

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD16-2023



中 国 船 级 社

船舶智能能效管理检验指南

2023

生效日期：2023 年 4 月 1 日

北京

前 言

本指南是中国船级社《智能船舶规范》的组成部分，针对智能能效管理的规范内容作补充说明和详细规定。相关的认可与检验工作在满足本指南要求的同时，还须满足本社《智能船舶规范》的相关规定。

本社指南由本社编写和更新，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 es@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
第2章 船舶能效在线智能监测	2
2.1 一般要求	2
2.2 数据采集	2
2.3 数据采集周期及存储	2
2.4 能效/能耗及排放数据分析	2
2.5 能效及能耗评估	3
2.6 能效管理辅助决策	4
2.7 能效辅助管理	4
第3章 航速优化	5
3.1 一般要求	5
3.2 基于航次计划的航速优化	5
3.3 基于经济效益的航速优化	5
第4章 基于纵倾优化的最佳配载	6
4.1 一般要求	6
4.2 纵倾优化及配载优化要求	6
第5章 图纸审查	7
5.1 图纸资料	7
5.2 审查要点	7
第6章 产品检验	8
6.1 适用范围	8
6.2 认可/检验依据	8
6.3 典型样品的选择	8
6.4 产品持证要求	8
6.5 型式认可	8

第 7 章 初次检验 14

7.1 新建船舶初次检验 14

7.2 现有船舶初次检验 15

第 8 章 建造后检验 16

8.1 年度检验 16

8.2 中间检验 16

8.3 特别检验 16

第 9 章 附 表 17

9.1 能效设备采集参数表 17

附录 1：船舶能效在线智能监测功能检查表 18

附录 2：航速优化功能验证表 20

附录 3：基于最佳纵倾优化的最佳配载功能验证表 21

附录 4 气体燃料相关的采集参数 22

附录 5 惰性气体发生器采集参数 23

第1章 通 则

1.1 目的

1.1.1 本指南补充规定了船舶能效在线智能监测、航速优化、基于纵倾优化的最佳配载相关要求，可作为船级社、船舶设计单位、制造厂、服务供应商和船东、船舶管理公司等开展相关工作的指导性文件。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于申请 CCS i-Ship(E)、i-Ship(Es) 和 i-Ship(Et) 附加标志的船舶，附加标志说明及要求见 CCS《智能船舶规范》第5章 5.2.1。

1.2.2 i-Ship(E) 附加标志包含了 EOM 附加标志的功能及要求，EOM 附加标志的功能主要包括船舶设备监测、能源管理、能效管理等，i-Ship(E) 除 EOM 的功能要求外，还包含了能效辅助决策等功能。EOM 附加标志检验要求见《钢质海船入级规范》第1篇第6章第7节。

1.3 定义

1.3.1 CCS《智能船舶规范》第5章 5.1.7、5.1.8 规定的定义与缩写适用于本指南。

第2章 船舶能效在线智能监测

2.1 一般要求

2.1.1 CCS《智能船舶规范》第5章5.4.1规定了船舶能效在线智能监测的一般要求。

2.1.2 船舶主要耗能设备一般包括主机、辅助发电用发动机和锅炉等设备，油轮还包括燃油或燃气惰性气体发生器（如适用），这些设备的工况正常与否直接影响船舶能效，因此应对设备工况进行监测。监测参数应能用于直观评估设备工况。

2.1.3 船舶航行（助航）设备包括（不限于）全球卫星定位系统、风速风向仪、计程仪、电子倾斜仪、测深仪、船舶吃水测量设备等，这些设备除保障船舶航行安全外，其参数的监测有助于追踪记录船舶航行轨迹及海况气象，分析影响船舶能效的因素。

2.1.4 基于航行及能耗数据的监测，定期进行船舶能效状况综合分析、评估，基于评估结果，提供能效优化和改进的辅助决策建议，根据需求提供相应的数据或分析评估报告。

2.1.5 能效在线智能监测的计算机系统应符合 CCS《船用软件安全及可靠性评估指南》I 类计算机系统的要求，并按指南的要求评估所需的材料列表，准备相关材料，向本社船用产品处提交评估申请。

2.2 数据采集

2.2.1 对船舶主要耗能设备、轴功率监测设备（如设有）、主要耗能设备的燃料计量装置、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进行数据自动采集。除上述设备外，可根据系统功能需求对其他设备进行数据采集。

注：上述设备可基于船型、船舶推进形式等予以调整。

2.2.2 可直接采集硬件设备数据发送端口发送的数据，也可以通过虚拟串口服务器采集数据或由其他数据集成平台获取，其接口类型可以为串口（RS232、RS422、RS485）、TCP 等，其协议格式可以为 NMEA0183、MODBUS 或类似 NMEA0183 格式的厂家自定义格式。

