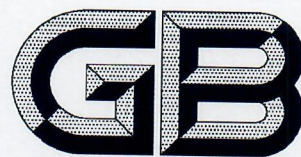


ICS 29.220.01  
K 82



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32509—2016

---

## 全钒液流电池通用技术条件

General specification for vanadium flow battery

2016-02-24 发布

2016-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

订单号: 0100171010011213 防伪编号: 2017-1010-0116-5839-3703 购买单位: 上海电气集团

上海电气集团 专用

## 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 技术要求 .....	1
5 试验方法 .....	3
6 检验规则 .....	7
7 标志、使用说明书 .....	8
8 包装、运输、贮存 .....	9

上海电气集团 专用

订单号: 0100171010011213 防伪编号: 2017-1010-0116-5839-3703 购买单位: 上海电气集团

上海电气集团 专用

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准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。

本标准主要起草单位: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。

本标准参加起草单位:北京普能世纪科技有限公司、中国电力科学研究院、中国电器工业协会、清华大学、防化研究院第一研究所、上海神力科技有限公司、承德万利通实业集团有限公司、国网电力科学研究院、中国科学院金属研究所、安徽美能储能系统有限公司。

本标准主要起草人:张华民、李颖、王晓丽、郑琼、马相坤、卢琛钰、高素军、陈晨。

本标准参与起草人:赵延龄、来小康、田超贺、王保国、尹海涛、张若谷、陈继忠、程杰、张玉贤、徐艳、苗锁贵、李霞、莫桓、李爱魁、严川伟、秦小州。

上海电气集团

订单号: 0100171010011213 防伪编号: 2017-1010-0116-5839-3703 购买单位: 上海电气集团

订单号: 0100171010011213 防伪编号: 2017-1010-0116-5839-3703 购买单位: 上海电气集团

上海电气集团 专用

# 全钒液流电池通用技术条件

## 1 范围

本标准规定了全钒液流电池系统(以下简称电池系统)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输和贮存。

本标准适用于各种规格的全钒液流电池系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2408—2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 29840 全钒液流电池 术语

## 3 术语和定义

GB/T 29840 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**容量恢复能力 capacity recovery ability**

电池瓦时容量衰减到额定瓦时容量的 80% 以下时,经过操作使瓦时容量至少恢复到额定值的 80% 以上的能力。

注:为不添加新电解液、不更换电解液的操作。

### 3.2

**单元电池系统 unit battery system**

由一个或者多个模块通过电路连接所构成的独立集合体。该单元电池系统通过与一个变流器相连实现充放电功能。

## 4 技术要求

### 4.1 工作环境

电池系统的工作环境如下:

——温度:0℃~40℃;

——海拔:≤1 000 m;

——空气湿度:5%~95%。

### 4.2 外观

电池系统按 5.3 检验时,外表应保持清洁,平整、无变形,无电解液析出和泄漏现象,且标志清晰完好。

#### 4.3 额定瓦时容量

电池系统按 5.4 进行试验,瓦时容量应不低于制造商提出的标称值。

#### 4.4 额定功率

电池系统按 5.5 进行试验,功率应不低于制造商提出的标称值。

#### 4.5 电池系统额定能量效率

电池系统按 5.6 进行试验,电池系统额定能量效率应满足以下要求:

- 额定功率小于 10 kW 的电池系统,额定能量效率应大于 50%;
- 额定功率为 10 kW~100 kW 的电池系统,额定能量效率应大于 60%;
- 额定功率大于 100 kW 的电池系统,额定能量效率应大于 65%。

#### 4.6 容量保持能力

电池系统按 5.7 试验,电池系统瓦时容量保持率应大于 90%。

#### 4.7 低温储存性能

电池系统按 5.8 试验,放电瓦时容量应不小于额定瓦时容量的 95%。

#### 4.8 高温储存性能

电池系统按 5.9 试验,放电瓦时容量应不小于额定瓦时容量的 95%。

#### 4.9 过充电保护

电池系统应具有过充电保护措施,按 5.10 进行试验后,电池系统可以正常工作。

#### 4.10 过放电保护

电池系统应具有过放电保护措施,按 5.11 进行试验后,电池系统可以正常工作。

#### 4.11 充电特性曲线

电池系统按 5.12 进行试验,应提供以下参考充电特性曲线:

- a) 充电瓦时容量-时间;
- b) 充电瓦时容量-SOC;
- c) 电池电压-时间。

#### 4.12 放电特性曲线

电池系统按 5.13 进行试验,应提供以下参考放电特性曲线:

- a) 放电瓦时容量-时间;
- b) 放电瓦时容量-SOC;
- c) 电池电压-时间。

#### 4.13 阻燃性能

电池系统按 5.14 进行试验后,其外壳、储罐、管路及内部相关重要部件应符合 GB/T 2408—2008 中 8.4.2 HB40(水平级)和 9.4 V-0(垂直级)的要求。

