

《新能源电动船舶换电站通用技术规范》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

源于对环境保护、能源效率提升以及航运业可持续发展的迫切需求。随着全球对环境保护意识的增强和“双碳”目标的推进，传统燃油船舶因其高排放、高污染的特性，已经越来越不适应现代航运业的发展需求。新能源电动船舶应运而生，以其零排放、低噪音、运营成本低等优势，逐渐成为航运业绿色转型的重要方向。电动船舶采用电池作为动力源，不仅减少了燃油消耗和温室气体排放，还有助于改善船员和乘客的乘坐体验，提升航运企业的社会形象和市场竞争力。

然而，电动船舶的续航能力和充电便捷性一直是制约其广泛应用的关键因素。为了解决这一问题，新能源电动船舶换电站项目应运而生。换电站通过为电动船舶提供快速、高效的电池更换服务，有效缓解了电动船舶的“里程焦虑”，使其能够在更广泛的航域内灵活运营。同时，换电站还可以作为储能系统参与电网的调峰调频，实现资源的最大化利用。

在国内，新能源电动船舶换电站的建设已经取得了显著的进展。换电站不仅实现了电池的全自动插接和高效运维，还大幅提高了电动船舶的运营效率和环保效益。

目前，电动船舶换电站相关的标准有GB/T 36028 靠港船舶岸电系统技术条件。团体标准与GB/T 36028的核心区别在于技术路径与应用场景的差异化。本标准聚焦于电动船舶的换电模式，强调箱式电源的标准化更换、存储及全流程管理，涵盖换电设备、电池管理系统（BMS）协同、多级安全防护等模块，适用于内河及沿海港口的动态补能需求，其优势在于实现快速能源补给和电池集中维护，同时通过模块化设计兼容不同船型；而后者主要针对岸电充电系统，规范高压供电、电缆管理等固定式供电技术，适用于船舶停泊期间的静态充电，灵活性较低且依赖船舶自身充电接口。团体标准的先进性体现在技术集成度更高，例如换电流程自动化、电池健康状态实时监控、防火防爆专项设计等，解决了岸电模式充电时间长、船舶适配性有限的问题，更适应电动船舶高频次、集约化运营需求，为行业规模化推广提供了可复用的技术框架。

先进性与创新性：

1. 环境适应性分级精准设计：针对船载与岸基差异化场景制定适配要求，船载舱室环境温度控制在 $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 、开敞甲板 - $25^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，岸基室内 - $5^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 、室外 - $25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，同时明确船载抗振动冲击、耐盐雾，岸基控噪声（ $\leq 65\text{dB}$ ）等专项要求，解决了通用标准难以适配水上 - 陆地复合环境的痛点，比常规设施标准更贴合电动船舶实际运营工况。

2. 换电 - 储能 - 管理一体化集成：以箱式电源为核心单元，整合电池包、电池管理系统（符合 GB/T 34131），实现 “换电补能 + 储能调峰 + 健康监测” 多功能融合。支持多包并联满足不同船舶能源需求，同时实时监测荷电状态（SOC）、健康状态（SOH），突破传统充电单一补能模式，提升能源利用效率与设备灵活性。

3. 多层级安全防护体系创新：构建 “防雷（GB 50057）+ 消防（GB 55036）+ 电气安全 + 系统保护” 立体防护网。电气方面要求电源直流母线对壳体绝缘电阻 $\geq 500\text{M}\Omega$ 、耐 2500V DC 电压；系统层面新增高压互锁（HVIL）、逆功率保护等功能，还明确电源至舷侧 $\geq 500\text{mm}$ 、应急排气口远离进风口 $\geq 3\text{m}$ 等布局安全要求，填补了电动船舶换电安全规范空白。

4. 开放式多系统通信标准化：规定换电站、电池包、船舶及运营系统采用标准通信协议，传输电池身份识别、故障告警、设备运行状态等核心数据，打破不同厂商设备间的通信壁垒，为换电设施规模化运营、跨企业协同管理奠定基础，避免行业 “信息孤岛” 问题。

5. 安全导向型空间布局设计：针对船舶空间有限特点，明确电源远离危险区域、居住处所，限制叠放层数 ≤ 3 层，电源侧壁与载客处所舱壁间距 $\geq 900\text{mm}$ （A-60 级分隔除外），兼顾吊装安全性与运维便利性，解决了设备布局与船舶安全、空间利用的矛盾。

《新能源电动船舶换电站通用技术规范》团体标准的制定，具有以下几方面的意义：

1. 促进电动船舶产业规范化发展

通过明确换电站的基本构成、技术要求及安全标准，可引导行业向标准化、模块化方向发展，减少重复投资和资源浪费，推动产业健康有序发展。

2. 提升换电站的安全性和可靠性

本标准通过规定防火防爆措施、应急切断机制、电池管理系统（BMS）通信要求等，确保换电过程的安全性，降低火灾、爆炸等事故风险，保障人员、船舶及港口设施的安全。

3. 增强换电设施的兼容性与互操作性

目前，电动船舶换电接口、通信协议等尚未形成统一标准，不同厂商的换电设备可能存在兼容性问题。该标准通过规范换电接口、通信协议及电池管理系统，确保不同品牌的电动船舶和换电站能够无缝对接，提高换电效率，降低运营成本。

4. 推动绿色航运和低碳转型

电动船舶换电站的标准化建设，有助于加快电动船舶的推广应用，减少传统燃油船舶的碳排放，助力 “双碳” 目标的实现。通过优化换电流程、提高能源利用效率，可进一步降低航运业的整体能耗，促进绿色低碳航运体系的构建。

5. 优化换电站运营管理效率

标准化的换电站技术规范可优化换电流程，提高自动化水平，减少人工干预，降低运维成本。同时，通过规范数据记录、设备维护及故障诊断机制，可提升换电站的运营管理水平，确保换电服务的稳定性和可持续性。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX单位等共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草单位及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草单位	工作职责
XXXX、XXXX、XXXX	项目主编单位，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了行业资深专业人员，行业管理人员。
XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX	实际生产单位、负责汇报实际生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 调研阶段

技术现状调研：调研发现当前电动船舶补能以充电为主（耗时 4-8 小时），少数换电试点技术分散，设备机械强度、电磁兼容性（EMC）无统一标准，部分产品耐盐雾、抗冲击性能不达标，难以适应内河 / 沿海高湿高盐环境，亟需建立统一技术框架规范产品研发。

1. 市场需求分析：通过走访港口运营方、内河航运公司，发现短途船舶（轮渡、货船）日均补能时间需控制在 1 小时内，换电模式需求迫切；航运企业希望换电站兼容多品牌船舶电池，降低设备投入成本，市场对标准化、通用化换电设施的需求已进入爆发前期。

2. 相关标准研究：梳理 GB/T 2423（环境试验）、GB 50057（防雷）、GB/T 18384.3（电动汽车安全）等现有标准，发现缺乏针对“船舶换电”的专项条款，如船舶倾斜摇摆下的设备固定、舱室与开敞甲板环境差异适配等，需整合现有标准并补充行业特有要求。

3. 产业链调研：调研电池厂商、船舶设计院、换电设备企业，发现电池包规格（尺寸、接口）不统一，换电设备与船舶吊装系统适配性差，上下游协同不足，需通过标准统一接口与机械参数，打通产业链堵点，降低协同成本。

4. 行业问题与挑战：调研指出行业面临三大难题：一是换电站投资成本高（单站超千万元），缺乏成本分摊机制；二是电池寿命（约 5 年）与船舶运营周期（20 年）不匹配；三是安全监管缺失，无明确的电池健康监测流程，标准需针对性提供解决方案。

4.2 立项阶段

2025年8月15日，中国技术市场协会正式批准《新能源电动船舶换电站通用技术规范》立项。

4.3 起草阶段

4.3.1 成立标准制定工作组，根据《新能源电动船舶换电站通用技术规范》编制需要，XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.3.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《新能源电动船舶换电站通用技术规范》各部分内容，并于2025年8月20日汇总形成标准草案。

4.3.3 2025年9月23日，通过腾讯会议线上召开了《新能源电动船舶换电站通用技术规范》团体标准讨论会，与会代表30余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.4 征求意见阶段

2025年10月30日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见，具体见《征求意见汇总表》。

五、标准主要内容

根据生产企业XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX等单位的产品数据得到以下主要技术内容：

1. 绝缘电阻（充电装置输入对输出 $\geq 100\text{M}\Omega$ ，电源直流母线对壳体 $\geq 500\text{M}\Omega$ ）：绝缘电阻是衡量高压设备防漏电的核心指标。换电站涉及 DC 500–1000V 高压，高绝缘电阻可防止电流泄漏至壳体或船体，避

