

# 普通无心磨床提高磨削精度的几个问题

严 正

(机械系)

大批量生产的中小型回转体工件，如电扇、洗衣机、自行车、缝纫机、微电机、冰箱、泵、录音机芯的轴，注射器芯、阀芯、轴承套圈、滚柱、滚针、钻头、活塞销、油针、柱塞等等，其精加工常用无心外圆磨床实现。这是由于磨削时工件上不必打中心孔，也不需要桃子夹头等夹具，而且通磨时加工时间与辅助时间重合，成批连续加工，切入磨时只需较少辅助时间，所以生产率比一般外圆磨床高，生产成本低；又因为在切削宽度上全部由托板刚性支承，工件不发生变形，所以被加工工件可保持紧公差和较小的表面粗糙度，对多直径工件还可保持精确的同轴度。

提高这些工件的加工精度，是减少振动、噪音、功耗、磨损，增加寿命，从而提高产品质量的一个重要因素。

在我国，按机床精度等级分，实际生产普通精度和高精度二类无心磨床；在苏联，现在生产H(普通精度级)、II(提高精度级)、B(高精度级)、A(超精密级)四类；在美国、日本、西欧一些国家，无心磨床按高的精度制造，不分级，或根据用户需要加工的工件提供所需精度的机床。在各种情况下，高精度机床的价格要比普通精度机床价格高得多。

所以，提高无心磨床的磨削加工精度，是提高加工质量及靠国际标准、赶国际先进水平的需要。

为此，在无锡机床厂生产的新系列基型产品之一的M1020型无心磨床上，进行了提高精度的试验。

根据无心磨削原理(见图1)，工件靠托板及导轮支承，且重心靠向导轮，由砂轮进行磨削。在这机床——工具——工件系统中，影响无心磨削精度的因素比较多，主要有：砂轮轴和导轮轴的回转精度及刚性、托板的直线性及刚性、它们间相对关系的稳定性、砂轮和导轮

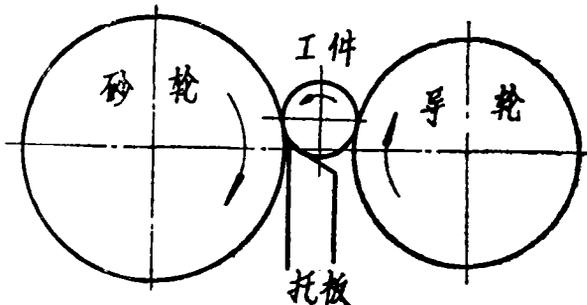


图1 无心磨削原理示意图

本文1987年1月19日收到。

的选择、按无心磨削机理对系统正确的调整、磨削用量及磨削条件。

## 一、提高砂轮轴回转精度与刚性

### 1. 动压轴承的改进

无心磨床砂轮轴的轴承,一般采用活动多油楔动压轴承。在M1020磨床上,采用了三油楔动压轴承,轴颈圆度2微米,粗糙度 $Ra \leq 0.16$ 微米,轴瓦最后加工原来采用与轴颈配刮的方法,直径方向间隙为0.015~0.02毫米。其他无心磨床也采用类似的精度、粗糙度和加工方法,动压轴承间隙在实际装配中偏大,以防止“咬死”。

根据动压轴承原理,一个油楔的实际承载能力为<sup>[1]</sup>

$$P_0 = \frac{2}{3} \frac{6\mu v_0 B^2}{h_0^2} \frac{\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{a^2-1} \ln a\right)^2}{\ln a - 2 \frac{a-1}{a+1}} LC_L \quad (\text{牛顿})$$

式中

$\mu$ —动力粘度(牛顿·秒/厘米<sup>2</sup>)

$v_0$ —轴颈表面线速度(厘米/秒)

$B$ —轴瓦宽度(厘米)

$h_0$ —轴瓦与轴颈在压力中心处的间隙(厘米)

$L$ —轴瓦长度(厘米)

$$C_L = \frac{5}{4} \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{L}\right)^2} \quad \text{—端泄系数}$$

$a = \frac{h_1}{h_2}$ —油楔进口与出口处间隙比若  $a = 2.2$  (不考虑端泄条件下的最佳间隙比)

$$\text{则} \quad P_0 = 0.127 \frac{\mu d n B^2 LC_L}{h_0^2} \quad (\text{牛顿})$$

式中

$d$ —轴颈直径(厘米)

$n$ —轴的转速(转/分)

$h_0$ 取单位为微米

$\mu$ 取单位为厘泊

从式中可知,要油楔的承载能力增加,可增加轴的直径( $d$ 和 $B^2$ 都增加)、增加轴瓦长度 $L$ ,但这要增大机床结构。转速 $n$ 与砂轮允许线速度有关,不能随便增加,粘度 $\mu$ 增大的同时也增大热量。所以为了提高轴承的承载能力,增强刚性,间隙 $h_0$ 是一个可利用的重要因素,而且 $P_0$ 的增加与 $h_0$ 的减小成平方关系。

对三油楔轴承,总的承载能力按下式计算:

$$F = 0.51 \frac{\mu d n B^2 LC_L}{\Delta^2} \left[ \frac{1}{(1-0.5\varepsilon)^2} - \frac{1}{(1+\varepsilon)^2} \right] \quad (\text{牛顿})$$

在进行试验的M1020磨床上,直径方向间隙 $\Delta$ 减小到8微米,轴颈 $d = 7$ 厘米,轴瓦宽

$B=3.1$  厘米, 长  $L=5.4$  厘米,  $n=2131$  转/分, 偏心  $e=0.8$  微米时, 相对偏心率  $\epsilon = \frac{2e}{\Delta}$   
 $\Delta=1/5$ , 动力粘度  $\mu=1.44$  厘泊, 可得承载能力  $F$  为 4478 牛顿, 而原来的间隙  $\Delta=20$  微米, 承载能力  $F$  为 716 牛顿。

轴承的综合刚度

$$K = \frac{K_M K_g}{K_M + K_g} \text{ (牛顿/微米)}$$

式中

$$K_M = \frac{F}{e} \text{ (牛顿/微米) — 油膜刚度}$$

$$K_g = \frac{10 d_c^2}{16c} \text{ — 轴瓦与球头螺钉间的支承刚度}$$

$d_c$ —球头螺钉球面直径(厘米)

$c$ —接触柔度系数, 此处取 0.005

对 M1020 砂轮轴的一个动压轴承, 当  $\Delta=8$  微米, 可算出刚度  $K=620$  牛顿/微米, 当  $\Delta$  为改进前的 20 微米,  $K=359$  牛顿/微米, 即间隙减小后, 刚度大大增加了。

由于间隙减小, 油膜减薄, 主轴颈的圆度误差会更多地影响回转精度, 所以, 轴颈的圆度应提高, 在试验的这台磨床上, 轴颈圆度加工到小于 1 微米。

动压轴承在每次起动或停止时, 轴瓦与轴颈表面接触, 产生磨损。根据试验, 铅青铜轴瓦与淬火钢轴颈摩擦, 速度 2 米/秒, 用变压器油润滑, 摩擦 3 万米后, 轴瓦的磨损量与轴颈表面粗糙度有很大关系, 表面粗糙度  $R_a 0.25$  微米的轴颈与  $R_a 0.08$  微米的轴颈相比, 轴瓦磨损大 23 倍; 同为  $R_a 0.08$ , 用抛光或精研的方法, 磨损比用超精加工的方法少, 这可作如下解释: 抛光或精研的表面纹路与运动方向一致, 而且呈长条形, 润滑油易于进入, 轴瓦被“微切”少。粗糙度若更小, 则容易发生粘着磨损。所以, 试验用的轴与轴瓦, 最后用精研的方法加工, 粗糙度  $R_a 0.125 \sim 0.063$ 。铲刮的轴瓦表面质量不好, 如联邦德国赫明豪森工厂出产的无心磨床、苏联的无心磨床等, 轴瓦都不用铲刮方法。有的书上对轴瓦的最后加工介绍可用铲刮的方法, 并不是很合理的。

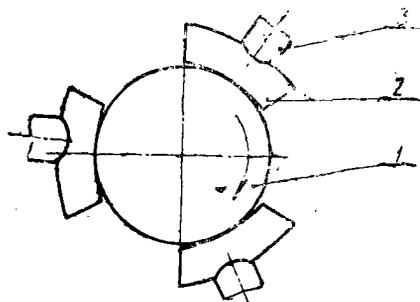


图 2 动压轴承轴瓦直径  $D$  大于主轴颈  $d$  时, 油楔出入口在起动时的情况

1—主轴颈; 2—轴瓦; 3—球头螺钉

分析, 图中下面的斜线为主轴展开线, 中间是油楔, 上面的直线和曲线是轴瓦直径, 为  $D-d=0$

原来无心磨床动压轴承, 轴瓦直径  $D$  和主轴颈直径  $d$  相同, 由配刮得到。轴瓦在起动前完全贴合在轴上, 起动时磨损快, 严重的在起动后最初几分钟内, 就产生由涂沫、擦伤、胶合以至“咬死”的现象。在试验的机床上, 轴瓦直径大于主轴直径,  $D-d=0.06 \sim 0.08$  毫米, 使油液入口处预先呈楔形(见图 2), 起动后油液就易于进入工作区, 不易“咬死”。在原来轴承装配中, 有些工人也在实践中体会到, 将轴瓦两边“括虚”一点, 运转时就不易“咬死”, 实际上就是使  $D$  略大于  $d$ 。至于轴瓦直径应比主轴直径大多少值, 可用图 3 进行分析,

至  $D-d=0.30$  毫米的展开线,斜线与直线或曲线间的距离为整个油楔尺寸变化情况。在间隙  $0.004$  毫米情况下,若  $D-d>0.1$ ,则无论轴瓦怎样自位到最佳角,使支承两边压力相等,轴瓦的入口、出口处有一部分将呈大的喇叭口,当  $D-d=0.20$ ,  $D-d=0.30$  毫米时更为明显,这表明在轴瓦宽度上有一部分将不起作用,实际起动压轴承作用的宽度减少,承载能力降低。所以轴瓦与主轴直径的尺寸差  $D-d$  应有一合理的范围,考虑到轴承为有限长,实际最佳油楔进出口间隙比  $a$  由经验得出为  $2.5\sim 2.8$ 。所以,对中小型无心磨床动压轴承,  $D-d=0.03\sim 0.12$  毫米的范围较好,实际可选用  $D-d=0.04\sim 0.10$  毫米,轴承直径间隙  $\Delta$  选  $0.008\sim 0.015$ ,对负载大的轴承,动压轴承间隙取大值,  $D-d$  也取大值。油楔进口处的轴瓦上,应有倒角或光滑的圆角。

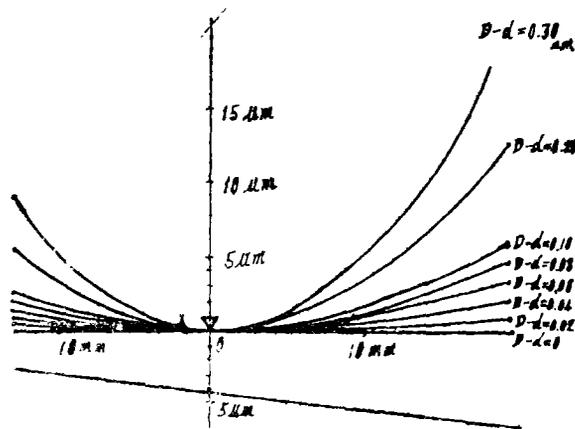


图3 不同轴瓦与主轴直径差  $D-d$  情况下,轴承间隙变化展开图  
上面一组曲线为轴瓦展开线,下面一根直线是主轴展开线,中间是动压轴承间隙

## 2. 减少振动

采用联锁三角带传动代替三角带传动,并将砂轮电动机内的轴承更换成  $D$  级轴承。

## 3. 对改进后的砂轮轴部件进行测试

在直径方向间隙  $0.008$  毫米条件下,工作正常,当室温为  $10^{\circ}\text{C}$  时,动压轴承回油温度  $16^{\circ}\text{C}$ ,起动扭矩  $2.9$  公斤·米。以后的磨削试验大都在这种条件下进行。

“0”间隙试验:将动压轴承间隙调到“0”值,即用力推起及压下砂轮主轴,千分表指针不动,经  $8$  小时运转,情况正常。这是因为轴瓦圆弧与螺钉球头间、球头螺钉与砂轮架体间有微量压缩变形,实际动压轴承间仍然存在小的间隙,对于小型机床、主轴圆度好并作精磨的机床,可以调到这种情况工作。如联邦德国的  $\text{SR15}$  型无心磨床,也是将动压轴承调到“0”间隙。

动刚度试验:测试方法是测量装在主轴前端标准钢球的位移,框图见图4。主轴旋转时,示波器上李萨育图形稳定,减去一偏心块后,产生近  $7$  公斤离心力,李萨育图形出现的变化很小,这与计算相符,计算所得动压轴承刚度为  $63$  公斤/微米,离心力的影响只有其  $1/10$  强,所以,李萨育图形上不易看出大的变化。也表明经改进后的动压轴承动刚度,高

于高精度无心磨床 MGT1050 砂轮轴的静压轴承(28公斤/微米)。

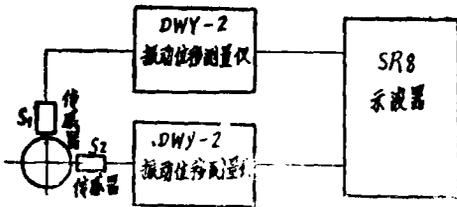


图4 动刚度试验框图

轴的前后轴颈也磨削到圆度小于1微米,锥形滑动轴承最后加工用配研的方法。装配时轴承间隙直径方向为3微米。起动导轮轴,每分钟20及80转时,测量导轮轴上安装导轮部分的跳动,近轴承端径跳1.5微米,离轴承远的一端径跳2微米。导轮轴的回转精度,从李萨育图形看出有明显的滚动轴承波形影响,但限于条件,没有对导轮后轴承作改动。若后轴承也改为滑动轴承,回转精度将可以有所提高。

## 二、导轮轴回转精度的提高

导轮轴前轴承为锥度1:30的内锥筒形滑动轴承,后轴承由两只“C”级单列向心推力球轴承组成。由于导轮是工件的定位基准之一,所以导轮轴的回转精度将明显地影响工件的成圆作用。为提高导轮轴回转精度,将导轮

## 三、机床的调整与试验

### 1. 砂轮与导轮的选择

为了降低加工后工件的表面粗糙度,采用80粒度的砂轮,并经精细修正,磨削后工件的表面粗糙度一般都低于 $R_a0.16$ 微米,若用石墨砂轮再精磨,圆度有所提高,粗糙度有些降低。

磨削实例:工件为 $\phi 13 \times 12.8$ 滚柱,材料为轴承钢,成批磨削。磨削余量20微米,共通磨5次,各次余量为5、5、5、3、2微米。磨削后抽检4只,圆度为0.6、0.6、0.7、1微米。再用石墨砂轮通磨2次,抽检4只,圆度为0.5、0.5、0.6、0.8微米,表面粗糙度比陶瓷结合剂砂轮磨削降低1级,从 $R_a0.16$ 降低到 $R_a0.08$ ,圆度提高0.1~0.2微米。

导轮是无心磨床的定位基准,所以要求导轮表面平整,组织均匀。经磨削试验,同为80粒度的导轮,采用脱模烧结方法的导轮,组织不均匀,磨削 $\phi 13 \times 45$ 的试件,圆度在1微米左右,而用带烧结法制成的导轮,组织均匀,磨削同样的试件,最高圆度可达0.3~0.4微米(图5)

根据无心磨削动态成圆理论<sup>[2]</sup>,提高系统的相对刚度可根本改善无心磨削工件的圆度,相对度可以下式表示:

$$k = \frac{\sqrt{K_1 K_2}}{K_{12}}$$

式中

$K_1, K_2$ —砂轮架及导轮架的刚度

$K_{12}$ —加工区的刚度,即砂轮、导轮及工件接触区域的刚度

提高砂轮架、导轮架的刚度可提高相对刚度 $k$ ,已用减小轴承间隙的方法, $K_1, K_2$ 比原设计有提高。但提高系统相对刚度还可以用减小 $K_{12}$ 的办法来解决,在高精度无心磨床MGT1050上作过试验,用夹布胶木导轮,因无弹性、摩擦系数小,工件打滑,不能进行正

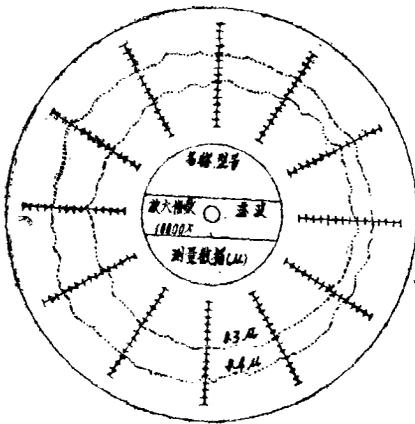


图5 工件φ13×45抽样检验的圆度

常磨削；用树脂结合剂导轮，弹性较差，接触刚度  $K_{12}$  大， $k$  小，磨削试件圆度 1.5 微米左右；用带模烧结的橡胶结合剂导轮，弹性好，磨削时砂轮、导轮、工件的接触刚度  $K_{12}$  低，系统相对刚度  $k$  大为提高，磨削试件圆度为 0.6 微米。试验结果与理论相等。所以，导轮应选择弹性高，组织均匀的为好。苏州仪表轴承厂还用聚氨基甲酸酯作导轮材料，组织均匀，弹性高，加工性能好，便于修整，磨削宝石轴承棒料，从方形截面磨成圆形截面，成圆效果好。

### 2. 中心高

根据无心磨削成圆原理的几何分析，当工件上有高度为  $\delta$  的凸棱，由计算可得，工件每回转一个磨削

循环，残余凸棱值  $\delta_1$  为(见图 6)。

$$\delta_1 = \delta \left[ \frac{\sin(\alpha - \gamma_1)}{\sin(\alpha - \gamma_2)} \right]^2$$

工件经  $n$  个磨削循环后，残余凸棱  $\delta_n$  为：

$$\delta_n = \delta \left[ \frac{\sin(\alpha - \gamma_1)}{\sin(\alpha - \gamma_2)} \right]^{2n}$$

从式中可知，工件的圆度除与原始误差  $\delta$  有关外，还与托板倾斜角  $\alpha$ 、切向角  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  及工件在磨削区的回转次数有关。要调整  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  角，实际上可通过调整中心高  $h$  解决。从图 6 可知：

$$\gamma_1 = \frac{2h}{D_s + d_g}, \quad \gamma_2 = \frac{2h}{D_d + d_g}, \quad \text{令 } \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

则：
$$h = \frac{\pi \gamma}{2 \times 180} \frac{(D_s + d_g)(D_d + d_g)}{(D_s + D_d + 2d_g)}$$

所以，成圆作用就是随着工件回转，工件的棱圆根据不同的磨削条件(砂轮、导轮、工件的直径、托板倾角、工件中心高。)按一定比例逐渐缩小，最后接近真圆的过程。 $h$  愈大， $\gamma$  值也愈大，成圆作用愈快。

实际毛坯形状误差复杂，可用富氏级数表示<sup>[3]</sup>，毛坯上形状误差可视为由不同周期正弦误差所构成的圆，则磨削后工件的外形误差

$$\delta_i = \sum_{i=1}^n A_i \sin(i\theta + \beta_i) (1 - k) - \sum_{i=1}^n K_i A_i \sin(i\theta + \beta_i + \varphi_i)$$

式中

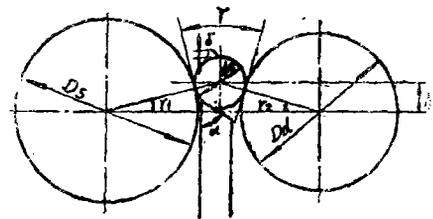


图6 无心磨削几何关系示意图

$D_s$ —砂轮直径； $D_d$ —导轮直径； $d_g$ —工件直径； $h$ —中心高； $\alpha$ —托板倾斜角； $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$ —切向角； $\delta$ —工件原始误差(凸棱)

$\theta$ —各次谐波的周期角

$\beta_i$ —各次谐波的相位角

$\varphi_i$ —定位与原始误差相位差

$A_i$ —各次谐波振幅

$K_i$ —定位误差的振幅系数

$K$ —磨削量去除率

$$K_i = \sqrt{U_i^2 + V_i^2}$$

$$U_i = \frac{\sin(\alpha - \gamma_1)}{\sin(\alpha + \gamma_2)} \cdot \cos i(\pi - \gamma) - \frac{\sin \gamma}{\sin(\alpha + \gamma_2)} \cdot \cos i(\alpha - \gamma_1)$$

$$V_i = \frac{\sin(\alpha - \gamma_1)}{\sin(\alpha + \gamma_2)} \cdot \sin i(\pi - \gamma) + \frac{\sin \gamma}{\sin(\alpha + \gamma_2)} \cdot \sin i(\alpha - \gamma_1)$$

所以,加工后工件的圆度仍是由原始误差、切向角  $\gamma$  及托板倾斜角  $\alpha$  决定。在实际使用中,一般托板角  $\alpha$  不变动,只变动中心高  $h$ ,以改变切向角  $\gamma$ 。

在 M1020 无心磨床上,对  $\phi 13 \times 12.8$  的工件,改变中心高,对圆度的影响试验及结果如下:

①  $h=8$ ; 导轮垂直面内倾角  $2.5^\circ$ ; 修正器水平面内回转角  $10^\circ$ ; 磨削工件的圆度  $1 \sim 1.2$  微米。

②  $h=9$ ; 工件圆度  $0.8$  微米

③  $h=9.5$ ; 导轮垂直面内倾角  $3^\circ$ ; 修正器水平面内回转角  $1.6^\circ$ ; 先用氧化铝砂轮磨削,再用石墨砂轮磨削。共磨 6000 件,抽检 10 件,圆度  $0.4 \sim 0.6$  微米。工件圆度之一见图 7。

$\phi 6$  高速钢油针磨削试验:  $h=9$ , 通磨,圆度  $0.5$  微米; 切入磨削,小批量,每只磨削时间 30 秒,抽检 5 只,圆度  $0.4 \sim 0.5$  微米。

$\phi 2 \times 15$  录音机芯轴磨削试验:  $h=8.5$ ; 磨削圆度  $0.4 \sim 0.5$  微米。

试验表明,精磨工件时,由最佳中心高可算出切向角  $\gamma$  为  $7^\circ \sim 9^\circ$  左右。

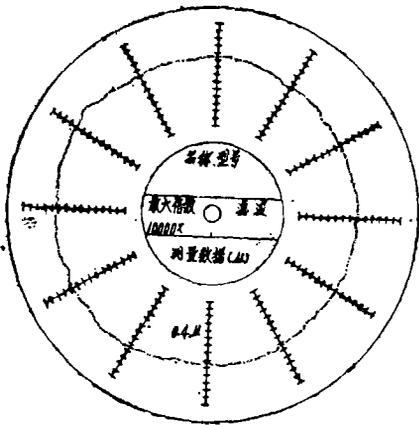
### 3. 导轮转速

在一定条件下磨削时,各次谐波的误差减少情况是不一样的。在动态分析中可得,幅相特性曲线方程的复振幅值,是自激振动频率与固有频率比、砂轮与导轮架刚性比、频率比、磨削接触区相对刚度、相对衰减系数的函数,除自激振动频率外,都由系统机械

图 7 抽检  $\phi 13 \times 12.8$  工件磨削后圆度

特性决定。所以,要改变相对振动幅值,使误差减小,最方便的是改变自激振动频率。即改变导轮转速,使工件转速改变,从而改变磨削时自激振动频率。这方面只做了初步试验。

试件:  $\phi 13 \times 12.8$ ,  $h=8$ , 导轮转速  $n_d=30$  转/分时,出现三棱;当  $n_d$  降到 15 转/分,三棱不明显。



另有试验表明,在一定的系统机械特性条件下,导轮转速  $n_d = 40$  转/分,14 棱明显,把  $n_d$  调整到小于 20 转/分,谐波误差就不明显。

#### 四、小 结

①提高砂轮、导轮主轴组件的刚度,再适当选择砂轮、导轮,调整中心高,选择好切削用量、润滑冷却液情况等,磨削精度可以大为提高。M1020 无心磨床经改进后,磨削圆度都在 1 微米以下,最高达 0.3~0.4 微米,接近高精度磨床磨削精度。而中小型普通无心磨床精度标准为圆度 1.6~2 微米。

②以前国产无心磨床动压轴承,轴瓦直径与主轴颈直径相同,为避免“咬死”,常把间隙放得较大。提高轴颈圆度及降低粗糙度,将轴瓦直径  $D$  加工成大于主轴直径  $d$ ,使  $D - d = 0.03 \sim 0.12$  毫米左右,减小动压轴承间隙,可提高动压轴承刚度,且不易“咬死”,并提高主轴回转精度。本试验实现了动压轴承更合理的设计与加工。

③导轮是定位面,所以,导轮轴的刚度与回转精度的提高,对磨削精度很重要。但为了增大系统的相对刚度  $k$ ,提高磨削圆度,工件与导轮的接触刚度要低,所以应选择弹性好、组织均匀的导轮。

④精磨时,调整中心高  $h$ ,使切向角  $\gamma = 7^\circ \sim 9^\circ$  左右,能得到较高的圆度。

⑤为消除不同谐波幅值,可在通磨加工的最后一、二次磨削时,改变导轮转速,以改变磨削时的自激振动频率,使原来谐波误差大的某次谐波的波幅值得以减小。

#### 参 考 文 献

[1]戴曙主编,《金属切削机床设计》,机械工业出版社,1981

[2]ТРУДЫ института машиноведения (семинар по точности в машиностроении и приборостроении) выпуск 19, 1965

[3]杨基厚,“无心磨床的磨圆效应”,《机械工程学报》,1962 No.3

87014

乳状液界面膜厚度与结构《无锡轻工业学院学报》1987年,第6卷,

第2期

关键词 后上蜡; 乳状液; 界面膜; 界面膜厚度; 界面膜结构; 电子显微镜; 表面张力; 粘度

摘要 对以混合非离子表面活性剂所乳化的82—123后上蜡乳状液用电镜法、粘度法和表面张力法等四种不同方法研究了其界面膜的厚度, 所得结果比较一致。同时论证了多层界面膜的结构模型。

作者: 徐文俊、曹光群、刘俊逸等

87015

摆动筛运动的数学分析《无锡轻工业学院学报》1987年,第6卷,

第2期

关键词 筛; 筛分; 运动规律; 数学分析

摘要 本文分析了摆动筛的运动规律, 并计算了位移、速度和加速度, 分析了筛面上颗粒物体的受力情况, 可供设计、制造和使用作参考。

作者: 周礼聰

87016

普通无心磨床提高磨削精度的几个问题《无锡轻工业学院学报》

1987年,第6卷,第2期

关键词 砂轮; 导轮; 托板; 动压轴承; 滑板

摘要 本文介绍普通无心磨床提高磨削精度的方法。对改进结构设计、改善静、动态成圆机理的条件进行了分析、试验, 取得了较好的效果。一般情况下圆度可小于1微米, 最高达0.3微米

作者: 严正

87017

优化设计摆动滚子从动件盘形凸轮机构《无锡轻工业学院学报》

1987年,第6卷,第2期

关键词 压力角; 凸轮机构; 最佳化

摘要 本文按推程许用压力角与回程许用压力角相等和不相等两种情况, 分别提出了摆动滚子从动件盘形凸轮机构优化计算的目标函数和约束条件, 这样的数学模型在IBM—PC机上用内点惩罚函数法计算已证实是可行的, 在一般小型微机上也能进行

作者: 顾连森

87016

**SOME PROBLEMS of IMPROVING the GRINDING ACCURACY on PLAIN CENTERLESS GRINDING MACHINES**《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

**SUBJECTWORDS** grinding wheel, regulating wheel, workrest blade, dynamic bearing, oil wedge

**ABSTRACT** This article introduces the methods of improving the grinding accuracy as well as makes analyses and tests in improving machine structures and the conditions to lighten the static and dynamic rounding theory on plain centerless grinding machines. Good results have been achieved, normally the roundness after grinding is less than  $1\mu\text{m}$  and the best can be as high as  $0.3\mu\text{m}$ .

Author, Yan Zheng

87017

**THE OPTIMUM DESIGN of DISK CAM MECHANISM with SWINGING ROLLER FOLLOWER**《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

**SUBJECTWORDS** pressure angles, cam mechanisms, optimization  
**ABSTRACT** According to the equality or inequality of the permissible angles for rise and return, object function and constraints of optimum design of disk cam mechanism with swinging roller follower are proposed respectively in this paper. Such mathematical models are already proved to be feasible by interior penalty function method in the computer of IBM-PC, and in general microcomputer as well.

Author, Gu Liansen

87014

**THICKNESS and STRUCTURE of the INTERFACIAL FILM of EMULSION**《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987  
**SUBJECTWORDS** after wax, emulsion, interfacial film, thickness of interfacial film, structure of interfacial film, electron microscope, surface tension, viscosity

**ABSTRACT** The interfacial film thickness of after wax emulsion 82-123 emulsified by mixed non-ionic surfactant was studied by using electron-microscope method, Viscosity method, shell method and surface tension method. The results obtained from the four different methods are rather identical. At the same time, the structural models of polylayer interfacial films were confirmed and discussed.

Author, Xu Wenjun Cao Quanguan, Liu Junyi

87015

**A MATHEMATICAL ANALYSIS of SIEVE SHAKER MOTION**《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

**SUBJECTWORDS** sieve, screening, characteristics of motion, mathematical analysis

**ABSTRACT** This article analyzes the motion regularity of sieve shaker, calculates its displacement, velocity and acceleration, and makes analysis of the force bearing of the grain on the surface of sieve, which can be available for reference of designers, manufacturers and users.

Author, Zhou Licong