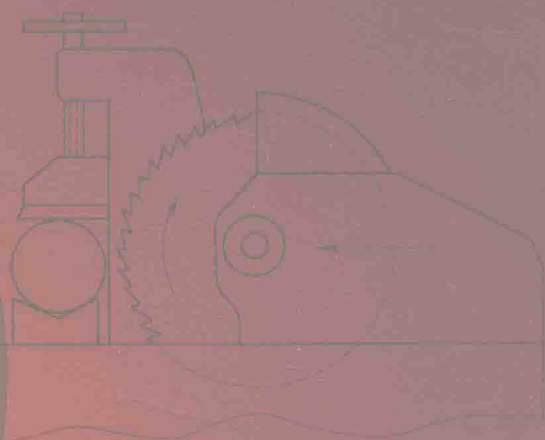


JINSHU QIEXIAO DAOJU
YU JICHUANG

金属切削刀具 与机床

朱派龙 编著

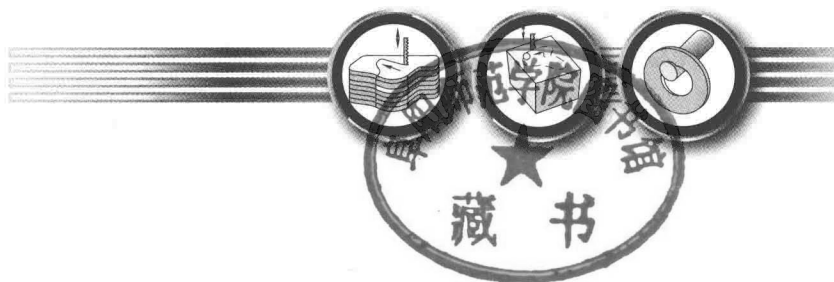


化学工业出版社

JINSHU QIEXIAO DAOJU
YU JICHUANG

金属切削刀具 与机床

朱派龙 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属切削刀具与机床/朱派龙编著. —北京: 化学工业出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-122-27389-5

I. ①金… II. ①朱… III. ①刀具 (金属切削) ②金属切削-机床 IV. ①TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 140062 号

责任编辑: 贾 娜

文字编辑: 项 激

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 320 千字 2016 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

常言道：“工欲善其事，必先利其器”，这在机械加工工艺系统里主要意味着要选择合理的刀具及机床。刀具和机床是机械加工工艺系统四大组成子系统两个重要部分，而且机床又有着“工作母机”之称。

改革开放以来，机械制造业发展迅猛，新技术、新工艺、新设备日新月异、层出不穷，特别是数控技术的广泛应用为传统的机械制造业注入新的活力并带来生机。为了适应新形势下的教学和知识积累需要，特编著出版《金属切削刀具与机床》一书，其特色主要体现在如下几个方面。

(1) 系统性 切削加工与磨削加工并重，磨削加工中砂轮磨削与砂带磨削并重，传统磨料与超硬磨料并重，传统机床与现代机床并重。

(2) 新颖性 形式上，所有插图创新地采用了中英文同步标注；内容上，注入诸多新理论、新知识、新技术，如涂层刀具材料及标识、脆性材料的磨削去除机理、无心式超精加工、轮式超精加工、无心磨削外圆锥面、新型金字塔砂带 (Trizact)、弹性 (软) 砂轮、多轴箱体可换组合机床、并联机床、直线电动机、电主轴等。对于砂轮修整提出全新的分类和解释，即分为宏观修形、微观修锐和刷新。

(3) 逻辑性 章节布局、循序渐进、由浅入深。叙述方式深入浅出，如对展成 (包络) 法形成加工表面的解释 [图 1.6 (i)]，十分便于理解。

(4) 实用性 应用为主、理论为辅，基本原理和理论作简明介绍，各种刀具和机床的应用场合则图文并茂、一目了然地着重介绍。全书还穿插诸多实用案例，如常用的手动工具、手持磨抛、车床变成磨床，大型筒体内表面磨抛加工、套料钻加工、复合刀具加工、内喷麻花钻等。

基于上述四大特色，本书不仅可以作为各类大中专院校教材使用，它更是广大一线工程技术人员拓展视野、开拓思路、学新创新的抛砖引玉之利器。

本书由朱派龙编著。尽管笔者有着丰富的企业一线技术工作和高校教学经验，但是由于个人所见可能偏颇，认识局限在所难免，衷心希望读者能够反馈有益信息以求本书日臻完善。

编著者



目录

CONTENTS

绪论	
第一章 金属切削加工基础	
第一节 金属切削加工及工艺系统	2
第二节 工件表面及其形成原理	3
第三节 切削运动及切削方式	6
第四节 切削用量三要素	7
第五节 切削层参数	8
第二章 刀具结构及材料	
第一节 刀具结构	11
第二节 刀具角度	13
第三节 刀具材料	18
第三章 切削过程	
第一节 切削变形、切屑、断屑、 积屑瘤	29
第二节 切削力、切削功率	35
第三节 切削热、切削温度	37
第四节 刀具磨损、耐用度	39
第五节 合理切削条件的选择	42
第四章 磨削加工	
第一节 磨削原理基本知识	54
第二节 砂轮磨削	61
第三节 砂带磨削	79
第四节 精（光）整加工技术	91
第五章 各类刀具及其应用	
第一节 手动工具	106
第二节 车刀	109
第三节 铣刀	113
第四节 孔加工刀具	118
第五节 往复运动加工刀具	125
第六节 齿轮加工刀具、螺纹刀具	129
第六章 机床与应用	
第一节 机床分类与选用	143
第二节 机床重要功能部件	144
第三节 传统加工机床	152
第四节 现代机床	168
参考文献	

