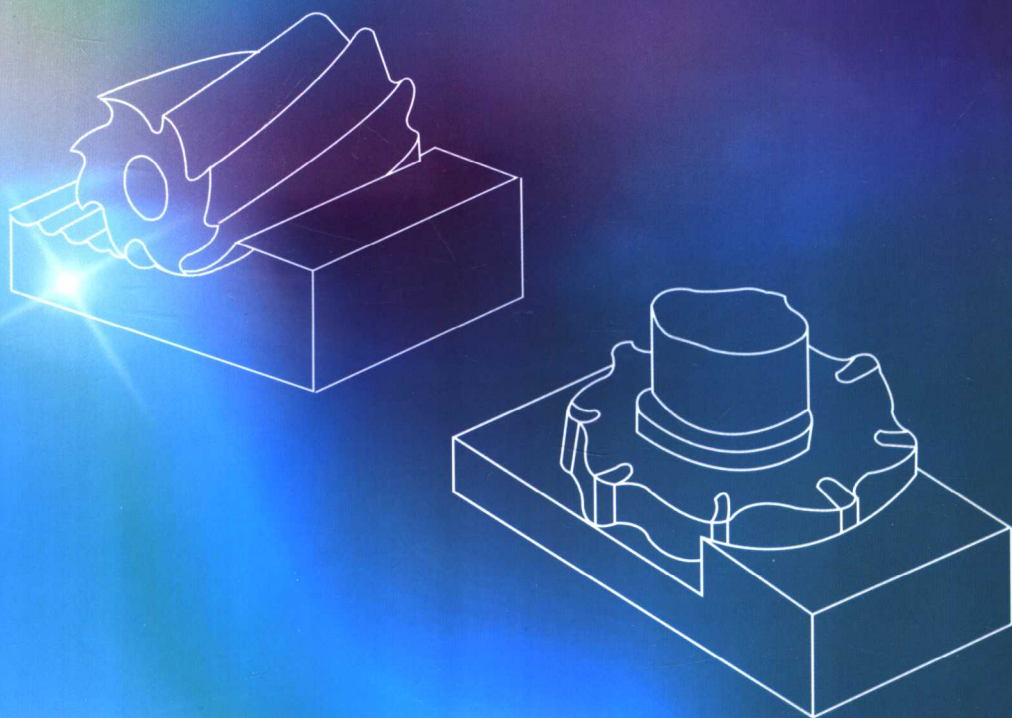


机械制造技术基础

杨宗德 主编 柳青松 副主编



机械制造技术基础

杨宗德 主 编

柳青松 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书阐述了机械制造业中所必需的基础知识、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。具体内容包括机械加工原理、金属切削加工、机械加工设备、机械加工工艺装备、典型零件加工、机械装配工艺,以及机械加工中的质量、生产率与经济性分析和机械设备技术的新进展等。各章节中均有较多的实例分析并附有思考题及习题。全书取材新颖、详略得当、重点突出,理论紧密联系生产实际。书中的名词、术语全部采用国家标准,计量单位也采用相应的法定计量单位。

本书可作为高职高专院校数控技术及应用、模具设计与制造、机械设计制造及其自动化、机电应用技术等方向的专业教材,也可作为自学考试教材或参考书,亦可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/杨宗德主编. —北京:国防工业出版社,2006.8
ISBN 7-118-04522-5

I. 机... II. 杨... III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 041983 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$ 字数 550 千字

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

工艺是设计和制造的桥梁,通过完成加工才能使产品从设计变为现实。工艺是制造技术的关键,产品的制造技术是企业生产某种产品的技术能力的核心,设计的可行性往往会受到工艺的制约,因此,工艺方法是企业产品具备市场竞争力的重要手段。

制造是用人工使原材料成为可供使用的物品,即用物理或化学的方法改变原材料的几何形状、性质和外观,制成零件以及将零件装配成产品的操作过程,通常这样的过程将原材料转变成具有使用价值和更大经济价值的产品。

制造业中除了生产组装最终产品的企业外,还有为这些制造企业提供更重要的制造手段的“母机”,这个“母机”就是通常讲的设备及其相应的工装等。

机械制造是各种机械、机床、工具、仪器、仪表过程制造的总称。所谓制造技术,是按照人们所需的目的,运用知识和技能,利用客观物质工具使原材料变成产品的技术的总称。制造技术是制造业的技术支柱,是一个国家经济持续增长的根本动力。

机械制造技术则是研究用于上述产品的加工原理、工艺过程和方法以及相应设备的一门工程技术,也是一门以制造一定质量的产品为目标,研究如何以最低的消耗、最低的成本和最高的效率的复合技术。

“先进制造技术”包含了当今信息技术的各种最新成果:数字化、网络化、虚拟化、智能化、绿色化与集成化。“六化”是“现代”的主要技术特征,而由此构成的现代集成制造系统是柔性的、协同的、敏捷的。

