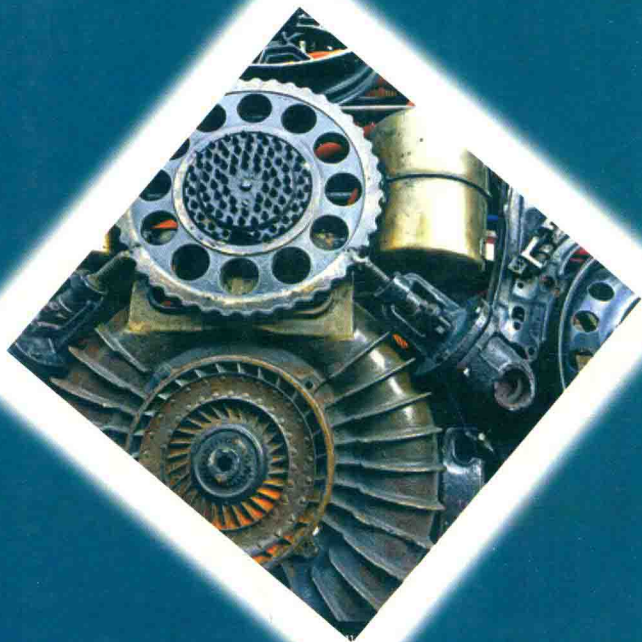




机械制造工艺理论与技术

主 编 胡 旭 江 琴 龙婵娟
副主编 李 勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

机械制造工艺理论与技术

主 编 胡 旭 江 琴 龙婵娟

副主编 李 勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

制造业是国民经济的重要支柱产业,机械制造业是制造业的核心,是一个国家综合制造能力的集中体现,更是衡量一个国家现代化水平和综合实力的重要标志。

本书围绕机械制造工程各主题,系统构筑机械制造基础知识体系结构,既有常规机械制造技术的基本内容,又有现代制造技术的新发展,主要内容涵盖了金属切削理论及切削条件的选择、机械切削机床运动分析、机械加工典型方法分析等。

本书结构合理,条理清晰,内容丰富,具有一定的可读性,可供从事机械制造的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺理论与技术 / 胡旭, 江琴, 龙婵娟主
编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2018.1
ISBN 978-7-5170-6316-2
I. ①机… II. ①胡… ②江… ③龙… III. ①机械制
造工艺 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第031786号

书 名	机械制造工艺理论与技术 JIXIE ZHIZAO GONGYI LILUN YU JISHU
作 者	主编 胡旭 江琴 龙婵娟 副主编 李勇
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京亚吉飞数码科技有限公司
印 刷	北京一鑫印务有限责任公司
规 格	185mm×260mm 16开本 27.25印张 697千字
版 次	2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	130.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

制造业是国民经济的重要支柱产业,机械制造业是制造业的核心,是一个国家综合制造能力的集中体现,更是衡量一个国家现代化水平和综合实力的重要标志。随着社会需求的变化和科学技术的发展,机械制造业的生产模式发生着巨大的变革,从单机生产模式向制造系统生产模式发展,即为了实现统一战略,把全球范围内的企业通过共同的基础重组起来,并将过去你死我活的竞争转变成友好合作的竞争,从而对瞬息万变的市场做出快速敏捷的响应。

现代制造技术离不开加工设备和刀具、夹具等,离不开人类对现代制造技术的深刻认识。机械加工设备从古老的人力或自然动力加工设备(现仍在使用),发展到电力动力加工设备(直流电和交流电),与之配套的刀具和夹具也在不断更新,是人类创造性思维 and 创新能力发展的具体体现,是现代制造技术的保障。

机械制造技术在形式上浓缩了原有的机械工程材料、材料成形、极限与配合,以及机械加工工艺基础等内容,经过提炼、加工、综合、比较、取舍,初步形成了具有自身特色的技术基础知识体系。本书遵循“以应用为目的,以实用、够用为度”的原则,注重分析论述制造技术,与现代科技接轨,从基础知识的根基上探索本领域某一知识点的发展方向,以期提高读者的创新能力。在知识点的具体讲述上,编者力求从大视角观察,使读者具有更开阔的眼界。

随着现代科学技术的发展,机械制造的概念不断更新,使得传统的机械制造过程有了较大改变。本书将各种工艺方法等知识放到现代机械制造这个系统中去,以期让读者用现代制造的观点去考虑、认识和学习机械制造所必需的基础知识。本书具有如下几个特点。

