

金属切削

刀具选用与刃磨



JINSHU QIEXIAO
DAOJU XUANYONG YU RENMO

浦艳敏 李晓红 编著



化学工业出版社

金属切削刀具选用与刃磨

浦艳敏 李晓红 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属切削刀具选用与刃磨/浦艳敏, 李晓红编著. —北京: 化学工业出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-122-14168-2

I. 金… II. ①浦…②李… III. 刀具 (金属切削) - 刃磨 IV. TG71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082702 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 陈 静

文字编辑: 谢蓉蓉
装帧设计: 韩 飞

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 21 字数 571 千字 2012 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

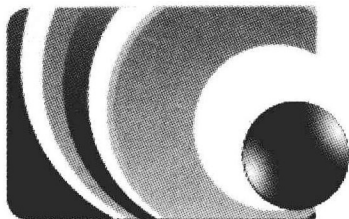
网 址: <http://www.cip.com.cn>

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: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言



金属切削刀具选用与刃磨

JINSHU QIEXIAO
DAOJU XUANYONG YU RENMO

金属切削加工是机械制造业中应用最为广泛的加工方法，随着现代制造业的发展，机械加工企业对一线高技能复合型人才的需求越来越多，不仅要有很强的加工技能，而且要求熟知各种金属切削刀具的选用，以及能非常精确地对相应刀具进行刃磨。为了进一步提高金属切削加工相关人员的技能水平，作者在总结多年从事机械加工教学经验的基础上，编写了《金属切削刀具的选用与刃磨》一书。

全书共 10 章。主要讲述了金属切削基础、刀具材料的选用、车刀的选用与刃磨、铣刀的选用与刃磨、孔削刀具的选用与刃磨、拉刀的选用与刃磨、螺纹刀具的选用与刃磨、磨削工具的选用与刃磨、齿轮加工刀具的选用与刃磨及数控刀具的使用。其中绝大部分内容都是经过长期的实践经验总结而来。本书在编写中力求结合生产实际，突出实用性，兼顾系统性，本书对广大机械加工生产一线的技术人员和技术工人选用加工刀具和刀具刃磨具有广泛的实际意义和参考价值，也可供相关专业的工程技术人员和工科院校师生参考。

本书由辽宁石油化工大学浦艳敏、李晓红编著。其中，浦艳敏编写 1~4 章，李晓红编写 5~10 章。牛海山、姜芳、郭庆梁、衣娟、冷冬、汪洋、孙玲、胡金玲、董壮生、刘勇刚、王红宇、赵丹杨、赵伟、宋然、王军、孙喜东、叶丽霞、张丽红、张娇、高霞、郭丽莉、张景丽等同志为本书的编写提供了帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

2012 年 4 月

金属切削刀具选用与刃磨

JINSHU QIEXIAO
DAOJU XUANYONG YU RENMO目
录

第 1 章 金属切削基础

1

1.1 切削加工的基本概念	1
1.1.1 切削运动	1
1.1.2 切削过程中的工件表面	3
1.1.3 切削用量和材料切除率	3
1.2 金属切削过程	5
1.2.1 切削过程	5
1.2.2 切屑类型	6
1.2.3 切屑的流向	7
1.2.4 断屑	7
1.3 切削力与切削热	11
1.3.1 切削力的来源	12
1.3.2 切削力及其影响因素	12
1.3.3 切削热与切削温度	15
1.3.4 刀具磨损和使用寿命	18
1.4 积屑瘤	25
1.4.1 积屑瘤对加工的影响	25
1.4.2 积屑瘤的形成	26
1.5 提高金属切削效率的途径	27
1.5.1 改善工件材料的切削加工性	27
1.5.2 刀具几何参数的合理选择	30
1.5.3 切削用量的合理选择	38
1.5.4 切削液的合理选择	42

