

## 摘要

聚丙烯 PP 具有密度小、透明性好、耐热性优良、加工成型性好、功能化复合容易、原材料丰富、价格便宜等优点,广泛应用于包装、农业、建筑、汽车、电子电气等行业。但聚合物 PP 耐寒性差,低温易脆断,收缩率大,抗蠕变性差,制品尺寸稳定性差,低温韧性较差,耐光及抗老化性差限制了聚合物材料在结构材料领域中的拓展应用,因此,必须对 PP 进行改性处理。已有的聚丙烯(PP)改性方法有共聚、接枝、交叉等化学方法,以及弹性体共混、刚性有机粒子填充、纤维增强、纯纳米粒子增强增韧等物理方法,但存在材料综合性能差、制备工艺复杂或材料成本偏高等综合问题。本论文以 PP 材料的无机填料填充改性为研究对象,提出以滑石粉填充改性 PP 基材,且用磁性粒子  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  帮助其分散的思路,以期用简单的复合工艺,廉价的改性材料,提高 PP 的综合性能。论文通过用滑石粉填充改性 PP,磁性粒子  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  帮助其均匀分散来改善 PP 的综合性能。通过制备 PP/Talc 复合材料研究其性能的变化,通过对复合材料力学性能测试,来分析 Talc 填充改性 PP 的可行性。通过 DSC 分析磁性粒子  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  对 PP 及 PP/Talc 的成核效率及结晶度的影响,通过 XRD 分析 PP/Talc 晶型的变化,通过流变分析复合体系的流变行为,通过 SEM 分析 Talc 在 PP 中的分散情况,来深入探讨印证磁性粒子  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  改善 PP/Talc 复合体系性能的原因。

**关键词:**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 聚丙烯 (PP), PP/Talc

英文

## 第 1 章 绪论

### 1.1 研究背景

自 1957 年在意大利最先实现工业化生产之后,聚丙烯迅速发展成为三大通用塑料之一,产量第二,消费量第三,且工业上对聚丙烯的需求逐年上升<sup>[2]</sup>。。。。。

### 1.2 聚丙烯的概述

聚丙烯是在 1954 年由意大利的纳塔教授利用络合催化剂合成制得的具有高等规度的结晶性聚合物。聚丙烯与聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、ABS 等其他通用热塑性塑料相比,密度最低,其相对密度只有 0.89-0.91g/cm<sup>3</sup> 透明性好,耐热性优良,能在 120℃ 下连续使用等;聚丙烯几乎不吸水,具有良好的化学稳定性,除发烟硫酸及强氧化剂外,与大多数介质均不起化学反应,它还拥有良好的电绝缘性和较小的介电率。聚丙烯的加工成型简单,可用注射、挤出和中空成型等多种方法高效率地成型

各种制品,聚丙烯几乎无毒,且可耐高温消毒,因此可用于制作家庭用品和医疗器械等,价格低廉来源丰富,屈服强度、拉伸强度以及弹性模量较高。但是,聚丙烯也存在一些不足之处,其最大缺点是耐寒性差,低温易脆断;其次是收缩率大,抗蠕变性差,制品尺寸稳定性差;与传统工程塑料相比,聚丙烯存在耐候性差,耐光、耐热及抗老化性差,亲水及抗静电性能差,涂饰、着色和粘合等二次加工性能差,与其它极性聚合物和无机填料的相容性差,使其在建筑、运输等工业领域中的应用受到严重阻碍和限制<sup>[3,4]</sup>。因此 PP 的改性就成为目前国内研究的重点和热点,并取得了一系列的进展和商品化成果。

### 1.3 滑石粉的性能与概述

滑石粉(Talc)是由一种天然的水合硅酸盐矿物加工粉碎而得,由于其质软而且有一种强的滑腻感故名滑石。滑石的分子式  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ , 纯滑石的理论组成:  $SiO_2$  63.47%,  $MgO$  31.68%,  $H_2O$  4.75%。实际上除此之外还含有微量的  $CaO$ 、 $Fe_2O_3$  和  $Al_2O_3$ , 具体含量不同矿产地不尽相同。常见的滑石粉为白色或淡黄色粉末,白度为 65.92%, 莫氏硬度为 1, 是硬度最低的矿物材料,化学性质不活泼,遇酸不分解,不溶于水,是一种常用的填料。滑石粉的密度约为  $2.7\sim 2.8g/cm^3$ , 在水中呈弱碱性, pH 值为  $7.5\sim 9.5$  加热时  $20\sim 200^\circ C$  失去吸附水,  $570\sim 650^\circ C$  失去结构水,  $800^\circ C$  左右脱出结构水。基本结构单元为两层硅原子和原子构成的四面体夹着一层由镁原子、氧原子和羟基构成的八面体。这种基本结构的表面由于不包含羟基和其他活泼离子,因此滑石弱疏水并呈化学惰性。滑石粉颗粒的基本形状有叶状、针状、块状、片状或鳞片状,一般为片状。滑石粉润滑性能好、吸附性遮盖力强、化学性质稳定的特点在造纸、化妆品、电缆、薄膜等行业有广泛的应用。在塑料行业,不仅能赋予制品良好的表观性能以外,还能在制品成型收缩率、刚性、抗蠕变性、热稳定性等方面发挥重要作用。虽然滑石粉的化学性质不活泼,但是对某些聚合物有很较强的结合力。滑石粉粒子呈片状结构,具有较大的厚径比,其复合可起到增强作用,同时还提高了材料的刚度、高温下抗蠕变性、表面硬度、耐热性等诸多性能。近年来许多人用滑石粉作塑料薄膜光学性能调整的添加剂,在具有散光、阻隔红外线功能的各种含硅元素的填料(如云母、高岭土等)中,滑石粉效果虽不是最佳,但价格最低。的由于滑石粉片层之间只存在较弱的范德华力作用,容易在成型过程中在强剪切作用下发生相对滑移,从而产生大量的弱界面,这些因素将使体系韧性得到破坏,滑石粉作为无机填料使用时由于其在化学性质和构成、宏观物理形态上与 PP 之间有着很大的差异,不能有效的亲和,会出现滑石粉与聚合物之间粘附不强,且滑石粉粒子的平均粒径小,比表面积大,表

面能高，自身易团聚，在非极性聚合物熔体中更难分散均匀的现象，导致制品的性能降低。所以在其作为聚合物改性填料时加入助分散剂帮助其在基体材料中分散均匀。

## 1.4 PP 改性的方法

由于研制合成新树脂品种的时间长、工艺繁杂且性能单一，难以满足社会发展的需求，聚合物的改性是继树脂聚合之后又一个能使树脂获得新性能简捷而有效的方法。聚合物的改性方法多种多样，总体上可分为化学改性和物理改性。化学改性主要是改变聚丙烯的分子链结构，从而改进材料性能。化学改性主要包括：共聚、接枝、交联、氯化、氯磺化等。物理改性是通过改变聚丙烯材料的高次结构，以达到改善材料性能的目的。物理改性主要包括：填充改性、共混改性、复合增强、表面改性等几大类。

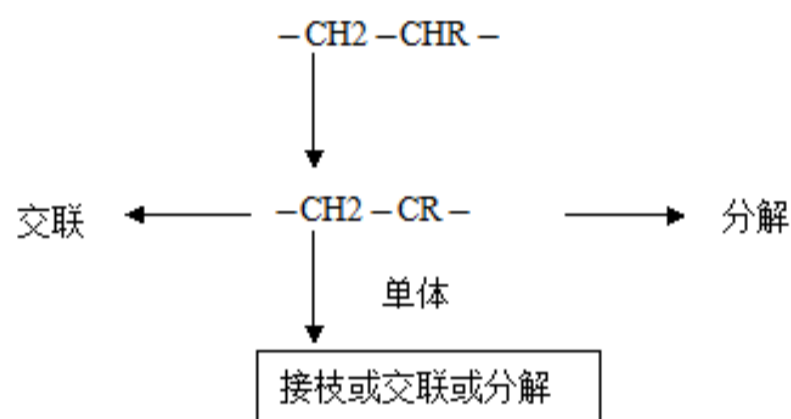
1、**共聚改性**：共聚改性是采用高效催化剂在聚合阶段进行的改性，当丙烯进行聚合时，可加入烯烃类单体进行共聚，生产无规、嵌段、交替等共聚物，以提高均聚PP的冲击性能和透明性。如德国BASF公司采用两步串联气相聚合技术以提高共聚物中乙烯含量及控制烯烃单体进入PP大分子链中方式的不同，获得刚性、韧性较均衡的PP材料。

2、**降解改性**：早在1966年就有人利用单螺杆挤出机反应挤出得到降解PP的专利<sup>[15]</sup>。1971年，Kowalski研究了反应挤出PP降解与 $O_2$ 的关系；此后大量专利不断涌现<sup>[16-17]</sup>。PP的降解主要是在挤出过程中，在PP中加入适量的过氧化物，使聚合物主链断裂，歧化终止。由断裂产生的大分子自由基可制得用一般化学方法难以制得的PP，如熔体粘度低、分子量分布窄、分子量小、可用于满足高速纺丝、薄膜挤出、薄壁注射制品要求的PP。

3、**氯化改性**：氯化聚丙烯（CPP）根据氯化程度的不同分为高氯化聚丙烯和低氯化聚丙烯。低氯化聚丙烯氯化度一般为20%~40%，主要用于胶粘剂，如聚丙烯制品的印刷油墨及涂料的载色剂、聚丙烯薄膜热密封的预涂层等。日本东洋合成公司的Hardlen系列在低氯化聚丙烯中比较具有代表性<sup>[1]</sup>。高氯化聚丙烯氯化度一般为63%~67%，主要用作氯化橡胶的替代品、阻燃剂、涂料、胶粘剂等。根据原料聚丙烯的不同，还可分为氯化等规聚丙烯（CIPP）、氯化无规聚丙烯（CAPP）和氯化接枝聚丙烯（CGPP）。CPP对酸、碱均具有良好的抗腐蚀作用，具有耐油、耐紫外线辐射、耐热等性能；CPP熔点随氯化度的增高而迅速降低，相对溶解度随氯化度的提高而增加；CPP对聚丙烯有良好的粘结作用。

