



中 国 船 级 社

# 内河船舶能效设计指数（EEDI） 评估指南

二〇一二年七月

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 第 1 章 通 则        | 1  |
| 1.1 一般规定         | 1  |
| 1.2 定义           | 1  |
| 1.3 图纸资料         | 2  |
| 第 2 章 船舶能效设计指数评估 | 4  |
| 2.1 一般要求         | 4  |
| 2.2 能效设计指数前期评估   | 4  |
| 2.3 能效设计指数建造后评估  | 6  |
| 2.4 重新评估         | 10 |
| 附录 1 EEDI 技术案卷实例 | 11 |
| 附录 2 EEDI 试航测试报告 | 17 |
| 附录 3 EEDI 验证证明格式 | 24 |

# 第 1 章 通 则

## 1.1 一般规定

1.1.1 为指导评估内河船舶能效设计指数，制定《内河船舶能效设计指数（EEDI）评估指南》（以下简称“本指南”）。

1.1.2 本指南适用于以柴油机、气体燃料发动机作为主推进动力，400 总吨及以上的内河干散货船、集装箱船、液货船、客船和客滚船。尚不适用于柴油——电推进系统、及混合推进等非传统推进方式。干散货船、集装箱船、液货船、客船和客滚船的定义参见本社相关技术文件。

1.1.3 本指南适用于基于自愿原则提交的能效设计指数评估申请。

1.1.4 对于具有多用途的船舶，各用途下的能效设计指数均应进行计算评估。

1.1.5 船舶能效设计指数的评估结果应满足相关法规或本社规范的要求。

## 1.2 定义

1.2.1 就本指南而言，适用的有关定义如下：

（1）新船：系指本指南生效之日及以后安放龙骨或处于相似建造阶段的船舶。相似建造阶段是指在这样的阶段：

① 可以辨认出某一具体船舶建造开始；和

② 该船业已开始的装配量至少为 50t，或为全部结构材料估算重量的 1%，取较小者。

（2）现有船舶：系指非新船。

（3）载重吨：系指船舶在设计状态下在密度为  $1,000\text{kg/m}^3$  的水中满载吃水下的船舶排水量与空船重量之差。

（4）主机燃油消耗率：系指船舶主机在单位时间、单位功率下的燃油消耗量， $\text{g/kW} \cdot \text{h}$ 。

（5）辅机燃油消耗率：系指船舶辅机在单位时间、单位功率下的燃油消耗量， $\text{g/kW} \cdot \text{h}$ 。

（6）能效设计指数：系指船舶在设计状态下，根据本指南 2.2.1 中公式计算得出的能效设计指数， $\text{g/t} \cdot \text{nm}$ 。

（7）相同类型船舶：系指船型（以型线表示，如纵剖线图和横剖线图，但不包括鳍等附体结构）及主要细节与基础船舶相同的船舶。

（8）相似类型船舶：系指船型（以型线表示，如纵剖线图和横剖线图，但不包括鳍等附体结构）及主要细节大部分与基础船舶相同的船舶。

(9) 水池试验：系指模型拖曳试验包括阻力试验、自航试验和模型螺旋桨敞水试验。如果有文件证明数值模拟可等同于水池试验，则可用其代替水池试验。

(10) 船舶能效系统：系指与船舶能效设计指数（EEDI）值计算有关的设备、结构等，包括主机、辅机、载重吨（或总吨）、新能源设备、轴系、螺旋桨、废热利用、船舶阻力线型、结构等要素。

(11) 废热利用：系指系统使用来自发动机废气和冷却水余热来减少发动机能耗的方法和措施，如进行发电或加热燃油等。

(12) 节能设备：系指船上采用的较传统的方式节省能源的设备、装置等。

(13) 新能源、新技术：系指船舶采用后可降低船舶 CO<sub>2</sub> 排放的清洁能源或技术等，例如：太阳能、风能、降阻型涂料、技术和船体结构线型等。

### 1.3 图纸资料

1.3.1 为评估验证船舶的能效设计指数，申请方应提交能效设计指数（EEDI）技术案卷，其包括的信息至少有：

#### (1) 船舶能效设计说明书

① 推进和供电系统、发动机的细节以及总体情况；

② 在设计阶段估算的满载状态和满载试航条件下的功率曲线（kW-knot）、估算过程及方法，如不能直接获得能效设计指数（EEDI）规定工况下的航速，则应该采用标准的换算方法得到该工况下的功率曲线；

③ 节能设备或节能技术的说明文件；

④ 太阳能设备的设计说明书（如设有时）；

⑤ 燃料电池的设计说明书（如设有时）；

⑥ 废热回收系统的设计图纸和设计说明书（如设有时）；

⑦ 采用采用降阻型涂料、技术或工艺的技术文件、图纸（如设有时）。

#### (2) 船舶能效设计指数计算书

① 客船和客滚船的总吨，其他类型船舶的载重吨；

② 船舶空船重量和排水量表；

③ 主机和辅机的轴功率；

④ 主机在 75%额定功率（MCR）以及最大设计装载工况下的航速；

⑤ 主机在 75%额定功率（MCR）下的燃油消耗率（SFC）；

⑥ 在网发电机组原动机 50%标定功率值及此时的燃油消耗率值；

⑦ 获得的能效设计指数(Attained EEDI)的值。

(3) 相关技术案卷

为了确认主辅机燃油类别和燃油消耗率值，应提交经批准的主辅机 NO<sub>x</sub> 技术案卷副本（输出功率 130kW 及以上）。如在申请能效设计指数评估前，NO<sub>x</sub> 技术案卷还未经批准，则应提供制造商提供的试验报告，但在建造后试航评估时，应向评估机构提供一份经批准的 NO<sub>x</sub> 技术案卷的副本，如没有经批准的 NO<sub>x</sub> 技术案卷的副本，则试航验证需测试船舶的主辅机的燃油消耗率值。