①注重实用性,兼顾理论性。从工程实用性出发,精选实用、好用的若干方法。为了让使用者能用好、用活这些方法,对一些重要方法涉及的相关理论,本书做了相应的介绍。

②力求深入浅出。对于一些较为抽象、难以理解的内容,一方面从编排上尽量循序渐进;另一方面尽可能地给出几何图形,从几何意义上予以解释。

③兼顾各读者的层次,方便不同要求的读者对内容的取舍。

本书内容来自多个方面,有的是编者自己的研究积累,有的是选自所参考的图书期刊资料,有的是取自网络资源。由于机械系统设计方面的参考资料众多,所参考的文献难免会有疏漏,在此表示歉意,同时还要向相关内容的原作者表示敬意和谢意。

全书由胡旭、江琴、龙婵娟担任主编,李勇担任副主编,并由胡旭、江琴、龙婵娟负责统稿,具体分工如下:

第8章、第11章至第13章、第15章:胡旭(重庆文理学院);

第2章、第4章至第7章:江琴(南京理工大学紫金学院);

第3章、第9章、第10章:龙婵娟(重庆文理学院);

第1章、第14章:李勇(塔里木大学)。

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在一些不足和疏漏之处,敬请广大专家、学者给予批评指正。

编者

2017年9月

目 录

前言

第 1 章 绪 论	1
1.1 机械制造业的发展概况	1
1.2 机械制造过程	3
1.3 机械制造技术	6
第 2 章 金属切削理论及切削条件的选择	7
2.1 切削加工基本知识	7
2.2 金属切削的切削要素	8
2.3 刀具的类型及其结构	11
2.4 切削过程基本规律的应用	14
2.5 合理切削条件的选择	30
第 3 章 机械切削机床运动分析	39
3.1 机械切削机床	39
3.2 机床的运动分析	42
3.3 机床的传动分析	45
第 4 章 机械加工典型方法分析	57
4.1 外圆表面加工方法	57
4.2 平面加工方法	67
4.3 特种加工方法	80
第 5 章 金属材料成形——铸造工艺	86
5.1 常用铸造工艺概述	86
5.2 特种铸造技术	92
5.3 铸造技术的发展	101
第 6 章 金属材料成形——焊接工艺	105
6.1 焊接成形的理论基础	105
6.2 焊接应力和变形	110
6.3 焊接结构设计	113
6.4 现代焊接技术	120
第 7 章 金属材料成形——锻压工艺	122
7.1 金属的塑性加工常用方法	122
7.2 自由锻造	123

7.3	模型锻造	129
7.4	板料冲压	137
7.5	挤压	145
7.6	轧制	146
第8章	机械加工工艺过程	148
8.1	机械加工工艺过程的组成	148
8.2	零件结构工艺性分析	151
8.3	机械加工工艺规程的制定	153
8.4	制定机械加工工艺过程的主要问题	154
8.5	工艺方案的经济分析及提高生产率的途径	169
第9章	机床夹具设计	175
9.1	机床夹具的组成	175
9.2	工件的定位原理及定位元件	177
9.3	工件的夹紧及夹紧装置	191
9.4	机床夹具设计的方法	204
9.5	典型夹具应用实例分析	211
9.6	计算机辅助夹具设计	219
第10章	典型零件加工工艺	223
10.1	轴类零件加工工艺过程分析	223
10.2	箱体零件加工工艺过程分析	228
10.3	套筒类零件加工工艺过程分析	238
10.4	齿轮类零件加工工艺过程分析	249
第11章	机械加工精度控制分析	262
11.1	机械加工精度概述	262
11.2	加工精度的获得方法	263
11.3	机械加工精度的影响因素	265
11.4	提高加工精度的工艺措施	281
11.5	加工误差的综合分析	285
第12章	机械加工表面质量控制分析	296
12.1	加工表面质量及其对零件使用性能的影响	296
12.2	影响加工表面的表面粗糙度的工艺因素及其改进措施	300
12.3	影响表层金属力学物理性能的工艺因素及其改进措施	304
12.4	机械加工后的表面层物理力学性能	307
12.5	机械加工过程中的振动	311
第13章	机器的装配工艺	316
13.1	机器装配基础	316
13.2	保证装配精度的方法	319

13.3	装配尺寸链·····	326
13.4	装配工艺规程的制定·····	332
13.5	机器结构的装配工艺性·····	336
第 14 章	机械制造自动化工艺 ·····	339
14.1	加工设备与道具的自动化工艺·····	339
14.2	物料操作和储运的自动化工艺·····	353
14.3	自动装配工艺·····	362
14.4	检测过程的自动化工艺·····	374
第 15 章	现代制造工艺技术 ·····	392
15.1	特种加工技术·····	392
15.2	快速原型制造技术·····	400
15.3	先进材料成形技术·····	403
15.4	高速加工和超高速加工·····	413
15.5	精密工程和纳米技术·····	416
参考文献	·····	426