4、接枝改性：PP是非极性聚合物，通过接枝改性在分子链上接枝极性官能团可赋予PP极性，从而能改进PP的粘接性、涂饰性、油墨印刷性等。主要的接枝单体有马来酸酐及其酯、丙烯酸及其酯、甲基丙烯酸及其酯、丙烯腈、丙烯酰胺等。反应实施的方法有很多，主要有熔融法、溶液法、悬浮接枝、固相接枝法等。接枝反应的机理大致为：首先是引发剂在加热时分解生成的活性游离基与接枝单体接触时，使其不稳定而链打开，生成PP游离基，再进行链转移反应而终止<sup>[4]</sup>。

5、交联改性：交联的目的是为了改善形态稳定性、耐蠕变性，提高强度和耐热性以及熔体强度，缩短成型周期。交联从方法上可分为辐射交联和化学交联。聚丙烯分子在辐射或有机过氧化物作用下生成自由基，进一步分解或起交联反应。



由于PP结构的原因，交联比较困难。PP交联的方法有化学交联和辐射交联，但对于PP，辐射交联的同时降解也十分严重，因此辐射交联的效果有限，所以常采用化学交联，通过交联可提高PP的力学性能和耐热性。

6、表面改性：聚合物存在大量的表面和界面问题，如表面的耐蚀、吸附、防雾、耐老化、润滑、硬度、电阻等。表面改性包括：酸洗、碱洗、过氧化物、臭氧处理、等离子体表面处理、光辐射处理、火焰处理、涂覆处理和加入表面改性剂等<sup>[8]</sup>。

7、共混改性：利用容度参数相近和反应共混的原理在反应器或螺杆中将两种或两种以上的聚合物及其助剂通过机械掺混而最终形成一种宏观上均相、微观上分相的新材料。聚合物共混物中各聚合物组分之间主要是物理键，也有少量的化学键存在。聚丙烯工程材料及合金开始于20世纪60年代末70年代初，主要经历以下几个发展阶段：1951年制成了结晶聚丙烯，之后发展了PP/PE共混物；1969年制得PP/EPDM共混物；1972年PP/EPDM部分硫化热塑性弹性体研制成功；1976年PP/EPDM合金开始用于汽车保险杠；1981年PP/EPDM动态硫化热塑性弹性体实现工业化；1991年反应器合金USI Petrothene TPO研制成功。聚丙烯的共混改性除了传统工艺外还有原位复合技术、分子自增强技术、微波辐射技术、互传网络技术。共混往往是通过加入玻璃纤维、碳纤维、金属纤维以及云母等具有特大长径比或径厚比的填料，这些填料加入到聚合

物中对材料的力学性能和耐热性能有显著贡献。若要使两种（或两种以上）聚合物混合制成宏观均匀的材料，从而得到良好的综合性能，必须得保证聚合物之间相容性。常见的改善聚丙烯和其他聚合物相容性的方法有：聚丙烯的化学接枝、辐射增容、加入增容剂动态硫化、互穿网络等。PP共混改性一般具有所需设备投资少，工艺简单，生产工期短，产品投放市场快的特点。

塑料的改性是继树脂聚合之后又一个能使树脂获得新性能简捷而有效的方法。而还有一类物理改性方法工艺简单且改善性能好，它就是本课题所用到的改性方法——填充改性。

## 1.5 PP 的填充改性

### 1.5.1 填充改性的发展概况及趋势

填充改性是指在塑料加工成型过程中，加入有机或无机填料，从而达到使树脂原料成本降低、改善聚合物性能或赋予填充塑料某种功能的目的。塑料填充改性是近年来塑料工业中发展最快的新行业。1978年北京塑料工业公司用无规聚丙烯 (APP) 研制了 APP/CaCO<sub>3</sub> 母料作为填充母料<sup>[6]</sup>，用于打包带、扁丝等制品，偶然发现它的优异特性，改善制品手感效果、提高印刷性、降低收缩率、降低生产成本、节约合成树脂等，从而受到人们的高度关注。世界范围内填料的消耗量占塑料的 10% 左右，可见消耗量巨大。随着塑料业的飞速发展，人们对塑料性能要求不断的提高，填充母料的应用也得到了拓展，其已不再单一地应用为填充材料。人们通过更先进的工艺，从密炼、开炼等简单方式到采用双螺杆挤出机进行混炼挤出，再到加入多种材料后凸现出各自的特点和共性，这些都已成为人们改善塑料制品特殊性能的重要途径和方法。从我国目前的情况来看，汽车、家电、通信、高档工具等行业对改性塑料的需求量非常大。塑料填充具有以下优点：

