

U型泡沫塑料芯材的热成型工艺研究

成理, 陈蔚

(北京航空材料研究院, 北京 100095)

摘要:在研制U形件泡沫塑料芯材过程中, 用直接加热成型法制备效果差、易断裂和报废率高。分析研究了泡沫塑料性能, 利用泡沫塑料吸湿性能的可逆性, 采用湿热成型法制备出符合要求的泡沫塑料芯材。

关键词:泡沫塑料; 热变形温度; 吸湿

中图分类号: V257

文献标识码: A

文章编号: 1007-9815 (2009) 05-0030-03

Research on U-foam Core Material in Heat Forming Process

CHENG Li, CHEN Wei

(Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095 China)

Abstract: In R&D of U-foam pieces using plastic foam as core material; we found that the efficiency is poor, the material is easy to break and the obsolescent ratio is high when using direct heating of the core material. Thus the foam properties and the possibility of using its moisture absorption property were studied, so it found that the foam core material can meet the requirements when using the damp-heat molding process.

Key words: foam plastic; heat distortion temperature; moisture

为了减轻复合材料结构质量, 越来越多地采用复合材料夹层结构, 它是先进的结构材料与先进结构形式的结合, 具有可设计性强、整体结构好、质量轻、制造周期短、生产成本低等优点。不仅用于航空航天, 也用于建筑业、交通运输、运动器材、医疗器械等领域^[1]。

复合材料夹层结构采用先进复合材料蒙皮做面板, 夹心为轻质材料。目前航空上应用的夹心材料通常为NOMEX蜂窝、铝蜂窝、PMI泡沫塑料等。

相比于蜂窝夹层结构, 泡沫塑料夹层拥有较大的抗弯曲强度, 具有明显减轻制件质量, 成型及加工比较容易等优点, 因此被越来越多地采用。但是, 当泡沫塑料芯材被用于曲率较大且较薄的制件上时, 由于泡沫塑料芯材属于较脆的材料, 如果处理不当, 很容易破裂报废。因此, 有

必要对泡沫塑料芯材的成型工艺进行研究。

泡沫塑料的加工方法通常有两种: 一种是用数控机床直接加工; 另一种是热成型法。

本文针对U型制件泡沫塑料芯材的热成型方法进行了研究。

1 试验材料与方法

1.1 材料

Rohacell IG-f 51硬质泡沫塑料, 性能见表1^[2]; 去离子水。

1.2 设备

烘房、成型模具和真空泵。

1.3 试验方法

热成型法。

(1) 直接加热成型。把备好的泡沫塑料芯材

收稿日期: 2009-10-30

作者简介: 成理 (1975-), 男, 北京人, 工程师, 主要从事结构复合材料的研究, (电话) 13641032607 (电子信箱) vowl@163.com。

表1 Rohacell IG-f 51硬质泡沫塑料性能

抗压缩强度 /MPa	抗拉伸强度 /MPa	抗弯曲强度 /MPa	抗剪切强度 /MPa	弹性模量 /MPa	抗剪切模量 /MPa	断后伸长率 /%	热变形温度 /℃
0.9	1.9	1.6	0.8	70	19	4	180

用帆布包严，置于烘房内加热至180℃，保温0.5 h后快速移入模具内，人工加压使泡沫塑料芯材与模具形面贴和，定型后取出检验外观合格后修边。

(2) 湿热成型法。把备好的泡沫塑料芯材各表面均匀喷上去离子水后，放入模具内，用真空加压，压力 ≤ -0.08 MPa，在烘房内加热至110℃，

保温2 h，冷却后取出检验外观合格后修边。成型后U形泡沫塑料芯材见图1。

2 结果和讨论

2.1 直接热成型的结果

用Rohacell IG-f 51泡沫塑料做芯材，采用直接热成型工艺制备U形件时，发现芯材质量较差，发生断裂，报废率高。

结果分析泡沫塑料组织结构形式是多孔，质量轻，热容量小，板材表面有大量切开的空隙，充当了降温的通道。尽管在研制过程中采取了帆布进行包裹，也未能完全阻止泡沫塑料的迅速降温。PMI泡沫塑料是较脆的热塑性材料，在没有足够温度的情况下用人工加压法使材料变形，很容易断裂，制件质量难以保证。

