

船舶规则规范参考

■ 中国船舶工业集团公司第708研究所 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

图书在版编目(CIP)数据

船舶规则规范参考 / 中国船舶工业集团公司
第 708 研究所编著. —北京:国防工业出版社,
2012.8

ISBN 978 - 7 - 118 - 08139 - 8

I. ①船... II. ①中... III. ①船舶规范
IV. ①U662.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 127404 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 16 字数 286 千字

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 48.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《船舶规则规范参考》

编委会名单

主 任	邢文华			
顾 问	杨葆和	俞宝均		
主 编	孟宪海	林德辉		
编 撰	(以姓氏笔画为序)			
	祁 斌	吴 刚	沈苏雯	杨葆和
	李 源	吴嘉蒙	周羽欢	孟宪海
	林德辉	秦 琪	黄恒祥	

序 言

在党的对外开放政策的正确指引下,中国船舶工业自 20 世纪 70 年代以来得以长足发展,近年来造船总产量已稳居世界前两名。中国船舶工业已成为一支设计与建造国际远洋船舶的重要力量,为世界所瞩目,中国造船正面临着从世界造船大国向造船强国转变的发展需求,机遇与挑战并存。

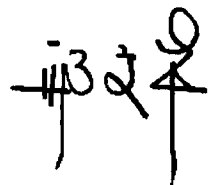
近年来,随着经济全球化和贸易自由化进程的加快,诸如航运、港口、船舶工业等外向型行业与世界海事的关联更加紧密,一系列涉及国际航行安全、环保等方面的强制性新公约、新规则、新决议频繁出台,而现行的公约、规则、规范等也频繁修正,在设计、建造标准以及环保性能方面提出了更高要求。不断探索更加完善的规则体系和技术标准,以满足行业和时代发展的需要,是当前船舶行业发展的迫切需求。如目标型新船建造标准(GBS)、船舶能效设计指数(EEDI)、船舶建造档案(SCF)、国际安全与环境无害化拆船公约、柴油机 NO_x 排放标准、燃油硫含量标准以及 MARPOL ANEX IV、防止船舶生活污水污染规则等都给船舶行业带来深远的影响。另外,目前 IMO 正在积极推进温室气体减排规则、船上噪声防护标准以及国际船级社协会的协调共同规范(HCSR)等一批更趋严格的规则、规范和标准体系,可见其对行业的影响还将进一步提升。因而要求业内人士在国际公约、规则、决议以及有关船旗国政府法规和国外著名船级社规范的研究上进一步开展相应的工作。

针对 IMO、ILO、IACS、欧盟等国际组织日益增加的节能、减排、安全、环保、质量等方面的新规则、规范和标准,韩、日、欧等造船强国已把研究新规则和标准以及开发绿色节能环保型船舶作为占领未来市场的关键。而我国目前在此领域的系统研究还较薄弱,许多造船企事业单位新规则和标准的实施能力不够,在国际上的话语权不强。与国际新公约、规则、决议等文件的频繁出台相比,我国船舶标准化工作由于受到客观条件的制约,存在着新标准缺项和部分现有标准老化陈旧的现状,在及时预知和准确把握国际海事技术要求发展动态的情况下,深入研究其对船舶标准产生的具体影响,系统地开展国内相关标准制、修订就显得十分迫切。

《船舶规则规范参考》正是基于此而编著的,精选了 EEDI、HCSR、SOLAS、

MARPOL、极地规则、新压载水公约、新巴拿马运河等 17 个当前行业热点选题。重在加强对 IMO 等国际组织重大技术标准的宣贯,编制用于便利和支撑国际标准实施的解读性、指导性或支撑性文件,推动标准顺利实施。倡导我国船舶行业一线专家能早期积极介入并全程参与国际相关技术标准的研究和制定,维护我国权益,主动将我国具有技术优势的科研成果推向国际舞台,扭转我国船舶工业长期“被动接受”国际标准的局面,争取主导权。

《船舶规则规范参考》的编著工作,是一项技术服务工作,它的直接经济效益是微不足道的,但其间接效益是巨大的,甚至是难以估量的。这种效益往往在船舶设计与建造过程中由于忽视、违背了某些规则规范而造成巨大经济损失时才意识到它的价值,《船舶规则规范参考》为此领域工作开了个好头。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '邵建平' (Shao Jianping).

目 录

一、EEDI 和船舶能效管理计划	1
二、油船和散货船协调后共同结构规范(CSR-H)的最新发展 及其对新造船的潜在影响	13
三、船舶的两种检验及规则规范分类探讨	24
四、IMO 及其文件对船舶行业影响	40
附件 1 与船舶设计相关的主要 IMO 大会决议目录(中英对照)	52
附件 2 与船舶设计相关的 IMO 主要 MSC 决议目录(中英对照)	70
附件 3 与船舶设计相关的 IMO 主要 MEPC 决议目录(中英对照)	94
五、SOLAS 特点及其附则内容的扩展	106
六、SOLAS 2009 年综合文本及其至 2013 年修正案	120
七、防污公约及其附则简介	134
八、MARPOL 附则 VI 修正及其对船舶设计要求探讨	152
九、拆船公约简析	165
十、压载水公约及其对船舶的要求	176
十一、极地船舶规则发展与现状	182
十二、IMO、LR 和 CCS 噪声要求的比较与思考	193
十三、USCG、CFR 及对美国水域外国船的要求	200
十四、简述苏伊士运河规则及其对船舶的要求	209
十五、巴拿马运河及其对船舶的要求和新巴拿马型船	218
十六、圣劳伦斯航道及其共同规则和航道手册	227
十七、IEC TC 18 近况与发展趋势探讨	237
附录	246

一、EEDI 和船舶能效管理计划



1 概 述

国际海事组织(IMO)海洋环境保护委员会第 62 届大会(MEPC62)于 2011 年 7 月通过了对《国际防止船舶污染公约》附则 VI(MARPOL ANEX VI)的一项修正案,把有关新船能效设计指数(EEDI)和船舶能效管理计划(SEEMP)的内容纳入其中,预计于 2013 年 1 月 1 日生效。

就 EEDI 而言,新船的定义是“2013 年 1 月 1 日及以后签订建造合同的船;或 2013 年 7 月 1 日及以后铺龙骨的船;或 2015 年 7 月 1 日及以后交船的船”。

对于所有 400 总吨及以上的新船,除了不适用达到的 EEDI 指数公式的船(船型和推进模式等)以外,均需计算并验证其达到的 EEDI 值,并由主管机关签发“国际能效证书”。

船旗国当局根据情况可适当延缓 EEDI 的生效至 2017 年 1 月 1 日。

对于散货船、液化气船、液货船、集装箱船、杂货船、冷藏货船和兼装货船(兼装散装干货和液货)共 7 种船型,则要求满足下式:

达到的 EEDI ≤ 要求的 EEDI。

对于所有 400 总吨及以上的船,均应编制 SEEMP 并置于营运的船上。

2 达到的 EEDI

达到的 EEDI 用下式计算(单位为每吨海里 CO₂克数, gCO₂/t · n mile)

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{PME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}) \right) + \left(\prod_{j=1}^M \sum_{i=1}^{nP} P_P \prod(i) \cdot \sum_{i=1}^{nEff} f_{Eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left(\sum_{i=1}^{nEff} f_{Eff(i)} \cdot P_{Eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right) \right)}{f_i \cdot capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w}$$

该公式的分母表示船舶规定的航速(V_{ref})与载运能力(Capacity)之乘积,反

映船舶的营运效益;

分子的第一部分是指船舶以该航速该载运能力航行所需的主推进功率与所消耗燃料及燃料 CO_2 转换系数之乘积,反映了主机 CO_2 排放量;分子的第二部分是指为保证主机在第一部分所述的状态下工作所需的辅机功率以及必要的起居功率消耗与所消耗燃料及燃料 CO_2 转换系数之乘积,反映了辅机 CO_2 排放量;分子的第三部分是指当船舶设有对主辅机功率有影响的机电系统,如轴电动机和废热回收系统时,对主辅机功率的校正,反映了相应的 CO_2 排放量的变化值;分子的第四部分是指采用创新的节能技术所带来的船舶能效提升而减少的 CO_2 排放量。

