ICS

A

团 体 标 准

**T/CSAE XX — 2018**

电动汽车用锂硫电池性能要求和测试方法

Performance requirements and testing methods of lithium sulfur batteries for electric vehicles

（征求意见稿）

XXXXXXX发布 XXXXXXX实施

中国汽车工程学会 发布

**T/CSAE XX -2018**

目 次

[1 范围 1](#_Toc522912400)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc522912401)

[3 术语和定义 1](#_Toc522912402)

[4 符号和缩略语 2](#_Toc522912415)

[5 总体要求 2](#_Toc522912416)

[6试验方法 3](#_Toc522912430)

前 言

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

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准提出单位：中国汽车工程学会汽车测试技术分会。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：。

本标准为首次制定。

电动汽车用锂硫电池性能要求和测试方法

1 范围

本标准规定了电动汽车用锂硫电池（以下简称蓄电池）的性能要求、试验方法和检验规则。

本标准适用于装载在电动汽车上的锂硫单体蓄电池。

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，仅所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 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 19596-2017 电动汽车术语（ISO 8713:2002,NEQ）

GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法

GB/T 31485-2015 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

GB/T 31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

3 术语和定义

GB/T 19596-2017、GB/T 31484-2015、GB/T 31485-2015、GB/T 31486-2015中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 19596-2017、GB/T 31484-2015、GB/T 31485-2015、GB/T 31486-2015中的某些术语和定义。

3.1 锂硫电池单体 secondary lithium sulfur cell

又称单体锂硫电池，直接将单质硫与金属锂之间的电化学反应产生的化学能转化为电能的基本单元装置，包括硫正极、锂负极、隔膜、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

3.2 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1 *I*1 (A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止条件时所放出的容量（Ah）。

3.3 爆炸 explosion

蓄电池外壳猛烈破裂，伴随剧烈响声，且有主要成分（固体物质）抛射出来。

3.4 起火 fire

蓄电池任何部位发生持续燃烧（持续时间长于1s）。火花及拉弧不属于燃烧。

3.5 漏液 leakage

蓄电池内部液体泄漏到电池壳体外部。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

RT：室温(25±2)℃。

C1：1小时率额定容量（Ah）。

I1：1 h率放电电流（A），其数值等于C1（A）。

5 要求

5.1 室温放电容量

锂硫电池单体按6.2.2进行室温放电容量试验时，其放电容量应不低于额定容量，且不超过额定容量的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5%。

