

北京泰派斯特公司成立于1997年，是国内较早从事电磁兼容(EMC), 防电磁泄漏(TEMPEST)的专业公司，旨在为客户提供多样化的电磁兼容产品和一站式电磁兼容解决方案。

我们的产品包括屏蔽材料、滤波组件、防护组件、防水透气阀、EMC屏蔽机箱和便携式EMC测试一体机等，同时我们还为客户提供电磁兼容设计、应用和整改服务。

公司拥有一支从事多年EMC、TEMPEST的专业团队，多年来专注于军工电磁兼容和防护领域，在航空、航天、兵器、船舶、中电等军工领域具有丰富的实战经验。多年来，为大量国家重点型号和装备提供了大量高可靠的电磁兼容与防护方案、滤波防护器件。

我们组建了专家团队，并与国内各大EMC试验室均建立了战略合作关系，为用户提供大系统级、小系统级、设备级和PCB板级的EMC设计、应用和整改方案。涵盖电磁兼容电气设计方案、结构屏蔽设计方案、整车电磁兼容方案、整机电磁兼容方案、雷电防护方案、高能辐射防护方案等。

公司拥有一支多年从事屏蔽材料、滤波/防护组件、透气阀生产的专业队伍，严格按照GJB9001C. 企业标准、行业标准进行生产和检验。公司购置了各类先进的生产、测试设备数十台套。各型产品的年生产能力超过10万件。

公司通过了GJB9001军工质量管理体系认证，并报备了企业标准，在产品的设计、原材料、生产、工艺检验等环节均实施严格的规范流程。同时，公司购置了各类先进的检测、筛选设备数十台套，测试项目涵盖电性能、安规、环境适应性等方面。全方位的指导规范、严格的管理流程、先进的检测设备，旨在为客户提供高质量的产品和服务。

公司组建了专门的技术服务团队，拥有数名EMC专业技术背景的技术服务工程师。在设计前期或应用中，可为用户提供免费的专业的EMC方案指导和EMC产品应用建议，内容涵盖：系统电磁兼容设计、设备电磁兼容设计、屏蔽材料应用、滤波/防护器件应用、结构设计等方面。

公司组建了专门的培训团队，拥有数名业内知名的EMC理论、应用和实操等领域的专家教授，为客户提供理论及应用培训。

吸波材料	1
TPXB-S胶板类吸波材料	3
TPXB-A软磁类吸波材料	3
TPXB-SF海绵类吸波材料	6
TPXB-DZ注塑类吸波材料	10
TPXB-JS吸波胶水	11
材料设计原理	13
ITU（国际电信联盟）定义频段	14

吸波材料

吸波材料是一种新型高分子复合材料，依靠材料本身的特性有效吸收电磁波，防止高频电子元器件之间的互相干扰。吸波材料的主要功能如下：

电磁波吸收：吸波材料能够将入射的电磁波完全吸收入内部，转化为热能、磁能或者电能，从而有效减少反射。

减少干扰：通过吸收电子设备内部的杂波，解决屏蔽体内无法消除的电磁波反射干扰，消除反射谐波引发的自激振荡，降低高次谐波干扰的影响。

净化电磁环境：吸波材料有助于改善电路周边的电磁环境，提升整体设备的稳定性和性能。

应用领域

吸波材料的应用背景涵盖了军事、通信、健康、环境等多个领域，反映了现代社会对电磁兼容性、隐身技术、环境保护和人类健康等方面的需求与关注。随着科技的不断进步，吸波材料的研究和应用将继续扩展，发挥更大的作用。

民用领域：吸波材料能够有效减少电磁波对人体的辐射损害，降低对通信信号的干扰，保护用户健康和设备性能。

军事领域：在军事应用中，吸波材料是隐身技术的重要组成部分。它们广泛应用于隐身飞机、隐身坦克、隐身舰船等，以降低被雷达和其他探测设备发现的概率。随着电子技术的快速发展，高频电子设备的广泛应用，吸波材料抑制电磁波干扰，改善天线方向，提高雷达测向测距准确性。

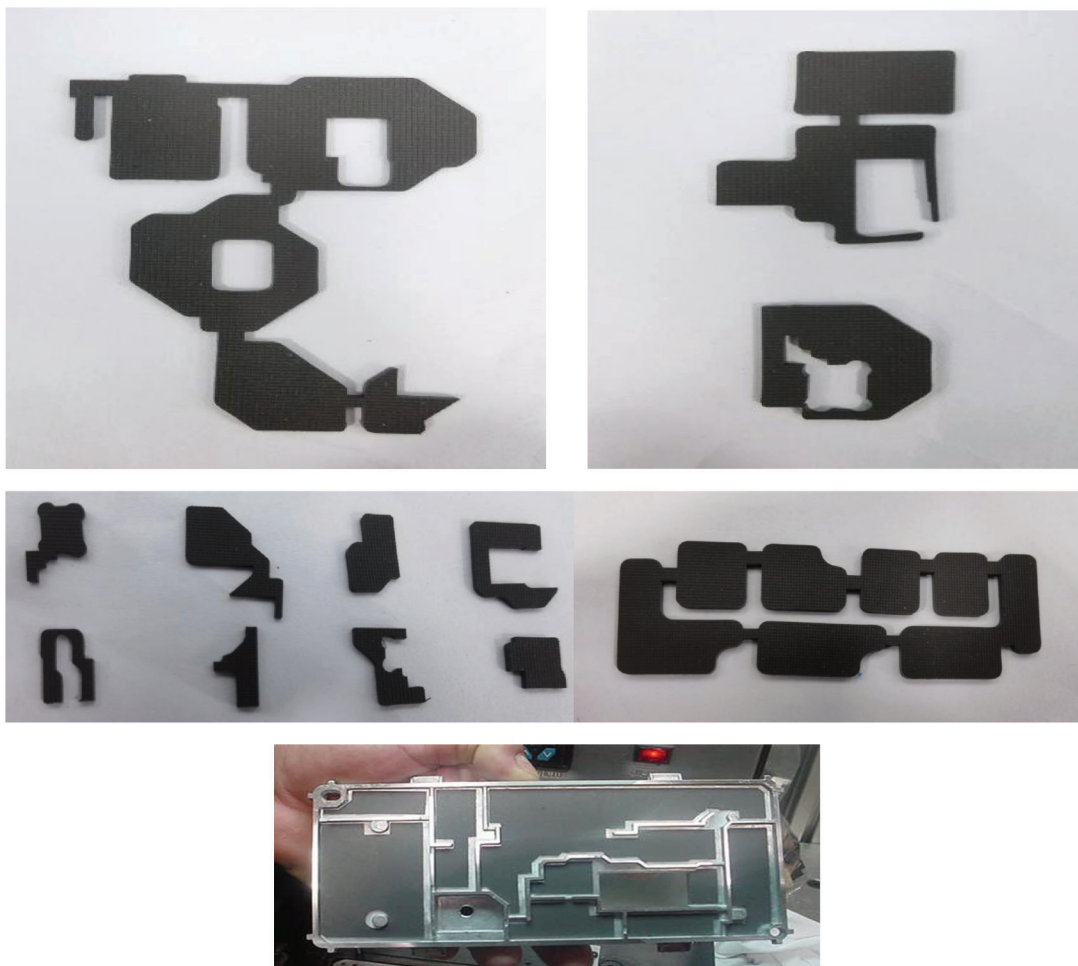
TPXB-S胶板类吸波材料

胶板类吸波材料TPXB-S系列,以硅橡胶为基材,填充羟基铁粉的磁性材料,适用于500MHz-40GHz的频段。耐候性能优良,用背胶粘敷在金属表面。主要用于“消灭”密闭腔体结构内的电磁噪音、降低机壳内微波共振产生的“Standing Wave”和微波腔体内的“Q”值;也可有效的隔离底板和天线,提高天线的增益值。



主要特点

1. 产品为富有弹性的板材,使用温度范围宽,厚度较薄。
2. 产品应用频率宽,吸收率大,对镜面波和表面波都具有良好的吸波特性。
3. 产品为绝缘材料,通过粘接或压合在金属底板上才能达到良好的吸波效果。
4. 产品可以加背胶,背胶的剥离力大于60Kpa。
5. 产品便于加工成型,可以根据客户的要求为客户模切定制形状。



型号及参数

型号	厚度 (mm)	中心频率 (GHz)	衰减性能 (dB)	使用温度 (°C)	绝缘阻抗 (Ω)	密度 (g/cm ³)
TPXB-S-0.25	0.25	38	5	-55—+165	>10 ¹²	3.0
TPXB-S-0.38	0.38	29.5	25			3.0
TPXB-S-0.5	0.5	15	14			3.0
TPXB-S-0.8	0.8	10	12			3.0
TPXB-S-1.0	1.0	9	16			3.2
TPXB-S-1.5	1.5	5	30			3.7
TPXB-S-2.0	2.0	4	27			3.7
TPXB-S-2.5	2.5	3	20			4.4
TPXB-S-3.0	3.0	2	10			4.4
TPXB-S-4.0	4.0	7	7			4.4

