

# 麻/聚酯纤维混合针刺毡的制备与性能研究

易章元<sup>1</sup>, 鹿超<sup>2</sup>, 邢彦蓉<sup>3</sup>, 严桂香<sup>1</sup>, 柳正宾<sup>1</sup>, 王春红<sup>2</sup>

(1.湖南华升洞庭麻业有限公司, 湖南 岳阳 414000; 2.天津工业大学 纺织学院, 天津 300387)

(3.天津工业大学 国际教育学院, 天津 300387)

**摘要:** 采用苧麻落麻、黄麻、聚酯纤维按照不同混合比例制备针刺毡, 研究其透气性能、力学性能和热学性能。研究结果表明: 黄麻/苧麻针刺毡均具有较好的透气性能, 苧麻纤维的加入使得针刺毡的透气率大大下降, 而黄麻纤维的加入能够提高苧麻和聚酯纤维针刺毡的透气率; 麻纤维与聚酯纤维混合针刺毡的力学性能远远高于纯麻纤维针刺毡; 不同比例针刺毡的热导率均较低, 具有良好的保温性能; 麻纤维的导热性能要优于聚酯纤维, 纯苧麻针刺毡的热导率最高。

**关键词:** 苧麻; 黄麻; 聚酯; 针刺毡; 透气性; 力学性能; 热学性能

**中图分类号:** TS176.3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2019)01-0021-03

## Preparation and properties of bast fiber/polyester fiber blended needle punched felt

YI Zhangyuan<sup>1</sup>, LU Chao<sup>2</sup>, XING Yanrong<sup>3</sup>, YAN Guixiang<sup>1</sup>, LIU Zhengbin<sup>1</sup>, WANG Chunhong<sup>2</sup>

(1.Hunan Huasheng Dongting Flax Industry Co., Ltd., Yueyang 414000, China)

(2.School of Textile, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

(3.School of International Education, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

**Abstract:** The needled felts are prepared by ramie noil, jute and polyester fiber to study their air permeability, mechanical properties and thermal properties tested. The result shows that the jute/ramie needled felts have good air permeability. The addition of ramie fiber could greatly reduce the permeability of needle felt, and the addition of jute fiber could improve the permeability of the needled felt of ramie and polyester fiber. The mechanical properties of hemp fiber mixed with polyester fiber needled felts are much higher than those of pure hemp fiber needled felts. The thermal conductivity of needled felts at different ratios are low, and they have good thermal insulation property. The thermal conductivity of hemp fiber is better than that of polyester fiber, and its insulation performance is better than that of pure ramie fiber.

**Key words:** ramie; jute; polyester; needled felt; air permeability; mechanical property; thermal property

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2019.01.007

苧麻纤维在纺织加工过程中会产生大量的落麻, 落麻可纺性差, 容易纠结, 难以通过纺织的方法继续使用。但是通过非织造技术可以很好地利用苧麻落麻, 使其变废为宝。如张长安等人<sup>[1]</sup>用无纺针刺法制备了苧麻落麻纤维毡, 其既可作为复合材料的表面毡使用, 又可作为复合材料增强毡使用。黄麻纤维具有较高的比强度和比模量以及优异的透气、透湿性能<sup>[2]</sup>, 产品从最初的麻袋延伸到服装面料、装饰及产业用复合材料等领域<sup>[3]</sup>。采用针刺法制造的非织造毡适应性广, 成本低, 保温性能好, 逐渐取代传统的草席帘子成为大棚温室保温被的主要原料<sup>[4-5]</sup>。

本文取苧麻落麻、黄麻、聚酯纤维, 按照不同比例制备针刺毡, 研究其透气性能、力学性能、热学性能, 对不同产品的性能差异进行分析和讨论, 旨在拓展苧麻落麻和黄麻的应用领域, 为其有效利用提供一定的借鉴。

## 1 试验部分

### 1.1 原料

苧麻落麻, 长度 20~70 mm, 湖南华升洞庭麻业有限公司产; 黄麻, 长度 60 mm, 杭州双绿纺织品有限公司产; 聚酯纤维, 长度 64 mm, 中空三维卷曲, 潍坊皓天化纤有限公司产; WL-GZ-O-800 型纤维开松、梳理、针刺系统, 太仓双凤非织造布设备有限公司产。

### 1.2 针刺毡的制备

为了使纤维网更均匀, 先将纤维原料单独开松一次; 然后将不同纤维原料混合, 进行第二次开松处理; 将开松、混合均匀的纤维原料采用定量喂入法喂入梳理机, 以保证成网的均匀性。采用交叉式铺网, 使纤维网结构杂乱, 减小纤维网的横纵向差异。对于不同原料配比的纤维网采用相同的针刺频率和针刺深度, 以保证针刺密度的一致性。

设定面密度为 125 g/m<sup>2</sup>, 允许偏差为 5%, 制备了不同混合比例的苧麻落麻/黄麻/聚酯非织造毡。由于纯黄麻纤维较粗硬, 卷曲少, 难以成网, 无法制备针刺毡, 故 100% 黄麻针刺毡不在本文的讨论范围。

### 1.3 性能测试

收稿日期: 2017-12-08

基金项目: 天津市科技特派员项目(16JTPJC44900)

作者简介: 易章元(1968—), 男, 主要从事纺织机械设备管理与纺织产品研发。

通信作者: 王春红。E-mail: 18802231369@163.com。

参照 GB/T 24218.2—2009《纺织品、非织造布试验方法 第2部分:厚度的测定》,采用 YG141LA 型纺织品厚度仪测量针刺毡厚度;参照 GB/T 24218.1—2009《纺织品、非织造布试验方法,第1部分:单位面积质量的测定》,测量针刺毡的面密度;参照 GB/T 5453—1997《纺织品、织物透气性的测定》,采用 YG461-D 型数字式织物透气量仪测量针刺毡的透气性,透气面积为  $20 \text{ cm}^2$ ,压降为  $100 \text{ Pa}$ ;参照 GB/T 24218.3—2010《纺织品 非织造布试验方法 第3部分:

断裂强度和断裂伸长率的测定》,采用 INSTRON 3369 型万能强力机测量针刺毡断裂强力;针刺毡的热学性能采用 HotDisk TPS 2500S 型热常数分析仪进行测试。

将制备的针刺毡样品剪裁成标准大小,在标准环境下放置 24 h,然后进行测试。

## 2 结果与讨论

不同混合比针刺毡的透气性能、断裂强力及断裂伸长率见表 1。

表 1 不同混合比针刺毡的透气性能、断裂强力及断裂伸长率

项目	单一纤维		黄麻/苧麻				黄麻/聚酯			苧麻/聚酯		
	聚酯	苧麻	20/80	40/60	60/40	80/20	40/60	60/40	80/20	40/60	60/40	80/20
透气率/( $\text{L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )	2 581	1 434	1 453	1 600	1 661	1 745	2 789	2 771	1 767	1 585	1 556	1 515
断裂强力/N	21.97	7.08	8.27	6.66	4.93	3.88	44.67	13.79	16.29	34.82	29.30	18.29
断裂伸长率/%	75.15	38.44	42.37	47.88	40.15	41.23	108.59	75.79	84.36	103.14	91.54	65.80
热导率/( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )	0.045 00	0.087 39	0.067 67	0.065 13	0.078 84	0.073 36	0.067 86	0.060 60	0.064 57	0.056 64	0.067 00	0.060 74
热扩散率/( $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )	0.558 80	1.632 00	0.782 30	0.684 50	0.842 70	0.688 30	1.548 00	0.841 00	0.711 90	0.619 90	0.675 60	0.628 30
比热/( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ )	0.080 53	0.053 36	0.086 51	0.095 15	0.093 56	0.106 60	0.043 84	0.072 06	0.090 70	0.091 38	0.099 17	0.096 67

### 2.1 透气性能

由表 1 可以看出,制备的 5 种麻纤维毡(包括纯苧麻和黄麻/苧麻)样品,随着黄麻纤维比例的提高,针刺毡的透气性呈现明显的上升趋势,80/20 黄麻/苧麻针刺毡的透气性能最好,达到了  $1 745.90 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s}$ ,而纯苧麻针刺毡透气率最低,仅为  $1 434.8 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s}$ 。这是因为黄麻纤维较粗,使得针刺毡的孔隙较大,因而透气性能较好<sup>[6]</sup>。

制备的 3 种黄麻/聚酯针刺毡透气性能优异,均高于纯聚酯。黄麻/聚酯针刺毡的透气率随着聚酯含量的增加而上升,其中 40/60 黄麻/聚酯的透气率达到了  $2 789.00 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s}$ ,比 100% 聚酯针刺毡提高了 8%。

制备的 3 种黄麻/聚酯针刺毡透气性能均明显高于纯聚酯针刺毡( $2 581.3 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s}$ ),说明黄麻纤维的加入能够明显提高针刺毡的透气性能。原因是相比苧麻纤维,黄麻纤维表面含有许多腔胞,且每个细胞均有中腔,故其表现出较高的透气性<sup>[2]</sup>。虽然黄麻/聚酯针刺毡的透气率随着聚酯含量的增加而上升,但是它们之间的差异并不明显,最高与最低透气率仅相差 0.7%,所以组分比例对制备针刺毡的透气性能影响不大。

制备的 3 种苧麻/聚酯针刺毡透气性能明显低于纯聚酯,苧麻/聚酯针刺毡同样随着聚酯纤维含量的增加而上升,其中 40/60 苧麻/聚酯的透气率为

$1 585.00 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s}$ ,比 100% 聚酯针刺毡降低了 62.9%,说明苧麻纤维的加入使得针刺毡的透气率大大下降。

从表 1 中还可以看出,含苧麻纤维的针刺毡透气性能明显低于不含苧麻纤维的针刺毡,而且含黄麻纤维的针刺毡透气性能明显优于不含黄麻纤维的针刺毡,40/60 黄麻/聚酯针刺毡的透气性能最好,是 40/60 苧麻/聚酯针刺毡的 1.75 倍,是纯苧麻针刺毡的 1.9 倍。

### 2.2 力学性能

由表 1 可知,制备的 5 种麻针刺毡(包括纯苧麻和黄麻/苧麻)样品的断裂强力都较低,主要是因为试样面密度较小,在针刺过程中纤维只从一面穿插纤网形成纠缠,难以使纤维形成高密度的交缠,且黄麻纤维较粗没有卷曲,刚度大,与苧麻抱和性能差,所以制备的黄麻/苧麻针刺毡断裂强力偏低。

对于不同比例的黄麻/苧麻针刺毡,断裂强力随着苧麻含量的提高而升高,20/80 黄麻/苧麻针刺毡的断裂强力最高,达到了  $8.27 \text{ N}$ ,高于纯苧麻针刺毡,说明在该比例下,苧麻和黄麻纤维相互结合与纠缠较好,所以断裂强力较高。

从表 1 还可看出,麻纤维与聚酯纤维复合针刺后力学性能远远高于纯麻纤维针刺毡。40/60 黄麻/聚酯针刺毡的断裂强力最高,是纯苧麻针刺毡的 6.3 倍,是纯聚酯针刺毡的 2 倍。苧麻/聚酯针刺毡的断裂强

力随聚酯含量的增加而升高,且在聚酯含量超过40%时断裂强力高于纯聚酯;而黄麻/聚酯针刺毡的断裂强力并没有随聚酯含量的增加而上升,且在黄麻含量较高时其断裂强力低于纯聚酯针刺毡,只有在两者比例恰当时才远远高于纯聚酯针刺毡的断裂强力。

由表1可知,40/60黄麻/苧麻针刺毡的断裂伸长率在5种麻纤维毡中最高,达到了47.88%。其他4种针刺毡的断裂伸长率也都在40%以上,但它们之间并没有明显的规律。从整体上来讲,黄麻/苧麻针刺毡的断裂伸长率均偏低,这主要是由纤维性能和它们之间的纠缠程度决定的。黄麻纤维卷曲少,与苧麻抱合力差,且黄麻纤维易于从针刺毡中抽拔出来,所以制备的针刺毡断裂伸长率不高。

从表1还可以看出,40/60黄麻/聚酯针刺毡的断裂伸长率是最高的,达到了108.59%,其次是40/60苧麻/聚酯针刺毡,断裂伸长率为103.14%,均高于纯聚酯的断裂伸长率(75.15%),说明麻纤维(黄麻和苧麻)和聚酯纤维的结合针刺效果较好,能够起到相互增强的作用。对比40/60黄麻/聚酯和40/60苧麻/聚酯针刺毡可以发现,其断裂伸长率相差不大,但前者的断裂强力明显优于后者,说明在该比例下黄麻对聚酯针刺毡的增强效果要优于苧麻对聚酯针刺毡的增强效果。

