

团 体 标 准

T/CSNAME 121—2024

船用风机能效基值与分级原则

Base value and classification principle for energy efficiency of marine fans

2024-12-28 发布

2025-03-28 实施

中国造船工程学会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：中远海运能源运输股份有限公司、武汉理工大学、上海亨远船舶设备有限公司。

本文件主要起草人：赵祖斌、耿佳东、石瑞、王献忠、秦攀峰、徐刚、孙嵘、杨斌、李彦璋、董早鹏、高星宇、梅良骊。

本文件为首次发布。



引 言

本文件是为了对船用风机进行能效分级，衡量船用风机能效水平而制定的。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到6.1～6.2与“ZL202311318509.6 一种船舶辅机设备能效优化管控系统及设备”“ZL202211494860.6 一种船用智能能效管理系统”“ZL202410926017.3 一种船用风机机组实船能效测量系统及计算方法”相关的专利使用。本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款或条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：中远海运能源运输股份有限公司。

地址：中国上海市虹口区东大名路670号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。



船用风机能效基值与分级原则

1 范围

本文件主要规定了船用风机(以下简称风机)能效基值与分级原则和能效计算。
本文件适用于集装箱船、油船、散货船等船舶的机舱风机、辅锅炉风机和惰气风机的能效评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 1236-2017 工业通风机用标准化风道性能试验
- GB/T 3235-2008 通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线
- GB 19761-2020 通风机能效限定值及能效等级

3 术语和定义

GB/T 1236-2017、GB/T 3235-2008 和 GB 19761-2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风机能效基值 energy efficiency benchmark value of fans
船用风机在 GB/T 1236-2017 规定的测试工况下的风机效率。

3.2

风机进口平面 fan inlet plane
风机进口法兰所处的平面,该平面与气流方向垂直。

3.3

风机出口平面 fan outlet plane
风机出口法兰所处的平面,该平面与气流方向垂直。

4 符号和定义

表 1 列出的符号和定义适用于本文件。

表 1 符号和定义

符号	定义	单位	符号	定义	单位
I_{in}	电机工作电流	A	p_{e2}	风机出口平面处静压(相对压力)	Pa
k_p	压缩性修正系数,根据风机型式参考 GB/T 1236-2017	—	p_{esg1}	风机进口平面处的全压(相对压力)	Pa
P_e	电机输入功率	kW	p_{esg2}	风机出口平面处的全压(相对压力)	Pa
P_{in}	风机轴功率	kW	p_F	风机压力(全压,相对压力)	Pa
P_{out}	风机输出功率	kW	q_{vsg}	风机进口或出口容积流量	m ³ /s
p_a	工作环境大气压力	Pa	U_{in}	电机工作电压	V
p_{d1}	风机进口平面处动压(相对压力)	Pa	η_m	电机效率	—
p_{d2}	风机出口平面处动压(相对压力)	Pa	$\cos\phi$	功率因数	—
p_{e1}	风机进口平面处静压(相对压力)	Pa	—	—	—

5 能效基值与能效分级

5.1 根据 GB 19761-2020 分析提出船用风机的能效基值(η_r)和分级方法,风机的能效基值和能效等级见表 2~表 4。



表2 离心风机 ($0.95 \leq \psi < 1.55$) 能效基值和能效等级

压力系数 ψ	比转速 n_s	能效基值 η_r																	
		No2<机号 ^a ≤No2.5			No2.5<机号≤No3.5			No3.5<机号≤No4.5			No4.5<机号≤No7			No7<机号≤No10			机号>No10		
		3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级
$1.35 \leq \psi < 1.55$	$45 < n_s \leq 65$	41%	58%	61%	44%	59%	62%	47%	60%	63%	51%	61%	64%	55%	64%	67%	56%	65%	68%
$1.05 \leq \psi < 1.35$	$35 < n_s \leq 55$	45%	62%	65%	48%	63%	66%	51%	64%	67%	55%	65%	68%	59%	68%	71%	60%	69%	72%
$0.95 \leq \psi < 1.05$	$10 \leq n_s < 20$	48%	65%	68%	51%	66%	69%	54%	67%	70%	58%	68%	71%	61%	70%	73%	64%	73%	76%
	$20 \leq n_s < 30$	49%	66%	69%	52%	67%	70%	55%	68%	71%	59%	69%	72%	62%	71%	74%	66%	75%	78%
注：以通风机最高效率点的压力系数作为该通风机的压力系数 ψ ，以通风机最高效率点比转速作为通风机比转速 n_s 。																			
^a 按GB 3235-2008中4.1的要求确定。																			