2.2.3 采集参数应满足本指南第9章9.1的要求。

2.3 数据采集周期及存储

2.3.1 根据设备数据发送周期及系统功能设定要求，设定数据采集周期。采集周期可根据需要进行调整，最大不应超过1小时。

2.3.2 采集数据需要定期进行自动备份，并具备快速恢复能力，数据备份可采用磁盘阵列、多硬盘、光盘刻录、移动介质存储等方式。

2.4 能效/能耗及排放数据分析

2.4.1 系统应能自动计算以下能效及排放指标：

- （1）船舶能效营运指数（EEOI）；
- （2）单位距离燃料消耗量；
- （3）单位运输功燃料消耗量；
- （4）单位距离 CO₂ 排放量；
- （5）单位运输功 CO₂ 排放量。

2.4.2 2.4.1 所列能效及排放指标的定义及计算方法可参考以下文件和资料：

- （1）MEPC.1/Circ.684 通函《船舶能效营运指数（EEOI）自愿使用指南》；
- （2）欧洲议会及欧盟理事会《关于对海运产生的二氧化碳排放进行监测、报告和验证

以及对第 2009/16/EC 号指令进行的修订》2015 (757);

(3) CCS《船舶能效管理计划 (SEEMP) 编制指南》。

2.4.3 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;
- (3) 燃料航次 (航段) 消耗量。

2.4.4 系统应能自动计算如下碳强度指标及相关数据:

- (1) CII;
- (2) 年度总燃料消耗量;
- (3) 年度总 CO₂ 排放量。

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))。

2.4.5 本指南规定的指标可基于船型、船舶推进形式、功能需要等予以调整。

2.5 能效及能耗评估

2.5.1 主要耗能设备能耗实时评估

(1) 根据船舶主机转速、船位变化情况以及船舶历史航行数据, 自动判断船舶靠泊、机动航行、定速航行等航行状态, 以及特定用途船舶的作业工况状态;

(2) 根据船舶燃料计量装置计算船舶单位时间内的燃料消耗, 并结合船舶历史耗能数据及当前工况, 对船舶能耗进行评估, 并输出评估结果。

2.5.2 船舶能效及排放指标评估

(1) 根据船舶历史数据 (设计、试航)、同型船数据或结合船舶实时数据通过自学习功能, 建立船舶能效及排放指标评估标准;

(2) 根据船舶设备监测数据, 实时计算船舶能效及排放指标, 并与能效及排放指标评估标准进行对比;

(3) 按需生成船舶能效及排放评估分析报告;

(4) 应能依据碳强度指标的监测数据预测该船舶可能达到的年营运碳强度 CII 指标值;

(5) 应能依据本章 2.4.4 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和分级, 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、折减系数及评估分级可分别按如下文件计算:

(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))。

2.5.3 船舶能耗分布分析

(1) 根据船舶能耗实时数据, 分析得出船舶动态能量消耗分布比例及能量利用效率;

(2) 能够输出设计航速的能耗分布和动态能耗分布数据, 以及能量利用效率的分析结果;

(3) 能耗分布分析计算方法可参见 CCS《船舶能量消耗分布与节能指南》。

2.5.4 指标的超限提醒

- (1) 根据船舶能效、能耗及碳强度评估指标衡准，设定指标限值；
- (2) 当船舶能效、能耗及碳强度指标值超过设定限值时，系统应能报警或给出超限提醒。

2.6 能效管理辅助决策

2.6.1 可按航次或指定时间（不超过一年）对船舶能效指标及船舶能耗情况进行综合评估，此外，每日历年度结束后，还应对船舶的年营运碳强度状况进行综合评估。

2.6.2 可结合国际海事组织《船舶能效管理计划（SEEMP）制订导则》要求、行业组织及航运公司能效管理要求，建立适用于实施船舶的能效、能耗评估体系，根据评估结果，提供优化和改进的辅助决策建议。

2.7 能效辅助管理

2.7.1 应能按船舶能效管理计划（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)–船舶能效管理计划（SEEMP）制订 2022 导则。

2.7.2 应能根据 MRV 相关法规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。

2.7.3 排放控制区（ECA）预警（如适用）：根据船舶燃油系统设计、设备运行情况，结合船舶航向、航速、海况等综合因素，对燃油转换操作的剩余航程、剩余时间进行预警，确保船舶满足排放控制区的排放要求；

2.7.4 燃料信息管理：记录燃料加装、转换信息，可结合燃料加注计量装置或燃油转换开关信号进行自动记录，也可人工录入。若采用人工录入，应在燃料加装、转换工作完成后及时录入。

第3章 航速优化

3.1 一般要求

3.1.1 航速影响因素

航速优化涉及很多因素，包括营运方式、港口状况、租船合同、燃料价格、货物运价、船期、水文气象、航线及航路对船速的要求和限制、船舶状况、机器设备状况、船舶装载、燃油质量等，需要综合分析并采取合理措施来优化航速。

