

全国聚合物助剂论文报告会论文集

(第三集)

化学工业部化学助剂科技情报中心站

产品的发展规律

世界上任何事物都有一个发生、发展、衰落、消亡的过程，这是不以人们意志为转移的。工业产品，作为人们的一种劳动成果，也会经历这样一个从诞生到消亡的发展过程。

新产品总会代替老产品、淘汰老产品。产品的新陈代谢是历史的必然，是事物发展的必然规律，不以人们意志为转移。

目 录

一、塑料用抗静电剂	1
二、聚合物材料抗静电剂及其应用	8
三、浅谈添加剂在塑料共混体系中的作用	21
四、PVC糊加工应用对化学助剂的需求	29
五、增塑剂与PVC糊凝胶化关系的研究	38
六、增塑剂在PVC糊凝胶化过程中的扩散 动力学研究方法初探	45
七、五溴甲苯的制备和应用	49
八、阻燃剂丙烯酸五氯苯酯的合成	53
九、四溴双酚A衍生物的合成及应用	58
十、苯乙烯系树脂的阻燃研究	67
十一、顺丁烯二酸二丁酯的生产及用途	83
十二、QDH—1涤纶长丝高速纺丝油剂研制	91

塑料用抗静电剂

北京市化工研究院

孙淑云

一、引言

塑料是绝缘体，由于摩擦和剥离在塑料制品上产生的静电积聚会导致吸尘、电击、放电和燃烧，常给工业与日常生活带来不便和损害。最近时期，集成电路和计算机的迅速发展，在这些领域中，塑料制品的静电损害尤为突出。据有关资料报导，仅1981年一年美国电子元件因静电造成的损失已不止五亿美元。

防静电措施早为人们所重视，现今美国、苏联、德国、日本、英国和澳大利亚等国相继制定和颁布了各种防静电法规，使防静电技术得到迅速普及。工业领域的静电防护措施有很多，如：控制物料的运动速度，接地，采用各种静电消除器，增加环境湿度和降低电阻率加快带电体电荷的逸散等。其中降低电阻率是向绝缘体中加入导电填料或抗静电剂以增加其导电性，这是简单易行为塑料加工行业广泛采用的方法之一。美国是抗静电剂消费最多的国家，预计90年达到6200吨^①，烷基氧化乙烯加成物是西欧，美国消费量最大的内用抗静电剂。由于有毒物质控制条例（TOSCA）和一些政府部门法令施加的影响，目前，低毒和无毒抗静电剂比较受关注，而耐高温的、使用持久、不起霜的以及新型多功能浓缩母料的研制进展很快。

我国防静电工作起步较晚，随着塑料制品在工业与民用方面的广泛使用和近代塑料加工不断向高速度发展，静电危害问题也越来越突出。1981年以后国家陆续公布和完善了各种防静电法规，其中规定了塑料制品的使用最高电阻值。因此，刺激了抗静电剂的发展，一批适用的抗静电剂竞相问世。北京市化工研究院的ASA-10在这种情况下应运而生。今天，我们已经发展成为ASA抗静电系列产品，它包括适用于各种高分子类型的抗静电剂和相应的浓缩母粒以及与此有关的技术服务。

二、抗静电剂的分类、性能和使用方法

1、外用型抗静电剂：以高分子型和复合型表面活性剂为主体。前者是带有阳离子或两性型离子集团的高分子予聚物和封端剂的混合物，在树脂表面进行热处理后，予聚物聚合形成导电薄膜，其持久性优于后者。它们的使用方法有：

