中国航海学会团体标准
《低能见度环境条件下船舶智驾技术与装备系统规范》
（征求意见稿）
编制说明

标准编写组

2026 年 10 月

目　录

一、工作简况.....1
二、编制原则、主要内容依据.....3
三、已开展的试验验证情况.....5
四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系.....7
五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析.....7
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....8
七、废止现行有关标准的建议.....9
八、标准性质的建议说明.....9
九、涉及专利的有关说明.....9
十、其他应予说明的事项.....9

一、工作简况

（一）任务来源

根据《中国航海学会团体标准管理办法》的有关规定，经中国航海学会及相关专家技术审核，批准《低能见度下船舶航行安全视觉增强系统与设备规范》团体标准制定计划，于 2026 年 7 月 10 日立项。本标准由武汉理工大学联合中远海运科技股份有限公司、武汉理工大学三亚科教创新园、深圳市科美船舶智能科技装备系统有限公司共同申请并组织编制，由中国航海学会归口。

（二）背景、目的和意义

1、背景

水路运输是我国综合交通运输体系的重要组成部分，内河、沿海和远洋航运承担着大量的货物运输任务。雾、霾、雨、雪、夜间等低能见度条件，一直是影响船舶航行安全的主要环境因素。能见度下降后，驾驶人员靠肉眼瞭望和常规光学设备获取的信息明显减少，难以及时发现和判断周围船舶、航标、桥梁、礁石、漂浮物等目标，碰撞、触碰、搁浅等事故的风险显著增加。为保障安全，航运企业和海事管理部门往往只能采取减速、停航、封航等措施，这又会降低航道通过能力和港口作业效率。

目前船舶主要依靠雷达、AIS 等手段在低能见度下获取周围态势。这些手段对小型目标、非金属目标、未配备 AIS 的船舶及近距离目标的探测能力有限，也不能给驾驶人员提供直观的视觉图像。近年来，透雾成像、超低照度感光、红外热成像、多源图像自适应融合、陀螺稳像、人工智能目标识别和边缘计算等技术发展迅速，已在部分船舶和岸基监管站点得到应用，在实践中能明显提升低能见度条件下的可视距离和目标辨识能力。

不过，这类视觉增强系统和设备目前缺少统一的技术规范，主要表现在以下几方面：

① 各厂家对“有效可视距离”“有效辨析距离”“目标识别准确率”等核心性能的定义和测试方法不同，产品性能难以客观评价和比较；

② 设备对水上高湿、高盐雾、宽温域、持续摇摆等环境的适应性要求不明确，产品可靠性不足；

③ 系统接口、视频协议和网络安全要求不统一，难以与船舶驾驶系统、海事监管平台互联互通；

这些问题已成为制约该类装备规范化发展和规模化应用的主要障碍，急需制定相应的团体标准。

2、目的和意义

本标准针对低能见度下船舶航行安全的实际需求，对视觉增强系统和设备在全生命周期各环节的技术要求作出统一规定，本标准的制定具有如下目的和意义：

① 提升船舶航行安全水平。 本标准推动视觉增强技术在船舶上的规范应用，帮助驾驶人员在低能见度下获取更远、更清晰、更可靠的视觉信息，弥补雷达、AIS 等手段的不足，有助于降低碰撞、触碰、搁浅等事故风险，保障人员生命和财产安全。

② 提高航运效率和航道通过能力。 本标准可以增强船舶在恶劣天气下的安全航行能力，为科学缩短因能见度不良造成的停航、封航时间提供技术支撑，从而提升航道、港口的运行效率，减少航运企业的经济损失。

③ 支撑海事监管和应急救援。 本标准统一了视频接口、联网协议和网络安全要求，便于船载系统和岸基站点接入海事监管平台，增强低能见度条件下的水上交通监控、避碰预警和搜救处置能力。

④ 促进产业规范发展和技术进步。 本标准填补了低能见度船舶视觉增强系统与设备领域的标准空白，引导企业按统一的技术要求开展研发、生产和检测，规范市场秩序，推动透雾成像、图像融合、人工智能识别等技术在航运领域的成果转化和产业化应用。

⑤ 服务智能航运和交通强国建设。 视觉增强是船舶环境感知和智能驾驶的重要基础。本标准的制定和实施，有助于完善智能船舶感知技术标准体系，为船舶辅助驾驶和自主航行技术的发展提供基础支撑，推动我国智能航运高质量发展。

（三）起草单位和主要起草人及所做工作

起草单位：武汉理工大学、武汉理工大学三亚科教创新园、深圳市科美船舶智能科技装备系统有限公司、桥守科技（海南）有限公司。

主要起草人：刘敬贤、袁智、刘超、魏林、狄仲捷。

具体工作分工见表 1 所示。

表 1 主要起草人及承担工作

序号	姓名	工作单位	具体承担工作
1.	刘敬贤	武汉理工大学	撰写第 5 章
2.	袁智	武汉理工大学	撰写第 7 章
3.	刘超	桥守科技（海南）有限公司	撰写第 6 章
4.	魏林	深圳市科美船舶智能科技装备系统有限公司	撰写第 8 章
5.	狄仲捷	武汉理工大学三亚科教创新园	撰写第 4 章、附录 A

各起草单位分工如下：武汉理工大学负责标准总体框架设计、术语定义及基本原则的研究制定，牵头组织标准起草与协调工作；中远海运科技股份有限公司负责结合航运企业实际应用需求，提出系统架构、应用层功能及现场性能测试方案；武汉理工大学三亚科教创新园承担部分性能指标的实验验证工作；深圳市科美船舶智能科技装备系统有限公司、桥守科技（海南）有限公司负责提供设备研发、生产及现场安装维护方面的技术参数和工程实践经验，并配合开展相关测试验证。

（四）主要工作过程

1、立项阶段（2026 年 6 月-9 月）：由武汉理工大学等单位向中国航海学会提出团体标准立项申请，经审核批准后正式立项。

2、调研阶段（2026 年 10 月）：编制组通过文献调研、行业走访、企业座谈等方式，系统梳理了国内外低能见度视觉增强相关技术现状、产品参数及现行法规标准，形成标准编制大纲。

3、起草阶段（2026 年 10 月-2026 年 11 月）：编制组结合调研成果及各起草单位的产品研发、工程应用经验，完成标准文本初稿的起草，明确了术语和定义、基本原则、系统规范、设备规范、设备测试、安装检验与维护等章节内容。

4、内部讨论与修改阶段（2026 年 11 月）：编制组多次召开工作会议，对标准初稿的技术指标（如有效可视距离、防护等级、稳像性能、目标识别准确率等）进行反复论证和修改完善。

5、征求意见阶段（2026 年 12 月）：形成征求意见稿，向行业内相关单位、专家广泛征求意见（本阶段工作正在进行中）。

二、编制原则、主要内容依据

（一）标准编制原则

为确保标准条文所列的技术要求科学、合理、规范，本标准制定过程中遵循“科学性、规范性、一致性、协调性、易用性”原则。

1. 科学性原则

本标准的技术内容以低能见度成像机理、船舶航行安全需求和现有工程实践为依据。本标准对雾霾穿透、超低照度成像、图像自适应融合、陀螺稳像和人工智能目标识别等关键技术提出了要求，并明确了量化指标。同时，本标准规定了实船（现场）测试方法：用能见度仪、照度计等仪器记录气象条件，用激光测距仪或差分 GPS 标定目标距离；每个距离至少进行 3 次独立观测，取中间值。这样可以保证测试结果客观、可复现、可验证。

2. 规范性原则

本标准按照 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》起草，依次设置范围、规范性引用文件、术语定义和缩略语、基本原则、系统规范、设备规范、设备测试、安装检验与维护及规范性附录。本标准对“低能见度”“有效辨析距离”“有效可视距离”“目标识别准确率”等专用概念作了明确定义。要求型条款都对应可测量的指标和测试方法，做到条文可执行、结果可判定。

3. 一致性原则

本标准与国家现行法律法规、强制性标准及海事管理要求保持一致。环境试验、防护等级、电磁兼容、云台、镜头、视频编解码与联网、时钟同步、网络安全等要求，分别直接引用 GB/T 2423.65—2024、GB/T 2423.101—2025、GB/T 4208—2017、GB/T 7358—2025、GB/T 15412—2017、GB/T 9917.1—2025、GB/T 25724—2017、GB/T 28181—2022、GB/T 25931—2010、GB/T 22239—2019 等标准，避免另立一套要求。标准内部的术语、计量单位、设备分级和指标表述前后统一，系统规范、设备规范和测试方法逐项对应。

4. 协调性原则

本标准兼顾船舶电气设备、视频监控、安防设备和信息安全等多个领域现有标准，既体现水上应用的特殊要求（如耐盐雾、抗倾斜摇摆、船用供电适应性），又与公共安全视频联网体系衔接，便于系统接入海事监管和岸基平台。港口、海事监管等岸基固定站点可参照执行。起草单位包括高校、航运科技企业和装备制造企业，编制过程中兼顾了研发、制造、使用和监管各方的需求。

5. 易用性原则

本标准的条文简明，指标明确，测试步骤具体，便于生产企业设计制造、检验机构测试判定、船东安装使用和监管部门监督检查。安装、检验与维护章节为设备全生命周期管理提供了可操作的依据。

（二）标准主要内容依据

1、术语和定义

本标准中"低能见度""视觉增强系统""图像自适应融合""有效辨析距离""有效可视距离""目标识别准确率"等核心术语，依据行业内视觉增强产品的通用技术特征及编制组在实际工程应用中的定义习惯确定，力求准确反映相关技术的内涵和外延。

2、基本原则

标准提出的安全性、可靠性、稳定性、先进性、实用性及设备分级六项基本原则，是编制组在总结现有低能见度视觉增强产品设计经验、结合船舶恶劣海洋环境适应性要求的基础上凝练形成，重点解决船舶在恶劣天气及夜间条件下的视距受限痛点。

3、系统规范与设备规范

标准中关于系统分层架构（感知采集层、传输层、处理层、应用层）、采集设备光学参数、稳像性能、服务器算力配置、显示终端要求等技术指标，主要参考并引用以下现行国家标准和行业标准：

GB/T 2423.65-2024 环境试验 第 2 部分：试验方法试验 盐雾 温度 湿度 太阳辐射综合

GB/T 2423.101-2025 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验：倾斜和摇摆

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 7358-2025 船舶电气设备系统设计总则

GB/T 9917.1-2025 照相镜头 第 1 部分：变焦距镜头

GB/T 15412-2017 应用电视摄像机云台通用规范

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 25724-2017 公共安全视频监控数字视音频编解码技术要求

GB/T 25931-2010 网络测量和控制系统的精确时钟同步协议

GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 30147-2013 安防监控视频实时智能分析设备技术要求

GA/T 1127-2013 安全防范视频监控摄像机通用技术要求

GB/T 15211-2013 安全防范报警设备 环境适应性要求和试验方法

上述引用标准共同构成了本标准在环境适应性、电气安全、防护等级、视频编解码与联网传输、网络安全、智能分析、云台镜头等方面技术要求的基础依据。

4、设备测试与安装检验维护

标准中光学性能测试、可靠性测试（168 小时连续运行）、现场性能检测（有效辨析距离测试、稳像性能测试）及安装检验、日常维护要求，主要依据编制组各起草单位在实际产品测试及工程应用中积累的经验数据制定，并结合附录 A 规定的标准化测试场景（A/B/C/D 四类场景）与测试目标（小型、中型、大型、固定目标）予以细化，以保证测试结果的可比性和可复现性。

三、已开展的试验验证情况

编制组在标准编制过程中，依托相关起草单位的产品研发和工程应用基础，已针对本标准提出的关键技术指标开展了初步试验验证，主要包括：

1、实验室光学性能测试

对透视夜视球形机的分辨率（2560×1440/30FPS）、、最低照度、云台旋转精度等基础光学性能指标进行了实验室测试验证。

2、可靠性测试

对系统开展了不少于 168 小时的连续运行测试，验证系统在长时间运行条件下的稳定性，测试期间未出现死机、自动重启、功能失效等故障。

3、稳像性能测试

依据 GB/T 2423.101—2025 规定的方法，在横摇角±15°、摇摆周期 6s～10s 的试验条件下，对三轴增稳云台的稳像残余抖动进行了测试，结果满足画面位移不大于 5px 的要求。

4、现场性能检测

结合实际雾霾、降雨等低能见度气象条件，在真实水域环境中对系统的有效辨析距离、可视距离提升倍数（相较人眼裸眼观察提升不低于 5 倍）等指标进行了现场验证测试。

5、环境适应性测试

按 GB/T 2423.65—2024 规定方法，对设备开展了 48 小时盐雾试验，验证试验前后设备成像功能和图像质量的一致性。

上述试验验证工作为标准中相关技术指标的确定提供了数据支撑。后续将根据征求意见情况，结合更多实船应用案例，进一步补充完善试验验证数据。

四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系

本标准的制定符合《中华人民共和国海上交通安全法》《中华人民共和国内河交通安全管理条例》等有关船舶航行安全管理的法律法规精神，是对现行船舶导航助航设备相关标准体系的有益补充。

本标准与 GB/T 4208、GB/T 7358、GB/T 2423.101、GB/T 2423.65、GB/T 25724、GB/T 28181、GB/T 22239 等现行国家标准之间为引用配套关系，本标准中涉及外壳防护等级、电气设计、环境试验方法、视频编解码、联网传输及网络安全等具体技术要求均直接引用上述标准的相关规定，未与现行法律法规及强制性国家标准产生冲突。

五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析

经编制组调研，目前国际海事组织（IMO）相关公约（如《国际海上人命安全公约》SOLAS）及国际电工委员会（IEC）、国际标准化组织（ISO）尚未发布专门针对低能见度条件下船舶视觉增强系统与设备的专项技术标准，国际上相关技术要求散见于船用摄像机、船舶导航雷达、船用夜视设备等相关标准及船级社规范中，尚未形成针对"透雾透雨成像+人工智能识别+陀螺稳像"一体化视觉增强系统的统一技术规范。

本标准在防护等级（参考 IP67 等国际通行防护等级标准）、电磁兼容性等基础通用技术要求方面，与国际通行做法基本保持一致；在有效辨析距离、目标识别准确率、可视距离提升倍数等体现视觉增强系统核心性能的指标方面，本标准结合我国内河、近海及远洋航运实际情况自主提出，填补了国内外相关标准空白，具有一定的技术先进性和自主创新性。

后续随着相关国际标准的制定进展，编制组将持续跟踪比对，适时对本标准进行修订完善，推动我国相关技术标准与国际接轨。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

关于可视距离提升倍数指标，编制组内部就"不低于 3 倍"还是"不低于 5 倍"存在不同意见，经结合已开展的现场试验验证数据，并参照行业内主流产品的实际技术水平，最终确定以不低于 5 倍作为基本要求，同时在附录 A 测试方法中以 K≥3 作为合格判定的基线要求，兼顾了技术先进性与产品可实现性。

截至目前，本标准征求意见稿尚在广泛征求意见阶段，尚未收到需要按重大分歧处理的意见。后续将根据征求意见反馈情况，如实记录并公开重大分歧意见的处理经过和依据。

七、废止现行有关标准的建议

经编制单位检索比对，目前尚无与本标准内容直接重复或矛盾的现行团体标准、行业标准，本标准的发布实施不涉及废止现行有关标准。

八、标准性质的建议说明

本标准属于中国航海学会团体标准，建议作为推荐性团体标准发布实施，供内河、近海及远洋航行船舶相关低能见度视觉增强系统与设备的设计、制造、测试、安装和验收工作参照执行，港口、海事监管等岸基固定站点使用的同类设备可参照本文件执行。

九、涉及专利的有关说明

编制组在标准起草过程中已对本标准所涉及的技术内容进行了专利检索和风险评估。经检索，本标准所规定的技术要求主要为设备通用性能指标及测试方法，未发现与已知有效专利存在直接冲突的情形。

编制组郑重声明：截至本标准征求意见稿发布之日，未收到任何单位或个人就本标准涉及专利问题提出的书面意见。若在后续标准征求意见及审查过程中发现涉及专利的情形，编制组将按照《国家标准涉及专利的管理规定》及中国航海学会团体标准管理相关规定处理。

十、其他应予说明的事项

本标准中涉及的技术参数（如 AI 算力、视觉增强性能）系依据当前行业主流产品技术水平确定，随着相关技术的不断发展，编制组将结合标准实施情况和技术进步适时提出修订建议。