

金 属 切 削 刀 具

吴岳昆 王景濂 主编

本书是以1963年第一机械工业部中等专业学校机械制造专业与工具制造专业教材会议所审訂的“金属切削原理与刀具”教学大纲（草案）为主要参考，在内容方面力求贯彻“少而精”“讲练结合”等主要原则，并结合我国工厂实际和中等专业学校的教学实际进行编写。

全书共分：切刀；成形車刀，钻头扩孔钻与镗钻，铰刀，鏜刀，拉刀；铣刀；螺纹刀具；齿轮刀具等九章。

本书由吴岳昆、王景濂同志主编，薄宵同志审稿。参加编写的有陆剑中、孙家宁、周志明、莫显初同志。

本书为中等专业学校机械制造专业的教学参考书，它与“金属切削原理”构成一套。

限于编者水平，书中定有不当之处，欢迎各兄弟学校提出批评和意见，以便今后改进。

金 属 切 削 刀 具

吴岳昆 王景濂 主编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业外可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $4\frac{2}{16}$ · 字数 103 千字

1966年5月北京第一版·1972年9月北京第二次印刷

*

统一书号 15033·4046 定价 0.45 元

目 录

绪论	1
§ 1 本课程的任务	1
§ 2 我国金属切削刀具的发展概况	2
第一章 切刀	4
§ 1 车刀	4
§ 2 刨刀	16
第二章 成形车刀	18
§ 1 成形车刀的类型和应用范围	18
§ 2 成形车刀的前角与后角	19
§ 3 成形车刀截形设计	22
§ 4 成形车刀的装夹与刃磨	28
第三章 钻头、扩孔钻与铰钻	31
§ 1 钻头	31
§ 2 扩孔钻	41
§ 3 铰钻	43
第四章 铰刀	45
§ 1 整体圆柱铰刀的结构要素设计	45
§ 2 其他常用铰刀的结构特点与应用范围	54
§ 3 铰刀的选用	58
第五章 镗刀	64
§ 1 镗刀的种类及其结构	64
§ 2 镗刀块在镗杆中的装夹	66
第六章 拉刀	69
§ 1 拉刀的种类和应用范围	70
§ 2 拉刀的组成部分及拉削要素	72
§ 3 拉削过程特点	73
§ 4 层剥法圆孔拉刀的结构特点	76

§ 5	轮切式圆孔拉刀的结构特点	80
第七章	铣刀	83
§ 1	尖齿铣刀的主要结构要素	83
§ 2	常用尖齿铣刀的结构特点和应用范围	87
§ 3	铲齿铣刀	92
§ 4	铣刀的刃磨	94
第八章	螺纹刀具	96
§ 1	螺纹刀具的分类	96
§ 2	螺纹车刀	98
§ 3	丝锥	100
§ 4	圆板牙	107
§ 5	盘形螺纹铣刀	108
§ 6	螺纹滚压工具	109
第九章	齿轮刀具	112
§ 1	齿轮刀具的分类	112
§ 2	齿轮铣刀	114
§ 3	插齿刀	116
§ 4	齿轮滚刀	119

绪 论

§ 1 本课程的任务

“金属切削刀具”是研究刀具的合理选用及设计的一门应用科学。

刀具是进行切削加工时所必须采用的基本生产工具之一，它在机械制造、农业机械修理和国防工业中均占有重要地位。刀具的品种与性能直接影响产品的品种、质量、生产率和成本。

刀具的种类很多，但大体上可以分为标准刀具与非标准刀具两大类。所谓标准刀具是指按照国家或部门制订的“刀具标准”制造的刀具，主要由专业化的工具工厂负责生产。它在各种类型的机械制造工厂、农业机械修配工厂和国防工厂中均比较常用，而且需要量很大。非标准刀具则是根据工件与具体加工条件的特殊要求来设计与制造刀具，主要由各用户工厂自己生产。由此可见，学习“金属切削刀具”的目的是要学会解决以下两类问题：