第 2 章 刀具材料

48

2.1 刀具材料概述	48
------------------	----

2.1.1	刀具材料性能	48
2.1.2	刀具材料类型	50
2.1.3	刀体材料	52
2.2	工具钢刀具材料	52
2.2.1	碳素工具钢	52
2.2.2	合金工具钢	54
2.2.3	高速钢	56
2.3	硬质合金钢刀具材料	63
2.3.1	硬质合金	63
2.3.2	钨钴类硬质合金	66
2.3.3	钨钛钴 (WC-TiC-Co) 类硬质合金	70
2.3.4	含碳化钽 (碳化铌) 的硬质合金	72
2.3.5	碳化钛 (TiC) 基硬质合金	73
2.4	金刚石刀具材料	74
2.4.1	金刚石刀具材料的种类	74
2.4.2	金刚石的性能特点及其应用	75
2.5	立方氮化硼刀具材料	75
2.5.1	立方氮化硼刀具材料的种类	75
2.5.2	立方氮化硼刀具材料的性能、特点	75
2.6	陶瓷刀具材料	76
2.6.1	陶瓷刀具材料的种类及应用	76
2.6.2	陶瓷刀具材料的性能、特点	77
2.7	涂层刀具材料	77
2.7.1	涂层刀具	77
2.7.2	涂层工艺	78
2.7.3	涂层种类	79
2.7.4	刀具涂层的选择	80
2.7.5	涂层高速钢刀具	80
2.7.6	涂层硬质合金刀具	81
2.7.7	刀具的重磨与再涂层	82

第 3 章 车削刀具 83

3.1	车刀概述	83
3.2	车刀组成及其几何参数	85
3.2.1	车刀切削部分组成	85
3.2.2	车刀几何参数	86
3.3	焊接车刀	89

3.3.1	硬质合金刀片的选择	90
3.3.2	焊接式车刀刀槽的选择	90
3.3.3	车刀刀柄截面形状和尺寸的选择	91
3.4	机夹车刀	91
3.5	可转位车刀	93
3.5.1	可转位车刀的组成及特点	93
3.5.2	可转位车刀表示方法	93
3.5.3	可转位车刀几何角度的选择	96
3.5.4	可转位车刀类型与夹紧结构的选择	97
3.5.5	可转位车刀的选用	99
3.5.6	可转位车刀的合理使用	102
3.6	车刀的刃磨	102
3.6.1	车刀刃磨的原因和类型	102
3.6.2	刃磨车刀时砂轮的选择原则	102
3.6.3	刃磨车刀的姿势和方法	102
3.6.4	高速钢车刀刃磨的一般步骤和方法	103
3.6.5	硬质合金车刀刃磨的一般步骤和方法	104
3.6.6	注意事项	107
3.6.7	刃磨后车刀的检测	108

第4章 孔削刀具

110

4.1	概述	110
4.1.1	钻削原理	110
4.1.2	孔加工刀具分类	111
4.2	麻花钻	115
4.2.1	麻花钻的结构	115
4.2.2	麻花钻的结构参数	116
4.2.3	麻花钻的几何角度	117
4.2.4	麻花钻的刃磨角度	120
4.2.5	钻削用量与切削层参数	120
4.2.6	钻削用量选择	121
4.2.7	钻头磨损	122
4.2.8	硬质合金麻花钻	123
4.2.9	可转位浅孔钻	123
4.2.10	麻花钻的刃磨	123
4.3	群钻	125
4.3.1	群钻概述	125

4.3.2	群钻的刃磨步骤	127
4.3.3	灵活掌握刃磨方法	131
4.3.4	刃磨后的检查	133
4.4	深孔钻	135
4.4.1	深孔加工的特点	135
4.4.2	深孔钻的分类及其结构特点	136
4.5	铰刀	139
4.5.1	铰刀的种类	139
4.5.2	铰削的特点	140
4.5.3	铰刀的结构参数和几何参数	140
4.5.4	铰刀的合理使用	145
4.5.5	铰刀的刃磨	146
4.6	镗刀	150
4.6.1	单刃镗刀	150
4.6.2	双刃镗刀	151
4.6.3	多刃镗刀	153
4.6.4	镗刀的刃磨	153
4.7	复合刀具	155
4.7.1	复合刀具的分类形式	156
4.7.2	复合刀具材料	156
4.7.3	复合刀具应用时应注意的问题	157

第5章 铣削刀具 158

5.1	概述	158
5.1.1	铣刀的种类	158
5.1.2	铣刀的选用	161
5.2	铣刀的主要几何参数	162
5.2.1	铣刀各部分名称	162
5.2.2	圆柱形铣刀的主要几何角度	163
5.2.3	铣削方式	164
5.3	铣削用量	168
5.3.1	铣削用量的组成	168
5.3.2	铣削用量的选择	171
5.4	可转位面铣刀	173
5.5	铣刀的安装	175
5.5.1	带孔铣刀的装卸	175
5.5.2	套式端铣刀的安装	176

