

http://pmse.scu.edu.cn

## 热处理工艺对玻纤增强聚酰胺66抗老化性能的影响

娄淑梅, 陈鹏, 陈志远, 程宝嘉, 李一鸣

(山东科技大学 智能与装备学院, 山东 泰安 271019)

**摘要:**通过宏观力学性能测试和微观表征方法研究了不同热处理工艺对25%短玻璃纤维(GF)增强聚酰胺66(PA66)固定板抗老化性能的影响。将用不同热的处理工艺25%GF/PA66固定板放入恒温恒湿环境中(25℃,相对湿度70%),进行定期取样测试。结果表明,热处理温度对湿热老化时的吸湿增重率有明显的影响。20℃水煮温度处理比100℃在降低固定板吸水率、强度保持率及硬度保持率方面均具有更好的效果;“靠模”的加入使得吸湿增重率有轻微下降,总体上有利于拉伸强度和弯曲强度的保持率。但“靠模”的加入使得硬度的数值和保持率均有轻微下降。通过扫描电镜观察弯曲断裂面可以证明,4种热处理工艺下,试样在湿热老化后,玻璃纤维与PA66基体保持了良好的界面黏结强度。因此,实验结果证明“靠模”+常温水煮对25%GF/PA66固定板的吸湿增重率、拉伸强度、弯曲强度和硬度具有良好的保持效果,可有效提高GF/PA66注塑制品的抗老化性能,这为玻纤增强PA66材料的抗湿热老化研究提供了借鉴和参考。

**关键词:**玻纤增强聚酰胺66;湿热老化;热处理工艺;力学性能

**中图分类号:**

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7555(2022)11-000

聚酰胺66<sup>[1,2]</sup>(PA66)是一种白色的热塑性固体树脂,具有耐磨性好、化学稳定性好、自润滑性好等特点,作为金属替代品,可广泛用于服装、轮胎、汽车、电子、电气等产业。玻璃纤维吸水率非常低,比强度和弹性模量比一般树脂高10倍,耐热和耐化学药品性能及力学性能优良,是应用最广泛的一类纤维增强体。复合材料的力学性能由纤维和基体的特性以及通过纤维-基体界面传递应力的能力共同决定<sup>[3]</sup>。将玻璃纤维加入到PA66基体中,可得到玻纤增强PA66复合材料(GF/PA66),其力学性能和耐化学腐蚀性能获得提高<sup>[4]</sup>。

由于酰胺基团的存在,PA66亲水性较强,其力学性能会因此而显著下降。湿热老化过程中聚合物基复合材料的吸湿主要有3种途径<sup>[5]</sup>:水分子在树脂基体中扩散;水分子沿纤维基体界面的毛细作用,水在孔隙、裂纹和界面脱黏等缺陷中的聚集;水分子在增强纤维微裂纹中的吸附及渗透。GF/PA66复合材料在湿热环境中受到温度和湿度的共同作用会发生降解<sup>[7]</sup>,从湿热环境中吸收水分而产生塑化、水解、裂纹、膨胀等现象<sup>[6]</sup>,并且湿热会导致玻璃

纤维与PA66基体的界面黏结性变差,最终影响到玻璃纤维增强PA66复合材料的力学性能和使用性能,甚至失效<sup>[7]</sup>。

近年来,诸多学者对聚酰胺复合材料的湿热老化行为进行了研究。Sateesh等<sup>[8]</sup>将玻璃纤维/不饱和聚酯树脂体系浸泡在纯水中研究其弯曲强度的变化。结果表明,在最初60d内,复合材料的弯曲强度下降幅度较明显,下降幅度为25%~50%。Mikols等<sup>[9]</sup>将玻璃纤维增强塑料(GFRP)放入水中浸泡,然后对其拉伸性能、吸水率,声发射(AE)等性能进行表征分析。通过声发射检测发现,GFRP复合材料湿热老化引起的主要损伤是玻璃纤维与基体的界面强度的弱化。Yu等<sup>[10]</sup>对比了碳纤维(CF)增强乙烯基酯(VE)树脂铸件在65℃和95℃的蒸馏水中的湿热老化试验,从力学性能、吸湿率、界面附着力等方面研究了湿热老化对复合材料(CF/VE)的影响。结果表明,湿热老化的吸湿过程符合Fick定律<sup>[11]</sup>,且老化后玻璃化转变温度、弯曲强度和界面黏结力降低。

