

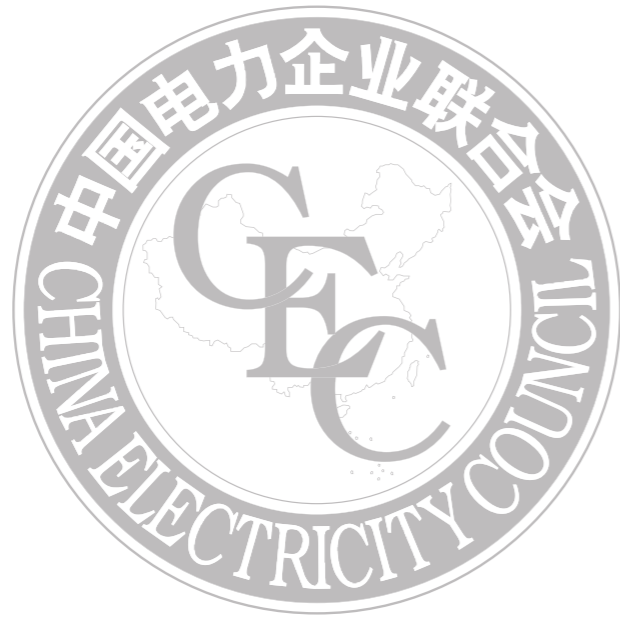
ICS 29.220.01
K 82

T/CEC 171—2018

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC 171—2018



电力储能用锂离子电池循环寿命 要求及快速检测试验方法

Cycle life requirements and quick test methods of lithium ion
battery for electrical energy storage

中国电力企业联合会标准
电力储能用锂离子电池循环寿命
要求及快速检测试验方法

T/CEC 171—2018

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2018年6月第一版 2018年6月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1印张 24千字

*

统一书号 155198·858 定价 13.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 最及时、最准确、最权威 的电力标准信息



155198.858

2018-01-24 发布

2018-04-01 实施

中国电力企业联合会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 术语、定义和符号	1
3 循环寿命	2
4 试验条件	3
5 试验方法	4
附录 A （资料性附录） 电池试验数据记录表.....	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由全国电力储能标准化技术委员会（SAC/TC 550）提出并归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网江西省电力公司电力科学研究院、宁德时代新能源科技股份有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、中国南方电网有限责任公司调峰调频发电公司、惠州亿纬锂能股份有限公司、银隆新能源股份有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国联汽车动力电池研究院有限责任公司、天津力神电池股份有限公司、中航锂电（洛阳）有限公司、山东圣阳电源股份有限公司。

本标准主要起草人：官亦标、沈进冉、傅凯、郭翠静、周淑琴、胡娟、王晓清、惠东、刘家亮、李勇琦、廖云浩、陈翔、蔡惠群、钟国彬、张娜、张瑞、张红波、唐玲、范瑞祥、王文彬、邹友生、李海军、汪免伶、谈作伟、王志军。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力储能用锂离子电池循环寿命要求及快速检测试验方法

1 范围

本标准规定了电力储能用锂离子电池循环寿命要求和快速检测试验方法。
本标准适用于电力储能用锂离子电池。

2 术语、定义和符号

2.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1.1

电池单体 cell

实现化学能和电能相互转化的基本单元，由正极、负极、隔膜、电解质、壳体和端子等组成。

2.1.2

电池模块 battery module

由电池单体采用串联、并联或串并联连接方式，且只有一对正负极输出端子的电池组合体，还宜包括外壳、管理与保护装置等部件。

2.1.3

标称电压 nominal voltage

标志或识别一种电池或一种电化学体系的适当的电压近似值。

2.1.4

额定充电功率 rated charging power

在规定试验条件和试验方法下，电池可持续工作一定时间的充电功率，用 P_{rcn} 表示。

2.1.5

额定放电功率 rated discharging power

在规定试验条件和试验方法下，电池可持续工作一定时间的放电功率，用 $P_{rdn'}$ 表示。

2.1.6

额定功率 rated power

在规定试验条件和试验方法下，电池可持续工作一定时间的功率，包括额定充电功率、额定放电功率。

2.1.7

能量型电池 energy type battery

根据高能量应用需求设计，以额定功率 P_{rcn} 、 $P_{rdn'}$ ($n > 1$, $n' > 1$) 工作的电池。

2.1.8

功率型电池 power type battery

根据高功率应用需求设计，以额定功率 P_{rcn} 、 $P_{rdn'}$ ($n \leq 1$, $n' \leq 1$) 工作的电池。

2.1.9

初始化放电 initial discharge

在规定试验条件和试验方法下，使电池的放电状态初始化的过程。

2.1.10

额定充电能量 rated charging energy

在规定试验条件和试验方法下，初始化放电的电池以额定充电功率充电至充电终止电压时的充电能量，用 E_{rcn} 表示。

2.1.11

额定放电能量 rated discharging energy

在规定试验条件和试验方法下，初始化充电的电池以额定放电功率放电至放电终止电压时的放电能量，用 $E_{rdn'}$ 表示。

2.1.12

额定充电容量 rated charging capacity

在规定试验条件和试验方法下，初始化放电的电池以额定充电功率充电至充电终止电压时的充电容量，用 C_{rcn} 表示。

2.1.13

额定放电容量 rated discharging capacity

在规定试验条件和试验方法下，初始化充电的电池以额定放电功率放电至放电终止电压时的放电容量，用 $C_{rdn'}$ 表示。

2.1.14

能量效率 energy efficiency

在规定试验条件和试验方法下，电池的放电能量与充电能量的比值，用百分数表示。

2.1.15

能量保持率 retention rate of energy

在规定试验条件和试验方法下，电池的充电能量、放电能量分别与初始充电能量、初始放电能量的比值，用百分数表示。

2.2 符号

下列符号适用于本文件：

n ：电池的额定充电小时率，其数值等于电池的额定充电能量/额定充电功率，并应从下列数值中选取：8、4、2、1、0.5、0.25。

n' ：电池的额定放电小时率，其数值等于电池的额定放电能量/额定放电功率，并应从下列数值中选取：8、4、2、1、0.5、0.25。

C_{rcn} ： n 小时率额定充电容量，单位为 Ah。

$C_{rdn'}$ ： n' 小时率额定放电容量，单位为 Ah。

E_{rcn} ： n 小时率额定充电能量，电池单体的单位为 Wh，电池模块的单位为 kWh。

$E_{rdn'}$ ： n' 小时率额定放电能量，电池单体的单位为 Wh，电池模块的单位为 kWh。

P_{rcn} ： n 小时率额定充电功率，电池单体的单位为 W，电池模块的单位为 kW。

$P_{rdn'}$ ： n' 小时率额定放电功率，电池单体的单位为 W，电池模块的单位为 kW。

3 循环寿命

3.1 电池单体循环寿命

3.1.1 能量型电池单体循环寿命

能量型电池单体循环性能应符合下列要求：

- a) 循环次数达到 1000 次时, 充电能量保持率不应小于 90%。
- b) 循环次数达到 1000 次时, 放电能量保持率不应小于 90%。
- c) 循环次数达到 2000 次时, 充电能量保持率不应小于 80%。
- d) 循环次数达到 2000 次时, 放电能量保持率不应小于 80%。

3.1.2 功率型电池单体循环寿命

功率型电池单体循环性能应符合下列要求:

- a) 循环次数达到 2000 次时, 充电能量保持率不应小于 80%。
- b) 循环次数达到 2000 次时, 放电能量保持率不应小于 80%。
- c) 循环次数达到 4000 次时, 充电能量保持率不应小于 60%。
- d) 循环次数达到 4000 次时, 放电能量保持率不应小于 60%。

3.2 电池模块循环寿命

3.2.1 能量型电池模块循环寿命

能量型电池模块循环性能应符合下列要求:

- a) 循环次数达到 500 次时, 充电能量保持率不应小于 90%。
- b) 循环次数达到 500 次时, 放电能量保持率不应小于 90%。
- c) 循环次数达到 1000 次时, 充电能量保持率不应小于 80%。
- d) 循环次数达到 1000 次时, 放电能量保持率不应小于 80%。

3.2.2 功率型电池模块循环寿命要求

功率型电池模块循环性能应符合下列要求:

- a) 循环次数达到 1000 次时, 充电能量保持率不应小于 80%。
- b) 循环次数达到 1000 次时, 放电能量保持率不应小于 80%。
- c) 循环次数达到 2000 次时, 充电能量保持率不应小于 60%。
- d) 循环次数达到 2000 次时, 放电能量保持率不应小于 60%。

4 试验条件

4.1 试验环境

试验环境应符合下列要求:

- a) 除另有规定外, 试验应在相对湿度小于或等于 90%、大气压力为 86kPa~106kPa 的环境中进行。
- b) 试验场地应具备完善的消防和应急措施。
- c) 试验人员应配备个人防护用具。

4.2 试验装置

试验装置应符合下列要求:

- a) 充放电装置: 电压、电流、功率的准确度 0.1%FS (满量程)。
- b) 环境模拟装置: 温度准确度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 湿度准确度 $\pm 3\%$, 温度波动度小于或等于 2°C , 湿度波动度小于或等于 5%。
- c) 时间测量装置: 准确度 $\pm 0.1\text{s}$ 。

4.3 试验准备

4.3.1 初始化放电

电池的初始化放电应按下述步骤进行：

- a) 电池单体初始化放电。
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下搁置 5h。
 - 2) 以 P_{rcn} 恒功率充电至电池单体的充电终止电压，静置 30min。
 - 3) 以 $P_{rdn'}$ 恒功率放电至电池单体的放电终止电压，静置 30min。
- b) 电池模块初始化放电。
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下搁置 5h。
 - 2) 以 P_{rcn} 恒功率充电至任一单体或模块的充电终止电压，静置 30min。
 - 3) 以 $P_{rdn'}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电终止电压，静置 30min。

4.3.2 电压限值设定

电池的电压限值设定应符合下列要求：

除另有规定外，试验过程中电池单体、电池模块的充电终止电压、放电终止电压、充电告警电压、放电告警电压、充电保护电压、放电保护电压的设定值应唯一，且应与电池正常使用时的设定值一致。

4.3.3 试验样品准备

试验样品准备应符合下列要求：

- a) 电池模块在进行循环性能试验时，应将试验装置与电池的高压、低压装置连接，开启电池的被动保护功能，电、热管理装置可根据需要工作。
- b) 试验装置应检测和控制电池的工作状态和电压、电流等工作参数。

4.3.4 试验数据记录

试验数据记录应符合下列要求：

- a) 试验开始前，应参见附录 A 的电池技术规格数据记录表记录试验样品信息。
- b) 试验过程中，除另有规定外，试验装置设定的数据采样周期不应大于预估的每个试验步骤的充电或放电时间的 1%。
- c) 试验结束时，应参见附录 A 的试验数据记录表记录试验的过程数据和结果数据。

5 试验方法

5.1 电池单体循环寿命试验

5.1.1 能量型电池单体循环寿命试验

在 (25 ± 2) °C 下，能量型电池单体循环性能试验按下述步骤进行：

- a) 电池单体初始化放电。
- b) 电池单体以 $n \times P_{rcn}$ 恒功率充电至电池单体的充电终止电压，静置 30min。
- c) 电池单体以 $n' \times P_{rdn'}$ 恒功率放电至电池单体的放电终止电压，静置 30min。
- d) 按照 b) ~ c) 连续循环 2000 次。

- e) 参见附录 A 表 A.2 记录首次及每循环 50 次时步骤 b)、c) 的充电能量、放电能量、充电时间、放电时间；计算每 50 次循环结束时的充电能量、放电能量相对于首次循环结束时的充电能量、放电能量的能量保持率及对应的能量效率；根据试验数据作充电能量保持率、放电能量保持率及能量效率随循环次数变化的曲线图；循环 1000 次时出具循环性能试验中期测试报告。
- f) 采用型式试验的方式进行，共需对 2 个电池单体样品进行试验，试验结果全部满足 3.1.1 的要求，则判定为该项型式试验合格；若有 1 项不满足要求，则判定为型式试验不合格。

5.1.2 功率型电池单体循环寿命试验

在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，功率型电池单体循环性能试验按照下列步骤进行（数值 M 由产品规格确定， M 为整数，且 $M \geq 4$ ）：

- a) 电池单体初始化放电。
- b) 电池单体以 $M \times n \times P_{\text{rcn}}$ 恒功率充电至电池单体的充电终止电压，静置 30min。
- c) 电池单体以 $M \times n' \times P_{\text{rdn}}$ 恒功率放电至电池单体的放电终止电压，静置 30min。
- d) 按照 b) ~ c) 连续循环 4000 次。
- e) 参见附录 A 表 A.3 记录首次及每循环 100 次时步骤 b)、c) 的充电能量、放电能量、充电时间、放电时间；计算每 100 次循环结束时的充电能量、放电能量相对于首次循环结束时的充电能量、放电能量的能量保持率及对应的能量效率；根据试验数据作充电能量保持率、放电能量保持率及能量效率随循环次数变化的曲线图；循环 2000 次时出具循环性能试验中期测试报告。
- f) 采用型式试验的方式进行，共需对 2 个电池单体样品进行试验，试验结果全部满足 3.1.2 的要求，则判定为该项型式试验合格；若有 1 项不满足要求，则判定为型式试验不合格。

5.2 电池模块循环寿命试验

5.2.1 能量型电池模块循环寿命试验

在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，能量型电池模块循环性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块初始化放电。
- b) 电池模块以 $n \times P_{\text{rcn}}$ 恒功率充电至任一单体或模块的充电终止电压，静置 30min。
- c) 电池模块以 $n' \times P_{\text{rdn}}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电终止电压，静置 30min。
- d) 按照 b) ~ c) 连续循环 1000 次。
- e) 参见附录 A 表 A.5 记录首次及每循环 20 次时步骤 b)、c) 的充电能量、放电能量、充电时间、放电时间、充电结束时和放电结束时电池单体的电压极差；计算每 20 次循环结束时的充电能量、放电能量相对于首次循环结束时的充电能量、放电能量的能量保持率及对应的能量效率；计算循环试验结束时电池单体电压极差的平均值；根据试验数据作充电能量保持率、放电能量保持率及能量效率随循环次数变化的曲线图。
- f) 采用型式试验的方式进行，共需对 1 个电池模块样品进行试验，试验结果全部满足 3.2.1 的要求，则判定为该项型式试验合格；若有 1 项不满足要求，则判定为型式试验不合格。

5.2.2 功率型电池模块循环寿命试验

在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，功率型电池模块循环性能试验按照下列步骤进行（数值 M 由产品规格确定， M 为整数，且 $M \geq 4$ ）：

- a) 电池模块初始化放电。

- b) 电池模块以 $M \times n \times P_{rcn}$ 恒功率充电至任一单体或模块的充电终止电压，静置 1h。
- c) 电池模块以 $M \times n' \times P_{rdn}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电终止电压，静置 1h。
- d) 按照 b) ~c) 连续循环 2000 次。
- e) 参见附录 A 表 A.6 记录首次及每循环 50 次时步骤 b)、c) 的充电能量、放电能量、充电时间、放电时间、充电结束时和放电结束时电池单体的电压极差；计算每 50 次循环结束时的充电能量、放电能量相对于首次循环结束时的充电能量、放电能量的能量保持率及对应的能量效率；计算循环试验结束时电池单体电压极差的平均值；根据试验数据作充电能量保持率、放电能量保持率及能量效率随循环次数变化的曲线图。
- f) 采用型式试验的方式进行，共需对 1 个电池模块样品进行试验，试验结果全部满足 3.2.2 的要求，则判定为该项型式试验合格；若有 1 项不满足要求，则判定为型式试验不合格。

附 录 A
(资料性附录)
电池试验数据记录表

电池试验数据记录表见表 A.1~表 A.6。

表 A.1 电池单体技术规格数据记录表

项目	符号	单位	数值
额定充电小时率	n		
额定放电小时率	n'		
n 小时率额定充电功率	P_{rcn}	W	
n' 小时率额定放电功率	$P_{rdn'}$	W	
n 小时率额定充电能量	E_{rcn}	Wh	
n' 小时率额定放电能量	$E_{rdn'}$	Wh	
n 小时率额定充电容量	C_{rcn}	Ah	
n' 小时率额定放电容量	$C_{rdn'}$	Ah	
电池单体标称电压		V	
电池单体充电终止电压		V	
电池单体放电终止电压		V	
电池单体充电告警电压		V	
电池单体放电告警电压		V	
电池单体充电保护电压		V	
电池单体放电保护电压		V	
电池单体告警温度		°C	
电池单体保护温度		°C	

注： n 、 n' 应从下列数值中选取：8、4、2、1、0.5、0.25。

表 A.2 电池单体循环性能试验数据记录表（能量型）

循环次数	项目	单位	电池 1 号	电池 2 号
1	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		
	充电时间	h		
	放电时间	h		
	充电能量保持率	%	100	100
	放电能量保持率	%	100	100
	能量效率=放电能量（1次）/充电能量（1次）×100%	%		
50	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		

表 A.2 (续)

循环次数	项目	单位	电池 1 号	电池 2 号
50	充电时间	h		
	放电时间	h		
	充电能量保持率=充电能量(50次)/充电能量(1次)×100%	%		
	放电能量保持率=放电能量(50次)/放电能量(1次)×100%	%		
	能量效率=放电能量(50次)/充电能量(50次)×100%	%		
...
1000	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		
	充电时间	h		
	放电时间	h		
	充电能量保持率=充电能量(1000次)/充电能量(1次)×100%	%		
	放电能量保持率=放电能量(1000次)/放电能量(1次)×100%	%		
	能量效率=放电能量(1000次)/充电能量(1000次)×100%	%		

表 A.3 电池单体循环性能试验数据记录表(功率型)

循环次数	项目	单位	电池 3 号	电池 4 号
	<i>M</i> 值			
1	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		
	充电时间	h		
	放电时间	h		
	充电能量保持率	%	100	100
	放电能量保持率	%	100	100
	能量效率=放电能量(1次)/充电能量(1次)×100%	%		
100	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		
	充电时间	h		
	放电时间	h		
	充电能量保持率=充电能量(100次)/充电能量(1次)×100%	%		
	放电能量保持率=放电能量(100次)/放电能量(1次)×100%	%		
	能量效率=放电能量(100次)/充电能量(100次)×100%	%		
...
2000	充电能量	Wh		
	放电能量	Wh		
	充电时间	h		
	放电时间	h		

表 A.3 (续)

循环次数	项目	单位	电池 3 号	电池 4 号
2000	充电能量保持率=充电能量(2000次)/充电能量(1次)×100%	%		
	放电能量保持率=放电能量(2000次)/放电能量(1次)×100%	%		
	能量效率=放电能量(2000次)/充电能量(2000次)×100%	%		

表 A.4 电池模块技术规格数据记录表

项目	符号	单位	数值
额定充电小时率	n		
额定放电小时率	n'		
n 小时率额定充电功率	P_{rcn}	kW	
n' 小时率额定放电功率	$P_{rdn'}$	kW	
n 小时率额定充电能量	E_{rcn}	kWh	
n' 小时率额定放电能量	$E_{rdn'}$	kWh	
n 小时率额定充电容量	C_{rcn}	Ah	
n' 小时率额定放电容量	$C_{rdn'}$	Ah	
电池模块标称电压		V	
电池单体充电终止电压		V	
电池单体放电终止电压		V	
电池模块充电终止电压		V	
电池模块放电终止电压		V	
电池单体充电告警电压		V	
电池单体放电告警电压		V	
电池单体充电保护电压		V	
电池单体放电保护电压		V	
电池模块充电告警电压		V	
电池模块放电告警电压		V	
电池模块充电保护电压		V	
电池模块放电保护电压		V	
电池单体告警温度		°C	
电池单体保护温度		°C	

注： n 、 n' 应从下列数值中选取：8、4、2、1、0.5、0.25。

表 A.5 电池模块循环性能试验数据记录表（能量型）

循环次数	项目	单位	电池 1 号
1	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	

表 A.5 (续)

循环次数	项目	单位	电池 1 号
1	放电时间	h	
	充电能量保持率	%	100
	放电能量保持率	%	100
	能量效率=放电能量(1次)/充电能量(1次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
	放电结束时电池单体电压极差	mV	
20	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	
	放电时间	h	
	充电能量保持率=充电能量(20次)/充电能量(1次)×100%	%	
	放电能量保持率=放电能量(20次)/放电能量(1次)×100%	%	
	能量效率=放电能量(20次)/充电能量(20次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
放电结束时电池单体电压极差	mV		
...
500	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	
	放电时间	h	
	充电能量保持率=充电能量(500次)/充电能量(1次)×100%	%	
	放电能量保持率=放电能量(500次)/放电能量(1次)×100%	%	
	能量效率=放电能量(500次)/充电能量(500次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
	放电结束时电池单体电压极差	mV	
	充电结束时电池单体电压极差平均值	mV	
放电结束时电池单体电压极差平均值	mV		

表 A.6 电池模块循环性能试验数据记录表 (功率型)

循环次数	项目	单位	电池 2 号
	M 值		
1	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	
	放电时间	h	

表 A.6 (续)

循环次数	项目	单位	电池 2 号
1	充电能量保持率	%	100
	放电能量保持率	%	100
	能量效率=放电能量(1次)/充电能量(1次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
	放电结束时电池单体电压极差	mV	
50	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	
	放电时间	h	
	充电能量保持率=充电能量(50次)/充电能量(1次)×100%	%	
	放电能量保持率=放电能量(50次)/放电能量(1次)×100%	%	
	能量效率=放电能量(50次)/充电能量(50次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
放电结束时电池单体电压极差	mV		
...
1000	充电能量	kWh	
	放电能量	kWh	
	充电时间	h	
	放电时间	h	
	充电能量保持率=充电能量(1000次)/充电能量(1次)×100%	%	
	放电能量保持率=放电能量(1000次)/放电能量(1次)×100%	%	
	能量效率=放电能量(1000次)/充电能量(1000次)×100%	%	
	充电结束时电池单体电压极差	mV	
	放电结束时电池单体电压极差	mV	
	充电结束时电池单体电压极差平均值	mV	
放电结束时电池单体电压极差平均值	mV		