



指南编号/Guideline No.E-24(20240101)

E-24 船用锂离子电池

生效日期/Issued date:2024 年 1 月 1 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: 初次发布

本版本主要修改内容及生效时间:

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语及定义	4
4 图纸资料	6
5 技术要求	10
6 原材料及零部件	22
7 型式试验	22
8 单件/单批检验	43

船用锂离子电池

1 适用范围

本指南适用于作船舶部分或全部动力源的锂离子电池（包括蓄电池单体、蓄电池模块、蓄电池包及电池系统）及其电池管理系统。

2 规范性引用文件

- 2.1 CCS 《钢质海船入级规范》
- 2.2 CCS 《钢质内河船舶建造规范》
- 2.3 CCS 《船舶应用电池动力规范》
- 2.4 CCS 《电气电子产品型式认可试验指南》（含 IACS UR E10）（以下简称“认可试验指南”）
- 2.5 GB/T 34014-2017 《汽车动力蓄电池编码规则》
- 2.6 GB/T 31486-2015 《电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法》
- 2.7 GB/T 31484-2015 《电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法》
- 2.8 GB 38031-2020 《电动汽车用动力蓄电池安全要求》
- 2.9 GB/T 31467.2-2015《电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第2部分：高能量应用测试规程》
- 2.10 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》
- 2.11 GB/T 34131-2023 《电力储能用电池管理系统》
- 2.12 IEC 62660-2:2018 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 2: Reliability and abuse testing
- 2.13 ISO 6469-1:2019/Amd1:2022 Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS) — Amendment 1: Safety management of thermal propagation

3 术语及定义

- 3.1 关于产品检验、认可、型式试验、样品、单件/单批检验等术语的定义，请参考 CCS 《钢质海船入级规范》第1篇第3章 3.1.2 条；
- 3.2 批次：特指由同一生产者在相同的生产线按相同的生产工艺连续生产的

相同规格的产品。

3.3 锂离子蓄电池 (Lithium-ion Battery): 利用锂离子作为导电离子, 在正极和负极之间移动, 通过化学能和电能相互转化实现充放电的电池。以下简称“蓄电池”

3.4 蓄电池单体 (Battery Cell): 蓄电池里面最小结构单元, 直接将化学能转化为电能的基本单元装置, 包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子 (又称极端)

3.5 蓄电池模块 (Battery Module): 将一个以上蓄电池单体按照串联、并联或串并混联方式组合, 且只有一对正负极输出端子, 并作为电源使用的组合体。

3.6 蓄电池包 (Battery Pack): 由于电压或功率要求由多个蓄电池单体或蓄电池模块串、并联而成。蓄电池包内应含有为电池系统提供信息 (如电压、温度等) 的监测电路。

3.7 电池管理系统 (Battery Management System, BMS): 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、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。

3.8 电池系统 (Battery System): 能量存储装置, 包括蓄电池模块或蓄电池包的集成、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。

3.9 电池容量 (Battery Capacity, C): 电池存储电量的大小。一般企业提供的电池容量 (室温下蓄电池以恒定电流 I_n (A) 放电, 可持续工作 n 小时) 为额定电池容量 C_n : n 小时率额定容量 (Ah)。 I_n : n 小时率放电电流, 其数值等于 C_n/n (A)。初始容量为新出厂的动力蓄电池, 在室温下, 完全充电后, 以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业规定的放电终止条件时所放出的容量 (Ah)。

3.10 健康状态 (State of Health, SOH): 健康状态是指电池当前的性能与正常设计指标的偏离程度。

3.11 电池荷电状态 (State of Charge, SOC): 当前蓄电池单体、模块、蓄电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占电池容量的百分比, 也叫剩余电量。

3.12 热失控 (Thermal Runaway): 蓄电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

3.13 热失控扩散 (Thermal Runaway Propagation): 蓄电池模块、蓄电池包或系统内由一个蓄电池单体热失控引发的其余蓄电池单体接连发生热失控的现

象。

3.14 漏液 (Leakage): 蓄电池单体内部液体泄漏到蓄电池单体壳体外部。

3.15 排气 (Venting): 通过防爆阀动作从蓄电池单体、蓄电池模块、蓄电池包或电池系统中释放过大的内部压力, 以防止破裂或爆炸。

3.16 破裂 (Rupture): 由内部或外部原因引起的蓄电池单体、蓄电池模块或蓄电池包的壳体破裂而导致内部材料暴露或溢出, 但未发生固体物质等主要成分抛射。

3.17 爆炸 (Explosion): 蓄电池单体、蓄电池模块或蓄电池包壳体破裂, 伴随剧烈响声, 且有固体物质等主要成分抛射。

3.18 起火 (Fire): 蓄电池单体、蓄电池模块或蓄电池包任何部位发生持续时间大于 1s 的燃烧。火花及拉弧不属于燃烧。

3.19 室温(Room Temperature, RT) : $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

3.22 安全等级为 1 的蓄电池: 在热失控情况下正极材料释放氧气和有毒可燃气体, 燃烧 (爆炸) 风险较高的蓄电池。

3.23 安全等级为 2 的蓄电池: 在热失控情况下正极材料仅释放有毒可燃气体, 燃烧 (爆炸) 风险较低的蓄电池。

3.24 软包电池 (pouch cell): 具有复合薄膜制成的电池外壳和连接元件 (电极) 的蓄电池。

4 图纸资料

4.1 蓄电池单体图纸审查时提交的图纸资料:

4.1.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准:

- (1) 总图;
- (2) 主要零部件图, 包括: 外壳、盖板、正/负极片、隔膜等;
- (3) 产品技术条件或产品技术规格书。

4.1.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查:

- (1) 主要原材料清单;
- (2) 产品使用维护说明书 (如用于国际航行船舶, 应至少包括英文);

(3) 蓄电池风险评估报告。应包括对蓄电池单体安全等级的评估；

(4) 蓄电池单体过程关键要素分析报告。

4.2 蓄电池模块图纸审查时提交的图纸资料：

4.2.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

(1) 总图；

(2) 电气原理图；

(3) 监测传感器布置图；

(4) 对外接口图；

(5) 产品技术条件或产品技术规格书。

(6) 铭牌图或标识图（若蓄电池模块的其他图纸和技术文件已涵盖铭牌或标识内容时可不必提交）。

4.2.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

(1) 主要零部件清单；

(2) 温度监测分析及试验验证报告（仅适用于未采用逐一监测，而采用等效温度监测手段时）；

(3) 产品使用维护说明书（如用于国际航行船舶，应至少包括英文）；

(4) 蓄电池模块过程关键要素分析报告。

4.3 蓄电池包图纸审查时提交的图纸资料：

4.3.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

(1) 总图；

(2) 电气原理图；

(3) 监测传感器布置图；

(4) 对外接口图；

(5) 产品技术条件或产品技术规格书。

(6) 铭牌图或标识图（若蓄电池包的其他图纸和技术文件已涵盖铭牌或标识内容时可不必提交）。

4.3.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 主要零部件清单；
- (2) 温度监测分析及试验验证报告（仅适用于未采用逐一监测，采用等效温度监测手段时）；
- (3) 产品使用维护说明书（如用于国际航行船舶，应至少包括英文）；
- (4) 蓄电池包过程关键要素分析报告。

4.4 电池管理系统（BMS）图纸审查时提交的图纸资料

4.4.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) BMS 系统总图；
- (2) BMS 原理框图；
- (3) BMS 外壳及装配图；
- (4) BMS 产品技术条件或技术规格书；
- (5) BMS 风险评估报告。

4.4.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) BMS 主要零部件、材料清单；
- (2) BMS 产品使用维护说明书（如用于国际航行船舶，应至少包括英文）。

4.5 电池系统图纸审查时提交的资料：

4.5.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 电池系统原理图；
- (2) 电池系统连接图；
- (3) 电池系统各设备面板布置图及外形图；
- (4) 电池系统各类保护装置及保护装置设定参数图；

- (5) 电池系统接线图；
- (6) 电池系统试验大纲（由现场检验单位进行审批）。

4.5.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 电池系统主要零部件清单；
- (2) 电池系统使用维护说明书（如用于国际航行船舶，应至少包括英文）。

4.5.3 应将下列图纸资料提交 CCS：

- (1) 经船舶审图批准的船舶电池系统部分单线图 and/or 电力系统图；
- (2) 经船舶审图批准的船舶系统部分监测和报警项目表；
- (3) 经船舶审图批准的船舶短路电流计算及选择性分析；
- (4) 经批准的船舶相关图纸及审图意见。

4.6 蓄电池单体、蓄电池模块、蓄电池包、电池管理系统等申请认可时，还应提交以下资料：

- (1) 产品的技术特性；
- (2) 产品相关的制造工艺和技术文件，包括工艺流程；
- (3) 型式试验大纲；
- (4) 产品原材料和主要零部件的供方清单；
- (5) 必要的质量保证体系文件；
- (6) 主要产品生产设备和检验及试验设备清单；
- (7) 能表明客户具有认可范围的产品生产能力和质量水平的其他有效文件、报告和证明；
- (8) 企业注册登记证明、营业执照、资质证明和/或生产许可证（如有时，如工信部《锂离子电池行业规范条件（2021 年本）》和《锂离子电池行业规范公告管理办法（2021 年本）》）；
- (9) 需经 CCS 产品检验的船用产品的质量证明书（包括所依据的标准、产品性能、质量保证及责任等信息）应采用订货方规定的语言编写，如用于国际航行船舶，应至少包括英文。

5 技术要求

5.1 工作条件

在《钢质海船入级规范》第4篇第1章第2节规定的工作条件下应能正常工作。如仅用于内河船舶，则可仅满足《钢质内河船舶建造规范》第3篇第1章第2、3节规定的工作条件下应能正常工作。

5.2 蓄电池单体

5.2.1 外观及结构

(1) 外观

蓄电池单体外观不得有变形及裂纹，表面无毛刺、干燥、无外伤、无污物，且宜有清晰、正确的标志。

(2) 极性

蓄电池单体端子极性标识应正确、清晰。

(3) 外形尺寸及质量

蓄电池单体外形尺寸、质量应符合企业提供的产品技术条件。

(4) 防爆措施

具有硬质金属或塑料外壳的蓄电池单体应设有安全阀或其他防爆措施。

(5) 软包电池特殊要求

软包电池安装使用时外部应设有固定支架，以满足有效通风等要求。

(6) 编码号

蓄电池单体上应附有可识别的产品编码号，便于管理、回收及追溯。产品编码号规则参照 GB/T 34014 实施。

5.2.2 性能要求

(1) 室温放电容量

蓄电池单体按 $1I_1(A)$ 进行放电，其放电容量应不低于额定容量，并且不超过额定容量的 110%，同时所有测试对象的初始容量极差不大于初始容量平均值的 5%。

(2) 高温放电容量

蓄电池单体在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 按 $1I_1(\text{A})$ 进行放电，其放电容量应不低于初始容量的 95%。

(3) 低温放电容量

蓄电池单体在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 按 $1I_1(\text{A})$ 进行放电，其放电容量应不低于初始容量的 70%。企业规定的低温放电终止电压不得低于室温放电终止电压的 80%。

(4) 室温倍率放电容量

蓄电池单体按 $3I_1(\text{A})$ （最大电流不超过 400A）进行放电，其放电容量应不低于初始容量的 90%。

(5) 室温倍率充电容量

蓄电池单体按 $2I_1(\text{A})$ （最大电流不超过 400A）进行充电后，其放电容量应不低于初始容量的 80%。

(6) 荷电保持与容量恢复

蓄电池单体室温及高温荷电保持率应不低于初始容量的 95%，容量恢复应不低于初始容量的 96%。

(7) 储存

蓄电池单体在 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 28 天后，其容量恢复应不低于初始容量的 96%。

(8) 标准循环寿命

蓄电池单体进行标准循环寿命测试时，循环次数对应的容量保持率应符合表 5.2.2. (8) 的要求。

循环次数与容量保持率对应关系 表 5.2.2. (8)

序号	循环次数	容量保持率
1	500	$\geq 93\%$
2	1000	$\geq 90\%$
3	1500	$\geq 88\%$
4	2000	$\geq 86\%$
5	2500	$\geq 84\%$

6	3000	$\geq 82\%$
7	3500	$\geq 81\%$
8	4000	$\geq 80\%$

(9) 绝缘性能

蓄电池单体正极、负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻在低温放电容量、温度循环前后均应不小于 $1000 \Omega/V$ 。

5.2.3 安全性要求

(1) 过放电

将蓄电池单体放电时间达到 90min 或电压达到 0V，蓄电池单体应不起火、不爆炸。

(2) 过充电

将蓄电池单体充电至电压达到充电终止电压的 1.5 倍或时间达到 1h，蓄电池单体应不起火、不爆炸。

(3) 外部短路

将蓄电池单体正、负极经外部短路 10min，蓄电池单体应不起火、不爆炸。

(4) 机械冲击

蓄电池单体承受规定的半正弦冲击波，蓄电池单体应不起火、不爆炸、不漏液。

(5) 挤压

将蓄电池单体挤压至电压达到 0V 或变形量达到 15% 或挤压力达到 $(13 \pm 0.78) \text{ kN}$ 或 1000 倍试验对象质量，应不起火、不爆炸、不漏液。

(6) 热失控

触发达到热失控的判定条件时，蓄电池单体应不起火、不爆炸。

(7) 振动

按认可试验指南第 2.7 条一般振动条件进行试验时，蓄电池单体应能正常工作且应不起火、爆炸。

(8) 温度循环

进行温度循环试验时，蓄电池单体应不起火、不爆炸。

(9) 滞燃要求

蓄电池单体的外壳材料应具有滞燃特性。

5.3 蓄电池模块

5.3.1 外观及结构

(1) 外观

蓄电池模块外表平整，无明显划伤、变形等缺陷。蓄电池模块如采用底部散热的形式，底部平面度偏差应不大于 0.5mm。有导热胶填充的除外。蓄电池模块零部件紧固可靠，无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和外伤。蓄电池模块标识内容正确，完整、清晰。

(2) 极性

蓄电池模块端子极性标识应正确、清晰。

(3) 外形尺寸及质量

蓄电池模块外形尺寸及质量应符合企业提供的产品技术条件。

(4) 防爆措施

如蓄电池模块采用封闭外壳，则应设有安全阀或其他防爆措施。

(5) 材料

蓄电池模块的辅助材料应为阻燃材料。

(6) 监测电路

若以蓄电池模块组成电池系统上船使用，则蓄电池模块内应含有为电池系统提供信息（如电压、温度等）的监测电路。

(7) 编码号

蓄电池模块上应附有可识别的编码号，便于管理、回收及追溯。编码规则参照 GB/T 34014 实施。

(8) 结构

蓄电池单体应能牢固的固定在电池模块中, 电池模块应有足够的预紧力防止蓄电池单体对其造成的形变或开裂。

5.3.2 性能要求

(1) 室温放电容量

蓄电池模块按 $I_1(A)$ 进行放电, 其放电容量应不低于额定容量, 并且不超过额定容量的 110%, 同时所有测试对象的初始容量极差不大于初始容量平均值的 7%。

(2) 高温放电容量

蓄电池模块在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 按 $I_1(A)$ 进行放电, 其放电容量应不低于初始容量的 90%。

(3) 低温放电容量

蓄电池模块在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 按 $I_1(A)$ 进行放电, 其放电容量应不低于初始容量的 70%。企业规定的低温放电终止电压不得低于室温放电终止电压的 80%。

(4) 室温倍率放电容量

蓄电池模块按 $3I_1(A)$ (最大电流不超过 400A) 进行放电, 其放电容量应不低于初始容量的 90%。

(5) 室温倍率充电容量

蓄电池模块按 $2I_1(A)$ (最大电流不超过 400A) 进行充电后, 其放电容量应不低于初始容量的 80%。

(6) 荷电保持与容量恢复

蓄电池模块室温及高温荷电保持率应不低于初始容量的 85%, 容量恢复应不低于初始容量的 90%。

(7) 储存

蓄电池模块在 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 28 天后, 其容量恢复应不低于初始容量的 90%。

(8) 绝缘性能

蓄电池模块正极、负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻应不小于 $1000 \Omega/V$ 。

5.3.3 安全性要求

(1) 过充电

将电池模块充电至任一电池单体电压达到电池单体充电终止电压的 1.5 倍或时间达到 1h，不应起火、爆炸。

(2) 过放电

将电池模块放电至时间达到 90min 或任一电池单体电压达到 0V，不应起火、爆炸。

(3) 热失控扩散

将蓄电池模块中特定位置的蓄电池单体触发达到热失控的判定条件，应不起火、不爆炸，应不发生热失控扩散。

(4) 振动

按认可试验指南第 2.7 条一般振动条件进行试验时，蓄电池模块应能正常工作且应不起火、爆炸。

5.4 蓄电池包

5.4.1 外观及结构

(1) 外观

蓄电池包外观不得有变形及裂纹，表面干燥、无外伤、无污物，且排列整齐、连接可靠、标志清晰等。

(2) 极性

蓄电池包端子极性标识应正确、清晰。

(3) 外形尺寸及质量

蓄电池包外形尺寸及质量应符合企业提供的产品技术条件。

(4) 防爆措施

蓄电池包应设有安全阀或其他防爆措施。

(5) 外壳材料

蓄电池包的外壳材料（接插件除外）应为不燃材料。若蓄电池包可能直接安装在托架上，则其外壳应采用厚度不小于 1mm 的钢质材料制成。外部接插件外壳应为滞燃材料。

(6) 外壳防护等级

软包电池的蓄电池包或安全等级为 1 的蓄电池包防护等级应不低于 IP67。除软包电池以外，安全等级为 2 的蓄电池包防护等级至少为 IP22。用于船长超过 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、游船、液化气体运输船舶、纤维增强塑料船的蓄电池应为安全等级 2 的蓄电池，且蓄电池包的防护等级应不低于 IP67。

(7) 温度调节措施

蓄电池包应设有温度调节措施。IP67 的蓄电池包应设有与蓄电池舱(室)/蓄电池箱(柜)独立的温度调节装置。对于配有温度调节装置的蓄电池包，其性能应符合制造厂声明的性能。温度调节装置的管路在 1.5 倍设计压力下应不产生变形和泄露。

