

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用高压活塞式空气压缩机（以下简称空压机）的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于用电机或柴油机驱动的额定排气压力范围从15~40 MPa的船用高压往复活塞式空压机。

2 引用标准

- GB 191 包装储运图示标志
- GB 573 船用搭焊钢法兰
- GB 574 船用对焊钢法兰
- GB 1105 内燃机台架性能试验方法
- GB 3033 船舶管路和识别符号的油漆的颜色
- GB 3853 一般用容积式空气压缩机性能试验方法
- GB 4980 容积式压缩机噪声声功率级的测定 工程法
- GB 11706 船舶机舱辅机振动烈度测量方法
- JB 8 产品标牌
- JB 2759 机电产品包装 通用技术条件
- SY B 1216 压缩机油

3 产品分类

3.1 基本型式

3.1.1 空压机应为无十字头的V型或直立型的结构型式。

3.1.2 空压机采用水冷式（海水冷却或淡水冷却）。

3.2 基本参数

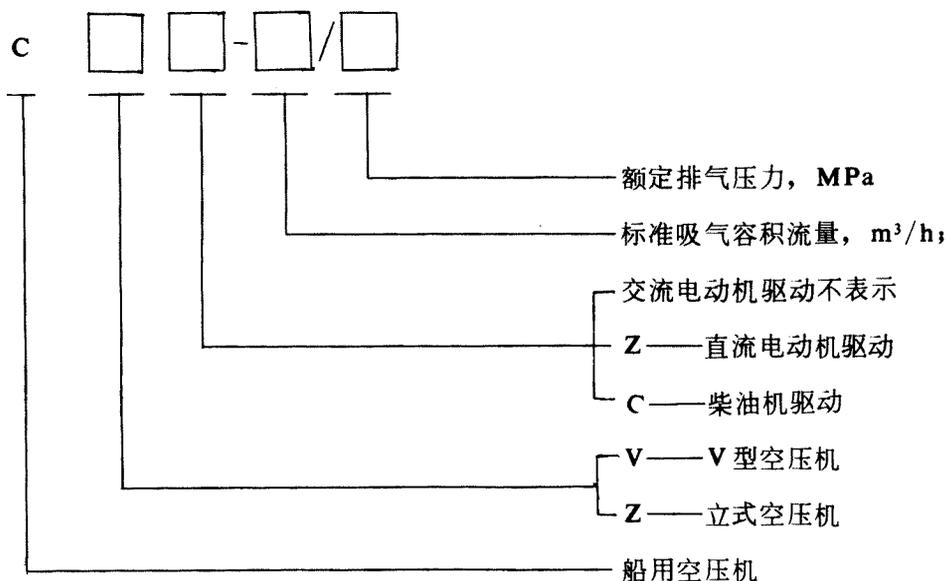
空压机的基本参数应符合表1的规定。

表 1

额定排气压力 MPa	标准容积流量		轴功率 kW	驱动功率 kW	冷却水消耗量 m ³ /h
	标准吸气容积流量 m ³ /h	标准排气容积流量 10 ⁻³ m ³ /h			
15	17	2	7.5	7.5	0.6
	25	3	9.5	11	0.9
	50	6	20	22	1.1
20	25	2.2	10.5	11	1.2
	100	9	35	45	4.8
	200	18	70	75	6
	300	27	105	110	9
40	90	5	40	45	4.8
	180	10	80	90	6
	270	15	120	132	9

3.3 产品标记

3.3.1 空压机的型号规定如下：



3.3.2 标记示例

标准吸气容积流量为200m³/h, 额定排气压力为20MPa的船用V型直流电动机驱动的水冷空压机:
CVZ - 200/20 GB 12929—91

4 技术要求

4.1 环境条件

空压机在下列使用条件下, 应能正常工作。

- a. 横摇: $\pm 45^\circ$;
- b. 纵摇: $\pm 15^\circ$;
- c. 横倾: $\pm 15^\circ$;
- d. 纵倾: $\pm 10^\circ$;
- e. 环境温度: $5 \sim 50^\circ\text{C}$;
- f. 冷却用海水最高进水温度为 30°C ;
- g. 闭式循环冷却用淡水最高进水温度为 40°C ;
- h. 进入空压机的空气中含有微量油雾、盐雾, 最大相对湿度为 95%。