免人员触电与设备短路。该要求远超普通电气设备（通常 $\geq 10\text{M}\Omega$ ），针对船舶潮湿环境，通过更高标准保障高压系统长期安全运行。

2. 防护等级（ $\geq \text{IP56}$ ）：依据 GB/T 4208，IP56 中 “5” 代表防尘（灰尘进入量不影响设备运行），“6” 代表防强烈喷水（任意方向喷水无有害影响）。船载设备可能遭遇海浪溅湿、甲板积水，岸基设备面临雨水冲刷，IP56 可有效隔绝水与粉尘，避免内部电路板短路、金属部件锈蚀，确保设备在恶劣环境下的可靠性。

3. 温度循环（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ）：按 GB/T 2423.22 执行，模拟换电站在北方冬季（ -25°C ）、夏季甲板高温（ 45°C ）等极端场景。试验可验证电池包电解液稳定性与充电装置电气性能，低温防止电解液凝固导致容量下降，高温避免电池热失控，保障设备跨地域、跨季节稳定工作。

4. 电磁兼容性（EMC）：需符合 GB/T 17626 系列，如静电放电抗扰度等级 3（接触放电 6kV、空气放电 8kV）、射频电磁场辐射抗扰度等级 3（10V/m）。船舶通信系统（GPS、VHF）对电磁干扰敏感，EMC 达标可避免换电站干扰船舶导航与通信，同时防止港口雷达等外部电磁环境影响换电设备，保障系统电磁安全。

5. 系统保护功能（含短路、过载、高压互锁等）：短路保护可在电池正负极意外连接时快速断电，防止设备烧毁；过载保护避免长期超负荷导致部件老化；高压互锁通过监测高压回路连接状态，插头松动即断电，防止高压暴露。该指标针对换电动态操作风险（如吊装接口误触），构建全流程安全屏障，降低事故概率。

六、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

6.1、主要试验（验证）分析

本项目试验验证体系围绕 “环境适应性、电气安全性、机械可靠性、系统兼容性” 四大维度构建，覆盖设备全生命周期场景。环境试验通过温度循环（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ）、48h 盐雾、恒定湿热（ $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $93\%\pm 3\%\text{RH}$ ）等，验证设备在高盐雾、极端温差下的稳定性，解决水上环境设备老化问题；电气安全试验聚焦绝缘电阻、耐电压（2500V DC）、电磁兼容性，依据 GB/T 18384.3、GB/T 17626 系列，确保高压无漏电、无电磁干扰；机械试验通过抗冲击（GB/T 2423.5）、耐振动（GB/T 2423.10）验证电池包固定与吊装接口可靠性，避免船舶摇摆导致的机械故障；消防安全试验（GB 55036）模拟电池热失控，验证灭火与应急排气有效性，形成全场景试验闭环，确保标准要求可落地、可验证。

6.2、技术经济论证

技术层面，标准统一换电站参数（电池包尺寸、接口、通信协议），打破厂商技术壁垒，实现 “一站多船” 兼容，减少行业重复研发投入；整合环境与安全专项要求，避免企业因标准模糊产生的试错成本，提升行业整体技术水平。经济层面，换电模式将船舶补能时间缩短 80% 以上，提升运营效率、降低港口停靠费；标准推动换电站规模化建设，设备采购与运维成本降低，同时电池包共享周转减少航运企业

库存投入；产业链协同（电池 - 船舶 - 设备厂商联动）形成规模效应，进一步降低全产业链成本，为商业化推广提供技术经济支撑。

6.3、预期的经济效果

从行业看，标准将推动新能源电动船舶换电产业规范化，吸引资本投入基础设施建设，带动电池制造、船舶改装、设备研发等上下游增长，形成新经济增长点。从企业看，高效换电提升船舶日均运营里程，降低单位货运成本，标准化设施减少维护更新费用，提升企业盈利能力。从宏观看，电动船舶替代燃油船可降低航运碳排放，减少燃油进口依赖，符合“双碳”目标；长期推动绿色航运体系建设，提升我国航运业国际竞争力，同时促进长寿命电池、智能换电等技术创新，催生新服务产业与就业岗位，为经济高质量发展注入绿色动能。

七、标准水平分析

7.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

7.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

7.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

7.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十二、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 10 月