注：极差是所有样本的最大值和最小值之差。

5.2 室温倍率放电容量

锂硫电池单体按6.2.3进行室温倍率放电容量试验时，其放电容量不应低于初始容量的80%。

5.3 室温倍率充电性能

锂硫电池单体按6.2.4进行室温倍率充电性能试验时，其放电容量不应低于初始容量的80%。

5.4 低温放电容量

锂硫电池单体按6.2.5进行低温放电容量试验时，其放电容量不应低于初始容量的70%。

5.5 高温放电容量

锂硫电池单体按6.2.6进行高温放电容量试验时，其放电容量不应低于初始容量的80%。

5.6 荷电保持与容量恢复能力

锂硫电池单体按6.2.7进行荷电保持与容量恢复能力试验时，其室温及高温荷电保持率应不低于初始容量的80%，容量恢复应不低于初始容量的70%。

5.7 耐振动性

锂硫电池单体按6.2.8进行耐振动性试验时，不允许出现放电电流锐变、电压异常、蓄电池壳变形、电解液溢出等现象，并保持连接可靠、结构完好。

5.8 储存

锂硫电池单体按6.2.9进行储存试验时，容量恢复应不低于初始容量的80%。

5.9 振动结构稳定性

锂硫电池单体按6.2.10进行振动结构稳定性试验时，厚度变化应不超过30%，内部无明显形变。

5.10 倍率循环结构稳定性

锂硫电池单体按6.2.11进行倍率循环结构稳定性试验时，厚度变化应不超过30%，内部无明显形变。

5.11 过放电

锂硫电池单体按6.2.12进行过放电试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.12 过充电

锂硫电池单体按6.2.13进行过充电试验时，应不爆炸、不起火。

5.13 短路

锂硫电池单体按6.2.14进行短路试验时，应不爆炸、不起火。

5.14 跌落

锂硫电池单体按6.2.15进行跌落试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.15 加热

锂硫电池单体按6.2.16进行加热试验时，应不爆炸、不起火。

5.16 挤压

锂硫电池单体按6.2.17进行挤压试验时，应不爆炸、不起火。

5.17 针刺

锂硫电池单体按6.2.18进行针刺试验时，应不爆炸、不起火。

5.18 海水浸泡

锂硫电池单体按6.2.19进行海水浸泡试验时，应不爆炸、不起火。

5.19 温度循环

锂硫电池单体按6.2.20进行温度循环试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.20 低气压

锂硫电池单体按6.2.21进行低气压试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

除另有规定外，试验应在温度为25℃±5℃，相对湿度为25％～90％，大气压力86kPa～106kPa的环境中进行。

6.1.2 测量仪器、仪表准确度

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：±0.5℃；

——时间测量装置：±0.1%；

——尺寸测量装置：±0.1%；

——质量测量装置：±0.1%。

6.2 试验方法

6.2.1 锂硫电池单体充电

室温下，锂硫电池单体先以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，搁置1h（或企业提供的不大于1h的搁置时间），然后按企业提供的充电方法进行充电。

若企业未提供充电方法，则以1I1(A)电流恒流充电至企业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0.05I1(A)时停止充电，充电后搁置1h（或企业提供的不高于1h的搁置时间）。

6.2.2 室温放电容量（初始容量）

室温放电容量试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

c) 计量放电容量（以Ah计），计算放电比能量（以Wh/kg计）；

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110%，可提前结束试验，取最后3次试验结果平均值。

6.2.3 室温倍率放电性能

室温倍率放电性能试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 室温下,锂硫电池单体以2I1(A)电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

c) 计量放电容量（以Ah计）；

d) 锂硫电池模组按6.2.1方法充电；

e) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电30min后以企业规定的最大放电电流放电10s，然后再静置30min，再以企业规定的最大充电电流充电10s；

f）采用10s充放电的放电能量除以10s充放电时间的方法，计算10s充放电的平均比功率（以W/kg计）。

6.2.4 室温倍率充电性能

室温倍率充电性能试验按照如下步骤进行：

a) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，静置1h；

b) 室温下,锂硫电池单体以2I1(A)电流充电至企业技术条件中规定的充电终止电压，静置1h；

c）室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.5 低温放电容量

低温放电容量试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体在-10℃±2℃下搁置24h；

c) 锂硫电池单体在-10℃±2℃下，以0.5I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.6 高温放电容量

高温放电容量试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体在55℃±2℃下搁置5h；

c) 锂硫电池单体在55℃±2℃下，以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.7 荷电保持及容量恢复能力

6.2.7.1 室温荷电保持与容量恢复能力

室温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体在室温下储存28天；

c) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量荷电保持容量（以Ah计）；

e) 锂硫电池单体再按6.2.1方法充电；

f) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

g) 计量恢复容量（以Ah计）。

6.2.7.2 高温荷电保持与容量恢复能力

高温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体在55℃±2℃下储存7天；

c) 锂硫电池单体在室温下搁置5h后，以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量荷电保持容量（以Ah计）；

e) 锂硫电池单体再按6.2.1方法充电；

f) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

g) 计量恢复容量（以Ah计）。

6.2.8 耐振动

耐振动试验按照如下步骤进行：

a）锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b）将锂硫电池单体紧固到振动试验台上，按下述条件进行线性扫频振动试验：

