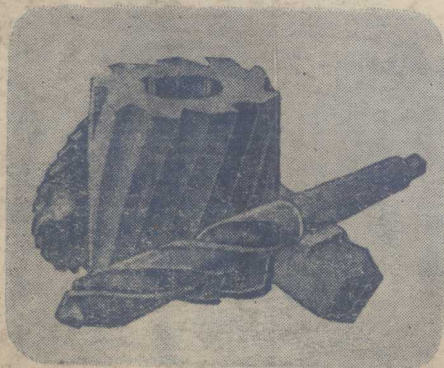


陽含和編譯

怎樣延長切削工具的使用壽命





工 業 技 術

*

編譯者：陽含和 文字編輯：顏一琴 責任校對：朱汝明

1954年1月發排 1954年4月初版 00,001—10,000冊
書號 0503-8-149 31×43¹/₃₂ 29千字 21印刷頁 定價1,800元(丙)

機械工業出版社(北京藍甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

新華書店發行

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。為了使新工人能夠很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了〔機械工人活葉學習材料〕。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚等工種的工人為對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的〔活葉〕出版。

這本小冊子是以蘇聯國立機器製造書籍出版社1952年出版的、B.П. 札哈洛夫和Г.П. 庫魯克里斯著的〔怎樣提高切削工具的壽命〕一書編譯的；由於原書對各種延長刀具壽命的方法說得比較籠統，編譯者特選一些比較具體而實用的資料補充進去。

本書內容包括刀具壽命跟它的耐磨性的關係、刃磨刀具時的灼燒現象，以及各種延長刀具使用壽命的方法——精細磨光法、化學浸蝕法、電解磨光法、冰冷處理法、表面鍍鉻法、熱力滲鉻法、表面氰化法和電花強化法等，是刀具工人的學習材料。

目 次

一	切削工具的使用壽命跟它的耐磨性的關係	4
二	刃磨刀具時的灼燒現象	5
三	怎樣才可以延長刀具的使用壽命	7
四	精細磨光法	10
五	化學浸蝕法	13
六	電解磨光法	14
七	冰冷處理法	17
八	刀具的鍍鉻和滲鉻	20
九	表面氰化法	26
十	電花強化法	32
附表	1 高速鋼刀具的液體氰化時間(氰化層的厚度是 0.02~0.03 公厘)	38
	2 高速鋼刀具的氣體氰化時間	40
	3 高速鋼刀具的固體氰化時間	41

我們知道，工具的使用壽命越長，它的消耗也就越少。一般用來製造切削工具的原材料，都是比較貴重的優等鋼料，一噸碳工具鋼值二千萬元，一噸高速鋼值好幾千萬元。假如我們能設法使刀具經久耐用，就可以替國家節省大批製造工具的優等鋼料。同時，由於刀具消耗的減少，我們的工具廠製出同樣數量的刀具，可以供應更多的工廠，也就等於大大提高了我們的刀具生產量。這樣節約的效果，對增加國家的工業生產量是非常有意義的。

在工具製造的全部歷史中，人們不斷地改善製造工具的材料，以延長工具的使用壽命。開始我們利用普通鋼製造工具，以後就利用優良的工具鋼來製造，後來又出現了高速鋼。可是高速鋼還不能滿足機械製造的要求，於是鎢鈷合金類的硬質合金，以及更堅硬的鈦鎢鈷類硬質合金又出現了。

硬質合金鋼當然比高速鋼和碳工具鋼都要耐用，但是我們並不可能用它來製造所有的切削工具，比如目前就沒有硬質合金製造的螺絲攻或螺絲銑刀；另一方面，硬質合金比高速鋼要貴10~20倍，這也限制了它的使用範圍。所以我們目前製造切削工具的材料，主要還是碳鋼和高速鋼，因而我們應該設法提高這兩種刀具的機械性能，使它們能夠更耐用。