表3 离心风机 ($0.25 \leq \psi < 0.95$) 能效基值和能效等级

压力系数 ψ	比转速 n_s	能效基值 η_r								
		No2<机号<No5			No5≤机号<No10			机号≥No10		
		3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级
$0.85 \leq \psi < 0.95$	$5 \leq n_s < 15$	60%	72%	75%	65%	75%	78%	68%	78%	81%
	$15 \leq n_s < 30$	62%	74%	77%	67%	77%	80%	70%	80%	83%
	$30 \leq n_s < 45$	64%	76%	79%	69%	79%	82%	72%	82%	85%
$0.75 \leq \psi < 0.85$	$5 \leq n_s < 15$	58%	70%	73%	65%	75%	78%	68%	78%	81%
	$15 \leq n_s < 30$	60%	72%	75%	65%	75%	78%	68%	78%	81%
	$30 \leq n_s < 45$	63%	75%	78%	68%	78%	81%	71%	81%	84%
$0.65 \leq \psi < 0.75$	$10 \leq n_s < 30$	58%	70%	73%	62%	72%	75%	63%	73%	76%
	$30 \leq n_s < 50$	60%	72%	75%	65%	75%	78%	66%	76%	79%
$0.55 \leq \psi < 0.65$	$20 \leq n_s < 45$	62%	74%	77%	66%	76%	79%	70%	80%	83%
	$45 \leq n_s < 70$	63%	75%	78%	69%	79%	82%	72%	82%	85%

表 3 (续)

压力系数 ψ	比转速 n_s	能效基值 η_r								
		No2<机号<No5			No5≤机号<No10			机号≥No10		
		3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级
0.45≤ ψ <0.55	10≤ n_s <30	62%	74%	77%	66%	76%	79%	69%	79%	82%
	30≤ n_s <50	65%	77%	80%	69%	79%	82%	71%	81%	84%
	50≤ n_s <70	66%	78%	81%	70%	80%	83%	72%	82%	85%
0.35≤ ψ <0.45	50≤ n_s <65	67%	79%	82%	71%	81%	84%	73%	83%	86%
	65≤ n_s <80	No2≤机号<No3.5			No3.5≤机号<No5			72%	82%	85%
		3级	2级	1级	3级	2级	1级			
		61%	73%	76%	66%	78%	81%			
0.25≤ ψ <0.35	65≤ n_s <85	—			69%	79%	82%	71%	81%	74%

注：以通风机最高效率点的压力系数作为压力系数 ψ ，以通风机最高效率点比转速作为比转速 n_s 。

表 4 轴流风机能效基值和能效等级

轮毂比 γ	能效基值 η_r								
	No2.5≤机号<No5			No5≤机号<No10			机号≥No10		
	3级	2级	1级	3级	2级	1级	3级	2级	1级
$\gamma < 0.3$	55%	66%	69%	58%	69%	72%	60%	73%	76%
0.3≤ γ <0.4	57%	68%	71%	60%	71%	74%	62%	75%	78%
0.4≤ γ <0.55	59%	70%	73%	62%	73%	76%	64%	77%	80%
0.55≤ γ <0.75	61%	72%	75%	64%	75%	78%	66%	79%	82%

注：子午加速轴流通风机轮毂比 γ 按叶轮轮毂直径与叶轮叶片外径之比计算。

5.2 部分离心通风机能效基值应符合下列要求：

- 双吸入式离心通风机在稳定工作区内其效率 η_r 的 1 级和 2 级按表 2 和表 3 中的规定下降 1%，3 级下降 3%；
- 暖通空调用离心通风机在稳定工作区内其效率 η_r 的 1 级和 2 级按表 2 和表 3 中的规定下降 1%，3 级下降 3%；
- 当进口有进气箱时，在稳定工作区内其各等级效率 η_r 应按表 2 和表 3 中的规定下降 4%。

5.3 部分轴流通风机能效基值应符合下列要求：

- 当进口有进气箱时，按表 4 的规定下降 3%；
- $0.55 \leq \gamma < 0.75$ ，机号 $\geq \text{No}10$ 的通风机，当通风机出口带扩散筒时，效率值应不低于表 4 中的 3 级的规定，当风机出口无扩散筒时，各等级效率值应比表 4 中的规定提高 2%；
- 对动叶可调(在运行中完成动叶片角度同步调节功能)的轴流通风机，在进口无进气箱，出口无扩散筒条件下，效率值 1 级应不低于 89.5%，2 级应不低于 87%，3 级应不低于 82%；
- 可逆转轴流通风机，效率值按表 4 中的规定下降 8%。

6 能效计算

6.1 能效边界

风机能效传递与输入输出边界见图 1。风量和风压的测量平面位于风机进口主管路或者出口主管路。

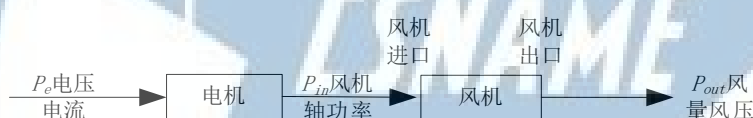


图 1 风机能效边界

6.2 能效计算

风机效率 η_r 按公式(1)计算：

$$\eta_r = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots\dots\dots (1)$$

其中 P_{in} 按公式(2)计算：

$$P_{in} = \eta_m \times P_e \dots\dots\dots (2)$$

电机输入功率 P_e 通过测量风机电机的输入电压 U_{in} 、电流 I_{in} 和功率因数 $\cos\phi$ 获得，按公式(3)计算：

$$P_e = \frac{\sqrt{3} \times U_{in} \times I_{in} \times \cos\phi}{1000} \dots\dots\dots (3)$$

风机输出有用功率 P_{out} 可以按公式(4)计算：

$$P_{out} = \frac{q_{vsg} \times p_F \times k_p}{1000} \dots\dots\dots (4)$$

风机压力 p_F 按公式(5)~(7)计算：

$$p_F = p_{esg2} - p_{esg1} \dots\dots\dots (5)$$

$$p_{esg1} = p_{d1} + p_{e1} \dots\dots\dots (6)$$

$$p_{esg2} = p_{d2} + p_{e2} \dots\dots\dots (7)$$

6.3 计算示例

船用风机能效计算示例见附录A。



附录 A
(资料性)
船用风机能效计算与能效分级(示例)

A.1 能效计算

某风机为B型轴流通风机，叶轮直径是1188 mm，轮毂直径640 mm，机号为No11.88，轮毂比为0.54。该风机运行时的能效相关数据见表A.1。

表A.1 计算示例风机测量、输入或读取的数据清单

序号	数据类型	数值
1	电机工作电流 I_{in}	40 A
2	电机工作电压 U_{in}	440 V
3	功率因数 $\cos \phi$	0.8
4	电机的效率 η_m	0.87
5	风机出口平面处的全压(相对压力) p_{esg2}	691.304 Pa
6	风机进口平面处的全压(相对压力) p_{esg1}	0 Pa
7	压缩性修正系数 k_p	0.998

其中 P_{in} 按公式(A.1)计算:

$$P_{in} = \eta_m \times P_e = 0.87 \times 24.387 = 21.217kW \dots\dots\dots (A.1)$$

电机输入功率 P_e 按公式(A.2)计算:

$$P_e = \frac{\sqrt{3} \times U_{in} \times I_{in} \times \cos \phi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \times 440 \times 40 \times 0.8}{1000} = 24.387kW \dots\dots\dots (A.2)$$

风机压力 p_F 按公式(A.3)~(A.5)计算:

$$p_{esg1} = p_{d1} + p_{e1} = 0Pa \dots\dots\dots (A.3)$$

$$p_{esg2} = p_{d2} + p_{e2} = 691.304Pa \dots\dots\dots (A.4)$$

$$p_F = p_{esg2} - p_{esg1} = 691.304Pa \dots\dots\dots (A.5)$$

风机输出有用功率 P_{out} 可以按公式(A.6)计算:

$$P_{out} = \frac{q_{vsg} \times p_F \times k_p}{1000} = \frac{21.304 \times 691.304 \times 0.998}{1000} = 14.398kW \dots\dots\dots (A.6)$$

风机效率 η_r 按公式(A.7)计算:

$$\eta_r = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{14.698}{21.217} = 69.27\% \dots\dots\dots (A.7)$$

A.2 能效分级

该风机运行时效率为 69.27%，机号为 No11.88，轮毂比为 0.54。根据表 4，该型风机的能效基值 3 级为 64%，2 级为 77%，1 级为 80%，因此该计算示例风机的能效等级为 3 级。