

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.01.026

尼龙 66 改性研究进展^{*}

王正宏¹,张敏¹,黄宁选¹,顾利民²

(1. 陕西科技大学教育部轻工助剂化学与技术重点实验室,西安 710021; 2. 中国石油规划总院,北京 100083)

摘要:从共聚改性、共混改性及填充改性 3 个方面,综述了尼龙 66(PA66)改性的研究进展,分析了存在问题,并对改性 PA66 的发展前景进行了分析和展望。

关键词:尼龙 66; 共聚; 共混; 填充; 改性

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)01-0121-05

Research Progress on Modification of Nylon 66

Wang Zhenghong¹, Zhang Min¹, Huang Ningxuan¹, Gu Limin²

(1. Key Laboratory of Auxiliary Chemistry & Technology for Chemical Industry, Ministry of Education Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China; 2. China Petroleum Planning & Engineering Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: Research progress on modification of nylon 66(PA66) was reviewed from the copolymerization modification, blending modification and filling modification, the current problems of the modification of PA66 were analyzed. The development prospect of the modified PA66 was analyzed and prospected.

Keywords: nylon 66; copolymerization; blending; filling; modification

尼龙 66(PA66)具有良好的综合性能,与其它工程塑料相比,PA66 具有力学性能好、耐磨、耐油等优点。近年来,伴随国内外汽车、电子电气、通讯等行业的迅速发展,PA66 的应用比例不断增加,其中,在车辆运输行业的应用比例达到 63%,在电子电气及办公用品行业的应用比例达到 22%^[1]。PA66 产品的广泛应用对其性能提出了更高的要求,针对其吸水率大^[2],弹性模量低及耐热性、耐光性、低温耐冲击性差等缺陷的改性研究不断发展。

PA66 的改性^[3]可分为:一是化学改性,即采用共聚、接枝、交联等方法,改变 PA66 的分子结构;二是物理改性,即通过无机填料填充和增强、与其它树脂共混以及加入各类助剂等方法制备改性 PA66,提高和改进其综合性能。近年来,PA66 的主要改性方法可分为共聚改性、共混改性以及填充改性。但是目前采用的改性方法针对性很强^[4],某些性能不能兼顾。随着研究的深入,通过纳米材料改性 PA66 制备纳米复合材料^[5],为制备综合性能优异的高性能 PA66 基复合材料开辟了一条新途径。笔者从共聚改性、共混改性和填充改性 3 个方面,综述了 PA66 改性的研究现状,并对其高性能化进行了展望。

1 共聚改性

共聚改性主要利用 PA66 中存在的酰胺键以及端羟、氨基进行化学键合,改变 PA66 的结晶度,以提高材料的冲击强度、透明性及加工流动性,降低吸水性。其可分为接枝、嵌段、

无规共聚改性等,其中接枝共聚改性是常用方法。

P. Glampedaki^[6]等通过在 PA66 的表面嵌入含有壳聚糖的水凝胶,制备了 PA66 复合材料,吸水性测试结果表明,在 PA66 复合材料纤维织物表面嵌入功能化水凝胶微粒后,水凝胶层不会影响改性 PA66 的孔隙率和渗透性,壳聚糖的加入能显著提高 PA66 复合织物的润湿时间,其 24 h 的吸水率可以降低 41%。

杨亚楠^[7]采用熔融聚合合法合成了 PA66 / 12I, PA66 / 12T 和 PA66 / 12N 共 3 个系列的共聚 PA,用减重法对 3 个系列的半芳香 PA 共聚物进行了阻湿性和热性能测试,研究发现,加入相同比例的半芳香 PA 盐时,共聚 PA 的阻湿性能顺序为 PA66 / 12N 系列 > PA66 / 12T 系列 > PA66 / 12I 系列,且 PA12T 盐、PA12N 盐的加入提高了共聚 PA 的耐热性。

随着 PA 产品的大量开发,其阻燃性受到人们广泛的关注。目前 PA66 的阻燃性研究主要通过两种途径实现阻燃:反应型阻燃剂^[8]和添加型阻燃剂改性。所谓反应型阻燃剂,就是阻燃剂作为单体参与改性反应,结合到 PA66 的主链或侧链上,使 PA66 自身含有阻燃成分。反应型阻燃剂具有稳

^{*} 陕西科技大学科研启动基金项目 (BJ09-08),陕西科技大学创新科研团队基金项目 (TD10-01)

联系人:张敏,教授,博士生导师,主要从事可生物降解材料的合成和机理研究

收稿日期:2013-10-24

定性好、毒性小、对材料的使用性能影响小、阻燃性持久等优点,是较为理想的阻燃改性方法。但由于其加工工艺和操作复杂,成本也比较高,在实际应用中不如添加型阻燃方法普遍。

刘微^[9]以丙酮为溶剂,二苯甲酮为光引发剂,将丙烯酸酯胺光接枝于 PA66 织物表面,结果发现,当接枝率达到 32.5% 时,极限氧指数 (LOI) 可达到 26.2%,垂直燃烧时无余燃和阻燃,无熔滴。将质量分数为 0.05% 的 *N,N'*-亚甲基双丙烯酸酯胺作为光交联剂引入改性体系,制备的 PA66 织物既有阻燃性,亦有耐久性。

PA66 的共聚改性主要是为了改善其吸水性、加工流动性,进行特定的功能化聚合。PA66 的氢键结合力较强,结晶度亦较高,与非极性物质的相容性较差。因此可以通过共聚反应在 PA66 的侧基上接入水溶性的侧链,如季铵离子类阳离子,羧基、磺酸基类阴离子,改善 PA66 的水溶性。为了制备具有感光或导电性能的 PA66,可通过共聚反应在 PA66 侧基中引入肉桂酸、偶氮苯等感光性基团或聚苯胺类导电性基团^[10]。由于 PA66 的溶解度参数在塑料中相对较高,在共聚改性中往往需要选择合适的增容剂,加之工艺的复杂性而较少采用。

2 共混改性

桂浩等^[11]采用熔融挤出法制备了聚苯硫醚/环氧树脂 (PPS/EP) 和 PPS/PA66/EP 合金,对其力学性能、断面形貌及流变性能进行测试发现,在 PPS/EP 合金中,EP 的加入能使 PPS 发生扩链反应,提高 PPS/EP 合金的流变和力学性能。在 PPS/PA66/EP 合金中,加入低含量的 EP,会使 PPS 发生扩链反应,提高 PPS/PA66/EP 合金的冲击强度和拉伸强度;适当增加 EP 用量后,EP 会使 PPS 和 PA66 发生接枝反应,有利于提高 PPS/PA66/EP 合金的拉伸和冲击强度。

王小黎^[12]制备了衣康酸 (ITA) 接枝乙烯-1-辛烯共聚物 (POE-g-ITA),通过双螺杆挤出机熔融挤出制备了一系列 PA66/POE-g-ITA 共混物。力学性能测试表明,在 PA66/POE-g-ITA 共混物中,当 POE-g-ITA 的质量分数为 15%~20% 时,PA66/POE-g-ITA 共混物发生了脆-韧转变,当 POE-g-ITA 的质量分数为 20% 时,共混物的悬臂梁缺口冲击强度为 84.8 kJ/m²,比纯 PA66 提高 18.8 倍,随着 POE-g-ITA 含量的增加,共混物的缺口冲击强度显著增大,拉伸强度、弯曲强度和弯曲弹性模量有一定程度下降,断裂伸长率增大,熔体流动速率降低,吸水率明显下降。

鲜艳等^[13]用马来酸酐接枝高密度聚乙烯 (PE-HD-g-MAH),并与 PA66/超高分子质量聚乙烯 (PE-UHMW) 共混,利用扫描电子显微镜、动态机械分析仪、毛细管流变仪

和傅立叶变换红外光谱分析对共混物的力学性能及摩擦学性能进行了研究,结果发现,加入 PE-HD-g-MAH 可以促进 PA66 和 PE-UHMW 的界面相容性,提高了共混物的拉伸、弯曲与冲击性能;随着 PE-HD-g-MAH 含量的增加,共混物的摩擦系数逐渐降低;加入 PE-HD-g-MAH 抑制了疲劳裂纹的增长,使得摩擦转移膜逐渐均匀。

