

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD27-2016



中国船级社

船舶能效设计指数(EEDI)验证指南
Guidelines on Survey and Verification of the Energy
Efficiency Design Index (EEDI) of Ships
2016

生效日期：2016年11月15日

北京

目 录

第 1 章 通 则.....	1
1.1 一般要求.....	1
1.2 定义.....	1
1.3 适用范围.....	4
1.4 EEDI 验证流程	5
第 2 章 前期验证.....	8
2.1 一般规定.....	8
2.2 资料文件.....	9
2.3 EEDI 技术案卷基本要求	9
2.4 附加信息的基本要求.....	12
2.5 试验水池的基本要求.....	13
第 3 章 最终验证.....	16
3.1 一般规定.....	16
3.2 资料文件.....	16
3.3 测速试航的验证.....	16
3.4 Attained EEDI 的重新计算.....	18
3.5 经修订的 EEDI 技术案卷的基本要求	20
3.6 对试验机构/单位的基本要求	20
第 4 章 重大改建验证.....	22
4.1 一般规定.....	22
4.2 资料文件.....	22
4.3 重大改建后的 Attained EEDI 验证.....	23
附录 1 EEDI 验证重要节点	24
附录 2 EEDI 电力负荷计算表 (EPT-EEDI) 验证导则	26
附件 EEDI 电力负荷计算表 (EPT-EEDI) 和认证声明	29
附录 3 EEDI 技术案卷样本	30
附录 4 模型试验设备的校准.....	37
附件 1 测量设备卡范例.....	39
附件 2 校准证书范例.....	40
附录 5 模型试验的评审与见证.....	42

第 1 章 通 则

1.1 一般要求

1.1.1 本指南旨在指导验证船舶达到的能效设计指数（Attained EEDI）。

1.1.2 本指南主要依据下列IMO文件编制：

（1）MEPC.203（62）决议《MARPOL73/78公约附则修正案-MARPOL附则VI中引入船舶能效条款》及MEPC.251（66）决议《MARPOL附则VI及2008NO_x技术规则修正案》；

（2）经MEPC.263（68）修订的《2014年新船达到的能效设计指数（Attained EEDI）计算方法导则》（MEPC.245（66）决议）（以下简称“2014年EEDI计算导则”）；

（3）经MEPC.261（68）修订的《2014年能效设计指数（EEDI）检验与发证导则》（MEPC.254（67）决议）；

（4）MEPC.1/795.Rev2通函《MARPOL附则VI统一解释》。

（5）国际船级社协会（IACS）《船舶能效设计指数（EEDI）计算和验证程序》（PR38.Rev.1）；

（6）中国船级社《绿色船舶规范》及其修改通报；

1.1.3 船舶达到的能效设计指数（Attained EEDI）的验证申请，一般包含在船舶审图申请中，可提交CCS审图单位；仅进行水池试验见证的申请，可提交就近的CCS检验机构。

1.2 定义

1.2.1 船型定义

（1）散货船（Bulk carrier）：系指在 SOLAS 第 XII 章第 1 条所定义的主要用于运输散装干货的船舶，包括矿砂船船型，但不包括兼用船；

（2）气体运输船（Gas tanker）：系指除液化天然气船（LNG carrier）外¹，经建造或改建用于散装运输任何液化气体的货船；

（3）液货船（Tanker）：系指在 MARPOL 附则 I 第 1 条所定义的油船（Oil tanker）

¹ 就满足法定要求而言，如 LNG 船在 2019 年 9 月 1 日之前交船，则按照“气体运输船”船型对应的相关要求；如 2019 年 9 月 1 日或以后交船，则按照“液化天然气船”船型对应的相关要求。

或 MARPOL 附则 II 第 1 条所定义的化学品船(Chemical tanker)及有毒液体物质(NLS)船 (NLS tanker) ;

(4) 集装箱船(Container ship): 系指专门设计在货物处所和甲板上装载集装箱的船舶;

(5) 杂货船(General cargo ship): 系指设有多层甲板或单层甲板主要用于装载干杂货的船舶。该定义不包括专用干货船, 其不属于杂货船基线计算范围, 即牲畜运输船、载驳母船、重货运输船、游艇运输船和核燃料运输船。

(6) 冷藏货船 (Refrigerated cargo carrier) : 系指专门设计用于在其货物处所载运冷藏货物的船舶;

(7) 兼用船 (Combination carrier) : 系指设计用于装载 100%载重吨散装液货且也可装载 100%载重吨散装干货 (包括矿砂) 的船舶。

(8) 客船 (Passenger ship) : 系指载客超过 12 人的船舶。

(9) 客滚船(Ro-ro passenger ship): 系指设有滚装处所或特种处所的客船。

(10) 滚装货船 (车辆运输船) (Ro-ro cargo ship: Vehicle carrier) : 系指具有多层甲板的、设计载运空的小汽车和卡车的滚装货船。

(11) 滚装货船 (Ro-ro cargo ship) : 系指设计成载运滚装运货单元的货船。

(12) 近海供应船 (Offshore Supply Ship) : 系指

① 主要从事给近海平台运送物料、材料及设备的船舶; 和

② 设计为起居处所和驾驶室等上层建筑在船舶前部, 用于海上装卸货物的露天载货甲板在后部的船舶。

(13)液化天然气船(LNG carrier):系指建造或改造用于散装载运液化天然气(LNG)的货船。

(14) 邮轮 (Cruise passenger ship) : 系指没有货物甲板且专门设计用于商业运输在海上航行中过夜的乘客的船舶。

1.2.2 达到的 EEDI 值 (Attained EEDI): 系指单一船舶实际达到的 EEDI 值。

1.2.3 要求的 EEDI 值 (Required EEDI): 系指对特定船舶类型和尺度所允许的最大 Attained EEDI 值。

1.2.4 相同类型船舶: 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舶相同的船舶。

1.2.5 传统推进: 系指以往复式内燃机作为原动机且直接或通过齿轮箱与推力轴连接的一种推进方式。

1.2.6 非传统推进：系指不属于传统推进的一种推进方式，包括柴电推进、透平推进和混合推进。

1.2.7 水池试验：系指模型阻力试验、自航试验和螺旋桨敞水试验。经本社同意，数值计算也可等同于螺旋桨敞水试验，或用于补充水池试验结果（如用于评估附加的船体特征对船舶性能的影响）。

1.2.8 验证方：系指按照 MARPOL 附则 VI 第 5、6、7、8 条及其相关导则进行 EEDI 检验及发证的主管机关或其授权的组织。

1.2.9 满载吃水：系指夏季载重线吃水，集装箱船为 70%DWT 对应的吃水。

1.2.10 重大改建：系指对本社本指南适用船舶所作的下述改建：

- (1) 实质上改变了该船的尺度、载运能力或发动机功率；或
- (2) 改变了该船的类型；或
- (3) 改建的目的实际上是为了要延长该船的使用年限；或
- (4) 改建使得如该船等同于一艘新船，该船应遵守 MEPC.203（62）决议关于 MARPOL 附则 VI 中船舶能效要求中不适用于现有船舶的有关规定；或
- (5) 实质上改变了该船的能效并且其包括的改装使得该船超出 MARPOL 附则 VI 中第 21 条所述适用的 Required EEDI。

1.2.11 审查：系指对文件进行检查以确定文件已标识并可追溯，并确认已获得相关的资料和信息且 EEDI 计算过程符合相关要求。

1.2.12 见证：系指按商定的试验计划在必要范围内参与水池试验的计划关键步骤，以检查是否符合检验和发证要求。

1.2.13 与 Attained EEDI 计算相关的参数定义应按照 2014 年 EEDI 计算导则中的定义。

1.2.14 新船系指：

- (1) 2013 年 1 月 1 日或以后签订建造合同；或
- (2) 无建造合同，2013 年 7 月 1 日或以后安放龙骨或处于类似建造阶段；或
- (3) 2015 年 7 月 1 日或以后交付的船舶。

1.2.15 2019 年 9 月 1 日或以后交船的船舶系指：

- (1) 2015 年 9 月 1 日或以后签订建造合同；或
- (2) 无建造合同，2016 年 3 月 1 日或以后安放龙骨或处于类似建造阶段；或
- (3) 2019 年 9 月 1 日或以后交付的船舶。

1.2.16 验证船级社系指进行船舶 EEDI 检验和验证的船级社。

1.2.17 见证船级社系指见证与 EEDI 验证船级社验证的船舶属于相同类型船舶的水池试验的船级社。

1.2.18 见证协议系指证明见证船级社见证和接受水池试验的文件，并标明日期、现场验船师的签名和可能的备注。

1.3 适用范围

1.3.1 本指南适用于400总吨及以上的下列船舶：

- (1) 散货船 (Bulk carrier) ；
- (2) 气体运输船(Gas tanker)；
- (3) 液货船(Tanker)；
- (4) 集装箱船(Container ship)；
- (5) 杂货船(General cargo ship)；
- (6) 冷藏货船 (Refrigerated cargo carrier) ；
- (7) 兼用船 (Combination carrier) ；
- (8) 客船 (Passenger ship) ；
- (9) 客滚船(Ro-ro passenger ship)¹；
- (10) 滚装货船 (车辆运输船) (Ro-ro cargo ship: Vehicle carrier)¹；
- (11) 滚装货船 (Ro-ro cargo ship)¹；
- (12) 近海供应船 (Offshore Supply Ship)²；
- (13) 液化天然气船 (LNG carrier)¹；
- (14)非传统推进的邮轮(Cruise passenger ship having non-conventional propulsion)

¹。

1.3.2 除邮轮和液化天然气船外，1.3.1所列的其他船型如其推进系统为电力推进、透平推进或混合推进系统，则本指南暂不适用。

1.3.3 对于其他船舶类型，由本社给予特别考虑。

1.3.4 就法定要求而言，“新船”适用MAPROL附则VI中每个能效削减阶段要求的时间见下表：

¹ 就满足法定要求而言，2019年9月1日或以后交船的船舶需要满足 MARPOL 附则 VI 中的能效削减要求。

² 近海供应船目前尚未有法定 EEDI 要求。

表 1.3.4

阶段 0	阶段 1	阶段 2	阶段 3
2013.1.1-2014.12.31	2015.1.1-2019.12.31	2020.1.1-2024.12.31	2025.1.1及以后
在2013.1.1-2014.12.31间签订造船合同，并于2019.1.1前交船；或	在2015.1.1-2019.12.31间签订造船合同，并于2024.1.1前交船；或	在2020.1.1-2024.12.31间签订造船合同，并于2029.1.1前交船；或	(1) 在2025.1.1及以后签订造船合同；或
2013.1.1前签订造船合同，并于2015.7.1-2018.12.31间交船。或	在2015.1.1前签订造船合同，并于2019.1.1-2023.12.31间交船。或	在2020.1.1前签订造船合同，并于2024.1.1-2028.12.31间交船。或	(3)对于没有建造合同的，2025.7.1及以后安放龙骨或处于类似建造阶段；或
对于没有建造合同的， (1) 在2013.7.1-2015.6.30间安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2019.1.1前交船；或 (2) 在2013.7.1前安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2015.7.1-2018.12.31日间交船。	对于没有建造合同的， (1) 在2015.7.1-2020.6.30间安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2024.1.1前交船；或 (2) 在2015.7.1前安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2019.1.1-2023.12.31日间交船。	对于没有建造合同的， (1) 在2020.7.1-2025.6.30间安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2029.1.1前交船；或 (2) 在2020.7.1前安放龙骨或处于类似建造阶段，并于2024.1.1-2028.12.31日间交船。	(3) 2029.1.1及以后交船。

1.4 EEDI 验证流程

1.4.1 一般规定

(1) Attained EEDI应按照《绿色船舶规范》附录1 Attained EEDI计算导则进行计算。

(2) Attained EEDI验证¹应分两个阶段进行：设计阶段的前期验证和试航阶段的最终验证。EEDI验证的重要节点见附录1。

(3) 验证过程中使用的信息可能会包含提交方的保密信息，需对客户知识产权进行保护。提交方与本社达成保密约定后，提交方应依据双方保密约定范围向本社提供验证所需的附加信息材料。

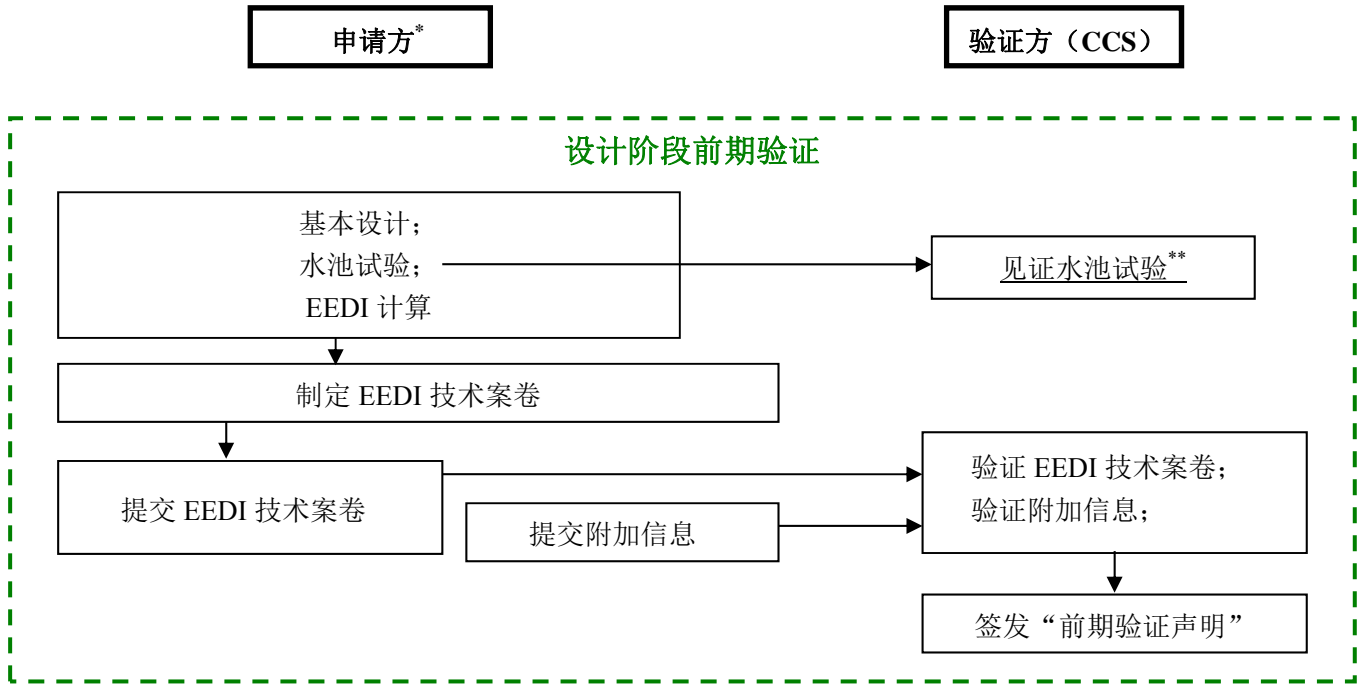
1.4.2 “前期验证声明”、“审图意见函”、“EEDI电力负荷计算表前期验证声明”

(如有时)由本社接受EEDI验证申请的审图单位完成和签发。“水池试验见证项目检查表”、“水池试验见证声明”、“试航试验见证项目检查表”和““EEDI电力负荷

¹ 就法定要求而言，对于 MARPOL 附则 VI 中无 Required EEDI 要求的船舶，对其 Attained EEDI 的仅要求基于 EEDI 技术案卷的验证。

计算表最终验证声明”（如有时）”由现场检验单位完成和签发。完成EEDI验证后，由现场检验单位签发能效证书。

1.4.3 验证程序如图1.4.3-1所示，水池试验见证流程如图1.4.3-2所示：



* EEDI 验证申请方为船东、船厂或设计单位; 水池试验的申请方为船东、船厂、设计单位或其委托的水池试验机构等。

** 参见图 1.4.3-2。

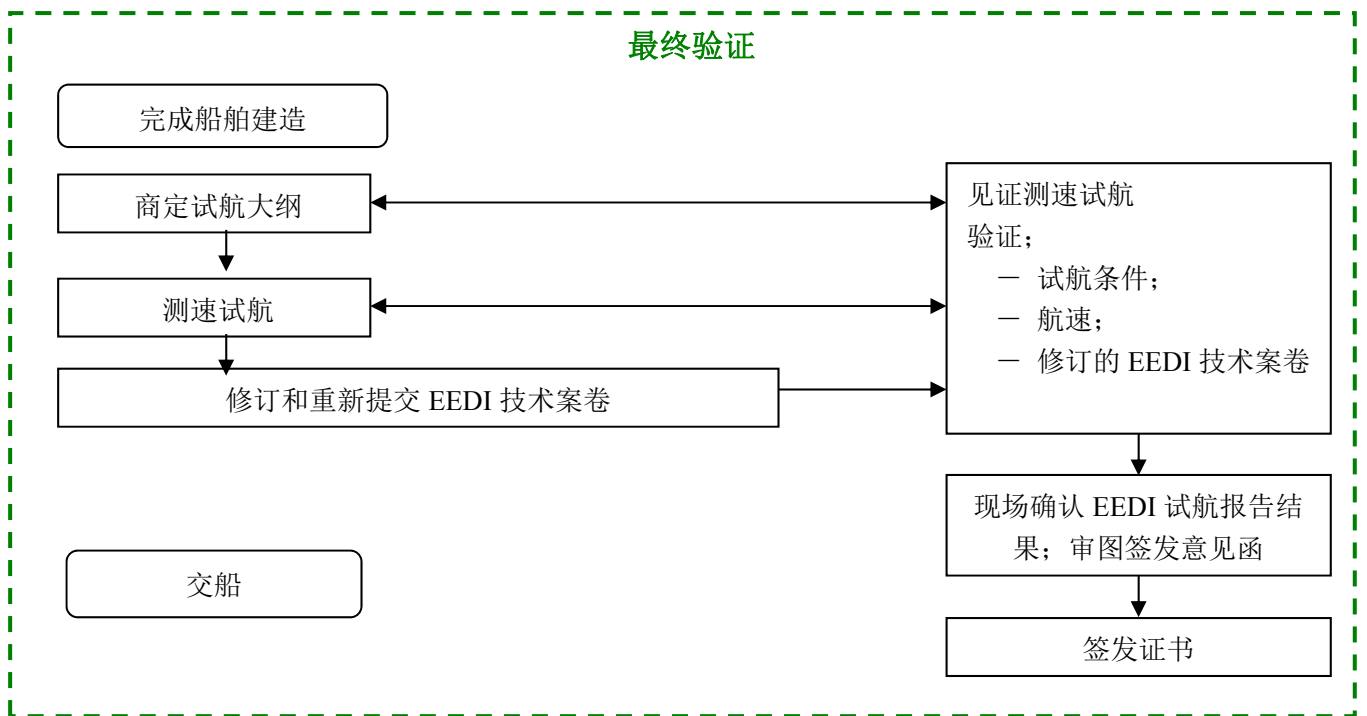


图 1.4.3-1 验证程序

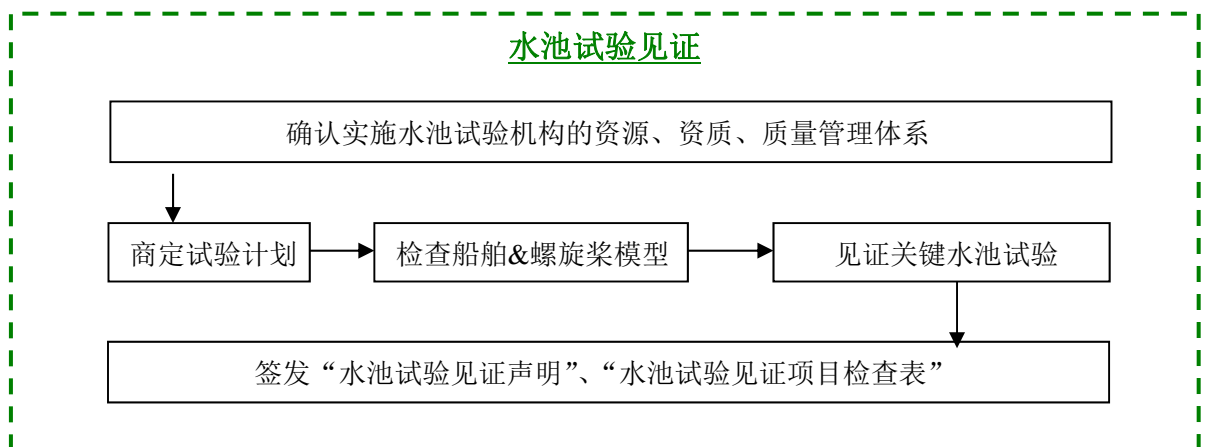


图 1.4.3-2 水池试验见证流程

第 2 章 前期验证

2.1 一般规定

2.1.1 在提交 EEDI 验证申请前，申请方应先完成船舶的基本设计。前期验证一般包括：见证水池试验、基本设计验证以及 Attained EEDI 计算的验证。

2.1.2 对于水池试验的见证，如申请方不是经授权的水池试验机构，应确保水池试验机构能够提供完成见证所需的相关信息和资料。由本社执行检验单位：

(1) 审核实施水池试验机构的资源、资质、质量管理体系和试验符合本章 2.5 的要求；

(2) 按申请方和本社执行检验单位商定的计划见证试验（包括阻力试验、螺旋桨敞水试验和自航试验）过程；

(3) 对申请方拟提交的“附加信息”进行确认；

(4) 完成试验见证，签发“水池试验见证项目检查表”并发送 CCS 审图单位，《水池试验见证声明》发给申请方一份。

2.1.3 对基本设计的验证以及 Attained EEDI 计算的验证，由本社接受 EEDI 验证申请的审图单位通过对申请方所提交的 EEDI 技术案卷以及水池试验“附加信息”的审查来进行。对于 EEDI 技术案卷的审查要点见附录 1 的描述。完成验证后，由 CCS 审图单位签发“EEDI 前期验证符合声明”给 CCS 执行建造检验单位。

2.1.4 在 EEDI 技术文件提交方和船东之间达成一致的基础上，如果进行水池试验的船舶与 EEDI 验证的船舶属于相同类型船舶，验证船级社可接受经另一船级社见证的水池试验报告。下列文件副本应提供给验证船级社，并可按 1.4.1 (3) 考虑保护知识产权：

(1) 参照水池试验船舶模型的速度功率曲线，计算经验证船舶的航速；

(2) 经见证船级社的验船师签署的水池试验船舶的见证协议；

(3) 水池试验船舶的水池试验报告。

应验证船级社的特别要求，应提交下列附加信息：经修正的 IMO《2014 年能效设计指数(EEDI)检验和发证指南》4.2.7.2 中所述的水池试验船舶的船舶型线和模型细节，装载和操作工况，以表明经验证船舶和水池试验船舶为相同类型船舶。

如果原见证船级社拥有某些相关信息，提交方应授权见证船级社，使验证船级社可获得该信息。

2.1.5 对于 2013 年 1 月 1 日前某些新船已在 ITTC 成员水池试验机构进行水池试验但未经验证方见证的情况，验证船级社（本社）可根据水池试验机构提交的水池试验结果和按公认方式认证的质量控制措施，或该水池的试验经验，接受其水池试验结果。

2.2 资料文件

2.2.1 申请方（船东/设计单位、造船厂、经授权的水池试验机构或其他单位）需向本社提交下列资料文件：

（1）包含验证信息的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件，如 NO_x 技术案卷、功率限定的技术措施等；

（2）用于验证所必须的附加信息。

2.2.2 包含基本设计信息的 EEDI 技术案卷以及其它相关背景文件，其中应包括申请验证船舶进行水池试验的说明或免除水池试验的说明（如适用）。

2.2.3 申请验证的船舶除经本社确认符合免除水池试验的情况外，应提交反映水池试验情况的“附加信息”（如 2.4 条所述）。

2.3 EEDI 技术案卷基本要求

2.3.1 EEDI 技术案卷应至少用英语编写，国内航行海船至少用中文编写。EEDI 技术案卷的制定可参考本指南附录 3。

2.3.2 EEDI 技术案卷应至少包括但不限于以下内容：

（1）相关设计参数

- ① 船舶载重吨（DWT）；对客船和客滚船而言，则为总吨（GT）；
- ② 主机和辅机的最大持续功率（MCR）；
- ③ Attained EEDI 计算的航速（ V_{ref} ）；
- ④ 主机在 75%MCR 功率下的燃料类型及单位燃油消耗量（SFC）；
- ⑤ 辅机在 50%MCR 功率下的燃料类型及单位燃油消耗量（SFC）；
- ⑥ 用于某些特定船舶类型（如客船、邮轮）计算 EEDI 用的电力负荷计算表（EPT-EEDI）的制定应按照《绿色船舶规范》附录 1 中附件 1 相关要求，

并按照本指南附录 2 进行验证。

(2) 设计阶段(经水池试验后修正)得出的船舶在满载(注:集装箱船为 70%DWT)吃水下和假定无风无浪无流和深水条件下估算的功率曲线 (kW-Knot)。

(3) 如果预计试航在非满载吃水下进行,则除上述(2)之外,还应通过水池试验得出船舶在该预计试航工况下和假定无风无浪无流和深水条件下估算的功率曲线 (kW-knot)。

(4) 主要参数细节、船型以及船型界定资料;船级符号;船上推进系统和电力供应系统的总体情况。

(5) 节能设备的描述。

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

(7) 如果采用了船舶风浪失速系数(f_w),则其计算的 Attained EEDI 应以 Attained EEDI_{Weather} 表示。因此,此时还应包括 f_w 值和 Attained EEDI_{weather} 的计算值。

(8) 如是化学品船和 LNG 船¹,还包括舱容修正系数 (f_c);

(9) 如是 LNG 船²,还应包括:

① 推进系统的类型和概述(如柴油机直推、电力推进或蒸气轮机推进);

② LNG 货舱容积 (M^3) 和 BOR (船舶建造合同中规定的整船每天的设计气化速率);

③ 100% 发电机额定输出功率 (MPP_{Motor}) 下传动装置后的轴功率和柴油发电机效率 $\eta_{(i)}$;

④ 蒸汽轮机的最大持续额定功率 ($MCR_{SteamTurbine}$);

⑤ 蒸汽轮机的 $SFC_{SteamTurbine}$ 。

(10) 如是按船级社共同结构规范 (CSR) 建造的船舶,则还包括 CSR 船修正系数 (f_{csr});

(11) 如是采用自愿结构加强船舶,则还包括自愿结构加强修正系数 (f_{ivse}),同时应按 2014 年 EEDI 计算导则要求,提供加强前和加强后两套结构图纸供审核;作为一种替代方法,也可只提交一套基本设计的结构图纸,但其应带有自愿结构加强的标识。

(12) 如果自愿对推进功率采用可验证的方式进行限制,应包括推进功率限定措施

¹ 如 LNG 船按照“气体运输船”船型定义时适用。

² 就满足法定要求而言,2019 年 9 月 1 日或以后交船的 LNG 船适用本条款。

的说明。

2.3.3 对配备了双燃料发动机并且使用液化天然气和燃油的船舶，如拟使用气体燃料的碳转换系数(C_F)及其单位燃气消耗值 (SFC)，则应考虑：

(1) 主要燃料是否为气体燃料由船旗国主管机关判定；

(2) 气体燃料 (LNG) 与总船用燃料的热值比 (HFO/MGO)，包括设计条件下的气体燃料 (LNG) 应等于或大于下述公式计算值的 50%。但是，主管机关考虑到拟定航线的需要可以接受一个更低的值。

$$\frac{V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}}{\left(\sum_{i=1}^{nLiquid} V_{liquid(i)} \times \rho_{liquid(i)} \times LCV_{liquid(i)} \times K_{liquid(i)} \right) + V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}} \geq 50\%$$

式中： V_{gas} — 船上气体燃料舱的总净容积， m^3 ；

V_{liquid} — 船上液体燃料舱的总净容积， m^3 ；

ρ_{gas} — 气体燃料的密度， kg/m^3 ；

ρ_{liquid} — 液体燃料的密度， kg/m^3 ；

LCV_{gas} — 气体燃料的低热值， kJ/kg ；

LCV_{liquid} — 液体燃料的低热值， kJ/kg ；

K_{gas} — 气体燃料舱的罐装速率；

K_{liquid} — 液体燃料舱的罐装速率。；

(3) 如船上安装的不全是双燃料发动机，气体燃料的碳转换系数(C_F)只能应用于安装上船的双燃料发动机，并保证这些发动机有足够的气体燃料供应；

(4) 采用专门可拆换的 LNG 罐柜的燃料供应方式，也应符合 LNG 用作主要燃料的规定。

2.3.4 在计算 Attained EEDI 时，主辅机的单位燃料消耗值 (SFC) 应取自经批准的 NO_x 技术案卷，并且是相对于 ISO 标准基准条件用燃油标准低热值 (42700kJ/kg) 修正过的值，可参照 ISO 15550:2002 和 ISO 3046-1:2002。为确认 SFC 值，应向本社提供经批准的 NO_x 技术案卷副本和修正计算的概述文件。如果在申请前期验证时 NO_x 技术案卷尚未经批准，则可使用生产厂提供的试验报告。对该情况，在试航验证阶段应向本社提供经批准的 NO_x 技术案卷副本和修正计算的概述文件。当根据 2.3.3 被认可为主要燃料是气体燃料且安装发动机的技术案卷没有气体模式下的测试值时，其气体模式下的 SFC 应由制造厂提供并由本社确认。

2.3.5 基本设计验证的主要项目包括：

- (1) 与 EEDI 有关的船舶和主机的参数；
- (2) 船体线型特征参数；
- (3) 功率曲线计算所必须的船体阻力/有效功率曲线、自航因子、螺旋桨参数及敞水性能曲线；
- (4) 满载吃水及压载状态的功率曲线、Attained EEDI 计算航速的估算数据。

2.4 附加信息的基本要求

2.4.1 附加信息应至少包括但不限于以下内容：

- (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、水池试验机构的质量管理体系情况等；
- (2) 船模与实船的型线（如型线侧视图，型线横剖图和半宽图）和螺旋桨模型报告，用于证明模型与实船之间的相似性以验证水池试验的合适性；
- (3) 船舶空船重量和排水量以验证载重吨；
- (4) 水池试验计划。该试验计划中包括对试验步骤的说明，以及需要本社检验单位见证的节点。
- (5) 水池试验方法及结果的详细报告，至少包括满载吃水条件和压载试航条件下的水池试验结果（如不能在满载吃水条件下进行试航），以及两种条件下的功率曲线；
- (6) 船速的详细计算过程；
- (7) 水池试验后推算的实船功率曲线应基于：
 - ①船舶模型试验结果换算得出的实船伴流分数 w 和推力减额分数 t ；
 - ② 相对旋转效率、实船有效功率曲线，和
 - ③螺旋桨敞水性能曲线；