第 1 章 绪 论

1.1 机械制造业的发展概况

制造业是指利用一定的制造技术和过程将制造资源转化为可供人们使用和消费的产品行业。它是所有与制造有关的企业群体的总称,涉及国民经济的多个部门。

机械制造业是制造业的核心,是向其他各部门提供工具、仪器及各种先进制造装备的部门。机械制造业的生产能力和发展水平是衡量一个国家工业水平的标志之一,因此,机械制造业在国民经济中占据着重要地位。而机械制造业的生产能力和水平主要取决于机械制造装备的先进性。制造业的历史与人类的历史一样悠久。物质财富的制造是人类认识自然、改造自然的最基本的实践活动,必将随着人类的生存发展而持续下去。社会、经济和科学技术等诸多因素一直在影响着制造业的生产方式。制造业生产方式是指制造业的劳务、资源(包括能源、物料、装备、技术、信息与知识)、资本金、营销、组织与生产管理等要素的存在状态及其动态运作方式。制造业生产方式主要经历了以下几个阶段。

1. 单件生产方式

19 世纪及其以前的制造业主要采用的是单件生产方式(Craft Production)。这是一种完全基于客户订单的、一次制造一件的生产方式。它主要是采用通用的设备和依靠熟练工人进行手工业生产,是人类最初工业化时期的产物。其特点是灵活性大,生产品种多,但批量太小,制造成本很高。另外,其质量难以保证,维修很不方便。

2. 大量生产方式

第一次世界大战之后,美国福特汽车公司的亨利·福特和通用汽车公司的阿尔弗莱德·斯隆开创了世界制造业生产方式的新纪元,把欧洲领先了若干世纪的单件生产方式转变为大量生产方式(Mass Production)。它主要是通过规模来降低成本,且通过重复性和互换性来保证质量和良好的维修性。这种生产方式致命的弱点是生产品种单一,产品更新换代困难(生产的刚性很强)。但这种生产方式产生了巨大的影响,是人类在工业化成熟时期采用机械化、电气化等技术取得的巨大成就。这种生产方式也是我国目前主要的生产方式。制造资源规划源于此种生产方式。

3. 精良生产方式

第二次世界大战之后,日本丰田汽车公司在总结美国大量生产方式和日本市场的特点后,首

创了“精良生产”(也称“精益生产”)方式(Lean Production)。精良生产方式涉及的范围广泛,它的最终目标是在一个企业里,同时获得极高的生产率、极佳的产品质量和很大的生产柔性。概括地讲,其特征主要是:以用户为“上帝”,以“人”为中心,以“精简”为手段,以“零缺陷”为最终目标。它的核心思想为:

- ①去除生产过程中一切多余的环节。
- ②在设计和制造过程中采用成组技术和并行工程,以最快的速度 and 适宜的价格提供优良的适销产品去占领市场。
- ③采用现有的和可靠的先进技术。
- ④以“人”为中心,推行授权自治小组化群体,即团队工作方式。
- ⑤精良生产方式所追求的目标不是“尽可能好些”,而是零缺陷、零库存、最低的成本、最好的质量、无废品和次品、产品的多样化。

4. 计算机集成制造

20 世纪 70 年代以来,随着社会和科技的进步,既刺激了人们个性需求的期望值,又为企业满足个性需求提供了可能性。此时,制造业必须对市场具有快速反应的能力,应能及时向市场提供多品种、高质量、低成本的产品,因而制造业的柔性成为市场的迫切需要。

计算机集成制造(Computer Integrated Manufacturing, CIM)的概念是由美国人约瑟夫·哈林顿博士首次提出的。约瑟夫·哈林顿博士提出的计算机集成制造概念包括两个主要论点:

- ①企业的各个环节是不可分割的,需要统一考虑。
- ②整个制造生产过程实质上是对信息的采集、传递和加工过程。

它的内涵是借助计算机,将企业中各种与制造有关的技术系统集成起来,进而提高企业的市场竞争能力。

随着近几年智能技术的发展,计算机集成制造系统将向计算机智能化集成制造系统(CIMS)发展。计算机集成制造系统(CIMS)是以 CIM 为基础发展起来的。其定义为:在计算机系统基础上,通过信息、制造和现代化生产管理技术,将制造企业全部生产经营活动所需的各种分散的、孤立的自动化系统,以及有关的人、技术、经营管理三要素有机集成并优化协调,通过物流、信息流和决策流的有效控制和调配,达到全局动态最优,以适应新的竞争环境下市场对制造业提出的高质量、高柔性和低成本要求的一种制造系统。

5. 批量客户化生产

随着市场竞争的日益激烈,顾客越来越需要既能满足其个性化的需求,同时价格又相对低廉的产品。在此情况下,基于顾客需求个性与共性的统一,人们于 20 世纪 80 年代初提出了一种新的生产方式——批量客户化生产(Mass Customization, MC),它既具有大量生产方式下的高效率、低成本,又能像单件生产方式那样满足单个顾客需求的生产模式。

