

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.09.011

多尺度 PP/PET 微纳米纤维材料的熔喷成型及其油液吸附性能

崔景强^{1,2}, 王富利^{1,2}, 甄琪², 张恒³, 董玉佳³

(1. 河南驼人医疗器械集团有限公司, 河南新乡 453400; 2. 河南省医用高分子材料技术与应用重点实验室, 河南新乡 453400;
3. 中原工学院纺织学院, 郑州 451191)

摘要: 采用低熔点聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 共混改性聚丙烯 (PP) 熔喷成型的方法, 制备了 PP/PET 微纳米纤维材料, 并通过实验方法研究了模头温度对样品的结构形态、纤维直径分布、吸油性能和透气率的影响。结果表明, 样品具有典型的熔喷纤维材料结构形态, 表现为粗细差异较大的圆形纤维以杂乱无序形态互相搭接形成多尺度微纳米纤维材料, 纤维直径分布为 0.4~14.83 μm 。样品的孔隙率受模头温度增大的影响而从 86.65% 增大到 89.75%, 同时吸油率从 770.86% 增大到 1068.46%。随着面密度从 19.86 g/m^2 增大到 78.54 g/m^2 , 样品透气率从 1609.3 mm/s 降低到 426.69 mm/s , 同时模头温度在 270~300 $^{\circ}\text{C}$ 的范围内, 随着模头温度的增大, 样品的透气率有小幅度的降低。

关键词: 聚对苯二甲酸乙二醇酯; 聚丙烯; 熔喷工艺; 多尺度; 非织造; 油液吸附性

中图分类号: TS176 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)09-0056-06

Preparation and Oil Absorptive Properties of Multi Scale PP/PET Micro-Nanofibrous Materials via Melt Blowing Process

Cui Jingqiang^{1,2}, Wang Fuli^{1,2}, Zhen Qi², Zhang Heng³, Dong Yujia³

(1. Henan Tuoren Medical Device Co., Ltd., Xinxian 453400, China; 2. Henan Key Laboratory of Medical Polymer Materials Technology and Application, Xinxian 453400, China; 3. School of Textile, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: Polypropylene/Polyethylene terephthalate (PP/PET) micro-nanofibrous materials were prepared by modified of blending low-melting point polyester with polypropylene in melt blowing process. The effects of die temperature on the structure, fiber diameter distribution, oil absorption and air permeability of the samples were studied by experiments. The results show that, sample have a typical melt blowing structure, which shows that circular fibers with large difference diameter randomly overlapped each other to form multi-scale micro-nanofibers. The fibers diameter distribution ranged from 0.4 μm to 14.83 μm . Moreover, the oil absorption increases from 770.86% to 1068.46% as the porosity increased from 86.65% to 89.75% under the effect of increased of die temperature. Moreover, air permeability decreases from 1609.3 mm/s to 426.69 mm/s as the mass per unit area of the samples increased from 19.86 g/m^2 to 78.54 g/m^2 . In addition, the air permeability of the sample slightly decreases as the increases of die temperature ranged from 270 $^{\circ}\text{C}$ to 300 $^{\circ}\text{C}$.

Keywords: polyethylene terephthalate; polypropylene; melt-blown; multi scale; nonwovens; oil absorption

熔喷非织造材料是利用高速热气流对聚合物料, 不仅具有超细纤维的大比表面积, 孔隙致密的特性, 同时其生产过程中无溶剂残留, 具有安全、环保

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFB0309100), 河南省高等学校重点科研项目 (20A540001), 纺织服装产业河南省协同创新中心项目 (2017CYY006), 河南省医用高分子材料技术与应用重点实验室项目 (1-TR-B-03-190227)

通讯作者: 崔景强, 工程师, 主要从事液体吸附用高分子材料的结构设计 E-mail: 562561230@qq.com

收稿日期: 2019-06-11

引用格式: 崔景强, 王富利, 甄琪, 等. 多尺度 PP/PET 微纳米纤维材料的熔喷成型及其油液吸附性能 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(9): 56-61.