1. 选择与使用刀具：这是操作机床、编制与贯彻机械加工工艺规程以及解决现场工艺技术问题时的主要内容之一。

2. 设计刀具：这是工艺准备工作的主要项目之一。

按照机械制造专业现行教育计划的规定，“金属切削原理”与“金属切削刀具”是一门课程，通过本课程的学习，在刀具方面所要达到的基本要求是：

1. 掌握合理选择与使用刀具的基础知识，能基本上正确地选用各种最常用的刀具。

2. 初步掌握正确设计刀具的基础知识，会设计一些最常用的简单非标准刀具。

为了很好地完成上述任务，本课程在教学方法上必须贯彻启

发式教学与讲练结合,并且要与其它课程、其它教学方式、尤其是要与生产劳动密切配合起来,以使学生将基本理论知识和基本技能切实学到手,并能理论联系实际地加以运用。

§ 2 我国金属切削刀具的发展概况

我国是一个历史悠久的国家,中华民族是勤劳智慧的民族。我们的祖先在人类文化科学的发展中曾经作出过许多伟大的贡献。但是,由于长期的封建统治、国民党的反动统治和帝国主义的残酷压迫和掠夺,严重地束缚了我国生产力的发展。因此,解放前,我们没有独立的机械制造业,更谈不上为它服务的工具制造业。那时没有专门的刀具制造厂,所使用的刀具大都依赖于进口。

解放后,在伟大的中国共产党的正确领导下,在社会主义革命和社会主义建设的事业中,我国的面貌发生了根本变化。机械制造业得到了飞跃发展,金属切削刀具也相应地蓬勃发展起来。

在1950~1952年的三年国民经济恢复时期,国家便开始建立专业化的工具厂。在当时设备陈旧不全、技术力量薄弱的情况下,由于发扬了自力更生、奋发图强、艰苦奋斗、勤俭建国的革命精神,我们克服了重重困难,成批生产了钻头、铰刀、铣刀、丝锥、板牙等刀具,不仅对国民经济的迅速恢复起了一定作用,并且揭开了我国具有独立的工具制造业的历史序幕。

通过第一个五年计划的建设,国家一方面大力改造与扩建了原有的工具厂,一方面又新建了一些现代化的工具厂,并且在机械制造工厂中兴建了许多新型的工具车间;高等工业学校和中等专业学校开设了刀具课程或设立了工具制造专业;第一机械工业部建立了工具研究所。因此,经过五年的建设,骨干工厂建立起来了,科学研究工作初步开展起来了,技术人材也陆续培养起来,从而为第二个五年计划期间的大发展打下了基础。

在党中央和毛主席的正确领导下,从1958年起,我国国民经

济出现了史无前例的跃进局面。在短时期中，我们又建成了大量中小型工具厂。各工具厂和机械制造工厂通过大搞群众性的技术革新与技术革命和采用先进技术，通过工厂、科学研究单位与学校三结合，我国刀具的技术水平有了很大提高。不仅我们能够独立设计与制造各种刀具，而且有些精密复杂的和新型高效率的刀具已经达到国际先进水平。

从1961年起，我国国民经济进入了一个调整、巩固、充实、提高的时期。我们的工业生产有了新的发展，品种、质量出现了新的跃进。

我们在短短的十五年时间内，取得了很大成绩。这是伟大的、光荣的、正确的中国共产党和英明的领袖毛主席领导的结果，是社会主义制度优越性的体现。

今后为了在不太长的历史时期内，把我国建设成为一个具有现代农业、现代工业、现代国防、现代科学技术的社会主义强国，对机械制造业提出了更高的要求。相应地，刀具工业也必须向高、大、精、尖的方向发展，对刀具的品种、质量和数量方面都提出了新的要求，这无疑地将促进刀具工业进一步发展。

第一章 切 刀

切刀是用得最广泛的刀具之一。它可以在普通车床、转塔车床、刨床和插床等机床上使用。切刀按其所适用的机床类别可分为车刀、刨刀和插刀等。本章以车刀为重点讲授其选用与设计。

