ICS 03.220.40
CCS R 43

团　　体　　标　　准

T/CIN 137—2026

散货船舶智能化改造指南

Guidelines for the intelligent retrofitting of bulk carriers

2026-10-30 发布　　2027-01-30 实施

中国航海学会　　发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 总则 2
5 散货船舶智能化改造流程 3
附　录　A　（规范性） 设备选型与施工作业技术要求 8

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：国能神华航运（北京）有限公司、交通运输部水运科学研究院、大连海事大学、大连交通大学、青岛大学。

本文件主要起草人：郭桦、丁格格、王军、张可、高鹏、赵顺、洛佳男、文捷、耿雄飞、韩宝宏、冉小明、夏春光、马文山、邵伟、李春旭、王俊生、王艳娟、李明、杨成学、曹旭光、李志、李博、刘建东、曾致远、付则开、崔勇、王曦、吴翊钧、冉顺义、李泽坤、宋明珠、王月竹、尚晓笛。

散货船舶智能化改造指南

1 范围

本文件给出了散货船舶智能化改造的总则、改造流程（含需求调研、资料收集、实船踏勘、可行性评估、改造方案制定、审批与备案、施工与监督、测试与验收）等相关指导。

本文件适用于散货船舶智能化改造的规划、设计、实施和测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3608—2025 高处作业分级

GB/T 4798.6—2012 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 船用

GB/T 13386—2009 海洋营运船舶明火作业安全技术要求

GB 16993—2021 防止船舶封闭处所缺氧危险作业安全规程

GB 44171—2024 船舶制造重大件吊装作业安全管理要求

GB 44172—2024 船舶制造明火作业安全管理要求

GB 50052—2009 供配电系统设计规范

GB 50174—2017 数据中心设计规范

CB/T 14—2011 船舶产品专用图样和技术文件编号

CB 3660—2012 船厂起重作业安全要求

CB 4270—2013 船舶修造企业明火作业安全规程

CCS R001 钢质海船入级规范

CCS R002 材料与焊接规范

CCS R012 智能船舶规范

CCS GD005—2025 船舶智能机舱检验指南

CCS GD006—2025 船舶智能能效管理检验指南

CCS GD013—2025 船舶数字化交付指南

CCS GD014—2024 船舶网络安全指南

CCS GD016—2025 船舶综合安全评估应用指南

CCS GD019—2024 电气电子产品型式认可试验指南

CCS GD09—2019 海船附加标志应用指南

CCS GD26—2023 船舶自主航行附加标志检验指南

CCS 2023 新技术产品认可管理规定（试行）

IACS UR E26 船舶网络韧性（Cyber resilience of ships）

IACS UR E27 船载系统和设备网络韧性（Cyber resilience of on-board systems and equipment）

IMO MEPC.58(23).Add.1 经 1978 年议定书修订的《1973 年国际防止船舶造成污染公约》的 1997

年议定书附件修订案（Amendments to the annex of the protocol of 1997 to amend the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto）

IMO MSC.1/Circ.1509/Rev.1　船上噪声级规则（MSC.337(91)决议）的统一解释（Adoption of the “Code on Noise Levels on Board Ships”）

IMO MSC.1/Circ.1604　MASS 试航暂行指南（Interim guidelines for MASS trials）

IMO MSC.491(104)　《1966 年国际载重线公约》1988 年议定书附件 B 修正案（Amendments to the protocol of 1988 relating to the International Convention on Load Lines, 1966）

IMO MSC—FAL.1/Circ.3—Rev.1　海事网络风险管理指南（Guidelines on maritime cyber risk management）

ISO 19848　船舶与海上技术 船载机械设备数据格式（Ships and marine technology—Standard data for shipboard machinery and equipment）

IEC 60092—378 船舶电气装置 第 378 部分:光纤电缆（Electrical installations in ships—Part 378: Optical fiber cables）

IEC 60529 外壳提供的防护等级（Degrees of protection provided by enclosures）

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1　船舶智能化改造　intelligent retrofitting of ship