李伟等^[14]通过熔融共混法制备了 PA66/PE-HD 和 PA66/PE-g-MAH 共混物,力学性能测试结果表明,加入质量分数为 10% 的 PE-HD 可提高 PA66/PE-HD 共混物的冲击强度,但随着 PE-HD 用量的进一步增加,PA66/PE-HD 共混物的拉伸强度明显降低,冲击强度下降。随着 PE-g-MAH 用量的增加,PA66/PE-g-MAH 共混物的冲击强度逐渐增大,而拉伸强度下降幅度较小。说明 PE-HD 与 PA66 的相容性较差,而 PE-g-MAH 和 PA66 之间存在较强的界面作用,能够有效传递应力。

杨庆泉等^[15]考察了滑石粉对 PA66/聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 合金微观相形态、力学性能、耐热性能及结晶行为等的影响及其作用机制。结果表明,在采用适合的助剂及稳定剂时,添加质量分数为 5%~10% 的滑石粉,可以显著改善 PA66/PET/滑石粉体系的力学性能;滑石粉的添加,可以显著地减小 PET 分散相粒子的平均粒径及其粒径分布,起到改善 PA66/PET 共混体系混溶性的作用,其增容机制被认为与其片层对 PET 相的切割作用和物理阻隔作用有关,滑石粉的加入导致材料的强度、刚性和耐热性提高,这可能和体系中滑石粉片层对 PA66 基体及 PA66/PET 之间微观相界面的增强作用有关,同时滑石粉也对 PET 有较好的成核效果。

许福等^[16]采用双螺杆挤出机制备了 PA66 和聚对苯二甲酸丙二酯 (PTT) 共混物。研究了 PA66/PTT 共混物的吸水性能和力学性能,结果表明,PA66/PTT 共混物的吸水率随着 PTT 含量的增加而减小,即 PTT 的加入有效降低了 PA66 的吸水率;在相同吸水条件下,PA66/PTT 共混物的力学性能明显优于 PA66,当 PTT 质量分数为 20% 时,共混物吸水后的拉伸、弯曲强度分别比 PA66 提高了 20.98% 和 71.73%。

PA66 的共混改性工艺简单,共混材料具有成本低、使用性能良好等优点,能满足人们对材料多元化、高性能化和功能化的要求,在所有工程塑料合金中发展也是最快的。

3 填充改性

填充改性根据改性目的可分为降低成本填充和增强填充,随着研究的深入,要求填充在降低成本的同时也要有增强的作用。目前的有效手段是采用各种纤维^[17]、矿物质等无机物掺混以及纳米技术对 PA66 改性,再通过添加增韧剂、

润滑剂、热稳定剂、加工助剂和着色剂等改善和提高性能,制取阻燃、尺寸稳定、增强、增韧、抗静电、导电、耐溶剂和加工性能好的 PA66 复合材料。

3.1 纤维增强改性

在 PA66 中加入玻纤 (GF)^[18-19]、碳纤维 (CF)、钛酸钾晶须短纤维、有机纤维素等进行改性是经常采用的技术,其中最常用的是加入 GF,这是因为 PA66 的熔体黏度较低,且 GF 与 PA66 亲合性好,当添加较多的 GF 时,仍能保持在良好的加工黏度范围内,且增强增韧效果显著。

(1) GF 增强改性。

牟丹等^[20]采用熔融共混法制备了 PA66 / GF 复合材料,研究了 GF 含量对 PA66 / GF 复合材料结晶行为、力学性能和热变形温度的影响。结果表明,GF 的加入使复合材料的结晶度降低,结晶峰值温度升高,过冷度降低,但是对 PA66 的熔点影响不大;复合材料的力学性能得到明显改善,热稳定性也得到了明显提高。

赵丽等^[21]以 PA66 为基体,采用有硅烷类偶联剂 KH-550 处理 CF 和 GF,研究了 CF 和 GF 混杂对 PA66 力学性能的影响。结果表明,固定 GF 的质量分数为 24.6%,随着 CF 含量的增加,PA66 / GF / CF 复合材料的缺口冲击强度呈先上升后下降的趋势,当 CF 质量分数为 11.8% 时,复合材料的缺口冲击强度达到最大值 (为 13.54 kJ/m²);当 CF 质量分数为 14.3% 时,复合材料的综合性能较好,拉伸强度和弯曲强度是纯 PA66 的 2.65 倍和 2.82 倍,其增刚效果较为明显。

