

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB 37/T XX—XXXX

内河电动船舶集装箱式移动电源应用规范

Application specifications for containerized mobile power supply of

battery-powered inland vessel

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

山东省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 2

5 一般要求 2

6 箱体要求 3

6.1 结构与强度 3

6.2 防火性能 3

6.3 防护与接地 3

6.4 安全标识 3

7 现场验收测试 3

7.1 一般要求 3

7.2 运行模式与功能试验 4

7.3 监测参数与保护功能测试 4

7.4 消防系统功能试验 5

7.5 紧急切断功能试验 6

7.6 充电性能测试 6

8 充电要求 8

8.1 一般要求 8

8.2 充电接口与兼容性 8

8.3 充电性能 8

8.4 充电安全 8

9 换电作业要求 8

9.1 一般要求 8

9.2 换电前准备 8

9.3 换电作业流程 8

9.4 换电后核验 9

9.5 安全管理要求 9

10 运行维护 9

10.1 开航前检查 9

10.2 运行管控要求 9

10.3 定期维护 9

10.4 维护作业安全要求 10

10.5 常见异常处置 10

参 考 文 献 11

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专利识别的责任。

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：宁德时代电船科技有限公司、山东融汇时代船舶科技有限公司、济宁市标准信息技术中心、山东新能船舶技术有限公司、中国船级社青岛分社。

本文件主要起草人：孟马平、翁康强、郑碧、樊亚茹、陆雪熔、刘功伟、刘功标、常艳平、张永全、程明、杨东江、胡国辉、周富强、郑智超、贾湘龙。

内河电动船舶集装箱式移动电源应用规范

1 范围

本文件规定了内河电动船舶集装箱式移动电源的一般要求、箱体要求、现场验收测试、充电、换电作业、运行维护等应用技术与管理要求。

本文件适用于内河船舶采用磷酸铁锂集装箱式移动电源为主推进动力源的应用与管理。

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 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 11918.6 工业用插头插座和耦合器 第 6 部分：船用耦合器
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
- GB/T 31485 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 33814 电动汽车用动力蓄电池储存要求
- GB/T 38661 电动汽车用电池管理系统技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动船舶 battery-powered vessel

以锂离子蓄电池和 / 或能量型超级电容器作为主推进动力源的船舶。

注：本文件所指电动船舶特指采用磷酸铁锂集装箱式移动电源作为主推进动力源的内河船舶。

3.2

电池管理系统 battery management system; BMS

监视蓄电池温度、电压、荷电状态等参数，提供通信、安全防护、单体均衡及管理控制，并具备与应用设备通信接口的系统。

3.3

电池荷电状态 state of charge; SOC

当前蓄电池单体、模块、电池包或系统在制造商规定的放电条件下，可释放容量占额定电池容量的百分比。

3.4

换电 battery swap

通过专用装置或人工辅助快速更换箱式电源，实现电池动力船舶电能补给的作业方式。

3.5

集装箱式移动电源 containerized mobile power supply

以集装箱箱体为电池安装平台，具备独立电池管理系统、热管理和消防系统的动力电池系统，简称箱式电源。

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）

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

EMS：能量管理系统（Energy Management System）

IAS：集成自动化系统（Integrated Automation System）

PMS：功率管理系统（Power Management System）

SOC：电池荷电状态（State of Charge）

SOH：电池健康状态（State of Health）

UPS：不间断电源（Uninterruptible Power Supply）

5 一般要求

5.1 箱式电源应以标准集装箱为安装载体，集成磷酸铁锂电池系统、温控系统、消防系统、应急通风系统、监控系统、辅助电气系统及对外输出接口，并持有船用产品证书。。

5.2 箱式电源内部应通过分隔板划分为电池舱、电气间、消防间、应急通风间和温控间，各舱室设备布置应满足船舶安全运维及检修要求。

5.3 磷酸铁锂电池系统应通过汇流柜汇流后接入对外输入输出接口，为船舶提供动力电能。

5.4 温控系统应具备电池温度调节能力，风冷散热单元应与外界连通，保障电池系统处于适宜的温湿度环境。

5.5 消防系统应采用一主一备双瓶配置，具备手动释放和自动触发两种模式，检测到火情时应联动关闭应急通风系统并释放灭火介质。

5.6 应急通风系统应与电池舱连通，实现电池舱全域有效通风；系统应采用双路供电，一路由电池系统供电，另一路由不间断电源（UPS）供电。

5.7 监控系统应包含数据监控和视频监控两部分，可远程传输箱内温湿度、设备运行状态及舱内视频画面；各舱室门应设置门限位开关，开门信号应上传至船舶监控系统。

5.8 辅助电气系统应为箱内照明、温控、消防、监控等设备供电；消防系统、电池管理系统（BMS）、应急通风装置、安全监控系统等安全关键设备应接入不间断电源（UPS），主电源断电后持续供电时间不应少于 30 min。

5.9 对外接口应包含人机交互界面和充放电连接器插座，满足岸基充电、船舶供电及运行状态查看功能。

6 箱体要求

6.1 结构与强度

- 6.1.1 箱体结构、角件参数、连接焊缝及门端、箱顶、箱底结构应符合 CCS《集装箱检验规范（2026）》第四章的要求。
- 6.1.2 电池架底部和侧部应设置减振模块，结构强度应满足船舶倾斜、摇摆等工况下的载荷要求，变形量不得影响防火门正常启闭。
- 6.1.3 水冷管路、通风管道、风口及阀门等组件应采用不燃材料制作；箱体底部水冷管路应设置紧固及限位装置，防止运输载荷下发生滑移、晃动。

6.2 防火性能

- 6.2.1 电池舱舱壁及与其他舱室的限界面应达到 A-60 级耐火分隔要求，电池舱防火门应采用外开式 A-60 级防火门。
- 6.2.2 电池舱门应采用厚钢结构，填充 A 级不燃防火材料；电气间、消防间门的密封材料应满足阻燃 UL 94-V-0 级要求。
- 6.2.3 电池舱应设置符合《船舶应用电池动力规范（2025）》第 5 章规定的固定式探火和失火报警装置。

6.3 防护与接地

- 6.3.1 集装箱箱体主体防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP56；对外接口、通风装置、舱门接缝等开孔部位，应满足对应工况下的防水防尘要求。
- 6.3.2 舱体外部应预留接地排，并设置清晰的“接地”标识

6.4 安全标识

- 6.4.1 电池舱、电气间、消防间的门应设置限位行程开关及门锁；电池舱限位开关应为防爆型，门开启时应发出报警并远传至船上有人值班处所。
- 6.4.2 温控间门及侧壁应采用网门结构，保障水冷机组通风散热；温控间底部应设置雨水、冷凝水及冷却液排放结构。

7 现场验收测试

7.1 一般要求

- 7.1.1 箱式电源交付投用前应开展现场验收测试，验收由使用单位联合制造单位共同实施。
- 7.1.2 验收测试应在箱式电源装配完成、接线正确、辅助系统调试合格后进行。
- 7.1.3 现场验收测试分为前置核查与性能测试两个阶段，前置核查合格后方可开展性能测试。本文件第 5 章、第 6 章规定的产品技术性能要求，由船用产品证书予以确认；应用单位通过前置核查核验证书有效性、外观完整性及基础功能可用性。
- 7.1.4 前置核查应覆盖文件核查、外观核查、基础功能核查三类项目，核查内容宜符合表 1 的规定。

表 1 验收前置核查项目表

序号	核查类别	核查项目	核查内容	核查方式
1	文件核查	船用产品证书	证书在有效期内，产品型号、核心参数与证书载明内容一致	资料核验
2	文件核查	系统配置	电池、温控、消防、通风、监控等系统配置与发证文件一致	资料核验

序号	核查类别	核查项目	核查内容	核查方式
3	外观核查	舱室与结构	各功能舱室分隔完好，箱体无明显变形，焊缝无开裂，角件无损坏	现场外观检查
4	外观核查	管路与部件	水冷管路、通风管道固定牢固，防火门、密封件完好无破损	现场外观检查
5	外观核查	防护与标识	箱体密封件完好，接地排、舱室标识清晰，无明显进水、进尘痕迹	现场外观检查
6	基础功能核查	监控与报警	温湿度、门限位报警信号可正常上传至船舶监控系统	上电功能测试
7	基础功能核查	应急供电	安全关键设备的 UPS 供电切换功能正常	模拟断电测试

7.1.5 性能测试应覆盖以下全部项目，所有项目测试合格方可通过验收；出现不合格项应整改完成后重新测试：

- a) 运行模式与功能试验；
- b) 监测参数与保护功能测试；
- c) 消防系统功能试验；
- d) 紧急切断功能试验；
- e) 充电性能测试。

7.1.6 测试完成后应出具验收测试报告，相关记录留存备查。

7.2 运行模式与功能试验

7.2.1 电池充电试验 应分别模拟岸基充电桩充电、应急反向充电两种模式，充电过程应平稳可控，BMS 监测与保护功能正常。

7.2.2 电池放电试验 电池放电功率分配应采用下垂控制模式，放电过程稳定，无异常报警。

7.2.3 推进联动试验 箱式电源应与船舶推进系统正常联动，推进遥控装置可正常控制推进电机功率输出。

7.3 监测参数与保护功能测试

应按照表 2 逐项核验显示、报警及保护功能，各项功能动作应准确、可靠。

表 2 显示、报警和保护功能一览表

序号	参数	监测	就地显示	远程显示	就地报警	远程报警	保护	相应保护动作
1	电池系统电压	√	√	√	——	——	——	
1.1	系统电压过压	——	——	——	√	√	√	断开充电装置
1.2	系统电压欠压	——	——	——	√	√	√	降功率/电池子系统停止运行
2	蓄电池单体电压	√	√	√	——	——	——	
2.1	蓄电池单体过压	——	——	——	√	√	√	断开充电装置
2.2	蓄电池单体欠压	——	——	——	√	√	√	降功率/电池子系统停止运行
3	蓄电池单体温度	√	√	√	——	——	——	
3.1	蓄电池单体温度过高	——	——	——	√	√	√	降功率/电池子系统停

序号	参数	监测	就地显示	远程显示	就地报警	远程报警	保护	相应保护动作
								止运行
3.2	蓄电池单体温度过低	——	——	——	√	√	√	启动温度调节
4	环境温度	√	√	√	——	——	——	
4.1	环境温度过高	——	——	——	√	√	√	启动温度调节
4.2	环境温度过低	——	——	——	√	√	√	启动温度调节
5	电池串联回路电流	√	√	√	——	——	——	
5.1	电池串联回路过流	——	——	——	√	√	√	降功率/电池子系统停止运行
5.2	充电过流	——	——	——	——	——	√	断开充电装置
6	电气绝缘电阻	√	√	√	——	——	——	
6.1	电气绝缘电阻低	——	——	——	√	√	√	电池子系统停止运行
7	电池荷电状态（SOC）	——	√	√	——	——	——	
7.1	荷电状态过低	——	——	——	√	√	√	断开输出开关
8	电池健康状态（SOH）	——	√	√	——	——	——	
9	电池单元电压不平衡	——	——	——	——	√	√	停止系统输出
10	电池系统故障停机	——	——	——	√	√	——	
11	箱式电源热管理故障	√	√	√	√	√	√	断开输出开关
12	应急排气故障	——	——	——	√	√	——	
13	保护功能故障	——	——	——	√	√	√	电池子系统停止运行
14	温度检测故障	——	——	——	√	√	√	电池子系统停止运行
15	充电故障	——	——	——	√	√	√	降功率/停止充电
16	断路器/继电器动作异常	——	——	——	√	√	——	
17	BMS 与上位系统通信失败	——	——	——	√	√	√	降功率运行
18	BMS 电源及故障状态	√	√	√	√	√	——	

注：“√”代表该项功能适用，“——”代表该项功能不适用。

7.4 消防系统功能试验

7.4.1 试验前应拆除灭火剂释放阀，采用模拟信号进行功能测试；系统安装完工后应同步开展外部检视，核查部件完整性、布置及灭火剂容量符合设计要求。

7.4.2 消防系统应同时具备手动启动、自动启动和应急机械开启功能，动作时应触发光声报警及放气指示灯提示。

7.4.3 自动模式下，满足以下任一条件时系统应自动释放灭火气体：

- 任意 1 个可燃气体探测器浓度达到第二阈值，且 1 个感温探测器检测到异常信号；
- 任意 1 个可燃气体探测器浓度达到第二阈值，且 1 个电池舱感烟探测器检测到异常信号；
- 任意 1 个可燃气体探测器浓度达到第二阈值，且 BMS 发出单体过高温报警；
- 任意 1 个电池舱感烟探测器检测到异常信号，且 BMS 发出单体过高温报警；
- 任意 1 个感温探测器检测到异常信号，且 BMS 发出单体过高温报警。

7.4.4 消防系统功能试验项目及合格判据应符合表 3 的规定

表 3 消防系统功能试验一览表

序号	试验项目	合格判据
1	火灾报警	探测器触发后系统正常发出火灾报警信号
2	预报警	达到预警阈值后系统正常发出预报警信号，气控释放阀动作正常
3	泄露报警	灭火剂管路泄露时系统正常发出泄露报警
4	手动启动	手动触发后系统正常启动，联动逻辑正确
5	自动启动	满足自动触发条件后系统正常启动，联动逻辑正确
6	感烟探测器	模拟烟雾信号后探测器动作正常，报警上传准确
7	感温探测器	模拟温升信号后探测器动作正常，报警上传准确
8	可燃气体探测器	模拟气体浓度信号后探测器动作正常，分级报警准确
9	声光报警器	系统报警时声光报警器正常启动
10	放气指示灯	灭火剂释放时放气指示灯正常点亮

7.5 紧急切断功能试验

紧急切断功能应符合表 4 的规定，急停动作应可靠，复位后系统可恢复正常运行。

表 4 紧急切断试验一览表

序号	试验项目	合格判据
1	本地急停按钮按下	充放电过程立即停止，系统停机；主回路断路器断开。
2	本地急停按钮复位	充放电程序可正常启动运行。
3	直流配电板急停按钮按下	充放电过程立即停止，系统停机；主回路断路器断开。
4	直流配电板急停按钮复位	充放电程序可正常启动运行

7.6 充电性能测试

7.6.1 测试前应确认箱式电源冷却液加注完成、水冷机组运行正常、绝缘耐压测试合格。

7.6.2 按照表 5 的阶段划分逐项记录充电参数，验证 BMS 监测功能与满充保护功能正常。

表 5 箱式电源充电测试一览表

序号	测试阶段	测试参数	单位	测试结果	备注
1	初始状态	初始 SOC	%		
		初始电压	V		

序号	测试阶段	测试参数	单位	测试结果	备注
2	当前 SOC~40%	充电功率	kW		记录阶段最大值
		充电电流	A		记录阶段最大值
		最高电芯温度	℃		记录阶段最大值
		充电枪头温度	℃		记录阶段最大值
		最高电芯电压	V		记录阶段最大值
		阶段末电压	V		
3	40%~60%	充电功率	kW		记录阶段最大值
		充电电流	A		记录阶段最大值
		最高电芯温度	℃		记录阶段最大值
		充电枪头温度	℃		记录阶段最大值
		最高电芯电压	V		记录阶段最大值
		阶段末电压	V		
4	60%~80%	充电功率	kW		记录阶段最大值
		充电电流	A		记录阶段最大值
		最高电芯温度	℃		记录阶段最大值
		充电枪头温度	℃		记录阶段最大值
		最高电芯电压	V		记录阶段最大值
		阶段末电压	V		
5	80%~90%	充电功率	kW		记录阶段最大值
		充电电流	A		记录阶段最大值
		最高电芯温度	℃		记录阶段最大值
		充电枪头温度	℃		记录阶段最大值
		最高电芯电压	V		记录阶段最大值
		阶段末电压	V		
6	90%~ 满充	充电功率	kW		记录阶段最大值
		充电电流	A		记录阶段最大值
		最高电芯温度	℃		记录阶段最大值
		充电枪头温度	℃		记录阶段最大值
		最高电芯电压	V		记录阶段最大值
		满充电压	V		

8 充电要求

8.1 一般要求

8.1.1 箱式电源应支持岸基充电桩正常充电，同时具备应急工况下备用发电机充电能力。

8.1.2 电充电作业应在船舶停靠状态下进行，操作人员应遵守充电安全操作规程

8.2 充电接口与兼容性

8.2.1 充电接口型式应符合 GB/T 11918.6 的规定，与岸基充电设施、船舶受电设施具备匹配兼容性。

8.3 充电性能

8.3.1 消适配箱式电源的岸基充电设施，单桩额定输出功率不宜小于 200kW，峰值效率不应低于 95%。

8.3.2 充电过程总谐波电流畸变率不应大于 3%，电压波动不应超过 $\pm 5\%$ 额定电压，电能质量应符合 GB/T 14549 的相关规定。

8.3.3 充电装置功率因数在 50%~100% 负载区间内不应低于 0.98（滞后）。

8.4 充电安全

8.4.1 充电装置应具备绝缘监测功能，当绝缘电阻小于 $500\ \Omega/V$ 时，应立即切断输出并发出报警。

8.4.2 充电结束应同时满足以下条件：

- a) 单体蓄电池最高电压达到制造商规定的充电截止电压，且最高值不应超过 3.65V，系统处于恒压充电阶段；
- b) 充电电流降至 0.05C 及以下并保持稳定；
- c) 电池组内单体最大温差不大于 5℃。

9 换电作业要求

9.1 一般要求

9.1.1 换电作业应在专用换电站点或具备吊装条件的合规码头开展，作业场地应平整、坚实，满足吊装载荷与安全作业距离要求。

9.1.2 换电所用吊装设备、锁止机构、对接工装应与箱式电源规格匹配；吊装设备应经定期检验合格。

9.1.3 箱式电源换电接口、机械定位装置应符合国家及行业现行统一适配标准，保障同规格电源具备通用互换性。

9.2 换电前准备

9.2.1 作业人员应经专项培训合格，熟悉换电流程、安全规程与应急处置要求。

9.2.2 换电前应确认箱式电源处于断电状态，断开所有电气连接与通信连接，验电确认高压回路无电。

9.2.3 作业前应对吊装索具、锁止机构、定位导向装置进行外观检查，确认完好无变形、无损坏。

9.2.4 作业现场应设置安全警示区域，禁止无关人员与车辆进入作业范围。

9.3 换电作业流程

9.3.1 拆除待换箱式电源的机械固定装置与接地连接，吊装过程应平稳匀速，避免碰撞、倾斜。

9.3.2 箱式电源吊装就位后，应通过定位导向装置完成精准对接，确认机械锁止机构全部锁止到位。

9.3.3 机械固定完成后，依次连接接地连接、高压动力连接、低压通信连接，确认接口插接到位、锁紧可靠。

9.3.4 全部连接完成后，应先进行绝缘电阻测试，绝缘电阻符合要求后方可上电测试。

9.4 换电后核验

9.4.1 换电作业完成后，应按以下三个维度开展即时核验，全部合格后方可投入运营，核验记录应存档留存：

- a) 机械核验：确认箱体固定牢固、锁止机构到位、接地连接可靠，无松动、移位现象；
- b) 电气核验：上电后核查 BMS 通信正常，系统电压、绝缘电阻、单体温度等参数无异常报警；
- c) 功能核验：开展短时带载测试，验证充放电功能、监控功能、消防报警功能正常。

9.5 安全管理要求

9.5.1 遇大风、暴雨、雷电等恶劣天气时，应停止露天换电作业。

9.5.2 吊装作业时，箱体下方及回转半径内严禁站人，设专人指挥监护。

9.5.3 作业过程中如发现异常打火、异味、异响，应立即停止作业，断开电源，排查隐患后方可继续。

10 运行维护

10.1 开航前检查

10.1.1 应通过船用工控机确认电池系统运行正常，无异常报警信息。

10.1.2 应核查电池荷电状态，满足本次航行续航需求；电量不足时应及时补能。

10.1.3 应检查箱体各舱室门关闭到位，机械固定及接地连接可靠。

10.2 运行管控要求

10.2.1 正常运行时，电池舱内电芯环境温度宜控制在 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

10.2.2 电动船舶宜每周至少进行一次满充电，以校准电池荷电状态估算精度。

10.2.3 宜每月进行一次完整满充满放操作，深度校准电池荷电状态与健康状态精度，操作流程按本文件 10.3.2 的规定执行。

10.2.4 长期停用的箱式电源应符合以下要求：

- a) 电池 SOC 应保持在 40%~80%；
- b) 随船停用存放（箱体仍安装于甲板）时，应加装遮阳罩、防雨棚等防护措施，降低阳光直射与雨水冲刷对箱体密封件、涂层的老化影响；
- c) 岸基仓储存放（箱体移至室内 / 仓库）时，储存环境应通风、干燥，避免阳光直射、雨淋及靠近热源；
- d) 每月应进行一次储存状态维护，核查电池 SOC、外观及绝缘状态，当 SOC 低于 40% 时应补充电至 40%~80% 区间；
- e) 重新启用前，应按本文件 10.3.2 规定的月度维护流程完成一次完整的电池激活与校准操作。

注：本文件中“长期停用”指连续停止运行时间超过 30 天的状态。

10.3 定期维护

10.3.1 日常检查

每日运行前应开展外观及状态巡检；出现故障时，应先断开系统总电源，通过复位电池管理系统休眠开关进行故障排查；故障无法消除时，应联系制造商或其授权服务机构处置。

10.3.2 月度维护

正常运营期间，每月应开展一次电池深度维护校准，操作流程如下：

- a) 船舶停靠状态下启动低压上电，读取当前 SOC 值；
- b) 将电池 SOC 调整至 20% 以下；
- c) 通过 EMS 遥控或本地下高压，静置 1h 以上；
- d) 静置完成后进行一次满充电。

10.3.3 年度维护

每年应至少开展一次全面维护，由专业维护人员实施，检查项目包括：

- a) 高低压线束、连接器外观及连接紧固情况；
- b) 箱式电源外观，排查淤泥、裂纹、变形、异味及膨胀现象；
- c) 消防系统各阀件及灭火剂容器压力维护检查；
- d) 温控系统的密封性检查；
- e) 电池支架、控制柜与船体框架的连接牢固性；
- f) 控制柜及辅助电气设备运行状态

维护完成后应出具年度维护报告并存档。

10.4 维护作业安全要求

10.4.1 高压维护作业应遵守以下安全规定：

为了确保电池的最佳性能和安全使用，电池系统每年至少应要进行全面维护一次。具体检查项目如下：

- a) 作业人员应持有有效的高压电工特种作业操作证，熟悉箱式电源系统结构与安全操作规程；
- b) 作业前应断开箱式电源总电源及上级断路器，执行“挂牌上锁”制度，经验电确认无电压后方可作业；
- c) 作业时应穿戴与电压等级匹配的绝缘鞋、绝缘手套等防护用品，使用绝缘工具；
- d) 实行双人作业制，一人操作、一人监护，严禁单人开展高压作业；
- e) 作业区域应设置安全警示围栏与警示标识，禁止无关人员进入。

10.4.2 专业维护宜通过制造商专用的上位机程序完成深度功能测试，测试内容包括系统参数读取、SOC/SOH 校验、单体电压温度一致性检查、高压断路器动作测试及通信功能验证等。

10.4.3 维护过程应完整记录测试数据，生成规范的维护报告。

10.5 常见异常处置

常见异常及处置宜符合表 6 的规定，涉及高压部件更换的作业应由专业维护人员实施。

表 6 常见异常处置表

序号	异常项	处置建议	备注
1	设备壳体灰尘堆积	使用干抹布或吸尘器清洁	断电状态下操作
2	高压连接器插件损坏	更换连接器插件	专业人员操作
3	高压连接器底座损坏	更换连接器底座	专业人员操作
4	高压直流断路器损坏	更换高压直流断路器	专业人员操作
5	DC/DC 电源损坏	更换电源模块	专业人员操作
6	工控机损坏	更换工控机	专业人员操作
7	继电器损坏	更换继电器	专业人员操作
8	空气开关损坏	更换空气开关	专业人员操作
9	熔断器损坏	更换同规格熔断器	专业人员操作
10	旋/按钮开关损坏	更换旋/按钮开关	专业人员操作
11	通讯模块损坏	更换通信模块	专业人员操作
12	指示灯损坏	更换指示灯	专业人员操作
13	线束损坏	更换同规格线束	专业人员操作

参 考 文 献

- [1] CCS E-24 船用锂离子电池
 - [2] CCS E-25 船用集装箱式移动电源
 - [3] CCS GD019-电气电子产品型式认可试验指南（2024）
 - [4] CCS 集装箱检验规范（2026）
 - [5] CCS 船舶应用电池动力规范（2025）
 - [6] 《国际消防安全系统规则》（FSS code）
-