



中国船级社

智能船舶规范

2024 修改通报（初稿）

中国船级社上海规范研究所

2023 年 9 月

简要编写说明

章节号	标题/主题	概要说明/注释
第 1 章		
1.7	网络安全	修改智能相关计算机系统的网络安全要求和检验要求
1.10	产品持证要求	修改智能航行产品持证要求
第 2 章		
2.1	基本功能	增加视觉增强、避碰预警、搁浅预警、综合信息显示功能要求
2.3	辅助航行要求	增加视觉增强、避碰预警、搁浅预警、综合信息显示技术要求
2.5	图纸资料	增加智能航行系统产品图纸资料要求
第 4 章		
4.1.10	状态监测设备清单	新增蓄电池/超级电容及相关系统状态监测要求
第 5 章		
5.4.2	监测与测量	新增电池推进相关系统监测参数要求
5.4.4	能效指标	新增纯电推进船舶能效及能耗指标计算要求
第 7 章		
7.4	数据存储	修订数据存储及备份技术要求
7.6	检验	修订数据备份检验要求
第 8 章		
8.3.4	信号设备配备	删除远程控制专用信号标志
8.5.6	锚泊	调整锚机及其附件的要求
第 9 章		
9.4.3	锚泊	调整锚机及其附件的要求

第 10 章		
10.4	拖轮	新增港作拖轮智能规范附加要求
10.5	内河船舶	新增内河船舶智能规范附加要求
10.6	极地船舶	新增极地航行船舶智能规范附加要求

目 录

第1章 通 则	- 1 -
1.7 网络安全要求	- 1 -
1.10 产品持证要求	- 1 -
第2章 智能航行	- 3 -
2.1 一般要求	- 3 -
2.2 智能航行功能标志	- 3 -
2.3 功能要求辅助航行	- 3 -
2.4 自主航行	- 5 -
2-42.5 设备配备及性能要求	- 6 -
2-52.6 检验与试验	- 7 -
第4章 智能机舱	- 10 -
4.1 一般要求	- 10 -
第5章 智能能效管理	- 11 -
5.4 船舶能效在线智能监测	- 11 -
第7章 智能集成平台	- 12 -
7.4 系统要求	- 12 -
7.6 检验	- 12 -
第8章 远程控制船舶	- 13 -
8.3 无线电通信与信号设备	- 13 -
8.4 R1 功能标志的附加要求	- 13 -
8.5 R2 功能标志的附加要求	- 13 -
第9章 自主操作船舶	- 14 -
9.2 A1 功能标志的附加要求	- 14 -
9.4 A3 功能标志的附加要求	- 14 -
第10章 其他补充规定	- 15 -
10.4 拖轮	- 15 -
10.5 内河船舶	- 20 -
10.6 极地船舶	- 24 -

第 1 章 通 则

1.7 网络安全要求

1.7.1 本规范中，智能相关的 II、III 类计算机系统智能系统的网络安全应满足 CCS《船舶网络安全系统要求及安全评估指南》第 42 章产品 SL0 级网络安全要求的要求，I 类计算机系统可参照上述要求执行。智能相关的 III 类计算机系统（如远程控制系统、自主控制系统），推荐设计者应用 CCS《船舶网络安全指南》第 2 章中适合的更高等级网络安全要求。

1.7.2 如无法满足 1.7.1 条要求，应按采用 CCS《船舶网络安全系统要求及安全评估指南》附录 4 或 CCS 接受的标准⁺中第 1 章第 4 节的规定的方法进行风险评估，并采取将智能系统的网络安全风险降低至可接受的程度，网络安全风险评估报告应提交备查。风险评估至少应考虑：

- (1) 系统自身的脆弱性，包括在通信网络、操作系统、应用程序等方面存在的漏洞；
- (2) 威胁源，包括来自外部和内部人员的越权操作、误操作，如黑客、第三方、船员等；
- (3) 网络安全事件发生的可能性；
- (4) 网络安全事件对人身安全、船舶安全或海洋环境造成的潜在影响；
- (5) 系统的连接度，包括物理连接及逻辑连接，如系统之间连接、移动设备连接、岸上连接（若提供远程访问）等。