综上所述,现有研究大都是在单一的湿热条件

doi:10.16865/j.cnki.1000-7555.2022.0257

收稿日期:2022-03-29

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51705295,51778351);山东省自然科学基金重点项目(ZR2020KE013);山东科技大学科研基金项目(2018TDJH101);山东省高校青创科技计划(2019KJB015)

通讯联系人:娄淑梅,主要从事材料加工工艺及仿真模拟研究,E-mail:msl7119@163.com

下对 GF/PA66 复合材料湿热老化规律进行研究。而实际生产中,经常采用“靠模”+热处理的方式来提升 GF/PA66 复合材料的尺寸精度和力学性能,这种处理方式会对复合材料的抗老化性能产生怎样的影响,目前相关的报道很少。笔者课题组前期为了提高注塑生产的高压开关用 25%GF/PA66 固定板的尺寸精度和力学性能,对其进行了“靠模”+热处理,再对其进行了二次干燥<sup>[12]</sup>。在此基础上,根据固定板产品常见的应用环境,将固定板样品放置在恒温恒湿箱中进行湿热老化试验,研究了靠模和不同热处理工艺对该 GF/PA66 注塑制品抗老化性能的影响,本文研究结果对 GF/PA66 复合材料的实际生产工艺和后期应用性能具有重要的参考意义。

## 1 实验部分

### 1.1 材料与仪器

**GF/PA66 粒料:** 东莞市昂飞塑胶原料有限公司提供,密度为 1.56 g/cm<sup>3</sup>、拉伸屈服强度为 134 MPa、弯曲强度为 179 MPa、断裂伸长率为 3.0%。

**注射成型设备:** 型号为 HJF2280-F5,宁波市海江机械制造有限公司生产;电热鼓风干燥箱:型号为 DGF-4S,邦西仪器科技(上海)有限公司生产;标准恒温恒湿养护箱:型号为 40 型,沧州华阳试验机制造有限公司生产。

### 1.2 样品制备及湿热老化实验

为了避免在挤出过程中产生气泡,导致注塑成型制品出现缺陷而降低材料性能,首先将 GF/PA66 粒料放入电热鼓风干燥箱中 90 °C 烘干 4 h 去除粒料中的水分,再放入注塑机中进行注塑制得 GF/PA66 固定板。注塑时的工艺参数:熔体温度 280 °C、模具温度 8 为 0 °C、注射速度为 50 mm/s、保压压力为注射压力的 90%、保压时间为 5 s。采用“靠模”和热处理相结合的工艺<sup>[12]</sup>,使固定板尺寸精度符合要求并且提高其力学性能。4 种热处理工艺路线:常温水煮(20 °C)、“靠模”+常温水煮(20 °C)、沸水水煮(100 °C)、“靠模”+沸水水煮(100 °C),热处理的时间均为 2 h。在湿热老化试验开始前,将所有样品放入 50 °C 干燥箱中重新烘干 48 h,以保证试验开始时,所有样品中的水分一致且处于较低水平,这对整个老化试验的准确度至关重要。为了叙述方便,将 4 种热处理工艺分别记为工艺 1、工艺 2、工艺 3 和工艺 4。采用加速湿热老化试验方法,将不同热处理工艺后的 GF/PA66 固定板中放入温度 25 °C、相对湿度 70% 的恒温恒湿养护箱进行老化试验,研究热

处理工艺对该 GF/PA66 固定板老化性能的影响。

### 1.3 测试与表征

**1.3.1 水吸收与扩散情况分析:** 通过吸湿称重探究不同热处理工艺后 GF/PA66 固定板的水吸收与扩散情况。

**1.3.2 力学性能测试:** 利用微机控制电子万能试验机(由美特斯工业系统(中国)有限公司生产,型号为 E45.305 型,最大试验力 300 kN、电压 380~415 V、电流 6.8 A、准确度等级 0.5 级)探究不同热处理工艺对 GF/PA66 固定板在湿热老化环境下拉伸强度和弯曲强度保持率的影响。

**1.3.3 硬度测试:** 利用洛氏硬度计(由北京时代之峰科技有限公司生产,型号为 THPR-150D,钢球压头直径 6.350 mm)探究不同热处理工艺的 GF/PA66 固定板老化后的表面硬度变化。

**1.3.4 形貌表征:** 利用扫描电子显微镜 SEM(Sigma-300)观察 GF/PA66 固定板老化后的弯曲断口形貌。

## 2 结果与讨论

### 2.1 热处理工艺对 GF/PA66 固定板吸水过程的影响

GF/PA66 固定板经过 4 种不同热处理工艺后,在温度 25 °C、相对湿度 70% 的环境中的吸湿率随时间变化曲线如图 1 所示。随着湿热老化时间的延长,GF/PA66 固定板的吸湿率随之增加。吸湿 26 d 后,经过工艺 1、工艺 2、工艺 3 和工艺 4 处理的固定板的吸湿增重率分别为 0.47%, 0.43%, 0.73% 和 0.64%。