在现有船舶既有装备基础上，集成传感器、控制及决策算法等技术，提升其自动化水平及感知、分析、决策、控制能力的技术升级过程。

4　总则

4.1　经济性原则

以综合效益评估作为船舶智能化改造的决策基础，确保项目经济可行。

4.2　实用性原则

以船舶实际运营需求为导向，确保改造方案切实解决问题、提升运营效率，并降低操作难度与维护成本。

4.3　兼容性原则

兼容现有系统和未来扩展需求，采用开放、标准化的数据接口与通信协议，保障系统的互操作性与可扩展性。

4.4　可靠性原则

选用经过充分验证的技术，对涉及航行安全及关键设备控制的系统，结合风险评估配置冗余，提升容错能力与运行可靠性。

4.5　安全性原则

4.5.1　遵循国际海事组织及海事局制定的船舶安全相关标准和法规。

4.5.2　改造方案充分考虑船体结构受力变化，船体结构改装后按相关规范进行强度评估。

4.5.3　改造全过程考虑网络安全风险，遵循网络安全相关标准，保障船岸通信及船内网络的数据安全，提升系统防护能力。

4.6 环保性原则

4.6.1 选用符合环保标准的设备和材料。

4.6.2 改造过程产生的废弃物应分类收集、合规处置，危险废物交由具备相应资质的单位处理。

5 散货船舶智能化改造流程

5.1 改造流程

智能化改造包括需求调研、资料收集、实船踏勘、可行性评估、改造方案制定、审批与备案、施工与监督、测试与验收阶段，可参照图1所示改造流程。

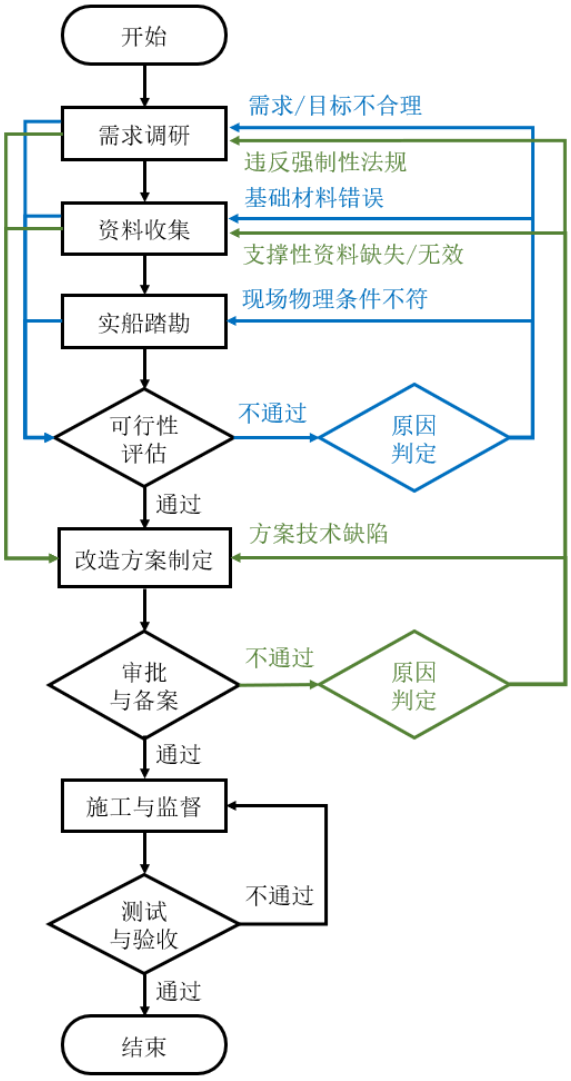


图1 散货船舶智能化改造流程示意图

5.2 需求调研

5.2.1 船舶智能化改造的具体需求，包括安全水平提升、运营效率提升及配员优化、能耗降低、智能船舶附加标志申请等目标，以及投资预算与回报预期。

5.2.2 船员对现有船舶操作与维护工作的反馈，以及对智能化改造功能的具体期望，确保改造功能贴合实际操作需求。

5.2.3　船员现有技能水平及对新增智能化系统的培训需求，为后续培训计划提供输入。

5.3　资料收集

5.3.1　船舶基本信息，包括船名、船籍港、建造年份、吨位、主尺度、当前运营状态、主要货种、主要航行区域及历史维护记录等。

5.3.2　船舶现有设备与系统的性能参数及运行状态资料。

5.3.3　相关的政策、法规及管理规定。

5.4　实船踏勘

5.4.1　踏勘范围与内容

船东负责组织现场踏勘。设计单位和/或承建单位现场查看与改造需求相关的船舶区域（主船体、上层建筑、舱室、甲板）、结构部位、设备与系统，按表1所列项目进行核查。

表1　踏勘核查项目

序号	核查类别	核查内容
1	现有设备	安装位置、型号规格、铭牌参数、运行状态、使用年限及外部接口型式。