绪论

1. 金属材料制造技术的总体认知

制造技术的工艺方法林林总总，但基本上可以归结为两大类，即成形和加工，如图 0.1 的虚线左右分隔，左边的“成形”大类更多场合用于毛坯的准备；右边的“加工”大类主要用于零件的达到图样要求的最终成品加工，其中的传统加工技术的工艺方法又分为：车、铣、刨、镗、钻、拉等切削去除的切削加工和主要由砂轮磨削、砂带磨削构成的产生磨屑的磨削加工两类。非传统加工工艺方法分为靠热量蚀除和化学能腐蚀的腐蚀加工类和靠机械能（磨料）的磨蚀加工类。

必须指出的是：传统的磨削加工的磨具（砂轮、砂带）的磨料基本上是固定的形式；而非传统加工的磨蚀加工（超声冲击研磨、磨料流挤压珩磨、磨料喷射加工、磨料水射流加工、磁性磨料加工）类使用的磨料基本上是游离的、不固定的形式，因而称为“磨蚀加工”，而非磨削加工。

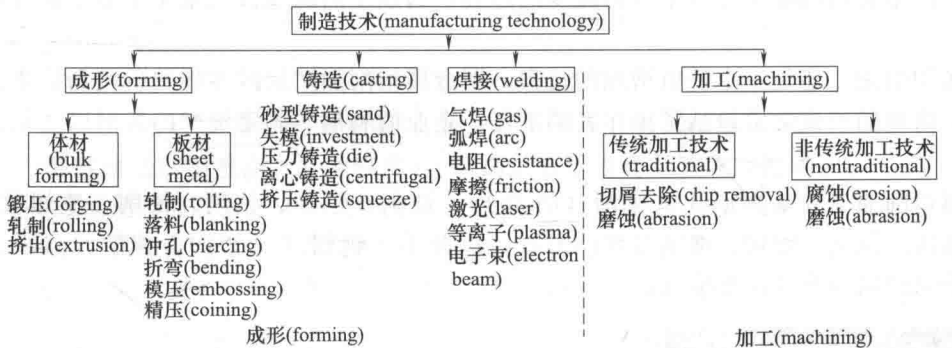


图 0.1 制造技术分类 (classification of manufacturing processes)

2. 简单零件的制造方法

常用的简单零件的制造方法见图 0.2。

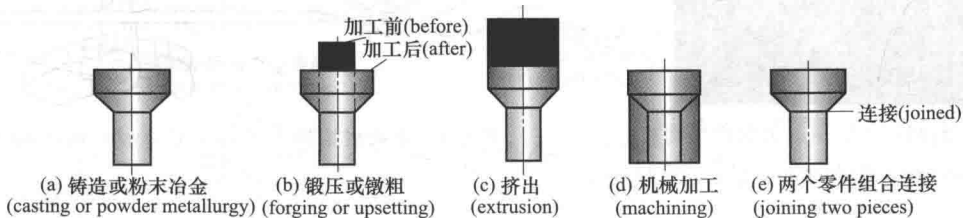


图 0.2 制造简单零件的几种方法 (various methods of making a simple part)

习题

1. 制造技术主要分为哪两条主线？其中哪一条主线以冷加工为主？
2. 常见的简单零件有哪些制造方法？

金属切削加工基础

第一节 金属切削加工及工艺系统

1. 金属切削加工

如图 1.1 所示，金属的切削加工实质就是切屑的形成过程。具体地讲，金属切削加工就是通过切屑的形成和排除改变零件的尺寸、形状、表面间的位置关系，并获得需求的表面质量。

通常的金属切削加工是一个材料减少的过程，即加工后的零件重量小于加工前（毛坯）的重量。

金属切削加工还是一个价值增加的过程，即金属切削加工后的零件的价值和价格都比加工前的高，增加的产值常常包括了操作者的工资、企业的利润、固定资产的折旧以及相关的管理费用等。

金属切削加工的基本形式有车削（图 1.1）、铣削、刨削、钻削、铰削、攻螺纹、镗削、滚齿、插齿、拉削、锯切、磨削等机动形式，以及手工锯切（图 1.2）、锉削、刮研、手动攻螺纹、手动铰削等手动操作形式。



图 1.1 切削加工即通过刀具产生切屑
(machining or chip formation by a tool)

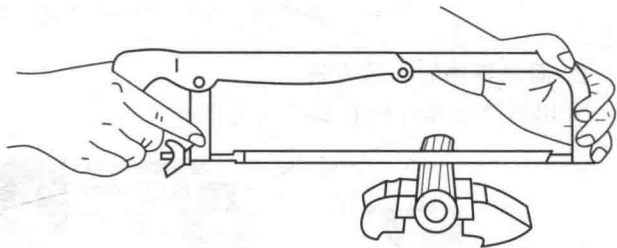


图 1.2 手动锯切加工 (manual sawing operation)

2. 切削加工的工艺系统

金属切削加工中，刀具和工件间必须完成一定的切削运动获得动能，从毛坯上切除多余的金属，从而获得合格零件。而这些运动是靠机床设备来提供的，工件的装夹还需要夹具来保证并保持其正确的安装位置。可见，一个完整的金属切削加工工艺系统常常由四部分构成：工件、刀具、夹具和机床，如图 1.3 所示。工艺系统加上产品设计的图纸或加工程序等软件构成整个加工层面的输入系统。通过工艺过程中的各种加工技术（或工艺方法）及加工工序，完成

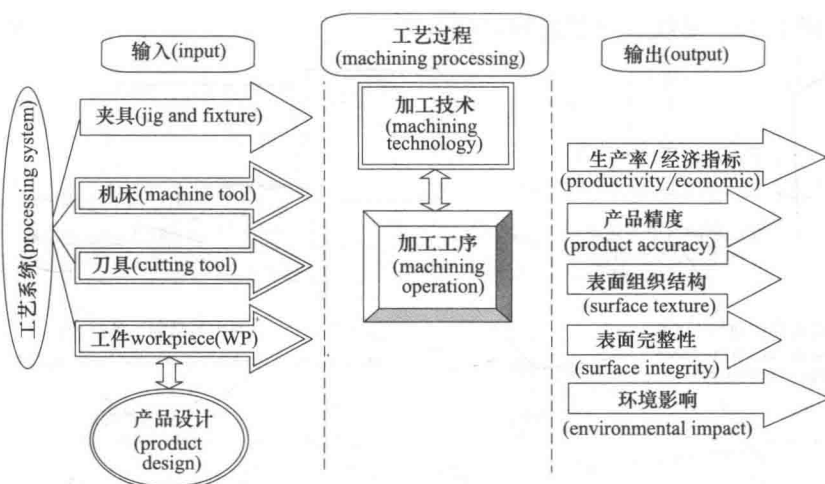


图 1.3 加工技术的各个层面 (general aspects of machining technology)

