

前 言

旋转活塞发动机是一种新型的动力机械，具有重量轻、结构简单、体积小、升功率高等优点，因而在工农业生产和国防建设等方面，都具有广泛的用途。

我们是从 1966 年开始搞旋转发动机的试制工作的。几年来，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇的“爬行主义”、“洋奴哲学”等修正主义黑货，试制工作取得了一定的成绩。从无到有，从发动机转不来到能转，并重载连续运行二万五千余公里。这是毛泽东思想的伟大胜利，是排除各种干扰、坚持毛主席“独立自主、自力更生”伟大方针的胜利。

在试制过程中，我们遵循毛主席关于“实践、认识、再实践、再认识”的教导，在设备简陋的情况下，土洋结合，以土为主，经过反复实践，并在交通部交通科学研究院、上海船舶研究所和全国许多兄弟单位的大力支持和帮助下，对这种新型发动机的加工制造逐步地有了认识，也摸索了一些经验，在此我们对大力支持和帮助我们的兄弟单位表示感谢。为了将这些感性认识提高一步，上升为理性认识，以便指导今后的工作，我们根据毛主席“要认真总结经验”的教导，发动了全组工人老师傅对每道加工工序进行了整理和总结，编写了这份资料，给同志们参考。

由于我们工作做得比较粗糙，资料中的错误和不足之处，望同志们批评指正。

上海市汽车运输公司 322 革命委员会

一九七一年十一月

目 录

前 言	
一、偏心轴	1
二、机壳——缸体、前端盖、后端盖、前罩（双缸机还有中隔板）	7
三、活塞	27
四、活塞轴承	36
五、内、外齿轮付	39
六、密封系统	43
七、密封弹簧	51
[附] 一、Z1L68-2A 型旋转活塞发动机结构总装配图	55
二、Z1L68-2A 型旋转活塞发动机主要结构参数	57
三、Z1L68-2A 型旋转活塞发动机主要零件装配间隙	57

一、偏 心 轴

(一) 偏心轴的工作情况

旋转活塞发动机的偏心轴具有输出发动机扭矩的重要作用，其上装置着各主要旋转零件如活塞、飞轮、皮带盘、平衡块等等。由于结构限制，整轴比较细长，因此结构上要求有良好的刚性。另外它还承受着由于气体压力产生的周期性交变的弯曲和剪切应力，因此偏心轴还要求有较好的抗疲劳强度，这样除了材料选用上考虑高强度外，还要求结构设计合理如有平滑的轴肩过渡，加工光洁，减少应力集中。

由于偏心轴转速较高，构成摩擦付的轴颈 PV 值较大，因此，这些轴颈表面必须提高硬度、加工精度和表面光洁度，确保耐磨性。对于多缸旋转发动机还必须考虑到偏心轴所承受的扭转振动。

(二) 偏心轴材料的选择

由于偏心轴受力情况比较复杂，同时偏心轴的主轴颈尺寸受到固定小齿轮大小的限制，不能任意地加大，故在一定程度上对于轴的强度和刚度带来不利的影响。因此偏心轴材料一般来说是比较好的。有 45#、40Cr、38CrMoAlA、18CrMnTi 及 QT 60-2 等材料。我组为了使试验样机的偏心轴有足够的强度、刚度、硬度及耐磨性，前一阶段采用的是 38CrMoAlA。

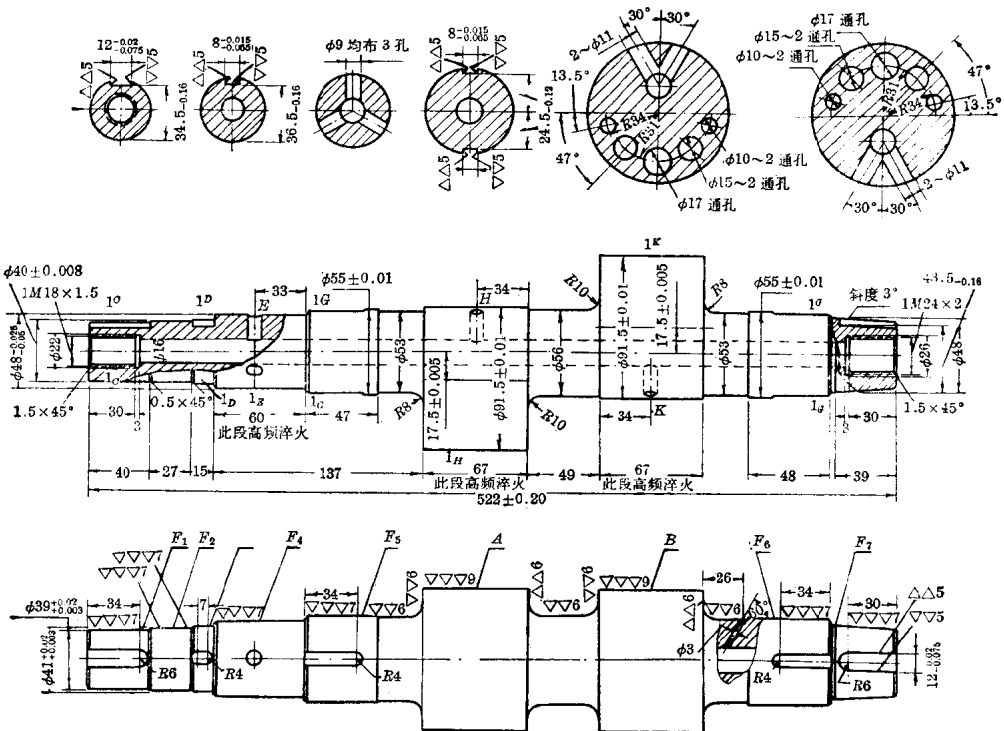


图 1 双缸偏心轴

2. 偏心轴的加工工艺

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
1.	车 (1) 车端面 (2) 钻中心孔 调头 (1) 车端面 (2) 钻中心孔	输 出 端 外 圆 自 由 端 外 圆	车 床		45° 偏刀 中 心 钻	三爪卡盘
2.	钳 划线 端面上划出偏心中心孔					
3.	钻 钻偏心中心孔		钻 床			
4.	粗车 (1) $\phi 55^{+0.01}+3$ 外圆 调头 (2) $\phi 68+3$ 外圆	二顶针孔	车 床		90° 偏刀	顶 针
5.	粗车 偏心轴颈 $\phi 91.5+3$	偏心中心孔	车 床			顶 针
6.	热处理 调质 R _c 23~28					
7.	车 (1) 钻中间油孔 调头 (2) 钻中间油孔	外 圆	车 床		钻 接 长 钻	三爪卡盘 中 心 架
8.	车 (1) 端面 (2) 闷头螺纹 (3) 车中心孔 调头 (1) 端面 (2) 闷头螺纹 (3) 车中心孔	外 圆	车 床			三爪卡盘 中 心 架
9.	精车 (1) 各轴颈 (2) $\phi 48$ 锥度	二顶针孔	车 床			顶 针
10.	磨 (1) 各轴颈 (2) $\phi 48$ 锥度	二顶针孔	磨 床		砂 轮	顶 针 锥 套
11.	钳 划线 划键槽	偏心最高 一 点				
12.	铣 (1) 各轴颈键槽	二顶针孔	铣 床			顶 针

(续表)

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
13.	(2) 锥度键槽 钳					
14.	修毛刺 精车					
15.	偏心轴颈 磨	外圆、锥度	车 床	偏心夹具	90° 偏刀	顶 针
16.	偏心轴颈 钻	外圆、锥度	磨 床	偏心夹具		顶 针
	(1) 配重孔		钻 床		钻 头	模 板
	(2) 进出油孔					
	(3) 偏心油孔					
17.	钳					
	修毛刺					
18.	热处理					
	氮化处理 R ₀ 65~70					
	(若有变形, 须再磨)					

注：锻件在加工前必须进行退火处理

3. 偏心轴机械加工主要工序说明

偏心轴是旋转活塞发动机主要零件之一, 偏心轴的偏心距 e 是发动机的主要结构参数, 它的精度直接影响活塞的运动轨迹, 故希望偏心距 e 的加工误差在 ± 0.005 毫米。

为了使偏心轴的机械加工在普通机床上能够达到理想的技术要求, 故我们设计了一套简单的偏心夹具。

(1) 偏心夹具主要零件的技术要求

前端轴套

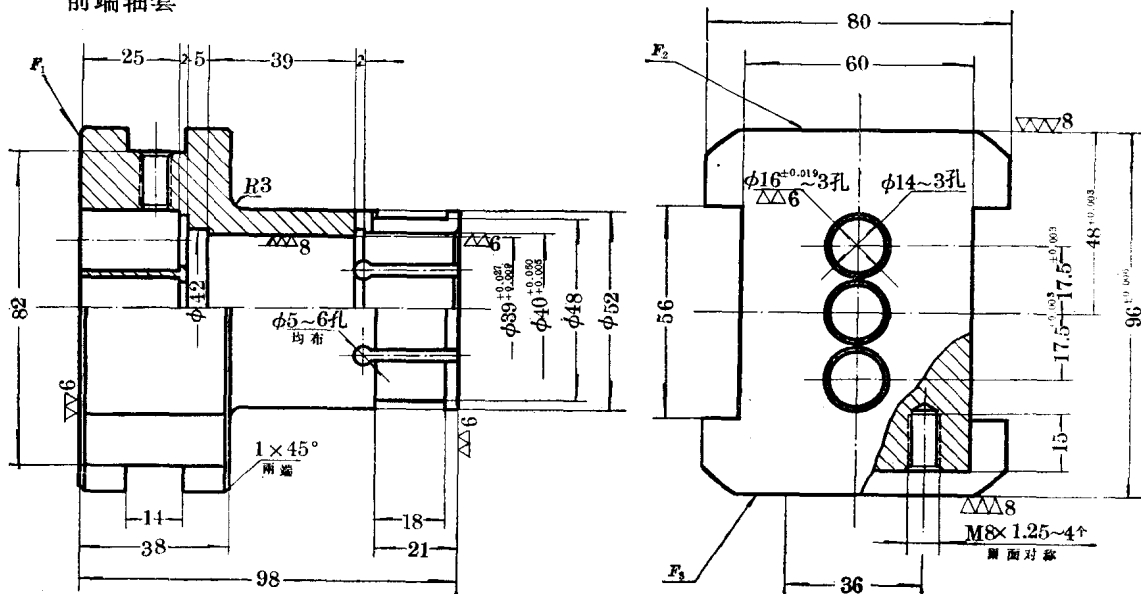


图 3 前端轴套

技术要求:

- ① $\phi 39^{+0.027}_{+0.009}$ 、 $\phi 16^{+0.019}$ (中间孔)、 $\phi 40^{+0.060}_{+0.026}$ 三孔应同心, 其不同心度 $\phi 39^{+0.027}_{+0.009}$ 与 $\phi 16^{+0.019}$ (中间孔) 不得大于 0.005 毫米; $\phi 39^{+0.027}_{+0.009}$ 与 $\phi 40^{+0.060}_{+0.026}$ 不得大于 0.01 毫米。
- ② $\phi 16^{+0.019}$ 三孔对 F_1 面应垂直, 其不垂直度不得大于 0.008 毫米。
- ③ F_2 、 F_3 两平面应对称于孔心线, 且互相平行, 其不平行不得大于 0.005 毫米。
- ④ F_2 、 F_3 两平面的表面应平整, 其不平度在整个面上不得大于 0.003 毫米。
- ⑤ $\phi 16^{+0.015}$ 三孔中心应在同一条直线上; 且三孔中心连线应与 F_2 平面垂直, 其不垂直度不得大于 0.002 毫米。

后端轴套

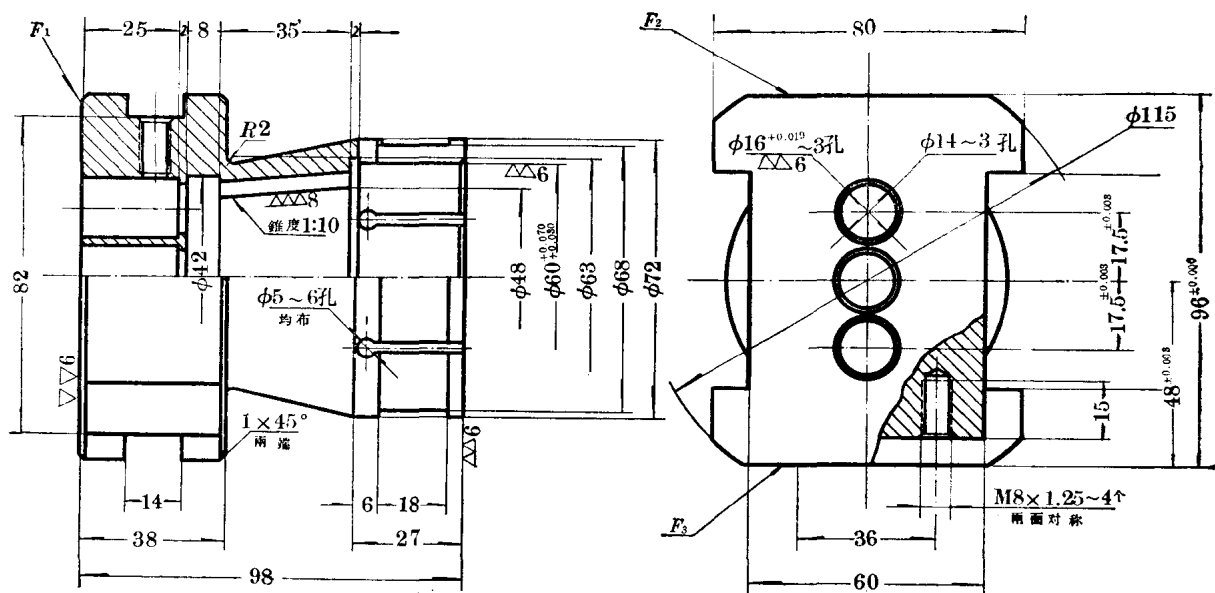


图 4 后端轴套

- ① $\phi 48$ (锥度)与 $\phi 16^{+0.019}_{-0.019}$ (中间孔)、 $\phi 60^{+0.070}_{-0.030}$ 三孔应同心,其不同心度 $\phi 48$ (锥度)与 $\phi 16^{+0.019}_{-0.019}$ (中间孔)不得大于 0.005 毫米; $\phi 48$ (锥度)与 $\phi 60^{+0.070}_{-0.030}$ 不得大于 0.01 毫米。
- ② $\phi 16^{+0.019}_{-0.019}$ 三孔对 F_1 面应垂直,其不垂直度不得大于 0.01 毫米。
- ③ F_2 、 F_3 两平面应对称于孔心线,且互相平行,其不平行不得大于 0.005 毫米。
- ④ F_2 、 F_3 两平面的表面应平整,其不平度在整个面上不得大于 0.003 毫米。
- ⑤ $\phi 16^{+0.019}_{-0.019}$ 三孔中心应在同一条直线上,且三孔中心连线应与 F_2 平面垂直,其不垂直度不得大于 0.002 毫米。
- ⑥ 在圆锥面上的 $\phi 12^{+0.015}_{-0.035}$ 键槽应对中轴线,其偏差不得大于 0.010 毫米。

