

中专机械制造专业交流讲义

工艺装备设计

GONGYI ZHUANGBEI SHEJI

《工艺装备设计》编审

11-1-1

中专机械制造专业交流讲义

工 艺 装 备 设 计

《工艺装备设计》编审小组

恩 格 斯 语 录

劳动是从制造工具开始的。

工具意味着人所特有的活动，意味着人对自然界的有改造意义的作用，意味着生产。

毛 主 席 语 录

马克思主义的哲学辩证唯物论有两个最显著的特点：一个是它的阶级性，公然申明辩证唯物论是为无产阶级服务的；再一个是它的实践性，强调理论对于实践的依赖关系，理论的基础是实践，又反过来为实践服务。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

编写说明

一、遵照毛主席关于“学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。”的教导，1973年5月，在一机部教材编辑室的帮助下，由广西机校主持，在南宁召开了机制专业教材编审协作会议。组织本专业教材编审组和各课程的编审小组。经协商，《工艺装备设计》编审小组由北京机校负责组织编写，黑龙江机校负责组织审阅工作。参加编写的学校有上海机校、咸阳机校、河北机电学校等单位。本小组成立后，即分地区下厂调查，同年7月集中修改本课程的教学大纲并拟订编写提纲，9月经本专业教材编审组会议作再次修改，本讲义即根据该教学大纲编写而成。

二、在编写过程中，贯彻开门编书，群众编书的原则，除集体修改大纲外，还组织过二次集体编审活动，第一次修改讲义的初稿，第二次审阅并修改定稿。结合各次集体活动的机会，下厂做过一些调查研究工作，召开了多次专题座谈会，并请工厂工人，技术人员审阅讲义书稿。为便于吸收各校教改经验，各次会议均邀请兄弟学校派代表参加，计前后共有十七校四十余人参加过会议。特别是最后一次集体审阅修改会议。由于是在各校批林批孔运动深入发展的基础上召开的，群众路线觉悟高，充分发挥了群编、群审的积极作用。不但认真审阅提出修改意见，且人人动手绘制图表，或整理资料、或执笔修改。（如量规设计部分即由到会代表修改）现在的讲义比之初稿有较大改动，主要是由于工人，技术人员和广大教师的支持和热情帮助的结果，仅在此表示谢意。

三、在编写本讲义时，力图反映我国中小厂先进工艺装备的设计水平，但因编写时间仓促，深入三大革命斗争实践不够，且限于编者思想政治和业务水平，因此讲义稿与教育革命对教材提出的要求相距很远。肯定存在不少缺点和错误，恳切地希望各校在试用中提出批评指正，以便进一步加以修改订正。

书面意见请寄北京清河：北京机械学校转

机制专业教材编审组
《工艺装备设计》小组

1974年5月

目 录

第一篇 刀具设计

第一章 车刀	(1)
§ 1—1 普通车刀	(2)
§ 1—2 成形车刀	(19)
第二章 铰刀	(35)
§ 2—1 铰刀的种类与应用范围	(35)
§ 2—2 整体圆柱铰刀的设计	(37)
§ 2—3 带刃倾角铰刀	(45)
§ 2—4 硬质合金铰刀	(48)
第三章 拉刀	(55)
§ 3—1 拉刀的种类与应用范围	(55)
§ 3—2 圆孔拉刀的组成与结构参数	(58)
§ 3—3 拉削方式	(59)
§ 3—4 综合输切式圆孔拉刀设计	(61)
§ 3—5 花键拉刀	(81)
§ 3—6 圆孔推刀	(83)
第四章 蜗轮滚刀与飞刀	(89)
§ 4—1 蜗轮加工原理	(89)
§ 4—2 基本蜗杆类型	(91)
§ 4—3 蜗轮滚刀的前面与后刀面	(92)
§ 4—4 两种进刀方式	(96)
§ 4—5 蜗轮滚刀的种类与结构参数	(97)
§ 4—6 蜗轮滚刀设计要点	(98)
§ 4—7 蜗轮飞刀	(100)

第五章 刀具设计的一些基本问题	(103)
§ 5—1 刀具分类与组成	(104)
§ 5—2 刀具材料与几何参数的合理选择	(105)
§ 5—3 刀具工作部分结构的确定	(110)
§ 5—4 切屑的妥善处理与刀具的冷却	(113)
§ 5—5 复合刀具简述	(116)
§ 5—6 刀具的刃磨与重磨	(119)

第二篇 量规设计

第一章 光滑量规	(123)
§ 1—1 概述	(123)
§ 1—2 工作量规的公差	(124)
§ 1—3 工作量规设计	(128)
第二章 锥体量规	(138)
§ 2—1 概述	(138)
§ 2—2 锥体量规设计	(141)
§ 2—3 锥体量规设计举例	(145)

第三篇 机床夹具设计

第一章 机床夹具概论	(149)
§ 1—1 机床夹具及其组成	(149)
§ 1—2 机床夹具的分类	(154)
§ 1—3 机床夹具在机械加工中的作用	(155)
第二章 定位装置	(157)
§ 2—1 工件在夹具中定位的基本任务	(158)
§ 2—2 六点定则在夹具设计中的应用	(159)
§ 2—3 工件在夹具中加工的误差分析	(165)

§ 2—4 对定位基准和定位元件的要求	(169)
§ 2—5 定位方法及定位元件的选择和设计	(170)
第三章 夹紧机构	(190)
§ 3—1 夹紧装置的作用与要求	(190)
§ 3—2 夹紧力三要素的确定	(191)
§ 3—3 基本夹紧机构	(197)
§ 3—4 联动夹紧机构	(210)
§ 3—5 定心夹紧机构	(215)
第四章 气压、液压传动装置	(223)
§ 4—1 气压传动装置	(223)
§ 4—2 液压传动装置简介	(234)
§ 4—3 气液压联动装置	(236)
第五章 专用夹具结构和设计	(238)
§ 5—1 车床夹具	(238)
§ 5—2 铣床夹具	(246)
§ 5—3 钻床夹具	(262)
§ 5—4 镗床夹具	(279)
§ 5—5 夹具的结构工艺性	(286)
§ 5—6 夹具设计的基本方法和步骤	(291)
第六章 机床夹具的发展	(294)
§ 6—1 机床夹具的标准化和规格化	(294)
§ 6—2 夹具在单件小批生产的应用	(295)
§ 6—3 高精度、高效率夹具	(303)
附录	
1. 刀具设计部分	(305)
2. 量规设计部分	(315)
3. 夹具设计部分	(322)

编写说明

第一篇 刀具设计

我国广大工人、技术人员以毛泽东思想为指导，设计、改进与创造了许多先进刀具，使切削刀具在社会主义建设中发挥了一定作用。本篇主要阐述在生产中较常用、较简单的几种刀具设计的基本原理，并力求反映经无产阶级文化大革命后刀具上的革新成果。

第一章 车 刀

车刀是在切削加工中应用最广泛的一种刀具。

车刀的种类很多。按加工表面形状不同分为：普通车刀与成形车刀；按制造切削部分材料不同分为：硬质合金车刀、高速钢车刀。目前，硬质合金车刀的使用已很普遍。常用的硬质合金车刀如图 1—1 所示，有直头外圆车刀、弯头外圆车刀、偏刀、端面车刀、切断刀、镗孔刀、螺纹车刀等。