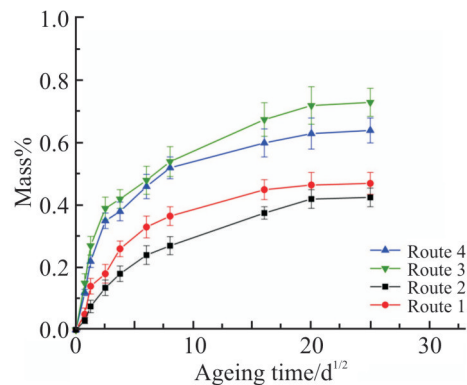


Fig.1 Moisture absorption curves of GF/PA66 under the four heat treatment routes

从 Fig.1 可以看出,不管是加入“靠模”还是不加“靠模”,热处理温度为 20 °C 时试样的吸湿增重率都比 100 °C 的要低:在不加“靠模”的情况下,湿热老化 26 d 后,热处理温度为 20 °C 和 100 °C 的试样的吸湿增重率分别为 0.47% 和 0.73%,热处理温度为 20 °C 的固定板吸湿增重率比 100 °C 低 35.6%;在加入

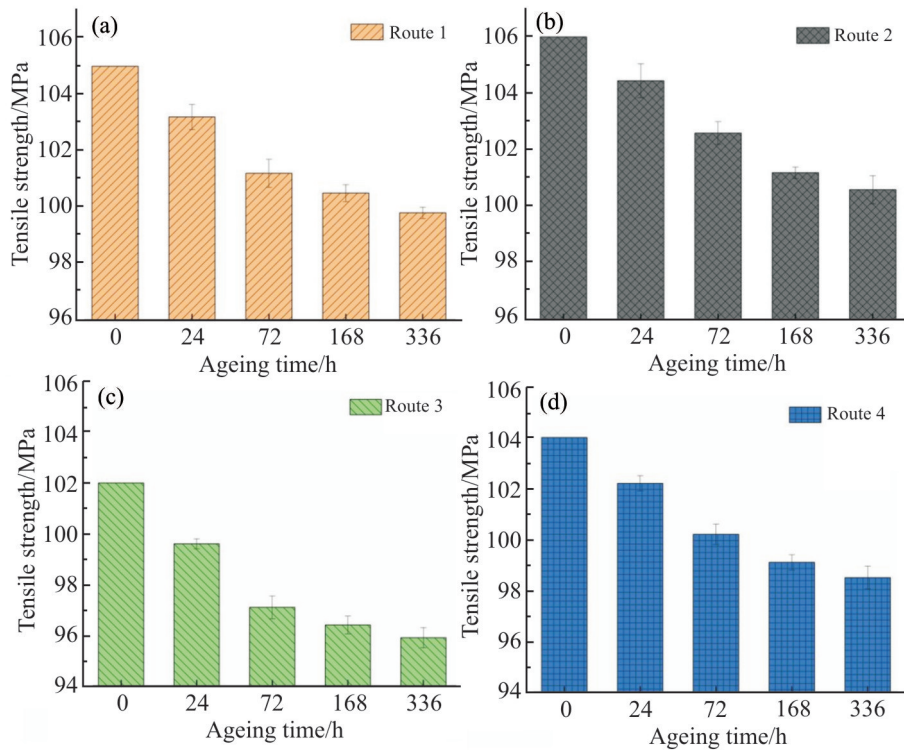


Fig.2 Tensile strength and retention rate of GF/PA66 fixed plate with aging time after humid heat aging

