

## 聚烯烃弹性体与低密度聚乙烯共混高弹发泡地垫的研究

沈倩<sup>1</sup>, 黄海云<sup>1</sup>, 徐晨<sup>1</sup>, 董炎明<sup>1,2\*</sup>

(1. 江苏明德玩具股份有限公司, 江苏南通 226500; 2. 厦门大学材料学院, 福建厦门 361005)

摘要: 利用聚烯烃弹性体 POE 改善聚乙烯地垫的高弹性。研究添加不同质量分数的 POE 以及不同质量的填料形成的地垫的硬度及其他力学性能。结果表明添加 50% 质量分数的 POE 和 2kg 填料形成的聚乙烯地垫有较佳的高弹性和性价比。其测试性能如下: 邵氏 A 硬度 21.7°, 断裂伸长率 204%, 回弹系数 42%。

关键词: LDPE; POE; 高弹性; 硬度; 泡沫地垫

中图分类号: TQ334.2

文献标识码: A

文章编号: 1008-021X(2019)18-0016-01

DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2019.18.007

目前应用于儿童爬行垫和家装材料的聚烯烃(主要是聚乙烯或 EVA)泡沫地垫的主要特性是兼有一定的柔性和刚性,也就是弹性和塑性的结合。但总的来说,回弹性不够,脚踩上去舒适度不够好。一般聚乙烯或 EVA 泡沫地垫的邵氏 A 硬度大于 30°, 正常情况是 38°。有许多应用要求泡沫地垫做得更有弹性,更柔软,脚感舒适,不易疲劳。而且使脚面和泡沫地垫之间以及泡沫地垫与地面之间不容易滑动,也就是有一定的防滑作用,防止老人小孩摔倒。但是目前这方面的系统研究鲜有报道。

本文用聚烯烃弹性体 POE 改善 LDPE<sup>[1]</sup> 的高弹性,以期得到最佳高弹性和性价比。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器与原料

仪器: LX-A 邵氏硬度计<sup>[2]</sup>; 日本岛津 AGS-X5KN 电子万能试验机; QC-607-KY-C 海绵回弹仪(东莞市利拓检测仪器有限公司)。

原料: 低密度聚乙烯 LDPE(扬子巴斯夫 2426H, 熔融指数为 2.3g/10min), 聚烯烃弹性体 POE(陶氏 Engage 8150, 熔融指数为 2.02g/10min), 偶氮二甲酰胺 AC(广州江盐化工有限公司), 氧化锌(潍坊恒丰有限公司), 硬脂酸(上海倍特化工有限公司), 二叔丁基过氧异丙基苯 BIPB(上海方锐达化学品有限公司), 滑石粉(青岛盛达滑石粉有限公司)。配方: LDPE + POE 共 3kg, AC 300g, BIPB 22g, 硬脂酸 30g, 氧化锌 40g, 滑石粉 2kg。

### 1.2 试验方法

将所需原料按需备好,置于密闭式炼胶机内进行混料塑炼处理,其中密闭式炼胶机内温度为 135°C 塑炼 15min 排出;将密闭式炼胶机排出的物料送入开炼机进行开炼薄通 15min;冷却后裁切成片,于 175°C 压机中发泡成型,得到所需基于聚烯烃弹性体的高弹性发泡材料。

### 1.3 性能测试测试方法

#### 1.3.1 邵氏 A 硬度的测定方法

根据 GB/T530-1999《橡胶袖珍硬度计压入硬度试验方法》,国际标准 ISO7619:1986 进行测试。

表 1 不同质量分数 POE 的产品性能对比

样品编号	LDPE 质量分数/%	POE 质量分数/%	邵氏 A 硬度/°	断裂伸长率/%	回弹系数/%
①	100	0	31.1	100	26
②	90	10	26.3	187	32
③	80	20	21.7	204	42
④	70	30	19.4	223	46
⑤	60	40	18.9	257	48
⑥	50	50	18.2	275	52
⑦	40	60	16.4	241	58
⑧	0	100	11.9	259	61

(下转第 21 页)

收稿日期: 2019-06-17

基金项目: 2017 年度江苏升级工业和信息产业转型升级专项资金

作者简介: 沈倩(1995—)女,江苏南通人,本科,从事实验室配方配比研究;通信作者: 董炎明。

### 3 结论

利用 DFT/MD 方法对 2-苯基-1H-咪唑并[4,5-b]吩嗪分子进行自组装模拟和晶体结构预测,从分子层面研究了晶体生长机理。模拟所得结果和实验结果具有良好的一致性,说明由分子自组装行为进而推测分子晶体结构的预测方法是可行的,为类似氢键驱动分子自组装体系小分子晶体的结构预测提供了一种新的方法。

#### 参考文献

- [1] Saleh O, Bonitz T, Flinspach K. Activation of a silent phenazine biosynthetic gene cluster reveals a novel natural product and a new resistance mechanism against phenazines [J]. MedChemComm 2012, 3(8): 1009-1019.
- [2] Piana S, Gale J D. Three-dimensional kinetic monte carlo simulation of crystal growth from solution [J]. Journal of Crystal Growth 2006, 294(1): 46-52.
- [3] Elts E, Greiner M, Briesen H. Predicting dissolution kinetics for active pharmaceutical ingredients on the basis of their molecular structures [J]. Crystal Growth & Design, 2016, 16

(7): 4154-4164.

- [4] Lundell J, Cohen A, Gerber R B. Quantum chemical calculations on novel molecules from xenon insertion into hydrocarbons [J]. The Journal of Physical Chemistry A, 2002, 106(49): 11950-11955.
- [5] Punzo F. Unveiling the role of molecular interactions in crystal morphology prediction [J]. Journal of Molecular Structure, 2013, 1032: 147-154.
- [6] Zhang H, Wei T, Li W. Phenazine-based colorimetric and fluorescent sensor for the selective detection of cyanides based on supramolecular self-assembly in aqueous solution [J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 2017, 175: 117-124.
- [7] 陈 纲, 廖理几, 郝 伟. 晶体物理学基础 [M]. 2 版. 科学出版社, 1992.

(本文文献格式: 薛 君. 吩嗪衍生物晶体结构预测及其动力学研究 [J]. 山东化工, 2019, 48(18): -.)

(上接第 16 页)

当邵氏 A 硬度达到 22° 以下时就认为产品是柔软和高弹的, 本文测得低密度聚乙烯发泡地垫的邵氏 A 硬度为 31.1°, 根据表中数据可知当 POE 质量百分数达到 50% 的时候邵氏 A 硬度低于 22°。

断裂伸长率越大产品越难被拉断, 一般低密度聚乙烯发泡的地垫断裂伸长率为 100% 根据表中数据可知当 POE 质量百分数达到 50% 以上时产品断裂伸长率达到 200% 以上, 即原长度的三倍以上。

回弹系数越大产品回弹性能越好, 当回弹系数达到 40% 以上时认为产品回弹性能较优, 一般 LDPE 发泡的地垫回弹系数为 26% 根据表中数据可知当 POE 质量百分数达到 50% 的时候回弹系数已经大于 40%。

综上所述, 随着 POE 含量的增加, 体系的弹性和断裂伸长率有很大的提高。可见, POE 对聚烯烃泡沫塑料有优良的增强作用。当 POE 质量分数加到 50% 时邵氏 A 硬度为 21.7°, 断裂伸长率为 204%, 回弹系数为 42%; 三项指标都达到高弹性能要求并且增加的成本相对较低, 达到最佳的性价比。

#### 2.3 不同的质量填料对产品性能的影响

填料滑石粉明显对地垫的硬度和高弹性有影响, 所以固定 LDPE 质量分数 50%, POE 质量分数 50%, 即 LDPE 和 POE 各 1.5kg, 分别采用⑨滑石粉 1kg ⑩滑石粉 2kg ⑪滑石粉 3kg 其余原料不变。所得产品的测试数据如表 2 所示。

表 2 不同的质量填料的产品性能对比

测试对象	填料及用量	邵氏 A 硬度	断裂伸长率	回弹系数
	/kg	/°	/%	/%
⑨	滑石粉 1	18.6	163	47
⑩	滑石粉 2	21.7	204	42
⑪	滑石粉 3	23.4	162	40

结果表明, 虽然滑石粉的量与地垫的硬度成正比, 而与回弹系数成反比, 虽然少加滑石粉是有利的, 但是成本也会增加。填料本来的作用就是降低成本的。很有意思的是, 我们观察到断裂伸长率却不是这个规律, 2kg 滑石粉的断裂伸长率确实最大的, 断裂伸长率反应的是材料的韧性<sup>[7]</sup>, 是一种极限的力学

性能值, 作为拼接地垫, 其齿形边经常要受到拉力而不断裂。从这个角度来说, 2kg 是最佳选择。

### 3 结论

(1) 添加质量分数 50% 的弹性材料 POE, 50% LDPE 所制备而成的发泡材料硬度较低比较柔软, 断裂伸长率较高并且回弹系数较好。

(2) 填料选用 2kg 滑石粉有最佳的断裂伸长率是综合性能和性价比最佳的选择。

(3) 综上所述, 优选配方为 LDPE 1.5kg, POE 1.5kg, AC 300g, BIPB 22g, 硬脂酸 30g, 氧化锌 40g, 滑石粉 2kg。

致谢: 感谢江苏明德玩具股份有限公司的领导潘伟和倪锋对本文的大力支持。

#### 参考文献

- [1] 徐 青. 低密度聚乙烯的工艺比较 [J]. 合成树脂及塑料, 1999, 16(4): 57-60.
- [2] 艾兆春, 刘汉冶, 康 强, 等. 邵氏硬度计试验力校准技术新方法研究 [J]. 计测技术, 2016, 36(6): 40-42.
- [3] 刘振国, 杨 博, 奚延斌, 等. 聚烯烃弹性体的研究现状及应用进展 [J]. 弹性体, 2017, 27(4): 65-69.
- [4] 张艳芬. EPDM/POE/PP 三元共混改性热塑弹性体 [D]. 青岛: 青岛科技大学, 2014.
- [5] 李学锋, 彭少贤, 郦华兴, 等. LDPE/EVA 发泡材料的研制 [J]. 现代塑料加工应用, 2000, 12(6): 9-12.
- [6] Lanthong P, Nuisin R, Kiatkamjornwong S. Graft copolymerization, characterization, and degradation of cassava starch-g-acrylamide/itaconic acid superabsorbents [J]. Carbohydr Polym, 2006, 66: 229-245.
- [7] 董炎明. 高分子科学简明教程 [M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2014.

(本文文献格式: 沈 倩, 黄海云, 徐 晨, 等. 聚烯烃弹性体与低密度聚乙烯共混高弹发泡地垫的研究 [J]. 山东化工, 2019, 48(18): 16-21.)