(8) 监测电路

蓄电池包内应含有为电池系统提供信息(如电压、温度等)的监测电路。

(9) 铭牌

蓄电池包外壳上应安全地附有牢固的铭牌，铭牌标志内容应至少包括产品名称、蓄电池单体型号、蓄电池单体电压（V）、蓄电池单体容量（Ah）、蓄电池包标称电压（V）、蓄电池包标称电量（kWh）、蓄电池包重量（kg）、蓄电池包型号、产品编码号、生产日期（年月日）。

(10) 编码号

蓄电池包上应附有可识别的编码号，便于管理、回收及追溯。编码规则参照 GB/T 34014 实施。

(11) 接口

蓄电池包接插口应有明确标识，此外，正负极需设置可防呆的连接器的。

(12) 接地装置

蓄电池包需设置有效的接地装置。

5.4.2 性能要求

(1) 室温容量及最大放电电流

蓄电池包按企业规定的标准持续放电电流（不小于 $I_3(A)$ ）进行放电，放电容量不小于额定容量。蓄电池包按企业规定的最大放电电流进行放电时，在达到制造厂规定的截止条件前，电池温度应不超过制造厂规定的限值。

(2) 绝缘性能

按标称电压计算，蓄电池包正极与外部裸露可导电部分之间、蓄电池包负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻在湿热试验、低温试验、盐雾试验 K_b 和耐电压试验前后均应不小于 $1000\ \Omega/V$ 。对于除蓄电池包正极、负极以外的对外接口端子与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻在湿热试验、低温试验、盐雾试验 K_b 和耐电压试验前应不小于 $10M\ \Omega$ ($U_n \leq 65V$) / $100M\ \Omega$ ($>65V$)，试验后应不小于 $1M\ \Omega$ ($U_n \leq 65V$) / $10M\ \Omega$ ($>65V$)。

(3) 耐电压性能

在蓄电池包正极与外部裸露可导电部分之间、蓄电池包负极与外部裸露可导电部分之间施加相应电压，不应发生击穿或闪络现象。对于除蓄电池包正极、负极以外的对外接口端子与外部裸露可导电部分之间施加相应电压，不应发生击穿或闪络现象。

5.4.3 安全性要求

(1) 挤压

将蓄电池包变形量达到 30% 或挤压力达到 100kN 时，应不起火、不爆炸。

(2) 外部火烧

蓄电池包进行外部火烧试验时，应不爆炸。

(3) 热失控扩散

蓄电池包中特定位置的蓄电池单体触发达到热失控的判定条件，其他蓄电池单体应不发生热失控。蓄电池包（除被触发热失控的蓄电池单体外）在热失控扩散试验中应不漏液、不破裂、不起火、不爆炸。

(4) 外部短路保护

蓄电池包进行外部短路试验时,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象。

(5) 倾斜和摇摆

带有液冷装置并存在自由液面的蓄电池包在倾斜摇摆的条件下应能正常工作,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。

(6) 振动

蓄电池包按认可试验指南第 2.7 条一般振动条件进行振动试验时应能正常工作,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。

(7) 高温

蓄电池包在 $55^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下应能正常工作,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。试验恢复后容量应不低于额定容量。

(8) 低温

蓄电池包在 $-25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下应能正常工作,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。试验恢复后容量应不低于额定容量。

(9) 交变湿热试验

蓄电池包在交变湿热试验条件下,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后 30min 之内的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。试验恢复后容量应不低于初始容量的 95%。

(10) 盐雾

用于海船开敞甲板的蓄电池包按认可试验指南第 2.12 条进行盐雾试验后,应不漏液、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。试验恢复后容量应不低于初始容量的 95%

5.5 电池管理系统 (BMS)

5.5.1 功能要求

(1) 供电

BMS 应由两路电源供电。

(2) 结构

BMS 需根据蓄电池层级配备电池控制单元和电池监测电路。电池控制单元应能够接收蓄电池模块/蓄电池包内监测电路含有的信息（如电压、温度等）。BMS 必须具备将蓄电池箱（柜）电池控制单元信息汇总的功能，BMS 应设有与船舶管理系统的数据传输接口，且能通过此传输接口能够将表 5.5.1 中需要远程显示的信息反馈给船舶相应管理系统并接受其管理。BMS 的远程显示及报警功能可通过船舶管理系统实现。

(3) 监测参数、显示、报警、保护

BMS 功能要求如表 5.5.1 所示：

BMS 功能要求一览表

表 5.5.1

序号	参数	监测	显示		报警		保护	相应保护动作
			就地	远程	就地	远程		
1	电池系统电压	√	√	√				
2	蓄电池单体电压	√	√	√				
2.1	蓄电池单体的电压不平衡						√	进行均衡控制
2.2	蓄电池单体过压				√	√	√	断开充电装置
2.3	蓄电池单体欠压				√	√	√	降功率、电池（子）系统停止运行
3	电池串联回路电流	√	√	√				
3.1	电池串联回路电流过流				√	√	√	降功率/电池（子）系统停止运行
4	蓄电池单体温度	√	√	√				
4.1	蓄电池单体温度高				√	√	√	温度调节/降功率/电池（子）系统停止运行
5	环境温度	√	√	√				
5.1	环境温度过高				√	√	√	温度调节和降功率
5.2	环境温度过低				√	√	√	温度调节和降功率
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	剩余电量（SOC）低				√	√	√	降功率、电池（子）系统停止运行

8	电池健康状态 (SOH)		√	√				
9	电池能量流动状态		√	√				
10	过流保护				√	√	√	降功率、电池(子)系统停止运行
11	过充保护				√	√	√	断开充电装置
12	过高温保护(蓄电池单体温度)	√	√	√	√	√	√	温度调节和降功率、电池(子)系统停止运行
13	过高温保护(环境温度)	√	√	√	√	√	√	温度调节和降功率、电池(子)系统停止运行
14	蓄电池包/箱(柜)热管理故障(如有时)				√	√		
15	蓄电池箱(柜)应急排气故障(如有时)				√	√		
16	保护功能故障				√	√	√	电池(子)系统停止运行
17	温度检测故障				√	√	√	电池(子)系统停止运行
18	充电故障				√	√	√	降功率、停止充电
19	电池模块间的电压不平衡				√	√	√	启动均衡控制/降功率、电池(子)系统停止运行
20	电池系统因故障停止运行				√	√		
21	电池断路器/继电器不正常动作				√	√		
22	BMS 与 PMS/EMS/IAS 通信失败				√	√	√	降功率
23	BMS 电源指示及故障	√	√	√	√	√		

可能引起电池(子)系统停止运行的电池故障(详见表 5.5.1)应在其达到极限状态之前发出预报警。作为船舶动力的蓄电池,其 BMS 应能实现蓄电池在船上使用期间的全生命周期监控。在蓄电池未工作期间,应至少能够对蓄电池单体温度、环境温度进行测量和显示,并在温度异常时能够就地及远程(船舶经常有人值班的区域)发出视觉和听觉报警。BMS 应能逐一监测每一蓄电池单体的温度。如采用等效监测手段,应提供相应的证明材料供 CCS 认可。

过高温保护应能将蓄电池控制到安全状态,如采取通风、降功率、断开负载措施等。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。

BMS 应当具有自检功能。自检功能故障包括但不限于:保护功能故障、电压监测故障、温度检测故障、蓄电池包/蓄电池箱(柜)冷却故障、充电故障。当出现保护功能故障和温度检测故障时,电池系统应停止运行;当出现充电故障时,BMS 应控制充电设备停止充电。

5.5.2 性能要求

(1) 状态参数测量精度

BMS 所监测状态参数的测量精度要求见表 5.5.2

状态参数测量精度要求

表 5.5.2

参数	精度要求	采样周期要求
蓄电池单体电压	$\leq 5\text{mV}$	$\leq 100\text{ ms}$
电池系统(或电池簇)总电压	$\leq 5\text{V}$ ($< 500\text{V}$) ; $\leq \pm 1\%FS$ ($\geq 500\text{V}$)	$\leq 100\text{ ms}$
电池系统(或电池簇)电流	$\leq 2\text{A}$ ($< 200\text{A}$) ; 或 $\leq \pm 1\%$ ($\geq 200\text{A}$)	$\leq 50\text{ ms}$
蓄电池单体温度	$\leq 1^\circ\text{C}$ ($-20^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$) ; 或 2°C ($-40^\circ\text{C} \leq T < -20^\circ\text{C}$, $65^\circ\text{C} < T \leq 125^\circ\text{C}$)	$\leq 1\text{ s}$
绝缘电阻	1. 总电压 $\geq 400\text{V}$: 1) $\leq \pm 15\text{k}\Omega$ ($R \leq 75\text{k}\Omega$) 2) $\leq \pm 20\%$ ($R > 75\text{k}\Omega$) 2. $60\text{V} < \text{总电压} < 400\text{V}$: 1) $\leq \pm 15\text{k}\Omega$ ($R \leq 50\text{k}\Omega$) 2) $\leq \pm 30\%$ ($R > 50\text{k}\Omega$)	/

(2) 能量状态估算

电池管理系统应实时估算能量状态。电池管理系统能量状态估算最大允许误差应为 $\pm 5\%$ 。

(3) 反向电压

电池管理系统应耐受 1min 反向电压。

(4) 绝缘性能

电池管理系统与电池相连的采集端子和接地端子之间、通信端子与接地端子之间、采集端子与通信端子之间、供电端子与通信端子之间的绝缘电阻在湿热试验、低温试验、盐雾试验 Kb 和耐电压试验前应不小于 $10\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $100\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)，试验后应不小于 $1\text{M}\Omega$ ($U_n \leq 65\text{V}$) / $10\text{M}\Omega$ ($> 65\text{V}$)。

(5) 耐电压性能

电池管理系统与电池相连的采集端子和接地端子之间、通信端子与接地

端子之间、采集端子和供电电阻之间、供电端子与通信端子之间施加相应电压，应无绝缘击穿和闪络现象，漏电流应小于 10mA。

5.6 电池系统

5.6.1 外壳

电池系统相关设备一般应用耐久、滞燃和耐潮的材料制成。

5.6.2 功能

电池系统控制功能应符合表 5.5.1 的要求。

5.6.3 紧急关断

标称能量超过 50kWh 的电池系统应设置独立的紧急关断装置接口。

6 原材料及零部件

产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

7 型式试验

7.1 除另有规定外，试验应在下列环境条件范围以内进行：

- (1) 温度范围： $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 相对湿度：15%~90%；
- (3) 气压： $96\text{kPa} \pm 10\text{kPa}$ 。

7.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

- (1) 电压测量装置： $\pm 0.5\% \text{ FS}$
- (2) 电流测量装置： $\pm 0.5\% \text{ FS}$
- (3) 温度测量装置： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- (4) 时间测量装置： $\pm 0.1\text{s}$
- (5) 尺寸测量装置： $\pm 0.1\% \text{ FS}$
- (6) 质量测量装置： $\pm 0.1\% \text{ FS}$

7.3 测试过程误差

控制值（实际值）与目标值之间的误差要求如下：

- (1) 电压：±1%
- (2) 电流：±1%
- (3) 温度：±2℃

7.4 其他说明：

7.4.1 数据记录与记录间隔

除在某些具体测试项目中另有说明，否则测试数据（如时间、温度、电流和电压等）的记录间隔应不大于 100s。

7.4.2 环境适应要求

测试目标环境温度改变时，在进行测试前试验对象应完成环境适应过程；单体电池温度与目标环境温度差值不超过 2℃且单体电池温度变化率 $<1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。试验对象若包含电池控制单元，环境适应过程应将其关闭。

7.4.3 规定的充电方法

(1) 蓄电池单体

室温下，蓄电池单体先以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，搁置 1h（或企业提供的不大于 1h 的搁置时间），然后按企业提供的充电方法进行充电。若企业未提供充电方法，则依据以下方法充电：

以 $1I_1$ (A) 电流恒流充电至企业技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电，至充电电流降至 $0.05I_1$ (A) 时停止充电，充电后搁置 1h（或企业提供的不高于 1h 的搁置时间）。

(2) 蓄电池模块

室温下，蓄电池模块先以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，搁置 1h（或企业提供的不大于 1h 的搁置时间），然后按企业提供的充电方法进行充电。若企业未提供充电方法，则依据以下方法充电：

以 $1I_1$ (A) 电流恒流充电至企业技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电，至充电电流降至 $0.051I_1$ (A) 时停止充电，若充电过程中有蓄电池单体电压超过充电终止电压 0.1V 时则停止充电。充电后搁置 1h（或企业提供的不大于 1h

的搁置时间)。

(3) 蓄电池包

按照制造商推荐的放电机制至制造商规定的放电截止条件；静置 30min；按照制造商推荐的充电机制充电至制造商规定的充电截止条件；静置 30min。

7.5 蓄电池单体型式试验项目、技术要求和试验方法见表 7.5:

蓄电池单体型式试验项目

表 7.5

序号	试验类别	试验项目	技术要求	试验方法	参考标准	样品数量及编号
1.	性能试验	外观及结构检查	5.2.1 (1), (4), (5)	7.5.2 (1)	GB/T 31486 6.2.1	1#~26#
2.		极性	5.2.1 (2)	7.5.2 (2)	GB/T 31486 6.2.2	
3.		外形尺寸及质量	5.2.1 (3)	7.5.2 (3)	GB/T 31486 6.2.3	
4.		室温放电容量	5.2.2 (1)	7.5.2 (4)	GB/T 31486 6.2.5	
5.		高温放电容量	5.2.2 (2)	7.5.2 (5)	GB/T 31486 6.3.9	1#、2#
6.		低温放电容量	5.2.2 (3)	7.5.2 (6)	GB/T 31486 6.3.8	
7.		室温倍率放电容量	5.2.2 (4)	7.5.2 (7)	GB/T 31486 6.3.6.1	
8.		室温倍率充电容量	5.2.2 (5)	7.5.2 (8)	GB/T 31486 6.3.7	
9.		室温荷电保持和容量恢复	5.2.2 (6)	7.5.2 (9)	GB/T 31486 6.3.10.1	3#、4#
10.		高温荷电保持和容量恢复	5.2.2 (6)	7.5.2 (10)	GB/T 31486 6.3.10.2	5#、6#
11.		储存	5.2.2 (7)	7.5.2 (11)	GB/T 31486 6.3.12	7#、8#
12.		标准循环寿命	5.2.2 (8)	7.5.2 (12)	GB/T 31484 6.4	9#、10#
13.		绝缘电阻测量	5.2.2 (9)	7.5.2 (13)	认可试验指南 2.3	1#~26#
14.	安全性试验	过放电	5.2.3 (1)	7.5.2 (14)	GB 38031 8.1.2	11#、12#
15.		过充电	5.2.3 (2)	7.5.2 (15)	GB 38031 8.1.3	13#、14#
16.		外部短路	5.2.3 (3)	7.5.2 (16)	GB 38031 8.1.4	15#、16#
17.		机械冲击	5.2.3 (4)	7.5.2 (17)	IEC 62660-2 6.2.2	17#、18#
18.		挤压	5.2.3 (5)	7.5.2 (18)	GB/T 36276 A.2.15	19#、20#
19.		热失控	5.2.3 (6)	7.5.2 (19)	GB/T 36276 A.2.19	21#、22#

20.	环境适应性试验	振动试验	5.2.3 (7)	7.5.2 (20)	认可试验指南 2.7	23#、24#
21.		温度循环	5.2.3 (8)	7.5.2 (21)	GB 38031 8.1.6	
22.		滞燃试验 (仅塑料壳)	5.2.3 (9)	7.5.2 (22)	认可试验指南 2.16	外壳部件

7.5.1 蓄电池单体典型样品选取

(1) 典型样品选取原则

如制造厂同时申请多个型号的蓄电池单体认可，可根据蓄电池单体制造工艺、蓄电池单体容量等差异性，选取每种生产工艺下容量最大的型号作为典型样品，同种生产工艺下其他型号的蓄电池单体应至少进行安全性试验。样品数量可视试验情况进行减少

(2) 认可变更

如不同型号的蓄电池单体分多次申请认可，则应按典型样品选取原则在每次申请认可的型号中选取典型样品，并按表 7.5 的要求进行型式试验。

7.5.2 蓄电池单体型式试验方法

(1) 外观及结构检查

在良好的光线下，用目测法检验蓄电池单体的外观，并记录检验结果。

(2) 极性

用电压表检测蓄电池单体的极性，并记录测量结果。

(3) 外形尺寸及质量

用量具和衡器测量蓄电池单体的外形尺寸及质量，并记录测量结果。

(4) 室温放电容量

① 蓄电池单体按规定的方法充电；

② 室温下，蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

③ 计量放电容量（以 Ah 计），计算放电比能量（以 Wh/kg）计；

④ 重复步骤①~③5 次，当连续 3 次试验结果的极差小于额定容量的 3%，可提前结束试验，取最后 3 次试验结果平均值。

(5) 高温放电容量

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 蓄电池单体在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 5h;
- ③ 蓄电池单体在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的室温放电终止电压;

④ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(6) 低温放电容量

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 蓄电池单体在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 24h;
- ③ 蓄电池单体在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压 (该电压值不低于室温放电终止电压的 80%);

④ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(7) 室温倍率放电容量

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 室温下, 蓄电池单体以 $3I_1$ (A) (最大电流不超过 400A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压;

③ 计量放电容量 (以 Ah 计)

(8) 室温倍率充电容量

- ① 室温下, 蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压, 静置 1h;

- ② 室温下, 蓄电池单体以 $2I_1$ (A) (最大电流不超过 400A) 电流充电, 直至任意一个单体电压达到充电终止电压, 或达到企业规定的充电终止条件, 并且总充电时间不超过 30min 或者 C/400h, 取大者, 静置 1h;

- ③ 室温下, 蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压;

③ 计量放电容量 (以 Ah 计)

(9) 室温荷电保持和容量恢复

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 蓄电池单体在室温下储存 28d;
- ③ 蓄电池单体在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至终止电压;
- ④ 计量荷电保持容量 (以 Ah 计)。

- ⑤ 蓄电池单体再按规定的方法充电；
- ⑥ 蓄电池单体在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至终止电压；
- ⑦ 计量恢复容量 (以 Ah 计)。

(10) 高温荷电保持和容量恢复

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电；
- ② 蓄电池单体在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 7d；
- ③ 蓄电池单体在室温下搁置 5h 后，以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压；

- ④ 计量荷电保持容量 (以 Ah 计)。
- ⑤ 蓄电池单体再按规定的方法充电；
- ⑥ 蓄电池单体在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压；
- ⑦ 计量恢复容量 (以 Ah 计)。

(11) 储存

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电；
- ② 蓄电池单体在室温下，以 $1I_1$ (A) 电流放电 30min；
- ③ 蓄电池单体在 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 28d；
- ④ 蓄电池单体室温下搁置 5h；
- ⑤ 蓄电池单体按规定的方法充电；
- ⑥ 蓄电池单体在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压；
- ⑦ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(12) 标准循环寿命

- ① 蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 放电至企业规定的放电终止条件；
- ② 蓄电池单体搁置不低于 30min 或企业规定的搁置条件；
- ③ 蓄电池单体按照规定的方法充电；
- ④ 蓄电池单体搁置不低于 30min 或企业规定的搁置条件；
- ⑤ 蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业规定的放电终止条件，记录放电容量；
- ⑥ 按照②~⑤连续循环，每 500 次进行放电容量判定，若容量保持率满足表 5.2.2. (8) 规定的结果，则试验终止；若放电容量低于表 5.2.2. (8) 的规定，则继续循环。

- ⑦ 计量室温放电容量和放电能量。

(13) 绝缘电阻测量

按认可试验指南第 2.3 条要求进行试验。

(14) 过放电

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 蓄电池单体以 $1I_1$ (A) 电流放电 90min;
- ③ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(15) 过充电

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 蓄电池单体以制造商规定且不小于 $1I_3$ (A) 的电流恒流充电至制造商规定的充电终止电压的 1.5 倍或时间达到 1h 时, 停止充电;
- ③ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(16) 外部短路

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 将蓄电池单体正极段子和负极端子经外部短路 10min, 外部线路电阻应小于 $5m\Omega$;
- ③ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(17) 机械冲击

- ① 蓄电池单体按规定的方法充电;
- ② 对蓄电池单体施加半正弦冲击波, 加速度 50g, 持续时间 6ms。±x、±y、±z 方向各 10 次。
- ③ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(18) 挤压

- ① 蓄电池单体按照规定的方法充电;
- ② 挤压方向: 垂直于蓄电池单体极板方向施压;
- ③ 挤压板形式: 半径 75mm 的半圆柱体, 半圆柱体的长度 L 大于被挤压蓄电池单体的尺寸;
- ④ 挤压速度: (5 ± 1) mm/s
- ⑤ 挤压程度: 电压达到 0V 或变形量达到 30%或挤压力达到 (13 ± 0.78) kN 时停止挤压;
- ⑥ 保持 10min

⑦ 完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 1h。

(19) 热失控

① 使用平面状或棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷、金属或绝缘层，加热装置的功率应符合表 7.5.2 (19)的规定。完成蓄电池单体与加热装置的装配，加热装置与蓄电池单体应直接接触，加热装置的尺寸规格应不大于蓄电池单体的被加热面；安装温度监测器，监测点温度传感器布置在原理热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧，温度数据的采样间隔应不大于 1s，准确度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于 1mm；

加热装置功率选择

表 7.5.2 (19)

测试对象能量 E Wh	加热装置最大功率 W
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1000
$400 \leq E < 800$	300~2000
$E \geq 800$	>600

② 蓄电池单体按规定的方法充电后，再用 $1I_1$ (A) 恒流继续充电 12min；

③ 启动加热装置，并以其最大功率对测试对象持续加热，当发生热失控时，停止触发，关闭加热装置；

④ 热失控发生判定条件：

- a) 触发对象产生电压降，且下降值超过初始电压的 25%；
- b) 监测点温度达到电池的保护温度；
- c) 监测点的温升速率 $\geq 1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，且持续 3s 以上；
- d) 当(a)+(c)或(b)+(c)发生时，判定蓄电池单体发生热失控；
- e) 加热过程中及加热结束 1h 内，如果发生起火、爆炸现象，试验应终止并判定为发生热失控。

(20) 振动试验

① 蓄电池单体按照规定的方法充电；

② 按认可试验指南第 2.7 条要求进行试验；

③ 在试验过程中应监测蓄电池单体电压和温度

④ 试验完成后应按 7.5.2 (4) 条进行室温容量测试。

(21) 温度循环

- ① 蓄电池单体按照规定的方法充电；
- ② 放入温度箱中，温度箱按照表 7.5.2 (21) 进行调节，循环次数 5 次；
- ③ 完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 1h。

温度循环试验一个循环的温度和时间 表 7.5.2 (21)

温度 °C	时间增量 min	累计时间 min	温度变化率 °C/min
25	0	0	0
-40	60	60	13/12
-40	90	150	0
25	60	210	13/12
85	90	300	2/3
85	110	410	0
25	70	480	6/7

(22) 滞燃试验 (仅塑料壳)

按认可试验指南第 2.16 条要求进行试验；

7.6 蓄电池模块型式试验项目、技术要求及试验方法见表 7.6

蓄电池模块型式试验项目 表 7.6

序号	试验类别	试验项目	技术要求	试验方法	参考标准	样品数量及编号
1.	性能试验	外观及结构检查	5.3.1 (1), (4)、(7)	7.6.2 (1)	GB/T 31486 6.3.1	1#~8#
2.		极性	5.3.1 (2)	7.6.2 (2)	GB/T 31486 6.3.2	
3.		外形尺寸及质量	5.3.1 (3)	7.6.2 (3)	GB/T 31486 6.3.3	
4.		室温放电容量	5.3.2 (1)	7.6.2 (4)	GB/T 31486 6.3.5	
5.		高温放电容量	5.3.2 (2)	7.6.2 (5)	GB/T 31486 6.3.9	1#
6.		低温放电容量	5.3.2 (3)	7.6.2 (6)	GB/T 31486 6.3.8	
7.		室温倍率放电容量	5.3.2 (4)	7.6.2 (7)	GB/T 31486 6.3.6.1	
8.		室温倍率充电容量	5.3.2 (5)	7.6.2 (8)	GB/T 31486 6.3.7	
9.		室温荷电保持和容量恢复	5.3.2 (6)	7.6.2 (9)	GB/T 31486 6.3.10.1	2#
10.		高温荷电保持和容量恢复	5.3.2 (6)	7.6.2 (10)	GB/T 31486 6.3.10.2	3#
11.		储存	5.3.2 (7)	7.6.2 (11)	GB/T 31486 6.3.12	4#
12.		绝缘电阻测量	5.3.2. (8)	7.6.2 (12)	认可试验指南 2.3	1#~8#
13.	安全	过充电	5.3.3 (1)	7.6.2 (13)	GB/T 36276 A.3.13	5#

14.	性 试	过放电	5.3.3 (2)	7.6.2 (14)	GB/T 36276 A.3.14	6#
15.	验	热失控扩散	5.3.3 (3)	7.6.2 (15)	GB/T 36276 A.3.19/ISO 6469-1	7#
16.	环 境	振动试验	5.3.3 (4)	7.6.2 (16)	认可试验指南 2.7	8#
17.	适 应 性 试 验	滞燃试验	5.3.1 (5)	7.6.2 (17)	认可试验指南 2.16	外壳部件

7.6.1 蓄电池模块典型样品选取

(1) 典型样品选取原则

如制造厂同时申请多个型号的蓄电池模块认可，可根据蓄电池模块制造工艺、蓄电池模块容量、串并联方式、电池单体制造企业等差异性，选取每种生产工艺下容量最大的型号作为典型样品，同种生产工艺下其他型号的蓄电池模块应提供符合相关标准的安全性试验报告进行验证。

(2) 认可变更

如不同型号的蓄电池模块分多次申请认可，则应按典型样品选取原则在每次申请认可的型号中选取典型样品，并按表 7.6 的要求进行型式试验。

(3) 其他

如同时申请蓄电池单体和蓄电池模块认可，则表 7.5 中第 5~11 项可以选择蓄电池模块作为样品进行试验而不必在蓄电池单体上重复进行。样品数量可视试验情况进行减少。

7.6.2 蓄电池模块型式试验方法

(1) 外观及结构检查

在良好的光线下，用目测法检验蓄电池模块的外观，并记录检验结果。

(2) 极性

用电压表检测蓄电池模块的极性，并记录测量结果。

(3) 外形尺寸及质量

用量具和衡器测量蓄电池模块的外形尺寸及质量，并记录测量结果。

(4) 室温放电容量

① 蓄电池模块按规定的方法充电；

② 室温下，蓄电池模块以 $1I_1$ (A) 电流放电，直到放电至企业技术条件中规定

的放电终止电压;

③ 计量放电容量 (以 Ah 计), 计算放电比能量 (以 Wh/kg) 计;

④ 重复步骤①~③5次, 当连续3次试验结果的极差小于额定容量的3%, 可提前结束试验, 取最后3次试验结果平均值。

(5) 高温放电容量

① 蓄电池模块按规定的方法充电;

② 蓄电池模块在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 5h;

③ 蓄电池模块在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的室温放电终止电压;

④ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(6) 低温放电容量

① 蓄电池模块按规定的方法充电;

② 蓄电池模块在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 24h;

③ 蓄电池模块在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压 (该电压值不低于室温放电终止电压的 80%);

④ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(7) 室温倍率放电容量

① 蓄电池模块按规定的方法充电;

② 室温下, 蓄电池模块以 $3I_1$ (A) (最大电流不超过 400A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压;

③ 计量放电容量 (以 Ah 计)

(8) 室温倍率充电容量

① 室温下, 蓄电池模块以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压, 静置 1h;

② 室温下, 蓄电池模块以 $2I_1$ (A) (最大电流不超过 400A) 电流充电, 直至任意一个单体电压达到充电终止电压, 或达到企业规定的充电终止条件, 并且总充电时间不超过 30min 或者 C/400h, 静置 1h;

③ 室温下, 蓄电池模块以 $1I_1$ (A) 电流放电, 直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压;

④ 计量放电容量 (以 Ah 计)

(9) 室温荷电保持和容量恢复

- ① 蓄电池模块按规定的方法充电;
- ② 蓄电池模块在室温下储存 28d;
- ③ 蓄电池模块在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压;
- ④ 计量荷电保持容量 (以 Ah 计)。
- ⑤ 蓄电池模块再按规定的方法充电;
- ⑥ 蓄电池模块在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压;
- ⑦ 计量恢复容量 (以 Ah 计)。

(10) 高温荷电保持和容量恢复

- ① 蓄电池模块按规定的方法充电;
- ② 蓄电池模块在 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 7d;
- ③ 蓄电池模块在室温下搁置 5h 后, 以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压;

- ④ 计量荷电保持容量 (以 Ah 计)。
- ⑤ 蓄电池模块再按规定的方法充电;
- ⑥ 蓄电池模块在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压;
- ⑦ 计量恢复容量 (以 Ah 计)。

(11) 储存

- ① 蓄电池模块按规定的方法充电;
- ② 蓄电池模块在室温下, 以 $1I_1$ (A) 电流放电 30min;
- ③ 蓄电池模块在 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下储存 28d;
- ④ 蓄电池模块室温下搁置 5h;
- ⑤ 蓄电池模块按规定的方法充电;
- ⑥ 蓄电池模块在室温下以 $1I_1$ (A) 电流放电至任一单体达到放电终止电压;
- ⑦ 计量放电容量 (以 Ah 计)。

(12) 绝缘电阻测量

按认可试验指南第 2.3 条要求进行试验。

(13) 过充电

- ① 蓄电池模块按照规定的方法充电;
- ② 蓄电池模块以制造商规定且不小于 $1I_3$ (A) 的电流恒流充电至制造商规定的

充电终止电压的 1.5 倍或时间达到 1h 后, 停止充电;

③完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(14) 过放电

① 蓄电池模块按照规定的方法充电;

② 蓄电池模块以 $1I_1$ (A) 电流放电 90min 或任一电池单体电压达到 0V 时停止放电;

③ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(15) 热失控扩散

蓄电池模块热失控扩散试验按照下列步骤进行:

① 蓄电池模块按照规定的方法充电。

② 按下列条件试验:

(a) 热失控触发方式: 可从过充和加热两种方式中选择一种作为热失控触发方式;

(b) 热失控触发对象: 选择可实现热失控触发的蓄电池单体作为热失控触发对象, 其热失控产生的热量应非常容易传递到相邻蓄电池单体, 例如, 选择蓄电池模块内最靠近中心位置的蓄电池单体, 或被其他蓄电池模块包围且很难产生热辐射的蓄电池单体。

③ 选择过充触发热失控: 以最小 $1/3C$ 、最大不大于产品能持续工作的最大电流对触发对象进行恒流充电, 直至其发生热失控或触发对象的荷电状态达到 200%SOC; 过充触发要求在触发对象上连接额外的导线以实现过充, 蓄电池模块内的其他蓄电池单体不应过充; 如果未发生热失控, 继续观察 1h。

④ 选择加热触发热失控: 蓄电池模块的 SOC 调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 95%。使用平面状或棒状加热装置, 其表面应覆盖陶瓷、金属或绝缘层。对于尺寸与蓄电池单体相同的块状加热装置, 可用该加热装置替代其中一个蓄电池单体; 对于尺寸比蓄电池单体小的块状加热装置, 则可将其安装在蓄电池模块中, 并与触发对象的表面直接接触; 对于薄膜加热装置, 则应将其始终附着在触发对象表面; 加热装置加热面积不应大于蓄电池单体的表面积; 将加热装置的加热面与蓄电池单体表面直接接触, 加热装置的位置应与下一步骤中规定的温度传感器的位置相对应; 安装完成后, 启动加热装置, 以加热装置的最大功率对触发对象持续加热, 启动加热装置, 并以其最大功率对测试对象持续加

热；加热装置的功率应符合表 7.5.2 (20) 的规定。当发生热失控或监测点温度达到 300℃时，停止触发，关闭加热装置；如果未发生热失控，继续观察 1h；

⑤ 电压及温度的监测应符合下列要求：

(a) 监测触发对象及与其相邻最近的两只蓄电池单体的电压和温度以判定触发对象及相邻蓄电池单体是否发生热失控，从而判断蓄电池模块内是否发生热失控扩散；监测电压时，不应改动原始电路；温度数据的采样间隔不应大于 1s，准确度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于 1mm；

(b) 过充触发时，温度传感器应布置在蓄电池单体表面与正负极柱等距且距离正负极柱最近的位置；

(c) 加热触发时，温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧，如果难以直接安装温度传感器，应布置在能探测到触发对象连续温升的位置。

⑥ 记录试验结果

⑦ 是否发生热失控扩散应按下列条件判定：

(a) 触发对象产生电压降，且下降值超过初始电压的 25%；；

(b) 监测点温度达到电池的保护温度；

(c) 监测点的温升速率 $\geq 1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，且持续 3s 以上；

(d) 当(a)+(c)或(b)+(c)发生时，判定蓄电池单体发生热失控；

(e) 当与触发对象相邻的蓄电池单体发生热失控时，判定为蓄电池模块发生热失控扩散；热失控触发过程中及触发结束 1h 内，如果发生起火、爆炸现象，试验应终止并判定为蓄电池模块发生热失控扩散。

(16) 振动试验

① 蓄电池模块按照规定的方法充电；

② 按认可试验指南第 2.7 条要求进行试验；

③ 在试验过程中应监测蓄电池模块电压和温度

④ 试验完成后应按 7.5.2 (4) 条进行室温容量测试。

(17) 滞燃试验

按认可试验指南第 2.16 条要求进行试验；

7.7 蓄电池包型式试验项目、技术要求和试验方法见表 7.7。

蓄电池包型式试验项目

表 7.7

序号	试验类别	试验项目	技术要求	试验方法	参考标准	样品数量及编号
1.	性能试验	外观及结构检查	5.4.1 (1),(4) 、 (5) 、 (8)~(12)	7.7.2 (1)	GB/T 31486 6.3.1	1#~6#
2.		极性	5.4.1 (2)	7.7.2 (2)	GB/T 31486 6.3.2	
3.		外形尺寸及质量	5.4.1 (3)	7.7.2 (3)	GB/T 31486 6.3.3	
4.		绝缘电阻测量	5.4.2 (2)	7.7.2 (4)	认可试验指南 2.3	
5.		耐电压试验	5.4.2 (3)	7.7.2 (5)	认可试验指南 2.14	
6.		室温放电容量	5.4.2 (1)	7.7.2 (6)	GB/T 31467.2 7.1.2	
7.		最大放电电流试验	5.4.2(1)	7.7.2(7)	GB/T 31467.2 7.1.2	
8.		温度调节装置试验	5.4.1(7)	7.7.2(8)	/	
9.	安全试验	挤压	5.4.3 (1)	7.7.2 (9)	GB 38031 8.2.4	1#
10.		外部火烧	5.4.3(2)	7.7.2 (10)	GB 38031 8.2.7.1	2#
11.		热失控扩散	5.4.3 (3)	7.7.2 (11)	ISO 6469-1 6.7	3#
12.		外部短路保护	5.4.3 (4)	7.7.2 (12)	GB 38031 8.2.13	4#
13.	环境适应性试验	倾斜和摇摆	5.4.3 (5)	7.7.2 (13)和 7.7.2(14)	认可试验指南 2.6	5#
14.		振动试验	5.4.3 (6)	7.7.2 (15)	认可试验指南 2.7	
15.		高温试验	5.4.3 (7)	7.7.2 (16)	认可试验指南 2.8	
16.		低温试验	5.4.3 (8)	7.7.2 (17)	认可试验指南 2.9	
17.		交变湿热试验	5.4.3 (9)	7.7.2 (18)	认可试验指南 2.10	
18.		外壳防护试验	5.4.1 (6)	7.7.2 (19)	认可试验指南 2.15	
19.		盐雾试验 Kb ^①	5.4.3 (10)	7.7.2 (20)	认可试验指南 2.13	

注：① 盐雾试验 Kb 仅适用于安装在海船开敞甲板的蓄电池包。

7.7.1 蓄电池包典型样品选取

对于同时申请系列型号的蓄电池包认可时，如果基于相同的蓄电池单体，连接方式（串并联）、间距、包装材料等相同，选取最大能量蓄电池包。样品数量可视试验情况进行减少

系列型号不是同时申请认可时，根据蓄电池包能量及结构的区别，原则上应进行全部型式试验。但如电池包的能量一致、结构一致，仅蓄电池单体或模块的串并联方式不一致，可仅按照表 7.7 要求进行性能试验部分项目。同时可根据蓄

电池包变化的实际情况对试验项目的必要性进行评估，并减免相关试验项目。

7.7.2 蓄电池包型式试验方法

(1) 外观及结构检查

在良好的光线下，用目测法检验蓄电池包的外观，并记录检验结果。

(2) 极性

用电压表检测蓄电池包的极性，并记录测量结果。

(3) 外形尺寸及质量

用量具和衡器测量蓄电池包的外形尺寸及质量，并记录测量结果。

(4) 绝缘电阻测量

按认可试验指南第 2.3 条规定的方法进行试验

(5) 耐电压试验

按认可试验指南第 2.14 条规定的方法进行试验

(6) 室温放电容量

① 蓄电池包按规定的方法充电；

② 室温下，蓄电池包以按照企业规定的且不小于 I_3 (A) 电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的单体放电终止电压；

③ 计量放电容量（以 Ah 计），计算放电比能量（以 Wh/kg）计；

④ 重复步骤①～③ 5 次，当连续 3 次试验结果的极差小于额定容量的 3%，可提前结束试验，取最后 3 次试验结果平均值。

(7) 最大放电电流试验

① 蓄电池包按规定的方法充电；

② 室温下，蓄电池包以制造厂声明的最大放电电流 I_{max} (T) 电流放电，直到制造商规定的截止条件时停止；

③ 试验过程中应监测电池单体的温度及电压。

(8) 温度调节装置试验

- ① 将蓄电池包温度调节装置接口连接至液压试验设备;
 - ② 向蓄电池包内温度调节装置管路内注入液体, 试验压力不低于设计压力的 1.5 倍, 保压试验不低于 5min;
 - ③ 用目测方式观察各连接点和温度调节装置管路, 确认是否出现泄露或泄压情况。
 - ④ 在温度调节装置未启用的状态下, 以制造商规定的额定充放电电流对蓄电池包进行一次充放电循环, 记录试验过程中的电池单体温度和环境温度。试验前蓄电池包应静置足够时间。
 - ⑤ 在开启温度调节装置的状态下, 以制造商规定的额定充放电电流对蓄电池包进行一次充放电循环, 记录试验过程中的电池单体温度和环境温度。试验前蓄电池包应静置足够时间。
 - ⑥ 对比两次充放电循环中记录的温度数据, 应符合制造厂技术条件中的要求。
- (9) 挤压
- ① 蓄电池包按照规定的方法充电;
 - ② 挤压方向: 蓄电池包结构强度最薄弱的方向; 如无法确定, 则应在两个相互垂直的方向上进行, 其中一个方向应垂直于蓄电池单体面积最大的一面。
 - ③ 挤压板形式:
 - (a) 半径 75mm 的半圆柱体, 半圆柱体的长度 L 大于被挤压蓄电池包的尺寸, 但不超过 1m, 如图 1 所示, 或
 - (b) 尺寸为 600mm×600mm (长×宽) 或更小, 三个半圆柱体半径为 75mm, 半圆柱体间距 30mm, 如图 2 所示。
 - ④ 挤压速度: $\leq 2\text{mm/s}$
 - ⑤ 挤压程度: 挤压力达到 100kN 或挤压变形量达到挤压方向的整体尺寸的 30% 时停止挤压;
 - ⑥ 保持 10min
 - ⑦ 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 2h。

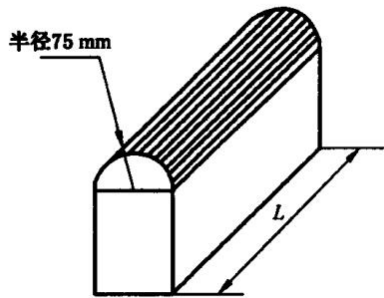


图1 挤压板形式一

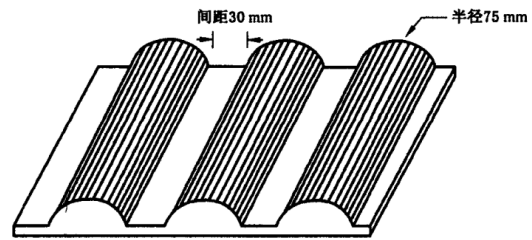


图2 挤压板形式二

10) 外部火烧

① 试验环境温度为 0°C 以上，风速不大于 2.5km/h 。试验用蓄电池包应处于制造商规定的完全充电状态。

② 测试中，盛放汽油的平盘尺寸超过试验对象投影尺寸 20cm ，不超过 50cm 。平盘高度不高于汽油表面 8cm 。试验对象应居中防止。汽油液面与试验对象底模的距离设定为 50cm 。平盘底层注入水。

③ 预热。在离试验对象至少 3m 远的地方点燃汽油，经过 60s 的预热后，将油盘置于试验对象下方。如果油盘尺寸太大无法移动，可以采用移动试验对象和支架的方式。

④ 直接燃烧。试验对象直接暴露在火焰下 70s 。

⑤ 间接燃烧。将耐火隔板盖在油盘上。试验对象在该状态下测试 60s 。耐火隔板有标准耐火砖拼成，具体筛孔尺寸按 GB 38031 8.2.7.1 条相关要求。

⑥ 离开火源。将油盘或者试验对象移开，在试验环境温度下观察 2h 或试验对象外表温度降至 45°C 以下。

(11) 热失控扩散

蓄电池包进行热失控扩散试验时，其布置应尽可能与实际使用状态保持一致，按照下列步骤进行：

① 蓄电池包按照规定的方法充电。

② 按下列条件试验：

(a) 热失控触发方式：可从过充和加热两种方式中选择一种作为热失控触发方式；

(b) 热失控触发对象：选择可实现热失控触发的蓄电池单体作为热失控触发对象，其热失控产生的热量应非常容易传递到相邻蓄电池单体，例如，选择蓄电池包内最靠近中心位置的蓄电池单体，或被其他蓄电池包围且很难产生热辐射的蓄电池单体。

③ 选择过充触发热失控：以最小 $1/3C$ 、最大不大于产品能持续工作的最大电流对触发对象进行恒流充电，直至其发生热失控或触发对象的荷电状态达到 $200\%SOC$ ；过充触发要求在触发对象上连接额外的导线以实现过充，蓄电池包内的其他蓄电池单体不应过充；如果未发生热失控，继续观察 1h。

④ 选择加热触发热失控：蓄电池包的 SOC 调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 95% 。使用平面状或棒状加热装置，其表面应覆盖陶瓷、金属或绝缘层。加热装置可位于被触发热失控的电池单体内部。对于尺寸与蓄电池单体相同的块状加热装置，可用该加热装置替代其中一个蓄电池单体；对于尺寸比蓄电池单体小的块状加热装置，则可将其安装在蓄电池包中，并与触发对象的表面直接接触；对于薄膜加热装置，则应将其始终附着在触发对象表面；加热装置加热面积不应大于蓄电池单体的表面积；将加热装置的加热面与蓄电池单体表面直接接触，加热装置的位置应与下一步骤中规定的温度传感器的位置相对应；安装完成后，启动加热装置，以加热装置的最大功率对触发对象持续加热，启动加热装置，并以其最大功率对测试对象持续加热；加热装置的功率应符合表 7.5.2 (20) 的规定。当发生热失控或监测点温度达到 $300^{\circ}C$ 时，停止触发，关闭加热装置；如果未发生热失控，继续观察 1h；

⑤ 电压及温度的监测应符合下列要求：

(a) 监测触发对象及与其相邻最近的两只蓄电池单体的电压和温度以判定触发对象及相邻蓄电池单体是否发生热失控，从而判断蓄电池包内是否发生热失控扩散；监测电压时，不应改动原始电路；温度数据的采样间隔不应大于 1s，准确度应为 $\pm 2^{\circ}C$ ，温度传感器尖端的直径应小于 1mm；

(b) 过充触发时，温度传感器应布置在蓄电池单体表面与正负极柱等距且距离正负极柱最近的位置；

(c) 加热触发时，温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧，如果难以直接安装温度传感器，应布置在能探测到触发对象连续升温的位置。

⑥ 记录试验结果

⑦ 是否发生热失控扩散应按下列条件判定：

(a) 测试对象产生电压降，下降值超过初始电压的 25% ；

- (b) 监测点温度达到电池的保护温度;
- (c) 监测点的温升速率 $\geq 1^{\circ}\text{C/s}$, 且持续 3s 以上;
- (d) 当(a)+(c)或(b)+(c)发生时, 判定蓄电池单体发生热失控;

