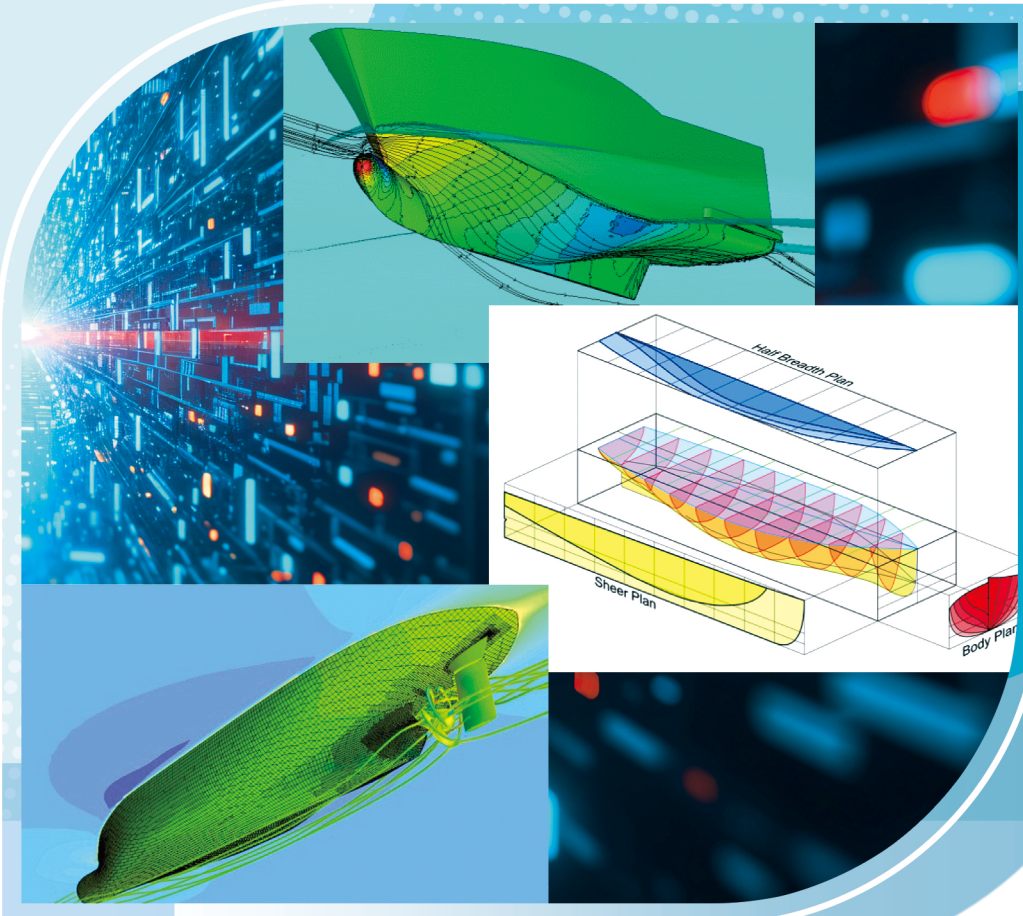
CCS
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY
中国船级社

基于CFD的船舶航速功率评估及EEDI验证技术服务



一、背景需求

船舶能效指数计算与验证，需要通过水池试验确定船舶的航速功率曲线；EEDI最终验证需要船舶满载工况，如压载航行则需要通过水池试验确定满载/压载航速功率关系。由于周期、费用及试航水域等问题，水池试验或实船试航难以对所有船舶进行全面推广。

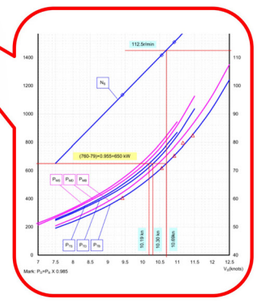


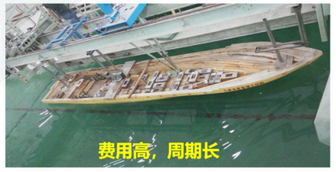
船舶能效指数计算与验证

2.1 Attained EEDI 计算公式

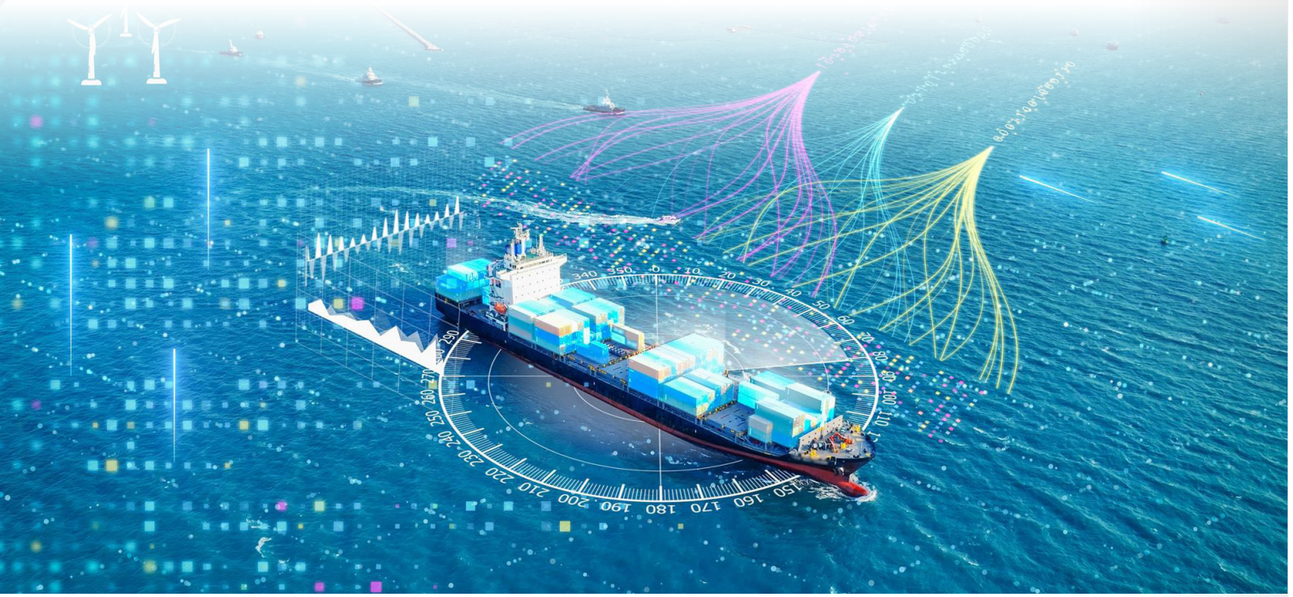
2.1.1 Attained EEDI 是衡量船舶能效水平(以 g/t·nmile 计)的一种方法，其计算公式如下：

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^{n} f_j\right)\left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)}\right) + \left(P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}\ *\right) + \left(\left(\prod_{j=1}^{n} f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)}\right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE}\right) - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME}\ **\right)}{f_i \cdot f_c \cdot f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_m}$$





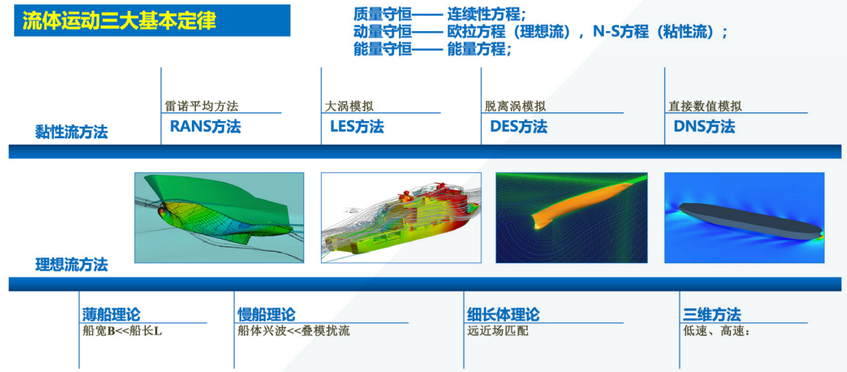




二、解决方案

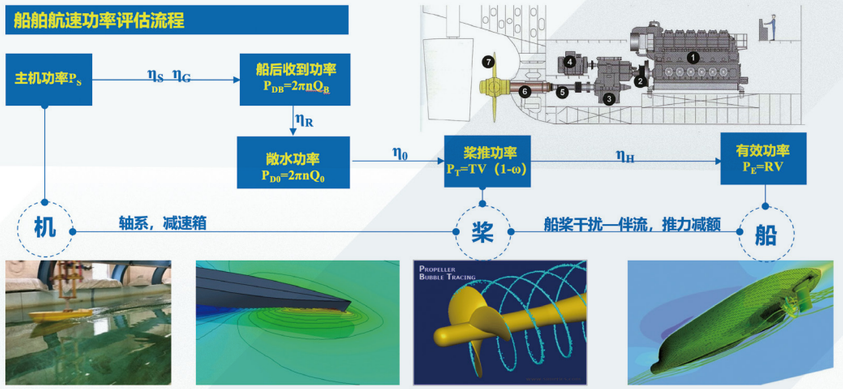
计算流体力学（CFD）—以计算机为工具，用数值方法研究船舶的粘性流场和航行性能，它能提供迅速的、准确的和低成本的船舶水动力性能以及全面、精细的流场信息预报结果。

相比于模型试验/实船试验方法，采用CFD方法不仅费用低、周期短，而且还可以获得全面、精细的船舶流场信息。以CFD为核心的船舶性能数值水池技术已经成为船舶研究和设计中的一种重要手段，同时也为船舶能效设计指数（EEDI）的验证、优化提供了一条新的途径。



三、评估流程

就船舶能效指数验证而言，无论是采用物理水池还是数值水池，其目的都是为了评估预报船舶在一定载况下的航速功率，其基本流程包括：船模阻力计算、螺旋桨桨模敞水性能计算和船桨自航计算，基于CFD模拟结果的分析，按照相似规律及船机桨匹配关系，预报实船在所能达到的航速和消耗的功率。



• 四、评估验证

验证船舶类型包括散货船、集装箱船、油化船、客船、滚装船和公务船等，船型涵盖常规主流船型，从船舶线型特征来看，船艏有V形艏，直形艏和球艏；船艉有双艉、双艉鳍和三艉；从船舶附体特征来看，既有裸船体计算分析，又有裸船体加舵等附体的计算分析。




● 6700T 散货船（内河标准船型）


● DTMB 5415（ITTC标模）

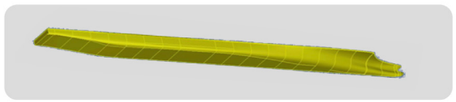

● KCS集装箱船（ITTC标模）


● 18 wT 散货船


● 124 TEU河海直达集装箱船


● 江海直达集装箱船


● 3500T油化船（内河标准船型）


● 世纪神话豪华旅游船

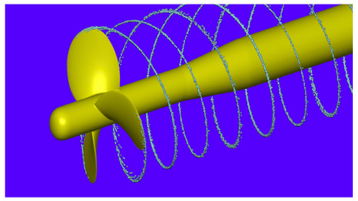

● 650客新一代豪华旅游船

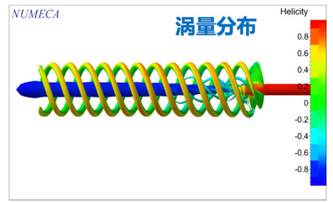

● 三峡库区工作船

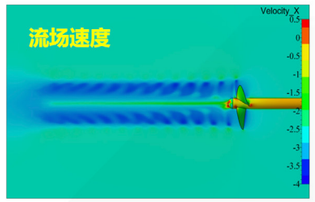

● 800PCC滚装船

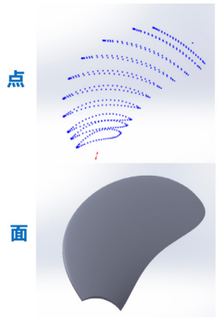

● 三峡库区客滚船

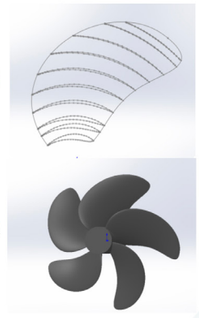

● 1000PCC滚装船

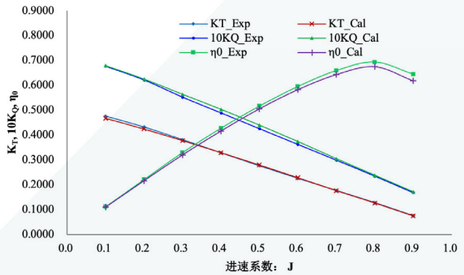






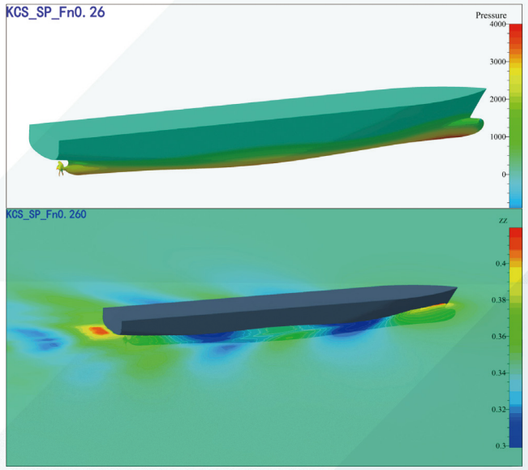




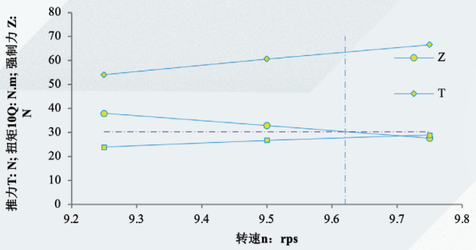


• 自航试验

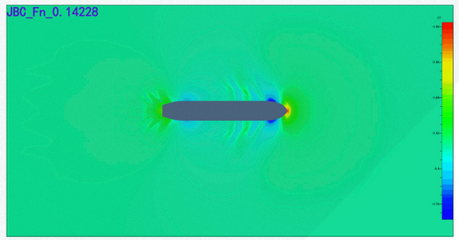
推算实船性能，给出主机马力、转速和船速之间关系曲线，推算实船航速；
船机桨匹配，判断主机螺旋桨和船体是否配合良好；
推进效率分析，有效分析船桨各种推进效率成分，方便进行改进评估。

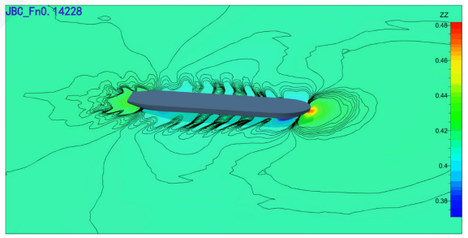


	转 速	进速系数	伴流分数	推力减额	敞水效率	相对旋转效率	船身效率
	n_m	J_0	$1-\omega_m$	$1-t_m$	η_0	η_R	η_H
Cal	9.62	0.720	0.788	0.789	0.669	1.004	1.001
Exp	9.50	0.728	0.792	0.835	0.682	1.011	1.073



• 日本肥大形散货船JBC



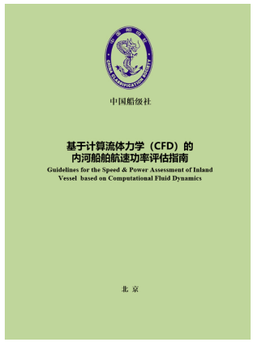


	Cal	Exp	Cal	Exp	Cal	Exp	Cal	Exp	Cal	Exp
Case I	阻力系数 Ct		下沉 sinkage: m		纵倾 trim: deg					
	4.201E-03	4.285E-03	6.66E-03	6.02E-03	0.1063	0.103				
Case II	阻力系数 Ct		推力Kt		扭矩 Kq		转速：rps		进速系数J0	
	4.678E-03	4.811E-03	0.2215	0.217	0.0287	0.0279	7.56	7.8	0.3996	0.41

Case III	阻力系数 Ct		推力Kt		扭矩 Kq		航速：m/s		进速系数J0	
	4.702E-03	4.811E-03	0.2228	0.217	0.02883	0.0279	1.179	1.198	0.3966	0.41

• 五、服务运行情况/已有业绩

按照船舶航速功率的评估流程，通过CFD数值模拟、水池试验与实船试验验证，形成一套完整的方法流程。在研究经验总结的基础上，编制完成了《基于CFD的内河船舶航速功率评估指南》，并受多家单位委托开展航速功率评估服务。





● 7500吨散货船



● 1000 DWT多用途船



● 3300m^3 LPG运输船



● 430TEU集装箱船

版本号：2025年7月

本手册由环保再生纸印制

CCS
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY
中国船级社

新能源与绿色技术水上应用安全实验室

MARINE SUSTAINABLE ENERGY AND GREEN TECHNOLOGY LABORATORY

地址：湖北武汉江汉区建设大道 177 号 CBD 楚世家崇章中心 14、15 楼
电话：+86 27 83666067
传真：+86 27 85865165
电子邮箱：ccsgt@ccs.org.cn