

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.03.025

轻量化背景下改性塑料在汽车上的应用

吴志强, 刘青霞, 张欢唱, 马勇

(汉中职业技术学院汽车与机电工程学院, 陕西汉中 723002)

摘要:轻量化是汽车实现节能减排的有效途径,对汽车工业和人类的可持续发展有着重要意义。改性塑料作为关键的轻量化非金属材料,近年来在汽车上的用量快速攀升,并呈现出“以塑代钢”的趋势。笔者介绍了改性塑料在汽车上应用的概况,重点总结了聚丙烯(PP)、聚酰胺(PA)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)等三种改性多样、应用丰富的典型车用塑料。并在此基础上,指出了PP“三高一低”改性,PA高流动性、高耐热、无卤阻燃改性,ABS抗菌、防静电、低噪音改性的车用发展方向。最后,说明了改性聚氨酯(PUR)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯(PE)、聚甲醛(POM)的特殊车用,并对生物可降解改性塑料在汽车上的应用进行了展望。

关键词:轻量化;汽车;改性塑料;应用

中图分类号: TQ322 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)03-0152-05

Application of Modified Plastics in Automobile under Light Weight Background

Wu Zhiqiang, Liu Qingxia, Zhang Huanchang, Ma Yong

(School of Automotive and Mechatronics Engineering, Hanzhong Vocational and Technical College, Hanzhong 723002, China)

Abstract : Lightweight is an effective way to achieve energy saving and emission reduction of automobile, which is of great significance to the sustainable development of automobile industry and human beings. As a key lightweight non-metallic material, the amount of modified plastics in automobiles has increased rapidly in recent years, and presents a trend of "plastic instead of steel". This paper introduces the general situation of the application of modified plastics in automobiles, focusing on three kinds of typical automotive plastics with various modification and rich application, such as polypropylene (PP), polyamide (PA) and acrylonitrile butadiene styrene copolymer (ABS). And on this basis, pointed out the PP "three high and one low" modification, PA high fluidity, high heat resistance, halogen-free flame retardant modification, ABS antibacterial, anti-static, low noise modification of vehicle development direction. Finally, the modification of polyurethane (PUR), polycarbonate (PC), polyethylene (PE) and polyformaldehyde (POM) for special automotive applications are described, and the application of biodegradable modified plastics in automotive is prospected.

Keywords : lightweight ; automotive ; modified plastics ; application

据中国汽车工业协会近日公布的数据,2022年我国汽车产销分别完成2 702.1万辆和2 686.4万辆(同比分别增长3.4%和2.1%),连续14年稳居全球第一。汽车工业的迅猛发展,为经济注入了强大活力,极大地改善了人民的生活水平,如果处理不好也让能源和环境问题日益严峻。研究表明,汽车轻量化是节能减排的有效途径,燃油车整备质量每降低10%,油耗可下降6%~8%,排放能减少4%;而电动车整备质量每降低10 kg,续航里程可增加2.5 km^[1-4]。

《中国制造2025》曾把“节能与新能源汽车”作为重点发

展领域,并将轻量化列为汽车产业的重点发展方向之一,而《节能与新能源汽车技术路线图2.0》更是制定了2035年燃油乘用车与纯电动乘用车整车轻量化系数分别降低25%与35%的目标。汽车轻量化是在满足汽车使用要求和安全,以及生产成本控制的条件下,尽可能地降低汽车整备质量,从而提高汽车的动力性,降低燃料消耗,减少排气污染。汽车轻量化主要包括轻量化材料、先进工艺、结构优化三个方面,其中轻量化材料的应用是实现汽车减重最直接的途径^[5-7]。改性塑料以其较好的成本优势、完美的减重效果、优异的综

通信作者: 吴志强,讲师,主要从事高职汽车类专业教育与汽车轻量化研究

收稿日期: 2023-02-16

引用格式: 吴志强,刘青霞,张欢唱,等.轻量化背景下改性塑料在汽车上的应用[J].工程塑料应用,2023,51(3):152-156.

Wu Zhiqiang, Liu Qingxia, Zhang Huanchang, et al. Application of modified plastics in automobile under light weight background[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(3): 152-156.

