

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.10.026

超高分子量聚乙烯熔体流动性改性研究进展^{*}

王双,王庆昭,陈勇,王大鹏,贺守涛

(山东科技大学化学与环境工程学院,山东青岛 266590)

摘要:介绍了超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)的性能及成型方法,针对PE-UHMW熔体流动性差的缺点,综述了近年来PE-UHMW熔体流动改性所取得的新进展,分析了改性的原理,并指出了今后的发展方向。

关键词:超高分子量聚乙烯;流动改性;进展

中图分类号: TQ342+.61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)10-0113-05

Progress in Research of Melt Flow Modification of PE-UHMW

Wang Shuang, Wang Qingzhao, Chen Yong, Wang Dapeng, He Shoutao

(School of Chemistry and Environment Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

Abstract: The property and processing of ultra-high molecular weight polyethylene (PE-UHMW) were introduced, and the progress in modification of PE-UHMW melts to improve the poor fluidity was reviewed. The principles of different modification methods were analyzed and the future development trend was introduced.

Keywords: ultra-high molecular weight polyethylene; flow modification; progress

超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)是指黏均分子量在150万以上的线性聚乙烯(PE)。它的链结构与普通PE相同,但由于超长的分子链,它的结晶行为与普通PE有着很大的差异,会形成单链多晶结构。这样特殊的结构使PE-UHMW具有优异的耐磨性、耐环境应力开裂性和抗老化性能,以及冲击强度高、自润滑性能好、无极性、表面自由能低、不粘附、不结垢等特点^[1-2]。

虽然PE-UHMW性能优异,但由于它的分子量很大,分子链超长,分子之间存在大量的缠结,在熔体状态下大分子链热运动困难,一条分子链很难摆脱其它分子链的限制而产生自由移动,因而熔体黏度极高(可高达 $1 \times 10^8 \text{ Pa} \cdot \text{s}$),熔体流动速率(MFR)几乎为0。所以不易加工成型,应用在一定程度上受到了限制。

目前,PE-UHMW的加工成型方法主要分为熔体加工(模压、柱塞挤出、螺杆挤出)和溶液加工(凝胶纺丝)两大类。王庆昭^[3-4]、薛平^[5]等依据PE-UHMW熔体的性质,开发出了螺杆挤出技术和管材、板材的成型技术,实现了PE-UHMW挤出制品的工业化生产,产品已广泛应用于化工、纺织、医学、石油等领域^[6-8]。

尽管PE-UHMW加工技术已经取得了很大的进展,但是熔体加工方法存在着生产效率低、难以加工小断面制品如薄膜、纤维等问题,溶液加工方法存在生产成本低、不安全、不环保等问题,因此,PE-UHMW的流动改性研究一直持续不断,对PE-UHMW的普及应用有重要意义。

目前,PE-UHMW流动改性的方法主要是熔融共混改性,主要流动改性剂有:(1)聚合物;(2)润滑剂;(3)无机填料;(4)超支化聚合物。笔者对PE-UHMW流动改性的研究进行分类介绍。

1 聚合物改性

1.1 聚烯烃类材料改性

用于PE-UHMW流动改性的聚烯烃类材料主要是低熔点、低黏度的树脂,如高密度聚乙烯(PE-HD)、低密度聚乙烯(PE-LD)、聚丙烯(PP)等。

(1) PE-HD改性。

PE-HD是一种结晶度高、非极性的热塑性树脂,它具有良好的耐热性和耐寒性,化学稳定性好,刚性和韧性较高,力学强度好,介电性能、耐环境应力开裂性亦较好,还具有较低的熔体黏度,可用于改善PE-UHMW的流动性。

Li Yanmei等^[9]将少量的PE-UHMW与PE-HD 5000S混合,然后分别用10%的苯烷溶液和转矩流变仪进行溶液共混和熔融共混,制备共混物。通过扫描电子显微镜(SEM)观察发现,溶液共混时PE-UHMW的链可以很好地分散在PE-HD中,但在熔融共混时只有少部分;另外还发现溶液共混的复数黏度比熔融共混的高,熔融共混的损耗因

^{*} 国家十五攻关项目(2004BA310A44)

联系人:王双,硕士研究生,主要从事超高分子量聚乙烯熔体流动性改性的研究

收稿日期:2014-07-19

子($\tan \delta$)值比溶液共混低,这说明溶液共混时 PE-UHMW 能更好地分散于 PE-HD 中, PE-UHMW 在溶液中的解缠效果更好。但溶液共混需要大量的溶剂,制备出共混物时还要去除溶剂,没有熔融共混方便经济。

杨明波等^[10]将少量的 PE-UHMW(质量分数 $\leq 7\%$)加入到 PE-HD(5000S)中制备成共混物,研究了共混物的动态流变行为。发现共混体系的储能模量、损耗模量、复数黏度随 PE-UHMW 含量的增加而增大, Han 曲线斜率均小于 2,且不存在温度依赖性, Cole-Cole 曲线均呈半弧形未出现相分离的双峰特征,说明所研究的 PE-UHMW/PE-HD 共混体系在熔体状态下是相容的。

Gai Jinggang 等^[11]在单螺杆挤出机上制备了 PE-UHMW/PE-HD(6098, MFR=2.0 g/10 min)(50/50)共混物,通过耗散粒子动力学理论模拟和 SEM 观察发现,共混物在熔体状态下体系是均相的。

邹华维等^[12]用 PE-HD(DMDA8007, MFR=7.2 g/10 min)与 PE-UHMW 共混。动态流变性能测试发现, PE-UHMW/PE-HD 体系在低频区的弹性模量和复数黏度不随着 PE-UHMW 含量的增加呈线性关系变化,并且体系的 Han 曲线随组成而改变,这说明 PE-UHMW/PE-HD 体系在熔体状态下是分相的。

所以,当 PE-UHMW 含量较少或 PE-HD 的 MFR 相对较低时, PE-UHMW/PE-HD 共混物在熔体状态下是相容的。在 PE-UHMW 低含量时, PE-UHMW 作为分散相分散在 PE-HD 中去,流动性相对高的 PE-HD 牵引着 PE-UHMW 大分子链运动,增加了 PE-UHMW 的流动性。具有低 MFR 的 PE-HD,在含量较低时, PE-HD 作为分散相渗入到 PE-UHMW 微粒内部,解缠部分 PE-UHMW 的大分子链,提高链的移动能力,增加流动性。

(2) PE-LD 改性。

PE-LD 是一种支化度较高的 PE,与 PE-HD 相比,它具有较低的结晶度和软化点,有较好的柔软性、电绝缘性、透明性,较高的伸长率及冲击强度。

Gai Jinggang 等^[12]用 PE-LD 改善 PE-UHMW 的流动性,发现 PE-LD 可以降低 PE-UHMW 的熔体黏度,提高 PE-UHMW 的流动性。Chen Yang 等^[13]通过研究 PE-UHMW/PE-LD 共混物的动态流变行为随组成、温度的变化规律,发现体系 Han 曲线斜率均小于 2,且不存在温度依赖性; Cole-Cole 曲线均呈半弧形出现相分离双峰特征,说明共混体系在熔体状态下并未发生分相过程。邹华维等^[11]也发现 PE-UHMW/PE-LD 在熔体状态下是相容的。

(3) PP 改性。

PP 是一种半结晶性材料,结晶度高,结构规整,因而

具有优良的力学性能。PP 流动性好,易于加工成型,与 PE-UHMW 为不相容体系,不会渗入到 PE-UHMW 微粒间,而是分布在 PE-UHMW 初、次级微粒间,对高度缠结的 PE-UHMW 大分子链起到分散、润滑和解缠的作用,可以很好地提高 PE-UHMW 加工流动性。

Liu Gongde 等^[14]发现在 PE-UHMW 中添加 10%~30% 的 PP 能明显提高共混物的流动性。左源等^[15]研究了不同 PP 对 PE-UHMW 流变行为和力学性能的影响。发现均聚 PP、嵌段共聚 PP 和无规共聚 PP 均能显著降低 PE-UHMW 的黏度。但嵌段共聚 PP(EPS30R)的降黏作用最显著。均聚 PP(F401)和嵌段共聚 PP(EPS30R, EPC30R)的加入在一定程度上提高了 PE-UHMW 的力学性能。

罗玉梅等^[16]通过双辊塑化和 Haake 密炼,研究了均聚 PP(PP-H)和自制交联 PP(PP-X)对 PE-UHMW 流动性的影响。通过双辊塑化研究发现,当 PP-H 和 PP-X 的质量分数都为 30% 时, PE-UHMW 的 MFR 从 0.2 g/10 min 分别提高到 3.9 g/10 min 和 3.3 g/10 min。通过 Haake 加工转矩流变研究发现,当 PP-H 和 PP-X 的质量分数都为 30% 时, PE-UHMW, PE-UHMW/PP-H, PE-UHMW/PP-X 在密炼过程中达到平衡的扭矩分别是 29.3, 17.8, 20.9 N·m。加工流动性较好的 PP-H, PP-X 都能降低 PE-UHMW 的熔体黏度,但 PP-H 的效果优于 PP-X。

Eon Mi Lee 等^[17]发现随着 PP-H 含量的增加, PE-UHMW/PP-H 共混物的黏度逐渐降低。在 PE-UHMW 中加入适量的 PP-H,既能显著改善 PE-UHMW 的加工性能,同时又能保持其优异的力学性能。

1.2 液晶高分子(LCP)材料改性

LCP 是介于固体结晶和液体之间的中间态聚合物,是一种高性能工程塑料。具有突出的耐热性,高的强度和模量,极小的线性膨胀系数,且熔体黏度低、流动性好、成型加工性能优异等。在与热塑性聚合物熔融共混过程中,易于取向的液晶微区在基体树脂中取向成微纤结构,取向液晶相对熔体起润滑作用,使熔体黏度降低,从而改善树脂的加工流动性。

中国专利 103351529A^[18]公布了一种制备高流动性 PE-UHMW/LCP/PP 材料的方法。质量组成为: PE-UHMW 树脂 25%~30%, PP 树脂 25%~30%, LCP 树脂 15%~20%, 矿物填充体系 9.5%~15%, 相容剂 9.5%~10%, 抗氧剂 0.2%~0.5%, 将各组分在高速混料机中分两次混合 3 min 后放入双螺杆挤出机上造粒,即可得到高流动性的 PE-UHMW/LCP/PP 材料。

辛浩波等^[19]用液晶聚氨酯(LCPU)改善 PE-UHMW 的流变性,发现共混物的 MFR 可高达 4.0 g/10 min;并且

在 PE-UHMW/LCPU 复合材料拉伸破坏过程中,LCPU 分子链沿受力方向进行拉伸取向,形成长径比较大的纤维,得到了原位增强复合材料。

1.3 聚硅烷改性

聚硅烷是一类主链完全由硅原子单键组成的新型聚合物,具有光导电、光致发光、电致发光、三阶非线性光学等一些特性。因此,在光导电、发光二极管、非线性光学材料等方面得到了广泛的应用。目前,也有用聚硅烷改善 PE-UHMW 熔体流动性的研究。

T. Katsuhisa 等^[20]在 PE-UHMW 熔体中加入不同种类(线性、环状和网络结构)的聚硅烷进行流动改性。发现不同种类聚硅烷的加入都可以抑制 PE-UHMW 混炼扭矩的增加,改变其流变性能。在熔融状态下,聚硅烷进入到 PE-UHMW 大分子链中,减小链之间的摩擦,起到润滑的作用,从而提高了 PE-UHMW 的流动性。与 PE-UHMW 相容性较好的线性结构和环状结构的聚硅烷对 PE-UHMW 流动改性效果大于网状结构的聚硅烷。

1.4 聚乳酸(PLA)改性

PLA 具有良好的热稳定性和抗溶剂性,加工温度为 170~230℃,可用多种方式进行加工,如挤压、纺丝、双轴拉伸、注射吹塑。另外 PLA 还具有良好的相容性和可降解性,因此广泛用于服装(内衣、外衣)、产业(建筑、农业、林业、造纸)和医疗卫生等领域。

李晓梅等^[21]利用熔融共混法制备了 PE-UHMW/PLA 共混物。发现随着 PLA 含量的增加,共混物的熔体扭矩逐渐下降。当共混体系中 PLA 含量从 5% 增加到 40% 时,熔体扭矩从 9.24 N·m 下降为 1.97 N·m。所以在 PE-UHMW 中加入一定量 PLA 后,可以显著提高共混体系的熔体流动性。具有优良熔体流动性能和加工性能的 PLA,在与 PE-UHMW 共混的过程中,部分 PLA 在剪切力的作用下溶入到 PE-UHMW 微粒间,这样既能增加 PE-UHMW 熔体的流动性,又能使 PE-UHMW 内部结构更加紧密,改性其加工性能。当 PLA 质量分数为 10% 左右时,所制备的共混物既能保证 PE-UHMW 原有的缺口冲击强度和韧性断裂的特点,又具有较好的熔体流动性能。

2 润滑剂改性

润滑剂是改善聚合物加工性的一种添加剂,在聚合物加工过程中改善聚合物的熔体流动行为,从而使聚合物易加工成型。这是因为润滑剂可以促进大分子长链的解缠,在大分子链之间起到一定的润滑作用,使大分子链段易发生相对滑动;另外,也可在加工过程中降低材料内部之间和材料与机械之间的摩擦。润滑剂作为加工助剂应具有非常小的挥发性、良好的分散性、提高熔体的加工流动性和不降低制品

的性能等。主要有脂肪酸类、聚乙烯蜡、固体石蜡或石蜡提取物以及脂肪族聚酯等。

Xie Meiju 等^[22]在 PE-UHMW 中加入少量的聚乙烯二醇(PEG),发现 PE-UHMW 缠结点之间的平均分子量(M_e)增加,缠结密度(V_e)减小,说明 PEG 对 PE-UHMW 有一定的解缠作用。在 PE-UHMW/PP(100/20) 中加入 0.5 份 PEG,发现最大黏度降低率达 55.3%,并且共混物的 M_e 值进一步增大, V_e 值进一步减小,说明 PEG 的加入进一步降低了共混物的黏度。但在 PE-UHMW/PP(100/20) 中加入 0.5 份聚邻苯二甲酰胺(PPA) 1026 时,黏度只降低了 5%,而共混物的 M_e 和 V_e 值不变,说明 PPA 1026 不能解缠 PE-UHMW 大分子链,但可以在 PE-UHMW 和模具壁面起润滑作用从而降低黏度。Li Nana 等^[23]在 PE-UHMW/矿物油稀释剂中加入少量的 PEG,发现能显著降低溶液的黏度,提高 PE-UHMW 的结晶和结晶速率。M. Ahmad 等^[24]将 2 份的 PEG 加入到 PE-UHMW/PE-HD/PEG 共混物中,发现在提高共混物流动性能的同时还可保持良好的力学性能。

3 无机填料改性

无机填料改性,是指在聚合物基体中添加与基体组成及结构不同的固体添加物,从而改善共混材料的流动性、耐磨性、蠕变性和弯曲强度等。常用的无机填料有蒙脱土(MMT)、碳酸钙(CaCO_3)、玻璃微珠、高岭土(kaolin)等。

王庆昭等^[25]详细研究了 PE-UHMW/MMT 结构与流动性的关系。发现当 MMT 质量分数为 6% 时,共混体系的 MFR 为 0.35 g/10 min,共混体系中 PE-UHMW 为连续相,MMT 为分散相,MMT 片层表面以离子键结合插层聚合物作为过渡相,少量与过渡相接枝的 PE-UHMW 大分子链和大量未接枝的 PE-UHMW 大分子链与 MMT 片层表面形成限制链,从而使大分子链解缠结。研究还发现,共混体系的流动性随 MMT 含量增加而提高,但在超过 MMT 含量的临界值后,共混体系的 MFR 和零切黏度与 MMT 含量呈线性关系。王庆昭等^[26]还在自行设计制造的实验纺丝机上制备出了高强度 PE-UHMW/MMT 纤维。笔者研究发现,有机化的 MMT 和大层间距的 MMT,对 PE-UHMW 流动改性显著;而未有有机化的和较小层间距的 MMT 对 PE-UHMW 流动改性效果不大。

Shi Ning 等^[27]利用苯乙烯(St)插层聚合改性 MMT 的方法制备了 PE-UHMW/PS-MMT 复合材料并对其流动性进行了相关研究。研究发现,当 PS-MMT 的质量分数从 1% 增加到 5%,复合材料的 MFR 从 2.46 g/10 min 增加到 22.38 g/10 min;继续增加 PS-MMT 的质量分数到 10%,复合材料的 MFR 只增加到 23.30 g/10 min。在 MMT 含量较小时,MMT 在复合材料中以纳米级分散,形成完全剥

