



指导性文件

GD012-2026

中国船级社

# 油船智能货物管理 检验指南

2026

2026年6月1日生效

北京

## 出版说明

随着船舶智能化和信息化的发展,作为液货船重要的组成部分之一的液货装卸控制系统越来越趋于复杂化、智能化,成为融合计算机、自动控制和电子信息技术,以及船舶管理等多学科的综合系统。为了适应船舶液货装卸控制系统的发展,并为了提高液货装卸效率,减少装卸货期间人员工作负荷,缓解人员疲劳,增加船舶、人员和环境安全,CCS编制了《油船智能货物管理检验指南》。

本指南是 CCS《智能船舶规范》(以下简称规范)的组成部分,以油船为对象,针对规范第 6 章智能货物管理的内容作补充说明和详细规定,规定了油船的货物/货舱监测、预警/报警和辅助决策系统、智能配载、自动装卸货、智能洗舱系统入级检验适用的技术要求、检验和试验要求。相关的认可与检验工作在满足本指南要求的同时,还须满足 CCS《智能船舶规范》及《钢质海船入级规范》的相关规定。

本指南由中国船级社编写和更新,通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布,本指南使用相关方对于本指南如有意见可反馈至 [ig@ccs.org.cn](mailto:ig@ccs.org.cn)。

# 目 录

第 1 章	通 则 .....	1
1.1	目的 .....	1
1.2	适用范围 .....	1
1.3	定义 .....	1
1.4	一般要求 .....	1
第 2 章	货物/货舱监测、预警/报警与辅助决策 .....	2
2.1	功能要求 .....	2
2.2	连续监测和显示的参数 .....	2
2.3	预警与辅助决策 .....	3
2.4	报警与辅助决策 .....	5
第 3 章	智能配载 .....	9
3.1	功能要求 .....	9
3.2	装卸载计划 .....	9
3.3	装卸载过程模拟 .....	11
第 4 章	自动装卸货 .....	12
4.1	功能要求 .....	12
4.2	装卸货文件管理 .....	12
4.3	装卸货过程模拟 .....	12
4.4	自动装卸货 .....	12
4.5	安全控制功能 .....	13
4.6	风险评估 .....	13
第 5 章	智能洗舱 .....	16
5.1	功能要求 .....	16
5.2	智能洗舱计划 .....	16
5.3	洗舱过程监测与辅助决策 .....	17
5.4	洗舱结果评估 .....	19
第 6 章	图纸与资料 .....	20
6.1	审查依据 .....	20
6.2	图纸与资料清单 .....	20
第 7 章	系统认可与试验技术要求 .....	22
7.1	适用范围 .....	22
7.2	认可/检验依据 .....	22
7.3	图纸资料 .....	22
7.4	设计要求 .....	22
7.5	原材料及零部件 .....	22
7.6	型式试验 .....	22
7.7	单件/单批检验 .....	25
第 8 章	附加标志检验 .....	26
8.1	初次检验 .....	26
8.2	实施检验 .....	26
8.3	建造后检验 .....	26

# 第 1 章 通 则

## 1.1 目的

1.1.1 本指南规定了油船要授予智能货物管理功能附加标志时，对货物/货舱监测、预警/报警和辅助决策、智能配载、自动装卸货和智能洗舱功能的技术要求，可作为 CCS 验船师、制造厂、提供服务供应商和船舶管理公司等等的指导性文件。

## 1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于申请 CCS《智能船舶规范》第 6 章智能货物管理附加标志的油船<sup>①</sup>，附加标志说明及要求见 CCS《智能船舶规范》第 6 章 6.2.1。

1.2.2 本指南适用于货物/货舱监测、预警/报警和辅助决策、智能配载、自动装卸货和智能洗舱系统的认可与检验工作。

## 1.3 定义

1.3.1 本指南有关定义如下：

(1) 货物控制站：系指对货物的安全装卸、压载水的排压载等货物相关操作以及船舶状态进行集中监控和远程控制的处所。

## 1.4 一般要求

1.4.1 智能货物管理各系统应满足《智能船舶规范》第 1 章和第 6 章的相关要求。

1.4.2 货物/货舱监测、预警/报警与辅助决策、智能配载和智能洗舱系统应满足《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 6 节 II 类计算机系统要求。自动装卸货系统应满足 III 类计算机系统要求。

1.4.3 智能货物管理系统配备的传感器应满足《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 7 节 2.7.1 的要求。

1.4.4 按照本指南应用智能货物管理系统时，应注意满足国际公约、船旗国主管机关、港口国监督机构、地区性组织的有关规定。

1.4.5 智能货物管理系统应集中布置在货物控制站。

1.4.6 经认可的智能货物管理系统的预警、报警等指示信号或信息、以及辅助决策的操作建议应仅能在货物控制处所应答及复位。

1.4.7 智能货物管理系统可以是独立系统(独立于传统设计的装载计算机和相关系统)，也可以是基于传统设计的装载计算机和相关系统，利用原有的硬件/传感器进行数据采集集成的系统。智能货物管理系统的设计，应遵循单一故障安全的原则，使运行过程中出现的一个故障不会导致其他故障的产生，并且其产生的危险性降到尽可能低的程度。

1.4.8 智能货物管理系统应根据系统的功能需求，配置货品数据库，且保存有相应数据文件。货品数据库应具备可扩展性，可根据货品特性的变化和船东的需求由授权人员进行修改；若涉及批准文件修改，应提交 CCS 并经验船师批准后，由授权人员进行修改。

1.4.9 智能货物管理系统应具备通信自检功能，当通信线路出现异常状态时(包括并不限于数据丢失、数据错误、系统模块通信故障、系统接口通讯故障)，发出报警提示及辅助决策建议。

1.4.10 智能货物管理系统应明确系统用户的管理权限。

(1) 未登录用户禁止修改预警、报警阈值，以及货物管理相关操作；

(2) 应对系统用户进行账户权限分级，明确不同账户责任和权限，只允许使用明确被授权的系统功能。

1.4.11 智能货物管理系统及部件的产品持证应满足《智能船舶规范》第 1 章 1.10 的要求。

<sup>①</sup> 《钢质海船入级规范》中第 1 篇第 2 章 2.1.3 (16) 中定义的油船，但兼用船除外。

## 第2章 货物/货舱监测、预警/报警与辅助决策

### 2.1 功能要求

2.1.1 货物/货舱监测、预警/报警与辅助决策系统应包括，但不限于以下功能：

- (1) 货品数据库应保存适装货品的油船安全数据表（简称 SDS）信息；
- (2) 根据货物的性质，对船上货物/货舱、压载舱以及与液货舱相邻的空舱状态进行监测；
- (3) 对船舶装卸货作业状态进行监测；
- (4) 对监测到的状态参数进行显示；
- (5) 系统状态自检；
- (6) 预警功能，给出相应的辅助决策，使操作人员能清楚了解当前的工作状态，并能提前对可能发生的异常情况做出准备，或者避免异常情况的发生；
- (7) 报警功能，能对监测到的异常数据进行分析，给出相应的辅助决策，使操作人员能迅速的做出相应改正/修正措施；
- (8) 应能针对多参数组合预警/报警进行综合分析，并给出相应的辅助决策。

### 2.2 连续监测和显示的参数

2.2.1 至少应对以下参数进行连续监测和显示：

- (1) 货舱液位；
- (2) 货舱内液货温度（适用于安装了加热装置的货舱）；
- (3) 货舱内压力；
- (4) 货舱内含氧量（如安装了相应的监测设备）；
- (5) 压载舱液位；
- (6) 液货泵舱可燃气体浓度（如适用）；
- (7) 与液货舱相邻的压载舱、空舱和双层底舱的可燃气体浓度（如适用）；
- (8) 液货泵舱舱底水液位（如适用）；
- (9) 与液货舱相邻的空舱舱底水液位（如适用）；
- (10) 与独立式液货舱支撑块相邻的结构件温度（如适用）。

