



机械工业技术革新丛书

用普通铣床加工 螺旋伞齿轮的经验

国营南京汽轮机厂编

江苏人民出版社

目 录

用普通铣床加工螺旋伞齿轮的经验.....	1
飞轮齿环倒角滚刀.....	6
添配避振飞轮 提高切削速度.....	10
铣长齿条工具.....	11
立铣刀角度的改进.....	13
双头螺纹铣夹具.....	17
铣半轴夹具.....	18

用普通銑床加工螺旋傘齒輪的經驗

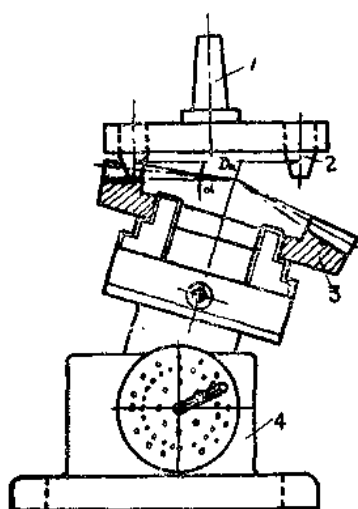
我厂CN—120后橋圓錐齒輪(螺旋傘齒輪)，由于試制計劃提前了一个半月，請兄弟厂协作件供应赶不上，因此不得不由自己解决，但制造这种齒輪需要一套专用的設備，而我們沒有，再加上周期短，对这种齒輪制造方面的知識又很缺乏，不采取紧急措施是不可能完成任务的，党支部及时的召集了老年銑工王干臣、楊保忠研究加工方法，最后一致同意采用立銑床加工，并指定施工組陈菊明、刘忠信在技术上進行配合，苦战了四个昼夜，終于將螺旋傘齒輪試制成功，根据運轉情况，質量基本符合要求。

螺旋傘齒輪的試制对 CN—120 全部試制工作來說是一个关键。

通过試制，使我們对螺旋傘齒輪的制造有了一些認識，此次試制也是理論和实际相結合的一个过程，現將齒輪加工情况介紹如下：

一、后橋圓錐被动齒輪的加工 图1所示为机床調整图，工件3裝卡在分度头4的夾头上，可达到分度的目的，分度头安裝时須根据工件要求偏轉一个角度。刀排1安裝在立銑头內，刀头2用螺釘緊固在刀孔內。

在这道工序中要决定以下几个数据：1.刀排直径 D_u 。2.刀



(4)

头形状及刀頂距。3. 刀位。

1. 刀排直径 D_u 的决定: 刀排直径将直接影响齿轮的螺旋角, 一般加工可根据有关参考数据, 按苏联机械制造百科全书第七卷中所列表格选用, 但由于我们没有预先准备的标准刀盘, 因此并不按此法选用。

刀盘的直径 D_u 可根据机械制造1955年6卷2期上所介绍的公式计算:

$$D_u = \frac{A_o}{\sin \omega}$$

式中 A_o 为母圆锥锥距, ω 为公称螺旋角。

起初我们采用刀盘直径为254公厘, 但铣出的齿形螺旋角过大, 因此我们作了修正, 这从上面的公式中也可看出欲使螺旋角 ω 减小, 必须增大 D_u , 经试验, 最后刀盘直径为280公厘。我们以不同型式的齿轮作了分析比较, 得出一个经验公式:

$$D_u = D_e - 2 S_e$$

式中 D_e 为母圆直径, S_e 为法向弦齿厚。

2. 刀头形状及刀頂距: 根据展成原理刀头内外两刀刃呈直线型, 但斜角并不等于公称压力角, 而是需要根据理论计算所得之刀号加以修正, 但根据我们加工情况来看刀具对工件并无展成运动, 因此刀头斜角的修正显得并不需要, 因而在刀头刃磨时