(a): Route 1; (b): Route 2; (c): Route 3; (d): Route 4

“靠模”的情况下,湿热老化 26 d 后,热处理温度为 20 °C 和 100 °C 的固定板的吸湿增重率分别为 0.43% 和 0.64%, 热处理温度为 20 °C 的吸湿增重率比 100 °C 低 22.2%。通过以上数据可以看出,热处理温度对湿热老化时的吸湿增重率有明显影响。这是因为,水温为 100 °C 时,水分子间的氢键作用减弱,水分子运动的能力增强,从而更容易进入酰胺基体内部,诱导聚酰胺分子链的运动,从而引起吸湿速率和增重率的提高<sup>[7]</sup>。在热处理温度 20 °C 和 100 °C 时,加入“靠模”的吸湿率均有轻微降低,分别从 0.47% 降低为 0.43% 和从 0.73% 降低为 0.64%。加入“靠模”会抑制注塑 PA66 的线收缩,但同时会加大产品的残余内应力。靠模引起的较大剩余内应力会阻碍酰胺基与水分子的作用,从而导致吸湿率有轻微降低。热处理会使复合材料内部的大分子尽可能恢复自然取向,内部结晶和解晶达到平衡,从而消除材料部分残余应力。

## 2.2 不同热处理工艺下 GF/PA66 固定板湿热老化后力学性能的变化

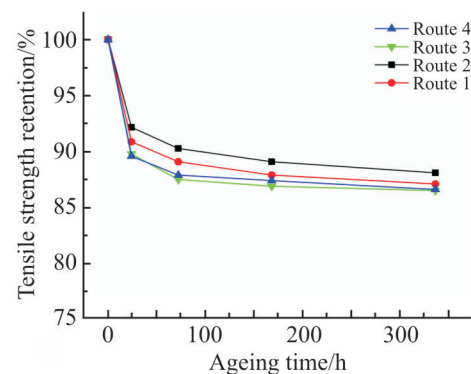
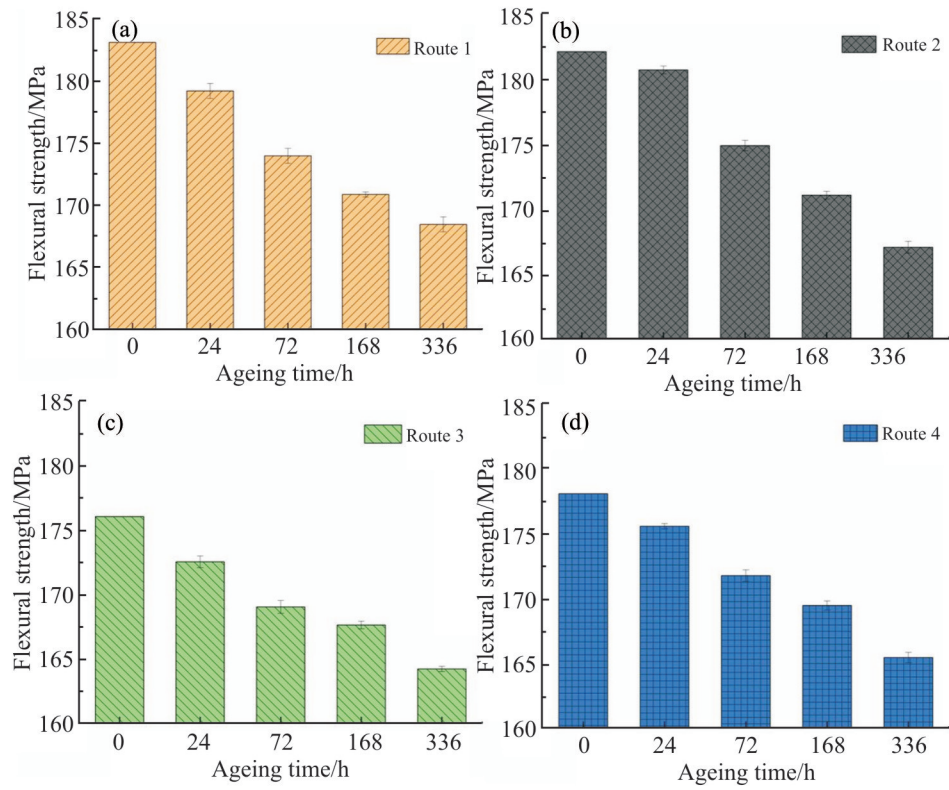


Fig.3 Retention rate of tensile strength of the fixed plate under the four heat treatment routes

2.2.1 不同热处理工艺对 GF/PA66 固定板湿热老化后拉伸性能的影响: Fig.2 为 4 种热处理工艺下的 GF/PA66 固定板拉伸强度随老化时间的变化,拉伸强度值列在 Tab.1 中。如 Fig.2 所示,随着湿热老化时间的延长,固定板的拉伸强度均随着湿热老化时间的延长而降低,并且大致分成 2 个阶段:在开始阶段(前 72 h),固定板的拉伸强度下降较快;随着湿热老化的进行(72 h 到 336 h),拉伸强度下降速度变缓,并趋于稳定。为了使对比性更明显, Fig.3 给出





