

团 体 标 准

T/CSNAME 196—2026

电池动力船舶动力系统安全性设计要求

Safety design requirements for battery-powered ship power system

2026 - 02 - 12 发布

2026 - 05 - 11 实施

中国造船工程学会 发 布

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。

本文件由中国造船工程学会船舶标准化专业委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：中远海运重工有限公司、上海船舶运输科学研究所有限公司、扬州中远海运重工有限公司、绿水新航科技有限公司。

本文件主要起草人：徐立丰、曹凯、陆明锋、赵汶彬、初建树、刘玉涛、周海涛、邢昊、周庆、李玉库、张凯杰、陈迪秋、姚丹丹、张小玉。



电池动力船舶动力系统安全性设计要求

1 范围

本文件规定了电池动力船舶动力系统安全性在设计准则、设计内容方面的要求,包含设备选型、安全防护设计、环境适应性设计、可维护性设计等内容。

本文件适用于以电池作为全部或部分动力来源的新建电池动力船舶和既有船舶的改装。

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。

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB 18599—2020 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 19596—2017 电动汽车术语

IEC 60068-2-6:2023 环境测试 第2.6部分:测试 测试Fc:振动(正弦)(Environmental testing, Part 2.6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal))

国际海事组织(IMO).国际消防安全系统规则(Fire Safety Systems Code, FSS).2000

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动力电池 power battery

为船舶推进系统提供动力的电能储存装置,由锂离子电池或经船级社认可的其它电化学储能装置组成。

[来源:GB/T 19596—2017, 3.3.1.1.1.1, 有修改]

3.2

热失控 thermal runaway

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

3.3

电池系统 battery system, BMS

全船能量存储装置,包括一个或多个蓄电池域的集成、一个或多个电池管理系统、高压电路、低压电路、热管理设备以及机械总成。

注:电池管理系统指监视蓄电池的状态(温度、电压、荷电状态等),可以为蓄电池提供通信、安全、电芯均衡及管理控制,并提供与应用设备通信接口的系统。

3.4

电池模块 battery module

由若干单体电池以及结构件、采样组件、初级防护系统组成的电池单元,是电池包的基本组成部分。

3.5

电池包 battery pack

由一个或多个电池模块、箱体结构及安全防护装置构成的组合体。

4 设计准则

电池动力船舶动力系统包括电池系统和配电系统,其安全设计应满足以下准则:

a) 环境适应性:设计考虑船舶的运行环境特点,包括,温度、湿度、振动、腐蚀等;

- b) 安全性与可靠性：电池舱的防火、防爆、防水、冷却、通风设计满足相关国际和行业标准的要求，如《国际消防安全系统规则》2025 以及适用于舱室结构和液体泄漏防护的相关规定；
- c) 模块化与可扩展性：设计优先考虑模块化和可扩展性，确保电池系统在维护、替换和技术更新方面便捷且安全；
- d) 环保要求：系统设计应满足国家 GB 18599—2020 及行业环保要求。

5 设计内容

5.1 电池选型设计

动力系统的电池选型设计应满足下列要求：

- a) 电池类型：电池类型的选择应基于全面的风险评估，综合考虑能量密度、功率特性、循环寿命、热稳定性及经济性等因素。磷酸铁锂电池因热稳定性较好，在多数应用中更易满足风险控制要求。如选用其他类型动力电池，应采用经船级社认可的其他类型动力电池；
- a) 模块化设计：每个模块应具有独立的保护和监控功能；
- b) 电池使用寿命：应考虑电池在使用寿命内的容量衰减，剩余容量能够保证航程内船舶推进、操舵和保证船舶安全所必需设备的供电连续性，并考虑最大单点故障情况下满足本文件 5.5 的要求。

5.2 电池舱/箱安全设计

5.2.1 电池舱/箱应符合船舶入籍船级社对电池系统的相关安全要求。

5.2.2 电池舱/箱配备的独立应急排气系统应通向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，同时离其他处所的开口或进风口至少 3 m 距离。

5.2.3 电池舱与燃油或滑油舱柜之间应进行隔离，两者之间不应具有共同界面。所载燃料闪点小于 60 °C 的燃料舱当与电池舱之间采用隔离空舱进行隔离时，间隔至少为 900 mm。

5.2.4 布置在开敞甲板上的电池箱，其侧壁与起居处所舱壁之间至少留有 900 mm 的间距（电池箱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 1.5 m；与舷侧、船艏、船艉的间距应至少为 760 mm。

5.3 电池系统热失控防护设计

动力系统的热失控防护设计应满足下列要求：

- a) 应保证冷却系统运行的可靠性、冷却效果的均匀性以及材料与电池系统的兼容性；同时应具备冗余能力及故障报警功能，确保在单点故障情况下仍保持电池温度在安全范围内；
- b) 设置独立隔热层、阻燃结构，并保证单模块失效不蔓延至相邻模块；
- c) 可燃气体探测装置应与电池在热失控状态下产生的可燃气体成分相适应。可燃气体探测器的数量及布置位置应确保能随时探测到产生的可燃气体。当探测到电池舱/箱内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20% 时，应在就地、驾驶室及其他船舶经常有人值班处所发出听觉和视觉报警，同时自动启动应急排气系统，并切断电池舱/箱内所有非防爆电气设备；
- d) 电池舱/箱内应设置独立的温度监测装置，温度探测器的数量和位置应充分考虑舱/箱内结构型式。当电池舱/箱内的温度高于设定值时，应在就地和船舶经常有人值班处所发出听觉和视觉报警；
- e) 电池舱/箱的防火应满足下列设计要求：
 - 1) 灭火设备：固定式七氟丙烷灭火系统或固定式二氧化碳灭火系统；
 - 2) 灭火启动：可根据舱室内温度或有害气体超标时自动触发，并可通过船舶消防系统的控制面板手动触发。
- f) 电池系统的电气保护设计应满足下列要求：
 - 1) 系统应配备短路保护、过载保护和接地故障保护装置，确保电气故障发生时迅速隔离；
 - 2) 线路采用绝缘保护和屏蔽措施，防止电击和电磁干扰。
- g) 电池系统的热失控防护设计应满足下列要求：
 - 1) 每个电池模块之间设置隔热屏障，阻止热失控蔓延；

- 2) 配备热失控检测装置（如热电偶和烟雾传感器），实时监控温度和火灾风险；
- 3) 应设置紧急断电功能，配置一键紧急断电装置，确保在事故或火灾情况下能够快速切断电源，防止事故进一步扩大。

5.4 配电系统安全设计

动力系统的配电系统设计应满足下列要求：

- a) 主汇流排：
 - 1) 应分成两段或两段以上，可采用分区供电或分段之间采用可靠的母联保护装置连接；
 - 2) 应将电池组、推进系统设备及其他设备均匀连接到主汇流排分段上；
 - 3) 任一分段的电池组失效时，剩余分段的电池组应能满足推进系统和等效操舵设备对船舶的有效推进和操舵，以及其他必须的辅助设备的用电，剩余容量应确保船舶按设计最低推进功率持续航行，抵达预先定义的避难地或港口，其距离不少于船舶最大营运续航力的10%或5海里（由项目确定）；对于混合动力船舶，可结合主机/发电机等其他动力设备共同满足上述要求。
- b) 保护装置应满足对于直流配电板，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。若系统采用集中式拓扑，母联保护装置建议采用固态开关，以便能够在故障时不会导致相邻段母排上各支路保护电器动作和设备停止运行；
- c) 接地应符合船舶接地设计要求，防止漏电和电磁干扰；
- d) 若配电板采用独立冷却系统，则设置至少2台足够排量的冷却泵，每台冷却泵的排量应满足配电系统冷却的需要。两台冷却泵应互为备用，由不同汇流排分段供电，其布置应确保当其中1台泵检修时，不会影响另外1台泵的工作。冷却泵出口应设压力监测报警装置，当压力低时，应能在就地和经常有人值班的处所发出视觉和听觉报警。

5.5 环境适应性设计

5.5.1 防水设计

动力系统的防水设计应满足下列要求：

- a) 电池舱设计应具备抗浸没能力，舱底需配备自动排水泵；
- b) 电池包需达到 GB/T 4208—2017 中 IP67 或更高的防护等级，应在高湿度和浸水条件下不发生热失控；
- c) 配电配置应满足 GB/T 4208—2017 要求。

注：防护等级指设备外壳对固体异物侵入（第一位数字）和液体渗透（第二位数字）的防护能力等级。

5.5.2 防爆设计

动力系统的防爆设计应满足下列要求：

- a) 电池包应设置泄压口，防止内部气体过高压力；
- b) 应急排气口周围3 m范围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，但这些非防爆电气设备应能在电池热失控时，在电池舱/箱所在处所外易于到达处及驾驶室切断。

5.5.3 抗振性与抗冲击性

动力系统的抗振性与抗冲击性应符合 IEC 60068-2-6:2023 的要求。

5.5.4 温度

动力系统设计确保在0℃～45℃的环境温度范围内正常运行。

5.5.5 盐雾、油雾和霉菌

动力系统应能在其对应工作场所的盐雾、油雾及霉菌环境中正常工作。

5.6 功能可靠性设计

5.6.1 冗余设计

动力系统关键部件（如BMS、电气连接器、冷却系统）应具备冗余设计，确保单点故障不会影响整体功能。

5.6.2 故障隔离设计

动力系统应确保单一故障后，能够将故障隔离，动力系统仍能保障船舶安全所必需的设备运行。

5.7 可维护性设计

动力系统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。

5.8 应急设计

5.8.1 火灾应急功能

5.8.1.1 电池系统应具备火灾自动联动功能。当探测到火灾信号（如温度超标、烟雾）时，应能自动启动固定式灭火系统，并应提供位于电池舱外和驾驶室的手动紧急启动按钮。

5.8.1.2 电池系统应配置固定式七氟丙烷灭火系统或固定式二氧化碳灭火系统。

5.8.1.3 电池系统应在启动灭火时自动切断电池主电源。

5.8.2 电池泄漏处理设计

5.8.2.1 应配备电解液泄漏和可燃气体泄漏检测传感器。泄漏检测信号应传输至监测报警系统。

5.8.2.2 电池舱底部结构应设计为能容纳和引导泄漏液体至集液盘，并便于使用吸附材料进行处理。

5.8.2.3 设计文件中应提供电池制造商推荐的泄漏处置指南。

5.8.3 电池模块故障处理设计

5.8.3.1 电池系统应具备故障模块自动隔离功能。

5.8.3.2 当BMS发出严重故障报警时，系统应能自动或通过一键式操作快速切断并隔离故障电池模块，并确保备用系统投入运行。

5.8.3.3 动力系统应提供清晰的故障指示和记录功能，支持后续向管理机构报告。