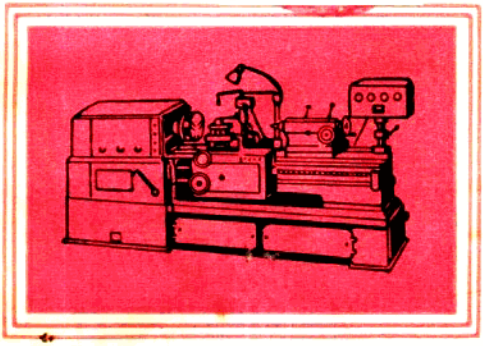
蘇聯車工革新者叢書

第一册

提高車床勞動生產率的方法

安謝羅夫著

.7846
16



機械工業出版社

前 言

列寧曾指示過我們：「勞動生產率，歸根到底是保證新社會制度勝利的最重要最主要的條件。」[1]

馬林科夫同志在蘇聯共產黨第十九次代表大會上報告中指出：在1940～1951年間，工業中的勞動生產率提高了50%，並且這一時期中增加的工業產品有70%是靠提高勞動生產率而得到的。

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議，工業勞動生產率在現今的五年計劃中，應提高50%左右，而工業產品的成本要降低25%左右。

在機床上加工零件的高速方法是機器製造中提高勞動生產率和降低成本的一種强有力的辦法。

先進工廠的經驗指出：廣泛地運用高速方法以保證縮短加工的機動時間和輔助時間，能够使機床工的勞動生產率提高到兩倍甚至更多，同時可降低成本35～45%。

在成批和小批生產的工廠，金屬切削機床的總數中，車床要佔很大的一部分。大批車工在這種機床上工作，其中不斷地湧現出革新者。車工革新者們在與工藝師、設計師和學者們的創造性友誼中，經常地改進自己的技藝並且不斷地提高勞動生產率。

要成爲一個車工革新者，要成爲一個精通本行的眞正能手，都需要些什麼呢？最優秀的車工斯大林獎金獲得者波爾特闊維契(Г.С.Борткевич)、貝科夫(П.Б.Быков)、謝明斯基(В.К.Семинский)、比留科夫(В.М. Бирюков)、特魯特聶夫(В. Н. Трутнев)、聶席溫科(Г. С. Нежевенко)、馬爾科夫(А. Н. Марков)和革新者科列索夫(В. А. Колесов)、雷日科夫(Д. И. Рыжков)以及其他的革新者們的

[1] 見「列寧文選」第二卷第597頁，莫斯科中文版，1949年。——譯者

經驗指出：必須不斷地提高自己的文化技術水平並且首先要研究在車床作業方面，科學和革新者們實際經驗中的一切新事物，並且堅持地把它們應用到生產中去。

斯大林在他的著作「蘇聯社會主義經濟問題」中指出：「假如不是少數工人，而是大多數工人都把自己的文化技術水平提高到了工程技術人員的水平，結果會怎麼樣呢？那我國的工業就會提高到其他各國工業所不能達到的高度。」[1]

最近幾年來，蘇聯學者和革新者在金屬切削加工方面做了許多新的研究和改進。但是，他們的成就散登在各種書籍、雜誌和卡片目錄等上，由於材料零星的緣故，所以未必都能爲廣大的車工學到。

因此，出版局和全體作者決定將車工工藝方面的最新成就，加以總結和整理，並以「車工革新者叢書」小冊子的形式出版。這套叢書，對於車工們爲提高勞動生產率而鬥爭將有所幫助。

這套小叢書是供給熟練車工及工長用的。對於技工學校和提高技藝的訓練班的教師和學生們也都是很有價值的參考書。

1952年列寧格勒科學技術宣傳所和全蘇機械製造者工程學會列寧格勒分會（Лонитомаш）印行了一批印數不多的小冊子「斯大哈諾夫車工小叢書」，並通過這套叢書，組織大家進行廣泛的討論。這樣對作者們很有幫助，使得這套小叢書有很大的改進並補充了許多新的資料。

對於這套叢書的評論和批評意見請寄：列寧格勒邦科夫斯基巷3號，蘇聯機器製造書籍出版局列寧格勒分局。

所有的意見和願望，我們都將以感激的心情加以接受，並在再版時加以考慮。

---

[1] 見斯大林：「蘇聯社會主義經濟問題」第25頁，人民出版社版，1952年。——譯者

目　次

前言……2
一 單件時間定額和它的組成因素的關係 ……5
二 縮短機動時間的方法 ……7
三 縮短輔助工作時間的方法 ……18
四 縮短準備和結束工作時間的方法 ……24
五 提高勞動生產率的其他方法 ……26
六 綜合隊在斯大哈諾夫施工法的研究和運用中的作用 ……31

一、單件時間定額和它的組成因素的關係

車床工作的勞動生產率是用每小時或每一班時間內所加工製件的數量來衡量的。

首先談談關於提高勞動生產率的方法。試看，單件時間技術定額是由哪些因素組成的，即車工製造每個製件所消耗的時間，以及在單件定額中這些因素的比重。

單件時間可看作是消耗在各個別工作上的時間因素的總和：

$$t_{шт}=t_{м}+t_{в}+t_{т.об}+t_{о.об}+t_{ф}, \qquad (1)$$

式中 $t_{шт}$——單件時間，分鐘；

$t_{м}$——進行切削所需的機動時間或基本時間；

$t_{в}$——完成下列工作所需的輔助時間，包括：

1）裝卸製件，夾緊製件；

2）調整機床；

3）檢驗製件。

$t_{т.об}$——技術維護時間，這個時間用在裝卡（更換），調整裝置，校正車刀，清除切屑。

$t_{о.об}$——機床維護時間，這個時間用在機床的清理和加油；

$t_{ф}$——自然需要和特殊繁重體力勞動需要的中間休息時間。

機動時間和輔助時間對於單件定額具有很大的關係，因爲切削所需的機動時間和各種工作方式所消耗的輔助時間在每批的每一單件加工時都重複出現。

機動時間和輔助時間的總和稱爲實際有效時間，用字母 $t_{оп}$ 代表：

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

$$t_{оп} = t_м + t_в \qquad (2)$$

時間因素 $t_{т.об}$, $t_{о.об}$, $t_ф$ 不是在每個製件加工時所消耗的，而是周期性的，所以在單件定額中是用實際有效時間的百分比來計算。

和單件時間的同時，準備和結束時間 $t_{п.з}$ 也具有很大的關係，這個時間主要是消耗在每批製件加工以前所進行機床技術和傳動調整。這種時間計算在本批所有的製件上，所以消耗於每個製件的全部時間，即核算時間，確定於每批製件佔有單件時間和準備和結束時間除以每批製件數的總和。

$$t_к = t_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n} \qquad (3)$$

式中 $t_к$ ——每個製件的核算時間；

$t_{шт}$ ——單件時間；

$t_{п.з}$ ——準備和結束時間；

n ——每批製件的數量。

在單件定額中，機動時間、輔助時間以及準備和結束時間究竟佔有多大的百分比呢？關於這方面，蘇聯金屬切削機床科學研究所的實驗資料是最可靠的，這些資料是通過將工作過程攝成照片並進行時間測定以研究金屬切削機床的操作條件得來的[1]。調查

表1 在各種生產條件下加工時間的平均消耗量

消耗種類	生產中單件定額的工時消耗以百分率計		
	單件生產	小批生產	大批生產
1. 準備和結束工作所耗時間($t_{п.з}$)	28	19	12
2. 輔助工作所耗時間($t_в$)	34	28	21
3. 機器工作所耗時間($t_м$)	25	36	47
4. 工場技術維護和機床維護所耗時間($t_{т.об}$)($t_{о.об}$)	8	8	6

[1] 見1952年第七期「機床與工具」雜誌。

了許多工廠的車工在各種生產條件下使用中型萬能機床工作的勞動情況，得到表 1 的資料。

看過表後，可以作出以下的結論：

1.在大批生產條件下，其機動時間小於單件時間的50%，而在單件生產條件下，其機動時間將減低至 25%。

2.單件生產或小批生產的機動時間的較低百分比說明了這種生產的特點，以及在技術操作中手工方式的機械化，自動化水平不够。

3.在各種類型的生產中，在每個工場上都有許多未曾利用的潛在力，可以採用工藝過程機械化和自動化的方法來繼續縮短準備和結束工作以及輔助工作所消耗的時間，同時提高切削用量以減少機動時間。

表中所列的資料僅是平均數字，在具體生產條件下，這些數據可以酌量上下變動，但是基本上它是準確地反映了車床加工所耗時間的情況。

至於縮短機動時間、輔助時間以及準備和結束工作時間要採用那些生產上的革新手段和方法呢？

我們在下面談談這些問題。

二 縮短機動時間的方法

車削時，機動時間的消耗量決定於所選定的切削速度，進給量和切削深度，並決定於總的加工餘量和行程長度。可用下列公式表示：

$$t_M = \frac{L}{n \cdot s} \cdot \frac{h}{t} \qquad (4)$$

式中 L——加工時的行程長度，包括切削行程數值和車刀的超

程，公厘；

h ——加工餘量，公厘；

t ——切削深度，公厘；

s ——每轉的進給量，公厘/轉；

n ——製件每分鐘轉數。

製件（機床主軸）的轉數是根據所選定的切削速度，按下式來確定：

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \qquad (5)$$

式中 d ——加工製件的直徑，公厘；

π ——常數，等於3.14。

切削速度愈高，製件的轉數就愈大。

由第4和第5二公式中可以看出，縮短機動時間來提高勞動生產率可用以下方法來達到：

1）提高切削速度 v；

2）增加進給量 s；

3）增加切削深度 t；

4）減少加工餘量 h；

5）減少行程長度 L。

加工餘量　毛坯的加工餘量應該愈小愈好，因爲餘量太大將增加切削深度，相應地減低了進給量或切削速度，或是多增加一道切削行程；無論是那種情況都會增加機動時間的消耗量。此外，加工餘量太大會增加金屬切屑廢料，並且增加刀具磨損和功率消耗等等。

總的加工餘量應根據毛坯的尺寸，形狀和種類（壓延件、鑄件、鍛件、衝壓件），並由技師用計算方法或根據經驗資料來確定。

用減小加工餘量來降低機動時間，這對車工來講是十分有限

的，祇有根據車工的需要，可以更換毛坯的種類，例如可以用形狀較正確，加工餘量較少的衝壓件來代替鍛件。

如果它可以減低成本的話，這種更換是可以適當地採用的。

至於切削速度是怎麼一回事呢？很明顯，切削速度是根據下列條件：

1. 車刀材料（高速鋼，各種牌號的硬質合金，礦物陶瓷材料）。

2. 加工製件的材料。鋼件加工時基本上是根據其抗拉强度極限 σ_B（公斤/公厘^2）；灰生鐵鑄件加工時則依據布氏硬度 H_B。

3. 所選擇的切削深度。

4. 所選擇的進給量。

5. 所採用車刀的壽命（T 分鐘）。

6. 車刀的幾何形狀（標準車刀前面的形狀）。

7. 車刀沿後面的許可（極限）磨損尺寸，公厘。

8. 主偏角 $\varphi°$。

除此之外，還有以下幾種情況影響切削速度：

加工過程中車刀的冷却，毛坯種類及狀態（沿毛坯外表皮加工和加工餘量不勻時的衝擊性加工），加工性質（縱向切削，搪孔等）。

從這些影響切削速度的因素來看，要提高切削速度一般水準的最重要的作用是切削刀具，車刀。

如果我們回顧最近九十年到一百年中使用車床加工金屬的發展，那麼很容易看出幾個階段，每一個階段的特徵都是由於切削刀具在使用了新材料的基礎上急劇地提高了切削速度和生產率。

上世紀的七十年代以前，切削刀具都是由含碳量佔 0.9～1.5％的碳鋼製成，其中用碳鋼製成的刀具有很低的耐熱度，當溫度達到 250°C時，它便失去了由淬火而得到的硬度，所以當時的切削速度都不超過 5～6公尺/分鐘。

七十年代以後，所有的切削刀具都用合金碳鋼製造，其中加入了些合金成分，如鉻(達3%)，鎢(達6%)，錳(達2%)。加入這些成分後，鋼具有在空氣中自硬的性能(自硬鋼)，並提高耐熱度到 300～350°C。這樣，使切削速度增加到 1.5～2 倍。

二十世紀初，出現了高速鋼，含有合金成分：鎢18%，鉻4%，釩1.5%。此外，並採用了特殊的熱處理。

合金成分和適當選擇熱處理規範，可使鋼達到高度切削性能。由高速鋼製成的刀具它的耐熱度可提高到600°C，使切削速度比碳鋼製成的刀具提高到 3～5 倍。

在 1927～1930 年時，第一次發現了金屬陶瓷硬質合金。第一塊鎢鈷硬質合金(92%碳化鎢和 8%鈷)又使切削速度提高到 2～3 倍。這種合金具有很高的硬度、耐磨性和耐熱度。

近年來蘇聯的硬質合金工業創造了新牌號的硬質合金，具有更高的切削性能和高達900～1100°C的耐熱度。同時改善了車刀的幾何形狀，磨刀和研磨的方法。由於採用了鈦硬質合金(牌號T15K6等)的結果，對鋼件加工的現代切削速度比高速鋼所製刀具要高到 7 倍。

由此可看出，近百年來切削速度增加到三十倍。

在每個時期中，由於運用了新的刀具材料，所有其他技術也都革新了。創造了新的、更强有力的、堅固的、耐震的和高速的機床，改進了舊的機器設備，並運用了操作迅速的夾具等。

現在我們如何來決定最適合的切削速度呢？在切削速度、深度和進給量之間的相互關係是怎樣呢？

在其它相同的條件下，提高切削速度或增加切削深度及進給量哪一種對於減低機動時間影響較大呢？

假使我們將影響切削速度的各個因素（製件材料、車刀材料、

幾何形狀、偏角等）固定不變，祇由切削深度和進給量來表示切削速度，那麼它的關係式爲：

$$v = \frac{C_v}{t^{x_v} \times s^{y_v}} \text{公尺/分鐘} \qquad (6)$$

式中 t——切削深度，公厘；

s——車刀進給量，公厘/轉；

x_v和y_v——切削深度和進給量對切削速度影響所示的指數；

C_v——表示所有其它對切削速度有影響的因素的常數，在易於了解的情況下不寫入分式中。

爲了使公式（6）更清楚明白，請參看下列具體例子：

給定：

1. 製件材料未淬火的碳鋼或合金鋼，$\sigma_b = 75$公斤/公厘^2。

2. 車刀材料——硬質合金，牌號T15K6。

3. 選用的車刀壽命$T = 90$分鐘。

4. 標準車刀幾何形狀，具有負斜角和前角$\gamma = 15^\circ$。

5. 選用的後面許可磨損$h = 0.8 \sim 1$公厘。

6. 主偏角$\varphi = 45^\circ$。

7. 加工特徵——不用冷却劑的外表面加工。

在上述條件下和在進給量$s > 0.3$公厘時，公式（6）代爲：

$$v_{90} = \frac{141.5}{t^{0.18} s^{0.35}} \text{公尺/分鐘} \qquad (7)$$

將t和s的各種數值代入公式中以確定v，這樣就可以編製一個切削用量表，在給定切削深度和進給量後就可以根據這表很快地找出最合適的切削速度。

但是實際上不僅是切削深度和進給量在改變，而所有其它影響切削速度的數值也都在改變。例如改變製件材料，車刀材料和偏角，將得到不同的車刀壽命。那麼將如何來決定切削速度呢？

在這種情況下，不可避免地要改變公式（6）中C_v數值；也要

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

改變 x 和 y 指數。爲了滿足所有實際上的要求，必需編製極多的表。

爲了精簡某些表格，可補充編製修正係數表。當採用表列切削速度（$v_{таб}$）和修正係數時可以在任何加工條件下用下式計算得出完全合宜的切削速度。

$$v = v_{таб} \times K_{м} \times K_{и} \times K_{т} \times K_{\varphi} \qquad (8)$$

式中 v ——所求的切削速度；

$v_{таб}$——表中所引用的切削速度；

$K_{м}$——對製件材料的修正係數；

$K_{и}$——對車刀材料的修正係數；

$K_{т}$——對車刀壽命的修正係數；

K_{φ}——對偏角等的修正係數。

根據公式（7）所編製的表對於上述加工條件是正確的（製件材料，鋼 $\sigma_{в}=75$公斤/公厘^2；車刀牌號 T15K6 等等）。

假使條件改變時，那麼必須將表列切削速度乘以適當的修正係數。例如：

鋼 $\sigma_{в}=40\sim50$公斤/公厘^2 …… $K_{м}\approx2.15$

鋼 $\sigma_{в}=100\sim110$公斤/公厘^2 …… $K_{м}\approx0.62$

合金T5K10…… $K_{и}\approx0.65$

合金T30K4…… $K_{и}=1.3\sim1.5$

刀具壽命 $T=20$分鐘…… $K_{т}=1.33$

刀具壽命 $T=360$分鐘 …… $K_{т}=0.76$

$\varphi=10°$…… $K_{\varphi}=1.55$

$\varphi=90°$…… $K_{\varphi}=0.81$

其它●

● 公式（7）和修正係數值取自蘇聯前機床製造工業部的標準，「金屬高速切削用量手册」第一册。（該書中譯本已由我社版——出版者。）

所有和切削速度有關的因素，提高速度的方法，和其它許多牽涉到切削過程的問題，將在「車工革新者叢書」的第二冊中詳述。那裏將引列切削用量表並指示如何應用。

現在回到我們主題上來回答所提出的第三個問題：提高切削速度，增加切削深度或進給量，哪一種對減少機動時間影響最大呢？

如果來研究公式（4），那末這個問題的提出很難令人理解。因爲由這個公式中可以看出：切削速度，切削深度和進給量影響機動時間的程度相同。如果這些數字中的任何一個爲增加一倍，那末機動時間就減少一倍。然而現在我們都知道，在 v、s 和 t 之間存在着一定的關係，不可以任意把它們改變。

由公式（7）可以看出，若把切削深度或進給量提高一倍，必須減低切削速度，但它並不是減低一倍（若減低一倍則機動時間將保持不變），而是減低得很少，因爲 t 和 s 的指數不是 1，而是0.18和0.35。結果縮短了機動時間。

從另一方面看，t 的指數小於 s 的指數，因此切削深度增大一倍時切削速度的減低比進給量增大一倍時爲少。結果對機動時間更有利。

根據實驗方法得出的這些規律，可以作出一個對於實際工作很重要的結論：

1. 當決定切削用量時，首先確定切削深度，然後確定進給量，並根據這些再來確定切削速度。

2. 應該採用最大的切削深度，因爲切削深度對於機動時間的減少比進給量有更大的影響。因此必須以最少的行程次數來切掉加工餘量；最有利的辦法是在一次行程中切掉加工餘量。

3. 同樣必須儘可能地採用最大的進給量，因爲進給量對減少

機動時間的影響，比切削速度爲大。

切削深度是怎麼一回事呢？

切削深度要看加工餘量而定。毛坯的加工餘量應該爲最小；在車床加工時一般在兩次行程中卽可將餘量去掉：粗車（車外皮）和精車。所以車工要依靠改變切削深度來減少機動時間的可能性是有限的。

進給量是怎麼一回事呢？

假使切削速度在最近 80~100 年內增加了將近 30 倍，那末進給量在最近一個時期中幾乎沒有增加，平均變動在 0.2 到 0.8 公厘範圍以內。

在粗車（車外皮）時，對於過份地增加進給量的妨礙通常是在於：車刀和車床進給機構的强度不够，機床部件和加工製件過於壓緊，它們的耐震性不够等；所有這些都是值得考慮的，因爲增加進給量就相應地增加切削層斷面和切削力。

當半精切削行程和精切削行程時，車床沒有超負荷的危險，但同時却產生了新的要求——加工光潔度，這個要求對一般車刀的幾何形狀來說至今還限制着進給量增大的可能性。進給量越大所得的表面越粗糙（參閱本叢書第七册）。

直到目前爲止，生產時的半精加工和精加工採取小的進給量和很大的切削速度。但這並不是解決問題的唯一方法，也不是在任何情況下都可以採用這個方法。

譬如一個車工在一個主軸轉數很低的車床上工作，那將怎麼辦呢？

在加工笨重和粗大的軸時，是否適合於很高的轉數和很小的進給量呢？

在其它情況下，爲了高速加工直徑不大的製件，是否可以採用

新的方法呢？在用這種方法時，把製件慢慢旋轉，作爲周向進給，而高切削速度是依靠裝在車床拖板上的車刀架的快速旋轉而獲得。車刀架用單獨電動機驅動。

很早以前，在加工粗大的軸時，車工布列依肯（Брейкин）和其它許多同志就採用了特殊結構的寬頭車刀，用2～8公厘/轉的進給量進行半精車和精車（參閱本叢書第五册）。

旋風式切螺紋法便是裝有車刀的回轉車刀架高速切削的例子（參閱本叢書第九册）。在實際上一般車削工作採用這種方法的可能性正在研究和試驗中，爲的是給車床高速加工打開一個新的局面。

但是所有這些例子都是部分的解答。羣衆性的貫徹加大進給量工作的倡導者，是衆所週知的車工革新者瓦·阿·科列索夫（В.А. Колесов），他建議了一種新型的幾何形狀的車刀，基本上解決了所提出的問題。

科列索夫車刀法的效果可從他的實際工作例子中看出：

圖1中所繪的是1616型車床尾架套筒的加工簡圖。製件材料是45號鋼（經調質處理），$\sigma_в = 80 \sim 100$公斤/公厘^2。車刀縱向進行，是鑲有T15K6硬質合金刀片的瓦·阿·科列索夫式結構（車刀結構參看本叢書第五册）。

磨削前的車削只需一次車削行程：切削深度 $t = 1.7 \sim 2$公厘，切削速度 $v = 150$公尺/分鐘，縱進給 $s = 2.65$公厘/轉，以代替舊工藝的0.25公厘/轉。

每分鐘進給速度 $s_м$ 是：按以前工廠的工藝爲200公厘；按正規的標準爲360公厘；而按瓦·阿·科列索夫車刀法則爲2100公厘。因此採用大進給量工作時機動時間將降低到10倍（强力切削）；操作的單件時間是1.34分，代替了舊的計算定額6.7分。

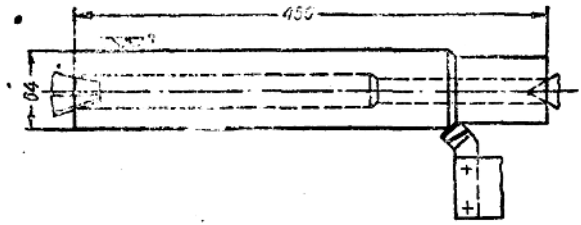


圖 1　用科列索夫工作法的尾架套筒加工簡圖。

廣泛的創造性的貫徹科列索夫工作法在我們的工業中證明着，半精車加工和在一系列情況下的許多製件的精車加工可以在較高的切削速度下用 2～3公厘/轉的進給量來進行。這樣按機動時間來說，生產率比現有的高速加工方法提高了 3～5 倍。

大進給量切削過程的特性和優點的詳細敍述和這種方法的實際應用，將在本叢書的第二和第八冊中談到。

縮短機動時間的另一有效方法便是多刀加工法。

這個方法並不是新的。很早以前多刀車床以及裝有多刀具調整器的六角車床便跟普通車床並列使用，藉多刀具調整器的幫助，可以用若干刀具同時加工，製件的一個表面或一組表面。

圖 2 表示用多刀車床和普通車床加工主軸的例子。當在多刀車床上用 15 把車刀同時加工時，其切削行程長度（車刀和刀架的行程）爲 105 公厘，等於用一把車刀加工 680 公厘。機動時間在第一種情況下爲 4.4 分；第二種情況爲 10.4 分。

圖 3 表示用普通車床多刀加工的例子。

圖 3 甲上所繪的是活塞導向軸頸處搪孔，切齊和倒角時的調整，也同樣說明了端面邊緣按半徑倒角的調整。在拖板上用特製的刀架來代替普通的四方刀架。

開始加工前，刀架搖近千分表 2，這時表的指針應該指向零

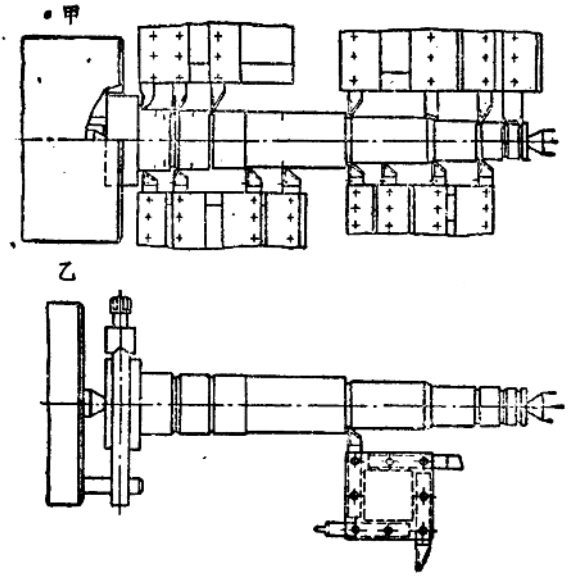


圖 2　主軸加工簡圖：
甲—在多刀機床上加工；乙—在普通車床上加工。

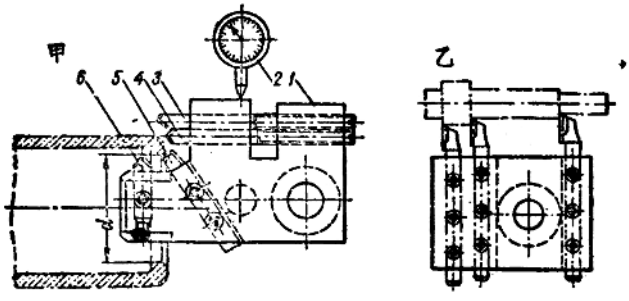


圖 3　在普通車床上採用特殊刀架多刀加工的例子：
甲—活塞加工；乙—階梯軸加工。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.