3.1.2 航速优化

航速优化的本质是航速寻优，寻找当前条件、目标下的最佳航速。降速航行会降低主机燃料消耗量，但增加了航行时间，降低了运输效率；当船期紧、货运量多、运费高时，船舶会选择最大盈利航速，因此需要综合诸多因素来实现基于不同目标的航速优化。

3.2 基于航次计划的航速优化

3.2.1 根据航次计划进行航线的航速优化，预估航线影响因素、航行时间、航行里程等，系统应能提供航速优化的方案（提供主机转速或船舶航速建议）。

3.2.2 船舶航行过程中，系统应根据船舶性能、效率指标，综合天气海况等因素，并基于历史数据（航速、载货量、燃料消耗、天气海况等因素之间的关系）、港口等因素进行航速优化方案调整。

3.2.3 系统还应具有以下功能：

（1）根据船舶的出发港、目的港、出发时间等，预计航行里程等信息，对已航行距离、已航行时间自动计算，并根据剩余航程和当前航速预报到港时间。

（2）根据航速、主推进装置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。

（3）根据设定的能够反映运营过程中船舶性能、效率的船舶效率指标和天气海况等因素，并基于历史数据（航速、载货量、油耗、天气海况等因素之间的关系）分析，评估对航速的影响。

3.3 基于经济效益的航速优化

3.3.1 船舶经营费用主要包括运费、港口费、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，系统可对船舶营运过程中的各项费用进行核算，进行航次效益评估，提供经济效益最优的航速优化方案。

3.3.2 系统应根据费用的变化对优化方案进行调整。

第 4 章 基于纵倾优化的最佳配载

4.1 一般要求

4.1.1 船舶航行阻力受航速、排水量、吃水和纵倾角度的影响，通过调整纵倾浮态，改变船舶航行时的水下形状，进而影响兴波、船身湿表面积、船艏来流、船尾去流等船舶阻力因素，通过航行纵倾优化，有效减少航行阻力，降低主机功率需求，减少燃油消耗。

4.1.2 系统可基于纵倾优化的最佳配载要求，实现基于优化纵倾配载计算校核和优化配载方案自动输出功能。

4.1.3 其他要求参见 CCS《智能船舶规范》第 5 章第 4 节。

4.2 纵倾优化及配载优化要求

4.2.1 纵倾优化应能通过输入船舶航速、首尾吃水等关键航行参数进行优化计算，并包含纵倾性能基础数据库或实时分析优化模型。

4.2.2 纵倾优化应能计算任意压载工况和装载工况的最佳纵倾或者优化曲线，并显示经优化后主机功率或者能耗节省百分比。

4.2.3 纵倾优化应能对纵倾调整后主机单位燃料消耗节省进行估算。

4.2.4 纵倾优化船舶基本信息应包含但不限于：

- (1) 空船重量；
- (2) 垂线间长 L_{bp} 。

4.2.5 纵倾优化目标航次信息（实时或者计划），包含但不限于：

- (1) 航次号；
- (2) 航线；
- (3) 驶离港；
- (4) 预抵港；
- (5) 开航时间；
- (6) 预抵港时间。

4.2.6 纵倾优化应能确保普通用户无法修改已输入的船舶基本信息、纵倾性能基础数据库等数据。

4.2.7 有关纵倾性能基础数据库的其他要求参见 CCS《智能船舶规范》第 5 章 5.6。

4.2.8 纵倾优化应尽可能减少明显的或不合逻辑的输入错误，如输入吃水值超过实际最大结构吃水或吃水为负值时，软件应能提醒用户。

4.2.9 纵倾优化计算效率要求可接受，最佳纵倾方案或者可调整的优化纵倾区间可输出保存。

4.2.10 配载优化首先应满足装载仪功能要求，即 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章附录 1 第 3 节“软件的功能要求”。

4.2.11 配载优化应根据纵倾优化输出的目标纵倾（首尾吃水差），自动判断其值是否满足船舶航行安全纵倾要求，并能基于目标优化纵倾，计算出满足船舶安全的最优配载方案。

4.2.12 配载优化计算效率应可接受，优化方向应能进行收敛性判断，以避免长时间无效运算。

第5章 图纸审查

5.1 图纸资料

5.1.1 申请 i-Ship(Ex) 附加标志的船舶，应按 CCS《智能船舶规范》第5章的规定提交图纸资料。

5.2 审查要点

5.2.1 能效在线监测电气系统图/轴功率监测设备电气系统图应包含：系统供电、系统输入输出信号线路，系统应至少由船舶主电源供电等。

5.2.2 船舶主要耗能设备、计量设备监测参数包括，但不限于：

- (1) 主要耗能设备的功率、压力、温度等；
- (2) 主要耗能设备燃料消耗量；
- (3) 主机轴功率、转速等；
- (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) 测深值；
- (9) 船舶吃水值；
- (10) 涌浪参数（有条件船舶可接入海洋气象数据）。

