

ABS 力学性能受溶剂和树脂成分影响的研究

李海宽, 高灵强, 温浩宇, 黄婉芮

(四川省宜宾普拉斯包装材料有限公司, 四川 宜宾 644000)

摘要:通过在 ABS 表面浸涂 / 喷涂不同种类的有机溶剂和不同种类的树脂, 研究了其对 ABS 塑料力学性能的影响。研究显示: ABS 材料表面浸涂 / 喷涂有机溶剂、树脂, 在有机溶剂干燥、树脂固化过程中会使 ABS 力学性能发生变化。有机溶剂会使 ABS 拉伸强度略有提高, 断裂伸长率降低, 尤其是浸涂乙酸丁酯后降低尤为明显, 断裂伸长率下降为原来的 52.3%。随着喷涂树脂官能度的提高, ABS 冲击强度相应降低。有机溶剂也会使 ABS 材料冲击强度降低, 弯曲强度几乎不变, 而弯曲模量略有提高。有机溶剂对 ABS 材料的影响主要表现在其溶解性和溶胀性上, ABS 易被有机溶剂溶解或溶胀, 其表面尤其是在应力作用下更易发生裂纹或开裂。在树脂固化过程中, 由于交联反应的发生, 树脂分子链会相互连接, 从而在固化过程中产生体积收缩, 导致 ABS 材料内部的应力增加, 表现为冲击强度降低。

关键词: ABS; 树脂; 溶剂; 力学性能

中图分类号: TQ325.2

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)02-0009-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.02.003

ABS 材料, 作为一种常用的工程塑料, 因其良好的机械性能、加工性能和成本效益而被广泛应用于各种制品^[1]。在实际应用中, ABS 材料注塑成型后, 为了提高其美观性、保护性、耐腐蚀性等, 需在注塑成型品表面进行喷漆或镀膜等后处理。然而, ABS 材料在进行表面处理后, 力学性能会发生变化, 导致产品变形或龟裂。在实际应用中, 了解 ABS 对特定溶剂的耐性对于设计和选择合适的材料至关重要, 尤其是在需要接触溶剂或化学物质的应用场景中。

ABS 后处理使用的喷漆, 其成分一般含有树脂、颜填料、溶剂、助剂等, 对 ABS 材料力学性能影响最大的是溶剂成分。耐溶剂性是指由于溶胀、溶解、龟裂或形状改变等原因引起的物质对溶剂的抵抗能力。这是塑料制品的一项重要物理性能指标。耐溶剂性的检测通常是在一定条件下, 将材料试片浸泡在溶剂中, 待一定时间后取出, 并测量其质量变化率或机械性能的变化^[2-7]。

根据 GB/T 11547—2008 标准, 耐溶剂性的测试方法包括在规定条件下将试样浸泡在测试液体中, 并立即测定试样在浸泡后或浸泡干燥后的质量、尺寸、外观和物理性能的变化。

本文将 ABS 样条在一定温度、时间条件下, 在其表面浸涂 / 喷涂不同的溶剂和树脂, 干燥固化后制成系列样条, 然后测试样条的力学性能, 与空白样条的力学性能进行比较, 探讨溶剂和树脂对 ABS 材料力学性能的影响机理, 为 ABS 材料后处理工艺及材料选择提供理论依据。

1 实验部分

1.1 主要原料

ABS: 0215, 科士曼新材料科技有限公司(重庆);
溶剂, 广东惠州正邦涂料有限公司;
PUA, 广东惠州正邦涂料有限公司。

1.2 主要设备仪器

注塑机: SA1600/540V, 海天机械;
涂装生产线: 四川磊容科技有限公司;
万能拉伸试验机: ETM104B, 深圳万测试验设备有限公司;
摆锤冲击试验机: HIT-2452, 河北承德市金建

作者简介: 李海宽(1977-), 男, 高级工程师, 主要从事塑料表面装饰技术的研究。

检测仪器有限公司。

1.3 样品制备

将 ABS 粒子在设置温度为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干 4~6 h, 经注塑机注塑成型为标准样条, 备用。将标准样条在各类溶剂中浸涂 5 s 后取出, 在 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干 20 min。将标准样条用专用喷枪在其表面喷涂一层均匀厚度的涂层, 温度 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ IR 先干燥 5 min, 然后在 UV 能量 $500 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 下进行固化。

1.4 力学性能测试

ABS 材料力学性能检测: 测试前将事先准备好的试样放在温度 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70% 以下的环境中保存时间大于 24 h, 然后按照国家相关标准对拉伸性能 (GB/T 1040.2—2006)、冲击性能 (GB/T 1043.1—2008)、弯曲性能 (GB/T 9341—2008) 进行测试。

2 结果与讨论

2.1 拉伸性能

图 1 是在不同有机溶剂作用下, ABS 材料的拉伸性能发生的变化情况图。从测试结果来看, ABS 材料在浸涂有机溶剂后, 拉伸强度略有提高, 其中浸涂乙酸乙酯后拉伸强度提高了 2.7%。试验证明, 由于有机溶剂的侵蚀, ABS 分子中含有一定量的极性基团, 使其活性被活化, 并与有机溶剂中极性基团发生一定的化学结合, 它们之间发生交联, 表面涂层与 ABS 塑料形成一个整体, 表现为拉伸强度提高^[8]。ABS 材料在浸涂有机溶剂后其断裂伸长率均出现不同程度下降, 尤其是浸涂乙酸丁酯后降低尤为明显, 接近原来断裂伸长率下降 52.3% 的水平。ABS 材料在有机溶剂作用下可能会发生溶胀, 可能导致材料尺寸的改变, 而溶解则可能影响材料的完整性和机械强度, 同时溶剂的侵蚀也使 ABS 塑料表面产生了比表面积更大的凹坑, 具体表现为 ABS 样条断裂伸长率相应降低。

需要注意的是, 具体的拉伸性能变化取决于所使用的有机溶剂类型、浓度、接触时间以及 ABS 材料的具体配方。因此, 对于特定的应用, 建议进行实际的化学稳定性测试以确定材料在特定条件下的性能。

2.2 缺口冲击性能

图 2 是喷涂不同树脂的 ABS 样条的缺口冲击强度关系图。由图可见: 样条表面喷涂一层树脂, 随着喷涂树脂官能度的提高, 其缺口冲击强度呈下降趋势。这是由于树脂官能度越高, 其固化体积收缩率越大,

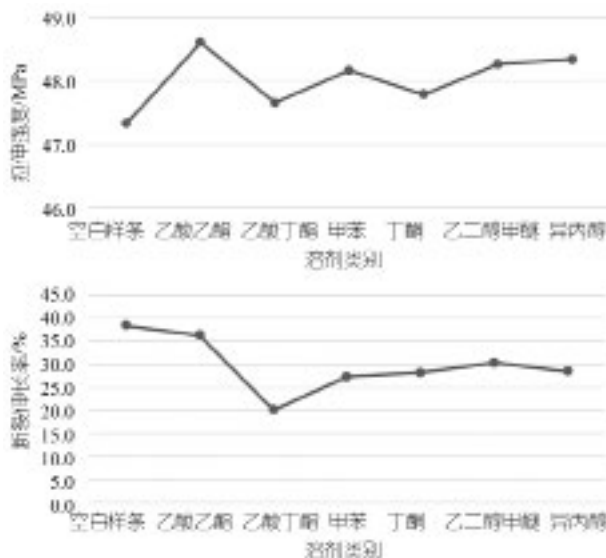


图 1 样条浸涂不同溶剂拉伸性能

导致样条内部的应力增加, 容易出现显微裂纹, 导致冲击强度下降。树脂的官能度 (community of resin) 是指能够参与一个树脂分子反应的活性基团的数量。官能度越高, 表示反应中可参与的每一个树脂分子的活性基团越多, 在固化过程中通常会产生更大的体积收缩, 从而引起交联密度更高^[5-6]。

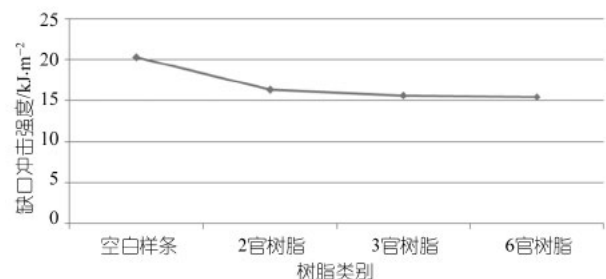


图 2 样条喷涂不同树脂缺口冲击性能

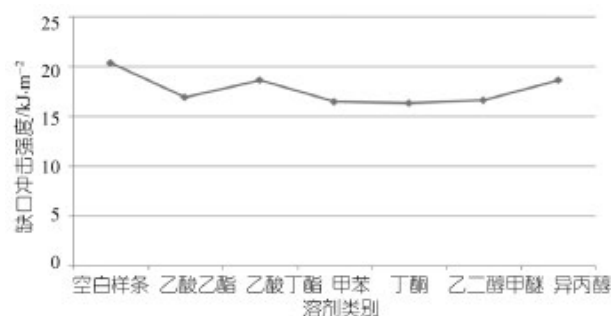


图 3 条浸涂不同溶剂缺口冲击性能

树脂固化收缩可能会对最终产品的性能产生影响, 例如, 可能导致产品内部的应力增加, 或者在固化过程中产生裂纹。因此, 设计和制造树脂基复合材料时, 需要考虑树脂的官能度以及它对固化收缩的影

响，以确保最终产品的性能满足要求。

图3是样条浸涂不同有机溶剂后缺口冲击性能变化情况图。从图中可以看出，ABS样条在有机溶剂的浸润下，均出现了不同程度的冲击强度下降。这是因为有机溶剂可以渗透到ABS塑料内部，引起ABS溶解或溶胀，使聚合物分子链之间的相互作用力减弱，从而造成冲击强度降低。同时，有机溶剂可能导致ABS塑料软化，降低其刚性和强度。有机溶剂可能引起ABS塑料分子链的断裂，特别是对组分苯乙烯和丙烯腈这种更容易受到化学攻击的物质，分子链的断裂会直接影响材料的韧性和冲击强度^[2-5]。

2.3 弯曲性能

图4是ABS材料在有机溶剂作用下的弯曲性能变化图。从图可见，ABS在有机溶剂作用下弯曲强度变化不大，弯曲模量略微提高，其中浸涂乙二醇甲醚后，ABS弯曲模量提高了3.5%。在下列特定情况下，有机溶剂可能会间接导致ABS材料的弯曲模量提高。

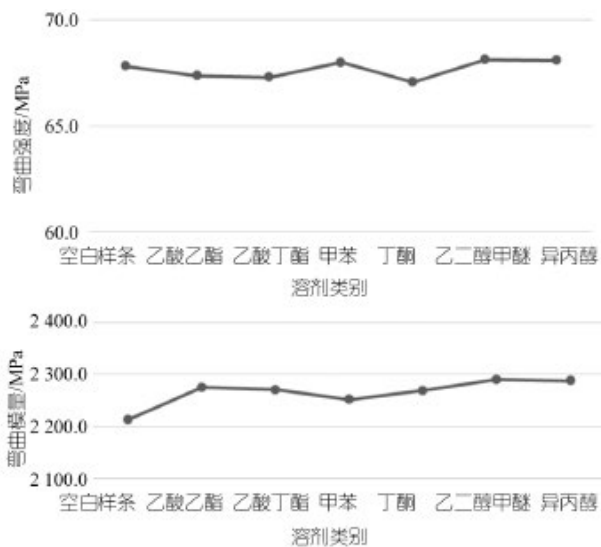


图4 样条浸涂不同溶剂的弯曲性能

应力释放：若在加工过程中ABS材料内部产生应力，适当的溶剂处理可能会帮助释放这些应力，从而在一定程度上恢复或提高材料的原始弯曲模量^[9]。

溶剂选择：使用某些特定的溶剂进行表面处理，可能会在ABS材料表面形成一层较硬的膜，这可能会提高材料的表面硬度和弯曲模量。

值得注意的是，这些情况通常不是直接由有机溶剂引起的，而是与材料的特定处理过程和环境条件有关。要准确评估有机溶剂对ABS材料弯曲模量的影响，

需要进行详细的实验研究，考虑溶剂类型、处理时间、温度和其他相关因素。

3 结论

(1) 有机溶剂会使ABS力学性能发生变化，拉伸强度略有提高，其中浸涂乙酸乙酯后拉伸强度提高了2.7%。断裂伸长率降低，其中浸涂乙酸丁酯后断裂伸长率下降为原来的52.3%。缺口冲击强度有所下降，弯曲强度几乎不变，弯曲模量略有提高，其中浸涂乙二醇甲醚后弯曲模量提高了3.5%。

(2) 在有机溶剂作用下，ABS材料可能会发生溶胀或溶解，溶胀可能导致材料的尺寸发生变化，而溶解则可能影响材料的完整性和机械强度，导致材料冲击强度下降。

(3) ABS分子中的极性基团在有机溶剂作用下，由于溶剂的侵蚀而被激活，与溶剂中的极性基团发生一定的化学结合，两者发生交联，从而引起ABS材料拉伸强度的提高。

(4) 树脂官能度越高，其在ABS材料表面固化过程中体积收缩率越大，导致ABS材料内部的应力增加，耐冲击性能下降。

参考文献：

- [1] 马晓燕, 颜红侠. 塑料装饰 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.3.
- [2] 唐福培. 在化学介质作用下高分子材料的老化 [J]. 合成材料老化与应用, 1997(1):18-24.
- [3] 黄晴, 郑化, 易瑛. 塑料涂料界面渗透作用机理的研究 [J]. 湖北化工, 199(6):16-17.
- [4] 兰正勇, 王娟慧, 宋忠利, 等. 橡胶含量对ABS成品性能的影响 [J]. 合成树脂及塑料, 2003,20(5):40-42.
- [5] CHISHOLM B J, POTYRAILO R A. Combinatorial chemistry methods for coating development V, The importance of understanding process capability [J]. Prog Org Coat, 2003, 47(2):120-127.
- [6] SEUBERT C M, NICHOLS M E, COOPER VA, et al. The long-term weathering behavior of UV curable clearcoats I, Bulk chemical and physical analysis [J]. Polym Degrad Stab, 2003,81(1):103-115.
- [7] 王妍丽, 李红生, 陈义宝, 等. 喷涂用油漆对空调用ABS树脂力学性能影响的研究 [J]. 机械与应用, 2019,1:100.
- [8] 潘炜, 勾建勇, 崔美青. 摩托车ABS塑料件用涂料的选择 [J]. 工程塑料应用, 1999,27(9):18-19.
- [9] 吕庆法, 范晓东. 环氧丙烯酸酯/聚氨酯丙烯酸酯共混体系的紫外光固化及力学性能的研究 [J]. 西北工业大学学报, 2004,22(2):256-259.

Study of mechanical properties of ABS as affected by solvent and resin composition

Li Haikuan, Gao Lingqiang, Wen Haoyu, Huang Wanrui

(Sichuan Yibin Plus Packaging Material Co. LTD., Yibin 644000, Sichuan, China)

Abstract: This paper investigates the effect of different types of organic solvents and resins on the mechanical properties of ABS plastics by immersing/spraying them on the surface. The research results indicate that the surface of ABS material coated/sprayed with organic solvents and resins will cause changes in the mechanical properties during the drying of organic solvents and resin curing process. Organic solvents can slightly increase the tensile strength of ABS, but decrease the elongation at break, especially after immersion coating with butyl acetate, which decreases significantly to 52.3% of the original elongation at break. As the functionality of the sprayed resin increases, the impact strength of ABS decreases accordingly. Organic solvents can also reduce the impact strength of ABS materials, while the bending strength remains almost unchanged and the bending modulus slightly increases. The influence of organic solvents on ABS materials is mainly manifested in their solubility and swelling properties. ABS is easily dissolved or swollen by organic solvents, and its surface is more prone to cracking or cracking, especially under stress. During the resin curing process, due to the occurrence of cross-linking reaction, the resin molecular chains will be interconnected, resulting in volume shrinkage during the curing process, leading to an increase in stress inside the ABS material, manifested as a decrease in impact strength.

key word: ABS; resin; solvent; mechanical property

(R-03)

印度轮胎巨头迎来新的里程碑

Indian tire giant reaches new milestone

日前，印度 JK 轮胎公司作为印度领先的轮胎制造商之一，迎来了一个新的里程碑，其在印度的第 100 家 JK 卡车车轮品牌专卖店正式开业。

JK 卡车车轮品牌专卖店是一站式店铺，可为卡车和客车的轮胎需求提供全方位解决方案。这家新店铺位于泰米尔纳德邦的埃罗德市，占地面积达 15 000 平方英尺。JK 轮胎公司印度区总裁 Anuj Kathuria 主持了新店开业的开业仪式。

Anuj Kathuria 表示：“这是我们在提升印度全国客户体验之路上的一个重要里程碑。它体现了我们致力成为商用车首选轮胎合作伙伴的决心。JK 是印度全钢子午线载重轮胎产品中最受青睐的品牌，我们将通过提升整体价值，进一步巩固在这一领域的地位。

我们会继续专注于让轮胎购买流程更高效、更以客户为中心、更具创新性。鉴于泰米尔纳德邦正崛起成为重要的交通枢纽，这一具有里程碑意义的门店加强了我们在该地区的影响力。这家新的 JK 卡车车轮专卖店将使我们能够加深与客户的联系，助力车队运营，并为该邦的各类企业提供支持。”JK 轮胎目前已在印度南部建立了一个拥有 1 600 个服务网点的网络，其中泰米尔纳德邦是印度卡车和客车无内胎轮胎最大的市场。

公司还计划进一步扩大其在南部的市场份额，重点聚焦金奈、哥印拜陀、塞勒姆、埃罗德、卡鲁尔、坎亚库马里、马杜赖以及本地治里等地。

摘编自“世界橡胶展”

(R-03)