

棕榈纤维毡/PHBV/陶粒制备汽车用吸声内饰板的性能研究

郦梦薇, 邵利锋, 陈紫怡, 张毅*, 杨彬

(浙江工业职业技术学院, 浙江 绍兴 312000)

摘要:为缓解我国汽车内饰用黄麻吸声板产量缩减的现状,研究棕榈纤维毡/3-羟基丁酸酯和3-羟基戊酸酯共聚物(即PHBV)/陶粒热压制备吸声板的低频平均吸声系数、拉伸性能、拉伸断面形貌、红外光谱等性能,并与市场上常用的黄麻纤维毡/PHBV热压吸声板、黄麻纤维毡/聚丙烯热压吸声板进行对比。结果表明:棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压吸声板的低频平均吸声系数为0.66,高于黄麻吸声板;拉伸强度低于黄麻吸声板,拉伸断面形貌和红外光谱与黄麻相似,可部分替代黄麻制备汽车内饰用吸声材料。

关键词:棕榈纤维毡;吸声板;汽车;吸声系数;陶粒

中图分类号:TS 102.221

文献标志码:A

文章编号:1673-0356(2023)10-0016-04

近年来,轻质、吸声、环保的天然纤维增强复合材料越来越多应用于汽车内饰用吸声板材,不仅生态环保,而且符合轻量化需求^[1]。目前市场上主要有黄麻纤维毡/PHBV热压复合吸声板、黄麻纤维毡/聚丙烯热压复合吸声板2种板材应用于汽车内饰材料,其低频平均吸声系数可达0.6左右^[2]。然而我国黄麻主要依赖于从孟加拉国、印度等国进口,受全球疫情影响,黄麻进口总量明显降低,加上国内黄麻种植产量少,造成黄麻相关制品生产量缩减。汽车内饰厂商正在研究、寻找可以混用或部分替代黄麻来制备吸声材料的新型纤维。

前期对棕榈进行了一定的研究,得出以下结论:经化学脱胶后的棕榈纤维长度约为61 mm,线密度约为14.5 dtex,断裂强度约为7.5 cN/dtex,略低于黄麻^[3];其表面粗糙,内部近似蜂窝状结构、多孔结构,具有一定的吸声效果。同时,参考Johnson-Allard吸声模型^[4],结合万玉峰等^[5]研究的轿车针刺非织造布外轮罩材料的设计方法与吸声性能所提出的不同粗细纤维搭配、适当增加面密度、形成梯度多孔结构,可改善其综合吸声性能;王建辉等^[6]研究的通过添加具有多孔结构粉煤灰陶粒来制备降噪屏障材料,可显著改善1 000 Hz以下的吸声性能等文献报道。通过添加一定

量的多孔粉煤灰陶粒,成功制备出棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压复合吸声板,并得出优选工艺参数为^[7]:棕榈纤维毡、PHBV、多孔粉煤灰三者的质量比为37.5:57.5:5,棕榈纤维线密度为14.5 dtex,棕榈纤维毡为2层,上面层的面密度为143.3 g/m²,下面一层的面密度为102.5 g/m²,此时复合材料的低频平均吸声系数为0.66。

通过对已制备的棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压复合吸声板、市场上广泛运用的黄麻吸声复合板进行低频平均吸声系数、拉伸性能、拉伸断面形貌、红外光谱等测试,并进行对比分析,以期达到运用棕榈来混用或部分替代黄麻制备汽车内饰用吸声材料的目的,缓解当前黄麻较为紧缺的现状。

1 试验部分

1.1 试验材料

棕榈纤维,购于湖州富升炭业有限公司;PHBV粉末,购于宁波天安生物材料有限公司;多孔粉煤灰陶粒,购于安徽畅材节能科技有限公司,其粒径约为2.0 mm,密度为1.2 g/cm³,耐火度为1 600 ℃,24 h吸水率为21%;黄麻纤维毡/PHBV热压复合吸声板(编号为1[#]板材,占市场40%左右),黄麻纤维毡/聚丙烯热压复合吸声板(编号为2[#]板材,占市场60%左右),均购于廊坊西特科节能科技有限公司。

