

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.07.002

CF 表面改性对注塑 PLA/CF 复合材料性能的影响

焦子剑,马世博,闫华军,张双杰
(河北科技大学材料科学与工程学院,石家庄 050018)

摘要:采用硝酸、硝酸+KH550 分别对碳纤维(CF)进行表面改性处理,以聚乳酸(PLA)为基体,改性前后的 CF 为增强体,配制 CF 质量分数为 10% 的 PLA/CF 混合物料,通过双螺杆挤出机进行造粒以及注塑机注塑得到拉伸、弯曲和冲压试样。采用扫描电子显微镜、能谱仪、傅立叶变换红外光谱仪对改性前后的 CF 进行表征,采用万能材料测试机和悬臂梁冲压试验机进行力学性能测试。结果表明,硝酸处理之后的 CF 表面产生沟槽,表面粗糙度增加, N 和 O 元素含量增加,产生 C—N 键和 C=O 键;硝酸+KH550 处理之后的 CF 表面产生层状 KH550 薄膜, O 和 Si 元素含量增加,出现 Si—O 键;同时,硝酸和 KH550 共同处理 CF 时 PLA/CF 复合材料力学性能达到最佳,拉伸强度、弯曲强度以及冲击强度分别达到了 84.09 MPa,131.47 MPa,36.54 kJ/m²。

关键词:碳纤维;聚乳酸;表面改性;注塑成型;复合材料

中图分类号: TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)07-0007-06

Effect of Carbon Fiber Surface Modification on Properties of PLA/CF Composites by Injection Molding

Jiao Zijian, Ma Shibo, Yan Huajun, Zhang Shuangjie

(College of Materials Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China)

Abstract : The surface of carbon fiber (CF) was treated with nitric acid and nitric acid+KH550 respectively, polylactic acid (PLA) was used as matrix and CF before and after modification were used as reinforcement to prepare PLA/CF mixture when CF mass fraction was 10%, the mixture was pelletized by a twin-screw extruder and molded by an injection molding machine to obtain tensile, bending and stamped specimens. Scanning electron microscope, energy disperse spectroscopy, Fourier transform infrared spectrometer were used to characterize the CF before and after modification, the mechanical performance test was carried out by using universal material testing machine and cantilever beam stamping machine. The experimental results showed that after the treatment of nitric acid, the grooves on the surface of CF appeared, the surface roughness was increased, the contents of N and O were increased, and C—N bonds and C=O bonds appeared; after the treatment of nitric acid+KH550, layered KH550 films were produced on the CF surface, and the content of O and Si elements were increased, and the Si—O bond appeared; at the same time, PLA/CF composites treated with nitric acid and KH550 presented the desirable mechanical properties, the tensile strength, flexural strength and impact strength were 84.09 MPa, 131.47 MPa and 36.54 kJ/m² respectively.

Keywords : carbon fiber; polylactic acid; surface modification; injection modeling; composite

近几十年来,碳纤维(CF)作为一种理想增强材料,在复合材料领域得到了越来越多的关注^[1]。随着 CF 价格的降低,CF 增强复合材料被广泛应用到那些需要高比强度和高比模量的领域,比如航空航天、汽车、公共设施、运动产品和建筑行业^[2]。CF 增强体与基体具有良好的结合时,CF 复合材料

优异的力学性能才能得到充分的体现,CF 在没有表面处理的情况下,CF 复合材料的层间剪切强度(ILSS)等力学性能较差,这是由于 CF 表面呈化学惰性,表面润湿性差,与基体的结合效果较差^[3]。因此,为提高 CF 复合材料的力学性能,对 CF 进行表面处理是一种改善 CF 增强体与基体材料界面结合

基金项目: 国家自然科学基金项目(51475139),河北省自然科学基金项目(E2015208105)

通讯作者: 马世博,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为材料近净成形和金属表面处理技术 E-mail: mashibo1980@163.com

收稿日期: 2018-04-10

引用格式: 焦子剑,马世博,闫华军,等. CF 表面改性对注塑 PLA/CF 复合材料性能的影响[J]. 工程塑料应用,2018,46(7):7-12.

