

内河船舶纯电池动力改造技术规范

Technical specifications for pure battery-electric modification of inland ship

(征求意见稿 2026.4.16)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

| | |
|----------------------------|-----|
| 前 言 | III |
| 1 范围 | 4 |
| 2 规范性引用文件 | 4 |
| 3 术语和定义 | 4 |
| 4 符号和缩略语 | 5 |
| 5 通用要求 | 5 |
| 6 适改条件和风险评估 | 5 |
| 7 推进系统 | 6 |
| 7.1 一般要求 | 6 |
| 7.2 推进系统组成 | 6 |
| 8 动力电池 | 6 |
| 8.1 选型 | 6 |
| 8.2 布置要求 | 6 |
| 8.3 电缆穿舱要求 | 8 |
| 8.4 充电装置 | 8 |
| 9 直流配电系统 | 9 |
| 9.1 一般要求 | 9 |
| 9.2 直流配电系统组成 | 9 |
| 9.3 电气保护 | 10 |
| 9.4 接地 | 10 |
| 9.5 电磁兼容 | 10 |
| 10 应急排气系统 | 10 |
| 10.1 一般要求 | 10 |
| 10.2 蓄电池舱的通风排气要求 | 10 |
| 10.3 蓄电池箱（柜）的通风排气要求 | 11 |
| 10.4 集装箱式移动电源的通风排气要求 | 11 |
| 11 温度控制系统 | 11 |
| 11.1 一般要求 | 11 |
| 11.2 蓄电池舱的温度控制要求 | 11 |
| 11.3 蓄电池箱（柜）的温度控制要求 | 11 |
| 11.4 集装箱式移动电源的温度控制要求 | 12 |
| 12 排水系统 | 12 |
| 12.1 一般要求 | 12 |
| 12.2 蓄电池舱的排水要求 | 12 |
| 12.3 集装箱式移动电源的排水要求 | 12 |

| | | |
|------|--------------------|----|
| 13 | 消防系统 | 12 |
| 13.1 | 一般要求 | 12 |
| 13.2 | 通道要求 | 12 |
| 13.3 | 蓄电池舱消防要求 | 13 |
| 13.4 | 蓄电池箱（柜）消防要求 | 13 |
| 13.5 | 集装箱式移动电源处所消防要求 | 13 |
| 14 | 船舶管理系统 | 14 |
| 14.1 | 一般要求 | 14 |
| 14.2 | 功率/能量管理系统（PMS/EMS） | 14 |
| 14.3 | 监测报警系统（AMS） | 14 |
| 15 | 检验方法 | 14 |
| 15.1 | 改造中检验 | 14 |
| 15.2 | 改造后检验 | 15 |
| 16 | 技术资料记录保存 | 16 |

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山东新能船舶技术有限公司、济宁市标准信息技术中心、济宁港航发展集团有限公司、山东融汇物产集团有限公司、宁德时代电船科技有限公司、中国船级社青岛分社、济宁市港航事业发展中心、山东新能船业有限公司、山东国家标准技术审评中心、山东省济南船舶技术服务中心、山东融汇时代船舶科技有限公司、同济大学、济宁职业技术学院、济宁内河新能源船舶智造产业联合会。

本文件主要起草人：张永全、张雷、张强、王磊、刘功伟、刘运富、王超、李志明、张军、张春星、孔建、刘吉洲、韩伟、郑伟、张欣倪、贾湘龙、丁明师、杨东江、王咪、杨中振、王庆虎、程明、刘福朋、周元、杨维、周冠霖、陈朋、张富民、翁康强、方瑾、刘源、李耀华、李楚璇、王刚、解飞、程豪。

内河船舶纯电池动力改造技术规范

1 范围

本文件规定了内河船舶纯电池动力改造的通用要求、适改条件和风险评估、推进系统、动力电池、直流配电系统、应急排气系统、温度控制系统、排水系统、消防系统、船舶管理系统、技术资料记录保存要求，描述了对应的检验方法。

本文件适用于内河常规柴油燃料动力船舶改造为纯电池动力船舶的设计和改造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

CB/T 3035 船体倾斜试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蓄电池单体 battery cell

直接将化学能转化为电能的最小蓄电池结构单元装置。

注：包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子（又称极端）。

3.2

船舶管理系统 ship management system

由软件和硬件共同构成的针对船舶动力系统（包括电池系统、配电系统和推进系统）实施监测、报警和控制的系统。

注：船舶管理系统为功率管理系统、能量管理系统和监测报警系统。

3.3

电池管理系统 battery management system

监测蓄电池的状态（温度、电压、荷电状态等），能为蓄电池提供通信、安全、蓄电池单体均衡及管理控制，并提供与应用设备通信接口的系统。

3.4

蓄电池舱 battery compartment

由结构性分隔围蔽的专门存放蓄电池的处所。

3.5

集装箱式移动电源 containerized mobile power supply

采用集装箱的箱体作为电池系统及相关安全和控制系统安装平台的蓄电池电源系统。

3.6

热失控 thermal runaway

蓄电池单体放热连锁反应引起蓄电池温度不可控上升的现象。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AMS: 监测报警系统 (Alarming and Monitoring System)

BMS: 电池管理系统 (Battery Management System)

CCTV: 视频监控系统 (Closed-Circuit Television)

DC/DC: 直流转直流 (Direct Current/Direct Current)