机械制造技术包含机械制造热加工技术、机械制造冷加工技术和机器装配技术三部分,本书主要阐述后两部分的内容。

由于设备零件加工过程的主体是表面的成型过程,这一过程的每一环节都是机床、刀具、工件和夹具这一工艺系统按照某种要求序列完成的;对于不同的零件的不同表面,可能加工方法不同,相应的工艺系统组成也可能不同,一个零件的全部加工过程就是由一个个特定的工艺系统按一定的序列完成的。因此,每个零件的加工过程都涉及金属切削原理与金属切削刀具、金属切削机床、机械制造工艺及夹具等理论与技术。为了提高教学内容的综合性和应用性,本书以机械制造的基本理论为基础,以加工方法为主线,介绍各种加工方法及相应的工艺路线系统组成;以质量控制为出发点,介绍工艺规程设计理论以及质量控制;以典型零件加工的综合分析并辅之具体实例,以增强知识与技术的综合运用;最后介绍现代制造技术的有关内容。由此形成本教材的体系。

本书由杨宗德主编、柳青松为副主编。其中第1章、第2章由柳青松编写;第3章、第8章由杨宗德编写;第4章由焦爱胜编写;第5章由王珺编写;第7章由严慧萍编写;第9章由王华栋编写。全书由柳青松负责统稿和定稿。

本书在编写过程中,参阅了大量的文献和相关资料,对此,对被参阅和引用内容的作者表示深切的感谢。

本教材要经过教学改革和课程改革实践的反复锤炼才能成为精品。由于我们的水平有限,书中难免存在有不少欠妥之处,恳请各位同仁和读者批评指正。

编 者

2005 年 12 月

目 录

第1章 绪论	1	2.6 工艺尺寸链及工艺尺寸的计算	36
1.1 设备制造过程	1	2.6.1 尺寸链的定义和组成	36
1.2 设备制造技术的进展	3	2.6.2 尺寸链的极值解法	37
1.2.1 加工质量	3	2.6.3 尺寸链的概率解法	38
1.2.2 切削加工速度	4	2.6.4 尺寸链计算中的正问题与逆问题	39
1.2.3 制造过程自动化	6	2.6.5 工艺尺寸的计算	40
1.3 本课程简介	6	2.7 小结	43
第2章 机械加工原理	8	思考题与习题	45
2.1 概述	8	第3章 金属切削加工	48
2.1.1 工艺过程及其组成	8	3.1 金属切削加工运动	48
2.1.2 生产类型及其工艺特点	11	3.1.1 主运动	48
2.1.3 零件的结构工艺性分析	13	3.1.2 进给运动	49
2.2 工件的装夹	18	3.2 刀具切削部分的基本定义	49
2.2.1 基准及其分类	18	3.2.1 车刀	50
2.2.2 工件的定位方法	19	3.2.2 刀具切削角度的坐标系	50
2.2.3 工件定位原理	20	3.2.3 刀具标注几何角度的坐标系	51
2.3 定位基准的选择	21	3.2.4 刀具主剖面坐标系的标注角度	51
2.4 机械加工工艺规程的制订步骤	25	3.2.5 刀具法剖面、切深和进给剖面坐标系的标注角度	53
2.4.1 制订机械加工工艺规程的原始资料	25	3.2.6 刀具工作角度坐标系及工作角度	55
2.4.2 机械加工工艺规程制订的原则	26	3.3 切削用量和切削层参数	58
2.4.3 制订工艺规程的步骤	26	3.3.1 切削用量三要素	58
2.5 工艺路线的制订	27	3.3.2 切削层截面参数	59
2.5.1 表面加工方法的选择	27	3.4 刀具材料	60
2.5.2 加工阶段及加工顺序安排	30	3.4.1 刀具材料性能要求	60
2.5.3 工序的划分	33	3.4.2 高速钢	62
2.5.4 加工余量的确定	34		

3.4.3 硬质合金	63	机构	128
3.4.4 新型涂层刀具材料	65	4.5.3 分度和定位机构	132
3.4.5 砂轮	65	4.5.4 微量进给机构	135
3.5 金属切削过程	66	4.5.5 传动误差校正机构	137
3.5.1 切屑形成过程	66	4.5.6 自动换刀机构	140
3.5.2 切削力和切削功率	70	4.6 滚齿机及其传动	144
3.5.3 切削热	74	4.6.1 概述	144
3.5.4 刀具磨损和耐用度	74	4.6.2 滚齿原理	144
3.5.5 切削液	77	4.6.3 Y3150E 滚齿机	148
3.5.6 已加工表面质量	77	4.7 组合机床与自动线	155
3.6 小结	77	4.7.1 概述	155
思考题与习题	79	4.7.2 组合机床的类型	156
第4章 机械加工设备	81	4.7.3 主要部件	158
4.1 概述	81	4.8 机床改装	162
4.2 表面的成形方法及所需成形运动	82	4.8.1 概述	162
4.2.1 机器零件表面的形成	83	4.8.2 机床改装的一般步骤	163
4.2.2 生线的成形方法及所需运动	83	4.8.3 用机械部件改装机床	164
4.3 普通车床	85	4.9 小结	169
4.3.1 用途	85	思考题与习题	175
4.3.2 机床的运动	85	第5章 机械加工工艺装备	177
4.3.3 机床的总体部局	86	5.1 机床夹具设计	177
4.3.4 传动链及转速图	87	5.1.1 概述	177
4.3.5 进给系统	91	5.1.2 工件的定位	179
4.3.6 机床的主要结构	98	5.1.3 工件在夹具中的夹紧	189
4.4 支承件及导轨	109	5.1.4 夹具的连接元件,对刀装置和引导元件	194
4.4.1 支承件的功用、分类及基本要求	109	5.1.5 夹具设计的方法与步骤	197
4.4.2 导轨的功用和分类	110	5.2 金属切削通用刀具	198
4.4.3 导轨应具有的基本性能	111	5.2.1 车刀	198
4.4.4 导轨常用材料	112	5.2.2 铣刀	199
4.4.5 滑动导轨	114	5.2.3 孔加工刀具	202
4.4.6 支承件的结构设计	116	5.2.4 齿轮刀具	206
4.5 机床典型机构	123	5.3 金属切削专用刀具设计	209
4.5.1 滚珠螺旋机构	123	5.3.1 设计要点	209
4.5.2 齿轮传动间隙消除		5.3.2 成形铣刀设计方法	209
		5.4 小结	211
		思考题与习题	214