——放电电流： 1/3I1(A)；

——振动方向：上下单振动；

——振动频率：10Hz～55Hz；

——最大加速度：30m/s2；

——扫频循环：10次；

——振动时间：3h。

c) 振动试验过程中，观察有无异常现象出现。

6.2.9 储存

储存试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体室温下，以1I1(A)电流放电30min；

c) 锂硫电池单体在45℃±2℃下储存28天；

d) 锂硫电池单体室温下搁置5h；

e）锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

f) 锂硫电池单体室温下，以1I1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压。

g) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.10 振动结构稳定性

振动结构稳定性试验按照如下步骤进行：

a）锂硫电池单体按6.2.1方法充电后，进行厚度测量和无损透视扫描；

b）将锂硫电池单体通过夹具紧固到振动试验台上，按下述条件进行线性扫频振动试验：

——振动方向：上下单振动；

——振动频率：10Hz～55Hz；

——最大加速度：30m/s2；

——扫频循环：10次；

——振动时间：12h。

振动试验过程中，观察有无异常现象出现；

c) 试验后，再次进行厚度测量或无损透视扫描。

6.2.11 倍率充放电结构稳定性

倍率充放电结构稳定性试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电后，进行厚度测量和无损透视扫描；

b) 室温下,锂硫电池单体以2I1(A)电流倍率充放电，进行10次循环；

c) 循环结束后，锂硫电池单体按6.2.1方法充电后，再次进行厚度测量和无损透视扫描。

6.2.12 过放电

过放电试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体以1I1(A)电流放电90min；

c) 观察1h。

6.2.13 过充电

过充电试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 以1I1(A)电流恒流充电至电压达到企业技术条件中规定的充电终止电压的1.3倍或充电时间达1h后停止充电；

c) 观察1h。

6.2.14 短路

短路试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 将锂硫电池单体正、负极经外部短路10min，外部线路电阻应小于5mΩ；

c) 观察1h。

6.2.15 跌落

跌落试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体正负端子向下从1.5m高度处自由跌落到水泥地面上；

c) 观察1h。

6.2.16 加热

加热试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 将锂硫电池单体放入温度箱,按照5℃/min 的速率由室温升至130℃±2℃，并保持此温度30min后停止加热；

c) 观察1h。

6.2.17 挤压

挤压试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 按下列条件进行试验：

——挤压方向：垂直于蓄电池极板方向施压（参考图1所示）；

——挤压板形式:半径75mm的半圆柱体，半圆柱体的长度（L）大于被挤压电池的尺寸；

——挤压速度：(5±1)mm/s；

——挤压程度：电压达到0V或变形量达到30%或挤压力达到（待定）后停止挤压。

c) 观察1h。

单体挤压板挤压2

图1　单体挤压板和挤压示意图

6.2.18 针刺

针刺试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 用φ5mm～φ8mm的耐高温钢针（针尖的圆锥角度为45°～60°，针的表面光洁、无锈蚀、氧化层及油污)，以（25±5）mm/s的速度，从垂直于蓄电池极板的方向贯穿，贯穿位置宜靠近所刺面的几何中心，钢针停留在蓄电池中；

c) 观察1h。

6.2.19 海水浸泡

海水浸泡试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b）将锂硫电池单体浸入3.5%NaCl溶液（质量百分比，模拟常温下的海水成分）中2h；

c) 水深应完全没过锂硫电池单体。

6.2.20 温度循环

温度循环试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体放入温度箱中，温度箱温度按照表1和图2进行调节，循环次数5次；

c) 观察1h。

表1温度循环试验一个循环的温度和时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 温度  ℃ | 时间增量  min | 累计时间  min | 温度变化率  ℃/min |
| 25 | 0 | 0 | 0 |
| -40 | 60 | 60 | 13/12 |
| -40 | 90 | 150 | 0 |
| 25 | 60 | 210 | 13/12 |
| 85 | 90 | 300 | 2/3 |
| 85 | 110 | 410 | 0 |
| 25 | 70 | 480 | 6/7 |



图2　温度循环试验示意图

6.2.21 低气压

低气压试验按照如下步骤进行：

a) 锂硫电池单体按6.2.1方法充电；

b) 锂硫电池单体放入低气压箱中，调节试验箱中气压为11.6kPa，温度为室温，静置6h；

c) 观察1h。

6.3 试验程序

6.3.1 按本程序进行的试验应连续进行。

6.3.2 锂硫电池单体试验程序见表2。

表2 试验程序

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法章条号 | 电池单体编号 |
| 1 | 室温放电容量 | 6.2.2 | 1#-40# |
| 2 | 室温倍率放电性能 | 6.2.3 | 1#、2# |
| 3 | 室温倍率充电性能 | 6.2.4 | 3#、4# |
| 4 | 低温放电容量 | 6.2.5 | 5#、6#、 |
| 5 | 高温放电容量 | 6.2.6 | 7#、8# |
| 6 | 荷电保持与容量恢复能力 | 6.2.7 | 9#、10# |
| 7 | 耐振动 | 6.2.8 | 11#、12# |
| 8 | 储存 | 6.2.9 | 13#、14# |
| 9 | 振动结构稳定性 | 6.2.10 | 15#、16# |
| 10 | 倍率充放电结构稳定性 | 6.2.11 | 17#、18# |
| 11 | 过放电 | 6.2.12 | 19#、20# |
| 12 | 过充电 | 6.2.13 | 21#、22# |
| 13 | 短路 | 6.2.14 | 23#、24# |
| 14 | 跌落 | 6.2.15 | 25#、26# |
| 15 | 加热 | 6.2.16 | 27#、28# |
| 16 | 挤压 | 6.2.17 | 29#、30# |
| 17 | 针刺 | 6.2.18 | 31#、32# |
| 18 | 海水浸泡 | 6.2.19 | 33#、34# |
| 19 | 温度循环 | 6.2.20 | 37#、38# |
| 20 | 低气压 | 6.2.21 | 39#、40# |

7 检验规则

7.1 检验分类、检验项目、要求和样品数量

检验分类、检验项目、要求和样品数量见表3。

表3 检验规则

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验分类 | 检验项目 | 要求章条号 | 样品数量 |
| 1 | 出厂检验 | 室温放电容量 | 5.1 | 100% |
| 2 | 型式检验 | 室温倍率放电性能 | 5.2 | 每项2只，共40只单体蓄电池 |
| 3 | 室温倍率充电性能 | 5.3 |
| 4 | 低温放电容量 | 5.4 |
| 5 | 高温放电容量 | 5.5 |
| 6 | 荷电保持与容量恢复能力 | 5.6 |
| 7 | 耐振动 | 5.7 |
| 8 | 储存 | 5.8 |
| 9 | 振动结构稳定性 | 5.9 |
| 10 | 倍率充放电结构稳定性 | 5.10 |
| 11 | 过放电 | 5.11 |
| 12 | 过充电 | 5.12 |
| 13 | 短路 | 5.13 |
| 14 | 跌落 | 5.14 |
| 15 | 加热 | 5.15 |
| 16 | 挤压 | 5.16 |
| 17 | 针刺 | 5.17 |
| 18 | 海水浸泡 | 5.18 |
| 19 | 温度循环 | 5.19 |
| 20 | 低气压 | 5.20 |
| 注：共需抽样44只单体蓄电池，其中4只为备份单体蓄电池。建议测试对象为3个月以内的新鲜样品。 | | | | |

7.2 出厂检验

7.2.1 每一批产品出厂前都应进行出厂检验，对出厂检验的室温放电容量检验项目，所有蓄电池样品的1*I*1(A)放电容量差应不大于±5%。

7.2.2 在出厂检验中，若有不合格时，应将该批产品退回生产部门返工普检，然后再次提交验收。若再次检验仍有不合格，则判定该批产品为不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一应进行型式检验：

——新产品投产和老产品转产；

——转厂；

——停产超过一年后复产；

——结构、工艺或材料有重大改变。

7.3.2 判定规则：

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

————————————