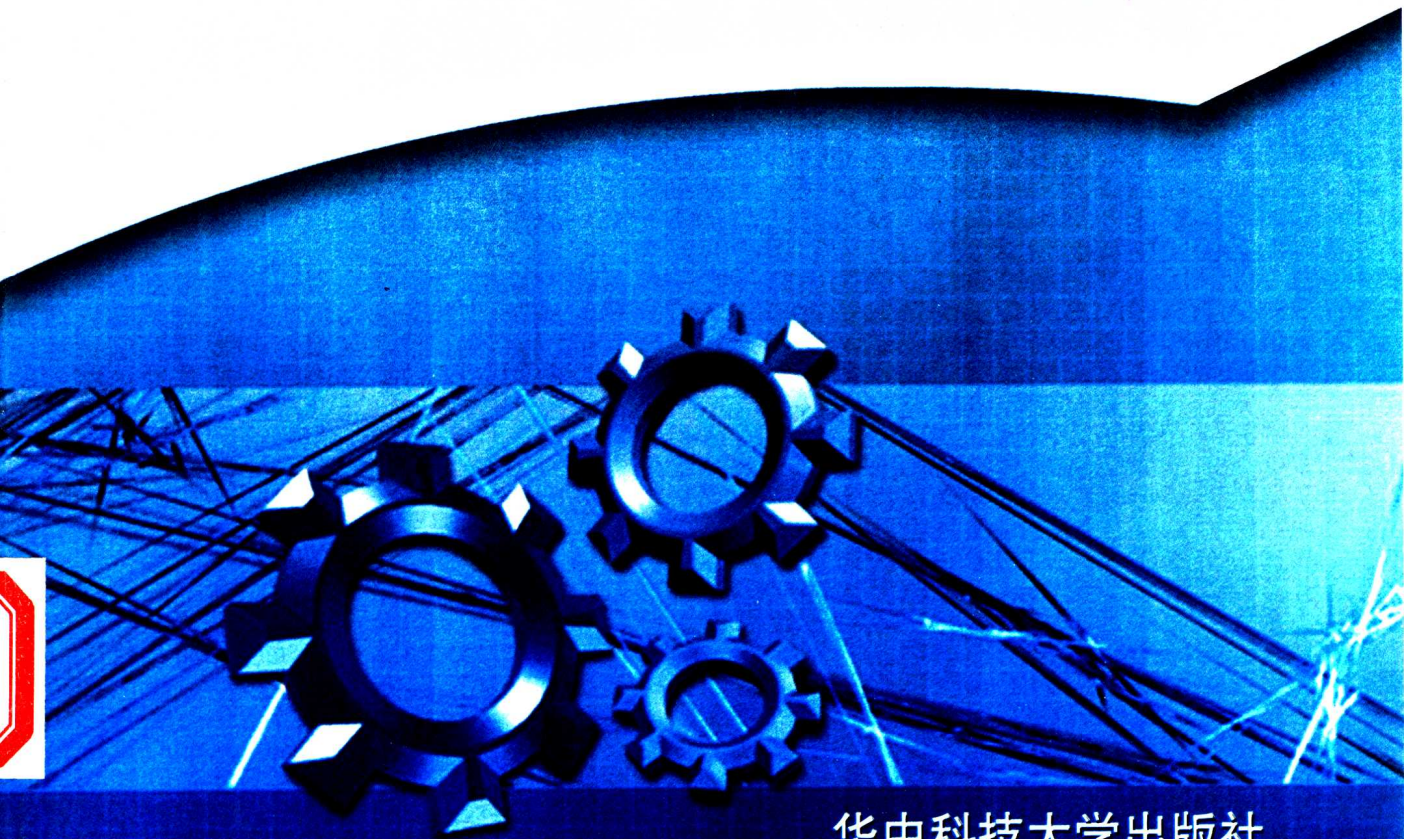


实用机电工程系列教材



机械制造技术

● 周伟平 主编



华中科技大学出版社

实用机电工程系列教材

机械制造技术

主 编	周伟平	
主 审	张福润	
副主编	游煌煌	
参 编	唐志祥	张永智
	姜新桥	钟丽珠
	金 捷	

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/周伟平 主编

武汉:华中科技大学出版社, 2002年8月

ISBN 7-5609-2766-1

I. 机…

II. 周…

III. 机械制造工艺-高等学校:技术学校-教材

IV. TH16

机械制造技术

周伟平 主编

责任编辑:钟 珊

封面设计:潘 群

责任校对:蔡晓璐

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录 排:华中科技大学出版社照排室

印 刷:湖北省通山县印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:30.25

字数:714 000

版次:2002年8月第1版

印次:2002年8月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 7-5609-2766-1/TH·125

