

机械制造技术基础

(第二版)

主 编 华楚生
副主编 王忠魁 谢黎明
主 审 胡赤兵

重庆大学出版社

内容提要

本书以机械制造为主要研究对象,介绍了金属切削理论、机械制造工艺理论、机械传动及结构和夹具设计等有关知识,同时注意吸收新技术,反映机械制造领域的最新进展。每章末附有习题与思考题。

本书供机械设计制造及其自动化专业作教材使用,经过删减也可供机械其他专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/华楚生主编. —2版. —重庆:

重庆大学出版社,2003.7

(机械设计制造及其自动化本科系列教材)

ISBN 7-5624-2222-2

.机... .华... .机械制造工艺—高等学校
—教材 .TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第042523号

机械制造技术基础

(第二版)

主 编 华楚生

副主编 王忠魁 谢黎明

主 审 胡赤兵

责任编辑:曾令维 版式设计:曾令维

责任校对:何建云 责任印制:张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18 字数:449千

2000年7月第1版 2003年7月第2版 2003年7月第4次印刷

印数:12 001—15 000

ISBN 7-5624-2222-2/TH·79 定价:22.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

序

当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济已见端倪,综合国力的竞争日趋激烈。国力的竞争,归根结底是科技与人才的竞争。邓小平同志早已明确指出:科技是现代化的关键,而教育是基础。毫无疑问,高等教育是科技发展的基础,是高级专门人才培养的摇篮。我国高等教育在振兴中华、科教兴国的伟大事业中担负着极其艰巨的任务。

为了适应社会主义现代化建设的需要,在1993年党中央、国务院颁布《中国教育改革和发展纲要》以后,原国家教委全面启动和实施《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》,有组织、有计划地在全国推进教学改革工程。其主要内容是:改革教育体制、教育思想和教育观念;拓宽专业口径,调整专业目录,制定新的人才培养方案;改革课程体系、教学内容、教学方法和教学手段;实现课程结构和教学内容的整合与优化,编写、出版一批高水平、高质量的教材。

地处巴山蜀水的重庆大学,是驰名中外的我国重要高等学府。重庆大学出版社是一个重要的大学出版社,工作出色,一贯重视教材建设。从20世纪90年代初期开始实施“立足西部,面向全国”的战略决策,针对当时国内专科教材匮乏的情况,组织西部地区近20所院校编写、出版机械类、电类专科系列教材,以后又推出计算机、建筑、会计类专科系列教材,得到原国家教委的肯定与支持。在1998年教育部颁布《普通高等学校本科专业目录》之后,重庆大学出版社立即组织西部地区高校的数十名教学专家反复领会教学改革精神,认真学习全国的教育改革成果,充分交流各校的教学改革经验,制定机械设计制造及其自动化专业的教学计划和各门课程的教学大纲,并组织编写、出版机械类本科系列教材。为了确保教材的质量,重庆大学出版社采取了以下措施:

发挥教育理论与教育思想的指导作用,将教学改革思想和教学改革成果融入教材的编写之中。

根据人才培养计划中对学生知识和能力的要求,对课程体系和教学内容进行整合,不过分强调每门课程的系统性、完整性,重在实现系列教材的整体优化。

明确各门课程在专业培养方案中的地位和作用,理顺相关课程之间的

关系。

精选教学内容,控制教学学时数,重视对学生自主学习能力、分析解决工程实际问题能力和创新能力的培养。

增强 CAD、CAM 的内容,提高教材的先进性;尽可能运用 CAI 等现代化教学手段,提高传授知识的效率。

实行专家审稿制度,聘请学术水平高、事业心强、长期活跃在教学改革第一线的专家审稿,重点审查书稿的学术质量和是否具有特色。

这套教材的编写符合教学改革的精神,遵循教学规律和人才培养规律,具有明显的特色。与出版单科教材相比,有计划地将教材成套推出,实现了整体优化,这富有远见。

经过几年的艰苦努力,这套机械类本科教材已陆续问世了。它反映了西部高校多年来教学改革与教学研究的成果,它的出版必将为繁荣我国高等学校的教材建设作出积极的贡献,特别是在西部大开发的战略行动中,起着十分重要的作用。

高等学校的教学改革和教材建设是一项长期而艰巨的工作,任重道远,不可能一蹴而就。我希望这套教材能够得到读者的关注与帮助,并希望通过教学实践与读者不吝指教,逐版加以修订,使之更加完善,在高等教育改革的百花园中齐花怒放!我深深为之祝愿。

中科院院士

杨叔子

2000年4月28日

再版前言

本教材自 2000 年 7 月出版,至今已经重印两次(累计印数 12 000 册)。经过三年的教学实践,证明本教材适应宽口径机械类专业人才培养模式的课程要求,是一本具有较大改革力度的教材,因此得到了广大院校的支持,对本教材给予了充分肯定,并提出了很多宝贵意见和修改建议,在此表示衷心的感谢。

参加本教材编写的院校比较多,由于水平所限,书中难免出现一些不尽人意的地方甚至错误。我们在广泛听取各使用院校意见的基础上,对教材进行了修订和调整。

此次修订,除听取对第一版教材内容的各方面意见并结合近年来的学科发展、变化进行了修改、充实外,还在每章后面增加习题与思考题,以方便学生学习。

此次修订工作由广西大学华楚生主持,原各编委提出修改意见,由广西大学段明扬、胡映宁、梁式、陈伟叙、王小纯等老师进行具体修订。在修订过程中,得到广西大学教务处、广西大学机械工程学院的帮助与支持,在此谨致以衷心的感谢。