5.5.3	带柄铣刀的装卸	177
5.5.4	铣刀安装后的检查	178
5.6	铣刀的刃磨	180
5.6.1	硬质合金小直径端面铣刀刃磨	180
5.6.2	硬质合金装配式端铣刀盘刃磨	185
5.6.3	硬质合金立铣刀刃磨	187

第6章 拉削刀具

189

6.1	拉刀概述	189
6.1.1	拉削刀具的性能	189
6.1.2	拉削加工的特点	191
6.2	拉刀的合理使用与刃磨	195
6.2.1	拉刀的合理使用	195
6.2.2	拉刀的刃磨	203

第7章 螺纹刀具

212

7.1	螺纹刀具的种类及用途	212
7.1.1	切削加工法加工螺纹刀具	212
7.1.2	滚压加工螺纹工具	214
7.2	螺纹车刀	214
7.2.1	平体螺纹车刀	214
7.2.2	棱体螺纹车刀	221
7.2.3	圆体螺纹车刀	224
7.2.4	螺纹车刀的磨损与重磨	228
7.2.5	车削螺纹中经常出现的问题及其解决办法	228
7.3	丝锥与圆板牙	229
7.3.1	丝锥	229
7.3.2	圆板牙	236
7.4	其他螺纹刀具	241
7.4.1	螺纹梳刀	241
7.4.2	螺纹切头	242
7.4.3	螺纹铣刀	243
7.4.4	螺纹滚压工具	244

第8章 磨削工具

247

8.1	概述	247
8.1.1	磨削技术概况	247
8.1.2	磨料及其选择	248
8.1.3	磨削运动	254

8.1.4	磨削要素	255
8.1.5	磨削温度	258
8.1.6	磨削表面质量	259
8.1.7	质量与砂轮修整	260
8.2	刀具刃磨与重磨	263
8.2.1	刃磨磨床	263
8.2.2	砂轮的选用及修正	263
8.2.3	刃磨方法	264

第 9 章 齿轮加工刀具

277

9.1	概述	277
9.1.1	齿轮刀具种类	277
9.1.2	齿轮刀具的选用	281
9.2	齿轮滚刀的刃磨	282
9.2.1	盘形齿轮铣刀的刃磨	282
9.2.2	滚刀前面的刃磨	284
9.2.3	插齿刀前面的刃磨	289

第 10 章 数控刀具的使用

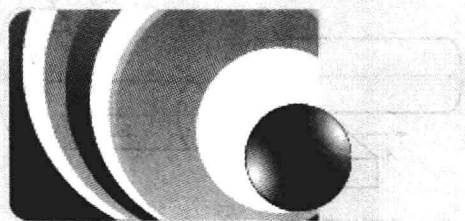
300

10.1	数控刀具补偿原理	300
10.1.1	刀具半径补偿	300
10.1.2	刀具长度补偿	306
10.1.3	夹具偏置补偿（坐标系偏置）	307
10.1.4	夹角补偿	307
10.2	数控车削刀具	307
10.3	数控车床刀具补偿的应用	309
10.3.1	刀具位置补偿	309
10.3.2	刀尖圆弧半径补偿	310
10.3.3	刀具半径补偿指令	310
10.3.4	刀具半径补偿值、刀尖方位号	310
10.3.5	刀具半径补偿指令的使用要求	311
10.4	数控铣床刀具	312
10.4.1	刀具的种类与选择	312
10.4.2	夹具的选择	313
10.5	数控铣床刀具补偿的应用	314
10.5.1	数控铣床刀具半径补偿的目的	314
10.5.2	刀具半径补偿 G40、G41、G42	316
10.5.3	刀具长度偏置指令 G43、G44、G49（模态）	317
10.5.4	刀具偏置的应用技巧	320



金属切削刀具选用与刃磨

JINSHU QIEXIAO
DAOJU XUANYONG YU RENMO



第1章 金属切削基础

1.1 切削加工的基本概念

金属切削加工是指用切削工具从毛坯（如铸件、锻件、焊接结构件或型材等坯料）上切去多余部分，获得符合图样要求的零件的加工过程。在现代机器制造中，绝大多数的机械零件，特别是尺寸公差和表面粗糙度的数值要求较小的零件，一般都要经切削加工而得到。切削加工在生产过程中所占用的劳动量较大，是机械制造业中使用最广的加工方法。其主要方法有车削、钻削、刨削、铣削、磨削及螺纹、齿轮加工等。这些切削加工方法在切削过程、切削运动和切削刀具等很多方面都有共同的现象和规律。

