附件7

|  |
| --- |
| 中国造船工程学会标准  《船用辅锅炉能效基值与分级原则》  编制说明  （征求意见稿）  2024年10月 |

**一、工作简况**

**（一）任务来源**

中国造船工程学会标准《船用辅锅炉能效基值与分级原则》（T/CSNAME 116-XXXX）由中船九江锅炉有限公司（以下简称九江锅炉）主编，编制时间为2024年3月-2024年8月。本团体标准为《绿色智能船舶排放监测与管控技术CBG4N21-1-4）》科研项目/实船项目成果的转化。

本标准根据中国造船工程学会《关于下达《深水锚桩安装作业规程》等13项团体标准计划的通知》（船会[2024]79号）于2024 年8月1日获准立项，由中国造船工程学会标准化学术委员会提出，由中国造船工程学会归口。

**（二）标准的研究、起草过程**

2024年3月-6月，中远海运能源运输股份有限公司成立标准编制组，根据绿色智能船舶排放监测与管控技术研究科研项目/实船项目，总结、整理了的相关工艺要求和技术参数，形成了标准草案。

2024年6月-8月，标准化学术委员会组织有关专家召开标准立项评审会，《船用辅锅炉能效基值与分级原则》正式立项，并于中国造船工程学会官网完成立项公示。

2024年8月-2024年9月，编制组对专家意见逐一进行讨论，一共23条意见，其中采纳23条。编制组根据意见修改完善标准形成征求意见稿和编制说明（征求意见稿）。

**二、标准编制原则及主要技术内容**

**（一）编制原则**

1.规范性

本标准按照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》和GB/T 20001.10-2014 《标准编写规则 第4部分：产品标准》进行编写。

2．先进性

本标准是在总结绿色智能船舶排放监测与管控技术研究项目船用辅锅炉相关内容并经实船测试试验验证的基础上取得的成果。

3.协调性

本标准提出的产品要求与国家、行业标准中的产品标准与船级社规范要求协调统一。

**（二）标准主要内容**

本文件规定了船用辅锅炉的能效基值与分级原则。

本文件适用于额定工作压力不大于2.2MPa,介质为水的液体燃料和气体燃料船用饱和蒸汽辅锅炉。

**（三）主要技术指标确定依据**

本标准的主要技术指标确定依据如下：

1）为研究确定船用辅锅炉能效（热效率）基值，主编单位调研了当前国内、国际主流品牌船用辅锅炉的主要技术性能指标，相关调研情况如下表：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 锅炉厂商 | 锅炉型号 | 蒸发量  （t/h） | 热效率  (%) | 备注 |
| 中船九江锅炉/中国 | MAC型 | 15－80 | 80.5 |  |
| MC型 | 1.5-14 | 78 |  |
| 阿法拉伐/瑞典 | D型 | 25－120 | 80.5 |  |
| OL型 | 12－55 | 78.5 |  |
| 扎克/德国 | FMB-VD型 | 25-110 | 81 |  |
| FMB-VS型 | 1-25 | 78 |  |
| 江林/韩国 | MD型 | 20-110 | 80.5 |  |
| PA型 | 1.6-8 | 78 |  |

2）根据以上调研结果，当前国内、国际主流品牌船用辅锅炉的热效值在78%－81%之间，故本标准第4章规定船用辅锅炉能效（热效率）基值为78%。并参照GB/T24500-2020《工业锅炉能效限定值及能效等级》的划分原则，本标准船用辅锅炉能效等级也分为3级，以基值为基础，每级之间相差2个百分点。

3）为鼓励使用本标准的各方采用先进技术不断提升辅锅炉热效率，实现节能减排的效果，本标准第5章规定对于1级能效等级的辅锅炉热效率比基值提高4-5个百分点。

**三、主要试验（验证）情况分析**

在“绿色智能船舶排放监测与管控技术研究项目”中，在中远海运能源运输股份有限公司所属“远南海”船上加装了能效监测系统。在一次监测试验中收集了2次不同时间段下的船用辅锅炉运行数据，分别在辅锅炉50%负荷和100% 负荷工况下，系统运行稳定后进行，获取时间为3h，且每5min获取一个数据。如表1和表2所示。