Cui Jingqiang, Wang Fuli, Zhen Qi, et al. Preparation and oil absorptive properties of multi scale PP/PET micro-nanofibrous materials via melt blowing process[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9): 56-61.

和绿色生产的特性^[1-2]。熔喷法超细纤维非织造材料被广泛应用于环境安全(吸油、油水分离工程)、过滤与分离(如口罩、空气净化器等)和能源(电池隔膜)等领域,是目前公认的经济、实用型超细纤维材料^[3-5]。其中,在环境安全领域,熔喷法超细纤维非织造材料主要用于处理诸如海上石油泄露、(工业、生活)含油废液等复杂工况下的油类液体的吸收和短暂储存^[6]。因此希望熔喷法超细纤维非织造材料在具有高的液体吸附能力的同时还具有一定的受压保液能力和快的吸收速度。目前,聚丙烯(PP)熔喷非织造材料所特有的密度小、亲油疏水特性使其成为应用最广的油类液体吸附用非织造材料。但是现有的商业化熔喷吸油材料的纤维直径为2~5 μm ,其单一的纤维细度很大程度上制约了其高质化的吸油应用^[7-8]。

现有研究表明,可以通过聚合物共混改性和调整工艺的方法来调控熔喷法非织造材料的纤维细度。近几年,有研究者采用PP与聚乙烯(PE)、聚乳酸(PLA)和热塑性聚氨酯(PUR-T)等热塑性聚合物进行共混改性的方法制备多种用途的熔喷法非织造材料。如: Peng Mengna 等^[9]尝试将PP与PUR-T按95/5~90/10的比例进行共混熔喷,其结果表明高黏度的PUR-T与低黏度的PP混纺仍有一定的熔喷可纺性,并且纤维的平均直径及熔喷非织造布的厚度呈逐渐减小的趋势。Zhang Heng 等^[10]将小分子聚乙二醇添加到PP熔喷非织造材料内,获得一种纤维细度分布在0.3~15 μm 的微纳米纤维材料,并发现其柔性和液体扩散能力都又所增强。同期, Deng Nanping 等^[11]对PP/聚苯乙烯(PS)熔喷非织造材料的结构进行实验研究,发现PP/PS熔喷纤维的直径出现显著的粗细差异,部分纤维直径小于1 μm ,同时样品的过滤效率有所增加,但力学性能有所降低。上述研究都表明,通过将PP与另外一种非相容性的聚合物共混改性的方法可以增大纤维的直径分布区间,这为PP与聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)共混的方法制备多尺度微纳米纤维熔喷非织造材料提供了研究基础和方法。另外,熔喷模头温度对熔体黏度有较大的影响,已经被证实可以用于调控熔喷非织造材料的纤维细度^[12-14]。

笔者以低熔点PET共混改性PP熔喷成型的方法,制备PP/PET微纳米纤维材料,并通过实验方法分析了其形态结构(表面形貌、直径分布)和吸油性能(吸油倍率)、透气率,以期PP/PET微纳

米纤维材料的多尺度成型及其在液体快速吸附领域的高质应用提供实例。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP: 密度为0.91 g/cm^3 , 熔点为166.35 $^{\circ}\text{C}$, 熔体流动速率(MFR)为100 $\text{g}/10\text{ min}$, 中国石油化工股份有限公司洛阳分公司;

PET: 密度为1.37 g/cm^3 , 熔点为109.55 $^{\circ}\text{C}$, MFR为424 $\text{g}/10\text{ min}$, 中国石化上海石化股份有限公司。

1.2 主要仪器及设备

熔喷试验机: MB-001型, 盐城瑞泽色母粒有限公司;

电热鼓风干燥箱: GZX-9140MBE型, 上海博迅医疗生物仪器股份有限公司;

扫描电子显微镜(SEM): ZEISS EVO18型, 德国卡尔·蔡司股份有限公司;

分析天平: ME104E型, 梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司;

全自动透气量仪: YG461E-111型, 宁波纺织仪器厂;

毛细管效应测定仪: YG871型, 宁波纺织仪器厂;

双螺杆挤出机: PP-25型, 上海金纬机械制造有限公司。

1.3 试样的制备

首先在电热鼓风干燥箱65 $^{\circ}\text{C}$ 环境中对PET原料进行干燥处理8 h, 然后将干燥后的PET原料与PP切片共混按照90:10(质量比)进行混合。图1为PP/PET微纳米纤维材料的熔喷成型示意图。

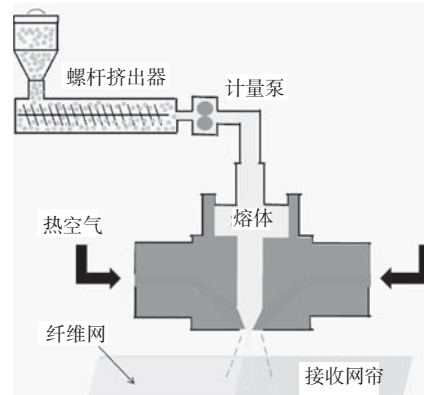


图1 PP/PET微纳米纤维材料的熔喷成型

共混后的PET切片与PP切片经料斗喂入到双螺杆挤出机内,并在双螺杆挤出机内软化熔融成聚

合物熔体,此后聚合物熔体在计量泵的作用下从熔喷模头的喷丝孔内定量挤出而形成熔体细流;熔体细流受到两侧高速热空气的牵伸作用而细化、冷切成纤维,并在接收网帘上自粘结成具有一定稳定结构的纤维网。采用熔喷试验机制备 PP/PET 微纳米纤维材料,所用双螺杆挤出机的规格:螺杆直径为 25 mm,螺杆长径比 28 : 1;熔喷模头的孔径直径为 0.25 mm,牵伸风压 0.3 MPa;同时为了获得纤维直径差异的样品,实验设定熔喷模头的工艺温度为 270 ~ 300℃,接收距离为 20 cm,热风温度为 270℃。

1.4 测试与表征

面密度按照 GB/T 24218.1-2009 测试。

厚度依据 GB/T 24218.2-2009 测定,分别测定 10 组样品,取其平均值。样品的孔隙率依据公式 (1) 获得^[15]。样品特征参数见表 1。

$$p = [1 - m(\rho_f \times \delta)] \times 100\% \quad (1)$$

$$\rho_f = \rho_{pp} \times w_{pp} \times \rho_{PET} \times w_{PET} \quad (2)$$

式中: P ——织物孔隙率, %;

m ——面密度, g/m^2 ;

ρ_f ——纤维密度, g/m^3 ;

ρ_{pp} ——PP 组份密度, $910 kg/m^3$;

w_{pp} ——PP 组份质量分数, %;

ρ_{PET} ——PET 组份密度, $1370 kg/m^3$;

w_{PET} ——PET 组份质量分数, %;

δ ——样品厚度, m。

表 1 样品特征性能参数

序号	模头温度 / °C	面密度 / ($g \cdot m^{-2}$)	厚度 / mm	孔隙率 / %
1 [#]	270	48.01	0.41	86.65
2 [#]		78.54	0.55	87.96
3 [#]	280	48.11	0.41	88.58
4 [#]		28.22	0.27	88.25
5 [#]		19.86	0.25	88.45
6 [#]	290	48.72	0.42	89.46
7 [#]	300	48.12	0.42	89.75