蘇聯的科學家和工程師、技術員、工人在這方面獲得了很大的成績。Д.А. 普羅可式金、Н.А. 亞何寧和В.Т. 契力可夫在氣體氰化法方面，伊斯家雷舍夫教授、薩奇索夫工程師和В.И. 阿哈洛夫教授在氣體鍍鉻法方面，Ю.Б. 費朶洛夫在電鍍鉻法方面，Д.Т. 瓦西里亞夫在化學浸蝕法方面，Б.И. 柯斯切茨基和Г.Л. 庫魯克立斯在

電解磨光法方面，A.П. 古列耶夫教授和 С.С. 斯廷別格教授在冰冷處理方面，斯大林獎金獲得者 Б.Р. 拉扎連科和 Н.И. 拉扎連科在電火花強化法方面，都進行了研究。這些方法都延長了切削工具的使用壽命。

一 切削工具的使用壽命跟它的耐磨性的關係

一般切削工具無論在製造過程中磨得怎樣妥善良好，都不可能達到完全理想的光潔程度。由於刀具表面上都留有許多細小的糙節凹痕，而待切削加工的零件或材料的表面，又比刀具表面更粗糙，所以在切削的時候，就要彼此發生摩擦，而使刀具發熱。

一切金屬發熱之後，它的強度和硬度都要降低。本來，刀具表面的疤節附着力比較小，容易給被加工的零件或材料磨掉而遭受了磨損，要是切削時溫度上升很高，刀具硬度降低（上升溫度達到

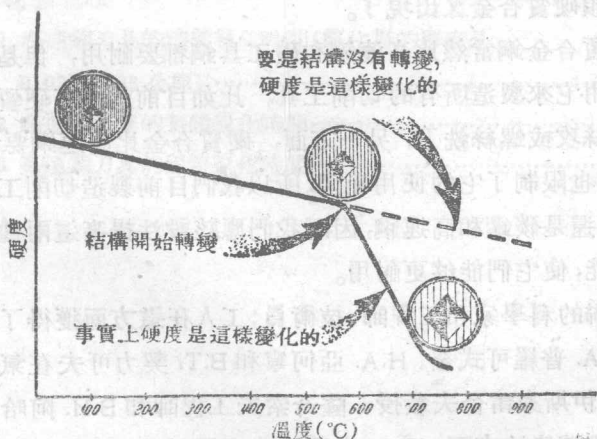


圖1 高速鋼的硬度在溫度上升時的變化情形。圓圈中表示的是當試驗硬度時候在鋼上面的壓痕，這個壓痕的形狀越大，鋼的硬度越低。

工具鋼的臨界溫度時，刀具就完全退火軟化)，刀具就磨損得更快。這個情形我們看一看圖 1 就可以很容易了解。從這裏我們可以知道，要使切削工具更經久耐用，首先必須使它不容易給被加工的零件或材料所磨損，也就是說刀具要具有最大的耐磨性。

在切削的時候，我們還可以發現一個很奇怪而且很有趣味的現象，就是刀具的磨損程度和磨損的快慢，在它的整個使用期間中並不是很均勻的。一把新車刀，開始使用時磨損得很快，用了相當時間以後，它的磨損速度就比較緩慢些，但這樣用了相當時間以後，忽然它的磨損程度又變得更加厲害，比開始使用時還要磨損得快，這時刀口就鈍得不能再用了。這種奇怪的現象是什麼原因呢？

下一節我們就要談一談這個原因。

二 刃磨刀具時的灼燒現象

原來，一切新製造出來的刀具，或是新磨的刀具，在磨刀口的時候，因為磨擦產生的高熱，使溫度上升到好幾百度（ $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ）。這時，已經淬火過的工具表面，就好像被重新放進了淬火爐內一樣，發生了結構組織的變化。可是工具內部的溫度還很低，這就很快地又使高熱的表皮受到急冷而產生了二次淬火的效果。這種經過兩次淬火的工具表層的品質當然是很低劣的。同時，刀具的材料如果是碳鋼的，那末它的薄的表皮到達 800°C 時已經過熱，結果使結晶的晶粒粗大，刀具的硬度降低。要是刀具的材料是高速鋼的，這種淬火溫度又太低（高速鋼淬火溫度應當是 $1250\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ），反而使刀具的紅熱硬度降低（刀具在切削的時候溫度上升，這時它的硬度叫紅熱硬度），因而喪失了高速鋼的優點。

這些刀具不但表層結構的品質低劣，而且還是沒有經過回火

處理的。這是非常不好的。因為只經過淬火而不同火的碳鋼，脆性過大，容易碎裂，只淬火不同火的高速鋼，硬度低，不耐磨，而這些也是造成刀具不能經久耐用的原因。

不僅這樣，在這種品質低劣的表層下面的一層，當研磨時，因為溫度上升到了 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ ，這一層被回火，所以硬度降低很多，大約由正常洛氏 $60\sim 62$ 硬度單位降落到洛氏 $38\sim 45$ 硬度單位。從上面看來，新出廠的工具或者新研磨的刀具，它的表面有一層沒有經回火處理的、品質低劣的硬化表層，而在這一層下面另外還有一層被回火軟化了的內層，只有刀具中心才是正常的。這些低劣表層的厚度，隨着磨刀的情況不同。比方，磨刀操作不熟練或者不小心的人磨出的刀具，這些壞表層就要厚些。不過無論如何，這個缺陷在製造刀具或研磨刀具時是無法避免的。

這個奇怪而有趣味的現象可以從圖2的金相圖上看出來。這個圖是高速鋼用圓形砂輪的一個粒子磨了以後的表面結構放大圖。圖中間的黑線是這個粒子磨過的痕跡，沿黑線兩邊發光的一層是硬化鋼層，硬化鋼層旁邊一層是過度回火的鋼層。要是磨刀時是用整個砂輪面磨，同樣也可以產生這樣的結構組織，不過這時回火過的鋼層，不跟硬化層平行，而是被蓋在硬化層的下面。

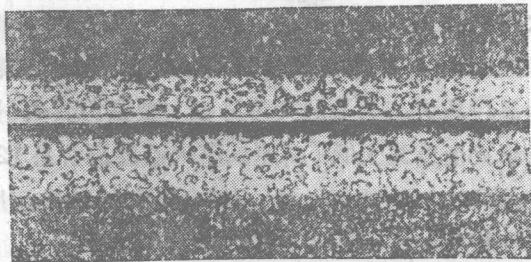


圖2 高速鋼的表面經過砂輪的一個小砂粒刮過後的結構。

這種工具因刃磨而致表層劣化的現象，我們管它叫「刃磨中的灼燒現象」。由於這些劣質表層的產生，刀具的耐磨性就低弱。所以新製的刀具或者新磨的刀具，開始使用的時候，磨損得很厲害；等到這些劣質表層磨光以後，內部正常的堅強的本質就露出來，磨損程度也就降低；一直到了刀口磨鈍時，阻力又增加起來，磨擦力也加大了，於是刀具的磨損速度又迅速增加，之後，刀具就不能再用，而必須重新磨過。

總結以上所說的各種情況，我們知道，要想延長切削工具的使用壽命，必須加強它的耐磨性能。可是一切新刀具和新磨的刀具，由於表面不可避免有一層品質低劣的表層，大大地減弱了它的耐磨性。這可怎麼辦呢？下面我們就要研究一下怎樣消除工具的已有的弱點，並進一步提高它固有的強度，以達到經久耐用的目的。

三 怎樣才可以延長刀具的使用壽命

根據前面一節的討論，毫無疑義，我們要想延長切削工具的使用壽命，第一步就是設法消除工具本身所具有的弱點，也就是消除表面上所掩蓋着的一層結構組織既低劣，硬度又不够高的表層。

有的同志也許覺得既然這層劣質表層，在工具開始使用的初期就會自動地給被切削的零件或材料所磨去，何必自找麻煩去消除它呢？問題是在於這層劣質表層本身表面粗糙，切削時磨擦力大，溫度升高，容易使刀具軟化。假如我們能夠事先把它消除，使刀具的正常組織顯露出來，那末，刀具的表面又光滑，硬度又強，初期磨損的程度就可以降低到最小，刀具的使用壽命，也就可以延長了。另外還有一個更重要的理由，就是因為我們要延長切削工具的使用壽命，除了消除表面劣質層外，還要進行提高工具本身強度的

處理。這種處理也大半都要在消除了劣質表層使工具的正常組織顯露出來後才能進行。所以我們要想使工具更經久耐用，首先應當在工具使用之前，先設法消除它的劣質表層。

消除工具的劣質表層的方法，有精磨法、化學浸蝕法和電解磨光法等三種。精磨法和電解法不但可以消除劣質表層，還可以進一步改善工具表面的品質，減少表面的疤節深度，使表面更光滑，這樣，切削時的磨擦力就可以減小，磨損程度自然也就隨着降低了。

無論是採用上面所說的哪一種方法，目的都只是消除切削工具的劣質表層，使工具的正常優良的組織顯露出來。所以，這些方法嚴格地說還不能算是延長工具的使用壽命的方法，它的任務只不過是消除了刀具的毛病，使工具恢復原有的、正常的使用壽命罷了。因此這些措施雖然是必須的，而且也有很大的作用，爲了延長刀具的使用壽命，我們還要研究怎樣進一步再提高工具本身的正常組織的強度，使它更經久耐用。

目前，蘇聯技術界在研究怎樣進一步延長切削工具的使用壽命方面，已經獲得了輝煌的成就。他們創造了冰冷處理法、鍍鉻法、氰化法以及電火花強化法等優良的方法。利用這些方法，可以使刀具的表面更堅強，因而遺留在表面上的小疤節也隨着增強而不容易被磨掉，同時工具的耐磨強度也可以增加，刀具使用壽命就大大地延長了。

我們只要研究一下圖 3，就可以很容易地了解這些加工處理的方法，對切削工具的使用壽命的影響是怎樣的顯著。這個圖的直座標 y 表示工具使用時被磨損的厚度，用公厘做單位；橫座標 x 表示使用的時間，用分鐘做單位。圖中共有三條曲線，代表同一種車刀，在還沒有經過加工處理或用不同方法處理後，切削時的磨

損程度和耐用的時間。

最左邊的一條曲線甲代表這把車刀還沒有經過消除劣質表層時的使用情況。開始時曲線急劇上升，表示開始切削時，在很短的時間內，刀具就被磨掉很厚的一層；這是因為工具的劣質表層的關係。到了 γ 點後，劣質表層已經被磨掉，車刀的原有的正常組織露出來，所以磨損得比較少，比較慢，曲線的斜度也就比較平一點。車刀保持這樣的磨損速度，一直到跟圖中虛線相交的 δ 點，它被磨去的厚度已經到了最大的限度，於是就不能再用了（ \square 中的公厘數表示車刀被磨去的厚度的最大限度，車刀磨去這樣多以後就不能再使用）。所以 \square 的長度，就是代表這把車刀從開始使用到磨得不能再使用為止所經過的時間（分鐘），也就是這把車刀的使用壽命。

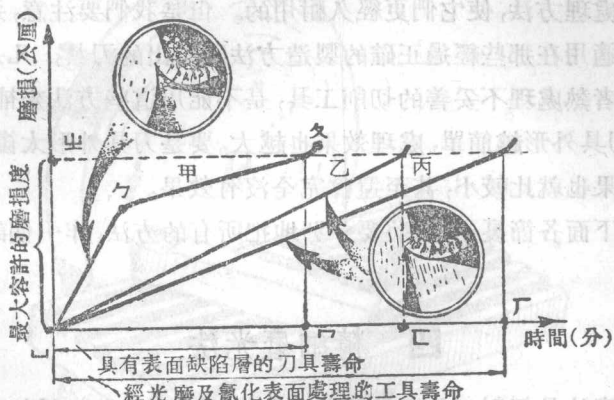


圖3 工具磨損的曲線：

甲—劣質表層沒有除去時的切削情況；

乙—利用精磨法消除劣質表層後的切削情況；

丙—不僅消除了劣質表層，還加以氮化處理後的切削情況。

我們再看第二條曲線乙，它是代表同樣一把車刀，在經過精磨

處理消除了劣質表層後，進行切削時的磨損情況。這把車刀因為已經消除了劣質表層，耐磨強度比第一把車刀高，所以開始使用時，曲線的坡度就沒有第一條曲線那樣大。這把車刀被磨損的厚度和磨損的速度，一直都很均勻，等到被磨損的厚度到了最大限度的時候，車刀就不能再使用了。這把車刀的使用壽命 \square 的長度(分鐘)，要比第一把車刀的壽命 \square 差不多長了一半。

第三條曲線丙表示同樣的一把車刀，要是在消除了劣質表層後，再經過了氰化法的加強處理，它的耐用程度比第二種情況還強。它的使用壽命 \square (分鐘)差不多比第一種完全沒有經任何處理的同樣車刀的壽命 \square 要長一倍。

通過上面各節的討論，充分地證明了，各種切削工具是可以利用這些處理方法，使它們更經久耐用的。但是我們要注意，這些方法只能適用在那些經過正確的製造方法所製出的刀具，凡是製造不好或者熱處理不妥善的切削工具，是不能用這些方法來補救的。同時，刀具外形越簡單，處理效果也越大。要是刀具外形太複雜，處理的效果也就比較小，甚至還會完全沒有效果。

在下面各節裏，我們將要分別地把所有的方法，作一個詳細的介紹。

四 精細磨光法

精磨法是切削工具經過熱處理和刃磨成形後的一種加工處理的方法，它的目的是消除刀具表面因研磨時無法避免的劣質表層，和提高表面的光滑程度。切削工具經過精磨法處理後就可以使用。

一般由碳工具鋼或者高速鋼製成的切削工具，可以用特種細號砂輪或者蘇聯發明的「格依」(ГОИ)磨膏進行精磨。利用特種細

號砂輪磨光工具表面的方法，實際上跟一般利用普通砂輪磨刀的方法相同，只是這種方法中用的砂輪特別細，同時砂輪的轉速也比較低●罷了。精磨法所以不像一般刃磨的方法那樣，會使刀具發熱，也就是因為砂輪的輪速低和砂粒細的緣故。刀具經精磨加工後，只磨去表面極薄的一層，就是這樣，對消除表面劣質層也已有足夠的效用，因為一般劣質表層都是非常薄的，大約只有0.01公厘，很少有厚到0.1公厘的。

[格依]磨膏的成分很複雜，主要的成分是氧化鉻（這是一種非常優良的磨劑），另外還滲有脂酸及油酸等化學物質。這種磨膏是做成圓柱體的，直徑大約是20~25公厘，長度大約是100公厘。

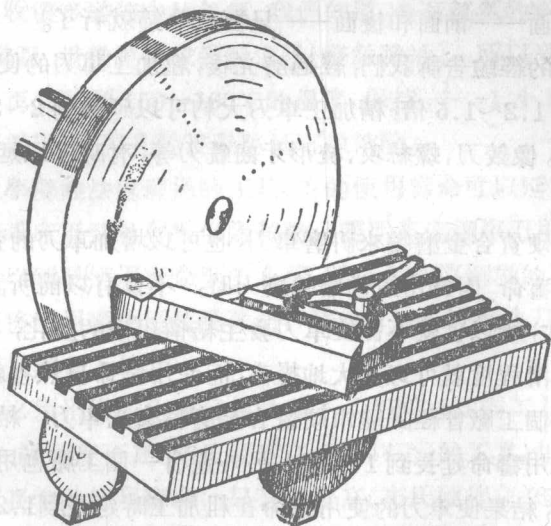


圖4 用[格依]磨膏磨光車刀。

- 用一般砂輪磨刀時，砂輪跟刀具表面的摩擦速度大約是20公尺/秒，用細號砂輪精磨時只有1.5~2.5公尺/秒。

用這種磨膏磨刀具的時候，要先把它跟煤油混合成油膏，然後把這油膏塗在一個可以轉動的鑄鐵圓盤的面上（只要塗上薄薄的一層）；再把待磨的車刀安置在刀架上，使它的切削面抵住輪盤面。這樣，磨輪轉動時，刀表面的劣質層就可以被磨掉了。

這種磨光法，不但是利用摩擦力的機械作用來磨光車刀表面，同時還利用油膏和刀面所發生的化學作用，使刀面受油膏浸蝕後，形成一層更脆弱的表層，因而在磨的時候，更容易被磨掉。新露出的一層，因為又跟油膏發生作用，所以又很容易被磨去，這樣連續反覆作用，一直到劣質表層完全被磨去為止。所以這個方法，實際上包括了機械的研磨作用和化學的浸蝕作用。大概磨一把車刀的兩個切削面——前面和後面——只要三分鐘就行了。

蘇聯的經驗告訴我們，經過磨光後，粗加工車刀的使用壽命可以延長到1.2~1.5倍，精加工車刀大約可以延長到2~3倍；其他切削工具，像鉸刀、螺絲攻、梳形牙齒銑刀等，有時可以延長到4倍之多。

利用硬質合金磨輪來研磨車刀，也可以增加車刀的強度，延長它的使用壽命。因為用這種磨輪磨刀時，不會有以前所說的[灼燒現象]發生，所以也就不會使車刀發生結構組織的變化，車刀的切削面的光滑程度就可以大大地提高，而使用壽命自然也就延長了。蘇聯有一個工廠曾經試驗用硬質合金磨輪磨光車刀，結果可以使車刀的使用壽命延長到1.7倍；另外還有一個工廠也用同樣的方法磨車刀，結果使車刀的使用壽命在粗加工時延長到1.25倍，在精加工時延長到2.5倍。蘇聯許多工廠都作了試驗，結果都大致相同。

[格依]磨膏對硬質合金刀的作用不大，這種刀具應該用更硬的研磨材料磨光，比方，用金屬碳化物類的磨劑來磨光這種刀具才

有效果。

磨光法多半用來處理一般外形比較簡單的切削工具，像車刀等。對於其他外形複雜或者具有許多刀口的工具，像樣板刀具等，就不好用磨光法，而應當採用下面所介紹的化學浸蝕法或電解法。

五 化學浸蝕法

把刀磨後的工具用煤油、酒精或者其他任何去油的液體洗淨，然後放到加有少量青礬的硫酸和硝酸的稀溶液中浸 10~15 分鐘，取出後，刀具面上的酸液要洗掉；這時刀具的表面劣質層已經被酸溶液的浸蝕作用消滅了。這種方法叫做化學浸蝕法。刀具在浸蝕的時候會吸收很多酸液中的氫氣。我們知道，含有氫氣的鋼料性質很脆，容易碎裂，這種脆性我們管它叫[浸蝕脆性]。所以浸蝕後還必須把工具再加熱到 150~160°C 的溫度，保持 $\frac{1}{2}$ -1 小時，把它內部的氫氣趕出，使刀具的浸蝕脆性可以消除。

用化學浸蝕法處理過的工具，它的使用壽命可以延長很多。蘇聯有一個車床製造廠曾經做過試驗，證明高速鋼車刀用浸蝕法處理後，可以延長使用壽命到 1.6 倍，低合金高速鋼做的樣板刀具，經過處理後使用壽命延長到 3 倍，碳鋼 Y12A 的盤銑刀經過處理也可以延長到 3.1 倍。

這裏必須指出，化學浸蝕法並不是對所有切削工具都是有效的。比方一般硬度不高(布氏硬度在 210 以下)的工具，用浸蝕方法並不能延長它的使用壽命，只有硬度高(布氏硬度在 250 以上)的切削工具，用這個方法才有效果。

浸蝕法的作用也是消除刀具的劣質表層，使它的內部的正常的堅強的組織露出來，使它的耐磨性增強，因而它的使用壽命也就

隨着延長了。

六 電解磨光法

刀具用電解磨光法處理跟用以前所說的兩個方法處理的目的
一樣，但在某些情況中用電解法的效果要比用以前兩個方法好。

刀具怎樣用電解磨光法進行處理呢？

在一個用耐酸質料（像不銹鋼）做的液缸（或者用盛硫酸的瓦缸）裏裝了磷酸和硫酸的稀溶液。把刀具浸在溶液中，並把它用電線跟一個直流發電機的陽極接起來。另外再在缸中放一塊鉛板，這塊鉛板也用電線跟發電機的負極相接（見圖5）。這時浸在溶液內的刀具、鉛板和發電機連成了電流通路，電流可以從發電機的正極經過工具，溶液，鉛板回到發電機的負極。

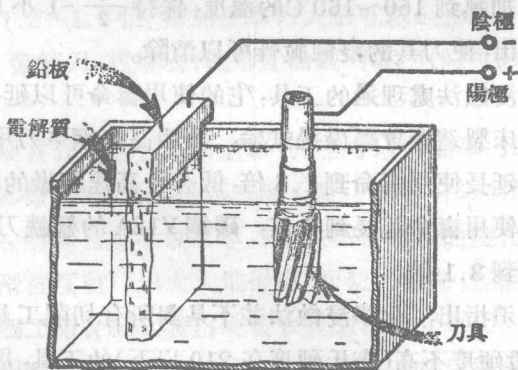


圖5 電解磨光法的裝置。

凡是能在通電時分解產生電離子的溶液，我們都管它叫[電解質]。液缸中的磷酸和硫酸溶液都是電解質。刀具浸到酸液中後，它的表面就會被浸蝕而溶化到電解質裏面去。這個作用跟前面所介

紹的化學浸蝕作用相同，所以我們又叫它做「電解浸蝕作用」。

把工具浸在酸性溶液中，即使不通電也同樣可以使工具表面產生浸蝕作用，那就是前面所說的化學浸蝕法；但是在這種不通電的浸蝕作用中，工具表面凸出的疤痕和凹下部分所受的浸蝕作用是一樣的，所以它們被腐蝕的程度也都相同，刀具表面的粗糙性並沒有因浸蝕而獲得改善。通電的化學浸蝕作用，也就是這裏的電解浸蝕作用，就不是這樣。由於電子的特性總是容易集中在工具表面的突出的尖端部分，因此通電後刀具表面凸起的疤痕就要腐蝕得快些，浸蝕後的刀具表面就比浸蝕以前光滑。通電的浸蝕作用（即電解浸蝕作用）和不通電的浸蝕作用（即化學浸蝕作用）對刀具表面光滑性的影響的不同情形，可以從圖 6 中看出來。

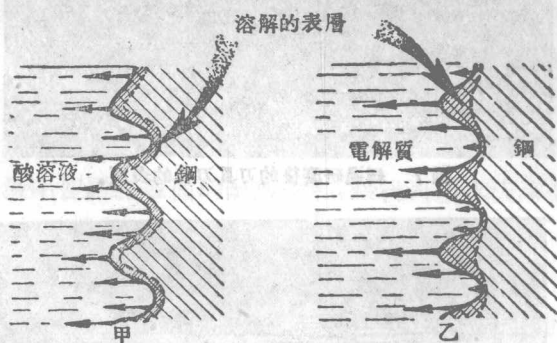


圖 6 兩種浸蝕法對刀具表面腐蝕作用的比較：

甲——一般的化學浸蝕法；

乙——電解浸蝕法。

圖 6 中的箭頭表示腐蝕作用的程度，箭頭越長表示腐蝕得越多。用化學浸蝕法浸蝕刀具表面的突出部分和凹下部分受同樣大小的腐蝕，所以圖 6 甲中的箭頭長短都相同；這樣腐蝕以後的刀具