(4) 本社认为必要的其他图纸和资料。

## 第 2 章 船舶能效设计指数评估

### 2.1 一般规定

2.1.1 内河船舶能效设计指数评估包括能效设计指数前期评估、建造后评估和重新评估。

2.1.2 内河船舶能效设计指数前期评估可结合船舶审图同步完成，建造后评估由审图验船师根据实船试航测试参数完成。

2.1.3 所有申请能效设计指数评估的船舶均应进行能效设计指数前期评估和建造后评估。

2.1.4 船舶能效系统发生改变时应进行重新评估。

2.1.5 建造后评估计算的船舶能效设计指数值为检验发证的依据。

### 2.2 能效设计指数前期评估

#### 2.2.1 内河船舶能效设计指数（EEDI）值的计算

内河船舶能效设计指数（EEDI）是衡量船舶 CO<sub>2</sub> 排放的指标，按下式计算（按四舍五入，取小数点后 3 位）：

$$Attained\ EEDI = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE(i)} \cdot C_{FAE(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE(i)} \cdot C_{FAE(i)}}{Capacity \cdot V_{ref}}$$

式中：Attained EEDI——达到的能效设计指数，g/t·n m；

$n_{ME}$ ——主机台数；

$P_{ME(i)}$ ——主机功率，单位为千瓦（kW）；

$SFC_{YME(i)}$ ——第  $i$  台主机在 75% 额定功率下的燃油消耗率，对单一气体燃料发动机此值为 0，单位为克每千瓦时（g/kW·h）；

$SFC_{QME(i)}$ ——第  $i$  台主机在 75% 额定功率下的气体燃料消耗率，对单一燃油发动机此值为 0，单位为克每千瓦时（g/kW·h）；

$C_{YME(i)}$ ——第  $i$  台主机所用燃油的 CO<sub>2</sub> 转换系数，根据表 2.2.1 选取；

$C_{QME(i)}$ ——第  $i$  台主机所用气体燃料的 CO<sub>2</sub> 转换系数，根据表 2.2.1 选取；

$n_{AE}$ ——在网辅机台数；

$P_{AE(i)}$ ——船舶辅机功率，单位为千瓦（kW）；

$SFC_{YAE(i)}$ ——与  $P_{AE(i)}$  相对应的辅机的燃油消耗率，对单一气体燃料辅机此值为 0，单位为克每千瓦时（g/kW·h）；

$SFC_{QAE(i)}$ ——与  $P_{AE(i)}$  相对应的辅机的燃油消耗率，对单一燃油辅机此值为 0，单位为克每千瓦时（g/kW·h）；

$C_{YAE(i)}$ ——第  $i$  台辅机所用燃油的 CO<sub>2</sub> 转换系数，根据表 2.2.1 选取；

- $C_{QME(i)}$ ——第  $i$  台辅机所用气体燃料的  $\text{CO}_2$  转换系数，根据表 2.2.1 选取；
- $n_{eff}$ ——船舶所采用的新能源、新技术的种数；
- $f_{eff(i)}$ ——第  $i$  种新能源、新技术的可获得性，对废热回收系统，取 1.0；对其他新能源、新技术，如燃料电池、太阳能发电等， $f_{eff(i)}$  的选取应经本社认可；
- $P_{eff(i)}$ ——由于采用第  $i$  种能效创新技术而减少的主机功率，kW；比如：燃料电池、太阳能、螺旋桨优化、线型优化等，如果此类能效创新技术用于了主机功率优选，则不可在此重复计入；
- $P_{AEff(i)}$ ——由于采用第  $i$  种电力能效技术（如太阳能发电、废热利用等）而产生的船舶电站功率可以减少的辅机功率，kW；
- Capacity——载运能力，对于干散货船、液货船（包括化学品船、油船、LPG 船）、气体运输船、滚装货船和普通货船，船舶设计载重吨应用作载运能力，对于集装箱船，船舶设计载重吨的 70%应用作载运能力；对于客船、客滚船，船舶总吨应用作设计载运能力；
- $V_{ref}$ ——在无风无浪的平静水域下，船舶在满载工况（载运能力）及主机按 75%额定功率推进的情况下在深水航速，单位为节，knot。

注 1：若船舶正常航行时由轴带发电机替代辅机，则对该部分功率使用  $\text{SFC}_{ME}$  和  $\text{C}_{FME}$  替代  $\text{SFC}_{AE}$  和  $\text{C}_{FAE}$ 。

不同燃料的  $\text{CO}_2$  转换系数  $C_F$  表 2.2.1

| 燃料类型         |    | 碳当量   | $\text{CO}_2$ 转换系数 $C_F$ |
|--------------|----|-------|--------------------------|
| 柴油/汽油        |    | 0.875 | 3.20600                  |
| 轻燃油          |    | 0.86  | 3.15104                  |
| 重燃油          |    | 0.85  | 3.11440                  |
| 液化石油气<br>LPG | 丙烷 | 0.819 | 3.00000                  |
|              | 丁烷 | 0.827 | 3.03000                  |
| 液化天然气（LNG）   |    | 0.75  | 2.75000                  |

## 2.2.2 主辅机燃油消耗率的确定

2.2.2.1 130kW及以上的主辅机的燃油消耗率应源自经批准的 $\text{NO}_x$ 技术案卷。

2.2.2.2 对于技术条件与母型机不同的成员机，应进一步考虑如何确定其燃油消耗率值。

例如，可使用在制造商的试验台架上测得的燃油消耗率值。

2.2.3 用于能效设计前期评估的功率曲线应基于水池试验的可靠结果，为保证水池试验结果的可靠性，水池试验应由本社认可的机构开展。对于相同/相似类型船舶，可基于技术论据来免除单个船舶的水池试验，例如水池试验结果的可用性。

