



中华人民共和国国家标准

GB/T 33339—2025

代替 GB/T 33339—2016

全钒液流电池系统测试方法

Test method for vanadium flow battery system

2025-06-30 发布

2026-01-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验项目	1
5 试验准备	2
6 测试条件	2
7 测量仪器	3
8 试验方法	3
9 测试报告	6
附录 A (资料性) 测试报告	7

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。

本文件代替 GB/T 33339—2016《全钒液流电池 系统测试方法》，与 GB/T 33339—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第 1 章,2016 年版的第 1 章)；
- 更改了试验项目(见第 4 章,2016 年版的第 4 章)；
- 增加了温度检查(见 5.3)；
- 更改了测试环境条件(见 6.1,2016 年版的第 6 章)；
- 增加了直流电源要求(见 6.2)；
- 更改了测量仪器及精度要求(见第 7 章,2016 年版的第 7 章)；
- 增加了外观试验(见 8.1)；
- 更改了“额定能量效率测试”(见 8.2.1,2016 年版的 8.1.7)；
- 增加了“额定充电能量测试”和“额定放电能量测试”(见 8.2.2、8.2.3)；
- 更改了“充电过载能力试验”和“放电过载能力试验”(见 8.2.4、8.2.5,2016 年版的 8.1.11)；
- 更改了“高温储存性能测试”和“低温储存性能测试”(见 8.2.6、8.2.7,2016 年版的 8.1.10、8.1.9)；
- 更改了“电堆电压一致性试验”(见 8.2.8,2016 年版的 8.1.1)；
- 更改了“监测和保护功能测试”(见 8.3,2016 年版的 8.1.14)；
- 更改了“绝缘电阻试验”(见 8.4,2016 年版的 8.2.5)；
- 删除了“额定功率试验”“最大放电功率试验”“最大充电功率试验”“额定瓦时容量试验”“最大瓦时容量试验”“容量保持能力试验”“状态参数精度试验”“SOC 精度试验”“保护功能试验”“过充电试验”“过放电试验”“阻燃性能试验”“氢气泄漏试验”(见 2016 年版的 8.1.2~8.1.6、8.1.8、8.1.12、8.1.13、8.2.1~8.2.4)。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会(SAC/TC 342)归口。

本文件起草单位：大连融科储能技术发展有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、机械工业北京电工技术经济研究所、大力储能技术湖北有限责任公司、上海电气(安徽)储能科技有限公司、北京低碳清洁能源研究院、清华大学、中国科学院金属研究所、中国电气装备集团科学技术研究院有限公司、承德新新钒钛储能科技有限公司、液流储能科技有限公司、华北电力科学研究院有限责任公司、四川伟力得能源股份有限公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、湖南省银峰新能源有限公司、杭州德海艾科能源科技有限公司、浙江星辰新能科技有限公司、寰泰储能科技股份有限公司、山西国润储能科技有限公司、北京绿钒新能源科技有限公司、中钠储能技术有限公司、山东电工电气集团高新液储科技有限公司、中国质量认证中心有限公司、铅锂智行(北京)科技有限公司、河北超钒储能有限责任公司、北京和瑞储能科技有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、北京安储科技有限公司、中国石油大学(北京)。

本文件主要起草人：吴静波、李先锋、果岩、史小虎、荣明林、杨霖霖、王宏刚、张华民、王保国、严川伟、刘涛、刘建国、唐晔、于冲、季文姣、冯子洋、刘宗煜、王熙俊、陈继军、周鑫、吴雄伟、熊仁海、南逸、程杰、陈培毅、张忠裕、孟青、胡波、朱建辉、曹勇、王会玲、汤勇、王刚、于伟、李浩然、孟琳、徐泉、程志明、

GB/T 33339—2025

张弛、刘亚楠。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2016年首次发布为 GB/T 33339—2016；

——本次为第一次修订。

全钒液流电池系统测试方法

1 范围

本文件描述了全钒液流电池系统的试验方法。

本文件适用于全钒液流电池系统(以下简称“电池”)的研发、生产、制造和检测等。

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/T 27418 测量不确定度评定和表示

GB/T 29840—2013 全钒液流电池 术语

GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范

NB/T 42134 全钒液流电池管理系统技术条件

3 术语和定义

GB/T 29840—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

荷电状态 state of charge;SOC

全钒液流电池剩余可放出的能量与额定放电能量的比值。

4 试验项目

表 1 给出了电池的试验项目。

表 1 试验项目

序号	试验项目	试验方法	试验顺序
1	外观	8.1	先于以下试验进行
2	绝缘电阻	8.4	先于以下试验进行
3	额定能量效率	8.2.1	—
4	额定充电能量	8.2.2	—
5	额定放电能量	8.2.3	—
6	充电过载能力	8.2.4	—
7	放电过载能力	8.2.5	—

表 1 试验项目 (续)

序号	试验项目	试验方法	试验顺序
8	高温储存性能	8.2.6	—
9	低温储存性能	8.2.7	—
10	电堆电压一致性	8.2.8	—
11	监测和保护功能	8.3	—

5 试验准备

5.1 一般要求

下列各项内容应列入试验计划：

- a) 目的；
- b) 测试规范；
- c) 测试人员资格；
- d) 结果不确定度符合 GB/T 27418 的要求；
- e) 对测量仪器的要求；
- f) 测试参数范围的估计；
- g) 数据采集。

5.2 数据采集和记录

数据采集系统和数据记录设备应满足采集频次与采集速度的需要,其性能应优于试验设备。

5.3 温度检查

试验进行前,确认电池电解液温度符合试验要求。

6 测试条件

6.1 环境条件

环境条件应符合下列要求：

- a) 温度: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度: $5\% \sim 95\%$ ；
- c) 海拔: $\leq 2\ 000\text{ m}$ 。

注: 电解液温度由生产商根据电解液特性进行确定。

6.2 直流电源

直流电源应符合下列要求：

- a) 电源电压允许偏差: $-10\% \sim 10\%$ ；
- b) 电源电压纹波系数: $\leq 5\%$ 。

7 测量仪器

测量仪器应在计量检验校准合格有效期内,并应满足制造商规定的测量精度指标。表 2 规定了测量参数及仪器精度要求。

表 2 测量参数及仪器精度要求

序号	测量参数	仪器精度要求
1	仪表量程	按照 GB/T 50063 进行选择
2	电压测量	不低于 0.5 级,内阻不小于 1 kΩ/V
3	电流测量	不低于 0.5 级
4	电能测量	不低于 0.5 级
5	温度测量	分度值不大于 1 °C,标定准确度不应小于 0.5 °C
6	时间测量	按时、分、秒分度,准确度不小于±1 s

8 试验方法

8.1 外观

目视检查外观。

8.2 电性能测试

8.2.1 额定能量效率测试

按照如下步骤进行电池额定能量效率测试:

- 电池充电至 100% SOC;
- 电池以额定功率进行放电直至放电限制电压,若放电至 0% SOC 时尚未达到放电限制电压,则放电至 0% SOC 时停止放电;
- 无需间隔时间,电池以额定功率进行充电直至充电限制电压,若充电至 100% SOC 时尚未达到充电限制电压,则充电至 100% SOC 时停止充电;
- 无需间隔时间,电池以额定功率进行放电直至放电限制电压,若放电至 0% SOC 时尚未达到放电限制电压,则放电至 0% SOC 时停止放电;
- 重复步骤 c)~d)2 次,三次测试中停止充放电的条件保持一致;
- 记录 3 次充放电循环[步骤 c)和 d)]的充放电能量和辅助能耗;
- 按公式(1)分别计算 3 次充放电循环的电池额定能量效率,其平均值作为测试结果。

$$\eta = \frac{E_d - W_d}{E_c + W_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- η —— 电池额定能量效率;
- E_d —— 由测量仪器记录的电池的放电能量,单位为千瓦时(kWh);
- W_d —— 由测量仪器记录的电池放电过程中所有辅助设备所消耗的能量,单位为千瓦时(kWh);
- E_c —— 由测量仪器记录的电池的充电能量,单位为千瓦时(kWh);

W_c ——由测量仪器记录的电池充电过程中所有辅助设备所消耗的能量,单位为千瓦时(kWh)。

对于辅助能耗由电池自身供应的系统,测量仪器记录的充放电能量中已包含辅助设备所消耗的能量。

8.2.2 额定充电能量测试

按照如下步骤进行电池额定充电能量测试:

- a) 电池放电至 0% SOC;
- b) 无需间隔时间,电池以额定功率进行充电至充电限制电压,若充电至 100% SOC 时尚未达到充电限制电压,则充电至 100% SOC 时停止充电,跳过步骤 c);
- c) 继续以充电限制电压恒压充电直至 100% SOC;
- d) 重复步骤 a)~c)2 次;三次测试中停止充电的条件保持一致;
- e) 记录电池 3 次充电过程的充电能量和辅助能耗;
- f) 按公式(2)分别计算 3 次电池的充电能量,其平均值作为测试结果。

$$E_{ce} = E_c + W_d \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

E_{ce} ——电池额定充电能量,单位为千瓦时(kWh);

E_c ——由测量仪器记录的电池充电能量,单位为千瓦时(kWh);

W_d ——由测量仪器记录的电池充电过程中所有辅助设备所消耗的能量,单位为千瓦时(kWh)。

注 1: 对于辅助能耗由电池自身供应的电池,测量仪器记录的充电能量即为电池的额定充电能量,即: $E_{ce} = E_c$ 。

注 2: 每次测试的结果与计算出的 E_{ce} 之差不能大于 E_{ce} 的 3%, 否则该次测试数据作废,重新测试。

8.2.3 额定放电能量测试

按照如下步骤进行电池额定放电能量测试:

- a) 电池充电至 100% SOC;
- b) 无需间隔时间,电池以额定功率进行放电至限制电压,若放电至 0% SOC 时尚未达到放电限制电压,则放电至 0% SOC 时停止放电,跳过步骤 c);
- c) 继续以放电限制电压恒压放电直至 0% SOC;
- d) 重复步骤 a)~c)2 次;三次测试中停止放电的条件保持一致;
- e) 记录电池 3 次放电过程的放电能量和辅助能耗;
- f) 按公式(3)分别计算 3 次电池的放电能量,其平均值作为测试结果。

$$E_{de} = E_d - W_d \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E_{de} ——电池的额定放电能量,单位为千瓦时(kWh);

E_d ——由测量仪器记录的电池的放电能量,单位为千瓦时(kWh);

W_d ——由测量仪器记录的电池每次放电过程中所有辅助设备所消耗的能量,单位为千瓦时(kWh)。

注 1: 对于辅助能耗由电池自身供应的电池,测量仪器记录的放电能量即为电池的放电能量,即: $E_{de} = E_d$ 。

注 2: 每次测试的结果与计算出的 E_{de} 之差不能大于 E_{de} 的 3%, 否则该次测试数据作废重新测试。

8.2.4 充电过载能力试验

8.2.4.1 按照如下步骤进行电池 1.1 倍充电过载能力试验:

- a) 电池充电/放电至某指定 SOC;
- b) 电池以不低于 1.1 倍额定功率充电,充电时间不少于 10 min;
- c) 重复步骤 a)~b)2 次,三次测试中步骤 a)的指定 SOC 保持一致。

8.2.4.2 按照如下步骤进行电池 1.2 倍充电过载能力试验：

- a) 电池充电/放电至某指定 SOC；
- b) 电池以不低于 1.2 倍额定功率充电，充电时间不少于 1 min；
- c) 重复步骤 a)~b)2 次，三次测试中步骤 a)的指定 SOC 保持一致。

8.2.5 放电过载能力试验

8.2.5.1 按照如下步骤进行电池 1.1 倍过载放电过载能力试验：

- a) 电池充电/放电至某指定 SOC；
- b) 电池以不低于 1.1 倍额定功率放电，放电时间不少于 10 min；
- c) 重复步骤 a)~b)2 次，三次测试中步骤 a)的指定 SOC 保持一致。

8.2.5.2 按照如下步骤进行电池 1.2 倍过载放电过载能力试验：

- a) 电池充电/放电至某指定 SOC；
- b) 电池以不低于 1.2 倍额定功率放电，放电时间不少于 1 min；
- c) 重复步骤 a)~b)2 次，三次测试中步骤 a)的指定 SOC 保持一致。

8.2.6 高温储存性能测试

按照如下步骤，进行电池高温储存性能测试：

- a) 电池充电至 100% SOC；
- b) 电池停止充放电，将储罐内的电解液温度升高到不低于 35 °C 并保持 12 h；
- c) 将电解液温度恢复至生产商规定的测试温度范围；
- d) 电池以额定功率进行放电直至放电限制电压；
- e) 电池以额定功率进行充电直至充电限制电压；
- f) 重复步骤 d)~e)2 次；
- g) 按 8.2.3 规定的方法进行额定放电能量测试并记录相关数据。

注 1：考虑到测试的可操作性，选用构成电池同型号的电堆、电解液组装成实现测试功能的小型电池进行测试。

注 2：小型电池电解液的量不小于 1 m³。

注 3：若测试过程中，发现电解液产生结晶/沉淀，则测试终止，查找原因并整改后进行二次测试，若二次测试中依然产生结晶/沉淀则直接判定未通过本项测试。

8.2.7 低温储存性能测试

按照如下步骤，进行电池低温储存性能测试：

- a) 电池放电至 0% SOC；
- b) 电池停止充放电，将电解液温度降低到不高于 5 °C 并保持 12 h；
- c) 将电解液温度恢复至生产商规定的测试温度范围；
- d) 电池以额定功率进行充电直至充电限制电压；
- e) 电池以额定功率进行放电直至放电限制电压；
- f) 重复步骤 d)~e)2 次；
- g) 按 8.2.3 规定的方法进行额定放电能量测试并记录相关数据。

注 1：考虑到测试的可操作性，选用构成电池同型号的电堆、电解液组装成实现测试功能的小型电池进行测试。

注 2：小型电池电解液的量不小于 1 m³。

注 3：若测试过程中，发现电解液产生结晶/沉淀，则测试终止，查找原因并整改后进行二次测试，若二次测试中依然产生结晶/沉淀则直接判定未通过本项测试。

8.2.8 电堆电压一致性试验

按照如下步骤进行电堆电压一致性试验：

- a) 将电池充电至某 SOC, 确保在此 SOC 下, 电池以额定功率放电时, 单电池的电压大于 1.2 V;
- b) 电池以额定功率放电至单电池电压 1.2 V;
- c) 测量并记录每个电堆的电压 $U_{stack,n}$;
- d) 按公式(4)计算电堆充放电过程的电压极差系数。

$$\kappa_{stack,n} = \frac{U_{stack,n,max} - U_{stack,n,min}}{U_{stack,n,ave}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $\kappa_{stack,n}$ —— 电池在第 n 个测试点的电堆电压极差系数；
- $U_{stack,n,max}$ —— 所有电堆在第 n 个测试点的电压最大值, 单位为伏特(V)；
- $U_{stack,n,min}$ —— 所有电堆在第 n 个测试点的电压最小值, 单位为伏特(V)；
- $U_{stack,n,ave}$ —— 所有电堆在第 n 个测试点的电压平均值, 单位为伏特(V)。

8.3 监测和保护功能测试

按 NB/T 42134 中规定的方法进行测试。

8.4 绝缘电阻试验

按表 3 选择合适电压等级的绝缘电阻仪测量电池正负极接口对地之间的绝缘电阻, 试验电压施加部位应包括电池正极与外部接地部分之间, 以及电池负极与外部接地部分之间。

表 3 电池最大工作电压和电压等级对照

电池最大工作电压/V	测量仪器的电压等级/V
<500	500
500~1 000	1 000
>1 000	2 500

9 测试报告

测试报告见附录 A。

附录 A (资料性) 测试报告

A.1 标题页

标题页包括下列各项信息：

- 报告编号(可选择)；
- 报告的类型(摘要式、详细式和完整式)；
- 报告的作者；
- 试验者；
- 报告日期；
- 试验的场所；
- 试验的名称；
- 试验日期；
- 电池制造商的名称；
- 试验申请单位。

A.2 目录

每种类型的报告都需要提供一个目录。

A.3 形式

A.3.1 摘要式

摘要式报告包括下列各项信息：

- 试验的目的；
- 试验的种类、仪器和设备；
- 试验的条件(包括电解液温度)；
- 所有的试验结果；
- 结论。

A.3.2 详细式

详细式报告除包含摘要式报告的内容外,还包括下列各项数据：

- 仪器和设备的安排、布置和操作条件的描述；
- 仪器设备校准情况；
- 用图或表的形式说明试验结果；
- 试验结果的讨论分析。

A.3.3 完整式

完整式报告除了包含详细式报告的内容外,还包含原始数据的副本。