定价:36.00元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是按照高职的特点和培养目标而编写的高职机械类的通用教材。从培养学生的技术应用能力和工程素质出发,根据“实用为先、够用为度”的原则,以机械零件的制造工艺为主线,把原机械制造专业的“测量技术”、“金属切削原理与刀具”、“金属切削机床”、“机械制造工艺学”、“机床夹具设计”等专业课有机地结合起来,形成了新的教学体系,并增加了较多的实例以方便学生自学。为方便各专业删选内容,在编排方式上力求模块式。

本书可作为高职和中专机械类专业的教材,也可供相应专业的工程技术人员参考。

前 言

当前,高等职业技术教育正在全国各地蓬勃开展,然而,适用的教材却非常缺乏,为此,我们编写了本书。

本书是高职机械类各专业通用的专业基础课教材。按照高职生是“生产第一线的应用型人才”的培养目标,从培养技术应用能力出发,根据“实用为先、够用为度”的原则进行编写,避免了较深奥的理论推导和复杂的数字计算,打破了原来的学科体系,以机械零件的制造工艺为主线,把原机械制造专业的“测量技术”、“金属切削原理与刀具”、“金属切削机床”、“机械制造工艺学”、“机床夹具设计”等课程的基础内容整合成新的教学体系,注重了学生应用能力的培养和工程素质教育。

作为机械类各专业的通用教材,本书充分考虑了各分支专业的特点,选编了较多的内容以供选择(以打*号的方式出现),全书按140学时编写。为方便各专业删选而不显得零乱,在编排上力求模块化。考虑到机械类各专业均已单独开设“数控加工”课程,故本书没有编入此内容。

本书可作为高职和中专机械类各专业的教材,也可供相应专业的工程技术人员参考。

参加本书编写工作的有:郑州中州大学游煌煌(第1、10章),河南职业技术学院唐志祥(第2章)、张永智(第3章),武汉职业技术学院姜新桥(第4章),广西水电职业技术学院钟丽珠(第5章、第9章第1~5节),广西机电职业技术学院周伟平(绪论、第6、7、8章、第9章第6节),湖北鄂州大学金捷(第11章)。全书由周伟平任主编,游煌煌任副主编,由华中科技大学张福润教授主审。

本书的编写工作得到了有关学校的领导和同行们的大力支持,在此对他们表示衷心感谢!

由于时间仓促、也由于编者的水平和视野所限,书中难免有欠妥或错误之处,恳请各位读者和兄弟院校的同行批评、指正,使本书能够更好地为培养有关专业的人才服务。

编 者

2002年7月

序 言

在千年钟声敲响、人类跨入新世纪之际，我们欣喜地看到，高等教育的模式正在从单一化向多样化、柔性化、社会化和现代化方向发展；正是这一发展，使得高等教育展现出蓬勃的生命力。真可谓“忽如一夜春风来，千树万树梨花开”。

以信息科技为重要标志的高新科技革命的飞速发展，正在改变着世界的面貌和人类的生活方式，推动着知识经济的到来。这就给高等教育改革的探索和研究提出了更高的要求。世界经济发展中最激烈的竞争，将不仅表现在经济和生产领域，而且更表现在培养人才的教育领域，特别是高等教育领域。因为在当今，经济的竞争，科技的竞争，一切的竞争，归根结底是教育的竞争，是人才的竞争，所以，江泽民同志指出：“高等教育是教育的龙头”。随着高新科技同机械行业的结合，现代机电产品不再是单纯的机械构件，而是由机械、电子、计算机等有机集成的所谓“机电信息一体化”产品。因此，现代机械制造越来越多地体现着知识经济的特征，“以人为本”的新观念正在取代“以技术为本”、“以先进设备为本”的传统观念。在这种情况下，社会对机械类高素质人才的需求也随之变化，人才的创新能力、实践能力需要大力加强，知识结构需要向通用、广泛、适应性强的方向转化。

现代机电工程就是机械工程科技与信息科技等现代科技的紧密结合，然而，既是机电专业而不是别的专业，自己专业的基础、自己专业的实践是丝毫不能忽视的。“九层之台，起于垒土”，“千里之行，始于足下”，离开了基础，离开了实践，一切将会成为空洞的，机电专业就更是如此。

为顺应高等教育改革的潮流，华中科技大学出版社继推出“21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”之后，又推出了这套“高等学校实用机电工程系列教材”。两套教材各有侧重，相得益彰，不同的学校可以根据自己的特点和教学要求选择不同的教材。

这套系列教材的特色在于：体现了人才培养的层次性、知识结构的交融性和教学内容的实践性。它降低了专业重心，拓宽了学科基础，对传统的课程内容进行了整合，加强各方面知识的融会贯通。特别值得一提的是，它强调实践能力的培养和基本技能的训练，以培养综合型、实用型人才为主要目标。