## 2.2.4 主机功率 $P_{ME(i)}$

$P_{ME(i)}$  取值为每台主机额定功率（MCR）的 75%。该 MCR 值应为《国际防止发动机大气污染证书》（EIAPP 证书）上的规定值。若主机不要求具有 EIAPP 证书，则应选取主机铭牌上的 MCR 值。

若安装了轴带发电机，则计算  $P_{ME(i)}$  的最大允许减除量应不超过 2.2.5 定义的  $P_{AE(i)}$  值，此时，按公式（3）进行计算。若安装的主机的功率高于推进系统通过技术手段验证所限定的输出功率时，则  $P_{ME(i)}$  的值应为所限定的功率的 75%。

$$P_{ME(i)} = 0.75 \times (MCR_{ME(i)} - p_{PTO(i)}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

图 2.2.4 给出了主机功率  $P_{ME(i)}$  的确定方法。

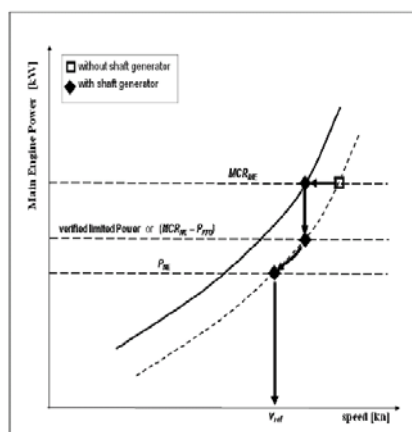


图 2.2.4 主机功率  $P_{ME(i)}$  的确定

## 2.2.5 辅机功率

辅机功率主要指航行所需的原动机的功率，不包括燃油锅炉的功率，其取值为船舶正常航行时所需的第  $i$  台在网发电机组原动机 50% 标定功率值。当航行所需的发电机仅由主机驱动（如主机自由端带发电机或轴带发电机）时， $P_{AE(i)}$  使用参数  $P_{PTO}$ 。

## 2.2.6 轴带发电机功率 $P_{PTO}$

若安装了轴带发电机，则轴带发电机功率（ $P_{PTO(i)}$ ）是每台轴带发电机的额定电功率输出的 75%。

## 2.3 能效设计指数建造后评估

2.3.1 内河船舶能效设计指数建造后评估时所有需要测试的项目在船舶试航（交船前）时完成。

2.3.2 试航前，申请方应向验船师提交能效设计指数（EEDI）试航评估申请、载重吨/总吨、以及必需的  $NO_x$  技术案卷副本。

### 2.3.3 验船师应参加试航并确认：

（1）推进和供电系统、发动机的细节以及新节能设备及能效设计指数（EEDI）技术案卷中描述的其他相关项；



- (2) 吃水和纵倾;
- (3) 环境状况, 包括风速、风向、环境温度、江水温度、湿度、大气压力;
- (4) 航速;
- (5) 主机、辅机的轴功率;
- (6) 主机、辅机的燃油消耗率。

2.3.4 满载下的吃水和纵倾应通过在试航前进行的吃水测量进行确认, 且吃水和纵倾应尽可能接近用于估算功率曲线的假定条件。

### 2.3.5 参数测量

#### 2.3.5.1 主机功率 (PME) 测量

(1) 主机轴功率可采用测量扭转应变方式测量轴扭矩、脉冲式仪表测量主机 (传动轴) 转速, 并据此推算出轴功率和主机功率, 或通过其他认可方法测量。

(2) 测试工况一般定为主机 50%MCR、75%MCR、90%MCR 和 100%MCR, 也可经船厂和申请方协商一致后确定, 但不得少于 3 种工况, 且必须包括主机 75%MCR 这一工况。

#### 2.3.5.2 辅机功率 (PAE) 测量

可采用 2.3.5.1 的方法或电能分析仪测量发电机电负荷的方式来取代柴油机功率测量, 测试工况为发电机组原动机 50% 标定功率。

#### 2.3.5.3 燃油消耗率 (SFC) 测量

(1) 如船舶主辅机没有经批准的  $\text{NO}_x$  技术案卷或其副本, 则需要实船测试其燃油消耗率值。

(2) 主辅机燃油消耗率的测量应与其功率测量同步进行, 且测试工况相同; 根据得到的主机燃油消耗率曲线得到主机在 75% 额定功率下的燃油消耗率值。

(3) 主辅机燃油消耗率可直接测量, 或采用燃油消耗量换算的方法间接测量。

(4) 如采用燃油消耗量换算的方法间接测量, 则:

① 主辅机燃油消耗量测量应与主、辅机功率测量同步进行。

② 测量前, 应检查主辅机油耗测量系统无燃油渗漏, 发动机回油系统改造正确, 避免产生计量误差。

③ 可采用容积或质量流量计测量单位时间内的燃油消耗量, 如采用容积式测量燃油消耗量, 应在测量前、后各测量一次燃油密度, 取其平均值。

④ 测量燃油密度时, 应保证取样时的燃油温度尽可能接近通过流量计时的燃油温度, 以保证燃油消耗换算的准确。

⑤ 测量数据记录按 2.3.5.4 (2) 和 (3) 进行。

⑥ 根据测得的燃油消耗量和主辅机功率，可计算主辅机燃油消耗率：

$$g = \frac{G}{N_e}$$

式中：  $g$ ——燃油消耗率，  $g/(kW \cdot h)$ ；

$G$ ——每小时燃油消耗量，  $g/h$ ；

$N_e$ ——轴功率，  $kW$ 。

#### 2.3.5.4 测试要求及数据处理

(1) 测量时应保持柴油机运转平稳，转速波动应不大于  $\pm 1\%$ 。如测量发电机组电负荷，亦需保持负荷稳定，波动  $< 1\%$ 。

(2) 测试应在测试对象工况稳定，设备体系处于正常运转的技术状态进行，测试过程中不得对船舶航行状态和设备工况进行调整，每工况测试次数不少于 3 个航次，每航每工况次测量时间不少于 3min。

