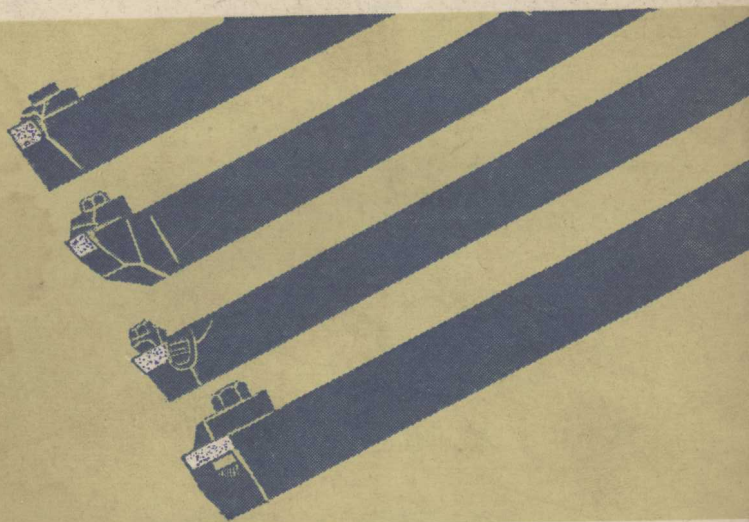


陶瓷刀

第一机械工业部沈阳地区经销处委员会编



辽宁人民出版社

陶瓷刀

陶 瓷 刀

第一机械工业部沈阳地区經驗交流委员会編

☆

辽宁人民出版社出版（沈阳市沈阳路二段宫前里2号） 沈阳市书刊出版业营业許可証文出字第1号
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米·1 $\frac{1}{2}$ 印張·20,000字·印数：1—4,000 1959年4月第1版
1959年4月第1次印刷 統一书号：15090·121 定价(5)0.10元

前 言

陶瓷刀是当前世界上一項新技术，利用陶瓷刀进行金屬切削是刀具史上一次重大的技术革命。它的特点是：硬度高，較硬質合金具有优越的紅硬性和耐磨性；同时成本低廉。尤其是在我国当前技术革命中，以非金屬代替貴重金屬，更有其重大的意义。

由于陶瓷刀具有上述优点，因而各国对陶瓷刀的研究都极感兴趣。苏联早在1932年就在列宁格勒罗蒙諾索夫工厂，首次利用了陶瓷刀具切削瓷質半成品、塑料和有色金屬。直到1950~1951年，苏联有关机关和工厂大力研究創制了新型的陶瓷材料，为在工业上采用非金屬材料的刀具創造了良好的条件。我国虽在1953年才开始陶瓷刀的研究工作，但已取得良好的成就。在刀片質量上接近于世界先进水平，并已撥入生产，将逐步在生产中广泛采用。我們相信在陶瓷久負盛名的我国，在党的英明领导下，一定会在最短的时间內，使陶瓷刀的質量达到世界的先进水平，成为机械工业中技术革命的尖兵，为建設社会主义作出巨大的貢獻。

为了使大家便于学习和掌握这项新技术，我們根据苏联和我国有关資料及在哈尔滨市学习使用和在我市試驗使用的成果，綜合写成此資料。由于時間和水平所限，其中难免有錯誤和不当之处，希批評指正。

沈阳地区陶瓷刀推广組

1958年11月5日

目 录

一	陶瓷刀片的成分和物理机械性能.....	1
二	陶瓷刀的磨損特性.....	3
三	陶瓷刀具的几何参数.....	6
四	切削用量的选择.....	12
五	陶瓷車刀的结构.....	18
六	陶瓷刀的刃磨和研磨.....	28
七	陶瓷刀片質量的檢查.....	30
八	陶瓷刀使用注意事項.....	32

一 陶瓷刀片的成分和物理机械性能

陶瓷刀片(以下简称瓷片)是以工业用氧化铝(Al_2O_3)为原料,經鍛燒提純、球磨粉碎、浮选、酸洗,然后用澆鑄或加壓的办法使之成型,再經初燒和在 $1750\sim 1800^{\circ}C$ 高温下燒成等工序而制成。