2.2 泡沫的吸湿性能

图2为吸水量约50%的Rohacell IG-f 51泡沫的DMA测试图谱，结果可以看到材料的储



图1 U形泡沫塑料芯材

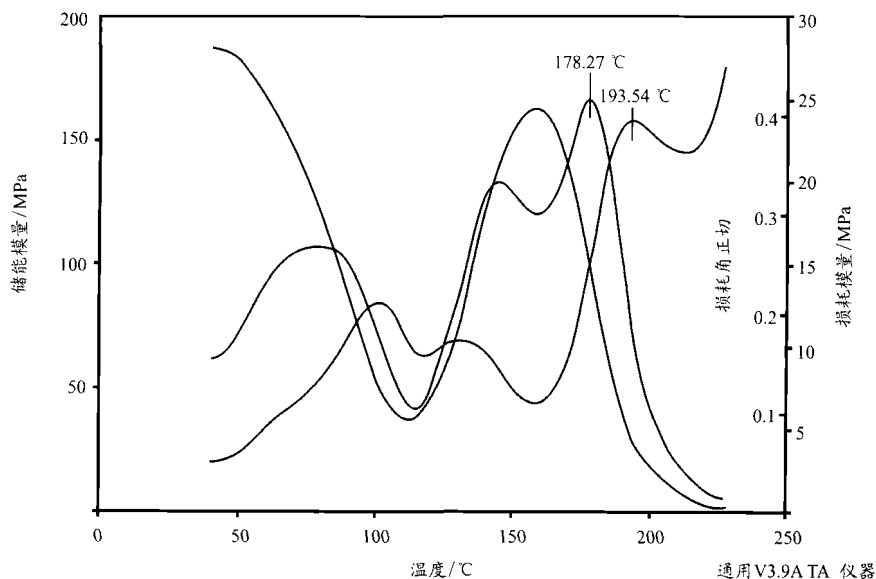


图2 Rohacell IG-f 51泡沫塑料吸水后的DMA图谱

能模量从50 °C左右有一个很大的快速降低，在110 °C左右到达模量的低谷，形成一个转折峰。同时损耗形成明显的峰值，这是水份在材料中明显的增塑作用；随着温度的进一步的增高，时间的增长，储能模量和各种损耗值也快速回升，并在形成拐点后，在150 °C以后再形成了与未吸水试样的相似图形，说明水份可以增塑，同时这种过程是可逆，是一种纯粹的物理扩散过程。随着水分的散发，泡沫塑料的性能又得到

恢复。

图3为试验测得的Rohacell IG-f 51泡沫塑料在常温时不同湿度下的吸潮曲线。从中可见随着储存时间的增长吸湿量也在增加，环境湿度越大，吸湿量越大，吸湿速度也越快。在一定的温湿度下，经过30 d左右，吸湿量趋于饱和。从而表明了虽然Rohacell泡沫塑料是100 %的闭孔泡沫塑料，但由于材料的表面积大，同时本身的化学结构中含有对位的酰亚氨基团，因而有一定的

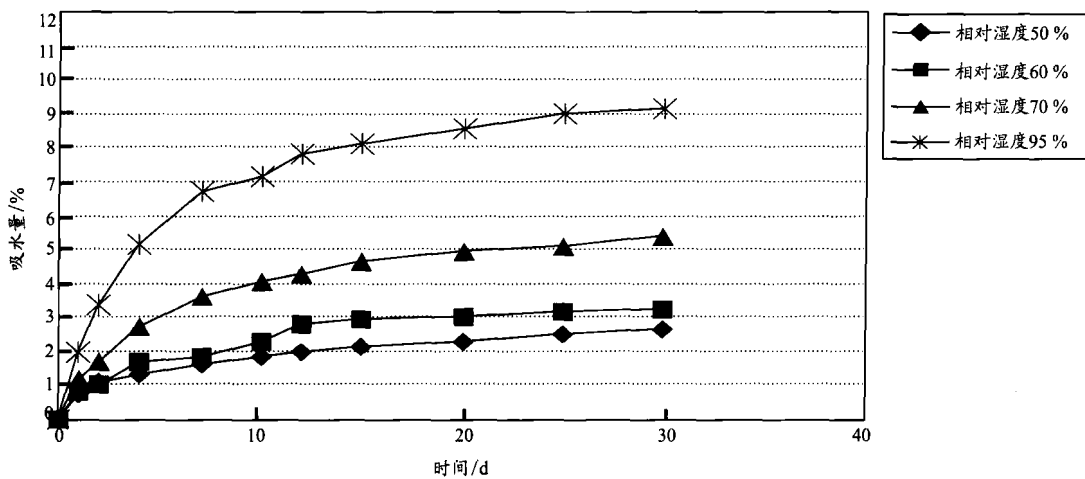


图3 常温下Rohacell IG-f 51泡沫塑料在不同湿度下的吸潮曲线

吸水率。这种吸潮一般是一种纯粹的物理扩散过程，在一定的温度和湿度环境下，在一定吸水程度下会饱和。且这种过程是可逆的，通过加热可以去除吸水。吸水后会进入分子链中占据了一定得空间，起到了如增塑剂一样作用，而使材料得热变形温度降低，材料变软。以上研究表明，使泡沫塑料充分吸湿，可使泡沫塑料的热变形温度显著降低，塑性增加。

3 结论

(1) 研究了Rohacell IG-f 51泡沫塑料U形件的制备工艺，利用泡沫塑料吸湿性可逆的原理采用

了湿热成型方法；

(2) 使用湿热成型方法，通过人为的手段使材料达到较大吸水量，使材料的热变形温度降低，再采用真空加压等工艺，制作出了符合要求的泡沫塑料芯材；

(3) 采用湿热成型法，操作简便易行，降低工艺成本。

参考文献

[1] 张剑. 复合芯材夹芯结构成型工艺研究[J]. 材料科学与工艺, 2008, (2).
 [2] 胡培. ROHACELL®技术手册, 德国赛中国控股有限公司上海分公司[Z]. 2009.7.4.