可作为相关专业研究生的参考书,还可供制造业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/蔡安江等主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.1
普通高等教育“十三五”规划教材暨智能制造领域人才培养规划教材
ISBN 978-7-5680-4844-6

I. ①机… II. ①蔡… 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(2018)第 294515 号

机械制造技术基础

蔡安江 于 洋 牛秋林 李勇峰 主编

Jixie Zhizao Jishu Jichu

策划编辑:余伯仲

责任编辑:刘 飞

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉洪林印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18.25

字 数:471千字

版 次:2019年1月第1版第1次印刷

定 价:54.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

本书是以教育部机械工程类专业教学指导委员会制订的指导性专业培养计划为基础,以体现新工科的理念、有利于建立与企业联合的人才培养机制为指导思想,注重培养学生科学的思维方法、工程意识和创新意识,注重提高学生的基本工艺技能、综合解决工程实际问题的能力与工程素质,遵循专业人才培养的规律组织编写的。

本书综合了机械制造工艺学及机床夹具设计、金属切削机床、金属切削原理与刀具的基本内容,对机械制造技术的基础知识、基本理论、基本方法等进行了系统整合。本书结构严谨、叙述简明,体现了专业知识的传统性、基础性、系统性和实用性,力求理论联系实际,注重体现机械制造领域的最新成就和发展趋势、多学科间的知识交叉与渗透,注重培养学生的工程思想,以提高学生综合运用知识解决工程实际问题的能力。书中的计量单位、名词术语、材料牌号等全面采用最新国家标准。

本书由西安建筑科技大学蔡安江、西安科技大学于洋、湖南科技大学牛秋林、河南科技学院李勇峰担任主编,西安建筑科技大学阮晓光、林红担任副主编,蔡安江负责全书的统稿工作。本书编写人员及分工:西安建筑科技大学蔡安江(第1章、第11章)、林红(第2章、第7章)、郗长青(第4章)、阮晓光(第6章、第8章),河南科技学院李勇峰(第5章),西安科技大学于洋(第10章)、张武刚(第9章),湖南科技大学牛秋林(第3章)。

本书承蒙西北工业大学赵宁教授担任主审。在本书的编写过程中参考并引用了近几年来国内出版的有关教材、论著和手册中的相关内容,在此向有关的作者表示衷心的感谢。

本书得到了西安建筑科技大学教材建设项目的资助,在此表示感谢!

最后,向参加本书审稿和出版工作,以及在编写过程中给予帮助和支持的各位同仁,致以最诚挚的感谢!限于作者的水平和经验,书中的缺点和疏漏在所难免,诚望同行和读者批评指正。

编 者

2018年7月

目 录

第 1 篇 概述与切削原理

第 1 章 机械制造技术概述	(3)
1.1 制造与制造系统	(3)
1.2 制造技术	(5)
1.3 生产类型及其工艺特征	(9)
1.4 机械制造业的发展	(11)
1.5 机械制造业在国民经济中的作用	(12)
习题与思考题	(13)
第 2 章 金属切削原理	(14)
2.1 切削运动及切削要素	(14)
2.2 金属切削过程	(19)
2.3 刀具的磨损与寿命	(25)
2.4 切削加工技术经济	(30)
2.5 工件材料的切削加工性	(32)
习题与思考题	(34)

第 2 篇 机械加工工艺系统

第 3 章 金属切削刀具	(37)
3.1 刀具概述	(37)
3.2 刀具材料	(40)
3.3 典型切削刀具	(45)

习题与思考题	(58)
第4章 金属切削机床	(59)
4.1 机床概述	(59)
4.2 数控机床	(65)
4.3 机床的选用	(71)
习题与思考题	(78)
第5章 机床夹具设计	(79)
5.1 夹具概述	(79)
5.2 工件在夹具中的定位	(81)
5.3 定位误差	(92)
5.4 工件在夹具中的夹紧	(99)
5.5 典型机床夹具	(105)
习题与思考题	(112)

第3篇 机械加工质量

第6章 机械加工精度	(115)
6.1 机械加工精度概述	(115)
6.2 加工精度的统计分析方法	(127)
习题与思考题	(135)
第7章 机械加工表面质量	(137)
7.1 加工表面质量概述	(137)
7.2 机械加工表面质量对机器使用性能的影响	(138)
7.3 影响机械加工表面质量的因素	(139)
习题与思考题	(142)
第8章 机械加工过程中的振动	(143)
8.1 振动概述	(143)
8.2 机械加工振动的控制	(146)
8.3 控制机械加工振动的途径	(149)
习题与思考题	(152)