这套教材是20多所高校长期从事教学和教学改革的教师用辛勤的汗水编写而成的，特别是一些高等职业技术学院、高等专科学校的参与，给这套教材增添了更多的色彩。教材的作者认真贯彻了“教育要面向现代化，面向世界，面向未

来”的战略思想，倾注了他们教学改革中的大量心血，反映了他们丰富的教学经验。“衷心藏之，何日忘之？”我们对参加这套教材编写的老师们和积极支持这套教材出版的学校表示衷心的感谢。我们相信，这套系列教材对各学校的教学改革、机电工程类高质量人才的培养能够起到积极的促进作用。

人非圣贤，孰能无过？书非白璧，孰能无瑕？由于编者经验不足，时间有限，形势的发展也在不断提出新的要求，因此，这套系列教材还需在使用中不断修改和完善。“嚶其鸣矣，求其友声。”我们期望广大读者不吝赐教。

江泽民同志指出：“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。”高等教育的改革，也需要不断地创新，不断地前进。一声号角撼大地，千红万紫进军来。21世纪教育的春天，已经来临。

全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员
中国科学院院士
华中科技大学教授
杨叔子

2001年3月10日

目 录

绪论	(1)
第 1 章 金属切削原理与刀具	(7)
第 1 节 基本定义	(7)
第 2 节 金属切削过程的基本规律	(13)
第 3 节 金属切削规律的应用	(24)
第 4 节 砂轮及其选择	(37)
第 5 节 常用金属切削刀具简介	(42)
习题与思考题	(57)
第 2 章 金属切削机床的基本知识	(58)
第 1 节 机床的分类、型号和规格	(58)
第 2 节 机床的传动原理及运动计算	(60)
第 3 节 常用通用机床简介	(66)
习题与思考题	(82)
第 3 章 典型表面的加工	(84)
第 1 节 外圆表面的加工	(84)
第 2 节 内孔表面的加工	(91)
第 3 节 平面与沟槽的加工	(96)
第 4 节 螺纹的加工	(104)
第 5 节 渐开线齿面的加工	(112)
* 第 6 节 特种加工制造技术简介	(121)
习题与思考题	(128)
第 4 章 检测技术	(129)
第 1 节 概述	(129)
第 2 节 通用计量器具简介	(133)
第 3 节 计量器具的选择	(142)
第 4 节 尺寸误差的测量	(144)
第 5 节 角度和锥度误差的检测	(146)
第 6 节 形状和位置误差的检测	(150)
第 7 节 螺纹精度的检测	(162)
第 8 节 齿轮精度的测量	(164)
第 9 节 表面粗糙度的检测	(168)
习题与思考题	(170)
第 5 章 机械加工工艺规程的制定	(172)
第 1 节 基本概念	(172)

第2节	零件图的工艺分析	(178)
第3节	零件毛坯的选择	(180)
第4节	工件的定位与定位基准的选择	(182)
第5节	工艺路线的拟定	(187)
第6节	加工余量和工序尺寸的确定	(190)
第7节	机床和工艺装备的选择	(200)
第8节	机械加工工艺规程制定实例	(201)
第9节	机械加工中的生产率和经济性	(204)
第10节	成组技术与CAPP	(209)
	习题与思考题	(218)
第6章	典型零件加工	(221)
第1节	轴类零件的加工	(221)
第2节	套类零件的加工	(236)
第3节	机体类零件的加工	(243)
第4节	箱体零件的加工	(247)
*第5节	圆柱齿轮的加工	(258)
*第6节	模具零件的加工	(262)
第7节	叉杆类零件的加工	(266)
	习题与思考题	(268)
第7章	机械加工质量分析与控制	(271)
第1节	概述	(271)
第2节	机械加工精度	(272)
第3节	机械加工表面质量	(300)
	习题与思考题	(310)
*第8章	机械装配工艺基础	(312)
第1节	概述	(312)
第2节	装配尺寸链	(316)
第3节	保证产品装配精度的方法	(322)
第4节	产品装配工艺规程的制定	(330)
	习题与思考题	(337)
*第9章	机床夹具设计	(339)
第1节	概述	(339)
第2节	工件的定位	(341)
第3节	工件的夹紧	(366)
第4节	夹具在机床上的安装及对刀	(380)
第5节	专用夹具的设计方法	(386)
第6节	现代夹具简介	(390)
	习题与思考题	(396)

* 第 10 章 刀具、量具的设计	(400)
第 1 节 成形车刀的设计	(400)
第 2 节 可转位车刀的设计	(414)
第 3 节 光滑极限量规的设计	(423)
习题与思考题	(429)
* 第 11 章 机床的结构原理及调整	(431)
第 1 节 主轴部件	(431)
第 2 节 离合器的结构及调整	(446)
第 3 节 变速操纵机构	(451)
第 4 节 导轨的结构及其间隙调整	(456)
第 5 节 丝杠螺母机构	(463)
习题与思考题	(469)
参考文献	(471)

