

[补充信息]

不同粒子改性环氧树脂基碳纤维复合材料低速冲击及冲击后压缩性能

王森¹, 赖家美^{1,✉}, 阮金琦¹, 胡根泉¹, 黄志超²

1 南昌大学机电工程学院, 聚合物成型研究室, 南昌 330031

2 华东交通大学, 载运工具与装备教育部重点实验室, 南昌 330013

[Supplementary Information]

Low Speed Impact and Compression Properties of Epoxy Based Carbon Fiber Composite Modified by Different Particles

WANG Sen¹, LAI Jiamei^{1,✉}, RUAN Jinqi¹, HU Genquan¹, HUANG Zhichao²

1 Polymer Processing Research Laboratory, School of Mechanical and Electric Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China

2 Key Laboratory for Conveyance and Equipment of the Ministry of Education, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China

主要原料及设备

本实验中用于制作碳纤维层合板的原料以及力学实验所用仪器设备如表 S1 所示。

表 S1 实验用原材料及仪器设备

Table S1 Raw materials and equipment for experiment

名称	型号规格	供应商
环氧树脂	R688	厦门维曼材料科技有限公司
碳纤维	CF12-300	厦门维曼材料科技有限公司
单层纳米 GO	LN-GO-2	济宁利特纳米技术有限责任公司
纳米 SiO ₂	SP15	北京德科岛金科技有限公司
微米 Al ₂ O ₃ 陶瓷粉	NO-O-005-3	深圳市常瑞新材料有限公司
固化剂	H3268	厦门宥德材料科技有限公司
导流网	VI160	上海沥高科技技术有限公司
真空袋膜	Vacfilm 400Y	上海沥高科技技术有限公司
树脂收集器	SJQ-10	厦门维曼材料科技有限公司
模具	钢化玻璃 120 cm×180 cm	南昌正川玻璃有限公司
真空泵	X-25	德国 Busch (普旭) 股份有限公司
数控水刀	HSQ3020	南京合展精密技术有限公司
冲击机	CEAST 9350	Italia S.r.l.- INSTRON CEAST Division
万能试验机	WANCE	深圳万测实验设备有限公司

真空辅助树脂传递模塑成型工艺 (VARTM)

VARTM 工艺是在传统 RTM 基础上改进的一种先进成形工艺, 在工业上一般用于高质量大型 FRP 构件的制备。其基本流程如图 S1 所示, 首先在成形模具上铺设增强纤维基材 (玻璃纤维或碳纤维等编织物), 用塑料薄膜封闭后再抽成真空, 然后将环氧树脂注入, 根据负压原理使其完全浸入纤维基材各处并使其固化。为方便树脂扩散, 在增强纤维基材与塑料薄膜之间分别使用专用的网状罩布和剥离罩布。VARTM 成型工艺的特点是: 不需要诸如压力釜等庞大且复杂的设备, 结构部件可简单地一次成型; 并且有机溶剂的挥发量少, 作业环境较好。与过去 FRP 结构件常用的手工铺层法相比, VARTM 工艺制备的层合板具有纤维含量高、气孔率低等优点。

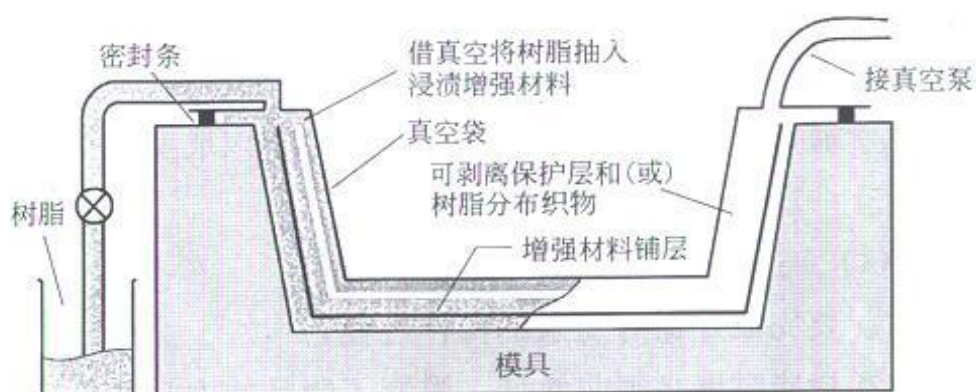


图 S1 VARTM 工艺流程

Fig.S1 Technological process of VARTM

低速冲击性能测试

低速冲击实验参照 ASTM7136 (复合材料层压板抗损伤阻抗评价试验方法) 标准, 使用数控水刀将层合板切割为 150 mm×100 mm×2.5 mm 的试样, 试件尺寸公差为±0.1 mm, 如图 S2 所示。