本教材不仅适应“机械设计制造及其自动化”专业使用,经过删减也适合其他机械类专业使用。

由于水平有限,难免有不足和错误之处,我们诚恳希望广大读者批评指正。

编者

2003 年 5 月

初版前言

《机械制造技术基础》是“机械设计制造及其自动化”本科专业主要技术基础课之一。为了适应我国社会主义市场经济体制和改革开放的需要,适应现代社会、经济、科技、文化及教育的发展趋势,改革高等学校本科专业划分过细,专业范围过窄的状况,教育部在1998年颁布了《普通高等学校本科专业目录》。本教材是在这样的形势下,由西部地区部分高等院校组织编写的。参加教材大纲讨论的院校有:重庆大学、甘肃工业大学、昆明理工大学、云南工业大学、西南农业大学、陕西理工学院、贵州工业大学、四川轻化工学院、四川工业大学、重庆工学院、重庆工商大学、桂林电子工业学院、广西工学院、广西大学等。

本教材内容包括:金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床概论、机械制造工艺学、机床夹具设计原理、公差与技术测量以及金属工艺学的部分内容。把这些课程中最基本的概念和知识要点有机地结合形成本课程的知识要点。它以机械制造为主要研究对象,介绍了金属切削理论、机械制造工艺理论、机械传动及结构和夹具设计等有关知识,同时注意吸收新技术,反映机械制造领域的最新进展。本书还注意贯彻最新国家标准。

本教材建议理论教学为70学时,使用院校可根据具体情况增减。书中部分内容可供学生自学和课外阅读。为便于教学,全书最后附有习题。

本书由华楚生任主编,王忠魁、谢黎明任副主编,参加编写的有:王忠魁(绪论、第1章、第2章)、吕宏(第3章)、谢黎明(第4章)、孙丽华(第5章)、何幼瑛(第6章)、唐其林(第7章第1、2、3、4节)、华楚生(第7章第5、6节、第8章)、张捷(第9章)。

赵妙霞同志为本书第5章提供了最新的国家标准,并提出了具体的修改意见,在此表示衷心的感谢。

全书由甘肃工业大学胡赤兵教授(全国高校机制专业指导委员会委员)主审。

本教材面向21世纪,新编教材要经教学改革实践反复锤炼才能成为精品,由于我们水平有限,书中难免有不少欠妥之处,恳请各兄弟院校和读者批评指正。

编者

2000年4月

目 录

绪 论	1
第 1 章 金属切削的基本定义	3
1.1 切削运动与切削用量	3
1.2 刀具角度和刀具的工作角度	7
1.3 刀具角度的换算	15
1.4 切削层参数与切削方式	18
1.5 旋转刀具的角度	20
习题与思考题	24
第 2 章 切削加工的理论基础	26
1.1 金属切削层的变形	26
2.2 切削力	32
2.3 切削热及切削温度	35
2.4 刀具磨损和刀具耐用度	38
习题与思考题	42
第 3 章 金属切削基本条件的合理选择	43
3.1 刀具材料、类型及结构的合理选择	43
3.2 刀具合理几何参数的选择	46
3.3 刀具耐用度的选择	51
3.4 切削用量的选择	52
3.5 切削液的选择	53
习题与思考题	55
第 4 章 机械加工方法及设备	
4.1 金属切削机床的基本知识	
4.2 车削加工与车床(CA6140 型)	
4.3 磨削加工与磨床(M1432A 型)	
4.4 齿轮加工与齿轮加工机床(Y3150E 型)	
4.5 铣削加工与铣床	
4.6 孔的加工方法与设备	
4.7 其他加工方法与设备	
4.8 组合机床	
习题与思考题	
第 5 章 公差与配合	
5.1 孔轴公差配合	
5.2 形状和位置公差	
5.3 表面粗糙度	
习题与思考题	
第 6 章 机械加工质量	

6.1	机械加工质量的基本概念	.....
6.2	机械加工精度	.....
6.3	机械加工表面质量	.....
	习题与思考题	.....
第7章	机械加工工艺流程	.....
7.1	机械加工工艺过程的基本概念	.....
7.2	工件的安装与基准	.....
7.3	机械加工工艺流程的制订	.....
7.4	制订工艺流程要解决的几个主要问题	.....
7.5	工序尺寸及其公差确定	.....
7.6	机械加工的生产率与经济性分析	.....
	习题与思考题	.....
第8章	机械装配基础	.....
8.1	机械装配精度	.....
8.2	装配尺寸链	.....
8.3	保证装配精度的工艺方法	.....
8.4	装配工艺的制订	.....
	习题与思考题	.....
第9章	先进制造技术	.....
9.1	成组技术	.....
9.2	计算机辅助工艺设计(CAPP)	.....
9.3	数控加工	.....
9.4	自动化制造系统	.....
	习题与思考题	.....
	参考文献	.....