为了更清楚地了解瓷片的物理机械性能,現將瓷片与几种硬質合金及高速鋼的物理机械性能比較如表1。

表1 各种刀具材料的物理机械性能

材料名称	抗弯强度极限 (公斤/厘米 ²)	冲击韧性 (公斤/厘米 ²)	硬度 RA	比重 (克/公分 ³)	线膨胀系数 (温度范围 200~800°C)	热容量 (卡/克度)	抗压强度极限 (公斤/厘米 ²)	紅硬性 (°C)	导热率 (卡/公分秒度)
陶瓷材料	30~40	0.05	90~92.5	3.83~3.93	7.9×10^{-6}	0.18	350	1200	0.011
T30K4	95	—	92.5	9.5	—	—	—	900	—
T15K6	110	0.3	90	11.1	5×10^{-6}	0.059	300	900	0.065
BK8	130	0.6	88	14.4	6×10^{-6}	0.04	350	900	0.14
P18	370	0.89	83	8.7	—	0.11	380	600	0.05

从表1中可以清楚的看出,瓷片的优点是:

1. 硬度高, 在 RA90 以上, 与 $T_{30}K_4$ 相等, 比 BK₈ 高 2~4.5 个硬度单位, 比高速鋼則要高 7~9.5 个硬度单位。

2. 紅硬性高, 在 1200°C 的高温下能繼續切削, 比硬質合金还高 300°C。

上述优点在試驗使用中被充分証实。如在哈尔滨切削表演时, 上海代表全国劳动模范朱大仙同志在捷克机床上加工 35 号鋼时, 吃刀深度为 1 公厘, 轉数为 2800 轉/分, 工件直徑 300 公厘左右, 切削速度达 2562 公尺/分, 刀具切削是正常的。但在这样情况下, 使用硬質合金刀則不能胜任。在沈阳黎明机械厂切削試驗时, 使用 S18R 捷克車床, 轉数 2800 轉/分, 吃刀深度为 0.5 公厘, 其切削速度高达 2814 公尺/分。

从刀具寿命来看, 长春第一汽車制造厂在加工汽車后刹車鼓时(車內圓), 使用硬質合金刀时加工轉数为 66 轉/分, 走刀量为 0.4 公厘/轉, 吃刀深度为 1 公厘, 而使用陶瓷刀时, 轉数为 150 轉/分, 走刀量为 0.4 公厘/轉, 吃刀深度为 1 公厘。在上述情况下, 硬質合金刀只能加工 26 个零件, 陶瓷刀却能加工 40~60 个零件。

在鑄件加工中, 陶瓷刀具对于提高工作效率更为突出。在沈阳机床一厂三号車間表演加工鑄件, 用硬質合金刀时轉数为 150 轉/分, 而用陶瓷刀則可在 750 轉/分情况下进行正常的切削, 从而大为提高工作效率。

当然, 陶瓷刀还存在着一定的問題, 如抗弯强度較低, 脆性較大, 但这些問題是可以克服的。一方面在使用上应寻找最合理的切削角度、刀具的結構、合理的制造方法(焊接和刃磨)及切削规范; 另一方面在制造上也在逐步的改进, 提高質量, 并且現

在在制造上已找到了解决的办法，即在陶瓷刀内加入一部分金属，制成金属陶瓷，提高其抗弯强度和降低其脆性。我们相信不了很久，这些缺点将会被克服。

二 陶瓷刀的磨损特性

1. 磨损规律

陶瓷刀的磨损和硬质合金一样，主要产生在后面（图1）。

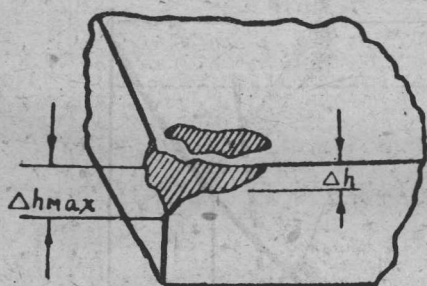


图1 磨损示意图

Δh 磨损量

Δh_{max} 最大磨损量

但在切削速度高与走刀量大时，前面也会出现约0.10公厘深的月牙洼。

后面的磨损也分初期磨损、正常磨损和后期磨损等三个阶段（图2）。后面的磨损达到0.3公厘时，由初期磨损进入正常磨损阶段。从正常磨损进入后期磨损，

一般很难看出，由于在后期磨损没有出现时，机床——工件——刀具系统会产生振动，以致很难继续进行切削（一般情况下，在后面磨损到0.9公厘左右，即不能再继续用来进行切削）。后期磨损的特征是大块的崩裂，失去切削能力。试验证明，陶瓷刀磨损限度可取0.6~0.9公厘。被加工零件硬度大时，则取小的值。

在切削时,刀刃的剥落现象比硬质合金更为显著,由于剥落的结果造成刀刃迅速磨损,因此如果切削条件不正常,常会浪费很多的陶瓷刀片。

2. 磨损对表面光洁度的影响

中国科学院长春机电研究所研究试验得到一个很重要的结论: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(图3、4),以致刀刃后面磨损量达到0.9

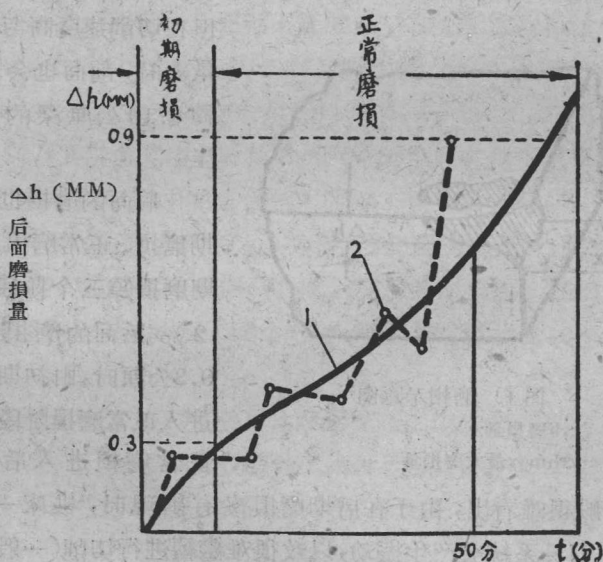


图2 陶瓷刀后面磨损与切削时间的关系

曲线1 刀具正常磨损情况

曲线2 刀刃有局部剥落的情况

公厘时,其表面光洁度达到 $\nabla\nabla_6 \sim \nabla\nabla_7$,而硬質合金(T₁₅K₆)
在刀刃后面磨損到0.9公厘时,表面光洁度只有 $\nabla\nabla_4$,詳細情况
見图 3、4。

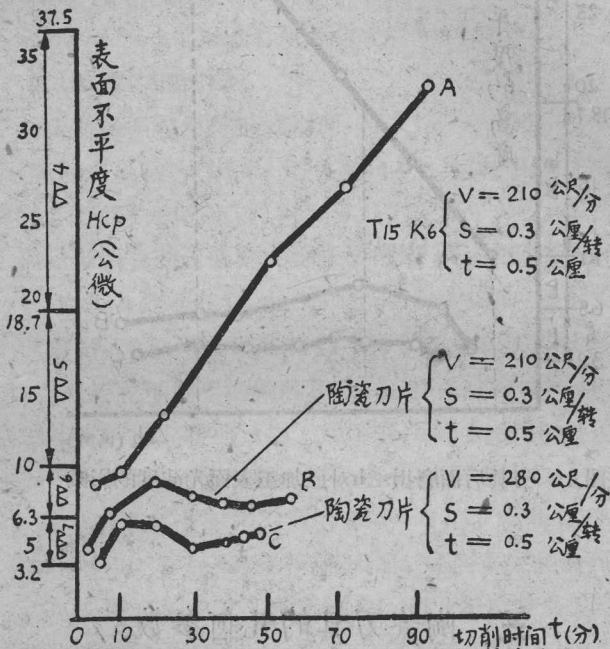


图 3 • 已加工表面不平度高度 H_{cp} 与切削时间的关系

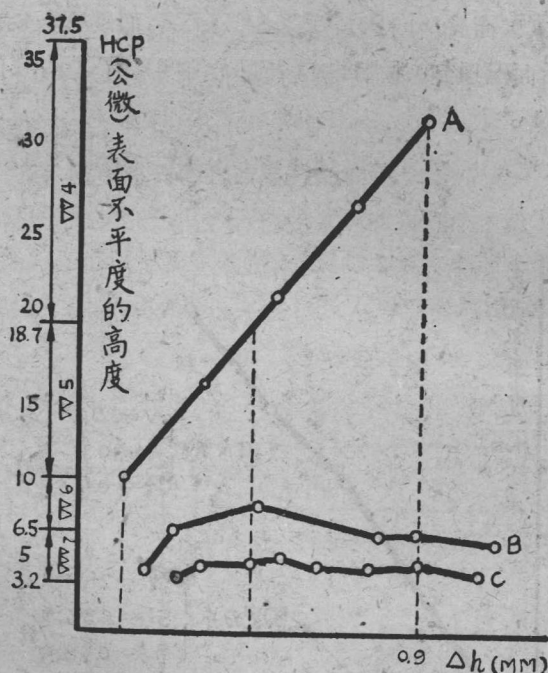


图4 刀具后面磨损 Δh 对已加工表面光洁度的影响

三 陶瓷刀具的几何参数

陶瓷刀具虽然有良好的切削性能(很高的硬度和红硬性),但是强度较低,脆性大,因此正确地选择刀具的几何参数有着重大意义。

陶瓷刀具各几何角度对耐用度的影响规律与硬质合金刀具差不多,确定合理角度的方法也一样。下面分别介绍一下各角

度的選擇。

1. 後角 α 的選擇

後角的大小，在很大程度上決定着磨損的大小。後角增大，則磨損減小，但太大時則切削刃易于崩落。在加工一般鋼和生鐵時建議：

取 $\alpha = 8^\circ \sim 10^\circ$ ，加工淬火鋼時取 $\alpha = 15^\circ$

2. 前角 γ 的選擇

前角 γ 根據零件材料的不同，可取 $15^\circ \sim -10^\circ$ 。由於瓷片強度小，脆性大，從這點出發，用負前角 $\gamma = -10^\circ$ 時，在零件加工系統剛性較好的情況下，可得到良好的效果。

但是採用負前角會增加垂直切削力 P_z ，同時會增加水平切削力 P_x 和 P_y ，這樣在切削過程中就會發生振動，當零件加工系統剛性差時，更會增加這種振動。為了避免在切削過程中產生振動，以免導致切削刃的剝落和破裂，在系統剛性不大時，必須根據零件材料情況將前角增大至 0° 甚至 10° ，但這時必須在切削刃上磨出一倒棱。當系統剛性不大時，棱面寬度取 $f = 0.2 \sim 0.5$ 公厘，但其數值不大于走刀量的 $1.5 \sim 2$ 倍。棱面負前角 γ_ϕ 可取 $-5^\circ \sim -10^\circ$ 。如果系統剛性大時，棱面寬度和棱面負前角可以取更大值。長春第一汽車製造廠和上海市勞動模範高速切削能手朱大仙同志，分別在 45° 直頭刀和 75° 偏刀上，主副刀刃上均磨出一定寬度的負倒棱（如圖 5.6）。

這樣可以增強刀頭強度，並保證良好的斷屑，是值得推廣和進一步研究的。

加工淬火鋼前角取 $\gamma = -5^\circ$ 最合適。

3. 主刀刃斜角 λ 的選擇

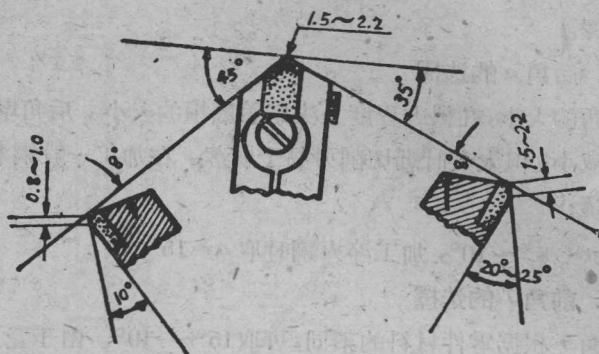


图5 长春第一汽车制造厂采用的45°直头刀的几何形状

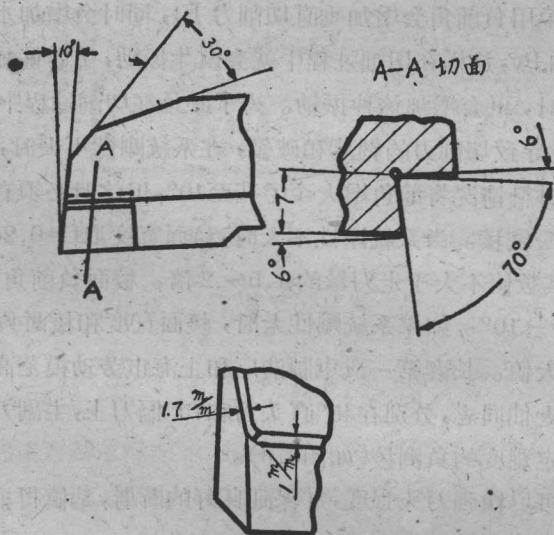


图6 朱大仙同志所用75°偏刀的几何形状

刀片后角=8° 前角=7° 主倒棱前角=-8° 副倒棱前角=-16°

由于陶瓷刀脆性大，故主刀刃斜角不宜取負值，負的主刀刃斜角会使刀刃很易崩落。主刀刃斜角宜取 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。当机床——工件——刀具系統剛性差，或精加工时取小值，当机床——工件——刀具系統剛性好或粗加工时取大值。

4. 主偏角 φ 的选择

陶瓷刀不能承受集中負荷，故希望負荷尽量的分布到切削刃的各部，即采用小的主偏角 φ ，如此可以加大走刀量，提高切削速度和刀具耐用度，并改善被加工零件的表面光洁度。但如主偏角小于 30° 时，则会使刀具所受之徑向切削力大大增加，因此引起强烈的振动，使刀具损坏，所以主偏角又不宜太小。一般主偏角取 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。系統剛性愈大时，可以选择愈小的偏角。若采用大的主偏角会使刀具耐用度显著下降。

5. 副偏角 φ 的选择

一般取 $10^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，同主偏角一样道理，过大则会降低刀刃强度，易于崩裂。 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 时能保证陶瓷刀具有最大的强度和耐用度。

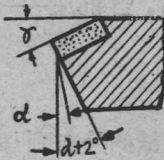
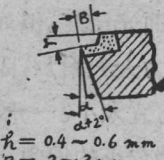
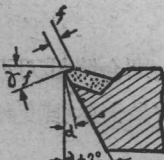
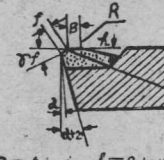
6. 刀尖半徑 R 的选择

刀尖半徑 R 可以增强刀尖强度。根据苏联烏立夫試驗，在一定範圍內刀尖半徑愈大时，車刀的徑向磨損愈小。一般刀尖半徑可取 $0.5\sim 2$ 公厘。加工淬火鋼时刀尖半徑对車刀耐用度有很大影响，当 R 很小时，后面磨損不匀，主要集中在刀尖上。实用上，加工淬火鋼时刀尖半徑建議取 $1.5\sim 2$ 公厘。

几何参数具体选择可参考表 2。

表2

陶瓷刀片几何参

刀具的几何形状	应用条件	被加工材料	刀 具	
			前角 α	倒棱前角 γ_f
	在机床—— 工件——工 具系统的刚性 足够时	铸 铁 钢	$H_B < 220$ $H_B > 220$ $6_b < 70$ $6_b > 70$	$0 \sim -10^\circ$
 $f = 0.4 \sim 0.6 \text{ mm}$ $B = 2 \sim 3 \text{ mm}$	在机床—— 工件——工 具系统的刚性 足够时	铸 铁 钢	$H_B < 220$ $H_B > 220$ $6_b < 70$ $6_b > 70$	$0 \sim -10^\circ$
	在机床—— 工件——工 具系统的刚性 不足时	铸 铁 钢	$H_B < 220$ $H_B > 220$ $6_b < 70$ $6_b > 70$	10° $0 \sim 5^\circ$ $10 \sim 15^\circ$ 10° -5° -10° -25° $(t < 2)$ $(t > 2)$
 $f = 0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ $B = 2 \sim 3 \text{ mm}$	在机床—— 工件——工 具系统的刚性 不足时	铸 铁 钢	$H_B < 220$ $H_B > 220$ $6_b < 70$ $6_b > 70$	10° $0 \sim 5^\circ$ $10 \sim 15^\circ$ 10° -5° -10° -25° $(t < 2)$ $(t > 2)$
 $R = 4 \sim 6$ $f = 0.1 \sim 0.15 \text{ mm}$ $B = 2 \sim 2.5 \text{ mm}$	在机床—— 工件——工 具系统的刚性 不足时	铸 铁 钢	$H_B < 220$ $H_B > 220$ $6_b < 70$ $6_b > 70$	10° $0 \sim 5^\circ$ $10 \sim 15^\circ$ 10° -5° -10° -25° $(t < 2)$ $(t > 2)$