J. L. Thomason 等^[22]在水-乙二醇混合液环境条件下,制备了质量分数为 30% 的 GF 增强 PA66 复合材料,结果发现,在 70℃ 的水-乙二醇混合液条件下,复合材料的质量、尺寸和性能会发生明显的改变,动态力学测试结果显示,复合材料的玻璃化转变温度和储能模量降低较为明显。冲击试验表明,复合材料的冲击强度随时间的延长而下降,但是在大约 25 h 时会出现急剧上升,达到最大值的 40%。

方万漂等^[23]采用受阻酚、亚磷酸酯和胺类 3 种抗氧剂,改性质量分数为 25% 的 GF 增强 PA66 隔热条材料,通过测定样品的热氧老化实验后的拉伸强度,研究不同抗氧剂体系对 GF 增强 PA66 隔热条材料耐老化性能的稳定作用。测试发现,3 种抗氧体系均能提高材料的耐老化性能,尤其是含有碳自由基捕获剂的受阻酚 / 亚磷酸酯 / 碳自由基捕获剂三元复配抗氧体系。同时,对其静态使用寿命进行了分析与预测,不含抗氧剂的材料的使用寿命仅为 4.34 a,含三元复配抗氧体系的材料则高达 57.05 a。

M. De Monte 等^[24]采用多轴疲劳模型^[25]对短 GF 增强 PA66 复合材料进行了疲劳行为研究,结果发现,质量分数为 35% 的短 GF 增强 PA66 复合材料对剪切应力非常敏感,随

着剪切应力的增加,在纤维方向疲劳强度显著降低。

(2) 其它纤维增强改性。

张艳霞^[26]首先采用电化学氧化处理 CF,然后再经高温氨气处理,通过力学性能测试和结构分析,对比了含氧官能团和含氮官能团对 CF 增强 PA66 复合材料界面粘结性能的影响。结果发现,电化学氧化法和电化学氧化-氨气联合处理方法制得的 CF 增强 PA66 复合材料的弯曲强度分别比未表面处理的 CF 增强 PA66 复合材料提高了 1.26 倍和 1.12 倍。

田文伟^[27]通过双螺杆挤出机制备了 PA66 / 芳纶纤维 (KF) 复合材料,研究了聚酚氧对复合材料热性能和力学性能的影响。实验结果发现,当加入质量分数为 10% 的 KF 时,PA66 / KF 复合材料的热变形温度比纯 PA66 提高了 62.7%。当加入质量分数为 5% 的聚酚氧时,PA66 / KF / 聚酚氧复合材料的拉伸强度、弯曲强度有小幅提高,热变形温度从 135℃ 提高到 168℃,说明大分子表面改性剂聚酚氧的加入使复合材料中 KF 与 PA66 间的界面粘结性得到改善。

刘涛等^[28]采用熔融挤出法制备了 PA66 / 玄武岩纤维复合材料,通过力学性能测试发现,偶联剂 KH-550 对改善复合材料的力学性能效果最佳,且随偶联剂 KH-550 含量的增加,复合材料的力学性能呈现先增大后降低的趋势。

3.2 无机矿物填料填充改性

PA66 的矿物填料种类有较多,目前比较典型的矿物填料有蛭石、粘土、滑石粉、硅灰石、碳酸钙、石墨等。

何素芹等^[29]采用熔融共混法制备了 PA66 / 蛭石复合材料,实验发现,蛭石较合适的填充质量分数为 16% 左右,此时 PA66 / 蛭石复合材料的拉伸性能和弯曲性能有较大幅度提高。与纯 PA66 相比,蛭石填充复合材料的结晶温度升高,过冷度降低,半结晶周期减小;扫描电子显微镜测试发现,蛭石在 PA66 基体中分散较均匀,与 PA66 之间有较好的粘结作用。