**Fig.4 Flexural strength of GF/PA66 fixed plate with aging time under four heat treatment routes**  
(a):Route 1; (b): Route 2; (c): Route 3; (d): Route 4

**Tab.1 Mechanical properties of fixed plate after hygrothermal aging under different heat treatment routes**

Specimen	Tensile strength/MPa	Flexural strength/MPa
Route 1	Aged 24 h	179.1
	Aged 72 h	173.9
	Aged 168 h	170.8
	Aged 336 h	168.4
Route 2	Aged 24 h	180.6
	Aged 72 h	174.8
	Aged 168 h	170.1
	Aged 336 h	167.0
Route 3	Aged 24 h	172.5
	Aged 72 h	169.0
	Aged 168 h	167.6
	Aged 336 h	164.2
Route 4	Aged 24 h	175.5
	Aged 72 h	171.7
	Aged 168 h	169.4
	Aged 336 h	165.5

了复合材料拉伸强度的保留率。工艺1、工艺2、工艺3和工艺4的拉伸强度保留率分别为87.1%，88.0%，86.4%和86.5%。可以看出，20℃热处理的固定板拉伸强度保留率比100℃更好；在同等温度下，加入“靠模”的固定板拉伸强度均比未加入“靠模”的要高，说明其强度保持率较高，这与之前的研究结果一致<sup>[13]</sup>。

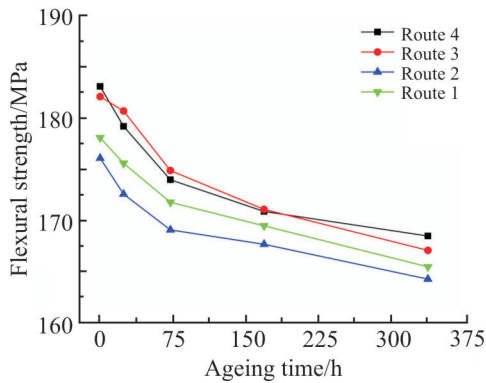


Fig.5 Flexural strength of GF/PA66 fixed plate with aging time under humid heat treatment

**2.2.2 热处理工艺对GF/PA66固定板湿热老化后弯曲性能的影响:** Fig.4为GF/PA66固定板湿热老化后弯曲强度的变化曲线，弯曲强度值列于Tab.1中。由Fig.4(a~d)可以看出，在不同热处理工艺下，固定板的弯曲强度的变化趋势相似，都随着时间的延长而降低，而且热处理温度越高，弯曲强度下降的幅度越大。其中，经过工艺2热处理制件的弯曲强度由24 h的180.6 MPa逐渐下降到336 h的167.0 MPa，下降幅度最小。从Fig.5中可以明显看出，热处理温度为20℃的工艺1和工艺2的弯曲强度始终高于热处理温度为100℃的工艺3和4，这与拉伸强度的变化规律一致。这是因为水分子进入聚合物基体内部产生的塑化作用，即小型极性水分子破坏了聚酰胺中的氨基与羰基基团间的氢键，导致基体中的内聚力减小，从而软化了PA66树脂基体。有研究表明<sup>[14]</sup>，在热处理过程中，由于温度的升高和水分子的诱导作用，原本沿纤维轴方向的分子链将发生卷曲和折叠结晶，导致不同分子链之间的相互牵制，使纤维内部形成收缩应力，从而破坏了纤维基体的结构，其内部形成微孔和孔洞，导致玻璃纤维作为增强相的作用减弱，其宏观表现为力学性能的下降。

**2.2.3 不同热处理工艺下GF/PA66固定板湿热老化后的表面硬度:** 将经过不同热处理后的试样洛氏硬度随老化时间的变化结果如Fig.6所示。

由Fig.6可以看出，玻璃纤维增强PA66复合材料的表面洛氏硬度随着湿热老化时间的延长均呈

下降趋势。由图中斜率改变情况可以看出，在湿热老化前期，洛氏硬度下降较快：在湿热老化72 h，工艺1的洛氏硬度从初始值的102.9 HR降低到102.4 HR，工艺2从初始值102.9 HR降低到102.3 HR；工艺3、4的洛氏硬度值从初始值100.9 HR分别降低到100.4 HR和100.1 HR。分别占前336 h总降低率的33.3%，41.7%，26.1%和47.1%，后期下降幅度变缓，逐渐趋于稳定。

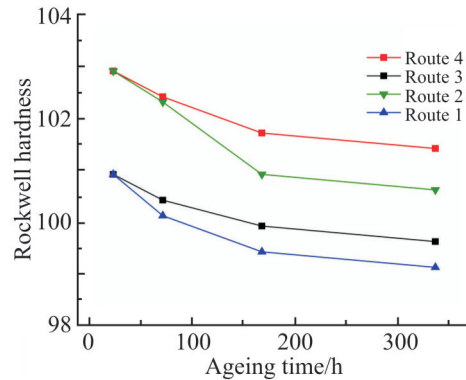


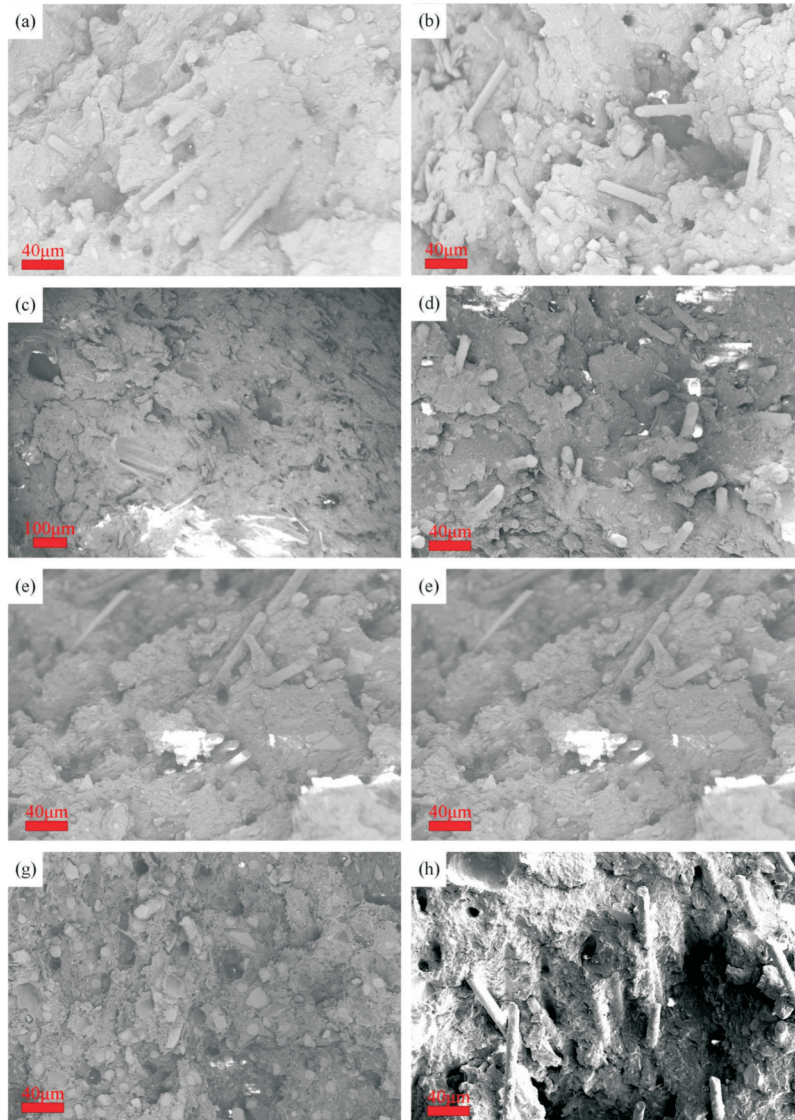
Fig.6 Rockwell hardness decay curves under different heat treatment routes

另外，无论是否加入靠模，20℃和100℃热处理后，材料的初始硬度值都相差不大，均在103 HR左右，但后期100℃热处理的材料硬度衰减更严重；另外，加入靠模的工艺2、4处理固定板的硬度值要比工艺1、3的值明显要低，说明“靠模”对材料硬度和保持率的影响较大，这与其对强度的影响趋势相反。这是因为由于收缩率存在，靠模可以在一定程度上抑制这种收缩，从而加大产品的残余内应力。当水分扩散进入纤维/基体界面区域后，在残余内应力作用下剧烈运动使得树脂发生溶胀效应，分子间作用力减弱，内应力和溶胀应力导致“软界面”区域增大<sup>[15]</sup>，从而界面处硬度下降。