合性能,成为汽车领域重要的轻量化材料^[8-9]。掌握改性塑料在汽车的应用研究现状,对车用塑料及汽车轻量化材料的进一步研究与应用至关重要。

1 车用改性塑料概况

改性塑料是以初级形态树脂为主要成分,以能改善树脂在力学、流变、燃烧、电热光磁等某方面性能的添加剂或其它树脂等为辅助成分,通过填充、增韧、增强、共混、合金化等技术手段,得到的具有均一外观的材料。改性塑料是我国化工新材料的重要组成部分,属于国家“七大战略性新兴产业”和“中国制造2025”重点发展的十大领域之一。近年来,在国家政策的大力支持及“以塑代钢”“以塑代木”的趋势推动下,改性塑料行业规模持续扩大。据相关数据统计,2021年我国改性塑料产量达2 193万t,同比增长6.2%,行业市场规模达3 602亿元,同比增长22.7%。改性塑料是塑料制品中高科技、高性能、高档次的象征,被广泛应用于航空航天、汽车制造、家用电器等多个领域,其中在汽车领域的用量比例超过19%,仅次于使用量最多的家电行业^[10]。

近年来,改性塑料在汽车上的用量逐年攀升,单车改性塑料用量已成为汽车设计与制造水平的标志。从用量上比,单车改性塑料用量最多的是德国,乘用车平均用量达340~410 kg,使用率超过25%。而我国乘用车单车改性塑料使用率仅有13%,平均用量约160 kg,尚低于美国250~310 kg的水平^[11]。从品种划分,用量较多的塑料品种有聚丙烯(PP)、聚氨酯(PUR)、聚酰胺(PA)、聚氯乙烯(PVC)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)、聚碳酸酯(PC)等,其中尤以PP, PA, ABS的车用改性最丰富^[12-14]。从应用上看,改性塑料广泛用于汽车内、外饰件,结构件及功能件。其中内饰件有中控台、仪表盘、装饰板;外饰件有进气格栅、保险杠及装饰件;结构件有前端框架、立柱骨架;功能件有车灯、进气歧管、燃油箱等均是改性塑料用量较大的汽车零部件。

2 PP的车用及改性

PP被认为是最轻的塑料,密度仅有0.89~0.91 g/cm³,且具有良好综合性能及价格优势,是非常理想的汽车轻量化材料。PP适用于共聚、交联、填充、增强等多种改性,方法灵活,品种丰富,是车用塑料中用量最大、频次最高、发展最快的品种。以中级轿车为例,PP类材料的选用频次高达30%,其用量占整车塑料用量的50%以上。用改性PP制造的汽车零部件超过60余种,其中保险杠、仪表板、车门内板、空调器件等用量较多,合计用量超过车用PP总量的60%^[15-16]。

普通PP耐老化性差、易燃,成型收缩率大、制品易翘曲,韧性、强度有待提高,因此必须进行改性以满足汽车零部件的使用要求。车用PP的典型改性及应用有:①利用弹性和无机填料与PP复合可得到增强增韧PP,其中弹性体有三元乙丙橡胶(EPDM)或乙烯-辛烯共聚物(POE),而无机填料有滑石粉、碳酸钙、高岭土等。增强增韧PP主要用于体积大、用料多、耐冲击性能好的汽车部件,如保险杠、仪表板、车门内饰板。②用长玻璃纤维(10~25 mm)与PP复合可制成长