陆波等^[30]采用双螺杆挤出机制备了 PA66 / 硅灰石复合材料,探讨了不同偶联剂处理方法及硅灰石含量对复合材料性能的影响。结果表明,硅灰石用偶联剂 KH-560 预处理比用 KH-550 预处理所制备的 PA66 / 硅灰石复合材料的力学性能好。随着硅灰石含量的增加,复合材料的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度都大幅提高,采用质量分数为 1% 的 KH-560 处理质量分数为 30% 的硅灰石时,PA66 / 硅灰石复合材料的力学性能最好。

3.3 纳米粒子填充改性

纳米改性是开发高性能复合材料的一条新途径。目前常使用碳纳米管^[31]和无机纳米粒子 (主要有 SiO₂, CaCO₃ 及蒙脱土等) 对 PA66 进行纳米改性。

刘珊等^[32]用马来酸酐接枝乙烯-辛烯共聚物 (POE-g-

MAH)对PA66进行增韧改性,分别再添加纳米级 SiO_2 和 CaCO_3 ,研究了两种无机纳米粒子在PA66/POE-g-MAH复合材料中的作用。研究发现,当PA66/POE-g-MAH/纳米 SiO_2 三元复合材料的质量比为100:30:0.1时,复合材料的缺口冲击强度是纯PA66的10.9倍;当PA66/POE-g-MAH/纳米 CaCO_3 三元复合材料的质量比为100:20:1时,复合材料的缺口冲击强度是纯PA66的3倍。通过冲击断口的微观形态观察表明,纳米 SiO_2 分散均匀,团聚现象少,纳米 SiO_2 在体系中的增韧效果比纳米 CaCO_3 好。

B. Krause等^[33]通过微量熔融共混法制备了PA66/多壁碳纳米管(MWNTs)复合材料,研究了不同条件下复合材料的力学性能和体积电阻率。实验发现,高混合温度、低搅拌速度和长混合时间是得到较低体积电阻率的PA66/MWNTs复合材料的最佳条件。当混合温度为270℃、搅拌速率为50 r/min时,采用质量分数为2.0%的MWNTs改性的PA66复合材料的综合力学性能较好,体积电阻率最低($1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$)。

王志苗等^[34]制备了PA66/羧基化MWNTs复合材料。通过SEM、DMA仪和单纤维电子强力仪研究了羧基化MWNTs对复合材料形貌和力学性能的影响。结果表明,羧基化MWNTs在复合材料中沿纤维轴向束状分布均匀。当羧基化MWNTs的质量分数为0.5%时,PA66复合材料的储能模量为PA66的5.5倍,玻璃化转变温度提高了27.6℃;当羧基化MWNTs的质量分数为0.3%时,复合材料的初始模量与PA66相比增加了101.4%;当羧基化MWNTs的质量分数为1%时,复合材料的断裂强度与PA66相比增加了48.8%。

吴刘锁等^[35]采用原位聚合法制备了PA66/有机蒙脱土纳米复合材料,研究了复合材料的热稳定性、力学性能和阻燃性能。研究表明,当有机蒙脱土的质量分数为2%时,复合材料的综合力学性能最好,同纯PA66相比,拉伸强度和弯曲强度分别提高19.2%和17.2%,而冲击强度仅下降3%。复合材料的热稳定性和阻燃性能也有显著改善,其起始分解温度和最大分解温度提高了10~15℃,热变形温度提高30℃左右。

近年来,纳米填料的研究比较活跃,纳米材料填充PA66复合材料表现出同时增强、增韧等优越特性,使其应用领域不断开拓,但其作用机理还需深入研究。

4 结语

在PA66的改性研究中,共聚改性主要针对PA66的吸水性和加工性能,集中开发精细合成品和高功能化产品,但是由于工艺的复杂性使其在改性中应用较少。目前,主要通过共混及填充改性开发综合性能优越且成本较低的PA66。