目前,主要方式有两种:推迟制造(Postponed Manufacturing),是指只有到最接近顾客需求的时间和地点才进行某一环节的生产;虚拟现实(Virtual Reality),是由计算机、软件及各种传感器构成的三维信息的人工环境,是可实现的和不可实现的物理上的、功能上的事物和环境,顾客投入这种环境中,就可与之交互作用。此外,还有产品模块化设计与组合、模块化可插接的生产

线及集成化的供应链管理(Integrated Supply Chain Management, ISCM)等。

6. 敏捷制造

敏捷制造(Agile Manufacturing, AM)是1988年美国通用汽车公司和里海大学共同研究提出的一种全新的制造业生产方式。其基本设想是通过将高素质的员工、动态灵活的组织机构、企业内及企业间的灵活管理及柔性的先进制造技术进行全面集成,使企业能对持续变化、不可预测的市场需求做出快速反应,由此而获得长期的经济效益。这种集成实际上是把企业内部的集成扩展到企业之间的集成,进而实现社会级的深层次的集成。

敏捷制造的内涵是:

①敏捷制造的出发点是多样化、个性化的市场需求和瞬息万变的经营机遇,是一种“订单式”的制造方式。

②敏捷性反映的是制造企业驾驭变化、把握机遇和发动创新的能力。

③敏捷制造重视充分调动人的积极因素,充分发挥人机系统中人的主观能动性。

④敏捷制造不采用以职能部门为基础的静态结构,而是推行面向企业流程的团队工作方式,企业间由机遇驱动而形成动态联盟(Virtual Organization, VO),也称为虚拟公司(Virtual Corporation, VC)。

虚拟制造是敏捷制造的一种实现手段。虚拟公司是在全球经济一体化和网络技术高度发达的时代实现批量客户化生产的最高形式。

1.2 机械制造过程

1.2.1 机械制造过程概述

下面是机械制造中几个相关的概念。

①生产过程:指产品由原材料到成品之间各个相互联系的劳动过程的总和。

②工艺过程:在机械产品的生产过程中,通过改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为半成品或者成品的过程。

③机械工艺过程:指采用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状尺寸和表面质量等,使其成为零件的过程。

从宏观上讲,机械制造就是一个输入/输出系统。系统理论认为:系统是由多个相互关联和影响的环节组成的一个有机整体,在一定的输入条件下,各个环节之间保持位置相对稳定、协调的工作状态。机械制造系统的工作原理如图1-1所示。

具体介绍如下:

①机械加工的主要任务是将选定的材料变为合格产品,其中材料是整个系统的核心。

②能源为系统提供动力,在制造过程中不可或缺。

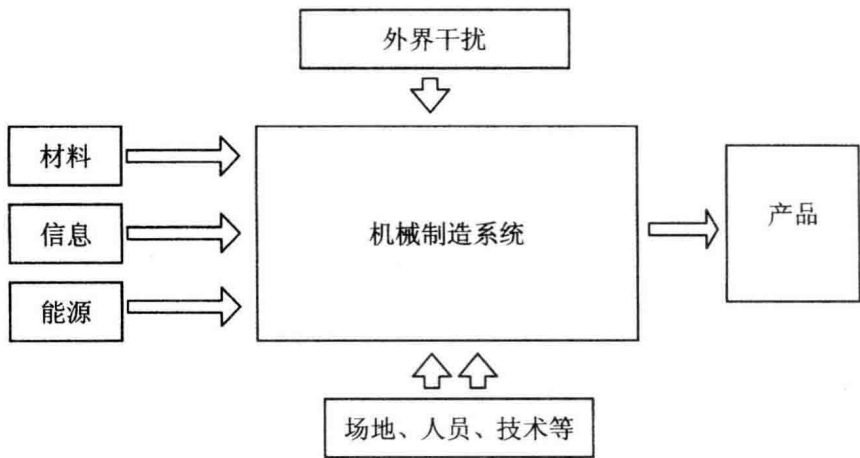


图 1-1 机械制造系统的工作原理

③信息用于协调系统各个部分之间的正常工作。随着生产自动化技术的发展,系统的结构日益复杂,信息的控制作用越来越重要。

④外界干扰是指来自系统外部的力、热、噪声及电磁等影响,这些因素会对系统的工作产生严重的干扰,必须加以控制。

⑤合格产品必须达到其使用时必需的质量要求,具体包括一定的尺寸精度、结构精度及表面质量。另外,还应尽量降低产品的成本。

⑥机械制造系统必须与场地、熟练的操作人员,以及成熟的加工技术等支撑因素配合起作用,以生产出合格的产品。

采用系统的观点来分析机械制造过程有助于更好地理解现代生产的特点。一条生产线就构成一个相对独立的制造系统,流水作业能使产品在各个设备之间进行协作加工。这类系统结构清晰,但是不够紧凑。当功能强大的数控机床出现以后,一台数控加工中心可以取代一条生产线的工作,并且生产效率更高、质量更优,这样的制造系统更加优越。