1.2 棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压复合吸声板制备

将棕榈纤维经WL-GK-1-60型开松机→WL-J-500型给棉机→WL-GS-A-600型梳理机→WL-ZGS.Z-

收稿日期:2023-08-20

基金项目:浙江省大学生科技创新项目:新苗人才计划(2022R454A006)

第一作者:郦梦薇(2003—),女,在读专科生,主要研究方向为复合材料的制备与性能测试,E-mail:2998477137@qq.com。

*通信作者:张毅(1985—),男,副教授,主要研究方向为麻类纤维的脱胶与产品开发,E-mail:zhangyigyxy@163.com。

Y-800型预针刺机→WL-800型成卷机→WL-ZGS.Z-Z-800型针刺机(太仓双凤非织造布设备有限公司)的针刺工艺制备成面密度为143.3、102.5 g/m² 2种棕榈纤维毡,其中设置针刺深度13 mm,针织密度270刺/cm²,针刺道数5道。其次棕榈纤维毡、PHBV、多孔粉煤灰陶粒三者间的质量比为37.5:57.5:5,并采用KMPF-D电气式撒粉机(佛山市科妙机械有限公司)将PHBV、粉煤灰陶粒充分混合后均匀撒粉在纤维毡上。最后,采用XLB-350×350×2型平板硫化机(上海齐才热压机械有限公司)进行热压工艺,制备成复合材料吸声板(编号为0[#]板材),热压工艺参数为热压温度170~180℃,热压压力17~19 MPa,热压时间7 min,冷却压力15~19 MPa,冷却时间7~9 min。

1.3 性能测试与表征

1.3.1 吸声系数测试

按照测试标准 GB/T 18696.2—2002《声学阻抗管中吸声系数和声阻抗的测量 第2部分:传递函数法》,采用SW422/477型铝合金阻抗测量管(北京声望技术公司),将0[#]、1[#]、2[#] 3块板材裁剪成直径为100 mm的圆盘,放置于驻波管一端,在与管壁无缝隙条件下进行测试,选择了125、250、375、500、600、800、1 000、1 200、1 500、1 600 Hz等10个具有代表性的频率进行测试分析,取平均值,并保留2位小数,得出3种板材的低频平均吸声系数。

1.3.2 拉伸力学性能测试

按照测试标准 GB/T 1447—2006《纤维增强塑料拉伸和弯曲性能试验方法》,采用CMT5304-30kN电子万能试验机(深圳三思材料检测有限公司),设置拉伸速度为50 mm/min,样品尺寸为80 mm×10 mm×4 mm,测试吸3种吸声板材的拉伸强度。

1.3.3 拉伸断面形貌观察

对3种吸声板材进行喷金处理后,采用FEI Quanta FEG250扫描电子显微镜(美国FEI NanoPorts公司)观察吸声复合材料的断面形貌,放大倍数为20 000倍。

1.3.4 红外光谱测试

采用Nicolet IS5傅里叶变换红外光谱仪(上海禹重实业有限公司),运用衰减全反射模式,扫描波数范围为4 000~400 cm⁻¹,对3种吸声板材进行红外光谱扫描,以确定其红外光谱特征吸收峰。

2 结果与讨论

2.1 3种吸声板低频平均吸声系数对比

依据1.3.1,测得3种吸声板的低频吸声系数,结果见表1。

表1 3种吸声板的低频吸声系数

频率/Hz	3种吸声板		
	0 [#]	1 [#]	2 [#]
125	0.14	0.15	0.12
250	0.27	0.19	0.17
375	0.47	0.27	0.26
500	0.60	0.46	0.44
600	0.69	0.55	0.51
800	0.82	0.62	0.59
1 000	0.86	0.90	0.82
1 200	0.89	0.92	0.90
1 500	0.92	0.96	0.91
1 600	0.93	0.97	0.95
吸声系数平均值	0.66	0.59	0.57