离的层状结构,与基相树脂的大分子链形成限制链,致使大分子链解缠结,增加了复合材料的流动性。但当 MMT 含量较高时,MMT 不能均匀地分散在聚合物基体中,形成完全剥离的片层结构,部分 MMT 起不到解缠的作用,仅作为无机填料存在,因此复合材料的流动性增加不大。

王立等^[28]研究 PE-UHMW/PE-HD 复合材料的流动性能发现,具有特殊微球型结构的粉煤灰玻璃微珠可以提高复合材料的流动性。这是由于粉煤灰玻璃微珠的加入增加了 PE-UHMW 大分子链的分子间距,限制大分子链的缠结,因此可以明显地改善复合材料的流动性能,当粉煤灰玻璃微珠质量分数为 20% 时,复合材料的 MFR 可达 0.18 g/10 min。

张伟等^[29]研究了 PE-HD/PE-UHMW/CaCO₃ 复合材料的流变行为,发现 CaCO₃ 的加入有利于 PE-UHMW 的分散,改善复合材料的动态流变学行为,且 CaCO₃ 的量越大,效果越显著。罗璇等^[30]发现海泡石能改善 PE-UHMW/PE-LLD 复合材料动态流变学行为,缩短诱导结晶时间,增高结晶度明显增高。

4 超支化聚合物 (HBP) 改性

HBP 一般是由 AB_x 型 ($x \geq 2$, A, B 为反应性基团) 单体缩聚反应生成的可溶性高度支化聚合物。HBP 与线性聚合物具有不同的性能,如分子无链缠绕,难以结晶,溶解性、相容性很高。另外 HBP 的分子具有类似球形的结构,而且分子中带有许多官能性端基,对其进行修饰可以改善其在各类溶剂中的溶解性,或得到功能材料。HBP 的独特的分子结构、优异的物理和化学性能,使它得到日益广泛的应用^[31-32]。

王元超等^[33]研究了 HBP 对 PE-UHMW/PE-LLD(80/20) 共混体系流变行为的影响。发现 HBP 质量分数由 1% 增加到 7%, PE-UHMW/PE-LLD 共混体系的表现黏度大幅度降低。这是因为 HBP 具有高度支化的三维球形结构,分子结构紧凑,流体力学回旋半径小,分子之间不易发生缠绕,当相对分子质量增加或浓度增大时,体系仍能保持较低的黏度,所以可将超支化聚合物加入到线性高分子聚合物体系中,可以大大降低体系黏度,改善体系的流动性。因此当 HBP 加入到 PE-UHMW/PE-LLD 共混物中,为 PE-UHMW 大分子链段的跃迁提供了很大的自由体积,加快了 PE-UHMW 大分子链的解缠结,降低了 PE-UHMW 的熔体黏度,增加了流动性,提高了共混体系的加工性能。

唐黎明等^[34]发现超支化聚(酯-酰胺)PF2 在剪切力作用下,易于在共混物的表面富集,破坏受剪切面上 PE-UHMW 分子的链缠结,并起到分子链间的轴承作用,从而降低了体系的表现黏度,改善了 PE-UHMW 的流动性。

刘晶如等^[35]研究端基对 HBP 改性 PE-UHMW 性能的

影响。发现在 PE-UHMW 中加入端羟基 HBP(HBP-OH) 后,共混物的复数黏度降低,且 HBP-OH 加入量越大,黏度下降的幅度越大;在 PE-UHMW 中加入微量 ($< 0.05\%$) 苯甲酰基 HBP(HBP-Bz) 时,共混物的复数黏度与纯 PE-UHMW 相比略有上升,此后随着 HBP-Bz 含量的增加,共混物的黏度不断下降。所以高添加量 HBP-OH 和 HBP-Bz 的加入增强了 PE-UHMW 大分子链的活动能力,改善了 PE-UHMW 的加工流动性能。

5 结语

HBP 改性是 PE-UHMW 熔体流动改性的新方法,不仅能降低 PE-UHMW 熔体黏度,还能提高加工性能,是具有前景的一种改性技术。虽然 PE-UHMW 熔体流动改性方法很多,但都还不完善,随着 PE-UHMW 改性技术的不断完善,PE-UHMW 综合性能日益提高,应用前景将更加广泛。

参考文献

- [1] Zhan Xiaokang, et al. Polym Bull, 2013, 70:821-835.
- [2] Lin Han, et al. Key Engineering Materials Vols, 2014, 21:656-660.
- [3] 王庆昭,等. 工程塑料应用, 1997, 25(3):17-20.
Wang Qingzhao, et al. Engineering Plastics Application, 1997, 25(3):17-20.
- [4] 王庆昭,等. 塑料工业, 1997, 25(2):89-91.
Wang Qingzhao, et al. China Plastics Industry, 1997, 25(2):89-91.
- [5] 何继敏,等. 塑料, 1998, 27(1):38-42.
He Jimin, et al. Plastics, 1998, 27(1):38-42.
- [6] Dariush Firouzi, et al. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2014, 32:198-209.
- [7] Riveiro A, et al. Applied Surface Science, 2014, 302:236-242.
- [8] Taekyeong K, et al. Fibers and Polymers, 2014, 15(2):248-253.
- [9] Li Yanmei, et al. Journal of Macromolecular Science, 2011, 50:1 249-1 259.
- [10] 杨明波,等. 高分子材料科学与工程, 2010, 27(1):100-103.
Yang Mingbo, et al. Polymer Materials Science and Engineering, 2010, 27(1):100-103.
- [11] Gai Jinggang, et al. Ind Eng Chem Res, 2010, 49:11 369-11 379.
- [12] 邹华维,等. 高分子通报, 2014, 2(2):130-136.
Zou Huawei, et al. Polymer Bulletin, 2014, 2(2):130-136.
- [13] Chen Yang, et al. Journal of Applied Polymer Science, 2012, 129:945-953.
- [14] Liu Gongde, et al. Journal of Applied Polymer Science, 2004, 94:977-985.
- [15] 左源,等. 高分子材料科学与工程, 2010, 26(12):73-76.
Zuo Yuan, et al. Polymer Materials Science and Engineering, 2010, 26(12):73-76.
- [16] 罗玉梅,等. 工程塑料应用, 2010, 38(6):17-20.
Luo Yumei, et al. Engineering Plastics Application, 2010,

- 38(6):17-20.
- [17] Lee Eon Mi, et al. *Polymers for Advanced Technologies*, 2009, 20:1 121-1 126.
- [18] 叶建华,等. 中国:CN103351529A.2013-10-16.
Ye Jianhua, et al. China:CN103351529A.2013-10-16.
- [19] 辛浩波,等. 青岛科技大学学报:自然科学版,2008,29(6):527-529.
Xin Haobo, et al. *Journal of Qingdao University of Science and Technology:Natural Science Edition*, 2008, 29 (6):527-529.
- [20] Katsuhisa T, et al. *Journal of Applied Polymer Science*, 2012, 126:403-409.
- [21] 李晓梅,等. 合成树脂及塑料,2008,25(2):11-15.
Li Xiaomei, et al. *China Synthetic Resin and Plastics*, 2008, 25(2):11-15.
- [22] Xie Meiju, et al. *European Polymer Journal*, 2007, 43:3 480-3 487.
- [23] Li Nana, et al. *Journal of Applied Polymer Science*, 2010, 117:720-728.
- [24] Ahmad M, et al. *The Scientific World Journal*, 2012 :1-13.
- [25] 王庆昭,等. 工程塑料应用,2003,31(10):46-49.
Wang Qingzhao, et al. *Engineering Plastics Application*, 2003, 31(10):46-49.
- [26] 甄万清,等. 合成纤维,2011(3):5-9.
Zhen Wanqing, et al. *Synthetics*, 2011(3):5-9.
- [27] Shi Ning, et al. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 2010, 49:292-295.
- [28] 王立,等. 塑料,2008,37(4):21-23.
Wang Li, et al. *Plastics*, 2008, 37(4):21-23.
- [29] 张伟,等. 塑料工业,2011,39(4):91-95.
Zhang Wei, et al. *China Plastics Industry*, 2011, 39(4):91-95.
- [30] 罗璇,等. 塑料工业,2012,40(4):82-86.
Luo Xuan, et al. *China Plastics Industry*, 2012, 40(4):82-86.
- [31] Dey P, et al. *Langmuir*, 2014, 30:2 249-2 258.
- [32] Yang Dongya, et al. *Journal of Polymer Research*, 2014, 21(1):1-8.
- [33] 王亓超,等. 高科技纤维与应用,2012,37(6):43-48.
Wang Qichao, et al. *Hi-Tech Fiber & Application*, 2012, 37(6):43-48.
- [34] 唐黎明,等. 清华大学学报:自然科学版,2006,46(6):833-835.
Tang Liming, et al. *J Tsinghua Univ:Sci & Tech*, 2006, 46(6):833-835.
- [35] 刘晶如,等. 现代塑料加工应用,2014,26(2):17-20.
Liu Jingru, et al. *Modern Plastics Processing and Applications*, 2014, 26(2):17-20.

锦湖日丽计划推出“钢化塑料”,主打安全特性

继推出低化学物质散发的汽车内饰塑料——塑可净之后,锦湖日丽计划在2015年初重磅推出一款主打安全特性的纳米结构塑料,并将其形象地定义为“钢化塑料”。

据悉,该产品能更好地保护人体,有望成为最安全的工程塑料。通常情况下,工程塑料在受到静态及低速外力作用下,体现出良好的韧性,但在高速撞击时,拉伸断裂伸长率迅速下降,体现为脆性。因而,在汽车行业推广以塑代钢轻量化理念时,其安全性受到普遍质疑。

而近年来,随着填充、增强增韧PP等品种性能的提升,作为最重要的塑料合金之一,PC/ABS的性能优势也受到挑战。在此情况下,锦湖日丽公司组织了包括日本、韩国的专家进行研究,探索新一代PC/ABS。在研究中,科学家发现,通过精细控制PC及ABS的相态,达到纳米尺寸、双连续相分布时,PC/ABS在高速撞击力下惊奇地体现出了像橡胶一样的延展性。也就是说,可以通过精细控制相态,开发出一种既有工程塑料一样高的结构强度,又在受高速撞击力时,体现出硫化橡胶一样高的韧性的超级塑料合金。

“钢化塑料”在一定受力范围内,不仅具有比钢铁更好的缓释吸收能量的性能,而且被破坏时不会产生尖锐的碎片,因而可以更好地保护人体,制成汽车内外饰件,可以大大提高安全性。用“钢化塑料”制成运动器材,还可以保护人体的骨骼,当关节在受到撞击时,冲击力迅速得到缓冲。

(慧聪塑料网)

阿波制纸展示基于抄纸技术的CFRTP立体成型品

近日在东京举行的“创新日本2014”会展上,日本阿波制纸公司展出了利用抄纸(湿式抄纸)技术制造的碳纤维增强热可塑性树脂(CFRTP)的成型品。该公司的主要业务就是应用造纸技术的工业产品,生产并销售汽车发动机过滤器、净水膜、散热片等。该公司此次展示了正在开发的CFRTP材料“CARMIX CFRTP”,并介绍了其制造方法和特性。

CARMIX CFRTP制造时,首先将纤维长度为3~6 mm的不连续碳纤维和热可塑性树脂纤维分散在溶液中。然后添加多种纤维和起粘合剂作用的化学药剂,为材料赋予一定的功能。通过上述操作,可以得到多种纤维均匀分散并混合、类似于湿的面巾纸的材料。之后,通过巧妙去除材料中的水分,就制作出了片状预浸材。概括来说,就是在溶液中分散纤维状物质,然后在抄制的同时进行干燥,制成片状,这与制作纸张的“抄纸(湿式抄纸)”工艺原理相同。

使用抄纸技术的优点是能够从废弃的碳纤维增强树脂基复合材料(CFRP)中提取碳纤维,轻松实现再利用。CFRP的成品率通常都比较低,在制造工序中会产生大量废料。虽然其中含有的碳纤维可以提取出来再利用,但因为成本和性能等方面的原因,过去大部分CFRP废料都采用掩埋处理。基于抄纸技术的制造工序能有效对提取的碳纤维进行再利用,不仅可以降低制造成本,还能使过去掩埋处理的废料得到充分利用。

(中塑在线)