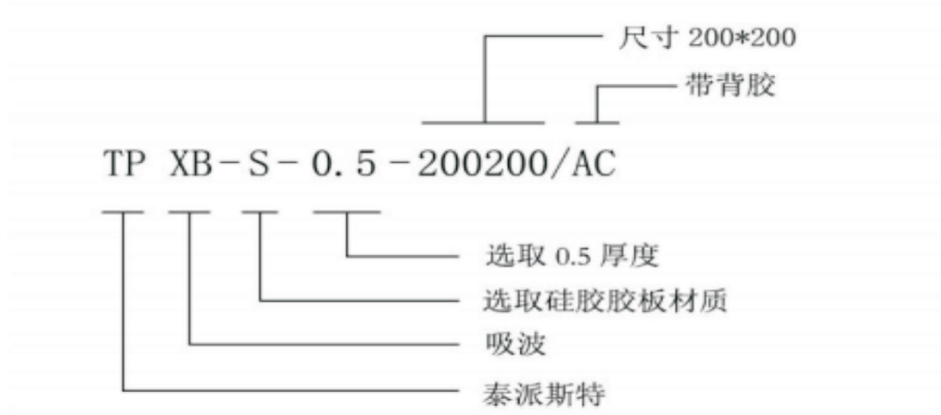
常规尺寸：300*300mm，200*200mm，厚度不包括背胶厚度，背胶厚度0.05mm
其他定制尺寸或形状请联系北京泰派斯特

性能参数

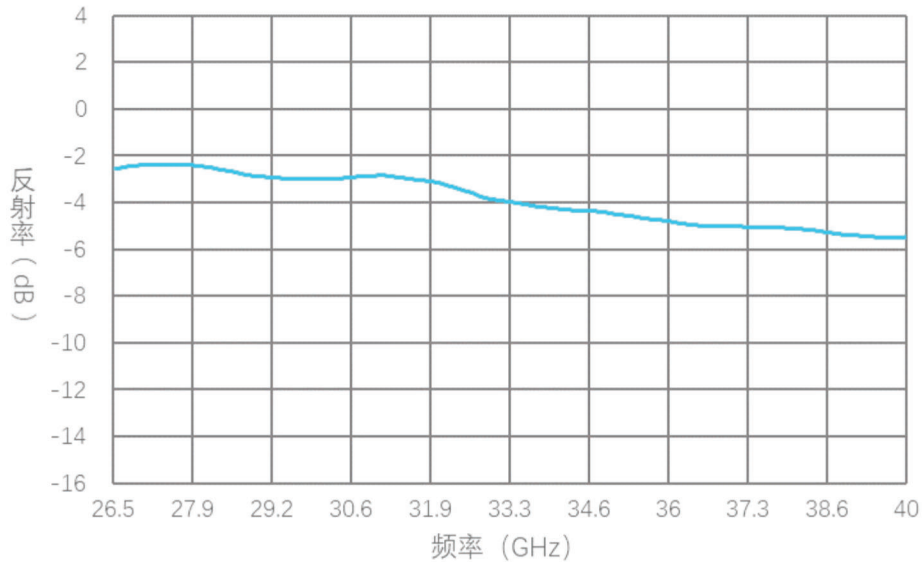
颜色 Colour	灰色
硬度 Hardness (Shore A)	80
拉伸强度 Tensile Strength (MPa)	2.2
伸长率 Elongation at break (%)	50
撕裂强度 Tear Strength (N/mm)	>5
频率 Frequency Range	2—18GHz
热失重 %	0.11%
磁导率、介电常数	薄型含电介质硅树脂橡胶板 在室外和腐蚀环境中不氧化，吸水性低，不导电

