



中国船级社

# 智能船舶规范

2020



中国船级社

# 智能船舶规范

2020

2020年3月1日生效

北京

# 目 录

<b>第 1 章 通 则</b> .....	<b>1</b>
1.1 一般要求 .....	1
1.2 等效与免除 .....	1
1.3 变更与修理 .....	2
1.4 智能船舶附加标志 .....	2
1.5 计算机系统 .....	3
1.6 人员要求 .....	3
1.7 网络安全要求 .....	3
1.8 保安系统 .....	4
<b>第 2 章 智能航行</b> .....	<b>6</b>
2.1 一般要求 .....	6
2.2 智能航行功能标志 .....	6
2.3 功能要求 .....	6
2.4 设备配备及性能要求 .....	10
2.5 检验与试验要求 .....	11
<b>第 3 章 智能船体</b> .....	<b>14</b>
3.1 一般要求 .....	14
3.2 智能船体功能标志 .....	14
3.3 船体维护保养 .....	14
3.4 船体监测及辅助决策 .....	18
<b>第 4 章 智能机舱</b> .....	<b>22</b>
4.1 一般要求 .....	22
4.2 智能机舱功能标志 .....	26
4.3 图纸资料 .....	26
4.4 系统要求 .....	27
4.5 检验和试验 .....	30
<b>第 5 章 智能能效管理</b> .....	<b>32</b>
5.1 一般要求 .....	32
5.2 智能能效管理功能标志 .....	32
5.3 图纸资料 .....	33
5.4 船舶能效在线智能监控 .....	34
5.5 航速优化 .....	36
5.6 基于纵倾优化的最佳配载 .....	37
5.7 检验 .....	38
<b>第 6 章 智能货物管理</b> .....	<b>40</b>
6.1 一般要求 .....	40

6.2	智能货物管理功能标志 .....	40
6.3	参数监测 .....	40
6.4	货物装/卸方案优化 .....	42
6.5	辅助决策 .....	43
6.6	自动装卸货 .....	44
6.7	图纸资料 .....	45
6.8	检验 .....	46
<b>第7章</b>	<b>智能集成平台 .....</b>	<b>47</b>
7.1	一般要求 .....	47
7.2	智能集成平台功能标志 .....	47
7.3	系统层次 .....	47
7.4	系统要求 .....	48
7.5	检验 .....	49
<b>第8章</b>	<b>远程控制船舶 .....</b>	<b>51</b>
8.1	一般要求 .....	51
8.2	远程控制站 .....	51
8.3	无线电通信与信号设备 .....	55
8.4	R1 功能标志的附加要求 .....	57
8.5	R2 功能标志的附加要求 .....	63
8.6	检验与试验要求 .....	84
<b>第9章</b>	<b>自主操作船舶 .....</b>	<b>87</b>
9.1	一般要求 .....	87
9.2	A1 功能标志的附加要求 .....	87
9.3	A2 功能标志的附加要求 .....	91
9.4	A3 功能标志的附加要求 .....	92
9.5	设备配备与性能要求 .....	93
9.6	检验与试验要求 .....	93

# 第 1 章 通 则

## 1.1 一般要求

1.1.1 本规范适用于申请 CCS 智能船舶附加标志的船舶。

1.1.2 智能化系指由现代通信与信息技术、计算机网络技术、智能控制技术等汇集而成的针对某个对象的应用，这些应用通常包括但不限于评估、诊断、预测和决策等。智能一般具有如下特点：一是具有感知能力，即具有能够感知船舶自身和设备、外部世界、获取外部信息的能力；二是具有记忆和思维能力，即能够存储感知到的外部信息及由思维产生的知识，同时能够利用已有的知识对信息进行分析、计算、比较、判断、联想、决策；三是具有学习能力和自适应能力，即通过与环境的相互作用，不断学习积累知识，使自己能够适应环境变化；四是具有行为决策能力，即对外界的刺激作出反应，形成决策并传达相应的信息。

1.1.3 智能船舶系指利用传感器、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，并基于计算机技术、自动控制技术和大数据处理和分析技术，在船舶航行、管理、维护保养、货物运输等方面实现智能化运行的船舶，以使船舶更加安全、更加环保、更加经济和更加高效。

1.1.4 智能船舶的功能按照由局部应用到全船应用、由辅助决策到完全自主的方向发展，其功能一般分为智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理、智能货物管理、智能集成平台、远程控制和自主操作。

1.1.5 除本规范另有明文规定外，申请 CCS 智能船舶附加标志的船舶还应满足 CCS 相应的规范和船旗国主管机关的适用要求。

## 1.2 等效与免除

1.2.1 对于具有新型结构和新型特性的任何船舶，如应用 CCS 的相关规定会妨碍这些船舶对其特性的应用或这些船舶的使用时，经 CCS 批准，可免除 CCS 规范的任一要求。

1.2.2 船上安装的任何装置、材料、设备或器具可以代替 CCS 规范要求的装置、材料、设备或器具，条件是经试验和其他方法证明认定这些装置、材料、设备或器具至少与 CCS 规范要求具有同等效能。

1.2.3 若对规范要求的计算方法、评定标准、制造程序、材料、检验或试验方法，能提

供相应的试验、理论依据、使用经验或有效地公认标准，经 CCS 批准，可以接受作为代替和等效方法。

1.2.4 CCS 鼓励新技术的应用。当新技术超出规范规定的范围，应经风险评估和试验，证明采用新技术的系统和设备能够达到 CCS 规范要求的同等安全水平。

1.2.5 风险评估可按照 CCS《船舶综合安全评估应用指南》或相关国际、国家标准规定的方法进行。

1.2.6 新技术的批准可按照 CCS《船舶替代设计和布置应用指南》进行。

### 1.3 变更与修理

1.3.1 已经获得智能船舶附加标志的船舶，当对智能船舶功能相关的设备和系统进行变更或修理后，应根据具体情况进行检验以确认其满足原有附加标志的技术要求。

### 1.4 智能船舶附加标志

1.4.1 根据申请，经 CCS 审图与检验，确认船舶在智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理、智能货物管理、智能集成平台、远程控制和自主操作方面已符合本规范要求，可按下列方式授予如下智能船舶附加标志：

**i-Ship (Ai , Ri, Nx, Hx, Mx, Ex, Cx, I)**

其中括号内的字母是智能船舶的功能标志，可根据船舶实际具有的功能授予，功能标志可根据技术的发展增加。

1.4.2 功能标志的含义如下：

Ai—自主操作标志，应满足本规范第 9 章的要求；

Ri—远程控制标志，应满足本规范第 8 章的要求；

Nx—智能航行功能标志，应满足本规范第 2 章的要求；

Hx—智能船体功能标志，应满足本规范第 3 章的要求；

Mx—智能机舱功能标志，应满足本规范第 4 章的要求；

Ex—智能能效管理功能标志，应满足本规范第 5 章的要求；

Cx—智能货物管理功能标志，应满足本规范第 6 章的要求；

I—智能集成平台功能标志，应满足本规范第 7 章的要求；

i—为数字 1, 2, 3，表示远程控制和自主操作的范围和程度。根据船舶的具体功能，

只能选择一个对应的数字；

x--可选功能补充标志，一个小写字母表示一个功能补充标志，一个功能标志可有多个功能补充标志，并用“，”分开，具体详见本规范第2章至第7章的要求。

1.4.3 如果一个功能标志已涵盖另一个标志的功能，则不重复授予。功能标志可按下述原则组合：

- (1) Nx、Hx、Mx、Ex、Cx、I 可根据船舶实际具有的功能授予；
- (2) Ai 和 Ri 之间，根据船舶实际情况只能选一个；
- (3) R1 可以和 Nx、Hx、Mm, a, p、Ex、Cx 同时授予；
- (4) R2 可以和 Hx、Mm, a, p、Ex、Cx 同时授予；
- (5) A 可以和 Hx、Mm, a, p、Ex、Cx 同时授予。

1.4.4 智能船舶附加标志的授予、保持、暂停、取消和恢复应符合 CCS《钢质海船入级规范》第1篇第2章第9节的规定。

## 1.5 计算机系统

1.5.1 本规范所涉及的智能系统的相关硬件和软件应满足 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第2章第6节的适用要求，并经 CCS 审图和检验。

1.5.2 软件开发应满足 CCS《船用软件安全及可靠性评估指南》的要求。

1.5.3 应对计算机系统进行了风险评估。在系统设计评估时，应确定相关的失效状态，以及系统对这些失效状态的响应，并通过对有关设备中的软件和硬件设计来清除或限制故障的相互影响，并提供故障的检测和容错。另外，在软件测试中，除了要做正常范围的测试之外，还要做异常范围的测试，以保证设备和软件对异常输入和状态的正确响应能力。

## 1.6 人员要求

1.6.1 船东或船舶管理公司应制定与智能系统相关的管理办法、培训计划、操作程序等，以明确智能系统相关操作和使用人员的职责、资质、培训等要求。

1.6.2 相关人员在上岗前应经培训合格，并熟悉智能系统的操作。

## 1.7 网络安全要求

1.7.1 获得《智能船舶规范》附加标志的船舶，应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，并满足 CCS《船舶网络系统要求及安全评估指南》要求，获得 Cyber Security (S) 附加标志。

## 1.8 保安系统

1.8.1 远程控制或自主操作的船舶（具有 Ri 或 Ai 功能标志），其保安系统除满足主管机关的适用要求外，还应满足下列要求：

- (1) 通道控制；
- (2) 探测、监视和报警；
- (3) 保安通信；
- (4) 身份识别。

### 1.8.2 通道控制

1.8.2.1 船体、上层建筑和甲板室的外界面的开口数量应降到满足用途的最低需要。船上任何出入通道门应能自动关闭，门和出入口（如小舱口）的锁闭装置应设计成仅由授权者开启或关闭，并能由远程控制站远程关启。

### 1.8.3 探测、监视和报警

1.8.3.1 船上探测和监视系统的监视范围应包括船舶舷外周围、进入船舶通道和船上限制区域，探测能力应保证能辨认船舶周围的疑似目标，以及其移动方向和速度。

1.8.3.2 船舶及其保安系统应满足如下要求：

- (1) 船舶设置的探测系统应能在探知到疑似目标接近船舶时自动向远程控制站和船上控制站（如适用时）发出预警；
- (2) 船内处所和船舶进入通道应配备适当照明。探测、监视和照明设备应能由远程控制站和/或船上控制站（如适用时）控制。

1.8.4 船舶应安装满足 SOLAS 公约 XI-2/6 要求的保安警报系统，船上有人时，由船上人员根据实际情况起动向主管机关、船东和远程控制站报警。船上无人时，探测到疑似保安事件时，通知远程控制站，由远程控制站根据实际情况采取进一步措施。

### 1.8.5 保安通信

1.8.5.1 船上和远程控制站的通信系统应具备随时保持船舶保安通信、信息和设备畅通的能力，并能保存保安通信记录。

### 1.8.6 身份识别

1.8.6.1 船舶采取适当的措施对上船人员进行身份识别，以防止非授权人员登船。

## 第 2 章 智能航行

### 2.1 一般要求

2.1.1 本章要求适用于申请 CCS 智能航行功能标志的船舶。

2.1.2 智能航行系指利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。在可行时，船舶能够在开阔水域、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船舶的自主航行。

2.1.3 智能航行的基本功能为航路与航速设计和优化。

2.1.4 除 2.1.3 规定的基本功能外，智能航行还可具有以下进阶功能：

- (1) 开阔水域自主航行；
- (2) 全航程自主航行。

### 2.2 智能航行功能标志

2.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予智能航行功能标志：

Nx

其中：

N--船舶具有航路与航速的设计优化功能；

No--在航路航速设计优化功能的基础上，船舶在船上人员监视下具有开阔水域自主航行能力；

Nn--在满足 No 基础上，船舶在船上人员监视下，具有在狭窄水道、复杂环境下自主航行、自动靠离泊功能，以实现全航程自主航行。

### 2.3 功能要求

#### 2.3.1 航路航速设计及优化 (N)

2.3.1.1 航路航速设计和优化是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，设计和优化航路、航速，实现航次优化目标，并在整个航行期间不断优化。

2.3.1.2 航路航速设计和优化一般由船载系统和岸基支持中心共同实现。

2.3.1.3 性能计算模型应基于船舶实际设计参数构建。在可得到的情况下，通常应考虑下列数据：

- (1) 船舶总布置图；
- (2) 船体型线图、船中横剖面及舳龙骨细节；
- (3) 静水力曲线；
- (4) 主机参数及轴带发电机（如设有）细节；
- (5) 主机工厂试验结果；
- (6) 船模试验和船舶试航报告；
- (7) 以往航线典型航速、转速、功率和燃油消耗情况（该数据可以通过第5章相关系统获得）；
- (8) 船舶抗风浪等级；
- (9) 船舶装载手册。

当缺乏数据时，可采用理论分析和经验曲线建立模型，并基于实船获得的数据不断地完善。

2.3.1.4 船舶性能计算模型应具有动态调整功能。能够根据实际营运情况，对模型进行调整，体现船舶的实际性能，保障航路与航速设计优化的效果。

2.3.1.5 航路与航速设计和优化应考虑航线上的短期和长期气象数据，并进行更新。船舶应定期获得下列数据：

- (1) 风向、风速；
- (2) 有效波高；
- (3) 风浪高度、平均周期；
- (4) 涌高、涌向和平均周期；
- (5) 流速、流向；
- (6) 热带气旋（或台风）：最大风速、阵风风速、七级风圈半径等；
- (7) 温带气旋：中心气压、移动路径与速度等；
- (8) 强冷高压（寒潮大风）预警；
- (9) 冰情（适用时）。

2.3.1.6 气象数据应具备实时性和足够的准确性。短期气象数据（1-5 天内的气象预报数据）精度应不低于 1.5deg\*1.5deg，长期气象数据（6-14 天内的气象数据）精度应不低于 3deg\*3deg。

2.3.1.7 气象数据的时间跨度应能覆盖船舶目标航次的剩余航行时间。如气象预报时长无法完全覆盖船舶航行天数，应说明航行天数超出气象预报时长情况下的合理的处理方法。

2.3.1.8 船舶的航路航速设计优化功能，应能在设定航次最大风浪等级和航次航行时间的约束下，实现以下一项或多项优化功能：

- (1) 航行时间优化；
- (2) 油耗优化；
- (3) 总成本优化。

2.3.1.9 航次风浪等级不应超过船舶的设计抗风浪等级。

2.3.1.10 船舶航路航速设计优化应以船舶的航行安全为前提，经优化后的航线应能够规避障碍物、浅滩等航行危险区域。

2.3.1.11 航路航速设计优化应考虑船舶的推进与操舵能力，优化航线的转向点和航速应与船舶的推进与操舵性能相匹配。

2.3.1.12 应能输出并显示以下航路航速设计与优化结果：航线，转向点，各航段航速。

2.3.1.13 船舶应能储存航路航速设计优化结果与船舶的实际航行情况，用于优化效果分析和评估。

### **2.3.2 开阔水域自主航行 (No)**

2.3.2.1 船舶具备在开阔水域自主航行的能力。期间，船上人员监视船舶的航行操作，必要时船上人员可随时介入并获取船舶驾驶控制权，操纵船舶航行。

2.3.2.2 船舶应满足智能航行基本功能要求。

2.3.2.3 在开阔水域航行场景下，船舶应根据感知和获得的航行场景信息进行分析决策，按预定航线，对推进和操纵系统进行控制，实现自主航行。并能按《1972 年国际海上避碰规则》要求实施避碰决策和操作。

2.3.2.4 开阔水域自主航行船舶应能够全天候感知、获取以下场景信息，并用于自主航行决策：

- (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。
- (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、船舯、船艉左右舷吃水。
- (3) 水上目标AIS的数据;
- (4) 电子海图数据及更新;
- (5) 海上其他目标如下实时信息:
  - ① 其他船舶的位置、运动方向、运动速度、大小尺寸、实际距离、与我船相交角度、航行信号和航行状态;
  - ② 水面其他固定障碍物及运动物标信息。
- (6) 船舶所在位置的实测水深。

2.3.2.5 场景感知系统和自主航行系统应具有自检及报警功能, 能在设备正常运行时提供持续监测, 当监测到设备故障时应能向航行控制系统及远程控制站发出提示报警信息及故障信息, 并生成记录。

2.3.2.6 场景感知系统和自主航行系统的设备和部件应具有充分的可靠性, 以最大程度降低故障发生的几率, 且设备的配备与布置应确保在设备发生单一故障时, 船舶感知、通信与航行控制能力不受影响或者能够尽快恢复。

2.3.2.7 当感知系统或自主航行系统的故障最终导致船舶自主航行能力受损时, 应发出报警, 由船上人员介入并接管船舶航行操作。

2.3.2.8 船舶上应设置数据服务器, 存储船舶航行相关设备和系统的状态信息、操作信息。服务器的容量应至少能连续存储单航次但不低于 30 天所产生的数据, 当服务器容量达到极限时, 最新的数据可覆盖最老的数据。

2.3.2.9 自主航行控制及感知功能设计或设备选用如不满足本章的规定, CCS 可接受替代或等效的设计, 但应通过风险评估的方法(如 FMEA 方法)充分识别并分析在所有航行场景下船舶智能航行系统设计所存在的风险, 提出风险控制措施, 在经过验证后, 完善系统设计。

### 2.3.3 全航程自主航行 (Nn)

2.3.3.1 船舶应满足开阔水域自主航行 (No) 的所有要求。

2.3.3.2 船舶具备在开阔水域、狭窄水道、进出港口等所有场景下自主航行的能力, 以及具备自主靠离泊的功能。期间, 船上人员监视船舶的航行操作, 在必要时可随时介入, 获取船舶驾驶控制权, 操纵船舶航行。

2.3.3.3 在所有航行场景下，船舶均应能根据感知和获得的场景信息进行分析决策，按预定航线，对推进和操纵系统进行控制，实现自主航行和靠离泊操作。并能按《1972 年国际海上避碰规则》要求实施避碰决策和操作。

2.3.3.4 除了 2.3.2.4 的场景感知要求，船舶还应能获取以下场景信息，用于航行操作决策：

- (1) 实时感知船艏、船艉与岸的间距及船岸间的角度；
- (2) 获得港口航道潮汐、流速、流向变化信息及其他相关环境信息。

## 2.4 设备配备及性能要求

### 2.4.1 通用要求

2.4.1.1 智能航行相关系统与设备应经 CCS 型式认可及产品检验。

### 2.4.2 航路航速设计与优化

2.4.2.1 申请航路航速设计优化功能标志的船舶，应配备下列设备：

- (1) 数据通信设备：在整个航程期间能与岸基建立通信连接，以便相互转送信息；
- (2) 电子海图信息与显示系统；
- (3) 电子定位仪；
- (4) 风速风向仪；
- (5) 电罗经或其他船舶艏向系统；
- (6) 航速和航程测量装置；
- (7) 测深仪；
- (8) 航路航速设计与优化系统。

2.4.2.2 航路航速设计优化系统应至少由主电源供电。

2.4.2.3 航路航速设计和优化系统应符合 II 类计算机系统的要求，满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用规定。

### 2.4.3 自主航行

2.4.3.1 申请自主航行功能标志的船舶，应至少配备以下设备：

- (1) 自主航行系统；
- (2) 场景感知设备，包括：

- ① 带有ARPA功能的船用雷达；
- ② 船舶自动识别系统（AIS）；
- ③ 船舶定位导航与授时系统（PNT）；
- ④ 电子海图显示与信息系統；
- ⑤ 独立电罗经或其他船舶艏向系統；
- 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。

2.4.3.2 对于申请全航程自主航行功能标志的船舶还应配备近距离探测设备，如激光雷达。

2.4.3.3 场景感知系统和自主航行系统应由独立的两路电源供电，当一路电源故障时，实现自动转换。

2.4.3.4 自主航行系统应符合 III 类计算机系统的要求，满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用规定。

2.4.3.5 近距离探测设备的量程范围、测量精度和测量延时应能满足船舶的靠离泊决策要求，并能够实现连续监测。

2.4.3.6 雷达应具备辨识 2.5 海里范围内水面航海危险物的探测能力。

## 2.5 检验与试验要求

2.5.1 申请智能航行功能标志的船舶，应将以下图纸资料提交 CCS 批准：

2.5.1.1 航路航速设计与优化

- (1) 航路航速设计及优化系统系统图（含气象数据清单）；
- (2) 航路航速设计及优化系统布置图；
- (3) 航路航速设计及优化功能实现方案；
- (4) 航路航速设计及优化系统说明书（备查）；
- (5) 其他必要的图纸资料。

2.5.1.2 自主航行

- (1) 自主航行设计方案说明，包括：感知系统设计方案、自主控制方案；
- (2) 感知设备系统图；
- (3) 感知系统设备布置图；
- (4) 自主航行系统系统图；
- (5) 自主航行系统设备布置图；
- (6) 自主航行功能故障应急响应计划；
- (7) 船舶自主航行风险评估报告，风险评估范围应覆盖所有的自主航行及操作场景；
- (8) 设备安装工艺；
- (9) 设备维护保养计划；
- (10) 场景感知与自主航行系统产品说明书（备查）；
- (11) 其他必要的图纸资料。

### **2.5.2 初次检验**

2.5.2.1 确认相关图纸业经审查。

2.5.2.2 确认智能航行相关系统持有相应的证书。

2.5.2.3 对于不同的智能航行功能，确认船舶驾驶人员已完成相应培训，并具备正确履行其职责的能力。

2.5.2.4 确认智能航行系统的输入、输出及通信功能。

2.5.2.5 根据不同的输入条件，通过模拟测试航路和航速设计与优化功能，验证航行辅助决策功能。

2.5.2.6 确认相关海图进行了相应的更新。

2.5.2.7 通过实船试验验证开阔水域自主航行、全航程自主航行的场景感知功能、航行控制及自主避碰功能、人员介入及接管的功能。

### **2.5.3 建造后检验**

2.5.3.1 对于授予智能航行功能标志的船舶，航路与航速设计优化的实际效果应通过船舶营运验证，在第一年年度检验时，应根据上一年的营运数据提交报告，详细说明航路航速优化功能的使用效果，验证辅助决策功能的有效性。

2.5.3.2 应结合年度检验、中间检验和特别检验，查阅系统以往的使用情况，确认处于正常状态，并检查智能航行涉及的航路航速设计及优化系统、场景感知系统、自主航行系统

功能正常。

2.5.3.3 当设备和系统进行修理和更新时，应重新验证功能。当对自主航行系统进行换新或对其核心部件维修或换新后，需重新进行航行试验。

## 第3章 智能船体

### 3.1 一般要求

- 3.1.1 本章规定适用于申请 CCS 智能船体功能标志的船舶。
- 3.1.2 船体维护保养相关的系统软件应满足 I 类计算机软件的要求。
- 3.1.3 船体监测及辅助决策相关的系统软件应满足 II 类计算机软件的要求。

### 3.2 智能船体功能标志

- 3.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予下列智能船体功能标志：

Hx

其中：

Hh—船体维护保养；

Hm—船体监测及辅助决策。

### 3.3 船体维护保养

#### 3.3.1 一般要求

3.3.1.1 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。

- 3.3.1.2 船体维护保养包括下列功能：

- (1) 船体检查保养计划制定；
- (2) 甲板机械检查保养计划制定；
- (3) 船体结构状态记录与评估；
- (4) 结构换新方案制定。

3.3.1.3 船体数据库系统应能集成船体三维结构尺寸模型数据、船体和甲板机械检查保养数据、结构测厚数据和结构修理数据。

#### 3.3.2 船体三维结构尺寸模型

3.3.2.1 应建立船体三维可视化结构尺寸模型，将船体营运阶段产生的数据以标准化的电子数据形式存储和传输，并在船舶营运周期内得到及时维护与更新。

3.3.2.2 船体三维结构尺寸模型应能充分描述实际船体结构，通常应至少包含板（含厚度、材料等属性）、骨材（含结构尺寸、材料等属性）、大肘板（含厚度、材料等属性）等。

3.3.2.3 基于船体三维结构尺寸模型，记录船体结构厚度变化，预测腐蚀趋势。

3.3.2.4 基于船体三维结构尺寸模型，记录船舶营运过程中的船体结构修理数据。

### **3.3.3 船体检查保养计划制定**

3.3.3.1 船体检查保养计划是采用计算机系统，根据营运中船级/法定检验要求以及船公司的需求，制定船体结构的定期检查保养计划，指导船员进行日常检查维修保养。该系统应满足 3.3.3.2 至 3.3.3.6 的要求。

3.3.3.2 根据船体结构特点，制定船体结构的一般检查项目、重点关注区域、典型缺陷示意图等。

3.3.3.3 记录船舶舱室各结构区域的涂层及结构检查结果，以直观的方式显示涂层及结构检查结果、结构腐蚀状况、缺陷及修理历史等，并包括以下内容：

（1）设定“涂层、均匀腐蚀、点腐蚀、凹槽腐蚀、变形、裂纹”的检查标准和级别评定原则。级别一般分为 GOOD、FAIR、POOR；

（2）根据船舶舱室各结构区域的检查结果，评定每一结构区域和舱室总体的状况级别。级别一般分为 GOOD、FAIR、POOR；

（3）对于评定级别为 FAIR 或 POOR 的结构区域，系统应能给予必要的提醒和跟踪。

3.3.3.4 查询船体结构检验历史、船体结构构件尺寸信息、测厚历史数据、缺陷及修理历史。

3.3.3.5 计算船舶修理中的涂装面积、构件重量，评估维修工程量。

3.3.3.6 除定期检查保养计划外，结合结构厚度记录与评估，综合分析船舶的实际状况和可靠性，制定临时的船体结构检查保养计划。

### **3.3.4 甲板机械保养计划制定**

3.3.4.1 甲板机械检查保养计划是采用计算机系统，结合甲板机械特点，根据营运中船级/法定检验要求以及船公司的需求，制定甲板机械的定期检查保养计划，指导船员进行日常检查维护保养。

### **3.3.5 船体结构状态记录与评估**

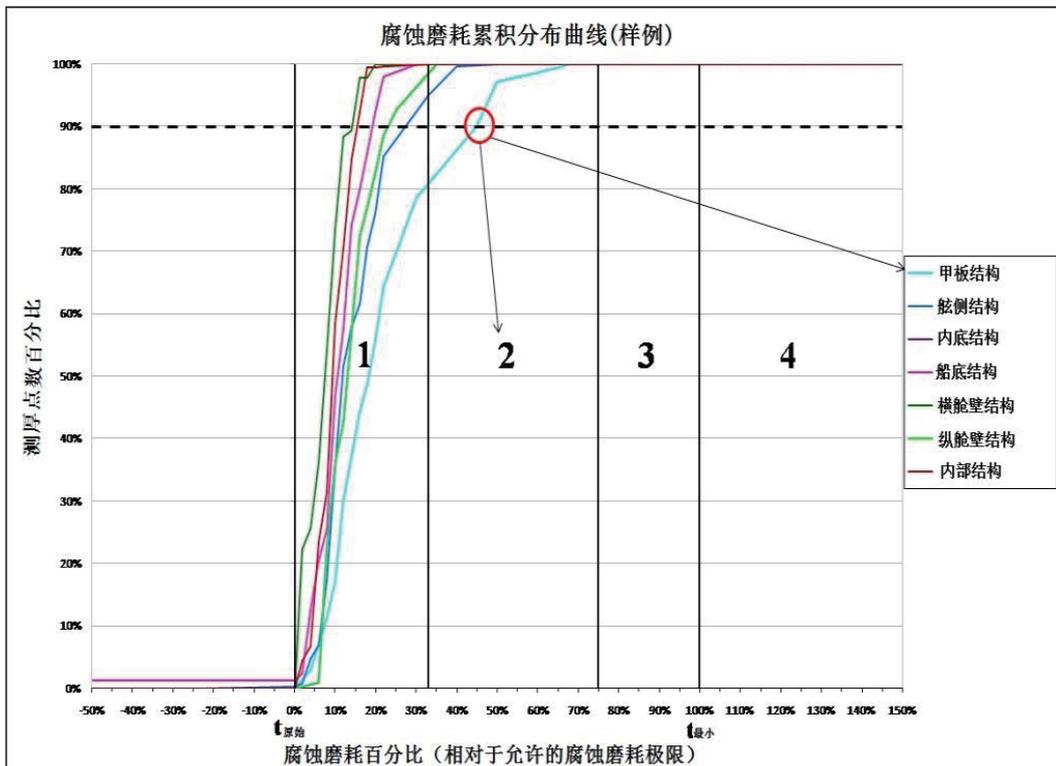
3.3.5.1 船体结构厚度记录与评估是采用计算机系统，基于船体三维结构尺寸模型，记录船舶从建造完工到退役之间完整营运周期内的结构厚度数据，并满足 3.3.5.2 至 3.3.5.3 要求。

3.3.5.2 记录构件历次测量的厚度数据及更换历史，统计分析历次测量的厚度数据，以直观的方式显示船体结构腐蚀状况评级，并基于构件厚度变化和所处环境等因素，预测腐蚀趋势，输出测厚数据分析报告。

3.3.5.3 基于采集的测厚数据，按如下要求或其他等效方法对测厚数据进行分析及评级：

(1) 将船体结构划分为多个舱室/处所/区域，如压载舱、货舱（包括空舱、泵舱等）和外部结构（露天强力甲板和船体外板）等。对每个舱室/处所/区域的测厚数据，采用 90%可靠性的统计分析方法（S-Curve 方法）进行分析；

(2) 基于 90%的水平线（如下图中的水平虚线）与测厚曲线交点所在的评级区间来确定厚度测量评级结果（如下图中甲板结构厚度测量评级为 2 级）；



(3) 每个舱室/处所/区域的边界及其结构构件在评级时一般划分为多个结构单元(包括板及其附连的骨材)，如甲板结构、舷侧结构、船底结构、内底结构、横舱壁结构、纵舱壁结构和内部结构（如适用，还应包括舱口盖及舱口围板）。对每一结构单元按如下标准分为 1 至 4 级：

	等级			
	1	2	3	4
腐蚀磨耗百分比	$r \leq 33\%$	$33\% < r \leq 75\%$	$75\% < r \leq 100\%$	$r > 100\%$

(4) 对于具有公共边界的舱室/处所,其公共边界的测厚值在两侧的舱室/处所中分别计入。

### 3.3.6 结构换新方案制定

3.3.6.1 基于测厚数据及腐蚀趋势预测结果,制定并输出结构换新方案报告,包括换新范围、换新钢料统计计算、工作量评估等。

### 3.3.7 图纸资料

3.3.7.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准:

- (1) 船体三维结构尺寸模型组成及说明;
- (2) 系统组成及功能说明。

3.3.7.2 船上应备有下列资料:

- (1) 最近一次的船体测厚报告;
- (2) 最近一次的船体测厚数据分析报告;
- (3) 与船体、甲板机械检查保养计划有关资料。

### 3.3.8 检验与试验

3.3.8.1 在船舶建造完工前初次检验至少包含如下项目:

- (1) 检查系统软件认可证书;
- (2) 船体检查保养计划、甲板机械检查保养计划系统已安装上船并能正常运行;
- (3) 船体检查保养计划的一般检查项目、重点关注区域、检查间隔期满足要求;
- (4) 执行船体检查保养、甲板机械检查保养的船上人员经过 CCS 或 CCS 接受的组织

进行的培训。

3.3.8.2 年度检验 / 中间检验 / 特别检验至少应包含如下项目:

- (1) 船上备有 3.3.7.2 资料;
- (2) 船体数据库中记录的构件厚度数据及更换历史与实际情况一致;
- (3) 船体测厚数据分析报告满足 3.3.5.3 条要求;

(4) 执行船体和甲板机械检查保养的船上人员经过 CCS 或 CCS 接受的组织进行的培训；

(5) 船上人员在验船师的见证下，任意选择至少两个压载舱进行内部检查，准确判定所检查结构区域的涂层及结构状况，并正确将发现的问题和评定的级别录入计算机系统；

(6) 船体和甲板机械检查保养计划计算机系统记录完整并与实际情况一致。

### 3.4 船体监测及辅助决策

#### 3.4.1 一般要求

3.4.1.1 船体监测及辅助决策系统应对船体结构应力、船舶运动状态、船舶装载以及海况、航向、航速等数据进行采集、存储、分析、显示，当这些数据的变化超过预设临界值时，该系统发出警告，并提供船舶操作的辅助决策。

3.4.1.2 船体监测及辅助决策系统应包括下列功能：

- (1) 对涉及船体安全的相关重要参数进行采集与监测；
- (2) 存储采集数据；
- (3) 根据监测系统采集的数据进行计算与异常分析；
- (4) 当分析结果出现异常时能够及时报警；
- (5) 根据报警参数，提出船舶操作的决策建议；
- (6) 与装载仪、电罗经和风速仪等相关联，分析和记录船舶的海况信息以及船舶航行参数。

3.4.1.3 船体监测应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 21 章船体监测系统的有关规定。

#### 3.4.2 参数监测

3.4.2.1 船体监测应能够获取如下数据：

- (1) 海洋环境数据，如风力、风向、波浪；
- (2) 船舶航行参数，如航向、航速；
- (3) 船舶运动和加速度，至少包括横摇、纵摇、垂荡；
- (4) 船舶浮态，包括船首、船舯和船尾的吃水（左右舷）。

3.4.2.2 根据船型结构应力分布特点的需要，船体结构监测的参数通常包括：

- (1) 船体结构总纵强度；
- (2) 结构关键区域的应力；
- (3) 受高温或低温影响的船体结构的温度；
- (4) 首部砰击压力（适用船型）；
- (5) 液舱内液体晃荡（适用船型）；
- (6) 冰区加强船舶的冰带区结构的应力；
- (7) 根据船舶实际情况和安全需要，确定或进一步增加相关的监测参数。

#### 3.4.2.3 船体监测应能获取船舶装载状态，通常包括：

- (1) 货舱装载量（适用时）；
- (2) 压载舱装载量（适用时）；
- (3) 燃油、淡水。

### 3.4.3 辅助决策

3.4.3.1 船体监测及辅助决策系统应根据在航行、码头装卸货和压载水交换过程中船体监测报警，提供相应的辅助决策。通常应考虑下列要求：

- (1) 航行过程中船体监测及辅助决策系统应能够实现以下功能：
  - ① 船体总纵强度监测，当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水、航向、航速等，以保证船舶总纵强度处于安全状态；
  - ② 船体局部强度监测（包括结构关键区域），当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水、航向、航速等，以保证船舶局部强度处于安全状态。
- (2) 码头装卸货过程中船体监测及辅助决策系统应能够实现以下功能：
  - ① 船舶稳性计算（或从装载仪获取），当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水或调整装卸货等，以保证船舶稳性处于安全状态；
  - ② 船体总纵强度监测，当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水、调整装卸货等，以保证船舶总纵强度处于安全状态。
- (3) 压载水交换过程中船体监测及辅助决策系统应能够实现以下功能：

- ① 船舶稳性计算（或从装载仪获取），当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水等，以保证船舶稳性处于安全状态；
  - ② 船体总纵强度监测，当发生异常时，及时发出报警信息，并进行原因分析，提供相应操作建议，如调整压载水等，以保证船舶总纵强度处于安全状态。
- (4) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加相关的安全评估分析与辅助决策要求。

#### **3.4.4 图纸资料**

3.4.4.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 传感器的布置图。

3.4.4.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 系统原理图；
- (2) 系统操作手册；
- (3) 系统硬件规格说明；
- (4) 系统说明书；
- (5) 系统试验程序。

3.4.4.3 船上保存的文件：

- (1) 船体监测及辅助决策系统操作手册，操作手册至少应包括下列说明：
  - ① 操作；
  - ② 传感器和系统的设定和校准；
  - ③ 故障识别；
  - ④ 修理；
  - ⑤ 系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；
  - ⑥ 测试结果的解释说明。
- (2) 船体监测及辅助决策系统的维护和校准日志。

#### **3.4.5 检验与试验**

3.4.5.1 在船舶建造完工前，船体监测及辅助决策初次检验至少包含如下项目：

- (1) 确认相关图纸已审查；
- (2) 确认系统硬件（包括传感器）持有相应的证书；

- (3) 确认软件系统经认可;
- (4) 系统及设备安装完毕后,应按照试验程序进行检验与试验,验证系统功能及有效性。

3.4.5.2 年度检验 / 中间检验/特别检验, 船体监测及辅助决策至少应包含如下项目:

- (1) 系统是否有效运行;
- (2) 系统的详细工作记录;
- (3) 检查系统设备的修理记录;
- (4) 确认系统的历史数据、分析数据等资料保留完整,并对部分报告内容进行抽查;
- (5) 确认操作人员熟悉船体监测与辅助决策系统,并确认其执行情况;
- (6) 检查和确认船体监测与辅助决策系统相关仪器仪表按规定的程序和计划进行了校准。

3.4.5.3 如船体监测与辅助决策系统出现故障,或者设备损坏、修理和换新,或监测手段等发生较大变化,船东或船舶管理公司应申请进行临时检验。

## 第 4 章 智能机舱

### 4.1 一般要求

4.1.1 本章规定适用于申请 CCS 智能机舱功能标志的船舶。

4.1.2 智能机舱能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。

4.1.3 智能机舱应具有如下基本功能:

- (1) 对机舱内主推进相关的设备与系统运行状态进行监测;
- (2) 基于状态监测数据,对设备与系统的运行状态、健康状况进行分析和评估;
- (3) 根据分析与评估结果,提出合理建议,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;
- (4) 主推进装置应能由驾驶室控制站远程控制,机器处所包括机舱集控站(室)周期无人值班;
- (5) 无人值班周期内,机舱内的设备及系统应能连续正常运行。

4.1.4 除具有 4.1.3 规定的基本功能外,智能机舱还可基于设备与系统运行状态和健康状况的分析和评估结果,制定相应的视情维护保养计划,作为智能机舱的补充功能。

4.1.5 小船或其他非货物运输用途船舶,设计者可与 CCS 共同协商确定智能机舱的基本功能及相应要求。

4.1.6 机舱设备及系统的状态监测范围可通过风险分析予以确定,并征得 CCS 的同意。

4.1.7 对于传统主推进柴油机直接推进船舶,申请智能机舱 M 功能标志时,至少应对表 4.1.7 中所列的设备及系统进行状态监测。

表 4.1.7 状态监测设备及系统清单

序号	设备/系统名称	监测范围 (如设备/零部件/性能等)	监测目的 (如状态、功能、性能等)
1	主柴油机(直接推进)		
1.1		气缸燃烧	燃烧状态
1.2		气缸套	密封、换热
1.3		活塞头(含活塞环)	密封、换热

1.4		气缸盖（含进、排气阀）	密封、换热
1.5		燃料喷嘴/阀	喷射、雾化
1.6		摩擦部件，如主轴承、曲柄销轴承、十字头轴承（如设有）、凸轮轴轴承等	磨损、润滑状态
1.7		曲轴箱	防爆
1.8		增压器	增压性能
2	推进和/或辅助发电用 柴油机		
2.1		气缸盖（含进、排气阀）	密封、换热
2.2		气缸套	密封、换热
2.3		燃料喷嘴/阀	喷射、雾化
2.4		摩擦部件，如主轴承	磨损、润滑
2.5		增压器	增压性能
3	推进轴系		
3.1		齿轮箱（如设有），如轴承	磨损
3.2		轴和轴承	磨损、密封性能
4	辅助系统		
4.1	燃油（料）系统		
4.1.1		燃油（料）泵	燃油（料）供应能力
4.1.2		滤器	杂质过滤
4.1.3		换热器（如设有）	换热性能
4.2	滑油系统		
4.2.1		滑油泵	供油能力
4.2.2		滤器	杂质过滤
4.2.3		换热器	换热性能
4.3	冷却系统		
4.3.1		泵	冷却介质供应能力
4.3.2		换热器	换热性能

4.3.3		滤器	杂质过滤
4.4	液压（伺服）油系统		
4.4.1		液压油泵	供油能力
4.4.2		滤器	杂质过滤
4.5	起动和控制空气系统		供气能力
4.6	进气（四冲程）/扫气（二冲程）系统		气缸燃烧空气质量
4.7	排气系统		排气性能
4.8	控制安全报警系统动力源（电力、气动、液压）		能量供应能力

4.1.8 对于电力推进船舶，申请智能机舱 M 功能标志时，推进或辅助发电用柴油机、辅助系统应按表 4.1.7 中的适用要求进行状态监测。此外，还应对表 4.1.8 规定的设备及系统进行监测。

表 4.1.8 状态监测设备及系统清单

序号	设备/系统名称	监测范围 (如设备/零部件/性能等)	监测目的 (如状态、功能、性能等)
1	发电机		综合工作状态
1.1		定子	定子状态，如绕组匝间绝缘
1.2		转子	转子状态，如转子平衡、匝间状态、偏心状态
1.3		轴承	磨损
1.4		励磁装置及自动电压调节器(AVR)	励磁及调压能力
2	配电板		综合工作状态 供电质量 绝缘状态
2.1		母排及各主断路器	开关状态、母排过流能力等
3	电力变压器		
3.1		绕组	绕组工作状态
4	变频器		

4.1		功率器件模块	工作状态
4.2		制动电阻	制动电阻过载
5	主推进电动机		
5.1		定子	定子状态，如绕组匝间绝缘
5.2		转子	转子工作状态，如匝间状态（同步电机）、平衡状态、偏心状态、转子断条状态（异步电机）
5.3		轴承	磨损
6	辅助系统		
6.1		冷却系统（水冷、风冷）	冷却性能
7	推进器		
7.1		密封装置	密封
7.2		轴承	磨损

4.1.9 状态监测与健康评估系统应经 CCS 认可。

4.1.10 如健康评估结果拟用于制定机舱设备与系统的维护保养计划，申请者应提供足够的证据，证明通过状态监测确定的状态至少可等效于直接检验确定的状态，经 CCS 批准后可实施视情维护。

4.1.11 已实施视情维护的设备与系统的拆检项目可按视情维护计划执行，未纳入视情维护的设备及其部件仍应按计划维护保养系统（PMS）实施维护保养及检验。

4.1.12 状态监测、健康评估、辅助决策（包括视情维护）除满足本章规定外，还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 22 状态监测 (CM) 和视情维护 (CBM)、CCS《船舶智能机舱检验指南》的有关要求。

4.1.13 状态监测与健康评估系统在船上安装完成后，应按本章 4.5.1 的规定进行初次检验，验证船舶可按批准的程序和计划实施状态监测与健康评估，相关系统可按设计有效运行。

4.1.14 本章所用定义如下：

(1) **状态监测 (CM)**：系指用于指示设备状态的信息和数据的获取和处理过程。如发生故障或失效，则设备的状态恶化。

(2) **健康评估**：系指根据状态监测数据对设备和系统的运行状态、健康状况进行分析和评估的过程。

(3) **辅助决策**: 系指基于设备与系统的状态监测与健康评估结果提出建议, 为设备与系统的使用、操作与控制、检修、管理等方面的决策提供支持。

(4) **视情维护 (CBM)**: 系指根据设备与系统的状态监测与健康评估结果实施维护保养。

(5) **基准数据**: 系指设备及其部件的性能达到或处于初始健康状态的条件下, 测量获取的数据, 作为设备及其部件健康状况分析比较的基准, 基准数据一般在船上测量。

(6) **参考条件**: 系指规定的监测数据采集条件, 包括被监测设备的运行状态(如温度、压力、转速等)、船舶的运行状态(如航速、吃水)以及相关的环境条件(如气温、气压、海况、风速等)。

## 4.2 智能机舱功能标志

4.2.1 经申请, 并经 CCS 审图和检验合格, 可授予如下智能机舱功能标志:

Mx

其中:

M--代表船舶具有 4.1.3 规定的智能机舱基本功能;

x--补充功能标志, 具体采用以下小写字母表示:

m--表示主推进发动机及其部件实施视情维护;

a--表示辅助发电用发动机及其部件实施视情维护;

p--表示推进轴系实施视情维护。

4.2.2 申请智能机舱功能标志 M 的船舶, 应符合如下条件:

- (1) 满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇 AUT-0 附加标志的相关要求;
- (2) 设有用于状态监测、健康评估、辅助决策的相关系统及设备。

4.2.3 申请智能机舱功能标志 Mx 的船舶, 除符合 4.2.2 规定外, 还应符合如下条件:

- (1) 满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 16 船舶机械计划保养系统 (PMS) 指南的相关要求;
- (2) 相关设备与系统实施视情维护。

## 4.3 图纸资料

4.3.1 申请智能机舱功能标志的船舶, 应提交如下适用的图纸资料:

- (1) 状态监测与健康评估系统图；
- (2) 状态监测与健康评估系统主要设备船上安装布置图；
- (3) 被监测设备与系统清单及说明，至少包括每个设备及其部件的如下信息：
  - ① 监测状态和/或故障，如气缸内燃烧状态、轴承磨损状态、增压器性能等；
  - ② 监测参数及其工作范围，如温度、压力、流量、振动等；
  - ③ 监测装置/传感器；
  - ④ 监测程序；
  - ⑤ 状态分析/评估方法；
  - ⑥ 可接受衡准。
- (4) 状态监测与健康评估系统有关的详细资料，一般应包括如下方面的内容：
  - ① 系统原理、功能及使用维护说明；
  - ② 系统硬件说明，如传感器、数据采集装置、数据存储/备份装置等；
  - ③ 软件说明，如数据处理与分析方法、故障诊断方法、状态评估方法等；
  - ④ 输出数据/信息的种类和内容。
- (5) 实施视情维护的系统与设备清单及说明；
- (6) 状态监测、健康评估、辅助决策实施相关的程序和计划，包括：
  - ① 船上试验程序；
  - ② 数据收集程序和计划；
  - ③ 数据存储/备份程序和计划；
  - ④ 数据分析的程序和计划；
  - ⑤ 评估结果/报告输出；
  - ⑥ 监测装置的校准程序和计划。
- (7) 公司相关资料（如适用），至少包括：
  - ① 公司相关岗位(职责)结构框图；
  - ② 工作流程，包括目标、方法和策略；
  - ③ 执行辅助决策和视情维护相关人员的培训计划和资格要求。

## 4.4 系统要求

### 4.4.1 一般要求

4.4.1.1 本章涉及的计算机系统应按 II 类计算机系统的要求进行设计、制造、检验和试验。

4.4.1.2 状态监测与健康评估所需的相关参数应选用合适的测量技术/方法进行收集，这些参数值应适合展示设备及系统一段时间内的状态变化趋势。测量数据应以标准的格式予以文件记录，以适合读取和使用。

4.4.1.3 基于监测数据进行趋势分析应方便可行，所得到的趋势数据应能清晰展示状态变化。分析与评估结果应能以直观的方式说明。

4.4.1.4 状态监测所使用的传感器一般应为固定型，如安装固定式传感器不可行，经 CCS 同意，也可采用等效的其他测量方式。如采用便携式仪器，相关测点位置、测量方向（与方向相关的参数）应进行永久标记，传感器与测点的连接应能排除任何人为因素的影响；测量结果应能按规定的程序和计划输入状态监测系统用于健康评估。

4.4.1.5 状态监测系统可通过船舶报警系统收集数据，但不应影响船舶报警和安全系统的正常功能。

4.4.1.6 状态监测数据应按规定的程序和计划进行存储，需要时可随时进行回放和显示。

4.4.1.7 应设有必要的数据备份设备。

4.4.1.8 对于采用新颖设计的状态监测与健康评估系统，设计者可与 CCS 共同协商确定系统设计、安装、测量、试验和检验等方面的要求。

#### **4.4.2 辅助决策**

4.4.2.1 应能基于监测数据对机舱内设备与系统的运行状态和健康状况进行分析与评估，并结合系统已建立的知识库提出合理建议，为设备和系统的操作、管理提供决策依据。

4.4.2.2 用于决策的知识库应能随着系统运行经验的积累、知识的更新，予以不断地更新和完善。

4.4.2.3 应能输出设备与系统运行状态和健康状况的评估报告及决策建议。

4.4.2.4 设备与系统运行状态和健康状况的历史数据应能方便地查询，并能输出检验需要的相关记录。

4.4.2.5 如采用岸基支持的方法进行分析、评估、决策等，岸基相关系统也应作为决策支持系统的一部分，提交的图纸资料中应包含岸基相关系统的功能、设计、操作、维护等信息。

### 4.4.3 视情维护

4.4.3.1 应能基于设备及系统的健康评估结果，制定视情维护计划。

4.4.3.2 实施视情维护的船舶应能基于营运过程中的监测信息更新维护计划。

4.4.3.3 船上备件应考虑视情维护计划的需要。

4.4.3.4 视情维护相关系统应能生成如下记录：

(1) 执行视情维护设备的检查项目清单；

(2) 视情维护服务、检查和故障修理记录。

4.4.3.5 视情维护相关的数据和信息应进行存储，并能输出检验所需要的相关信息。

4.4.3.6 视情维护计划的历史数据应能进行查询。

4.4.3.7 如采用岸基支持的方法实施视情维护，其相关计划和程序应提交 CCS 批准。

### 4.4.4 状态监测

4.4.4.1 应根据监测对象、目标和用途，选择一种或多种适用的监测技术，所采用的每种监测技术应提供详细说明。

4.4.4.2 如采用油液分析技术对柴油机和螺旋桨轴进行状态监测和健康评估，应分别满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 15 柴油机滑油状态监控系统检验指南、附录 14 螺旋桨轴状态监控系统指南的要求。

其他设备如采用油液分析技术进行状态监测，也可参照上述指南的要求实施，至少应考虑如下要求：

(1) 所有的油样由指定人员采集；

(2) 代表性油样一般在设备正常运转期间提取；

(3) 根据设备的型号、转速、工作条件和性能制定取样周期；

(4) 取样点的标识能够清晰识别和永久标记；

(5) 经 CCS 认可的油液分析公司提供油液分析报告。若分析结果超过标准允许的范围，船舶管理者或船东有义务及时向 CCS 报告。

4.4.4.3 为保证所有监测设备的功能正常、测量结果准确，应按批准的程序和计划进行功能试验和定期校准。试验和校准应进行记录。

4.4.4.4 应按合适的时间间隔及采样频率测量监测数据。原则上应在参考条件下进行数据测量，实际测量时如无法满足参考条件，则测量值应修正至参考条件下的数值。修正方法应与其他认可资料一起提交 CCS 批准。

4.4.4.5 监测参数的记录至少应包括如下信息：

- (1) 描述设备与系统的基本信息；
- (2) 测量位置；
- (3) 被测量量的单位及处理方法；
- (4) 日期和时间信息。

4.4.4.6 设备与系统的基准数据应在初始健康状态条件下（磨合期之后）测量或通过其他方式获得，测量时的参考条件应以文件形式予以记录。

4.4.4.7 基准数据的测量一般应在船上试验时进行，并满足如下要求：

- (1) 基准数据由指定人员测量；
- (2) 测量的基准数据应能涵盖设备与系统预期的运行状态；
- (3) 用于故障诊断及健康评估的基准数据测量结果有效性应进行评估；
- (4) 新设备或大修后的设备应在磨合期之后进行基准数据测量。

4.4.4.8 设备与系统的维护保养和/或修理应进行记录，并在趋势曲线上予以标记。设备修理后应测量相关监测参数，测得的新数据应与历史数据（修理前）进行比较以检查偏差，测量数据和偏差应予以文件记录。

4.4.4.9 状态监测系统的任何故障/缺陷都应在本章 4.5.2.2 规定的年度报告中予以记录，对于影响测量数据趋势分析的重大故障/缺陷应马上予以修复。如由于这些故障/缺陷导致参数测量无法按规定计划进行，则应通知 CCS。

## 4.5 检验和试验

### 4.5.1 初次检验

4.5.1.1 初次检验至少应包括如下项目：

- (1) 确认图纸资料已审批；
- (2) 确认状态监测与健康评估系统已认可；
- (3) 确认指定的系统操作人员已按规定完成了相应的培训，并具有正确履行其职责的能力；
- (4) 相关系统及设备安装完成后，按批准的程序进行试验；
- (5) 核查视情维护计划与实施程序（如适用），确保其内容与实船的一致性；
- (6) 确认船上备有相关图纸资料、手册、程序及相关记录。

## 4.5.2 建造后检验

4.5.2.1 对于授予智能机舱功能标志的船舶，应结合船舶的年度 / 中间 / 特别检验进行检验，验证智能机舱相关系统的功能正常。

4.5.2.2 船上进行年度检验前，船东或船舶管理者应向 CCS 执行检验单位提交一份关于智能机舱相关系统的年度报告，报告应至少包括自上次年度检验以来的如下内容：

- (1) 智能机舱相关系统的维护情况记录；
- (2) 智能机舱相关系统的总体运行情况；
- (3) 被监测设备的故障 / 失效情况和原因分析；
- (4) 被监测设备的修理记录和备件更换情况。

4.5.2.3 年度检验时，除审查船东 (船方) 提交的年度报告外，验船师还应实船检查如下项目：

- (1) 检查智能机舱相关系统是否有效运行；
- (2) 检查智能机舱相关系统的详细工作记录；
- (3) 检查被监测设备与系统的修理记录，对于重要零部件的更换，其备件应满足 CCS 规范的持证要求；
- (4) 确认智能机舱相关系统的历史数据、趋势分析数据、滑油分析报告、振动分析报告等资料保留完整，并对部分报告内容进行抽查；
- (5) 确认操作人员熟悉智能机舱相关系统，并确认其执行情况；
- (6) 如验船师认为有必要，一些测试和分析过程需要进行实际验证；
- (7) 检查和确认相关仪器仪表按规定的程序和计划进行了校准；
- (8) 纳入视情维护的设备，其维护情况应进行确认。

## 第5章 智能能效管理

### 5.1 一般要求

5.1.1 本章规定适用于申请 CCS 智能能效管理功能标志的船舶。

5.1.2 智能能效管理是指基于船舶航行状态、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，以不断提高船舶能效管理水平。

5.1.3 智能能效管理应具有如下基本功能：

- (1) 对船舶航行状态、能效及耗能状况进行在线监测和数据的自动采集；
- (2) 对船舶能效及能耗状况进行评估、报告和报警；
- (3) 根据分析评估结果，为能效管理提供辅助决策建议。

5.1.4 除具有 5.1.3 条规定的基本功能外，智能能效管理还可具有如下附加功能：

- (1) 可结合航线特点、燃油油耗、经济效益等评估结果，提供基于不同目标的航速优化方案；
- (2) 可根据初始装载及船舶最佳航态分析，提供基于纵倾优化的最佳配载方案。

5.1.5 上述 5.1.3、5.1.4 规定的智能能效管理功能如不适用于某些非货物运输用途船舶，设计者可与 CCS 共同协商确定智能能效管理的功能及相应要求。

5.1.6 本章有关定义与缩写如下：

- (1) EEOI：系指船舶能效营运指数，即船舶单位运输功所排放的 CO<sub>2</sub> 量；
- (2) MRV：系指船舶二氧化碳排放监测、报告及核查；
- (3) 排放控制区（ECA）：系指要求对船舶排放采取特殊强制措施以防止、减少和控制 NO<sub>x</sub> 或 SO<sub>x</sub> 和颗粒物或所有 3 种排放类型造成大气污染以及随之对人类健康和环境造成不利影响的区域；
- (4) 主要耗能设备：系指船舶设备中包括主机、辅机、锅炉、燃气轮机和惰性气体发生器等在内的主要能源消耗设备；
- (5) 运输功：系指航行距离和运输货物量的乘积。

### 5.2 智能能效管理功能标志

5.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予下列智能能效管理功能标志：

Ex

其中：

E—代表船舶具有 5.1.3 规定的智能能效管理基本功能；

x—补充功能标志，具体采用以下小写字母表示：

s—航速优化；

t—基于纵倾优化的最佳配载。

5.2.2 申请智能能效管理功能标志的船舶应满足本章 5.1.3 条要求的基本功能要求。如还满足航速优化和/或基于纵倾优化的最佳配载的相关要求，可给予相应补充功能标志。

### 5.3 图纸资料

5.3.1 下列图纸资料应提交 CCS：

(1) 能效在线监控系统组成及其说明，应包括如下信息：

- ① 设备组成说明；
- ② 监测方式、参数；
- ③ 监测设备安装工艺的特别说明（如需要时）；
- ④ 能效/能耗分析评估方法；
- ⑤ 能效/能耗评估衡准（初始）设定值；
- ⑥ 输出数据/信息的种类和内容。

(2) 能效在线监控系统电气系统图（包括系统供电、系统输入输出信号线路及参数列表）；

(3) 轴功率测量装置（如设有）电气系统图和布置图；

(4) 燃油流量计布置图；

(5) 程序和计划，包括：

- ① 数据采集/存储的程序和计划；
- ② 相关评估结果/报告输出的程序和计划；
- ③ 监测装置的校准计划。

(6) 航速优化系统的原理、功能及使用说明；

(7) 基于纵倾优化的最佳配载系统的原理、功能及使用说明；

(8) 能效管理系统的试验大纲。

## 5.4 船舶能效在线智能监控

### 5.4.1 一般要求

5.4.1.1 能效在线智能监控应能对船舶主要耗能设备、船舶航行状况等进行监测，进行数据的采集、传输、存储、分析，并对船舶能效和能耗等相关技术指标进行评估和报警。

5.4.1.2 应能定期进行船舶能效状况综合评估，提供能效优化和改进的辅助决策建议。

5.4.1.3 应能基于能效及能耗数据等的监测、分析和评估结果，根据需求提供相应的数据或分析评估报告。

5.4.1.4 能效在线智能监控的计算机系统应符合第 I 类计算机系统要求；监测装置和系统应经 CCS 认可。

### 5.4.2 监测与测量

5.4.2.1 应能对主要耗能设备、轴功率测量装置（如设有）、燃油电子流量计、风速风向仪、全球卫星定位系统、计程仪、电子倾斜仪、测深仪、船舶吃水测量设备等设备的有关数据进行实时采集。

注：上述设备可基于船型、船舶推进形式等予以调整。

5.4.2.2 船舶主要耗能设备、计量设备和航行设备监测参数包括，但不限于：

- (1) 主要耗能设备的功率、压力、温度参数；
- (2) 主要耗能设备燃油消耗参数；
- (3) 主机轴功率参数<sup>①</sup>；
- (4) 风向、风力参数；
- (5) 船位、航向、航速参数；
- (6) 对水速度参数；
- (7) 船舶倾斜角度；
- (8) 水深值；
- (9) 船舶吃水值。

注<sup>①</sup>：推进和/或辅助发电用发动机的输出功率允许通过替代方法获得。

5.4.2.3 考虑到船舶变形和局部振动对轴功率测量的影响，轴功率仪（如安装）的定子安装底座应焊接牢固，一般焊接在船舶强构件上，不允许焊接于船体外板。

### 5.4.3 数据传输及存储

5.4.3.1 系统可周期性接收设备参数数据并进行存储，接收周期可根据设备发送的最小周期和管理需求进行调整。

### 5.4.4 能效及能耗计算

5.4.4.1 系统应能自动计算以下能效及排放指标：

- (1) EE0I；
- (2) 每海里油耗；
- (3) 每运输功油耗；
- (4) 每海里CO<sub>2</sub>排放；
- (5) 每运输单位CO<sub>2</sub>排放。

注：上述指标可基于船型、船舶推进形式等予以调整。

5.4.4.2 系统应能自动计算主要耗能设备的以下指标：

- (1) 燃油小时消耗量；
- (2) 燃油日消耗量；
- (3) 燃油航次（航段）消耗量汇总。

### 5.4.5 能效及能耗评估

5.4.5.1 主要耗能设备能耗实时评估

(1) 根据船舶设备运行的实际情况，自动判断靠泊、机动航行、定速航行等船舶航行状态；

(2) 利用船舶能耗的实时数据，根据设定的能效评估方法和衡准进行比较分析，自动判断能耗状况，并输出评估结论。

5.4.5.2 船舶能效及排放指标评估

(1) 应能自动实时监测5.4.4.1规定的能效及排放指标，评估指标可基于船型调整，并能与能效评估衡准进行对比分析。

(2) 应能根据需求，自动生成年度、季度、月度、航次相关指标数据报告，并可按需要进行查询。

5.4.5.3 船舶能耗分布分析

(1) 能够根据船舶设计参数及相关图纸资料或实船航行数据，分析各主要耗能设备的

能量消耗分布比例及能量利用效率；

(2) 能够输出能耗分布数据，以及能量利用效率的分析结果。

#### 5.4.5.4 指标的超限提醒

(1) 当船舶能效及能耗指标实时值超过设定限值时，系统进行报警。

#### 5.4.6 能效管理辅助决策

5.4.6.1 可按航次或自然时段（不超过一年）进行船舶能效及能耗状况的综合评估。

5.4.6.2 应能根据综合评估结果，提出能效优化和改进的辅助决策建议。

#### 5.4.7 能效辅助管理

5.4.7.1 MRV 所需碳排放的监测、报告：系统能够监测 MRV 要求的碳排放数据并能够产生相应的报告和满足验证要求的证据。

5.4.7.2 排放控制区（ECA）预警：系统能够根据当前船舶航次计划，在距离排放控制区一定范围内，进行剩余海里、剩余时间预警。

5.4.7.3 燃油信息管理：对加油、航行过程中的燃油更换进行管理，包括加油油品、换油前后油品的信息管理。

### 5.5 航速优化

#### 5.5.1 一般要求

5.5.1.1 应能根据航次计划、燃油消耗、综合经济效益分析等，提供基于不同目标的航速优化方案。

5.5.1.2 航速优化分析应依据船舶航行数据，结合航次计划、航线特点以及船舶效率、燃油消耗评估等结果，及航行成本核算分析结果，形成航速优化方案。

5.5.1.3 基于不同目标的航速优化功能通常应包括：基于航次计划的航速优化和基于经济效益的航速优化。

5.5.1.4 航速优化的计算机系统应符合第 I 类计算机系统要求。

#### 5.5.2 基于航次计划的航速优化

5.5.2.1 应基于航次、航段管理功能，根据船舶的出发港、目的港、出发时间、预计航行里程等信息，自动计算已航行距离、已航行时间，并根据剩余航程、当前航速预报到港时

间。

5.5.2.2 能根据航速、主推进设备功率和燃油消耗量等参数，自动计算当前航速下的燃油消耗率；并根据当前航速及剩余航行距离对油耗进行计算，计算已航行里程燃油消耗量和剩余航行里程所需燃油量。

5.5.2.3 根据设定的能够反映运营过程中船舶性能、效率的指标，并综合考虑天气海况等因素，评估对航速的影响。

5.5.2.4 航行过程能够根据燃油消耗率、船舶效率等分析，提供航速优化方案。

### **5.5.3 基于经济效益的航速优化**

#### **5.5.3.1 费用管理及效益指标评估**

(1) 系统应提供针对船舶营运过程中涉及的所有费用管理功能，包括运费、港口使费、燃料价格、船舶折旧、物料投入、船员工资、岸基人员工资及管理费用等；

(2) 系统可对船舶营运过程中的各项费用进行核算，并建立航次效益评估指标。

5.5.3.2 应能根据效益指标评估结果，提供基于经济效益的航速优化方案。

## **5.6 基于纵倾优化的最佳配载**

### **5.6.1 一般要求**

5.6.1.1 基于纵倾优化的最佳配载系统应具有纵倾优化、自动优化配载功能，可用于计算各种装载工况下的最佳纵倾状态。

5.6.1.2 最佳配载系统应满足 CCS《钢质海船入级与建造规范》第 2 篇第 2 章装载仪的相关要求。

5.6.1.3 最佳配载系统可根据初始装载及目标纵倾，通过计算机模拟自动迭代调整货物和压载水，提供基于纵倾优化的最佳节能配载方案。

5.6.1.4 基于纵倾优化的最佳配载计算机系统应符合第 I 类计算机系统要求。

### **5.6.2 纵倾优化及配载优化要求**

5.6.2.1 纵倾优化系统通常包括航行数据采集装置、纵倾性能基础数据库以及可进行纵倾寻优的分析系统。

5.6.2.2 纵倾性能数据库的构建可通过船模试验及数值计算方法，或通过实时采集船舶航行数据后由模型分析得到的系列数据组成。

5.6.2.3 通过船模试验及数值计算方法构建纵倾性能数据库，应至少覆盖装载手册所包含工况，每个工况应包括吃水、航速、纵倾要素。通过采集船舶实时航行数据构建纵倾性能数据库，应包括纵倾、吃水、航速、推进功率及转速、风速风向等运营及航行状态数据。

5.6.2.4 应至少能在装载手册所包含任意工况下进行最佳纵倾寻优计算，并输出经优化的航行浮态调整的纵倾区间。

5.6.2.5 实现基于已知目标纵倾下的装载方案自动寻优计算时，操作应简便，并具有可接受的计算效率。

5.6.2.6 自动输出最佳节能装载方案时，该方案要求应符合最佳航态目标，同时满足船体强度、完整稳性、谷物稳性、破舱稳性及初始航行系列安全指标要求。

5.6.2.7 应能根据用户需要，多次选取目标纵倾作为拟合寻优指标。

5.6.2.8 应尽可能拟合用户选取的最佳航态目标，如数据超限无法拟合应提示用户，并输出最接近目标的方案。

## 5.7 检验

### 5.7.1 初次检验

5.7.1.1 初次检验至少应包括如下项目：

- (1) 确认本章规定的图纸资料已审批；
- (2) 确认智能能效管理相关的计算机系统持有相应证书；
- (3) 确认系统硬件已经过认可。

5.7.1.2 下述所列设备中属于法定、船级范围的设备，除了应满足相关法定、船级检验要求外，还应按照下述要求进行检验：

- (1) 轴功率测量装置（如设有）
  - ① 按批准图纸和/或制造厂说明书的要求进行安装；
  - ② 见证轴功率测量装置的校核过程和结果。
- (2) 流量计
  - ① 核查流量计检定报告；
  - ② 按照批准图纸和/或制造厂说明书的要求进行安装。
- (3) 电子倾斜仪
  - ① 按照批准图纸和/或厂家说明书的要求进行安装检查；

- ② 效用试验时对电子倾斜仪进行校准，倾斜角度输出结果进行确认。
- (4) 风速风向仪、测深仪、全球定位系统、计程仪、遥测四面吃水

- ① 按批准图纸和/或厂家说明书的要求进行安装；

- ② 对效用试验进行检验。

5.7.1.3 信号采集设备核查如下项目：

- (1) 输入至系统参数范围的完整性；
- (2) 软件系统接收端参数数据与信号采集设备发送端参数数据的一致性。

5.7.1.4 按照试验大纲进行试验及检验。

5.7.1.5 确认船上备有相关图纸资料、手册、程序及相关记录。

## 5.7.2 建造后检验

5.7.2.1 年度检验/中间检验/特别检验应包括如下项目：

- (1) 核查系统最近检验周期内的使用情况，确认系统功能正常；
- (2) 确认监测设备已按规定进行了校准。

5.7.2.2 授予智能能效管理功能标志的船舶，如其监测设备损坏、修理和换新，或监测手段等发生较大变化，需向 CCS 申请进行临时检验。

## 第 6 章 智能货物管理

### 6.1 一般要求

6.1.1 智能货物管理是指利用传感器等感知设备对货物、货舱及货物相关系统的参数进行自动采集，并基于计算机技术、自动控制技术和大数据处理和分析，以实现货舱、货物及货物相关系统的状态监测、预警/报警、辅助决策和控制，同时还可以基于监测和获得的数据，进行货物装/卸方案优化和自动装卸，以实现船舶货物的智能管理。

6.1.2 智能货物管理应具备下列基本功能：

- (1) 货物、货舱及货物相关系统的参数监测；
- (2) 优化装/卸货方案；
- (3) 预警/报警和辅助决策。

6.1.3 智能货物管理还可具有以下补充功能：

- (1) 自动装卸货。

6.1.4 智能货物管理系统软件应符合 II 类计算机系统的要求。自动装卸货系统软件应满足 III 类计算机软件要求。

### 6.2 智能货物管理功能标志

6.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予下列智能货物管理功能标志：

C<sub>x</sub>

其中：

C—船舶具有货物、货舱及货物相关系统的监测、优化装/卸货方案及辅助决策功能；

x—补充功能标志，具体采用以下小写字母表示：

l—船舶具有货物自动装卸货功能。

### 6.3 参数监测

#### 6.3.1 一般要求

6.3.1.1 智能货物管理系统应根据所装载货物的具体情况，监测或获取如下数据：

- (1) 海洋环境数据，如风力、风向、波浪；
- (2) 船舶航行参数，如航向、航速；

- (3) 船舶运动和加速度；
- (4) 船舶浮态；
- (5) 货舱货物种类及载货量；
- (6) 压载舱液位；
- (7) 舱内温度；
- (8) 舱内湿度；
- (9) 舱内可燃气体、有害气体、含氧量；
- (10) 货舱进水。

6.3.1.2 对于具有自动装卸货功能的船舶，还需监测系泊索的张力。

6.3.1.3 可根据船舶实际情况和安全需要，增加相关的监测参数。

### **6.3.2 干散货船**

6.3.2.1 通常还需监测如下参数：

- (1) 货物状况（如货物移动、散矿液化等）；
- (2) 货物系固情况（绑扎是否松脱）；
- (3) 货舱舱口盖启闭状态。

### **6.3.3 集装箱船**

6.3.3.1 每个集装箱应具备独立的识别号，并包含其尺寸、重量、类型（普通、冷藏箱、危险货物集装箱等）、装卸港及船上位置等基本信息。

6.3.3.2 通常还需监测如下参数：

- (1) 集装箱位置情况；
- (2) 冷藏集装箱的情况（温度、电源、温控装置的状态）；
- (3) 载运危险货物集装箱货舱状态（通风、温度、可燃气体等）；
- (4) 甲板各堆垛的绑扎情况（绑扎杆是否松脱）。

### **6.3.4 油船/化学品船/液化气体船**

6.3.4.1 油船/化学品船通常还需监测如下参数：

- (1) 货舱压力、液位高度；
- (2) 液货舱内氧含量；

- (3) 液货泵运行状态;
- (4) 惰性气体系统运行状态;
- (5) 远程控制阀位置/开度;
- (6) 与独立式液货舱支撑块相邻的结构件温度(适用时)。

6.3.4.2 液化气体船通常还需监测如下参数:

- (1) 货舱压力、液位高度;
- (2) 液货舱内氧含量;
- (3) 深井泵运行状态;
- (4) 惰性气体系统运行状态;
- (5) 远程控制阀位置/开度;
- (6) 次屏蔽内温度和压力(适用时);
- (7) 再液化装置状态;
- (8) 蒸气压缩机状态;
- (9) 与独立式液货舱支撑块相邻的结构件温度(适用时)。

## 6.4 货物装/卸方案优化

### 6.4.1 一般要求

6.4.1.1 通过考虑船舶、码头等各种制约因素,对装卸货物过程中相关参数实施监测和技术分析,给出优化的装/卸载(含装卸前后的操作)方案。

### 6.4.2 制约因素

6.4.2.1 优化装卸方案通常应从安全、环保、效率考虑以下因素:

- (1) 货物种类和数量;
- (2) 船舶浮态、稳性、强度;
- (3) 货舱载货量、积载因素;
- (4) 装卸货顺序、速度以及装卸时间;
- (5) 压载水操作;
- (6) 应急停止操作;
- (7) 货物的危害特性;

- (8) 船舶操作、港口和码头；
- (9) 货物远程识别与跟踪；
- (10) 航线、天气和水文；
- (11) 富余水深的限制。

6.4.2.2 油船/化学品船/液化气体船还应考虑以下因素：

- (1) 将使用的管路和泵；
- (2) 透气要求；
- (3) 溢油应急程序和溢油回收；
- (4) 预防静电产生；
- (5) 最初开始装卸速率；
- (6) 温度控制程序；
- (7) 扫舱；
- (8) 原油洗舱程序；
- (9) 针对货物的特别预防措施。

## 6.5 辅助决策

### 6.5.1 一般要求

6.5.1.1 基于船舶具体设计、所装载的特定货物、并综合考虑当前状态的变化趋势，对所监测到的数据进行分析，对短时间内可能出现的异常情况发出提醒/警示，给出相应的、合理的建议和操作方案；

6.5.1.2 对探测到的异常情况发出报警，并对数据进行详细分析、处理，给出相应的、合理的建议和操作方案。

### 6.5.2 干散货船

6.5.2.1 通常应考虑如下场景：

- (1) 货舱进水；
- (2) 货物移动或散矿液化；
- (3) 舱内温度、湿度、可燃气体浓度、有害气体浓度变化；
- (4) 绑扎松脱、绑扎力或支持力的载荷变化（如适用）；

(5) 根据船舶实际情况所必需的场景。

### **6.5.3 集装箱船**

6.5.3.1 通常应考虑如下场景：

- (1) 箱子移位或掉落；
- (2) 冷藏集装箱温度变化；
- (3) 舱内温度、可燃气体浓度变化；
- (4) 危险货物集装箱周围环境变化；
- (5) 根据船舶实际情况所必需的场景。

### **6.5.4 油船/化学品船/液化气体船**

6.5.4.1 通常应考虑如下场景：

- (1) 货舱液位变化；
- (2) 货舱压力变化；
- (3) 货舱可燃气体、有害气体、含氧量变化；
- (4) 货物围护系统次屏蔽温度变化；
- (5) 根据船舶型式、货舱结构和装载的货物等实际情况所必需的场景。

## **6.6 自动装卸货**

### **6.6.1 一般要求**

6.6.1.1 在优化装/卸方案的基础上，能够自动控制相关系统，实现船舶自动装卸货。

6.6.1.2 智能货物管理系统应能对设备的突发故障、外部环境变化等因素及时处理和制。

### **6.6.2 干散货船\集装箱船**

6.6.2.1 自动装卸货通常包括以下内容：

- (1) 船上装卸货设备的操作（如适用）；
- (2) 货舱的通风、密闭、货舱舱口盖开关等（如适用）操作；
- (3) 装卸货过程的控制，一般包括：

- ① 货舱的载货量；
- ② 压载舱的压载水。

### 6.6.3 油船/化学品船/液化气体船

#### 6.6.3.1 油船/化学品船的自动化操作一般包括：

- (1) 货舱惰化；
- (2) 货物装载；
- (3) 货物卸载；
- (4) 货舱扫舱；
- (5) 货舱除气；
- (6) 打压载、排压载和压载水驳运。

#### 6.6.3.2 液化气体船的自动化操作一般包括：

- (1) 货舱除湿；
- (2) 货舱惰化；
- (3) 货物维护系统次屏蔽惰化；
- (4) 货舱充气；
- (5) 货舱冷却；
- (6) 货物装载；
- (7) 货物卸载；
- (8) 货舱扫舱；
- (9) 货舱暖舱；
- (10) 货舱除气；
- (11) 打压载、排压载和压载水驳运。

## 6.7 图纸资料

#### 6.7.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 传感器布置图。

#### 6.7.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 系统组成及功能说明；

- (2) 系统硬件规格说明；
- (3) 系统试验程序。

## **6.8 检验**

### **6.8.1 初次检验**

- 6.8.1.1 相关图纸业经审查。
- 6.8.1.2 确认系统持有相应的证书。
- 6.8.1.3 确认系统设计和系统的输入、输出及通信功能。
- 6.8.1.4 根据不同的智能货物管理功能标志申请，输入不同的条件，进行模拟操作，验证软件功能。
- 6.8.1.5 验证应急事态的处理能力。

### **6.8.2 建造后检验**

- 6.8.2.1 年度检验、中间检验和特别检验时，查阅系统以往的使用情况，确认处于正常状态。
- 6.8.2.2 当设备和系统进行修理和更新，需重新验证功能。当智能货物管理系统进行维修或换新后，必要时需重新进行试验。

## 第 7 章 智能集成平台

### 7.1 一般要求

7.1.1 本章规定适用于申请 CCS 智能集成平台功能标志的船舶。

7.1.2 船舶授予智能集成平台功能标志，应至少能为智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理和智能货物管理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（如适用时）的统一集成平台。集成平台应具备开放性，能够整合现有船上信息管理系统及后续新增系统，以实现船舶的全面监控与智能化管理，并与岸基实现数据交互。

### 7.2 智能集成平台功能标志

7.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予如下智能集成平台功能标志：

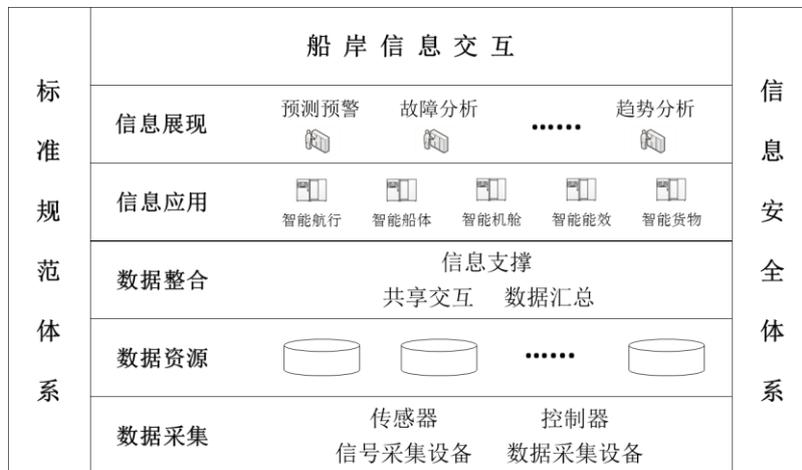
I

其中 I--代表船舶能够至少集成两个系统的数据，具有 7.1.2 规定的智能集成平台基本功能，平台具备开放性，能够接入新增系统。

7.2.2 申请智能集成平台功能标志 I 的船舶，应至少取得 Nx、Hx、Mx、Ex、Cx 中的两个功能标志。如船舶具有超过两个以上的智能应用，集成平台应能为所有应用提供服务。

### 7.3 系统层次

#### 7.3.1 系统总体结构



(1) 数据采集，利用感知设备（如传感器）、控制器、信号采集设备及数据采集设备采集需要的数据，收集数据、定义数据标准，包括数据定义、数据描述、数据质量、数据传输及数据处理等方面的标准，并实现数据可追溯；

(2) 数据存储，建立支持决策、管理过程的，面向主题的、集成的、相对稳定的、反应历史变化的数据集；应对收集的数据进行评估管理，保证数据的准确性、完整性及可用性；当发生单一故障的情况下，船上存储的数据不会丢失。

(3) 数据整合及交互，对已有的数据进行必要的抽取、清理的基础上进行系统加工、分类汇总、分析整合及交互，利用多维分析方法，从不同的角度进行分析比较，提取隐藏在数据中的信息，为业务应用及辅助决策提供信息支撑，发挥信息集成的作用；

(4) 船岸信息交互，能通过通信设备实现船岸信息交互，以实现远程故障诊断、数据挖掘等支持；

(5) 信息展现，通过人机交互，按照客户定制，提供相应数据挖掘结果，并用适当的形式表达故障原因、利用数据趋势对用户经营决策提供预测预警等；

(6) 标准规范体系，系统的集成过程中应遵循标准规范体系；

(7) 信息安全体系，基于信息安全的要求（信息的保密性、真实性、完整性、未授权拷贝和所寄生系统的安全性），从计算机操作系统、安全协议、安全机制（数字签名、消息认证、数据加密等），直至安全系统等方面，提出设计思路与防护策略，保证系统连续可靠正常地运行，信息服务不中断，最终实现业务连续性。

## 7.4 系统要求

### 7.4.1 通用要求

7.4.1.1 系统的集成应采用统一的输入输出标准。

7.4.1.2 船岸之间通信应采取稳定可靠的通讯协议和系统数据传输机制。

7.4.1.3 数据采集应具有容错机制。

7.4.1.4 集成平台的数据库应具备有效的整合过程，即根据各系统的数据质量、集成平台的功能要求筛选必要的数据库。

7.4.1.5 系统应支持多终端（PC、移动设备等）接入。

7.4.1.6 系统应提供对外数据传递接口，具备与相关方共享数据的能力。

7.4.1.7 系统应按照公司有关管理体系的要求，实现多部门、多用户的协同管理。

7.4.1.8 为不同节点提供数据通信的网络应采用冗余设计,即在任一节点或网络出现故障时不影响其他节点之间的通信;

7.4.1.9 船上的数据存储应采用冗余设计,并实现热备份,确保功能的延续性。

7.4.1.10 当集成平台具有控制指令的传输功能时,应能保证指令传输的及时性和准确性。

7.4.1.11 为辅助决策提供支持的集成平台应符合 II 类计算机系统的要求,为控制提供支持的集成平台应符合 III 类计算机系统的要求,并满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用要求。

## 7.4.2 系统集成要求

7.4.2.1 智能集成平台应集成船上已有的智能系统的信息资源。通过智能系统采集的数据可以在集成平台数据库中存储,或与其建立有效的调用关系。

7.4.2.2 智能集成平台可集成船舶信息管理系统的有关功能,实现船舶及公司对船舶相关信息的管理,如设备维护保养管理、船员交接及基本信息管理、安全管理、体系管理、成本管理、海事资料电子管理等。

7.4.2.3 智能集成平台应能集成根据公约、规范及公司管理和操作需要新增的系统(如视频监控系统、综合航行系统等)。系统应具备一定的可扩展性,具备完整的数据接口方案,方便其他新增系统的接入。通过新增系统采集的数据可以在智能集成平台数据库中存储,或与其建立有效的调用关系。

## 7.5 检验

### 7.5.1 初次检验

7.5.1.1 确认图纸已通过审查。

7.5.1.2 申请智能集成平台功能标志的船舶应进行初次检验,以验证下列项目:

- (1) 确认智能集成平台持有相关证书;
- (2) 确认智能集成平台的数据采集、存储、传输、显示、应用等过程正常实施;
- (3) 按照各集成系统的要求检验相关功能。

## 7.5.2 建造后检验

7.5.2.1 年度检验、中间检验、特别检验时应检查下列项目：

- (1) 检查智能集成平台的以往运行情况记录，确认智能集成平台运行正常；
- (2) 系统数据能够正常地在船岸之间交互，并确认数据交互历史记录；
- (3) 抽查系统备份记录，确认系统已实施了有效的备份；
- (4) 按照各集成系统的要求检验相关功能。

## 第 8 章 远程控制船舶

### 8.1 一般要求

8.1.1 本章要求适用于申请远程控制附加标志的船舶。

8.1.2 远程控制船舶系指船舶能够被船舶之外的一个远程控制站或控制位置进行控制，实现船舶的运行。

8.1.3 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予下列远程控制功能标志：

R1—船舶主要功能由远程控制站控制操作，船上船员对船舶状态进行监视，在应急情况或必要时接管船舶的操作，根据设计确定的船舶运行场景，对非远程控制的系统和设备进行操作；

R2—船舶由远程控制，船上无船员。

8.1.4 具有 R1 附加标志的船舶应满足本章 8.2、8.3 和 8.4 的要求。

8.1.5 具有 R2 附加标志的船舶应满足本章 8.2、8.3 和 8.5 的要求。

8.1.6 远程控制船舶应满足本规范第 7 章要求，能为航行、机舱等远程控制提供支持。

8.1.7 当客船申请远程控制的附加标志时，应采取合适的措施保障客人的安全。

### 8.2 远程控制站

#### 8.2.1 一般要求

8.2.1.1 本规定适用于远程控制站的功能、安全和管理要求。

8.2.1.2 远程控制站的目标是通过接收船舶的状态信息、环境信息，以及海图、气象、港口等第三方支持信息，对船舶实施从泊位到泊位的监测和控制。

8.2.1.3 远程控制站的设备和人员配备应与管控的船舶数量相适应。

#### 8.2.2 远程控制站功能要求

8.2.2.1 远程控制站至少应具有下列功能：

- (1) 制定航次计划，批准航线规划；
- (2) 不间断实时获取船舶场景感知信息并予以显示；
- (3) 对船舶及系统的安全状态进行监测，基于船舶状态给出维护建议，以保证船体和系统具有足够的可靠性，以确保后续航次的航行安全；

(4) 可以对船舶推进和操纵系统、通信与信号系统进行远程控制,实现船舶在各航行场景下的远程控制;

(5) 实现与引水员(如适用时)、码头、辅助拖船、周围有人船、船东、船舶交管中心(VTS)等进行语音和数据通信;

(6) 能够以标准化的内容和格式向船舶发送航行支持信息,这些可被船端航行控制系统自动处理和运用(例如,气象海况信息、海上安全交通服务信息等);

(7) 可对船舶的历史控制命令及操作进行回放;

(8) 对船舶装卸货进行监控(适用时)。

### 8.2.3 远程控制站的布置

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

8.2.3.2 在远程控制站应至少显示船舶的下列信息:

(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;

(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(conning)信息,包括船舶首向、UTC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) 可根据需要,显示船舶各系统的状态信息,当发生报警时,应自动给出视觉和听觉报警。

### 8.2.4 远程控制站各系统设计原则

8.2.4.1 远程控制站的显示系统、报警系统、控制系统及计算机系统的设计应满足 CCS《钢质海船舶入级规范》第7篇第2章第2、3、4、6节的适用要求。

8.2.4.2 远程控制站通信设施的配备与设置,应能实现其在船舶远程控制航行中与码头、其它船舶、VTS中心、搜救中心、船东、船上人员(如有时)等进行有效的语音和数据信息通信,并具有足够的带宽。

8.2.4.3 用于接收和存储船舶相关数据的数据服务器,应至少设置在两个不同的地方

(至少 A-60 或等效的防火分隔), 并进行动态更新, 当一个数据服务器出现故障时, 应不影响远程控制站的功能。

8.2.4.4 远程控制站的各系统, 当出现一个故障时(不包括火灾), 应不影响对船舶实施监视和控制。

8.2.4.5 当远程控制站发生火灾时, 应可以在其他远离的备用控制站或控制位置(通常不应在同一大楼内)对船舶实施监视和控制。备用控制站可为移动控制站或简易控制站。

8.2.4.6 备用控制站至少应具有下列功能:

- (1) 可以对单个船舶实施远程控制;
- (2) 显示正实施控制的船舶的主要状态信息;
- (3) 具有本章 8.2.2.1 (5) 规定的通信功能。

## 8.2.5 消防

8.2.5.1 远程控制站的消防应满足其所在地区/国家对相应场所的适用要求。

## 8.2.6 供电

8.2.6.1 远程控制站相关设备至少应由来自不同变电所的两条电路供电, 在一路断电的情况, 应自动转至另一路供电。

8.2.6.2 为保持远程控制站的连续工作, 对需要保持连续运行和操作的系统, 应提供 UPS 供电, 供电时间不小于 0.5 小时。

## 8.2.7 远程控制站的环境

8.2.7.1 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。

8.2.7.2 远程控制站至少应由满足本章 8.2.6.1 要求的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。

8.2.7.3 远程控制站的重要操作位置, 应提供 UPS 供电的照明。

## 8.2.8 远程控制站操作人员

8.2.8.1 远程控制站的操作人员应与控制的船舶数量相适应。

8.2.8.2 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) 船舶设备和系统管理人员；
- (3) 远程控制站各系统维护人员。

8.2.8.3 船舶远程控制操作人员应具有驾驶员（船长）证书，对所控制的船舶性能和操作熟悉，并通过实际操作验证。

8.2.8.4 船舶设备和系统管理人员应对船舶各系统的功能、管理和维护熟悉，经过理论培训，并具有足够的操作经验。

### **8.2.9 管理要求**

8.2.9.1 远程控制站应建立管理制度，至少包括下列内容：

- (1) 人员配备要求和值班要求；
- (2) 各岗位的职责和资质要求；
- (3) 远程控制操作程序；
- (4) 应急响应程序；
- (5) 设备和系统维护程序；
- (6) 网络安全风险识别及控制措施；
- (7) 安保措施。

### **8.2.10 检验与试验**

8.2.10.1 应送审下列图纸和资料：

- (1) 远程控制站布置图，包括消防系统；
- (2) 设备和系统供电图；
- (3) 场景显示系统；
- (4) 船舶状态显示系统；
- (5) 基于状态的维护系统原理说明；
- (6) 远程控制站功能原理说明；
- (7) 数据备份布置；
- (8) 网络安全风险识别、控制措施；
- (9) 远程控制站管理程序。

8.2.10.2 远程控制站用于为船舶服务的各系统和设备（包括软件和硬件），经 CCS 检

验和发证。

8.2.10.3 远程控制站应经 CCS 审图，完成检验与试验后方可投入使用。经审图检验试验合格的远程控制站应授予 CCS 签发的符合声明文件。

8.2.10.4 具备远程控制功能的每艘船舶应与一个或多个远程控制站关联，并通过实船控制验证后，才可实施监测和控制。

8.2.10.5 远程控制站应建立维护和操作管理程序，并进行定期维护和试验。

8.2.10.6 CCS 对远程控制站的功能和布置应每年进行检验，以确定其保持了原有设计功能。

8.2.10.7 当对远程控制站进行软件升级或硬件更新时，需经 CCS 重新检验与试验。

### 8.3 无线电通信与信号设备

#### 8.3.1 一般要求

8.3.1.1 本部分规定适用于远程控制船舶的无线电通信和信号设备。

8.3.1.2 船舶无线通信设备的设置应根据船舶所具备的功能，实现船舶在整个航程中自动或通过远程控制站远程控制实现与码头、附近的其它船舶、VTS 中心、搜救中心、船东等进行有效的语音和数据信息通信，并具有足够的带宽。

8.3.1.3 当船舶上设置驾驶控制站时，通信设备应能实现远程控制站与驾驶控制站之间的语音通信。同时，可实现驾驶控制站与周围船舶码头、VTS 中心等语音通信。

8.3.1.4 船舶的信号设备应能自动或在远程控制站远程控制，按 IMO《1972 年国际海上避碰规则》要求发出声、光和号型信号。

8.3.1.5 经 CCS 同意，远程控制船舶的通信与信号设备的设计也可采用等效的方案。

#### 8.3.2 功能要求

8.3.2.1 船舶的通信应满足下列要求：

(1) 在整个航线上的每一海区，至少由两台分开的独立装置与远程控制站建立语音和数据通信链路，满足远程控制的带宽和速率要求，同时还应实现船对岸遇险报警；

(2) 发送船对岸和船对船遇险报警信号；

(3) 发送和接收搜救协调通信；

(4) 发送和接收现场通信；

- (5) 发送搜救定位信号；
- (6) 发送和接收海上安全信息；
- (7) 向海岸无线电系统或网络发送和接收一般无线电通信；
- (8) 发送和接收船对船的通信。

8.3.2.2 船上信号设备应能自动或在远程控制站操作，并按 IMO《1972 年国际海上避碰规则》要求发出声、光和号型信号。

### 8.3.3 通信设备的配备及要求

8.3.3.1 每艘远程控制船舶应至少配备与航区相适应的下列通信设备：

- (1) 1 台具有语音通信和数据通信的卫星船站或等效设备；
- (2) 1 台具有互联网数据通信的 V-SAT 船站或等效设备；
- (3) 2 台 VHF 无线电装置；
- (4) 1 只卫星无线电示位标；
- (5) 1 台海上安全信息接收装置；
- (6) 配备远程识别与跟踪 (LRIT) 的设备。

8.3.3.2 通信设备应能满足 IMO 通过的性能标准的适用要求。V-SAT 应适应海上环境条件的要求，并满足公认的国际或国家标准。

8.3.3.3 所有通信设备的状态应传送至远程控制站，并能在远程控制站进行远程控制。

8.3.3.4 卫星无线电示位标应能在船舶沉没时自动释放，自动启动。

8.3.3.5 当船舶发送遇险报警时，报警信号中应包括船舶所处的位置信息。

8.3.3.6 通信设备应由来自船舶主配电板不同分段的两路电源供电，当一路电源故障时，实现自动转换。另外，通信设备还应配备专用的备用电源，提供至少 1 小时的供电。

8.3.3.7 通信设备的安装位置应适应设备的功能，应安装在机舱之外的处所。

### 8.3.4 信号设备的配备及要求

8.3.4.1 具备远程控制功能的船舶应按 IMO《1972 年国际海上避碰规则》的要求配备下列设备：

- (1) 桅灯，船长 50m 及以上时，需配备后桅灯；
- (2) 左右舷灯；
- (3) 艏灯；

- (4) 失控灯；
- (5) 锚灯；
- (6) 号笛；
- (7) 号钟；
- (8) 号锣；
- (9) 号型；
- (10) 远程控制专用信号标志以显示船舶处于远程控制状态。

8.3.4.2 桅灯、舷灯和艉灯应设置双套灯具或双灯丝灯具。

8.3.4.3 号钟、号锣可通过电子方式实现，号型信号可电气控制。

8.3.4.4 每一信号设备应由信号设备控制板的独立分路供电，信号设备控制板应由来自船舶主配电板不同分段的两路电源供电，当一路电源故障时，实现自动转换。

8.3.4.5 所有的信号设备的状态应传送至远程控制站，并能根据船舶所具备的功能，自主工作或通过远程控制站远程控制。

8.3.4.6 信号设备的性能应满足 IMO《1972 年国际海上避碰规则》的技术要求，并适应船舶的环境条件。

8.3.4.7 当船舶通过运河等特殊通道时，应按运河当局或港口国当局的要求，配备规定的信号。该信号灯应能从远程控制站进行远程控制。

8.3.4.8 信号灯的布置应满足 IMO《1972 年国际海上避碰规则》和相关主管机关的适用要求。

## 8.4 R1 功能标志的附加要求

### 8.4.1 航行要求

#### 8.4.1.1 一般要求

8.4.1.1.1 船舶具有远程控制航行功能，人员能够在远程控制站远程控制船舶的航行操作，至少包括推进及操纵系统，无线电通信及信号系统。船上配备船员负责船舶通信、导航、信号、场景感知等航行相关系统与设备的维护保养；并能够在应急状态下通过船上驾驶台或者航行控制站接管并手动操作船舶。

8.4.1.1.2 船舶应具备航线设计功能，能够沿设计航线远程控制航行。

8.4.1.1.3 船舶应满足本规范 2.3.2.4 和 2.3.3.4 的场景感知要求，并将感知信息向远

程控制站实时传输。

8.4.1.1.4 除本章 8.4.1.1.3 要求外,还应获取下列数据和信息:

(1) 不间断获取水平方向上从船舶正前方至左右舷各112.5度的视角范围内的实时视频画面信息;

(2) 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;

(3) 在需要时,随时获取船舶两舷舷侧俯视角度船舶至船艏180度的实时视频画面信息。

#### **8.4.1.2 设计要求**

8.4.1.2.1 船舶场景感知系统和远程控制系统应由独立的两路电源供电,当一路电源故障时,实现自动转换。

8.4.1.2.2 场景感知系统、无线电通信与信号系统、远程控制系统应具有自检及报警功能,能在设备正常运行时提供持续监测,当监测到设备故障时应能向船上控制站及远程控制站发出提示报警信息及故障信息,并生成记录。

8.4.1.2.3 感知系统、无线电通信系统与信号系统、远程控制系统的设备和部件应具有充分的可靠性,以最大程度降低故障发生的概率,系统的配备与布置应确保在设备发生单一故障时,船舶感知、通信与远程控制能力不受影响或者能够尽快恢复。

8.4.1.2.4 船舶控制权可在船上控制位置和远程控制站间转换,转换时不应引起船舶及其设备运行状态的严重变化。

8.4.1.2.5 控制权的转换仅能在船上控制位置进行,并且应在远程控制站应答确认后进行。

8.4.1.2.6 当由于船舶或远程控制站系统故障使远程控制功能受影响时,船上人员应将控制权从远程控制站转移至船上控制站。同时,应对故障进行及时排查,使船舶远程控制功能尽快恢复。

8.4.1.2.7 当远程控制站设备故障或远程控制链路中断且无法恢复时,应在船上及远程控制站发出报警,并将控制权自动转移至船上。

#### **8.4.1.3 设备配备与性能**

8.4.1.3.1 申请 R1 功能标志的船舶应配备:远程控制系统、场景感知系统、无线电通信与信号系统。

8.4.1.3.2 感知设备配备与性能应满足本规范 2.4.1 及 2.4.3 的适用要求。此外，还应配备增强视觉系统。

8.4.1.3.3 增强视觉系统应至少具有 6 海里的视程距离，包括在黑夜、大雾、暴雨等不良能见度天气条件下保持所呈现的视频画面的清晰和平稳。

说明：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。

8.4.1.3.4 摄像机的安装与布置应能使得船舶视频画面满足本章 8.4.1.1.4 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。

8.4.1.3.5 无线电通信与信号设备配备及性能应分别满足本章 8.3.3 和 8.3.4 要求。

8.4.1.3.6 近距离探测设备及船用雷达应分别满足本规范 2.4.3.5 和 2.4.3.6 的性能要求。

8.4.1.3.7 远程控制系统应满足本规范 2.4.1 的智能航行系统通用要求。

8.4.1.3.8 远程控制系统系统应满足 III 类计算机系统的要求，符合 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用规定。

8.4.1.3.9 感知系统、无线电通信与信号系统、远程控制系统应经 CCS 认可。

## **8.4.2 轮机装置**

### **8.4.2.1 一般要求**

8.4.2.1.1 除本节规定外，轮机装置及其自动化系统还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇、第 7 篇第 1、2、3 章的有关要求。

8.4.2.1.2 至少主推进装置应能通过远程控制站进行操作和控制。主推进装置包括主机（如主柴油机、主汽轮机、主燃气轮机和电力推进装置等）、传动装置（如离合器、减速齿轮箱等）以及推进器（如调距桨等）。

8.4.2.1.3 船舶通信设施应能满足远程控制站远程控制的需要，保证各种数据与信息能及时、有效、可靠地进行传递。

8.4.2.1.4 船上一般应配备必要的设备操作管理人员，船舶操作安全需要（如进出港、靠离泊等）或应急情况下能接管设备的操作和控制。

8.4.2.1.5 船上一般应配备必要的检修和维护保养人员，能按规定的计划和程序进行机电设备的检查、维护保养、设备及零部件更换修理等工作，保证设备及系统的随时可用性。

8.4.2.1.6 如船上人员配备、系统设计与布置、设备配备等不同于本节的相关规定，可采用等效和替代设计，但至少应能实现远程控制船舶的目标和功能要求。如采用等效和替代设计，应按 CCS 相关要求进行评估和认可。

#### **8.4.2.2 远程控制/自动控制**

8.4.2.2.1 主推进装置的控制方式一般包括远程控制站控制、驾驶室控制、集控室控制和就地控制，控制方式的权限设定应适合船舶操作场景的需要。

8.4.2.2.2 各控制站（室）之间的控制转换应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用要求。

8.4.2.2.3 远程控制站与船上控制站之间的控制转换，仅能在船上控制站进行。

8.4.2.2.4 控制系统和通信链路的单一故障应不会导致推进和操舵远程控制或自动控制功能的失效。

8.4.2.2.5 对主推进装置和操舵装置的各种指令应在主推进装置的所有控制位置予以显示。

8.4.2.2.6 当远程控制站远程控制系统无法实现预定功能时，应发出报警通知船上人员，并设有措施保证能及时切换至船上控制。

#### **8.4.2.3 监测报警与安全保护**

8.4.2.3.1 为实现远程控制站操作和控制主推进装置，至少下列设备的状态和/或参数应在远程控制站予以显示：

- (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/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) 正在实施控制的控制站；
- (7) 主机起动空气压力或起动蓄电池组电压；
- (8) 其他远程控制站远程控制必要的参数。

8.4.2.3.2 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 3 章规定的驾驶室控制站报警及显示要求，也适用于远程控制站。

8.4.2.3.3 当检测到机器发生故障时,报警系统应能使远程控制站值班人员知道下列情况:

- (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);
- (3) 故障已被消除。

8.4.2.3.4 远程控制站对听觉报警信号的局部消除不应中止船上驾驶台、起居处所、机器处所的听觉报警,视觉报警信号在故障报警被应答前后有所区别。

8.4.2.3.5 如因安全系统的动作而导致设备停止运行,应由远程控制站远程控制复位或人工复位后,该设备才能再次投入运行。

8.4.2.3.6 远程控制站应设置独立于远程控制系统的本机紧急停车按钮,但其执行机构可不要求独立,其布置应能防止被误触动。

8.4.2.3.7 如经安全评估需要,可设置其他必要的辅助监控措施(如视频监控)。

#### **8.4.2.4 状态监测与健康评估**

8.4.2.4.1 机舱轮机设备与系统的状态监测、健康评估、辅助决策(包括视情维护)等应满足本规范第4章的规定。

### **8.4.3 电气装置**

#### **8.4.3.1 一般要求**

8.4.3.1.1 电气装置及其自动化系统应分别满足 CCS《钢质海船入级规范》第4篇和第7篇的适用要求。

#### **8.4.3.2 状态监测与健康评估**

8.4.3.2.1 常规主推进柴油机直接推进船舶,发电机、配电板、变压器、变频器(如设有)、辅助系统(如设有)应按本规范第4章表4.1.8的规定进行状态监测。

8.4.3.2.2 电气设备的状态监测、健康评估、辅助决策(包括视情维护)等应满足本规范第4章的有关要求。

### **8.4.4 消防**

#### **8.4.4.1 一般要求**

8.4.4.1.1 消防应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 3 章第 9 节的相关规定。

#### 8.4.4.2 监测报警与安全保护

8.4.4.2.1 为实现远程控制站操作和控制消防设备和系统,至少如下设备的状态及参数应在远程控制站予以显示:

- (1) 固定式探火和失火报警系统;
- (2) 自动喷水器、探火和失火报警系统;
- (3) 可燃气体探测系统;
- (4) 抽烟式探火系统;
- (5) 惰性气体系统;
- (6) 机械通风系统;
- (7) 水密门状态;
- (8) 防火门状态;
- (9) 挡火闸、挡烟闸状态;
- (10) 舱室温度。

#### 8.4.4.3 状态监测与健康评估

8.4.4.3.1 应至少对表 8.4.4.3.1 中规定的消防系统和设备进行状态监测和健康评估。

8.4.4.3.2 状态监测、健康评估、辅助决策(包括视情维护)等应满足本规范第 4 章的有关要求。

表 8.4.4.3.1 消防设备及系统

序号	设备/系统名称	监测范围 (设备/零部件/性能等)	监测目的 (如状态、功能、性能等)
1	机械通风系统	风机	供风能力
2	固定式气体灭火系统	储存气瓶	气体泄漏
3	固定式压力水雾和细水 雾灭火系统	管系压力	供水能力
4	自动喷水器、探火和失火 报警系统	压力柜	供水能力

5	抽烟式探火系统	风机	抽风能力
---	---------	----	------

## 8.5 R2 功能标志的附加要求

### 8.5.1 航行要求

#### 8.5.1.1 一般要求

8.5.1.1.1 船舶具有远程控制航行功能，船上无船员，船舶操作完全通过远程控制站进行远程控制。

8.5.1.1.2 应满足本章 8.4.1.1.2~8.4.1.1.4 的功能要求。

8.5.1.1.3 对于 R2 船舶，其数据储存应满足下列要求：

(1) 船舶上应设置冗余数据服务器，存储船舶航行相关设备和系统的状态信息、操作信息；

(2) 每个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，最新的数据可覆盖最老的数据；

(3) 数据服务器的数据可根据需要传送至远程控制站。

#### 8.5.1.2 设计要求

8.5.1.2.1 应满足本章 8.4.1.2.1~8.4.1.2.3 对 R1 船舶的设计要求。

8.5.1.2.2 对于本章 8.5.1.3.2 要求冗余配置的的系统及设备，其切换装置应具备自检及故障报警功能，确保切换功能的有效性。

8.5.1.2.3 远程控制站应通过冗余的网络与船舶场景感知系统、无线电通信与信号系统、推进与操纵系统建立连接。

8.5.1.2.4 冗余的系统和设备其接口应相互独立。

8.5.1.2.5 因设备或系统故障导致船舶航行能力受损时，船舶应能向远程控制站报告故障详细情况，由远程控制人员评估其适航性是否受到影响。

8.5.1.2.6 船舶应具备故障安全模式，如因设备故障导致远程控制链路中断无法恢复，或者船舶适航性受到严重影响无法正常远程控制航行时，则应进入安全模式，保障船舶安全。

#### 8.5.1.3 设备配备与性能

8.5.1.3.1 R2 船舶的设备配备及性能应满足本章 8.4.1.3 要求。

8.5.1.3.2 远程控制系统、船用雷达、电子海图、电罗经、VHF 无线电装置均应配备 2 套，满足 100%冗余的要求。2 套远程控制系统应互为热备份。

## 8.5.2 轮机装置

### 8.5.2.1 一般要求

8.5.2.1.1 除本节规定外，轮机装置及其自动化系统还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇、第 7 篇第 1、2、3 章的有关要求。

8.5.2.1.2 至少主推进装置应能通过远程控制站远程控制，主推进装置包括主机(如主柴油机、主汽轮机、主燃气轮机和电力推进装置等)、传动装置(如离合器、减速齿轮箱等)以及推进器(如调距桨等)。

8.5.2.1.3 机舱内的设备及系统应设有自动控制系统，可根据船舶航行、操纵、货物管理等指令或需要自动操作和运行。

8.5.2.1.4 机舱内轮机设备及系统的安全性、可靠性及可获得性，应不低于有人直接看管船舶的水平。

8.5.2.1.5 设备及系统的设计、布置、操作和控制、维护保养等，应与船舶各种场景预期的操作和运行模式相适应。

8.5.2.1.6 设备及系统的运行状态、监测参数等，应能在远程控制站予以显示。

8.5.2.1.7 船上应设有合适的控制和操作条件，以便船上能进行安装调试、试验验证、维护保养、修理等工作。

8.5.2.1.8 设备及系统各种控制方式的权限设定应适合船舶操作场景的需要。

8.5.2.1.9 CCS《钢质海船入级规范》规定的紧急停车/停炉/切断/关闭等应急操作功能，应能在远程控制站予以实现。

8.5.2.1.10 通信设施应能满足远程控制站远程控制和自动控制的各种需要，保证各种数据与信息能及时、有效、可靠地进行传递。

8.5.2.1.11 应设有必要的记录系统，能按规定的程序和计划自动记录机舱内设备及系统的各种操作与动作响应，至少包括：

- (1) 试航、试验验证相关的各种记录和试验结果；
- (2) 来自船舶航行控制系统和远程控制站的各种指令；
- (3) 机舱设备及系统接收指令后的动作响应；
- (4) 机舱报警及安全保护动作；

(5) 各种应急操作；

(6) 相关法规规定的各种操作记录，如高硫/低硫燃油转换、燃油/气体燃料转换（如为双燃料系统）、废气后处理装置（如废气清洗系统（EGC）、选择性催化还原系统（SCR））启停及工作模式切换、柴油机 EGR 系统的启停、油水分离器启停、焚烧炉的操作等；

(7) 维护保养与修理记录（可通过手动录入系统）。

8.5.2.1.12 应能按规定的程序和计划自动输出各种记录和报告，并反馈远程控制站。

8.5.2.1.13 机舱设备及系统中安装的过滤设施，应采用自动清洗型。

8.5.2.1.14 用于超压保护的泄放装置，超压泄放后应能自动回位。

8.5.2.1.15 用于应急操作的机械连接机构（如设有），应能在远程控制站进行远程控制，以便出现故障时仍能保证船舶具有一定的航行能力。

#### **8.5.2.2 动力管系、油船管系、船舶管系与舱室通风系统**

8.5.2.2.1 除下列规定外，船舶动力管系、油船管系、船舶管系与舱室通风系统还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2~5 章的适用要求：

(1) 为单主机推进系统服务的燃油供应管系、滑油管系、液压传动管系、冷却水管系、压缩空气管系应设双套，包括管系上安装的自动控制/远程控制阀的驱动系统，除非通过故障模式和影响分析证明单一故障不会引起推进系统全部失效。当装有 2 台或 2 台以上主机时，如每台主机均设有单独的燃油供应管系、滑油管系、液压传动管系（如设有）、冷却水管系、压缩空气管系，则可另设 1 套可供多机使用的共用管系；

(2) 为主推进及船舶操纵装置服务的管系，应采取有效措施减少管系发生泄漏的风险，以尽可能地减少船舶营运期间因泄漏导致的机舱安全保护系统动作；

(3) 自动操作和运行相关的泵、阀、通风口关闭装置应能按程序自动操作；

(4) 油船管系、船舶管系与舱室通风系统所设的自动/远程控制阀、通风口关闭装置，其驱动系统应冗余设置；

(5) 按 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章规定，为满足分舱、水密要求设置的阀应能按程序自动操作；

(6) CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 3 章要求的压载水和舱底水系统应能按程序自动操作；

(7) 所有舱柜、隔离空舱、管隧以及污水沟或污水井均应进行液位监测，并能按程序自动控制相关系统的泵和阀门的起/停、开/关；

(8) 燃油驳运泵、燃油装置所用的泵、润滑油供应泵、热油循环泵、油分离器（净油器）、用于机舱通风的强力鼓风机和抽风机、通风口关闭装置、以及 SOLAS 公约第 II-2 章要求的控制装置，应能根据机舱火灾探测和监视信息，按程序自动控制或远程控制站远程控制；

(9) CCS《钢质海船入级规范》要求设置放水/放残设施的舱柜，应能按程序自动放水/放残，或根据监测信息自动放水/放残；

(10) 锅炉冷凝水观察柜应设燃油泄漏监测设施，当探测到燃油泄漏时及时反馈远程控制站用于检修决策。

### 8.5.2.3 锅炉和压力容器

8.5.2.3.1 除下列规定外，锅炉和压力容器还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章的适用要求：

- (1) 锅炉应设有自动控制系统；
- (2) 锅炉应设有自动排污设施，能按程序自动排污或者根据监测信息自动排污；
- (3) 锅炉筒体或汽筒的顶部可能积聚的空气应能按程序自动泄放，或者根据监测信息自动泄放；
- (4) 锅炉的给水质量应进行监测，并按程序自动进行水质控制；
- (5) 压力容器内的液位（如适用）、压力应进行监测；
- (6) 压力容器（包括空气瓶）使用过程中，内部可能积聚的油污/污水应能按程序或根据监测信息自动泄放。

### 8.5.2.4 柴油机

8.5.2.4.1 除下列规定外，柴油机还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章的适用要求：

- (1) 柴油机应设有自动控制/远程控制系统，能按船舶远程控制站的指令自动操作和运行；
- (2) 主机的转速（包括转速禁区）、正/倒车方向（如可换向）应能在远程控制站予以显示；
- (3) 应按计划和程序自动记录柴油机的操作、燃料转换及运行状态等，检查/检验需要时能输出相关记录和报告。

### 8.5.2.5 轴系与传动装置

8.5.2.5.1 除下列规定外，齿轮装置还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 10 章的适用要求：

(1) 齿轮的啮合、脱开等操作应能通过远程控制站进行远程控制，齿轮啮合/脱开状态应在远程控制站予以显示；

(2) 压力滑油系统中的滑油温度和压力、液压油（如设有）压力、飞溅润滑的油池液面等应予以监测，并能在远程控制站予以显示；

(3) 可倒顺齿轮传动装置的倒、顺方向，应能在远程控制站予以指示。

8.5.2.5.2 除下列规定外，轴系与螺旋桨还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 11 章和 12 章的适用要求：

(1) 离合器、轴系的液力传递装置、调距桨、Z 型推进装置、侧推装置应能通过远程控制站进行远程控制；

(2) 上述传动与推进装置远程控制必要的参数应在远程控制站控制位置予以显示，如螺旋桨的转速和旋转方向、离合器的离/合状态和倒/顺方向（如有时）、螺距角（调距桨）、滑油/液压油压力等。

### 8.5.2.6 操舵装置

8.5.2.6.1 除下列规定外，操舵装置还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章的适用要求：

(1) 所有操舵或转向装置都应为动力操作，且能按远程控制站的指令自动工作；

(2) 单项故障应能被自动隔离，使操舵能力无需人工干预即能保持或迅速恢复；

(3) 液压系统应能自动泄放可能进入系统内的气体；

(4) 液压系统因正常损耗而导致的油位低，应能自动补油；

(5) 操舵装置（包括主、辅操舵装置）应能在远程控制站进行远程控制，为此，监测和报警项目应能实时传送至远程控制站；

(6) 舵机舱应当留有便于设备检修和维护的通道和空间；

(7) 操舵系统远程控制功能的有效性应经试验确认。

### 8.5.2.7 监测报警和控制

8.5.2.7.1 除下列规定外，机舱设备的监测、报警和控制系统以及安全系统还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第1~3章的适用要求：

- (1) 机器设备及系统的控制方式一般包括自动控制和远程控制站远程控制等；
- (2) 自动控制/远程控制系统的安全性，应不低于机器设备有人直接看管的水平，并应有措施保证在船上自动控制系统失效时仍能在远程控制站对重要设备进行有效的控制；
- (3) 远程控制站一般应能满足 CCS《钢质海船入级规范》中适用于驾驶室控制站的监测、报警和控制要求；
- (4) 对于安全操纵船舶所必需的所有机电设备，当自动控制系统发生故障或失效(包括动力源中断)时，应能向远程控制站发出报警信号，并投入备用系统以恢复正常的控制功能；
- (5) 双套配置且各自可以独立运行的动力管系，其监测、报警和控制系统及其动力源也应各自独立，如有共用部分，则应冗余设置以便有效隔离单一故障；
- (6) 单套配置船舶管系的监测、报警和控制系统（包括传感器、控制器、电缆等）及其动力源（包括电源，气动系统的气源、减压阀、滤器和干燥器，液动系统的液压泵、电磁阀等）应冗余设计，单一故障应不会导致整套系统的失效；
- (7) 安全系统的 c 类保护动作除启动备用泵外，也可以是启动备用系统；
- (8) 安全系统的 a 类保护动作发生后，相关设备一般应经远程控制站复位之后，才能重新启动。如设计为自动复位，则应确保相关机械设备不会因该功能而导致损坏；
- (9) 监测、报警和控制系统以及安全系统的自检范围和程度应考虑自动操作的因素，并与维护计划相匹配；
- (10) 适用规范中要求的自动化监视项目应能在远程控制站予以单项报警和/或显示；
- (11) 监测、报警和控制系统以及安全系统对于整定值的调整权限应予以严格控制和管理；
- (12) 报警系统应能对某些过程中无意义的报警信号进行智能闭锁；
- (13) 主机应能实现被越控的功能，如为了避碰，对主机实施越控操作；
- (14) 控制破损浸水的阀门应能根据指令自动关闭。

#### 8.5.2.8 状态监测与健康管理

8.5.2.8.1 应设有状态监测与健康评估系统，对机舱内的主推进装置、辅助发电柴油机、锅炉、重要辅助系统等进行状态监测和健康评估，并能考虑船舶航线/航次安排、靠泊时间

等因素，制定可行的维护保养、修理和检查计划。

8.5.2.8.2 状态监测、健康评估、辅助决策（包括视情维护）应满足本规范第4章的要求。

8.5.2.8.3 除本规范第4章规定的设备和系统外，至少还应对表8.5.2.8.3中所列的设备及系统进行状态监测和健康评估。

表 8.5.2.8.3 状态监测设备及系统清单

序号	设备/系统名称	监测范围 (设备/零部件/性能等)	监测目的 (如状态、功能、性能等)
1	锅炉		
1.1		燃烧室	燃烧状态
1.2		燃烧装置	燃料供应能力 空气供应能力
2	供水系统		给水质量
2.1		给水泵	供水能力
3	排放处理装置 (如设有)		
3.1		反应器	通流能力
3.2		泵	介质供应能力
3.3		滤器	杂质过滤
3.4		风机(如设有)	通风能力
4	压载水管理系统		
4.1		泵	介质供应能力
4.2		滤器	杂质过滤

### 8.5.2.9 防止浸水

8.5.2.9.1 除下列规定外，机舱防止浸水还应满足 CCS《钢质海船入级规范》中的适用要求：

(1) 海水进口、水线下排水或舱底喷射系统中能控制破损浸水的阀门，当 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第3章规定的水位报警时应自动关闭；

(2) 舱底泵应按规定的程序自动操作，并在远程控制站显示舱底泵的运行状态。对于舱底进水量大于泵的排放量、泵运行时间过长或过于频繁起动的情况应及时反馈远程控制站用于检修决策。

#### **8.5.2.10 程序和计划**

8.5.2.10.1 应考虑机舱设备及系统的各种控制和操作模式，制定详细的控制与操作程序（包括控制逻辑、功能框图等）。

8.5.2.10.2 应制定详细的检查程序和计划，远程控制站值班人员定期检查机舱设备的主要工作参数、运行状态及各种记录和报告。

8.5.2.10.3 应针对机舱设备及系统操作和使用过程中可能发生的故障，制定相应的应急程序，以尽可能减少对船舶安全航行产生的影响。

#### **8.5.3 电气装置**

##### **8.5.3.1 一般要求**

8.5.3.1.1 电气装置应能在各种工况和模式下，自动为本船操纵和保证安全所需要的设备连续可靠的供电。

8.5.3.1.2 电气装置的自动控制系统，应能根据船舶航行、操纵、货物管理等指令或模式进行自动操作和运行，并应设有措施保证在自动控制系统失效时，在远程控制站仍能对重要的设备进行有效的操作和控制。

8.5.3.1.3 机舱内电气装置的安全性、可靠性及可获得性，应不低于有人直接看管船舶的水平。

8.5.3.1.4 设备及系统的设计、布置、操作和控制、维护保养等，应与船舶各种场景预期的操作和运行模式相适应。

8.5.3.1.5 电气装置的运行状态、监测参数等，应能在远程控制站予以显示。

8.5.3.1.6 船上应设有合适的控制和操作条件，以便船上能进行安装调试、试验验证、维护保养、修理等工作。

8.5.3.1.7 设备及系统各种控制方式的权限设定应适合船舶操作场景的需要。

8.5.3.1.8 通信装置应能满足远程控制站远程控制和自动控制的各种需要，保证各种数据与信息能及时、有效、可靠地进行传递。

8.5.3.1.9 设有必要的记录系统，能按程序和计划自动记录电气装置的各种操作与动作

响应，至少包括：

- (1) 试航、试验验证相关的各种记录和试验结果；
- (2) 来自船舶航行控制系统和远程控制站的各种指令；
- (3) 电气装置及相关辅助系统接收指令后的所有动作响应和关键参数；
- (4) 电气装置报警及保护动作；
- (5) 各种应急操作；
- (6) 维护保养与修理记录（完成后通过手动录入系统）。

8.5.3.1.10 应能按程序和计划自动输出各种记录和报告，并反馈远程控制站。

### **8.5.3.2 规定要求**

8.5.3.2.1 应布置能为船舶各系统提供持续供电的电源系统。电源系统包含原动机、发电机、变压器、变频器、配电板、控制柜、不间断电源、电缆以及服务以上设备的自动化及辅助系统。

8.5.3.2.2 电源系统应为冗余布置，当电源系统出现单一故障时，备用系统应能自动投入并给重要设备供电，以恢复或保持各系统的功能，并满足下列要求：

(1) 重要设备系指保持船舶推进、操舵和维持船舶安全所必须的设备，电源系统的单一故障不能导致冗余设备同时失去功能；

(2) 单一故障的范围包含任何属于和服务于电源系统的运动部件和系统，但不包含静态部件的故障、单舱失火或进水；

(3) 电源系统应能提供足够的容量和具备足够的能力以满足各船舶系统和设备在正常和故障工况下的供电需求。

8.5.3.2.3 电源系统的启动和控制能源应具备自动蓄能的功能，以满足各工况下启动与运行的要求，同时该能源应达到电源系统同等的冗余等级要求。

8.5.3.2.4 当电源系统需要依赖于其他辅助系统的运行而处于备机自启状态时，该功能应是自动的，同时该功能应进行诊断，以提前判断电源系统能否自动启动并给相关的设备供电，诊断功能应能检查设备的运行状态、可能出现的故障以及模式。

8.5.3.2.5 电源控制系统应根据负荷的需求和船舶的工况而自动启停电源，以保证在各种工况和模式下都具备足够的剩余功率，从而确保供电的连续性。

8.5.3.2.6 服务于电源系统的自动电站控制系统应布置成冗余，当控制系统出现单一故障时仍能维持必要的自动功能，同时出现故障时系统应设计成故障安全型。

8.5.3.2.7 远程控制与监测应满足下列要求：

(1) 船舶的电网参数和重要设备的电气设备状态都能由远程控制站监测，并根据重要性以决定优先权和巡检周期；

(2) 电源系统和其他重要设备的电气装置应具备自动控制和接受远程控制站的远程控制功能，远程控制功能应至少包含发电机组的启停、并车、开关分合闸、电机启停、模式切换等；

(3) 必要时，远程控制功能应能越控自动控制回路以控制该装置，重要设备电气装置的自动和远程控制应互相独立。

8.5.3.2.8 重要设备的切换、自动启动、备用启动功能应具备足够的自诊断能力。

8.5.3.2.9 服务于船舶各系统的控制系统应从不间断电源供电，如服务于各子系统的设备要求冗余，则相应的不间断电源也应满足冗余的要求，要求的不间断电源应是在线式 UPS 装置并具备自动旁通功能。

8.5.3.2.10 除本节特殊规定外，船舶电气装置还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇的适用要求。

## 8.5.4 消防

### 8.5.4.1 一般要求

8.5.4.1.1 本节的规定适用于申请 R2 功能标志的船舶防火、探火及灭火（以下简称“消防”）的设计和布置。

8.5.4.1.2 失火危险处所，系指存有可燃物（包括固体、气体和液体）、设有电气设备、安装有机噐设备或其他具有失火危险的处所，主要包括：

- (1) A 类机器处所；
- (2) 其他机器处所；
- (3) 货物处所；
- (4) 电气设备处所；
- (5) 其他易失火处所。

8.5.4.1.3 船舶失火危险处所应尽可能采用钢和不燃材料进行构造和布置，且应采取下列措施之一：

- (1) 可燃物隔离；
- (2) 着火源隔离；

(3) 处所的情化。

8.5.4.1.4 如 8.5.4.1.3 所述的三种措施均无法满足,则应按本节适用要求设置可燃气体探测、火灾探测和报警、灭火等措施,或经风险评估达到同等安全水平的其他措施。

8.5.4.1.5 消防设备及系统的安全性、可靠性及可获得性,应不低于有人直接看管船舶的水平。

8.5.4.1.6 消防设备及系统的设计、布置、操作和控制、维护保养等,应与船舶预期的运行模式和操作场景相适应。

8.5.4.1.7 船上应设有合适的控制和操作条件,以便船上能进行安装调试、试验验证、维护保养和修理等工作。

8.5.4.1.8 消防设备及系统各种控制方式的权限设定应适合船舶火灾控制和扑灭的需要。

#### **8.5.4.2 目标**

8.5.4.2.1 船舶消防的设计和布置,应能达到如下消防安全目标:

- (1) 防止火灾和爆炸的发生;
- (2) 减少火灾对船舶、船上货物和环境的破坏危险;
- (3) 将火灾和爆炸抑制、控制和扑灭在火源处所。

#### **8.5.4.3 功能要求**

8.5.4.3.1 为达到上述 8.5.4.2.1 的目标,船舶消防应满足如下功能要求:

- (1) 探知失火危险处所的易燃物质的泄漏和可燃气体的积聚;
- (2) 探知失火危险处所内的任何火灾;
- (3) 消防设备及系统的运行状态、监测参数等,应能在远程控制站予以显示;
- (4) 能接收远程控制站的远程控制指令;
- (5) 在远程控制功能失效时,船舶能自主控制进行灭火操作;
- (6) 船舶结构和舱室布置应能防止火灾的发生和蔓延。

#### **8.5.4.4 引燃的可能性**

8.5.4.4.1 燃油、润滑油和其他易燃油类的布置,应符合 SOLAS 公约第 II-2/4.2 条的适用要求。

8.5.4.4.2 除 8.5.4.4.1 外，机器处所的防火措施还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 3 章的适用要求。

8.5.4.4.3 船上防火材料的使用应符合 SOLAS 公约第 II-2/5.3 条的适用要求。如在电气设备处所内使用甲板基层敷料，则该敷料应为不易引燃的认可材料，并根据 IMO《耐火试验程序规则》确定。

8.5.4.4.4 船舶在油类可能渗透的处所，隔热层表面应能防止油或油气的渗透。

#### **8.5.4.5 探测和报警**

8.5.4.5.1 为探知易燃物质的泄漏和可燃气体的积聚，应设有如下措施：

(1) 对于可能有可燃气体泄漏或挥发的处所，应设置固定式可燃气体探测系统，其布置应充分考虑舱室布置和通风设置，以随时有效探测到潜在的可燃气体泄漏或挥发；

(2) 当探知到可燃气体浓度达到预先设定的阈值时（应不高于可燃气体爆炸下限的 10%），船舶应能向远程控制站及时发出报警信号，同时按规定的程序自动启动动力通风系统或加大通风系统的通风能力，以防止可燃气体的积聚。

8.5.4.5.2 应在失火危险处所布置视频监控系统，其设计和布置应遍布处所的所有重要部位。视频监控系统应具有向远程控制站传送图像的能力。

8.5.4.5.3 应在失火危险处所安装一套固定式探火和失火报警系统，该系统应满足以下要求：

(1) 探测器的类型和布置应满足 SOLAS 公约第 II-2/7 条和 IMO《国际消防安全系统规则》的适用要求；

(2) 该系统的设计和布置，应使其能迅速探测到处所在正常状况下的初始火灾。应注意防止误报警。机器所产生的气流应不会导致探测系统的失效；

(3) 探测器应通过热、烟或其他燃烧产物、火焰或任何这些组合因素而动作。每个处所内的探测器应是两种不同型式探头的组合，使得该系统能够对一种类型以上的火灾征兆作出反应；

(4) 该系统应设计成具有自检的特性。在电源或系统发生故障时，应能向远程控制站发出故障报警信号；

(5) 探测器区域的布置应使得远程控制站能确定火源的地点；

(6) 当探测器具有校正灵敏度的措施时，应设有必要的设施确保其调定值的固定和识别；

(7) 如欲暂时关闭一路特殊回路或探测器时, 该状态应有明确的标示。在给定间隔时间后, 该回路或探测器的功能应能自动恢复;

(8) 当任一探测器探知到任何火灾征兆时, 船舶应能向远程控制站及时发出火警信号。

#### 8.5.4.6 状态监测

8.5.4.6.1 船舶消防系统和设备的运行状态监测要求应满足的 8.4.4.2.1 的要求。

8.5.4.6.2 船舶应能将 8.5.4.6.1 的状态监测信息实时发送至远程控制站, 并在系统发生故障时及时发送故障报警信号。

8.5.4.6.3 如适用, 以下系统应能接收远程控制站的控制和操作:

- (1) 机械通风系统;
- (2) 局部水基灭火系统;
- (3) 气体灭火系统;
- (4) 机器处所的油泵等。

#### 8.5.4.7 火灾的限制

8.5.4.7.1 舱壁和甲板的最低耐火完整性, 应符合表 8.5.4.7.1 和 8.5.4.7.2 的规定, 以防止火灾在不同处所间的蔓延。

表 8.5.4.7.1 分隔相邻处所舱壁的耐火完整性<sup>1</sup>

处所		1	2	3	4	5
1	电气设备处所 <sup>2</sup>	A-0	A-0	A-60	A-15	A-60
2	通道		C	A-0	A-0	A-0
3	A 类机器处所			*	A-0	A-0 <sup>3</sup>
4	其他机器处所				A-0	A-0
5	货物处所					*

表 8.5.4.7.2 相邻处所分隔甲板的耐火完整性

甲板上处所 甲板下处所		1	2	3	4	5
		1	电气设备处所	A-0	A-0	A-60
2	通道	A-0	*	A-0	A-0	A-0
3	A 类机器处所	A-60	A-0	*	A-60	A-30
4	其他机器处所	A-15	A-0	A-0	*	A-0
5	货物处所	A-60	A-0	A-0	A-0	*

注: 1 耐火完整性等级的定义见 SOLAS 公约 II-2 章第 3 条。

2 包括引航工作站。

3 如装载有危险货物，应符合 SOLAS 公约第 II-2/19.3.8 条的要求。

4 表中出现星号\*处，表示分隔要求为钢质或等效材料，但不要求为“A”级标准。

8.5.4.7.2 耐火分隔上的贯穿，应符合 SOLAS 公约第 II-2/9.3 条的适用要求，以防止热传递。

8.5.4.7.3 耐火分隔上的门，应符合 SOLAS 公约第 II-2/9.4.2 条的适用要求。

8.5.4.7.4 机器处所限界面上的开口，应符合 SOLAS 公约第 II-2/9.5 条的适用要求。

8.5.4.7.5 通风系统的设计和布置，应符合 SOLAS 公约第 II-2/9.7 条的适用要求。

#### 8.5.4.8 灭火

8.5.4.8.1 失火危险处所应设置一套固定式气体灭火系统或等效灭火系统。应采取措施以避免等效灭火系统的释放对船舶安全造成影响。

8.5.4.8.2 除非任何一个设备所在处所的着火不会导致推进失效，否则机器处所内用作主推进装置及各类驱动动力源的内燃机、锅炉、燃油型惰气发生器和燃油装置，应配置局部水基灭火系统或等效系统。该系统应满足下列要求：

- (1) 系统的设计和布置应满足 IMO MSC.1/Circ.1387 的要求；
- (2) 系统应能自动释放灭火介质，系统的自动释放应由以下任一探测器组合共同激活：
  - ① 两个经认可的火焰探测器组合；
  - ② 经认可的火焰探测器和感烟探测器组合；
  - ③ 其他经认可的探测器组合。

8.5.4.8.3 火灾时，船舶应能按照规定的程序，在启动灭火系统前自动关闭火源处所的通风系统和开口。除 A 类机器处所外，灭火系统的自动释放应由两种不同型式的探头组合来共同激活。对 A 类机器处所，探测器共同激活后应经远程控制站确认，如远程控制站没有进一步响应和动作，则应在探测器共同激活 2min 后自动关闭以下装置并自动启动灭火系统：

- (1) 通风机；
- (2) 外部开口，以及通风挡火闸；
- (3) 强力鼓风机和抽风机；
- (4) 泵，包括燃油驳运泵、燃油装置所用的泵、润滑油供应泵、热油循环泵和油分离器（净油器）；
- (5) 应急关闭阀。

8.5.4.8.4 灭火系统应设计成具有自检的特性。在系统发生故障时，应能向远程控制站

发出故障报警信号。

8.5.4.8.5 气体灭火剂的容量,应按照不低于最大容积处所需灭火剂剂量的 2 倍设置。

#### **8.5.4.9 结构完整性**

8.5.4.9.1 为确保结构完整性不会由于失火而削弱,应满足下述规定:

- (1) 船体、结构舱壁、甲板、上层建筑以及甲板室应用钢或等效材料建造;
- (2) A 类机器处所的顶盖、舱棚、地板应为钢质;
- (3) 如设有铝合金结构,应满足 SOLAS 公约第 II-2/11.3 条的要求。

#### **8.5.4.10 惰性气体系统**

8.5.4.10.1 如装设惰性气体系统和氮气发生器系统以对船舶舱室进行惰化保护,则该系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇第 4 章的适用要求。但处所内氧气含量根据处所特点设定,通常应维持在 8%以下。

### **8.5.5 环境保护**

#### **8.5.5.1 一般要求**

8.5.5.1.1 本节规定了船舶环境保护方面的设计、布置和管理要求。

8.5.5.1.2 船舶环保指标、能效指标、结构布置和材料应用,应符合《国际防止船舶造成污染公约》(以下简称《防污公约》)、《2004 年国际船舶压载水及沉积物控制和管理公约》(以下简称《压载水公约》)、《2001 年国际控制船舶有害防污底系统公约》(以下简称《防污底公约》)和《2009 年香港国际安全与环境无害化拆船公约》(以下简称《拆船公约》)的规定。

8.5.5.1.3 《防污公约》、《压载水公约》、《防污底公约》和《拆船公约》中规定的计划、程序、手册和记录等需要人工参与的操作性要求,应采取等效替代方法予以满足。

8.5.5.1.4 船上各类环保设备及其系统(主要包括油污水管理、废气排放控制和压载水管理)应能自主运行,并可根据需要切换到远程控制站的远程控制模式。

8.5.5.1.5 《防污公约》附则 I、II、III、IV、V 分别定义的油类和油性混合物、有毒液体物质、海运包装形式的有害物质、生活污水以及垃圾,如能实现海上零排放,可授予船舶 ZWPD 附加标志。

### 8.5.5.2 目标

8.5.5.2.1 为了保护人类生态环境特别是海洋环境的需要,消除或减轻船舶对海洋水体和大气的污染,在切实可行的范围内提供防止无人远程控制船舶对环境造成有害影响的措施,并能在意外污染事故发生后做出应急响应。

### 8.5.5.3 功能要求

8.5.5.3.1 为达到8.5.5.2的目标,船舶应至少具有如下功能:

8.5.5.3.2 感知

- (1) 油污水管理: 船位信息、航速信息、油污水量、油水处理设备状态监测等;
- (2) 废气排放控制: 船位信息、燃料切换设备状态、后处理设备状态等;
- (3) 压载水管理: 船位信息、压载水处理设备状态等。

8.5.5.3.3 通信

(1) 向远程控制站实时发送环保设备及系统的运行状态,及时发送故障报警信号,并能接受远程控制站的指令;

(2) 按照规定的程序向远程控制站发送报告。

8.5.5.3.4 决策、操作与报告

(1) 油污水管理: 根据船位信息、油污水总量/含油量、航行区域的排放要求等,做出管理决策并自动操作或由远程控制站远程控制;

(2) 废气排放: 根据船位信息、排放控制区边界信息、航行区域的排放要求等,做出燃料切换决策和/或后处理装置启停决策并自动操作或由远程控制站远程控制;

(3) 压载水管理: 根据船位信息,做出压载水处理、交换等决策并自动操作或由远程控制站远程控制;

(4) 上述三项决策和操作应按规定的程序形成报告。

### 8.5.5.4 规定要求

8.5.5.4.1 在油污水管理方面,除应符合《防污公约》附则 I 的适用规定外,还应满足下列要求:

(1) 自动收集和储存油类和油性混合物,包括含油舱底水、残油(油泥)和污油水等。

(2) 根据舱内液位、含油浓度、船位和航速信息,自主决策是否舷外排放并适时运行相关设备和系统。

(3) 向远程控制站发送舱底水油水分离、排油监控等设备和系统的运行状态信息包括故障报警，必要时接受远程控制站的远程控制指令。

(4) 与接收设施连接后，接收远程控制站指令进行自动或远程控制排放。

(5) 做好对所有自动操作的电子记录。

(6) 对于溢油控制，应至少按以下要求（但不仅限于此）设计和制定计划，以便在紧急情况下将油类或油性混合物对环境的影响风险降至最低：

- ① 安装溢油监控视频或其他等效方法，如溢油监视雷达等；
- ② 远程控制站每小时监视，一旦发现溢油，应能回放监控用以评估污染程度，识别溢油源；如监控设施能自动发出溢油报警，则远程控制站无需定时监视；
- ③ 远程控制站应立即向最近的沿岸国家和/或港口当局报告污染情况；
- ④ 远程控制站应能采取远程控制的方式控制或减缓溢油；
- ⑤ 远程控制站可根据溢油情况指派专人迅速处置。

8.5.5.4.2 在废气排放控制方面，除应符合《防污公约》附则 VI、CCS《选择性催化还原(SCR)系统船上应用指南》和 CCS《船舶废气清洗系统设计及安装指南》的适用规定外，还应满足下列要求：

(1) 为满足船舶 SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排放要求而安装的废气处理装置（如 EGC 系统、SCR 系统等），应能根据船舶位置以及拟航行水域的排放规定，自动控制相关系统的启停及运行。

(2) 废气处理装置应按本章 8.5.2.8 的规定进行状态监测与健康评估，并能根据监测与健康评估结果制定维护保养、检查、检验等工作计划。

(3) 废气处理装置的启停、运行、主要工作参数应自动记录，并反馈远程控制站归档保存，以便检查需要时提供。

(4) EGC 系统运行产生的残渣，应在船舶与接收设施连接妥当后，接受远程控制站指令进行自动或远程控制排放。

(5) 因系统故障导致船舶无法满足规定的排放要求时，应向远程控制站自动反馈故障信息，以便及时向主管机关报告。

(6) 废气处理装置的辅助系统中安装的滤器，应能按规定的程序自动清洗。

(7) 远程控制站远程控制废气处理装置必要的工作参数、设备状态信息等，应能在远程控制站予以显示，如旁通或隔离装置的工作位置、泵/风机的启停状态等。

(8) 使用化学药剂如可能产生危险气体，应实时监测和自动排除，如规定时间内危险气体浓度没有下降至规定范围内，应向远程控制站发出报警。

8.5.5.4.3 在压载水管理方面，除应符合《压载水公约》和 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 26 章的适用规定外，还应满足下列要求：

- (1) 压载水管理系统（BWMS）运行需要的所有人工检测、操控和记录都应自动实现；
- (2) 当 BWMS 被旁通或者越控操作时，应向远程控制站发出报警；
- (3) BWMS 如可能产生危险气体，应能自动探测和排除，如规定时间内危险气体浓度没有下降至规定范围内，应向远程控制站发出报警；
- (4) 应设有合适的取样设施，并能对取样过程进行记录。

### **8.5.5.5 检验与试验**

8.5.5.5.1 除适用规范和指南要求提交的图纸资料外，还应提交下列图纸资料：

- (1) 防污染设备及其系统的监测报警项目表；
- (2) 油污水管理、废气排放和压载水管理的控制系统（包括控制逻辑、功能框图等）。

8.5.5.5.2 状态监测与健康评估、远程控制/自动控制功能的有效性应进行验证。

## **8.5.6 锚泊**

### **8.5.6.1 一般要求**

8.5.6.1.1 船舶锚泊设备的配备，及其船体支撑结构的设计及构造应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 3 章的适用规定。

### **8.5.6.2 锚泊设备**

8.5.6.2.1 锚机应能远程控制。锚机应根据指令自动收链、放链、刹车及开关离合器。锚机应能监测锚链的放出长度、速度和锚链拉力。

8.5.6.2.2 掣链器、锚链冲洗装置和锚链水排放装置、锚和锚链系留（航行时）装置应能远程控制操作。

8.5.6.2.3 在紧急情况下，如他船走锚具有撞船风险，锚链无法回收时，应能通过远程控制操作弃链器。

## **8.5.7 船体安全**

### **8.5.7.1 一般要求**

8.5.7.1.1 船体安全系统应能实时监测与船体安全相关的信息/状态，进行数据转化、

存储，异常分析，形成操作建议，发送到远程控制站。其应具有下列功能：

- (1) 对涉及船体安全的相关重要参数进行采集与监测；
- (2) 根据装载的变化自动计算稳性，预警并做出调整操作建议；
- (3) 监控货舱舱口盖、水密门和水密小舱口盖启闭状态，确保航行中关闭；
- (4) 监测舱室的进水及水位，报警并做出操作建议。

### 8.5.7.2 载重线、分舱与稳性

8.5.7.2.1 除本章 8.5.7.2.2、8.5.7.2.3 和 8.5.7.2.4 规定外，还应满足下列要求：

- (1) ICLL 附则 I 的适用要求；
- (2) SOLAS 第 II-1 章 B、B-1~B-4 部分关于货船的适用要求；
- (3) SOLAS 第 VI 章的适用要求；
- (4) 对散货船：SOLAS 第 XII 章的适用要求；
- (5) MARPOL 附则 I 的适用要求。

8.5.7.2.2 应符合下列规定：

(1) 若预期因紧急情况、强制引水等需要临时安排人员登船，则对人员预期活动范围所达的露天甲板，或预期可能进入船上重要操作所需的任何处所，应按 ICLL I/25 条提供适当的人员保护措施（即栏杆、舷墙和/或其它安全通道）；

(2) 当应用 ICLL I/10 条时，经批准的装载手册（含稳性和结构强度资料）应能在船上和远程控制站电子化显示；

(3) ICLL I/21(4) 条所述的渗漏探测器检测到的渗漏情况应在远程控制站予以显示，控制排水的螺旋阀应能按规定程序自动操作；

(4) 当应用 ICLL I/22 条时，

- ① 第 (1) (b) 和 (1) (c) 可不予执行；
- ② 第 (1) (a) 所述的从干舷甲板上能直接关闭的自动止回阀，应能按规定程序自动操作且可由远程控制站远程控制，该阀的开/闭状态应在远程控制站予以显示；
- ③ 第 (1) (d) 所述的船壳上装设的就地操纵的直接关闭阀，应能按规定程序自动操作且可由远程控制站远程控制；
- ④ 第 (1) (f) 所述的从甲板上操纵的单一螺旋阀应能按规定程序自动操作且可由远程控制站远程控制；

- ⑤ 第（3）款按如下执行：机器处所内与机器运转有关的海水主、副进水口和排水口均应按规定程序自动操作并能被远程控制站远程控制。该阀的开/闭状态应在远程控制站予以显示。

8.5.7.2.3 应符合下列规定：

（1）当应用 SOLAS II-1 章时，第 5、5-1 条所述的经批准的稳性资料和第 19 条所述的经批准的破损控制图和破损控制资料均应能在船上和远程控制站电子化显示；

（2）SOLAS II-1 章第 3-7 条所述的建造完工图纸应能在船上电子化显示；

（3）对适用 SOLAS II-1 章第 3-10 条要求的船舶，若所述的建造图纸不存放在船上，则应能在船上电子化显示；

（4）所有开口（包括：货舱舱口盖；内外部的门、窗、小舱口盖；舷窗；其它船体外板上的开口等。不包括通风系统的关闭装置）（若设有时）均应设有自动控制系统，能根据船舶航行、操纵、货物管理等指令或需要自动操作和运行，并应设有措施确保在自动控制系统失效时，能够通过远程控制站远程控制，对重要设备进行有效的操作和控制。这些开口应在开航前自动关闭，直到到达下一港口；

（5）SOLAS II-1 章第 12 条所述的螺旋关闭阀、第 7-2.5 条控制平衡的设备均应能按规定程序自动操作，并能被远程控制站远程控制；

（6）所有探测或报警装置（如：SOLAS II-1 章第 25 条干货舱水位探测器；XII 章第 9 条舱底污水阱高水位报警；以及 XII 章第 12 条散货舱、防撞舱壁前的压载舱和任何部分延伸至最前部货舱前方的任何干燥处所或空舱内的水位探测报警等）均应能按规定程序自动操作，报警信息应能在远程控制站显示。

8.5.7.2.4 船舶构造与布置应提供通道、照明、通风、电气防护等方面措施，以确保船舶建造及靠泊期间安全地检验、维修和维护。

### 8.5.7.3 船体结构

8.5.7.3.1 基于无人远程控制船舶的特点，可按下述原则规定予以考虑：

（1）涉及人员通行相关的结构布置，如，人孔、通道，可根据具体船舶设计要求提交 CCS 作特别考虑；

（2）不考虑涉及船员住舱、起居、娱乐、饮用水、国际劳工组织（ILO）、训练与演习等要求。

#### 8.5.7.4 参数监测

8.5.7.4.1 除本规范第3章3.4.2.1和3.4.2.3的要求外,船体监测还应能够感知或获取下列数据:

(1) 水密完整性

- ① 水密门和水密小舱口盖的开启或关闭状态(使用时);
- ② 舱室进水及状态,如:货舱水位、舱底污水阱水位、首尾尖舱水位、首部干舱或空舱内水位。

(2) 可根据船舶实际情况和安全需要,增加相关数据或考虑冗余设计。

8.5.7.4.2 上述8.5.7.4.1的感知数据应能够传送到远程控制站。

#### 8.5.7.5 辅助决策

8.5.7.5.1 辅助决策应符合下列规定:

(1) 纳入装载手册(含稳性资料)、装载仪、装卸货顺序、顺序法压载水交换等资料中与稳性和结构强度的计算与衡准相关的数据,以实现这些资料的功能;

(2) 实现 SOLAS II-1 章第 19 条所述的破损控制功能;

(3) 船舶开航前辅助决策应能:

- ① 整个系统进行自检测;
- ② 检查所有货舱舱口盖(如适用)、水密门、水密小舱口盖的开启/关闭状态,确保开航前保持关闭状态;
- ③ 检查货舱舱口围轨道(如适用)是否异常;
- ④ 当发现故障或异常时及时向航行控制系统和远程控制站发送报警信息。

(4) 在航行、压载水交换和装卸货过程中,当监测参数发生异常时,及时向远程控制站发出报警信息并提供辅助决策方案,由远程控制站进行决策控制。通常应考虑如下:

- ① 船舶稳性、总纵强度;
- ② 被监测的舱室进水;

(5) 可根据船舶实际情况和安全需要,增加相关的安全评估分析与决策要求。

#### 8.5.7.6 远程控制站

8.5.7.6.1 远程控制站应具有对下列系统和装置进行远程控制的功能:

(1) 货舱舱口盖操作装置,开启或关闭舱口盖;

- (2) 水密门和水密小舱口盖操作装置，开启或关闭；
- (3) 压载水系统，调整各压载舱的压载水量；
- (4) 舱底水系统，排出舱底积水；
- (5) 航行控制系统；
- (6) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加其他相关的装置。

#### **8.5.7.7 自检与故障处理**

8.5.7.7.1 自检与故障处理应满足下列要求：

- (1) 系统及相关设备自动检测；
- (2) 当系统发生故障时，应及时报告航行控制系统和远程控制站。

#### **8.5.8 货物管理**

##### **8.5.8.1 一般要求**

8.5.8.1.1 货物管理应满足本规范第6章6.3和6.5的要求。

8.5.8.1.2 货物管理系统应将相应的系统状态、预警、报警内容和辅助决策的信息实时、可靠的传输到远程控制站，提醒远程控制站相关人员注意，并由远程控制站远程控制进行必要的相关程序操作。

8.5.8.1.3 远程控制站应能对下列货物相关系统和装置进行远程控制，通常包括如下：

- (1) 货舱舱口盖操作装置，开启或关闭舱口盖（如适用）；
- (2) 压载水系统，调整各压载舱的压载水量；
- (3) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加其他相关的装置。

#### **8.6 检验与试验要求**

8.6.1 申请 Rx 功能标志的船舶，应将下列图纸资料提交 CCS 批准。

- (1) 感知设备系统图；
- (2) 感知系统设备布置图；
- (3) 通信设备系统图；
- (4) 信号设备系统图；
- (5) 通信设备布置图；

- (6) 信号设备布置图;
- (7) 船舶远程控制功能实现方案, 包括: 感知系统设计方案、无线电通信与信号系统设计方案、远程控制功能设计方案、对于 R1 船舶, 还应说明船上人员与远程控制站职责;
- (8) 远程控制故障应急响应程序;
- (9) 船舶远程控制风险评估报告;
- (10) 设备安装工艺;
- (11) 设备维护保养计划;
- (12) 系泊与航行试验大纲;
- (13) 船舶远程控制航行相关系统产品说明书(备查);
- (14) 本章 2.2.11.1 要求的远程控制站相关图纸资料;
- (15) 在具体审图过程中发现其他有必要补充的图纸和资料。

8.6.2 申请 R2 功能标志的船舶, 应将下列图纸资料提交 CCS 批准:

- (1) 船体安全传感器布置图;
- (2) 货物管理传感器布置图。

8.6.3 申请 R2 功能标志的船舶, 应将下列图纸资料提交 CCS 备查:

- (1) 船体监测及辅助决策系统原理图;
- (2) 船体监测及辅助决策系统操作手册;
- (3) 船体监测及辅助决策系统硬件规格说明;
- (4) 船体监测及辅助决策系统说明书;
- (5) 船体监测及辅助决策系统试验程序;
- (6) 货物管理系统组成及功能说明;
- (7) 货物管理系统系统硬件规格说明;
- (8) 货物管理系统系统试验程序。

#### **8.6.4 初次检验**

8.6.4.1 确认相关图纸业经审查。

8.6.4.2 确认相关系统持有相应的证书。

8.6.4.3 确认船上及远程控制站驾驶人员已完成相应培训, 并具备正确履行其职责的能力。

8.6.4.4 按照审批的系泊与试验大纲进行实船试验，充分验证船舶的场景感知、信息传输与显示功能；验证对推进与操纵系统、通信与信号系统的控制功能；验证控制位置间的切换功能。

#### **8.6.5 建造后检验**

8.6.5.1 对于授予远程控制功能标志的船舶，应结合年度检验、中间检验和特别检验，查阅系统以往的使用情况，确认处于正常状态；并检查船舶远程控制航行涉及的场景感知系统功能，推进与操纵系统、无线电通信与信号系统的远程控制功能是否正常。

8.6.5.2 当设备和系统进行修理和更新时，应重新验证功能。当对与远程控制功能相关的船舶或远程控制站系统及设备进行维修或换新后，必要时需重新进行航行试验。

## 第9章 自主操作船舶

### 9.1 一般要求

9.1.1 本章要求适用于申请自主操作船舶功能标志的船舶。

9.1.2 自主操作船舶系指能在开阔水域或整个航程实现完全自主操作,无需船员在船上操作的船舶。

9.1.3 经申请,并经 CCS 审图和检验合格,可授予下列自主操作船舶功能标志:

A1—船舶从锚地到锚地能实现自主操作,并由远程控制监视,必要时远程控制站可对船舶实施远程控制。船舶进出港和靠泊时由船员和/或引水员操作。

A2—船舶从锚地到锚地能实现自主操作,并由远程控制监视,必要时远程控制站可对船舶实施远程控制。船舶进出港和靠泊时由远程控制站操作。

A3—船舶从泊位到泊位能实现自主操作,并由远程控制监视,必要时远程控制站可对船舶实施远程控制。

9.1.4 自主操作船舶应满足本规范 8.2(远程控制站)和 8.3(无线电通信和信号设备)的要求。

9.1.5 具有 A1 附加标志的船舶还应满足本章 9.2 的要求。

9.1.6 具有 A2 附加标志的船舶还应满足本章 9.3 的要求。

9.1.7 具有 A3 附加标志的船舶还应满足本章 9.4 的要求。

9.1.8 自主操作船舶应满足第 7 章要求,能为航行、机舱等远程控制提供支持。

9.1.9 当客船申请自主操作的附加标志时,应采取合适的措施保障客人的安全。

### 9.2 A1 功能标志的附加要求

#### 9.2.1 航行要求

##### 9.2.1.1 一般要求

9.2.1.1.1 A1 船舶具有下列功能:

- (1) 航路航速设计优化,应满足智能航行基本功能要求;
- (2) 通过对场景感知信息进行综合分析决策,按照预定的航线对推进和操纵系统,通信与信号系统进行控制,实现从锚地到锚地的自主航行;

(3) 在自主航行期间,船舶应根据感知和获得的航行场景信息,按 IMO《1972 年国际海上避碰规则》要求实施避碰决策和操作;

(4) 船上信号设备应能自动按 IMO《1972 年国际海上避碰规则》要求发出声、光和号型信号;

(5) 接受轮机装置、电气装置、船体构造和安全、通信和信号、消防、环保等系统的操作请求和状态信息,并做出相应决策,控制船舶的安全和环保;

(6) 满足本规范 8.5.1.1.3 的数据存储要求;

(7) 自主航行期间,船舶可由远程控制站监视,并具备远程控制功能;必要时远程控制站可以接管船舶控制权,进行远程控制;

(8) 船上应设置航行控制站,在进出港、狭窄水道、靠离泊等复杂操作场景下,通过船员或引水登船,由船上人员完成航行操作。航行控制站应满足本章 9.2.1.1.2 要求。

9.2.1.1.2 船上控制站应满足下列要求:

(1) 具备远程控制功能的船舶,如需要时可在船上设置简易驾驶控制站,能够控制船舶的航速和航向,以实现在必要时或应急情况下对船舶的手动操作和操纵;

(2) 在驾驶控制站应显示船舶指挥信息,信息至少应包括:艏向信息、舵角指示器、推进器转速、海图信息、雷达信息等;

(3) 驾驶控制站的视线要求应满足 SOLAS 第 V 章 22 条的适用要求或通过等效设施实现;

(4) 驾驶控制站应设置 VHF 装置,以便实现与其他船、码头、VTS 中心的语音通信。在驾驶控制站应设置相应的通终站,以实现与远程控制站的语音通话;

(5) 驾驶控制站应设置必要的个人救生设备,包括救生衣、救生圈等;

(6) 应设有合适的登离船设施。在获得控制权后,该设施应能由远程控制站进行远程控制和驾驶控制站进行控制。

9.2.1.1.3 船舶应满足本规范 2.3.2.4 和 8.4.1.1.4 的场景感知要求。

### 9.2.1.2 设计要求

9.2.1.2.1 A1 船舶的设计应满足 8.5.1.2.1~8.5.1.2.4 的要求。

9.2.1.2.2 船舶自主航行系统应通过冗余的网络(或等效措施)与场景感知系统、通信与信号系统、轮机装置、系泊与锚泊系统、电气系统、船体安全系统、消防系统、环保系统以及保安系统等相连。

9.2.1.2.3 冗余配置的系统和设备在与自主航行控制系统相连时，其接口应相互独立。

9.2.1.2.4 自主航行系统应能获得各相连系统的故障信息，在接收到故障时，能够对船舶的适航性进行评估，以决定下一步的控制策略。

9.2.1.2.5 船舶应具备故障安全模式，如因设备故障导致船舶适航性受到严重影响无法远程控制或自主航行时，则应进入安全模式，保障船舶安全。

9.2.1.2.6 自主航行系统应具有自检及报警功能，能在设备正常运行时提供持续监测，当监测到设备故障时应能向远程控制站发出提示报警信息及故障信息，并生成记录。

9.2.1.2.7 自主航行系统的设备和部件应具有充分的可靠性，以最大程度降低故障发生的概率，且设备的配备与布置应确保在设备发生单一故障时，船舶感知、通信与航行控制能力不受影响或者能够尽快恢复。

## 9.2.2 船体安全

### 9.2.2.1 一般要求

9.2.2.1.1 船体安全系统应满足本规范第8章8.5.7.1.1要求。

9.2.2.1.2 载重线、分舱与稳性应满足本规范第8章8.5.7.2要求。

9.2.2.1.3 船体结构应满足本规范第8章8.5.7.3要求。

9.2.2.1.4 参数监测除满足本规范8.5.7.4要求外，还应满足下列要求：

- (1) 6个自由度船舶运动和加速度；
- (2) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加相关参数。

### 9.2.2.2 自主决策控制

9.2.2.2.1 自主决策控制应符合下列规定：

(1) 纳入装载手册（含稳性资料）、装载仪、装卸货顺序、顺序法压载水交换等资料中与稳性和结构强度的计算与衡准相关的数据，以实现这些资料的功能；

(2) 实现 SOLAS II-1 章第 19 条所述的破损控制功能；

(3) 能向码头发送船舶装卸货顺序（自主编制或必要时由远程控制站提供），并根据装卸货顺序，向航行控制系统发送压载水操作指令，进行相应的压载水调节，以使船舶稳性、浮态和总纵强度保持在正常范围内；

(4) 船舶开航前自主决策控制应能：

- ① 整个系统进行自检测；

- ② 检查所有货舱舱口盖（适用时）、水密门、水密小舱口盖的开启/关闭状态，确保开航前保持关闭状态；
- ③ 检查货舱舱口围轨道（适用时）是否异常；
- ④ 当发现故障或异常时及时向航行控制系统和远程控制站发送报警信息。

(5) 在航行、压载水交换、锚泊和装卸货过程中，当监测参数发生异常时，自主决策控制，并及时向远程控制站发出报警信息及控制方案。通常应考虑如下场景：

- ① 船舶稳性；
- ② 被监测的舱室进水；
- ③ 监测结构件上的温度（如适用）。

(6) 基于长期数据的分析及评估；

(7) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加相关的安全评估分析与决策要求。

9.2.2.2.2 自主决策控制应具有对下列系统和装置进行控制的功能：

- (1) 货舱舱口盖操作装置，开启或关闭舱口盖；
- (2) 水密门和水密小舱口盖操作装置，开启或关闭；
- (3) 压载水系统，调整各压载舱的压载水量；
- (4) 舱底水系统，排出舱底积水；
- (5) 航行控制系统；
- (6) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加其他相关的装置。

### 9.2.2.3 自检与故障处理

9.2.2.3.1 自检与故障处理应满足下列要求：

- (1) 系统及相关设备自动检测；
- (2) 当系统发生故障时，应及时报告航行控制系统和远程控制站。

### 9.2.3 轮机装置

9.2.3.1 申请 A1 附加标志的船舶，机舱内的设备及系统应设有自动控制/远程控制系统，可根据船舶航行、操纵、货物管理等指令或需要自动操作和运行。

9.2.3.2 自主操作船舶轮机装置应满足本规范第 8 章 8.5.2 的规定。

#### 9.2.4 电气装置

9.2.4.1 自主操作船舶电气装置应满足本规范第8章8.5.3的规定。

#### 9.2.5 消防

9.2.5.1 自主操作船舶的消防应满足本规范第8章8.5.4的要求。

#### 9.2.6 环境保护

9.2.6.1 自主操作船舶环境保护应满足本规范第8章8.5.5的规定。

#### 9.2.7 货物管理

9.2.7.1 货物管理应满足本规范第6章6.3和6.5的要求。

9.2.7.2 货物管理系统发出预警/报警时，应能自主决策控制，并将预警/报警信息传输到远程控制站，提醒远程控制站相关人员注意。

9.2.7.3 自主决策应能对下列货物相关系统和装置进行控制，通常包括如下：

- (1) 货舱舱口盖操作装置，开启或关闭舱口盖（如适用）；
- (2) 压载水系统，调整各压载舱的压载水量；
- (3) 可根据船舶实际情况和安全需要，增加其他相关的装置。

### 9.3 A2 功能标志的附加要求

#### 9.3.1 一般要求

9.3.1.1 具有A2功能附加标志的船应满足下列要求：

- (1) 航行应满足本章9.2.1.1.1(1)～(6)以及9.2.1.2的要求；
- (2) 船体安全和货物管理应分别满足本章9.2.2和9.2.8的要求；
- (3) 轮机装置、电气装置、消防、环境保护和锚泊应分别满足本规范第8章8.5.2、8.5.3、8.5.4、8.5.5和8.5.6的要求。

#### 9.3.2 航行附加要求

9.3.2.1 航行期间，船舶可由远程控制站监视，必要时可进行远程控制。船舶在进出港、狭窄水道、靠离泊等复杂场景下的操作通过远程控制站远程控制实现。

9.3.2.2 船舶应满足本规范8.4.1.1.3和8.4.1.1.4的场景感知要求。

## 9.4 A3 功能标志的附加要求

### 9.4.1 一般要求

9.4.1.1 具有 A3 功能附加标志的船舶应满足下列要求：

- (1) 航行应满足本章 9.2.1.1.1 (1)、9.2.1.1.1 (3) ~ (6)、9.2.1.2 和 9.3.2.2 要求；
- (2) 船体安全、货物管理应满足本章 9.2.2 和 9.2.8 要求；
- (3) 轮机装置、电气装置、消防、环境保护应分别满足本规范第 8 章 8.5.2、8.5.3、8.5.4 和 8.5.5 要求。

### 9.4.2 航行附加要求

9.4.2.1 船舶通过对场景感知信息进行综合分析决策，按照预定的航线对推进和操纵系统、通信与信号系统进行控制，实现从泊位到泊位的自主航行，包括开阔水域、进出港、狭窄水道、靠泊、离泊等所有航行操作场景。

9.4.2.2 航行期间，船舶可由远程控制站监视，并具备远程控制功能，必要时远程控制站可以接管船舶控制权，进行远程控制。

### 9.4.3 锚泊

#### 9.4.3.1 一般要求

9.4.3.1.1 船舶锚泊设备的配备，及其船体支撑结构的设计及构造应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 3 章的适用规定。

#### 9.4.3.2 锚泊设备

9.4.3.2.1 锚机应由自主决策系统或远程控制系统控制。锚机应根据指令自动收链、放链、刹车及开关离合器。锚机应能监测锚链的放出长度、速度和锚链拉力。

9.4.3.2.2 链器、锚链冲洗装置和锚链水排放装置、锚和锚链系留（航行时）装置应由自主决策系统或远程控制系统控制。

9.4.3.2.3 在紧急情况下，如他船走锚具有撞船风险，锚链无法回收时，应能通过远程控制操作弃链器。

#### 9.4.3.3 锚泊自主决策

9.4.3.3.1 锚泊自主决策系统应能探测和获取下列信息：

- (1) 实时探测周边目标物的位置、大小和相对运动（距离、方位、速度等）；
- (2) 实时探测气象和海况数据（风、浪、流、水深等）；
- (3) 接收和识别声、光、无线电信号等；
- (4) 接收锚地的信息，海图等。

9.4.3.3.2 锚泊自主决策系统应能做出下列决策功能：

- (1) 根据实时探测和所接收的信号和数据，以及本船的锚泊能力及操纵能力限制，评估是否可进行锚泊作业；
- (2) 如评估结果认定能力足够，则制定抛锚或起锚的方案；
- (3) 在方案执行过程中，实时监测环境载荷以及锚链情况，必要时进行方案调整；
- (4) 锚泊状态下，应能判断本船发生走锚或是由它船走锚可能引起碰撞的情况下，自动启动船舶操纵系统，调整锚链状态或起锚/弃锚驶离；
- (5) 当认定为无法维持船舶的安全状态时，应能向控制中心发出报警信号。

## 9.5 设备配备与性能要求

9.5.1 申请 Ax 功能标志船舶：

9.5.1.1 应满足本规范 8.5.1.3 对 R2 船舶的设备配备及性能要求。

9.5.1.2 至少配备两套自主航行系统，满足 100%冗余的要求。两套自主航行系统应互为热备份。

9.5.1.3 自主航行系统应由独立的两路电源供电，当一路电源故障时，实现自动转换。

9.5.1.4 对于 A1 船舶，可不要求配备近距离探测设备。

## 9.6 检验与试验要求

9.6.1 申请 Ax 功能标志的船舶，应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 航路航速设计及优化系统系统图（含气象数据清单）；
- (2) 航路航速设计及优化系统布置图；
- (3) 感知设备系统图；
- (4) 感知系统设备布置图；
- (5) 通信设备系统图；

- (6) 信号设备系统图；
- (7) 通信设备布置图；
- (8) 信号设备布置图；
- (9) 航行控制系统图；
- (10) 航行控制系统布置图；
- (11) 驾驶控制站设备系统图（A1 船舶）；
- (12) 驾驶控制站设备布置图（A1 船舶）；
- (13) 船舶自主航行及远程控制功能实现方案，包括：感知系统设计方案、无线电通信与信号系统设计方案、远程控制设计方案、自主航行设计方案；
- (14) 船舶远程控制及自主航行故障应急响应程序；
- (15) 船舶远程控制及自主航行风险评估报告。报告应根据自主等级，覆盖所有的远程控制及自主航行操作场景；
- (16) 设备安装工艺；
- (17) 设备维护保养计划；
- (18) 系泊与航行试验大纲；
- (19) 船舶远程控制及自主航行相关系统产品说明书（备查）；
- (20) 第本章 8.2.2.9.1 条要求的远程控制站相关图纸资料；
- (21) 在具体审图过程中发现其他有必要补充的图纸和资料。

9.6.2 船体安全、货物管理图纸资料应满足 8.6.2 和 8.6.3 的要求。

### **9.6.3 初次检验**

9.6.2.1 确认相关图纸业经审查。

9.6.2.2 确认系统及产品持有相应的证书。

9.6.2.3 确认船上及远程控制站操船人员已完成相应培训，并具备正确履行其职责的能力。

9.6.2.4 按照审批的系泊与试验大纲进行实船试验，充分验证船舶的自主操作、远程控制、船上操作（A1 船舶）、控制权切换等功能。

### **9.6.4 建造后检验**

9.6.3.1 对于授予自主功能标志的船舶，应结合年度检验、中间检验和特别检验，查阅

系统以往的使用情况,确认处于正常状态;并检查船舶的自主航行及远程控制功能是否正常。

9.6.3.2 当设备和系统进行修理和更新时,应重新验证功能。当对与船舶自主航行功能相关的船舶或远程控制站系统及设备进行维修或换新后,必要时需重新进行航行试验。