

陶瓷刀具的 制造和使用

湯銘权編著



机械工业出版社

陶瓷刀具的制造和使用

湯銘权編著



机械工业出版社

1960

出版者的話

陶瓷刀具是一种非金屬的刀具,不含有鎢、鈷、鈦等貴重金屬,造价低,但它的硬度仍然很高,耐热性良好,在 1200°C 的高溫下还能繼續高速切削,而且切削速度可以比硬質合金刀具高得多,因此很有发展前途。

这种刀具在苏联已应用得很广泛,我国許多工厂、学校以及研究机关,也正在大力研究与試用之中,并且已經取得了一定成果。

本书介紹了陶瓷刀具在我国的发展,陶瓷刀的制造、性能、几何角度的选择与刃磨,刀片的固定方法、陶瓷刀切削用量的选择以及使用中应注意的事項等,內容較為全面、通俗,可以供金屬切削工人、工程技術人員以及金屬切削专业学生参考。

NO. 3222

1960年4月第一版 1960年4月第一版第一次印刷

850×1168¹/₃₂ 字数 173 千字 印張 6¹³/₁₆ 0,001— 4,650 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(10-7) 1.20 元

目 次

一 陶瓷刀具概論	5
二 陶瓷刀具在我国的发展	12
1 石头刀	12
2 用火花塞切削金屬	14
3 国产陶瓷刀試制成功	14
4 陶瓷刀在我国飞跃发展	17
5 陶瓷刀的发展前途	21
三 陶瓷刀片的制造	22
1 什么是〔刚玉〕	22
2 陶瓷刀片的原料	23
3 陶瓷刀的制造过程	25
4 陶瓷刀片的性能测定与质量檢查	37
四 陶瓷刀具的物理机械性能与切削性能	43
1 陶瓷刀具的磨損特性	43
2 陶瓷刀片的烧成条件与微觀組織对切削性能的影响	44
3 陶瓷刀片的物理机械性能及其对切削性能的影响	46
4 陶瓷刀加工的表面质量与精度	54
5 陶瓷刀加工时的切削力	57
五 陶瓷刀具几何参数的选择	60
1 后角(α)的选择	60
2 前角(γ)的选择	61
3 导角(φ)的选择	62
4 离角(φ_1)的选择	63
5 刃傾角(λ)的选择	64
6 刀尖圓弧半径(r)的选择	64
7 陶瓷刀合理几何参数实例	64
六 陶瓷刀具的结构与制造	68
1 机械夹固法	71
一、对机械夹固陶瓷刀具的要求(71)——二、国内外所用典型机械夹固式陶瓷刀具(71)	
2 焊接法	94

一、焊接前的准备与要求(94)——二、各种焊料的焊接工艺(96)——	
三、焊接后的质量检查(103)——四、各种焊料焊接质量的比较(108)	
3 粘結法	113
一、国内外采用的胶粘剂与粘結工艺(115)——二、环氧树脂的粘結原理与应用(126)——三、环氧树脂胶粘剂的組成(128)——四、粘結陶瓷刀片的工艺过程(132)——五、粘結后的质量检查(137)——	
六、粘結瓷刀的切削效果(137)——七、小結(139)	
4 机械夹固法、焊接法与粘結法的比較	143
七 陶瓷刀具的刃磨和研磨	146
1 陶瓷刀具的刃磨特点	146
2 砂輪的选择	147
3 刃磨用量的选择	150
4 刃磨时的冷却	151
5 研磨与重磨	152
6 刃磨与研磨用的夹具	153
7 刃磨与研磨設備	155
8 刃磨、研磨瓷刀的典型工艺与实例	158
八 切削用量的选择	168
1 切削深度(t)的选择	163
2 走刀量(S)的选择	170
3 切削速度(V)的选择	172
九 陶瓷刀具的使用	189
1 使用陶瓷刀时, 工件、工序与机床的选择	189
2 使用陶瓷刀具时应注意的事項	190
3 断屑問題	192
4 陶瓷刀使用实例与应用范围的扩大	195
5 刀具耐用度的簡易試驗法	210
十 結語	216
主要参考文献	217

一 陶瓷刀具概論

大家知道，在金屬切削过程中直接完成切削工作的是刀具的切削部分。刀具能否胜任切削工作，首先决定于切削部分材料的性能，其次是刀具切削部分的几何形状。用不同材料制成的刀具，其切削性能是不同的，所能采用的切削速度、所能承受的切削力和切削温度也不相同，总之，切削过程中的許多切削規律，都将因刀具的材料不同而有所差异。在介紹陶瓷刀具之前，我們先介紹一下刀具材料的性能与刀具材料的发展过程。

在切削过程中，刀具要受到高温、高压和摩擦的作用，因而作刀具用的材料，必须具备下列的性能：

1. **硬度** 刀具材料的硬度必須大于工件材料的硬度，否則就无法从工件上切下切屑。

2. **耐磨性** 刀具材料必須具有高度的耐磨性。

3. **强度和韌性** 刀具材料必須具有足够的强度和韌性，以承受切削过程中的切削力、冲击力和振动。

4. **耐热性** 耐热性是指刀具切削部分材料在高温时还能保持上述三种性能，繼續进行切削。如碳素鋼、合金鋼、高速鋼、硬质合金、金剛石、陶瓷材料等刀具，它們之間的主要区别并不在于常温下的硬度、耐磨性和强度，而在于每种材料所能耐的温度不同，所以，耐热性才是刀具材料最重要的特性之一。

除此之外，对刀具材料的另一要求为价格要低廉，原料要丰富。这一点对我国目前情况來說，有着特別重要的意义。例如金剛石，虽然具有很高的硬度、耐磨性与耐热性，但因價錢太貴，又很稀少，因此不能广泛采用。

刀具切削部分材料必须具备上述諸基本性能，才能順利地用于切削加工。但并不是每一种刀具材料都能很好地滿足这些要

6
求，而是随着刀具材料的不断发展，才使其逐渐地具备了較好的切削性能。

在十九世紀末叶以前，刀具都是用碳鋼制造的。这种刀具的耐热性在 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 以下，因此所能采用的切削速度也很低，切鋼时仅为 $6\sim 10$ 米/分，切鑄鉄时为 $3\sim 5$ 米/分。

其后，在碳鋼中加入了鎢、鉻、錳等合金元素而发现了合金工具鋼，使耐热性提高到了 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

在十九世紀末二十世紀初（1901~1906年）出現了高速工具鋼，其耐热性达 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。切鋼时速度可以提高到 $30\sim 40$ 米/分，切鑄鉄时达 $15\sim 20$ 米/分。

自从1929~1930年苏联开始用粉末冶金法制造硬质合金后，刀具的耐热性达到了 $850\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。因此，切削速度可以大大提高——比高速鋼刀具高4~10倍。采用硬质合金牌号T30K4与T60K6时，切削速度可以增高至 $600\sim 800$ 米/分以上。

硬质合金不但耐热性很高，其耐磨性与硬度也比較理想。所以，直到目前为止，它仍然被认为是优良的刀具材料。由于硬质合金的物理机械性能优良，所以能用于等速切削。如果将碳鋼車刀切鋼时的切削速度作为100%时，那末采用高速鋼車刀时，切削速度就可提高到400%，采用BK8硬质合金車刀时可以提高到1000%，采用T15K6硬质合金車刀时則更可提高到2000%，也就是說等于碳鋼車刀的20倍。

在最近的几十年中，人們提高刀具耐热性的方法主要是在刀具材料中加入鎢、鈦、鉻、钒等貴重的元素。在現代的硬质合金牌号中，碳化鎢和碳化鈦的含量高达90~98%，鉻的含量达10~2%。因此，硬质合金刀具的成本很高。