零件的加工，其输出就是满足加工精度和表面质量的合格零件、产品增值（经济指标）和切屑、废旧切削液及一些蒸发气体。

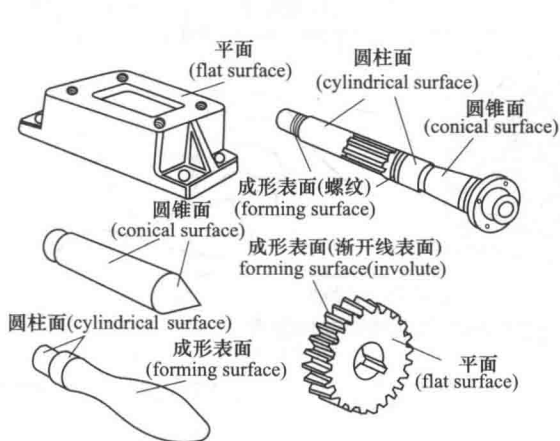
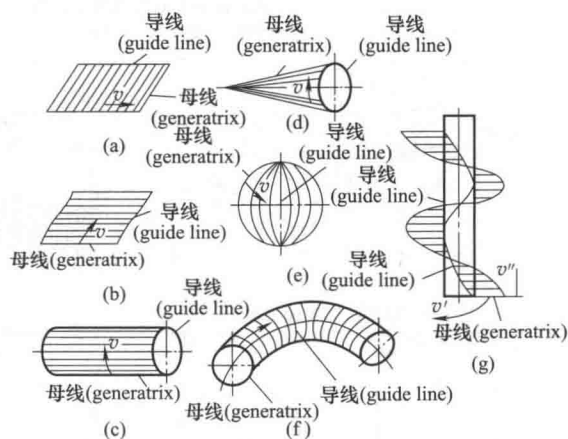
第二节 工件表面及其形成原理

1. 机械零件的表面

毛坯在加工过程中称为工件，工件加工完成后就成为零件。

如图 1.4 所示，零件上常见的表面有平面（整体平面、断续平面）、圆柱面（内圆柱面、外圆柱面）、圆锥面（内圆锥面、外圆锥面）、球面、成形表面及特殊异形表面。

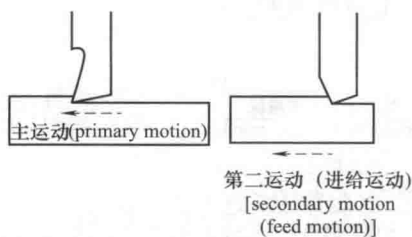
根据零件表面是否需要加工还分为非加工表面和有一定的精度与粗糙度要求的加工面。对于零件来讲，非加工面常常在毛坯制造阶段已经完成，如图 1.4 中箱体件的三角形加强筋及与其直边接触的侧面和底面；加工面相对重要，需要靠金属切削机械加工各种方法和手段来完成。

图 1.4 常用零件上的典型表面
(typical surfaces on common workparts)图 1.5 工件典型表面的成形原理
(surface forming principle for different
typical surfaces on workpiece)

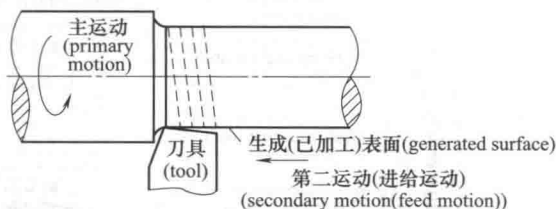
2. 工件表面的形成

工件表面可以看成是一条线沿着另一条线移动或旋转而形成的，这两条线叫母线和导线。

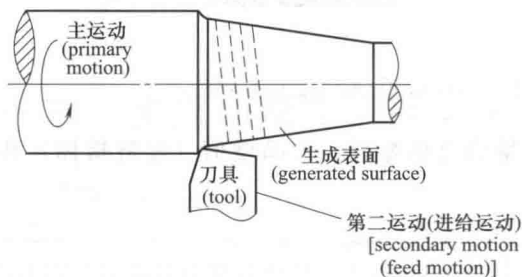
统称发生线（图 1.5）。母线和导线是相对而言的。



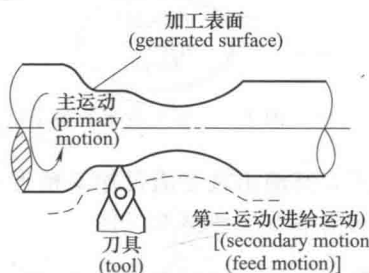
(a) 单刀尖刀具配合线性运动加工平面
(generation of a flat surface with linear motion of a single point tool)



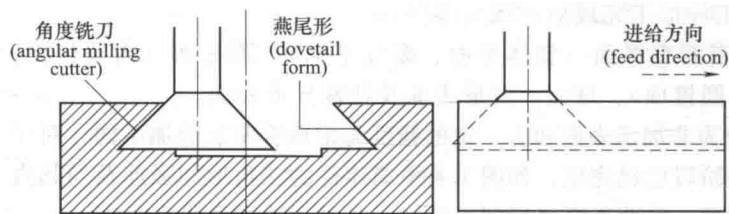
(b) 单刀尖刀具加工外圆表面
(generation of cylindrical surface by a single point tool)



