

指南编号/Guideline No.M-08(201510)



M-08 船用通风机

生效日期/Issued date:2015 年 10 月 20 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <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 ps@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间

本版本主要修改内容及生效时间：

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	5
6 设计和技术要求	5
7 型式试验	8
8 出厂检验	14

船用通风机

1 适用范围

1.1 本指南适用于在船舶上安装使用的通风机的认可和检验。

1.2 本指南适用于由电机驱动的船用防爆离心通风机、船用防爆轴流通风机、船用离心通风机、船用轴流通风机，其它类型的船用通风机（如水力驱动轴流通风机和水力驱动离心风机）可参照执行。

2 规范性引用文件

本指南适用的认可和检验依据如下：

- (1) CCS《钢质海船入级规范》
- (2) CCS《材料与焊接规范》

3 定义

3.1 关于产品检验、认可、型式试验、样品、单件/单批检验等术语的定义，请参考本社《钢质海船入级规范》第1篇第3章3.1.2条。

3.2 防爆风机：整机结构为无火花型气密式结构的风机。

4 图纸资料

4.1 应将下列图纸、资料提交批准：

- (1) 总装配图（剖面图）；
- (2) 产品主要性能规格表（包括申请认可的全系列产品的流量、压力、转速、配用功率，如为风机机组成套供货，还应包括配套电机型号及参数）；
- (3) 风机性能曲线图；

- (4) 主要零部件图：如叶轮、机壳、进风口、传动箱、原动机（外购电机除外）等；
- (5) 主要零部件--叶轮的材料理化性能一览表；
- (6) 产品交货验收技术条件；
- (7) 认可试验大纲（如大纲为申请方制定时）。

4.2 应将下列图纸、资料提交备查：

- (1) 主要工艺文件：焊接工艺、铆接工艺、铸造工艺（如有时）；
- (2) 产品说明书、产品铭牌、出厂合格证（如用于国际航行船舶，应提供中/英文双语版本）；
- (3) 合格供方名录。

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中相关要求进行了控制，其主要零部件包括叶轮、机壳、进风口、原动机等；

5.2 防爆风机的叶轮应在装配前进行超速试验，且我社验船师需对该试验报告进行审核确认，或由我社验船师现场见证该试验过程，其它型号风机叶轮的超速试验由工厂按具体情况自行确定；

5.3 5.1 条所述的主要零部件如为外购时，防爆风机使用的防爆电机和50kW 及以上的非防爆电机应持有我社签发的产品证书。水力驱动风机使用的水轮机不必持有我社的证书，验船师在进行产品检验时应对其外观质量和密性进行检查。其它不需持有我社产品证书的主要零部件，申请方必须建立完善的对分包方质量进行控制的方法以确保质量。

6 设计和技术要求

6.1 船用环境条件

船用风机在输送含有盐雾的海洋空气和油雾等带腐蚀性气体，温度-25℃～+50℃，相对湿度不大于95%；船舶持续横倾15°、纵倾5°的状况下应能正常

工作。防爆风机输送的气体中爆炸性且硬质颗粒物不多于 $150\text{mg}/\text{m}^3$,直径不大于 2mm 。

6.2 结构与材料

船用风机的结构与主要零部件材料的选用应适合所输送介质的种类、温度和压力等条件。对用于输送含有爆炸性气体的防爆风机,其叶轮与风机罩壳之间的间隙应不小于叶轮轴承处的轴的直径的 0.1 倍,但不小于 2mm ,也不必大于 13mm 。

防爆风机的材料应满足下列组合的要求:

- (1) 叶轮和/或罩壳为非金属材料,并适当考虑到静电的排除;
- (2) 叶轮和罩壳为有色金属材料;
- (3) 叶轮为铝合金或镁合金,而罩壳为黑色金属(包括奥氏体不锈钢),在罩壳上于叶轮处镶有一环适当厚度的有色金属材料;
- (4) 叶轮及罩壳由任何黑金属组合(包括奥氏体不锈钢),但叶轮端部设计间隙不小于 13mm 。

6.3 振动

船用风机在额定工况运转时,振动烈度 V_{rms} (单位 mm/s) 最大值应满足下述要求:

- (1) 电机功率 $\leq 15\text{kW} = 4.5\text{mm}/\text{s}$;
- (2) $15\text{kW} < \text{电机功率} \leq 75\text{kW} = 7.1\text{mm}/\text{s}$;
- (3) 电机功率 $> 75\text{kW} = 11.2\text{mm}/\text{s}$;
- (4) 水力风机的振动烈度 $\leq 7.1\text{mm}/\text{s}$ 。