1.1.1 切削运动

在机床上进行切削加工时，为了获得所需的几何形状、尺寸精度和表面质量的工件，机床必须进行表面成形运动，它是刀具和工件的相对运动。此外机床还要进行切入运动、分度运动、操纵和控制运动、调位运动、各种空行程运动、校正运动等辅助运动。

(1) 表面成形运动

在机床上进行加工时，所需工件的表面形状是通过刀具和工件的相对运动，用刀具的切削刃切削出来的，其实质就是借助于一定形状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，形成所需的母线和导线。在机床上采用一定的方法形成这些母线和导线的运动称为表面成形运动。表面成形运动简称成形运动。

① 简单成形运动和复合成形运动 按组成情况不同，成形运动可分为简单成形运动和复合成形运动两种。

a. 简单成形运动 如果一个独立的成形运动是由旋转运动和直线运动组成的，这两种运动最简单，也最容易得到，因而统称为简单成形运动。例如，用普通车刀车削外圆柱面时，如图 1-1 (a) 所示，工件的旋转运动 B 和刀具的直线运动 A 就是两个简单运动。在机床上，简单成形运动一般是主轴的旋转、刀架和工作台的直线移动。通常用符号 A 表示直线运动，用符号 B 表示旋转运动。用砂轮磨削外圆柱面时，如图 1-1 (b) 所示，砂轮和工件的旋转运动 B_1 、 B_2 ，以及工件的直线运动 A' 都属于简单运动。

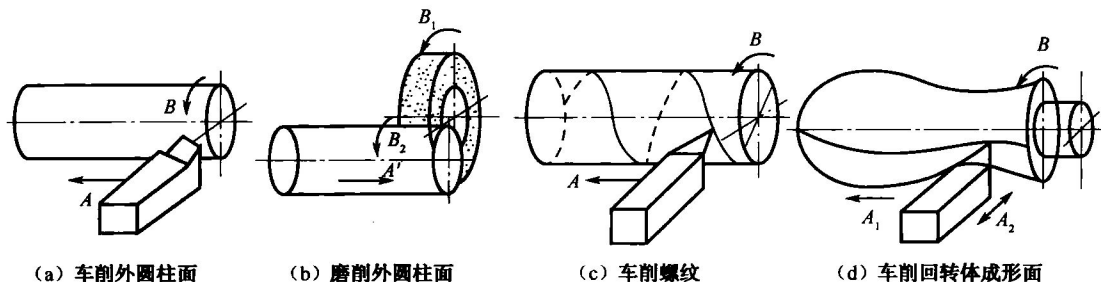


图 1-1 成形运动的组成

A—刀具的等速直线移动；A'—工件的直线移动；A₁—车刀曲线轨迹运动的纵向分运动；

B—工件的等速旋转运动；B₁—砂轮的旋转运动；B₂—工件的旋转运动

b. 复合成形运动 如果一个独立的成形运动，是由两个或两个以上的旋转运动或直线运动按照某种确定的运动关系组合而成，则称此成形运动为复合成形运动。例如，车削螺纹时，如图 1-1 (c) 所示，通常将形成螺旋线所需的刀具和工件之间的相对螺旋轨迹运动分解为工件的等速旋转运动 B 和刀具的等速直线移动 A。B 和 A 彼此不能独立，它们之间必须保证严格的运动关系，即工件每转一转时，刀具直线移动的距离应等于螺纹的一个导程，从而 B 和 A 这两个单元运动组成一个复合运动。车削回转体成形面时，如图 1-1 (d) 所示，车刀的曲线轨迹运动通常由相互垂直坐标上的、有严格速比关系的两个直线运动 A₁、A₂ 实现，也是复合成形运动。

由复合成形运动分解的各个部分，虽然都是直线运动或旋转运动，与简单运动相像，但本质是不同的。前者是复合运动的一部分，各个部分必须保持严格的相对运动关系，是互相依存，而不是独立的。而简单运动之间是互相独立的，没有严格的相对运动关系。