绪 论

1. 机械制造业在国民经济中的地位

社会生产的各行各业,诸如交通、动力、矿山、冶金、航空、航天、电力、电子、石化、轻纺、建筑、医疗、军事、科研乃至人民的日常生活中,都使用着各种各样的机器、机械、仪器和工具。它们的品种、数量和性能极大地影响着这些行业的生产能力、质量水平及经济效益等。这些机器、机械、仪器和工具统称为机械装备,它们的大部分构件都是一些具有一定形状和尺寸的金属零件。能够生产这些零件并将其装配成机械装备的工业,称之为机械制造业。显然,机械制造业的主要任务,就是向国民经济的各行各业提供先进的机械装备。因此,机械制造业是国民经济发展的重要基础和有力支柱,其规模和水平是反映国家经济实力和科学技术水平的重要标志。

2. 机械制造技术国内外状况

近年来,随着现代科学技术的发展,特别是微电子技术、电子计算机技术的迅猛发展,机械制造业的各方面都已发生了深刻的变革。制造技术,特别是自动化制造技术,不但采用了计算机控制,并且具有柔性化、集成化、智能化的特点;在超精密加工技术方面,其加工精度已进入纳米级($0.001\ \mu\text{m}$),表面粗糙度已成功地小于 $0.0005\ \mu\text{m}$;在切削速度方面,国外车削钢通常为 $200\ \text{m}/\text{min}$,最高可达 $915\ \text{m}/\text{min}$;对于新兴工业需要的难加工材料、复杂型面、型腔以及微小深孔,采用了电、超声波、电子束和激光等新的加工方法进行加工。

我国的机械制造业经过 50 多年的发展,特别是近 20 多年来的改革开放,各种机械产品如机床、汽车、重型机械、仪器仪表等的生产都具有相当的规模,已经形成了品种繁多、门类齐全、布局基本合理的机械制造业体系。研制出了一批重大成套技术装备和多种高精尖产品,有了自己的数控加工设备及柔性制造单元、柔性制造系统等,机械制造的技术水平普遍有了很大的提高,近年来开发的新产品 70% 可达到国际 20 世纪 80 年代初期的水平,有些已接近或达到国际先进水平。

3. 本课程的性质、主要研究内容及学习方法

本课程是“机械设计制造及其自动化”专业的一门主干技术基础课。

本课程研究的对象,是机械制造过程中的切削过程、工艺装备、工艺技术以及与加工质量有关的公差与技术测量问题。其基本内容包括:

- (1) 金属切削过程的基本理论、基本规律及金属切削刀具的基本知识;
- (2) 金属切削机床的分类、编号,典型通用机床的工作原理、传动分析、结构特点及所使用的刀具;
- (3) 机械制造工艺技术的基本理论和基本知识;
- (4) 机床夹具的基本知识;

(5)公差与配合。

本课程的综合性和实践性很强,涉及的知识面也很广。因此,学生在学习本课程时,除了重视其中必要的基本概念、基本理论外,还应特别注重实践环节,如现场教学、工厂实习及课程设计等。

第 1 章 金属切削的基本定义

1.1 切削运动与切削用量

1.1.1 工件表面的成形方法

(1) 工件的表面形状

图 1-1 所示为机械零件上常用的各种表面。不难看出,尽管机械零件的形状多种多样,但构成其内、外形轮廓的,不外乎是几个基本的几何表面:平面、圆柱面、圆锥面、螺旋面及成形面等。这些表面都属于“线性表面”,它们既可经济地在机床上进行加工,又较易获取所需的精度。

