

## 中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 77—2023

---

### 智能船舶系统试航阶段功能试验一般要求

General requirements for function test of intelligent ship system during sea trial



2023-10-31 发布

2023-11-1 实施

---

中国船舶工业行业协会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验准备 .....	2
5 智能船舶系统 .....	2
6 数据交互试验流程 .....	3
7 智能船舶系统功能试验流程 .....	3
7.1 智能航行系统功能试验流程 .....	3
7.2 智能能效系统功能试验流程 .....	5
7.3 智能机舱系统功能试验流程 .....	8
7.4 智能船体系统功能试验流程 .....	9



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：中船黄埔文冲船舶有限公司、广州文冲船厂有限责任公司、广州黄船海洋工程有限公司、上海船舶设计研究院、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：苏士斌、林洪山、何珍、邹晓峰、张雷、向辉明、黄丽萍、伍广兴、姚望、桂皓、田欣、李巧平、张宇。



# 智能船舶系统试航阶段功能试验一般要求

## 1 范围

本文件规定了智能船舶试航阶段的试验准备、智能船舶系统、数据交互试验流程、智能船舶系统功能试验流程等。

本文件适用于新建造智能船舶、改装智能船舶的智能船舶系统在试航阶段进行的试验。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

船舶智能机舱检验指南（2022） 中国船级社

船舶智能能效管理检验指南（2022） 中国船级社

智能集成平台检验指南（2018） 中国船级社

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**智能船舶** **intelligent ship**

利用传感器、通信、物联网、互联网等技术手段，自动感知和获得船舶自身、海洋环境、物流、港口等方面的信息和数据，至少安装有智能航行、智能能效、智能机舱、智能船体、智能集成平台等其中一个智能系统的船舶。

### 3.2

**智能船舶系统** **intelligent ship system**

自动感知或获得船舶航行、作业等工况数据，并对数据进行处理分析，为智能船舶的航行、能效、安全、管理等提供技术服务的系统。

注：智能船舶系统可包括智能航行系统、智能能效系统、智能机舱系统、智能船体系统、智能集成平台等。

### 3.3

**智能航行系统** **intelligent navigation system**

用先进感知技术和传感信息融合技术等获取和感知船舶航行所需的状态信息，并通过计算机技术、控制技术进行分析和处理，为船舶的航行提供航速和航路优化的决策建议，能使船舶在开阔水域、狭窄水道、进出港口、靠离码头等不同航行场景和复杂环境条件下实现自主航行的系统。

### 3.4

#### **智能能效系统 intelligent energy efficiency system**

基于船舶航行状态、耗能状况的监测数据和信息，对船舶能效状况、航行及装载状态等进行评估，为船舶提供评估结果和航速优化、基于纵倾优化的最佳配载等解决方案，实现船舶能效实时监控、评估及优化的系统。

### 3.5

#### **智能机舱系统 intelligent cabin system**

综合利用状态监测所获得的各种信息和数据，对机舱内设备与系统的运行状态、健康状况进行分析和评估，为设备与系统的使用、操作和控制、检修、管理等方面的决策提供支持的系统。

### 3.6

#### **智能船体系统 intelligent hull system**

基于船体数据库系统及船体三维结构尺寸模型的建立与维护，为船舶营运阶段的船体和甲板机械维护保养、结构换新提供辅助决策的系统。

### 3.7

#### **智能集成平台 intelligent integration platform**

应至少能为智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效等中的两个系统提供支持，形成船上数据采集/获取、存储、整合、交互、共享与展现，控制指令传输的统一集成平台。

## 4 试验准备

- 4.1 检查常规设备系统测试已完成，智能船舶系统与相关联的常规设备系统的数据交互完整无误。
- 4.2 根据试航大纲编制试验程序，明确试验项目、试验步骤、验证衡准、应急预案等内容。
- 4.3 智能船舶系统试航期间，试验人员应熟悉并掌握相关系统的功能。

## 5 智能船舶系统

- 5.1 智能船舶系统可包含智能航行系统、智能能效系统、智能机舱系统、智能船体系统、智能集成平台等，智能集成平台与其他智能船舶系统构成“1个平台+N个系统”，见图1。

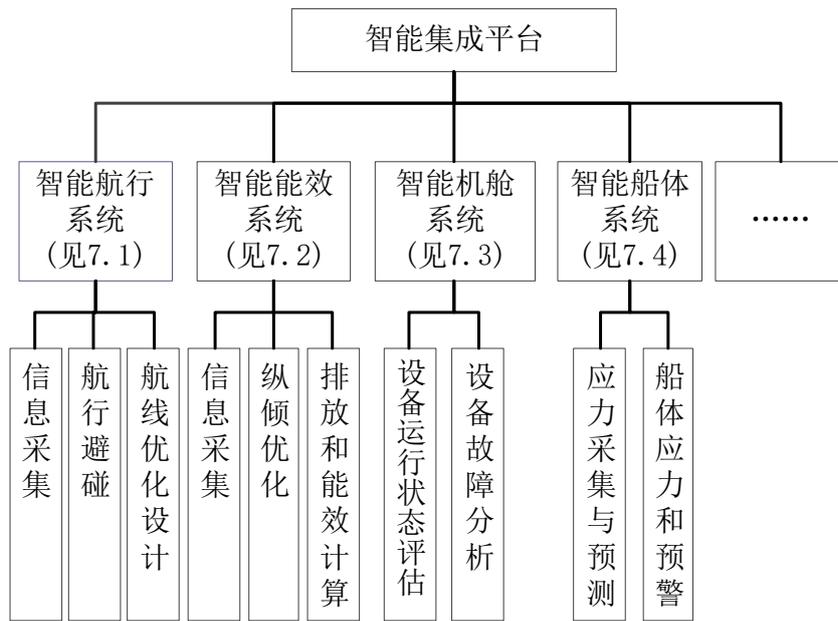


图1 智能集成平台与智能船舶系统的关系

5.2 第6章规定了数据交互试验流程,包括智能集成平台与智能航行系统、智能能效系统、智能机舱系统、智能船体系统等的数据交互试验流程,及智能集成平台与常规设备系统的数据交互试验流程。第7章规定了智能船舶系统功能试验流程。

## 6 数据交互试验流程

6.1 智能船舶试航期间,应结合智能功能并依据预取得的智能符号,按《智能集成平台检验指南(2018)》第7章的规定,进行智能集成平台与智能航行系统、智能能效系统、智能机舱系统、智能船体系统等的数据交互试验。

6.2 智能船舶系统的数据交互试验流程如下:

- a) 启动智能集成平台数据采集模块和显示页面;
- b) 检查智能船舶系统界面与平台数据库的数据同步情况与准确度。

6.3 智能船舶试航期间,应结合智能功能并依据预取得的智能符号,按《智能集成平台检验指南(2018)》第7章的规定,进行智能集成平台与常规设备系统的数据交互试验。

6.4 智能集成平台与常规设备系统的数据交互试验流程如下:

- a) 启动智能集成平台数据采集模块和显示页面;
- b) 按试验程序的数据表,检查数据采集、更新频率满足试验程序要求。

## 7 智能船舶系统功能试验流程

### 7.1 智能航行系统功能试验流程

#### 7.1.1 智能航行系统内设备信息采集试验流程

根据智能航行系统的功能，结合智能航行系统的信息采集试验流程，查看船用电子海图系统（ECDIS）航线效果，试验流程见图 2。

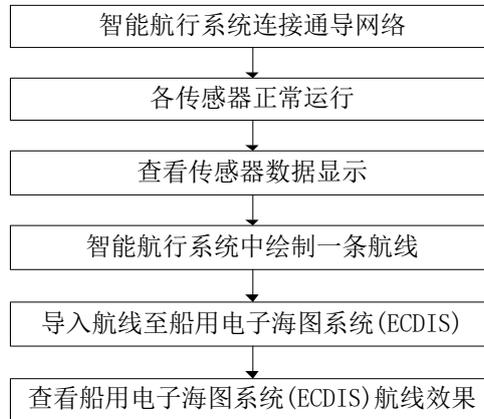


图2 智能航行系统试验流程

对智能航行系统的传感器数据接口、航线导出接口功能进行试验，试验流程见表 1。

表1 智能航行系统信息采集试验流程

试验项目	试验流程
传感器数据接口	(1) 受试设备接收位置、艏向、对地速度、对水速度数据； (2) 启动各个传感器并保证正常运行； (3) 点击【传感器数据显示】或类似功能按钮，查看相关数据
航线导出接口 [受试设备导出航线到电子海图系统（ECDIS）]	(1) 绘制一条航线； (2) 点击【导出到 ECDIS】或类似功能按钮； (3) 查看 ECDIS 系统； (4) 在 ECDIS 系统中查看航线效果

### 7.1.2 航线优化设计试验流程

根据智能航行系统的航线优化设计功能，开展航线优化设计功能试验，并依据智能航行系统绘制的航线进行航行试验，验证航线合理性，航线优化设计试验流程见图 3。

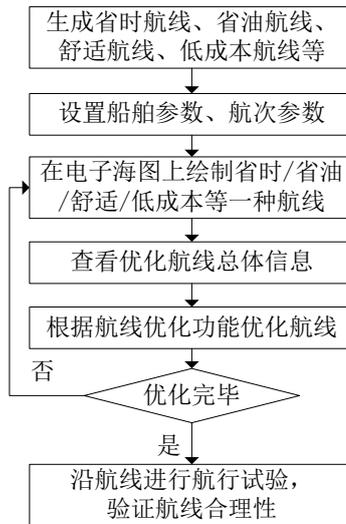


图3 航线优化设计试验流程

### 7.1.3 船舶航行避碰试验流程

根据智能航行系统的智能航行功能，开展航行避碰试验，验证航行避碰合理性，航行避碰试验流程见图4。

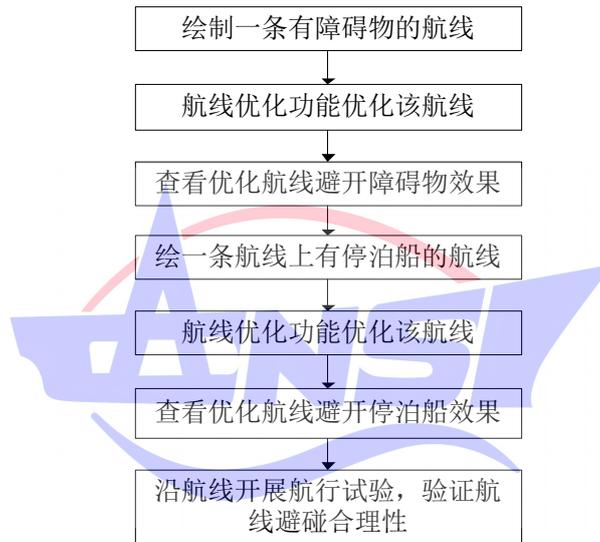


图4 航行避碰试验流程

## 7.2 智能能效系统功能试验流程

### 7.2.1 能效评估

在智能船舶试航过程中，按《船舶智能能效管理检验指南（2022）》中2.5的规定进行能效评估。

### 7.2.2 智能能效系统内设备信息采集检查

智能能效系统内的信号采集功能模块试验流程见表2。

表2 智能能效系统的信号采集试验流程

试验项目	试验流程	备注
状态评估优化	关键能效指标评估	功能检查, 检查关键能效指标数据计算正确性和容错性
	船舶状态信息监控	功能检查
	船舶任务信息监控	功能检查
	船舶航行参数信息监控	功能检查
	船舶工况信息	功能检查, 在船舶锚泊与航行工况切换监测功能正确性
	船舶参数信息监控	功能检查
	能效优化辅助决策	以下辅助决策信息尚不能在航行试验中验证
	综合转速优化仪表	检查转速、滑失率、纵倾数据显示
	转速优化工具	—
	航速优化信息	功能检查
重要设备状态信息	主机状态信息	功能检查
	主机 F.O 系统	功能检查
	主机 L.O 系统	功能检查
	主机 AIR 系统	功能检查
	主机 MISC 系统	功能检查
	主机燃油消耗信息	功能检查
	发电机状态信息	功能检查
	发电机组概览	功能检查
	发电机电效信息监控	功能检查
	发电机组燃油消耗监控	功能检查
	锅炉状态监控	功能检查
	燃油组合锅炉状态监控	功能检查
	锅炉整体燃油消耗监控	功能检查
	状态参数趋势分析	功能检查

### 7.2.3 船舶航行纵倾优化试验流程

结合智能功能, 开展模拟部分装载工况的航行纵倾角度优化试验流程, 见图 5。

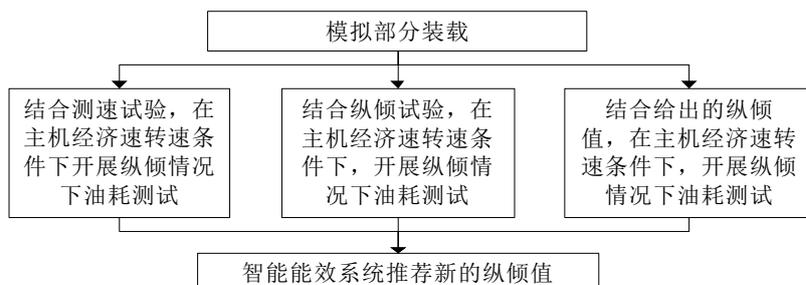


图5 航行纵倾角度优化试验流程

结合智能功能，模拟部分装载工况的船舶航行纵倾角度优化试验流程见表 3。

表3 船舶纵倾优化试验流程

试验项目	试验流程	备注
模拟部分装载	根据试验程序进行模拟部分装载	保证船舶有足够的吃水并能在螺旋桨全浸没的情况下无纵倾。
船舶纵倾优化	按照船舶测速试验的要求，在主机经济转速下，试验并记录各纵倾情况下油耗数据	—
	按照纵倾设置情况，在主机经济转速下，试验并记录各纵倾情况下油耗数据	—
	根据油耗记录，采用智能能效系统推荐的纵倾值在主机经济转速下，试验并记录各纵倾情况下油耗数据	—
	根据油耗记录，智能能效系统推荐新的纵倾值	—

#### 7.2.4 船舶能效试验流程

在智能船舶试航过程中，智能能效系统的功能试验流程，见图 6。

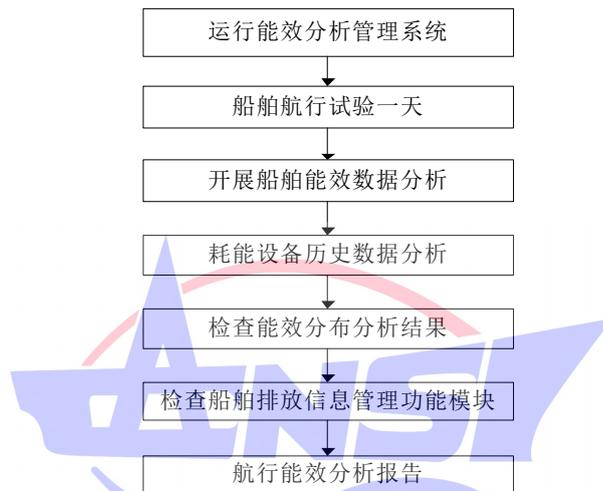


图6 船舶能效分析试验流程

智能能效系统的能效分析和能效评估的功能试验流程，见表 4。

表4 船舶分析和能效评估功能试验流程

试验项目	试验流程	备注
能效分析	船舶能效数据分析	航行试验一天后，进行功能检查
	耗能设备历史数据分析	航行试验一天后，进行功能检查
	能效分布分析	航行试验中，监测显示结果正确性
能效评估	船舶排放信息管理	功能检查
	航行能效评估报告	航行试验后进行功能检查

### 7.3 智能机舱系统功能试验流程

#### 7.3.1 设备运行状态的评估试验流程

在智能船舶试航过程中，按《船舶智能机舱检验指南 2022》中 3.5 的规定依次对主机健康状态评估、发电机健康状态评估、锅炉健康状态评估、轴系健康状态评估等进行测试，并对各评估系统的运行状态进行评估，以及对相关传感器健康状态进行评估试验。设备运行状态评估的数据显示、功能模块试验流程见表 5。

表5 设备运行状态评估试验流程

试验项目	试验流程
健康状态评估	主机健康状态评估功能试验
	发电机健康状态评估功能试验
	锅炉健康状态评估功能试验
	轴系健康状态评估功能试验
	评估系统状态和传感器健康状态评估功能试验

#### 7.3.2 模拟改变检测信号试验设备故障分析试验流程

结合试航过程中设备状态模拟测试船舶设备故障分析、维护预警，功能试验流程见表 6。

表6 模拟测试船舶设备故障分析与维护预警试验流程

试验项目	试验流程	备注
故障分析	主机性能分析功能试验	—
	主机经济性分析功能试验	—
	主机气缸压力分析功能试验	—
	主机部件衰退分析功能试验	—
	发电机性能分析功能试验	—
	发电机燃油经济性分析功能试验	—
	发电机气缸压力分析功能试验	使用采集设备进行数据采集测试
	发电机部件衰退分析功能试验	—
	振动分析功能试验	便携式振动采集与振动处理盒采集处理测试
	油液分析功能试验	航行中油液取样采集功能测试
	运行分析功能试验	—
维护预警	设备报警分布分析功能试验	—
	预警事件分析管理功能试验	将某一传感器替换为信号模拟器并根据变化模型修改输出信号。
	报警事件分析管理功能试验	—
	服务中心消息功能试验	—

#### 7.4 智能船体系统功能试验流程

结合试航过程中智能船舶的载荷状态，开展关键部位的船体应力、应力模拟和预警功能试验，试验流程见图 7。

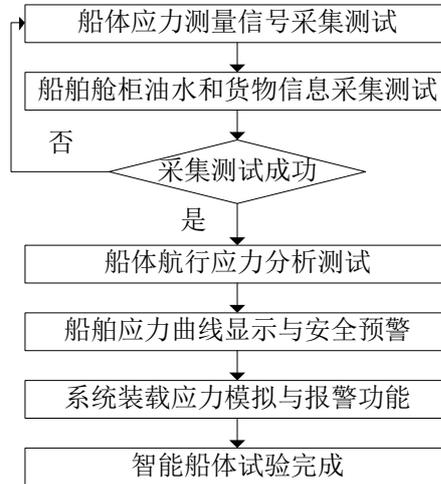


图7 智能船体应力试验流程

船体关键部位的船体应力采集和分析预警功能试验流程见表 7。

表7 船体应力采集分析与预警试验流程

试验项目	试验流程
船体应力采集	船体应力测量信号采集与显示
	船舶舱柜油水和货物信息采集与显示
船体应力预警	船体航行应力分析功能
	系统装载应力模拟与报警功能