(1)喷涂浸渍法：将抗静电剂配成一定浓度的溶液，喷涂、浸渍在制品表面，并用空气或热风干燥。

(2)分子涂层法：将抗静电剂溶液通过超声波以0.01~0.02微米的厚度沉积于塑料制品上②。

外用型抗静电技术应用方便，操作简单、快速、经济。缺点是抗静电涂层易脱落，效果不持久。

2、内加型抗静电剂的种类较多，主要有：

(1)亲水性表面活性剂：工业中做抗静电剂用的表面活性剂主要品种见表1。

(2)导电添加剂：金属粉末、导电纤维、碳黑等。控制导电添加剂的使用量，可以方便地调节其制品的抗静电性能，但要满足某一临界值，才能较大地改善抗静电性能。

(3)金属茂化物：如双(甲基)茂基钴及其类似物，因耐热性较差(200℃左右分解)，限于低加工温度聚合物。

(4)新烷氧基有机金属化合物：以新烷氧基钛酸盐和锆酸盐(或酯)为主成分的复合物，用量小，在聚合物中形成不起霜的有机金属电子传递通路而显示导静电作用，其导电性与周围湿度无关。

内加型抗静电剂的使用方法可以分为以下两种：

(1)反应型抗静电剂：通过接枝与共聚，使聚合物结构中带有较多的极性基团或离子化基团，降低电阻，增加导电性。

(2)混入型抗静电剂：是将抗静电剂均匀地分散于高分子材料中。

以上两种方法比较，抗静电剂的加入量，后者仅为前者的三分之一。而前者要达到与后者同样的抗静电效果相当困难③。

表1、表面活性抗静电剂的主要品种

种类	结构	主要组成	适用树脂	特点
阳离子	季铵盐类	亲油基：单烷基、双烷基 离子对：卤素、磷酸、高氯酸、有机酸	PVC	抗静电效果好 一般热稳定性欠佳，有着色作用毒性较大
非离子型	脂肪酸多元醇酯	亲油基：单烷基、双烷基 多元醇：甘油、山梨醇、聚甘油、聚氧乙烯聚氧丙烯	聚烯烃 ABS	与树脂相容性好，耐热稳定性好，抗静电效果好，无毒（或低毒）
	聚氧乙烯加成物	亲油基：烷基胺、烷基酰胺、脂肪醇、烷基酚 亲水基：聚氧乙烯、聚氧丙烯和聚氧丙烯		
两性型	甜菜碱丙氨酸盐	阳离子部分：烷基胺、烷基酰胺、咪唑啉 阴离子部分：羧酸盐、磺酸盐	聚烯烃 PS ABS	抗静电性能较好
阴离子型	磷酸盐型	亲油基：脂肪醇多氧乙烯	聚烯烃 PS、ABS	对材料机械性能影响较大，导致抗冲强度下降
	磺酸盐型	亲油基：烷基、芳烷基	PVC	

三、抗静电剂的作用机理

1、吸湿性表面活性是通过向表面迁移，吸收空气中的水分形成导电通路，消除静电荷。它们的抗静电作用与空气中的湿度密切相关。

2、导电添加剂：金属粉末或碳黑，分散在塑料中，导电机理一般解释为2种：其一，导电粒子在间距小于 $10\text{\AA}$ 时，在电压作用下形成导电通路，即导电能带作用。另外，电子在被非导体聚合物分隔开

的导电粒子之间，隧道跃迁产生的导电也起比较重要的作用（4）。总之，导电粒子在塑料中的导电性，应是各种导电机理在不同条件下贡献的统计平均值。

3、金属茂化物：在相邻的芳香环之间，由于 π 电子的离域效应，使得电子传递比较容易。如双（甲基）茂基钴及其衍生物，分子结构如图1所示。

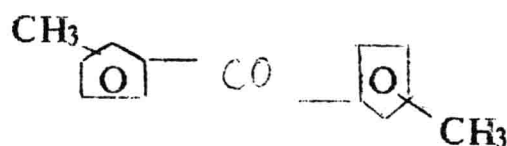


图1、双（甲基）茂基钴的分子结构

4、新烷氧基有机金属化合物：某些含新烷氧基钛酸盐和锆酸盐（或酯）的配方，对聚烯烃类、聚酯类等有明显的抗静电作用，用量少、效果显著，它们在聚合物中形成有机金属化合物内部电子传递通路，传递静电荷，其导电性与环境湿度无关。它耐高温耐抽提，是用于低温环境的理想抗静电剂。

