指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD31-2022

中国船级社

内河船舶能效设计指数（EEDI）计算与验证指南

（2022）

2022 年12月15日生效

北 京

目录

第 1 章 通则 1

1.1 一般规定 1
1.2 定义 1

第 2 章 船舶能效设计指数（EEDI）的计算 3

2.1 船舶达到的 EEDI 计算公式 3
2.2 达到的 EEDI 计算参数 4
2.3 混合动力船舶达到的 EEDI 计算方法 9

第 3 章 能效设计指数（EEDI）电力负荷表的编制 10

3.1 一般要求 10
3.2 EEDI 电力负荷表 10
3.3 EEDI 电力负荷表数据 10
3.4 电力负荷表格式 14
3.5 示例 15

第 4 章 船舶达到能效设计指数（达到的 EEDI）的验证 18

4.1 一般规定 18
4.2 船舶达到的 EEDI 验证方案 18
4.3 数字化验证方案 19
4.4 CFD 验证方案 21
4.5 物理水池验证方案 24
4.6 物理水池+实船压载测试验证方案 26
4.7 实船满载验证方案 32
4.8 姐妹船 EEDI 验证 33
4.9 重新验证 33
4.10 EEDI 电力负荷表（EPT-EEDI）验证方法 33

附录 1 EEDI 技术案卷示例 36

附录 2 EEDI 试航测试报告 42

第 1 章 通则

1.1 一般规定

1.1.1 本指南适用于 400 总吨及以上的传统推进、电力推进或混合动力推进的内河和特定航线江海直达自航船舶。

1.1.2 对于具有多用途的船舶（如集散两用船），各用途下的能效设计指数（以下简称 EEDI）值均应进行计算评估。

1.1.3 对于航行于多航区、航段的船舶，计算最高等级航区、航段下的船舶 EEDI 值。航区、航段的等级从高到低依次为 J_1、J_2、A、B/C。

1.2 定义

1.2.1 本指南适用的有关定义如下：

（1）船型定义

1）干散货船：系指在舱内或甲板上主要载运干货（包括桶装液体货物）或散装干货的船舶。

2）集装箱船：系指其构造适合于在货舱内和在甲板上专门装载集装箱的船舶。

3）油船：系指适合于载运散装油类的货船。

4）化学品船：系指中华人民共和国海事局《内河散装运输危险化学品船舶法定检验技术规则》所适用的船舶。

5）客船：系指载运乘客超过 12 人的船舶。

6）客滚船：系指设有滚装处所的客船（车客渡船除外）。包括：Ⅰ型客滚船和Ⅱ型客滚船。

7）Ⅰ型客滚船：系指自始发港至终点港逆水延续航行时间超过 2h，设有滚装处所的客船（Ⅱ型客滚船除外）。

8）II 型客滚船：系指自始发港至终点港逆水延续航行时间超过 2h，且仅载运油箱内备有闪点大于 60℃（闭杯试验）自用燃油的载货汽车（不包括装载危险货物的货车）及全船载运的载货汽车司机和随车工作人员超过 12 人的客船。

9）商品汽车滚装船：系指专门载运新乘用车和新商用车的滚装货船。

10）LPG 运输船：系指中华人民共和国海事局《内河散装运输危险化学品船舶法定检验技术规则》所适用的用于 LPG 运输的船舶。

11）特定航线江海直达船：系指中华人民共和国海事局《特定航线江海直达船舶法定检验技术规则》适用的船舶。

（2）传统推进：系指以往复式内燃机为原动机且直接或通过齿轮箱与推进轴连接的一种推进方式。

（3）能效设计指数（EEDI）：系指船舶在设计载运能力和预定航速下单位运输功产生的二氧化碳（CO_2）排放量，g/t km。

（4）达到的船舶能效设计指数值（达到的 EEDI）：系指单一船舶实际达到能效设计指数（EEDI）

值。

（5）要求的船舶能效设计指数值（要求的 EEDI）：系指特定船型和吨位所允许达到的 EEDI 最大值。

（6）载重量(DWT)：系指船舶允许装载的货物、人员及其行李、燃料、滑油、淡水、粮食、备用品和供应品等的重量的总和，相当于船舶满载排水量与空船重量之差。

（7）总吨（GT）：按船舶适用的法规丈量的船舶总容积所确定的数值。

（8）PTH：系指轴带电机作为电动机单独推进的应急推进模式，轴带电机由发动机以外的动力源驱动。

（9）PTO：系指轴带电机工作于发电机模式，从主机吸收能量用于发电。

（10）Boost：系指轴带电机作为电动机与主机并车实现的混合推进模式，轴带电机由发动机以外的动力源驱动。

（11）并联混合动力船舶：系指船舶推进器的直接驱动力可由电动机和发动机同时供给的混合动力船舶。

（12）串联混合动力船舶：系指船舶推进器的直接驱动力只来源于电动机的混合动力船舶。其典型结构特点是发动机带动发电机发电，电能通过变流器驱动电动机，另外，储能系统可以单独向电动机提供电能驱动船舶行驶。

（13）同形船舶：系指除增加的船体特征（如鳍板）外，船型（以型线表示，例如型线侧视图和型线横剖图）和主要细节与母型船相同的船舶。

（14）相似船舶：系指船舶类型相同，并具有指具有相似的船体线型、相同数量的轴/螺旋桨，具有相似的船首形状（球艏、直艏、V 形艏等）和相似的船艉形状（双艉、双尾鳍、单艉、纵流形艉等）及附体布置，主要船型参数（长宽比 L/B、宽吃水比 B/T、方形系数 Cb）差异在 5%以内。

（15）姐妹船：系指采用同一套图纸、同一个检验机构进行审图和建造检验、同一个船厂进行建造、并采用同一厂家的同一型动力装置的船舶。

（16）水池试验：系指用于 EEDI 验证所需要的船模试验，包括阻力试验、螺旋桨敞水试验和自航试验。

（17）船舶能效系统：系指与船舶EEDI值计算有关的设备、结构等，包括主机、辅机、载重量（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。

（18）重大改建：系指对本指南适用船舶所作的下述改建：

①船舶的尺度或载重吨改变超过2%，或主推进装置总推进功率增加超过5%；或

②改变了该船的船型；或

③实质上改变了该船的能效并且该改装使得该船的能效超出了要求的船舶能效设计指数值。

（19）船舶能效设计指数（EEDI）数字化验证评估系统：系指 CCS 基于内河船舶快速性水池试验资料和实船试验测试资料研究提出的内河船舶航速预报方法，经过精度验证和可靠性分析后，将其应用于 EEDI 公式中 V_{ref} 的预报，并根据 EEDI 计算公式开发的船舶 EEDI 验证评估软件系统。

第 2 章 船舶能效设计指数（EEDI）的计算

2.1 船舶达到的 EEDI 计算公式

船舶达到的 EEDI 计算公式如下（按四舍五入，取小数点后 3 位）[1]：

$$\frac{f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot (SFC_{YME(i)} \cdot C_{FME(i)} + SFC_{QME(i)} \cdot C_{FME(i)}) + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot (SFC_{YAE(i)} \cdot C_{FAE(i)} + SFC_{QAE(i)} \cdot C_{FAE(i)}) - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{f_c \cdot Capacity \cdot V_{ref}}$$

式中：

n_{ME}——主机台数；

$P_{ME(i)}$——第 i 台主机功率的值，kW；

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

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

$C_{FME(i)}$——第 i 台主机所用燃料的 CO_2 转换系数，根据表 2.2.1 选取；

n_{AE}——在网辅机台数；

$P_{AE(i)}$——第 i 台辅机功率的值，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，g/kW h；

$SFC_{QAE(i)}$——与 $P_{AE(i)}$相对应的辅机的气体燃料消耗率，对单一燃油辅机此值为 0，g/kW h；

$C_{FAE(i)}$——第 i 台辅机所用燃料的 CO_2 转换系数，根据表 2.2.1 选取；

n_{eff}——船舶所采用创新型能效技术的种数；

$f_{eff(i)}$——第 i 种创新型能效技术的适用系数，对废热回收系统技术，取 1.0；对其他创新型能效技术等，$f_{eff(i)}$的选取应经 CCS 认可；

$P_{eff(i)}$——由于采用第 i 种能效创新型能效技术而减少的主机功率，kW；比如：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；

$P_{AEeff(i)}$——由于采用第 i 种创新型电力能效技术（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——船舶载运能力；

V_{ref}——船舶航速，km/h；

f_j——主推进装置功率修正系数；

f_c——舱容量修正系数。

[1]注：①若船舶正常航行时由轴带发电机替代辅机，则计算时该部分功率使用 SFC_{ME} 和 C_{FME} 替代 SFC_{AE} 和 C_{FAE}；
②若船舶安装了轴马达，则计算时该部分功率使用 SFC_{AE} 和 C_{FAE} 替代 SFC_{ME} 和 C_{FME}。

2.2　达到的 EEDI 计算参数

2.2.1 碳转换系数 C_F

碳转换系数 C_F 为消耗单位质量的燃料所排放的 CO_2 的量，用 t-CO_2/t-Fuel 表示，是无量纲系数。其下标 *ME*(*i*)和 *AE*(*i*)分别代表主机和辅机。C_F 是在确定 NOx 技术案卷或发动机排放技术案卷中包括的适用试验报告中 *SFC* 时所对应燃料的碳转换系数。不同燃料的 C_F 值见表 2.2.1。

不同燃料的 CO_2 转换系数 C_F 表 2.2.1

燃料类型	参照等级	低热值（kJ/kg）	碳当量	CO_2转换系数C_F (t-CO_2/t-fuel)
柴油/汽油	GB252-2015	42,700	0.875	3.206
液化石油气LPG	丙烷	46,300	0.819	3.000
	丁烷	45,700	0.827	3.030
液化天然气（LNG）	——	48,000	0.750	2.750
甲醇	——	19,900	0.3750	1.375
乙醇	——	26,800	0.5217	1.913

2.2.2航速V_{ref}

航速应为在无风无浪的平静水域下，船舶在2.2.3规定的载运能力及2.2.4规定的主机功率推进的情况下在可忽略浅水效应的水深（尽可能3倍吃水以上）中的航速。对于客船和客滚船，应为船舶满载时吃水下测得的航速。

2.2.3 载运能力（*Capacity*）

不同船型的载运能力确定如下：

——对干散货船、液货船(包括化学品船、油船、液化气体船）、滚装货船用载重量（DWT）表示；

——对集装箱船，应以70%DWT表示；

——对客船和客滚船，用总吨（GT）表示。

2.2.4 主机功率（$P_{ME(i)}$）

2.2.4.1传统推进模式

对于传统推进船舶，$P_{ME(i)}$取值为每台主机额定功率（MCR）的75%。该MCR值应为EIAPP证书或船机防止空气污染证书上规定的数值。若主机不要求具有EIAPP证书或船机防止空气污染证书，则应选取主机铭牌上的MCR值。

2.2.4.2 电力推进模式

对于采用电力推进系统的船舶，$P_{ME(i)}$应按下列公式计算：

$$P_{ME(i)} = 0.85 \times \frac{MPP_{Motor(i)}}{\eta_{(i)}}$$

式中：$MPP_{Motor(i)}$——为产品证书中马达的额定输出功率。

$\eta_{(i)}$为发电机、变压器、变流器和马达电效率（如必要，取加权平均效率）的乘积。计算达到

的EEDI时，$\eta_{(i)}$取91.3%，若取大于91.3%的值，则应通过测量获得，并经CCS批准的方法验证。

2.2.4.3 Boost模式

Boost推进模式下，如果轴带电机的能量来自蓄电池或超级电容，且蓄电池或超级电容的能量来自港口或码头岸电，则$P_{ME(i)}$取值为每台主机额定功率（MCR）的75%，同时应提供蓄电池或超级电容的容量及与岸电接口、PTI参数等，以便验证岸电的可获得性以及对船舶航行所需能量的支撑性。