EMS: 能量管理系统 (Energy Management System)

PMS: 功率管理系统 (Power Management System)

SOC: 电池荷电状态 (State of Charge)

5 通用要求

- 5.1 内河船舶纯电池动力改造内容应包括更换主辅机, 以及对推进系统、直流配电系统、温度控制系统、排水系统、消防系统、船舶管理系统的改造。
- 5.2 改造前应通过布置和系统设计将与电池相关的危险所发生的概率和后果限制在最低水平。
- 5.3 在电池所在区域设置警示标志和防护措施见《船舶应用电池动力规范(2023)》及其修改通报、《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则(2025)》、《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》。
- 5.4 应尽量限制危险区域, 将其可能影响船舶、船上人员和设备安全的潜在风险降至最低。
- 5.5 危险区域内应安装操作所必需的设备, 且此类设备的性能应与其工作环境相适应并经船舶检验机构认可。
- 5.6 改造后设备和系统应具备安全性、可靠性、灵活性。
- 5.7 内河船舶纯电池动力改造的送审图纸要求见《船舶应用电池动力规范(2023)》及其修改通报、《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则(2025)》。
- 5.8 应向船舶检验机构提交试验大纲及试验程序, 包括与内河电池动力船舶有关的系泊与航行试验程序, 以及所有电池动力相关设备的功能性试验程序等。
- 5.9 除相关规范法规要求的常规资料外, 船上还宜至少保存如下资料:
 - a) 1份电池系统操作及维护手册;
 - b) 1份电池控制、检测和安全系统仪器的说明;
 - c) 1份设备定期试验计划。

6 适改条件和风险评估

- 6.1 《船舶应用电池动力规范(2023)》及其修改通报、《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则(2025)》、《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》给出了船舶改造方案应满足的条件。
- 6.2 改造船舶的船况宜良好, 船龄不宜超过10年。
- 6.3 在改造前宜进行风险评估, 识别船舶稳性、动力电池布置、船舶动力系统等相关的所有潜在风险。评估范围包括: 改造后的船舶稳性是否满足法规要求, 动力电池布置是否满足规范要求, 对动力系统的故障模式和影响进行全面分析(评估范围包含推进系统、动力电池、配电系统、温度控制系统、船舶管理系统等)。
- 6.4 对推进系统、直流配电系统、通风系统、温度控制系统、排水系统、消防系统、船舶管理系统及使用环节的风险评估见《船舶应用电池动力规范(2023)》及其修改通报、《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则(2025)》、《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》。

6.5 承担内河船舶纯电池动力改造的设计单位应具有内河常规柴油燃料动力船舶的设计经历和对船舶是否适改的评估能力。

6.6 承担内河船舶纯电池动力改造的单位应具有船舶性能试验的能力和对动力系统是否适改的评估能力。

6.7 本文件未明确要求的，应符合国家相关船舶技术法规、规范要求。

7 推进系统

7.1 一般要求

7.1.1 电力推进装置各组成设备之间的参数应匹配，以保证设备能正常运行。在船舶规定的航行状态，电力推进装置应能在设计航速范围内的任一航速稳定运行。

7.1.2 推进电动机的功率应能使船舶在最大营运航速航行情况下，实现紧急制动或后退。

7.1.3 推进系统应能使船舶在全工况条件下正常航行，推进电机不致失步，并应可靠起动。

7.1.4 推进电机应设有在停机时防止潮气和冷凝水积聚的有效措施。

7.2 推进系统组成

7.2.1 推进系统由推进电机、齿轮箱或推力轴承、轴、螺旋桨及推进控制系统组成。

8 动力电池

8.1 选型

8.1.1 采用磷酸铁锂电池作为动力电池。

8.1.2 动力电池除了给推进电机供电外，还向全船日用负荷供电，蓄电池组的设计应使其容量满足船舶航程所需的电力。动力电池管理系统监控锂电池组的运行和使用状态，确保锂电池组和系统的安全使用。