四、影响抗静电剂效果的主要因素

1、与塑料的相容性：抗静电剂与塑料要有适度的相容性。影响相容性的因素主要有：

（1）极性：抗静电剂与塑料极性之间应保持适当平衡。极性相近者相容，极性差别大的混合困难，还影响塑料表面质量及加工性。

（2）构成高聚物的分子结构：在与分子结构有关的参数中，首先考虑的是玻璃化温度（ T_g ），在此温度以下，高聚物分子呈冻结状态，在此温度以上呈微布朗运动状态，加入到其中的抗静电剂，借助于分子的链段运动向表面造迁移。玻璃化温度高的聚合物，抗静电剂很难向表面迁移而发挥作用。所以在此情况下，应选极性差稍大的抗静电剂，适当增加用量，有时为了加快迁移还要加热处理，以期尽快显示抗静电性。

（3）结晶状态：内加型抗静电剂，存在于高聚物的非结晶部分，借

助于分子的链段运动向表面迁移。因高聚物的结晶状态不同，抗静电剂的迁移速率不一样。

2、抗静电剂的表面浓度：抗静电剂在塑料制品的表面分布，必须达到一定浓度才能显示抗静电效果，这个浓度称为临界浓度。各种抗静电剂的临界浓度依其本身组成和使用情况而异。在PE吹塑膜表面涂复不同浓度的二羟乙基硬脂酰胺甲醇溶液，干燥后测得的结果见表2。

表2、抗静电剂浓度与表面电阻的关系

抗静电剂溶液的浓度 (%)	以涂复量为基础计算出的表面附着抗静电剂浓度 (mg/cm^2)	表面电阻 (Ω) 25°C RH60%
0	0×10^{-2}	$> 8 \times 10^{16}$
0.05	0.06×10^{-2}	$> 8 \times 10^{16}$
0.10	0.12×10^{-2}	$> 8 \times 10^{16}$
0.50	0.50×10^{-2}	2.6×10^{12}
1.00	1.10×10^{-2}	5×10^{10}
2.00	2.00×10^{-2}	4×10^8

由上表看出二羟乙基硬脂酰胺的表面浓度达 $0.5 \times 10 \text{ mg}/\text{cm}$ 时方显示抗静电作用。

3、与其它添加剂之间的关系和表面处理：复配得当是抗静电效果发挥的关键。抗静电剂与抗静电剂或抗静电剂与其它添加剂复合后，可能呈现最佳协同效应。如图2所示。

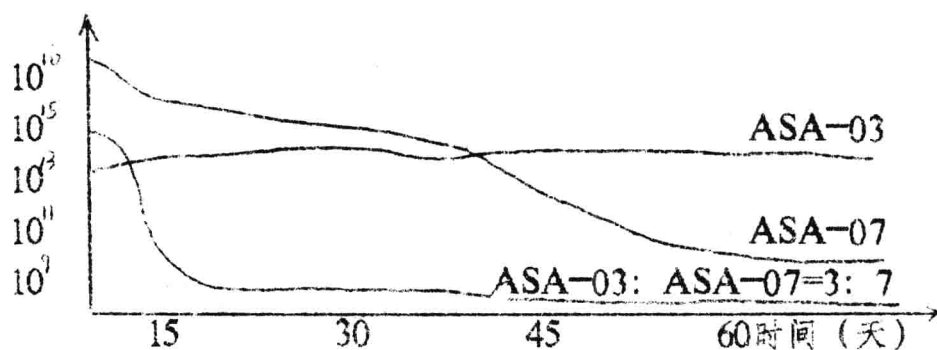


图2、抗静电剂ASA-03、ASA-07按3:7比例复合后显示的协同抗静电效应

增塑剂的加入会导致软质PVC制品抗静电效果的改变，如图3所示。某些润滑剂、稳定剂、颜料、填充剂、阻燃剂等也会影响抗静电效果。当稳定剂是金属皂类阴离子，抗静电剂是阳离子时，两者可能相互抵消。无机填料对抗静电剂的吸附性，尤其是阻燃剂与抗静电剂复合，可能出现的反协同作用等，在进行助剂复配时均应注意。