TPXB-S胶板类吸波材料

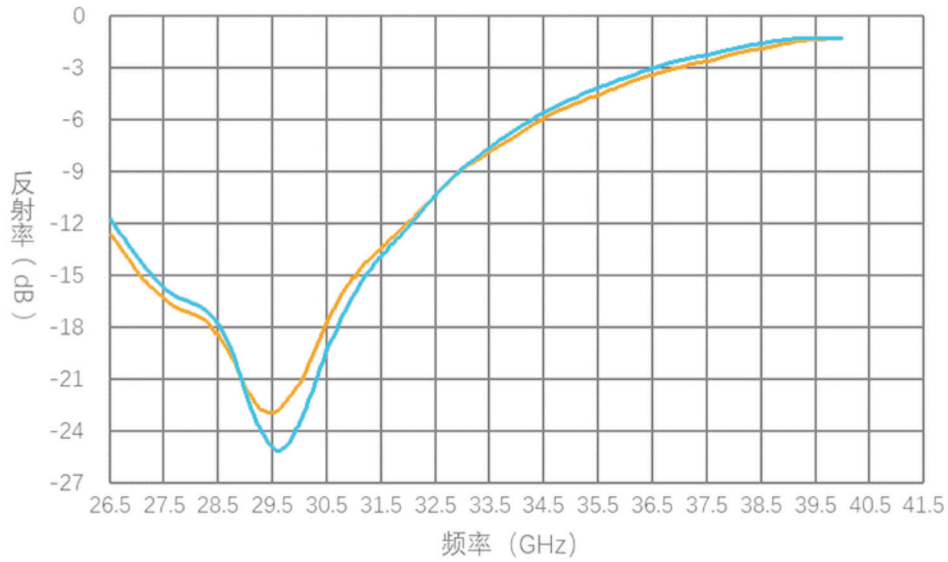
胶板类吸波材料命名说明



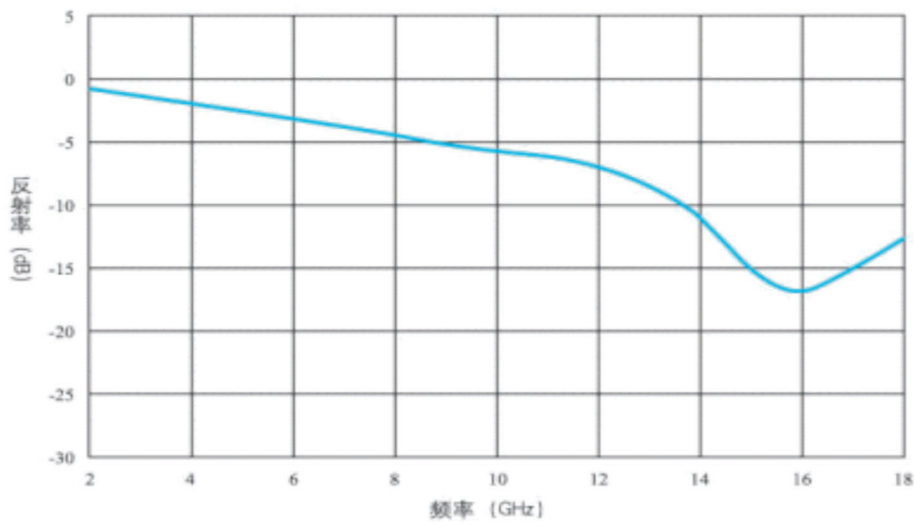
TPXB-S-0.25胶板吸波材料



TPXB—S—0.38胶板吸波材料

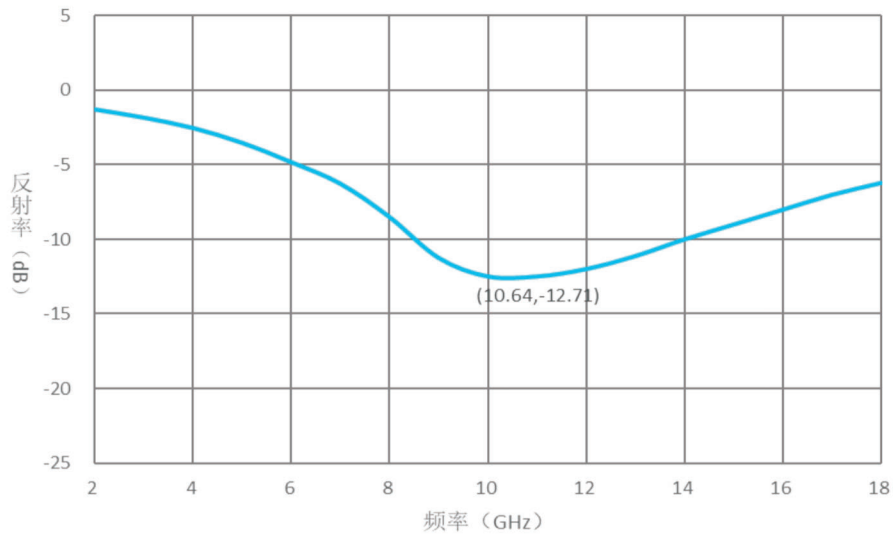


TPXB—S—0.5胶板吸波材料

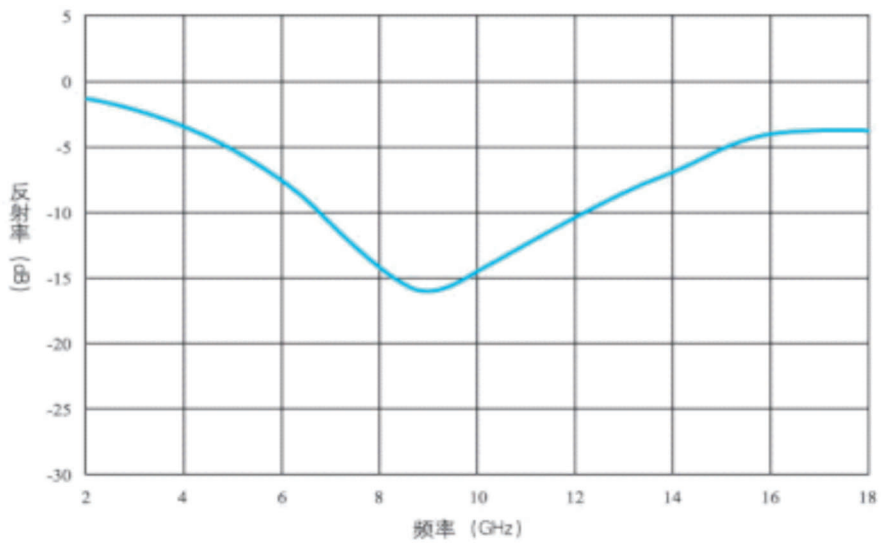


TPXB-S胶板类吸波材料

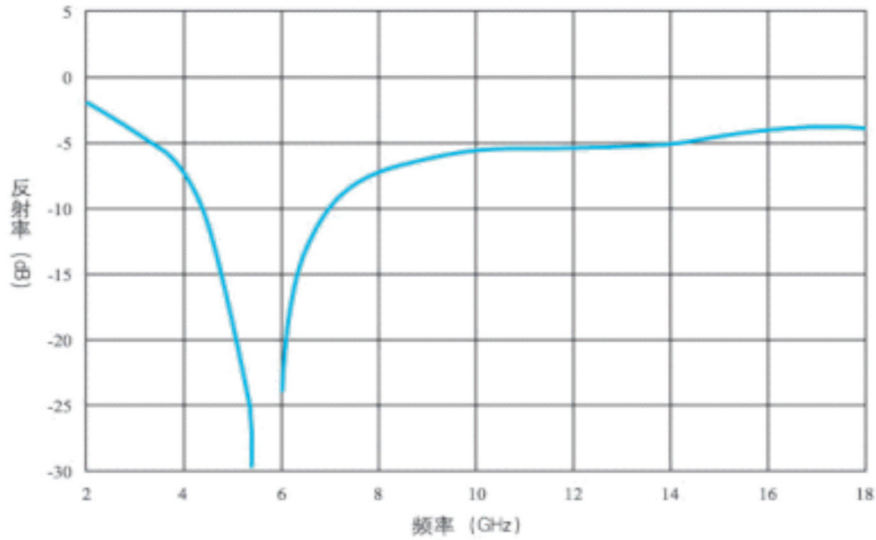
TPXB-S-0.8胶板吸波材料



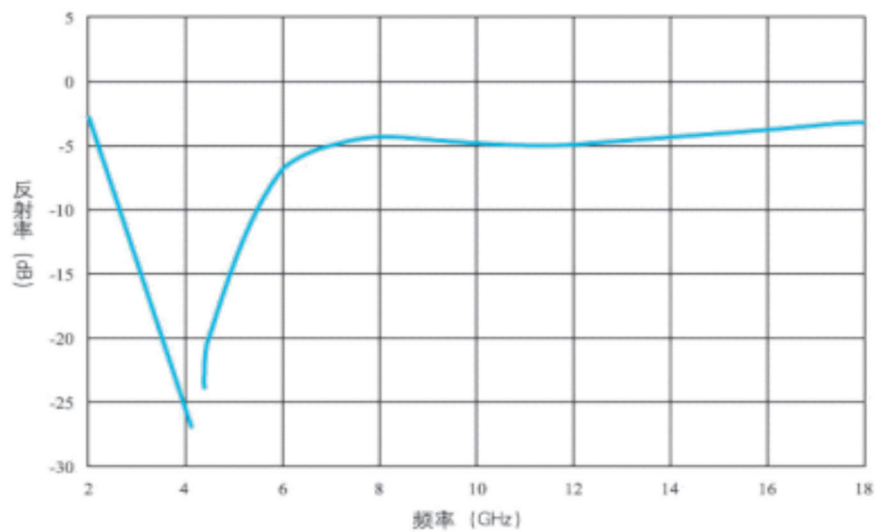
TPXB-S-1.0胶板吸波材料



TPXB—S—1.5胶板吸波材料

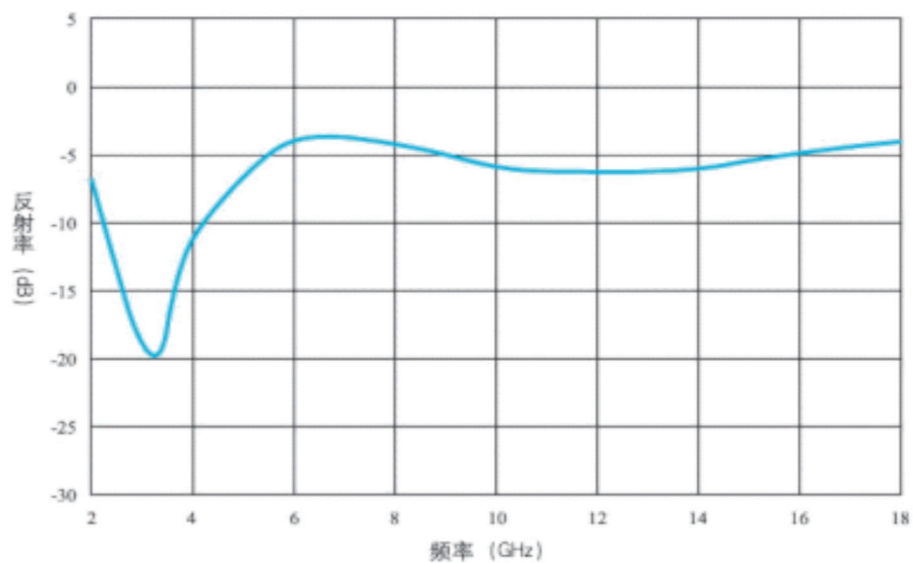


TPXB—S—2.0胶板吸波材料



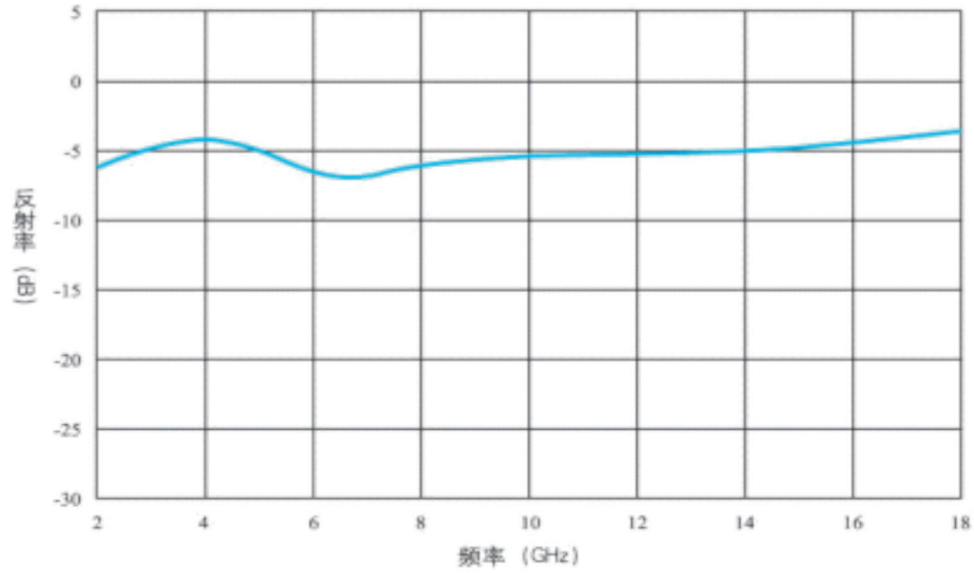
TPXB-S胶板类吸波材料

TPXB—S—2.5胶板吸波材料



TPXB—S—3.0胶板吸波材料

TPXB—S—4.0胶板吸波材料



TPXB-A软磁类吸波材料

TPXB-A软磁类吸波材料

软磁吸波材料是由高损耗吸收剂填充入树脂内,通过特定的工艺使吸收剂有序排列,可以抑制电磁波的多重反射,吸收干扰噪声信号,并将其转化成热能形式,从而创造清洁的电磁环境,保护系统的正常工作。

