

塑料用吸湿性消泡多功能母粒的开发与应用

程 勇（深圳市金志成塑胶科技有限公司，广东 深圳 518000）

摘要：在塑料工艺中，功能母粒的主要应用是为赋予塑料制品在某一方面的独特加工性能，或为提高综合性能而所加入的加工助剂，功能母粒也叫母材，是对塑料制品内在加工效果十分关键的工艺助剂，而功能母材则是所有塑料制品加工助剂的浓缩部分，而直接加入则因为步骤繁琐、不易扩散等缺陷而使得加工效果不高，所以通常制作成母粒的形式加入。塑料加工成为一个巨大的功能材料在现阶段可以说是无处不有，形形色色的塑料制品应有尽有、琳琅满目，涉及到的应用领域也超级广阔。不过塑料制品在加工中，会普遍出现一种问题，即塑料组分中会存在少量的水分，这对塑料制品的加工效果非常不好。在双螺杆挤出造粒机中，塑料需要先加入熔融，这个温度会在至少在100℃以上，如果里面含有水分的话，水分在此过程中迅速气化，而且被熔融的塑料包裹而无法溢出，这些残留的水汽会留在塑料里产生孔穴及气泡，不仅影响制品的外观，而且会导致机械性能大幅下降。所以塑料加工中水分的控制非常重要。而塑料除湿消泡母粒的加入便能除去其中的水分，本文提出塑料用吸湿性消泡多功能母粒的应用，通过与其他功能助剂对塑料产品产生协同促进作用，为相关工作者提供参考。

关键词：塑料加工助剂；消泡；除湿

塑料工业的迅猛发展也催生了功能母材的蓬勃发展，目前，功能母材的品种很多，按照功能母材的用途来分类，如色母材，用作塑制件的着色。填料母材，可替代各种填料剂用来充填各类树脂工艺制品。阻燃性母材，用来提高塑料制品的阻燃效果能；抗紫外线母材，用来提高塑料制品的抗老化；起泡母材，用来起泡塑料制品如公交车坐垫等。多功能母材的研发一直是塑料制品发展的重要趋势之一，在高聚物中加入某种无机物或有机物，并与不同品种的阻燃高聚物共混，或用化学方法进行高聚物共聚、接枝、交联，使高聚物制品成本降低，或改善成型加工性能，或使制品各种性能得到改善，或在电、热、光、磁、燃烧等方面获得特性，统称塑料改性。通常，塑料改性分为物理方法改性和化学方法改性两大类。在塑料制品加工改性技术中，主要是向塑料中添加不同种类的改性剂，以达到生产加工性能的改进或产品性能的改性。随着地球石油资源的紧缺，塑料回收利用越来越普及，回收的塑料因经过清洗等工序，里面水分含量高，即使新料也会含有一定的水分，这些水分如果不能进行消除，在加工中会影响制品的性能。传统的除水方法是在加工之前进行烘料，这无疑增加了能耗、延长了制品生产周期，增加生产成本。目前，一种全新的方法——吸湿性消泡母料的使用能有效的除去塑料原料中的水分。而且在使用中无毒、无刺激、塑化性好等特点，能在成型加工时吸收大量的水分，可广泛用于再生料、受潮塑料以及降解塑料的加工，能够在保证产品质量的前提下保证成品率、提高生产效率、减少能耗并最终降低生产成本。这种消泡母料市场前景广阔，可用于聚烯烃、尼龙等多种塑料树脂及回收料，不但简单化了烘干工序，还可产生良好的经济效益。

1 塑料吸湿性消泡功能母料概述

吸湿性消泡也跟其他功能母料组成差不多，一般分

为四个部分，第一部分为母料的主体核心部分，起提高塑料吸湿除水的作用，对塑料加工过程进行消泡处理、降低成本等；第二部分为偶联剂，目的是提高核心物质颗粒与树脂间的结合力；第三部分为分散剂，目的是防止核心颗粒团聚，提高母料造粒过程中流动性；第四部分是增混物，由共聚物、均聚物或能够提高母料与树脂相容性的化合物组成，目的是提高与被改性树脂的相容性。

有时母料的结构单元并没有这样复杂，只有简单的两种或三种组成，此时改性的效果略差。为了使母料的各结构单元均含有这四个部分，在制造母料过程中，一定要使添加的各组分混合均匀。塑料母料吸水的原理是通过在树脂中添加碱金属氧化物，这些碱金属氧化物能在塑料制品加工时吸收游离的水分，水分吸收了气泡也就不存在了。母料的设计分为以下几个步骤：

