

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.03.006

PE-UHMW/PP 共混物的流动、力学与耐磨损性能研究

李燕敏,王海玲,王克伟,于元章

(山东理工大学化学工程学院,淄博 255049)

摘要: 将均聚型聚丙烯(PP)、耐磨助剂与超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)共混,制备了PE-UHMW/PP共混物,研究了PP含量及耐磨助剂对PE-UHMW/PP共混物流动、力学与耐磨损性能的影响。结果表明,PP能有效地改善PE-UHMW的流动性能,PE-UHMW/PP共混物的维卡软化点和热变形温度均随PP含量的增加而增加;加入耐磨助剂后,当PP的质量分数为50%时,共混物的拉伸强度达到最大,但断裂伸长率最小,且随PP含量的增加,PE-UHMW/PP共混物的冲击性能降低;PP降低了PE-UHMW的耐磨损性能,加入耐磨助剂后保持了PE-UHMW的高耐磨损性能且对共混物的流动和力学性能影响不大。

关键词: 超高分子量聚乙烯;聚丙烯;磨损

中图分类号: TQ322.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)03-0026-04

Study on Flow, Mechanical and Wear Resistance Properties of PE-UHMW/PP Blend

Li Yanmin, Wang Hailing, Wang Kewei, Yu Yuanzhang

(Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

Abstracts: Ultra high molecular weight polyethylene (PE-UHMW) / polypropylene (PP) blend was prepared by mixing PP, wear resistance agent and PE-UHMW, the effects of PP content and wear resistance agent on the flow, mechanical and wear resistance properties of PE-UHMW / PP blend were studied. The results showed that PP could improve the fluid performance of PE-UHMW effectively, the heat deflection temperature and Vicat softening temperature of the blend were improved with the increase of PP content. After adding the wear resistance agent, when the mass fraction of PP was 50%, the tensile strength of the blend was maximum, but the elongation at break was minimum, and the impact property of the blend decreased with the increase of PP content. PP decreased the wear resistance property of PE-UHMW, but the addition of wear resistance agent could retain the high wear resistance property of PE-UHMW and had no effects on the flow and mechanical properties of the blend.

Keywords: ultra high molecular weight polyethylene ; polypropylene ; wear

超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)具有极高的分子量(100万~500万),且分子链极长,其强度、韧性、热稳定性及耐化学腐蚀、自润滑以及耐磨损等性能相当突出,是一种目前在工程塑料中综合性能最佳的新型工程塑料^[1]。PE-UHMW具有极高的熔体粘度,流动性趋于零,其加工性因极高的分子量而变得很差^[2]。为改善PE-UHMW的成型加工性能,需要对其进行流动改性,通常会加入一些中、低分子量物质如聚乙烯蜡、聚丙烯蜡、中低分子量聚乙烯等加工助剂^[3]。Liu Gongde在研究中发现添加聚丙烯(PP)比添加高密度聚乙烯(PE-HD)更有助于提高PE-UHMW的流动性能。PP渗透在PE-UHMW粒子的间隙中,通过双辊开炼机混炼,有效改善了PE-UHMW的熔融塑化,实现PE-UHMW与PP之间的均匀共混,进而使得PE-UHMW易于加工成型,以

改善共混体系的力学性能。为解决PE-UHMW流动性能差、难以分散的问题^[4],笔者研究了均聚型PP对PE-UHMW的流动及热性能的影响,同时为了保持PE-UHMW的高耐磨损性能,研究了加入耐磨助剂后PE-UHMW/PP共混物的力学和耐磨损性能。

1 实验部分

1.1 主要原料

PE-UHMW:MII,密度0.94 g/cm³,北京助剂二厂;

PP:均聚型,熔体流动速率(MFR)为16 g/10 min(190℃,5 kg),密度0.9 g/cm³;

联系人:于元章,研究生导师,主要从事新型高分子材料合成和改性研究

收稿日期:2011-12-10

耐磨助剂:超高分子量硅氧烷粉末树脂,上海松亚化工有限公司。

1.2 主要设备及仪器

双辊开炼机:XH-401A 型,东莞锡华检测仪器有限公司;

