

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.03.024

# 不同哑光剂和除味剂对车用 PC/ABS 合金性能的影响

黄兴宇<sup>1,2</sup>, 陈婧<sup>1,2</sup>, 安峻莹<sup>1,2</sup>, 苏昱<sup>1,2</sup>

(1. 北京航天试验技术研究所, 北京 100074; 2. 北京航天凯恩化工科技有限公司, 北京 100074)

**摘要:**采用4种哑光剂[粒径分别为20 μm和5 μm的硅灰石、碱式硫酸镁晶须及交联聚苯乙烯聚合物(BMAT)]和3种除味剂[吸附型除味剂(MP60)、PS水母粒及复合型吸附除味剂],研究其对聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金的光泽度、气味等级、冲击强度及雾化值的影响。实验结果表明:交联聚苯乙烯聚合物(BMAT)对PC/ABS合金具有非常好的消光效果,同时对PC/ABS合金的冲击强度影响最小,添加质量分数为5%时PC/ABS合金的光泽度为12%,悬臂梁缺口冲击强度为27.9 kJ/m<sup>2</sup>,通过添加复合型吸附除味剂能将合金的气味等级从4级降低到2.5级,雾化值从3.2 mg下降到1.6 mg;碱式硫酸镁晶须同样具有较好的消光效果,但添加过量的碱式硫酸镁晶须会影响PC/ABS合金的冲击强度,添加质量分数为3%时PC/ABS合金的光泽度为23%,悬臂梁缺口冲击强度为32.9 kJ/m<sup>2</sup>,通过添加除味剂能将合金的气味等级从3.5级下降到2.5级,雾化值从2.8 mg下降到1.3 mg;硅灰石具有一定的消光效果,但效果不如交联聚苯乙烯聚合物(BMAT)和碱式硫酸镁晶须,对PC/ABS合金的气味几乎没有影响;除味剂能有效降低PC/ABS合金的气味等级和雾化值,多梯度孔径的复合型吸附除味剂效果最好,当除味剂添加量达到饱和后,PC/ABS合金的气味等级和雾化值不会继续下降。

**关键词:**聚碳酸酯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料合金;哑光剂;除味剂;光泽度;气味等级;冲击强度;雾化

**中图分类号:** TQ322.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)03-0132-06

## Effects of Different Matting Agents and Deodorants on Properties of Automotive PC/ABS Alloy

Huang Xingyu<sup>1,2</sup>, Chen Jing<sup>1,2</sup>, An Junying<sup>1,2</sup>, Su Yu<sup>1,2</sup>

(1. Beijing Institute of Aerospace Testing Technology, Beijing 100074, China;

2. Beijing Aerospace Chemical Engineering Co., Ltd., Beijing 100074, China)

**Abstract:** Four kinds of matting agents [wollastonite with particle size of 20 μm and 5 μm, basic magnesium sulfate whisker, cross-linked polystyrene polymer (BMAT)] and three kinds of deodorants [adsorption deodorant (MP60), PS with water masterbatch as well as complex adsorption deodorant] were used for polycarbonate (PC)/acrylonitrile-butadiene-styrene plastic (ABS) alloy, their effects on the glossiness, odor level, impact strength and atomization value were studied. The results show that: cross-linked polystyrene polymer (BMAT) has a very good extinction effect and least impact strength on the PC/ABS alloy, when the mass fraction is added to 5%, PC/ABS alloy glossiness reaches 12%, the notched Izod impact strength reaches 27.9 kJ/m<sup>2</sup>. Through adding deodorant can reduce the odor level from 4 to 2.5 and the atomization value from 3.2 mg to 1.6 mg. The basic magnesium sulfate whisker also has good extinction effect, but adding excessive basic magnesium sulfate crystal should reduce the impact strength of PC/ABS alloy. When 3% is added, the glossiness of PC/ABS alloy reaches 23%, the notched Izod impact strength reaches 32.9 kJ/m<sup>2</sup>, and the odor level can be reduced from 3.5 to 2.5 and atomization value dropped from 2.8 mg to 1.3 mg by adding deodorant. Wollastonite has a certain matting effect, but the effect is not as good as cross-linked polystyrene polymer (BMAT) and basic magnesium sulfate whisker, the smell of PC/ABS alloy has almost no effect. The deodorant can effectively reduce the odor level and atomization value of the PC/ABS alloy. The multi-gradient pore-size adsorption type deodorant has the best effect. When the deodorant dosage is saturated, the odor level and atomization value of the PC/ABS alloy will not continue to decline.

**Keywords:** polycarbonate/acrylonitrile-butadiene-styrene plastic alloy; matting agent; deodorant; glossiness; odor level; impact strength; atomization

**通讯作者:** 黄兴宇, 工程师, 硕士, 从事材料科学与工程聚合物加工与改性方向的研究 E-mail: xb5234180@126.com

**收稿日期:** 2018-01-23

**引用格式:** 黄兴宇, 陈婧, 安峻莹, 等. 不同哑光剂和除味剂对车用 PC/ABS 合金性能的影响 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(3): 132-137.

Huang Xingyu, Chen Jing, An Junying, et al. Effects of different matting agents and deodorants on properties of automotive PC/ABS alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(3):132-137.

聚碳酸酯(PC)和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)的合金,结合了两种材料的优异特性,广泛应用于汽车零部件、家电用品、通信器材及照明设备上<sup>[1]</sup>。而有些应用领域对PC/ABS合金提出了低光泽度的要求,这些应用领域主要为汽车、装饰品、电子电器等,如汽车内饰件,设计时需要注意内饰的反光度,如果材料的光泽度太亮会造成眩光,而且会在挡风玻璃的内表面形成反射影像,影响驾驶员的视觉,极易引起交通事故<sup>[2-3]</sup>。因此必须对汽车内饰PC/ABS合金表面进行哑光处理,甚至要求光泽度与内饰聚丙烯(PP)类似,以获得舒适安全的驾驶感觉<sup>[4-5]</sup>。

目前,降低PC/ABS合金的光泽度主要有两种方法:添加填料型哑光剂和轻微交联的橡胶或与PC/ABS合金不相容的材料作为哑光剂<sup>[6-8]</sup>。李慧等<sup>[9]</sup>通过添加无机粉体纳米二氧化硅可使ABS具有哑光效果,但会对材料的力学性能有一定影响。李文强等<sup>[10]</sup>公开了一种使用反应挤出哑光剂制备的低光泽PC/ABS合金的专利,具有较好的哑光效果,但成本较高,同时由于使用交联物质,会影响材料的气味等级。减少材料气味的基本方法主要包括化学反应和物理吸附两种<sup>[11]</sup>。化学反应方法是指添加一些能与有气味小分子物质反应的添加剂,这些添加剂和小分子反应能产生分子链大且在一般环境中不能挥发出来的化合物,从而消除气味<sup>[12]</sup>。对于物理吸附,常用的物理吸附剂包括活性炭、硅胶、凹凸棒、粘土矿物体系、分子筛、沸石、硅灰石、膨润土等<sup>[13]</sup>。陈斌等<sup>[14]</sup>公开了一种低气味PC/ABS合金专利,所使用的化学除味剂由(9Z,12R)-12-羟基-9-十八烯酸锌盐(2:1)和3,5-二叔丁基-4-羟基肉桂酸组成,制成的PC/ABS合金具有较低的气味。张鹰等<sup>[15]</sup>公开了一种专利,他们使用季铵盐型表面活性剂改性的凹凸棒土与ABS制成吸附母粒,从而制备出低气味PC/ABS合金。虽然目前对PC/ABS合金的消光效果和除味效果分别都有研究,但是对于既具哑光又具有低气味等级的PC/ABS合金的研究较少。笔者研究了不同哑光剂和除味剂对PC/ABS合金光泽度、气味等级、雾化值及力学性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原料

ABS树脂:DG-417,天津大沽化工股份有限公司;

PC树脂:1100,韩国三星公司;

硅灰石:粒径分别为20 μm(1250目)和5 μm(2500目),廊坊佳通电气有限公司;

碱式硫酸镁晶须:WS-1S2,营口威斯克化学有限公司;

交联聚苯乙烯聚合物:BMAT,美国康普顿国际化学公司;

吸附型除味剂:MP60,栢科(天津)硅化物技术有限公司;

PS水母粒、复合型吸附除味剂:自制。

### 1.2 主要设备及仪器

真空干燥箱:PH-240A型,上海一恒科学仪器有限公司;

高速混合机:SHR-10型,张家港二轻机械有限公司;

同向啮合双螺杆挤出机:SHJ-35型,南京诚盟机械有限公司;

注塑机:SA900-260型,宁波海天塑机集团有限公司;

万能材料试验机:UTM-1422型,承德市金建检测仪器有限公司;

复合式冲击试验机:HIT-2492型,承德市金建检测仪器有限公司;

高低温试验箱:CTS-1型,重庆哈丁科技有限公司;

光泽度仪:GM-268PLUS型,柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;

雾化测试仪:FT-F1型,济南兰光机电技术有限公司。

### 1.3 PC/ABS合金的制备

将PC树脂和ABS树脂干燥后,按质量比70:30并与消光剂和除味剂在高速混合机中混合均匀后,在双螺杆挤出机上熔融挤出造粒,挤出温度约240℃,主机转速约35 r/min。通过注塑机将得到的PC/ABS合金颗粒注塑成标准试样和色板,并将标准试样放入高低温试验箱中,在23℃条件下进行状态调节48 h。

### 1.4 性能测试

#### (1) 力学性能。

按照GB/T 1843-2008测试PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度,测试温度为23℃。

#### (2) 光泽度测试。

将调节好状态的色板标号后,按照ASTM

D2457-2003 测试 PC/ABS 合金的光泽度。

### (3) 气味等级测试。

按照长安汽车气味测试标准 VS-01.00-T-14004-A5-2017 测试 PC/ABS 合金的气味等级。

### (4) 雾化值测试。

按照 ISO 6452-2007 测试 PC/ABS 合金的雾化值。

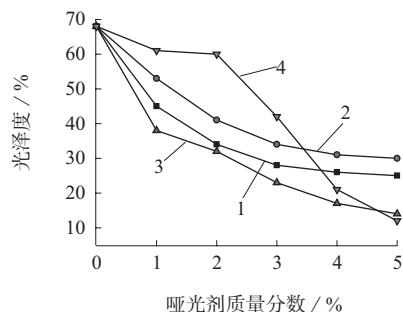
## 2 结果与讨论

### 2.1 不同种类和用量哑光剂对 PC/ABS 合金性能的影响

不同哑光剂种类和用量对 PC/ABS 合金光泽度、悬臂梁缺口冲击强度及气味等级的影响如图 1~图 3 所示。

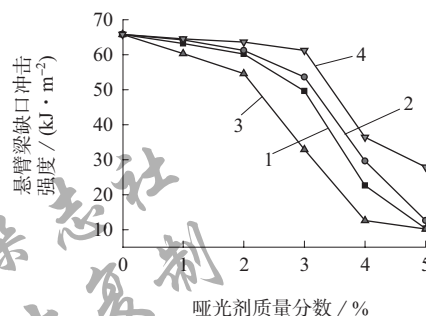
由图 1 可以看出,随着不同种类哑光剂含量的增加,PC/ABS 合金的光泽度均呈下降趋势,其中添加碱式硫酸镁晶须时,降低 PC/ABS 合金光泽度的效果最明显。当添加碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 时,光泽度为 23%;当添加碱式硫酸镁晶须质量分数为 5% 时,光泽度为 14%。当交联聚苯乙烯聚合物添加量较小时,其对 PC/ABS 合金的消光效果并不明显,但当添加交联聚苯乙烯聚合物质量分数超过 2% 后,PC/ABS 合金的光泽度大幅下降;当添加交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 时,PC/ABS 合金的光泽度为最低值,为 12%。从两种不同粒径的硅灰石对 PC/ABS 合金的消光效果对比可以看出,粒径为 5  $\mu\text{m}$  的硅灰石的消光效果不如粒径为 20  $\mu\text{m}$  的硅灰石。这主要是因为后者的粒径较大,加入后会使得 PC/ABS 合金表面凹凸不平的程度较大,从而产生光的漫反射效果较强,因此消光效果更好一些。同时还能看出,添加硅灰石的质量分数超过 3% 后,PC/ABS 合金的光泽度下降并不明显,说明继续增加硅灰石用量对 PC/ABS 合金的光泽度影响不大。

由图 2 可以看出,随着不同种类哑光剂含量的增加,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度均呈下降趋势,其中碱式硫酸镁晶须对于 PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度的影响最大,硅灰石次之,交联聚苯乙烯聚合物最小,并且硅灰石粒径越小对 PC/ABS 合金悬臂梁缺口冲击强度的影响越小。当添加碱式硫酸镁晶须的质量分数超过 2% 后,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度迅速下降;当添加碱式硫酸镁晶须的质量分数为 4% 时,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度只有 12.6  $\text{kJ}/\text{m}^2$ 。根据



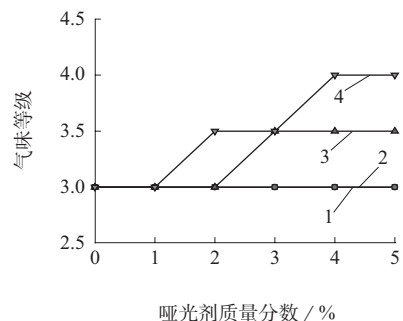
1—粒径为 20  $\mu\text{m}$  的硅灰石; 2—粒径为 5  $\mu\text{m}$  的硅灰石;  
3—碱式硫酸镁晶须; 4—交联聚苯乙烯聚合物

图 1 不同哑光剂种类和用量下 PC/ABS 合金的光泽度



1—粒径为 20  $\mu\text{m}$  的硅灰石; 2—粒径为 5  $\mu\text{m}$  的硅灰石;  
3—碱式硫酸镁晶须; 4—交联聚苯乙烯聚合物

图 2 不同哑光剂种类和用量下 PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度



1—粒径为 20  $\mu\text{m}$  的硅灰石; 2—粒径为 5  $\mu\text{m}$  的硅灰石;  
3—碱式硫酸镁晶须; 4—交联聚苯乙烯聚合物

图 3 不同哑光剂种类和用量下 PC/ABS 合金的气味等级

一般汽车注塑件的使用要求,当 PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度小于 15  $\text{kJ}/\text{m}^2$  时,注塑件装配钻螺丝时会有开裂的风险,因此达不到使用要求。而添加另外三种哑光剂质量分数低于 3% 时,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度下降并不明显,当添加硅灰石质量分数为 5% 后,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度低于 15  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ,达不到使用要求。与纯 PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击强度 (66.5  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ) 相比,当添加交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 时,PC/ABS 合金的悬臂梁缺口冲击

强度虽然下降了58%,但仍然为 $27.9 \text{ kJ/m}^2$ ,可以满足正常的使用要求。

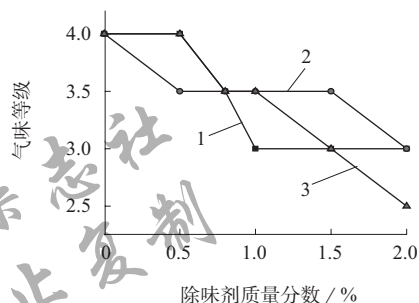
由图3可以看出,不同种类和添加量的硅灰石对PC/ABS合金的气味等级几乎没有影响。添加碱式硫酸镁晶须质量分数超过3%后,PC/ABS合金的气味等级上升0.5级,为3.5级,气味变得刺激,说明碱式硫酸镁晶须在制备过程中会有少量化学物质残余,导致添加量过大时会影响产品的气味等级。添加交联聚苯乙烯聚合物对PC/ABS合金气味等级的影响非常大,PC/ABS合金的气味随着其添加量的增加而增大,当添加量为4%后,PC/ABS合金的气味等级为4级,产品的气味十分难闻刺鼻。这主要是因为交联聚苯乙烯聚合物在交联过程中需要添加交联剂,而大部分交联剂气味都十分难闻,因此影响了PC/ABS合金的气味等级。

由图1~图3可以看出,添加适量交联聚苯乙烯聚合物对PC/ABS合金具有非常好的消光效果,同时对PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度的影响最小。当添加交联聚苯乙烯聚合物质量分数为5%时,PC/ABS合金的光泽度为12%,悬臂梁缺口冲击强度为 $27.9 \text{ kJ/m}^2$ ,但由于添加交联聚苯乙烯聚合物会影响PC/ABS合金的气味等级,在不添加除味剂情况下,PC/ABS合金的气味等级只有4级,因此需要添加除味剂来降低气味等级。添加适量碱式硫酸镁晶须对PC/ABS合金同样具有较好的消光效果。当添加碱式硫酸镁晶须质量分数为3%时,PC/ABS合金的光泽度为23%,悬臂梁缺口冲击强度为 $32.9 \text{ kJ/m}^2$ ,气味等级为3.5级;但继续增加碱式硫酸镁晶须的用量会影响PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度,当添加碱式硫酸镁晶须质量分数为4%时,PC/ABS合金的光泽度为17%,但悬臂梁缺口冲击强度只有 $12.6 \text{ kJ/m}^2$ ,不能满足使用要求。因此碱式硫酸镁晶须的添加量应控制在3%。硅灰石对PC/ABS合金具有一定的消光效果,并且其粒径越大消光效果越好。添加粒径为 $5 \mu\text{m}$ 的硅灰石的质量分数为5%时,PC/ABS合金的光泽度为25%,其效果不如交联聚苯乙烯聚合物和碱式硫酸镁晶须,此时PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度只有 $10.3 \text{ kJ/m}^2$ ,不能满足使用要求,但是硅灰石对PC/ABS合金的气味几乎没有影响。

## 2.2 不同种类和用量除味剂对哑光PC/ABS合金气味等级的影响

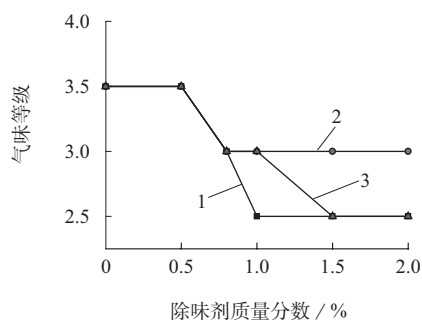
通过上述研究可以发现,添加质量分数5%的

交联聚苯乙烯聚合物或3%的碱式硫酸镁晶须时,PC/ABS合金均具有非常好的哑光效果,同时悬臂梁缺口冲击强度也均能满足汽车注塑件的使用要求,但是气味等级分别是4级和3.5级。根据汽车主机厂要求,车内使用的内饰件气味等级需要为2.5级才能满足使用要求,因此,需要通过添加除味剂来降低PC/ABS合金的气味等级。将不同种类和用量的3种除味剂分别加入到交联聚苯乙烯聚合物质量分数为5%的哑光PC/ABS合金和碱式硫酸镁晶须质量分数为3%的哑光PC/ABS合金中,研究其对PC/ABS合金气味等级的影响,结果如图4和图5所示。



1—吸附型除味剂 (MP60); 2—PS水母粒; 3—复合型吸附除味剂

图4 不同种类及用量除味剂下交联聚苯乙烯聚合物质量分数为5%的哑光PC/ABS合金的气味等级



1—吸附型除味剂 (MP60); 2—PS水母粒; 3—复合型吸附除味剂

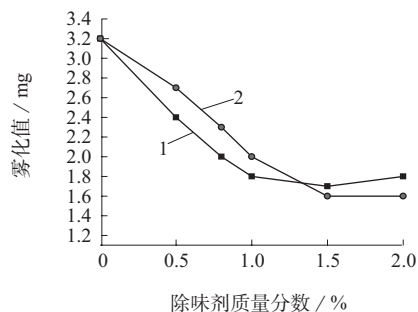
图5 不同种类及用量除味剂下碱式硫酸镁晶须质量分数为3%的哑光PC/ABS合金的气味等级

由图4可看出,添加除味剂都能降低哑光PC/ABS合金的气味等级,其中PS水母粒的除味效果最差,添加质量分数为2%时,只能将哑光PC/ABS合金的气味等级降到3级。这主要是因为PS水母粒为脱挥型除味剂,其除味机理是:在挤出加工PC/ABS合金时,PS水母粒带入易挥发的溶剂进入到合金当中,易挥发溶剂通过高温迅速脱挥带走了合金熔体里的小分子物质,因此降低了合金的气味等级。通过实验可以看出此种除味方式效率不高。而另外两种吸附型除味剂的除味效率均优于脱挥型除

味剂 PS 水母粒。这主要是因为吸附型的除味剂主要是多孔结构物质,其存在大量的空洞可以对任何产生气味或其它挥发分的小分子进行吸附,因此除味效率更高。对比两种吸附型除味剂可以看出,当添加量较小时,吸附型除味剂 (MP60) 的除味效率高于复合型吸附除味剂,添加质量分数为 1% 时就能将碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 的哑光 PC / ABS 合金的气味等级降到 2.5 级 (见图 5)。这主要是因为制备复合型吸附除味剂时,选取了不同孔径的吸附物质进行复配,因此导致其除味效率低于孔径一致的吸附型除味剂 (MP60)。但是吸附型除味剂 (MP60) 的除味效果要差于复合型吸附除味剂,添加质量分数为 2% 时也不能将交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 的哑光 PC / ABS 合金的气味等级降到 2.5 级,而添加复合型吸附除味剂质量分数为 2% 时可以将交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 的哑光 PC / ABS 合金的气味等级降到 2.5 级 (见图 4)。这主要是因为复合型吸附除味剂具有多梯度的孔径,因此其吸附小分子的种类范围更宽,因此当添加量足够时其能更有效地降低 PC / ABS 合金的气味等级。另外从图 5 可以看出,当吸附型除味剂添加量达到饱和后,碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 的哑光 PC / ABS 合金的气味等级将不会继续下降。

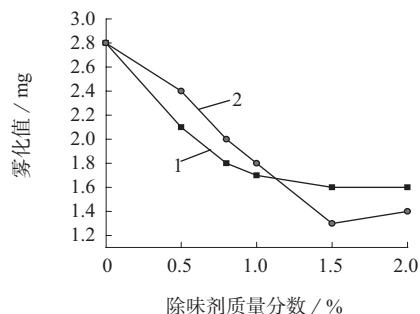
### 2.3 不同种类和用量除味剂对哑光 PC / ABS 合金雾化值的影响

根据汽车主机厂对车内非金属材料技术规范的要求,汽车内饰用非金属材料的雾化值一般不能高于 0.2 mg。因此适用于车内材料的哑光 PC / ABS 合金需要对其雾化值进行控制。研究了吸附型除味剂 (MP60) 与自制复合型吸附除味剂对哑光 PC / ABS 合金雾化值的影响,结果如图 6、图 7 所示。



1—吸附型除味剂 (MP60) ; 2—复合型吸附除味剂

图 6 不同种类及用量除味剂下交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 的哑光 PC / ABS 合金的雾化值



1—吸附型除味剂 (MP60) ; 2—复合型吸附除味剂

图 7 不同种类及用量除味剂下碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 的哑光 PC / ABS 合金的雾化值

由图 6、图 7 可看出,未添加除味剂时,交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 的哑光 PC / ABS 合金和碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 的哑光 PC / ABS 合金的雾化值均大于 2 mg,分别为 3.2 mg 和 2.8 mg,不能满足汽车内饰材料的使用要求。而加入除味剂后雾化值均得到下降,其中对于交联聚苯乙烯聚合物质量分数为 5% 的哑光 PC / ABS 合金,添加吸附型除味剂 (MP60) 质量分数为 1% 时,其雾化值降低到 1.8 mg;而添加复合型吸附除味剂质量分数为 1.5% 时,其雾化值降低到 1.6 mg,且继续增加两种吸附除味剂的用量,合金的雾化值无法继续降低。对于碱式硫酸镁晶须质量分数为 3% 的哑光 PC / ABS 合金,添加吸附型除味剂 (MP60) 质量分数为 0.8% 时,其雾化值降低到 1.8 mg,而添加复合型吸附除味剂质量分数为 1.5%,其雾化值降低到 1.3 mg。通过对雾化值的研究可以发现,两种除味剂对于 PC / ABS 合金雾化值的影响与其对气味等级的影响一致,吸附型除味剂 (MP60) 由于其孔径一致,对雾化小分子物质的吸附效率要高于复合型吸附除味剂,而复合型吸附除味剂具有多梯度的孔径,能吸附雾化小分子物质的种类范围更宽,因此其吸附效果更好。

### 3 结论

(1) 交联聚苯乙烯聚合物对 PC / ABS 合金具有非常好的消光效果,同时对合金的悬臂梁缺口冲击强度的影响最小。添加质量分数为 5% 时, PC / ABS 合金的光泽度为 12%,悬臂梁缺口冲击强度为 27.9 kJ / m<sup>2</sup>,但会影响合金的气味等级,需要通过添加质量分数为 2% 的复合型吸附除味剂才能将气味等级降低到 2.5 级。

(2) 碱式硫酸镁晶须同样具有较好的消光效果,添加质量分数为 3% 时, PC / ABS 合金的光泽度

为23%,悬臂梁缺口冲击强度为 $32.9\text{ kJ/m}^2$ ;但添加过量的碱式硫酸镁晶须会影响PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度,当添加质量分数为4%时,合金的光泽度为17%,而悬臂梁缺口冲击强度只有 $12.6\text{ kJ/m}^2$ ,不能满足使用要求。添加质量分数为1%的吸附型除味剂(MP60)时,就能将碱式硫酸镁晶须质量分数为3%的哑光PC/ABS合金的气味等级从3.5级降到2.5级。

(3) 硅灰石对PC/ABS合金具有一定的消光效果,并且粒径越大消光效果越好,当添加粒径为 $20\text{ }\mu\text{m}$ 的硅灰石质量分数为5%时,PC/ABS合金的光泽度为25%,其消光效果不如交联聚苯乙烯聚合物和碱式硫酸镁晶须,同时PC/ABS合金的悬臂梁缺口冲击强度只有 $10.3\text{ kJ/m}^2$ ,但是硅灰石对PC/ABS合金的气味几乎没有影响。

(4) 除味剂能有效降低PC/ABS合金的气味等级和雾化值,其中PS水母粒的效率低于吸附型除味剂;对于吸附型除味剂,添加量较小时,单一孔径的吸附型除味剂(MP60)的除味和吸附雾化小分子物质的效率更高,但多梯度孔径的复合型吸附除味剂的除味和吸附雾化小分子物质的效果更好,同时当除味剂添加量达到饱和后,PC/ABS合金的气味等级和雾化值无法继续下降。

#### 参考文献

- [1] Sunitha J N, Rajesh C S, Rai S K. Electromagnetic interference shielding effectiveness and electrical conductivity of Ni coated PCABS / PPS composites with reinforcement of carbon fibre[J]. Polymers & Polymer Composites, 2016, 24(1):57-63.
- [2] 褚松茂. 低VOC含量塑料制备与加工技术及其在汽车内饰中的应用[J]. 合成树脂及塑料, 2017(5):102-105.  
Chu Songmao. Preparation and processing of low VOC plastics and its application in automotive interior[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2017(5):102-105.
- [3] 余鹏, 郝源增, 郝建鑫. 汽车内饰件用低VOC聚丙烯复合材料的制备及性能研究[J]. 精细石油化工进展, 2009(12):24-26  
Yu Peng, HaoYuanzeng, Hao Jianxin. Preparation and properties of polypropylene composite with low VOC for automobile interior parts[J]. Advances in Fine Petrochemicals, 2009(12):24-26.
- [4] Rebollar-Perez G, Carretier E, Lesage N, et al. Volatile organic compound (VOC) removal by vapor permeation at low VOC concentrations: Laboratory scale results and modeling for scale up[J]. Membranes, 2011, 1(1):80-90.
- [5] 夏阁堂. 低VOC汽车方向盘开发制造[J]. 价值工程, 2012(10):26.  
Xia Getang. Development and manufacture of low VOC steering wheel[J]. Value Engineering, 2012(10):26.
- [6] 周中玉, 李强, 罗明华. 注塑工艺对PC/ASA合金光泽度的影响[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(3):82-85.
- [7] 浦鸿汀, 曹艺华, 王坚.  $\text{CaCO}_3$ 改性ABS/PVC/PE-C共混体系的研究[J]. 工程塑料应用, 2001, 29(8):4-7.  
Pu Hongting, Cao Yihua, Wang Jian. Study on ABS/PVC/PE-C blend modified with  $\text{CaCO}_3$ [J]. Engineering Plastics Application[J]. 2001, 29(8):4-7.
- [8] 申娟, 苏昱. 高性能低VOC环保PC/ABS合金材料的制备[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(4):39-43.  
Shen Juan, Su Yu. Preparation of high-performance and low-VOC PC/ABS alloy material with environmental friendly[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(4):39-43.
- [9] 李慧, 崔永岩, 范晨曦. 纳米二氧化硅微球对ABS塑料表面改性的研究[J]. 塑料科技, 2016(3):50-53.  
Li Hui, Cui Yongyan, Fan Chenxi. Study on ABS surface modified with nano- $\text{SiO}_2$  microspheres[J]. Plastics Science and Technology, 2016(3):50-53.
- [10] 李文强, 李强, 杨春华, 等. 反应挤出哑光剂、低光泽PC/ABS合金及其制备方法: 中国, 201110254951.8[P]. 2012-03-21.  
Li Wenqiang, Li Qiang, Yang Chunhua, et al. Reaction extrusion matting agent, low gloss PC/ABS alloy and its preparation method: CN, 201110254951.8[P]. 2012-03-21.
- [11] 李应平, 郑化安, 王小宪, 等. 车用聚丙烯改性材料气味控制技术进展[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(6):124-127.  
Li Yingping, Zheng Huaan, Wang Xiaoxian, et al. Progresses in control technology for volatile organic compounds in modified polypropylene for vehicle[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(6):124-127.
- [12] 徐国平. 低气味聚丙烯改性料的研制[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(1):58-60.  
Xu Guoping. Preparation and properties of low odour modified polypropylene[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(1):58-60.
- [13] 杨燕, 李永华, 罗忠富. 聚丙烯复合材料气味吸附剂的研究[J]. 合成材料老化与应用, 2012(3):30-33.  
Yang Yan, Li Yonghua, Luo Zhongfu. Study on odour adsorbing agent in polypropylene composites for automobile[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2012(3):30-33.
- [14] 陈斌, 张荣福, 印玲, 等. 一种低气味PC/ABS合金材料及其制备方法: 中国, 201310484634.4[P]. 2014-01-22.  
Chen Bin, Zhang Rongfu, Yin Ling, et al. A kind of low odor PC/ABS alloy material and its preparation method: CN, 201310484634.4[P]. 2014-01-22.
- [15] 张鹰, 张祥福, 周文. 新型低气味、低碳散发的PC/ABS合金材料及其制备方法: 中国, 200710173554.1[P]. 2009-07-01.  
Zhang Ying, Zhang Xiangfu, Zhou Wen. New low odor and low carbon emission PC/ABS alloy material and its preparation method: CN, 200710173554.1[P]. 2009-07-01.