

ICS 29.035.30

CCS G 32



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2025

高热功耗电子导热石墨用聚酰亚胺薄 膜

Polyimide films for thermal conductive graphite in high power electronics

(征求意见稿)

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 技术要求	2
4.1 原料要求	2
4.2 外观要求	2
4.3 尺寸偏差	2
4.4 导热性能	3
4.5 热性能	3
4.6 电学性能	3
4.7 机械性能	3
4.8 有害物质含量	4
4.9 环境适应性	4
5 试验方法	4
5.1 外观试验	4
5.2 尺寸偏差试验	5
5.3 导热试验	5
5.4 热性能试验	5
5.5 电学试验	5
5.6 机械试验	5
5.7 有害物质试验	6
5.8 环境适应性试验	6
6 检验规则	6
6.1 检验分类	6
6.2 出厂检验	7
6.3 型式检验	7
7 标志、包装、运输和贮存	7
7.1 标志	7
7.2 包装	7
7.3 运输	7
7.4 贮存	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。

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

高热功耗电子导热石墨用聚酰亚胺薄膜

1 范围

本文件规定了规定了高热功耗电子导热石墨用聚酰亚胺薄膜（以下简称“薄膜”）的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于高热功耗电子设备配套的导热石墨组件用聚酰亚胺薄膜的生产、检验、验收及应用。

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 1409 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频（包括米波波长在内）下电容率和介质损耗因数的推荐方法

GB/T 1411 干固体绝缘材料 耐高电压、小电流电弧放电的试验

GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定

GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）

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 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

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 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 5478 塑料 滚动磨损试验方法

GB/T 6040 红外光谱分析方法通则

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 11026.1 电气绝缘材料 耐热性 第1部分：老化程序和试验结果的评定

GB/T 13542.2 电气绝缘用薄膜 第2部分：试验方法

GB/T 13542.6 电气绝缘用薄膜 第6部分：电气绝缘用聚酰亚胺薄膜

GB/T 19466.2 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第2部分：玻璃化转变温度的测定

GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定

GB/T 33047.1 塑料 聚合物热重法(TG) 第1部分：通则

GB/T 36800.2 塑料 热机械分析法(TMA) 第2部分：线性热膨胀系数和玻璃化转变温度的测定

GB/T 37757 电子电气产品用材料和零部件中挥发性有机物释放速率的测定 释放测试舱-气相色谱质谱法

3 术语和定义

GB/T 13542.6界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高热功耗电子导热石墨用聚酰亚胺薄膜 polyimide film for thermal conductive graphite for high heat dissipation electronics

以芳香族二酐（如均苯四甲酸二酐PMDA）与芳香族二胺（如二氨基二苯醚ODA）为主要原料，经缩聚反应制备聚酰胺酸树脂溶液，再通过流涎或双向拉伸工艺进行亚胺化而制得的高芳香度聚酰亚胺薄膜。

4 技术要求

4.1 原料要求

4.1.1 聚酰亚胺基体材料

薄膜用聚酰亚胺基体材料应符合GB/T 13542.6的规定，标称厚度及厚度公差应符合表1要求。

表1 聚酰亚胺基体材料

基膜标称厚度（ μm ）	厚度公差（%）
25、38	± 12
50、75、100	± 10

注：除本表规定规格外，聚酰亚胺基膜的其他厚度及公差由供需双方商定。

4.1.2 导热填料

导热填料应满足以下要求：

- 氮化硼粉末：无明显团聚体，六方晶相纯度 $\geq 98.5\%$ ，平均粒径D50根据产品设计要求，在 $1.0\ \mu\text{m}\sim 20.0\ \mu\text{m}$ 范围内选定标称值；
- 氧化铝粉末：纯度 $\geq 99.0\%$ ，平均粒径D50根据产品设计要求，在 $0.5\ \mu\text{m}\sim 10.0\ \mu\text{m}$ 范围内选定标称值。

4.1.3 助剂

应符合相关国家标准要求，无有毒有害物质，添加量为基材质量的 $0.5\%\sim 2.0\%$ 。

4.1.4 溶剂

采用N,N-二甲基乙酰胺等极性溶剂，纯度 $\geq 99.0\%$ ，水分含量 $\leq 0.1\%$ ，无挥发性有毒杂质。

4.2 外观要求

薄膜外观应满足以下要求：

- 表面应平整、光洁、颜色均匀，呈淡黄色或金黄色，无明显色差；
- 无折皱、撕裂、针孔、气泡、颗粒杂质、压坑、划伤；
- 无油污、水渍、灰尘污染；
- 薄膜边缘应整齐、无破损、无毛刺，卷状薄膜的边缘应平整，无卷边、塌边现象。

4.3 尺寸偏差

4.3.1 厚度偏差

不同标称厚度的薄膜，厚度偏差应符合表2的规定。

表2 厚度偏差

标称厚度（ μm ）	厚度允许偏差（ μm ）	同一试样任意两点厚度极差（ μm ）
25	± 3.0	≤ 2.0
38	± 4.6	≤ 3.0
50	± 5.0	≤ 4.0
75	± 7.5	≤ 6.0
100	± 10.0	≤ 8.0

注：特殊厚度规格的尺寸偏差由供需双方商定，但其偏差范围不得大于标称厚度的±12%。

4.3.2 长度偏差

卷状薄膜长度允许偏差为±1.0%，长度≥50m，特殊长度由供需双方商定，卷状薄膜应无断头、无接头，特殊定制需要接头的，接头处需明确标注，无明显增厚、破损，数量≤1个/100m。

4.3.3 尺寸稳定性

薄膜在标准环境（温度23±2℃，相对湿度50±5%）下放置24h后，尺寸变化率≤±0.05%。

4.4 导热性能

薄膜导热性能按厚度方向导热系数分为A、B、C三级，各等级导热性能应符合表3的规定。

表3 导热性能

项目	A级	B级	C级
厚度方向导热系数 W/(m·K)	≥0.8	0.6~0.8	0.35~0.6
面内方向导热系数 W/(m·K)	≥5.0	≥3.0	≥2.0
热扩散系数 (25℃) mm ² /s	≥2.5	≥1.8	≥1.2

4.5 热性能

薄膜热性能应符合表4的规定。

表4 热性能

项目	要求
玻璃化转变温度 (T _g) °C	≥300
热分解温度 (Td5%) °C	≥520
热膨胀系数 (25~200℃) ppm/°C	15~30
亚胺化度%	≥98
溶剂残留量%	≤0.5

4.6 电学性能

薄膜的电学性能应符合表5的规定。

表5 电学性能

项目	要求
体积电阻率 Ω·m	≥1.0×10 ¹⁴
表面电阻率 Ω	≥1.0×10 ¹³
电气强度 kV/mm	≥150
介电常数 (1MHz)	2.8~3.5
介电损耗角正切 (1MHz)	≤0.005
耐电弧性 s	≥120

4.7 机械性能

薄膜的机械性能应符合表6的规定。

表 6 机械性能

项目	要求
拉伸强度（纵向/横向）MPa	≥80
断裂伸长率（纵向/横向）%	≥20
密度 g/cm ³	1.50~2.20
邵氏硬度（D型）HD	65~85
粘结强度（180°剥离法，与导热石墨）N/cm	≥6.0
粘结强度（拉伸剪切法，与铜基材）MPa	≥0.8
悬臂梁冲击强度（无缺口）kJ/m ²	≥15
耐磨性能（磨耗量）mm ³ /1000r	≤0.3

4.8 有害物质含量

薄膜有害物质含量应符合表7的规定。

表 7 有害物质含量

项目	要求
铅（Pb）%	≤0.1%
镉（Cd）%	≤0.1%
汞（Hg）%	≤0.1%
六价铬（Cr6+）%	≤0.1%
多溴联苯（PBBs）%	≤0.1%
多溴二苯醚（PBDEs）%	≤0.1%
挥发性有机物（VOC）g/m ²	≤10

4.9 环境适应性

4.9.1 耐高低温性

薄膜应能在-60℃（保持2h）→ 室温（恢复1h）→ 200℃（保持2h），循环10次，正常使用，无裂纹、分层、变色。

4.9.2 耐湿热性

薄膜应能在40℃，相对湿度90%~95%环境下，保持1000h，正常使用，无霉变和鼓包。

4.9.3 耐腐蚀性

薄膜应能承受中性盐雾5%NaCl喷雾24h，正常使用，无腐蚀和脱落。

4.9.4 耐老化性

薄膜应能在150℃恒温下，保持1000h，正常使用，无脆化和开裂。

5 试验方法

5.1 外观试验

采用目视全检法。

5.2 尺寸偏差试验

5.2.1 厚度偏差

按 GB/T 13542.2 执行。

5.2.2 长度偏差

据产品信息测定。

5.2.3 尺寸稳定性

按 GB/T 13542.2 执行。

5.3 导热试验

薄膜导热试验方法见表8。

表8 导热试验

项目	试验方法
厚度方向导热系数 W/(m·K)	GB/T 22588
面内方向导热系数 W/(m·K)	GB/T 22588
热扩散系数 (25℃) mm ² /s	GB/T 22588

5.4 热性能试验

5.4.1 玻璃化转变温度

按GB/T 19466.2执行。

5.4.2 热分解温度

按GB/T 33047.1执行。

5.4.3 热膨胀系数

按GB/T 36800.2执行。

5.4.4 亚胺化度

采用GB/T 6040规定的红外光谱法测定。

5.4.5 溶剂残留量

采用顶空气相色谱法，裁取0.1 m²薄膜，使用内标法测定。

5.5 电学试验

薄膜的电学试验方法见表9。

表9 电学试验

项目	试验方法
体积电阻率 Ω·m	GB/T 13542.2
表面电阻率 Ω	GB/T 13542.2
电气强度 kV/mm	GB/T 13542.2
介电常数 (1MHz)	GB/T 1409
介电损耗角正切 (1MHz)	GB/T 1409 测定介电损耗因数，计算介电损耗角正切
耐电弧性 s	GB/T 1411

5.6 机械试验

薄膜的机械试验方法见表10。

表 10 机械试验

项目	试验方法
拉伸强度（纵向/横向）MPa	GB/T 13542.2
断裂伸长率（纵向/横向）%	GB/T 13542.2
密度 g/cm ³	GB/T 13542.2
邵氏硬度（D型）HD	GB/T 2411
粘结强度（180°剥离法，与导热石墨）N/cm	GB/T 2792
粘结强度（拉伸剪切法，与铜基材）MPa	GB/T 7124
悬臂梁冲击强度（无缺口）kJ/m ²	GB/T 1843
耐磨性能（磨耗量）mm ³ /1000r	GB/T 5478

5.7 有害物质试验

薄膜有害物质含量试验方法见表11。

表 11 有害物质含量试验

项目	试验方法
铅（Pb）%	GB/T 26125
镉（Cd）%	GB/T 26125
汞（Hg）%	GB/T 26125
六价铬（Cr6+）%	GB/T 26125
多溴联苯（PBBs）%	GB/T 26125
多溴二苯醚（PBDEs）%	GB/T 26125
挥发性有机物（VOC）g/m ²	GB/T 37757

5.8 环境适应性试验

5.8.1 耐高低温性

按GB/T 2423.22执行。

5.8.2 耐湿热性

按GB/T 2423.3执行。

5.8.3 耐腐蚀性

按GB/T 2423.17执行。

5.8.4 耐老化性

按GB/T 11026.1执行。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件要求的检验分为型式检验和出厂检验两类。

6.2 出厂检验

每批产品出厂前应进行出厂检验,检验项目包括外观和尺寸偏差。各项指标均满足本文件的要求时,方可被判定为合格产品。对于不合格的产品,应进行报废处理。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验项目包括本文件规定的第5章中所有项目。

6.3.2 检验时机

有下列情形之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产满一年时;
- d) 间隔一年以上再生产时;
- e) 出厂检验结果与同产品型号或批次的型式检验有较大差异时。

6.3.3 抽样规则

抽样规则应符合GB/T 2828.1的要求。

6.3.4 判定规则及处理措施

所有检验项目均满足本文件的要求时,判定为合格。任一项不符合规定时,判定为不合格。对于不合格的产品,应进行返工或报废处理,返工产品应重新进行检验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

每卷(件)产品外包装上需清晰标注产品名称、导热等级、标称厚度、表面状态、生产批次、生产日期、生产企业名称及地址、联系方式、执行标准号、净含量(面积或长度)、保质期,所有标志应清晰、耐磨、不易脱落,符合GB/T 191的规定。

7.2 包装

包装要求如下:

- a) 内包装:单卷产品采用食品级聚乙烯薄膜密封包装,包装需严密,防止灰尘、杂质侵入;卷状产品两端需加装保护套,避免边缘破损、变形;
- b) 外包装:使用双瓦楞纸箱,纸箱强度需满足运输、贮存要求;每箱包装数量根据产品规格确定,箱内填充缓冲材料;
- c) 供需双方有特殊包装约定的,可按合同约定执行,但包装防护性能不得低于本文件规定。

7.3 运输

运输工具应干燥、清洁、无异味、无腐蚀性物质,避免使用敞篷车辆,防止阳光直射、雨淋、暴晒、撞击及剧烈震动,严禁抛扔、挤压、撞击、翻滚产品,运输环境温度控制在5℃~30℃。

7.4 贮存

贮存要求如下:

- a) 产品应贮存于清洁、干燥、通风的库房内,库房温度控制在10℃~30℃,相对湿度≤70%,远离火源、热源及强氧化剂,避免阳光直射;
- b) 产品整齐堆放,堆放高度不得超过5层,防止挤压破损;不同批次、不同规格、不同等级的产品需分开堆放,标识清晰;
- c) 在本标准规定的贮存条件下,产品保质期为18个月(自生产日期起计算);超过保质期的产品,应重新检验,合格后方可使用。