第 4 篇 工艺过程设计

第 9 章 机械加工工艺规程设计	(155)
9.1 工艺规程设计概述	(155)
9.2 机械加工工艺规程设计	(166)
9.3 工序尺寸及其公差确定	(182)
9.4 工艺规程的技术经济分析	(189)
9.5 成组加工工艺规程设计	(193)
9.6 机械加工典型零件工艺	(199)
习题与思考题	(206)
第 10 章 机械装配工艺规程设计	(211)
10.1 机械装配概述	(211)
10.2 装配尺寸链	(215)
10.3 保证装配精度的方法	(219)
10.4 装配工艺规程的制定	(231)
10.5 机械装配自动化	(236)
习题与思考题	(242)

第 5 篇 机械制造技术的发展

第 11 章 现代制造技术	(247)
11.1 现代制造技术概述	(247)
11.2 先进制造技术	(248)
11.3 制造自动化技术	(262)
11.4 先进制造模式	(270)
习题与思考题	(281)
参考文献	(282)

第 1 篇 概述与切削原理

第1章 机械制造技术概述

1.1 制造与制造系统

1.1.1 制造

制造的含义十分广泛。制造是人类按照市场需求,运用主观掌握的知识和技能,借助于手工或可利用的客观物质工具,利用有效的工艺方法和必要的能源,将原材料转化为最终物质产品并投放市场的全过程。

狭义的“制造”一般是指产品的制造过程,凡是投入一定的原材料,使原材料在物理性质和化学性质上发生变化而转化为产品的过程,无论其生产过程是连续型的还是离散型的,都称为制造过程。它包括毛坯制造、零件加工、检验与装配、包装与运输等,主要考虑的是制造企业内部的物质流。

广义的“制造”包含产品的全生命周期过程,国际生产工程学会(CIRP)1990年给出了定义:“制造是一个涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动和工作的总称”。它包括市场分析、经营决策、设计与加工装配、质量控制、销售、运输、售后服务及报废回收等过程,必须同时考虑物质流与信息流两个方面。

随着人类生产力的发展,“制造”的概念和内涵在“范围”和“过程”两个方面将进一步拓展。

1.1.2 制造系统

制造系统是指由制造过程(产品的经营规划、开发研制、加工制造和控制管理等)及其所涉及的硬件(生产设备、工具等)、软件(制造理论、制造工艺和方法及各种制造信息等)和人员组成的一个将制造资源(生产设备、工具、材料、能源、资金、技术、信息和人力等)转变为产品(含半成品)的有机整体。制造系统实际上就是一个工厂(企业)所包含的生产资源和组织机构,而通常意义所指的制造系统仅是一种加工系统,是制造系统的一个组成部分,如柔性制造系统。

国际生产工程学会于1990年给“制造系统”下的定义:制造系统是制造业中形成制造生产(简称生产)的有机整体。在机电工程产业中,制造系统具有设计、生产、发运和销售的一体化功能。

机械制造系统是一个典型的、具体的制造系统。其组成如图1-1所示。机械制造过程是一个资源向产品或零件的转变过程,如图1-2所示。这个过程是不连续(离散)的,其系统状态是动态的,故机械制造系统是离散的动态系统。