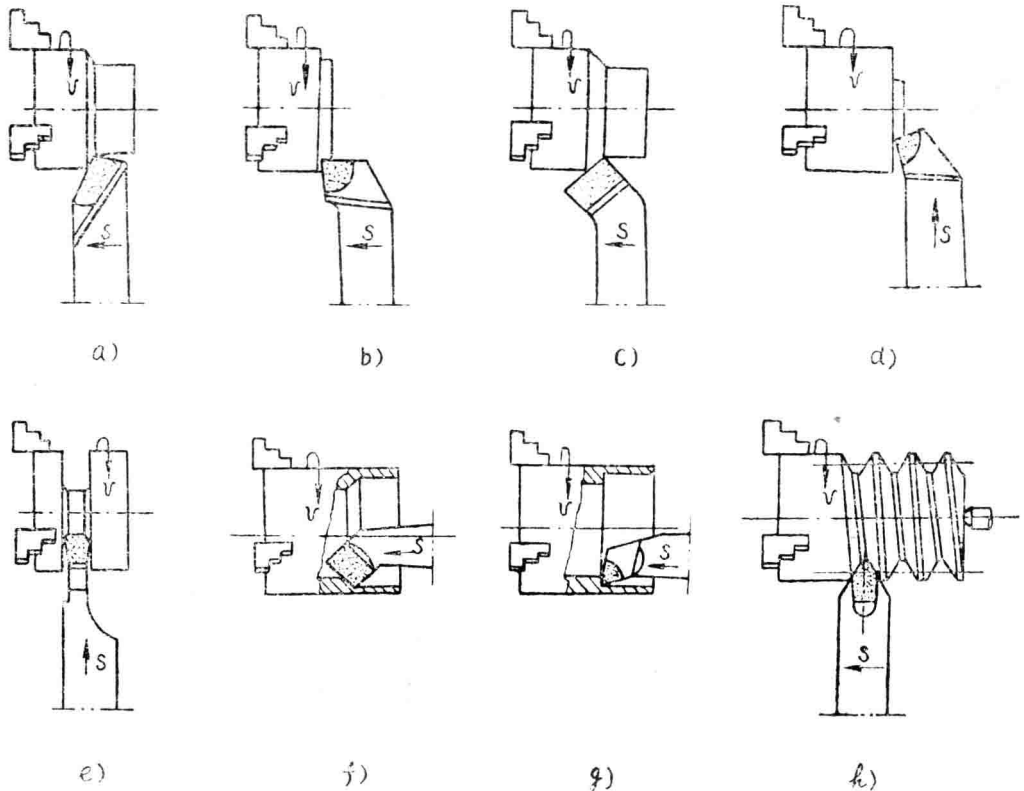


图 1—1 车刀的种类

- | | | | |
|-----------|---------|-----------|---------|
| a—直头外圆车刀； | b—偏刀； | c—弯头外圆车刀； | d—端面车刀； |
| e—切断刀； | f—通孔镗刀； | g—不通孔镗刀； | h—螺纹车刀 |

本章主要介绍硬质合金普通车刀的结构设计以及成形车刀截形的设计。

§ 1—1 普通车刀

一、车刀的组成与切削部分几何参数

车刀的种类虽多，但它们在结构上具有共同的特点，即都由切削部分与刀杆部分组成，如图 1—2 所示。切削部分上有前面、主后面、副后面、主刀刃、副刀刃与刀尖。为了使切削部分顺利地切下金属层，这些面与刃在空间形成了一定的几何角度。为便于研究这些角度对切削过程的影响，找出它在切削过程的规律以及便于刃磨与测量，通常在规定了的辅助平面内表示车刀的几何角度。

当车刀处于静止状态且刀尖安装在工件中心位置时，车刀上的角度表示见图 1—3。

在主截面 $N-N$ 中有：前角 γ 与主后角 α ；在副截面 N_1-N_1 中有：副后角 α_1 ；在基面中有：主偏角 φ 与副偏角 φ_1 ；在切削平面中有：刃倾角 λ 。

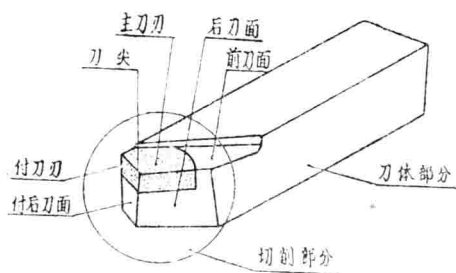


图 1—2 车刀的组成

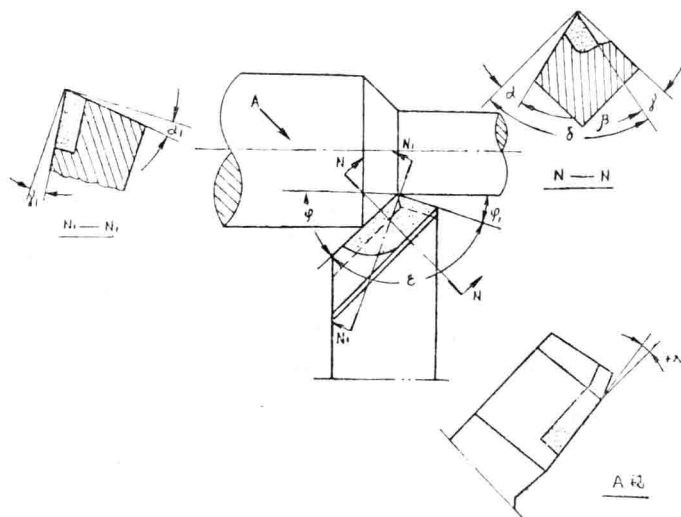


图 1—3 车刀的几何角度

上述六个角度是车刀上重要的、基本的角度，也是在车刀工作图中应标注的角度。

此外，尚有由以上角度所决定的辅助角度，如切削角 $\delta = 90^\circ - \gamma$ 、楔角 $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$ 、副前角 γ_1 与刀尖 $\epsilon = 180^\circ - (\gamma + \gamma_1)$ 等。

二、车刀几何参数的选择

为了使车刀在切削时，能达到零件加工表面预定的要求，并尽可能提高生产效率、延长车刀使用寿命，车刀必须具有合理的几何参数。由于在生产中，零件及其加工要求、机床与车刀类型、切削用量等不相同，因此，车刀的几何参数也应随之而不同。广大车工师傅从实践中总结归纳了在各种加工条件下，车刀几何参数的具体数值，这对我们改进车刀几何参数、设计专用车刀、制订通用车刀标准具有很大的指导价值。

在确定车刀几何参数时，要考虑到许多因素，但是“不能把过程中所有的矛盾平均看待，必须把它们区别为主要的和次要的两类，着重于捉住主要的矛盾”，以下就是根据加工的主要条件来选择车刀的几何参数：

1. 前角 γ 的选择 前角一般是根据加工材料、加工表面要求以及车刀材料的不同来确定。

车削塑性材料，如钢、合金钢、紫铜、软青铜等，为了减少切削变形，降低切削力，使切削轻快，前角选取大些；车削脆性材料，如灰铸铁、可锻铸铁、青铜、黄铜等，为了提高刀尖强度，前角应小些；加工材料的硬度与强度愈高，前角应愈小；粗加工，刀头受力大，刀尖、刀刃易崩裂，宜取较小的前角；精加工，为了提高加工表面质量，前角应加大。表 1—1 所列为加工不同材料时的前角数值。

表 1—1 根据加工材料选择前角数值

材料	20号钢	45号钢	40Cr, 65Mn	灰铸铁, 可锻铸铁			软青铜	青铜	淬火钢
	30号钢	20Cr	1Cr18Ni9Ti	HB < 160	HB = 160 ~ 280	HB > 280	铝合金	黄铜	
机械性能	$\sigma_b < 60$ 公斤/毫米 ²	$\sigma_b < 60 \sim 75$ 公斤/毫米 ²	$\sigma_b \leq 100$ 公斤/毫米 ²						
前角	20°	15°~25°	10°	15°~25°	10°	-5°~10°	20°	10°	-10°

2. 前刀面形状的选择 在车刀上主截面中表示的前刀面形状有表 1—2 中所示的几种。

正前角平面型，制造简单，刀头强度较低，主要用于硬度、强度较低的钢材、铸铁等进行半精车与精车。

带倒棱的前刀面，可增加刀刃强度，改善散热条件，由于倒棱宽度很小，故它对切削变形、排屑条件等影响不大。带倒棱型有：正前角平面带倒棱型与正前角曲面带倒棱型。硬质合金车刀在加工中等以上硬度与强度的材料时，一般常作成正前角平面带倒棱型；正前角曲面带倒棱型，能断屑以及增大车刀工作前角，但刀头强度较差，磨制困难。