此外，由于近年来机械制造工业的飞跃发展，硬质合金刀具的耐热性已日益显出滿足不了切削速度不断增长的需要，使高速切削的发展会受到一定的限制。因此，近年来人們已开始研究采用非金属材料来代替貴重的硬质合金，以求降低刀具材料的成本，

節約稀有的合金元素与进一步提高刀具的耐热性。苏联科学家們在这方面已做了很多工作，曾利用各种天然的与人造的矿物材料制成刀具，进行了大规模的試驗。其中效果最好的算是燒結剛玉。

燒結剛玉首先(本世紀三十年代)在德国制造出来，随后不久，在苏联、英、美等国也相繼制成。燒結剛玉虽然在很早以前就已应用到工业中，但用作切削金屬的刀具，直到1932年才实现。該时苏联列宁格勒罗蒙諾索夫陶瓷工厂首次利用陶瓷材料切削瓷质半成品、塑料及有色金屬。

1939年，苏联多姆斯基工学院曾試驗了用陶瓷刀具切削紅热状态下的金屬，通过这些試驗，都証明了陶瓷材料可以用于金屬切削，但还没有推广到生产中去。

从1947年起，苏联对陶瓷刀具开展了广泛而深入的研究工作和生产試驗。参加这项工作的有苏联中央机器制造工艺科学研究所(ЦНИИТМАШ)、苏联磨料及磨削科学研究所(ВНИИАШ)、莫斯科門德列也夫化工学院(МХТИ)、苏联工具科学研究所(ВНИИ)等研究机关以及莫斯科硬质合金联合工厂(МКТС)、依里奇机床制造厂、[紅色无产者]机床制造厂等生产单位。由于这些单位的科学家与工人同志們的密切配合与大力研究，終于制出两种具有优异切削性能的燒結剛玉陶瓷材料(即ЦМ-332与ЦВ-13)。此外，苏联在陶瓷刀具的几何形状、夹固方法、切削用量等方面以及陶瓷刀具的切削理論問題方面，都获得了一定的研究成果与宝贵的經驗。目前，陶瓷刀具在苏联各工厂、企业的应用已愈来愈广泛了。

在国外，除苏联外，近年来美国、英国、法国和德国对陶瓷刀具也大力开展了試驗研究工作，并且已試用于生产，但应用得还很不够广泛。其他如捷克、波兰、匈牙利等社会主义国家及意大利、瑞士、瑞典、奥地利、日本等資本主义国家，也正在進行瓷刀方面的研究工作。可見，陶瓷刀具由于能符合高速切削、降低成本的要求已在刀具材料中开辟了一条嶄新的道路，受到世界各

国的重視。

陶瓷刀具有很多的优点：1) 硬度很高，由表1可知，普通陶瓷材料的硬度 ($R_{A86\sim96}$) 与硬质合金差不多，有的还要高一些。因此，瓷刀的耐磨性也很好，刀具在切削过程中的磨損就比较慢。2) 瓷刀最大的特性是耐热性高，它能在1200℃的高温下继续进行切削。因为耐热性是决定切削速度的基本条件，因而瓷刀的切削速度比用硬质合金刀加工时可以提高很多。在过去大约80年中，刀具材料由碳工具鋼、合金工具鋼、高速鋼和鑄造合金一直发展到了硬质合金，因而使切削速度从每分钟6米一直提高到每分钟200米以上。自从出现了陶瓷刀具后，切削速度一跃而为每分钟300米以上，一般可达600~1000米/分。我国在1958年全国大跃进中，各地工人同志也纷纷创造了瓷刀的高速切削纪录。其中最为突出的是：南京机床厂車工王理直同志用瓷刀切削鋼件时，切削速度达到了每分钟5117米（瓷刀片为中国科学院冶金陶瓷研究所制造）。这一创举大大鼓舞了人們广泛采用瓷刀而打消了很多不必要的顾虑。3) 瓷刀片和金屬的亲合力比其他刀具材料为小，因此可以减少切削时的摩擦，切屑不易粘結在刀片上，不易产生积屑瘤，刀具磨損較慢。再加上瓷刀切削时速度可取得比硬质合金高，所以当条件相同时，瓷刀加工的光洁度也比较高（可达7~8級）。4) 瓷刀片的成本很低（只有硬质合金的1/50~1/100），估計大量生产后成本还可降低。因为制造瓷刀片时不需要錫、鉍、鈷等貴重合金元素，原材料的来源极为丰富，可以为国家节省大量的資源。由图1內可以明显地看出，过去随着刀具材料的发展，其化学成分內所含的錫、鈷等合金元素即愈多，就是說刀具的成本愈来愈高。自从出现了陶瓷刀具后，才开始扭轉这一趋势。表2所列为几种主要刀具材料的化学成分，陶瓷材料中則不包括这些金屬元素。由此也可看出，陶瓷刀具的发展有其独特的一面。此外，就我国目前情况而言，硬质合金的供应还远远不能满足生产上的要求，因而使高速切削的推广受到一定的影响，如能迅速