§ 1 车 刀

一、车刀的类型、结构特点和应用范围

按照用途的不同，车刀可以分为外圆车刀、端面车刀、镗孔刀、切断刀和切槽刀等。

1. 外圆车刀（图 1-1）用于粗车或半精车外旋转表面。常用的有直头外圆车刀、弯头外圆车刀、 90° 偏刀和宽刃精车刀等。

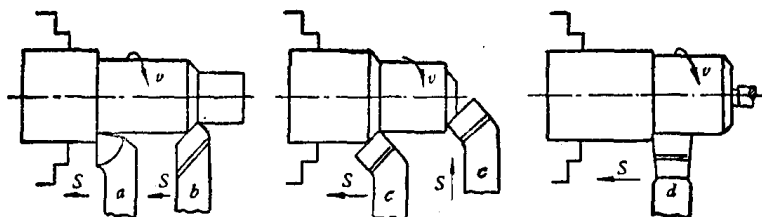


图 1-1 外圆车刀。

直头外圆车刀(图 1-1 的 b)结构简单,刀杆无需经过锻造,因而制造成本较低,但通用性较差,只适用于车削外圆。

弯头外圆车刀(图 1-1 的 c)能车削外圆、端面和内外倒角,通用性较好。但制造时,刀杆需经锻造,成本较高,而且主、副偏角不能根据具体切削条件选择合理数值(一般主、副偏角均作成 45°),故主要适用于单件、小批生产和加工具有上述通用性要求的零件。

90°偏刀(图1-1的a)的主偏角 $\varphi=90^\circ$ ，它是直头外圆车刀的一种变态，适用于车削阶梯轴和细长零件。

宽刃精车刀(图1-1的d)用于半精车或精车外圆，工作时可选择较大的走刀量(5~10毫米/转)。由于它的刀刃宽度比走刀量大，所以能获得较高的光洁度($\nabla 6\sim\nabla 7$)。

2. 端面车刀(图1-2)用于车削端面。依靠刀磨或偏斜安装可获得不同的主偏角($\varphi=30^\circ\sim 95^\circ$)。车削时可采用两种不同的进给方法：由工件中心向外圆进给；由工件外圆向中心进给。采用第一种进给方法时，能使工件获得较高的表面光洁度，刀具的耐用度也较高，但试切时测量工件的长度或被切端面至其它表面的距离较困难。

3. 镗孔刀(图1-3)用于镗孔。其结构尺寸取决于被加工孔的直径和长度。镗孔刀有通孔镗刀和闭孔镗刀两种。在镗大孔时，为了降低刀具材料的消耗，可采用专用刀杆，在其上用螺钉夹固尺寸较小的刀头。

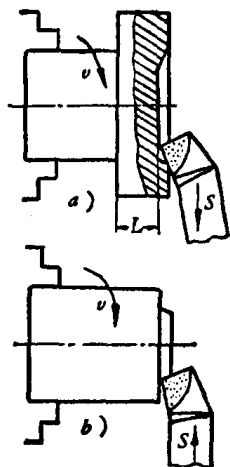


图 1-2 端面车刀：
a—由工件中心向外圆进给；
b—由工件外圆向中心进给。

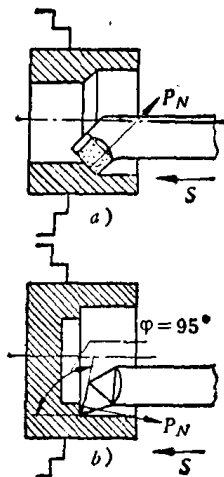


图 1-3 镗孔刀：
a—通孔镗刀；
b—闭孔镗刀。

4. 切断刀与切槽刀(图1-4) 切断刀用于切断工件, 它可分为左偏、右偏和对称的三种形式。

切断刀刀头宽度(b)应在保证刀具具有必要强度的条件下尽可能作得小些, 以减少工件材料的消耗。通常取

$$b = 0.6 D^{0.5} \text{ (一般在 } 2 \sim 6 \text{ 毫米范围内)}$$

式中 D ——工件直径。

切断刀刀头长度应比工件的半径大一些, 一般取

$$L = \frac{D}{2} + (5 \sim 8) \text{ 毫米}$$

为了提高刀头的强度与刚度, 可将刀头作得比刀杆厚一些。同理, 切断刀的副偏角和副后角均须磨得很小 ($1^\circ \sim 2^\circ$)。

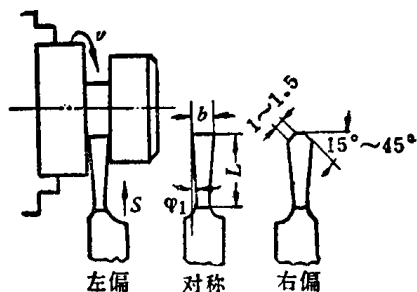


图 1-4 切断刀。

切槽刀的外貌与切断刀相似, 只是它的刀头宽度和长度须按照工件槽的尺寸来决定。

二、刀杆的形状与尺寸

车刀刀杆的断面形状有矩形、正方形和圆形三种。在刀杆断面积相同的条件下, 以矩形刀杆的抗弯强度最大, 开刀片槽后, 刀杆的强度削弱不多, 故用得最为广泛。方刀杆能很好地抵抗复杂的弯曲变形, 所以镗孔刀以及自动车床上使用的车刀可采用方

