

第一机械工业部机械制造与工艺科学研究所

研究成果

超精加工的試驗研究

內部資料 注意保存



1 9 5 9 北 京

机 械 工 业 出 版 社

NO 019

1959年5月第一版 1959年5月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 字数 25 千字 印张 1²/₈ 0,001— 5,000 册

編輯出版 第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院

(北京西直門外后二里沟)

机械工业出版社印刷厂印刷

定价 0.30 元

超精加工是现代机器制造业中，用以提高零件表面光洁度，延长零件使用寿命的一种生产率很高的光整加工方法。目前国内应用的单位还很少。

我院为了掌握并推广这项工艺，一年多来，结合生产需要，在上海交通大学协作下，由上海天工砂轮厂，试制了各种超精加工用的磨条；结合上海电机厂，无论机床厂加工主轴轴颈；上海柴油机厂、天津拖拉机厂加工曲轴轴颈以及哈尔滨电机厂加工大型推力轴承镜面等做了试验，并找出了对这些工件最适用的工艺参数和砂条制造，在生产率方面超过了很多文献上公布的数字。试验结果证明：在很多情况下确定了在这类型工件上可用预磨精车后直接超精加工的现时性。并确定在加工时，工件旋转速度可以远超过一般文献所指定范围而不影响表面质量。

上述两点却构成提高生产率的主要因素。但还有进一步研究分析，从理论上加以总结提高和明确方向。

本总结分析了超精加工的各种切削因素，并介绍了在生产中行之有效的各种超精加工磨头的结构，以及超精加工用磨条的选择和制造工艺。但对于内圆的超精加工和有关影响超精加工生产率及表面光洁度的参数、磨条使用寿命和自砺作用，磨头的定型以及表面质量对于零件的使用寿命的影响等问题没有进行试验，有待大家作进一步研究。本总结仅供有关单位及工厂参考，并希望提供宝贵意见。此外也希望各有关单位对这项工艺作进一步的研究和提高。

机械制造与工艺科学研究院技术会议

一九五九年五月

目 录

一、前言	3
二、超精加工的运动条件	3
三、超精加工的切削因素	4
1. 切削角 θ	4
2. 磨石的振动次数和往复距离	5
3. 零件的旋转速度	5
4. 压力的选择	5
5. 加工时间与加工余量	6
6. 冷却润滑液	6
7. 磨石的选择	6
四、超精加工磨头结构	7
1. 上海电机厂的超精加工磨头	7
2. 天津拖拉机厂的超精加工磨头	7
3. 无锡机床厂的超精加工磨头	8
4. 哈尔滨电机厂的超精加工磨头	8
五、试验过程	8
(一) 上海电机厂发电机转轴超精加工试验	8
(二) 无锡机床厂机床主轴轴颈超精加工试验	14
(三) 上海柴油机厂曲轴超精加工试验	15
(四) 天津拖拉机厂曲轴及汽门顶杆超精加工试验	16
(五) 哈尔滨电机厂推力轴承平面超精加工	18
六、磨石的制造	20
(一) 磨石之影响因素	20
(二) 磨石之制造工艺过程	22
1. 粘土结合剂磨石制造过程	22
2. 树脂结合剂制造	24
七、结语	24
八、主要参考文献和资料	25

超精加工的試驗研究

合作單位：无錫机床厂， 哈尔滨电机厂，
上海电机厂， 上海交通大学，
上海天工砂轮厂， 天津拖拉机厂，
研究單位：本院第五处
完成日期：一九五八年十二月

一、前 言

超精加工可以提高零件的表面質量，增加其使用寿命，这种方法生产率高而且簡單，是现代机器制造业中金屬表面光整加工的重要方法之一。它可以用来加工平面、內孔、外圓、球面、錐体及其他形状的表面，可以加工淬火及未經淬火的零件。