由表1可知,棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压复合吸声板(0[#])的平均低频吸声系数高于黄麻纤维毡/PHBV热压复合吸声板(1[#])和黄麻纤维毡/聚丙烯热压复合吸声板(2[#])。然而在不同的频率范围下,3种板材的吸声系数变化幅度是不一样的。在800 Hz以下,0[#]吸声板的平均吸声系数要明显高于1[#]、2[#]吸声板,但是在1 000~1 600 Hz,1[#]吸声板的平均吸声系数要明显低于1[#]、2[#]吸声板,这是由棕榈、黄麻具有不同的截面结构导致的。

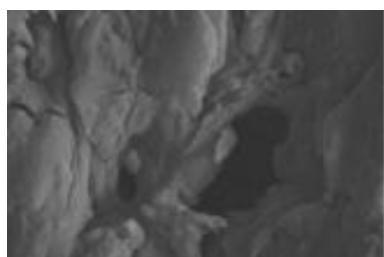
2.2 3种吸声板拉伸性能对比

依据1.3.2,测得3种吸声板的拉伸强度分别为:0[#]吸声板32.28 MPa,1[#]吸声板35.09 MPa,2[#]吸声板35.85 MPa。其中0[#]吸声板最低,2[#]吸声板最高。主要原因在于棕榈纤维的断裂比强度低于黄麻纤维,故0[#]吸声板最低,同时PHBV的截面均匀性较聚丙烯差,降低了拉伸强度,故2[#]吸声板的拉伸强度最高。

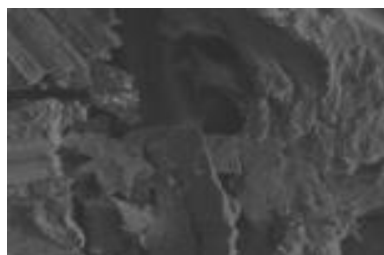
2.3 3种吸声板拉伸断面形貌观察

依据1.3.3,测得3种吸声板的断面SEM形貌,放大倍数20 000倍,如图1所示。

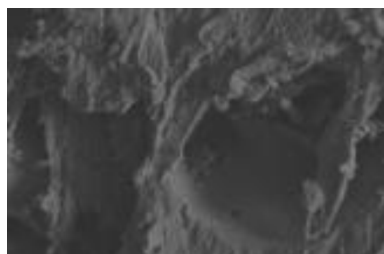
由图1可知,3种吸声板的拉伸断面均明显粗糙不平,存在一些孔洞,说明3种材料属于多孔材料,具有一定的吸声效果。同时2[#]吸声板的空隙更为均匀,0[#]孔洞最深,这也导致了3种吸声板在不同频率范围内吸声系数的变化。