1.1 功能粉体选择

功能粉体是决定母料性能的重要填料，对于吸湿性消泡母料首选氧化钙粉体。氧化钙就是一种优良的吸水添加剂，吸水量大，价格便宜，作为吸湿母料的粉体，能对塑料制品起到吸水消泡、增加强度的效果，但是氧化钙的添加量并不是越多越好，因为粉体粒径小，容易发生团聚，有研究表明添加量需控制一定范围，而且粒径选择宜10μm左右为宜。

1.2 偶联剂选择设计

无机填料加入有机树脂里面会存在相容性差的问题，所以无机填料都需要进行表面处理，通过加入硅烷偶联剂改善树脂的亲和性，提高填料的填充量，同时有利于改善树脂的加工性能。常用的偶联剂有硅烷类、钛酸酯、硬脂酸盐类等物质，其中硅烷偶联剂是较好的选择，其与填料和树脂的结合力强，价廉无毒，与其他交联剂配合使用还能发挥协同促进作用。

1.3 载体树脂基的选择设计

树脂在母料里面作为功能填料的分散体系，需要具有较好的相容性，可供选择的载体树脂有PE、PS、EVA等热塑性树脂。对于树脂的牌号选择应尽量使用高熔体流动速率的，确保加工性能好，切粒时不掉渣，操作起来容易。用各种高分子树脂为载体制备的吸湿性消泡母料，在配方设计上加入偶联剂、分散剂等助剂，不仅可以使吸湿剂分散均匀，充分发挥消泡的功能，还可以对基体树脂有一定的增强增韧的改性作用。

2 塑料功能母料应用的研究背景

复合材料的发展是继单组分材料之后出现的第二代材料，其应用前景之广、覆盖行业面之多都是毋庸置疑的。对于复合材料的改性具有以下方法：

2.1 共混改性

不同高聚物的共混是塑料改性的基本手段，共混改性就如同在铁中添加不同比例的碳元素一样，按碳元素的含量可使铁改性成为铸铁、钢。塑料共混，也是类同这个道理。详细理论请查阅有关的专业书籍。聚丙烯的共混改性是塑编的课题之一。聚丙烯PP具有较高的机械强度，优良的耐热性能，较好的耐腐蚀性、电绝缘性、刚性等。但聚丙烯的成型收率大，低温脆性，耐环境应力开裂性等较差，这些可以通过共混改性得到明显的改善。

2.2 填充改性

填充改性的首要目的是降低成本，节约原料。目前，随着填充技术的发展，已经从单纯的填充改性，降低成本，发展到填充功能性改性，改善塑料制品的某些物理性能，或增加新的功能。例如：氢氧化镁和氢氧化铝可使塑料阻燃，有消烟作用；滑石粉可以提高耐热性和刚性；高比重的重晶石可以提高音响特性；炭黑可以使其具有导电性和导热性；磁粉填料可以获得磁性塑料；玻璃纤维和石棉纤维可以获得增强的纤维塑料制品。当然，填充改性，不能保留原来材料的全部性能，往往是提高某种性能，降低某种不太重要的性能，以适合不同层次、场合的需求。在塑编行业中，最常用的填充改性剂是填充母料。填充母料即降低了成本，又改善了加工流动性。填充母料的填充表面处理很重要。近几年来，已经研究出适合各种填充剂用的表面处理剂。如钛酸酯偶联剂、铝酸酯偶联剂，它使母料中填充剂和载体有机地联结，使塑料混合、分散更均匀。

2.3 增强增韧改性

塑料中添加增强剂、增韧剂或添加其他助剂，使塑料产品的强度相对提高，韧性增加，称为增强增韧改性。填充，也是增强改性的手段之一。如PP树脂添加玻璃纤维，使产品具有高抗拉强度、冲击强度、耐热性等。

2.4 功能改性

塑料中添加各种功能性助剂，使塑料具有不同的功能和用途。我们可在塑编原料中添加一些铝、磷、锑、

卤素等物质或含有这些物质的母料（阻燃母料）使生产出来的编织布具有阻燃性能，在接近火源时不易着火，着火后燃烧速度和火焰传播速度缓慢，离开火源后又能自行熄灭。我们可以在塑编原料中添加抗静电剂，使生产出来的编织布无静电，适用于包装炸药等物质。我们也可以在塑编原料中添加着色剂或色母料，使生产出来的编织布具有五彩缤纷的色彩，它本身也是一种功能性改性。再如防老化改性、玻璃纤维增强改性等都可以认为是功能改性，只是分类方法不同。

