

中华人民共和国船舶技术法规

MSA 2023 年 第 1 号 公告



船舶自主航行试验技术与检验 暂行规则 2023

2023 年 4 月 3 日公布

2023 年 5 月 1 日起施行



经中华人民共和国交通运输部批准
中华人民共和国海事局公布

目 录

第 1 章 通 则	1
第 1 节 目 的	1
第 2 节 适用范围	1
第 3 节 施行与应用	1
第 4 节 解 释	1
第 5 节 责 任	1
第 6 节 事 故	2
第 7 节 术语与含义	2
第 2 章 试验申请	3
第 1 节 一般要求	3
第 2 节 试验策划	3
第 3 节 检验申请	3
第 4 节 检验实施	3
第 3 章 自主航行与远程控制	5
第 1 节 一般规定	5
第 2 节 航路设计	5
第 3 节 场景感知	5
第 4 节 轮机装置	6
第 5 节 通信与信号设备	6
第 6 节 控制权限及转换	7
第 7 节 监测报警	7
第 8 节 网络安全	8
第 9 节 软件维护	8
第 10 节 数据存储	8
第 11 节 文件资料	8
第 4 章 远程控制站	9
第 1 节 一般要求	9
第 2 节 通信设备	9
第 3 节 远程控制站布置	9
第 4 节 数据存储	9
第 5 节 软件维护	9
第 6 节 供 电	9
第 7 节 操作人员	10
第 8 节 管理制度	10
第 9 节 环 境	10
第 10 节 消 防	10
第 5 章 试验过程	11
第 1 节 一般要求	11
第 2 节 试验人员	11
第 3 节 试验设施	11
第 4 节 试验报告	11
附录 1 风险评估	12

附录 2 试验内容.....	14
附录 3 自主航行、远程控制航行试验检验报告.....	19

第1章 通 则

第1节 目 的

1.1.1 为贯彻中华人民共和国相关法律和行政法规，保障水上人命财产安全、防止环境污染，保障船舶在自主航行和远程控制航行试验期间持续符合安全和环保技术标准，制定《船舶自主航行试验技术与检验暂行规则》（以下简称本暂行规则）。

第2节 适用范围

1.2.1 本暂行规则适用于以下开展自主航行和远程控制航行试验的中国籍船舶：

- (1) 国际航行海船；
- (2) 船长^①20米及以上的国内航行海船；
- (3) 船长^②20米及以上的内河船舶，其中高速船舶为船长^③15米及以上；
- (4) 船长^④20米及以上的公务船；
- (5) 艇长^⑤24米及以上的游艇。

第3节 施行与应用

1.3.1 本暂行规则自2023年5月1日起施行。

1.3.2 开展自主航行和远程控制航行试验的船舶应满足本局相应船舶技术法规要求并持有相应的证书，同时应满足船舶最低安全配员和船员值班的要求。

1.3.3 对于建造中船舶，在常规航行试验合格后，可按批准的试验大纲开展自主航行、远程控制航行试验。

第4节 解 释

1.4.1 本规则由中华人民共和国海事局负责解释，本规则所述“本局”系指中华人民共和国海事局。

第5节 责 任

1.5.1 船舶检验机构应依据本暂行规则相关要求对申请开展自主航行或远程控制航行试验的船舶进行检验，并对检验质量负责。

1.5.2 船舶设计单位应确保其自主航行或远程控制航行试验相关设计图纸资料符合本暂行规则和有关船舶技术法规要求，并对所设计船舶的设计质量负责。

1.5.3 船舶建造单位应按照经船舶检验机构批准的图纸建造（改建）船舶，并对其所建

^① 该处“船长”系指本局《国内航行海船法定检验技术规则》适用范围所述船长。

^② 该处“船长”系指本局《内河船舶法定检验技术规则》总则中适用范围所述船长。

^③ 该处“船长”系指本局《内河船舶法定检验技术规则》第10篇适用范围所述船长。

^④ 该处“船长”系指本局《公务船技术规则》适用范围所述船长。

^⑤ 该处“艇长”系指本局《游艇法定检验暂行规定》适用范围所述船长。

造（改建）船舶的建造（改建）质量负责。

1.5.4 船舶系统和设备集成方应确保其供应的系统和设备符合本暂行规则的相关要求，并对其所供应系统和设备的质量负责。

1.5.5 船长或承担船长职责的人员应关注和采取措施确保船舶安全操作，遵守海事管理机构的规定并对履行船舶安全航行负责。

1.5.6 试验责任单位应按照安全管理要求和本暂行规则有关要求制定应对事故的应急计划，并在船舶一旦发生事故和险情后实施应急计划规定的应急操作程序，并对试验期间安全和环保负责。

第6节 事故

1.6.1 船舶自主航行、远程控制航行试验期间所涉及的任何水上安全和污染事故，如认为对该项事故进行技术分析有助于确定本暂行规则可能需要的修改，则应由本局组织技术法规编制相关单位对事故进行技术分析，但技术分析报告或资料不得泄露有关船舶的辨认特征，也不以任何方式确定或暗示任何船舶或个人承担的责任。

第7节 术语与含义

1.7.1 就本暂行规则而言，有关术语与含义如下：

（1）自主航行：是指在设定条件下，船舶本身做出航行决策并执行的操控模式。

（2）远程控制：是指在设定条件下，从远程控制站控制和操作船舶的操控模式。

（3）远程控制站：是指设在船外的能够监视和控制船舶的集中处所。

（4）自主航行试验：是指以测试自主航行的功能、性能、安全特性为目的开展的一个或多个航次试验。

（5）远程控制航行试验：是指以测试远程控制航行的功能、性能、安全特性为目的开展的一个或多个航次试验。

（6）试验责任单位：申请和组织实施船舶自主和/或远程控制航行试验的组织。

（7）试验指挥人员：经试验责任单位授权，全面负责船舶自主航行或远程控制航行试验任务，并在出现紧急情况时对船舶采取应急措施，有权中止试验任务的人员。

第 2 章 试验申请

第 1 节 一般要求

2.1.1 船舶自主航行、远程控制功能相关的系统和设备（含硬件和软件）应经过船舶检验机构认可，并持有船用产品证书。

第 2 节 试验策划

2.2.1 试验开展前，船舶、远程控制站应开展风险评估并采取适当措施将风险降低。并将试验的风险降低到可接受水平，不低于常规船舶的安全环保水平。

2.2.2 试验责任单位应根据试验船舶的具体情况和试验功能的需求，编制基于试验前风险评估的试验大纲，风险评估可参考附录 1。

2.2.3 试验大纲应至少包括如下方面：

（1）试验水域：水文气象情况、交通流情况、航行风险分析、网络通讯情况、航路规划、航行主要转向点、航线特殊要求及应对措施等；

（2）试验过程：试验通告、试验人员、试验组织、应急计划、试验设施、试验报告等；

（3）试验内容：试验项目、试验程序、要求结果等。

2.2.4 船舶自主航行、远程控制航行试验项目应涵盖自主航行、远程控制航行功能及其相关系统和设备，具体可参考附录 2。

2.2.5 基于试验前的风险评估结果，试验责任单位应制定合理有效应急计划，以减少可预见事件或故障的影响。

第 3 节 检验申请

2.3.1 船舶开展自主航行、远程控制航行试验前，试验责任单位应开展风险评估，向船舶检验机构申请航行试验检验。

2.3.2 申请航行试验检验应至少提供以下文件：

（1）试验大纲，包括试验水域、试验过程和试验设备或系统、试验功能和项目等内容；

（2）风险评估报告，包括评估方法、设计场景、评估对象、识别风险、分析结果和控制措施等；

（3）应急计划，结合风险评估报告识别的风险制定减少风险的措施；

（4）用于自主航行、远程控制航行试验的设备清单及相关证书等资料；

（5）自主航行、远程控制功能的仿真试验和系泊功能试验结果。

第 4 节 检验实施

2.4.1 船舶检验机构根据试验检验申请应至少查验如下方面：

（1）风险评估全面合理；

（2）试验大纲中操作安全合理可行；

（3）应急计划能够有效控制已识别的风险；

（4）自主航行、远程控制航行试验的设备清单及相关证书等资料齐全；

（5）自主航行、远程控制功能的仿真试验和系泊功能试验结果已批准。

2.4.2 对于建造中船舶，试验责任单位应确保常规航行试验项目合格后，并经现场验船

师确认，才可按批准的试验大纲开展后续自主航行或远程控制航行试验。

2.4.3 申请资料审核通过后，船舶检验机构批准试验大纲。

2.4.4 开展试验前，船舶检验机构根据本暂行规则要求和申请资料对试验设备、试验人员等进行现场审核，确保符合性。

2.4.5 现场审核通过后，船舶检验机构签发检验报告，检验报告格式见附录 3。

第3章 自主航行与远程控制

第1节 一般规定

3.1.1 除应满足本局相关船舶技术法规要求外，开展自主航行、远程控制航行试验的船舶还应满足本章的要求。

3.1.2 船舶设备、系统、软件的配备应满足自主航行、远程控制航行功能的要求，包括感知、通信、导航、控制等。

3.1.3 开展自主航行功能试验的船舶应至少具备以下功能：

- (1) 航路设计；
- (2) 场景感知；
- (3) 自主控制船舶主推进装置和操舵装置。

3.1.4 开展远程控制功能试验的船舶应至少具备以下功能：

- (1) 船岸通信；
- (2) 场景感知；
- (3) 远程控制船舶主推进装置和操舵装置。

3.1.5 自主航行、远程控制航行期间，在船员负责监控船舶状态并在异常情况下接管船舶，并应及时排除故障。

3.1.6 自主航行、远程控制航行期间，船舶应能按照 IMO《1972 年国际海上避碰规则》《中华人民共和国内河避碰规则》或我国相关水域的航行规则要求实施避碰决策和操作，且应遵守海事管理机构的特殊规则。

第2节 航路设计

3.2.1 具备自主航行功能的船舶应根据船舶自身的技术条件和性能、特定的航行任务、吃水情况、货物特点和船期计划，并考虑风、浪、流、涌等因素，在保证船舶、人员和货物安全的条件下，设计航路，并在自主航行期间不断更新。

第3节 场景感知

3.3.1 具备自主航行功能的船舶应能实时感知并获取场景信息，至少包括：

- (1) 船舶航行中的实时环境气象数据：
 - ① 风速、风向；
 - ② 海面能见度（如适用）。
- (2) 如下本船实时信息：
 - ① 船位、航速、航向信息；
 - ② 船体运动响应，应至少包括：横摇、纵摇、艏摇；
 - ③ 船艏、船舳、船艉左右舷吃水。
- (3) 水上目标 AIS 的数据（如适用）；
- (4) 电子海图数据及更新；
- (5) 水上目标如下实时信息：
 - ① 水上船舶的位置、航向、航速、船舶主尺度、实际距离、最小会遇距离或最小会遇时间、航行状态（如适用时包括在航、受限、失控、锚泊、拖网等）、航行信号（如适用时包括声、光和号型信号）；

- ② 水面固定及运动物标信息；
 - ③ 航标信息。
 - (6) 船舶所在位置的实测水深；
 - (7) 实时感知船舶两舷侧到水线、靠离舷侧到码头的距离和情况、船舶艏附近及船舶与码头角度的情况（如适用）；
 - (8) 获得港口航道潮汐、流速、流向变化、浪高及其他相关环境信息（如适用）。
 - (9) VHF 语音信息（如适用）；
 - (10) 航行安全信息。
- 3.3.2 具备远程控制功能的船舶应获取下列数据：
- (1) 本章 3.3.1 所列数据；
 - (2) 不间断获取水平方向上从船舶正前方至左右舷各 112.5°的视角范围内的实时视频画面信息和 360°构建画面信息；
 - (3) 在需要时，随时获取船舶水平各个方向上的实时视频画面信息；
 - (4) 在需要时，随时获取船舶两舷舷侧俯视角度的船舶至船艏 180°的实时视频画面信息。
- 3.3.3 具备自主航行功能的船舶应至少配备以下感知设备：
- (1) 带有 ARPA 功能的船用雷达；
 - (2) 船舶自动识别系统；
 - (3) 船舶定位导航与授时系统；
 - (4) 电子海图显示与信息系统；
 - (5) 电罗经或其他船舶艏向系统；
 - (6) 测深仪；
 - (7) 航速航程测量装置；
 - (8) 船舶运动传感器；
 - (9) 风速风向仪；
 - (10) 能见度传感器（如适用）；
 - (11) 近距离探测设备（如适用）。
- 3.3.4 除本章 3.3.3 所列感知设备，具备远程控制功能的船舶还应配备增强视觉系统^①。
- 3.3.5 增强视觉系统的安装与布置应能使得船舶视频画面满足本章 3.3.2 的视频画面视线要求，且不低于与 SOLAS 第 V 章第 22 条规定同等的可视范围要求。

第 4 节 轮机装置

3.4.1 船舶主推进装置和操舵装置应能按自主航行系统或远程控制站的指令自动操作和运行，且能随时切换为人工操作。

第 5 节 通信与信号设备

3.5.1 远程控制功能试验期间，船舶应与远程控制站建立可靠语音和数据通信，并具备足够的带宽，以保证数据、信息交换顺畅。

3.5.2 远程控制功能试验期间，船舶的信号设备应能在远程控制站进行控制，按照 IMO

^① 增强视觉系统，是指基于（不少于）电子海图、雷达、AIS、GPS、CCTV 等设备的感知信息，利用孪生技术、视觉重构技术等，实现在不良能见度条件下的实时视频呈现。可以实现船端、岸基，以及移动设备的实时共享。

《1972 年国际海上避碰规则》《中华人民共和国内河避碰规则》要求发出声、光和号型信号（如适用）。

3.5.3 自主航行功能试验期间，船舶的信号设备应能自行按照 IMO《1972 年国际海上避碰规则》《中华人民共和国内河避碰规则》要求发出声、光和号型信号（如适用）。

第 6 节 控制权限及转换

3.6.1 不同场景下的操作模式应与其设计方案相符，且不同操作模式之间的转换不应引起机电设备运行状态的严重变化。操作模式的转换包括以下：

- (1) 人工操作与自主航行；
- (2) 人工操作与远程控制；
- (3) 自主航行与远程控制（如适用）。

3.6.2 自主航行或远程控制功能出现异常情况，应在相关控制位置立即发出视觉和听觉报警，并能迅速被船上人工接管或具有其他防止失控的有效措施。

3.6.3 远程控制站和船舶驾驶室之间的控制转换，应在驾驶室进行，并且应在远程控制站应答确认后。在必要情况下，驾驶室船员可直接获取船舶的控制权。

第 7 节 监测报警

3.7.1 具备自主航行功能的船舶，船上驾驶室应设置适当的人机交互界面，用于船员与船上系统的信息交互，交互信息包括船舶控制状态、控制模式、航路信息、海况和气象信息、船舶周围场景信息、船舶指挥信息、船舶系统状态信息等内容，具体如下：

- (1) 船舶的控制状态：例如航行状态、远程控制状态、锚泊状态、靠泊状态等；
- (2) 船舶的航路信息：起点、终点、转向点、当前船位、航速、航向、预计到达时间等；
- (3) 船舶所处海域的海况和气象信息，包括航行警告、航行通告；
- (4) 周围场景信息，包括周围移动和固定目标的信息和状态，并在海图上加以显示；
- (5) 可根据需要显示船舶的指挥信息，包括船舶首向、世界标准时间、经纬度、吃水、各推进器的转速、舵角、船舶运动（横倾（摇）、纵倾（摇）、垂荡等）等；
- (6) 显示船舶驾驶台与推进操作相关的监测信息，当发生报警时，应自动给出视觉和听觉报警。

- ① 主机转速（包括转速禁区）、正（倒）车方向（如可换向）；
- ② 齿轮（如设有）啮合或脱开状态；
- ③ 螺旋桨转速和旋转方向；
- ④ 调距桨的桨角（或螺距）；
- ⑤ 离合器、轴制动器的状态（如适用时）；
- ⑥ 主机起动空气压力或起动蓄电池组电压；
- ⑦ 其他远程控制站远程控制必要的参数。

3.7.2 应在所有相关操作位置显示目前正实施控制的控制站及控制状态。

3.7.3 当检测到船舶自主航行和/或远程控制功能发生故障时，听觉和视觉报警系统应能使船上和远程控制站人员知道下列情况：

- (1) 某一故障已经发生；
- (2) 发生的故障已被注意到（如应答、消声等），控制权限已转换；
- (3) 故障被记录并且得到有效排除。

3.7.4 未解除的故障不应被新故障覆盖。

3.7.5 监测报警系统与控制系统、安全系统应按故障安全原则设计。故障安全原则应考虑自主/远程控制系统本身以及与之有关的设备及系统、人员和船舶的安全。

3.7.6 监测报警系统、控制系统和安全系统设计，应能使运行过程中出现的一个故障不会导致其他故障的产生，并且其产生的危险性降到尽可能低的程度。

第 8 节 网络安全

3.8.1 具备自主航行或远程控制功能的船舶应确保在船舶设计和运行中采取措施将船舶的网络安全风险降低到最低程度，保证船舶网络安全。

3.8.2 具备自主航行或远程控制功能的船舶和远程控制站的网络安全措施应符合公认的标准要求^①。

第 9 节 软件维护

3.9.1 船舶自主航行、远程控制航行功能相关软件维护应被记录，若涉及软件功能和性能的调整应告知船舶检验机构并经其同意。

第 10 节 数据存储

3.10.1 船舶上应配备数据服务器，存储船舶航行相关设备和系统的状态信息、操作信息、场景感知信息等。

3.10.2 应采取措施保证存储数据的完整性、及时性、有效性、准确性以及一致性。

3.10.3 数据服务器的容量应至少能存储单航次但不低于 30 天所产生的数据。当存储数据达到服务器的容量上限时，应采取措施另行存储（岸基或云端），存储数据保存时间不应少于 6 个月。

3.10.4 具备远程控制功能的船舶，数据服务器的数据可根据需要传送至远程控制站。

3.10.5 应设有必要的记录系统，能按规定的程序和计划自动记录自主航行或远程控制期间船舶设备及系统的各种操作与动作响应，至少包括：

- (1) 船舶自主航行系统和远程控制站的各种指令；
- (2) 相关设备及系统接收自主航行系统和远程控制站指令后的动作响应；
- (3) 机舱报警及安全保护动作。

3.10.6 应对数据提供保护措施以防止未经授权的访问，以及故意或无意的修改，经过授权的访问和修改要留痕可追溯。

第 11 节 文件资料

3.11.1 船上应配备自主航行系统和/或远程控制系统使用和维护手册，以指导船员操作。

^① 参见《MSC.428（98）决议-安全管理体系中的海事网络风险管理》。

第 4 章 远程控制站

第 1 节 一般要求

4.1.1 具备远程控制功能的船舶还应配备相应的远程控制站。远程控制站在远程控制期间至少应具有下列功能：

- (1) 航路设计；
- (2) 显示信息满足本章 4.3.1 要求；
- (3) 对船舶推进和操纵系统进行远程控制；
- (4) 实现与船舶及其相关方的语音和数据通信。

第 2 节 通信设备

4.2.1 远程控制站应配备能与关联船舶、码头等相关方建立可靠语音或数据通信能力的设备，并具有足够带宽，以保证数据、信息交互安全顺畅。

第 3 节 远程控制站布置

4.3.1 远程控制站应监测并显示船舶相关信息，信息内容见第 3 章 3.7.1。

4.3.2 远程控制站的布置应方便人员对船舶实施控制，控制器的布置应遵循人机功效的原则。

4.3.3 如设有多个远程控制站，备用控制站至少应具有下列功能：

- (1) 可以对船舶实施远程控制；
- (2) 显示本章 4.3.1 的信息；
- (3) 具有本章 4.2.1 规定的通信功能。

4.3.4 备用控制站应处于即时可用状态，在主控制站确认后可接管船舶的控制。

第 4 节 数据存储

4.4.1 应采取措施保证存储数据的完整性、及时性、有效性、准确性以及一致性。

4.4.2 远程控制站数据服务器的容量应至少能存储 6 个月所产生的数据，存储数据内容见 3.7.1。

第 5 节 软件维护

4.5.1 远程控制航行功能相关软件维护应被记录，若涉及软件功能和性能的调整应告知船舶检验机构并经其同意。

第 6 节 供电

4.6.1 远程控制站的供电应冗余设置且在一路断电时能自动切换。

4.6.2 对需保持连续运行和操作的系统提供不间断电源，供电时间不小于 0.5 小时。

第 7 节 操作人员

4.7.1 远程控制站至少应配备下列人员：

- (1) 船舶远程控制操作人员；
- (2) 远程控制站各系统维护人员。

第 8 节 管理制度

4.8.1 远程控制站应建立完备的管理制度及程序文件,保证其能够正常实施远程控制功能。

第 9 节 环境

4.9.1 远程控制站的环境,包括温度、湿度、通风等,应与远程控制站的设备和系统相适应。

4.9.2 远程控制站至少应由两条线路提供足够的照明,灯点应交叉布置,当一路故障时,另一路仍能提供操作所必需的照明。远程控制站的重要操作位置,应提供不间断电源供电的照明。

第 10 节 消防

4.10.1 远程控制站机房应满足机房消防的适用要求^①。

^① 参见 GB57104《电子信息系统机房设计规范》。

第 5 章 试验过程

第 1 节 一般要求

5.1.1 船舶从事自主航行、远程控制航行试验应当遵守水上交通安全管理规定，试验责任单位应按规定在试验前将试验大纲、风险评估报告、应急计划向海事管理机构报备。

5.1.2 试验责任单位应按照本章要求配备试验人员和试验设施等。

5.1.3 试验期间，试验责任单位应能及时与试验相关方联系以获得必要的协助。

第 2 节 试验人员

5.2.1 试验人员的配备应满足试验大纲及应急计划实施的需要。

5.2.2 试验过程中应指定 1 名试验指挥人员，负责试验整体的开展和协调。

第 3 节 试验设施

5.3.1 试验期间应配备适当的保障设施，并制定适当的应对策略，以减轻系统、技术和测试事故和/或故障产生的影响，且要满足既定的应急计划需要。

5.3.2 试验期间应配备适当的监测设施，以监测船舶航行参数、船舶状态参数、气象数据、航行态势、数据链路状态等，并能提供给相关试验人员。

5.3.3 如试验需要，试验期间应配备适当的陪测设施，包括实体或虚拟障碍物（动态和静态）以及陪测船艇，或具有部分实船截面特性的模拟船艇等。

5.3.4 试验期间应配备适当的存储设施，以保存监测数据，并应保障数据信息能够以适当形式进行查阅与回放。

5.3.5 试验期间，应提供相适应的通信覆盖。

5.3.6 所有试验设施应确保网络安全。

第 4 节 试验报告

5.4.1 试验责任单位应按照试验大纲开展试验，及时向船舶检验机构、海事管理机构报告试验进展情况。

5.4.2 试验责任单位应在试验后完成试验报告。

5.4.3 试验过程的相关信息应在船保留 6 个月，应包括但不限于如下信息：

- (1) 测试活动视频录像（可为可视光记录或各种形式的弱光或红外记录）；
- (2) 雷达记录（记录的方式应能在回放时如实地再现记录当时所看到的完整的雷达显示）；
- (3) AIS 数据（包括匿名船舶数据）；
- (4) 海洋气象数据；
- (5) 海图数据；
- (6) 船舶控制指令信息及状态信息等。

附录 1 风险评估

第 1 节 一般要求

1.1.1 风险评估可按国际海事组织综合安全评估方法（MSC-MEPC.2-Circ.12-Rev.2）或公认的国际、国家标准^①开展，考虑因素包括但不限于以下方面：

- (1) 预期航行区域和环境条件；
- (2) 船舶性能；
- (3) 运行场景；
- (4) 操作模式；
- (5) 人为因素。

1.1.2 风险识别应识别出所有可能导致不希望发生的事件或事故的危害来源。

1.1.3 风险识别对象通常按功能划分，包括但不限于：

- (1) 航行控制，其风险包括但不限于：
 - ① 水域通航密度；
 - ② 恶劣天气、海况或不可预见事件；
 - ③ 与其他船舶或近海基础设施碰撞；
 - ④ 与浮动物体碰撞；
 - ⑤ 与海洋野生动物相撞；
 - ⑥ 与岸线碰撞或系泊过程失败；
 - ⑦ 完整稳性丧失。
- (2) 场景感知，其风险包括但不限于：
 - ① 周边目标检测失效；
 - ② 他船信号检测失效；
 - ③ 未能发现天气预报与实际天气情况之间的较大差异；
 - ④ 未能发现海图和测深水深之间的较大差异。
- (3) 通信，其风险包括但不限于：
 - ① 通信带宽不足；
 - ② 通信失败；
 - ③ 数据完整性不够；
 - ④ 数据传输错误。
- (4) 船舶设备及系统，其风险包括但不限于：
 - ① 推进装置失效；
 - ② 传感器失效；
 - ③ 导航设备故障。
- (5) 控制权限及转换，其风险包括但不限于：
 - ① 不同场景模式转换失败；
 - ② 不同控制站点转换失败；
 - ③ 自主航行或远程控制与人工接管转换失败。
- (6) 网络安全，其风险包括但不限于：
 - ① 网络入侵；
 - ② 网络病毒；

^① GB/T 7826《系统可靠性分析技术、失效模式和影响分析（FMEA）程序》。

③ 网络安全失效。

(7) 远程控制，其风险包括但不限于：

① 远程控制站设施失效；

② 操作人员不可用；

③ 远程监控的人为因素。

1.1.4 风险造成的可能结果包括但不限于：

(1) 碰撞；

(2) 搁浅；

(3) 触礁；

(4) 触损；

(5) 浪损；

(6) 火灾、爆炸；

(7) 风灾；

(8) 自沉；

(9) 其他引起人员伤亡、直接经济损失的水上交通事故。

1.1.5 风险分析以现行船舶技术法规要求的安全环保水平为衡准，应至少综合考虑事件发生的可能性、频率、危害、后果等因素。

1.1.6 风险控制方案既要解决原存在的风险，也要考虑由于新技术或更新的操作方法所带来的新风险。

1.1.7 风险控制措施制定可考虑以下方法：

(1) 通过改进设计、程序优化、组织合理化、加强培训等措施减少事故发生的频率；

(2) 减轻故障的影响，预防事故发生；

(3) 改善可能发生事故的环境条件，以避免事故发生；

(4) 减轻事故造成的后果。

1.1.8 试验责任单位应充分考虑风险控制措施的可行性、成本、效益等因素。

附录 2 试验内容

自主航行、远程控制航行试验可根据船舶实际功能情况选择开展对应的试验项目，不限于下表所列项目。

序号	测试项目名称	测试项目总体概述	测试项目细分	测试项目场景标准	测试项目记录标准	测试项目通过标准
1	内外部环境状态感知和分析	<p>环境状态感知是对船舶位置和状态信息的获取，使其在相同情况下与有人驾驶一样的信息获取能力。内外部环境状态感知和分析系统包括船上传感器和船外各类信息来源（音频和视频、通信网络等），为船舶运行提供各方面信息。自身状态的感知包括船舶方位、航速、航向、维护保养周期、运行数据和状态等；外部环境的动态感知包括对码头、其他船舶、障碍物、漂浮物等的识别，风、浪、流的感知数据收集。同时，对内外部获取的数据信息进行分类、识别、综合分析。</p>	<p>船舶自身状态感知、记录、传输</p> <hr/> <p>外部环境感知、记录、传输</p> <hr/> <p>内外部信息数据综合分析</p> <hr/> <p>船舶内外部环境实时视频传输</p>	<p>内外部环境状态感知和分析应是贯穿实船试验全过程。试验过程中应安排有资质的船员分别对船舶内部设备运行、外部环境状况进行定期（如每 1 小时）记录，做出相应的分析和判断。同时，在靠离泊、系泊等船舶运行关键节点时应提高记录频率。</p>	<p>实时完整记录各类设备的运行状态、传输时间。实时完整记录内外部环境状况，包括音视频、外部海况、气象等。</p>	<p>船舶安全运行、状态信息有效获取。监测水深、海况、潮汐、洋流、天气和能见度。状态和环境视频信息传输及时。能表明船舶自主状态感知和分析能力与有资质的船员在相同情况下正确的分析和判断相符。</p>

2	航路自主规划	船舶能够自行设计航行路线，并在航行过程中结合海上情况做出调整的能力。	航路规划	预设航路中结合避碰等测试项目设置一定数量障碍物、灯浮标等。航行过程中，给予航路变化指令或航路障碍的信号。	记录规划航路关键节点、航路调整变化详细情况。	能够正确地识别目的地和规划航路。 在收到指令或航路障碍信号后，能够调整航路。
			航路位置节点识别			
			航行计划调整能力测试			
3	航行测试	船舶航行测试按照不同的水域位置和航行环境特点划分不同的试验测试场景。	<p>可根据不同的水域特点可分为航道、码头、锚地、航路开阔水域、狭窄的通道、通航密集区等分别进行航行测试。</p> <p>可根据航行环境分为夜航、能见度受限等分别进行航行测试。</p>	不同的水域场景,进行相应的布置,如航道水域,应设置灯浮标等。 航行期间,警戒或守护船舶应全程伴航,应对测试项目设置以外的突发情况。	与其他测试项目记录内容相协调。	能够识别水域位置和航行环境特点,并采取对应航行的适应状态,按照预设的场景完成航行测试项目。
4	避碰测试	航行过程中,通过在航线上各类障碍物或周边船舶的设置,进行实际航行中的避碰测试。船舶可实现自主避碰,远程控制的可通过远程视频及航行设备进行操作避碰和沟通。	按照布置航标、固定碍航物、移动漂浮物、航行船舶(交汇、追越等情形)等避碰物体不同进行分别测试。	提前在航线布设避碰物体,布设障碍物的船舶不能影响试验船舶。	记录避碰过程的反应时间、反应效果情况。	避碰反应时间、效果达到预期效果,不低于船员在船操作水平。

5	靠离泊测试	船舶能够识别码头位置，顺利完成靠泊和离泊操作。	不同的码头形式、靠泊船舶位置、海况（风、浪、流）等进行测试项目细分。	根据测试项目细分内容进行相应场景布设。码头周边没有影响船舶靠离泊的非布设场景因素。	记录靠离泊时间、效果。	靠离泊时间、效果达到仿真、模型等测试的预期效果，不低于船员在船操作水平。
6	锚泊测试	船舶能够顺利完成锚泊操作。	不同的海况、水深条件下进行测试项目细分。	测试水域没有影响锚泊的非布设场景因素。	记录锚泊全过程时间、效果。	锚泊设备运转正常。锚泊时间、效果不低于船员在船操作水平。
7	网络通讯联系	船舶对外通讯以发送自身船舶状态和航行意图的信息为主要沟通手段。	按照不同距离，设置向周边船舶、岸基单位发送通讯信息的功能。	根据沟通联系对象，设置与测试船舶不同距离的测试场景。	记录自主通讯内容、发送完成时间等。	在需要通讯联系的环节，船舶能够准确自主发送通讯信息，通报他船或岸基单位等船舶自身状态、意图、需求等。
8		远程控制船舶与常规船舶的通过人与人沟通的通讯形式相似，只是需要在远程进行沟通操作。	按照不同距离，设置测试船舶与远程控制站、周边船舶、岸基单位（主管机关等）的通讯联系。	根据沟通联系对象，设置与测试船舶不同距离的测试场景。	通讯效果、延时情况等。	远程控制船舶能够通过远程控制站或船舶向岸上单位或周边船舶沟通联系。

9	信号设备显示测试	测试船舶号灯、号型等信号设备自主功能情况，在特定船舶状态做出相应的信号动作，且效果达到常规船舶水平。	按照船舶在航、锚泊、失控等船舶状态进行测试项目细分。	号灯应在夜间测试、号型在白天测试。	记录号灯、号型自主显示的效果、时间等。	根据不同的显示需求，信号设备准确显示并达到船员在船操作水平。
10	网络安全风险管理测试	网络安全是船舶的计算机系统、网络和数据免受网络攻击或尽可能降低其风险。网络安全风险管理测试是指船舶在识别、分析、评估和报告与网络相关的风险，减轻风险影响的测试。船舶应具有网络安全措施，以在可行和必要的范围内保护传感器和控制系统。	测试项目细分可根据模拟网络攻击或试图访问的船舶系统（航行系统、避碰系统或某个设备等等）进行划分，也包括远程操控站和船舶的监控中心。	——	记录网络风险管理发现的漏洞、攻击或试图访问的次数、反应效果等。	能够实施有效的网络风险管理政策和程序，自主识别、阻止、报告网络安全风险情况。
11	紧急情况测试	对船舶遇到紧急情况是否能够达到有人在船的常规船处置水平，同时，船舶的紧急情况情形相比有人在船更加复杂。	根据紧急情况的不同进行测试项目细分，如包括船上各类报警信号的处置、船上设备故障的处置、网络信号故障、风力海况超过航行限制、供油不足等。	测试项目场景应更加贴近实际。	记录紧急情况的识别、处置等的时间、效果。	准确识别紧急情况，有效做出应对反应，紧急情况得到妥善处置。

12	控制系统集成测试	船舶的自主航行功能都围绕在感知、决策、执行三个方面，这三个方面的自然衔接需要一个集成的控制系统，进而船舶指令和执行顺利进行传输和动作。需要进行集成测试以测试系统的接口和性能。	可与其他测试项目组合开展，包括但不限于主机的响应、舵机响应，航行、信号、锚泊等设备响应。	与其他测试项目场景协调。	记录各系统间的衔接、动作的效果，系统接口和性能情况。	系统集成性能满足船舶各指令传输、动作执行的标准要求。
13	远程控制接管测试	远程接管是在船舶无法完成自主任务时或远程控制站需要远程控制时，控制权限由船舶向远程控制站的转移。对于船舶，远程控制站日常是对其监控和维护，特殊情况下进行控制接管。	测试项目细分为船舶发生故障自动接管、控制中心主动随时接管等情形。	远程控制站应配置相应资质的船员。设置船舶出现故障，以及按时段、距离、船舶状态等随时接管等场景。	记录接管原因、反应时间、接管效果等关键信息。	远程接管分析正确、控制权限转移顺畅、实现远程完全控制。
14	远程控制站	远程控制中心是对远程控制的船舶进行安全有效的远程指挥、控制、监视的一个或多个站点。在对远程控制的船舶进行试验时，控制权限集中在远程控制站，远程控制站有优先控制权。	与其他测试项目组合开展。	需要配置相应资质的船员，网络、数据等维护人员。	记录远程控制站应接收的所有数据信息和发出的所有船舶指令及指令效果，多个控制站的情况下，还应记录哪个控制站在实际控制船舶。	远程控制数据信息接收完整、指令传达到位、船舶动作完整。

附录3 自主航行、远程控制航行试验检验报告

编号：

船名：

船长：

船舶类型：

总吨位：

航区：

试验责任单位：

根据《船舶自主航行试验技术与检验暂行规则》要求，本次检验情况如下：

1.	试验大纲已批准。	
2.	自主航行试验的设备清单及相关证书等资料齐全。	
3.	远程控制航行试验的设备清单及相关证书等资料齐全。	
4.	自主航行功能的仿真试验和系泊功能试验结果已批准。	
5.	远程控制功能的仿真试验和系泊功能试验结果已批准。	
6.	对于建造中船舶，常规航行试验项目无遗留整改项目。	
7.	现场符合性审核已通过。	

检验时间：

验船师：

检验地点：

注：适用或检验情况正常 不适用