(3) 各测试工况下，计算各航次测试参数的算术平均值，如测试 3 个航次：

$$a_i = \frac{a_1 + 2a_2 + a_3}{4}$$

式中：  $a_i$ ——柴油机的测试工况  $i$ 。

2.3.5.5 为主机服务的辅机在参数（辅机功率、燃油消耗率）测量时尽量与主机同步测量。

#### 2.3.5.6 航速测量

(1) 船舶航速测量可采用 GPS 全球定位系统或叠标法。用 GPS 测量船舶航速时，在规定的转速工况下，船舶经过充分加速，在直航状态下航速稳定 2 分钟后，方可开始测试，测试时间不少于 3min。

(2) 如测试航段属分道航行区域，无法实现航迹重合，应尽可能遵循上行靠左、下行靠右的原则操纵船舶，使航迹尽量接近。

(3) 航速测量应与功率测试同步进行，且工况一致。

(4) 航速测量的具体要求可参照 GB/T3221 的相关规定执行，测速次数不少于三个航次，连续测得的各次航速采用再平均计算方法算出平均航速。

三航次之再平均航速：

$$V = \frac{V_1 + 2V_2 + V_3}{4}$$

四航次之再平均航速:

$$V = \frac{V_1 + 3V_2 + 3V_3 + V_4}{8}$$

式中:  $V$ ——航速, km/h;

$V_1$ ——船舶顺(逆)流航速, knot;

$V_2$ ——船舶逆(顺)流航速, knot;

$V_3$ ——船舶顺(逆)流航速, knot;

$V_4$ ——船舶逆(顺)流航速, knot。

(5) 除上述方法外, 亦可采用其他有效方法进行航速测量。

2.3.5.7 申请方应基于试航时测得的航速和主机功率制定功率曲线。

2.3.6 能效设计指数中参数测试要求

2.3.6.1 测试时, 船舶状态、水域及环境状况应符合 GB/T 3221、GB/T 3471 及其他相关标准或规范的要求。

2.3.6.2 测试所需的设备和仪器仪表应具备国家计量部门签发的合格证书, 且处于检定或测定有效期内。其他方配置的在线监测设备或仪表应有中华人民共和国制造计量器具许可证(CMC)标志。相关测试设备、仪表的准确度符合 GB/T3221 等标准的规定。

2.3.6.3 测试前, 应保证测量设备和仪器仪表处于完好状态, 测试设备和仪器仪表的安装调试, 应尽可能满足其说明书的要求或有关技术文件的规定和有关船用设备规范标准。

2.3.6.4 测试前, 应保证被测的动力设备处于完好或正常状态。

2.3.6.5 测试时, 应对测试的起/止时间、工况、燃料牌号、船舶状态(艏、舯、艉吃水)、水域条件(水深, 浪高, 顺、逆水或潮流)及环境状况(风力、风速、风向、温度、湿度, 大气压力)等进行明确记载。

2.3.6.6 应在测试对象工况稳定, 设备体系处于正常运转的技术状态进行测试记录, 测试过程中不对船舶航行状态和设备工况进行调整。

2.3.6.7 测量结束后, 申请方应整理出与船舶能效设计指数评估有关的技术文件和试验报告, 提交给验船师。

2.3.7 能效设计指数值修正

2.3.7.1 如果在前期评估阶段达到的能效设计指数使用的燃料消耗率值不是经批准的

NO<sub>x</sub> 技术案卷，则应使用批准的 NO<sub>x</sub> 技术案卷中的燃料消耗率值重新计算达到的 EEDI。如果船舶没有经批准的 NO<sub>x</sub> 技术案卷，则用实船测试的燃料消耗率值重新计算达到的 EEDI。

2.3.7.2 申请方对在试航时获得的功率曲线与设计阶段的估计功率曲线进行比较，如果两者之间有差异，则应按下述方法重新计算船舶的达到的能效设计指数值：

对于在满载状态下试航的船舶（如液货船），可根据测得到的功率-航速曲线，得出船舶在主机以 75%额定功率满载航行时的航速；对于在压载或部分压载下试航的船舶，应将测试得到的功率-航速曲线修正到满载状态下的功率-航速曲线，进而推算出船舶在主机以 75%额定功率满载航行时的航速。

图 2.3.7.2 给出航速修正的可能方法的举例。

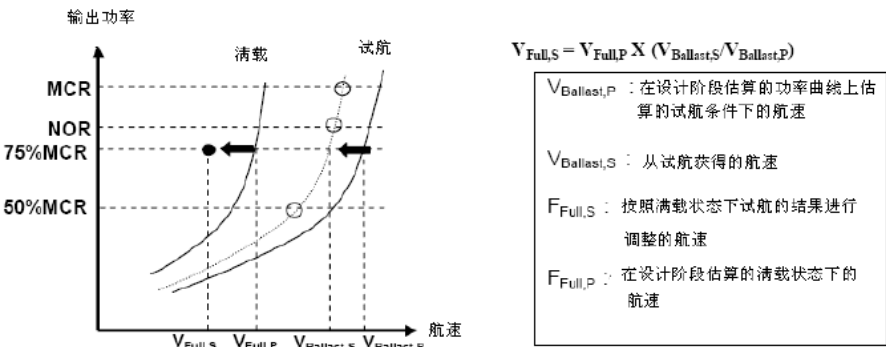


图2.3.7.2 可能的航速修正举例

2.3.7.3 若最终确定的载重吨/总吨与设计阶段 EEDI 计算时使用的的设计载重吨/总吨不同，则申请方应使用最终确定的载重吨/总吨重新计算达到的 EEDI，最终确定的总吨应在该船舶的吨位证书中确认。

2.3.7.4 经修订的能效设计指数（EEDI）技术案卷应提交本社以确认（经修订的）获得的能效设计指数（EEDI）是按照《内河船舶能效设计指数（EEDI）评估指南》进行计算的。

## 2.4 重新评估

2.4.1 对经过评估并满足相关能效设计指数要求的船舶，如在营运过程中发生下列任一情况时，应按本章 2.2 和 2.3 进行重新评估：

- （1）船舶能效设计指数计算式中涉及的有关参数发生变化时；
- （2）船舶能效设计指数评估中涉及的设备发生替代时；
- （3）船舶进行了重大改装而影响船舶能效系统时；
- （4）船舶应用新节能技术和设备时。

# 附录 1 EEDI 技术案卷示例

## （资料性附录）

### 1 数据

#### 1.1 一般信息

|      |       |
|------|-------|
| 造船企业 | XXX   |
| 船舶编号 | 12345 |
| 船舶类型 | 散货船   |

#### 1.2 主要船舶资料

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 总长                       | XXX m  |
| 垂线间长                     | XXX m  |
| 型宽                       | XXX m  |
| 型深                       | XXX m  |
| 载重线吃水                    | XXX m  |
| 总吨                       | 925    |
| 载重吨                      | 1550 t |
| 注：表中的吃水及载重吨应取自稳性资料/干舷计算。 |        |

#### 1.3 主机

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| 生产商                      | XXX            |
| 型 号                      | WD618.C-13     |
| 最大持续功率（MCR）              | 210kW×1500 rpm |
| 75%MCR 下的单位燃油消耗率         | 187.0 g/kWh    |
| 75%MCR 下的单位燃气消耗率         | 0              |
| 台 数                      | 2              |
| 燃料类型                     | 轻柴油            |
| 注：该部分数据应取自总布置和 NOx 技术文件。 |                |

#### 1.4 辅机

|               |              |
|---------------|--------------|
| 生产商           | XXX          |
| 型号            | XY2110C      |
| 标定功率（MCR）     | 22kW×1000rpm |
| 50%标定功率下燃油消耗率 | 220.0 g/kWh  |
| 50%标定功率下燃气消耗率 | 0            |
| 台数            | 2            |
| 正常航行时在网台数     | 1            |
| 燃料类型          | 轻柴油          |

1.5 轴带发电机（如适用）

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 轴带发电机编号                           |  |
| 制造厂                               |  |
| 功率 ( $P_{TO(i)}$ )                |  |
| $\eta_{SG}$                       |  |
| 注：轴带发电机编号应取自系统设计说明书；其他数据应取自制造厂文件。 |  |

1.6 航速

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 满载吃水时深水中 75%MCR 下的设计航速 | 14.75kn |
| 注：应取自功率曲线及其计算书。        |         |

2 推进系统和电力供应系统

2.1 原理图

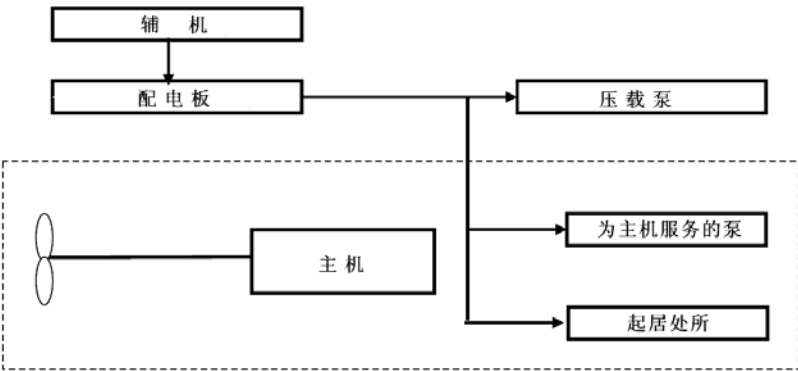


图1 推进和电力供应系统原理图

2.2 推进系统

2.2.1 主机

见 1.3。

2.2.2 螺旋桨

|      |         |
|------|---------|
| 类型   | 固定螺距螺旋桨 |
| 直径   | XX m    |
| 桨叶数量 | X       |
| 台数   | X       |

2.3 电力系统

2.3.1 辅机

见 1.4

2.3.2 发电机组

|      |                |
|------|----------------|
| 生产商  | XXX            |
| 额定功率 | 19 kW×1000 rpm |
| 台 数  | 2              |

3 设计阶段功率曲线估算过程（如有时）

功率曲线的估算基于模型试验结果。估算过程的流程见图 2。

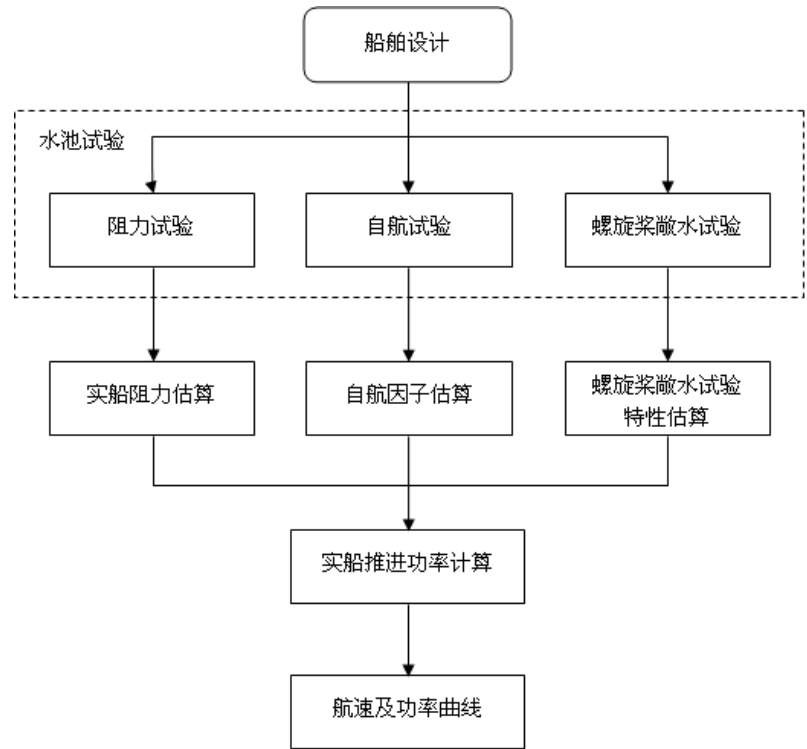


图 2 功率曲线估算过程流程图

4 节能设备描述

4.1 其效果在 EEDI 计算公式中表述为  $PAE_{eff}(i)$  和/或  $Pe_{eff}(i)$  的节能设备未知。

4.2 其他节能设备（若有）

4.2.1 舵鳍

4.2.2 毂帽鳍

.....

这些节能设备应出示每台设备或装置的规格书、原理图和/或照片等，或附上产品商业目录。

## 5 前期评估 EEDI 的计算

### 5.1 基本数据

| 船型  | 载重吨 (t) | 航速 $V_{ref}$ (kn) |
|-----|---------|-------------------|
| 散货船 | 1550    | 14.75             |

### 5.2 主机

| $MCR_{ME}$ (kW) | 轴带发电机 | $P_{ME}$ (kW) | 燃油类型 | $C_{FME}$ | $SFC_{ME}$ (g/kWh) |
|-----------------|-------|---------------|------|-----------|--------------------|
| 210             | 无     | 157.5         | 轻柴油  | 3.15104   | 187.0              |

### 5.3 辅机

| $P_{AE}$ (kW) | 燃油类型 | $C_{FAE}$ | $SFC_{AE}$ (g/kWh) |
|---------------|------|-----------|--------------------|
| 11.0          | 轻柴油  | 3.15104   | 220.0              |

### 5.4 电力创新技术

创新型电力辅机（如适用）

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 系统编号                           |  |
| 制造厂                            |  |
| 输出功率                           |  |
| 有效因数                           |  |
| 注：系统编号应取自系统设计说明书；其他数据应取自制造厂文件。 |  |

### 5.5 能效创新技术

减小主机推进功率的创新技术（如适用）

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 系统编号                           |  |
| 制造厂                            |  |
| 机械输出                           |  |
| 有效因数                           |  |
| 注：系统编号应取自系统设计说明书；其他数据应取自制造厂文件。 |  |



### 5.6 EEDI 的计算值

$$\begin{aligned}
 \text{Attained EEDI} &= \frac{\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE(i)} \cdot C_{FAE(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{\text{Capacity} \cdot V_{ref}} \\
 &= \frac{(2 \times 157.5 \times 3.15104 \times 187.0) + (11 \times 3.15104 \times 220.0) + 0 - 0}{1550 \times 14.75} = 8.451 \quad (g/(t \cdot nm))
 \end{aligned}$$

船舶能效设计指数前期评估结果为：*Attained EEDI*: 8.451  $g/(t \cdot nm)$

### 6 建造后评估 EEDI 的计算值

#### 6.1 功率曲线

设计阶段估算并在航速测试后修订的功率曲线见图 3，航速修正后为 14.25 节。

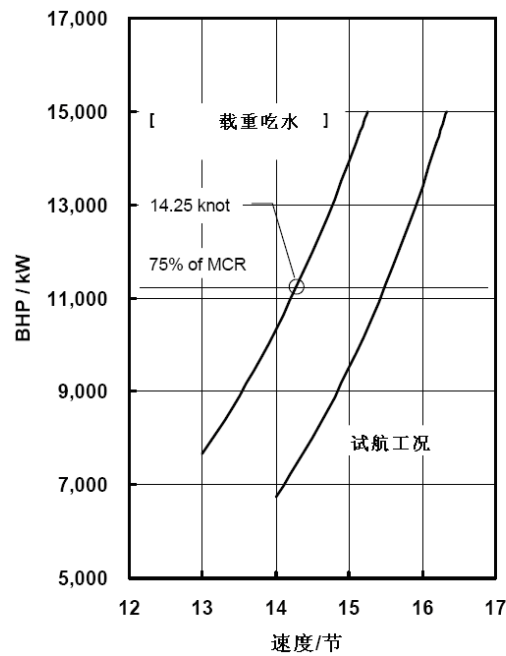


图3 功率曲线

#### 6.2 基本数据

| 船型  | 载重吨 (t) | 航速 $V_{ref}$ (kn) |
|-----|---------|-------------------|
| 散货船 | 1550    | 14.25             |