绪 论

机械工业是国民经济中极其重要的基础产业。它为各行各业提供各种设备,各行各业的技术改造都离不开设备更新,因此机械工业的发达程度是表征一个国家综合国力强弱的一个重要标志,而机械工业的发展和进步在很大程度上又取决于机械制造技术的发展和进步,因为再好的发明创造,若解决不了制造问题,就不可能变为现实,不可能变为产品。

任何机械产品都是由许许多多的零件构成的,要制造出产品,首先就必须把构成它的零件全部制造出来,然后经过适当的装配、调试,才能最后形成产品。因此,研究机械制造技术,主要就是研究机械零件的制造技术和产品的装配技术。

1. 机械零件制造方法概述

任何一个零件都具有一定的几何参数(形状、尺寸和表面间的相互位置),这些几何参数是如何得到的呢?按照零件的加工原理和工艺特征,可将各种成形方法归纳如下。

(1) 熔融成形法

熔融加工是将金属材料加热融化成均一的液体并将其填充到预制的型腔或喷涂到工件(即被加工零件)所需的表面上,从而获得所需的形状、尺寸和表面间的相互位置的成形方法。铸造、焊接、金属喷涂等方法均属此类。粉末冶金是将金属粉末(或与非金属粉末的混合物)压制成形和烧结而形成各种制品的方法,本质上仍具有熔融加工的特征,故也归纳于熔融加工的范畴。

(2) 塑性变形成形法

塑性加工是用外力迫使金属材料产生塑性变形,从而获得所需形状、尺寸和表面间的相互位置的成形方法。根据塑性变形时的温度又可分为热塑性变形和冷塑性变形。热塑性变形是将材料加热到一定的温度时再施加外力,如锻造、热轧等;冷塑性变形是在常温下施加外力,如冷拔、冲压、弯曲、拉伸等。

(3) 去除材料成形法

去除材料成形法是将毛坯上多余部分的材料去除,从而获得所需的形状、尺寸和表面间的相互位置的成形方法。根据去除材料的原理和方式不同,又可分为以下4种加工方法。

① 裁剪加工:裁剪加工是直接将工件周围的多余材料裁剪掉而成形,如剪切、冲裁、锯割等。

② 机械加工:机械加工是利用切削工具对工件施加机械力从而切除多余材料而成形,如车削、刨削、铣削、磨削、镗削、铰削、刮削、研磨、抛光等。机械加工是机械零件制造的主要方法,也是本课程的主要内容。

③ 高能加工:高能加工是直接利用燃料燃烧、电、磁、光等能量,使之产生高密度的热能集中,将工件上的多余部分材料融化、气化去除而成形,如火焰切割、等离子切割、激光加工、电火花加工、电子束加工、离子束加工、超声波加工等。这些方法由于具有某些特殊的优点和用途,而获得日益广泛的应用。

④ 电化学加工:电化学加工是通过化学反应或电化学反应,将工件上多余金属腐蚀或电解

去除而成形,如电解加工、电解磨削、电解抛光、化学抛光、照相腐蚀等。电镀、电铸法则是电解加工的逆应用,它是将电解液中的金属离子还原成原子积聚附着在工件表面上形成所需的镀层或附着在模型上形成工件型腔。

由于高能加工和电化学加工不是利用机械力来进行,故又称其为特种加工。

(4)快速成形法

快速成形法是20世纪80年代后期迅速发展起来的一种新型制造技术,称为快速原型制造(RPM)或快速成形技术(RP),也称为分层制造(LM)。它是通过逐层叠加材料的方法来获得所需零件的,零件的形状、尺寸和表面间的相互位置精度通过计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系统来控制,其特点是零件从设计到成品的制造周期很短,特别适合于新产品的开发试制、制作各种模型和某些模具、制造各种模具用的原模和电火花加工用的电极等,此外还可应用在医学领域用于制作人体器官模型。

2. 零件表面机械加工的成形方法

机械零件的几何形状虽然各式各样,但构成其形状的基本表面则不外乎平面、圆柱面、圆锥面及成形面等。这些表面都可看成是由一条线(母线)沿着另一条线(导线)运动的结果。如图0-1所示,平面是由一条直线沿着另一条直线运动的结果;圆柱体、圆锥体是由一条直线绕着一圆圈运动而成;螺旋面可看成是由“Λ”形线沿螺旋线运动的结果;直齿圆柱齿轮的齿廓形状则是渐开线沿着直线运动而成。形成表面的母线和导线统称为发生线。从图中还可看出,有的表面的母线和导线是可以互换的,如平面、圆柱体;有的表面则不能互换,如圆锥体、螺旋面。能互换的称为可逆表面,不能互换的则称为不可逆表面。

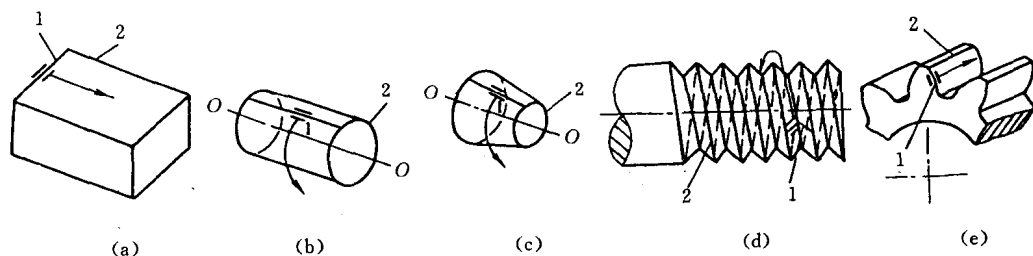


图 0-1 基本表面的形成

1—母线;2—导线

在机械加工中,表面发生线是靠砂轮或刀具的切削刃及其与工件的相对运动而获得的。由于使用的刀具切削刃的形状和采用的加工方法不同,形成发生线的方法可归纳为以下4种。

①轨迹法。轨迹法是刀具与工件被加工面为点接触,发生线为接触点的运动轨迹,使刀具按一定的规律作轨迹运动而得到所需形状的方法,如图0-2(a)中的母线 A_1 和导线 A_2 ,均可由刨刀的刀尖运动轨迹形成。

②成形法。成形法是直接把刀具切削刃的形状做成母线形状,由轨迹法形成导线的方法,如图0-2(a)中的 A_2 在图(b)中已被具有 A_2 形状的刀具切削刃替代。

③相切法。相切法的实质还是轨迹法,只是此时作轨迹运动的是刀具旋转轴线。刀具作旋转运动,刀尖划过的圆周与工件被加工面相切,各切点的包络线即是母线,如图0-2(c)所示。

④展成法。展成法的发生线需要靠工件与刀具按确定的运动关系作展成运动来形成。在

运动的过程中,切削刃与被加工面相切,切削刃各瞬时位置的包络线便是所需的发生线,如图 0-2(d)所示。图 0-2(e)中,工件的直线运动 A_{22} 和旋转运动 B_{21} 即为形成渐开线所需的展成运动。

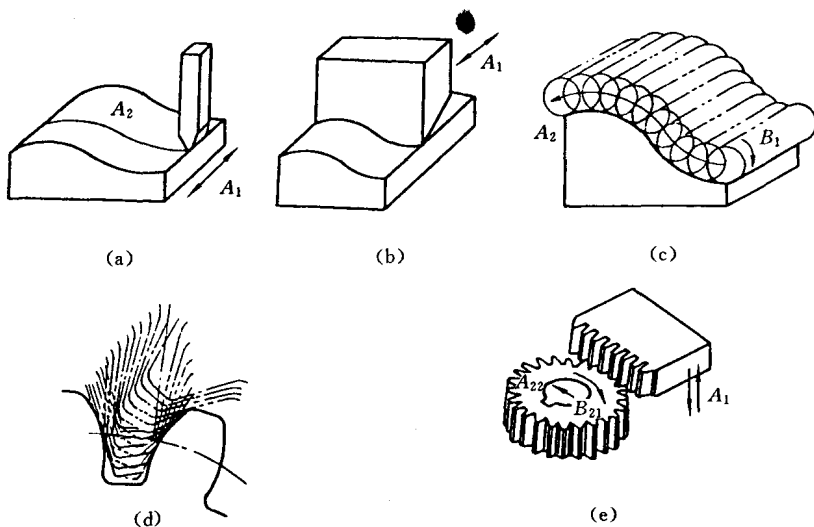


图 0-2 形成发生线的方法

3. 获得加工精度的方法

机械零件的质量将直接影响机械产品的使用性能和寿命,因此在制造零件时必须保证其加工质量。机械零件的加工质量包括加工精度和表面加工质量两部分。加工精度又包含了尺寸精度、形状精度和位置精度 3 个方面,在机械加工中可采用不同的方法来获得这些精度。

(1) 获得尺寸精度的方法

①试切法:试切法是通过试切→测量→调整→再试切,如此反复进行,直至达到规定的尺寸精度为止。如图 0-3(a)所示,通过反复试切保证了尺寸 l 。此法生产效率低,加工精度取决于操作者的技术水平,但有可能获得较高的精度而不需复杂的装置。常用于单件、小批量生产。

②调整法:调整法是预先按要求调整好刀具与工件的位置并在一批零件的加工中均保持此位置不变,以获得规定的加工尺寸和加工精度的方法。用此法时,刀具的位置确定后,必须保证每一个工件都装夹在同一位置上。如图 0-3(b)所示,刀具位置靠挡块 1 控制,每一个工件的位置则靠三爪自定心卡盘的反爪台阶确定。图 0-3(c)则是通过夹具的定位元件和导向元件来控制工件与刀具的位置。此法生产效率高且精度保持性好,与操作者的技术水平关系不大,但对调整工的技术水平要求较高。常用于成批和大量生产中。

