

金属切削机床工作技术定额制定法

郭庆群 張振龍 編



國防工業出版社

金屬切削机床工作技术定額制定法

鄂慶祥 張振凱 譯

楊錦華 劉國民 校



國防工業出版社

本書根據蘇聯“技術定額指導”叢書中的“МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ”一書譯出。

本書分為三篇，第一篇中介紹了金屬切削的基本概念，切削工具的幾何參數，工時定額及其組成部分定額制定法以及其他有關在金屬切削機床上用一把刀具加工金屬的問題。第二篇分別介紹了在車床、鉋床、鑽床、拉床等機床上進行工作時與工時定額制定有關的諸問題及制定時間定額的方法。每章之後並有“時間定額計算示例”一節。第三篇分別介紹了在磨床、銑床、切齒機床等機床上進行工作時與時間定額制定有關的諸問題及時間定額的制定方法。每章有“計算示例”。

本書供一切金屬切削車間技術定額員及車間管理人員閱讀，也可作為技工學校學生的參考讀物。

金屬切削機床工作技術定額制定法

郭慶祥 張振凱 譯
楊錦華 劉國民 校

*

國防·軍品出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第074號
北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 1/32·9¹⁵/₁₆印張·262,000字

一九五六年十二月第一版

一九五六年十二月北京第一次印刷

印數：1—7,070冊 定價：(10)1.80元

序 言

技术定额的制定和各企业定额标准的质量对劳动生产率的提高、生产资料的利用以及产品成本的降低有着很大的影响。

技术定额必须反映出先进的工艺规程、设备生产能力最有效的利用以及斯达汉诺夫工作者的成就。

编印“技术定额指导丛书”的目的是帮助各企业正确地组织和制定技术定额。

本丛书是由一些有关技术定额的一般问题(“技术定额制定基础”“工厂技术定额组织”“技术定额标准制定法”)的出版物彙编而成的,书内彙集了各种工作(如铸造、锻压、热处理、焊接、电镀、毛坯冲压、铆接装配,用机床进行的金属切削加工及木料加工等)的技术定额制定方法。

“技术定额指导丛书”是由技术定额标准实验室编辑的。

目 次

序 言

第 一 篇

一、金屬切削过程的基本概念

1. 主要运动与进給运动	1
2. 切屑截面及其种类	5
3. 切削阻力	9
4. 切削热量	13
5. 切削速度及影响切削速度的諸因素	15
6. 切削功率	17
7. 切削生产率	18
8. 表面光潔度	19

二、刀具切削部分的几何参数及材料

1. 切刀	23
2. 铣刀、鑽头及其他刀具	27
3. 刀具材料	28

三、工时定額及其組成部分

1. 准备与終結時間定額	30
2. 單件時間定額	30

四、定額制定法及定額标准

1. 生产类型	34
2. 准备与終結時間	35
3. 基本(工艺)時間	36
4. 輔助時間	37
5. 佈置工作地時間	41
6. 休息和自然需要時間	41

五、提高金屬切削机床生产率的途徑

1. 机床与刀具的利用系数	41
2. 提高机床生产率的途徑	43

六、乘方数

第二篇

七、車床工作定額的制定

1. 車床工作种类及切削工具的选择 90
2. 切削用量的选择 90
3. 切削外力(切削压力)扭轉力矩及功率 108
4. 基本(工艺)時間的計算 109
5. 輔助時間, 准备与終結時間及佈置工作地時間的計算 111
6. 車床工作時間定額計算示例 112

八、鉋床工作定額的制定

1. 鉋床傳動原理及在鉋床上进行的工作 138
2. 鉋削时的切削条件 139
3. 基本時間的計算 140
4. 牛头鉋床工作時間定額計算示例 142
5. 龍門鉋床工作時間定額計算示例 149

九、鉗床工作定額的制定

1. 在鉗床上进行的工作及切削工具的选择 153
2. 用中心鉗加工孔时的切削特点 156
3. 切削用量的选择 158
4. 基本時間的計算 172
5. 鉗床工作時間定額計算示例 174

十、拉床工作定額的制定

1. 拉床工作种类及切削工具的选择 186
2. 切削用量的选择 189
3. 基本時間的計算 195
4. 拉床工作時間定額計算示例 196

第三篇

十一、磨床工作定額的制定

1. 磨床工作 201
2. 磨削是切削过程 203
3. 砂輪的特性及其选择 204
4. 切削用量的选择 206

5. 基本時間的計算	215
6. 工時定額計算示例	219
7. 在特种磨削時基本時間的計算公式	224

十二、銑床工作定額的制定

1. 銑床工作	231
2. 切削工具的選擇	235
3. 切削用量的選擇	236
4. 基本時間的計算	240
5. 用圓柱形銑刀銑切	241
6. 用立銑刀銑切	246
7. 用圓盤銑刀銑切	250
8. 用端銑刀銑切	257
9. 用特形銑刀銑切	262
10. 用槽銑刀銑切	265
11. 用鑷槽銑刀銑切	266
12. 在臥式銑床上加工零件的工時定額計算示例	274
13. 在立式銑床上加工零件的工時定額計算示例	281
14. 在用銑刀銑切螺紋時，計算基本時間的公式	288

十三、切齒机床工作定額的制定

1. 切齒机床工作種類	289
2. 切削工具材料的選擇	290
3. 切削用量的選擇	291
4. 基本時間的計算	298
5. 在齒輪插床上加工齒輪輪齒時工時定額計算示例	301
6. 渦輪加工的基本時間的計算示例	312

“在工業中應廣泛採用有技術根據的定額，其中須考慮到先進的工藝規程和不斷發展的勞動技術裝備。必須由經驗豐富的工程師和技術員來負責制定勞動定額”（摘自蘇聯1946—1947年恢復及發展國民經濟的五年計劃法令）

第 一 篇

一 金屬切削過程的基本概念

在任何金屬切削機床上加工零件時，都有兩種運動：即主要運動和進給運動。

機床主要運動用切削速度來表示，它完成自工件上切下金屬層（切屑）的主要工作。

進給運動是刀具或工件的輔助移動，這種運動與主要運動的配合就保證了在機床上完成金屬的切削過程。

1. 主要運動與進給運動

在車床上車外圓時，零件繞本身的軸心線旋轉是主要運動。進給運動是車刀沿零件軸心線的直線移動（縱車外圓，圖1,a），或垂直於零件軸心線的移動（橫車端面，圖1,b）。

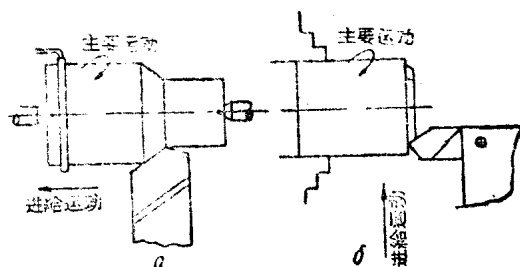


圖 1 車床工作的主要運動與進給運動
a—縱車外圓； b—橫車端面。

在鉗床上加工時（圖2）刀具的旋轉是主要運動，而刀具沿孔的軸心線所作的直線移動是進給運動。

在銑床上加工时（图3），銑刀的旋轉为主要运动；而进給运动是工件的直綫移动（工作台縱向、橫向或垂直移动）以及被加工零件的圓周移动（在銑床上用轉台进行圓型銑切时）。

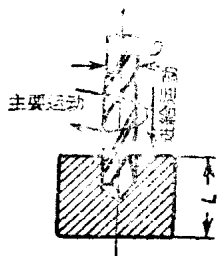


图2 鑽孔时的主要运动与进給运动

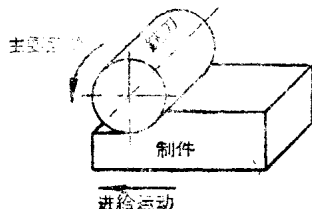


图3 在工作台縱向移动的铁床上用滾銑刀銑切时的主要运动与进給运动

在外圓磨床上（图4）加工时，砂輪的旋轉是主要运动，而工件的旋轉与工件沿軸心綫的縱向移动，以及砂輪向磨削深度方面的移动均为进給运动。

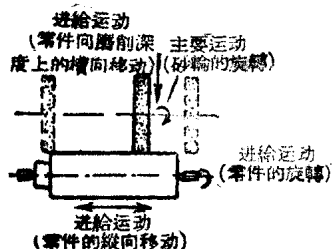


图4 磨外圓时的主要运动与进給运动

在鉋床上加工时，工件（在龍門鉋床上工作）或鉋刀（在牛头鉋床上加工）的直綫往复运动是主要运动；进給运动是鉋刀（在龍門鉋床上加工）（图5）或工件（在牛头鉋床上加工）所作的断續运动（在每个工作行程之后）。

在金屬切削机床上加工时，主要运动都用切削速度表示。

在單位時間內，刀具切削对零件被加工表面，在主要运动方向內的移动量叫做切削速度。此时，不論切削刀具移动或是工件移动，其結果均可称为切削速度。

在所有金屬切削机床上，切削速度都用 v 表示，並以公尺/分为單位，但在磨床上是以公尺/秒为單位。

在計算切削速度时，必須將以旋轉运动为主要运动的机床与

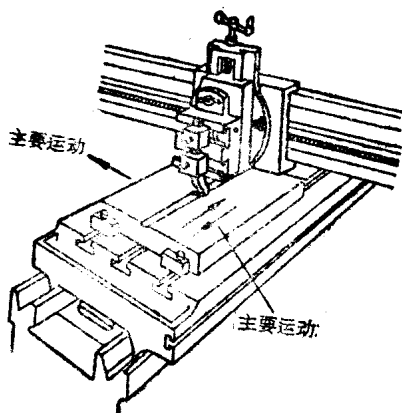


图 5 龙门刨床工作时的主要运动与进给运动

以直綫往复运动为主要运动的机床区分开来。

在以旋轉运动为主要运动的机床（車床、鉗床、銑床及其它机床）上工作时的切削速度按下列公式求出：

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ 公尺/分,} \quad (1)$$

式中 v ——切削速度，公尺/分；

D ——零件或刀具的直徑，公厘；

n ——零件或刀具每分鐘的轉数；

$\pi = 3.14$ 。

在縱車外圓、鉗孔、鉸孔，銑切时，由于一次行程內的 D 和 n 值不变，所以切削速度也就不变；但在橫車端面时，由于車刀逐次从外緣向工件中心移动，所以，切削速度 v 則由最大变为零(图6)。

在以直綫往复运动为主要运动的机床（龙门刨床、牛头刨床、插床和插齿机）上工作时，应当把正反行程速度相同的机床（某些插床和插齿机）和反行程（空程）速度大于正行程（工作行程）的机床（龙门刨床与牛头刨床）区分开来。

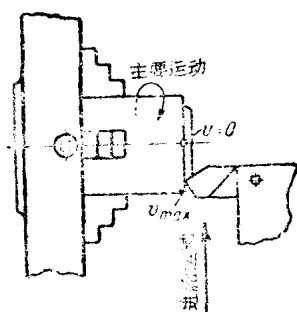


图 6 横車外圓时的主要运动与进給运动

在第一种情形下，切削速度应根据下列公式計算：

$$v = \frac{2Ln}{1000} \text{ 公尺/分；} \quad (2)$$

在第二种情形下，則应按下列公式求出：

$$v = \frac{L \left(1 + \frac{v_{p.x}}{v_{x.x}} \right) n_1}{1000} \text{ 公尺/分，} \quad (3)$$

式中 v ——切削速度，公尺/分；

L ——工作台或插刀行程的長度（决定于机床运动系統的調节），公厘；

$v_{p.x}$ ——正行程（工作行程）的速度，公尺/分；

$v_{x.x}$ ——反行程（空程）的速度，公尺/分；

n_1 ——工作台或插刀每分鐘往复行程数（决定于机床运动系統的調节）。

进給运动可能是連續的（如車削、鉗孔、銑切）或者是断續的（鉋削、插削）。

进給量用 S 表示，以公厘为單位。

在金屬切削加工中有三种进給量：

1. 分鐘进給量，系指刀具对工件或工件对刀具在一分鐘內的移动量，它以公厘/分为單位，並用 S_M 表示。

2. 刀具或工件每轉（或双行程）的进給量，以公厘/轉（或双行程）为單位，並用 S_0 表示。在分鐘进給量 S_M 与每轉进刀量之間有如下数学关系式：

$$S_0 = \frac{S_M}{n} \text{ 公厘/轉，} \quad (4)$$

或

$$S_M = S_0 n \text{ 公厘/分。}$$

3. 用多刃刀具和銑刀等刀具工作时，每齿进給量以公厘/每齿

為單位，並用 S_Z 表示。進給量 S_Z 、 S_0 及 S_M 之間有如下的數學關係式：

$$S_Z = \frac{S_M}{nZ} \text{ 公厘/每齒,} \quad (6)$$

或
$$S_Z = \frac{S_0}{Z} \text{ 公厘/每齒,} \quad (7)$$

式中 Z ——切削工具的齒數。

2. 切屑截面及其種類

切屑截面等於切削深度乘進給量，或切屑寬度乘厚度之積；切屑橫截面的面積用 F 表示，以平方公厘為單位，其值按下式求出

$$F = t \times S = ba \text{ 公厘}^2. \quad (8)$$

因加工表面上剩有凸峯 ΔF ，所以切屑的實際截面比計算截面稍小些（圖7）。 ΔF 值取決於刀具切削刃的形狀及幾何參數（角度）、進給量及切削深度等因素。

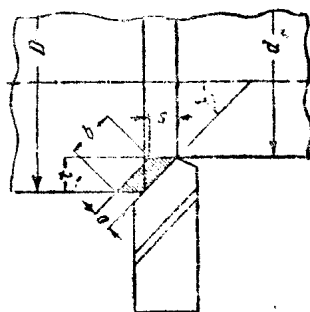
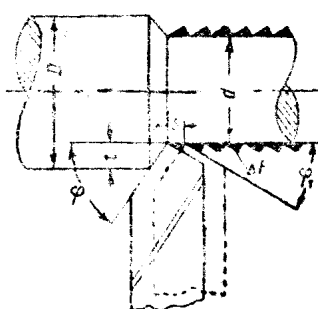


圖7 車刀加工後的表面形狀 圖8 車刀加工時的幾何參數

切削深度（OCT 6898）是待加工表面和已加工表面之間，在垂直於已加工表面的方向內量出的距離。

切削深度用 t 表示，單位為公厘（圖8）。

在加工圓柱表面時（車削、外圓磨削、鉋孔、擴孔等），切削

深度等于加工前和加工后，即每次走刀前后工件直径差数的一半，其值按下式计算：

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ 公厘。} \quad (9)$$

在鉋削、銑切、平面磨削时，其切削深度，即一次走刀中切下金属层的厚度，可按下列公式计算：

$$t = H - h \text{ 公厘，} \quad (10)$$

式中 H ——走刀前工件加工表面的高度，公厘；

h ——走刀后工件加工表面的高度，公厘。

切屑的厚度与宽度对于切削过程有着重大的意义，因此要把它们区分开来。

切屑宽度(OCT 6898)是待加工表面和已加工表面之间在切削面上量出的距离，用 b 表示，单位为公厘。

切屑厚度是两个切削面之间，在垂直于切屑宽度上量出的距离，即在车床上是工件每转一周切削面移动的距离，而在鉋床或插床上，则是每次走刀后切削面移动的距离，切屑厚度用 a 表示，以公厘为单位。

切屑宽度 b 、切削深度 t 、切屑厚度 a 和进给量 S 之间的数学关系用下式表示：

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ 公厘；} \quad (11)$$

$$a = S \sin \varphi \text{ 公厘，} \quad (12)$$

式中 φ ——主偏角（导角）。

由公式 (11) 与 (12) 中可看出，当 $\varphi = 90^\circ$ 时， $b = t$ ， $a = S$ 。在其它情况下， b 大于 t ， a 小于 S 。

加大切削深度 t 和减小偏角 φ 时，切屑宽度 b 随之加大。在加大 S 和偏角 φ 时，切屑厚度 a 随之加大（见图 8）。当 t 和 S 不变而加大偏角时，则切屑的厚度加大，而切屑宽度减小。

在切削过程中，随着加工材料的性能、切削刀具的几何形状、切削速度和其它因素等的改变，切削过程和切屑形成的性质

都要有所变化。

切屑种类如下:

1. 單元切屑 (过渡切屑) 是从被加工材料上切下各个碎塊 (單元) 間毫無联系的切屑 (图 9); 这种切屑在加工切削深度很大、切削角度接近 90° 的硬的和韌性較小的金屬时产生的。

2. 节狀切屑 (阶梯切屑), 它呈帶狀, 其單元界限很明显 (图10); 这种切屑是在加工深度淺的、切削角度小的韌性金屬时形成的。



图 9 單元切屑图



图 10 节狀切屑图

3. 打卷切屑 (延續切屑), 是螺旋帶狀的切屑, 其各單元的界限不十分明显, 表面呈小鋸齒形, 使切屑的外表變得很粗糙 (图 11); 这种切屑是在加工切削角度与深度較小的而韌性很高的金屬时产生的。

4. 断碎切屑, 是短帶狀的切屑, 切屑朝工件面的各單元的界限很明显 (图12); 这种切屑是在加工脆性金屬和切削角度較小时产生的。



图 11 打卷切屑图

切屑型式的变化是逐漸的, 並且这种变化决定于加工金屬的性能、刀具切削刃的几何形狀、切屑各單元的尺寸 (切削深度、进刀量)、切削速度及其它等因素。

被加工的金屬越軟, 切屑的厚度越薄, 角度越小, 切削速度越慢, 則切屑就越接近于打卷切屑。

由于切屑的变形，切屑的外形和尺寸不同于切下的金属层。用車刀切下的切屑的長度 L ，一般小于車刀在工件加工表面上走动的長度 l_0 。（图13）。已切下的切屑的横截面面积比未切下的金属层的横截面面积稍大些。

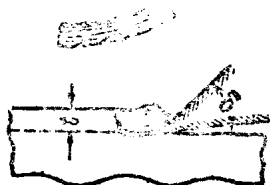


图 12 断碎切屑图

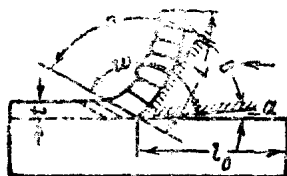


图 13 切屑的性质

在切削过程中，切屑会产生收缩和膨胀现象。切屑尺寸对未切下的金属层尺寸的相对变化用所谓收缩系数来表示。

$$k = \frac{l_0}{L} \quad (13)$$

收缩系数值决定于加工材料的性能、切屑厚度、切削角度等因素。加工软材料和韧性材料时，切屑收缩，系数 $K=3$ ；而加工很脆的材料，切屑不收缩，所以收缩系数 $K=1$ 。

由于工序完成的条件不同，所有的切削方式可分为：

1. 自由切削，进行这种切削的只有主切削刃，副切削刃不参加工作（图14）。

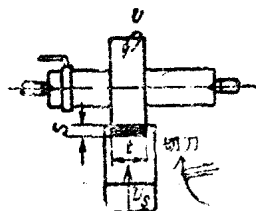


图 14 自由切削

2. 非自由切削，在进行这种切削时，副切削刃也参加切削。在車床（縱車、銓、切斷、切制螺紋等）、鉗床（鉗孔、鉗孔、鉗孔）、銑床（端銑、銑槽、特形銑切等）上大部分工作都是在非自由

切削条件下进行。在自由或非自由切削的加工过程中，对切屑的形成条件、切削刀的几何形状及对整个的切削过程都有影响。

在切削过程中，刀具切削刃的前面经常形成积屑，即由于大力挤压而形成的金属层（图15）。在切削时所产生的力及高温的

作用下，积屑常常会牢牢地粘在刀具切削部分上。因此，排除这种积屑要费很大的力气。

当有积屑时，切屑不是沿刀具的前面，而是沿积屑的表面排下，所以实际的切削角度变小了（图16）。结果切削力减小，切屑的变形也随之减轻。

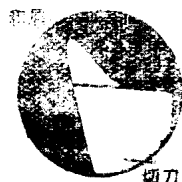


图 15 积屑的形成

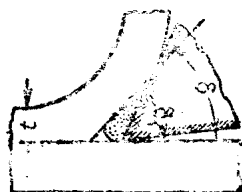


图 16 切削角因积屑的存在而变化的情形

当加工韧性金属时，总是要形成积屑的。在形成断碎切屑时，在刀具的工作面上，不会产生积屑，因为在切屑各单元断碎时，作用在积屑上的压力大大地减小了，且新的切屑单元也会将积屑挤掉。由于同样的原因，在切削脆性金属（生铁、青铜）以及形成断续的打卷切屑（钹削、铣切）时，也不会产生积屑。

积屑只能在一定的切削速度范围内才会产生；若在速度很慢或速度很快的条件下通常不会产生积屑。

下面是积屑的优点：

- 1) 减小实际的切削角；
- 2) 由于散热中心距刀刃远，所以提高了刀具切削部分的耐热性；
- 3) 使刀具切削力不致受到切屑的磨擦作用所造成的机械磨损。

积屑的缺点是使被加工表面的精确度与光洁度恶化。

3. 切削阻力

在用切削刀具切下切屑的过程中，被加工材料对切削刀具产生的总阻力，由作用在刀具（车刀、钻头、铣刀等）各切削部分上的分力来表示。

切下切屑时所产生的切削阻力要计算在称为切削压力（切削力）的总合力内，并用 P 表示。

切削力是由以下几种力合成的：

1) 由于金属的变形而产生的力；

2) 由于金属切削而产生的力；

3) 由于切屑与切削刀具的摩擦以及切削刀具与被加工材料的摩擦而产生的力。

总切削力可分成三个相互垂直的力：

1) 在主要运动方向—— z 轴内的力；

2) 在纵进给运动方向—— x 轴内的力；

3) 在垂直于进给运动的方向—— y 轴内的力。

譬如，在纵向车削时，总切削压力 P 分成下面三种力（图17）：

P_z ——垂直切削力，作用在切削平面上，与主要运动方向一致。

P_x ——轴向切削力，平行于纵进给运动，方向与其相反。

P_y ——径向切削力，平行于横进给运动，方向与其相反。

切削压力 P 就是上面三种力的合力，按下式计算：

$$P = \sqrt{P_z^2 + P_x^2 + P_y^2} \text{ 公斤。} \quad (14)$$

上述三种切削力中，就其数值来讲，最大的切削力是 P_z ，而最小的切削力是 P_x 。

在正常的切削条件下， $P_z : P_y : P_x$ 大约等于 $1 : 0.4 : 0.3$ 。

研究切削时所产生的力有着很大的实际意义。

1. 垂直切削力 P_z 在工件上形成扭转力矩，此力矩可按下列式计算：

$$M = \frac{P_z D}{2 \times 1000} \text{ 公斤公尺，} \quad (15)$$

式中 M ——切削扭转力矩，公斤公尺，

P_z ——垂直切削力，公斤；