软磁吸波材料是一种低频吸收、高磁导率的吸波材料,无卤环保。将其贴在干扰源上时,在传输干扰途上,可以极大的吸收电磁波,而将两个信号源有效地分离开来,使之达到EMC。

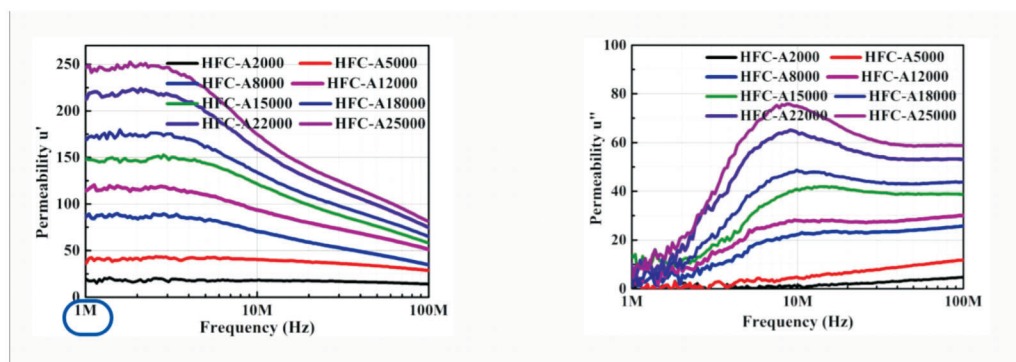
主要特点

1. 产品具有厚度薄、密度小、耐高低温、吸波性能好、柔软性好、黏贴性能强、使用方便等优点。
2. 产品应用频率宽,吸收率大,对镜面波和表面波都具有良好的吸波特性;
3. 产品可以加背胶,背胶的剥离力大于60Kpa。
4. 产品便于加工成型,可以根据客户的要求为客户模切定制形状。

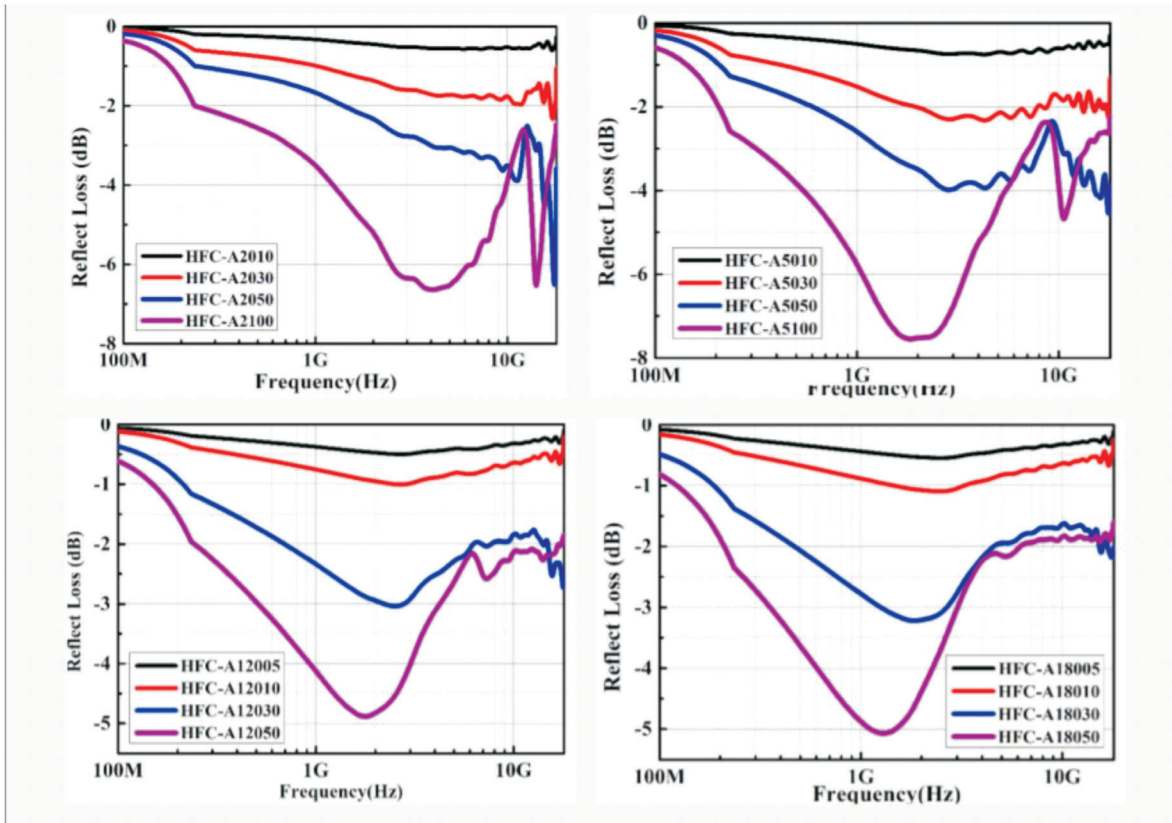
型号及参数

项次	测试标准	单位	TPXB-A2000	TPXB-A5000	TPXB-A12000	TPXB-A15000	TPXB-A25000
颜色	—	—	灰色	灰色	灰色	灰色	灰色
树脂类型	—	—	聚氨酯	聚氨酯	聚氨酯	聚氨酯	聚氨酯
填料	—	—	FeSiAl	FeSiAl	FeSiAl	FeSiAl	FeSiAl
磁导率	IEC 62044-1:2002	μ'	20	50	120	150	250
厚度	ASTM 2240	mm	0.04-1	0.03-1.0	0.03-0.5	0.03-0.5	0.03-0.5
硬度	ASTMD792	Shore A	75	75	80	80	80
密度	ASTMD257	g/cm ³	3	3	3.3	3.5	3.5
体积电阻率	UL94	ohm-cm	≥ 106	≥ 106	≥ 106	≥ 106	≥ 106
阻燃性能	ASTM	—	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
工作温度	D1329	°C	-40~+120	-40~+120	-40~+120	-40~+120	-40~+120