第6章 典型零件加工	218	7.2.1 装配尺寸链概述	270
6.1 轴类零件加工	218	7.2.2 装配尺寸链的建立	271
6.1.1 概述	218	7.3 装配方法	273
6.1.2 空心类机床主轴加工工艺 及其分析	220	7.3.1 完全互换装配法	273
6.1.3 其他轴类零件的加工工艺 特点	227	7.3.2 部分互换装配法	275
6.1.4 轴类零件的先进加工 方法	233	7.3.3 选择装配法	277
6.2 箱体零件加工	235	7.3.4 修配装配法	279
6.2.1 概述	235	7.3.5 调节装配法	281
6.2.2 拟定箱体零件机械加工 工艺规程的原则	237	7.4 装配工艺规程的制订	283
6.2.3 孔系加工	238	7.5 小结	285
6.2.4 不同生产类型下箱体零件 的加工工艺过程	240	思考题与习题	287
6.3 圆柱齿轮加工	243	第8章 机械加工中的质量、生产率与 经济性分析	290
6.3.1 概述	243	8.1 机械加工精度	290
6.3.2 圆柱齿轮齿坯的加工 方法	245	8.1.1 概述	290
6.3.3 圆柱齿轮齿形加工 方法	246	8.1.2 加工误差的单因素分析	292
6.3.4 齿端加工	253	8.1.3 加工误差的统计分析	305
6.3.5 齿形精加工方法	253	8.2 机械加工表面质量	311
6.3.6 圆柱齿轮加工工艺 过程	259	8.2.1 概述	311
6.4 连杆加工	262	8.2.2 影响加工表面质量的工艺 因素	313
6.4.1 概述	262	8.2.3 控制加工表面质量的途 径	316
6.4.2 连杆的加工工艺过程	263	8.2.4 机械加工中的振动	317
6.5 本章小结	266	8.3 机械加工中的生产率分析	320
思考题与习题	268	8.3.1 工序单件时间的确定	321
第7章 机械装配工艺	269	8.3.2 提高劳动生产率的途径	322
7.1 机械装配概述	269	8.4 工艺方案的技术经济分析	323
7.1.1 装配精度	269	8.4.1 工艺成本的组成	324
7.1.2 零件精度与装配精度的 关系	269	8.4.2 工艺方案的技术经济 对比	325
7.2 装配尺寸链	270	8.5 小结	326
		思考题与习题	333
		第9章 设备制造技术的新进展	335
		9.1 精密加工	335
		9.1.1 超精密车削	336
		9.1.2 超精密磨削和镜面磨削	338

9.1.3 光整加工.....	339	9.4.3 成组工艺.....	358
9.1.4 振动切削.....	341	9.5 计算机辅助工艺过程设计.....	360
9.2 特种加工和微细加工.....	343	9.5.1 CAPP 的发展	360
9.2.1 特种加工.....	343	9.5.2 CAPP 的基本原理	361
9.2.2 微细加工.....	349	9.5.3 CAPP 系统的设计方法 ...	362
9.3 数控加工技术.....	352	9.5.4 CAPP 系统的组成	364
9.3.1 加工前的准备工作.....	352	9.6 CIMS	365
9.3.2 数控加工.....	352	9.6.1 概述.....	365
9.3.3 数控系统的组成.....	352	9.6.2 CIMS 的组成	366
9.3.4 数控加工的工艺特点.....	354	9.6.3 CIMS 中的 CAD/CAM 集	
9.3.5 加工中心.....	354	成.....	368
9.4 成组技术.....	357	9.6.4 新一代 CIMS 发展	369
9.4.1 成组原理.....	357	参考文献	371
9.4.2 零件的分类编码方法.....	357		

第1章 绪论

国际权威学术机构——国际生产工程协会给“制造”下的定义为:制造是人类按照所需目的,运用主观掌握的知识和技能,借助于手工或可以利用的客观物质工具,采用有效的方法,将原材料转化为最终物质产品并投放市场的全过程。简单地说,制造是利用制造资源(设计方法、工艺、设备和人力等)将材料“转变”为有用的物品的过程;或者讲制造是通过能量和信息的输入将原材料变成产品的过程,它一般包括生产准备、工艺准备、加工、检验、装配、辅助、管理等过程。

