

直径950毫米軋鋼机

# 油膜軸承机械加工工藝試驗報告

第49期

第一机械工業部

机械制造與工藝科學研究院

1959.11. 北京



## 一、前 言

以油膜軸承代替滾珠軸承或塑膠軸衬的滑動軸承來作為軋鋼機，軋軛的軸承，將能使軋鋼機的使用年限大大提高，並能提高軋制精度，但由於軋鋼機油膜軸承尺寸大，而精度特別高，在製造過程中不但要求高級的操作工人，而且要求高精度的機床，要使用特種的加工工藝及工藝裝備，並對加工現場的周圍環境亦有很嚴格的要求，為此，世界各國都以能否製造油膜軸承來作為衡量各國重型工業生產的技術水平。我國自解放以來，重型工業發展得很快，在蘇聯的經濟及技術援助下，生產水平及技術水平都已具有了穩固的基礎，在第二個五年計劃期間，重型工業更將得到空前的发展，隨着鋼產量的躍增，對軋鋼機的需要量也與日俱增。作為軋鋼機的关键另件——油膜軸承的試制能否成功，將影響到軋鋼機的產量與質量。太原重型機器廠在總路綫的光芒照耀下，全廠掀起了轟轟烈烈的大鬧技術革新，產量翻番的運動。在破迷信，鼓干劲的大躍進的58年，該廠曾大胆試制了Φ950軋鋼機油膜軸承，雖然由於當時客觀條件的限制，在技術上還存在着不少問題，但試制過程中，積累了不少經驗，發現了不少工藝問題。在這個基礎上，又經過了半年來的技術準備，於59年5月份再行試制，雖然現有的條件仍較差，但在廠黨委的積極支持下，在機械製造與工藝科學研究院的技術合作下，全體工作人員鼓足干劲，奮戰了數月，克服了重重困難，破除了迷信，終於在8月份試制成功了第一套油膜軸承（不包括運轉試驗）質量基本上達到要求，為今後投入生產打下了穩固的基礎。

油膜軸承試制成功，標誌着我國重型機械製造工業的技術水平又向前提高了一步。

“油膜軸承製造工藝研究的總結，原則上是根據現場的加工實情加以分析，並參照了蘇聯諾沃克拉瑪托爾斯克工廠的資料作必要的補充，總結不僅記錄了現場的加工數據及主要工序的試驗數據，並對個別重要工序提出今後進行研究的方向與建議，以作為今後投入生產或為改進個別工序而進行試驗研究時的參考。

## 二、油膜軸承的製造工藝

錐套與巴氏合金套是油膜軸承的主要組成部份，它們的精度要求很高。（另附另件圖）。

下表為Φ950軋鋼機軸承的製造精度標準：

|       | 直徑和公差            | 直 度 公 差 | 橢 圓 度 公 差 | 錐 度 公 差 | 內 外 表 面<br>不 同 心 度 |
|-------|------------------|---------|-----------|---------|--------------------|
|       | (毫米)             | (微米)    | (微米)      | (微米)    | (微米)               |
| 錐 套   | $750^{+0.085}_0$ | 4       | 20        | 20      | 20                 |
| 巴氏合金套 | 750.8            | 5       | 20        | 20      | —                  |

由此可知，另件除直徑尺寸的公差為一級精度外，其它公差已超出一級精度。

要達到這樣高的製造精度必須採用高精度的機床和特種設備。

另件的光洁度也要求很高，錐套外圓光洁度为12級，突緣止推表面为10級，巴氏合金套的軸衬表面为10級，要达到上述光洁度必须采用特殊加工方法。此外在制造过程中，还必须去除由于另件在鍛造，淬火及切削加工中所引起的內应力，以免经过相当時間后，由于內应力减弱而引起另件的变形。

#### 1. 錐套的制造工艺与主要工序的試驗：

錐套材料，按苏联資料規定，直徑大于500毫米的应该用55×鋼，直徑小于500毫米的，用40×鋼。現用的材料为40×鋼，其制造工艺如下：

#### I 鍛造

由水压机鍛成中空の园柱形毛胚。

#### II、热处理（退火）

退火目的在于去除由鍛造而引成的內应力，改善切削性能。退火规范如下：加热至 $880\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，經5~6小時后，随爐冷却。

#### III、粗加工，

在国产齐齐哈尔2米立車上可使用T<sub>5</sub>K<sub>10</sub>硬質合金刀具粗加工外圓、端面及內錐孔。并各留6毫米裕量。一切边緣上倒角 $5\times 45^{\circ}$ ，以免淬火時发生裂紋。