加入弹性体可提高复合材料的韧性,改善其低温冲击性能,却造成材料的刚性下降;加入刚性粒子可提高复合材料的刚性,却降低了其韧性。在实际生产应用中,为了兼顾复合材料的刚性和冲击韧性,采用PA66/刚性体/弹性体三元复合材料的办法,通过加入合适的增容剂,获得增强增韧PA66复合材料,使其应用范围不断扩大。随着研究的深入,新型纳米材料填充PA66复合材料表现出同时增强、增韧的特性,开拓了PA66复合材料的应用领域。我国纳米材料的研究已取得许多成果,但纳米技术在PA66改性中的应用研究才刚刚起步,其作用机理也有待进一步研究。随着改性PA66应用领域的不断扩大,对PA66的要求越来越高,改性也多元化,需要对不同改性方法的作用机理进行深入研究,通过不同改性方法联合应用克服不同改性方法带来的缺陷,满足PA66高性能化和功能化的要求。

参考文献

- [1] 郭宝华,等.聚酰胺合金技术与应用[M].北京:机械工业出版社,2010.
Guo Baohua, et al. Polyamide alloy technology and application[M]. Beijing:China Machine Press,2010.
- [2] 宁冲冲,等.塑料科技,2013,41(1):105-109.
Ning Chongchong, et al. Plastics Science and Technology,2013,41(1):105-109.
- [3] 马金彪,等.广东化工,2011,38(10):78-79.
Ma Jinbiao, et al. Guangdong Chemical Industry,2011,10(38):78-79.
- [4] 王天恒,等.塑料科技,2012,40(12):94-99.
Wang Tianheng, et al. Plastics Science and Technology,2012,40(12):94-99.
- [5] 李灿浩,等.广州化工,2012,40(22):34-36.
Li Chanhao, et al. Guangzhou Chemical Industry,2012,40(22):34-36.
- [6] Glampedaki P, et al. Progress in Organic Coatings,2011,72(3):562-571.
- [7] 杨亚楠.PA66/12I,PA66/12T,PA66/12N共聚尼龙的合成及阻隔性研究[D].郑州:郑州大学,2011.
Yang Yanan. PA66/12I,PA66/12T,PA66/12N nylon copolymer synthesis and permeability research[D]. Zhengzhou:Zhengzhou University,2011.
- [8] 吴朝亮,等.广东化工,2010,37(3):24-25.
Wu Chaoliang, et al. Guangdong Chemical Industry,2010,37(3):24-25.
- [9] 刘微.光接枝技术阻燃尼龙66织物的研究[D].北京:北京化工大学,2010.
Liu Wei. Optical grafting technology of flame retardant nylon 66 fabric research [D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology,2010.
- [10] Khalid M, et al. Synthetic Metals,2009,159(1-2):119-122.