Jiao Zijian, Ma Shibo, Yan Huajun, et al. Effect of carbon fiber surface modification on properties of PLA/CF composites by injection molding[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):7-12.

状况的有效方法^[4]。CF表面处理可增加CF表面面积和表面酸性官能团,提高CF的表面润湿性并增强ILSS,从而改善纤维与树脂基体的结合^[5]。CF表面处理可分为氧化和非氧化处理。氧化法分为气相氧化和液相氧化,液相氧化又可以分为化学氧化、电化学氧化以及催化氧化。非氧化法有气相沉积、电聚合法、偶联剂涂层法、聚合物涂层法、晶须生长法、等离子体法等^[6],非氧化处理涉及更活跃的碳的沉积,如高效的晶须、热解碳的沉积^[7]。液相氧化高效、易于控制,反应条件较温和,在一定条件下产生的含氧官能团数量比气相氧化法多,氧化效果较好^[8]。刘晓军等^[9]采用68%的浓硝酸水浴加热80℃处理CF,研究得到短切CF表面处理对3D打印聚乳酸(PLA)/CF试件综合力学强度的影响规律。杨君等^[10]采用将硝酸加热到80,100,120℃分别处理不同时间,研究发现当温度在80℃,处理时间为30 min时,表面官能团分布最好,且微晶结构最好。张雪等^[11]采用氨基硅烷偶联剂对CF进行表面改性以增强尼龙(PA)66树脂,研究发现CF改性之后表面粗糙度增加,活性官能团数目增加,与PA66树脂之间的结合强度显著增强,改性后复合材料的力学性能提升。

尽管国内外学者对CF复合材料做了大量研究,但是有关表面处理对注塑PLA/CF复合材料力学性能的影响鲜有报道。笔者拟分别采用液相氧化和液相氧化加偶联剂涂层两种方法,对CF表面进行改性处理,研究改性方法对CF形貌和制备的复合材料性能的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

PLA颗粒:4032D,密度1.24 g/cm³,伸长率180%,熔融温度160℃,美国Nature Works公司;

短切CF粉末:LS-CF200,长度75 μm,直径7 μm,体积密度0.3 g/cm³,含水量≤0.8%,含碳量≥93%,上海力硕复合材料科技有限公司;

3-氨基丙基三乙氧基硅烷(KH550):化学纯,南京创世化工助剂有限公司;

浓硝酸:浓度68%,分析纯,天津市凯通化学试剂有限公司;

丙酮、无水乙醇:分析纯,天津市恒兴化学试剂制造有限公司。

1.2 仪器及设备

恒温加热磁力搅拌器:85-2型,德国艾测公司;

扫描电子显微镜(SEM):S-4800型,日本Hitachi公司;

能谱仪:ULTRA 55型,德国Zeiss公司;

傅立叶变换红外光谱(FTIR)仪:Nicolet IS5型,美国Thermo公司;

电热鼓风干燥箱:101-2AB型,天津市泰斯特仪器有限公司;

同向双螺杆挤出机:CTE35型,长径比44,科倍隆科亚(南京)机械有限公司;

注塑机:SA900II/260型,宁波海天塑料机械有限公司;

电子万能材料试验机:5567型,美国Instron公司;

悬臂梁冲击试验机:SMT-3002I型,扬州塞思检测设备有限公司。

1.3 CF的表面处理

为了使CF在卷绕、织造等操作工艺中得到保护,CF表面都会被上胶。未经表面处理的CF比表面积小,仅为0.5~1.2 m²/g,活性比表面积更小,仅为0.013~0.13 m²/g,表面能低至0.13~0.16 J/m²。未进行表面处理的CF呈疏水性,制得的CF复合材料渗进性能差,在处理CF时为使得处理效果更加显著和不受胶体的影响,需要先将其表面的上胶剂去掉^[12],方法是将短切CF加入到盛有400 mL丙酮的烧杯里浸泡24 h。

