

PVC/ABS 合金改性材料的配方优化与工艺创新

邵峰

浙江金立达新材料科技股份有限公司杭州分公司, 浙江 杭州 310000

DOI:10.61369/ME.2026070015

摘 要： 本文围绕 PVC/ABS 合金改性材料展开。阐述了 PVC 和 ABS 基础性能及合金化协同效应机制，介绍了助剂对热变形温度影响，优化了三相比，研究了螺杆组合等对挤出成型影响，还涉及多种性能测试方法及在不同应用中的表现，以及材料性能提升的创新路径

关 键 词： PVC/ABS 合金；性能优化；工艺创新

Formulation Optimization and Process Innovation of PVC/ABS Alloy Modified Materials

Shao Feng

Zhejiang Jinlida New Material Technology Co., Ltd. Hangzhou Branch, Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract： This paper focuses on PVC/ABS alloy modified materials. It discusses the fundamental properties of PVC and ABS and their synergistic alloying mechanisms, covers how additives affect the heat deflection temperature (HDT), optimizes the three-phase ratio (PVC/ABS/additives), and investigates the impact of factors like screw configuration on extrusion molding. It also includes various performance testing methods, the material's performance in different applications, and innovative approaches for enhancing material properties.

Keywords： PVC/ABS alloy; performance optimization; process innovation

引言

随着科技的进步以及应用需求的增加，高分子材料的研究与应用获得广泛重视。2023年发布的有关材料产业发展的政策，重点提出对高性能、环保型材料开展研发以及进行应用的扶持。聚氯乙烯（PVC）和丙烯腈、丁二烯、苯乙烯共聚物（ABS）作为常用的高分子材料，它们各自的基础性能差别为合金材料的设计提供根据。PVC 具备的阻燃及耐腐蚀特性，ABS 拥有的韧性与加工流动等性能，还有二者共混期间的相容机理、助剂给性能带来的影响、加工工艺参数起到的作用、结晶度调控技术、多种性能检测方法以及在不同应用场景的检测 results 等，均对 PVC/ABS 合金改性材料的综合性能提高非常主要，符合政策导向下对材料性能优化的要求。

一、PVC/ABS 合金材料体系特性分析

（一）PVC 与 ABS 基础性能比较

聚氯乙烯（PVC）和丙烯腈、丁二烯、苯乙烯共聚物（ABS）是两类常用的高分子材料，具备不一样的基础特性。PVC 具备优良的阻燃特性，由于其氯原子占比相对较高，这让材料在发生燃烧情况时能够释放出可抑制燃烧进程的气体，进一步显示出自熄性能^[1]。PVC 也展现出较为良好的耐腐蚀性能，可在多种化学环境当中维持稳定。与之相比 ABS 是以它卓越的韧性而著称。该物质是由丙烯腈、丁二烯以及苯乙烯这三种单体构成的共聚物，其中丁二烯成分给材料赋予良好的柔韧性与抗冲击能力。另外 ABS 的加工流动性能比 PVC 更优，这让它成型环节更易填充模具，制得具有复杂形状的产品。这些基础性能方面的区别为 PVC/ABS 合金材料的设计与应用提供主要根据。

（二）合金化协同效应机制

PVC 与 ABS 共混可形成合金材料，其合金化协同效应机制

涉及相界面相容机理等方面。PVC 为极性聚合物，ABS 为非极性聚合物，二者相容性较差。在共混过程中，相界面处易出现微观相分离，影响材料性能。增容剂可改善这种情况，其作用机制在于能够降低相界面张力，增强相间的黏附力。增容剂分子一端可与 PVC 的极性基团相互作用，另一端能与 ABS 的非极性链段结合，从而促进二者在相界面处的相互扩散和融合，提高材料的均匀性和稳定性。这种相容作用对材料的力学性能有增效作用，可使材料的拉伸强度、冲击强度等得到显著提升，增强材料的综合性能，满足不同应用场景的需求^[2]。

二、改性材料配方优化策略

（一）功能助剂配伍体系设计

热稳定剂、抗冲改性剂与 CPVC 共混对热变形温度存在显著影响。热稳定剂能有效防止材料在加工和使用过程中因受热而分解，确保材料的稳定性^[3]。不同类型和用量的热稳定剂会改变材料

的热性能。抗冲改性剂则可提高材料的韧性和抗冲击能力，其与基体材料的相容性以及自身的结构特性会影响对热变形温度的作用。CPVC 共混比例也至关重要，合适的比例能优化材料的综合性能，改变分子链的排列和相互作用，从而影响热变形温度。通过系统研究这些助剂的配伍关系和对热变形温度的影响规律，可为配方优化提供关键依据。

（二）正交试验优化配比

采用 L9(3⁴) 正交表对 PVC/ABS 合金改性材料中塑化剂 - 填料 - 聚合物三相配比进行系统性优化^[4]。通过合理设计正交试验，能够全面考虑各因素及其交互作用对材料性能的影响。在试验过程中，精确控制塑化剂、填料和聚合物的不同水平组合，获取多组试验数据。对这些数据进行详细的分析，例如通过极差分析确定各因素对材料关键性能指标（如拉伸强度、冲击强度等）影响的主次顺序。同时，利用方差分析评估各因素影响的显著性，从而筛选出对材料性能提升最为关键的因素水平组合，实现配方的优化，提高 PVC/ABS 合金改性材料的综合性能。

三、加工工艺创新路径

（一）挤出成型工艺优化

1. 螺杆组合参数调控

螺杆组合参数对挤出成型工艺至关重要。不同的螺杆组合会产生不同的剪切强度，进而影响 PVC/ABS 合金材料的分散均匀性。通过调整螺杆的长径比、螺距、螺纹深度以及螺杆元件的排列方式等参数，可以实现对剪切强度的调控。举例来说适度增大螺杆的长径比例能够延长物料于螺杆里的停留时长，提高混合成效；科学调节螺距与螺纹深度能够改变物料的输送速率和剪切力分布状况。此外不同种类的螺杆元件（像输送元件、混合元件、剪切元件等）的组合形式也会对合金材料的分散造成明显影响。研究这些参数对合金材料分散均匀状况的量化作用，有助于对螺杆组合进行优化，提高挤出成型工艺的质量与效率^[5]。

2. 温度梯度控制模型

搭建五区温度场分布和熔体流动速率的数学模型，对挤出成型工艺优化里的温度梯度调控非常主要。通过精准的数学模型，能够深入研究温度场于不同区域的分布特性以及它对熔体流动速率的作用^[6]。这有利于科学设定各区温度，防止局部温度过高或过低造成的材料性能不一致。在模型搭建进程里，要考量材料的热传导性能、螺杆转动速度、挤出机的构造参数等多个因素。根据实际的生产数据来对模型开展验证与修正工作，从而保证模型的精确性和可靠性。通过此模型，能够实现对温度梯度的精确把控，提高挤出成型制品的质量与生产效能。

（二）注塑工艺参数创新

1. 保压曲线优化设计

通过模腔压力传感器的相关数据能够实现保压曲线的优化规划。在注塑环节，模腔压力传感器可实时对模腔内压力的变动状况开展监测。根据所收集的数据，能够对保压时长、压力曲线开展动态调节。在模腔压力达到所设阈值之际，系统可自动对保压

时间与压力作出调整，保障制品在保压环节能获得恰当的压力和时间，进一步提高制品的质量与性能。这种通过实时数据的动态调节模式，相较于传统的固定保压曲线设定，更能够符合不同的注塑状况与制品需求，确实降低制品的瑕疵，像缩痕、翘曲这类问题^[7]。

2. 结晶度控制技术

结晶度对 PVC/ABS 合金改性材料的各项性能存在主要影响。通过冷却速率调控的 β 晶型定向引导工艺属于一种有效的结晶度管控技术。凭借精准控制注塑流程里的冷却速度，能够促使材料建立特定的 β 晶型方案，进一步改善结晶度。适度提高冷却速度可抑制晶体的生长，促使形成细小且均匀的晶粒，提高结晶程度，加强材料的力学性能与热稳定性^[8]。此工艺能够提高材料的加工特性，降低缺陷的出现。此创新型结晶度调控技术让 PVC/ABS 合金改性材料于注塑工艺里的应用拥有了更广阔的发展天地。

四、性能测试与应用验证

（一）力学性能表征

1. 动态力学分析 (DMA)

动态力学测试 (DMA) 是研究材料在交变应力影响下的力学特性的主要手段。针对 PVC/ABS 合金改性材料，通过测量不同配方在 -30℃~120℃ 温度区间的储能模量变化曲线，能够深入研究其力学性能随温度的变化情况^[9]。储能模量体现材料于弹性变形阶段储存能量的能力，该数值大小反映出材料的刚性程度。在各异温度情形下，材料内部的分子链运动状况存在差异，进一步使得储能模量产生改变。经由分析这些变化曲线，能够明确材料于不同温度范围的性能特性，例如玻璃化转变温度、低温韧性以及高温刚性等，为材料的配方完善和实际运用提供主要根据。

2. 缺口冲击强度测试

运用缺口冲击强度检测手段，对 PVC/ABS 合金改性材料开展测试，以此表征其力学特性。在 23℃ 和 -20℃ 的环境当中开展实验，获取材料在不一样温度状况下的抗冲击性能数据^[10]。经由对比分析这些数据，可深入知晓合金材料性能的变化规律。当温度处于 23℃ 时，材料的分子链运动相对比较活跃，其抗冲击性能或许会显示出某一表现形式；但是在 -20℃ 的低温条件下，分子链运动受到限制，材料的抗冲击性能也许会产生变化，有可能出现下降形势，也有可能由于材料内部结构的独特性而维持相对稳定，具体情形要根据测试结果来判定。这些资料为深入优化配方以及开展工艺创新提供核心根据。

（二）热学性能验证

1. 热失重分析 (TGA)