如果轴带电机的能量来自能向推进和日常负载供电的船舶公共电站，在V_{ref}时$P_{ME(i)}$应按下列公式计算：

$$P_{ME} = \sum P_{ME(i)} + 0.85 \times \frac{MPP_{Motor(i)}}{\eta_{(i)}}$$

如果轴带电机的能量来自专供推进用的发电机组，在V_{ref}时$P_{ME(i)}$应按下列公式计算：

$$P_{ME} = \sum P_{ME(i)} + \sum P_{PTI(i),shaft}$$

式中$P_{PTI(i),shaft}$按照本指南2.2.4.6确定。

2.2.4.4 PTH模式

$P_{ME(i)}$按本指南2.2.4.2确定。

2.2.4.5 PTO模式

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%。有以下两种方案计算轴带发电机的影响：

方案1：计算P_{ME}的所有最大允许减除量应不超过本章2.2.5规定的P_{AE}值，此时，$P_{ME(i)}$按下式进行计算：

$$P_{ME(i)} = 0.75 \times (MCR_{ME(i)} - P_{PTO(i)})$$

式中：$P_{PTO(i)}$——为第i台轴带发电机的额定电功率输出的75%。

方案2：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%用于确定本章2.2.2定义的航速V_{ref}及EEDI计算。

图2.2.4.5 给出了主机功率$P_{ME(i)}$的确定方法。

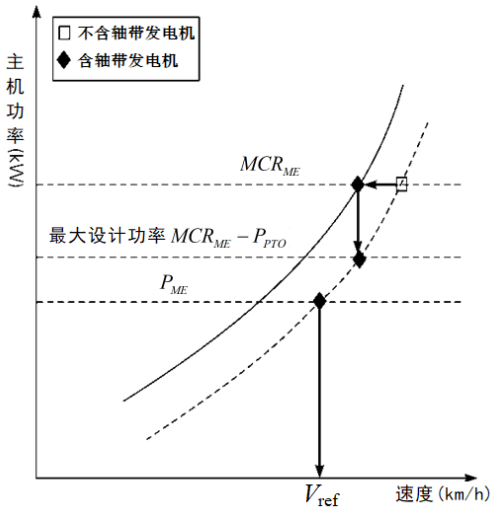


图 2.2.4.5　主机功率 $P_{ME(i)}$的确定

2.2.4.6 PTI模式

如安装了轴马达，则$P_{PTI(i)}$是每台轴马达的额定功率的75%除以发电机的加权平均效率，如下式所示：

$$\sum P_{PTI(i)} = \frac{\sum\left(0.75 \cdot P_{SM,\max(i)}\right)}{\eta_{\overline{gen}}}$$

式中：$P_{SM,max(i)}$——每台轴马达的额定功率；$\eta_{\overline{gen}}$——发电机的加权平均效率。

在V_{ref}时P_{ME}按下式计算：

$$P_{ME} = \sum P_{ME(i)} + \sum P_{PTI(i),shaft}$$

$$\sum P_{PTI(i),shaft} = \sum\left(P_{PTI(i)} \cdot \eta_{PTI(i)}\right)$$

式中：P_{ME}——主机功率的数值，kW；

$P_{PTI(i),shaft}$——每台轴马达输出功率的数值，kW；

$\eta_{PTI(i)}$——每台轴马达安装的效率。

当上述定义的总功率P_{ME}高于推进系统通过技术手段验证所限定输出功率的75%时，则应选用所限定功率的75%作为总推进功率用于确定本章2.2.2定义的航速V_{ref}及EEDI计算。此时SFC_{ME}•C_{ME}应取SFC_{AE}•C_{AE}的加权平均值。

如果船舶设有兼用的PTO和PTI，则应根据船舶在水上常规营运模式来确定在计算EEDI时P_{PTO}与P_{PTI}的取值。例如，若船舶在水上正常营运时该兼用系统是作为轴带发电机用，则计算该船EEDI时，公式中应使用P_{PTO}，而P_{PTI}为0。

如果在经验证的文件中明确给出轴马达系统链的效率，则计算时可考虑采用该轴马达系统链效率来代表从配电板到轴马达之间的设备能量损失。

2.2.5 辅机功率（$P_{AE(i)}$）

辅机功率系指为保障船舶在最大海况下以本章 2.2.2 定义的航速 V_{ref} 和本章 2.2.3 定义的载运能力 *Capacity* 营运时所用的原动机的功率，包括推进机械/系统和船上生活（如主机泵、导航系统和设

备及船上起居）所需的功率，但不包括不用于推进机械/系统（如侧推、货泵、起货设备、货物维护和货物处所通风机等）的功率。

$P_{AE(i)}$应使用船舶在 V_{ref} 时在电力负荷表中给出的所消耗电功率（不包括推进功率）除以功率加权的发电机平均效率进行估算（电力负荷表编制可参考本指南第 3 章）。对于客船以外的船型，也可采用下述方法确定：

（1）对于传统推进船舶，可采用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，当船舶带有轴带发电机时，P_{AE} 值为：

$$P_{AE} = \sum P_{AE(i)} + \sum P_{PTO(i)}$$

（2） 对于采用电推进系统的船舶的船舶，P_{AE}可取值为按本指南2.2.4.2确定的船舶总P_{ME}值的5%；

（3）对于采用并联混合动力推进系统的船舶，P_{AE}应为按本章2.2.4.3Boost模式下确定的总P_{ME}值的5%。

2.2.6 采用创新技术用于推进的功率（$P_{eff(i)}$）

$P_{eff(i)}$ 应为在P_{ME}状态下能效创新技术用于推进的输出功率。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。若船舶装有多台发动机，C_{FME}和SFC_{ME}应为所有主机的功率加权平均值。

2.2.7 采用创新技术减少的辅机功率（$P_{AEeff(i)}$）

$P_{AEeff(i)}$ 应为当船舶在P_{ME}状态下由于采用了创新型电力能效技术而减少的辅机功率。

2.2.8燃料消耗率（*SFC*）

2.2.8.1 单缸排量大于或等于30L的发动机

（1）对于按照《2008NO_x技术规则》的E_2或E_3试验循环发证的发动机，该发动机的单位燃油消耗值（$SFC_{ME(i)}$）为记录在NO_x技术案卷包括的试验报告中发动机75%MCR功率或额定扭矩时的燃油消耗值。

（2）对于按照《2008NO_x技术规则》的D_2或C_1试验循环发证的发动机，该发动机的单位燃油消耗值（$SFC_{AE(i)}$）为记录在NO_x技术案卷包括的试验报告中发动机50%MCR功率或额定扭矩时的燃油消耗值。

2.2.8.2 单缸排量小于30L的发动机

（1）对于按照GB15097-2016《船舶发动机排气污染物排放限值计测量方法（中国第一、二阶段）》E_2或E_3试验循环发证的柴油机，燃料消耗率（$SFC_{ME(i)}$）为记录在发动机排放技术案卷包括的试验报告中处于发动机75%MCR或额定扭矩时的单位燃料消耗量。

（2）对于按照GB15097-2016《船舶发动机排气污染物排放限值计测量方法（中国第一、二阶段）》D_2或C_1试验循环发证的柴油机，燃料消耗率（$SFC_{AE(i)}$）为记录在发动机排放技术案卷包括的试验报告中处于发动机50%MCR或额定扭矩时的单位燃油消耗量。

2.2.8.3 对于37kW及以上的主辅机的*SFC*值应源自经批准的NO_X技术案卷或发动机排放技术案卷，对NO_X技术案卷或发动机排放技术案卷中未列明燃料消耗率的主辅机，建议*SFC*取值依据台架试验报告或主辅机制造厂家出具的其他证明文件；37kW以下的主辅机，应使用由柴油机制造商规定的并

经主管机关或CCS签注的*SFC*值。

2.2.8.4 对于客船和客滚船，其燃料消耗率（SFC_{AE}）取记录在NO_X技术案卷或发动机排放技术案卷中处于发动机75%MCR或额定扭矩时的值。

2.2.8.5 对于电力推进船舶，发电机组原动机的燃料消耗率为记录在NO_x技术案卷或发动机排放技术案卷中处于发动机90%MCR或额定扭矩时的单位燃料消耗量。

2.2.8.6 如在设计阶段无法获得NO_x技术案卷或发动机排放技术案卷，则应使用生产厂家规定并经主管机关或CCS签注的*SFC*值。

2.2.8.7 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料消耗率值。例如，可使用在制造商的试验台架上测得的燃料消耗率值。

2.2.8.8 *SFC*值应为按GB/T 6072.1—2008和GB/T 21404—2008，使用燃油标准低热值（42 700 kJ/kg）修正到标准基准状况下的值。对于LNG发动机，以千焦每千瓦时（kJ/kW•h）计量的*SFC*应使用LNG的标准低热值（48 000 kJ/kg）修正为以克每千瓦时（g/kW•h）计量的*SFC*值。

2.2.9 主推进装置功率修正系数f_j

f_j是用于补偿船舶特殊设计因素的修正系数，其值按下式计算；如计算结果f_j< 0.7，则f_j = 0.7；如计算结果f_j> 1，则f_j = 1；对表格中没有包括的其他船型，f_j取 1.0。

$$f_j = \frac{\alpha}{Fn_{\nabla}{}^{\beta} \cdot C_b{}^{\gamma}}$$

$$Fn_{\nabla} = \frac{0.278 \cdot V_{ref}}{\sqrt{9.81 \cdot \nabla^{\frac{1}{3}}}}$$

式中：∇——船舶设计满载吃水下的型排水体积，m^3；

C_b——船舶设计满载吃水下的方形系数。

α、β、γ——按表 2.2.9 取值。

表2.2.9

航区（段）/船型	α	β	γ
J_1航段干散货船	0.41	0.70	0.45
珠江水系干散货船	0.27	1.20	0.34
京杭运河干散货船	0.07	2.60	0.80

2.2.10 舱容量修正系数f_c

（1）除本条（2）和（3）的情况外，f_c应取1.0；

（2）化学品船f_c具体计算如下：

$f_c = R^{(-0.7)} - 0.014$，当R<0.98时；或

$f_c = 1.0$，当R≥0.98时

式中：R——指船舶DWT（t）与液货舱总容积量(m^3)之间的比值。

（3）LPG运输船f_c按下式计算：

$$f_c = 0.7\Delta^{0.085}$$

式中：△为船舶在设计满载吃水下的排水量，t。

2.2.11 能效系数（$f_{eff(i)}$）

$f_{eff(i)}$反映任何能效创新技术的适用系数。对于废热回收系统，则取值为$f_{eff(i)}$=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CCS认可。

2.3 混合动力船舶达到的EEDI计算方法

2.3.1并联混合动力船舶，达到的EEDI计算方法为：

达到的EEDI=f_1×达到的$EEDI_{传统推进}$+ f_2×达到的 $EEDI_{Boost}$+ f_3×达到的 $EEDI_{PTH}$+ f_4×达到的 $EEDI_{PTO}$

式中：f_1、f_2、 f_3、 f_4分别为混合动力船舶在整个航线上各模式下的航行距离占比，f_1+f_2+ f_3+ f_4=1，应同时提交混合动力船舶在整个航线上各模式下航行距离的说明文件；

达到的 $EEDI_{传统推进}$、达到的$EEDI_{Boost}$、达到的 $EEDI_{PTH}$、达到的$EEDI_{PTO}$分别为混合动力船舶按照本指南2.1和2.2计算得到的EEDI值。

2.3.2串联混合动力船舶的达到的EEDI按照电力推进船舶计算方法执行。

第 3 章 能效设计指数（EEDI）电力负荷表的编制

3.1 一般要求

3.1.1 辅机功率 P_{AE} 的确定，同时应具备以下三个状态：

（1）无应急情况（如：火灾、浸水、全船失电和局部失电）；

（2）24h 的评估期限（考虑负荷间断使用）；

（3）船舶满载乘客和（或）货物及船员。

3.2 EEDI 电力负荷表

3.2.1 用于 EEDI 计算的电力负荷表应包括以下数据元素：

（1）负荷组；

（2）负荷描述；

（3）负荷标识标签；

（4）负荷电路标识；

（5）负荷机械额定功率 P_m，kW；

（6）负荷电动机额定输出功率，kW；

（7）负荷电动机效率 e；

（8）负荷额定电功率 P_r，kW；

（9）负荷使用系数 k_l；

（10）负荷连续使用系数 k_d；

（11）负荷间断使用系数 k_t；

（12）负荷总使用系数 k_u；

（13）使用负荷 P_{load}，kW；

（14）备注；

（15）组的必需功率，kW；

（16）辅机机械负荷功率 P_{AE}，kW。

3.3 EEDI 电力负荷表数据

3.3.1 负荷组

3.3.1.1 分组

将负荷放入规定的组内对辅助机械进行分类。分组如下：

A 组——用于船体、甲板、航行和安全的负荷；

B 组——用于推进作业辅助机械的负荷；

C 组——用于辅机和主机的负荷；

D 组——船舶通用负荷；

E 组——用于机舱和辅助机械处所通风的负荷；

F 组——用于空调的负荷；

G 组——用于厨房、制冷和洗衣间的负荷；

H 组——用于起居处所的负荷；

I 组——用于照明和插座的负荷；

L 组——用于娱乐的负荷；

M 组——用于货物的负荷；

N 组——其他负荷。

除 P_{AEeff}、轴马达和轴马达链外，所有船舶负荷应在文件中予以描述。对于组中所包括的其他负荷（例如：推力器、货泵、起货装置、压载泵、货物维护、冷藏集装箱和货舱风机），其负荷使用系数为 0。

3.3.1.2　A 组

A 组包括：

（1）用于船体的负荷包括外加电流阴极保护（ICCP）系统、系泊设备、各种动力操作门、压载系统、舱底水系统、防摇设备等典型系统和设备的负荷。压载系统的负荷使用系数显示为 0；

（2）甲板负荷包括甲板和阳台清洗系统、救助系统、起重机等典型系统和设备的负荷；

（3）航行负荷包括航行系统、内部和外部通信系统、操舵系统等典型系统和设备的负荷；

（4）安全负荷包括主动和被动消防系统、应急关闭系统、公共广播系统等典型系统和设备的负荷。

3.3.1.3　B 组

B 组包括：

（1）推进辅助用次要冷却系统，例如：轴带电动机专用低温冷却泵、推进变换器专用低温冷却泵、推进不间断电源（UPS）等；

（2）推进作业辅助机械还包括操纵助推设备，例如：操纵助推器及其辅助机械，但其使用系数应为 0。

B 组不包括：

（1）轴马达（$PTI_{(i)}$）和作为其组成部分的辅助机械（例如：轴马达自带冷却风机和泵等）；

（2）轴马达链的损耗和作为其组成部分的辅助机械［例如：轴马达变换器及其相关辅助机械（如变换器自带冷却风机和泵）的损耗；轴马达变压器及其相关辅助机械（如推进变压器冷却风机和泵）的损耗；轴马达谐波滤器及其相关辅助机械的损耗；轴马达励磁系统及其相关辅助机械消耗的功率等］。

3.3.1.4　C 组

C 组包括：

（1）冷却系统，即用于交流发电机或发动机冷却系统的泵（海水、淡水泵等）和风机；

（2）滑油和燃油供给、驳运、处理和储存系统；

（3）燃烧用空气供应通风系统等。

3.3.1.5　D 组

D 组包括提供通用负载的负荷，能在轴马达、主辅机以及起居支持系统之间共享。D 组包括的典型负荷为：

（1）冷却系统，即海水系统、淡水主循环系统；

（2）压缩空气系统；

（3）制淡装置；

（4）自动化系统等。

3.3.1.6　E 组

E 组包括为机舱和辅机舱提供通风的所有风机，典型负荷为：

（1）机舱送风机和抽风机；

（2）辅机舱送风机和抽风机。

E 组不包括：

（1）服务于起居处所或供给燃烧空气的所有风机；

（2）用于货舱通风的风机以及车库的送风机和抽风机。

3.3.1.7　F 组

空调系统的所有负荷，典型负荷为：

（1）空调冷却器；

（2）空调冷却和加热介质驳运和处理装置；

（3）空调空气处理装置；

（4）空调再加热系统及其相关泵等。

空调冷却器的负荷使用系数、负荷间断使用系数和负荷连续使用系数应设为 1（k_l=1、k_t=1 和 k_d=1）。但仅当热负荷耗散文件证实备用冷却器的数量时，k_d 应代表备用冷却器的使用（如果安装了四个冷却器，其中一个是备用冷却器，则备用冷却器 k_d=0，其余三个冷却器 k_d=1）。

3.3.1.8　G 组

与厨房、配餐间制冷和洗衣间服务相关的所有负荷，典型负荷为：

（1）厨房的各种机械、烹调设备；

（2）厨房的清洗机械；

（3）厨房辅机、冷库制冷系统包括制冷压缩机及其辅机、空气冷却器等。

3.3.1.9　H 组

与乘客和船员的起居负载相关的所有负荷，典型负荷为：

（1）船员和乘客的运输系统（升降机、自动扶梯等）；

（2）生活污水系统（黑水和灰水收集、驳运、处理、储存、排放）；

（3）垃圾系统（包括收集、驳运、处理、储存等）；

（4）生活用水驳运（盥洗热水和冷水的泵吸等）；

（5）处理装置、游泳池系统、桑拿、健身设备等。

3.3.1.10　I 组

与照明、娱乐和插座负载相关的所有负荷分为以下两个小组（应被主竖区分隔）：

第一组为以下处所的照明：

（1）居住舱室；

（2）走廊；

（3）控制站/梯道；

（4）公共处所/梯道；

（5）机舱和辅机舱；

（6）外部区域；

（7）车库；

（8）货物处所。

第二组为以下处所的电源插座负载：

（1）居住舱室；

（2）走廊；

（3）控制站/梯道；

（4）公共处所/梯道；

（5）机舱和辅机舱；

（6）车库；

（7）货物处所。

对复杂组（如居住舱室照明和电源插座的小组）进行计算时，应将其再划分成小组，并附上解释性说明（显示负荷的组成，如典型居住舱室的灯具、电视、吹发器、冰箱等）。

3.3.1.11　L 组

娱乐负载包括与娱乐负载相关的所有负荷，典型负荷为：

（1）公共处所音频和视频设备；

（2）剧院舞台设备；

（3）办公室 IT 系统；

（4）视频游戏等。

3.3.1.12　M 组

货物负荷包括：货泵、起货装置、货物维护、冷藏集装箱、货舱风机和车库风机。M 组的负荷使用系数应取 0。

3.3.1.13　N 组

N 组包括其他所有的与上述各组无关的负荷，正常航行时最大总负荷的计算应包含该组负荷。

3.3.2 负荷描述

对负荷进行识别和确定（如：海水泵）。

3.3.3 负荷标识标签

应按船厂的标准标签系统对负荷进行标识。例如：对示例船舶和船厂的“PT11 淡水泵”的标识标签是“SYYIA/C”。该数据为每一负荷提供唯一标识。

3.3.4 负荷电路标识

应提供负荷供电电路的标签。此信息有助于数据认证过程。

3.3.5 负荷机械额定功率（P_m）

电动机驱动的机械设备的额定功率。仅当驱动机械载荷（如风机、泵等）的电动机产生电负荷时，在文件中填入此数据。

3.3.6 负荷电动机额定输出功率

按制造商铭牌或技术规格书确定的电动机输出功率。此数据不参与计算，但可用于显示电动机—机械组合可能存在的超负荷。

3.3.7 负荷电动机效率（e）

仅当驱动机械载荷的电动机产生电负荷时，在文件中填入此数据。

3.3.8 负荷额定电功率（P_r）

典型为按制造商铭牌或技术规格显示的、在负载按其用途设计使用时吸收的最大电功率。当驱动机械载荷的电动机产生电负荷时，负荷额定电功率为 $P_r=P_m/e$。

3.3.9 负荷使用系数（k_l）

表征负荷吸收功率少于额定功率的减少量。例如：用电动机驱动机械载荷时，风机可设计成具备一定的功率裕量，使风机的额定机械功率超过其服务的管道系统要求的功率。

3.3.10 负荷连续使用系数（k_d）

若一项功能由一个以上负荷提供，应使用负荷连续使用系数。例如：当两台泵以工作/备用方式服务于相同管路，其 k_d 系数应各为 1/2。当三台压缩机服务于相同管路，一台工作而其余两台备用，k_d 系数应各为 1/3。

3.3.11 负荷间断使用系数 k_t

负荷间断使用系数基于船舶 24h 航行期间船厂对负荷工作时间的评估。例如：娱乐负荷在其功率下运行有限的一段时间（24h 中的 4h），则 k_t=4/24。

3.3.12 负荷总使用系数（k_u）

负荷总使用系数 k_u 按下式计算：

$$k_u=k_l \cdot k_d \cdot k_t$$

3.3.13 使用负荷（P_{load}）

使用负荷 P_{load} 为辅助机械负荷中单个负载功率，按下式计算：

$$P_{load}=P_r \cdot k_u$$

3.3.14 备注

应设置备注栏，以对负荷的分组和计算进行解释。

3.3.15 组的必需功率

A 组～N 组的“使用负荷”的总和。该中间步骤对计算 P_{AE} 不是必须的，但对 P_{AE} 进行量化分析时，可提供标准分类和潜在节能改进。

3.3.16 辅助机械负荷的功率 P_{AE}

辅机负荷的功率 P_{AE} 为所有“使用负荷”的总和除以发电机的加权平均效率。

3.4 电力负荷表格式

3.4.1 EEDI 电力负荷表应包括船名、工程名、文件参考等一般信息及下列信息：

（1）列标题为一行；

（2）行标识为一列；

（3）组标识（A～M）为一列；

（4）组描述为一列；

（5）本指南 3.3.2～3.3.14 所述的每一项为一列（如“负荷标识标签”等）；

（6）每一单独负荷专门使用一行；

（7）包括本指南 3.3.15～3.3.16 的数据的总和结果（如功率的总和）；

（8）备注。

3.5 示例

某大型客船的 EEDI 电力负荷表见表 3.5，所示的数据和船型仅供参考。

某大型客船的EEDI电力负荷表示例 表3.5

EEDI 电力负荷表 样本船舶 样本工程 (NMSL=正常情况下最大船舶负荷)														
序号	负荷组	负荷描述	负荷标识标签	负荷电路标识	负荷机械额定功率“Pm” [kW]	负荷电动机额定输出功率 [kW]	负荷电动机效率“e” [/]	负荷额定电功率“Pr” [kW]	负荷使用系数“k_l” [/]	负荷连续使用系数“k_d” [/]	负荷间断使用系数“k_t” [/]	负荷总使用系数“k_u” [/]	使用负荷“Pload” [kW]	注 释
1	A	船首阴极保护	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	5.2	1	1	1 *	1	5.2	* 按 24 小时/天计算
2	A	船中阴极保护	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	7.0	1	1	1 *	1	7	* 按 24 小时/天计算
3	A	船尾阴极保护	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	4.8	1	1	1 *	1	4.8	* 按 24 小时/天计算
4	A	压载泵 3	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5	1	0 *	0	* 不在 NMSL 情况下使用，见本标准 3.2.5.4
5	A	船首锚链绞马达	xxx	yyy	90	150	0.92	97.8	0.8	1	0 *	0 *	0	* 不在 NMSL 情况下使用，见本标准 3.2.5.4
6	A	WTD 系统主控制面板	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	1	1	1 *	1	0.5	* 按 24 小时/天计算
7	A	WTD1，D 层甲板，150 号肋位	xxx	yyy	1.2	3	0.91	1.3	0.7	1	0.104 *	0.0728	0.096	* 180 秒/每次开关×100 次打开/每天
8	A	WTD5，D 层甲板，210 号肋位	xxx	yyy	1.2	3	0.91	1.3	0.7	1	0.156 *	0.1092	0.14	* 180 秒/每次开关×100 次打开/每天
9	A	稳定器控制单元	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.7	1	1	1 *	1	0.7	* NMSL=>无风海况=>不使用稳定器
10	A	稳定器水压包动力泵 1	xxx	yyy	80	90	0.9	88.9	0.9	1	0 *	0	0	* 按 24 小时/天计算
11	A	S 组 1 号雷达控制器	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.4	1	1	1 *	1	0.4	* 按 24 小时/天计算
12	A	S 组 2 号雷达马达	xxx	yyy	0.8	1	0.92	0.9	1	1	1 *	1	0.9	* 按 24 小时/天计算
13	A	消防桥的主要单元	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	1.5	1	1	1 *	1	1.5	* 按 24 小时/天计算
14	A	消防 ECR 单元	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.9	1	1	1 *	1	0.9	* 按 24 小时/天计算
15	A	高压水雾控制单元	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	1.2	1	1	1 *	1	1.2	* 按 24 小时/天计算

16	A	机舱高压水雾泵 1a	xxx	yyy	25	30	0.93	26.9	0.9	0.5	0 *	0	0	* NMSL=>无紧急状况=>不加载
17	A	机舱高压水雾泵 1b	xxx	yyy	25	30	0.93	26.9	0.9	0.5	0 *	0	0	* 不在紧急情况下使用
18	B	PTi 左舷淡水泵 1	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5 *	1	0.45	14.7	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
19	B	PTi 左舷淡水泵 2	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5 *	1	0.45	14.7	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
20	B	推进器控制系统	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	1	1	1 *	1	0.5	* 按 24 小时/天计算 (不论推进马达何种情况)
21	B	船首推进器 1	xxx	yyy	3000	3000	0.96	3125.0	1	1	0 *	0	0	* NMSL=>不适用于推进马达
22	B	PEM 左舷冷却风机 1	xxx	yyy	20	25	0.93	21.5	0.9	1	n.a.	n.a.	n.a. *	* 该载荷包含于推进齿条的数据中
23	C	DG3 高温循环泵 1	xxx	yyy	8	10	0.92	8.7	0.9	0.5 *	1	0.45	3.9	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
24	C	DG3 高温循环泵 2	xxx	yyy	8	10	0.92	8.7	0.9	0.6 *	1	0.45	3.9	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
25	C	DG3 燃气送风机	xxx	yyy	28	35	0.92	30.4	0.9	1	1 *	0.9	27.4	* 按 24 小时/天计算
26	C	DG3 废气锅炉循环泵	xxx	yyy	6	8	0.93	6.5	0.8	1	1 *	0.8	5.2	* 按 24 小时/天计算
27	C	转换器 3 的外部冷却器	xxx	yyy	3	5	0.93	3.2	0.8	1	1 *	0.8	2.75	* 按 24 小时/天计算
28	C	船首燃油供应调节泵 a	xxx	yyy	7	9	0.92	7.6	0.9	0.5 *	1	0.45	3.4	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
29	C	船首燃油供应调节泵 b	xxx	yyy	7	9	0.92	7.6	0.9	0.5 *	1	0.45	3.4	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
30	D	船首主要的低温冷却泵 1	xxx	yyy	120	150	0.92	126.3	0.9	0.5 *	1	0.45	56.8	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
31	D	船首主要的低温冷却泵 2	xxx	yyy	120	150	0.92	126.3	0.9	0.5 *	1	0.45	56.8	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
32	E	船首机舱送风机 1	xxx	yyy	87.8	110	0.93	94.4	0.95	1	1 *	0.95	89.7	* 按 24 小时/天计算
33	E	船首机舱排气风机 2	xxx	yyy	75	86	0.93	80.5	0.96	1	1 *	0.96	77.4	* 按 24 小时/天计算
34	E	净化器舱室送风机 1	xxx	yyy	60	70	0.93	64.5	0.96	0.5	1 *	0.48	31.0	* 按 24 小时/天计算
35	E	净化器舱室送风机 2	xxx	yyy	60	70	0.93	64.5	0.96	0.5	1 *	0.48	31.0	* 按 24 小时/天计算
36	F	HAV 冷却器 a	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3 *	1	0.66	1007.4	* 其中一个冷却器为冗余，见热负荷耗散文件
37	F	HAV 冷却器 b	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3 *	1	0.66	1007.4	* 其中一个冷却器为冗余，见热负荷耗散文件
38	F	HAV 冷却器 c	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3 *	1	0.66	1007.4	* 其中一个冷却器为冗余，见热负荷耗散文件
39	F	A.H.U5.4 站位送风机	xxx	yyy	50	60	0.93	53.8	0.9	1	1 *	0.9	48.4	* 按 24 小时/天计算
40	F	A.H.U5.5 站位排气风机	xxx	yyy	45	55	0.93	48.4	0.9	1	1 *	0.9	43.5	* 按 24 小时/天计算
41	F	冷却水泵 a	xxx	yyy	80	90	0.93	86.0	0.88	0.5 *	1	0.44	37.8	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
42	F	冷却水泵 b	xxx	yyy	80	90	0.93	86.0	0.88	0.5 *	1	0.44	37.8	1,2 号泵一个为常用，一个为备用
43	G	意大利香浓咖啡机	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	7.0	0.9	1	0.2 *	0.18	1.3	* 按 4.8 小时/天计算
44	G	深度制冷机	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	20.0	0.8	1	0.16 *	0.128	3.2	* 按 4 小时/天计算
45	G	洗衣机 1	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	8.0	0.8	1	0.33 *	0.264	3.2	* 按 8 小时/天计算

46	H	升降机 4	xxx	yyy	30	40	0.93	32.3	0.5	1	0.175 *	0.0875	0.9	* 按 4 小时/天计算
47	H	4 号真空收集系统 a 号泵	xxx	yyy	10	13	0.92	10.9	0.9	1	1	0.9	8.7	* 按 24 小时/天计算
48	H	1 号污水处理系统 1 号泵	xxx	yyy	15	17	0.93	16.1	0.9	1	1	0.9	8.7	* 按 24 小时/天计算
49	H	体育健身器材	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	2.5	1	1	0.3	0.3	0.8	* 按 7.2 小时/天计算
50	I	船舱照明灯 MVZ3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	80 *	1	1	1	1	80.0	* 见注释
51	I	走廊照明灯 MVZ3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10 *	1	1	1	1	10.0	* 见注释
52	I	船舱电源插座 MVZ3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5 *	1	1	1	1	5	* 见注释
53	L	剧院自动音响设备	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	15.0	1	1	0.3 *	0.3	4.5	* 按 7.2 小时/天计算
54	L	视频室	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	2.0	1	1	0.3 *	0.3	0.6	* 按 7.2 小时/天计算
55	M	车库风机	xxx	yyy	28	35	0.92	30.4	0.9	1	1 *	0 *	0	* 不在 NMSL 情况下使用，见本标准 3.2.5.4
56	M	货舱 2 的起货装置	xxx	yyy	25	30	0.92	26.9	0.9	0.5	0 *	0 *	0	* 不在 NMSL 情况下使用，见本标准 3.2.5.4
57	N	可滑移玻璃顶盖	xxx	yyy	30	40	0.93	32.3	0.9	1	0.3 *	0.27	0.2	* 按 7.2 小时/天计算
											$\sum pload(i) = 3764$			
P_{AE}=3764/（发电机单位重量平均效率）[kW] 发电机组的必需功率（组 A=22.9kW,B=29.8kW,C=49.9kW,D=113.7kW,E=229kW,F=3189kW,G=7.6kW,H=19kW,I=95kW,L=5.1kW,M=0kW,N=0.22kW）														

第 4 章 船舶达到能效设计指数（达到的 EEDI）的验证

4.1 一般规定

4.1.1 船舶达到 EEDI 验证包括设计阶段的前期验证、试航或建造完工阶段的最终验证。

4.1.2 前期验证可结合船舶审图同步完成，最终验证由审图验证方根据最终验证结果完成。验证基本流程见图 4.1.2。

4.1.3 船舶发生重大改建时应进行重新验证。

4.1.4 最终验证计算得到的达到的 EEDI 值作为船舶 EEDI 检验发证的依据。

4.1.5 验证过程中使用的信息可能会包含申请方的保密信息，需对客户的知识产权进行保护。申请方与 CCS 达成保密约定后，申请方应依据双方保密约定范围向 CCS 提供 EEDI 验证所需的附加信息材料。

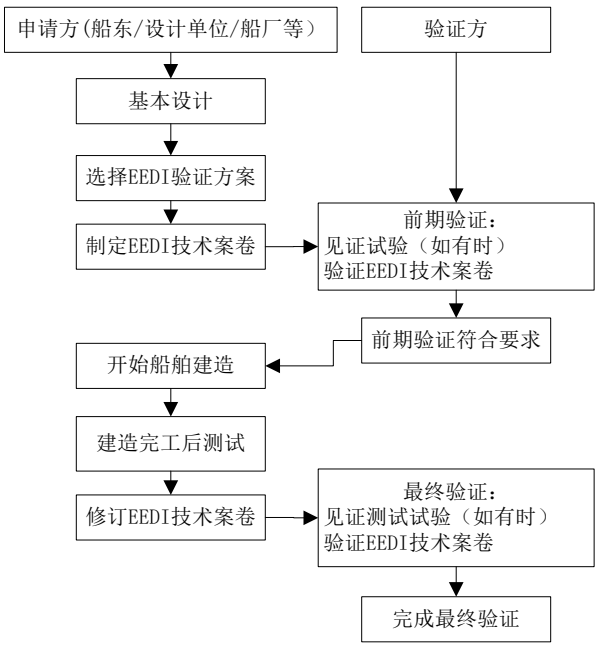


图 4.1.2 EEDI 验证的基本流程

4.2 船舶达到的 EEDI 验证方案

4.2.1 船舶达到的 EEDI 验证方案主要包括五种：

（1）方案一：应用《船舶能效设计指数（EEDI）数字化验证评估系统》进行验证（简称：数字化验证方案）；

（2）方案二：应用 CFD 仿真方法进行船舶数值水池航速预报及 EEDI 验证（简称：CFD 验证方案）；

（3）方案三：应用物理水池方法进行船舶满载航速预报及 EEDI 验证（简称：物理水池验证方案）

（4）方案四：应用物理水池+实船压载测试进行 EEDI 验证（简称物理水池+实船验证方案）

（5）方案五：应用实船满载测试进行 EEDI 验证（简称：实船满载验证方案）。

4.2.2 船舶达到的 EEDI 的前期验证和最终验证应选择同一种验证方案。

4.2.3 船舶设计单位或船东可根据船舶达到的 EEDI 五种验证方案的适用范围以及船舶特性选择合适的验证方案。

4.3 数字化验证方案

4.3.1 船舶能效设计指数（EEDI）数字化验证评估系统

满足表 4.3.1（1）、（2）参数范围的干散货船、集装箱船、液货船可应用《船舶能效设计指数（EEDI）数字化验证评估系统》进行船舶 EEDI 前期验证和最终验证。

长江水系船舶适用参数范围　　表 4.3.1（1）

船型参数	长宽比*L/B*	宽吃水比*B/T*	方形系数C_b
分布范围	4.9-8.1	2.5-6.4	0.746-0.895

珠江水系及京杭运河船舶适用参数范围　　表 4.3.1（2）

船型参数	长宽比*L/B*	宽吃水比*B/T*	方形系数C_b
分布范围	4.2～6.9	2.4～6.4	0.69～0.921

表中：*L*——垂线间长，系指首垂线和尾垂线之间的距离，又称两柱间长，首垂线是通过设计水线首部端点所作的垂线，尾垂线在有舵柱时为舵柱后缘，无舵柱时为舵杆中心线。

B——型宽，系指船体型表面之间垂直于中线面的最大水平距离，一般指船长中央处的宽度；

T——设计满载吃水，系指船舶装载设计载重量货物情况下达到的吃水深度；

C_b——船舶在设计满载吃水状态下的方形系数，计算 C_b 时船长取为垂线间长。

4.3.2 验证程序

数字化验证方案的验证过程的基本流程见图 4.3.2。

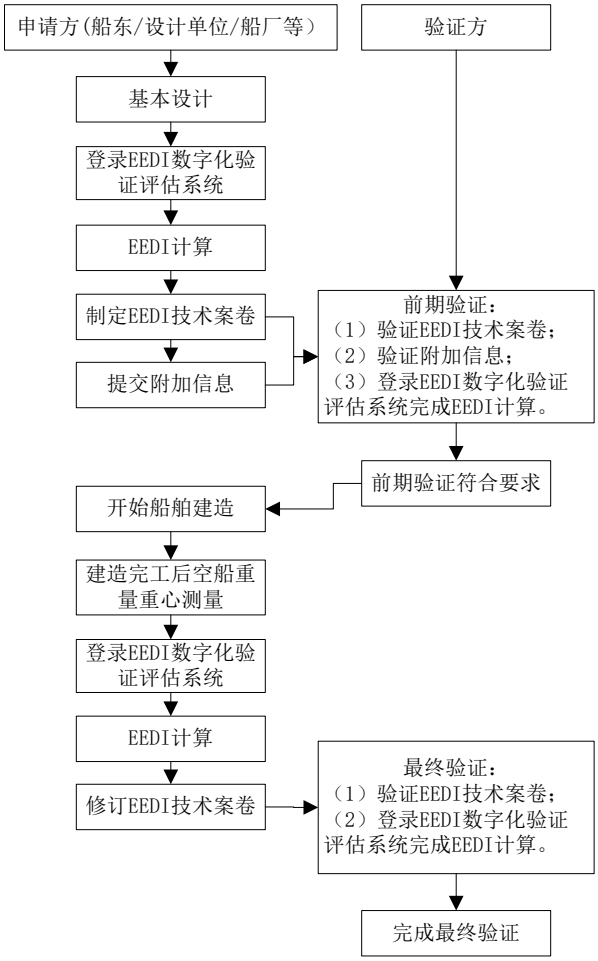


图 4.3.2 数字化验证方案验证的基本流程

4.3.3 前期验证

4.3.3.1 船舶设计阶段的前期验证应向 CCS 提交达到的 EEDI 值前期验证申请，同时还应提交一份包含验证信息的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件。EEDI 技术案卷可由船东、造船厂或设计单位制定。

4.3.3.2 EEDI 技术案卷至少应包括但不限于下列内容：

（1）相关设计参数：

①船舶载重量（DWT）；

②主机和辅机的最大持续功率（MCR）；

③本指南 2.2.2 规定的航速 V_{ref}；

④主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*），或电力推进船舶发电机原动机 90%MCR 下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑤辅机在 50%MCR 或 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑥螺旋桨的相关参数（设计转速、直径、螺距比、盘面积比、桨型等）；

⑦用于特定船舶类型计算 EEDI 用的电力负荷表（如有时）；

（2）在本指南 2.2.2 规定条件下估算的功率曲线（kW-km/h）；

（3）主要参数、船型以及将船舶归于该船型的相关资料；船上推进系统和电力供应系统的总体情况；

（4）设计阶段功率曲线的估算过程及方法；

（5）节能设备的描述（系指太阳能、风能等节能装置）；

（6）船舶达到的 EEDI 的计算值，该计算概述应至少含有用于确定船舶达到的 EEDI 值的每一计算参数值和计算过程。

4.3.3.3 若船舶安装了双燃料发动机且该船主要以气体燃料工作时，则应使用气体燃料的碳转换系数 C_F 及其燃料消耗率（*SFC*）。为便于验证，应提供下列信息资料：

（1）蒸发气体使用情况或气体燃料储存舱容量以及液体燃料储存舱容量；

（2）船舶预定作业区域的气体燃料加注设施布置。

4.3.3.4 主辅机的燃料消耗率（*SFC*）应取自经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷，按 GB/T 21404 和 GB/T 6072.1，使用燃油的标准低热值（42 700 kJ/kg）修正到标准基准条件下的值。为确认 *SFC* 值，应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。如果在申请前期验证时 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷尚未经批准，则应使用生产厂提供的试验报告。对于这种情况，在最终验证阶段应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。

4.3.4 最终验证

在最终验证阶段，验证方应确认用于船舶 EEDI 验证的载运能力、动力系统等相关参数与实船的符合性，如有关参数有变化，应重新应用《船舶能效设计指数（EEDI）数字化验证评估系统》进行 EEDI 验证，并修订 EEDI 技术案卷。

4.3.5 对于采用本条验证方案不能满足要求的 EEDI 限值的船舶，设计单位或船东可按照本章其他验证方案开展船舶 EEDI 验证。

4.4 CFD 验证方案

4.4.1CFD 验证方案适用于常规主流船型 EEDI 验证。

4.4.2 验证程序

CFD 验证方案的验证过程的基本流程见图 4.4.2。

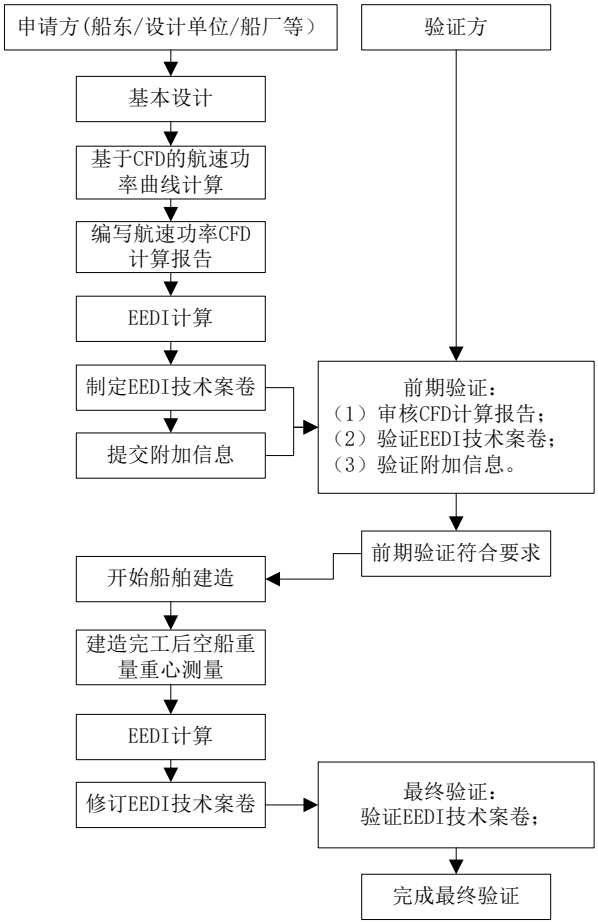


图 4.4.2 CFD 验证方案验证的基本流程

4.4.3 计算流体动力学（CFD）是指采用计算流体动力学求解器/软件，在计算机上对流体运动的方程进行离散化求解，控制方程应至少使用雷诺平均方程（RANS 方程），并考虑粘性和自由面影响。CFD 一般分为三个典型步骤：前处理、计算求解和后处理。

4.4.4 常规主流船型是指采用常规轴系-螺旋桨推进，具有单桨推进或者双桨推进方式船舶。对于三桨推进船舶、非常规螺旋桨推进船舶（如直翼推进、轮缘推进、表面桨推进、喷水推进等）以及采用特殊流体节能措施的船舶（涂层减阻、气层减阻以及风力助推等），尚不适用 CFD 方法进行验证。

4.4.5 资质要求

开展 CFD 进行 EEDI 验证的单位或者团体，应按照 CCS《基于计算流体力学(CFD)的内河船舶航速功率评估指南》制定流程化的最佳实践指南，证明其能够开展基于 CFD 进行船舶航速/功率预报的能力。

4.4.6CFD 验证要求

（1）缩尺比

进行 CFD 计算需和验证船型采用相同缩尺比，如基于模型试验结果进行验证，则应使用模型尺度进行 CFD 计算；如基于实船试验结果进行验证，则应给予全尺度进行 CFD 计算。

（2）采用 CFD 进行 EEDI 验证，应在提供 CFD 资质后，针对相似船舶开展基于 CFD 的船舶航速功率计算，并确定其计算不确定度及误差范围，并按相同的计算设置及制定的最佳实践指南开展

目标船舶的航速功率计算，在进行目标船舶最终的 EEDI 换算时，应考虑基于相似船舶 CFD 计算最大误差的影响。

4.4.7 CFD 计算及报告要求

CFD 计算其它设置要求，参照 CCS《基于计算流体力学(CFD)的内河船舶航速功率评估指南》执行或 CCS 认可的其它评估方法。

4.4.8 前期验证

4.4.8.1 船舶设计阶段的 EEDI 前期验证应向 CCS 提交达到的 EEDI 值前期验证申请，同时还应提交一份包含验证信息的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件。EEDI 技术案卷可由船东、造船厂或设计单位制定。

4.4.8.2EEDI 技术案卷至少应包括但不限于下列内容：

（1）相关设计参数：

①船舶载重量（DWT）（客船和客滚船为 GT）；

②主机和辅机的最大持续功率（MCR）；

③由 CFD 计算得到的本指南 2.2.2 规定的航速 V_{ref}；

④主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*），或电力推进船舶发电机原动机 90%MCR 下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑤辅机在 50%MCR 或 75%MCR（客船和客滚船）功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑥用于特定船舶类型计算 EEDI 用的电力负荷表（如有时）；

（3）主要参数、船型以及将船舶归于该船型的相关资料；船上推进系统和电力供应系统的总体情况；

（4）CFD 的计算报告；

（5）节能设备的描述（系指太阳能、风能等节能装置）；

（6）船舶达到的 EEDI 的计算值，该计算概述应至少含有用于确定船舶达到的 EEDI 值的每一计算参数值和计算过程。

4.4.8.3 若船舶安装了双燃料发动机且该船主要以气体燃料工作时，则应使用气体燃料的碳转换系数 C_F 及其燃料消耗率（*SFC*）。为便于验证，应提供下列信息资料：

（1）蒸发气体使用情况或气体燃料储存舱容量以及液体燃料储存舱容量；

（2）船舶预定作业区域的气体燃料加注设施布置。

4.4.8.4 主辅机的燃料消耗率（*SFC*）应取自经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷，按 GB/T 21404 和 GB/T 6072.1，使用燃油的标准低热值（42 700 kJ/kg）修正到标准基准条件下的值。为确认 *SFC* 值，应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。如果在申请前期验证时 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷尚未经批准，则应使用生产厂提供的试验报告。对于这种情况，在最终验证阶段应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。

4.4.9 最终验证

在最终验证阶段，验证方应确认用于船舶 EEDI 验证的载运能力、动力系统等相关参数与实船的符合性，如有关参数有变化，应重新进行 EEDI 计算并修订 EEDI 技术案卷。

4.5 物理水池验证方案

4.5.1 验证程序

物理水池验证方案的验证过程的基本流程见图 4.5.1。

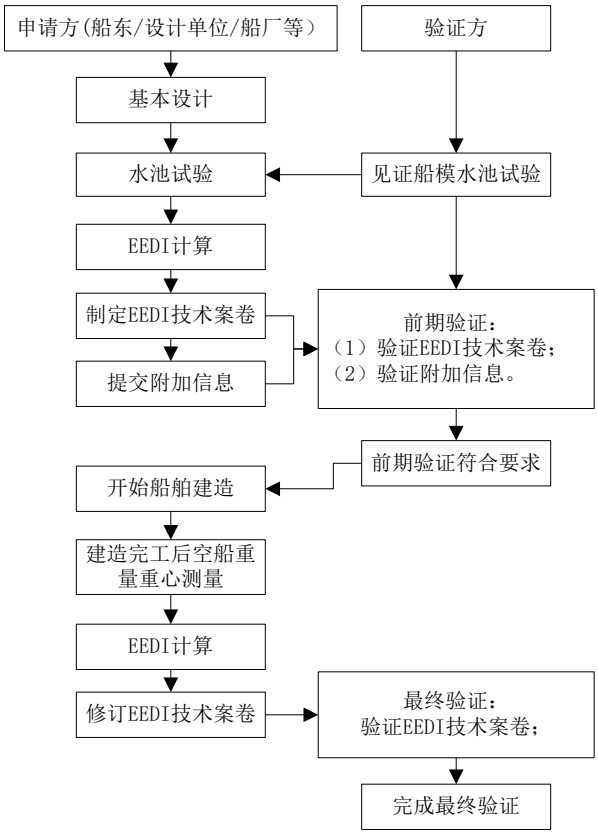


图 4.5.1 物理水池验证方案验证的基本流程

4.5.2 物理水池试验应在验证方见证下开展。

4.5.3 前期验证

船舶设计阶段的 EEDI 前期验证应向 CCS 提交 EEDI 值前期验证申请，同时还应提交一份包含验证信息的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件。EEDI 技术案卷可由船东、造船厂或设计单位制定。

4.5.3.1EEDI 技术案卷至少应包括但不限于下列内容：

（1）相关设计参数：

①船舶载重量（DWT）（客船和客滚船为 GT）；

②主机和辅机的最大持续功率（MCR）；

③由物理水池试验后计算得到的本指南 2.2.2 规定的航速 V_{ref}；

④主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*），或电力推进船舶发电机原动机 90%MCR 下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑤辅机在 50%MCR 或 75%MCR（客船和客滚船）功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑥用于特定船舶类型计算 EEDI 用的电力负荷表（如有时）；

（3）主要参数、船型以及将船舶归于该船型的相关资料；船上推进系统和电力供应系统的总体情况；

（4）物理水池试验的相关文件：

①水池试验设施的描述：如设施名称、水池及拖曳设备的技术细节、监测设备的校准记录等；

②船模与实船的型线（如型线侧视图、型线横剖面图和水线面半宽图），型线细节应足以证明船模与实船之间的相似性以验证水池试验的合适性；

③水池试验方法及结果的详细报告，试验内容应包括阻力试验、自航试验、螺旋桨敞水试验，试验工况至少应包括规定的载运能力对应的吃水工况；其中螺旋桨敞水试验可按本章 4.4 的相关要求采用 CFD 数值计算替代。