性能曲线



磁导率可以覆盖20-250
磁导率越高,导磁效果越好,高频具有吸波功能

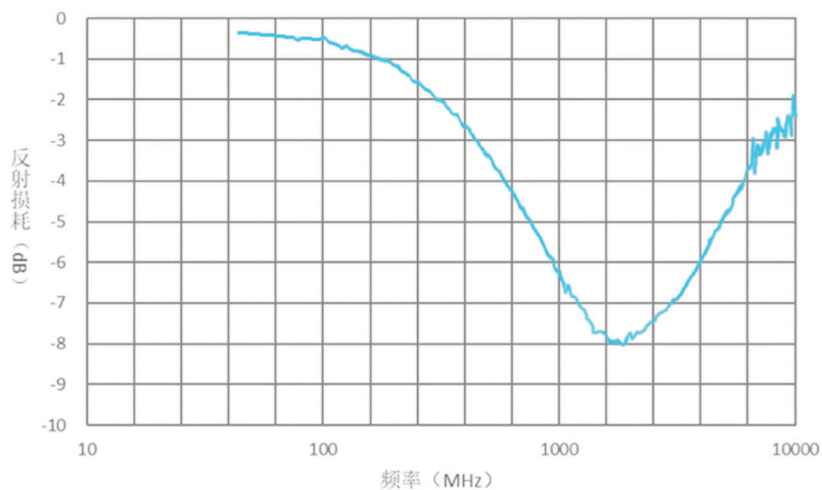


吸波波段覆盖1-4GHz

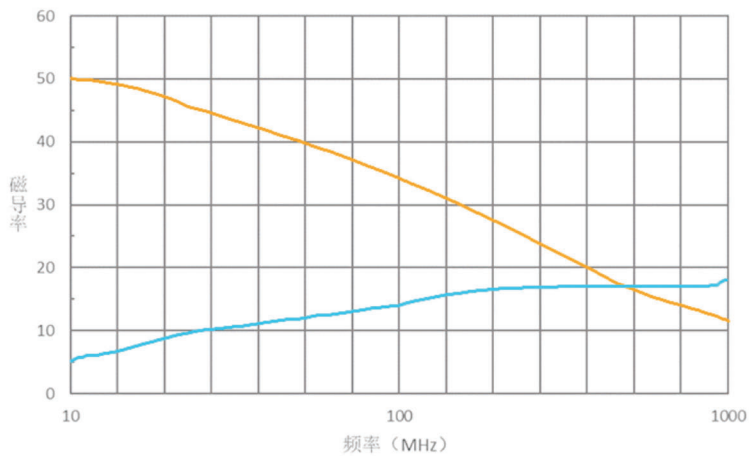
相同磁导率，厚度越厚，吸收频点越低，吸收效果越好

磁导率越高，最佳吸收频点越低

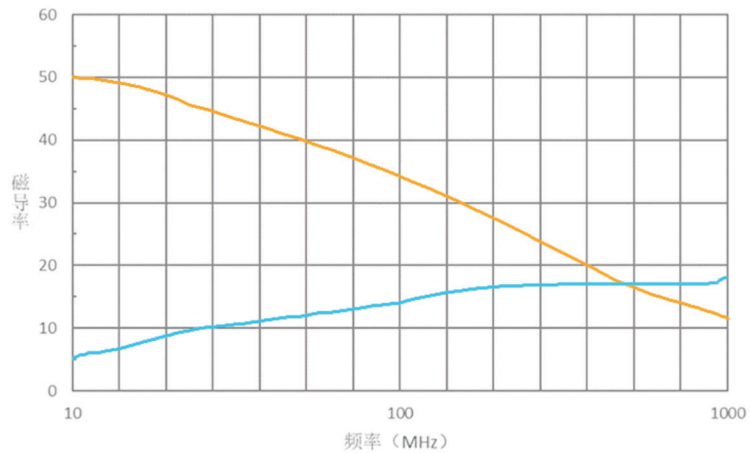
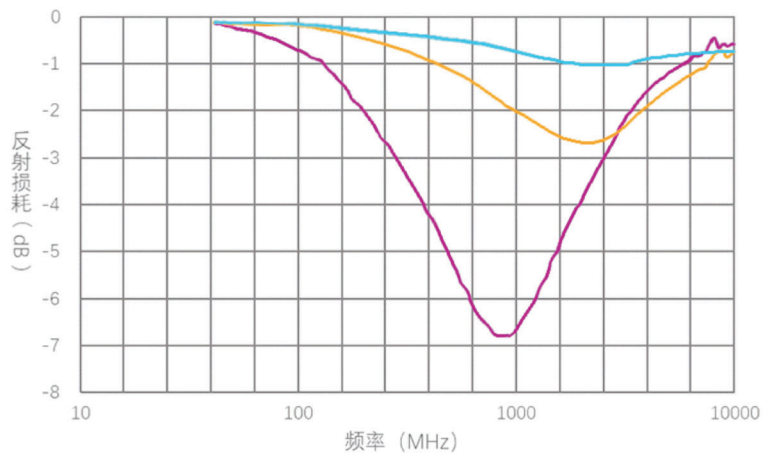
TPXB-A5000



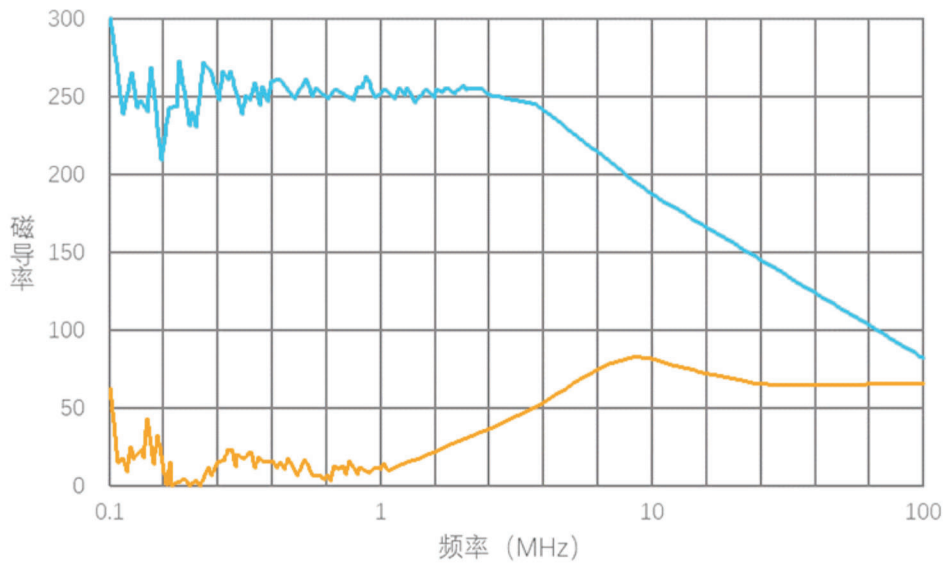
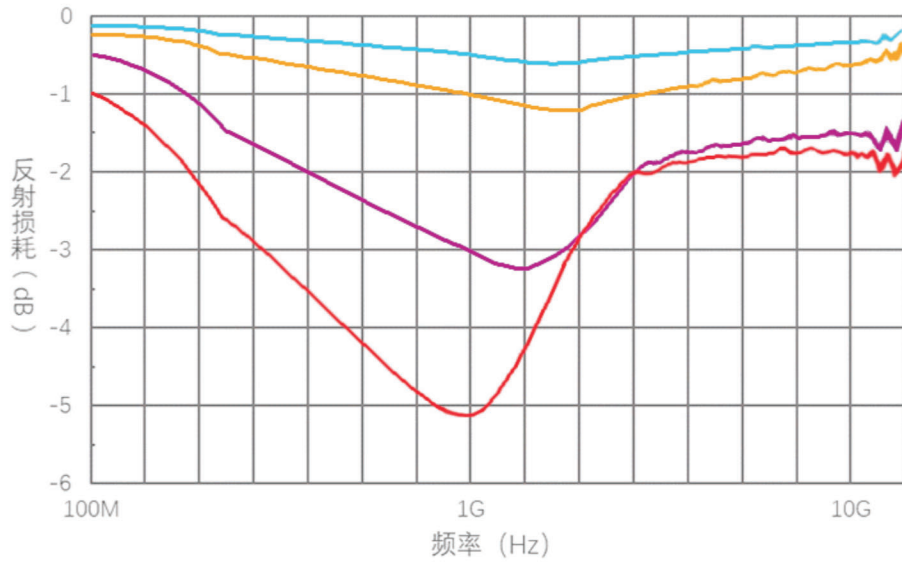
TPXB-A软磁类吸波材料



TPXB-A12000



TPXB-A25000



TPXB-SF海绵类吸波材料

海绵类吸波材料以聚氨酯海绵为基材，通过相关工艺，使材料表面与吸波频段阻抗匹配。特别优化的开孔设计来增强导电材料的导磁性和减少宽带反射。

这种类型的海绵从结构上分为单层和多层海绵吸波材料，主要应用是在天线周围填充提供隔离或者减少旁瓣效应。可以冲切成用于微波腔内减少电磁干扰的零件，也可以用于制作天线罩和测试盒。经过耐候性处理可用在室外，做成帐篷衬里或其他形式。

主要特点

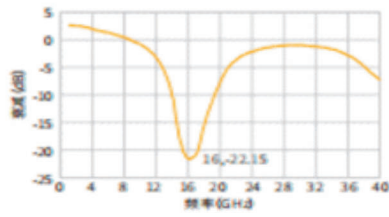
- 1、产品为单层或者多层吸波海绵组成，重量轻、柔性好、抗震动；
- 2、产品属于宽频材料，当材料厚度与工作波长之比 d/λ 达到0.3和0.7时，垂直反射的反射率可达到-17dB和-25dB；
- 3、可以根据客户的要求为客户模切定制形状。



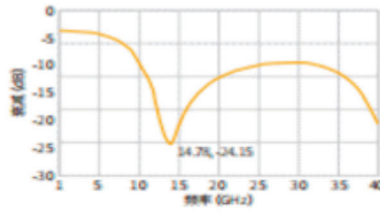
型号及参数

型号	厚度 (mm)	中心频率 (GHz)	衰减性能 (dB)	温度范围 (°C)	结构	颜色
TPXB-SF-032	3.2	16.00	-22.15	-55 ~ +120	单层细孔	黑色
TPXB-SF-040	4	14.78	-24.15		单层细孔	
TPXB-SF-050	5	33.92	-35.08		单层细孔	
TPXB-SF-060	6	30.00	-38.76		单层细孔	
TPXB-SF-080	8	30.00	-38.76		单层粗孔	
TPXB-SF-100	10	33.66	-30.04		单层粗孔	
TPXB-SF-150	15	33.66	-30.04		单层粗孔	
TPXB-SFL-005	5	9.5	-20.00	-55 ~ +80	多层细孔	黑色
TPXB-SFL-010	10	8.5	-20.00		多层细孔	
TPXB-SFL-015	15	11	-20.00		多层细孔	
TPXB-SFL-020	20	15	-20.00		多层细孔	
TPXB-SFL-030	30	14	-30.00		多层细孔	
TPXB-SFL-040	40	12	-30.00		多层细孔	

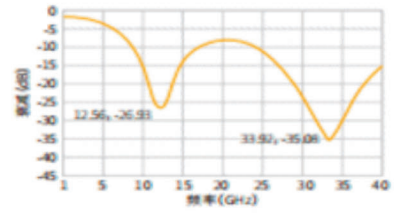
反射率损耗曲线



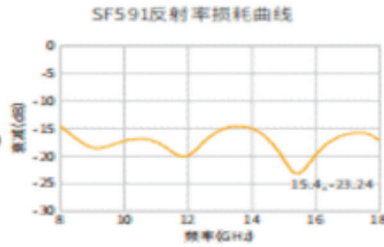
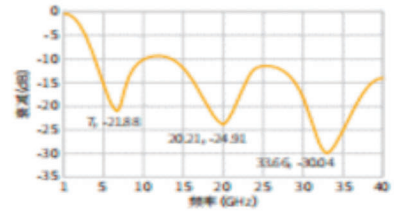
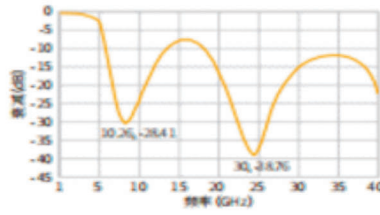
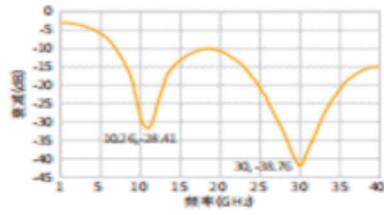
SF236反射率损耗曲线



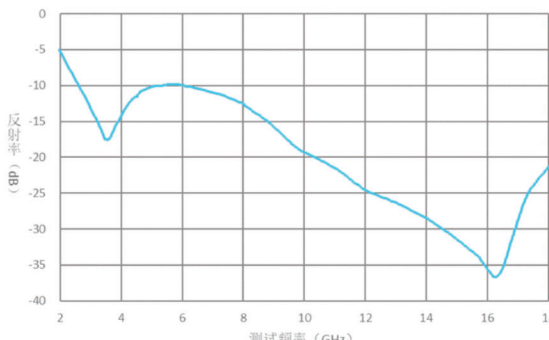
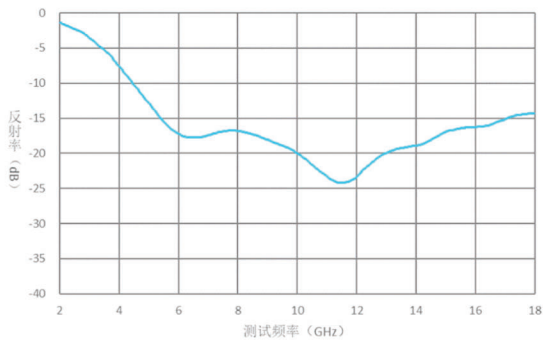
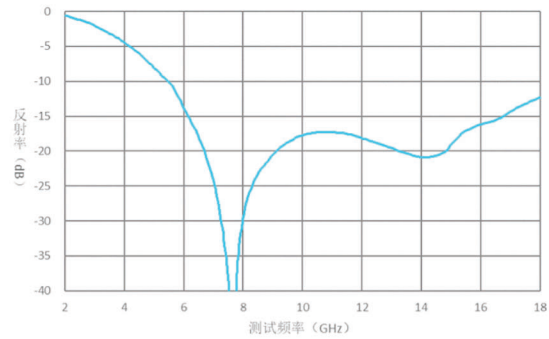
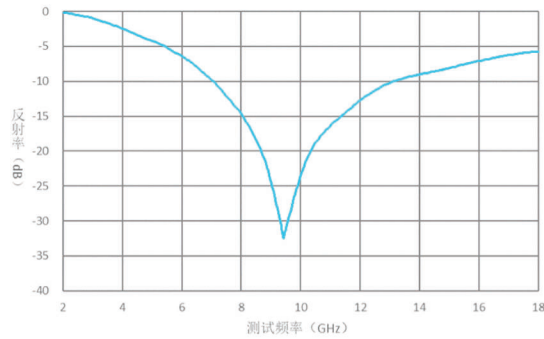
SF315反射率损耗曲线



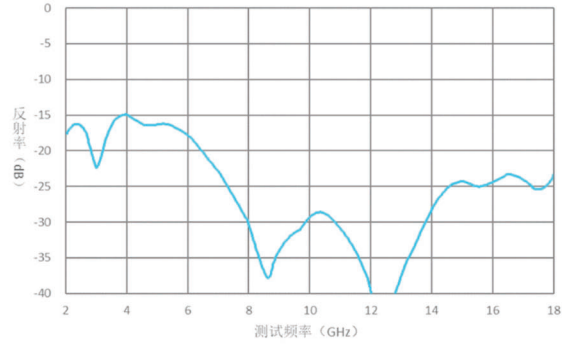
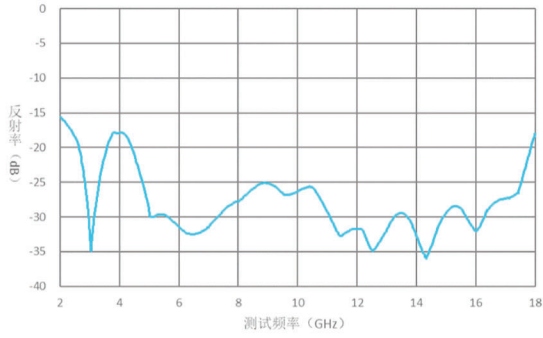
SF394反射率损耗曲线



SF591反射率损耗曲线



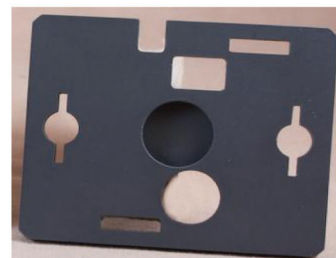
TPXB-SF海绵类吸波材料



TPXB-DZ注塑类吸波材料

海绵类吸波材料以聚氨酯海绵为基材，通过相关工艺，使材料表面与吸波频段阻抗匹配。特别优化的开孔设计来增强导电材料的导磁性和减少宽带反射。

这种类型的海绵从结构上分为单层和多层海绵吸波材料，主要应用是在天线周围填充提供隔离或者减少旁瓣效应。可以冲切成用于微波腔内减少电磁干扰的零件，也可以用于制作天线罩和测试盒。经过耐候性处理可用在室外，做成帐篷衬里或其他形式。



主要特点

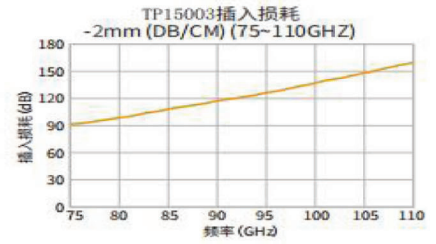
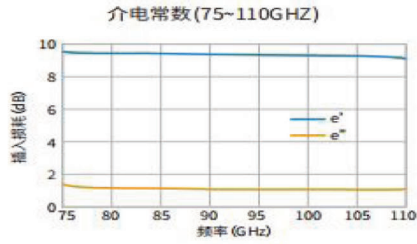
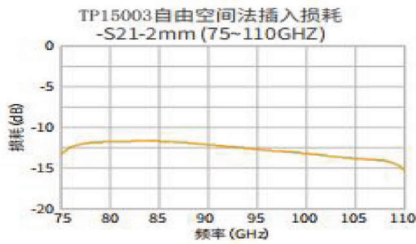
- 1、产品为单层或者多层吸波海绵组成，重量轻、柔性好、抗震动；
- 2、产品属于宽频材料，当材料厚度与工作波长之比 d/λ 达到0.3和0.7时，垂直反射的反射率可达到-17dB和-25dB；
- 3、可以根据客户的要求为客户模切定制形状。

型号及参数

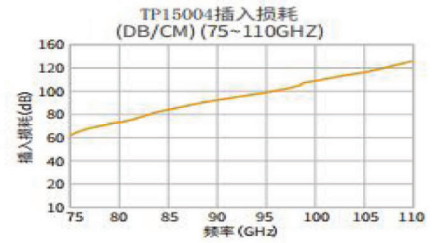
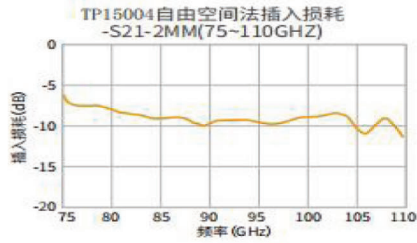
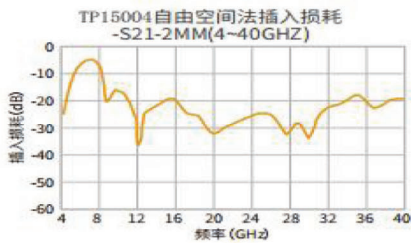
型号	中心频率 (GHz)	衰减性能 (dB)	TPXB-DZ03	TPXB-DZ04
颜色	—	目视	黑色	黑色
基材	—	—	PBT	PBT
介电常数 ϵ'' (77GHz)	—	SJ20512-1995	9.5	7.9
介电常数 ϵ' (77GHz)	—	SJ20512-1995	1.56	1.42
自由场法-S21-2mm(77GHz)	dB	GB-透射法	-15.12	-7.58
插入损耗(77GHz)	dB/cm	透射法	95	77
导热系数	W/m·K	ISO22007-2	0.56	0.28
体积电阻率	Ohm-cm	ASTM D257	10 ⁵	10 ⁶
硬度	Shore D	ASTM D2240	75	75
阻燃性能	—	UL-94	HB (5mm)	V-0
熔点	°C	—	210	210
工作温度物理性能	°C	ASTM D1329	-50~+160	-50~+160

TPXB-DZ注塑类吸波材料

性能曲线



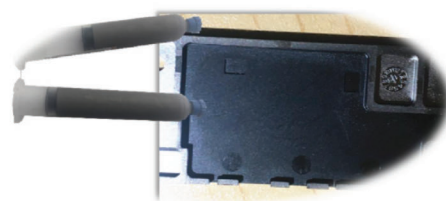
TP15004性能曲线



TPXB-JS吸波胶水

吸波胶水是一款碳基铁粉填充复合材料的双组分&常温或加热固化环氧吸波胶水。主要是应用于宽频吸收需要的电磁屏蔽（EMI）领域，适用频段为1~18G，耐高温，低挥发。其另一个优点是还可以用于不规则空隙、空间和小孔的填充，这是其他吸波材料不具备的优良特性。

吸波胶水可用于点胶加工或刮涂等施工工艺，大大的提高了其生产效率，节约生产成本。



主要特点

1. 可以是单组分也可以是双组份的产品。
2. 产品可以室温固化也可以高温固化，低挥发。
3. 涂覆于基材表面以抑制电流的流动。
4. 可以制成铸锥、楔形和金字塔型以应对不同的终端负载。

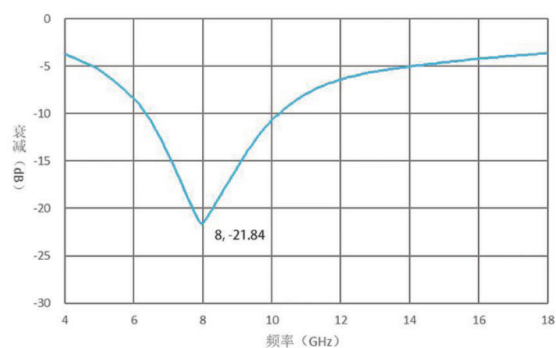
型号及参数

典型性能	TPXBHY-8GAB	TPXB-JSDGW-8G	TPXBHY-8GAB-GW	测试方法
颜色	黑色	灰色	黑色	-
基材	环氧树脂	有机硅树脂	有机硅	-
填料	碳基铁粉	碳基铁粉	碳基铁粉	-
硬度 (ShoreD)	60	80	75	ASTMD2240
密度 (g/cm ³)	4.2	4.2	4.2	ASTMD792
导热率 (W/mK)	0.7	0.7	0.7	ASTMD5470
中心频率/衰减 (GHz/dB)	8/-21.84	10/-10	8/-21.84	-
工作温度 (°C)	-50~+155 (长期) 350以下 (短期)	-50~+220 (长期) 350以下 (短期)	-50~+155 (长期) 350以下 (短期)	ASTMD1329
体积电阻率 (Ohm-cm)	≥10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	ASTMD257
阻燃性	V0	V0	V0	UL94

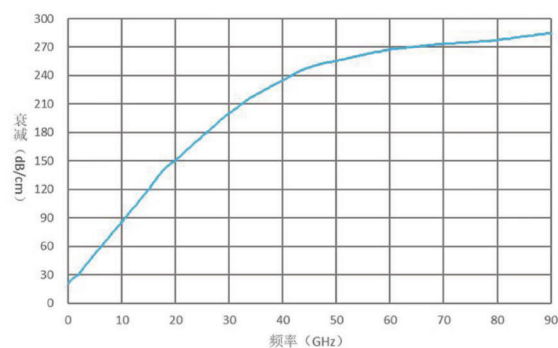
TPXB-JS吸波胶水

性能曲线

反射损耗曲线



插入损耗曲线



使用指南

1. 根据配方准备好相应的原材料，A组份为吸波树脂胶，B组份为环氧固化剂。
2. 使用溶剂（如酒精）清洗容器。
3. 将组分A和组分B按推荐比例进行充分混合。
4. 真空除去气泡。
5. 固化条件：室温 24小时/100°C 30min/150°C 10min。

材料设计原理

利用新型吸收原理——电磁共振及涡流损耗

电磁共振是指材料在特定频率下，电磁波和材料内部的电子、分子或原子振动频率相同时产生的共振现象。从而显著增强电磁波的吸收，通过调节材料的结构和成份，可以实现针对特定频率的电磁波的有效吸收，降低反射，增强吸收率。

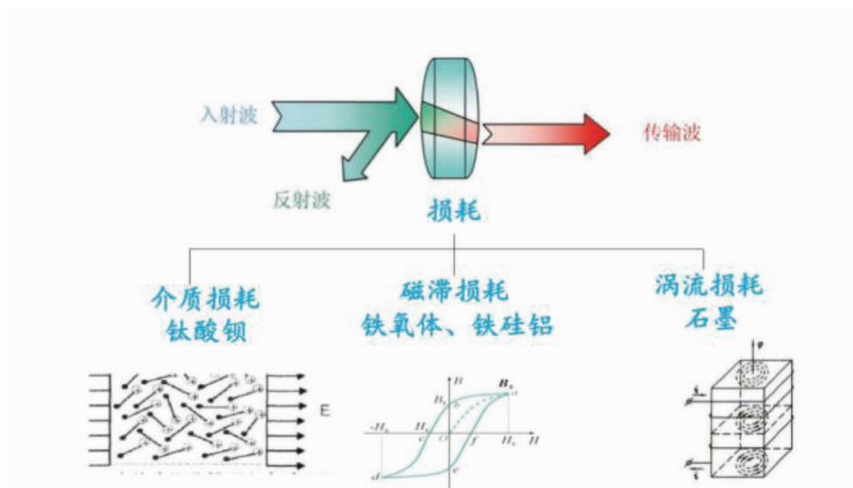
涡流损耗是指在导电材料中，由于电磁波的作用而产生的电流涡流，这些涡流在材料内部流动时会产生热量，从而损耗电磁波的能量，通过优化材料的导电性和结构，可以减少涡流损耗。

• MAXWELL方程与遗传算法 (GA)

MAXWELL方程：麦克斯韦方程组描述了电磁场的基本行为，包括电场、磁场及其相互作用。在吸波材料设计中可以通过数值求解这些方程，得到材料的电磁特性（如反射率、吸收率等），为材料的设计提供理论依据。

遗传算法(GA)：实现电磁波吸收材料仿真(CAD), 分析不同设计参数对吸收性能的影响，寻找最优设计方案，以最大化材料的电磁波吸收特性，满足用户特种需求。

吸波材料吸收原理



吸波材料吸收原理选型指南

- 根据客户需要覆盖的频段进行选型。
- 吸波胶板和软磁吸波材料只能覆盖某个特定的频率，如需覆盖整个频率范围需要选择双层吸波海绵。
- 覆盖频率范围越宽，吸收体越厚越重也越贵。谭总翻阅资料后再决定。
- 胶板类吸波材料频率越低吸收体越厚越重。
- 对于大多数吸波材料来讲，正入射角时的表现要优于非正入射角，尽管它们也可以设计用于非正入射角场

ITU（国际电信联盟）定义频段

波段名称	频率范围 (GHz)	波长范围 (mm)
P波段	0.23~1	1300~300
L波段	1~2	300~150
S波段	2~4	150~75
C波段	4~8	75~37.5
X波段	8~12	37.5~25
Ku波段	12~18	25~16.67
K波段	18~27	16.67~11.11
Ka波段	27~40	11.11~7.5
U波段	40~60	7.5~5
E波段	60~90	5~3.33
F波段	90~140	3.33~2.14
Q波段	30~50	10~6
V波段	50~75	6~4
W波段	75~110	4~2.73
D波段	110~170	2.73~1.76

吸波材料测试方法（GJB 2038A-2011 雷达吸波材料反射率测试方法标准）

反射率弓形测试架测量系统:用于测试吸波材料的反射率,扫描测试频率0.5GHz~100GHz,测量范围0~40dB。

自由空间透射法测量系统:测量材料在自由空间下的插入损耗曲线。

同轴法电磁参数测量系统:测量材料的复介电常数和复磁导率。

反射率弓形测试架测量系统简介

反射率弓形法用于测试吸波材料的反射率,扫频测试频段为1GHz~40GHz,反射率损耗测量范围为0~-40dB。

反射率损耗计算公式:

反射率损耗是吸波材料最基本的表征参数,在给定频率和极化条件下,电磁波从同一角度入射到相同尺寸RAM平面和良导体平面,二者镜面方向上的反射功率之比定义RAM反射率,以分贝表示为:

$$R_L(\text{dB}) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{RAM}}}{P_{\text{良导体}}} \right)$$

其中：

R_L (dB) 是反射率损耗，以分贝为单位。

P_{RAM} 是电磁波照射到吸波材料（RAM）平面时，在镜面方向上反射的功率。

$P_{良导体}$ 是电磁波照射到良导体平面时，在镜面方向上反射的功率。

需要注意的是，这个公式是在给定频率和极化条件下，以及电磁波从同一角度入射到相同尺寸的RAM平面和良导体平面时得出的。

在实际应用中，为了测量反射率损耗，通常会使用专门的测试设备，如反射率测试系统。这些系统能够精确地测量出电磁波在照射到不同材料时的反射功率，并计算出反射率损耗。

此外，反射率损耗的大小与吸波材料的性能密切相关。一般来说，反射率损耗越大，说明吸波材料对电磁波的吸收能力越强，性能也就越好。因此，在设计和选择吸波材料时，反射率损耗是一个非常重要的考虑因素。

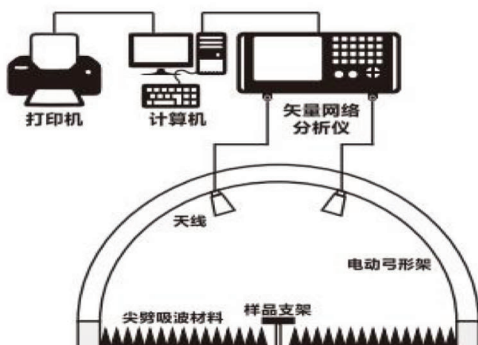
反射率测试原理

1GHz~40GHz反射率弓形架测量系统

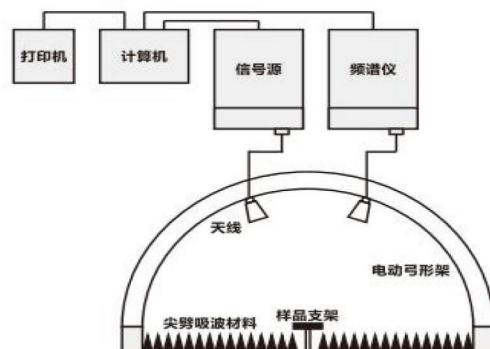
由计算机、矢量网络分析仪、天线、电动弓形架、同轴电缆、尖劈吸波材料和打印机组成结构示意图如下图所示。全频段分为：1GHz-2GHz, 2GHz-4GHz, 4GHz-8GHz, 8GHz-18GHz, 18GHz-26.5GHz, 26.5GHz-40GHz 6个频段进行测试。将被测样品放在样品支架上，在计算机上通过测试软件控制矢量网络分析仪从发射端口将电磁波输送给发射天线将电磁波发出，电磁波由被测样品部分吸收后反射到空间，由接收天线收集输送给矢量网络分析仪接收端口，计算机通过测试软件对接收的信号数据与定标数据进行计算处理得出被测材料的反射率。

75GHz~110GHz分系统由计算机、信号源、频谱仪、倍频器、混频器、天线、电动弓形架、同轴电缆、尖劈吸波材料和打印机组成用一对75GHz-110GHz的喇叭天线完成全频段测试，结构示意图如下图所示。将被测样品放在样品支架上，在计算机上通过测试软件控制信号源将电磁波输送给倍频器，倍频器将电磁波信号倍频后输送给发射天线将电磁波发出，电磁波由被测样品部分吸收后反射到空间，由接收天线收集输送给混频器，混频器将高频信号混频成为低频信号。计算机通过测试软件对频谱仪接收的信号数据与定标数据进行计算处理得出被测材料的反射率。

1GHz-40GHz反射率弓形架测量系统



70GHz-110GHz反射率弓形架测量系统



ITU（国际电信联盟）定义频段

自由空间透射法测量系统简介

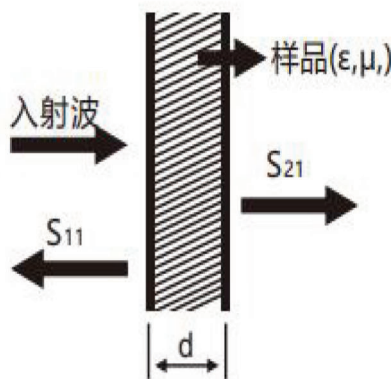
自由空间法是利用发射天线将微波信号发射到自由空间,微波信号遇到样品时发生反射和透射,利用接收天线接收这些反射和透射信号,从而完成对介质材料的吸波透射性能的测试。

自由空间法本质上还是传输线的方式,只是通过收发天线将闭合的空气线或直波导进行了外延。该法可以对材料进行非破坏性测试,要求样品大而平整且均匀,适合于高频、高温、非接触测试。

自由空间透射法测试系统包括:两个天线和一个样品支架。传输和接收天线都是聚焦透镜喇叭天线。使用聚焦天线是为了降低样品边界和测量环境的影响。传输和接收天线安装在一个平面上,两者之间的距离可调,一个特别制造的样品支架置于两天线的聚焦面上,用于装载平面样品。射入平面样品的电磁波可以当成平面波。待测样品的特性可以通过样品的反射和透射情况获得。

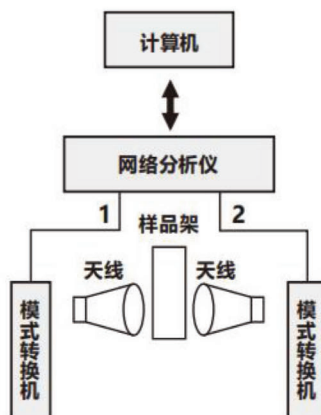
测试原理

- 在自由空间中放入一个厚度为 d 的平面样品,假设平面样品的面积无限大,因此边缘衍射效应可以忽略不计。
- 通常射入样品的平面波是均匀且线性偏振的垂直入射平面波的反射系数和传输。
- 系数 S_{11} 和 S_{21} 可以在自由空间中测量得出。



吸波材料效能测试能力

自由空间透射法测试示意图



测试方法

自由空间透射法通常可以覆盖较宽的频段范围，一般从1GHz至40GHz，甚至可以根据具体需求扩展到更高的频段。这一频段范围涵盖了微波和毫米波频段，适用于多种应用场景和测试需求。

操作方法

将待测样品裁切成方形，竖直放入同一水平线上的天线中间。

采用网络分析仪产生发射信号，并接受透射信号。

网络分析仪将接收到的信号进行处理，获得信号衰减曲线。

测试结果

信号衰减曲线。

同轴法电磁参数测量系统

吸波材料吸收电磁波的基本要求主要有两条：

(1) 入射电磁波最大限度的进入吸波材料内部而不是在其表面被反射-阻抗匹配。

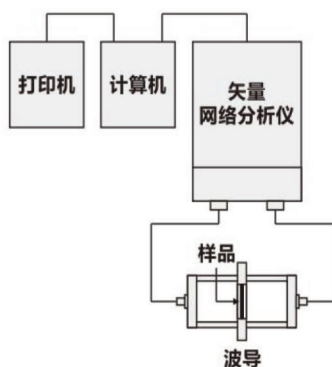
(2) 进入吸波材料内部的电磁波能够迅速被吸收并衰减掉，即电磁波的损耗。

吸收剂材料的电磁参数决定着对微波的损耗，不仅包括电损耗还包括磁损耗，这部分的参数通常由相对介电常数 ϵ_r 和相对磁导率 μ_r 来表征。吸收剂的电磁参数的数据为吸波材料的研发提供了最基本的设计参数。

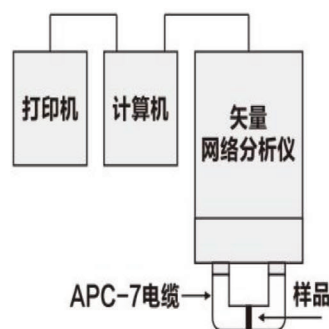
相对介电常数的复数形式 $\epsilon_r = \epsilon_r' + j\epsilon_r''$ ，相对磁导率的复数形式 $\mu_r = \mu_r' + j\mu_r''$ 。低损耗材料的参数有介电常数实部： ϵ_r' 和介电常数损耗角正切 σ ，表征高损耗材料的电磁参数有相对介电常数虚部 ϵ_r'' 和相对复磁导率 μ_r 。低损耗和高损耗材料的电磁参数可以分别通过谐振腔法和波导法，传输法实现高精度测量。

高损耗材料测试装置分为同轴测量装置和波导测量装置，同轴测量装置可实现0.5~18GHz频段的电磁参数测量，波导装置用6个频段的波导样品来进行进行2.6~18GHz和25.6~40GHz频段的电磁参数测量。

波导法测量系统



传输法测量系统



ITU（国际电信联盟）定义频段

谐振腔法是将样品放入谐振腔中,放入样品后波导的相位常数将增大,在原频率上产生谐振的腔体长度将缩短样品引入附加损耗导致测试腔的固有品质因数下降,通过谐振腔体长度缩短量和品质因数改变量可以推算出样品的介电常数 ϵ_r' 和介电损耗角正切 σ 。

谐振腔法测量系统

