



# 中华人民共和国国家标准

GB/TXXXXX—XXXX

## 导热吸波材料通用技术要求

General technical requirements for thermally conductive absorbing materials

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

(完成时间：2026年4月)

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。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	4
4 技术要求 .....	7
4.1 总则 .....	8
4.2 外观要求 .....	8
4.3 性能要求 .....	8
4.4 环境适应性要求 .....	13
5 检验方法 .....	13
6 检验规则 .....	16
6.1 抽样 .....	16
6.2 检验分类 .....	17
6.3 型式检验 .....	17
6.4 出厂检验 .....	19
7 标志、包装、运输、贮存 .....	20
7.1 标志 .....	20
7.2 装箱 .....	20
7.3 运输 .....	20
7.4 贮存 .....	20
7.5 有效期 .....	20
附录 A（规范性）电磁波衰减系数测试方法 .....	21
附录 B（规范性）反射率试验方法 .....	26

## 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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国电磁屏蔽材料标准化技术委员会（SAC/TC 323）归口。

本文件起草单位：中国电子科技集团公司第三十三研究所、上海市计量测试技术研究院有限公司、美信新材料股份有限公司、苏州铂韬新材料科技有限公司、闽都创新实验室、深圳市飞荣达科技股份有限公司、成都佳驰电子科技股份有限公司、上海市计量协会、深圳市鸿富诚新材料股份有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司、江苏省质量和标准化研究院、河南大学、工业和信息化部电子第五研究所、天津泽希新材料有限公司、桂林电子科技大学、湖南飞鸿达新材料有限公司、西北工业大学、成都大学、北京跟踪与通信技术研究所、江苏中迪新材料技术有限公司、3M中国有限公司、中电科思仪科技股份有限公司、北方工程设计研究院有限公司、哈尔滨工业大学、北京戍卫工程技术研究有限公司、上海泰峰检测认证有限公司、杭州电子科技大学、中国科学院金属研究所、四川大学、燕山大学、无锡敬仁电子材料科技有限公司、东华大学、青岛理工大学、太原理工大学、天津大学、北京科技大学、南京冠旭新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：王东红、贾 琨、陈维斌、朱建刚、刘忠庆、李维佳、杨 辉、王晓明、施伟伟、陈超婵、陆福敏、俞晓磊、曹 勇、冯 建、龚春红、刘沛江、李明辉、成丽春、王政华、魏汉军、赵占良、赵 锐、高 成、孔 杰、刘正龙、马 嵩、刘 莹、吴 凡、陆振刚、魏 嵬、张雪峰、韩甫、黄小萧、王延青、温福昇、张 辉、李 莹、张卫珂、杨 涛、国 栋、李 皓、马 珂、米玉洁。

# 导热吸波材料通用技术要求

## 1 范围

本文件界定了导热吸波材料的术语和定义，规定了技术要求、检验规则及标志、包装、运输和贮存，描述了相应的检验方法。

本文件适用于导热吸波材料的研制、生产、检验和交付。

## 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 11450.2-1989 空心金属波导 第2部分：普通矩形波导有关规范
- GB/T 191 包装储运图示标志
- 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 529-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）
- GB/T 533-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶密度的测定
- GB/T 1695-2005 硫化橡胶 工频击穿电压强度和耐电压的测定方法
- 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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- 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 2439 硫化橡胶或热塑性橡胶 导电性能和耗散性能电阻率的测定
- GB/T 2794-2022 胶黏剂黏度的测定
- 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 2941-2025 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序
- GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 7759.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分：在常温及高温条件下
- GB/T 7759.2 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第2部分：在低温条件下
- GB/T 10707-2008 橡胶燃烧性能的测定
- GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB/T 26667 电磁屏蔽材料术语
- GB/T 29313-2012 电气绝缘材料热传导性能试验方法
- GB/T 29608 橡胶制品 邻苯二甲酸酯类的测定
- GB/T 30142 平面型电磁屏蔽材料屏蔽效能测量方法
- GB/T 35679-2017 固体材料微波频段使用波导装置的电磁参数测量方法

GB/T 38119 邵氏硬度计的检验

GB/T 39560.4 电子电气产品中某些物质的测定 第4部分：CV-AAS、CV-AFS、ICP-OES和ICP-MS测定聚合物、金属和电子件中的汞

GB/T 39560.5 电子电气产品中某些物质的测定 第3部分：AAS、AFS、ICP-OES和ICP-MS法测定聚合物和电子件中镉、铅、铬以及金属中镉、铅的含量

GB/T 39560.303 电子电气产品中某些物质的测定 第3-3部分：配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法（Py/TD-GC-MS）筛选聚合物中的多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯

GB/T 39560.702 电子电气产品中某些物质的测定 第7-2部分：六价铬 比色法测定聚合物和电子件中的六价铬[Cr(VI)]

GB/T 39693.4-2025 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第4部分：用邵氏硬度计法（邵尔硬度）测定压入硬度

GB/T 40719-2021 硫化橡胶或热塑性橡胶 体积和/或表面电阻率的测定

### 3 术语和定义

GB/T 26667、GB/T 35679界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**导热吸波材料** thermally conductive absorbing materials

用于发热源与散热器之间起到高效导热/散热的作用，同时兼具吸收电磁波的能力起到消除电磁干扰的作用，可满足电子器件/模块/组件/设备/装备对电磁兼容与热管理双重需求的一类电磁防护材料。

注：产品类型主要包括：贴片类导热吸波材料、衬垫类导热吸波材料、硅脂类导热吸波材料、凝胶类导热吸波材料等。

#### 3.2

**复相对介电常数** complex relative permittivity

$\epsilon_r$

复相对介电常数 $\epsilon_r$ 表示为：

$$\epsilon_r = \epsilon_r' - j\epsilon_r'' = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0 \vec{E}} \dots \dots \dots (1)$$

式中： $\epsilon_r$ ——复相对介电常数；

$\epsilon_r'$ ——实相对介电常数，复相对介电常数的实部；

$\epsilon_r''$ ——介质损耗指数，复相对介电常数虚部的负值；

$\epsilon_0$ ——真空介电常数，其值为  $8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$ ；

$\vec{D}$ ——电位移矢量，单位为库伦每平方米（ $\text{C/m}^2$ ）；

$\vec{E}$ ——电场强度矢量，单位为伏每米（ $\text{V/m}$ ）。

注：材料的复相对介电常数由其分子极化特性、电荷移动特性等确定。本标准中针对的材料为各向同性材料，因此每一个频率点的复相对介电常数为单一复数。在各向异性材料中，复相对介电常数为三维空间张量。

[来源：GB/T 35679-2017, 3.3, 有修改]

