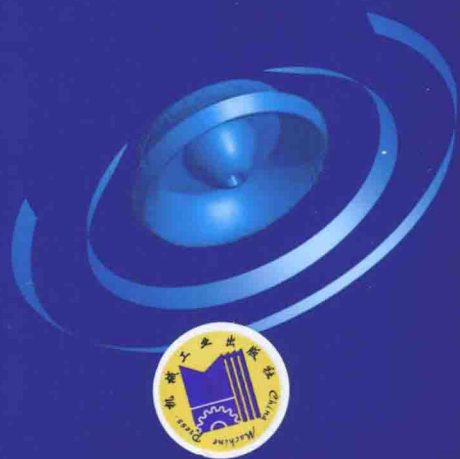


普通高等教育“十三五”规划教材



现代切削刀具与 工量仪应用技术

主 编 李占杰 王志刚
副主编 李国和 满 佳



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

现代切削刀具与工量仪 应用技术

主 编 李占杰 王志刚
副主编 李国和 满 佳
参 编 刘 苹 何永利
张恩凤 宋琦琪
主 审 魏华亮

王铁钢 罗陆锋 贾长明
张天微 王海波



机械工业出版社

本书介绍了近年来先进制造技术发展过程中刀具与量仪的应用技术,反映了现代数控刀具与量仪的发展水平。全书共分10章,分别介绍了切削加工基础理论,刀具材料和新型刀具涂层及其制备技术,数控刀具相关知识及其应用(内容涵盖了数控刀具管理系统、数控车刀、数控铣刀、孔加工刀具和切齿刀具等),典型数控工具系统、刀具装夹结构和连接方法,常规量具和数显量具、寻边器、表面粗糙度测量仪、刀具检测仪以及三坐标测量机的结构和使用方法等。

本书可作为机械设计制造及其自动化专业的本科教材,也可作为高等或中等职业技术学院以及各类切削技术和刀具培训班的教材,还可供从事数控刀具及量仪应用的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代切削刀具与量仪应用技术/李占杰,王志刚主编. —北京:机械工业出版社,2016.4

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-53294-1

I. ①现… II. ①李… ②王… III. ①刀具(金属切削)—高等学校—教材 ②机械量仪—高等学校—教材 IV. ①TG71 ②TG8

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第058332号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:蔡开颖 责任编辑:蔡开颖 安桂芳 宋学敏 冯春生

版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2016年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.5印张·331千字

标准书号:ISBN 978-7-111-53294-1

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

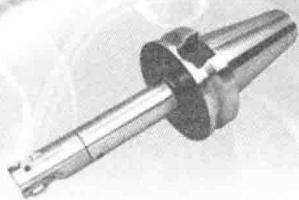
网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com



序

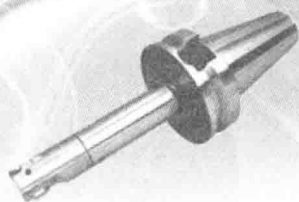
《中国制造 2025》指出，制造业是国民经济的主体，是立国之本，兴国之器、强国之基。自 18 世纪中叶开启工业文明以来，世界强国的兴衰史和中华民族的奋斗史一再证明，没有强大的制造业，就没有国家和民族的强盛。我国经济发展进入新常态，制造业发展面临新挑战。依靠资源要素投入、规模扩张的粗放发展模式已不能适应，调整结构、转型升级、提质增效刻不容缓。

现代制造业的主要加工方法是切削加工，刀具与量仪作为装备制造业的重要组成部分以及切削加工中的重要工艺装备，一定程度上决定着制造业中零件的加工效率、精度、质量和成本。随着新型刀具和量仪、新材料、新工艺的迅猛发展，以及新知识、新设计方法的广泛应用，在机械制造领域我国现代切削刀具和量仪的功能及技术水平都有了长足进步，建设一支素质优良、结构合理的应用型和技术技能型人才队伍的要求也越来越高。

培养适应现代制造业的应用型人才和技术技能型人才，关键是要有一批理论基础扎实、实践和教学经验丰富并具有创新精神的师资队伍，以及贯彻最新国家标准、涵盖最新应用技术和典型加工案例的新颖教材。天津职业技术师范大学是我国最早建立的以培养职业教育师资为主要任务的高等院校，办学特色鲜明，在“一体化”职教师资培养和应用型、技能型教材开发方面具有丰富业绩。而作为国内量仪制造的代表性企业，哈尔滨量具刀具集团有限责任公司在新技术的研发与应用、生产等方面形成了显著的优势和特色。多年来，两家单位围绕先进制造中先进刀具和量仪的发展与应用技术密切合作，共建了教学实践基地，联合开发了量具示教仪和数控刀具教学展示柜，并与哈尔滨理工大学等学校共同编写出了《现代切削刀具与量仪应用技术》教材。该教材紧密结合现代制造业的最新发展，注重理论与实践、创新与实践的密切融合，内容丰富，新颖实用，是普通高等工科院校和职业院校制造类专业学生的好教材和重要参考书。

中国工程院院士

郭东明



前言

20 世纪 80 年代以来,我国的制造业得到了迅猛发展,中国制造的商品也遍及全球。2015 年 5 月,李克强总理做出推动职业教育发展实现新跨越、培养形成高素质的劳动大军、提高中国制造和服务水平的指示。机械制造业是中国制造业的重要组成部分,从事机械制造业的人员都必须掌握相应的专业知识和操作技能。为了培养高素质、高水平的机械加工人员,推动校企联合培养人才事业不断创新,针对目前国内相关高校和职业技术学院在教学、培训过程中,缺乏理论知识与生产实践相结合的现代切削刀具与工量仪的教材的现状,特编写了本书。