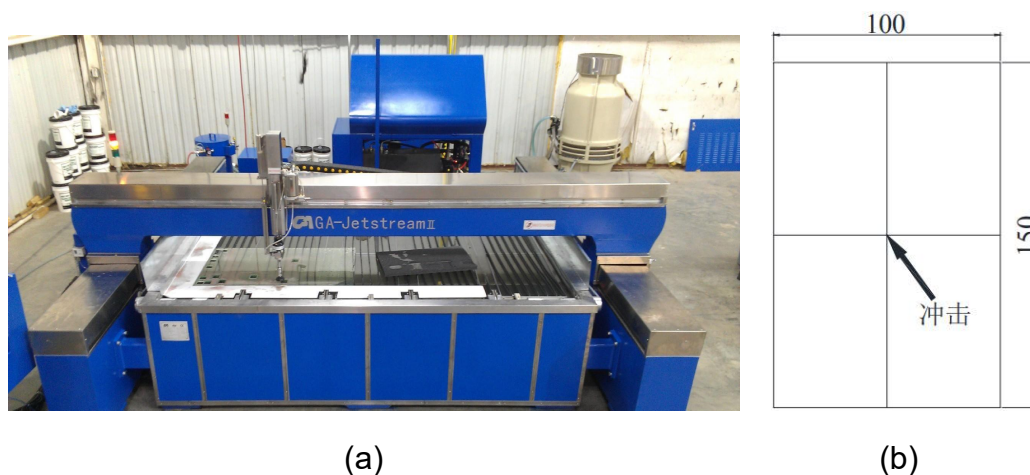


图 S2 (a)数控水刀切割及(b)冲击试件尺寸 (mm)

Fig.S2 (a) Numerical control water jet cutter cutting and (b) impact specimen size (mm)

水浸超声 C 扫描检测

水浸超声 C 扫描利用材料破坏时产生的声阻抗差异,通过探头接受不同损伤形式产生的反射声波,利用正压电效应,使声能转换为电脉冲,在荧光屏上显示出工件内部缺陷的平面图像。超声波在某一点的反射情况,可由该点处的波形显示出来,从而对工件的缺陷情况进行定性和定量分析。实验采用 F-scan 端面扫查成像系统,其中探头选用 5MHZ Φ 10 水浸直探头,扫描范围取 150 mm \times 100 mm,扫描速度是 50 mm/s,扫描间距为 0.1 mm,测量声速是 3 425 m/s,增益为 20 dB,截取 0.1~2.4 mm 区域的波形显示其内部损伤情况。水浸超声 C 扫描装置如图 S3 所示。

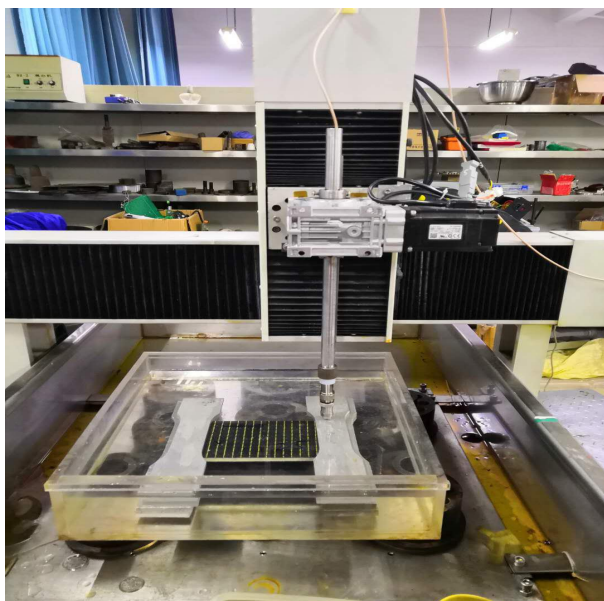


图 S3 水浸超声 C 扫描装置

Fig.S3 Immersion ultrasonic C-scan device