中华人民共和国海事局

海船规函〔2023〕1515 号

中华人民共和国海事局关于发布《纯电池动力船舶技术法规实施指南》的通知

中国船级社，各直属海事局：

为保障纯电池动力船舶安全，提升船舶技术法规实施质量，细化和补充船舶技术法规有关条款实施要求，现发布《纯电池动力船舶技术法规实施指南》（船舶技术法规实施指南 2023 年第 1 号），自发布之日起实施。

中华人民共和国海事局

2023 年 8 月 29 日

（此件公开发布）

抄送：各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团交通运输厅（局、委）。

船舶技术法规实施指南(2023年第1号)
纯电池动力船舶技术法规实施指南

1 背景

1.1 我局颁布了《沿海小型船舶检验技术规则(2016)》《内河船舶法定检验技术规则(2019及2023修改通报)》《内河小型船舶检验技术规则(2016及2019年修改通报)》《公务船技术规则(2020)》《国内航行海船法定检验技术规则(2022年修改通报)》等技术法规,对电池动力船舶提出了技术要求和检验要求。

1.2 我国电池动力船舶发展迅速,技术快速迭代,相关技术要求亦应随着行业发展及时更新。

2 目的

2.1 依照现行国内航行船舶技术法规有关要求,基于对纯电池动力船舶应用情况及风险隐患的最新动态评估,为进一步推进电池动力船舶安全健康发展,特制定《纯电池动力船舶技术法规实施指南》(以下简称“本指南”)。

3 适用范围

3.1 本指南适用于仅采用锂离子蓄电池和/或能量型超级电容

器作为全部动力源且设有直流综合电力系统的国内航行船舶。

3.2 本指南不适用于游艇和高速船。

4 现行主要国内航行船舶技术法规规范

4.1《沿海小型船舶检验技术规则(2016)》:第 5 章第 2 节、第 6 节和第 7 节。

4.2《内河小型船舶检验技术规则(2016 及 2019 年修改通报)》:第 6 章第 8 节、第 13 节和第 14 节,第 7 章第 5 节,附录 2 第 2.5 条。

4.3《内河船舶法定检验技术规则(2019 及 2023 修改通报)》:第 5 篇第 3 章第 7 节“磷酸铁锂电池船舶的特殊要求”,第 5 篇第 10 章第 2 节“应用太阳能电池的船舶”。

4.4《公务船技术规则(2020)》:第 1 篇第 5 章第 5 节“锂离子蓄电池”,第 1 篇第 6 章第 4 节第 6.4.3 条“船上使用蓄电池的附加要求”;第 2 篇第 5 章第 9 节、第 10 节、第 13 节、第 14 节,第 2 篇第 7 章第 7.2.8 条“应用磷酸铁锂电池船舶的特殊要求”。

4.5《国内航行海船法定检验技术规则(2022 年修改通报)》:第 4 篇第 2-1 章第 2-1.3.11 条“船舶使用锂离子蓄电池的附加要求”,第 4 篇第 2-2 章第 2-2.1.29 条“船舶使用锂离子蓄电池的附加要求”。

4.6 中国船级社《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》,该

指南于2023年5月1日生效,生效后替代《直流配电电力推进系统检验指南(2020)》。

4.7 中国船级社《船舶应用电池动力规范(2023)》,该规范于2023年6月1日生效,生效后替代《纯电池动力船舶检验指南(2019)》。

5 实施要点

5.1 一般规定

5.1.1 国内航行船舶使用锂离子蓄电池和/或能量型超级电容器时应满足本指南4所述适用的标准。

5.2 产品检验要点

5.2.1 同一套产品图纸的直流综合电力系统,首次安装上船之前,制造商应进行短路试验(包括交流配电板、直流配电板)并出具试验报告。试验过程需要产品验船师见证。

5.2.2 在配电板(箱)内部的冷却系统管路不允许设置非焊接接头,或采取可靠的防护措施。

5.2.3 需核查蓄电池包的温度调节措施

(1)蓄电池包应设有温度调节措施。

(2)当蓄电池包借助其所在的蓄电池舱或蓄电池箱(柜)的温度调节装置进行温度调节时,蓄电池包的外壳防护等级应能确保温度调节的有效性。

(3)IP67 的蓄电池包应设有与蓄电池舱、蓄电池箱(柜)独立的温度调节装置。

5.3 船舶审图实施要点

审图实施过程中需关注的重点:

5.3.1 电池系统风险控制

5.3.1.1 热失控

(1)确认电池舱(柜)的布置及分隔时,统一按照《船舶应用电池动力规范(2023)》的有关要求执行。

(2)如果电池舱设置了动力通风系统,核查通风量计算,电池舱风机通风能力损失应在驾驶室设置声光报警。

(3)在电池管理系统(BMS)功能要求一览表中,核查电池单体电压、温度等参数的报警及保护要求。

(4)核查电池舱内是否设置了固定式探火和失火报警系统、固定式灭火系统及施放预报警装置。

(5)可燃气体探测装置能够在就地、驾驶室及其他船舶经常有人值班处所发出声光报警的同时自动启动应急排气风机,紧急切断该区域电池组供电。该风机排风布置需将可燃气体及时排至开敞甲板上的安全地点。应急排气系统应由两路电源供电,两路电源间互为备用应能自动切换,其中一路应由其服务舱室之外的其他电源系统供电。

(6)核查电池舱风机紧急切断装置、电池系统紧急关断装置的设置。在动力电池舱外易于到达之处和驾驶室应设有电池舱风机紧急切断装置及电池系统紧急关断装置。电池系统紧急关断装置动作时应在驾驶室及有人值班处所同时发出视觉和听觉信号。

(7)电池舱内热失控状态下需维持工作的设备应为防爆型产品,如探火设备、固定式灭火剂施放预报警器、可燃气体探测装置及报警器、应急排气系统等。热失控状态下,电池舱内无需工作的非防爆电气设备应能在电池舱门外易于到达处及驾驶室切断。

(8)船舶冷却系统中液冷电池包的热交换量,应能够满足制造商提供的电池包所需相关热交换数据。

(9)对于船长超过50米或载客人数超过150人的客船,所有载运(含散装和包装)危险货物的船舶、油船、液化气体运输船舶,纤维增强塑料船等符合要求的船舶,核查蓄电池安全等级,以及蓄电池包防护等级、温度调节措施和火灾防控措施的设置情况。

5.3.1.2 电池管理系统(BMS)

(1)BMS应由两路电源供电,其中一路应由其监控蓄电池以外的其它电源系统供电,且两路电源间互为备用应能自动切换。

(2)BMS环境温度监测的高温报警和过高温保护不应使用同一传感器。

(3)BMS的报警及保护动作:报警及保护动作设定值应分级进

行,相应保护动作中不同保护动作设定值也应分级进行,其中温度调节与降功率可为同一级。温度调节由BMS自动启动电池系统内的温度调节装置(如设有)或蓄电池安装处所的温度调节装置(风机、空调等)。

5.3.1.3 全船电池系统的总电量的最小电量报警应设置独立报警装置,该报警信号应由船舶管理系统(PMS/EMS/AMS)发出。

5.3.1.4 单个电池子系统的最小电量报警无需设置独立报警器,该报警信号可由电池子系统发出。

5.3.2 配电系统

5.3.2.1 直流主汇流排的分段及连接

对于内河急流航段的船舶、通过三峡大坝的船舶、船长超过50米或载客人数超过150人的客船、以及所有载运(含散装和包装)危险货物的船舶、油船、液化气体运输船舶:

(1)若采用固态开关作为母联保护装置,母联保护装置应可以合闸运行;

(2)若采用其它类型母联保护装置,正常航行工况下母联保护装置需分闸,采用分区供电模式,各分段直流母排独立运行,同时向各自负载供电。

5.3.2.2 交流主汇流排的供电模式

内河急流航段的船舶、通过三峡大坝的船舶,船长超过50米

或载客人数超过150人的客船、以及所有载运(含散装和包装)危险货物的船舶、油船、液化气体运输船舶,交流主汇流排至少应分成两个独立的分段,可用断路器或隔离开关加以连接。为船舶服务的操舵装置、冷却系统以及其他双套设备,应均匀地连接于这些分段上。交流主汇流排的供电模式可以选择下面任一方式:

(1)为操舵装置以及推进装置/配电系统/电池系统等服务的辅助系统(如冷却、润滑等)供电的交流汇流排在正常航行工况下应采用分区供电模式,且互为备用设备应从不同汇流排分段供电。母联连接装置分闸,应保证各分段母排独立运行,同时向各自负载供电。任一交流主汇流排故障不应导致船舶失控。

(2)对于设置有应急蓄电池组作为应急电源或其它替代能源为操舵及冷却系统服务的船舶,交流主汇流排可以采用集中供电模式。对于内河船舶,若应急蓄电池组通过变流器为操舵装置供电,应急操舵装置控制系统、应急操舵动力设备应立即可用。

(3)对于为操舵装置以及推进装置/配电系统/电池系统等服务的冷却系统由直流主汇流排供电时,设备经变流器均匀地连接于至少两个独立的直流分段上,且备用装置的转换不影响船舶正常航行,交流主汇流排可以采用集中供电模式。

5.3.2.3 符合本指南5.2.1短路试验要求并经检验合格后的同一套产品图纸的直流综合电力系统,应用在后续其他船舶时,应

提交短路试验报告供船舶审图验船师查验。

5.3.2.4 直流综合电力系统

为了避免船舶管理系统(PMS/EMS/AMS)单一故障造成全船失电,PMS/EMS/AMS 的重要部件(包括其供电、通讯及控制功能部件等)应采用冗余设计(检查产品审图及产品检验已确认)或等效设计。例如避免 PMS/EMS/AMS 与全船电池系统的 BMS 通讯故障造成所有电池系统停止运行;又如通讯故障时能够自动转换至备用系统。

5.3.3 液体冷却系统(电池、变流器及推进装置)

5.3.3.1 冷却系统相关的冷却泵及其控制装置应采用冗余设计,且互为备用的冷却泵应从不同汇流排分段供电,冷却泵应能够自动切换。

5.3.3.2 核查冷却系统泵的双套配置,需要满足一侧汇流排失电故障情况下,冷却系统仍能保证船舶正常工作。

5.3.3.3 冷却系统的冷却泵应具备故障自动切换功能,且正在运行的冷却泵失电后,恢复供电应能自动启动。

5.3.4 互为备用的操舵装置应从不同汇流排分段供电,满足一段汇流排在失电故障的情况下,其他汇流排分段上的操舵装置仍能保证船舶航行安全。正在运行的操舵装置及其控制装置失电后,恢复供电应能自动启动。

5.3.5 风险评估报告

5.3.5.1 直流综合电力系统故障风险评估

应根据《船舶应用电池动力规范(2023)》第4.2.1.5的要求和《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》第6.1.1条的要求,对直流综合电力系统(含直流配电)的风险评估报告进行备查。

5.3.5.2 电池动力船舶的风险评估

应根据《船舶应用电池动力规范(2023)》第1.1.7.2条的要求对风险评估报告进行备查。风险评估报告应包括船舶配电系统发生故障对船舶操纵的影响。

对于内河急流航段船舶、通过三峡大坝的船舶、三峡库区的客船,应特别关注全回转推进装置的转向装置与传统操舵装置工作原理的不同,使用全回转推进装置的船舶需要考虑顺水舵效。

5.4 船舶检验实施要点

船舶检验按照《船舶应用电池动力规范(2023)》第1章第3节以及《船舶直流综合电力系统检验指南(2023)》第1章第4节的要求实施。检验时,需关注的重点:

5.4.1 文件与资料

5.4.1.1 直流综合电力系统故障模式和影响分析(FMEA)报告

5.4.1.2 电池动力船舶的风险评估报告

5.4.1.3 船上操作手册(应用直流母排系统的电池动力船舶)

5.4.1.4 直流母排系统功能说明

5.4.1.5 电池系统的应急操作说明

5.4.1.6 电池系统的维护(包括检查)和功能测试说明

5.4.1.7 电池系统的安全性说明

5.4.1.8 电磁兼容分析和设计报告

5.4.1.9 按照制造商要求进行的固态开关定期校核记录

确认上述 5.4.1.1 至 5.4.1.9 文件资料(如有时)已经配备在船上。验证船上操作已充分考虑文件资料所识别的潜在风险以及其对系统性能影响的系统化程序。

5.4.1.10 检查与船舶推进及操纵有关的报警指示、故障影响、故障消除措施建议的简要操作说明已制定并张贴于驾驶室和机器控制室(如设有)。

5.4.1.11 核查船上备有冷却系统故障时直流配电板变流器触发高温报警及超高温断电保护的时间记录,为船长在航行中提供应急操作的依据。

5.4.2 蓄电池安全等级

基于蓄电池风险评估要求,核查蓄电池产品证书,确认蓄电池安全等级与电气说明书、电池系统图一致。

船长超过 50 米或载客人数超过 150 人的客船,所有载运(含

散装和包装)危险货物的船舶、油船、液化气体运输船舶,以及纤维增强塑料船的蓄电池应为安全等级2的蓄电池,且蓄电池包防护等级应不低于IP67,关注温度调节措施和火灾防控措施。

5.4.3 检查蓄电池舱/蓄电池箱(柜)的布置与分隔,需特别关注:

5.4.3.1 检查蓄电池舱与其他舱室防火分隔时,统一按照《船舶应用电池动力规范(2023)》的有关要求执行。

5.4.3.2 蓄电池舱内不应安装与蓄电池无关的热源设备及管路(蒸气、液体等)。当蒸汽、液体等压力管路必须通过时,除了应采取绝缘措施外且应禁止在蓄电池舱内设置其法兰接头,否则应采取可靠的防护措施,并进行相关管系的压力及密性试验加以验证。

5.4.4 需特别注意BMS的如下保护功能:

(1)过流时,BMS应发出降功率信号或停止电池(子)系统;

(2)过充时,BMS应能断开充电装置;

(3)过放时,BMS应能停止电池(子)系统;

(4)BMS应设置低温充电限制;

(5)BMS应能将蓄电池控制到安全状态,如采取通风、降功率、停止电池系统等措施。需注意过高温保护应独立于其他温度指示、报警和控制功能的部件 。

(6)当出现保护功能故障和温度检测故障时,电池系统应自动停止运行;

(7)当出现充电故障时,BMS 应控制充电设备停止充电。

5.4.5 对于标称电量超过 50kWh 的电池系统,需关注设置独立的紧急关断装置,且应设在驾驶室内和蓄电池舱外易于到达之处,动作时应同时在驾驶室及有人值班的处所发出视觉和听觉信号。该紧急关断装置应防止误触动。

5.4.6 电池舱应急排气系统的风机应由两路电源供电,其中一路应由其服务区域以外其他电源系统供电,还应关注电池舱应急排气出口的布置位置。

5.4.7 核查船舶管理系统(PMS/EMS/AMS)冗余配备或等效措施。

5.4.8 冷却系统

5.4.8.1 对于变流器及电池,如采用液体冷却方式进行冷却,需要采取措施避免冷凝水对电气设备造成危害。

5.4.8.2 核查冷却系统配备的双套冷却泵供电取自不同汇流排分段。

5.4.8.3 重点核查变流器冷却系统失电后的恢复工作时间,该恢复时间不应影响设备安全运转。

5.4.8.4 对冷却系统使用的管路进行检查,确保其状况良好。

5.4.9 如采用全回转推进装置,需特别注意:

5.4.9.1 转向装置失电故障后,转向装置仍然会产生舵效,确认船东或船舶管理公司制定了相应应急操作措施。

5.4.9.2 当推进装置失效后,因其无法提供舵效,确认船东或船舶管理公司制定了相应应急操作措施。

5.4.10 FMEA 实船验证

5.4.10.1 FMEA 报告故障分析应当是故障逐项显示,且应对措施应当是逐项故障分离。

5.4.10.2 船厂应依据《直流综合电力系统故障模式和影响分析(FMEA)报告》和《电池动力船舶的风险评估报告》,组织编制试验大纲,逐项对 FMEA 分析的问题进行实船验证,并记录验证结果。验船师应现场见证。

5.4.10.3 FMEA 验证应包括试验目的、如何引发或模拟设备故障、以及故障导致的可能后果。

5.4.10.4 验证中需要特别注意影响船舶推进和操纵的结果。

5.4.10.5 FMEA 报告应根据实船验证结果进行必要的完善,将试验测试表纳入到 FMEA 报告中。如适用,需进行新一轮的 FMEA 评估,对于影响船舶安全航行的项目,应由设计方制定故障风险对应的防护措施、消除措施或减轻措施,必要时需要设计修改。经评估更新的 FMEA 报告,应重新提交审图单位备查。

5.4.11 需要重点检查的系泊试验项目

5.4.11.1 对岸电接入的充电装置进行效用及安全性验证,如设有高压岸电装置应按相关要求进行耐压交接试验(试验机构及试验人员应满足国家相关要求)。

岸基充电装置操作、指示、联锁等功能的检查和试验。建造检验时应采用与实际运营时同型充电桩进行试验。

5.4.11.2 报警系统、控制系统和安全系统的效用试验,按照审批图纸逐项进行试验。

5.4.11.3 船舶正常操纵所需要的最小电量报警装置的效用试验,该报警装置独立于其它报警装置。

5.4.11.4 进行突加和突卸负载试验,选取对应工况下电力负荷估算书中最大额定功率/实际最大使用功率设备,并结合系泊试验进行突加和突卸试验以验证供电系统的稳定性,重点考虑突卸最大用电设备全功率运行状态对电网影响。

5.4.11.5 电力推进系统,应进行应急停止和越控功能的试验。

5.4.11.6 推进电动机采用永磁电动机时,应进行锁轴装置试验,或对其他合适的措施进行试验。

5.4.11.7 检查动力系统中的熔断器是否标识清楚明了,并在船上存有相应备件。

5.4.12 需要重点检查的航行试验项目

5.4.12.1 在动力电池尽可能接近满电的状况下,由正车半速状态直接转换至停车状态,验证能量回收措施的正确性,避免因船舶电网无法消纳停船时螺旋桨惯性转动的发电量,造成直流主汇流排电压瞬间升高导致船舶失电。

5.4.12.2 在保证安全的前提下,在船舶全速航行工况下进行停止一组电池的突加试验,停止一台推进电动机的突卸试验,重点考虑突卸最大用电设备全功率运行状态对电网影响,验证配电系统的供电连续性。

5.4.12.3 交流日用配电系统使用逆变器供电时,需进行以下项目:

(1)逆变器的检查和起动/停止试验;

(2)逆变器带载运行的检查和试验;

(3)逆变器之间相互转移供电(如适用),以及与其他交流电源装置(如有时)相互转移供电的试验,且转移过程中负载不断电,分别测量手动及自动转换的时间。

5.4.12.4 转舵电机电源失电恢复供电后,测量恢复到正常舵效的时间。对于航行于急流航段的客船,验证转舵电机供电转换的可靠性,以确保船舶航行安全。

5.4.12.5 验证转舵电动机自动启动功能。

5.4.12.6 验证服务于水冷系统的备用泵自动启动及自动切换

功能。

5.4.12.7 推进装置航行试验

(1)航行试验工况和试验时间

序号	工况(功率或对应转速)	时间(分钟)
1	25%	10 至 15
2	50%	10 至 15
3	75%	10 至 15
4	常用功率	15 至 60
5	100%	30 至 120
6	试验最大倒车工况	15
备注:具体时间根据电池容量及续航能力进行调整。		

(2)各种推进模式均应进行试验,如单机推进模式及多机推进模式。

(3)在供电不中断情况下,两组或多组电池组切换供电试验。