- [11] 桂浩,等. 塑料工业,2013,41(1):45-48.
Gui Hao, et al. China Plastics Industry, 2013, 41(1):45-48.
- [12] 王小黎. 衣康酸接枝乙烯-1-辛烯共聚物增韧尼龙66的制备及性能研究[D]. 北京:北京化工大学,2010.
Wang Xiaoli. Itaconic acid grafted ethylene-1-octene copolymer toughening the preparation and properties of nylon 66 research[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology, 2010.
- [13] 鲜艳,等. 中国塑料,2013,27(6):75-80.
Xian Yan, et al. China Plastics, 2013, 27(6):75-80.
- [14] 李伟,等. 塑料制造,2011(5):65-67.
Li Wei, et al. Plastics Manufacture, 2011(5):65-67.
- [15] 杨庆泉,等. 中国塑料,2008,22(7):16-20.
Yang Qingquan, et al. China Plastics, 2008, 22(7):16-20.
- [16] 许福,等. 高分子材料科学与工程,2010,26(2):73-76.
Xu Fu, et al. Polymer Materials Science & Engineering, 2010, 26(2):73-76.
- [17] 林星五,等. 广州化工,2013,41(13):69-71.
Lin Xingwu, et al. Guangzhou Chemical Industry, 2013, 41(13):69-71.
- [18] 黄惠龙. 长玻纤增强尼龙66复合材料的研究[D]. 广州:华南理工大学,2013.
Huang Huilong. Long glass fiber reinforced nylon66 composites research[D]. Guangzhou:South China University of Technology, 2013.
- [19] Meneghetti G, et al. Composites Part B:Engineering, 2011, 42(2):217-225.
- [20] 牟丹,等. 塑料,2012,41(6):57-59.
Mu Dan, et al. Plastics, 2012, 41(6):57-59.
- [21] 赵丽,等. 沈阳化工大学学报,2011,25(3):246-249.
Zhao Li, et al. Journal of Shenyang University of Chemical Technology, 2011, 25(3):246-249.
- [22] Thomason J L, et al. Applied Science and Manufacturing, 2010, 41(7):820-826.
- [23] 方万漂,等. 装备环境工程,2012,9(4):47-51.
Fang Wanpiao, et al. Equipment Environmental Engineering, 2012, 9(4):47-51.
- [24] De Monte M, et al. International Journal of Fatigue, 2010, 32(1):17-28.
- [25] Launay A, et al. International Journal of Fatigue, 2013, 47:390-406.
- [26] 张艳霞. 碳纤维增强尼龙复合材料的研究[D]. 上海:东华大学,2010.
Zhang Yanxia. Carbon fiber reinforced nylon composites research[D]. Shanghai:Donghua University, 2010.
- [27] 田文伟. 尼龙/芳纶纤维复合材料的制备及其研究[D]. 海口:海南大学,2012.
Tian Wenwei. The preparation of nylon / aramid fiber composites and its research[D]. Haikou:Hainan University, 2012.
- [28] 刘涛,等. 工程塑料应用,2010,38(10):5-9.
Liu Tao, et al. Engineering Plastics Application, 2010, 38(10):5-9.
- [29] 何素芹,等. 化工新型材料,2008,36(10):67-69.
He Suqin, et al. New Chemical Materials, 2008, 36(10):67-69.
- [30] 陆波,等. 工程塑料应用,2013,41(7):26-29.
Lu Bo, et al. Engineering Plastics Application, 2013, 41(7):26-29.
- [31] Caamano C, et al. Carbon, 2012, 50(10):3 694-3 707.
- [32] 刘珊,等. 塑料工业,2010,38(1):29-31.
Liu Shan, et al. China Plastics Industry, 2010, 38(1):29-31.
- [33] Krause B, et al. Composites Science and Technology, 2009, 69(10):1 505-1 515.
- [34] 王志苗,等. 复合材料学报,2011,28(2):16-21.
Wang Zhimiao, et al. Acta Materiae Compositae Sinica, 2011, 28(2):16-21.
- [35] 吴刘锁,等. 化工新型材料,2010,38(1):86-87.
Wu Liusuo, et al. New Chemical Materials, 2010, 38(1):86-87.

巴斯夫推出新型车用耐水解树脂

近年来,全球汽车制造业发展迅猛。为更好地满足人们日益增长的需求,市场上款式各异的新车层出不穷。而消费者在追求外观设计的同时,也对汽车的性价比提出了更高的要求。

一直以来,车用塑料因其质量轻便备受市场追捧。要想真正打造一辆好车,其材料的耐高温、耐湿热以及防震动性能至关重要。然而,目前传统车用塑料在以上性能方面均有所欠缺。为此,众多高档车型在生产过程中,其每一个塑料零部件都需进行专业化定做。

在欧洲工程塑料事业部总监 Peter Eibeck 博士的带领下,巴斯夫研发团队不久前成功推出新型耐水解聚酯树脂——Ultradur HR 级树脂。这一新材料的问世,无疑为汽车制造业带来了福音。

据悉,此次巴斯夫共推出两款 HR 级耐水解树脂,其牌号分别为 B4330 G6 HR 和 B4330 G3 HR。

一般而言,长期处于高温、湿热环境中的树脂易进行自动水解,这对材料的性能产生了极大的负面影响。巴斯夫新型树脂不但克服了这一弱点,而且还具备极强的耐水解性能,是理想的 PBT 车用塑料。

巴斯夫 B4330 G6 HR 树脂含有 30% 的玻璃纤维,而 B4330 G3 HR 树脂则含有 15% 的玻璃纤维。这两款树脂不但抗水解性能优异,而且还具有低黏度、高流动性、阻燃、抗紫外线等特点。

巴斯夫方面称,其 B4330 系列新型耐水解聚酯树脂不但符合常规树脂检测的各项指标要求,而且还通过了美国汽车研究理事会 (USCAR) 对车用塑料的严格论证。

(中国聚合物网)