表1 第一批运行数据（50%负荷）

| 序号 | 雾化蒸汽流量 | 给水  温度 | 入炉冷空气温度 | 给水  流量 | 锅炉负荷 | 排烟温度 | 燃油温度 | 蒸汽压力 | 雾化蒸汽压力 | 烟气O2含量 | 燃油消耗量 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m3/h | ℃ | ℃ | m3/h | % | ℃ | ℃ | bar | bar | % | kg/h |
| 1 | 170.91 | 81.23 | 52.1 | 0.03 | 49.9 | 294.3 | 99.2 | 14 | 5.1 | 2.6 | 1225 |
| 2 | 169.84 | 81.18 | 52.09 | 0.03 | 51.2 | 294.6 | 99.1 | 14 | 5.1 | 2.5 | 1226.8 |
| 3 | 173.27 | 81.15 | 52.09 | 17.56 | 50.6 | 295.5 | 99 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1226 |
| 4 | 171.28 | 81.11 | 52.09 | 0.04 | 50.6 | 295.9 | 99.8 | 14.1 | 5.2 | 2.5 | 1226 |
| 5 | 173.43 | 81.07 | 52.07 | 23.57 | 50 | 296.1 | 100.4 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1225 |
| 6 | 171.17 | 81.16 | 52.09 | 11.54 | 51.4 | 296.5 | 100.8 | 14 | 5.2 | 2.4 | 1226.8 |
| 7 | 170.91 | 81.14 | 52.1 | 0.03 | 52 | 296.7 | 100.9 | 14 | 5.2 | 2.6 | 1227.4 |
| 8 | 170.19 | 81.12 | 52.12 | 0.04 | 53.9 | 297.3 | 100.9 | 14.1 | 5.2 | 2.5 | 1229.3 |
| 9 | 171.69 | 81.12 | 52.14 | 15.46 | 52.1 | 297.9 | 100.8 | 14.2 | 5.2 | 2.7 | 1227 |
| 10 | 173.41 | 81.16 | 52.1 | 41.79 | 50.2 | 299 | 100.5 | 14.2 | 5.2 | 2.5 | 1225.8 |
| 11 | 171.64 | 81.2 | 52.06 | 5.73 | 50.8 | 298.8 | 100.3 | 14.1 | 5.2 | 2.5 | 1226.2 |
| 12 | 171.64 | 81.15 | 52.07 | 0.03 | 52.6 | 298.9 | 100.2 | 14.1 | 5.2 | 2.4 | 1228 |
| 13 | 173.81 | 81.11 | 52.06 | 8.53 | 50.7 | 299.1 | 100.2 | 14.3 | 5.2 | 2.7 | 1226.1 |
| 14 | 174.79 | 81.16 | 52.03 | 35.32 | 48.2 | 299.2 | 100 | 14.3 | 5.2 | 2.2 | 1223.8 |
| 15 | 173.05 | 81.19 | 52.01 | 17.24 | 49.4 | 298.5 | 100.1 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1224.6 |
| 16 | 172 | 81.21 | 52.03 | 0.03 | 49.3 | 297.9 | 100.1 | 14.2 | 5.2 | 2.4 | 1224 |
| 17 | 171.91 | 81.2 | 52 | 12.71 | 49.5 | 297.7 | 100.2 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1224 |
| 16 | 172 | 81.2 | 52.03 | 29.66 | 49.2 | 297.1 | 100.3 | 14.1 | 5.1 | 2.6 | 1224 |
| 19 | 170.91 | 81.14 | 52.03 | 0.03 | 49.7 | 296.7 | 100.4 | 14.1 | 5.1 | 2.2 | 1224.8 |
| 20 | 172.8 | 81.14 | 52 | 1.79 | 49.7 | 296.7 | 100.4 | 14.1 | 5.2 | 2.5 | 1224.8 |
| 21 | 172.71 | 81.12 | 51.99 | 42.42 | 49.2 | 296.6 | 100.3 | 14.1 | 5.2 | 2.6 | 1224 |
| 22 | 172.65 | 81.1 | 52.01 | 0.04 | 50.8 | 296.6 | 100.3 | 14.1 | 5.2 | 2.3 | 1226.2 |
| 23 | 171.33 | 81.07 | 52.01 | 0.03 | 50.4 | 296.8 | 100.2 | 14.1 | 5.2 | 2.6 | 1225.6 |
| 24 | 173.29 | 81.07 | 52 | 18.74 | 48.8 | 297.3 | 99.5 | 14.3 | 5.2 | 2.5 | 1224.1 |
| 25 | 174.25 | 81.08 | 52.02 | 35.74 | 47.7 | 297.1 | 99.2 | 14.2 | 5.2 | 2.5 | 1223.2 |
| 26 | 173.14 | 81.09 | 52.03 | 0.04 | 49.4 | 296.2 | 99.1 | 14.1 | 5.1 | 2.4 | 1224 |
| 27 | 170.9 | 81 | 52.02 | 0.03 | 50 | 296.1 | 99.1 | 14.1 | 5.2 | 2.6 | 1225 |
| 28 | 173.83 | 81.01 | 52.03 | 31.16 | 49.4 | 296.4 | 99 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1224 |
| 29 | 173.32 | 81.07 | 52.03 | 29.13 | 49.7 | 296.5 | 99.1 | 14 | 5.1 | 2.7 | 1224.8 |
| 30 | 172.8 | 80.99 | 52.02 | 3.31 | 51.3 | 296.9 | 99.8 | 14.1 | 5.2 | 2.6 | 1227.3 |
| 31 | 173.11 | 80.96 | 52.03 | 31.7 | 50 | 297.3 | 99.9 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1225 |
| 32 | 170.9 | 81.07 | 52.03 | 5.44 | 51.2 | 297.5 | 100.4 | 14 | 5.2 | 2.6 | 1227 |
| 33 | 170.24 | 81.05 | 52.03 | 0.04 | 52.5 | 297.8 | 100.4 | 14 | 5.2 | 2.6 | 1227.8 |
| 34 | 172.73 | 81.01 | 52.07 | 34.58 | 50.6 | 299.1 | 100.5 | 14.3 | 5.2 | 2.6 | 1226.3 |
| 35 | 172.73 | 81.05 | 52.07 | 40.46 | 50.6 | 299.1 | 100.5 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1226.3 |
| 36 | 171.26 | 81.15 | 52.06 | 11.86 | 52.6 | 299.7 | 100.5 | 14.2 | 5.2 | 2.6 | 1227.8 |

表2 第二批运行数据（100%负荷）

| 序号 | 雾化蒸汽流量 | 给水  温度 | 入炉冷空气温度 | 给水  流量 | 锅炉负荷 | 排烟温度 | 燃油温度 | 蒸汽压力 | 雾化蒸汽压力 | 烟气O2含量 | 燃油  消耗量 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m3/h | ℃ | ℃ | m3/h | % | ℃ | ℃ | bar | bar | % | kg/h |
| 1 | 135.3 | 81.14 | 52.02 | 36.05 | 97.8 | 296.3 | 100.8 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2527.3 |
| 2 | 134.1 | 81.2 | 52 | 0.04 | 98.8 | 296.2 | 100.7 | 15.2 | 5.2 | 2.4 | 2528.3 |
| 3 | 135.6 | 81.22 | 51.99 | 0.03 | 98 | 296.2 | 100.6 | 15.3 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 4 | 133.98 | 81.15 | 52 | 30.75 | 97.6 | 295.7 | 100.5 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2524.6 |
| 5 | 134.5 | 81.2 | 51.99 | 42.54 | 98.2 | 295.6 | 100.4 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2525.2 |
| 6 | 133.2 | 81.26 | 52.01 | 13.76 | 97.8 | 295.7 | 100.1 | 15 | 5.2 | 2.3 | 2524.8 |
| 7 | 134.9 | 81.31 | 52 | 0.04 | 98.2 | 296.2 | 99.8 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525.2 |
| 8 | 136.1 | 81.3 | 51.99 | 0.02 | 98.6 | 296.2 | 99.6 | 15.2 | 5.2 | 2.4 | 2525.8 |
| 9 | 133.6 | 81.28 | 52 | 0.03 | 97.7 | 296.2 | 99.5 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2524.8 |
| 10 | 135.3 | 81.28 | 51.96 | 26.54 | 97.7 | 296.1 | 99.4 | 15.2 | 5.2 | 2.4 | 2524.8 |
| 11 | 134.1 | 81.28 | 51.97 | 42.81 | 98 | 296.1 | 99.4 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 12 | 133.7 | 81.32 | 51.99 | 16.24 | 97.8 | 295.7 | 99.3 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2524.7 |
| 13 | 133.2 | 81.3 | 52 | 0.04 | 98.2 | 295.6 | 99.2 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525.2 |
| 14 | 133.4 | 81.23 | 52 | 3.84 | 96.5 | 295.4 | 99.1 | 15.2 | 5.1 | 2.2 | 2519.5 |
| 15 | 133.5 | 81.25 | 52.01 | 31.81 | 96.5 | 295.3 | 99.1 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2519.5 |
| 16 | 132.6 | 81.37 | 52 | 18.98 | 98.2 | 295.1 | 99.2 | 15 | 5.2 | 2.1 | 2525.2 |
| 17 | 133.1 | 81.37 | 51.99 | 1.35 | 98.2 | 295.2 | 99.2 | 15.1 | 5.2 | 2.2 | 2525.2 |
| 16 | 132.6 | 81.39 | 52 | 0.03 | 97 | 295.3 | 99.2 | 15.2 | 5.2 | 2.1 | 2523.7 |
| 19 | 133.2 | 81.38 | 51.99 | 0.04 | 98 | 295.3 | 99.3 | 15.2 | 5.1 | 2.2 | 2525 |
| 20 | 132 | 81.37 | 52 | 0.04 | 98.2 | 295.2 | 100.2 | 15.1 | 5.2 | 2.5 | 2525.2 |
| 21 | 131.6 | 81.36 | 51.99 | 0.04 | 98.6 | 295.4 | 100.4 | 15.2 | 5.2 | 2.2 | 2526 |
| 22 | 132.3 | 81.29 | 52.07 | 39.95 | 98 | 295.5 | 100.9 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 23 | 132.4 | 81.32 | 52.07 | 42.52 | 97.9 | 295.4 | 101 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 24 | 132.3 | 81.28 | 52.04 | 0.97 | 98.2 | 295.3 | 101.1 | 15 | 5.2 | 2.1 | 2525.4 |
| 25 | 131.3 | 81.2 | 52.03 | 0.04 | 97.6 | 295.4 | 101.1 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2524.8 |
| 26 | 132 | 81.07 | 52.03 | 0.03 | 98 | 295.7 | 100.9 | 15.2 | 5.2 | 2.2 | 2525 |
| 27 | 133.7 | 81.07 | 52.06 | 24.83 | 98.1 | 295.9 | 100.7 | 15.3 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 28 | 134.5 | 81.12 | 52.05 | 42.66 | 97.9 | 296 | 100.4 | 15.3 | 5.2 | 2.3 | 2524.8 |
| 29 | 131.3 | 81.2 | 52.11 | 0.04 | 98.1 | 294.6 | 99.8 | 15.1 | 5.1 | 2.3 | 2525 |
| 30 | 131.9 | 81.19 | 52.11 | 0.03 | 97.8 | 294.5 | 99.7 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 31 | 131.9 | 81.21 | 52.08 | 17.37 | 96.2 | 294.7 | 99.6 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2523 |
| 32 | 130.9 | 81.23 | 52.1 | 0.03 | 98.9 | 294.3 | 99.2 | 15 | 5.1 | 2.3 | 2526.5 |
| 33 | 129.9 | 81.18 | 52.09 | 0.03 | 97.2 | 294.6 | 99.1 | 15 | 5.1 | 2.3 | 2524.2 |
| 34 | 133.3 | 81.15 | 52.09 | 17.56 | 98.6 | 295.5 | 99 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525.9 |
| 35 | 132.4 | 81.19 | 52.09 | 18.27 | 98.1 | 295.8 | 99.3 | 15.2 | 5.2 | 2.3 | 2525 |
| 36 | 131.3 | 81.11 | 52.09 | 0.04 | 98.6 | 295.9 | 99.8 | 15.1 | 5.2 | 2.3 | 2525.6 |

将以上数据代入本标准中的能效计算方法得到以下结果：

1）50%负荷下的辅锅炉热效率为81.6%。

2）100%负荷下的辅锅炉热效率为78.5%。

根据本标准中对辅锅炉能效基值与能效分级的要求，50%负荷下辅锅炉能效等级为2级，100%负荷下能效等级为3级。本次验证说明了本标准规定的能效基值与分级原则是合理的，能效计算方法是适宜的。

**四、标准中有关专利情况说明**

本标准不涉及相关知识产权。

**五、预期达到的经济社会效益**

当前，国内外均没有相关标准和规范对船用辅锅炉的能效基值进行限定，本标准率先提出了相关指标要求，将对未来船用辅锅炉的技术发展具有较强的引领性，以适用当前及未来船舶节能减排发展目标的要求，具有良好的经济社会效益。

**六、采用国际标准和国外先进标准情况**

无。

**七、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**八、贯彻学会标准的要求和措施建议**

主编单位和各起草单位将积极推进标准宣传和培训，配合学会开展标准宣贯、培训工作，使有关技术人员熟悉并掌握标准的各项技术要求，加强示范效应，让标准在行业内得到广泛推广和应用，使标准的应用落到实处。

主编单位和各起草单位将对《船用辅锅炉能效基值与分级原则》团体标准实施应用情况进行跟踪调查，及时发现标准执行过程中的问题，不断修改完善，提高标准水平，提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

**九、其它应予说明的事**

无。