5.2.3 主要耗能设备的燃料管系图：主要耗能设备的燃料供应管路中应设有流量计，且流量计的安装位置能分别计量主要耗能设备的燃料消耗。

5.2.4 轴功率监测设备的布置应考虑船舶变形和局部振动对设备性能的影响，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。

5.2.5 需提供监测装置的校准计划，设备的校准通常应以制造厂说明书规定的校准间隔期为准。

5.2.6 电子倾斜仪安装应满足如下要求：

- (1) 倾斜传感器单元应安装在水平面上，并使用水平仪进行校正。
- (2) 倾斜传感器的三轴坐标应与船体坐标相一致。安装完成后，应根据船体图纸，测量倾斜传感器的坐标参数，并保存到电子倾斜仪或予以文件记录，以便于查阅。

注：关于船体 XYZ 坐标系统的定义，可参见 IEC61162-1 第 8.3.72 条款。

- (3) 电子倾斜仪及其倾斜传感器与磁罗经设备之间应保持最小安全距离。

5.2.7 申请 i-Ship(E)、i-Ship(Es)、i-Ship(Et) 附加标志需提交系统的基本原理、功能及使用说明，包括软件设计方法、计算功能和原理、数据结构、软件流程图及使用说明等，同时应对系统功能准确计算能力及精度控制等方面进行说明。

第6章 产品检验

6.1 适用范围

6.1.1 本章适用于船舶智能能效管理系统的产品认可与检验。

6.2 认可/检验依据

6.2.1 智能能效管理系统的产品认可及检验依据如下：

- (1) CCS《钢质海船入级规范》第1篇第3章、第7篇第1、2章；
- (2) CCS《智能船舶规范》第1、5章；
- (3) CCS《船舶智能能效管理检验指南》。

6.3 典型样品的选择

6.3.1 试验样品的选取应具有技术代表性，且能覆盖申请型式认可的产品范围；

6.3.2 对于产品的主要元器件（如计算机、显示器等）来自不同的制造方，本社可考虑按照上述原则，分别抽取样品进行型式试验（船用环境试验、电磁兼容试验）。

6.4 产品持证要求

6.4.1 智能能效管理系统及其部件的产品持证应满足 CCS《智能船舶规范》第1章 1.10.1 的有关要求。

6.5 型式认可

6.5.1 型式试验

产品型式试验前应进行外观标识及完整性检查，确认产品外观无损伤，标识清晰，产品各个模块齐全，与批准图纸一致，并确认软件名称和版本。

型式试验包含表 6.5.1 中所列试验项目。

型式试验项目表

表 6.5.1

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1	性能试验	详见本指南 6.5.2	
2	船用环境试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》	如产品包含硬件
3	电磁兼容试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》	如产品包含硬件

6.5.2 性能试验

性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。产品的性能试验应包括表 6.5.2 的内容。

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

性能试验项目表

表 6.5.2

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1	能效在线监测功能		

序号	试验项目	试验结果要求	备注
1.1	数据采集功能检查	系统应至少能实时监测参数： (1) 主要耗能设备的功率、压力、温度等； (2) 主要耗能设备燃料消耗量； (3) 主机轴功率、转速等； (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) 测深值； (9) 船舶吃水值； (10) 涌浪（如适用）。 系统解析获得的数据应与实际输入的原始数据一致。	对于同类型的数据输入接口，如果数量较多，可采用抽样验证的方式进行。
1.2	信号丢失报警功能	采集的信号丢失时，系统应能发出报警。	
1.3	数据测量周期检查	系统应能周期性接收设备参数数据并进行存储，接收周期可根据需求调整，最大周期不超过 1 小时。	
1.4	船岸通讯功能检查	系统如采用岸基支持的方法完成数据存储或分析等功能，应确认船岸数据通信的有效性。	
1.5	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； 应能够从存储数据中查询历史数据。	
1.6	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。	
2 能效/能耗及排放数据分析功能			
2.1	能效、排放及碳强度指标计算功能检查	基于适用的船型，系统应至少能自动计算以下能效、排放及碳强度指标： (1) 船舶能效营运指数（EEOI）； (2) 单位距离燃料消耗量； (3) 单位运输功燃料消耗量； (4) 单位距离 CO₂ 排放量； (5) 单位运输功 CO₂ 排放量； (6) CII。	
2.2	能耗设备的指标计算功能检查	系统应至少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； (3) 燃料航次（航段）消耗量；	