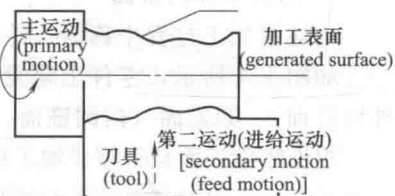
(c) 单刀尖刀具加工外圆锥面
(generation of a conical surface by a single point tool)



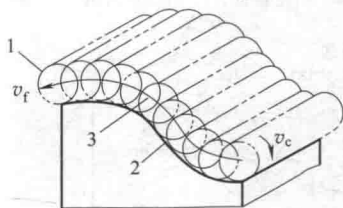
(d) 单刀尖刀具加工外轮廓面
(generation of a contoured surface with a single point tool)



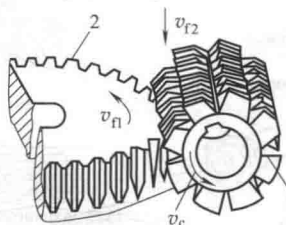
(e) 成形刀具生成成形表面
(generation of form surface by form tool)



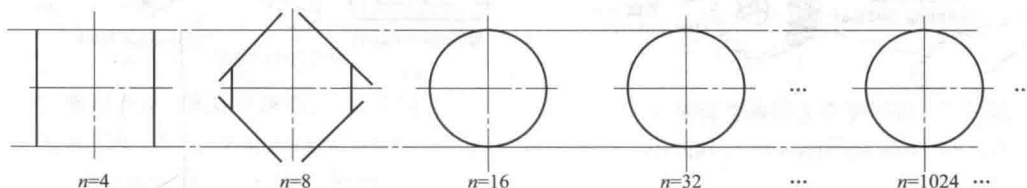
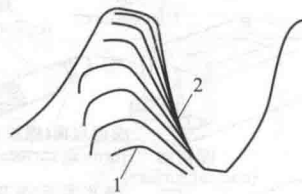
(f) 成形刀具加工成形表面
(forming a surface with a form tool)



(g) 相切法形成加工面
(surface generation by tangent cutting)



(h) 展成(包络)法滚齿
(gear cutting by enveloping method)



(i) 包络法将正方形柱加工圆柱体
(enveloping method to make cylinder from a square bar)

图 1.6 形成发生线的不同方法 (various methods to form generating line)

3. 发生线的形成

如图 1.6 所示，发生线的形成有以下四种方法。

- ① 轨迹法。靠刀尖的运动轨迹来形成所需要表面形状的方法 [图 1.6 (a)~(d)]。
 - ② 成型法。利用成形刀具来形成发生线，对工件进行加工的方法 [图 1.6 (e)、(f)]。
 - ③ 相切法。由圆周刀具上的多个切削点来共同形成所需工件表面形状的方法 [图 1.6 (g)]。
 - ④ 展成（包络）法。利用工件和刀具作展成切削运动来形成工件表面的方法 [图 1.6 (h)、(i)]。包络法靠包络线来形成所需形状的近似发生线，原理上有理论误差的存在，详见图 1.6 (i)。
- 典型表面的成形运动见图 1.7。

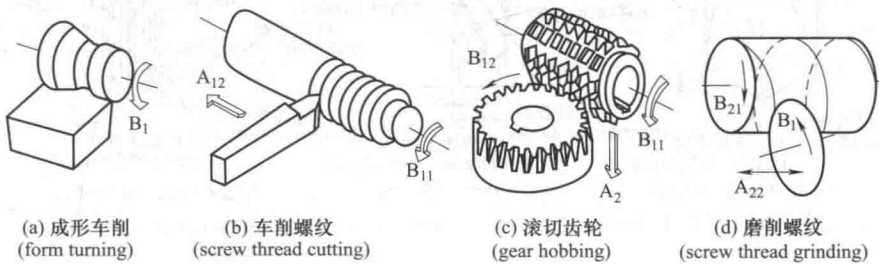


图 1.7 典型表面的成形运动 (generating motion for typical surface)

生产中常用机床的刀具和工件的运动配置见表 1.1。

表 1.1 传统机械加工机床的刀具和工件的运动
(tool and WP motions for machine tools used for traditional machining)

加工工艺(machining process)	刀具和工件运动(tool and WP movement)		备注(remark)
	主运动	进给运动	
切削去除:(chip removal)			
车削(turning)	工件(WP) ↻	刀具(tool) →	工件静止 (WP stationary)
钻削(drilling)	刀具(tool) ↻	刀具(tool) →	
铣削(milling)	刀具(tool) ↻	工件(WP) →	
牛头刨削(shaping)	刀具(tool) →	工件(WP) ↔	
龙门刨削(planing)	工件(WP) →	刀具(tool) ↔	进给运动由刀 具结构实现 (feed motion is built in the tool)
插削(slotting)	刀具(tool) →	工件(WP) ↔	
拉削(broaching)	刀具(tool) →	工件(WP) ●	
	工件(WP) →	刀具(tool) ●	
滚齿(gear hobbing)	刀具(tool) ↻	工件(WP) ↻	工件静止 (WP stationary)
		刀具(tool) →	
磨削去除:(abrasion)	刀具(tool) ↻	工件(WP) →	
平面磨(surface grinding)	刀具(tool) ↻	工件(WP) ↻	
外圆磨削(cylindrical grinding)		刀具或工件(tool or WP) →	
珩磨(honing)	刀具(tool) ↻	●	
	→		
超精加工(superfinishing)	刀具(tool) ↔	工件(WP) ↻	

注：↻，回转 (rotation)；●，静止 (stationary)；→，线性运动 (linear motion)；↔，往复运动 (reciprocation)；↔，间隙性运动 (intermittent)。

4. 工件表面的定义

如图 1.8 所示切削过程中，工件上始终存在着下述三个不断变化的表面。

- ① 待加工表面。工件上将被切除的表面。
- ② 过渡表面。工件上由切削刃正在切削着的表面，位于待加工表面和已加工表面之间，也称作加工表面或切削表面。
- ③ 已加工表面。工件上由刀具切削后产生的新表面。

