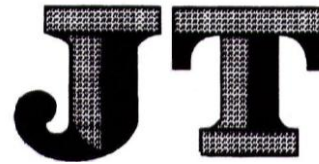


ICS 53.020.20

R46

备案号：



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXXX—XXXX

## 轮机模拟器性能要求

Marine Engine Room Simulator Requirement

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

## 目 录

前言.....	3
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 综合性能要求.....	3
5 教练端功能.....	4
6 轮机模拟器分级.....	4
7 物理真实性.....	6
8 行为真实性.....	11
9 环境真实性.....	12

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由交通运输航海安全标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：辽宁海事局、上海海事局、大连海事大学。

本标准主要起草人：葛同林、陆立明、邢士占、王玉洋、饶滚金、周炜、刘景升、段尊雷、史卜坤、袁涌、张均东、曹辉、何治斌、曾鸿、甘辉兵、姜瑞政、冯金红、鲁道毅。

# 轮机模拟器性能要求

## 1 范围

本标准规定了轮机模拟器的功能、配置和环境要求。

本标准适用于海船船员培训的轮机模拟器。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

《1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约》及其修正案。

《中华人民共和国船员条例》。

《中华人民共和国船员培训管理规则》。

《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》。

《中华人民共和国海船船员培训合格证书签发管理办法》。

《中华人民共和国海船船员适任评估大纲和规范》。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

STCW 公约 经 1995 年修正的 1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约。主要用于控制船员职业技术素质和值班行为，公约的实施对促进各缔约国海员素质的提高，在全球范围内保障海上人命、财产的安全和保护海洋环境，有效地控制人为因素对海难事故的影响，起到积极的作用。

## 3.2

### **轮机模拟器 Engine Room Simulator**

轮机模拟器是一种对船舶机电系统进行综合仿真模拟的装置，能够高度逼真地再现实船机电系统的操作响应，系统之间的互联关系，故障发生和发展的状态，可用于教学培训与专业技能评估。

## 3.3

### **全任务轮机模拟器 Full Mission Simulator**

全任务轮机模拟器是指至少具有仿母船的，独立设置的模拟集控台，模拟配电板，模拟机舱系统与设备的大型轮机模拟器类型，可以完成与轮机相关的，除了航海仪器与导航设备，液货装卸等外的所有设备的操作。

## 3.4

### **桌面版 Desktop Version**

桌面版是指安装在电脑上进行训练的轮机模拟软件。

## 3.5

### **物理真实感 Physical realism**

物理真实感是指模拟器相对实船的，外形与外观的真实感程度，包括设备的工作范围、限制和故障等。

## 3.6

### **行为真实感 Behavioural realism**

行为真实感是指学员使用模拟器展示实操能力时的真实感程度，包括设备的工作范围、限制和故障等。

## 3.7

### **操作环境 Operating environment**

操作环境是指学员在模拟操作时可以感受到的环境真实感，例如电站用电需求，天气情况，声音，视景等。

### 3.8

#### 环境真实感 Realistic environment

环境真实感是指学员可以感受到的模拟操作环境，物理真实感和行为真实感的综合程度。

### 3.9

#### 学员 Learner

学员为试图通过模拟器训练来获得知识，提高技能与工作态度的人员。

### 3.10

#### 教练员 Instructor

教练员为学员提供模拟演练指导的人员。教练员须满足 STCW 节 A-I/6，条款 4 和 7 要求的资质。

### 3.11

#### 评估员 Assessor

评估员为对学员进行适任实操能力评估的人员。评估员须满足 STCW 节 A-I/6，条款 6 和 7 要求的资质。

## 4 综合性能要求

以适任培训对象所服务的船舶航区、种类、等级或主机类别相对应的船舶为母型船，建设一套满足高质量培训要求的船舶机电设备操作培训与运行监管的专业素质训练与技能考评平台。要求高逼真地模拟实船的运行、操作、故障与应急情景，仿真实船的机电系统动态过程，再现实船的综合操作演练与处置环境；能完成冷船起动、备车操作、定速航行、应急操作、故障排除、设备维护、资源管理、状态监视、量化分析等功

能；适于实操评估、强制模拟器训练和持续适任能力的展示。

## 5 教练端功能

轮机模拟器要求配设教练端软件，可以对各桌面版终端、全任务型轮机模拟器或两者的组合进行初始环境设置、运行状态保存加载、系统启动/停止、冻结/运行、过程控制/记录、模式选择、运行监视、故障设置、过程隔离、组团协作、考核评估、回放和打印等基本功能，并要求具有下列功能：