序号	试验项目	试验结果要求	备注
		(4) 年度总燃料消耗量; (5) 年度总 CO ₂ 排放量。	
2.3	能耗实时评估功能检查	(1) 系统应能根据船舶设备运行的实际情况, 自动判断船舶的航行状态 (如靠泊、机动航行、定速航行等); (2) 系统应能根据设定的能耗评估方法和衡准进行比较分析, 利用船舶能耗的实时数据, 自动判断能耗状况, 并输出评估结论。	
2.4	能效及排放指标评估功能检查	(1) 应能自动实时监测能效及排放评估指标 (应包含本表中试验项目 2.1 所述的指标), 并能与能效指标评估标准进行对比分析; (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年营运碳强度 CII 指标值; (4) 应能依据 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年度报告供审核、检查和查询。	
2.5	能耗分布功能检查	(1) 系统应能够分析得出船舶各主要耗能设备的能量消耗分布比例及能量利用效率; (2) 系统应能够输出能耗分布数据, 以及能量利用效率的分析结果。	
2.6	指标的超限提醒功能检查	系统应能设置船舶能效、能耗及碳强度指标的限值; 当船舶能效、能耗及碳强度指标值超过设定限值时, 系统应能报警或给出超限提醒。	
3 能效管理辅助决策功能			
3.1	能效及能耗状况的综合评估功能检查	系统应能按航次或自然时段 (不超过一年) 进行船舶能效及能耗状况的综合评估, 此外, 每日历年度结束后, 还应对船舶的年营运碳强度状况进行综合评估, 并能输出评估报告。	
3.2	辅助决策功能检查	系统应能根据船舶能效、营运碳强度及能耗的综合评估结果, 提供能效优化和改进的辅助决策建议。	

序号	试验项目	试验结果要求	备注
4 能效辅助管理功能			
4.1	碳排放报告生成功能的检查	满足适用的国际海事组织、欧盟和政府主管机关对能耗或排放的监测、报告要求。	
4.2	排放控制区（ECA）预警功能检查	系统应能够根据当前船舶航向、航速，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。	
4.3	燃料信息管理功能检查	系统应能对燃料加装、航行过程中的燃料转换进行信息管理，包括燃料加装种类、燃料转换前后燃料的信息管理。	
5 航速优化功能			如适用
5.1	基于航次计划的航速优化功能		
5.1.1	航次/航段管理功能检查	(1) 系统应能根据船舶的出发港、目的港、出发时间等，预计航行里程等信息； (2) 应能对已航行距离、已航行时间自动计算； (3) 应能根据剩余航程和当前航速预报到港时间。	
5.1.2	燃料消耗率计算功能检查	(1) 系统应能根据航速、主推进装置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； (2) 应能计算已航行里程燃料消耗量和剩余航行里程所需燃料量。	
5.1.3	航速影响评估功能检查	系统应能根据设定的能够反映运营过程中船舶性能、效率的船舶效率指标和天气海况等因素，并基于历史数据（航速、载货量、油耗、天气海况等因素之间的关系）分析，评估对航速的影响。	
5.1.4	基于航次计划的航速优化功能检查	系统应能基于上述的评估，输出航速优化方案。	
5.2	基于经济效益的航速优化		
5.2.1	费用管理功能检查	系统应能提供针对船舶营运过程中涉及的费用管理功能，可包括运费、港口使用费、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。	
5.2.2	效益指标评估功能检查	系统应可对船舶营运过程中的各项费用进行核算，进行航次效益评估。	
5.2.3	基于经济效益的航速优化功能检查	系统应能根据效益指标评估结果，输出基于经济效益的航速优化方案。	

序号	试验项目	试验结果要求	备注
6 基于纵倾优化的最佳配载			如适用
6.1	装载仪功能检查	应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章附录 1 第 3 节“软件的功能要求”。	
6.2	计算功能检查	1) 总强度计算校核; 2) 完整稳性计算校核; 3) 散装谷物稳性计算校核 (如适用); 4) 破舱稳性计算校核 (如适用); 5) 散货船、矿砂船和混装船附加要求 (如适用); 6) 纵倾优化计算; 7) 纵倾调整节能估算; 8) 配载优化计算; 9) 优化配载方案输出。	
6.3	纵倾性能数据库检查	系统应构建纵倾性能数据库: (1) 如采用船模试验或数值计算的方法构建, 应至少覆盖装载手册所包含的工况, 每个工况应包括吃水、航速、纵倾要素; (2) 如通过采集船舶实时航行数据构建, 应包括纵倾、吃水、航速、主推进装置的推进功率及转速、风速风向等运营及航行状态数据。	
6.4	最佳纵倾寻优计算功能检查	系统应能至少在装载手册所包含的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。	
6.5	错误提醒功能	系统应能探测出不和逻辑的输入错误 (如输入吃水值超过实际最大结构吃水或吃水值为负值), 并能提醒客户。	
6.6	最佳节能装载方案	系统应能输出最佳节能装载方案, 该方案符合最佳航态目标, 同时满足船体强度、完整稳性、破舱稳性、谷物稳性及初始航行系列安全指标要求。	
6.7	最佳航态拟合功能检查	系统应根据用户需要, 多次选取目标纵倾作为拟合寻优指标。 系统应能自动判断其值是否满足船舶航行安全纵倾要求: (1) 如满足, 系统应尽可能拟合上述指标, 如数据超限无法拟合应提示用户, 并输出最接近的目标方案; (2) 如不满足, 系统应能提醒用户重新选取指标。	

6.5.3 软件应依据 CCS《船用软件安全及可靠性评估指南》按照 I 类系统进行软件评估，并满足该标准的要求。

6.5.4 产品的网络系统，应依据 CCS《船舶网络系统要求及安全评估指南》进行评估，并满足该标准的要求。

第7章 初次检验

7.1 新建船舶初次检验

7.1.1 审批图纸确认、安装工艺及试验大纲审批

拟申请智能能效管理附加标志的船舶,在建造过程中应核对本指南要求的图纸资料送审及退审情况,并确认退审意见的落实情况。

需现场验船师批准的工艺文件及试验大纲主要包括:

- (1) 智能能效系统系泊试验大纲;
- (2) 智能能效系统航行试验大纲;
- (3) 轴功率监测设备安装工艺文件;
- (4) 流量计安装工艺文件。

系泊试验、航行试验大纲应满足本指南 7.1.3 调试检验要求。

流量计安装工艺批准时应重点确认是否满足《钢质海船入级规范》第1篇第6章第7节“EOM 附加标志检验”的相关要求。轴功率仪安装工艺批准时应满足厂家相应的技术要求。

7.1.2 智能能效管理系统安装检验

- (1) 现场验船师应核实相关产品持证情况。

(2) 流量计安装位置应符合批准的燃料系统图纸的要求,安装时还应满足《钢质海船入级规范》第1篇第6章第7节附录1“流量计安装要求”,除此之外,还应考虑制造厂家的技术要求。风速风向仪、测深仪、计程仪、全球卫星定位系统、倾斜仪(若使用)、机舱监测系统、舱柜液位系统等硬件的安装应符合相应审批图纸的要求。轴功率仪的安装应符合批准的轴功率安装工艺的要求,考虑到船舶变形和局部振动对轴功率监测设备性能的影响,轴功率监测设备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。

7.1.3 智能能效管理系统调试检验

(1) 系泊试验阶段

系泊试验期间按批准的监测参数列表对设备输出信号的一致性和准确性进行确认,同时还应满足批准的能效在线监测电气系统图中的具体要求,形成记录表格,验船师对该记录签字确认,并进行归档。

所有智能能效管理系统外接信号准确性确认完成后,一般在航行试验开始之前,确认接入到智能能效管理计算机系统的信号通道是否良好,确认计算机系统接收数据的完整性和准确性。

(2) 航行试验阶段

试航期间主要是对智能能效管理系统功能进行验证,主要确认的功能包括:

①申请智能能效管理基本附加标志(船舶能效在线智能监测)的船舶,在航行试验时,检查智能能效管理系统对船舶主要耗能设备、船舶航行状况等监测数据的一致性和准确性,并验证能效/能耗、排放及碳排放强度的数据分析和评估功能,具体内容见本指南附录1 船舶能效在线智能监测功能检查表。

②申请航速优化附加标志的船舶,在航行试验时,对系统形成的基于航次计划的航速优化和基于经济效益的航速优化功能进行确认。具体内容见本指南附录2 航速优化功能验证表。

③申请基于纵倾优化的最佳配载附加标志的船舶,在航行试验时,应确认最佳配载系统的纵倾优化功能、自动优化配载功能,确认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的功能。具体需验证的功能见本指南附录 3 基于最佳纵倾优化的最佳配载功能验证表。

完成系统功能确认后，形成报告，验船师签字确认。

7.1.4 供船文件

经审图批准的《程序和计划》文件、系泊试验和航行试验签字的报告应提供上船，另外船上应保存系统使用和维护手册及设备的校准日志。

7.2 现有船舶初次检验

7.2.1 现有船舶申请智能能效管理附加标志，需按照本指南 7.1 新建船舶初次检验要求执行。对于已安装智能能效管理系统并运行至少 3 个月以上的船舶，航行试验部分可由申请方根据系统的历史运行记录提供相关报告，并提交验船师审核。

7.2.2 对于已经获得 EOM 附加标志的现有船舶，如申请 i-Ship (E) 附加标志，需按下列要求执行：

(1) 下列图纸提交审批：

①能效在线监测系统组成及其说明，应包括如下信息：

- (a) 设备组成说明；
- (b) 监测方式、监测参数列表；
- (c) 监测设备安装工艺的特别说明（如需要时）；
- (d) 能效/能耗分析评估方法；
- (e) 能效/能耗评估标准（初始）设定值；
- (f) 输出数据/信息的种类和内容。

②程序和计划，包括：

- (a) 数据采集/存储的程序和计划；
- (b) 相关评估结果/报告输出的程序和计划；
- (c) 监测装置的校准计划（通常应提供采用的校准计划的依据）。

(2) 按照本指南第 6 章的要求进行产品认可。

(3) 提交试验大纲由现场验船师审核，能效在线监测系统软件功能按照本指南附录 1 船舶能效在线智能监测功能检查表进行验证通过后，可授予 i-Ship (E) 附加标志。

第 8 章 建造后检验

8.1 年度检验

8.1.1 年度检验间隔期详见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 2 节的有关规定。

8.1.2 年度检验的目的：确认从上一次检验以来，船舶智能能效管理系统及有关设备得到良好的维护保养，且符合《智能船舶规范》第 5 章智能能效管理的功能要求。

8.1.3 检验项目：

(1) 确认船舶智能能效管理系统和设备无未经批准的变更。

(2) 检查智能能效管理系统及设备的维护保养记录、软件升级维护记录，以证实自上次检验以来，设备的日常维护保养情况正常，能保证船舶的智能能效管理系统有效运行；

(3) 检查智能能效管理系统设备故障的详细记录以及修理记录，应尽可能将损坏的零部件保存在船上以备检查。更换规范有持证要求的零部件时，应提供有关的证书；

(4) 对轴功率监测设备、流量计、风速风向仪、测深仪、计程仪、全球卫星定位系统、倾斜仪（若使用）、机舱监测系统、舱柜液位系统进行外观检查，通过查阅监测数据以及运行记录，确认设备运行正常。

(5) 对于授予智能能效管理功能标志的船舶，应查阅系统以往的使用情况，包括但不限于采集的监测数据记录、自动生成的年度/季度/月度/航次相关指标数据报告以及输出的评估结论等，确认系统功能正常。

(6) 系统软件功能确认后，应完成系统软件功能检查表，并由验船师签字确认。具体报告见本指南附录 1~3。

(7) 确认监测设备按已批准的《程序和计划》规定的校准间隔期进行校准。

8.2 中间检验

8.2.1 中间检验间隔期详见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 2 节的有关规定。

8.2.2 检验项目同年度检验。

8.3 特别检验

8.3.1 特别检验间隔期详见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 2 节的有关规定。

8.3.2 检验项目同年度检验。

第 9 章 附 表

9.1 能效设备采集参数表

9.1.1 所采集的参数应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 6 章第 7 节附录 2 能效设备参数总表的要求。

9.1.2 船舶主机、辅助发电用柴油机、锅炉等主要耗能设备使用气体燃料时，能效设备除了满足 9.1.1 的要求以外，还应符合本指南附录 4 的规定。

9.1.3 耗能设备惰性气体发生器相关的采集参数见本指南附录 5。

附录 1：船舶能效在线智能监测功能检查表

本附录检查表填写说明如下：

(1) 完成情况□内填写“×”表示已完成，填写“—”表示不适用，填写“0”表示未完成、有问题或待进一步确认；

(2) 分多次检验/试验时，分别填写签署信息（时间、地点和人员）。

验证船舶智能能效系统在线智能监测的如下功能：

1 数据监测及采集：

验证软件系统在采集周期内对下述参数数据的实时采集：

序号	检验项目	完成情况
1	主机、辅助发电用发动机、锅炉等耗能设备的功率、压力、温度参数	☐
2	主机、辅助发电用发动机、锅炉等耗能设备燃料流量计的流量参数	☐
3	主机轴功率仪的轴转速、扭矩、轴功率参数	☐
4	风速风向仪的风向、风力参数	☐
5	全球卫星定位系统的船位、航向、航速参数	☐
6	计程仪的对水速度参数	☐
7	电子倾斜仪的船舶横、纵倾角度	☐
8	测深仪的深度值	☐
9	船舶吃水测量系统的船舶吃水值	☐

2 能效/能耗、排放及碳排放强度数据分析：

验证软件系统对以下主要能效指标参数计算：

序号	检验项目	完成情况
1	船舶能效营运指数（EEOI）	☐
2	单位距离燃料消耗量	☐
3	单位运输功燃料消耗量	☐
4	单位距离 CO ₂ 排放量	☐
5	单位运输功 CO ₂ 排放量	☐
6	CII	☐

验证软件系统对以下能耗及排放指标显示：

序号	检验项目	完成情况
1	燃料小时消耗量	☐
2	燃料日消耗量	☐
3	燃料航次（航段）消耗量	☐
4	每年度总燃料消耗量	☐
5	每年度总 CO ₂ 排放量	☐