表 1 各种刀具材料的物理机械性质

刀具材料名称	刀具材料牌号	物理性质					机械性质		
		比重 γ	热容量 c 卡/克度	导热系数 λ (卡/厘米秒度)	线膨胀系数 10^{-6} (20~800°)	与钢的 熔结温度 °C	硬度		冲击韧性 A_k (公斤-米/厘米 ²)
							R_C	R_A	
淬火碳钢	N12A	—	—	—	—	耐热性 250~300°C	62	—	0.89
淬火高速钢	P18	8.73	0.11	0.05	—	耐热性 550~600°C	63	83	0.89
钴基硬质合金	BK8	14.45	0.04	0.14	6.1	<640	—	88.5	0.60
钨钽结硬质合金	T15K6	11.01	0.06	0.065	5.1	790	—	90.2	0.30
矿物陶瓷材料	—	約3.95	約0.20	0.009	9.1	>1200	—	86~96	—
碳鋼	45	—	0.11	—	11.72	—	—	—	—

表2 几种主要刀具材料的化学成分

刀具材料名称	刀具材料牌号	化 学 成 分 (%)						
		W	Ti	Co	Va	Cr	C	Fe
碳鋼	Y12A	—	—	—	—	—	1.2	98.8
高速鋼	P18	18	—	—	1.2	4.5	0.8	75.5
硬质合金	BK8	85	—	8	—	—	5.4	杂质約1.6
硬质合金	T15K6	73.5	12	5.8	—	—	7.45	杂质約1.25
陶瓷材料	—	—	—	—	—	—	—	—

将瓷刀广泛用于生产中，至少可以解决一部分問題。

另一方面，瓷刀也存在一些缺点。其中最主要的是脆性太大（韌性不够）；因而

不能承受很大的切削力与冲击負荷。

由表1中的数字可以看出，瓷刀的抗

弯强度只有硬质合金的三分之一到四

分之一；高速鋼的八分之一到十分

之一；但瓷刀的抗压强度就好得多了，相当于硬质合金的一半左右（甚

至有超过硬质合金的）。由于陶瓷刀片的抗弯强度低，因而严重地影响了其使用寿命与应用范围。直到目前为止，瓷刀的应用还大部限于精加工和半精加工；对于鍛、鑄件毛坯或冲击性工作，用得还很少。

其次，由表1中的数字也可以看出，硬质合金（T15K6）的

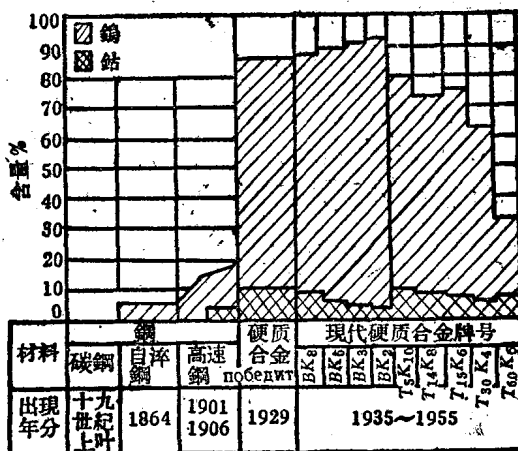


图1 刀具材料的发展与鎢、鉻合金元素的含量簡图。

其次，由表1中的数字也可以看出，硬质合金（T15K6）的

导热系数为0.065，而瓷刀片的导热系数却只有0.009，可見瓷刀的导热性較差。这一缺点降低了瓷刀对温度急剧变化的抵抗能力，在切削或焊接过程中，容易因热应力而造成刀片的崩裂。最后，一般非金属材料物理机械性能常不易均匀一致，瓷刀也不例外；即使同一化学成分在相同条件下制成的瓷刀片，其性能往往有很大的差别。

表1内列出了各种刀具材料的物理机械性能，从中可以大致看出各种刀具的优缺点与主要的使用范围。

目前，陶瓷刀片虽然还存在上述諸缺点，但并不降低它的使用价值。陶瓷刀具的应用范围已日漸广泛，它不仅可用来加工鋼料，也可用来加工鑄鉄、有色金属（銅、鋁等）及塑料。它不仅可用于普通外圓車刀，也可用于其他各种車刀、鏜孔刀、螺絲刀、铣刀、鉸刀、钻头等刀具上。用陶瓷刀具加工时，可以达到很高的质量：加工精度可达2級；加工鋼料时光洁度可达7~8級，加工鑄鉄时可达6~7級。再加上成本低，原料丰富等优点，因而推广陶瓷刀具，对我国社会主义工业化，进一步提高机械制造业中切削加工的劳动生产率而言，将具有重大的經濟价值。

二 陶瓷刀具在我国的发展

1 石头刀

以前，我們不知道陶瓷还能切削金屬。自从1951~1952年起，我們知道了苏联用陶瓷刀做切削工具的消息以后，国内有关方面对这一問題才开始注意起来。

1952年6月，东北某厂第二車間青年工人龙成文同志首先采用了叫做[砂礫岩]的石头切削金屬。当时他采用的切削用量是：工件轉数 $n=500$ 转/分，走刀量0.2毫米/轉，吃刀深度1.5毫米。經過数次試驗获得成功，証明可以用[砂礫岩]代替硬质合金实行高速切削。这对正在轰轰烈烈推广高速切削法的当时来讲，确实起了一定的作用。表3就是龙成文同志的切削紀錄。

表3 龙成文同志用[砂礫岩]石头刀的切削紀錄

試驗次数	工 件		机床	刀具角度	切、削 用 量			
	材 料	直 徑 (毫米)			工件轉数 n (转/分)	切削速度 V (米/分)	走刀量 S (毫米/轉)	吃刀深度 t (毫米)
1	含 碳 量 0.25%的 鋼	$\phi 68$	1A62	$\gamma = -6^\circ$ $\varphi = 30^\circ$	955	204	0.25	1.0
2	含 碳 量 0.45%的 鋼	$\phi 33$	1A62	$\gamma = -5^\circ$ $\varphi = 60^\circ$	1200	124.2	0.20	2.5
3	黃 銅	$\phi 40$	1A62	$\gamma = 5.5^\circ$ $\varphi = 60^\circ$	1200	125.3	0.20	4.0

經過龙成文同志的大胆試驗，証明了[砂礫岩]不但可以車鑄鐵、鋁、黃銅，而且能够加工一般鋼料和挑絲扣，加工出来的零件又亮又光。

經化驗結果知道，[砂礫岩]的成分为：二氧化硅74.6%；氧化鋁13%；氧化鈣3.8%；氧化鈦5.6%；氧化鐵3.0%。

后来，龙成文同志在沈阳第四次青工代表会议上介绍了这一发现。此后，沈阳电车厂、沈阳机械七厂的工人同志回去后也都用石头刀进行了试验。

可以用石头刀切削金属的消息传到北京时，正值华北区高速切削法经验交流座谈会开幕，因而这一发现很快就被带到华北各地。当时华北各地采用了各种不同颜色、不同名称的石头，如玄武岩、安山岩、试金石、辉绿岩等进行了试验。例如天津联合机器厂曾动员了全厂职工进行试验，又一次证明了石质刀（玄武岩、安山岩等）的切削性能良好，可以部分代替硬质合金使用。

表4内的数据就是天津各厂在当时的试验纪录。

表4 天津地区用石头刀的试验纪录

试验单位	材料	设备	刀具角度	切削用量			
				工件转速 n (转/分)	切削速度 V (米/分)	走刀量 S (毫米/转)	吃刀深度 t (毫米)
天津联合机器厂	铸钢	八呎皮带车床	前角，倒棱，后角很小		168	0.3	2
天津联合机器厂	钢	六呎皮带车床	同 上	450	216	2.4	1.5
天津联合机器厂	熟铁	苏联车床	同 上	955	171	0.25	1.2
天津机器厂	低碳钢		安山岩石头刀， $\gamma=4^\circ$ ， $\alpha=5^\circ$	400	40	0.25	1.5
天津机器厂	中碳钢		玄武岩石头刀， $\gamma=7^\circ$ ， $\alpha=3\sim4^\circ$	800	125	0.5	2

当石头刀可以切削金属这一发现经[机械工人]介绍出来后，也同样引起了华东区工人同志们的极大兴趣。如华东某厂工人曾到上海吴淞滩和南京雨花台以及图章店里去找寻硬度适合的石头，并且还摸索出用明矾焊接石头刀的方法；这样，采用石头刀时，因为缩小了石头刀的面积而减少了容易碎裂的机会。

石头刀的优点是：1) 抗力大；2) 硬度比硬质合金刀还高（一般皆在 R_{90} 以上）；3) 能耐高温，铁屑发红时刀头也不变钝；4) 切削铝等材料时，采用金属刀具时容易产生粘结现象，

石头刀則不然。石头刀的缺点是：性脆，容易崩裂，只适用于平稳的切削，不能在有冲击振动的情况下切削；另一缺点是石头的成分很不均匀，并且不易控制；刃磨和使用冷却液稍不小心，刀片即会碎裂，因此影响了全面的使用和推广。尽管如此，这一发现与试验对我国刀具材料的发展却提供了一个新的方向，为我国的刀具史揭开了新的一页。因为石头刀实际上是瓷刀的前身，由于这一发现才促进了瓷刀在我国的发展。

2 用火花塞切削金屬

工人同志們在用石头刀进行了高速切削并学习了苏联的有关先进經驗以后，开始采用火花塞磨成的白瓷刀进行切削試驗。例如，1952年华东区上海虬江机器厂、上海通用机器厂以及1953年初中南工业部与武汉大学合办的高速切削研究会都曾火花塞白瓷刀进行了一系列的試驗，其切削結果列于表5中。

在使用火花塞白瓷刀的过程中，发现其优缺点基本上与石头刀相似，脆性却仍然很严重，因而易于碎裂，但质地比較均一。

3 国产陶瓷刀試制成功

1953年起，南京电瓷厂与中国科学院冶金陶瓷研究所开始試制陶瓷刀。經過一年的試制，初步获得成功。1953年，国营經緯紡織厂工具車間曾用南京电瓷厂刀片进行了試驗，并且在磨刀、夹固方法和切削用量方面作出了比較完整的总结。表6就是該厂試驗时的切削紀錄。通过試驗后，基本上肯定了瓷刀作为新型切削刀具的方向。

1954年初，中国科学院冶金陶瓷研究所試制成功的陶瓷刀片，硬度已达到 R_{A90} ，在实验室里进行了好几次切削試驗，效果都很好。在几个工厂（如上海机床厂、上海矿山机器厂、沈阳第一机床厂等）进行了生产試驗以后，认为切削鑄鉄已无問題，切削鋼料还嫌强度不够。此外还认为瓷刀的强度尚待繼續改善；瓷刀的

表 5 各单位采用火花塞白瓷刀切削时之结果

试验单位	火花塞白瓷刀	试验顺序	工 件		切 削 用 量			备 注
			材 料	直 径 (毫米)	工件转速 (转/分)	切削速度 (米/分)	走刀量 (毫米/转)	
上海虹江机器厂	AOTO-LITE牌号		锻铁	$\phi 33$	1800~2240		0.088	1.5~2.0 捷克六呎车床可車毛坏, 能受冲击力.
						250	0.05	0.1~0.2 刀好
上海通用机器厂	CHAMPION牌号 火花塞碎片	第一次	锻铁	$\phi 110$		250	0.11	0.2~0.3 同上
						250	0.11	0.3~0.6
同 上	A-C牌号火花塞	第二次	锻铁	$\phi 86$	564	151	0.15	0.5
					25		0.265	1.0
同 上	CHAMPION牌号 火花塞	第三次	元铁	$\phi 55 \sim 70$	460	90~96	0.13	1.5~2.0
					$\phi 46$ $\phi 43$ $\phi 42.5$ $\phi 39$	890 890 890 1200	0.16 0.3 0.43 0.43	1.75 2 2.1 1
中南工业部与武汉大学合办的高速切削研究会	CHAMPION牌号 火花塞	第一次	低碳钢	$\phi 36$ $\phi 32$ $\phi 29.5$ $\phi 27$ $\phi 190$	460 460 890 1200 244	45.5 118 116 145	0.265 0.265 0.265 0.265 0.27	$\gamma = -5^{\circ} \sim -6^{\circ}$; $\alpha = 6^{\circ}$; 工件很光洁, 刀具有月牙洼
								$\gamma = -4^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; 刀头及工件情况良好
同 上	同 上	第三次	低碳钢	$\phi 65$	640	128		

表6 国营经纬纺织厂采用南京电瓷厂试制的陶瓷刀片时的切削纪录

試驗順序	工 件		刀具几何参数						切 削 用 量			
	材 料	直徑 (毫米)	长度 (毫米)	γ°	α°	φ°	φ_1°	刀 尖 半 徑 (毫米)	工件轉 數 n (轉/分)	切削速 度 V (米/分)	走刀量 S (毫米/轉)	吃刀深 度 t (毫米)
第一次	中碳鋼 $H_B = 290$	35	125	2	10	45	45	0.5	742	81	0.1	0.73
		34	90						1042	112	0.1	0.3
		34	60						528	62	0.15	1
		32	40						1042	105	0.15	1
		35	80						742	81	0.15	1.5
		33	65						742	74.5	0.15	1
		29	50						1042	95	0.1	2
		27	30						1486	125	0.1	0.5
第二次	鑄鉄法兰 盘 $H_B = 181$	195		2	10	45	45	0.5	113	69	0.3	4
		197							206	140	0.3	4
		203							113	72	0.3	3
		207							113	73	0.3	2
第三序	鍛鋼軸								280	57	0.2	1~3
第四次	碳鋼軸			負倒棱 $\gamma_f = -3$	8	90			1085	250	0.175	0.3

使用規律也要很好地进行系統的研究。因为当时发现某些单位用得不好的原因主要是沒有掌握好瓷刀的使用規律。

当时对瓷刀經過鋼、鑄鉄的一般切削和重力切削試驗証明，車削鑄鉄时切削用量可达 $t = 6.0$ 毫米， $S = 0.8$ 毫米/分， $V = 110$ 米/分。但刀片的制造质量还不够好，有些刀片在使用前已存在裂紋、小松孔等缺陷，这样就影响了切削效果和刀片的寿命。

根据上述情况，有关单位又重新进行了切削試驗并着手改进瓷刀片的物理机械性能和掌握瓷刀片的制造工艺过程。

在1955~1956年期间，中国科学院冶金陶瓷研究所进行了[高强度刚玉微晶体]的研究，首先探討了煅烧氧化铝原料中微量