1.7.3 在船舶整个生命周期内，如智能系统发生重大变更，则应重新进行风险评估，并采取相应的措施予以控制。

1.7.4 智能系统的网络安全应按照 CCS《船舶网络安全系统要求及安全评估指南》第 43 章 4.2.1 的规定进行产品检验/评估的要求提交图纸资料。

1.10 产品持证要求

1.10.1 智能系统及部件的产品持证应满足表 1.10.1 的要求。表 1.10.1 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，应与整体产品进行成套型式试验；
- (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 1.10.1

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	智能航行								
1.1	航路航速设计与优化辅助航行系统	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 章及第 9 章的规定。
.1	计算机/服务器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.2	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	
.4	风速风向仪	—	X	—	X ³	—	—	X	
.5	能见度传感器	—	X	—	X ³	—	—	X	

⁺ IEC/ISO 31010《风险管理—风险评估技术》或其他等效的标准。

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		
.6	船舶运动传感器	—	X	—	X ³	—	—	X		
.7	流速传感器（如设有）	—	X	—	X ³	—	—	X		
.8	航路与航速设计和优化系统	—	X	—	X ³	—	—	X		
.9	视觉增强系统	—	X	—	X ³	—	—	X		
.10	碰撞预警系统	—	X	—	X ³	—	—	X		
.11	搁浅预警系统	—	X	—	X ³	—	—	X		
.12	综合信息显示系统	—	X	—	X ³	—	—	X		
1.2	自主航行系统	X	—	—	X	0	—	X	适用于申请 Nx 或 Ai 功能标志标志的船舶, 详见 CCS《智能船舶规范》第 2 章及第 9 章的规定。	
.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	0	X	—	X ³	—	—	X		
.6	风速风向仪	—	X	—	X ³	—	—	X		
.7	能见度传感器	—	X	—	X ³	—	—	X		
.8	船舶运动传感器	—	X	—	X ³	—	—	X		
.9	近距离探测设备（如红外摄像机、光电雷达等）	—	X	—	X ³	—	—	X	适用于申请 Nn 或 A2/A3 功能标志的船舶。	

第 2 章 智能航行

2.1 一般要求

2.1.1 本章要求适用于申请 CCS 智能航行功能标志的船舶。

2.1.2 智能航行系指利用先进感知技术和传感信息融合技术等获取和感知船舶航行所需的状态信息，并通过计算机技术、控制技术进行分析和处理，为船舶的航行提供航速和航路优化的辅助决策建议。在可行时，船舶能够在开阔水域、狭窄水道、进出港口，靠离码头等不同航行场景和复杂环境条件下实现船舶的自主航行。

2.1.3 智能航行的基本功能为航路与航速设计和优化。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：

N_x

其中：

N--船舶具有航路与航速的设计优化具有 2.1.3 规定的辅助航行功能；

No--在航路航速设计优化功能辅助航行的基础上，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、自动靠离泊功能,以实现全航程自主航行。

2.3 功能要求辅助航行

2.3.1 航路与航速设计~~及和优化~~-(N)-

2.3.1.1 航路航速设计和优化是根据船舶自身的技术条件和性能、特定的航行任务、吃水情况、货物特点和船期计划，并考虑风、浪、流、涌等因素，在保证船舶、人员和货物安全的条件下，设计和优化航路、航速，实现航次优化目标，并在整个航行期间不断优化。

2.3.1.2 航路航速设计和优化一般由船载系统和岸基支持中心共同实现。

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3.1.8 船舶的航路航速设计优化功能，应能在设定航次最大风浪等级的约束下，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。

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

2.3.2 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，有效补充驾驶员的视觉，使船舶即使处于受雨、雪、雾、黑夜以及其他任何不良天气影响条件下，仍能确保安全航行。

在船舶航行过程中，能准确显示船舶当前位置 2000 米范围内的水面航海危险物。

2.3.3 碰撞预警

2.3.3.1 应能对船舶周边障碍物进行识别，并按照障碍物距本船的距离与趋势进行分级碰撞预警，综合考虑船舶航行的外部环境条件、当前航速以及船舶的操纵性能、人员响应时间等因素，评估并显示当前航行状态下船舶的预计避碰距离、时间，并根据避碰的紧急程度由缓至急，分别 II 级、I 级避碰预警。

(1) II 级避碰预警：应发出声光报警，提示障碍物与本船的相对位置，该报警经驾驶员应答后，可即时消除。

(2) I 级避碰预警：应发出连续声光报警，需明显区别于 II 级避碰预警，提示障碍物与本船的相对位置，该报警经驾驶员应答后，可即时消除听觉报警信号，当船舶驶出该范围后，方可消除视觉报警信号。

2.3.4 搁浅预警

2.3.4.1 船上应能获得船舶规划航经水域内的水深历史数据，综合考虑航经水域所测水深、航向、航速、船舶吃水状态等因素预测船舶可能发生的搁浅风险，并发出预警。

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、视觉增强、碰撞预警、搁浅预

警以及必要的信息予以综合显示。

2.3.6 为实现上述辅助航行功能，应有可靠渠道获取有关参数或对其进行监测，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（当难以实时测量获取当前水流流速时，可接受以历史数据替代）。

(2) 如下本船实时信息：

- ① 船位、航速、航向信息；
- ② 船体运动响应，应至少包括：横摇、纵摇、艏摇；
- ③ 船艏、船舯、船艉左右舷吃水；
- ④ 主机转速、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) 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、航行信号和航行状态；
- ② 水面其他固定障碍物及运动物标信息。

(7) 船舶所在位置的实测水深。

2.4 自主航行

2.3.2 2.4.1 开阔水域自主航行 (No)

2.3.2.1 2.4.1.1 船舶具备在开阔水域自主航行的能力。期间，船上人员监视船舶的航行操作，必要时船上人员可随时介入并获取船舶驾驶控制权，操纵船舶航行。

2.3.2.2 2.4.1.2 船舶应满足智能航行基本功能要求。

2.3.2.3 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。

2.3.2.4 2.4.1.4 开阔水域自主航行船舶应能够全天候感知、获取以下本章 2.3.6 中场景信息，并用于自主航行决策。

(1) 船舶航行中的实时环境气象数据：

- ① 风速、风向；
- ② 海面能见度。

(2) 如下本船实时信息：

- ① 船位、航速、航向信息；
- ② 船体运动响应，应至少包括：横摇、纵摇、艏摇；
- ③ 船艏、船舯、船艉左右舷吃水。

(3) 水上目标 AIS 的数据；

(4) 电子海图数据及更新；

(5) 海上其他目标如下实时信息：

- ① 其他船舶的位置、运动方向、运动速度、大小尺寸、实际距离、与我船相交角度、航行信号和航行状态；
- ② 水面其他固定障碍物及运动物标信息。

(6) 船舶所在位置的实测水深。

2.3.2.5 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远程控制站发出提示报警信息及故障信息，并生成记录。

2.3.2.6 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。

~~2.3.2.7 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 ~~2.3.2.4 (1)~(6)~~ 本章 2.3.6 中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。

~~2.3.2.8 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。

~~2.3.2.9 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。

~~2.3.2.10 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。

~~2.3.2.11 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。

~~2.3.3 2.4.2~~ 全航程自主航行 (Nn)

~~2.3.3.1 2.4.2.1~~ 船舶应满足开阔水域自主航行 (No) 的所有要求。

~~2.3.3.2 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。

~~2.3.3.3 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。

~~2.3.3.4 2.4.2.4~~ 除了 ~~2.3.2.4~~ 本章 2.3.6 的场景感知要求，船舶还应能获取以下场景信息，用于航行操作决策：

- (1) 实时感知船舶、船艏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。

2.42.5 设备配备及性能要求

~~2.4.1 2.5.1~~ 通用要求

~~2.4.1.1 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 1.10.1 的要求。

~~2.4.2~~ 航路航速设计与优化

~~2.4.2.1~~ 申请航路航速设计优化功能标志的船舶，应配备下列设备：

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

~~2.4.2.2~~ 航路航速设计优化系统应至少由主电源供电。

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

2.5.2 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：

- (1) 数据通信设备：在整个航程期间能与岸基建立通信连接，以便相互转送信息；
- (2) 电子海图信息与显示系统；
- (3) 船舶定位导航与授时系统 (PNT) 或等效设备/系统；

-
- (4) 电罗经或其他船舶艏向系统;
 - (5) 航速和航程测量装置;
 - (6) 风速风向仪;
 - (7) 测深仪;
 - (8) 船舶运动传感器;
 - (9) 带有 ARPA 功能的船用雷达;
 - (10) 船舶自动识别系统 (AIS);
 - (11) 能见度传感器;
 - (12) 流速传感器 (当难以实时测量获取当前水流流速时, 可接受以历史数据替代);
 - (13) 航路与航速设计和优化系统;
 - (14) 视觉增强系统;
 - (15) 碰撞预警系统;
 - (16) 搁浅预警系统;
 - (17) 综合信息显示系统;
 - (18) 其他必要的设备和系统。

2.5.2.2 辅助驾驶系统应至少由主电源供电。

2.5.2.3 辅助驾驶系统应符合 II 类计算机系统的要求。

2.4.3 2.5.3 自主航行

2.4.3.1 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) 场景感知设备, 包括: 独立电罗经或其他船舶艏向系统;
 - ① 带有 ARPA 功能的船用雷达;
 - ② 船舶自动识别系统 (AIS);
 - ③ 船舶定位导航与授时系统 (PNT);
 - ④ 电子海图显示与信息系统;
 - ⑤ 独立电罗经或其他船舶艏向系统;
 - ⑥ 测深仪;
 - ⑦ 航速航程测量装置;
 - ⑧ 船舶运动传感器;
 - ⑨ 风速风向仪;
 - ⑩ 能见度传感器。
- (3) 2.5.2.1 规定的设备 (1) ~ (3) 与 (5) ~ (18)。

2.4.3.2 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。

2.4.3.3 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。

2.4.3.4 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 章的适用规定。

2.4.3.5 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。

2.4.3.6 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。

2.52.6 检验与试验

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

2.5.1.1 航路航速设计与优化

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

2.5.1.2 自主航行

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

2.6.1 智能航行相关系统在产品审图阶段，应将以下图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 系统说明书。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 智能航行相关系统在产品审图阶段，应将以下图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 风险分析报告；
- (2) 操作手册。

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

- (1) 设计方案说明；
- (2) 系统图；
- (3) 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，应将以下图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 主要设备布置图；
- (2) 智能航行系统说明书。

2.5.22.6.5 初次检验

2.5.2.12.6.5.1 确认相关图纸业经审查。

2.5.2.22.6.5.2 确认智能航行相关系统持有相应的证书。

2.5.2.32.6.5.3 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。

2.5.2.42.6.5.4 确认智能航行系统的输入、输出及通信功能。

2.5.2.52.6.5.5 根据不同的输入条件，通过模拟测试航路和航速设计与优化功能辅助航行系统，验证航行辅助决策、安全预警功能。

2.5.2.62.6.5.6 确认相关海图进行了相应的更新。

2.5.2.72.6.5.7 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。

2.5.32.6.6 建造后检验

2.5.3.12.6.6.1 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。在第一年年度检验时，应根据上一年的营运数据提交一份关于智能航行相关系统的年度报告，

详细说明智能航行相关系统的使用效果、总体运行情况、系统升级及维护情况。

[2.5.3.22.6.6.2](#) 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[航路航速设计及优化辅助航行](#)系统、场景感知系统、自主航行系统功能正常。

[2.5.3.32.6.6.3](#) 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 4 章 智能机舱

4.1 一般要求

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	岸电充电装置		充电状态、充电接口温度
3	电池箱/柜/舱的辅助系统		
3.1		冷却系统	热管理状态/冷却性能
3.2		应急排气系统及可燃气体探测	工作状态

4.1.4011 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。

4.1.4112 状态监测与健康评估系统应经 CCS 认可。

4.1.4213 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。

4.1.4314 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。

4.1.4415 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。

4.1.4516 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。

4.1.4617 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)。

第 5 章 智能能效管理

5.4 船舶能效在线智能监测

5.4.1 一般要求

5.4.1.6 采用电池系统作为推进动力的船舶，设计者可与 CCS 共同协商确定监测参数、能效及能耗计算等相关要求。

5.4.2 监测与测量

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) 监测主配电板（直流、交流）以及相应的主要设备的变频器（如适用）/配电板的电流、电压、电功率；

(3) 主配电板以及推进电动机变频器的电流、电压、电功率。

5.4.2.34 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。

5.4.4 能效及能耗计算

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) 航段耗电量。

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。

^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。

第 7 章 智能集成平台

7.4 系统要求

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，并实现备份，确保功能的延续性智能集成平台功能的可用性。

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。

第 8 章 远程控制船舶

8.3 无线电通信与信号设备

8.3.4 信号设备的配备及要求

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

- (1) 桅灯，船长 50m 及以上时，需配备后桅灯；
- (2) 左右舷灯；
- (3) 艏灯；
- (4) 失控灯；
- (5) 锚灯；
- (6) 号笛；
- (7) 号钟；
- (8) 号锣；
- (9) 号型。

~~(10) 远程控制专用信号标志以显示船舶处于远程控制状态。~~

8.3.4.2 桅灯、舷灯和艏灯应设置双套灯具或双灯丝灯具。

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

8.4.1.1.3 船舶应满足本规范 [2.3.2.4](#) [第 2 章 2.3.6](#) 和 [2.3.3.4](#) [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。

8.4.1.3 设备配备与性能

8.4.1.3.2 感知设备配备与性能应满足本规范 [2.4.1](#) [第 2 章 2.5.1](#) 及 [2.4.3](#) [2.5.3](#) 的适用要求。此外，还应配备增强视觉系统。

8.4.1.3.6 近距离探测设备及船用雷达应分别满足本规范 [2.4.3.5](#) [第 2 章 2.5.3.5](#) 和 [2.4.3.6](#) [2.5.3.6](#) 的性能要求。

8.5 R2 功能标志的附加要求

8.5.6 锚泊

8.5.6.2 锚泊设备

8.5.6.2.1 锚机应能远程控制。锚机应能根据指令自动收链、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。~~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联锁。~~

[8.5.6.2.2](#) 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联锁。

8.5.6.2.3 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。

[8.5.6.2.34](#) 在紧急情况下，应能远程操作弃链器。弃链器应设置防止误操作的措施。

第9章 自主操作船舶

9.2 A1 功能标志的附加要求

9.2.1 航行要求

9.2.1.1.3 船舶应满足本规范第2章 [2.3.2.4](#) [2.3.6](#) 和第8章 8.4.1.1.4 的场景感知要求。

9.4 A3 功能标志的附加要求

9.4.3 锚泊

9.4.3.2 锚泊设备

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

[9.4.3.2.2](#) ~~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联锁。~~

9.4.3.2.23 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）装置应能由自主决策系统和远程控制系统控制。

9.4.3.2.34 在紧急情况下，应能远程操作弃链器。弃链器应设置防止误操作的措施。

9.4.3.3 锚泊自主决策

9.4.3.3.2 锚泊自主决策系统应能做出下列决策功能：

(1) 根据实时探测和所接收的信号和数据，以及本船的锚泊能力及操纵能力限制，评估是否可进行锚泊作业；

(2) 如评估结果认定能力足够，则制定抛锚或起锚的方案；

(3) 在方案执行过程中，实时监测环境载荷以及锚链情况，必要时进行方案调整；

(4) 锚泊状态下，应能判断本船发生走锚或是由它船走锚等异常靠近可能引起碰撞的情况下，自动启动船舶操纵系统，调整锚链状态或起锚/弃锚驶离；

(5) 当认定为无法维持船舶的安全状态时，应能向控制中心发出报警信号。

第 10 章 其他补充规定

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大型船舶进出港口、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；
- 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、数据分析、安全状态评估等；
- ④ 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，应提交如下船上安装应用相关的图纸资料批准：

(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，应提交如下船上安装应用相关的图纸资料备查：

(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，应与整体产品进行成套型式试验；

(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	0	X	=	X ³	=	=	X	
.6	数据中继组件 ^①	0	X	=	X ³	=	=	X	
1.2	辅助拖曳作业系统	X	=	=	X	0	=	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	0	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Tm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Ts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 米。

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相关要求不适用于港作拖轮。

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、工作温度参数。

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 单位航行距离燃料消耗量；

② 单位航行距离 CO₂ 排放量；

③ 单位小时燃料消耗量；

④ 燃料日消耗量；

⑤ 燃料航次（航段）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 10.4.6.3 (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系统的安全状态、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及系统的操作和控制、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功能；

(2) 辅助拖曳作业功能。

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功能；

(2) 拖曳作业协同功能。

10.4.6.5 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，拖轮可授予如下智能拖曳作业功能标志：

T_x

式中：T—代表拖轮具有 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。

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、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) 调距桨的桨角 (或螺距) (如适用);

(4) 推进角度;

(5) 齿轮 (如设有) 啮合/脱开状态;

(6) 离合器 (如设有) 的状态;

(7) 正在实施控制的控制站;

(8) 其他远程控制站远程控制必要的参数。

10.4.7.3 远程控制站应设置独立于远程控制系统的应急停车设施。

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) 离合器状态 (如设有);

(4) 制动器状态;

(5) 滚筒转速、旋转方向;

(6) 液压泵工作状态;

(7) 其他远程控制站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 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，与船级社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，与船级社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 米范围内的水上目标；

(3) 碰撞预警应满足本规范第 2 章 2.3.3 的要求；

(4) 搁浅预警应满足本规范第 2 章 2.3.4 的要求；

(5) 综合信息显示应满足本规范第 2 章 2.3.5 的要求；

(6) 应有可靠渠道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（当难以实时测量获取当前水流流速时，可接受以历史数据替代）。

②本船实时信息：

(a) 船位、航速、航向信息；

(b) 主机转速、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物标信息。

⑥船舶所在位置的实测水深。

(7) 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。

(8) 申请智能航行 N 功能标志的内河船舶，应配备下列设备：

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 功能的船用雷达或等效设备；

(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或等效设备/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（当难以实时测量获取当前水流流速时，可接受以历史数据替代）；

(i) 数据通信设备：在整个航程期间能与岸基建立通信连接，以便相互转送信息；

(j) 其他必要的设备或系统。

10.5.2.4 开阔水域自主航行^①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》要求实施避碰决策和操作。

(3) 除满足上述 10.5.2.3 (6) 规定的监测参数之外，尚应能获取船体运动响应（至少包括：横摇、纵摇、艏摇），用于自主航行决策。

(4) 申请开阔水域自主航行功能标志的船舶，除配备上述 10.5.2.3 (8) 规定的设备之外，尚应配备：

①自主航行系统；

②独立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《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，还应能获取以下场景信息，用于航行操作决策：

①实时感知船舶、船艏与岸的间距及船岸间的角度；

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能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 M_x 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 常规动力装置推进的内河船舶，智能机舱监测项目、监测内容或状态一般应符合《船舶智能机舱检验指南》附录 5 的规定。

10.5.3.6 因柴油机设计、标准化生产、安装布置等原因，无法按本规范第 4 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。

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。

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，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。

(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讯设备，另应根据船舶所需实现的功能按需配置相应的通讯设备，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，通讯方式不限于卫星通讯、VHF 通讯、4G/5G 通讯等；

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。另设远程控制专用信号标志以显示船舶处于远程控制状态；

② 桅灯、舷灯和艉灯应设置双套灯具或双灯丝灯具，分别由两路电源单独供电；

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通道时，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) 航行感知设备配备与性能应满足本节 10.5.2.4、10.5.2.5 的适用要求。此外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 机舱轮机设备与系统的状态监测、健康评估、辅助决策（包括视情维护）等应满足本节 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 篇及主管机关的相关适用规定。

(5) 船舶环境保护应符合主管机关《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、分舱与稳性应满足主管机关《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交通部海事局《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（远程控制站）、10.5.5.3（无线电通信和信号设备）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 除以下明文规定外，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、船舶吃水情况，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在极地水域航行和作业的安全。

(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，或者给出航行计划调整方案；
- 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，给出绕开冰山及其他水面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 浮块冰、多年冰、冰山信息。

(6) 气象与海冰数据应有可靠的来源，具备实时性和足够的准确性。

(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订阅/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更新数据。

(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《船舶极地航行操作手册》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，输出的规划航线与操作建议通过 IMO “冰区操作能力和限制评估方法” 评估后的航线风险指数总值 (RIO) 应大于等于 0。当评估结果小于 0 时，航线应由船上驾驶人员特别考虑。

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，保证从编队航行的最大通航安全和效率出发。

(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、与前船间距离和相对位置，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，使得编队中各船舶之间保持安全间距，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 与护航船舶间距离；
- ⑧ 与护航船舶相对位置；
- ⑨ 与前船间距离；
- ⑩ 与前船的相对位置。

(4) 护航船舶应能获得本章 10.6.2.3 (5) 的冰情数据，并具备本章 10.6.2.3 (7) 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，用于后续的对护航决策的分析与评估。

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（例如 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 MSC.1/Circ1519 通函的要求。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船舶高纬度航行的相关要求。

(3) 具备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：在极地航行期间能与岸基建立通信连接，以便相互转送信息；

- ② 电子海图显示与信息系统；
 - ③ 电子定位仪；
 - ④ 风速风向仪；
 - ⑤ 电罗经或其他船舶艏向系统；
 - ⑥ GNSS 罗经
 - ⑦ 航速和航程测量装置；
 - ⑧ 测深仪；
 - ⑨ 能见度传感设备；
 - ⑩ 航海雷达；
 - ⑪ 探冰雷达；
 - ⑫ 极地智能航线规划系统。
- (5) 具有极地编队航行功能的船舶，除配备上述 10.6.2.6 (3) 规定的设备以外，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情况，除应包括板、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) 甲板机械保养计划的制定除应根据甲板机械特点外，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，其中在进行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（主要考虑冰层的磨损）。
- ② 涂层状态的记录。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，制定涂装方案报告。

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) 船体监测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：

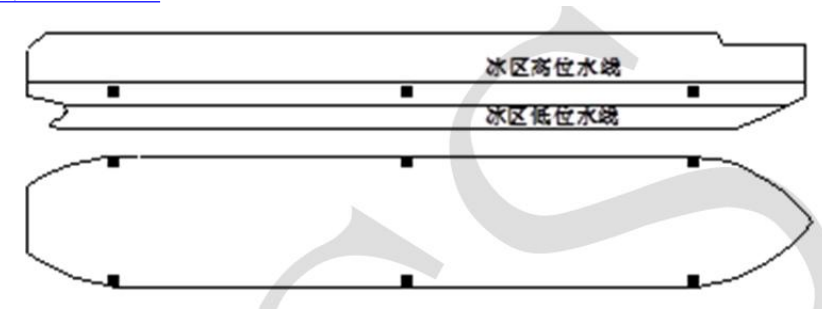


图 10.6.3.3 冰区加强船舶传感器布置示意图

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) 应按照测量拉压/弯曲正应变或剪切应变的不同功能需求，选择合适传感器安装方式，同时需考虑温度的变化对测量的影响。

(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