#### IV、热处理（調質）

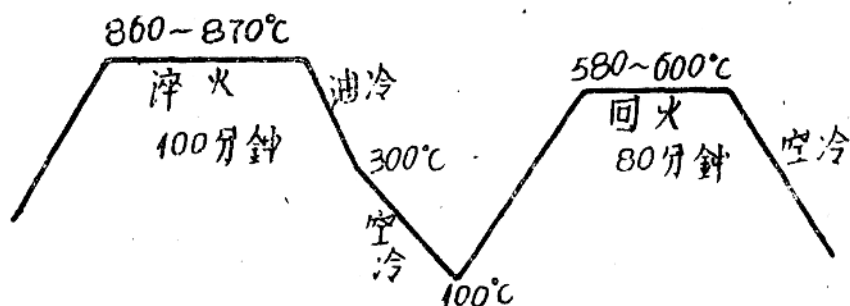
按技術条件，另件經調質后的机械性能如下：

$\sigma_b \geq 72$ 公斤/毫米<sup>2</sup>； $\sigma_s \geq 50$ 公斤/毫米<sup>2</sup>；

$\delta_5 \geq 14\%$ ； $\psi = 40\%$ ； $\alpha_K = 5$ 公斤-米/厘米<sup>2</sup>；

$H_B = 250 \sim 300$ 公斤/毫米<sup>2</sup>。

但由于另件材料已由55×改为40×，所以用如下的规范可达到要求。（見下图）



#### V、半精加工，

另件經热处理后，用套料刀套下2个試样，逐个进行机械性能試驗，当机械性能試驗合格后才能繼續加工，否則需重行热处理，但每个另件不能重复热处理2次以上。

半精加工時，系在国产齐齐哈尔2米立車上用T<sub>15</sub>K<sub>6</sub>硬質合金車刀。加工錐套端面、外圓及凸緣的外圓，并錐錐孔。加工表面各留3毫米裕量。

#### VI热处理（稳定性回火）：

目的是徹底消除由前几道工序引起的內应力。

其规范为，加热至 $500^{\circ}\text{C}$ ，保温6~8小時，随爐冷却。

#### VII、精車內外表面，凸緣及端面，

這道工序系在匈牙利的1.3米立車上進行加工。除外圓及止推凸緣外，其它表面已是最後的一道加工工序。鏤錐套的內圓錐面是這道工序中最重要的一步，因為將來錐套裝在軌軌軸頸上時，如錐度不合、錐套內圓錐母綫不直或有橢圓度，則錐套外部工作表面可能就要變形。此外磨削錐套外圓時，要利用內圓錐面定位，但由於錐套壁厚度不大，內表面形狀上的誤差將影響外部表面。

為了能保證精度，因此這道工序必須在精度很高的立車上進行，按蘇聯資料，所用的立式車床，其精度應保證在下列公差範圍內，

a. 花盤工作面的平行度公差， $\frac{0.03}{1000}$  毫米；

b. 花盤工作表面的軸向跳動公差： $\frac{0.03}{1000}$  毫米；

c. 刀架垂直移動方向對花盤工作表面的垂直度；

縱平面公差： $\frac{0.015}{500}$  毫米；

橫平面公差： $\frac{0.02}{500}$  毫米；

現場所用的匈牙利立車，由於在使用過程中維護欠善，精度已較差，由於花盤軸承的磨損，使工作台在高速旋轉時軸向擺動達0.12毫米。

此外又由於鏤削面積頗大，如所選的刀具材料不合適，則將因刀刃的磨損而使加工表面形狀上造成很大的誤差，鑑於前述原因，對這次試驗，就着重在刀具材料的選用，及如何達到內圓錐面6級光潔度問題上來考慮。

58年試制時曾選用過國產T<sub>10</sub>K<sub>6</sub>, T<sub>15</sub>K<sub>6</sub>等硬質合金刀具進行加工，均未能達到一次走刀在全長上的耐用度，這次試驗試圖用陶瓷刀來解決耐用度問題。

車頭轉速的選用，曾試圖採用較低的速度，以減少工作台擺動幅度。從而減小工件橢圓度。但在轉速較低時，發現工件材料塑性變形甚大，在加工後表面光潔度很差，經過試驗，當轉速為29.5轉/分即切削速度 $V=50$ 米/分時，塑性變形較小。當然，採用高速（例如 $V=100\sim 200$ 米/分）鏤孔，對提高另件的光潔度有利，但高速對刀具壽命影響較大，更重要的是工作台的擺動，隨著轉速的提高而增大，鑑於錐套內圓錐面是固定表面，不是滑動表面，精度的保證比起光潔度來更為重要，所以在試制過程中由於條件的限制，就先從保證精度的前提下考慮問題。其次走刀量 $S$ 受機床規格的限制，故選用最小一擋，即 $S=0.19$ 。

