

指南编号/Guideline No.M-05(201510)



M-05

空气压缩机

生效日期/Issued date:2015 年 10 月 20 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: M-05(201510) 2015 年 10 月 20 日

本版本主要修改内容: 新编

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 定义	4
4 图纸资料	4
5 原材料及零部件	6
6 焊接工艺评定	6
7 设计技术要求	6
8 型式试验	9
9 单件/单批检验	13

空气压缩机

1 适用范围

1.1 本指南适用于主辅机起动及其它用途（如控制、杂用）的船用空气压缩机的型式认可及检验。

1.2 本指南所指船用空气压缩机包括活塞式空气压缩机及螺杆式空气压缩机，对其它结构型式的空气压缩机，参照本指南的要求进行认可及检验。

2 规范性引用文件

2.1 本社《钢质海船入级规范》

2.2 本社《材料与焊接规范》

2.3 下述国际/国家/行业标准

ISO 5388 固定式空气压缩机.安全规则和实用规范

3 定义

3.1 额定工况：由额定转速和额定排出压力共同确定的空压机的工况。

3.2 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测得并换算到第一级进气口前吸入空气的温度和压力下的空气体积。

3.3 公称容积流量：容积流量换算到标准吸气状态和名义转速下的空气体积。

3.4 标准吸气状态：吸入气体在压缩机标准吸气位置的状态，此时吸入温度为 20℃，压力为标准大气压力（0.101MPa），相对湿度为 0，冷却水进口温度为 15℃。

4 图纸资料

4.1 下述图纸、资料提交本社审批：

- (1) 产品主要性能规格表
- (2) 总装配图
- (3) 主要零部件图，活塞空压机包括气缸、缸盖、连杆、曲轴、机身、安全阀（如适用）；螺杆空压机包括转子、机体、吸排气端盖、机体、增速齿轮、同步齿轮（如有时）、安全阀（如适用）。
- (4) 油气分离器
- (5) 机带空气瓶（如有时）
- (6) 主要零件材料理化性能一览表
- (7) 自动控制装置、安全报警装置原理图
- (8) 冷却系统、润滑系统原理图
- (9) 计算书（安全阀流量计算，机带空气瓶计算等）
- (10) 型式试验大纲（申请型式认可时提交）

4.2 下述图纸、资料提交本社备查：

- (1) 产品铭牌出厂合格证样本
- (2) 产品说明书
- (3) 工厂概况：工厂名称、地址、生产历史、生产能力、技术和检验人员、主要产品、隶属关系、产品商标等
- (4) 申请认可产品明细
- (5) 主要生产设备
- (6) 主要检测设备
- (7) 申请认可产品的简要生产工艺

- (8) 质量管理文件
- (9) 企业注册登记证明
- (10) 资质证明和/或生产许可证
- (11) 产品质量证明书样本
- (12) 质量控制计划，如适用

5 原材料及零部件

5.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

5.2 空压机主要零部件材料一般应符合本社《材料与焊接规范》的适用要求，如采用规范以外的材料，应将其化学成分、力学性能和热处理规程等资料提交本社认可，经同意后，可按公认的有关标准验收。

6 焊接工艺评定

空压机机体如为焊接结构时，其焊接工艺应经本社评定，满足 CCS《材料与焊接规范》第 3 篇的有关要求。

7 设计技术要求

7.1 活塞空压机

7.1.1 空压机应有压力表指示，压力表可根据需要有防水或夜光显示功能，且为耐震型。

7.1.2 空压机每级压缩后应设有安全阀，级间安全阀的开启压力应不大于该级最高工作压力的 1.2 倍，最后级安全阀的开启压力应不大于额定排气压力的 1.1 倍。

7.1.3 空压机的曲轴箱容积超过 0.6m^3 时，应设置安全阀。安全阀的总流通面积应大于曲轴箱容积的 0.07 倍。

7.1.4 水冷空压机的冷却系统中，与冷却水接触的部件，应采取防锈和防腐措施，并设有冷却水排放通道，以便气缸内排水。

7.1.5 水冷空压机应设置冷却器，多级压缩的水冷空压机应设置中间冷却器和后冷却器。冷却器上应设置冷却水安全阀或安全膜，并设有防泄旋塞或放泄阀。空压机后冷却器出口处应设有小型易熔塞或报警装置，在工作压力下，当空气温度超过 121°C 时应熔化或发出报警。

7.1.6 空压机应设置卸荷机构，在采用自动控制的场合应具备手动操作的机构。

7.1.7 空压机应设置液气分离装置（公称容积流量不大于 $24\text{m}^3/\text{h}$ 的风冷空压机可不装）。

7.1.8 空压机的吸气口应设置空气滤清器。

7.1.9 空压机外露的运动部件应设置金属丝网或钢板为主要材料的防护罩。

7.1.10 空压机高温排气管应采用隔热挡板或其它适当的隔热措施，保证人员可能接触部位的温度不超过 60°C 。

7.1.11 空压机可具有下列自动控制功能，各项自控装置应灵敏可靠：

- (1) 自动开停机
- (2) 自动卸荷
- (3) 自动卸放
- (4) 气、油、水压力监控
- (5) 气、油、水温度监控

7.1.12 空压机在额定排气压力下各级排气温度不高于 200°C ；进入空气瓶的空气温度，对水冷空压机应不超过进水温度 $+30^\circ\text{C}$ ，对风冷空压机不超过环境温度 $+40^\circ\text{C}$ 。

7.1.13 空压机曲轴箱内滑油温度对水冷空压机应不高于 70℃，对风冷空压机应不高于 80℃。

7.1.14 空压机在额定工况下运转时，对中低压空压机（额定排气压力 $\leq 4.0\text{MPa}$ ），振动烈度应不大于 18mm/s；对高压空压机（额定排气压力 $\geq 15\text{MPa}$ ），振动烈度应不大于 28mm/s，额定排气压力在 4-15MPa 之间的空压机，振动烈度应不大于 25mm/s。

7.1.15 承受气体压力的零部件（如气缸、活塞、气缸套、冷却器、气液分离器、空气管等）能承受其 1.5 倍最高工作压力的水压试验，水路、水腔的水压试验压力一般为 0.50MPa。承受空气压力的零部件之间的连接在其最高工作压力下不允许有渗漏现象。

7.2 螺杆空压机

7.2.1 空压机应有压力表指示，压力表可根据需要有防水或夜光显示功能。

7.2.2 空压机每级压缩后均应设置安全阀，动作应灵敏可靠，级间安全阀的开启压力应不大于该级最高工作压力的 1.2 倍，最后级安全阀的开启压力应不大于额定排气压力的 1.1 倍。

7.2.3 空压机应设有流量自动调节装置，以满足用户对流量变化的要求。

7.2.4 空压机的吸气口应设置空气滤清器。

7.2.5 空压机排气侧应设有油气分离器。

7.2.6 空压机的机壳、排气端盖、排气腔以及油泵体等受压零件，应以 1.5 倍的最高工作压力进行水压试验。

7.2.7 空压机设有增速箱时，增速箱应进行煤油渗漏试验。

7.2.8 空压机转子应进行动平衡试验。

7.2.9 空压机的振动烈度应不大于 7.1mm/s。

7.2.10 空压机高温排气管应采用隔热挡板或其它适当的隔热措施，保证人员可能接触部位的温度不超过 60℃。

7.2.11 空压机可带下列自动控制性能，各项自控元件应灵敏可靠：

- (1) 自动开停机
- (2) 自动卸荷
- (3) 自动卸放
- (4) 气、油、水压力监控
- (5) 气、油、水温度监控

8 型式试验

8.1 典型样品的选取

认可时，所选样机应覆盖工厂的加工能力、制造水平。试验样机按照申请认可的系列产品的冷却方式及额定排气压力下最大公称容积流量的原则分别选取。

8.2 型式试验项目应包括：

型式试验项目

表 8.2

序号	检验项目	
1	外观检查	
2	主要零部件材料试验 活塞空压机包括气缸、缸盖、连杆、曲轴、机身 螺杆空压机包括转子、机体、吸排气端盖、机体、增速齿轮、同步齿轮（如有时）	
3	主要受压零部件耐压及密性试验	
4	转子动平衡试验（适用于螺杆空压机）	
5	调整试验及安全阀试验	
6	自动控制及安全报警装置试验	
7	容积流量测量	
8	轴功率测量	
9	振动测量	
10	耐久试验	
11	环境适应性试验	摇摆试验
		倾斜试验
		高温高湿试验

注：进行表中 7-11 项的试验时，应记录气水油的温度及压力，不得超过产品技术条件的规

定。

8.3 型式试验的方法和要求

8.3.1 外观检查

空压机外表面的铸造、焊接及表面应清理干净。做到无锈、无垢、无焊渣，涂漆表面应平坦光滑、色泽一致。油漆应能防止盐雾及凝露的腐蚀。外露的运动部件的防护罩应紧固牢靠，高温排气管隔热措施应有效。

8.3.2 主要零部件的材料试验

型式试验时，对空压机的主要零部件如曲轴、连杆、转子、机身、齿轮等至少应选取 2-3 个零部件进行原材料试验，以验证零部件满足图纸、技术文件的规定要求。

8.3.3 主要受压零部件耐压及密性试验

承受气体压力的零部件（如气缸、活塞、气缸套、冷却器、气液分离器、空气管、机壳、排气端盖、排气腔以及油泵体等）能承受其 1.5 倍最高工作压力的水压试验，水路、水腔的水压试验压力一般为 0.50MPa。试验时间 30min，试验期间不允许有渗漏现象。

承受气体压力的零部件之间的连接，应在最高工作压力下进行密封性试验，试验时间 10min，试验期间不允许有渗漏现象。

8.3.4 螺杆空压机转子动平衡试验

空压机转子应进行动平衡试验，单位转子重量的许用偏心距应满足批准图纸的规定要求。

8.3.5 调整试验及安全阀试验

每台空压机经磨合后可进行调整试验，调整试验时空压机在额定工况下运转，检查振动及空气、冷却水、和润滑油泄漏等是否有异常情况。试验时间至少 30min，测量并记录气、水、油温度及压力。

调节出口截止阀，空压机的压力稳定上升，逐个调整空压机的安全阀（级间安全阀可以放在最末级上调整），使安全阀在设定的压力值开启，调整次数不少于 3 次，结果应符合下述规定：级间安全阀的开启压力应不大于该级最高工作压

力的 1.2 倍，最后级安全阀的开启压力应不大于额定排气压力的 1.1 倍。

8.3.6 自动控制及安全报警装置试验

空压机的自动控制及安全报警装置应按照批准技术文件的规定进行逐项试验，安全报警装置的试验可采用模拟的方式进行。

8.3.7 容积流量测量

- (1) 容积流量的测定一般采用“ISA1932 喷嘴加整流器”或“ASME 喷嘴”或“圆弧文丘里喷嘴”测量装置进行流量测定，如以上测量方法不适合时，经验船师同意，可采用“充罐法”或“称瓶法”或“流量计测量”等方法进行流量测定。
- (2) 空压机在额定工况下运行，测量的容积流量应不低于公称容积流量的 95%。

8.3.8 轴功率测量

空压机的轴功率可以按照下列方法测定：

- (1) 采用扭矩转速仪或直流测功机直接测定压缩机轴的输入扭矩和转速；
- (2) 采用经校正的直流电动机法测定电动机输出功率，然后乘以传动效率；
- (3) 采用损耗分析法间接测定电动机输出功率，然后乘以传动效率。
- (4) 空压机轴功率测量值应小于规定数值。

8.3.9 振动测量

空压机应在额定工况运转下进行振动测量，振动烈度应满足本指南的要求。对活塞式空压机，振动测点的位置为曲轴、各级缸盖；对螺杆空压机，测点位置为主轴及前后轴承座；每个测点应在三个方向上分别进行测量。

8.3.10 耐久试验

(1) 申请我社认可的空压机应按下表规定进行耐久试验：

耐久试验

表 8.3.10

样机类型	容积流量 $>50\text{m}^3/\text{h}$		容积流量 $\leq 50\text{m}^3/\text{h}$	
	累计运转时间	启动次数	累计运转时间	启动次数
新设计	1000	150	500	100
设计、工艺作重大修改	500	75	250	50

(2) 试验应在额定工况下进行，试验开始和结束时应测量空压机的容积流量，其流量降低量不得超过 10%。试验中应每 10 小时记录油、水温度及压力。

(3) 试验结束后，对空压机进行拆检，各零部件应满足规定要求。

8.3.11 环境适应性试验

申请我社认可的空压机产品应进行如下项目的试验：

环境适应性试验

表 8.3.11

试验项目		要求	运转时间	检测项目
摇摆试验	横摇	$\pm 22.5^\circ$	$>0.5\text{h}$	轴功率、润滑油压力、冷却水压力、各级空气压力、冷却水耗量
	纵摇	$\pm 7.5^\circ$		
倾斜试验	横倾	$\pm 15^\circ$	$>0.5\text{h}$	轴功率、润滑油压力及温度、冷却水压力及温度、各级空气压力及进排气温度、冷却水耗量、容积流量
	纵倾	$\pm 5^\circ$		
高温高湿试验		环境温度： 45°C ； 相对湿度：95%；海水 32°C ；淡水 40°C	$>4\text{h}$	轴功率、润滑油压力及温度、冷却水压力及温度、各级空气压力及进排气温度、冷却水耗量、容积流量

8.4 试验项目的确定和减免

初次认可时一般应进行 8.3 条中适用的全部试验项目。如满足以下条件，申请方可书面申请减免部分试验项目，本社将根据申请方的生产情况、产品的生产历史及使用记录等予以考虑。

- (1) 申请方能够提供近期（一年内）由公认的技术权威机构出具的相应试验项目的试验报告；
- (2) 申请方能够提供（一年内）由 IACS 成员船级社签署的相应试验项目的试验报告；

9 单件/单批检验

9.1 取得本社型式认可后，工厂按认可条件（包括装备、工艺等）生产的船用空压机，经 CCS 进行单件/单批检验合格后，方可装船使用。

9.2 对认可后的产品，制造厂应按照表 9.2 中 1-8 项的规定对每件产品进行出厂试验，并提交试验报告供本社验船师审核；验船师对申请检验的产品按照每个规格 10% 的比例，随机抽取产品进行检验，合格后签发产品证书。

序号	检验项目	检验方式
1	外观检查	W
2	主要零部件材料试验 活塞空压机包括气缸、缸盖、连杆、曲轴、机身 螺杆空压机包括转子、机体、吸排气端盖、机体、增速齿轮、同步齿轮（如有时）	R
3	主要受压零部件耐压及密性试验	R
4	转子动平衡试验（适用于螺杆空压机）	R
5	调整试验及安全阀试验	W
6	自动控制及安全报警装置试验	W
7	容积流量测量	W
8	轴功率测量	W

注：1、标记“W”为现场见证，“R”为报告审核。