1.2.2 零件的生产过程

通常来说,制造一个机械零件要经历如图 1-2 所示的基本环节。

1.2.3 零件的装配过程

装配是指将零件按规定的技术要求组装起来,并经过调试、检验使之成为合格产品的过程。装配过程是通过工艺规程来指导完成的。装配工艺规程是规定产品或部件装配工艺规程和操作方法等的工艺文件,是制定装配计划和技术准备、指导装配工作和处理装配工作问题的重要依据,它对保证装配质量、提高装配生产效率、降低成本和减轻工人劳动强度等都有积极的作用。

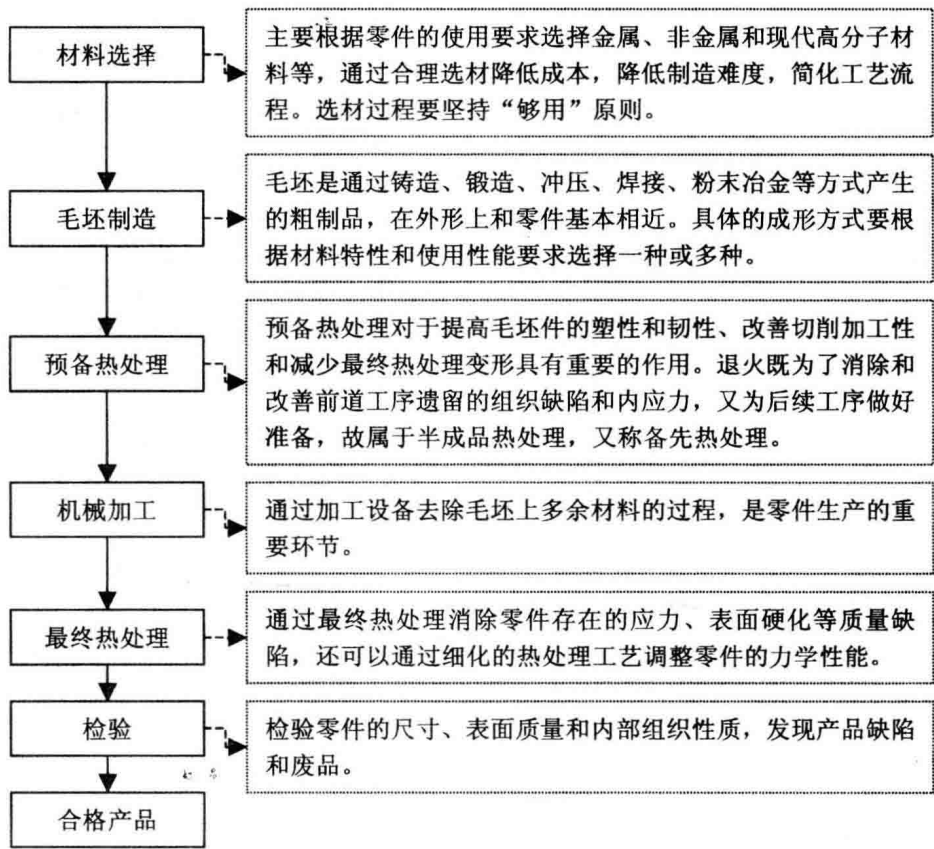


图 1-2 机械零件制造的基本环节

下面是制定装配工艺规程的原则：

- ①保证产品质量，延长产品的使用寿命。
- ②合理安排装配顺序和工序，尽量减少手工劳动量，满足装配周期的要求，提高装配效率。
- ③尽量减少装配占地面积，提高单位面积的生产率。
- ④尽量降低装配成本。

机械零件的制造包括一系列严整有序的工艺过程，要保证制造的零件能够满足装配时按先内后外的顺序进行，可遵从下列步骤：

- ①按合理顺序装配轴、齿轮和滚动轴承，并注意滚动轴承的方向。
- ②合上箱盖。
- ③安装好定位销钉。
- ④装配上、下箱之间的连接螺栓。
- ⑤装配轴承盖、观察孔盖板。

1.3 机械制造技术

机械制造业是一个历史悠久的产业,它自 18 世纪初工业革命形成以来,经历了一个漫长的发展过程。随着现代科学技术的进步,特别是微电子技术和计算机技术的发展,使机械制造这个传统工业焕发了新的活力,增加了新的内涵。机械制造业无论是在加工自动化方面,还是在生产组织、制造精度、制造工艺方法方面都发生了令人瞩目的变化。这就是现代制造技术。现代制造技术更加重视技术与管理的结合,重视制造过程的组织和管理体制的精简及合理化,从而产生了一系列技术与管理相结合的新的生产方式。

机械制造技术就是涉及产品制造全过程的技术。以一个零件加工的工艺过程为例,零件的加工包括工作图和加工工艺过程卡两个部分。其中,工艺过程卡中涉及的加工顺序就是制造顺序。

制造顺序的工艺过程卡含工序名称、工序内容、加工设备及工艺设备等。工序名称要指出是热加工(铸、锻、焊等)还是冷加工(车、铣、刨、磨、钳等)及热处理等。工序内容对工序进行描述,包括差速器壳毛坯怎么获得,要经过哪些冷热加工,怎么加工,怎么热处理,最后要检验零件是否符合设计要求。加工设备要指明选择(或备选)设备,该设备的名称和型号。工艺设备指出要完成该道工序需要的工艺装备。零件制造工艺过程告诉我们,要制造一个零件,需要知道零件毛坯如何得到,需要哪些加工设备来保证加工质量和提高加工效率,因此涉及机械制造设备的知识。要使用什么刀具来加工(包括通用和专用刀具),因此涉及刀具的基本知识。工件或刀具需要安装、夹紧和定位,因此涉及定位、工装和夹具的知识。而加工工艺卡要绘制的工序简图则指明每道工序后的加工余量,需要尺寸链等方面的知识。归纳起来,机械制造技术主要涵盖两大方面的内容:其一是机械产品的加工设备;其二是机械产品的加工过程方法,即工艺。

近几年来,数控机床和自动换刀各种加工中心已成为当今机床的发展趋势。

在机床数控化过程中,机械部件的成本在机床系统中所占的比重不断下降,模块化、通用化和标准化的数控软件,使用户可以很方便地达到加工目的。同时,机床结构也发生了根本变化。

随着加工设备的不断完善,机械加工工艺也在不断地变革,从而导致机械制造精度不断提高。近年来,新材料不断出现,材料的品种猛增,其强度、硬度、耐热性等不断提高。新材料的迅猛发展对机械加工提出新的挑战。一方面迫使普通机械加工方法要改变刀具材料、改进所用设备;另一方面对于高强度材料、特硬、特脆和其他特殊性能材料的加工,要求应用更多的物理、化学、材料科学的现代知识来开发新的制造技术。由此出现了很多特种加工方法,如电火花加工、电解加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工以及激光加工等。这些加工方法突破了传统的金属切削方法,使机械制造工业出现了新的面貌。

近年来,我国大力推进先进制造技术的发展与应用,已得到社会的共识,先进制造技术已被列为国家重点科技发展领域,并将企业实施技术改造列为重点,寻求新的制造策略,建立新的包括市场需求、设计、车间制造和分销集成在一起的先进制造系统。该系统集成了计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助质量管理(CAQ)、企业资源计划(ERP)、物料搬运等单元技术。这些单元技术集成为计算机集成制造系统(CIMS)。

第 2 章 金属切削理论及切削条件的选择

2.1 切削加工基本知识

金属切削加工是利用工件和刀具之间的硬度差以及相对(切削)运动,用刀具上的切削刃切除工件上的多余金属层,从而获得具有一定加工质量零件的过程。切削加工时,为了获得各种形状的零件,刀具与工件必须具有一定的相对运动,即切削运动,切削运动按其所起的作用可分为主运动和进给运动。

切削加工过程中,在切削运动的作用下,工件表面一层金属不断地被切下来变为切屑,从而加工出所需要的新的表面。三个表面始终处于不断的变动之中:前一次走刀的已加工表面,即为后一次走刀的待加工表面;切削表面则随进给运动的进行不断被刀具切除,如图 2-1 和图 2-2 所示。其含义是:

①待加工表面。待加工表面是即将被切去金属层的表面。

②切削表面。切削表面是切削刃正在切削而形成的表面,切削表面又称加工表面或过渡表面。

③已加工表面。已加工表面是已经切去多余金属层而形成的新表面。

(1)主运动

主运动是指由机床或人力提供运动,使刀具与工件之间产生的主要相对运动。主运动的特点是速度最高,消耗功率最大。车削时,主运动是工件的回转运动,如图 2-1 所示;牛头刨床刨削时,主运动是刀具的往复直线运动,如图 2-2 所示。