(1) 硝酸处理CF。

将丙酮处理之后的短切CF加入到盛有400 mL浓度为68%的浓硝酸的500 mL烧杯里,在恒温加热磁力搅拌器中恒温、搅拌30 min,水浴加热温度为80℃。用抽滤器进行抽滤,在抽滤漏斗中多次用去离子水对CF/硝酸混合液进行稀释过滤,然后在烘箱中烘干得到经硝酸处理的短切CF粉末,干燥温度为90℃。

(2) 硝酸+KH550共同处理CF。

将KH550加入到乙醇中配成质量分数为1.5%的溶液,再将硝酸处理之后的CF加入上述溶液浸泡12 h,随后用抽滤器进行抽滤,在抽滤漏斗中多次用去离子水对CF/KH550混合液进行稀释过滤,然后在烘箱中烘干得到经KH550处理的短切CF粉末,干燥温度为90℃。

1.4 复合材料及其样条的制备

将PLA在60℃烘箱中干燥12 h,取出后分别与处理前、处理后的CF混合(CF质量分数10%),

加入到双螺杆挤出机内,1~10区加热段温度分别为160,175,179,179,180,184,185,195,197,200℃,主机转速30 r/s,喂料频率3 Hz;挤出后水冷、干燥、造粒,在90℃烘箱中干燥12 h,然后在注塑机中注塑成标准样条,注塑机料筒温度分别为197,195,198,198,200℃。

1.5 性能测试及表征

采用SEM观察CF表面形貌及复合材料的拉伸断面形貌;

采用能谱仪分析CF的化学性质;

采用FTIR仪对CF表面官能团进行测试;

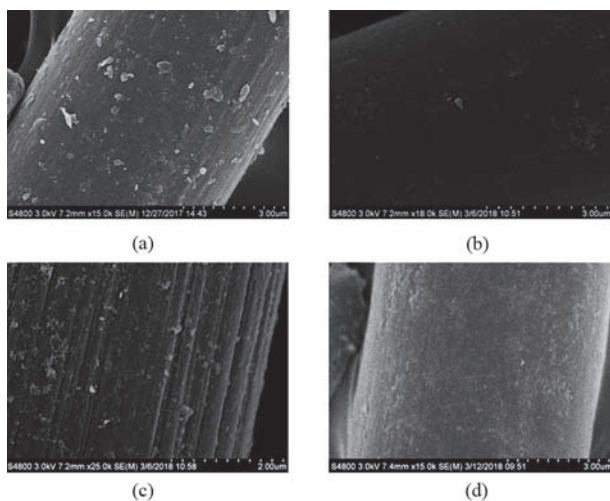
采用电子万能材料试验机对试样进行拉伸、弯曲试验,拉伸性能按GB/T 1040.2-2006测试,拉伸标距50 mm,加载速度20 mm/min;弯曲性能按GB/T 9341-2008测试,弯曲试验跨距64 mm,加载速度10 mm/min,当应力达到峰值后减小到其95%时实验结束;

采用悬臂梁冲击试验机按GB/T 1043-2008进行冲击试验,无缺口冲击。

2 结果与讨论

2.1 CF表面处理前后的微观结构分析

图1分别为未处理的CF(CF)、丙酮处理CF(B-CF)、丙酮+硝酸处理CF(B-X-CF)、丙酮+硝酸+KH550处理CF(B-X-K-CF)的SEM照片。由图1a可见,原CF粉末呈棒状分布,表面比较平整,但表面有很多片状的杂质。由图1b可见,丙酮处理之后CF表面的上胶剂被去除,表面杂质有所减少,说明丙酮对CF表面的上胶剂有一定的作用。



a—CF; b—B-CF; c—B-X-CF; d—B-X-K-CF

图1 CF表面改性前后的SEM照片

由图1c可看出,硝酸处理后CF表面被硝酸腐蚀,出现大量比较浅的平行凹槽,表面粗糙度增大。由图1d可看出,加入KH550后CF表面被层状的硅烷偶联剂所覆盖,形成一层致密粗糙的偶联剂薄膜^[13],表面变得更加粗糙,增大了CF的比表面积。

2.2 CF表面处理前后的能谱分析

图2为CF改性前后的能谱图。由图2可以明显看出未处理的CF中含有少量的Si杂质;经过硝酸处理之后的CF,N和O元素含量有所提升,Si元素含量基本不变;加入KH550之后的CF中Si含量增加。

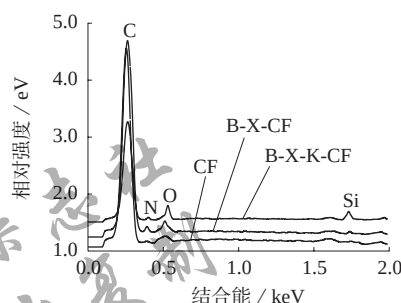


图2 CF改性前后的能谱图

表1示出改性前后CF表面元素含量。经硝酸处理之后,CF中N元素含量由4.32%增加到了8.53%,O含量由8.36%增加到16.87%,说明硝酸氧化时,在CF表面生成含N和O元素的官能团。同理,加入KH550之后,CF中N元素由8.53%下降到6.41%,O由16.87%提高到18.80%,Si含量由2.61%提高到12.92%,说明KH550加入后,CF表面形成硅烷偶联剂薄膜,将硝酸腐蚀的凹槽进行包裹,从而使N元素含量下降,在CF表面形成含Si和O元素的官能团。

表1 改性前后CF表面元素含量

试样	C	O	N	Si
CF	86.08	8.36	4.32	1.24
B-X-CF	71.99	16.87	8.53	2.61
B-X-K-CF	61.87	18.80	6.41	12.92

2.3 CF表面处理前后的FTIR分析

图3为CF改性前后的FTIR谱图。进行丙酮、硝酸处理之后的CF,在1400~1500 cm⁻¹处出现C—N的伸缩振动峰,在1650~1740 cm⁻¹处出现C=O的伸缩振动峰,在3450 cm⁻¹处出现—OH的伸缩振动峰,由此可得,CF被硝酸氧化后,产生C—N, C=O, —OH等化学键或官能团。加入KH550之后,在1100 cm⁻¹处出现Si—O的伸缩振动峰^[14],在3550 cm⁻¹处出现NH₂的伸缩振动峰^[15],C

—N, C=O 键和—OH 消失,可知,CF 被硝酸氧化后产生的—COOH,—OH 与 KH550 发生化学反应,产生 Si—O 键,从而 KH550 包裹在 CF 表面。

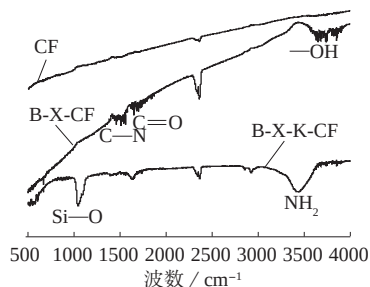


图3 CF 改性前后的 FTIR 谱图

2.4 CF 表面处理前后增强 PLA 的力学性能

将纯 PLA, PLA/CF, PLA/(B-X-CF), PLA/(B-X-K-CF) 分别记为 1[#], 2[#], 3[#], 4[#] 试样。图 4 示出不同试样的拉伸性能。由图 4 可看出,纯 PLA 和 PLA/CF 的拉伸强度分别为 68.75, 78.67 MPa。CF 经硝酸改性之后的 3[#] 试样的拉伸强度为 81.32 MPa, 比 1[#], 2[#] 试样分别提高了 14.43% 和 3.37%。CF 进一步经 KH550 处理之后的 4[#] 试样的拉伸强度为 84.09 MPa, 比 1[#], 2[#], 3[#] 试样分别提高了 22.31%, 6.89% 和 3.41%。加入 CF 后复合材料的拉伸强度显著提高, CF 经表面处理后增强效果进一步提升。这是因为 CF 的强度和模量远大于 PLA 基体, PLA/CF 受到拉伸力之后, PLA 基体会通过界面将应力传递到 CF 上,从而使应力分散,从而提高了 PLA/CF 的拉伸强度。

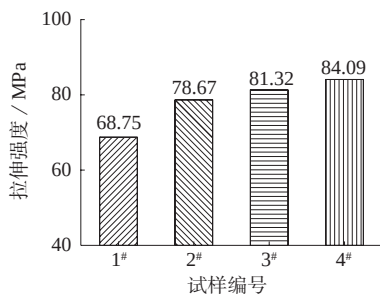


图4 注塑试样的拉伸性能

图 5 为注塑试样的弯曲性能。由图 5 可知,纯 PLA 和 PLA/CF 的弯曲强度分别为 123.32, 112.11 MPa。CF 经硝酸改性之后的 3[#] 试样的弯曲强度为 128.11 MPa, 相比于 1[#], 2[#] 试样分别提高了 3.88% 和 14.27%。KH550 处理之后 4[#] 试样的弯曲强度为 131.47 MPa, 相比于 1[#], 2[#], 3[#] 试样分别提高了 6.61%, 17.27% 和 2.62%。加入 CF 后试样的弯

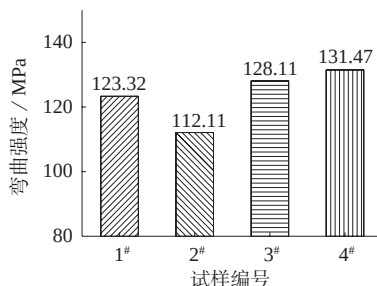


图5 注塑试样的弯曲性能

曲强度有所下降,但 CF 经表面处理后弯曲强度得到提高。

图 6 示出 PLA/CF 复合材料的弯曲断面形貌。从图 6 可以看出,CF 在 PLA 基体中具有取向性,抗拉不抗压^[16], CF 的加入会降低 PLA/CF 复合材料的弯曲强度。

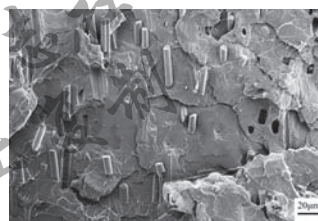


图6 PLA/CF 复合材料弯曲断面形貌

图 7 为注塑试样的冲击性能。由图 7 可以看出,纯 PLA 和 PLA/CF 的冲击强度分别为 26.35, 31.53 kJ/m²。CF 经硝酸改性之后的 3[#] 试样的冲击强度为 34.17 kJ/m², 相比于 1[#], 2[#] 试样分别提高了 29.68% 和 8.37%。CF 进一步经 KH550 处理后, 4[#] 试样的冲击强度为 36.54 kJ/m², 相比于 1[#], 2[#], 3[#] 试样分别提高了 38.67%, 15.89% 和 6.94%。这是因为 CF 加入后, CF 与 PLA 形成物理缠结, CF 与基体共同承担冲击载荷,使复合材料抵抗冲击力增大。

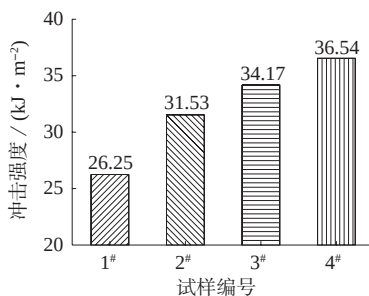
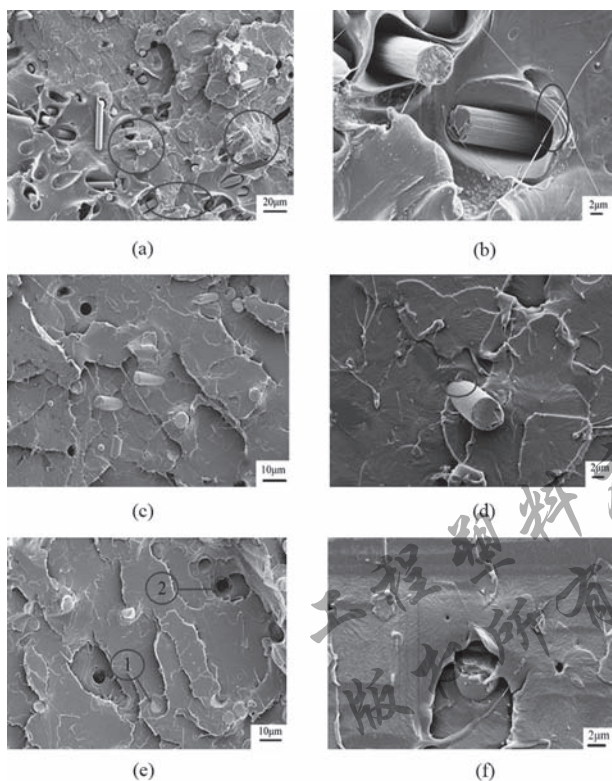


图7 注塑试样的冲击性能

图 8 为 CF 改性前后 PLA/CF 复合材料拉伸断面形貌。由图 8a、图 8b 可见,未改性的 CF 在基体中分散杂乱,有一部分 CF 裸露在基体表面,拉伸

断裂面也比较不平整,出现一些丝状 PLA, CF 脱粘效果严重,孔洞比较多,CF 与 PLA 界面结合效果较差,出现很大的空隙。这说明,未处理的 CF 表面光滑,呈非极性状态,不利于和 PLA 结合,从而导致 CF 分布杂乱,与 PLA 基体结合时,界面之间结合较差,存在一定的空隙,影响 PLA/CF 复合材料的力学性能。



a, b—PLA/CF; c, d—PLA/(B-X-CF); e, f—PLA/(B-X-K-CF)
放大倍数: a—1000 倍; b, d, f—5000 倍; c, e—2000 倍

图8 PLA/CF复合材料的拉伸断面形貌

由图 8c、图 8d 可见,硝酸改性之后的 CF 在基体中分布比较均匀,CF 被 PLA 基体基本包裹,出现一些微小空隙。这表明丙酮、硝酸处理一方面增加了表面酸性官能团,与树脂在界面处形成化学键,产生键合作用;另一方面对 CF 进行氧化腐蚀,产生大量平行沟槽,提高了 CF 表面的粗糙度,增大了与 PLA 复合时的表面积,提高了 CF 表面的润湿性,在复合过程中形成机械锚定^[17-18],从而使 CF 与 PLA 基体结合紧密,提高了拉伸、弯曲、冲击强度。

由图 8e、图 8f 可见,硝酸和 KH550 共同改性之后的 CF 被完全包裹在内,基本不存在空隙,CF 被拉出的长度变短,拉出的数量减少;孔洞也比未改性、硝酸改性之后的 PLA/CF 复合材料减少。这表明 KH550 的加入一方面增大了表面粗糙度,形成层

状 KH550 硅烷偶联剂薄膜,增大 CF 与 PLA 的接触面积,提高 CF 与 PLA 树脂的啮合中心,使两相的界面粘合强度增加;另一方面包裹在 CF 表面的硅烷偶联剂上的有机官能团氨基与 PLA 形成键合作用,界面的化学键合与机械锚定作用进一步增强^[19],使 PLA/CF 界面结合更加牢固,从而在受力过程中,能够承受更大的应力。

3 结论

(1) 未处理的 CF 表面光滑且含有杂质,丙酮处理之后表面杂质有所减少。硝酸处理之后,CF 表面出现大量沟槽,表面粗糙度增大。进一步加入 KH550 之后,CF 表面被 KH550 所包裹,形成层状的偶联剂薄膜。

(2) 未处理的 CF 含有少量 Si 杂质,硝酸处理之后 CF 表面的 N 和 O 元素含量提高,与 CF 之间形成 C—N 键和 C=O 键。加入 KH550 的 CF 表面 N 元素含量下降, O 和 Si 元素含量提高,与 CF 之间形成 Si—O 键。

(3) 注塑 PLA/(B-X-CF) 试样的拉伸强度、弯曲强度、冲击强度分为 81.32 MPa, 128.11 MPa, 34.17 kJ/m², 相对于注塑 PLA/CF 试样分别提高了 3.37%, 14.27% 和 8.37%; 相对于注塑纯 PLA 试样分别提高了 14.43%, 3.88% 和 29.68%。

(4) 注塑 PLA/(B-X-K-CF) 试样的拉伸强度、弯曲强度、冲击强度分为 84.09 MPa, 131.47 MPa, 36.54 kJ/m², 相对于注塑 PLA/(B-X-CF) 试样分别提高了 3.41%, 2.62% 和 6.94%; 相对于注塑 PLA/CF 试样分别提高了 6.89%, 17.27% 和 15.89%; 相对于注塑纯 PLA 试样分别提高了 22.31%, 6.61% 和 38.67%。

参考文献

- [1] Suzuki T, Kan M, Takahashi J. LCA of lightweight vehicles by using CFRP for mass produced vehicles[C]. Proc of the 29th Symposium of Japan Society of Composite Materials, 2004:195-196.
- [2] 刘杰,郭云霞,梁节英,等. CF 电化学氧化表面处理效果的动态力学热分析研究[J]. 复合材料学报, 2004, 21(4):40-44.
Liu Jie, Guo Yunxia, Liang Jieying, et al. Dynamic mechanical thermal analysis of carbon fiber electrochemical oxidation surface treatment[J]. Acta Materiae Compositae Dinica, 2004, 21(4):40-44.
- [3] Chand S. Review of CFs for composites[J]. Mat Sci, 2000, 35:1303-1313.
- [4] 乌云其格. CF 表面处理[J]. 高科技纤维与应用, 2001, 26(5):24-28.

- Wuyun Qiqige. Carbon fiber surface treatment[J]. High Technology Fiber and Applications, 2001, 26(5):24-28.
- [5] Jacobasch H J, Grundke K, Uhlmann P, et al. Comparison of surface chemical methods for characterizing carbon fiber epoxy resin composites[J]. Compos Interfaces, 1996(3):293-320.
- [6] 季春晓,刘礼华,曹文娟. CF 表面处理方法的研究进展[J]. 石油化工技术与经济, 2011, 27(2):57-61.
- Ji Chunxiao, Liu Lihua, Cao Wenjuan. Research progress of carbon fiber surface treatment[J]. Petrochemical Technology and Economy, 2011, 27(2):57-61.
- [7] Hiroshi A, Tetsuji N, Hiroshi S, et al. Effect of pyrocarbon precoating on the mechanical properties of CVI carbon fiber SIC composites[J]. Nucl Sci Tech, 1995, 32:369-371.
- [8] 宋建伟. CF/有机硅树脂中温固化复合材料制备及性能研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2014:20-23.
- Song Jianwei. Preparation and performance of temperature curing composite materials in CF/organic silicone resin[D]. Harbin:Harbin Institute of Technology, 2014:20-23.
- [9] 刘晓军, Yessimkhan Shalkar, 苗剑飞, 等. CF 表面改性对 3D 打印 PLA/CF 试件力学性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(9):47-51.
- Liu Xiaojun, Yessimkhan Shalkar, Miao Jianfei, et al. Effect of CF surface modification on the mechanical properties of PLA/CF specimens[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 45(9):47-51.
- [10] 杨君, 张立先, 周莉, 等. 复合材料用 CF 的表面硝酸液相处理[J]. 当代化工, 2015, 44(10):2 289-2 293.
- Yang Jun, Zhang Lixian, Zhou Li, et al. Treatment of carbon fiber surface nitric acid in composite materials[J]. Contemporary Chemical Industry, 2015, 44(10):2 289-2 293.
- [11] 张雪, 刘媛, 杨斌, 等. CF 表面改性对复合材料性能的影响[J]. 功能高分子学报, 2017, 30(4):444-449.
- Zhang Xue, Liu Yuan, Yang Bin, et al. Effects of carbon fiber surface modification on properties of composite materials[J]. Journal of Functional Polymers, 2013, 30(4):444-449.
- [12] 邵友林, 王伯羲. CF 的表面除胶及表征[J]. 复合材料学报, 2002(4):29-32.
- Shao Youlin, Wang Boxi. Surface removal and characterization of carbon fiber[J]. Journal of Composite Materials, 2002(4):29-32.
- [13] 罗贵敏, 芦刚, 严青松, 等. CF 改性对 SLS 覆膜砂铸型强度的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2018, 38(1):54-58.
- Luo Guimin, Lu Gang, Yan Qingsong, et al. Effect of carbon fiber modification on SLS coated sand casting strength[J]. Special Casting and Nonferrous Alloys, 2011, 38(1):54-58.
- [14] 常明, 武玉洁, 张海燕, 等. 硅氧树脂 Si—O 键伸缩振动模式 ATR 红外光谱研究[J]. 材料导报, 2015, 29(16):67-71.
- Chang Ming, Wu Yujie, Zhang Haiyan, et al. Research on the infrared spectra of the Si—O bond[J]. Materials Guide, 2015, 29(16):67-71.
- [15] Wu Q, Li M, Gu Y, et al. Effect of sizing on the interfacial adhesion of commercial high strength carbon fiber-reinforced resin composites[J]. Appl Polym Compos, 2016, 37:254-261.
- [16] 黎宇航, 董齐, 邵清安, 等. 熔融沉积增材制造成形 CF 复合材料的力学性能[J]. 塑性工程学报, 2017, 24(3):225-230.
- Li Yuhang, Dong Qi, Tai Qingan, et al. Mechanical properties of carbon fiber composite materials by melt deposition[J]. Journal of Plastic Engineering, 2014, 24(3):225-230.
- [17] 益小苏, 杜善义, 张立同. 复合材料手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2009.
- Yi Xiaosu, Du Shanyi, Zhang Litong. Composite material manual [M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2009.
- [18] Hirogaki K, Tabata I, Hisada K, et al. An investigation of the interaction of supercritical carbon dioxide with poly(ethylene terephthalate) and the effects of some additive modifiers on the interaction[J]. The Journal of Supercritical Fluids, 2005, 36(2):166-172.
- [19] McCrary-Dennis M C, Okoli O I. A review of multiscale composite manufacturing and challenges[J]. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2012, 24:1 687-1 711.

SABIC 可成形的硬涂层聚碳酸酯板在玻璃上的应用

沙特基础工业公司新推出的 Lexan Margard FHC10 薄板可用于中等形状的玻璃组件。沙特基础工业公司已经将这种新的聚碳酸酯板材引入其不断扩张的汽车玻璃生产线。Lexan Margard FHC10 的设计符合欧洲经委会 R43 严格的能见度、强度和耐磨性要求。新产品的特点是坚固的聚碳酸酯基材和卓越的光学质量,与独特的可成形的硬涂层结合在一起,充分预固化。除了符合 ECE R43 标准之外, Lexan Margard FHC10 薄板还能使客户避免涂装后的操作,并为汽车原始设备制造商和中间层提供了创建简单、曲面玻璃窗设计的选择。

“市场分析人士预计,由于聚碳酸酯等材料的技术进步,

以及对越来越轻的零部件(尤其是电动汽车)的持续需求,汽车玻璃行业将出现强劲增长。”沙特基础工业的玻璃功能部门负责人彼得·切德说。

Lexan Margard FHC10 薄板的专有硅基可成形硬涂层,且采用双固化技术。涂层预固化到可以像任何普通的聚碳酸酯板一样容易处理和制作。先进的涂层技术保证了在温度循环、水和湿度的作用下具有良好的附着力。

据报道, Lexan Margard FHC10 板材还具有优异的力学性能,包括突出的冲击强度和高的光学质量。它的特点是晶莹透明,低波纹和失真,包括极低数量的光学缺陷。这种先进的新产品也能抵抗普通的化学物质、风化和紫外线等。

(中塑在线)