负前角的刀头强度高，但切削力大，常用在加工硬度、强度高的材料，以及带冲击

性大的加工条件下。

3. 后角 α 与副后角 α_1 的选择 后角主要根据加工精度要求来选择。精加工时，切削厚度薄，为避免刀刃圆弧半径 ρ 对加工表面产生挤压作用，故后角选大些；粗加工时，为增加刀头强度，后角应选小些。表 1—3 为根据加工精度选择的后角数值。

副后角 α_1 通常选取与后角 α 相同的数值。

4. 主偏角 φ 与副偏角 φ_1 的选择 主偏角主要根据加工工艺系统刚性选取。加工工艺系统刚性足够时，选取较小的主偏角，则可提高加工表面光洁度，增大刀头强度，改善散热条件；加工细长轴或机床刚性差时，为了减少径向切削力对工件的作用，主偏角常选取为 $75^\circ \sim 90^\circ$ 。此外，主偏角也常根据零件形状选择，例如车台阶轴的车刀，主偏角要选 90° 。表 1—4 所列为根据加工工艺系统刚性所选择的主偏角数值。

副偏角 φ_1 一般常选取 $3^\circ \sim 10^\circ$ 。

5. 刃倾角 λ 的选择 刃倾角主要根据加工时的具体条件来确定。例如精加工时，为了使切屑流向待加工表面，则常选取负刃倾角；粗加工或带冲击载荷切削时，为了增加刀头强度，保护刀尖，刃倾角常选取正值。按加工条件选取的刃倾角见表 1—5。

表 1—2 前刀面的形状

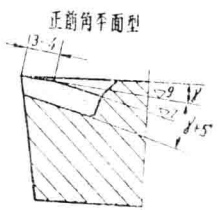
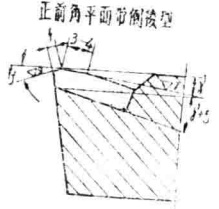
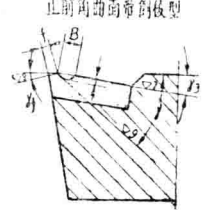
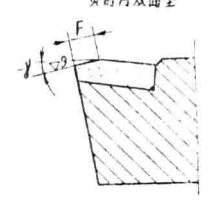
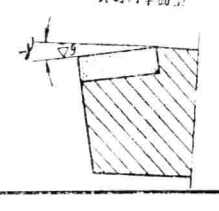
前 面 形 状	适 用 范 围
	对硬度强度较低的材料 半精车与精车
	粗车: $f = (0.5 \sim 1) S$ 精车: $f = (0.3 \sim 0.5) S$
	$B = 2 \sim 14$ $h = 0.5 \sim 1.3$ R 圆弧连接要求断屑
	切钢 $\sigma_b > 110$ 公斤/毫米 ²
	

表 1-3

根据加工精度选择后角数值

加工条件	刀具材料	
	高速钢	硬质合金
粗车 $S > 0.2 \sim 0.3$ 毫米/转	$8^\circ \sim 10^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
精车 $S < 0.2 \sim 0.3$ 毫米/转	$12^\circ \sim 15^\circ$	$10^\circ \sim 12^\circ$
$S > t$	—	$3^\circ \sim 8^\circ$

表 1-4

根据加工工艺系统刚性选择主偏角

工艺系统刚性	长度与直径比 $\frac{l}{d}$	主偏角
足 够	—	$10^\circ \sim 20^\circ$
足 够	< 6	$30^\circ \sim 50^\circ$
较 差	$6 \sim 15$	$60^\circ \sim 75^\circ$
细 长 轴	> 15	$80^\circ \sim 90^\circ$

表 1-5

根据加工条件选择刃倾角数值

加工条件	刃 倾 角
精 加 工	$0^\circ \sim -4^\circ$
粗加工，零件余量均匀，无冲击载荷。	$0^\circ \sim +5^\circ$
粗加工，加工余量不均匀或间断切削。	$+10^\circ \sim +30^\circ$