该公式目前适用于 11 种船型,包括前述散货船等 7 种船型和客船、客滚船、滚装汽车运输船(PCTC)和其他滚装货船。但该公式目前不适用于全柴电、涡轮或混合推进系统。

公式中各参数的具体含义如下:

1) CF——燃料 CO_2 转换系数

根据燃料品种将燃料消耗量转换为 CO_2 排放量,用 $\text{t} - \text{CO}_2/\text{t} - \text{fuel}$ 表示。其下标 ME 和 AE 分别代表主机和辅机。

2) V_{ref} ——航速

单位为节(kn)。该航速应是在深水,无风无浪条件下,在主机 P_{ME} 功率下以及相应于其容量(Capacity)的吃水(对于客船和客滚船为夏季吃水)下的航速;

3) Capacity——载运能力

针对不同的船型有不同定义。对于散货船、液化气船、液货船、杂货船、滚装货船、冷藏货船和兼装货船定义为在夏季吃水时的载重量(海水密度为 $1.025\text{kg}/\text{m}^3$),对于客船和客滚船为国际总吨位。对于集装箱船为 70% 载重量(载重量的定义同散货船)。

4) 各功率参数

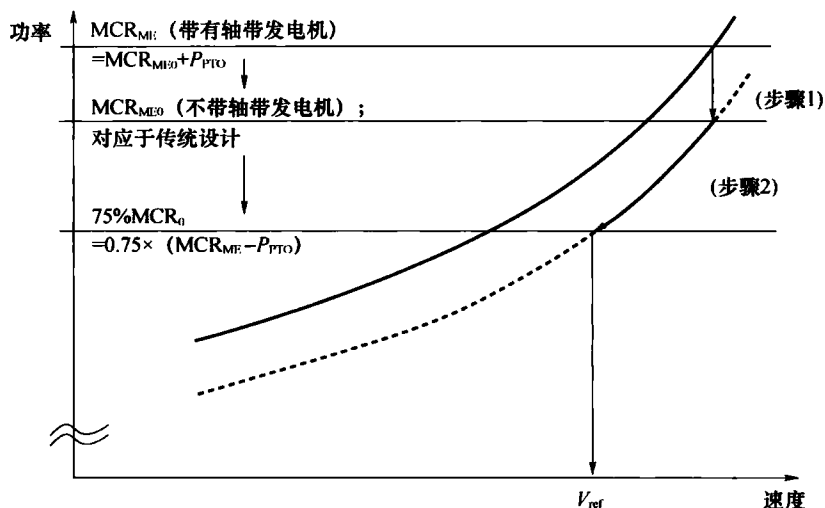
(1) $P_{\text{ME}(i)}$ ——每台主机的额定装机功率(MCR*)减去轴带发电机部分的功率($P_{\text{PTO}(i)}$)后的 75%;单位为 kW;

* 指 MCR 或 SMCR/CMCR 值,按主机 EIAPP 证书上的值,若无 EIAPP 证书,则按主机铭牌。

$$P_{\text{ME}(i)} = 0.75 \times (\text{MCR}_{\text{ME}(i)} - P_{\text{PTO}(i)})$$

(2) $P_{\text{PTO}(i)}$ ——每一台轴带发电机的 75% 输出电功率除以该轴带发电机的效率。

用图 1 来确定 $P_{\text{ME}(i)}$:

图1 确定 $P_{ME(i)}$ 示意图

(3) P_{PTI} ——指每台轴电动机的额定功率的 75% 除以发电机机组的加权平均效率。

若 PTI 和 PTO 可以兼用,则应按海上营运的常用工况,确定在 EEDI 计算中考虑其为 PTI 或 PTO。(即只算一种)

(4) P_{AE} ——指为保障船舶在海上正常营运所需的辅机功率,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的机械系统(如侧推、货泵、起货设备、压载泵、货物维护如冷藏和货物处所通风机)的功率。

当主机总功率 $\geq 10000\text{kW}$ 时,

$$P_{AE} = (0.025 \sum MCR_{ME(i)} + 250) \text{ kW}$$

当主机总功率 $< 10000\text{kW}$ 时,

$$P_{AE} = 0.05 \sum MCR_{ME(i)} \text{ kW}$$

当正常营运状态所用于同样目的的辅机功率与上述两个公式所算得的值有显著差别时,可详细地列出电力负荷表, P_{AE} = 表列功率之和/平均效率。

(5) $P_{eff(i)}$ ——指由于采用了创新机械能效技术而减少的主机推进功率(在 P_{ME} 工况)。

主机废热回收功率直接输入到推进轴系上时,因已计入 V_{ref} ,所以不必考虑为 P_{eff} 。

(6) $P_{AEff(i)}$ ——指当船舶在 P_{ME} 状态下由于采用了电力能效创新技术而减

少的辅机功率。

图2中:用虚线标识的范围是属于计算 EEDI 须考虑的功率。分为轴功率(验证 V_{ref} 所用的功率)和辅机功率两大部分。与轴功率有关的包括主机功率 P_{ME} , 轴电动机功率 P_{PTI} , 而轴带发电机 PTO 消耗轴功率, 其功率 P_{PTO} 应扣除。这些均在 EEDI 公式中反映。辅机功率用经验公式或列表计算。

虚线标识以外的范围,如用于货物加热的锅炉及用于侧推器、货泵、起货设备、压载泵和为货物耗用的辅机功率在 EEDI 计算中都不必考虑。

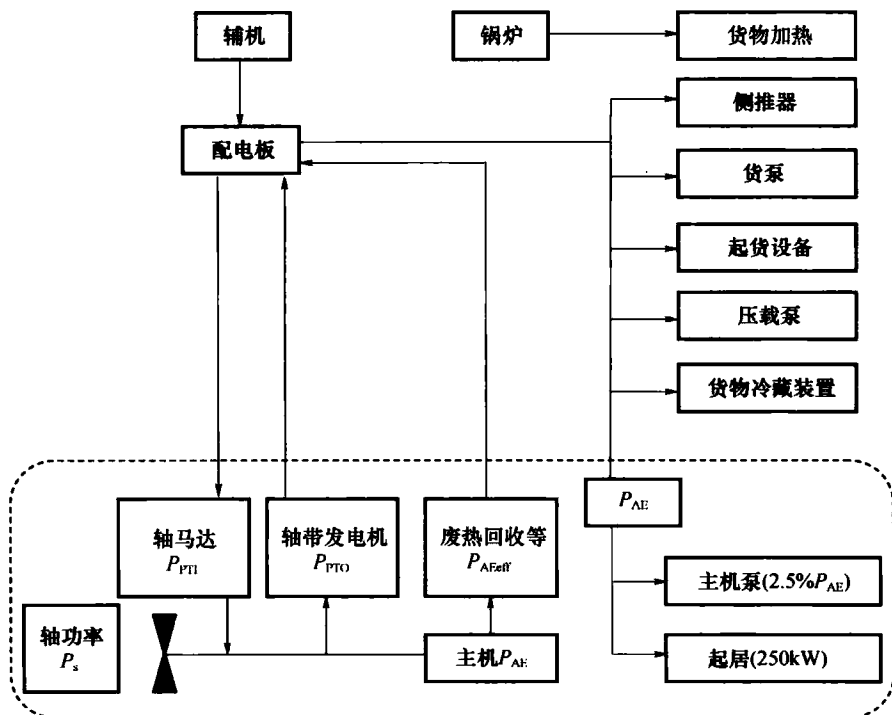


图2 海上动力装置简图

5) 燃油消耗量参数 SFC

SFC——指柴油机经核定的特定燃油消耗量,以 g/kWh 表示。 SFC_{ME} 和 SFC_{AE} 分别表示主机的燃油消耗量和辅机的燃油消耗量。它们取自主机和辅机的 NO_x 技术文件,对主机为 75% MCR 时的值,对辅机为 50% MCR 时的值(对 P_{AE} 显著较大,且用列表计算求得的情况,可用 75% MCR 时的值),均换算到 ISO 标准工况(热值 42700kJ/kg)。在设计早期,可用设备厂商规定值。对 LNG 燃料,换算到热值 48000kJ/kg 。

6) 各修正系数

(1) f_j ——该系数用于冰区加强的船舶。因船舶在冰区航行,需增大主机功率,因此增加一个修正系数以避免对这种船舶的不利影响。也用于具有推进功率冗余的穿梭油船。

其他船型 f_j 取 1.0。

(2) f_i ——是对 Capacity 的修正系数,指船舶因技术或规定要求而对 Capacity 的限制,需要相应修正系数。如冰区加强船和应船东要求额外加强的船,其他船型 f_i 取 1.0。

(3) f_w ——风浪下的失速系数,主要反映在波高、浪频和风速下的航速降低的因素,该值可由船模试验获得或通过标准曲线求取。目前阶段 f_w 取 1.0。

(4) f_{eff} ——是反映任何创新能效技术的适用系数,对于废热回收系统, f_{eff} 应为 1.0。

3 要求的 EEDI

要求的 EEDI = $(1 - X/100) \times$ 参考线值

目前 IMO 只对 7 种船型规定了折减系数 X 和参考线值 RLV。

$RLV = a \times b^{-c}$, 其中, a 、 b 、 c 参数见表 1。

表 1 7 种船型的参考线参数

船 型	参 数		
	a	b	c
散货船 (Bulk Carrier)	961.79	DWT	0.477
液化气船 (Gas Tanker)	1120.00	DWT	0.456
液货船 (Tanker)	1218.80	DWT	0.488
集装箱船 (Container Ship)	174.22	0.7DWT	0.201
杂货船 (General Cargo Ship)	107.48	DWT	0.216
冷藏货船 (Refrigerated Cargo Carrier)	227.01	DWT	0.244
兼装货船 (Combination Carrier)	1219.00	DWT	0.488

最终的 RLV 仍有可能继续调整。

折减系数 X 值见表 2。

表 2 7 种船型各阶段折减系数

船 型	船舶载重量	阶段 0 2013.1.1— 2014.12.31	阶段 1 2015.1.1— 2019.12.31	阶段 2 2020.1.1— 2024.12.31	阶段 3 2025.1.1 以后
散货船 (Bulk Carrier)	20000DWT 及以上	0	10	20	30
	10000DWT ~ 20000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
液化气船 (Gas Tanker)	10000DWT 及以上	0	10	20	30
	2000DWT ~ 10000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
液货船 (Tanker)	20000DWT 及以上	0	10	20	30
	4000DWT ~ 20000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
集装箱船 (Container Ship)	15000DWT 及以上	0	10	20	30
	10000DWT ~ 15000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
杂货船 (General Cargo Ship)	15000DWT 及以上	0	10	20	30
	3000DWT ~ 15000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
冷藏货船 (Refrigerated Cargo Carrier)	5000DWT 及以上	0	10	20	30
	3000DWT ~ 5000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
兼装货船 (Combination Carrier)	20000DWT 及以上	0	10	20	30
	4000DWT ~ 20000DWT	无要求	0 ~ 10 *	0 ~ 20 *	0 ~ 30 *
注:表中 * 表示折减系数在两个不同尺度之间线性插值,小船对应应低的折减系数					

4 EEDI 的验证

4.1 验证程序

EEDI 的验证分二个阶段进行:设计阶段的前期验证和试航阶段的最终验证。

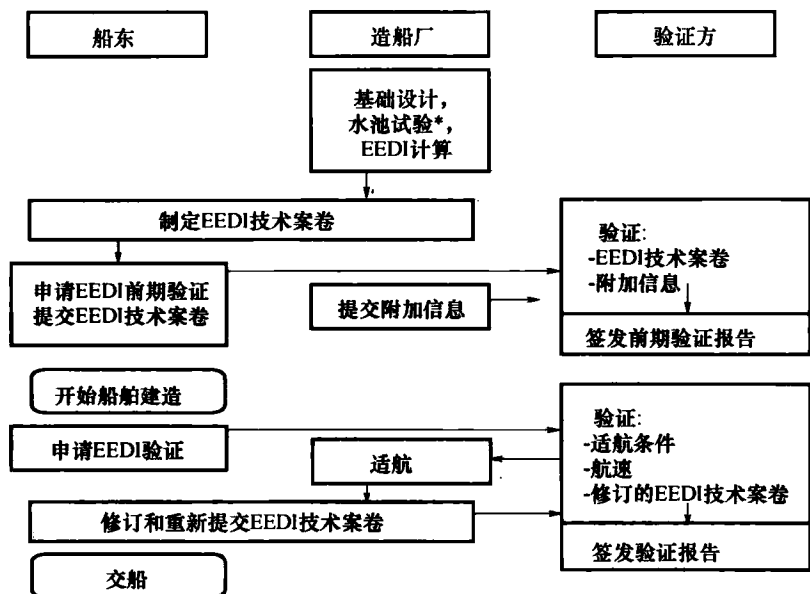
验证的基本流程如图 3 所示。

4.2 设计阶段的前期验证

(1) 对于设计阶段的前期验证,船东应向验证方提交验证申请、包含验证所需信息的 EEDI 技术案卷以及其他相关背景文件。

(2) 由船东或造船厂制定的 EEDI 技术案卷应至少包括但不限于:

① 船的载重吨(DWT)或总吨(GT),主机和辅机的轴功率,在主机的 75% 最大连续功率(MCR)以及与 Capacity 相应的吃水的深水航速,主机在 75% 的



*应由试验组织或造船厂自己进行。

图3 验证的基本流程

MCR 功率下的特定燃油消耗量(SFC),辅机在 50% 的 MCR 功率下的特定燃油消耗量以及 EEDI 指南中规定的某些船舶类型所必需的电功率表;

- ② 在设计阶段估算的 EEDI 计算状态和试航条件下的功率曲线(kW—kn);
- ③ 船上推进系统和电力供应系统的主要细节和总体情况;
- ④ 在设计阶段功率曲线的估算过程及方法;
- ⑤ 节能设备的描述;
- ⑥ 达到的 EEDI 的计算值。

(3) 试航条件应尽可能为满载状态,如对液货船。

(4) 主辅机的特定燃油消耗量应源自经批准的 NO_x 技术案卷。为了确认特定燃油消耗量,应向验证方提交一份经批准的 NO_x 技术案卷的副本。如果在申请前期验证时 NO_x 技术案卷还未经批准,应使用设备厂商提供的试验报告。在这种情况下,在进行试航验证时,应向验证方提交一份经批准的 NO_x 技术案卷的副本。

注:NO_x 技术案卷中的特定燃油消耗量是母型机的值,而成员机 EEDI 计算时使用该特定燃油消耗量值可能会有下列技术问题需进一步考虑:

- ① NO_x 技术案卷中“成员机”的定义范围很广,属于同一家族的成员机的技

术条件可能各不相同；

② 母型机的 NO_x 排放率在组/族中最高，则与 NO_x 排放是对应关系的 CO_2 排放量可能低于组/族中的其他发动机。

因此，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特定燃油消耗量。例如，可使用在设备厂商的试验台处测得的特定燃油消耗量值。

(5) 用于设计阶段前期验证的功率曲线应基于水池试验的可靠结果。对于相同/相似类型船舶，可基于技术论据，例如水池试验结果的可用性来免除单个船舶的水池试验。

(6) 验证方可能要求造船厂提供除技术文档中包含的信息外的必要的附加信息，以检查达到的 EEDI 的计算过程。在设计阶段航速的估算很大程度上取决于每个造船厂的经验，除造船厂外的任何人员/组织充分检查经验型参数（如粗糙度系数和伴流系数）的技术方面可能不可行。因此，前期验证应关注达到的 EEDI 的计算过程，该过程应遵循 EEDI 指南。

(7) 验证方应要求造船厂直接向其提供的附加信息（即不包含在技术文档中），包括但不限于：

① 水池试验设施的描述，这应包括设施名称、水池及拖曳设备的细节和监测设备的校准记录；

② 船模以及用以验证水池试验适合性实船的型线；型线（型线侧视图，横剖型线图和半宽图）应足以详细地说明船模与实船之间的相似性；

③ 用以验证载重量的船舶空船重量和排水量表；

④ 水池试验方法及结果的详细报告，应至少包括试航条件和 Capacity 状态下水池试验的结果；

⑤ 航速的详细计算过程，应包括对经验型参数，例如粗糙度系数，伴流系数的估算基础；

⑥ 免除水池试验的理由，如适用；这应包括相同/相似类型船舶的型线和水池试验结果，这类船舶与所考虑的船舶的主要细节的对比。对于水池试验的不必要性，应提供适当的技术论据。

(8) 这些附加信息资料可能包含造船厂的保密信息。因此，在验证后，如造船厂要求，验证方应向造船厂退回全部或部分附加信息资料。

4.3 试航时的最终验证

(1) 试航前，船东应提交 EEDI 验证申请连同最终的排水量表和测得的空船重量，或一份载重量检验报告的副本，以及一份必需的 NO_x 技术案卷副本。

(2) 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 EEDI 技术案卷中描述的其他相关项；

- ② 吃水和纵倾;
- ③ 海况;
- ④ 航速;
- ⑤ 主机的轴功率。

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

(4) 海况应根据 ISO 15016 : 2002 或等效标准进行测量。

(5) 航速应根据 ISO 15016 : 2002 或等效标准在包括 75% MCR 功率范围内的两个以上点进行测量。

(6) 主机的轴功率应通过轴功率表进行测量或通过油门刻度进行估算;或者,通过发动机制造商推荐且验证方认可的方法进行测量。

(7) 造船厂应基于试航时测得的航速和主机轴功率制定功率曲线。在制定功率曲线时,造船厂应根据 ISO 15016 : 2002 或等效标准,通过考虑风、潮和波浪的影响校准测得的航速(如必要)。

(8) 造船厂应对由于试航而获得的功率曲线与设计阶段估算的功率曲线进行比较。如果两者之间有差异,应有必要按照下述方法重新计算达到的 EEDI:

① 对于在满载状态下试航的船舶(如,液货船):应使用在试航时 75% MCR 功率下测得的航速重新计算达到的能效设计指数;

② 对于不能在满载状态下试航的船舶(如,干散货船):如果试航时在主机 75% MCR 功率下测得的航速不同于对应条件下功率曲线上的预期航速,造船厂应通过验证方认可的适当的修正方法将航速调整到满载状态下,再重新计算达到的 EEDI。

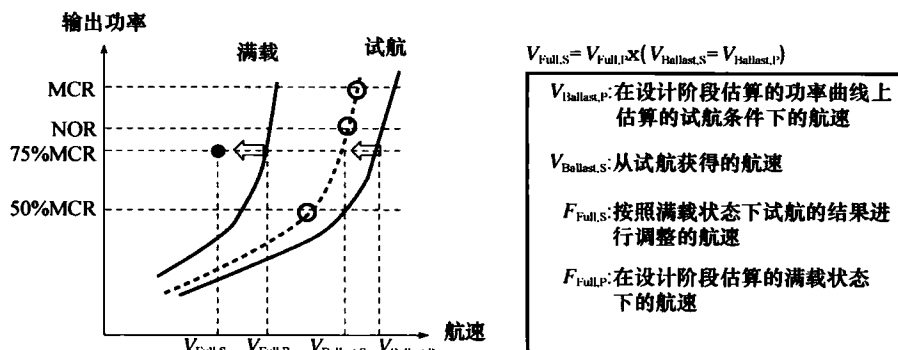


图4 可能的航速调整的举例

(9) 如果前期验证阶段达到的 EEDI 的计算是通过由于当时未得到经认可

的 NO_x 技术案卷而使用基于设备厂商的试验报告的特定燃油消耗量,船东或造船厂应通过使用经认可的 NO_x 技术案卷中的特定燃油消耗量重新计算达到的 EEDI。

(10) 船东或造船厂应在必要时根据试航的结果修订 EEDI 技术案卷。修订应包括基于试航结果调整的功率曲线和经认可的 NO_x 技术案卷中描述的特定燃油消耗量以及基于修订的重新计算达到的能效设计指数。

(11) 经修订的 EEDI 技术案卷应提交验证方以确认(经修订的)达到的 EEDI 是按照 EEDI 指南进行计算的。

5 降低 EEDI 的技术措施

由于要求的 EEDI 公式中包含折减系数 X ,即随着时间的推移,要求的 EEDI 将不断降低,目前最大降幅为 30%。今后,IMO 还可能推出更大的 40% ~ 50% 的降幅。

所以,在新船设计中应研究采用各种节能、增效和减排的技术措施,以降低达到的 EEDI 值来满足公约的要求。

目前,造船界、航运界和船级社等都纷纷提出了各种相应的技术措施,归纳起来,大致有以下方面。

5.1 船体线型优化及采用节能装置

船体线型优化工作在工业界是一种长期持续进行的工作,现有的线型是前人不断优化的结果,已有相当高的水准,在此基础上的优化工作难度相当大。

线型优化现大都采用数值模拟计算和船模试验相结合的方法。在欧洲,数值水池的开发研究工作已进行了多年,并取得了初步的成果。

首部线型优化主要关注球首的设计,包括球首的形状(如 X 型球首)和球首的参数(如形心高度、横剖面积和长度等)。尾部线型优化可考虑球尾设计和 U 型尾设计。

船型主尺度的变化(如,浅吃水超宽船型)也给线型优化提出了新的课题。

上层建筑外形低风阻设计是当今流行的一种方法。

节能装置包括桨前和桨后两大类。桨前装置有均衡伴流导管(可在两舷设置,也可在单舷设置)、鳍等;桨后装置有毂帽鳍、舵球、舵鳍、尾压浪板等。

一般地认为,这部分的效果有 5% ~ 10%。

5.2 降低空船重量

通过主船体的结构优化和重量控制,复合材料的应用,上层建筑轻型化设

计,舾装件标准择优等措施可降低空船重量,提高船舶的载重量。

一般认为,这一部分的效果为 1% ~ 3%。

5.3 推进系统优化

包括优化桨的设计和采用高效率的桨(无毂涡桨等);采用 POD 桨或 POD 桨和常规桨的串列组合;也可考虑喷水推进等推进型式。

一般认为,这一部分的效果可达 5% ~ 10%。

5.4 采用低阻涂料和气膜(泡)减阻

市场上的低阻涂料主要有硅基和氟基两种,但由于这些涂料的施工工艺问题和长期使用效果存疑(特别对航速不高的船),推广不成熟。

气膜或气泡减阻原理十分清楚,但如何释放气泡和保持气泡稳定尚需研究。

一般认为,这一部分的效果可达 5% ~ 8%。

5.5 动力系统优化

主机优化,包括采用低转速主机(如 G 型机)和 SMCR 选点优化(可配合降低航速)采用 LNG 和 LPG 燃料、生物燃料(由于 CO₂ 在大气中形成循环,其 CO₂ 排放可考虑为 0)、燃料电池等。

主机废气余热回收技术,包括废气锅炉加蒸汽涡轮发电机和废气涡轮发电机等。

一般认为,这一部分的效果可达 15% ~ 20%。

5.6 新能源的利用

包括风能、太阳能、潮汐能等,效果可达 5% 左右。

5.7 能源综合梯级利用

包括冷却水、蒸汽的余热利用,油船货舱油气回收利用,废油回收利用等,效果 1% 左右。

6 船舶能效管理计划

每一艘 400 总吨及以上的船均应按 MARPOL 附则 VI 第 4 章第 22 条的要求编制 SEEMP 并将其保持在船上。

SEEMP 的执行可随时对船舶或船队的能效表现进行监督,并可能考虑对船舶能效表现的优化。

SEEMP 可以作为船上安全管理系统(Safety Management System)的一部分。

SEEMP 一般由船东编制,但船厂应提供以下技术支持: