

文章编号: 1000-5013(2009)06-0656-05

工业大麻秆芯材料的吸温和散温性能

朱小平, 陈国华

(华侨大学 材料科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 研究大麻秆芯粉随着外界环境温度的变化,自动地调节本身的吸温和散温速率的性质,并分别考察环境温度、温差、大麻秆芯纤维粉的堆积密度和粒度等对秆芯粉的吸温速率和散温速率的影响。结果表明,吸温和散温速率随着大麻秆芯粉粒度的减小、环境温度和温差的升高而变快。在待测物质本身温度小于 35℃ 时,同等粒度下的大麻秆芯粉较普通木粉吸得快;在大于 35℃ 之后,同等粒度下大麻秆芯粉较普通木粉散得快。通过对 400 目大麻秆芯粉在环境温度为 37℃ (吸温)和 19℃ (散温)的吸温和散温速率随温差变化的曲线,以及在环境温度为 2℃ (散温)和 37℃ (吸温)的散温和吸温速率随温差变化的曲线研究,可知大麻秆芯粉具有冬暖夏凉的功效。

关键词: 大麻秆芯纤维;性能;吸温;散温;微孔结构

中图分类号: S 563.309.9

文献标识码: A

随着地球上资源的日益枯竭和人们对环境保护意识的增强,大麻纤维作为天然植物纤维的一种,越来越具有发展潜力。大麻属大麻科或桑科,一年生草本植物,其播种后大约经过 150~200 d 就可以收割。它不仅与亚麻、苎麻一样,是纺织的重要原料,而且可用于造纸,籽仁可食用,是全球较为广泛种植的一种作物^[1]。大麻具有在种植过程中无需喷施肥料与杀虫及可被生物降解等独特优异性能,所以是一种绿色纤维^[2]。研究表明,大麻的韧皮纤维具有抗霉抑菌性能,防紫外线及消散音波性能,吸湿、透气导热性能,抗静电性能等优异性能,因而被广泛应用在纺织品、造纸及复合材料上^[3-4]。目前,对于占大麻秆芯主要重量的秆芯纤维的基本性质的研究甚少,一般秆芯纤维只作为燃料使用,不仅经济效益低,而且对环境造成了污染。为了开发工业大麻秆芯材料的应用,本文测试大麻秆芯粉的吸温速率和散温速率,探讨了大麻秆芯材料作为保暖材料的基本性质。

1 实验部分

1.1 实验材料

大麻秆芯粉(粒度有 400,100 目两种,自制);普通木粉(400 目,市售)。

1.2 实验仪器

JM624u 型热电偶(天津今明仪器有限公司),BS110S 型电子天平(北京赛多利斯天平有限公司),HH-S 型环境锅(河南郑州长城科工贸有限公司),S-3500N 型扫描电子显微镜(日本日立公司),SDT 2960 型同步热分析仪(美国 TA 公司);紫铜管(外径为 1.6 cm,厚度为 0.15 cm,高度为 10 cm,自制)。

1.3 测试方法

1.3.1 吸温实验 预先在恒温环境锅中烧好所需温度的水,将大麻秆芯粉装入铜管中并压实;然后,将带塞的热电偶插入装好大麻秆芯粉的试管中,记录此时大麻秆芯粉的温度 t_1 ;最后,将试管放入环境锅中,并按秒表开始计时。记录铜管中随时间变化的大麻秆芯粉温度值,直至热电偶显示温度为定值。

1.3.2 散温实验 将以上已加热好的大麻秆芯粉取出,立即放入另一环境锅中(水温控制为 t_2),并按

收稿日期: 2009-03-14

通信作者: 陈国华(1964-),男,教授,主要从事功能高分子材料的研究。E-mail: hdcgh@hqu.edu.cn.

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-04-0609)

秒表开始计时. 记录铜管中随时间变化的大麻秆芯粉温度值,直至热电偶显示温度为定值.

2 试验结果与分析

2.1 粒度对吸温和散温速率的影响

同一环境温度下,不同目数大麻秆芯粉的温度随时间(t)的变化曲线,如图 1(a)所示. 不同目数的大麻秆芯粉的吸温和散温速率(v)随本身温度变化的曲线,如图 1(b)所示.

从图 1(b)可以看出,400 目大麻秆芯粉的吸温和散温速率大于 100 目的大麻秆芯粉. 这是因为 400 目的大麻秆芯粉的孔隙多于 100 目的大麻秆芯粉,能够瞬间吸收和散发热量;而 100 目大麻秆芯粉孔隙内的流体被限制在了一个更小的区域之内,流动起来更加困难,从而使其导热能力下降,吸温和散温速率小于 400 目大麻秆芯粉. 大麻秆芯粉的吸温和散温速率随着粒度的减小而加快. 因此,本实验均以 400 目大麻秆芯粉为准进行测量.

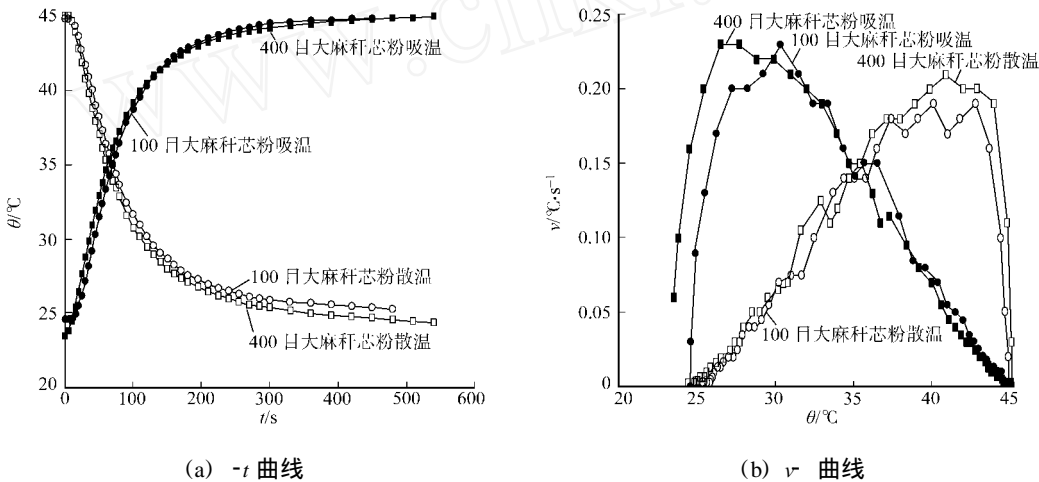


图 1 粒度对吸温和散温速率的影响

Fig. 1 Effect of particle size on the temperature velocity of absorption and dissipation

2.2 堆积密度对吸温和散温速率的影响

在同一环境温度,不同堆积密度(D)下,400 目大麻秆芯粉的温度随时间的变化曲线,如图 2(a)所示. 大麻秆芯粉的吸温和散温速率随本身温度变化的曲线,如图 2(b)所示.

从图 2(b)中可以看出,堆积密度(D)为 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的样品的吸温和散温速率,是其他 3 种不同密实程度的 400 目大麻秆芯粉的吸温和散温速率的 2~4 倍不等. 这是因为,当堆积密度大于 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 时,待测的大麻秆芯粉被压得很实,颗粒之间与颗粒内部的间隙也大大减少,温度的传递被限制在

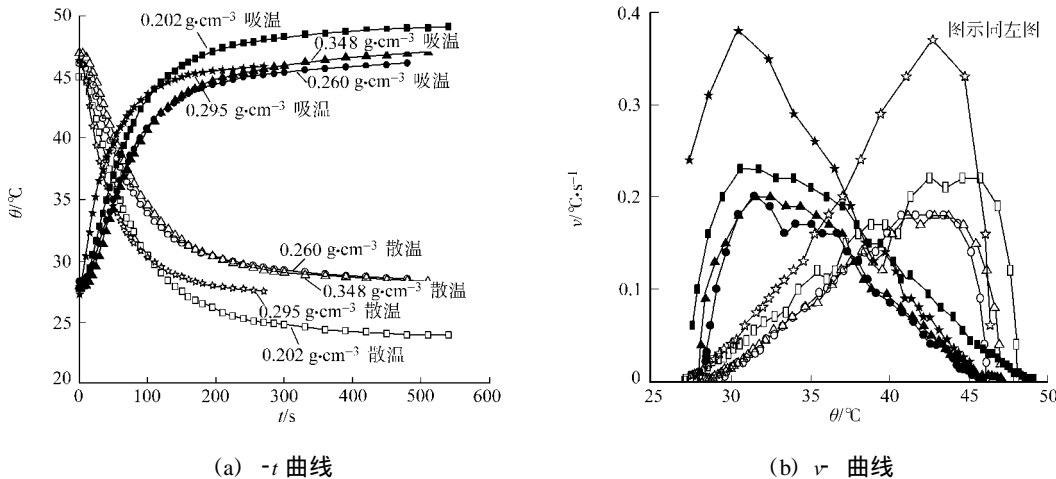


图 2 堆积密度对吸温和散温速率的影响

Fig. 2 Effect of packing density on the temperature velocity of absorption and dissipation

一个很小的区域内,严重阻碍了温度的传递,导致大麻秆芯粉的吸温和散温速率逐渐降低. 当堆积密度

小于 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^3$ 之前,随着堆积密度的减小,虽然颗粒之间与颗粒内部的间隙增多,但是空气的含量也越大. 由于空气的导热系数很低,导致大麻秆芯粉的吸温和散温速率随堆积密度增大而逐渐升高. 因此,堆积密度取 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^3$ 进行测量.

对图 2(a)的吸温、散温曲线进行拟合,如图 3(a),(b)所示. 图 3(a),(b)拟合曲线的拟合方程均为

$$y = \frac{1 - 2}{1 + (x/x_0)^p}.$$

其中,准确度 $R_2 = 0.999\ 85$; 1 为大麻秆芯粉吸温或散温时的初始温度, 2 为大麻秆芯粉吸温或散温时的最终温度; x_0 和 p 是拟合参数,均为常数. 从拟合结果可知,大麻秆芯粉的温度变化趋势与大麻秆芯粉吸温或散温时的最终温度 2 和温差 $(1 - 2)$ 有关.

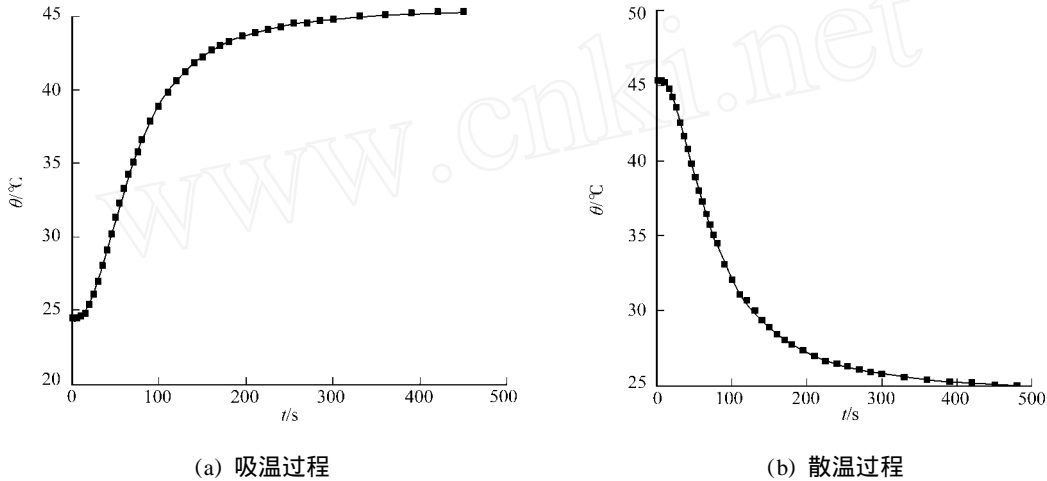


图 3 温度随时间变化曲线

Fig. 3 Curves of temperature-time during absorption and dissipation in temperature

2.3 环境温度与温差对吸温和散温速率的影响

在堆积密度为 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^3$,不同环境温度下,400 目大麻秆芯粉的温度随时间的变化曲线,如图 4(a)所示. 图 4(b)为大麻秆芯粉的吸温和散温速率随本身温度变化的曲线.

从图 4(a)可以看出,环境温度越高,吸温和散温曲线斜率越大. 从图 4(b)可知,环境温度越高,这一分界温差值越大. 在同一温差下,环境温度越高,其吸温和散温速率越大;而在同一环境温度下,温差越大,其吸温和散温速率也越大.

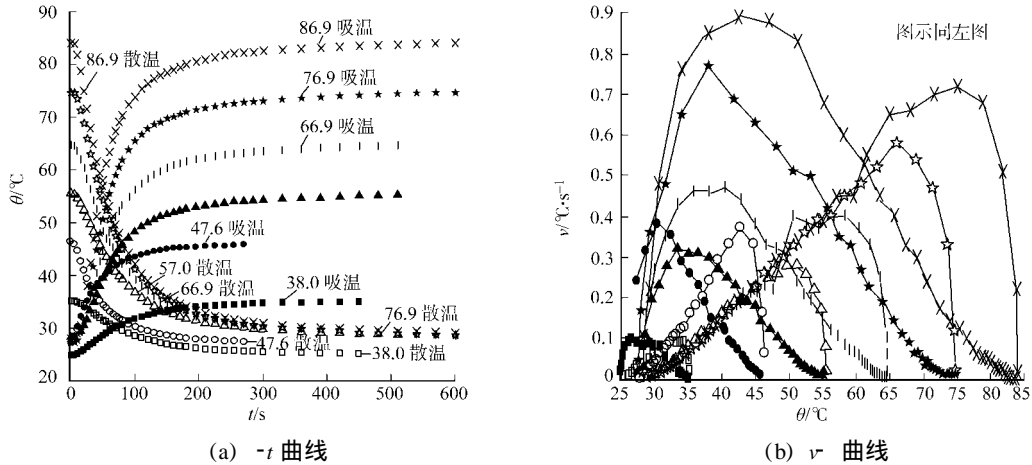


图 4 环境温度与温差对吸温和散温速率的影响

Fig. 4 Effect of the ambient temperature and temperature difference on the temperature velocity of absorption and dissipation

综上所述,大麻秆芯粉的吸温和散温速率随着环境温度和温差的升高而增大. 这是因为,同一密实程度下,当环境温度小于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,随着温度的升高,大麻秆芯粉的导热系数也随之增大,导热能力增强,因此其吸温和散温速率也增加.

2.4 秆芯粉与木粉的吸温和散温速率比较

在堆积密度为 $0.295\text{ g}\cdot\text{cm}^3$,同一环境温度下 ,400 目大麻秆芯粉和 400 目普通木粉的温度随着时间的变化曲线 ,如图 5(a) 所示. 图 5(b) 为待测物质的吸温和散温速率随本身温度变化的曲线.

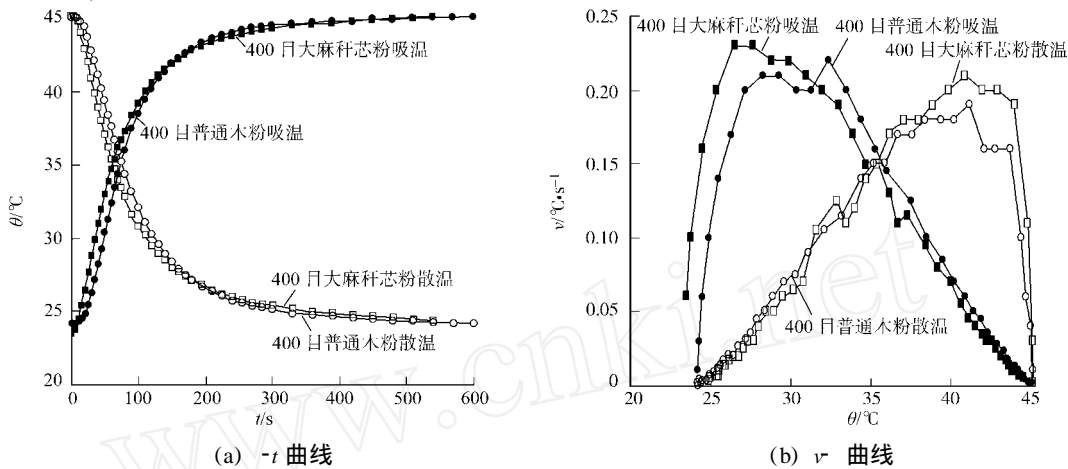


图 5 秆芯粉与木粉的吸温和散温速率变化曲线

Fig. 5 Temperature velocity curves of absorption and dissipation between the hemp core powder and wood powder

从图 5 可以看出 ,当待测物质本身温度小于 35°C 时 ,同等粒度下的大麻秆芯粉较普通木粉吸得快 ;而当待测物质本身温度大于 35°C 时 ,同等粒度下的大麻秆芯粉较普通木粉散得快 ,即其导热性能较普通木粉优异.

究其原因是 ,根据木粉的传热机理 ,其传热包括木粉颗粒中的致密部分和多孔部分的传热^[5] .木粉在致密部分的传热能力是一样的 ,而从多结构部分的传热受到孔隙中空气的影响 ,其传热速度不同.

图 6 为大麻秆芯纤维孔隙结构扫描电镜图. 从微孔结构来说 ,400 目的大麻秆芯粉颗粒内部与颗粒之间存在着很多的孔隙 ,孔隙大小与形状不一 ,但是孔隙的分布较广. 这就使得秆芯粉内的流体流动的区域不受限制 ,流动起来更加容易 ,从而使得其导热能力提高 ,吸温和散温速率大于 400 目普通木粉.

2.5 冬暖夏凉模拟试验

为了进一步模拟大麻秆芯粉在实际应用中的冬暖夏凉功效 ,进行如下两个实验.

(1) 实验 . 在环境温度为 37°C (吸温)和 19°C (散温)下 ,400 目大麻秆芯粉的吸温和散温速率随温差(环境温度和 400 目大麻秆芯粉的温度差)变化的曲线 ,如图 7(a) 所示. 从图 7(a) 中可知 ,在温差小于 12°C 之前 ,散温速率大于吸温速率 ,其散温速率是吸温速率的 $1.5\sim 4.0$ 倍不等.

可以设想 ,在夏天 ,当人体接触大麻秆芯纤维时 ,由于大麻秆芯纤维的温度低于人体 ,根据热传递的原理 ,温度可以从人体传递到大麻秆芯纤维 ,因此能让人产生一种凉爽的感觉.

(2) 实验 . 在环境温度为 2°C (散温)和 37°C (吸温)下 ,400 目大麻秆芯粉的散温和吸温速率随温差变化的曲线 ,如图 7(b) 所示. 从图 7(b) 中可知 ,在温差小于 16°C 之前 ,吸温速率大于散温速率 ,其吸温速率是散温速率的 $2\sim 5$ 倍不等.

可以设想 ,在冬天 ,当人体接触大麻秆芯纤维时 ,由于大麻秆芯纤维的温度低于人体 ,根据热传递的原理 ,温度可以从人体传递到大麻秆芯纤维. 就好像其能够在人体皮肤表面形成保暖层 ,使其在冬天时能让人产生一种暖和的感觉.

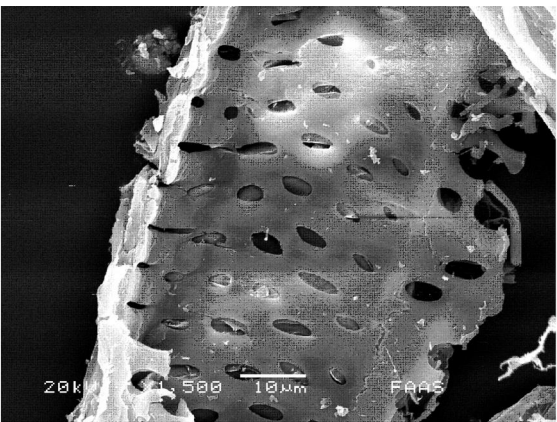


图 6 大麻秆芯纤维孔隙结构扫描电镜图

Fig. 6 SEM image of pore structure of hemp core fiber

之前 ,散温速率大于吸温速率 ,其散温速率是吸

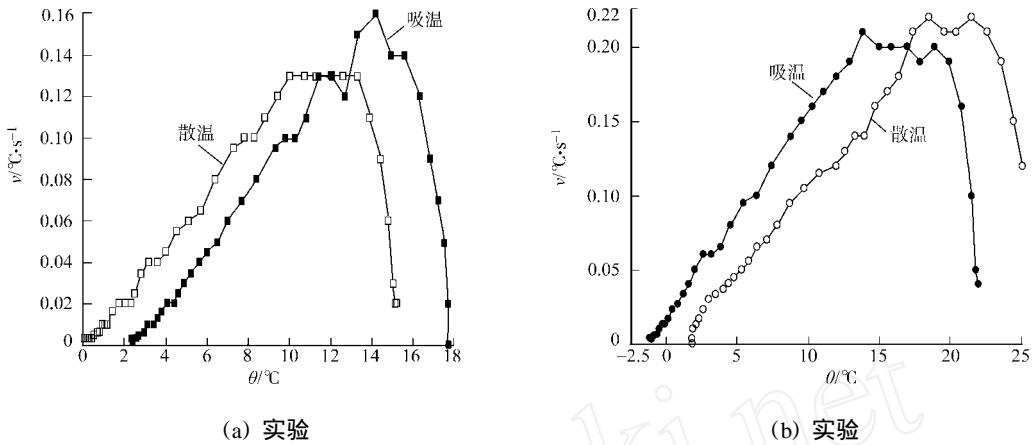


图 7 冬暖夏凉模拟试验
Fig. 7 Simulating experiments of warm in winter and cool in summer

3 结束语

大麻秆芯粉随着外界环境温度的变化,能够自动地调节本身地温度,从而产生冬暖夏凉之功效. 研究结果可以为开发工业大麻秆芯材料的应用提供参考.

参考文献:

[1] 张建春. 汉麻综合利用技术[M]. 北京: 长城出版社, 2006.
[2] 高山, 由瑞华, 曲丽君. 有广泛用途和应用前景的大麻纤维[J]. 上海纺织科技, 2005, 33(12): 4-6.
[3] 来红林. 大麻纤维性能初探[J]. 上海纺织科技, 2004, 32(3): 10.
[4] 连惠山, 朱小平, 陈国华. 工业大麻秆芯粉对亚甲基蓝染料的吸附性能[J]. 华侨大学学报: 自然科学版, 2009, 30(4): 406-411.
[5] 胡亚才, 范利武, 俞自涛, 等. 木材微结构对其传热特性影响的实验研究[J]. 工程热物理学报, 2005, 26(S1): 210-212.

Absorption and Dissipation Properties in Temperature
of Industrial Hemp Core Fiber

ZHU Xiao-ping, CHEN Guo-hua

(College of Material Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: The temperature velocity of absorption and dissipation of hemp core fiber powder, which can adjust automatically with varying ambient temperature were studied, and the effects of ambient temperature, temperature difference, packing density and particle size of hemp core powder on the temperature velocity of absorption and dissipation were investigated. The result showed that the temperature velocity of either absorption or dissipation accelerated with a decreasing particle size and increases of both ambient temperature and temperature difference. With a same particle size, hemp core powder absorbed or dissipated faster than wood powder when the sample's temperature was lower than 35°C and above 35°C . Based on the curves of 400 mesh hemp core powder's temperature velocity of absorption and dissipation virus temperature difference under various ambient temperatures, which are 37°C (absorption in temperature), 19°C (dissipation in temperature) and 2°C (dissipation in temperature) respectively, it was found that the hemp core is a smart material to make people feel warm in winter and cool in summer.

Keywords: hemp core fiber; property; absorption performance in temperate; dissipation performance in temperate; multi-pore structure

(责任编辑: 黄晓楠 英文审校: 陈国华)