② 主运动和进给运动 根据切削过程中所起的作用不同。表面成形运动又可分为主运动和进给运动，如图 1-2 所示，I 运动为主运动，II 运动为进给运动。

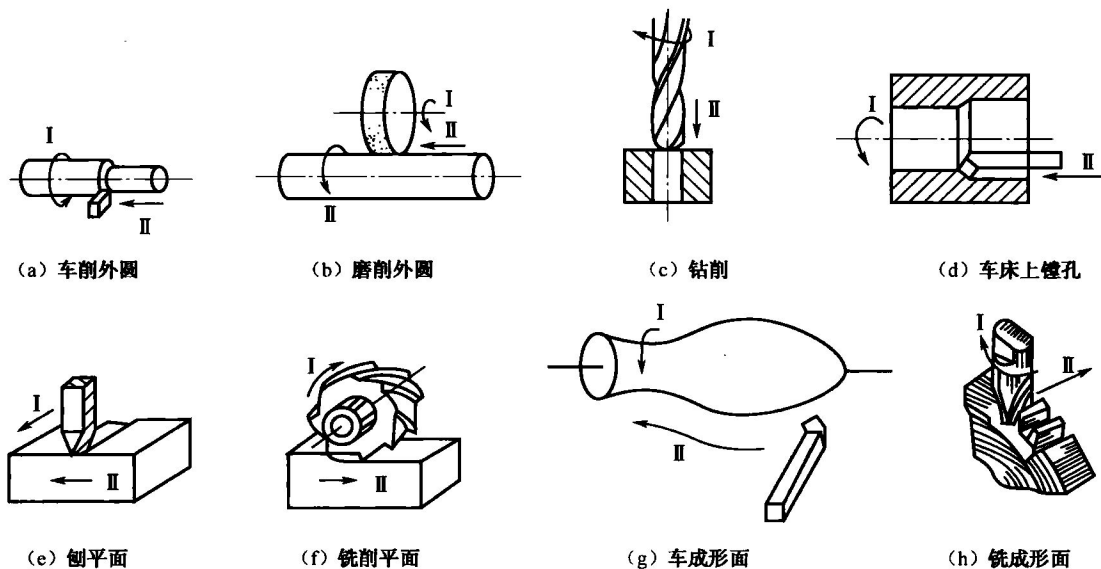


图 1-2 切削运动简图

I—主运动；II—进给运动

a. 主运动 切除工件上的被切削层,使之转变为切屑的主要运动称为主运动。在切削过程中,主运动是切屑被切下所需的最基本的运动,是提供切削可能性的运动。它的特点是:在切削过程中速度最高、消耗机床动力最多。切削加工中只有一个主运动,其形式有旋转和直线运动两种,它可由刀具完成,也可由工件完成。如车削时工件的旋转;钻削和铣削时刀具的旋转;牛头刨床刨削时刨刀的移动;磨削时砂轮的旋转等。

b. 进给运动 进给运动是不断地把切削层投入切削,以逐渐切出整个工件表面的运动。在切削过程中,进给运动是使刀具连续切下金属层所需的运动,是提供继续切削可能性的运动。通常它的速度较低,消耗动力较少,其形式有旋转和直线运动两种,而且既可连续也可间歇。由于加工方法不同,可以有一个或几个进给运动。如车刀、钻头的移动;铣削和牛头刨床刨平面时工件的移动;磨削外圆时工件的旋转和往复移动等。

(2) 辅助运动

机床上除了表面成形运动外,还有其他的辅助运动。

① 切入运动:刀具相对于工件切入一定深度,以保证工件获得一定的加工尺寸。

② 分度运动:加工若干个完全相同的、均匀分布的表面时,为使表面成形运动得以周期性地继续进行的运动称为分度运动。例如,多位工作台和刀架等周期性地转位或移位,以便依次加工工件上的各有关表面,或依次使用不同刀具对工件进行顺序加工。

③ 操纵和控制运动:操纵和控制运动包括起动、停止、变速、换向、部件与工件的夹紧、松开、转位以及自动换刀、自动检测等。

④ 调位运动:加工开始前机床有关部件的移动,以调整刀具与工件之间的正确相对位置。

⑤ 各种空行程运动:空行程运动是指进给前后刀具的快速运动。例如,在装卸工件时,为避免碰伤操作者或划伤已加工表面,刀具与工件应相对退离;在进给运动开始之前,刀具应快速引进,使刀具与工件接近;进给运动结束后刀具应快速退回。

此外,还有装卸、夹紧、松开工件的运动等。

1.1.2 切削过程中的工件表面

切削工件时,工件上始终有三个不断变化着的表面。

(1) 待加工表面

工件上即将被切除的表面。在切削过程中,待加工表面随着切削的进行逐渐减小,直到全部被切除为止。

(2) 已加工表面

工件上经刀具切削后产生的新表面。在切削过程中,已加工表面随着切削的进行逐渐扩大。

(3) 过渡表面

工件上由切削刃正在切削着的表面。在切削过程中,过渡表面是不断改变的,且总是处于已加工表面和待加工表面之间。

1.1.3 切削用量和材料切除率

切削用量的高低影响切削加工的生产效率、加工成本和加工质量,特别在批量生产、自动机、自动线和数控机床加工中都是在选定合理的切削用量条件下进行生产的。目前许多工厂通过切削用量手册、实践总结或工艺试验来选择切削用量。

(1) 切削用量三要素

切削用量是对切削加工过程中的切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 的总称。在切削过程中,需要针对不同的工件材料、刀具材料和加工要求选定合适的切削用量。

① 切削速度 如图1-3所示,主运动的线速度称为切削速度 v_c ,它可以理解为车刀在

1min 内车削工件表面的理论展开直线长度（假定切屑没有变形），它是衡量主运动大小的参数。切削速度的计算公式为：

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

式中 v_c ——切削速度，m/min；
 d ——工件待加工表面直径，mm；
 n ——主轴转速，r/min。

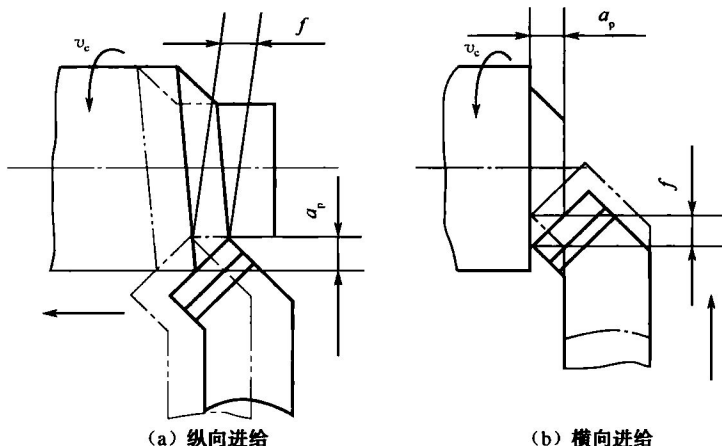


图 1-3 车床的切削用量

车削时，由于刀刃上各点所对应的工件回转直径不同，因而切削速度也不同，在计算时，应以最大的切削速度为准。如车外圆时，应将工件待加工表面直径代入式（1-1）中计算；车内孔时，应将工件已加工表面直径代入式（1-1）中计算。

② 进给量 在图 1-3 中，进给量 f 是指工件每转一圈，车刀沿进给方向移动的距离，它是衡量进给运动大小的参数，单位为 mm/r。

进给方向有纵向和横向两种：车刀沿车床床身导轨纵向的运动是纵向进给，车刀沿垂直车床床身导轨纵向的运动是横向进给。

③ 背吃刀量 在图 1-3 中，车内、外圆及端面时，背吃刀量 a_p 是指工件已加工表面和待加工表面间的垂直距离，单位为 mm。背吃刀量的计算公式为：

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

式中 a_p ——背吃刀量，mm；
 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。

钻孔时，切削深度等于钻头直径的一半，如图 1-4 所示。

切断和车沟槽时，切削深度等于切断刀（或切槽刀）的刀头宽度，如图 1-5 所示。

(2) 材料切除率

材料切除率是指单位时间内刀具所切除的工件材料的体积，其单位为 mm^3/min 。其计算公式为：

$$Z_w = 1000 v_c a_p f \quad (1-3)$$

由上式可以看出，提高切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 中任何一个或几个的数值，都可以提高材料切削效率。因此，材料切除率是衡量切削效率高低的一个指标。

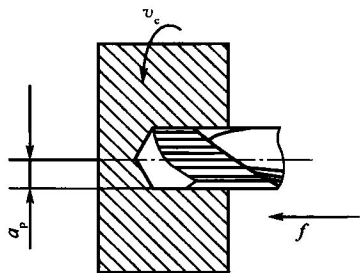


图 1-4 钻孔时的切削深度

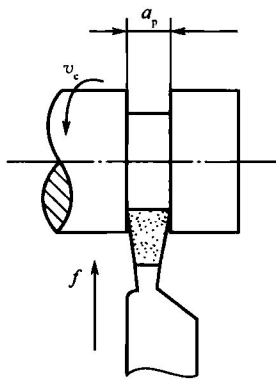


图 1-5 切断和车沟槽时的切削深度

1.2 金属切削过程

1.2.1 切削过程

切屑是金属切削过程中切削层经过刀具的作用而形成的，金属切削过程的一切物理变化和化学变化都是因为形成切屑而引起的。所以了解金属切屑的形成过程，对理解切削规律及其本质是非常重要的。下面以塑性金属材料为例，来说明金属切削过程变形区的划分和切屑的形成过程。

在金属切削过程中，切削层金属受刀具前面挤压要产生一系列变形，通常将其划分为三个变形区，如图 1-6 所示。

① 第一变形区 图 1-6 中 I (AOM) 为第一变形区。在第一变形区内，当刀具和工件开始接触时，工件材料内部产生切应力和弹性变形，随着切削刃和前面对工件材料的挤压作用加强，工件材料内部的切应力和弹性变形逐渐增大，当切应力达到工件材料的屈服强度时，工件材料将沿着与走刀方向成 45° 的剪切面滑移，即产生塑性变形。当切应力超过工件材料的屈服强度极限时，切削层金属便与工件材料基体分离，从而形成切屑沿前面流出。由此可以看出，第一变形区变形的主要特征是沿滑移面的剪切变形，以及随之产生的加工硬化。

实验证明，在一般切削速度下，第一变形区的宽度仅为 $0.02 \sim 0.2\text{mm}$ ，切削速度越高，其宽度越小，故它可被看成一个平面，即剪切面 OM。这种单一的剪切面切削模型虽不能完全反映塑性变形的本质，但简单实用，因而在切削理论研究和实践中应用较广。

② 第二变形区 图 1-6 中 II 为第二变形区。切屑底层（与前面接触层）在沿前面流动过程中受到前面的进一步挤压与摩擦，使靠近前面处的切削层金属纤维化，即产生了第二次变形，其变形方向基本上与前面平行。

③ 第三变形区 图 1-6 中 III 为第三变形区。刀具后面与已加工表面间的挤压和摩擦，产生以加工硬化和残余应力为特征的滑移变形，使已加工表面产生变形，造成纤维化和加工

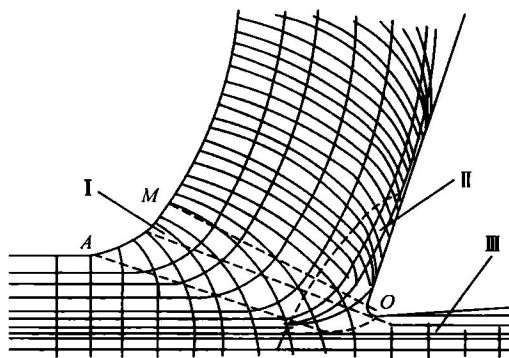


图 1-6 金属切削过程三个变形区的示意图

硬化，构成了第三变形区。此变形区位于后面与已加工表面之间。

完整的金属切削过程包括上述三个变形区，它们汇集在切削刃附近。该处的应力比较集中而且复杂，切削层就在该处与工件材料分离，一部分变成切屑，另外很小一部分留在已加工表面上。这三个变形区互有影响，密切相关。

1.2.2 切屑类型

在切削过程中，切屑的失控将会严重影响操纵者的安全及机床的正常工作，并导致刀具损坏和划伤已加工表面，尤其在自动化生产中应确保切屑控制和切屑处理的无人化。

从保证加工过程的平稳、加工精度和加工表面质量考虑，带状切屑是较好的切屑。在实际生产中带状切屑也有不同的形式，如图 1-7 所示。从便于切屑处理和运输的角度考虑，连绵不断的长条状切屑不便处理，且容易缠绕在工件或刀具上，影响切削过程的进行，甚至伤人。因而，在数控机床上 C 形切屑是形状较好的切屑。但其高频率折断会影响切削过程的平稳性。所以在精车时螺卷状切屑较好，其形成过程平稳，清理方便。在重型车床上用大切深、大进给量车钢件时，通常使切屑卷曲成发条状，在工件加工表面上顶断，并靠自重坠落。在自动线上，宝塔状屑不会缠绕，清理也方便，因此，宝塔状是较好的屑形。车削铸铁、脆黄铜等脆性材料时，切屑崩碎、飞溅，易伤人，并磨损机床滑动面，应设法使切屑连成螺卷状。



图 1-7 切屑的形状

1.2.3 切屑的流向

如图 1-8 所示,在直角自由切削时,切屑沿正交平面方向流出。在直角非自由切削时,由于刀尖圆弧半径和切削刃的影响,切屑流出方向与主剖面形成一个出屑角 η 。

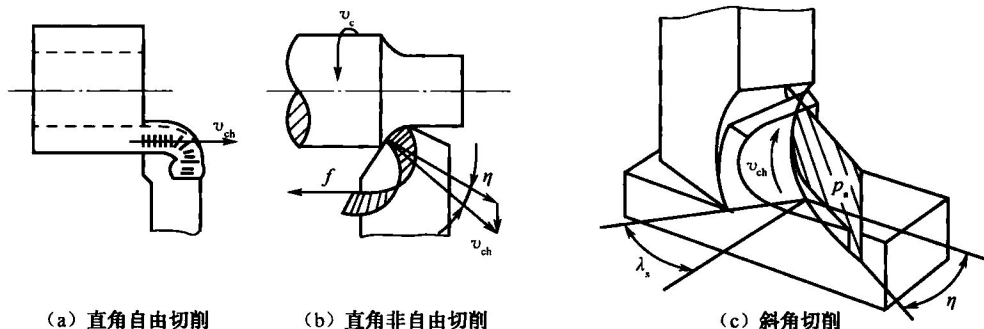


图 1-8 切屑的流向

η 与刀具主偏角 κ_r 和副切削刃工作长度有关;斜角切削时,切屑的流向受刃倾角 λ_s 影响,出屑角 η 约等于刃倾角 λ_s 。图 1-9 是 λ_s 对切屑流向影响示意图。

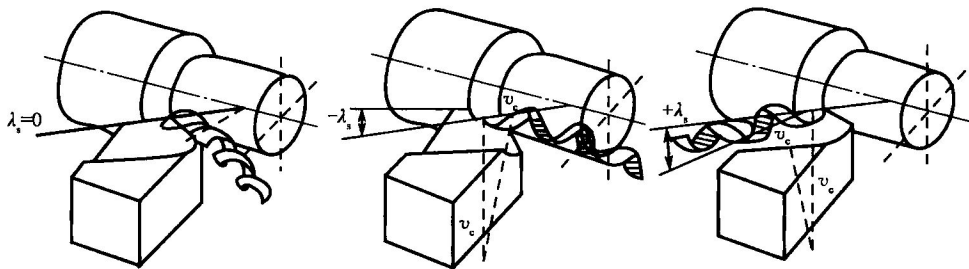


图 1-9 λ_s 对切屑流向的影响

1.2.4 断屑

在金属切削过程中,切屑的控制是个重要的问题,否则,长而灼热的切屑会缠绕在工件或刀具上,不仅会刮伤已加工表面,引起车刀崩刃,更严重的是影响操作者安全。因此,必须设法使切屑碎成小段或卷成一定形状的螺卷有规则地向外排出。

(1) 断屑过程

切屑在形成过程中,切屑逐步扩张,当切屑端部碰到刀具断屑槽台阶时,切屑发生卷曲变形,继续扩张与后刀面或工件碰上时,切屑折断。因此,切屑的折断过程是卷—碰—断。对于螺卷形切屑,它可由自身质量和旋转折断。图 1-10 为切屑折断过程。

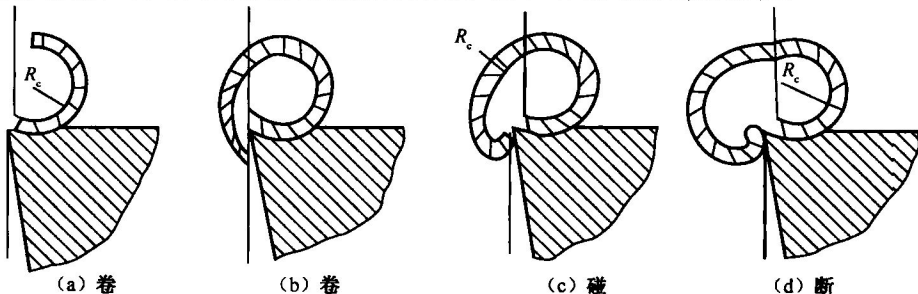


图 1-10 切屑折断过程