电动加硫成型机:XH-406 型,广东省锡华精密检测仪器厂;

万能制样机:ZHY-W 型,承德试验机有限责任公司;

微机控制电子拉力试验机:WDL-30 型,济南新试金试验机有限公司;

悬臂梁冲击试验机:XJJ-5 型,承德试验机有限公司;

热变形、维卡软化点温度测试仪:XRW-300 型,泰安安太检测设备有限公司;

扫描电子显微镜(SEM):H-700 型,日本日立公司;

腐蚀磨损试验机:MSH 型,张家口市诚信实验设备制造有限公司。

1.3 试样制备

将不同比例的 PP, PE-UHMW 和一定量的耐磨助剂经双辊开炼机在 200℃ 下混炼 15 min, 然后在 220~230℃、20 MPa 下经平板硫化机热压 30 min, 模压成型后再用万能制样机制得标准试样。

1.4 性能测试

MFR 按 GB/T 3682-2000 测试, 试验条件为 220℃, 10 kg;

维卡软化点、热变形温度按 GB/T 1634-2004 测试;

拉伸性能按 GB/T 1040.1-2006 测试, 拉伸速率 25 mm/min, 实验温度 23℃;

缺口冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试;

SEM 观察:对试样进行镀膜处理,在其表面形成一层导电膜,以避免电荷积累影响图象质量,将试样粘结在试样座上,用 SEM 观察其形态并拍照;

耐磨损性能测试:制取长 90 mm、宽 10 mm、厚 10 mm 的试样,在腐蚀磨损试验机上进行摩擦磨损试验。试验前用丙酮擦洗试样,在 50℃ 烘箱里干燥 30 min,冷却至室温。磨损时间为 30 h,转速为 540 r/min。

2 结果与讨论

2.1 PP 对 PE-UHMW 流动性能的影响

图 1 为 PP 含量对 PE-UHMW 流动性能的影响

曲线。

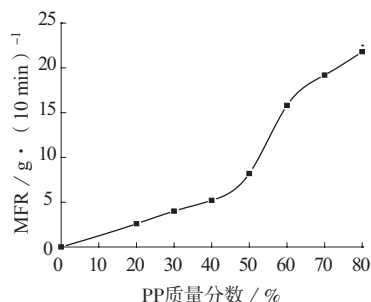


图 1 PP 含量对 PE-UHMW 流动性能的影响

从图 1 可以看出,随着 PP 含量的增加,PE-UHMW 的流动性能得到明显提高。PP 和 PE-UHMW 为不相容的体系,PP 不能像 PE-HD 那样渗透到 PE-UHMW 微粒内部,而是分布在 PE-UHMW 初、次级微粒间,对高度缠绕的 PE-UHMW 分子链段起解缠、分散润滑的作用。因此,加入少量的 PP 就能够大幅度提高 PE-UHMW 的流动性能。

2.2 PP 对 PE-UHMW 热性能的影响

由于 PE-UHMW 特殊的分子结构,使其具有较差的结晶度,因此一些和结晶度相关的性能,如刚度、热性能均较差。为提高 PE-UHMW 的耐热性,拓展其应用领域,笔者研究了 PP 含量对 PE-UHMW 热性能的影响,结果如图 2 所示。

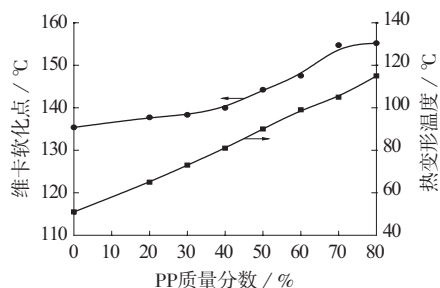


图 2 PP 含量对 PE-UHMW 热性能的影响

从图 2 可以看出,加入 PP 后,PE-UHMW 的维卡软化点和热变形温度均得到提高;随着 PP 含量的增加,PE-UHMW 的维卡软化点和热变形温度呈上升的趋势,其中热变形温度基本上呈线性比例关系。当 PP 质量分数为 20% 时,PE-UHMW 的维卡软化点和热变形温度分别为 137.74, 65℃;而当 PP 的质量分数增加到 70% 时,PE-UHMW 的维卡软化点和热变形温度分别升高到 154.73, 105℃,这说明均聚型 PP 提高了 PE-UHMW 的热稳定性。

