



2 0 2 0

HAOUGER内部培训资料-薄膜材料类型

C O N T E N T

01

常规绝缘薄膜

02

非永久性防静电薄膜

03

永久性防静电薄膜

04

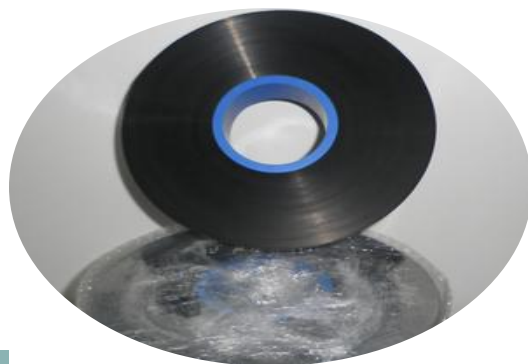
导电薄膜

— 01 —

常规绝缘薄膜

版权归HAOGUER所有

聚乙烯薄膜-PE膜



聚乙烯PE

聚乙烯 (polyethylene, 简称PE) 是乙烯经聚合制得的一种热塑性树脂。在工业上, 也包括乙烯与少量 α -烯烃的共聚物。聚乙烯无臭, 无毒, 手感似蜡, 具有优良的耐低温性能 (最低使用温度可达 $-100\sim-70^{\circ}\text{C}$), 化学稳定性好, 能耐大多数酸碱的侵蚀 (不耐具有氧化性质的酸)。常温下不溶于一般溶剂, 吸水性小, 电绝缘性优良。

我们日常生活中看到的垃圾袋、超市购物袋、食品袋、缠绕膜、气泡袋、电器产品包装袋等等都是由聚乙烯制作而成。

按照其成膜后的密度不同, 其分为LLDPE、LDPE、HDPE等, 其密度依次变大, 成膜的挺度越来越好, 抗形变的强度 (抗拉强度) 也越强, 但断裂的伸长率也依次变差。根据材质的这种性能, 我们可以根据客户的应用要求, 通过对材料配方的调整, 实现产品的抗拉强度、断裂伸长等参数的要求。

常规的PE薄膜表面电阻率在 $10^{12}\Omega/\square$ 以上, 密度在 $0.92\sim0.98\text{g}/\text{cm}^3$, 具有优异的绝缘性能。PE的分子链上有较多基团, 因此在吹塑成膜工艺中添加抗静电母粒、导电炭黑等, 改变成膜后的膜面电阻状态。

聚酰亚胺薄膜-PI膜

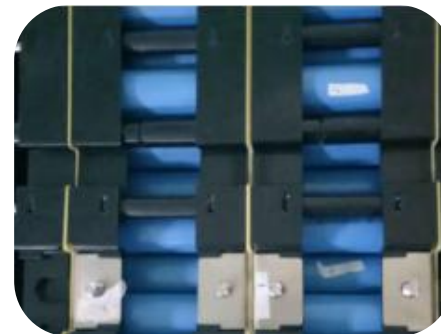
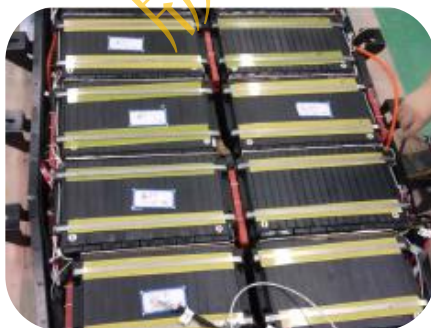
聚酰亚胺 (Polyimide, 有时简称为PI), 是综合性能最佳的有机高分子材料之一。其耐高温达400°C以上, 长期使用温度范围-200~300°C, 部分无明显熔点, 高绝缘性能, 表面电阻率在 $10^{15}\Omega/\square$ 以上, 表观密度 $1.428\text{g}/\text{cm}^3$ 。

聚酰亚胺是指主链上含有酰亚胺环 ($-\text{CO}-\text{N}-\text{CO}-$) 的一类聚合物, 其中以含有酞酰亚胺结构的聚合物最为重要。聚酰亚胺作为一种特种工程材料, 已广泛应用在航空、航天、微电子、纳米、液晶、分离膜、激光等领域。上世纪60年代, 各国都在将聚酰亚胺的研究、开发及利用列入 21世纪最有希望的工程塑料之一。

聚酰亚胺薄膜用于电机的槽绝缘及电缆绕包材料, 透明的聚酰亚胺薄膜可作为柔软的太阳能电池底板, 耐高温胶带等等领域。

利用PI薄膜的高强度、高温状态时低收缩率、高绝缘性等特点, 和公司现有PU导电膜进行复合, 复合后的产品可用于各种电热领域。

PS:目前HAOUGER公司JH6000系列单面导电产品中, JH6000I就是PU导电膜和PI薄膜复合的产品, 此款产品多用于新能源汽车锂电池的保温系统 (作为加热电极使用)。



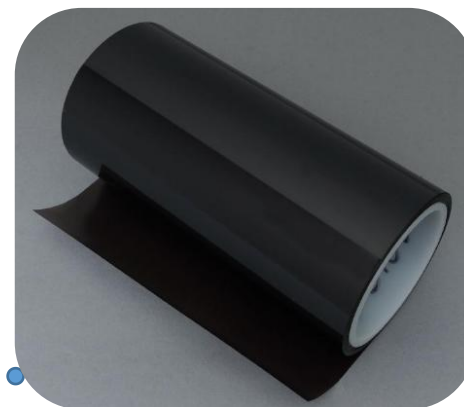
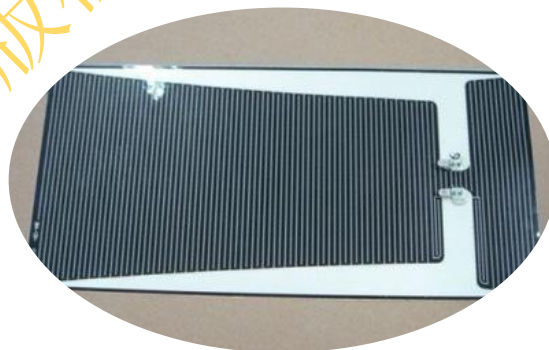
聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜-PET膜

PET薄膜是一种性能比较全面的包装薄膜。其透明性好，有光泽；具有良好的气密性和保香性；防潮性中等，在低温下透湿率下降。PET薄膜的机械性能优良，其强韧性是所有热塑性塑料中最好的，抗张强度和抗冲击强度比一般薄膜高得多；且挺力好，尺寸稳定，适于印刷、纸袋等二次加工。PET薄膜还具有优良的耐热、耐寒性和良好的耐化学药品性和耐油性，但其不耐强碱。表面电阻率在 $10^{15}\Omega/\square$ 以上，表观密度为 $1.39\text{g}/\text{cm}^3$ 。

该薄膜除具有普通聚酯薄膜优良的物理机械性能外，还具有极好的光学性能，如透明度好、雾度低，光泽度高。它主要用于高档真空镀铝产品，该薄膜镀铝后呈镜面，具有很好的包装装饰效果；它也可用于镭射激光防伪基膜等。

利用PET薄膜的高强度、高温状态时低收缩率、高绝缘性等特点，和公司现有PU导电膜进行复合，复合后的产品可用于各种电热领域。另外由于现有PU导电膜产品比较柔软，抗拉强度差，可以通过背部贴合PET胶膜解决此种短板，解决有些客户在后期加工时容易变形的问题。

PS:目前公司JH6000系列单面导电产品中，JH6000T就是PU导电膜和PET薄膜复合的产品，此款产品多用于各种低温电热领域（作为加热电极使用）。



— 02 —

非永久性防静电薄膜 — 静电耗散材料

静电耗散材料说明

表面电阻率等于或大于 $10^5\Omega/\square$ 但小于 $10^{12}\Omega/\square$ ，体积电阻率等于或大于 $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 但小于 $10^{11}\Omega\cdot\text{cm}$ 的材料称为静电耗散材料。这种材料的静电电荷在其表面的移动速率虽大大低于静电导体，但当其受到摩擦时，表面产生的电荷可以较快地扩散和泄露。因其电阻率较高，不会造成材料放电，可以用作ESD防护包装和一般的ESDS产品生产装配的环境的传递中。使用时通常也要采取接地措施。这类材料多是高分子材料掺入导电材料（抗静电母粒或导电炭黑）混合而成如今，也有表面涂布的方式。

以上摘自中华人民共和国军用标准-防静电包装手册。

非永久性防静电薄膜-抗静电剂

前言-静电

未经改性的聚合物薄膜都是优良的绝缘体，其表面在与其它材料相互摩擦时极易产生静电。极端的说，在空气干燥的季节，搬动非真空包装的产品时，纸箱内空气因为位移，空气中分子相互摩擦也会产生静电，静电会向导电性能较好的位置位移，从而会产生静电危害。如果静电损害的对象为电器产品，轻则导致使用寿命变短，重则直接击穿电器元件；如果静电损害的是易燃易爆物品（包括易爆的纳米级化工原料），则会引起火灾和爆炸。如今，几乎所有的电子电器产品、微电子、航空、精密光学等领域生产厂家都意识到静电的危害，在其生产、包装、运输的各个环节都加强了静电的防护。

聚酯薄膜改性-抗静电剂

主要有外涂和内加两种方式：

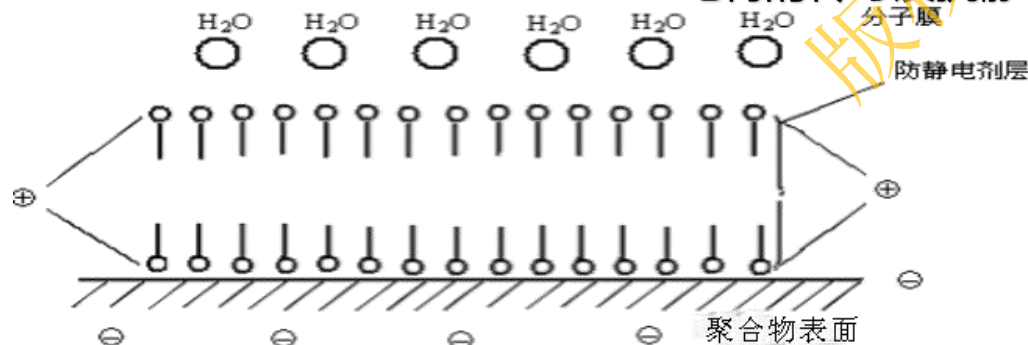
外涂法是将抗静电剂通过刷涂、喷涂或浸涂等方法涂敷于制品表面。

内加法是将抗静电剂在配料时加入到材料中去，使其均匀分散在整个聚合物内。

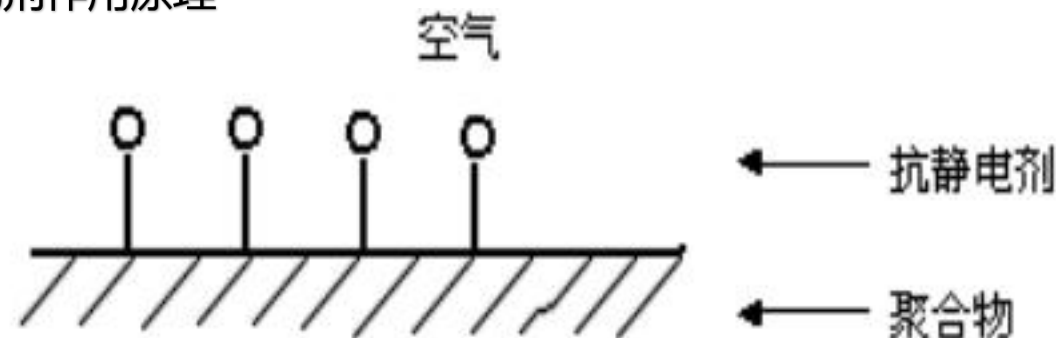
抗静电剂的作用原理

添加型抗静电剂的作用机理主要是抗静电剂的亲水基团增加薄膜表面的吸湿性，吸附空气中的水分，形成微薄的水膜，起泄漏电荷的作用。也可增加薄膜表面的光滑性，降低摩擦系数，防止摩擦起电。涂层型抗静电剂的作用机理主要是增加薄膜表面的离子浓度，以阴离子中和正电荷或以阳离子中和负电荷的方法防止电荷积累。介电常数大的抗静电剂可增加摩擦体间的介电性，使介电损耗增加，起到抗静电作用。

电荷的传导及抗静电剂作用原理

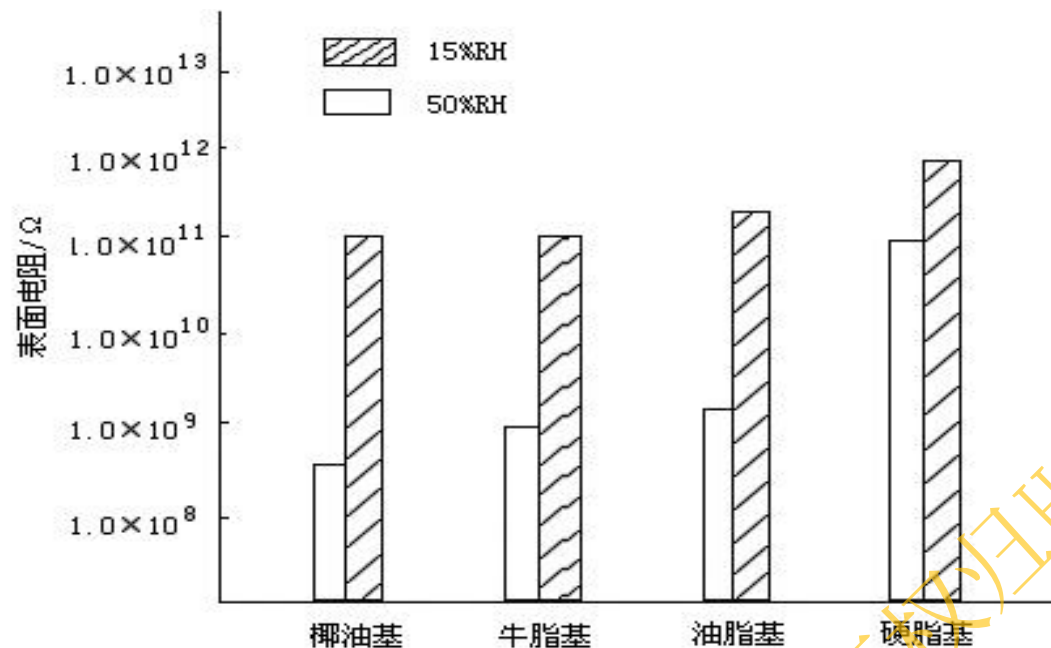


聚合物防静电示意图

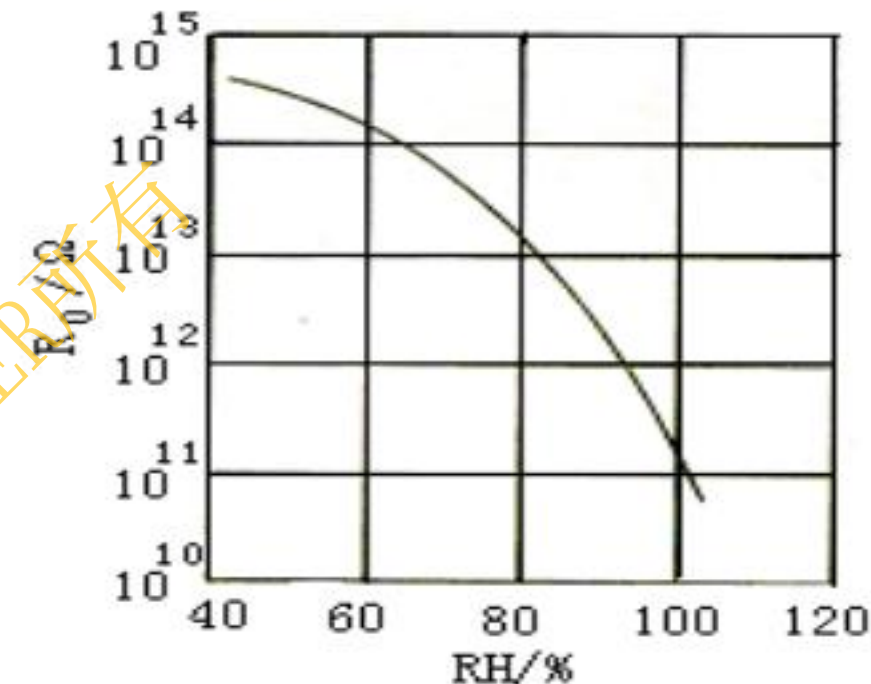


抗静电剂分子在聚合物表面吸附示意图

非永久性防静电薄膜-抗静电剂



1-月桂基聚氧乙烯醚(n=8); 2-月桂基聚氧乙烯醚(n=12); 3-失水山梨醇聚氧乙烯单月桂酸酯(n=12);
4-月桂基聚氧乙烯胺(n=15); 5-月桂基三甲基氯化铵; 6-月桂基甜菜碱
图17-11 用结构不同的抗静电剂按织物重量的0.5%吸附于各种纤维上干燥后在相对湿度40%下放置24h后的表面电阻

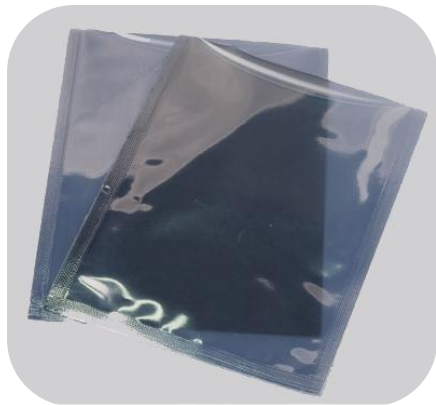


相对湿度对抗静电效果的影响

表面电阻 R_0 与相对湿度RH的关系（聚烯烃）

综上所述，内添和外涂的方式都是通过抗静电剂的原理在聚合物表面形成一层抗静电油膜，从而使绝缘的聚合物拥有了抗静电性能。但是这种方法，通常受环境温湿度的影响，表面电阻率通常不稳定，且随着抗静电剂的挥发，通常时效只有10-12个月，所以是非永久性的抗静电材料。

非永久性防静电薄膜-产品展示



JH2010防静电屏蔽袋



JH2020防静电铝箔袋



JH1010黑色防静电PET引导带

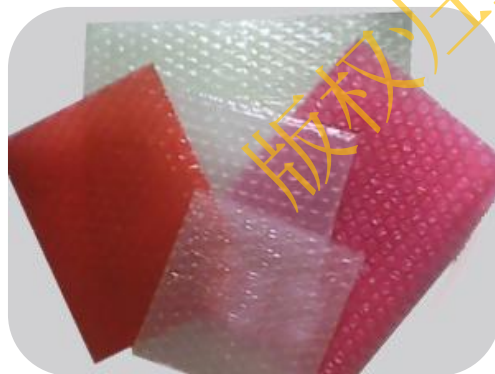


JH1040 PI引导带-防静电

以上四款产品就是通过表涂方式实现材料的抗静电（防静电）性能的。



JH2040 防静电PE袋



JH2050 防静电气泡袋

而左图的两款PE聚乙烯制品是通过内添的方式实现材料的抗静电（防静电）性能的。

— 03 —

永久性防静电薄膜 — 静电耗散材料

静电耗散材料说明

表面电阻率等于或大于 $10^5\Omega/\square$ 但小于 $10^{12}\Omega/\square$ ，体积电阻率等于或大于 $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 但小于 $10^{11}\Omega\cdot\text{cm}$ 的材料称为静电耗散材料。这种材料的静电电荷在其表面的移动速率虽大大低于静电导体，但当其受到摩擦时，表面产生的电荷可以较快地扩散和泄露。因其电阻率较高，不会造成材料放电，可以用作ESD防护包装和一般的ESDS产品生产装配的环境的传递中。使用时通常也要采取接地措施。这类材料多是高分子材料掺入导电材料（抗静电母粒或导电炭黑）混合而成如今，也有表面涂布的方式。

以上摘自中华人民共和国军用标准-防静电包装手册。

永久性防静电薄膜

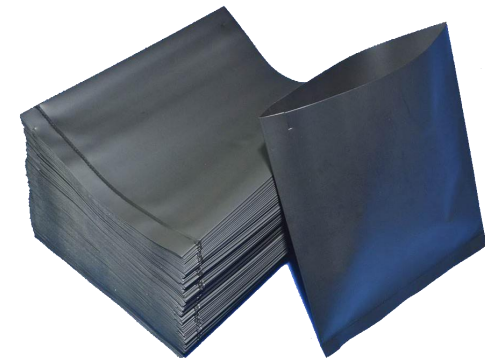
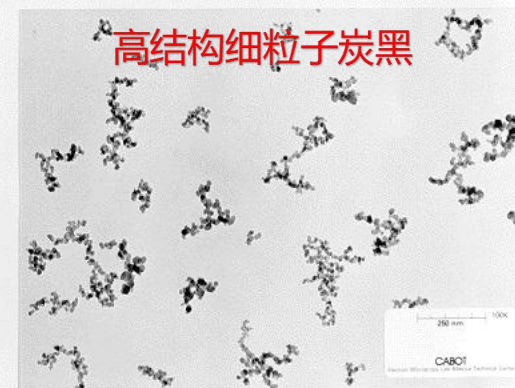
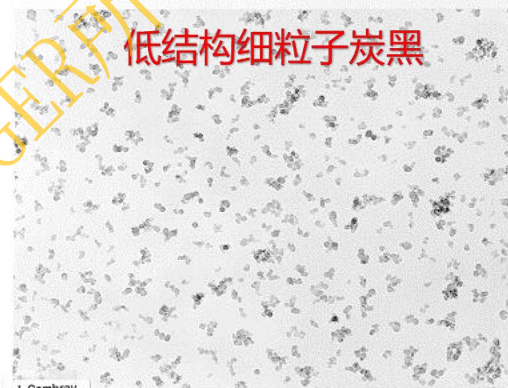
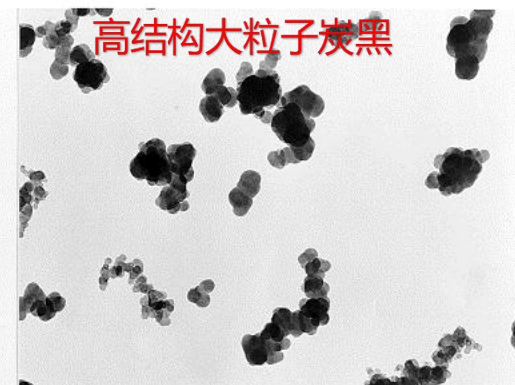
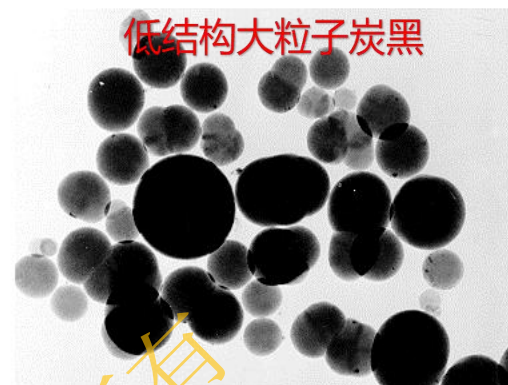
一、表涂方式

目前市面上有号称涂布实现永久性防静电的抗静电剂，可以通过涂布实现材料的永久性防静电，产品具有高透光、透明等特性。其原理是将亲水基抗静电材料调换为纳米级的导电高分子材料，此种方法是解决了传统抗静电剂的不稳定性，但是由此工艺做出的产品，在使用过程中摩擦、酒精擦拭等还会对涂层产生损伤，进而影响其成品的防静电性能，所以这种还并非真正意义上的永防解决方案。

二、内添方式

在聚合物中内添导电炭黑的方法可以实现真正意义上的永久防静电。炭黑加入到塑料中后，由于炭黑的填充量和分散程度不同，使得炭黑在塑料中的导电机理是不相同的。一方面是由于炭黑发达的结构，使炭黑粒子之间相互接触形成导电通道；另一方面是由于炭黑粒子数量不足，或分散均匀后，炭黑粒子之间不能互相接触，在炭黑粒子之间有一层薄的树脂形成势垒，电子不能直接流通，但当有电压时，电子可以靠隧道效应导电，即电子要在势垒处发生电子跃迁，形成隧道导电。实际上，在聚合物复合物导电过程中，这两种导电机理是同时存在的，只是导电的效率不同而已。

内添炭黑制作出的永久防静电薄膜材料，表面电阻率均匀且不受环境温湿度影响，膜体表面平整不掉粉不发尘。由于添加了炭黑，此种材料还具有优良的遮光性能，光透过率为0%。另外此款材料表面没有表涂方式的油膜，所以制作成袋子包装纳米级化工颗粒、液体油墨及类似的产品时，可以轻易的将袋内的包装品倒出，不会有袋子粘附倒不干净的现象。



— 04 —

导电薄膜

— 导静电材料

— 静电屏蔽和电磁屏蔽材料

— 导电材料（碳膜）

在已知的材料中金属的导电效果公认是较好的，其中金、银（银在已知的金属中最为特殊，是唯一的一种，在被氧化后仍具有优良的导电性能）的导电效果最佳，但因价格较高，无法大规模进行应用。铜的性能较好且价格相对较为便宜，故被广泛的应用于日常生活之中。目前超薄的铜箔、铝箔等金属卷材的加工技术已比较完备，故在许多领域已广泛应用。

我们日常所提及的导电、屏蔽、导静电材料中有金属、导电塑料、金属丝（线）浸渍材料、导电层压板等，但是目前HAOUGE公司着重于在聚合物中内添导电炭黑、石墨烯、碳纳米管等导电材料的方法来制备薄膜。内添的方法等同于上章节提及的“永久性防静电薄膜-内添方式”，根据表面电阻率要求不同，来使用不同的添加量，或者通过几种导电材料的复配技术来实现特殊规格的产品要求。

导静电材料

定义

表面电阻率小于 $10^5\Omega/\square$ ，体积电阻率小于 $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 的材料。这种材料通过接地将表面积聚的静电电荷泄露达到防ESD目的，但电阻率很小的导静电材料也不适合用于作防ESD包装。因为这种包装置于静电场中，表面积聚的电荷会向被包装的ESDS产品放电，造成产品失效。能满足这类电阻率的材料有某些金属、导电塑料、金属丝（线）浸渍材料、导电层压板。导静电材料还可以包括与静电耗散材料相同的材料，根据下列关系式：

$$\rho_s = \frac{\rho_v}{t} \text{ 或 } \rho_v = \rho_s \cdot t$$

ρ_s —表面电阻率, $\Omega/\square$

ρ_v —体积电阻率, $\Omega\cdot\text{cm}$

t —厚度, cm 。

最小厚度为0.1cm，体积电阻率恰 $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 的导电材料，当厚度小于0.1cm时，可将其划分到静电耗散类材料中。

以上摘自中华人民共和国军用标准-防静电包装手册。

应用

JH5064 导电PE条是导静电材料中的一个最典型的代表，其是由黑色导电聚乙烯卷膜加工而成，主要用于净化车间无尘室无纺布鞋套的底部，使用时将导电条塞入使用者袜内，导电条接触皮肤，使用者体肤静电入地，从而达到防静电效果。另外此导电条还用于防静电无尘工作鞋的鞋内底部，连接鞋内垫与防静电鞋底，从而使工作鞋达到最佳的静电泄放效果。

JH5064A 导电带又称为静电导泄带、高压树脂软管静电导泄条、电缆信号线用屏蔽带，是导电PE膜的另外一个高附加值的典型应用，主要用于高压树脂软管、各种液压油管管路的静电导泄，另外也用于各种信号电缆线及电线的外层屏蔽及余电释放。

综上，HAOUGER团队实现了导电薄膜各种表面电阻率的自由调节，为各种应用场景的使用带来诸多便利。



静电屏蔽和电磁屏蔽材料

定义

屏蔽材料是电阻率很低的导体，具有表面电阻率等于或小于 $10^4\Omega/\square$ ，表面受到摩擦一般不起静电，能用于屏蔽射频和低频电磁场，但因其电阻太小，易在静电场中产生静电感应和静电放电而损坏产品，故通常在屏蔽材料（例如：金属箔）内层复合一层静电耗散材料。这种具有屏蔽效果的静电耗散复合材料不仅可作ESD防护包装，还可用于火工品包装。

以上摘自中华人民共和国军用标准-防静电包装手册。

应用

右图五款产品即为典型案例。

拓展

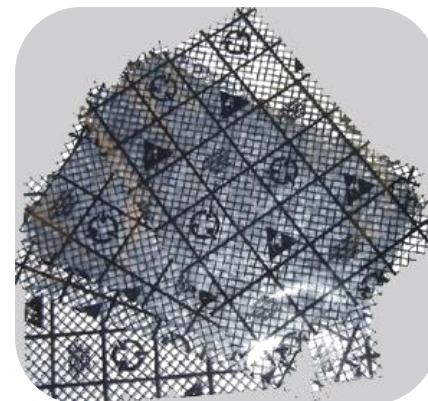
HAOUGER公司目前有三层共挤加工设备，成型后黑色薄膜实际是又三层材料高温粘合而成，可以通过调整每层原料的配方，实现层层表面电阻率不同，制作出特殊的屏蔽薄膜材料。



JH2010防静电屏蔽袋



JH2020防静电铝箔袋



JH2030 防静电网格袋
(导电网格袋)



JH3030防静电铝箔膜复合气泡袋



JH3040导电膜复合气泡袋

导电材料（碳膜）

定义

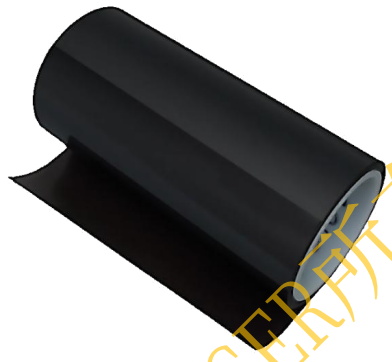
导电材料（碳膜）目前的界定比较模糊，没有现成的标准可供参考。HAOUGER公司通常使用欧姆表测量1cm间距进行读值，电阻范围通常小于等于50K Ω 。应用于电热、屏蔽领域通常使用四探针方块电阻测试仪进行测量，方阻的范围小于等于20K Ω 。

由于电阻值范围跨度较大，故与导静电材料、屏蔽材料及静电耗散材料有一定的重叠。但因其电阻值控制精度较高，所以在制备过程中相对难度较大。

应用

右图五款产品即为HAOUGER公司三大系列产品中的典型案例。

- >应用于各类美容、保健等理疗电极产品；
- >应用于各类检查、治疗、监护类医用电极产品；
- >应用于各类电器、电缆、航天、石化等电磁屏蔽产品；
- >应用于贴片电极、压感电路及各种柔性耐腐蚀电极产品；
- >应用于各种面式发热、保温、供暖及除雾类等低温电热产品；
- >更多应用场景持续拓展中。



JH600T单面导通PET基碳膜



JH600I单面导通PI基碳膜



JH600F单面导通布基碳膜



JH7000 双面导通PE基碳膜



JH8000双面导通PU基碳膜

THANK YOU

感谢您观看

以上信息涉及HAOUGER公司部分技术秘密，未经许可，谢绝外传！

版权所有
HAOUGER