而机械工业是为国民经济提供装备和为人民生活提供耐用消费品的产业,机械制造业为国民经济各部门提供质量优良、技术先进、品种齐全的技术装备。它的发展水平直接影响到国家各产品技术水平和经济效益的提高。没有现代化的机械制造就不可能有现代化的工业、农业、国防和科学技术。当今世界各国工业化历程,表明了机械制造业的优先发展是经济腾飞的必要条件。机械制造技术的发展水平通常是一个国家科学技术水平的重要标志之一,它对于信息技术、新材料技术、海洋工程、生物工程、能源工程和空间技术等新学科群及新技术群的发展有着至关重要的促进和制约作用。

机械工业实现振兴的最终目标是成为国民经济的支柱产业。

1.1 设备制造过程

从系统工程观点来认识,设备制造企业的生产活动,即设备制造过程是物料流、信息流和能量流三者的汇聚和交互作用的过程。

物料流又称物质流,是指物料经过制造工艺过程所产生的形状、尺寸和位置的转变。也是以机床设备、工艺装备和机械加工方法等生产制造技术为中心的“硬工艺学”。这一部分为设备制造过程所研究的对象。

信息流是以生产信息处理和生产管理技术为主体的“软工艺学”。生产信息处理是指将所要获得的形状、尺寸、性能等信息向被加工物料的传递。在此过程中需对物料流和能量流进行有目的有成效的控制,以获得所需的加工零件。促使制造过程能达到大幅度提高加工质量和生产效率的目的。这部分内容主要为管理和经营工程学所研究的范畴。

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,如将电能转变成机械能、热能、化学能。

图1-1所示为生产系统的基本组成框图。整个生产系统分成三个阶段。第一阶段为决策和控制阶段。企业的领导机构按照国内外市场的信息,根据本企业人员的素质、技术水平及物质条件,对生产产品的类型、性能、产量和成本作出决策,并对生产过程进行控

制和管理。第二阶段为研究和开发阶段。遵照决策指令,进行新产品或改进产品的设计、试验研究及试制,提供所开发的新产品图纸。第三阶段是产品制造阶段。此阶段除了必须与数据库交换信息以外,还需输入能源和材料,制造系统最后输出为产品。然而,应及时把产品在市场中的竞争能力、销售情况、用户评价、改进要求等信息反馈给领导机构。

设备制造过程是生产系统中的一个重要组成部分,包括了设计、材料选择、计划、加工质量保证等活动。直接将输入的原材料或毛坯通过各种加工、检测、装配、调试、油漆、包装等工作,最后经成品验收合格后输出产品的过程。又可以分为:毛坯制造、零件加工和装配调试三个过程,如图 1-2 所示。

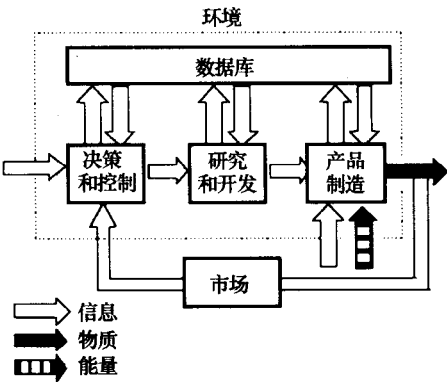


图 1-1 生产系统的基本框图

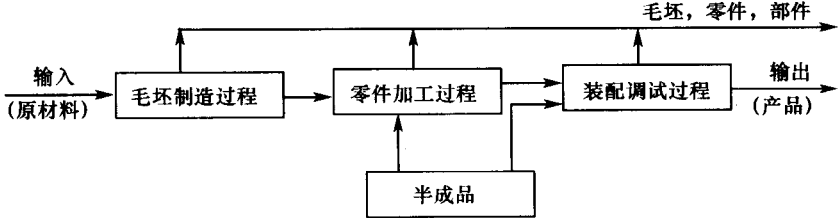


图 1-2 设备产品的制造过程

设备制造系统若按照其拥有机床的数量可分成单级和多级制造系统。前者是指加工零件时仅用一台机床,完成一个工序;后者是指采用多台机床,完成零件的加工过程。另外,如果根据机床的技术水平类型还可以分为传统的机械制造系统和先进的自动化机械制造系统。由传统常规的系统发展到新型的自动化系统,大致经历了下述过程:

- (1) 1770 年工业革命初期用简易的机器实现了简单的机械化劳动和工作。
- (2) 20 世纪初出现了刚性的自动化机构和生产自动线。其工序内容较为简单且固定不可变,仅可用于生产某种固定的产品。适宜于大批大量的生产规模。
- (3) 不久又出现了用一个触头沿着主控靠模运动,并同时指令信号输送给伺服驱动装置的仿型机床;还有能完成各种加工顺序的插销板式程序控制机床。
- (4) 1960 年以来,由于计算机技术的发展及数控机床的推广应用,使机械制造有突破性进展。在发展计算机数控机床(CNC)的同时又开发了工业机器人。70 年代后,机器人在制造系统中担任了重要的工作。
- (5) 20 世纪 80 年代,以计算机辅助设计和计算机辅助制造(CAD/CAM)为中心的新型的自动化制造系统中,往往包含有若干台 CNC 机床、自动的物料输送系统、工业机器人以及将它们连接起来进行控制的计算机。组成了柔性制造系统(FMS)、柔性制造单元(FMC),至今发展成为计算机集成制造系统(CIMS)。它们完全改变了传统的生产方式,成为能够用于多品种和小批量生产的新型自动化制造系统。