**2.3 不同热处理工艺下GF/PA66固定板湿热老化后的形貌**

Fig.7为4种热处理工艺下样品的弯曲断面形貌图。Fig.7(a, c, e, g)对应的是湿热老化24 h的SEM；Fig.7(b, d, f, h)对应的是湿热老化336 h的SEM。

从Fig.7可以看出，经过不同热处理的试样断面基体断裂方式均趋向于韧性断裂，拔出玻璃纤维上覆盖有大量的树脂基体，玻璃纤维与树脂基体有良好的界面结合强度。在湿热老化24 h时，玻璃纤维与PA66基体的界面结合情况较好，断裂方式主要是玻璃纤维的断裂，有少量的纤维呈拔出状态；随着湿热老化的继续进行；当时间为336 h时，PA66树脂



**Fig.7 Fracture morphologies of untreated and four heat treatment routes**

(a):Route 1, 24 h; (b): Route 1, 336 h; (c): Route 2, 24 h;(d): Route 2, 336 h;(e): Route 3, 24 h;  
(f): Route 3, 336 h;(g): Route 4, 24 h;(h): Route 4, 336 h

基体部分破裂,玻璃纤维大量拔出,拔出后的孔洞清晰可见,这时材料的失效主要是纤维和基体界面失效,纤维拔出导致的。

从 Fig.7(a, c, e, g)可看出,试样经过湿热老化 24 h 后,弯曲试样的断口形式是分散状,失效形式主要是玻璃纤维的拔出与 PA66 树脂基体的开裂。从 Fig.7(b, d, f, h)可看出,在断口处的玻璃纤维表面有破损现象,树脂包覆情况较差,推测出其湿热老化后界面结合情况受到破坏,这主要是因为 PA66 基体吸湿后会自身溶胀,而与玻璃纤维的热膨胀系数存在差异,导致在吸湿过程中在树脂与基体间形成了微小缝隙,树脂吸湿后使得韧性降低,进而在破坏的时候表现出树脂基体的韧性断裂。

### 3 结论

通过吸湿称重测试与拉伸、弯曲性能和表面硬度测试试验,深入研究了不同热处理工艺对 25% GF/PA66 固定板湿热老化性能的影响,得到以下主要结论:

(1) 热处理温度对湿热老化时的吸湿增重率有明显的影响。20 °C 水煮温度处理比 100 °C 在降低固定板吸水率方面具有更好的效果;“靠模”的加入使得吸湿增重率有轻微下降。

(2) 不同热处理工艺下固定板在湿热老化环境中均有较高的拉伸、弯曲强度保持率。20 °C 水煮温度处理比 100 °C 在强度保持率方面具有更好的效果;“靠模”的加入总体上有利于拉伸强度和弯曲强



度的保持率。

(3) 热处理温度的变化对洛氏硬度的衰减有较大的影响。水煮温度对硬度保持率的影响与强度保持率的影响规律基本相同,但“靠模”的加入反而使得硬度的数值和保持率均有下降。

(4) 通过扫描电镜观察弯曲断裂面可以证明,4种热处理工艺下,试样在湿热老化后,玻璃纤维与PA66基体保持了良好的界面黏结强度。

综上所述,通过对25%GF/PA66固定板进行“靠模”+热处理,然后进行湿热老化实验,实验结果证明,“靠模”+常温水煮对25%GF/PA66固定板的吸湿增重率、拉伸强度、弯曲强度和硬度具有良好的保持效果,为GF/PA66固定板在实际生产使用中提供了参考依据。研究结果说明,“靠模”+常温水煮可有效地提高GF/PA66注塑制品的抗老化性能,这为玻纤增强PA66在抗湿热老化提供了借鉴和参考。

