

团 体 标 准

T/CQAE XXXX—XXXX

锂离子电池循环寿命加速评估测试方法

Accelerated evaluation and testing method for cycle life of lithium-ion batteries

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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	2
5 总体要求	2
6 试验准备	2
7 试验样品预处理	3
8 试验方法	3
9 试验公式	4
10 试验报告要求	5
参考文献	6

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。

本文件由中国电子技术标准化研究院提出。

本文件由中国电子质量管理协会归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、宁德时代新能源科技股份有限公司、江苏中兴派能电池有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、青岛力神新能源科技有限公司、欣旺达动力科技股份有限公司、湖南德赛电池有限公司、安徽利维能动力电池有限公司、广州赛西标准检测研究院有限公司。

本文件主要起草人：王俊鹏、祁麟、何鹏林、王晓东、苏育专、杨庆亨、周兴锋、金海新、徐中领、孔祥鹏、马洁云、黄俊英、王茂旭、龚平云、甄盼东。

锂离子电池循环寿命加速评估测试方法

1 范围

本文件规定了锂离子电池循环寿命加速评估测试的方法，包括术语定义、符号、要求、试验准备、试验样品预处理、试验方法、试验公式和试验报告要求等。

本文件适用于大动力型和储能型的锂离子电池或锂离子电池组的循环寿命测试。

注：属于本文件范围内产品应用示例如下：

- a) 大动力型：电动汽车、电动船舶等；
- b) 储能型：家庭储能、工商业储能、电力储能等。

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 31241—2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组安全技术规范

3 术语和定义

GB 31241—2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子电池 **lithium ion cell**

电池

依靠锂离子在正极和负极之间移动实现化学能和电能相互转化的装置，并被设计成可充电。

注：该装置包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

3.2

锂离子电池组 **lithium ion battery**

电池组

包含有保护电路的由任意数量的锂离子电池组合而成准备使用的组合体。

注1：保护电路可能是独立的，也可能在充电器或电子产品（含其配件）中。

注2：锂离子电池组还可能含有封装材料、连接器、保护器件等部件或材料。

3.3

电池健康状态 **state of health**

SOH

电池在一定使用条件下储存或循环使用后，其当前放电能力与最初放电能力的比值

注：本文件也称容量保持率。

3.4

循环寿命 **cycle life**

在规定条件下，电池在特定性能失效之前所能进行的完整循环次数。

注：特定性能失效指电池或电池组SOH衰减至80%以下。

3.5

标称电压 **nominal voltage**

用以标志电池或电池组电压的适宜的近似值。

3.6

充电深度 **depth of charge**

电池完全放电后，在充电过程中从外电路接受的电量与其初始容量的百分比。

3.7

放电深度 depth of discharge

电池完全充电后，在放电过程中放出的电量与其初始容量的百分比。

3.8

初始容量 initial capacity

室温下，电池完全充电后，大动力型电池按试验要求以 I_3 或 I_1 的电流，储能型电池以 I_{dr} 的电流放电至制造商规定的放电终止条件时所放出的容量。

注：单位为安时（Ah）。

3.9

额定容量 rated capacity

制造商标明的电池或电池组容量。

注：单位为安时（Ah）。

3.10

推荐充电电流 recommendation charging current

I_{cr}

制造商推荐的恒流充电电流。

3.11

推荐放电电流 recommendation discharging current

I_{dr}

制造商推荐的恒流放电电流。

3.12

加速因子 acceleration factor

a

产品在预期使用环境条件下与高强度环境条件下的容量衰减速率的比值。

注：对于有加速效果的试验，其加速因子应大于1。

4 符号

下列符号适用于本文件。

I_1 : 1h率放电电流（A），其数值等于1h率额定容量值。

I_3 : 3h率放电电流（A），其数值等于3h率额定容量值的1/3。

5 总体要求

5.1 通用要求

试验的样品对象应是流通于市场的典型合格产品。除有特殊规定，试验对象均应在制造商技术条件中规定的状态下进行测试。

5.2 循环寿命加速评估范围

大动力型电池和电池组循环寿命加速评估适用范围为 1500 次及以下，储能型电池和电池组循环寿命加速评估适用范围为 6000 次及以下。

注：评估适用范围来源于《锂离子电池行业规范条件（工业和信息化部2024年第14号）》，超出评估适用范围后误差增大，结果仅供参考，评估适用范围将随《锂离子电池行业规范条件》同步调整。

6 试验准备

6.1 试验条件

6.1.1 除另有规定外，试验应在下列条件下进行：

a) 温度：(25±2)℃；

b) 相对湿度：不高于 90%；

- c) 大气压力：86kPa~106kPa。
- 6.1.2 试验样品交付时应包含必要的操作文件以及和试验装置连接所需的连接件、插头等接口部件。
- 6.1.3 电池组在进行循环寿命测试时，应符合下列条件：
 - a) 电池组的高压、低压及热管理装置需要与试验平台装置相连，开启电池组的被动保护功能；
 - b) 根据制造商的要求，电池组的工作状态和工作参数由试验平台检测和控制，并保证主动保护开启，必要时可以通过断开电池组的主要接触器来实现；
 - c) 电池组的热管理装置根据制造商的要求工作；
 - d) 试验过程中，电池组和试验平台之间不应存在信息交换，电池组的参数限值应由试验平台直接控制；
 - e) 试验平台检测电池组的电压、电流、温度等参数，并将这些数据作为检测结果和计算依据。

6.2 参数测量公差

相对于规定值或实际值，所有控制值或测量值的准确度应在下述公差范围内：

- a) 电压：±0.5%；
- b) 电流：±1%；
- c) 温度：±2℃；
- d) 湿度：±1%；
- e) 时间：±0.1%。

6.3 样品准备

- 6.3.1 试验样品数量由制造商根据自身需求提供，电池数量应大于等于 2，电池组宜大于等于 2。
- 6.3.2 电池组应带有保护功能，配套冷却系统，冷却系统应维持电池组工作温度为（45±2）℃。

7 试验样品预处理

7.1 大动力型电池和电池组

大动力型电池和电池组包括能量型和功率型，预处理按照下列步骤进行：

- a) 设置环境模拟装置温度为 25℃，在（25±2）℃下静置 5h；
- b) 在（25±2）℃下，能量型电池和电池组以 I_3 、功率型电池和电池组以 I_l 的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止条件；
- c) 搁置不低于 30min 或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- d) 在（25±2）℃下，能量型电池和电池组以 I_3 、功率型电池和电池组以 I_l 的电流充电至制造商技术条件中规定的充电终止条件；
- e) 搁置不低于 30min 或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- f) 在（25±2）℃下，能量型电池和电池组以 I_3 、功率型电池和电池组以 I_l 的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止条件，记录初始容量 C_0 。

7.2 储能型电池和电池组

储能型电池和电池组的预处理按照下列步骤进行：

- a) 设置环境模拟装置温度为 25℃，在（25±2）℃下静置 5h；
- b) 在（25±2）℃下，以 I_{dr} 恒电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止条件；
- c) 搁置不低于 30min 或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- d) 在（25±2）℃下，以 I_{cr} 恒电流充电至制造商技术条件中规定的充电终止条件；
- e) 搁置不低于 30min 或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- f) 在（25±2）℃下，以 I_{dr} 恒电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止条件，记录初始容量 C_0 。

8 试验方法

8.1 大动力型电池和电池组循环寿命试验

能量型电池和电池组充放电深度不低于初始容量 C_0 的95%，功率型电池和电池组充放电深度不低于初始容量 C_0 的70%。

循环寿命试验按照下列步骤进行：

- 设置环境模拟装置温度为45℃，在(45±2)℃下静置5h；
- 在(45±2)℃下，能量型电池和电池组以 I_3 、功率型电池和电池组以 I_l 的电流充电至制造商技术条件中规定的充电终止条件；
- 搁置不低于30min或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- 在(45±2)℃下，能量型电池和电池组以 I_3 、功率型电池和电池组以 I_l 的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止条件，记录放电容量 C_1 ；
- 搁置不低于30min或制造商技术条件中规定的搁置条件；
- 重复步骤b)~e)，连续循环1000次，每循环100次记录放电容量数值为 C_m ， $100 \leq m \leq 1000$ ；
- 断开试验样品和充放电设备的连接线，拆除试验样品上的数据采样线，取出试验样品。

8.2 储能型电池和电池组循环寿命试验

循环寿命试验按照下列步骤进行：

- 设置环境模拟装置温度为45℃，在(45±2)℃下静置5h；
- 在(45±2)℃下，以 I_{cr} 恒电流充电至电池的充电截止电压；
- 静置30min（或制造商提供的不大于120min的搁置时间）；
- 在(45±2)℃下，以 I_{dr} 恒电流放电至电池的放电截止电压，记录放电容量 C_1 ；
- 静置30min（或制造商提供的不大于120min的搁置时间）；
- 重复步骤b)~e)，连续循环1000次，每循环100次记录放电容量数值为 C_m ， $100 \leq m \leq 1000$ 。
- 断开试验样品和充放电设备的连接线，拆除试验样品上的数据采样线，取出试验样品。

9 试验公式

按照公式(1)~(5)计算25℃环境下，第 n 次循环的容量保持率：

$$SOH_n = SOH_{500} - (n - 1000) \times \Delta SOH \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta SOH = (SOH_{800} - SOH_{1000}) / [a \times (1000 - 800)] \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$SOH_{500} = C_{500} / C_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$SOH_{800} = C_{800} / C_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$SOH_{1000} = C_{1000} / C_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

SOH_n ——25℃环境下，第 n 次循环放电容量保持率；

n ——循环次数，大动力型电池和电池组 $n \leq 1500$ ，储能型电池和电池组 $n \leq 6000$ ；

ΔSOH ——由公式(2)计算25℃单次循环放电容量保持率损失值；

SOH_{500} ——45℃环境下，循环第500次放电容量保持率；

SOH_{800} ——45℃环境下，循环第800次放电容量保持率；

SOH_{1000} ——45℃环境下，循环第1000次放电容量保持率；

C_1 ——45℃环境下，循环第1次放电容量；

C_{500} ——45℃环境下，循环第500次放电容量；

C_{800} ——45℃环境下，循环第800次放电容量；

C_{1000} ——45°C环境下，循环第 1000 次放电容量；

a ——45°C环境下，经试验评估，大动力型电池和电池组中磷酸亚铁锂电池加速因子取值为 2，三元电池加速因子取值为 2.5；储能型电池和电池组加速因子取值为 2。

10 试验报告要求

试验报告至少应给出以下几个方面内容：

- 试验对象；
- 所使用的标准（包括发布或出版年号）；
- 所使用的方法（如果标准中包括几个方法）；
- 结果；
- 试验日期。

参 考 文 献

- [1] GB/T 31484—2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及测试方法
 - [2] GB/T 31486—2024 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
 - [3] GB/T 36276—2023 电力储能用锂离子电池
 - [4] 锂离子电池行业规范条件（工业和信息化部2024年第14号）
-