(2) 偏心轴的定位基准的选择

偏心轴的主轴颈加工用中心顶针孔作为定位基准。而加工偏心轴颈时,是用磨过的偏心轴的两端轴颈来定位的,其目的是为了保证主轴颈和偏心轴颈轴线间距离 e 的精确度与平行度。

(3) 夹具的安装(如图 5 所示)

- ② 把前、后偏心夹具放在平板上,把偏心轴带有锥孔的一端的外圆及外圆上的键槽与偏

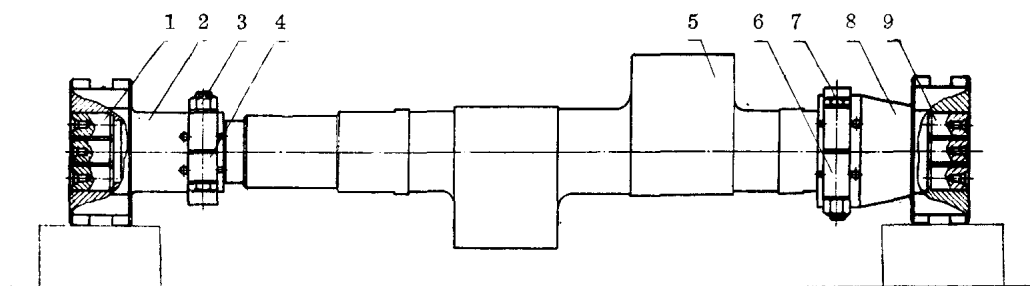


图5 偏心轴的夹具安装

心夹具的锥孔及孔内的键槽准确相配,再看偏心轴的另一端与偏心夹具的孔配合,然后用厚薄塞尺检验前、后两夹具体与平板之间隙,用0.02厚的厚薄塞尺,测出为准,最后用固紧螺钉固紧即可。

③ 偏心轴正安装在夹具内后,使机床回转中心的顶针轴线,顶于偏心夹具的第一偏心孔。然后用鸡心夹头及拨盘使工件转动,即可开始车削偏心轴颈。在加工时,每以走刀量为0.5毫米,最后二刀的进刀量为0.2~0.3,这样使工件变形不大。最后,留磨余量为0.3~0.4。双缸轴第一偏心轴颈加工后,再顶于第二偏心孔,加工第二轴颈。

④ 通过上述方法进行检查,如无变化,即可以进行磨削加工。

⑤ 检验:磨削加工后,立即检查,偏心轴颈两端的扭摆量小于0.010毫米。

二、机壳——缸体、前端盖、后端盖、前罩(双缸机还有中隔板)

旋转活塞发动机的机壳主要包括缸体、前端盖、后端盖和前罩等。由于它结构复杂,又承受着严重的机械负荷和热力负荷。所以要求有足够的强度和刚度,因而机壳部分在整台发动机中占有极为重要的地位。另外,在其上面还设置着许多辅助装置。因此,设计得成功,就能够使发动机紧凑、耐久、总体布置合理、受力情况良好。对改善发动机的比功率、经济性、寿命、制造成本等指标具有重要的意义。

(一)机壳的工作情况

形成旋转活塞发动机工作室的壳体由缸体与前、后端盖构成。

缸体具有外旋轮线型面,径向密封片在其上滑动,工质的吸气、压缩、爆发(膨胀)、排气四个冲程在其固定位置进行着,因此,缸体除承受较大的机械负荷与热负荷外,还受到由于温度不均匀而引起的热应力。另外,密封片在缸体型面上工作时,由于处于临界摩擦,在外力和气流波动作用下会引起所谓“震拍”,从而大大加快工作型面“波状”磨损。因此缸体是发动机工作条件最恶劣,负荷最严重的零件。

前、后缸盖构成工作室的表面,除了与缸体一样承受着工质循环而产生的不均匀的机械负荷和热负荷外,还承受着由偏心轴传来的气体压力和轴向推力。活塞上端面密封件在其工作表面滑动。因此,它除了要有足够的强度与刚性外,工作表面应还有良好的耐磨性。

在旋转活塞发动机中,为了保证工作室的气密性,在缸体与前、后端盖的结合面上,不能使用气缸垫。这样就必须提高结合面的加工精度、光洁度、平正度,以及紧固螺钉的合理布置来提高端面的密封性。

前罩即齿轮箱,使设于其上的分电器、汽油泵、机油泵,能正常的工作。

(二)机壳材料的选择

1. 对机壳的材料要求

- (1) 在与相适应的密封元件材料相配的条件下,有高的耐磨性。
- (2) 良好的抗拉强度、屈服强度和抗疲劳强度。
- (3) 良好的导热性能。
- (4) 均匀的组织 and 致密性。
- (5) 良好的铸造及机械加工性能。
- (6) 热膨胀系数小。
- (7) 抗燃气产物介质的耐腐蚀性。

2. 所采用材料

我组的铸件是与上海球墨铸铁厂协作进行的。机壳的材料是 QT60-2。

化学成份(%):

碳 3.5~3.7, 硅 2.4~2.6, 锰 0.7~0.9, 磷 <0.1, 硫 <0.03, 镁 0.05~0.07, 稀土 0.03~0.05

机械性能:

抗拉强度 >60 公斤/毫米², 延伸率 >2 , 冲击韧性 >1.5 公斤·米/厘米²(实际抗拉强度在 80~85 之间, 据 Y 型试棒)。

金相组织:

珠光体 75~90%, 铁素体 $<10\%$, P 共晶+渗碳体 $<3\%$ 。

热处理工艺:

Π75 型电炉(设备) 正火: $920 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 保温 3 小时, 出炉, 吹风喷雾。

回火: $550 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 保温 4 小时, 炉外空冷。

熔化工艺上的特点:

因球墨铸铁具有较大的收缩趋势, 故碳当量一般控制在共晶或过共晶成分。又因镁和硫有较大的亲和力, 对原铁水含硫量应控制在低成分(如 $<0.06\%$ 为优)。为更好地消除皮下气孔及夹渣(球墨铸铁铁水因镁处理易生成氧化镁及硫化镁夹渣), 故必须提高浇铸温度。

(三)机壳的机械加工

1. 机壳机械加工的主要技术要求及工艺过程

(1) 缸体(见图 6, 以下图 6、图 7、图 8、图 9, 比例不一, 请注意。)

技术要求:

- ① 平面 F_1 和 F_2 之不平行度不得大于 0.01 毫米。 ② 缸体曲面对平面 F_1 之不垂直度不得大于 0.01 毫米。 ③ 平面 F_3 和 F_4 ; F_5 和 F_6 的形状、尺寸相同。

缸体的加工工艺

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
1.	清理					
2.	刨					
	(1) F_1 平面+0.3	以进排气孔搭子为中心	刨 床			
	(2) F_2 平面+0.3					
3.	磨					
	粗磨 84 ± 0.2	F_1 ; F_2	平面磨床		砂 轮	
4.	钳					
	修除毛刺锋边后划线					
	按定位销及螺孔搭子位置划					
5.	钻					
	(1) 定位销孔 $\phi 14^{+0.011}$	$\phi 14^{+0.011}$ $\phi 14^{+0.011}$	钻 床		$\phi 13.7$ 钻头	模 板
	(2) 铰定位销孔				$\phi 14$ 绞刀	模 板
	(3) 螺孔 $\phi 12.5 \sim 24$ 孔				$\phi 12.5$ 钻头	模 板
	(4) 螺孔 $M10 \times 1.5 \sim 4$ 孔				$\phi 8.2$ 钻头	
	(5) 倒角					
	反面					
	(1) 定位销孔 $\phi 14^{+0.011}$	$\phi 14^{+0.011}$ $\phi 14^{+0.011}$			$\phi 13.7$ 钻头	模 板
	(2) 铰定位销孔 $\phi 14^{+0.011}$				$\phi 14$ 绞刀	
	(3) 螺孔 $\phi 12.5 \sim 24$ 孔				$\phi 12.5$ 钻头	
	(4) 螺孔 $M10 \times 1.5 \sim 4$ 孔				$\phi 8.2$ 钻头	
	(5) 倒角					

(续表)

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
6.	镗 型线	$F_1 \phi 14^{+0.011}$ ~2 孔	专用镗床		镗 刀	
7.	磨 型线	$F_1 \phi 14^{+0.011}$ ~2 孔	专用磨床		砂 轮	
8.	刨 (1) 进排气孔搭子平面 (2) 进出水孔, 放水螺孔搭子平面	$\phi 14^{+0.011}$ $\phi 14^{+0.011}$				
9.	钳 (1) 划进排气管固定螺孔位置 (2) 划进出水管固定螺孔位置 (3) 划气口位置形状 (4) 划火花塞螺孔位置					划线、高度尺 圆 规
10.	钻 (1) 进气口 ① $\phi 20$ ② $\phi 32$ ③ 镗准 $\phi 44$ (2) 排气口 按上述工序加工(镗准 $\phi 42$) (3) 火花塞孔 ① $\phi 5$ 中心钻 ② $\phi 12.5$ ③ $\phi 2.5$ ④ $\phi 12.5$, 90° 麻花钻 ⑤ 扩 $\phi 25$ ⑥ 扩 $\phi 30$ (4) 螺孔 $M8 \times 1.25 \sim 14$ 孔 (5) 放水螺孔 $1/2''$ 管 (6) 倒角		钻 床			镗排、镗刀
11.	钳 (1) 攻 $M10 \times 1.5 \sim 8$ 孔 (2) 攻 $M8 \times 1.25 \sim 14$ 孔 (3) 攻 $M14 \times 1.25$ (火花塞) (4) 攻 $1/2''$ 管螺纹 (5) 修毛刺锋边				$\phi 6.6$ 钻头 $\phi 18.6$ 钻头	
12.	水压试验		水 压 机			
13.	磨 精磨二平面	F_1 面	(6 公斤/厘米 ²) $84^{+0.02}$			
14.	涂漆					

(2) 前端盖

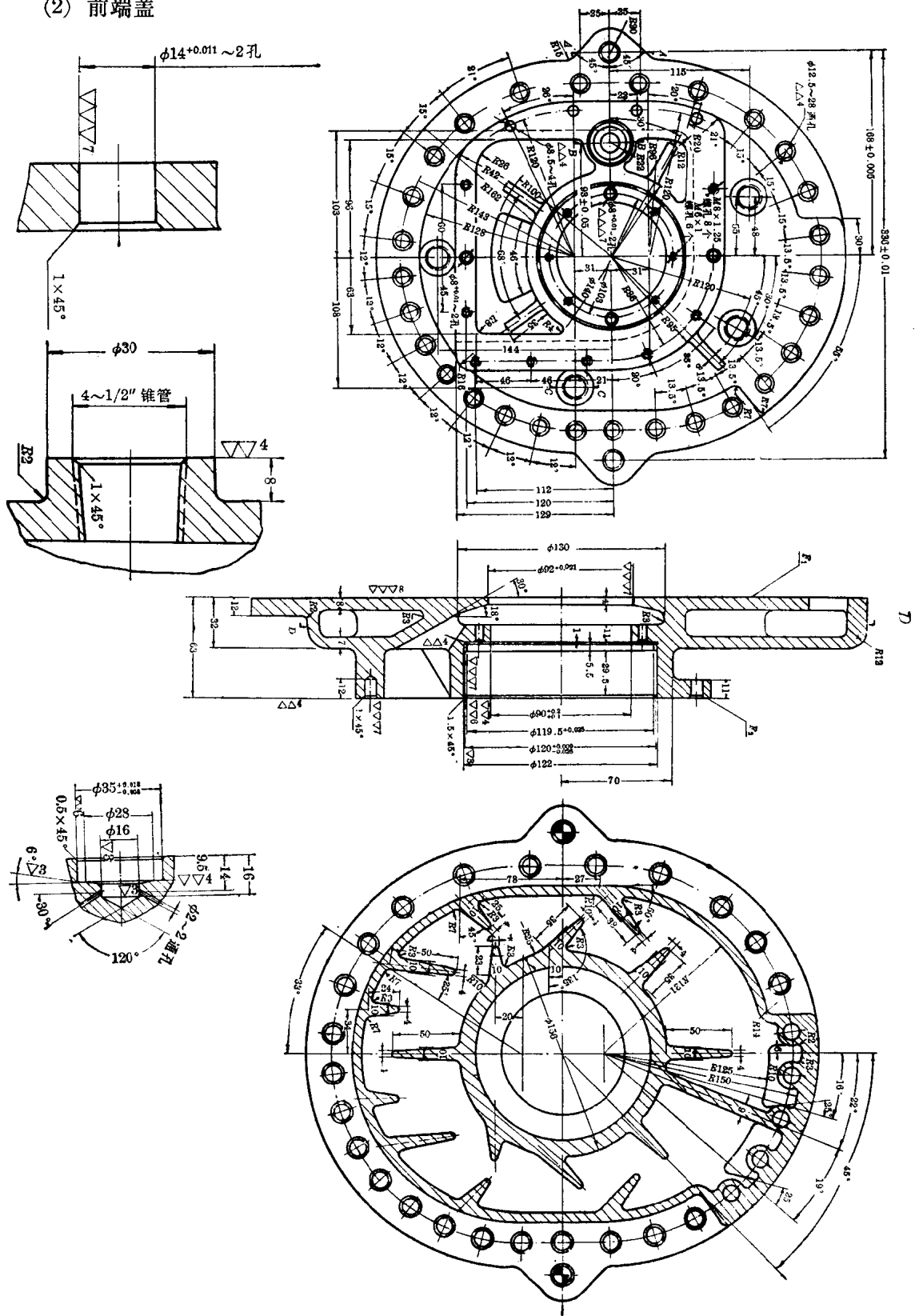


图7 前端盖

技术要求:

- ① 孔 $\phi 92^{+0.021}_{-0.026}$ 、 $\phi 119.5^{+0.035}_{-0.036}$ 与 $\phi 120^{+0.009}_{-0.026}$ 必须同心,其不同心度不得大于 0.015 毫米。
- ② 基准平面 F_2 与孔 $\phi 92^{+0.021}_{-0.026}$ 、 $\phi 119.5^{+0.035}_{-0.036}$ 、 $\phi 120^{+0.009}_{-0.026}$ 三孔必须垂直,其不垂直度不得大于 0.015 毫米。
- ③ $\phi 14^{+0.011}_{-0.011}$ 与 $\phi 8^{+0.01}_{-0.01}$ (水平方向)四定位销孔以及 $\phi 35^{+0.018}_{-0.008}$ 应在同一中心线上,孔心对中心线的位置偏差不得大于 0.02 毫米。
- ④ $\phi 14^{+0.011}_{-0.011} \sim 2$ 与 $\phi 8^{+0.01}_{-0.01} \sim 4$ (包括垂直方向)六个定位销孔以及 $\phi 35^{+0.018}_{-0.008}$ 与平面 F_2 之不垂直度不得大于 0.015 毫米。
- ⑤ 平面 F_2 应与平面 F_1 平行,其不平行度不得大于 0.02 毫米。
- ⑥ 平面 F_1 应平直,不允许有凹凸划痕麻点,应作涂色检查,接触面应成封闭的环带,而且应占面积的 90% 以上。
- ⑦ 所有螺栓孔和螺孔的位置准确度为 0.15 毫米。

前端盖的加工工艺

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
1.	清理					
2.	刨 F_2+3 , F_1+3	水道壁厚	刨 床		90° 尖头刀	
3.	划线					
	(1) 找正定位销及螺孔方位					
	划线					
	(2) 初划中心圆作校正用					
4.	车					
	端面 F_2		车 床		45° 偏刀	花盘、压板
	(1) $\phi 120^{+0.009}_{-0.026}$	中心圆及				
	(2) $\phi 119.5^{+0.035}_{-0.036}$	F_1 平面				
	(3) $\phi 122$					
	(4) $\phi 90^{+0.2}_{-0.1}$					
	(5) $\phi 92^{+0.021}_{-0.026}$					
	调头					
	(1) 端面 F_1	F_2				
	(2) 油槽					
	(3) 倒角					
5.	钻					
	(1) 定位销孔 $\phi 14^{+0.011}_{-0.011}$	$\phi 92^{+0.021}_{-0.026}$	钻 床	模 板	$\phi 13.7$ 钻头	
	(2) 铰定位销孔				$\phi 14$ 绞刀	
	(3) 螺孔 $\phi 12.5 \sim 24$			模 板	$\phi 12.5$ 钻头	
	(4) 螺孔 $\phi 10.5 \sim 4$				$\phi 10.5$ 钻头	
6.	钻					
	(1) $\phi 8^{+0.01}_{-0.01} \sim 4$ 定位销孔	$\phi 14^{+0.011}_{-0.011}$	钻 床	模 板	$\phi 7.7$ 钻头	
	(2) 铰 $\phi 8^{+0.01}_{-0.01} \sim 4$ 定位销孔	$\phi 14^{+0.011}_{-0.011}$			$\phi 8$ 直绞刀	
	(3) $M6 \times 1 \sim 6$				$\phi 48$ 钻头	
	(4) $M8 \times 1.25 \sim 8$				$\phi 6.6$ 钻头	
	(5) $\phi 8.5 \sim 4$				$\phi 8.5$ 钻头	

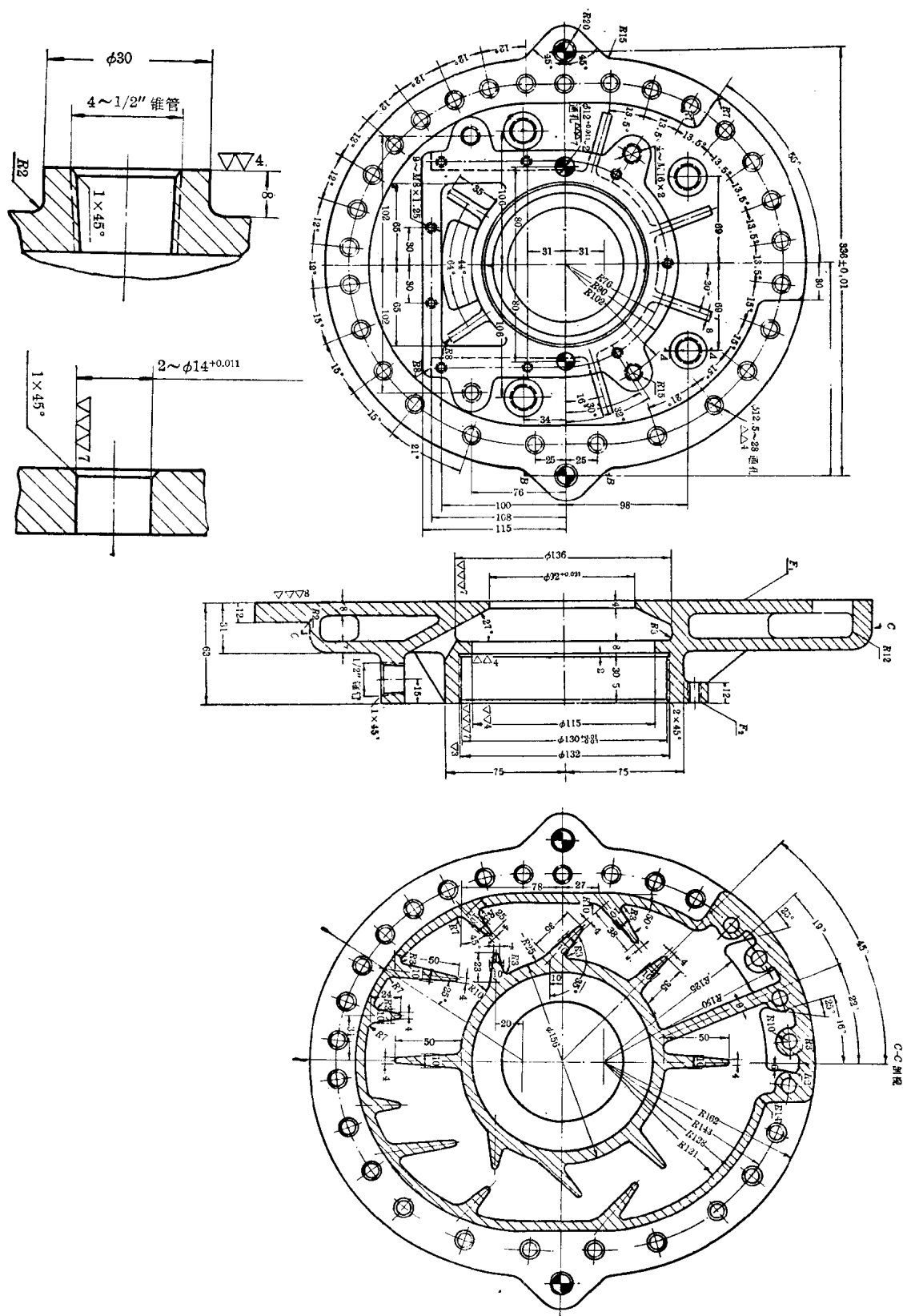
(续表)

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
7.	钻 (1) 水闷头孔 (2) 倒角(全部孔)				$\phi 18.6$ 钻头	
8.	钳 (1) 攻 $M8 \times 1.25 \sim 8$ (2) 攻 $M6 \times 1 \sim 6$ (3) 攻水闷头螺纹				M8 丝锥 M6 $\times 1$ 丝锥 1/2" 锥管牙	
9.	钳 (1) 去 F_1 、 F_2 平面边缘毛刺 锋边 (2) 划线划 $\phi 35$ 孔	$\phi 14^{+0.011}$		模 板		
10.	车 (1) $\phi 35^{+0.018}_{-0.008}$ (2) 打 $\phi 35^{+0.018}_{-0.008}$ 孔底两回油 孔	F_1	车 床		90° 镗刀 $\phi 3.5$ 钻头	花盘、压板
11.	试验 水压试验		水压机 6公斤/厘米 ²			
12.	磨 F_1 平面	F_2	平面磨床		砂 轮	
13.	涂漆					

(3) 后端盖

技术要求:

- ① 孔 $\phi 92^{+0.021}$ 与 $\phi 130^{+0.01}_{-0.01}$ 必须同心, 其不同心度不得大于 0.01 毫米。
- ② $\phi 92^{+0.021}$ 、 $\phi 130^{+0.01}_{-0.01}$ 孔心线必须与基准平面 F_2 垂直, 其不垂直度不得大于 0.015 毫米。
- ③ 基准平面 F_2 应与平面 F_1 平行, 其不平行度不得大于 0.02 毫米。
- ④ $\phi 14^{+0.011} \sim 2$ 、 $\phi 12^{+0.011} \sim 2$ 四个定位销孔应在同一中心线上, 孔心对中心线的位置偏差不得大于 0.015 毫米。
- ⑤ $\phi 14^{+0.011} \sim 2$ 、 $\phi 12^{+0.011} \sim 2$ 四个定位销孔和孔 $\phi 130^{+0.01}_{-0.01}$ 与平面 F_1 、 F_2 之不垂直度不得大于 0.015 毫米。
- ⑥ 平面 F_1 表面应平直, 光洁, 不允许有凹凸划痕麻点, 应作涂色检查, 接触面应成封闭的环带, 而且应占全面积的 90% 以上。
- ⑦ 所有螺栓孔和螺孔的位置准确度为 0.15 毫米。



后端盖的加工工艺

序号	工 序 名 称	工艺基面	设 备	夹 具	刀 具	辅助工具
1.	清理					
2.	刨 F_1+3 ; F_2+3	水道壁厚	刨 床		90° 尖头刀	
3.	划线 (1) 找正定位销及螺钉孔方 位划线 (2) 初划中心圆作校正用					
4.	车 (1) $\phi 130^{+0.01}_{-0.03}$ (2) $\phi 115$ (3) $\phi 132$ (4) $\phi 92^{+0.021}$ (5) 端面 F_2	F_1	车 床		45° 偏刀	花盘、压板
	调头 (1) 端面 F_1 (2) 油槽 (3) 倒角	F_2				
5.	钻 (1) 定位销孔 $\phi 14^{+0.011}$ (2) 绞定位销孔 (3) 螺孔 $\phi 12.5 \sim 24$ (4) 螺孔 $\phi 10.5 \sim 4$	$\phi 92^{+0.021}$	钻 床	模 板 模 板 模 板 模 板	$\phi 13.7$ 钻头 $\phi 14$ 绞刀 $\phi 12.5$ 钻头 $\phi 10.5$ 钻头	
6.	钻 (1) $\phi 12^{+0.011} \sim 2$ (2) 绞 $\phi 12^{+0.011} \sim 2$ 定位销 孔 (3) $M8 \times 1.25 \sim 9$		钻 床	模 板	$\phi 11.7$ 钻头 $\phi 12$ 直柄绞刀	
7.	钻 水闷头孔		钻 床		$\phi 6.6$ 钻头 $\phi 18.6$ 钻头	
8.	钻 倒角(全部孔)		钻 床			
9.	钳 (1) 攻水闷头孔 (2) 攻 $M8 \times 1.25$ (3) 修 F_1 、 F_2 平面边缘毛刺 锋边				1.2" 锥管牙 M8 丝锥	
10.	试验 水压试验		水压机 6 公斤/厘米 ²			
11.	磨 平面 F_1	F_2	平面磨床		砂 轮	
12.	涂漆					