6.4 噪声

船用风机在额定工况运转时,所测得的噪声最大值应满足下述要求:

- (1) 防爆离心风机比(A)声级 $25\text{dB}(\text{A})$,离心风机比(A)声级 $24\text{dB}(\text{A})$;

- (2) 防爆轴流风机比(A)声级 35dB(A), 轴流风机机比(A)声级 34 dB(A);
- (3) 离心式水力风机的 A 声级 90dB, 轴流式水力风机的 A 声级 95dB。

通风机噪声在测试工况点的比 (A) 声级的计算公式:

$$L_{SA}=L_A-10\lg(QP^2)+19.8$$

L_{SA} ——通风机进气口 (或出气口) 的比 A 声级 dB (A)。

L_A ——通风机进气口 (或出气口) 的 A 声级 dB。

Q ——通风机测试工况点流量 m^3/min 。

P ——通风机测试工况点全压 Pa。

6.5 叶轮静、动平衡精度应不低于 G5.6 级, 对直径大于 100cm 的叶轮其平衡精度应不低于 G6.3。

6.6 叶轮超速试验

叶轮应在超过额定转速 20% 下至少运转 10min, 试验后铸造叶轮不应有裂纹和损坏, 铆接叶轮的前、后盘不应有裂纹和损坏, 铆钉不应有松动, 叶轮的尺寸变形量应小于 0.5%。

6.7 运转

风机额定工况下运转时应平稳, 不得有擦碰、不正常响声和剧烈振动等异常现象。

6.8 电机的防爆等级可分为 ExdIIA、ExdIIB 和 ExdIIC, 其中同等组别时 C 高于 B 高于 A; 同等级别时 T4 高于 T3。水力风机的防爆等级可达 CT6 级, 每种防爆等级可输送的易燃、易爆气体参见 GB3836.1-2000《爆炸性气体环境用电气设备》第 1 部分: 通用要求附录 B 中表 B。

6.9 空气动力性能

风机在额定流量时的压力值应不超过其额定压力值的数值:

- (1) 防爆风机-10%~+10%;
- (2) 非防爆风机-5%~+10%;
- (3) 水力风机-15%~+15%。

6.10 外观及尺寸检查

风机的外表面应清洁、平整、无压伤、凹凸不平和歪斜等缺陷，焊接处应修理平整光滑。尺寸应符合图纸要求。

7 型式试验

7.1 试验项目

7.1.1 型式试验项目一般应包括：

- (1) 主要零部件原物理性能试验；
- (2) 风机外观质量、外形尺寸检验；
- (3) 叶轮平衡试验；
- (4) 叶轮超速试验；
- (5) 运转试验；
- (6) 空气动力性能试验；
- (7) 噪声试验；
- (8) 自激振动试验；
- (9) 倾斜试验
- (10) 防爆性试验（防爆风机适用）。

7.1.2 试验项目的减免

- (1) 初次认可时一般应进行上述 7.1.1 条中所适用的全部试验项目，如满足以下条件，可以向本社书面申请减免部分试验项目，验船师应根据工厂的生产情况、产品的生产历史及使用记录等予以考虑，并将意见及制造厂书面申请一并传真总部建造/产品处，在获得总部建造/产品处的同意批复后方可对该试验项目予以减免；
 - ① 申请认可的制造厂能够提供近期内由技术权威机构（如国家质量技术监督局，或国防科技试验室等）出具的相应试验项目的试验报告；
 - ② 认可申请方能够提供近期内由 IACS 成员签署的相应试验项目的试验报告；
 - ③ 如该产品系申请认可的制造厂从其它工厂获得的技术出让或以授权方式生产，且技术出让或授权的工厂生产的该产品已经我社型式认可，则可在考核该申请方的制造能力、加工/装配水平后免除上述 7.1.1 条中的倾斜试验和防爆性试验项目。
- (2) 认可证书换新时的重新认可，如产品的设计未发生变更，且我社《规范》对该类型产品的技术要求无变化，可以免除部分型式认可试验项目，但 CCS 保留要求重新做型式试验的权力。

7.2 试验要求

7.2.1 试验场所

工厂的试验室/试验台如为认可试验的试验场所，应经本社验船师按照以下 7.2.2、7.2.3、7.2.4 条的要求核查并确认满意。否则，所有试验应在本社承认的验证、试验机构进行。

7.2.2 测量仪表

试验用测量仪表应具有计量检定证书并在有效期内，且试验仪表的精度应不低于 GB1236-2000《工业通风机用标准化风道进行性能试验》中的相关要求。

7.2.3 试验设备

制造厂应有足够规格的试验设备和满足试验要求的仪器、仪表。

7.2.4 试验人员

制造厂应有熟悉试验要求，能熟练进行空气动力性能试验的技术人员。

7.3 试验装置和试验方法

7.3.1 按 GB1236-2000《工业通风机用标准化风道进行性能试验》的规定执行。

7.3.2 主要零部件原材料理化性能试验

- (1) 范围：铸造叶轮需要进行原材料理化性能试验。（如采购的原材料或铸件系持有我社产品证书的除外）；
- (2) 取样：对叶轮铸件，如情况允许应尽量在验船师的亲自监督下在为申请方供货的铸造厂现场取样并封样，如现场取样确有不便，也可由已进货的铸件本体上所带的附铸试棒代替，试件表面应清洁并无任何涂层，无铸造缺陷；
- (3) 试验方法及结果判定应参照我社《材料与焊接规范》相关指南节的要求。

7.3.3 主要零部件的结构尺寸、外观及加工精度检查

- (1) 按照我社批准图纸及相关标准检查主要机加工部件的结构尺寸、外观及加工精度，对超差零件应判废处理；
- (2) 叶轮铸件表面应无缩孔、砂眼、裂纹、疏松及其它影响质量的缺陷。允许在不降低强度的情况下进行修补，但不允许用敲击堵塞、浸渗及涂漆的办法消除缺陷。有蜂窝状气孔缺陷的铸件不准补焊。

7.3.4 转子平衡试验

(1) 静平衡

风机的叶轮必须进行静平衡试验，采用单面静平衡的条件：

- ① 当最高工作转速 $n < 1500\text{r/min}$ ，叶轮宽度与叶轮直径 D 之比小于或等于 0.2 时；

- ② 当最高工作转速 $n \geq 1500 \text{r/min}$ ，叶轮宽度与叶轮直径 D 之比小于或等于 0.1 时静平衡设备可以满足所要求的平衡品质等级且只能进行单面平衡时。

(2) 动平衡

当转子不符合静平衡条件或图样明确规定需做动平衡时允许不平衡量按式 (1) 计算：

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

式中： e ——转子的允许质量偏心距， μm ，

M ——转子质量， kg 。

U ——转子的许用不平衡量， $\text{g}\cdot\text{mm}$

$$e = \frac{9550G}{n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

G ——平衡品质等级， mm/s ； n ——转子的最高工作转速， r/min

7.3.5 运转试验

运转试验的主要目的是检查风机的装配质量，风机在额定工况运转时应平稳、不得有擦碰，不正常响声和剧烈振动等异常现象。运转试验中，如出现异常振动、噪声或轴承温度过高等情况，应立即停止试验；在确认故障原因并消除后方可继续试验。

7.3.6 空气动力性能试验

- (1) 空气动力性能试验是为了测定风机在额定流量下：压力与轴功率之间的关系，以验证制造厂（认可申请方）提交的流量、压力、轴功率等性能曲线的准确性。性能试验应在运转试验合格后进行。
- (2) 试验工况点（测量点）的选取应尽可能接近规定值，但允许有一定的偏差：

- ① 试验时应从进口调节阀全开开始进行，一般至少选取规定流量范围内的就近五个工况点，但要保证所选取的测量点能够均匀分布在整个性能曲线上；
 - ② 如风机的设计压力（流量）范围很窄，也可酌情减少测量点的选取；
 - ③ 每个测量点应保持足够时间的稳定状态，以获得一致的结果和达到预期的精度。如制造厂作为认可试验场所，应能完成大纲规定的试验项目。CCS 将对其试验能力、检测手段以及试验人员情况等方面进行核查并确认满足要求。否则，试验应在 CCS 认为具备条件的场所进行。
- (3) 试验数据的测量在上条所述的每个试验工况点应测取以下数据：
- ① 进口压力
 - ② 进口静压
 - ③ 环境温度（如温差变化不明显可仅在试验过程中测量一次）
 - ④ 转速
 - ⑤ 电机功率（水力风机测量水压和流量）
 - ⑥ 振动
 - ⑦ 噪声
- (4) 试验数据分析

应将所测数据通过计算绘制出风机性能曲线图与制造厂（认可申请方）提交的性能曲线进行比较，在制造厂（认可申请方）给出的允许工作范围内，实测数据应与性能曲线基本吻合，且在额定工况点允差应满足 6.9 条要求。

7.3.7 噪声试验

- (1) 噪声试验可在运转试验或性能试验中穿插进行；

(2) 噪声测量点的位置按下述要求:

- ① 测点距进口中心距离 1m, 45° 角;
- ② 当风机的中心平面低于地面上 1m 时, 则测点高度为 1m;
- ③ 当风机的中心平面高于地面上 1m 时, 测点高度为风机的中心平面高度;
- ④ 当噪声试验在室内进行时, 测点应距离任一反射面 1m 以上。

(3) 所测噪声值应满足 6.4 条的要求。

7.3.8 自激振动试验

(1) 自激振动试验可在运转试验或性能试验中额定工况时穿插进行;

(2) 自激振动测试点可按如下方法选择:

- ① 可选择风机轴承端外壳及出口端法兰为主测点。
- ② 每个测点应测量 X、Y、Z 三个方向的振动烈度 V_{rms} (单位为 mm/s) 值。

(3) 所测得的振动烈度 V_{rms} 最大值应满足 6.3 条的要求。

7.3.9 倾斜试验

风机应在额定工况下横倾 15°, 左右各 30min; 纵倾 5°, 前后各 30min 正常运转。

7.3.10 防爆性试验

防爆通风机应在国家/或本社认可的防爆测试单位进行防爆试验, 并取得防爆合格证。

7.4 型式认可试验典型样机选取

7.4.1 初次认可时所选样机应覆盖工厂的加工能力、制造水平等, 一般应按

照申请认可的每一个型号产品按照流量大、小选取二台样机；如产品型号性能范围很窄，也可仅选择最大流量的一台样机。在选取样机时，可考虑到制造厂的市场销售及库存状况和已选定的试验场所的试验设备条件等情况；对于倾斜试验、防爆试验（防爆风机适用）同一系列抽其中 2 个型号进行。

7.4.2 重新认可时，可在每一系列产品中选取至少 2 个最具代表性的或市场需求量最大的型号/规格的风机作为样机。

8 出厂检验

只有已经制造厂检验/试验合格并已达到可交付状态的风机，方可申请我社产品检验。

8.1 对获得我社型式认可 B 的制造厂的产品单件/单批检验

8.1.1 检验项目应按照已在认可时获得批准的检验计划（质量控制计划中相关内容）进行，但至少应包括规定的如下检验项目：

- (1) 外观质量、尺寸检查；
- (2) 叶轮静或动平衡；
- (3) 叶轮超速试验（防爆风机每台必做）；
- (4) 运转试验。

8.1.2 上述试验可以由制造厂独立完成并出具完整的试验报告提交验船师审核；验船师按照每批/每规格至少抽验 5%、最少 1 台的原则随机选取该批风机中的部分产品进行上述外观、叶轮超速、运转试验项目的复验或在制造厂进行试验时现场见证；

8.1.3 每次申请单件/单批检验时同时提交该批产品的主要零部件原材料质量证明文件，由我社验船师进行审核。

8.1.4 船用防爆风机所使用的防爆电机应是我社认可的隔爆型、II 类电气设备，其防爆等级应满足所输送含有爆炸性气体的组级的要求。

8.2 对获得我社型式认可 A 的制造厂的产品检验

8.2.1 检验方式主要以报告审核为主，所有试验项目应由制造厂独立完成；制造厂应在交付产品前提交产品检验申请，并同时提交涵盖上述 8.1.1、8.1.4 中所有试验/检验项目的报告/记录/文件等，由我社验船师进行报告审核；

8.2.2 获得我社型式认可 A 的制造厂应按照《规范》第一篇第 3 章第 4 节的要求，按时申请我社进行定期审核。

8.3 对未获得我社认可的制造厂的产品单件/单批检验

8.3.1 检验内容应包括审图和型式试验。

8.3.2 审图

制造厂应按照本指南 4.1、4.2 条的要求准备图纸/技术资料，并提交我社审批/备查。

8.3.3 型式试验

对申请产品检验的风机，应至少每型号随机抽取 1 台进行本指南 7 条所要求的全部型式试验项目；

8.3.4 对未被抽取到的更替机应至少按照本指南 8.1 条的要求进行检验及试验。