

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—2024

柔性金属加热膜

Flexible metal heating film

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国商业企业管理协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 1

5 主要参数 1

6 技术要求 1

7 试验方法 3

8 检验规则 7

9 标志、包装、运输、贮存 8

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专利的责任。

本文件由厦门宝益科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：厦门宝益科技有限公司、惠州宝益新能源科技有限公司、厦门宝益新材料有限公司、武汉宝益新材料有限公司。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

柔性金属加热膜

1 范围

本文件规定了柔性金属膜的术语和定义、分类、主要参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。
本文件适用于柔性金属加热膜的生产和检验。

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 191 包装储运图示标志
GB/T 351 金属材料 电阻率测量方法
GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分:工频下试验
GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
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 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 2792 胶粘带剥离强度的试验方法
GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
GB/T 6329 胶粘剂对接接头拉伸强度的测定
GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)
GB/T 29313 电气绝缘材料热传导性能试验方法
GB/T 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

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类

产品根据绝缘层材质的不同，可分为 PI 加热膜和硅胶加热膜两类。

5 主要参数

产品的主要参数见表 1。

表1 主要参数

项目	参数
使用温度/℃	-40~180
绝缘电阻 (DC 1 000 V) /MΩ	≥500
耐压强度/ (kV/mm)	100~300
推荐安全功率密度/ (W/cm ²)	≤0.45
产品厚度/mm	0.15~0.35

6 技术要求

6.1 外观

产品表面应光滑、平整，不应有明显的气泡，无划伤、脆化、破裂、变形、分层、污染等明显缺陷。

6.2 尺寸及公差

产品的尺寸及公差应符合设计图纸的规定。

6.3 加热性能

产品的加热性能应符合表 2 的规定。

表2 加热性能

项目	指标	
	PI 加热膜	硅胶加热膜
绝缘层导热系数/（W/m•k）	≥0.12	≥0.6
温度均匀性	—	表面最大温差≤8℃

6.4 物理机械性能

产品的物理机械性能应符合表 3 的规定。

表3 物理机械性能

项目		指标	
		PI 加热膜	硅胶加热膜
绝缘层比重/（g/m³）		1.2±0.2	≤1.8
绝缘层拉伸强度/MPa		≥130	≥4
绝缘层断裂伸长率/%		≥50	≥30（无基布状态）
端子与壳体拉脱力/N		≥45	
单根导线焊接拉力/N		≥120	≥89.2
单根导线端子压接强度/N		≥115	≥89.2
双面胶与绝缘层剥离强度	180°剥离强度/（N/cm）	≥4	
	动态剪切强度/MPa	23℃下≥0.7；-30℃下≥3；60℃下≥0.2	
	拉拔强度/MPa	23℃下≥0.7；-30℃下≥3；60℃下≥0.2	

6.5 电气性能

产品的电气性能应符合表 4 的规定。

表4 电气性能

项目	指标	
	PI 加热膜	硅胶加热膜
发热芯体电阻率/（Ω•mm³/m）	理论值±5%	—
导线电阻率/（mΩ•mm³/m）	≤19.1	—
导线端子接触电阻/ MΩ	≤10	—
加热膜阻值/ Ω	设计值±5%	
体积电阻率/ Ω•cm	≥10 ¹²	
绝缘电阻	DC 1 000 V， 60 s，绝缘电阻≥500MΩ	
击穿电压/kV	—	≥6
绝缘耐压检测	DC 3 500 V/60 s，漏电流≤1 mA	施加 2 700 VDC电压/整定电流≤1 mA，施加时间 1 min，加热膜无击穿、闪络现象

6.6 耐低温性能

PI 加热膜：经试验后，外观无明显损伤，加热膜阻值、绝缘电阻、绝缘耐压检测仍符合 6.5 的要求。

6.7 耐高温老化性能

PI 加热膜：经试验后，加热膜阻值、绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.8 耐冷热冲击性能

PI 加热膜：经试验后，加热膜阻值、绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.9 耐高温高湿老化性能

PI 加热膜：经试验后，加热膜阻值、绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.10 干烧测试

PI 加热膜：经试验后，膜片不起鼓分层，绝缘电阻、绝缘耐压检测仍符合 6.5 的要求。

6.11 过流能力测试

PI 加热膜：经试验后，金属丝无断路，绝缘电阻、绝缘耐压检测仍符合 6.5 的要求。

6.12 耐温度冲击性能

硅胶加热膜：经试验后，外观无明显损伤，加热膜可正常工作，功率衰减率小于 10%，绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.13 耐湿热循环性能

硅胶加热膜：经试验后，外观无明显损伤，加热膜可正常工作，功率衰减率小于 10%，绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.14 通断测试

硅胶加热膜：外观无明显损伤，加热膜可正常工作，功率衰减率小于 10%，绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.15 自由跌落性能

硅胶加热膜：经试验后，外观无明显损伤，加热膜可正常工作，功率衰减率小于 10%，绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.16 耐盐雾性能

6.16.1 PI 加热膜：经试验后，加热膜阻值、绝缘电阻、绝缘耐压检测仍符合 6.5 的要求。

6.16.2 硅胶加热膜：经试验后，外观无明显损伤，加热膜可正常工作，功率衰减率小于 10%，绝缘电阻、绝缘耐压检测、单根导线焊接拉力和单根导线端子压接强度仍符合 6.4、6.5 的要求。

6.17 阻燃性能

产品的阻燃性能应符合水平 HB、垂直 V-0 级。

7 试验方法

7.1 外观

在自然光线下，目测、手感检查。

7.2 尺寸及公差

使用符合精度要求的量具进行测量。

7.3 加热性能

7.3.1 绝缘层导热系数

7.3.1.1 试验环境

绝缘层导热系数的试验环境要求如下：

- a) 温度：23±2℃；
- b) 湿度：50±5% RH。

7.3.1.2 试验步骤

按 GB/T 29313 的规定进行。

7.3.2 温度均匀性

将试样置于无风、温度为（-20±2）℃的环境中，试样两端施加额定工作电压 74.7 V，待稳定工作后，使用温度测试仪测量表面温度。

7.4 物理机械性能

7.4.1 绝缘层比重

7.4.1.1 试验环境

绝缘层比重的试验环境要求如下：

- a) 环境温度：（23±2）℃；
- b) 湿度：（50%±5%）RH。

7.4.1.2 试验步骤

绝缘层比重的试验步骤如下：

- a) 将样品放置在试验环境中 40 h 后，使用电子分析天平测试样品表观质量、水中质量；
- b) 浸入液体中，测出表观质量，计算相对密度；
- c) 计算（体积法）按公示（1）和公示（2）进行。

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ρ 一样品密度
- m 一样品质量
- v 一样品体积

$$S = \rho / 0.9975 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- S 一样品比重
- ρ 一样品密度

7.4.2 绝缘层拉伸强度

按 GB/T 528 的规定进行。

7.4.3 绝缘层断裂伸长率

按 GB/T 528 的规定进行。

7.4.4 端子与壳体拉脱力

端子与壳体拉脱力的试验步骤如下：

- a) 准备 5 PCS 护套端子并编号，每个护套上的端子孔测试 1 次，将端子固定到夹具上；
- b) 以 50 mm/min 的均匀速度增加力，将端子从护套中直线拔出；
- c) 记录端子从护套中拔出所需要的力，并拍照留档。

7.4.5 单根导线焊接拉力

单根导线焊接拉力的试验步骤如下：

- a) 准备 10 个压接样品，线长 100 mm，编号；
- b) 试验环境：温度为 $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度为 $(50\% \pm 5\%) \text{ RH}$ ；
- c) 将样品固定在夹具上，在轴向方向上以 100 mm/min 的均匀速度施加力，至试样断裂破坏。
- d) 记录数据。并拍照留档。

7.4.6 单根导线端子压接强度

单根导线端子压接强度的试验步骤如下：

- a) 准备 10 个压接样品，线长 300 mm，编号；
- b) 将样品固定在夹具上，在轴向方向上以 50 mm/min 的均匀速度施加力，测试端子从压接位置移开需要的峰值力；
- c) 记录测试数据，并拍照留档。

7.4.7 双面胶与绝缘层剥离强度

7.4.7.1 180 ° 剥离强度

按 GB/T 2792 的规定进行。

7.4.7.2 动态剪切强度

按 GB/T 7124 的规定进行。

7.4.7.3 拉拔强度

按 GB/T 6329 的规定进行。

7.5 电气性能

7.5.1 发热芯体电阻率

按 GB/T 351 的规定进行。

7.5.2 导线电阻率

导线电阻率的试验步骤如下：

- a) 取长度 0.3 m、截面积 1 mm² 测试导线样品 5 PCS；
- b) 分别测量并记录式样的温度、无焊接部分长度及导线电阻；
- c) 根据国标要求折算 20 °C 下导体电阻 R₂₀；
- d) 计算导线电阻率；
- e) 记录数据，并拍照留档。

7.5.3 导线端子接触电阻

导线端子接触电阻的试验步骤如下：

- a) 将端子固定在不导电的工作面上，沿端子中心线对插端子，并确保有效插入深度大于 1 mm；
- b) 搭建试验电路，调节电源使它能向规定的导线提供 5 A/mm² 的电流，记录试验电流；
- c) 用步骤 b) 中确定的试验电流，测量并记录长度为 150 mm 导线电压降；
- d) 对导线测量点进行焊锡，将检测导线连接至两焊接点；
- e) 调节电源至步骤 b) 中规定的电流值至少等待 30 min，使试验电流稳定在该数值。
- f) 测量并记录电压降。达到热平衡后测量待测导体的电压降，接触电阻为端子电压降与试验电流的比值。

7.5.4 加热膜阻值

加热膜阻值的试验步骤如下：

- a) 任意取 5 PCS 加热膜，编号；

- b) 在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境条件下, 使用低阻抗测试仪测量加热膜电阻, 测试时间 2 s, 仪器显示小数点最后一位不跳动后读取电阻值;
- c) 记录测量数据, 并拍照留档。

7.5.5 体积电阻率

按 GB/T 31838.2 的规定进行。

7.5.6 绝缘电阻

绝缘检测的试验步骤如下:

- a) 任意取 5 片加热膜试样, 并对其进行连续性, 统一性编号;
- b) 施加 70 N 力, 将加热膜压合在导电泡棉之间, 用绝缘检测仪在加热膜导线端子与导电泡棉之间施加 1 000 V 直流电压, 60 s 后读取绝缘阻值;
- c) 记录数据, 并拍照留档。

7.5.7 击穿电压

按 GB/T 1408.1 的规定进行。

7.5.8 绝缘耐压检测

7.5.8.1 PI 加热膜

PI 加热膜绝缘耐压检测的试验步骤如下:

- a) 任意取 5 片加热膜试样, 并对其进行连续性, 统一性编号;
- b) 将试样放置在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(93\% \pm 5\%) \text{RH}$ 、气压为 86 kPa~106 kPa 的环境下 48 h;
- c) 试验参数设置: 耐压检测 DC 3 500 V/60 s, 电流 $\leq 1 \text{ mA}$;
- d) 将加热膜平放在测试治具内并盖上测试盖, 锁上锁扣, 点击测试仪器上绿色按钮, 测试时间为 60 s;
- e) 记录数据, 并拍照留档。

7.5.8.2 硅胶加热膜

硅胶加热膜绝缘耐压检测的试验步骤如下:

- a) 任意取 5 片加热片试验样品, 编号;
- b) 试验参数设置: 2 700 VDC/电流 $\leq 1 \text{ mA}$, 1 min, 无击穿或闪络现象;
- c) 记录数据, 并拍照留档。

7.6 耐低温性能

将 5 PCS 样品放置在恒温恒湿试验箱中, 设定 -40°C 度静置至温箱温度达到 $(-40 \pm 1)^\circ\text{C}$, 持续 24 h, 再恢复常温放置 12 h。

7.7 耐高温老化性能

将 5 片试样放入温度 $(150 \pm 2)^\circ\text{C}$ 环境温箱, 避免接触温箱壁; 每隔 400 h 取出, 常温下测量并记录绝缘耐压和阻值数据后, 外观拍照, 放回。样品的绝缘耐压及阻值都超规格则停止该样品测试或累计测试时长达到 1 600 h 则停止测试。

7.8 耐冷热冲击性能

按 GB/T 2423.22 的规定进行。

7.9 耐高温高湿老化性能

按 GB/T 2423.3 的规定进行。

7.10 干烧测试

干烧测试的试验步骤如下：

- a) 准备好 5 PCS 样品并编号；
- b) 测试温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，加热膜两端施加额定电压 40.26 V；
- c) 加热膜悬空固定，表面均匀布置 5 处感温线，采集表面温度，以额定电压 40.26 V 两端持续通电 48 h 停止加热，冷却至室温后拍照记录外观，进行电阻检测、耐压检测、绝缘检测，并记录数据；
- d) 重复上述测试步骤至累计加热时长达 168 h 或加热膜电阻检测、耐压检测、绝缘检测失效时；
- e) 记录数据，并拍照留档。

7.11 过流能力测试

过流能力测试的试验步骤如下：

- a) 准备好 5 PCS 样品并编号；
- b) 额定电压为 40.26 V、额定功率为 204 W、额定电流为 5.07 A，测试电流为 5.584 A；
- c) 布置 5 处温度传感器，两个布置在端部加热区域，一个布置在中间加热区域，另外 2 个均匀布置于其余加热区块上，持续通测试电流直至加热膜出现金属丝烧断或测试时长达到 2 h 并采集表面温度、红外影像截图。并拍照留档。

7.12 耐温度冲击性能

按 GB/T 38031 的规定进行。

7.13 耐湿热循环性能

按 GB/T 38031 的规定进行。

7.14 通断测试

将试样置于无风、温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境中；测试对象两端施加 1.2 倍的额定工作电压 52.56 V，通电 10 min，断电 10 min，循环 2 000 次，使用温度测试仪测量表面温度，应满足外观无明显损伤、加热膜可正常工作记录数据并拍照。

7.15 自由跌落性能

沿 X、Y、Z 三个方向，将测试对象从 1 m 的高度处自由跌落到水泥地面上每个方向跌落两次。

7.16 耐盐雾性能

耐盐雾性能的试验步骤如下：

- a) 准备好 5 PCS 试样并编号；
- b) 将试样放置于盐雾试验箱；
- c) 实验介质：腐蚀溶液为 5%浓度的氯化钠，pH 值为 6.5~7.2；实验箱温度为 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；盐雾沉降率为 $(1.5 \pm 0.5) \text{ mL}/(80 \text{ cm}^2 \cdot \text{h})$ ；测试时间为 96 h。

7.17 阻燃性能

按 GB/T 2408 的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

8.2 组批

以同一工艺、同一原辅材料生产的同一规格产品为一组批。

8.3 出厂检验

- 8.3.1 产品出厂需经工厂检验部门逐批检验合格，方能出厂。
- 8.3.2 出厂检验项目包括本标准中的外观、尺寸及公差、绝缘电阻和绝缘耐压检测。
- 8.3.3 抽样方法和抽样数量

8.3.3.1 抽样方法

出厂检验应进行全数检验，因批量大，进行全数检验有困难时可实行抽样检验，抽样检验方法 GB/T 2828.1 计数抽样检验程序一次性抽样方案的规定进行，检验水平为 II。合格质量水平(AQL)取 6.5；根据表 5 抽取样本。

8.3.3.2 抽样数量

抽样数量及判定组如表 5 所示。

表5 抽样数量及判定组

批量范围	样本数	合格判定数 (Ac)	不合格判定数 (Re)
26~50	8	1	2
51~90	13	2	3
91~150	20	3	4
151~280	32	5	6
281~500	50	7	8
501~1 200	80	10	11
1 201~3 200	125	14	15
≥3 201	200	21	22
注：26 件以下应全数检验。			

8.3.4 判定规则

样本中发现不合格数小于等于表1规定的合格判定数(Ac)，则判定该批产品合格；若样本中发现的不合格数大于等于表 5 规定的不合格判定数(Re)，可用备用样品或在原批次中加一倍抽样,进行复检，复检结果合格的，该批次判为合格，复检结果仍不合格的，该批次判为不合格。

8.4 型式检验

8.4.1 正常生产时每年进行一次型式检验；有下列情况时也应进行型式检验：

- a) 新产品试制鉴定；
- b) 正式生产时，如原料、工艺有较大改变可能影响到产品的质量；
- c) 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时；
- d) 产品停产 12 个月以上重新恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出要求时。

8.4.2 型式检验项目包括要求中的全部项目。

8.4.3 型式检验应从出厂检验合格产品中随机抽取，抽取数量应满足检测要求。

8.4.4 判定规则

当型式检验结果全部符合本标准要求时，判型式检验合格。若检验中出现任何一项不符合，允许加倍重新抽取样品进行复检，复检后，若全部符合本标准要求时，判型式检验合格，否则为不合格。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 销售包装上应至少标有以下内容：

- a) 产品名称；

- b) 商品责任单位名称及地址;
 - c) 执行标准号;
 - d) 产品合格标识。
- 9.1.2 包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191 的规定选择使用。
- 9.1.3 标志应清晰、牢固，不应因运输条件和自然条件而褪色、变色、脱落。

9.2 包装

产品包装应保证产品不受损伤，应防尘、防震，便于运输和贮存。如客户有特殊要求，按合同有关规定进行。

9.3 运输

产品在运输过程中应避免冲击、挤压、日晒、雨淋及化学品的腐蚀。

9.4 贮存

产品应贮存在通风、干燥、清洁的仓库，仓库内不允许有各种有害气体、易燃易爆物品及有腐蚀性的化学物品，远离热源。