③定尺寸刀具法:定尺寸刀具法直接靠刀具的尺寸来保证工件的加工尺寸,如钻孔、铰孔,工件的孔径靠钻头、铰刀的直径来保证;铣槽时槽宽尺寸靠铣刀的宽度来保证。此法的加工精度主要取决于刀具的制造和安装精度。

④自动控制法:自动控制法将测量装置、进给装置和控制系统组成一个自动加工系统,加工过程中测量装置自动测量工件的加工尺寸,并与要求的尺寸进行比较后发出信号,信号通过转换、放大后控制进给系统,对刀具或机床的位置进行相应的调整,当达到规定的加工尺寸要求时,加工自动停止。早期的自动控制多采用凸轮控制、机械-液压控制等,近年来则广泛采用计算机数字控制,控制精度更高,使用更方便,适应性更好。

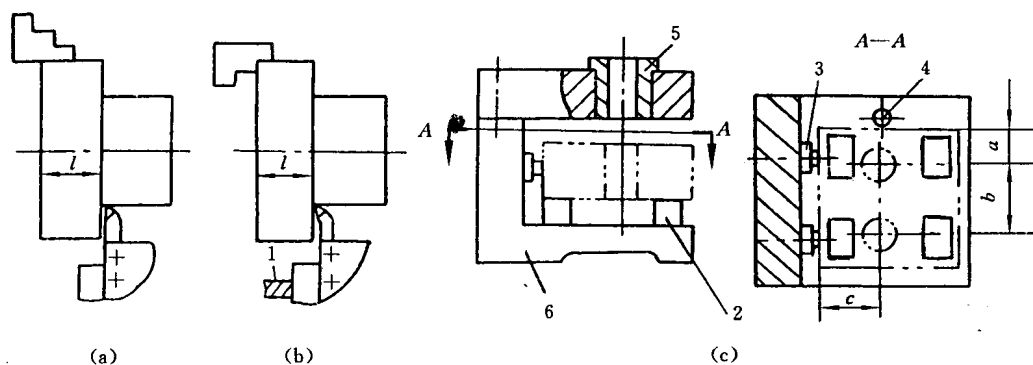


图 0-3 试切法与调整法

1—挡块;2、3、4—定位元件;5—导向元件;6—夹具体

(2) 获得形状精度的方法

获得形状精度的方法也就是获得表面发生线的方法,其中轨迹法和相切法的精度主要取决于轨迹运动的精度;成形法的精度主要取决于刀刃的制造精度及刀具的安装精度;展成法的精度主要取决于展成运动的精度和刀刃的形状精度。

(3) 获得位置精度的方法

位置精度包含了位置尺寸精度和其它位置精度。获得位置尺寸用上述的试切法和调整法,其它位置精度则取决于工件在机床上的正确定位。工件在机床上定位的方法有以下3种。

①直接找正法:直接用百分表、划针或目测找正工件,使其在机床上获得正确位置的方法称为直接找正法。如图0-4(a)所示,欲在牛头刨床上刨出一条与侧面平行的槽,装夹工件时将工件放在机床工作台上,把百分表固定在机床滑枕上,使百分表的触头与工件右侧接触,慢速移动滑枕,根据百分表的指示调整工件位置,使其右侧面与滑枕运动方向平行(这就是工件在机床上的正确位置),夹紧后刨出的槽即与右侧面平行。此法简称为“打表校正”。

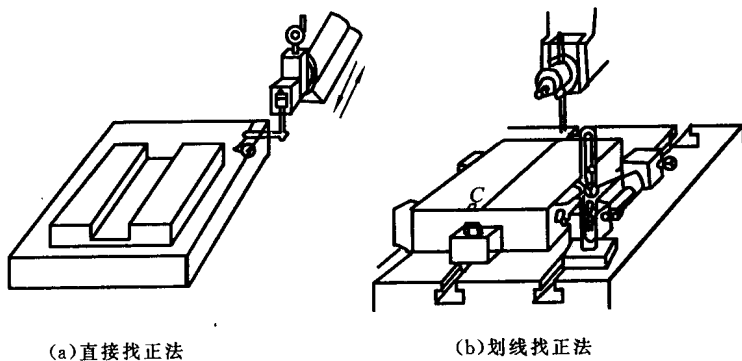


图 0-4 找正法定位

直接找正法的定位精度取决于找正工具、找正方法和操作者的技术水平,若仔细找正则可获得很高的精度,但费时较多,效率较低,多用于单件、小批量生产。

②划线找正法:先按零件图样上的要求在工件毛坯上划出各表面的位置线、加工线,装夹

工件时用划针按所划的线找正工件位置的方法称为划线找正法,如图 0-4(b)所示。此法多用于毛坯误差较大或大型、复杂工件的加工。

③夹具定位法:按照工件的加工要求专门设计一副夹具,装夹时使工件的定位面与夹具的定位元件接触或配合即可获得正确位置的方法称为夹具定位法。如图 0-3(c)所示的夹具,工件底面与支承板 2、侧面与支承钉 3、另一侧面与定位销 4 接触即确定了工件的位置。此法定位快速方便,定位精度高,对操作者要求低,但需设计制造专用夹具,故适用于成批及大批量生产。