### 2.3 热学性能

从表1可以看出,100%苧麻的热导率最高,即传热最快,并且热扩散率最高,表明其能够更快地传递热量。整体上看,5种不同比例的麻纤维针刺毡的导热率都很低,表明其导热性能不好,这意味着它们的保温性能均较好,可以作为保温材料使用。

随着黄麻和苧麻比例的变化,制备的针刺毡导热率和热扩散率并没有表现出明显的变化规律,但是它们的比热容随着黄麻含量的增加而上升,其中80/20黄麻/苧麻针刺毡的比热达到了 $0.106\ 60\ \text{MJ}/\text{m}^3\text{K}$ ,这表明黄麻含量多的针刺毡能够储存更多的热量,传热相对较慢<sup>[7]</sup>。

从麻纤维/聚酯纤维针刺毡的热性能测试数据可以看出,纯聚酯针刺毡的热导率最低,表明它的保温性能较好。而麻纤维与聚酯混纺后的针刺毡热导率均高于纯聚酯而低于纯苧麻,说明麻纤维的导热性能要优于聚酯纤维。60/40黄麻/聚酯和40/60苧麻/聚酯针刺毡的热导率在同种混纺类型中最低,表明其保温性能最好。60/40苧麻/聚酯针刺毡则表现出最高的比

热容,表明其能够吸收更多的热量。

### 3 结 语

(1)黄麻/苧麻针刺毡具有较好的透气性能,随着黄麻纤维比例的提高,针刺毡的透气性能也随之增加,80/20黄麻/苧麻针刺毡的透气性能最好,达到了 $1\ 745.90\ \text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。40/60黄麻/苧麻在5种麻纤维针刺毡中的断裂伸长率最高,达到了47.88%。从整体上来讲,相较于麻纤维/聚酯针刺毡,黄麻/苧麻针刺毡的断裂伸长率均偏低。

(2)黄麻/聚酯针刺毡的透气性能明显高于纯聚酯针刺毡,黄麻含量的变化对针刺毡透气性的影响不明显。苧麻/聚酯针刺毡的透气性能明显低于纯聚酯针刺毡。苧麻/聚酯针刺毡的透气率随着聚酯含量的增加而上升。苧麻纤维的加入使得针刺毡的透气率大大下降,而黄麻纤维的加入能够提高针刺毡的透气率。

(3)麻纤维与聚酯纤维复合针刺后力学性能远远高于纯麻纤维针刺毡。40/60黄麻/聚酯针刺毡的断裂强力最高,是纯苧麻针刺毡的6.3倍,是纯聚酯的2倍。

(4)100%苧麻针刺毡的热导率最高,不同比例针刺毡的导热率均较低,具有良好的保温性能,可以作为保温材料使用。黄麻和苧麻纤维比例的变化,对针刺毡导热率和热扩散率产生变化的规律性不明显,针刺毡的比热容随着黄麻含量的增加而上升。纯聚酯针刺毡的热导率最低,具有好的保温性能。麻纤维与聚酯混纺后制备的针刺毡热导率均高于纯聚酯而低于纯苧麻针刺毡,说明麻纤维的导热性能要优于聚酯纤维,纯苧麻针刺毡的热导率最高。



#### 参考文献:

- [1] 山中淳彦,高尾智明,刘辅庭.高强度聚乙烯纤维的热导率及其应用[J].合成纤维,2013,42(1):46-51.
- [2] 郭昌盛,林海涛,蒋芳.黄麻纤维的性能及其改性技术研究进展[J].成都纺织高等专科学校学报,2017,34(1):210-214.
- [3] 王朝云,吕江南,欧阳清,等.环保型麻地膜的试制[J].纺织学报,2008(3):42-46.
- [4] 张放军,陈海珍.日光温室保温被的发展现状分析与进展[J].纺织导报,2011(1):73-76.
- [5] 李雪红,张建辉,李好.洋麻纤维汽车车厢内衬板制造工艺概述[J].中国人造板,2008(6):29-31.
- [6] 李焰,徐海林.竹原纤维织物与苧麻织物服用性能的比较[J].纺织学报,2006(11):79-81.
- [7] 张一甫,张长安.苧麻落麻纤维增强热固性树脂复合材料的制备及性能研究[J].玻璃钢/复合材料,2002(1):13-14.