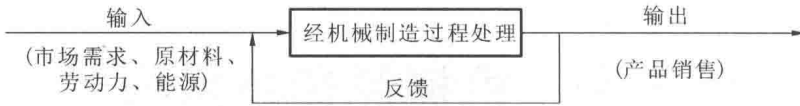


图 1-1 机械制造系统的组成

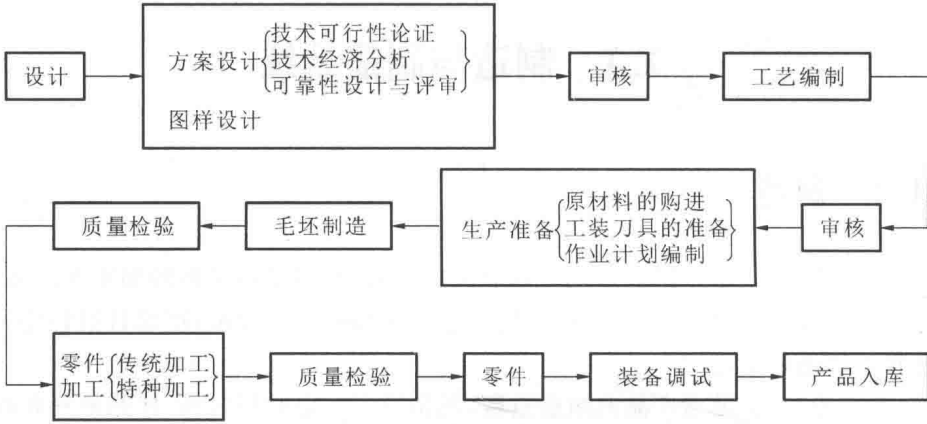


图 1-2 机械制造过程

机械加工系统是由机床、夹具、刀具、工件、操作人员和加工工艺等组成的。机械加工系统输入的是制造资源(毛坯或半成品、能源和劳动力),经过机械加工过程制成成品或零件输出。

机械加工系统在运行过程中,总是伴随着物流、信息流和能量流的运动,这三者之间相互联系、相互影响,是一个不可分割的有机整体,如图 1-3 所示。

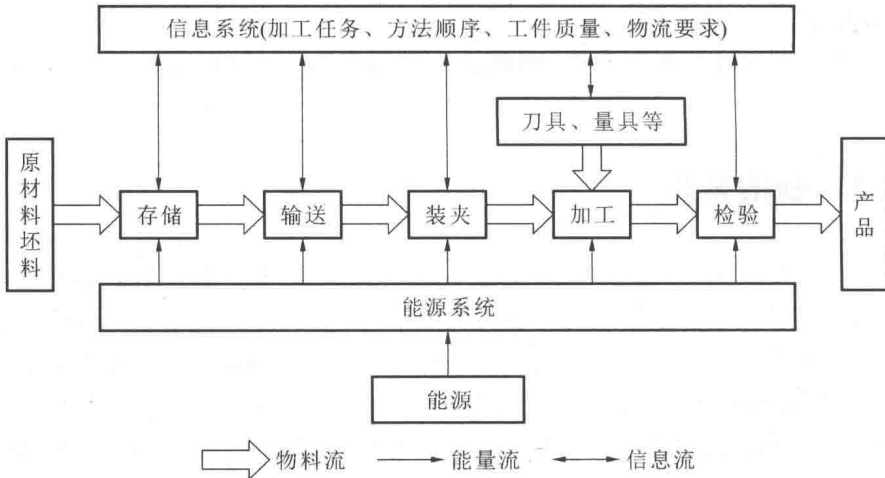


图 1-3 机械加工系统的“三流”运动

(1) 物流(物料) 机械加工系统输入的是原材料或坯料、半成品及相应的刀具、量具、夹具、润滑油、切削液和其他辅助物料等,经过输送、装夹、加工检验等过程,最后输出半成品或成品(伴随切屑的输出)。整个加工过程(包括加工准备)是物料输入和输出的动态过程,这种物料在机械加工系统中的运动称为物流。

(2) 信息流 机械加工系统必须集成各个方面的信息,以保证机械加工过程的正常进

行。这些信息主要包括加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、工件要求、质量指标和切削参数等,分为静态信息(工件尺寸要求、公差大小等)和动态信息(刀具磨损、机床故障状态等)。所有这些信息构成了机械加工过程的信息系统。这个系统不断地和机械加工过程的各种状态进行信息交换,有效地控制机械加工过程,以保证机械加工的效率和产品质量。这种信息在机械加工系统中的作用过程称为信息流。

(3) 能量流 机械加工系统是一个动态系统,其动态过程是机械加工过程中的各种运动过程。这个运动过程中的所有运动,特别是物料的运动,均需能量来维持。来自机械加工系统外部的能量(一般为电能),多数转变为机械能。一部分机械能用以维持系统中的各种运动,另一部分通过传递、损耗而到达机械加工的切削区域,转变为分离金属的动能和势能。这种在机械加工过程中的能量运动称为能量流。

1.2 制造技术

1.2.1 制造技术概念

制造技术是完成制造过程所使用的一切生产技术的总称,是将原材料和其他生产要素经济合理地转化为可直接使用的具有高附加值的成品(半成品)和技术服务的技術群,是制造企业的技术支柱和持续发展的根本动力。