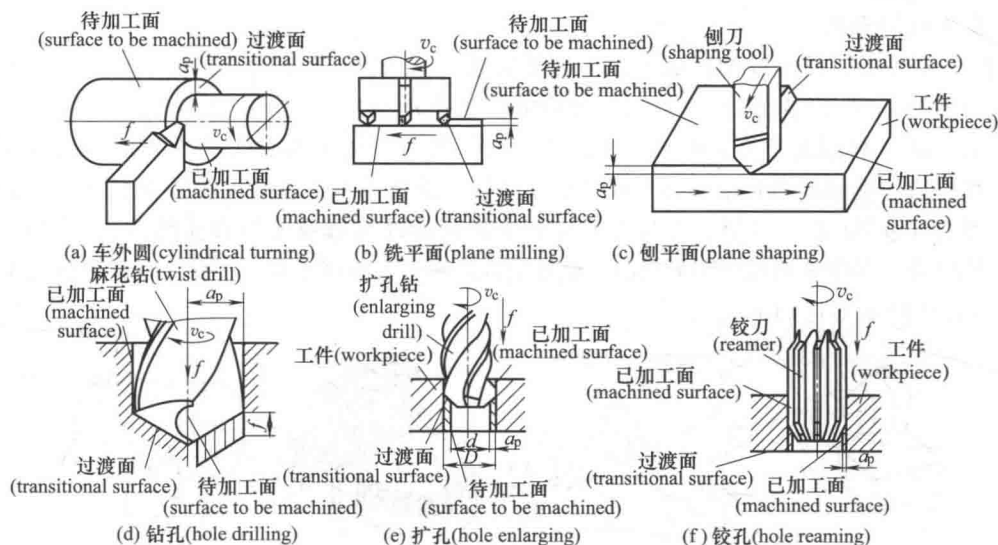


图 1.8 加工工件表面的定义 (definition of surfaces on workpiece in machining)

第三节 切削运动及切削方式

1. 切削运动

切削运动是为了形成工件(内、外)表面所必需的、刀具与工件之间的相对运动。切削运动按其作用不同,分为主运动和进给运动。

(1) 主运动 主运动是指切除多余金属所需要的刀具与工件之间最主要、最基本的相对运动,它提供切削加工的主要能量(动能)。切削过程中,必须有且只有一个主运动,主运动可以是刀具或工件的直线运动[图 1.8 (c) 中刨刀的直线运动 v_c],也可以是旋转运动[图 1.8 (a) 中工件的回转运动;图 1.8 (b) 中端铣刀的回转运动;图 1.8 (d) 中麻花钻的回转运动;图 1.8 (e) 中扩孔刀的回转运动;图 1.8 (f) 中铰刀的回转运动]。

主运动的特点是速度高、消耗功率大,即主轴通常只有一个,是切削加工必不可少的运动,是传统机械加工的显著特征。

刀具切削刃上选取点相对于工件主运动的瞬时速度称为切削速度,用矢量 v_c 表示。

(2) 进给运动 进给运动是指使新的切削层金属不断地投入切削,从而切出整个工件表面的运动,也称为第二运动。进给运动可以是连续运动[图 1.8 (a)、(b)、(d)~(f) 中的进给运动 f],也可以是间断运动[图 1.8 (c)];可以是直线运动,也可以是旋转运动。进给运动速度低,消耗功率小,可以是一个或者多个,切削过程中有时可能不需要单独的进给运动,如拉刀的拉削加工,拉刀的进给是靠齿升量来完成。

切削刃上选取点相对于工件的进给运动的瞬时速度称为进给速度,用矢量 v_f 表示。

无论是主运动还是进给运动,其基本运动形式均是连续的或间歇的直线运动或回转运动,由两者通过不同形式的组合,则可构成多种符合需要的切削运动。

主运动和进给运动可由刀具和工件分别完成(如车削和刨削),也可由刀具单独完成(如钻孔),但很少由工件单独完成。

主运动和进给运动可以同时进行(如车削、钻削),也可以交替(间隙性)进行(如刨平面、插键槽)。

(3) 合成切削运动 在主运动和进给运动同时进行的切削加工中,主运动和进给运动的合

成运动称为合成切削运动。合成切削运动速度

$$v_e = v_c + v_f$$

v_c 和 v_f 所在的平面称为工作平面, 以 P_{fe} 表示。在工作平面内, 同一瞬时主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角称为合成切削速度角, 以 η 表示, 见图 1.9。

(4) 辅助运动 为了完成工艺系统的工作循环并提高自动化水平, 降低劳动强度和提高生产率, 工艺系统除了切削运动外, 还需一些辅助运动, 尽管它不直接参与工件材料切除, 但却是完成零件表面加工全过程必不可少的运动。

例如, 控制切削刃切入深度的吃刀运动或空程运动, 重复走刀前的退刀运动或越程运动, 刨刀、插齿刀等回程时的让刀运动。此外还可能有夹具或工作台的分度转位运动、换刀运动、工件上下料运动以及变速、换向、启停等操控运动。

2. 切削方式

(1) 自由切削和非自由切削

① 自由切削。只有一个切削刃参加切削的情况称为自由切削。宽刃刨刀刨削工件的情况就属于自由切削 [图 1.10 (a)]。自由切削时, 切削刃上各点的切屑流向大致相同, 切屑变形简单。

② 非自由切削。由非直线切削刃或多条直线切削刃同时参加切削的情况称为非自由切削。车外圆、铣键槽等属于非自由切削。非自由切削时, 切削刃上各点切屑流向互相干扰, 切屑变形复杂。

(2) 直角切削和斜角切削

① 正交(直角)切削。是指主切削刃与切削速度方向垂直的切削, 这时主切削刃包含在基面内(刃倾角 0°), 切屑流向与切削刃的法线方向相同, 见图 1.10 (a)。