1.2 设备制造技术的进展

按照由原材料或毛坯制造成为零件的过程中,其质量 M 的变化可分为 $\Delta M < 0$ 、 $\Delta M = 0$ 、 $\Delta M > 0$ 三类技术。切削加工等,属于 $\Delta M < 0$,在制造过程中材料逐渐被切除而获得几何形状,也是本书重点讲述的内容。锻造、铸造及模具成型(注塑、冲压等)中 $\Delta M = 0$,材料主要是改变其形状,而不改变其质量。最近出现的快速成型(Rapid Prototyping)技术,又称为材料累加法制造(Material Incremental Manufacturing),就是 $\Delta M > 0$ 的情况。

$\Delta M < 0$ 主要指切削加工。即切削加工是通过工件和刀具之间的相互运动及相互力的作用下实现的。工件往往通过夹具安装在机床上,机床带动刀具或工件或两者同时进行运动。

根据机床运动的不同、刀具的不同,除零件毛坯多余材料的切削方法包括车削、刨削、磨削、钻削和特种加工等。

因此,设备制造工艺技术水平的进展主要标志是,不断提高加工质量和生产效率。

1.2.1 加工质量

保证和提高加工质量是机械制造工艺的首要问题。加工质量的指标有若干方面,而最重要的是加工精度。控制加工过程中的误差是保证加工精度的根本措施。

1776 年发明及制造蒸汽机,在镗缸机上将 $\phi 650\text{mm}$ 直径的灰铸铁汽缸孔加工至 1mm 的精度,花了 27.5 个工作日。

19 世纪中期,各种金属切削机床有:六角车床、螺纹车床及铣床。形成了公差制度,提出了精度理论。机器零件的尺寸精度已可达到 0.01mm 。

20 世纪初,发明了能测量 0.001mm 的千分表和光学比较仪等。加工精度就逐步向微米级靠近,成为机械制造加工精度发展进程中的转折点。当时,将达到微米级精度的加工称为精密加工。

1960 年后,由于宇航、计算机、激光以及自动控制技术的迅速发展,促进了新的制造加工技术,如为了制作集成电路器件,发展了各种微细加工技术。利用了切削或非切削的加工工艺使微小尺寸零件的加工精度达到了亚微米级,尤其在最近十几年内提高到目前的纳米级,即 $1\text{nm} = 10^{-3}\mu\text{m} = 10^{-6}\text{mm} = 10^{-9}\text{m}$,从而进入了超精密加工的时代。现在,用电子探针测量超大规模集成电路时,测量精度已达 0.25nm 。历来各年代所能达到的加工精度大致情况可用图 1-3 表示。预计 21 世纪初将实现原子级尺寸的加工与测量(即纳米技术)。

从图 1-3 中也可看出:传统的机械加工方法,随着新技术、新工艺、新设备以及新的测量技术的发展,也在不断地提高,常规的精密加工也可得到 $0.05\mu\text{m}$ 的精度。加工工件时分割材料的水平具有由宏观进入微观的发展趋势。

另外,世界各国又特别注重于延长机械设备的使用寿命与提高其工作可靠性方面的研究。对零件经机械加工后的表面质量提出了新的要求:表面完整性(Surface Integrity)。它比通常所讲的表面质量又包含了更多的内容,不仅有粗糙度、波纹度以及纹理等

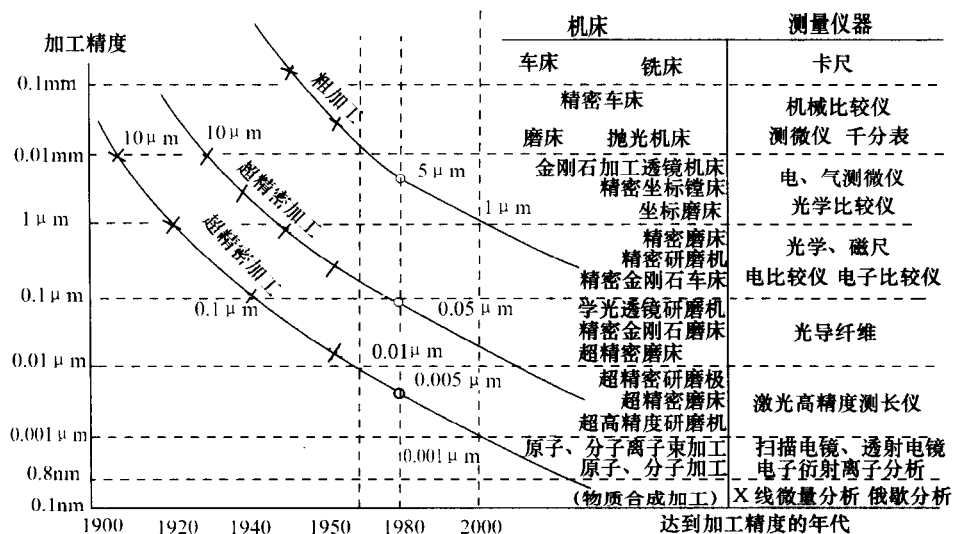


图 1-3 各年代所能达到的加工精度

表面特征,还包括已加工表面深度约为 0.38mm 范围内各种物理、机械、冶金等方面的特性,如残余应力、硬化程度、微观组织变化、晶间腐蚀、热损伤区、材质不均等项目。