4. 机械制造技术的主要发展方向

现代科学技术的发展对机械制造业提出了越来越高的要求,促进了机械制造技术的发展;同时,又为机械制造技术的发展提供了工具和手段,给机械制造领域带来了许多新观念、新技术。当前,机械制造技术发展的主要趋势有以下几个方面。

(1) 柔性化、自动化和集成化

在大批量生产中,可采用自动机床、自动生产线、专用机床和专用工艺装备(刀、夹、量具)来实现高效、自动加工。然而这些方法的“柔性”不足,不能适应产品频繁更换的中、小批量生产。随着市场竞争的日益激烈,机电产品的更新周期越来越短,多品种的中、小批量生产已成为今后的主要生产类型。解决中、小批量生产中的高效、自动化问题的途径就是发展柔性制造技术。所谓“柔性”,就是既能快速适应产品的更换,又能实现高效自动加工。

柔性自动化可划分为 6 个档次:数控加工(NC)、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造岛(FMI)、柔性制造系统(FMS)和柔性生产线(FTL)。上述各档次的柔性自动化技术系统的功能特征比较如图 0-5 所示,其中,单机数控加工是最先开发出来的、规模最小的柔性系统,由一台数控机床或加工中心组成,其柔性自动化程度只限于切削加工过程,产品更换时只需重新编制程序即可。柔性制造系统(FMS)则除了具有柔性

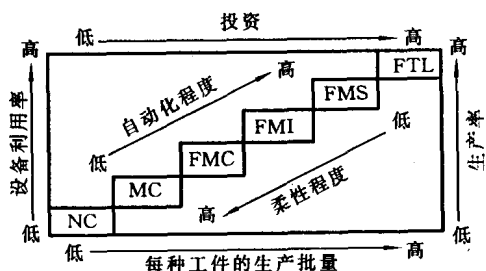


图 0-5 不同档次的柔性自动化系统的功能特征

自动加工功能外,还可实现工件及其它与加工有关的物料(刀具、托板、废屑等)在加工过程中的柔性自动输送、搬运和存储,设备除数控机床外还包括了其它自动化工艺设备如清洗机、成品试验机、喷漆机等,以及物流系统的设备如运输车、存储库、搬运机器等。柔性自动化系统由中央计算机管理使之自动运转,可在设备的技术范围内自动地适应加工工件和生产规模的变化。目前一些发达国家正在大力发展计算机集成制造系统(CIMS),该系统除上述功能外,还包括了产品设计及工厂里其它一切经营、管理活动的自动化功能,使整个生产过程在计算机的控制之下,不仅实现了自动化,而且实现了柔性化、智能化、集成化,使产品质量和生产效益大大提高。

目前,在集成制造技术和人工智能的基础上发展起来的一种新型制造工程——智能制造技术(IMT)和智能制造系统(IMS),被称为“21 世纪的制造技术”,它是指在制造工艺各个环节以一种高度柔性高度集中的方式,通过计算机模拟专家的智能活动,进行分析、判断、推理、构思与决策,旨在取代或延伸制造环境中的部分脑力劳动,并对专家的制造智能进行收集、存储、共享、继承和发展。从一个企业内的产品设计、生产计划、制造加工、过程控制、材料处理、信息管理、设备维护等技术环节自动化,发展到面向世界范围的整个制造环境的集成化与自组

织能力,包括制造智能处理技术、自组织加工单元、自组织机器人、智能生产管理信息系统、多级控制网、全球通信与操作网等,整个制造过程实现智能化,具有自组织能力。

(2)精密加工和超精密加工

在现代高科技领域中,产品的精度要求越来越高,有的尖端产品其加工精度要求达到 $0.001\text{ }\mu\text{m}$,即纳米(nm)级;有的产品的结构尺寸非常小,提出了微细加工和超微细加工的要求,如在超大规模集成电路中,要求在微小面积的半导体材料上能容纳更多的电子元件,其电路细微图案中的最小线条宽度为 $2.5\sim 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 。这些要求都促使加工精度从微米级向亚微米级和纳米级发展,而且超精密工程正向原子量级加工精度逼近,通过“移动原子加工”对材料进行原子量级的修改和排列。