② 斜角切削。是指主切削刃与切削速度方向不垂直的切削, 这时主切削刃不包含在基面内(刃倾角 0°), 切屑流向偏离切削刃的法线方向, 见图 1.10 (b)。

生产中的切削方式大都属于斜角切削, 因为各种切削性质的刀具, 绝大部分是采用刃倾角, 如有刃倾角的外圆车刀、刨刀、镗刀、带螺旋角的圆柱平面铣刀、

麻花钻、有螺旋槽的丝锥和铰刀等均属于这种形式。

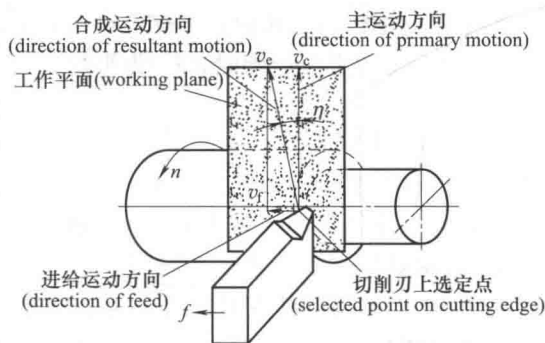


图 1.9 切削加工运动的合成
(resultant motion of cutting component motions)

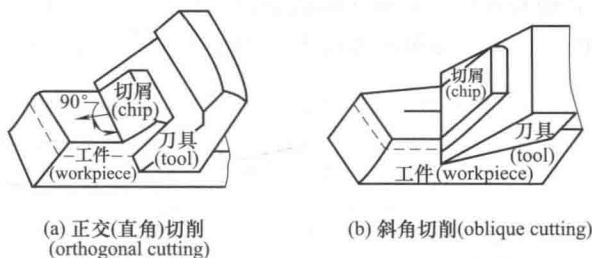


图 1.10 切削方式 (cutting methods)

第四节 切削用量三要素

切削用量三要素是指切削过程中的切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度), 在工艺规程的工序卡中都必须具体给定这些参数值, 从而指导操作者选择和调节, 获得最佳的工艺效果。

1. 切削速度

如图 1.8 所示, 切削速度 v_c 是指切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时线速度, 单位 m/s 或 m/min 。

① 主运动是旋转运动时, 切削速度的计算公式如下

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

式中 d ——完成主运动的刀具或工件的最大直径, mm ;

n ——主运动的转速, r/min 或 r/s。

② 主运动为直线运动时, v_c 为平均速度

$$v_c = \frac{2Ln_\tau}{1000}$$

式中 L ——往复行程长度, mm;

n_τ ——主运动的往复次数, st/s 或 st/min。

2. 进给量

进给量 f 是指工件或刀具的主运动每转一转 (或每一行程) 刀具与工件两者在进给运动方向上的相对位移量, 单位是 mm/r 或 (mm/s)。

不同工艺方法的进给量的表达不同。

① 车削、镗削。每转进给量, 单位 mm/r, 参见图 1.8 (a)、(e)、(f)。

② 刨削。每个往复行程进给量, 用 f 表示, 单位 mm/st, 参见图 1.8 (c)。

③ 铣削、钻削。每齿进给量, 用 f_z 表示, 单位 mm/z, 参见图 1.8 (b)、(d) 及图 1.11。

进给速度 v_f 是指刀具切削刃上选定点相对于工件进给运动的瞬时速度。

进给速度 v_f 与进给量 f 和每齿进给量之间的关系为

$$v_f = fn = f_z z n$$

3. 背吃刀量 (切削深度)

背吃刀量 a_p 也写作 a_{sp} , 是指工件已加工表面和待加工表面之间的垂直距离, 单位为 mm。

平面铣削、刨削的背吃刀量为待加工表面与已加工表面的厚度差 [图 1.8 (b)、(c)]

$$a_p = h_w - h_m$$

式中 h_w ——待加工表面高度, mm;

h_m ——已加工表面高度, mm;

钻孔的背吃刀量 a_p [图 1.8 (d)] 为

$$a_p = d_m / 2$$

车削、扩孔、铰孔等的背吃刀量 a_p [图 1.8 (a)、(e)、(f)] 为

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

式中 d_m ——已加工表面直径, mm;

d_w ——待加工表面直径, mm。

第五节 切削层参数

1. 含义

切削层是指在切削过程中刀具的刀刃在一次走刀中所切除的工件材料层, 即相邻两个过渡表面之间所夹着的一层金属。切削层的轴向剖面称为切削层横截面。切削层的形状和尺寸直接决定了刀具切削部分所承受的载荷大小及切屑的形状和尺寸, 所以必须研究切削层界面的形状和参数。

切削层的横截面参数是指切削层的横截面尺寸, 包括切削层公称宽度 b_D 、切削层公称厚度 h_D 和切削层公称横截面积 A_D 三个参数 (图 1.12)。

① 切削层公称宽度 b_D 。切削层公称宽度是指刀具主切削刃与工件的接触长度，单位是 mm。车削时，设车刀主切削刃与工件轴线之间的夹角即主偏角 κ_r ，则

$$b_D = a_p / \sin \kappa_r$$

② 切削层公称厚度 h_D 。切削层公称厚度是指刀具或工件每移动一个进给量 f 时，刀具主切削刃相邻的两个位置之间的垂直距离，单位是 mm。车外圆时有

$$h_D = f \sin \kappa_r$$

③ 切削层公称横截面积 A_D 。切削层公称横截面积即切削层横截面的面积，单位 mm^2 ， A_D 不包括残留面积，但车削的残留面积很小，即有

$$A_D \approx b_D h_D = a_p f$$

2. 主偏角的影响

如图 1.13 所示，主偏角减小，切削层厚度 h_D 减小，而切削层宽度 b_D 增大，即主切削刃与工件的接触长度增加，单位长度上的负荷减轻。

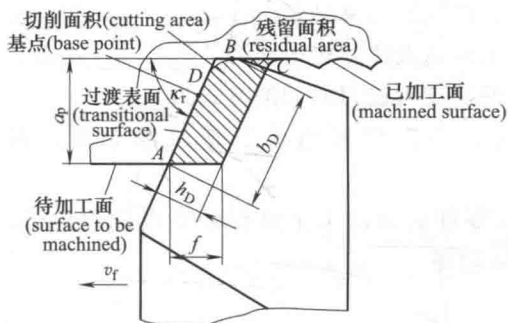


图 1.12 切削层参数
(parameters on cutting lay)

