

机械工业技术革新丛书

利用普通車床 制造苞米铣刀加工法

胡启明編著

江苏人民出版社

395

52

PDG

序

祖国正在进行着以技术革命、文化革命为中心的生产大跃进。处在这一偉大的时代里，学习与推广各项先进經驗，特别是苏联的各项先进經驗，更显得迫切需要。如何挖掘潜在力量，利用現有設備，制造出先进的工具来提高生产率，加快社会主义的建設，也更显得突出。因此我們总结了苞米銑刀利用普通車床加工分屑槽的經驗，以供缺乏鏟齿設備工厂中的技术工人、技术人員制造与推行使用苞米銑刀参考。

这分总结是在党的具体支持与帮助下，是在哈尔滨機車車輛修理工厂所介紹的先进經驗的启发下，在充分发挥劳技結合的情况下写成的。因此这分总结如果有一点作用，那应该首先归功于党的正确领导，归功于哈尔滨機車車輛修理工厂先进經驗的启发，同时，也感谢同志们的帮助。

工具工程师
作，在此謹致深

工

目 录

引 言.....	1
一、利用普通車床加工制造的苞米銑刀构成原理与 鏟齿机制造的苞米銑刀的比較及其在使用 上的特点.....	2
二、苞米銑刀的制造过程及技术条件.....	6
三、关于車床加工苞米銑刀分屑槽的計算方法与公 式来由.....	9
四、計算实例.....	19
五、运用本方法时应注意的几个問題.....	20
六、計算苞米銑刀左右螺距的新发展.....	25

引言

苞米铣刀是苏联的一项先进刀具，它是铣削加工裕量很大的平面，或较深沟槽时用的一种粗铣刀。这种铣刀，在国内首先由哈尔滨工业大学研究试制，在铁路系统内，首先由哈尔滨机车车辆修理厂试制成功，制造方法均是利用铣齿机床加工其环状分屑槽，如图 1 所示。

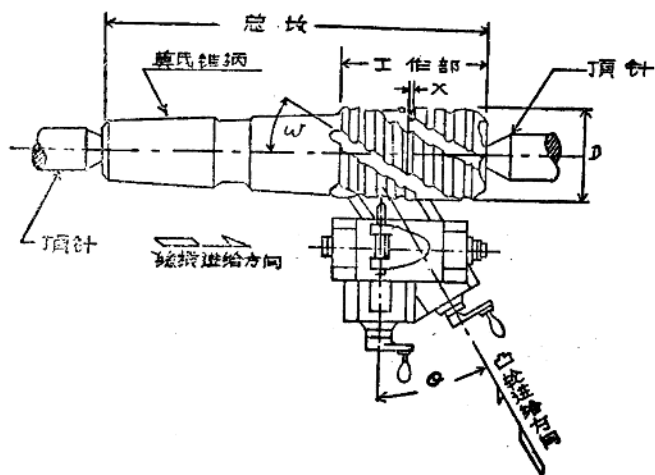


图 1 铣齿机床加工苞米铣刀

$$X = \frac{s}{n} \quad \sin \theta = \frac{x}{hk}$$

式中：s为同一刀口上两分屑槽的距离，n为苞米铣刀的刀口数，x为前后两刀口分屑槽相互错开的距离，hk为铣齿机

凸輪的起落量。

一九五六年二月，我廠曾派專人至哈爾濱機車車輛修理工廠，學習其製造與使用方法。回廠後，由於缺乏鏟齒機床設備，因此對試制問題，遲遲未能解決。直至一九五六年十月，鐵道部工廠管理局在本廠召開了各機車車輛修理工廠、工具製造經驗交流會，在會議上，我們學習了哈爾濱機車車輛修理工廠，利用普通車床，加工苞米銑刀分屑槽的先進經驗，回廠後立即進行了試制，並對分屑槽的分布情況，進行了研究，從而獲得了成功。

一、利用普通車床加工製造的苞米銑刀構成原理與鏟齒機製造的苞米銑刀的比較及其在使用上的特點

(一)車削苞米銑刀分屑槽的構成原理

利用鏟齒機床製造的苞米銑刀，其分屑槽為環狀的（垂直於軸綫）（見圖2）；而車床加工製造的苞米銑刀，是利用左右不同的螺紋（單頭或多頭螺紋）鏟制出來的。所要求者是：左右螺紋綫的交點，必須形成與苞米銑刀螺旋斜角 ω 相符合的軌跡。如圖3上的 $a_1a_2\cdots$ ， $b_1b_2\cdots$ ， $c_1c_2\cdots$ ， $d_1d_2\cdots$ ， $e_1e_2\cdots$ ， $f_1f_2\cdots$ ，因而鏟制出分屑槽，其齒形展開的情況如圖3。

(二) 利用車床制造和利用剗齒机床制造的苞米銑刀的优缺点比較

1. 利用鑄齒机床制造的苞米銑刀，在修磨时，其齒形不变；而利用車床鑄制的苞米銑刀（并不是成形銑刀），修磨后会改变其齒形。但苞米銑刀改变齒形后，并不影响其切削使用。

2. 利用鑄齒机制造出来的苞米銑刀，无后角 $\angle_1 \angle_2$ （仅有側刀后角），但利用車床鑄制的苞米銑刀，产生了較大的 $\angle_1 \angle_2$ 的后角（見图3）。因此在刀刃強度方面，不及鑄齒机制造的苞米銑刀。

3. 在制造苞米銑刀的效率方面，則利用車床鑄制高，利用鑄齒机制造低。

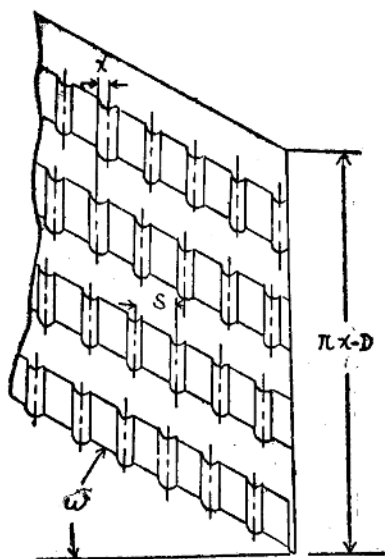


图2 鑄齒机制造的苞米銑刀齒形展开图

(三)苞米銑刀在使用上的特点

利用車床鑄制出來的苞米銑刀，經我廠實際使用的結果，在分散切削的性能上，能達到與鑄齒機製造出來的苞米銑刀一樣；在效率方面，較普通銑刀提高到3——4倍；在耐用度方面，也能較普通銑刀延長1倍到1倍半。其所以能有這樣的結果，有下列幾點原因：

1. 在苞米銑刀的切削刃口上，制有許多的分屑槽，使很長的切削刃口，分成若干個小段刀刃，切削下來的切屑，也就變成一小塊一小塊，很容易卷曲變形（這與前角的大小，前面的形狀也有關係）很容易從容屑槽中排出，同時接觸到的冷卻潤滑液的面積，也就多些，因此減少了切削力。

2. 苞米銑刀前後兩切削刃上的分屑槽，是相互錯開一個距離的，因此在切削過程中，產生了分散切削，使切削力分散。同時由於螺旋斜角 ω ，較一般銑刀為大，使切削刃變長，因此，減少了切削過程中的振動。

3. 苞米銑刀的切削刃口數，比一般銑刀要少， $\phi 20-\phi 60$ 公厘的苞米銑刀，其刃口數僅有4—6個。由於刃口數的減少，因此增強了刀刃的強度，對切屑的厚度，也就可以較一般銑刀為大。

4. 由於刃口數的減少，苞米銑刀的容屑槽也就相應的增大，切削時也就可以容納較多的切屑，也就便於切屑的排出。

二、苞米銑刀的制造过程及技术条件〔注一〕

(一)鍛 造

1. 苞米銑刀应用 $\Delta 18$ 高速鋼制造。原材料不得有任何毛刺裂隙等疵病。

2. 由于高速鋼热导性較差, 因此, 加热时必须緩慢。其鍛造的加热温度, 应在 $1000-1180^{\circ}\text{C}$, 不得低于 900°C 鍛造加工, 以免形成带冷鍛造而产生裂隙。

3. 鍛造成形以后, 絕對禁止将紅热的鋼材, 触及地面冷却, 必須將鋼材置于石灰箱中, 或置于干燥处冷却, 严禁使紅热的鋼材, 沾有潮气或水漬。

(二)热 处 理

1. 退火温度为 $870-890^{\circ}\text{C}$, 均热保温 3~4 小时(視退火箱之大小可予更动), 令其在爐中随爐冷却, 其冷却速度不得超过 $50^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 。

2. 苞米銑刀的毛坯, 經退火处理后, 其硬度应小于 HB 260。

(三)車床加工須符合以下条件

1. 外徑之放磨量, 应在 $0.3-0.6$ 公厘。

2. 元錐柄以大头計, 其放磨量不得超过 0.5 公厘, 其元錐

度应基本上符合套規。

3. 車床加工后, 其表面光洁度应达到 $\nabla \nabla 5$ 之标准。

(四) 銑床加工

1. 銑削沟槽: 使用万能銑床銑出。銑制时, 将苞米銑刀装置于万能分度头与尾架頂針之間, 挂輪, 并将工作台回轉一角度, 及偏移一距离, 以保証螺旋斜角 ω , 与前角 γ 之准确。工作时, 由于工作台的前进, 与分度头挂輪帶动工件回轉, 二个运动合成, 銑出沟槽。对螺旋斜角 ω , 一般应选择 $20^\circ \sim 30^\circ$ 之間。前角 γ 一般应根据被切削材料之強度来决定, 即被切削工件之材料強度較大, 則前角可选择得小一些, 反之則可选择得大一些, 一般前角可取 10° 左右。

2. 銑削后隙面: 用成形銑刀, 一般后角 α 約在 $8^\circ \sim 10^\circ$ 之間。

(五) 車床加工分屑槽(注二)

1. 左螺紋加工: 搭輪后, 以少量吃刀深度車一刀。

2. 右螺紋加工: 搭輪后, 以少量吃刀深度車一刀。

3. 檢查左右螺紋的交接情况, 如交接情况良好(左右螺紋綫交点符合图 2 的情况), 无乱扣現象, 則可繼續进行加工。

对于加工苞米銑刀分屑槽, 所用的刀具形状, 參看图 12。

(六) 鉗床加工

1. 修正分屑槽內的剩余三角毛刺部分, 在修正过程中, 不

得損及刀刃的任何部分。

2. 对杆形銑刀，則进行端面刀口加工。

3. 刻字——刻字內容、材質、称呼直徑、制造年月。

(七) 热 处 理

1. 淬火：第一次預热 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，第二次預热 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，最后加热 $1270\sim 1280^{\circ}\text{C}$ ，均热后淬入豆油中。

2. 回火：回火溫度 $560\sim 580^{\circ}\text{C}$ ，時間不得少于 1 小时，条件允許，最好能进行多次回火、冰冷处理，或者是化学处理。

3. 經热处理后，苞米銑刀切削部分之硬度，应在 Rc62~65 之間。其元錐柄，許可略低。

4. 苞米銑刀經热处理后，其弯曲度应保証使磨床能順利加工达到成品要求。

(八) 噴 砂

在噴砂过程中，不得損及苞米銑刀的任何部分。

(九) 磨床加工

1. 研磨外元及元錐柄：外元磨床。

2. 研磨后隙面：用成形砂輪，在万能磨床上进行。

3. 研磨前面：用角度砂輪，在万能磨床上进行。

4. 苞米銑刀經研磨后，其要求不得超过以下規定：

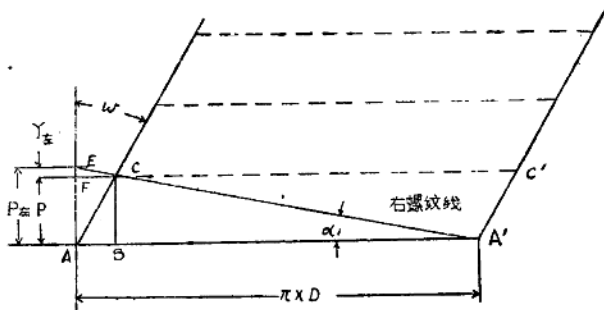
(1) 切削部分的元錐度，在 100 公厘长度上，不得超过 0.01 公厘。

- (2) 切削部分的外圆摆动量, 不得超过0.02公厘。
(3) 圆锥部分的外圆摆动量, 不得超过0.01公厘。
(4) 苞米铣刀的切削部分, 不得有任何脱碳与软点情况。

三、关于車床加工苞米銑刀分屑槽的計算方法与公式来由

車床加工苞米銑刀分層槽，是利用左右不同的螺紋差制出來的。已如前述所要求者是左右螺紋的交點，必須形成與苞米銑刀螺旋斜角 ω 相符合的軌跡。現將哈爾濱機車車輛修理廠及我廠的計算辦法分別介紹如下：

(一) $Y_{\text{左}}$ 与 $Y_{\text{右}}$ 的由来



4

在图4中可以看出,欲达到左右螺纹的交点,形成与螺旋斜角 ω 相符合的目的,对左螺纹线来讲,其轨迹应该是假定P

与螺旋斜角 ω ，所形成的平行四边形 $AA'C'C$ 的对角线 $A'C$ （即通过C点）。由于螺旋斜角 ω 的关系，当左螺纹线到达C点时，工件尚未回轉一轉，仅旋轉了 $\pi \times D - AB$ 的距离。但实际上計算車床搭輪的螺距，是指工件每旋轉一轉（走 $\pi \cdot D$ ）刀刀在工件上所移動的距离。因此苞米銑刀旋轉一轉，而又要通过C点的左螺纹螺距 P 左，与假定 P 值之間，相差 $-Y$ 左的值。另外在图3中也可以看出，欲使右螺纹线与左螺纹线的交点，达到与螺纹斜角 ω 相符合的目的，則必須是 $A \cdot a_5$ 的軌迹。由于螺旋斜角 ω 的关系，当右螺纹线到达 a_5 点时，則苞米銑刀旋轉已超过一轉，因此当苞米銑刀每旋轉一轉（即走完 $\pi \cdot D$ 的距离）的右螺纹螺距与假定的 P 之間，相差 $-Y$ 右的值。

(二) 哈爾濱機車車輛修理工厂的計算 法及公式的來由

$$P_{左} = 2 \left(P + \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi \cdot D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \right) \cdots \cdots \text{分二个头的多头}$$

螺紋

$$P_{右} = 2 \left(P - \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi \cdot D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \right) \cdots \cdots \text{分二个头的多}$$

式中：

头螺紋

P ——表示假定螺距；

ω ——銑削苞米銑刀沟槽时的螺旋斜角；

D ——苞米銑刀的外元直徑；

$P_{左}$ ——为藤制苞米铣刀分屑槽时，实际的左螺纹螺距；

$P_{右}$ ——为藤制苞米铣刀分屑槽时，实际的右螺纹螺距。

这样计算制造出来的苞米铣刀，其齿形展开情况如图 5。

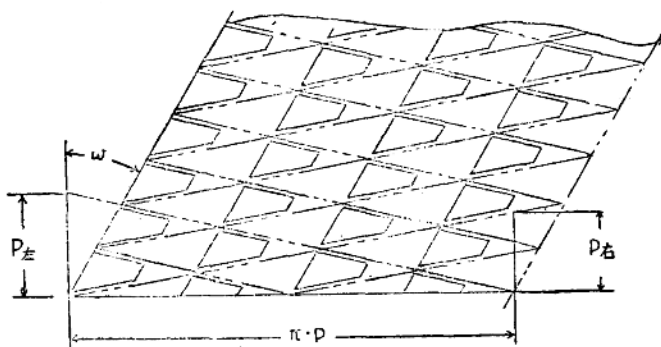


图 5

1. $P_{左}$ 公式的来由(图 6):

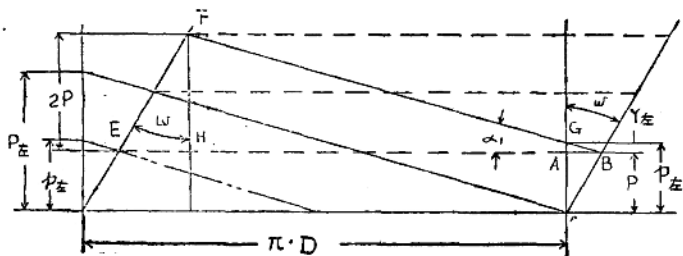


图 6

在 $\triangle ABC$ 中

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{AB}{P}$$

$$\therefore AB = P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ①$$

在 $\triangle ABG$ 中

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{Y_{\text{左}}}{AB} \quad \text{将①式代入}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{Y_{\text{左}}}{P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ②$$

在 $\triangle BFH$ 中

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{2P}{BH} \dots\dots\dots ③$$

$$\text{但 } BH = BE - EH = \pi D - EH \dots\dots\dots ④$$

在 $\triangle EFH$ 中

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{EH}{2P}$$

$$\therefore EH = 2P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ⑤$$

将⑤式代入④得

$$BH = \pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ⑥$$

将⑥式代入③式中得

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{2P}{\pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ⑦$$

⑦式 = ②式

$$\frac{2P}{\pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} = \frac{Y_{\text{左}}}{P \cdot \operatorname{tg} \omega}$$

$$\therefore Y_{\text{左}} = \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ⑧$$

但 $P_{\text{左}} = P + Y_{\text{左}}$, 将⑧式代入得

$$P_{\text{左}} = P + \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega}$$

由于其为4条沟槽的苞米铣刀, 左右螺纹线的交点需要4个, 对左螺纹线应分为双头, 故上述公式应为:

$$P_{\text{左}} = 2\left(P + \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D - 2P \cdot \operatorname{tg} \omega}\right) \dots\dots\dots \text{分两个头的多}$$

头螺纹

2. $P_{\text{右}}$ 公式的来由(图7):

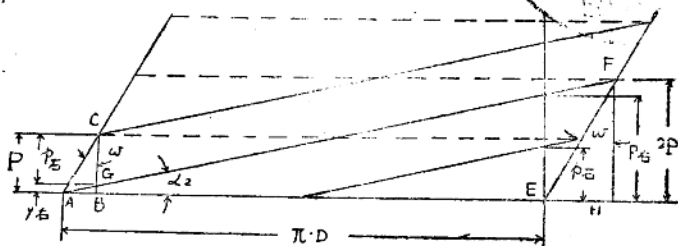


图7

在 $\triangle ABC$ 中

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{AB}{P}$$

$$\therefore AB = P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ①$$

在 $\triangle ABG$ 中

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{Y_{\text{右}}}{AB} \quad \text{将①式代入得}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{Y_{\text{右}}}{P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ②$$

在 $\triangle AFH$ 中

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2P}{AH} \dots\dots\dots ③$$

但 $AH = AE + EH = \pi D + EH \dots\dots\dots ④$

在 $\triangle EFH$ 中 $\operatorname{tg} \omega = \frac{EH}{2P}$

$$\therefore EH = 2P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ⑤$$

将⑤式代入④式中得

$$AH = \pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega \dots\dots\dots ⑥$$

将⑥式代入③式中得

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2P}{\pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ⑦$$

$$\textcircled{7} \text{式} = \textcircled{2} \text{式} \quad \frac{2P}{\pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} = \frac{Y_{\text{右}}}{P \cdot \operatorname{tg} \omega}$$

$$\therefore Y_{\text{右}} = \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \dots\dots\dots ⑧$$

但 $P_{\text{右}} = P - Y_{\text{右}}$ 将⑧式代入得

$$P_{\text{右}} = P - \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega}$$

由于其为四条沟槽的苞米铣刀，左右螺纹线的交点需要4个，对右螺纹线应分为双头，故上述公式应为：

$$P_{\text{右}} = 2 \left(P - \frac{2P^2 \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi D + 2P \cdot \operatorname{tg} \omega} \right) \dots\dots\dots \text{分两个头的多}$$

头螺纹