3 能效及能耗评估：

验证软件系统对以下指标显示：

序号	检验项目	完成情况
1	自动判断靠泊、机动航行、定速航行等船舶航行状态	☐
2	根据船舶能耗的实时数据，根据设定的能耗评估方法和标准进行比较分析，自动判断能耗状况	☐
3	输出静态和动态能耗分布数据，以及能量利用效率的分析结果	☐
4	能效、能耗及碳排放强度指标值超过设定限值时，系统进行报警	☐

检验地点：

操作人员：

现场验船师：

检验时间：

附录 2：航速优化功能验证表

本附录检查表填写说明如下：

（1）完成情况□内填写“×”表示已完成，填写“—”表示不适用，填写“0”表示未完成、有问题或待进一步确认；

（2）分多次检验/试验时，分别填写签署信息（时间、地点和人员）。

验证船舶智能能效系统航速优化的如下功能：

1 基于航次计划的航速优化：

序号	检验项目	完成情况
1	对已航行距离、已航行时间自动计算，并根据剩余航程和当前航速预报到港时间	☐
2	自动计算当前航速下的燃料消耗率	☐
3	计算已航行里程燃料消耗量和剩余航行里程所需燃料量	☐

2 基于经济效益的航速优化：

序号	检验项目	完成情况
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	☐
2	系统可对船舶营运过程中的各项费用进行核算，进行航次效益评估	☐

检验地点：

操作人员：

现场验船师：

检验时间：

附录 3：基于最佳纵倾优化的最佳配载功能验证表

本附录检查表填写说明如下：

(1) 完成情况□内填写“×”表示已完成，填写“—”表示不适用，填写“0”表示未完成、有问题或待进一步确认；

(2) 分多次检验/试验时，分别填写签署信息（时间、地点和人员）。

验证基于纵倾优化的最佳配载系统如下功能：

1 纵倾优化及配载计算功能：

验证软件系统对以下主要指标参数计算：

序号	检验项目	完成情况
1	计算显示任何装载和压载工况下的最优纵倾	☐
2,	计算显示任何装载和压载工况下最优纵倾对应的首尾吃水	☐
3	计算显示优化纵倾工况下的静水弯矩、静水切力曲线，并计算显示最大静水弯矩和静水切力值及其发生的位置	☐
4	计算优化纵倾工况下的沿船长处静水弯矩、静水切力值及许用值，并显示其与许用值的百分比，如超出许用值，应自动报警	☐
5	计算显示重心高度和初稳性高，并进行自由液面修正，在适用时同许用值进行比较	☐
6	计算显示 GZ 曲线，并对其进行自由液面修正	☐
7	计算并进行完整稳性衡准，超出许用衡准值应进行报警	☐
9	输入显示许用倾侧力矩曲线	☐
10	计算并进行散装谷物稳性衡准，计算超出许用值应进行报警	☐

2 输出验证显示：

序号	检验项目	完成情况
1	优化纵倾对应的估算节能百分比	☐
2	优化配载方案	☐

检验地点：

操作人员：

现场验船师：

检验时间：

附录 4 气体燃料相关的采集参数

序号	参数名称	单位	备注
主机			
1	气体燃料进机压力	MPa	
2	气体燃料进机温度	℃	
3	引燃油进机压力	MPa	适用于双燃料发动机
4	引燃油进机温度	℃	适用于双燃料发动机
5	使用气体燃料		
6	使用燃油		适用于双燃料发动机
发电用柴油机			
7	气体燃料进机压力	MPa	
8	气体燃料进机温度	℃	
9	引燃油进机压力	MPa	适用于双燃料发动机
10	引燃油进机温度	℃	适用于双燃料发动机
11	使用气体燃料		
12	使用燃油		适用于双燃料发动机
锅炉			
13	气体燃料进炉压力	MPa	
14	气体燃料进炉温度	℃	
15	引燃油进炉压力	MPa	
16	引燃油进炉温度	℃	
17	使用气体燃料		
18	使用燃油		
气体燃料舱柜			
19	气体燃料舱柜压力	MPa	
20	气体燃料舱柜温度	℃	
21	气体燃料舱柜液位	cm/m ³	
气体燃料流量计			
22	主机气体燃料流量	m ³ /h	
23	辅助发电用柴油机气体燃料流量	m ³ /h	
24	锅炉气体燃料流量	m ³ /h	
引燃油流量计			
25	主机引燃油流量	L/h	
26	主机引燃油回油量	L/h	
27	辅助发电用柴油机引燃油流量	L/h	
28	辅助发电用柴油机引燃油回油量	L/h	

附录 5 惰性气体发生器采集参数

序号	参数名称	单位	备注
1	惰性气体发生器出口惰气含氧量	%	
2	惰性气体发生器出口惰气压力	MPa	
3	惰性气体发生器出口惰气温度	℃	
4	燃油压力	MPa	
5	燃油温度	℃	
6	燃油流量	L/h	