

● 工業技術通訊 叢刊 ●

高速切削法參考材料

——第四輯——

蘇許挺等編譯

科學技術出版社





中國編號

總號：0081 分號：4-18 定價：2,100元

版權所有 不准翻印

編譯者：蘇許挺等

編輯者：工業技術通訊編委會 責任校對：唐佩卿

1952 年 5 月發排（科技） 1952 年 6 月付印（科技）

一九五二年七月初版

北京造 0001—4000 冊

科學技術出版社 北京崇文門內盛甲廠 17 號

總 經 售

三聯·中華·商務·開明·聯魯

聯 合 組 織

中國圖書發行公司

編者的話

本輯共選輯了六篇文章，除濟南工業局第四廠高速切削的經驗外，其他各篇都曾在‘工業技術通訊’上刊載過。其中，‘怎樣使舊式工具機擔任高速切削’和‘關於活頂針的製造’兩文，我們根據讀者的意見又請原作者補充了一些新的材料。其他各篇也作了少許的修改。

本輯的材料，主要是在舊機床上進行高速切削的經驗，這些經驗，對正在試行高速切削的同志們是有很大的幫助的。在改造舊機床使擔任高速切削時，將死頂針改為活頂針是很重要的步驟，所以我們把‘高速切削用的活頂針’及‘關於活頂針的製造’也編入這一輯中，以供大家參考。

關於蘇聯的改裝舊機床的資料，在本社出版的‘機械譯叢’第二期有一篇總結性的文章，題名‘適應高速切削的機床的改裝與合理使用’請讀者參閱。

本輯所用的高速切削名詞，已儘可能修改統一（請參看第三輯附錄）。

工業技術通訊編委會 1952年3月18日

目 次

怎樣使舊式工具機擔任高速切削·····	蘇許挺 (1
瀋陽第三機器廠高速切削的經驗·····	張百信 (8
在普通皮帶車床上進行高速切削的經驗·····	司振有 (13
濟南工業局第四廠高速切削的經驗·····	黃銘賢 (19
高速切削用的活頂針·····	陳晶輝 (23
關於活頂針的製造·····	傅敦祺 (30

怎樣使舊式工具機担任高速切削

蘇許挺

根據蘇聯工具機科學試驗研究院的調查和研究，一般工廠使用工具機還沒有發揮其最大效能；所以將舊式工具機加以改造，用來担任高速切削是必要而且可能的。不過，強度不夠的工具機，如輕型皮帶車床等，是不能改造的。蘇聯各工廠的經驗也指出，不用長期的準備以及大的化費，也可以在現有的工具機上廣泛地採用高速切削。現在就來談如何改造舊式工具機。

高速切削工具機的條件

高速切削的工具機，應具備下列幾項最基本的條件：

1. 由於切削速度的提高，工具機主軸必須要有很高的轉數。工具機如車床、銑床等的切削運動是圓轉的，它的切削速度 v 是和主軸的轉數 n 及工作物或刀具的直徑 D 成正比的。即

$$v = \pi D n$$

2. 走刀量和吃刀深度增大，切削壓力也隨着增大，因此要求工具機本身必須具有相當的強度和抗震性。

3. 速度的提高和切削壓力（指垂直壓力）的增大，也就要求工具機必須具有充分的傳動能力。工具機需要的馬力 N 是與切削速度 v 和切削壓力 P 成正比的。即

$$N = \frac{Pv}{60 \times 75 \times \eta}$$

其中 η 是工具機的效率，以百分比計；切削壓力 P 以公斤計；切削速度 v 以每分鐘公尺計。

4. 要能把工作物和刀具牢固地固定在機床上。

5. 容易清除切屑。

6. 要有其他適應高速切削的附屬工具。如活頂針及轉爪中心架等。高速切削所用的硬質合金刀具，只能在堅固的無震動的高速工具

機上,才能發揮它的效力,所以工具機本身必須要足夠剛強,主軸的軸架、刀座溜板、工作台和膝架等構造要堅固,同時要精密正確。

改造舊式工具機

舊式工具機的能力較小,轉速較低,並且經過多年的使用,精確度很差;因此要想把它改成適合高速切削的工具機,必須把傳動能力加大,適當地校準修正。又因為舊式工具機並非為高速切削設計的,其中難免有薄弱的部分,需要適當地加以修配。

工具機担任高速切削,首先要提高它的能力和轉速。能力的增加主要是提高速度,最簡單的方法是改換電動機及三角皮帶。三角皮帶傳動既可減少打滑的可能性,又因沒有接頭處而減少震動,保證工具機能安穩地工作。

倘若轉速慢得不多時,增加主軸轉速的辦法:1.可以改用一部轉速較快的電動機;2.變更皮帶輪直徑;3.另換一對傳動齒輪,增加主軸的轉速比;4.倘若轉速太慢,與所需要的轉速相差得過遠時,可以把齒輪箱全部拆除,使電動機直接用皮帶帶動主軸。

以上第1、2兩個方法都很簡單,任何修理車間都能做到,唯一的缺點是齒輪箱的各軸因此增加了很大的運轉速度。第3法可以免去這樣的缺點,因為變速是在最後的一對齒輪上;但由於減少主軸齒輪直徑,則對主軸增加了負荷,而且這對齒輪必須製造得精確,通常是用高強度的鎳鉻鋼製成,如果經過淬火及精磨,則其負荷能力及傳動效率更佳;為了同樣的目的,這一對齒輪常用斜齒或人字齒。第4法也很簡單,但是主軸的轉速被固定在很窄的一個範圍內,即使採用變極電動機也只能得到兩三種變速,這樣便大大地

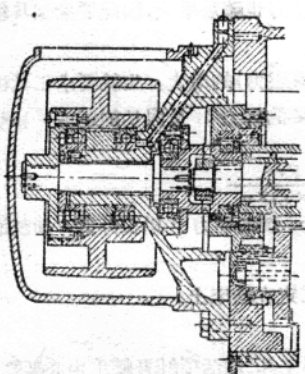


圖 1

的缺點,因為變速是在最後的一對齒輪上;但由於減少主軸齒輪直徑,則對主軸增加了負荷,而且這對齒輪必須製造得精確,通常是用高強度的鎳鉻鋼製成,如果經過淬火及精磨,則其負荷能力及傳動效率更佳;為了同樣的目的,這一對齒輪常用斜齒或人字齒。第4法也很簡單,但是主軸的轉速被固定在很窄的一個範圍內,即使採用變極電動機也只能得到兩三種變速,這樣便大大地

減低了工具機的使用範圍，改造後只適宜於擔任大量製造的專門工作。採用這種方法改造工具機應儘可能地把皮帶的負荷直接由

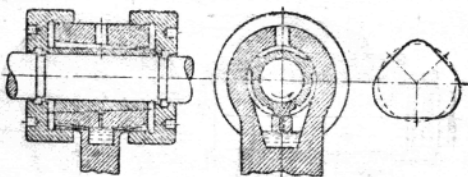


圖 2

車頭箱架座負担，使主軸受不到彎曲負荷，倘若皮帶輪伸出在主軸的一端，其設計可參考圖 1；倘若皮帶輪在兩個軸承之間，則可參考圖 2。

倘若加大了工具機的能力，加快了主軸的轉速，仍然利用原有的齒輪箱傳動時，應該根據新的情況，把齒輪箱內的傳動機構核算一遍，看它是否能夠勝任。通常是摩擦聯軸器、齒輪、軸承限制了工具機增加轉速和能力的。

齒輪箱內最易磨損的是摩擦聯軸器的摩擦片，因此必須特別注意摩擦聯軸器的調整。加大電動機的能力時，常常需要把摩擦聯軸器作適當的改造，例如增加摩擦片的片數而減小其厚度。

齒輪和軸的圓周速度是有限制的，速度太大，磨蝕得快，便影響工具機的壽命。未經淬火磨光的齒輪，其最大的圓周速度不宜超出每秒 12 公尺；已淬火磨光的齒輪可至每秒 15 公尺。滑動軸承的主軸可能承受的圓周速度，據蘇聯工具機科學實驗研究院的介紹為每秒 5 公尺。

計算齒輪傳動時，要檢查軸上最少齒數的齒輪（假定軸上所有齒輪的材料和模數都是一樣）。受到最大負荷的軸，應計算其所受的彎曲力和扭轉力的合併應力。

軸承的問題最要注意。主軸軸承必須有極良好的潤滑，最好採用經常自動的潤滑，並儘可能使它得到油膜潤滑。主軸與軸承的間隙不論在半徑方向或軸方向要調整至最小，一般不得超過 0.05 公厘。

新式的高速工具機常有採用滾珠軸承或滾柱軸承的，但滑動軸承有較大的消震性，設計優良的滑動軸承能適應高速切削的要求，如馬競生軸承（Mackensen Lager）就是最著名的一個例子。它的構造如圖 3，局部放大如圖 4。

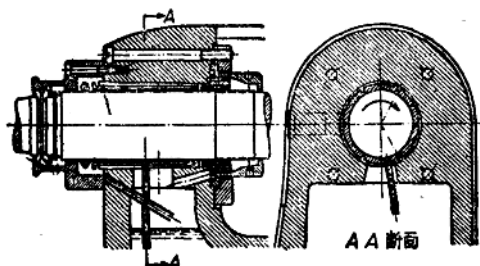


圖 3

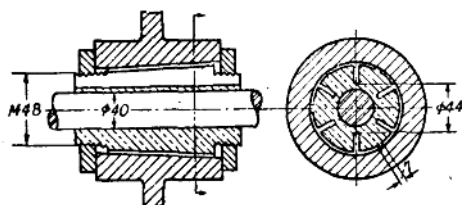


圖 4

馬競生軸承的構造和普通工具機上常用的可調節軸承看來很相像，但有以下幾個不同的地方：1. 普通可調節軸承周圍的槽，有一條是鋸穿的，但這種軸承六條槽都不鋸穿，軸承的內孔是一個完整的圓。2. 普通軸承外面的斜錐和軸承座的錐孔一圈

完全接觸，但馬競生軸承外面斜錐部分却只有三條窄筋和軸承座的錐孔接觸。3. 馬競生軸承加油的方法既不用油杯，也不用油泵。容納潤滑油的油池，地位比軸承低，潤滑油是靠軸本身轉動時吸起來的。

調節螺帽將馬競生軸承收緊時，軸承的孔有變成如圖 5 所示形狀的趨勢。當軸向箭頭方向轉動時，圖 5 中 a 部分便形成三個正油楔，b 部分却形成三個相反的油楔。正油楔能使油膜中產生壓力，使軸浮游在軸承間運轉，得到很低摩擦阻的液體摩擦。反油楔能使油膜中產生負的壓力，因此便有真空的作用，油池中的潤滑油經由油管被吸入軸承間隙，得到經常自動的潤滑。

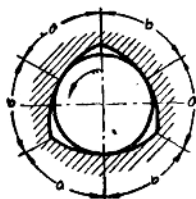


圖 5

馬競生軸承構造簡單，製造上並無困難，作者認為改造舊式工具機極宜採用。

施壓力輸送潤滑油潤滑軸承也可以，但是需要添設一個高壓油泵。

爲了減小或消除震動，必須儘可能仔細地把床身導軌、溜板、刀架等滑動部分刮平修正，把間隙減至最小，並正確的調整楔鐵。運動部分的間隙越小，產生震動的可能性也就越小。

尾架是車床上最不剛強的部件，容易產生震動，必須使頂針套與軸孔的間隙減至最小，並儘可能使頂針套伸出最短時進行工作。尾架工作時必須很好的固定住。其他類似的可移動的連接部分，例如溜板及刀架，如果在某一工作上不利用其運動時，應該固定起來，不使它鬆弛。

工具機的正確安置很重要，地基必須厚重和結實，否則，就難免要產生震動。

工作物的平衡和夾緊，是高速切削時夾具的主要條件之一。舊式的車床是用螺旋使夾具（如三爪夾盤及花盤等）和主軸接合的，但當高速運轉的主軸在起動或停止時，因夾具的慣性能使夾具自車軸上鬆脫。新式的高速車床，其主軸的一端爲法蘭形狀；夾具和主軸的接合如圖6，這樣就完全能夠避免上述的缺點。

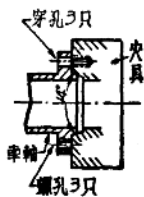


圖 6

把主軸的一端改造成法蘭形狀是不容易的，比較簡單的辦法，可在夾頭上開螺孔，以支頭螺釘將夾頭制緊在主軸上，也能將就使用。

普通車床的頂針是固定的，這種死頂針如以每分鐘約 200 轉的轉速進行工作尚可應用。高速切削的車床必須用活頂針，使與工作物同時轉動。活頂針的設計可參考本書陳晶譯‘高速切削用的活頂針’。

高速切削很長的工作物時，普通的中心架也不一定適用，因爲它的架爪是固定的，時常發熱很高，會損傷工作物或中心架的架爪，特別在車製大軸時，中心架負荷很大，這種情形就更嚴重。爲避免這種不良的情形，可把不轉動的爪換成可轉動的滑輪或滾珠軸承的爪。

爲了減小輔助時間和減輕工人勞動，可設法裝置些便利操作的機械，如分度盤和速動裝置等。

蘇聯改造工具機的實例

蘇聯工具機科學實驗研究院將 1A62M 型車床的傳動核算後指

出：只需簡單的改換皮帶輪，主軸轉速就可以提高到每分鐘 800 轉。‘紅色無產者’工廠在製造此式車床的過程中，曾經數次把電動機的能力提高，最初是從 3.7 仟瓦提高到 4.3 仟瓦，以後再次提高達 5.8 仟瓦。如果再提高，則受摩擦聯軸器和皮帶傳動所限制，須要將扁皮帶改用三角皮帶，改變摩擦片數目來增加摩擦聯軸器的傳動能力。傳動能力 5.8 仟瓦時，摩擦片數目為 12 片；7.8 仟瓦時為 15 片；10 仟瓦時為 19 片。

1K62 型車床的最大齒輪速度為每秒 4.4 公尺，距 12 公尺的限度還遠。根據主軸可能受最大的圓周速度為每秒 5 公尺計算，尚可增加到每分鐘 950 轉的限度，但是實驗指出了當轉速高於每分鐘 800 轉時，軸承開始發熱，並且有損壞的危險，因此改造時被每分鐘 800 轉的限度限制了。傳動機件的負荷如能至 12 仟瓦，可以增加電動機能力並把扁皮帶換成三角皮帶。

1M36 型六角車床的齒輪最大速度僅為每秒 5.2 公尺。齒輪箱中限制增加速度的機件，是傳動軸上齒數為 27 的齒輪。根據軸承上的可能滑動速度每秒 7 公尺計算，軸的轉數可由每分鐘 690 轉增加到 900 轉。此外，當增加轉數時應當注意，不得提高縱刀架快行的速度，因為這樣會加速螺母的損壞，其實就以現有的速度來說，也還是高了些。能進行改換齒輪的工廠，應當將齒輪的傳動比 $Z=28$ 的改為 35； $Z=57$ 的改為 50。這樣主軸的轉速雖增加到每分鐘 988 轉，而齒輪 $Z=27$ 軸套的速度增加得並不大。1M36 型六角車床傳動的最弱部分，是扁皮帶傳動和走刀箱裏的錐形摩擦聯軸器。如以三角皮帶代替扁皮帶，以帶有小齒面的聯軸器代替錐形摩擦聯軸器，便能够提高能力至 10 仟瓦，因為所有其他傳動機件都有很大的堅固性和耐久性。

蘇聯的 612 型、6B12 型、682 型及 6682 型銑床，齒輪的圓周速度是每秒 2.86 公尺，距可能的速度 10 公尺很遠。主軸軸承的轉速能容許由每分鐘 600 轉增加到 800 轉。這時齒輪的最大圓周速度為每秒 3.3 公尺，較可能的速度仍是相當低的。為了提高銑刀的迴轉均勻性，往往需在銑床主軸或心軸上安置飛輪，因此有時需要改變傳動裝置的尺寸及結構。

改造工具機時的準備工作

改造工具機時，可照下列步驟進行：

1. 詳細調查工具機的情況，檢查個別主要零件的磨損程度和規定改換它們的可能性。同時進行工具機及其機件的剛強性及抗震性的檢查工作。
2. 根據調查的實際資料，按照蘇聯工具機製造部技術定額局的說明書，或是列賓托夫博士的著作‘機床零件的計算’（俄文版），或勒却著‘機械原件’（德文版，有翻印本，Rötscher: Die Maschinenelemente），來檢查計算。檢查計算時，必須定出限制此工具機能力及速度的範圍。
3. 製訂工具機的說明書，須附工作範圍的圖表，並指出軟弱的部分。
4. 規定出改造工具機的方法，例如如何加強剛強性、抗震性、提高速度及能力等。
5. 對不用改造的及改造程度不同的工具機，規定出最適當的使用範圍。
6. 確定工具機加工的零件，研究技術操作，製定切削速度及必要能力的計算。
7. 審查並批准工具機的改造範圍。
8. 工具機的精密修理或改造。
9. 正確安置工具機於地基上。
10. 按蘇聯國家標準，或參考 Schlessinger 著‘工具機檢驗手冊’（有中文譯本與德文及英文翻印本），規定出工具機的精密程度；其精密程度的公差，不得超過規定的定額 50 %。仔細地檢查及調整間隙。
11. 把預定的工作在工具機上進行最重的切削試驗，並作詳細試驗記錄。
12. 對工人的指導。
13. 按照設計的標準，對工作物進行試驗加工（和技師在一起做）。
14. 工具機的實際生產操作。
15. 工具機的反覆檢查和安裝。

瀋陽第三機器廠高速切削的經驗

張百信

在普通車床上切削細長工作物的試驗

我們在蘇聯 1A62 型普通車床(頂針中心高 202 公厘,前後兩頂針間距離 1,000 公厘)上,作六尺全齒輪車床光槓的高速切削試驗,工作物的材料是 C₅(碳鋼含碳量 0.45~0.55%)圓鋼,全長 725 公厘,直徑 18 公厘,公差 0.015 公厘。首先我們根據工作物的尺寸,製定施工程序,把荒料(尺寸 $\phi 22 \times 725$ 公厘)分成二段車製 經過平頭,打眼,粗

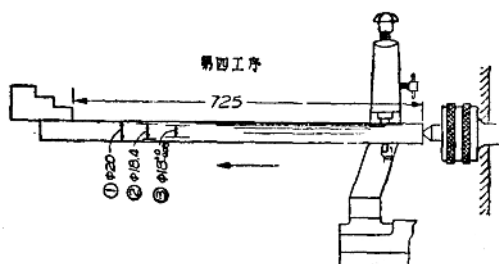


圖 1

車、光車,然後精車到需要尺寸,再倒角,鉸鍵槽、鑽銷子孔等。其中最難加工的一道工序,是第四道工序——車外圓,工序如圖 1 及表 1。

因為這件工作物料細而長,所以我們使用有兩個接觸器的跟刀架(使用兩個接觸器比使用三個接觸器好,作用力容易平衡)。同時,因為工作物的轉數很高,就又在接觸器頭部裝置滾珠軸承(圖 2)。

把機床各部分(如主軸等)都調整好,檢查活頂針是否擺動,再把刀尖安置在高出中心線以上約

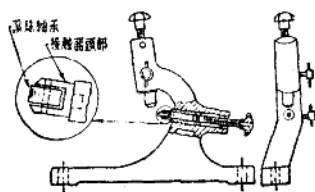


圖 2

1~1.5 公厘的地方,刀刃對正在滾珠軸承左邊邊緣之下,開始粗車。粗

表 1

工件名稱： 六尺全齒輪車床光槓			使用機器： 1A62普通車床						
工件材料： C ₅ (普通碳鋼含碳量 0.45~0.55%)			所用工具： 車刀 16×25×125 T5K10 右偏側切刀						
工序號次： 4			16×25×125 T15K6 右偏側切刀						
工序名稱： 車外圓									
施 工 名 稱	加工尺寸 (公厘)		每邊 做頭 (公厘)	切削 行程 次數	切 削 用 量				
	直徑	長度			吃刀深度 (公厘)	走刀量 ($\frac{\text{mm}}{\text{轉}}$)	切削速度 ($\frac{\text{公尺}}{\text{分}}$)	轉 數 ($\frac{\text{轉}}{\text{分}}$)	需要馬力 (仟瓦)
4 車外圓 卡盤卡住左端 800 公厘處，活頂針頂住 尾部，跟刀架接觸抵於刀刃之下									
	(1)粗車 ($\phi 22/\phi 20$) × 725	22	725	1	1	0.4	83	1,200	2.45
	(2)光車 ($\phi 20/\phi 18.4$) × 725	20	725	0.7	1	0.4	75.5	1,200	
	(3)精車 ($\phi 18.4/\phi 18 \pm 0.015$) × 725	18.4	725	0.3	1	0.3	70.1	1,200	

車時，主軸每分鐘 1,200 轉，走刀量 0.4 公厘，吃刀深度 1 公厘。

這件工作物難做的地方，就是因為料細而長，而且需要非常精密（公差 0.015 公厘）。用硬質合金刀高速切削時，如果磨的負前角太大或倒後太寬，車到距離後頂針 200~300 公厘時，就開始轉動，滾珠軸承套在工作物上壓出螺旋溝紋。如果改用較大的正前角時，工作物上又會出現深窄的槽溝。經過我們多次試驗，並請蘇聯專家布羅斯古林同志親自指導，終於獲得成功，刀子的幾何形狀和主要角度如圖 3。

粗車：用 T5K10 右偏側切刀。

因為 $\gamma = -45^\circ$ 時，刀尖有足夠的力量來平衡兩個滾珠軸承的作用力，以防止工作物的彎曲和震動。

精車：用 T15K6 右偏側切刀。

我們在第一次試驗時，所用刀子的主要角度如下：

$$\alpha = 8^\circ \quad \gamma_1 = 10^\circ \quad \gamma = 6^\circ \quad \lambda = 2^\circ \quad f = 0.4 \text{ 公厘}$$

這時主軸每分鐘 1,200 轉，走刀量 0.16 公厘，吃刀深度 0.3 公厘，精車的結果表面非常光滑，如磨過的一樣，公差也在規定限度以內。

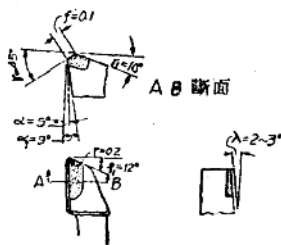


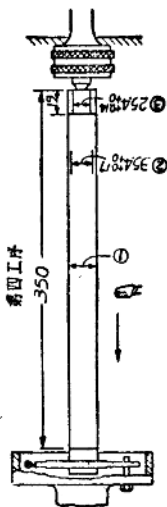
圖 3

六尺全齒輪車床主軸箱中軸的高速切削

我們根據零件圖，如果按着老辦法做出施工工序，是要直徑 40 公厘的料，長 432 公厘，經過切料、平頭、打眼、粗車、精車、切槽、銑鍵槽、淬火以後再磨到需要的尺寸。但是我們領到的料直徑是 38 公厘，而且外圓還平直，因此我們就把粗車、精車改為一道工序——車外圓（如表 2）。每邊做頭 2.5 公厘，留 0.4 公厘磨頭，供磨床加工。

為了充分發揮機床的效能，設計了一些裝置（如分度盤，利用它在縱橫走刀時不再用尺來量尺寸）。同時照顧了刀具的使用壽命，例如我們不把切槽擺在車外圓一起而分為另外一道工序，就是因為使用 1.5 公厘寬的硬質合金切刀在高速切削時，容易崩刃，所以改用高速鋼切刀。這件工作物中間一段的長度要比較準確，我們就利用卡盤爪頂住工

表 2



工件名稱：六尺全齒輪車床主軸箱中軸
 工件材料：C₅(普通碳鋼含碳量0.45~0.55%)
 工序號次：4
 工序名稱：車外圓

使用機床：1A62普通車床
 使用工具：車刀：16×25×125 T15K6 右偏側切刀
 $\alpha_1=10^\circ$ $\alpha=6^\circ$ $\gamma_1=10^\circ$ $\gamma=5^\circ$
 $\lambda=0^\circ$ $f=1.5$ $\phi_1=12^\circ$ $r=0.5$

施 工 名 稱	加工尺寸 (公厘)		每邊 做頭 (公厘)	切削 行程 次數	切 削 用 量			
	直徑	長度			吃刀深度 (公厘)	走刀量 ($\frac{\text{mm}}{\text{rev}}$)	切削速度 ($\frac{\text{m}}{\text{min}}$)	轉 數 ($\frac{\text{rev}}{\text{min}}$)
4 車 外 圓 夾頭夾緊頭部，前頂針及後活頂針 頂住兩頭	38	350	1.3	1	1.3	0.4	136.8	1,200
	35.4	19	5	2	2	0.5	127.5	1,200
					3		94	5
								7
								9

作物一端的台，利用分度盤在另一端切槽，不需要先量尺寸，減少了輔助時間，還在刀具的使用、速度的變換上，得到不少方便。我們又利用兩付夾頭，當機床自動走刀時，可以把另一件工作物夾好，準備在下次裝上撥盤，這樣又減少了輔助時間。

這件工作物原來在車床上需要工作四點十分鐘，現在一般只要十分鐘，最快時才八分鐘，提高切削效率到原定額的 25 倍。

在普通皮帶車床上進行高速切削的經驗

司振有

· 高速切削法，北京和天津許多工廠都在試驗了，可是利用皮帶傳動的車床進行高速切削的還很少。工友們認為高速切削法只有在閘罐車床（全齒輪車頭車床）上才能用，所以有許多工友說：高速切削法雖然好，就是因為沒有閘罐床子，所以不能研究使用。我們這次試驗的成就，就充分地證明了這種思想是錯誤的。

初步獲得的成績

我們所用的車床是一部上海造 16 呎的塔輪車床，由一個 5 馬力的電動機帶動，主軸轉速最高是每分鐘 210 轉。起初我們把硬質合金的車刀，磨成了負前角（ -5° ），來車一根直徑 76 公厘的碳鋼軸，切削速度每分鐘 50 公尺，吃刀深度 4 公厘，走刀量 0.5 公厘。雖有成績，但是皮帶丟轉打滑，甚至還有停車的現象。我們發現停車的原因，是因為切削壓力太大。我們把負前角的度數減小，由 -5° 減到 -3° 、 -2° 。這樣，一次一次的改變以後，情形比較好。最後把車刀由負前角改到了正 2° 的前角。這樣一來，就更好用了，車也不停了。又因為切下來的切屑成大帶形，我們又按着書上的道理磨了月牙銼，這樣算是初步成功。在這次試驗中我們得到了一點經驗，就是當切削速度每分鐘 50 公尺左右時，可以不必使用負前角。使用負前角的主要目的，是爲了使車刀壽命延長，但是負前角的车刀消耗力量比較大（較正前角多消耗馬力 25~27 %），再加上切削速度不够高，不能使工作物達到軟化程度（ $800\sim 850^\circ\text{C}$ 左右），用負前角車刀反而不如用正前角車刀好，還是值得注意的。

進一步的改良

1 加大馬力，增加主軸轉數 獲得初步成績後，車刀連用兩天都沒有磨損。我們所使用的車床已經開到最高的轉速了，再想快，就得加大