

船舶航行灯管理规范对不同水域航行安全的影响探究

吴继荣

中远海运（厦门）有限公司 福建 厦门 361005

【摘要】：为保证航行安全，国际公约要求船舶必须配备航行灯。船舶航行灯作为水上交通安全的核心要素，其管理规范直接影响不同水域的航行安全。本文基于《1972年国际海上避碰规则》（COLREGs）及内河航行标准，系统分析了航行灯的技术规范与功能定位，并针对内河、沿海及国际航道三类水域的特点，提出差异化管理策略。研究表明：内河水域需强化智能监测与船员培训，沿海区域应平衡国际标准与本地化需求，国际航道则依赖区块链技术与全球协作机制。通过案例分析与技术论证，本文构建了“规范-技术-协同”三位一体的航行灯管理体系，为提升多水域航行安全提供理论支撑与实践路径。

【关键词】：船舶航行灯；水域安全管理；航行安全

DOI:10.12417/2705-0998.25.19.074

引言

各国政府间海事协商组织（国际海事组织前身）于1972年10月通过了《1972年国际海上避碰规则公约》。作为《72避碰规则公约》附则的《1972年国际海上避碰规则》于1977年7月15日正式生效，该避碰规则的实施，为海上航行的船舶的外通设备的设计、配备及布置提供了统一的标准。随着全球航运业的发展，船舶航行灯的管理面临内河复杂环境、沿海混行交通与国际航道多国管辖等多重挑战。据IMO统计，近五年全球约23%的船舶碰撞事故与灯光信号缺陷直接相关（IMO,2024）。现有研究多聚焦单一水域的灯光技术标准，缺乏对不同水域管理策略的系统性比较。本文以COLREGs和内河规则为框架，结合AIS、区块链等新兴技术，首次提出分级分类的航行灯管理模型。通过分析内河动态监管、沿海协同治理及国际航道数字化实践，填补了跨水域安全管理的研究空白，为海事部门制定差异化政策提供科学依据。

1 船舶航行灯

1.1 船舶航行灯的定义与适用范围

船舶航行灯是指根据《1972年国际海上避碰规则》（COLREGs）要求设置的各类灯光信号装置，其核心功能是通过特定颜色、角度和照射范围的灯光信号，向其他船舶传达本船的动态、位置和作业状态^[1]。具体包括：桅灯（白色前照灯，安装在船舶前部）、舷灯（左舷红色/右舷绿色，标示船舶左右方位）、尾灯（白色后照灯）、拖带灯（黄色，用于拖带作业船舶）、环照灯（360度可见的固定颜色灯）以及闪光灯（周期性闪烁的专用信号灯）。此外，特殊船舶如气垫船还需配备环照黄色闪光灯，而进行操纵作业的船舶则需按规则第34(b)条显示操纵号灯。这些灯光信号共同构成船舶的“视觉语言”，是夜间或能见度不良条件下避免碰撞的关键通信手段。

1.2 舷灯与尾灯的技术规范详解

舷灯和尾灯作为船舶最基本的方位指示灯，其安装位置和光学特性有严格要求。尾灯必须安装在船舶首尾中心线上方，

在正后方135°的水平弧范围内（即左右各67.5°）显示不间断的白色灯光，其能见距离根据船舶长度从2海里（12-20米船舶）至6海里（50米以上船舶）不等。舷灯采用左红右绿的配色方案，左舷红灯和右舷绿灯的照射范围均需覆盖从正前方至各自舷侧正横后22.5°的112.5°水平弧（即左右各112.5°），两灯在正前方的灯光重叠区域需无缝衔接。安装时，舷灯必须尽可能靠近船舷侧，且其内遮板角度要精确校准，确保不会向另一舷侧漏光。现代船舶普遍采用LED光源的舷灯和尾灯，其发光强度需满足IALA（国际灯塔协会）规定的标准，例如12米以上船舶的舷灯光强不得低于4.3cd（坎德拉）。

1.2 强化船舶航行灯管理规范应对不同水域航行安全的策略

船舶航行灯是确保水上交通安全的重要设备，其正确使用和管理直接关系到船舶避碰、航行安全及水域秩序。不同水域（如内河、沿海、国际航道等）的航行环境、交通密度、能见度及法规要求各不相同，因此需要制定针对性的航行灯管理策略。

1.2.1 内河水域航行灯管理策略：强化规范执行与动态监管

内河水域航道狭窄、船舶密集、能见度易受天气影响，航行灯的管理需更加严格。

（1）严格执行内河航行灯规范，确保船舶灯光配置合规

在内河水域航行时，船舶必须严格按照《内河避碰规则》的要求安装和显示航行灯，包括桅灯（白色前向灯）、左舷灯（红色）、右舷灯（绿色）以及尾灯（白色后向灯）。此外，特殊作业船舶（如挖沙船、工程船）需按规定显示红色环照灯或黄色闪光灯，以标示其作业状态。对于小型船舶，如渔船和渡船，除基本航行灯外，还需额外安装一盏或多盏环照灯（如渔船在作业时需显示上绿下白环照灯），以便与大型商船区分，避免碰撞风险。海事部门在定期开展的专项检查中，可重点核查灯光颜色、安装位置、照射角度是否符合规范，对不符合要求的船舶责令整改并依法处罚，确保所有船舶灯光信号清晰可辨。

