

金屬的高速切削法

拉 林 著
周 士 炎 譯

科學技術出版社



金屬的高速切削法

李 德 著
周 士 編

機械工業出版社

金屬的高速切削法

拉 林 著

周 士 炎 譯



科學技術出版社

1951

09 Кб 03 · 25 К · Р. 60 · ¥ 2,700

版權所有 不准翻印

原 著 書 名 Скоростное Резание
Металлов

原 作 者 М. Н. Ларин

原 出 版 者 Издат. "Правда"

原 本 版 次 第一版

原本出版年月 1950 年

校對：唐 俠

1951 年 1 月發拼(合作) 1951 年 5 月初版
1951 年 10 月付印(星光) 1951 年 10 月第二版
北京造 5001 — 10000 冊
科學技術出版社 北京燈市口甲 45 號
中國圖書發行公司總經理

出版者的話

高速切削法，在機械製造技術上，是一個重大的基本的改革。它不僅大大縮短了機械製造的時間，同時還提高了工具機的切削能力，和減低了機械製造工廠在設備方面的要求。這個先進的生產技術，蘇聯於 1936 年已經研究出來，衛國戰爭期間，普遍推廣到各工廠，使生產得到很大的發展。

去年十一月間，蘇聯派遣五位工作母機專家來到中國，在東北舉行了高速切削操作技術的表演，東北工業部根據蘇聯專家的經驗，決定在東北有重點、有計劃、有步驟地推廣高速切削法，以提高工具機工作的效能。

本書著者 М.Н.Ларин 博士，是斯大林獎金的榮膺者。本書內容除了介紹高速切削法的工作經驗，並舉出許多實例來說明之外，還有許多實用的公式、圖表和數字等，可以幫助讀者對於高速切削法的認識與學習。

1951 年 1 月 25 日

再版聲明

本書再版，除修訂少數不通用的名詞外，對第 14 頁中的表曾加以補充，並在書末增加譯註兩條。

科學技術出版社 1951 年 9 月 20 日

目 次

概說.....	1
金屬有效的切削條件.....	7
金屬高速切削的要點.....	16
高速銑削法.....	21
刀具切削部分最有利的幾何圖形.....	23
高速車削法.....	27
在自動機與半自動機上的高速車削法.....	30
高速鏜削法.....	31
導角值小的車刀與平面銑刀.....	32
金屬高速切削刀具的研磨.....	34
使用旋轉車刀的高速螺紋切削法.....	36
工具機的剛硬性與其現代化.....	37

概 說

金屬的高速切削，對於國民經濟有極重大的意義。高速切削法的應用，能够大大地縮短製造過程的時間，提高工具機切削金屬的能力，和減低機械製造工廠在設備方面的要求。單在機械加工工業方面，金屬高速切削法廣泛使用的結果，就已能為蘇聯每年節省數萬萬盧布。它的使用提供了生產力巨大提高的條件，省免了近乎百分之三十現行工作着的工作機械。上面這些例子充分的告訴了我們，金屬的高速切削法對於我們今後社會主義工業，具有怎樣的意義！

布爾塞維克黨與蘇維埃政府，對於生產技術的改進，始終予以極大的關注。蘇聯在 1946—1950 年間的恢復與發展國民經濟的五年計劃中，不僅要求着所有各個國民經濟部門今後在技術上的改進，同時也要求着生產與工作效率的新的提高。五年計劃督促着從事於機械製造的工作者們，去廣泛地使用先進的生產方法，尤其是高速的金屬切削法。由於金屬高速加工法的使用，列寧格勒城的斯維爾德洛夫工具機製造工廠的車工波爾特闊維契，莫斯科“紅色無產者”工廠的車工亞歷克賽伊·馬爾科夫與尼加拉伊·烏戈爾科夫，莫斯科磨床工廠的車床工帕凡爾·貝科夫，T. 坍金與 P. 吉尼沙夫，銑床工 H. 西蒙諾

夫斯基與 И. 契培賽夫等均被授以斯大林獎金。

世界上首先研究金屬切削法的是在蘇聯。早在 1868 年，依萬·基邁教授就研究了在切削過程中金屬切屑的品性。以後繼續研究這個問題的蘇聯學者，在 1883 年有阿樊諾雪夫，在 1893 年有治佛雷金，在 1912 年有基霍諾夫，在 1914 年有烏賽契夫與賽加洛夫。