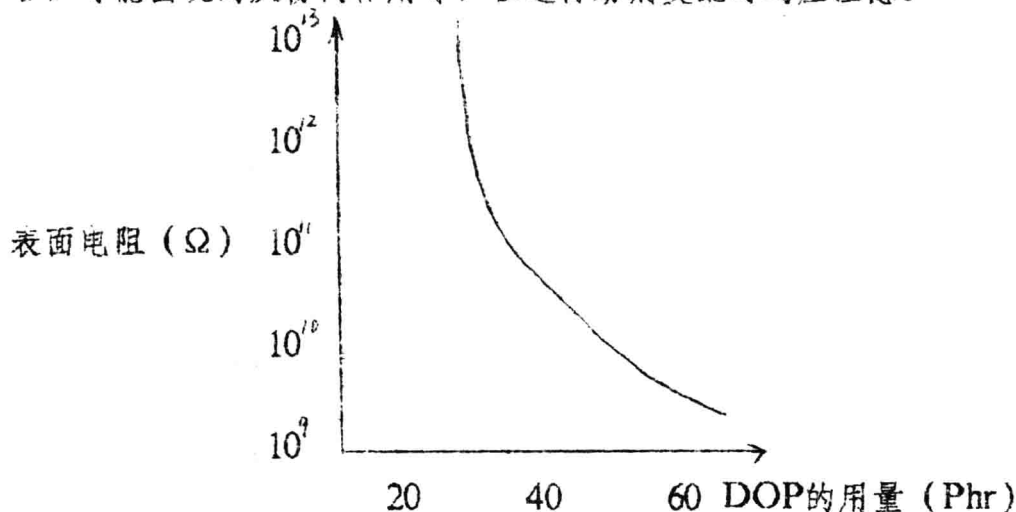


图3、ASA-500-4份，DOP20-60份时表面电阻的变化

另外，塑料表面进行适当处理，如使表面部分氧化而产生某种极性基团，它与抗静电剂相互作用往往有叠加效果，使抗静电效应得到充分发挥。

4、环境湿度：以表面活性剂为主体的抗静电剂，抗静电性能与环境中空气湿度密切相关，湿度大则抗静电性能好。若吸湿后抗静电剂能产生离子结构，塑料表面的导电性可大大增加。所以，抗静电剂与具有吸湿性的，能在水中电离的无机盐、有机盐、醇类等化合物合用，往往能促进抗静电效应的发挥。

5、其它：抗静电制品加工方法不同，抗静电剂的分散状态与迁移速度也不同，效果不同。对于不同的树脂，要想达到同样的抗静电效果需要按下列顺序递增抗静电剂用量。

LDPE、LLDPE、HDPE、PP

五、抗静电效果的判断：

以表面活性剂为主体的抗静电剂加入到树脂中去，一般在成型后的24~72小时内迁移到表面，7~15天后达最佳效果。增加抗静电剂用量，或不同类型的抗静电剂混合使用，能加速这个过程，具体效果如何，需通过测试确定。

常用的测试方法有测定表面电阻率和体积电阻率，测定试样的摩擦起电情况，测定试样的静电半衰期。一般情况下测定1~2个参数就可以了。测量工作通常在气温25℃、相对湿度65%的环境中进行。测量前试样要在相应的环境中放置24小时，要保持试样的清洁。对同一静电参数如果用不同的测试仪器或不同的测量方法测试，所得结果可能相差很大，因此对测试仪器或测试方法应预先标定或提出明确要求。

