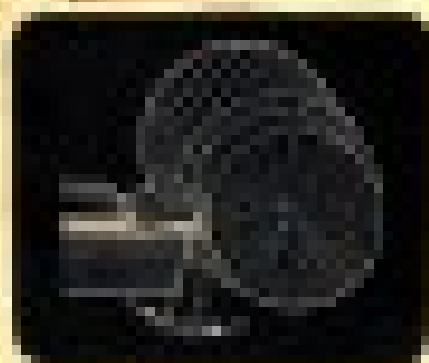


机械工业出版社 1999

现代通信网

网络的切分原理



机械工业出版社

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里的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、焊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。

這本小冊子講解車床的切削用量一般知識，對切削用量的意義、計算和選取等都作了詳細的解釋。作好切削用量的選擇，不但可以提高工作效率，並且也改善了工件的加工質量。

本書可供三四級車工參考。

編著者：李大基

NO. 1379

1957年3月第一版 1957年3月第一版第一次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數16千字 印張³/₄ 00,001—21,000冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

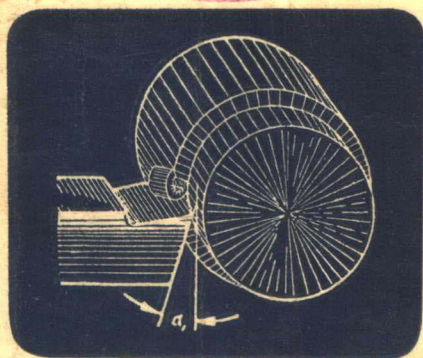
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第008號 定價(9)0.11元

212

李天基編著

車床的切削用量



机械工业出版社



目 次

一	切削用量的意义	3
二	切削用量在车床工作上的重要性	5
三	影响切削用量的因素	7
四	切削用量的选择	18

一 切削用量的意义

車工要在每一个場合下，都能够正确的对工件进行加工，就必须考虑到切削过程中的某些基本因素。这些因素就是：吃刀深度、进刀量和切削速度。这三个因素綜合起来，叫做切削用量。

要懂得怎样选择切削用量，首先要弄清切削用量的每个因素的概念。

1 吃刀深度 車刀每走刀一次，从工件上切下的金屬厚度，叫做吃刀深度。吃刀深度的数值是等於待加工面跟已加工面間垂直的距离。在車外圓的时候，吃刀深度就等於待加工面的半徑減去已加工面的半徑（如图 1）。如果用公式来表示，就是：

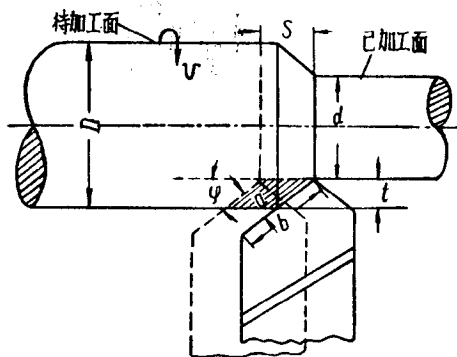


圖 1 切屑的主要尺寸。

$$t = \frac{(D-d)}{2} \text{ (公厘)}。$$

式中 t ——吃刀深度（公厘）；

D ——工件待加工面的直徑（公厘）；

d ——工件已加工面的直徑（公厘）。

2 走刀量 工件轉一轉的時候，車刀所移動的距離，叫做走刀量。走刀量是用字母 s 代表，單位是每轉多少公厘，用公式來代表的，就是：

$$s = \frac{t}{n} \text{ (公厘/轉) }。$$

3 切削速度 工件的待加工面在一分鐘內對車刀刀刃所走的路程的長度，叫做切削速度。因此，切削速度就是工件的圓周速度，用下列公式來計算：

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (公尺/分) }。$$

式中 π ——3.14；

D ——工件的直徑（公厘）；

n ——工件每分鐘轉數。

那末，怎樣選擇切削用量呢？

選擇切削用量有三種方法，一是計算法，一是圖解法，另一是查表法。

計算法是最基本的方法，但是手續麻煩，並且所牽涉的理論問題較深，不適合工作時候用。圖解法只適合在工件材料、機床和刀具等條件不變的時候，畫出圖表作為比較。這種圖解法牽涉的數學理論問題也比較深，也不適合工人工作時候用。查表法是最常用的，它既不牽涉到高深理論問題，也不牽涉到高深數學理論問題，並且使用起來簡便，準確可靠。因此，工廠就常用這種方法來選擇的。

