

Marine reciprocating air compressor
for medium pressure

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用中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。

本标准适用于额定排气压力为 3 MPa 的船用中压活塞式空气压缩机，也适用于其它船用中压活塞式空气压缩机。

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
- GBn 193 出口机械、电工、仪器仪表产品包装通用技术条件
- JB 8 产品标牌
- JB 2759 机电产品包装 通用技术条件

3 术语

- 3.1 额定工况：**由额定转速和额定排气压力共同确定的空压机的工况。
- 3.2 标准吸气状态：**吸气口前，吸入温度为 20℃，压力为 0.101 MPa，相对湿度为零，冷却水进口温度为 15℃（水冷空压机）。
- 3.3 容积流量：**空压机在额定工况下运转，单位时间内于空压机排气口处量得并换算到第一级进气口前吸入空气之温度和压力下的空气体积（包括自储气罐，中间冷却器等处收集的空气中的冷凝水折算成的空气体积）。
- 3.4 名义转速：**为设计空压机和比较空压机性能，由额定转速圆整出来的理想转速。
- 3.5 标准容积流量：**容积流量换算到标准吸气状态和名义转速下的空气体积。

4 产品分类

4.1 基本型式

- 4.1.1** 空压机分为无十字头的 V 型、W 型或直立型的结构型式。

4.1.2 空压机采用水冷式（海水冷却或淡水冷却）或风冷式。

4.2 基本参数

4.2.1 水冷式空压机的基本参数应符合表 1 的规定。

表 1

名义转速 r/min	标准容积流量 m ³ /h		轴功率 kW	冷却水量, m ³ /h		驱动功率 kW	
	50Hz	60Hz		海水	淡水	50Hz	60Hz
				最高进水温度 不大于30℃	最高进水温度 不大于40℃		
500	5	—	1.25	0.1	0.15	1.5	—
600	—	6	1.5	0.1	0.15	—	2.2
1000	10	—	2.5	0.2	0.3	3	—
1200	—	12	3	0.2	0.3	—	4
600	20	—	5	0.4	0.6	5.5	—
1000							
1200	—	24	6	0.4	0.6	—	7.5
1000	40	—	10	0.8	1.2	11	—
1200	—	48	12	0.8	1.2	—	15
750	60	—	14.5	1	1.5	15	—
900	—	72	17.5	1.2	1.8	—	18.5
750	90	—	21.5	1.5	2.3	22	—
900	—	108	26	1.8	2.7	—	30
1000	120	—	29	2	3	30	—
1200	—	144	34.5	2.4	3.6	—	37
750	180	—	43	3	4.5	45	—
900	—	216	52	3.6	5.4	—	55
1000	240	—	54	4	6	55	—
1200	—	288	69	4.8	7.2	—	75
750	270	—	65	4.5	6.8	75	—
900	—	324	77.5	5.4	8.2	—	90
1000	360	—	86	6	9	90	—
1200	—	432	105	7.2	10.8	—	110

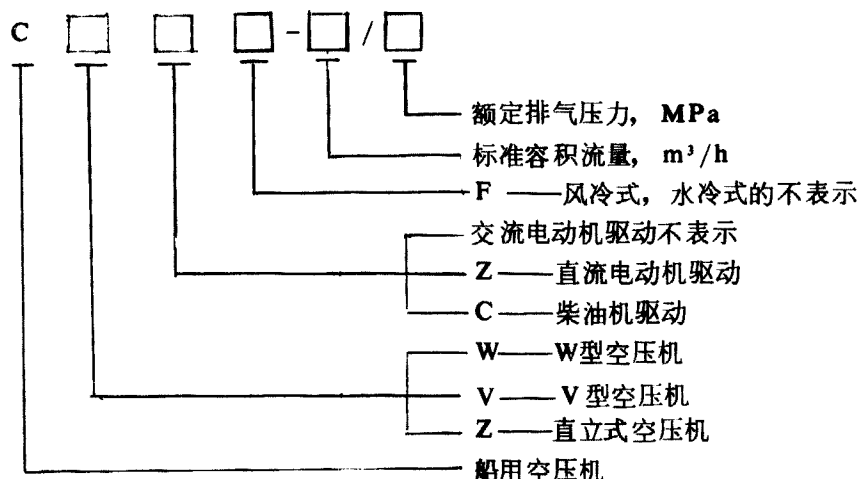
4.2.2 风冷式空压机的基本参数应符合表 2 的规定。

表 2

名义转速 r/min	标准容积流量 m ³ /h		轴功率 kW	冷却风量 m ³ /min 最高环境温度 不大于 50℃	驱动功率 kW	
	50Hz	60Hz			50Hz	60Hz
500	5	—	1.3	6	2.2	—
600	—	6	1.6	7.2	—	2.2
1 000	10	—	2.6	12	3	—
1 200	—	12	3.1	14	—	4
1 000	20	—	5.2	24	5.5	—
1 200	—	24	6.2	28	—	7.5
1 000	40	—	10.4	48	11	—
1 200	—	48	12.4	57	—	15
750	60	—	15	72	18.5	—
900	—	72	18	86	—	22
750	90	—	22.5	108	30	—
900	—	108	27	130	—	30
1 000	120	—	30	144	37	—
1 200	—	144	36	172	—	37
750	180	—	45	216	45	—
900	—	216	54	259	—	55
1 000	240	—	60	288	65	—
1 200	—	288	72	245	—	75
750	270	—	67.5	324	75	—
900	—	324	74.5	388	—	75
1 000	360	—	90	432	90	—
1 200	—	432	108	518	—	110

4.3 产品标记

4.3.1 空压机的型号组成如下:



4.3.2 标记示例

标准容积流量为 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ ，额定排气压力为 3 MPa 的船用直立式电动机驱动水冷空压机标记为：
CZ - 120/3 GB 12928—91

5 技术要求

5.1 环境条件

空压机在下列使用条件下应能正常工作。

- 横摇： $\pm 22.5^\circ$ ；
- 纵摇： $\pm 7.5^\circ$ ；
- 横倾： $\pm 15^\circ$ ；
- 纵倾： $\pm 5^\circ$ ；
- 环境温度为 $5 \sim 50^\circ\text{C}$ ；
- 冷却用海水最高进水温度为 30°C ；
- 冷却用淡水最高进水温度为 40°C ；
- 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% 。

5.2 使用性能

5.2.1 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、表 2 中规定值的 95% ，轴功率应不大于表 1、表 2 中的规定值。

5.2.2 空压机中修期（耐久试验时间）为 1000 h ，空压机的主要零件（气缸体、气缸盖、气缸套、曲轴箱、活塞、活塞销、连杆、连杆螺栓、曲轴等）在中修期内不应发生影响压缩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。

空压机气阀阀片和气阀弹簧的使用寿命不低于 1000 h 。

5.2.3 空压机的结构应能保证在额定转速下，最终排气压力为额定排气压力的 105% 的条件下，安全运转 1 h 。

5.2.4 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），最终排气压力为额定排气压力时，各级排气温度（包括风冷空压机）不超过 200°C 。

5.2.5 进入空气瓶的空气温度：

水冷空压机不超过进水温度加 30°C 。

风冷空压机不超过环境温度加 40°C 。

空压机后冷却器出口处应备有小型易熔塞或报警装置，当空气温度超过 121°C 时应发出报警（初始启动或应急用空压机除外）。

5.2.6 空压机在额定工况下运转时,当第一级进气温度为 50°C ,曲轴箱内的润滑油温度应不超过 70°C 。

润滑油用压缩机油闪点应较气缸内最高压缩温度高 20°C 以上。

5.2.7 空压机传动机构和气缸部分的润滑油总油耗量应符合表3的规定。

表 3

容积流量, m^3/h	< 50	> 50
油耗量, g/m^3	< 0.7	< 0.5

5.2.8 空压机用压力润滑时,油过滤器应能清除机械杂质,油泵压力不低于 0.1MPa ,并能适当调节。还应采取必要措施保证空压机启动时的正常润滑。

5.2.9 水冷空压机的冷却水压力应不低于 0.05MPa 。

5.2.10 空压机组的自动控制装置分半自动化和全自动化两种形式。半自动化方式包括自动开机、自动停机、自动卸荷、自动泄放。

全自动化方式包括自动开机、自动停机、自动卸荷、自动泄放,并附加必要的自动保护装置和报警装置。

5.2.11 用户在遵守使用规则的条件下,在交船后12个月内如因产品制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时,制造厂应无偿地为用户修理或更换零部件。

5.3 安全和环境保护要求

5.3.1 空压机的安全阀应动作灵活、安全可靠。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 110% 时,最后级安全阀开启,此时排气压力不再上升,级间安全阀的起跳压力不应超过该级额定排气压力的 120% 。

5.3.2 冷却水腔上的安全膜的破裂或安全阀的起跳压力为 $0.4\sim 0.45\text{MPa}$ 。

5.3.3 空压机安装在制造厂的试车台上,并在额定工况下运转的噪声声功率级应符合表4的规定。

表 4

容积流量, m^3/h	声功率级, $\text{dB}(\text{A})$	
> 50	水 冷	< 106
	风 冷	< 106
< 50	水 冷	< 104
	风 冷	< 104

5.3.4 空压机吸气口处应设进气消声滤清器。

5.3.5 空压机组安装在制造厂的试车台上,并在额定工况下运转的振动烈度值 $V_{\text{rms}} < 18\text{mm}/\text{s}$ 。

5.3.6 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。

5.4 外观要求

5.4.1 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。紧固件、操作件应作装饰处理,油漆应能防止盐雾、油雾及潮气的腐蚀。风冷式空压机气缸、气缸盖的外表面不允许打腻子,应用导热良好的导热油漆(如银粉漆等)喷刷。

5.4.2 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。

5.4.3 外露紧固件、操作件应进行装饰性处理(如发蓝,镀光铬)。

5.4.4 用户在遵守使用规则的条件下,制造厂保证空压机的油漆在交货后12个月内不剥落、不泛黄。

5.5 材料要求

5.5.1 空压机主要零件所选用的材料应符合国内现行规范和标准。

5.5.2 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。

5.5.3 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。

5.6 工艺要求

5.6.1 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：

活塞： $\pm 5\%$

连杆： $\pm 3\%$

平衡铁： $\pm 4\%$

飞轮（皮带轮）应作静平衡校正。

5.6.2 空压机和原动机用弹性联轴器直联时，两机主轴对中要求应符合表 5 的规定。

表 5

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

5.6.3 为使空压机和原动机拆开后容易复位，原动机与公共底座间应采用定位销定位。

5.6.4 空气和冷却水的承压部件应进行水压试验。气缸、气缸盖、冷却器、液气分离器等的气腔和活塞应以等于 1.5 倍的额定工作压力进行水压试验；冷却水路的水压试验压力为 0.5 MPa，各种水压试验均历时 30min，不许渗漏。

5.7 结构要求

5.7.1 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。

5.7.2 气缸水套底部应设有冷却水排出孔并装有放水旋塞。水腔内壁应有防锈和防腐蚀措施。

5.7.3 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。

5.7.4 空压机必须具有卸荷机构，在采用自动控制的场合亦必须备有能手动操作的机构。

5.7.5 空压机应装有液气分离器（容积流量小的风冷空压机可不装）。

5.7.6 空压机的气路、水路、油路的联结应保证密封，便于拆装并能防震。

5.8 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。

5.9 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、淡水冷却水泵、淡水冷却器、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。

5.10 空压机组水平安装，且曲轴轴线与船体纵轴线平行。

6 试验方法

6.1 调整试验

每台空压机经 2 h 以上的磨合后方可进行调整试验。调整试验时，空压机在额定工况下运转，检查振动、噪声以及空气、冷却水和润滑油泄漏等有否异常现象，每台空压机的调整试验结果均应做详细的记录。

6.1.1 调整油压、水压及各级进排气压力。

6.1.2 空压机在额定工况下运转，调整安全阀及安全膜使其符合5.3.1及5.3.2条的规定，每只安全阀经3次试验后铅封。

6.1.3 进行自动启动、停止、卸荷、泄放和保护（报警）等装置的试验，检查其动作的准确性和可靠性试验应不少于3次。

6.2 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。

6.2.1 空压机容积流量测定方法按照GB 3853规定采用喷嘴法或充罐法进行。

6.2.2 空压机用电动机驱动时，其轴功率按GB 3853规定测试。

6.2.3 当空压机由柴油机驱动时，按GB 1105求得原动机的输出功率，空压机的轴功率按式（1）计算。

$$N = N_1 \cdot \eta \dots\dots\dots (1)$$

式中：N——压缩机轴功率，kW；

N_1 ——柴油机输出功率，kW；

η ——传动效率，按GB 3853规定选取。

6.2.4 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测量振动烈度。

6.2.5 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。

6.2.6 空压机在额定转速、最终排气压力为额定排气压力的105%的条件下，连续运转1h。

6.3 耐久试验应在额定工况下进行，并定期进行性能测试。

新设计的首制样机耐久试验的运转时间应不少于1000h，试验期间的累计起动次数应不少于100次，其它类型的空压机（包括新设计的同一型式、同一缸径的变型机组和转厂生产的机组）耐久试验的运转时间应不少于500h，试验期间的累计起动次数应不少于50次，起动次数的试验可在耐久试验的某段时间里集中进行，但必须保证每次起动前空压机的停车时间不少于0.5h。

在耐久试验过程中和结束后应先后各一次将主要零件拆开，进行外观检查和摩擦副磨损量计量。

6.4 船用条件试验

空压机船用条件试验应在额定工况下进行。试验项目和要求按表6规定进行。

表 6

试验名称	要 求		运转时间 h	测 试 项 目
摇摆试验	横向	±22.5°	1	测量容积流量、轴功率、冷却水、润滑油和各级空气温度、压力、轴承温度，检查气缸、轴承等摩擦面磨损情况；气阀等积炭情况、仪表管路减震器等件紧固情况
	纵向	±7.5°		
倾斜试验	横向	±15°		
	纵向	±5°		
高温高湿试验	环境温度50℃ 相对湿度95% 冷却水进口温度：海水30℃ 淡水40℃		4	

7 检验规则

7.1 空压机检验分出厂检验和型式检验。检验项目按表7规定。

表 7

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	5.2	100%	首制样机一台
	安全阀	5.3.1, 5.3.2		
	安全膜	5.3.2		
	自动控制装置	5.2.8		
性能试验	容积流量	5.2.1	100%	
	轴功率	5.2.1		
	振动	5.3.5	—	
	噪声	5.3.3		
	耗油量	5.2.7		
	超载性能试验	5.2.3		
耐久试验		5.2.2		
船用条件试验		5.1		

7.2 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。

7.3 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。

7.4 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。

7.5 判定规则

7.5.1 每台空压机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。

7.5.2 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。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 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 的规定，并留有打船检

钢印位置。

8.1.2 包装标志

包装标志按照 JB 2759 包装箱箱面的标志规定。

8.2 包装

8.2.1 空压机组的包装根据储运条件按照 JB 2759 的规定选用。出口机组应按照 GBn 193 规定选用。

8.2.2 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。

8.3 运输

8.3.1 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。

8.3.2 允许用任何运输工具进行运输，但不允许承受较大震动。

8.4 贮存

8.4.1 空压机组在仓库内应单放。

8.4.2 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。

本标准主要起草人毛香玉。