对防静电制品的防静电性能是否符合要求，除特殊规定外，应根据其产品特点和使用情况而定。

六、国内抗静电剂的主要品种和今后发展

目前我们塑料用抗静电剂有几十个品种，但效果显著并形成生产能力的尚少，年生产量无具体统计，据有关部门估计，塑料与纤维用抗静电剂合计，不超过500吨/年⑥。其中用量较大的有阳离子季铵盐类，如我院的ASA-150、ASA-153、抗静电效果较好，无毒，耐受230℃以上的高温，特别适用于PVC中，效果突出。非离子型抗静电剂，ASA-10、20……90，可用于各种类型的聚烯烃、ABS和PS中，是目前抗静电剂中用量最大的一种，其中，ASA-50特别适用于制成浓缩母粒用在BOPP中，ASA-10是一种无胺、无刺激的抗静电剂，适用于电子元件的包装薄膜中。KSM—1系列抗静电浓缩母粒的研制成功，取代了同类进口母粒。今后还要不断开发耐久性、稳定性好的、低毒、无毒的抗静电剂及不受湿度影响的不起霜的抗静电剂。

七、参考文献：略

聚合物材料抗静电剂及其应用

杭州市化工研究所

王坚毅

一、静电危害及对策

大多数聚合物材料具有优越的电绝缘性能，它们在许多工业中得到广泛的应用。然而，聚合物材料的高电阻率在使用中往往带来了：当它们与其它材料表面接触或摩擦后，其表面很容易产生静电和积聚，这些静电荷可以在聚合物表面停留几小时甚至几天，引进吸力和斥力。有时会产生电震、电击，甚至火花放电。一个微小电火花则会导致可燃性气体、蒸汽及粉末的燃烧或爆炸。因此，给许多工业生产带来极大的危害。

静电不仅危害一些工业及日常生活，并已危害到空间领域。1967年两发代号为c-10和e-14的大力神IIIc、火箭，分别在起飞后95秒和75秒时发生恣控异常和偏离轨道。其原因分析，认为是系统内部塑料部件静电放电而引起制导计算机误动作而发生故障①。

石油产品在输送、储存等工序中很容易产生静电。如1969年国际航运公司统计，共有20万吨级油轮3艘，由于洗轮发生喷雾静电引起爆炸而沉入海底②。1983年，日本学者提出对绝缘体放电最小引燃能量为数百微焦的丙烷类，电位在30KV以上就能引燃③。近20年来，我国石化企业所发生较大的静电事故20余起，据分析事故原因，大多是由于设备与塑料等绝缘零部件之间，油品流动等引起静电放电所造成的，有的造成高达百万元以上的经济损失。至于聚合物材料成型加工及使用过程中静电引起的种种障碍已举不胜举。多年来，工业防静电问题已得到了世界各国的普遍重视，特别是对易燃、易爆环境（如煤矿井下、化工企业等）、产品（如火炸药等）和电子产品（如计算机、MOS器件等）的操作和生产中的安全问题更为人们所关注。随着聚合物材料的发展应用面日益广泛，有的材料如塑料正在代替金属而加以推广使用，如煤矿井下所采用的各种非金属制品，这就

使得对于静电的控制与防止更显得重要。从上述情况可知，静电危害已成为聚合物材料所涉领域内的一种公害。由此，对聚合物材料抗静电技术的开发是消除各种静电灾害的有力对策。对它的深入研究已成为我国科研与生产的重要课题，也展现了良好的应用前景。

防止聚合物材料的静电方法很多，如采用静电传导—消电器；调节空气相对湿度；进行聚合物材料表面改性，利用导电性物质进行表面的化学或物理处理等。其中比较常用的方法是利用导电性化学物质—抗静电剂来改变聚合物材料表面电性能。

通常的抗静电剂在化学结构上属于表面活性剂或导电性物质，有时候往往需要通过化学或物理的方法加以改进，才能适应各种树脂的应用需要。

1、抗静电剂主要原料来源及性能简述

(1)阳离子型表面活性剂

如脂肪胺类的无机酸盐、有机酸盐、咪唑啉衍生物、脂肪胺的环氧乙烷加成物、季铵盐等。这些化合物其抗静电性能优良，但耐热性能比其它表面活性剂要差，有刺激皮肤等缺点。通常用于外部抗静电处理的场合较多，若作中添加剂使用需要经过改性及同时考虑总配方，提高其耐热性才能使用。

