

沈 陽 鐵



高速鋼刀具材料的節約

內 容 提 要

高速鋼是一種較貴的合金鋼，也是目前應用最廣泛的材料，所以節約高速鋼刀具材料在生產上具有一定的意義。這本小冊子里，作者扼要介紹了用二氧化碳液體冷卻切削刃、刀具的強化處理、刀具的焊接和變配、精密鑄造和雙金屬鑄造、高速鋼切屑鍛壓、刀具的堆焊等幾種主要節約高速鋼材料的方法，這些方法已在我國有些單位行之有效，因此可供其他刀具製造廠和工具車間的參考。

高速鋼刀具材料的節約

沈 瑞 編

*

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出093號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

開本787×1092 1/32 印張1 16/32 字數31,000

1959年10月第1版 1959年10月第1次印刷

印數1—4,000

統一書號：15119·1227

定 價：(十) 0.17 元

目 次

一、概述.....	1
二、怎样节约高速钢刀具材料.....	3
三、用二氧化碳进行切削刀的冷却.....	6
四、高速钢刀具材料的强化处理.....	9
五、高速钢刀具的焊接和装配.....	19
六、高速钢刀具的精密铸造和双金属铸造.....	31
七、高速钢刀具采用切屑锻压.....	37
八、高速钢刀具的堆焊.....	39

一、概 述

在机器制造工厂里，用作刀具材料的种类是很多的；計有：碳素工具鋼、合金工具鋼、高速鋼、生鋼刀、硬質合金、瓷質刀、金鋼石等等。用得最广泛的是高速鋼、生鋼刀和硬質合金三种，約佔全部刀具材料总数的95%；其中尤以高速鋼和硬質合金两种刀具材料使用得更广泛。

由于硬質合金的紅硬性非常高，当切削温度升高到摄氏1000度，它仍旧不会失去切削的效能；而高速鋼的紅硬性温度则在摄氏600°左右。因此，在最近一年来工业大跃进的情况下，采用硬質合金刀具来进行高速切削的百分数大为增进。但是，硬質合金的坚韧性較差，如果切削鋼料，而它的切削速度因受机床、装軌或工件本身的限制，不能提高到应有的切削速度，甚至比高速鋼的应有的有效切削速度还要低时，那末，硬質合金刀具就会比高速鋼的使用寿命还要低；所以在这时的刀具材料就应该选取价值比較低廉的高速鋼。

此外，有很多刀具如鑽头、鉸刀、螺紋刀具、齿輪刀具、拉刀、型刀和平銑刀等多数还需采用高速鋼材料；同时，目前我国在硬質合金的供应上尚不能满足工厂的大量需要，高速鋼刀具材料在机械制造业中更显得它的重要了。

随着党中央提出社会主义建設总路綫的号召后，我国在工农业生产上都出现了大跃进的形势。大批的新厂不断地建立起来，所有的旧厂也都在大量扩建，因而更迫切地需要各种鋼鉄材料和大量刀具材料。

高速鋼刀具材料的生產，與其他鋼鐵材料比較起來是困難得多。按目前我國高速鋼產量來說，它還不能充分滿足客觀的需要。從上面的分析來看，高速鋼刀具材料在目前各機器製造工廠里的金屬切削工作中，還占著最重要的地位，因此，高速鋼刀具材料的節約問題，對整個機械製造工業來說，有著非常重大的意義。

在專門製造刀具的量具刀具廠里或工具廠里，它們大量地使用高速鋼刀具材料，所以，在這些廠里，高速鋼的節約問題不可以稍有忽視；就是在一般機器製造廠里，都有自己的工具車間，製造生產上必要的特种刀具，同時還為生產車間修復已經用鈍的刀具。這些工作中，高速鋼刀具材料的消耗，加以自外廠購入補充的高速鋼刀具的費用，在總的加工費用中占居著一個很高的百分比。所以，不論那一個機器製造廠，都必須重視高速鋼刀具材料的節約問題，找出它的節約途徑，為國家創造更多的財富。

二、怎样节约高速鋼刀具材料

节约高速鋼刀具材料，可以从下面几个方面来考虑：首先应该注意的是如何提高高速鋼刀具的切削效能和使用寿命，也就是說，設法使高速鋼刀具在每次刃磨中，能完成最多的切削工作；其次应该注意如何能使高速鋼刀具在磨損后的翻新次数增加到最大的限度，也就是增加每一把刀具的使用次数和期限。此外，还得注意如何能使最少的高速鋼刀具材料，制造出最多的刀具数量来。

根据上述这几方面考虑的方向，我們可以归纳出下列几个專題，以便进行研究：

1. 选择正确的几何形状

当切削不同的工件材料时，在不同的切削机床上和不同的切削条件下，刀具都应该采用不同的几何形状。正确选择刀具的几何形状，对延長刀具的使用寿命和提高切削效能，都具有决定性的作用。在同样的切削情况和切削条件下，若刀具的几何形状不同，則刀具的使用寿命也就完全不同，可以相差很大，而且使工件的加工表面質量也不相同。此外，若刀具材料不同，刀具的几何形状也就要求不同。

高速鋼刀具材料的紅硬性比硬質合金差，在高溫下会失去硬度；但是高速鋼材料的堅韌性却較硬質合金好得多，能夠承受切削過程中的撞擊，不象硬質合金一樣容易碎裂。因此，高速鋼刀具往往采用对切削有利的較大前角和后角。

对于刀具几何形状的选择和发展方向，另有專書詳細討論，

本書中不拟詳述。

2. 降低切削溫度

在切削过程中，由于切削而产生的热量，使刀具的温度上升，当温度升高的时候，刀具的硬度就陆续降低，低于洛氏硬度 $R_c = 50$ 度时，就失去了切削能力；在这种情况下，刀具就无法继续使用。对高速钢刀具材料来说，当切削温度上升到 600°C 左右时，它的硬度就会低于洛氏50度；那时高速钢刀具就无法再进行切削了。用不到很大的切削用量，在不太大的切削速度下，很容易使刀具温度提高到 600°C 左右，于是高速钢刀具就会失却它的切削能力，这就是高速钢刀具材料的最大缺点。要提高高速钢刀具的切削效能，也就是要增加刀具的使用寿命（或称耐用度）和切削用量，应该设法降低切削温度，带走切削中所产生的热量，使高速钢刀具材料在切削过程中的硬度还是很高，至少不低于 $R_c = 50 \sim 55$ 度。因此，设法降低高速钢刀具在切削过程中的温升，也是节约的方法之一。

3. 强化高速钢刀具材料

一般的高速钢刀具材料，在室温时的硬度（冷硬性）是在 $R_c = 60 \sim 66$ 度之间。当刀具因切削而温度上升时，它的硬度就逐步下降，这种温度上升而硬度降低的性能，称为红硬性。

我们可以设法采用强化处理的方法，改变高速钢的冷硬性和红硬性，使它在用作刀具材料时，能提高它的高温下的硬度和耐磨性能。目前世界各国都在这方面进行研究，我国各单位也在进行着一系列的试验。强化高速钢刀具材料的方法很多，一般有氮化、磷化、硫化、水热处理和冰冷处理以及刀头表面用硬质合金和石墨强化等办法。这些强化处理的办法，都能使高速钢刀具延长切削寿命，增加耐用度，实质上也就是达到了节约的目的。

4. 高速鋼刀具材料的裝配和焊接

用裝配或焊接方法，把高速鋼刀具材料和其他鋼材組合起來成為切削刀具，這樣可以節約很多高速鋼。這種裝配和焊接的高速鋼刀具，一般能節約高速鋼刀具材料60~80%。

5. 刀具的精密澆鑄和雙金屬澆鑄

形狀比較複雜的刀具，象特種型銑刀等，可以採用精密鑄造。這種精密鑄造的高速鋼刀具的表面很光潔，加工余量可以很好地控制，所以有很多表面可以不再加工。這樣，在刀具的加工過程中不但節約了加工時間，同時節約了很多材料。採用了澆鑄方法後，報廢了的高速鋼刀具和高速鋼切屑還可以回爐重新澆鑄。

此外，還可以採用雙金屬澆鑄的辦法，就是使澆鑄後的成品，其切削部份是高速鋼，而非切削部份是碳素鋼。

6. 高速鋼刀具採用切屑鍛壓

可以把高速鋼切屑裝入鍛模中加熱和鍛打製成刀具，試驗證明，這種高速鋼刀具的切削性能與原來的快速鋼刀具材料所製成的刀具幾乎相同。這種辦法對高速鋼刀具材料的節約來說，確是一個新的和值得推廣的辦法。

7. 高速鋼刀具的堆焊

刀具進行切削的部份，僅是刀頭上的一小部份。因此，可以用高速鋼焊條或報廢的高速鋼刀頭在其他鋼材的刀體上堆焊出切削部份，這種方法原應用於刀具的修復工作，由於它的節約成果很大，目前在很多機器製造廠中已廣泛地推廣到刀具的製造中去了。

節約高速鋼刀具材料的方法，除上述七點以外，還有很多因素值得注意：例如高速鋼刀具的刃磨和高速鋼刀具材料的化學加工等等。由於篇幅所限，不準備在本書內敘述。

三、用二氧化碳进行切削刃的冷却

采用高速鋼刀具进行切削的时候，可以采用液态二氧化碳注射到刀具切削刃上，使刀具切削溫度下降，因而能提高刀具的使用寿命，也就节约了高速鋼刀具材料的消耗。注射在刀具切削刃上的二氧化碳，当冷却刀具的时候，一部份蒸发，一部份变成雪狀物体，附着在刀具上，然后逐渐被蒸发掉；这样，就从刀具上吸收了切削过程中产生的大部份热量。

用液态二氧化碳冷却高速鋼刀具的試驗，各国都在进行，在帶有仿型裝置車床上进行的試驗中，曾車削了用不同牌号鋼材所制造的四种型式的机床主軸。粗車第一种主軸（含鉻和鎳总量为 1.5% 的鋼）时，它的結果不夠令人滿意。在半精加工第二根含有氮的鋼制主軸时，結果比較滿意，其情况如下：液态二氧化碳的流量采用 4.5 公斤/时，采用每分鐘 800 轉的轉速，走刀量为每轉 0.26 公厘，吃刀深度是 1.27 公厘，結果，在車刀重磨以前，加工了 52 根主軸。但是在未用液态二氧化碳进行冷却而用乳化液冷却时，走刀量采用 0.16 公厘，吃刀深度是 0.33 公厘，結果，刀具在一次重磨期間仅加工了 10 根主軸，走刀次数还加多了一次。这就是說，采用液态二氧化碳冷却以后，非但节约了高速鋼刀具材料，而且还使每根主軸的切削時間压缩了一倍。

在加工第三和第四根主軸时，成效沒有上述显著；試驗的結果是：采用乳化液冷却时，刀具在一次刃磨期間約能加工 8~10 根主軸；用液态二氧化碳冷却时，产量提高到 25~29 根。

图1所示为加工中硬钢材后的两把高速钢车刀，上面一把车刀的切削刃是用二氧化碳冷却的，这把车刀所加工的金属为下面这把车刀的3.2倍。



图 1

上海柴油机厂曾经做过二氧化碳冷却刀具切削刃的试验，试验中着重研究了是否可以提高切削速度的问题，试验的结果是不能令人满意的；在车刀开始进行高速切削的一瞬间，切削刃上立刻呈现出烧损现象。

