

# 国外机械技术资料

出国技术考察报告

## 液压元件精密加工工艺及设备 液 压 元 件 及 其 附 件

赴罗马尼亚“精密加工工艺及设备”考察组

第一机械工业部情报所

一九七四年

# 毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

## 前 言

一机部赴罗马尼亚“精密加工工艺及设备”考察组于一九七三年十一月下旬至十二月初，先后考察了罗马尼亚的帕拉伊拉前进重机厂、西那亚精密机械厂、西比乌天平厂和普洛贝尼机械厂等四个工厂。此次考察，主要以液压元件精密加工工艺及设备为主，内容包括有超声波清洗、小孔精密加工、油缸缸筒滚压工艺和自动检测等。此外，还对有关液压元件及其附件等做了一些了解。

由于考察时间较紧，了解到的情况不够深入，加之水平所限，难免有不妥之处，请读者予以批评指正。

一机部赴罗马尼亚“精密加工工艺及设备”考察组

一九七四年二月

# 目 录

## 液压件精密加工工艺及设备

- 一、大型半自动超声波清洗机····· (1)
- 二、十六轴多工位立式研磨机····· (9)
- 三、油缸筒的滚压加工····· (10)

## 液压元件及其附件

- 一、双联变量摆缸式轴向柱塞泵····· (15)
- 二、油的冷却装置····· (18)
- 三、充气予压油箱····· (19)
- 四、三联整体式多路阀····· (19)
- 五、金属套密封式管接头····· (19)
- 六、油缸活塞导向支承环····· (27)

- CASTOR《海龙》601型液压挖掘机简介····· (28)

## 附录 (工厂概况)

- 一、帕拉伊拉前进重型机械厂····· (39)
- 二、西那亚精密机械厂····· (40)
- 三、西比乌天平厂····· (40)
- 四、普洛贝尼机械厂····· (40)

# 液 压 件 精 密 加 工 及 设 备

## 一、大型半自动超声波清洗机

采用超声波清洗零件，特别是清洗一些精密零件，在罗马尼亚的机械制造行业中，较普遍使用。在我们所到的四个工厂中，就有三个工厂使用超声波清洗机清洗零件。其中西那亚精密机械厂和普洛贝尼机械厂就有五台西德 69 年制造的大型超声波清洗机，用于成批生产中，进行工序间或装配前清洗油泵、阀门和柴油机的油泵、油嘴等各种零件。采用超声波清洗对提高产品产量和质量，保证产品性能等方面创造了有利条件。

大型半自动超声波清洗机具有清洗效率高、清洗质量好、减轻劳动强度、改善环境卫生、避免职业病等优点。在成批生产中采用这种设备效果是比较好的。

### 1. 大型半自动超声波清洗机简介

图 1 所示，是西比乌天平厂从西德进口的于 1973 年制造的大型半自动超声波清洗机。此种清洗机每分钟可清洗一筐零件（约重 60 公斤）。超声波清洗机长 5500 毫米、宽 1485 毫米、高 2730 毫米。清洗机内有 5 个清洗槽。为了防止清洗液对清洗槽的腐蚀，清洗槽是用不锈钢板焊接而成的。各清洗槽上部都留有有机玻璃窗，以便于观察清洗机内部清洗情况。清洗机的外壳是用铁板做成的，整个清洗机是封闭的，只有清洗机的两头留有零件筐的进出口。为防止清洗液中有害的气体散发到清洗机外，在清洗机的上部装有抽气机，抽气机的吸口安装在零件的进出口处。

零件清洗筐，是用不锈钢板焊接而成的，四周及底部都密布小孔。零件清洗筐高 300 毫米、长 600 毫米、宽 450 毫米。零件在清洗槽的运动是通过电气和液压控制。零件筐升降量为 900 毫米、水平移动量为 750 毫米、上下往复动荡量为 80 毫米。清洗时间由时间继电器控制（0~60 秒），清洗时间的长短可根据零件形状简单或复杂程度来确定。

超声波清洗机的清洗溶液是三氯酸盐。

第一清洗槽首先是清洗零件的铁屑和油污，清洗液的容量为 600 升。

第二清洗槽是超声波清洗槽，清洗溶液在 80℃ 的温度下对零件进行超声波清洗，清洗液的容量为 500 升。

第三清洗槽是冷却槽，清洗液的容量为 450 升。

第四清洗槽是烘干槽，将清洗液加热到 80~87℃ 使溶液变为气体，对零件进行烘干，清洗溶液容量为 150 升。

第五清洗槽是自然凉干槽，零件在此清洗槽内作自然凉干。最后零件出清洗机，清洗完毕。

每个清洗槽的底部均留有清理铁屑的窗口，把清洗液抽出后可以从这里清理槽内的铁屑。

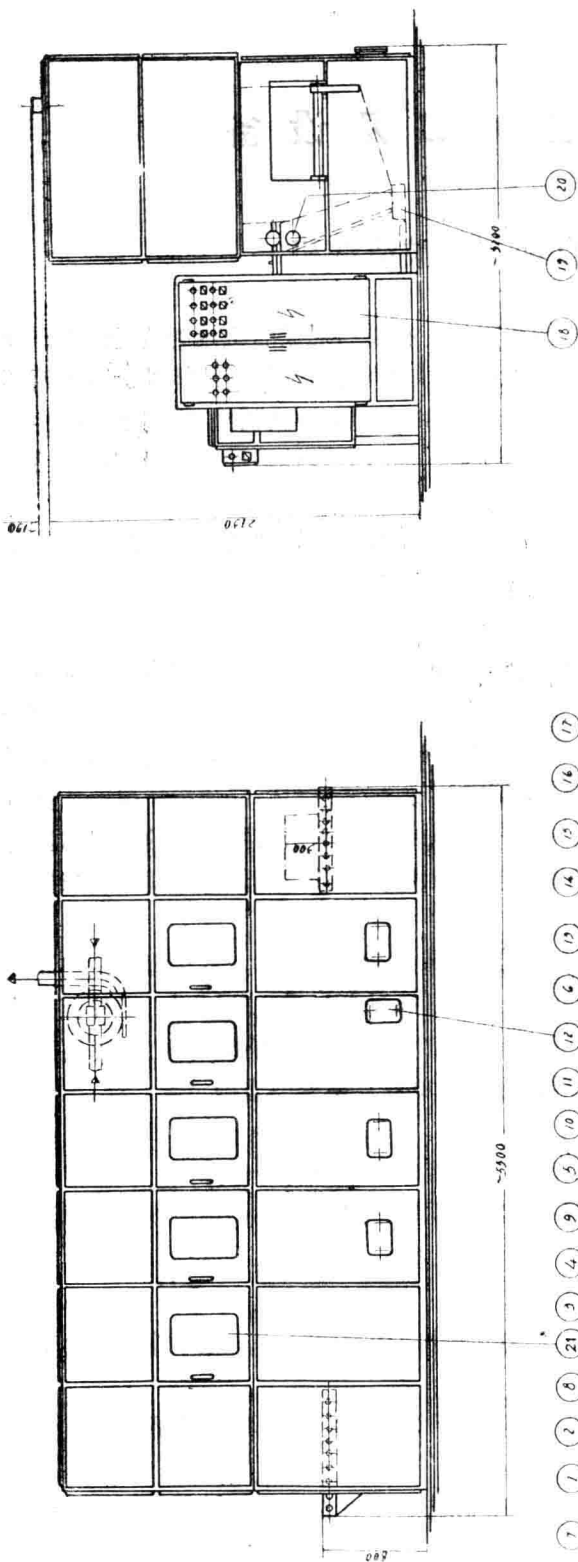


图1 大型半自动超声波清洗机

1—电器控制箱；2—水箱；3—铁屑箱；4—过滤器；5—液压装置（控制零件上下和水平移动）；6—超声波发生器（3千瓦、18.3~19.7千赫）；7—零件筐进入清洗机的滚道；8—水液分离泵（分离第一槽的水分）；9—清洗液泵；10—超声波发生器的冷却器；11—超声波发生器的控制箱；12—清理铁屑的窗口；13—冷却器；14—冷水进口；15—溶液分配器；16—清洗溶液的进出口管道；17—零件筐出口滚道；18—电器控制箱（侧面图）；19—铁屑箱；20—温度调节器；21—有机玻璃。

## 2. 超声波清洗机的传动系统和清洗过程

清洗时把零件放入筐内，将零件筐放在件号 8 进口滚道上（见图 2），件号 10 电动机带动件号 8 转动，将零件筐滚入清洗机。当零件筐碰到件号 11 开关后，发信号给电磁阀，使件号 1 油缸将零件筐提起。零件筐上升到一定高度后，通过开关使电磁阀控制件号 2 油缸，油缸带动件号 5 前支架将零件筐推到第一清洗槽的位置。通过件号 14、15、16、17 限位开关使油缸带动零件筐在第一清洗槽内做上下往复的运动，进行清洗。同时件号 2 油缸复位，准备下次作重复运动。清洗到所需要的时间时，由时间继电器发信号，件号 1 油缸将零件筐提起，再由件号 2 油缸带动件号 5 把零件筐推到第二清洗槽，以同样的运动作超声波清洗。同时再有一筐零件进入第一槽，然后用同样的动作将零件筐移到第三、四、五清洗槽，最后由件号 10 电动机带动件号 9 零件出口滚道转动，使零件筐经滚道出清洗机。

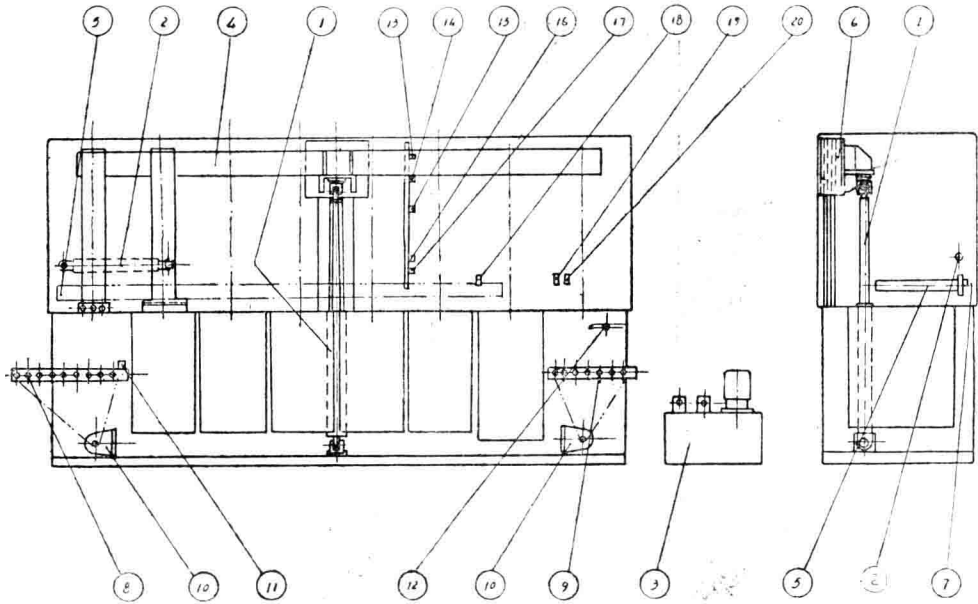


图 2 传动系统

1—油缸(零件升降)；2—油缸(零件水平移动)；3—液压装置(油泵流量60升/分、电动机功率3千瓦)；4—上支架(提升零件进行上下清洗)；5—前支架(推动零件水平移动)；6—滚道(件号4上下移动的滚道)；7—件号5左右移动的导轨；8—零件进口滚道；9—零件出口滚道；10—电动机；11—限位开关(当零件与开关接触后，使油缸升起)；12—指示灯；13、14、15、16、17—零件在清洗槽内上下左右移动开关；18、19、20—限位开关(使油缸复位和零件出清洗机)。

## 3. 超声波清洗机的液压传动

零件筐在清洗机内的运动是由液压系统控制的，如图 3 所示。件号 1 是提升零件筐和带动零件筐在清洗槽内作上下往复运动的油缸。限位开关发出信号给件号 5 电磁阀、电磁阀控制油缸作上下往复运动，油缸行程速度是用件号 4 单向节流阀调整。在零件清洗时上下移动要求比较平稳，在回油路上增加了件号 14 背压阀。件号 2 是推动零件从第一槽到第二槽的油缸。件号 2 的水平移动也是由限位开关发信号给电磁阀，电磁阀再控制件号 2 的水平移动。

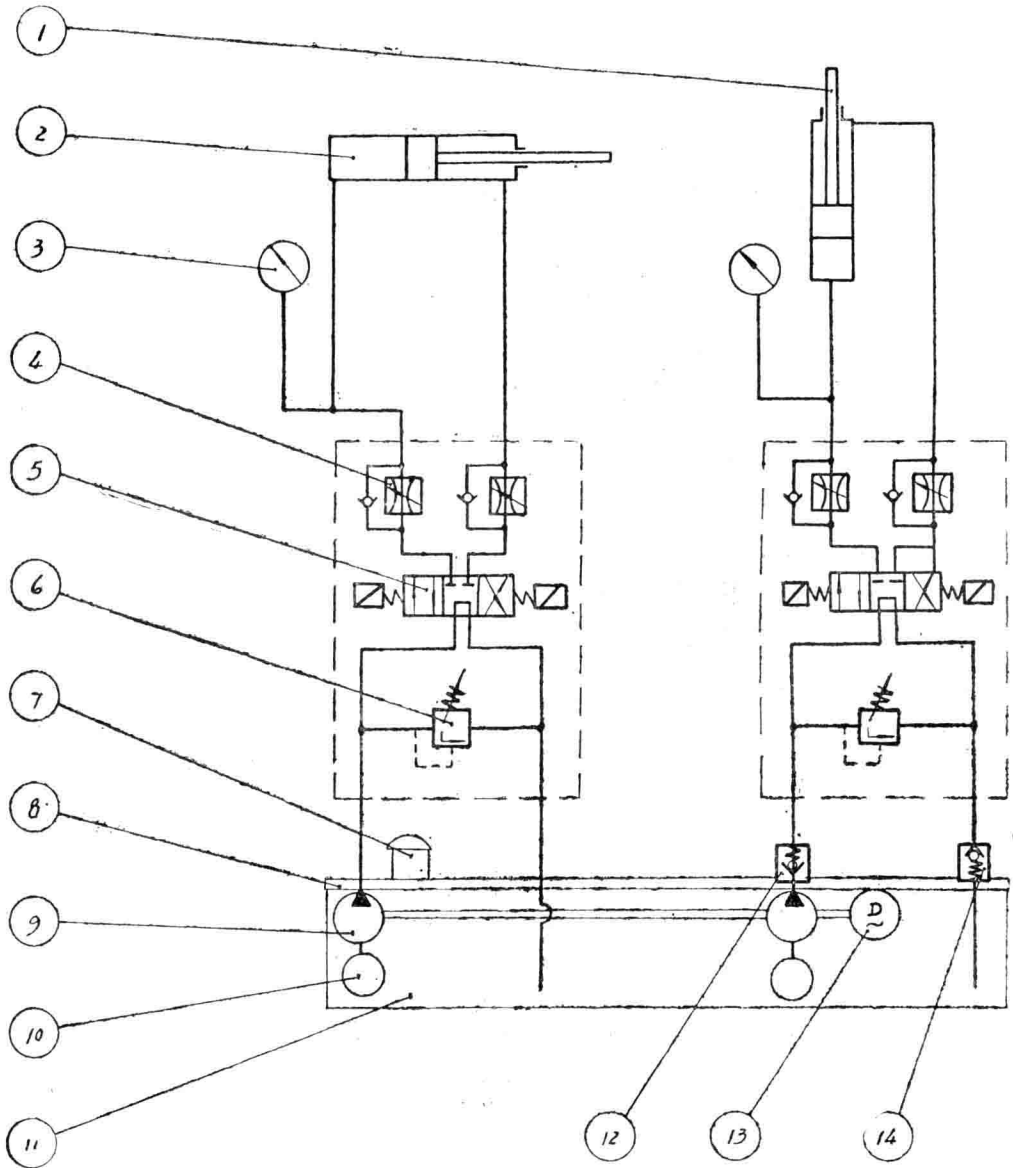


图3 液压传动系统

1—提升零件上下移动油缸；2—推动零件水平移动油缸；3—压力表；4—单向节流阀；5—三位四通电磁阀；6—溢流阀；7—油箱加油器；8—油箱盖；9—双联油泵；10—滤油器；11—油箱；12—单向阀；13—电动机；14—背压阀。

#### 4. 清洗溶液的过滤

为了提高清洗质量，清洗溶液需要进行过滤。西德制造的大型半自动超声波清洗机，对溶液进行两次过滤：第一次用不锈钢丝网进行过滤，第二次用蒸馏过滤。

图4是蒸馏过滤器，蒸馏过滤器分内外两层，内层是用不锈钢板焊接而成的，外层是用普通钢板制成的。内部容量为100公升。内层和外层之间放满了油，在底部有 $6 \times 1.5 = 9$ 千瓦的电阻丝加热器，对内外层之间的油进行加热，温度在 $80^{\circ}\text{C}$ 左右。清洗溶液从件号11管道经碳酸钙过滤后进入蒸馏过滤箱，溶液在 $87^{\circ}\text{C}$ 温度以上变为气体，然后再通过冷却器变为



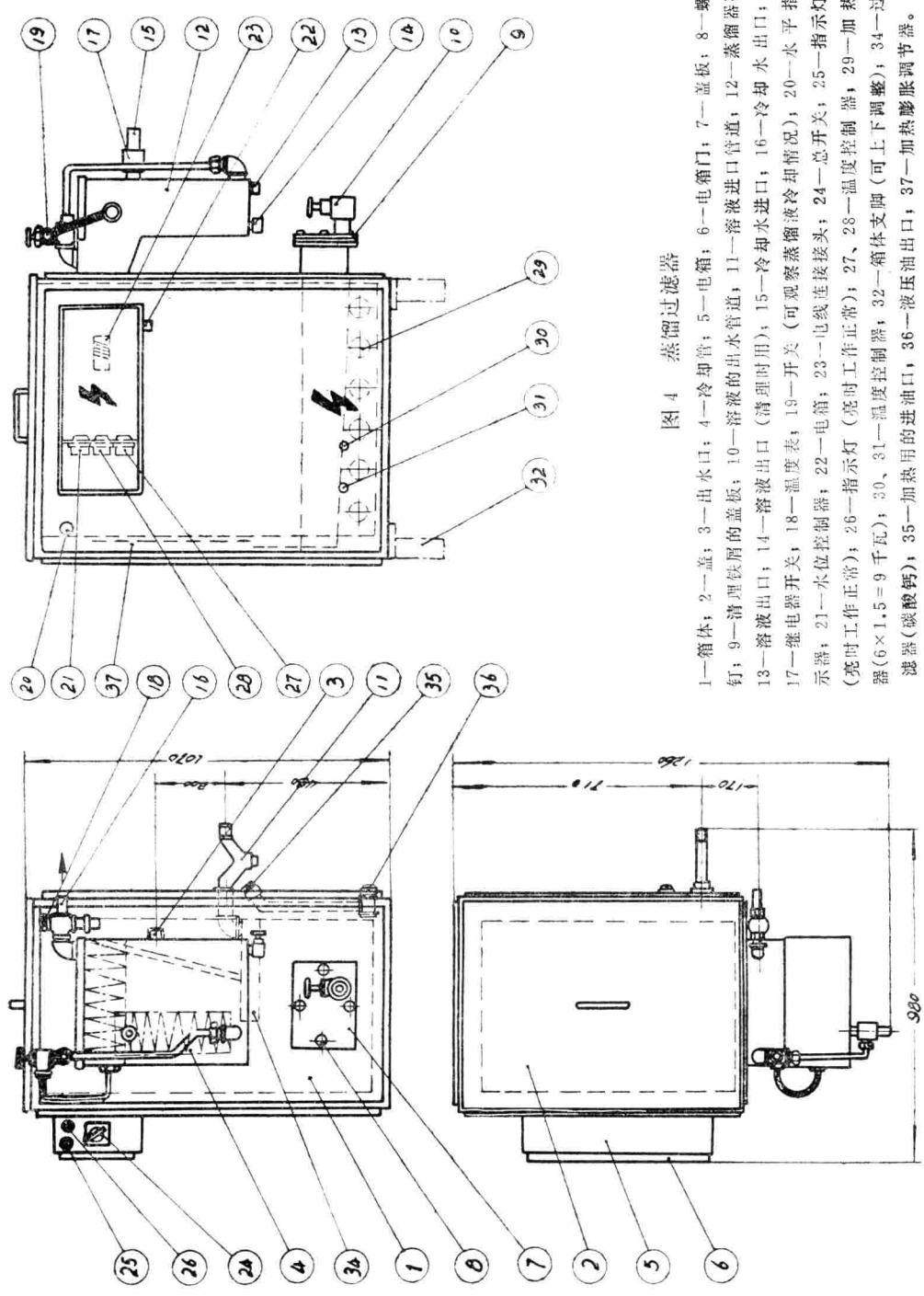


图4 蒸馏过滤器

1—箱体；2—盖；3—出水口；4—冷却管；5—电箱；6—电箱门；7—盖板；8—螺钉；9—清理铁屑的盖板；10—溶液的出水管道；11—溶液进口管道；12—蒸馏器；13—溶液出口；14—溶液出口（清理时用）；15—冷却水进口；16—冷却水出口；17—继电器开关；18—温度表；19—电箱；20—电箱（可观察蒸馏液冷却情况）；21—水平指示灯（亮时工作正常）；22—温度控制器；23—温度控制器；24—总开关；25—指示灯（亮时工作正常）；26—指示灯（亮时工作正常）；27、28—温度控制器；29—加热器（ $6 \times 1.5 = 9$  千瓦）；30、31—温度控制器；32—箱体支脚（可上下调整）；34—过滤器（碳酸钙）；35—加热用的进油口；36—液压油出口；37—加热膨胀调节器。

蒸馏液。每小时可蒸馏 0.3 米<sup>3</sup> 的溶液。冷却器是用不锈钢管弯成的。冷却水从件号 11 进入冷却器，由件号 16 流出，冷却水的温度夏天在 15℃ 左右，冬天在 8℃ 左右就可以使蒸汽变为蒸馏液。过滤器底部装有温度控制器，使油温控制到 80℃ 左右，上部装有加热膨胀调节器，当底部油温过高，而使外壳内压增大时，用加热膨胀调节器来调整。过滤器底部留有清理铁屑的窗口，件号 9 是窗口盖板，最底部装有 4 个可上下调整的支脚件号 32，便于与清洗部分连接。

**5. 超声波清洗机清洗溶液的加热**

为了提高清洗效率，对清洗溶液需要进行加热。在第二清洗槽和第四清洗槽内装有加热器，第二清洗槽装有 4 × 4 = 16 千瓦的电阻加热器，加热温度在 80℃ 左右。为防止温度过高而引起溶液分解，装有温度测量器和温度调节器(见图 5)。在第四清洗槽内装有 4 × 6 = 24 千瓦的电阻加热器，加热温度在 80℃~87℃ 左右。在 80℃~87℃ 左右时溶液即变为气体，以对零件进行烘干。为了防止加热温度过高同样装有温度测量器和温度调节器。此外为了防止溶液对加热器的腐蚀，加热器外壳都有不锈钢管保护着。

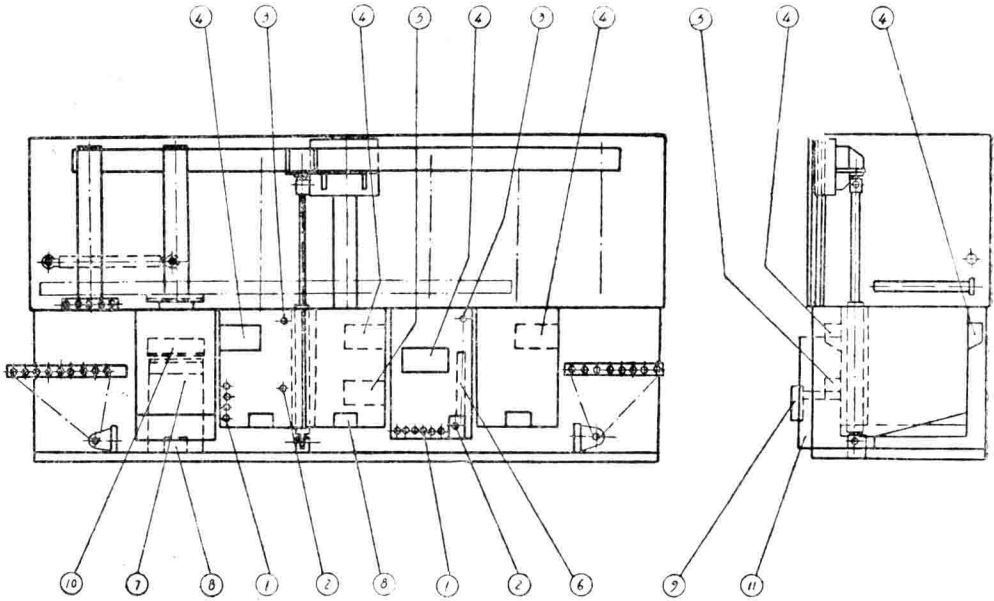


图 5 温度控制

1—加热电阻丝(4×4=16千瓦, 4×6=24千瓦); 2—温度测量器; 3—温度调节器(调节清洗槽内的溶液温度); 4—电加热器; 5—第三槽内的冷却器; 6—水平指示器; 7—溢水道; 8—清洁管道; 9—流水管道; 10—为第一槽服务的电加热器; 11—铁屑箱。

**6. 超声波清洗机清洗溶液的冷却**

为了防止清洗溶液的温度过高而引起溶液的分解，在各清洗槽内都装有冷却器。图 6 是超声波清洗机的溶液冷却装置。冷却器是用不锈钢管弯成的。零件在超声波清洗完后，需要在温度较低的溶液内进行清洗，因此第三清洗槽中装有两个冷却器。冷却器内通有循环自来水，冷却水的进口装有电磁阀控制冷却温度。

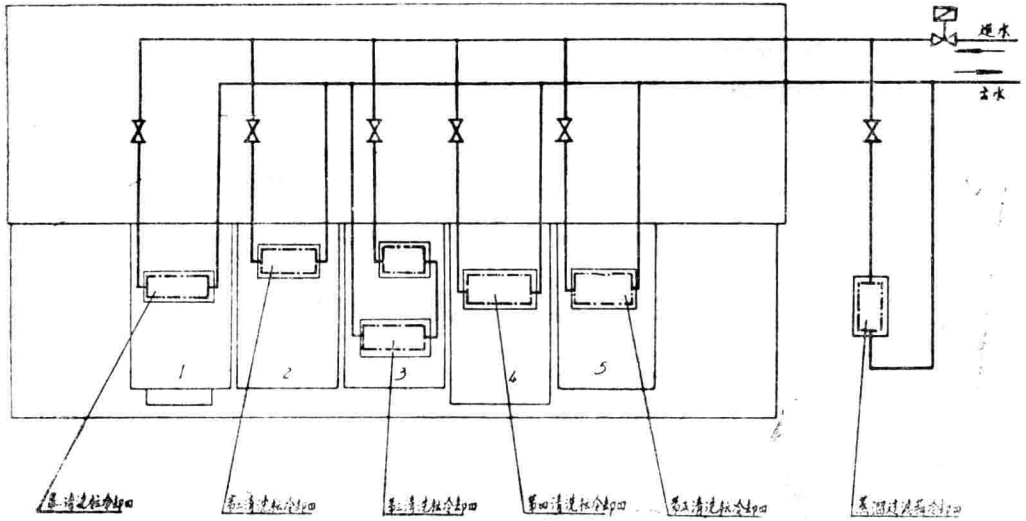


图6 冷却管道

### 7. 超声波清洗机的溶液管道

因清洗液有腐蚀作用，因此溶液管道都采用不锈钢管，以防止溶液对管道的腐蚀。

从图7可以看出，在第一清洗槽内装有用不锈钢或防腐材料制成的水液分离泵。在第一槽清洗时，零件上可能会带有一定的水份，在清洗结束后水就留在清洗槽内，随着时间的增长，第一槽内的水则越积越多。为了解决这个问题，在第一清洗槽内装有水液分离泵，把水

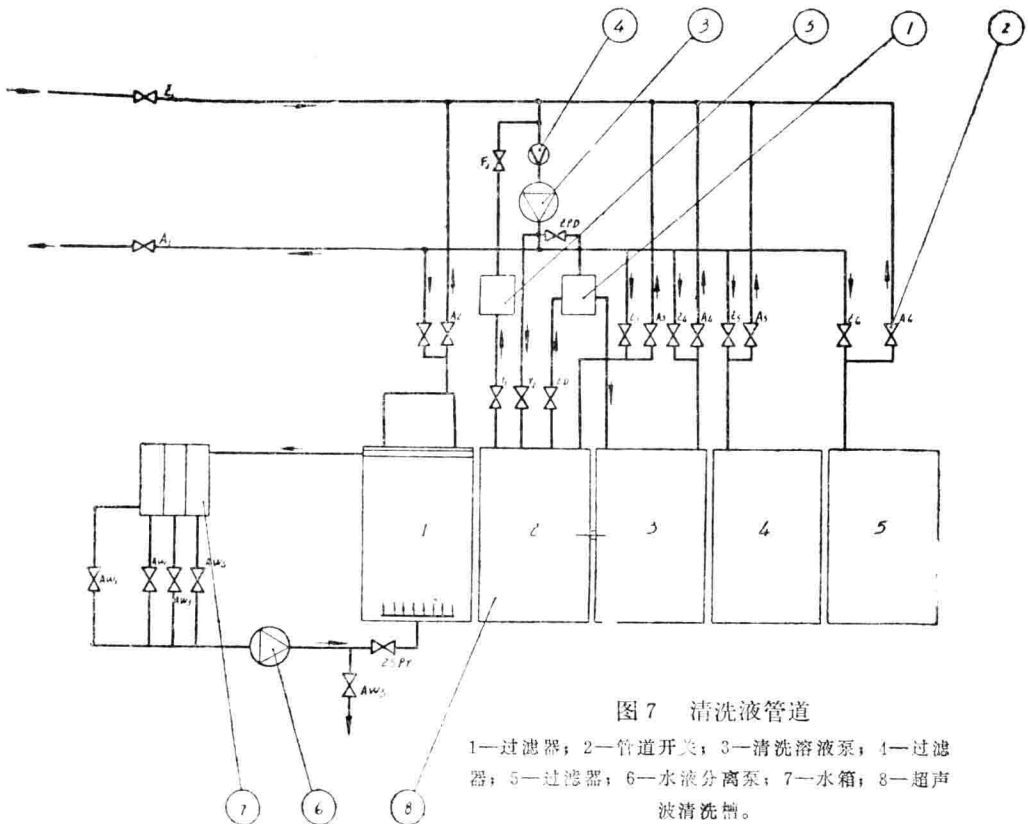


图7 清洗液管道

1—过滤器；2—管道开关；3—清洗溶液泵；4—过滤器；5—过滤器；6—水液分离泵；7—水箱；8—超声波清洗槽。

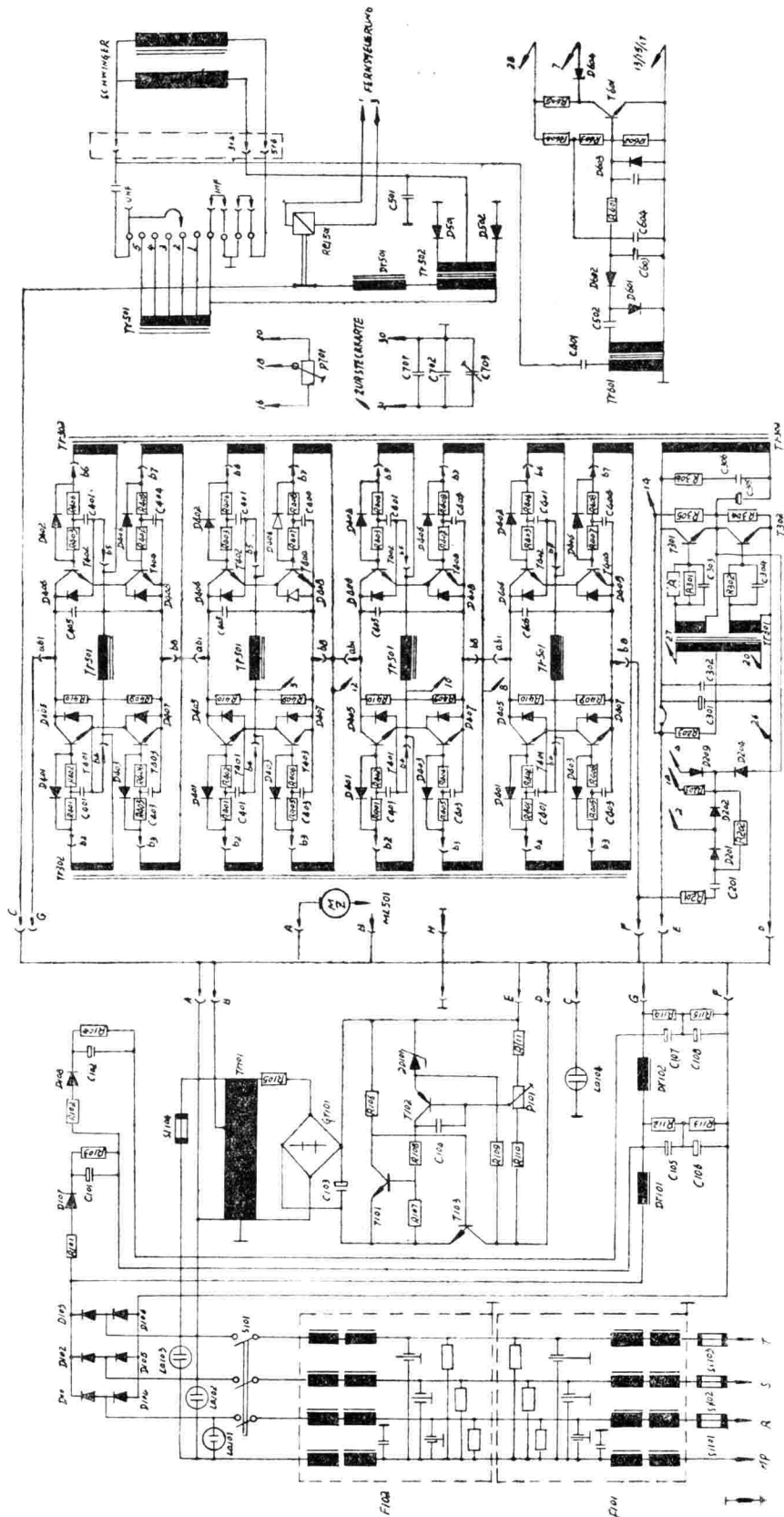


图8 电气原理

抽出来进行分离，最后把水放掉，把溶液再送到清洗槽内。

在管道中装有溶液泵，溶液泵也是用不锈钢或其他防腐材料制成的。此泵将溶液抽出来进行过滤和清洗槽内的铁屑，也可以把过滤后的溶液送进清洗槽。另外，在管道中还装有很多阀门，只要调整阀门的开关，就可以使清洗溶液吸进来和抽出去。

### 8. 超声波发生器

图 8 是西德 73 年制造的超声波清洗机的发生器原理图。超声波发生器的功率是 3 千瓦，频率是 18.3~19.7 千赫。

### 9. 清洗机的总功率

油泵电机	3 千瓦	7 安
溶液泵电机	0.8 千瓦	2 安
超声波发生器	3 千瓦	18.3~19.7 千赫
抽气机电机	0.75 千瓦	2.2 安
水液分离泵	0.18 千瓦	0.52 安
零件进口滚道电机	0.24 千瓦	1 安
零件出口滚道电机	0.24 千瓦	1 安
第一槽加热器	$4 \times 4 = 16$ 千瓦	
第四槽加热器	$4 \times 6 = 24$ 千瓦	
蒸馏过滤加热器	$1.5 \times 6 = 9$ 千瓦	

## 二、十六轴多工位立式研磨机

西那亚精密机械厂对柴油机喷油咀的油咀体内孔的超精加工，大量采用了西德 BOSCH 出品的 FA/PMB-MS486 型六轴六工位和 FA/PMB-MS525 型十六轴十六工位立式研磨机。该机用于高精度小孔的研磨和抛光工序，生产效率高、质量好。如研磨  $\phi 9.2$  毫米的油咀体内孔，生产节拍为 15 秒，孔的光洁度达  $\nabla 11$  以上，几角精度误差在 1~3 微米以内，加工质量稳定。

### 1. 机床结构

如图 9 所示，该机床的结构不很复杂，外形类似多头钻床。件号 1 床身是铁板立柱，被研磨的零件装在有十六个工位的上圆盘上，圆盘内是一个齿轮箱，中间的传动轴带动各工位的零件进行回转，中心主轴的转动是用电机来驱动的。上圆盘的上下往复运动，是由偏心圆盘 2 带动杠杆 3 而实现的。被研磨的零件以浮动方式装在上圆盘的各工位上，研磨到一定时间，由时间继电器控制使上圆盘转动一个工位。研磨套装卡在下圆盘的各工位上，下圆盘用底部的油缸 11 使研磨套接近研磨零件或退出。研磨套径向尺寸的调整

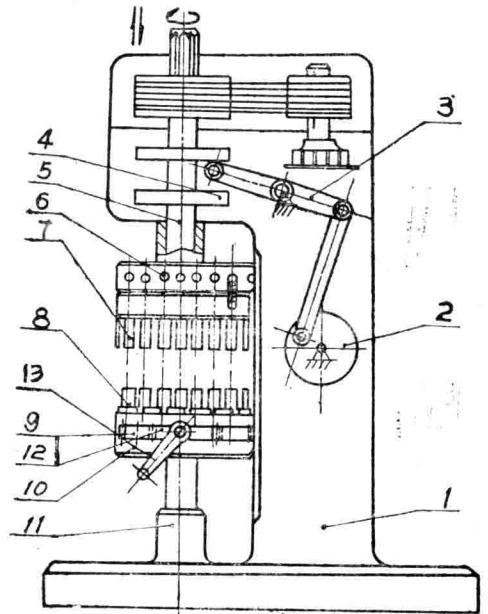


图 9 十六轴多工位立式研磨机

1—床身；2—偏心销盘；3—杠杆；4—主轴箱；5—传动轴；6—零件圆盘；7—零件转轴；8—研磨套；9、12—调节用齿轮；10—下圆盘；11—升降油缸；13—手柄。

是以手搬动手柄13，使棘轮传动各轴的齿轮来实现的。

## 2. 主要性能参数

研磨机型号 FA/PMB-MS525

主轴箱转数	270转/分
研磨头轴转数	1030转/分
研磨头往复次数	200~340次/分
研磨头至工作台最大距离	900毫米
功率	7马力

## 3. 研磨工艺过程

柴油机喷油咀体淬火后，先在自动修磨砂轮和有补偿装置的磨床上进行孔的磨削，留研磨余量0.02毫米，然后研孔。十六轴十六工位研磨机中有一个工位为装卸工位，将零件装入后，每15秒机床自动换位一次，也就是15秒可研好一个零件。研磨套径向尺寸的调整是靠中间带锥体的芯棒轴向移动来实现的，芯棒的轴向移动是用手柄拨动棘轮带动各芯轴底部齿轮进行的。

每研磨200个零件，更换一次开口式铸铁研磨套。

研磨膏使用600粒度的氧化铁。

油咀体内孔研磨后，在同样的一台机床上用氧化铬抛光。

## 三、油缸筒的滚压加工

在帕拉依拉前进重机厂，液压挖掘机用的油缸缸筒的加工，采用了西德69年出品的VDF（或称BTA）深孔镗床。工艺过程采用粗镗、浮动精镗、内孔滚压的工艺。其工艺方法基本上与国内现行工艺相同，只是精镗刀片的几何形状的某些部位与滚压头的结构和我们所用的有所不同。

精镗刀片如图10所示，其他参数与国内使用的相近，而刀刃的各点，位于以 $r$ 为中心的圆弧上。

滚压头的滚压柱采用单列长锥形滚柱，个数为奇数（即17或19），滚柱中心与轴中心线成 $57'30''$ 夹角。滚压行程终了，滚压头可随同镗杆一起退回，不需要滚压一次装卸一次滚压头，从而减轻了劳动强度，提高了生产效率。

### 1. 深孔镗床

机床型号：VDF（BTA）

加工规范：最大加工直径 $\phi 160$ 毫米

最大加工长度：2000毫米

### 2. 滚压头结构：见图11、12、13、14。

当滚压行程终了，送进镗杆的刀架向后移动时，滚压头轴2一同向后移动。这时，滚柱22便在21内环滚道的外锥体上向前移动，使滚柱22位于的直径 $D$ 缩小，则滚柱22便和缸筒的表面在轻微的接触下，由缸筒孔内退出。退出终了，由于弹簧11的作用，滚压头复位，准备进行下次的滚压过程。

滚柱中心与轴心线成 $57'30''$ 的倾角，有提高滚压表面光洁度之功效（见图12）。

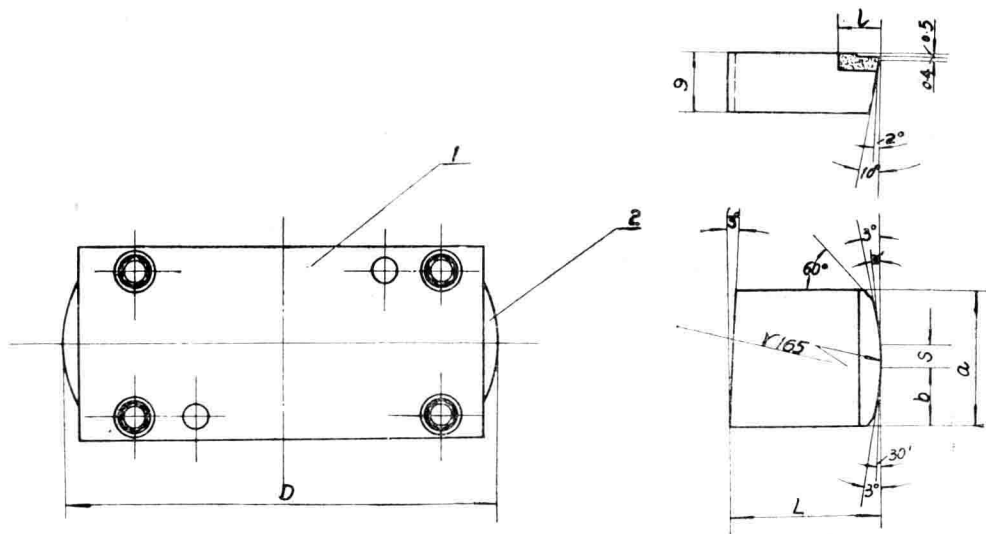


图10 精镗刀片  
1—刀体；2—刀片。

代号 序号	$L$	$l$	$D$	$a$	$b$	$g$	$r$
1	22	10	$\phi 79.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
2	22	10	$\phi 84.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
3	22	10	$\phi 89.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
4	30	10	$\phi 99.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
5	32	10	$\phi 109.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
6	32	10	$\phi 114.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
7	40	11	$\phi 129.95$	$36^{-0.016}$	15.5	$7^{-0.009}$	165
8	40	11	$\phi 139.95$	$36^{-0.016}$	15.5	$7^{-0.009}$	165
9	40	11	$\phi 149.95$	$36^{-0.016}$	15.5	$7^{-0.009}$	165
10	40	11	$\phi 159.95$	$36^{-0.016}$	15.5	$7^{-0.009}$	165
11	40	11	$\phi 124.95$	$36^{-0.016}$	15.5	$7^{-0.009}$	165
12	22	10	$\phi 74.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165
13	22	10	$\phi 72.95$	$25^{-0.013}$	10	$6.5^{-0.009}$	165

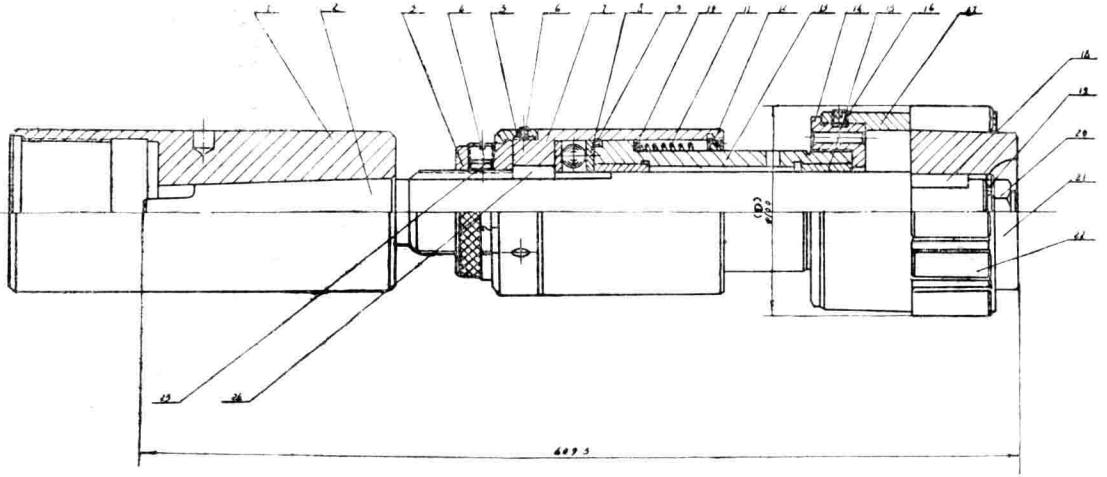


图11 缸筒滚压头

1—联接套；2—轴；3—调整套；4—螺丝销钉；5—盖帽；6—销钉；7—壳体；8—轴承；9—卡环；10—弹簧垫；11—弹簧；12—特别螺母；13—支承套；14—大圆盘；15—衬套；16—螺纹销钉；17—保持器；18—平键；19—垫圈；20—螺母；21—内环滚道；22—滚柱；23—紧固垫；24—平键

技术条件

1. 件21待和轴装好后，其外圆和锥柄一次磨出，保证其跳动要求为0.01毫米。
2. 滚压头的直径D依靠件3来调整，在调整时滚柱不许有卡滞现象。

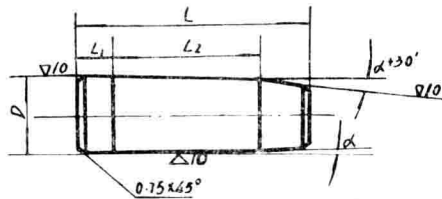


图12 滚柱 (件号22)

滚压头直径	D	L	$\alpha$	$L_1$	$L_2$	个数
$\phi 80, \phi 75, \phi 73$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	9
$\phi 85, \phi 90$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	11
$\phi 100$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	13
$\phi 110, \phi 115, \phi 125$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	15
$\phi 130, \phi 140$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	17
$\phi 150, \phi 160$	$13.27^{-0.011}$	$38.1^{-0.016}$	$57'30''$	6	24.6	19



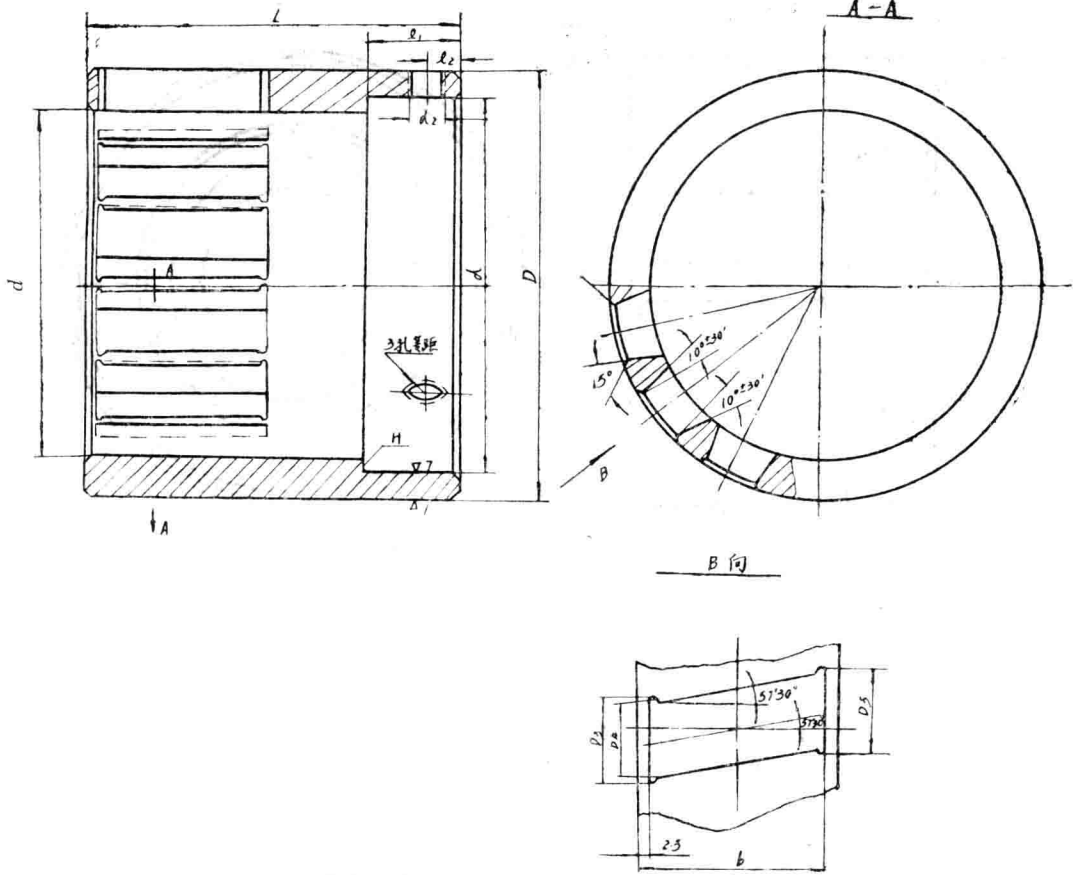


图13 保持器 (件号17)

技术条件

1. 内孔  $d$  对  $H$  端面摆差小于 0.01 毫米。
2. 保持器中的尖角必须光滑，倒角  $1 \times 45^\circ$ 。
3. 槽的等分误差  $\pm 30'$ 。

滚压头直径	$D$	$d$	$d_1$	$d_2$	$L$	$l_1$	$l_2$	$D_4$	$D_3$	$D_5$	$b$	$\alpha$	槽数
80	75	$61.5^{+0.03}$	57.5	M5	77	15	6.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	9
85	80	$66.5^{+0.03}$	62.5	M5	77	15	6.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	11
90	85	$71.5^{+0.03}$	67.5	M5	77	15	6.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	11
100	95	$83.0^{+0.03}$	77	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	13
110	105	$93^{+0.035}$	87	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	15
115	110	$98^{+0.035}$	92	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	15
130	125	$110^{+0.035}$	107	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	17
140	135	$120^{+0.035}$	117	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	17
150	145	$130^{+0.040}$	127	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	19
160	155	$140^{+0.040}$	137	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	19
125	120	$105^{+0.03}$	152	M8	83	21	10.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	15
75	70	$57^{+0.03}$	$52^{+0.20}$	M5	77	15	6.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	9
73	68	$55^{+0.03}$	$50^{+0.20}$	M5	77	15	6.5	12.5	17	15.5	$38.2^{+0.1}$	$57'30''$	9