为了实现以 $0.005\mu\text{m}$ 的加工精度,向超精密加工方向努力。有关金属切削技术的研究基本上有以下几方面:

- (1) 切削机理试验和观察微观的手段。如高速摄影、光弹塑性、扫描电镜等。扩展对切削机理的领域由二维切削研究向三维切削机理的研究。
- (2) 动态切削机理研究。机床设备在切削过程中的颤振会影响切削效果和质量;另一方面利用高频的振动又能对付难切削材料工件的加工。
- (3) 新型刀具材料的开发。
- (4) 尽量消除加工误差。研究机械制造系统在加工过程中的随机误差与系统误差。如:机床配置高精度的子系统;使用压电式、电致伸缩及磁致伸缩的驱动装置,作为超精度运动的伺服控制;采用反馈测量调节系统做到机床运动精度的自适应控制。
- (5) 在自动化生产系统中,切削条件最优化研究。
- (6) 超精密测量技术研究。工件在加工过程中的在线检测和动态精度的测试与分析。

1.2.2 切削加工速度

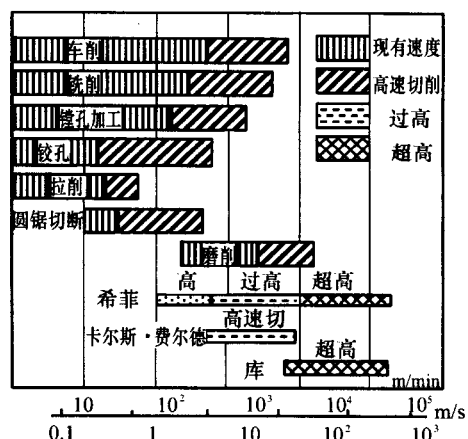
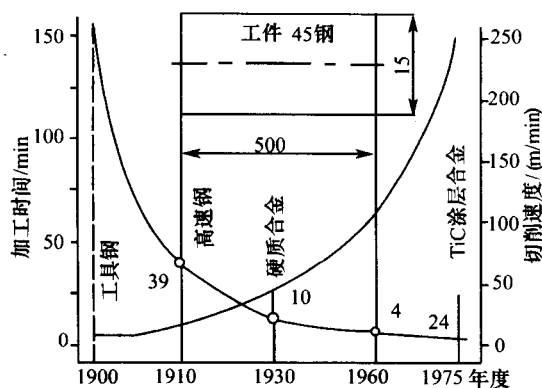
机械切削加工速度的高低,也是衡量工艺技术水平的重要标志之一。

切削加工速度的提高,与切削刀具材料的发展和机床静态、动态性能的改善有直接的关系。21 世纪以来,由于刀具材料的更新,切削速度比上世纪约提高了 30 倍。图 1-4 表示了加工同尺寸的钢材零件,各年代所历经的由于刀具材料的进步,使切削速度不断提高和加工时间减少的规律。

采用了高转速的机床,改进了刀具材料及结构,或者使用新的先进工艺措施,必须从以上三个方面综合考虑和解决实际工程问题才能实现切削用量的提高,从而提高机械加工的劳动生产率。例如,汽车变速箱中的中等模数齿轮,所用材料为 CrMnTi,一般的高速

钢滚刀切削速度为 $20\text{m/min} \sim 40\text{m/min}$ 。改用含铝超硬高速钢滚刀后切速为 $80\text{m/min} \sim 100\text{m/min}$ 。若采用了新型硬质合金制成装配式滚刀,在高速滚齿机 YB3120 上加工速度已提高到 $180\text{m/min} \sim 250\text{m/min}$ 。

发达国家对怎样加快切削速度都在作很大努力。高速切削的目标值是随着时代的前进而不断上升。图 1-5 表示了进入 20 世纪 80 年代后各种切削方法的切削速度和高速切削的目标值。图中可见,按照要求数据均是较高的。目前车、铣削的最高速度为 $600\text{m/min} \sim 800\text{m/min}$,高速化的目标值为 $5000\text{m/min} \sim 8000\text{m/min}$ 。国外有关学者所制订的高速切削目标值,规定了: $5000\text{m/min} \sim 10000\text{m/min}$ 为高速切削,大于 10000m/min 的称为超高速切削(UHSC)。



高速切削(High Speed Cutting——HSC)与超高速切削不仅能有效地提高生产率,并且能降低切削力,传导给工件、刀具的热量也大幅度减少;还能加工很薄、不产生裂纹和畸变的工件。由于激励机床振动的频率特别高,远远离开了工艺系统的固有频率范围,因此工作平稳、振动小。

图 1-6 的模具及成型制造中的成本结构中,单件生产或小批量生产的机械加工占据了时间及总成本的大部分。而机械加工中,半精加工及精加工约占成本的 50% 左右。采用 HSC 技术,使切削速度和进给速度大幅度提高,缩短模具机加工的时间,通过合理选择加工参数,使表面加工质量及刀具寿命都有较大提高。实验结果表明,应用 HSC 技术后可使后续加工中手工研磨时间节约近 80%,成本费用节约近 30%,加工表面精度可达 $1\mu\text{m}$,