超精密和细微加工的主要工艺方法有光刻、刻蚀、沉积、外延生长、扩散、离子溅射去除、离子注入和镀膜等,目前,精密和超精密加工的精度水平大致如表 0-1 所示。

表 0-1 精度加工和超精密加工水平(μm)

项 目	精密加工	超精密加工
尺寸精度	$2.5\sim 0.75$	$0.3\sim 0.25$
圆度	$0.7\sim 0.2$	$0.12\sim 0.06$
圆柱度	$1.25\sim 0.38$	$0.25\sim 0.13$
平面度	$1.25\sim 0.38$	$0.25\sim 0.13$
表面粗糙度	0.1 以下	0.01 以下

要实现超精密加工,就必须具有与之相适应的加工设备、工具、仪器以及加工环境和检测技术。因此,是否掌握超精密加工技术,是一个国家的机械制造水平高低的重要标志,在未来的科技竞争中具有重要意义。

(3)常规工艺的优化

铸造、锻压、焊接、热处理、机械加工等传统的常规工艺至今仍是量大面广、经济适用的技术,因而对其不断地进行改进具有极大的技术经济意义。常规工艺优化的方向是实现高效化、精密化、强韧化、轻量化,以形成优质、高产、低耗、无污染的先进适用工艺为主要目标。其优化途径有:①保持原有工艺原理不变,通过改善工艺条件,优化工艺参数来实现,如采用高速切削和强力切削,用精密冲裁、精密切割、精密铸造等方法来取代切削加工等方法来实现高效化;②以工艺方法为中心,实现工艺设备、辅助工艺、工艺材料、检测控制系统成套供应服务,使优化工艺易于为企业采用,如以涂层刀具、超硬刀具、机夹刀具代替普通刀具,以数控机床代替普通机床,以气体保护自动焊或埋弧自动焊取代手工焊条焊接,以树脂自硬砂造型取代粘土砂造型等。

5. 本课程的性质、特点和学习方法

本课程是机械类专业必修的主要专业基础课之一,它以机械零件的制造为主线,综合介绍了机械产品制造过程中所遇到的刀具、机床、夹具、加工和装配方法、工艺规程制定及加工质量控制等内容,具有很强的实践性和综合性。学习时应注意理论联系实际,通过教学录像或到工厂去观看实际加工,最好通过动手操作以加深理解。本课程涉及的内容较多,学习过程中应注意及时总结归纳,融会贯通。

第 1 章 金属切削原理与刀具

内容提要 金属切削过程是工件和刀具相互作用的过程。金属切削就是从工件上切除部分金属,并在保证高生产率和低成本的前提下,得到符合技术要求的形状、尺寸精度和表面质量的工件。本章主要介绍金属切削的基本原理,包括刀具几何角度的基本概念;切削力、切削热、切削温度和刀具磨损的基本规律;应用切削原理选择刀具材料、几何参数、切削用量、切削液和控制切屑的原则和方法。

第 1 节 基本定义

一、切削运动和切削用量

1. 切削运动

①主运动:主运动是从工件上切除金属所必须的运动。其特征是速度最高,消耗功率最多,且只有一个。需注意的是,切削刃上各点的速度不一定相同,故通常选取刀刃上某一点来进行分析。

②进给运动:进给运动是使金属层不断投入切削过程,获得所需工件表面的运动。其特征是与主运动相比速度较低,消耗功率较少。进给运动可以是连续的,也可以是间歇的。

③合成运动:合成运动是上述主运动与进给运动的合成。用合成运动向量 v_s 表示。它等于主运动速度与进给运动速度的向量之和(见图 1-1 所示)。

$$v_s = v_c + v_f \quad (1-1)$$

2. 工件表面

在切削过程中工件上有 3 个不断变化的表面,如图 1-1 所示。

- ①待加工表面即将要被切去金属层的表面。
- ②已加工表面即切去金属层后形成的表面。
- ③过渡表面即主切削刃正在切削的表面,亦称切削表面。

3. 切削用量

①主运动速度 v_c :主运动速度表示主运动的速度大小和方向。其速度大小可表示为(单位: m/s 或 m/min)

$$v_c = \frac{\pi d n}{1\,000} \quad (1-2)$$

式中: n ——主轴转速(r/s 或 r/min);

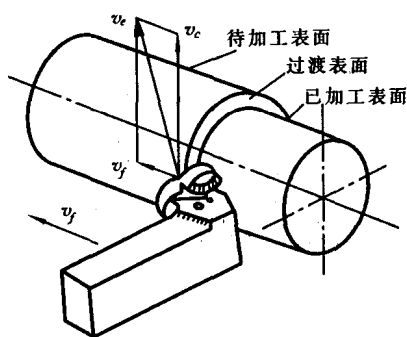


图 1-1 外圆车削运动、工件表面及合成运动速度