一般來說，使用二氧化碳冷却高速钢刀具，可以提高刀具的使用寿命300—400%，所获得的加工表面也是令人满意的；无论加工低碳钢或合金钢，在这方面的成效都一样。在切削含氮的钢材时，可以利用比较更大的走刀量和吃刀深度来提高生产率。试验中初步获得了下面两点意见：

(1) 为了使液态二氧化碳冷却的条件最有利，高速钢刀具的截面要比用乳化液冷却时所用的小一半；

(2) 在很多场合下，刚形成的切屑与极度冷却的切削刃相接触，是造成高速钢刀具切削刃烧损的原因，这种现象有可能用改变刀具的几何形状来加以避免的。

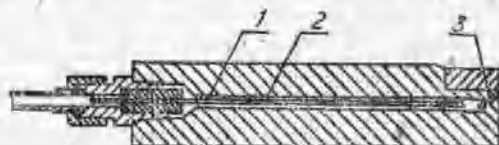


图 2

使用二氧化碳冷却高速钢刀具的

典型装置，如图2所示。微细管1用以控制二氧化碳的流量，

二氧化碳在气室2中进行膨胀，而小孔3是气态二氧化碳喷出时的喷口。

喷口因受到二氧化碳的化学作用，会产生腐蚀现象，在发生腐蚀以后，就必须加以更换，以免堵塞。图3所示为从侧面引入二氧化碳冷却液的车刀。侧面引入时，喷口可以在半分钟的短时间内更换。在微细管口上也会产生腐蚀现象，但是因为不会影响管腔的大小，因此可以不必象喷口一样时常更换。



图 3

微细管一般不短于25公厘，也不长于300公厘。管腔的大小，与所需输送的气体容量、管长和供应的气体压强有关，0.75公厘直径比较适合大多数要求。微细管可以用任何材料制造，但是最好采用不锈钢，以免受到腐蚀。在上海柴油机厂试验时，采用了医药上用作注射的针头作为微细管。

对液态二氧化碳的流量方面，也曾作了一些试验，当每小时有0.96公斤的二氧化碳膨胀时，能保持车刀在125°的常温下进行切削。当每小时有3.84~4.53公斤的二氧化碳膨胀时，高速钢刀具切削刀的温度便会低于室温。

在切削过程中采用液态二氧化碳进行冷却高速钢刀具，确有它的广阔前途，建议有关工艺研究部门继续进行研究，并注意车间内二氧化碳气体的排出问题。

四、高速鋼刀具材料的強化處理

上面已經說過高速鋼刀具材料的冷硬性和紅硬性都比較差，因此，如能把高速鋼刀具材料在經過強化處理以後，來改善它這方面的性能，或者改善它和切屑間的磨擦係數，以降低切削時所產生的熱量和磨損，這樣，就能改善它的切削性能，提高切削用量。因此，高速鋼刀具材料的強化處理，實質上也是節約高速鋼刀具材料的方法之一。

上海工具廠、中國機械工程學會上海分會曾做了一些試驗，進行高速鋼刀具材料的氮化、硫化處理，還做了冰冷處理、硬質合金和石墨的強化等試驗。試驗結果，說明了這些強化處理的方法對高速鋼刀具材料的切削性能、使用壽命確有很顯著的提高。

1. 高速鋼刀具材料的氮化和硫化處理

上海工具廠的試驗說明了下列幾點：

(1) 氮化和硫化處理中，鹽浴的適當配方，能提高高速鋼刀具材料的紅硬性。

(2) 硫化處理後的高速鋼刀具使用壽命比氮化處理的要高。

(3) 硫化處理在下列的鹽浴配方下，各種刀具進行切削試驗提高的使用壽命在 150~320% 之間。其鹽浴成分為：

$\text{NaCl} 16\%$ ， $\text{BaCl}_2 24\%$ ， $\text{CaCl}_2 40\%$ ， $\text{FeS} 13\%$ ， $\text{Na}_2\text{SO}_4 3.5\%$ ， $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 3.5\%$ 。

氰化处理采用高百分比盐浴，也能提高它的使用寿命，但是比上述硫化处理为低。高百分比盐浴成分为： NaCN 50% KCN 50%。它们的纯度大于95%，在 $580\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度下保温12小时，能产生大于5%的 NaCNO 成分。

(4) 硫化处理在试验中变形不大，而且能使被加工工件表面光洁度提高1~2级。

(5) 硫化层比氰化层深，可达 $0.025\sim 0.08$ 公厘，在试验中，所有硫化样品的表层均未看出有脆性现象。

试验中选择了 $\varnothing 8$ 直柄麻花钻头、 $\frac{3}{8}$ " 磨牙丝锥和 $\varnothing 20$ 铣钻头槽的铣刀进行试验。刀具材料都是P18高速钢制成，热处理和机械加工都是在一次工作中完成的，加工和处理的条件基本上是一致的，热处理工艺是：在 $1270\sim 1280^{\circ}\text{C}$ 硬化后，经 560°C 配火三次；在精磨开出刀口后再进行氰化和硫化处理。

氰化处理的操作过程如下：

(1) 去脂：先用汽油洗涤，再用开水清洗，然后用洁布擦拭干净；

(2) 在炉旁烘干；

(3) 氰化处理：盐浴温度为 $540\sim 550^{\circ}\text{C}$ ；

(4) 冷至室温；

(5) 热水清洗；

(6) 在5~10%硫酸亚铁溶液中和10~15分钟，经流动水清洗后，再用热水清洗；

(7) 在 120°C 锭子油中浸60分钟。

硫化处理的操作过程和上述的氰化处理完全相同，惟把第(3)项氰化过程改为硫化过程。

在试验中，刀具的种类包括了未经处理的高速钢刀具，经过各种配方的氰化盐浴和硫化盐浴处理的高速钢刀具；切削工

件的材料是 45 号鋼；刀具的使用寿命，是以刀具在需要刃磨以前所加工出的工件数量来衡量的。本書中仅摘录最适当的氮化和硫化盐浴配方的試驗数值。

(甲)直柄麻花鑽头。

鑽头热处理后，硬度为 $R_c = 63 \sim 64.5$ 。工件为 45 号鋼，經調質处理后的硬度为 $H_B = 285 \sim 293$ 。切削规范：轉数 392 轉/分；进給量 0.13 公厘/轉。鑽的孔是通孔，深 14 公厘，冷却液用 6~7% 的肥皂水。

鑽头的使用寿命試驗，是分兩次进行的，第一次在鑽头精磨、开刃、硫化或氮化后进行的，第二次則在鑽头用鈍重磨后进行的。在第二次切削时，鑽头頂部在刃磨后已无硫化层或氮化层的存留。

試驗結果見表 1 所示。

表 1

处 理 种 类	第一次切削寿命 (三件平均值)		第二次切削寿命 (三件平均值)	
	加工孔数	百分比%	加工孔数	百分比%
未經表面处理	124	100	115	100
經硫化鹽浴60分鐘	317	255.7	176	153
經高百分比氮化鹽浴15分鐘	151	121.7	139	120.8
經高百分比氮化鹽浴30分鐘	258	208	122	103

兩次試驗的結果，說明硫化盐浴处理的鑽头寿命最高，氮化盐浴也能提高刀具的使用寿命，但不是太显著的。

(乙)絲錐

第一次試驗：工件材料为 40 号鋼它在調質处理后的硬度为 $H_B = 269 \sim 293$ 。切削规范：在 2 A 125 型鑽床上用專用夾具

进行攻絲，轉数为 195 轉/分，切削通孔深度为 14 公厘，用 6~7 % 肥皂水冷却。

試驗結果見表 2 所示。

表 2

处 理 种 类	加 工 孔 数		寿命百分比 %	备 註
	每 件	平 均		
未經表面处理	117	124	100	牙齒磨損
	131			
經硫化鹽浴60分鐘	350	405	326	牙齒磨損
	461			
經高百分比氰化鹽浴10分鐘	130	191	150	牙齒磨損
	250			
經高百分比氰化鹽浴15分鐘	161	296	238	牙齒磨損
	434			

