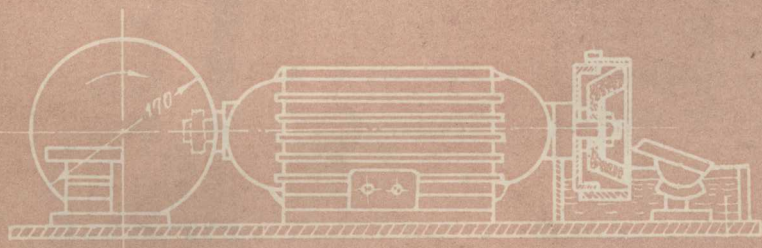


工业技术基础知识丛书

陶瓷刀具

第一机械工业部工具研究所虞锡元等编

哈尔滨市工业先进技术交流馆供稿



黑龙江人民出版社

內 容 提 要

陶瓷刀具是一种新型的切削工具，它的优点是：能够达到很
切削速度；能够得到很高的表面光洁度；刀具成本很低。广泛应用这
种刀具，对促进技术革命和发展生产，有着十分重大的意义。这本书
詳細介紹了陶瓷刀具的磨損規律与切削性能、結構与創造、切削用量
選擇、刃磨与研磨，以及怎样使用与保管等方面的基本知識，供各地
工人和技术人員学习参考。

(工业技术基础知识丛书)

陶 瓷 刀 具

第一机械工业部工具研究所虞錫元等編

黑龙江人民出版社出版（哈尔滨道里森林街副14号）黑龙江省书刊出版业营业許可証001号

地方国营建設印刷厂印刷 新华书店黑龙江分店发行

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ · 印張 $1 \frac{1}{16}$ · 插頁2 · 字數26,000 · 印數1—2,000

1958年10月哈尔滨第1版 1958年10月哈尔滨第1次印刷

总号：655

統一书号：T 15093 · 18 定价：(5)一角一分

目 录

一、陶瓷刀具概論.....	1
二、陶瓷刀具的磨損規律和切削性能.....	2
三、陶瓷刀具的合理几何参数.....	5
四、切削用量的選擇.....	7
五、陶瓷刀具的結構与制造.....	12
六、陶瓷刀具的刃磨和研磨.....	26
七、陶瓷刀具的質量檢查.....	31
八、陶瓷刀具使用須知.....	33

一、陶瓷刀具概論

在党的建設社会主义总路綫的指導下，技術革命和文化革命运动正在各地全面地开展起來。在机械工業部門中，革新切削工具，是提高生產效率的重要措施之一。新型的陶瓷刀具的广泛使用，对促进技術革命有着十分重大的意义。

我們已經很熟悉的硬質合金刀具，有着重要的弱點：首先，它含有昂貴的稀有金屬元素，因而成本很高；其次，在切削金屬時和其他金屬刀具一樣有粘刀現象。为了解决这些問題，人們就考慮如何尋找价錢便宜的非金屬材料來作切削工具了。

1932年，苏联列宁格勒罗蒙諾索夫工厂首次应用礦物陶瓷來作切削工具。我國从1953年开始，也注意了这方面的工作，經過几年來的研究試驗，現在陶瓷刀具的質量已接近苏联标准，而且上海大中瓷电厂已開始大量生產。目前的任务是：如何尽快地把这种刀具应用到实际生產中去，以便在技術革命运动中發揮它最大的作用。

陶瓷刀具主要优点是：①能够达到很高的切削速度（600～1000公尺/分）；②能够得到很高的表面光潔度（ $W_7 \sim W_9$ ）；③刀片成本低（現在为硬質合金刀片的六分之一）。但是，在另一方面，它具有一般非金屬的通性，脆性大，强度弱，因此目前大都用于精車和半精車的工作。但在技術革命运动中，哈爾濱市的一些工厂，已經試驗应用到粗加工工序上，取得了初步成績。

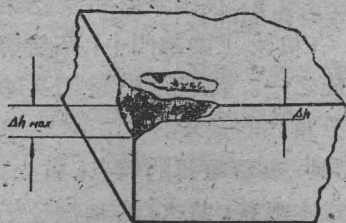
为了进一步改善陶瓷刀具的質量，提高它的抗弯强度，中國科学院冶金陶瓷研究所正在利用鉻（Ce）和鉄（Fe）等金屬，加入氧化鋁（ Al_2O_3 ）的粉末中进行試制。在今年6月已經試制成

功中國第一批金屬陶瓷刀具。在黨的領導下，我們相信一定會在最短時期內，把瓷陶刀具的質量超過世界水平，使金屬切削來一個重大的革新。

二、陶瓷刀具的磨損規律和切削性能

(一) 磨 損 規 律

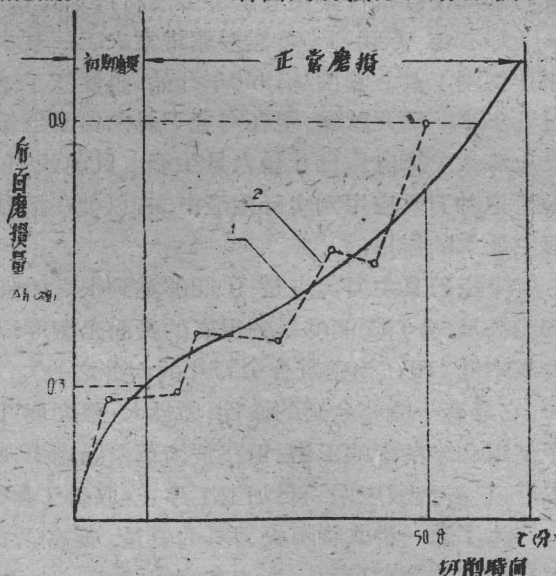
陶瓷刀的磨損和硬質合金刀一樣，主要產生在后面（見圖1）。但在切削速度（ V ）高與走刀量（ S ）大時，前面也出現約0.1公厘深的月牙窪。



Δh 磨損量， Δh_{Max} 最大磨損量
(圖1) 刀具磨損情況

后面的磨損分初期磨損、正

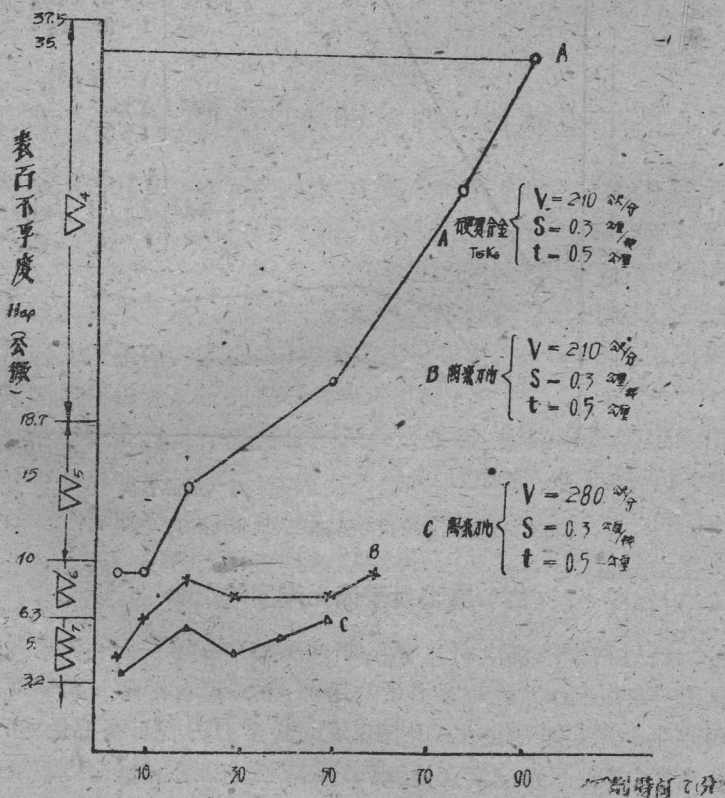
常磨損和后期磨損三個階段（見圖2），在刀具后面的磨損約到0.3公厘時，由初期磨損進入正常磨損階段。正常磨損階段進入后期磨損階段一般很難看出，由於在后期磨損還沒有開始出現時，机床——工件



曲綫1. 刀具正常磨損情況，曲綫2. 刀具刃有局部剝落的情況
(圖2) 陶瓷刀后面磨損與切削時間的關係

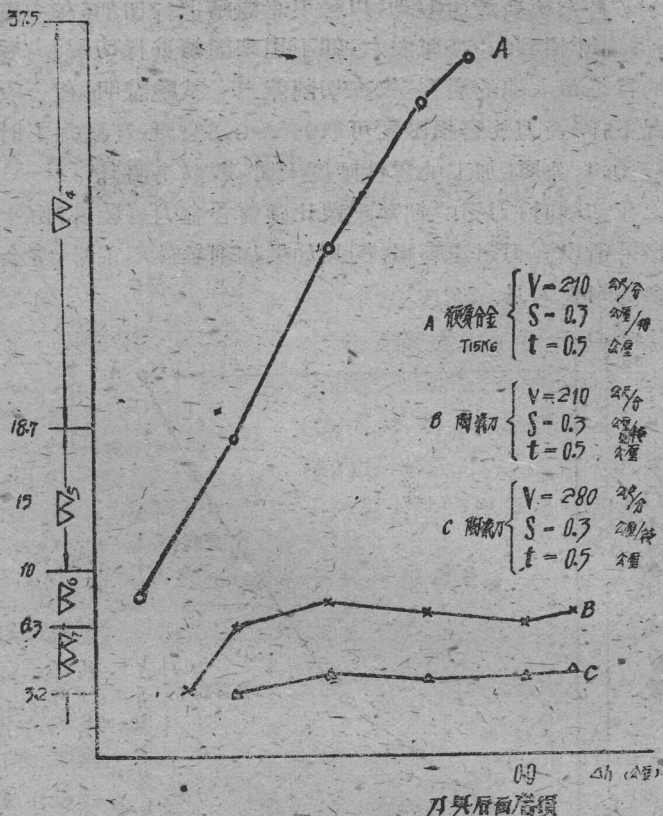
——刀具系統會產生振動，以致很難繼續進行切削（在一般情況下，後面磨損到0.9公厘左右，即不用來繼續進行切削）。后期磨損的特征是大塊的崩裂，失去切削能力。試驗證明，在一般加工情況下，陶瓷刀的磨損限度可取0.5~0.8公厘，在精加工時可取0.3~0.4公厘（加工的零件硬度大時，則取小值）。

在切削時，刀具的剝落現象比硬質合金刀更顯著，由於剝落的結果造成刀刃迅速磨損，因此如果切削條件不正常，常會浪費很多的陶瓷刀具。



(图3) 已加工表面不平度高度 H_{sp} 与切削時間 t 的关系

表面不平度
 H_q (公微)



(图4) 刀具后面磨损对已加工表面光洁度的影响

(二) 磨损对表面光洁度的影响

经过科学院机电研究所的研究试验，得到了一个很重要的结论：随陶瓷刀刃后面磨损量的增加，被加工零件表面光洁度出现水平的稳定性的变化（见图3、4），甚至刀刃后面磨损量达0.9公厘时，其表面光洁度还达到 $W_6 \sim W_7$ 。与此同时，硬质合金（Ti5K6）在刀刃后面磨损到0.9公厘时，表面光洁度只有 W_4 ，详

細情況見圖3、4。

(三) 切削用量对刀具磨損的影响

經過我們試驗，切削用量(V 、 S 、 a)三个参数中，切削速度(V)对磨損和耐用度影响最大；走刀量(S)次之；切削深度(a)又次之。因此，陶瓷刀和一般刀具一样，在选择切削用量应先选择切削深度(a)，然后选择走刀量(S)，但走刀量(S)的选择不可太大，因走刀量 $S > 0.4$ 公厘/轉时，易崩刃，最后才确定切削速度。

三、陶瓷刀具的合理几何参数

陶瓷刀具几何参数的决定，主要是根据下面三个条件：①刀具材料，②被加工材料及其状态（如有无外皮等），③刀具的工作状态（如机床——工件——刀具系统的刚性等……）。因此，几何参数的具体决定，还有待于大家熟悉了陶瓷刀具的性能后，按具体的生产条件决定之，在生产使用过程中进一步改善，取得更合理的几何参数。下面提一些参考意見：

由于陶瓷刀具比硬質合金刀具强度低，因此陶瓷刀尖的楔角(B)（見圖5）应比硬質合金刀的楔角(B)大些，亦即前角 γ 、后角 α 的选择取小些。现在分别叙述如下：

1、后角(α)的选择：試驗証明，后角越大，切削起来越輕快，不过刀具的正常磨損期却因此变短，剝落现象也逐渐加重，特别是在机床刚性差的情况下，刀刃会一小塊一小塊的剝落，但由于陶瓷刀硬度很高，这时仍然能够繼續进行切削；另一方面，往往由于切

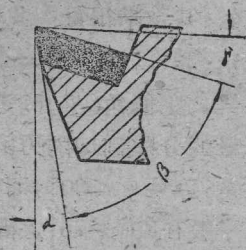


圖 5

削力增加过大,机床——零件——刀具系統產生強烈振動。切削被迫無法繼續進行。

在机床剛性好,工作平穩的條件下,試驗證明:後角(δ)數值可取較大的,我們曾取 $\delta=12^\circ$ 時,磨損量的增長較慢(蘇聯資料介紹後角數值可取 $\delta=8^\circ\sim10^\circ$)。切削軟的有色金屬時(如黃銅),其後角可取 $\delta=15^\circ$ 。

2、前角(γ)的選擇:前角的選擇與机床有很大的關係,当机床剛性好,切削加工不易產生振動時,我們所取的前角可取負值,以增加刀刃強度,反之則取正值。

一般說來, γ 角越大,磨損越小,但是正如同後角增加的現象一樣,前角過大時,則刀刃剝落現象很嚴重。因此,大家應根據自己机床的情況選擇前角。在一般情況下,如剛性好,前角取小值為合理;剛性差,前角可取大些的(如 $\gamma=+10^\circ$)。但是,為了防止刀刃的剝落,應該作出 $\gamma_f=-5^\circ\sim-10^\circ$, $f=0.2\sim0.5$ 公的負倒棱。我們試驗時,曾達到 $\gamma=18^\circ$,磨損不大,稍有剝落。另外,第一汽車制造廠採用的負倒棱寬度 $f=1.5$ 公厘,還在前面做出防振負倒棱(切削與負倒棱部分產生負摩擦,能够減輕切屑在前面流動,而引起自激震動),能够提高刀具壽命。倒棱的角度為 $-20^\circ\sim-30^\circ$,寬為 $0.1\sim0.2$ 公厘。

3、刃傾角(λ)的選擇:由於陶瓷刀具脆性大,刃傾角不能取負值,如果机床剛性不好,刃傾角取 (0°) ,如條件允許時,可取正 λ ,其效果很好。我們試驗時曾用負 λ 角,切削時刀口很易崩裂,一般可取 $\lambda=0^\circ\sim10^\circ$ 。

4、主偏角(φ)的選擇:瓷刀不能受很大的集中負荷,因此要盡量的分攤到切削刀的各部,也就是說 φ 角取小些的比較好。但是,如果 $\varphi<30^\circ$,則整個刀具受力太大,會引起振動。因此 φ 角一般在 $30^\circ\sim75^\circ$ 之間,如果取 $\varphi=90^\circ$,則刀具壽命會顯著降低。在切有肩部的外圓時,採用蘇聯應用的一種方法,即先用主

偏角 $\varphi = 30^\circ \sim 45^\circ$ 的車刀切削,然後再用主偏角 $\varphi = 90^\circ$ 的車刀倒光(此法較麻煩)。

5、刀尖圓弧半徑(r):它的作用是減小已加工表面的不平和減少集中負荷,並增加刀尖強度。由此可見,不但影響已加工表面質量,而且影響刀具耐用度,當刀尖圓弧半徑由 $0.39 \sim 1$ 公厘時,刀具壽命提高 $2 \sim 3$ 倍,但太大時會因徑向力的增加而產生振動,使刀尖崩裂,其值一般可取 $0.5 \sim 1.5$ 公厘,機床剛度大時可取大一些的。在切削特別硬的材料時,我們曾試切過瓷管,所用的刀具幾何形狀刀尖半徑 $r = 2$ 公厘,前角 $\gamma = -10^\circ$,刃傾角 $\lambda = 18^\circ$,後角 $\gamma = 10^\circ$,切削用量採用高的切削速度,效果很好。

在各種不同的條件下,幾何參數的選擇,我們建議採用表1。

四、切削用量的選擇

我們應當充分利用陶瓷刀具的優點,避免其缺點的影響,也就是說要提高切削速度,減少切屑斷面積。

選擇切削用量也受到很多因素的限制,而切削用量之間也相互制約,現將一般切削用量和選擇方法介紹于下:

1、切削深度(t)的選擇:切削深度對刀具的壽命影響不大,但它與刀片強度有着十分密切的關係,由於目前製造的刀片強度還不太好,因此切削深度(t)不要太大,切鋼時 $t < 3$ 公厘,切鑄鐵時 $t < 4$ 公厘;否則刀片會崩碎,反而浪費工時。但是,一般在半精加工時,切削深度也不會太大,我們推薦常用切削深度可取 $t = 1 \sim 2$ 公厘(機床剛性好,工件直徑大時可取大值),是比較保險的。

2、走刀量(S)的選擇:走刀量比切削深度對刀具壽命的影響要大。刀片本身的強度,是限制走刀量增大的主要因素。目前我國陶瓷刀片一般限制於 0.4 公厘/轉之內,並且偏角 φ 越大,

走刀量的数值也应大大减小,因为刀口的單位長度上所受的力不能过大。我們取 $S=0.2\sim0.3$ 公厘时,切削能够平穩地进行。

3、切削速度(V)的选择:切削速度对刀具寿命的影响,在切削用量因素中要算最大。但是用陶瓷刀切削金屬时,往往采用較高的切削速度,这是由于陶瓷刀本身的特性(硬度、紅热性高)所决定的。試驗証明,合理的速度有一定范围,目前我國的非金屬陶瓷刀片在切削速度 $200\text{公尺/分} < V < 400\text{公尺/分}$ 范围内,速度的改变磨損程度不大。另一方面,与硬質合金刀具相比較,陶瓷刀在切削速度增高时,寿命降低的程度較小。因此,我們应当充分利用这两个特性,而且也是通常所允許的。因为陶瓷刀具本身沒有象硬質合金那样含有稀有的昂貴的金屬,价钱便宜,当然我們也应该合理地使用陶瓷刀片。

切削用量的选择,在很大程度上是决定于被加工的材料。因为被加工材料对陶瓷刀的切削性能影响很大,陶瓷刀切削合金屬比切生鉄要困难得多,切球墨鑄鉄就更加困难,目前國產陶瓷刀具还很少用来切削抗張强度 $\sigma_b > 70\text{公尺/公厘}$ 的鋼。在車削45号鋼时,走刀量不宜小于 0.15公厘/轉 (随刀片質量的提高,其值随之减少,为了达到很高的光潔度可取小于 0.15公厘/轉 的数值),切削深度在 2公厘 以内,刀具不易崩刃,但不宜小于 0.25公厘 。

中國科学院机电研究所試驗結果,在 $V=150\text{公尺/分}$, $S=0.3\text{公厘}$, $t=0.5\text{公厘}$ 时,刀具寿命可达 $5\sim6$ 小时之久。

在使用陶瓷刀具时,为了防止刀片突然受冷而裂开,最好不使用冷却潤滑液。如果工作条件一定要用,則应在刀具切入前就开始將冷却潤滑液澆在刀片上,直到切削工作完畢为止,中間不应有一点間断。使用冷却液后,如果确能保証刀片不裂,則可以提高切削用量。

在这兒,介紹一下在哈爾濱第一批陶瓷刀具訓練班實習中,

不用冷却液切削时的最大用量,如下表:

表 2

被加工材料		切 削 深 度 大 公 厘	走刀量 S 公 厘 / 轉	主軸轉 速 轉 / 分	切削速 度 V 公 尺 / 分	机床动力 N 瓩	准 注
名 称	硬 度						
45 号 鋼	H B 195	2.5 3	1.75 1	600	122 122	1Д62М	由于1Д62М 最高轉速是 600轉/分， 故切削速度 沒有充分发 揮
45号淬火鋼	ac35~ 40	1.5	0.31	600	180	//	
鉻 鋼		2	0.6	600	162	//	
		3	0.301		162		
鈹 鉄 鋼	190	0.75	0.16	600	180	//	

說明: 在以上用量, 刀片沒有損坏。而因机床馬力及剛性不够, 曾被迫停止試驗。

具体的選擇切削用量: 首先可以根据被加工零件的質量要求來選擇, 精加工和半精加工的用量可从表 3 上求得。另外, 在一般情况下, 具体的切削用量可根据被加工的材料等因素, 由表 4、表 5 上查得。

以上各表为苏联所編, 表中切削用量的数值和我國非金屬陶瓷刀來說, 略为偏高了些。如果加工条件要求低一些的切削用量, 我們認為可以参考1957年8月份的“机械制造工藝”月刊內, 中國科学院机电研究所所推荐的切削用量表(其中只有加工鋼的用量表, 如果切鑄鉄时, 把該表的用量增加20~30%即可)。

精加工与半精加工用量表

表 3

被加工材料	加工类型	光 洁 度 等 級					切 削 用 量		
		W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈	切削深度	走 刀 量	切削速度
		Hcp	Hck 公微						
		20~40	3.2~ 6.3	1.6~ 3.2	0.8~ 1.6	0.4~ 0.8	(t 厘)	S公厘/轉	公尺/分
鋼	半精加工	×	×	×			1-2	0.2~0.4	150~200
	精加工			×	×	×	最大到 1	0.08~0.1	200~400
鑄鉄	半精加工	×	×				1-2	0.2~0.4	150~300
	精加工			×	×		最大到 1	0.08~0.1	200~500

应用說明 1. 上表用量, 用于具有前导角 $\varphi = 45^\circ \sim 60^\circ$ 外圓刀具。

2. 是用提高表面光洁度减小走刀量及切削深度, 增加切削速度来得到。

3. 在加工沒有震动的条件下, 一定可以得到上表所列的光洁度。

4. 表中精加工走刀量的数值可取大些, 可到0.15公厘/轉。

切削用量表——加工鋼

表 4

主偏角 度 γ	切削 深度 t公厘	走刀量 s公厘/轉	加工鋼		抗 張 強 度 σ_b 公斤/公厘 ² 布 氏 硬 度 HB				
			49~55	56~61	62~69	70~79	80~89	90~100	
			140~158	159~176	177~199	200~227	227~255	257~285	
切 削 速 度 V表 公尺/分									
30~45	1.1	0.16	620	550	488	434	385	342	
		0.22	550	488	434	385	342	304	
		0.3	488	434	395	342	304	270	
		0.7	409	364	323	287	255	227	
	2.0	0.16	550	488	434	385	342	304	
		0.22	488	434	385	342	304	270	
		0.3	434	385	342	304	270	240	
		0.7	385	342	304	270	240	214	
	4.0	0.3	385	342	304	270	240	214	
		0.7	364	323	287	255	227	201	
	7.0	0.3	365	323	287	255	227	201	
		0.7	342	304	270	240	213		
60	1.1	0.16	434	385	342	304	270	240	
		0.22	385	342	304	270	240	213	
		0.3	342	304	270	240	213	190	
		0.7	286	265	227	201	179	159	
	2.0	0.16	385	342	304	270	240	214	
		0.22	342	304	270	240	213	190	
		0.3	304	270	240	213	190	168	
		0.7	270	240	221	190	168	150	
	4.0	0.3	270	240	213	190	168	150	
		0.7	255	227	201	179	159	140	
	7.0	0.3	255	227	201	179	159	141	
		0.7	240	213	190	168	150		
	75~90	1.1	0.16	372	330	292	261	231	205
			0.22	330	292	261	231	205	183
			0.3	292	261	231	205	183	161
			0.7	245	219	194	172	153	136
2.0		0.16	330	292	261	231	205	183	
		0.22	292	261	231	205	183	161	
		0.3	261	231	205	183	161	144	
		0.7	231	205	183	161	144	129	
4.0		0.3	231	205	183	161	144	129	
		0.7	218	194	172	153	136	121	
根据耐用度来确定切削速度修正系数表K _{TV}									
耐用度T (分)			15	30	60	90	120	180	
修正系数 K _{TV}	碳 鋼		1.39	1.18	1.0	0.91	0.85	0.77	
	合金鋼		1.51	1.23	1.0	0.88	0.81	0.72	
說明: 1. 該表是苏联И.И.Техонов所編。根据我們試驗推荐取粗綫以內的用量, 使用非金屬陶瓷刀片时, 用量应取低一些。2. 選走刀量S时, 避免取大以于0.4公厘/轉。3. 实际切削速度, 是由表內取得速度V表乘上修正系数K _{TV} 而得: $V = V_{表} \cdot K_{TV}$ 公尺/分									

切削用量表

表 5

主偏角 度 γ	切削深度 t 公厘	走刀量 s 公厘/轉	加工鑄鐵 布氏硬度 H_B				
			151~165	166~181	182~199	200~219	220~240
			切削速度 V 表公尺/分				
30~45	1.2	0.14	550	4.9	4.4	385	343
		0.25	489	434	395	343	304
		0.46	434	385	343	344	270
		0.7	290	346	307	273	243
	2.2	0.14	489	434	385	343	304
		0.25	434	385	343	304	270
		0.46	385	343	3.4	270	240
		0.7	346	307	273	243	216
	4.0	0.14	434	385	343	304	270
		0.25	385	434	304	270	240
		0.46	343	3.4	270	240	214
		0.7	307	273	243	214	195
60	1.2	0.14	385	343	304	270	140
		0.25	343	3.4	270	240	213
		0.46	304	270	240	213	189
		0.7	273	242	213	191	170
	2.2	0.14	343	304	270	240	213
		0.25	304	270	240	213	189
		0.46	270	240	213	189	168
		0.7	242	215	191	170	151
	4.0	0.14	304	270	240	213	189
		0.25	270	240	213	189	168
		0.46	240	213	189	168	150
75~90	1.2	0.14	330	293	260	231	206
		0.25	293	260	231	2.6	182
		0.46	260	231	2.6	182	162
	2.2	0.04	293	260	231	106	182
		0.25	260	231	2.6	182	162
		0.46	231	2.6	182	162	144
	4.0	0.14	260	231	106	182	162
		0.25	231	2.6	182	162	144
		0.46	2.6	182	162	144	129

根据刀具耐用度來確定切削速度修正系数表

1. 耐用度	耐 度 T (分)	15	30	60	90	120	180
	修正系数 K_{Hv}	1.81	1.35	1.0	0.84	0.74	0.62
2. 毛坯表面状态	表面状态	无 硬 皮		有 硬 皮			
	修正系数 K_{Tn}	1.0		0.8			

說明: 1. 用非金屬陶瓷刀切削时, 用量取粗綫以內的值。

2. 实际切削速度是由表內取得速度乘上修正系数得到。

$$V = V_{表} \cdot K_{Tn} \cdot K_{Hv} \text{ 公尺/分}$$

五、陶瓷刀具的結構与制造

(一) 机械夾固式

1、对机械夾固車刀的要求：

- ①結構簡單，夾固可靠，使用方便。
- ②从結構上解决断屑問題。
- ③在制造时，应保証刀片和刀槽支承面緊密貼合(兩支承面的不平行度应小于 $0.02 \sim 0.04$ 公厘)，研究結果表明，不論刀片凸出或凹入的表面都会大大降低極限走刀量。

刀片与刀槽的接触面积%	25	50	80	100
极限走刀量 公厘/轉	0.5	0.6	0.8	1.00

在刀片与刀槽間及刀片与上压板間各垫上一塊軟金屬片($0.2 \sim 0.3$ 公厘)之后，受压不均匀現象虽然能减少，但却不能根本消除。大多数刀片折断，主要是由于刀片在刀槽內夾緊过程中產生的局部应力过大的緣故。

④为了防止刀片破碎时保护刀杆，刀片支承面必須淬火(刀杆淬火或采用淬火刀垫)。研究結果表明，采用硬刀垫比不用刀垫，提高了刀片允許的最大切削用量，同时防止了刀片破碎时，损坏刀杆。

2、常用的机械夾固車刀的結構

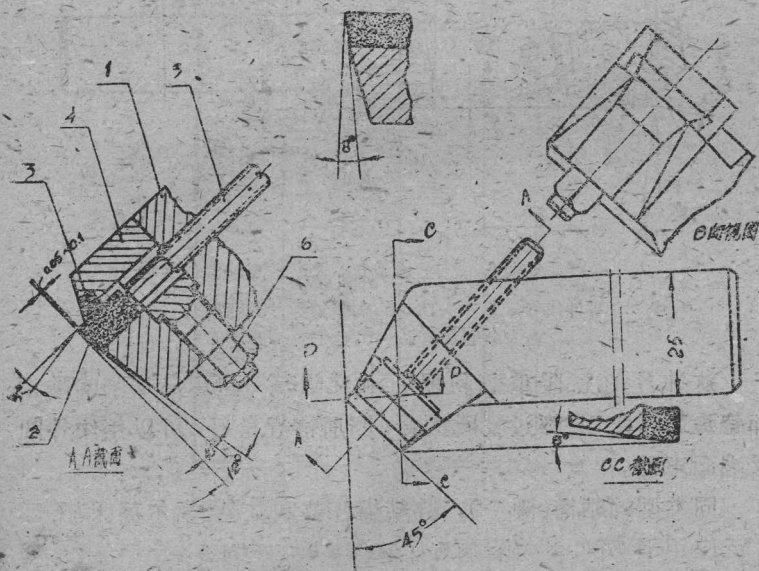
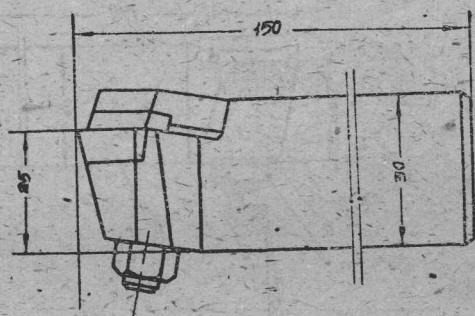
①苏联烏拉尔重型机器厂的设计(圖 6)

結構說明：刀片 2 的夾固，是由断屑台 3，用特形 1 偏心螺釘 4 來拉緊的。螺釘 5 用來調節刀片 2 的伸出量。

特点：1) 夾固可靠，結構并不复雜。

2) 夾緊刀片时操作較麻煩。

3) 刀片伸出量能調節。



(图6)苏联乌拉尔重型机器厂的外圆车刀结构
零件代号 1.刀体(45号钢) 2.陶瓷刀片 3.断屑
台(硬质合金或高速钢) 4.偏心螺钉 5.调整螺
钉 6.螺母

