

团 体 标 准

T/CANSI 25—2021

电动船舶用动力蓄电池单体电性能要求及 试验方法

Electric ship's traction battery cell electrical performance requirements and test
methods

2021 - 11 - 08 发布

2021 - 11 - 08 实施

中国船舶工业行业协会 发布

中国船舶工业行业协会

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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出并归口。

本文件起草单位：中国船舶工业综合技术经济研究院、宁德时代新能源科技股份有限公司。

本文件主要起草人：赵江峰、刘伟、张红波、马全林、郭娅、李恒、王卉隼、朱佳帅、宋梦然、隋国策。

中国船舶工业行业协会

中国船舶工业行业协会

电动船舶用动力蓄电池单体电性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了电动船舶用锂离子动力蓄电池（以下简称电池）单体的电性能要求、试验方法和检验规则。

本文件适用于装载在电动船舶上的锂离子动力蓄电池单体，其他应用类型蓄电池可参照执行。

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 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GD22—2019 纯电池动力船舶检验指南

3 术语和定义

GB/T 2900.41和GD22—2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电池单体 secondary battery cell

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置，通常包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电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）。

3.2

额定容量 rated capacity

制造商提供的电池容量（室温下蓄电池以恒定电流 I_X (A)放电，可持续工作X小时）为额定电池容量。以制造商规定的条件测得的并由制造商声明的电池单体的容量值。

注：额定容量通常用安时（Ah）或毫安时（mAh）来表示

3.3

初始容量 initial capacity

新出厂的动力蓄电池，在室温下，完全充电后，以规定的电流放电至放电终止电压时所放出的容量（Ah）。

注1：本标准中所提到的室温，是指 $22\text{℃}\pm 5\text{℃}$ 。

3.4

外壳 enclosure

用来防止设备受到某种外部影响或任何方向上直接接触的部件。

3.5

容量恢复能力 capacity recovery

完全充电的电池在一定温度下储存一定时间后，再完全充电，其后放电容量与初始容量之比。

3.6

充电终止电压 end-of-charge voltage

电池单体正常充电时允许达到的最高电压。

3.7

放电终止电压 end-of-discharge voltage

电池单体正常放电时允许达到的最低电压。

3.8

极差 range

所有样本的最大值和最小值之差。

4 符号

下列符号适用于本文件。

I_1 ——1 h率放电电流，单位为A，其数值等于额定容量值；

I_3 ——3 h率放电电流，单位为A，其数值等于额定容量值的1/3。

5 电性能要求

5.1 外观

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，应宜有清晰、正确标识。

5.2 极性

电池单体端子极性标识应正确、清晰。

5.3 外形尺寸及质量

电池单体外形尺寸及质量应符合制造商提供的产品技术条件。

5.4 室温放电容量

电池单体放电容量应不低于额定容量，并且不大于额定容量的110%，同时所有测试对象初始容量极差不大于初始容量平均值的7%。

5.5 室温倍率放电容量

电池单体放电容量应不低于初始容量的90%。

5.6 室温倍率充电容量

电池单体放电容量应不低于初始容量的80 %。

5.7 低温放电容量

电池单体放电容量应不低于初始容量的70 %。

5.8 高温放电容量

电池单体放电容量应不低于初始容量的90 %。

5.9 荷电保持与容量恢复能力

电池单体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 %。

5.10 储存

电池单体容量恢复应不低于初始容量的90 %。

6 试验条件

6.1 试验环境

除另有规定外，试验应在温度为 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为10 %~90 %，大气压力为86 kPa~106 kPa的环境中进行。

6.2 测量仪器、仪表精度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

- 电压测量装置：不低于0.5级；
- 电流测量装置：不低于0.5级；
- 温度测量装置： $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 时间测量装置： $\pm 0.1\%$ ；
- 尺寸测量装置： $\pm 0.1\%$ ；
- 质量测量装置： $\pm 0.1\%$ 。

6.3 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：

- a) 电压： $\pm 1\%$ ；
- b) 电流： $\pm 1\%$ ；
- c) 温度： $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.4 数据记录与记录间隔

除在某些具体测试项目中另有说明，否则测试数据的记录间隔应不大于100 s。

7 试验准备

7.1 标准充电

电池单体先以制造商规定且不小于 I_3 的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止电压，搁置1 h（或制造商提供的不大于1 h的搁置时间），然后按制造商提供的充电方法进行充电，充电后搁置1 h（或制造商提供的不大于1 h的搁置时间）。

若制造商未提供充电方法，则依据以下方法充电：

以制造商规定且不小于 $1I_3$ 的电流恒流充电至电池单体达制造商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 $0.05 I_1$ 时停止充电，充电后搁置1 h（或制造商提供的不大于1 h的搁置时间）。

7.2 预处理

7.2.1 正式测试开始前，电池单体应先进行预处理循环，以确保试验对象的性能处于激活和稳定的状态。步骤如下：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 以制造商规定的且不小于 I_3 的电流放电至制造商规定的放电截止条件；
- c) 静置 30 min 或制造商规定时间；
- d) 重复步骤 a)~c) 不大于 5 次。

7.2.2 如果电池单体连续两次的放电容量变化不高于额定容量的 3%，则认为电池单体完成了预处理，预处理循环可以中止。

8 试验方法

8.1 试验样本

试验样本为电池单体。

8.2 外观

在良好的光线条件下，用目测法检查电池单体的外观。

8.3 极性

用电压测量装置检测电池单体的极性。

8.4 外形尺寸及质量

用尺寸和质量测量装置检测电池单体的外形尺寸及质量。

8.5 室温放电容量

按照如下步骤测试室温放电容量：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 室温下，电池单体以 $1I_3(A)$ 电流放电至单体电压达到放电终止电压；
- c) 计量放电容量（单位为 Ah）和放电比能量（单位为 Wh/kg）；
- d) 重复步骤 a)~c) 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。

8.6 室温倍率放电容量

按照如下步骤测试室温倍率放电容量：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 室温下, 电池单体以 $3 I_1$ (A) (最大电流不超过 400 A) 电流放电, 放电至单体电压达到放电终止电压；
- c) 计量放电容量 (单位为 Ah)。

8.7 室温倍率充电容量

按照如下步骤测试室温倍率充电容量：

- a) 室温下, 电池单体以 $1 I_3$ (A) 电流放电至单体电压达到放电终止电压, 静置 1 h；
- b) 室温下, 电池单体以 $3 I_1$ (A) (最大电流不超过 400A) 电流充电, 直至电池单体电压达到充电终止电压, 或达到制造商规定的充电终止条件, 静置 1 h；
- c) 室温下, 电池单体以 $1 I_3$ (A) 电流放电至电池单体电压达到放电终止电压；
- d) 计量放电容量 (单位为 Ah)。

8.8 低温放电容量

按照如下步骤测试低温放电容量：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 电池单体在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下搁置 24 h；
- c) 电池单体在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 以 $1 I_3$ (A) 电流放电至单体电压达到放电终止电压 (该电压值不低于室温放电终止电压的 80 %)；
- d) 计量放电容量 (单位为 Ah)。

8.9 高温放电容量

按照如下步骤测试高温放电容量：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 电池单体在 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下搁置 5 h；
- c) 电池单体在 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 以 $1 I_3$ (A) 电流放电至单体电压达到室温放电终止电压；
- d) 计量放电容量 (单位为 Ah)。

8.10 荷电保持及容量恢复能力

8.10.1 室温荷电保持及容量恢复能力

按照如下步骤测试室温荷电保持与容量恢复能力：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；
- b) 电池单体在室温下储存 28 天；
- c) 室温下, 电池单体以 $1 I_3$ (A) 电流放电至单体电压达到放电终止电压；
- d) 计量荷电保持容量 (单位为 Ah)；
- e) 电池单体按 7.1 方法充电；
- f) 室温下, 电池单体以 $1 I_3$ (A) 电流放电至单体电压达到放电终止电压；
- g) 计量恢复容量 (单位为 Ah)。

8.10.2 高温荷电保持及容量恢复能力

按照如下步骤测试高温荷电保持与容量恢复能力：

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电；

- b) 电池单体在 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下储存 7 d;
- c) 电池单体在室温下搁置 5 h 后, 以 $1I_3(A)$ 电流放电至单体电压达到放电终止电压;
- d) 计量荷电保持容量 (单位为 Ah);
- e) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电;
- f) 室温下, 电池单体以 $1I_3(A)$ 电流放电至单体电压达到放电终止电压;
- g) 计量恢复容量 (单位为 Ah)。

8.11 储存

按照如下步骤进行储存试验:

- a) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电;
- b) 室温下, 电池单体以 $1I_3(A)$ 电流放电 90 min;
- c) 电池单体在 $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下储存 28 d;
- d) 电池单体室温下搁置 5 h;
- e) 按照 7.1 对电池单体进行标准充电;
- f) 室温下, 电池单体以 $1I_3(A)$ 电流放电至单体电压达到放电终止电压。
- g) 计量放电容量 (单位为 Ah)。

8.12 试验程序

按本程序进行的试验应连续进行。电池单体试验程序见表1。

表1 蓄电池试验程序

序号	检验项目	检验方法章条号	电池编号
1	外观	8.2	1#~8#
2	极性	8.3	
3	外形尺寸及质量	8.4	
4	室温放电容量	8.5	
5	室温倍率放电容量	8.6	1#、2#
6	室温倍率充电容量	8.7	
7	低温放电容量	8.8	
8	高温放电容量	8.9	
9	荷电保持与容量恢复能力	8.10	3#、4#、5#、6#、
10	储存	8.11	7#、8#

9 检验规则

9.1 检验分类

电池的检验分为型式检验和出厂检验。

9.2 型式检验

9.2.1 检验时机

有下列情况之一时应进行型式检验：

- 新产品投产和老产品转产；
- 老产品转厂生产和定型鉴定；
- 停产超过一年后复产；
- 结构、工艺或材料有重大改变；
- 出厂检验结果与上次检验有较大差别时；
- 市场监督管理机构提出进行型式检验的要求时。

9.2.2 受检样品数

共需送样12只电池单体或电池模块。

9.2.3 合格判据

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

9.2.4 检验项目

电池型式检验的项目和顺序见表2。

表2 检验项目和顺序

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	检验方法章条号	样品数量	
1	外观	●	●	5.1	8.2	100 %	
	极性	●	●	5.2	8.3	100 %	
2	外形尺寸及质量	●	●	5.3	8.4	100 %	
3	室温放电容量	●	—	5.4	8.5	制造厂商送样 10 只	
4	室温倍率放电容量	●	—	5.5	8.6	电芯编号具体参考 8.12 表 1，共需 8 只单体。	
5	室温倍率充电容量	●	—	5.6	8.7		
6	低温放电容量	●	—	5.7	8.8		
7	高温放电容量	●	—	5.8	8.9		
8	荷电保持与容量恢复能力	●	—	5.9	8.10		
9	储存	●	—	5.10	8.11		
共需送样12只电池单体，其中4只为备份电池单体。建议测试对象为3个月以内的样品。							
● 必检项目；—不检项目。							

9.3 出厂检验

9.3.1 检验项目

电池出厂检验的项目和顺序见表2。

9.3.2 合格判据

检验项目均符合要求时，则判定电池出厂检验为合格；若有一项不合格时，允许返修后复验，复验仍不符合要求时则判定电池出厂检验为不合格。

中国船舶工业行业协会