(e) 当与触发对象相邻的蓄电池单体发生热失控时, 判定为蓄电池包发生热失控扩散; 热失控触发过程中及触发结束 1h 内, 如果发生起火、爆炸现象, 试验应终止并判定为蓄电池包发生热失控扩散。

(12) 外部短路保护

- ① 蓄电池包按照规定的方法充电;
- ② 在开始试验时, 用于充电和放电的相关主要开关器件都应闭合以确保蓄电池包处于可充放电状态。
- ③ 将试验对象的正极端子和负极端子相互连接。短路电阻不超过 $5\text{m}\Omega$ 。
- ④ 保持短路状态, 直至符合以下任一条件时, 结束试验:
 - (a) 蓄电池包的保护功能起作用, 并终止短路电流;
 - (b) 试验对象外壳温度稳定(温度变化在 2h 内小于 4°C)后, 继续短路至少 1h。
- ⑤ 完成以上步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

(13) 倾斜

将蓄电池包按规定的充电方法完全充电后, 紧固在试验台上, 以制造商规定的充放电条件保证蓄电池包处于工作状态, 将蓄电池包前、后、左、右各个方向按下列条件依次倾斜, 结果应符合 5.4.3 (4) 的要求:

- ① 蓄电池包在 1s 内由水平位置倾斜至 15° (作应急电源用途的蓄电池包应倾斜至 22.5°);
- ② 蓄电池包在此位置保持 15min;
- ③ 蓄电池包在 1s 内恢复至水平位置
- ④ 每个方向倾斜开始前应确保蓄电池包已按规定的方法完全充电。

(14) 摇摆

将蓄电池包按规定的方法完全充电后, 紧固在试验台上, 以制造商规定的充放电条件保证蓄电池包处于工作状态, 以前后、左右两个水平轴向 $\pm 22.5^{\circ}$, 周期 10s, 各摇摆 15min, 结果应符合 5.4.3 (4) 的要求。

(15) 振动试验

将蓄电池包按规定的方法完全充电后，紧固在试验台上按照认可试验指南第 2.7 条一般振动条件的要求进行试验。试验过程中应按制造商规定的充放电条件保证蓄电池包处于工作状态。

(16) 高温试验

将蓄电池包按规定的方法完全充电后，按认可试验指南第 2.8 条的要求进行高温试验。试验过程中应按制造商规定的充放电条件保证蓄电池包处于工作状态。

(17) 低温试验

将蓄电池包按规定的方法完全充电后，按认可试验指南第 2.9 条的要求进行低温试验。试验过程中应按制造商规定的额定充放电条件保证蓄电池包处于工作状态。

(18) 交变湿热试验

将蓄电池包按规定的方法完全充电后，按认可试验指南第 2.10 条规定的方法进行交变湿热试验。试验过程中第 1 周期内应按制造商规定的额定充放电条件保证蓄电池包处于工作状态。第 2 周期高温高湿阶段的最后 2h 应按制造商规定的额定充放电条件保证蓄电池包处于工作状态。其余时间应切断蓄电池包与外部的电气连接，接插件可保持连接状态。恢复后应按 7.6.2.(6) 条规定的方法进行室温容量测试，结果应符合 5.4.3(8) 条的规定。

(19) 外壳防护试验

按认可试验指南第 2.15 条规定的方法进行外壳防护等级试验。

(20) 盐雾试验 Kb

蓄电池包按规定的方法充电后，按认可试验指南第 2.12 条规定的方法进行盐雾试验。试验过程中应通过与实际使用过程中相同的接口连接方式连续监测蓄电池包的开路电压。并在每个贮存周期的第 7 天对蓄电池包进行低压上电监控。试验结束后，应将蓄电池包置于正常大气条件下恢复 4~6h，紧接着应进行绝缘电阻测量并按 7.6.2(6) 条规定的方法进行室温容量测试，结果应符合 5.4.3.(7) 条的规定。

7.8 电池管理系统（BMS）型式试验项目、技术要求和试验方法见表 7.8:

电池管理系统（BMS）型式试验项目

表 7.8

序号	试验项目	技术要求	试验方法及参考标准
1	外观及结构检查	5.5.1 (2)	目视检查
2	功能试验	5.5.1 (3)	GB/T 34131 7.5~7.7、7.9
3	状态参数测量精度	5.5.2 (1)	GB/T 34131 7.4
4	能量状态估算	5.5.2 (2)	GB/T 34131 7.8
	绝缘电阻检测	5.5.2(1)	GB/T 34131 7.10
5	反向电压	5.5.2 (3)	GB/T 34131 7.13.3
6	绝缘电阻测量	5.5.2 (4)	认可试验指南 2.3
7	耐电压试验	5.5.2 (5)	认可试验指南 2.14
8	能源波动试验	认可试验指南 2.4	认可试验指南 2.4
9	能源故障试验	认可试验指南 2.5	认可试验指南 2.5
10	振动试验	认可试验指南 2.7	认可试验指南 2.7
11	高温试验	认可试验指南 2.8	认可试验指南 2.8
12	低温试验	认可试验指南 2.9	认可试验指南 2.9
13	交变湿热试验	认可试验指南 2.10	认可试验指南 2.10
14	外壳防护试验	认可试验指南 2.15	认可试验指南 2.15
15	盐雾试验 Kb①	认可试验指南 2.12	认可试验指南 2.12
16	滞燃试验(仅塑料壳)	认可试验指南 2.16	认可试验指南 2.16
17	电磁兼容性试验	认可试验指南 第 3 章	认可试验指南 第 3 章

注：① 盐雾试验 Kb 仅适用于安装在海船开敞甲板的 BMS。

7.8.1 BMS 典型样品选取及试验增项按电气电子产品的要求。

7.9 合格判据

7.9.1 依检验现象评定的检验项目，以检验现象进行评定。

7.9.2 蓄电池单体、蓄电池包的安全性试验，如出现一项不符合本指南要求者，则判定产品不合格。

8 单件/单批检验

8.1 蓄电池单体

8.1.1 获得型式认可 B 后，单件/单批检验工作应在生产企业完成出厂试验后进行，并提交相关过程数据供 CCS 审核。

8.1.2 单件/单批检验时，蓄电池单体每规格应按批次进行至少 1% 抽检检验，但不少于 10 只；检验项目至少应包括：

- (1) 外观及结构检查
- (2) 极性

- (3) 外形尺寸及质量
- (4) 容量测试（抽检比例和测试方法可按照企业规定的要求进行）
- (5) 绝缘电阻测量

8.2 蓄电池模块

8.2.1 获得型式认可 B 后，单件/单批检验工作应在生产企业完成出厂试验后进行。

8.2.2 单件/单批检验时，蓄电池模块应按批次进行至少 5% 抽检检验，但不少于 5 只。检验项目至少应包括：

- (1) 外观及结构检查
- (2) 极性
- (3) 外形尺寸及质量
- (4) 绝缘电阻测量

8.3 蓄电池包

8.3.1 获得型式认可 B 后，单件/单批检验工作应在生产企业完成出厂试验后进行。

8.3.2 单件/单批检验时，蓄电池包应按批次进行至少 5% 抽检检验，但不少于 2 只的方式进行。检验项目至少应包括：

- (1) 外观及结构检查
- (2) 容量测试（仅进行 1 次额定充放电电流容量测试）
- (3) 绝缘电阻测量
- (4) 耐电压试验

8.3.3 若蓄电池包的制造企业与电池系统的最终集成商为同一家企业时，蓄电池包的容量测试可结合电池系统的单件/单批检验进行。

8.4 电池管理系统（BMS）

8.4.1 获得型式认可 B 后，单件/单批检验工作应在生产企业完成出厂试验后进行。

8.4.2 单件/单批检验时，电池管理系统应按批次进行抽检。主控 20%，不少于 2 只，检验项目至少应包括：

- (1) 外观及结构检查
- (2) 功能试验
- (3) 状态参数测量精度
- (4) 绝缘电阻测量
- (5) 耐电压试验

8.4.3 若电池管理系统制造商与电池系统的最终集成商为同一家企业时，电池管理系统（BMS）的功能试验可结合电池系统的单件/单批检验进行。

8.5 电池系统

8.5.1 单件/单批检验应在生产企业完成出厂试验后进行，企业的出厂试验报告应随产品检验通知单同时提交 CCS。

8.5.2 电池系统中使用的高压箱（柜）和/或控制箱（柜）应符合《钢质海船入级规范》或《钢质内河船舶建造规范》的相关要求。配电电器和/或控制电器应进行温升试验、效用试验、耐压试验和绝缘电阻测量，其中温升试验应在额定工作状态下进行，但对同型号同规格产品，可只要求对首台产品进行温升试验。

8.5.3 单件/单批检验时，电池系统应逐套进行检验。检验项目应至少包括：

- (1) 外观及结构检查
- (2) BMS 功能试验
- (3) 过高温保护
- (4) 过流保护
- (5) 外部短路保护模拟
- (6) 过充电保护
- (7) 过放电保护
- (8) 绝缘电阻测量
- (9) 紧急关断功能试验（超过 50kWh）

- (10) 容量测试（至少选取一簇进行，以蓄电池包额定充放电电流进行1次）