表 1-1 车刀刀杆断面的尺寸

断面形状	尺寸 (毫米)									
矩形 ($B \times H$)	6 × 10	8 × 12	10 × 16	12 × 20	16 × 25	20 × 30	25 × 40	30 × 45	40 × 60	50 × 80
正方形 ($B \times B$)	6 × 6	8 × 8	10 × 10	12 × 12	16 × 16	20 × 20	25 × 25	30 × 30	40 × 40	50 × 50
圆形 (d)	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50

刀杆。此外，在刀杆高度受限制时，若矩形刀杆的强度不足，也可采用方刀杆。圆形刀杆主要用于镗孔刀和插刀。

各种刀杆断面的标准尺寸见表 1-1。

通常车刀刀杆的断面尺寸根据所使用车床的中心高(表1-2)或切削面积来选取，一般不必进行计算。

表 1-2 按车床中心高选择刀杆断面尺寸

车 刀 安 装 方 法	车床中心高(毫米)				
	150	180~200	260	300	350~400
	刀杆断面尺寸				
装在方刀架上	12 × 20	12 × 20	16 × 25	20 × 30	25 × 40
装在单刀架上	12 × 20	16 × 25	20 × 30	20 × 30	25 × 40

车刀刀杆长度已经标准化，常用的有 125 毫米、150 毫米、200 毫米、225 毫米、250 毫米、300 毫米、400 毫米、500 毫米等，可根据刀杆断面尺寸和在刀架中安装车刀的数目来选择。通常可先按刀杆长度为刀杆高度的 6~10 倍（装在单刀架中的车刀可取大的数值）进行估算，然后再取一相近的标准数值。

三、刀片的形状与尺寸

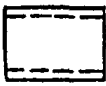
硬质合金一般都作成一定形状与尺寸的刀片后装在刀杆上使用；为了节省贵重的刀具材料，高速钢也有作成刀片的。

我国硬质合金刀片已经标准化^①，常用的几种刀片的形状与用途举例见表 1-3。用四位数字作为硬质合金刀片的代号，其中前两位数字表示刀片的型号，用来表示刀片的形状；后两位数字表示刀片的尺寸序号，用来标志刀片尺寸的大小；最后一位数字若为奇数时则是右向车刀用的刀片，若为偶数时则是左向车刀用的刀片。

选择硬质合金刀片的形状时，应使刀片具有尽可能多的刃磨次数和高的利用率，通常根据车刀类型和主偏角的大小来选取。

① 见冶标(YB)106-60。

表 1-3 几种硬质合金刀片的形状与用途举例

刀片型号	简 图	用 途 举 例	刀杆尺寸	刀片代号
01		直头和弯头外圆车刀, 宽刃精车刀, 镗刀, 切槽刀	10 × 16	0103
			16 × 25	0109
			20 × 30	0113
06		端面车刀及闭孔镗刀	10 × 16	0601
			16 × 25	0605
			20 × 30	0609
07		端面车刀及外圆车刀	10 × 16	0701
			16 × 25	0725
			25 × 40	0729
13		切断刀及切槽刀	10 × 16	1321
			16 × 25	1325
			25 × 40	1309