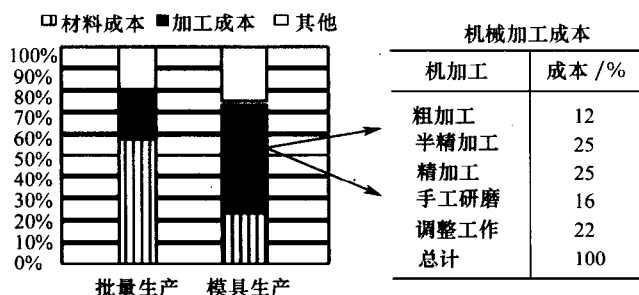


图 1-6 模具及成型的成本结构

刀具切削效率提高 100%。

我国现有金属切削机床约 300 多万台,如何通过提高切削效率为国家创造财富蕴藏着极大的潜力。

1.2.3 制造过程自动化

随着数控技术、成组技术和计算机技术的发展以及在机械制造中的广泛应用,使传统的生产方式发生了巨大的变化,为制造过程的自动化开创了新途径。

传统的机械制造工艺基本上是在“批量法则”之下组织生产活动的。即生产的组织方式、加工方法、加工设备和工艺装备等,均按产品生产批量的大小规模来决定它们的先进性和高效性。因此,对于生产批量足够大的产品,就组织专门化生产,可用自动化的高效率的加工设备,建立流水生产线及自动生产线。对于小批量、多品种的产品,只能采用常规的加工手段和生产效率低的通用机床进行。长期以来使这些品种多、批量小的生产企业处于低效率、低质量及高成本的落后状态之中。

进入 20 世纪 80 年代以来,世界市场经济的飞速发展,竞争意识的增长,工业产品急需多样化,性能要好、质量要高、功能要全、效率要快,而成本要低。因此,约有 75% 的零件制造批量都将小于 50 件,品种繁多、批量较小的生产企业将占据机械制造业中的大部分。为了解决小批量生产如何进行高效率的自动化的生产方式,与传统的批量法则不同,新概念的制造系统应着重发展柔性制造技术。图 1-7 为传统的批量法则概念之下的机械制造方式,而图 1-8 为新概念之下的机械制造方式,它是建立在成组技术、数控技术和计算机技术综合应用的基础上,在柔性的生产组织之下,除了一般的自动线外,所有方式下的加工设备均能用于多品种小批量的自动化加工。

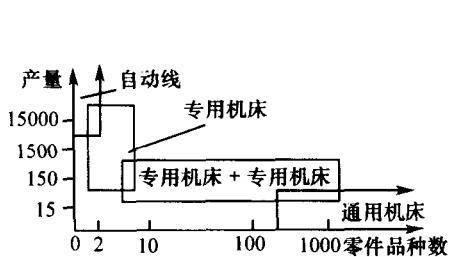


图 1-7 批量法则下的制造方式

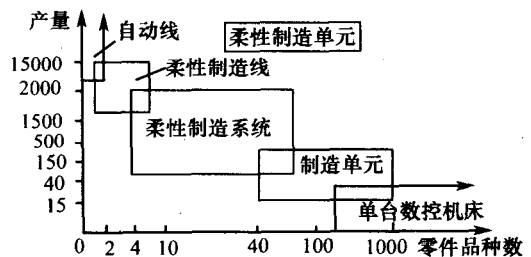


图 1-8 新概念下的制造方式

1.3 本课程简介

设备制造工程所涉及的各种专业知识大致有:《金属切削原理》阐述切削与磨削的基本规律;《金属切削机床与设计》阐述机械加工设备的原理、结构与设计方法;《夹具设计》和《刀具设计》阐述机械加工的工艺装备;《机械制造工艺学》是以零件加工与产品装配为对象,阐述制造工艺方法和制造过程质量控制分析等规律。并结合实践性环节如:生产实习、课程设计、大型综合实验及毕业设计等教学环节,使学生对现有的机械制造技术有较深的认识。同时,还学习一些工业企业管理及生产经济性方面的课程。

现代设备制造新概念的变化中的设备制造系统可看做是若干硬件与软件的集合体;

设备制造技术是“硬工艺学”和“软工艺学”的有机统一体。为此,将通常的机械设计与设备制造方面的基础知识和基本原理综合为《设备制造工程》课程。因此,本课程是机械设计与设备制造专业的核心主干课程。通过本课程的学习,使学生掌握设备制造中切削、工艺、设备和装备的基本理论知识,并与生产实习相配合,通过有关课程设计,掌握工艺与工装设计的基本技术和能力,初步具备分析处理设备制造工程基本技术问题的能力。

