

# T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX—2026

## 新能源动力电池模组用热固型绝缘膜 可靠性要求与测试方法

Reliability requirements and test methods for thermoset insulating films for new  
energy power battery modules

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 发布

# 目 次

1	范围 .....	1
2	规范性引用文件 .....	1
3	术语和定义 .....	1
4	可靠性要求 .....	1
4.1	电气绝缘 .....	1
4.2	环境适应性 .....	2
4.3	机械应力 .....	2
4.4	长期老化 .....	2
5	测试方法 .....	3
5.1	电气绝缘性能测试 .....	3
5.2	环境适应性测试 .....	3
5.3	机械应力测试 .....	3
5.4	长期老化测试 .....	3

## 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这些专利的责任。

本文件由江苏斯瑞达材料技术股份有限公司提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：江苏斯瑞达材料技术股份有限公司

本文件主要起草人：

# 新能源动力电池模组用热固型绝缘膜可靠性要求与测试方法

## 1 范围

本文件规定了新能源电动汽车动力电池模组用热固型绝缘膜的可靠性要求、测试方法。

本文件适用于以聚酰亚胺、改性环氧树脂为主要基材，经热固化工艺制备的动力电池模组内部电芯间、模组与壳体间绝缘防护用热固型绝缘膜产品。

## 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 7141 塑料 热空气老化试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 31838.2 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第2部分：电阻特性（DC方法） 体积电阻和体积电阻率

GB/T 31838.3 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第3部分：电阻特性（DC方法） 表面电阻和表面电阻率

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**击穿电压保留率** breakdown voltage retention rate

绝缘膜经环境老化或应力试验后，击穿电压值与初始击穿电压值的百分比。

## 4 可靠性要求

### 4.1 电气绝缘

#### 4.1.1 初始绝缘性能

常温常湿环境下，厚度为25 μm的绝缘膜体积电阻率应 $\geq 1 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ，表面电阻率 $\geq 1 \times 10^{15} \Omega$ ；厚度为50 μm的绝缘膜工频击穿电压不应小于12 kV DC，绝缘电阻不应小于 $1 \times 10^{12} \Omega$ （测试电压500V DC）。不同厚度产品的击穿电压应满足240 V/μm的单位厚度击穿强度要求。

#### 4.1.2 高温绝缘稳定性

在150℃环境下放置2 h后，绝缘膜体积电阻率不应小于 $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ ，击穿电压保留率不应小于85%；在200℃环境下放置30 min后，无熔融、流淌现象，绝缘电阻仍不小于 $1 \times 10^{10} \Omega$ 。

#### 4.1.3 局部放电特性

在1.5倍系统额定工作电压下，绝缘膜局部放电起始电压 $\geq 2.5U_0$ （ $U_0$ 为系统最高工作电压），局部放电量不应大于10 pC；在额定工作电压下连续运行1000 h后，局部放电量无明显增长，无局部击穿痕迹。

#### 4.1.4 冲击电压耐受性能

应能承受标准雷电冲击电压（1.2/50 $\mu$ s） $\pm 15$  kV冲击10次，无击穿、闪络现象，冲击后击穿电压保留率不应小于90%。

### 4.2 环境适应性

#### 4.2.1 耐湿热性能

经温度85℃、相对湿度85%的恒定湿热试验1000 h后，绝缘膜无起泡、脱层、变色现象，击穿电压保留率不应小于80%，体积电阻率不应小于 $1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ，表面无可见霉斑。

#### 4.2.2 温度循环可靠性

在-40℃~125℃温度范围内进行1000次循环（每个循环4 h，高低温各保持1 h，转换时间5 min）后，绝缘膜无开裂、起翘、分层现象，与基材附着力保持率不应小于75%，击穿电压保留率不应小于85%。

#### 4.2.3 耐盐雾腐蚀性能

经中性盐雾试验（5%NaCl溶液，35℃）1000 h后，绝缘膜表面无锈蚀、鼓泡、剥落现象，边缘腐蚀扩散距离不应大于2 mm，击穿电压保留率不应小于75%，绝缘电阻不应小于 $1 \times 10^{11} \Omega$ 。

##### 4.2.3.1 耐化学腐蚀性能

在25℃环境下，分别浸泡于pH=4的酸性溶液、pH=10的碱性溶液、动力电池电解液中168 h后，绝缘膜无溶解、溶胀、开裂现象，质量变化率不应大于2%，击穿电压保留率不应小于80%。

### 4.3 机械应力

#### 4.3.1 振动耐受性

按GB 38031规定的振动试验条件（频率10~2000 Hz，加速度20 g，三个方向各扫频振动12 h）后，绝缘膜无位移、脱落、破损现象，与被粘贴面无间隙，绝缘性能无明显下降。

#### 4.3.2 冲击耐受性

承受半正弦波冲击（加速度100 g，脉冲持续时间11 ms，三个方向各冲击3次）后，绝缘膜无开裂、剥离现象，边缘无翘起，击穿电压无明显降低。

#### 4.3.3 耐穿刺性能

直径1 mm的钢针以10 mm/s速度穿刺绝缘膜中心位置，穿刺力5 N时不发生击穿，穿刺后周围5 mm范围内无裂纹扩展。

#### 4.3.4 折弯可靠性

经180°折弯100次（折弯半径R=0.5 mm）后，折弯处无裂纹、断裂现象，折弯区域击穿电压保留率不应小于70%。

### 4.4 长期老化

#### 4.4.1 热老化性能

在125℃空气环境下老化1000 h后，绝缘膜拉伸强度保留率不应小于70%，断裂伸长率保留率不应小于60%，击穿电压保留率不应小于80%，无明显变脆、粉化现象。

#### 4.4.2 热失控防护性能

模拟动力电池热失控场景，绝缘膜在600℃高温火焰灼烧下保持结构完整性不小于5 min，无熔融滴落物，背火面温度不应大于200℃，热失控后30 min内仍保持 $\geq 1 \times 10^9 \Omega$ 的绝缘电阻，满足GB 38031中热扩散防护要求。

#### 4.4.3 耐电痕化性能

相比电痕化指数（CTI）不应小于175 V，在污染等级3环境下使用时，无沿面放电导致的碳化通道形成。

#### 4.4.4 使用寿命

在正常使用条件下（最高工作温度 $\leq 85^\circ\text{C}$ ，额定电压 $\leq 1000\text{V DC}$ ），绝缘膜设计使用寿命不应小于15年或2000次充放电循环，老化寿命符合阿伦尼乌斯模型评估要求。

### 5 测试方法

#### 5.1 电气绝缘性能测试

5.1.1 体积电阻率测试按照 GB/T 31838.2 规定执行，表面电阻率测试按照 GB/T 31838.3 规定执行，测试电压 500V DC，充电时间 60 s，测试环境温度（ $23 \pm 2$ ） $^\circ\text{C}$ ，相对湿度 45%~55%。

5.1.2 击穿电压测试采用工频耐压测试仪，升压速率 500 V/s，直至试样发生击穿，记录击穿电压值，每组测试 5 个试样取平均值。

5.1.3 局部放电测试采用局部放电检测仪，测试环境温度  $25^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 50%，逐步升压至局部放电量达到 10 pC 时记录起始电压。

5.1.4 冲击电压测试采用冲击电压发生器，施加 1.2/50  $\mu\text{s}$  标准雷电波，正负极性各冲击 5 次，观察是否发生击穿。

#### 5.2 环境适应性测试

5.2.1 恒定湿热试验按 GB/T 2423.3 规定执行，试验条件温度  $85^\circ\text{C}$ 、相对湿度 85%，试验时间 1000 h，试验结束后取出试样在常温下恢复 2 h 后进行性能测试。

5.2.2 温度循环试验按 GB/T 2423.22 规定执行，温度范围  $-40^\circ\text{C}$ ~ $125^\circ\text{C}$ ，每个循环周期 4h，循环次数 1000 次，试验后检查外观并测试电气性能。

5.2.3 中性盐雾试验按照 GB/T 10125 规定执行，试验溶液为 5%NaCl 溶液，试验箱温度  $35^\circ\text{C}$ ，连续喷雾 1000 h，试验后用去离子水冲洗试样表面并干燥后检查。

5.2.4 耐化学腐蚀测试将试样完全浸没于测试溶液中，保持温度  $25^\circ\text{C}$ ，浸泡 168 h 后取出，用无水乙醇擦拭干净，称重并测试击穿电压。

#### 5.3 机械应力测试

5.3.1 按 GB 38031 中振动试验条款规定执行，振动方向为 X、Y、Z 三个轴向，每个轴向振动 12 h，试验后检查试样外观及粘贴状态。

5.3.2 按照 GB 38031 中机械冲击试验条款规定执行，半正弦波脉冲，加速度 100 g，持续时间 11 ms，每个方向冲击 3 次。

5.3.3 耐穿刺测试采用万能材料试验机，钢针直径 1 mm，端部曲率半径 0.5 mm，穿刺速度 10 mm/s，记录击穿时的穿刺力值。

5.3.4 折弯测试采用弯折试验机，折弯半径 0.5 mm，折弯角度  $180^\circ$ ，连续折弯 100 次后观察折弯处外观并测试该区域击穿电压。

#### 5.4 长期老化测试

5.4.1 按 GB/T 7141 规定执行，试验温度  $125^\circ\text{C}$ ，老化时间 1000 h，试验后测试拉伸强度和击穿电压保留率。

5.4.2 热失控防护测试采用丙烷火焰灼烧试样，火焰温度  $600^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$ ，火焰与试样距离 50 mm，记录试样结构破坏时间和背火面温度变化。

5.4.3 耐电痕化测试按 GB/T 4207 规定执行，采用溶液 A，滴液体积 0.1 mL，滴液间隔 30 s，记录相

比电痕化指数。

5.4.4 寿命评估采用加速热老化试验，分别在 130 °C、150 °C、170 °C 下进行老化测试，根据阿伦尼乌斯公式外推正常使用温度下的使用寿命。

---