④船速的详细计算过程，应包括对诸如粗糙度系数、伴流分数的经验型参数的估计基础。

（5）节能设备的描述（系指太阳能、风能等节能装置）；

（6）船舶达到的 EEDI 的计算值，该计算概述应至少含有用于确定船舶达到的 EEDI 值的每一计算参数值和计算过程。

4.5.3.2 若船舶安装了双燃料发动机且该船主要以气体燃料工作时，则应使用气体燃料的碳转换系数 C_F 及其燃料消耗率（*SFC*）。为便于验证，应提供下列信息资料：

（1）蒸发气体使用情况或气体燃料储存舱容量以及液体燃料储存舱容量；

（2）船舶预定作业区域的气体燃料加注设施布置。

4.5.3.3 主辅机的燃料消耗率（*SFC*）应取自经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷，按 GB/T 21404 和 GB/T 6072.1，使用燃油的标准低热值（42 700 kJ/kg）修正到标准基准条件下的值。为确认 *SFC* 值，应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。如果在申请前期验证时 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷尚未经批准，则应使用生产厂提供的试验报告。对于这种情况，在最终验证阶段应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。

4.5.4 试验水池的基本要求

4.5.4.1 进行船模水池试验的试验机构/单位，原则上应为 ITTC 成员，其试验程序能够满足 ITTC 的相关程序。试验机构同时还应经过 ISO 9001 质量管理体系认证，并对试验人员资质以及服务提供进行有效管理和监控。

4.5.4.2 试验水池的尺度和水深应与使用的模型的长度、试验速度相适应，水池模型试验应具有足够的测量段长度和测量时间。试验场所应配备针对模型阻力试验、模型自航试验及螺旋桨敞水试验的设备和测量仪器。水池应至少设有下列设备和设施:

（1）船模及螺旋桨测量设备;

（2）用于测力和测速的仪器，至少能测量：

用船模速度（V_m）

模船模总阻力（R_m）

模螺旋桨推力（T_m）

旋螺旋桨的转矩（Q_m）

旋螺旋桨转速（n_m）

4.5.4.3 试验用船模和桨模应符合 EEDI 验证的要求。船模需要根据提供的船舶线型制作。确保试验过程中模型保持良好、船模的排水量正确。模型制作应参照 ITTC7.5-01-01-01。

4.5.4.4 激流措施应在模型制造文件或者试验文件中清晰表明，激流丝或沙带的使用应参照 ITTC 7.5-01-01-01 相关要求。

4.5.4.5 试验前应完成模型吃水的确定与浮态控制以及模型（包括船体模型和螺旋桨模型）相关资料的准备；具体应参照 ITTC 7.5-01-01-01。

4.5.4.6 试验场所应在每次试验前，根据 ITTC 建议程序制定试验程序大纲；试验大纲应包括模型阻力/模型自航/螺旋桨敞水试验（如有时）的试验模型状况、设备安装以及需测量参数，包括针对上述试验的测量仪器的使用及测量精度的说明、试验流程以及数据的获取与分析，以及试验后出具报告应包括信息。具体应分别参照 ITTC 7.5-02-02-01、7.5-02-03-01.1、7.5-02-03-02.1 要求。

4.5.4.7 试验机构对试验过程中产生的数据进行有效管理。包括在试验过程中，对试验关键数据、结果等做适当的记录。试验记录、试验资料和预报分析应存档保留。

4.5.4.8 试验场所具有相应的试验数据管理、分析软件平台；船模水池试验数据积累能够满足所试验船型修正精度要求。

4.5.5 最终验证

在最终验证阶段，验证方应确认用于船舶 EEDI 验证的载运能力、动力系统等相关参数与实船的符合性，如有关参数有变化，应重新进行 EEDI 计算并修订 EEDI 技术案卷。

4.6 物理水池+实船压载测试验证方案

4.6.1 验证程序

验证过程的基本流程见图 4.6.1。

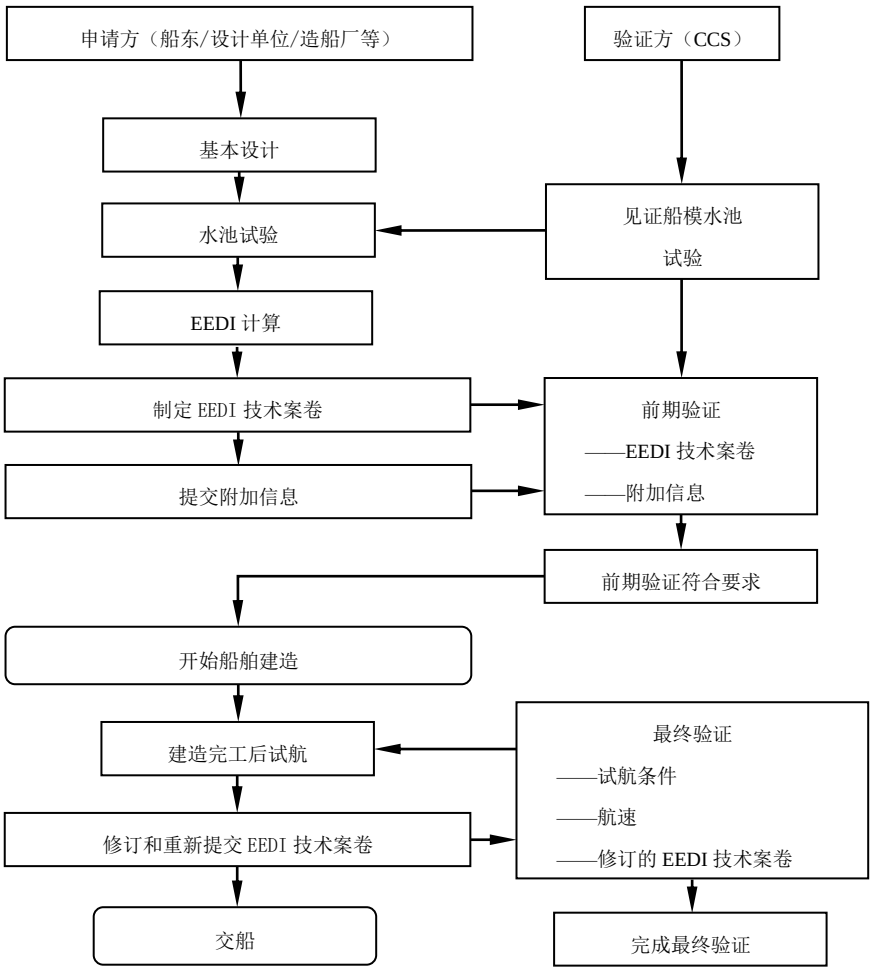


图 4.6.1 验证过程基本流程

4.6.2 前期验证

4.6.2.1设计阶段的前期验证应向CCS提交达到的EEDI值前期验证申请，同时还应提交一份包含验证信息的EEDI技术案卷以及其他相关背景文件。EEDI技术案卷可由船东、造船厂或设计单位制定。

4.6.2.2 水池试验

（1）用于能效设计指数前期验证的功率曲线应基于水池试验的可靠结果；

（2）对于同形船舶，CCS 可接受经其他船级社见证的水池试验报告；

（3）试验水池的基本要求应满足 4.5.4 的要求。

（4）物理水池实验可用 CFD 数值计算替代，CFD 数值计算应满足本章 4.4 的相关要求。

4.6.2.3　EEDI 技术案卷至少应包括但不限于下列内容：

（1）相关设计参数：

①船舶载重量（DWT）（客船和客滚船为 GT）；

②主机和辅机的最大持续功率（MCR）；

③本指南 2.2.2 规定的航速 V_{ref}；

④主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（SFC）；

⑤辅机在 50%MCR 或 75%MCR（客船和客滚船）功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

⑥用于特定船舶类型计算 EEDI 用的电力负荷表（如有时）；

（2）在本指南 2.2.2 规定条件下通过水池试验或 CFD 数值计算得到的功率曲线（kW-km/h），如果试航不是在该状态下进行的，还应有在试航条件下的估算功率曲线；

（3）主要参数、船型以及将船舶归于该船型的相关资料；船上推进系统和电力供应系统的总体情况；

（4）设计阶段功率曲线的估算过程及方法；

（5）节能设备的描述（系指太阳能、风能等节能装置）；

（6）船舶达到的 EEDI 的计算值，该计算概述应至少含有用于确定船舶达到的 EEDI 值的每一计算参数值和计算过程。

4.6.2.4 若船舶安装了双燃料发动机且该船主要以气体燃料工作时，则应使用气体燃料的碳转换系数 C_F 及其燃料消耗率（*SFC*）。为便于验证，应提供下列信息资料：

（1）蒸发气体使用情况或气体燃料储存舱容量以及液体燃料储存舱容量；

（2）船舶预定作业区域的气体燃料加注设施布置。

4.6.2.5 主辅机的燃料消耗率（*SFC*）应取自经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷，按 GB/T 21404 和 GB/T 6072.1，使用燃油的标准低热值（42 700 kJ/kg）修正到标准基准条件下的值。为确认 *SFC* 值，应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。如果在申请前期验证时 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷尚未经批准，则应使用生产厂提供的试验报告。对于这种情况，在最终验证阶段应提供经批准的 NO_X 技术案卷或发动机排放技术案卷副本和修正计算文件。

4.6.2.6 验证方可要求申请方提供 EEDI 技术案卷之外的附加信息资料包括但不限于：

（1）水池试验设施的描述：例如设施名称、水池及拖曳设备的技术细节、监测设备的校准记录等（如适用）；

（2）船模与实船的型线（例如型线侧视图、型线横剖面图和水线面半宽图），型线细节应足以证明船模与实船之间的相似性以验证水池试验的合适性（如适用）；

（3）船舶空船重量和满载排水量以验证载重量；

（4）水池试验方法及结果的详细报告，至少应包括试航条件和规定的载运能力对应吃水条件下的水池试验结果（如适用）；

（5）船速的详细计算过程，应包括对诸如粗糙度系数、伴流分数的经验型参数的估计依据。

4.6.3 最终验证

4.6.3.1 船舶 EEDI 最终验证所有需要测试的项目尽可能在船舶试航时完成。

4.6.3.2 试航前准备

在试航验证前，申请方应提交下列资料：

（1）测速程序，应包括所有测量项目，以及用于制定试航条件下功率曲线的相应的测量方法；

（2）最终的排水量表（或静水力表）和倾斜试验测得的空船重量，或载重量检验报告的副本一份；

（3）主、辅机发动机型式试验报告副本（若在前期验证时没有提交）。

4.6.3.3 试航验证要求

验证方应参加试航并确认：

（1）推进和供电系统、发动机的细节以及新节能设备（如有时）及 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、辅机的发动机型式试验报告副本。

4.6.3.4 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。如不可行，船舶实际排水量与要求的排水量之间的偏差值应小于要求的排水量的 5%。如果使用水池试验结果进行速度/功率试验分析，当速度/功率试验期间的实际排水量与水池试验时排水量的偏差不超过 5%时，可采用下述方法进行排水量修正，当偏差超过 5%时，下述方法不再适用。

$$P_2 = P_1\left(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}\right)^{2/3}$$

式中：

P_1——对应于试航时排水量$\triangle_1$的功率，kW；

P_2——对应于水池试验时排水量$\triangle_2$的功率，kW；

$\triangle_1$——试航时的排水量，t；

$\triangle_2$——水池试验时的排水量，t。

试航时纵倾偏差应维持在非常小的限制范围内，

——对于无纵倾状态，纵倾应小于 0.1%L_{PP}。

——对于纵倾状态，艏艉吃水与水池试验对应的艏艉吃水的偏差应控制在±0.1m 范围内。

其中，L_{PP}为船舶垂线间长，m。

4.6.3.5 参数测量

4.6.3.5.1 主机功率（P_{ME}）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 工况。

4.6.3.5.2 测试要求及数据处理

（1）测量时应保持发动机运转平稳，转速波动应不大于±1%；

（2）测试应在测试对象工况稳定，设备系统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 2 个单程（至少包含 1 个上水和 1 个下水），每个单程每工况次测量时间不少于 3min；

（3）各测试工况下，计算各个单程测试参数的算术平均值，如测试 3 个单程：

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

式中：a_i——4.6.3.5.1 规定的测试工况。

4.6.3.5.3 航速测量

（1）船舶航速测量可采用卫星定位系统（如北斗卫星定位系统）或叠标法。用卫星定位系统测量船舶航速时，在规定的转速工况下，在直线航行状态下航速稳定 2min 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，在满足航行规定前提下应尽可能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 内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲》的相关规定执行，测速次数不少于 2 个单程，连续测得的各次航速采用再平均计算方法算出平均航速；

如测 3 个单程，则平均航速：

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

式中：V——航速，km/h；

V_1——第一个单程船舶顺（逆）流航速，km/h；

V_2——第二个单程船舶逆（顺）流航速，km/h；

V_3——第三个单程船舶顺（逆）流航速，km/h。

（5）除上述方法外，亦可采用其他有效方法进行航速测量。

4.6.3.5.4 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。

4.6.3.6 能效设计指数中参数测试要求

4.6.3.6.1 测试时，船舶状态、水域及环境状况应满足《GB/T3221 内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲》，《GB/T3471 海船系泊及航行试验通则》及其他相关标准或规范的要求。

4.6.3.6.2 测试所需的设备和仪器仪表应具备国家计量部门签发的检定或校准证书，且处于检定或校准有效期内。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 内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲》等标准的规定。

4.6.3.6.3 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。

4.6.3.6.4 测试前，应保证被测的动力设备处于完好或正常状态。

4.6.3.6.5 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。

4.6.3.6.6 应在测试对象工况稳定，设备系统处于正常运转的技术状态进行测试记录，测试过程中不应对船舶航行状态和设备工况进行调整。

4.6.3.6.7 测量结束后，申请方应编制与船舶能效设计指数评估有关的技术文件和试验报告，提交给验证方。

4.6.3.7 能效设计指数值修正

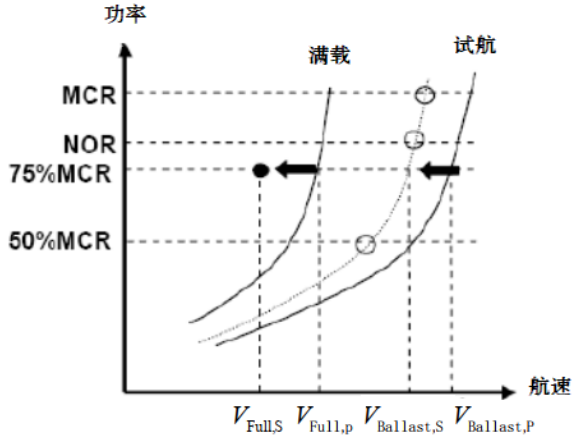
4.6.3.7.1 若在前期验证阶段达到的能效设计指数使用的燃料消耗率值不是经批准的发动机型式试验报告，则应使用批准的发动机型式试验报告中的燃料消耗率值重新计算达到的 EEDI。

4.6.3.7.2 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，则应按照下列方法重新计算船舶的达到的能效设计指数值：

（1）若船舶试航是在本指南 2.2.2 规定的条件下进行，则应使用在试航时在本指南所定义的主机功率下测得的航速重新计算达到的 EEDI；

（2）若船舶试航不能在本指南 2.2.2 规定的条件下进行，而是在压载下进行，则应将测试得到的功率—航速曲线修正到本指南 2.2.2 规定的载运能力条件下的功率—航速曲线，据此推算出船舶在本指南 2.2.2 规定的条件下的航速。

图 4.6.3.7.2 航速修正方法的举例。



$$V_{Full,S} = V_{Full,p} \times (V_{Ballast,S} / V_{Ballast,P})$$

$V_{Ballast,P}$ ：在设计阶段估算的功率曲线上估算的试航条件下的航速；

$V_{Ballast,S}$ ： 从试航获得的航速；

$V_{Full,p}$ ：在设计阶段估算的满载状态下的航速；

$V_{Full,S}$ ：按照满载状态下试航的结果进行调整的航速。

图 4.6.3.7.2 航速修正举例

4.6.3.7.3 若最终确定的载重量/总吨与设计阶段 EEDI 计算时使用的设计载重量/总吨不同，则申请方应使用最终确定的载重量/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。

4.6.3.7.4 经修订的能效设计指数（EEDI）技术案卷应提交 CCS 以确认获得的 EEDI 值是按照本指南进行计算的。

4.7 实船满载验证方案

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 船舶申请实船满载验证其达到的 EEDI 值，航行验证应由验证方见证。

4.7.1.2 船舶采用实船满载验证方案进行 EEDI 验证，存在 EEDI 验证结果无法满足主管机关 EEDI 限值要求的风险。

4.7.2 验证程序

实船满载验证方案的验证过程的基本流程见图 4.7.2。

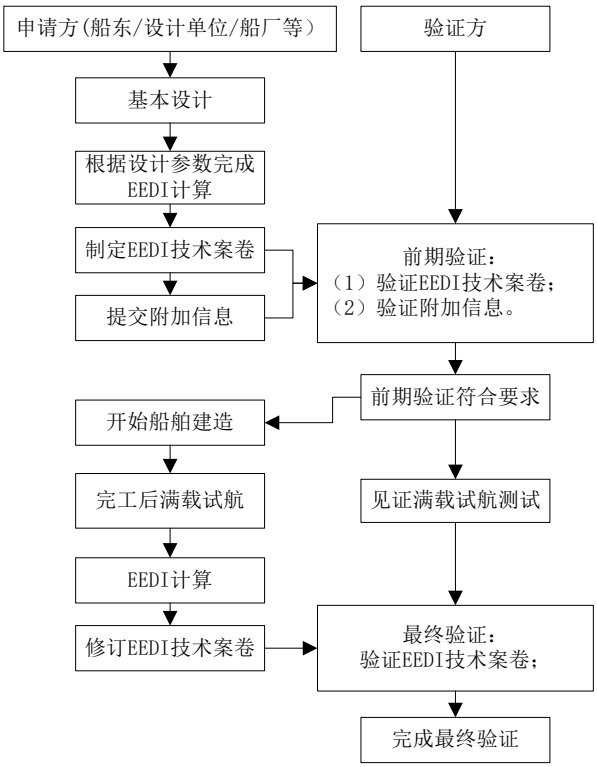


图 4.7.2 实船满载验证方案验证的基本流程

4.7.3 前期验证

4.7.3.1 设计阶段的前期验证应向 CCS 提交达到的 EEDI 值前期验证申请，同时还应提交一份根据设计信息制定的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件。EEDI 技术案卷可由船东、造船厂或设计单位制定。

4.7.3.2 EEDI 技术案卷至少应包括但不限于下列内容：

（1）最终确定的载重量（DWT）；对客船和客滚船，则为最终确定的总吨（GT）；

（2）主机和辅机的最大持续功率（MCR）；

（3）本指南 2.2.2 规定条件下的航速功率曲线；

（4）主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*），或电力推进船舶发电机原动机在 90%MCR 下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；辅机在 50%MCR 或 75%MCR（客船和客滚船）功率下的燃料类型及燃料消耗率（*SFC*）；

（5）计算达到的 EEDI 值用的电力负荷表（若有时）；

（6）船上推进系统和电力供应系统的总体情况说明；

（7）节能设备的描述（系指太阳能、风能等节能装置）；

（8）船舶达到的 EEDI 的计算值，该计算概述应至少包括用于确定船舶达到的 EEDI 值的每一计算参数值和计算过程。必要时验证方可要求提交计算参数的相关细节。

4.7.3.3 若船舶安装了双燃料发动机且该船主要以气体燃料工作时，则应使用气体燃料的碳转换系数 C_F 及其燃料消耗率（*SFC*）。为便于验证，应提供下列信息资料：

（1）蒸发气体使用情况或气体燃料储存舱容量以及液体燃料储存舱容量；

（2）船舶预定作业区域的气体燃料加注设施布置。

4.7.4 最终验证

4.7.4.1 船舶 EEDI 最终验证通过实船满载航行验证。此处的满载工况对于集装箱船是指排水量等于空船重量加上 70%DWT 的工况，对于其他船型是指满载吃水工况。

4.7.4.2 航行测试按 4.6.3.2 至 4.6.3.6 的要求进行。

4.7.4.3 申请方根据船舶完工后的设计参数和满载航行测试获得的功率曲线修订 EEDI 技术案卷并提交验证方。

4.8 姐妹船 EEDI 验证

4.8.1 姐妹船的首制船的达到的 EEDI 应按照本指南的相关要求进行计算和验证。

4.8.2 姐妹船的后续船可采用首制船的航速功率曲线，并使用后续船的实际载运能力 Capacity 重新计算达到的 EEDI 值，同时编制 EEDI 技术案卷。

4.8.3 申请方应提交后续船与首制船是姐妹船的证明资料。

4.9 重新验证

4.9.1 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重大改建，应进行重新验证，并提交重新修订的 EEDI 技术案卷。