按照船—机—桨相互作用原理计算确定。

(8) 对于相同类型船舶，可基于技术依据（例如水池试验结果的可用性）来免除单个船舶的水池试验。应提供相同船型船舶的线型及水池试验结果，以及与实船的主要参数之间的对比。还应提供技术证明解释为什么水池试验是不必要的。另外，如果某船将在试航阶段以满载吃水进行试航试验，经船东和造船厂同意并经本社批准，则可免除水池试验。

(9) 数值计算可等同于螺旋桨敞水试验予以接受。如只有一个母型船船型通过水池试验进行验证,可根据数值计算为制定航速功率曲线提供依据,以评估附加船体特征(例如船艏球鼻变化,鳍和水动力节能设备)的影响,并提交相应的计算评估报告。数值计算可包括基准航速 V_{ref} 时推进效率的 CFD 计算,以及船体阻力变化和螺旋桨敞水效率。这些数值计算应按 ITTC 7.5-03-01-04 的最新版或等效文件进行。对于未修改的母船船型的 CFD 计算值和水池试验结果之间的比较,必须提交进行评审。

2.4.2 本社验船师应按照本章 2.5 的要求对水池试验机构资质进行审核,并对阻力试验、螺旋桨敞水试验和自航试验进行见证。在水池试验开始之前,提交方应将试验计划提交给本社执行检验单位。由于水池试验的详细过程取决于每个提交方的做法,应在提交给本社执行检验单位的文件中包括足够信息以表明水池试验过程,具体的审查与见证要求见附录 5。在商定试验计划之后,提交方应通知本社执行检验单位需见证的试验。提交方应告知本社执行检验单位试验计划中商定活动的任何变化,并向本社执行检验单位提供水池试验报告和航速试验预报结果。

2.4.3 水池试验机构所采用的模型-船舶关联方法应适当地形成文件并参考 ITTC 建议程序 7.5-02-03-1.4 (2011 年第二版或后续修订版)。

2.4.4 由于水池试验的详细过程取决于每个提交方的做法,提交给本社的文件中应包括足够信息,以表明水池试验过程符合附录 1 和附录 5 中所列参考文件的要求。

2.5 试验水池的基本要求

2.5.1 为进行 EEDI 前期验证而进行船模试验的试验机构/单位,应为 ITTC¹ 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。如果水池试验机构质量控制体系未按认可计划 (ISO 9001 或等效文件) 予以认证,应向本社执行检验单位提交有关水池试验机构的以下附加信息:

- (1) 水池试验设施的描述;包括设施名称、水池及拖曳设备的细节以及附录 4 中所述的每个监测设备的校准记录;
- (2) 至少包括 ITTC 质量手册示例 (2002 版) 所列信息的质量手册;

2.5.2 用于预报船舶基准航速的试验通常在船模拖曳水池中进行。拖曳水池的尺度

¹ ITTC-国际拖曳水池大会 (International Towing Tank Conference)。

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阻力试验、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) 造波机和消波器（验证 f_w 和 Attained EEDI_{weather} 需要）；
- (2) 船模及螺旋桨加工/测量设备；
- (3) 用于测力和测速的仪器，至少能测量：
 - 船模速度 (V_m)
 - 船模总阻力 (R_m)
 - 螺旋桨推力 (T_m)
 - 螺旋桨的转矩 (Q_m)
 - 螺旋桨转速 (n_m)

(4) 其他测量设备，如纵倾测量仪、吃水测量仪、比重表、浪高仪、普兰特毕托管和五孔毕托管、压力传感器、水压力计、热线仪、激光多普勒测速仪、应变仪电桥设备、电子设备（记录器、滤波器、分析器）等。

2.5.3 试验机构对试验设备进行有效管理，定期进行校准并予以记录，确保监测、测量和试验设备的有效性，以此保证试验结果的准确性。对试验设备的管理及校准应参照 ITTC 7.6-01-01 要求。有关试验设备校准的具体要求可参见附录 4。

2.5.4 试验仪器应定期校准并进行不确定性评估。不确定性评估方法可参照 ITTC 7.5-01-03-01。

2.5.5 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 ITTC 7.5-01-01-01。

2.5.6 激流(Turbulence Stimulation)措施应在模型制造文件或者试验文件中清晰表明，激流丝 (Wires) 或沙带 (Sand strips) 的使用应参照 ITTC 7.5-01-01-01 相关要求。

2.5.7 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。

2.5.8 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；试验大纲应包括阻力/自航/螺旋桨敞水试验的试验模型状况、设备安装以及需测量参数，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；并能对

试验结果进行可靠性分析，以及试验后出具报告应包含信息。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。

2.5.9 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；试验结束后，能够将试验结果用图线表示，如阻力系数、伴流分数、推力减额和收到功率曲线。试验记录、试验资料和预报分析应存档保留。

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

第3章 最终验证

3.1 一般规定

3.1.1 EEDI 最终验证应包括：

- (1) 现场检验单位检查试验大纲，并对试航条件进行确认；
- (2) 现场检验单位见证试航并核实获得的用于 EEDI 最终计算的相关参数（如需要时，对 EPT 中用电设备负荷的检查）；试航结束后，CCS 现场检验单位对试航试验机构提交的试航报告中涉及 EEDI 试航验证的结果进行审查批准，完成试航试验见证项目检查表，发给审图单位；
- (3) 审图单位评审试验机构提交的试验报告，确认功率和航速已按 ITTC 建议程序 7.5-04-01-01.2 航速和功率测试，第 2 部分；2014 或 ISO 15016:2015 标准进行修正；
- (4) 审图单位对经申请方修订和重新提交的 EEDI 技术案卷进行评审和验证。核定船舶最终的 EEDI 值之后，签发审图意见函。

3.1.2 执行检验单位根据审图单位签发的审图意见函，在核查船舶满足相关要求后，签发能效证书。

3.2 资料文件

3.2.1 试航前，应向本社提交如下资料：

- (1) 试航大纲（包括测速试航大纲），应至少包括对试航工况的说明、需测量的参数及其测量方法、测量仪器及其仪器校准的说明、数据记录表以及数据分析和修正方法的说明等。
- (2) 最终的排水量和测定的空船重量，或最终的倾斜试验报告；
- (3) 主机和辅机的 NO_x 技术案卷副本。

3.3 测速试航的验证

3.3.1 试航条件应尽可能设定在 2014 年 EEDI 计算导则第 2.2 条所述的 EEDI 条件。

3.3.2 测速试航要求

的详情提交给验证方供验证用。

3.3.3 本社验船师对试航的测量项目应进行确认。试航时应测量和记录的数据至少包括：

- 试航时间和持续时间
- 吃水标记读数
- 空气和海水温度
- 主机设定
- 航向 (rad)
- 对地航速 (m/s)
- 螺旋桨每分钟转速 (rpm)
- 测量的功率 (kW)
- 相对风速 (m/s)
- 相对风向 (rad)
- 平均波浪周期 (海水和涌浪) (s)
- 有义波高 (海水和涌浪) (m)
- 波浪入射角 (海水和涌浪) (rad)
- 舵角(rad)
- 偏航角(rad)

3.4 Attained EEDI 的重新计算

3.4.1 应将试航后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，则应按照下述方法重新计算船舶的 Attained EEDI 值：

(1) 如果船舶试航是在满载吃水条件下进行，应使用在试航时在计算 Attained EEDI 所选取的主机功率 (P_{ME}) 下测得的船速重新计算 Attained EEDI；

(2) 如果船舶试航不能在满载吃水条件下进行，则应通过经本社同意的适当的修正方法将船速修正到满载吃水条件下的船速，再重新计算 Attained EEDI。

下面给出了一种航速修正方法示例。

V_{ref} 可根据基于水池试验预测得到的速度估计功率曲线和试航条件下的实船试航

结果获得。水池试验应在对应试航条件和 EEDI 条件下进行。由水池试验预报和试航结果得到试航条件下的功率比 α_P ，再通过 EEDI 条件下的水池试验的航速预报结果乘以 α_P 即得到 V_{ref} 。

$$\alpha_P = \frac{P_{Trail,P}}{P_{Trail,S}}$$

式中：

$P_{Trail,P}$ ：水池试验预报得到的试航条件下的功率；

$P_{Trail,S}$ ：船舶实船试航阶段得到的试航条件下的功率；

α_P ：功率比

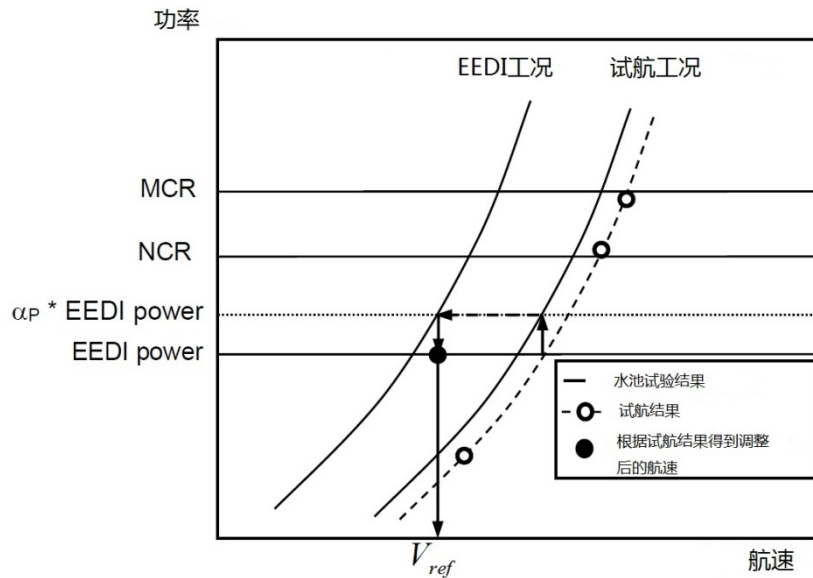


图 3.4.1 航速修正示例

3.4.2 如果最终确定的载重吨/总吨与在设计阶段 EEDI 计算时使用的载重吨/总吨不同，则提交方应使用最终确定的载重吨/总吨重新计算 Attained EEDI。最终确定的总吨应与该船的吨位证书相一致。

3.4.3 对于采用柴电推进系统的 LNG 船，在计算 Attained EEDI 时，电效率 ($\eta_{(i)}$) 应取值 91.3%。若采用大于 91.3% 的值，电效率 ($\eta_{(i)}$) 应由实际测量获得，同时提出可验证方法且该方法应提交本社批准。

3.4.4 如果在前期验证阶段 Attained EEDI 是用柴油机制造厂提供的试验报告中的 SFC 值计算的（由于当时还没有经批准的 NO_x 技术案卷），则应确认使用批准的 NO_x

技术案卷中的 SFC 重新计算 Attained EEDI；对于蒸汽轮机，也应采用本社确认的 SFC 重新计算 Attained EEDI。

3.4.5 应确认根据试航结果修订后的功率曲线以及航速 V_{ref} 、最终确定的载重吨/总吨、电效率（ η ，LNG 船采用柴电推进系统时）、批准的 NO_x 技术案卷中的 SFC 以及根据这些修订重新计算的 Attained EEDI 值。

3.4.6 应确认修订后的 Attained EEDI 是按照《绿色船舶规范》附录 1 Attained EEDI 计算导则进行计算。

3.5 经修订的 EEDI 技术案卷的基本要求

3.5.1 所提交的 EEDI 技术案卷应包括：

- (1) 试航后得到的满载工况功率曲线和航速；
- (2) 船舶的 Attained EEDI 值及其所有与计算参数相关的细节。

3.5.2 提交经修订 EEDI 技术案卷的同时，应提交测速试航报告、最终稳性文件（最终的排水量和测定的空船重量，或最终的倾斜试验报告）以及实船型线（如有修改）。满载吃水工况的功率曲线和航速的计算和确定应依据试航时测量的数据，并按照 ITTC 7.5-04-01-01.2 航速和功率测试，第 2 部分；2014 或 ISO 15016:2015 标准考虑风、浪、潮涌、浅水、排水量、水温及水密度等因素加以修正而确定。

3.6 对试验机构/单位的基本要求

3.6.1 为 EEDI 最终验证进行航速试验测试的机构/单位，其试验程序能够满足 ITTC 的相关程序。试验机构应经过 ISO 9001 质量认证，相应的试验人员应持检测员证，试验机构应对试验人员资质以及服务进行有效管理和监控。

3.6.2 试验机构/单位应配备航速试验所需的设备和测量仪器，应包括以下仪器设备：

- (1) 全球差分定位系统（DGPS），用于测量航速；
- (2) 轴功率测量系统；
- (3) 转速计/转速表；
- (4) 遥测浪高仪；

- (5) 综合气象仪，可测量风速、风向；
- (6) 激光水位测量仪；
- (7) 测深仪；
- (8) 其他在 ITTC 建议程序 7.5-04-01-01.1 航速和功率测试，第 1 部分；2014 或 ISO 15016:2015 标准中要求的环境条件参数测量仪器，如水密度计、盐度计等；
- (9) 其他测量设备，如运动参数测量系统、三向测振仪、声级计等；
- (10) 相应的测量和数据采集软件。

3.6.3 试验机构/单位对测量仪器进行有效管理，定期计量并予以记录，确保监测、测量设备的有效性，以此保证试验结果的准确性。

3.6.4 试验机构/单位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。试验记录文件、试验资料和分析结果应存档保留。

第 4 章 重大改建验证

4.1 一般规定

4.1.1 如果船舶经过重大改建，船东应向本社提交附加检验申请，同时还应提交基于重大改建而修订的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景资料。

4.1.2 对于 1.2.10 (1)，1.2.10 (2)，1.2.10 (3) 和 1.2.10 (5) 所对应的重大改建适用于新船，其改建后适用的 Required EEDI 要求按照原船舶的签订合同日期或安放龙骨日期或交船日期所适用的对应于改建后船舶的船型和尺度的 EEDI 要求。

4.1.3 对于 1.2.10 (4) 条，新船或现有船舶的重大改建的范围如此之大而使主管机关将其视为新船时，其改建后适用的 Required EEDI 要求按照签订改建合同之日或如无合同情况下的改建开始之日所适用的对应于改建船舶的船型和尺度的 EEDI 要求。

4.1.4 如实质上改变了该船的尺度、载运能力（如改变了垂线间长或干舷）或增加发动机总推进功率均被认定为重大改建。

4.1.5 在未改变船舶结构情况下，如减小干舷或因进港吃水或载重受限而需临时增加干舷的情况可不被认定为重大改建。然而，除临时性的增加干舷外，其他任何的增加干舷情况，均应被认定为重大改建。

4.1.6 在任何情况下，主管机关有权认定改建是否为重大改建。

4.1.7 如船舶改进了船舶能效且不构成重大改建，船东可自愿申请验证并重新签发能效证书。

4.2 资料文件

4.2.1 背景资料应至少包括但不限于以下内容：

- (1) 重大改建的改造方案及说明；
- (2) 重大改建后发生改变的 EEDI 相关参数以及对每个相关参数的技术证明；
- (3) EEDI 技术案卷的其他改变的理由（如有）；
- (4) Attained EEDI 的计算值以及计算概述，计算概述应至少包含用于确定改建后的船舶 Attained EEDI 的每一计算参数值和计算过程。

4.3 重大改建后的 Attained EEDI 验证

4.3.1 本社应核查经修订的 EEDI 技术案卷及其他相关文件，验证 Attained EEDI 的计算过程确保其遵循《绿色船舶规范》附录 1 Attained EEDI 计算导则要求并且技术可靠和合理。

4.3.2 为验证改建后的 Attained EEDI，必要时本社将要求进行测速试航。经审图部门评估认为需要重新进行航速测量的，则改装后应进行测速试航，如果船舶不能在 EEDI 所要求的相应载运能力的条件下进行测速试航，则需要进行水池试验。该情况下验证方还可接受按照 ITTC 7.5-03-01-04 的最新版或等效文件进行的数值模拟计算替代水池试验对船体型线修改的影响进行评估。

4.3.3 对重大改建后 Attained EEDI 的验证，如果改建不涉及基准航速的变化，则无需进行试航。如果对改建后经修订的 EEDI 技术案卷及其他相关文件进行评审得出结论，即重大改建不能使船舶超过适用的 Required EEDI，则不要求进行试航验证。若不符合以上条件，则需进行试航验证。如船东自愿要求重新验证 EEDI 以验证船舶能效有所改进，并要求重新签发 IEE 证书，则可要求进行试航验证。

4.3.4 验证结束后，本社审图单位将签发一份审图意见函，并标明改建后船舶的 Attained EEDI 和 Required EEDI 值。

附录 1 EEDI 验证重要节点

编号.	项目	检验方式	参考文件	应提交本社的文件	备注
01	EEDI 技术案卷	审查	本指南 2.3 条	本指南 2.3 条所要求的相关资料	
02	功率的限制	审查	《绿色船舶规范》附录 1	技术性限制措施的验证文件	仅适用于设置了功率限制措施的情况
03	电功率表	审查	《绿色船舶规范》附录 1 附件 2 本指南附录 2	EPT-EEDI 表	如果航行所需辅机功率 PAE 与按照《绿色船舶规范》附录 EEDI 计算导则中 P _{AE} 的估算值相差较大
04	水池测量设备的校准	审查&见证	本指南附录 4	校准报告	随机检查测量设备的校准记录是否有效
05	模型试验-船模	审查&见证	本指南附录 5	船体型线图&型值表 船模报告	
06	模型试验-桨模	审查&见证	本指南附录 5	桨模报告	
07	模型试验-阻力试验、自航试验和螺旋桨敞水试验	审查&见证	本指南附录 5	水池试验报告	如使用备用桨，可不进行螺旋桨敞水试验。但备用桨的敞水特性应作为水池试验报告的附件
08	模型到实船的外推和修正	审查	ITTC 7.5-02-03-01.4 1978 ITTC 性能预报方法 (2011 年第二版及后续修订版本); 本指南附录 5	外推和修正的计算报告	检查 EEDI 工况和试航工况下的功率-航速曲线使用相同计算方法和修正方法。
09	替代水池试验的数值计算	审查	ITTC 7.5-03-01-04 (最新版本) 或等效方法	计算报告	用于验证模型试验的替代计算

编号.	项目	检验方式	参考文件	应提交本社的文件	备注
10	试航前 EPT-EEDI 表中设备功率的核查	见证	本指南附录 2		仅适用于 P_{AE} 通过 EPT 计算的情况
11	试航大纲	审查	本指南 3.2.1	测速试航大纲	检查测量功率点至少 3 个 核查 EPT-EEDI (当 P_{AE} 通过 EPT-EEDI 进行计算)
12	试航	见证	ITTC 7.5-04-01-01.1 (最新版本) 或 ISO 15016: 2015		检查: <ul style="list-style-type: none"> • 推进功率, 主机状况 • 吃水和纵倾 • 海况 • 航速 • 轴功率&转速 检查主机或轴功率限制情况 (如使用) 检查 EPT-EEDI 中某些设备的功率消耗是否符合 EPT 列明的试航的情况 (当 P_{AE} 通过 EPT 计算的情况)
13	试航-修正计算	审查	ITTC 7.5-04-01-01.2 或 ISO 15016: 2015	试航报告	检查试航工况下吃水和纵倾是否准确 检查修正方法是否按照 ITTC 7.5-04-01-01.2 或 ISO15016: 2015 标准
14	试航-试航条件调整到 EEDI 工况	审查	本指南 3.4.1 (2)	试航后的制定的功率曲线	检查 EEDI 工况的功率曲线已通过修正获取
15	EEDI 技术案卷 -试航后修改	审查	本指南 3.4.2-3.4.5	经修正的 EEDI 技术案卷	检查试航后是否对 EEDI 技术案卷进行修订

附录 2 EEDI 电力负荷计算表 (EPT-EEDI) 验证导则

1 目的

本导则旨在帮助验船师认证用于 EEDI 的电力负荷计算表 (EPT-EEDI)。本导则还帮助船东、造船厂、船舶设计单位和制造商了解 EPT-EEDI 认证程序。

2 定义

2.1 就本导则而言, 认证系指对所提交文件的审核和船舶在建造及试航时的检验。

2.2 标准 EPT-EEDI 表系指附件中表格, 该表含需认证的 EPT-EEDI 结果。其他以此目的提交的支持性文件仅供参考, 无需接受认证。

2.3 船舶负载和机舱负荷系指船体、甲板、航行和安全负载、推进和辅机负载、机舱通风和辅助设备 and 船舶的一般负载所需的全部负荷组。

2.4 需用系数系指“总安装负荷功率”与连续负荷及间断负荷之和的“实际负荷功率”之比。该系数等于负荷使用系数、负荷连续使用系数及负荷间断使用系数的乘积。

3 适用范围

3.1 本导则适用于《绿色船舶规范》附录 1 中 3.5.4 (3) 所述的船舶。

3.2 认证过程包括的步骤:

(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 检查是否使用合理使用系数; 和
- 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 and 组件

- ① 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

- ① 检查 EPT 中选取的装置/负荷是否与实际情况相符。

4 支持性文件

4.1 申请方应至少提供船舶电力平衡负荷分析。

4.2 此类信息可能含有造船厂或船舶设计单位的保密信息。因此, 在认证后, 如申请方要求, 验船师应向申请方退回全部或部分此类信息。

4.3 每艘船舶应在试航时需要定义特定的 EEDI 状态, 且将其包括在批准的试航计划中。对此状态应在 EPT 中插入特定的一列。

5 认证程序

5.1 一般规定

5.1.1 应按 EPT-EEDI 指南计算 P_{AE} 。EPT-EEDI 认证应分两阶段进行：设计阶段的前期认证和试航阶段的最终认证。认证过程见图 5.1.1。

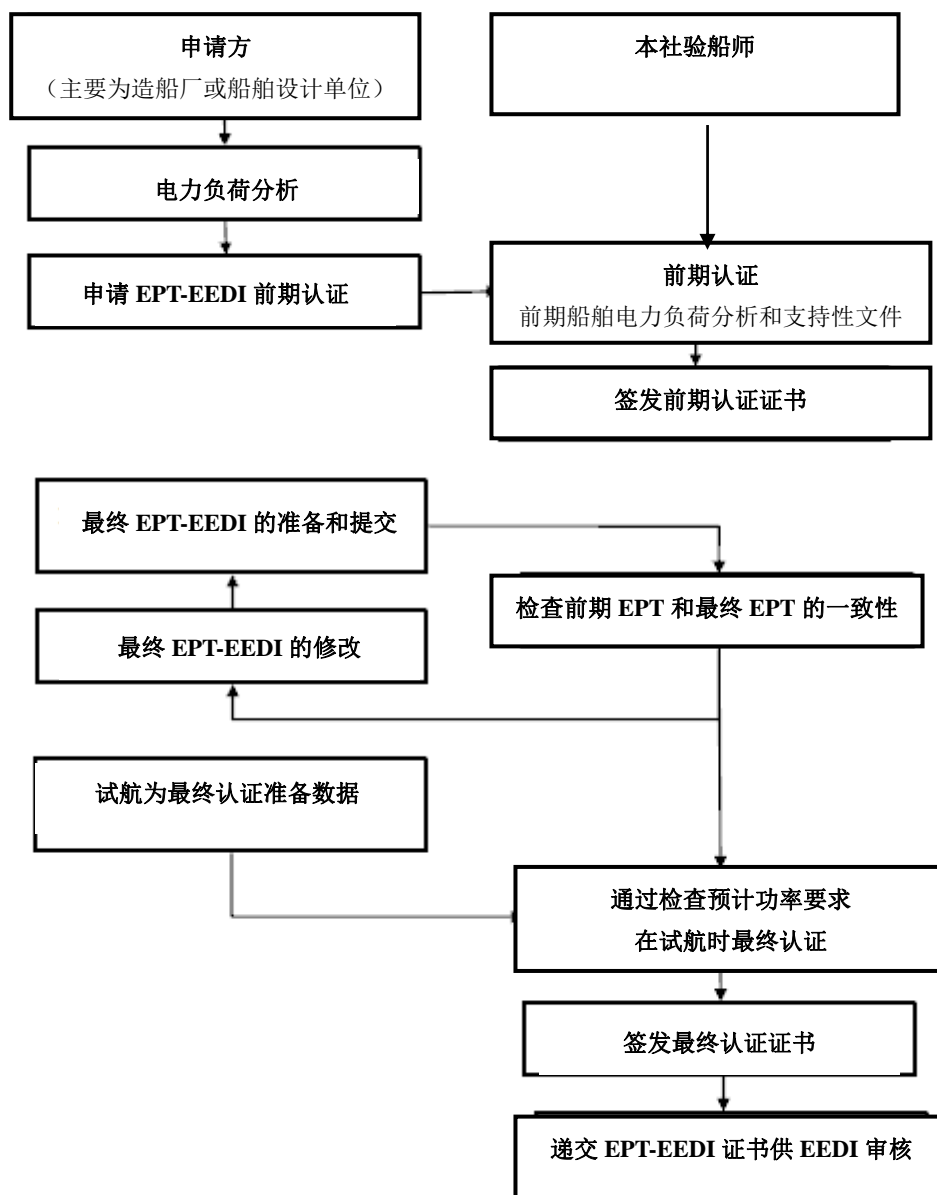


图 5.1.1 EPT-EEDI 认证过程的基本流程

5.2 前期认证

5.2.1 对于设计阶段的前期认证，申请方应在向本社提交 EEDI 验证申请同时提出 EPT-EEDI 认证申请，包括 EPT-EEDI 表和所有与认证相关和必需的信息作为支持性文件。

5.2.2 验船师在必要时可要求申请方提供本指南包含信息外的附加信息，以检查 EPT-EEDI 的计算过

程。设计阶段对船舶 EPT-EEDI 的估算取决于每个申请方的经验，且全面检查每个机器组件的技术方面和细节可能不可行。因此，前期认证应关注 EPT-EEDI 的计算过程。

5.3 最终认证

5.3.1 最终认证过程应至少包括船舶电力负荷分析检查以确保所有用电设备予以列出；其在电路负荷计算表的数据和计算正确且有试航结果支持。如需要，必须要求附加信息。

5.3.2 对于最终认证，申请方应在必要时根据船上机器特性和其他实际安装电力负荷修改 EPT-EEDI 表和支持性文件。应对试航时 EEDI 条件进行定义，且在这些状态下的预计功率应在 EPT 中予以记录。从设计阶段到建造阶段任何 EPT 内的更改应由造船厂或船舶设计单位予以说明。

5.3.3 最终认证的准备包括文件检查：

- 1 前期 EPT 和最终 EPT 的一致性；
- 2 负载系数的变更（和前期认证相比）；
- 3 所有用电设备予以列出；
- 4 其在电力负荷计算表内的数据和计算正确性；和
- 5 如有疑问，还需检查部件规格数据。

5.3.4 试航前，应抽样检查机器特性和数据以及其他电力负荷符合支持性文件中的记录。。

5.3.5 试航过程中，验船师应通过所安装的测量仪器进行测量，以核查 4.3 所述的 EPT 特定一列中所选取的系统 and（或）设备的数据，并核查电力负荷的总值。

6 EPT-EEDI 认证声明的签发

6.1 审图验船师按照本导则在前期认证阶段认证 EPT-EEDI 后，应在 EPT-EEDI 表盖章（备查）。

6.2 现场验船师按照本导则在最终认证阶段认证 EPT-EEDI 后，应在 EPT-EEDI 表盖章（签署）。

附件 EEDI 电力负荷计算表（EPT-EEDI）和认证声明

船舶编号:

IMO编号:

船名:

船厂:

船厂编号:

申请方:

认证阶段:

名称:

前期认证

地址:

最终认证

EPT-EEDI结果总结

负荷组	航行状态		备注
	连续负荷（千瓦）	间断负荷（千瓦）	
船舶运行和机舱负荷			
起居（和货物）负荷			
总安装负荷			
需用系数			
正常航行负荷			
发电机加权平均效率			
P_{AE}			

支持性文件

文件名	编号或备注

验证方资料:

名称:

地址:

兹证明上述电力负荷和支持性文件业已按EPT-EEDI指南进行审核，且审核显示在EEDI计算中使用以上 P_{AE} 是合理可信的。

审核日期:

认证声明编号:

本声明在船舶电力负荷特性不变的条件下有效。

验船师签名:

附录3 EEDI 技术案卷样本

1 数据

1.1 一般信息

造船厂	XXX
船厂编号	12345
IMO 编号	94111XX
船舶类型	散货船
CCS CLASS No..	

1.2 主要船舶资料

总长	250.0 m
垂线间长	240.0 m
型宽	40.0 m
型深	20.0 m
夏季载重线吃水, 型吃水	14.0 m
夏季载重线吃水时的载重吨	150,000 吨

(说明: 上述型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	6J70A
最大持续功率 (MCR)	15,000kW×80 rpm
75%MCR 下的单位燃油消耗量	165.0 g/kWh
台数	1
燃料类型	柴油

(说明: 该部分数据应取自总布置和 NO_x 技术案卷。)

1.4 辅机

生产商	XXX
型号	5J-200
最大持续功率 (MCR)	600kW×900rpm
50%MCR 下的单位燃油消耗量	220.0 g/kWh
台数	3
燃料类型	柴油

(说明: 该部分数据应取自总布置和 NO_x 技术案卷。)

1.5 轴带发电机 (如适用)

轴带发电机编号

制造厂

功率 (P_{PTO(i)})

功率 (P_{PTO(ii)})

.....

2 功率曲线

设计阶段估算的和经航速测试后修订的功率曲线见图 2.1。

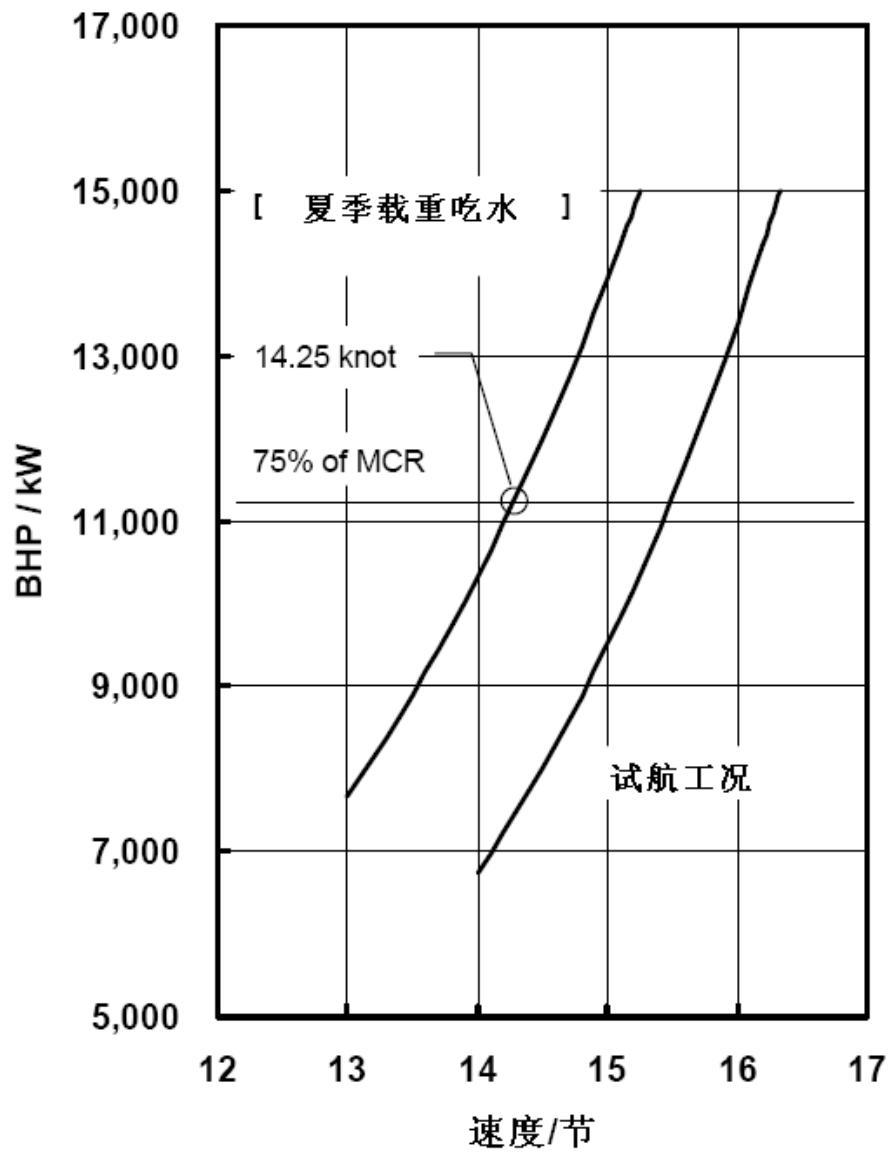


图 2.1 功率曲线

3 推进系统和电力供应系统概述

3.1 推进系统

3.1.1 主机

参见 1.3.

3.1.2 螺旋桨

类型	固定螺距螺旋桨
直径	7.0 m
桨叶数量	4
台数	1

3.2 电力供应系统

3.2.1 辅机

参见 1.4.

3.2.2 主发电机（轴带发电机参见 1.5）

生产商	XXX
额定功率	560 kW(700 kVA)×900 rpm
电压	AC 450V
台数	3
发电机加权平均效率 (η_{Gen})	

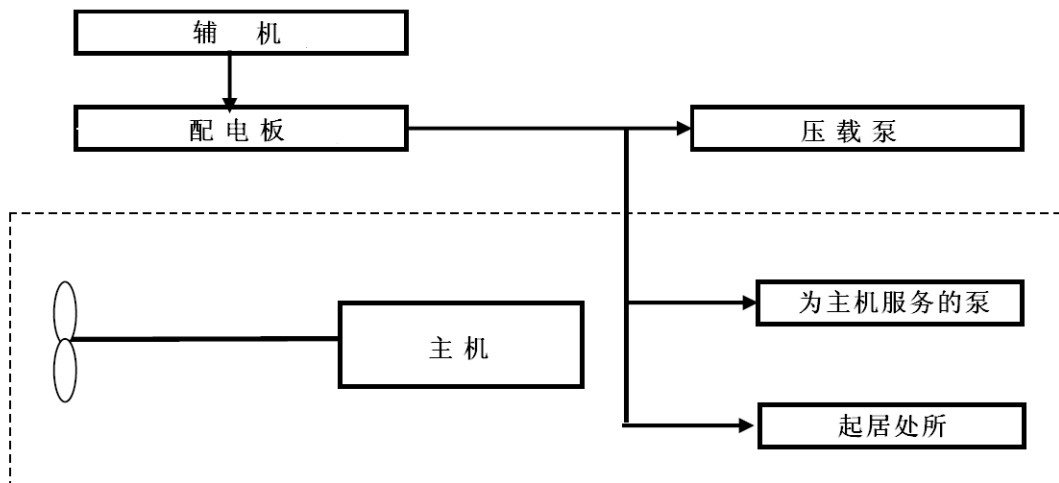


图 3.1— 推进和电力供应系统原理图

4 设计阶段功率曲线估算过程

功率曲线的估算基于模型试验结果。估算过程的流程如下。

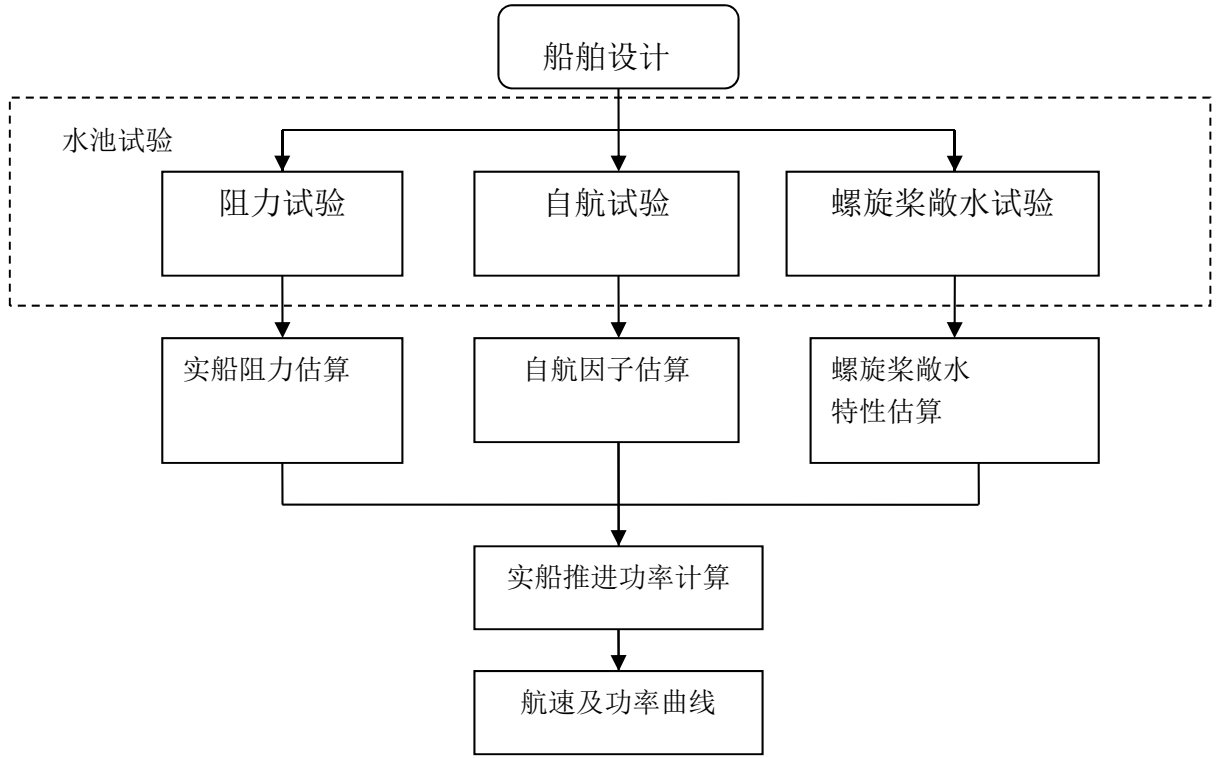


图 4.1 功率曲线估算过程流程图

5 节能设备描述

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

未知

5.2 其他节能设备

(举例)

5.2.1 舵鳍

5.2.2 桨毂鳍

……(应出示每台设备或装置的规格书、原理图和/或照片等。或者附上产品商业目录也可以接受。)

6 Attained EEDI 的计算值

6.1 基本数据

船型	载重吨	航速 V_{ref} (kn)
散货船	150,000	14.25

6.2 主机

MCR_{ME} (kW)	轴带发电机	P_{ME} (kW)	燃油类型	C_{FME}	SFC_{ME} (g/kWh)
15,000	无	11,250	柴油	3.206	165.0

6.3 辅机

P_{AE} (kW)	燃油类型	C_{FAE}	SFC_{AE} (g/kWh)
625	柴油	3.206	220.0

6.4 冰级

无

6.5 创新型节电技术

创新电力辅机（如适用）

系统编号

制造厂

输出功率

有效因数

说明：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 创新型节能技术

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

说明：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 舱容量修正系数

无

6.7 Attained EEDI 的计算值

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^n f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*) + \left(\prod_{j=1}^n f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{PI}} P_{PI(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE}}{f_i \cdot f_c \cdot f_1 \cdot Capacity \cdot f_w \cdot V_{ref}} - \left(\sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME}^{**} \right)$$

$$= \frac{1 \times (11250 \times 3.206 \times 165.0) + (625 \times 3.206 \times 220.0) + 0 - 0}{1 \cdot 1 \cdot 150000 \cdot 14.25 \cdot 1} = 2.99 \text{ (g-CO}_2\text{/ton}\cdot\text{nmile)}$$

Attained EEDI: 2.99 g-CO₂/ton mile

7. Attained EEDI_{weather}的计算值

7.1 代表性海况

	平均风速	平均风向	有义波高	平均周期	平均浪向
BF6	12.6 (m/s)	0 (deg.)	3.0 (m)	6.7 (s)	0 (deg.)

* 0 (deg.) 表示迎浪。

7.2 计算的 f_w 值

f_w	0.900
-------	-------

7.3 Attained EEDI_{weather}的计算值:

$$\text{Attained EEDI}_{\text{weather}} = \text{Attained EEDI} / f_w = 2.99 / 0.9 = 3.32 \text{ g-CO}_2\text{/ton mile}$$

Attained EEDI_{weather}: 3.32 g-CO₂/ton mile

附录 4 模型试验设备的校准

1 测量设备

1.1 测量设备仪器应有包含下列数据的单独记录：设备名称、制造商、型号、系列、实验室标识号、状况（验证，校准，指示）。

1.2 记录中应有关于上一次和下一次校准或验证日期的信息。所有数据应由经授权的人员签字。

2 测量标准

2.1 实验室用于校准的测量标准应经度量衡机构定期确认和验证。

2.2 实验室用于确认的所有测量标准应由证书、报告或设备数据单支持，以确认来源、不确定性和获得结果的条件。

3 校准

3.1 因测量设备不同，各试验机构的校准方法可能不同，但所有校准应包含整个测量链（测量仪，放大器，数据获得系统等）。

3.2 实验室应确保使用核准的具有与国际或国家认可的标准已知有效关系的测量标准进行校准试验，至少包含以下要素：

（1）校准报告

校准报告应包括：测量标准证书标识、环境状况的描述、校准因数或校准曲线、测量的不确定性、测量仪器的误差在规定的（可接受的）限值范围内的最小和最大容积。

（2）确认的间隔时间

测量设备（包括测量标准）应根据其稳性、用途和损耗以适当的间隔（通常定期）进行确认。间隔时间应使在设备精度发生任何可能的变化之前再次进行确认。根据先前校准的结果，确认周期可能缩短（如必需）以确保测量设备持续准确。实验室应有具体的目标衡准用于确认间隔的选择。

（3）不符合设备

测量设备的任何部分遭受破损、过载或处理不当、显示故障、工作的准确性受到怀疑、超过指定的确认间隔时间、密封完整性遭到破坏时，应通过隔离、清晰标明或注销予以停止使用，直至已消除不符合的原因并再次经过确认。如果在进行调整或修理之前，校准结果指示校准前设备的任何测量存在严重误差的风险，实验室应采取必要的纠正措施。

4 测量仪器

4.1 需特别注意关于下列测量设备的校准文件记录：

（1）拖车速度

拖车速度应按照距离与时间之比进行校准。校准周期应遵照水池试验机构的内部程序。

（2）水温

由持证的经校准的温度计（精度 0.1℃）进行测量。

(3) 纵倾

校核长度标准。校准周期应遵照水池试验机构的内部程序。

(4) 阻力试验

阻力试验是一种力的测量，应按照标准重量进行校准。校准通常应在每个试验系列之前进行。

(5) 自航试验

自航试验需测量扭矩、推力和转速。推力和扭矩按照标准重量进行校准。转速通常由脉冲转速计和有示波器校准的电子计数器进行测量。校准周期应遵照水池试验机构的内部程序。

(6) 螺旋桨敞水试验

螺旋桨敞水试验需测量扭矩、推力和转速。推力和扭矩按照标准重量进行校准。转速通常由脉冲转速计和有示波器校准的电子计数器进行测量。校准周期应遵照水池试验机构的内部程序。

5 测量和校准表格

5.1 测量和校准表格范例见附件 1 和 2。

附件 2 校准证书范例

校准证书		编号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
质量管理 4.10.6.2	<input style="width: 250px;" type="text"/> 螺旋桨动力仪	LIN <input style="width: 100px;" type="text"/>
校准说明 <input style="width: 150px;" type="text"/>		校准者: <input style="width: 150px;" type="text"/>
校准日期 <input style="width: 150px;" type="text"/>		校核者: <input style="width: 150px;" type="text"/>
测量组合		
动力仪	制造商 <input style="width: 100px;" type="text"/>	型号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
LIN <input style="width: 100px;" type="text"/>	序列号 <input style="width: 100px;" type="text"/>	购买日期 <input style="width: 100px;" type="text"/>
	工作说明 <input style="width: 100px;" type="text"/>	上次校准 <input style="width: 100px;" type="text"/>
电缆		
	制造商 <input style="width: 100px;" type="text"/>	型号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
放大器	序列号 <input style="width: 100px;" type="text"/>	购买日期 <input style="width: 100px;" type="text"/>
LIN <input style="width: 100px;" type="text"/>	工作说明 <input style="width: 100px;" type="text"/>	转换器种类 <input style="width: 100px;" type="text"/>
	励磁 <input style="width: 100px;" type="text"/>	励磁频率 <input style="width: 100px;" type="text"/>
推力 :	放大 <input style="width: 100px;" type="text"/>	零无载 <input style="width: 100px;" type="text"/>
扭矩 :	放大 <input style="width: 100px;" type="text"/>	零无载 <input style="width: 100px;" type="text"/>
电缆		
A/C 转换器	制造商 <input style="width: 100px;" type="text"/>	型号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
LIN <input style="width: 100px;" type="text"/>	序列号 <input style="width: 100px;" type="text"/>	购买日期 <input style="width: 100px;" type="text"/>
	工作说明 <input style="width: 100px;" type="text"/>	证书号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
测量标准		
	质量 <input style="width: 100px;" type="text"/>	证书号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
	长度力臂 <input style="width: 100px;" type="text"/>	证书号 <input style="width: 100px;" type="text"/>
	伏特计 <input style="width: 100px;" type="text"/>	证书号 <input style="width: 100px;" type="text"/>

质量管理
4.10.6.2

校准结果

环境条件

试验地点

温度： 初始 最终

湿度： 初始 最终

校准试验的计算结果

执行的计划 程序 证书号

	推力	扭矩
偏差:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
非线性误差:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
滞后:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
精度误差:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
总的不确定性:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
校准因数:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

校准请求:

规定的限值	推力	扭矩
误差：	<input type="text"/>	<input type="text"/>
最大容积：	<input type="text"/>	<input type="text"/>
最小容积：	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注：报告中包含试验和计算结果

制表人_____

审核人_____

日期_____

附录 5 模型试验的评审与见证

1 船舶模型

1.1 水动力衡准

1.1.1 模型尺寸：模型的大小一般应尽可能与拖曳水池的尺寸相配，并考虑到池壁、阻滞和有限深度的影响以及模型质量和拖船的最大航速。

1.1.2 雷诺数：雷诺数应大于 2.5×10^5 。

1.1.3 湍流模拟装置：为确保存在湍流，应使用湍流激流装置。

1.2 制造精度

船舶模型的精度应按照 ITTC 建议程序 7.5-01-01-01 船舶模型中给出的衡准，主要包括主尺度确认、表面光滑、站点水线标注以及排水量的确认等。

1.3 报告要求

提交方给出的报告应至少包括：

- 标识（模型编号或类似号码）
- 结构材料
- 主尺度
- 垂线间长（ L_{pp} ）
- 水线长度（ L_{ww} ）
- 宽度（ B ）
- 吃水（ T ）
- 对于多体船而言，纵向和横向船体间距
- 设计排水量（ Δ ）（kg, 淡水）
- 静水力参数，包括水平面区域和湿表面区域
- 湍流模拟的细节
- 附体的细节
- 制造公差

2 螺旋桨模型

2.1 制造精度

螺旋桨制造公差参见 ITTC 建议程序 7.5-01-01-01 船舶模型第 3.1.2 章。对具有直径（ D ）为 150mm 至 300mm 范围内的螺旋桨应符合下列公差：

- 直径（ D ） ± 0.10 mm
- 厚度（ t ） ± 0.10 mm
- 叶片宽度（ c ） ± 0.20 mm

·每一半径的平均螺距 (P/D) $\pm 0.5\%$ 设计值

2.2 报告要求

提交方给出的报告应至少包括:

·标识 (模型编号或类似号码)

·结构材料

·主尺度

·直径

·螺距与直径的比 (P/D)

·扩展的叶面积比(A_E/A_0)

·厚度比 (t/D)

·轮毂/轴套直径(d_h)

·制造公差

3 模型试验

3.1 阻力试验

应按照 ITTC 建议程序 7.5-02-02-01 阻力试验进行阻力试验。提交方给出的报告应至少包括:

·船体模型规格

 标识 (模型编号或类似号码)

 负荷条件

 湍流模拟方法

 模型比例

 主尺度和静水力参数

·拖曳水池资料, 包括长度、宽度和水深

·试验日期

·试验的参考数据

 水温

 水的密度

 水的运动粘度

 波形因素

·各航速的实测和外推数据

 模型速度

 模型的阻力

 船艏和船艉下沉, 或者下沉和纵倾

3.2 自航试验

应按照 ITTC 建议程序 7.5-02-03-01.1 进行试验。提交方给出的报告应至少包括:

·船体模型规格

标识（模型编号或类似号码）

负荷条件

湍流模拟方法

模型比例

主尺度和静水力参数

·螺旋桨模型规格

标识（模型编号或类似号码）

模型比例

主尺寸和资料

·拖曳水池资料，包括长度、宽度和水深

·试验日期

·试验的参考数据

水温

水的密度

水的运动粘度

波形因素

附体修正系数

·各航速的实测和外推数据

模型速度

外部拖力

螺旋桨推力

螺旋桨扭矩

转速

船艏和船艉下沉，或者下沉和纵倾

输出功率 P_D

3.3 螺旋桨敞水试验

应按照 ITTC 建议程序 7.5-02-03-02.1 敞水试验进行螺旋桨敞水试验。提交方给出的报告应至少包括：

·螺旋桨模型规格

标识（模型编号或类似号码）

模型比例

主尺寸和资料

拖曳水池中螺旋桨轴浸没中心线

- 拖曳水池或空泡水筒的资料，包括长度、宽度和水深或者测试区的长度、宽度和高度
- 试验日期
- 试验的参考资料
 - 水温
 - 水的密度
 - 水的运动粘度
 - 雷诺数（0.7R 处）
- 各航速的实测和外推数据
 - 速度
 - 螺旋桨推力
 - 螺旋桨扭矩
 - 转速
 - 螺旋桨轴方向上喷嘴的力（如为导管螺旋桨）
- 螺旋桨敞水曲线

4 航速预测

航速预测计算的主要步骤参见 ITTC 建议程序 7.5-02-03-1.4 ITTC1978 年试验预测方法（2011 年最新评审版）。预测以阻力试验、自航试验和试验期间所使用的螺旋桨模型的敞水特征以及完工螺旋桨的敞水特征为基础。提交方给出的报告应至少包括：

- 船体模型规格
 - 标识（模型编号或类似号码）
 - 负荷条件
 - 湍流模拟方法
 - 模型比例
 - 主尺度和静水力参数
- 螺旋桨模型规格
 - 主尺寸和资料
- 拖曳水池资料，包括长度、宽度和水深
- 阻力试验标识（试验编号或类似号码）
- 敞水试验标识（试验编号或类似号码）
- 螺旋桨模型的敞水特征
- 船舶螺旋桨的敞水特征
- 船舶特征
 - 预测风区
 - 风阻力系数

假设的 BF

·各航速的实测和外推数据

模型速度

模型伴流系数

船舶伴流系数

船舶的螺旋桨推力

船舶的螺旋桨扭矩

船舶的螺旋桨转速

船舶的预测功率（螺旋桨输出功率 P_D ）

船艏和船艉下沉，或者下沉和纵倾