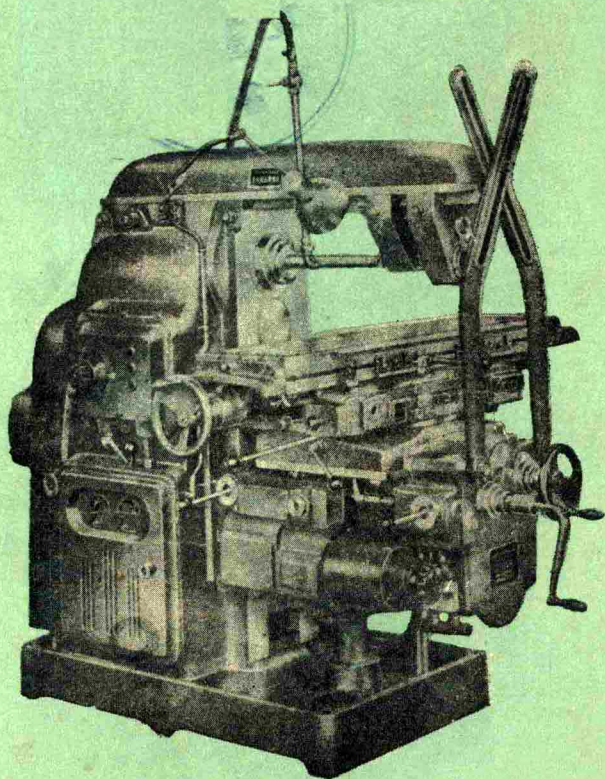


铣工计算知识

謝竹銘編著



辽宁人民出版社

銑工計算知識

謝竹銘編著

辽宁人民出版社

1959年 沈阳

銑工計算知識

謝竹銘編著

☆

辽宁人民出版社出版(沈阳市沈阳路二段宫前里2号) 沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

850×1158规格·11%印张·339,000字·印数:1—13,000 1959年9月第1版
1959年9月第1次印刷 统一书号:15090·116 定价(6)1.10元

前 言

在党的以鋼为綱帶動其他的方針指导下，今年我国的机械工业的生产規模和发展速度，将要出現巨大的跃进。为了适应这一形势的需要，机械工人不但在生产上需要跃进，而在科学技术知識方面也迫切需要增长。对一个銑工來說，在日常工作中許多工件的加工，差不多全要經過計算，而且我們已能深深地体会到，如果不了解这些計算，那末在工作上会带来許多困难。为了讓銑工同志們在技术理論知識上大跃进时获得一些資料，所以，就把本人在这方面的一些体会写了这本小册子。內容包括了銑工常用的330个公式，实例279題。为了使得这些公式讓讀者能巩固地掌握起見，所以还列出了185个計算練習，并且为使大家練習后校对答数，对每題均作出了解答。这些內容，如能对銑工同志們有一点点帮助的話，那末本人就感到十分愉快。

书中內容也是根据劳动部及第一机械工业部所頒发的教学大綱来写的，所以也完全可作为工人技术学校銑工工艺学的补充教材。

由于本人的水平很低，經驗不足，所以在书中还难免有不妥和錯誤之处，希讀者能給予指正。

謝 竹 銘

1958年7月于沈阳

目 次

前 言

一 銑刀角度的計算	4
二 切削速度、進給量及切削深度的計算	10
三 溝槽的加工計算	18
1. 階台的加工計算	18
2. 鍵槽的加工計算及測量	19
四 齒輪傳動的傳動比及轉數計算	24
1. 齒輪對	24
2. 單式輪系	27
3. 複式輪系	28
五 分度頭的傳動及分度計算	33
1. 分度頭的傳動	33
2. 簡單分度法	35
3. 差動分度法	37
4. 顧初爾分度法	45
5. 複式分度法	48
六 四方及六方的加工計算	50
1. 四方的加工計算	50
2. 六方的加工計算	52
七 標準正齒輪的銑削計算	56
1. 各部分名稱	56
2. 各部分尺寸的計算	57
3. 刀号的選擇及切削深度的計算	68
4. 齒厚的測量計算	69
5. 齒厚的公差	75
八 齒條的加工計算	78
1. 各部分尺寸的計算	78
2. 加工計算及測量	80

九	圓盤銑刀的開齒計算	81
1.	前角等于零度的銑刀的開齒計算	82
2.	前角大于零度的銑刀的開齒計算	84
十	鉸刀的加工計算	87
十一	离合器的加工計算	89
1.	爪狀离合器的加工計算	89
2.	齒形离合器的加工計算	91
十二	三面刃銑刀及角銑刀的開齒計算	93
1.	三面刃銑刀的開齒計算	93
2.	角銑刀的加工計算	94
十三	标准傘齒輪的加工計算	98
1.	各部分名称	98
2.	各部分尺寸的計算	100
3.	刀号的選擇計算	114
4.	加工时的計算	115
5.	測量計算及公差	119
十四	螺旋槽的加工計算	123
1.	導程及挂輪的計算	123
2.	斜齒條的加工計算	128
3.	螺旋齒輪的加工計算	133
4.	蝸輪蝸杆的加工計算	152
十五	凸輪的加工計算	162
1.	導程的計算	162
2.	加工时的計算	164
3.	銑刀長度的計算	169
十六	銑床的傳動及功率計算	171
1.	銑床上的傳動計算	171
2.	銑床轉速的計算	180
3.	銑床功率的計算	190
十七	在螺旋銑床上加工齒輪时的計算	196
1.	螺旋銑床的傳動	196
2.	加工标准正齒輪时的計算	198

3. 短齿正齿輪的加工計算.....	218
4. 双模数齿輪的加工計算.....	222
5. 变位正齿輪的加工計算.....	229
6. 螺旋齿輪加工的計算.....	251
7. 蜗輪的加工計算.....	263

十八 机动時間的計算..... 273

1. 用韃刀加工时机动時間的計算.....	273
2. 端銑时机动時間的計算.....	275
3. 加工齿輪时机动時間的計算.....	277

附：計算練習解答

挂輪的傳动比表

从 1 到 5000 的質因数表 (小于 127)

一 銑刀角度的計算

銑刀是我們在銑床上干活时一定要用的刀具，而銑刀上各个角度的大小，对于提高劳动生产率却有很大的影响，所以每个銑工都应该了解銑刀上的各个角度。

实际上，我們可以把銑刀看作是由几把刨刀或車刀組成的。所以在討論銑刀角度計算以前，可以先看一下刨刀的构造、切削情况及角度。

图 1 所表示的就是一把刨刀在加工工件的情况。刨刀按箭头方向运动，就可以把工件刨平，这时工件表面的一层金屬就成了切屑。

刨刀排开切屑的表面叫做前面，对着工件上已加工面的表面叫做后面，前面和后面相交的直綫叫做切削刃。

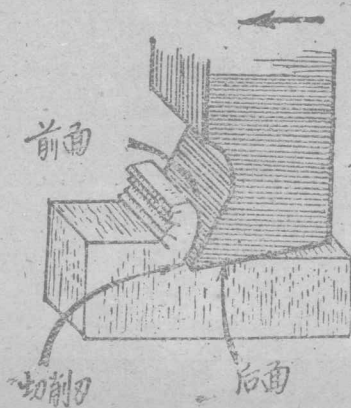


图 1

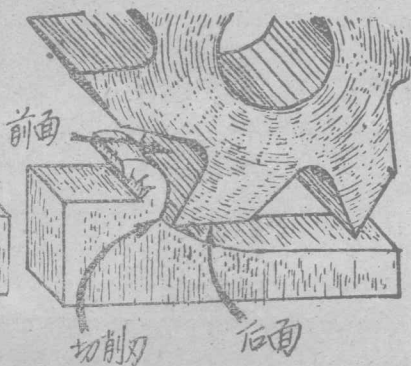


图 2

图2表示铣刀在加工工件的情况，从图上我们可以看出：铣刀上的前面、后面及切削刃与刨刀上的是一样的。

为了弄清楚铣刀上的各个角度，所以也先利用刨刀来讨论。图3就是刨刀在加工工件时从侧面看过去的简图。从图上可以看出：刨刀的前面和后面形成了一个尖楔，好象斧子一样，这尖楔的角度叫做楔角；用希腊字母 β 〔读作：倍大〕来代表。而刨刀的后面与工件已加工表面之间也夹有一个角度，这角度就是后角，

用希腊字母 α 〔读作：阿尔法〕代表。而楔角 β 与后角 α 加在一起就成了一个新的角度，也就是刨刀的前面与工件已加工表面间的角度，这角度叫做切削角，用希腊字母 δ 〔读作：待尔大〕代表。现在，通过刨刀的切削刃（图3）

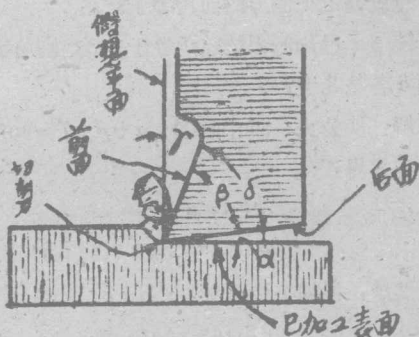


图 3

作一个垂直于（即成90度）已加工表面的假想平面（实际上这平面在工件上或刨刀上是沒有的），这样，从图上可以看到：在刨刀的前面与假想平面之间又夹有一个角度，这个角度叫做前角，用希腊字母 γ 〔读作：嘎（格阿）馬〕代表。

到这里我们可以总结一下，从图3上看出：假想平面和已加工表面之间的角度是90度（用 90° 表示）。而这 90° 是由前角 γ 、楔角 β 及后角 α 相加起来的，所以就得到公式：

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ \quad (1)$$

但是，因楔角 β 和后角 α 组成了切削角 δ ，所以前角 γ 加切削角 δ 也就是 90° ，这样，又得到计算铣刀角度的另一个公式：

$$\delta + \gamma = 90^\circ \quad (2)$$

这样，我们只要知道了 α 、 β 及 γ 中的任意两个角度，就可以求出另一个角度的大小了。

例1 一把刨刀的楔角等于 72° ，后角是 10° ，問这把刨刀的前角是多少度？

解 根据上面的公式(1)： $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ，把已知的楔角 $\beta = 72^\circ$ ，后角 $\alpha = 10^\circ$ 代入上式就得到：

$$10^\circ + 72^\circ + \gamma = 90^\circ$$

$$\therefore \gamma = 90^\circ - 10^\circ - 72^\circ = 8^\circ$$

也就是这把刨刀的前角等于 8° 。

例2 已知刨刀的前角等于 18° ，楔角等于 63° ，那末它的后角 α 及切削角 δ 各是几度？

解 从公式(1)中知道： $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ，把已知的 $\gamma = 18^\circ$ ， $\beta = 63^\circ$ 代入上式得到：

$$\alpha + 63^\circ + 18^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \alpha = 90^\circ - 63^\circ - 18^\circ = 9^\circ$$

然后，根据公式(2)： $\delta + \gamma = 90^\circ$ ，把已知的 $\gamma = 18^\circ$ 代入就得到：

$$\delta + 18^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \delta = 90^\circ - 18^\circ = 72^\circ$$

也就是这把刨刀的后角等于 9° ，切削角等于 72° 。

上面所談的是刨刀上的角度，那末銑刀上的角度怎样計算呢？为了弄清楚銑刀上的角度，可以利用图4来討論。从图上可看出：銑刀的前面和后面之間也夹有一角度，这与刨刀上一样，叫做楔角，用 β 代表。并且通过切削刃及銑刀中心作一平面，叫徑向平面。这样，徑向平面与銑刀前面之間

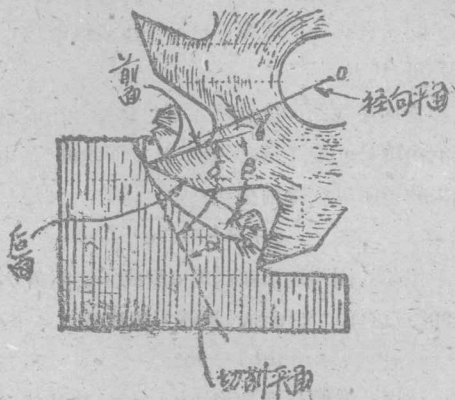


图 4

又夹有一角度，这个角度叫铣刀的前角，也用 γ 代表。另外，通过铣刀的切削刃再作一切削平面，使得这平面垂直于径向平面。那末在铣刀的后面与切削平面之间所夹的角度叫做后角，也用 α 代表。与刨刀上一样，铣刀上的楔角 β 与后角 α 相加所成的角度，也就是前面与切削平面之间的夹角叫做切削角用 δ 代表。所以从以上看来，铣刀上各个角度的计算方法与刨刀上的一样，也就完全可以利用公式(1)、(2)来计算。现举例说明铣刀上各角度的算法如下：

例3 铣刀上的前角等于 10° ，楔角为 72° ，那末这铣刀的后角等于几度呢？

解 从公式(1)中知道：

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

所以把已知的前角 $\gamma = 10^\circ$ ，楔角 $\beta = 72^\circ$ 代到上面的公式里去后就得到：

$$\alpha + 72^\circ + 10^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \alpha = 90^\circ - 72^\circ - 10^\circ = 8^\circ$$

也就是后角 α 等于 8° 。

例4 现在要使铣刀上得到 12° 的后角，而且要保持楔角等于 66° ，问这把铣刀的前角应该是多少度？

解 从公式(1)知道： $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ，所以把已知的后角 $\alpha = 12^\circ$ ，楔角 $\beta = 66^\circ$ 代入公式就得到：

$$12^\circ + 66^\circ + \gamma = 90^\circ$$

$$\therefore \gamma = 90^\circ - 12^\circ - 66^\circ = 12^\circ$$

也就是前角应该磨成等于 12° 。

例5 有一把样板铣刀，已知它的后角是 12° ，而刃磨时只可以磨铣刀的前面，而不能磨后面，如果要使得这把样板铣刀磨成 15° 的前角，那末这铣刀的楔角应该保持等于多少度？

解 题中已知的是：后角 $\alpha = 12^\circ$ ， $\gamma = 15^\circ$ 把它们代入公式(1)得到：

$$12^\circ + \beta + 15^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \beta = 90^\circ - 12^\circ - 15^\circ = 63^\circ$$

所以这把样板铣刀刀磨时为了保持前角 $\gamma=15^\circ$ ，楔角应该保持等于 63° 。

例6 铣刀刀齿的切削角 δ 是 83° ，而楔角等于 71° ，问它的前角及后角各等于多少度？

解 这时首先应根据公式 (2)： $\delta+\gamma=90^\circ$ 把已知的楔角 $\delta=83^\circ$ 代入上式算出：

$$83^\circ+\gamma=90^\circ$$

$$\therefore \gamma=90^\circ-83^\circ=7^\circ$$

然后，再根据公式 (1) 把上面算出的前角 $\gamma=7^\circ$ 及已知的 $\beta=71^\circ$ 代入公式得到：

$$\alpha+71^\circ+7^\circ=90^\circ$$

$$\therefore \alpha=90^\circ-71^\circ-7^\circ=12^\circ$$

这样，我们就算得前角 γ 为 7° ，后角 α 等于 12° 。

上面所介绍的是用于低速及中速切削时的刨刀和铣刀的角度计算。但各工厂中已日益广泛地应用着高速切削，而高速切削用的刀具与上面的有些不同。图5所示就是高速切削刨刀的一种形状，从图中可以看出：这种高速切削刨刀的切削角 δ （也就是前面和已加工面之间的角度）是大于 90° 的。如果通过刀尖也作一个垂直于已加工面的假想平面AA，那末前面和AA平面之间的夹角也就是前角。可是这种刀的前面是向前倾斜的，与中速切削的刀具不同，因此，这种刀具的前角叫做负前角，用 $-\gamma$ 代表。

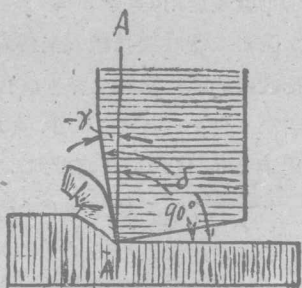


图 5

对于这种负前角刀具各种角度的计算，还是可以应用上面的公式 (1)、(2)。不过计算时应该把上面公式中的 γ 用 $-\gamma$ 代入，这样，公式 (1)、(2) 中 γ 前面的符号是负号了。

例7 有一把高速切削用的刨刀，它的前角是 -5° ，后角等于 12° ；

那末这把刨刀的楔角是多少度？

解 根据公式(1): $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, 所以把已知的 $\gamma = -5^\circ$ 及 $\alpha = 12^\circ$ 代入后就得到:

$$12^\circ + \beta - 5^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \beta = 90^\circ - 12^\circ + 5^\circ = 83^\circ$$

图6表示一把负前角的铣刀, 如果把图6与图5比较一下就可知道: 负前角铣刀的每个刀齿, 实际上也可把它看成是负前角刨刀的刀头, 所以角度计算也与刨刀一样。

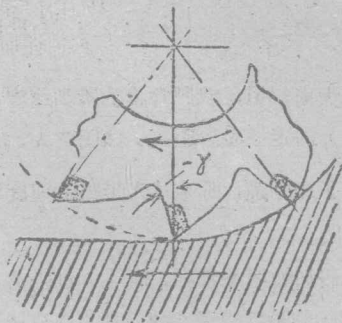


图 6

例8 现在要刃磨一把负前角的铣刀, 要求 $\gamma = -8^\circ$, 而且

要得到楔角等于 88° , 问这刀应该磨成几度后角?

解 根据公式(1): $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, 把已知的 $\gamma = -8^\circ$, $\beta = 88^\circ$ 代入后得到:

$$\alpha + 88^\circ - 8^\circ = 90^\circ$$

$$\therefore \alpha = 90^\circ - 88^\circ + 8^\circ = 10^\circ$$

计算练习一

1. 铣刀刀齿的前角等于 10° , 楔角是 75° , 试求后角和切削角的大小。
2. 铣刀刀齿上的切削角等于 83° , 那末前角等于几度?
3. 铣刀刀齿的楔角等于 63° , 后角是 8° , 问前角应该是几度?
4. 铣刀刀齿上的切削角为 82° , 楔角等于 70° , 则前角及后角各等于多少度?
5. 如果铣刀的 $\phi = 105^\circ$, 问它的 γ 是多少?
6. 高速铣削用铣刀的前角 $\gamma = -8^\circ$, 而它的楔角是 90° , 问它的后角应该是多少度?

二 切削速度、进給量 及切削深度的計算

大家知道，我們常說的所謂速度，就是单位時間（如一分鐘或一秒鐘等等）內走了多少距離。如图 7 A、B 兩處相距 1000 公尺，一人从 A 到 B 共走了 10 分鐘，那末这人走路的速度每分鐘是 $\frac{1000}{10} = 100$ 公尺，即 100 公尺/分。

假如如图 8 那样，有一 A 点沿着一个直径为 D 公厘的圆周运动，而且經過一分鐘后轉了 2 轉，那末 A 点移动的速度是多大呢？这时我們可看一下 A 点經過一轉后走了多少距離，也就是經過一圓周长度。而我們知道，圓周长度是等于直径乘 $\pi(3.1416)$ ；所以 A 点每轉一轉經過了 πD 公厘的长度。而上面所說的每分鐘轉 2 轉，那末經過的距離就是 $2\pi D$ ，所以 A 点的速度就是 $2\pi D$ 公厘/分。如果每分鐘經過 n 轉，那末 A 点每分鐘的速度就是 $\pi D n$ 公厘/分。

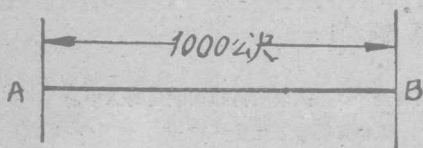


图 7

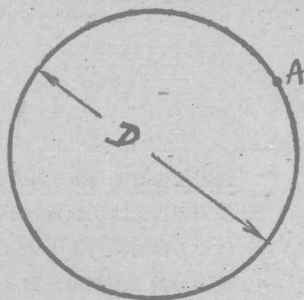


图 8

銑削加工时的切削速度，就是銑刀切削刃上的一点（如图 9 中的 A、B、C……）每分鐘經過的距離。所以与上面所說的一样，銑刀轉一周时

切削刃上各点經過的距离等于 πD 。实际上銑刀每分鐘有几十、几百轉，假如銑刀每分鐘轉了 n 轉，那末銑刀切削刃上各点經過的距离是 πDn 。因为銑刀直徑是以公厘作单位的，所以这时的切削速度就等于 πDn 公厘/分。現在用 V 代表切削速度，那末它的計算公式就是：

$$V = \pi Dn \text{ 公厘/分}$$

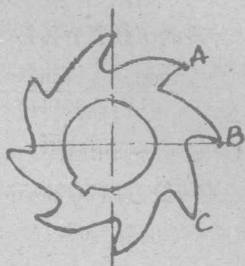


图 9

但是，因为切削速度 V 以公厘/分作单位太小，而普通是用每分鐘多少公尺来表示的。因此，上面所得到的速度必須把公厘化为公尺，也就是應該把公式除以1000。这样，就可写出求切削速度 V 的最后公式如下：

$$V = \frac{\pi Dn}{1000} \text{ 公尺/分} \quad (3)$$

例9 銑刀的直徑等于75公厘，工作时每分鐘轉95轉/分，求切削速度是多少？

解 把已知的 $D=75$ 公厘， $n=95$ 轉/分代入公式 (3) 得到：

$$V = \frac{\pi Dn}{1000} = \frac{3.1416 \times 75 \times 95}{1000} = 23.38 \text{ 公尺/分}$$

所以加工时的切削速度是23.38公尺/分。

例10 用一把輓刀銑削鑄鉄时，銑床开的轉数是150轉/分，而这把銑刀的直徑等于60公厘，問这时的切削速度是多少？

解 把已知的 $n=150$ 轉/分， $D=60$ 公厘代入公式 (3) 就得到：

$$V = \frac{\pi Dn}{1000} = \frac{3.1416 \times 60 \times 150}{1000} = 28.28 \text{ 公尺/分}$$

所以每分鐘的切削速度是28.28公尺。

实际上，我們加工工件时，并不是先确定了銑刀每分鐘的轉数再求切削速度的，而首先必須根据銑刀、工件的材料以及銑床等的其他情况，确定了合理切削速度，然后再計算銑床这时每分鐘应开多少轉。

所以必須把公式(3)化一下，以 n 作未知數， V 及 D 作為已知的數，這時求每分鐘的轉數的公式為：

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \times V}{3.1416 \times D} = \frac{318 V}{D} \quad (4)$$

例11 加工時使用直徑為60公厘的銑刀，現在要使得切削速度為37.7公尺/分，那末銑刀每分鐘應開多少轉呢？

解 把已知的 $D=60$ ， $V=37.7$ 公尺/分代入公式(4)得到：

$$n = \frac{318 V}{D} = \frac{318 \times 37.7}{60} = 199.8 \approx 200 \text{ 轉/分}$$

例12 現在加工鋼料工件時，應該用的切削速度為30公尺/分，而銑刀的直徑如等於90公厘的話，問銑床主軸每分鐘應開幾轉？

解 題中已給出的是： $V=30$ 公尺/分， $D=90$ 公厘，所以根據公式(4)把它們代入後得到：

$$n = \frac{318 V}{D} = \frac{318 \times 30}{90} = 106 \text{ 轉/分}$$

所以，加工時主軸應開到每分鐘106轉。

同時，也還有一種情況，就是已知銑床每分鐘的轉數及合理的切削速度後，要求這時應該用多少大小直徑的銑刀最合適。這時又可把公式(3)化一下，以 n 及 V 作已知的，而以 D 作未知數，所以就得到：

$$D = \frac{1000 V}{\pi n} = \frac{1000 V}{3.1416 n} = \frac{318 V}{n} \quad (5)$$

例13 有一台立式銑床，它的最高轉數（主軸）為120轉/分，現在要达到切削速度為30公尺/分，那末應該使用直徑為多少公厘的銑刀？

解 因為題中已知的 $n=120$ 轉/分， $V=30$ 公尺/分，所以把它們代入公式(5)後就得到：

$$D = \frac{318 V}{n} = \frac{318 \times 30}{120} = 79.5 \text{ 公厘}$$

所以應該用直徑為79.5公厘的銑刀，但這樣直徑的銑刀是沒有的，所以可用 $D=75$ 或 $D=80$ 的銑刀。

上面的計算公式虽然是很简单，但在工作中为了方便起见，所以可以把求切削速度、轉数及銑刀直徑的公式画成图10那样的諾莫图。图中左边一行表示各种切削速度的大小，中間一行表示主軸每分鐘的各种轉数，右边一行就是銑刀的各种直徑。这个图的用法是这样的：

〔1〕 求切削速度时，首先在图中右边一行找到銑刀直徑的大小，然后找到中間一行銑刀每分鐘的轉数，把这两点用直綫联起来（如图中所画的：銑刀直徑为90公厘，主軸轉数为200轉/分），并延长相交于切削速度的一行，相交处的数值就是切削速度的大小（如图中所画得到的切削速度为56公尺/分）。为了这图能使用很长时间，可用三角板或鋼尺代替图中所画的直綫。

例14 用直徑等于140公厘的銑刀加工工件时，如果銑床主軸每分鐘开到25轉，試利用图10确定，这时的切削速度是多少？

解 在图中右边先找到140的一点，然后在中間一行又找到25的一点，用三角板（如图中虛綫所画）联起来后在左边一行上就得到一交点，这点旁的数字11.2就是切削速度的大小。所以用140公厘的銑刀加工时，如果主軸的轉数是25轉/分，那末这时的切削速度为11.2公尺/分。

〔2〕 求主軸轉数时，与上面同样方法，首先从图中左边一行找到切削速度的大小，然后再在右边一行找到銑刀直徑的大小，这两点用三角板联起来以后，在中間一行上所得到的交点，它旁边的数字就是这时主軸每分鐘应该开的轉数。

例15 用直徑为53公厘的銑刀加工工件，如果要得到67公尺/分的切削速度，試利用图10来确定这时主軸每分鐘应该要多少轉？

解 首先从左边找到67的一点，然后在右边一行找到53的一点，用三角板相联后与中間一行的交点，在它旁边的数字400，就是这时銑床主軸每分鐘应开的轉数。

〔3〕 求銑刀直徑时，那末也同样可以先在左边一行找到切削速度的大小，再在中間一行找到轉数的多少，然后把这两点用三角板相联后在右边一行所得到的交点就是銑刀直徑的大小。