4.2 使用性能

4.2.1 空压机在额定工况下实测的容积流量换算成标准容积流量应不低于表 1 中规定值的 95%。

4.2.2 空压机应能保证在额定转速下最终排气压力为额定排气压力的 110% 的条件下, 安全运转 1h; 幅压电动机驱动的空压机还应能保证在额定排气压力下转速为额定转速的 110% 条件下安全运转 1h。

4.2.3 当第一级进气温度为 50°C , 冷却水温度为 30°C (海水) 或 40°C (淡水闭式冷却), 最终排气压力为额定排气压力时, 各级排气温度不得超过 200°C 。

4.2.4 后冷却器出口处的空气温度应不超过 60°C 。

4.2.5 空压机在额定工况下运转时, 曲轴箱内润滑油温度。

连杆大头瓦为巴氏合金或铝铋镁合金时不大于 70°C ; 连杆大头瓦为铜合金或高锡铝合金时不大于 82°C 。

4.2.6 空压机传动机构和气缸部分的润滑油总消耗量的极限值应符合表 2 规定。

表 2

容积流量, m^3/h	17	25	50	90 ~ 100	180 ~ 200	270 ~ 300
油耗量, g/m^3	3	2.8	2	2	1.75	1.5

4.2.7 空压机油的闪点应较气缸内最高压缩温度高 20°C 以上, 其粘度应能保证压缩机能在 $5 \sim 50^\circ\text{C}$ 的环境温度中正常工作; 其热稳定性应能保证在 200°C 的温度下不积炭并应具有抗乳化和防锈能力。空压机润滑采用空压机油 19号 (SYB 1216)。

4.2.8 空压机润滑油泵的供油压力不低于 0.1MPa , 并应能适当调节, 保证可靠供油。油路中应装有过滤器止回阀, 以保证能够清除足以使摩擦表面擦伤的机械夹杂物, 清除杂质粒度小于 0.05mm 。空压机还应采取必要措施, 保证起动时的正常润滑。

4.2.9 空压机应自带冷却水泵, 该泵应以含微量泥沙的海水为工质长期正常地工作; 吸高一般不小于 3m , 水压不低于 0.1MPa , 水下用空压机的冷却水泵在进口压力 0.2MPa 时应能正常工作。水泵流量应符合表 1 的规定。

4.2.10 空压机可带下列自动控制装置:

- a. 自动开停车;
- b. 自动卸荷;
- c. 自动泄放;
- d. 气、油、水压力监控;
- e. 气、油、水温度监控。

各项自控元件应灵敏可靠, 检查其动作的准确性和可靠性应不小于 3 次。

4.2.11 空压机中修期 (耐久试验时间)

容积流量大于 $50\text{m}^3/\text{h}$, 中修期为 1000h ; 容积流量等于或小于 $50\text{m}^3/\text{h}$, 中修期为 500h 。

空压机的主要零件在中修期内应不发生影响空压机正常运转的损坏或损伤, 各主要间隙值不超过

允许的极限值。

4.2.12 气阀阀片和弹簧的使用寿命均应不低于500h，高压级（最末级）活塞环或柱塞的使用寿命应不低于500h，低压级活塞环的使用寿命应不低于1000h。

4.2.13 空压机在额定工况下不停车的运转，其运转时间为：

容积流量不大于50m³/h的空压机应不少于2h；容积流量大于50m³/h的空压机应不少于4h。

4.2.14 性能要求

4.2.14.1 绘制容积流量—压力曲线、轴功率—压力曲线

柴油空压机机组可代之以燃油消耗率—压力曲线。试验时保持空压机组的额定转速不变，在几种不同排气压力下运转、测试、记录并计算各档参数，绘制出以排气压力为横坐标的性能曲线。

4.2.14.2 绘制容积流量—轴功率—转速曲线

柴油空压机机组应绘制容积流量—燃油消耗率—转速曲线，交流机组不做此项试验。试验时空压机机组保证额定排气压力不变，在不同转速下运转、测试、记录并计算出各档参数，以绘制出以空压机转速为横坐标的性能曲线。

4.2.14.3 绘制压力分配曲线

空压机在额定转速下运转、测试、记录各级压力，绘制出各级压力随最终排气压力变化的曲线。

4.3 安全和环境保护要求

4.3.1 安全阀应安全可靠、动作灵敏，在任何维修间隔期内，应始终保持起跳压力准确。当排气控制阀全部关闭后，空压机的排气压力上升至额定排气压力的112%~118%时，最后级安全阀必须开启，并保证空压机的排气压力不再上升。级间安全阀的起跳压力应不超过该级排气压力的120%。安全阀应装在各级冷却器之后或冷却器上。每个安全阀的试验次数应不少于3次。

4.3.2 空压机安装在制造厂试车台上，并在额定工况下运转的噪声声功率级不得大于106dB(A)。

4.3.3 空压机吸气口应设空气滤清器。

4.3.4 空压机安装在试车台上，在额定工况下运转的振动烈度值 V_{rms} 不大于18mm/s。

4.3.5 驱动装置和传动装置应装备以金属丝网或钢板为主要材料的防护罩。

4.3.6 冷却水腔上的安全膜破裂或安全阀的起跳压力为0.4~0.45MPa。

4.4 外观要求

4.4.1 空压机外表面的铸造、焊接及加工表面应清理干净。做到无锈、无垢、无焊渣，涂漆表面应平坦光滑、色泽一致。油漆应能防止盐雾、油雾及凝露的腐蚀。气缸盖等高温零件应涂以耐热漆（如银粉漆）。

4.4.2 空压机的气管、水管、油管应按GB 3033规定的颜色涂漆，以标志管路的用途。

4.4.3 外露紧固件、操作件应进行装饰性处理（如发蓝、镀光铬）。

4.5 材料要求

4.5.1 空压机全部零件所用材料应符合国内现行规范和标准。

4.5.2 空压机主要零件应进行材料的化学分析、表面硬度、金相组织检验和机械性能试验。

主要零件包括：气缸体、气缸套、气缸盖、曲轴箱、活塞、活塞销、连杆、连杆螺栓、曲轴、活塞杆。

4.5.3 所有与润滑油、压缩空气或油雾接触的橡胶件应该由耐油橡胶制成。

4.5.4 除气缸套、气缸体、活塞环和某些不重要的零件以外，其它零件不应采用灰铸铁。

4.6 工艺要求

4.6.1 运动件的重量偏差

活塞、连杆、平衡铁的实际重量与图样上所示的重量偏差不应超过下列规定：

连杆：±2%

平衡铁：±3%

活塞： $\pm 2\%$

局部表面不加工的铸铝活塞： $\pm 5\%$ 。

4.6.2 联结对中

空压机和原动机用弹性联轴器直联时，两机主轴的对中要求应符合表3的规定。

表 3

mm

联轴器外径	测定部位	联轴器外圆径向圆跳动公差	联轴器端面圆跳动公差
< 250		< 0.05	< 0.10
250 ~ 500		< 0.08	< 0.15
> 500		< 0.10	< 0.20

4.6.3 承受空气压力和冷却水压力的零件和部件应进行水压试验，承受气体压力的零部件以1.5倍于最高工作压力进行水压试验；水路、水腔的水压试验压力一般为0.5MPa；水下用空压机为0.75MPa。

以上试验均历时5 min，不允许有渗漏现象。

4.6.4 承受空气压力的零件和部件（如气缸、活塞、气缸套、冷却器、液气分离器、空气管等）应按最高工作压力用空气进行气密试验。

4.6.5 气阀在组件装配后，应进行严密性试验。向阀内注入煤油后，工作压力不超过6 MPa的气阀，每分钟滴漏不得超过10滴；工作压力大于6 MPa的气阀，每分钟滴漏不得超过5滴。

4.7 结构要求

4.7.1 曲轴箱上面应设有润滑油补给孔、油位计、放油塞、防爆阀或适当的透气装置。

4.7.2 气缸水套底部应设有放水旋塞，应在适当的部位装防腐蚀锌块，锌块的位置应避免在冷却腔内部引起涡流，且应便于更换。

4.7.3 空压机应装备中间冷却器和后冷却器。冷却水套上应设有冷却水安全阀或安全膜，并装备放泄旋塞或放泄阀。冷却器水腔内应设防腐蚀锌块。

4.7.4 空压机应装有液气分离器。

4.7.5 空压机的气管、水管、油管的联结应保证密封，便于拆装并能防震。

4.7.6 空压机与原动机的公共底座应采用钢材焊接结构。

4.7.7 空压机的排气口、冷却水进出口外接管路采用法兰结构连接时，空压机外接法兰应符合GB 573、GB 574的规定。

4.7.8 当同一机型在使用海水（开式）和使用淡水（闭式）冷却，都使用空压机自带的水泵时，冷却水泵的出口处应设有调节水流量的旁通阀门。

当水泵由单独的电机驱动时，水泵电机与空压机的电机应当自动联锁。

4.8 为空压机配套的产品如原动机及其附属设备，自动控制装置，压力表，减震器等均应符合船用要求。这些产品验收和鉴定按相应的标准和规定进行。

5 试验方法

5.1 调整试验

5.1.1 空压机在额定转速和无背压的工况下运行，每台空压机磨合应不少于2 h。

5.1.2 调整各级压力，使空压机在额定工况下运转，检查各级压力，若有不符合说明书规定者应及时予以调整，检查振动、噪声以及空气、冷却水和润滑油泄漏等有无异常现象。每台空压机的调整试验结果均应做详细的记录。

5.1.3 检验安全阀的起跳压力和排气能力，调整安全阀使其符合4.3.1条的规定。

5.1.4 进行自动启动、停止、卸荷、泄放和保护（报警）等装置的试验，应符合4.2.10条的规定。

5.2 性能试验

空压机的各项性能试验均应以配套完整的空压机组进行。空压机各级空气温度及压力、冷却水的压力和水量、润滑油耗量、转速等均按GB 3853进行测试。

5.2.1 容积流量测定方法

5.2.1.1 空压机容积流量测定方法采用GB 3853规定的喷嘴法或充瓶法进行。

5.2.1.2 计算公式

空压机标准排气容积流量按公式（1）计算：

$$Q_B = 0.1048 \frac{Q_s}{P_0} \cdot \frac{273 + t_0}{273 + t} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中： Q_B ——标准排气容积流量， $10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ；
- P_0 ——试验时试验场的大气压力，MPa；
- t_0 ——空压机吸气温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- t ——充气终了时气瓶内压缩空气的瞬时平均温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- Q_s ——未经换算的排气状态容积流量， $10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ， $Q_s = \frac{V}{\tau}$ ；
- V ——测试瓶的容积，包括进口阀门后的管路容积， $10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ；
- τ ——充满气瓶所需的时间，min。

吸气容积流量（ m^3/min ）与排气容积流量（ $10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ）的换算按公式（2）计算：

$$Q_0 = \frac{T_0}{P_0} \cdot \frac{P_s}{T_s \cdot \xi} \cdot Q_s \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中： Q_0 ——吸气容积流量， m^3/min ；
- T_0 ——吸气绝对温度，K；
- P_0 ——吸气绝对压力，MPa；
- T_s ——排气状态绝对温度，K；
- P_s ——排气状态绝对压力，MPa；
- Q_s ——排气容积流量， $10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ；
- ξ ——标准排气状态空气可压缩性系数，推荐值按表4选取。

表 4

压力 MPa	10	15	20	25	40
ξ	1.0	1.012	1.035	1.075	1.205

5.2.2 轴功率测定方法

- a. 空压机用电动机驱动时，空压机的轴功率按GB 3853功率测量规定测试。
- b. 当空压机由柴油机驱动时，按GB 1105求得原动机的输出功率。此时空压机的轴功率按公式（3）计算。

$$N = N_2 \cdot \eta \dots\dots\dots (3)$$

- 式中： N ——空压机轴功率，kW；
- N_2 ——柴油机输出功率，kW；
- η ——传动效率，按GB 3853规定选取。

5.2.3 振动测试

将空压机安装在制造厂的试车台上，并在额定工况下运转，按GB 11706测量振动。

5.2.4 噪声测试

将空压机安装在制造厂的试车台上，并在额定工况下运转，按GB 4980测量噪声。

5.2.5 连续运转试验

按4.2.13要求进行空压机的连续运转试验。

测试与记录性能数据的项目为：容积流量、轴功率、电流、电压、柴油空压机机组的燃油消耗率、主轴转速、各级压力和温度、润滑油和冷却水的压力、温度、消耗量、轴承温度、试验场所的环境温度、大气压力及相对湿度、空压机的进气温度及压力。

5.3 耐久试验

5.3.1 耐久试验应在额定工况下进行。并定期进行性能测试。空压机耐久试验时间和起动次数按以下规定：

容积流量等于或少于 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，耐久试验时间为500h，要求空压机起动次数不小于100次；容积流量大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，耐久试验时间为1000h，要求空压机起动次数不小于150次。

5.3.2 耐久试验的测试与记录项目按5.2.5条规定进行。

在耐久试验过程中期和试验结束后应拆开空压机，对主要零件进行外观检查和磨损量计量。

5.4 船用条件试验

空压机船用条件试验在额定工况下进行，试验项目和要求按表5规定进行。

表 5

试验项目		要求	运转时间 h	必须测定的项目
摇摆试验	横摇	角度： $\pm 45^\circ$ 摇摆周期：8 ~ 12s	> 2	轴功率、润滑油、冷却水、各级空气压力、轴承温度、冷却水耗量
	纵摇	角度： $\pm 15^\circ$ 摇摆周期：5 ~ 7 s		
倾斜试验	横倾	$\pm 15^\circ$	> 2	轴功率、润滑油、冷却水、各级空气压力、轴承温度、冷却水耗量、容积流量和油、水以及各级空气的进排气温度
	纵倾	$\pm 10^\circ$		
高温高湿试验		环境温度： 50°C 相对湿度：95% 冷却水进口温度： 海水 30°C 淡水 40°C	> 4	轴功率、润滑油、冷却水、各级空气压力、轴承温度、冷却水耗量、容积流量和油、水以及各级空气的进排气温度

6 检验规则

6.1 空压机的检验分出厂检验和型式检验。检验项目按表6规定。

表 6

试 验 项 目		技 术 要 求	检 验 种 类	
			出 厂 检 验	型 式 检 验
调整试验	气、水、油压力	4.2	100%	首制样机一台
	安全阀	4.3.1		
	卸荷阀	4.2.10		
	自控装置	4.2.10		
性能试验	容积流量	3.2		
	轴功率	3.2		
	气、水、油温度	4.2		
	连续运转试验	4.2.13		
	噪声	4.3.2		
	振动	4.3.4		
	超载性能	4.2.2		
	油耗量	4.2.6		
	水耗量	3.2		
	性能试验	4.2.14		
耐久试验		4.2.11		
船用条件试验		4.1		

6.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a. 新产品和老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c. 正常生产时，应每四年或生产100台后进行一次检验；
- d. 产品停产二年后恢复生产时；
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.3 型式检验用的样机应先经调整试验，所测试得的主要性能指标应符合有关文件规定后方可进行耐久试验。试验前应对空压机进行全面的检查，并对摩擦副摩擦件进行必要的计量，以便试验结束时统计磨损量。

6.4 新设计的空压机的首制样机必须进行船用条件试验。

新设计的同一型式、同一缸径的变型机组及转厂生产的机组可不进行船用条件试验。

6.5 判定规则

6.5.1 每台空压机均需由制造厂技术检查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。

6.5.2 抽验的空压机如果超差，则应加倍抽试，符合仍为合格。若仍超差则该批产品为不合格，应返修后逐台检验，合格后方能出厂。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

每台空压机应在明显处固定标牌，标牌尺寸、技术条件等要求应符合JB 8。

7.1.2 包装标志

包装标志按照JB 2759包装箱箱面的标志规定。

7.2 包装

7.2.1 空压机组的包装根据储运条件按照JB 2759的规定选用。

7.2.2 随机技术文件

a. 产品合格证、出厂试验的试验报告及船检证书。

b. 产品说明书：包括产品的用途、性能、技术参数及机组重量；产品结构说明；拆装操作与保养说明；安装要求；故障及其排除方法；使用、修理所需的各种技术数据；主要零件配合尺寸和装配间隙、极限使用间隙；机组外形图、安装图（附有机组在三个坐标方向重心位置）；外接管路的连接尺寸及其在三个坐标方向的位置；总装配图；系统原理线路图。

原动机为柴油机时，还必须附上包括以上主要内容的原动机使用说明书。

c. 技术履历簿。

d. 装箱单。

e. 随机备附件清单和专用工具清单；

备件和专用工具的供应范围、数量应符合经规定程序批准的技术文件，如有特殊需要亦可按订货协议确认范围、数量供应。

f. 随机技术文件使用的文种：

随机技术文件一般均同时用中文和英文书写，需要时可译成其它文种。只供国内船舶使用时可只用中文书写。在文件的封面上应写明空压机的名称、编号以及制造厂名称等。

7.3 运输

7.3.1 包装储运指示标志应按照GB 191规定选用。运输中不允许损坏。

7.3.2 允许用任何运输工具进行运输，但不允许承受较大震动。

7.4 贮存

7.4.1 空压机组在仓库内应单放。

7.4.2 应防潮，保证6个月内无锈蚀、霉损。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会归口。

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。

本标准主要起草人王仁德。

自本标准实施之日起，原中国船舶工业总公司部标准CB 1130—85《舰船用高压活塞式空气压缩机基本参数》，CB 1131—85《舰船用高压活塞式空气压缩机技术条件》，CB 1132—85《舰船用高压活塞式空气压缩机试验方法及验收规则》作废。