- a) 可随时保存当前系统的全息运行状态并命名标记，在需要时可加载该状态。
- b) 能够实现独立运行模式、团队运行模式或组合运行模式，训练场景可随时灵活保存，同步及加载功能。
- c) 以任务为单位进行训练与评估。可对任务进行编辑、保存和增删。
- d) 具有故障设置、检索、编辑、触发、监视与复位功能。
- e) 故障可以在线设置，也可预先编制在任务中并自动触发。
- f) 能够提供评判结果和扣分细项报告。能够对评分标准进行编辑修改。
- g) 能够进行操作过程的历史回放，回放速度可调。

## 6 轮机模拟器分级

6.1 轮机模拟器分为三个级别：A级、B级和S级。

6.2 A级轮机模拟器为全任务型，应当能够完成与轮机相关的，除了航海仪器与导航设备，液货装卸等外的所有设备的操作，并具备故障诊断与解除、驾机联动和虚拟环境。

6.3 B级轮机模拟器为部分任务型，应当能够完成与轮机相关的，除了航海仪器与导航设备，液货装卸等外的所有设备的操作，但故障诊断与解除、驾机联动和虚拟环境不做要求。

6.4 S级轮机模拟器为特定任务型,应当能够完成与轮机相关的特定设备或系统的操作。

6.5 各级别轮机模拟器与 STCW 公约相关项应当具有如下关系。

表 1 各级别轮机模拟器与 STCW 公约相关项的关系

STCW 索引	适任目标	A级	B级	S级
表A-III/1.1	保持安全的轮机值班	☑	☑	
表A-III/1.3	使用内部通信系统	☑	☑	
表A-III/1.4	操作主机和辅机以及相关的控制系统	☑	☑	
表A-III/1.5	燃油系统、滑油系统、压载水系统和其他泵系以及相关控制系统的操作	☑	☑	
表A-III/1.6	操作电气、电子和控制系统	☑	☑	
表A-III/1.11	保持船舶的适航性	☑	☑	
表A-III/2.1	推进装置机械的操作管理	☑	☑	
表A-III/2.2	操作的计划和安排	☑	☑	
表A-III/2.3	主推进装置和辅助机械的操纵、监控、性能评估及安全维护	☑	☑	
表A-III/2.4	燃油、润滑油和压载水的操作管理	☑	☑	
表A-III/2.5	电气、电子控制设备的操作管理	☑	☑	
表A-III/2.8	探测和识别机器故障原因并消除故障	☑		
表A-III/2.10	控制吃水差、稳性和强度	☑		
表A-III/2.11	监督和控制对法定要求的遵守及保证海上人命安全与保护海洋环境的措施	☑	☑	
表A-III/2.14	领导力和管理技能的运用	☑		
表A-III/4.2	值锅炉班 保持正确的水位和蒸汽压力	☑	☑	
表A-III/6.1	对电气、电子和控制系统运行的监控	☑	☑	



表1（续）各级别轮机模拟器与STCW公约相关项的关系

STCW 索引	适任目标	A级	B级	S级
表A-III/6.2	推进装置和辅助机械自动控制系统运行的监控	☑	☑	
表A-III/6.3	发电机和配电系统的操作	☑	☑	
表A-III/6.6	使用内部通信系统	☑	☑	
表A-III/6.4	1kV以上供电系统的操作和维护			☑
表A-III/6.5	操作船上计算机及计算机网络系统			☑
表A-III/2.6	电气电子控制设备的故障诊断和恢复工况的管理			☑
表A-III/6.8	维护和修理主推进装置和辅助机械的自动和控制系统			☑
表A-III/6.9	维护和修理驾驶室航行设备和船舶通信系统			☑
表A-III/6.10	维护和修理甲板机械和装卸货设备的电气、电子和控制系统			☑
表A-III/6.11	维护和修理生活设备的控制和安全系统			☑
表A-III/7.5	有助于船上电气系统和机械的维护及修理			☑

## 7 物理真实感

模拟器的母型船要求选用满足适任培训航区、种类、等级和主机类别的要求，符合国际船级联合会(IACS)成员船级建造规范的，近年建造的现代化船舶，要求母型船中的机电设备齐全，系统完整，具有教学典型性与技术先进性，具有高度自动化的机舱水平。所建设的轮机模拟器要求具有高度的物理真实感。各级别轮机模拟器的物理真实感技术要求如下表所示。

表 2 各级别轮机模拟器的物理真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
1	<p><b>模拟内容：</b></p> <p>要求含下面列出同时母型船中具有的系统模拟：主动力与推进系统；主机工况检测系统；主机遥控系统；监测报警系统；主、辅机滑油、燃油驳运、净化与供给系统；海水、低温淡水、高温淡水系统；海水淡化系统；压缩空气系统；锅炉油、水、汽和排污系统；发电柴油机及其辅助系统；焚烧炉、舱底水系统、日用淡水系统；生活污水处理系统；舵机液压系统；艏轴润滑系统；主机气缸油系统；主机起动空气与控制系统；空调冷藏系统；防海生物污染系统；强制电流阴极保护系统；压载水系统；消防系统(含机舱局部细水雾，风油切断，CO2 或泡沫或水等灭火，火灾检测报警)；甲板机械；电力系统(含主电源，大应急，小应急的电源及系统)等。</p>	☑	☑	
2	<p><b>模拟驾控台与教练员台：</b></p> <p><b>模拟驾控台：</b>可以是半实物、计算机或移动平板的形式。模拟母船驾驶室与轮机相关的内容，应至少包含主机遥控单元、延伸报警单元、船速与主机转速指示、舵机监控面板与舵角指示，配消防泵组遥控板，火灾检测单元等。</p> <p><b>教练员台：</b>可以是计算机或移动平板。用于实现对模拟器的监管。</p> <p>教练员与模拟驾控台可以根据需要整合为一体。</p>	☑	☑	
3	<p><b>模拟集控台：</b>模拟母船的集控台，至少设有主机遥控单元，重要参数显示，辅助设备监控，机舱监测报警工作站等。</p>	☑	☑	

表 2 (续) 各级别轮机模拟器的物理真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
4	<b>模拟主配电板：</b> 模拟母船的主配电板功能与布置，例如具有发电机控制屏，并车屏，组合启动屏，动力负载屏，主照明负载屏等的模拟。其布置既要体现实船负载分布的规则、惯例与完整性，也要反应船舶配电功能的示教效果。要求具有手自动启停发电机，手自动并车与解列，手自动调频调载与调压，开关连锁，分级脱扣，应急切断，故障报警与处理等功能。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	<b>模拟应急配电板：</b> 模拟母船的主配电板功能与布置，例如具有应急发电机控制屏，应急负载屏，应急照明负载屏的模拟。其布置既要体现实船负载分布的规则、惯例与完整性，也要反应船舶配电功能的示教效果。要求体现手自动启停发电机，手自动调频与调压，分级脱扣，开关连锁，应急切断，故障报警与处理等功能。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	<b>模拟机舱：</b> 可由多个触控屏、计算机或半实物模拟设备等组成。要求具有完整齐全的系统原理图界面和逼真的场景模拟，可供多人协作完成机舱管系与设备的完整操作，并具有与实船一致的动态响应。要求至少含主、辅机滑油、燃油驳运、净化与供给系统；海水、低温淡水，高温淡水系统；海水淡化系统；压缩空气系统；锅炉油、水、汽和排污系统；主发电机组及其辅助系统；焚烧炉、舱底水、日用水系统；主机及其增压透平等辅助与机旁控制系统；消防压载系统；机舱通风系统；舵机系统；分配电等。能够模拟实船发出逼真的运行声响与声光报警信号。在驾控，集控与主机本地控制等位置设有可联络的电话。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	<b>模拟船员舱室：</b> 至少配设计算机 1 台，模拟轮机部船员舱室中有关延伸报警操作和功能训练的需要。	<input checked="" type="checkbox"/>		

表 2 (续)各级别轮机模拟器的物理真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
8	<b>音视频监控:</b> 安装音视频监控系统实时采集半实物和桌面版模拟器现场音视频数据, 可上传和接入互联网, 供主管机关和海事局监管。	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	<b>通信接口:</b> 桌面版轮机模拟器, 半实物轮机模拟器及其采集板卡都要求提供公开的对外接口协议与数据格式并提供试用样例源码, 供海事局考评系统、船舶操纵模拟器与之互联或第三方升级改造。	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	<b>高压电站:</b> 配置 1,000 VAC 或以上的模拟船用电站 1 套, 至少配设 1 屏并车屏, 2 屏主发电机屏。具有与实船知名产品一致的安全保护、动态响应、功能特性、逻辑关系与工作过程。配有实船用的主开关, 综保单元, 可以完成主开关和电站系统维修、维护与测试的培训。配中压开关小车和专用工具。			<input checked="" type="checkbox"/>
11	<b>冷却水温度控制系统:</b> 可采用实物组装或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>
12	<b>燃油粘度自动控制系统:</b> 可采用实物组装或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>

表 2 (续)各级别轮机模拟器的物理真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
13	<b>主机油雾浓度检测报警系统:</b> 可采用实物组装或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>
14	<b>分油机自动控制系统:</b> 可采用实物组装或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>
15	<b>锅炉自动控制系统:</b> 可采用实物组装或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>
16	<b>调距桨控制系统:</b> 可采用实物或纯软件模拟的方式, 完成仿实船的机旁、集控与驾控的模拟控制, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在调距桨船的轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>
17	<b>火灾报警系统:</b> 可采用实物或纯软件模拟的方式, 可实现仿实船的监控, 操作与管理, 具有与实船知名产品一致的动态响应, 功能特性, 逻辑关系与工作过程。可以集成在轮机模拟器中。			<input checked="" type="checkbox"/>

## 8 行为真实感

所建设的轮机模拟器要求具有高度的行为真实感。各级别轮机模拟器的行为真实感技术要求如下表所示。

表 3 各级别轮机模拟器的行为真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
1	<b>系统模拟：</b> 以具体实船为母型船，完成各机电系统的逼真模拟，正确模拟出轮机与电气各系统之间的逻辑与数量的关联关系。有关操作及参数设置结果应得到正确响应，给出恶劣海况、污底、不同吃水与航区和其他情景下机电运行状态模拟；主要设备的工况参数与母型船台架或试航数据一致；可以换配与母型船同档次但更具教学意义或更先进的系统。轮机系统原理图要求在软件中完整体现，包括阀门，泵，设备，控制器，检测点等的相对位置与数量。实船上设有传感器，指示仪表的地方要求模拟计算出实时值并显示。管路中的流体流动方向要求通过变量值或管路流向状态来标识。各泵要求能根据转速及所在管路系统的阻力变化调整流量与压力值，其中的流量，压力，功率，转速之间关系要求符合实船或教学典型性。一些特殊需要的阀门(如自动控制用的调节阀)要设计为开度可调。其他可按开、关双位控制来简化模拟。	☑	☑	
2	<b>设备模拟：</b> 应能完成各机电设备的逼真模拟，功能，操作与逻辑要求与实船设备一致。可以换配与母型船同档次但更具教学意义或更先进的设备。	☑	☑	
3	<b>动态模拟：</b> 各设备的操作反应、参数调节、故障设置与场景调用要求符合实船，逻辑严密，参数变化过程正确；机舱空气与燃油质量变化对系统或设备运行的影响要求得到正确模拟。	☑	☑	

表 3(续) 各级别轮机模拟器的行为真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
4	<b>故障与变量设置：</b> 应能设置常见及重要的故障，具有逼真实船的故障触发功能。配备具有足够数量的设备和系统的常见故障设置训练功能和教学训练案例。要求具有变量值即时设置，部分系统状态固化，仿真速度可调等功能。海水温度在 1 到 30°C 之间可设置。	☑	☑	
5	<b>常规训练环境：</b> 能够提供轮机长、轮机员之间常规工况下的协调与配合训练环境(包括备车与完车、机动航行、正常航行、锚泊、靠港作业、雾中航行、加装燃润料等)。	☑	☑	
6	<b>应急训练环境：</b> 能够提供轮机长、轮机员之间的应急情况下协调与配合训练环境（包括主机故障、舵机失灵、全船失电、机舱火灾、机舱进水、恶劣海况、搁浅、碰撞、海盗袭击、溢油等）。	☑	☑	
7	<b>故障诊断与解除：</b> 提供对常见及重要故障的诊断支持与排除功能。	☑		
8	<b>驾机联动：</b> 要求实现船舶操纵模拟器与轮机模拟器的联动运行，应能完成船舶碰撞、不同海况下的备车与完车、机动航行、正常航行、锚泊、靠港作业、雾中航行，主机故障、舵机失灵、全船失电、机舱火灾、机舱进水、恶劣海况、搁浅、碰撞、海盗袭击、溢油等的驾机联合资源管理协作训练。可以控制吃水差、稳性和强度。	☑		

## 9 环境真实感

所建设的轮机模拟器要求具有高度的环境真实感。各级别轮机模拟器的环境真实感技术要求如下表所示。

表 4 各级别轮机模拟器的环境真实感技术要求

序号	要求	A级	B级	S级
1	<b>音效模拟：</b> 在系统中集成丰富逼真的设备操作和运行音响，能够至少按实船制作应急发电机、主发电机、主机、空压机、泵浦的启停和运行声音。主、副机的声音强弱和频率应能随状态高逼真地变化。声音从 0 至 100dB(A)可调。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	<b>虚拟环境：</b> 搭建与实体船舱高度一致的虚拟环境，应能完整、全面、准确地完成各项机电设备的操作、巡视、测量、维护、测试等工作；能够进行全船失电、舵机失灵、机舱进水、机舱火灾、恶劣海况、搁浅、碰撞、海盗袭击、溢油、主机及其他设备故障等应急工况的操作与处理；能够完成瘫船起动、备车与完车、机动航行、正常航行、风浪天航行、浅水航行、锚泊、离靠港作业、雾中航行、加装燃润料等的轮机操作与状态显示。各项操作的动态反应、过程、发生的现象、主要音效与实船的一致。	<input checked="" type="checkbox"/>		