本书主要内容为切削加工基础理论、刀具材料、刀具涂层、现代数控刀具、工具系统和量具量仪的介绍。

切削加工基础理论是机械制造专业人员必须掌握的内容,它对切削工艺技术的理解和创新有很大裨益。因此本书在第 1 章就系统介绍了切削加工过程涉及的基本概念、基本理论以及切削参数的合理选择和工件材料的切削加工性,使读者从整体上对切削工艺系统有所了解,并为后续深入学习做好准备。

随着科技的发展,新型被加工材料层出不穷,因此需要多种多样与之相适应的刀具材料,以保证切削过程的顺利进行。本书对刀具材料应具备的性能、刀具材料的种类以及刀具材料的选用进行了详细介绍。

刀具涂层不仅可以大幅提高刀具寿命、降低产品生产成本,而且对刀具的切削性能有很大提高,是刀具发展的必然方向。因此本书对刀具涂层单独设置一章,分别对刀具的涂层技术、涂层制备技术以及常用刀具涂层和新型刀具涂层都进行了详细的介绍。

现代数控刀具种类繁多,本书通过对数控刀具进行分类来逐类阐述其结构、类型、应用和注意事项。编写时力求对数控刀具进行有条理的、细致的分类,使读者一目了然,便于记忆,同时也详细阐述了刀具的基本参数及其对切削性能的影响,对广大读者在实践中进行刀具的选用提供帮助。希望读者注意本书中数控刀具在使用过程中的注意事项,最大限度地避免生产实习中出现安全问题。

数控机床已经成为先进制造装备的主体,数控工具系统是其重要组成部分,也是工程技术人员必须掌握的内容。本书专门设置一章对数控工具系统、刀具装夹结构和连接方法进行



详细的介绍。

机械加工离不开测量，本书对机械加工过程中经常使用到的测量工具及其数显产品以及三坐标测量机的结构和使用方法做了详细的介绍，并简要介绍了寻边器、表面粗糙度测量仪和刀具检测仪，希望对读者能够提供帮助。

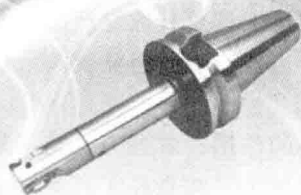
实践证明，刀具与量具在机械制造生产活动中起着至关重要的作用，掌握刀具与量具的相关知识对以后的生产实习有很大的帮助。值得注意的是，机械加工在高校工科教育中是一个实践性非常强的教学环节，读者可将本书与量具示教仪和数控刀具教学展示柜结合使用，以避免现在教学过程中理论多、实践少的弊端，有助于读者对先进刀具认知能力的提高。

本书由天津职业技术师范大学李占杰、哈尔滨理工大学王志刚担任主编，李国和、满佳担任副主编，参加编写的人员还包括刘苹、何永利、王铁钢、罗陆锋、贾长明、张恩凤、宋琦琪、张天微、王海波。本书由魏华亮任主审。本书在编写过程中得到了相关行业组织和专家的大力支持，天津职业技术师范大学和哈尔滨量具刃具集团有限责任公司都积极组织并推荐专家参与本书的编写工作。在此，向对本书编写工作给予支持的专家和协作人员表示衷心的感谢！

本书部分图中附有相关的视频动画资源，手机扫描图中的二维码，即可观看（建议在WiFi环境下）。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者和同仁不吝指正。

编 者



目录

序

前言

第 1 章 切削加工基础理论 1

1.1 切削加工基本概念 1

1.2 金属切削过程的基本理论 15

1.3 切削参数的合理选择 46

1.4 工件材料的切削加工性 54

习题与思考题 58

第 2 章 刀具材料 59

2.1 刀具材料应具备的性能 59

2.2 刀具材料的种类 60

2.3 刀具材料的选用 68

习题与思考题 70

第 3 章 刀具涂层 72

3.1 刀具涂层概述 72

3.2 刀具材料和涂层与加工时间 72

3.3 气相沉积技术 73

3.4 刀具涂层材料的分类及应用 74

3.5 刀具涂层发展进程 76

3.6 常用刀具涂层 78

3.7 新型刀具涂层 79

3.8 先进的涂层制备技术 81

习题与思考题 81

第 4 章 数控刀具概论 82

4.1 数控刀具特点 82

4.2 数控刀具的可靠性 83

4.3 数控刀具寿命及尺寸自动补偿 85

4.4 数控刀具状态的在线监测 87

4.5 数控刀具管理系统 90

习题与思考题 92

第 5 章 车刀基础及数控车刀 93

5.1 车刀概述 93

5.2 外圆车刀 98

5.3 端面车刀 103

5.4 内圆车刀 104

5.5 切断车刀 106

5.6 螺纹车刀 110

5.7 模块式车刀 112

5.8 PSK (Capto) 车刀 114

习题与思考题 116

第 6 章 铣刀基础及数控铣刀 117

6.1 铣刀的种类与用途 117

6.2 铣刀的几何参数 121

6.3 铣削用量和切削层参数 123

6.4 铣削方式 125

6.5 常用尖齿铣刀的结构参数与特点 127

6.6 硬质合金可转位面铣刀 129

习题与思考题 130

第 7 章 孔加工刀具 131

7.1 钻头 131

7.2 中心钻 142

7.3 镗刀 143

7.4 铰刀 146

7.5 丝锥 149

习题与思考题 151

第 8 章 其他加工刀具 152

8.1 切齿刀具	152	习题与思考题	193
8.2 刨刀	158	第 10 章 工量具及量仪	194
8.3 砂轮	160	10.1 工量具及量仪概述	194
习题与思考题	165	10.2 常规工量具	195
第 9 章 数控工具系统及刀具装夹	166	10.3 刀调仪	198
9.1 数控工具系统概述	166	10.4 三坐标测量机	202
9.2 典型的数控工具系统	168	习题与思考题	206
9.3 刀具装夹的典型结构及其连接方法	187	参考文献	207

第 1 章

切削加工基础理论

1.1 切削加工基本概念

1.1.1 切削运动和切削用量三要素

零件的形状是由各种表面组成的，表面成形原理是切削加工方法设计的基础。

1. 被加工工件的表面形状

图 1-1 所示为机械零件上常用的各种典型表面。可以看出，零件表面是由若干种基本表面组成的，如图 1-2 所示，这些基本表面是：平面、直线成形表面、圆柱面、圆锥面、球面、圆环面、螺旋面等。

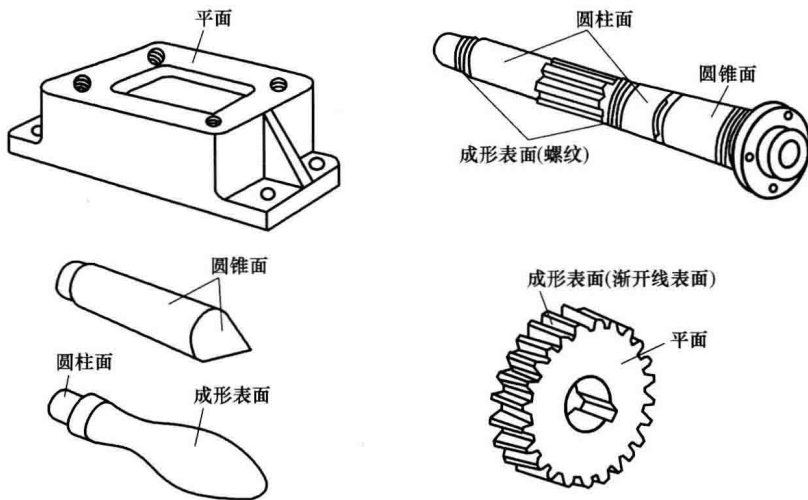


图 1-1 机械零件上常用的各种典型表面

2. 工件表面的形成方法

一般的基本表面都可以看作是一条母线沿着一条导线运动形成的，母线和导线统称为形

成表面的发生线。

为了得到平面（图 1-2a），可以使直线 1（母线）沿着直线 2（导线）移动。直线 1 和 2 就是形成平面的两条发生线。为得到直线成形表面（图 1-2b），需使直线 1（母线）沿着曲线 2（导线）移动。直线 1 和曲线 2 就是形成直线成形表面的两条发生线。同样，为形成圆柱面（图 1-2c），需使直线 1（母线）沿圆 2（导线）运动，直线 1 和圆 2 就是形成圆柱面的两条发生线，等等。

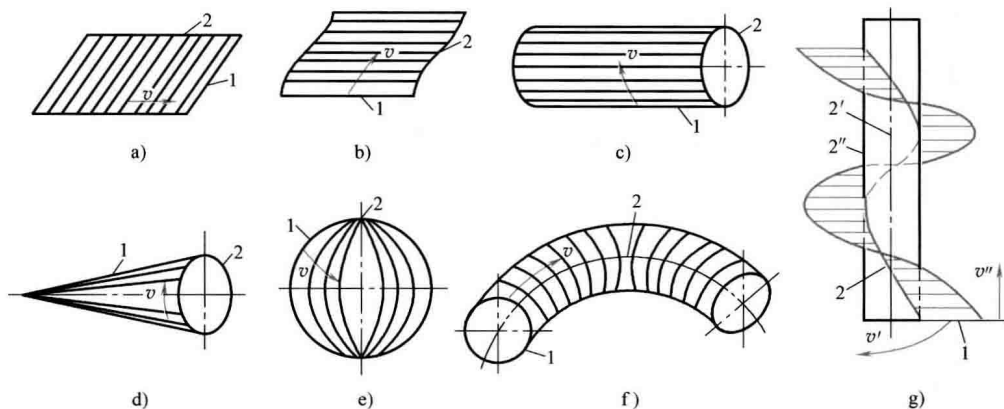


图 1-2 组成工件轮廓的几种基本表面

a) 平面 b) 成形面 c) 圆柱面 d) 圆锥面 e) 球面 f) 圆环面 g) 螺旋面

有些表面的两条发生线相同，但因母线的原始位置不同，也可形成不同的表面。如图 1-3 中，母线皆为直线 1，导线皆为圆 2，轴心线皆为 OO ，所需要的运动也相同。但由于母线相对于旋转轴线 OO 的原始位置不同，所产生的表面也就不同，如圆柱面、圆锥面或双曲面等。

