

金属切削刀具

全国高等学校金属切削研究会华东分会推荐试用教材

山东工学院
上海交通大学 主编



福建科学技术出版社

中国高校金属切削研究会华东分会推荐试用教材

金属切削刀具

山东工业大学 主编
上海交通大学

福建科学技术出版社

1984年·福州

金属切削刀具

山东工业大学 主编
上海交通大学

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 14.625印张 371千字

1984年9月第1版

1984年9月第1次印刷

印数: 1—19,600

书号: 7211·6 定价: 2.00元

编写说明

为适应华东地区高等工科院校机械制造工艺及设备专业的教学需要,“全国高校金属切削研究会华东分会”于1982年9月在杭州召开的第二届年会上,与会代表共同讨论并决定编写“金属切削原理”和“金属切削刀具”教材。经过研究,根据全国教学大纲的基本要求,拟定了编写纲要,华东分会领导小组根据这次会议的要求和意见,组织编写了这两本教材。

这两本教材是具有一定特色的。“金属切削原理”按50学时编写,“金属切削刀具”按45学时编写。其中有★的章节属加深、扩大或自学的内容,各校可根据教学时数及具体情况自行安排。在编写的过程中,按照深入浅出、重点突出、“少而精”的原则,注意到了内容的更新,以及科学性、先进性和实用性的问题,力求使国内外一些较成熟的新理论,新技术溶和到教材中去,使之与国内实际情况相结合。

本书初稿编成后,曾邀请华东纺织工学院、上海交通大学机电分校、浙江工学院、江西工学院等院校派代表参加讨论。根据讨论意见,修改了初稿,并印发至华东区各大专院校及有关学校,广泛征求意见。在此基础上,又于1983年8月,由各院校派代表在青岛集体审稿。编写者根据审稿会上商定的修改意见对初稿再次作了修改,最后由主编单位定稿。

“金属切削原理”各章编写者是:第一章浙江大学张维纪,第二章浙江大学李加种,第三、九章南京工学院汤铭权,第四章南京工学院赵芝眉,第五、六章无锡轻工业学院蔡在亶,第七章南京工学院章未,第八章福州大学张俊生,第十章福州大学叶国维,第十一章安徽工学院张崇高,第十二章江苏工学院李汉中。由南京工学院赵芝眉、汤铭权和无锡轻工业学院蔡在亶同志主编。

“金属切削刀具”各章编写者是:第一章山东工业大学艾兴,第二、三章上海工业大学喻怀仁,第四、六、九章山东工业大学王怀鸾,第五、七章上海交通大学陈学英,第八章山东工业大学姜积中,第十章上海交通大学薛秉源,第十一章江苏工学院郭蔚泉,第十二章上海交通大学陈学英和江苏工学院郭蔚泉。由山东工业大学艾兴和上海交通大学薛秉源同志主编。

上述两书的插图均由福州大学叶顺能同志负责完成。

本书的技术名词、定义和符号尽量按国际标准化组织(ISO)的规定,没有规定的则按我国沿用习惯选定。计量单位基本上采用了国际单位制(SI)。常用单位、名词、术语和符号在卷首列表供查考。

这两本教材是在华东地区各大专院校一致要求和通力合作下写成的。在编写过程中,得到了许多单位和工厂的协助;福建科学技术出版社对教材的顺利出版给予了大力支持,在此一并致以谢意。由于编写时间紧迫、水平有限,在使用过程中可能会发现某些不足乃至错误之处,恳请批评指正。

“中国高校金属切削研究会华东分会”领导小组

1983年9月

本书常用的单位、词冠

表1

本书常用的部分国际制基本单位

量	名 称	中 文 代 号	国 际 代 号
长 度	米	米	m
质 量	千克 (公斤)	千克 (公斤)	Kg
时 间	秒	秒	S
热力学温度	开 尔 文	开	K ^(注)

(注) 也可使用式 $t = T - 273.15K$ 所定义的摄氏温度, 式中 T 为热力学温度。摄氏温度用摄氏度表示, 代号为 $^{\circ}C$ 。

表2

本书常用的部分国际制导出单位

量	名 称	中 文 代 号	国际代号	用其他国际制单位表示的关系式	用国际制基本单位表示的关系式
面 积	平方米	米 ²	m ²		
体 积	立方米	米 ³	m ³		
速 度	米每秒	米/秒	m·s ⁻¹		
加速度	米每秒平方	米/秒 ²	m·s ⁻²		
力	牛 顿	牛	N		m·kg·s ⁻²
压力(压强)、应力	帕斯卡	帕	Pa	N·m ⁻²	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
功 率	瓦 特	瓦	W	J·S ⁻¹ (J为焦耳)	m ² ·kg·s ⁻³
力 矩	牛顿米	牛·米	N·m		m ² ·kg·s ⁻²

表3

国 际 制 部 分 词 冠

因 素	词 冠	中 文 代 号	国 际 代 号
10 ⁹ , 或 E + 09	giga	吉	G
10 ⁶ , 或 E + 06	mega	兆	M
10 ³ , 或 E + 03	kilo	千	K
10 ² , 或 E + 02	hecto	百	h
10 ¹ , 或 E + 01	deca	十	da
10 ⁻¹ , 或 E - 01	deci	分	d
10 ⁻² , 或 E - 02	centi	厘	c
10 ⁻³ , 或 E - 03	milli	毫	m
10 ⁻⁶ , 或 E - 06	micro	微	μ
10 ⁻⁹ , 或 E - 09	nano	纳	n

本书常用符号

a	中心距
a_{10}	被切齿轮与刀具的中心距
a_{12}	被切齿轮与共轭齿轮的中心距
A	刀槽偏距
A_c	加工余量
b	键宽、齿宽
b_x	插齿刀原始剖面到某端剖面间的距离
B	插齿刀厚度；宽度
C	径向间隙
d_0	一般刀具外径
d_o'	齿轮刀具节圆直径
$d_s (d_s)$	齿轮刀具外径
$d_f (d_f)$	齿轮刀具根径
d_m	螺纹中径
d_{mo}	滚丝轮中径
d_w	工件外径
e	偏距
E	铰刀磨损储备量
g	过渡曲线高度
G	铰刀制造公差
h_a	齿顶高
h_f	齿根高
h	全齿高
h_0	刀具全齿高
H	容屑槽高度，铣刀齿高
H_1	端铣刀槽底高度
i	传动比
K	铲削量
K'_0	铲削当量
L	长度
m_n	法向模数
m_t	端面模数
m_z	轴向模数
n_0	刀具转数
P	螺旋面参数
p	螺距
p_z	导程
r	半径；齿轮刀具分圆半径
r'	齿轮刀具节圆半径

r_{ao}	齿轮刀具顶圆半径
r_{bo}	齿轮刀具基圆半径
S	齿厚, 分圆齿厚
t	螺距、齿距
v_p	啮合节点线速度
w	公法线长度
x	径向变位系数
Z	齿数
Z_k	容屑槽数
Z_e	同时工作齿数
α	齿形角
α_w	工作齿条齿形角
α_x	任一点 x 的压力角
α_{nx}	任一点 x 的法向压力角
α_{tx}	任一点 x 的端面压力角
α_{zo}	齿轮滚刀轴向剖面的齿形角
α_o	滚刀侧铲面齿形角
α_{1o}	被切齿轮与刀具啮合时的啮合角
α_{12}	被切齿轮与共轭齿轮的啮合角
α_f	进给平面后角
α_p	切深平面后角
β	螺旋角
β_o	刀具分圆柱螺旋角
β_o'	刀具节圆柱螺旋角
β_b	基圆柱螺旋角
β_{bo}	刀具基圆柱螺旋角
β_k	容屑槽螺旋角
γ_f	进给平面前角
γ_p	切深平面前角
γ_z	分圆柱螺纹升角
γ_{zo}	刀具分圆柱螺纹升角
δ	齿厚中心半角
ε	螺纹廓形角; 铣刀齿间角
ε_o	螺纹铣刀廓形角
η	齿背角
θ	极角; 容屑槽夹角
θ_f	齿根角
Σ	轴间角
φ	坐标系转动角
ρ	极径; 曲率半径

下脚标 (标志在符号的右下角)

0 刀具上的

1	小齿轮上的
2	大齿轮上的
L	左侧的; 左旋的
R	右侧的; 右旋的
a	齿顶的
f	齿根的
max	最大的
min	最小的

前 言

在机械制造过程中,金属切削加工是用得最广泛的一种加工方法,而刀具则是其中不可缺少的重要工具之一。金属切削刀具对提高生产率和加工质量有很大的影响。它的革新及发展,促进生产率大幅度的提高,并且促使机床结构和加工工艺的变革。因此,设计、革新和发展刀具的结构与制造方法以及合理使用刀具,已成为切削加工中的重要任务。人们在总结长期生产实践经验的基础上建立和发展了金属切削刀具这门科学。它的主要任务是研究刀具的正确设计、制造和合理使用的实践与理论,探讨提高劳动生产率和加工质量、降低生产成本的新结构的刀具。

解放以来,我国高等工科院校机械制造工艺及设备专业就曾开设了“金属切削刀具”这门课程,而且列为主要的专业课程之一。本书主要是为这门课程编写的教材,其内容符合全国大纲的基本要求,但与现有教材相比,则作了较多的改革和更新,有其相应的特点。

本书编写了刀具设计概论一章以介绍刀具构造、使用和设计的基本知识,并通过一些实例说明刀具在切削加工中的重要性。它可以结合现场教学进行讲授,使初学刀具这门专业课的学生对整个刀具及其作用有较深刻的印象。

加工螺旋槽的成形铣刀是一种典型的复杂成形刀具,在刀具中有其普遍意义。本书把它作为主要内容单独列为一章,不但介绍求解铣刀刀形的图解法,还详细阐述了算法,并介绍了电算框图。通过这个典型内容,对分析和计算螺旋面加工的成形刀具的共性问题,有较深刻的认识,并使学生在前期课中学到的基础理论得到实际应用的锻炼。

因教学时数所限,齿轮刀具重点编写了最常用的齿轮滚刀(包括蜗轮滚刀)和插齿刀两章,对其它多种齿轮刀具,则合并成一章为齿轮刀具的类型和用途,概括地介绍其构造和应用,可结合现场教学进行讲授。齿轮刀具的理论基础不单独列为一章,而把其中在机械原理课程中没有讲到的、又与齿轮刀具密切相关的内容结合到有关章节中讲授。这样,既避免了与前期课不必要的重复,也更利于学生学得扎实而深刻。

对复杂刀具中的一些设计原理问题,例如齿轮滚刀的三种基本蜗杆的螺旋面,本书改变了过去的传统讲法,先从螺旋面的造形原理,建立表达螺旋面的通式,再代入不同螺旋面的具体条件,就得到不同性质的螺旋面方程;又如加工非渐开线齿形工件的刀具,先按展成法原理,建立求解这种刀具刀形的普遍方程,再把矩形花键滚刀作为一个特例来说明其应用。这样有利于开拓学生思路,培养学生分析问题的能力。

本书书末附有各院校在刀具课程设计中通常设计的成形车刀、拉刀、蜗轮滚刀等所必需的设计资料,以便于学生直接参考。在主要章节之后,附有习题和思考题,帮助学生学习。

本书按45学时编写,其中有5学时内容(在章节前打有☆号)供各校根据具体情况自行选用。

因为钻削与铣削原理和车削的基本规律紧密相关,已合并到切削原理教材中,所以本书没有包括这部分内容。

目 录

第一章 刀具设计概论.....	(1)
§ 1—1 刀具的类型和用途.....	(1)
§ 1—2 刀具的组成.....	(3)
§ 1—3 刀具设计的主要问题.....	(4)
§ 1—4 刀具标准化.....	(11)
§ 1—5 电子计算机在刀具设计中的应用.....	(11)
第二章 车刀.....	(12)
§ 2—1 硬质合金焊接式车刀.....	(12)
§ 2—2 机夹可重磨式车刀.....	(14)
§ 2—3 可转位式机夹车刀.....	(16)
☆ § 2—4 自动线车刀概述.....	(21)
第三章 成形车刀.....	(25)
§ 3—1 成形车刀的类型和制造.....	(25)
§ 3—2 成形车刀的前角和后角.....	(27)
§ 3—3 径向成形车刀的廓形设计.....	(29)
§ 3—4 工件双曲线误差.....	(33)
§ 3—5 成形车刀的结构尺寸.....	(35)
§ 3—6 成形车刀样板设计.....	(37)
第四章 孔加工刀具.....	(39)
§ 4—1 孔加工刀具的类型和用途.....	(39)
§ 4—2 钻头.....	(39)
§ 4—3 扩孔钻.....	(41)
§ 4—4 镗刀.....	(42)
§ 4—5 铰刀.....	(44)
§ 4—6 深孔钻.....	(49)
☆ § 4—7 孔加工复合刀具.....	(55)
第五章 拉刀.....	(60)
§ 5—1 拉刀类型、用途和结构.....	(60)
§ 5—2 圆孔的拉削方式.....	(63)
§ 5—3 圆孔拉刀的主要参数.....	(66)
§ 5—4 拉削力和拉刀强度计算.....	(72)
§ 5—5 花键拉刀结构特点.....	(73)
§ 5—6 高效拉刀.....	(76)
第六章 铣刀.....	(79)
§ 6—1 铣刀的类型和结构特点.....	(79)
§ 6—2 硬质合金端铣刀.....	(82)

§ 6—3 成形铣刀设计·····	(89)
第七章 加工螺旋槽的成形铣刀·····	(99)
§ 7—1 螺旋槽表面的形成原理·····	(99)
§ 7—2 图解法·····	(99)
§ 7—3 算法及其电算程序框图·····	(102)
§ 7—4 加工螺旋面时的过渡曲线和过切现象·····	(107)
☆第八章 螺纹刀具·····	(109)
§ 8—1 螺纹刀具的类型、特点和用途·····	(109)
§ 8—2 丝锥·····	(113)
§ 8—3 高效螺纹刀具·····	(117)
第九章 齿轮刀具的类型与特点·····	(120)
§ 9—1 齿轮刀具的类型·····	(120)
§ 9—2 盘形齿轮铣刀·····	(122)
☆ § 9—3 盘形剃齿刀·····	(124)
☆ § 9—4 锥齿轮刀具·····	(127)
第十章 插齿刀·····	(135)
§ 10—1 插齿刀的工作原理及类型·····	(135)
§ 10—2 插齿刀齿面几何形状的分析·····	(136)
§ 10—3 外啮合直齿插齿刀设计的主要问题·····	(140)
第十一章 齿轮滚刀和蜗轮滚刀·····	(146)
§ 11—1 齿轮滚刀工作原理·····	(146)
§ 11—2 齿轮滚刀的基本蜗杆·····	(146)
§ 11—3 齿轮滚刀的造形·····	(152)
§ 11—4 齿轮滚刀的齿形误差·····	(157)
☆ § 11—5 高效滚刀·····	(159)
§ 11—6 蜗轮滚刀的工作原理及特点·····	(163)
§ 11—7 蜗轮飞刀的特点·····	(166)
第十二章 加工非渐开线齿形工件的展成刀具·····	(169)
§ 12—1 类型和用途·····	(169)
§ 12—2 展成滚刀齿形的设计计算·····	(171)
§ 12—3 展成滚刀的主要结构尺寸·····	(183)
附录·····	(185)
附录一 车刀设计资料·····	(185)
附录二 成形车刀设计资料和例题·····	(187)
附录三 拉刀设计资料和例题·····	(194)
附录四 加工螺旋槽成形铣刀廓形设计中 τ 值的求解法·····	(207)
附录五 蜗轮滚刀设计资料和例题·····	(209)
附录六 光洁度等级、代号与表面粗糙度 R_a 、 R_z 值对照表·····	(219)
主要参考资料·····	(220)

第一章 刀具设计概论

§1—1 刀具的类型和用途

刀具是金属切削加工中最重要的工具之一。它直接影响生产效率和加工质量。刀具的革新及其切削性能的改善,促进生产率大幅度地提高,并且促使机床结构和切削加工工艺的变革。例如出现了硬质合金刀具后,切削速度提高了几倍乃至几十倍,而且机床结构也随之发生根本性变化。又如复合刀具的出现,简化了切削加工工艺,大大地提高了生产效率。所以刀具是切削加工中最活跃的因素,应给予高度重视。

由于工件形状、尺寸和技术要求以及所用机床与加工方法的不同,有着数量很多、规格尺寸不同的金属切削刀具,随着生产的发展,还在不断地创造新的刀具。因此,为了综合地研究各种刀具的共同性问题,而且便于刀具的设计、制造、使用和管理,必须将类型繁多的刀具系统地加以分类。

刀具的分类方法是多种多样的。例如,可以按刀具切削部分材料的不同,分为高速钢刀具、硬质合金刀具、陶瓷刀具等;按结构可分为整体式刀具、装配式刀具等等。但按刀具用途和加工方法来分是最常用的刀具分类方法。因为这种方法基本上反映了同类刀具的共同特点,也便于进行专业化设计、制造和使用。

根据这种分类方法,刀具有以下几种类型:

1. 切刀

切刀是金属切削加工中应用最广泛的一类基本刀具。它包括车刀、刨刀、插刀、镗刀、成形车刀、自动机床和半自动机床用的切刀以及专用机床用的特种切刀。它们可用于各类车床、刨床、插床、镗床和其它专用机床。图1—1a为机夹车刀。切刀的共同特点是结构比较简单,只有一条连续的刀刃;刀刃的形状可以是直线的(如车刀),也可以是曲线的(如成形车刀)。

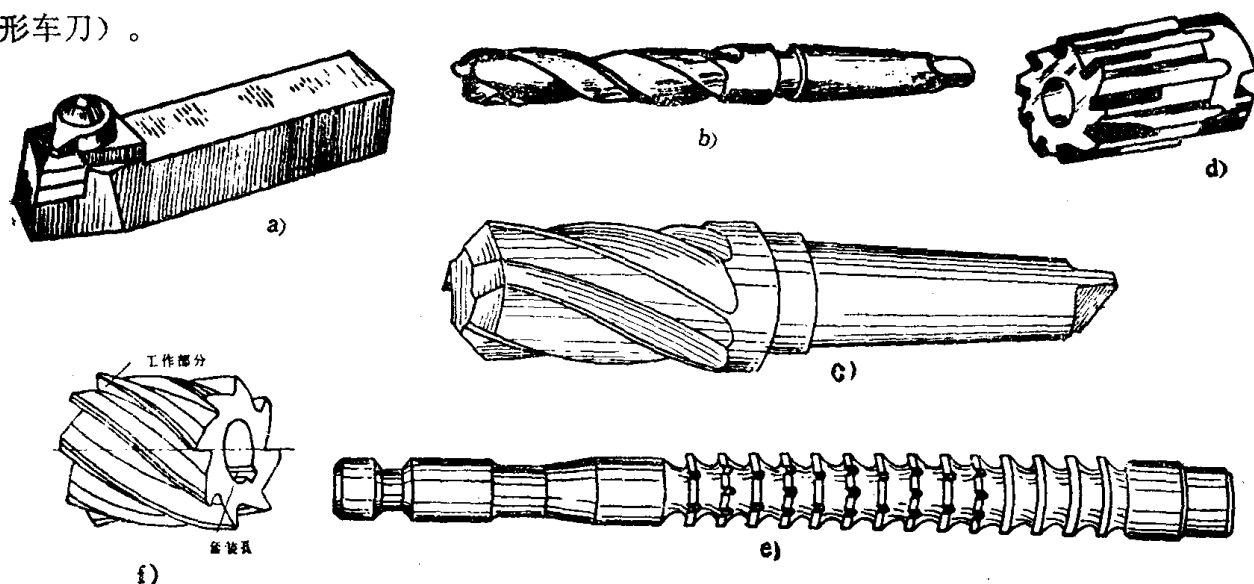
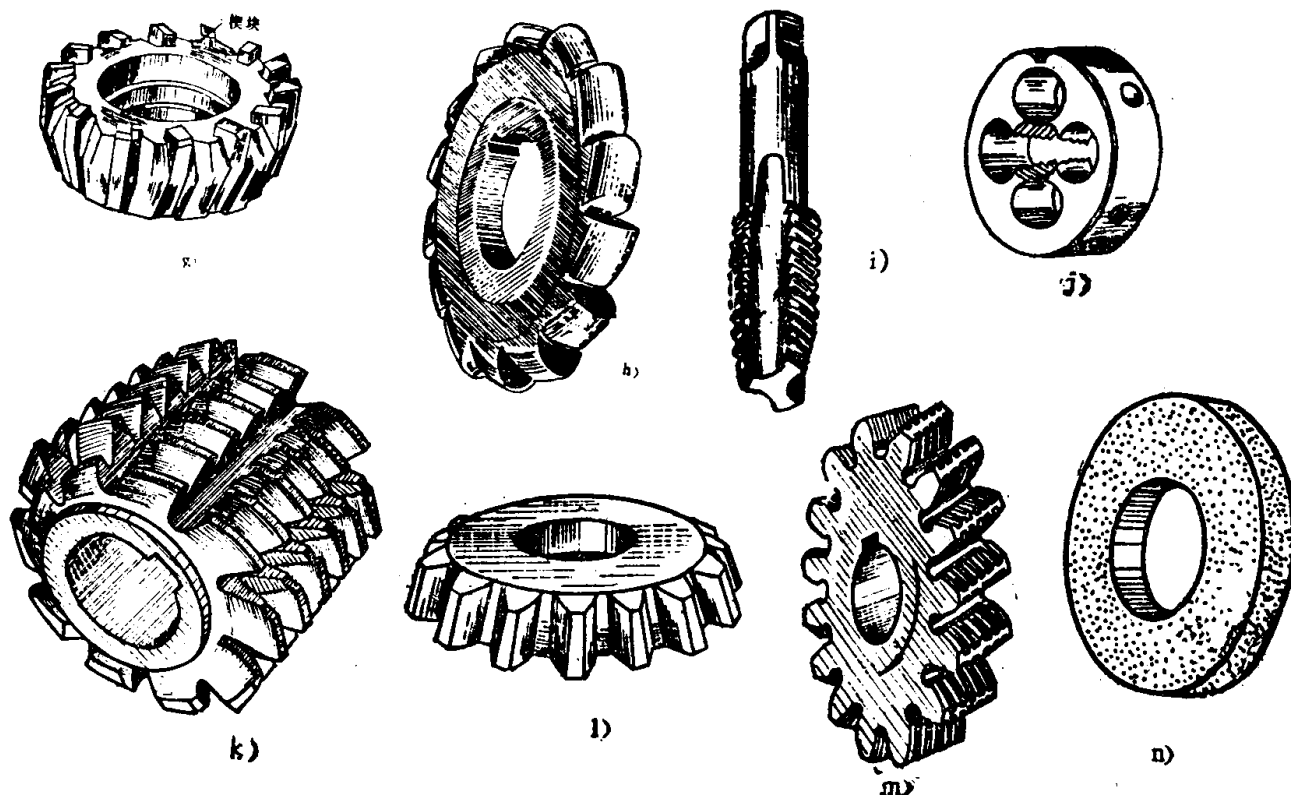


图1—1(a—f)



a) 机夹式外圆车刀; b) 麻花钻; c) 扩孔钻; d) 铰刀;
e) 圆孔拉刀; f) 圆柱铣刀; g) 端铣刀; h) 成形铣刀;
i) 丝锥; j) 板牙; k) 齿轮滚刀;
l) 插齿刀; m) 剃齿刀; n) 平形砂轮

图1—1 切削刀具的基本类型

2. 孔加工刀具

孔加工刀具是用于从实体材料上加工出孔以及对已有的孔进行加工的刀具。它是切削加工中使用得最早的刀具之一，也是广泛应用的一类刀具，其中包括钻头、扩孔钻、铰钻、铰刀、复合孔加工刀具等。图1—1b、c、d分别为麻花钻、扩孔钻与铰刀。孔加工刀具是一种尺寸刀具。加工时，刀具被包围在孔中，因而容屑、排屑、刀具强度、刚度以及导向、散热、冷却等问题，在设计与使用时要特别加以注意。

3. 拉刀

拉刀可用来加工各种形状的通孔、平面以及成形表面等。它是一种高生产率的多齿刀具，广泛应用于大量和成批生产中。按加工时受力方向的不同，分为拉刀与推刀两类。拉刀的特点是同时工作齿数较多，粗、精齿在一把刀具上。工作时绝大多数一次走刀即能完成加工，所以效率高，加工质量也较好。图1—1e为圆孔拉刀。

4. 铣刀

铣刀可用在铣床、镗床上加工各种平面、侧面、台肩、成形表面以及作切断之用。铣刀种类很多，按其刀齿齿背制造方法来分，有尖齿铣刀和铲齿铣刀两大类，其中绝大多数的铣刀都做成尖齿的，如图1—1f、g所示的圆柱铣刀与端铣刀。成形铣刀多数做成铲齿的。图1—1h所示为铲齿成形铣刀。铣刀是一种多刃刀具，与切刀相比，它同时参加切削的刀刃总长度长，切削时无空行程。因此，在一般情况下生产效率较高。

5. 螺纹刀具

螺纹刀具广泛应用于加工各种内、外螺纹。它有两种类型：一种是利用切削加工方法的螺纹刀具，如螺纹车刀与梳刀、丝锥、板牙、螺纹铣刀、螺纹切头等。图1—1i、j即为丝锥

与板牙。另一种是利用金属塑性变形的办法加工螺纹的工具，如螺纹滚压头、搓丝板与滚丝轮等，它是一种高效率的螺纹工具。螺纹刀具也是一种成形刀具，对齿形有严格的要求。

6. 齿轮刀具

齿轮刀具广泛应用于加工各种渐开线齿轮和各种非渐开线齿形的工件。它包括：

(1)、加工渐开线齿轮的刀具，其中有按成形法加工的刀具（如齿轮铣刀）和按展成法加工的刀具，如齿轮滚刀（图1—1k）、插齿刀（图1—1l）、剃齿刀（图1—1m）、蜗轮刀具和锥齿轮刀盘等。

(2)、加工非渐开线齿形工件的刀具，如花键滚刀、棘轮滚刀等。

这类刀具的共同特点是对齿形有严格的要求。

7. 磨具

磨具是磨削加工的主要工具。它包括砂轮、砂带、砂瓦和油石等，其中以砂轮用得最多。砂轮是由磨粒加结合剂经焙烧制成的。它与切削刀具完全不同，没有完整的线性刀刃与确定的刀刃形状。磨具的加工光洁度高，是加工淬火钢件的主要工具。图1—1n为平形砂轮。

其它还有锉刀、锯条以及数控机床和自动线用刀具等。

分类是每门科学发展的必然结果。它既总结了这门科学过去的发展情况，也指明了它继续发展的方向。因此，不论如何分类，总不是固定不变的。根据生产实际需要和本门学科的发展，还将会有其它的分类。

§1—2 刀具的组成

任何类型的刀具都是由工作部分和夹持部分所组成的。

1. 工作部分

它是刀具最重要的部分。设计刀具的主要工作是决定刀具工作部分的形状和尺寸。

许多刀具（如钻头、铰刀、拉刀等）的工作部分又分为切削部分和校准（或导向）部分。刀具切削部分担负主要的切削工作，直接从工件上切下切屑。因此，它的切削性能对生产效率和加工质量有非常重要的作用。刀具切削部分应选用合理的刀具材料、适宜的几何参数，具有正确的刃形、足够大的容屑空间或合适的排屑沟槽，并保证必要的强度和刚度。

刀具校准部分的作用是校准、修整、刮光工件上的已加工表面并起导向作用，以保证加工的形状、尺寸精度和表面光洁度。校准部分往往又是切削部分的后备部分。

也有一些刀具的工作部分只有切削部分而没有校准部分，例如切刀、铣刀等。

2. 夹持部分

它的作用是将刀具夹固在机床上，保证刀具具有正确的工作位置；承受切削力；传递切削运动与动力。

刀具的夹持部分有刀柄（或刀杆）和套装孔两类。许多刀具，例如钻头、丝锥（图1—1b、i）等的夹持部分是它们的刀柄（圆柱柄或圆锥柄）；切刀是刀杆（图1—1a）；圆柱铣刀（图1—1f）和齿轮滚刀（图1—1k）则是刀具上带键槽的套装孔等。

为保证刀具的正常工作，夹持部分必须具有足够的强度与刚度、正确的形状与尺寸、合适的表面光洁度，并且夹固可靠、装卸方便迅速。

§ 1-3 刀具设计的主要问题

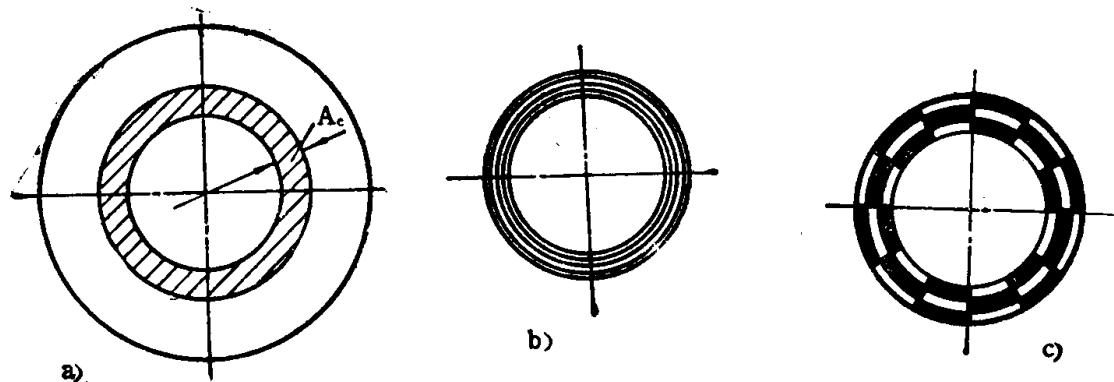
刀具设计的主要任务是：（1）对于大批生产的某些工件，根据规定的加工条件和要求，没有标准刀具可供选用时（或者在小批甚至单件生产，但标准刀具不能满足要求时），需要专门设计刀具。例如设计加工成形零件的成形车刀或铣刀、不同孔径的内孔拉刀或复合刀具等；（2）为提高劳动生产率和加工质量，降低成本，改进现有刀具，设计新型结构的刀具。例如设计先进车刀、群钻和大螺旋角铣刀等。

刀具设计的主要内容有：

一、工作部分的设计

1. 选择合理的切削方式

刀具的切削方式（切削图形）是刀刃从工件毛坯上切去加工余量的形式和顺序。它直接影响刀刃形状、加工效率、加工质量和刀具耐用度。例如图1—2a所示的圆孔，加工余量为 A_c ，用拉力拉削。如果把拉刀的刀齿做成圆形的，一层一层地切去薄而宽的切屑（图1—2b），则可以获得较高的加工光洁度。但因切削层薄而宽，单位切削力大，而且需要较多的刀齿才能切去全部余量，因此，拉刀较长，影响加工效率，增加刀具成本。如果采用分块拉削方式（图1—2c），由2~3个刀齿组成一组，共同切去加工余量中的一层金属，但每个刀



a) 拉削余量； b) 分层拉削； c) 分块拉削

图1—2 圆孔拉削方式

齿仅切去一层中的一部分。这样，每个刀齿可以切下窄而厚的切屑，既减少了单位切削力，又可缩短拉刀长度，使刀具成本降低，提高生产效率。因此，选择正确的切削方式是非常重要的。

2. 选择合适的刀具材料

刀具工作部分的材料对其切削性能有决定性的影响。刀具材料从碳素工具钢发展到超硬材料，这就大大地提高了金属切削加工的生产率；例如碳素工具钢刀具受热至 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时，即失去其硬度，不能切削；而硬质合金可在 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 、陶瓷刀具在 1300°C 、立方氮化硼在 $1400\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 时仍能进行切削加工。因此，选择合适的刀具材料，对提高加工效率，保证加工质量十分重要。刀具材料必须满足的基本要求是：硬度高、耐磨性和耐热性好，强度和韧性足够，便于机械加工，而且价格便宜。

选择刀具材料时，应该考虑切削加工时的特点和对生产效率的要求以及刀具的制造条件。应尽量充分发挥各种材料的特性。一般手用、低速的刀具（如手丝锥、板牙、手铰刀等）可

选用碳素工具钢或合金工具钢。为提高加工效率，机用刀具全都选用高速钢和硬质合金。近年来，切刀、端铣刀和加工铸铁用的扩孔钻、铰刀等已大多采用了硬质合金刀片，其中切刀使用达90%以上，有的刀具也采用了陶瓷刀片和超硬刀具材料。由于金刚石砂轮的广泛使用，刃磨硬质合金刀具的效率和質量大大提高，所以硬质合金刀具的应用更加普遍。有些复杂刀具，如模数 $m > 3\text{mm}$ 的齿轮滚刀，也有镶装硬质合金刀片的。但由于硬质合金刃磨困难，目前大多数刀刃形状复杂的刀具，如拉刀、齿轮刀具及其它成形刀具等仍然采用高速钢制造。

节约贵重的刀具材料是刀具设计者必须重视的问题。如带柄刀具采用对焊刀柄结构；大尺寸刀具做成镶齿或装配式结构等。一般刀体（或刀柄）部分使用碳素钢或合金钢制造。

3. 选择适宜的几何参数

刀具的几何参数是刀具的核心。它直接影响加工效率、刀具耐用度和加工质量。例如刀具前角的大小直接影响切削力、切削温度、切削功率和刀头强度，从而影响刀具耐用度和加工生产率。刀具革新的重要方面就是改进刀具的几何参数。例如，先进的大前角铸铁刨刀，与普通刨刀相比，其耐用度提高2~3倍。主要是由于既采用 $45\sim 50^\circ$ 大前角，使刃口锋利，显著减少切屑变形，降低切削力；又采用大的负刃倾角（ $-25\sim -30^\circ$ ）和小后角（ 3° ），加强了刀刃，虽然前角很大，仍能承受冲击切削。因此，选择适宜的刀具几何参数，对其切削性能有很重要作用。

关于刀具几何参数的选择原则和具体数值在《金属切削原理》中已有较详细的阐述。设计刀具时，必须考虑刀具的具体工作条件和重磨情况来选择几何参数。例如，内孔拉刀的直径尺寸就直接影响工件孔的加工精度，如选用的后角太大，重磨前刀面后，直径尺寸减少很多，这就缩短了拉刀的使用寿命。又如，设计孔加工刀具时，因为刃倾角会影响排屑方向，所以应根据通孔或盲孔的情况，确定刃倾角或螺旋槽方向。

4. 设计正确的刀刃形状

对于一些成形刀具，如螺纹刀具、齿轮刀具等的刃形，因它直接影响加工精度，故必须正确地进行设计计算，才能保证加工出所要求的形状。例如图1—3a表示棱体成形车刀加工一成形零件的情况，就应根据工件形状，求出刀具的刀刃形状。又如齿轮滚刀是按展成法加

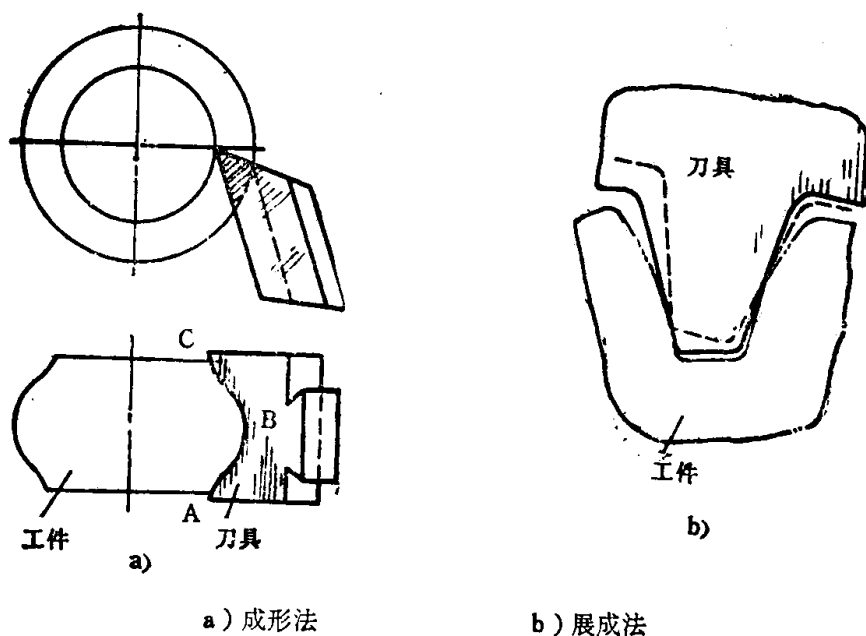


图1—3 成形面加工

工齿轮的，刀齿形状应该是工件的共轭齿形，才能加工出正确的工件齿形（图1—3b）。

5. 保证足够大的排屑与容屑空间

刀具切削时，切下大量切屑，能否顺利容纳和排出切屑是刀具能否正常工作的关键。如果切屑堵塞在刀槽内，刀具继续工作，势必挤断刀齿，划伤已加工表面，选择刀具齿数时，应保证刀具具有足够大的容屑空间，但又要保证刀齿的强度。

刀具容屑空间有三种形式：

(1) 敞开式 例如，切刀的容屑空间（图1—4a）为敞开式。切削时，切屑可以自由

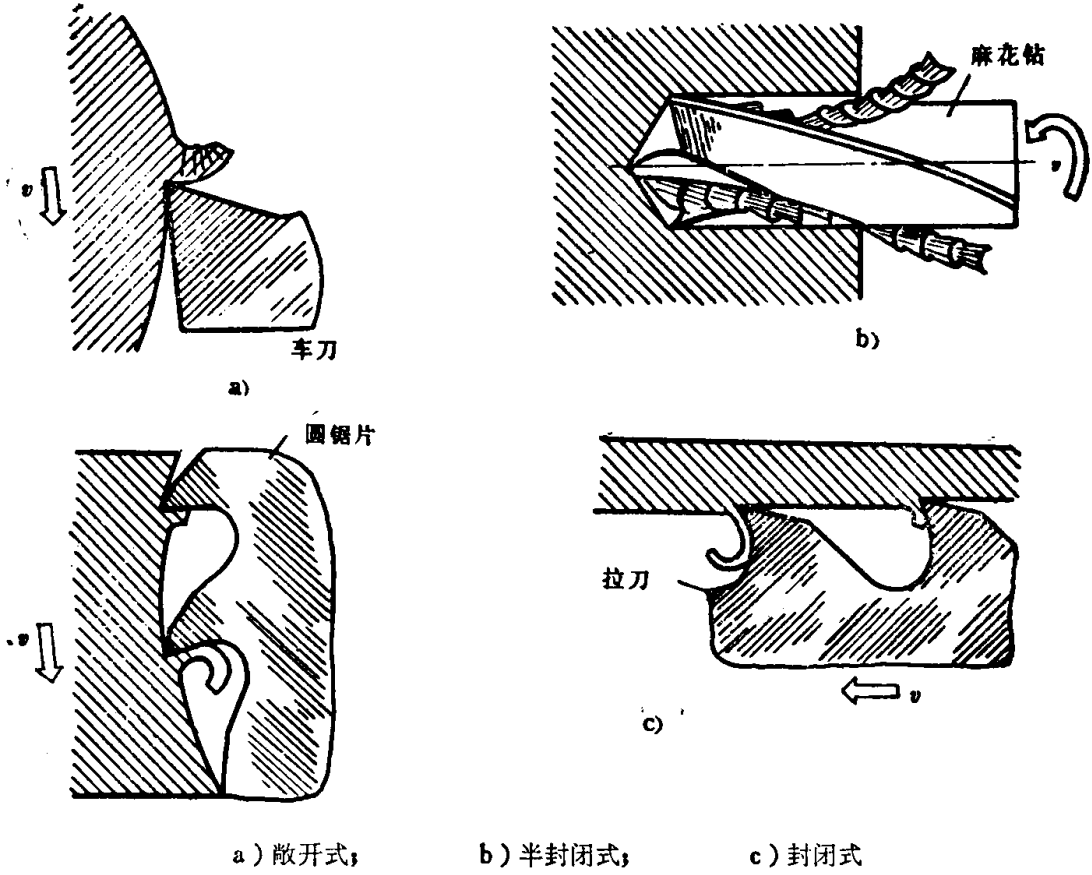


图1—4 容屑空间形式

地沿不同方向排出，空间不受严格限制，刀具完全可以顺利地工作。但高速加工钢件时，带状切削容易缠绕在工件和刀具上，只有采取措施，保证良好的卷屑和断屑，才能正常工作。

2) 半封闭式 切削时，被包围在半封闭空间中工作的一些刀具，如钻头、扩孔钻、铰刀、丝锥等，其容屑空间是半封闭式的。图1—4b所示为钻头加工时，切屑从两条螺旋槽中顺利排出的情况。对于半封闭式容屑空间的刀具，设计时应使半封闭的沟槽，有足够大的容积，能畅通无阻地排出切屑。为保证切屑易于卷曲并顺利地排出，可在刀刃上开分屑槽（如直径较大的钻头），把切屑分裂成较窄的长条。如在麻花钻的前刀面（图1—5a）或在

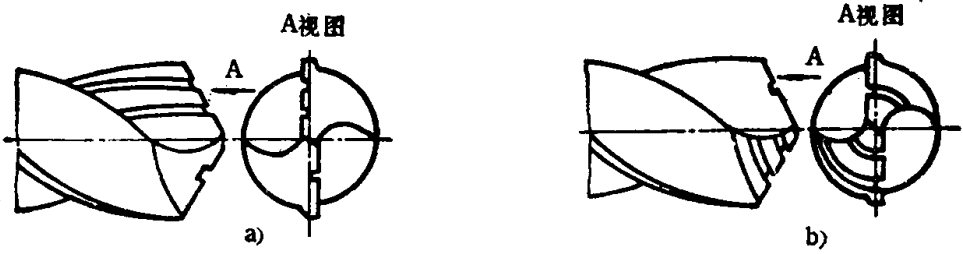


图1—5 麻花钻分屑槽