

# 高光亮耐划伤免喷 ABS 注塑包装应用研究

熊建

(四川省宜宾普拉斯包装材料有限公司, 四川 宜宾 644000)

**摘要:** 通过共混造粒的方法制备了丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS)、金属铝粉 (含助剂)、硅酮粉、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 等不同组合配方的高光亮耐划伤免喷 ABS 材料, 采用高光无痕注塑工艺进一步提高其表面性能, 并分析了光泽度、光亮度、铅笔硬度和摩擦系数。结果发现, 通过添加大粒径 (50  $\mu\text{m}$  以上) 金属铝粉 (含助剂) 开发免喷 ABS, 并采用高光无痕注塑工艺可以有效提升表面高光亮效果, 光泽度达到 90 以上, 光亮度达到 80 以上, 铅笔硬度 F 以上; 通过添加硅酮粉使得 ABS 表面摩擦系数有一定下降, 但添加比例需控制在 1% 左右, 免喷 ABS/PMMA 合金料可以使得 ABS 表面硬度达到 H 以上; 基于高光无痕注塑工艺的高光亮耐划伤免喷 ABS 在注塑包装上的应用是可行的。

**关键词:** 高光亮; 耐划伤; 免喷 ABS; 高光无痕工艺; 注塑包

**中图分类号:** TQ325.2

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2025)04-0011-04

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2025.04.003

随着人们消费生活水平的快速升高, 包装已不再是满足使用的功能要求, 而是对产品外观质量提出了越来越高的要求<sup>[1]</sup>。随着国家“双碳”政策的持续深入推进和消费者环保意识的增强, 免喷涂材料及工艺因其具有安全无污染、外观新颖靓丽特点, 成为人们争相研究的热点<sup>[2]</sup>。免喷涂材料是在基础原材料中添加金属成分和颜料, 通过共混改性技术制备出的具有特殊外观效果的一类材料, 没有表面处理工艺, 且添加的金属、颜料等比例在 2% 以下, 符合 100% 回收使用的要求, 在家电、汽车、通讯、日用品、医疗器械等行业广泛使用<sup>[3-5]</sup>。

免喷涂包装产品作为可以替代传统喷涂工艺生产的产品, 对环保及降低成本都极为有利, 当然实现这种技术是要注意一些技术要点的<sup>[6]</sup>。一般需要选用高光泽或透明树脂材料, 注塑模具型腔内表面需要达到镜面, 高模温和控制精准<sup>[7]</sup>。为了更好的提高表面光泽度, 就需要用到高光无痕注塑技术, 又称急冷急热变模温注塑技术。这一技术对模具表面的转印效果非常明显, 塑件表面高光、无熔痕和流痕, 能有效提高注塑产品表面光泽度和硬度<sup>[8-10]</sup>。相比喷涂注塑包装来说, 免喷涂需要在高光泽度、亮度和耐划伤三个方面进行提高才能起到很好替代的作用, 从而发挥出免

喷涂产品可回收、无污染的特性。为此, 本文研究的重点, 是通过材料和工艺来提升免喷涂 ABS 表面性能, 以期实现更好的在注塑包装产品上应用。

## 1 试验部分

### 1.1 试验设备和仪器

注塑机, 海天塑机集团有限公司, 型号: MA1600。

双螺杆挤出机, 成都先锋塑胶装备有限公司, 型号: HPL27/40。

高光无痕注塑设备, 深圳奥兰特机械有限公司, 型号: TWG-800; 高光注塑模具, 四川省宜宾普什模具有限公司。

镜面光泽度仪, 天津市科器高新技术有限公司, 型号: KGZ-1A。

分光测色仪 (HunterLab), 美国亨特立颜色管理公司, 型号: UltraScanPRO。

摩擦系数仪, 济南兰光机电技术发展中心, 型号: MXD-01。

**作者简介:** 熊建 (1982-), 男, 高级工程师, 副主任工程师, 工程硕士, 主要从事光学塑料设计开发及应用加工方面研究工作。

铅笔硬度仪, 英国易高 (elcometer), 型号: H-501。

## 1.2 试验材料

非结晶型丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 材料, 中国石油吉林石化生产, 牌号: 0215A, 其性能参数如表 1 所示。聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 材料, 韩国 LG 化学, 牌号: IH830。金属铝粉 (20~200 μm)、助剂 (含珠光颜料、色粉、偶联剂、相容剂、抗氧化剂)。硅酮粉, 杭州凯杰塑料科技有限公司, 牌号: KJ-A。

表 1 ABS 材料性能参数

性能项目	测试方法	测试数据
熔体流动速率 / [g·(10 min) <sup>-1</sup> ]	ASTM D-1238	20.0
冲击强度 / (J·m <sup>-1</sup> )	ASTM D-256	185
弯曲强度 / MPa	ASTM D-790	91.0
弯曲模量 / MPa	ASTM D-790	2 850
拉伸强度 / MPa	ASTM D-638	52.0
热变形温度 / °C	ASTM D-648	91

## 1.3 样品制作

ABS 免喷料制备: 将 ABS 原料在 80 °C 下干燥 4 h 以上, 然后与金属铝粉、助剂按比例称量配料, 通过高速混料机进行预混, 并混合均匀原料投入到双螺杆挤出机中进行造粒, 挤出温度为 210~240 °C, 螺杆转速为 450 r/min。将造粒料在 80 °C 下干燥 8 h 以上后用注塑机制样, 注塑温度为 200~230 °C。将注塑样品在标准实验条件下状态调节 24 h, 之后进行相关性能测试。为方便分析将纯 ABS 分别添加 20 μm、50 μm 和 100 μm 金属铝粉的三个样品组分别编号为 1-1<sup>#</sup>, 1-2<sup>#</sup>, 1-3<sup>#</sup>[11]。

耐划伤性制备: 在具有最佳综合性能的 ABS 免喷料样品组中选取金属铝粉, 分别在 ABS 免喷料中添加 0.5%、1%、1.5%、2% 的硅酮粉, 并将制得的四个样品组分别编号为 2-1<sup>#</sup>, 2-2<sup>#</sup>, 2-3<sup>#</sup>, 2-4<sup>#</sup>。

ABS/PMMA 合金免喷料制备: 在具有最佳综合性能的 ABS 免喷料样品组中选取金属铝粉, 并参照 ABS 免喷料制备的工艺流程和方法进行 ABS/PMMA 合金免喷料制备和测试。为方便分析将 ABS/PMMA 比例分别为 9:1、8:2、7:3 的三个样品组分别编号为 3-1<sup>#</sup>, 3-2<sup>#</sup>, 3-3<sup>#</sup>。

高光无痕工艺制备: 将最佳综合性能的 ABS 免喷料和 ABS/PMMA 合金免喷料采用高光无痕工艺制备, 模具温度 100 °C, 同时和 ABS 喷涂产品进行对比测试。

## 1.4 测试方法

表面光泽度是表征表面光学效果的重要指标, 是指在规定的入射角下, 测试样品的表面反射率与标准

试样的表面反射率之比, 采用光泽单位 (省略百分号) 表示 [12]。本研究采用 60° 为入射角度, 为减少测试误差, 取样数量为 10 个, 依据算数平均值作为最终测试数据。

表面光亮度是指物体表面颜色的明亮程度, 一般采用色度仪来进行测试, 通过的色度仪 LAB 值中的 L 值来表针, L 值越大表明颜色越亮, 反之越暗, 对于注塑包装来说, 需要有更好的表面光亮度来提升视觉效果。

耐划伤性, 主要采用铅笔硬度和摩擦系数两种方法进行测试。铅笔硬度测试采用 750 g 铅笔硬度计进行测试, 测试方法参考 GB/T6739 [13]。摩擦系数测试采用摩擦系数测试仪进行测试, 用动摩擦系数来进行表征。

## 2 结果与讨论

通过试验和测试, 可分别得到不同材料、工艺条件下的 ABS 注塑包装表面光泽度、光亮度和耐划伤性能测试结果, 并以此对其进行相关分析, 依据分析结果为 ABS 注塑包装的应用提高参考价值。

### 2.1 金属铝粉对免喷 ABS 表面性能的影响

通过添加不同粒径大小的金属铝粉 (含助剂) 研究免喷 ABS 表面性能, 如表 2 所示。由表 2 可知, 金属铝粉的粒径越小, ABS 表面光泽度越大, 反之亦然。这是因为金属铝粉的粒径越小, 流平性和分散性就越好, ABS 材料表面就越平整, 所以表面光泽度就越好。但光亮度和光泽度的数据又是相反的趋势。耐划伤性能方面, 金属铝粉粒径 50 μm 以上铅笔硬度能接近 F, 但表面摩擦系数略高于粒径 20 μm。综合分析, 通过添加不同粒径的金属铝粉在光亮度方面是有明显提升的, 100 μm 粒径达到了 82.67, 表面硬度接近 F, 但光泽度最高只有 31.7。

表 2 金属铝粉对 ABS 表面性能的影响

实验组	光泽度	光亮度	铅笔硬度	摩擦系数 / N
1-1 <sup>#</sup> (20 μm)	31.7	71.29	HB	0.65
1-2 <sup>#</sup> (50 μm)	29.2	78.37	HB~F	0.78
1-3 <sup>#</sup> (100 μm)	27.3	82.67	F	1.06

### 2.2 硅酮粉对免喷 ABS 表面性能的影响

通过添加不同比例的硅酮粉研究免喷 ABS 表面性能, 选取 1-2<sup>#</sup> (50 μm) 作为较优的实验组样品, 对免喷 ABS 料进行硅酮粉的添加, 分析硅酮粉对免喷 ABS 表面性能的影响, 如表 3 所示。由表 3 可知, 硅酮粉对免喷 ABS 的摩擦系数有明显提升, 尤其是添加量达到 1% 以上时, 摩擦系数下降到 0.39, 铅笔硬

度也有轻微提升到了 F。但当添加量达到 2% 时，摩擦系数没有继续降低，这是因为硅酮粉流动性差且和 ABS 相容性不好，添加量过大就会形成聚集，反而影响摩擦系数。因为这一特性使得光泽度和光亮度都有明显下降，尤其是添加量达到 2% 以上时，光泽度降低到 22.5，光亮度降低到 63.39。这是因为硅酮粉不仅流动性不好还是乳白色的，这会使得材料表面漫反射明显从而影响到表面光泽度，也影响到免喷 ABS 的色度，使得光亮度也明显下降。综合分析，当添加量在 1% 时，铅笔硬度 F，摩擦系数 0.39，光泽度和光亮度下降幅不明显，说明硅酮粉对免喷 ABS 表面性能的改善有一定效果的。

表 3 硅酮粉对 ABS 表面性能的影响

实验组	光泽度	光亮度	铅笔硬度	摩擦系数
2-1 <sup>#</sup> (0.5%)	29.7	78.80	HB~F	0.52
2-2 <sup>#</sup> (1%)	28.9	76.97	F	0.39
2-3 <sup>#</sup> (1.5%)	25.7	67.75	F	0.35
2-4 <sup>#</sup> (2%)	22.5	63.39	F	0.35

### 2.3 合金对免喷 ABS 表面性能的影响

通过制备 ABS/PMMA 合金研究免喷 ABS 表面性能，选取 2-2<sup>#</sup> (1%) 作为较优的实验组样品，按照不同 ABS/PMMA 配方比例，分析合金对免喷 ABS 表面性能的影响，如表 4 所示。由表 4 可知，ABS/PMMA 合金对 ABS 表面性能的影响是非常明显的，ABS/PMMA 合金比例为 8:2 时，光泽度达到 75，基本达到光泽表面的要求；铅笔硬度达到 H，能满足大部分注塑包装的应用场景。这是因为 PMMA 具有高透明度和高硬度，且两种材料具有很好的相容性，添加 PMMA 能明显改善 ABS 的表面性能。ABS/PMMA 合金对光亮度及摩擦系数没有明显改善，相反光亮度还有轻微下降，因为 PMMA 的折射率只有 1.49，使得 ABS/PMMA 的表面更透，影响了颜色对比度，使得光亮度有一定下降。综合分析，当 ABS/PMMA 的比例为 8:2 时，光泽度 75，硬度达到 H 以上，其他性能无明显差异，说明合金对免喷 ABS 表面性能的改善是明显的。

表 4 合金对 ABS 表面性能的影响

实验组	光泽度	光亮度	铅笔硬度	摩擦系数
喷涂样品	78	85.81	H	0.52
3-1 <sup>#</sup> (9:1)	68	78.65	F~H	0.36
3-2 <sup>#</sup> (8:2)	75	77.31	H	0.38
3-3 <sup>#</sup> (7:3)	78	77.89	H	0.37

### 2.4 高光无痕工艺对免喷 ABS 表面性能的影响

高光无痕注塑工艺是用于产品表面高光效果（光泽度）的有效工艺，引入该工艺主要在现有材料改善免喷 ABS 表面效果的基础上进一步提升免喷 ABS 注塑包装的应用。分别选取较优方案的 ABS 免喷料和 ABS/PMMA 合金免喷料进行高光无痕注塑工艺制样，同时和喷涂注塑包装进行对比测试，讨论免喷 ABS 注塑包装的应用价值和替代喷涂产品的可行性，测试分析结果如表 5 所示。由表 5 可知，免喷 ABS 和 ABS/PMMA 合金的光泽度均大幅度提升到 90 以上，完全达到高光的效果，并且远高于喷涂产品；免喷 ABS 和 ABS/PMMA 合金的摩擦系数在 0.29 及以下，低于喷涂产品的摩擦系数。这是因为高光无痕注塑工艺使得产品的表面更加平整，高温注塑使得材料的流动性更好，分散更加均匀。同时，光亮度虽然也有小幅提升，但和喷涂产品还是有一定差距，主要是喷涂产品是表面反射颜色，所以颜色更亮，但免喷产品是将金属添加到 ABS 材料里面，颜色受 ABS 材料本身的光学特性影响，难以达到喷涂产品的效果。综合分析，高光无痕注塑工艺对免喷 ABS 表面性能有明显提升，虽然在光亮度还达不到喷涂的效果，但综合考量其环保价值，在注塑包装的应用替代性方面还是具有可行性的。

表 5 工艺对 ABS 表面性能的影响

实验组	光泽度	光亮度	铅笔硬度	摩擦系数
喷涂样品	78	85.81	H	0.52
免喷 ABS	91	80.23	F~H	0.35
免喷 ABS/PMMA	95	78.36	H~2H	0.36

## 3 结论

(1) 通过添加大粒径 (50 μm 以上) 金属铝粉 (含助剂) 开发免喷 ABS，并采用高光无痕注塑工艺可以有效提升表面高光亮效果，光泽度达到 90 以上，光亮度达到 80 以上，铅笔硬度 F 以上。

(2) 通过添加硅酮粉使得 ABS 表面摩擦系数有一定下降，但添加比例需控制在 1% 左右，免喷 ABS/PMMA 合金料可以使得 ABS 表面硬度达到 H 以上。

(3) 基于高光无痕注塑工艺的高光亮耐划伤免喷 ABS 在注塑包装上的应用是可行的，尤其是免喷 ABS/PMMA 合金料，但要完全替代喷涂产品还存在表面光亮度不够的问题。

### 参考文献：

[1] 周启花, 张扬, 雷鸣辉. 免喷涂材料及其应用概述 [J]. 广东化工, 2019, 16:94-96.

- [2] 李雄武, 胡天辉, 宋克东, 等. 高光免喷涂 ABS 材料的性能研究 [J]. 塑料工业, 2021, 11:34-37.
- [3] 杜岩岩, 刘春亮, 陈宜春, 等. 绿色材料在家电产品中的应用 [J]. 塑料工业, 2016, 44:1-4.
- [4] 莫荣强, 雷春堂. 家电壳体用高分子材料及其应用技术的发展趋势 [J]. 塑料工业, 2019, 47:6-11.
- [5] 唐宇航, 叶南彪, 陈国雄, 等. 免喷涂技术在汽车注塑工业的应用 [J]. 塑料工业, 2020, 48:144-148.
- [6] 杨北京. 免喷涂注塑制品表面质量数值与实验研究 [D]. 济南: 山东大学, 2021:1-11.
- [7] 陈良. 快速热循环注塑技术及其工艺过程传热分析研究 [D]. 济南: 山东大学, 2009:11-28.
- [8] 胡学川, 方佳豪, 李又兵, 等. 某汽车高光格栅注塑缺陷分析与成型优化 [J]. 中国塑料, 2022, 9:70-73.
- [9] 景小阳, 蒋炳炎, 杨军. 高光注塑成型关键技术发展现状与展望 [J]. 塑料科技, 2014, 10(42):122-128.
- [10] 杨丁, 陈川, 李吉良. 高光注塑成型工艺对 ABS 塑件表面硬度的影响 [J]. 塑料科技, 2014, 7(42):67-70.
- [11] 黄彩霞, 王雄刚, 陈如意, 等. 高光耐划伤 ABS 材料制备与性能研究 [J]. 塑料工业, 2013, 4:26-28.
- [12] 轻工业部塑料加工应用科学研究所. GB8807—1988 塑料镜面光泽试验方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1988:284-287.
- [13] 李秋魁, 冉敏, 周中玉. ABS 材料表面刮擦性能的改善研究 [J]. 塑料工业, 2023, 11:34-37.

## Research on the application of high gloss scratch resistant and spray free ABS injection molding packaging

Xiong Jian

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

**Abstract:** This article reports the preparation of various formulations of high gloss scratch resistant spray free acrylonitrile butadiene styrene (ABS) materials using blending granulation technology. The formulations include metal aluminum powder (containing additives), silicone powder, and polymethyl methacrylate (PMMA). The surface properties of the material were further optimized using a high gloss seamless injection molding process, and the glossiness, brightness, pencil hardness, and friction coefficient of the material were systematically analyzed. The research results show that adding large particle size (50  $\mu\text{m}$  or more) metal aluminum powder (including additives) can effectively improve the surface high gloss effect of ABS. Combined with the high gloss seamless injection molding process, the glossiness can reach 90 or more, the brightness can reach 80 or more, and the pencil hardness can reach F or more. In addition, adding silicone powder can reduce the surface friction coefficient of ABS, but the addition ratio needs to be controlled at around 1%. And the ABS/PMMA alloy material without spraying can further improve the surface hardness, making it reach H or above. The application of high gloss scratch resistant and spray free ABS material based on high gloss seamless injection molding process is feasible in the field of injection packaging.

**Key words:** high gloss; scratch resistant; spray free ABS; high gloss seamless process; injection molding packaging

(R-03)

《橡塑技术与装备》投稿邮箱: [crte@chinarpte.com](mailto:crte@chinarpte.com)

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎惠登广告