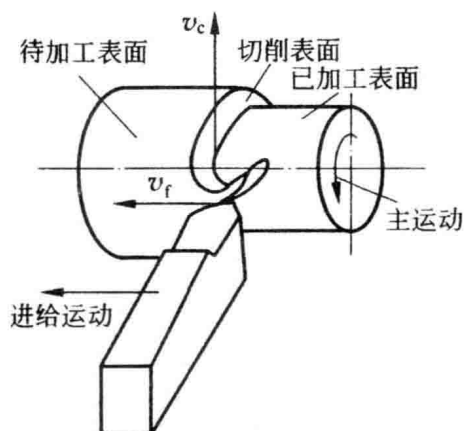


图 2-1 车削运动和工件上的表面

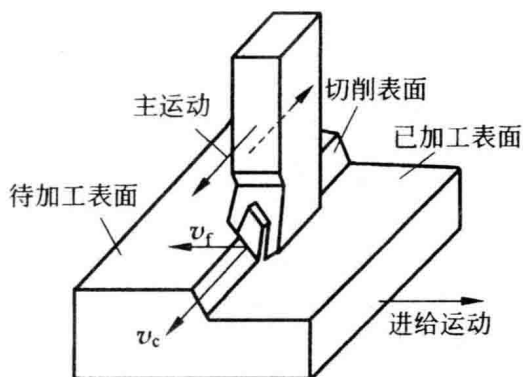


图 2-2 刨削运动和工件上的表面

主运动的运动形式可以是旋转运动,也可以是直线运动。主运动可以由工件完成,也可以由刀具完成;主运动和进给运动可以同时进行,也可以间歇进行。主运动通常只有一个。

(2)进给运动
由机床或人力提供的运动,使刀具与工件间产生附加的相对运动。进给运动将使被切金属层不断地投入切削,以加工出具有所需几何特性的已加工表面。车削外圆时,进给运动是刀具的纵向运动;车削端面时,进给运动是刀具的横向运动。牛头刨床刨削时,进给运动是工作台的移动。

进给运动的数目可以有一个或几个。
当主运动和进给运动同时进行时,切削刃上某一点相对于工件的运动为合成运动,常用合成速度向量 v_c 来表示,如图 2-3 所示。

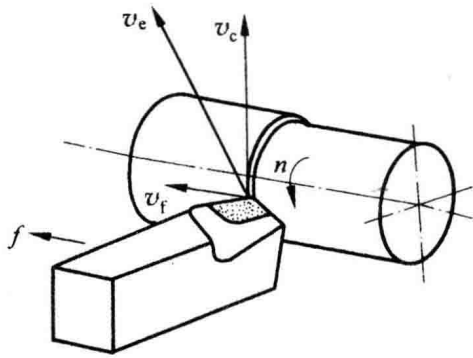


图 2-3 合成速度

2.2 金属切削的切削要素

切削要素是指切削用量和切削层参数。

2.2.1 切削用量

1. 切削用量三要素

切削用量是用来描述切削加工中主运动和进给运动的参数,包括切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 三个要素。切削用量三要素对刀具寿命影响的大小,按顺序为 v_c 、 f 、 a_p 。因此,从保证合理的刀具寿命出发,在确定切削用量时,首先应采用尽可能大的背吃刀量 a_p ;然后再选用大的进给量 f ;最后求出切削速度 v_c 。

(1)切削速度

切削速度 v_c 是指在切削加工时,切削刃选定点相对于工件主运动的瞬时速度,单位为 m/min 或 m/s 。当主运动为旋转运动时,切削速度 v_c 的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (2-1)$$

式中, d 为工件直径, mm; n 为工件或刀具的转速, r/min, 当 n 的单位为 r/s 时, 则 v_c 为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000 \times 60}$$

当主运动为往复运动时, 平均切削速度(m/min 或 m/s)为

$$v_c = \frac{2Ln_r}{1000} \quad (2-2)$$

式中, L 为往复运动行程长度, mm; n_r 为主运动每分钟的往复次数, 往复次数/min。

(2) 进给量

进给量 f 是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量, 常用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述或度量, 即工件每转一圈, 刀具沿进给运动方向移动的距离, 单位是 mm/r。刨削等主运动为往复直线运动, 其间歇进给的进给量为 mm/双行程, 即每个往复行程刀具与工件之间的相对横向移动距离。

单位时间的进给量称为进给速度(mm/min), 车削时的进给速度 v_f 的计算公式为

$$v_f = n f \quad (2-3)$$

铣削时, 由于铣刀是多齿刀具, 进给量单位除 mm/r 外, 还规定了每齿进给量, 用 a_z 表示, 单位为 mm/z, v_f 、 a_z 三者之间的关系为

$$v_f = n f = n a_z z \quad (2-4)$$

式中, z 为多齿刀具的齿数。

(3) 背吃刀量

背吃刀量 a_p 是指主切削刃工作长度(在基面上的投影)沿垂直于进给运动方向上的投影值, 单位为 mm。对于外圆车削, 背吃刀量 a_p 等于工件已加工表面和待加工表面之间的垂直距离(图 2-4)。即

