
EMI电磁屏蔽材料

EMI SHIELDING MATERIAL

金属屏蔽产品 • 导电布衬垫 • 导电硅橡胶 • 吸波材料 • 纳米晶系列



股票代码: 300602

✓ 公司简介



FRD飞荣达, 1993年创立于深圳, 国家高新技术企业 (股票代码: 300602), 主要产品为EMI电磁屏蔽材料、导热材料和其它电子产品。公司现已通过ISO9001国际质量管理体系、ISO14001环境管理体系、QC080000有害物质过程管理体系、ISO45001职业健康安全管理体系认证、IATF 16949汽车行业质量管理体系认证。

飞荣达拥有多处自有工业厂房, 配备全套先进的生产设备及检测仪器, 凭借香港采购中心的资源优势, 以深圳、常州和佛山为生产基地, 向遍及全国以及世界各地的客户群体提供优质的产品和服务。

飞荣达目前拥有华为、中兴、思科、诺基亚、爱立信、Microsoft、三星、Google、Meta、小米、荣耀、戴尔、联想、浪潮、希捷、TESLA、宁德时代、比亚迪、中国中车、一汽、上汽、广汽、北汽、迈瑞、格力、松下、富士胶片、富士康、和硕、广达等众多长期合作客户。

飞荣达愿为更多的通讯设备、消费电子、新能源、商用机器、电源、照明、军工和航空航天等相关领域的企业提供更优质的产品和服务。

未来, 飞荣达将继续迎接挑战, 打造享誉业界的FRD飞荣达品牌, 力创世界级的新材料技术领先企业。

飞荣达 战略布局



深圳总部 深圳飞荣达新材料产业园



华南新基地 广东飞荣达(佛山)工业园(在建中)



华东基地 飞荣达科技(江苏)高导材料产业园一期



飞荣达科技(江苏)高导材料产业园二期(在建中)

导电硅橡胶

Electrically Conductive Elastomer

导电硅橡胶：在硅橡胶基材中，加入纯银、银镀铜、银镀铝、银镀镍和银镀石墨等导电粒子，形成均匀一体的混合物，再通过化学交联形成具有优异的屏蔽性能和环境密封功能的产品。

FRD 可生产挤出导电硅橡胶、复合（导电与非导电）挤出导电硅橡胶、压缩模压产品、转移模压产品、复合模压、片材冲切、液体导电胶点胶成型等导电产品系列，且我们更精通按客户的要求，设计生产所需的定制产品。





除了电子元器件机壳和连接处的尺寸和形状外，导电硅橡胶在应用设计方面通常还要考虑下面几个设计元素：

1. 屏蔽效能

设计时应考虑干扰源的强度和频率，电场或磁场的主导地位系统的功率和信号的衰减要求以及材料的一些特性和厚度要求。

2. 闭合力

实体的导电硅橡胶材料可以很好的耐受较高的闭合力及环境压力并满足重复开启和闭合要求。它是通过改变自身形状而不是体积来适应所受的压力，从而达到密封效果的。所以在设计时就要考虑到实体导电硅橡胶在受热或受压情况下的形状改变所需的潜在空间。因所需的密封要求不同，所需的闭合力的大小也会不同，例如仅需要电磁密封时，仅需要 6 psi 的力即可，如果在电磁密封同时，还需要防水，则需要施加 8 psi 以上的压力才可能达到要求。另外如果需要施加较小的闭合力时，可采用横截面积为中空形状的挤出导电胶条，如中空 O 形或中空 D 形等，可以节约大量的原材料。

3. 体积填充比

对于大多数静态密封的应用，必须要计算密封的体积和密封胶条将占用多少空间，以决定后者是否可以容纳密封圈，所以体积填充比的设计就显得非常重要。过填充和填充不足都可能使密封失败。



我们要根据使用的要求，确定所需的填充比。如果仅需要 EMI 密封，则填充比为 70%-85% 之间即可满足；如果既需要 EMI 密封又需要防水，则填充比应在 95%-98% 之间并且提供足够的闭合力才可达到要求。

4. 压缩量

压缩量提供给设计人员一个不同形状横截面导电硅橡胶条的变形能力的定性比较。它是导电硅橡胶材料硬度和横截面的形状的函数。不同形状的导电硅橡胶条的压缩量的范围如表：

横截面形状		压缩量 %
矩形胶条		5~10
实心O形		20~25
实心D形		15~20
中空O形		20~50
中空D形		25~50
中空P形		25~50
过盈填充		15~25

注：过盈填充是指导电硅橡胶条的宽度稍大于凹槽的宽度，以提供支撑，无需粘合剂固定胶条。

一般情况下，导电硅橡胶条的压缩量不能低于 10%。但是计算此值时要考虑接触表面不平之处对密封条高度的影响以及中空截面形状的壁厚的影响。

5. 电化学相容性

在设计密封胶条时，胶条与配合面间的电化学相容性也必须给予适当的重视。能够发生电化学腐蚀必须三个条件，缺一不可。它们是：

- 两种不同导电材料相互接触或者导体联接；
- 它们之间存在着导电的环境，如电解溶液，盐雾、水蒸汽等；
- 两种材料的电动势差距大。只有这三个条件同时具备时才会发生电化学腐蚀，影响密封性能。另外，聚合物材料的渗透性也影响电化学腐蚀。由于限制了电解质溶液浸入导电硅橡胶内，而防止了电化学腐蚀的发生。

6. 其它

- 在装配过程中，避免拉伸导电硅橡胶条超过 5%。因为拉伸过长，造成橡胶内部的导电粒子之间不能导通形成足够的导电通路，会影响导电性能，也就影响了胶条的屏蔽效能。
- 如果存在剪切力时，则不要选用横截面积为 O 形的导电硅橡胶条，应选择横截面为 D 形、P 形或者是 C 形。
- 所用的导电硅橡胶条的压缩永久变形越小越好，一般控制在 30% 以内。

导电硅橡胶的环境因素

EMI 屏蔽材料的恰当选择取决于屏蔽材料所处的整体环境。材料的选择应从下列主要环境条件来进行分析：

- 温度
- 老化 / 使用寿命
- 压力 / 真空度
- 液体相容性
- 电化学

导电硅橡胶安装指南

1. 导电硅橡胶必须受一定的压缩力才能良好导电，所以结构设计保证适合的压力又不过压。
2. 导电硅橡胶条一般要开槽安装，槽的尺寸应确保导电硅橡胶不过压，又有合适压力；使导电硅橡胶高度压缩量在规定范围之内。
3. D 形橡胶条和矩形橡胶条均分为带粘接背胶和无粘接背胶两种，前者采用背胶安装，后者采用槽式安装。

FRD硅橡胶产品尺寸范围

挤出成形产品		模压成形产品	
导电填料	Ni/C, Ag/Glass, Ag/Al	导电填料	Ni/C, Ag/Glass, Ag/Al, Ag/Cu
产品直径 (mm)	导电型 : 0.7-12 非导电型 : 0.5-20	产品厚度 (mm)	导电型 : 0.3-20 非导电型 : 0.1-25
最小厚度 (mm)	导电型 : 0.2 非导电型 : 0.1	最大尺寸 (mm)	500*500

挤出产品特点

挤出导电硅橡胶材料性能参数

项目	测试标准	AS5G-70-V0	AS3T-50-V0	AS1B-65-HB	AS2T-60-HB	AS8D-40-V1
导电粒子		镍碳	银铜	银铝	银玻	炭黑
颜色		深灰色	黄棕色	蓝色	黄棕色	黑色
电性能						
体积电阻率 (ohm-cm)	ENG-WI-550RevA2	0.1	0.002	0.004	0.005	5.0
屏蔽效能 (dB)	MIL-DTL-83528E	> 70	> 80	> 70	> 70	> 30
电性能的稳定性						
热老化 (100°C, 168H) ohm-cm)	ENG-WI-550RevA2	0.2	0.005	0.006	0.006	12
机械性能						
硬度 (shore A)	ASTM D2240	70±5	50±5	65±5	60±5	45±5
密度 (g/cm ³)	ASTM D792	1.9±0.1	3.5±0.1	2.0±0.1	1.9±0.1	1.2±0.1
拉伸强度 (MPa)	ASTM D412	1.6	1.7	1.3	1.3	5.0
扯断伸长率 (%)	ASTM D412	110	220	350	450	400
撕裂强度 (KN/m)	ASTM D624	8.0	11.0	8.5	4.8	18
压缩永久变形 (100°C, 24H, 压缩 30%)%	ASTM D395	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 35	≤ 25
环境标准						
工作温度 (°C)		-40~160	-40~160	-40~160	-40~160	-40~160
是否满足 RoHS 要求	RoHS 2.0	是	是	是	是	是
UL 94 阻燃要求	UL 94	V0	V0	V0	V0	V1