国外早在1934年就开始了超精加工的試驗研究，1935年开始应用于汽車制造业中，經過了多年的試驗研究和生产实践，已經获得了良好的結果。在国内超精加工还是一种比較新的工艺，应用的不广，主要問題是磨石質量不稳定和缺少工艺資料。为了提高某些产品零件的表面質量和生产率，一年多以来我院先后与各有关工厂合作进行了超精加工和磨石制造的試驗研究。在各工厂中分別对不同类型的零件（曲軸，主軸，推力軸承鏡面等）不同材料（45号鋼，SM合金鋼，球墨鑄鐵等）进行了試驗，在質量上和生产率方面都得到了令人滿意的結果。在以超精加工代替磨削方面也取得了一些經驗，零件在車削后不經磨削即进行超精加工，表面光潔度 $\nabla\nabla 5$ 級提高到 $\nabla\nabla\nabla\nabla 11\sim 12$ 級，这对加工大型零件和在沒有磨削設備的条件下更有价值。我們一年多以来所作的工作主要是把超精加工用于生产，对其中的一些問題作了初步探討，許多問題还有待今后进一步研究解决。

二、超精加工的运动条件

超精加工时工件和磨石間的相对运动是很复杂的，一般是由2~6个运动組合而成。在加工外圓及內圓表面时是工件作旋轉运动，磨石作短的高速往复直綫运动（有时由工件来完成）并沿着工件的軸向作緩慢的进給。现将机械傳动（偏心軸）的外圓超精加工的合成运动作如下的簡單分析：

設：

f ：磨石的振动次数，往复/分

a ：磨石的往复距离（公厘）。

ψ ：偏心軸的轉动角度（弧度）

d ：工件的直徑（公厘）

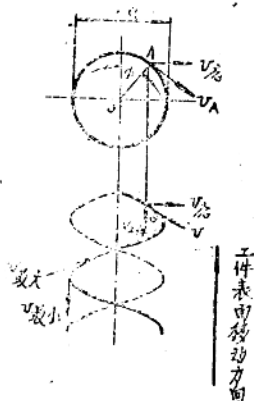


圖1 在工件表面上磨粒切削运动的軌迹。

n : 工件轉數 (轉/分)

0 点为驅動軸之中心

A 点偏心軸之中心

$$V_A = \pi a f / 1000 \text{ 公尺/分}$$

$$V_{\text{磨}} = A \cos \varphi = \pi a f \cos \varphi / 1000 \text{ 公尺/分}$$

$$V_{\text{工件}} = \pi d n / 1000 \text{ 公尺/分}$$

$$V = V_{\text{磨}} + V_{\text{工件}} = \frac{\pi}{1000} \sqrt{(dn)^2 + (af \cos \varphi)^2}$$

切削速度 V 是随着 φ 的变化而时刻沿着正弦曲綫变动的当 $\varphi = 0$ 时 切削速度为最大值,
 $\varphi = 90$ 时切削速度为最小。

$$V_{\text{最大}} = \frac{\pi}{1000} \sqrt{(dn)^2 + (af)^2} \text{ 公尺/分}$$

$$V_{\text{最小}} = \pi d n / 1000 \text{ 公尺/分}$$

切削速度之方向与工件加工表面移动方向所夹之角为切削角

$$\theta = t_{an}^{-1} \left(\frac{af}{dn} \cos \varphi \right)$$

当 $\varphi = 0$ 切削角为最大 θ 最大, $\theta_{\text{最大}} = t_{an}^{-1} \frac{af}{dn}$

$\varphi = \pi/2$ 切削角为最小, $\theta_{\text{最小}} = 0$

假设磨粒往复运动是在匀速的情况下:

$$V_{\text{磨}} = 2af / 1000 \text{ 公尺/分}$$

$$V_{\text{工件}} = \pi a n / 1000 \text{ 公尺/分}$$

$$V = \sqrt{V_{\text{磨}}^2 + V_{\text{工件}}^2} = \sqrt{\frac{(2af)^2 + (\pi dn)^2}{1000^2}} = \frac{1}{1000} \sqrt{(2af)^2 + (\pi dn)^2}$$

$$\tan \theta = \frac{V_{\text{磨}}}{V_{\text{工件}}} = \frac{2af}{\pi dn}$$

$$\tan \theta_{\text{最大}} = \frac{af}{dn}$$

所以 $1.57 \tan \theta = \tan \theta_{\text{最大}}$

为了简单起见一般可以假设磨粒的往复运动是匀速的, 按此选定切削角 θ 并确定其他切削因素。

三、超精加工的切削因素

1. 切削角 θ : 一般超精加工是在低速条件下进行的, 因此正确地选择 θ 角不论对生产率或加工后的表面光洁度都有影响, 当切削角 θ 大时, 切削作用也比较强烈而光洁度比较差, 相反切削角小时切削作用减弱而光洁度较好。一般超精加工的前道工序为磨削或者车削, 经过车削或磨削的工件在其表面上遗留下一定长度的加工痕迹, 而且是近似平行的。故当 θ 角变化时则磨粒走过的路程也不同, θ 大磨石往过程中接触的高峰数目增多, 故切削作用强, 相反 θ 小时切削作用低而光洁度好, 按一般资料介绍粗超精加工时 $\theta \geq 35^\circ$, 精超精加工时 $\theta = 6^\circ \sim 12^\circ$

但是我们在试验过程中, 采用高的工件速度即切削角很小时, 得到的结果不但生产率高而且光洁度也能达到要求。

超精加工的表面光潔度主要是決定于磨粒的粒度和加工痕迹的分布。在同一磨粒的條件下只要加工痕迹不重疊，就可以達到一定表面光潔度。

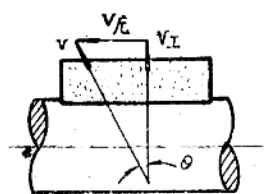


圖 2

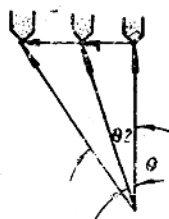


圖 3

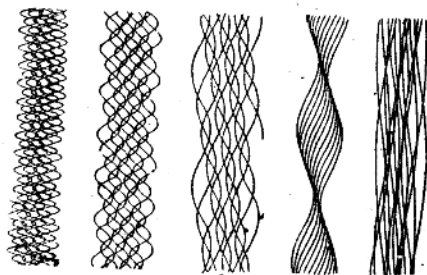


圖 4 各種加工條件下磨損的切削軌迹。

圖 4 為在不同加工條件下磨粒的切削軌迹。雖然它們的切削角不同，但是加工痕迹並不重疊，同樣都能達到一定的光潔度。

2. 磨石的振動次數和往復距離：

根據前面所說的切削公式 $\tan \theta = 2af/\pi dn$ ，如當切削角選定之後，工件直徑 d 是定數，而工件轉速 n ，可以根據機床及工件剛性的限制選定，剩下的變數就是 a 、 f ，磨石的振動次數受磨石夾頭慣性的限制，它的振動次數不能任意增大，一般在 300~2500 次/分

在試驗中，採用 980 次/分、1000 次/分、1250 次/分、2500 次/分。

磨石往復運動之距離，一般是在 2 公厘到 6 公厘的範圍之內。在磨石振動次不變的條件下，增加往復距離往復速度就需降低，所以採用大往復距離時，其切削作用也要隨着降低。相反磨石的使用壽命會提高，因此在確定 a 、 f 時要考慮到切削作用同時要考慮到磨石的壽命。

採用大的往復距離並且沒有走刀時，零件表面上容易產生凹心現象。因為零件表面中間部分永遠與磨石接觸，而兩端成間歇地接觸。

3. 零件的旋轉速度：

零件旋轉速度的大小，主要是決定于機床的剛度及工件直徑和長度，在加工不同材料時有不同的旋轉速度，速度不同，磨石的損耗量也不同。

一般的來說，超精加工時工件的旋轉速度不宜太大，大體在 10~50 公尺/分範圍內，否則會引起零件的表面灼傷。

4. 壓力的選擇：

超精加工的工作壓力與磨石性能、要求的表面質量、切削用量、冷卻液的粘度及工件材料等有關。在工作開始時，由於零件表面高低不平，因此其單位壓力很大。這時可以採用較小的總壓力，到零件表面光潔度慢慢好轉後，即零件表面峰谷高度差減少時，零件和磨石的接觸面增大。這時總壓力的數值應予以適當加大，以維持適當的切削作用，隨着壓力的增加，切削作用也增加，但是當壓力過大時，磨粒會在工件表面上划出較深的痕迹，因此會降低表面光潔度。如果壓力過小，切削作用不強，生產率低，但光潔度好。一般在粗加工時採用較大的壓力，在精加工時採用

較小的壓力。

另一方面，磨石的損耗是隨着壓力增加而增加的，但是磨石的損耗量不是直線上升而是在某一範圍內磨石的損耗比較小而均勻。如果壓力超出一定範圍時，磨石損耗會突然增加以至崩裂。不同硬度的磨石有不同的臨界壓力，隨着磨石硬度的增加，臨界壓力也有所提高。

壓力的大小亦與冷卻液的粘度有關。在採用粘度大的潤滑冷卻油時為了保證適當的切削作用，則需增大壓力來防止停止切削階段的過早出現，如粘度低的油必需用小壓力方得到良好的表面光潔度，否則永不形成油膜層，表面光潔度難以提高。當然油膜層的形成還與工件的旋轉速度有關。當工件轉速增加時工作壓力也可以略增。

一般在粗超精加工時採用的工作壓力為 $1.5 \sim 3$ 公斤/公分²，在精超精加工時採用的工作壓力為 $0.5 \sim 1$ 公斤/公分²。

5. 加工時間與加工余量：

加工時間涉及到的因素較多，如磨石的性能，切削速度，工作壓力，所要求的光潔度，以及前工序的光潔度。如果切削規範選擇的合適，根據超精加工切削過程的特點可以知道，經過一定時間隨着表面光潔度的改善，磨石與工件間形成油膜後即處於停止切削階段，不再起切削作用，因此加工時間過長並不能繼續改善表面的光潔度，一般前道工序為磨削，光潔度 $\nabla \nabla \nabla 8$ 級時，在無走刀加工的條件下，加工時間超過120秒以後光潔度也不再有明显的改善。如果前道工序為車削，光潔度為 $\nabla \nabla 5$ 級時，加工時間要長些，而且在形成油膜停止切削時，仍有車痕可見，這時磨石需經修整後再進行切削，因此加工時間就要長些。

至於加工余量一般不作規定，因為超精加工的主要目的並不是為了改善零件的尺寸或幾何形狀，而是為了改善它的表面微觀幾何形狀、消除零件表面極薄的退火層，因此加工余量的數值應該是很小的，一般在 $0.025 \sim 0.005$ 公厘之間，假如前道工序為車削表面光潔度為 $\nabla \nabla 5$ 級，其余量應在 $0.02 \sim 0.04$ 公厘之間。

6. 冷卻潤滑液：

冷卻潤滑液不僅起着潤滑和冷卻作用，而且能將磨下的切屑和脫落的磨粒自工件與磨石間強行沖去，使磨石保持一定的切削能力。並在超精加工最後階段，在工件與磨石間形成油膜層，使切削作用停止，改善工件的表面光潔度。在不同加工材料和切削規範，冷卻潤滑也應有所區別。冷卻潤滑液必須純潔均勻，因此對於冷卻潤滑液的過濾應給以足夠的注意。

我們加工45號淬火鋼，20XSM合金鋼，球墨鑄鐵平均採用的90%煤油+10%鉍子油。

潤滑液的粘度在50℃時為恩氏2.6~3.3

7. 磨石的選擇：

磨石的選擇是根據工件材料的性質，表面質量，以及所使用的冷卻液……等因素來決定。

1) 磨料：

高級碳化硅：宜於加工硬而脆的材料。如鑄鐵，青銅，以及其他有色金屬。高級氧化鋁：宜於加工碳鋼，合金鋼，韌性鑄鐵等抗拉強度高的材料。

2) 粒度:

粒度直接影响到表面光洁度, 粒度越细, 加工后得到的表面光洁度越高, 相反粒度粗表面光洁度差, 生产率高。因此在粗超精加工时采用300号~400号的磨石光洁度能达到 $\nabla\nabla\nabla$, ~ $\nabla\nabla\nabla\nabla$ ₁₀级, 在精超精磨时用500号~600号的光洁度能达到 $\nabla\nabla\nabla\nabla$ ₁₁~ $\nabla\nabla\nabla\nabla$ ₁₃级。

3) 硬度:

磨石的硬度根据工件的硬度而定(见图5), 此表是各国经过几百次试验一致公认的。

4) 磨石的形状和数量

磨石的形状视加工对象而定, 在加工外圆, 内圆或者平面时多采用长方形磨石, 其数目随零件的大小以及生产量大小而定, 当直径在75公厘以下时, 通常采用一块磨石, 磨石越多时间越短, 当加工大直径的零件时, 可以采用多块合并使用。磨石的大小长短, 一般为10×10, 19.25×25公厘, 它的长度为50, 80, 100公厘, 至于具体大小必须根据工件而定, 但过长的磨石较易堵塞, 故磨石一般不希望超过150公厘。

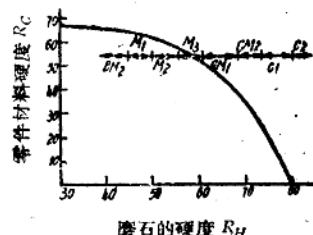


图5 零件的硬度与磨石硬度的关系。

四、超精加工磨头结构

一般来说, 超精加工用的装备很简单, 我们试验用的超精加工设备, 大多是加工外圆的, 故都在车床上加装一个电动或气动的磨头, 使磨石作往复运动就能满足要求, 现把各种超精加工设备介绍如下:

1. 在上海电机厂试验用的超精加工设备, 图6:

从功率为0.127瓩的感应电动机(37), 通过一对速比为1:3的正齿轮(40.22), 使偏心轴(7)作旋转运动, 带动摆动轴(44)作往复运动, 磨石的往复次数为930次/分, 往复距离的大小可以通过调换偏心轴得到, 有2、2.5、3公厘, 在摆动轴的端部, 装有套筒(50)磨石架(48), 插在套筒内, 带有磨石的磨石座(59)插在磨石架(48)的燕尾槽内套筒(50)有校正弹簧(49), 依靠它得到工作时所需要的压力, 压力的大小可从刻度上看出。

此超精磨设备宜于超精加工大型外圆, 它的特点就是功率大、压力有刻度指示, 整个机体密封性较好, 重要部件全浸沉在油中、因此零件磨损小, 可以调节中心高度适于不同中心高的车床上使用。加上附件可以进行内孔超精磨, 但是在调速上和调换往复距离时比较麻烦。在图上有二种不同的磨石座, 一种是带有左右可以摆动的磨石座; 另一种利用弹簧薄片, 试验后认为前一种比较好, 加压后磨石与工件密合的比较正确。

2. 天津拖拉机厂试验用的超精加工磨头, 见图7:

此超精加工磨头是利用2000转/分 $\phi 6$ 的手电钻改制成的。有手电钻动力部分(23)。通过圆锥(20)偏心轴(19)旋转, 偏心轴转动使滑块(9)与磨石座(6)作往复运动, 加压由弹簧(18)加压。

此种结构比较简单小巧，可以夹在刀架上使用，故适宜于加工小直径（ $\phi 80$ 以下）外圆表面，尤其在小批单件生产时更为合适。

由于它的原动力来自手电钻，在电钻的电源线上串联一阻抗器，可以得到 2000 转/分及 1000 转/分二种速率：

M ——电动机（串激式）， L ——交流感应阻抗器，

K ——单刀双掷选择开关， K 通 a 时以 2000 转/分， K 通 b 时由于电源电压经阻抗器 L 降压使输入电动机电压减少一半故电动机以 1000 转/分旋转。

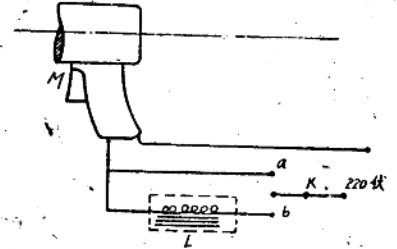


圖8 手电鑽接線圖。

3. 无锡机床厂利用的超精加工设备如图9所示，是利用压缩空气使磨石作往复运动的气动超精加工磨头，此结构是参照苏联专家 B. Г. 洛时高夫介绍的超精密加工的万能气动磨头设计制造的，详见金工工艺 1958 年第四期及机床与工具 1955 年第 15 期，这里只附图不详述。气动磨头的缺点是往复运动的速率不稳定，随着阻力的增加而降低，同时噪音很大。紧固部分容易松动，用两个紧固螺钉来防止磨石旋转的方法也不好，由于各误差的总合仍能使磨石有少许的旋转，因此最好改用键槽使用长键来导向。

4. 哈尔滨电机厂采用的超精加设备，是装在立式车床上加工推力轴承平面用的，见图10。

马达 43 经联轴器 55 传到中心轴 53，由于中心轴的偏心作用，通过装在其上的连杆 58 把圆周运动变为直线往复振动传至圆盘 59，而磨石与圆盘是一体的，故使磨石产生了振动运动。

该磨头经使用后证明可用，但可从下列几点加以改进。

- (1) 装夹处最好通过磨头的中部；
- (2) 重量和体积可缩减；
- (3) 手柄不够灵活；
- (4) 最好有 2 个振动次数。

五、試驗情况

(一) 上海电机厂发电机轉軸超精試驗：

超精加工 2500，12000，25000 瓩汽輪发电机的轉軸軸承档，这些零件的軸承档的表面光潔度为 $\nabla\nabla\nabla\nabla 9 - \nabla\nabla\nabla\nabla 10$ 。而这样大型的零件以 12000 瓩汽輪发电机为例，它軸的長度为 5649 公厘，最大直径为 696 公厘，因为无大磨床所以不能采用磨削，如用砂布抛光生产率很低，同时也有可能破坏零件的精度，而且不易达到所要求的表面光潔度。尤其是 25000 瓩汽輪发电机轉軸，特别可以显示出采用超精加工的优点，既能保证零件精度，而且能满足表面光潔度，試驗时工件在車削后就直接进行超精加工，光潔度从 $\nabla\nabla 5$ 提高到 $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ 以上。

試驗条件：

1. 超精加工磨头：功率为 0.127 瓩，往复次数为 930 次/分。

原书缺页

原书缺页

原书缺页

原书缺页

往复距离为2~3公厘的电动超精加工磨头。

2. 磨石: 粗超精加工时500号氧化铝, 硬度 $R_H = 65$ 。

精超精加工时500号氧化铝硬度 $R_H = 0$ [注2]。

尺寸: $25 \times 25 \times 60$ 公厘, 数量: 二块。

3. 试样: 材料: SM合金钢。

尺寸: $\phi 200 \times 240$ 公厘。

(注2) 此磨石在洛氏硬度机以3公厘钢珠加压60公斤不能读出数来, 因此说它等于零。

硬度: $R_B 82 \sim 84$ 。

4. 冷却润滑液: 90%煤油+10%锭子油。

5. 机床: 波兰车床——刚性精度都好。

6. 前道工序情况。

超精加工前道工序为车削。

车刀: 普通外圆车刀。

切削速度: $v = 58$ 公尺/分。

送进量: $s = 0.28$ 公厘/转。

吃刀深度: $t = 0.25$ 公厘。

车削后的表面光洁度: $\nabla \nabla 5$ 级。

7. 超精加工切削规范:

加工次序	粗		半精	精	
工件直径(公厘)	200				
工件转速(转/分)	23		62	93	
工件速度(公尺/分)	14.5		39	58	
往复次数(次/分)	930		930	930	
往复距离(公厘)	3		8	3	
纵进给(公厘/转)	1.2		1.2	0.6	0.3
切削角 θ	21°		8°	$5^\circ 30'$	$5^\circ 30'$
压力(公斤)	75		50	50	20
单位压力(公斤/公分)	2.4		1.6	1.6	0.7
加工余量(公厘)					
加工前光洁度	$\nabla \nabla 5$				
加工后光洁度				$\nabla \nabla \nabla \nabla 11 \sim 12$	
冷却润滑液	煤油+锭子油		同前	同前	
冷却情况					
加工时间(分)	5 5		3	3.5	7
加工后表面情况	去掉一部分车痕, 且很均匀		已有光亮度	光洁度和光亮都很好	

经过多次的试验, 证明超精加工可以使零件从车削后的表面光洁度 $\nabla \nabla 5$ 提高到 $\nabla \nabla \nabla \nabla 11 \sim 12$, 加工时间为0.8小时, 最短的一次试验只需0.43小时, 如能改变往复运动的速度和距离, 并采用320号粒度磨石作粗磨, 加工时间可以控制在0.3小时之内。

在試驗过程中，發現由車削后▽▽5就进行超精加工时往往由于切削作用强烈，可能过早嵌塞而提前出現停止切削阶段。但表面的刀痕并未全去掉，则需要修整磨石以維持切削作用。

(二) 无錫机床厂主軸軸頸的超精加工。

超精加工 3B180 无心磨床主軸軸頸，工件要求的光潔度为▽▽▽▽11，一般主軸軸頸磨削后表面質量达不到要求。采用超精加工以后表面質量完全可以滿足要求。

試驗条件：

1. 超精加工磨头——气动往复次数 900~1100次/分。

往复磨头距离为 6 公厘。

2. 磨石：粗超精加工时：500 号氧化铝，硬度 $R_H = 35, 45$ 。

精超精加工时：500 号氧化铝，硬度 $R_H = 0$ 。

尺寸：20×20×80。数量二塊。

3. 試样：材料：20X，40X。

尺寸：φ50×250 公厘。

硬度： $R_C = 55-57$ 。

4. 冷却潤滑液：90%煤油+10%鋅子油。

5. 机床：1Д63，1К36。

6. 超精加工切削规范：

加 工 次 序	粗	精
工件直徑(公厘)	50	50
工件轉數(轉/分)	745	1000
工件速度(公尺/分)	117	157
往复次數(次/分)	900~1100	900~1100
往复距離(公厘)	6	6
縱進給(公厘/轉)	0.28	0.13
切削角 θ	$\approx 5^\circ 20'$	$\approx 4^\circ$
壓力(公斤)	20	15
單位壓力(公斤/公分 ²)	1	0.75
加工余量(公厘)	—	—
加工前光潔度	▽▽▽8	—
加工后光潔度	—	▽▽▽▽12
冷却潤滑液	煤油+鋅子油	同前
冷却情况	尚可	同前
加工時間(分)	0.716	1.3
气压(公斤/公分 ²)		4.5
加工后表面情况		極佳

根据已有資料的介紹超精加工时工件的速度一般在 10~50公尺/分的範圍之內，而我們在試驗中采用的工件速度高达 314公尺/分，工件表面并未發現有燒傷現象，表面光潔度达到▽▽▽▽12級，磨石的損耗量也不大，由于采用了高速加工時間大大縮短了。加工 φ105×220 公厘的工件仅 3~4 分鐘表面光潔度就达到了▽▽▽▽12級。

加工次序	粗	精	粗	精
工件號碼:	3B180 主軸二軸徑			
工件直徑(公厘)	105	105	105	105
工件轉數(公R/分)	38	765	600	955
工件速度(轉/分)	12.5	252	198	314
往復次數(次/分)	900~1100	900~1100	900~1100	900~1100
往復距離(公厘)	6	6	6	6
縱進給 S (公厘/轉)	1	0.13	0.28	0.07
切削角 θ	$\approx 63^\circ$	$5^\circ 30'$	$\approx 7^\circ$	$\approx 4^\circ$
壓力(公斤)	20	15	20	15
單位壓力 p (公斤/公分 ²)	1	0.93	1	0.93
加工前光潔度	$\nabla\nabla\nabla 8$		$\nabla\nabla\nabla 8$	
加工後光潔度		$\nabla\nabla\nabla\nabla 12$		$\nabla\nabla\nabla\nabla 12$
冷卻潤滑液	煤油+10%鋅子油			
冷卻情況	用油泵打			
加工時間(分)	$4.55+1.41+0.67=6.63$		$0.71+2.09+0.67=3.475$	
氣壓(公斤/公分 ²)	4.5	4.5	4.5	4.5
加工後表面情況	極佳		極佳	

試驗結果表明在磨石往復距離及振動次數不變的情況下提高工件速度，雖然切削角減小了但仍能提高生產率。這種現象可以這樣解釋，在超精加工時增加工件速度或磨石速度（振動次數），雖然切削角有所增減，但不論增加那種速度都提高了合成速度，即增加了單位時間內磨粒在工件表面上的滑延次數，因而增加了去屑量，提高了生產率。關於這方面的問題還需要今後進一步探討。至於超精加工的表面光潔度主要是取決於磨石的粒度和加工痕迹的分布，在磨石的性能一定的條件下只要加工痕迹不重疊，就能達到較高的光潔度。

三、上海柴油機廠，曲軸超精加工：

曲軸的主軸頸和連杆軸頸表面光潔度要求為 $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ 。

過去加工方法是在軸頸精磨之後，用砂布包在軸頸外面，用手抽光。這樣不僅質量不高而且生產效率也很低，採用超精加工後既保證了質量又提高生產率。

試驗條件：

1) 超精加工磨頭：電力驅動，往復次數為1000~2000次/分，往復距離為2~3公厘。

2) 磨石：粗超精加工時：500號氧化鋁，硬度 $R_H=47、57、35$ 。

精超精加工時：500號氧化鋁，硬度 $R_H=0$ 。

尺寸：25×25×45公厘，數量一塊。

3) 試樣：材料：45號鋼。

尺寸： $\phi 75 \times 200$ ， $\phi 76 \times 45$ （軸頸）。

硬度： $R_C 50$ ， $R_C 48 \sim 58$ 。

4) 冷卻潤滑液：90%煤油+10%鋅子油。

5) 使用機床：舊車床，其剛性、精度都差，速度不宜提高，轉速達240轉/分時機床就發生