利用 SEM 观察样品表面形态,并用 Nano Measurer 1.2 分析软件测定纤维直径,每组测试 50 根以上。

吸油性测试参照 JT/T 560-2004,将样品统一用取样器裁成面积为 $44 cm^2$ 的圆形样品,并测定其干重 m_0 ,此后将样品放置于装满机油的烧杯内,待浸润 10 min 后,用镊子取出,在空气中静置 5 min 后称重 m_1 ;依据公式 (3) 获得吸油倍率,每组测试 3 块,求其平均值。

$$S_{oil} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S_{oil} ——吸油率, %。

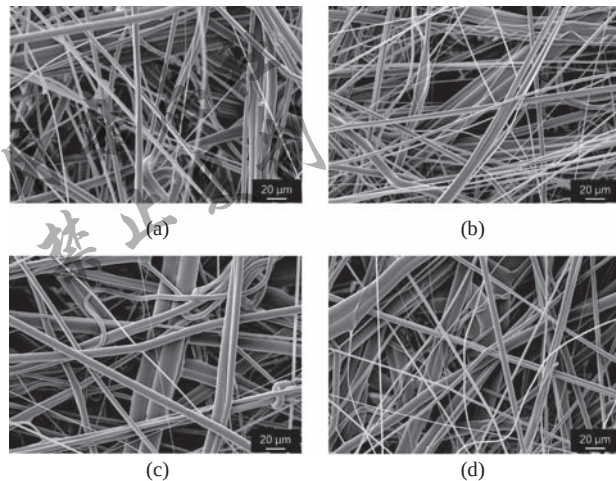
参照 FZ/T 01071-2008 测定样品的毛细高度随时间的变化曲线,将 $30 cm \times 5 cm$ 的试样放入毛细效应仪容器中,然后测定液体达到一定高度所需要的时间,测试用液体为机油。

透气性测试参考 ASTM D737-2004,使用全自动透气量仪测定样品的透气率,实验选用测试样本数量为 10 个,测试面积为 $20 cm^2$ 。

2 结果与分析

2.1 形态结构

图 2 为 PP/PET 微纳米纤维材料的表面 SEM 照片。



模头温度: a—270℃; b—280℃; c—290℃; d—300℃

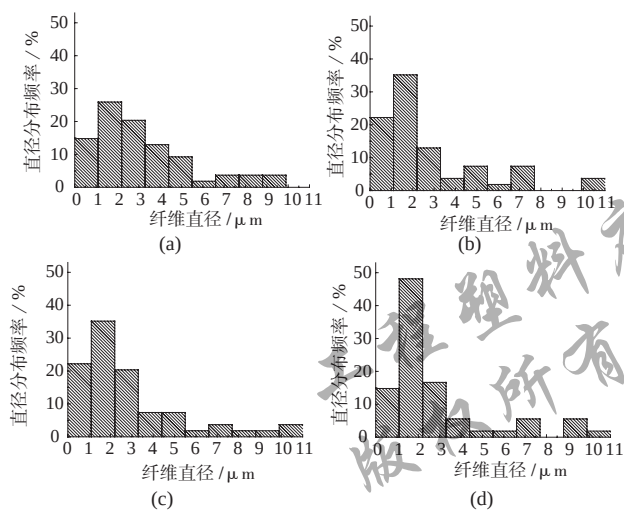
图 2 不同模头温度下 PP/PET 微纳米纤维材料的 SEM 照片

由图 2 可以看出, PP/PET 微纳米纤维材料样品具有熔喷非织造材料的典型特征,粗细差异的圆形纤维杂乱无序的三维排列,纤维与纤维之间通过自身热粘合加固;同时,纤维的直径分布较大,超细纤维的直径可以小到 $0.4 \mu m$ 左右,而粗纤维的直径大约为 $11 \mu m$ 。其次对比图 2a 和图 2d 可以看出,纤维间“并丝”现象也随着熔喷模头温度从 270℃ 增大到 300℃ 而逐渐增多,这可能的原因是熔喷模头温度的增大使得熔体细流在受到热气流牵伸成纤的过程中还保持较高的温度,因此在纤维从熔喷模头到接收网帘的飞跃过程中会造成纤维间的“并丝”。其次,从 SEM 图中还可以看出,粗细差异的纤维相互之间搭叠成纤维网,并且超细纤维以无规则的状态搭接于粗纤维之间,进而形成一种细密的孔隙结构,这为液体的快速传输和存储提供了结构基

础。另外,从图 2 还可以看出,超细纤维的数量随着模头温度的增大而明显增多。其原因可能是随着模头温度的增大,共混熔体流动性变好,熔体细流受牵伸更容易细化^[16]。

2.2 直径分布

图 3 为 PP/PET 微纳米纤维材料的纤维直径分布。从图 3 可以看出,样品内纤维直径分布在 0.4 ~ 11 μm 之间。其具体特征表现为纤维直径分布较宽,并且表现为 2 个以上的峰值;其中超细纤维的峰值为 1 ~ 2 μm ,粗纤维的峰值则受到熔喷模头温度的影响;其中,当熔喷模头温度为 270 $^{\circ}\text{C}$ 时,其粗纤维的峰值为 8 ~ 9 μm 。造成 PP/PET 熔喷非织造材料的纤维直径分布较宽的原因为:



模头温度: a—270 $^{\circ}\text{C}$; b—280 $^{\circ}\text{C}$; c—290 $^{\circ}\text{C}$; d—300 $^{\circ}\text{C}$

图 3 不同模头温度下 PP/PET 微纳米纤维材料的纤维直径分布

(1) PP 为非极性的聚合物分子结构,与含有多个极性基团 PET 的聚合物分子结构上的差异较大,两种熔体的共混体系的界面作用力小,相容性差,因此共混熔体在受到高速气流牵伸的作用下会由于黏度差异产生微相分离,进而形成纤维直径差异大的宏观表现^[17]。

(2) 超细纤维的熔喷成型过程属于高速热气流对熔体细流牵伸和冷切的过程,而高速热气流在空气中又属于紊流,因此聚合物熔体受气流牵伸成纤的过程也为非稳态的受力形变过程,所以熔喷纤维的直径分布较宽。另外,对比图 3a~图 3d 可知,随着熔喷模头温度从 270 $^{\circ}\text{C}$ 升高到 300 $^{\circ}\text{C}$,纤维直径分布在 1 ~ 2 μm 的纤维比例从 25.93% 增加到 46.43%;原因是,共混熔体的黏度随着模头温度的增大而降低,因此超细纤维的比例随之增大。

2.3 吸油性能

表 2 示出样品的孔隙率和吸油率。从表 2 可以看出,在其它条件不变的情况下,随着模头温度从 270 $^{\circ}\text{C}$ 增大到 300 $^{\circ}\text{C}$,样品的孔隙率从 86.65% 增大到 89.75%。同时,样品的吸油率也从 770.86% 增大到 1068.46%。原因是随着模头温度的增加,纤维直径的多尺度效应也越显著,而超细纤维搭接与粗纤维间的熔喷结构特征也为液体的存储提供了结构空间。

表 2 样品的孔隙率、吸油率 %

序号	孔隙率	吸油率
1 $^{\#}$	86.65	770.86
2 $^{\#}$	87.96	773.78
3 $^{\#}$	88.58	920.86
4 $^{\#}$	88.25	980.86
5 $^{\#}$	88.45	980.93
6 $^{\#}$	89.46	1082.30
7 $^{\#}$	89.75	1068.46