制造技术也有广义与狭义之分。广义制造技术涉及制造活动的各个方面及其全过程,是从概念产品到最终产品的集成活动与系统工程,是一个功能体系和信息处理系统。而狭义制造技术则是指机械加工与装配工艺技术。

制造技术的发展是由社会、政治、经济等多方面因素决定的,但最主要的因素是科学技术的推动和市场的牵引。纵观近 200 年的发展历程,技术的推动和市场的牵引是影响制造技术发展的主要因素。科学技术的每次重大进展都推动了制造技术的发展,人类的需求不断增长和变化,也促进了制造技术的不断进步。20 世纪 80 年代以来,随着社会需求个性化、多样化的发展,生产类型沿小批量→大批量→多品种变批量的方向发展,以及以计算机为代表的高技术和现代化管理技术的引入、渗透与融合,不断地改变着传统制造技术(以机械-电力技术为核心的各类技术相互联结和依存的制造工业技术体系)的面貌和内涵,从而形成了先进制造技术。

1.2.2 机械制造技术

机械制造技术即机械产品制造过程中所需要的一切手段的总和,是实现机械制造过程的最基本环节。机械加工中,材料的质量和性能通过制造技术的实施而发生变化,从原材料或毛坯制造成零件的过程中,质量的变化可分为质量不变、质量减少和质量累加三种类型。不同类型采用不同的工艺方法。与此相对应,机械加工方法分为材料成形法、材料去除法和材料累加法三种。

1. 材料成形法(质量不变)

材料成形法是将原材料转化成各种形状与尺寸的零件加工方法。在成形前后,材料主

要是形状发生变化,而质量基本不变。该工艺以热加工形式为主,主要用来制造毛坯或形状复杂、精度要求不高的零件,制造精度要求较高的零件则采用精密成形工艺。

材料成形工艺的特点是材料利用率高,但产生变形的能量消耗较大。典型的工艺方法有铸造、锻造、挤压、冲压、注塑、吹塑、粉末冶金和连接成形(焊接、黏结、卷边接合、铆接)等。

粉末冶金是用金属粉末或金属与非金属粉末的混合物作为原料,经压制、烧结以及后处理等工序,制造某些金属制品或金属材料的方法。由于粉末冶金可直接制造出尺寸准确、表面光洁的零件,且材料利用率可达95%,大大减少了切削加工量,显著降低了制造成本,因而在机械制造业中获得日益广泛的应用。但粉末冶金工艺成形的产品结构形状有一定的限制,塑性、韧性较差,粉末原材料价格较高,一般只适用于成批或大量生产。

粉末冶金的工艺流程如图 1-4 所示。

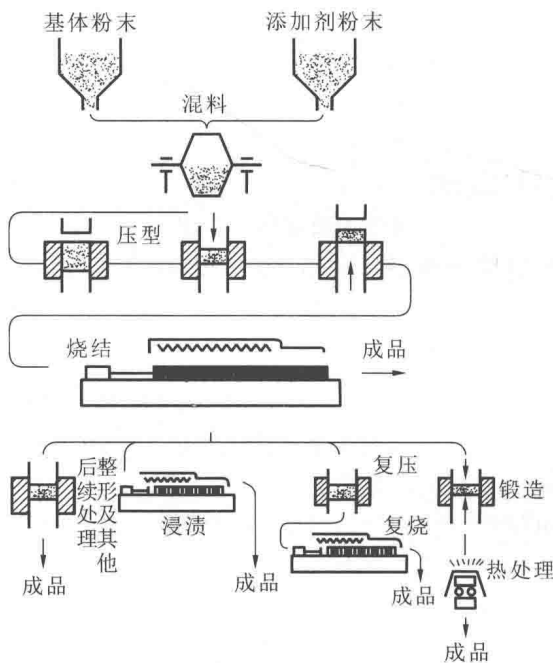


图 1-4 粉末冶金工艺流程

2. 材料去除法(质量减少)

材料去除法是采用在原材料上通过不同工艺方法去除一部分多余材料,达到设计要求的形状、尺寸和公差的零件加工方法。在制造过程中,材料的质量逐渐减少。该工艺主要用来提高零件的加工精度和表面加工质量。

材料去除工艺的特点是无功资源消耗多(大部分能量消耗在去除材料上)、加工周期长、材料浪费严重,但目前仍是保证零件设计要求的一种最经济的工艺方法,在机械制造业中占有重要的地位。

材料去除法主要分为传统的切削加工和特种加工。

切削加工是在机床上通过刀具和工件之间的相对运动及相互力的作用实现的。切削过程中,所具有的力、热、变形、振动、磨损等问题决定了零件最终获得的几何形状及表面质量。切削加工的方法很多,常见的有车削、铣削、刨削、磨削、钻削、拉削和镗削等。

特种加工是不同于传统的切削加工,它是利用电能、化学能、光能、声能、热能及机械能等能量对材料进行加工的工艺方法。在特种加工过程中,刀具与工件基本不接触,不存在切

削力和工件材料性能对加工的影响,因此又称为无切削力加工。

特种加工能解决普通机械加工方法无法解决或难以解决的问题,如具有高硬度、高强度、高脆性或高熔点的各种难加工材料(硬质合金、钛合金、淬火工具钢、耐热钢、不锈钢、陶瓷、金刚石、宝石、石英、玻璃及锆、硅等)零件的加工,具有较低刚度或复杂曲面形状的特殊零件(薄壁件、弹性元件、复杂曲面形状的模具内腔、叶轮机械的叶片、喷丝头、各种冲模及冷拔模上的型孔、整体涡轮等)的加工,各种超精、光整或具有特殊要求的零件(航空陀螺仪、伺服阀等)的加工等。特种加工在现代制造技术中占有越来越重要的地位,并已在现代制造、科学研究和国防工业中获得了日益广泛的应用。

特种加工一般按能量来源和作用形式以及加工原理来分类,主要有:电火花加工(EDM)、电火花线切割加工(WEDM)、化学加工(CHM)、电化学加工(ECM)、电化学机械加工(ECMM)、电接触加工(RHM)、激光束加工(LBM)、超声波加工(USM)、电子束加工(EBM)、离子束加工(IBM)、等离子体加工(PAM)、电液加工(EHM)、磨料流加工(AFM)、磨料喷射加工(AJM)、液体喷射加工(HDM)及各类复合加工等。

3. 材料累加法(质量累加)

材料累加法是20世纪80年代发展起来的一种工艺新技术,它充分利用计算机数据模型和自动成形系统,采用材料累加的方法分层制造零件。在制造过程中,材料的质量逐渐增加。该工艺可制造各种形状复杂的零件,制造周期大大缩短,材料利用率高,在制造过程中不产生力,能量消耗较低。材料累加法的典型工艺是目前正在迅速发展的快速原型制造技术。

快速原型制造技术突破了传统的加工模式,被认为是近几十年制造技术领域的一次重大突破,它综合了机械工程、数控技术、CAD与CAM技术、激光技术以及新型材料技术等,可以自动迅速地把设计思想物化为具有一定结构和功能的原型或直接制造零件,可以对产品设计进行快速评价、修改,以响应市场需求,提高企业的竞争能力。快速原型制造技术对于制造企业的模型、原型及成形件的制造方式正产生着深远影响。

快速原型制造技术的基本原理是直接根据产品CAD的三维实体模型数据,经计算机数据处理后,将三维实体数据模型转化为许多二维平面模型的叠加,再通过计算机控制、制造一系列的二维平面模型,并顺次将其联结,形成复杂的三维实体零件。快速原型制造技术工艺过程如图1-5所示。目前,快速原型制造技术主要有激光立体光刻法(SLA)、选择性激光烧结法(SLS)、分层实体制造法(LOM)和熔融沉积造型法(FDM)等。

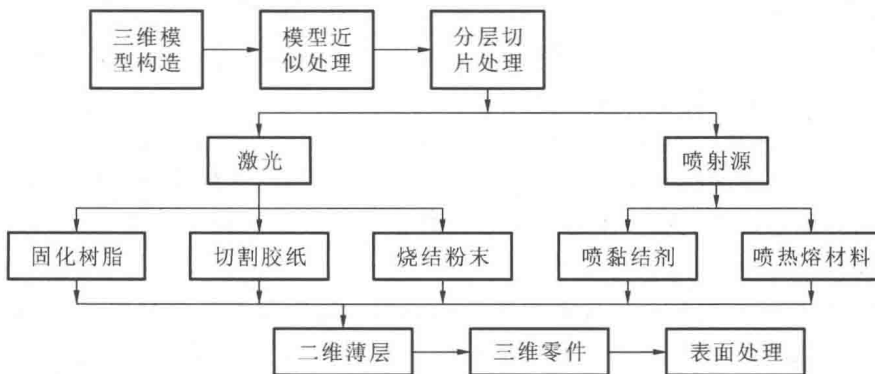


图 1-5 快速原型制造技术工艺过程

3D 打印是快速原型制造技术的一种,它是一种以数字模型文件为基础,运用粉末状金

属或塑料等材料,通过逐层打印的方式来构造物体的技术,可极大地缩短产品的研制周期,提高生产率和降低生产成本。

3D 打印技术出现在 20 世纪 90 年代中期,实际上是利用光固化和纸层叠等技术的最新快速成形技术。它与普通打印工作原理基本相同,打印机内装有液体或粉末等“打印材料”,与电脑连接后,通过电脑控制把“打印材料”一层层叠加起来,最终把计算机上的蓝图变成实物。3D 打印技术中存在着许多不同的技术,它们的不同之处在于可用的材料方式,并以不同层构建部件。3D 打印常用材料有尼龙玻璃纤维、耐用性尼龙材料、石膏材料、铝材料、钛合金、不锈钢、镀银、镀金、橡胶类材料。目前,3D 打印技术已应用在珠宝、鞋类、工业设计、建筑、工程和施工、汽车、航空航天、牙科和医疗产业、教育、地理信息系统、土木工程、枪支、艺术、娱乐及其他领域。

1.2.3 制造技术的创新

1. 可持续发展是制造技术创新的动力与空间

可持续发展是指社会、经济、人口、资源、环境的协调发展和人的全面发展。人的繁衍、物质的生产、自然界对于人类生活资源和生产资源的产出三方面构成了一个综合系统,任何一方都有可能危害世界的持续和发展。

现代工业的生产模式是不符合可持续发展的,主要表现为:环境意识淡薄,“先污染,后治理”;回收、再生意识差;重视降低成本、不重视产品的耐用性和易于修理性,高度享受是以高资源消耗为代价的;环境立法、企业文化、环境生态系统教育不够。这些所形成的生产模式很难做到可持续发展的,从而迫使人们必须摆脱传统的制造模式,开拓新型的可持续发展的制造模式。

可持续发展为制造技术提供了创新的空间,是促进制造技术创新的动力。发展可持续制造技术必须探讨符合可持续发展的、新型的制造技术,而且要从基础理论和工艺技术两方面进行突破性研究,如工业生态学、生态型制造技术、干式切削与磨削技术、延长产品生命周期的设计制造技术、生长型制造的实用化技术、以人为中心协调环境与文化要求的文化主导型制造技术等。

可持续发展的生产模式正在推动新一轮的技术创新;由资源型的发展模式逐步变为技术型的发展模式,变为经济、社会、资源与环境相协调的新发展模式;由物质短缺的社会所具有的大量生产模式转化到物质丰富的社会所应有的一种新生产模式——循环制造模式。

2. 知识化是制造技术创新的资源

随着产品市场国际化的激烈竞争,产品的功能日趋集成化和复合化,开发新产品所需的知识越来越多,尤其是高新知识。可以说,技术的产品和工艺创新完全依赖于科学知识、工程技术知识、管理知识和经济知识的积累与综合。而科学知识和工程技术知识是制造技术创新的基础。

创新所需的知识可划分为主导知识和辅助知识。对于制造技术创新而言,主导知识是有关制造本身的机理、规律、技术、技能、装置及系统等方面的知识,有量化的知识,更有非量化的知识,如经验等。主导知识是一种动态的知识,会随着科学技术的进步而不断更新。辅助知识的知识面很广,如计算机、信息论、生态学、管理科学等,是为主导知识服务的,促进主导知识的现代化,共同成为创新的资源。只有把握主导知识,掌握所需的辅助知识,创新成

果才可能有深度,有应用前景。

3. 数字化是制造技术创新的手段

面对 21 世纪的制造技术创新,数字化是主要手段。继计算几何、计算力学问世之后,计算切削工艺学、计算制造、数字化制造、新型材料零件数字化设计与制造等陆续被提出,更加明显地看出数字化是技术创新的主要手段。

计算机网络为数字化信息的传递、为实现“光速贸易”提供了技术手段,同时也为实现全球化制造,基于网络的制造提供了物理保证,是实现数字化制造的重要途径。这不仅有利于参与市场竞争,促进设备资源的共享,更有利于快速获得制造技术信息,激发创新灵感。

4. 可视化是制造技术创新的虚拟检验

虚拟现实(VR)技术的飞速发展为实用性技术的创新提供了虚拟原型和技术的虚拟检验。虚拟现实技术提供的可视化,不只是一般几何形体的空间显示,它可以对噪声、温变、力变、磨损、振动等进行可视化,还可以把人的创新思维表述为可视化的虚拟实体,促进创造灵感的进一步升华。

1.3 生产类型及其工艺特征

在机械制造过程中,由于产品的类型不同,产品的结构、尺寸、技术要求不同,市场对其需求也是多种多样的,因此每种产品的年生产纲领(年产量)是不同的。

生产类型的划分依据是产品(或零件)的年生产纲领。产品(或零件)的年生产纲领是指包括备品和废品在内的该产品(或零件)的年生产量。产品(或零件)的年生产纲领对制造过程中的生产管理形式、所用的机床设备、工艺装备及加工方法都有很大的影响。

零件的年生产纲领可按下式计算:

$$N = Qn(1 + a\% + b\%)$$

式中: N ——零件的年生产纲领(件/年);

Q ——产品的年产量(台/年);

n ——每台产品中该零件的数量(件/台);

$a\%$ ——备品率;

$b\%$ ——废品率。

根据产品的大小、特征、生产纲领、批量及其投入生产的连续性,按生产专业化程度的不同,可将生产划分为三种类型:单件生产、成批生产和大量生产,见表 1-1。表 1-1 中的重型零件、中型零件、轻型零件,可参考表 1-2 所列数据确定。

表 1-1 生产纲领与生产类型

生产类型		同种零件的年生产纲领(件/年)		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		<5	<20	<100
成批成生	小批	5~100	20~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5000
	大批	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		>1000	>5000	>50000

表 1-2 机械产品质量类别

机械产品类别	加工零件的质量/kg		
	轻型零件	中型零件	重型零件
电子工业机械	<4	4~30	>30
机床	<15	15~50	>50
重型机械	<100	100~2000	>2000

(1) 单件生产 产品的种类很多,同一种产品的数量不多(仅制造一个或少数几个),很少再重复生产。如制造大、重型机械产品或新产品试制等都属于单件生产。

(2) 成批生产 产品的种类较多,每种产品均有一定的数量,各种产品是分期分批地轮番进行生产。如机床制造、机车制造和电机制造等多属于成批生产。

(3) 大量生产 产品的品种较少,产量很大,同一工作地长期重复地进行某一零件的某一工序的生产。如汽车、拖拉机、轴承和自行车等的制造多属于大量生产。

同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量的大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产接近单件生产,大批生产接近大量生产,中批生产介于单件生产和大量生产之间。

各种生产类型的工艺特征见表 1-3。

表 1-3 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	品种很多、数量少	品种较多、数量较多	品种较少、数量很大
零件的互换性	配对制造、无互换性,广泛采用钳工修配	大部分具有互换性,少数用钳工修配	全部具有互换性,某些高精度配合件用分组选择法装配
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工制造;锻件用自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模;部分铸件用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	用高生产率的毛坯制造方法。铸件广泛采用金属模机器造型,锻件用模锻,毛坯精度高,加工余量小
机床设备	通用机床或数控机床、加工中心 机床按类别和规格大小采用“机群式”排列布置	通用机床和部分高生产率机床兼用,数控机床、加工中心、柔性制造单元、柔性制造系统 机床按加工类别分分段排列布置	高生产率的专用机床、组合机床、自动机床、数控机床或专用生产线、自动生产线、柔性制造生产线 机床设备按流水线或自动线形式排列
夹具	多用标准通用夹具,很少采用专用夹具,靠划线及试切法达到尺寸精度	广泛采用夹具或组合夹具,部分靠划线法达到加工精度	广泛采用高生产率专用夹具,靠夹具及调整法达到加工精度
刀具与量具	采用通用刀具与万能量具	较多采用专用刀具及专用量具或三坐标测量机	广泛采用高生产率的专用刀具和量具,或采用统计分析法保证质量