### 3.3

#### 复相对磁导率 complex relative permeability

$\mu_r$

复相对介电常数  $\mu_r$  表示为：

$$\mu_r = \mu_r' - j\mu_r'' = \frac{\vec{B}}{\mu_0 \vec{H}} \dots \dots \dots (2)$$

式中： $\mu_r$ ——复相对磁导率；  
 $\mu_r'$ ——实相对磁导率，复相对磁导率的实部；  
 $\mu_r''$ ——磁损耗指数，复相对磁导率虚部的负值；  
 $\mu_0$ ——真空磁导率，等于  $4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$ ；  
 $\vec{B}$ ——磁感应强度矢量，单位为特斯拉（T）；  
 $\vec{H}$ ——磁场强度矢量，单位为安培每米（A/m）。

注：材料的复相对磁导率由其磁力矩特性、磁化范围特性等确定。本标准中针对的材料为各向同性材料，因此每一个频率点的复相对磁导率为单一复数。在各向异性材料中，复相对磁导率为三维空间张量。

[来源：GB/T 35679-2017, 3.4, 有修改]

### 3.4

#### 电磁波衰减系数 electromagnetic wave attenuation coefficient

$A$

电磁波在单位厚度介质内传输过程中强度衰减的程度。

注：单位为分贝每厘米（dB/cm）。

### 3.5

#### 反射率 reflectivity

$R$

在给定波长和极化的条件下，电磁波从同一方向，分别以同一功率密度入射到导热吸波材料和同尺寸良导体平面上，两者镜面方向反射功率的比值， $R$ 可由式（3）计算。

$$R = 10 \lg \left( \frac{P_1}{P_0} \right) \dots \dots \dots (3)$$

式中：  
 $R$ ——反射率，单位为分贝（dB）；  
 $P_1$ ——导热吸波材料的反射功率，单位为瓦（W）；  
 $P_0$ ——同尺寸良导体的反射功率，单位为瓦（W）。

### 3.6

**屏蔽效能 shielding effectiveness****SE**

在同一激励下的某点上，有材料与无材料时所测量到的电场强度、磁场强度或功率之比。

$$SE = 20\lg(E_2/E_1) \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{或} SE = 20\lg(H_2/H_1) \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{或} SE = 10\lg(P_2/P_1) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$SE$  ——屏蔽效能，单位为分贝（dB）；

$E_1$  ——无材料时的电场强度，单位为伏特每米（V/m）；

$E_2$  ——有材料时的电场强度，单位为伏特每米（V/m）；

$H_1$  ——无材料时的磁场强度，单位为安培每米（A/m）；

$H_2$  ——有材料时的磁场强度，单位为安培每米（A/m）；

$P_1$  ——无材料时的功率，单位为瓦特（W）；

$P_2$  ——有材料时的功率，单位为瓦特（W）。

注：屏蔽效能通常为负值，但习惯用其绝对值。

[来源：GB/T 26667-2021, 3.1.7, 有修改]

**3.7****导热系数 thermal conductivity** $\lambda$ 

稳态时，在法向单位温度梯度下，通过单位面积的热流。

注：单位为瓦每米开（W/(m·K)）。

[来源：GB/T 29313-2012, 3.1.6]

**3.8****表观导热系数 apparent thermal conductivity** $\lambda_a$ 

表观导热系数与导热系数属同一概念，它们的计算公式、单位均相同，主要区别在于热量传输的方式上。表观导热系数试验结果往往与试样厚度、试样预处理等试验条件有关，由表观导热系数推演得到的表观热导率和热阻只对相同条件下的系统有效。如无特别说明，本标准在测试以及计算过程中所涉及的导热系数均指表观导热系数。

[来源：GB/T 29313-2012, 3.1.10]

**3.9****热导率 thermal conductance** $C$ 

在单位温差驱使下，通过物体单位面积的热流。

注：单位为瓦每平方米开 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 。

[来源：GB/T 29313-2012, 3.1.7]

### 3.10

**热阻 thermal resistance**

$R$

热导率的倒数。

注：单位为平方米开每瓦 $[(m^2 \cdot K)/W]$ 。

[来源：GB/T 29313-2012, 3.1.9]

### 3.11

**热阻抗 thermal impedance**

$\theta$

材料(包括材料及材料界面)对热流的全部阻碍。

注：与表观导热系数类似，热阻抗并非严格热物理学意义上的热阻。如无特别说明，本标准在测试以及计算过程中所涉及的热阻均指热阻抗。

[来源：GB/T 29313-2012, 3.1.11]

### 3.12

**击穿电压 breakdown voltage**

$U$

试样在某一电压作用下被击穿，此时的电压值称为击穿电压。

注：单位以 kV 表示。

[来源：GB/T 1695-2005, 3.2]

### 3.13

**击穿电压强度 electrical breakdown strength**

$E$

试样的击穿电压与其厚度之比，称为击穿电压强度。

注：单位以 kV/mm 表示。

[来源：GB/T 1695-2005, 3.3]

### 3.14

**体积电阻率 volume resistivity**

$\rho_v$

单位体积上测得的体积电阻，单位为欧姆·米( $\Omega \cdot m$ )表示。

[来源：GB/T 40719-2021, 3.3]

## 4 技术要求

#### 4.1 总则

本文件规定了导热吸波材料的基本要求，具体的要求由相关产品规范规定。

#### 4.2 外观要求

导热吸波材料的外观要求应符合表1的规定。

表 1 导热吸波材料的外观要求

产品类型	外观要求	备注
贴片类导热吸波材料	颜色单一、厚度均匀，表面不应有褶皱、孔洞、气泡、污垢、划伤。	可单面、双面附离型膜
衬垫类导热吸波材料	颜色单一、厚度均匀，表面不应有褶皱、孔洞、气泡、污垢、划伤。	可单面、双面附离型膜
硅脂类导热吸波材料	粒度均匀、无目视可见的团聚颗粒。 形态为膏状、凝胶状，无结块、无杂质、无明显色差。	/
凝胶类导热吸波材料	粒度均匀、无目视可见的团聚颗粒。 形态为膏状、凝胶状，无结块、无杂质、无明显色差。	/

#### 4.3 性能要求

##### 4.3.1 厚度

如无特殊要求，贴片类、衬垫类导热吸波材料的厚度应符合表2的规定。

表 2 导热吸波材料的厚度性能要求

单位为毫米

厚度等级	厚度, $d$ 要求
I	$\leq 0.25$
II	$0.25 < d \leq 0.5$
III	$0.5 < d \leq 1$
IV	$1 < d \leq 3$
V	$d \geq 3$

##### 4.3.2 密度

导热吸波材料的密度应符合表3的规定。

表 3 导热吸波材料的密度性能要求

单位为克每立方厘米

密度等级	密度, $\rho$ 要求
I	$\rho < 2.0$
II	$2.0 \leq \rho < 2.5$
III	$2.5 \leq \rho < 3.0$
IV	$3.0 \leq \rho < 3.5$
V	$\rho > 3.5$

#### 4.3.3 硬度

如无特殊要求，贴片类、衬垫类导热吸波材料的硬度应符合表4的规定。

表4 导热吸波材料的硬度性能要求

硬度等级	硬度, $H$ 要求
I	$0 \leq H < 20$
II	$20 \leq H < 40$
III	$40 \leq H < 60$
IV	$60 \leq H < 80$
V	$80 \leq H \leq 100$

#### 4.3.4 黏度

如无特殊要求，硅脂类、凝胶类导热吸波材料的黏度应符合表5的规定。

表5 导热吸波材料的黏度性能要求

单位为毫帕秒

黏度等级	黏度, $\nu$ 要求
I	$\nu < 100,000$
II	$100,000 \leq \nu < 300,000$
III	$300,000 \leq \nu < 500,000$
IV	$500,000 \leq \nu < 900,000$
V	$\nu \geq 900,000$

#### 4.3.5 复相对介电常数

如无特殊要求，在2 GHz~40 GHz频段范围内，导热吸波材料的复相对介电常数的实部  $\epsilon'_r$  应介于2~100之间。

#### 4.3.6 复相对磁导率

如无特殊要求，在2 GHz~40 GHz频段范围内，导热吸波材料的复相对磁导率的实部  $\mu'_r$  应介于0.5~10之间。

#### 4.3.7 电磁波衰减系数

导热吸波材料的电磁波衰减系数应符合表6的规定。

表6 导热吸波材料的电磁波衰减系数性能要求

单位为分贝每厘米

频率, $f$ 范围	电磁波衰减系数, $A$ 要求
$1 \text{ GHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	3~5
$2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$	$\geq 5$ (@2 GHz)

$4\text{ GHz} \leq f < 8\text{ GHz}$	$\geq 10$ (@4 GHz)
$8\text{ GHz} \leq f < 12\text{ GHz}$	$\geq 20$ (@8 GHz)
$12\text{ GHz} \leq f < 18\text{ GHz}$	$\geq 40$ (@12GHz)
$18\text{ GHz} \leq f < 26.5\text{ GHz}$	$\geq 60$ (@18 GHz)
$26.5\text{ GHz} \leq f \leq 40\text{ GHz}$	$\geq 80$ (@40 GHz)

#### 4.3.8 反射率

导热吸材料的反射率应符合表7的规定。

表7 导热吸波材料的反射率性能要求

单位为分贝

频率, $f$ 范围	反射率, $R$ 要求		
	I	II	III
$1\text{ GHz} \leq f < 2\text{ GHz}$	$R \leq -10$	$-10 < R \leq -5$	$-5 < R \leq -3$
$2\text{ GHz} \leq f < 4\text{ GHz}$	$R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$	$-10 < R \leq -5$
$4\text{ GHz} \leq f < 8\text{ GHz}$	$R \leq -20$	$-20 < R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$
$8\text{ GHz} \leq f < 12\text{ GHz}$	$R \leq -20$	$-20 < R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$
$12\text{ GHz} \leq f < 18\text{ GHz}$	$R \leq -20$	$-20 < R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$
$18\text{ GHz} \leq f < 26.5\text{ GHz}$	$R \leq -20$	$-20 < R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$
$26.5\text{ GHz} \leq f \leq 40\text{ GHz}$	$R \leq -20$	$-20 < R \leq -15$	$-15 < R \leq -10$

#### 4.3.9 屏蔽效能

导热吸波材料的屏蔽效能应符合表8的规定。

表8 导热吸波材料的屏蔽效能性能要求

单位为分贝

频率, $f$ 范围	屏蔽效能, $SE$ 要求			
	I	II	III	IV
$1\text{ GHz} \leq f < 2\text{ GHz}$	$SE \geq 10$	$8 \leq SE < 10$	$5 \leq SE < 8$	$3 \leq SE < 5$
$2\text{ GHz} \leq f < 4\text{ GHz}$				
$4\text{ GHz} \leq f < 8\text{ GHz}$				
$8\text{ GHz} \leq f < 12\text{ GHz}$	$SE \geq 20$	$15 \leq SE < 20$	$10 \leq SE < 15$	$5 \leq SE < 10$
$12\text{ GHz} \leq f < 18\text{ GHz}$	$SE \geq 40$	$30 \leq SE < 40$	$20 \leq SE < 30$	$10 \leq SE < 20$
$18\text{ GHz} \leq f < 26.5\text{ GHz}$				
$26.5\text{ GHz} \leq f \leq 40\text{ GHz}$				

#### 4.3.10 导热系数

导热吸波材料的导热系数应符合表9的规定。

表9 导热吸波材料的导热系数性能要求

单位：单位为瓦每米开

导热等级	导热系数, $\lambda$ 要求
I	$\lambda \geq 10$
II	$8 \leq \lambda < 10$
III	$4 \leq \lambda < 8$
IV	$0.2 \leq \lambda < 4$
V	$\lambda < 0.2^{\text{注}}$

注：导热系数 $\lambda \geq 0.2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料界定为导热材料。

#### 4.3.11 热阻

导热吸波材料的热阻应符合表10的规定。

表 10 导热吸波材料的热阻性能要求

单位：单位为平方米开每瓦

热阻等级	热阻, $R$ 要求
I	$R < 0.5$
II	$0.5 \leq R < 1.0$
III	$1.0 \leq R < 1.5$
IV	$1.5 \leq R < 2.0$
V	$R \geq 2.0$

#### 4.3.12 击穿电压强度

导热吸波材料的击穿电压强度应符合表11的规定。

表 11 导热吸波材料的击穿电压强度性能要求

单位为千伏每毫米

击穿电压强度等级	击穿电压强度, $E$ 要求
I	$E \geq 7$
II	$5 \leq E < 7$
III	$2 \leq E < 5$
IV	$0.5 \leq E < 2$
V	$E < 0.5$

#### 4.3.13 体积电阻率

导热吸波材料的体积电阻率应符合表12的规定。

表 12 导热吸波材料的体积电阻率性能要求

单位：单位为欧姆米

绝缘等级	体积电阻率, $\rho_v$ 要求
I	$\rho_v \geq 10^{15}$

II	$10^{13} \leq \rho_v < 10^{15}$
III	$10^{10} \leq \rho_v < 10^{13}$
IV	$10^6 \leq \rho_v < 10^{10}$
V	$\rho_v < 10^6$