※ 加工淬硬钢时 $\gamma = 0 \sim -5^\circ$

数的选择

的 几 何 参 数						备 注
后角 α	主偏角 ϕ	副偏角 ϕ_1	倒棱宽度 (f)	刃倾角 λ	刀尖半 徑 r	
	30°					加工鋼料时使 用可調整断屑器
	45°					不用断屑器
	60~75°	5~10°精加工刀尖圓弧半徑大的取大值				加工鋼料时使 用可調整断屑器
		10~15°車削沒有橫向切入的工件				不用断屑器
			0.2~0.5mm			
				0°~5° (加工余量均匀)		
				5°~10° (加工余量不均匀)		
					0.5~1.5mm	
						不用断屑器

四 切削用量的选择

选择切削用量时,根据具体情况,应当充分利用陶瓷刀具的紅硬性高的优点和避免陶瓷刀具抗弯强度小的弱点,也就是說,选用較高的切削速度和較小的吃刀深度和走刀量。根据切削用量对磨損的影响是吃刀深度不大,走刀量較大,切削速度最大,所以选择切削用量的次序应该是先选择吃刀深度,再选择走刀量和切削速度。

1. 吃刀深度(t)的选择

吃刀深度对刀具耐用度的影响不大,而与刀片强度有着十分密切的关系,因此吃刀深度的选择应根据所用刀片强度的情况而定。根据我們使用上海大中瓷电厂出产的瓷片情况来看,認為加工鑄鉄不宜大于6公厘,加工鋼不宜大于5公厘,一般加工鑄鉄时取3~5公厘,加工鋼时取2~4公厘,可以稳定的进行切削。

有一点必須說明,根据一些試驗,采用过小的吃刀深度,对刀具耐用度会产生不利的影响,如苏联科学技术副博士耶赫列夫对淬火鋼的試驗中得出,当 $t=0.75$ 公厘时耐用度最高, t 小于或大于0.75公厘时耐用度都会降低。若 $t=0.1$ 公厘,則只有保証被加工零件留量均匀和沒有振摆时才可能得到稳定的切削过程。

长春机电研究所在国产陶瓷刀切削性能試驗中得出, $t=0.25$ 公厘时的耐用度反較 $t=0.5$ 公厘时小。

2. 走刀量(S)的选择

允許走刀量的大小,主要決定于下列一些因素:

1. 陶瓷刀片的強度;
2. 工件精度和光潔度的要求;
3. 被加工材料的性質。

陶瓷刀片抗彎強度較硬質合金小,因此當主偏角 φ 一定時,允許走刀量比較小。此外一切影響陶瓷刀片強度的因素,如刀片伸出刀體太長,刀片與刀體接合面不好等,以及一切使刀具受力增加的因素,如:刀具磨損、主偏角增大等,都能使允許走刀量減小。為了充分發揮陶瓷刀具的切削性能,就應該尽可能消除這些有害因素。

當陶瓷刀片強度一定時,走刀量愈大,刀具耐用度也愈低,當陶瓷刀片強度改變時,合理的走刀量跟着改變。對於目前我國出產之瓷刀片,合理的走刀量應為多少,尚未進行系統試驗。根據初步試切來看,認為可取下列數值。

加工鋼	取0.2~0.5公厘/轉
加工鑄鐵	取0.3~0.6公厘/轉
加工淬火鋼	$S \leq 0.1 \sim 0.3$ 公厘/轉

其中當被加工零件材料强度高、偏角大時取較小值。若要求得到▽▽▽ 7 ~ ▽▽▽ 8 的光潔度,則S宜取在0.1~0.15公厘/轉之間,並配合較高的切削速度。

3. 切削速度(V)的選擇

陶瓷刀可承受較硬質合金刀更高的切削速度,我們應當盡量利用這一優點,不宜採用低速。因為低速時振幅大,切削溫度較低,瓷刀韌性小,刀刃很易崩落,壽命反而降低。如加工 $\sigma_b = 80 \sim 85$ 公斤/公厘² 鋼料, $V \leq 50$ 公尺/分,刃口即很易剝落,使刀