

团 体 标 准

T/CSNAME 120—2024

船用泵类设备能效基值与分级原则

Base value and classification principle for energy efficiency of marine pump equipment

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、天津泵业机械集团有限公司。

本文件主要起草人：王献忠、陈超、沈媛媛、秦攀峰、汪涵、鲍永义、冯荣业、魏成、董早鹏、高星宇、梅良骊、黄为北。

本文件为首次发布。



引 言

本文件是为了对船用泵类设备进行能效分级，衡量船用泵类设备能效水平而制定的。

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6.1～6.3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”“ZL202410200399.1 船舶海水冷却泵节能管控方法、系统、设备及存储介质”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。



船用泵类设备能效基值与分级原则

1 范围

本文件规定了船用泵类设备(以下简称泵类设备)的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、散货船等船舶的离心泵类设备的能效评价。

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。

JB/T 11706.1-2013 三相交流电动机拖动典型负载机组能效等级 第1部分:清水离心泵机组能效等级

3 术语和定义

JB/T 11706.1-2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

泵类设备能效基值 energy efficiency benchmark value of marine pump equipment
船用泵类设备在最高效率点输入功率与输入功率之比的百分数。

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
A_1	泵类设备进口面积	m^2	Q	泵类设备工作流量	m^3/s
A_2	泵类设备出口面积	m^2	U_{in}	工作电压	V
g	自由落体加速度	m/s^2	U_1	泵类设备进口流速	m/s
H	泵类设备的扬程	M	U_2	泵类设备出口流速	m/s
I_{in}	工作电流	A	Δz	泵类设备进出口高度差	M
n	转速	r/min	η	泵类设备能效	—
n_s	泵类设备的比转速	—	η_{pf}	泵类设备能效基值	—
P_{in}	泵类设备输入功率	W	η_0	未修正的泵类设备能效基值	—
P_{out}	泵类设备输出功率	W	$\Delta\eta$	泵类设备能效基值修正值	—
p_1	泵类设备进口压力	Pa	ρ	介质密度	kg/m^3
p_2	泵类设备出口压力	Pa	$\cos\varphi$	功率因子	/

5 能效基值与能效分级

5.1 能效基值

按照 JB/T 11706.1-2013, 未修正的泵类设备能效基值和泵类设备能效基值修正值见表 2、表 3 和表 4。

表 2 未修正的单级泵类设备能效基值

序号	流量 Q m^3/h	未修正的单级泵类设备能效基值	序号	流量 Q m^3/h	未修正的单级泵类设备能效基值
1	5	44.5%	15	200	74.3%
2	10	50.4%	16	300	75.6%
3	15	54.1%	17	400	77.1%
4	20	57.2%	18	500	78%
5	25	59.4%	19	600	78.6%
6	30	61.2%	20	700	79.3%
7	40	63.6%	21	800	79.8%
8	50	65.3%	22	900	80.1%
9	60	67.1%	23	1000	80.5%
10	70	68.4%	24	1500	81.4%
11	80	69.3%	25	2000	82%
12	90	70.2%	26	3000	82.8%
13	100	71.1%	27	4000	83.4%
14	150	73.1%	28	5000	83.8%
注 1：表中流量点之间的流量所对应的能效基值，可依据该流量上下流量点的能效基值进行线性插值法推算得出。					
注 2：单极双吸泵机组的流量指总流量。					

表 3 未修正的多级泵类设备能效基值

序号	流量 Q m^3/h	未修正的多级泵类设备能效基值	序号	流量 Q m^3/h	未修正的多级泵类设备能效基值
1	5	44.4%	13	100	67.6%
2	10	48.9%	14	150	70.1%
3	15	51.8%	15	200	71.7%
4	20	54.2%	16	300	74.1%
5	25	56.2%	17	400	75.6%
6	30	57.9%	18	500	76.5%
7	40	59.8%	19	600	77.1%
8	50	61.8%	20	700	77.8%
9	60	63.6%	21	800	78.1%
10	70	64.8%	22	900	78.5%
11	80	65.8%	23	1000	78.9%
12	90	66.7%	-	-	-
注：表中流量点之间的流量所对应的能效基值，可依据该流量上下流量点的能效基值进行线性插值法推算得出。					

表 4 泵类设备能效基值修正值

序号	比转速	泵类设备能效基值修正值	序号	比转速	泵类设备能效基值修正值
1	20	22.4%	20	130	0
2	25	17.9%	21	140	0
3	30	14.4%	22	150	0
4	35	12.1%	23	160	0

表 4（续）

序号	比转速	泵类设备能效基值修正值	序号	比转速	泵类设备能效基值修正值
5	40	10.3%	24	170	0
6	45	8.8%	25	180	0
7	50	7.4%	26	190	0
8	55	6.3%	27	200	0
9	60	5.3%	28	210	0
10	65	4.2%	29	220	0.2%
11	70	3.5%	30	230	0.5%
12	75	2.8%	31	240	0.7%
13	80	2.2%	32	250	0.9%
14	85	1.8%	33	260	1.2%
15	90	1.4%	34	270	1.3%
16	95	1.1%	35	280	1.5%
17	100	0.75	36	290	1.9%
18	110	0.4%	37	300	2.1%
19	120	0	-	-	-

注：表中比转速之间的比转速所对应的能效基值修正值，可依据该比转速的上下比转速的能效基值修正值进行线性插值法推算得出。

5.2 能效分级

参考 JB/T 11706.1-2013 的分级，泵类设备的能效分级见表 5。

表 5 泵类设备能效基值与能效等级

能效等级	能效基值
1	$\eta_{pf} + 1\%$
2	$\eta_{pf} - 1\%$
3	$\eta_{pf} - 6\%$

6 能效计算

6.1 能效边界

泵类设备能效边界见图 1 所示。

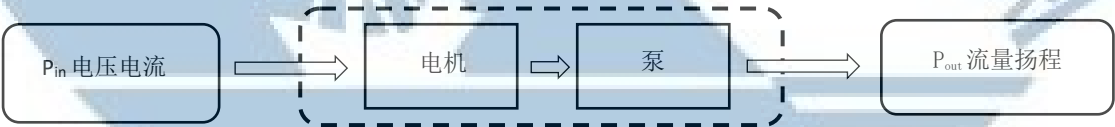


图 1 泵类设备能效边界

6.2 计算过程

泵类设备能效 η 按公式(1)计算：

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

泵类设备输入功率按公式(2)计算：

$$P_{in} = \sqrt{3}U_{in}I_{in}\cos\varphi \dots\dots\dots (2)$$

泵类设备的输出功率按公式(3)~(4)计算：

$$P_{out} = \rho gQH \dots\dots\dots (3)$$

$$H = \Delta z + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \dots\dots\dots (4)$$

其中 U_1 和 U_2 按公式(5)~(6)计算:

$$U_1 = Q / A_1 \dots\dots\dots (5)$$

$$U_2 = Q / A_2 \dots\dots\dots (6)$$

将公式(1)~(6)进行简化, 泵类设备能效 η 按公式(7)计算:

$$\eta = \frac{\rho g Q \Delta z + Q(p_2 - p_1) + \frac{1}{2} \rho Q^3 \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right)}{\sqrt{3} U_{in} I_{in} \cos \varphi} \dots\dots\dots (7)$$

6.3 能效基值计算

首先根据泵类设备工作流量 Q 查表1和表2获得未修正的泵类设备能效基值 η_0 , 然后根据泵类设备的比转速 n_s 查表3获得泵类设备能效基值修正值 $\Delta\eta$, 最后得出泵类设备能效基值 η_{pf} 。

泵类设备的比转速 n_s 按公式(8)计算:

$$n_s = \frac{3.65 n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots (8)$$

泵类设备能效基值 η_{pf} 按公式(9)计算:

$$\eta_{pf} = \eta_0 - \Delta\eta \dots\dots\dots (9)$$

6.4 计算示例

船用泵类设备能效计算示例见附录A。

附录 A
(资料性)
船用泵类设备能效计算与能效分级示例

A.1 计算参数

某船用低温淡水冷却泵为单级双吸清水离心泵, 流量 Q 为 $600\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 H 为 24m , 电动机功率为 55kW , 额定转速 n 为 1765 r/min 。

A.2 能效基值计算

计算过程如下:

- 根据泵类设备能效计算方法, 按公式(8)得到比转速 n_s 为 171.5 。
- 根据流量 Q 为 $600\text{m}^3/\text{h}$, 由表 2 查出, 未修正的单级泵类设备能效基值 η_0 为 78.6% 。
- 根据比转速 n_s 为 171.5 , 由表 4 查出泵类设备能效基值修正值 $\Delta\eta = 0$ 。

按照公式 (9), 计算出泵类设备能效基值 η_{pf} 为 78.6% 。

A.3 能效分级

按照表5, 计算出该泵类设备能效基值与能效等级如下:

- 3 级能效基值: $\eta_{pf} - 6\% = 72.6\%$;
- 2 级能效基值: $\eta_{pf} - 1\% = 77.6\%$;
- 1 级能效基值: $\eta_{pf} + 1\% = 79.6\%$ 。