#### 6.3 主机

| $MCR_{ME}$ (kW) | 轴带发电机 | $P_{ME}$ (kW) | 燃油类型 | $C_{FME}$ | $SFC_{ME}$ (g/kWh) |
|-----------------|-------|---------------|------|-----------|--------------------|
| 210             | 无     | 157.5         | 轻柴油  | 3.15104   | 189.0              |

#### 6.4 辅机

| P <sub>AE</sub> (kW) | 燃油类型 | C <sub>FAE</sub> | SFC <sub>AE</sub> (g/kWh) |
|----------------------|------|------------------|---------------------------|
| 13.3                 | 轻柴油  | 3.15104          | <b>222.0</b>              |

#### 6.5 电力创新技术

创新型电力辅机（如适用）

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 系统编号                           |  |
| 制造厂                            |  |
| 输出功率                           |  |
| 有效因数                           |  |
| 注：系统编号应取自系统设计说明书；其他数据应取自制造厂文件。 |  |

#### 6.6 能效创新技术

减小主机推进功率的创新技术（如适用）

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 系统编号                           |  |
| 制造厂                            |  |
| 机械输出                           |  |
| 有效因数                           |  |
| 注：系统编号应取自系统设计说明书；其他数据应取自制造厂文件。 |  |

#### 6.7 EEDI 的计算值

$$\begin{aligned}
 \text{Attained EEDI} &= \frac{\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE(i)} \cdot C_{FAE(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{Capacity \cdot V_{ref}} \\
 &= \frac{(2 \times 157.5 \times 3.15104 \times 189.0) + (11 \times 3.15104 \times 222.0) + 0 - 0}{1550 \times 14.25} = 8.842 \quad (g / (t \cdot nm))
 \end{aligned}$$

船舶能效设计指数建造后评估结果为：Attained EEDI: 8.842 g/(t·nm)

## 附录 2 EEDI 试航测试报告 (资料性附录)

### 1 船舶基本信息表

#### 1.1 船舶

|        |  |       |  |
|--------|--|-------|--|
| 船 名    |  | 船舶类型  |  |
| 造船厂    |  | 船舶编号  |  |
| 总长(m)  |  | 型宽(m) |  |
| 型深(m)  |  | 吃水(m) |  |
| 载重吨(t) |  | 总吨(t) |  |

#### 1.2 主机

|                   |  |           |  |
|-------------------|--|-----------|--|
| 型 号               |  | 生产商       |  |
| 最大持续功率(kW)        |  | 额定转速(rpm) |  |
| 数量(台)             |  | 燃油/燃气类型   |  |
| 燃油/燃气低位热值 (KJ/kg) |  |           |  |

#### 1.3 辅机

|                   |  |           |  |
|-------------------|--|-----------|--|
| 原动机型号             |  | 原动机生产商    |  |
| 额定功率(kW)          |  | 额定转速(rpm) |  |
| 数量(台)             |  | 燃油/燃气类型   |  |
| 燃油/燃气低位热值 (KJ/kg) |  |           |  |
| 发电机型号             |  | 发电机生产商    |  |
| 发电机电力输出(v.Hz)     |  | 额定功率(kW)  |  |

#### 1.4 轴带发电机 (如适用)

|          |  |      |  |
|----------|--|------|--|
| 轴带发电机编号  |  | 制造厂  |  |
| 输出功率(kW) |  | 机械效率 |  |

#### 1.5 轴马达 (如适用)

|               |  |           |  |
|---------------|--|-----------|--|
| 轴马达编号         |  | 制造厂       |  |
| 输入功率(kW)      |  | 输出轴直径(mm) |  |
| 发电机型号         |  | 发电机制造厂    |  |
| 发电机电力输出(v.Hz) |  | 发电机效率     |  |

### 1.6 测试轴

|        |  |           |  |  |
|--------|--|-----------|--|--|
| 仪器安装位置 |  | 弹性模量(MPa) |  |  |
| 材 料    |  | 内/外直径(mm) |  |  |

## 2 测试数据

### 2.1 环境条件

|           |  |         |  |
|-----------|--|---------|--|
| 测试水域      |  | 测试日期    |  |
| 大气压力(kPa) |  | 环境温度(℃) |  |
| 能见度       |  | 水温度(℃)  |  |
| 相对湿度      |  | 水深(m)   |  |
| 风速(m/s)   |  | 风向(°)   |  |
| 水流速度(m/s) |  | 水流方向(°) |  |
| 波 高       |  |         |  |

### 2.2 船舶状态

|                      |  |         |  |         |  |
|----------------------|--|---------|--|---------|--|
| 艏部吃水(m)              |  | 舳部吃水(m) |  | 艉部吃水(m) |  |
| 排水量(m <sup>3</sup> ) |  | 纵倾(°)   |  |         |  |

### 2.3 主机燃油消耗量测试表

主机编号: \_\_\_\_\_

| 测试工况             | 50%MCR |   |   | 75%MCR |   |   | 90%MCR 或 NOR |   |   | 100%MCR |   |   |
|------------------|--------|---|---|--------|---|---|--------------|---|---|---------|---|---|
| 航 次              | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 |
| 起始时间             |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 终止时间             |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 持续时间 (min)       |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 流量计起始读数 (L)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 流量计终止读数 (L)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃油消耗量 (L/h)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃油消耗量 (kg/h)     |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 算术平均燃油消耗量 (kg/h) |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃油密度<br>(kg/m³)  | 测试前    |   |   | 测试后    |   |   | 平均值          |   |   |         |   |   |
|                  |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃油温度<br>(℃)      | 测试前    |   |   | 测试后    |   |   | 平均值          |   |   |         |   |   |
|                  |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |

## 2.4 主机燃气消耗量（消耗率）测试表

主机编号：\_\_\_\_\_

| 测试工况             | 50%MCR |   |   | 75%MCR |   |   | 90%MCR 或 NOR |   |   | 100%MCR |   |   |
|------------------|--------|---|---|--------|---|---|--------------|---|---|---------|---|---|
| 航 次              | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 |
| 起始时间             |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 终止时间             |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 持续时间 (min)       |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 流量计起始读数 (L)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 流量计终止读数 (L)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃气消耗量 (L/h)      |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃气消耗量 (kg/h)     |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 算术平均燃气消耗量 (kg/h) |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃气压力<br>(MPa)    | 测试前    |   |   | 测试后    |   |   | 平均值          |   |   |         |   |   |
|                  |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 燃气温度<br>(℃)      | 测试前    |   |   | 测试后    |   |   | 平均值          |   |   |         |   |   |
|                  |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |

2.5 辅机燃油/气消耗量（消耗率）测试表

辅机编号：\_\_\_\_\_

| 辅机工况        | 测试次数 | 起始时间 | 终止时间 | 持续时间(min) | 流量计<br>起始读数(L) | 流量计<br>终止读数(L) | 燃油/气消耗量<br>(L/h) | 燃油/气消耗量<br>的平均值 (L/h) | 燃油/气消耗量<br>的平均值 (kg/h) |
|-------------|------|------|------|-----------|----------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| 50%额定功率（油）  | 1    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
|             | 2    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
|             | 3    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
| 50%额定功率（气）  | 1    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
|             | 2    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
|             | 3    |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
| 燃油密度(kg/m³) |      | 测试前  |      |           | 测试后            |                | 平均值              |                       | /                      |
|             |      |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
| 燃气压力(MPa)   |      | 测试前  |      |           | 测试后            |                | 平均值              |                       |                        |
|             |      |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |
| 燃气温度(℃)     |      | 测试前  |      |           | 测试后            |                | 平均值              |                       |                        |
|             |      |      |      |           |                |                |                  |                       |                        |

## 2.6 主机功率测试

主机编号：\_\_\_\_\_

| 测试工况  | 50%MCR    |             |               |             | 75%MCR    |             |               |             | 90%MCR 或 NOR |             |               |             | 100%MCR   |             |               |             |
|-------|-----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------|
| 航次    | 电压<br>(v) | 扭矩<br>(kNm) | 转速<br>(r/min) | 轴功率<br>(kW) | 电压<br>(v) | 扭矩<br>(kNm) | 转速<br>(r/min) | 轴功率<br>(kW) | 电压<br>(v)    | 扭矩<br>(kNm) | 转速<br>(r/min) | 轴功率<br>(kW) | 电压<br>(v) | 扭矩<br>(kNm) | 转速<br>(r/min) | 轴功率<br>(kW) |
| 1     |           |             |               |             |           |             |               |             |              |             |               |             |           |             |               |             |
| 2     |           |             |               |             |           |             |               |             |              |             |               |             |           |             |               |             |
| 3     |           |             |               |             |           |             |               |             |              |             |               |             |           |             |               |             |
| 算术平均值 |           |             |               |             |           |             |               |             |              |             |               |             |           |             |               |             |

## 2.7 辅机功率测试

辅机编号：\_\_\_\_\_

| 测试方法 | 扭矩仪法（如适用） |             |               |             | 互感器法（如适用）         |                   |                   |               |
|------|-----------|-------------|---------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 测试次数 | 电压<br>(v) | 扭矩<br>(kNm) | 转速<br>(r/min) | 轴功率<br>(kW) | A 相电压/电流<br>(V/A) | B 相电压/电流<br>(V/A) | C 相电压/电流<br>(V/A) | 原动机功率<br>(kW) |
| 1    |           |             |               |             |                   |                   |                   |               |
| 2    |           |             |               |             |                   |                   |                   |               |
| 3    |           |             |               |             |                   |                   |                   |               |
| 平均值  |           |             |               |             |                   |                   |                   |               |



## 2.8 船舶航速测试

| 测试工况      | 50%MCR |   |   | 75%MCR |   |   | 90%MCR 或 NOR |   |   | 100%MCR |   |   |
|-----------|--------|---|---|--------|---|---|--------------|---|---|---------|---|---|
| 航次        | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 |
| 航向(°)     |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 持续时间(min) |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 航 速(kn)   |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |
| 静水航速(kn)  |        |   |   |        |   |   |              |   |   |         |   |   |

记录员\_\_\_\_\_

参加人员\_\_\_\_\_

附录 3 EEDI 验证证明格式（资料性附录）



中国船级社  
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

船舶能效设计指数（EEDI）验证证明

工作控制号\_\_\_\_\_

兹证明：应申请方申请，署名验船师根据中国船级社《内河船舶能效设计指数（EEDI）评估指南》的要求，对下述船舶的船舶能效设计指数计算过程、计算结果进行了核查和验证，相关内容如下：

1 船舶基本信息

|        |  |       |  |
|--------|--|-------|--|
| 船 名    |  | 船舶类型  |  |
| 造船厂    |  | 船舶编号  |  |
| 总长(m)  |  | 型宽(m) |  |
| 型深(m)  |  | 吃水(m) |  |
| 载重吨(t) |  | 总吨(t) |  |
| 船舶所有人  |  | 工作控制号 |  |

2 船舶能效设计指数（EEDI）值

前期评估的 EEDI 值：\_\_\_\_\_， g/t • nmile。

建造后评估的 EEDI 值：\_\_\_\_\_， g/t • nmile。

签发日期：\_\_\_\_\_

验 船 师：\_\_\_\_\_

单位公章：\_\_\_\_\_