玻璃纤维增强PP(LGFPP),与短玻璃纤维相比,LGFPP有着更好的抗蠕变性,且与金属及热固性复合材料相比密度更低,相同部件可减重20%~50%。LGFPP常用于汽车前端模块、仪表板骨架、电池托架、座椅支架、车门框架等,其中全塑料前端模块能与多个金属零部件组成注射成型部件,简化前端结构的同时可减重30%~40%。③利用PP为基体,化学发泡剂为气源,通过注塑发泡、吹塑发泡、挤出发泡等微发泡工艺,可在制品中得到80~350 μm的微泡孔。发泡改性PP可使塑料制品质量减轻10%~20%,较金属等材料减重超过50%,可用于汽车尾门、顶棚、风管等部件。④通过添加硅酮及酰胺类耐刮擦剂可获得耐刮擦PP,其主要用于汽车操控台、仪表板、车门内板等汽车内饰件。新款斯柯达Scala的仪表板、手套箱和中控台,使用了北欧化工新开发的Daplen EE058AI汽车内饰专用低密度PP,实现减重6.5%。该材料由10%滑石粉填充和弹性体改性,其具有低气味、低排放和低雾化水平,同时减重效果显著;现代索纳塔和大众新途胜的仪表板骨架选用了加德士生产的PP/20%LGF材料,使零件厚度从2.5~3.5 mm减小到1.8~2.5 mm,质量从3.5 kg降至2.7 kg,韧性提高130%,刚性提高50%,热变形温度提高10℃;沙特基础工业近日推出汽车内饰件专用发泡矿物质增强PP,其牌号有PPc F9005, PPc F9007, PPc F9015等。该材料既可以获得与实心注塑件相似的均匀高品质表面质量,又可以显著减轻质量,减少碳排放比例可达15%以上;浙江佳华精化研制的Javachem HG汽车PP内饰材料高性能耐刮擦剂,已通过大众、通用、丰田等各大汽车主机厂商的认证。该刮擦剂是含特殊官能团的超高分子量有机硅,可在PP中起锚固作用,不仅赋予了PP内饰材料长效持久的耐刮擦性能,还解决了高温光照后发黏黄变等现象,同时避免了添加耐刮擦剂导致的应力发白问题。

随着车用PP性能及环保要求的不断提高,“三高一低”成为PP改性的主流。“三高”即高流动、高模量、高抗冲PP,一般要求熔体流动速率(MFR)超过20 g/10 min,弯曲弹性模量超过1 800 MPa,缺口冲击强度大于25 kJ/m²。“一低”则是PP总挥发性有机化合物(TVOC)要低,特别是对于有可能处于温度较高且空间密闭的内饰件更为严格。郑智焕等^[17]研究POE、滑石粉、乙撑双硬脂酰胺(EBS)的含量对PP“三高”性能的影响。发现当各组分质量分数比为80:20:40时,复合材料达到“三高”性能指标。王青松^[18]研究市场上几种不同的低气味PP接枝马来酸酐(PP-g-MAH)增容剂、抗氧剂体系和气味吸收剂对PP/GF材料VOC的影响。结果表明,PP-g-MAH增容剂为气味的主要来源,而FT-102对材料气味的改善效果最佳,3114/168抗氧剂复配体系对气味的影响最低,气味吸收剂602的效果最佳,可使气味等级达到3级;埃克森美孚曾开发出了一种专门用于汽车的高流动、高抗冲PP(PP8285E1),金发科技有限公司作为合作伙伴使用该品种创新了配方,使其不仅具有高冲击强度、高MFR,还具有更好的气味性能,提供了车用PP追求的完整解决方案^[19];南京聚

隆科技股份有限公司推出一种高流动、高模量、高冲击的汽车保险杠用PP材料,其MFR为35 g/10 min,弯曲弹性模量为1 900 MPa,缺口冲击强度达40 kJ/m²。该材料“三高”特性优异,且具备较低的线性热膨胀系数和耐低温冲击特性,可高效满足汽车保险杠薄壁化设计的需求。

3 PA的车用及改性

PA具有良好的力学性能、耐热性、耐磨性、耐化学药品性和自润滑性,且有一定的阻燃性,易于加工成型,广泛应用于汽车、电器、特种设备等领域。根据结构中二元胺和二元酸或氨基酸含有碳原子数的不同,可制得几十种PA,如PA6, PA66, PA11, PA12等。其中PA6和PA66是车用PA的主要品种,全球超过一半的PA6和PA66用于汽车领域^[20-22]。