8.1.3 散货船、集装箱船、杂货船、液货船等货船宜采用集装箱式移动电源。

8.1.4 游览船、公务船、渡船等客船宜设蓄电池舱。

8.1.5 船长小于 20m 的船舶宜采用蓄电池箱式动力电池。

8.2 布置要求

8.2.1 集装箱式移动电源布置

8.2.1.1 当蓄电池布置在集装箱式移动电源内，应存放在专用的电池处所内。

8.2.1.2 集装箱式移动电源内的所有蓄电池应有效固定。蓄电池包及托架的结构强度应能承受集装箱式移动电源各种工况下的冲击。

8.2.1.3 集装箱式移动电源不应放置在危险区域和货物区域。

8.2.1.4 集装箱式移动电源应尽可能远离船舶外舷侧，避免碰撞的影响。其至舷侧和尾端的水平距离应不小于 760mm。

8.2.1.5 集装箱式移动电源的布置应考虑吊装过程中船上其他设施和货物集装箱（若有时）对集装箱式移动电源所造成的碰撞影响。

- 8.2.1.6 集装箱式移动电源的布置应尽可能远离居住处所和人员活动区域。所在区域应有相应措施禁止非专业人员靠近集装箱式移动电源。同时，集装箱式移动电源箱体应有高压危险标志及未经允许禁止进入标志。
- 8.2.1.7 集装箱式移动电源应尽可能远离应急电源所在处所。
- 8.2.1.8 集装箱式移动电源所在区域应有通道便于人员进行集装箱式移动电源检查、维修和处理紧急情况。
- 8.2.1.9 集装箱式移动电源如放置在露天甲板，应有防雷措施以避免集装箱式移动电源失效及故障。
- 8.2.1.10 当船上布置多个集装箱式移动电源时，应水平排列布置，且集装箱式移动电源之间应至少保持 500mm 的水平间距。
- 8.2.1.11 集装箱式移动电源应有固定措施并满足船舶航行所可能经受恶劣天气的影响。
- 8.2.1.12 集装箱式移动电源如与普通货物集装箱相邻，其与货物集装箱的距离应不小于 600mm，如应急排气口朝向货物集装箱，还应考虑可燃气体的危险性。
- 8.2.1.13 集装箱式移动电源侧壁与起居处所舱壁之间至少留有 900mm 的间距(与集装箱式移动电源侧壁相邻的起居处所舱壁为“A-60”级分隔结构的除外)，并与起居处所门、窗、通风口等开口或出口的距离至少为 1.5m。
- 8.2.1.14 集装箱式移动电源布置处的船舶结构强度应满足其载荷的要求。集装箱式移动电源安装处所应避免由于甲板积水对电池的影响。

8.2.2 蓄电池舱布置

- 8.2.2.1 对于船长大于 15m 的船舶，当蓄电池在舱内布置时，应至少分设于两个独立的蓄电池舱内。每个蓄电池舱内蓄电池总存储电量应不大于 2000kWh。
- 8.2.2.2 蓄电池舱与起居处所不应相邻布置，若确需相邻布置时，二者的共用限界面应尽可能减至最小，分隔结构的要求见《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》第 8 章第 2 节。
- 8.2.2.3 蓄电池舱不应设置除门、通风口以外的其他开口。如为舱内设备维护确需设置人孔盖时，该人孔盖应采用螺栓紧固，不应采用活动式。
- 8.2.2.4 当蓄电池舱内的蓄电池包借助蓄电池舱的温度调节装置进行温度调节时，蓄电池包与舱壁及上方甲板之间应留有足够的空间以利于蓄电池通风散热。对于船长大于等于 20m 的船舶，距舱壁的净距离应至少为 150mm，且距舱壁支撑构件(含绝缘材料)的净距离应至少为 100mm；距上方甲板的净距离应至少为 500mm，且距上方甲板支撑构件(含绝缘材料)的净距离应至少为 150mm。对于船长小于 20m 的船舶，距舱壁和上方甲板的净距离可至少为 150mm，且距舱壁和上方甲板支撑构件(含绝缘材料)的净距离可至少为 100mm。
- 8.2.2.5 蓄电池舱内的蓄电池包应牢固固定，并尽可能远离船体外板，避免碰撞的影响。蓄电池包至船体外板及结构的最小距离应至少为 500mm。但对于船长小于 20m 的船舶，蓄电池包至船体外板及结构的最小距离可至少为 300mm。对于双体船，蓄电池包至每个片体内侧板及结构的最小距离可不必满足上述要求。
- 8.2.2.6 蓄电池舱内电池系统相关设备的布置应考虑必要的安装、调试、检修、更换等维护空间及通道。
- 8.2.2.7 蓄电池舱内不应安装与蓄电池无关的热源设备及管路(蒸汽、液体等)。当蒸汽、液体等压力管路必须通过时，应禁止在蓄电池舱内设置其可拆接头，且管路应采取有效的隔热措施和可靠的防护措施。
- 8.2.2.8 蓄电池舱内，应避免安装与电池系统无关的电气设备。若必须安装时，应尽可能远离蓄电池，且应将电气设备的发热量计入蓄电池舱通风量的计算中。

8.2.2.9 蓄电池舱内，在蓄电池热失控状态下需维持工作的电气设备应为合格防爆型，如固定式探火和失火报警系统的探测器、手动报警按钮及其报警器、固定式灭火系统释放预报警器、可燃气体探测器及报警器、应急排气系统的电动机等，具体防爆要求(防爆类型，防爆类别，温度组别)应根据不同类型蓄电池热失控产生气体的成分确定。在蓄电池热失控状态下无需工作的非防爆电气设备应能在蓄电池舱门外易于到达处及驾驶室切断电源。

8.2.3 蓄电池箱(柜)布置

8.2.3.1 蓄电池箱(柜)仅适用于船长小于20m的船舶。

8.2.3.2 蓄电池箱(柜)布置在开敞甲板上时，应永久固定，并考虑甲板积水对蓄电池箱(柜)的不利影响。

8.2.3.3 蓄电池箱(柜)的防护等级应不低于IP56。

8.2.3.4 蓄电池箱(柜)应具有足够的强度，其厚度应不小于1mm。箱柜内蓄电池应固定可靠，防止其在箱柜内移动。

8.2.3.5 每一蓄电池箱(柜)的水平投影面积不应超过 1m^2 ，但当蓄电池箱(柜)垂直高度小于等于1m时，其水平投影面积可不超过 1.5m^2 。

8.2.3.6 蓄电池箱(柜)应有必要的安装、调试、检修、更换等维护空间。

8.2.3.7 蓄电池箱(柜)的侧壁与起居处所舱壁之间至少留有900mm的间距(蓄电池箱(柜)或起居处所舱壁满足“A-60”防火分隔要求除外)，并与起居处所门、窗、通风口等开口或出口的距离至少为1.5m。

8.2.3.8 蓄电池箱(柜)应远离船舶外舷侧布置，以避免碰撞的影响。蓄电池箱(柜)与舷侧、船艏、船艉的间距应至少为500mm。

8.3 电缆穿舱要求

8.3.1 所有防火和防水电缆贯通件应使用气密贯穿件或类似类型的产品。

8.3.2 在火密、水密或气密甲板和舱壁的穿舱件，应由船级社认可材质制成，以便保持甲板或舱壁的完整性。

8.3.3 电缆应根据其安装处所，选择具有满足环境条件要求的耐液体护套。例如固定敷设在露天甲板、浴室、货舱、冷藏处所、机器处所或可能出现凝结水或有害蒸气(例如油蒸气)的任何其他地点的电缆，均应具有不透性护套。护套的性质应满足环境条件的要求。

8.3.4 在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用时可能受到的机械作用。如认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

8.3.5 需在失火状态下工作的设备电缆，包括其供电电缆，如穿过较大失火危险处所和客船上的主竖防火区，应布置成任一处所或主竖区内失火不会影响到其他处所或主竖区内设备的工作。

8.3.6 在较大失火危险处所采用耐火电缆，其安装和连续敷设应保持防火完整性。

8.3.7 填料函、穿舱装置应由不损害电缆的材质制成。

8.3.8 所有穿舱件都应有唯一的编号及便于识别的固定标签。

8.3.9 封堵穿舱件时，必须遵守厂家的指导说明。

8.4 充电装置

8.4.1 电池系统应配有足够容量的充电装置。

8.4.2 电池系统的充电装置应与BMS设有接口，并在BMS限定的条件下运行。

8.4.3 充电连接装置应便于操作，并具有防止人员的无意触及和机械连锁功能。

8.4.4 充电附近不应有易燃、易爆物品。

8.4.5 电池系统若通过直流母排充电，应设有适当的措施，避免直流母排的故障对蓄电池造成损伤。

9 直流配电系统

9.1 一般要求

9.1.1 直流配电系统的设计、系统保护、控制和监测、电磁兼容、故障模式和影响分析、制造、检验要求见《船舶应用电池动力规范（2023）》及其修改通报第4章第2节。

9.1.2 可能同时在网的电池系统所连接的变流器总功率大于200 kW的直流母排系统应提供短路试验报告，设备和元件的短路电流承载能力的验证及分析应包含在试验报告中。当无法提供经现场验船师见证的试验报告时，应补充进行相应试验，这些试验可以在工厂完成，也可以在装船后完成。同一套产品图纸的直流母排系统应用在后续其他船舶时，无需再次试验，但应提供船试验报告。

9.1.3 船舶配电系统设计及布置，应使得船舶动力系统的安全性和可靠性不低于常规燃油动力船舶。

9.1.4 在故障条件下，船舶配电系统及设备应具备适当的保护，要求见《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》第5章第1节。

9.1.5 配电系统应设有温度调节措施。温度调节装置的换热量应根据配电系统的需求计算确定。采用冷却系统时，其设计应能防止因冷却系统的单一故障造成双套或多套设备的同时失效。

9.2 直流配电系统组成

9.2.1 控制系统

9.2.1.1 控制系统应采用冗余控制器。

9.2.1.2 触摸屏能够进行操作，操作界面简单，易于配置，可以快速布线，方便进行数据交换与传输。触摸屏可以显示直流母线系统的各个设备的状态信息，同时可以通过触摸屏控制整个直流综合电力系统。

9.2.2 DC/DC 变流器

9.2.2.1 DC/DC 变流器应能承受直流母排上可能出现的电压或电流的尖峰，应考虑正常和一切合理预见的异常情况下出现的状况，例如由于短路，保护设备动作所引起的电压尖峰，以及非故障区域恢复供电所引起的变流器的电流尖峰。

9.2.2.2 DC/DC 变流器能够对电池组进行双向充放电控制。

9.2.3 推进变频器

9.2.3.1 推进变频器可采用速度控制或转矩控制等方式驱动推进电动机，并应限制变频器的输出转矩或推进电动机最高转速，保证船舶航行及设备安全。

9.2.3.2 推进变频器应采用储能装置、制动电阻或类似措施消耗或抑制推进电机制动能量（如推进电动机全速倒车产生的能量），避免直流配电系统电气设备由于泵升电压过高导致损害，或能提交证明文件，表明推进电机制动能量的回收不会导致直流母排电压泵升。在推进电动机正常电动状态运行时，泵升电压抑制电路不应启动。泵升电压抑制电路动作结束时，不应使直流母排电压降得过低，避免引起系统不稳定。

9.2.3.3 具备一定的过载能力。

9.2.4 日用电源逆变器

9.2.4.1 日用电源逆变器仅适用交流日用配电系统通过逆变器与直流配电系统连接。

9.2.4.2 在正常工况下，逆变器应采用恒压恒频控制策略；在发生交流系统短路故障时，逆变器应能立即响应从恒压恒频控制切换至恒流恒频控制，向交流日用配电系统提供指定幅值和恒定频率的短路电流，且持续时间不低于0.5s，用于交流日用配电系统保护电器识别和分断短路故障。

9.2.4.3 日用逆变器应至少设置 2 台。当任意 1 台逆变器停止工作时，其余逆变器仍能继续对保障船舶正常航行、船舶安全及冷藏货物所必需的设备供电。同时最低舒适居住条件也应得到保证，至少应包括适当的炊事、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电。

9.2.4.4 具备一定的过载能力。

9.2.5 系统外部接口

直流综合电力系统的主要外部接口包括 AMS 监测报警系统、船舶推进遥控系统、船舶海水（河水）冷却系统、与推进电机连接的齿轮箱轴系、船岸通讯远程运维系统及 CCTV 监控系统、船舶日用交流配电系统及 24V 低压应急配电系统等。

9.3 电气保护

9.3.1 直流配电系统可采用空气式框架或塑壳直流断路器、固态开关、直流熔断器等保护电器，结合保护策略设计，实现系统短路故障的快速分断与隔离，系统非故障部分恢复正常工作，不导致故障范围扩大。

9.3.2 直流配电系统出现短路故障时，应考虑在直流配电系统保护电器动作前，推进电机通过变频器反并联二极管向短路点放电的可能性，避免推进电机及变频器受损。

9.3.3 电源装置（含变流器）应设有过载保护和短路保护功能。

9.3.4 直流配电系统的负载支路应设有短路瞬动保护。当该负载支路发生短路故障时，负载输入端保护电器应优先瞬动动作，隔离故障后，其他配电支路均能继续正常供电。

9.4 接地

配电板上应设有连续监测直流配电系统绝缘电阻，且能在绝缘电阻异常低时发出听觉和视觉报警的绝缘监测装置。经高阻接地系统的接地电阻值的选择，应能限制系统单极接地故障时的故障电流和过电压水平，保障系统在单极接地故障下的短时连续运行，以及设备和人员安全；发生单极接地故障时，流经接地电阻的电流的大小应确保能触发系统接地监测、报警或保护。

9.5 电磁兼容

直流综合电力系统装船时应进行电磁兼容设计和分析。应按照不低于中国船级社接受的标准对直流综合电力系统进行分析和评估，需要分别评估外界电磁环境对系统的影响和系统内部自身强弱电设备间的互相影响（自兼容），并形成电磁兼容分析和设计报告，用以指导电磁兼容抗干扰设计，保证船舶系统的安全性和可靠性。

10 应急排气系统

10.1 一般要求

10.1.1 蓄电池安装处所应设有通风措施，以便及时排除蓄电池热失控情况下产生的可燃气体。

10.1.2 通风系统应与可燃气体探测报警系统联动，当探测到蓄电池安装处所内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20% 时，应自动启动通风系统。

10.1.3 通风系统管路的设置应能防止可燃气体通过这些管路直接进入其他的蓄电池舱或其他各类舱室。

10.2 蓄电池舱的通风排气要求

- 10.2.1 每一蓄电池舱应设置独立的应急排气系统。
- 10.2.2 应急排气管应由钢或其他等效材料制作。
- 10.2.3 应急排气量应按该处所换气次数不小于 30 次/h 进行计算。应急排风机应采用不会产生火花的形式。
- 10.2.4 应设有两个能切断风机的控制装置，其中之一应位于所服务处所外面易于到达的位置，且不被其服务处所的火灾隔断，另一个应设在驾驶室或有人值班的处所。
- 10.2.5 应急排气系统应由主电源和应急电源两路电源供电，两路电源应能自动转换。
- 10.2.6 从风机排出的气体应引至开敞甲板上的安全地点，并远离有人居住或含有热源的处所。应急排气口与其他处所的开口或进风口的水平距离应至少为 3m。
- 10.2.7 应急排气口周围 3m 内不应安装电气设备。如不可避免，则应安装合格防爆电气设备，或者采用非防爆电气设备，这些非防爆电气设备应能在蓄电池热失控时，在蓄电池舱门外易于到达处及驾驶室切断电源。
- 10.2.8 所有排气口应能在所在处所失火时在处所外部予以关闭。

10.3 蓄电池箱（柜）的通风排气要求

布置在开敞甲板上的每一蓄电池箱（柜），应设置独立的应急排气系统。该系统应以蓄电池箱（柜）内环境为保护区域，并满足上述 9.2.2~9.2.6 的要求，应急排气口与其他处所的开口或进风口的水平距离应至少为 1.5m。

10.4 集装箱式移动电源的通风排气要求

集装箱式移动电源内电池处所的应急通风排气改造，除满足上述 9.2.3~9.2.6 的要求外，其应急排气口应设置挡火闸并具有自闭功能，并能在集装箱式移动电源外人员易于到达的位置手动关闭挡火闸。

11 温度控制系统

11.1 一般要求

- 11.1.1 蓄电池安装处所内的环境应能可控，环境温度应根据蓄电池制造商的推荐值确定。
- 11.1.2 蓄电池安装处所内的环境温度在 0℃ 及以下时，应根据蓄电池充放电能力设置加热装置。蓄电池单体的温度达到设置温度（推荐值 10℃）时，加热装置应停止加热。
- 11.1.3 蓄电池安装处所内应设有温度调节装置或机械通风系统，以实现对其周围环境温度的控制。

11.2 蓄电池舱的温度控制要求

- 11.2.1 每一蓄电池舱应设置独立的温度调节装置或机械通风系统。
- 11.2.2 任一蓄电池舱温度调节或通风的失效不应影响其他蓄电池舱的温度调节或通风。
- 11.2.3 采用机械通风时，除考虑蓄电池舱的正常通风外，尚应按厂家提供的方法进行电池热交换的机械通风计算，若厂家未提供计算方法，则通风量的具体计算方法见《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》第 7 章第 1 节。
- 11.2.4 采用温度调节装置时，应充分考虑蓄电池和其他热源发热量。

11.3 蓄电池箱（柜）的温度控制要求

- 11.3.1 布置在敞开甲板上的每一蓄电池箱（柜），应设有独立的温度调节装置或机械通风系统。如蓄电池包冷却采用液冷方式且考虑了既定航行水域船舶的环境条件，则蓄电池箱（柜）内可不必设温度调

节装置或机械通风系统。

11.3.2 采用机械通风时，尚应按厂家提供的方法进行电池热交换的机械通风计算，若厂家未提供计算方法，则通风量的具体计算方法见《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》第7章第1节，其中蓄电池箱（柜）内温度与外面空气的温度差值取蓄电池箱（柜）内温度与外面空气的最高温度之差。

11.3.3 采用温度调节装置时，应充分考虑蓄电池和其他热源发热量。

11.4 集装箱式移动电源的温度控制要求

11.4.1 集装箱式移动电源内电池处所的温度控制应满足本节对蓄电池舱的温度控制改造要求。

11.4.2 夏季高温、冬季低温易造成集装箱式移动电源发生失电风险，在改造时可考虑采用设置遮阳棚、喷淋系统、增加保温系统等措施降低该情况的发生。

12 排水系统

12.1 一般要求

12.1.1 船上应设有排水设施，及时排出蓄电池所在处所的积水，并能防止堵塞。

12.1.2 应充分考虑为应对蓄电池火灾所产生的大量水的排放，而不至于影响船舶稳性。

12.2 蓄电池舱的排水要求

12.2.1 蓄电池舱位于舱壁甲板以上时，应设有泄水孔以确保这些水能被迅速直接排往舷外；蓄电池舱位于舱壁甲板以下时，蓄电池舱排水系统的吸口布置位置和型式，应保证舱内积水能及时排出，其排量应大于等于所要求数量的消防水枪总容量的125%。

12.2.2 蓄电池舱排水管路的设置应能防止可燃气体通过这些管路直接进入其他的蓄电池舱或其他各类舱室。

12.3 集装箱式移动电源的排水要求

12.3.1 集装箱式移动电源所在区域应有排水措施，避免由于雨水、上浪及消防水等因素产生的积水的影响。

12.3.2 集装箱式移动电源所在区域的排水布置应确保任何泄漏的液体（包括可能含有电解液的消防水）不会蔓延至邻近舱室，特别是不能进入机器处所或居住区域。

13 消防系统

13.1 一般要求

13.1.1 蓄电池舱限界面的隔热应充分考虑蓄电池舱与相邻处所的火灾危险程度。

13.1.2 固定式探火和失火报警系统装置应适合于蓄电池舱的性质、潜在的火势增大和潜在的烟气产生。

13.1.3 应为蓄电池舱提供适宜的灭火装置。

13.1.4 应为蓄电池舱内人员提供安全的脱险通道。

13.2 通道要求

13.2.1 蓄电池舱的门应直接通向开敞甲板。蓄电池舱的所有门应向外开启并保持关闭，当门开启时应在有人值班的处所发出报警。

13.2.2 对于人员可进入的蓄电池舱，其脱险通道的设置应与规范一致；除此，对非A类机器处所或其

他机器处所脱险通道设置见《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》第1章第1节的适用要求。

13.2.3 对于人员可进入的蓄电池舱，当采用梯道用作脱险通道时，应为钢质材料且倾斜角不应大于 60° ，出入口及梯道净宽度应至少为600mm。此类斜梯/梯道的底面应装设钢质护板供逃生人员用于防护来自下方的高温和火焰。对于净空高2m以下的蓄电池舱可采用直梯。

13.2.4 应设有供船员方便到达开敞甲板上蓄电池箱（柜）/集装箱式移动电源的通道。

13.3 蓄电池舱消防要求

13.3.1 对于甲板面积大于等于 4m^2 的蓄电池舱，应设置下列固定式灭火系统之一进行保护：

- a) 七氟丙烷灭火系统，其设计灭火浓度应至少为9%。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件，以便随时可用，所需灭火剂和备用灭火剂应分别进行释放。如蓄电池包内设有《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》8.3.3.2所规定的火灾防控装置，则可不配备备用灭火剂。
- b) 二氧化碳灭火系统，其灭火剂数量应按该处所总容积的至少40%进行设计。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件，以便随时可用，所需灭火剂和备用灭火剂应能分别进行释放。如蓄电池包内设有《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》8.3.3.2所规定的火灾防控装置，则可不配备备用灭火剂。

13.3.2 对于甲板面积小于 4m^2 的蓄电池舱，应设置满足下列要求的固定式灭火系统进行保护：

- a) 固定式灭火系统的部件应可靠地紧固于船体结构上，以承受正常运行时的运动、冲击和振动。气瓶、管路和阀件应集中布置在专用的箱柜中。该箱柜应位于干舷甲板以上的开敞位置，箱柜的门应便于及时开启。箱柜内或其附近应有足够的照明，除了主照明以外，还应有应急照明。
- b) 释放装置应为可见或其部位应有可见的标记，并应标明受其保护的处所。释放装置应在受其保护的处所失火时易于到达处进行释放。在释放装置附近应设有该系统的操作说明。

13.3.3 对于人员可进入的蓄电池舱，应设有释放灭火剂的视觉和听觉报警信号。释放预报警应能自动启动，如通过打开释放箱的门启动。预报警信号的时间应至少为人员撤离蓄电池舱所需的时间，且在灭火剂释放前应不少于20s。预报警应通过调节声压或声调使该报警与其他听觉报警区别开来。

13.4 蓄电池箱（柜）消防要求

13.4.1 蓄电池包火灾防控装置应能对可能引发热失控/火灾的危险源征兆进行探测，并发出视觉和听觉报警，自动和手动启动喷放抑制介质。

13.4.2 应与所使用的电池化学特性相符。

13.4.3 当该装置所保护的蓄电池包数量大于8个时，应将这些蓄电池包划分为不同的分区进行控制，每一分区所保护的蓄电池包不应超过8个。

13.4.4 采用手动释放时，应能在所保护的舱室外且人员便于达到的位置进行操作，并有防止误操作的措施。

13.5 集装箱式移动电源处所消防要求

13.5.1 集装箱式移动电源应具备船用产品证书。

13.5.2 船舶水灭火系统的布置应能为集装箱式移动电源提供至少4股所规定压力和流量的水柱。消防泵的总排量应能向所规定尺寸的4支水枪以规定的压力供水，并能射到集装箱式移动电源所在空间的任何部分。应有措施保证当任一集装箱式移动电源失火时消防泵仍能正常工作。水枪应是水柱水雾两用型。

13.5.3 集装箱式移动电源附近应至少配备4具，每具容量至少5kg的手提式气体灭火器（如七氟丙烷、二氧化碳）。

14 船舶管理系统

14.1 一般要求

14.1.1 船舶应设置船舶管理系统，船舶管理系统应布置在船舶经常有人值班的处所。

14.1.2 船舶管理系统应由主电源和应急电源两路电源供电，两路电源应能自动转换，在任意一路电源故障情况下，不影响另一路电源供电。

14.1.3 船舶管理系统应具备数据存储与导出功能，监测数据存档期限不低于年度检验周期且不少于18个月。

14.1.4 根据船舶配备电池总电量的不同，船舶管理系统可为功率管理系统(PMS)或能量管理系统(EMS)或监测报警系统(AMS)。

14.2 功率/能量管理系统(PMS/EMS)

14.2.1 PMS或EMS应能采集并显示电池系统和船舶配电系统的重要参数，包括但不限于以下内容：

- c) 各组电池系统的充放电状态；
- d) 各组电池系统的荷电状态(SOC)；
- e) 各组电池系统充放电的功率；
- f) 各组电池系统的总电压、总电流；
- g) 蓄电池组、推进系统、日用负载电源变换器等分路断路器和汇流排母联(隔离)开关的状态；
- h) 配电板汇流排电压；
- i) 电池系统、配电系统和推进系统的所有故障信息，如另设有AMS，则只需显示严重故障信息；
- j) 电池系统能实时提供其剩余电量尚能维持船舶航行的时间或里程。

14.2.2 PMS或EMS应具以下功能：

- a) 电池系统的投入/断开；
- b) 电池系统的自动并网和负载分配；
- c) 自动卸载非重要负载或降低推进负载功率的措施以防止蓄电池过载；
- d) 逆功率保护，如果半导体变换器能闭锁任何功率回馈，则可免除；
- e) 电池系统、配电系统和推进系统的监测、报警和保护；
- f) 与BMS进行数据传输。

14.3 监测报警系统(AMS)

14.3.1 AMS应能实现对电池动力系统的监测报警，应布置在船舶通常有人值班的处所。

14.3.2 PMS或EMS应能采集并显示电池系统、配电系统和推进系统的所有故障信息，如另设有AMS，则只需显示严重故障信息。

14.3.3 监测报警系统(AMS)应有报警和电源失电自检功能，还应设有应急电源失电报警。

14.3.4 AMS应能显示电池系统、配电系统和推进系统的所有故障信息，并在发生故障时发出视觉和听觉报警。

14.3.5 电池舱内宜额外设置一套红外测温系统。

15 检验方法

15.1 改造中检验

15.1.1 一般要求

见《钢质内河船舶建造规范（2016）》及其修改通报、《船舶应用电池动力规范（2023）》及其修改通报、《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》和船舶检验机构有关规范，参照本文件对内河电池动力船舶设备改造过程进行检验。

15.1.2 密性试验

15.1.2.1 在穿舱件施工完成 24 小时后，安装达到图纸要求的完整性和正确性，并经报检合格的穿舱处可进行密性试验。

15.1.2.2 外观检查：框架一般两面连续焊接，焊缝均匀、无气孔、夹渣，电缆不得出现松动情况，电缆与填料函之间不得有缝隙。

15.1.2.3 充气检测法：在距穿舱件 100mm 处，用 1/2"软管通以 98kpa~196kpa 的压缩空气垂直喷吹穿舱件的一面，而在穿舱件另一侧涂上一定浓度的肥皂水，缓慢移动喷嘴。（喷嘴出口端与被冲面之间的距离应保持 100mm），使整个密封面都比较均匀地受气流的冲击，不要遗漏，应反复进行 2 至 3 次，以未出现肥皂泡为合格。

15.2 改造后检验

15.2.1 推进系统试验

推进系统试验：

- a) 推进系统试验：推进电机启动、停机实验。
- b) 推进系统保护试验：推进电机应急停机试验：启动推进电机到额定转速运行，分别测试推进控制面板和推进控制箱上的急停按钮功能；推进电机超速保护试验：可通过改变推进超速报警与保护阈值进行试验，检验推进电机超速保护是否可行；推进电机启动联锁功能试验：可通过模拟推进系统故障，测试故障没有复位时，推进系统能否启动；推进控制系统电源失效试验：测试控制系统主电源失效后，能否切换到备用电源并正常运行；通信故障报警功能试验：断开逆变器和推进控制系统的通信，验证现通讯故障报错是否可行。
- c) 推进系统功能性试验：测试推进电机的启动、升速、降速、停机控制功能；测试推进电机的换向试验。
- d) 推进系统负载试验：推进电机的负荷试验，按 0-25%-50%-75%-100%-75%-50%-25%-0 加减负载，看推进电机运转是否正常。
- e) 推进遥控功能试验：确认遥控系统正确安装，与变频器功能交互接口连接正确。在确保推进器动车安全、码头系泊拉力允许的情况下，进行控制功能试验：主要包括推进控制系统失电测试、推进控制系统通讯故障测试、推进控制系统闭锁功能测试、推进控制系统远程控制/机旁控制测试、推进电机空间加热器测试等试验。部分试验可以在航行试验过程中完成。
- f) 越控功能试验：根据主推电机在运行中的轴承过温程度，产生不同报警信号，通过主推遥控面板操作降速越控、停车越控按钮来判断是否越控，此流程不能超过 20S，本试验应在系泊的状态下模式测试。
- g) EMS 过流保护及功率限制功能：当电站的总负荷能力不满足时，EMS 会反馈电网负荷率至推进变频器，推进变频器根据当前负载率情况进行功率限制。在电流超过额定电流的 110%时触发延时过流保护，电流超过 150%时触发瞬时过流保护。当电网负荷率达到 90%时推进变频器触发功率限制，确保电站不被破坏；试验在安全情况下进行，部分试验需在航行试验过程验证。

15.2.2 推进电机冷却系统试验

推进电机冷却系统试验：检查冷却系统的布置和安装；检查冷却水泵及冷却系统在最大设计参数的效用试验，此试验时间不少于 10min；检查泵及管路是否有异常发热、泄漏及敲击等现象；检查冷却水高温报警信号输出。

15.2.3 电源功能试验

电源功能试验：通过模拟或实测考核电源的功能试验（含急停按钮）与指示。

- a) 电池系统功能试验（含 BMS），将 BMS 按正常工作装配、连接，接通工作电源。根据电源系统故障报警表所列的显示、报警和保护功能试验项目触发条件，对显示、报警和保护功能项目进行功能确认。试验过程中可采用修改阈值或真实模拟的形式进行。
- b) 消防系统功能试验，消防系统安装完工后，对系统作外部检视。检查各部件的制造与安装质量及其固定情况。待检视完成后，进行应急机械开启装置效用试验，消防系统手动/自动启动及系统联动试验。同时实时监控消防系统状态；若消防系统动作，触摸屏须提示消防相关动作报警并记录动作状态。
- c) 紧急切断系统试验，测试电源紧急切断功能是否可用。
- d) 其它系统功能试验，如通风试验、应急排气效用试验等，根据实际情况，检查功能是否可用。

15.2.4 直流配电板功能试验

对直流配电板基本功能、直流配电板-EMS 功能、直流配电板-日用逆变器进行测试。

15.2.5 绝缘电阻测试

需测量电源、电机和变压器绕组对地绝缘电阻。本试验应断开所有外部线路开关，并将设备和控制箱上的半导体元件（如变频器功率模块）断开进行测量，并做好测试记录。热态绝缘电阻测量，应在满足负荷效用试验结束后马上进行。对于电压大于 50V 的电力电路，绝缘电阻冷态和热态的电阻值不小于 $1M\Omega$ ，对于电压小于 50V 的电路的绝缘电阻在冷态和热态下应不小于 $0.33M\Omega$ 。

15.2.6 综合电力系统报警点测试

需对综合电力系统内的报警点进行测试。

15.2.7 倾斜试验

应按照 CB/T 3035 的要求进行。

15.2.8 系泊试验

参照 GB/T 3221 的要求进行。

15.2.9 航行试验

参照 GB/T 3221 的要求进行。

16 技术资料记录保存

船舶改造后的图纸及资料应妥善保管，包括系泊试验、航行试验的数据及后续运营中的航行记录等。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3221 内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲
 - [2] 《钢质内河船舶建造规范（2016）》及其修改通报（中国船级社）
 - [3] 《船舶应用电池动力规范（2023）》及其修改通报（中国船级社）
 - [4] 《船舶直流综合电力系统检验指南（2023）》（中国船级社）
 - [5] 《纯电池动力船舶技术与检验暂行规则（2025）》（中华人民共和国海事局）
-