近几年，市场原材料上涨对塑料加工成本控制提出了新的要求，塑料制品行业在节约使用原料的同时，积极寻找可再生资源及对资源重复回收利用已经是大家的共识。废旧塑料的回收利用已经不再局限于对生产是边角料的回收，还包括消费使用后塑料的回收利用。这些塑料根据使用情况进行分级分类处理，经过重新加工又被用作各种不同产品中。但是废旧塑料在回收使用中有一个难题就是塑料中的水分对再加工性能影响较大，如果不能及时除去，对制品将是致命的影响。所以企业在生产中会考虑通过上大型烘干设备对原料进行烘干处理，但是这个过程需要控制温度和时间，既耗时又耗能，还占用人力物力资源，是很不经济的方法。吸湿性消泡多功能母料对塑料中的水分进行消除，从而使生产的塑料薄膜不会产生气泡，保证制品不发皱。吹膜制品如果能有效降低水汽和气泡，在加工中加工温度和热封温度也能有效降低，进而改善薄膜的光学性能，提高薄膜的弹性模量等综合力学性能。如果做一个原料烘干工艺和使用吸湿母料的成本对比，如表1。从表1中可以看出开发吸湿性消泡多功能母料可降低薄膜制品的成本，对资源的回收利用及环境保护都具有积极的作用。

表1 吸湿性消泡母料的使用与烘干工艺对比

工艺	人工成本	设备折旧费用	耗电费用	生产效率
吸湿母料	无额外人工负担	无需额外购置设备	不用电	直接添加，节省加工时间
烘干处理	需要人工投入	烘干机产生折旧费	需要200℃加热能耗	延长了加工时间

3 吸湿性消泡母料的开发和应用

3.1 功能母料制备工艺方法

塑料母料的传统加工技术按工艺路线可分为两辊开炼法、密炼法、挤出法3种。而新技术则分为聚合物包裹技术、液相共混法、熔融相共混法、分子自组装技术等。

3.1.1 聚合物包裹技术

聚合物包裹技术是采用一些特定的方法在助剂表面包覆一层聚合物，使助剂表面活化，改善助剂与载体树脂界面的粘结性能。 CaCO_3 特强增韧填充母料（CPM功能型母料）采用粒径为 $10\mu\text{m}$ 的 CaCO_3 ，经双层表面包膜处理后可在 CaCO_3 粒子表面形成一层既能与 CaCO_3 以化学键形式相结合，又能与基体树脂产生强亲和力的新

型界面。在加工助剂的作用下，经双层表面包膜处理的CaCO₃粒子与载体树脂在双螺杆挤出机中混炼，形成均匀的分散体系，使母粒具有补强增韧的功能。

3.1.2 液相共混法

该方法的操作步骤是将载体树脂溶解在选定的溶剂中，然后加入助剂或助剂的分散液进行搅拌混合。由于混合是在液相中进行的，所以混合效果非常好，且载体树脂对助剂形成一定包覆，提高了助剂的分散性及助剂与载体树脂界面的粘结强度。

3.1.3 熔融相共混法

该方法与液相共混法基本相同，不同之处在于不是将载体树脂溶解在溶剂中，而是先将载体树脂熔融，然后再加入助剂进行混合、分散。用该方法制备的母粒可以达到液相共混法的效果。

3.1.4 分子自组装技术

与传统方法加入功能助剂的方式不同，分子自组装技术是通过化学反应将助剂的功能基团接枝到载体树脂上。这一技术在色母粒的生产中应用较早且技术已比较成熟，有研究者曾开发了一种分子组装抗菌化新技术，将经过优选的有机抗菌功能基团组装到高分子链上，制备得到抗菌母料。通过化学接枝将抗菌剂接到载体树脂上，制备的抗菌母料在使用时没有渗出的隐患，与基体树脂的相容性好，耐热性能高。

3.2 吸湿性消泡母料在塑料薄膜制品中的应用

薄膜中消泡剂的使用首要条件是疏水性，其原理如下图1。当疏水性母料加入塑料制品体系后，里面的疏水吸湿填料由原来的疏水表面变成了亲水表面，于是亲水表面进入树脂中的水相，导致了水性泡面的破坏，起到吸湿的作用。有研究表明吸湿性母料的加入对PE薄膜的力学性能也有一定的提高，数据如图2。可以看出母料的使用之后拉伸强度提升了约10%，这对薄膜的使用性能有重要的影响。

吸湿性功能母料最广泛的应用场合是薄膜、包装袋、片材等生产企业，针对企业生产产品种类不同量身定做。对于未烘干的原料，加入吸湿性消泡母料的用量在5%以内即可，对于PE吹塑中加入消泡母料因产品能起到塑化均匀、混炼充分的作用，因为这种吸湿性消泡母料与PE的亲和性好，在加工成型中除吸收水汽外，还会吸收一些不明气体，可较好地消除薄膜中的气泡和表面粗糙度问题。吸湿性母料对薄膜的光学性能也会产生影响，薄膜的光学性能有表面光泽度和雾度，光泽度主要反映薄膜表面的平整度和对光线的烦神特性情况，雾度就是薄膜制品的肉眼可视度，看上去是否不清晰、浑浊。光学特性主要是薄膜表面和内部的光线散射产生的。当光线通过平整光滑表面时，一部分被薄膜吸收，其余部分会全部透射出薄膜，这时候薄膜的透明度会较高。当薄膜表面不平整时，光线除一部分被薄膜吸收后，另一部分会在不平整的表面产生漫反射，透射的光强度会

被减弱很多，薄膜看上去透明度会降低。有研究表明，吸湿性消泡功能母料的薄膜有较好的光泽，产品外观较好。

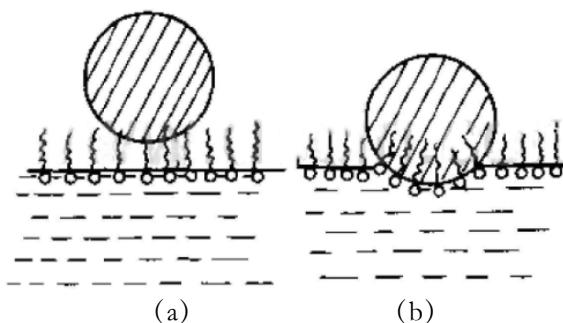


图1 塑料制品薄膜消泡机制

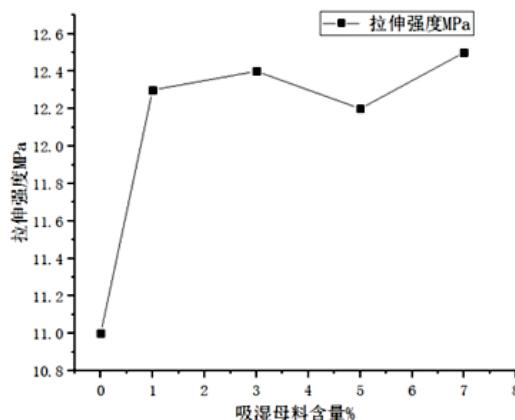


图2 吸湿性母料对PE薄膜力学性能的影响

4 结语

功能母料的应用不仅有吸湿消泡母料，还有阻燃母料、导电母料、发泡母料、发光母料等多种功能性母料，是将来塑料制品加工应用的一大趋势，而且越来越倾向于集多种功能于一体的母料的研制。其中吸湿性消泡母料具有广阔的市场前景，可用于聚烯烃、尼龙等多种塑料树脂及回收料的加工制作，吸湿性消泡母料的优选使用在塑料中有较好的分散性，对制品的外观和力学性能有明显的改善，除对薄膜制品具有消除气泡、稳定吹塑成型的优势外，还能不同程度的提高制品的质量和成品率，对薄膜的力学性能、光学性能及表面平整性都有不同程度的提高，同时不但简化了烘干工序，还可产生良好的经济效益。

参考文献：

- [1] 刘佳. 塑料消泡母料 [J]. 国外塑料, 2007(4).
- [2] 王仁龙. 塑编工艺之改性与母料概述(一)[J]. 塑料包装, 2019(3).
- [3] 陈更新. 塑料用多功能母料的创新 [J]. 上海塑料, 2015 (2).
- [4] 徐冬梅, 刘太闻, 张玉红, 曾长春. 塑料薄膜用母料研究进展 [J]. 工程塑料应用, 2014(10).

作者简介：

程勇（1976-），男，汉族，四川西充人，大专，研究方向：塑胶新材料研究。