虽然PA具有良好的性能,但在吸水性、尺寸稳定性和韧性等方面还存在不足,阻燃性也有待进一步提高。车用PA的典型改性及应用有:①在PA66中加入20%~40%的GF制成PA66/GF,其弯曲强度可达310 MPa,缺口冲击强度约25.4 J/m,吸水率0.9%左右,成型收缩率仅0.3%,综合性能优良,常用于发动机罩、进气管、散热器等耐热功能件;②利用卤系阻燃剂与三氧化二锑的复合阻燃体系,可使PA6阻燃等级达到UL94 V-0级,阻燃改性后的PA6常用于电动汽车动力电池壳体、支架、盖板等。③利用聚合物共混或添加蒙脱土、二氧化硅等无机粒子对PA11, PA12增强增韧改性,改性后不仅吸水率低、耐油性好,还有较好的强度和韧性,是燃油管、刹车油管等汽车油液管路的理想材料。塞拉尼斯近日推出了全新PA66/GF产品Zytel NVH70G35HSLA2,并将其用于凯迪拉克LYRIQ(锐歌)SUV的底盘中,可以使结构支撑架与弹性衬套一起进行调整,以提供更广泛的振动过滤,相比金属材料质量减少34%,成本降低19.5%;朗盛开发的BKV30FN04阻燃PA6/GF,可耐受高达800 V的电压,并能有效阻止高压电流,具有很强的阻燃性能,是电动汽车动力电池模块外壳的理想材料;阿科玛生产的Rilsan PA11和Rilsamid PA12系列长链PA,因其优异的柔韧性、力学强度、耐化学药品性(耐燃油及金属氯化盐)等综合性能,一直是全球汽车燃料管路、制动管路的首选材料。

随着车用PA替代金属制件的逐步深入,高流动性、高耐热、无卤阻燃PA成为业内研究的热点。高流动性不仅可以提高PA制件的生产效率,降低加工成本,还可以提高汽车部件的外观质量;高耐热PA不仅适用于200℃以上的高温工作环境,还要求有较好的高温性能保持率,如在1 000 h, 210℃条件下拉伸强度和冲击强度保持率不低于75%;卤系阻燃剂虽阻燃效率高、对材料力学性能影响小,但燃烧时会产生浓烟和有害气体,而磷系、氮系、无机金属及纳米无卤阻燃PA将更环保安全。陈冲等^[23]制备出耐高低温、高流动、低吸水的汽车发动机PA6管夹料,并研究了增韧剂种类及含量与成核剂母粒含量对该材料的性能影响。结果表明,当成核剂母粒E5073与低温增韧剂N413质量比为10/6时,该材料的综合力学性能最优,吸水率较低,且样品耐高低温不变形。

朱怀才等^[24]公开了一种高耐热、高流动PA复合材料及制备方法,经多组试验对比发现,当主要组分为PA 6T/11(90份)、PA66(10份)、甲苯二异氰酸酯(0.15份)、2,2'-(1,3-亚苯基)-二恶唑啉(0.15份)、偶联剂(1.3份)、无碱玻璃纤维(25份)、N,N'-亚乙基双硬脂酰胺(0.25份)时可制得高耐热(272℃)、高流动性(24 g/10 min)改性PA。胡泽宇等^[25]发明了一种适用于汽车座椅的低烟无卤阻燃PA复合材料,其组分包括PA树脂(40~70份)、磷系阻燃剂(5~30份)、氢氧化镁(1~20份),经试验对比,加入一定量的氢氧化镁可以产生明显的抑烟提氧效果,满足校车内饰材料烟密度等级要求小于75 kg/m³的国标要求。

4 ABS的车用及改性

ABS价格适中,广泛应用于机械、汽车、电子电器等领域。2021年,全球ABS产能超过1 200万t,而我国产能为456万t,但国内ABS消费量达580万t,而汽车、摩托车、电动车的消费总量占14%左右^[26-27]。