例如, 45°弯头外圆车刀用 01 型刀片, 90°偏刀用 07 型刀片等。

选择硬质合金刀片的尺寸时, 应考虑工件材料性质、吃刀深度、走刀量和车刀的磨损方式等。刀片长度根据吃刀深度和主偏角选择, 应保证参加工作的刀片长度不超过刀片总长度的50~60%。刀片厚度对刀片的强度和沿前刀面的刃磨次数有很大影响, 当走刀量较大或车刀沿前刀面和后刀面同时磨损时, 应选择较厚的刀片。但刀片厚度也不宜取得太大, 否则会削弱刀杆强度。根据经验, 刀片厚度 C 与刀杆高度 H 应保持下列比例关系:

$$\frac{C}{H} = 0.16 \sim 0.2$$

在车刀标准中, 各种刀杆尺寸都已相应地规定了刀片的尺寸。只有在设计专用车刀时, 才有必要计算和校验刀片的强度。

我国尚未订出统一的高速钢刀片标准, 可参考工厂标准。

四、刀片槽的形状与尺寸

常用的刀片槽的形状有开口槽、半封闭槽、封闭槽和切口槽(图 1-5)。

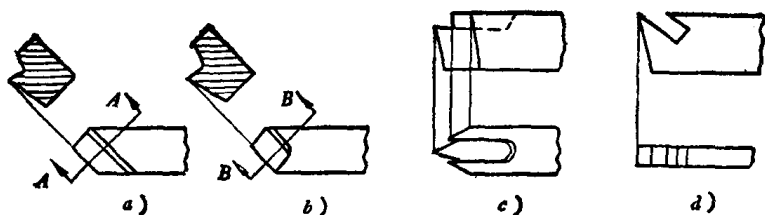


图 1-5 刀片槽形状：
a—开口槽；b—半封闭槽；c—封闭槽；d—切口槽。

开口槽制造最简单，应用最广泛。半封闭槽夹持刀片较开口槽牢靠，但制造时须单件加工，且只能用直径较小的立铣刀铣制，因而刀具制造的效率较低，当选用带圆弧的硬质合金刀片时可采用这种槽形。封闭槽和切口槽夹持刀片牢靠，但制造复杂，主要用于刀片底面积较小的车刀，如螺纹车刀和切断刀等。

确定刀片在刀片槽中的安放位置时，应考虑车刀的磨损情况，要使刃磨的面积小和重磨的次数多。当车刀主要沿着前刀面磨损和刃磨时，可将刀片竖放在刀槽中(图 1-6 a)；当车刀主要沿着后刀面磨损和刃磨时，则将刀片平放在刀槽中(图 1-6 b)。在一般情况下，车刀前后刀面同时磨损，用钝后均须刃磨。如果 $\gamma_{槽}$ 取成 $40^\circ \sim 45^\circ$ (图 1-6 c) 时，则刀片的刃磨面积最小，刃磨次数最多，而且刀片的受力情况也较好。但是，作成这样大的安放角也有很多缺点，如刀片焊接后的内应力较大；刃磨后刀尖会迅速下降；此外，在靠近前刀面的刀杆上，会被流出的切屑形成凹坑，使切屑堆积起来，甚至造成车刀折断等。因此，通常只把 $\gamma_{槽}$ 作成 $\gamma + 5^\circ$ 。对硬质合金车刀而言，常取 $\gamma_{槽} = 12^\circ \sim 16^\circ$ (图 1-6 d)。

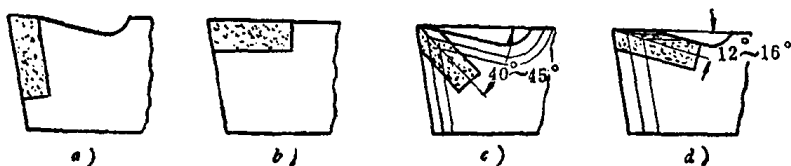


图 1-6 刀片在刀片槽中的安放位置。

刀片槽的具体尺寸可自有关资料中查出,其来源如下(图 1-7):

$$\begin{aligned} h_1 &= h - z, & z &= \frac{c \cos \alpha}{\cos(\alpha + \gamma_{\text{槽}})}; \\ a_1 &= a - x, & x &= z \tan \alpha_1; \\ b_1 &= b - y, & y &= c \tan(\alpha + \gamma_{\text{槽}})。 \end{aligned}$$