2.2.2 除 2.2.1 的参数外，装卸货作业过程中还应连续监测和显示以下参数：

- (1) 惰性气体系统（如适用）：
  - ① 惰性气体装置状态（运行/停止/故障）；
  - ② 岸上惰性气体供应状态（停止供应/正常供应）。
- (2) 液货系统状态，至少包括：
  - ① 遥控阀门状态（开/关/故障）；
  - ② 液货泵（包括扫舱泵）的出口流量调节遥控阀门开度；
  - ③ 液货泵（包括扫舱泵）的状态（运行/停止/备用/故障）；
  - ④ 液货泵（包括扫舱泵）的转速（行程数）、货泵转速控制阀控制压力、变频器频率等；
  - ⑤ 液货泵（包括扫舱泵）的进口压力(如适用)；
  - ⑥ 液货泵（包括扫舱泵）的出口压力；
  - ⑦ 液货管路（包括扫舱管路）的出口处压力（如适用）。
- (3) 液货蒸气回收系统的蒸气压力（如适用）；
- (4) 压载水系统状态，至少包括：
  - ① 压载水处理装置运行状态（如适用）；
  - ② 遥控阀门状态（开/关/故障）；
  - ③ 压载泵出口流量调节遥控阀门开度（如适用）；
  - ④ 压载泵状态（运行/停止/备用/故障）；
  - ⑤ 压载泵转速或转速控制阀控制压力；
  - ⑥ 压载泵进口压力（如适用）；
  - ⑦ 压载泵出口压力。

- (5) 船舶浮态;
- (6) 船舶稳性;
- (7) 静水弯矩和静水剪力。

### 2.3 预警与辅助决策

2.3.1 货物/货舱监测、预警/报警与辅助决策系统应具有相应预警功能。应能综合考虑当前状态的变化发出预警，警示操作人员可能要发生的异常情况，并给出相应的辅助决策，让操作人员有充足的时间提前做好准备，避免或延迟异常情况的发生，减小异常情况可能带来的危害。

2.3.2 至少应对以下参数的变化趋势设置相应的预警功能：

- (1) 货舱液位;
- (2) 货舱内液货温度（适用于安装了加热装置的货舱）;
- (3) 货舱内压力;
- (4) 货舱内含氧量（如安装了相应的监测设备）;
- (5) 压载舱液位;
- (6) 液货泵舱可燃气体浓度;
- (7) 与液货舱相邻的压载舱、空舱和双层底舱的可燃气体浓度（如适用）;
- (8) 液货泵舱舱底水液位;
- (9) 与液货舱相邻的空舱舱底水液位（如适用）;
- (10) 与独立式液货舱支撑块相邻的结构件温度（如适用）。

2.3.3 除 2.3.2 的规定外，装卸货作业过程还应设置以下参数的预警功能：

- (1) 液货系统，至少包括：
  - ① 液货泵（包括扫舱泵）的进口压力（如适用）;
  - ② 液货泵（包括扫舱泵）的出口压力;
  - ③ 液货管路（包括扫舱管路）出口压力。
- (2) 液货蒸气回收系统的蒸气压力;
- (3) 压载系统，至少包括：
  - ① 压载泵进口压力（如适用）;
  - ② 压载泵出口压力;
  - ③ 压载水处理装置运行状态（如适用）。
- (4) 船舶浮态;
- (5) 船舶稳性;
- (6) 静水弯矩和静水剪力。

2.3.4 应根据 2.3.2 规定的预警功能和船舶实际配置，参考表 2.3.4 设置相应的预警辅助决策功能：

表 2.3.4

序号	功能分类	预警状态	辅助决策功能
1.	货舱液位变化预警及辅助决策	液位升高	设定液位预警阈值，预警并提示船员检查货舱及货品状态。
		液位降低	设定液位预警阈值，预警并提示船员检查货舱及货品状态。
2.	液货温度变化预警及辅助决策（如适用）	温度过低	根据货品特性（如沸点、熔点等），设定货品预警阈值，达到阈值时预警并给出启动加温设备的操作提示。
		温度过高	根据货品特性（如沸点、熔点等），设定货品预警阈值，达到阈值时预警并给出启动冷却设备的操作提示。 若无冷却设备，提示船员对需冷却的舱室进行甲板洒水、排压载或其他冷却操作。
		特殊货物加温辅助决策	对有特殊加温指示的货物，应提示船员对货物进行保温/加温，船舶抵港前应将货温加至卸货温度

序号	功能分类	预警状态	辅助决策功能
			但不超过最高的卸货温度。
		加温优化方案辅助决策	对有加温和保温要求的货品，系统应在满足货物运输要求的前提下，以减少锅炉燃料消耗为目标优化加温方案，并提示船员操作。至少考虑以下因素： (1) 降低货品保温温度； (2) 减少锅炉点火次数。
3.	货舱内压力变化预警及辅助决策	压力异常	根据货舱设计压力设置预警阈值，达到阈值时预警，并提示船员检查货舱压力。 液货舱采用惰气保护时，根据货舱设计压力与惰气系统保护压力最低值设置上、下预警阈值，达到阈值时，提示船员检查货舱压力并检查惰气供气压力。
4.	货舱内含氧量预警及辅助决策（如适用）	含氧量异常	根据货品特性，设置货舱内含氧量预警阈值，达到阈值时预警，并提示船员进行惰化操作。

2.3.5 除 2.3.4 的规定外，装卸货作业过程还应根据 2.3.3 规定的预警功能和船舶实际配置，参考表 2.3.5 设置相应的预警辅助决策功能：

表 2.3.5

序号	功能分类	预警状态	辅助决策功能
1.	货舱液位预警及辅助决策	装载过程液位预警	装载过程中，达到液位预警阈值时预警，并提醒船员关小阀门控制到系统推荐速率，避免装载超过目标液位。
		卸载过程液位预警	卸载过程中，液位接近预警值时，判断后预警（可通过货泵出口压力或工作电流变化等方式），提示船员操作，如调小主阀或下一舱的卸载等。
		装卸过程液位变化预警	装卸货过程中根据舱容表、与泵、阀性能计算货舱液位变化速率，并给出预测的液位变化曲线。当实际曲线与预测曲线区别过大则根据情况发出预警，提示船员检查相应阀门、泵、管路。
		操作时长预测	根据货泵理论流量、装卸载计划、液位变化速率计算剩余操作时间。
		装卸过程货物计量预警	装卸货过程中，实时比较货物装载船数和岸数，若船岸数字相差超出阈值，提示船员检查阀门、泵、管路。
2.	压载舱液位预警及辅助决策	压载过程液位预警	压载过程中，达到液位预警阈值时预警，提示船员准备下一步操作。
		排载过程液位预警	排载过程中，液位接近预警值时预警，提示船员准备下一步操作。
		操作时长预测	根据压载泵理论流量、装卸载计划、液位变化速率计算剩余操作时间。
		压/排载过程液位变化预警	压/排载过程中，根据压载泵出口压力、压载泵性能曲线计算理论流量，对比理论流量与实际液位变化速率，根据差异向船员预警，并给出调节阀门、检查实际液位等处理建议。
3.	蒸气回收系统蒸气压力预警及辅助决策	蒸气压力高预警	当蒸气回收管路压力达到高压预警阈值时预警，给出船员操作建议。
		蒸气压力低	当蒸气回收管路压力达到低压预警阈值时预警，

序号	功能分类	预警状态	辅助决策功能
		预警	给出船员操作建议。
4.	液货管路状态预警及辅助决策	管路出口压力低预警	当管路出口压力低于预警阈值时预警，提示船员操作提高液货泵输出。
		管路出口压力高预警	当管路出口压力高于预警阈值时预警，提示船员操作降低液货泵输出。
		管损预警	当集管区压力与管路出口压力差异超过预警阈值时预警，提示船员管损过大，检查管路或阀门。
5.	压载泵及管路状态预警及辅助决策	压载时泵出口压力低预警	当压载泵进行压载作业时，压载泵出口压力低于预警阈值时预警，提示船员检查压载泵。
		排载时泵出口压力低预警	当压载泵进行排载作业时，压载泵出口压力低于预警阈值时预警，提示船员检查压载泵。
6.	船舶配载状态预警及辅助决策	浮态预警	当船舶横倾、纵倾超过预警阈值时预警，提示船员调整装卸货顺序或调整压载方案，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
		稳性预警	当船舶稳性高度（GM）值与许用稳性高度（GM）值的差值达到预警阈值时预警，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
		静水弯矩和剪力预警	当静水弯矩和剪力值与许用值比值达到预警阈值时预警，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
		尾倾预警	卸载过程中，船舶应保持尾倾；平舱时，船舶应保持平浮；装卸载时，当船舶浮态超过设定值时预警，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
7.	装载速率预警及辅助决策	装载速率转换预警	装载过程中，当货品已浸没货舱货管进口时预警，提示船员初始装载速率可转换最大装载速率。
8.	压载水处理装置预警及辅助决策	核心设备状态预警	装卸过程中，当压载水处理装置核心设备状态 <sup>①</sup> （如过滤器前后压差）超过预警阈值时预警，提示船员检查相关设备。

## 2.4 报警与辅助决策

2.4.1 当探测到如下异常情况时，货物/货舱监测、报警与辅助决策系统应发出报警：

- (1) 货舱液位变化异常，比如舱内液位非正常升高或降低；
- (2) 货舱内液货温度过高（适用于安装了加热装置的货舱）；
- (3) 货舱内液货温度过低（适用于安装了加热装置的货舱）；
- (4) 货舱内压力过高；
- (5) 货舱内压力过低；
- (6) 货舱内含氧量过高（如安装了相应的监测设备）；
- (7) 压载舱液位变化异常，比如舱内液位非正常升高或降低；
- (8) 液货泵舱可燃气体浓度高；
- (9) 与液货舱相邻的压载舱、空舱和双层底舱的可燃气体浓度高（如适用）；
- (10) 液货泵舱舱底水液位高；
- (11) 与液货舱相邻的空舱舱底水液位高（如适用）。

2.4.2 除 2.4.1 的规定外，装卸货作业过程还应设置以下参数的报警功能：

- (1) 惰性气体装置故障；
- (2) 液货系统故障，至少包括：
  - ① 遥控阀门故障；

<sup>①</sup> 核心设备状态监测项目可参照 CCS《船舶压载水管理系统型式认可指南》相关规定。

- ② 液货泵（包括扫舱泵）故障；
  - ③ 液货泵（包括扫舱泵）出口压力过低；
  - ④ 液货泵（包括扫舱泵）出口压力过高；
  - ⑤ 液货管路（包括扫舱管路）出口处压力过低；
  - ⑥ 液货管路（包括扫舱管路）出口处压力过高。
- (3) 液货蒸气回收系统，至少包括：
- ① 蒸气压力过高；
  - ② 蒸气压力过低（对于被惰化的液货舱，报警压力不低于大气压）。
- (4) 压载系统故障，至少包括：
- ① 压载水处理装置故障；
  - ② 遥控阀门故障；
  - ③ 压载泵故障；
  - ④ 压载泵进口压力过低；
  - ⑤ 压载泵出口压力过高。
- (5) 船舶浮态异常；
- (6) 船舶稳性异常；
- (7) 静水弯矩和静水剪力过高；
- (8) 装载速率异常。

2.4.3 应根据 2.4.1 规定的报警功能和船舶实际配置，参考表 2.4.3 设置相应的报警辅助决策功能。

表 2.4.3

序号	功能分类	报警状态	辅助决策功能
1.	货舱液位变化异常报警及辅助决策	液位异常升高	设定液位报警阈值，达到阈值时报警，提示船员检查货舱、管路与货品。
		液位异常降低	设定液位报警阈值，达到阈值时报警，提示船员检查货舱、管路与货品。
2.	货舱内液货温度过高报警及辅助决策（如适用）	温度过高	根据货品特性（如沸点、熔点等），设定货品报警阈值，达到阈值时报警并给出启动冷却设备的操作提示。 若无冷却设备，提示船员对需冷却的舱室进行甲板洒水、排压载或其他冷却操作。
		高温报警	设置货舱设计最大温度报警阈值，达到阈值时报警并给出启动冷却设备的操作提示。 若无冷却设备，提示船员对需冷却的舱室进行甲板洒水、排压载或其他冷却操作。
3.	货舱内液货温度过低报警及辅助决策（如适用）	温度过低	根据货品特性（如沸点、熔点等），设定货品报警阈值，达到阈值时报警并给出启动加温设备的操作提示。
		低温报警	根据货舱设计以及实际运营要求，设置低温报警阈值，达到阈值时报警并给出启动加温设备的操作提示。
4.	货舱压力过高报警及辅助决策	压力过高	根据货舱设计压力（即 PV 阀开启压力）设置报警值，达到阈值时报警并提示船员检查货品及货舱状态。
5.	货舱压力过低报警及辅助决策	压力过低	根据货舱设计压力（即 PV 阀开启压力）或货品要求设置报警值，达到阈值时报警并提示船员检查货品及货舱状态。
6.	货舱内含氧量报警及辅助决策（如适	含氧量异常	根据货品特性，设置货舱内含氧量报警阈值，接近阈值时报警，并提示船员进行惰化操作。

	用)		
7.	压载舱液位变化异常报警及辅助决策	液位变化报警	设置压载舱液位升高或降低变化异常报警阈值, 达到阈值时报警并提示船员检查压载舱。
8.	液货泵舱可燃气体浓度报警	浓度过高	设置可燃气体浓度报警阈值, 达到阈值时报警并提示船员终止操作, 检查管线泄露和启动应急程序。
9.	液货泵舱舱底水位报警	液位过高	设置液货泵舱舱底水位报警阈值, 达到阈值时报警并提示船员及时处理; 辅助船员检测舱底水成分 (如需要时), 提示船员启动相应处理程序。
10.	与液货舱相邻的压载舱、空舱和双层底舱的可燃气体浓度报警 (如适用)	浓度过高	设置可燃气体浓度报警阈值, 达到阈值时报警并提示船员及时检查处理, 如发生液货泄漏, 提示船员采取措施 (如更换控制式透气装置、通过可拆短管连接惰气系统等) 进行控制并启动相应处理程序。
11.	与液货舱相邻的空舱舱底水位报警 (如适用)	液位过高	设置舱底水位报警阈值, 达到阈值时报警并提示船员及时检查处理, 如发生液货泄漏, 提示船员采取措施 (如更换控制式透气装置、通过软管或可拆短管连接惰气系统等) 进行控制并启动相应处理程序。

2.4.4 除 2.4.3 的规定外, 装卸货作业过程还应根据 2.4.2 规定的报警功能和船舶实际配置, 参考表 2.4.4 设置相应的报警辅助决策功能:

表 2.4.4

序号	功能分类	报警状态	辅助决策功能
1.	货舱液位报警及辅助决策	装载过程液位报警 (满舱装载)	装载过程中液位达到报警液位阈值报警, 提示船员操作。
		装载目标液位报警 (部分装载)	装载过程中达到液位装载目标报警, 提示船员操作。
		卸载过程液位报警	卸载过程中货泵吸空后报警, 提示船员操作。
		卸载过程空货舱液位报警	卸载过程中空货舱液位达到报警阈值报警, 提示船员卸载作业串线, 并提出停止卸载建议。
		装卸过程货物计量报警 (如适用)	装卸货过程中, 实时比较货物装载船数和岸数, 若船岸数字相差超出阈值, 自动停止装卸, 提示船员检查相应阀门、泵、管路。
2.	压载舱液位报警及辅助决策	压载过程高液位报警	压载过程中, 达到液位报警阈值时报警, 并提示船员停止压载作业。
3.	液货泵及管路状态报警及辅助决策	液货泵故障报警	当液货泵组件故障报警, 并提示船员故障类型, 包括变频器故障、电机绕组温度高、电机轴承温度高等。
		液货管路阀门故障报警	液货管路上遥控阀门无法动作时故障报警。
		泵出口压力过低报警	当泵出口压力低于报警阈值时报警, 提示船员操作, 检查液货泵状态。
		泵出口压力过	当泵出口压力高于报警阈值时报警, 提示船员

序号	功能分类	报警状态	辅助决策功能
		高报警	操作，停泵并检查液货泵状态。
		管路出口压力过低报警	当管路出口压力低于报警阈值时报警，提示船员操作，并给出压力过低的原因。
		管路出口压力过高报警	当管路出口压力高于报警阈值时报警，提示船员操作，并给出压力过高的原因。
4.	蒸气回收系统报警及辅助决策	蒸气压力过高报警	当蒸气压力高于报警阈值时报警，给出船员操作建议。
		蒸气压力过低报警	当蒸气压力低于报警阈值时报警，给出船员操作建议。
		含氧量报警	当蒸气中含氧量高于 8%时报警，给出船员操作建议。
		无流量报警（如适用）	当流量计无流量时报警，给出船员操作建议。
5.	压载泵及管路状态报警及辅助决策	压载泵故障报警	当压载泵组件故障报警，提示船员故障类型，包括轴承温度过高、泵壳温度过高等，并给出船员操作建议。
		管路阀门故障报警	压载管路上阀门无法动作时故障报警，并给出船员操作建议。
		泵进口压力过低报警	当压载泵进口压力低于报警阈值时报警，并给出船员操作建议。
		泵出口压力过高报警	当压载泵出口压力高于报警阈值时报警，并给出船员操作建议。
6.	船舶配载状态报警及辅助决策	浮态异常报警	当首/尾吃水、横倾和纵倾超出报警阈值时报警，提示船员停止装卸货，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
		稳性异常报警	当船舶 GM 值与许用 GM 值的差值达到报警阈值时报警，提示船员停止装卸货，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
		静水弯矩和静水剪力过高报警	当静水弯矩和剪力值与许用值比值达到报警阈值时报警，提示船员停止装卸货，并给出装卸货顺序或压载方案建议。
7.	装载速率报警	初始装载速度异常报警	对于易产生静电的货物，当初始速率超过设定值时报警，提示船员降速操作。
		最大装载速率异常报警	当最大速率下，装货体积超过目标舱透气系统气体逸出体积的 80%时报警，提示船员降速操作。
8.	液货泵舱可燃气体浓度报警（如适用）	浓度过高	设置可燃气体浓度报警阈值，达到阈值时报警并提示船员立即停止装卸货作业和启动应急程序。
9	液货泵舱舱底水位报警	液位过高	设置液货泵舱舱底水位报警阈值，达到阈值时报警并提示船员停泵和启动应急程序。

## 第3章 智能配载

### 3.1 功能要求

3.1.1 智能配载系统用于船舶装卸载计划、顺序的生成。具有通过综合考虑货物、船舶、码头等各种制约因素，进行计算、优化，给出最优配载和装卸货顺序的功能。

3.1.2 智能配载系统应具有自动计算和手动调整<sup>①</sup>的功能。

3.1.3 智能配载系统通常应考虑以下因素：

- (1) 安全、环保、能效；
- (2) 船舶浮态、稳性、强度；
- (3) 最佳纵倾（如适用）；
- (4) 特殊货物的预防措施。

### 3.2 装卸载计划

3.2.1 智能配载系统应能生成船舶当前拟装载货物的装卸载计划。

3.2.2 智能配载系统应具备航次信息识别、装载条件检查、配载方案生成、装卸货顺序计算、船舶姿态检查、历史记录查询的功能。

3.2.3 智能配载系统应保存有船舶适装货物的数据库，且货品数据库至少应包括以下内容：

(1) 《国际防止船舶造成污染公约》（以下简称 MARPOL 公约）有关货品载运及装卸货要求；

(2) 适装货物的 SDS 信息；

(3) 油船码头信息。

3.2.4 航次信息识别功能应根据船舶实际情况识别以下内容：

- (1) 航线信息（包括水文、桥梁最低高度限制等）；
- (2) 港口信息（包括港口、码头吃水限制、潮汐情况等）；
- (3) 气温（包括航线、装卸货港口气温）；
- (4) 当前航次货物的 SDS 信息（由货主方提供）。

3.2.5 装载条件检查功能至少应包括：

(1) 货品适装性检查

① 根据货品适装性，检查当前航次货品适装性。

(2) 货舱可用性检查，至少应基于以下因素：

- ① 拟装载货品特性；
- ② 货舱液位状态；
- ③ 货物装卸设备适用性及状态；
- ④ 货舱洗舱状态；
- ⑤ 加温管状态（若装载加温货物）。

3.2.6 智能配载系统应根据船舶当前状态，自动计算、优化生成配载方案，除 3.2.4 和 3.2.5 的规定外，还应考虑以下因素：

- (1) 船舶装载情况，包括燃料、压载水、淡水等；
- (2) 航次货运量（考虑无限量货品或有限量货品）；
- (3) 货品密度；
- (4) 温度对货品、货舱的影响（考虑货品闪点、凝点、倾点、黏度）（如适用）：
  - ① 不同闪点货品隔离；
  - ② 高凝点货品舱室布置；
  - ③ 货品加热时间、目标温度和保温要求。
- (5) 货品的透气要求；
- (6) 货舱载货量、舱容限制，如货舱货物容积不超过航次最高温度时舱容的 98%；

<sup>①</sup> 手动调整的配载方案应经装载计算机/智能配载模块计算验证。

- (7) 液货液位；
- (8) 货舱膨胀余量及空挡高度；
- (9) 多重作业（即同时作业），原油船应考虑原油洗舱作业；
- (10) 多批次装卸货作业；
- (11) 压载方案（港内压载作业尽量控制在最少水量）；
- (12) 预计航次关于货物方面的特殊要求。

3.2.7 智能配载系统应具有根据配载方案计算、生成、优化装卸货顺序，包括货舱、压载舱的操作，规划管路、泵、阀动作时序。

3.2.7.1 装载顺序计算应考虑以下因素：

- (1) 拟装载货品特性、数量；
- (2) 泵、阀及管系要求：
  - ① 拟装载货品相容性对管路的要求；
  - ② 管路通径；
  - ③ 船舶通岸阀门；
  - ④ 压载泵流量。
- (3) 码头信息：
  - ① 码头装载流量；
  - ② 码头岸罐高度。
- (4) 货品装载压力和温度要求（设置压力真空阀等操作）；
- (5) 货品装载速率限制（包括初始、最大及平舱速率）：
  - ① 初始速率：对于易产生静电的货物初始速率不超过 1m/s 的线速度，提速后的速率应不超过 7m/s 的线速度；
  - ② 最大速率：最大速率下装货体积不能超过该舱透气系统气体逸出体积的 80%；
  - ③ 平舱速率：换舱时考虑开关阀及岸停的时间，岸管向船舱扫线的货量；
  - ④ 初始速率转换最大速率时应保证货品已浸没货舱货油管进口。
- (6) 船舶出现横倾、纵倾时，货舱空档的要求；
- (7) 蒸气回收的要求；
- (8) 货舱惰化的要求。

3.2.7.2 装载顺序优化应考虑以下因素：

- (1) 最小压载水调拨；
- (2) 最少管路切换和管路混油；
- (3) 最短管阀路径；
- (4) 加温保温的货物尽量后装载。

3.2.7.3 卸载顺序计算应考虑以下因素：

- (1) 拟卸载货品特性、数量；
- (2) 泵、阀及管系要求：
  - ① 拟卸载货品相容性对管路的要求；
  - ② 管路通径；
  - ③ 船舶通岸阀门；
  - ④ 压载泵流量；
  - ⑤ 货泵数量及流量。
- (3) 码头信息
  - ① 码头接收条件（最大接受卸货速率和压力）；
  - ② 岸罐高度。
- (4) 货品卸载压力和温度要求；
- (5) 货品卸载最大速率；
- (6) 货舱惰化的要求。

3.2.7.4 卸载顺序优化应考虑以下因素：

- (1) 最小压载水调拨；
- (2) 最少管路切换和管路混油；
- (3) 最短管阀路径；

- (4) 货泵启动数量及流量;
- (5) 利于卸货的船舶姿态;
- (6) 扫舱作业时适当提高货舱压力或温度(如适用);
- (7) 计划原油洗舱的货舱尽量先开始(如适用)。

3.2.8 装卸载计划中应包括装卸载过程中需人工操作的辅助决策提示,至少包括:

- (1) 货品取样;
- (2) 货物管线、软管操作;
- (3) 人员防护要求;
- (4) 装卸货船数和岸数比较检查。

#### 3.2.9 历史记录查询

智能配载系统应能提供历史记录查询功能,可根据装卸载数据关键项进行历史记录搜索和筛选来进行查询。

### 3.3 装卸载过程模拟

3.3.1 智能配载系统应根据智能配载计划,基于货品及船舶装卸载设备数据,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。

3.3.2 应至少包括以下装卸载步骤:

- (1) 货物装载;
- (2) 压载水压载;
- (3) 货物卸载;
- (4) 压载水排载;
- (5) 货舱扫舱。

## 第 4 章 自动装卸货

### 4.1 功能要求

4.1.1 自动装卸货系统应具备第 2 章规定的功能要求，在此基础上，自动装卸货系统还应具备油船装卸货过程模拟和装卸货作业自动控制功能。

4.1.2 自动装卸货系统应具备装卸货文件管理功能，并应满足 4.2 的要求。

### 4.2 装卸货文件管理

4.2.1 自动装卸货系统应提供对以下适用文件的填写与编辑、自动生成、上传与传输、历史数据储存及查询调用功能：

- (1) 货物记录簿；
- (2) 货物装卸计划；
- (3) 压载作业计划；
- (4) 洗舱作业计划（若具有智能洗舱功能）；
- (5) 货物特性和操作要求记录表；
- (6) 压载水记录簿或压载水报告表；
- (7) 备妥通知书；
- (8) 货物作业船岸检查表。

4.2.2 自动装卸货系统应具有自动操作和手动修改的功能。

### 4.3 装卸货过程模拟

4.3.1 自动装卸货系统应根据装卸货计划，模拟控制实船相关的装卸货设备完成装卸货作业操作。

4.3.2 应至少包括以下装卸货步骤：

- (1) 货舱惰化（如适用）；
- (2) 货物装载；
- (3) 压载水压载；
- (4) 货物卸载；
- (5) 压载水排载；
- (6) 货舱扫舱。

### 4.4 自动装卸货

4.4.1 自动装卸货系统应根据收到的装卸载计划，并在确认管阀备妥后，船岸协同自动控制相关的部件、设备完成装卸货操作。

4.4.2 自动装卸货功能至少应包括：

- (1) 货物装载；
- (2) 货物卸载；
- (3) 压载水排、压和驳运。

货舱扫舱、惰化和除气操作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。

4.4.3 货物自动装载应能具备以下功能：

- (1) 系统应根据配载方案及装载顺序计划自主对每个货舱注入阀实施控制；
- (2) 系统根据监测数据自主判断调节阀门开度，控制流量，保证装载到目标值进行换舱，且不发生满溢；

(3) 系统在装载期间对船舶姿态（包括浮态、稳性和强度）进行实时监测，并可根据船舶姿态调整装载方案建议。

4.4.4 压载水自动压载应能具备以下功能：

(1) 系统应根据卸载顺序计划自动实施压载水舱的操作，包括阀门开关、压载泵启停和压载泵压载进口阀开关和出口阀开度调节，保证压载到目标值进行换舱，且不发生满溢；

(2) 系统在卸载期间对船舶姿态（包括浮态、稳性和强度）进行实时监测，并可根据船舶姿态调整压载方案建议。

4.4.5 货物自动卸载应能具备以下功能：

- (1) 系统应能根据卸载顺序计划自主对货舱货物进行操作，自动调节货泵及泵出口阀；
- (2) 系统应能实施多个货舱同时卸货、完成卸货的货舱切出卸货以及下一批货舱切入卸货功能；
- (3) 系统应能对当前卸货计划中已卸货舱进行实时监测，若发生货物串舱，自动停止卸货或报警提示船员停止卸货及后续操作；
- (4) 系统在卸载期间对船舶姿态（包括浮态、稳性和强度）进行实时监测，并可根据船舶姿态调整卸载方案建议。

4.4.6 压载水自动排载应具备以下功能：

- (1) 系统应根据配载方案及装载时序计划，自动实施压载水舱的操作，包括阀门开关、压载泵启停和压载泵排载进口阀开关和出口阀开度调节；
- (2) 系统在装载期间对船舶姿态（包括浮态、稳性和强度）进行实时监测，并可根据船舶姿态调整压载方案建议。

4.4.7 若系统可进行货舱自动扫舱，应具备以下功能：

- (1) 系统应能在货舱进入扫舱状态后自主进行扫舱操作，包括关闭泵出口阀，停止货泵运行。控制货泵/扫舱泵运行在扫舱模式，自动开启扫舱阀，实施扫舱。

4.4.8 若系统可进行货舱自动惰化，应具备以下功能：

- (1) 对于设置了惰气发生装置的油船，系统可按装卸货期间货舱压力、货舱含氧量等实施惰气系统自动控制；
- (2) 对于不设惰气系统仅配备氮气瓶的油船，若货舱惰化相关阀门均为手动控制，系统应对氮气操作具备辅助决策功能。

4.4.9 若系统可进行货舱自动除气，应具备以下功能：

- (1) 系统应能通过通风系统对货舱内混合气体进行驱散置换，同时应实时监测货舱区域及生活区域的可燃气体和有毒气体浓度（如适用），以实现除气操作的自动控制。

## 4.5 安全控制功能

4.5.1 自动装卸货系统应具备对设备和系统故障进行分级处置的功能。

4.5.2 在货物控制站，自动装卸货系统应设有应急停止装置，并可结合 4.5.1 的分级处置功能进行设计。

4.5.3 自动装卸货过程中应能随时切换至人工操作，切换过程中装卸货设备应在工作状态下保证平稳安全过渡。

## 4.6 风险评估

4.6.1 一般规定

4.6.1.1 自动装卸货系统应通过确认系统功能失效模式对人员、船舶和环境的影响，充分识别自动装卸货过程中可能面临的危险场景和相关风险因素，分析危险场景发生的可能性和后果严重程度，制定对应的风险控制措施或方案，降低自动装卸货风险。

4.6.1.2 风险评估应基于现行适用的公约、规则、规范、规定等，以确保全面识别危险，并采取有效的控制措施，最终将风险降低到合理可行的最低水平。

4.6.1.3 应采用公认且适用于所评估对象的风险评估方法，可参考 CCS《船舶综合安全评估应用指南》。

4.6.1.4 自动装卸货系统的风险评估流程如下图 4.6.1.4:

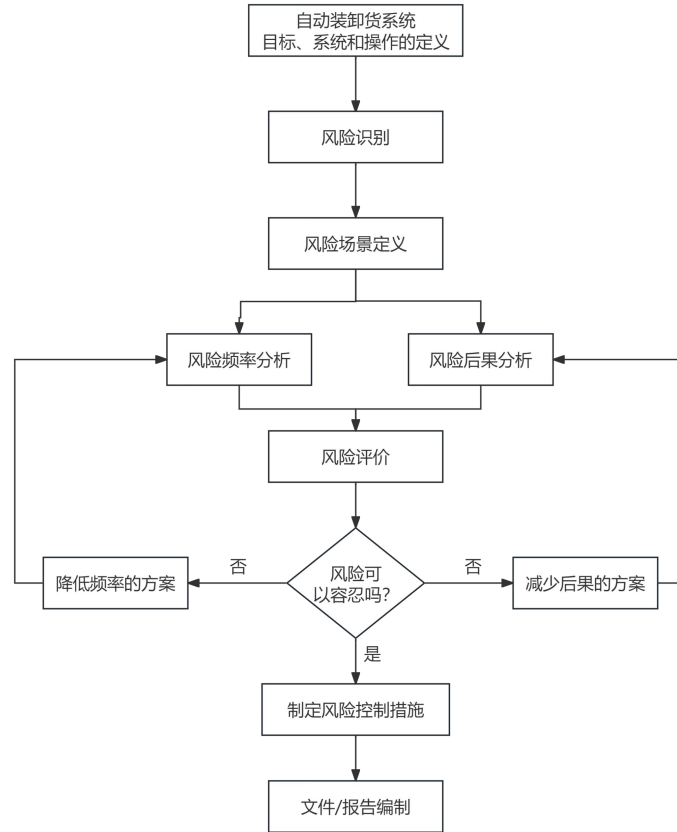


图 4.6.1.4 自动装卸货系统风险评估流程

## 4.6.2 风险识别

4.6.2.1 风险识别应充分且尽可能识别自动装卸货过程中可能面临的各种危险及相关场景的风险因素，并按其导致的船舶、人员和环境的安全风险水平进行排序。

4.6.2.2 风险识别一般应包括以下内容：

(1) 自动装卸货设备故障，如液货泵、液货管线、压载泵、压载管线、液位遥测系统故障等；

(2) 系统功能不完善，如监控参数缺失、传感器精度不足、系统集成度低等；

(3) 软件设计缺陷，如控制逻辑和算法缺陷、数据处理不当、预警/报警逻辑缺陷等；

(4) 系统通信失效，如传感器通信失效、控制信号中断、人机界面通信失效、船岸通信失效等；

(5) 网络安全风险，如数据完整性篡改、远程控制劫持、货物信息窃取等；

(6) 人机交互风险，如控制与操作风险、预警/报警管理风险、信息显示风险、人员培训风险等。

4.6.2.3 风险识别的输出结果至少应包括：

(1) 危险事件/场景；

(2) 风险发生概率；

(3) 风险后果严重性；

(4) 危险事件/场景的风险排序。

## 4.6.3 风险分析

4.6.3.1 风险分析应对风险识别输出结果中相对高风险的危险事件/场景进行详细调查分析，确定风险分布，识别和评估影响风险水平的因素。

4.6.3.2 风险分析应分别针对船舶、人员和环境的安全风险采用适当的风险度量单位来表示，并选用合理的风险度量标准。

4.6.3.3 风险分析应结合风险度量标准，评价所分析的风险结果所属范围，即“可以忽

略”、“不可接受”、“ALARP（最低合理可行）区域”。

4.6.3.4 风险分析的输出结果至少应包括：

- (1) 确定需要考虑的高风险区域；
- (2) 识别影响风险水平的主要因素；
- (3) 说明风险结果所属范围。

4.6.4 风险控制方案

4.6.4.1 风险控制方案是在风险识别和风险评估的基础上，针对自动装卸货系统设计、软件程序、设备运行、人员操作等提出有效可行的降低风险的风险控制措施，从而将其组合制定实际可行的风险控制方案。

4.6.4.2 风险控制方案既要解决识别的风险，同时要考虑采用新技术或新的操作方法所带来的新风险。

4.6.4.3 风险控制措施应主要考虑控制概率最高的区域、后果最为严重的区域、风险结果“不可接受”和“不确定性”区域。

4.6.4.4 风险控制措施一般应确保实现以下目标：

- (1) 通过改进设计、程序优化、组织合理化、加强培训等措施减少事故发生的频率；
- (2) 减轻故障的影响，预防事故发生；
- (3) 改善可能发生事故的环境条件，以避免事故发生；
- (4) 减轻事故造成的后果。

4.6.4.5 风险控制方案可结合风险控制措施所产生的成本、效益、降低的风险水平和技术可行性综合考虑制定。

## 第5章 智能洗舱

### 5.1 功能要求

5.1.1 智能洗舱系统用于船舶洗舱计划的生成，洗舱过程监测与辅助决策，以及货舱洗舱结果的评估。

5.1.2 智能洗舱系统应至少具备以下功能：

- (1) 洗舱作业知识库建立及更新；
- (2) 洗舱计划生成；
- (3) 洗舱过程监测与辅助决策；
- (4) 洗舱结果评估；
- (5) 历史记录调用。

### 5.2 智能洗舱计划

5.2.1 智能洗舱系统应配有洗舱作业知识库，且应包括以下内容：

- (1) 经批准的《原油洗舱操作和设备手册》（如适用）；
- (2) MARPOL 公约附则I规定的洗舱要求。

洗舱作业知识库中还可包括业界公认的油船洗舱标准和经船东或船公司认可的洗舱方案等。

5.2.2 智能洗舱系统应能基于以下因素，制定完整的洗舱计划：

- (1) 经批准的《原油洗舱操作和设备手册》（如适用）；
- (2) 上下票货物的特性；
- (3) 货舱的尺度及结构形式；
- (4) 洗舱机型式及参数，包括排量、喷嘴数量/直径、进口压力、射程等；
- (5) 洗舱机的位置和数量；
- (6) 洗舱管系布置（循环/非循环）；
- (7) 同时洗舱的货舱数量。

5.2.3 智能洗舱计划应包括水洗舱和原油洗舱（如适用）。

#### 5.2.3.1 水洗舱

- (1) 根据货物性质和货舱形式，应选用适合的洗舱方法，一般包括以下步骤：
  - ① 预洗；
  - ② 清洗；
  - ③ 冲洗；
  - ④ 漂洗；
  - ⑤ 蒸舱；
  - ⑥ 放残；
  - ⑦ 干舱。
- (2) 货舱洗舱顺序和洗舱各个步骤时长；
- (3) 洗舱介质选择（淡水或海水）；
- (4) 洗舱清洁剂或添加剂匹配，包括种类和数量（如适用）；
- (5) 洗舱水温度和压力设置；
- (6) 洗舱水量计算；
- (7) 洗舱机初始设置；
- (8) 洗舱水排放要求；
- (9) 洗舱计划输出。

#### 5.2.3.2 原油洗舱

原油洗舱计划应满足经批准的《原油洗舱操作和设备手册》，一般至少包括以下内容：

- (1) 污油舱和货舱洗舱程序；
- (2) 根据货物性质和货舱形式，选用单轮或多轮清洗方案；
- (3) 原油冲洗时长（分别包括货舱舱壁和底部）；
- (4) 原油清洗压力设置；

- (5) 洗舱机选用数量和方案;
- (6) 洗舱机初始设置;
- (7) 洗舱计划输出。

5.2.4 智能洗舱系统应具有洗舱计划的优化功能，一般至少包括：

5.2.4.1 水洗舱

- (1) 洗舱最小水量计算;
- (2) 洗舱清洗剂最优配比;
- (3) 多货舱同时清洗方案。

5.2.4.2 原油洗舱

- (1) 多货舱同时清洗方案;
- (2) 洗舱作业和卸载作业同步进行方案。

5.2.4.3 智能洗舱系统应根据洗舱方案的经验积累和总结，持续优化洗舱方案。

5.2.5 洗舱计划应根据船员需要或实际情况进行手动调整。

5.2.6 洗舱计划的制定还可通过读取洗舱作业知识库中洗舱方案生成。

### 5.3 洗舱过程监测与辅助决策

#### 5.3.1 水洗舱

5.3.1.1 智能洗舱系统应能实时监测货舱洗舱设备状态，一般应包括：

- (1) 洗舱机进口水压力;
- (2) 洗舱水温度;
- (3) 洗舱泵状态;
- (4) 洗舱机状态，包括喷嘴转速/角度。

5.3.1.2 智能洗舱系统应能基于洗舱设备状态监测，至少对设备操作提出表 5.3.1.2 的辅助决策建议：

表 5.3.1.2

序号	功能分类	报警状态	辅助决策功能
1.	洗舱水压力监测报警及辅助决策	洗舱水压力监测报警	洗舱过程中，系统实时监测洗舱水进口或管路压力，若压力超出设定阈值，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱泵或洗舱机截止阀（如适用）。
2.	洗舱水温度监测报警及辅助决策	洗舱水温度监测报警	洗舱过程中，系统实时监测洗舱水温度，若温度超出设定阈值，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱水加热器。
3.	洗舱设备工作状态监测报警及辅助决策	洗舱泵故障报警	洗舱过程中，系统实时监测泵轴承和泵壳温度，若超出设定阈值，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱泵。
		洗舱机故障报警	洗舱过程中，系统实时监测洗舱机工作状态，若洗舱机转动异常，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱机。

5.3.1.3 智能洗舱系统应能实时监测货舱洗舱状态，至少包括：

- (1) 货舱压力;
- (2) 货舱温度;
- (3) 货舱内可燃气体浓度（如适用）;
- (4) 货舱内有毒气体浓度（如适用）;
- (5) 货舱内氧气浓度;
- (6) 货舱内排水系统状态。

5.3.1.4 智能洗舱系统应能基于货舱洗舱状态监测，至少对设备操作提出表 5.3.1.4 的辅助决策建议：

表 5.3.1.4

序号	功能分类	功能名称	功能描述
1.	货舱压力监测报警及辅助决策	货舱低压预警	洗舱过程中，系统实时监测货舱压力，若货舱压力低进行预警，提示船员检查货舱。
		货舱低压报警	洗舱过程中，系统实时监测货舱压力，若货舱舱压接近负压进行报警，提示船员停止洗舱操作。
2.	货舱内含氧量监测报警及辅助决策	洗舱前含氧量检测预警	货舱洗舱前，监测并检测货舱内含氧量，若含氧量超出阈值（氧气体积比浓度设定最高8%），提示船员进行惰气供气操作。
		洗舱过程中含氧量检测预警	洗舱过程中，系统实时监测货舱含氧量，若货舱含氧量升高进行预警，提示船员进行惰气供气操作。
		洗舱过程中含氧量检测报警	洗舱过程中，系统实时监测货舱含氧量，若货舱含氧量升高接近阈值（氧气体积比浓度设定最高8%），提示船员停止洗舱操作、进行惰气供气操作。
3.	货舱洗舱系统监测报警及辅助决策	液位报警	洗舱过程中，洗舱期间液位到阈值报警，提示船员中止洗舱操作。
4.	洗舱水排放辅助决策	排放标准监测报警	自动识别当前为船舶航行状态，对符合 MARPOL 公约附则 I 第 4 章排放要求的，实时监测排放标准(MARPOL 公约附则 I 第 4 章 C 部分第 34 条)：若符合标准，提示船员排放操作；若不符合标准，提醒船员并自动停止排放操作。

### 5.3.2 原油洗舱

5.3.2.1 智能洗舱系统应能实时监测货舱洗舱设备状态，一般应包括：

- (1) 洗舱管路压力；
- (2) 洗舱泵状态，包括出口压力；
- (3) 洗舱机状态，包括喷嘴转速/角度、运动轨迹。

5.3.2.2 智能洗舱系统应能基于洗舱设备状态监测，至少对设备操作提出表 5.3.2.2 的辅助决策建议：

表 5.3.2.2

序号	功能分类	报警状态	辅助决策功能
1.	洗舱管路压力监测报警及辅助决策	洗舱管路压力监测报警	洗舱过程中，系统实时监测洗舱管路压力，若压力超出设定阈值（洗舱管路末端压力应不小于8bar），报警提示船员中止洗舱并检查洗舱泵、管线或洗舱机截止阀（如适用）。
2.	洗舱设备工作状态监测报警及辅助决策	洗舱泵故障报警	洗舱过程中，系统实时监测泵轴承、泵壳温度和泵口排出压力，若超出设定阈值，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱泵。
		洗舱机故障报警	洗舱过程中，系统实时监测洗舱机工作状态，若洗舱机转动、启停和运动轨迹异常，报警提示船员中止洗舱并检查洗舱机。

5.3.2.3 智能洗舱系统应能实时监测船舶洗舱状态，至少包括：

- (1) 货舱压力；
- (2) 惰性气体系统含氧量；

- (3) 货舱内氧气浓度;
- (4) 货舱内舱底液位;
- (5) 船舶浮态。

5.3.2.4 智能洗舱系统应能基于船舶洗舱状态监测,至少对设备操作提出表 5.3.2.4 的辅助决策建议:

表 5.3.2.4

序号	功能分类	功能名称	功能描述
1.	货舱压力监测报警及辅助决策	货舱低压预警	洗舱过程中,系统实时监测货舱压力,若货舱压力低进行预警,提示船员检查货舱。
		货舱低压报警	洗舱过程中,系统实时监测货舱压力,若货舱舱压接近负压进行报警,提示船员停止洗舱操作。
2.	惰性气体系统含氧量监测报警及辅助决策	惰性气体系统含氧量预警	洗舱过程中,系统监测惰性气体系统总管氧气浓度,若含氧量升高进行预警,提示船员检查惰性气体系统。
		惰性气体系统含氧量报警	洗舱过程中,系统监测惰性气体系统总管氧气浓度,若含氧量升高接近阈值(氧气体积比浓度设定最高 5%),提示船员停止洗舱操作、检查惰性气体系统。
3.	货舱内含氧量监测报警及辅助决策	洗舱前含氧量检测预警	货舱洗舱前,监测并检测货舱内含氧量,若含氧量超出阈值(氧气体积比浓度设定最高 8%),提示船员进行惰气供气操作。
		洗舱过程中含氧量检测预警	洗舱过程中,系统实时监测货舱含氧量,若货舱含氧量升高进行预警,提示船员进行惰气供气操作。
		洗舱过程中含氧量检测报警	洗舱过程中,系统实时监测货舱含氧量,若货舱含氧量升高接近阈值(氧气体积比浓度设定最高 8%),提示船员停止洗舱操作、进行惰气供气操作。
4.	货舱洗舱系统监测报警及辅助决策	液位报警	洗舱过程中,洗舱期间液位到阈值报警,提示船员中止洗舱操作。
5.	船舶浮态报警及辅助决策	货舱底部清洗报警	在清洗货舱底部的过程中,系统实时监测船舶的浮态,若尾倾小于设定值时,提示船员调整船舶浮态,并给出操作建议。

## 5.4 洗舱结果评估

5.4.1 智能洗舱系统应能对洗舱结果进行评估并提出相关建议,且应至少具备以下评估功能之一:

(1) 洗舱质量评估:智能洗舱系统应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、人工清舱等操作建议;

(2) 洗舱安全评估:智能洗舱系统应能通过实时监测或其他认可的方式判断货舱内可燃气体浓度,并给出除气、通风等操作建议。

5.4.2 智能货物管理系统应根据洗舱质量或安全评估目标,输出洗舱结果评估报告,包括洗舱水油类残留检测结果、舱内可燃气体和/或有毒气体浓度检测结果等,并支持第三方验证。

## 第 6 章 图纸与资料

### 6.1 审查依据

6.1.1 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 1、2 章。

6.1.2 CCS《智能船舶规范》第 6 章以及本指南。

### 6.2 图纸与资料清单

6.2.1 申请 CCS 智能货物管理附加标志的船舶，应向 CCS 提交如下适用的资料，详见表 6.2.1(1)、表 6.2.1(2)和表 6.2.1(3)。

船舶审图资料清单 表 6.2.1(1)

序号	要求提交的图纸资料	船舶审图
1	智能货物管理系统布置图	批准
2	智能货物管理系统电力系统图	批准
3	智能货物管理系统监测、预警/报警及辅助决策项目表	批准
4	船舶智能货物管理系统说明书	备查
5	货物/货舱监测、预警/报警及辅助决策的程序和计划说明书	备查

船舶检验资料清单 表 6.2.1(2)

序号	要求提交的图纸资料	主要内容及要求
1	船上试验大纲	本指南第 7 章
2	船上试验报告	本指南第 7 章
3	更新的软件注册表	本指南第 7 章
4	软件修改影响分析记录、试验报告	本指南第 7 章
5	监测设备/传感器的校准程序和计划	定期校准机制、校准方法、人员安排、相关实施记录等。
6	系统安装工艺（如有时）	计算机、网络设备、传感器等设备的环境控制、安装等，以及线缆敷设工艺要求。

产品资料清单 表 6.2.1(3)

序号	要求提交的图纸资料	产品审图	产品型式认可
1	软件质量计划		备查
2	风险评估报告	备查	
3	系统操作手册	备查	
4	软件模块功能描述	备查	
5	系统组成及功能说明（包括系统原理图、硬件配置的详细说明、系统功能说明、系统自检说明）	备查	
6	硬件和外部设备配置框图（应注明系统主要单元/模块）	备查	
7	系统接线图	备查	
8	硬件和外部设备技术规格明细表	备查	
9	软件代码验证的证据		备查
10	软件模块、子系统和系统层级上、II/III类系统的元器件功能测试证据		备查
11	型式试验大纲（含功能测试和故障测试）		批准
12	软件功能描述	备查	
13	系统安装的软件列表和版本号	备查	

序号	要求提交的图纸资料	产品审图	产品型式认可
14	软件维护和使用手册（含软件和硬件变更管理的必要程序）	备查	
15	数据传输标准的列表	备查	

## 第7章 系统认可与试验技术要求

### 7.1 适用范围

7.1.1 适用于油船的货物、货舱监测预警/报警与辅助决策系统、智能配载系统、自动装卸货系统和智能洗舱系统的认可与试验工作。

### 7.2 认可/检验依据

7.2.1 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第1章和第2章。

7.2.2 CCS《智能船舶规范》第6章。

7.2.3 本指南第2章至第5章的适用要求。

7.2.4 CCS《电气电子产品型式认可试验指南》。

### 7.3 图纸资料

7.3.1 产品审图和认可时，应按本指南第6章表6.2.1(3)提交图纸资料。

### 7.4 设计要求

7.4.1 产品设计应满足 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第1章和第2章对计算机系统的通用要求。

7.4.2 控制、安全和报警功能应满足 CCS《钢质海船入级规范》第7篇第2章的相关要求。

7.4.3 产品的软件应满足 CCS《智能船舶规范》第1章1.5规定的要求。

7.4.4 产品应满足 CCS《智能船舶规范》第1章1.7规定的网络安全要求。

7.4.5 产品应满足本指南第1章的一般要求。

7.4.6 货物、货舱监测预警/报警和辅助决策系统的设计要求见本指南第2章。

7.4.7 智能配载系统的设计要求见本指南第3章。

7.4.8 自动装卸货系统的设计要求见本指南第4章。

7.4.9 智能洗舱系统的设计要求见本指南第5章。

### 7.5 原材料及零部件

7.5.1 应满足 CCS《智能船舶规范》第1章的持证要求。

7.5.2 应满足本指南第1章至第5章的适用要求。

### 7.6 型式试验

7.6.1 典型样品的选取

7.6.1.1 典型样品的选取应具有代表性，且能覆盖申请型式认可的产品范围。

7.6.2 型式认可项目

7.6.2.1 产品的型式试验应包含表7.6.2.1中所列试验项目。

型式试验项目

表 7.6.2.1

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1	外观标识及完整性检查	确认产品外观应无损伤，标识清晰，产品各个模块齐全	
2	功能试验	详见表 7.6.2.2	
3	船用环境试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》	
4	电磁兼容试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》	
5	软件评估	CCS《智能船舶规范》第1章1.5的要求	
6	网络安全	CCS《智能船舶规范》第1章1.7的要求	

7.6.2.2 功能试验应能确认系统符合批准图纸/资料和本指南对系统的技术要求。产品的功能试验应至少包括表7.6.2.2的内容。

具体试验方法应结合经 CCS 审批的产品技术文件（技术条件、说明书等）的内容制定。

辅助决策功能可借助环境仿真的方式进行验证，测试方案应经验船师确认。

功能试验项目表

表 7.6.2.2

序号	试验项目	试验结果要求	备注
一、通用功能			
1	防篡改功能检查	系统应有保护措施，防止操作者无意或未经授权而对程序进行修改，程序或软件版本的更新应有记录。	
2	数据通信故障报警功能检查	系统应能对通信线路连续进行自检，一旦出现不正常情况（如数据丢失，数据错误等）应发出报警。	
3	数据采集功能检查	验证系统对要求监测和显示的数据的完整性和准确性。	向各类数据采集接口接入对应的标准信号（如温度信号、压力信号、流量信号等），观察系统的数据显示情况。同类型的数据采集接口，如数量较多时，可采用抽样方式验证。
4	信号丢失报警功能检查	需要采集的信号丢失，系统应能发出报警。	
5	监测参数格式检查	监测参数的记录至少应包括如下信息： (1) 被监测设备的基本信息； (2) 测量数据的处理方法； (3) 日期和时间信息。	
6	数据存储功能检查	测量的数据应能以标准的格式予以记录，并定期存储；可以从存储数据中查询历史数据，数据内容应与原始输入数据一致。	
7	数据库备份能力检查	系统应设有数据库备份需要的设施，且验证有效。	
8	电源切换功能	系统应能在正常供电失电时自动转接到备用电源。	
9	电源故障报警	系统电源故障时应发出声、光报警。	
二、货物、货舱监测报警和辅助决策系统			
10	监测数据的趋势分析及处理	系统应能执行实时数据趋势分析及历史数据的对比分析及处理，并直观显示分析和处理结果。	
11	辅助决策系统功能	系统应根据对数据的分析和处理结果，发出预警和报警，并给出操作处理建议。	
12	历史数据查询功能	辅助决策系统应能方便地进行历史数据查询，并能输出检验需要的相关记录。	
三、智能配载系统			

序号	试验项目	试验结果要求	备注
13	知识库功能	系统应建立适装货品数据知识库，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。	
14	货物智能配载功能	系统应能综合考虑各种制约因素，进行计算分析，给出最优配载方案和装卸时序。	
15	装卸过程模拟功能	系统应能根据智能配载方案，基于货品及船舶装卸货设备数据，模拟控制相关的部件、设备完成货物装卸操作。	
16	历史数据查询功能	应能方便地进行历史数据查询，并能输出检验需要的相关记录。	
四、自动装卸货系统			
17	装卸货文件管理功能	系统应提供对装卸货作业过程文件的填写与编辑、自动生成、上传与传输、历史数据储存及查询调用功能。	
18	装卸货状态监测和辅助决策功能	系统应能利用实时监测到的数据和限制条件，自主进行计算分析及决策，给出装卸货顺序的调整方案。	
19	装卸货过程模拟功能	系统应能根据装卸货计划，基于货品及船舶装卸货设备数据，模拟控制相关的部件、设备完成货物装卸操作。	
20	自动控制功能	系统应能根据确认的配载方案和操作方案，自动完成装卸货过程： (1) 自动控制货油泵的启停、自动调节转速或排量等； (2) 自动控制压载泵的启停、阀门开关及开度等； (3) 对装卸货过程的自动监控，如货舱的载货量、压载舱的压载水、最大静水弯矩和剪力等。 还能根据突发的设备故障或外部环境变化等因素，进行应急处理和控制在，防止发生对船舶的损坏、或者对环境的污染的情况。	
21	历史记录查询功能	系统能方便地进行本船的历史自动装卸货记录及突发情况的处理和记录查询，并能输出检验需要的相关记录。	
五、智能洗舱系统			
22	知识库功能	系统应建立货品洗舱数据知识库，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。	
23	智能洗舱计划生成功能	系统应能综合考虑各种制约因素、利用传感器等各种感知设备采集所有与洗舱有关的数据，实时进行计算分析，给出最优洗舱计划。	
24	辅助决策功能	系统应能根据洗舱计划，监测洗舱过	

序号	试验项目	试验结果要求	备注
		程, 分析处理洗舱相关数据, 发出预警和报警, 并评估洗舱质量, 给出操作处理建议。	
25	历史数据查询功能	应能方便地进行历史数据查询, 并能输出检验需要的相关记录。	

## 7.7 单件/单批检验

7.7.1 经型式认可后, CCS 验船师应逐一进行产品检验。

7.7.2 产品单件/单批检验应按照表 7.7.2 所列试验项目进行。

单件/单批试验项目表

表 7.7.2

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1	外观标识及完整性检查	确认产品外观应无损伤, 标识清晰, 产品各个模块齐全。	
2	传感器资料核查	通过证书/证明核查, 确认传感器的精度应满足系统的要求。	
3	绝缘电阻测量	CCS 《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.3 条。	
4	耐电压试验	CCS 《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.14 条。	
5	防篡改功能检查	系统应有保护措施, 防止操作者无意或未经授权而对程序进行修改, 程序或软件版本的更新应有记录。	
6	数据通信故障报警功能检查	系统应能对通信线路持续进行自检, 一旦出现不正常情况 (如数据丢失, 数据错误等) 应发出报警。	
7	信号丢失报警功能检查	需要采集的信号丢失, 系统应能发出报警。	
8	电源故障报警	系统电源故障时应发出声、光报警。	
9	功能试验	应包含表 7.6.2.2 中的适用试验项目: (1) 货物、货舱监测报警和辅助决策系统: 应进行项目 1~12; (2) 智能货物配载系统: 应进行项目 13~16; (3) 自动装卸货系统: 应进行项目 1~12、17~21; (4) 智能洗舱系统: 应进行项目 22~25。	

## 第 8 章 附加标志检验

### 8.1 初次检验

8.1.1 应满足《智能船舶规范》第 6 章 6.9.1 建造中检验的相关要求。

8.1.2 船上应保存如下资料：

- (1) 经 CCS 审批的船舶图纸和资料；
- (2) 系统的产品证书；
- (3) 监测设备/传感器的校准记录/证书；
- (4) 智能货物管理系统的服务供方提供的评估报告（如有时）。

8.1.3 船上检验及试验

(1) 应按照批准的船上试验大纲进行试验，船上试验大纲可分为系泊试验部分和航行试验两部分，至少包括如下内容：

- ① 确认各系统所要求监测和显示数据的完整性和准确性；
- ② 验证监测报警系统的预警和报警功能正常，经试验满足本指南要求所确定的系统预警点和报警点参数的设定值应记录，并保存在船上备查。预警和报警设定值的修改应设置权限，防止随意修改；
- ③ 根据系统的组成及功能说明，验证各个系统运行正常，满足设计功能。可通过模拟操作，验证软件功能，系统要能对探测到的数据进行分析，提供操作指导；
- ④ 确认船上建立了智能货物管理系统的培训和操作程序；
- ⑤ 确认船上建立了风险评估所识别危险对应的风险控制措施或方案（如适用）。试验项目至少包括表 8.1.3 的内容。

初次试验项目表

表 8.1.3

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1	外观标识及完整性检查	确认产品外观应无损伤，标识清晰，产品各个模块齐全。	
2	功能试验	应包含表 7.6.2.2 中的适用试验项目： (1) 货物、货舱监测报警和辅助决策系统：应进行项目 1~12； (2) 智能货物配载系统：应进行项目 13~16； (3) 自动装卸货系统：应进行项目 1~12、17~21； (4) 智能洗舱系统：应进行项目 22~25。	

### 8.2 实施检验

8.2.1 初次授予附加标志的船舶应按 CCS《智能船舶规范》第 1 章的要求进行实施检验。

### 8.3 建造后检验

8.3.1 应满足《智能船舶规范》第 6 章 6.9.2 建造后检验的相关要求，可结合《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 2 节所规定的船级年度检验进行。中间检验和特别检验的检验项目与年度检验相同。

8.3.2 检验内容包括：

- (1) 确认智能货物管理相关系统自上次检验以来未发生改变；
- (2) 确认操作人员熟悉系统操作；
- (3) 检查自上次检验以来设备和系统的维护保养、修理及更换记录；
- (4) 检查自上次检验以来被监测项目的所有监测数据（包括原始基准数据）及预警、报警记录；
- (5) 确认设备和系统运行情况正常，尽实际可能使用模拟的方法检查各种预警、报警和辅助决策功能；
- (6) 智能货物管理系统的服务供方提供的评估报告（如有时）。

### 8.3.3 临时检验

8.3.3.1 当设备（如计算机、可编程控制器等）和系统进行修理或更新时，船东应及时通知 CCS，并申请临时检验和试验，验证设备和系统的功能至少满足原有设备和系统的技术要求。

8.3.3.2 系统软件修改或版本升级应由生产商或生产商指定的代表进行，更新的软件注册表应有修改记录，修改记录以及软件修改影响分析记录和试验报告应提交 CCS 验船师备查。