ABS制件设计灵活、成型方便,且便于电镀、喷漆、焊接,广泛应用于汽车内外饰件及结构件,其在汽车上的用量占车用塑料总量的8%左右。ABS含有侧苯基、氰基和不饱和双键,为共混改性创造了有利的条件,其共混物的开发与生产是高分子共混改性中最活跃的一个分支^[28]。除耐热、纤维增强及阻燃改性外,车用ABS的典型合金改性及应用有:①ABS/PC合金的流动性、低温冲击性及热变形温度俱佳,常用于仪表板骨架、装饰条、散热格栅等;②ABS/PA合金密度低、韧性好、易成型、耐高温,可用于空调出风口、仪表板及外饰件等;③ABS/PVC合金不仅耐低温、耐冲击、易成型,还具有较好的阻燃性和耐腐蚀性,常用于汽车仪表板、门窗密封条;④ABS/聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)合金具有尺寸稳定性、耐化学药品性、耐冲击性、流动性优异,对汽车大型塑料制件具有重要意义,可用于汽车仪表板、保险杠、座椅等。雪佛兰科迈罗ZL1-1LE轿跑采用盛禧奥的Pulse 2000EZ ABS/PC合金取代金属制作了功能性扰流板支柱,不仅零部件强度、刚度满足要求,且造型时尚、空气动力学性能良好,同时质量减轻86%;上海日之升新技术发展有限公司曾开发出BN0608汽车内饰ABS/PA6合金材料,其无须喷涂便达到低光泽,能有效降低视觉疲劳,且表面具有细微磨砂感,耐刮擦性能优异,可应用于中央控制面板、空调出风口等;针对PVC/ABS合金在汽车仪表板中的应用,我国工业和信息化部2016年曾颁发了《汽车用PVC/ABS真空吸塑仪表表皮》(QC/T 29089-2016),此标准规定汽车用PVC/ABS真空吸塑仪表板的规格、技术要求、试验方法等;Toray(东丽)公司生产的VX10-X01注塑级ABS/PBT合金具有较好的外观、均衡的物理特性和优良的模塑性,可用于汽车仪表板、挡泥板、把手等。

随着改性ABS制件在汽车上广泛应用,特别是汽车内饰全塑化进程的推进,抗菌、防静电、低噪音车用ABS成为业内新兴的热点。Olongal等^[29]利用氧化锌纳米粒子通过熔融共混制备了马来酸酐接枝ABS/ZnO抗菌复合材料,并就

ZnO 纳米粒子对该材料抗菌性能的影响进行了实验研究。结果表明,ZnO 纳米粒子的抗菌活性以嵌入的形式保留,并在该材料中得到了很好的释放,对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌有很好的抑菌效果。刘三虎^[30]公开了一种汽车内饰件用抗菌 ABS 复合材料及其制备方法,其组分为 ABS 树脂(80~120 份)、纳米二氧化钛(0.1~2 份)、纳米氧化银(0.1~2 份)、分散剂(0.1~2 份)。其中分散剂是将棕榈油和聚乙二醇混合后加入氧化镁催化剂放入反应釜中,在 200~250 °C 条件下反应 3~5 h 制得。经多组实验对比,该材料对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的抗菌合格率达 100%。黄振等^[31]发明了一种抗菌抗静电汽车内饰用改性 ABS 材料,其表面电阻率超过 500 kΩ,对大肠杆菌的抑菌率为 98.9%~99.2%,对金黄色葡萄球菌的抑菌率达 96.9%~97.6%。其高效抗菌剂由银氨溶液和改性膨润土制备,由于改性膨润土比表面积和孔体积较大,其优异的吸附性能使得银粒子在蒙脱石片层间更加牢固,解决了银离子作为杀菌剂作用力较弱,体系不稳定的技术难题;而抗静电剂是由石墨经去离子水、过氧化氢处理后与碳粉混合,再通过 KH550 进行交联制得。该抗静电剂分散在基材中,使得石墨和碳粉搭配形成导电通路,赋予了 ABS 良好的抗静电性能。郑樑等^[32]在 ABS 中添加自主研发的降噪剂,进行有效的配方优化设计与实验验证,开发出一种降噪声、耐光照、耐高热的 ABS 材料。该材料噪声仅为 58 dB,“粘滑”测试噪声风险等级(RPN)为 1 级,均远低于普通 ABS 材料,已应用于大众品牌某热门车型,降噪效果良好。

5 其它塑料的车用及改性

除以上三种改性多样、应用丰富的车用塑料外,PUR,PC,PE,POM 的改性及特殊用途也在汽车上得以充分展现。PUR 材料包括泡沫、涂料、胶粘剂、合成革等多种样式,而车用改性 PUR 以低 VOC、阻燃的泡沫与合成革为主,如保险杠吸能块、车门车顶填料、座椅面料等^[33-34]。PC 具有较好的抗冲击性、尺寸稳定性,易加工成型,但耐腐蚀性欠佳,其在汽车上的应用常以合金为主,如弹性体增韧 PC/PBT 合金和 PC/聚对苯二甲酸乙二酯(PET)合金用于汽车门框、侧护板、挡泥板等。同时,PC 还具有独特的高透光率、高折射率,高耐热 PC 及 PC/聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)合金常用于汽车车灯、车窗^[35-36]。PE 具有较好的耐低温性、化学稳定性和耐化学腐蚀性,而交联 PE 具有网状结构而呈热固性,其耐磨性、耐应力开裂、耐候性、耐热性均得以提升,其滚塑成型的油箱曾是唯一能装汽油的滚塑 PE 制品^[37]。目前广泛使用的多层油箱,常以高密度聚乙烯(PE-HD)为基础层和装饰层,以线性低密度聚乙烯(PE-LLD)为粘合层,以乙烯-乙烯醇共聚物(EVOH)、PA 等为功能层,经多层共挤出吹塑成型。POM 是最坚韧的热塑性树脂,其硬度、强度和刚性可以媲美金属,被誉为“超钢”“赛钢”^[38],同时,POM 还具有较好的耐化学腐蚀性、自润滑性、耐油性,其增强增韧改性后常替代铜、铝、锌等金属材料制作汽车轴承、齿轮等零件;蔚来 ES6 内饰、座椅采用了巴斯夫 Haptex 新型环保 PUR,该材料不含有机溶剂,符

合更为严格苛刻的 VOC 排放标准,同时具备比真皮座椅更好的耐用性、耐磨性和耐刮擦性;凯迪拉克 CT6S 的前照灯遮光罩采用赢创 Acrylite LD96 PMMA 材料制作,该材料的光散射特性将导光板转换为完全照亮的面板,可与任何颜色的 LED 光源共用,且灯体晶莹剔透,照明表面更大,具有更好的能见度;杜邦公司研制新型油箱阻隔功能聚合物合金材料 SE-LARRB-M,它是由 5%~7% 的阻隔材料与 PE-HD 混合。由于阻隔材料呈盘状分散于 PE-HD 中,不仅使燃油箱形成不连续的防渗透层起到阻隔汽油渗漏的作用,还使燃油箱的热变形温度和尺寸稳定性提高;宝理生产夺钢系列改性 POM,具有耐疲劳、耐蠕变和耐摩擦磨损等特性,被广泛应用于车窗升降器、雨刮器、空调风向调解机构的传动齿轮。

在全球“限塑令”及我国《关于进一步加强塑料污染治理的意见》《“十四五”塑料污染治理行动方案》等多项塑料污染治理政策的实施下,改性聚乳酸(PLA)、聚丁二酸丁二酯(PBS)、聚羟基烷酸酯(PHA)等生物可降解塑料有望成为车用塑料的新宠^[38-39]。PLA 的原料为乳酸,是生物基降解塑料的典型代表,其主要由玉米淀粉等生物质资源合成,常以纤维增强改性的形式用于汽车领域。丰田的 RAUM 轿车曾采用洋麻纤维复合 PLA 制作备胎盖板,PP/PLA 改性材料制作门板、侧围饰板等。日本东丽公司生产的环保型 PLA 纤维材料曾用于丰田雷克萨斯 HS250H 油电混合轿车的车身和车内地板覆盖物,这种材料也被用于车内顶棚和车门装饰^[40]。上汽集团与同济大学合作开发出天然纤维 PLA 复合材料,用于上汽自主品牌汽车的内饰;PBS 价格相对较低,也是国内外生物降解塑料研发与应用的重要品种,市场前景良好。全球领先汽车零部件公司佛吉亚和三菱化学合作,开发出一种天然纤维 PBS 聚合物,用于车门镶板饰条、结构仪表板和控制台嵌件等;PHA 是一大家族材料,我国对它的研究开始较早,并得到了科技部、国家自然科学基金委等重大项目支持,经过多年的研究,技术已处于世界领先水平^[41]。PHA 目前主要以纺织品的形式用于汽车脚垫、座套等,未来有望在低 VOC、抗静电、阻燃及力学性能提升等方面进行改性,以进一步推广在汽车领域的应用。

6 结语与展望

轻量化不仅是实现汽车节能减排的有效方法,还是提升国家汽车产业自主创新能力的的重要途径。改性塑料以其较好的成本优势、完美的减重效果、优异的综合性能,成为汽车不可或缺的轻量化材料。“三高一低”的 PP,高流动性、高耐热、无卤阻燃 PA 在汽车上广泛应用。抗菌、防静电、低噪音车用 ABS 已有大量成果涌现。PUR,PC,PE,POM 的改性及特殊用途也在汽车上充分展现,生物可降解塑料的车用时代即将到来。在我国《“十四五”原材料工业发展规划》、《塑料加工业“十四五”科技创新指导意见》等政策的进一步加持下,改性塑料必将在汽车领域迸发出更为强大的生命力。

参考文献

- [1] 王登峰,等. 吉林大学学报(工学版),2015,45(1):29-37.

- Wang Dengfeng, et al. Journal of Jilin University(Engineering and Technology Edition), 2015, 45(1):29-37.
- [2] 杨挺. 化工新型材料, 2013, 41(5):1-4.
Yang Ting. New Chemical Materials, 2013, 41(5):1-4.
- [3] Akshat P, et al. Materials Today: Proceedings, 2017, 4(2): 3 807-3 815.
- [4] Taub A, et al. Annual Review of Materials Research, 2019, 49(1): 327-359.
- [5] 中国汽车工程学会. 节能与新能源汽车技术路线图[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
China Society of Automotive Engineers. Technology roadmap for energy saving and new energy vehicles[M]. Beijing: China Machine Press, 2016.
- [6] 范子杰, 等. 汽车安全与节能学报, 2014, 5(1):1-16.
Fan Zijie, et al. Journal of Automotive Safety and Energy, 2014, 5(1):1-16.
- [7] 李光霁, 等. 材料科学与工艺, 2020, 28(5):47-61.
Li Guangji, et al. Materials Science and Technology, 2020, 28(5): 47-61.
- [8] 罗益锋. 高科技纤维与应用, 2019, 44(4):1-17.
Luo Yifeng. Hi-Tech Fiber and Application, 2019, 44(4):1-17.
- [9] 马捷, 等. 化学工业, 2019, 37(1):21-29, 49.
Ma Jie et al. Chemical Industry, 2019, 37(1):21-29, 49.
- [10] 何翔, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(1):95-98.
He Xiang, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(1): 95-98.
- [11] 任文坡, 等. 中国石化, 2019(10):39-42.
Ren Wenpo, et al. Sinopec Monthly, 2019(10):39-42.
- [12] 吕吉平. 合成树脂及塑料, 2020, 37(6):87-90, 94.
Lyu Jiping. China Synthetic Resin and Plastics, 2020, 37(6): 87-90, 94.
- [13] Begum S A, Rane A V, Kanny K. Applications of compatibilized polymer blends in automobile industry[M]//Compatibilization of Polymer Blends. Amsterdam: Elsevier, 2020:563-593.
- [14] 王利刚, 等. 新材料产业, 2020(6):25-30.
Wang Ligang, et al. Advanced Materials Industry, 2020(6):25-30.
- [15] 张建耀, 等. 中国塑料, 2018, 32(2):19-26.
Zhang Jianyao, et al. China Plastics, 2018, 32(2):19-26.
- [16] Delogu M, et al. Journal of cleaner production, 2016, 139: 548-560.
- [17] 郑智焕, 等. 中国塑料, 2018, 32(8):33-39.
Zheng Zhihuan, et al. China Plastics, 2018, 32(8):33-39.
- [18] 王青松. 中国塑料, 2022, 36(4):30-34.
Wang Qingsong. China Plastics, 2022, 36(4):30-34.
- [19] 刘朝艳. 塑料工业, 2022, 50(4):1-16.
Liu Zhaoyan. China Plastics Industry, 2022, 50(4):1-16.
- [20] 刘俊聪, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(10):100-104.
Liu Juncong, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(10): 100-104.