試驗所用的刀片為上海大中廠的陶瓷刀片及蘇聯ЛМ—332陶瓷刀片，採用機械夾固方式固定於刀杆上，試驗結果如圖一所示。

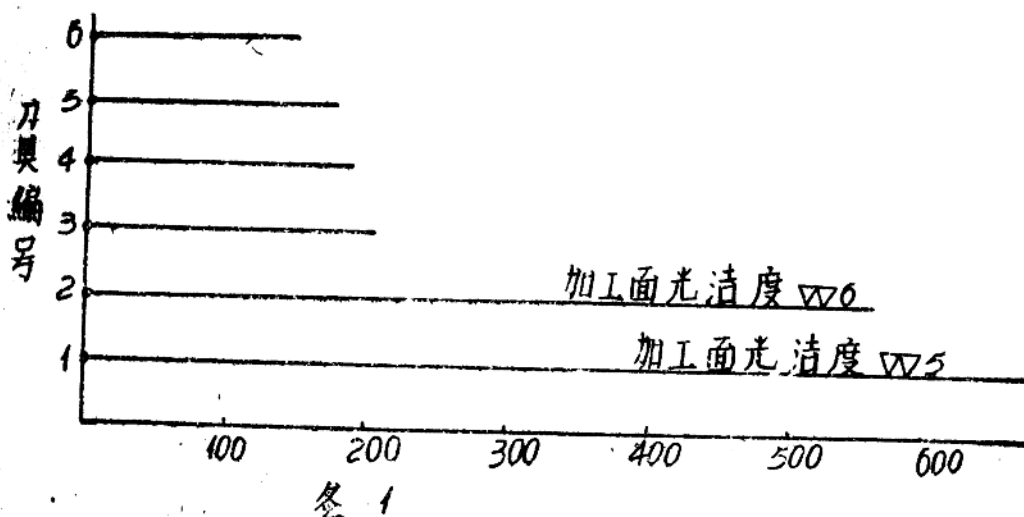


图1 刀具耐用度(以走刀刀杆伸出的工作长度计算)及工件光洁度试验

|           | $\phi$ | $\phi_1$ | $\gamma$ | $\alpha$ | $\gamma$ |
|-----------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 1. LLM332 | 45°    | 15°      | 0°       | 10°      | 0.8      |
| 2. LLM332 | 45°    | 15°      | 0°       | 10°      | 2        |
| 3. 大中瓷刀   | 45°    | 15°      | 0°       | 10°      | 0.8      |
| 4. 大中瓷刀   | 45°    | 10°      | 10°      | 10°      | 0.8      |
| 5. 大中瓷刀   | 45°    | 15°      | +5°      | 10°      | 0.8      |
| 6. 大中瓷刀   | 45°    | 15°      | -10°     | 10°      | 0.8      |

$t \times s = 0.15 \times 0.19$   $V = 50$  米/分。

从图一可看出, 国产瓷刀在抗磨损强度上, 远较苏联瓷刀差, 无论刀头采用何种几何参数(已略去部份试验数据)都不能达到目的。LLM—332型的瓷刀在全长上未磨损, 虽加工面光洁度未达到 $\nabla\nabla 6$ , 但对保证直线性方面起了一定的作用, 转2号刀具在加大刀尖圆弧半径后, 加工面的光洁度达到 $\nabla\nabla 6$ , 但加大 $\gamma$ 使刀具振动增大, 影响耐用度, 在全长的 $\frac{1}{2}$ 上达到 $\nabla\nabla 6$ , 但在 $\frac{1}{2}$ 上由于刀具磨损而光洁度降低。此外由于另件热处理较差, 另件硬度不均, 机床的振动, 以及走刀量受机床结构限制不能减小等, 都是影响提高光洁度的根源。

今后对这道工序建议进行下列几方面的试验:

①在使用机床振动最小, 周围环境的影响最小的情况下, 对刀具材料的耐用度方面进行试验, 最终目标是选用合乎要求的国产刀片。

②在机床的精度得到保证, 亦即另件的椭圆度公差得到保证的前提下, 试用高速铰孔以提高光洁度。

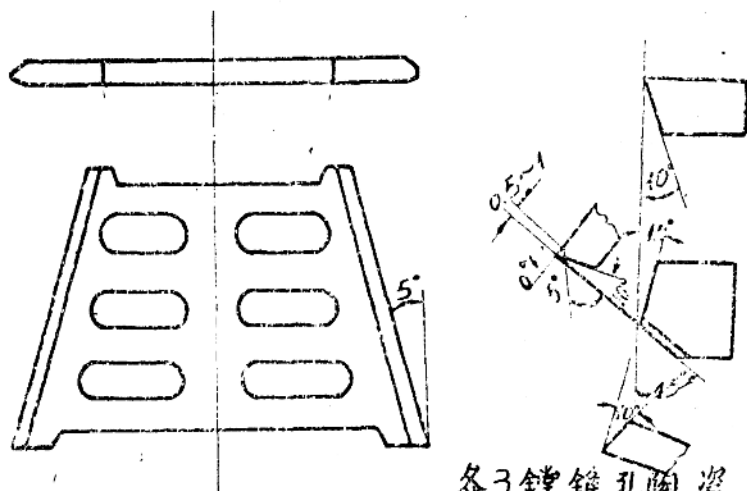
③必要时可以在立车刀架上装上磨头, 以磨代铰。

由于这道工序的精度, 取决于机床的精度, 所以对机床的精度及结构设计方面提出下列几点建议:

①机床要具有小的走刀量, 例如0.05毫米, 这样利于提高加工面的光洁度。

③刀杆应以絲杆走刀代替齿条齿輪走刀，以避免刀杆产生軸向窜动。

鑽錐孔時，刀架先調整好 $5^\circ$ 角度，試鑽一刀后，用样板（圖二）來檢驗錐度，再逐步的校整刀杆角度，另件加工后用同一块样板檢驗錐度。



### 3.2 檢驗錐度的樣板

各3鏢鏢孔陶瓷  
(刀貝用600号油石研底)

### 划孔、鍵槽及內圓錐表面上的槽綫

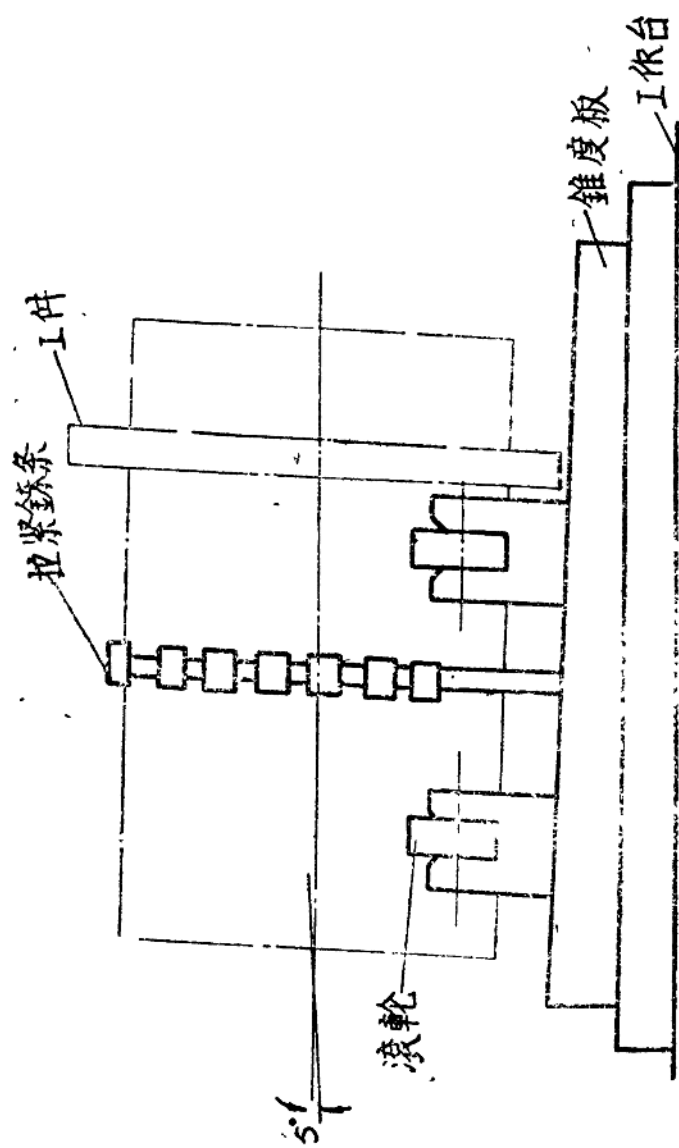
在橫臂鑽床上鑽所有孔。

在捷克臥式銑床上裝上立銑頭銑槽，為了防止由於夾緊力而使另件變形，這道工序採用如圖3所示的專用夾具，工件固定放在四個滾輪上，用拉緊鋼條夾緊工件，這樣，夾緊力均勻分布於工件上，可防止變形。

在銑鍵槽時，只要把錐度板拿掉即可。

去銑槽毛刺，及攻螺紋。

磨外圓在3174磨床上進行，工件以內圓錐面定位固定在頂針間的特殊心軸上。心軸必須在磨床上修整，使其在頂針間的跳動不得超過0.015毫米。對於最後要求12級光潔度的外圓則留裕量0.02~0.04毫米（直徑上）以便超精加工。外圓的直線性用直線尺檢查尺與外元表面間的間隙，3174磨床精度，不能保證另件達到0.004毫米直線性，投入生產的磨床必須是特殊訂貨高精度的磨床。



參 4 銑槽夾具

### XIII、磨凸緣端面

將工件裝在原有軸上進行。

原來磨凸緣端面應在磨外圓時一起磨削，而3174外圓磨床工作台只可能轉動 $\pm 2^\circ$ ，如在原有基礎上磨端面時，由於砂輪面與工件接觸面積大，而砂輪端面與另件端面間不可能很平行，以致磨削平面出現磨痕，因此需轉 $10^\circ$ 左右，使砂輪與加工表面為綫接觸，這樣易于自發地跑合而磨出需要的端面來，現車床上裝一磨頭來加工（見圖5）

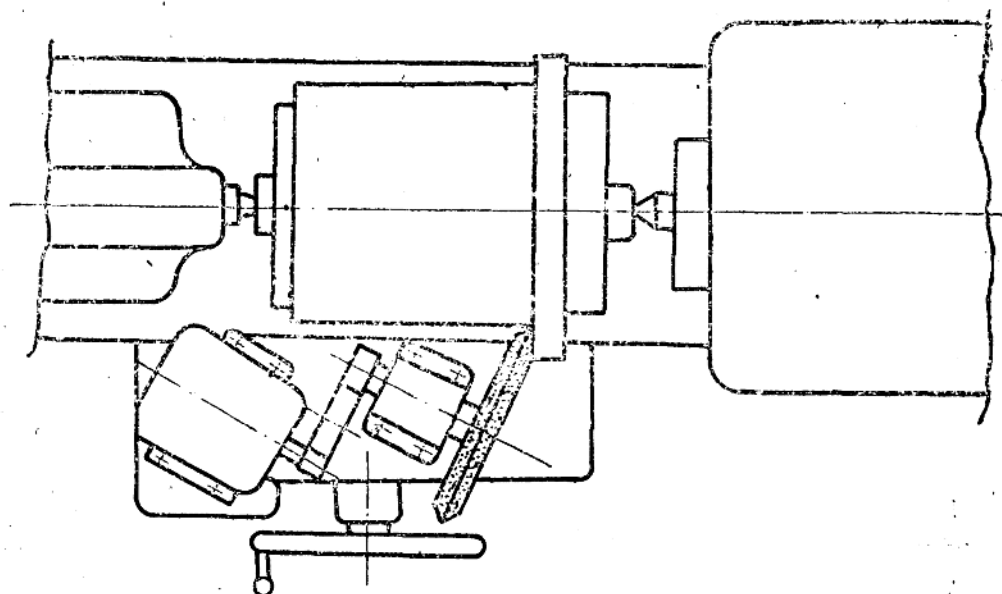


圖5 在車床上附加磨頭的裝置

在磨削中，由於磨頭有軸面串動，砂輪太硬，車床無法微動進刀，這樣加工表面光潔度只能達到 $\nabla\nabla\nabla_5$ ，不能達到 $\nabla\nabla\nabla\nabla_{10}$ ，而且燒傷得很厲害。後採用超精加工才達到要求。

今後生產中，磨削端面可採用二種方法來解決：第一在磨床上附加磨頭，最後用石墨砂輪精磨；第二是採用超精加工。

### XIV、超精加工和拋光

為了保證錐套加工表面達到預定的精度和光潔度，在磨削後採用超精加工和拋光的加工方法，不但能達到要求的精度和光潔度，而且所費的時間也最短。

#### 一、凸緣端面超精加工

超精加工磨頭及磨石見下節詳述，但在超精加工凸緣外端面時，磨頭須轉 $90^\circ$ ，磨石座再轉 $180^\circ$ ，見圖6。



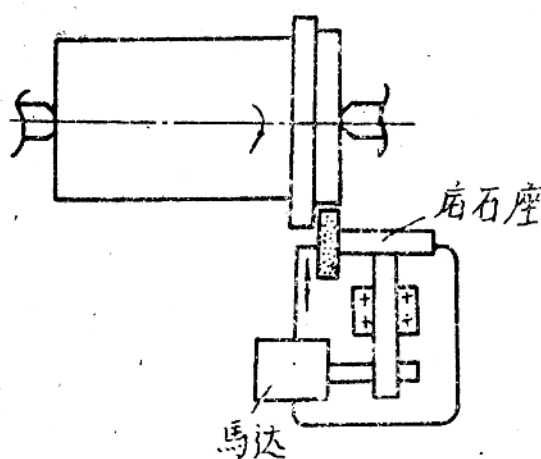


圖 6 加工端面筒套

加工端面采用三个工步进行:

### 1. 粗超精加工

采用500粒度氧化铝磨石,  $n_{\text{工件}} = 2.75$  轉/分。

这道工序主要去除磨痕, 在加工前磨石需修平, 而旁边接近外元表面处需修成圆弧, 这样端面内部也可加工得很好。

### 2. 精超精加工

仍采用上道工序的磨石, 只是工件轉速加快,  $n_{\text{工件}} = 15.6$  轉/分 使另件达到  $\nabla\nabla\nabla$ ,  $\sim \nabla\nabla\nabla\nabla_{10}$  級光洁度。

### 3. 抛光

采用 M<sub>1</sub> 氧化 铬磨膏 放毛毡 上抛

光,  $n_{\text{工件}} = 34.2$  轉/分, 主要使另件更光亮些。

这次試驗加工外端面很易达到  $\nabla\nabla\nabla\nabla_{10}$ , 而內 端面則需修改磨头, 一時不易办到, 所以未采用超精加工, 而是磨削后抛光, 达到  $\nabla\nabla\nabla$  級。

### 二、外元超精加工:

外元超精加工分为粗精两个工步进行。

1. 形状性的超精加工: 本工序的主要目的是为了消除工作表面的波紋度, 鼓形度或元錐度, 这些誤差是不可能磨削中消除的。

2. 光整性的超精加工, 本工序的主要目的是为了使其錐套外元达到10~11級的光洁度, 这样可使抛光后达到12級光洁度的要求。

抛光的主要目的为使另件表面达到12級或更高的光洁度, 同時也可去除超精加工所遺留下来的极浅的痕迹, 并使另件表面光亮如鏡, 超精加工磨头結構見图 7。

超精加工采用了电动的磨头, 它由功率为1 瓩, 轉速为940轉/分的感应电动机直接使偏心軸作旋轉运动, 带动摆动軸作往复运动, 磨石的往复次数为940次/分, 往复距离为5 毫米, 有校正弹簧可得到工作時所需要的压力, 压力大小有指針指示。

磨头原結構系参考苏联諾沃克拉瑪托尔斯克工厂资料而制造的, 在去年試制过程中发现有如下的缺点:

(1) 磨石原来长度为150毫米, 这样长的磨石加工另件時, 接近二端面部份 由于磨石接触机会少, 因此接近二端面部份的光洁度較差, 因此这次改短为75毫米。

(2) 超精加工头由球形鉸鏈連接于作往复运动的滑块上, 这种磨头活动性范围太大, 当超精加工時, 磨头趋近或离开工件時, 必須用手扶住, 否則有碰伤工件的危险, 今改成如图 7 的結構。

这种磨头限止它的活动范围

(3) 密封性較差, 偏心軸处需經常加油, 不經濟。

試驗条件:

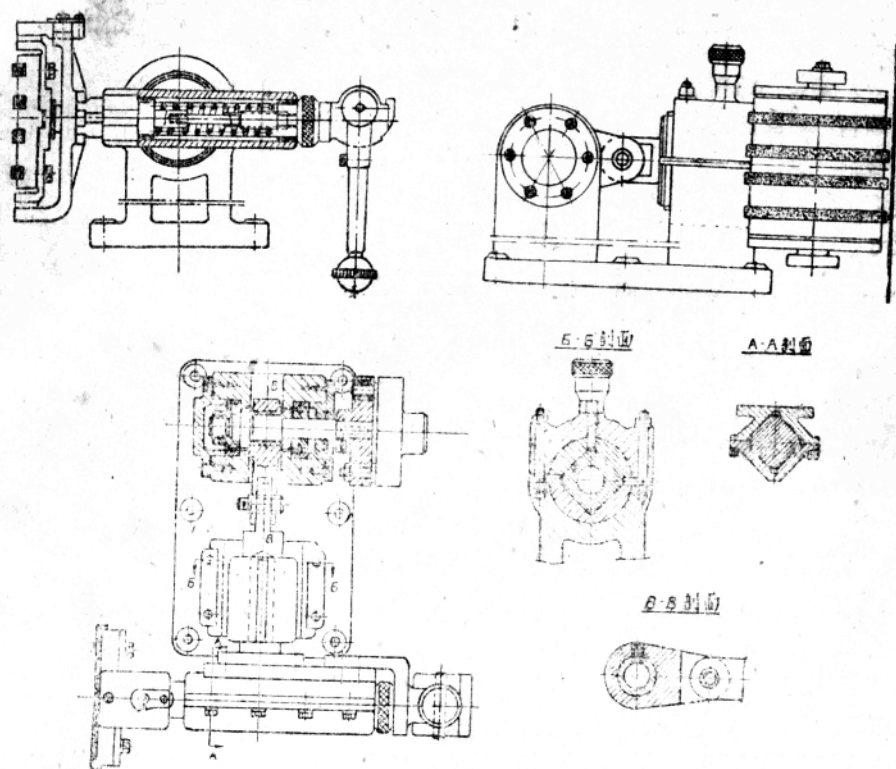


图 7 超精加工后大

1. 工作物：锥套（一种有凸缘端面；一种没有）

材料：40×硬度： $R_H=240$

尺寸： $\phi 750 \times 545$

另件直径大，韧性较高，超精加工非常困难，如果在加工中有一些小缺点（如拉线，二头部没加工好）反映非常清楚。

2. 磨头：电动磨头，功率1匹。

往复次数：940次/分。

往复距离：5毫米。

3. 磨石：

（1）形状性用超精加工磨石。

a. 磨料：氧化铝320

结合剂：黏土。

硬度：

$R_H=65$

尺寸：

$15 \times 15 \times 75$ （四块）

b. 磨料：氧化铝500

结合剂黏土

硬度

$R_H=65$

尺寸 15×15×75 (四块)

(2) 光整性超精加工

a. 磨料: 氧化铝500

结合剂: 黏土

硬度:  $R_H = 45$

尺寸: 15×15×75四块

以上三种磨石由上海天工砂轮厂供给, 磨石制造过程详见本院1959年出版的超精加工

试验研究。

b. 磨料: 氧化铝500

结合剂: 酚醛树脂

外加: 片状石墨

硬度  $R_H = 70$

尺寸 13×13×75四块

这种磨石系由本按五处磨削组试制。

总的来说这次磨石质量较差, 有粒度不均, 软硬不均, 有磨损太快, 因此影响加工精度, 故今后对磨石还需作一定的试验。

(3) 抛光:

a. 303金刚砂和少量煤油, 滴在胶木条上。

b. M3 氧化铬磨膏和少量煤油放毛毡上。

4. 冷却润滑液:

(1) 形状性超精加工: 90%煤油+10%锭子油

(2) 光整性超精加工: 50%煤油+50%锭子油。

5. 机床:

德国车床(刚性精度尚可)

6. 前道工序情况:

前道工序为磨削, 磨削后的表面光洁度为▽▽▽, 另件呈多角形, 表面有部分烧伤。

7. 检验仪器:

(1) 用Π4—2型轮廓仪检验光洁度。

(2) 用300毫米直尺检验直线性。

8. 压力控制的说明:

原需预先测量压力大小, 但因条件限制, 无法测量, 故只能凭估计来控制。

试验情况:

切削规范的选择:

1. 根据去年厂中试制经验:

(1) 形状性超精加工。

磨石: 320粒度。

工件转速: 2.3转/分。

纵进给: 25~30毫米/转

压力: 1~2 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 5~6 小時。

(2) 光整性超精加工。

磨石: 500 粒度。

工件轉数: 2.3 轉/分。

縱进給: 15~20 毫米/轉。

压力: 0.5~1 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 3~4 小時

(3) 拋光

a. 303 金刚砂。

工件轉数 17.7 轉/分

縱进給 5 毫米/轉

压力 0.5~1 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間 2 小時

b. M3 氧化鉻

工件轉数: 22 轉/分

縱进給: 6~8 毫米/轉

压力: 0.3~1 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 6~8 小時

这种加工方法較差, 因为粗超精加工切削作用强, 切削痕深, 最后用拋光不易去除, 且光亮度很差, 而且用金刚砂拋光, 很易在加工中間拉綫, 如能中間加以精超精加工 (速度高些) 是可以采用的, 但時間上不一定經濟。

2. 根据苏联先进經驗:

(1) 形状性超精加工磨石 320

工件轉数: 4 轉/分

縱进給: 25 毫米/轉

压力: 1~2 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 6~8 小時

(2) 光整性超精加工磨石 500

工件轉数: 22 轉/分

縱进給: 6~8 毫米/轉

压力: 0.5~1.5 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 4~5 小時

(3) 拋光 M3 氧化鉻

工件轉数: 34.2 轉/分

縱进給: 5 毫米/轉

压力: 0.3~1 公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 6~8 小時

3. 根据本院过去在各厂所作超精加工試驗:

1) 形状性超精加工磨石320

工件轉数: 6.6轉/分

縱进給: 20毫米/轉

压力: 1~2公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 4~6小時

(2) 光整性超精加工

磨石 白色500

石墨500

工件轉数: 13.6轉/分

22

縱进給: 15毫米/轉

5~7

压力: 1~1.5公斤/厘米<sup>2</sup>

0.5~1

時間: 2~4小時

1~2小時

(3) 拋光M3氧化鉻

工件轉数: 41.5轉/分

縱进給: 5毫米/轉

压力: 0.5~1公斤/厘米<sup>2</sup>

時間: 4~6小時

三种方法形状性超精加工前磨石用粗砂布放在另件上进行修正, 最后洗清, 这道工序主要看另件表面的磨痕是否去掉。

光整性超精加工前磨石先用粗砂布修正, 后用00号細砂布修正, 最后洗清, 加工后在拋光前应檢驗其是否达到10~11級光洁度, 然后进行拋光。

試驗共进行了10余次(詳見試驗記錄), 开始几次不但达不到12級, 有時甚至停留在9~10級之間, 主要的原因并不是切削規範的問題, 而是磨石質量差, 軟硬不均匀, 不脫砂, 砂粒不純, 特别是在加工中間发现另件上拉綫, 在最后加工不掉而影响光洁度。开始認為冷却液情况不好或冷却液不清洁, 可是后来更換了新的冷却液, 压力加大, 周围环境也布置好, 可是仍拉綫, 但是磨石只有这几种, 只能采用了其中比較好的磨石, 仔細的进行粗加工, 在后来精加工時采用高速小进給 $n=27$ 轉/分,  $S=0.12$ 轉/分來加工, 开始一次走刀情况非常良好, 另件非常光亮, 可是第二次进給時又发现拉綫。

經分析結果, 認為中間拉綫是磨石質量有問題, 而尖角上拉綫主要是磨头質量有問題。

后来又將磨头固定死, 这样拉綫情况有所好轉, 但部份还是有, 光整性超精加工后另件光洁度达10級, 而拋光后提高到11級, 離要求还差1級, 为了使另件达到12級光洁度, 針對了現在的缺点(磨石質量差, 磨头精度差), 修改了切削規範(見第13次試驗)而用500号磨石作粗加工, 光整性超精加工后另件光洁度达10級强, 而二头較差, 这样必須在拋光上采取措施使另件达到12級, 在拋光時采用小进給量( $S=0.12$ 毫米/轉)加工, 这样在拋光, 1.2个來回時, 部份細綫紋已去掉, 繼續拋光, 最后另件光洁度已达12級以上, 而且另件表面光亮如鏡, 見图8, 表面綫紋的去除, 說明了拋光時采用小进給量加工可以使另件光洁度提高二級, 在小进給量拋光中間, 发现另件表面有很細的进給紋, 如能在小



进給抛光一个來回后，再用大进給抛光2~3个來回，这样不但能提高另件光洁度，又能避免細进給紋，使另件最后光亮如鏡。



图8 超精加工及抛光后的情况

#### 試驗的体会：

这次試驗說明超精加工切削规范第二种和第三种情况都可采用，而最后加工（在現有条件下）必須进行小进給抛光，如能将磨头結構作合理的修改和采用質量合乎要求的磨石，則不一定要用小进給抛光的，这次試驗只說明能达到12級光洁度，但在時間上不一定是最經濟的，必需在合乎精度的磨头条件下，进行校正压力后繼續进行試驗。

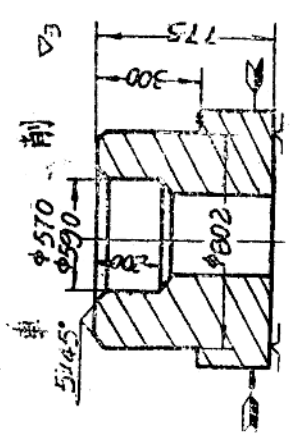
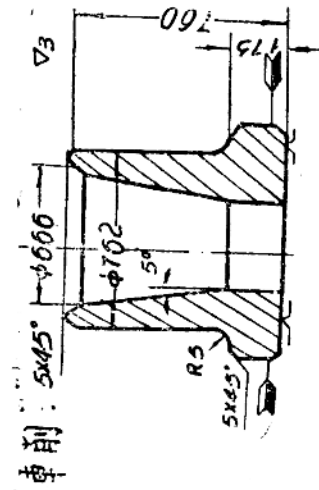
#### 几个建議：

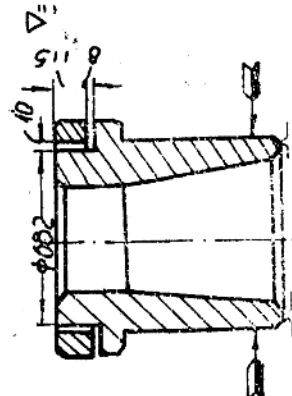
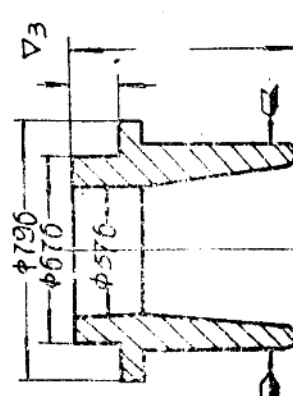
1. 磨头結構（磨头部份）見图7，最好是能密封的。
2. 磨石用环氧树脂胶結，避免使用螺釘在加工中間有松脫現象，（图7已是用环氧树脂胶結的磨石）。
3. 磨石座应多做几套，这样可避免磨石多次装拆及多次修正的麻煩。
4. 磨头制造精度必須严格按照图紙要求制造。
5. 这次試驗中未定加工留量，經過多次試驗約直徑方向为0.02~0.04毫米。
6. 加工時不能二头來回跑或中間上刀，以免影响另件的直綫性。

# 超 精 加 工 試 驗 記 录

| 日 期                                             | 工 件                                      | 磨 石   |                                 |     |                                     |      |      |  |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-------|---------------------------------|-----|-------------------------------------|------|------|--|
| 1959年8月22日                                      | 材 料<br>40×<br>硬 度<br>H <sub>B</sub> =240 | 材料:   |                                 | 結合剂 |                                     |      |      |  |
| 第 13 次 試 驗                                      |                                          | 粒度:   |                                 | 硬度  |                                     |      |      |  |
| 磨头: 电动                                          |                                          | 結構:   |                                 | 尺寸  |                                     |      |      |  |
| 机床: 大高速                                         |                                          | 特点:   |                                 |     |                                     |      |      |  |
| 試 驗 次 序                                         | 粗                                        |       | 精                               |     | 拋 光                                 |      |      |  |
| 磨石                                              | 白色500                                    | 軟 500 | 石墨 500                          |     | M3 氧 化 鉻                            |      |      |  |
| 工件直径 毫米                                         | 750                                      | 750   | 750                             | 750 | 750                                 |      |      |  |
| 工件轉数 轉/分                                        | 2.75                                     | 5.1   | 10.8                            | 27  | 27                                  | 34.2 | 41.3 |  |
| 工件速度 米/分                                        | 6.5                                      | 12    | 25                              | 52  | 52                                  | 80   | 98   |  |
| 磨石頻率 次/分                                        | 940                                      |       | 940                             |     |                                     |      |      |  |
| 磨石振幅 厘米                                         | 5                                        |       | 5                               |     |                                     |      |      |  |
| 縱进給 毫米/轉                                        | 4.8                                      | 3.8   | 3.8                             | 3.8 | 3.8                                 | 0.12 | 0.12 |  |
| 切削角 α                                           |                                          | 38°   | 20°                             | 8°  |                                     |      |      |  |
| 压力 公斤                                           | 70                                       |       | 45                              |     | 15                                  |      |      |  |
| 单位压力 公斤/厘米                                      | 1.5                                      |       | 1                               |     | 0.3                                 |      |      |  |
| 加工余量 毫米                                         |                                          |       |                                 |     |                                     |      |      |  |
| 加工前光洁度                                          | ▽▽▽。                                     |       |                                 |     |                                     |      |      |  |
| 加工后光洁度                                          |                                          |       | ▽▽▽▽10                          |     | ▽▽▽▽12                              |      |      |  |
| 冷却潤滑液                                           | 煤油50%+ 鈍子油<br>50%                        |       | 同 前                             |     |                                     |      |      |  |
| 冷却情况                                            | 良 好                                      |       | "                               |     |                                     |      |      |  |
| 加工時間 小時                                         | 5.5                                      | 1.5   | 1.5                             | 1   | 5                                   | 3    | 3    |  |
| 加工后表面情况                                         | 开始有些拉綫, 將磨石填平修正后就好多了                     |       | 表面綫紋較淺, 可是很花, 測量后为10級强, 因此决定拋光。 |     | 拋光5小時后, 淺綫甚多, 且很花。用小走刀拋光后淺綫少, 表面极佳。 |      |      |  |
| 这次試驗說明: 采用小走刀拋光, 可以去掉細紋, 可是另件上走刀痕較深, 必需再用大走刀去之。 |                                          |       |                                 |     |                                     |      |      |  |

直徑750毫米軸承錐套的機械加工工藝過程

| 工序号 | 工序名称和加工簡图                                                                           | 工 步 名 称                                                | 主要輔助工<br>具 | 刀 具                                                                                                           | 量 具               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| I   |  | 安裝另件，校正并固定<br>1. 車端面<br>2. 車外圓，倒角<br>3. 鏤孔，倒角<br>拆卸另件  | 四爪卡盤       | T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 偏刀<br>T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 外圓車刀<br>T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 鏤刀 | 尺<br>外卡，尺<br>內卡，尺 |
| I   |  | 安裝另件，校正并固定<br>1. 車端面<br>2. 車外圓，倒角<br>3. 鏤錐孔，倒角<br>拆卸另件 | 四爪卡盤       | T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 偏刀<br>T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 外圓車刀<br>T <sub>5</sub> K <sub>10</sub> 鏤刀 | 尺<br>外卡，尺<br>样板   |
| II  | 热处理<br>(調質)                                                                         |                                                        |            |                                                                                                               |                   |

|          |                                                                                                |                                                                                                                                                           |             |                                                                                                                                                                                       |                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <p>N</p> | <p>車削</p>   | <p>安裝另件，校正并固定</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 車圓槽</li> <li>2. 割試樣</li> </ol> <p>拆卸另件</p>                                                    | <p>四爪卡盤</p> | <p>K<sub>5</sub> K<sub>10</sub>起槽刀<br/>T<sub>5</sub> K<sub>10</sub>割槽刀</p>                                                                                                            | <p>尺</p>                               |
| <p>V</p> | <p>車削</p>  | <p>安裝另件，校正并固定</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 車端面</li> <li>2. 車外圓</li> <li>3. 車凸台端面</li> <li>4. 車凸台外圓</li> <li>5. 鏤孔</li> </ol> <p>拆卸另件</p> | <p>四爪卡盤</p> | <p>T<sub>15</sub> K<sub>6</sub>偏刀<br/>T<sub>15</sub> K<sub>6</sub>外圓車刀<br/>T<sub>15</sub> K<sub>6</sub>偏刀<br/>T<sub>15</sub> K<sub>6</sub>外圓車刀<br/>T<sub>15</sub> K<sub>6</sub>鏤刀</p> | <p>尺<br/>卡尺<br/>尺<br/>卡尺<br/>內卡, 尺</p> |