

小机床加工大生活技术經驗汇编

专辑之二

上海市工业館編

科技卫生出版社

目 录

齿輪加工:

車床銑連軸人字齒輪	江南造船廠.....	1
五軸人字齒輪銑床	精業機器廠.....	3
滾床加工內齒輪	江南造船廠.....	5
改裝銼床銑內齒輪	江南造船廠.....	6
在龍門刨床上加工大模數正齒輪	上海齒輪廠.....	7
小機床加工大螺旋傘齒輪	精業機器廠.....	10
球面蝸輪副制造	上海齒輪廠.....	12

热加工:

1.5吨轉炉澆注3.3吨鋼鑄件	中鑄鋼鐵廠.....	19
利用烟道排出廢热預热工件的預热炉	上海漁輪修造廠.....	20
灵活方便的活动加热炉	上海漁輪修造廠.....	23
三輪汽車曲軸前半軸模鍛工艺	上海內燃机配件廠.....	24
固体燃料盐浴炉	大隆機器廠、上海內燃机配件廠.....	26

車床銑連軸人字齒輪

革新者：江南造船廠
虞根發、陳鳴崗

我廠承造的軋鋼設備中重要零件之一——長 4160 公厘、模數 14、重達 4 噸的連軸人字齒輪，因工件龐大，現有設備無法勝任，職工們為了確保鋼帥升帳，想盡一切辦法完成任務，經慎重考慮，選擇呆滯，長久的大型曲軸車床進行改裝，解決了加工的困難。

一、改裝內容

1. 由於該機床的特殊結構，決定了改裝的簡單性。

(1) 走刀絲杆的轉動由馬達通過一系列傳動軸直接帶動，傳動系統簡單，改裝容易，能傳遞較大的動力(見圖 1)。

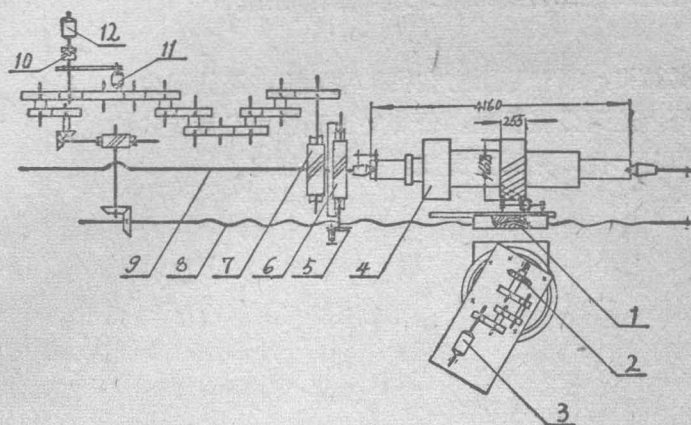


圖1 傳動系統圖

1—哈夫螺母 2—銑刀 3—馬達 4—工件 5—分度盤 6—分度機件 7—蝸杆蝸輪
8—走刀絲杆 9—車床主軸 10—離合器 11—工作馬達 12—退刀快速馬達

(2) 主軸具有分度機構。

2. 傳動系統的改裝：

(1) 已知條件，工件材料：鑄鋼；齒數=39；螺旋角=28°57'58"；模數=14；壓力角=20°。

(2) 決定切削用量。

(3) 決定走刀絲杆轉速，在絲杆 8 與馬達 11 之間掛齒輪，馬達 10 匹，轉速 1440 轉/分，走刀絲杆每轉送進 20 公厘。

$$\text{走刀絲杆轉速} = \text{馬達轉速} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{1}{64} \cdot \frac{G}{H}$$

式中 D_1 ——主動皮帶輪直徑； D_2 ——被動皮帶輪直徑； a, b, c, d, e, f ——各中間傳動齒輪之

齿数；1——蜗杆头数；64——蜗轮齿数； G ——主动伞齿轮齿数； H ——被动伞齿轮齿数。

(4) 决定工件转速，马达与工件之间原用皮带传动，为了保证齿轮导程的正确，传动系统必须要改装。现改用齿轮传动，其动力由马达11供给。

$$\text{工件转速} = \text{马达转速} \cdot \frac{D_1}{D_2} \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} \frac{Z_5}{Z_6} \frac{Z_7}{Z_8} \frac{Z_9}{Z_{10}} \frac{1}{84}。$$

式中 D_1, D_2 ——皮带轮直径； $Z_1 \dots Z_{10}$ ——中间传动齿轮之齿数；1——蜗杆头数；84——蜗轮齿数。

3. 铣刀架的改装，原走刀架拖板上安装的旋转刀架机构，调上铣刀架。

二、操作过程

1. 对刀：

(1) 根据工件螺旋角 $= 28^\circ 57' 58''$ 将铣刀架随圆梯形槽转动，使铣刀倾斜角度与工件要求符合后，紧固之。

(2) 校正刀子切削深度，移至切削位置。

2. 动车：

(1) 开动马达3使铣刀旋转；

(2) 开动工作马达11使工件及刀架运动，开始切削。

3. 分度：

原机床上有分度机构，蜗杆架固定在机床主轴上，蜗轮固定于顶针处，旋转蜗杆使蜗轮转动，带动工件旋转，达到分度目的。分度的正确性由分度盘 δ 控制。

4. 铣反向螺旋角时，使刀架反方向倾斜一角度即可。

五軸人字齒輪銑床

精業機器廠

我廠以往加工 $M=18$ 、 $Z=25$ 、 $l=1000$ 厘米的連軸人字齒輪時(如图2)，每只需一個月的時間，雖然在大跃进后一躍為7天時間完成，但工人同志并未感到滿足，經研究后把原来的龍門鉋床改裝成為五軸人字齒輪加工機床，加工上述同尺寸工件只須30小時左右，提高生產率12倍。

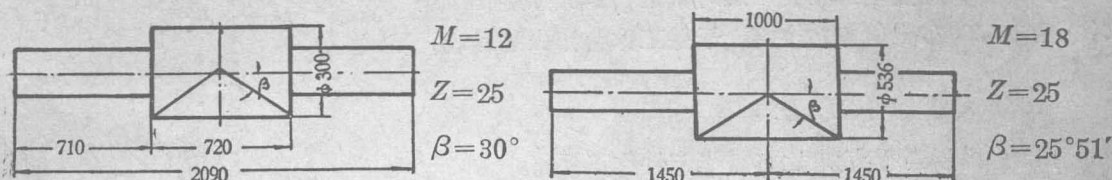


图2 工件的尺寸及形狀。

設備運動簡述

一、刀具轉動(見圖3)

動力由電動機A經皮帶1傳至齒輪2，中間齒輪3為活套在刀具主軸上，故齒輪3轉動時，主軸並不轉動。齒輪2的動力經中間齒輪3傳至齒輪4，齒輪4與齒輪5同時固定於一根軸上，故齒輪5也隨着轉動，齒輪6以花鍵套於刀具主軸上，因此它可一面轉動一面沿軸向移動，慢速時齒輪6與齒輪5相嚙合，因而帶動主軸旋轉。

要求主軸快速迴轉時，只要扳動手柄，使齒輪6往下移動，即可與齒輪3上的接合子合上，這時，主軸按照齒輪3的轉速迴轉，因此，主軸有兩檔可變速度。

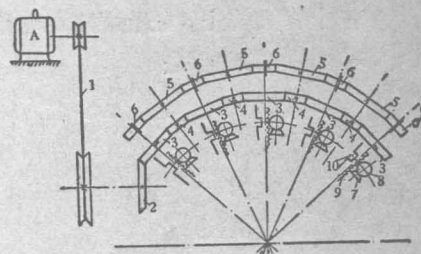


图3 五頭圖

進刀深度也有微動與快速退出兩種。在微動時，只要扳動深度千分調節手柄，使傘齒輪7旋轉帶動套在主軸上的傘齒輪8旋轉，因而使主軸上的蝸杆9轉動，在立軸套筒上有螺旋牙紋，當蝸杆旋轉時，即可使主軸套筒作軸向移動。

快速退刀時，可撥動快速退刀手柄，使鑲嵌在主軸缺口上的偏心桃子轉動，使主軸作軸向快速移動。

二、工作台往復運動(見圖4)

動力由電動機A經由皮帶1及2傳至軸I，宝塔齒輪8以滑鍵與軸I連接，故可在軸I

上滑动,当撥动变换手柄时,則宝塔齿輪沿軸 I 滑动,可与軸 II 上相应的齿輪啮合,达到变速目的。軸 II 上固定有齿輪 9,它与齿輪 10 啮合,因而軸 IV 也随着旋轉。軸 IV 的一端固定有蜗杆,它使蜗輪 11 旋轉,当撥动控制手柄 12 使片状离合器与蜗輪 11 結合时,軸 III 就作慢速旋轉。这时,固定于軸 III 上的齿輪 14 与固定于絲杆 16 上的齿輪 15 相啮合,于是絲杆 16 也随着旋轉。工作台上 有螺母 21,由于絲杆 16 的旋轉,通过螺母 21 使工作 台作慢速运动。

当要快速退回时,动力仍由电动机 A 經皮带 1 及 2 傳到軸 I,經宝塔齿輪与相应的齿輪啮合使軸 II 旋轉,則使螺旋齿輪 13 旋轉。当撥动控制手柄 12 使固定于軸 III 上的片状离合器与螺旋齿輪 14 結合,这时軸 III 便作快速旋轉,同时經齿輪 14 与 15 使絲杆 16 旋轉,于是工作 台作快速运动。

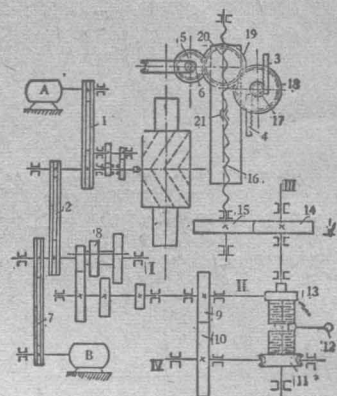


图4 傳動图

三、工件旋轉

由于銑削人字齿輪,故必需使工件作正反轉。

1.正轉:在床身上固定有正反方向的二个齿条 3 及 4,齿輪 17 为套在固定于工作台边上的心軸上,故工作台移动时,齿輪 17 可在齿条 3 及 4 上滚动;当齿輪 17 在齿条 3 上滚动时,带动齿輪 18 旋轉,經中間齿輪 19 使齿輪 20 旋轉,齿輪 20 活套在分度机构的蜗杆 6 上,靠离合器与蜗杆 6 相結合,故齿輪 20 旋轉时,蜗杆 6 也旋轉。带动蜗輪因而使工件轉动。

2.反轉:当小齿輪 17 滚到齿条 3 的末端时,紧接着就在齿条 4 上滚动,由于齿条的方向相反,故小齿輪 17 的旋轉方向亦相反,通过齿輪 18、19 和 20 以及分度机构,故工件作相反方向旋轉。

四、分度

在分度机构上,拉开蜗杆 6 与齿輪 5 上的离合器,用手轉动蜗杆 6,带动蜗輪使工件分度。本机床加工范围:

齿数	逢 25 牙双倍数的人字齿数;
模数	16~42 公厘;
螺旋角	10°~35°;
工件直径	300~630 公厘。

机床性能:

銑头圓周位置調节范围	0.5 公厘;
銑刀每轉工作台行进	0.05~0.2 公厘;
台面回程比进程快	30 倍;
銑头微进給量	0.05~0.2 公厘;
銑头快速退出量	50 公厘;
銑头轉速	140、210、300、440 轉/分;
每刀片一轉走刀量	0.02~0.05 公厘;
最大吃刀深度	25~30 公厘;
电动机	15 匹。

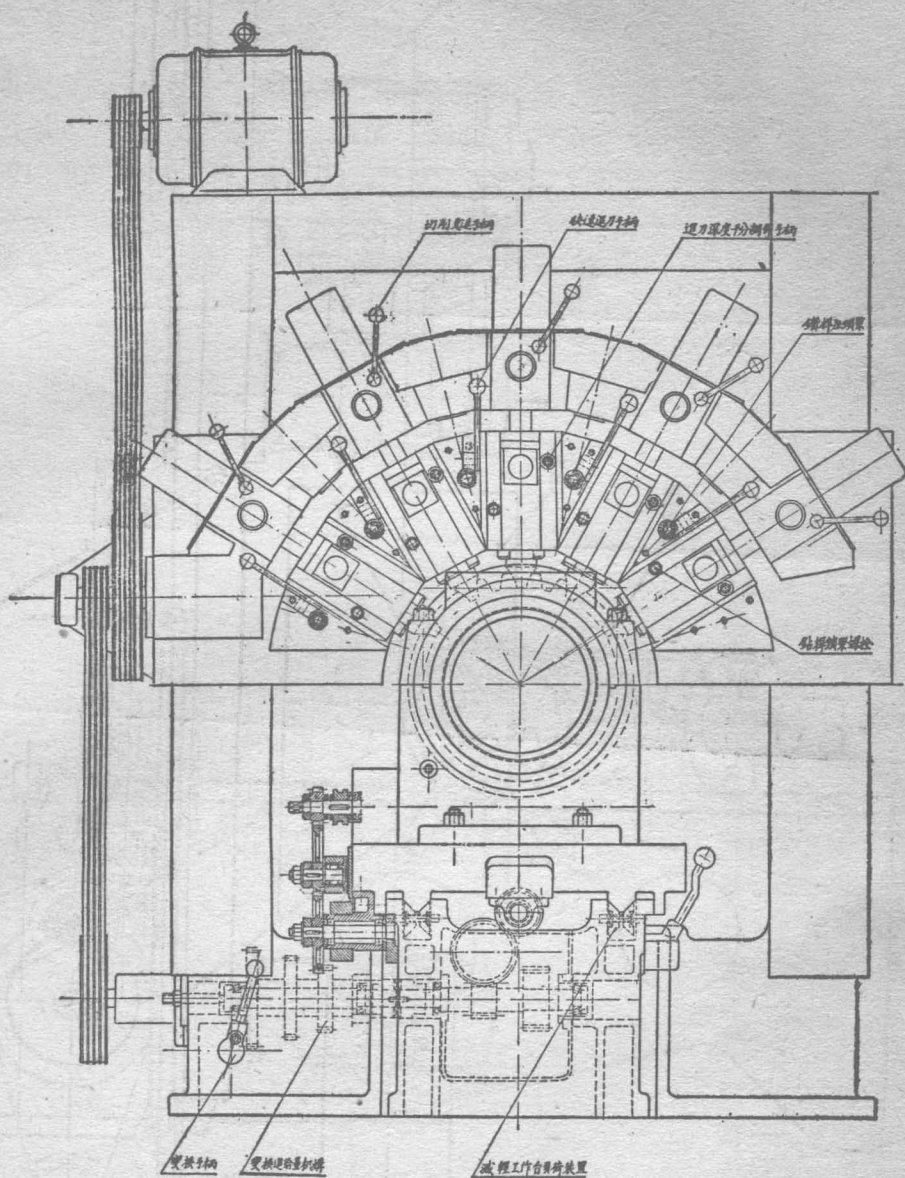


图5 甲 制造球面蜗轮副的机床示意图(侧视图)

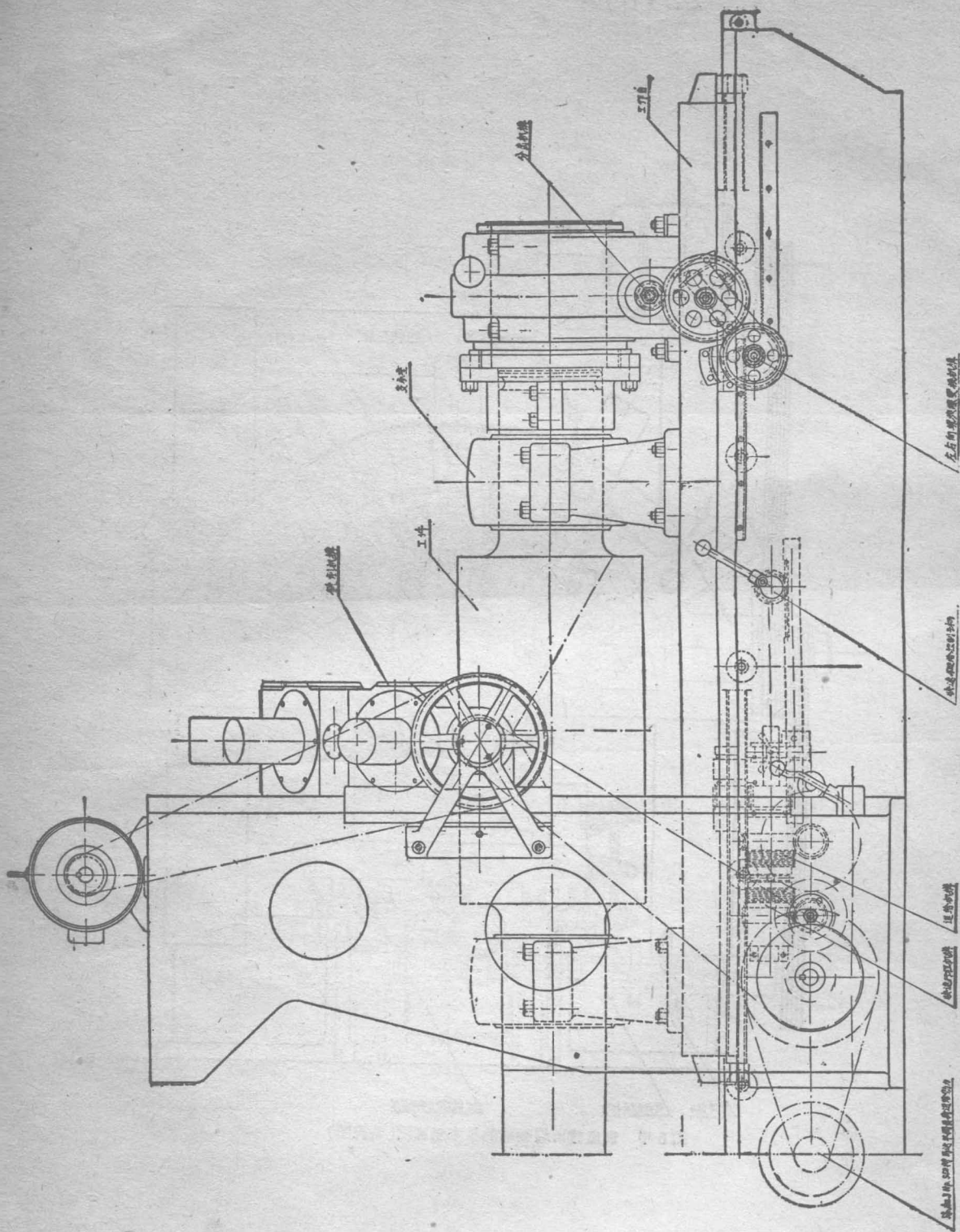


图5 乙 制球面蜗轮的机床示意图(正视图)

滾床加工內齒輪

革新者：江南造船廠
王惠斌

造機車間在加工五千噸貨輪絞盤機內齒輪時，按一般加工規程需用刨床刨。但這內齒輪很大，有 600 公厘直徑，有 200 公厘厚，刨出來的內齒輪精密度不高，還得經過鉗工磨工磨後才可使用。但任務很緊迫，估計一只內齒輪需要 200 個小時才能加工好，怎麼辦呢？車間主任就交給王惠斌老師傅想辦法，王惠斌老師傅接到這任務後就想，用刨床加工是來不及的，他就想起十三年前在永昌機器廠看到過有一部專門銑內齒輪的機器。可是永昌機器廠已

沒有了，該怎麼辦呢？

他走路也想，吃飯也想，回到家里也想，後來給他想出一個辦法：在滾床上裝一挂腳，把銑刀裝在挂腳下面，中間裝上傳動齒輪，帶動銑刀這樣就可以銑內齒輪了。沒有架子，又用二塊木板做支撐，但是有人講這樣會使齒輪裂開。他又猶疑起來了，後來想到這是和大連造船廠比賽的，其中有一只內齒輪是大連造船廠的協作件。決不能影響大連造船廠的躍進計劃，他就下決心先試一下，有問題再改進。

開始銑內齒輪時發出聲響，後來得到技術員的協助，從下面向上銑，不僅速度快，過去估計在刨床上要 200 個小時，現在只要 30 個小時就加工好了，而且質量也很好，銑出來的牙齒又光潔又正確，勞動強度又大大減輕。

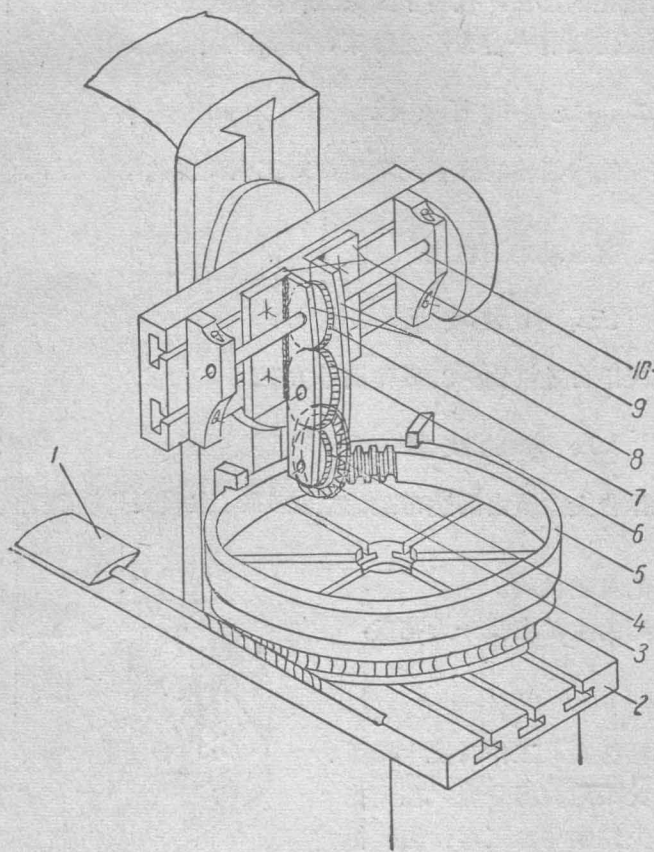


圖6 銑床加工內齒輪示意图

1—分度頭 2—滾床工作台 3—銑刀 4、6、7—傳動齒輪
5—工件 8—兩側板 9—固定板 10—原滾床滾刀排

改装镗床铣内齿轮

江南造船厂

一、改装的必要性

在一切为了钢、有钢才有船迅速完成轧钢设备任务的号角下，造机工人猛攻关键，大闹技术革命，使钢铁元帅早日升帐，同时要以实际行动来打击美帝国主义对我国的战争挑衅。

在轧钢设备中，造机车间接到一批直径1000以上的内齿轮加工任务。如果按照过去的加工方法利用刨床刨，那每加工一只就需要数百小时，同时精度也达不到要求，如果按照旧法来加工那显然与跃进再跃进的形势不相适应了，因此必须要以新的方法来代替。我厂王惠斌老师傅就在这时改进了以滚床铣内齿轮的办法，代替了刨床工作。但是还不能满足任务要求，所以必须再找办法，因此在车间内还有一台失修的镗床，准备改装使用。

二、改装的可能性

1. 由于新技术的不断出现，滚床铣内齿轮的改装成功后，对工人同志的信心起了互相推动互相起发的作用。

2. 有着现成的设备；有立铣头、有自动走刀机构。

三、改装要求

1. 尽量使用现有机构；2. 尽量采用自动机构；3. 操作简单方便。

四、机构改装

1. 切削机构的改装：在镗床工作台上按装由马达带动的立铣头2（立铣头是铣床上的），装上指形铣刀1即可切齿。

2. 送进机构是机床原来所具有的自动机构。

3. 零件装夹机构的改装：在镗床的主轴上装一大花盘，然后将工件固定在大花盘上。

4. 分度机构的改装。

将主轴与送进机构之间的传动轴拆去，工作时使主轴固定不动。为了使分度简单方便，因此采用靠模分度，在大花盘的背后安装一个圆盘，在其外圆上铣成与加工零件齿数相同的槽，定位时用插销插入槽内，就达到分度的目的。

五、经济效益

1. 机构简单改装容易；

2. 与刨齿相比，精度可提高2~3级，生产效率提高四倍。

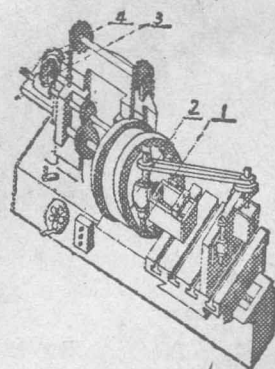


图7 在镗床上铣内齿轮示意图

1—指形铣刀 2—立铣头 3—
分度盘 4—分度头

在龍門刨床上加工大模數正齒輪

上海齒輪廠

一、引言

本廠在 1956 年接到水泥廠的巨型正齒輪約 20 多個的加工任務。這種齒輪的特点是模數大，達 20~32 公厘；齒數少，不過十幾二十來個齒；但精度低，約在 4 級精度即可滿足要求。

過去，這種齒輪的供應一般採用兩種方法：一是由國外進口；二是用鑄鐵鑄出齒形。

其中進口的辦法當然不好，因為成本高，並且耗費國家外匯，所以不走這條路。

用鑄鐵鑄造的辦法是質量差，壽命短，每只齒輪只能用 3~6 個月左右。經常要調換，對生產影響很大。

當時廠里滾齒機的任务繁重，无暇加工此种齒輪，而當時龍門刨床却很閑。在此情況下，即由廠里老技師黃品發同志及技術員董慎行同志兩人合作。他們根據靠模原理，設計及製造成功了一種刨齒夾具，在龍門刨床上加工了這種齒輪，經試驗及用戶試用，都認為滿意，滿足了水泥廠的要求，解決了問題。

二、刀架的構造

先說明一下工件特性如下：

最大模數（該廠做過的）

42 公厘；

最大直徑

1000 公厘，

工件材料

鑄鋼；

達到精度

IV 級；

達到光潔度

$\nabla\nabla_{5.0}$

圖 8 所示為刨齒工具的示意圖。

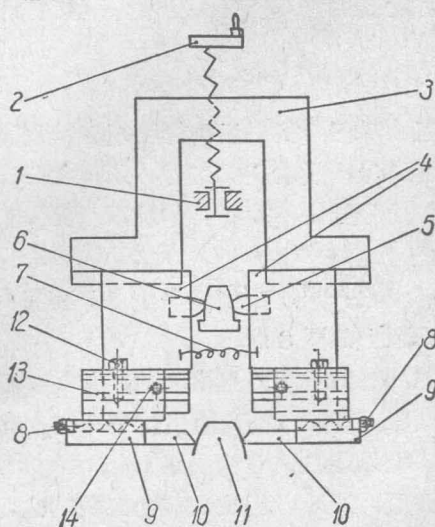


圖 8 刨齒工具示意圖

整个刀架系装在龙门刨床的横梁的刀架拖板 1 上，转动手柄 2，则刀架的垂直拖板 3 即上下移动。触指拖板 4、刨刀拖板 9 也随着上下移动。

6 是齿形样板或靠模，5 为触指。当垂直拖板 3 上下移动时，触指尖端即随样板 6 之外形而移动，拖板 4 及 9 同样产生符合于齿形曲线的运动。刨刀 10 即在固定于龙门刨工作台上的工件 11 上刨出齿形。

拖板 4 用拉力弹簧 7 拉住，以一定的压力使触指压于齿形样板 6 的边缘。

拖板 9 靠方头 8 的转动，而可作精细调整。

在刨削过程中，刨刀 10、拖板 9 及挺起板 13 被弹簧 14 顶起，而围绕梢子 12 回转一角度，以便在回程中刨刀和工件脱离。

三、所用齿形样板的准备

首先根据图纸的规格（模数、牙数、压力角），绘成一个 1:1 的齿形，根据齿沟形状做成齿形样板一副。如图 9，用 1~1.5 公厘厚的铁板做成，要求精度 3 级。另外再根据此样板，用 5~8 公厘厚的钢板做一个单粒齿形，如图 10，它的精度比较高，要达到下面几点要求：

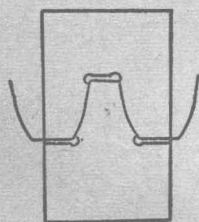


图9

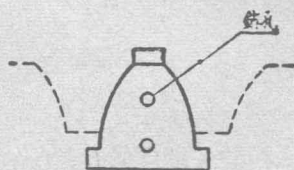


图10

1. 齿形的渐伸线左右要完全对称，不容许有卧齿现象；
2. 齿形渐伸线部分的光洁度要达到 $\nabla\nabla_5$ ，因为要作靠模用。

四、工作要点

在加工之前，将需要加工的牙坯，根据齿沟样板划线，划出齿形，而且要将需要加工的齿全部划好（这道工序必须要仔细），然后装夹工件，所用之分度夹具见图10。

这个夹具实际是一个简单的分度头，故不再作说明。具体工作要点如下：

1. 将工件装在分度夹具上。
2. 用一把刨刀将齿沟全部粗刨一次，留精刨余量 10 公厘左右。
3. 然后将齿形样板放在刀架上如图 8 所示。
4. 再在刀架上装刨刀两把，图11上刨刀是横装的，其实实物上刨刀是竖直装的。
5. 按划线精细调整刨刀位置，用靠模法精刨出第一个齿。其他齿依靠分度及靠模便可一一加工出来了（如分度不准，就以划线为准刨出来）。

工时消耗举例：模数30公厘，20牙，齿长（或闊）555公厘。所有刨床工时在内，計 35 小时。

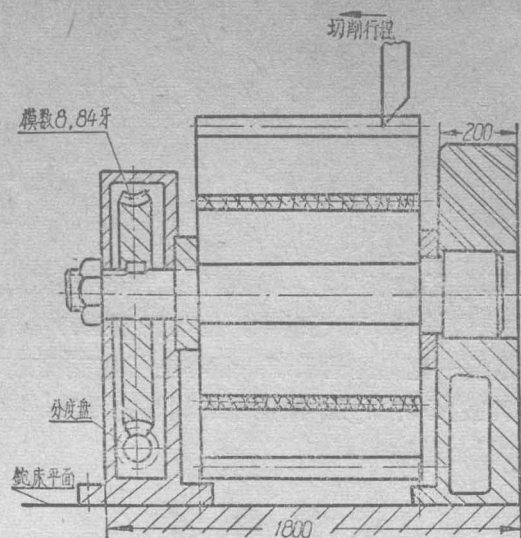


图 11

五、优 缺 点

1. 优点:

(一)用这套夹具可以在龙门刨、牛头刨上加工精度比較低正齿輪，也可以解决沒有齿輪刀具的特殊正齿輪加工問題。

(二)节省刀具費90%，成本低(不需要滾銑刀)。

(三)在其他沒有齿輪机床的厂，也可以利用这套工具在刨床上完成鉄齿任务，对目前滾齿机缺少，任务緊張的情况下，能起一定作用。

(四)可以加工巨型模数齿輪，克服目前巨型刀具缺乏的困难。

2. 缺点:

(一)加工精度不高(4級)。

(二)钳工刨床的劳动强度比較高(钳工划綫、刨床进刀等等是以人工掌握，所以劳动强度高)。

由上所述，我們認為可供其他缺乏滾齿机或无大型銑齿刀具或齿輪加工机床任务緊張的工厂参考采用。对单件小批生产低速度动力傳动大模数齿輪更为适用。

很重要的一点是：打破了非齿輪加工机床不能加工齿輪的傳統的庸俗看法。

小机床加工大螺旋伞齿轮

革新者：精业机器厂
王性元

我厂在承接仿苏式 Y3TM 钻盘任务时，曾设计过 1500 公厘螺旋伞齿轮机床，但因其他任务紧张而暂停制造。在大闹技术革命运动中，迫切需要这种机床，但最困难是如何加工对 20 模数 58 牙与 15 牙对搭的一副螺旋角尺牙。领导上指定王性元同志设法解决这一课题，王性元同志经过对一般滚齿机的分析研究，决定用最简易的办法，在原来 60" 滚床上加添一些机构来达到加工所要求的组合运动。

改进内容

一、水平进刀作用

如图12及13所示，原来轴 XI 是整根不断的，现在加添二对角尺牙以及调换齿轮棒子，以便满足加工时的要求。

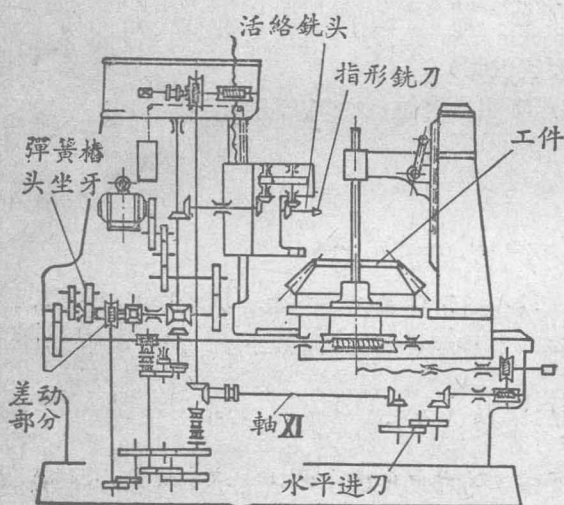


图 12

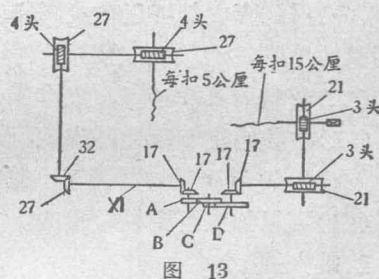


图 13

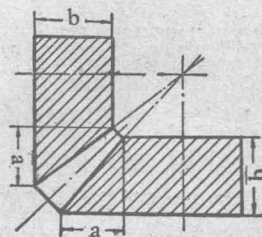


图 14

当铣刀上下移动距离 b 时，工作台水平方向要移动距离 a ，如图14所示，因为只相配角尺牙，小牙齿 b 边长，大牙齿 a 边长，因此它的水平进刀与垂直进刀也就不同了。具体算法可按照公式

$$\frac{A \cdot C}{B \cdot D} = \frac{49}{18} \times a \text{ 边 (或 } b \text{ 边)},$$

其中 $\frac{49}{18}$ 系该机床在这一运动链中的定数。

二、活絡銑頭的構造與工件的關係

在安裝滾刀的地方裝一只活絡銑頭，其結構很簡單，在一根刀排的一半地方，裝上一只角尺牙（見圖15）。因角尺牙平放在工作台上，指形銑刀必須針對牙齒的中心角成為90度，才可以切削，活絡銑頭就為了滿足這個要求，見圖16所示。

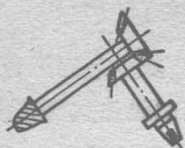


圖 15

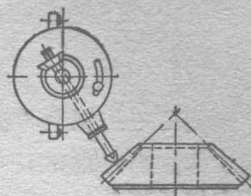


圖 16

三、彈簧樁頭定牙構造與作用

在六號軸上，裝一根心軸和彈簧，一頭就是錐合子。加工時，接上錐合子，差動運動時隨着一起轉了，等到一牙加工好后，再分一牙，一直到分完為止。

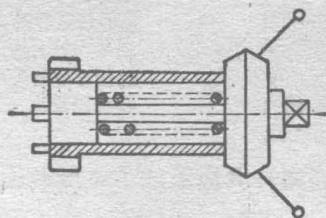


圖 17

四、差動結構與計算

在計算上與單刀銑斜齒輪稍有不同，既不能按照大頭的模數，也不能按照小頭的模數，是照（大頭模數 + 小頭模數）÷ 2 來計算，這樣也只是比較近似的。

五、指形銑刀製造

首先，一定要按照中間的模數，再畫出它的漸開綫來。同樣，這也只是近似的，圓弧是按照中間模數，而厚度要比小頭模數還小3~6公厘。

加工步驟：

1. 把工件安裝在工作台上；
2. 計算水平進刀與垂直進刀量；
3. 搭好差動齒數及分齒掛輪；
4. 校準刀具與工件的位置；
5. 校準活絡銑頭與工件的角度(90°)；
6. 一轉全部銑好后，轉動刀具中心偏移X公厘，與加工一般角尺牙一樣。

球面蜗輪副制造

革新者：上海齒輪廠
吳友梅

一、概 述

太原化肥厂向我厂提出制造“仿德”球面蜗輪箱的任务后，党支部和厂长都非常重视这一項新产品試制工作。当时决定五天內設計好工艺装备，二月內蜗輪箱試制完成，并指定青年技术員吳友梅同志担任工艺装备設計工作，吳友梅同志接受了这个任务后，他积极的依靠老年工人同志。在他們的帮助下，万能傳动头和切制蜗輪的双飞刀都設計成功了，后来通过車間工人同志的辛勤劳动，把从来没有制造过的球面蜗輪箱試制出来，使齒輪加工技术提高了一步。

这种球面蜗輪副的优点是：嚙合比較好，其蜗杆螺旋与蜗輪牙齒的接触面大，所以在这些表面間的压力和磨損都比較小。因此这种球面蜗輪副尤其适合于重載荷轉动。但这种蜗輪副的制造过程也比較复杂些。仿德型球面蜗輪蜗杆嚙合特征。

蜗輪齿数	$Z_2=41$;	螺旋导角	$\lambda = 33^\circ 43' 23''$;
蜗杆頭数	$Z_1=4$;	被蜗杆包容的齿数	$n = 3$;
螺旋方向	右旋;	蜗輪与蜗杆齿厚比	$k' = 0.8$;
模数	$M=10$;	蜗輪齿厚削薄量	$S_2 = 0.25$;
蜗輪齿溝齿形角	$c_2 = 38^\circ 57' 37''$;	輪廓圓直径	$d_o = 244$ 。
蜗杆蜗旋齿形角	$c_1 = 34^\circ 36' 18''$;		

从嚙合特征中知道：仿德型球面蜗杆其齿形既不是标准齿形，也不是非标准短齿。其齿形法向測量尺寸見图18。

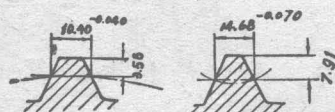


图18 其齿形法向測量尺寸：

甲——蜗輪法向測量尺寸； 乙——蜗杆法向測量尺寸

二、球面蜗輪加工

1. 球面蜗輪加工是在 J38 型滾齿机上实现的。加工后，其表面光洁度能达 $\nabla \nabla \nabla_{7-8}$ 齿形精度，能在保証中心距条件下，合乎图紙要求。

由于 J38 型滾齿机傳动系統剛度較好，其分度系統的强度較高，所以在加工四头蜗輪时对分度机构沒有任何破坏及影响。只要刀具的主切削刃的刃磨光洁度达到 $\nabla \nabla \nabla_{10}$ ，加工后的齿面微觀几何形状，不会产生裂痕。

2. 加工用的刀具。在球面蜗輪切制时，如果生产类型仅是单件小批，或不至一种模数的



图19 刀具的几何形状

甲: $\alpha_1 = \lambda + (\varepsilon \sim 10^\circ)$;

$\alpha' = 8 \sim 10^\circ$;

$\Sigma = 95 \sim 110^\circ$;

$\beta = \theta_0 - \theta_{10}$.

乙: $\alpha_2 = \lambda + (\varepsilon \sim 10^\circ)$;

$\alpha' = 8 \sim 10^\circ$;

$\Sigma = 95 \sim 110^\circ$;

$\gamma = \lambda + (8 \sim 10^\circ)$;

$\beta = \theta_0 - \theta_{10}$.

球面传动副就不适采用球面铣刀或球面梳刀加工。因为这两种刀具,在沒有銼齿设备的工厂里,其刀具制造是无法进行的。加上其制造工艺也很复杂,生产率不高,就不常采用,因此,双齿飞刀的应用就較确当。在加工单头蜗輪时,用双齿飞刀进行圆周进給能令人滿意地切出球面蜗輪的最后齿形。如果滾齿机具有足够的剛性,則多头蜗輪加工,同样能得到良好的效果。

(1) 刀具材料:

P9 鋼;

(2) 热处理后的硬度:

$R_c = 62 \sim 64$;

(3) 刀具的几何形状(见图19):

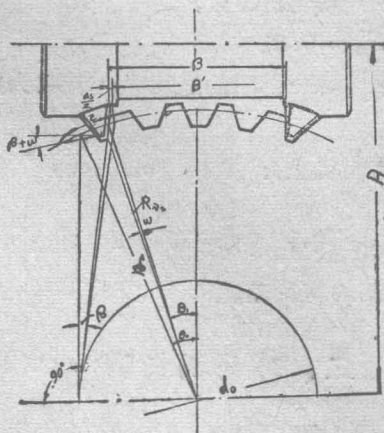


图 20

$$B' = 2\gamma_{d_2} \sin \theta_1;$$

$$B = B' + \Delta S (\text{图20}).$$

其中 ΔS ——蜗輪齿厚上的余量,一般在 $0.5 \sim 1$ 公厘。

$$\sin(\beta + \theta_1 + \omega) = \frac{\gamma_{d_2}}{R_{12}} \cdot \sin \theta_0.$$

$$\omega = \sin^{-1} \frac{\gamma_{d_2}}{R_{12}} \cdot \sin \theta_0 - B - \theta_1$$

$$\sin \theta_1 = \frac{B}{2\gamma_{d_2}}; \quad \sin \theta_0 = \frac{d_0}{2\gamma_{d_2}};$$

$$B = \theta_0 - \theta_1 \quad \varepsilon = 2\beta + \omega + 90^\circ.$$

$$\text{註: } \sin \theta_1 = \frac{B}{2\gamma_{d_2}}; \quad \sin \theta_0 = \frac{d_0}{2\gamma_{d_2}}.$$