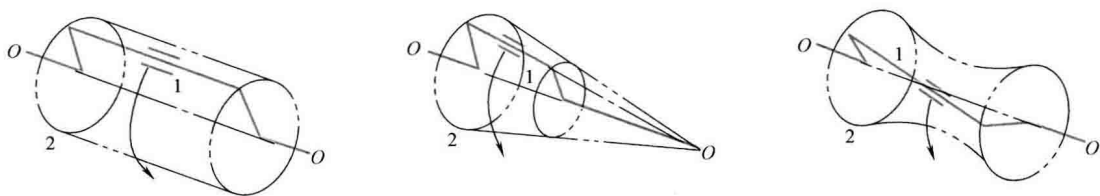


图 1-3 母线原始位置变化时形成的表面

3. 加工表面发生线的形成方法及所需的运动

加工表面发生线是由刀具的切削刃与工件间的相对运动得到的。由于使用的刀具切削刃形状和采取的加工方法不同，形成发生线的方法可归纳为以下四种：

(1) 轨迹法 如图 1-4a 所示，切削刃为切削点 1，它按一定规律做轨迹运动，从而形成所需要的发生线 2。

(2) 成形法 如图 1-4b 所示，它是利用成形刀具对工件进行加工的方法，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，用成形法来形成发生线不需要专门的成形运动。

(3) 相切法 如图 1-4c 所示, 刀具旋转, 刀具的旋转中心按一定规律运动, 刀具上切削刃 1 的运动轨迹与工件表面相切, 从而形成了发生线 2。用相切法形成发生线需要两个成形运动, 一个是刀具的旋转运动, 另一个是刀具中心按一定规律的运动。

(4) 展成法 如图 1-4d 所示, 它是利用工件和刀具做展成切削运动的加工方法。刀具切削刃为切削线 1, 它与需要形成的发生线 2 的形状不吻合。切削线 1 与发生线 2 彼此做无滑动的纯滚动, 发生线 2 就是切削线 1 在切削过程中连续位置的包络线。

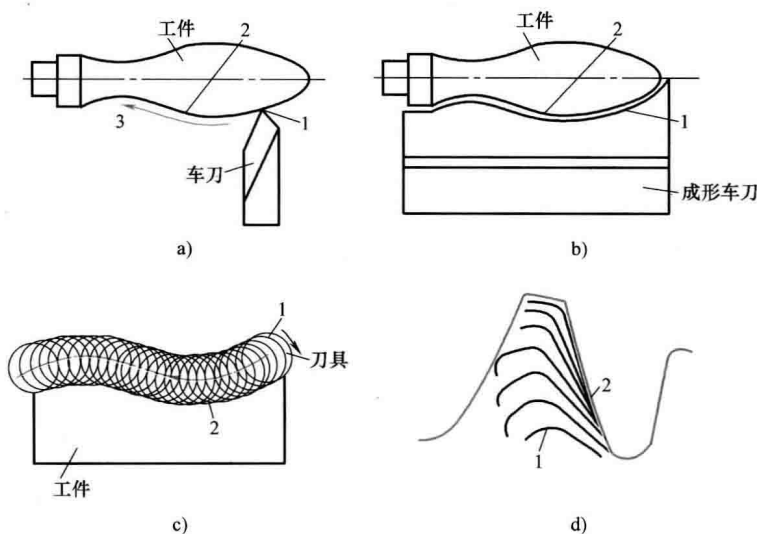


图 1-4 形成发生线的四种方法

4. 表面成形运动分析

为了获得所需的工件表面形状, 必须使刀具和工件按上述四种方法完成一定的运动, 这种运动称为表面成形运动。

表面成形运动是保证得到工件要求的表面形状的运动。例如, 图 1-5 是用车刀车削外圆柱面, 形成母线和导线的方法都属于轨迹法。工件的旋转运动 B_1 产生母线 (圆); 刀具的纵向直线运动 A_2 产生导线 (直线)。运动 B_1 和 A_2 就是两个表面成形运动。又如刨削, 滑枕带着刨刀 (牛头刨床和插床) 或工作台带着工件 (龙门刨床) 做往复直线运动, 产生母线; 工作台带着工件 (牛头刨床和插床) 或刀架带着刀具 (龙门刨床) 做间歇性直线进给运动, 产生导线。

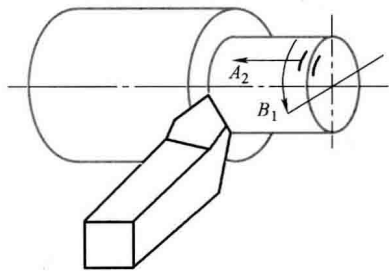


图 1-5 车削外圆柱表面时的成形运动

以上所说的成形运动都是旋转运动或直线运动。这两种运动最简单, 也最容易得到, 因而都称为简单成形运动。在机床上, 它以主轴的旋转, 刀架或工作台的直线运动的形式出现。一般用符号 A 表示直线运动, 用符号 B 表示旋转运动。

有些成形运动是由简单运动复合形成的。图 1-6a 所示为用螺纹车刀车削螺纹时的运动。螺纹车刀是成形刀具, 其形状相当于螺纹沟槽的轴剖面形状。因此, 形成螺旋面只需一个运

动,即车刀相对于工件做螺旋运动。在机床上,最容易得到并最容易保证精度的是旋转运动(如主轴的旋转)和直线运动(如刀架的移动)。因此,把这个螺旋运动分解成等速旋转运动和等速直线运动,在图 1-6b 中,以 B_{11} 和 A_{12} 代表,这样的运动称为复合成形运动。为了得到一定导程的螺旋线,运动的两个部分 B_{11} 和 A_{12} 必须严格保持相对关系,即工件每转 1 转,刀具的移动量为 1 个导程。图 1-7 为用齿条刀加工齿轮,产生渐开线靠展成法,需要一个复合的展成运动。这个复合运动可分解为工件的旋转 B_{11} 和刀具的直线运动 A_{12} , B_{11} 和 A_{12} 是一个运动(展成运动)的两个部分,必须保持严格的相对运动关系,即工件每转过 1 个齿,齿条刀应移动 1 个齿距 πm (m 为模数)。

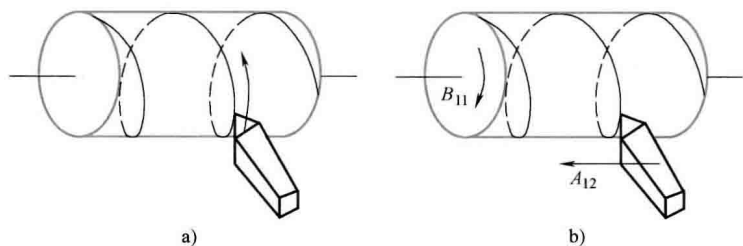
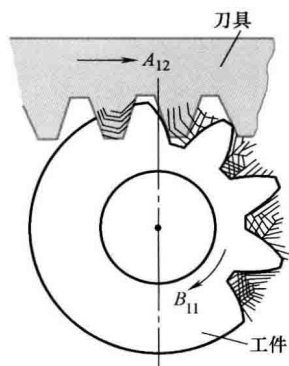


图 1-6 车削螺纹时的运动

图 1-7 齿条刀加工
齿轮时的运动

有些零件的表面形状很复杂,如螺旋桨的表面,为了加工它需要十分复杂的表面成形运动。这种成形运动要分解为更多个部分,这只能在多轴联动的数控机床上实现。运动的每个部分,就是数控机床上的一个坐标轴。

由复合成形运动分解成的各个部分,虽然都是直线或旋转运动,与简单运动相像,但本质是不同的。复合运动的各个部分必须保持严格的相对运动关系,是相互依存,而不是独立的。简单运动之间是相互独立的,没有严格的相对运动关系。

母线和导线是形成零件表面的两条发生线。因此,形成表面所需要的成形运动,就是形成其母线及导线所需要的成形运动的总和。为了加工出所需要的零件表面,机床就必须具备这些成形运动。

例 1-1 用普通车刀车削外圆(图 1-5)。

母线——圆,由轨迹法形成,需要一个成形运动 B_1 。

导线——直线,由轨迹法形成,需要一个成形运动 A_2 。

表面成形运动的总数为两个,即 B_1 和 A_2 ,都是简单的成形运动。

例 1-2 用成形车刀车削成形回转表面(图 1-8a)。

母线——曲线切削刃,由成形法形成,不需要成形运动。

导线——圆,由轨迹法形成,需要一个成形运动 B_1 。

表面成形运动的总数为一个,即 B_1 ,是简单的成形运动。

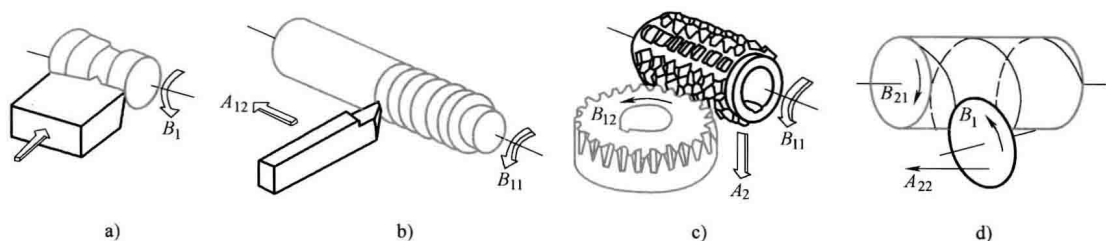


图 1-8 形成所需表面的成形运动

例 1-3 用螺纹车刀车削螺纹 (图 1-8b)。

母线——车刀的切削刃形状与螺纹轴向剖面轮廓的形状一致, 故母线由成形法形成, 不需要成形运动。

导线——螺旋线, 由轨迹法形成, 需要一个成形运动。这是一个复合运动, 把它分解为工件旋转 B_{11} 和刀具直线移动 A_{12} , B_{11} 和 A_{12} 之间必须保持严格的相对运动关系。

表面成形运动的总数为一个, 即 $B_{11}A_{12}$, 是复合的成形运动。

例 1-4 用齿轮滚刀加工直齿圆柱齿轮齿面 (图 1-8c)。

母线——渐开线, 由展成法形成, 需要一个成形运动, 是复合运动, 可分解为滚刀旋转 B_{11} 和工件旋转 B_{12} 两个部分, B_{11} 和 B_{12} 之间必须保持严格的相对运动关系。

导线——直线, 由相切法形成, 需要两个独立的成形运动, 即滚刀的旋转运动和滚刀沿工件的轴向移动 A_2 。其中滚刀的旋转运动与复合展成运动的一部分 B_{11} 重合。因此, 形成表面所需的成形运动的总数只有两个: 一个是复合的成形运动 $B_{11}B_{12}$; 另一个是简单的成形运动 A_2 。

例 1-5 用螺旋槽铣刀 (或砂轮) 铣削 (或磨削) 加工螺杆 (图 1-8d)。

母线——一条空间曲线, 由铣刀刀齿回转面 (或砂轮回转面) 与螺旋槽面相切线形成, 需要两个独立的成形运动, 即铣刀盘 (或砂轮) 的旋转运动 B_1 和铣刀 (或砂轮) 轴线沿螺杆轴线的螺旋复合运动 $B_{21}A_{22}$ 。

导线——螺旋线, 由螺旋复合运动 $B_{21}A_{22}$ 形成, 与母线形成运动的一部分重合。

5. 主运动、进给运动和合成切削运动

各种切削加工中的成形运动, 按照它们在切削过程中所起的作用, 可以分为主运动和进给运动两种, 而这两种运动的向量和称为合成切削运动。所有切削运动的速度及方向都是相对于工件定义的。

(1) **主运动** 主运动是刀具与工件之间的主要相对运动, 它使刀具的切削部分切入工件材料, 使被切金属层转变为切屑, 从而形成工件新表面。

在车削时, 工件的回转运动是主运动; 在钻削、铣削和磨削时, 刀具或砂轮的回转运动是主运动; 在刨削时, 刀具或工作台的往复直线运动是主运动。主运动可能是简单的成形运动, 也可能是复合的成形运动。上面所述各种切削中的主运动都是简单运动。图 1-8b 所示的车削螺纹, 主运动就是复合运动 $B_{11}A_{12}$ 。

在表面成形运动中,必须有而且只能有一个主运动。一般地,主运动消耗的功率比较大,速度也比较高。

由于切削刃上各点的运动情况不一定相同,所以在研究问题时,应选取切削刃上某一个合适的点作为研究对象,该点称为切削刃上选定点。

1) 主运动方向(图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的瞬时主运动方向。

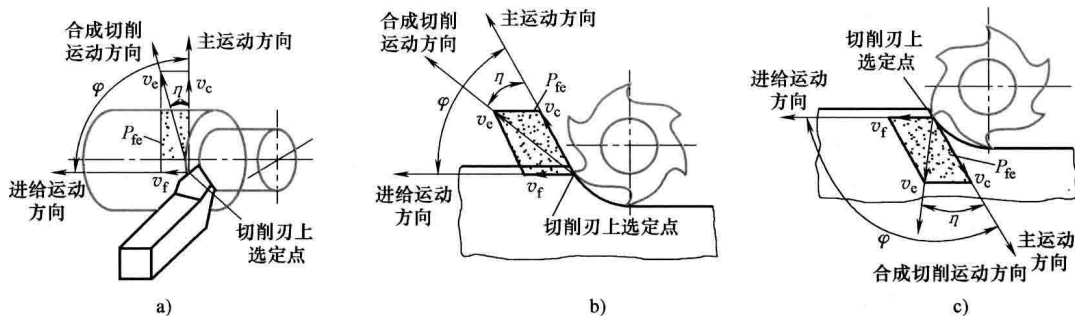


图 1-9 切削运动和切削速度

2) 切削速度 v_c (图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度。

(2) 进给运动 进给运动配合主运动,使切削加工持续不断地进行,形成具有所需几何形状的已加工表面。进给运动可能是连续的(如在车床上车削圆柱表面时,刀架带车刀的连续纵向运动),也可能是间歇的(如在牛头刨床上加工平面时,刨刀每往复一次,工作台带工件横向间歇移动一次)。进给运动可以是简单运动,也可以是复合运动。上述两个例子的进给运动都是简单运动。用螺旋槽铣刀铣削螺纹(图 1-8d)时,铣刀相对于工件的螺旋复合运动 $B_{21}A_{22}$ 是进给运动,这时的主运动是铣刀的旋转运动 B_1 ,是一个简单运动。

1) 进给运动方向(图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的瞬时进给运动的方向,与主运动方向的夹角为 φ 。

2) 进给速度 v_f (图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度。

(3) 合成切削运动 合成切削运动是由同时进行的主运动和进给运动合成的运动。

1) 合成切削运动方向(图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的瞬时合成切削运动的方向。

2) 合成切削速度 v_e (图 1-9)。切削刃上选定点相对于工件的合成切削运动的瞬时速度。

3) 合成切削速度角 η (图 1-9)。主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角。它在工作进给剖面 P_{fe} 内度量。

在车削中(图 1-9a), $\varphi = 90^\circ$, $v_e = v_c / \cos \eta$ 。在大多数实际加工中 η 值很小,所以可认为 $v_e = v_c$ 。

6. 切削过程中工件上的加工表面

车削加工是一种最典型的切削加工方法。如图 1-10 所示,普通外圆车削加工在主运动和进给运动的共同作用下,工件表面的一层金属连续地被车刀切下来并转变为切屑,从而加工出所需要的工件新表面。在新表面的形成过程中,工件上有三个不断变化着的表面:待加工表面、过渡表面和已加工表面,它们的含义是:

(1) 待加工表面 指加工时有待被切除的表面。

(2) 已加工表面 指已被切去多余金属而形成的工件表面。

(3) 过渡表面 指加工时由主切削刃正在切削的那个表面，它是待加工表面和已加工表面之间的表面。

在切削过程中，切削刃相对于工件的运动轨迹面，就是工件上的过渡表面和已加工表面。显然，这里有两个要素：一是切削刃；二是切削运动。不同形状的切削刃与不同的切削运动组合，即可形成各种工件表面，如图 1-11 所示。

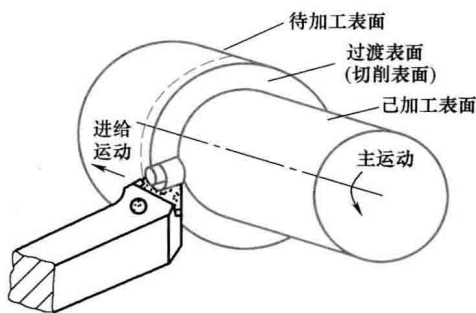


图 1-10 切削过程中的加工表面

7. 切削用量三要素

切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 称为切削用量三要素。

(1) 切削速度 v_c 主运动为回转运动时，切削速度 (m/s 或 m/min) 的计算公式为

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

式中， d 为工件或刀具上某一点的回转直径 (mm)； n 为工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min)。

在生产中，磨削速度的单位习惯上用 m/s，其他加工的切削速度单位用 m/min。

由于切削刃上各点的回转半径不同（刀具的回转运动为主运动），或切削刃上各点对应的工件直径不同（工件的回转运动为主运动），因而切削速度也就不同。考虑到切削速度对刀具磨损和已加工表面质量有影响，在计算切削速度时，应取最大值。如外圆车削时用 d_w 代入公式计算待加工表面上的切削速度，内孔车削时用 d_m 代入公式计算已加工表面上的切削速度，钻削时计算钻头外径处的速度，其中 d_w 和 d_m 如图 1-11 所示。

(2) 进给量 进给速度 v_f 是单位时间内的进给位移量，单位是 mm/s（或 mm/min），进给量 f 是工件或刀具每回转 1 周时两者沿进给方向的相对位移，单位是 mm/r。

对于刨削、插削等主运动为往复直线运动的加工，虽然可以不规定间歇进给速度，但是要规定间歇进给的进给量，单位为 mm/双行程。对于铣刀、铰刀、拉刀、齿轮滚刀等多刃刀具（齿数用 z 表示），还应规定每齿进给量 f_z ，单位是 mm/齿。

进给速度 v_f 、进给量 f 和每齿进给量 f_z 有如下关系

$$v_f = f n = f_z z n \quad (1-2)$$

(3) 背吃刀量 a_p 对于图 1-11 所示的车削和刨削来说，背吃刀量 a_p 为工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离，单位为 mm。

外圆车削时背吃刀量可用下式计算

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-3)$$

对于钻削

$$a_p = \frac{d_m}{2} \quad (1-4)$$

上两式中， d_m 为已加工表面直径 (mm)； d_w 为待加工表面直径 (mm)。

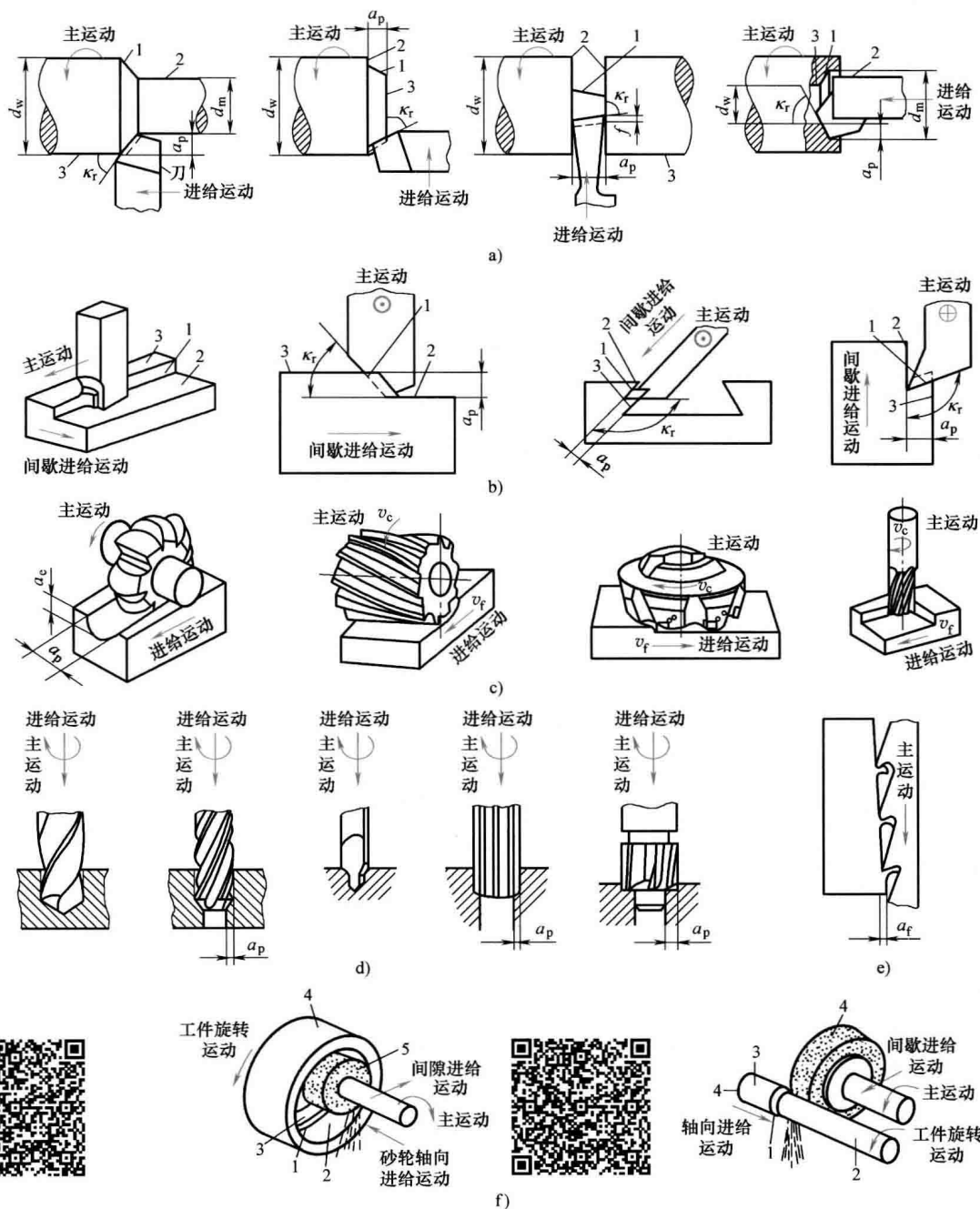


图 1-11 各种切削加工的切削运动和加工表面

1—过渡表面 2—已加工表面 3—待加工表面 4—工件 5—砂轮

1.1.2 刀具切削部分的几何形状及角度

1. 刀具的组成

如图 1-12 所示,车刀由刀头、刀柄两部分组成。刀头用于切削,刀柄用于装夹。

刀具切削部分由刀面、切削刃构成。刀面用字母 A 与下标组成的符号标记, 切削刃用字母 S 标记。副切削刃及其相关的刀面在标记时用右上角加一撇以示区别 (图 1-13)。

(1) 刀面

1) 前面 (前刀面) A_γ 。刀具上切屑流过的表面。
2) 后面 (后刀面) A_α 。与工件上切削中产生的表面相对的表面。

3) 副后面 (副后刀面) A'_α 。与前面相交形成副切削刃的表面。

前面与后面之间所包含的刀具实体部分称为刀楔。

(2) 切削刃

1) 主切削刃 S 。前、后面汇交的边缘。

2) 副切削刃 S' 。除主切削刃以外的切削刃。

(3) 刀尖 主、副切削刃汇交的一小段切削刃称为刀尖。

由于切削刃不可能刃磨得很锋利, 总有一些刃口圆弧, 如刀楔的放大部分, 如图 1-13a 所示。刃口的锋利程度用切削刃钝圆半径 r_n 表示, 一般工具钢刀具 r_n 为 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$, 硬质合金刀具 r_n 为 $0.02 \sim 0.04\text{mm}$ 。

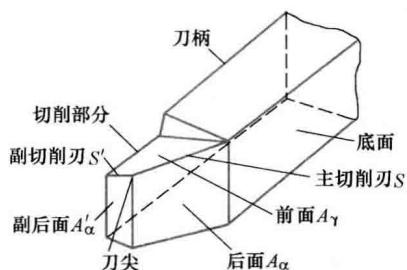


图 1-12 车刀切削部分的结构要素

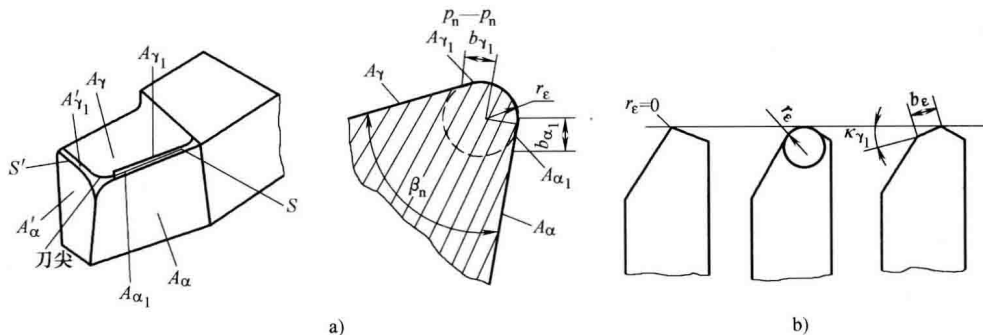


图 1-13 刀具切削部分的结构

为了提高刃口强度以满足不同的加工要求, 在前、后面上均可磨出倒棱 $A_{\alpha 1}$ 的倒棱宽 b_γ 。

为了改善刀尖的切削性能, 常将刀尖做成修圆刀尖或倒角刀尖, 如图 1-13b 所示。其参数有:

- 1) 刀尖圆弧半径 r_ϵ 。它是在基面上测量的修圆刀尖的公称半径。
- 2) 倒角刀尖长度 b_ϵ 。
- 3) 刀尖倒角偏角 κ_{r1} 。

不同类型的刀具, 其刀面、切削刃数量不同, 但组成刀具的最基本单元是两个刀面汇交形成的一个切削刃, 简称两面一刀。任何复杂的刀具都可将其分为一个个的基本单元进行分析。