(a)0# 吸声板



(b)1# 吸声板



(c)2# 吸声板

图 1 3 种吸声板的拉伸断面 SEM 形貌

2.4 红外光谱

依据 1.3.4,3 种吸声板的红外光谱如图 2 所示。

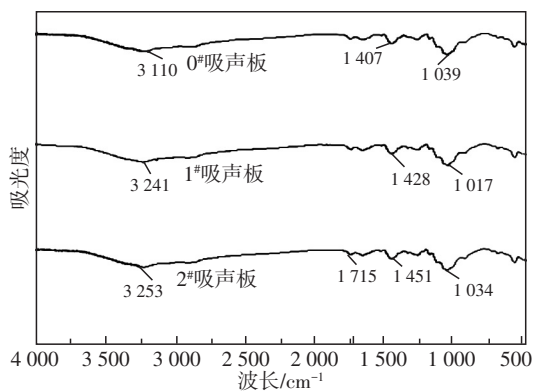


图 2 3 种吸声板的红外光谱

由图 2 可知,0#、1# 吸声板在 4 000~500 cm⁻¹ 波段下的特征吸收峰相似。其中,3 110、3 241、3 253 cm⁻¹ 处吸收峰对应于棕榈、黄麻纤维内部 O—H 键伸缩振动;1 407、1 428 cm⁻¹ 处吸收峰对应于 PHBV 中 CH₂—OH 键伸缩振动;1 039、1 017、1 034 cm⁻¹ 处的吸收峰对应棕榈、黄麻含有的 C—O 醚键伸缩振动,3#

吸声板在 1 715 cm⁻¹ 的特征吸收峰对应于聚丙烯含有的 CH₃ 的对称变形振动。

3 结 论

(1)棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压吸声板的低频平均吸声系数略高于黄麻纤维毡/PHBV 热压吸声板和黄麻纤维毡/聚丙烯热压吸声板,但在 1 000~1 600 Hz,黄麻吸声板的平均吸声系数高,吸声效果好。

(2)棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压吸声板的拉伸强度低于黄麻纤维毡/PHBV 热压吸声板,原因在于棕榈纤维的断裂强度低于黄麻纤维。

(3)3 种吸声板的拉伸断面 SEM 形貌相似,断面均明显粗糙不平,存在一些孔洞,说明 3 种材料属于多孔材料,具有一定的吸声效果。红外光谱表明棕榈纤维毡/PHBV/陶粒热压吸声板与黄麻纤维毡/PHBV 热压吸声板相似,均存在着 O—H、CH₂—OH 键的伸缩振动,而黄麻纤维毡/聚丙烯热压吸声板存在着 1 715 cm⁻¹ 的特征吸收峰,原因在于其 CH₃ 的对称变形振动。

(4)棕榈纤维毡/PHBV 热压吸声板的平均吸声系数与黄麻吸声板相当,可部分替代黄麻制成汽车内饰材料,缓解了当前黄麻较为紧缺的现状。

参考文献:

- [1] WICKLEIN B, KOCJAN A, SALAZAR-ALVAREZ G, et al. Thermally insulating and fire-retardant lightweight anisotropic foams based on nano-cellulose and graphene oxide[J]. Nature Nanotechnology, 2015, 10(3):277-278.
- [2] AHMAD F, CHOI H S, PARK M K. A review: Natural fiber composites selection in view of mechanical, light weight, and economic properties[J]. Macromolecular Materials and Engineering, 2015, 300(1):10-24.
- [3] 张毅,高金霞,戴鸽. 棕叶纤维的精细化加工及性能[J]. 印染助剂, 2019, 36(3):45-47.
- [4] JOHNSON D L, KOPLIK J, DASHEN R, et al. Theory of dynamic permeability and tortuosity in fluid-saturated porous media[J]. Journal of Fluid Mechanics, 1987, 176: 379-402.
- [5] 万玉峰,王少松,姜海涛. 轿车针刺非织造布外轮罩材料设计及吸声性能比较[J]. 合成纤维, 2020, 49(6):49-51.
- [6] 王建辉,李沛沛. 聚合物-粉煤灰陶粒多孔降噪声屏障材料制备及影响因素分析[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2020, 40(5):27-36.
- [7] 张毅,邵利锋,杨彬,等. 棕榈纤维毡/聚(3-羟基丁酸酯-co-3-羟基戊酸酯)热压复合材料的吸声性能[J]. 纺织学报, 2022, 43(10):24-30.