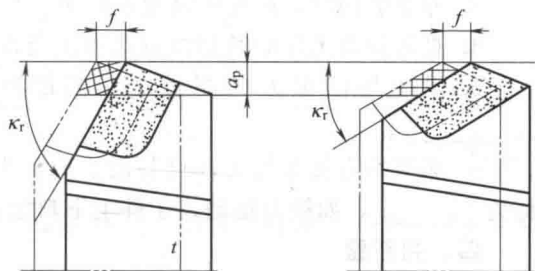


图 1.13 主偏角对切削宽度和厚度的影响
(affection of tool cutting edge angle
on cutting width and thickness)

习题

一、简答题

1. 常用的机动形式的金属切削加工方法有哪些？
2. 金属切削加工工艺系统由哪四部分构成？
3. 发生线的形成有哪些方法？包络法是否存在原理误差？
4. 工件加工表面是如何定义的？钻孔的待加工表面在哪里？
5. 切削运动包括哪些运动？其各自的作用如何？传统的机械加工是否可以没有主运动？
6. 切削用量三要素有哪些？进给量与进给速度是否是同一回事？
7. 切削层是如何定义的？其面积如何计算？

二、选择题

1. 拉刀拉削时的进给运动是 ()。

- A. 拉刀直线运动
- B. 没有进给运动，靠齿升量完成
- C. 端部工件支撑板的浮动

2. 外圆磨削前后的工件直径分别为 $\phi 51\text{mm}$ 和 $\phi 50\text{mm}$ ，分成两次走刀磨完加工余量，如果第一次的背吃刀量取 0.4mm ，那么第二次走刀的背吃刀量应为 ()。

- A. 1mm B. 0.2mm C. 0.1mm D. 0.5mm

3. 实体工件在台式钻床上钻削直径为 $\phi 16\text{mm}$ 的孔, 而台式钻床的工作范围为 $\phi 3 \sim 13\text{mm}$, 故分两次走刀来完成, 第一次选取钻头直径为 $\phi 12\text{mm}$, 第二次改用 $\phi 16\text{mm}$ 的钻头或扩孔钻加工。两次走刀的背吃刀量分别是: ()。

- A. 12mm, 4mm B. 6mm, 2mm C. 12mm, 2mm D. 6mm, 4mm

4. 随着进给量 f 增大, 切削厚度 h_D 会 ()。

- A. 不规则变化 B. 随之减小 C. 与其无关 D. 随之增大

5. 一个 20 颗刀粒的盘式端面铣刀, 以 100r/min 的转速回转铣削平面, 每齿进给量 $f_z = 0.01\text{mm}$, 那么该铣刀的进给速度 v_f 为 ()。

- A. 200mm/min B. 2mm/min C. 2000mm/min D. 20mm/min

三、填空题

1. 工件上切削刃正在切削的那部分表面, 称为_____。
2. 切削运动中, _____, 运动速度高, 消耗的功率最多。
3. 外圆磨削时, 砂轮的高速旋转为_____运动, 工件的低速旋转运动为_____运动。
4. 直刃铰刀工作时其切削方式为正交直角切削, 而螺旋刃铰刀的切削方式为_____。
5. 沿主切削刃方向测量的切削层横截面尺寸, 即主切削刃的工作接触长度, 称为_____。
6. 那些不直接参与工件材料的去除, 但又是完成零件表面加工全过程必不可少的运动, 称为_____, 如换刀运动、工件上下料运动、分度运动等。

四、判断题

1. 在外圆车削加工时, 背吃刀量等于待加工表面与已加工表面间的垂直距离。 ()
2. 主运动都是由刀具旋转产生的运动。 ()
3. 齿轮加工时的进给运动为滚刀的旋转运动。 ()
4. 主运动、进给运动和辅助运动合称为切削用量三要素。 ()
5. 进给量越大, 则切削厚度越大。 ()
6. 工件转速越高, 则进给量越大。 ()
7. 实体上钻孔的待加工面就是孔的轴线。 ()
8. 对比工件深度长得多的珩磨头来讲, 其回转和往复直线运动都是主运动。 ()
9. 某些表面的形成过程中, 其发生线的导线和母线是可以互换的。 ()
10. 展成(包络)法加工的表面是没有原理误差的。 ()
11. 刨削加工的进给运动都是间歇性的。 ()
12. 龙门刨床和牛头刨床刨削加工平面, 它们的主运动都是工件的直线运动。 ()
13. 通常情况下, 斜角切削都比正交直角切削刃接触长度大, 单位长度上的负荷更轻, 且更加平稳。 ()
14. 切削速度和转速是一回事。 ()

五、计算题

某外圆车削工序, 工件毛坯直径为 $\phi 60\text{mm}$, 加工后工件直径为 $\phi 56\text{mm}$, 要求一次走刀切除余量, 选定的工件转速为 250r/min , 进给速度为 30mm/min , 试求切削用量三要素, 并计算切削层的面积。

第1章

刀具结构和材料

第一节 刀具结构

1. 总体结构

任何金属切削刀具都由切削部分和夹持部分组成。不同的切削加工方法所采用的刀具种类各异，结构形式也不同，但其切削部分有诸多共性。刀具结构术语一般以车刀为例来介绍，这些名称术语、定义或方法同样适用于其他切削刀具。