① 降低成本，一般填料比树脂便宜。

② 改善塑料耐热性，如填充 30% 滑石粉可将 PP 的热变形温度从 110℃ 提高到 130℃ 以上。

③ 改善塑料的刚性，如填充 30% 滑石粉可将 PP 的弯曲模量从 1000MPa 提高到 2000MPa 以上。

④ 改善塑料的成型加工性能，一些填料可改善树脂的流动性。

⑤ 提高制品稳定性。

⑥ 改善塑料表面硬度。

⑦ 提高强度

⑧ 赋予塑料某些功能，提高塑料的附加值，如 PP 加入滑石粉、碳酸钙后，可以改善 PP 的抗静电性能和印刷性能。

尽管填充改性具有如此多优点，且改革开放以来我国在这方面也取得了许多成就，但任然存在着一些不足之处。如：对工程塑料改性和新材料的研究开发相对较少，料改性的助剂、添加剂的研究相对较少，科研成果不能及时转化为生产力，塑料填充改性在不同行业之间相互衔接配合不足。随着人们对塑料的认识度不断提高，特别是塑料的填充改性给塑料工业带来新的生机，扩大了塑料的应用领域，无论是汽车工业<sup>[8-10]</sup>、家电行业、军工、航天等领域，新的塑料改性材料提升了产品性能。因此填充改性会向着以下趋势发展：

(1) 通用塑料工程化

(2) 工程塑料高性能化

(3) 无机填料纳米化

(4) 塑料助剂高效化

(5) 改性塑料环保化

(6) 特种工程塑料低成本化

## 1.5.2 填充改性的目的

塑料与其他材料相比，最大的优点在于综合性能好。一种材料能同时拥有几种甚至几十种不同的性能。如前所述，它具有质轻、透明性好，耐热性优良、比强度高、成型加工容易及耐腐蚀性好等优点。但塑料本身也存在一些缺点，例如，它的耐热性差、大多数塑料不耐燃烧、加工精度差和易老化等。塑料改性的目的主要包括提高其固有的优良性能、增加新功能及降低成本等。如 PP/CaCO<sub>3</sub> 生产的填充改性母料用于打包带、编织袋、垃圾袋、购物袋及板材、片材、包装材料等，不但大大降低了生产成本，还明显地改善制品手感效果，改善塑料制品的断裂伸长率、成型收缩率，提高印刷效果，特别是废弃后，还可在自然环境中自行降解。还有的在易燃塑料中加入阻燃剂后，可增加塑料制品的阻燃效果。

## 1.5.3 填充改性过程中应注意的问题

### 1.5.3.1 填料的分散问题

无机填料填充塑料时，如滑石粉填充 PP，滑石粉的化学性质和构成、宏观物理

形态上与 PP 之间有着很大的差异，不能有效的亲和，会出现滑石粉与聚合物之间粘附不强，且滑石粉粒子的平均粒径小，比表面积大，表面能高，自身易团聚，在非极性聚合物熔体中更难均匀分散的现象，导致制品的性能降低，因此常用基体树脂改性、填料改性以及加入助分散剂等方法解决。

#### 1.5.3.2 填充改性塑料加工过程中应注意的问题

通过填充改性制得塑料制品，通常有两种工艺方法：一种是直接用预混合好的填充混合物加工成制品，另一种是先混合混炼造粒，制成母料或者专用料，再加工成制品。不论用哪一种工艺路线，由于填料的加入都对改性制品的成型产生影响。

##### (1) 填料对热塑性基体树脂加工流动性的影响

从填料的形状来看，球形填料有利于改进填充体系的加工流动性，而片状或纤维状的填料（如滑石粉）往往会使填充体系的流动性下降。从填料的粒径大小来看、填料的粒径越大（在一定范围内），对加工流动性影响越小，反之亦然。当颗粒粒径很小且分布又很窄，其填充体系的流动作最差。填料的加入会使填充体系的加工流动性不同于纯树脂，不仅与填料的形状、填料的加入量，还与表面处理效果和体系内的其它组分等因素有关。用单螺杆挤出机或用同向旋转双螺杆挤出机加工碳酸钙填充 PP 时，填充量达 50% 以上的 PP 物料挤出困难，但只要加入适当的助剂，即使碳酸钙在物料中的质量分数达 80% 以上，仍然能用单螺杆或双螺杆挤出机进行加工。

##### (2) 填充改性树脂成型收缩率问题

不同纯树脂的成型收缩率存在差别，例如 ABS 和聚苯乙烯的成型收缩率为 0.6% 左右，PP 和聚酯 (PBT) 的成型收缩率为 2.0% 左右，尼龙为 1.5% 左右。并且填充改性树脂与纯基体树脂的成型收缩率也不同，如果用加工纯基体树脂的工艺条件和模具加工填充改性树脂，由于两者的成型收缩率的不同，有可能使制品的尺寸出现偏差，如尺寸偏大或偏小、翘曲等。

##### (3) 片状或纤维状填料的保护与取向问题

对于长径比或径厚比大的填料，主要利用它们的结构特征用起增强作用，为了充分发挥它们的几何形状对塑料改性的作用，必须在加工过程中采取适当措施，尽量保持其初始的长径比或径厚比。除此之外，还存在填料取向问题，如果措施不当会造成产品翘曲变形或会因各向异性影响产品的性能。使增强改性非但达不到预期效果，相反会产生负面效应。

#### (4) 成型工艺条件对填充塑料制品的外观和力学性能的影响

填充改性除了可使材料的某些性能得以改善,有时也会使制品的外观和使用性能劣化。这可通过调节成型工艺条件,在一定程度上防止或减轻这种劣化现象。提高成型时的加工温度有利于降低体系的粘度,并有助于保持无机填料的长径比或径厚比,而且能提高制品的表面光泽度,但高温会可能引起树脂热分解而使制品性能下降。提高螺杆转速将增加剪切作用力,但高剪切作用可能会造成填料形状被破坏,而且提高转速而产生的剪切热会对物料温度产生影响。在注射成型时,注射压力和注射速度对产品的光洁度也会产生影响。

#### (5) 水分和低分子物问题

因填料及树脂中常常会含有水分和低分子物,所以未经过相应处理的原料生产出的制品容易产生缺陷,有的树脂如 PBT 和聚碳酸酯(PC),在高温下遇水极易发生水解反应使相对分子质量降低,导致制品的性能下降,这都是在填充改性过程中值得注意的问题。

### 1.6 研究思路

无机填料滑石粉填充 PP 基体材料,能够弥补纯 PP 的缺陷,改善其性能,且通过加入磁性粒子  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  在双螺杆挤出机中熔融共混时,利用磁性粒子与螺杆间的磁力作用,磁力扰动可干扰无机粒子间的聚集作用,且磁性粒子间相互排斥,从而改善滑石粉分散效果,宏观上表现为复合材料的机械性能和加工性能的改善。

### 1.7 研究内容

实验用滑石粉对 PP 进行填充改性,并使用磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  粒子帮助其分散。实验通过 DSC、XRD、SEM、流变以及力学性能的分析,研究复合体系的微观结构与宏观性能的关系。

#### 1.7.1 工艺流程

本课题主要的研究技术路线如图 1.1



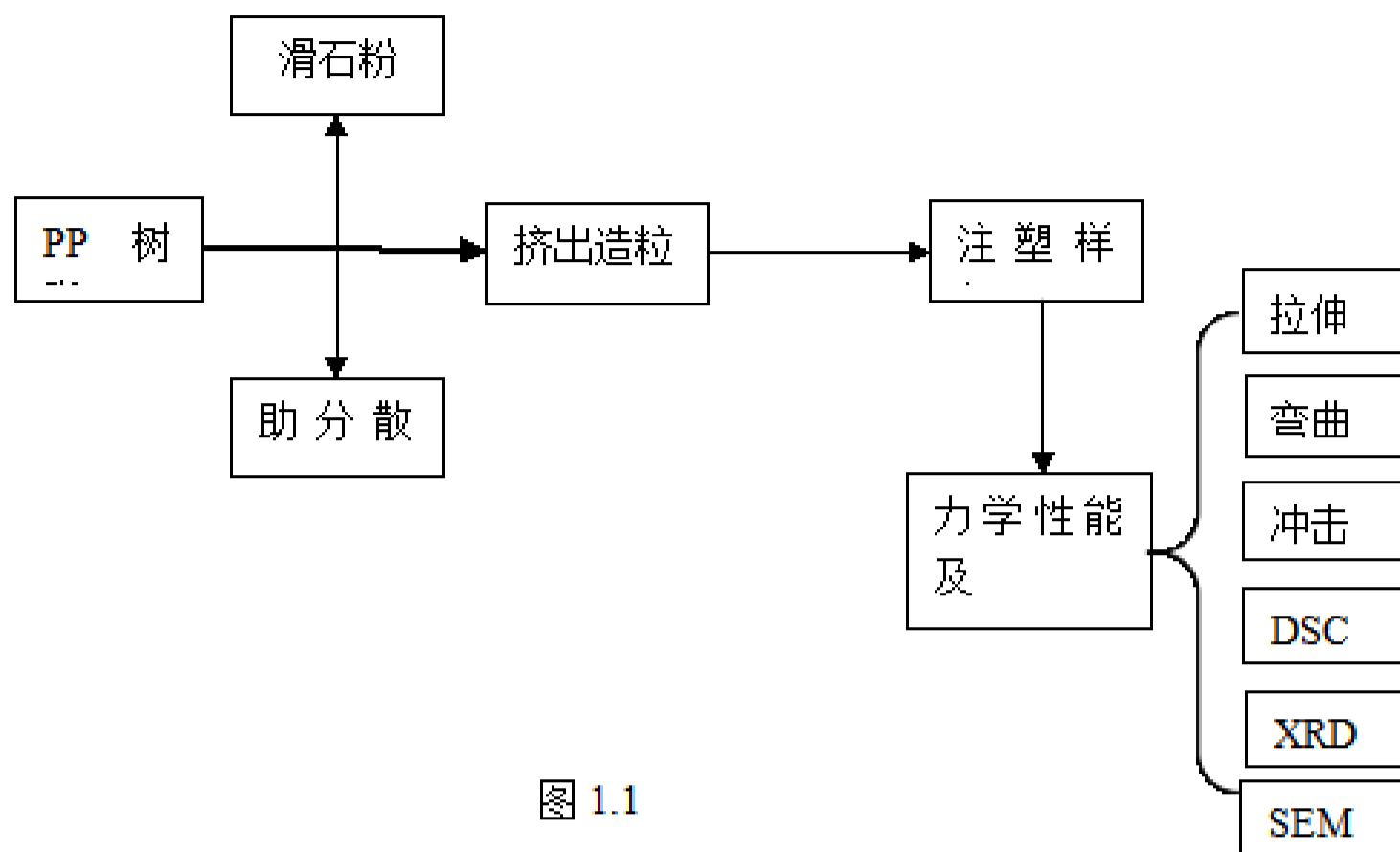


图 1.1

## 1.8 目的与意义

PP 具有分子极性较小,结晶化程度高,尺寸稳定性好,硬度高,耐热性好,化学稳定性优良等优点,因此聚丙烯是目前世界上应用最广泛、发展最迅速的塑料品种之一,在人们日常生活中应用广泛。但是 PP 的拉伸强度和冲击强度较低,韧性较差,成型收缩率较大,很大程度上限制了它在工程上的应用,无机改性是改善其性能的一种简单有效的方法。滑石粉是两层由硅原子和氧原子构成的四面体夹着一层由镁原子、氧原子和羟基构成的八面体,其相邻两层靠微弱的范德华力结合,在外力作用下,相邻两层间极易滑移或相互脱离,从而赋予滑石柔软、滑腻的特性。滑石粉填充 PP 能够降低材料成本,改善材料的力学性能、热稳定性能,提高制品的尺寸稳定性等<sup>[1]</sup>,弥补纯 PP 的缺陷,极大的扩宽 PP 的使用范围。

## 第 2 章 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 粒子对 PP/无机填料复合体系力学性能的影响

### 2.1 前言

滑石粉填充改性 PP 基体材料时,由于二者极性相差大,且相容性差,无机填料易团聚等问题,导致复合材料制品的性能受到损害。无机填料在基体树脂中的有效分散一直是有机聚合物/无机填料复合材料制备中需要解决的问题。加入适当的磁性粒子,由于磁性粒子与螺杆间的磁力作用,磁力扰动可干扰无机粒子间的聚集作用,且

磁性粒子间相互排斥，从而改善滑石粉分散效果，宏观上表现为复合材料的机械性能的改善。

首先，考察磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  粒子对 PP 力学性能的影响，然后考察磁性粒子对滑石粉填充改性 PP 复合材料力学性能的影响。然后，通过对复合材料力学性能与熔融指数 MFR 测试数据的分析，确定此时磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  粒子对何种滑石粉含量的复合体系性能影响较好，并考察磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  粒子含量对该 PP/滑石粉复合体系力学性能的影响。

## 2.2 实验部分

### 2.2.1 实验设备及原料

实验所需的原料如表 2.1 所示：

表 2.1 主要原料

试剂名称	规格	试剂来源
PP (T30S)	工业级	中国石油独山子石化
滑石粉 (2000 目)	工业级	深圳市联合鑫科技有限公司
四氧化三铁 (微米级)	分析纯	上海山海工学团实验二厂

材料加工所需的设备及相关测试仪器如下表 2.2 所示：

表 2.2 主要设备

仪器名称	仪器型号	生产厂家
电热恒温鼓风干燥机	DHG-9030A	上海鸿都电子科技有限公司
平行双螺杆挤出机	TSSJ-25/36	成都科强高分子工程公司
注塑机	FT-90	浙江申达机器制造有限公司
缺口制样机	MZ-2061	江都市明珠试验机厂
万能试验机	CMT-6104	美特斯工业系统有限公司
冲击试验机	ZBC-1151-1	深圳市新三思材料检测公司
熔体流动速率测试仪	MZ-2028	江都市明珠试验机厂
激光粒度分析仪	MASTERSIZER2000	英国 Malvern 仪器公司
傅里叶变换红外光谱仪	NICOLET 6700	美国赛默飞世尔科技

### 2.2.2 PP 基复合材料的制备

将滑石粉填料在  $90^\circ\text{C}$  干燥箱内烘 24 小时，按不同质量配比将各组分混合均匀，用平行双螺杆挤出机熔融共混（挤出机各段温度  $165^\circ\text{C}\sim 210^\circ\text{C}$ ），自来水冷却，切粒

机造粒（为了确保试验数据的可比性，作为参比的纯 PP 树脂也经过一次挤出造粒）。挤出的粒料在 80℃干燥箱内烘 12 小时后，由注塑机制成标准哑铃型拉伸试样和标准矩形试样。注塑机区间温度：165~210℃。复合材料的制备工艺如表 2.3和 2.4所示。

表 2.3双螺杆挤出工艺参数

主机料筒温度(℃)							主机螺杆 转速 (r/min)	加料螺 杆转速 (r/min)	熔体压 力 (MPa)
一~二区	三区	四区	五区	六~七 区	八区	机头			
165	175	180	185	195	205	210	100	30	1.5~3.5

表 2.4注塑机工艺参数

参数	压力 MPa	速度 mm/s	保压时间 s	终止位置 mm
射出#1	67	65		23.00
射出#2	66	55		18.00
射出#3	55	50		15.00
射出#4	50	50		
保压#1	50		5.55	
保压#2	45		3.33	
保压#3	30		0	

各原料配比如表 2.5所示：

表 2.5实验各原料配比

配方	原料组成	原料配比
1	PP/tal 分散剂	100:0:0
2	PP/tal 分散剂	90:10:0
3	PP/tal 分散剂	80:20:0
4	PP/tal 分散剂	70:30:0
5	PP/tal 分散剂	60:40:0
6	PP/tal 分散剂	85:10:5
7	PP/tal 分散剂	75:20:5
8	PP/tal 分散剂	65:30:5
9	PP/tal 分散剂	55:40:5
10	PP/tal 分散剂	99: 0: 1
11	PP/tal 分散剂	97: 0: 3
12	PP/tal 分散剂	95: 0: 5
13	PP/tal 分散剂	93: 0: 7
14	PP/tal 分散剂	79:20:1
15	PP/tal 分散剂	77:20:3
16	PP/tal 分散剂	73:20:7

### 2.2.3 无机填料粒径测试

激光粒度分析仪，根据其分散系统可以分为湿法测试仪与干法测试仪。工作原理是，光在传播中，波前受到与波长尺度相当的隙孔或颗粒的限制，以受限波前处各元波为源的发射在空间干涉而产生衍射和散射，衍射和散射的光能的空间（角度）分布与光波波长和隙孔或颗粒的尺度有关。用激光做光源，光为波长一定的单色光后，衍射和散射的光能的空间（角度）分布就只与粒径有关。对颗粒群的衍射，各颗粒级的多少决定着对应各特定角处获得的光能量的大小，各特定角光能量在总光能量中的比例，应反映着各颗粒级的分布丰度。

实验采用湿法测试填料粒子的尺寸大小，所用的仪器是进样器为 Hydro 2000MU(A) 的 Mastersize2000 激光粒度分析仪，水作为分散剂，分散剂折射率为 1.330 测试的粒径范围是  $0.02\mu\text{m}\sim 2000\mu\text{m}$

### 2.2.4 力学性能测试

为了测定材料的韧性的变化，常温下在 ZBC-25 简支梁冲击试验机上测试各个组分配方试样的缺口冲击强度。测试标准为 GB/T1043.1-2008，测试试样尺寸为  $15\text{mm}\times 10\text{mm}\times 120\text{mm}$ ，V 型缺口深度为 2mm，每组试样至少测 5 根。

拉伸性能是在 CMT6104 微机控制万能试验机上进行测试的，其测试标准为 GB/T1040.2-2006，测试环境温度为常温，拉伸速率为 5mm/min。试样为哑铃型，断裂面积为  $5\text{mm}\times 10\text{mm}$ ，标距为 50mm，每组试样至少测 5 根。

弯曲性能是在 CMT6104 微机控制万能试验机上进行测试的，其测试标准为 GB/T9341-2008，测试环境温度为常温，测试速率为 3mm/min，跨距为 100mm。试样为矩形样条，尺寸为  $15\text{mm}\times 10\text{mm}\times 120\text{mm}$ ，每组试样至少测 5 根。

通过熔体流动速率仪来测试材料的可加工性能。测试条件：温度为  $210^{\circ}\text{C}$ ，载荷为 2.16Kg，时间为 10min。测试过程：先将仪器温度升到设定温度  $210^{\circ}\text{C}$ ，保温 5min 后，然后将部分粒料加入熔融指数仪中，压实，预热 3min，然后放上 2.16Kg 砝码，2min 后，刮断并称量，每组试样至少测 5 次。

最终所取的各项性能的值都是至少测试 5 组试样的平均值。

## 2.3 结果与讨论

### 2.3.1 无机填料粒径分析

激光粒度分析仪测试出 Talc 粒径如图 2.1 所示:

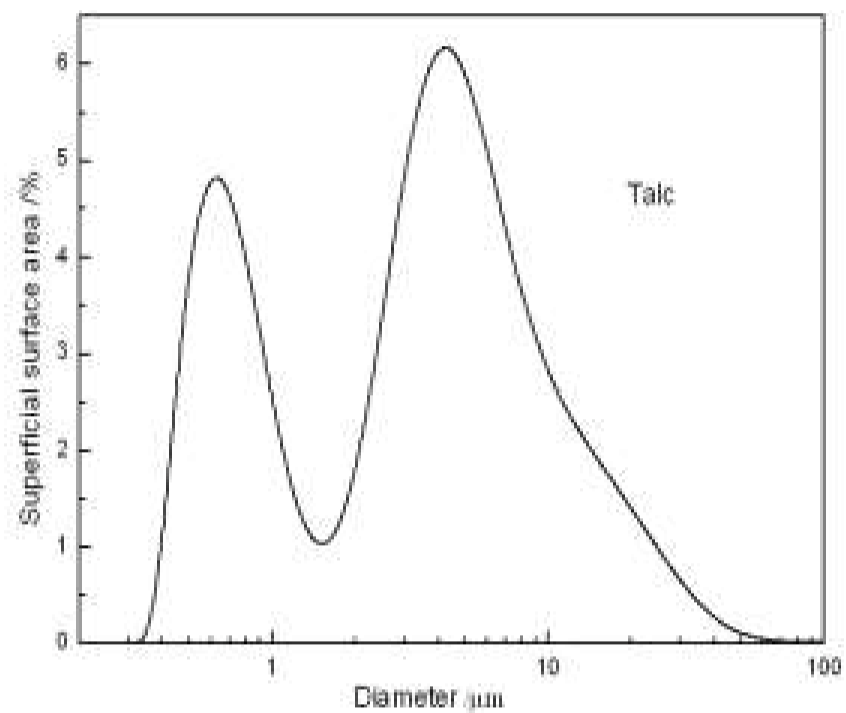
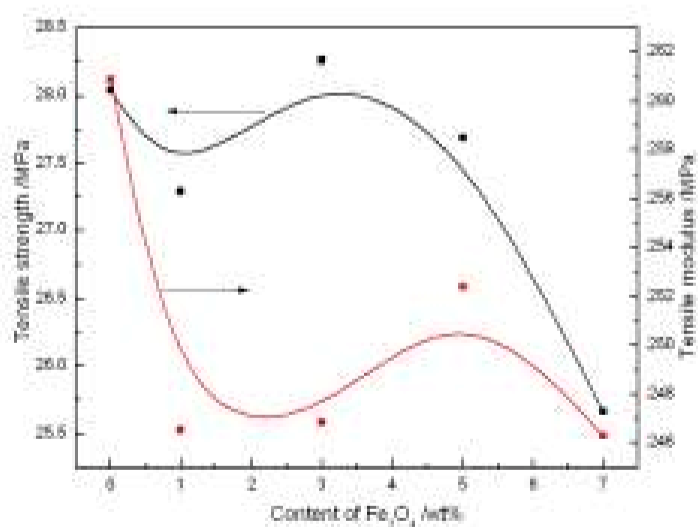


图 2.1

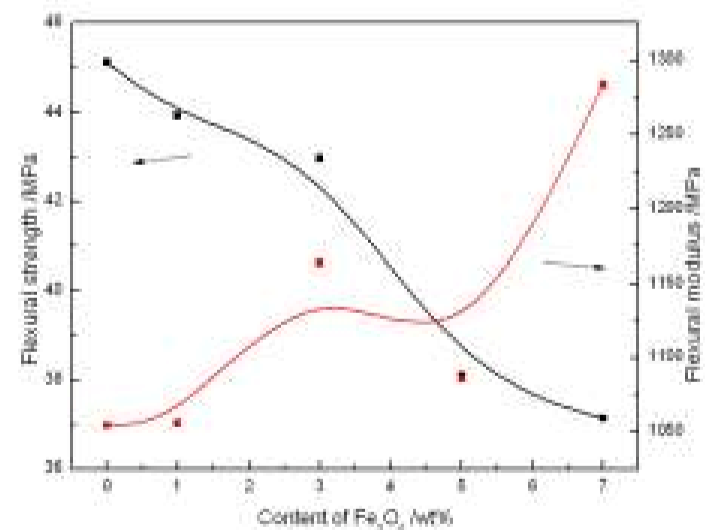
由 Talc 的粒径图可以看出, Talc 的粒径为

### 2.3.2 磁性 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 粒子对 PP 力学性能的影响

磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  粒子能帮助滑石粉在 PP 基体材料中分散, 得到性能良好的复合材料, 但为了确定  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  对 PP 基力学性能的影响, 加入不同含量的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , PP 的拉伸性能、弯曲性能、冲击性能及熔融指数变化如下图:



(a) 拉伸强度与拉伸模量



(b) 弯曲强度与弯曲模量

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/648003122060007006>