Study on the Performance of Palm Fiber Felt /PHBV/ Ceramide to Prepare Acoustic Interior Panels for Automobile

LI Mengwei, SHAO Lifeng, CHEN Ziyi, ZHANG Yi*, YANG Bin
(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

Abstract: In order to alleviate the current production reduction of jute sound absorbing board for automotive interior in China, the low frequency average sound absorbing coefficient, tensile properties, tensile section morphology and infrared spectra of the sound absorbing board prepared by hot pressing of palm fiber felt / 3-hydroxybutyrate and 3-hydroxyvalerate copolymer (i.e. PHBV)/ceramide were studied. It was compared with jute fiber felt /PHBV thermocompression sound absorption board and jute fiber felt/polypropylene thermocompression sound absorption board commonly used in the market. The results showed that the average low-frequency sound absorption coefficient of the palm fiber felt /PHBV/ ceramic panel was 0.66, which was higher than that of the jute panel. The tensile strength was lower than that of jute sound absorbing board, and the tensile section morphology and infrared spectrum were similar to jute, which could partially replace jute in the preparation of automotive interior sound absorbing materials.

Key words: palm fiber felt; sound absorbing board; automobile; sound absorption coefficient; ceramide

2024年《纺织导报》征订启事

· 广告 ·

《纺织导报》杂志(双月刊)是由中国纺织工业联合会主管、中国纺织信息中心主办的导向性科技期刊,旨在对纺织技术发展动态进行深度的报道和分析,对科技政策和产业规则进行权威的解读,是政府机构、行业组织科技政策与发展思路趋向的风向标,是帮助行业与企业决策者把握纺织技术现状以及技术市场脉络的重要窗口。

《纺织导报》杂志一直是传递世界纺织技术发展趋势的主流媒体,也是纺织业界不同观点交锋的平台,是反映纺织技术与设备市场各类参与者重要动向的观察者,是纺织企业管理者与技术人员的必读刊物。

本刊已开通在线投稿系统,请登录《纺织导报》官方网站 www.texleader.com.cn 注册投稿。

订阅须知:

邮发代号:82-908

每逢单月5日出版,大16开,全铜版纸彩色精美印刷
全年6期,每期25元,全年定价150元

联系方式:

地址:北京市朝阳区霞光里15号霄云中心210室
(100026)

电话:010-84463638-8850

E-mail: service@texleader.com.cn

网址: www.texleader.com.cn

官方微信号:texleader

银行付款:

开户行:中国工商银行北京东长安街支行

户名:中国纺织信息中心

账号:0200053409089100427

欢迎订阅 2024年《纺织标准与质量》

· 广告 ·

《纺织标准与质量》是中国纺织工业联合会主管、中国纺织科学研究院有限公司主办,面向纺织服装、测试仪器企业,市场监管,流通领域,质量检测机构,科研院校的纺织服装行业A类学术期刊。目前与中国知网、万方、维普、超星等数据库合作,被《中国学术期刊网络出版总库》《中国核心期刊(遴选)数据库》《中文科技期刊数据库》“超星期刊域出版平台”全文收录(刊号为:ISSN 1003-0611 CN11-2670/TS,逢双月25日出版)。

主要栏目:综述、质量公报、质量认证、品种与质量、标准研究、测试技术、仪器与计量、标准信息 and 简讯等。

自办发行,定价:25.00元/册,150元/年(含邮资、包装费)。

订阅方法:订阅者可在中国纺织科学研究院有限公司官网(<http://www.cta.com.cn>)、中纺标检验认证股份有限公司

官网(<https://www.cttc.net.cn>)上下载订阅单或向编辑部索要订单,填写后请将订单通过电子邮件传回。可通过银行转账方式支付刊款(请注明“《纺织标准与质量》订刊款”)。

联系方式:

电话:(010)65987317

电子邮箱: cttc-mag@gt.cn

邮编:100025

地址:北京朝外延静里中街3号长信大厦318室《纺织标准与质量》编辑部

银行汇款:

开户名:中国纺织科学研究院有限公司

开户银行:工行北京八里庄支行

账号:020 000 380 901 441 588 4

邮寄方式:

邮局平邮(免邮费)

快递到付