

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.02.024

低光泽 ASA 材料研究

戴建建,唐磊,黄宝奎,何超雄,官焕祥,付锦锋,杨霄云,叶南彪

(金发科技股份有限公司国家认定企业技术中心,广州 510663)

摘要: 研究了不同流动性苯乙烯-丙烯腈塑料(SAN)、填料、弹性体和消光剂对丙烯酸酯塑料(ASA)材料光泽度及其它性能的影响。结果表明,降低SAN的流动性对ASA材料光泽度降低很小。添加填料可明显降低ASA材料的光泽度,但会降低ASA材料悬臂梁缺口冲击强度。添加片状滑石粉和云母对ASA材料光泽度的降低最明显。选用氢化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SEBS)和马来酸酐接枝聚乙烯-辛烯共聚物(POE-g-MAH)弹性体可大幅降低ASA材料的光泽度,而且添加SEBS弹性体还能提高材料的悬臂梁缺口冲击强度。添加交联苯乙烯-丙烯腈无规共聚物消光剂可显著降低ASA材料的光泽度,且对材料的悬臂梁缺口冲击强度影响较小。

关键词: 低光泽; 丙烯酸-苯乙烯-丙烯酸酯塑料; 苯乙烯-丙烯腈塑料; 填料; 弹性体; 消光剂

中图分类号: TQ325.7, TQ325.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)02-0141-06

Study on Low Gloss of ASA Materials

Dai Jianjian, Tang Lei, Huang Baokui, He Chaoxiong, Guan Huanxiang, Fu Jinfeng, Yang Xiaoyun, Ye Nanbiao

(National-certified Enterprise Technology Center, Kingfa Science and Technology Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract : The effects of different fluidity styrene-acrylonitrile plastic (SAN) materials, fillers, elastomers and matting agents on the glossiness and other properties of acrylonitrile-styrene-acrylate plastic (ASA) materials were studied. The results show that reducing the fluidity of SAN material has little effect on the glossiness of ASA material. Adding filler can obviously reduce the glossiness of ASA material, but it can reduce the notched Izod impact strength of ASA material. The lamellar talc powder and mica have the most obvious effect on decreasing the glossiness of ASA material. Styrene-ethylene-butylene-styrene copolymer (SEBS) and ethylene-octane copolymer grafting maleic anhydride (POE-g-MAH) elastomer can greatly reduce the glossiness of ASA material, and SEBS elastomers can also improve the notched Izod impact strength of ASA material. Crosslinked styrene-acrylonitrile copolymer matting agent can significantly reduce the glossiness of ASA material, with little impact on the notched Izod impact strength of ASA material.

Keywords : low gloss ; acrylonitrile-styrene-acrylate plastic ; styrene-acrylonitrile plastic ; filler ; elastomer ; matting agent

丙烯酸-苯乙烯-丙烯酸酯塑料(ASA)是一种丙烯酸酯类橡胶体与丙烯腈、苯乙烯的接枝共聚物^[1-2]。与丙烯酸-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)的结构相似,由于用耐候性优异的丙烯酸酯橡胶取代含双键的丁二烯橡胶,因而其耐候性远优于ABS,被广泛用于耐候要求较高的户外场合,包括汽车、建材、园林工具等^[3-5]。ASA材料本身具有较高的表面光泽度,因而其制品表面的光泽度很高。但在许多应用场合,例如车内装饰或建筑屋面装饰等^[6-7],要求表面具有哑光效果以减少各种光线的炫目和刺眼,降低视觉疲劳。

低光泽技术在聚丙烯(PP)、ABS等材料中已被广泛研究^[8-12]。贺丽丽等^[13]研究表明,增加滑石粉、低光泽聚烯烃弹性体(POE)和消光剂的含量,都可降低PP材料光泽度。李雄武等^[14]研究发现,在ABS材料中,苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)比马来酸酐接枝乙烯-辛烯共聚物(POE-g-MAH)和乙烯-丙烯甲酯-甲基丙烯酸缩水甘油酯三元共聚物(EMG)的消光效果更好。王琪等^[15]研究发现,提高树脂流动性和添加不同种类的橡胶对聚碳酸酯(PC)/ABS合金的光泽度影响较小,而用交联的苯乙烯-丙烯腈塑料(SAN)与环氧消光

通信作者:戴建建,硕士,工程师,主要从事聚合物改性研究工作 E-mail: daijianjian@kingfa.com.cn

收稿日期: 2020-12-23

引用格式:戴建建,唐磊,黄宝奎,等.低光泽ASA材料研究[J].工程塑料应用,2021,49(2):141-146.

Dai Jianjian, Tang Lei, Huang Baokui, et al. Study on low gloss of ASA materials[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(2): 141-146.

剂复配消光非常明显。

目前,研究低光泽 ASA 材料的文献和专利较少。李斌等^[16]研究了四种氢化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物 (SEBS),发现高分子量、中等苯乙烯单元 SEBS 对 ASA 消光最明显,并且材料综合性能最优的填充比例为 8%。朱春龙等^[17]通过加入消光剂制备低光泽 ASA 来研究注塑工艺影响,发现模具温度和注塑温度是影响 ASA 表面光泽度的最主要工艺参数。适当地提高注塑温度、模具温度和保压压力,以及适当地延长保压时间可以获得低光泽效果优异的注塑件。笔者系统研究了不同流动性 SAN、填料、弹性体和消光剂对 ASA 材料光泽度、力学性能和加工性能的影响。通过配方优化设计,制备出低光泽 ASA 材料,具有良好的力学性能和加工性能。

1 实验部分

1.1 主要原料

ASA: ASA XC500, 韩国锦湖石油化学株式会社;

SAN: NF2200, 中流动性, 台化塑胶(宁波)有限公司;

SAN-1: EMI-200, 高流动性, 佳易容相容剂江苏有限公司;

SAN-2: NX3400, 低流动性, 台化塑胶(宁波)公司;

碳酸钙: AC-05, 东莞梅立泰化工有限公司;

滑石粉: TYT-777, 片状, 意大利 IMIFABI 公司;

云母粉: HYC500, 片状, 江门市精达云母材料有限公司;

硅灰石: NYGLOS 4W 10992, 粒径为 6 μm (2000 目), 美国 NYCO 公司;

硅灰石: HQ-1250, 粒径为 10 μm (1250 目), 大连环球矿产有限公司;

硅灰石: NYAD MD 400, 粒径为 31 μm (400 目), 美国 NYCO 矿物公司;

SBS: YH-401, 中国石油化工股份有限公司巴陵分公司;

SEBS: 6153, 台橡股份有限公司;

硅橡胶: S-2001, 三菱丽阳株式会社;

甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物 (MBS): M-521, 日本钟渊化学工业株式会社;

乙烯-丙烯酸甲酯共聚物 (EMA): Elvaloy AC resin 1125, 美国杜邦公司;

POE-g-MAH: PC-28, 美国陶氏化学公司;

交联苯乙烯-丙烯腈无规共聚物 (CSAM): BMAT, 美国通用电气有限公司;

交联腈-苯乙烯共聚物 (ASM): AM-07, 广州安腾达化工科技有限公司;

EMG: LOTADER AX8900, 法国阿科玛公司;

抗氧化剂、润滑剂: 市售。

1.2 主要仪器及设备

同向双螺杆挤压机: TSE240A 型, 南京瑞亚高聚物制品有限公司;

注塑机: CJ80MZ2NC II 型, 震德塑料机械有限公司;

熔体流动速率 (MFR) 仪: ZR21452 型, 美斯特工业系统(中国)有限公司;

冲击试验机: T92 型, 美国 Tinius Olsen 公司;

表面光泽度测试仪: 500MC 型, 德国 Erichsen 公司;

扫描电子显微镜 (SEM): S-3400N, 日本 Hitachi 公司;

高速混合机: SHR-100L, 张家港市城锐塑料机械有限公司。

1.3 样品制备

将一定配比的 SAN, ASA 与填料、弹性体或消光剂, 以及加工助剂 0.8 份 (0.3 份抗氧化剂和 0.5 份润滑剂) 在高速混合机上混匀后, 在同向双螺杆挤出机上挤出造粒, 喂料速度为 40 r/min, 螺杆转速为 400 r/min, 挤出温度 200~210℃。制得的粒料经烘干后在注塑机上注塑成色板和标准力学测试样条, 注塑温度 220℃。

1.4 性能测试与表征

悬臂梁缺口冲击强度按 ISO 180-2000 测试, 缺口深度为 2 mm, 室温;

MFR 按 ISO 1133-2011 测试, 温度 220℃, 载荷 10 kg;

光泽度按 ISO 2813-2014 测试, 60°角测试;

SEM 测试: 样品表面真空镀金, 采用 SEM 观察样品表面形貌。

2 结果与讨论

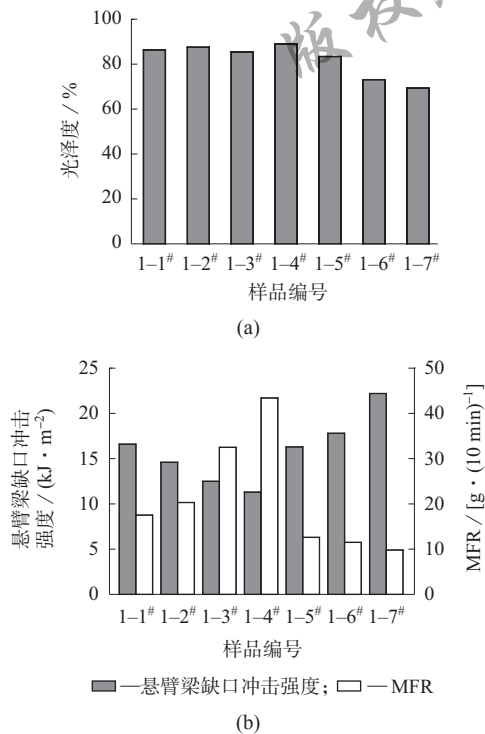
2.1 不同流动性 SAN 对 ASA 材料性能的影响

保持 ASA 胶粉含量为 30 份, 在中流动性 SAN 中, 通过添加不同比例的低流动性和高流动性 SAN, 研究 SAN 流动性对 ASA 材料性能的影响。具体配方列于表 1。

表 1 添加不同流动性 SAN 的 ASA 材料配方

样品编号	SAN	SAN-1	SAN-2	ASA	加工助剂
1-1 [#]	70	0	0	30	0.8
1-2 [#]	60	10	0	30	0.8
1-3 [#]	50	20	0	30	0.8
1-4 [#]	40	30	0	30	0.8
1-5 [#]	60	0	10	30	0.8
1-6 [#]	50	0	20	30	0.8
1-7 [#]	40	0	30	30	0.8

添加不同流动性 SAN 的 ASA 材料的表面光泽度、悬臂梁缺口冲击强度和 MFR 如图 1 所示。从图 1 可看出,随着高流动性 SAN-1 添加比例的增加,ASA 材料的 MFR 明显提高,但悬臂梁缺口冲击强度会略微降低,而光泽度无明显变化。悬臂梁缺口冲击强度降低主要是由于 SAN-1 的分子量较低,随着 SAN-1 含量增加,ASA 胶粉的增韧效率降低。随着低流动性 SAN-2 添加比例的增加,ASA 材料的 MFR 降低,但悬臂梁缺口冲击强度略微升高。悬臂梁缺口冲击强度升高主要是由于 SAN-2 的分子量较高,随着 SAN-2 含量的增加,相同含量 ASA 材料可获得更高的韧性。光泽度随着 SAN-2 含量的增加而略微下降,但下降幅度很小。主要是由于 ASA 材料的流动性降低,对高光模具表面的复制能力减弱。因此,通过降低 ASA 材料流动性来获得低光泽 ASA 材料难以实现。



a—光泽度; b—悬臂梁缺口冲击强度和 MFR

图 1 添加不同流动性 SAN 的 ASA 材料的光泽度、悬臂梁缺口冲击强度和 MFR

2.2 不同填料对 ASA 材料性能的影响

填料常作为一种廉价的消光剂使用,不仅能够降低材料的表面光泽度,同时还能降低材料的成本。研究不同填料对 ASA 材料性能的影响,具体配方列于表 2。

表 2 添加不同填料的 ASA 材料配方

样品编号	SAN	ASA	填料	加工助剂
2-1 [#]	70	30		0.8
2-2 [#]	60	30	10 (碳酸钙)	0.8
2-3 [#]	60	30	10 (滑石粉)	0.8
2-4 [#]	60	30	10 (云母)	0.8
2-5 [#]	60	30	10 (6 μm 硅灰石)	0.8
2-6 [#]	60	30	10 (10 μm 硅灰石)	0.8
2-7 [#]	60	30	10 (31 μm 硅灰石)	0.8

添加不同填料的 ASA 材料的光泽度如图 2 所示。从图 2 可看出,添加片状滑石粉和云母对 ASA 材料光泽度的降低最明显,其次为针状硅灰石,添加球状碳酸钙对 ASA 材料的消光最弱。对于硅灰石,尺寸大时其消光作用较好。

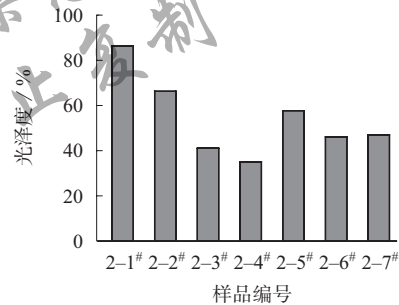


图 2 添加不同填料的 ASA 材料的光泽度

添加不同填料的 ASA 材料表面的 SEM 照片如图 3 所示。从图 3 可看出,添加的碳酸钙以点状分布在 ASA 材料表面,未能使材料产生凹凸不平。而添加的滑石粉和云母使 ASA 材料表面产生了较大凹凸不平,获得了较大粗糙度,从而使光泽度较低。尺寸较短针状的硅灰石容易被树脂包裹住,从而难以较好裸露在表面,而尺寸较大的硅灰石容易刺破表层树脂层,使表面粗糙度增加,因而 ASA 材料的光泽度降低。

添加不同填料的 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度和 MFR 如图 4 所示。由图 4 可以看出,添加填料均会降低 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度,其中添加片状云母对 ASA 材料悬臂梁缺口冲击强度的降低最明显。说明片状云母破坏 ASA 胶粉的增韧作用最明显。相比添加小尺寸针状硅灰石,添加大尺寸针状硅灰石对 ASA 材料悬臂梁缺口冲击强度的降低较大。添加不同填料对 ASA 材料的流动性影响较小, MFR 仅有轻微降低。

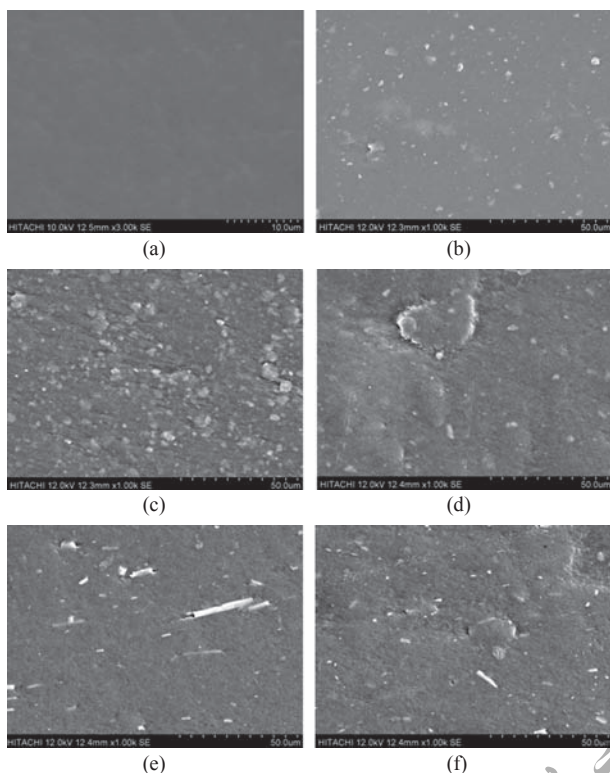


图3 添加不同填料的ASA材料表面的SEM照片

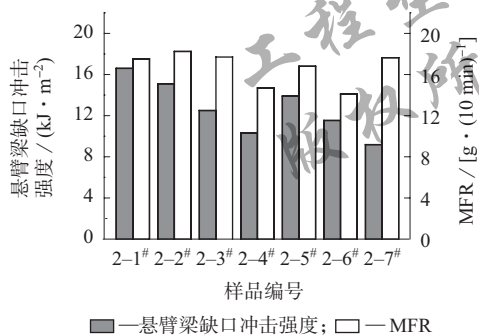


图4 添加不同填料的ASA材料的悬臂梁缺口冲击强度和MFR

2.3 不同弹性体对ASA材料性能的影响

弹性体一般具有一定的交联结构,在表面容易形成凹凸,从而具有降低光泽度的作用。研究不同弹性体对ASA材料性能的影响,具体配方列于表3。

表3 添加不同弹性体的ASA材料配方

样品编号	SAN	ASA	填料	份
3-1 [#]	70	30		0.8
3-2 [#]	60	30	10 (SBS)	0.8
3-3 [#]	60	30	10 (SEBS)	0.8
3-4 [#]	60	30	10 (硅橡胶)	0.8
3-5 [#]	60	30	10 (MBS)	0.8
3-6 [#]	60	30	10 (EMA)	0.8
3-7 [#]	60	30	10 (POE-g-MAH)	0.8

添加不同弹性体的ASA材料的光泽度如图5所示。由图5可知,添加SEBS和POE-g-MAH弹性体对ASA材料光泽度的降低最明显,添加SBS

和MBS弹性体对材料光泽度有轻微降低,而添加硅橡胶和EMA弹性体对材料光泽度几乎无明显降低作用。添加不同弹性体的ASA材料表面的SEM照片如图6所示。由图6可知,添加硅橡胶和EMA弹性体的ASA材料表面无明显凹凸感,表面光滑,添加SBS和MBS弹性体的材料表面只有轻微的颗粒感,而添加SEBS和POE-g-MAH弹性体的材料表面粗糙度较大,添加SEBS弹性体表面凹凸较细腻,整体粗糙度较均匀,而添加POE-g-MAH弹性体的材料表面则凹凸起伏较大。

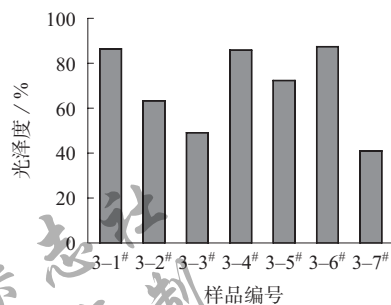


图5 添加不同弹性体的ASA材料的光泽度

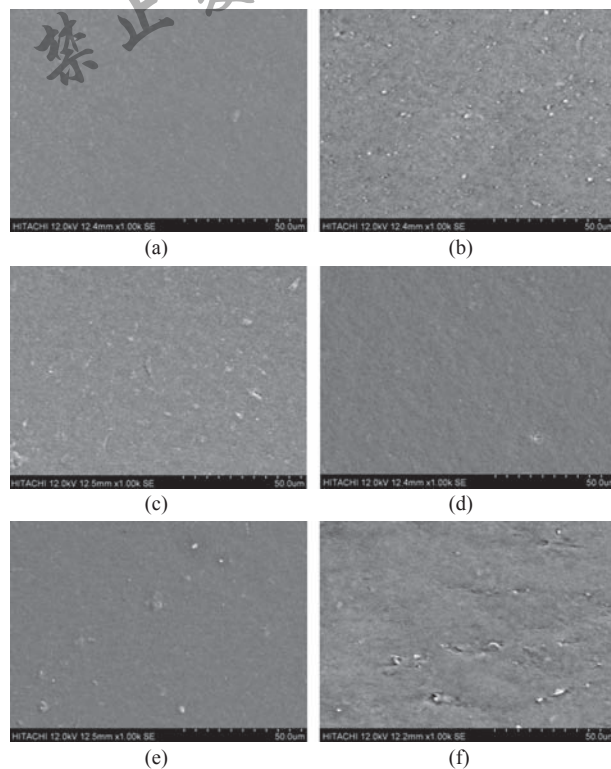


图6 添加不同弹性体的ASA材料表面的SEM照片

添加不同弹性体的ASA材料的悬臂梁缺口冲击强度和MFR如图7所示。由图7可知,除了添加POE-g-MAH弹性体外,添加其它弹性体均能提高ASA材料的悬臂梁缺口冲击强度。可能是由于

POE-g-MAH 弹性体与 ASA 材料的相容性太差,不仅未起到增韧作用,反而降低了材料的悬臂梁缺口冲击强度。添加 SBS 弹性体对 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度提高最明显。添加 EMA 和 POE-g-MAH 弹性体对 ASA 材料的 MFR 无明显影响,添加其它弹性体均会降低 ASA 材料的 MFR。

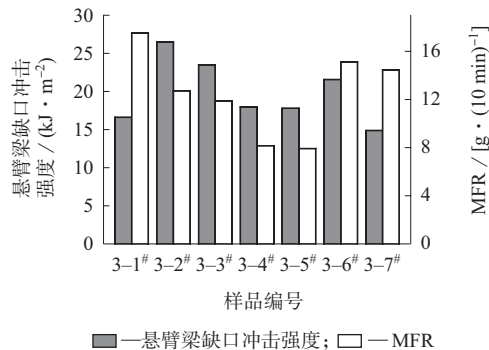


图 7 添加不同弹性体的 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度和 MFR

2.4 不同消光剂对 ASA 材料性能的影响

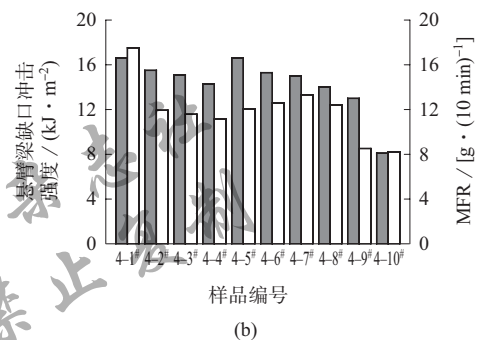
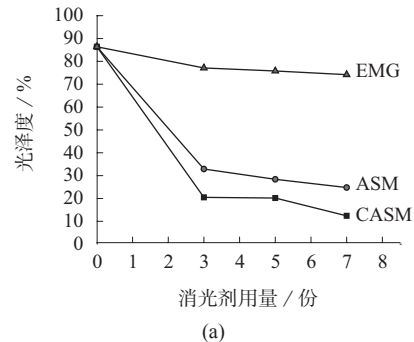
消光剂主要是一类交联的聚合物,能在材料表面形成明显的凹凸感,明显增大材料的表面粗糙度,从而获得较低的光泽度。研究不同消光剂对 ASA 材料性能的影响,具体配方列于表 4。

表 4 添加不同弹性体的 ASA 材料配方

样品编号	SAN	ASA	消光剂	加工助剂
4-1 [#]	70	30	0	0.8
4-2 [#]	67	30	3 (CSAM)	0.8
4-3 [#]	65	30	5 (CSAM)	0.8
4-4 [#]	63	30	7 (CSAM)	0.8
4-5 [#]	67	30	3 (ASM)	0.8
4-6 [#]	65	30	5 (ASM)	0.8
4-7 [#]	63	30	7 (ASM)	0.8
4-8 [#]	67	30	3 (EMG)	0.8
4-9 [#]	65	30	5 (EMG)	0.8
4-10 [#]	63	30	7 (EMG)	0.8

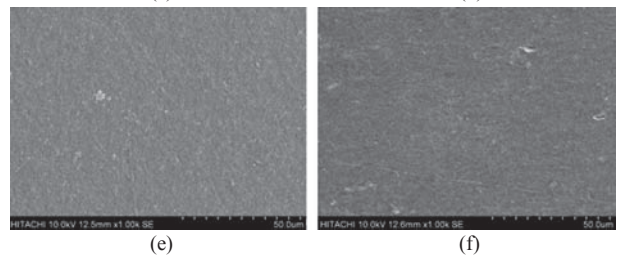
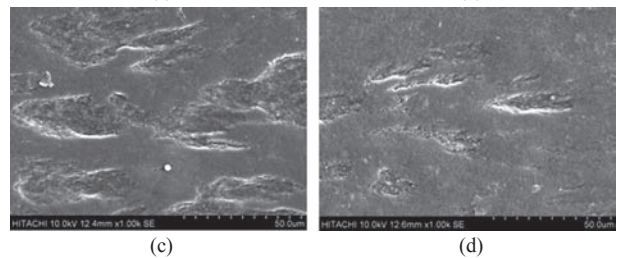
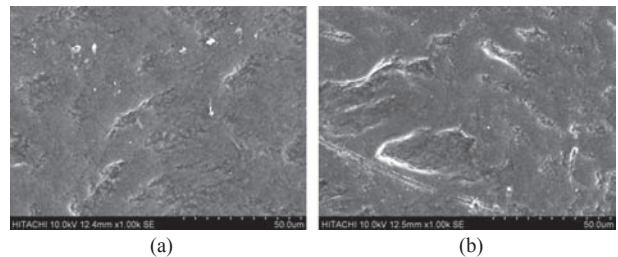
添加不同消光剂的 ASA 材料的光泽度、悬臂梁缺口冲击强度和 MFR 如图 8 所示。由图 8a 可知,添加 CSAM 对 ASA 材料消光效果最好,添加 3 份 CSAM 就能获得较低的光泽度,进一步提高添加量,光泽度仍能进一步降低。添加 ASM 消光剂的影响规律与 CSAM 类似。然而,添加 EMG 消光剂对 ASA 材料的光泽度无明显影响。由图 8b 可知,添加 CSAM 和 ASM 消光剂对 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度影响较小,但会降低 MFR,而添加 EMG 有明显降低作用,添加 7 份 EMG 时降低最明显。添加不同消光剂的 ASA 材料表面 SEM 照片如图 9 所示。由图 9 可看出,添加 CSAM 消光剂的 ASA 材料表面凹凸感很强,添加量较大时,出现很多较深的凹坑。而添加 EMG 消光剂则表面粗糙度

很低,即使增加添加量,也没有提高粗糙度效果。可能是 EMG 与 ASA 材料相容性差,未能在表面形成均匀分散,而 CSAM 和 ASM 消光剂与 ASA 相容性好,可在表面均匀分散,获得较均匀的表面粗糙度。



a—光泽度;b—悬臂梁缺口冲击强度和 MFR

图 8 添加不同消光剂的 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度和 MFR



a—4-2[#]; b—4-3[#]; c—4-4[#]; d—4-6[#]; e—4-9[#]; f—4-10[#]

图 9 添加不同消光剂的 ASA 材料表面的 SEM 照片

3 结论

(1) 添加不同流动性的 SAN 对 ASA 材料光泽度的影响较小。添加低流动性 SAN 的 ASA 材料的光泽度会轻微偏低。

(2) 添加不同填料对 ASA 材料光泽度均有降低作用。添加片状滑石粉和云母对 ASA 材料光泽度的降低最明显,但材料的悬臂梁缺口冲击强度降幅也较大。添加碳酸钙对 ASA 材料的消光作用最弱。添加大尺寸硅灰石对 ASA 材料的消光作用较好,但 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度降幅也较大。

(3) 添加 SBS, SEBS 和 POE-g-MAH 弹性体均能降低 ASA 材料的光泽度,添加 SEBS 的消光作用明显且能提高 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度。

(4) 添加 CSAM 和 ASM 消光剂能明显降低 ASA 材料的光泽度,而对 ASA 材料的悬臂梁缺口冲击强度影响较小,但会降低 MFR。含环氧基团的 EMG 消光剂未能起到良好的消光作用。

参考文献

- [1] 娄金分,李杨,秦舒浩,等. ASA 的合成及其合金研究现状[J]. 广州化工,2015(22):10-12.
Lou Jinfeng, Li Yang, Qin Shuhao, et al. Research progress on synthesis of ASA and its alloys[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2015(22):10-12.
- [2] Tölue S, Moghbeli M R. Preparation of ASA structural latexes via seed emulsion polymerization[J]. European Polymer Journal, 2009, 45(12):714-720.
- [3] 王亮,郭涛,付锦峰,等. ASA 耐候性影响因素研究[J]. 合成材料老化与应用,2019,48(2):1-4.
Wang Liang, Guo Tao, Fu Jinfeng, et al. Study on the influence factors of weatherability of ASA[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2019, 48(2):1-4.
- [4] Hwang Y, Jeoung S K, Lee P C, et al. Study on color retention of ASA resin under accelerated weathering test[J]. Transactions of Korean Society of Automotive Engineers, 2018, 26(3):326-334.
- [5] Huang Jie, Luo Yingwu, Gao Xiang. Morphology and mechanical properties of Acrylonitrile-styrene-acrylate toughened plastics with block copolymer chain structure[J]. Polymer Engineering & Science, 2019, 59(2):389-395.
- [6] 冯伟刚. ASA 材料在 PVC 彩色门窗中的应用[J]. 聚氯乙烯, 2013, 41(11):17-21.
Feng Weigang. Application of ASA materials in color PVC doors and windows[J]. Polyvinyl Chloride, 2013, 41(11):17-21.
- [7] 陶永亮,黄登懿,陈曦. PMMA/ASA 合金材料在汽车零件中的应用[J]. 上海塑料,2020(1):41-45.
Tao Yongliang, Huang Dengyi, Chen Xi. Application of PMMA/ASA alloy material in automobile parts[J]. Shanghai Plastics, 2020(1):41-45.
- [8] 魏绪英,周霆,罗明华,等. 低光泽耐热 ABS 树脂及其制备方法:CN107298827B[P]. 2020-07-03.
Wei Xuying, Zhou Ting, Luo Minghua, et al. Low gloss heat resistant ASA resin and preparation method:CN107298827B[P]. 2020-07-03.
- [9] 熊一鸣,宋季岭,龙雪彬,等. 低光泽 PP 复合材料的制备及性能研究[J]. 塑料科技,2020,48(7):19-22.
Xiong Yiming, Song Jiling, Long Xuebin, et al. Preparation and performance study of low-gloss polypropylene composites[J]. Plastics Science and Technology, 2020, 48(7):19-22.
- [10] 陈健. 低光泽度 PC/ABS 合金的影响因素研究[J]. 塑料科技, 2019, 47(6):45-48.
Chen Jian. Study on influencing factors of low gloss PC/ABS Alloy[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(6):45-48.
- [11] 陈健. 低光泽 PA6/ABS 合金的影响因素[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(6):43-47.
Chen Jian. Influence factors of low gloss PA6/ABS alloys[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(6):43-47.
- [12] 谢晓琼,陶国辉. SEBS 在低光泽 POM 材料的应用及性能研究[J]. 广州化工,2019,47(9):61-63.
Xie Xiaoqiong, Tao Guohui. Study on application and performance of SEBS in low gloss POM material[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2019, 47(9):61-63.
- [13] 贺丽丽,高翔,盛超,等. 低光泽度聚丙烯材料的研究[J]. 汽车工艺与材料,2019(10):69-72.
He Lili, Gao Xiang, Sheng Chao, et al. Study on low gloss polypropylene materials[J]. Automotive Technology and Materials, 2019(10):69-72.
- [14] 李雄武,姚峰,刘彦星,等. SBS 在低光泽 ABS 材料中的应用研究[J]. 中国塑料,2013,27(4):57-61.
Li Xiongwu, Yao Feng, Liu Yanxing, et al. Application of SBS on the material of low gloss ABS[J]. China Plastics, 2013, 27(4):57-61.
- [15] 王琪,卢朝亮,林荣涛,等. 良感官 PC/ABS 合金材料的应用研究[J]. 塑料工业,2019,47(4):47-51.
Wang Qi, Lu Chaoliang, Lin Rongtao, et al. Study on PC/ABS alloys with high sensory quality[J]. China Plastics Industry, 2019, 47(4):47-51.
- [16] 李斌,陈平绪,魏金刚,等. SEBS 在低光泽高耐候 ASA 材料中的应用及其性能研究[J]. 广东化工,2015,42(21):35-37,48.
Li Bin, Chen Pingxu, Wei Jingang, et al. Application and performance study of SEBS on the low gloss and high weather resistance ASA material[J]. Guangdong Chemical Industry, 2015, 42(21):35-37,48.
- [17] 朱春龙,季得运,邱卫美. 注塑工艺对 ASA 光泽的影响[J]. 工程塑料应用,2015,43(7):57-61.
Zhu Chunlong, Ji Deyun, Qiu Weimei. Influence of injection molding process on gloss of ASA[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(7):57-61.