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中, d_w 为待加工表面直径; d_m 为已加工表面直径。

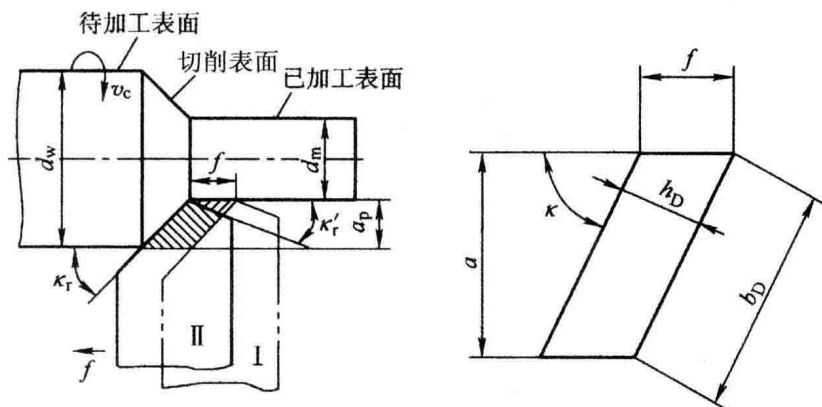


图 2-4 切削用量

2. 切削用量确定的步骤

粗加工的切削用量,一般以提高生产效率为主,但也应考虑经济性和加工成本;半精加工和精加工的切削用量,应以保证加工质量为前提,并兼顾切削效率、经济性和加工成本。

①切削速度 v_c 的确定。切削速度按刀具寿命 T 所允许的切削速度 v_T 来计算。除了用计算方法外,生产中经常按实践经验和有关手册资料选取切削速度。

②进给量 f 的确定。可利用计算的方法或查手册资料来确定进给量 f 的值。

③背吃刀量 a_p 的确定。背吃刀量根据加工余量多少而定。除留给下道工序的余量外,其余的粗车余量尽可能一次切除,以使走刀次数最小。当粗车余量太大或加工的工艺系统刚性较差时,则加工余量分两次或数次走刀后切除。

④检验机床功率。根据下式检验机床功率,即

$$P_e = P_c + P_f = F_c v + F_f n f \times 10^{-3} \tag{2-5}$$

式中, P_e 为消耗在切削加工过程中的功率, W; P_c 为主运动消耗的功率, W; P_f 为切削功率, W; F_c 为切削力, N; v 为切削速度, m/s; F_f 为进给力, N; n 为工件转速, r/s; f 为进给量, mm/r。

2.2.2 切削层参数

在切削加工中,刀具或工件沿进给运动方向每移动 f 或 f_x 后,由一个刀齿正在切除的金属层称为切削层。切削层的尺寸称为切削层参数。为简化计算,切削层的剖面形状和尺寸,在垂直于切削速度 v_c 的基面上度量。图 2-5 表示车削时的切削层,当工件旋转一周时,车刀切削层由过渡表面 I 的位置移到过渡表面 II 的位置,在这两圈过渡表面(圆柱螺旋面)之间所包含的工件材料层在车刀前刀面挤压下被切除,这层工件材料即车削时的切削层。

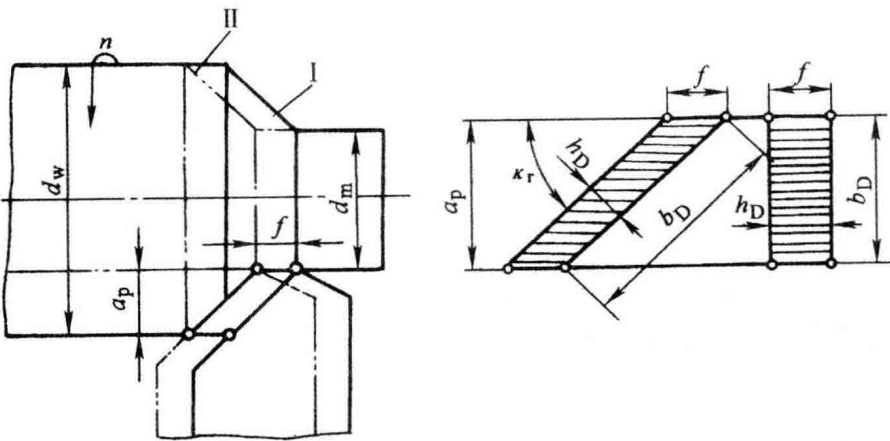


图 2-5 外圆纵车时的切削层参数

①切削层的公称厚度 h_D 。它是垂直于过渡表面度量的切削层尺寸,简称切削厚度,即相邻两过渡表面之间的距离。

②切削层公称宽度 b_D 。它是沿过渡表面度量的切削层尺寸,简称切削层宽度。