當然，切削用量數值不是全部都準確、都適用，只是在各種不同情況中加以選擇應用，並且要時常加以修正。

二 切削用量在車床工作上的重要性

車床的生产量高低，可用下列任一方法表示。

一、用單位時間內，切下切屑的重量表示。

假設 t 是吃刀深度， s 是走刀量， v 是切削速度， γ_0 是工件材料密度。

在單位時間內，切下切屑的体积 A ，等於吃刀深度乘走刀量乘切削速度，再用 1000 來除，用公式表示：

$$A = \frac{t \cdot s \cdot v}{1000} \quad (\text{公厘}^3/\text{分})。$$

切屑的重量 Q ，等於体积乘密度，即：

$$Q = \frac{t \cdot s \cdot v \cdot \gamma_0}{1000} \quad (\text{公斤}/\text{分})。$$

二、用工件加工的時候，需要加工時間大小表示。

假設 t_0 是总的加工余量， l 是工件長度， n 是主軸每分鐘轉數， t 是吃刀深度， s 是走刀量。那末，

$$\text{工件加工時的走刀次數} = \frac{\text{加工余量}}{\text{吃刀深度}} = \frac{t_0}{t}$$

$$\text{走刀一次需要的时间} = \frac{\text{工件長度}}{\text{主軸每分鐘轉數} \times \text{走刀量}} = \frac{l}{n \times s}$$

工件加工時需要的时间是：

$\frac{\text{加工余量}}{\text{吃刀深度}} \times \frac{\text{工件長度}}{\text{主軸每分鐘轉數} \times \text{走刀量}}$ ，或者用公式來表示，式中 T_0 代表加工時間。

$$T_0 = \frac{t_0 \cdot l}{t \cdot n \cdot s}。$$

假設 D 是工件直徑，切削速度 $v = \frac{\pi D \cdot n}{1000}$ 或 $n = \frac{1000v}{\pi D}$ 代入上式，得

$$T_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot l \cdot t_0}{1000 \cdot s \cdot t \cdot v}。$$

从切屑重量或加工時間方面來研究，很清楚地看出，要想提高生产率，或者縮短机械加工時間，就必需增加切削速度、走刀

量和吃刀深度。換句話說，就是要增加切削用量。

从生产价值方面来看，每个工件的加工成本，是由以下几部分構成的：

一、机床加工費用。机床加工費用的数值，等於車工每分鐘的工資，乘上在車床上做一个工件需要的時間（包括切削時間和輔助時間）。

二、刀具裝上拆下的費用。等於車工每分鐘工資乘以更換刀具需要的時間，乘以

$$\frac{\text{加工時間}}{\text{刀具从銳利到变鈍需要的切削時間}}。$$

三、刀具重磨費用。等於磨刀工人工資，乘以重磨刀具需要的時間乘以

$$\frac{\text{加工時間}}{\text{刀具从銳利到变鈍需要的切削時間}}。$$

四、刀具本身的費用。等於

$$\frac{\text{刀具完工時的費用}}{\text{刀具重磨次數}} \times \frac{\text{加工時間}}{\text{刀具从銳利到变鈍需要的切削時間}}。$$

从工件的加工成本来看，可見在車床工作的时候，想要降低成本，就必须設法延長刀具的使用時間。要想延長刀具的使用時間，在加工工件的时候，就不能应用过大的切削速度、走刀量和吃刀深度。这种情形，就跟上面提到的提高生产率，縮短加工時間的办法完全相反。在这些矛盾情况中，我們究竟採取較大的切削用量呢？还是採取較長的刀具使用時間呢？

要想回答這個問題，就要从具体情况来考虑，不能一味認為提高切削用量好，也不能認為延長刀具的使用時間好。

应用太大的切削用量不但影响工件的准确度，工件表面的光潔度，並且在很短時間以內，会使刀具很快地磨損，增加了磨刀的次數和費用。結果，不但不能达到提高生产率的目的，反而使工件的制造成本加高，制造時間延長。但是，怎样解决这个矛盾

呢？應該怎樣選擇適當的切削用量呢？哪些因素影響着切削用量的提高呢？下面就要解決這些疑問。

三 影響切削用量的因素

車床的切削用量，不能盡量地任意增減，主要的是受着以下三種因素的限制。

- 一、切削力；
- 二、刀具使用壽命；
- 三、工件的表面光潔度和準確度。

在討論這些問題的時候，首先要知道，在這三個問題里面，對於切削用量互相間都有什麼關係。但是，要研究其中某一個問題，並不是只限於切削用量方面。光就工件表面光潔度的好壞這一問題來看，除了受到切削用量的大小影響以外，還跟其他因素發生關係。例如，刀具幾何形狀是否恰當，要不要應用切削液，用哪一種切削液等等。

這裡討論的，只是限於切削力，刀具使用時間，工件的表面光潔度和準確度等跟切削用量的關係，而不牽涉到影響這幾個問題的所有因素。因為，考慮更多的因素，就會使問題過於複雜，問題就不容易解決了。

在還沒有討論這些問題以前，應當先把刀具幾何形狀、刀具磨損和工作條件的關係問題，簡單地說明如下。

在切削過程中，切屑在刀面上滑動，由於切屑底面和刀具表面粗糙不平，產生了很大的局部壓力影響到摩擦力的加大。並且在切削過程中，不斷產生熱量，其中一部分熱傳到刀具，而且切削液不能直接加到切屑跟刀具面部接觸面中間。如果切削速度過高，傳到刀具的熱量來不及散出，刀刃上就發生很高的溫度，結果使

刀具硬度降低而磨損。磨損到一定程度后，就無法进行切削工作。

影响刀具的磨損，有以下数种原因：

- 1) 工件材料的物理性質和机械性質。
- 2) 刀具材料的物理性質和机械性質。
- 3) 切削用量。
- 4) 切削液的种类和性質。
- 5) 刀具的几何形狀（如圖 2）。

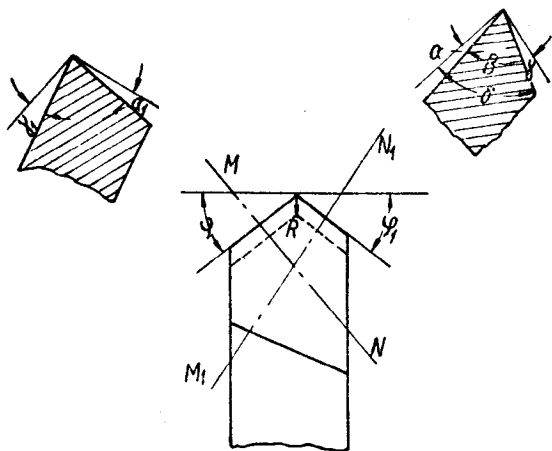


圖 2 刀具的几何形狀。

刀具几何形狀跟工件材料的种类、刀具材料的种类、刀具的类型和加工条件等，都有密切的关系。

一、前面——刀具前面的形式（如圖 3），甲型适合於加工鑄鐵和鋼料（ s 小於 0.2 公厘）。乙型具有倒稜 f ，可以增加刀刃强度。 f 数值的大小跟走刀量有关系，当 $s > 0.2$ 公厘/轉， $f =$

(0.8~1) s 公厘。丙型具有卷屑槽，目的是为了在加工鋼料的时候排屑容易，卷屑槽半径 R 跟刀具类型，走刀量大小和工件材料性質有关。

外圓車刀和鏜刀：

$R = (10 \sim 15) s$ 公厘。

切槽車刀或割断刀： $R = (50 \sim 60) s$ 公厘。

二、前角 γ ——可使切削工作容易进行，减少摩擦，减少切屑变

形，减少切削时候动力的消耗，前角愈小，刀具强度愈大，散热情况就愈好。但是切削困难，产生的切削热量多。因此，在选择的时候，应当考虑刀具材料、工件材料和加工情况的改变，通常採用的是在 $5^\circ \sim 30^\circ$ 之間。

加工韌性金屬的时候，採取較大值，加工脆性金屬的时候，採取較小的数值。

三、后角 α 的作用——是减小刀具后面和工件之間的摩擦，后角太大，刀刃强度降低，通常在 $6^\circ \sim 12^\circ$ 之間。

四、副后角 α_1 ——通常刀具的副后角都是等於后角，但切槽刀或割断刀 $= 1^\circ \sim 2^\circ$

五、主偏角 φ 和副偏角 φ_1 ——主偏角愈小，刀具切削刃工作

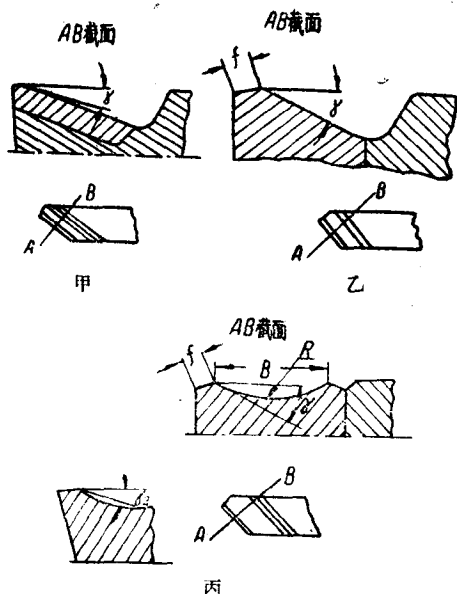


圖3 刀具前面的形式。

部分長度愈大，散熱情況就愈好，切削速度可以增加，但是動力消耗增加，徑向切削力增加，刀具就有發生震動的趨勢。

通常用外圓車刀和端面車刀加工剛度大的工件，主偏角 φ 多採用 30° 、 45° 、 60° ，加工剛度小的工件，主偏角 φ 用 60° 、 75° 、 90° 。

鏜孔的時候，主偏角採用 45° 、 60° 、 75° 。

切槽刀或割斷刀主偏角用 90° 。

副偏角 φ_1 的作用，是減少刀具副後隙面和工件的摩擦，副偏角 φ_1 愈大，刀具強度就愈低，散熱情況也不好，通常應用的數值如下：

沒有中間切入的外圓車刀	$\varphi_1 = 5^\circ \sim 10^\circ$;
有中間切入的外圓車刀	$\varphi_1 = 15^\circ \sim 30^\circ$;
端面車刀、鏜孔刀	$\varphi_1 = 10^\circ \sim 15^\circ$;
切槽刀、割斷刀	$\varphi_1 = 1^\circ \sim 2^\circ$;
彎頭刀	$\varphi_1 = 30^\circ \sim 45^\circ$ 。

主切削刀斜角 λ （如圖4） λ 角是影響切屑滑動時的方向， λ 角的大小對於切屑是否容易從刀具前面滑出，是否影響工人操作，車刀刀磨時是否方便，都有關係，通常採用下列數值：

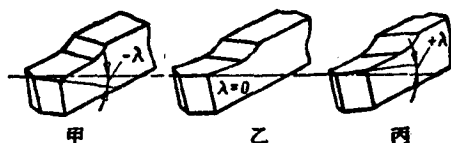


圖4 主切削刀斜角 λ 。

1) 車刀前面是曲面的 $\lambda = 0$ 。

2) 車刀前面是平面的：

(一) 粗加工的外圓車刀、鏜刀 $\lambda = +4^\circ$ ；

(二) 精加工的外圓車刀、鏜刀 $\lambda = -4^\circ$;

(三) 端面車刀、切槽小割斷刀 $\lambda = 0^\circ$ 。

刀尖圓弧半徑 R 愈小，散熱情況愈壞，刀具也容易磨損，工件表面光潔度就更壞。但是，能減小金屬的變形，減少動力的消耗。

R 的大小跟工件表面光潔度、吃刀深度、走刀量等，有密切的關係。在精加工的時候，吃刀深度、走刀量都比較小，採用較大的刀尖圓弧半徑，可得到比較好表面光潔度，通常應用的數值如下：

外圓車刀、鏜刀 當 $s < 0.2$ 公厘， $R = 0.5 \sim 5$ 公厘；

外圓車刀、鏜刀 當 $s > 0.2$ 公厘， $R = 1 \sim 3$ 公厘；

端面車刀 $R = 0.5 \sim 2$ 公厘；

切槽刀、割斷刀 $R = 0.2 \sim 0.8$ 公厘。

現在分別討論切削力，刀具使用時間，工件表面光潔度跟準確度，對切削用量的影響。

一、吃刀深度 t 和走刀量 s ，對切削力的影響。

在切削的時候，要從工件上切下一定厚度的金屬層，就必需克服工件材料的抗力。這時候切削刀具就受到很大的作用力，切下這種切屑需要的力量，叫做切削力。在研究切削過程的時候，通常是把總的切削力，按照影響切削過程最主要的方向分解成為幾個分力，在

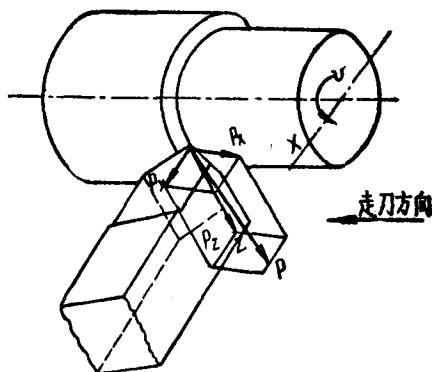


圖5 切削力的分力。

外圓車削的時候，總切削力 P 可分解成為三個互相垂直的分力（如圖5）。

圖中的 P_z ，叫做切削垂直抗力，或主切削力。它的方向是跟工件加工面相切。在加工的時候，消耗的動力，大部分是由於這個力的作用。 P_x 是代表走刀抗力或軸向切削力是沿着走刀方向的分力。 P_y 是代表吃刀抗力或徑向切削力，是垂直於走刀方向的分力。

吃刀深度愈大，切削刃和工件接觸長度就增加，因此切削力就愈大。走刀量愈大，切屑厚度愈大，切下切屑的體積也增大。同時，副切削刃跟工件接觸長度增加，結果切削力增大。切削力跟切屑斷面的關係見圖6。

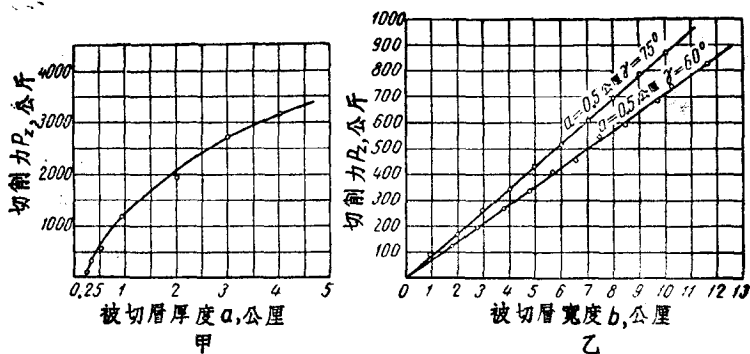


圖6 切削力跟切屑斷面的關係：
甲——跟被切屑厚度的關係；乙——跟被切屑寬度的關係。

由實驗證明，如果切屑斷面相同的時候，增加吃刀深度，那末切削力增加的數值比增加走刀量時的切削力增加的數值要大些。因此，只從減小切削力方面考慮，應該採用比較小的吃刀深度和比較大的走刀量。

切削金屬的時候，如果採用比較大的走刀量和比較大的吃刀

深度。那末在一定時間里，每一馬力所切下切屑的重量比較大。在這種情況下，如果再採用適當低的切削速度，刀具的使用時間還可以延長。

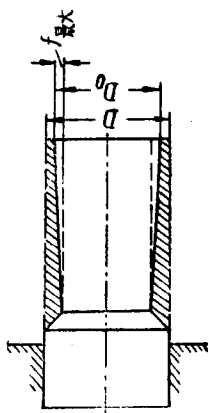
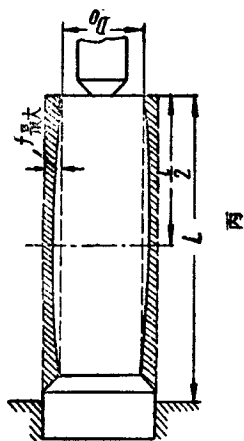
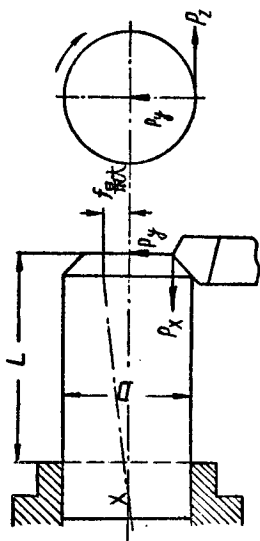
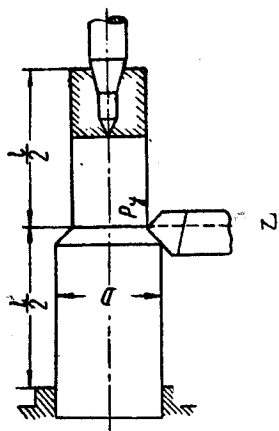
以上這種情況，有它一定的限度，不能盡量的提高吃刀深度和走刀量，同時採用很低的切削速度。限制吃刀深度和走刀量的，有以下几方面：

一、机床影响方面的，有电动机的功率，机床走刀機構的强度，机床主軸的扭矩和机床的剛度。

它們之間的关系是这样的，当吃刀深度和走刀量增加的时候，受到电动机功率的限制。另外，增加吃刀深度和走刀量的时候，势必要增加走刀機構的强度。如果勉强使用，就要损坏齒輪，刀具也不能起切削作用。同時在切削的时候，由於切削力的关系，机床产生扭矩，这些扭矩必須小於机床本身所允許的扭矩（机床的扭矩是跟主軸轉數有关，由切削力产生的扭矩是等於切削力乘以工件的半徑）。增加吃刀深度和走刀量，切削力就增加，这时如果机床剛度不够，也会影响到工件的加工質量。

二、影响刀具方面的。当吃刀深度和走刀量增加后，切削力也增加了，因此就需要截面积較大的車刀，然而刀具截面积的大小，是受着机床中心高度的限制，不能任意增加，这样势必影响刀具的强度。由於工件外形和尺寸的关系，刀具伸出刀架的長度要長，因而限制了切削力。

三、影响工件方面的。由於切削力的关系，切削工件的时候，工件起了变形，影响工件的准确度。例如，当工件夾紧在卡盤上的时候，工件受 P_x 、 P_y 、 P_z 的反作用力的作用，所以 P_y 力产生的弯曲比較大。当刀具在右端的时候，工件中心綫由 XX 变成 $X'X'$ （如圖 7 甲）。要是工件一端用卡盤，一端用頂尖，工件



丙

甲

圖 7 工件受力的情况。

变形情况（見圖 7 乙）。另外，在切削的时候，不仅是切屑起了变形，並且工件的加工面也起了塑性的变形，而工件的内部起了彈性的变形。因此，金屬的表面产生了內应力和冷硬現象。吃刀深度和走刀量愈大，塑性变形層就愈大，工件的表面就愈粗糙，表面光潔度就愈坏。增加吃刀深度和走刀量，對於刀具的使用寿命也起着很大的影响。因为，走刀量增大，切削力也隨着增大，金屬層的变形需要功也就愈多，摩擦也大，切削溫度增高，結果刀具磨損增大，縮短了刀具的使用寿命。經驗証明，增加走刀量一倍，溫度就增高 25%。

吃刀深度增加，切屑寬度也跟着增加。吃刀深度增加后，切削力增加得很多，做的功也就愈多，产生的热量也愈多，影响了刀具的硬度。但是，增加吃刀深度后，切屑跟刀具接触長度增加，散热情况比較好，同时增加了切削和空气接触面积，切屑容易冷却。因此，产生的热量，並不太多，对刀具的硬度影响不大。实验証明，吃刀深度增大一倍，溫度只增加 10%。

总起来說，走刀量和吃刀深度的增加，切屑厚度和切屑寬度也隨着增加，切削力也就愈大，刀具的使用寿命也隨着縮短。但是，当吃刀深度增加的时候，切削刀以及产生的热量分配在比較長的刀刃上，因此它的危害性不大。对刀具的使用寿命的影响，就不像增加走刀量的时候那样明显，因此在日常工作中，在提高切削用量的原則下，对刀具的使用時間來說，應該採取較大的吃刀深度和較小的走刀量。

四、对工件表面光潔度和准确度的影响。走刀量和吃刀深度的大小，对工件表面光潔度的好坏很有关系。在刀具的几何形狀按照通常标准，以及在切削速度一定条件下，假使走刀量和吃刀深度都增加，由前面分析結果，可以知道工件的表面光潔度，慢