环保会MEPC.1/Circ.901通函
（2022年6月24日）

营运船舶性能测量方法、程序和验证指南

1 海上环境保护委员会在其第78届会议上（2022年6月6日至6月10日），批准了《营运船舶性能测量方法、程序和验证指南》，见附件。

2 请各成员国使其主管机关、业界、相关航运组织、航运公司和其他利益相关方注意到附件中的指南。

附件

营运船舶性能测量方法、程序和验证指南

目录

1　引言

2　概述

3　准备

4　营运船舶性能测量期间

5　营运船舶性能测量之后

附录A　进行营运船舶性能测量前应提交的资料

附录B　营运船舶性能测量后应提交验证的资料

附录C　营运船舶性能测量报告格式示例

1 引言

按照EEXI计算导则(见MEPC.350(78)决议)2.2.3.5的规定，如无航速-功率曲线或试航报告中不包含EEDI或设计装载吃水工况时，为了进行EEXI计算，可通过营运船舶性能测量方法获得航速V_{ref} 。

2 概述

2.1 在进行营运船舶性能测量时，除非本指南明确规定，否则应参考通用的国际标准[①]。

2.2 对于营运船舶性能测量所需的准备工作和程序的概述见下表。准备工作和程序应在预备会议上讨论和商定，见“准备工作”一节。

表1：营运船舶性能测量准备工作和程序

营运船舶性能测量分析	
步骤1： 准备传感器	• 航速计程仪/GPS • 回声测深器 • 航向控制 • 燃油流量计 • 轴扭力计 • 吃水测量 • 电罗经
步骤2：测量前参数	• 排水量 • 首/尾吃水 • 水深 • 空气/海水温度 • 海水密度 • 风速仪安装高度 • 燃油密度 • 燃油低热值
步骤3： 营运船舶性能测量	• 海况 • 风 • 水深 • 水流
步骤4：测量中参数	• 报告的数据 • 系统打印 • 设备控制 • 燃油分析
步骤5： 文件记录	• 轴RPM/功率 • 航向 • 航速 • 距离 • 风速/风向 • 流速/流向 • 浪高/波浪周期/浪向

2.3 在使用营运船舶性能测量方法时，在进行测量之前，应安排参与该过程的所有相关方(船东、可能的顾问、验证方和主管机关)共同参加会议。对现有信息的概述应包括但不限于船舶设计、节能设备(ESD)和测量传感器。各方应就营运船舶性能测量时间计划达成一致，并应对分析报告的提交及格式进行统一。

[①] 例如ITTC质量程序，ISO 15016:2002、ISO 15016:2015 和/或 ISO 19030:2016。

3 准备工作

3.1　准备工作是营运船舶性能测量程序成功最重要的方面之一。应对相关仪器进行校准，在测量开始前，应由验证方[①]对其操作条件进行确认。下表列出了用于收集数据的主要仪器:

表2 营运船舶性能试航所需的传感器

传感器	备注
轴扭力计	该测量系统功率测量应经核准，具有尽可能小的偏移差量。测试前和测试后应检查零位设置。
GPS	GPS系统应在差分模式下运行，以确保足够的精度。
风速仪	附近应无障碍物(上层建筑、桅杆、烟囱等)，并记录其在海平面以上的高度。
吃水测量	吃水测量系统(如能提供并经过校准):否则，需要进行实际观测。
航速计程仪	传感器最近应进行过清洁。
回声测深器	对检查水深安全及确保浅水对船舶性能无影响具有重要意义。
航程记录仪	应在试航前进行检查，并能在每次测量后进行航程打印。
燃油流量计	船上应安装体积流量计或质量流量计。两者都应按照制造商的建议进行校准和清洁及维护。
电罗经	在航行中记录船舶的航向，并应在测量前进行校准。

3.2　船舶应至少在整个营运船舶性能测量期间配备一个经校准的轴扭力计。根据详细的燃油特性信息、记录的机舱条件和燃油消耗详细情况，可对某一特定燃油消耗值下的功率进行估算，从而进行验证和交叉检查。

3.3 如果船上安装了自动数据采集系统，应在性能测量前检查该系统的准确性，以确保系统具有所需的精度和测量频率，并能够提供所需的所有数据的跟踪。

3.4 每次性能测量航行开始前，应注意数据记录模板格式(见附录C示例)中的以下项目:

表3 营运船舶测量环境和工况

参数	备注
排水量	进行测速测量的排水量和吃水工况应与交付试航或模型试验或假定的压载工况相对应。纵倾应保持在非常有限的限制范围内。对于平浮工况，纵倾应小于垂线间长的0.1%。在纵倾测量工况下，首吃水与船舶理想状态的误差应在±0.1米以内。
船首、船中和船尾吃水	
水深	无
空气温度	应使用经校准的温度计和气压计测量空气温度和压力。
空气压力	
海水温度	应记录试航地点的海水温度和密度，以便计算船舶的排水量和修正粘度。水温应在水位线处测量。
海水密度	

[①] 验证方系指船旗国主管机关或由船旗国主管机关委托的适任组织。

风速仪高度	应记录其在海平面以上的高度。
燃油密度	应从实验室的分析报告中获得燃油密度和低热值。
燃油低热值	

3.5 应在EEXI吃水工况下进行营运船舶性能测量，如果有参考工况的数据，那么在此工况下也可以进行一组营运船舶性能测量，以便更好地校准速度-功率关系。

.1 参考工况是船舶文件记录的工况，例如，压载工况下的试航曲线或设计工况下的试航/模型试验曲线。营运船舶性能测量结果可以根据参考状态曲线校准。如果有参考工况，参考工况的使用不应导致高估V_{ref}，但可以作为一个验证和校准速度-功率关系的有用的工具。如果使用参考工况，校准结果也可以用于EEXI吃水工况。

.2 EEXI吃水工况是《2018年新船舶达到的EEDI计算方法导则》(经修正的MEPC.308(73)决议，以下简称为"EEDI计算导则") 2.2.2中规定的吃水工况。性能测量结果使用与参考工况(如有)相同的校准因子。

3.6 如果不能完全满足EEXI吃水工况，可以接受用海军系数公式来调整速度-功率关系，但只有在排水量变化不超过2%时，或验证方接受的情况下方可进行。

3.7 针对EEXI吃水工况，在等效于EEDI试航工况的功率设置下(见经修正的MEPC.1/Circ.855/Rev.2)，船舶应进行至少一组营运船舶性能测量。如无法进行，则在功率设置为30%、60%，75%和90%MCR（余量为+/ - 5%）的情况下分别进行营运船舶性能测量。如果有参考工况的数据，在此工况下也应进行另一组营运船舶性能测量，以便于校准。

3.8 如果安装了可越控轴/发动机功率限制，在验证方接受的情况下，营运船舶性能测量均可在功率设置为限制功率的30%、60%、83%和90%（余量为+/ - 5%）的情况下进行。

3.9 如果在持续功率状态下进行营运船舶性能测量，应考虑在更改功率时留出足够的时间，以确保获得稳定状态。

3.10 每次航行的持续时间应按表4执行。

3.11 在进行营运船舶性能测量之前，应研究天气预报，以确保试航期间具有良好的天气条件（接近平静海况）。

3.12 参与实施的船员应熟悉性能测量，并了解其任务和所收集的测量数据的重要性。

3.13 船舶的安全至关重要，如果发现对船舶和/或船员有任何危险，应暂停性能测量。在任何时候都要遵守所有的规章制度，并具备良好的航行状态。

3.14 本节规定的工况和计划应在进行营运船舶性能测量之前由验证方进行检查和确认。

3.15 船舶的船体和螺旋桨可能会出现污垢，这可能会影响船舶的性能。如果在营运船舶性能测量时船舶有严重污垢，得到的V_{ref}可能低于预期，这将导致对Attained EEXI的低估。建议在船体和螺旋桨清洁的状态下进行营运船舶性能测量。

3.16 船舶可能在交付后安装了节能装置。这将对性能产生影响，可使用营运船舶测量来反映节能装置的影响，见EEXI计算导则第2.2.3.7段所述。

4 营运船舶性能测量期间

4.1一旦开始营运船舶性能测量，应将变化降至最低，因为船舶性能测量的精度很大程度上会受到参数波动的影响。因此，所有控制杆都应该保持不变。

4.2 在每次航行中，需要有经验丰富的舵手或自动适配的自动驾驶仪保持航向。在保持稳定航向的同时使用最小舵角。舵角修正应限制在5度或更小范围内。

4.3 为了减少修正的影响，并获得性能测量结果的最佳精度，应满足下列条件：

表4 营运船舶性能测量的环境条件

参数	**备注**
海况	见ISO 15016: 2015中规定的条件
风速	见ISO 15016: 2015中规定的条件
水深	见ISO 15016: 2015中规定的条件

水流	避开已知的水流大和变化大的区域。在测量过程中，应满足以下条件：$VGPS - VSTW < 0.3\ kn$；或见ISO 15016: 2015中规定的条件
测量时段	测量应在白天进行
持续时间	对于所有测速航行，航行持续时间应该相同，至少为10分钟，见下图1

4.4 如果在营运船舶性能测量过程中，不再满足上述任何条件之一，则有必要放弃测量。

4.5 对于各负载工况下的每一组营运船舶性能测量，都应至少进行一组往返航行。重要的是，船舶航行在同一轨迹上，并且当监测开始时，工况处于稳态工况。每次测速应在同一地点开始和完成。

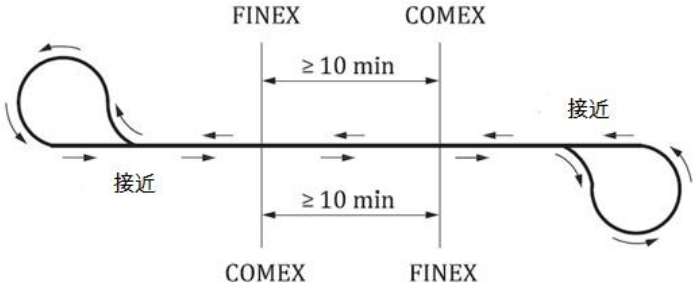


图1 往返航行试航

4.6 在营运船舶性能测量期间，准确记录所需参数是非常重要的。应在满足船舶稳定状态时开始记录每次航行的参数。

4.7 在每次性能测量航行开始和结束时，应收集以下数据:

主机供油流量计读数	[ltr/h] 或 [kg/h]
主机供油流量计温度	[deg]
主机回油管路流量计读数*	[ltr/h] 或 [kg/h]
主机回油管路流量计温度*	[deg]

(*对于在回油管路上安装了流量计的船舶)

4.8 在进行营运船舶性能测量时，应以至少1hz的采样率收集以下数据:

表5 营运船舶性能测量期间记录的参数

参数	**单位**
日期	dd-mm-yyyy
时间	hh:mm:ss
转速计读数	$[s^{-1}]$
轴功率	[kW]
航向	[deg]
航速（GPS和航速记程仪）	[knots]
距离（每次航行开始时应为“0”）	[nm]
相对风速	[m/s]
相对风向（风来自…）	[deg]
流速	[knots]
相对流向（流向…）	[deg]
观测到的浪高	[m]

观测到的波浪周期	[s]
观测到的浪向（向….）	[deg]

4.9 除功率、转速和耗油外，应在下列每次航行时提供下列主要发动机参数的平均值:

扫气温度	[deg]
扫气压力	[kg/cm^2]
鼓风机进风口温度	[deg]

4.10 这些数据以及任何其他主机数据应在本地传感器的显示器上收集，而不是在发电机主控制继电器上收集。

4.11 在切实可行的情况下，应由验证方见证营运船舶性能测量。验证方应能确认是否按照商定的程序进行了营运船舶性能测量。

5 营运船舶性能测量之后

5.1 应由验证方检查所有收集到的信息，任何错误/编辑性错误应在补充文件中注明，包括任何修正/替换值均需清晰的标记。持续记录的数据应按初始状态提供，在营运船舶性能测量开始和结束时应注明不可变数据，以确认任何变化都设置为最小。

5.2 对于每次航行应提交下列资料：

.1 填好的“营运船舶性能监测报告表”电子版（附录C）

.2 性能监测系统输出的打印件和/或电子版；

.3 装载仪计算输出的打印件和/或电子版，代表了开始航行时的装载工况；和

.4 从航程记录仪输出的打印件和/或电子版，涵盖了整个航行阶段。

5.3 此外，还应提交一份营运船舶性能测量期间所用燃油的燃油分析报告的副本。

5.4 应记录针对营运船舶性能测量的任何注释，包括环境工况的任何重大变化。

5.5 需提交验证的资料信息见附录A、B和C。

附录A
进行营运船舶性能测量前应提交的资料

在进行营运船舶性能测量前，应提交下述资料：

文件	强制性	非强制性
静水力表	☐	☒
主机台架试验	☒	☐
试航（机器和船体部分）	☒	☐
模型试验	☐	☒
螺旋桨特性和结构图纸	☐	☒
总布置图	☒	☐
附件和舵的详细资料	☐	☒
燃油管路图	☐	☒

船舶主要参数

IMO号：	
交船日期：	
船舶的电子邮件地址：	
船舶下水日期（船舶何时下水）：	
船名：	
船东：	
管理公司：	
船型：	
船舶载运能力	
船厂：	
总长(m):	
垂线间长 (m):	
型宽(m):	
上甲板型深 (m):	
设计吃水(m):	
设计吃水排水量(t):	
EEXI 吃水(m):	
EEXI 吃水排水量 (t)	
空船重量 (t)	

设计航速 (kn):	

进坞历史 (最近5年内):			
日期	船厂	涂层规格	船体处理
		请附说明	请附说明

自上次进干坞以来船体清洗和螺旋桨抛光的历史:			
日期	位置	施工简述	螺旋桨抛光标准*

* 仅对于螺旋桨抛光

主机	
制造商:	
型号:	
编号:	
燃油类型:	
MCR (kW):	
SMCR (kW) x RPM:	

主机改造/升级		
	是	否
降功率	☐	☐
切断涡轮增压机	☐	☐
部分负载调整	☐	☐
低负载调整	☐	☐
改造	☐	☐
改造详细说明		
其他调整	☐	☐
改造详细说明		

螺旋桨包括改造/升级		
类型: (定距桨或调距桨)		
直径 (m)		
螺距 (m)		
编号		

	是	否
纵倾	☐	☐
其他（请说明）	☐	☐

推进改进设备		
	是	否
导管	☐	☐
鳍	☐	☐
其他（请详细说明）	☐	☐

功率测量		
	是	否
使用扭力计	☐	☐
（有关扭力计的详细说明，包括最近一次校准）		
使用负载指示器图	☐	☐
其他方法（请详细说明）		

性能监测系统		
	是	否
PMS	☐	☐
型号和制造商详细资料		

燃油测量		
	是	否
通过体积流量计	☐	☐
（对流量计进行详细说明，包括最近一次校准）		
通过质量流量计	☐	☐
（对流量计进行详细说明，包括最近一次校准）		
测深	☐	☐

用于数据收集的其他仪器和仪表

	校准日期
航速计程仪	
DGPS	
风速仪 提供风速仪高度（以m计）:	
其他（请详细说明）	

附加信息		
	是	否
减速齿轮	☐	☐
（请详细说明）		
轴马达	☐	☐
（请详细说明）		
轴带发电机	☐	☐
（请详细说明）		

如需进一步信息，请联系: （联系人）	

附录B
营运船舶性能测量后应提交验证的资料

在进行营运船舶性能测量后，需提交如下资料：

文件	强制性	非强制性
扭力计校准证书	☒	☐
流量计校准证书	☐	☒
风速仪校准证书	☐	☒
航程记录仪校准证书	☐	☒
GPS校准证书	☐	☒
回声测深器校准证书	☐	☒
电罗经校准证书	☐	☒
燃油分析	☒	☐

另外，对于每次航行，需提交下列资料：

文件	强制性	非强制性
测量报告	☒	☐
航程记录仪的打印件	☒	☐
主机负载指示器的打印件(显示测试期间船舶负载工况)	☐	☒ *
风速仪输出的打印件/电子版 (对于数字化风速仪)	☐	☒ *

*非强制，但强烈建议的输出

附录 C
营运船舶性能测量报告格式示例

下列表格包含一次负载工况下的所有营运船舶性能测量

营运船舶性能监测报告格式

船名_____ IMO编号_____

空气温度(℃)		海水温度(℃)		海水密度(t/m³)			
船首吃水(m)		船尾吃水(m)		排水量(t)			
燃油密度(kg/m³)		燃油低热值(kJ/kg)		风速仪高度(m)		水深(m)	

机舱									驾驶台									
测试序号	航次	测试开始时间	耗时	主机供油流量计读数	主机供油流量计温度	主机回油流量计读数	主机回油流量计温度	转速计读数	轴功率	航向	航速	距离	相对风速	相对风向	流速	观测到的波高	观测到的波浪周期	观测到的浪向
														来向	流向			流向
		hh:mm	mm	ltr(1)	℃	ltr(1)	℃	r	kW	°(绝对值)	kn	mm	kn	°(相对值)	kn	m	s	°(绝对值)
1	1		10															
	2		10															
2	1		10															
	2		10															
3	1		10															
	2		10															
4	1		10															
	2		10															

#1主机功率设置平均值	扫气温度		℃	扫气压力		kg/cm³	鼓风机进风温度		℃
#2主机功率设置平均值	扫气温度		℃	扫气压力		kg/cm³	鼓风机进风温度		℃
#3主机功率设置平均值	扫气温度		℃	扫气压力		kg/cm³	鼓风机进风温度		℃
#4主机功率设置平均值	扫气温度		℃	扫气压力		kg/cm³	鼓风机进风温度		℃