式中 h ——刀尖至刀杆底面的高度,一般取它等于刀杆高度或略大 1~2 毫米;

a 、 b 、 c 分别为刀片的长度、宽度和厚度。

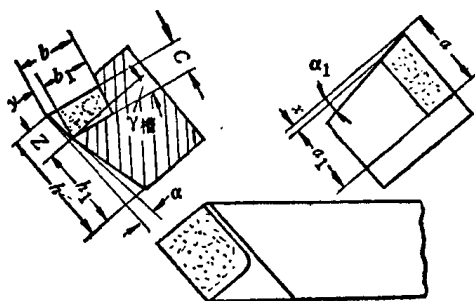


图 1-7 刀片槽尺寸。

五、车刀的结构

车刀有整体式、焊接式、粘结式、机械夹固式和切削力夹固等多种结构型式。目前以焊接式和机械夹固式用得最多,某些小尺寸的高速钢车刀可用整体式。

焊接式车刀具有结构简单、使用方便以及刀片利用率较高等优点,故得到广泛应用。但是,由于刀片和刀杆材料不同,而且尺寸相差悬殊,所以焊接后刀片内部易产生较大的内应力,甚至会产生裂纹。因此目前,开始研究和推广用粘结方法代替焊接方法。

对于中等尺寸,尤其是大尺寸的车刀(其重量达几十斤),若采用焊接式结构,则不仅具有上述缺点,而且刀杆不能充分利用,装卸不便和刃磨困难的问题也较为突出。因此,这种车刀宜采用机械夹固式。

机械夹固式分为机械夹固刀片式和装配式两种。

1. 机械夹固刀片式 是用螺钉等紧固零件通过压板将刀片直接夹固在刀杆上。

机械夹固刀片式车刀刀片的调整方法有三种,如图 1-8 所示。车刀磨损后,若须同时刃磨前、后刀面时,可采用第一种调整方法

(图 1-8 a)。刃磨时将刀片向前移动一定距离,以恢复车刀尺寸。为了防止切削时刀片因受力而向后移动,在刀片和刀杆之间放有垫片。若磨损后只须刃磨前刀面时,可采用第二种调整方法(图 1-8 b),刃磨时将刀片向上移动一定距离。为了增加每次刃磨后车刀的使用时间,可采用柱形刀片。当一个刀刃磨损后,将刀片转位便可继续使用,直至所有刀刃全部磨钝后才拆下来进行刃磨。第三种调整方法的车刀刀片为多边形或圆形,当所有刀刃全部磨损后,才更换刀片。这种车刀主要适用于半自动车床和自动车床。

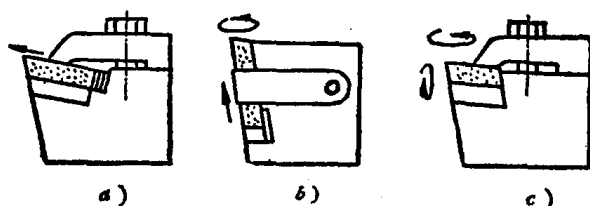


图 1-8 机械夹固刀片式车刀刀片的调整方法。

2. 装配式 装配式车刀是先将刀片焊接在刀齿上,然后通过螺钉、压板等紧固零件将它夹紧在刀杆上。

图 1-9 所示为中型车床上使用的装配式车刀。

机械夹固式车刀结构复杂,制造成本较高,但由于它具有刀杆可以多次使用和消除或减少了焊接内应力等优点,故目前在工厂中已逐步推广。

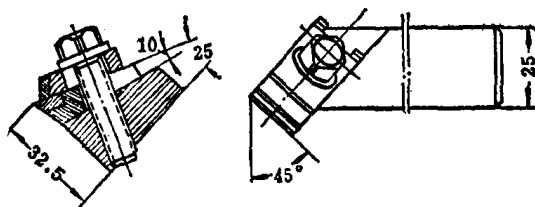


图 1-9 在中型车床上使用的装配式车刀。

六、断屑方法

高速切削塑性材料时,连绵不断的带状切屑经常缠绕在工件或刀具上,严重地影响工人的安全,同时会刮伤已加工表面,并

且往往迫使操作者经常停车清理切屑，以致降低了加工质量和生产率。此外，带状切屑在清理与运输时也不方便，故须考虑断屑问题。应该采取措施使切屑卷曲成半环形或不长的小螺旋卷而折断。生产中常用下列几种断屑方法：

1. 在前刀面上磨出断屑台或卷屑槽

断屑台如图 1-10 a 所示，其基本尺寸的大致范围是：

$$\varepsilon = 105^\circ \sim 115^\circ; \quad h = 0.6 \sim 1.5 \text{ 毫米}; \quad \tau = 5^\circ \sim 15^\circ; \quad R =$$