- 良好的电磁屏蔽效果和较低的体积电阻率
- 较宽的工作温度范围
- 较长的使用寿命和耐腐蚀性
- 连续生产挤出，可卷料或接头成环出货
- 耐臭氧，耐紫外，有较长的使用寿命和耐腐蚀性
- 应用于无线通讯，射频模块，医疗器械，电子电器屏蔽密封等领域



挤出导电硅橡胶产品（屏蔽胶条 / 圈）



挤出非导电产品（纯防水胶条 / 圈）

复合挤出双色导电产品特点

复合挤出材料性能参数

主要性能	参考标准	428C (导电胶)	AS5G (导电胶)	428AB (非导电胶)	629AB (非导电胶)
颜色	目测	银白色	灰色	橙色	紫色
填充材料	/	高级银铝粉	镍碳粉	/	/
密度 (g/cm ³)	ASTM D792	2.5±0.1	2.0±0.1	1.1±0.1	1.4±0.1
拉伸强度 (MPa)	ASTM D412	2.2	2.4	4.0	4.5
扯断伸长率 (%)	ASTM D412	200	300	340	200
撕裂强度 (KN/m)	ASTM D642	6.5	14.5	14	25
压缩永久变形 (100°C, 24H, 压缩 30%)%	ASTM D395	< 30	< 30	< 15	< 25
工作温度范围 (°C)	/	-40 ~ 160	-40 ~ 160	-40 ~ 160	-35 ~ 160

- 较低的体积电阻率和优异的电磁屏蔽效果
- 非导电部分有优异的压缩永久变形和良好的水汽密封特性
- 较长的使用寿命和耐腐蚀性
- 良好的拉伸强度和扯断伸长率
- 同时满足高防水等级和良好的电磁屏蔽效能
- 应用于航天、通讯、医疗等领域



复合挤出双色导电产品的老化性能测试

SS-428C-428AB-02 产品热老化前后压缩永久变形和电阻的测试数据

项目		条件	1	2	3	4	5	AVE
压缩永久变形 (%)		100°C, 168H; 压缩量 30%	4.64	5.64	6.14	5.64	5.63	5.54
表面电阻 (Ω/inch)	前		0.19	0.16	0.15	0.16	0.12	0.16
	后		0.44	0.46	0.28	0.32	0.24	0.35

SS-428C-428AB-01 产品 IPX7 防水测试

项目	Test Data 试验后			要求	Result
IPX7 防水试验	无水进入			无水进入	合格
气密性	0.137kPa			≤ 0.45 kPa	合格
表面电阻 (Ω-inch)	0.68	0.82	0.89	平均值 ≤ 8, 最大值 ≤ 20	合格
压缩永久变形 (%)	15.24	14.29	15.24	< 20%	合格

SS-428C-428AB-01 产品 UL 老化测试

项目		428C Test Data	428AB Test Data	要求	测试标准
拉伸强度 (比较值)%	70°C, 168H	88.1	88.8	不小于 75%	UL 60950-22
伸长率 (比较值)%		86.3	88.2	不小于 60%	
压缩永久变形 (比较值)%	室温	95.2	98.7	不小于 50%	
	高温 (70°C, 120H)	93.7	97.8		
	低温 (-30°C, 24H)	91.7	97.0		

注: 比较值 = (老化后值 / 未老化值) * 100%

SS-428C-428AB-01 产品紫外线测试

材料	灰标等级
428C	4~5
428AB	4~5

SS-428C-428AB-01 产品防霉测试

长霉等级	长霉程度	测试标准
0 级	放大 50 倍, 未发现明显的长霉	GB/T 2423.16-2008

SS-428C-428AB-01 产品耐臭氧测试

材料	表现	测试标准
428C	没有裂纹	ASTM D1149-07
428AB	没有裂纹	ASTM D1149-07

模压产品特点

模压纯导电硅橡胶材料性能参数

项目	测试标准	MS5G-55-HB	MS5G-60-V0	MS5G-70-V0	MS1B-65-HB	MS3T-50-V0	MS8D-60-V0
基体		硅橡胶	硅橡胶	硅橡胶	硅橡胶	硅橡胶	硅橡胶
导电粒子		镍碳	镍碳	镍碳	银铝	银铜	炭黑
颜色		深灰色	深灰色	黑色	蓝色	黄褐色	黑色
电性能							
体积电阻率 (ohm-cm)	ENG-WI-550RevA2	0.1	0.08	0.1	0.004	0.002	5.5
屏蔽效能 (dB)	MIL-DTL-83528E	> 70	> 70	> 70	> 70	> 80	> 30
电性能的稳定性							
热老化 (100°C, 168H) (ohm-cm)	ENG-WI-550RevA2	0.2	0.2	0.2	0.006	0.004	6.0
机械性能							
硬度 (shore A)	ASTM D2240	55±5	60±5	70±5	65±5	50±5	60±5
密度 (g/cm ³)	ASTM D792	1.9±0.1	1.9±0.1	2.0±0.1	1.95±0.1	3.5±0.1	1.2±0.1
拉伸强度 (MPa)	ASTM D412	1.2	1.8	1.8	1.3	1.7	5.0
扯断伸长率 (%)	ASTM D412	200	120	120	350	220	300
撕裂强度 (KN/m)	ASTM D624	8.0	9.5	9.5	8.5	11.0	14.0
压缩永久变形 (100°C, 24H, 压缩 30%)	ASTM D395	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 25
环境标准							
工作温度 (°C)		-40~160	-40~160	-40~160	-40~160	-40~160	-40~150
是否满足 RoHS 要求		是	是	是	是	是	是
UL 94 阻燃要求		HB	V0	V0	HB	V0	V0

- 良好的电磁屏蔽效果和较低的体积电阻率
- 较长的使用寿命和耐腐蚀性
- 较高的拉伸强度和扯断伸长率
- 采用加热加压的模具来硫化成型
- 可制作复杂的结构电子元件
- 广泛应用于航天、通讯、医疗等领域



模压纯导电硅胶产品



模压非导电产品 (维护窗密封块 / 密封塞 / 防尘塞)



复合模压产品 (密封块、密封件)

采用模压的方式，将导电材料和普通硅胶进行共模压，生产出具有屏蔽效能和密封性能的产品。或将普通硅胶与金属件进行共模压，生产出来的产品具有密封性。

液体导电硅胶材料性能参数

项目	测试标准	FS5G-70-V0	FS5G-50-V0	FS4T-60-V0	FS3T-50-V0
材料形态		2 part	2 part	1 part	1 part
混合比例 (质量比)		A : B=1:1	A : B=1:1	/	/
交联机理		加成型	加成型	加成型	缩合型
交联温度		LTV	LTV	LTV	RTV
导电填料		Ni/C	Ni/C	Ag/Ni	Ag/Cu
物理性能					
密度 (g/cm ³)	ASTM D792	2.0±0.2	2.0±0.2	3.8±0.2	2.4±0.2
硬度 (shore A)	ASTM D2240	70±5	50±5	60±5	50±5
压缩永久变形 (%)	QA-WI-1048	25	25	25	30
拉伸强度 (MPa)	ASTM D412	1.5	1.2	1.2	1.2
扯断伸长率 (%)	ASTM D412	100	150	150	150
撕裂强度 (KN/m)	ASTM D624	8	8	8	8
粘接强度 (N/cm ²)	QA-WI-1049	150	150	150	120
使用温度		-50°C ~125°C	-50°C ~125°C	-50°C ~125°C	-50°C ~125°C
电性能及稳定性					
表面电阻 (Ω/inch)	QA-WI-1052	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3
体积电阻率 (Ω-cm)	MIL-DTL-83528E	0.05	0.05	0.004	0.004
100°C , 168H (Ω-cm)	MIL-DTL-83528E	0.06	0.08	0.008	0.02
双 85, 168H (Ω-cm)	MIL-DTL-83528E	0.08	0.10	0.006	0.03
盐雾 , 168H (Ω-cm)	MIL-DTL-83528E	0.06	0.06	0.008	0.06
交联条件		低温交联; 常用 150°C *40min; 升温能缩短交联时间, 最好不超过 180°C		100°C, 40~60min	室温条件 30min 表干; 24h 交联程度达 98%; 升温和增湿交联速度提高。
贮存条件		-25°C ~ 5°C			
保存期限					
未开包装 (未混合)		6 个月	6 个月	6 个月	3 个月
开包装 (混合)		7 天	7 天	7 天	3 天

注: 未开包装的保存期到期, 测试合格后仍可正常使用。环境对此类胶的交联周期有较大的影响, 可依据实际实验后确定合适的贮存及保存期限。

现场成型液体导电硅胶 (FIP)

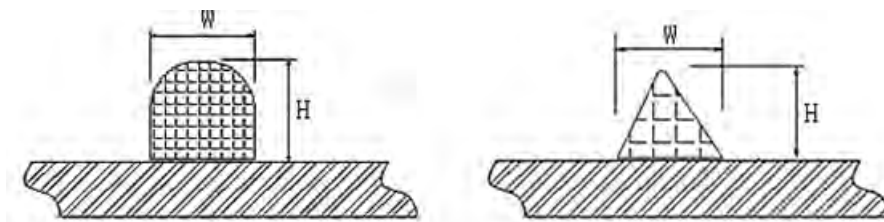
FRD 的 FS×× 系列材料是一类液体导电硅胶，适用于程序化的 CNC 自动点胶设备，在室温或稍许加热下通过与湿气接触或与另一组分混匀，即可交联成弹性体的一类材料。

现场成型是利用程序化的 CNC 点胶设备，将液体导电硅胶胶料精确地点到基材上，并通过交联过程与基材形成一体。可重复的程序化设计，保证了产品尺寸的一致性及可批量化生产。

应用

现场成型液体导电硅胶适用于手机、PC、电信基础设备、汽车等有分区要求的金属、电镀的壳体或者电子元器件。

现场成型的截面形状为 D 形或者三角形，如下图所示。



横截面形状	特点
D 形	<ul style="list-style-type: none">① $H/W < 1$② 与相同高度 (H) 的三角形相比，相同的压缩量，所需的压缩力要大。③ 与相同高度 (H) 的三角形相比，材料用量多。
三角形	<ul style="list-style-type: none">① 一般采用 $H/W \geq 1$② 与相同高度 (H) 的 D 形相比，相同的压缩量，所需的压缩力要小。③ 与相同高度 (H) 的 D 形相比，材料用量少。

特点

- 材料交联不需高温加热。室温湿气接触或稍许加热即可交联成弹性体，节省能源和设备的投资。
- 高屏蔽效能；在 10GHz 时，可达到 100dB。
- 可自动化批量生产。从材料的制备、产品的成型及交联均可自动化，连续生产。
- 打样周期短。不需要模具，仅定位后可施工成型。
- 现场材料与基体一体成型，不需装配操作。
- FRD 的 FS×× 系列材料在各种材质的基材表面具有很好的黏接性能。
- 设备占地面积小，节省空间。



具备 SMT 功能的屏蔽衬垫

具备 SMT 功能屏蔽衬垫，是通过 SMT 方式自动安装于 PCB 板上，可以解决 PCB 板的 EMI、接地和电气连接问题，同时还具有防震缓冲的作用。

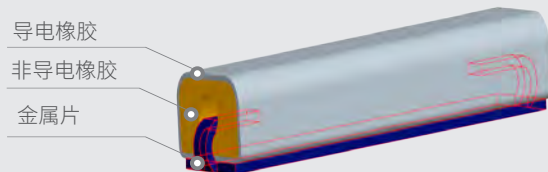
特点：

- 低电阻，可用于屏蔽、接地和电气连接；
- 优良的回弹性，起缓冲防震作用；
- 可焊接性，保证其与 PCB 板间良好的电接触；
- 载带包装，可批量自动安装，生产效率高。

结构：

由三部分组成，如图：

- 最底层蓝色为可焊接的金属片；
- 最外层灰色为导电橡胶；
- 中间部分金色为非导电橡胶。



O 形圈

超高导电硅胶产品满足美军标 MIL-DTL-83528，在航空、航天、舰船等军用电子设备中广泛应用，可同时实现环境密封和电磁密封。

特别适用于：

- 中、小型军用电子机箱和微波波导系统；
- 电子产品（如计算机机箱、手提电话）、电信、高频控制设备等；
- 航天、航空、舰船等军用方舱和军用电子设备；
- 电力、铁路等环境恶劣的电子设备。