2.4 毛细芯吸

图 4 为 PP/PET 微纳米纤维材料的横向与纵向油液毛细高度随时间变化的曲线。

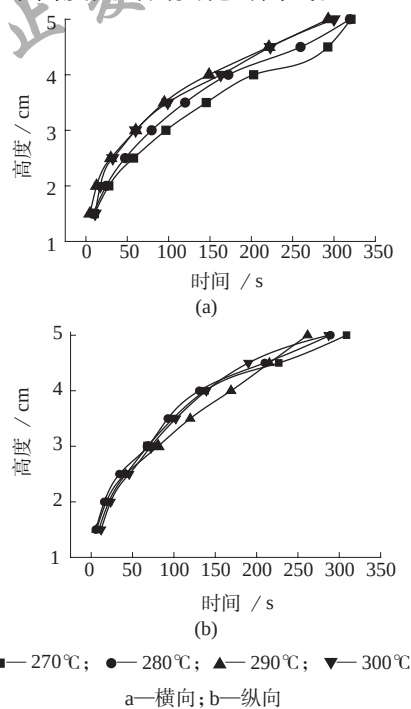


图 4 PP/PET 微纳米纤维材料的横向与纵向油液毛细高度曲线

由图 4 可以看出,样品的油液毛细高度均随着时间的增大而增大;具体表现为在初始阶段 (0 ~ 100 s),样品的油液毛细高度增长较快;在稳定阶段 (100 ~ 300 s),样品的油液毛细高度增长较缓慢。其可能的原因是:在毛细芯吸的初始阶段,油液毛细高度较小,重力作用小,此时样品内大量的毛细孔

为液体的快速上升提供空间。随着油液芯吸的进行,毛细芯吸高度增大而导致液体受到的重力、粘滞力逐渐增大,此时液体芯吸上升速度逐渐稳定而达到平衡^[18-19]。其次对比图4a和图4b可以知道,油液在PP/PET微纳米纤维材料样品纵向的芯吸速度大于横向的速度。造成这一现象的主要原因为:一方面,PP/PET微纳米纤维材料在熔喷成型的过程中,纤维在接收网帘上沉积成网的过程中受到接收网帘的摩擦作用而在纵向(机器方向)上定向排列;另一方面液体在纤维材料内传输过程中遵循阻力最小原则,当纤维排列呈现纵向定向排列的趋势时,液体在纵向上受到毛细作用力而沿着纤维间隙快速前进,而在横向上的扩散需要绕过大量的纤维前进,因此液体在横向上的传输路径的长度和曲折度均大于纵向。另外一个现象是,随着模头温度从270℃增大到300℃的过程中,样品横向的芯吸速度和高度均有所增大,原因可能是由于模头温度的增加,导致纤维平均细度减小,使得纤维具有更大的比表面积和更强的毛细作用力^[20]。

2.5 透气性

图5为不同模头温度和面密度的PP/PET微纳米纤维材料样品的透气率。

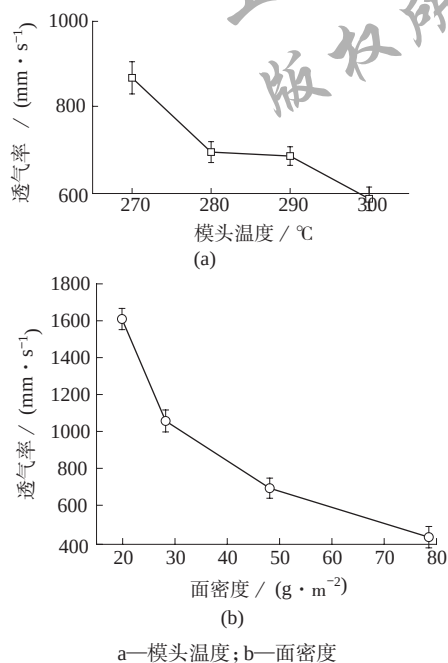


图5 不同模头温度和面密度的PP/PET微纳米纤维材料的透气率

由图5a可见,模头温度在270~300℃的范围内,随着模头温度的增大,样品的透气率有小幅度的降低。这可能是因为随着模头温度的增加,材料内部纤维平均直径减小,因而纤维更加细密的分布在

材料内部,在一定程度上减少了透气率,但其孔隙率和厚度并没有明显变化,故而对透气率的影响有限。从图5b可以看出,样品的面密度对透气率有显著影响,表现为当模头温度为280℃的情况下,随着面密度从19.86 g/m^2 增大到78.54 g/m^2 ,透气率从1609.3 mm/s 降低到426.69 mm/s 。原因是,样品的厚度随着面密度的增大而增大,造成气流穿透样品的路径的长度和迂曲度都会增大,进而空气穿透的阻力增大,透气率降低。

3 结论

(1) 以低熔点PET共混改性PP熔喷成型的方法,可以获得PP/PET微纳米纤维材料,并且材料内部的纤维直径随着模头温度的增大而显现出多尺度形态,超细纤维的直径可以小到0.4 μm 左右,而粗纤维的直径大约为11 μm 。

(2) 随着模头温度从270℃升高到300℃,共混熔体的黏度随着模头温度的增大而降低,进而PP/PET微纳米纤维材料内纤维直径分布在1~2 μm 之间的纤维比例从25.93%增到46.43%。

(3) 样品的孔隙率受模头温度影响而从86.65%增大到89.75%,进而样品的吸油率也从770.86%增大到1068.46%,这为液体快速吸附用纤维材料的多尺度微纳米结构设计提供实际案例。

(4) 随着面密度从19.86 g/m^2 增大到78.54 g/m^2 ,样品透气率从1609.3 mm/s 降低到426.69 mm/s ,同时模头温度在270~300℃的范围内,随着模头温度的增大,样品的透气率有小幅度的降低。

参考文献

- [1] Sheng Xie, Han Wanli, Jiang Guojun, et al. Turbulent air flow field in slot-die melt blowing for manufacturing microfibrillar nonwoven materials[J]. Journal of Materials Science, 2018, 53(9):6 991-7 003.
- [2] Soltani I W, Macosko C. Influence of rheology and surface properties on morphology of nanofibers derived from islands-in-the-sea meltblown nonwovens[J]. Polymer, 2018, 145(6):21-30.
- [3] Norma M, Thanh P, Maria-Beatrice C, et al. Poly (lactic acid)(PLA) based tear resistant and biodegradable flexible films by blown film extrusion[J]. Materials, 2018, 11(1):DOI:10.3390 / ma11010148.
- [4] 田伟,王泉,从明芳,等. 熔喷非织造布工艺与性能的关系[J]. 现代纺织技术, 2015, 23(6):21-24.
- [5] Tian Wei, Wang Quan, Cong Mingfang, et al. Relationship between melt-blown nonwoven technology and performance[J]. Advanced Textile Technology, 2015, 23(6):21-24.
- [6] 熊思维,严珺宝,赵正辉,等. 熔喷聚苯硫醚非织造布吸油性性能研究[J]. 产业用纺织品, 2017, 35(9):20-23, 27.

- Xiong Siwei, Yan Junbao, Zhao Zhenghui, et al. Oil absorption of melt blown polyphenylene sulfide nonwovens[J]. Technical Textiles, 2017, 35(9):20–23, 27.
- [6] 李娜,封严. 石墨烯改性熔喷聚丙烯非织造材料制备及其吸附性能[J]. 精细化工, 2018, 35(8):1 283–1 287.
- Li Na, Feng Yan. Preparation of graphene modified melt-blown polypropylene nonwovens and their adsorption properties[J]. Fine Chemicals, 2018, 35(8):1 283–1 287.
- [7] Phifer W, Daniel J R, Costello A, et al. Characterization of polypropylene and polyester meltblown materials used for food oil absorption[J]. Journal of Food Science, 2010, 57(1):213–216.
- [8] Guo Mulin, Liang Haixia, Luo Zhengwei, et al. Study on melt-blown processing, web structure of polypropylene nonwovens and its BTX adsorption[J]. Fibers & Polymers, 2016, 17(2):257–265.
- [9] Peng Mengna, Jia Huiying, Jiang Liang, et al. Study on structure and property of PP/TPU melt-blown nonwovens[J]. Journal of the Textile Institute, 2018, 110(3):468–475.
- [10] Zhang Heng, Zhen Qi, Liu Yong, et al. One-step melt blowing process for PP/PEG micro-nanofiber filters with branch networks[J]. Results in Physics, 2019, 12:1 421–1 428.
- [11] Deng Nanping, He Hongsheng, Yan Jing, et al. One-step melt-blowing of multi-scale micro/nano fabric membrane for advanced air-filtration[J]. Polymer, 2019, 165(28):174–179.
- [12] 韩万里,杨利宏,王茹飘,等. PLA 微纳米纤维复合过滤非织造布的制备与性能[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(2):51–56.
- Han Wanli, Yang Lihong, Wang Rupiao, et al. Preparation and properties of pla nano-microfibers composite filtration nonwovens[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(2):51–56.
- [13] 金关秀,祝成炎. 制备工艺对熔喷非织造布基平面网结构的影响[J]. 纺织导报, 2018(1):67–70.
- Jin Guanxiu, Zhu Chengyan. Influence of preparation process on basal plane structure of meltblown nonwovens[J]. China Textile Leader, 2018(1):67–70.
- [14] 陈欣,严玉蓉,李细林,等. 添加共混方式对共混纤维成形及结构的影响[J]. 化纤与纺织技术, 2012, 41(2):1–6.
- Chen Xin, Yan Yurong, Li Xilin, et al. Processing and micro-structure of blended functional nylon 6 fibers with different blending methods[J]. Chemical Fiber & Textile Technology, 2012, 41(2):1–6.
- [15] 陶志祥,吕意,黄进,等. 一种用于电子烟烟弹的多孔导电复合材料[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(5):19–23.
- Tao Zhixiang, Lyu Yi, Huang Jin, et al. A porous conductive polymer composite for cartomizer of electronic cigarettes[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(5):19–23.
- [16] Woon-Fong L W, Wing-Yi H C, Hung-Faat C. Microfiber-nanofiber composite filter for high-efficiency and low pressure drop under nano-aerosol loading[J]. Separation and Purification Technology, 2018, 206:26–38.
- [17] Yesil Y, Gajanan B S. Structure and mechanical properties of polyethylene melt blown nonwovens[J]. International Journal of Clothing Science & Technology, 2016, 28(6):780–793.
- [18] Zhang Shichao, Liu Hui, Zuo Fenglei, et al. A controlled design of ripple-like polyamide-6 nanofiber/nets membrane for high-efficiency air filter[J]. Small, 2017, 13(10):DOI:10.1002/sml.201603151
- [19] Shou Dahua, Ye Li, Fan Jintu, et al. Geometry-induced asymmetric capillary flow[J]. Langmuir, 2014, 30(19):5 448–5 454.
- [20] 詹永娟. 基于垂直芯吸法机织物液态水垂直传递性能研究[D]. 杭州:浙江理工大学, 2013.
- Zhan Yongjuan. Research of water management in the woven fabrics based on vertical wicking method[D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2013.

三菱化学研发兼具低黏度和高耐热性的 新型环氧树脂

三菱化学公司开发出一种结合了高耐热性和低黏度的新型环氧树脂。传统的生产方法无法对这类材料进行生产加工。但通过新的生产方法,三菱化学已经能够开发出具有这两种品质的新型环氧树脂。

作为该领域的主要参与者,三菱化学提供各种环氧树脂。特别值得一提的是该公司的 YX4000 系列,其黏度仅为 0.02 Pa·s,是半导体封装材料的事实标准。

近年来,工业发展已经发展到小型化的趋势。这产生了模塑底部填充(MUF)材料的问题,其需要在凸块之间插入密封胶。由于现在凸起之间的空间已降至几十微米,因此使用低黏度的环氧树脂变得至关重要。

与此同时,随着汽车行业向电气化发展,对汽车应用中

环氧树脂的需求不断增加,导致对现有消费者使用产品所不具备的耐热水平的需求不断增长。特别地,需要发动机周围的材料承受大约 100~150℃ 的温度。

然而,对于传统的生产方法,改善耐热性涉及增加交联点的数量,并且由此带来黏度增加的副作用,不可能将高耐热性与低黏度相结合。

三菱化学的新型环氧树脂具有高耐热性——玻璃化转变温度为 200℃,同时也与 YX4000 系列的低黏度相匹配。其结果是消除了高耐热性和低黏度之间的矛盾。

这种新型环氧树脂除了在电子方面有应用(包括半导体密封剂,层压材料和注塑材料),也将应用于复合材料、结构粘合剂以及其它各类领域。

目前的目标是尽快为该材料建立一个批量生产系统。

(搜料)