(2)阴离子型表面活性剂

如高碳醇磷酸酯盐、烷基烯丙基磷酸酯、聚苯乙烯磺酸铵等。在耐热性及抗静电效果方面都比较好，但与树脂的相容性差，往往会影响制品的透明度。

(3)非离子型表面活性剂

主要是一些含氮型及非含氮型的聚氧乙烯衍生物。耐热性能良好的相容性，对聚合物材料的物性无不良影响，但添加量大于离子型表面活性剂。

(4)两性表面活性剂

如丙氨酸胺、烷基咪唑啉两性金属盐等。抗静电效果类似于阳离子型，耐热性能不如非离子型，但对于咪唑啉两性金属盐，其加工性

和热稳定性均较好。也无表面析出的现象。

(5) 无机电解质和金属氧化物

如 CuCl_2 、 CaCl_2 、 CaF_2 、 MgO 、 LiCl 等无机盐、各种金属粉末和碳黑。这类物质能提供材料以优良的抗静电性及导电能力。无机电解质由于在聚合物内部的扩散速度大，很容易从内部析出导致降低原有的抗静电效果。但用量多会直接影响制品的物理机械性能。有关此类物质详细情况不在本文中介绍。

2、抗静电剂的使用方法

按加入方法不同，可分添加法和涂复法二种。

(1) 涂复法

采用涂复法主要使聚合物材料表面附有一层抗静电剂物质、起到表面抗静电性能。通常可以配制成一定浓度的溶液，所使用的溶剂如水、乙醇、醋酸乙酯等。将这种抗静电剂溶液直接喷涂、浸渍或擦抹等工艺来处理材料表面，然后经过室温或热空气干燥而形成抗静电剂薄层。一般要求所使用的溶剂不对制品表面起化学作用。涂复法有使用简便、用量少，不影响加工配方及成型性能等优点，但使用寿命较短，是一种暂时性抗静电处理方法。

(2) 添加法

本法是在聚合物成型前将抗静电剂物质加到树脂中去，通过机械混合后进行成型加工。所得聚合物制品，抗静电剂分子由内部向表面迁移，并在表面形成均匀层后达到抗静电目的。这种方法是解决聚合物材料耐久性抗静电的一个主要途径。

对于不同聚合物材料所添加的抗静电剂用量不相同，现列举某些聚合物所使用的抗静电剂添加量见表1。

在选择抗静电剂时还应注意以下几方面：

① 聚合物材料的应用场合；② 加工温度的影响；③ 抗静电剂与其它助剂的相互作用；④ 是否改变制品的印刷性、焊接性、染色性及其他性能；⑤ 无毒性及推广价值等。

表1、抗静电剂一般添加量

聚 合 物 材 料	添 加 量 (%)
低 密 度 聚 乙 烯	0.01~0.05
高 密 度 聚 乙 烯	0.1~1.0
聚 丙 烯	0.5~2.0
聚 苯 乙 烯	1.0~1.5
A B S	1.0~1.5
A S	1.0~1.5
硬 脂 聚 氯 乙 烯	1.5~3.0
聚 酰 胺 纤 维	1.0~3.0

二、表面活性剂抗静电作用机理

无论是采用添加或外部表面涂复的方法，表面活性剂抗静电作用均基于以下两个机理：

(1)使表面形成导电层，静电荷可迅速逸散。

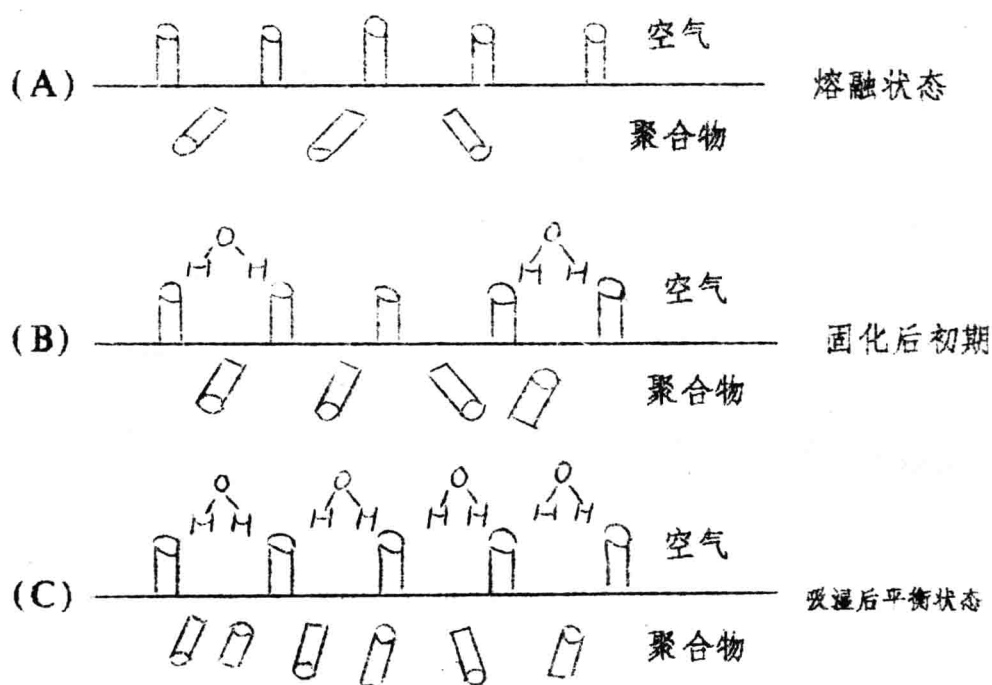
(2)赋予表面润滑性，减少摩擦系数，抑制和大幅度减少静电荷的产生。

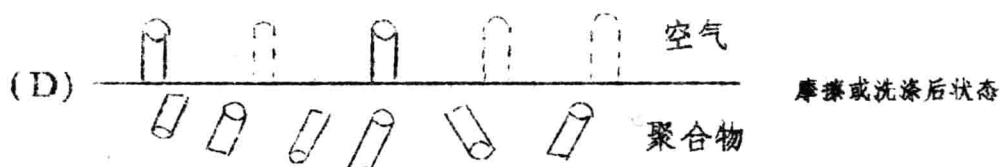
提高静电荷的逸散速度是抗静电剂的主要作用。抗静电剂的效果与降低聚合物材料表面电阻之间有着直接关系。抗静电剂的作用机理可作为以下探讨。

当聚合物中添加抗静电剂后，一般的抗静电剂都具有一定的吸湿能力，无论是离子型或非离子型的表面活性剂与聚合物有一定的相容性，它们可以借助于聚合物链段分子运动向表面迁移，当迁移到表面的抗静电剂分子达到一种临界浓度时（一般为 $0.5 \times \text{mg/cm}$ ），并在大气中产生同向的多层抗静电剂分子层，分子中亲水基团与空气

中的水分子氢键作用产生多层水分子层，从而形成极薄的水溶性导电层这就提供了静电荷逸散的通路。

对于极薄的水导电层可以解释为：当聚合物表面含有一定量的水份，这种水份在平衡状态与大气的相对湿度成函数关系。在一定的湿度下表现出一定的表面电能力。特别当极薄水层中含有杂质，例如溶解了微量的电解质，那末，其导电性要比纯水高出许多倍。这是由于含有电解质的水溶液能形成水合离子，静电荷就可以通过这种水合离子来迁移。对于离子型或非离子型的抗静电剂，由于它们的吸湿作用，其结果还可以使聚合物表面产生离子化基团也产生传导静电荷的作用。另外，对于离子型抗静电剂除了它的疏水部分与聚合物分子相亲和，而极性部分还能够提供离子导电的途径。由此可见，抗静电作用机理是由多种传导作用所形成的综合效能。需要指出的是：聚合物的化学组成对表面静电荷的逸散起有关键作用；抗静电剂的效果通常是依赖于环境的相对湿度，湿度愈大，表面电阻值下降就愈低。理想的单层抗静电剂分子层和吸附单层水分子为简单模型来解释内部添加抗静电剂的作用机理，见图所示。





注：“□”为抗静电剂分子

图1、添加型抗静电剂作用机理简单模型图

图1表示：聚合物在加工时其聚合物表面可以积聚大量的抗静电剂分子（A），当聚合物成型初期（B），表面还不能形成均匀水分子层，只有当聚合物表面吸湿达到平衡时（C）形成均匀水分子层，才能显示传导静电荷的能力。一旦表面经过反复摩擦或洗涤后（D），部分抗静电剂分子流失，破坏了原有的水分子层，失去均匀的水导电层。此时，再由内部的抗静电剂分子向表面继续迁移再吸湿而恢复抗静电性能，即从（D）→（B）→（C）。

有关抗静电剂品种，影响抗静电效果的因素等方面的内容，限于篇幅，请参见有关文献④⑤。

三、抗静电剂应用

（一）、抗静电剂的主要应用场合

（1）工业生产中防静电，特别是防止发生静电火花而导致易燃、易爆环境中火灾、爆炸等意外事故。如煤矿井下、化工厂等所使用的塑料、橡胶、合成纤维的抗静电技术的应用。

（2）塑料及合纤在加工过程中防止静电引起各种麻烦，如带静电的塑料、纤维会粘结在带中和滚筒上，产生相互缠结或排斥而影响操作，同时防止薄膜产品互相粘贴、吸附灰尘等不利因素。

（3）实现微电子及生产工艺装置“超净室”的防静电措施以达到无尘无菌的目的。另外在通讯和信息处理系统的纸张打孔带的防静电问题，透免纸带纠缠和错误的光读数所引起误差等。

（4）用于消除电子计算机和计算机辅助系统仪器外壳及有关电磁波的干扰。

(5)电子产品、电子元件的防静电，同时为提高产品质量所涉及到的这类产品的包装材料要求有严格的防静电的技术配合等一些场合。

(二)、衡量抗静电剂应用性能指标

衡量抗静电剂性能指标是经抗静电剂处理（无论是采用添加法还是涂复法）的聚合物材料受摩擦后静电质表面电阻及带电后衰减一半电压所需时间——半衰期。

(1)静电电压在300伏以上可能产生放电现象。

静电电压在2000伏时如合纤维物就有缠贴身体等感觉。

静电电压在7200伏时会给人体有电击感。

(2)表面电阻 $>10^{11}\Omega$ 抗静电性差。

表面电阻在 $10^{10}\sim 10^{11}\Omega$ ：抗静电性能尚好。

表面电阻在 $10^9\sim 10^{10}$ ：抗静电性能好。

表面电阻 $<10^9\Omega$ ：抗静电性能佳。

(3)半衰期表示静电荷逸散速度，一般以小于2秒为抗静电性能好。

(三)、聚合物材料抗静电剂应用实例

1、聚乙烯

聚乙烯是一种量大面广的塑料，它可以广泛应用于包装薄膜、容器、管件、电器元件等方面。解决聚乙烯塑料抗静电问题，通常可以采用添加羟乙基化脂肪胺类抗静电剂，效果十分理想。这类抗静电剂在国内聚乙烯塑料加工行业中已大量推广应用，尤其在各种包装薄膜中已有典型实例。如果聚乙烯100份，国产抗静电剂HZ—10.3份，分散剂0.02份及爽滑剂适量，即可使聚乙烯薄膜的表面电阻值达到 $10^9\sim 10^{10}\Omega$ 。这种薄膜还具有优良的开口性能。抗静电剂用量与聚乙烯薄膜的抗静电性能关系见表2。

对于一种高密度聚乙烯单向拉伸扭结薄膜还可以使用一种中级碳数的羟乙基化脂肪胺0.3份能使该薄膜的表面电阻达到 $3.0\times 10^5\Omega$ 。这种抗静电聚乙烯薄膜可广泛使用于各种自动化包装系统。

为了提高抗静电剂在树脂中均匀分散程度，在实际使用中采用添加聚乙烯抗静电母料是一种重要方法，这种方法为大多数成型加工厂