0.25 ~ 0.5 毫米。断屑台宽度 K 与走刀量和吃刀深度有关，其值可按表 1-4 选取。

卷屑槽如图 1-10 b 所示，它使切屑沿着卷屑槽卷曲而折断。卷屑槽的尺寸与工作条件有关，当 $t \leq 6$ 毫米， $v \leq 500$ 米/分时，可按表 1-5 选取。

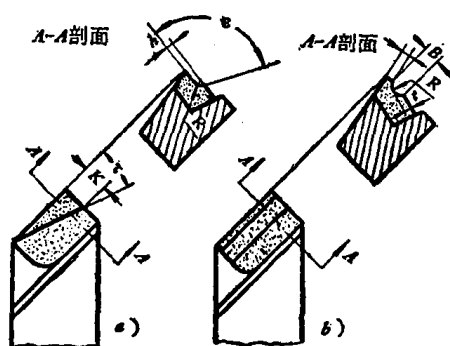


图 1-10 断屑台与卷屑槽。

这种方法简单易行，故应用较广，但其尺寸不能随具体加工

表 1-4 断屑台宽度 K 的数值

吃刀深度 \ 走刀量	0.15~0.3	0.32~0.44	0.45~0.6	0.61~0.7	0.71~0.8	0.81~1
0.4~1.4	1.6	2	2.4	2.8	3~3.2	3~3.2
1.5~6.5	1.6~2.5	3~3.5	4	4~4.8	4.8	5

表 1-5 卷屑槽的尺寸

尺 寸 (毫米)	走 刀 量					
	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4
宽度 B	2.5	3.5	5	7	8.5	9.5
圆弧半径 R	2.5	4	5	6.5	9.5	10
深度 t	0.3	0.4	0.7	0.95	1	1.2
倒棱宽度 f	0.2	0.3	0.45	0.55	0.6	0.8

条件的不同而改变，而且每次刃磨刀具时必须重新刃磨断屑台或卷屑槽，从而使刃磨复杂化，且减弱刀片强度和硬质合金的消耗增多。此外，断屑台或卷屑槽的尺寸只有按照具体加工条件适当确定（一般通过试验的方法）才能获得满意的效果。

2. 采用装夹断屑块

用机械夹固的方法在车刀前刀面上装夹一个断屑块，其基本参数可随具体加工条件而调节，其断屑范围较大。但是，这种方法具有结构复杂且不够可靠与完善等缺点，故目前用得不多。机械夹固式车刀可以采用这种方法。

3. 选择合适的几何角度

根据加工条件，采用 $-\gamma$ 和 $+\lambda$ ，并适当增大主偏角 φ ，在一定的切削用量范围内能起断屑作用。例如，当 $\frac{t}{S} \leq 5$ 和 $S > 0.1$ 毫米/转时，若车刀的 $\varphi = 60^\circ \sim 70^\circ$ ， $\gamma = -10^\circ \sim -5^\circ$ ， $\lambda = 10^\circ \sim 15^\circ$ ，则能自动断屑。这种方法比较简单，但不能选择合理的切削角度。由于前角较小，刃倾角较大，产生的切削力，尤其是径向力 P_y 很大，容易引起振动。此外，这种方法的通用性差，当加工条件变化时，就不能断屑，故只适用于某些特定的加工条件。

七、大走刀切削车刀

由金属切削原理已知，在保证刀具耐用度具有合理数值的前提下，为了使机动时间尽量减少，以尽可能提高生产效率，采用增大走刀量的方法比提高切削速度更为有利。但是，走刀量的增大首先受到工件表面光洁度的限制，故一般车刀所选择的走刀量都比较小。直到具有修光刃的新型车刀出现并在生产中成功地加以运用以后，大走刀切削法才逐渐得到推广。

图 1-11 是大走刀切削车刀，其基本特点是：

1. 具有平行修光刃，其长度为 $1.1 S$ 。因此，在采用大走刀量的情况下仍能获得较高的表面光洁度（ $\nabla 4 \sim \nabla 6$ ）。

2. 在主刀刃和修光刃之间有与走刀方向成 20° 角的过渡刃，因而提高了刀尖强度。