三、刀杆的形状与尺寸

车刀刀杆用于与机床连接，并承受切削力的作用。因此，在确定刀杆的形状及其尺寸时，应考虑到车床刀架的形状与尺寸以及有足够的强度与刚度，以防止因切削力 P_x 、 P_y 和 P_z 的作用而产生断裂、弯曲及振动等现象。

车刀刀杆截面形状有矩形、圆形与正方形三种。在截面积相同的情况下，矩形刀杆的抗弯强度较方形、圆形的刀杆高，而且又经济，因此矩形刀杆应用较普遍。为适应孔加工特点，镗孔车刀的刀杆常采用圆形或方形的。

车刀刀杆截面尺寸已有标准。目前有些厂为了提高刀杆的强度与刚度，以适应强力

切削的需要，将矩形刀杆截面宽度 B 加大，采用了高度 H 与宽度 B 之比为 $1:1.25$ 的标准系统。表 1—6 为车刀刀杆截面的标准尺寸。

表 1—6 车刀刀杆截面标准尺寸 (毫米)

截面形状		截面尺寸									
矩形 $B \times H$	普通型	6×10	8×12	10×16	12×20	16×25	20×30	25×40	30×45	40×60	50×80
	加宽型	8×10	10×12	12×16	16×20	18×25	25×30	30×40	35×45	48×60	64×80
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

车刀刀杆截面尺寸，一般按车床刀架尺寸确定，即车刀安装在刀架上时，应使刀杆高度 H 小于刀架上相应的尺寸。根据车床刀架尺寸来选择刀杆截面尺寸参考表 1—7。

表 1—7 根据车床刀架尺寸选择刀杆截面尺寸 (毫米)

车床型号	车床称号	H_1	h_1	l	m	$B_1 \times L_1$	$B \times H$
C616	普通车床	30	20	26	30	125×125	12×20 16×20
C617	普通车床	38	23	38	53	130×130	12×20 16×20
C618	普通车床	38	25	25	52	130×130	12×20 10×20
C620—1	普通车床	38	25	25	52	132×132	16×25 18×25
C630	普通车床	50	32.5	38	72	193×193	20×30 25×30
C620G	万能螺丝车床	38	25	26	52	125×125	16×25 16×25

车刀的长度L常用的有下列几种尺寸：80、90、100、120、125、130、140、150、160毫米等。车刀长度尺寸应根据车刀的类型、刀杆截面尺寸以及刀架上装刀数目而定。

四、刀片的形状与尺寸

硬质合金刀片的形状与尺寸已有统一标准。在标准中规定用于切削工具的硬质合金刀片有24种型号、239个规格。每一种规格用一个字母与三个数字表示，前两个是刀片形状的代号，后两个是刀片尺寸的序号，若最后一数字是单数，则用于右向切削刀具，是偶数，则用于左向切削刀具。表1—8列出了部分车刀用的硬质合金刀片形状与规格。

表1—8 硬质合金刀片的型号与规格（毫米）

编号	型 号	尺 寸						编号	型 号	尺 寸					
		L	B	C	e	R	r			L	B	C	e	R	r
A101		6	5	2.5	-			A301	10	6	3	-	6		
A103		8	7	3	-			A303	12	7	4	0.8	7		
A105		10	6	3.5	0.8			A305	15	9	6	0.8	9		
A107		12	10	4	0.8			A307	20	11	7	0.8	11		
A109		14	12	4.5	0.8			A309	25	14	8	0.8	14		
A111		16	10	5.5	0.8			A311	30	16	9.5	0.8	16		
A113	18	12	7	0.8			A313	40	18	10.5	1.2	18			
A201		8	7	2.5	-	6	0.5	A401	6	5	2.5	-	5	0.5	
A203		10	8	3	-	6	1	A403	8	6	3	-	6	0.5	
A205		12	10	4.5	0.8	10	1	A405	10	6	3.5	0.8	6	1	
A207		16	14	6	0.8	14	1	A407	12	8	4.5	0.8	8	1	
A209		20	18	7	0.8	18	1	A409	16	10	5.5	0.8	10	1	
A211		25	20	8	0.8	20	1	A411	20	12	7	0.8	12.5	1	
							A413	25	15	8.5	0.8	16	1		

硬质合金刀片型号，一般是根据车刀的类型与主、副偏角大小确定。所选的刀片应有高的利用率及多的重磨次数。

硬质合金刀片的尺寸规格，则根据车刀刀杆截面尺寸确定。此外，在粗加工以及不均匀、断续切削情况下，为了使刀片有足够的强度，应选用厚的刀片。加工大尺寸的铸、锻件时，刀片的长度可根据加工余量确定，但不宜过长，通常应使刀片的工作长度为刀片长度的70%左右。按加工余量所确定的刀片最小长度数值见表1—9。

表 1-9




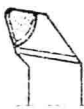

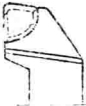




刀片最小长度(毫米)

加工余量	主 偏 角			
	45°	60°	75°	90°
8	15	13	12	11
10	19	16	14	14
12	23	19	17	16
14	27	22	20	19
16	31	25	23	22
18	35	28	25	25
20	38	31	28	27

硬质合金片片的型号与尺寸规格的选择举例见表 1-10。

表 1-10

硬质合金刀片形状与尺寸选用举例

刀片形状	用途	刀杆截面尺寸	刀片规格
A1 	 直头外圆车刀 弯头外圆车刀 镗孔刀 切槽刀	10×16	A 105
		12×20	A 107
		16×25	A 109
		20×30	A 113 A 115
A2 	 端面车刀 镗孔刀	10×16	A 201
		12×20	A 203
		16×25	A 205
		20×30	A 207
A3 	 外圆车刀 端面车刀	10×16	A 301
		12×20	A 303
		16×25	A 305
		20×30	A 307
A4 	 直头外圆车刀 端面车刀 镗孔刀	10×16	A 403 A 405
		12×20	A 405
		16×25	A 407
		20×30	A 409
C3 	 切槽刀 切槽刀	10×16	C 301
		12×20	C 303
		16×25	C 303 C 305
		20×30	C 305 C 307

五、刀片槽的形状与尺寸

刀片槽的形状，应符合与刀片配合牢靠、不削弱刀杆强度、制造容易等要求。常用的刀片槽的形状有：开口槽、半封闭槽、封闭槽与切口槽四种，如图 1—4 所示。

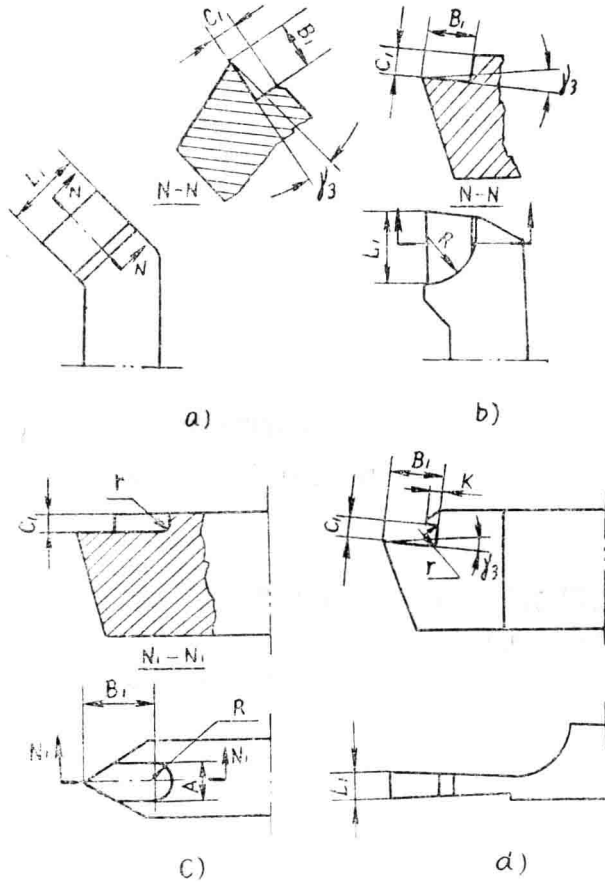


图 1—4 刀片的形状

a—开口槽； b—半封闭槽； c—封闭槽； d—切口槽

开口槽制造简单，应用广泛，常用在直头外圆车刀、弯头外圆车刀、切断刀、切槽刀上。半封闭槽与刀片连接较开口槽牢靠，常用在直头外圆车刀及端面车刀上。封闭槽与切口槽与刀片连接安全可靠，但焊缝长刀片易产生裂纹，制造也较困难，一般用在粘结刀片的刀具及刀片底面积较小的螺纹车刀、切断刀上。

硬质合金刀片在刀片槽中应有合理的安装位置，这样既便于刃磨，又可减少硬质合

金的磨耗量，并增加刀片的重磨次数，为此作出了刀槽前角 γ_3 ，如图 1—5 a 所示，通常取 $\gamma_3 = \gamma + 5^\circ$ 。但选择刀槽角要“对于具体情况作具体的分析”，例如加工脆性材料的车刀，其磨损常发生在后刀面上，为了使刀片具有较多的重磨次数，取 $\gamma_3 = 0^\circ$ （图 1—5 b）；若前刀面上带断屑槽，当前角 $\gamma = 12^\circ \sim 20^\circ$ 时，可选取 $\gamma_3 = 5^\circ \sim 12^\circ$ （图 1—5 c）；有时为使刀片槽制造简便，也常选取 $\gamma_3 = 0^\circ$ 。

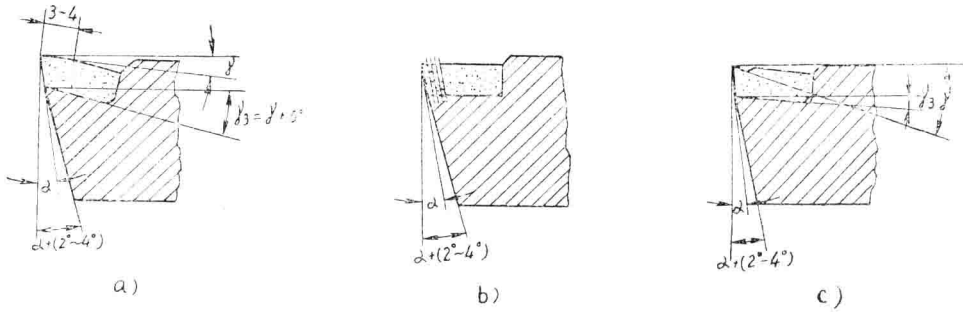


图 1—5 刀片槽前角

a、 $\gamma_3 = \gamma + 5^\circ$

b、 $\gamma_3 = 0^\circ$

c、 $\gamma_3 = 5^\circ \sim 12^\circ$

为了在刃磨车刀后角时，避免刀杆材料堵塞砂轮，提高刃磨效率，减少砂轮磨耗，常在刀杆上作出后角 α_2 ，其数值一般取 $\alpha_2 = \alpha + (2^\circ \sim 4^\circ)$ 。

刀片槽的尺寸，由刀片尺寸确定。在生产中，刀片槽是根据刀片尺寸配作的，如图 1—6 所示。

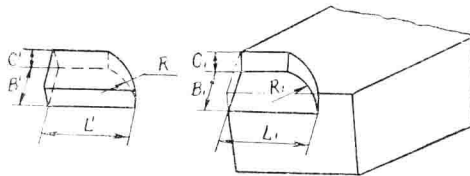


图 1—6 刀片槽尺寸

六、刀片与刀片槽的连接方式

在车刀上刀片与刀片槽的连接方式，常用的有焊接式与机械夹固式。

1. 焊接式 焊接连接具有足够的结合强度和冲击韧性，能在很高的切削温度下工作而不脱焊，所用的刀杆其结构与制造简单，但经焊接后的硬质合金刀片容易产生裂纹，