- [21] 陈剑锐, 等. 工程塑料应用, 2022, 50(4):159-164.
Chen Jianrui, et al. Engineering Plastics Application, 2022, 50(4): 159-164.
- [22] Hassan E A M, et al. Mechanics of Composite Materials, 2022, 58(2):261-270.
- [23] 陈冲, 等. 工程塑料应用, 2022, 50(8):24-29.
Chen Chong, et al. Engineering Plastics Application, 2022, 50(8): 24-29.
- [24] 朱怀才, 王忠强, 朱正红, 等. 高耐热高流动尼龙复合材料及其制备方法: CN106366657B[P]. 2019-06-14.
Zhu Huacai, Wang Zhongqiang, Zhu Zhenghong, et al. High heat resistance and high flow nylon composite material and preparation method: CN106366657B[P]. 2019-06-14.
- [25] 胡泽宇, 冯德才, 金雪峰, 等. 一种低烟无卤阻燃尼龙复合材料及其应用: CN109749438 A[P]. 2019-05-14.
Hu Zeyu, Feng Decai, Jin Xuefeng, et al. A low smoke halogen free flame retardant nylon composite material and its application : CN109749438 A[P]. 2019-05-14.
- [26] 郑秀云, 等. 合成树脂及塑料, 2022, 39(5):82-86.
Zheng Xiuyun, et al. China Synthetic Resin and Plastics, 2022, 39(5):82-86.
- [27] 黄金霞, 等. 化学工业, 2022, 40(3):36-42.
Huang Jinxia, et al. Chemical Industry, 2022, 40(3):36-42.
- [28] Kannan S, et al. Materials Research Express, 2020, 7(1). DOI: 10.1088/2053-1591/ab6a48.
- [29] Olungal M, et al. Journal of Polymer Research, 2021, 28(8):1-13.
- [30] 刘三虎. 一种汽车内饰件用抗菌ABS复合材料及其制备方法: CN110862646B[P]. 2022-03-15.
Liu Sanhu. An antibacterial ABS composite material for automotive Interior and its preparation method : CN110862646B[P]. 2022-03-15.
- [31] 黄振, 申乾成, 申辉, 等. 一种抗菌抗静电汽车内饰用改性ABS材料: CN111440411[P]. 2020-07-24.
Huang Zhen, Shen Qiancheng, Shen Hui, et al. An antibacterial antistatic modified ABS material for automotive interior : CN111440411[P]. 2020-07-24.
- [32] 郑樑, 等. 上海塑料, 2020(2):52-58.
Jia Liang, et al. Shanghai Plastics, 2020(2):52-58.
- [33] 赵福, 等. 工程塑料应用, 2021, 49(3):56-160, 165.
Zhao Fu, et al. Engineering Plastics Application, 2021, 49(3):56-160, 165.
- [34] 徐世海. 聚氨酯工业, 2012, 27(6):1-4.
Xu Shihai. Polyurethane Industry, 2012, 27(6):1-4.
- [35] 陶永亮. 塑料工业, 2014, 42(4):120-123.
Tao Yongliang. China Plastics Industry, 2014, 42(4):120-123.
- [36] Estaji S, et al. Polymer Composites, 2021, 42(10). DOI: 10.1002/pc.26226.
- [37] 段雪蕾, 等. 中国塑料, 2020, 34(2):61-66.
Duan Xuelei, et al. China Plastics, 2020, 34(2):61-66.
- [38] 王敏, 等. 工程塑料应用, 2022, 50(12):155-162.
Wang Min, et al. Engineering Plastics Application, 2022, 50(12): 155-162.
- [39] 侯冠一, 等. 中国材料进展, 2022, 41(1):52-67.
Hou Guanyi, et al. Materials China, 2022, 41(1):52-67.
- [40] Nanda S, et al. Environmental Chemistry Letters, 2022, 20(1): 379-395.
- [41] 刁晓倩, 等. 中国塑料, 2020, 34(5):123-135.
Diao Xiaoqian, et al. China Plastics, 2020, 34(5):123-135.