所有的刀具都可分为整体刀具和（刀粒）组装刀具两大类。组装刀具进一步分为焊接式和机夹式两类。

图 2.1 所示为车刀的构造。总体上车刀由夹持部分（刀杆）和切削部分（刀头）两大部分组成。夹持部分通常为矩形截面（外圆、端面、切断、螺纹、倒角等车削），也可能是圆形截面（车刀镗内孔、内沉沟槽）；切削部分根据加工要求其结构、形状和尺寸变化多样。

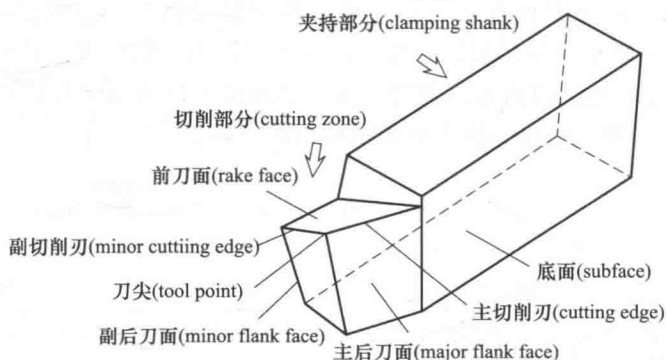


图 2.1 车刀的构造
(construct of turning tool)

对于硬质合金刀粒组装（焊接或机夹）车刀，其切削部分就全部集中在硬质合金刀粒上，这种形式符合民间谚语“把钢用在刀刃上”，图 2.2 为焊接式，图 2.3 为机夹式。

2. 切削部分结构

无论是高速钢整体车刀还是硬质合金组装车刀，它们的切削部分的结构要素都包括三个：切削刀面、两条切削刃和一个刀尖（图 2.1～图 2.3）。

① 前（刀）面 A_f 前刀面是切下的切屑流过的刀面。如果前刀面由几个相互倾斜的表面组成，则从切削刃开始，依次把它们称为第一前刀面（有时称为负倒棱）、第二前刀面等。

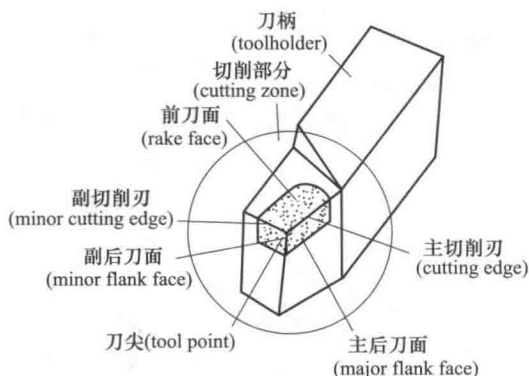


图 2.2 焊接硬质合金刀粒车刀
(carbide insert welded turning tool)

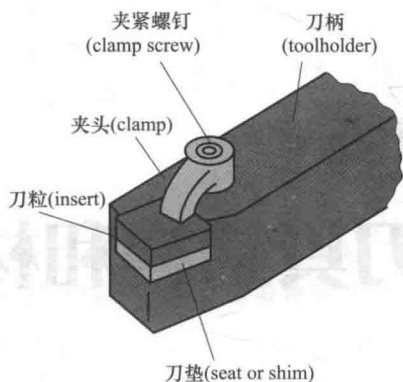


图 2.3 机夹式硬质合金刀粒车刀
(carbide insert clamped turning tool)

② (主) 后 (刀) 面 A_1 。后刀面是与工件上新形成的过渡表面相对的刀面。也可以分为第一后刀面 (有时称刃带)、第二后刀面等。

③ 副后 (刀) 面 A_2' 。与副切削刃毗邻、与工件上已加工表面相对的刀面。同样，也可以分为第一副后刀面、第二副后刀面等。

④ 主切削刃 S 。前刀面与后刀面相交而得到的切削边锋。主切削刃在切削过程中承担主要的切削任务，完成金属切除工作，它在工件上切出过渡表面。

⑤ 副切削刃 S' 。前刀面与副后刀面相交而得到的切削边锋。它协同主切削刃完成金属切除工作，以最终形成工件的已加工表面。

⑥ 刀尖。刀尖是指主切削刃和副切削刃的连接处相当短的一部分切削刃，刀尖是刀具切削部分工作条件最恶劣的部位。

如图 2.4 所示，常用的刀尖有三种形式：图 2.4 (a) 所示的交点 (点状) 刀尖、图 2.4 (b) 所示的圆弧 (修圆) 刀尖和图 2.4 (c) 所示的倒棱 (倒角) 刀尖。图 (b) 的圆角和图 (c) 的倒棱主要目的是防止刀尖碎裂，并降低已加工面的表面粗糙度。达到最佳修光效果的倒棱见图 2.5，即把靠近副切削刃的近刀尖的一段刃磨成与工件表面平行，即副偏角等于零。修光刃长度大于进给量 f 时，理论上修光后的残留面积为零。

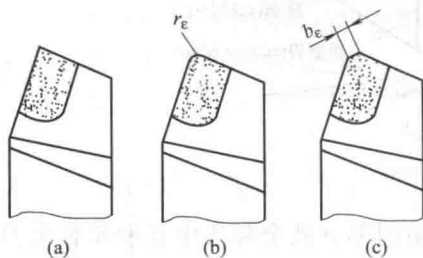


图 2.4 车刀的刀尖种类
(types of tip point of turning tools)

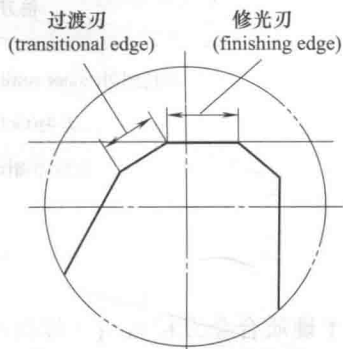


图 2.5 修光刃
(finishing edge)

3. 刃口形式

主切削刃刃口的形式如图 2.6 所示，刃口形式的变化实质是前角和后角的改变。图 2.6 (a) 所示的锐利刃并非理想中的锋利，而是有一定的圆弧，常常用于高速钢刀具，如车刀、钻