2.3 PE-UHMW/PP 共混物的力学性能和耐磨损性能

PE-UHMW 的高耐磨损性能是其最显著的特性之一,为保证 PE-UHMW/PP 共混物也具有良

好的耐磨损性能,在 PE-UHMW / PP 共混物中加入了 2.5 份的耐磨助剂,考察了加入耐磨助剂后 PE-UHMW / PP 共混物的力学性能和耐磨损性能。

(1) 拉伸性能

图 3 为 PP 含量对 PE-UHMW / PP 共混物拉伸性能的影响曲线。

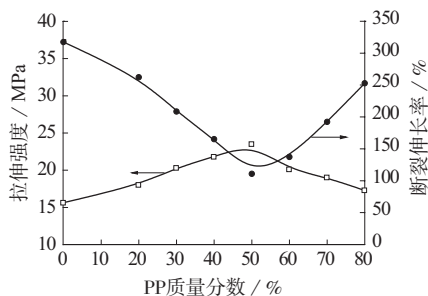
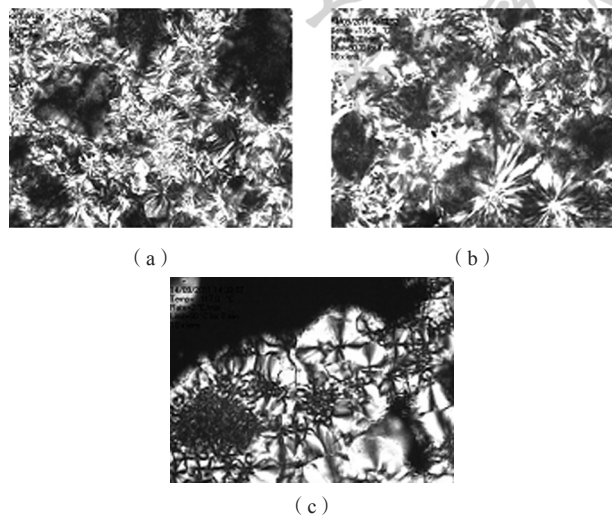


图3 PP含量对 PE-UHMW / PP 共混物拉伸性能的影响

从图 3 可以看出, PE-UHMW / PP 共混物的拉伸强度大于纯 PE-UHMW,随着 PP 含量的增加, PE-UHMW / PP 共混物的拉伸强度先增大后减小,断裂伸长率则先减小后增大。在 PP 质量分数为 50% 时,共混物的拉伸强度达到最大,而断裂伸长率最小。其原因与共混物的结晶形态有关,如图 4 所示。



PP 质量分数: a—70%; b—50%; c—30%

图4 PE-UHMW / PP 共混物的结晶形态

从图 4 可知,当 PP 含量较高时, PE-UHMW 虽破坏了 PP 的球晶结构,但同时 PE-UHMW 自身也生成球晶结构,因而随着 PE-UHMW 含量的增加,共混物的结晶度也有所增加。而当 PP 含量较低时, PE-UHMW 虽然部分生成了球晶,但是由于 PE-UHMW 强烈的链缠结效果,共混物的结晶度也不会很高。可以认为,在 PE-UHMW / PP 质量比为 50 /

50 时,共混物的结晶度最高,从而使共混物的拉伸强度最大,而断裂伸长率最小。

(2) 冲击性能

图 5 为 PP 含量对 PE-UHMW / PP 共混物冲击性能的影响。由图 5 可以看出,随着 PP 含量的增加,共混物的缺口冲击强度逐渐下降,由韧性材料转变为脆性材料,这是由于 PE-UHMW 材料不能熔融,只存在高弹态,在加工温度下与 PP 难以熔合,从而存在多相结构,使共混物的冲击性能下降。

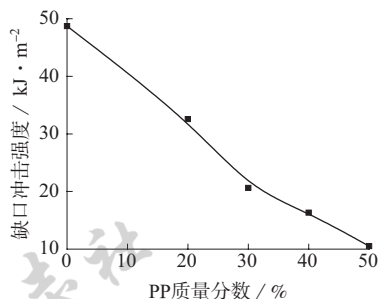
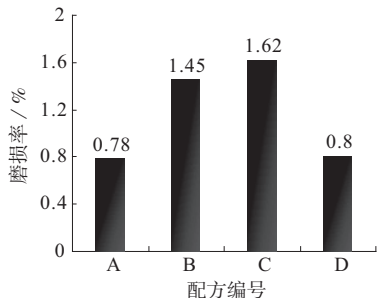


图5 PP含量对 PE-UHMW / PP 共混物冲击性能的影响

(3) 耐磨损性能

图 6 为 PP 含量及耐磨助剂对 PE-UHMW / PP 共混物磨损率的影响曲线。从图 6 可以看出,随着 PP 含量的增加,共混物的磨损率增大;但当 PP 质量分数为 30% 时,加入 2.5 份的耐磨助剂,共混物的耐磨性得到明显的改善,其磨损率与纯 PE-UHMW 几乎一致,保持了 PE-UHMW 的高耐磨损性能。



A—PE-UHMW ; B—PE-UHMW / PP=70 / 30 ;
C—PE-UHMW / PP=60 / 40 ;
D—PE-UHMW / PP / 耐磨助剂 =70 / 30 / 2.5

图6 PP含量及耐磨助剂对 PE-UHMW / PP 共混物磨损率的影响

固定 PP 质量分数为 30%,考察了加入耐磨助剂前后 PE-UHMW / PP 共混物的力学性能,如表 1 所示。由表 1 可以看出,耐磨助剂对 PE-UHMW / PP 共混物的力学性能基本无影响。同时笔者所用的耐磨助剂是一种超高分子量硅氧烷粉末树脂改性剂,又称可流动性超高分子量硅氧烷粉末,本身就具有改善树脂加工性、流动性和热性能的作用。因此,当 PP 质量分数为 30%、耐磨助剂用量为 2.5 份时,

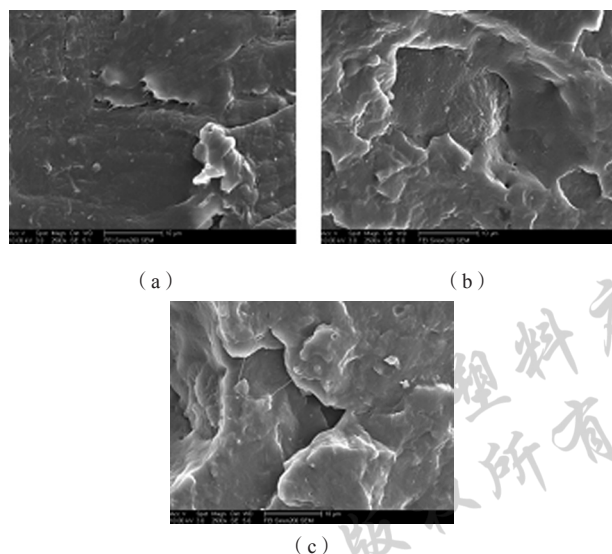
PE-UHMW/PP共混物具有较好的流动性能和高耐磨损性能,其拉伸强度高于纯PE-UHMW,同时也保持了一定的韧性。

表1 加入耐磨助剂前后PE-UHMW/PP共混物的力学性能

项 目	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	缺口冲击强度/ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
加入前	20.303	208.52	20.61
加入后	19.565	215.86	21.26

2.4 SEM分析

不同PP含量下PE-UHMW/PP共混物冲击断面的SEM照片如图7所示(耐磨助剂的用量为2.5份)。



PP质量分数: a—10%; b—30%; c—50%

图7 PE-UHMW/PP共混物冲击断面的SEM照片($\times 2500$)

从图7可以看出,在断面中分布着PP的细小微粒,这表明共混物形成了以PE-UHMW为连续相、颗粒状PP为分散相的海-岛结构。PP相存在于PE-UHMW晶区间的非晶区域,PP含量越高,PE-UHMW高度缠绕网络结构的破坏程度越大,受热熔融的PP在PE-UHMW初、次级粒子间起到了

微相润滑作用,使PE-UHMW分子链段得以适当解缠,从而使共混物的流动性能有明显提高。而在共混物受到冲击时,随着PP含量的增加,PE-UHMW细棒链段吸收冲击能和阻止裂纹扩散的作用逐渐减弱,故PE-UHMW/PP共混物的缺口冲击强度降低。

3 结论

(1)加入少量的PP就能够大幅度提高PE-UHMW的流动性能。

(2)随着PP含量的增加,PE-UHMW/PP共混物的维卡软化点和热变形温度均呈上升趋势,其中热变形温度基本呈线性比例关系。

(3)PE-UHMW/PP共混物的拉伸强度大于纯PE-UHMW,在PE-UHMW/PP质量比为50/50时,共混物的结晶度最高,从而使共混物的拉伸强度最大,而断裂伸长率最小。

(4)当PP含量较少时,PP易于在PE-UHMW中均匀分散,流动性能明显提高。但随着PP含量的增加,PE-UHMW细棒链段吸收冲击能量和阻止裂纹扩散的作用逐渐减弱,PE-UHMW/PP共混物的缺口冲击强度降低。

(5)PP降低了PE-UHMW的耐磨损性能,加入超高分子量硅氧烷类耐磨助剂保持了PE-UHMW的高耐磨损性能,且对共混物的流动和力学性能影响不大。

参考文献

- [1] 蒋启柏,薛平,何亚东,等.超高分子量聚乙烯复合材料的发展[J].工程塑料应用,2000,28(3):36-39.
- [2] 张炜,麦永懿,唐颂超,等.UHMWPE/PP共混改性体系研究[J].塑料,2008,37(5):89-91.
- [3] 李炳海,陈勇,安峰.PP/UHMWPE共混物力学性能研究[J].塑料工业,2003,31(7):9-13.
- [4] 刘功德,李惠林.聚丙烯对超高分子量聚乙烯加工流变性能的影响[J].高分子材料科学与工程,2003,19(4):136-139.

金发科技打造全球最大车用塑料企业

金发科技日前公布,公司通过东风日产对其保险杠专用料的评价工作,成为日产体系五大全球供应商之一。至此,金发科技车用塑料已全面覆盖包括欧美、日韩系及我国自主品牌在内的全球所有主机厂和相关零部件厂商。

金发科技自2002年进军汽车材料领域,经过10年的发展,目前已实现从传统车外包围产品到车辆内饰部件的全面布局。2011年,金发汽车塑料的国内市场占有率达到10%,成为我国最大的汽车塑料厂商。同时,汽车塑料的年销售额占公司总销售的25%以上。

2007年以来,公司通过实施增发项目“年产10万t汽

车用聚丙烯技术改造项目”,汽车塑料产销量年均增长速度超过70%,目前年产能近20万t。

为建成全球最大的汽车塑料企业,金发推出二次增发方案,通过募集资金实施“年产80万t环保高性能汽车用塑料生产建设项目”,在江苏昆山市、天津滨海新区、广东广州市和四川绵阳市建立四大汽车用塑料生产基地,从而完成汽车塑料制造基地的全国布局,形成辐射半径更短、反应更快捷的配套能力。项目达产后,金发科技汽车塑料年产能将突破100万t,成为全球最大的汽车用高性能改性塑料生产企业,预计未来仅车用塑料一项,金发科技年可新增销售收入151.9亿元,新增税后利润11亿元。(工程塑料网)