#### 4.3.14 拉伸强度

如无特殊要求，贴片类、衬垫类导热吸波材料的拉伸强度应符合表13的规定。

表 13 导热吸波材料的拉伸强度性能要求

单位为兆帕

拉伸强度等级	拉伸强度, $TS$ 要求
I	$TS \geq 3$
II	$1.5 \leq TS < 3$
III	$1 \leq TS < 1.5$
IV	$0.5 \leq TS < 1$
V	$TS < 0.5$

#### 4.3.15 拉断伸长率

如无特殊要求，贴片类、衬垫类导热吸波材料的拉断伸长率应符合表14的规定。

表 14 导热吸波材料的拉断伸长率性能要求

拉断伸长率等级	拉断伸长率, $E_b$ 要求
I	$E_b < 100\%$
II	$100\% \leq E_b < 150\%$
III	$150\% \leq E_b < 200\%$
IV	$200\% \leq E_b < 300\%$
V	$E_b \geq 300\%$

#### 4.3.16 撕裂强度

如无特殊要求，贴片类、衬垫类导热吸波材料的撕裂强度应符合表15的规定。

表 15 导热吸波材料的撕裂强度性能要求

单位为牛每毫米

撕裂强度等级	撕裂强度, $TS$ 要求
I	$TS \geq 10$
II	$8 \leq TS < 10$
III	$5 \leq TS < 8$
IV	$0.5 \leq TS < 5$
V	$TS < 0.5$

#### 4.3.17 压缩永久变形

如无特殊要求，常温（23℃±2℃）和高温（150℃±2℃）条件下，贴片类、衬垫类导热吸波材料的压缩永久变形≤10%。

如无特殊要求，低温（-55℃±2℃）条件下，贴片类、衬垫类导热吸波材料的压缩永久变形≤15%。

#### 4.3.18 阻燃性

导热吸波材料的阻燃性能应符合表16的规定。

表 16 导热吸波材料阻燃性能要求

阻燃等级	阻燃要求
I	FV-0级
II	FV-1级
III	FV-2级

#### 4.3.19 有毒有害物质限量

导热吸波材料的有毒有害物质限量应符合GB/T 26572的规定。

### 4.4 环境适应性要求

#### 4.4.1 环境温度

如无特殊要求，导热吸波材料应能在以下环境温度正常工作和贮存：

- a) 工作温度：-45℃~150℃；
- b) 贮存温度：-55℃~70℃。

#### 4.4.2 温度冲击

如无特殊要求，导热吸波材料应能承受低温-55℃、暴露持续时间 $t_1$ 为1h至高温125℃、暴露持续时间 $t_2$ 为1h的温度变化，转换时间 $t_3$ 不宜超过3 min，推荐的试验循环数为5。试验后导热吸波材料不应出现开裂、起泡、掉粉现象。

#### 4.4.3 湿热

如无特殊要求，导热吸波材料应能承受相对湿度为(93±3)%（温度40℃±2℃）的湿热环境，推荐的试验持续时间为96 h。试验后导热吸波材料不应出现开裂、起泡、掉粉现象。

#### 4.4.4 盐雾

如无特殊要求，导热吸波材料应能承受温度：35℃±2℃，氯化钠溶液浓度：50 g/L±5 g/L，pH值：6.5~7.2的盐雾环境，试验持续时间宜优先选择96 h(4 d)。试验后导热吸波材料不应出现开裂、起泡、掉粉现象。

## 5 检验方法

### 5.1 外观要求

用目测法进行外观要求检查。

## 5.2 厚度

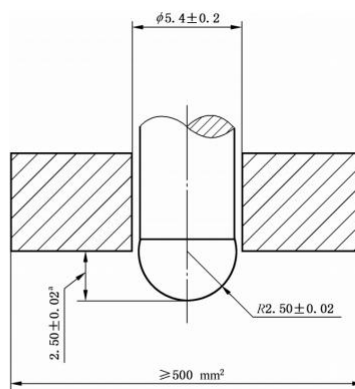
按GB/T 2941-2025中9.1的规定进行贴片类、衬垫类导热吸波材料的厚度测试。

## 5.3 密度

按GB/T 533-2008中方法A的规定进行。

## 5.4 硬度

按GB/T 39693.4-2025的规定使用邵尔A0硬度计进行贴片类、衬垫类导热吸波材料硬度测试，邵尔A0型硬度计压针如图1所示。



\* 压针伸出量对应硬度计读数为0。

图1 邵尔A0型硬度计压针

## 5.5 黏度

按GB/T 2794-2022的规定进行硅脂类、凝胶类导热吸波材料的黏度测试。测试温度： $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

## 5.6 复相对介电常数

按GB/T 35679的规定进行。

## 5.7 复相对磁导率

按GB/T 35679的规定进行。

## 5.8 电磁波衰减系数

按附录A的规定进行。

## 5.9 反射率

按附录B的规定进行。

## 5.10 屏蔽效能

按GB/T 30142的规定进行。

## 5.11 导热系数

按GB/T 29313的规定进行；若所用仪器设备可以精准控制样品温度，则在样品温度稳定在 $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 范围内后采集数据；若所用仪器设备无法精准控制样品温度，可将高温等温面和低温等温面之间的温度差值设置为 $50^{\circ}\text{C}$ ，待温度差值在 $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 范围内稳定后采集数据；对于硬度较低或较高的样品，接触压力可以低至 $0.069\text{MPa}$ 或高达 $3.4\text{MPa}$ 。

#### 5.12 热阻

按GB/T 29313的规定进行；若所用仪器设备可以精准控制样品温度，则在样品温度稳定在 $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 范围内后采集数据；若所用仪器设备无法精准控制样品温度，可将高温等温面和低温等温面之间的温度差值设置为 $50^{\circ}\text{C}$ ，待温度差值在 $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 范围内稳定后采集数据；对于硬度较低或较高的样品，接触压力可以低至 $0.069\text{MPa}$ 或高达 $3.4\text{MPa}$ 。

#### 5.13 击穿电压强度

按GB/T 1695-2005中8.1.2逐级升压的规定进行。

#### 5.14 体积电阻率

按GB/T 40719的规定进行。

#### 5.15 拉伸强度、拉断伸长率

按GB/T 528规定的方法进行贴片类、衬垫类导热吸波材料的拉伸强度、拉断伸长率测试，取5个1型试样进行试验，取5个试验值的中位数作为试验结果。

#### 5.16 撕裂强度

按GB/T 529-2008中方法A（裤形试样）的规定进行贴片类、衬垫类导热吸波材料的撕裂强度测试。

#### 5.17 压缩永久变形

按GB/T 7759.1的规定进行常温（ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）和高温（ $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）条件下贴片类、衬垫类导热吸波材料的压缩永久变形试验，试验时间： $24^0_2\text{h}$ 或 $72^0_2\text{h}$ 。