就采用了对称的斜角，都等于公称压力角 α ，如图 2。

在整个工序中采用了二把刀，粗切刀一把，精切刀一把。粗切刀的刀顶距应小于精切刀的刀顶距，俾便在齿侧留下精加工余量，精切刀的刀顶距可根据下式计算：

$$W = Se - 2h_2 \tan \alpha$$

式中 Se 为法向弦齿厚， h_2 为齿根高， α 为压力角。

实际加工中应该严格掌握铣出齿的法向弦齿厚。

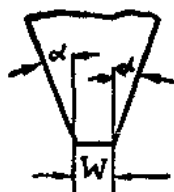


图 2

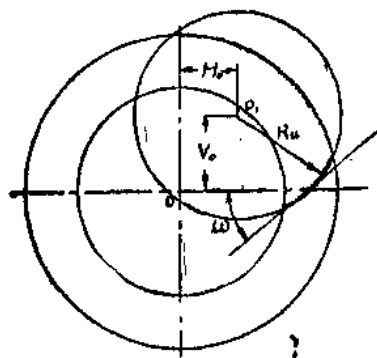


图 3

3. 刀位：图 3 所示为刀位图，实际加工时刀盘中心为 O_1 ，而工件中心为 O 。因此刀盘中心需移动两个坐标 V_0 及 H_0 ，它们的值可由公式求出：

$$V_0 = Ru \cos \omega$$

$$H_0 = A_0 - \frac{F}{2} - Ru \sin \omega$$

式中 Ru 为刀盘半径， ω 为螺旋角， A_0 为圆锥锥距， F 为齿面宽。

我们在加工时因缺乏校刀装置，因此采用了一块校刀盘，根据计算结果画出齿形线，将其放置在工件 3 的位置以校正刀具，待刀盘校对好以后取下校刀盘，将工件 3 装卡好即可开始工作。

二、后桥圆锥主动齿轮的加工 主动齿轮的加工是在立铣

床上进行的,是采用专用的立铣刀来加工的,如图4所示,刀具亦分为粗加工刀和精加工刀,整个工序分为粗加工和精切修整,粗切刀具采用直线形,精切刀具采用曲线形。

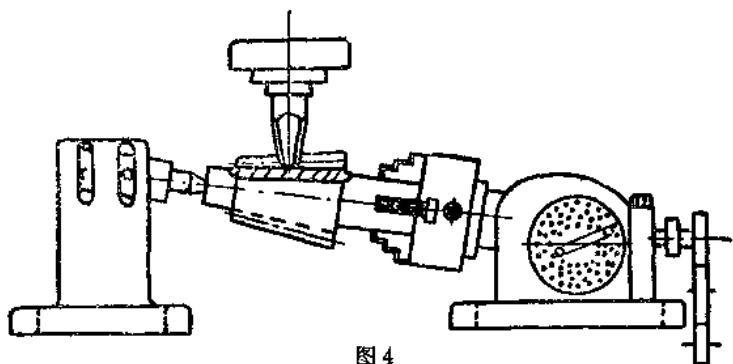


图4

銑切时需根据公称螺旋角计算挂轮,首先用粗銑齿加工齿槽,然后使用精切刀具加工,为了达到齿的大端和小端螺旋角不同的目的,可采用偏转分度头的办法来达到,因此精修要分二次完成,依次修整齿的两侧。

根据銑工师傅的经验,若采用成形刀加工,也可用计算二套挂轮的办法来达到上述目的,这样作只是在换轮时费的工时较大。

三、接触试验 接触试验是螺旋伞齿轮制造中不可缺少的步骤,因为我们切出的齿轮误差很大,因此这项工作就显得更重要。

这项工作是在万能銑床上进行的,使两个齿轮保持将来工作时所要求的轴间角,在齿侧面上涂红丹,使其相对运转,视其

接触面积大小，加以修整齿廊，要求接触区在齿宽方向有 $\frac{2}{3}$ 相遇。

齿輪淬火后要变形，也将影响啮合情况。此次試制热处理車間作了最大的努力，淬火后变形在預計范围之内，在淬火后仍用上述方法，在齿側間加入302号金鋼砂进行研磨，待接触区达到要求即可。

用上述方法加工出的齿輪装配在CN—120載重車上，效果尚佳，无燥音，至于使用寿命，还有待使用中去作出結論。

飞輪齿环倒角滾刀

飞輪齿环的形状如图1，它的外径323.1公厘，节圓直径322.5公厘，內径298公厘。齿数129齿，模数5，压力角 15° ，齿全高4.8，节圓弧齿厚2.58(理論为3.39)。在沒有专用机床设备的条件下，倒角是很困难的。經車間技术員譚介瑤同志，提出在滾齿机上設計一把滾刀，加工問題得到了解决，并且提高了生产率12倍以上。

滾刀的設計，是利用展切法工作原理，用滾刀倒角其法綫截面的齿形。

1. 法綫切面的模数与工件同。

2. 法綫截形角 = 工件压力角 + 倒角的斜度

$$= 15^\circ + 30^\circ (\text{如图1上注的角度}) = 45^\circ$$

3. 滾刀軸向螺距 = 工件基圓周上的螺距 ($t = \pi m \cos \alpha$)

4. 齿高的修正倍数: $E_1 = 0.6$

$$E_2 = 1.9$$

$$h_1 = 0.6m = 1.5 \text{ 公厘}$$

$$h_2 = 1.9m = 4.5 \text{ 公厘}$$

修正系数主要是根据加工尺寸3.5，及其影响齿形修正的因素而考虑修正的。

上述法綫截形角，較正确的方法應該是应用連續印形法繪

制刀具的截形，或者按照滚刀截形方程式进行计算。这里提出的截形角的计算法，只能供参考。其他尺寸的计算，可参考 Г. А. Анкеев 著“刀具的计算与设计”一章的普通滚刀设计部分。

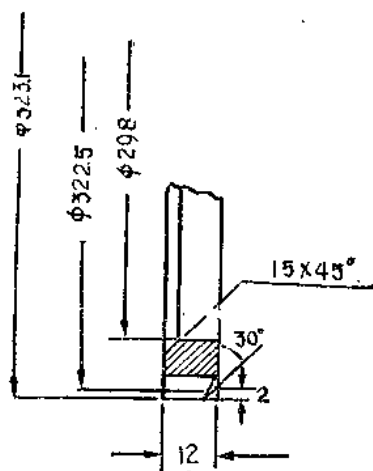
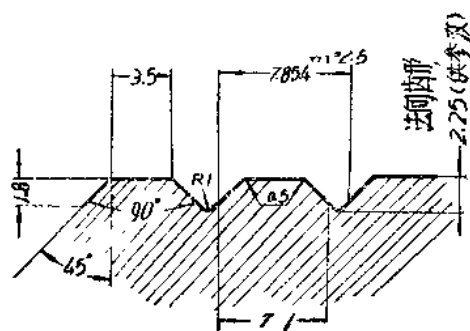
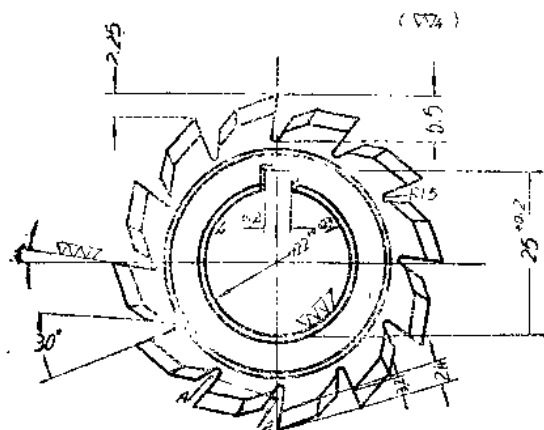
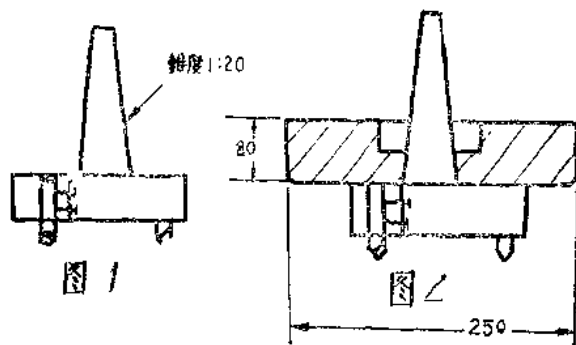


图 1



添配避振飞輪 提高切削速度

利用慣性作用，在銑刀刀杆上配裝一只避振飞輪以后，就可以提高切削速度。例如我厂楊宏孝同志在FA₄V銑床上，加工連杆哈夫平面时，原来使用直径130公厘，鑲有三只銑刀的刀盘（如图1），进行銑削时，最大的切削速度只能达到107公尺/分， $S=80$ 公厘/分，如果想要繼續提高切削速度或用量时，銑床的变速箱內，即发生音响，經過配裝一只飞輪固紧在刀盘上面（图2），以后，切削速度可增高到204公尺/分， $S=220$ 公厘/分，这样几乎能使銑床的工作效率提高达一倍，同时还可以使刀杆不发生震动現象。关于配裝飞輪大小的数据，因我厂的銑床类型很少，故尙无具体的資料，这里仅把使用的飞輪尺寸介紹如图所示，以供参考。



銑長齒條工具

我厂在机修工作中,时常要修配一些精变要求较高的牙条,这些牙条在刨床上刨出达不到精度,改在铣床上铣削时,一根6'车床的牙条,要分三段铣才能铣出。铣出的牙条经过检定每段16齿长一段的齿距差为0.3—0.5公厘,仍然达不到技术要求。后经车工陈济棠同志,在FA₁V上改制一套工具,一次即能铣出需要长的牙条。



橫向切削齒條刀圖照

工具的改制如照片所示:仅在銑刀杆是吊臂內配裝一根帶有轉向齒輪,能够進行橫向切削的刀杆,借銑床原有的刀杆裝上一只轉向輪,作為傳動機構,來帶動橫向刀杆銑削,于是就

把原来銑床的切削方向，改变为横向切削来进行銑削牙条。

銑削牙条加工的方法，只要选择符合齿距的銑刀，装在橫进刀杆上，仍然把牙条毛坯平直装到銑床的工作台上。进行銑削时，只要利用分度头带动縱进綫杆来分度銑削，一次即能銑成較长的牙条，这样銑出牙条的精度，經過历次的檢驗，每段16齿长的一段內，差距仅为0.005公厘，达到了要求的精度。

立銑刀角度的改進

一、改進銑刀的依据 我們在这次技术革命中，為了解決立銑刀折斷的現象。特別是加工材料較硬的工件時，往往一把立銑刀用不了几小時就燒掉了，去年我們開始用占頭代替了小立銑刀，在這過程中小鑽頭就很少有打斷現象。在这次技术革新中，我們分析了鑽頭的優點，改進了立銑刀的角度，果然增加了強度，經過試驗，刀子情況良好。

二、立銑刀的改進和加工情況

(1) 把立銑刀的螺旋角由 12° 改為 45° 、 55° 、 60° 三種。

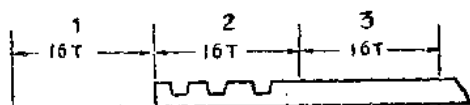
(2) 把刀子前角改為 12° — 16° 其目的為了使刀子容易切入工件。

(3) 把立銑刀排屑槽改成R形，其R 2—2.5公厘，R磨成 $\nabla\nabla$ ，使銑屑很快隨着螺旋綫方向排出。

(4) 刀齒改少，20公厘的立銑刀可以改為4—3個齒，18公厘的改為3個齒，14公厘以下的改為二個齒。(注：加工14公厘以下的刀子，要把雙角銑刀的直徑改小，否則拋刀現象嚴重)。

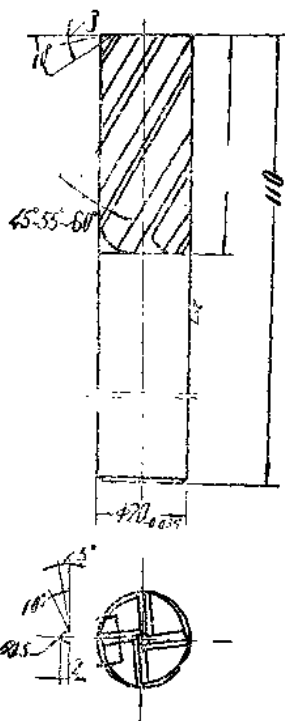
(5) 開槽用的刀子是 $60^\circ \times 12^\circ$ 的角刀子，把尖角磨成R形2—2.5公厘。

(6) 刀齒深度4.5—5公厘。刀齒後角可以一刀切出，表面是 60° R形。



(7) 刀齿部分淬火硬度 $62^{\circ}-65^{\circ}\text{RC}$,柄部可以适当改小。

(8) 立铣刀材料, 锋钢。



用 60×12 双角铣刀——刀铣刀
齿形深度4公厘, 行程62.9公厘,
 $\alpha=45^{\circ}$ 淬火 $\text{RC} 62^{\circ}-65^{\circ}$

三、改进后试验情况

在举例来看, 加工7工件, 用原来刀子加工是最困难的工作。这次第一次试验就用了这种材料, 其情况良好。在试验时, 主轴转速375转/分, 深度12公厘/每次, 进刀量75公厘/每分, 比原来的刀子切下的体积提高了15倍, 而且工作得很轻松。毫无故障的声音产生, 机床毫无振动现象。工作后刀刃与原来一样, 毫无磨损现象。共试验了六次, 现在刀刃还是正常。在试验时, 铁屑飞出槽子, 这样刀子不会打断。用边齿吃刀走道可以至200公厘/每分。下面是我们试验的实际情况。

試驗時與原來刀子的對比情況如下：

銑刀 旋角	車頭轉數	吃刀深度	進刀量	材 料	每分鐘切 削體積	吃刀情況	銑刀直徑	光 度	提高 倍數
45°	375轉/分	12公厘/次	75公厘/分	Z7	18000mm ³	三面和底部	20公厘/件	▽▽ ₅₋₆	15倍
12°	300轉/分	2公厘/次	30公厘/分	Z7	12000mm ³	三面和底部	20公厘	▽▽ ₄	

第一次試驗

以上試驗時，45°銑刀無雜音，加工后刀具刀刃正常，無磨損現象。45°側面吃刀深度12、寬度10、走道190mm/分。12°側面吃刀深度12、寬度2、走道50mm/分。

銑刀 旋角	車頭轉數	吃刀深度	進刀量	材 料	每分鐘切 削體積	吃刀情況	銑刀直徑	光 度	提高 倍數
45°	375轉/分	12	93	45	22800mm ³	三面和底部	20mm	▽▽ ₅₋₆	12.7倍
12°	300轉/分	2	45	45	18000mm ³	三面和底部	20mm	▽▽ ₃₋₄	

第二次試驗

以上試驗后45°銑刀無損壞現象。12°口有些磨損。

銑刀 旋角	車頭轉數	吃刀深度	進刀量	材 料	每分鐘切 削體積	吃刀情況	銑刀直徑	光 度	提高 倍數
45°	500轉/分	30mm/次	300mm/分	鑄鐵	300×30×10=80000mm ³	側面吃刀 10mm	20mm	▽▽ ₄	15倍
12°	300轉/分	30mm/次	50mm/分	鑄鐵	30×50×4=6000	側面吃刀 4mm	20mm	▽▽ ₃	

第三次試驗