#### 参考文献:

- [1] Arif M F, Meraghni F, Chemisky Y, *et al.* In situ damage mechanisms investigation of PA66/GF30 composite: effect of relative humidity [J]. *Composites Part B:Engineering*, 2014, 58: 487-495.
- [2] Ksouri I, Guermazi N, Haddar N, *et al.* Effects of processing steps and hygrothermal ageing on mechanical performance of PA6GF30 composite: interfacial shear strength [J]. *Polymer Composites*, 2018, 39: 504-512.
- [3] Kim J W, Jang H, Kim J W. Friction and wear of monolithic and glass-fiber reinforced PA66 in humid conditions [J]. *Wear*, 2014, 309: 82-88.
- [4] Jia N, Fraenkel H A, Kagan V A. Effects of moisture conditioning methods on mechanical properties of injection molded nylon 6 [J]. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 2016, 23: 729-737.
- [5] Taktak R, Guermazi N, Derbeli J, *et al.* Effect of hygrothermal aging on the mechanical properties and ductile fracture of polyamide 6: experimental and numerical approaches [J]. *Engineering Fracture Mechanics*, 2015, 148: 122-133.
- [6] Ogunsona E O, Misra M, Mohanty A K. Accelerated hydrothermal aging of biocarbon reinforced nylon biocomposites [J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2017, 139: 76-88.
- [7] Xin H H, Liu Y Q, Mosallam A, *et al.* Hygrothermal aging effects on flexural behavior of pultruded glass fiber reinforced polymer laminates in bridge applications [J]. *Construction and Building Materials*, 2016, 127: 237-247.
- [8] Sateesh N, Rao P S, Ravishanker D V, *et al.* Effect of moisture on GFRP composite materials[J]. *Materials Today: Proceedings*, 2015, 2: 2902-2908.
- [9] Mikols W J, Seferis J C, Apicella A, *et al.* Evaluation of structural changes in epoxy systems by moisture sorption-desorption and dynamic mechanical studies[J]. *Polymer Composites*, 2010, 3: 118-124.
- [10] Yun Y, Peng L, Gang S, *et al.* Effects of hygrothermal aging on the thermal-mechanical properties of vinyl ester resin and its pultruded carbon fiber composites[J]. *Polymer Composites*, 2010, 30: 1458-1464.
- [11] Monson L, Braunwarth M, Extrand C W. Moisture absorption by various polyamides and their associated dimensional changes [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2008, 107: 355-363.
- [12] Lou S M, Zhang H, Liu F, *et al.* Performance improvements of a short glass fiber reinforced PA66 composite [J]. *Science and Engineering of Composite Materials*, 2021, 28: 466-477.
- [13] Lou S M, Zhang H, Liu F, *et al.* Effects of post-treatment on crystallization behavior of glass fiber-reinforced polyamide 66 composite with red phosphorus flame retardant [J]. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2021, 147: 7229-7242.
- [14] 牛一凡, 李璋琪, 朱晓峰. 全湿热场下碳纤维/环氧树脂复合材料层间剪切强度[J]. *高分子材料科学与工程*, 2021, 37(4): 113-120.
- Niu Y F, Li Z Q, Zhu X F. Interlaminar shear strength of carbon fiber/epoxy composites under hygrothermal conditions[J]. *Polymer Materials Science & Engineering*, 2021, 37(4): 113-120.
- [15] 王志亮, 李皆富, 聂静, 等. 水热处理对聚酰胺6纤维结构和性能的影响[J]. *高分子学报*, 2016(12): 1710-1716.
- Wang Z L, Li J F, Nie J, *et al.* Effect of hydrothermal treatment on structure and properties of polyamide 6 fibers[J]. *Acta Polymerica Sinica*, 2016(12): 1710-1716.

---

## Effect of Hygrothermal Treatment Processes on Mechanical Properties and Microstructure of Hygrothermally Aged Glass Fiber Reinforced Polyamide 66

Shumei Lou, Peng Chen, Zhiyuan Chen, Baojia Cheng, Yiming Li

*(Department of Intelligent and Equipment, Shandong University of Science and Technology, Tai 'an 271019, China)*

**ABSTRACT:** The effects of different hygrothermal treatment processes on the hygrothermal aging properties of 25% short glass fiber (GF)- reinforced polyamide 66(PA66) plates were investigated by macroscopic mechanical properties and microscopic characterization methods. The 25% GF/PA66 fixed plates with different hygrothermal treatment processes were put into the same hygrothermal aging environment for periodic sampling and testing, and the analysis results show that the hygrothermal weight gain rate of fixed plates with different hygrothermal treatment processes decreases to different degrees. The mechanical properties results show that the hygrothermal treatment process improves the hygrothermal aging resistance of the fixed plates, and maintains the high tensile and flexural strength, and surface hardness in the hygrothermal aging environment; the temperature change of the hygrothermal treatment process has a greater impact on the decay of mechanical properties. The bending fracture surface was observed by scanning electron microscopy and it is found that after the hygrothermal treatment, the surface of the extracted fibers is covered with a large amount of resin matrix, and the cavities left by the extracted fibers at the fracture are also less, which indicates that the wet heat treatment can maintain good interfacial bond strength between the glass fibers and PA66 matrix of the specimens.

**Keywords:** glass fiber reinforced polyamide 66 composite; hygrothermal aging; hygrothermal treatment process; mechanical properties