

编号: (71) 005

内 部

国外技术座谈资料

机 械 部 分

中国科学技术情报研究所

一九七一年一月

目 录

精密齿轮磨床

一、SHG-3型齿輪磨床簡介.....	(1)
二、生产效率.....	(2)
三、制造工艺.....	(3)
四、产品結構及性能.....	(5)

微型轴承加工用内圆磨床

一、精工牌内圆磨床 (SiG1—系列) 簡介	(9)
二、SiG1—系列内圆磨床 的几个典型部件	(9)
三、SiG1—系列内圆磨床的 传动系統	(12)
四、SiG1—系列内圆磨床 的生产效率	(14)
五、SiG1—系列磨床 的加工精度	(15)

内排屑深孔钻床及其加工方法

一、FHM ₇ —4000型深孔钻床的特点	(16)
二、藤·拜斯勒尔深孔钻床系列	(18)
三、刀头及其附件.....	(18)
四、深孔加工冷却方式.....	(21)

精密齿轮磨床

一、SHG-3 型齿轮磨床简介

SHG-3 型齿轮磨床是日本岡本工作机械制作所的代表产品。该磨床是根据 SHG-2, SHG-2B 型改进设计的, 该厂原生产卧式锥面砂轮齿轮磨床, 一九六一年采用分度板机构分度, 一九六四年试制蜗杆式齿轮磨床(卧式)。SHG-3型蜗杆式齿轮磨床是一九六八年试制成功的。

随着新技术的发展, 电子、国防、机床等工业, 对于齿轮要求也越来越高。为了提高齿轮传动平稳性和降低噪音, 都在研究齿轮接触问题, 同时都在机床中达到鼓形齿轮加工, SHG-3型蜗杆式齿轮磨床也采用仿形式鼓形齿轮加工。

1. 规格: 最大加工直径: $\phi 25 \sim 360$ 毫米 (机床可以到 0)

最大加工宽度: 200 毫米

齿轮模数: 1 ~ 5

齿数: 12 ~ 130 (最少可以加工到 7 牙)

中心距: 200 ~ 420 毫米

每分钟工作件轴向进给: 20 ~ 300 毫米

工作台每回转自动进给: 0.01 ~ 0.1 毫米

最大螺旋角: 左、右 45°

2. 齿轮加工精度:

(1) 样品精度达到日本 JISO 级, 相当我国新标准四级。

点形误差 5μ

周节 (相邻) 差 5μ

累积误差 20μ

齿圈跳动 14μ

(2) 磨削三个不同齿轮样品精度如下:

① $M=5$ $Z=12$ $\alpha=20^\circ$ $\beta=0^\circ$

其结果: 齿形 3.08μ 扬降 4μ 累积 3.44μ 径向跳动 5μ

② $M=5$ $Z=24$ $\alpha=20^\circ$ $\beta=0^\circ$

其结果: JISO 级容许差

实际磨削精度

齿形误差 6μ

2.54μ

周节误差 6μ

3μ

累积 22μ

10.6μ

径向跳动 15μ

11μ

③ $M=2.5$ $Z=35$ $\alpha=20^\circ$ $\beta=30^\circ$ 右

其结果:

齿形误差: 2.03μ

周节误差 3μ

累积误差: 5.73μ

径向跳动 14μ

二、生 产 效 率

1. 精度磨削情况: (如表 1)

表1.

	模数	压力角	齿数	螺旋角	外 径	齿宽	导程长度	磨加工量	工作台每 週轉一次 进 给 量	磨 工 作 件号/小时	磨工时间 /每工作件
			Z					a	d	H ₂	H ₁
A	2.5	20°	35	0	92.5	20	20	0.2	0.05	10.4	4.249 分
B	2.5	20°	35	20° (LH)	98.09	20	21	0.2	0.05	10.2	4.41 分
C	2.5	20°	35	20° (RH)	98.09	20	21	0.2	0.05	10.2	4.41 分
D	5	20°	70	20°	366	40		0.3	粗1.2MM 精0.3MM	2.6	21.8 分

2. 磨加工时间的计算:

$$H_1 = \frac{(W+S) \times Z}{N} \left(\frac{a \times c - d}{f_1 \times d} + \frac{1}{f_2} \right)$$

$$H_2 = \frac{60}{H_1 + e}$$

H₁ = 每工作件磨工时间 (分钟)

H₂ = 每时磨削工作件

W = 导程长度

S = 进给的超限 (6 毫米)

Z = 齿数

N = 磨輪軸轉数 (每分1500轉)

a = 磨加工留量 (对一定齿数的位移)

c = 磨加工留量系数: 于20°压力角1.5于14.5°压力角 2

d = 工作台每回轉进給量 (毫米)

e = 安装拆卸工作件所需时间 (15分)

f₁* = 粗磨加工时每工作件磨輪移位进給量 (毫米)

f₂* = 精磨加工时每工作件磨輪移位进給量 (毫米)

12— 50齿: f₁=1.0 f₂=0.5毫米

50—100齿: f₁=1.2 f₂=0.6毫米

3. 砂輪轉速:

①修理砂輪时采用: 60/73轉/分 (50/60赫)

②磨削时砂輪轉数: 1430/1700/分 (50/60赫)

③砂輪大小有以下四种: 直径×寬×內径

350×64×160毫米

註: f₁ 与 f₂ 值 决定于齿数

$$350 \times 150 \times 160$$

其中：液压泵 2.2瓩

其它	0.65 甬
----	--------

6. 工件采用液压夹紧时，最好在运动动作（即开车后未切削时固紧，这样可以消除装夹中产生的扭力误差。

7. 齿形误差度化及原因：

由于机床采用机械同步，传动比同步电机较长，故必然产生传动精度误差变化增大，因此齿形误差有以下几种现象。如图二：

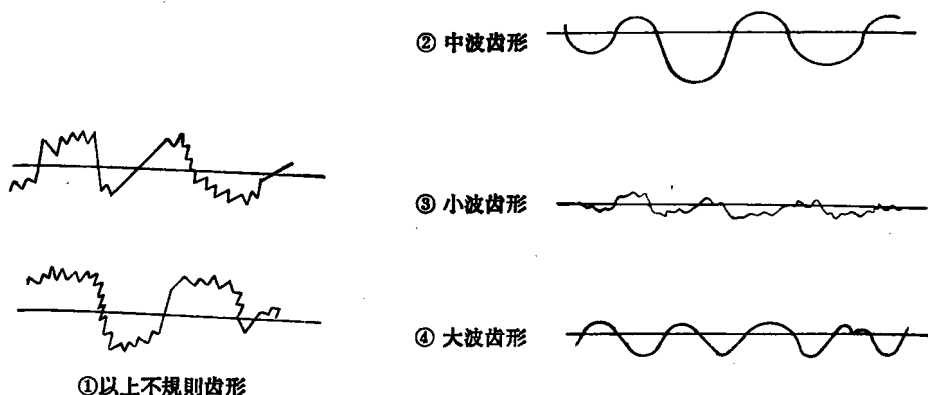


图 二

不规则齿形误差产生原因：①主要是传动长；②齿轮传动速比大，如2/9、2/3、3/5不等速比而形成。

小波齿形和中波齿形误差（如图二②、③）主要是机床传动比长而引起的。采取以下几点，可以达到较好齿形：

①采用齿轮传动比小，尽量采用1:1；②齿轮偏心误差采取选择定位对消法；③齿轮之间传动迴转间隙齿轮泵油量控制，消除间隙（可变液量压泵阻尼装置），如图三，同时也必须解决较好的传动轴，精度高的万向接头（如图一）要灵活，扭力矩变化小。

该机床采用润滑油的粘度较高，为250，一般机床为150（日本标准）润滑油压力2公斤/厘米²以上，45°斜齿轮齿面周速为10米/分时，运转200小时后齿面中间低2μ。

（图三）齿轮泵其压力为1.5~2公斤/厘米²。

8. 主要轴承：砂轮主轴轴承采用滚柱轴承和角面接触的推力滚珠轴承（见图四），工作台轴承选择与砂轮主轴轴承相同；轴承间隙预加负载压力为100公斤，轴承也采取选择、装配误差对消法，轴承外园直径与套孔配合间隙为8~20μ。

9. 45°斜齿轮采用高速钢。原来为渗碳淬硬，由于寿命不长，又作了以下几点改进：

①45°齿轮渗碳淬硬再经过冰冷处理，硬度为 Rc63°。

②45°齿轮装配后轴向串动间隙为20~30μ，轴向间隙为20~25μ。

③由于电动机起动较快，使45°齿轮容易损伤，故采用

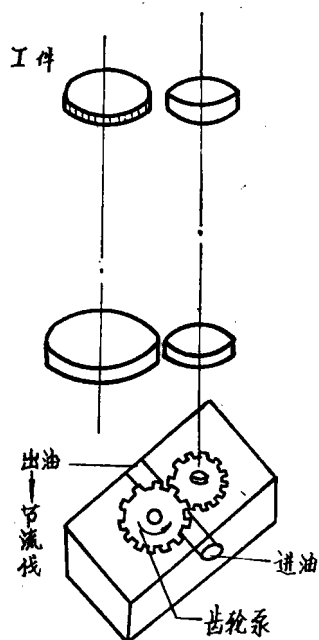


图 三

无级变速电机。

10. 工作台下端斜齿轮其精度:

$Z = 100$ 相邻 3μ 累积 12.5μ

$Z = 90$ 相邻 2μ 累积 10μ 齿形 2μ

11. 砂轮修理方法先滚压, 后用金刚石修整。

四、产品结构及性能

主要部件:

1. 砂轮主轴采用法兰盘传动连接 (见图四)

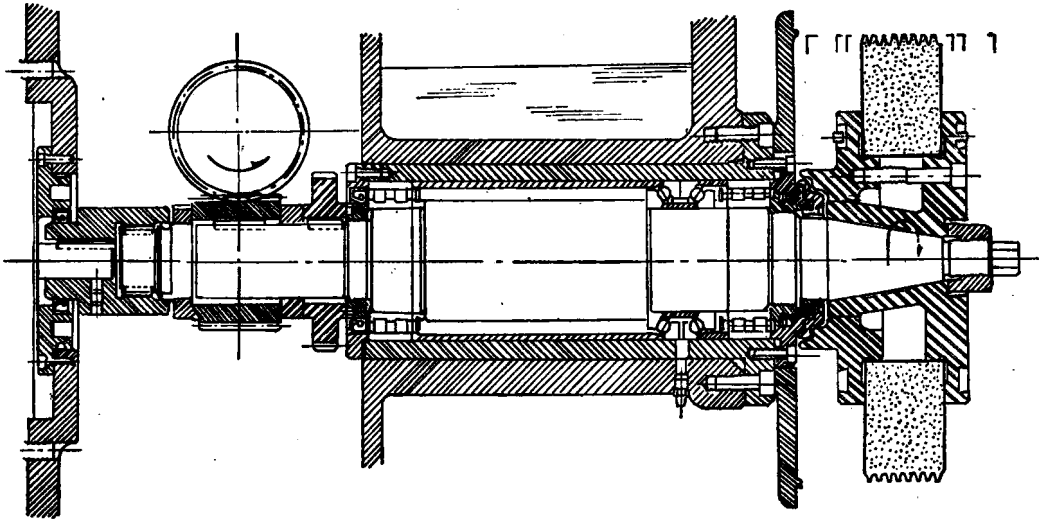


图 四

2. 通过液压仿形靠模装置 (设在砂轮座部位) 能加工各种锥度齿轮, 鼓形齿轮, 和梅花齿等 (详图五), 但砂轮与工作台关系, 日本是在砂轮架磨削时作进退动作形成, 立柱上下时对鼓形中心, 仿形上紧固一根 $\phi 4$ 钢丝绳, 通过滚轮传动连接在立柱滑体上 (工作台上下滑座) 达到其目的。而美国最近在一九七〇年齿轮机床中也采用了鼓形装置, 也采用机械仿形装置, 其区别是在立柱部位滑座上下导轨上安装其机械靠模机构。据介绍, SHG-3型齿轮磨床最大鼓形调整量为1.5毫米/分。但一般鼓形齿形为0.02~0.03毫米。该机构通过二只油缸体和靠模板移动, 使液压连杆砂轮架横进刀丝杆进退而形成, 由于仿形板放大比实际的鼓形大10~50倍, 故它的仿形容易形成。

鼓形齿轮传动图如下:

3. 该机床磨削方法, 与美国和英国的基本上大同小异, 其原理与西德 Planter 滚齿机相似, 砂轮修整方法采用双刀头金刚石, 同时也采用滚压轮、砂轮修整与车床切削法相似。

(见图六) 分自动和手动二种:

砂轮是按欲加工的齿轮的模数与压力角选择的, 砂轮轴可以少量纵向移动, 若大量生产一种类型齿轮时, 可以选择较宽砂轮, 易损时可以借位磨削, 减少修整时间, 砂轮宽度为四种: 64、84、100、150毫米。

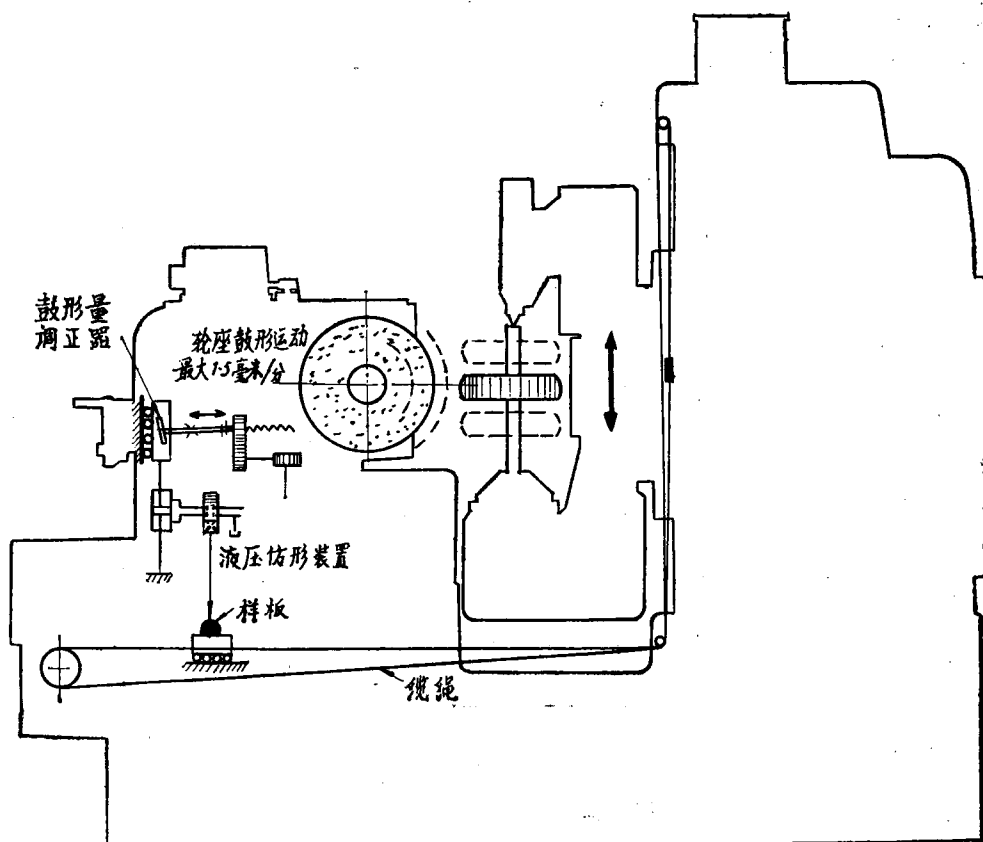


图 五

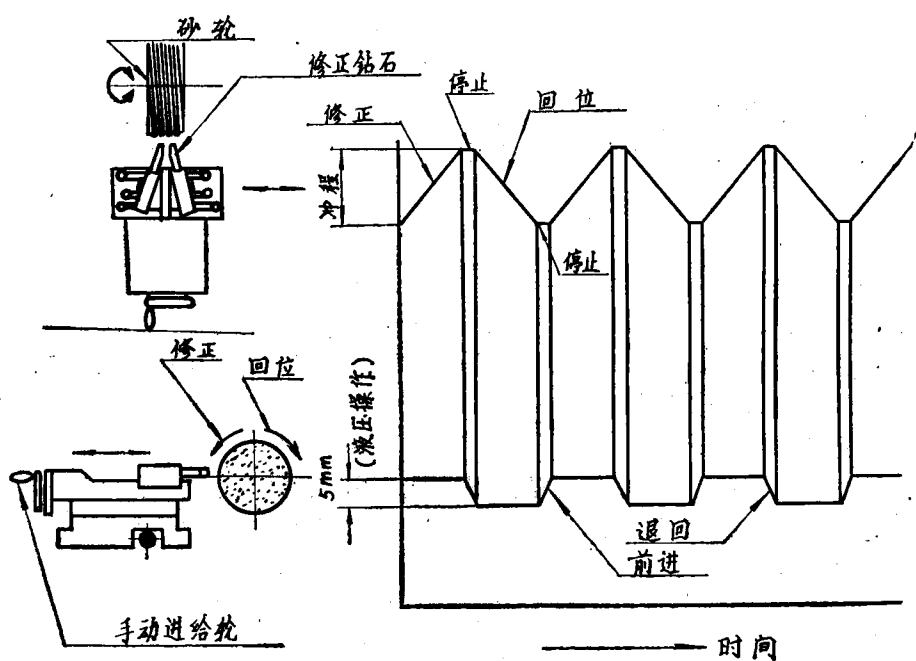


图 六

4. 砂輪傾斜角調整：在砂輪架採用三層導軌，在砂輪座下，上面一層中有二個球面活動調整裝置，可以微量調整即採用正弧尺二點原理。（如圖七）

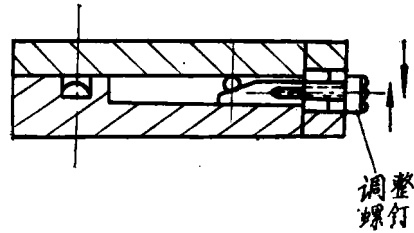


圖 七

5. 砂輪採用單粒結晶：是用振動式破碎法，使單粒砂形成多角形不規則的幾何形狀切削性能比較好。砂輪選擇採用日本H100 Km氧化鋁。

H = 混合礫粒 100 = 粒度 K = 結合度

m = 組織

該機床加工 M = 1 齒輪以下 採用 H150Km

該機床加工 M = 2 齒輪以下 採用 H100Km

6. 採用液壓尾架和液壓自動夾緊裝置。（見圖八）

7. SHG-3型機床傳動與瑞士NZA傳動鏈比較。（見圖九）

8. 工作台主軸採用雙月亮鏈。

該機床，磨削牙數少的时候，還是存在着齒形和精度誤差大，主要還是展開角大，展成快，而影響精度和齒形精度，機床油溫對機床精度有變化，油箱容量為450公斤，機床油壓力為10公斤/厘米²油溫上升25℃，

從早到晚上由於溫度變化影響切削時定位精度，在20°壓力角齒輪的加工情況比較，中心距尺寸為15μ，齒厚尺寸為10μ，液壓系統如下：（見圖十）

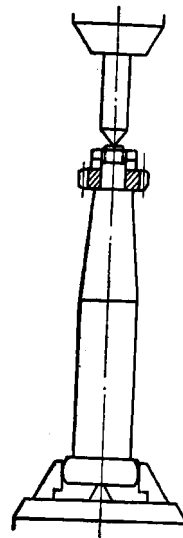
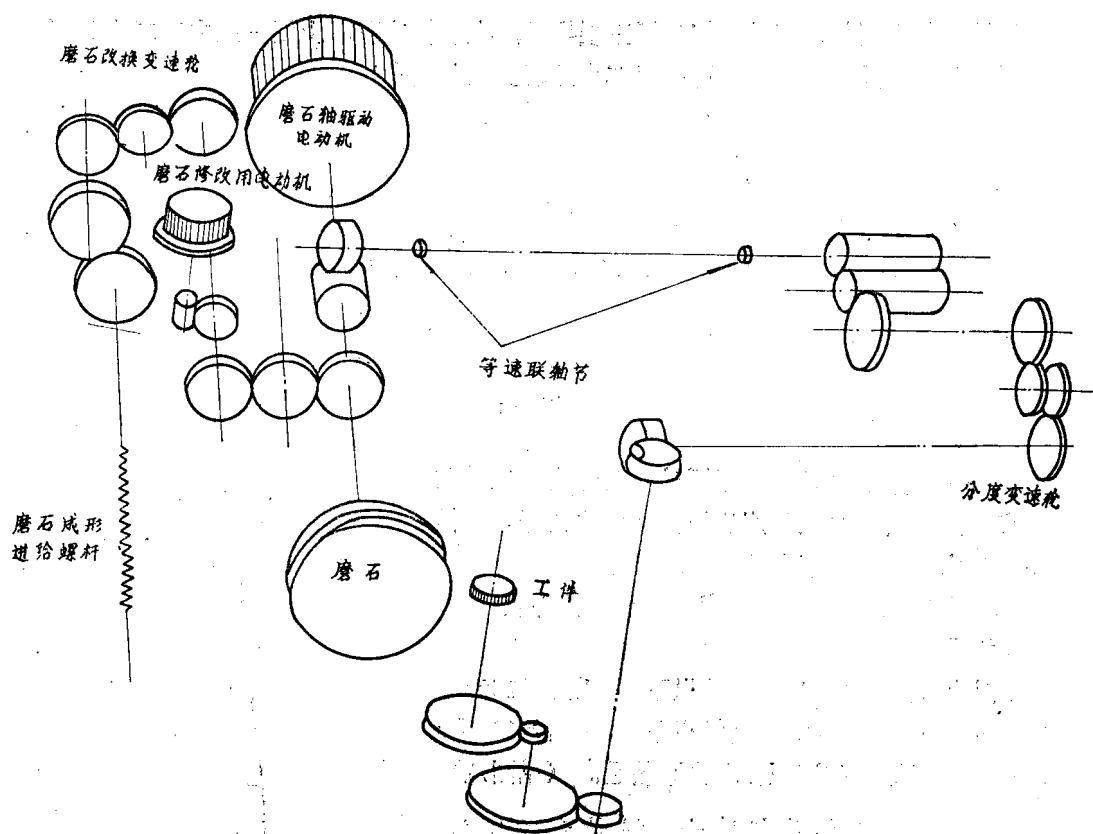
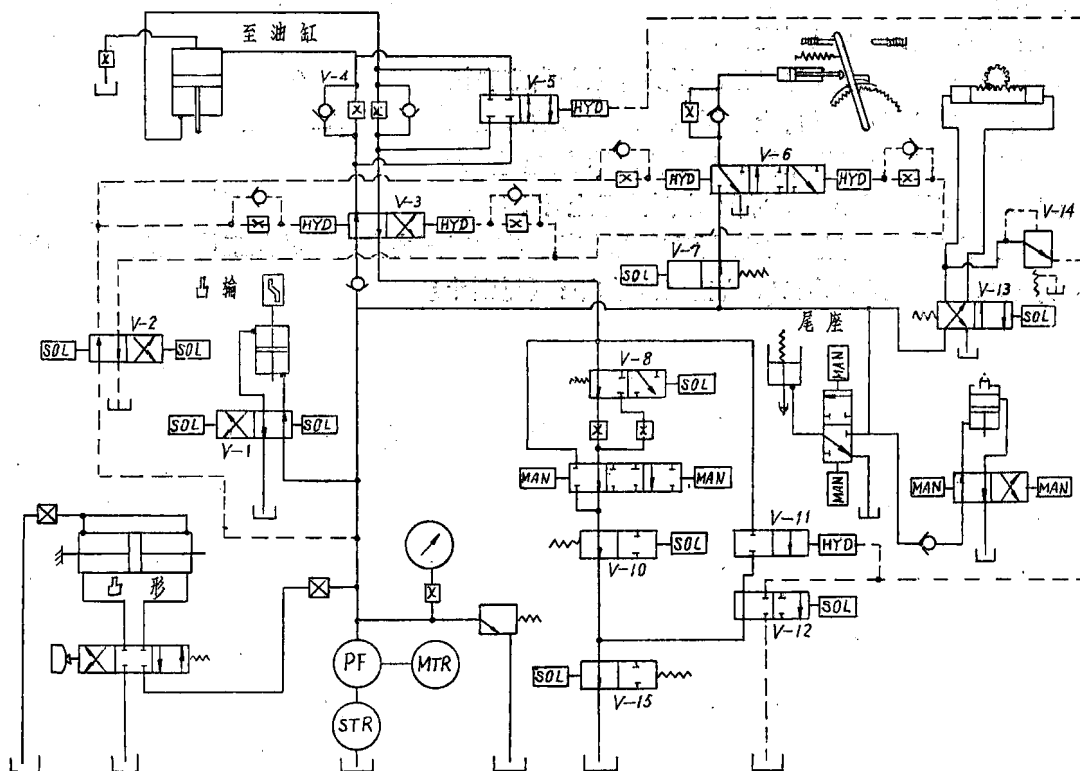


圖 八



图九 SHG-3 型磨床传动图



图十 SHG-3 型油压回路图

微型轴承加工用内圆磨床

一、精工牌内圆磨床(SIG1—系列)简介

- 1.磨削过程全部自动化(机械电器)。
- 2.磨头用高频电主轴50000~150000 r.p.m。
- 3.采用滚轮无心夹具,工件容易装夹,并适合于磨薄壁零件。
- 4.采用机械传动,热变形小,维修也方便。
- 5.采用交叉滚子导轨,运动灵活,刚性好。
- 6.高频振盪400次/每分钟(可以提高生产效率)。
- 7.加工精度,不比美国的 Bryant 机床差。
- 8.加工效率(生产率)比美国的 Bryant 机床高。

二、SIG 1—系列内圆磨床的几个典型部件

1.头架(即工件夹具)

该夹具和美国的 Bryant “B” 内圆磨床采用的工件夹具相似,唯一不同的方面是上下两个滚轮不转角度,工件的轴向定位靠一个带电的电磁面板将工件吸牢(请参看 SIG1-^{MA}MB 样本)。

工件的定位方法:采用支沟磨孔。

其结构简图示于图 1。

其动作过程大体是:当工件磨削到尺寸后,凸轮轴控制推料板②,将新工件(毛坯)推至工作位置,同时,将磨好的零件推进落料槽,然后推料板退回,上滚轮由凸轮控制,通过横杆将工件压牢并带动其旋转,用电磁面板作工件的轴向定位。缺点:①工件磨好后要增加退磁工序。②清洗困难。③对非导磁材料工件不能装夹。所以他们在国内实际上不用电磁面板的,而将滚轮倾斜角度达到磨削时工件轴向定位的目的。

2.头架切入机构,如图 2

该机构的动作过程:进给凸轮旋转时推动连杆机构上下运动,连杆推动过渡杆②左右移动。当过渡杆②向左移动时便推动凸轮③并由凸轮③带动头架完成切入动作。当凸轮③碰上挡块④时,头架便停止切入。凸轮①转过一定角度后磨削结束,连杆在弹簧⑤的作用下,向下移动,这时头架向右移动即退刀。

偏心凸轮⑥主要用于完成修正补偿动作,修正砂轮时需要补偿修正量,可以转动手柄⑦通过蜗杆蜗轮系统使凸轮③转一角度来达到补偿的目的。

该机构的特点是:由于采用递减式切入进给,因而容易搞高加工表面质量,同时机构简单。系统刚性好,定位精度高,定程3u。

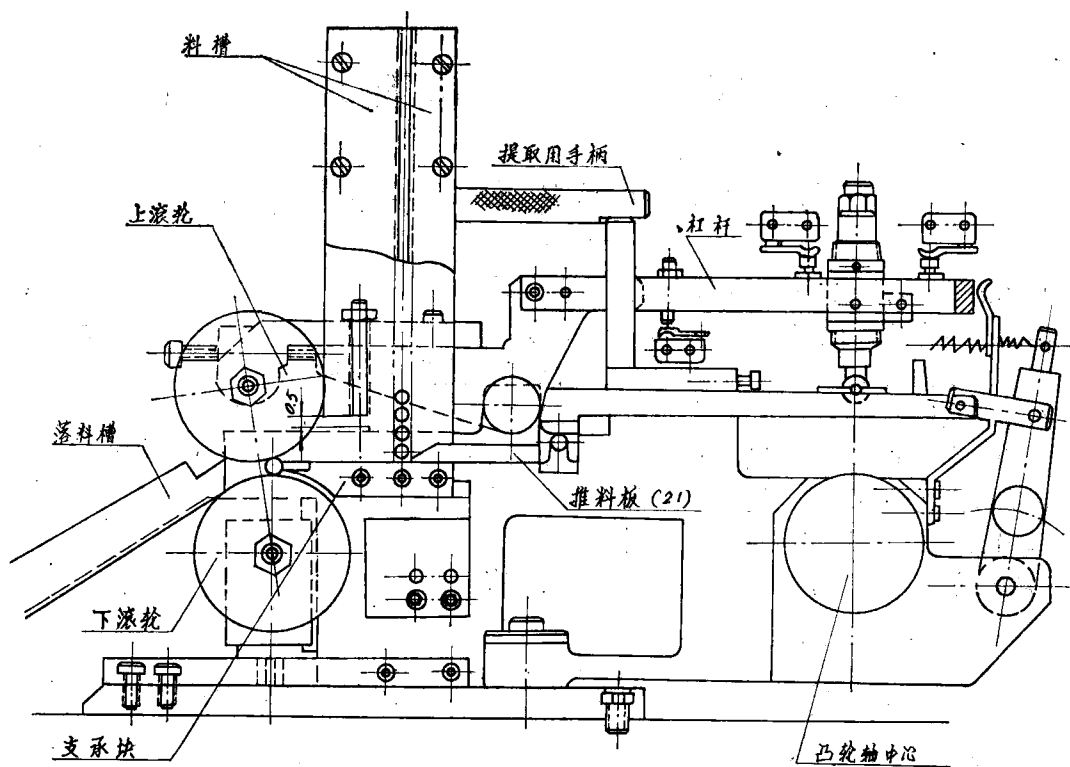


图1 头架(夹具)简图

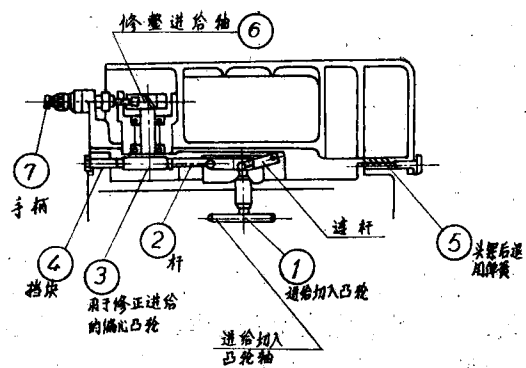


图2 头架切入机构简图

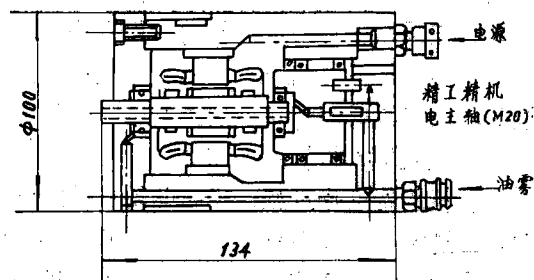


图3 精工精机电主轴

3.电主軸如图 3

电主軸的主要优点是：轉速高、刚性大、輸出功率大、寿命长。

日本：精工精机

10万r.P.m. 250W 輸出功率，寿命1000小时左右。

15万r.P.m. 370W

美国：Bryant

12万r.P.m. 150W。

精工精机电主軸的主要情况

项 目	M10	M20
转 速 r. P. m.	50,000~100,000	100,000~150,000
功 率 (包括机械损耗)	730W	300W
电 源 相	220 V 3 相	220 V 2 相
轴 承	有內圈、向心推力球轴承	无內圈、向心推力球轴承
预 负 荷	螺 旋 弹 簧	螺 旋 弹 簧
冷 却	水 冷	水 冷
轴 端 孔	ϕ 5mm	ϕ 4mm
安 装 方 法	套 筒	套 筒
寿 命	1500小时	保证1000小时
规 格 (外 径 $\times$ 长 度)	ϕ 100 $\times$ —	ϕ 100 $\times$ 134

精工精机目前正在进 行 200000r.p.m. 的电主軸研究試驗。180000 r.p.m. 的已試制成功，但不穩定。

4.修正裝置

SIG1-^{MA}_{LMA} 沟道磨修正器 (修圆弧R 修正器)，其主要特点：刚性好，旋轉部分摩擦

阻力小，有微調机构。

結構簡图如图 4 所示：

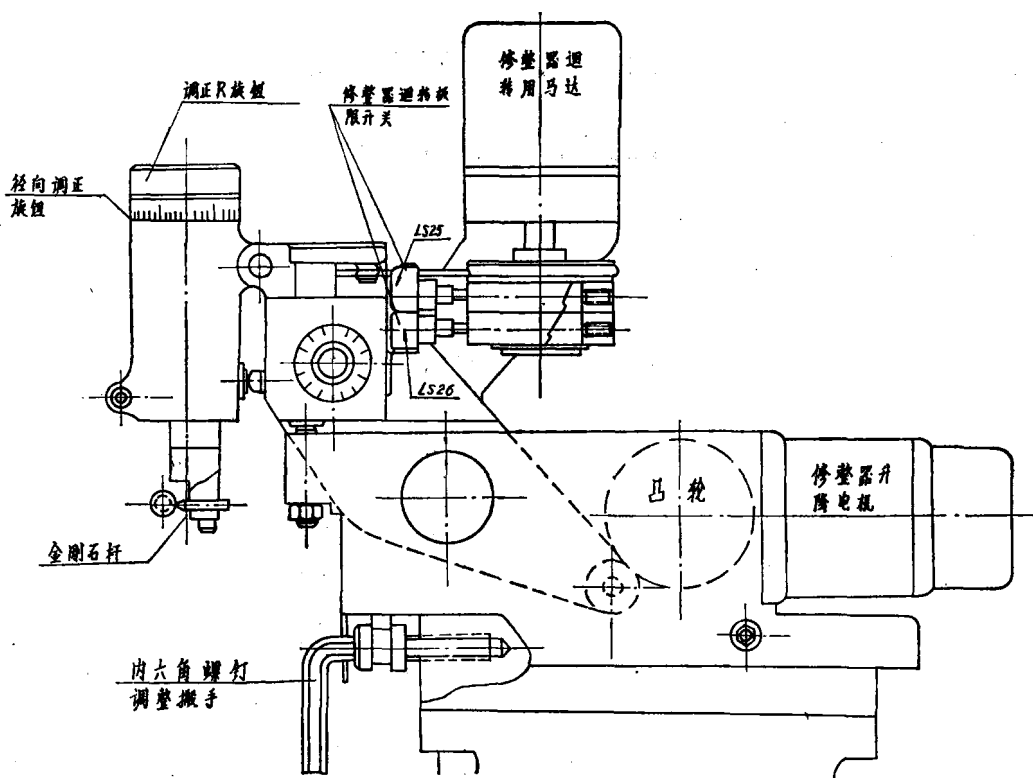


图4 修正器装置(修R)

5. 工作台的定位机构 (SIG1-MA 机床的)

为保证磨削轴承沟道位置的准确性, 提高工作台的定位精度, 保证磨削零件的尺寸准确, SIG1-MA 机床的工作台定位除用死挡块之外, 还采用了一个夹紧机构如图5。

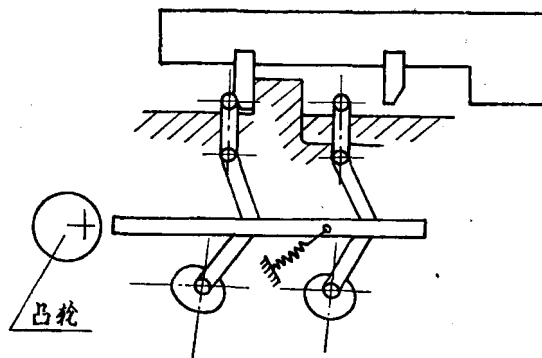


图5 工作台定位机构

三、SIG1-系列内圆磨床的传动系统

SIG1-MB、LMB 内圆磨床及 SIG1-MB、MA 外圆内沟道磨床的传动系统大致相同, 全部使用机械传动, 不用液压, 克服了用液压传动带来的热温升对加工精度的影响, 其传动系统图示于图6及图7。

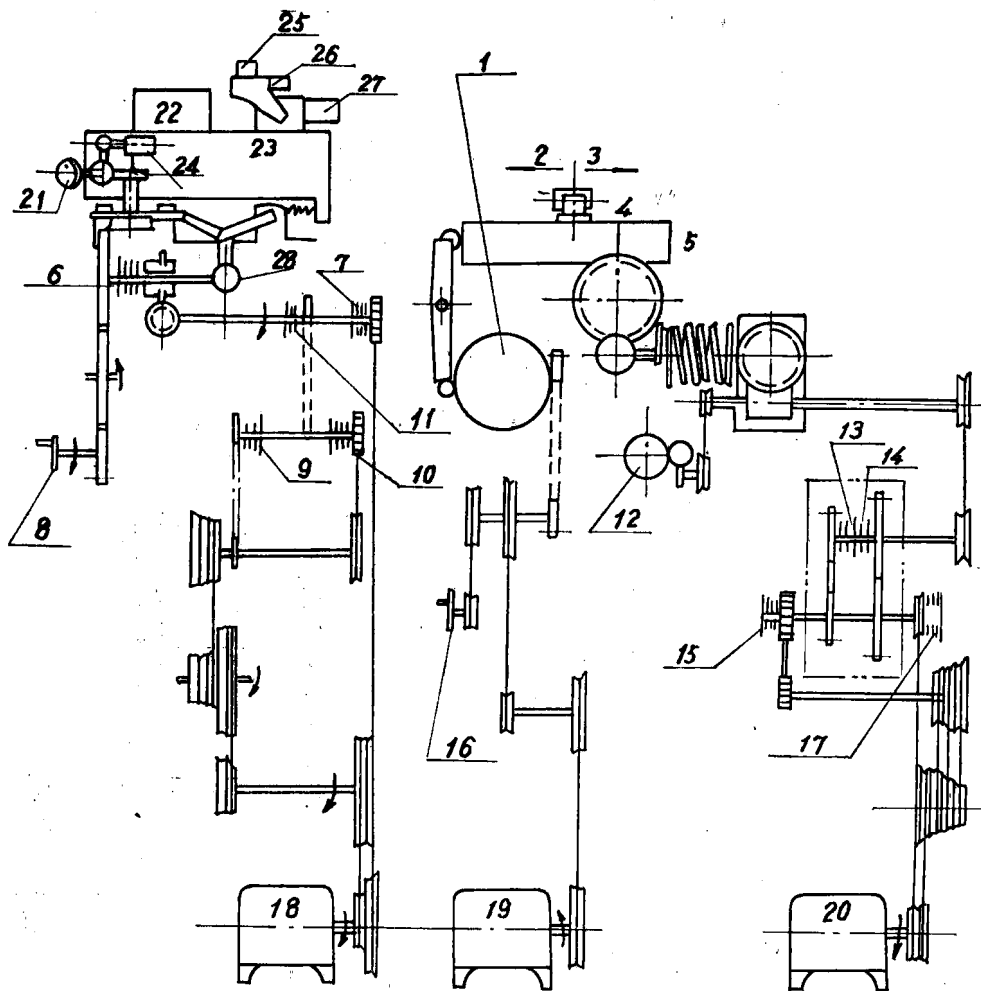


图6 SIG1-MB.LMB 内圆磨床传动系统图

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. 工作台往复运动（振盪）用凸輪 | 15. 工作台慢速电磁离合器 |
| 2. 前进 | 16. 工作台往复运动手动操作手輪 |
| 3. 后退 | 17. 工作台高速电磁离合器 |
| 4. 砂輪軸 | 18. 进給（切入）馬达 |
| 5. 工作台 | 19. 工作台往复运动（振盪）馬达 |
| 6. 进給（切入）用电磁离合器 | 20. 工作台前进后退馬达 |
| 7. 快速趋近用电磁离合器 | 21. 修正进給（补偿）手动操作旋鈕 |
| 8. 头架切入（进給）手动操作手輪 | 22. 头架 |
| 9. 精进給（切入）电磁离合器 | 23. 滚动导轨溜板 |
| 10. 粗进給（切入）电磁离合器 | 24. 修正进給（切入）馬达 |
| 11. 磨削进給（切入）电磁离合器 | 25. 修正器前进后退微調旋鈕 |
| 12. 工作台前后移动手动操作手輪 | 26. 修正器补偿馬达 |
| 13. 工作台前进电磁离合器 | 27. 修正器前进后退馬达 |
| 14. 工作台后退电磁离合器 | 28. 进給（切入）凸輪 |

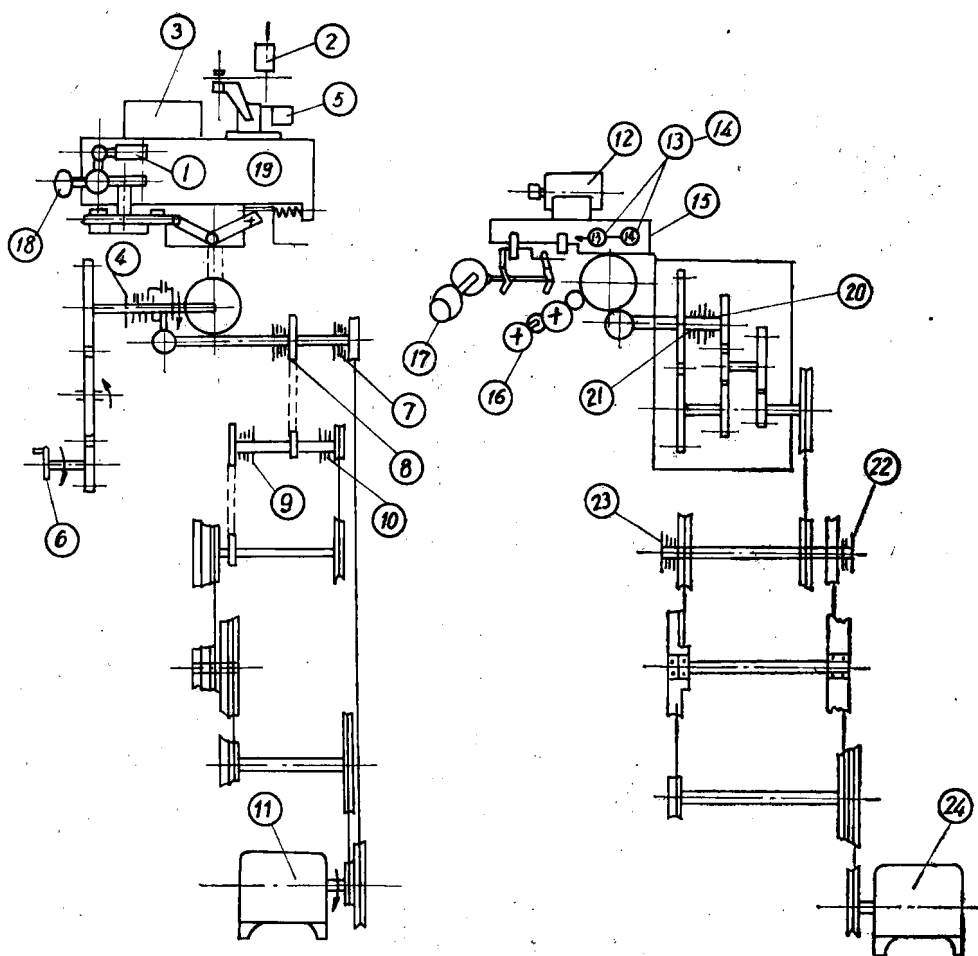


图7 精工牌 SIG1-MA.LMA 传动系统图

- | | | |
|-------------------|------------------|---------------------|
| 1. 修正进给（补偿用）马达 | 9. 精磨进给电磁离合器 | 17. 工作台夹紧用马达 |
| 2. 修正器旋转用马达 | 10. 粗磨进给电磁离合器 | 18. 修正进给（补偿）用手动操作手柄 |
| 3. 头架 | 11. 进给马达 | 19. 滚动导轨板 |
| 4. 进给用电磁离合器 | 12. 砂輪軸 | 20. 工作台前进用电磁离合器 |
| 5. 修正器上、下用马达 | 13. 前进 | 21. 工作台后退用电磁离合器 |
| 6. 手輪（用于手动操作头架切入） | 14. 后退 | 22. 工作台高速运动电磁离合器 |
| 7. 快速进给电磁离合器 | 15. 工作台 | 23. 工作台低速运动电磁离合器 |
| 8. 磨削进给电磁离合器 | 16. 工作台移动用手动操作手柄 | 24. 工作台前后移动用马达 |

四、SIG1-系列内圆磨床的生产效率

提高效率采取了如下几个措施：

1. 电主轴转速高，输出功率大

SIG1-

10万r.P.m. 250W 输出功率

15万r.P.m. 370W 输出功率

Bryant

12万r.P.m. 150W 输出功率

2.振盪頻率高:

SIG1-400次/每分鐘

Bryant 270~300次/每分鐘

3.SIG1-磨頭, 采用十字交叉滾子導軌, 整體進給, 剛性好。

Bryant-磨頭單獨, 進給機構剛性差。

4.磨內孔生產率(單件工時秒)

φ6 mm	精工 SIG1	6.3秒
內 孔	Bryant	8 秒
磨 外 圓 沟	精工 SIG1	7.5 秒
φ6 mm	Bryant	9 ~ 10秒
內 徑 沟		

五、SIG1-系列磨床的加工精度

①SIG1-MB 內徑磨床

加工條件: 如图 8

材 料: SUJ2 (ASTM A295~G1)

硬 度: HRc 60~64

磨 削 余 量: 0.07~0.1mm/直徑

砂 輪: A220PV

砂輪軸轉速: 145,000 r.P.m.

計 數 修 正: 5

修 正 量: 3u/半徑

粗 磨 速 度: 44u/秒

精 磨 速 度: 9u/秒

工件圓周速度: 80米/分

磨 削 循 環: 修正→粗進給→精進給

磨 削 液: 油

工 作 時 間: 7 秒

加 工 結 果:

尺寸分散度/50個工件: 3u

不 圓 度: 0.3u + 毛胚外徑的不圓度

偏 心: < 1u

粗 糙 度: 0.8u Hmax; 0.27um CLA

錐 度: < 1u

測 量 方 法: 空氣塞規

②SIG1-MA 外圓沟道磨床

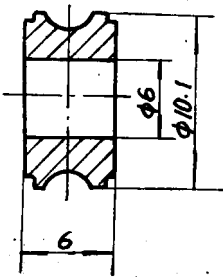


图 8