2	现有系统	功能范围、软件版本、通信协议、数据格式、对外数据接口。
3	闲置空间	（1）位置、净尺寸及所在部位的结构型式和现有承载状况； （2）边界条件：相邻设备间距、通道宽度、检修空间； （3）可达条件：进入路径、安全进入条件。
4	船体结构	（1）舱口角隅、底边舱斜板与内底板连接节点、顶边舱与舷侧连接节点、货舱舱口围板根部等典型高应力区域的腐蚀、变形及裂纹状况； （2）货舱舱口盖开关机构运行状态，液压系统的密封性与压力保持能力； （3）舱口盖面板变形及腐蚀状况，舱口围板磨损与变形量； （4）货舱内壁腐蚀状况、局部凹陷及裂纹，舱底板的磨损量，底边舱与货舱相邻边界处结构完整性； （5）顶边舱和底边舱内部涂层状态、结构腐蚀程度及焊缝状况； （6）干舷甲板以下舷侧开口（货舱舷侧排水孔、压载舱透气管开口等）的水密装置型式及结构完整性。
5	货舱通风系统	型式、风道布置及防护等级。
6	压载管系与阀门	压载水泵及管系配置、遥控阀门的执行机构状态。
7	电缆托架与穿舱件	（1）电缆托架：占用率、沿程备用敷设空间、路径长度及连续性； （2）穿舱件：位置、规格及封堵状态。
8	供电系统	容量、已用负荷、备用回路数量及配电走向。
9	通信网络	拓扑结构、传输介质、带宽利用率及剩余可用物理端口。
10	环境条件	（1）温度、湿度、噪声，以及不同装载工况（压载/满载、主机转速等）下的振动实测值； （2）记录各测点位置及对应工况。

5.4.2　踏勘记录

5.4.2.1　人员、时间、地点、船舶工况、处所可进入性等基本信息。

5.4.2.2　表 1 所列核查项目。定性信息宜采用文字描述；定量信息宜记录测量数据；结构状态、空间条件及设备布置等宜附影像资料。

5.4.2.3　改造可利用条件及限制因素，包括闲置空间、供电能力、设备与网络接口、电缆敷设空间、作业空间、结构承载及水线下作业条件等。

5.5　可行性评估

5.5.1　功能模块划分

5.5.1.1　散货船舶智能化改造宜采用模块化设计。功能模块依据 CCS R012 划分，包括智能航行、智能机舱、智能能效、智能货物管理、智能船体、智能集成平台等模块，各模块主要依据文件见表 2。

表 2 功能模块划分及主要依据文件

序号	模块类别	主要依据文件
1	智能航行	CCS R012、CCS GD26—2023、IMO MSC.1/Circ.1604
2	智能机舱	CCS R012、CCS GD005—2025
3	智能能效	CCS R012、CCS GD006—2025、IMO MEPC.58(23).Add.1

4	智能货物管理	CCS R012、IMO MSC.491(104)
5	智能船体	CCS R012、CCS R001
6	智能集成平台	CCS R012、CCS GD014—2024

5.5.1.2 技术可行性评估和效益评估宜针对拟改造模块分别开展，实际改造模块应结合改造目标及评估结论确定。

5.5.1.3 涉及远程控制的船舶，宜同步设置或接入远程控制站，并纳入改造方案统筹设计；远程控制站相关要求依据 CCS R012、CCS GD26—2023、IMO MSC.1/Circ.1604 执行。

5.5.2 技术可行性评估

船东组织设计单位、承建单位或第三方评估机构开展技术可行性评估，评估内容包括但不限于：

5.5.2.1 现有设备与系统的智能化水平、性能瓶颈及改造优先级。

5.5.2.2 新增或替换设备/系统与现有设备/系统在接口、通信协议、数据格式等方面的兼容性。

5.5.2.3 新增或替换设备的负荷分级、供电要求及电磁兼容性，必要时采取屏蔽或滤波措施。

5.5.2.4 新增或替换设备的尺寸、重量及安装方式与船舶舱室结构、甲板布局的适配性。

5.5.2.5 改造后设备/系统的数据传输、网络通信要求及网络安全风险处置措施。

5.5.3 效益评估

船东组织相关方开展效益评估，评估内容包括但不限于：

5.5.3.1 投资成本，包括设备/系统购置、安装、调试等直接成本，以及人员培训、系统维护等间接成本。

5.5.3.2 改造周期及停航损失，包括施工工期估算、因改造导致的船舶停运时间及相应的营运收入损失。

5.5.3.3 预期运营效益，包括安全水平提升、运营效率提升及配员优化、能耗降低、维护成本变化等。

5.5.3.4 投资回报率测算，综合评判项目的经济可行性。

5.6 改造方案制定

5.6.1 方案内容

根据可行性评估结果，设计单位和/或船厂制定初步改造设计与施工方案。方案内容涵盖改造目标与入级要求、网络安全要求、设备与系统选型、图纸设计，实施流程包括工序分解、施工计划、人员培训及风险预案。

5.6.2 改造目标

5.6.2.1 明确智能化改造的具体目标，如增强态势感知能力、实现能效优化、提升机舱设备状态监测水平、实现货物状态实时监控等。目标设定与前期需求调研结论一致，并作为方案设计与验证的依据。

5.6.2.2 根据改造目标确定的智能功能，可申请的智能船舶附加标志参照 CCS GD09—2019 确定。各智能功能模块的检验要求依据 CCS R012 及对应的专项检验指南执行。

5.6.2.3 智能化改造的入级原则、流程及智能功能标志授予，依据 CCSR001—2024 执行。

5.6.3 硬件设备与软件系统选型

5.6.3.1 根据可行性评估确定的改造范围及功能模块，明确新增、更换或升级的设备与系统。

5.6.3.2 新增、更换或升级的设备与系统，其检验与认证要求依据 CCS R012 执行。

5.6.3.3 设备与系统采集数据的格式、标识符和结构符合 ISO 19848 的要求；原生数据不符合时，采取数据转换措施。

5.6.3.4 设备选型涉及的性能、质量、隔声降噪、线缆规格、供电接地及电磁防护等技术要求，按附录 A 执行。

5.6.3.5 改造对船舶重量分布、稳性或结构强度产生影响时，依据 IMO MSC.491(104)和 CCS R001 对船舶在核定干舷对应吃水状态下的总纵强度和稳性进行评估。

5.6.4 网络安全要求

5.6.4.1 改造后船舶网络安全满足 CCS GD014—2024，网络风险管理纳入船舶安全管理体系。

5.6.4.2 船东可结合运营需求与审图机构协商确定更高网络安全等级，并申请相应的网络安全附加标志。

5.6.4.3　建造合同日期在 2024 年 7 月 1 日之前的现有船舶，其网络韧性设计可参考 IACS UR E26、IACS UR E27；申请网络安全附加标志的，按 CCS GD014—2024 执行。

5.6.5　图纸设计

5.6.5.1　船体结构、轮机、电气等通用图纸的绘制及审查要求，依据 CCS R001 执行。

5.6.5.2　智能功能相关系统的图纸资料，依据 CCS R012 中各功能章节规定的送审要求执行。

5.6.5.3　图纸和技术文件的编号管理依据 CB/T 14—2011。

5.6.6　工序分解

5.6.6.1　分解改造工序，涵盖拆除、安装、调试等流程。拆除作业前应结合有害物质清单核查拟拆除设备、材料及结构中的有害物质情况，明确防护及处置要求；改造完成后及时更新有害物质清单。拆除工作包括但不限于：

5.6.6.1.1　旧线缆及线缆托架的拆除，包括废弃线缆的标识、分段切割、移除及托架拆卸；

5.6.6.1.2　旧设备及附属管线的拆卸，包括传感器、控制器、显示终端、机舱监测单元，以及货舱舱口盖及开关机构、货舱通风系统、压载舱及顶边舱和底边舱内附件等智能化改造涉及更换或取消的设备及其固定支架、连接管路；

5.6.6.1.3　船体结构局部开口的开设与恢复，包括为新增传感器或穿舱件所需开设的孔洞，以及改造后按规范要求的封堵与补强；

5.6.6.1.4　为安装新设备而需移除的舱室内部装饰材料、绝缘层及防护罩的拆卸及后续恢复；

5.6.6.1.5　甲板或舱壁附着物的清除，包括原有涂层、海生物、货舱内壁及舱底附着物、甲板管系与舷侧开口附件等影响新设备安装的障碍物。

5.6.6.2　明确需结合法定坞修进行的工序，包括涉及水线下船体结构改装的作业、船底外部设备安装及与船体水下部分相关的密封性测试等。

5.6.7　施工计划

5.6.7.1　根据改造目标与范围制定施工计划，确保工序衔接有序。

5.6.7.2　按照施工复杂度与资源需求设定关键时间节点，预留浮动时间以应对突发延误。

5.6.7.3　按工序分配人力资源，保障各环节人力覆盖。

5.6.7.4　制定物资采购、运输及安装计划，确保供应连续性。

5.6.8　人员培训

承建方负责组织为船东及船员提供新增、更换或升级的设备与系统的操作、维护及故障处理培训，内容涵盖设备与系统原理、日常维保与诊断排除。

5.6.9　风险预案

5.6.9.1　制定技术实施、成本控制、市场变化及运营中断等风险的预防与应对预案。

5.6.9.2　危险识别、风险度量与可接受衡准、风险控制措施的属性及人因可靠性分析依据 CCS GD016—2025。

5.6.9.3　海上网络安全风险应对预案依据 IMO MSC—FAL.1/Circ.3—Rev.1。

5.7　审批与备案

5.7.1　工作流程

智能化改造的审批与备案按改造流程分阶段推进，主要包括施工前图纸审查与材料报备、施工中作业审批、完工后检验与智能附加标志申请。

5.7.2　施工前图纸审查

5.7.2.1　智能化改造设计图纸提交审查。图纸范围和审查依据 CCS GD26—2023 执行。获批图纸作为施工依据。

5.7.2.2　涉及新技术产品时，其认可流程和认证文件依据 CCS 2023 新技术产品认可管理规定（试行）。

5.7.3　施工中作业审批

5.7.3.1　明火作业由持证人员执行，并经船长批准。机舱外非安全区域作业报公司安全部门审批。

5.7.3.2　港内作业向海事管理机构提交作业计划并获备案回执。

5.7.4　完工后检验与试航备案

5.7.4.1　改造完工后，申请检验以确认改造符合批准的图纸和技术要求。

5.7.4.2　试航前向海事管理机构备案，提交试航方案、应急预案及船员适任证明。

5.7.5　智能船舶附加标志申请

5.7.5.1　首次申请智能船舶附加标志的，宜满足相关附加标志要求和 CCS R012。
5.7.5.2　已获得智能船舶附加标志的船舶，对智能功能相关的设备和系统进行变更或修理后，根据具体情况进行检验,确认其满足原有附加标志的技术要求。
5.7.5.3　申请附加标志时，参照表 3 提交材料。

表 3 申请附加标志提交材料及主要依据文件

序号	材料类别	主要内容	主要依据文件
1	改造前资料	船舶概况、船舶证书、船体与轮机图纸、设备技术档案、历史检验记录、有害物质清单、备件及工具清单等基础资料；船舶三维数字模型（具备条件时），或经核实的二维图纸及关键设备数字化参数（不具备三维模型时）。	CCS GD013—2025
2	改造设计方案预审文件	改造范围、功能目标、交付物范围与格式、网络安全方案等。	CCS GD013—2025、CCS GD26—2023、CCS GD014—2024
3	技术规格书与认证文件	智能系统参数及硬件清单、交付物清单（改造后图纸、有害物质清单、备件和工具清单等）、软件系统认证证明等。	CCS GD013—2025、CCS GD26—2023
4	其他	风险评估报告、检验与试验大纲等。	CCS GD26—2023

5.8　施工与监督

5.8.1　设备与系统的安装、集成与调试工作按施工计划及进度表实施。
5.8.2　作业过程遵循作业安全规范，涉及的明火作业、有限空间作业、高处作业等技术要求按附录 A 执行。
5.8.3　安排专职人员全程监督，确保施工质量符合设计要求，实时处理施工中出现的问题。

5.9　测试与验收

5.9.1　智能化改造完工后，开展全系统测试，包括功能、性能、安全性与兼容性测试。测试前应编制测试大纲，明确测试项目、测试方法、测试工况、合格判据及应急预案，测试大纲应经检验机构批准。

5.9.2　改造完成后，进行系泊试验，验证设备安装、供电及基本功能。涉及航行性能或智能航行功能改装的船舶，在系泊试验合格后开展试航；对船舶航行性能无实质影响的其他改造，经检验机构评估同意后，可免于试航。

5.9.3　申请智能船舶附加标志的改造船舶，其智能化系统测试依据 CCS R012 及对应的专项检验指南执行；涉及自主航行附加标志的，依据 CCS GD26—2023 执行。

附 录 A
（规范性）
设备选型与施工作业技术要求

设备选型宜符合表A.1的要求；施工作业宜符合表A.2的要求。

表 A.1 设备选型技术要求

类别	设备选型要求	主要依据文件
性能与质量	满足船舶使用要求，并按适用认可方式完成检验。	CCS R012、CCS R001
船用环境适应性	电气电子设备选用满足高温、低温、湿热、盐雾、振动、倾斜和摇摆等船舶环境条件的产品。	CCS GD019—2024、GB/T 4798.6—2012
外壳防护	设备外壳防护等级满足安装处所的环境条件要求。	CCS GD019—2024、IEC 60529—2013
电气安全	选用满足绝缘、耐电压及滞燃要求的设备。	CCS GD019—2024
隔声降噪	舱壁与甲板的隔声材料选用高计权隔声指数产品。 驾驶室、无线电室及船员舱室等区域的设备，应按所在区域最大允许噪声级选用低噪声型号。	IMO MSC.1/Circ.1509/Rev.1
线缆与布线	船内光缆满足船舶电气装置光缆标准。	GB 50174—2017、CCS R001、IEC 60092—378
供电与接地	满足应急电源设置、电压波动与谐波限制补偿措施要求。	CCS R001、GB 50052—2009
电磁防护	满足电磁兼容性要求，必要时采取屏蔽或滤波措施。	CCS GD019—2024、CCS R001

表 A.2 施工作业技术要求

类别	技术要求	主要依据文件
明火作业（营运船舶）	按海洋营运船舶明火作业安全技术要求执行。	GB/T 13386—2009
明火作业（船厂）	按船厂适用的安全规程执行。	GB 44172—2024、CB 4270—2013
有限空间作业	按防止船舶封闭处所缺氧危险作业安全规程执行。	GB 16993—2021
高处作业	按高处作业分级要求分级，并按相应高处作业安全要求采取防护措施。	GB 3608—2025
船舶造修企业起重作业	按船厂起重作业安全要求执行。	CB 3660—2012
吊装作业	按重大件吊装作业安全管理要求执行。	GB 44171—2024