按GB/T 7759.2的规定进行低温（ $-55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）条件下贴片类、衬垫类导热吸波材料的压缩永久变形试验，试验时间： $24^0_2\text{h}$ 或 $72^0_2\text{h}$ 。

#### 5.18 阻燃性

按GB/T 10707-2008中方法B垂直燃烧法的规定进行。

#### 5.19 有害物质限量

##### 5.19.1 铅（Pb）

按GB/T 39560.5的规定进行。

##### 5.19.2 汞（Hg）

按GB/T 39560.4的规定进行。

##### 5.19.3 镉（Cd）

按GB/T 39560.5的规定进行。

#### 5.19.4 六价铬Cr(VI)

按GB/T 39560.702的规定进行。

#### 5.19.5 多溴联苯(PBB)

按GB/T 39560.303的规定进行。

#### 5.19.6 多溴二苯醚(PBDE)

按GB/T 39560.303的规定进行。

#### 5.19.7 邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)

按GB/T 29608的规定进行。

#### 5.19.8 邻苯二甲酸丁苄酯(BBP)

按GB/T 29608的规定进行。

#### 5.19.9 邻苯二甲酸二丁酯(DBP)

按GB/T 29608的规定进行。

#### 5.19.10 邻苯二甲酸二异丁酯(DIBP)

按GB/T 29608的规定进行。

### 5.20 环境适应性

#### 5.20.1 环境温度

低温按GB/T 2423.1的规定进行,采用试验程序Ab,试验温度-55℃,持续时间72 h。  
高温按GB/T 2423.2的规定进行,采用试验程序Bb,试验温度125℃,持续时间16 h。  
如有其他要求,按相关方确认的协议进行。

#### 5.20.2 温度冲击

按GB/T 2423.22的规定进行。

#### 5.20.3 盐雾

按GB/T 2423.17的规定进行。

#### 5.20.4 湿热

按GB/T 2423.3的规定进行。

## 6 检验规则

### 6.1 抽样

出厂检验项目中外观要求根据GB/T 2828.1进行一次抽样、判断，采用一般检查水平Ⅱ，AQL=2.5%；其他参数指标测试用样本为固定样本，标样随每批次产品制备。

## 6.2 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

## 6.3 型式检验

### 6.3.1 型式检验时机

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制的定型鉴定；
- 正式生产时，如结构、材料、工艺有重大改变可能影响产品性能；
- 正常生产时每年进行一次检验；
- 产品停产超过半年后恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家市场监督管理总局或相关方提出型式检验要求时。

### 6.3.2 检验项目

除另有规定，导热吸波材料型式检验由表 17 规定的项目组成。

表 17 型式检验项目

序号	检验项目	典型产品类型				技术要求 章节号	检验方法 章节号
		贴片类导热 吸波材料	衬垫类导热 吸波材料	硅脂类导热 吸波材料	凝胶类导热 吸波材料		
1	外观要求	●	●	●	●	4.2	5.1
2	厚度	●	●	—	—	4.3.1	5.2
3	密度	●	●	●	●	4.3.2	5.3
4	硬度	●	●	—	—	4.3.3	5.4
5	黏度	—	—	●	●	4.3.4	5.5
6	复相对介电常数	●	●	●	●	4.3.5	5.6
7	复相对磁导率	●	●	●	●	4.3.6	5.7
8	电磁波衰减系数	●	●	●	●	4.3.7	5.8
9	反射率	○	○	○	○	4.3.8	5.9
10	屏蔽效能	○	○	○	○	4.3.9	5.10
11	导热系数	●	●	●	●	4.3.10	5.11
12	热阻	●	●	●	●	4.3.11	5.12
13	击穿电压强度	●	●	●	●	4.3.12	5.13

序号	检验项目	典型产品类型				技术要求 章节号	检验方法 章条号	
		贴片类导热 吸波材料	衬垫类导热 吸波材料	硅脂类导热 吸波材料	凝胶类导热 吸波材料			
14	体积电阻率	●	●	●	●	4.3.13	5.14	
15	拉伸强度	●	●	—	—	4.3.14	5.15	
16	拉断伸长率	●	●	—	—	4.3.15		
17	撕裂强度	●	●	—	—	4.3.16	5.16	
18	压缩永久变形	●	●	—	—	4.3.17	5.17	
19	阻燃性	●	●	○	○	4.3.18	5.18	
20	有害物质 限量	铅 (Pb)	●	●	●	●	4.3.19	5.19.1
		镉 (Cd)	●	●	●	●		5.19.2
		汞 (Hg)	●	●	●	●		5.19.3
		六价铬 Cr (VI)	●	●	●	●		5.19.4
		多溴联苯 (PBB)	●	●	●	●		5.19.5
		多溴二苯醚 (PBDE)	●	●	●	●		5.19.6
		邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	○	○	○	○		5.19.7
		邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	○	○	○	○		5.19.8
		邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	○	○	○	○		5.19.9
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	○	○	○	○	5.19.10			
21	环境温度	工作温度	○	○	○	4.4.1	5.20.1	
		贮存温度	●	●	●			●
22	温度冲击	●	●	○	○	4.4.2	5.20.2	
23	湿热	●	●	○	○	4.4.3	5.20.3	
24	盐雾	●	●	○	○	4.4.4	5.20.4	

注：1、●表示必做项目；○表示订购方和承制方协商检验项目；—表示不做的项目。  
2、开展试验前，含有离型膜的产品去除离型膜。

### 6.3.3 出具型式检验报告

型式检验报告应包括但不限于以下内容：

- a) 检验样品型号、规格、样品数；
- b) 检验依据、标准；
- c) 检验项目及试验流程；
- d) 抽样方案与判定规则；
- e) 检验仪器设备；
- f) 检验环境描述；
- g) 测试前后的性能对比描述；
- h) 检验方法、条件描述；
- i) 检验结果记录描述；
- j) 检验结论；
- k) 检验时间。

#### 6.3.4 合格判定

所有型式检验项目均达标时，则判定为合格。

#### 6.4 出厂检验

##### 6.4.1 检验时机

批量生产或连续生产的导热吸波材料产品，进行出厂检验。

##### 6.4.2 检验项目

除另有规定，导热吸波材料出厂检验由表18规定的项目组成。

表 18 出厂检验项目

序号	检验项目	典型产品类型				技术要求 章节号	检验方法 章条号
		贴片类导热 吸波材料	衬垫类导热 吸波材料	硅脂类导热吸 波材料	凝胶类导热 吸波材料		
1	外观要求	●	●	●	●	4.2	5.1
2	厚度	●	●	—	—	4.3.1	5.2
3	硬度	●	●	—	—	4.3.3	5.4
4	黏度	—	—	●	●	4.3.4	5.5
5	电磁波衰减系数	●	●	●	●	4.3.7	5.8
6	导热系数	●	●	●	●	4.3.10	5.11
7	热阻	●	●	●	●	4.3.11	5.12

注：1、●表示应做项目；—表示不做的项目。  
2、开展试验前，若导热吸波材料产品表面附有离型膜，应去除离型膜后再测试。

##### 6.4.3 合格判定

所有出厂检验项目均达标时，则判为出厂检验合格。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

贴片类、衬垫类导热吸波材料产品采用塑料密封袋包装；硅脂类、凝胶类导热吸波材料产品采用铝制软管密封包装。密封包装表面应粘贴相应标志，标志上注明材料的名称、型号、数量、生产批号(生产日期)、制造单位名称等。标志应完整、清晰。用户有特殊标志要求的由供需双方协商。

导热吸波材料的运输包装标志应符合 GB/T 191 的规定。

### 7.2 装箱

包装箱应牢固、可靠、防潮，包装箱内空隙处和底部应用软包装材料填塞。可根据产品特点和客户需求制定包装要求。

包装箱内应附有：合格证、说明书、装箱单等。

### 7.3 运输

导热吸波材料的包装箱应能以任何交通工具运输，运输中避免雨雪的直接侵袭、日光暴晒和机械碰撞。

导热吸波材料运输时应符合下列要求：

- a) 运输搬运过程应避免撞击，堆放应按运输箱标志码放平稳整齐；
- b) 在长途运输时不应装在敞开的船舱和车厢中，中途转运时不应存入在露天仓库中；
- c) 运输应充分保证防雨、防晒、防撞击的保护措施。

### 7.4 贮存

贮存环境应为：23℃±10℃，相对湿度≤70%。

库房应保持通风、干燥，避免阳光直接照射，无有害气体，无易燃、易爆的产品及腐蚀性的化学物品。

### 7.5 有效期

除另有规定，贴片类、衬垫类导热吸波材料有效期至少3年。

除另有规定，硅脂类、凝胶类导热吸波材料有效期至少6个月。

## 附录 A

(规范性)

## 电磁波衰减系数测试方法

## A.1 概述

本附录规定了1 GHz~40 GHz的频率范围内材料电磁波衰减系数测试方法。

## A.2 测试温度范围

测试温度范围应覆盖-45 °C~150 °C。

## A.3 仪器和设备

## A.3.1 测试系统

测试系统由矢量网络分析仪和测试夹具组成，如图A.1所示。

矢量网络分析仪用于测量装有被测试样的测试夹具的散射参数。测试夹具应具有控温系统，温度范围应覆盖-45 °C~150 °C，控温精度： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

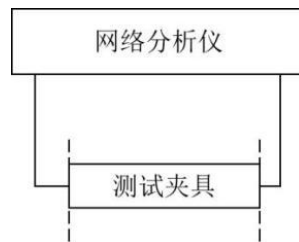


图 A.1 测试系统示意图

## A.3.2 扫频信号源

当频率为 $1\text{ GHz} \leq f < 26.5\text{ GHz}$ 时，输出功率大于1 mW；频率准确度优于 $1 \times 10^{-4} \times f$ ；

当频率为 $26.5\text{ GHz} \leq f \leq 40\text{ GHz}$ 时，输出功率大于1 mW；频率准确度优于 $1 \times 10^{-5} \times f$ ；

## A.3.3 矢量网络分析仪

S参数测试不确定度（1 GHz~40 GHz）：

$$\Delta|S_{11}| \leq 0.02/|S_{11}|;$$

$$\Delta\phi_{11} \leq 2^{\circ}/|S_{11}|;$$

$$\Delta|S_{21}| \leq 0.05\text{dB} \quad (A \leq 10\text{dB});$$

$$\Delta|S_{21}| \leq 0.05\text{dB} + 0.02 \times A \quad (10\text{dB} < A < 30\text{dB});$$

$$\Delta|S_{21}| \leq 0.05\text{dB} + 0.04 \times A \quad (30\text{dB} \leq A \leq 40\text{dB});$$

$$\Delta\phi_{21} \leq 2^{\circ}.$$

其中： $A = 20\lg \frac{1}{|S_{21}|}$ 。

式中： $S_{11}$ 、 $S_{21}$ ——双口网络散射参数；

$\Delta|S_{11}|$ —— $S_{11}$ 模值的最大测量误差；

$\Delta\varphi_{11}$ —— $S_{11}$ 相位的最大测量误差；

$\Delta|S_{21}|$ —— $S_{21}$ 模值的最大测量误差；

$\Delta\varphi_{21}$ —— $S_{21}$ 相位的最大测量误差；

#### A.3.4 设备要求

测试系统中使用的设备应满足 A.3.1~A.3.3 的要求，并按设备计量要求每年进行一次性能检查。

### A.4 试样及其制备

#### A.4.1 测试夹具

测试夹具可以采用相应频段的矩形波导传输线或50  $\Omega$  无支撑同轴传输线。

同轴传输线作为测试夹具时，外导体的内径为7 mm $\pm$ 0.005 mm，内导体的外径为3.04 mm $\pm$ 0.003 mm。同轴测试夹具示意图，如图A.2所示。

矩形波导传输线作为测试夹具时，普通矩形波导的尺寸需满足GB 11450.2-1989中表3的规定。矩形波导测试夹具示意图，如图A.3所示。

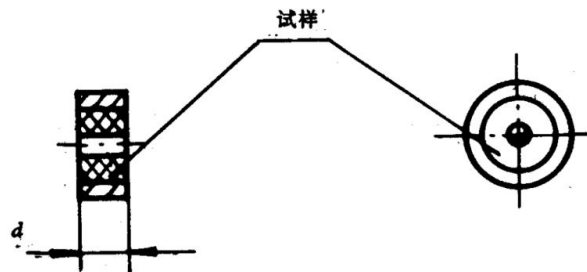


图 A.2 同轴测试夹具示意图

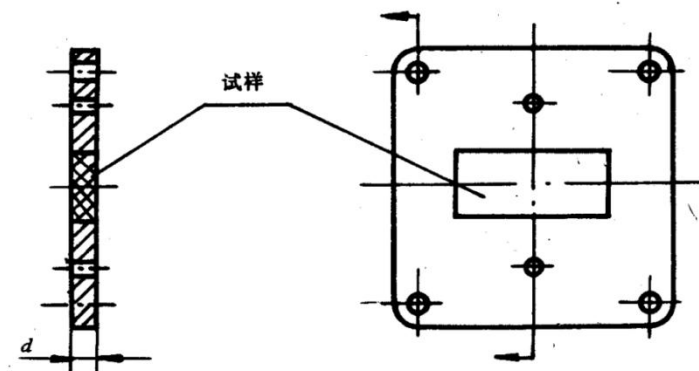


图 A.3 矩形波导试样夹具示意图

#### A.4.2 试样要求

试样数量、尺寸、制备、调节及安装要求如下：

- a) 试样数量不少于3件；
- b) 试样厚度为 $\lambda_{y\epsilon\mu}/4$ 左右， $\lambda_{y\epsilon\mu}$ 为电磁介质中波导波长；
- c) 试样材料应均匀，试样中应避免气孔（直径小于0.1 mm均匀分布的微孔除外），无裂缝；
- d) 试样的制备和调节应按 GB/T 2941-2025的要求进行；
- e) 试样与测试夹具之间缝隙应尽可能小；
- f) 试样两端均应与测试夹具轴线（电磁波入射方向）垂直；
- g) 试样及测试夹具表面应干净整洁，平整光滑。

#### A.5 测试程序

双口网络散射参数S的测试步骤如下：

- a) 开机预热，使系统正常工作；
- b) 对双口网络散射参数S测量系统进行校准，使之满足测试要求；
- c) 将装有被测试样的测试夹具连接在网络分析仪测试端口；
- d) 设置测试夹具内温度，保持恒温状态10 min再开始测试，测试过程中测试夹具内控温精度不大于0.5%；
- e) 用已校准的测试系统测量装有被测试样的测试夹具的双口网络散射参数S并保存测量数据，记录测试温度。
- f) 重复测试3次。

#### A.6 测试结果的计算和评定

##### A.6.1 同轴试样计算公式

将被测试样的双口网络散射参数S代入计算公式（A.1、A.2），计算被测试样的复相对介电常数 $\epsilon_r$ ，复相对磁导率 $\mu_r$ 。

$$\epsilon_r = \sqrt{\frac{y}{x}} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\mu_r = \sqrt{x \cdot y} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中： $x = \left(\frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}\right)^2$ ；

$$y = -\left[\frac{c}{2\pi fd} \ln\left(\frac{1}{T}\right)\right]^2$$

$c$ ——真空中光速， $2.998 \times 10^{11}$  mm/s；

$\Gamma$ ——填充有被测试样的同轴测试装置的反射系数， $\Gamma = K \pm \sqrt{K^2 - 1}$ （这里“ $\pm$ ”取决于 $|\Gamma| \leq 1$ ）；

$T$ ——填充有被测试样的同轴测试装置的传输系数， $T = \frac{S_{21}}{1 - S_{11}\Gamma}$ ；

$$K = \frac{[S_{11}^2 - S_{21}^2] + 1}{2S_{11}}$$

### A.6.2 波导试样计算公式

参照GB/T 35679-2017中附录B的规定，计算被测试样的复相对介电常数和复相对磁导率。

### A.7 测量误差

在2 GHz~26.5 GHz频段范围内：

$$\left| \frac{\Delta \varepsilon'_r}{\varepsilon'_r} \right| \leq 10\%$$

$$|\Delta \tan \delta_\varepsilon| \leq 10\% \times \tan \delta_\varepsilon + 0.05$$

$$\left| \frac{\Delta \mu'_r}{\mu'_r} \right| \leq 10\%$$

$$|\Delta \tan \delta_\mu| \leq 10\% \times \tan \delta_\mu + 0.05$$

在26.5 GHz~40 GHz频段范围内：

$$\left| \frac{\Delta \varepsilon'_r}{\varepsilon'_r} \right| \leq 10\%$$

$$|\Delta \tan \delta_\varepsilon| \leq 10\% \times \tan \delta_\varepsilon + 0.1$$

$$\left| \frac{\Delta \mu'_r}{\mu'_r} \right| \leq 10\%$$

$$|\Delta \tan \delta_\mu| \leq 10\% \times \tan \delta_\mu + 0.1$$

### A.8 电磁波衰减系数计算

媒质中平面波的复矢量电场  $E$  和磁场  $H$  满足矢量亥姆霍兹方程，即

$$\nabla^2 E - \gamma^2 E = \mathbf{0} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\nabla^2 H - \gamma^2 H = \mathbf{0} \dots\dots\dots (A.4)$$

在无源区域内，假设沿  $Z$  轴传播的电磁波的复矢量  $E$  只有  $x$  方向的分量，且  $E_x$  与  $x$ 、 $y$  无关，则式 (A.3)、(A.4) 可以简化为以下的二阶线性常微分方程 (A.5)：

$$\frac{d^2 E_x}{dz^2} - \gamma^2 E_x = 0 \dots\dots\dots (A.5)$$

此方程的解写为  $E_0 e^{-\gamma z}$ ，其中  $E_0$  为正实数。于是

$$E = \alpha_x E_0 e^{-\gamma z} \dots\dots\dots (A.6)$$

其中，电磁波在材料中的传播常数  $\gamma$  如式 (A.7) 所示：

$$\gamma = \alpha + j\beta = j \frac{2\pi f}{c} \sqrt{\mu_r \cdot \varepsilon_r} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中： $\alpha$ ——电磁波衰减系数，它描述了波在传播途径上幅度的变化；

$\beta$ ——相位系数，它描述了波在传播过程中相位的变化；

$c$ ——真空中光速， $2.998 \times 10^{11}$  mm/s；

$f$ ——测试频率，Hz；

$\mu_r$ ——材料的复相对磁导率；

$\varepsilon_r$ ——材料的复相对介电常数。

将式 (A.7) 代入式 (A.6)，得

$$E = \alpha_x E_0 e^{-\alpha z} e^{-j\beta z} \dots\dots\dots (A.8)$$

当电磁波在媒质中传播一段距离  $l$  后，场强幅值由  $|E_1|$  衰减到  $|E_2|$ ，则  $|E_2| = |E_1| e^{-\alpha l}$ ，其场强衰减量

$A_l$  可表示为：

$$A_l = 20 \lg \left| \frac{E_2}{E_1} \right| = 20 \lg e^{-\alpha l} = -20 \alpha l \lg e \dots\dots\dots (A.9)$$

取单位长度  $l$  为 0.01m，则有电磁波衰减系数  $A$  的表达式：

$$A = |-0.2 \alpha \lg e| \dots\dots\dots (A.10)$$

其中  $\alpha$  的公式如下：

$$\alpha = \frac{\sqrt{2} \pi f}{c} \sqrt{(\mu'' \varepsilon'' - \mu' \varepsilon') + \sqrt{(\mu'' \varepsilon'' - \mu' \varepsilon')^2 + (\mu' \varepsilon'' + \mu'' \varepsilon')^2}} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中： $f$ ——电磁波频率；

$c$ ——空气中的光速；

$\varepsilon'$ 、 $\varepsilon''$ ——被测材料介电常数的实部和虚部；

$\mu'$ 、 $\mu''$ ——被测材料磁导率的实部和虚部。

按照公式 (A.12) 计算被测试样（不少于3件）的电磁波衰减系数平均值  $\bar{A}$ ，结果满足 4.3.7 的要求。

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n} \dots\dots\dots (A.12)$$

附 录 B  
(规范性)  
反射率试验方法

### B.1 概述

本附录规定了 1 GHz~40 GHz 的频率范围内材料反射率测试方法。

### B.2 测量条件

实验室环境要求：

- a) 环境温度为  $(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度为  $(50 \pm 20)\%$ 。

### B.3 测试温度范围

测试温度范围应覆盖  $-45 \text{ } ^\circ\text{C} \sim 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

### B.4 仪器和设备

#### B.4.1 测试系统

测试系统由弓形架、样板支架、发射天线和接收天线、矢量网络分析仪、智能控温器和计算机等组成，如图 B.1 所示。

测试系统的发射和接收天线分别安装在一段圆弧框上，样板中心与弓形框的圆心重合，样板支架周围铺设高性能吸波材料以降低背景反射。

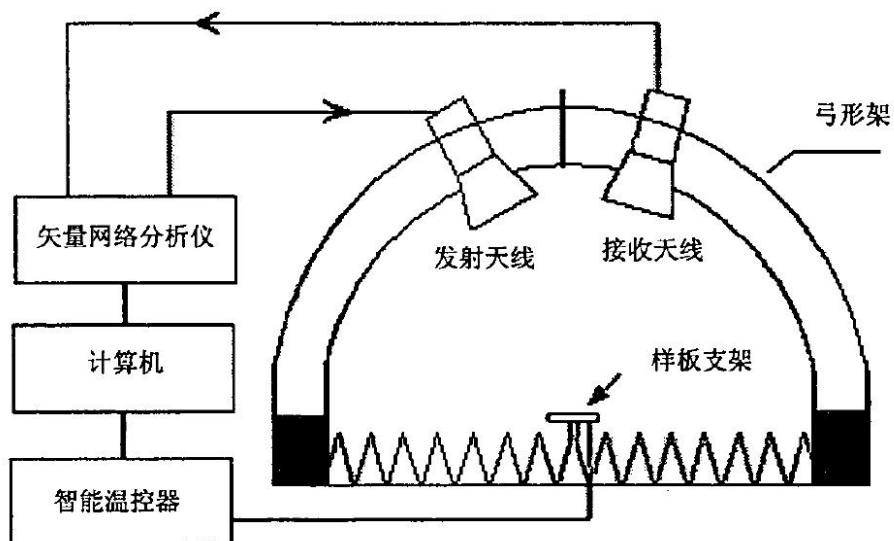


图 B.1 反射率测试系统示意图

#### B.4.2 性能指标要求

测试系统性能指标要求如下：

- a) 频率范围：1 GHz~40 GHz；
- b) 频率稳定度：优于  $1 \times 10^{-9}/d$ ；
- c) 工作方式：扫频；
- d) 极化组合：水平极化、垂直极化；
- e) 测量动态范围：大于 40 dB；
- f) 系统线性度：不大于 0.2 dB；
- g) 系统测量能力：幅相测量；
- h) 系统选通能力：可进行时域选通；
- i) 系统不确定度：不大于  $\pm 1.0$  dB(反射率大于-20 dB 时)；
- j) 样板定位对准误差：不大于  $0.05^\circ$ ；
- k) 入射角度范围： $0^\circ \sim 45^\circ$ ；
- l) 控温精度：不大于 0.5%。

#### B.4.3 设备要求

测试系统中使用的设备应满足 B.4.2 的要求，并按设备计量要求每年进行一次性能检查。

#### B.5 标准板要求

标准板取正方形，边长的最大范围为 1~20 个波长，推荐标准板的边长处于 3~15 个波长范围内。标准板侧面不得涂敷具有吸收电磁波能力的材料。

依据测试频率范围的不同，可分段选取，推荐尺寸为：

- 1) 300 mm×300 mm×2 mm，尺寸公差为  $\pm 0.1$  mm，适用频率范围为 2 GHz~18 GHz；
- 2) 180 mm×180 mm×2 mm，尺寸公差为  $\pm 0.05$  mm，适用频率范围为 6 GHz~40 GHz。

#### B.6 测试样板要求

被测样板制备安装方式、性能稳定性、尺寸均匀性以及表面清洁的要求如下：

- 1) 被测样板应喷涂或粘贴在金属衬板上；
- 2) 被测样板若用粘合剂与金属衬板粘合，则粘合剂应薄而均匀，不脱粘；
- 3) 被测样板应性能稳定，不得发生形变，如弯曲、收缩、膨胀、开裂等；
- 4) 被测样板厚度应均匀，不均匀度不大于 5%；
- 5) 被测样板表面应洁净，无油污及其他杂质或附着物，无裂缝和气泡。

#### B.7 测试步骤

被测样板反射率  $R$  的测试步骤如下：

- 1) 测试系统开机预热半小时；
- 2) 在样板支架上放置标准板，测量参考反射功率  $P_m$ ，校准测试基线；
- 3) 在样板支架上放置被测样板，测量参考反射功率  $P_a$ ；
- 4) 用计算机进行数据处理，参考公式 (B. 1) 得到被测样板的反射率  $R$ ；

$$R = 10 \lg\left(\frac{P_a}{P_m}\right) \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中： $R$ ——被测样板的反射率，dB；

$P_a$ ——被测样板的反射率功率，mW；

$P_m$ ——标准板的反射功率，mW；

- 5) 储存测试数据。

参 考 文 献

- [1] T/SMA+0069—2025 高频高速材料术语
  - [2] T/SMA+0070—2025 高频高速材料通用技术要求
  - [3] SJ 20512-1995 微波大损耗固体材料复介电常数和复磁导率测试方法
  - [4] GJB 2038A-2011 雷达吸波材料反射率测试方法
  - [5] GJB 5239-2004 射频吸波材料吸波性能测试方法
-