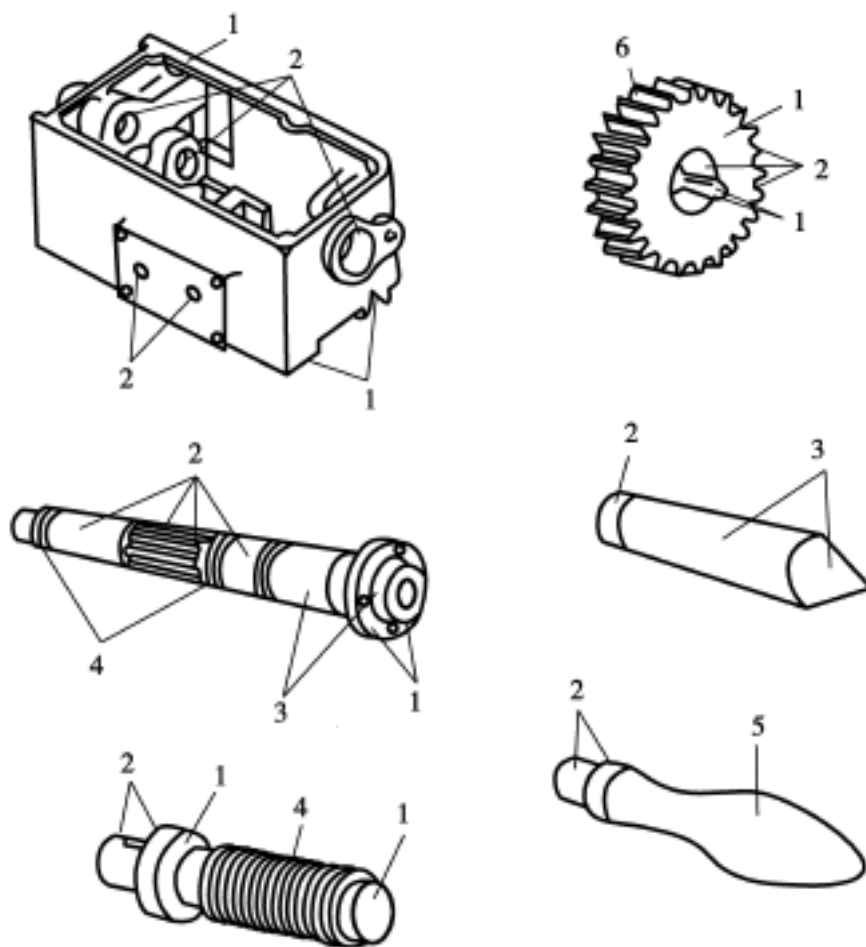


图 1-1 构成机械零件外形轮廓的常用表面

1—平面 2—圆柱面 3—圆锥面 4—螺旋面

5—回转体成形面 6—渐开线柱面

(2) 工件表面的成形方法

所谓“线性表面”是指该表面是由一条线(称为母线)沿着另一条线(称为导线)运动而形成的轨迹。母线和导线统称为发生线。如图 1-2a)所示,平面是由直线 1(母线)沿着直线 2(导线)运动而形成的;图 1-2b)、c)为圆柱面和圆锥面,是由直线 1(母线)沿着圆 2(导线)运动而

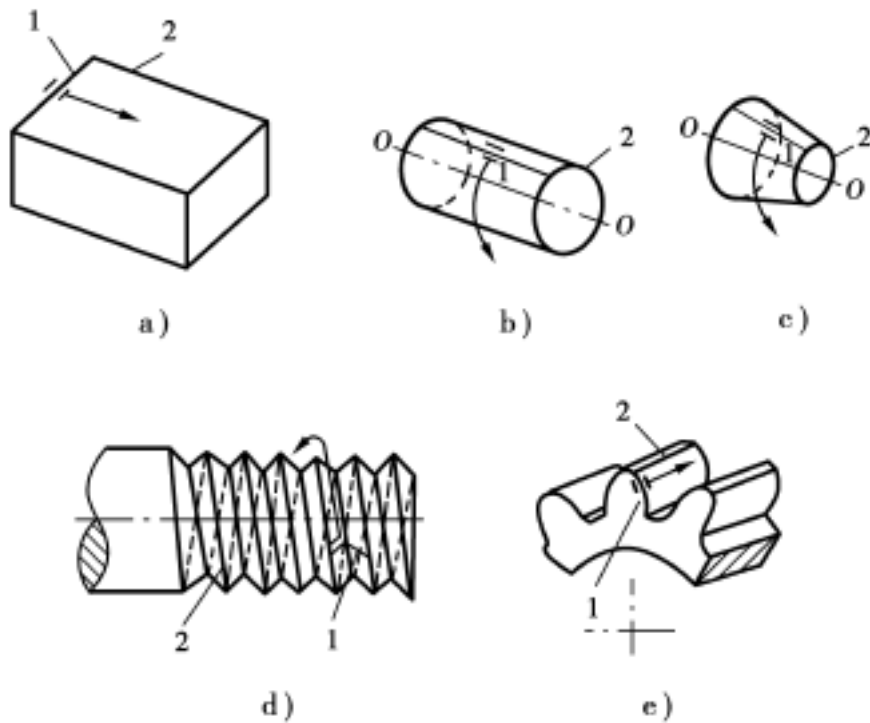


图 1-2 零件表面的成形

1—母线 2—导线

形成的;图 1-2d)为圆柱螺纹的螺旋面,是由该螺纹轴向剖面中的“ ”截形线 1(母线)沿着螺旋线 2(导线)运动而形成的;图 1-2e)为直齿圆柱齿轮的渐开线柱面,是由渐开线 1(母线)沿直线 2(导线)运动而形成的。

但要注意有些表面的两条发生线完全相同,只因母线的原始位置不同,也可形成不同的表面。如图 1-3 中,母线均为直线 1,导线均为圆 2,轴线均为 $O-O$,所需的运动也相同,但因母线 1 相对于旋转轴线 $O-O$ 的原始位置不同,因此,所产生的表面也就不同,它们分别为圆柱面、圆锥面和双曲面。

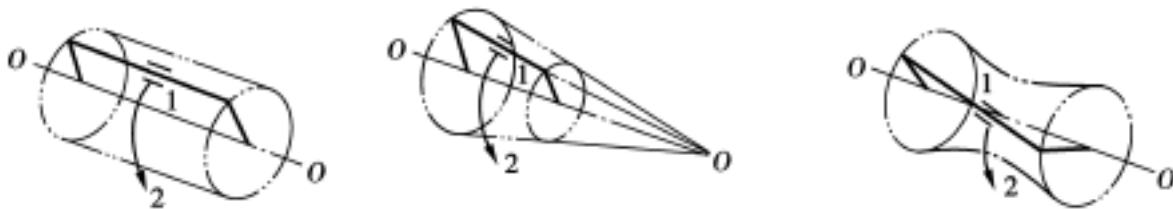


图 1-3 母线原始位置变化时形成的不同表面

1—母线与轴线平行 2—母线与轴线相交 3—母线与轴线不平行、不相交

由图 1-2 可以看出,有些表面的母线和导线可以互换,如平面、圆柱面和直齿圆柱齿轮的渐开线柱面等,这些表面称为可逆表面;而另一些表面,其母线和导线不可互换,如圆锥面、螺旋面等,称为不可逆表面。很明显,可逆表面的加工方法要比不可逆表面的多。

(3) 发生线的形成方法及所需运动

机床上加工零件时,所需形状的表面是通过刀具和工件的相对运动,由刀具的切削刃切成的。刀具的切削刃以及切削刃与被加工表面之间按一定规律的相对运动,就形成了所需的发生线。由于加工方法及切削刃形状不同,机床上形成发生线的方法与所需的运动也不同,概括起来有以下四种:

1) 轨迹法

如图 1-4a)所示,为用一直头外圆车刀加工回转体成形表面。车刀的切削刃与被加工表

面为点接触,因此,切削刃的形状可看做一个切削点 1,它按一定的规律作轨迹运动 3,形成了所需要的发生线 2。所以,采用轨迹法形成发生线需要一个独立的成形运动。

2) 成形法

如图 1-4b)所示,切削刃为一条切削线 1,它的形状和长短与需要形成的发生线 2 完全一致。因此,用成形法形成发生线不需要专门的成形运动。

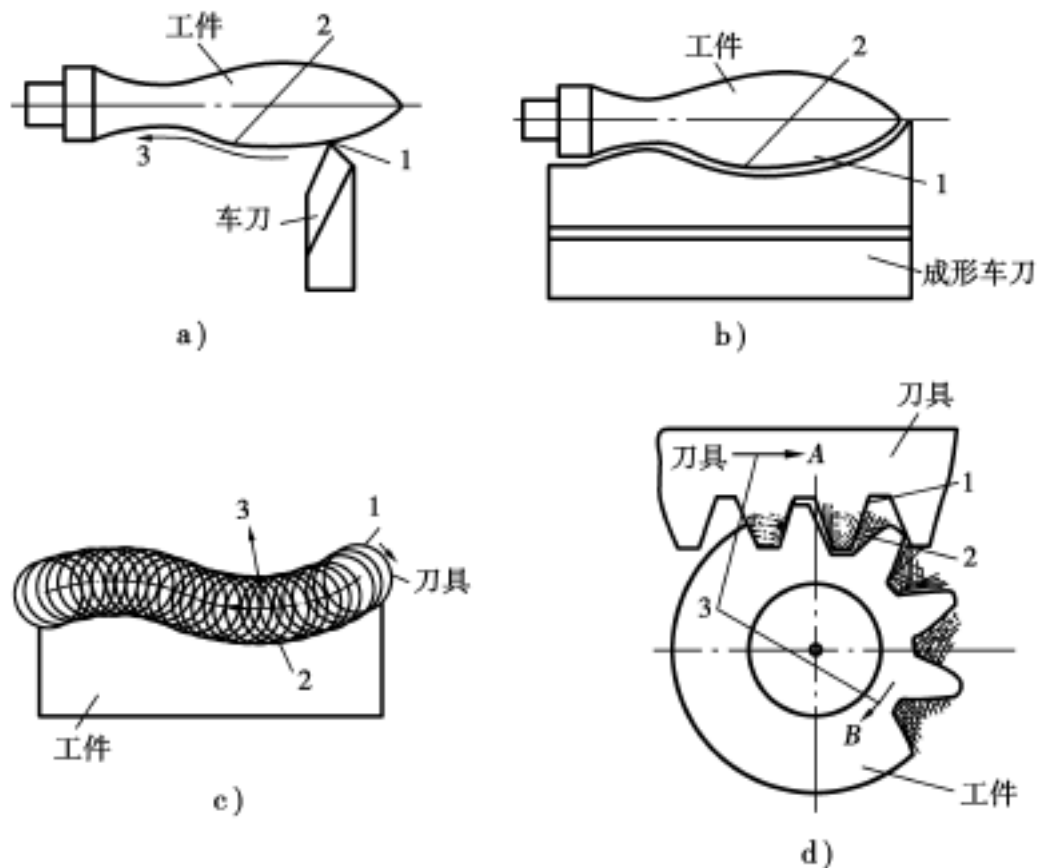


图 1-4 形成发生线的四种方法
1—切削线(切削点) 2—发生线

3) 相切法

如图 1-4c)所示,当采用铣刀等旋转刀具加工时,在垂直于刀具旋转轴线的端面内,切削刃也可看做一个切削点 1,切削时铣刀除了围绕自身轴线旋转外,它的轴线还需按一定的规律作轨迹运动 3,此时,铣刀切削点 1 运动轨迹的下包络线(相切线)就形成了发生线 2。所以用相切法形成发生线需要两个独立的成形运动。

4) 展成法(范成法)

如图 1-4d)所示,为用齿条形插齿刀加工直齿圆柱齿轮。刀具切削刃的形状为一条切削线 1,它与需要形成的发生线 2(渐开线)不相吻合,切削加工时,刀具切削线 1 与发生线 2 相切(为点接触),当齿轮毛坯(工件)的节圆在齿条刀具的节线上纯滚动时,也即齿条刀具的直线移动 A 和工件齿坯的旋转运动 B 符合齿条与齿轮的啮合运动关系时,切削线 1 就包络出了所需形成的发生线 2。因此,用展成法形成发生线时需要一个复合运动,这个运动就称为展成运动(即图中由 A+B 组成的运动)。

1.1.2 切削运动

在金属切削机床上切削工件时,工件与刀具之间要有相对运动,这个相对运动即称为切削运动。

图 1-5 表示外圆车削时的情况。工件的旋转运动形成母线(圆),车刀的纵向直线运动形成导线(直线),圆母线沿直导线运动时就形成了工件上的外圆表面,故工件的旋转运动和车刀的纵向直线运动就是外圆车削时的切削运动。

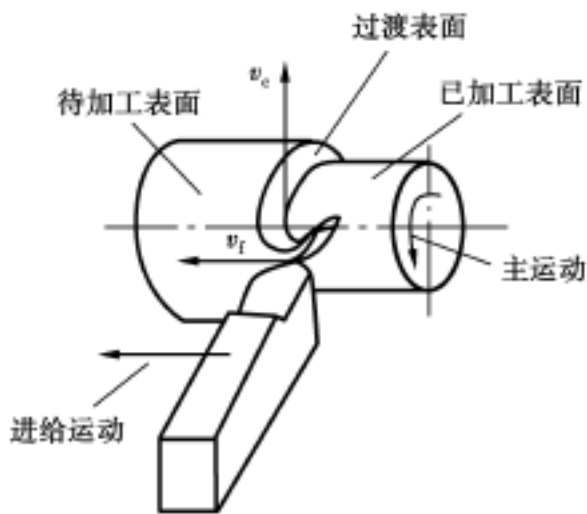


图 1-5 外圆车削的切削运动与加工表面

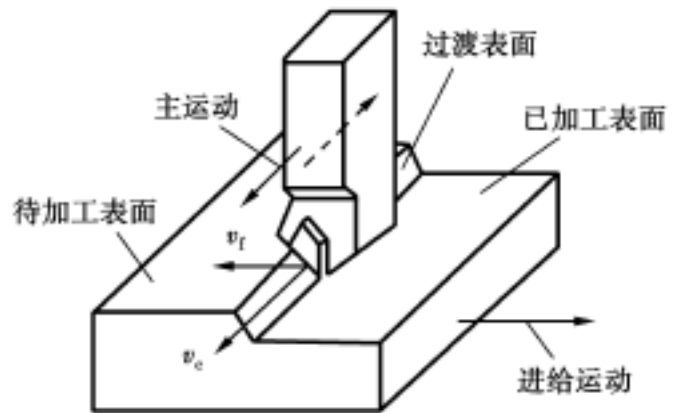


图 1-6 平面刨削的切削运动与加工表面

图 1-6 表示在牛头刨床上刨平面的情况。刨刀作直线往复运动形成母线(直线),工件作间歇直线运动形成导线,直母线沿直导线运动时就形成了工件上的平面,故在牛头刨床上刨平面时,刨刀的直线往复运动和工件的间歇直线运动就是切削运动。

在其他各种切削加工方法中,工件和刀具同样也必须完成一定的切削运动。切削运动通常按其在切削中所起的作用分为以下两种:

(1)主运动 使工件与刀具产生相对运动以进行切削的最基本的运动称为主运动。这个运动的速度最高,消耗的功率最大。例如,外圆车削时工件的旋转运动和平面刨削时刀具的直线往复运动(图 1-5 和图 1-6)都是主运动。主运动的形式可以是旋转运动或直线运动,但每种切削加工方法中主运动通常只有一个。

(2)进给运动 使主运动能够继续切除工件上多余的金属,以便形成工件表面所需的运动称为进给运动。例如外圆车削时车刀的纵向连续直线运动(图 1-5)和平面刨削时工件的间歇直线运动(图 1-6)都是进给运动。进给运动可能不止一个,它的运动形式可以是直线运动、旋转运动或两者的组合,但无论哪种形式的进给运动,其运动速度和消耗的功率都比主运动要小。

总之,任何切削加工方法都必须有一个主运动,可以有一个或几个进给运动。主运动和进给运动可以由工件或刀具分别完成,也可以由刀具单独完成(例如在钻床上钻孔或铰孔)。

1.1.3 工件上的加工表面

在切削加工中,工件上通常存在三个表面,以图 1-5 的外圆车削和图 1-6 的平面刨削为例,它们是:

(1)待加工表面 它是工件上即将被切去的表面,随着切削过程的进行,它将逐渐减小,直至全部切去。

(2)已加工表面 它是刀具切削后在工件上形成的新表面,随着切削过程的进行,它将逐渐扩大。

(3)过渡表面 它是切削刃正切削着的表面,并且是切削过程中不断改变着的表面,它总

是处在待加工表面与已加工表面之间。

上述这些定义也适用于其他类型的切削加工。

1.1.4 切削用量

所谓切削用量是指切削速度、进给量和背吃刀量三者的总称。它们分别定义如下：

(1) 切削速度 v_c 它是切削加工时, 切削刃上选定点相对于工件的主运动速度。切削刃上各点的切削速度可能是不同的。当主运动为旋转运动时, 工件或刀具最大直径处的切削速度由下式确定：

$$v_c = \frac{dn}{1\ 000} \text{ (m/ s 或 m/ min)} \quad (1-1)$$

式中 d ——完成主运动的工件或刀具的最大直径(mm)；

n ——主运动的转速(r/ s 或 r/ min)。

(2) 进给量 f 它是工件或刀具的主运动每转一转或每一行程时, 工件和刀具两者在进给运动方向上的相对位移量。例如外圆车削的进给量 f 是工件每转一转时车刀相对于工件在进给运动方向上的位移量, 其单位为 mm/ r; 又如在牛头刨床上刨平面时, 其进给量 f 是刨刀每往复一次, 工件在进给运动方向上相对于刨刀的位移量, 其单位为 mm/ 双行程。

在切削加工中, 也有用进给速度 v_f 来表示进给运动的。所谓进给速度 v_f 是指切削刃上选定点相对于工件的进给运动速度, 其单位为 mm/ s。若进给运动为直线运动, 则进给速度在切削刃上各点是相同的。在外圆车削中,

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/ s)} \quad (1-2)$$

式中 f ——车刀每转进给量(mm/ r)；

n ——工件转速(r/ s)。

(3) 背吃刀量 a_{sp} 对外圆车削(图 1-5)和平面刨削(图 1-6)而言, 背吃刀量 a_{sp} 等于工件已加工表面与待加工表面间的垂直距离, 其中外圆车削的背吃刀量

$$a_{sp} = \frac{d_w - d_m}{2} \text{ (mm)} \quad (1-3)$$

式中 d_w ——工件待加工表面的直径(mm)；

d_m ——工件已加工表面的直径(mm)。

1.2 刀具角度和刀具的工作角度

1.2.1 刀具角度的静止参考系

(1) 刀具切削部分的表面与切削刃

切削刀具的种类繁多, 结构形状各异。但就其切削部分而言, 都可视为外圆车刀切削部分的演变。因此, 以外圆车刀为例来介绍刀具切削部分的一般术语, 这些术语同样也适用于其他金属切削刀具。

外圆车刀的切削部分如图 1-7 所示, 它具有下述表面和切削刃：

前面(A)——切下的切屑沿其流出的表面。

主后面 (A) ——与工件上过渡表面相对的表面。

副后面 (A') ——与工件上已加工表面相对的表面。

主切削刃 (S) ——前面与主后面的交线。它承担主要的金属切除工作并形成工件上的过渡表面。

副切削刃 (S') ——前面与副后面的交线。

它参与部分的切削工件并最终形成工件上的已加工表面。

刀尖 ——主、副切削刃的交点。但多数刀具将此处磨成圆弧或一小段直线(图 1-8)。

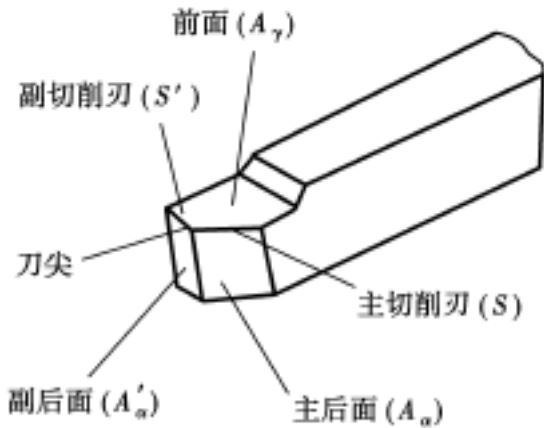


图 1-7 车刀的切削部分

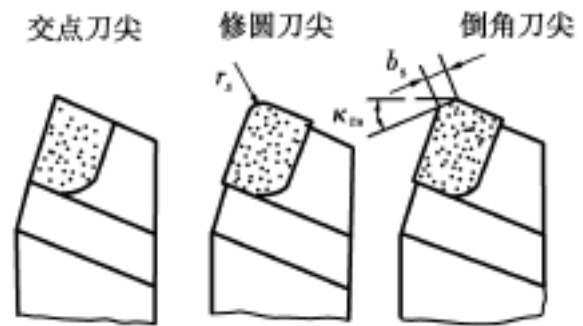


图 1-8 刀尖形状

(2) 刀具角度的静止参考系

刀具角度是指在刀具工作图上需要标出的角度。刀具的制造、刃磨和测量就是按照这种角度进行的。谈刀具角度时,并未把刀具同工件和切削运动联系起来,刀具本身还处于尚未使用的静止状态。

刀具角度是在一套便于制造、刃磨和测量的刀具静止参考系里度量的。对于车刀,为了便于测量,在建立刀具静止参考系时,特作如下三点假设:

- a) 不考虑进给运动的影响,即 $f = 0$;
- b) 安装车刀时应使刀尖与工件中心等高,且车刀刀杆中心线与工件轴心线垂直;
- c) 主切削刃上选定点 x 与工件中心等高。