4.9.2 可采用本节适用的验证方案重新验证船舶达到的 EEDI，必要时可要求进行实船试航试验。

4.10 EEDI 电力负荷表（EPT-EEDI）验证方法

4.10.1 验证项目及内容

验证过程应包括下列项目及内容：

（1）在设计阶段审核文件：

①检查 EPT 中是否列出所有相关负荷；

②检查是否使用合理负荷使用系数；

③根据 EPT 所给数据检查 P_{AE} 的计算是否正确。

（2）在建造阶段检验安装的系统和组件：检查 EPT 中任意选取的安装系统和组件及其特性是否予以正确列出；

（3）试航检验：检查 EPT 中选取的装置/负荷是否与实际情况相符。

4.10.2 验证流程

EPT-EEDI 验证应分两个阶段进行：设计阶段的前期验证（见图 4.10.2（1））和试航阶段的最终验证（见图 4.10.2（2））。

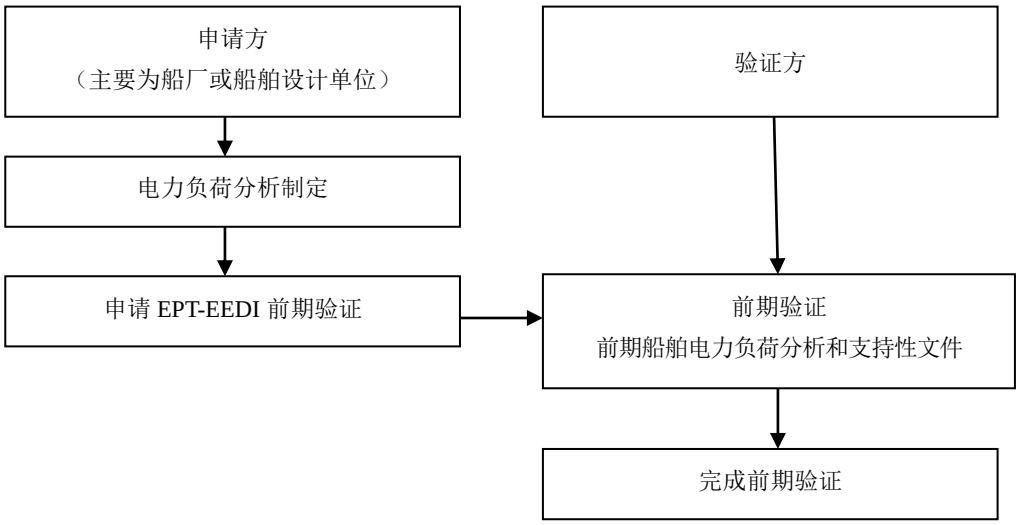


图 4.10.2（1）EPT-EEDI 前期验证的基本流程

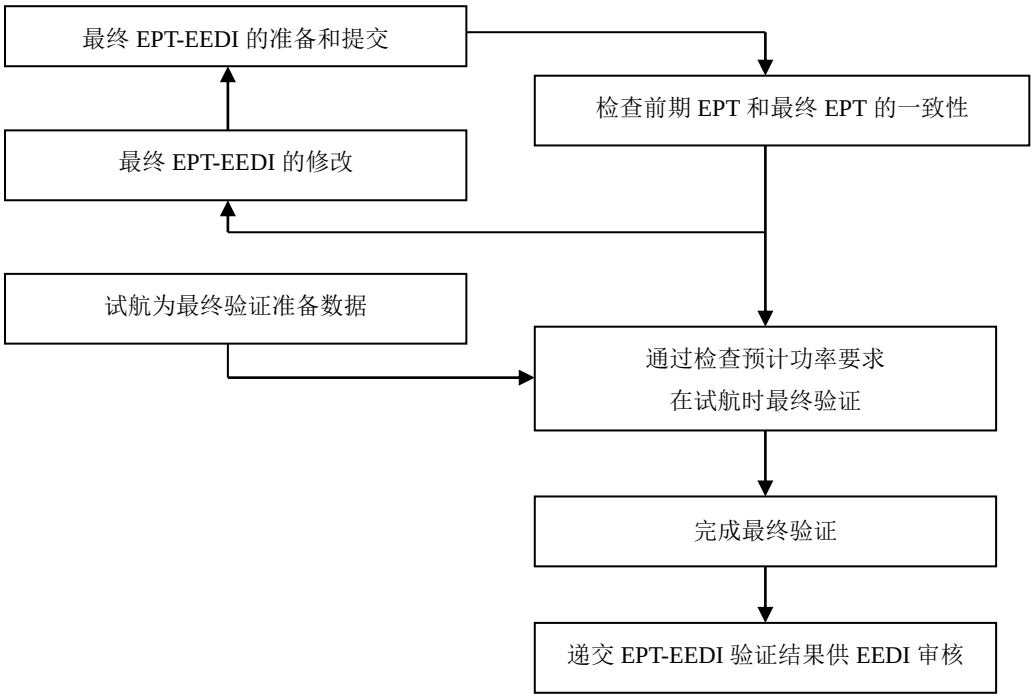


图 4.10.2（2）EPT-EEDI 最终验证的基本流程

4.10.3 前期验证

（1）前期验证应在设计阶段进行；

（2）EPT-EEDI 验证应与 EEDI 验证同时提出申请。申请方应提交 EPT-EEDI 表及相关支持性文件，至少应提供船舶电力平衡负荷分析；

（3）验证方应对 EPT-EEDI 的计算过程进行验证，必要时可要求申请方提供其他相关资料。

4.10.4 最终验证

（1）最终验证应至少审核船舶电力负荷分析文件（必要时，应要求附加信息），以确认：

①包括所有用电设备；

②电力负荷表中的数据和计算的准确性且得到试航结果支持。

（2）申请方必要时应根据船上机器特性和其他实际安装的电力负荷对 EPT-EEDI 表和支持性文件进行修改。应对试航时 EEDI 条件进行界定并包括在批准的试航计划中。EPT 中应标明在试航状态下的预计功率，并将此预计功率作为特定一列插入 EPT 中；

（3）文件检查应包括下列内容：

①前期 EPT 和最终 EPT 的一致性；

②负载系数的变更（与前期验证相比）；

③已列出所有用电设备；

④其在电力负荷表内的数据和计算的准确性；

⑤必要时检查部件规格数据。

（4）试航前应抽样检查机器特性和数据以及其他电力负荷是否符合支持性文件中的记录；

（5）试航过程中，验证方应通过所安装的测量仪器进行测量，以核查 4.10.4（2）规定的 EPT 特定一列中所选取的系统和（或）设备的数据，并核查电力负荷的总值。

附录 1　EEDI 技术案卷示例

1　数据

1.1 一般信息

造船企业	×××
船舶编号	12345
船舶类型	散货船

1.2 主要船舶资料

总长	×××
垂线间长	×××
型宽	×××
型深	×××
载重线吃水	×××
总吨	925
载重量	1550t
注：表中的吃水及载重量应取自稳性资料/干舷计算。	

1.3 主机

生产商	×××
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	187.0g/kW ħ
75%MCR下的单位燃气消耗率	0
台数	2
燃料类型	柴油
注：该部分数据应取自总布置和发动机型式报告技术文件。	

1.4 辅机

生产商	×××

型号	XY2110C
标定功率（MCR）	22kW
50%标定功率下燃油消耗率	220.0 g/kW ħ
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	柴油

1.5 轴带发电机（如适用）

轴带发电机编号	
制造厂	
额定输出功率	
功率（$P_{PTO(i)}$）	
η_{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	14.75km/h
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

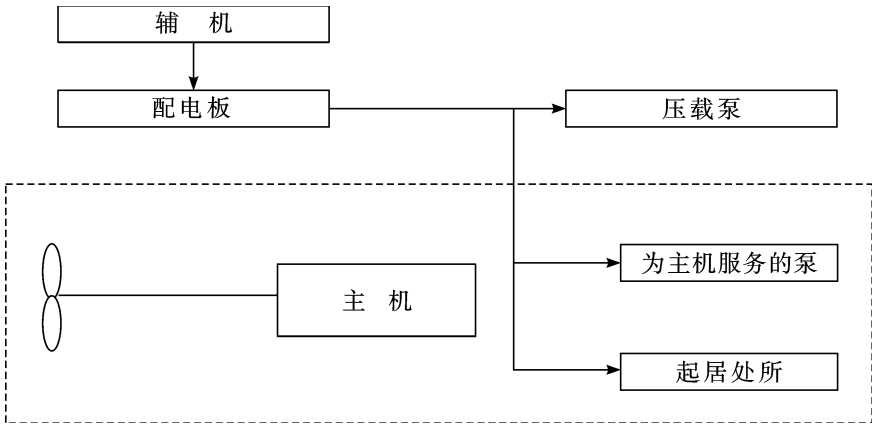


图 1 推进和电力供应系统原理图

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	×××m
桨叶数量	×
桨数	×

2.3 电力系统

2.3.1 辅机

见 1.4。

2.3.2 发电机组

生产商	×××
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。

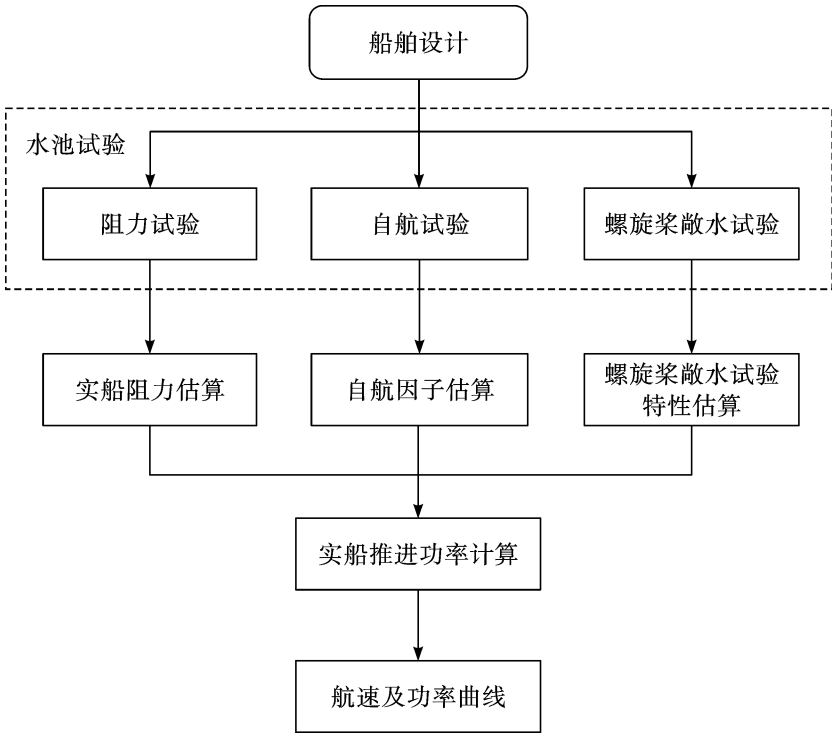


图 2 功率曲线估算过程流程图

4　节能设备描述（如有时）

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

4.2 其他节能设备（如有）

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　前期验证 EEDI 的计算

5.1 基本数据

船型	载重量（t）	航速 V_{ref} （km/h）
散货船	1550	14.75

5.2 主机

主机额定功率 MCR(kW)	轴带发电机	P_{ME} (kW)	燃油类型	C_{FME}	SFC_{YME} (g/kW h)
210	无	157.5	柴油	3.206	187.0

5.3 辅机

P_{AE} (kW)	燃油类型	C_{FAE}	SFC_{YAE} (g/ kW h)
11.0	柴油	3.206	220.0

5.4 主推进装置功率修正系数 f_j

f_j =1.0；

5.5 舱容量修正系数 f_c

f_c =1.0 ；

5.6 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	

5.7 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	

5.8 EEDI 的计算值

$$EEDI = \frac{f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot (SFC_{YME(i)} \cdot C_{FME(i)} + SFC_{QME(i)} \cdot C_{FME(i)}) + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot (SFC_{YAE(i)} \cdot C_{FAE(i)} + SFC_{QAE(i)} \cdot C_{FAE(i)}) - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{f_c \cdot Capacity \cdot V_{ref}}$$

$$= \frac{1 \times (2 \times 157.5 \times 3.206 \times 187.0) + (11 \times 3.206 \times 220.0) - 0 - 0}{1 \times 1550 \times 14.75} = 8.599 g / (t \cdot km)$$

船舶能效设计指数前期验证结果为：达到的 EEDI 值 8.599 g/(t ŀm)。

6　最终验证 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 14.25km/h。

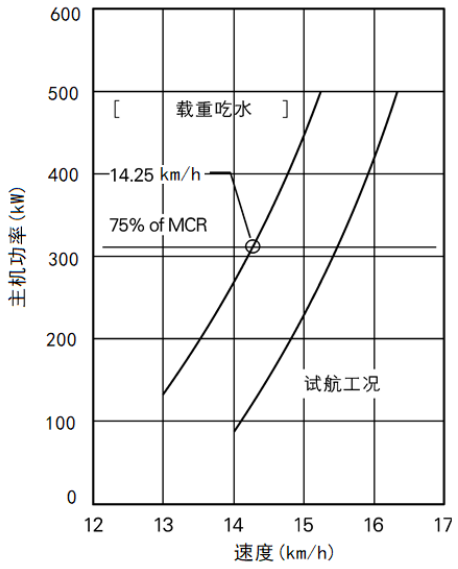


图 3 功率曲线

6.2 基本数据

船型	载重量（t）	航速V_{ref} （km/h）
散货船	1550	14.25

6.3 主机

主机额定功率 MCR(kW)	轴带发电机	P_{ME} (kW)	燃油类型	C_{FME}	SFC_{YME} (g/kW ħ)
210	无	157.5	柴油	3.206	189.0

6.4 辅机

P_{AE} (kW)	燃油类型	C_{FAE}	SFC_{YAE}
11	柴油	3.206	222.0

6.4 主推进装置功率修正系数 f_j

f_j =1.0 ；

6.5 舱容量修正系数 f_c

f_c =1.0 ；

6.6 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	

6.7 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	

6.8 EEDI 的计算值

$$EEDI = \frac{f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot (SFC_{YME(i)} \cdot C_{FME(i)} + SFC_{QME(i)} \cdot C_{FME(i)}) + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot (SFC_{YAE(i)} \cdot C_{FAE(i)} + SFC_{QAE(i)} \cdot C_{FAE(i)}) - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{f_c \cdot Capacity \cdot V_{ref}}$$

$$= \frac{1\times\left(2\times157.5\times3.206\times189.0\right)+\left(11\times3.206\times222.0\right)-0-0}{1\times1550\times14.25} = 8.990 g/(t\cdot km)$$

船舶能效设计指数最终验证结果为：达到的 EEDI 值 8.990g/(t ƙm)。

附录 2　EEDI 试航测试报告

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)	
载重量(t)		总吨	

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			

注：实船测试时，应尽可能测量本表中的参数，如确有困难，可对其中的个别参数不予测量。

2.2 船舶状态

艏部吃水(m)		舯部吃水(m)		艉部吃水(m)	
排水量(m^3)		纵倾(°)			

2.3 主机功率测试

主机编号：

测试工况	50%名义 MCR			75%名义 MCR			90%名义 MCR 或 NOR			100%名义 MCR		
航 次	扭矩 (kN m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	扭矩 (kN m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	扭矩 (kN m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	扭矩 (kN m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)
1												
2												
3												
算术平均值												

2.4 船舶航速测试

测试工况	50%名义 MCR			75%名义 MCR			90%名义 MCR 或 NOR			100%名义 MCR		
航　次	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
航 向(°)												
持续时间(min)												
航 速(km/h)												
静水航速(km/h)												

记录员参加人员: