



规范文件

R012-2025

中国船级社

智能船舶规范

2025

2025年4月1日生效

北京

目 录

第1章 通 则	1
1.1 一般要求	1
1.2 等效与免除	1
1.3 变更与修理	1
1.4 智能船舶附加标志	1
1.5 计算机系统	3
1.6 人员要求	3
1.7 网络安全要求	4
1.8 保安系统	4
1.9 操作手册	4
1.10 产品持证要求	5
第2章 智能航行	8
2.1 一般要求	8
2.2 智能航行功能标志	8
2.3 辅助航行	8
2.4 自主航行	10
2.5 设备配备及性能要求	11
2.6 检验与试验	12
第3章 智能船体	14
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	16
第4章 智能机舱	19
4.1 一般要求	19
4.2 智能机舱功能标志	24
4.3 图纸资料	24
4.4 系统要求	26
4.5 检验和试验	27
第5章 智能能效管理	29
5.1 一般要求	29
5.2 智能能效管理功能标志	29
5.3 图纸资料	30
5.4 船舶能效在线智能监测	30
5.5 航速优化	33
5.6 基于纵倾优化的最佳配载	33

5.7 检验	34
第6章 智能货物管理	36
6.1 一般要求	36
6.2 智能货物管理功能标志	36
6.3 参数监测	36
6.4 辅助决策	37
6.5 智能配载	38
6.6 自动装卸货	39
6.7 智能洗舱	40
6.8 图纸资料	41
6.9 检验与试验	41
第7章 智能集成平台	42
7.1 一般要求	42
7.2 智能集成平台功能标志	42
7.3 系统层次说明	42
7.4 系统要求	43
7.5 图纸资料	44
7.6 检验	44
第8章 远程控制船舶	46
8.1 一般要求	46
8.2 远程控制站	46
8.3 无线电通信与信号设备	49
8.4 R1 功能标志的附加要求	50
8.5 R2 功能标志的附加要求	54
8.6 检验与试验	69
第9章 自主操作船舶	71
9.1 一般要求	71
9.2 A1 功能标志的附加要求	71
9.3 A2 功能标志的附加要求	74
9.4 A3 功能标志的附加要求	74
9.5 设备配备与性能要求	75
9.6 检验与试验	75
第10章 其他补充规定	77
10.1 喷水推进装置状态监测	77
10.2 智能疏浚作业	77
10.3 智能科考	83
10.4 拖轮	85
10.5 内河船舶	90
10.6 极地船舶	94
10.7 智能铺排	99

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：

- (1) 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；
- (2) 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；
- (3) 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；
- (4) 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。当新技术超出现有规范规定的范围，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（以下简称“智能系统”）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--自主操作功能标志，应满足本规范第 9 章的要求；

Ri--远程控制功能标志，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) Ai 可以和 Hx、Mm,a,p、Ex、Cx 同时授予。

1.4.4 对于从事疏浚作业的挖泥船，经申请，并经 CCS 审图和检验符合本规范第 10 章 10.2 的规定，可授予智能疏浚功能标志 Dx。有关智能疏浚功能标志 Dx 含义及技术要求见表 1.4.4。

1.4.5 对于从事科考任务的科考船，经申请，并经 CCS 审图和检验符合本规范第 10 章 10.3 的规定，可授予智能科考功能标志 SRx。有关智能科考功能标志 SRx 含义及技术要求见表 1.4.4。

1.4.6 对于协助船舶进出港口、靠离码头、移动泊位、调头转向、出入船坞等用途的港作拖轮，经申请，并经 CCS 审图和检验符合本规范第 10 章 10.4 的有关规定，可授予智能拖曳作业功能标志 Tx。有关智能拖曳作业功能标志 Tx 含义及技术要求见表 1.4.4。

1.4.7 对于从事铺排作业的铺排船，经申请，并经 CCS 审图和检验符合本规范第 10 章 10.7 的规定，可授予智能铺排功能标志 Gx。有关智能铺排功能标志 Gx 含义及技术要求见表 1.4.4。

智能作业功能标志

表 1.4.4

智能作业功能标志	功能标志含义说明		技术要求
Dx	智能疏浚	D——表示疏浚船具有本规范第 10 章 10.2.1.3 规定的智能疏浚基本功能； x——补充功能标志，具体采用以下小写字母表示： a——表示可实现本规范第 10 章 10.2.1.4 (1) 规定的一键疏浚功能； m——表示疏浚设备实施视情维护； o——表示可实现本规范第 10 章 10.2.1.4 (3) 规定的疏浚作业参数优化功能。	本规范第 10 章 10.2
SRx	智能科考	SR ——表示科考船具有本规范第 10 章 10.3.3.1 规定的科考作业管理基本功能；	本规范第 10 章 10.3

		x——补充功能标志，具体采用以下小写字母表示： c——表示可实现本规范第 10 章 10.3.3.2 规定的科考作业监测功能。	
Tx	智能拖曳作业	T——表示港作拖轮具有本规范第 10 章 10.4.6.3 规定的智能拖曳作业基本功能； x——补充功能标志，具体采用以下小写字母表示： m——具有 10.4.6.4(1)规定的拖曳设备及系统视情维护功能； s——具有 10.4.6.4(2)规定的拖曳作业协同功能。	本规范第 10 章 10.4
Gx	智能铺排	G——表示铺排船具有本规范第 10 章 10.7.1.3 规定的智能铺排基本功能； x——补充功能标志，具体采用以下小写字母表示： a——表示可实现本规范第 10 章 10.7.1.4(1)规定的一键铺排功能； m——表示可实现本规范第 10 章 10.7.1.4(2)规定的铺排设备状态监测和健康管理功能； e——表示可实现本规范第 10 章 10.7.1.4(3)规定的铺排作业能效优化辅助决策功能； o——表示可实现本规范第 10 章 10.7.1.4(4)规定的铺排作业参数优化功能。	本规范第 10 章 10.7

1.4.8 对于初次授予 CCS 智能船舶附加标志的船舶，应给出船级备忘，由 CCS 验船师在安装检验后不迟于 6 个月且不晚于 6 个月后的第一次年度/中间/特别检验（取早者）执行实施检验。实施检验主要包括如下内容：

(1) 检查和验证相关智能系统已按批准的方案有效地运行，并能实现预期的功能，包括与基准数据的比较；

(2) 检查智能系统的实施报告（参考年度报告），包括相关的检验和测试报告；

(3) 确认相关操作人员熟悉该方案的运作；

(4) 检查相关智能系统的详细工作记录，包括运行期间修改任何限值参数(报警和警告)的记录；

(5) 检查船舶及其设备与系统的故障及修理记录，以确认相关智能系统的有效性。

如执行检验单位在实施检验时发现船舶不满足要求，应报告总部，总部视情况对船东或船舶管理公司提出书面提醒，要求船东或船舶管理公司限期纠正，否则将取消相应的智能船舶附加标志。

1.4.9 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 相关操作人员应熟悉并胜任智能系统的操作和维护等工作。

1.7 网络安全要求

1.7.1 本规范中，智能相关的 II、III 类计算机系统至少应满足 CCS《船舶网络安全指南》第 2 章规定的 SL0 级网络安全要求，I 类计算机系统可参照上述要求执行，III 类计算机系统（如远程控制系统、自主控制系统等），建议采用 CCS《船舶网络安全指南》第 2 章规定的高等级网络安全要求。

1.7.2 如无法满足 1.7.1 条要求，可按照 CCS《船舶网络安全指南》第 1 章第 4 节的规定申请免除。

1.7.3 智能系统的网络安全应按照 CCS《船舶网络安全指南》第 3 章的规定进行产品检验。

1.7.4 在船舶整个生命周期内，如智能系统发生变更，则应符合 CCS《船舶网络安全指南》第 4 章 4.3.23 的规定。

1.8 保安系统

1.8.1 对于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 1.8.2 ~ 1.8.4 的要求。

1.8.2 通道控制

1.8.2.1 船体、上层建筑和甲板室用于人员进出船舶的外部开口数量应降到满足用途的最低需要。

1.8.2.2 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能在远程控制站远程操作，经授权者可开启或关闭。

1.8.2.3 对于申请 R1（见本规范第 8 章第 8.1.3 的定义）附加标志的船舶，应结合船舶具体的配员及职责确定通道控制要求，如船舶的配员及职责满足传统船舶最低配员要求，则可不满足 1.8.2.2 的要求。

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：

- ① 如船上未配备船员，远程控制站收到预警后，应根据实际情况采取适当的措施，如向主管机关、船公司发出保安报警；
- ② 船上配备船员时，船员应根据实际情况启动保安报警系统向主管机关、船公司和远程控制站报警。

(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。

1.8.3.3 对于船上有人远程控制船舶（R1），应结合船舶具体配员及职责确定探测、监视和报警要求，当船舶的配员及职责满足传统船舶最低配员要求时，则可不满足 1.8.3.1、1.8.3.2 (1) ①、1.8.3.2 (2) 的要求。

1.8.4 保安通信

1.8.4.1 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，船上和远程控制站应能同时储存保安通信记录。

1.8.5 身份识别

1.8.5.1 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。

1.9 操作手册

1.9.1 船上应备有相关智能系统的操作手册，明确系统操作、检查、维护、安全等方面的程序和说明。

1.9.2 智能系统操作手册应提交 CCS 备查。操作手册一般应包括如下几方面的内容：

- (1) 系统操作、检查、测试、维护有关的程序与说明；
- (2) 系统运行有关的工作条件和限制条件；
- (3) 应急程序。

1.9.3 应针对智能系统操作使用过程中可能发生的故障制定相应的应急程序，明确紧急情况下的操作程序及责任人安排，以尽可能减少对船舶及相关设备的安全运行产生影响。

1.10 产品持证要求

1.10.1 本规范中，各功能标志所对应的功能可通过一个或多个系统予以实现。相关系统及部件应满足本章 1.10.2 的产品持证要求，并在证书中明确系统所能实现的功能。

1.10.2 智能系统及部件的产品持证应满足表 1.10.2 的要求。表 1.10.2 中的符号说明如下：

- (1) C—船用产品证书；E—等效证明文件；W—制造厂证明；X—适用；O—可选；
- (2) DA—设计认可；TA-B—型式认可 B；TA-A—型式认可 A；WA—工厂认可；PA—图纸审查；
- (3) X³：如外购件的持证要求无法满足，应与相关智能系统进行成套型式试验；
- (4) 注①：指重要的船舶数据中继组件，如串口服务器、协议转换器、汇聚交换机、核心交换机、路由器等设备。

智能系统及部件产品持证要求一览表

表 1.10.2

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
1	智能航行								
1.1	辅助航行系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请 Nx 或 Ai 功能标志的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 2、9、10 章的有关规定。
1.2	自主航行系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请 Nx 或 Ai 功能标志的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 2、9、10 章的有关规定。
1.3	远程控制系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请 Ri 或 Ai 功能标志的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 8、9、10 章的有关规定。
2	智能船体								
2.1	智能船体维护保养系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请智能船体功能标志 Hh 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 3、10 章的有关规定。
2.2	智能船体监测及辅助决策系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请智能船体功能标志 Hm 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 3、10 章的有关规定。
3	智能机舱								
3.1	状态监测与健康评估系	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能机舱功能标

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
	统								志 M 或 Mx 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 4、10 章的有关规定。
3.2	辅助决策系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能机舱功能标志 M 或 Mx，详见 CCS《智能船舶规范》第 4、10 章的有关规定。
3.3	视情维护系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能机舱功能标志 Mx，详见 CCS《智能船舶规范》第 4、10 章的有关规定。
4	智能能效管理								
4.1	智能能效管理系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能能效管理功能标志 E 或 Ex 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 5、10 章的有关规定。
5	智能货物管理								
5.1	货物/货舱监测报警和辅助决策系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能货物管理功能标志 C 或 Cx 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 6 章的规定。
5.2	智能配载系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能货物管理功能标志 C 或 Cx 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 6 章的规定。
5.3	自动装卸货系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能货物管理功能标志 Cl，详见 CCS《智能船舶规范》第 6 章的规定。
5.4	智能洗舱系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能货物管理功能标志 Cw，详见 CCS《智能船舶规范》第 6 章的规定。
6	智能集成平台								
6.1	智能集成平台系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请智能集成平台功能标志 I 的船舶，详见 CCS《智能船舶规范》第 7 章的规定。
7	智能科考								适用于申请智能科考功能标志 SRx 的船舶，详见本规范第 10 章 10.3 的规定。
7.1	智能科考系统	X	—	—	X	—	—	X	
8	智能疏浚								适用于申请智能疏浚功能标志 Dx 的船舶，详见本规范第 10 章 10.2 的规定。疏浚作业相关设备状态监测与健

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
									康评估、辅助决策、视情维护、能效管理等智能系统的产品持证要求应满足本表中智能机舱、智能能效管理的适用要求。
8.1	疏浚作业参数优化系统	X	—	—	X	—	—	X	
8.2	疏浚设备控制系统	X	—	—	X	—	—	X	
9	智能铺排								适用于申请智能铺排功能标志 Gx 的船舶，详见本规范第 10 章 10.7 的规定。铺排作业设备状态监测与健康评估、辅助决策、视情维护、能效管理等智能系统的产品持证要求应满足本表中智能机舱、智能能效管理的适用要求。
9.1	智能铺排系统	X	—	—	X	—	—	X	
10	智能系统部件								适用于申请智能船舶附加标志的船舶。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	不间断电源（UPS）	—	X	—	X ³	—	—	X	
.4	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.5	数据中继组件 ^①	O	X	—	X ³	—	—	X	
11	传感器/监测设备								适用于申请智能船舶附加标志的船舶。
11.1	风速风向仪	—	X	—	X ³	—	—	X	
11.2	船舶运动传感器	—	X	—	X ³	—	—	X	
11.3	近距离探测设备（如红外摄像机、光电雷达等）	—	X	—	X ³	—	—	X	
11.4	增强视觉系统	—	X	—	X ³	—	—	X	

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，为船舶提供辅助航行决策建议。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 智能航行应具有如下辅助航行基本功能：

- (1) 航路与航速设计和优化；
- (2) 视觉增强；
- (3) 碰撞预警；
- (4) 搁浅预警；
- (5) 综合信息显示。

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 2.1.3 规定的辅助航行功能；

No--在辅助航行的基础上，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、自主靠离泊功能，以实现全航程自主航行。

2.3 辅助航行

2.3.1 航路与航速设计和优化

2.3.1.1 航路与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 航路与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、船中横剖面及舵龙骨细节；
- (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 $1.5\text{deg} \times 1.5\text{deg}$ ，长期气象数据（6-14 天内的气象数据）精度应不低于 $3\text{deg} \times 3\text{deg}$ 。

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 船舶的航路与航速设计优化功能，应能在设定航次最大风浪等级的约束下，实现以下一项或多项优化目标：

- (1) 航行时间优化，包括固定时间到达与最短时间到达；
- (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 船舶航路与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 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。设计时应考虑优化结果给出新方案提示，并显示相应的优化信息。

2.3.1.12 船舶应能储存航路与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 视觉增强

2.3.2.1 应能对船舶多源感知信息进行融合处理，生成可辅助驾驶员进行决策的直观、稳定的视觉画面，有效补偿驾驶员的视觉，使船舶即使处于受雨、雪、雾、光照条件以及其他任何不良天气影响条件下，仍能提供有效的视觉感知。

在船舶航行过程中，至少能准确显示船舶当前位置 2000m 距离、水平方向上从船舶正前方至左右舷各 112.5° 视角范围内的水面航海危险物。

2.3.3 碰撞预警

2.3.3.1 应综合考虑船舶航行的外部环境条件、当前航速以及本船的操纵性能等因素，分析和评估所识别的周边障碍物距本船的距离及会遇趋势。所得到的趋势预测结果应以直观的方式予以展示。

2.3.3.2 根据当前航行状态下船舶的预计最近会遇距离、时间，并考虑船舶所需的避碰距离和时间，对可能的碰撞风险发出声光报警，提示危险物与本船的相对位置，该报警经驾驶员应答后，可即时消除，并保留视觉指示。

2.3.4 搁浅预警

2.3.4.1 应能获得船舶规划航经水域的水深历史数据，综合考虑船舶航经水域潮汐、水深、航向、航速、吃水状态等因素，预测船舶发生搁浅的趋势，并以直观的方式予以展示。

2.3.4.2 应对可能发生的搁浅风险发出声光报警，提示搁浅风险，该报警经驾驶员应答后，可即时消除，并保留视觉指示。

2.3.5 综合信息显示

2.3.5.1 船舶应设有综合信息显示系统，对航路航速设计和优化结果、视觉增强、碰撞趋势、搁浅趋势以及必要的信息予以综合显示。信息显示可参照 IMO《船载航行显示器有关航行信息显示的性能标准》（经修订的 MSC.191(79)决议）的要求。

2.3.6 监测参数和信息

2.3.6.1 为实现上述辅助航行功能，应能监测或获取如下参数和信息，包括但不限于：

(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；
- ③ 水流流速（可接受以历史数据替代）。

(2) 本船如下实时信息：

- ① 船位、航速、航向和艏向信息；
- ② 船体运动响应，应至少包括：横摇、纵摇、艏摇；
- ③ 左右舷吃水（船首、船中、船尾）；
- ④ 主机和/或推进器转速和转向、螺距（如适用）、舵角等。

(3) 水上目标 AIS 的数据；

(4) 电子海图数据及更新；

(5) 航经水域航道数据及更新；

(6) 雷达范围内海上其它目标如下实时信息：

- 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、航行状态；
- ② 水面其他固定障碍物及运动目标信息。

(7) 船舶所在位置的实测水深。

2.4 自主航行

2.4.1 开阔水域自主航行 (No)

2.4.1.1 船舶具备在开阔水域自主航行的能力。自主航行期间，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。

2.4.1.2 船舶应满足本章 2.1.3 规定的基本功能要求。

2.4.1.3 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。

2.4.1.4 开阔水域自主航行船舶应能够全天候感知、获取本章 2.3.6 规定的参数和信息，并用于自主航行决策。

2.4.1.5 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控制站发出提示报警信息及故障信息，并生成记录。

2.4.1.6 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。

2.4.1.7 开阔水域自主航行船舶应具备对数据和信息融合的能力，至少应对本章 2.3.6 规定的感知数据和信息进行融合，以消除单一来源中的感知错误。

2.4.1.8 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。

2.4.1.9 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。服务器的容量应能连续存储至少 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早期历史数据。

2.4.1.10 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自主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。

2.4.1.11 如船舶存在其他运行模式，则各运行模式之间切换时不应导致推力方向和大小及相关设备的运行状态发生较大变化。

2.4.2 全航程自主航行 (Nn)

2.4.2.1 船舶应满足开阔水域自主航行 (No) 的所有要求。

2.4.2.2 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。

2.4.2.3 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。

2.4.2.4 除了本章 2.3.6 规定的场景感知要求，船舶还应能获取以下场景信息，用于航行操作决策：

- (1) 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。

2.5 设备配备及性能要求

2.5.1 通用要求

2.5.1.1 智能航行相关系统与设备应经 CCS 型式认可及产品检验，智能航行系统及部件的产品持证应满足本规范第 1 章 1.10 的要求。

2.5.2 辅助航行

2.5.2.1 申请辅助航行功能标志的船舶，应配备下列设备或采取其他等效措施获得本章 2.3.6 规定的参数和信息：

- (1) 电罗经或其他船舶艏向系统；
- (2) 电子海图信息与显示系统^①；
- (3) 船舶定位导航与授时系统 (PNT)；
- (4) 航速和航程测量装置；
- (5) 风速风向仪；
- (6) 测深仪；
- (7) 船舶运动传感器；
- (8) 带有 ARPA 功能的船用雷达；

^① 中国国内航行海船可采用电子海图系统 (ECS)。

- (9) 船舶自动识别系统 (AIS)；
- (10) 能见度传感器；
- (11) 流速传感器；
- (12) 船舶吃水测量装置；
- (13) 数据通信设备；
- (14) 视觉增强系统；
- (15) 其他必要的设备和系统。

2.5.2.2 辅助航行系统应至少由主电源供电。

2.5.2.3 辅助航行系统应至少满足 II 类计算机系统的要求。

2.5.3 自主航行

2.5.3.1 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) 冗余电罗经或其他船舶艏向系统；
- (3) 本章 2.5.2.1 (1) ~ (15) 规定的设备。

2.5.3.2 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。

2.5.3.3 自主航行系统应由主配电板设两路独立馈电线直接供电，其中的一路可通过应急配电板供电。当一路电源故障时，实现自动转换。若系统可能因电源的中断而受到有害影响时，则应采用不间断的方式实施电源转换。

2.5.3.4 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 章的适用要求。

2.5.3.5 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。

2.5.3.6 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。

2.6 检验与试验

2.6.1 应提交如下智能航行系统图纸资料批准：

- (1) 系统设计详细资料。应至少包括：
 - ① 系统主要设备组成、功能、总体性能、设计运行条件说明；
 - ② 硬件设备技术规格、配置、输入及输出、系统主要部件间连接、供电说明；
 - ③ 软件说明；
 - ④ 用户接口说明。
- (2) 系统功能实现原理说明；
- (3) 型式试验大纲；
- (4) 型式试验报告（可在型式试验结束后提交）；
- (5) 其他必要的图纸资料。

2.6.2 应提交如下智能航行系统图纸资料备查：

- (1) 风险评估报告；
- (2) 操作手册。

2.6.3 申请智能航行功能标志的船舶，应提交如下图纸资料批准：

- (1) 设计方案说明；
- (2) 系统图；
- (3) 试验大纲；
- (4) 其他必要的图纸资料。

2.6.4 申请智能航行功能标志的船舶，应提交如下图纸资料备查：

- (1) 主要设备布置图；
- (2) 智能航行系统说明书。

2.6.5 初次检验

2.6.5.1 确认相关图纸业经审查。

2.6.5.2 确认智能航行相关系统持有相应的证书。

2.6.5.3 对于不同的智能航行功能，确认船舶驾驶人员已熟悉智能航行系统的操作、维护等工作，具备正确履行其职责的能力。

2.6.5.4 确认智能航行系统的输入、输出及通信功能。

2.6.5.5 测试辅助航行系统，验证航行辅助决策、安全预警功能。

2.6.5.6 确认相关海图进行了相应的更新。

2.6.5.7 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。

2.6.6 建造后检验

2.6.6.1 对于授予智能航行功能标志的船舶，智能航行功能的实际效果应通过船舶营运验证。

2.6.6.2 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辅助航行系统、场景感知系统、自主航行系统功能正常。

2.6.6.3 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

式中：Hh--船体维护保养，应满足本章 3.3 的要求；

Hm--船体结构监测及辅助决策，应满足本章 3.4 的要求，其中 3.4.3 仅需满足船体总纵强度和局部强度的辅助决策要求；

Hm+--船体监测及辅助决策，应满足本章 3.4 的要求。

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（如图 3.3.5.3 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（如图 3.3.5.3 中甲板结构厚度测量评级为 2 级）；

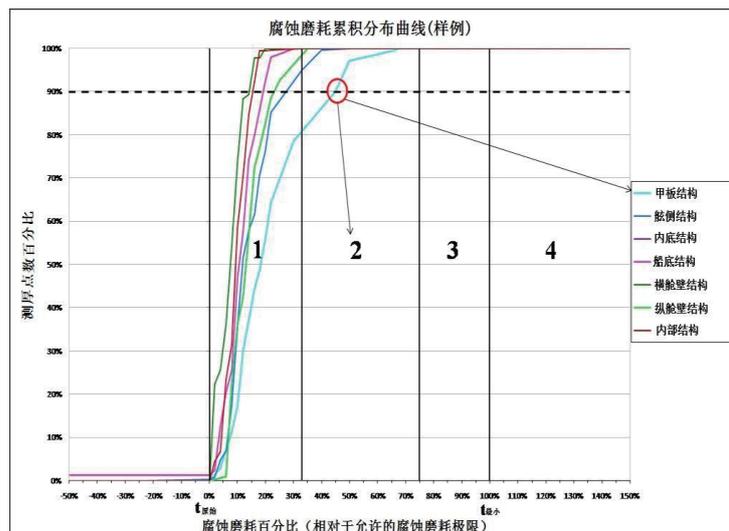


图 3.3.5.3 测厚数据分级及评级

(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（包括板及其相连的骨材），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）。对每一结构单元按表 3.3.5.3 分为 1 至 4 级：

结构单元分级标准

表 3.3.5.3

	等级			
	1	2	3	4
腐蚀磨损百分比	$r \leq 33\%$	$33\% < r \leq 75\%$	$75\% < r \leq 100\%$	$r > 100\%$

(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、换新材料统计计算、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 初次检验至少应包含如下项目：

- (1) 确认图纸资料已审批；
- (2) 确认智能船体维护保养相关系统已认可；
- (3) 确认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) 相关系统及设备安装完成后，按批准的程序进行试验；
- (5) 核查船体维护保养相关计划与实施程序（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。

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) 确认执行船体检查保养、甲板机械检查保养的船上人员已熟悉智能船体系统的操作、维护等工作；
- (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) 液舱内液体晃动（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 初次检验至少应包含如下项目：

(1) 确认图纸资料已审批；

(2) 确认智能船体监测及辅助决策系统已认可；

(3) 相关系统及设备安装完成后，按批准的程序进行试验；

(4) 确认船上备有相关图纸资料、手册、程序及相关记录。

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 江海直达船、高速船、小船、纯电池动力推进船或其他非货物运输用途船舶等，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 传统主柴油机直接推进船舶至少应对表 4.1.7 中所列的设备及系统进行状态监测。

状态监测设备及系统清单

表 4.1.7

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	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 ^①

4	辅助系统		
4.1	燃油（料）系统（包括双燃料发动机的引燃油系统）		
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	水润滑系统		
4.3.1		泵	润滑水供应能力
4.3.2		滤器	杂质过滤
4.3.3		换热器（如设有）	换热性能
4.4	冷却系统		
4.4.1		泵	冷却介质供应能力
4.4.2		换热器	换热性能
4.4.3		滤器	杂质过滤
4.5	液压（伺服）油系统		
4.5.1		液压油泵	供油能力
4.5.2		滤器	杂质过滤
4.6	起动和控制空气系统		供气能力
4.7	进气（四冲程）/扫气（二冲程）系统		气缸燃烧空气质量
4.8	排气系统		排气性能
4.9	控制安全报警系统动力源（电力、气动、液压）		能量供应能力
注①:对于开式水润滑轴系，可不必监测尾轴后端的密封状态。			

4.1.8 电力推进船舶除了对表 4.1.7 中规定的适用设备及系统进行状态监测以外，根据母排采用的配电制型式（交流或直流）还分别应满足表 4.1.8-1 或 4.1.8-2 规定的监测要求。

交流配电电力推进系统状态监测设备及系统清单

表 4.1.8-1

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（永磁电机不适用）	转子状态，如转子平衡、匝间绝缘状态、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
1.5		永磁体（永磁同步发电机适用）	失磁现象
2	配电板		综合工作状态

			供电质量 绝缘状态
2.1		各屏断路器	开/合闸指令、开/合闸状态
2.2		母排	系统供电质量，如电压、电流、功率、谐波等 系统绝缘状态
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（如适用）	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）、失磁现象（永磁电机）
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

直流配电电力推进系统状态监测设备及系统清单

表 4.1.8-2

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（永磁电机不适用）	转子状态，如转子平衡、匝间绝缘状态、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
1.5		永磁体（永磁同步发电机适用）	失磁现象
2	配电板		综合工作状态/供电质量/绝缘状态
2.1		母排分断固态开关	工作状态，如开/合闸指令、开/合闸状态、开/合闸前后电压和电流等
2.2		各屏断路器	开/合闸指令、开/合闸状态
2.3		母排	系统供电质量，如电压、电流、功率、谐波等 系统绝缘状态 预充电状态（如适用）
2.4		抑制电容、电阻 电感（如设有）	工作状态，如充/放电动作、温度

3	直流配电板至交流配电板的电力变压器		
3.1		绕组	绕组工作状态
4	变流器		
4.1		功率器件模块	工作状态
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）、失磁现象（永磁电机）
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 采用天然气、丙烷、LPG、甲醇/乙醇、氨等气体/低闪点燃料发动机动力系统的船舶，除了对表 4.1.7 中规定的适用设备及系统进行状态监测以外，还应满足表 4.1.9 规定的附加监测要求。

气体/低闪点燃料相关的监测设备及系统清单

表 4.1.9

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	推进用气体/低闪点燃料发动机		
1.1		引燃油喷嘴	引燃能力
1.2		点火装置（单气体/低闪点燃料发动机）	点火能力
1.3		活塞下部空间（二冲程气体/低闪点燃料发动机）（如适用）	防爆
2	发电用气体/低闪点燃料发动机（包括电力推进用）		
2.1		气缸燃烧	燃烧状态（如熄火、爆震、燃烧不稳定等）
2.2		引燃油喷嘴（适用于双燃料发动机）	引燃能力
2.3		点火装置（适用于单气体/低闪点燃料发动机）	点火能力
2.4		曲轴箱（适用于筒形活塞式气体/低闪点燃料发动机）	防爆
2.5		活塞下部空间（适用于十字头式气体/低闪点燃料发动机）	防爆
3	辅助系统		
3.1	气体/低闪点燃料系统		
3.1.1		通风型双层壁气体/低闪点燃料管系	通风换气能力、气体/低闪点燃料泄漏

3.1.2		惰性气体加压型双层壁气体/低闪点燃料管系	惰化能力、气体/低闪点燃料泄漏
3.2	滑油系统		
3.2.1		滑油管系	气体/低闪点燃料泄漏（如适用） ^①
3.3	冷却系统		
3.3.1		冷却水管系	气体/低闪点燃料泄漏（如适用） ^①
3.4	密封油系统（如设有）		
3.4.1		密封油泵/密封油增压装置	供油能力
3.4.2		滤器（如设有）	杂质过滤
3.5	惰气吹扫系统（如设有）		
3.5.1		惰气吹扫管系	吹扫能力
3.6	水吹扫系统（如设有）		
3.6.1		水吹扫管系	吹扫能力
3.7	燃料回收处理系统（如设有）		
3.7.1		气液分离装置	气液分离能力
3.7.2		水封装置	水封能力
3.8	排气系统		
3.8.1		排气管	残留燃料安全影响（如适用） ^②
3.8.2		吹扫风机（如设有）	吹扫能力

注①：按本章 4.1.6 规定，如经风险分析确定无气体燃料泄漏到相关辅助系统（如滑油系统、冷却水系统）的风险，该监测要求不适用。

②：适用于甲醇/氨燃料发动机，如经风险分析确定排气中残留的甲醇/氨燃料不会对船上人员安全产生影响，该监测要求不适用。

4.1.10 船舶若采用锂电池和/或超级电容作为主电源或者推进动力源的组成部分时,锂电池和/或超级电容及其充/放电装置的状态监测应满足表 4.1.10 的要求。

锂电池/超级电容状态监测设备及系统清单 表 4.1.10

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	蓄电池（锂电池/超级电容）		
1.1		各组电池系统	工作状态、绝缘状态、荷电状态（SOC）、健康状态（SOH）
1.2		电池包冷却系统（如设有）	冷却性能
2	充电装置		充电状态、充电接口温度
3	电池箱/柜/舱及其辅助系统		
3.1		冷却系统	热管理状态/冷却性能
3.2		应急排气系统	工作状态
3.3		电池箱/柜/舱	可燃气体积聚状态

4.1.11 因柴油机设计、标准化生产、安装布置等原因，无法按本章规定进行状态监测的小型高速柴油机，可对柴油机整体的状态、性能、功能进行监测，如监测柴油机功率输出能力、燃油消耗、整体振动状态、各缸燃烧工作平衡性、曲轴箱滑油性能等，评估其健康状态。设计者可与 CCS 共同协商确定

柴油机的监测方案。

4.1.12 采用喷水推进装置的船舶申请智能机舱功能标志时，除了对本章表 4.1.7、4.1.8、4.1.9 中规定的适用设备及系统进行状态监测以外，还应满足本规范第 10 章 10.1 规定的附加监测要求。

4.1.13 状态监测与健康评估系统应经 CCS 认可。

4.1.14 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。

4.1.15 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。

4.1.16 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。

4.1.17 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。

4.1.18 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

式中：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 应提交如下智能机舱系统图纸资料批准：

- (1) 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 监测目的（如状态、功能、性能等），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。
- (2) 智能机舱系统有关的详细资料，一般应包括如下方面的内容：
 - ① 系统框图、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。

注：对于上述②所述的系统硬件，如状态监测与健康评估相关的数据/信息通过船舶集成平台统一获取，则传感器、数据采集等相关的硬件可在集成平台图纸资料中进行说明。

- (3) 测量/获得健康评估衡准的详细方案，包括测量方法、建立衡准的时间、评估衡准有效性的方法等；
- (4) 型式试验大纲；
- (5) CCS 认为必要的其他图纸资料

4.3.2 应提交如下智能机舱系统图纸资料备查：

- (1) 风险分析报告（按本章 4.1.6 的规定）；
- (2) 操作手册（按本规范第 1 章 1.9 的规定）。

4.3.3 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批准：

- (1) 智能机舱系统图；
- (2) 实船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 监测目的（如状态、功能、性能等），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。

注：对于上述②所述的可接受衡准，如状态监测与健康评估系统船上安装前无法提供可接受衡准，设计者应提供测量/获得可接受衡准的详细方案，包括测量方法、建立可接受衡准的时间、评估可接受衡准有效性的方法等。

- (3) 实施视情维护的系统与设备清单及说明（适用于 Mx 功能标志）；
- (4) 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。

- (5) CCS 认为必要的其他图纸资料。

4.3.4 申请智能机舱功能标志的船舶，应提交如下图纸资料备查：

- (1) 智能机舱系统主要设备船上安装布置图；
- (2) 智能机舱系统说明书，包括系统功能、软硬件、安装要求等说明；

(3) 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 应设有必要的数据库备份设备。

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) 被测定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相关系统已认可；
- (3) 确认指定的系统操作人员熟悉智能系统的操作和维护等工作；
- (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测、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、燃料消耗、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 申请智能能效管理功能标志的船舶，除符合本章规定外，还应满足 CCS《船舶智能能效管理检验指南》的有关要求。

5.1.7 本章有关定义如下：

- (1) 日历年度 (Calendar Year)：系指从 1 月 1 日至 12 月 31 日 (含) 的时间周期；
- (2) 运输功 (Transport Work)：系指船舶航行距离和运输货物量的乘积；
- (3) 年度运输功 (Annual Transport Work)：系指日历年度船舶的航行距离与载重吨或总吨^①的乘积；
- (4) 年营运碳强度指数 (Annual Operational Carbon Intensity Indicator (CII))：系指通过计算日历年度船舶 CO₂ 排放量与年度运输功之间的比值而获得的碳强度指标；
- (5) 船舶能效营运指数 (Ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI))：系指船舶单位运输功所排放的 CO₂ 量；
- (6) 排放控制区 (Emmission Control Area (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_x 或 SO_x 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；
- (7) 主要耗能设备 (Main Energy Consuming Equipment)：系指船舶设备中包括主机、辅助发电用柴油机、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。对于纯电池动力船舶，电池系统也视为主要耗能设备。

5.1.8 缩写与符号说明如下：

- (1) CII (Carbon Intensity Indicator)：碳强度指标；
- (2) ECA (Emmission Control Area)：排放控制区；
- (3) EEOI (Energy Efficiency Operational Indicator)：能效营运指数；
- (4) MRV (Monitoring Reporting and Verification)：监测、报告及核查。

5.2 智能能效管理功能标志

^①按 IMO 决议 MEPC. 352(78) 营运碳强度指标和计算方法 2022 导则 (CII 导则 (G1)) 的规定，邮轮、滚装船 (车辆运输船)、滚装货船和客滚船四种船型采用总吨计算年度运输功。

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

式中：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 应提交如下适用的智能能效管理系统图纸资料批准：

(1) 能效在线监测系统组成及其说明，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) 航速优化系统的原理、功能及使用说明（适用于 Es 功能标志）；

(3) 基于纵倾优化的最佳配载系统的原理、功能及使用说明（适用于 Et 功能标志）；

(4) 测量/获得能效/能耗评估衡准的详细方案，包括测量方法、建立衡准的时间、评估衡准有效性的方法等；

(5) 型式试验大纲；

(6) CCS 认为必要的其他图纸资料。

5.3.2 应提交如下智能能效管理系统图纸资料备查：

(1) 操作手册（按本规范第 1 章 1.9 的规定）。

5.3.3 申请智能能效管理功能标志的船舶，应提交如下适用的图纸资料批准：

(1) 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）；

(2) 轴功率测量装置（如设有）电气系统图；

(3) 主要耗能设备及监测参数清单；

(4) 试验大纲；

(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) CCS 认为必要的其他图纸资料。

5.3.4 申请智能能效管理功能标志的船舶，应提交如下适用的图纸资料备查：

(1) 主要设备安装布置图；

(2) 智能能效系统说明书。

5.4 船舶能效在线智能监测

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 能效在线智能监测应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 应能方便地查询船舶能效监测的数据、分析和评估结果及辅助决策建议。

5.4.1.5 能效在线智能监测的计算机系统应符合第 I 类计算机系统要求；监测系统应经 CCS 认可。

5.4.2 监测与测量

5.4.2.1 应对主要耗能设备、轴功率测量装置（如设有）、燃料电子流量计、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、温度等，详见 CCS《船舶智能能效管理检验指南》第 9 章的规定；

（2）主要耗能设备燃料消耗量；

（3）主机轴功率^①；

（4）风向、风速；

（5）船位、航向、航速；

（6）对水速度；

（7）船舶倾斜角度；

（8）水深值；

（9）船舶吃水值。

5.4.2.3 采用电池系统作为推进动力的船舶，电池推进相关系统应监测如下参数：

（1）电池系统的电压、电流、温度等工作参数，详见 CCS《船舶智能能效管理检验指南》第 9 章的规定；

（2）主配电板（直流、交流）以及相关变频器（如适用）/配电板的电流、电压、电功率。

5.4.2.4 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）EEOI；

（2）单位航行距离燃料消耗量；

（3）单位运输功燃料消耗量；

（4）单位航行距离 CO₂ 排放量；

（5）单位运输功 CO₂ 排放量。

注：上述指标可基于船型、船舶推进形式、作业工况等予以调整。

5.4.4.2 系统应能自动计算主要耗能设备的以下指标：

（1）燃料小时消耗量；

（2）燃料日消耗量；

①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。

(3) 燃料航次（航段）消耗量汇总。

5.4.4.3 系统应能自动计算如下碳强度指标及相关参数：

(1) CII；

(2) 年度总燃料消耗量；

(3) 年度总 CO₂ 排放量。

注：上述指标及数据应按 IMO 决议 MEPC.352(78) 营运碳强度指标和计算方法 2022 导则（CII 导则（G1））的规定计算，并使用航次调整和修正系数对船舶年营运碳强度指标 CII 进行修正，详见 IMO 决议 MEPC.355(78) 用于 CII 计算的修正系数和航程调整 2022 临时导则（CII 导则（G5））。

5.4.4.4 对于纯电池动力推进船舶，应能自动计算以下能效及能耗指标：

(1) 单位运输功电能消耗量；

(2) 单位航行距离电能消耗量；

(3) 单位小时耗电量；

(4) 日耗电量；

(5) 航次/航段耗电量。

注：耗电量的计算可采用电池管理系统及主要耗能设备能耗监测系统的数据。

5.4.4.5 对于安装混合动力系统的船舶，设计者可结合船舶实际的操作模式、设计与布置，与 CCS 共同协商确定能效及能耗计算等相关要求。

5.4.5 能效及能耗评估

5.4.5.1 主要耗能设备能耗应按如下规定进行实时评估：

(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、作业工况、动力系统运行模式等船舶营运状态；

(2) 利用船舶能耗的实时数据，根据设定的能耗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应按如下规定进行评估：

(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。

(3) 应能依据能效及排放指标的监测数据预测该船舶可能达到的碳强度指标 CII。

(4) 应能依据 5.4.4.3 规定的 CII 及相关数据计算结果，对船舶的营运碳强度进行评估分级，并能根据需要自动生成和输出满足法规要求的年度报告及相关支撑材料，供审核、符合性验证、检查和查询。船舶年营运碳强度审核、符合性验证相关的报告及支撑材料应符合 IMO《船舶能效管理计划（SEEMP）制订导则》的规定。

注：CII 基准线计算、折减系数及分级方法可分别参考如下文件：

(1) IMO 决议 MEPC.353(78) 营运碳强度指标参考基线 2022 导则（CII 参考基线导则（G2））；

(2) IMO 决议 MEPC.338(76) 营运碳强度相对于参考基线的折减系数 2021 导则（CII 折减系数导则（G3））；

(3) IMO 决议 MEPC.354(78) 船舶营运碳强度分级 2022 导则（CII 分级导则（G4））。

5.4.5.3 船舶能耗应按如下规定进行分布分析：

(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 当船舶能效、能耗及碳强度指标超过设定限值时，系统应能发出报警或超限提醒。

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，此外，每日历年结束后，还应对船舶的营运碳强度状况进行综合评估。

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 智能能效管理系统应能按照船舶能效管理计划（SEEMP）的要求监测和收集船舶碳排放数据，并能按规定的格式和要求输出报告及相关支撑材料，以供审核、符合性验证、检查和查询。

注：船舶燃料消耗数据收集及验证要求，详见 MEPC.346(78)-2022 年船舶能效管理计划（SEEMP）制订导则。

5.4.7.2 智能能效管理系统应能根据 MRV 相关法规的要求监测和收集船舶的碳排放数据，并能按规定的格式和要求输出相应的报告和支持性证据。

5.4.7.3 排放控制区（ECA）预警（如适用）：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。

5.4.7.4 燃料信息管理：对燃料加注、航行过程中的燃料更换进行管理，包括加注及更换燃料的信息管理。

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、燃料消耗、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、燃料消耗评估等结果，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料消耗量等参数，自动计算当前航速下的燃料消耗率；并根据当前航速及剩余航行距离对燃料消耗进行计算，计算已航行里程燃料消耗量和剩余航行里程所需燃料量。

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料消耗率、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状态的监测、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，进行智能配载、自动装卸货、智能洗舱（适用于油船/化学品船），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) 预警/报警和辅助决策；
- (3) 智能配载。

6.1.3 智能货物管理还可根据不同船型的特点和功能需求，具有以下补充功能：

- (1) 自动装卸货；
- (2) 智能洗舱。

6.1.4 货物/货舱监测报警和辅助决策、智能配载、智能洗舱相关的系统软件应符合 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。

6.1.5 申请智能货物管理功能标志的油船，除符合本章规定外，还应满足 CCS《船舶（油船）智能货物管理检验指南》的有关要求。

6.1.6 申请智能货物管理功能标志的化学品船，除符合本章规定外，还应满足 CCS《化学品船智能货物管理检验指南》的有关要求。

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：

Cx

式中：C--船舶具有货物/货舱及货物相关系统的监测、预警/报警和辅助决策、智能配载功能；

x--补充功能标志，具体采用以下小写字母表示：

l--船舶具有自动装卸货功能；

w--船舶具有智能洗舱功能。

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，监测或获取如下适用的数据：

- (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、稳性、静水弯矩和剪力；
- (5) 货舱货物种类及载货量；
- (6) 压载舱液位；
- (7) 货舱内温度；
- (8) 货舱内湿度；
- (9) 货舱区域舱内可燃气体、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（如绑扎杆是否松脱）。

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) 货舱内液货单位时间温升（适用时）；
- (3) 液货舱内氧含量（适用时）；
- (4) 液货蒸气回收系统的蒸气压力（适用时）；
- (5) 压载舱液位；
- (6) 液货泵/压载泵运行状态；
- (7) 惰性气体系统运行状态；
- (8) 远程控制阀位置/开度；
- (9) 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 辅助决策

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 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；

6.4.1.2 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。

6.4.2 干散货船

6.4.2.1 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。

6.4.3 集装箱船

6.4.3.1 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。

6.4.4 油船/化学品船/液化气体船

6.4.4.1 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。

6.5 智能配载

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 通过考虑货物、船舶、码头等各种制约因素，给出优化的配载方案和装卸货顺序，及模拟控制船舶装卸货设备完成货物操作。

6.5.2 制约因素

6.5.2.1 优化的配载方案和装卸货顺序通常应从安全、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、最佳纵倾（如适用）；
- (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。

6.5.2.2 油船/化学品船/液化气体船还应考虑以下因素：

(1) 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) 装卸速率（初始速率/最大速率/平舱速率）；

(6) 温度控制程序；

(7) 扫舱；

(8) 针对货物的特别预防措施。

6.5.3 装卸货操作模拟

6.5.3.1 根据装卸载计划，基于货品及船舶装卸货设备数据，模拟控制相关的部件、设备完成以下货物操作：

(1) 从空船到港至满载离港期间的货物操作；

(2) 从满载到港至压载离港期间的货物操作。

6.6 自动装卸货

6.6.1 一般要求

6.6.1.1 智能货物管理系统应基于智能配载，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具备自动填写、生成、上传、储存船舶装卸货作业过程中所必须的文件、报表功能。

6.6.1.3 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控制。

6.6.1.4 应对自动装卸货系统进行风险评估。在系统设计评估时，应充分识别并分析船舶自动装卸货全过程中，系统所存在的风险，提出风险控制措施。

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/化学品船的自动操作可在完成必要的接/拆管、开/关阀等装卸货准备工作后进行，至少应包括：

(1) 货物装载；

(2) 货物卸载；

(3) 压载水排、压和驳运。

货舱扫舱、惰化和除气可根据船舶设备配置以及实际需求采用人工操作或自动操作。

6.6.3.2 液化气体船的自动操作一般包括：

(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) 压载水排、压和驳运。

6.7 智能洗舱

6.7.1 一般要求

6.7.1.1 基于货物、货舱监测及辅助决策功能的基础上，油船/化学品船能够根据货物性质和货舱形式，制定洗舱计划，监测洗舱过程，评估洗舱结果，实现船舶智能洗舱。

6.7.2 洗舱计划制约因素

6.7.2.1 洗舱计划通常应从安全、环保、效率考虑以下因素：

- (1) 上下票货物性质;
- (2) 货舱的尺度及结构形式;
- (3) 洗舱机型式、参数及数量;
- (4) 天气和水文;
- (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) 船舶浮态。

6.7.3 洗舱过程监测

6.7.3.1 智能货物管理系统应能监测洗舱过程中的如下参数：

- (1) 货舱压力;
- (2) 货舱温度;
- (3) 洗舱设备状态;
- (4) 货舱内可燃气体浓度;
- (5) 货舱内有毒气体浓度;
- (6) 货舱内排水系统状态。

6.7.4 洗舱结果评估

6.7.4.1 智能货物管理系统应能对洗舱结果进行评估并给出相关建议，至少应包括：

(1) 洗舱质量评估：系统能通过洗舱水质评估或其他认可方式对货舱洗舱质量自动判断，并给出洗舱完成、重复洗舱等操作建议；

(2) 洗舱安全评估：系统能通过实时监测或其他认可的方式判定货舱内可燃气体和/或有毒气体浓度，并给出通风等操作建议。

6.8 图纸资料

6.8.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 智能货物管理系统布置图；
- (2) 智能货物管理系统电力系统图；
- (3) 智能货物管理系统监测、预警/报警和辅助决策项目表。

6.8.2 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；
- (4) 风险评估报告（按本章 6.6.1.4 的规定）；
- (5) 操作手册（按本规范第 1 章 1.9 的规定）。

6.9 检验与试验

6.9.1 初次检验

6.9.1.1 相关图纸业经审查。

6.9.1.2 确认系统持有相应的证书。

6.9.1.3 确认系统设计和系统的输入、输出及通信功能。

6.9.1.4 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。

6.9.1.5 验证应急事态的处理能力。

6.9.2 建造后检验

6.9.2.1 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。

6.9.2.2 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 智能集成平台（简称平台）应能为智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理、智能货物管理、船舶远程控制和自主操作提供支持，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。智能集成平台应具备开放性，能够整合保安系统、船上信息管理系统等，以实现对船舶的全面监控与智能化管理，并与岸基实现数据交互。

7.1.2 对于从事疏浚作业的挖泥船和从事科考任务的科考船，智能集成平台应能为智能疏浚作业和智能科考提供支持。

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

式中：I--代表船舶能够至少集成两个系统的数据，具有 7.1.1 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，平台应能为所有应用提供服务。

7.3 系统层次说明

7.3.1 系统总体结构



图 7.3.1 系统总体结构示意图

(1) 数据采集/获取：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等收集需要的数据；

- (2) 数据存储：建立在获取、加工过程中需要留存的数据集合；
- (3) 数据整合及交互：对已有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：通过通信设备实现船岸信息的发送与接收；
- (5) 信息应用：为其他智能应用提供支持；
- (6) 信息共享与展现：实现数据的直观可视化展示和信息的交流与共用，通过人机交互，按照客户定制，提供相应数据结果，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。

7.4 系统要求

7.4.1 通用要求

7.4.1.1 智能集成平台系统一般应按 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 1 章~第 4 章的要求进行设计。

7.4.1.2 智能集成平台应支持多终端（PC、移动设备等）接入。

7.4.1.3 智能集成平台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。

7.4.1.4 当智能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。

7.4.1.5 应提供智能集成平台日志管理功能，至少包含错误日志、查询日志、变更日志，具有日志维护权限的用户可对日志进行维护工作。

7.4.1.6 为辅助决策提供支持的智能集成平台应符合 II 类计算机系统的要求，为控制提供支持的智能集成平台应符合 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、法规、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。

7.4.3 数据采集/获取

7.4.3.1 采集/获取的数据应具有规范化的数据标准，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，并能实现数据可追溯。

7.4.3.2 数据采集过程中应进行有效性检查，可删除重复数据和错误数据、对缺失数据进行初步补齐，并对错误数据进行有效提醒。

7.4.3.3 数据采集建议采用通用的数据交换、数据传输协议及框架。

7.4.3.4 数据采集应具有容错机制。

7.4.4 数据存储

7.4.4.1 船上的数据存储设备应采用冗余设计，以确保智能集成平台功能的可用性。

7.4.4.2 智能集成平台留存的数据应满足预期的应用需求和质量要求。

7.4.4.3 应定期对收集的数据进行评估，保证数据的准确性、完整性及可用性。

7.4.5 数据整合及交互

7.4.5.1 智能集成平台应具备数据整合能力，可根据预期的应用需求筛选必要的数据。

7.4.5.2 在不同交互场景下，智能集成平台应进行合理资源调度以满足不同智能系统的业务需求。数据的交互应确保数据传输的完整性、时序性和可靠性。

7.4.6 船岸信息交互

7.4.6.1 船岸之间通信应采取稳定可靠的通讯协议和数据传输机制。

7.4.7 信息共享与展现

7.4.7.1 系统应采用通用的数据交换协议对外提供数据，具备与相关方共享数据的能力。

7.4.7.2 系统应能按照用户要求提供相应数据分析结果，并用适当的形式予以展示，能通过趋势分析为用户经营决策提供预测预警。

7.5 图纸资料

7.5.1 智能集成平台系统有关的详细资料，一般应包括如下内容：

(1) 产品技术条件，应明确产品的总体性能及设计要求，至少应包括下列内容的适用部分：

- ① 环境条件、系统原理、产品功能及使用维护说明；
- ② 硬件说明，如硬件和外部设备技术规格表、主要硬件配置、输入/输出设备、供电设备等；
- ③ 软件说明，如软件配置，及软件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。

(2) 智能集成平台系统接线图，至少应包括下列内容的适用部分：

- ① 供电布置：反映系统的供电布置；
- ② 涉及应急操作、连锁等重要的硬件线路的电路图、输入/输出设备的细节、每一线路的供电情况。

(3) 用户接口说明；至少应包括下列内容的适用部分：

- ① 各工作站和操作站的功能分配及各站间控制转换的说明；
- ② 设备布置及功能描述。

(4) 系统操作和使用说明（备查）；

7.5.2 申请智能集成平台功能标志的船舶，应提交如下列适用的图纸资料：

- (1) 系统及主要设备布置图；
- (2) 系统原理图（含供电）；
- (3) CCS 认为必要的其他图纸资料。

7.6 检验

7.6.1 初次检验

7.6.1.1 确认图纸已通过审查。

7.6.1.2 确认系统持有相应的产品证书。

7.6.1.3 检验项目：

- (1) 确认智能集成平台安装完整性；
- (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) 测试各集成系统的相关功能；
- (4) 验证智能集成平台的数据整合功能；
- (5) 验证智能集成平台数据备份功能。

7.6.2 建造后检验

7.6.2.1 年度检验、中间检验、特别检验时应检查下列项目：

- (1) 检查智能集成平台自上次检验后未发生实质改变；
- (2) 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；
- (3) 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；
- (4) 抽查系统备份记录，确认系统已实施了有效的备份；
- (5) 验证智能集成平台的数据整合功能。

7.6.2.2 如设备和系统进行修理或更新，需重新验证功能，必要时重新进行试验。

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。

8.2.1.4 远程控制站的设备应与其工作场所环境相适应。

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) 对船舶货物实施监控（适用时），包括：

① 根据船舶航次计划及航行规划、载运货物类型、停靠港口基础设施等因素制定货物装载/卸载计划；

② 对船舶装卸货进行监控；

③ 在船舶航行过程中，实时监控载运货物状态及货物维护相关系统（如有时）。

(9) 具备数据储存、处理和分析能力，存储远程传输的船舶营运数据，并进行处理和分析，为船舶操作决策的优化提供支持。

8.2.2.2 如远程控制站仅用于船上有人船舶（R1）的远程控制，则可仅满足 8.2.2.1 中（2）、（4）、（5）、（6）、（7）的功能要求。

8.2.2.3 对于特殊作业类型船舶，设计者可根据船舶具体作业类型及应用场景，与 CCS 共同协商确定远程控制功能及相应要求。

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 远程控制站系统及设备的人机交互界面、操作装置的设计、布置位置，应以简单、快速、有效操作为目标，以尽可能减少人员疏忽操作及其影响。

8.2.4.6 远程控制站的控制/监视位置应设计成易于识别、便于人员移动、防止误触碰。

8.2.4.7 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。

8.2.4.8 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。

8.2.4.9 如远程控制站仅用于船上有人远程控制船舶（R1）的操作和控制，且根据船舶及远程控制站的人员配备及职责规定，紧急情况下船上人员能可靠地接管船舶的操作和控制，则可不设备用控制站。

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 远程控制站位置

8.2.6.1 远程控制站位置的选择应满足下列原则要求：

- （1）电力供应充足可靠，通信快速畅通；
- （2）远离产生粉尘、油烟、有害气体以及生产或者储存具有腐蚀性、易燃、易爆物品的场所；

- (3) 远离水灾、地震等自然灾害隐患区域；
- (4) 避开强电磁场干扰；
- (5) 远离强振动源、强噪声源等场所。

8.2.6.2 对于 R1 附加标志船舶，可结合船上人员配置及其职责、远程遥控功能等协商确定远程控制站的选址要求。

8.2.7 供电

8.2.7.1 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。

8.2.7.2 如远程控制站的供电无法满足上述 8.2.7.1 的要求，则远程控制站除通过变电所供电之外，还应设有备用电源，如柴油发电机组、蓄电池组等。备用电源的容量至少应能满足远程控制站 12 小时的用电需要。

8.2.7.3 如远程控制站仅用于船上有人远程控制船舶（R1）的操作和控制，且根据船舶及远程控制站的人员配备及职责规定，紧急情况下船上人员能可靠地接管船舶的操作和控制，则备用电源容量应足以保证变电所断电情况下所有远程船舶的控制权能可靠地转换至船上控制站，且供电时间不得少于 0.5 小时。

8.2.7.4 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。

8.2.7.5 如上述 8.2.7.2 规定的备用电源为蓄电池组时，远程控制站主电源供电失效情况下可直接切换至备用电源供电；如备用电源为其他形式，则应立即切换至 UPS 供电，备用电源应在 30 分钟内实现远程控制站的供电。

8.2.7.6 如上述 8.2.7.2 规定的备用电源为柴油发电机组时，柴油发电机处所应考虑主电源供电故障情况下柴油发电机组操作、检修和维护的需要设置必要的照明和电源。

8.2.8 远程控制站的环境

8.2.8.1 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。

8.2.8.2 远程控制站至少应由满足本章 8.2.7.1 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。

8.2.8.3 远程控制站的重要操作位置，应提供 UPS 供电的照明。

8.2.9 远程控制站操作人员

8.2.9.1 远程控制站的操作人员应与控制的船舶数量相适应。

8.2.9.2 远程控制站的人员配备应考虑船舶远程操作、远程控制站的管理和维护等工作需要。

8.2.9.3 船舶远程控制操作人员应具有适任的驾驶员（船长）证书，熟悉船舶性能和操作。

8.2.9.4 船舶设备和系统管理人员应熟悉船舶各系统的功能、管理和维护等工作。

8.2.10 管理要求

8.2.10.1 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。

8.2.11 检验与试验

8.2.11.1 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、照明布置、检修电源布置；
- (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。

8.2.11.2 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。

8.2.11.3 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。

8.2.11.4 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。

8.2.11.5 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。

8.2.11.6 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。

8.2.11.7 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。

8.3.3 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》的要求配备信号设备。

8.3.4.2 桅灯、舷灯和艏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。对于 R1 功能标志船舶，号钟、号锣与号型可由船上人员通过常规方式实现操作。

8.3.4.4 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。

8.3.4.5 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。

8.3.4.6 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。

8.3.4.7 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 船舶应满足本规范第 2 章 2.3.6 和 2.4.2.4 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°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的船艏至船艉 180°的实时视频画面信息。

8.4.1.2 设计要求

8.4.1.2.1 船舶远程控制系统应由主配电板设两路独立馈电线直接供电，其中的一路可以通过应急配电板供电。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。在必要情况下，驾驶室船员可直接获取船舶的控制权。

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，同时在船上及远程控制站发出切换提示。应对故障进行及时排查，使船舶远程控制功能尽快恢复。

8.4.1.3 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第 2 章 2.5.1 及 2.5.3 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、船舶定位导航与授时系统（PNT）、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第 2 章 2.5.3.5 和 2.5.3.6 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，远程控制站显示的设备状态和/或参数应基于船舶的主推进装置选型、设计、布置等予以考虑。

8.4.2.3.2 对于主柴油机（包括气体燃料发动机）驱动螺旋桨推进船舶，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）、操作模式（如设有）；
- (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）（如适用时）；
- (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) 远程控制站有关的监控系统动力源；
- (9) 其他远程控制站远程控制必要的参数。

8.4.2.3.3 对于电力推进船舶，为实现远程控制站操作和控制电力推进装置，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) 操作模式选择（如设有）；
- (2) 推进轴转速和旋转方向；
- (3) 推进方向（如适用时）；
- (4) 齿轮（如设有）啮合/脱开状态；
- (5) 离合器（如设有）的状态；
- (6) 正在实施控制的控制站；
- (7) 远程控制站有关的监控系统动力源；
- (8) 其他远程控制必要的参数。

8.4.2.3.4 对于采用喷水推进动力的船舶，为实现远程控制站操作和控制喷水推进装置，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) 操作模式选择(如设有)；
- (2) 主机转速(包括转速禁区) (如适用时)；
- (3) 齿轮(如设有)啮合/脱开状态；
- (4) 离合器、轴制动器的状态(如适用时)；
- (5) 喷水推进泵转速；
- (6) 方向舵和倒航斗的控制状态及位置；
- (7) 正在实施控制的控制站；
- (8) 主机起动空气压力或起动蓄电池组电压 (如适用时)；
- (9) 远程控制站有关的监控系统动力源；
- (10) 其他远程控制站远程控制必要的参数。

8.4.2.3.5 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。

8.4.2.3.6 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。

8.4.2.3.7 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。

8.4.2.3.8 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。

8.4.2.3.9 对于主柴油机 (包括气体燃料发动机) 驱动螺旋桨推进船舶，远程控制站应设置独立于远程控制系统的紧急停车按钮，但其执行机构可不要求独立，其布置应能防止被误触动。

8.4.2.3.10 对于电力推进船舶，远程控制站应设置应急停车设施，应急停车应与正常停车相独立。应急停车设施的布置应能防止被误触动。

8.4.2.3.11 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、辅助决策等应满足本规范第4章智能机舱功能标志M的相关要求。

8.4.2.4.2 如考虑机舱设备与系统的设计布置、船上人员配备及职责、维护保养需要等因素，需要对机舱设备与系统实施视情维护，则应满足本规范第4章智能机舱功能标志M_x的相关要求。

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4.1.8-1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 消防应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇和第 7 篇第 3 章第 9 节的相关规定。

8.4.4.1.2 对于 R1 船舶，消防系统和设备的操作和控制，可由船上人员完成，也可设计为通过远程控制站进行操作和控制。如通过远程控制，则应满足本章 8.5.4 的适用要求，且船上人员应能越控操作。

8.4.4.2 监测报警与安全保护

8.4.4.2.1 至少如下设备的报警信号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。

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。

消防设备及系统

表 8.4.4.3.1

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	储存容器及附属管路	气体泄漏
3	固定式压力水雾和细水雾灭火系统	管系	供水能力
4	自动喷水系统	压力柜	供水能力
5	抽烟式探火系统	风机	抽风能力

8.4.5 锚泊

8.4.5.1 一般要求

8.4.5.1.1 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。

8.4.5.1.2 锚泊设备的操作和控制，可由船上人员完成，也可设计为远程控制或自主控制。如通过远程控制或自主控制，则应满足本章 8.5.6 的适用要求，且船上人员应能越控操作。

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，内部可能积聚的污油/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) 舵机舱应适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根据指令自动关闭。

8.5.2.8 状态监测与健康管理的

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。

状态监测设备及系统清单

表 8.5.2.8.3

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 章第 9 节规定的舱底水高水位报警时应自动动作以控制破损浸水；

(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有足够的剩余功率，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、安装有机器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) 处所的惰化。

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 至少如下系统及设备的状态、主要工作参数、报警信号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；
- (8) 防火门；
- (9) 挡火闸、挡烟闸。

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。

分隔相邻处所舱壁的耐火完整性¹ 表 8.5.4.7.1

处所	1	2	3	4	5
1 电气设备处所 ²	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 ³
4 其他机器处所				A-0	A-0
5 货物处所					*

相邻处所分隔甲板的耐火完整性 表 8.5.4.7.2

甲板上下处所		1	2	3	4	5
1	电气设备处所	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0
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）和污水水等。
- (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影响的风险降至最低：
 - 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与安装指南》的适用规定外，还应满足下列要求：

- (1) 为满足船舶 SO_x、NO_x 排放要求而安装的废气处理装置（如 EGC 系统、SCR 系统等），应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。

8.5.6.1.2 锚泊设备应设计为远程控制和/或自主控制，如设计为自主控制，则应满足本章 8.5.6.4 的要求。

8.5.6.2 锚泊设备

8.5.6.2.1 锚泊设备的操作可以设计成对任意一套锚泊设备实现一键备锚、一键抛锚和一键起锚，也可通过多个操作组合实现相应操作和控制。

8.5.6.2.2 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。

8.5.6.2.3 掣链器、锚链轮制动器、锚和锚索系留装置与锚机主令控制装置之间应设置安全连锁。

8.5.6.2.4 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。

8.5.6.2.5 在紧急情况下，应能远程操作弃链器。弃链器及其远程控制装置应设置防止误操作的措施。

8.5.6.3 锚泊信息和数据

8.5.6.3.1 为实现锚泊决策及操作和控制，锚泊系统应能获取下列信息：

- (1) 周边目标物的位置、大小和相对运动（距离、方位、速度等）；
- (2) 气象和海况数据（风、浪、流、水深等）；
- (3) 周边目标物的声、光、无线电信号等；
- (4) 锚地的信息；
- (5) 锚泊相关的船舶和锚机及其动力装置的数据（船舶航速、航向，锚链速度、拉力，动力装置的电流、电压、压力、报警，掣链器、锚链冲洗装置和锚链水排放装置、锚和锚链系留装置的工作状态等）；
- (6) 其他用于决策的信息（锚链状态、他船失控等）。

8.5.6.4 锚泊自主决策

8.5.6.4.1 锚泊系统控制时，应由远程控制站监视，必要时远程控制站可实施远程控制。

8.5.6.4.2 自主决策系统应控制锚机、掣链器、弃链器、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。

8.5.6.4.3 锚泊自主决策系统应能做出下列决策：

- (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) 具备决策抛锚或起锚准备工作、操作完成、显示锚泊信号设备的能力；
- (4) 认定抛锚或起锚的操作准备工作无异常，并在抛锚或起锚执行过程中实时监测环境、锚链拉力以及锚链情况，必要时进行方案调整；

(5) 当认定为抛锚或起锚的操作准备工作异常、无法维持船舶的安全状态时，应能向远程控制站发出报警信号，必要时远程控制站可以接管控制权，进行远程控制；

(6) 锚泊状态下，应能判断本船发生走锚或是由它船走锚等异常靠近可能引起碰撞的情况下，应向远程控制站发出报警信号和调整锚链状态或起锚/弃锚驶离的决策建议，必要时远程控制站可以接管控制权，进行远程控制。

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 6.4 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

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/备查：

- (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（备查）；
- (9) 船舶远程控制风险评估报告（备查）；
- (10) 设备安装工艺（备查）；
- (11) 设备维护保养计划（备查）；
- (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 8.2.10.1 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人员熟悉船舶的性能及操作。

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，正常情况下无须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第 8 章 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本规范第 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) 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) 满足本规范第 8 章 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，通过船员或引水员，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 船舶应满足本规范第 8 章 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 船舶的设计应满足本规范第 8 章 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，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，则应采用合适的安全模式，以尽可能保障船舶安全、防止污染。应考虑船舶的故障模式、预定功能、人员配备、位置、周边情况、天气与海况、水深、船舶剩余航行能力等因素，分析和评估船舶适合的故障安全模式。

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第 8 章 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 锚泊

9.2.7.1 锚泊设备的操作和控制，可船上人员完成，也可设计为远程控制或自主控制。如通过远程控制或自主控制，则应满足本规范第 8 章 8.5.6 的适用要求，且船上人员应能越控操作。

9.2.8 货物管理

9.2.8.1 货物管理应满足本规范第 6 章 6.3 和 6.4 的要求。

9.2.8.2 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。

9.2.8.3 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 9.2.7 的要求；
- (3) 轮机装置、电气装置、消防和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 的要求。

(4) 锚泊设备的操作和控制，可设计为远程控制或自主控制。远程控制或自主控制应满足本规范第 8 章 8.5.6 的适用要求。

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 船舶应满足本规范第 8 章 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 9.2.7 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。

9.4.3.1.2 锚泊设备的操作和控制，应设计为自主控制，自主控制应满足本规范第 8 章 8.5.6 的适用要求。

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 应满足本规范第 8 章 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

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/备查:

- (1) 航路航速设计及优化系统图 (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 (备查);
- (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 (备查);
- (16) 设备安装工艺 (备查);
- (17) 设备维护保养计划 (备查);
- (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) 本规范第 8 章 8.2.10.1 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本规范第 8 章 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熟悉船舶的性能及操作。

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。

第 10 章 其他补充规定

10.1 喷水推进装置状态监测

10.1.1 喷水推进装置应满足表 10.1.1 的规定。

喷水推进装置监测设备及系统清单

表 10.1.1

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	喷水推进泵		喷水推进性能
1.1		叶轮	叶轮工作状态, 如叶轮平衡状态、磨损状态、腐蚀状态等
1.2		叶轮轴及轴承	磨损
1.3		推力轴承	磨损、密封性能
2	进水管系统		
2.1		进水管	通流状态
2.2		格栅/滤网	杂质过滤
3	辅助系统		
3.1	液压系统		
3.1.1		液压油泵	供油能力
3.1.2		换热器(如设有)	换热性能
3.1.3		滤器	杂质过滤
3.2	滑油系统		
3.2.1		滑油泵	供油能力
3.2.2		换热器	换热性能
3.2.3		滤器	杂质过滤
3.3	控制系统动力源(电力、气动、液压)		能量供应能力

10.2 智能疏浚作业

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 本节适用于申请 CCS 智能疏浚功能标志的船舶。

10.2.1.2 智能疏浚能综合利用所获得的各种信息和数据, 对疏浚作业及相关设备与系统的运行状态、健康状况、能效水平等进行分析和评估, 为疏浚作业及相关设备与系统的操作和控制、检修、维护保养、管理等提供决策支持。

10.2.1.3 智能疏浚应具备如下基本功能:

- (1) 疏浚作业主要设备/系统实现自动控制;
- (2) 实现相关疏浚作业设备运行状态、健康状况的数据监测采集、分析评估, 并提供决策支持;
- (3) 能效管理实现疏浚作业能效及能耗的数据监测采集、分析评估, 并提供决策支持。

10.2.1.4 除上述 10.2.1.3 规定的基本功能以外, 智能疏浚还可具有如下的附加功能:

- (1) 疏浚作业设备/系统能按既定程序自动运行, 实现一键疏浚作业;
- (2) 基于疏浚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;
- (3) 基于疏浚作业状态的分析和评估结果, 实现疏浚作业参数的优化及自动控制。

10.2.1.5 具有 10.2.1.3 (2)、(3) 基本功能的智能疏浚系统, 应符合第 II 类计算机系统要求。具有 10.2.1.3 (1) 自动控制基本功能、10.2.1.4 附加功能的系统, 应符合第 III 类计算机系统要求。

10.2.2 图纸资料

10.2.2.1 申请智能疏浚功能标志的船舶, 图纸资料应满足本规范第 4 章和第 5 章的适用要求。

10.2.2.2 除 10.2.2.1 要求的图纸资料以外, 还应提交如下智能疏浚系统图纸资料批准:

- (1) 疏浚作业参数优化系统的原理、功能及使用说明;
- (2) 自动控制系统的原理、功能及使用说明;
- (3) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.2.3 操作与控制

10.2.3.1 对于绞吸式挖泥船, 至少绞刀及其驱动系统、泥泵及其驱动系统、疏浚管系及辅助系统应实现自动控制。

10.2.3.2 桥架下放/抬起, 至少绞刀及其驱动系统、泥泵及其驱动系统、疏浚管系及辅助系统应能按既定程序自动运行, 运行参数应能自动调整至浚前规划参数。

10.2.3.3 绞吸式疏浚作业设备及系统的运行状态、工作参数等, 应能在作业控制站予以显示, 至少包括下表所列参数及状态信息。

绞吸式挖泥船疏浚设备监测参数清单

表 10.2.3.3

序号	疏浚作业系统	监测参数
1	桥架系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 桥架负荷 ● 挖深 ● 耳轴吃水 ● 桥架位置
2	绞刀及其驱动系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 绞刀转速 ● 绞刀深度 ● 工作扭矩或功率
3	钢桩定位系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 步进距离 ● 台车速度 ● 台车行程
4	泥泵及其驱动系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 舱内泵转速和排压 ● 舱内泵功率 ● 水下泵转速和排压 ● 水下真空度 ● 真空释放阀开度
5	疏浚管系及辅助系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 泥浆浓度、流速、密度 ● 封水流量和压力 ● 封水蝶阀开度 ● 冲水流量和压力 ● 冲水阀开度 ● 泥浆产量 ● 疏浚闸阀开度
6	横移系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 横移速度 ● 横移拉力 ● 绞刀位置

7	其他	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶吃水 ● 波浪补偿器行程 ● 液压系统压力、油温 ● 滑油温度、压力 ● 电机转速、电流、功率 ● 风、浪、涌等数据
---	----	---

10.2.3.4 对于耙吸式挖泥船，至少挖掘系统、泥泵系统、装舱系统、高压冲水系统应实现自动控制。

10.2.3.5 耙臂下放/抬起，至少挖掘系统、泥泵系统、装舱系统、高压冲水系统应能按既定程序自动运行，运行参数应能自动调整至浚前规划参数。

10.2.3.6 耙吸式疏浚作业设备及系统的运行状态、工作参数等，应能在作业控制站予以显示，至少包括下表所列参数及状态信息。

耙吸式挖泥船疏浚设备监测参数清单

表 10.2.3.6

序号	疏浚作业系统	监测参数
1	挖掘系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 耙管角度 ● 耙管拉力 ● 耙头深度 ● 活动罩角度 ● 耙臂位置 ● 耙头、耙中、弯管动态显示 ● 耙头活动罩压力
2	泥泵	<ul style="list-style-type: none"> ● 泥泵转速和排压 ● 泥泵功率 ● 一级泥泵吸口真空度 ● 封水流量和压力 ● 封水蝶阀开度
3	装舱系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 装舱阀开度 ● 溢流筒高度 ● 环保阀/低浓度排放阀 ● 装舱量（干土方量）
4	卸泥系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 泥门开度 ● 抽舱阀开度 ● 抽舱系统引水阀开度 ● 冲舱水流量和压力 ● 冲舱阀开度
5	吸/排泥管系	<ul style="list-style-type: none"> ● 泥浆浓度、流速、密度 ● 泥浆产量 ● 疏浚闸阀开度 ● 冲水流量和压力 ● 冲水阀开度
6	高压冲水系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 高压水压力和流量 ● 高压冲水泵功率 ● 高压冲水阀开度
7	其他	<ul style="list-style-type: none"> ● 挖泥航速 ● 船舶吃水

	<ul style="list-style-type: none"> ● 波浪补偿器行程 ● 船舶定位、定向 ● 液压系统压力、油温 ● 滑油温度、压力 ● 电机转速、电流、功率 ● 风、浪、涌等数据
--	--

10.2.3.7 必要时，疏浚作业设备及统可由船上操作人员接管控制，且控制权转换时不应引起船舶及其设备运行状态的严重变化。

10.2.4 疏浚设备状态监测

10.2.4.1 疏浚作业设备的状态监测、健康评估、辅助决策应满足本规范第4章的适用要求。

10.2.4.2 对于绞吸式挖泥船，申请智能疏浚功能标志D时，至少应对表10.2.4.2所列的设备及系统进行状态监测。

绞吸式挖泥船疏浚作业设备状态监测清单

表 10.2.4.2

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	绞刀及传动系统	齿轮箱	磨损
		传动轴轴承	磨损、密封性能
		绞刀轴轴承	磨损、密封性能
2	泥泵及传动系统	泥泵	泥浆输送能力
		叶轮、衬板、内胆	磨损
		泥泵轴承	磨损、密封性能
		传动轴轴承	磨损、密封性能
3	液压系统	液压油泵	供油能力
		滤器	杂质过滤
4	封水系统	封水泵	供应能力
		滤器	杂质过滤
5	冲水系统	冲水泵	供应能力
		滤器	杂质过滤
6	滑油系统	滑油泵	供油能力
		滤器	杂质过滤
		换热器	换热性能
7	冷却系统	泵	冷却介质供应能力
		换热器	换热性能
		滤器	杂质过滤
8	压缩空气系统		供气能力
9	电动机	定子	定子状态
		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)
		轴承	磨损
10	绞车	轴承	磨损

10.2.4.3 对于耙吸式挖泥船，申请智能疏浚功能标志 D 时，至少应对表 10.2.4.3 所列的设备及系统进行状态监测。

耙吸式挖泥船疏浚作业设备状态监测清单

表 10.2.4.3

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	泥泵及传动系统	泥泵	泥浆输送能力
		叶轮、衬板、内胆	磨损
		泥泵轴承	磨损、密封性能
		齿轮箱	磨损
		传动轴轴承	磨损、密封性能
2	液压系统	液压油泵	供油能力
		滤器	杂质过滤
3	封水系统	封水泵	供应能力
		滤器	杂质过滤
4	冲水系统	冲水泵	供应能力
		滤器	杂质过滤
5	滑油系统	滑油泵	供油能力
		滤器	杂质过滤
		换热器	换热性能
6	冷却系统	泵	冷却介质供应能力
		换热器	换热性能
		滤器	杂质过滤
7	压缩空气系统		供气能力
8	电动机	定子	定子状态
		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)
		轴承	磨损
9	绞车	轴承	磨损

10.2.5 能效管理

10.2.5.1 疏浚作业能效管理应满足本规范第 5 章的适用要求。

10.2.5.2 应设有在线能效监测功能，实时获取作业状态、挖泥产量和能耗数据，对疏浚作业能效及能耗状况进行评估、报告和报警。

10.2.5.3 应能对疏浚作业期间主要耗能设备、疏浚作业设备及系统（如绞刀、泥泵）的参数进行实时采集，包括但不限于：

- (1) 主要耗能设备的功率、压力、温度参数；
- (2) 主要耗能设备燃料消耗参数；
- (3) 发动机轴功率或等效输出功率；
- (4) 电动机输出功率；
- (5) 本节 10.2.3.3 所列参数（适用于绞吸式挖泥船）；
- (6) 本节 10.2.3.6 所列参数（适用于耙吸式挖泥船）。

10.2.5.4 应能自动计算以下能耗及能效指标：

- (1) 单位小时燃料消耗量；
- (2) 每一万方土方量作业燃料消耗量。

10.2.5.5 应能利用船舶能耗/能效的实时数据，根据预定的评估方法和衡准进行比较分析，自动评估能耗/能效状况，并输出评估结论。

10.2.5.6 应能根据能耗/能效评估结果，提出能效优化和改进的辅助决策建议。

10.2.5.7 应能根据需求，自动生成任意时间段相关指标数据报告，并按需要进行查询。

10.2.6 一键疏浚

10.2.6.1 除本节规定以外，一键疏浚作业功能还应满足本章 10.2.3 的有关要求。

10.2.6.2 绞吸式疏浚设备的操作和控制应满足如下要求：

(1) 应设有疏浚设备自动操作功能，相关设备/系统单个锚位移船周期内能按既定程序自动运行，实现疏浚作业一键自动运行。

(2) 疏浚作业相关设备/系统至少包括：桥架系统、包括绞刀及其驱动系统、泥泵及其驱动系统、疏浚管系及辅助系统、横移系统、钢桩定位系统/三缆定位系统等。

(3) 既定程序应考虑挖泥准备、放桥挖泥、移船换桩、移锚、起桥结束等控制流程和逻辑时序。

(4) 疏浚作业设备及系统的运行状态、工作参数等，应能在作业控制站予以显示，至少包括 10.2.3.3 所列参数及状态信息。

10.2.6.3 耙吸式疏浚设备的操作和控制应满足如下要求：

(1) 应设有疏浚设备自动操作功能，相关设备/系统能按既定程序自动运行，分别实现挖泥装舱、抽舱吹岸和抛泥的一键自动运行；

(2) 疏浚作业相关设备/系统至少包括：挖掘系统、泥泵、装舱系统、卸泥系统、吸排泥管系、高压冲水系统等；

(3) 挖泥装舱既定程序应考虑挖泥准备、放耙、收耙等控制流程和逻辑时序；

(4) 抛泥既定程序应考虑自动运行准备、抛泥、冲舱、抽舱、压舱、抛泥结束等控制流程和逻辑时序；

(5) 抽舱吹岸既定程序应考虑自动运行准备、开始吹岸、吹岸结束等控制流程和逻辑时序；

(6) 疏浚作业设备及系统的运行状态、工作参数等，应能在作业控制站予以显示，至少包括 10.2.3.6 所列参数及状态信息。

10.2.6.4 疏浚作业设备/系统的相关运行参数应能自动调整至浚前规划参数。

10.2.6.5 应设有必要的安全措施，实现疏浚作业异常应对，如闷泵、压耙、堵管、气蚀等，保证人员和设备安全。

10.2.6.6 应设有必要的记录系统，能按规定的程序和计划自动记录疏浚作业设备及系统的异常应对措施。

10.2.7 视情维护

10.2.7.1 疏浚作业设备的视情维护应满足本规范第 4 章的适用要求。

10.2.8 作业参数优化

10.2.8.1 应设有作业参数优化功能，实现工作参数初始化和工作参数优化等功能。

10.2.8.2 工作参数初始化功能应能根据工程计划、船舶自身状况、土质条件、环境条件等因素给出疏浚工作参数初始值。

10.2.8.3 绞吸式挖泥船工作参数至少包括舱内泵转速、水下泵转速、绞刀深度、绞刀转速、绞刀功率、横移速度、横移拉力、步进距离、挖深等。

10.2.8.4 耙吸式挖泥船工作参数至少包括：

(1) 挖泥装舱作业时包括泥泵转速、高压冲水泵转速、耙头活动罩对地角度、船舶航速、溢流筒高度、波浪补偿器行程等；

(2) 抛泥作业时包括抛泥时间/速率、泥门行程、高压冲水流量和流速等；

(3) 抽舱吹岸作业时包括泥泵转速、高压冲水泵转速、抽舱门开启顺序、抽舱门开启比例、抽舱引水阀开度、高压冲水泵压力流量和冲洗策略等。

10.2.8.5 工作参数优化功能应能评估挖泥输送的最佳泥浆浓度和流速，并给出疏浚作业参数优化方案，实现经济产量或者最大产量目标。

10.2.8.6 工作参数优化功能至少应考虑如下方面：

(1) 工程计划；

(2) 环境条件；

(3) 土质条件；

(4) 船舶动力系统状态；

(5) 疏浚设备状态；

(6) 土质与绞刀的匹配；

(7) 疏浚设备的匹配；

(8) 排岸方案。

10.2.9 检验与试验

10.2.9.1 检验与试验应满足本规范第4章和第5章的适用要求。

10.3 智能科考

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 本节适用于申请 CCS 智能科考功能标志的科考船。

10.3.1.2 科考船是指专门用于海洋科学考察研究、测量勘探等科考作业的船舶。

10.3.1.3 智能科考是指科考船进行科考航次备航、作业、总结等过程中，能够结合水域特点，为科考航次规划、科考作业管理、科考作业调度和科考数据管理等业务提供支持。

10.3.1.4 智能科考应能满足船上各种科考作业的管理和监测需要，一般包括但不限于以下科考作业形式：

(1) CTD 作业,系指采用温盐深仪进行作业的作业方式，其中：C 指电导（Conductance），T 指温度（Temperature），D 指深度（Depth）；

(2) 多管、箱体、重力柱作业,系指采用多管、箱体、重力柱进行采样的作业方式；

(3) 水平拖网作业,系指采用水平拖网进行采样的作业方式；

(4) 垂直拖网作业,系指采用垂直拖网进行采样的作业方式。

10.3.1.5 智能科考系统应满足 I 类计算机系统的要求。

10.3.2 图纸资料

10.3.2.1 应提交如下智能科考系统图纸资料批准：

(1) 智能科考系统有关的详细资料，一般应包括如下方面的内容：

① 系统框图、原理、功能及使用维护说明；

② 系统硬件说明，如传感器、科考装置、试验装置等；

③ 软件说明，如科考管理、科考协同、科考监测等；

④ 输出数据/信息的种类和内容。

(2) 科考作业监测系统（适用于 SRc 补充功能标志）。

- (3) 型式试验大纲;
- (4) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.3.2.2 应提交如下智能科考系统图纸资料备查:

- (1) 操作手册(按本规范第 1 章 1.9 的规定)。

10.3.2.3 申请智能科考功能标志的船舶,应提交如下适用的图纸资料批准:

- (1) 智能科考系统图;
- (2) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.3.2.4 申请智能科考功能标志的船舶,应提交如下图纸资料备查:

- (1) 智能科考系统主要设备船上安装布置图;
- (2) 智能科考系统说明书,包括系统功能、软硬件、安装要求等说明。

10.3.3 功能要求

10.3.3.1 智能科考应具有如下基本功能:

(1) 智能科考应具备流程管理功能,根据考察目标与调查内容与方法,提供任务分解与任务流程管理等功能,可包括如下:

- ① 科考阶段划分,如初始化阶段、计划阶段、协同作业阶段,汇总成果物阶段;
- ② 科考任务分解,如初始化阶段的航线确定、科考项目的划分、人员安排、设备使用等。
- ③ 用户角色管理功能,如人员管理、角色管理、权限管理、业务审批管理等。
- ④ 信息共享功能,如果到站信息、航行信息的及时发布。

(2) 智能科考应具备科考航次和科考作业管理功能,根据科考试验的学科专业、项目课题,给出船舶的航行规划及站位布设,对考察队员、考察设备、考察方法进行统筹管理,在综合决策的基础上,给出建议方案。

(3) 智能科考应具备对科考试验管理功能,如科考试验的项目跟踪、流程管理、要求管理和设备管理等方面。

(4) 智能科考应具备对科考试验的样品、成果物进行管理,对样品的管理至少要包括标识管理、预处理管理、存储及库存管理、使用管理、分析结果数据管理等方面,如有危险品时,应对危险品从使用、出入库及保管等环节进行管理。

10.3.3.2 除具有 10.3.3.1 规定的基本功能外,智能科考还可对科考采样仪器布防、回收和采样作业过程实施监测,如对采样仪器的布放有无监测、是否满足采样要求、采样过程离线或在线记录采样过程,发生异常时能发出警告信息等。

10.3.4 系统要求

10.3.4.1 智能科考系统应满足如下开放性要求:

- (1) 技术框架应具备开放性;
- (2) 业务框架应具备开放性,能够满足现有业务与新增业务的整合。

10.3.4.2 科考数据管理应符合完整性、合规性的要求,满足科考试验的数据质量要求。

10.3.4.3 智能科考系统应具有数据整合能力,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。

10.3.4.4 科考船岸协同要求,至少应包含以下几个方面:

- (1) 航次计划协同;
- (2) 现场作业实施计划协同;
- (3) 作业任务监督协同;
- (4) 成果物集中管理协同;
- (5) 航次任务与作业任务监督;

(6) 作业视频与信息监督。

10.3.5 检验与试验

10.3.5.1 初次检验项目包括：

- (1) 确认图纸已通过审查；
- (2) 确认智能科考系统持有相应的产品证书；
- (3) 申请智能科考功能标志的船舶应进行初次检验，以验证下列项目：
 - ① 确认智能科考系统的数据采集、存储、传输、显示、应用等过程满足预期设计要求；
 - ② 按照智能科考的功能要求检验相关功能。

10.3.5.2 建造后检验包括年度检验、中间检验、特别检验，检查项目包括：

- (1) 检查智能科考系统的以往运行情况记录，确认运行正常；
- (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) 按照各科考作业系统的要求检验相关功能。

10.4 拖轮

10.4.1 一般要求

10.4.1.1 本节规定适用于申请 CCS 智能船舶附加标志的港作拖轮。申请 CCS 智能船舶附加标志的其他用途拖轮，可参照本节要求执行，设计单位可与 CCS 共同协商确定适合的智能功能及要求。

10.4.1.2 本节针对港作拖轮营运（含作业）特点及智能化需求，补充规定了港作拖轮在智能航行、智能能效、智能拖曳作业、远程控制方面的技术要求。对于本节未涉及的部分，还应符合本规范其他章节的相关规定。

10.4.1.3 本节中，港作拖轮（以下简称拖轮）通常系指在港口范围内协助船舶进出港口、靠离码头、移动泊位、调头转向、出入船坞等用途的拖轮。

10.4.2 图纸资料

10.4.2.1 应提交如下智能拖曳作业系统图纸资料批准：

- (1) 系统设计方案及详细资料，一般包括如下方面的内容：
 - ① 系统组成、功能、原理说明；
 - ② 监测参数；
 - ③ 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；
 - ④ 软件说明，如数据处理、数据分析、安全状态评估等；
 - ⑤ 输出数据/信息的种类和内容。
- (2) 测量/获得安全评估衡准的详细方案；
- (3) 型式试验大纲；
- (4) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.4.2.2 应提交如下智能拖曳作业系统图纸资料备查：

- (1) 操作手册。

10.4.2.3 申请智能拖曳作业 Tx 功能标志的拖轮，应提交如下图纸资料批准：

- (1) 系统图；
- (2) 实船监测参数清单；
- (3) 试验大纲；
- (4) 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。

(5) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.4.2.4 申请智能拖曳作业 Tx 功能标志的拖轮, 应提交如下图纸资料备查:

(1) 主要设备船上布置图;

(2) 系统说明书。

10.4.3 产品持证清单

10.4.3.1 除本规范第 1 章 1.10 的规定以外, 拖轮智能系统及部件的产品持证还应满足表 10.4.3.1 的要求。表 10.4.3.1 中的符号说明如下:

(1) C—船用产品证书; E—等效证明文件; W—制造厂证明; X—适用; O—可选;

(2) DA—设计认可; TA-B—型式认可 B; TA-A—型式认可 A; WA—工厂认可; PA—图纸审查;

(3) X³: 如外购件的持证要求无法满足, 应与相关智能系统进行成套型式试验;

(4) 注①: 指重要的船舶数据中继组件, 如串口服务器、协议转换器、汇聚交换机、核心交换机、路由器等设备。

拖轮智能系统及部件产品持证要求一览表

表 10.4.3.1

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
1	智能拖曳作业								
1.1	状态监测与健康评估系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请 T 基本功能标志的拖轮。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	不间断电源 (UPS)	—	X	—	X ³	—	—	X	
.4	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.5	传感器/监测设备	O	X	—	X ³	—	—	X	
.6	数据中继组件 ^①	O	X	—	X ³	—	—	X	
1.2	辅助拖曳作业系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于申请 T 基本功能标志的拖轮。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	不间断电源 (UPS)	—	X	—	X ³	—	—	X	
.4	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.5	数据中继组件 ^①	O	X	—	X ³	—	—	X	
.6	拖带作业视频监视系统	—	X	—	X ³	—	—	X	

1.3	视情维护系统	X	—	—	X	—	—	X	适用于申请 T _m 补充功能标志的拖轮。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	不间断电源 (UPS)	—	X	—	X ³	—	—	X	
.4	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.5	传感器/监测设备	0	X	—	X ³	—	—	X	
.6	数据中继组件 ^①	0	X	—	X ³	—	—	X	
1.4	拖曳作业协同系统	X	—	—	X	0	—	X	适用于申请 T _s 补充功能标志的拖轮。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	不间断电源 (UPS)	—	X	—	X ³	—	—	X	
.4	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.5	传感器/监测设备	0	X	—	X ³	—	—	X	
.6	数据中继组件 ^①	0	X	—	X ³	—	—	X	

10.4.4 智能航行

10.4.4.1 申请 CCS 智能航行功能标志的拖轮，除以下明文规定外，还应满足本规范第 2 章的相关要求。

10.4.4.2 碰撞预警功能除满足本规范第 2 章的相关要求外，还应设有近距离探测系统，实时感知拖轮与他船、拖轮与岸之间的距离、相对位置。探测范围应覆盖拖轮左右舷侧、上层建筑、桅杆以及拖轮作业过程中容易发生碰撞的区域，探测维度为三维探测，舷侧探测距离不应小于 50 m。

10.4.4.3 航路与航速设计和优化功能除满足本规范第 2 章的适用要求外，还应符合如下规定：

(1) 航路与航速设计和优化的目标、监测或获取参数、设备配备等，可根据拖轮的任务（如助泊作业、引航员接送、海上救助等）、航行水域、设计等特点予以调整；

(2) 拖轮进行航路与航速设计和优化时，应综合考虑港口的通航规则、安全航行管理规定、航行通告、航速限制等因素，并结合以往航线的典型航速、主机转速和燃油消耗等统计数据，规划航路和优化航速。

10.4.4.4 本规范第 2 章规定的开阔水域自主航行功能标志不适用于港作拖轮。

10.4.5 智能能效管理

10.4.5.1 申请 CCS 智能能效管理功能标志的拖轮，除以下明文规定外，还应满足本规范第 5 章的相关要求。

10.4.5.2 除满足本规范第 5 章 5.4.2 规定的监测与测量适用要求外，还应符合如下规定：

(1) 吃水值可通过吃水测量设备进行监测，也可以通过其他方式测量或获得后手动输入智能能效管理系统。

(2) 倾斜角度可通过电子倾斜仪进行监测，也可以通过其他方式测量或获得后手动输入智能能效管理系统。

(3) 拖曳设备能耗及相关参数应进行监测，一般包括：

- ① 液压泵的电流、电压、电功率；
- ② 液压系统工作压力、工作温度；
- ③ 驱动电动机的电流、电压、电功率（拖曳设备采用电动机驱动时）。

10.4.5.3 拖轮能效与能耗指标计算应满足如下要求：

(1) 应能自动计算以下能效及能耗指标：

- ① 单位小时燃料消耗量；
- ② 日燃料消耗量；
- ③ 航次（航段）燃料消耗量。

(2) 设计者可根据拖轮的作业性质、推进形式、航行水域等特点，对 10.4.5.3 (1) 规定的能效及能耗指标予以调整。

10.4.5.4 应综合考虑拖曳作业过程、泊位特点、水域特点、港口管理规定等影响因素，评估拖轮的能效水平，并根据评估结果提出能效优化和改进的建议。

10.4.6 智能拖曳作业

10.4.6.1 申请 CCS 智能拖曳作业功能标志的拖轮，应满足以下要求。

10.4.6.2 智能拖曳作业系指能综合利用所获得的各种信息和数据，对拖曳作业及相关设备与安全状态、运行状态、健康状况等进行分析和评估，为拖曳作业及相关设备与系统的操作和控制、检修、维护保养等提供决策支持。

10.4.6.3 智能拖曳作业应具有如下基本功能：

- (1) 拖曳设备及系统状态监测和健康管理；
- (2) 辅助拖曳作业。

10.4.6.4 除上述 10.4.6.3 规定的基本功能外，智能拖曳作业还可根据需要进行如下补充功能：

- (1) 拖曳设备及系统视情维护；
- (2) 拖曳作业协同。

10.4.6.5 智能拖曳作业功能标志 Tx 申请及授予详见本规范第 1 章 1.4.6 的规定。

10.4.6.6 智能拖曳作业相关的图纸资料应满足本章 10.4.2 的要求。

10.4.6.7 拖曳设备及系统状态监测和健康管理应满足如下要求：

- (1) 对于液压驱动的拖缆机，应按表 10.4.6.7 (1) 的规定进行监测。

液压驱动拖曳设备状态监测清单 表 10.4.6.7 (1)

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	拖缆机		
1.1		液压马达	磨损
1.2		齿轮箱	磨损
1.3		滚筒轴及轴承	磨损
2	液压系统		
2.1		液压泵	供油能力
2.2		换热器	换热能力
2.3		滤器	杂质过滤

3	控制系统		
3.1		动力源（电力、气动、液压）	能量供应能力
4	拖缆		受力状态、使用状态

(2) 对于电动机驱动的拖缆机，除按表 10.4.6.7 (1) 的规定对拖缆机、控制系统、拖缆进行监测以外，还应对表 10.4.6.7 (2) 规定的设备进行状态监测。

电动机驱动拖曳设备状态监测清单

表 10.4.6.7 (2)

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	电力变压器		
1.1		绕组	绕组工作状态
2	变频器		
2.1		功率器件模块	工作状态
2.2		制动电阻（如适用）	制动电阻过载
3	电动机		
3.1		定子	定子状态，如绕组匝间绝缘
3.2		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）、失磁现象（永磁电机）
3.3		轴承	磨损
4	辅助系统		
4.1		冷却系统（水冷、风冷）	冷却性能

(3) 拖曳设备及系统状态监测、健康评估、辅助决策应满足本规范第 4 章的有关要求。

10.4.6.8 辅助拖曳作业功能应满足如下要求：

(1) 可实时监测或获取如下作业状态和信息：

- ① 拖轮与被拖船舶之间相对状态，如相对位置、相对角度、相对速度、相对距离等；
- ② 拖轮与被拖船舶之间连接状态，如拖缆系柱拉力、拖缆长度、角度等；
- ③ 拖轮稳性状态，如纵倾、横倾、横摇、纵摇、艏摇、水密门状态等；
- ④ 拖轮自身状态，如航速、航向、主机功率、转速等。

(2) 设有拖带作业视频监视系统，可获取拖轮周边环境及首尾甲板作业区域的实时画面信息。视频监视范围应考虑拖轮航行、拖曳作业、拖曳设备操作等需要。

(3) 能综合考虑拖轮操纵性能、与被拖船舶之间相对状态、拖缆连接状态、稳性状态、自身状态、操作限制等信息，评估拖曳作业的安全状态，并预测可能发生的风险（如倾覆），及时给出预警和操作建议，帮助操作人员采取适当措施以避免拖轮陷入危险状况。

10.4.6.9 拖曳设备及系统视情维护功能应满足如下要求：

- (1) 应能基于状态监测和健康评估结果，制定拖曳设备及系统的视情维护计划；
- (2) 状态监测、健康评估、视情维护应满足本规范第 4 章的有关要求。

10.4.6.10 辅助协同作业功能应满足如下要求：

(1) 应能根据感知或获取的数据和信息，编制拖轮航行作业状态信息清单，一般包括：

- ① 航行动态，如船位、航向、航速等；
- ② 船舶姿态，如艏艉吃水、横纵倾角度等；
- ③ 主要设备工作状态，如主机转速、功率、油耗等；
- ④ 航行海域的环境信息，如风向、风速、水深、相对流速等；
- ⑤ 拖带设备状态，如拖缆系柱拉力、拖缆长度、角度等；

⑥ 航行与作业信息，如航次作业时间、本次任务预计完成时间、船上剩余燃料、续航能力等。

(2) 能根据拖带任务安排、作业的需要，采取适当的方式及时向岸基和/或大船和/或其他编队拖轮反馈上述(1)规定的航行作业状态信息；

(3) 能根据岸基和/或大船和/或其他编队拖轮的作业计划、任务安排、指令或信息，调整拖轮航行与作业计划/操作。

10.4.7 远程控制

10.4.7.1 申请 CCS 远程控制功能标志的拖轮，除以下明文规定外，还应满足本规范第 8 章的相关要求。

10.4.7.2 对于全回转电力推进拖轮，为实现远程控制站操作和控制主推进及操纵装置，至少如下状态和/或参数应在远程控制站予以显示：

- (1) 操作模式选择（如有时）；
- (2) 螺旋桨转速和旋转方向；
- (3) 推进方向；
- (4) 齿轮（如设有）啮合/脱开状态；
- (5) 离合器（如设有）的状态；
- (6) 正在实施控制的控制站；
- (7) 其他远程控制必要的参数。

10.4.7.3 远程控制站应设置应急停车设施。

10.4.7.4 如拟通过远程控制站操作和控制拖曳设备，至少如下拖曳设备的状态和/或参数应在远程控制站予以显示：

- (1) 主拖缆连接状态、长度、受力状态；
- (2) 齿轮（如设有）啮合/脱开状态；
- (3) 离合器（如设有）状态；
- (4) 制动器状态；
- (5) 滚筒转速、旋转方向；
- (6) 液压泵（如设有）工作状态；
- (7) 其他远程控制必要的参数。

10.5 内河船舶

10.5.1 一般要求

10.5.1.1 本节规定适用于申请 CCS 智能船舶附加标志的内河船舶。对于船长小于 20m 的内河航行船舶，可参照本节要求执行，设计单位可与 CCS 共同协商确定其智能功能及要求。

10.5.1.2 本节针对内河船舶航行水域、航道、营运管理特点及智能化需求，规定了内河船舶应用本规范时在智能航行、智能机舱、智能能效、远程控制、自主操作方面的补充要求。对于本节未涉及的部分，还应符合本规范其他章节的相关规定。

10.5.1.3 内河船舶智能系统的硬件和软件应满足 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 4 篇第 2 章电子计算机的相关要求。

10.5.1.4 申请 CCS 智能船舶附加标志的内河船舶，除满足本规范的要求外，还应符合内河船舶适用规范及法规的有关规定。

10.5.2 智能航行

10.5.2.1 除以下明文规定外，申请 CCS 智能航行功能标志的内河船舶，还应符合本规范第 2 章的相关规定。

10.5.2.2 内河船舶智能航行应具有本规范第 2 章 2.1.3 规定的视觉增强、碰撞预警、搁浅预警及综合信息显示辅助航行功能。设计者可根据需要，与 CCS 共同协商确定航路与航速设计和优化的功能要求。

10.5.2.3 内河船舶辅助航行应符合如下规定：

(1) 设计者可根据需要，与 CCS 共同协商确定本规范第 2 章 2.3.1 规定的航路与航速设计和优化技术要求；

(2) 视觉增强应满足本规范第 2 章 2.3.2 的要求，并能准确显示船舶当前位置 1500 m 范围内的水上目标；

(3) 应能监测或获取如下参数和信息：

①船舶航行中的实时环境气象水文数据：

(a) 风速、风向；

(b) 水流流速（可接受以历史数据替代）。

②本船实时信息：

(a) 船位、航速、航向、吃水等信息；

(b) 主机和/或推进器转速和转向、螺距（如适用）、舵角等。

③水上目标 AIS 的数据；

④航经水域航道数据及更新；

⑤雷达范围内水上其他目标实时信息：

(a) 其他船舶的位置、运动方向、运动速度、大小尺寸、实际距离、与本船相交角度和航行状态；

(b) 水面其他固定障碍物及运动目标信息。

⑥船舶所在位置的实测水深。

(4) 应能通过船舶的航迹、航向、航速以及主机转速、舵角等信息，评估船舶是否处于安全可控状态，根据评估结果提出操作建议。

(5) 申请智能航行 N 功能标志的内河船舶，应配备下列设备或采取其他等效措施获得本条 (3) 规定的参数和信息：

①辅助航行系统（包括显示系统）；

②场景感知设备，包括：

(a) 带有 ARPA 功能的船用雷达；

(b) 船舶自动识别系统（A 级或 B 级 AIS）；

(c) 船舶定位导航与授时系统；

(d) 与船舶航行水域相适应的航道图系统；

(e) 测深仪；

(f) 航速航程测量装置；

(g) 风速风向仪；

(h) 流速传感器；

(i) 数据通信设备；

(j) 其他必要的设备或系统。

10.5.2.4 开阔水域^①自主航行应符合如下规定：

(1) 满足本节 10.5.2.2、10.5.2.3 规定的辅助航行功能要求。

(2) 在开阔水域航行场景下，船舶应能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《中华人民共和国内河避碰规则》要求实施避

①：内河开阔水域系指除狭窄水道、进出港口/码头等复杂场景外，无任何碍航设施/建筑物、岛礁/浅滩、急流、急弯、交通密集等不利条件的水域。对于人工运河等水域，设计单位可与 CCS 共同协商确定碍航设施/建筑物、交通流等航行环境条件对船舶应用该附加功能标志的影响。

碰决策和操作。

(3) 除满足上述 10.5.2.3 (3) 规定的监测参数外, 还应获取船体运动响应 (至少包括: 横摇、纵摇、艏摇), 用于自主航行决策。

(4) 除配备上述 10.5.2.3 (5) 规定的设备外, 还应配备:

- ① 自主航行系统;
- ② 冗余电罗经或其他船舶艏向系统;
- ③ 船舶运动传感器。

10.5.2.5 全航程自主航行应符合如下规定:

(1) 全航程自主航行船舶应满足 10.5.2.4 规定的开阔水域自主航行相关要求。

(2) 在所有航行场景下, 船舶均应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《中华人民共和国内河避碰规则》要求实施避碰决策和操作。

(3) 除满足 10.5.2.4 (3) 的场景感知要求外, 还应获取以下场景信息, 用于航行操作决策:

- ① 实时感知船首/船尾与岸之间的距离、船舶与岸之间的角度;
- ② 获得港口/码头、航道的水位、水深、流速、流向变化信息及其他相关环境信息。

(4) 除配备 10.5.2.4 (4) 要求的设备外, 还应配备近距离探测设备, 如激光雷达。

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

10.5.3 智能机舱

10.5.3.1 除以下明文规定外, 申请 CCS 智能机舱功能标志的内河船舶, 还应符合本规范第 4 章的相关规定。

10.5.3.2 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、管理等提供决策支持;
- (4) 主推进装置应能由驾驶室控制站远程控制, 机舱、监控站(室)仅一人值班;
- (5) 一人值班期间, 机舱内的设备及系统应能连续正常运行。

10.5.3.3 申请智能机舱基本功能标志 M 的内河船舶, 应满足 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 4 篇第 6 章的自动化要求。

10.5.3.4 申请智能机舱补充功能标志 Mx 的内河船舶, 还应满足 CCS《内河船舶入级规则》第 7 章第 6 节机械计划保养系统(PMS)检验的相关要求。

10.5.3.5 内河船舶的智能机舱监测项目、监测内容或状态, 一般应符合 CCS《船舶智能机舱检验指南》附录 5 的规定。

10.5.4 智能能效

10.5.4.1 除以下明文规定外, 申请 CCS 智能能效管理功能标志的内河船舶, 还应符合本规范第 5 章的相关规定。

10.5.4.2 船舶吃水值可通过测量设备连续监测和采集, 也可以根据船舶装载工况, 通过其他方式测量或获得后及时手动输入智能能效管理系统。相关操作要求应在数据采集程序和计划中予以规定。

10.5.4.3 船舶倾斜角度可通过电子倾斜仪进行监测, 也可以通过其他方式测量或获得后手动输入智能能效管理系统。相关操作要求应在数据采集程序和计划中予以规定。

10.5.5 远程控制船舶

10.5.5.1 除以下明文规定外，申请 CCS 远程控制功能标志的内河船舶，还应符合本规范第 8 章的相关规定。

10.5.5.2 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《钢质内河船舶建造规范》第 4 篇第 2 章第 3、4、5、8 节的适用要求。

10.5.5.3 无线电通信与信号设备应符合如下规定：

(1) 船舶的信号设备应能自动或在远程控制站远程控制，并按《中华人民共和国内河避碰规则》要求发出声、光和号型信号。

(2) 无线电通信与信号设备的性能应满足《内河船舶法定检验技术规则》的相关规定。

(3) 经 CCS 同意，通信与信号设备的操作可采用等效的方案。

(4) 通信设备配备及要求如下：

① 应至少配备与航行相适应的通信设备，另应根据船舶所需实现的功能配置相应的通信设备，包含但不限于：1 套具有音频通信、视频通信及互联网数据通信的船站/系统或等效设备/系统，通信方式不限于卫星、VHF、4G/5G 等；

② 通信设备的安装及布置应满足《内河船舶法定检验技术规则》的相关规定。

(5) 信号设备的配备及要求如下：

① 信号设备的配备应满足《内河船舶法定检验技术规则》的相关规定；

② 桅灯、舷灯和艉灯应由两路电源供电，且符合《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 9 章的相关规定；

③ 号笛应通过电子方式实现，号笛信号可电气控制；

④ 所有号灯、号笛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；

⑤ 号钟、号锣、号型、号旗可由船上人员通过常规方式实现操作。可根据实际情况和安全需要，将号钟、号锣、号型、号旗信号状态传送至远程控制站；

⑥ 当船舶通过运河等特殊航道时，应按运河当局的要求，配备规定的信号设备；

⑦ 信号灯的布置应满足《中华人民共和国内河避碰规则》和相关主管机关的适用要求；

⑧ 信号设备的安装及布置应满足《内河船舶法定检验技术规则》的相关规定。

10.5.5.4 对于远程控制内河船舶，航行、轮机装置、电气装置、消防、环境保护、锚泊、船体安全除满足本规范第 8 章的相关要求外，还应符合如下规定：

(1) 航行感知设备配备应满足本节 10.5.2.4、10.5.2.5 的适用要求。还应配备增强视觉系统。

(2) 轮机装置应符合如下规定：

① 轮机装置及其自动化系统应满足 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇、第 4 篇第 1、2、6 章的有关要求；

② 各控制站（室）之间的控制转换应满足 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 4 篇第 2 章的适用要求；

③ CCS《钢质内河船舶建造规范》第 4 篇第 6 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；

④ 机舱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，应满足本节 10.5.3 的规定。

(3) 电气装置及其自动化系统应分别满足 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇和第 4 篇的适用要求。

(4) 船舶消防的设计和布置还应符合 CCS《钢质内河船舶建造规范》第 6 篇及主管机关的适用规定。

(5) 船舶环境保护应符合《内河船舶法定检验技术规则》的相关要求。

(6) 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《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 3 章的适用规定。

(7) 船体安全应符合如下规定:

- ① 载重线、分舱与稳性应满足《内河船舶法定检验技术规则》第 4 篇、第 5 篇第 2 章和第 8 章的相关要求。
- ② 船舶的破损控制功能应满足《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的相关要求。

10.5.6 自主操作船舶

10.5.6.1 除以下明文规定外, 申请 CCS 自主操作船舶功能标志的内河船舶, 还应符合本规范第 9 章的相关规定。

10.5.6.2 自主操作船舶应满足本节 10.5.5.2、10.5.5.3 的要求。

10.5.6.3 自主操作船舶应符合如下规定:

(1) 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《中华人民共和国内河避碰规则》要求实施避碰决策和操作。

(2) 船上信号设备应能自动按《中华人民共和国内河避碰规则》要求发出声、光和号型信号。

(3) 船舶轮机装置应满足本节 10.5.5.4 (2) 的要求。

(4) 船舶电气装置应满足本节 10.5.5.4 (3) 的要求。

(5) 船舶消防应满足本节 10.5.5.4 (4) 的要求。

(6) 船舶环境保护应满足本节 10.5.5.4 (5) 的要求。

(7) 锚泊应满足本节 10.5.5.4 (6) 的要求。

(8) 船体安全应满足本节 10.5.5.4 (7) 的要求。

10.6 极地船舶

10.6.1 一般要求

10.6.1.1 本节规定适用于申请 CCS 智能船舶附加标志的极地船舶。

10.6.1.2 本节根据极地船舶设计、航行水域、环境、营运管理等特点及智能化需求, 补充规定了极地船舶在智能航行、智能机舱、智能船体方面的技术要求。对于本节未涉及的部分, 还应符合本规范其他章节的相关规定。

10.6.2 智能航行

10.6.2.1 除以下规定外, 申请 CCS 智能航行功能标志的极地船舶, 还应符合本规范第 2 章的相关规定。

10.6.2.2 极地船舶智能航行还应具有如下功能:

- (1) 极地航线规划;
- (2) 极地编队航行与护航。

其中, 极地航线规划功能适用于冰区独立操作的极地航行船舶, 编队航行与护航功能适用于开展极地破冰护航的船舶。

10.6.2.3 极地航线规划应满足如下要求:

(1) 极地航线规划系指船舶根据自身技术条件和性能(设计冰级、破冰能力、极地服务温度、航速限制等)、极地科考/航行任务、船舶吃水等, 并考虑航行水域冰情及风、浪、流、涌等环境因素, 在开航前对极地水域航行的航路与航速进行规划, 极地航行过程中, 可根据外在条件的变化及时调整航线规划, 避开航行中遇到的冰山、大型浮冰及其他固定障碍物, 确保船舶及船上人员的安全。

(2) 极地航线规划功能可由船载系统和/或岸基支持系统组成, 其功能可采用如下方式实现:

- ① 船载系统独立实现;

- ② 船载系统和岸基支持系统配合实现；
- (3) 船舶航行过程中，应具备对长距离及短距离的航线调整能力，至少包括：
 - ① 根据定期接收的冰况、气象数据更新、航次任务变化，动态更新航线；
 - ② 根据实时感知、观测获得的周边海冰、冰山数据及其他环境信息，进行短距离航路与航速的调整，给出绕开冰山、大型浮冰及其他固定障碍物的推荐方案，避免碰撞、冰困等危险状况的发生。
- (4) 应基于船舶设计参数、破冰能力、服务温度等冰区操作限制，构建性能计算模型。模型的构建应考虑极地水域操作手册规定的要求。
- (5) 航线规划应考虑航行水域的气象和冰情数据，冰情应至少包括如下信息：
 - ① 海冰密集度，尤其是密冰（7/10~8/10）、坚冰（10/10）、疏冰（4/10~6/10）信息；
 - ② 海冰发展阶段/海冰厚度；
 - ③ 冰型/浮冰宽度；
 - ④ 历史状态、限制和冰量；
 - ⑤ 浮冰块、多年冰、冰山信息。
- (6) 气象与海冰数据应有可靠的来源，具备实时性和准确性。
- (7) 船舶应能全天候感知以下环境信息，用于航线规划决策：
 - ① 风速、风向；
 - ② 海面能见度；
 - ③ 环境温度；
 - ④ 船舶位置的实测水深；
 - ⑤ 周围水域的冰厚度、冰密集度；
 - ⑥ 周围水域的冰山、大型浮冰及其他固定障碍物。
- (8) 极地航行过程中，应保持冰情和气象数据的自动更新，对于极地气旋等对航行安全影响较大的气象要素，应能随时获取相关的数据。
- (9) 应避免有冰压或潜在冰压的区域，避开生态敏感区域。
- (10) 应能避开航行中的冰山、大型浮冰、浅滩等危险区域。
- (11) 应符合《极地水域操作手册（PWOM）》中规定的操作要求和限制，如：最大冰状态、最低温度、最高纬度等。
- (12) 应尽可能规划船舶在低风险海域航行，输出的航线应按 IMO “冰区操作能力和限制评估方法”进行评估，评估后的航线风险指数总值（RIO）应大于等于 0。如评估结果小于 0，船上驾驶人员应特别考虑操作决策。

10.6.2.4 极地编队航行与护航应满足如下要求：

- (1) 本功能适用于极地编队航行时担任破冰作业任务的护航船舶。应根据船队中各船舶的船宽、动力性能、冰级、吃水等因素，确定编队航行顺序，保证编队航行的最大通航安全和效率。
- (2) 编队航行过程中，护航船舶应能持续获取编队中其他跟驰船舶的实时航行状态，包括：航速、航向、与前船距离和相对位置，同时结合本船的破冰能力、操纵性能、尺寸大小和速度、当前航行冰况等信息，分析和评估后提出各跟驰船舶的航速及航向的调整建议，保持编队中各船舶之间安全间距，确保编队航行的安全和效率。
- (3) 护航船舶应获得编队中各跟驰船舶如下信息：
 - ① 船宽；
 - ② 动力性能；
 - ③ 设计冰级；
 - ④ 船舶吃水；
 - ⑤ 实时航速；

- ⑥ 实时航向；
 - ⑦ 与护航船舶之间距离；
 - ⑧ 与护航船舶的相对位置；
 - ⑨ 与前船之间距离；
 - ⑩ 与前船的相对位置。
- (4) 护航船舶应能获得本节 10.6.2.3 (5) 规定的冰情数据，并具备本节 10.6.2.3 (7) 规定的感知能力。
- (5) 护航船舶根据汇总编队中各跟驰船舶提供的数据，综合分析后形成编队中各跟驰船舶的航速与航向建议。

(6) 护航船舶应能储存智能编队航行形成的决策结果，用于后续的护航决策分析与评估。

10.6.2.5 智能航行系统设计应满足如下要求：

- (1) 系统应具备极地水域海图数据库，且海图数据库应定时更新。
- (2) 海图应具有墨卡托投影与极球面投影等不同显示方式的选项。
- (3) 应至少能以下列方式获取海冰数据：
 - ① 蛋形冰图；
 - ② 搭载微波辐射计（如 AMSR2）的遥感卫星；
 - ③ 航海雷达；
 - ④ 探冰雷达。
- (4) 系统应至少包括船舶《极地水域操作手册（PWOM）》中规定的船舶操作能力和限制信息。
- (5) 极地智能航行系统的设计应包含“极地操作限制评估风险指数系统”（POLARIS），满足 IMO 通函 MSC.1/Circ1519 的要求。操作决策应通过 POLARIS 系统评估，并在风险总值大于等于 0 时输出。
- (6) 应具备向电子海图/综合导航系统等航行设备推送规划航路的功能。
- (7) 输出的航线建议应能结合船舶自身情况（船舶尺寸、吃水等信息）与冰山、大型浮冰等保持适当的安全距离。
- (8) 所输出的跟驰操作建议，应满足被护航船《船舶极地航行操作手册》中规定的操作要求和限制。
- (9) 智能编队航行顺序及各跟驰船舶的航向及航速建议应能够在护航船舶驾驶位置予以清晰显示。

10.6.2.6 智能航行设备配备应满足如下要求：

- (1) 极地智能航行相关系统与设备应经 CCS 型式认可及产品检验。
- (2) 对于智能航行所要求配备的设备应满足 IMO《国际极地水域营运船舶规则》（MSC.385(94)决议）船舶高纬度航行的相关要求。
- (3) 具有极地航线规划功能的船舶，应配备下列设备：
 - ① 数据通信设备；
 - ② 电子海图显示与信息系統；
 - 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 GNSS 罗经；
 - ⑦ 航速和航程测量装置；
 - ⑧ 测深仪；
 - ⑨ 能见度传感器；
 - ⑩ 航海雷达；
 - ⑪ 探冰雷达；
 - ⑫ 极地智能航线规划系统。
- (4) 具有极地编队航行功能的船舶，除配备上述 10.6.2.6 (3) 规定的设备外，还应配备：

- ① 极地护航操作系统；
- ② 近距离探测设备，如激光雷达。

10.6.3 智能船体

10.6.3.1 除以下明文规定外，申请 CCS 智能船体功能标志的极地船舶，还应满足本规范第 3 章的相关要求。

10.6.3.2 对于船体维护保养功能（Hh），应满足如下要求：

(1) 船体三维可视化结构尺寸模型，应能充分描述实际船体结构和涂层状况，除包括板、骨材、大肘板等结构要素外，还应包括涂层（含类型、应用范围等属性）。

(2) 船体检查保养计划，应根据船舶类型、冰区等级决定的船舶结构特点，以及冰区航行的环境，制定船体结构的一般检查项目、重点关注区域（含冰带区域、加强延伸区域等）、典型缺陷示意图等。

(3) 甲板机械保养计划，除考虑甲板机械特点外，还应结合冰区环境下的低温操作要求（如甲板锚泊区域应保持无冰状态），制定防止或减轻结冰、加热和防冻的操作措施，保证甲板机械的操作条件。

(4) 船体结构状态记录与评估应包括：

- ① 结构构件状态记录与评估，船体结构腐蚀趋势预测时，除应基于船体结构构件的厚度变化外，还应考虑冰区环境的影响（主要考虑冰层导致的磨损）。
- ② 涂层状态的记录，应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船体涂层数据。

(5) 结构换新方案制定，应包括结构换新和涂装，其中涂装应基于结构换新需求和船体涂层保养计划，制定涂装方案。

10.6.3.3 对于船体监测及辅助决策功能（Hm），应满足如下要求：

(1) 应能获取冰区环境信息，如气温、海水温度、海冰种类及其相应的厚度、海冰密集度。

(2) 船体结构监测的参数应包括冰区加强船舶的冰带区结构的应力，通过在水线附近船体构件上布放应变传感器对船体结构响应进行监测，且应基于冰载荷分布趋势选择传感器的安装位置，详见图 10.6.3.3 和表 10.6.3.3：

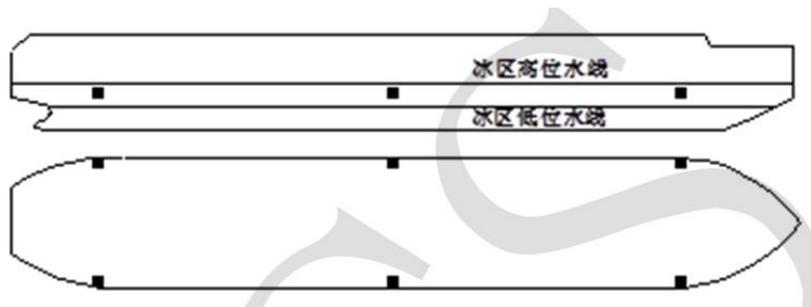


图 10.6.3.3 冰区加强船舶传感器布置示意图

冰区加强船舶传感器布放

表 10.6.3.3

布放区域	在冰区高位水线 UIWL 和冰区低位水线 IWL 之间按照冰级规范中船体分区要求选择布点区域。布放位置可通过冰载荷数值预报、冰载荷模型试验、结构应力有限元分析等方法确定。
布放方式	根据不同的监测构件选择对应的传感器布放方式： (1) 腹板布放 45°双向应变传感器或三向应变传感器； (2) 面板或折边上布放单向应变传感器； (3) 船体外板上布放三向应变传感器。
传感器类型	光纤光栅传感器或电阻应变传感器。
注意事项	(1) 传感器布放时，一般使用短的应变传感器来测量冰激引起的结构局部应力，且应布置在应变最大的位置。

	(2) 应按照拉压/弯曲正应变或剪切应变的测量功能需求,选择合适的传感器安装方式,同时需考虑温度变化对测量的影响。
--	---

(3) 船体监测应能获取船舶的积冰状态;

(4) 冰区航行过程中船体监测及辅助决策系统应能够实现船体稳性计算(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,如改变航向和航速、加热和除冰操作等,以保证船舶稳性处于安全状态;

(5) 冰区航行过程中船体监测及辅助决策系统应能够实现船体局部强度计算(包括冰区加强区域),当发生异常时,及时发出报警信息,并进行原因分析,提供相应冰区操作建议,如降低航速、调整航向、减少操纵等,以保证船舶局部强度处于安全状态。

10.6.4 智能机舱

10.6.4.1 除以下明文规定外,申请 CCS 智能机舱功能标志的极地船舶,还应满足本规范第 4 章的相关要求。

10.6.4.2 根据船舶的实际设计情况,极地船舶还应满足表 10.6.4.2 规定的适用监测要求。

状态监测设备及系统清单

表 10.6.4.2

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	通风系统		
1.1		通风机	通风能力
1.2		变频器(如设有)功率器件模块	工作状态
1.3		换热器(如设有)	换热性能,如进风温度维持在规定的范围内
2	海水冷却系统		
2.1		泵	海水供应能力
2.2		换热器	换热性能
2.3		滤器	杂质过滤
2.4		海水箱	通流状态
3	废气锅炉加热系统		
3.1	废气锅炉		废气通流能力
3.1.1		锅炉管	烟灰积聚状态
3.2	供水系统		给水质量
3.2.1		给水泵	供水能力
3.3	蒸汽系统		供汽能力
3.3.1		蒸汽冷凝器	蒸汽冷凝能力
4	燃油锅炉加热系统(如设有)		
4.1	燃油锅炉		
4.1.1		燃烧室	燃烧状态
4.1.2		燃烧装置	燃料供应能力 燃烧空气供应能力
4.2	供水系统		给水质量
4.2.1		给水泵	供水能力
4.3	蒸汽系统		供汽能力
4.3.1		蒸汽冷凝器	蒸汽冷凝能力

5	热油加热系统（如设有）		
5.1	热油加热器		
5.1.1		燃烧室	燃烧状态
5.1.2		燃烧装置	燃料供应能力 燃烧空气供应能力
5.2	热油系统		供热能力
5.2.1		热油循环泵	热油循环能力
5.2.2		热油冷却器	换热性能
6	乙二醇加热系统（如设有）		供热能力
6.1		乙二醇循环泵	乙二醇供应能力
6.2		蒸汽-乙二醇换热器	换热性能

10.7 智能铺排

10.7.1 一般要求

10.7.1.1 本节规定适用于申请 CCS 智能铺排功能标志的船舶。

10.7.1.2 智能铺排能综合利用状态监测所获得的各种信息和数据，对铺排设备与系统的运行状态、健康状况，以及铺排作业的状态、能效状况等进行分析和评估，为设备与系统的使用、操作和控制、检修、管理等工作提供决策支持。

10.7.1.3 智能铺排应具备如下基本功能：

- (1) 铺排作业主要设备/系统实现自动控制；
- (2) 实现铺排作业相关设备运行状态、健康状况的数据监测和采集；
- (3) 实现铺排作业能效及能耗的数据监测和采集；

10.7.1.4 除上述 10.7.1.3 规定的基本功能以外，智能铺排还可具有如下的附加功能：

- (1) 铺排设备和系统能按既定程序自动运行，实现一键铺排作业；
- (2) 基于铺排设备和系统的监测数据评估其运行状态和健康状况，并根据分析和评估结果，为铺排作业相关设备与系统的操作和控制、检修、维护保养、管理等工作提供决策支持；
- (3) 对船舶能效及能耗状况进行评估，并根据分析评估结果，为能效管理提供辅助决策建议。
- (4) 基于铺排作业状态的分析和评估结果，实现铺排作业参数的优化和控制。

10.7.1.5 具有 10.7.1.3 (2)、10.7.1.3 (3)、10.7.1.4 (2)、10.7.1.4 (3) 功能的智能铺排作业系统，应满足 II 类计算机系统要求。实现 10.7.1.3 (1) 自动控制、10.7.1.4 (1) 一键铺排作业、10.7.1.4 (4) 铺排作业参数优化控制功能的系统，应满足 III 类计算机系统要求。

10.7.2 图纸资料

10.7.2.1 智能铺排作业系统，图纸资料应满足本规范第 4 章和第 5 章的适用要求。

10.7.2.2 应提交如下智能铺排作业系统图纸资料批准：

- (1) 铺排作业系统有关的详细资料，一般应包括如下方面的内容：
 - ① 系统框图、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。
- (2) 自动控制系统的原理、功能及使用说明；
- (3) 监测设备与系统清单及说明；
 - ① 监测目的（如状态、功能、性能等）；
 - ② 监测参数及其工作范围，如电流、压力等；

- 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) 测量/获得健康评估衡准的详细方案，包括测量方法、建立衡准的时间、评估衡准有效性的方法等；

- (5) 智能铺排作业参数优化系统的原理、功能及使用说明；
- (6) 型式试验大纲；
- (7) CCS 认为必要的其他图纸资料。

10.7.2.3 应提交如下智能铺排作业系统图纸资料备查：

- (1) 风险分析报告；
- (2) 操作手册。

10.7.2.4 申请智能铺排功能标志的船舶，图纸资料应满足本规范第 4 章和第 5 章的适用要求。

10.7.2.5 应提交如下智能铺排系统图纸资料批准：

- (1) 智能铺排作业系统图；
- (2) 实船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 监测目的（如状态、功能、性能等）；
 - ② 监测参数及其工作范围，如电流、压力等；
 - 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。

(3) 主要铺排耗能设备及监测参数清单；

(4) 试验大纲；

10.7.2.6 应提交如下智能铺排系统图纸资料备查：

- (1) 铺排主要设备安装布置图；
- (2) 智能铺排作业系统说明书。

10.7.3 操作与控制

10.7.3.1 对于铺排船，至少施工定位设备、翻板绞车、卷排筒驱动绞车、（桁架）起重机等作业设备应能实现自动控制。

10.7.3.2 卷排筒开启/停止，至少定位设备及其驱动系统、翻板绞车及其驱动系统、（桁架）起重机等作业设备及其驱动系统、铺排作业监测系统能按既定程序自动运行，运行参数应能自动调整至铺排前规划参数。

10.7.3.3 铺排设备的运行状态、工作参数等，应能在作业控制站予以显示，至少包括下表所列参数及状态信息。

铺排设备监测参数清单

表 10.7.3.3

序号	设备名称	监测参数
1	锚泊定位绞车	<ul style="list-style-type: none"> ● 钢丝绳长度 ● 钢丝绳速度 ● 钢丝绳载荷 ● 绞车电机转速 ● 绞车电机功率 ● 绞车电机扭矩

		<ul style="list-style-type: none"> ● 刹车状态 ● 离合器状态
2	翻板绞车	<ul style="list-style-type: none"> ● 绞车电机转速 ● 绞车电机功率 ● 绞车电机扭矩 ● 翻板角度传感器 ● 刹车状态
3	卷排筒驱动绞车	<ul style="list-style-type: none"> ● 钢丝绳长度 ● 钢丝绳速度 ● 卷筒速度 ● 绞车电机功率 ● 绞车电机扭矩 ● 刹车状态
4	(桁架) 起重机 (包括桁架大车电机、小车电机及起升电机)	<ul style="list-style-type: none"> ● 降放速度和长度 ● 行走速度 ● 限位开关 ● 电机转速 ● 电机功率 ● 运行频率 ● 输出转矩
5	其他	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶吃水 ● 风、浪、涌等数据 (可通过其他方式获取) ● 视频监视画面 (如适用) ● 液压系统压力和油温 (如适用)

10.7.3.4 船上操作人员应对铺排作业相关设备和系统的运行状态进行监视，必要时增加设置视频监控设备。在应急情况或必要时操作人员接管操作，且控制权转换时不应引起船舶及其设备运行状态的严重变化。

10.7.3.5 如设置视频监控设备，其安装位置和数量应满足铺排作业需求，可采用有独立或分组的视频显示，必要时还应设置视频监控设备的操纵杆。应能在作业控制站和/或其他指定处所实时显示视频信号，并保持所呈现的视频画面的清晰和平稳。

10.7.3.6 铺排船应配备铺排作业可视化系统，铺排作业过程中对铺排成形状态进行仿真。并通过对比实际排边和理论排边，判断铺排成行是否达到设计工艺要求，当超出衡准范围或存在超出衡准范围趋势时，应能发出警示。

10.7.3.7 铺排作业过程中，铺排设备自动化系统输出信号至相应的船舶驾驶台和作业控制站的声光报警器，实现作业装备自动动作过程中实时发出间断性指示及报警，如作业控制站设置在驾驶室，则不用重复设置报警器。

10.7.4 铺排设备状态监测

10.7.4.1 铺排设备的状态监测、健康评估、辅助决策应满足本规范第4章4.1、4.3和4.4对应的适用要求。

10.7.4.2 申请智能铺排功能标志G时，至少应对表10.7.4.2规定的设备及系统进行状态监测。

铺排设备状态监测清单

表 10.7.4.2

序号	设备/系统名称	监测范围	监测目的
----	---------	------	------

		(如设备/零部件/性能等)	(如状态、功能、性能等)
1	锚泊定位绞车	齿轮箱	磨损
		传动轴轴承	磨损、密封性能
2	翻板绞车	齿轮箱	磨损
		传动轴轴承	磨损、密封性能
3	卷排筒驱动绞车	齿轮箱	磨损
		传动轴轴承	磨损、密封性能
4	电动机 (锚泊定位绞车、翻板绞车、卷排筒驱动绞车、(桁架)起重机)	定子	定子状态
		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)、失磁现象(永磁电机)
		轴承	磨损

10.7.5 能效管理

10.7.5.1 铺排作业能效管理应满足本规范第 5 章 5.1、5.3 和 5.4 关于能效管理的适用要求。

10.7.5.2 应设有在线能效监测功能, 实时获取作业状态、铺排长度和能耗数据, 对铺排作业能效及能耗状况进行评估、报告和报警。

10.7.5.3 应能对铺排作业期间主要耗能设备、铺排设备及系统(如卷排筒驱动绞车、起重机等)的参数进行采集, 包括但不限于:

- (1) 主要耗能设备的功率、压力、温度参数;
- (2) 主要耗能设备燃料消耗参数;
- (3) 发动机轴功率或等效输出功率;
- (4) 电动机输出功率;
- (5) 本章 10.7.3.3 所列参数。

10.7.5.4 应能自动计算以下能耗及能效指标:

- (1) 单次作业燃料消耗量;
- (2) 施工工艺能效指数。

设计者可根据铺排作业环境、工艺等特点, 对上述(1)、(2)规定的能效及能耗指标予以调整。

10.7.5.5 应能利用船舶能耗/能效的实时数据, 根据预定的评估方法和衡准进行比较分析, 自动评估能耗/能效状况, 并输出评估结论。

10.7.5.6 应能根据能耗/能效评估结果, 提出能效优化和改进的辅助决策建议。

10.7.5.7 应能根据需求, 自动生成任意时间段相关指标数据报告, 并按需要进行查询。

10.7.6 一键铺排

10.7.6.1 除本节规定以外, 一键铺排作业功能还应满足本章 10.7.3 的有关要求。

10.7.6.2 铺排设备的操作和控制应满足如下要求:

(1) 应设有铺排设备自动操作功能, 相关设备和系统能在单个锚位移船周期内能按既定程序自动运行, 实现铺排作业一键自动运行;

(2) 铺排设备和系统至少包括: 施工定位设备、翻板绞车、卷排筒驱动绞车、(桁架)起重机和智能铺排作业系统等;

(3) 既定程序应考虑排布布放等控制流程和逻辑时序;

(4) 铺排设备及系统的运行状态、工作参数等, 应能在作业控制站予以显示, 至少包括本章 10.7.3.3 所列参数及状态信息。

10.7.6.3 铺排设备和系统的相关运行参数应能自动调整至作业前规划参数。

10.7.6.4 设有必要的安全措施，实现铺排作业异常应对，如视频监控，保证人员和设备安全。

10.7.6.5 设有必要的记录系统，能按规定的程序和计划自动记录铺排设备及系统的异常应对措施。

10.7.6.6 制定应急操作方案，在自动控制过程中，如有不满足一键铺排条件的情况下，应发出报警信号，并直接切入到应急处置操作流程。

10.7.7 作业参数优化

10.7.7.1 应能根据作业计划、环境条件、土质条件、船舶自身状态等因素，实现工作参数初始化、工作参数优化等功能。

10.7.7.2 工作参数初始化功能，应考虑工程计划、船舶自身状况、土质条件、环境条件等因素给出铺排工作参数初始值。

10.7.7.3 铺排船作业参数至少包括：

- (1) 锚泊定位包括：绞车速度等；
- (2) 吊装作业包括：行走速度、行程、路径等；
- (3) 布放作业包括：翻板角度、布放速度等。

10.7.7.4 工作参数优化功能，应能评估铺排的精度和速度，并给出铺排作业参数优化方案，实现经济产量或者最大产量目标。

10.7.7.5 工作参数优化功能至少应考虑如下因素：

- (1) 铺排作业计划；
- (2) 环境条件；
- (3) 土质条件；
- (4) 动力系统状态；
- (5) 铺排设备状态；
- (6) 环境、土质与铺排工艺的匹配；
- (7) 铺排设备的匹配。

10.7.8 检验与试验

10.7.8.1 初次检验至少应包括如下项目：

- (1) 确认图纸资料已审批；
- (2) 确认智能铺排作业系统已认可；
- (3) 确认相关系统及设备安装完整性；
- (4) 按批准的试验大纲进行试验及检验；
- (5) 纳入视情维护的设备，核查视情维护计划与实施程序（如适用），确保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。

10.7.8.2 对于授予智能铺排功能标志的船舶，应结合船舶的年度/中间/特别检验进行检验，验证智能铺排相关系统的功能正常。

10.7.8.3 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铺排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) 智能铺排相关系统的总体运行情况；
- (2) 智能铺排相关系统的维护情况记录；
- (3) 铺排作业设备的故障 / 失效情况和原因分析；
- (4) 铺排作业设备的修理记录和备件更换情况。

10.7.8.4 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) 检查智能铺排相关系统是否有效运行；

- (2) 检查智能铺排相关系统的详细工作记录；
- (3) 检查铺排作业设备与系统的修理记录；
- (4) 确认智能铺排相关系统的历史数据、趋势分析数据、监测报警等资料保留完整，并对部分报告内容进行抽查；
- (5) 确认操作人员熟悉智能铺排作业相关系统的操作和维护工作，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等监测设备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。

10.7.8.5 授予智能铺排功能标志的船舶，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。