#### 4.14 氢气浓度

电池系统按 5.15 进行试验,氢气的体积百分数应低于 2%。

#### 4.15 绝缘电阻

电池系统按 5.16 进行试验,绝缘电阻应不小于 1 MΩ。

#### 4.16 短路保护

电池系统应具有短路保护功能。

#### 4.17 防渗漏

电池系统应配备防止电解液渗漏的装置或措施,电堆支架、电池系统箱体外壳等应进行防腐蚀处理。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

除非另有要求,否则试验应在本标准规定的环境条件下进行:

- 环境温度:25℃±5℃;
- 空气湿度:5%~95%。

除非制造商另有要求,否则试验应在本标准规定的测试条件下进行:

- 电解液温度:30℃±5℃。

#### 5.2 测试仪器

测试仪器的精度要求如下:

- 电压表:准确度 0.5 级,其内阻至少为 1 kΩ/V;
- 电流表:准确度 0.5 级;
- 温度计:具有适当的量程,其分度值不大于 1℃,标定准确度不低于 0.5℃;
- 绝缘电阻测试仪:量程满足测试要求;
- 氢气浓度测试仪:精度±1%;
- 通过国家计量部门校准并在有效期内的功率、电流、电压计量仪器或仪表。

#### 5.3 外观

用目测法检查电池系统的外观,电池系统外观应符合 4.2 规定要求。

#### 5.4 额定瓦时容量试验

按照如下步骤,进行电池系统额定瓦时容量的试验:

- a) 电池系统充电至 100%SOC;
- b) 电池系统以额定功率进行放电至 30%SOC;
- c) 继续以额定功率的 30%进行放电直至放电截止条件;
- d) 放电过程中记录电池系统的 SOC;
- e) 重复 a)~d)步骤三次;
- f) 记录电池系统最后一次充放电循环的放电瓦时容量和辅助能耗;

注 1: 对于大规模电池系统, 考虑到测试的可操作性, 可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。

g) 按式(1)进行结果计算, 其值应符合 4.3 的要求。

$$E_d = E_{sd} - W_{sd} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$E_d$  —— 电池系统的净放电瓦时容量, 单位为瓦时(W·h);

$E_{sd}$  —— 由测量仪器记录的电池系统最后一次循环的放电瓦时容量, 单位为瓦时(W·h);

$W_{sd}$  —— 由测量仪器记录的电池系统最后一次循环的辅助设备所消耗的能量, 单位为瓦时(W·h)。

注 2: 对于辅助能耗由全钒液流电池自身供应的电池系统, 测量仪器记录的放电瓦时容量即为电池系统的净放电瓦时容量。

5.5 额定功率试验

按照如下步骤, 进行电池系统额定功率的试验:

- a) 电池系统放电至 0% SOC;
- b) 电池系统以恒功率进行充电直至充电截止条件;
- c) 电池系统以恒功率进行放电直至放电截止条件;
- d) 充放电时记录电池系统的 SOC;
- e) 重复 b)~d) 步骤三次;
- f) 记录电池系统充放电过程中的最大连续功率;

注: 对于大规模电池系统, 考虑到测试的可操作性, 可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。

g) 其数值应大于或等于制造商规定的额定功率, 同时符合 4.3 和 4.5 的要求。

5.6 电池系统额定能量效率试验

按照如下步骤, 进行电池系统额定能量效率试验:

- a) 电池系统充电至 100% SOC;
- b) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- c) 电池系统以额定功率进行充电直至充电截止条件;
- d) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- e) 充放电时记录电池系统的 SOC;
- f) 重复 c)~e) 步骤三次;
- g) 记录三次充放电循环的充放电瓦时容量和辅助能耗;

注: 对于大规模电池系统, 考虑到测试的可操作性, 可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。

h) 按式(2)进行结果计算, 其三次平均值应符合 4.5 要求。

$$\eta = \frac{E_{sd} - W_{sd}}{E_{sc} + W_{sc}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\eta$  —— 电池系统额定能量效率;

$E_{sd}$  —— 由测量仪器记录的电池系统的放电瓦时容量, 单位为瓦时(W·h);

$W_{sd}$  —— 由测量仪器记录的电池系统放电过程的辅助能耗, 单位为瓦时(W·h);

$E_{sc}$  —— 由测量仪器记录的电池系统的充电瓦时容量, 单位为瓦时(W·h);

$W_{sc}$  —— 由测量仪器记录的电池系统充电过程的辅助能耗, 单位为瓦时(W·h)。

注: 对于辅助能耗由全钒液流电池自身供应的电池系统, 测量仪器记录的放电瓦时容量即为电池系统的净放电瓦时容量。

5.7 容量保持能力试验

按照如下步骤, 进行电池系统容量保持能力的试验:

订购号: 0100171010011213 防伪编号: 2017-1010-0116-5839-3703 购买单位: 上海电气集团

- a) 电池系统充电至 100%SOC;
- b) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- c) 电池系统以额定功率进行充电直至充电截止条件;
- d) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- e) 充放电时记录电池系统的 SOC;
- f) 连续重复 c)~e) 步骤 99 次;
- g) 电池系统按 5.4 规定的方法进行容量试验并记录相关数据;  
注: 对于大规模电池系统, 考虑到测试的可操作性, 可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。
- h) 结果计算, 其值应符合 4.6 要求。

$$R = \frac{E_d}{E_r} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- R —— 电池系统容量保持率;
- $E_d$  —— 电池系统净放电瓦时容量, 单位为瓦时(W·h);
- $E_r$  —— 电池系统额定瓦时容量, 单位为瓦时(W·h)。

### 5.8 低温储存性能试验

按照如下步骤, 进行电池系统低温储存性能的试验:

- a) 电池系统充电至 100%SOC;
- b) 电池系统停机, 将电解液温度降低到不高于 5℃并保持 12 h;  
注: 考虑到测试的可操作性, 可以选用构成电池系统的电堆、电解液组装成可实现测试功能的小型电池系统代替电池系统整体进行测试。
- c) 电解液无沉淀或结晶现象, 将电解液温度恢复至常温;
- d) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- e) 电池系统以额定功率进行充电直至充电截止条件;
- f) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- g) 重复 e)~f) 步骤三次;
- h) 按 5.4 规定的方法进行容量试验并记录相关数据;
- i) 最后一次循环的净放电瓦时容量与额定瓦时容量数据的比应符合 4.7 要求。

### 5.9 高温储存性能试验

按照如下步骤, 进行电池系统高温储存性能的试验:

- a) 电池系统充电至 100%SOC;
- b) 电池系统停机, 将电解液温度升高到不低于 40℃并保持 12 h;  
注: 考虑到测试的可操作性, 可以选用构成电池系统的电堆、电解液组装成可实现测试功能的小型电池系统代替电池系统整体进行测试。
- c) 电解液无沉淀或结晶现象, 将电解液温度恢复至常温;
- d) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- e) 电池系统以额定功率进行充电直至充电截止条件;
- f) 电池系统以额定功率进行放电直至放电截止条件;
- g) 重复 e)~f) 步骤三次;
- h) 按 5.4 规定的方法进行容量试验并记录相关数据;
- i) 最后一次循环的净放电瓦时容量与额定瓦时容量数据的比应符合 4.8 要求。

### 5.10 过充电保护试验

电池系统以额定功率充电至充电截止条件后,继续以恒功率进行充电,电池系统应自动启动过充电告警功能。

### 5.11 过放电保护试验

电池系统以额定功率放电至放电截止条件后,继续以恒功率进行放电,电池系统应自动启动过放电告警功能。

### 5.12 充电特性曲线试验

按照如下步骤,进行电池系统充电特性曲线的试验:

- a) 电池系统放电至 0%SOC;
- b) 电池系统以恒功率进行充电直至充电截止条件;
- c) 记录电池系统充电过程的 SOC;
- d) 以 5 个不同功率值重复 a)~c) 步骤,并形成充电曲线。

注 1: 电池系统以最小的恒功率充电时应达到 100%SOC,以最大的恒功率充电时应不大于 50%SOC。

注 2: 对于大规模电池系统,考虑到测试的可操作性,可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。

### 5.13 放电特性曲线试验

按照如下步骤,进行电池系统放电特性曲线的试验:

- a) 电池系统充电至 100%SOC;
- b) 电池系统以恒功率进行放电直至放电截止条件;
- c) 记录电池系统放电过程的 SOC;
- d) 以 5 个不同功率值重复 a)~c) 步骤,并形成放电曲线。

注 1: 电池系统以最小的恒功率放电时应达到 0%SOC,以最大的恒功率放电时应不小于 50%SOC。

注 2: 对于大规模电池系统,考虑到测试的可操作性,可以选用单元电池系统代替电池系统整体进行测试。

### 5.14 阻燃性能试验

按照如下步骤,进行电池系统阻燃性能的试验:

- a) 水平法:按 GB/T 2408—2008 中第 8 章进行,试验后电池系统的外壳、储罐、管路及内部相关重要部件应符合 GB/T 2408—2008 中 8.4.2 HB40(水平级)的要求;
- b) 垂直法:按 GB/T 2408—2008 中第 9 章进行,试验后电池系统的外壳、储罐、管路及内部相关重要部件应符合 GB/T 2408—2008 中 9.4 V-0(垂直级)的要求。

### 5.15 氢气浓度试验

按照如下步骤,进行电池系统氢气浓度的试验:

- a) 应在确认安全措施得以保证后进行试验;
- b) 将氢气浓度测试仪安装于固定的测试位置;  
注:推荐的测试位置为储罐外三分之二高度处、电池系统最高点以及电池系统的狭小空间。
- c) 开启氢气浓度测试仪,设置检测周期为 30 s;
- d) 电池系统以额定功率进行充电直至充电截止条件,继续保持充电状态 1 h;
- e) 检测结果应符合 4.14 的要求。

### 5.16 绝缘电阻试验

用绝缘电阻测试仪测量电池系统正负极接口对地之间的绝缘电阻,测试结果应符合 4.15 的要求。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

### 6.2 出厂检验

6.2.1 产品出厂前应进行出厂检验,检验方式为抽检,检验项目见表 1。

6.2.2 在出厂检验中,若有一项或一项以上不合格时,应将该产品退回相关部门返工,再次提交验收。若再次检验仍有一项或一项以上不合格,则判定该产品为不合格。

表 1 全钒液流电池系统出厂检验规则

序号	检验分类	检验项目	要求(章、条号)	检验数量
1	出厂检验	外观	4.2	一套
2		额定功率	4.4	
3		电池系统额定能量效率	4.5	
4		绝缘电阻	4.15	

### 6.3 型式检验

#### 6.3.1 型式检验要求

发生下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品试制或小批试生产;
- 定期抽试,连续批量生产的产品每年不得少于一次;
- 设计或工艺的变化足以引起产品的性能改变时;
- 产品转厂生产或长期停止(超过定期抽试期限)生产后又恢复生产;
- 客户有特殊要求时;
- 上级质量监督部门有要求时。

#### 6.3.2 判定规则

当所有试验项目均满足规定时,则判为型式检验合格。如果任何一个项目不符合规定的要求时,则加倍抽样,若仍不合格,则判定型式检验不合格。

#### 6.3.3 抽样方法

型式检验的样品应采用与正常生产相同的材料、设备和工艺并随机抽取的电池系统,检验项目见表 2。

表 2 全钒液流电池系统型式检验规则

序号	检验分类	检验项目	要求(章、条号)	样品数量
1	型式检验	外观	4.2	一套
2		额定瓦时容量	4.3	
3		额定功率	4.4	
4		电池系统额定能量效率	4.5	
5		容量保持能力	4.6	
6		低温储存性能	4.7	
7		高温储存性能	4.8	
8		过充电保护	4.9	
9		过放电保护	4.10	
10		充电特性曲线	4.11	
11		放电特性曲线	4.12	
12		阻燃性能	4.13	
13		氢气浓度	4.14	
14		绝缘电阻	4.15	
15		短路保护	4.16	
16		防渗漏	4.17	

## 7 标志、使用说明书

### 7.1 标志

#### 7.1.1 产品上应有下列标志：

- a) 制造商名称或其注册商标；
- b) 电池系统标称规格,其表示方法为:额定功率/额定瓦时容量；
- c) 电池系统生产日期或序列号；
- d) 极性符号；
- e) 警示牌:警示牌的内容应包含振动危险、挤压危险、腐蚀性液体等。

#### 7.1.2 包装箱外壁应有下列标志：

- a) 产品名称、型号、规格、数量、制造厂名、厂址、邮编；
- b) 产品标准编号；
- c) 每箱的净重和毛重；
- d) 标明防潮、防冻、严禁倒置、轻放、腐蚀、危险等标志。

### 7.2 使用说明书

使用说明书应符合 GB/T 9969 要求。

## 8 包装、运输、贮存

### 8.1 包装

8.1.1 电池系统的包装应符合防潮、防振、防腐蚀的要求。

8.1.2 包装箱内应装入随同产品提供的文件：

- 装箱单；
- 产品合格证；
- 产品使用说明书。

### 8.2 运输

8.2.1 在运输中，产品不得受剧烈机械冲撞、暴晒、雨淋，不得倒置。

8.2.2 在装卸过程中，产品应轻搬轻放，严禁摔掷、翻滚、重压，在必要时提供起重机或类似设备进行装卸。

### 8.3 贮存

8.3.1 产品在设计 and 包装时应使其能够安全贮存而不受损坏(例如具有足够的稳定性和特别加固等)。

8.3.2 产品应贮存在温度 0℃~40℃干燥、清洁及通风良好的仓库内。

8.3.3 产品应不受阳光直射，距离热源不得少于 2 m。

8.3.4 不得倒置及卧放，并避免机械冲击和重压。

上海电气集团 专用