

针状硅灰石对阻燃 HIPS 材料性能和形态的影响

张金柱

林晓丹

(广州市花都科苑企业有限公司,广州 510860) (华南理工大学材料科学与工程研究所,广州 510640)

摘要 通过在阻燃高抗冲聚苯乙烯(HIPS)材料中加入不同用量的针状硅灰石的试验研究,发现一定用量的硅灰石可提高阻燃 HIPS 材料的断裂伸长率、弯曲弹性模量、耐热性和加工性能,而对阻燃 HIPS 材料的拉伸强度、冲击韧性和阻燃性能基本上无影响。扫描电子显微镜观察显示,硅灰石以一定长度的针状细条嵌入 HIPS 基体中,起到部分玻璃纤维的改性作用,阻燃 HIPS 材料的冲击断面仍为韧性断裂。

关键词 针状硅灰石 高抗冲聚苯乙烯 阻燃 性能 形态结构

硅灰石属于链状偏硅酸盐,硅灰石的结晶平行于(100)面的解离完全,平行于(001)和(102)面的解离也较明显,因此即使是细小颗粒也呈纤维状或针状。由于其特殊的晶体形态、很高的白度、良好的介电性能和较高的耐热性能等特性而被广泛地应用于化工、陶瓷、塑料、涂料等领域^[1,2]。目前这种经特殊加工处理的针状硅灰石粉,再经表面活化改性后在塑料、涂料、橡胶中的应用不断扩大。

电视机等家电外壳大都使用阻燃高抗冲聚苯乙烯(HIPS)材料制备,随着大尺寸电视机外壳的不断增加,对阻燃 HIPS 材料的刚性、韧性、加工性、耐热性等的要求越来越高,同时希望其成本不断降低。笔者通过改性针状硅灰石在阻燃 HIPS 材料中的应用研究,探索了一条使阻燃 HIPS 材料高性能化和低成本化的有效途径。

1 实验部分

1.1 原材料

HIPS: 5210 型,雪佛龙菲利普斯化工(中国)有限公司;

十溴二苯醚: 潍坊中以溴化物有限公司;

三氧化二锑: 广东宇星锑业有限公司;

改性针状硅灰石粉: 长径比 10 左右,大连毅达精细矿物有限公司;

增韧剂 S: 韩国 LG 化学公司;

其它助剂: 市售。

1.2 仪器与设备

双螺杆挤出机: TSE-40 型,南京瑞华机械电子有限公司;

注塑机: LY120-PC 型,广州利源机械有限公司;

万能电子拉力机: RGT-10 型,深圳瑞格尔仪

器有限公司;

简支梁冲击试验机: XJJ-50 型,承德试验机厂有限责任公司;

扫描电子显微镜(SEM): LEO 1530 VP 型,德国 LEO 公司。

1.3 试样制备

按配比称取十溴二苯醚、三氧化二锑和改性针状硅灰石粉,加入预热至 100℃ 的高速混合机内高速混合 10 min,依次加入 HIPS、增韧剂 S 等助剂,再混合 5 min。用双螺杆挤出机熔融挤出造粒,挤出工艺为: 转速 280 r/min; 加热段 1~6 区的温度分别为 195、200、205、210、210、205℃; 机头温度 200℃。将粒料置于 80℃ 鼓风干燥箱内干燥 2 h,用注塑机在注射温度 200~210℃ 下注塑成标准试样。

1.4 性能测试

将冲击试样断面脆断、真空镀金后,用 SEM 观察并拍照;

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试,拉伸速率为 50 mm/min;

弯曲性能按 GB/T 9341-2000 测试;

冲击性能按 GB/T 1043-1993 测试;

阻燃性能按 ANSI/UL 94-2003 测试;

熔体流动速率(MFR)按 GB/T 3682-2000 测试;

热变形温度按 GB/T 1634-1989 测试。

2 结果与讨论

2.1 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料力学性能的影响

在阻燃 HIPS 材料中加入不同用量的改性针状硅灰石,其用量对阻燃 HIPS 材料力学性能的影响见表 1。

表 1 硅灰石用量对阻燃 HIPS¹⁾ 材料力学性能的影响

硅灰石用量/份	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	弯曲强度/MPa	弯曲弹性模量/GPa	缺口冲击强度/kJ·m ⁻²
0	23.9	20	35.7	1.22	11.4
2	23.8	26.4	35.9	1.27	10.7
4	23.5	24.5	35.5	1.29	10.5
6	23.8	26.4	34.5	1.29	10.7
8	22.7	29	34.4	1.37	10.3
10	22.9	29.2	35.3	1.39	10.4

注: 1) 阻燃 HIPS 中, HIPS、阻燃剂 A、阻燃剂 B 与增韧剂 S 的质量配比为 75 43 5 7。

由表 1 可见, 随着阻燃 HIPS 材料中硅灰石用量的增加, 阻燃 HIPS 材料的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度有减小的趋势, 但变化范围很小, 基本上接近原未加硅灰石阻燃 HIPS 材料的指标值。当硅灰石用量为 10 份时, 阻燃 HIPS 材料的力学性能仍基本等同于未加硅灰石的阻燃 HIPS 材料, 而且阻燃 HIPS 材料的断裂伸长率和弯曲弹性模量随硅灰石用量的增加而逐渐提高。

对许多填充体系而言, 随着填料用量的增加, 体系的力学性能(如拉伸强度、断裂伸长率)呈降低趋势, 但对针状硅灰石而言, 由于它具有一定长径比且沿注射方向取向, 因而使阻燃 HIPS 材料的性能得到某种程度的提高。但同时随硅灰石用量的增加, 混炼过程中粒子间的挤压碰撞作用使部分粒子折断, 其针状形态被破坏, 从而造成材料中硅灰石粒子的平均长径比减小, 使硅灰石的增强作用有所降低。由于阻燃 HIPS 材料因填充硅灰石造成的性能下降效应和针状硅灰石的增强效应处于相对平衡状态, 因而即使在硅灰石用量较高情况下阻燃 HIPS 材料仍保持较高的力学性能, 这对材料的实际应用具有非常大的意义。

2.2 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料加工性能的影响

在阻燃 HIPS 材料中加入不同用量的改性硅灰石, 其材料的 MFR 值见表 2。

表 2 硅灰石用量与阻燃 HIPS 材料 MFR 的关系

项 目	硅灰石用量/份					
	0	2	4	6	8	10
MFR/g·(10 min) ⁻¹	6.1	6.3	6.6	6.8	6.9	7.0

由表 2 可看出, 对阻燃 HIPS 材料而言, 当硅灰石用量为 10 份以内时, 材料的 MFR 均比未加硅灰石的阻燃 HIPS 材料要高, 这表明阻燃 HIPS/硅灰石体系的加工性能优于阻燃 HIPS 材料, 这对于注塑象电视机壳那样的大型制件而言是十分有利的。

很多研究表明^[3-5], 聚合物/硅灰石体系的熔体与聚合物同属非牛顿型假塑性流体, 当硅灰石用量在

一定范围内, 其熔体的流动性及粘流活化能接近聚合物基体。笔者的试验结果亦与此一致。这可归因于针状硅灰石晶体容易沿基体的流动方向取向, 从而有利于改善熔体的流动性。

2.3 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料耐热性的影响

阻燃 HIPS 材料中加入不同用量的改性硅灰石, 其热变形温度的变化见表 3。

表 3 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料耐热性的影响

项 目	硅灰石用量/份					
	0	2	4	6	8	10
热变形温度/℃ (0.46 MPa)	86.4	86.6	86.7	87.2	87.7	87.8

由表 3 可看出, 随着硅灰石用量的增加, 阻燃 HIPS 材料的热变形温度略有提高, 但提高幅度不大, 这可能是无机针状硅灰石的耐热增加效应与其表面含有的偶联剂所引起的增塑耐热降低效应基本处于平衡状态, 其中硅灰石的耐热增加效应略为占优所致。

2.4 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料阻燃性能的影响

表 4 列出不同硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料按阻燃标准测试后, 火焰熄灭时 5 组试样总燃烧时间。

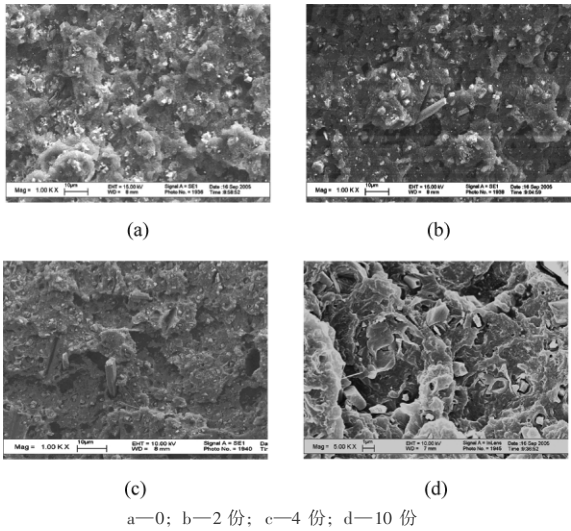
表 4 5 组阻燃 HIPS 材料试样燃烧性能

项 目	硅灰石用量/份					
	0	2	4	6	8	10
5 组试样总燃烧 时间/s (3.2 mm) (1.6 mm)	0	1	1	1	1	1
	4	4	8	8	8	8

由表 4 可看出, 当硅灰石用量为 10 份以内时, 硅灰石的加入对阻燃 HIPS 材料的阻燃性能基本上无影响, 无论 3.2 mm 和 1.6 mm 的试样均仍达到 UL 94 V-0 级, 并没有像一般矿物填料那样起阻燃稀释作用, 从而表明硅灰石的针状晶体结构在阻燃材料中起到有利的作用。

2.5 硅灰石用量对阻燃 HIPS 材料形态结构的影响

图 1 为不同硅灰石用量的阻燃 HIPS 材料试样冲击断面的 SEM 照片。对比图 1a~图 1c 可见, 针状硅灰石以一定长度的细条状嵌入到 HIPS 基体中, 其细条状晶体类似玻璃纤维同基体的结合状态, 因此硅灰石在阻燃 HIPS 材料中可起到一定增强效果, 同时嵌入到 HIPS 基体中的细条状晶体在燃烧过程中亦可起到类似隔离墙的作用, 因此对阻燃 HIPS 材料的阻燃性能起到有利效果。当硅灰石用量为 10 份时(见图 1d), 由于混炼过程中其粒子间的挤压碰撞, 针状结构被破坏, 硅灰石以小颗粒或短片状同 HIPS 基体较均匀分布结合, 这种结合形成了以硅灰石为芯、HIPS 基



a—0; b—2 份; c—4 份; d—10 份

图 1 不同硅灰石用量的阻燃 HIPS 材料的 SEM 照片
体为壳的“芯-壳”结构,使阻燃 HIPS 材料的冲击断面呈龟皮状和部分丝状,仍为典型的韧性断裂。

3 结论

(1) 一定用量的硅灰石可提高阻燃 HIPS 材料的断裂伸长率、弯曲弹性模量、耐热性和加工性能。

(2) 在一定用量下,硅灰石对阻燃 HIPS 材料的拉伸强度、冲击韧性和阻燃性能基本上无影响。

(3) 一定用量范围内,硅灰石以一定长度的细条状结构嵌入到 HIPS 基体中,起到部分类似玻璃纤维的改性效果,当硅灰石用量为 10 份以内时,阻燃 HIPS 材料试样的冲击断面仍为韧性断裂。

(4) 对阻燃 HIPS 材料来说,硅灰石的加入不仅可降低材料成本,而且可一定程度地优化材料的性能。

参考文献

1 刘伯元. 硅灰石深加工及其产品在塑料中的应用. 非金属矿, 1997 (3): 21
2 袁世平. 活化硅灰石粉新型填料的研制及在 PVC 电缆料中的应用. 塑料工业, 1994 (1): 46
3 贺昌城. 我国硅灰石及其填充塑料的研究进展. 合成树脂及塑料, 2003, 20: 79
4 于建. 硅灰石对 HDPE 树脂的复合效果及增韧条件. 中国塑料, 2001, 15 (4): 62
5 贺昌城. 硅灰石对 PP 力学性能的影响. 工程塑料应用, 1999, 27 (4): 9

EFFECT OF ACIFORM-WOLLASTONITE ON PROPERTIES AND MORPHOLOGY OF THE FIRE RESISTANT HIGH IMPACT POLYSTYRENE

Zhang Jinzhu

(Guangzhou Hua Du Keyuan Enterprises Co. Ltd., Guangzhou 510860, China)

Lin Xiaodan

(College of Materials Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT The Compound of aciform-wollastonite with fire resistant high impact polystyrene (FRHIPS) was studied. It was found that certain amount aciform-wollastonite in FRHIPS could increase the elongation at break, bending modulus, heat resistance and processing property of the compound, while the tensile strength, impact strength and fire resistance of the compound were unchanged basically. SEM showed that the aciform-wollastonite dispersed in FRHIPS matrix as needle like structure, acting as a role of reinforcing glass fiber, the impact fractured surface of FRHIPS fractured in ductile mode.

KEYWORDS aciform-wollastonite, high impact polystyrene, fire resistant, property, morphology

《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”栏目

为做好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志社将在《工程塑料应用》杂志和工程塑料网站(www.epa1973.com)上开设“技术转让与合作”栏目,以方便买卖双方的有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等各方面。

《工程塑料应用》是中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大。可确保您发布的信息有足够的浏览量。

欢迎有关企事业单位踊跃投稿! 投稿时请提供所发布信息的真实性证明。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

电话:0531-85878057 85878278 传真:0531-85947355 85878224

E-mail: epa@epa1973.com