在学习了本课程的基础上,进一步加强计算机辅助设计与制造、数控机床等课程的学习。目的是为了培养能从事现代设备制造技术的高级工程技术人才。

本课程主要讲解的内容如图 1-9 所示。

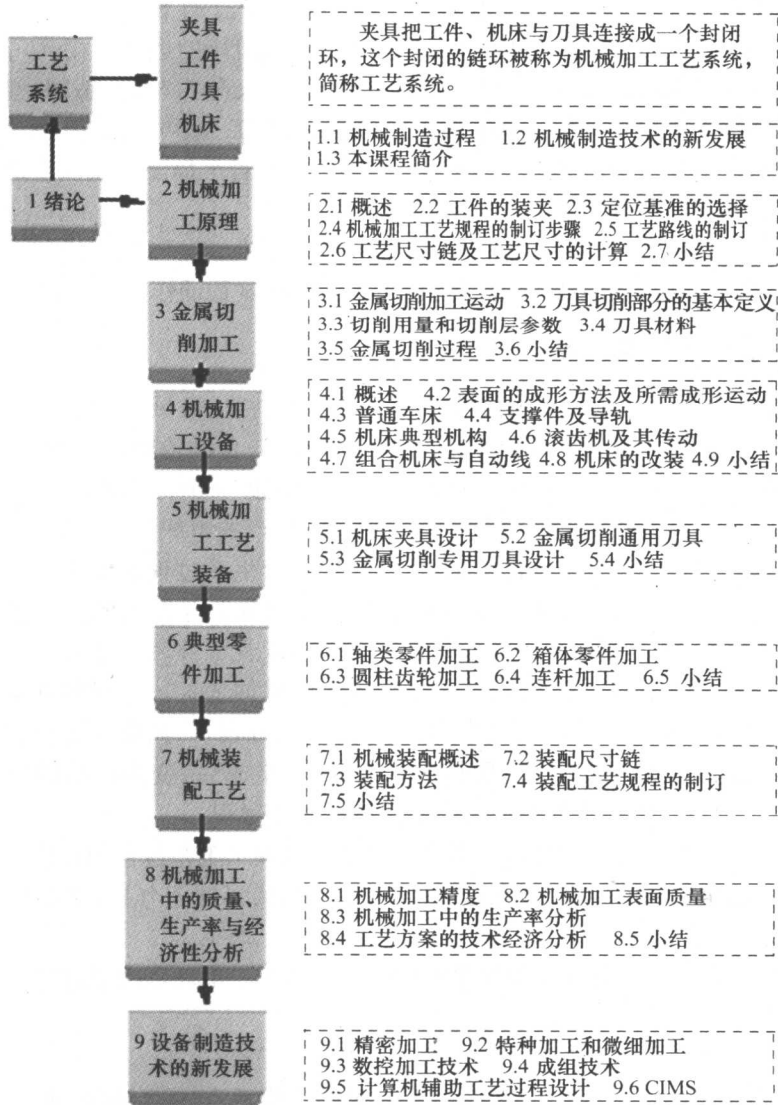


图 1-9

第2章 机械加工原理

2.1 概 述

机械加工是以机床提供动力和运动,利用切削刀具从工件表面切除金属,从而达到一定质量要求的加工方法,亦称为切削加工。机械加工按机床的运动方式、切削刀具及机床提供能量的方式分为切削加工和特种加工。切削加工又分为车削、钻削、镗削、铣削、刨削、拉削、磨削等加工。特种加工有电火花加工、电解加工、超声波加工、激光加工等。在现有的生产条件下如何采用经济有效的加工方法,并将若干加工方法以合理路径安排以获得符合产品要求的零件。

通过学习本章内容,需要掌握工序与安装、工位、工步、走刀、基准、生产过程与机械加工过程等概念,并在此基础上将重点学习机械加工工艺规程的作用、内容及编制方法。

2.1.1 工艺过程及其组成

产品设计、生产准备、原材料的运输和保管、毛坯制造、机械加工、热处理、装配和调试、检验和试车、喷漆和包装等过程称之为生产过程。一台设备或产品的生产,往往由许多厂家共同完成,尤其是一些大型或大批量的产品,例如一辆汽车的生产覆盖几百家厂家。这样做有利于降低成本,也有利于技术的发展、生产的组织等。整个生产过程中,装配之前的那部分都是针对各个零件单独进行的,这部分生产过程的整个路线称为工艺路线(或工艺流程)。工艺过程的制订和零件加工的车间分工等都是依据工艺路线而进行的。而在生产过程中,直接改变零件形状、尺寸、性质以及零件表面之间或零件与零件之间相对位置等的那部分称为工艺过程,包括零件的机械加工工艺过程和机器的装配工艺过程(将零件装配成部件或产品的过程,称为装配工艺过程)。其他如运输、保管、设备维修等属于辅助过程。生产过程的实质是由原材料(或半成品)变为产品的过程。因此一个工厂的生产过程,又可按车间分成若干个车间的生产过程。

所谓工艺是指产品的制造方法。本章将讨论机械加工工艺过程制订中的一些问题。

针对不同复杂程度的零件,工艺过程也有长有短,为了便于分析,将工艺过程分为若干工序。

工艺过程是由一个或若干个依次排列的工序所组成。毛坯顺次通过这些工序就变成了成品或半成品。

1. 工序

工序是指同一个(或一组)工人,在一个固定的工作地点(一台机床或一个钳工台),对一个(或同时对几个)工件所连续完成的那部分工艺过程。即“三同一,一连续”。可见,工作地、工人、零件和连续作业是构成工序的四个要素,若其中任一要素的变更即构成新的工序。连续作业是指该工序内的全部工作要不间断地连续完成。一个工艺过程需要