

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.03.003

超高分子量聚乙烯复合材料的消声性能研究

李建伟, 李昊, 陈雪雪, 贾润礼

(中北大学塑料研究所, 太原 030051)

摘要: 超高分子量聚乙烯 (PE-UHMW) 具有很好的抗冲击性、消声减振等性能, 通过在 PE-UHMW 中加入玻璃纤维 (GF)、聚四氟乙烯 (PTFE) 纤维和石墨烯 (Gr), 利用模压法制得 PE-UHMW 复合板。通过测试并分析其吸声系数和隔声量, 提出了复合材料板分子链缠结模型, 并结合模型分析了复合材料的消声性能。结果表明, 在 40~260 Hz 和 1590~2880 Hz 波段, GF 对 PE-UHMW 的消声性能有促进作用。而 Gr 加入后, 则仅在 1790~3000 Hz 波段对 PE-UHMW 的消声性能有促进作用, 其他波段均未增加, 与其自身缺陷有关。由于粘接较差, PTFE 纤维并未达到预期效果, 只是在大于 2160 Hz 后才对消声性能产生正面影响。总之, 三种填料加入后都会影响 PE-UHMW 分子链的缠结, 并且对分子链的耗能方式产生一定的影响, 从而影响 PE-UHMW 的消声性能。

关键词: 超高分子量聚乙烯; 玻璃纤维; 聚四氟乙烯纤维; 石墨烯; 消声性能

中图分类号: TQ327.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)03-0012-07

Acoustic Performance Research of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Composites

Li Jianwei, Li Hao, Chen Xuexue, Jia Runli

(Research Institute of Plastic, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract : Ultra-high molecular weight polyethylene (PE-UHMW) has lots of good properties such as impact resistance, sound attenuation and vibration reduction. PE-UHMW composite was made by adding glass fiber, polytetrafluoroethylene fiber and graphene to PE-UHMW and PE-UHMW composite plate was prepared by molding. By testing and analyzing the sound absorption coefficient and sound insulation, a molecular chain entanglement model of composite plate was proposed. Combined with the model, the acoustic performance of the composite was analyzed. The results show that glass fiber can promote the silencing performance of PE-UHMW in 40-260 Hz and 1590-2880 Hz. However, when graphene is added, the acoustic performance of PE-UHMW is promoted in 1790-3000 Hz, while the other frequency are not increased, which is related to its own defects. Because of the bad adhesion, polytetrafluoroethylene fiber does not achieve the expected effect. But after 2160 Hz, it can promote the acoustic performance of PE-UHMW. In a word, the three types of filler will affect the entanglement of the molecular chain of PE-UHMW, and influence the energy consumption of the molecular chain in a certain way, which will affect the acoustic performance of PE-UHMW.

Keywords : ultra-high molecular weight polyethylene ; glass fiber ; polytetrafluoroethylene fiber ; graphene ; acoustic performance

超高分子量聚乙烯 (PE-UHMW) 单体单元与聚乙烯相同, —C—C—柔性长链组成了很长的 PE-UHMW 分子链, 是一种热塑性聚合物, 具有极高的分子量, 同时具有高抗冲击性和韧性、高耐磨强度和抗疲劳性, 低摩擦系数和高耐环境应力开裂性^[1-2], 以及耐化学性、防噪声、低吸湿性、良好波导性和电绝缘性、耐低温性以及卫生性^[3-4]。由于拥有这些优

异性能, PE-UHMW 广泛用于汽车和飞机防弹保护、防弹衣、防护网、髌 / 膝关节植入物和攀爬绳等^[5-8]。

目前对 PE-UHMW 复合材料的消声性能研究的很少, 大多数只是研究其抗冲击性能和吸收能量的作用, 并且对其研究机理并没有深入探讨。Li Wei 等^[9]在研究中指出 PE-UHMW 具有很大的缠结, 1 mg 分子量为 100 万 g / mol 的该聚合物颗

通讯作者: 贾润礼, 教授, 主要从事塑料改性研究 E-mail: runlijia@163.com

收稿日期: 2018-12-28

引用格式: 李建伟, 李昊, 陈雪雪, 等. 超高分子量聚乙烯复合材料的消声性能研究 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(3):12-18.

Li Jianwei, Li Hao, Chen Xuexue, et al. Acoustic performance research of ultra-high molecular weight polyethylene composites[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(3):12-18.

粒含有 1014 个缠结链。T. Langston^[10]研究了 PE-UHMW 复合材料弹道性能的分析模型,研究指出 PE-UHMW 可以快速吸收和分散能量。张玮等^[11]研究认为复合材料在熔体的非等温结晶过程中,填入聚合物基体的纳米粒子被挤入了无定型区,在此过程中,纳米粒子能够增强 PE-UHMW 分子链之间的缠结与应力传递,纳米粒子的加入使材料中形成了纳米尺度的网络结构,PE-UHMW 分子链段无定形区受热时的舒张被束缚,提高了 PE-UHMW 纳米复合材料的热变形温度。而无定型区分子链之间应力传递的增强大大提高了 PE-UHMW 非结晶层吸收能量的能力和抵抗变形能力。A. Fazal 等^[12]指出,无论是通过弹性还是粘弹性手段产生预应力,复合材料中的能量吸收机制主要是纤维-基质脱粘,皮芯剥离似乎在预应力样品中具有显著能量吸收作用。向海帆等^[13]指出聚合物类纤维吸声可以通过热传导以及纤维自身振动的形式消耗。Chen Yuanfeng 等^[14]在研究中指出,在 PE-UHMW/氧化石墨烯(GO)复合材料中,由于 GO 具有超高表面积,部分 PE-UHMW 吸附到 GO 片材上,GO 的层状结构有助于基质到 GO 的负载转移,而且相对分散的层状结构可以吸收一部分能量,但随着 GO 的增加,分子链可能会遭到破坏。笔者主要从分子链缠结入手,对 PE-UHMW 复合材料的消声原因进行分析,讨论了玻璃纤维(GF)、聚四氟乙烯(PTFE)纤维和 GO 对分子链缠结的影响,以及其自身对复合材料消声性能的影响。

在之前研究中,从分子链缠结方面入手,提出了 PE-UHMW 的吸声机理。如图 1 所示,PE-UHMW 具有很长的分子链,其中任何一条分子链都可能与自身或其它分子链之间发生物理交缠(空心的圆圈代表同一分子链之间的缠结点,空心三角形代表不同分子链之间的缠结点),形成数以万计的物理缠结。

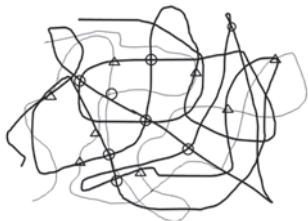


图 1 PE-UHMW 分子链缠结模型

当声波通过 PE-UHMW 板时,声波引起物理交缠点的振动、滑移、拉扯,消耗一部分声能,从而达到

消声的目的。在本实验中,通过在 PE-UHMW 中加入不同的填料,研究了 PE-UHMW 复合材料的吸声性能。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PE-UHMW: 通用级,北京助剂二厂;

GF: 市售;

PTFE 纤维: 山东森荣新材料股份有限公司;

石墨烯(Gr): 工业级,郑州百祥化工有限公司;

发泡剂: AC, 市售;

交联剂: DCP, 市售;

硅烷偶联剂: KH550, 市售。

1.2 主要设备及仪器

250 吨平板硫化机: 8477 型, 国营青岛化工机械厂;

高速混合设备: 1000 型, 永康市天祺盛世工贸有限公司;

吸声、隔声性能测试仪器[计算机和 Lab VIEW 平台、功率放大器(SINOCERA-YE5871A)、发声设备(DQ30TZF-05)、传声器(AWA14425)、信号采集卡(NIDAQ-9234)]; 自组装。

1.3 样品制备

实验中每块 PE-UHMW 复合材料板的总质量为 50 g, 其中 GF 复合材料中 PE-UHMW 为 47 g, GF 为 2.5 g, KH550 为 0.5 g; PTFE 纤维复合材料中 PE-UHMW 为 47 g, PTFE 为 2.5 g, KH550 为 0.5 g; 两种纤维共存的复合材料中 PE-UHMW 为 44.5 g, GF 和 PTFE 各为 2.5 g, KH550 为 0.5 g; 石墨烯复合材料中, PE-UHMW 为 49.5 g, Gr 为 0.5 g; 发泡石墨烯复合材料中 PE-UHMW 为 49.4 g, Gr 为 0.5 g, AC 为 0.1 g。

两种纤维复合材料板具体制作步骤如下: 首先用 KH550 处理两种纤维(GF 和 PTFE 纤维), 然后将其混入 PE-UHMW, 并用高混机混合均匀, 将混合好的原料加入模具中, 在 275℃, 5 MPa 下进行模压成型, 10 min 后取出样板。

石墨烯复合材料板制备方法与两种纤维复合板制备方法一样, 只是不需要用 KH550 进行处理。实验中采用限制发泡法对石墨烯复合材料进行发泡, 首先将混合好的原料加入模具中在 175℃, 5 MPa 下保压 10 min, 然后将模具放松一定程度发泡 10 min 后取出样板, 静置 48 h 后测试。

1.4 消声测试依据

材料或墙壁的吸声性能用吸声系数 α 来表示:

$$\alpha = \frac{E_a + E_t}{E} = \frac{E - E_r}{E} = 1 - r \quad (1)$$

$$r = \frac{E_r}{E} \quad (2)$$

E 为入射到墙壁或材料表面的总声能, J; E_a 为材料吸收的声能, J; E_t 为透过材料的声能, J; E_r 为被材料反射的声能, J; r 为反射系数。

隔声量 TL 的计算公式如下:

$$TL = 10 \lg \left(\frac{1}{t_w} \right) \quad (3)$$

$$t_w = \frac{E_t}{E} \quad (4)$$

通过上述隔声量和吸声系数的公式,可以推出材料内部吸收的声能如下:

$$E_a = E(\alpha - 1/10^{TL/10}) \quad (5)$$

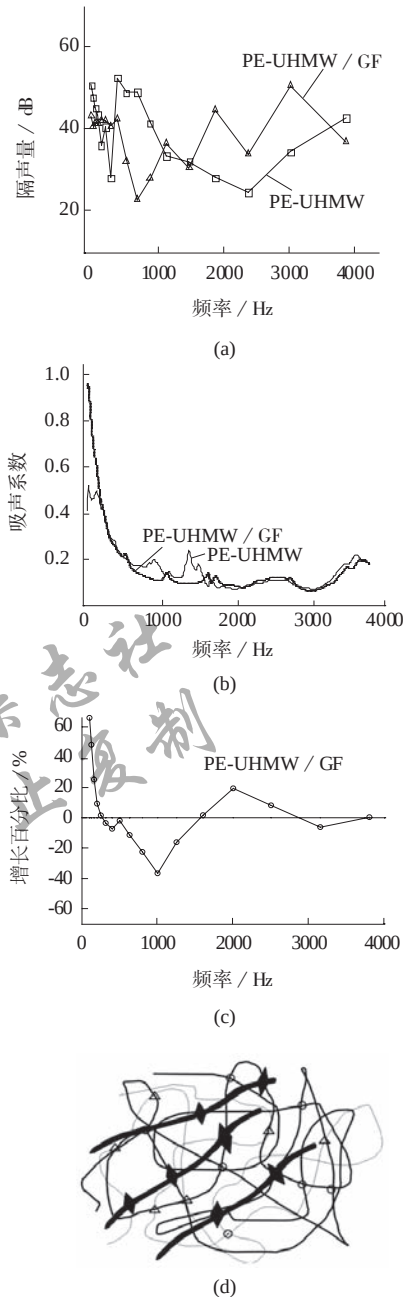
在不同的频率,通过测试得到材料的吸声系数和隔声量,并带入式(5),便可得到材料自身内耗的声能。通过比较复合材料和纯 PE-UHMW 板自身吸收的声能,评估加入 GF, PTFE 纤维和 Gr 后复合材料的吸声性能。

2 结果与讨论

2.1 PE-UHMW/GF 的吸声性能分析

图 2 为 PE-UHMW 和 PE-UHMW/GF 的隔声量、吸声系数曲线, PE-UHMW/GF 相对于纯 PE-UHMW 吸收声能增长百分比以及 PE-UHMW/GF 分子链缠结模型。

将图 2a、图 2b 中不同频率的吸声系数和隔声量带入(5)式,可以得到 PE-UHMW/GF 复合材料相对于纯 PE-UHMW 的吸收声能增长百分比。如图 2c 所示,在 40~260 Hz 段和 1590~2880 Hz 段,复合材料吸收声能相对纯 PE-UHMW 增大,在 260~1590 Hz 和 2880~3800 Hz 段,其吸收的声能降低。图 2d 为在 PE-UHMW 中加入 GF 后复合材料的模型。图 2d 中 PE-UHMW 分子链之间互相缠结,空心三角形和空心圆分别代表不同分子链和同一分子链之间的物理缠结点。GF 穿插在 PE-UHMW 分子链之间,由于加入了 KH550, GF 可以很好地与 PE-UHMW 粘接,形成粘接点,如图中的实心菱形。如前文所述, PE-UHMW 分子链在声波影响下,会产生拉扯、振动和滑移,从而消耗一部分声能,而 GF 的加入不仅会影响分子链的耗能方式,其自身也会消耗一部分声能。



a—隔声量; b—吸声系数; c—吸收声能增长百分比;
d—PE-UHMW/GF 分子链缠结模型

图 2 PE-UHMW 和 PE-UHMW/GF 材料的隔声量、吸声系数、吸收声能增长百分比及 PE-UHMW/GF 分子链缠结模型

结合增长百分比图和模型图可得,在 40~260 Hz 之间,由于声波的频率较低, GF 振动较慢, GF 是刚性材料且能和 PE-UHMW 较好的粘接(如图 2d 所示),加入 PE-UHMW 后, GF 限制了部分分子链的振动和滑移,而且与 GF 接触的部分分子链也会与 GF 产生拉扯作用,因此耗能增加。随着频率逐渐增大,当频率到达 260~1590 Hz 段时, GF 振动加快,此时与纤维粘接的部分分子链随着 GF 振

动,从而减少了分子链的拉扯,因此使声能的消耗下降。而且 GF 的加入还会解缠一部分分子链,因此与纯 PE-UHMW 相比,吸收的声能降低。在 1590 ~ 2880 Hz 段,此时 GF 振动变快,其振动耗能逐渐超过了分子链的拉扯、振动和滑移耗能,因此其吸收的声能相对于纯 PE-UHMW 增高。当频率继续增大,分子链振动速度加快,分子链与 GF 之间滑移增多,因此减少了其与分子链之间的拉扯耗能,使消耗的声能降低,且 GF 的加入解缠了一部分分子链,所以吸收的声能比纯 PE-UHMW 低。

2.2 PE-UHMW/PTFE 的吸声性能分析

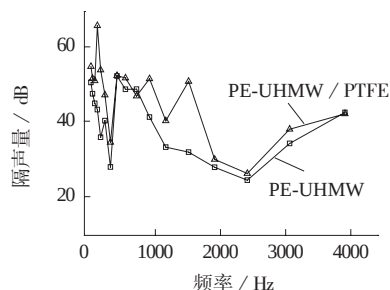
图 3 为 PE-UHMW 和 PE-UHMW/PTFE 的隔声量、吸声系数曲线, PE-UHMW/PTFE 相对于纯 PE-UHMW 吸收声能增长百分比以及 PE-UHMW/PTFE 分子链缠结模型。

将图 3a、图 3b 中不同频率的吸声系数和隔声量带入 (5) 式,可以得到 PE-UHMW/PTFE 复合材料相对于纯 PE-UHMW 的吸收声能增长百分比。如图 3c 所示,在 40 ~ 2160 Hz 段,复合材料吸收的声能相对于纯 PE-UHMW 要低;在 2160 ~ 4000 Hz 段,其吸收的声能增加,且大于纯 PE-UHMW 所吸收的声能,但是增加的百分比呈先降低,后升高的趋势,最低处 (3050 ~ 3250 Hz) 其吸收的声能低于纯 PE-UHMW 吸收的能量。

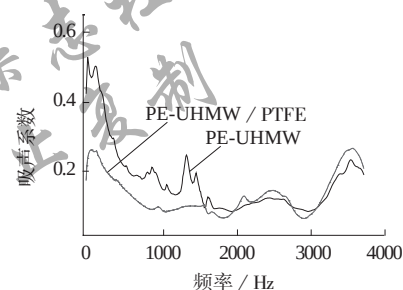
图 3d 为在 PE-UHMW 中加入 PTFE 纤维后复合材料的模型。图中 PE-UHMW 分子链之间互相缠结,空心三角形和空心圆分别代表不同分子链和同一分子链之间的物理缠结点。PTFE 纤维穿插在 PE-UHMW 分子链之间,与分子链之间的接触点用实心菱形表示。由于 KH-550 并不是 PTFE 纤维和 PE-UHMW 的最佳偶联剂,因此其粘接 PE-UHMW 的能力比 GF 要弱。

结合吸声性能图 and 模型图可得,在 40 ~ 2000 Hz 之间,虽然 PTFE 纤维本身具有很好的消声性能,但由于其与 PE-UHMW 粘接力较弱,导致其对分子链的拉扯很少,甚至没有,PTFE 纤维的加入还会影响部分分子链的缠结,因此使分子链的耗能减少。而且此时的频率较低,PTFE 纤维振动较慢,其自身消耗的声能也较少,因此使复合材料吸收的声能相对纯 PE-UHMW 减少了。随着频率的增加,PTFE 纤维振动加快,其自身耗能增加,弥补了其对于分子链缠结的影响,因此使复合材料吸收的声

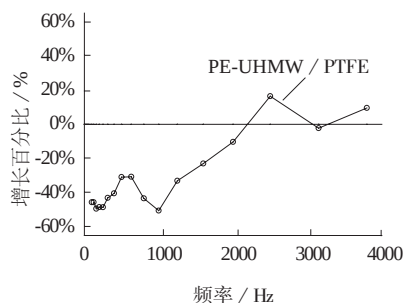
能相对于纯 PE-UHMW 要高。由图中可得,在此频段,复合材料吸收的声能先降低后升高,这可能是由于 PTFE 纤维与 PE-UHMW 分子链之间有少量粘接点,随着频率增大,粘接点产生滑移,导致拉扯耗能减少,所以出现了吸收声能降低的现象。但由于 PTFE 纤维自身优异的消声性能,复合材料整体吸收的声能依然高于纯 PE-UHMW。



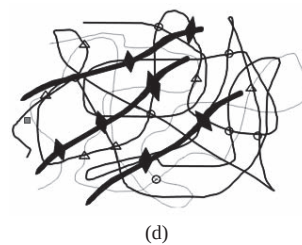
(a)



(b)



(c)



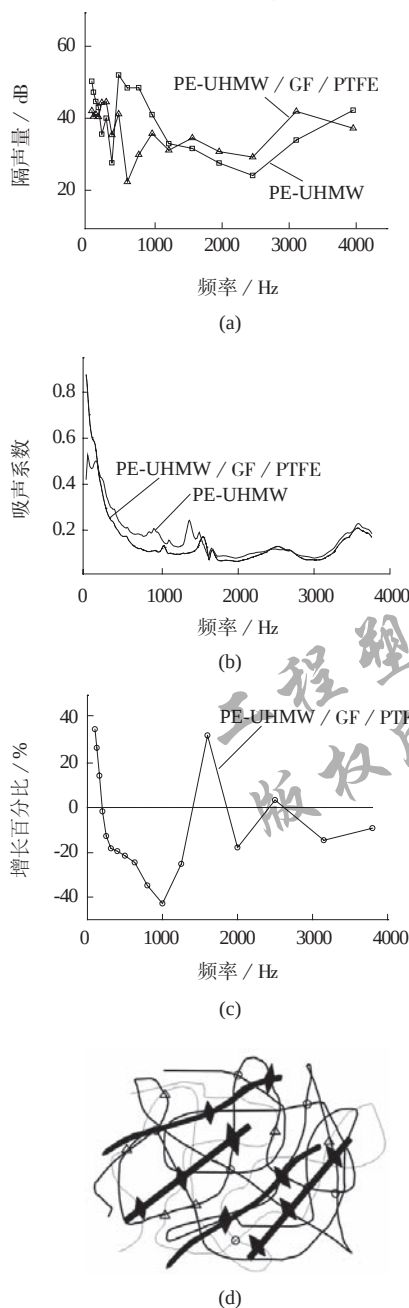
(d)

a—隔声量; b—吸声系数; c—吸收声能增长百分比;
d—PE-UHMW/PTFE 分子链缠结模型

图 3 PE-UHMW 和 PE-UHMW/PTFE 材料的隔声量、吸声系数、吸收声能增长百分比及 PE-UHMW/PTFE 分子链缠结模型

2.3 PE-UHMW/GF/PTFE 的吸声性能分析

图4为PE-UHMW和PE-UHMW/GF/PTFE的隔声量、吸声系数曲线,PE-UHMW/GF/PTFE相对于纯PE-UHMW吸收声能增长百分比以及PE-UHMW/GF/PTFE分子链缠结模型。



a—隔声量;b—吸声系数;c—吸收声能增长百分比;
d—PE-UHMW/GF/PTFE 分子链缠结模型

图4 PE-UHMW和PE-UHMW/GF/PTFE材料的隔声量、吸声系数、吸收声能增长百分比及PE-UHMW/GF/PTFE分子链缠结模型

将图4a、图4b中不同频率的吸声系数和隔声量带入(5)式,可以得到PE-UHMW/GF/PTFE复合材料相对于纯PE-UHMW的吸收声能增长百分

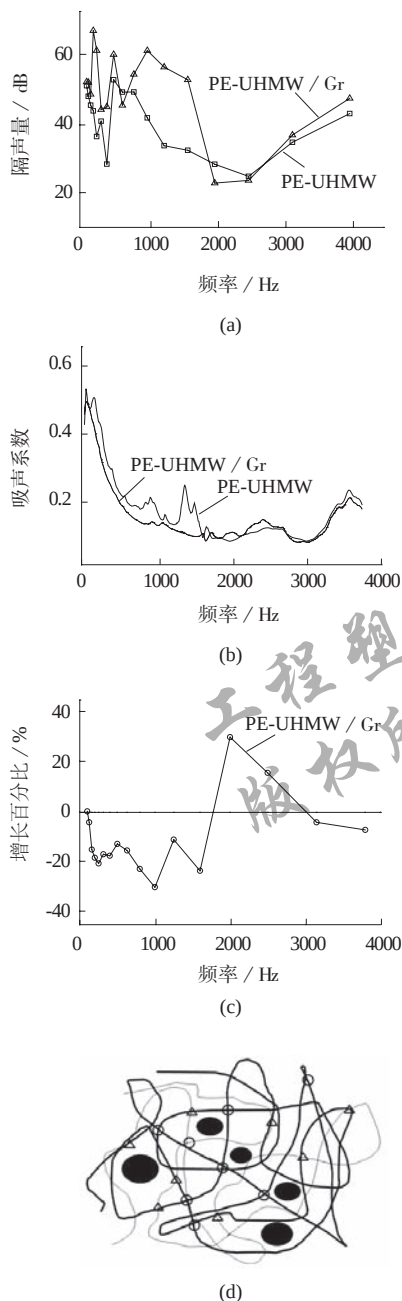
比,如图4c所示,在40~190 Hz段,复合材料吸收的声能比纯PE-UHMW多,随着频率增大,在190~1400 Hz段,吸收的声能降低,并且低于纯PE-UHMW吸收的声能。在1400~1850 Hz段,其吸收的声能要比纯PE-UHMW多。当频率继续增大至1850~3800 Hz,复合材料吸收的声能较纯PE-UHMW整体降低,只在2420~2630 Hz段,其吸收的声能略微升高至大于纯PE-UHMW所吸收的声能。图4d为在PE-UHMW中加入PTFE纤维后复合材料的模型。图中PE-UHMW分子链之间互相缠结,空心三角形和空心圆分别代表不同分子链和同一分子链之间的物理缠结点。PTFE纤维和GF穿插在PE-UHMW分子链之间,与分子链之间的接触点用实心菱形表示。由于混合充分,PTFE纤维和GF之间也可能存在接触、粘接,只是要弱于GF和PE-UHMW之间的粘接力。

结合吸声性能图和模型图可得,加入两种纤维后,其吸收声能相对于纯PE-UHMW的变化趋势和仅加入GF后基本相同,这是因为PTFE纤维与PE-UHMW结合不好,因此没有发挥消声作用。在1400~2420 Hz段,复合材料吸收的声能先增高至纯PE-UHMW之上,再降低至低于纯PE-UHMW吸收的声能,这是因为在此段频率GF振动较快,而对比图4c,此时PTFE振动耗能还很少,因此不会像仅加入GF一样较纯PE-UHMW整体呈升高趋势。而且在此频率下,一部分粘接在GF上的PTFE纤维由于振动较快可能发生了滑移,减少了拉扯耗能,因此在1850~2420 Hz段,复合材料吸收的声能降低至坐标轴以下。随着频率增大至2420~2630 Hz段,PTFE纤维振动加快,振动耗能增加,因此吸收的声能在此频段出现小范围的提升,但由于GF与PE-UHMW结合比PTFE纤维要好,因此GF在复合材料吸收声能方面起主导作用,因此当频率大于2420 Hz以后,复合材料吸收的声能比纯PE-UHMW少。

2.4 PE-UHMW/Gr 的吸声性能分析

图5为PE-UHMW和PE-UHMW/Gr的隔声量、吸声系数曲线,PE-UHMW/Gr相对于纯PE-UHMW吸收声能增长百分比以及PE-UHMW/Gr分子链缠结模型。将图5a、图5b中不同频率的吸声系数和隔声量带入(5)式,可以得到PE-UHMW/Gr复合材料相对于纯PE-UHMW的吸收声能增长百分比。如图5c所示,在40~1790 Hz

段, PE-UHMW / Gr 复合材料吸收的声能低于纯 PE-UHMW 板, 最低处降低了 35%。在 1790 ~ 3000 Hz 段, 其吸收的声能大于纯 PE-UHMW 板。随着频率继续增大, 复合材料吸收的声能再次弱于纯 PE-UHMW 板。



a—隔声量; b—吸声系数; c—吸收声能增长百分比;
d—PE-UHMW / Gr 分子链缠结模型

图 5 PE-UHMW 和 PE-UHMW / Gr 材料的隔声量、吸声系数、吸收声能增长百分比及 PE-UHMW / Gr 分子链缠结模型

图 5d 为在 PE-UHMW 中加入 Gr 后复合材料的模型。图中 PE-UHMW 分子链之间互相缠结, 空心三角形和空心圆分别代表不同分子链和同一分子

链之间的物理缠结点。片状 Gr 穿插在分子链之间、或是处于分子链之间的空隙中, 用实心椭圆表示。

结合吸声性能图和模型图可得, 在 40 ~ 1790 Hz 段, 由于声波频率较低, Gr 自身振动较慢, 耗能较少。而且由于本实验中使用的 Gr 并不完全是单层 Gr, 加之制备工艺的原因, 其层与层之间可能夹杂着酸类杂质, 影响了其自身的吸声性能, 而且 Gr 的加入还会影响一部分分子链缠结, 减少了分子链通过拉扯、滑移和振动耗能, 因此在此频段, 复合材料吸收的声能比纯 PE-UHMW 要少。随着声波频率增大, Gr 振动加快, 其耗能增大, 弥补了自身不足和对分子链缠结的影响, 因此复合材料整体增加了对声能的吸收, 所以在 1790 ~ 3000 Hz 段, 其吸声性能比纯 PE-UHMW 好。随着频率继续增大, 多层 Gr 之间可能产生滑移, 降低了 Gr 本身的振动耗能, 从而无法弥补 Gr 的加入对分子链的影响, 因此使复合材料吸收的声能继续降低, 甚至低于纯 PE-UHMW 板, 所以在 3000 ~ 3800 Hz 段, 复合材料吸收的声能相对于纯 PE-UHMW 增长百分比为负。

3 结论

(1) 不论是加入 GF, PTFE 纤维, 还是加入 Gr, 都会影响部分分子链的缠结。

(2) GF 与 PE-UHMW 结合很好, 因此其本身会对分子链的耗能方式产生一定的影响, 因此随着频率的改变, 复合材料的消声性能随着分子链运动方式的不同发生变化。

(3) 虽然 PTFE 纤维有很好的消声性能, 但 PTFE 纤维与 PE-UHMW 粘接不佳, 因此未达到预期效果, 反而降低了复合材料的消声性能, 但在一定频率下, 其自身振动耗能也提高了复合材料的消声性能。

(4) 两种纤维混合加入 PE-UHMW 中后, 其吸收声能随频率的变化趋势和单加入 GF 的复合材料大体相同, 这是 PTFE 纤维和 PE-UHMW 结合不好的缘故。

(5) GF、PTFE 纤维和 Gr 自身振动消耗的声能在某些特定频段大于分子链通过拉扯、振动和滑移消耗的声能。

(6) Gr 加入后, 由于其自身缺陷, 导致复合材料在 40 ~ 1790 Hz 和 3000 ~ 3800 Hz 段吸收的声能比纯 PE-UHMW 要少。

(7) 在不同频率下, 同一种填料对分子链的影响不同, 因此会对复合材料吸收的声能产生不同影响。

参考文献

- [1] Khasraghi S S, Rezaei M. Preparation and characterization of UHMWPE / HDPE / MWCNT melt-blended nanocomposites[J]. Journal of Thermoplastic Composite Materials.2015,28(3):305-326.
- [2] Chen Yang, Nie Xin, Zou Huawei, et al. Structure and tensile properties change of LDPE / UHMWPE blends via solid state shear milling[J]. Journal of Applied Polymer Science.2013, 130(4):2 487-2 493.
- [3] Yousef S, Visco A, Galtieri G, et al. Wear behaviour of UHMWPE reinforced by carbon nanofiller and paraffin oil for joint replacement[J]. Materials Science & Engineering C Materials for Biological Applications, 2017, (2017):234-244.
- [4] 苏荣锦, 黄安民. 超高分子量聚乙烯的研究现状 [J]. 广州化工, 2010, 38(5):59-61.
Su RongJin, Huang Anmin. Research status of ultra high molecular weight polyethylene[J]. GuangZhou Chemical Industry, 2010, 38(5):59-61.
- [5] He Shuai, He Hui, Li Yingchun, et al. Effects of maleic anhydride grafted polyethylene on rheological, thermal, and mechanical properties of ultra high molecular weight polyethylene / poly(ethylene glycol)blends[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2015, 132(43):42 701.
- [6] Ronca S, Forte G, Ailianou A, et al. Direct route to colloidal UHMWPE by including LLDPE in solution during homogeneous polymerization of ethylene[J]. ACS Macro Letters, 2012, 1(9):1 116-1 120.
- [7] Hu Dean, Zhang Youmin, Shen Zhiwei, et al. Investigation on the ballistic behavior of mosaic SiC / UHMWPE composite armor systems[J]. 2017, 43(13):10 368-10 376.
- [8] 杨萌, 赵宁, 徐坚. 超高分子量聚乙烯功能复合材料及其应用 [J]. 高分子通报, 2018(8):25-32.
Yang Meng, Zhao Ning, Xu Jian. Ultra-high molecular weight polyethylene-based functional composites and applications[J]. Polymer Bulletin, 2018(8):25-32.
- [9] Li Wei, Guan Chao, Xu Jie, et al. Disentangled UHMWPE / POSS nanocomposites prepared by ethylene in situ, polymerization[J]. Polymer, 2014, 55(7):1 792-1 798.
- [10] Langston T. An analytical model for the ballistic performance of ultra-high molecular weight polyethylene composites[J]. Composite Structures, 2017, 179(11):245-257.
- [11] 张炜, 冯玲英, 李志, 等. PE-UHMW / SiO₂ 复合材料的微观性能研究 [J]. 工程塑料应用, 2013, 41(10):30-33.
Zhang Wei, Feng Lingying, Li Zhi, et al. Study on micro-properties of PE-UHMW / SiO₂ composite [J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(10):30-33.
- [12] Fazal A, Fancey K S. UHMWPE fibre-based composites: Prestress-induced enhancement of impact properties[J]. Composites Part B, 2014, 66(4):1-6.
- [13] 向海帆, 赵宁, 徐坚. 聚合物纤维类吸声材料研究进展 [J]. 高分子通报, 2011(5):1-9.
Xiang Haifan, Zhao Ning, Xu Jian. Recent progress in sound absorption materials based on polymer fibers[J]. Polymer Bulletin, 2011(5):1-9.
- [14] Chen Yuanfeng, Qi Yuanyuan, Tai Zhixin, et al. Preparation, mechanical properties and biocompatibility of graphene oxide / ultrahigh molecular weight polyethylene composites[J]. European Polymer Journal, 2012, 48(6):1 026-1 033.

扬子石化长玻纤增强聚丙烯实现替代进口

1月17~19日,扬子石化塑料厂采纳扬子石化研究院的质量改进建议,进行长玻纤增强聚丙烯专用料工业化生产,解决了粒子外观问题,产品性能稳定,质量进一步提升,基本达到国外先进水平。此举标志着中国石化集团公司2018年重大攻关项目——长玻纤增强聚丙烯专用料生产技术取得突破,实现进口替代。

长玻纤增强聚丙烯作为汽车轻量化的重要原料之一,具有高熔体流动速率、高模量、性能好的特点,被广泛应用于汽车保险杠、仪表盘等汽车内外构件,可有效实现汽车轻量化,降低油耗。然而,该产品市场长期以来一直被进口料占据。

扬子石化研究院在调研国外同类产品基础上,组成博士牵头的研发团队,从催化剂选择,到工艺条件探索,先后完成了小试、中试,并于2016年首次实现了工业装置放大生产。经过近3年的摸索,特别是此次研究院与塑料厂的联合攻关,通过生产工艺技术改进和造粒工序的优化,提高了质量稳定性,粒子外观形态大有改善,产品性能大幅提升,各项产品性能指标基本达到了国外先进水平。并且规模化生产能力得到

提升,生产负荷提升了30%,同时实现了长周期稳定生产,生产周期从原来的5个月延长到目前的10个月。

扬子石化公司突破技术壁垒实现该产品生产并投放市场后,国内许多玻纤复合和聚丙烯改性厂家已开始使用该产品,应用于汽车内外饰件,有效替代了进口。(中塑在线)

日本宝理塑料推出新型PBT树脂

日本宝理塑料(Polyplastics)最近推出了一种新型PBT树脂,据报道这种树脂具有优异的抗碱应力开裂性能,适合多种汽车领域的应用。这种牌号为Duranex 532AR的新型树脂,也表现出优异的耐水解和热冲击性能,以及能够满足底盘和发动机舱部件的电气性能。试验表明,当试样浸泡在碱中,标准材料Duranex 3300和耐水解、耐热冲击的Duranex 531HS在2h内发生开裂,然而,Duranex 532AR即使浸泡200h也不会发生应力开裂。安装在发动机附近的电子元件和传感器通常是金属嵌件,当温度突然变化时可能导致热冲击断裂。这是因为金属和树脂的线性膨胀系数相差大约10倍。Duranex 532AR具有优异的耐热冲击性能,能够承受恶劣的环境。(中塑在线)