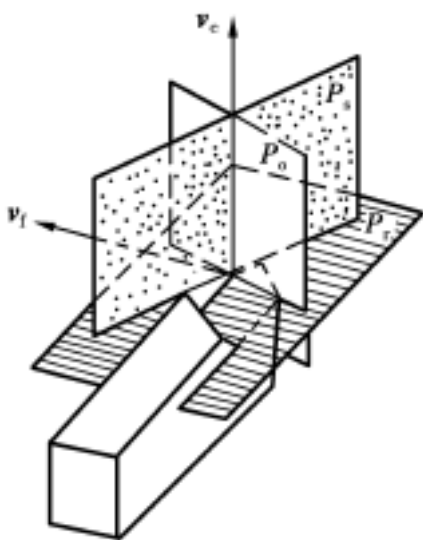


图 1-9 正交平面参考系

作了上述三点假设以后,就可方便地建立下列三个刀具静止参考系。

1) 正交平面参考系

基面 (P_r) ——过切削刃上选定点并垂直于该点切削速度向量 v_c 的平面。通常,基面应平行于刀具上便于制造、刃磨和测量的某一安装定位平面。对于普通车刀,它的基面总是平行于刀杆的底面。

切削平面 (P_s) ——过切削刃上选定点作切削刃切线,此切线与该点的切削速度向量 v_c 所组成的平面。

正交平面 (P_0) ——过切削刃上选定点,同时垂直于该点基面 P_r 和切削平面 P_s 的平面。

显然,对于切削刃上某一选定点,该点的正交平面 P_0 、基面 P_r 和切削平面 P_s 构成了一个两两互相垂直的空间直角坐标系,将此坐标系称之为正交平面参考系(见图 1-9)。

由图 1-9 可知,正交平面垂直于主切削刃或其切线在基面上的投影。

2) 法平面参考系

基面 P_r 和切削平面 P_s 的定义与正交平面参考系里的 P_r 、 P_s 相同。

法平面(P_n)——过切削刃上选定点垂直于切削刃或其切线的平面。对于切削刃上某一选定点,该点的法平面 P_n 、基面 P_r 和切削平面 P_s 就构成了法平面参考系(见图 1-10)。在法平面参考系中, $P_s \perp P_r$ 、 $P_s \perp P_n$, 但 P_n 不垂直于 P_r (在刃倾角 $\lambda_s \neq 0$ 的条件下)。

3) 背平面和假定工作平面参考系

基面 P_r 的定义同正交平面参考系。

背平面(P_p)——过切削刃上选定点,平行于刀杆中心线并垂直于基面 P_r 的平面,它与进给方向 v_f 是垂直的。

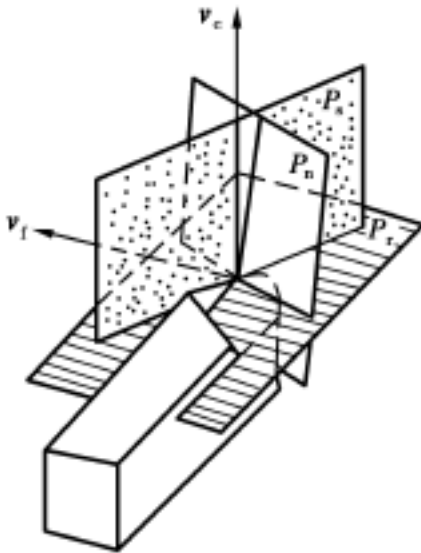


图 1-10 法平面参考系

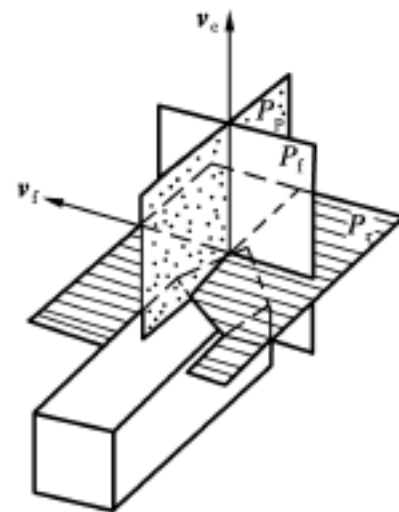


图 1-11 背平面、假定工作平面参考系

假定工作平面(P_f)——过切削刃上选定点,同时垂直于刀杆中心线与基面 P_r 的平面,它与进给方向 v_f 平行。

对于切削刃上某一选定点,该点的 P_p 、 P_f 与 P_r 就构成了背平面和假定工作平面参考系(见图 1-11)。显然,这个参考系也是一个空间直角坐标系。

我国过去多采用正交平面参考系,与欧洲标准相同,近年来参照国际标准 ISO 的规定,逐渐兼用正交平面参考系和法平面参考系。背平面、假定工作平面参考系则常见于美、日文献中。

1.2.2 刀具角度

(1) 刀具在正交平面参考系中的角度

刀具角度的作用有两个:一是确定刀具上切削刃的空间位置;二是确定刀具上前、后面的空间位置。现以外圆车刀为例(图 1-12)予以说明。

确定车刀主切削刃空间位置的角度有两个:

主偏角 λ_r ——主切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角,在基面 P_r 上测量。

刃倾角 λ_s ——主切削刃与基面 P_r 的夹角,在切削平面 P_s 中测量。当刀尖在主切削刃上为最低点时, λ_s 为负值;反之,当刀尖在主切削刃上为最高点时, λ_s 为正值。

确定车刀前面与后面空间位置的角度有两个: