

中华人民共和国国家标准

船用离心泵、旋涡泵通用技术条件

GB 10832—89

Centrifugal and vortex pumps for marine use—General technical specifications

1 主题内容及适用范围

本标准规定了船用离心泵、旋涡泵的技术要求、试验方法及检验规则。

本标准适用于船舶冷却系统、舱底压载系统、循环水系统、消防系统、辅锅炉给水系统、日用水系统等使用的各种海水泵、淡水泵及污水泵。

2 引用标准

- GB 191 包装储运图示标志
- GB n 193 出口机械、电工、仪器仪表产品包装通用技术条件
- GB 569 船用法兰连接尺寸和密封面
- GB 570 船用铸铁法兰
- GB 572 船用铸铜法兰
- GB 3214 水泵流量的测定方法
- GB 3216 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
- GB 3241 声和振动分析用的1/1和1/3倍频程滤波器
- GB 5661 轴向吸入离心泵 机械密封和软填料用的空腔尺寸
- JB 2759 机电产品包装 通用技术条件

3 符号

作下标用的字母和数字的含义如表1。

表 1

下 标 符 号	含 义	下 标 符 号	含 义
1	入口	r	必需
2	出口	rms	均方根极限值
aV	有效的	SP	额定
Cr	临界		

4 技术要求

4.1 环境条件

泵应能在下述船用条件下稳定、可靠地工作。

4.1.1 温度：机舱温度 0 ~ 50℃。

4.1.2 湿度：相对湿度95%。

#### 4.1.3 倾摇:

- a. 横摇  $\pm 22.5^\circ$ , 横摇周期 5 ~ 10s;
- b. 横倾  $\pm 15^\circ$ ;
- c. 纵摇  $\pm 15^\circ$ ;
- d. 纵倾  $\pm 5^\circ$ 。

4.1.4 振动: 用于机舱自动化的泵应能承受 2 ~ 80Hz 的环境振动频率, 其中频率范围在 2 ~ 13.2Hz 时, 位移幅值为  $\pm 1\text{ mm}$ ; 频率范围在 13.2 ~ 80Hz 时, 其加速度幅度为 0.7g。

#### 4.2 使用性能

##### 4.2.1 特性曲线

泵制造厂应给出额定转速下对应于流量的扬程、效率、必需汽蚀裕量 (NPSH)<sub>r</sub> 和轴功率的特性曲线, 并在特性曲线上给出泵的允许工作范围。在同一台泵的泵体中允许安装不同叶轮, 改变特性曲线, 以扩大使用范围。

##### 4.2.2 汽蚀裕量 (NPSH)

4.2.2.1 泵制造厂应在数据单或铭牌中规定泵在额定流量和额定转速时的必需汽蚀裕量 (NPSH)<sub>r</sub> 值, 必需汽蚀裕量应以常温清水为准。

4.2.2.2 必需汽蚀裕量是制造厂根据在试验中得出的临界汽蚀裕量 (NPSH)<sub>cr</sub> 值的基础上加一个余量后定出的, 此余量不得小于 0.3 m。

4.2.2.3 有效汽蚀裕量 (NPSH)<sub>av</sub> (也称装置汽蚀裕量) 必须比必需汽蚀裕量大 10% 的余量, 但不得小于 0.5 m, 有效汽蚀裕量是用户在泵装置系统中所必须保证的超过汽化压力的富裕能量。

##### 4.2.3 效率、功率

4.2.3.1 泵的效率应达到产品型式与基本参数标准规定的值。

4.2.3.2 泵所配电机的额定功率与泵额定工况轴功率之比原则上应位于图 1 所示的曲线上方。

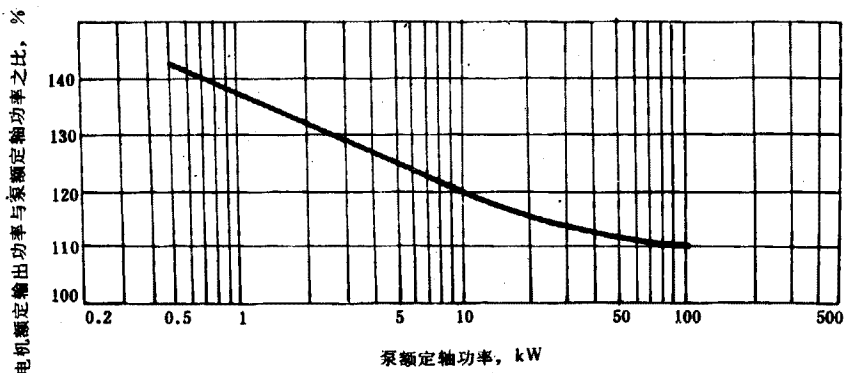


图 1

4.2.3.3 泵的最大轴功率不应超过所配电机的额定功率, 在满足这个要求的条件下, 允许降低 4.2.3.2 规定的百分比值。

#### 4.3 结构要求

##### 4.3.1 轴与轴套

4.3.1.1 泵轴应设计成刚性轴, 泵的最高转速应比第一临界转速低 20%。

4.3.1.2 在装软填料的泵中, 轴套应延伸到超出填料压盖外端面之外。

4.3.1.3 通过填料函处的轴径轴套名义直径小于50mm时,其径向跳动不应超过50 $\mu\text{m}$ ;名义直径为50~100mm时,其径向跳动不应超过80 $\mu\text{m}$ 。

#### 4.3.2 轴承与轴承体

4.3.2.1 滚珠轴承在额定转速下的设计计算寿命不应小于10000h。

4.3.2.2 轴承内径 $D$ 与额定转速 $n_{SP}$ 的乘积 $Dn_{SP} > 160\,000\text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ 时应采用稀油润滑;当 $Dn_{SP} > 300\,000$ 或额定轴功率 $P_{SP}$ 与额定转速 $n_{SP}$ 的乘积 $P_{SP}n_{SP} > 2\,000\,000\text{kW} \cdot \text{r}/\text{min}$ 时应采用滑动轴承。

4.3.2.3 轴承体外表面温度不应超过75 $^{\circ}\text{C}$ ,轴承温升不应超过35 $^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.2.4 流量大于200 $\text{m}^3/\text{h}$ 的泵应考虑轴承测温孔,所测得的温度不应超过80 $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 4.3.3 轴封

4.3.3.1 用户可根据使用条件选用机械密封或软填料密封。

4.3.3.2 机械密封腔及软填料密封腔尺寸应符合GB 5661的规定。

4.3.3.3 被输送液体温度超过80 $^{\circ}\text{C}$ 时,填料函或填料压盖应考虑水冷却。

4.3.3.4 被输送液体温度接近沸点时,机械密封腔中的压力应充分高于进口压力,或其温度应充分低于汽化温度,以防止机械密封端面发生汽化。

#### 4.3.4 连接法兰

泵的连接法兰应符合GB 569、GB 570、GB 572的有关规定。采用其他法兰时必须在订货时在合同中予以说明。

### 4.4 平衡、振动和噪声

#### 4.4.1 静平衡

泵的主要旋转元件如叶轮必须作静平衡,静平衡精度应不低于图2中的G6.3级,允许静不平衡力矩按式(1)计算:

$$M \leq e \cdot G \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $e$  —— 允许偏心距, m;

$G$  —— 叶轮重力, N。

允许偏心距 $e$ 可在图2中按额定转速及G6.3查找。

#### 4.4.2 动平衡

动平衡的允许不平衡力矩按式(2)计算:

$$M \leq \frac{1}{2} e \cdot G \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $e$  —— 允许偏心距, m;

$G$  —— 叶轮重力或转子重力, N。

允许偏心距 $e$ 可在图2中按额定转速及G6.3查找。

#### 4.4.3 平衡方式的选择

4.4.3.1 平衡方式可按图3进行选择,当叶轮出口宽 $b_2$ 与叶轮外径 $D_2$ 之比 $b_2/D_2$ 与额定转速 $n_{SP}$ 组成的坐标点位于图3的静平衡区时,叶轮只需作静平衡。

4.4.3.2 当比值 $b_2/D_2$ 与 $n_{SP}$ 组成的坐标点位于图3的动平衡区时,叶轮必须作动平衡。

4.4.3.3 当比值 $b_2/D_2$ 与 $n_{SP}$ 组成的坐标点位于图3的过渡区时,应视静平衡的结果再决定是否需作动平衡,即当叶轮剩余不平衡重力小于4.4.1规定值的1/2时,可不作动平衡,否则仍应作动平衡。

4.4.3.4 多级泵的转子应作动平衡,在计算允许动不平衡力矩时,式(2)中的 $G$ 应取转子的重力。

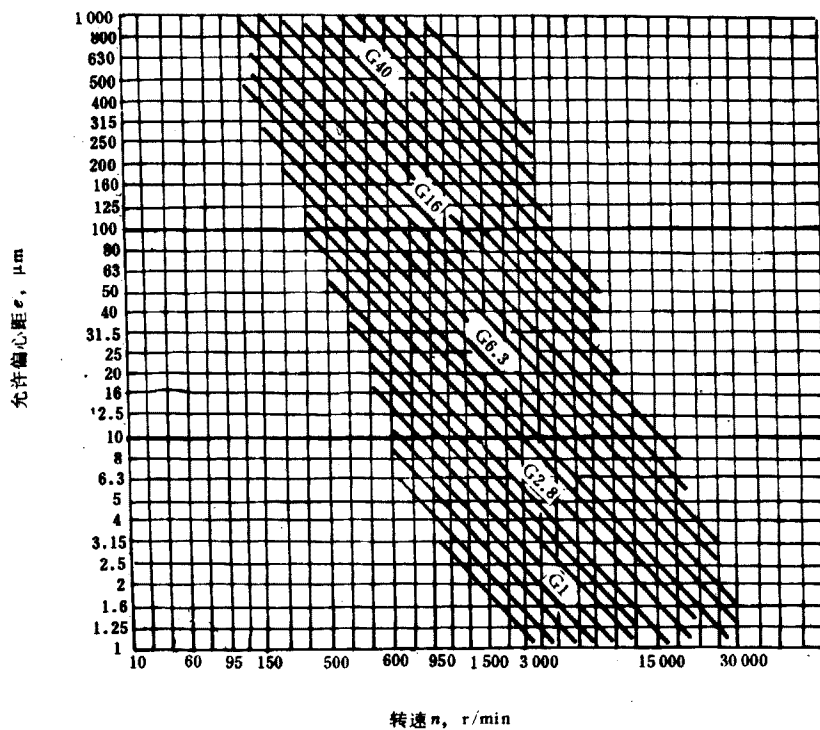


图 2

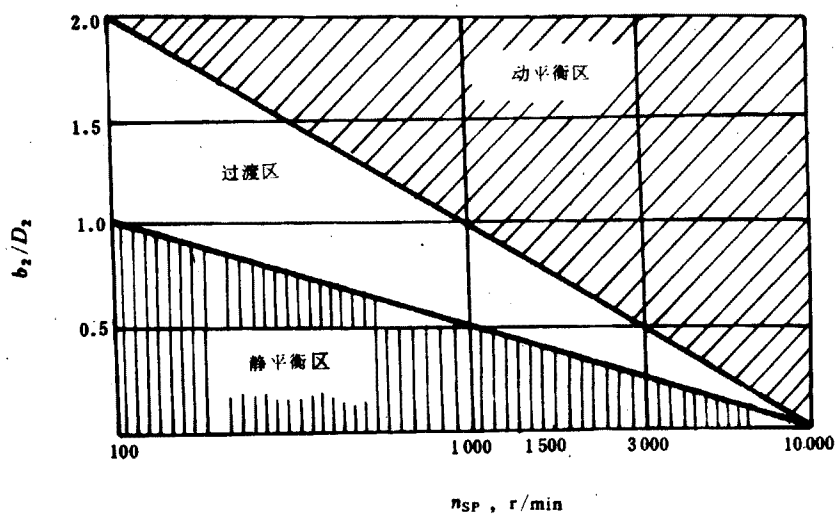


图 3 平衡方式选择

4.4.4 振动

4.4.4.1 卧式泵按5.9条试验方法测得的振动速度均方根极限值应满足表 2 的规定。

表 2

转 速 r/min	振动速度均方根极限值 $V_{rms} \cdot \text{mm/s}$	
	泵中心高 $h$ <225 mm	泵中心高 $h$ >225 mm
<1 800	2.8	4.5
>1 800~4 500	4.5	7.1

4.4.4.2 立式泵按5.9条试验方法测定的振动速度均方根极限值为7.1 mm/s。

4.4.4.3 泵应按表7的规定及5.10条方法进行环境振动试验，其目的是模拟船舶环境振动并找出泵组的共振点及考核泵的结构强度。经环境振动试验后，泵的零件不应产生影响正常工作的损坏。

4.4.5 噪声

按5.7条方法测定，按式(6)计算的泵平均声压级  $L_{PA}$  值应满足式(3)~式(5)的条件：

对于离心泵：
$$L_{PA} < 42 + 9.71g(P_u \cdot n_{SP}) \dots\dots\dots (3)$$

对于自吸离心泵：
$$L_{PA} < 45 + 9.71g(P_u \cdot n_{SP}) \dots\dots\dots (4)$$

对于旋涡泵：
$$L_{PA} < 49 + 9.71g(P_u \cdot n_{SP}) \dots\dots\dots (5)$$

式中： $P_u$ ——泵的水功率， $P_u = \frac{\gamma QH}{102}$ ，kW；

$n_{SP}$ ——泵的额定转速，r/min。

4.5 材料

4.5.1 材料类别

按泵在船上的重要程度及输送介质的不同，泵用材料大致可分为三类。第Ⅰ类适用于海轮及远洋轮上输送海水的泵；第Ⅱ类适用于海轮及远洋轮上输送淡水的泵；第Ⅲ类适用于内河轮上的泵。三类泵的基本用材列于表3。制造厂应对每一种型号的泵在供应技术条件中加以明确规定，在选材时允许选用耐海水腐蚀性能和机械性能不低于表3规定的其他材料。如有特殊要求，用户可在订货时明确。

表 3

零件名称	第Ⅰ类	第Ⅱ类	第Ⅲ类
泵体、泵盖、填料压盖	ZCuZn16Si4 (GB 1176—87)	QT 42-10 (GB 1348—78)	HT 20-40 (GB 976—67)
轴	1Cr18Ni9Ti (GB 1220—84)	3Cr13 (GB 1220—84)	45 (GB 699—88)
轴套	QA19-4 (GB 4429—84)	QA19-4 (GB 4429—84)	

续表 3

零件名称	第 I 类	第 II 类	第 III 类
托架、联轴器	QT 42-10 (GB 1348—78)	QT 42-10 (GB 1348—78)	HT 20-40 GB 976—67)
叶轮	ZCuZn16Si4 (GB 1176—87)	ZCuZn16Si4 (GB 1176—87)	
流道内部紧固件	HS n62-1 (GB 4424—84)	HS n62-1 (GB 4424—84)	45 (GB 699—88) HT 20-40 (GB 976—67)
密封环	ZCuSn10P1 (GB 1176—87)	ZCuSn10P1 (GB 1176—87)	

#### 4.5.2 铸件

铸件应无缩孔、砂眼、裂纹和其他类似缺陷，铸件表面应用打磨、钳工修理、喷砂、喷丸等方法清理。铸件分型面的飞边及浇冒口的残余部分应锉平。

受压铸件应进行水压试验，试验压力应为泵最高工作压力的1.5倍，水压试验时间不少于10min，铸件表面不得有渗漏及冒汗现象。装配前，铸铁件的流道表面应涂防锈油漆，轴承储油室内表面应清理干净，并涂耐油磁漆。

#### 4.5.3 铸件修补

用补焊方法修补零件前，应将缺陷金属内的夹渣清除干净，焊条与被修补金属的化学成分应相同。禁止用堵塞、敲击等办法修补受压铸件上的缺陷。补焊后的受压零件应重复进行水压试验，试验压力应为最高工作压力的1.7倍。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验装置

试验介质、设备、装置、试验条件及测量精度应符合 GB 3216 中有关章节的规定。

#### 5.2 运转试验

5.2.1 在规定转速及工作范围内进行运转试验，以检查泵的制造、装配质量。泵在运转试验期间应运转平稳，无异常振动及噪声出现。

5.2.2 对采用软填料密封的泵，在起动后应调整填料压紧程度，在开始时不宜压得过紧，运转一段时间后逐步压紧填料，使通过填料密封的泄漏成滴状。

5.2.3 在轴承温度达到稳定状况并符合 4.3.2.3 规定值的条件下，按表 4 选定时间进行运转试验。

表 4

额定工况下泵轴功率, kW	<10	>10~50	>50~100	>100~400	>400
运转试验时间, h	>0.25	>0.5	>1.0	>1.5	>2.0

#### 5.3 性能试验

5.3.1 性能试验的目的是确定泵在额定转速下扬程、轴功率、效率与流量之间的关系，并绘出它们的

关系曲线。

5.3.2 性能试验可按 GB 3216 及 GB 3214 规定的方法进行。

5.3.3 性能试验的最大流量至少应为额定流量的 120%。

5.3.4 泵额定点的流量、扬程及效率允差均按 GB 3216 的 C 级考核。

#### 5.4 出厂性能试验

5.4.1 在出厂检验时应进行出厂性能试验，其目的是在额定流量、最小允许工作流量及 120% 额定流量下测出泵的扬程及轴功率。

5.4.2 出厂性能试验只按 GB 3216 中 C 级考核额定点的流量、扬程和轴功率。

5.4.3 出厂性能试验的方法同性能试验方法。

#### 5.5 汽蚀试验及汽蚀校核试验

##### 5.5.1 汽蚀试验

5.5.1.1 汽蚀试验的目的是测定泵的临界汽蚀裕量  $(NPSH)_{cr}$ ，并绘出必需汽蚀裕量  $(NPSH)_r$  与泵流量之间的关系曲线。

5.5.1.2 泵的临界汽蚀裕量系指泵扬程或效率下降  $(2 + \frac{K}{2})\%$  时的汽蚀裕量值。式中  $K$  为泵的型式数，

$K$  与泵比转数  $n_s$  的关系式为  $K = n_s / 193.2$ 。

5.5.1.3 汽蚀试验按 GB 3216 规定的方法进行。

5.5.1.4 额定流量时的必需汽蚀裕量应小于有关产品标准的规定值。

##### 5.5.2 汽蚀校核试验

5.5.2.1 汽蚀校核试验适用于抽样检查，其目的是确认在额定流量及本标准规定的必需汽蚀裕量下泵不产生汽蚀。

5.5.2.2 确定临界汽蚀裕量及试验方法同 5.5.1.3 的规定。

#### 5.6 自吸试验（仅适用于混合式自吸泵）

5.6.1 自吸性能试验时的转速允差为  $\pm 5\%$ ，试验不得少于 3 次，每次均应测定从起动到开始排水为止的时间。

5.6.2 自吸性能试验的吸入管路布置应符合图 4。

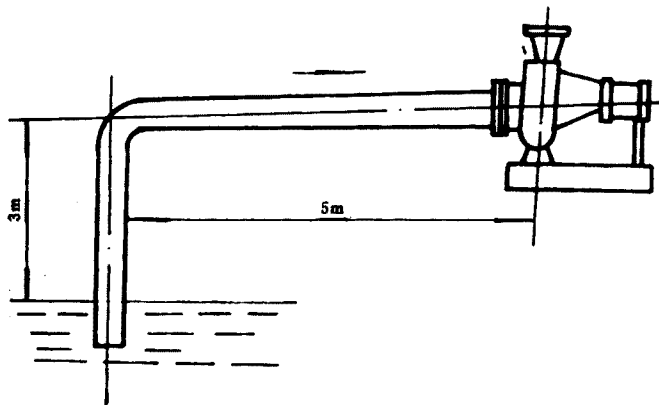


图 4

5.6.3 最大自吸高度试验时，可在泵进口安装规定高度的垂直管道，也可关闭进口阀，使真空度达到与规定安装高度相应的真空度。

5.6.4 关死进口阀；自吸运转 5 min，泵的密封等部件不得出现故障或破损。

## 5.7 噪声试验

5.7.1 泵的噪声以A声级表示，一般只测量A计权声压级，必要时可测频带声压级，即经1倍频程或1/3倍频程滤波器滤波所得到的声压级，但必须在订货时明确。

5.7.2 应在额定转速及额定流量下测量噪声。转速及流量允差为 $\pm 5\%$ 。

5.7.3 试验场地应足够大，除地面以外，应尽量排除其他声反射。在泵各测点的方向上，距离泵体1m及2m处分别测得的A声级的差值不应小于5dB(A)。

5.7.4 泵组不运转时环境噪声应比泵组运转时的噪声低10dB(A)以上，不能满足此条件时，应按表5的规定进行修正，即从测读数值中减去修正值后得到实际的噪声值。

表 5

dB(A)

泵的噪声与背景噪声的声压级差值	< 6	6 ~ 8	9 ~ 10	> 10
修正值	测量无效	1	0.5	0

5.7.5 卧式泵的测点位置如图5所示。

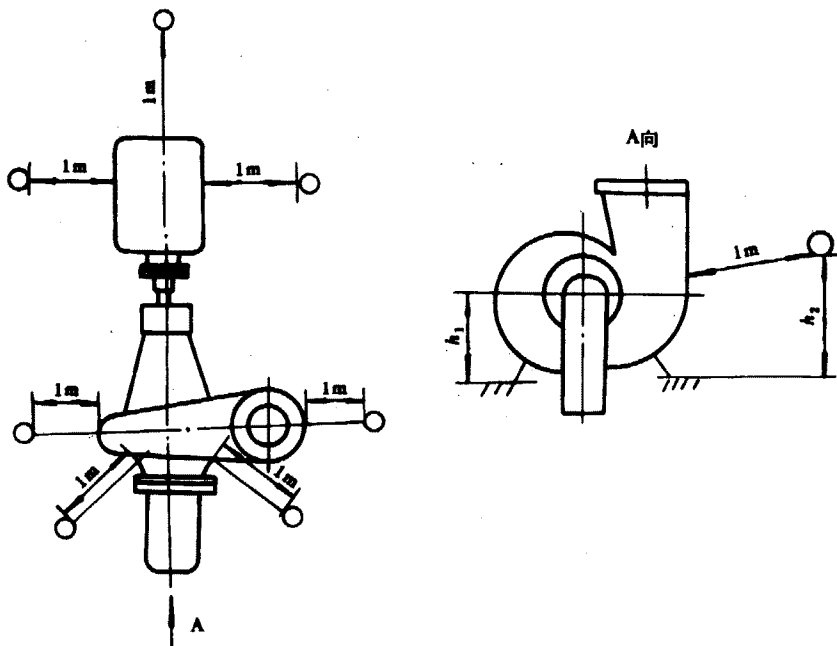


图 5

当泵的中心线距地面高 $h_1 < 1\text{m}$ 时，取测点高 $h_2$ 等于中心高，若中心高大于1m时，则取测点高等于1m。

5.7.6 立式泵测点位置如图6所示。



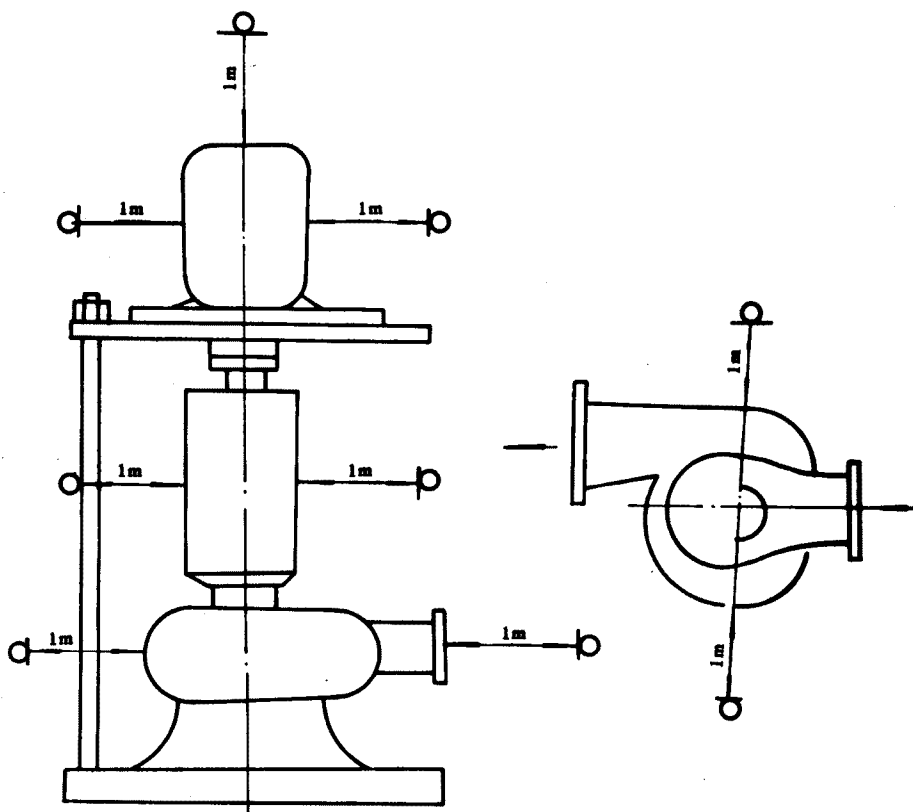


图 6

5.7.7 泵组的平均声压级按式 (6) 进行计算:

$$L_{PA} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{PAi}} \right) \dots \dots \dots (6)$$

式中:  $L_{PA}$ ——平均声压级, dB(A);

$i$ ——测量点数,  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

$N$ ——测量点总数;

$L_{PAi}$ ——第  $i$  测量点的测定声压级值, dB(A)。

当各测量点的测定值  $L_{PAi}$  之间的最大差值小于 5 dB(A) 时, 可以用算术平均值代替。

5.7.8 如电机噪声过大, 则应在电机上设隔声罩。

5.8 固定倾斜试验

5.8.1 固定倾斜试验的目的是考核泵的结构强度和刚度, 并确证泵在倾摇条件下运行的可靠性。

5.8.2 固定倾斜试验台的倾角为  $20^\circ$ , 即卧式泵的轴线与水平面成  $20^\circ$ , 立式泵的横向吸入管与水平面成  $20^\circ$ 。

5.8.3 试验在泵的额定转速、额定流量下进行, 试验历时 1 h, 测得的轴承温度、泵的流量、扬程、功率等性能指标应符合规定值。

5.9 自激振动试验

5.9.1 自激振动是泵内部的剩余不平衡质量所引起的机械振动, 自激振动试验的目的是考核泵的结

构强度及装配质量。

5.9.2 自激振动的测量条件:

- a. 额定转速允差 ± 5 %;
- b. 额定流量允差 ± 5 %;
- c. 无汽蚀现象。

5.9.3 在轴承体上测得的振动速度均方根极限值  $V_{rms}$  应分别满足 4.4.4.1 及 4.4.4.2 的规定, 立式泵应在上轴承体上测量振动。

5.9.4 在轴承体上测得的振动位移幅值通过式 (7) 换算成振动速度均方根值。

$$A = \frac{V_{rms}}{\omega} \sqrt{2} = 0.225 \frac{V_{rms}}{f} \dots\dots\dots (7)$$

式中:  $A$ ——位移幅值 (单振幅), m;  
 $\omega$ ——角速度,  $\omega = 2\pi f$ ;  
 $f$ ——频率, Hz;

$V_{rms}$ ——主频率为  $f$  的振动速度均方根值。

5.9.5 对每个测点都要在三个互相垂直的方向进行振动测量, 用其中最大的值进行考核。

5.10 环境振动试验

5.10.1 环境振动试验包括共振探索及耐振试验。

5.10.2 应按照在船上固定的方式将泵固定在振动试验台上。试验必须在泵的横向、轴向、垂向三个方向依次进行。

5.10.3 共振探索试验的目的是确定泵组有无共振。探索性振动的全振幅为  $0.5 \pm 0.1$  mm, 在 2 ~ 33 Hz 频率范围内, 以 1 Hz 频率的间隔保持 15s, 若发现共振, 则记下共振频率及方向。

5.10.4 耐振试验可分二种情况: 如找到共振, 则在每个共振频率上共振 2 h; 若无共振或在消除共振后, 则在 33 Hz 频率以下进行 2 h 耐振试验。振动台的全振幅按表 6 规定的范围选择。

表 6

频率范围, Hz	振动台的全振幅, mm
2~15	$0.75 \pm 0.15$
16~25	$0.50 \pm 0.10$
26~33	$0.25 \pm 0.05$

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 泵的检验分为出厂检验和型式检验。

6.1.2 每类检验所包含的试验项目按表 7 的规定选择。

6.1.3 具有以下情况之一时, 泵应进行型式试验:

- a. 每种规格的首制泵;
- b. 转厂生产的首制泵;
- c. 设计、结构、材料和工艺有重大修改并可能影响泵性能的泵;
- d. 长期停产后恢复生产的泵;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差别时;

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

表 7

试验项目	相应技术要求及试验方法	出厂检验	型式检验
外观质量	4.5.2	100%检验	
平衡试验	4.4.1; 4.4.2; 4.4.3		
运转试验	5.2		
自吸试验 (自吸泵)	5.6		
性能试验	4.2.1; 4.2.3; 5.3	—	100%检验
汽蚀试验	4.2.2; 5.5.1		
噪声试验	4.4.5; 5.7		
固定倾斜试验	5.8		
自激振动试验	4.4.4; 5.10	—	系列中大、中、小三档规格的首制泵
环境振动试验	4.4.4.3; 5.10		
出厂性能试验	5.4	100%检验	

## 6.2 抽样与组批规则

6.2.1 抽检所包含的试验项目有：运转试验、性能试验、汽蚀校核试验、固定倾斜试验和噪声试验。

6.2.2 抽检组批规则：年产25台以上的泵，每产25台抽检1台，年产不足25台的泵，每年应抽检1台。

6.2.3 抽检试验项目均应按本标准规定的试验方法进行试验，并符合有关的技术要求。

## 6.3 判定规则

6.3.1 每台泵均需由制造厂技术检验部门按本标准的规定进行检查。符合规定的为合格产品，并出具合格证后方能出厂。

6.3.2 抽检的泵如测检结果超差，则应加倍抽试，如符合规定仍为合格。如仍超差，则该批产品为不合格，应返修经逐台试验合格后方能出厂。

6.3.3 用户需要参加泵试验和检验时，应在合同中规定。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

应在泵的明显位置装设转向箭头和产品铭牌，铭牌内容包括：

- a. 制造厂名称；

- b. 泵名称、型号及材料类别;
- c. 泵额定性能参数 (流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ; 扬程,  $\text{m}$ ; 转速,  $\text{r}/\text{min}$ ; 电机功率,  $\text{kW}$ ; 必需汽蚀裕量,  $\text{m}$ );
- d. 泵组重量,  $\text{kg}$ ;
- e. 出厂编号及出厂日期;
- f. 船检标志。

## 7.2 包装和运输

7.2.1 产品用木箱包装, 国内包装按 JB 2759 的规定, 出口包装按 GB n 193 的规定。

7.2.2 泵的进出口法兰及其他孔眼均应堵塞封住。

7.2.3 泵应组装后可靠地固定于箱内, 专用工具、备件及附件均应可靠地固定在箱内。

7.2.4 随泵供应的文件为:

- a. 装箱清单;
- b. 出厂合格证;
- c. 经签署的出厂试验数据单;
- d. 使用说明书 (包括外形安装图、结构简图、重量);
- e. 易损件加工图。

7.2.5 包装箱外壁指示标志应符合 GB 191 的规定。

## 7.3 贮存

7.3.1 包装箱应存放在不受日晒雨淋和积水的地方, 包装箱要垫平放稳, 不与地面直接接触。

7.3.2 泵的有效油封期为 6 个月, 应按期检查, 必要时重新油封。

---

### 附加说明:

本标准由中国船舶工业总公司标准化研究所提出。

本标准由全国船舶标准化技术委员会机舱辅机专业组归口。

本标准由中国船舶工业总公司上海船舶设备研究所负责起草。

本标准主要起草人钱荆桑、于萍。