第二次試驗：热处理后刀具硬度是 $R_c = 63 \sim 64$ ；工件材料为 45 号鋼，調質处理后的硬度为 $H_B = 285 \sim 293$ 。切削规范：在 2 A125 型鑽床上用專用夾头进行攻絲；轉数为 195 轉/分；切削通孔深度为 14 公厘，用 6~7 % 肥皂水冷却。

在第二次試驗中，切削寿命的試驗又分兩次进行的，第一次在精磨、开刃、硫化或氰化后进行，第二次在絲錐用鈍重磨后进行。第二次攻絲时，絲錐槽部刃磨后已无硫化层或氰化层存留。

試驗結果見表 3 所示。

表 3

处 理 种 类	第一次切削寿命 (三件平均)		第二次切削寿命 (三件平均)		备 註
	加工 孔数	百分比%	加工 孔数	百分比%	
未經表面处理	118	100	98	100	一件在第二次切 削时加工23孔因 操作不良折断 三件一齿脱落
經硫化鹽浴60分鐘	239	202.5	140	142.9	
經高百分比氰化鹽浴 10分鐘	203	172	123	125.5	
經高百分比氰化鹽浴 30分鐘	169	143.2	99	101	

兩次試驗的結果，說明硫化鹽浴处理的絲錐寿命比氰化处理的更为有效。

(丙) 銑鑽頭槽的銑刀

热处理后硬度为 $Rc = 63 \sim 64.5$ 。工件材料是 45 号鋼，它在調質处理后的硬度为 $H_B = 332 \sim 351$ 。切削规范：主軸轉数 90 轉/分，每齿行进量为 0.06 公厘，切削深度为 8 公厘，用 6~7 % 肥皂水冷却，寿命試驗是在精磨、开刃、硫化或氰化后进行的。

試驗結果見表 4 所示。

表 4

处 理 种 类	切削寿命 (三件平均)		备 註
	銑槽長度 (公尺)	百分比%	
未經表面处理	3100	100	
經硫化鹽浴30分鐘	7200	232.3	
經高百分比氰化鹽浴20分鐘	5630	181.6	
經高百分比氰化鹽浴40分鐘	4630	149.3	

試驗結果，說明了硫化鹽浴后寿命提高一倍以上，而 20 分鐘氰化鹽浴比 40 分鐘的对高速鋼铣刀的使用寿命要高一些。

上海工具厂又把很多經過氰化和硫化的刀具，在实际生产中試驗，进行切削到重磨为止，統計它所加工的工件数作为使用寿命的比較。在这种情况下，刀具和被加工工件的一些条件（如工件材料性質、加工情况等），都未能被控制在完全一致的基础上；但是試驗的記錄（表 5 所示）是值得我們参考的。

表 5

刀 具 名 称 規 格	处 理 种 类	处理前后 切削件数	寿命百 分比%
5/8" 螺紋铣刀	未經处理	15	100
	硫化鹽浴 (60分鐘)	83	553
	高百分比氰化鹽浴 (60分鐘)	71	474
14×2 螺紋铣刀	未經处理	25	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	85	340
20×1.5 螺紋铣刀	未經处理	20	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	80	400
鑼刀片插齿刀	未經处理	100	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	130	130
鑼刀片插齿刀	未經处理	10	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	20	200
槽铣刀 (Φ5 鑽头)	未經处理	20	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	210	105
槽铣刀 (Φ28 鑽头)	未經处理	94	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	194	205
槽铣刀 (Φ27 鑽头)	未經处理	86	100
	硫化鹽浴 (90分鐘)	173	200