在蘇聯社會主義國家內，科學有效地參與共產主義社會的建設。1938 年 5 月，斯大林同志在招待高等學校工作人員時稱：“讓我們來敬祝科學繁榮，這裏所指的‘科學’，不是脫離人民，不是遠遠地離開人民，而是決意為人民服務的，決意把自己所有一切在學術上的成果交給人民的那個‘科學’……。敬祝科學繁榮，我所說的這個科學中的人物，是懂得科學原有傳統的力量和意義，並善於為科學的利益來利用這些傳統，但始終不願盲從這些傳統，當這些傳統趨於陳腐而阻礙他前進時，他就會有堅強的毅力與決心來打破這些舊傳統，舊標準與舊理論，並善於建立起新傳統，新標準和新理論”。

建立在馬克思列寧主義理論基礎上的蘇維埃科學，是為人民，為人民的需要而服務的。同時蘇聯科學家是把自己所有的一切力量，投向祖國的共產主義社會的迅速建設裏。

金屬的高速切削法，大大地提高了金屬切削裝備的生產力，使得國民經濟計劃能夠提前完成，使得今後蘇聯工業的發展能按着生產技術改進的道路前進。在 1935—1940 年間，首次在世界上研究金屬的高速切削的蘇聯學者，包括有蘇聯的中央科學研究院通訊院士 B. Д. 庫茲涅渣夫教授，B. A. 克里伏烏霍夫教授，И. И. 克魯都夫副教授，科學技術博士 A. И. 瑪爾金，工程師 Л. И. 雷茲尼芝基伊，A. B. 亞歷克賽葉夫以及其他等人。

蘇聯學者研究的結果告訴了我們：淬硬鋼(hardened steel)與其他難以被切削的鋼，也可以同樣地加以切削。同時從研究淬硬鋼的切削過程中，又創造出一種具有負前角的硬質合金刀具。由於負前角的使用，大大地提高了硬質合金刀具的使用期限，改變了金屬被切削時的形態，與提供了切削速度巨大提高的可能性。

1936—1937 年間，在基輔城的“軍械庫”工廠中進行的試驗，證實了用負前角的硬質合金刀具來切削淬硬鋼的可能性。

1938 年雷茲尼芝基伊工程師，切削高韌度(high strength)的淬硬鋼，亞歷克賽葉夫工程師切削不銹鋼(stainless steel)，都以自己生動的實驗，證明了切削這些鋼的實際效果，雖然這次切削過程中切削速度，是比在基輔城的“軍械庫”工廠中試驗時的低了很多。

B. II. 褐帕拉克辛工程師，在一座特殊設計的機器上，用每分鐘 5450 公尺的高切削速度來切削 Electron 金屬(鎂鋁 合金)。這個特殊機器是列寧格勒工學院設計的，這種方法現已被應用到生產上去。

1939 年在 A. M. 羅靜勃爾格教授的領導下，在頓姆工學院金屬切削試驗室中，進行了以裝有 α -21 硬質合金刀片^①的單鋒平面銑刀(single point face milling cutter)，來銑削 20X 號鋼^②的試驗。

在上述諸實驗中，切削速度曾在一極短時間內，達到過每分鐘 5000 公尺。這些試驗的結果證明了：提高切削速度，將使被削除的金屬切屑的變形大大減少；同時硬質合金刀具能在每分鐘 200—400 公尺的切削速度時持久耐用。

① α -21 硬質合金刀片的新代號是 T21K8，內含鈹 21%。

② 20X 號鋼，係高等合金鋼，內碳佔 0.15—0.25%，錳 0.35—0.65%，矽 0.17—0.37%，鉻 0.7—0.1%，鎢不超過 0.3%，磷與硫的總和不超過 0.075%，抗張強度(tensile strength) $\sigma_b = 80 \text{ kg/mm}^2$ 。——譯者

1938年作者領導試驗平面銑刀，在標準狀態下銑削20號鋼^①的堅強度時，我們發現了一個有趣的事實：即當我們把切削速度提昇到每分鐘70—110公尺這個範圍中時，切削刀具的堅強度不但不減退，反而提高了。這個從前完全不能理解的現象，現在被解釋為金屬的高速切削效應。

負前角(negative rake angle)的硬質合金切削刀具的使用，在1937—1938年間，已由在蘇聯所進行的一系列試驗證明其合適。以負前角的刀具作切削金屬的試驗，蘇聯至少要比美國早5—6年。

金屬高速切削的廣泛與深入的研究，是進行在1943—1948的年度中。參加這研究工作的學術機關有：莫斯科巴烏瑪高等技術學校，全蘇工具學院，航空科學研究院，列寧格勒工學院，金屬切削機械的實驗科學研究院，莫斯科C·奧爾卓尼基捷航空學院，莫斯科機械學院等。這研究工作同時也在許多工廠的工場，或金屬切削試驗室中進行着，其中有高爾基城莫洛托夫汽車工廠，莫斯科的斯大林汽車工廠，伏龍芝汽車工廠，日丹諾夫城的“紅色莎瑪伏”工廠，“布爾塞維克”工廠，基洛夫的斯維爾德洛夫工廠，“鑄字機”工廠，“紅色無產者”工廠等。研究的結果揭示了：對於車削不規則形狀的溝槽(irregularly shaped groove)的表面，與用偏心旋轉刀具來切削螺紋，以及對於鉗孔、鑽孔、鉸孔、銑齒輪等工作，高速切削法的使用，已經為它們工作效能的提高，揭開了新遠景的幕幔。

高速切削法不僅提高了工作效能，並提高了被加工物表面的精

① 20號鋼，係高等用碳鋼。含碳0.15—0.25%，錳0.35—0.65%，矽0.17—0.35%，鉻、鎳各不超過0.30%，磷、硫各不超過0.045%，抗張強度 $\sigma_b = 40 \text{ kg/mm}^2$ 。硬度 $H_B = 156 \text{ kg/mm}^2$ 。——譯者

細度(fineness)與準確度(accuracy)。

1948年在列寧格勒，及1949年5月在莫斯科召開的金屬高速切削的專門討論會上，總結了蘇聯工業在金屬的高速切削施行上所得來的豐富經驗。與會者提示了許多實例，一致地指出金屬的高速切削法，是今後提高金屬切削機械生產力的重要手段。大會明白地指出，蘇聯工業的斯達哈諾夫式快速工作者，在金屬高速切削法的推行上，是起着極巨大的作用。同時也必須指出的是蘇聯研究者豐富的材料，構成了金屬高速切削法向前推進，與更廣泛地被使用的基礎。

在1948年6月召開的莫斯科機械製造工作者的大會上，有人就報告了金屬高速切削法在首都各工廠如何成功地應用着的情形。

在“紅色無產者”工廠中，38%的切削刀具，是裝有硬質合金刀片的。斯大林獎金榮譽者，快速車工馬爾科夫，他是以每分鐘150—250公尺的速度來切削金屬。該工廠中為減少輔助時間而進行的工作是具有特殊意義的，例如根據該工廠考夫曼工程師的建議，就製造了一架12 kw，每分鐘3000轉的工具機，這架工具機有着自動量度工作物長度與直徑的裝置。該工廠的技師捷曼契葉夫報告稱：“我們工廠的高速工作者白契洛夫同志，克里瑪巧夫同志與納乍洛夫同志等，在研究金屬高速切削方面有了極大的成功。例如用鑲嵌 T15K6 ①的硬質合金刀片的刀具，來切削 45 號鋼料②製件，進度(feed)是 0.2 mm，切削深度(depth of cut)是 1 mm，切削速度(cutting speed)達到每分鐘 450—480 公尺，機械切削時間(cutting time)減低了五倍；又例

① 45 號鋼係構造用中碳鋼，含碳 0.40—0.50%，錳 0.50—0.80%，矽 0.17—0.37%，鉻鎳各不超過 0.30%，磷硫各不超過 0.045%，抗張強度 $\sigma_b = 60 \text{ kg/mm}^2$ 。硬度 $H_B = 241 \text{ kg/mm}^2$ 。

② T15K6 的舊代號為 $\alpha-15$ ，組成成份為：碳化鎢 79%，鈹 15%，鈷 6%。——譯者

如在用 45 號鋼製成的，直徑為 285 mm 的機件上加工，切削深度用 1 mm，進度用 0.5 mm，切削速度用每分鐘 450 公尺，並用嵌裝有 T30K4 硬質合金刀片的切刀，這樣切削的結果，使主要的加工時間，從 40 分鐘降至 10 分鐘。

在“戰士”工廠中，組織了工人們在 850 部車床，鏜床 (boring machine) 與直式鏜銑床 (vertical boring and turning mill) 上，從事高速切削法的學習。由於高速切削法的使用，化在機件加工上的勞力消耗，1947 年在這工廠內，是被減低了 20%。在莫斯科的斯大林工廠，許多工作過程已經改用高速切削法了，偏心凸輪軸的軸承襯筒，就是以每分鐘 120 公尺的切削速度和 0.6 mm 的進度來加工的。汽門座的加工，是使用鑲嵌 T15K6 硬質合金刀片的雙頂面刀具，當切削速度為每分鐘 75—85 公尺時，刀具的震顫 (vibration) 完全消除，這大大地提高了刀具的使用期限。飛輪 (flywheel) 用 BK8 硬質合金刀具，在車床與鏜孔床上來加工時，它的切削速度每分鐘 55 公尺，機械切削時間要 3.75 分鐘。如換以 T5K10 的硬質合金刀具來加工，它的切削速度就可提高至每分鐘 78 公尺，機械切削時間祇要 1.15 分鐘。

切削 45 號的鋼，莫斯科磨床工廠的車工——高速工作者貝科夫，用了每分鐘 450 公尺的切削速度，用的切削深度是 0.6 mm，進度是 0.45 mm。在另外的一個場合，在進度是 0.8 mm，切削深度是 1.4 mm 下，所用的切削速度高至每分鐘 670 公尺。另一位車工考姆萊夫，在進度是 0.7 mm，切削深度是 1 mm 時，所用的切削速度為每分鐘 530 公尺。

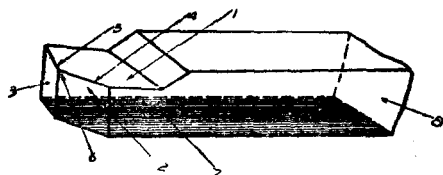
列寧格勒的斯維爾得洛夫工具機製造工廠的一位車工 F·波爾特開維契，——斯大林獎金榮膺者之一，在金屬的高速切削方面得到了很大的成功。茲舉數事來說明：在用 40 號鋼①製成的製件上加工，

他是用每分鐘 380 公尺的切削速度；在用 45 號鋼料製成的斜齒輪上加工時，他把切削速度一直提高到每分鐘 420 公尺；在用 20X 號鋼製的製件上加工時，這位斯達哈諾夫式工作者用的切削速度，是每分鐘 700 公尺。由於減低了機械施工時間與輔助時間，波爾特開維契同志超額完成了 1947 年所規定的定額。由 20X 號鋼製的圓筒齒輪的鋼胚，按照規定它的加工時間應該是 12.6 分鐘，而他則僅化費 3.8 分鐘；在製做 40X 號鋼斜齒輪中，他則以 6.8 分鐘代替規定的 29.5 分鐘完成了切削工作，完成了定額的 435%。

金屬有效的切削條件

車刀及切屑說明圖：●

(I) 切削面



1—頂面

2—主前刀面

3—副前刀面

4—主切削刃

5—副切削刃

6—刀尖

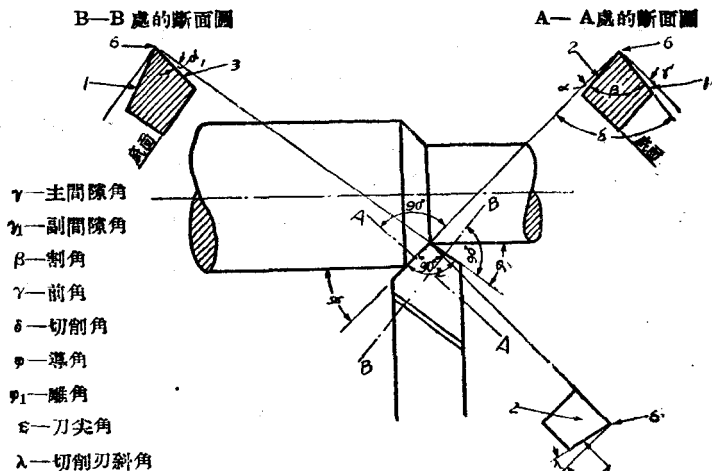
7—底面

8—刀身

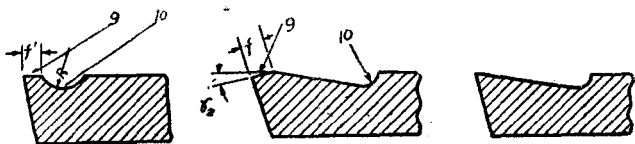
① 40 號鋼，係構造用的中碳鋼，含碳 0.35—0.45%，錳 0.50—0.80%，矽 0.17—0.37%，鉻鎳各不超過 0.30%，磷硫各不超過 0.045%，抗張強度 $\sigma_b = 57 \text{ kg/mm}^2$ ，硬度 $H_B = 217 \text{ kg/mm}^2$ 。——譯者

② 這幾個圖是譯者另加的。——編者

(II) 切削角



(III) 上刀面的各種形狀

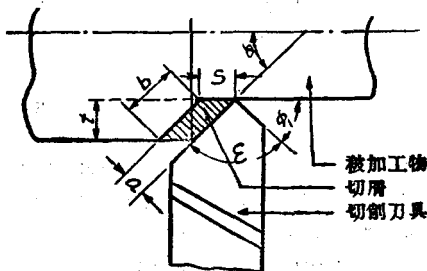


(雙頂面車刀)

9—斜稜面 10—捲屑槽 f, f' —斜稜面的寬度 R —捲屑槽的半徑

(IV) 切屑的說明

a —切屑厚度
 b —切屑寬度
 t —切削深度
 s —進度
 f —切屑斷面面積
 $= t \cdot s$
 $= b \cdot a$



爲了闡明金屬高速切削時生產力提高的原理，我們先來看一下切削工具生產力的方程式：

$$Q = \frac{T_M}{T_M + T_B} \cdot q_0 \cdot \Sigma l \text{ 公厘}^3/\text{分鐘} \quad [\text{當 } t \text{ (切削深度, 以 mm 計) 值一定時}]$$

式中

$$\frac{T_M}{T_M + T_B} \text{—— 切削的連續係數；}$$

T_M —— 機械切削時間 (cutting time), 以分鐘計；

T_B —— 輔助時間, 以分鐘計；

q_0 —— 切削刀每 1 mm 長的平均單位生產力, 以公厘³/分鐘 計；

Σl —— 切削刀的總長度, 以 mm 計。

從上列方程式可看出, 要提高生產力, 必須: (1) 減少輔助時間 T_B , 以提高切削的連續係數。(2) 增加切削刀工作部分的有效長度。(3) 增加切削刀單位長度的平均單位生產力 q_0 。

要達到上面的第一個要求, 應使用特殊的夾鉗裝置 (chucking device) (氣力的、水力的、機械的、快動作的夾頭, 迅速與自動量度工作物長度及直徑的附加裝置 (attachment) 等), 以及其他的裝置, 如進刀的分度盤 (dial) 等, 以減少輔助時間。

要滿足第二個要求, 可以使用特殊設計的切削刀具, 這些刀具具有較長的有效切削刃。如硬質合金的錐頭銑刀 (taper-ended milling cutter), 小離角的 KBK 刀具, 切削螺紋用的多刀刀頭 (multi-cutting head), 以及其他各種刀具。(KBK 刀具的說明, 參閱 39 頁譯註 1)

要滿足第三個要求, 必須增加切屑的厚度 a (見上頁的圖, 單位是 mm) 與切削速度 v (單位是公尺/分鐘), 因爲

$$q_s = 10^3 a \cdot v \text{ 公厘}^2/\text{分鐘}$$

爲了提高切削刀具的使用期限，最好是增加切削厚度，因爲提高切削速度，比因增加切削厚度而減短刀具使用期限的影響大，斯達哈諾夫式工作者與先進的生產領導者，都熟悉這規律並在實際工作中應用着。例如基洛夫工廠的優秀技術專家亞歷山大·伊萬諾夫，把切削厚度提增至三倍，切削速度減低 38%，結果直式鏜銑床的生產力，從每班工作時間生產 210 個拖拉機機鏈提高到 440 個。

在精削(finishing)與銑切鑄鐵時，如提高切削厚度，則能收到特別大的效果。但是切屑厚度，主要是依靠技術條件與工作用具堅固的程度，並受下列各項限制：

- 1) 切削刀的韌度；
 - 2) 工具機本身，其另件，及附加裝置的剛硬性(stiffness)，以及切削工具本身的剛硬性；
 - 3) 工作物安置在裝置中，或床尾旋轉錐心(running center of tailstock)剛硬的程度；
 - 4) 切削刀具的耐久性及其前刀面與頂面的磨耗；
 - 5) 被加工物表面的粗糙度(roughness)；
 - 6) 被加工物表面的微幾何圖形(micrograph)，如蛋形(oval)、橢圓形、鞍形(saddle-shaped)等；
 - 7) 冷硬滲透的深度，這對於製件以後熱處理來講也是很重。要。
- 從上面可以很明顯的看出，切屑厚度的大小是受着許多條件的限制，我們不能隨意用提高切屑厚度的方法來提高生產力。

提高切削速度，也是提高生產力方法之一。要提高切削速度，刀具的設計必須是最優等的，並且切削時要用最大的容許進度(allow