(2) 加强动态监管与智能监测, 提升航行灯管理效率

为实时掌握船舶航行灯状态, 海事管理机构可充分利用 AIS (自动识别系统) 和 VTS (船舶交通管理系统) 技术手段, 对船舶灯光信号进行动态监控。例如, 通过 AIS 数据与 VTS 雷达回波比对, 可自动识别未开启航行灯或灯光异常的船舶, 并通过甚高频 (VHF) 广播或短信平台及时发出警告。同时, 推广智能航行灯系统, 该系统可实时监测灯泡寿命、电路电压等参数, 一旦发现故障 (如灯光熄灭、亮度不足), 立即触发声光报警并自动向船公司和海事部门发送报警信息。此外, 可试点安装太阳能辅助供电的航行灯, 避免因电力故障导致灯光失效, 从而减少人为操作失误和设备故障带来的安全隐患。

1.3 开展船员专项培训与演练, 强化应急处置能力

内河船员尤其是小型船舶操作人员, 往往对航行灯规范理解不足, 需定期组织专项培训, 重点讲解不同能见度条件下的灯光使用规则^[2]。例如, 在雾、雨、雪等能见度不良情况下, 船舶除显示常规航行灯外, 还应开启雾灯 (如机动船鸣放雾号时需同步显示一盏白色环照灯)。培训内容需结合典型案例, 如因未正确使用雾灯导致的碰撞事故, 以增强船员安全意识。此外, 航运企业建议定期 (如每季度) 组织应急演练, 模拟航行灯突发故障的场景, 指导船员快速启动备用灯具或使用手电筒、信号旗等临时替代措施, 并按规定向附近船舶和交管中心报告动态。通过反复演练, 确保船员熟练掌握《内河避碰规则》的灯光操作要求, 在紧急情况下能够有效规避风险。

2 沿海水域航行灯管理策略: 适应复杂环境与国际标准接轨

沿海水域交通复杂, 商船、渔船、游艇混行, 且受洋流、天气影响较大, 航行灯管理需兼顾灵活性与国际规则。

2.1 采用国际标准与本地化调整相结合, 优化沿海船舶灯光管理

沿海航行船舶必须严格遵循《国际海上避碰规则》(COLREGs) 的规定, 确保航行灯的配置与国际通行标准一致。商船需正确显示桅灯、舷灯、尾灯等基本灯光信号, 而长度超过 50 米的船舶还需加装第二盏桅灯以标示其尺寸。针对我国沿海渔船密集的特点, 可考虑在传统渔业作业区 (如舟山渔场、北部湾渔场) 实施特殊灯光要求, 强制渔船在作业时额外显示一盏红色环照灯, 与商船的白色桅灯形成鲜明对比。同时, 建议在 VTS 系统中为渔船设置专属标识, 当渔船与商船航迹交汇时自动触发预警, 从技术层面减少误判风险^[3]。海事部门还可以制作多语言版灯光规范手册, 方便外籍船舶快速适应我国沿海的特殊灯光管理要求。

2.2 强化恶劣天气下的灯光应急措施, 提升航行安全冗余

当能见度因雾、雨、雪等天气低于 1 海里时, 船舶除常规航行灯外, 必须立即开启雾灯系统: 机动船应显示两盏垂直排

列的红色环照灯 (间距不小于 1 米), 非机动船则使用一盏红色环照灯。同时配合声号 (如机动船每 2 分钟鸣放一长两短) 并实施减速措施, 航速不得超过能见距离的 1/2 (如能见度 500 米时航速应 ≤ 5 节)。为增强灯光穿透力, 建议沿海船舶全面更换高亮度 LED 航行灯, 其发光强度应达到传统卤素灯的 3 倍以上, 并具备 IP67 级防水性能。在珠江口、渤海湾等易发浓雾水域, 可试点安装智能雾灯系统, 通过能见度传感器自动切换灯光模式, 避免人为操作延迟导致的危险。

2.3 构建跨部门协同监管体系, 形成灯光管理长效机制

建议建立由海事局、渔业渔政、海警等相关监管部门组成的联合工作组, 每季度开展“亮灯行动”专项检查: 渔业部门负责核查渔船灯光设备完好率, 海事部门重点检查商船灯光角度是否符合 COLREGs 规定的水平照射弧度 (舷灯 112.5°、尾灯 135°)^[4]。开发统一的船舶灯光违规数据库, 对未点灯、灯光遮挡或配置错误的船舶, 进一步细化明确处罚机制, 如: 首次违规处以警告并扣 2 分 (12 分制), 二次违规罚款 5000-20000 元, 三次违规暂扣航行许可 30 天。考虑在舟山、青岛等主要渔港设置灯光快速检测站, 渔船出海前需通过自动光强测试仪检测, 合格后扫码生成电子合格证。同时设立 24 小时举报热线, 对查实的灯光违规举报给予一定金额的奖励, 动员社会力量参与监督。通过“技术监测+行政处罚+公众参与”的三维机制, 确保沿海航行灯管理规范落地见效。

3 国际航道航行灯管理策略: 统一标准与跨区域协作

国际航道船舶类型多样 (如集装箱船、油轮、LNG 船), 且涉及多国管辖权, 航行灯管理需高度标准化。

3.1 严格执行国际规范, 实施分级分类灯光管理

建议 IMO 强化 COLREGs 专项检查项目, 所有进入国际航道的国际航行船舶, 应重点核查航行灯灯光技术参数: 桅灯白光照射距离需达 6 海里 (20 米以上船舶) 或 3 海里 (12-20 米船舶), 舷灯红绿光照射角度必须精确覆盖 112.5° 水平弧。对于超大型船舶 (如 30 万吨级油轮), 除常规灯光外, 考虑强制在前后桅杆加装三盏垂直排列的白色环照灯 (间距 ≥ 2 米), 夜间还需开启甲板轮廓灯以标示其特殊操纵特性。行业性检查, 如 SIRE 检查项目, 也可以纳入航行灯合规性内容, 并要求油轮、化学品船等高风险船舶每季度提交第三方检测报告。建议在巴拿马运河、新加坡海峡等关键水道设立灯光快速检测区, 船舶通过时由岸基光学传感器自动扫描灯光参数, 异常者需立即进入指定锚地整改。

3.2 构建区块链数字管理平台, 实现全球数据互联互通

建立及推广基于区块链的全球航行灯电子档案系统, 船舶每次检修时, 验船师需将检测数据 (如光强测试值、电压稳定性等) 实时上链存证, 生成包含时间戳、GPS 定位的数字证书。港口国监督 (PSC) 检查时, 通过扫描船舶 IMO 编号可调取最

近3年的完整维修记录,杜绝纸质日志造假。同步开发航行灯故障预警数据库,比如当某船在新加坡港因舷灯故障被滞留时,系统将自动向全球72个主要港口推送预警,该船后续挂靠其他港口时将触发重点复查机制。试点安装物联网智能灯具,实时回传工作状态至船旗国监管平台,当灯光异常持续超过15分钟即自动生成缺陷报告,强制船舶在下一港维修。

3.3 深化国际协作机制,建立重点水域联合监管体系

建议IMO制定及通过《航行灯管理互认协议》,经认证的船级社(如DNV、CCS)签发的灯光合规证书在缔约国通用,减少重复检查。在马六甲海峡等高风险水域,可由沿岸三国海事机构组成联合巡逻队,配备便携式光强测定仪(量程0.1-1000cd),对过往船舶开展登轮抽检,重点查处擅自改装LED颜色(如违规使用蓝光舷灯)等行为。建立全球航行灯违规“黑名单”,对年度累计3次违规的船舶,强制其参加IMO认

可的灯光操作专项培训,并通过模拟器考核方可复航。在苏伊士运河等狭窄航道可推行“灯光航行”制度,要求船舶夜间通行时额外开启甲板工作灯增强辨识度,并由运河管理局无人机编队进行全程灯光监控。

4 结语

本文证实,有效的航行灯管理需根据水域特性采取针对性策略:内河侧重智能预警与应急培训,沿海注重标准融合与跨部门协同,国际航道则依托全球数据共享与联合执法。针对于此,还可以进一步探索人工智能在灯光故障预测中的应用,以及极地航道等特殊水域的灯光标准优化。对于本文提出的构建区块链认证体系,是基于全球信息化智能化高速发展下的创新思考,在业界条件具备前提下,可申请IMO纳入《海上人命安全公约》(SOLAS)修订议程,推动形成全球统一的航行灯智能管理范式,最终实现“零灯光事故”的航运安全愿景^[5]。

参考文献:

- [1] 贾正逊.浅析航行灯及其控制器新标准[C]//航海学会.2009年苏浙闽沪航海学术研讨论文集,2009:97-100.
- [2] 林春光.浅谈船舶信号设备的监督检查[C]//船舶管理 2008 年度海事管理学术交流优秀论文集,2008:31-34.
- [3] 贾正逊.浅谈船舶号灯[C]//江苏省航海学会 2007 年度优秀论文集,2008:72-77.
- [4] 林春光.船舶信号设备的监督检查[J].中国水运,2009(2):35.
- [5] IMO.International Regulations for Preventing Collisions at Sea[S].1972.