热重分析 (TGA) 可用于研究 PVC/ABS 合金改性材料于氮气环境里的热学特性。通过 TGA 能够精准测量材料的初始分解温度和残炭率。初始分解温度为材料热稳定性的主要指标，较高的初始分解温度表明材料在更高温度时才开始分解，这对其在某些高温环境里的应用非常重要。残炭率体现材料经受热分解后剩余的炭质含量情况，其和材料的阻燃性能等紧密相连。对 PVC/ABS

合金改性材料开展 TGA 检测，能够全面掌握其热学特性，为材料的配方改良和工艺改革提供重要的热学性能数据根据，以符合不同应用场景对材料热学性能的需求。

2. 维卡软化点测定

维卡软化温度测定是衡量 PVC/ABS 合金改性材料热性能的主要方式。此项测定通过专门仪器与标准流程开展。把材料制作成规定规格的试样，置于仪器的测试平台上，在特定的负荷以及升温速度下，观测试样表面被压进 1mm 深度时的温度，该温度就是维卡软化点。通过对不同配比的 PVC/ABS 合金材料开展维卡软化点测试，能够知晓 CPVC 添加量等要素对材料软化温度的作用。精确测量维卡软化点有利于明确材料于实际应用里的耐热性能界限，为材料在各类热环境中的运用提供核心数据支撑，进一步进一步完善材料配方与工艺，提高材料的热学特性。

（三）工业应用测试

1. 汽车内饰件成型验证

针对 PVC/ABS 合金改性材料于汽车内饰件成型应用方面开展测试。就双色注塑工艺而言，重点考查材料的尺寸稳定性以及表面光洁度。通过实际生产流程里的数据监测和分析，研究材料于不同工艺参量时的成型成效。查看其于模具里的流动状况以及冷却之后的尺寸误差，来判定尺寸稳定性。对成型完毕的内饰件表面展开检测，评定其光洁程度是否符合汽车内饰的质量标准。参考实验数据以及实际应用的反馈情况，持续对工艺参数进行优化，从而提高材料于汽车内饰件双色注塑工艺里的性能展现，保证所生产的内饰件既能符合尺寸精度的标准，又具备优良的表面

质量。

2. 建筑管材耐候性测试

进行 QUV 加速老化测试以评估户外应用的耐久性。通过模拟自然环境里的紫外线辐射、温度改变以及湿度状况，对建筑管材开展耐候性检测。把管材试样置于 QUV 老化试验箱里，设定不一样的老化时长，查看管材在老化进程中的外观变动，像颜色变浅、表面开裂等状况。并且测定管材的物理性能参数，像拉伸强度、冲击强度、弯曲模量等随老化时长的变化规则。通过测试结果，分析 PVC/ABS 合金改性材料于建筑管材应用里的耐候特性，为配方改良与工艺改革提供数据支撑，保障管材在户外长期运用时可维持良好的性能与稳定性。

五、总结

PVC/ABS 合金改性材料经由刚性颗粒加强及加工工艺改革实现综合性能的提高。此中所提出的通过熔体流动指数调节的多尺度结构管控理论，为材料性能的优化提供全新的思路。在环保标准日趋严苛的情形下，环保类钙锌稳定剂体系的进步具备主要意义，其有利于降低传统稳定剂引发的环境难题。3D 打印成型工艺的发展趋向也受到广泛关注，它有望为 PVC/ABS 合金材料带来全新的应用领域和成型手段。今后要更深入地研究这些创新途径与理论，促进 PVC/ABS 合金改性材料在更多领域的运用，实现其性能的持续提高以及工艺的不断改革。

参考文献

- [1] 俞陈诚. PC/ABS 合金的增容及阻燃改性研究 [D]. 浙江工业大学, 2022.
- [2] 孟凡盛. 改性纤维制备复合 PVC 工艺的研究 [D]. 天津科技大学, 2022.
- [3] 刘波波. 锂离子电池硅负极材料合金化工艺改性研究 [D]. 南昌大学, 2021.
- [4] 王静. YbMg₂Bi₂ 基热电材料的掺杂改性及机理 [D]. 哈尔滨工业大学, 2021.
- [5] 余建明. 基于工艺创新和新型预处理技术的燃料乙醇生产工艺研究及经济分析 [D]. 南京理工大学, 2022.
- [6] 贺盛喜, 黄东, 宋晓玲, 等. 阻燃电缆用 PVC 树脂的研究 [C]// 第 33 届全国聚氯乙烯行业技术年会暨 " 科创杯 " 论文交流会论文集. 2011:120-122, 126.
- [7] 和涛, 郭健. 一种新型改性 PVC 保鲜材料的工艺研究 [J]. 化工管理, 2021(25):164-165.
- [8] 李铃钰. 新型材料在服装制作中的应用与工艺创新研究 [J]. 西部皮革, 2023, 45(21):49-51.
- [9] 梁娜, 苑会林. PVC/ABS 合金国内最新研究进展 [J]. 聚氯乙烯, 2011, 39(6):8-11
- [10] 台启乐. ABS/PVC 合金改性及其复合材料的制备与性能研究 [D]. 武汉理工大学, 2015.