

大麻秆芯的物理性质和化学组分

唐晓莉, 马灵飞

(浙江农林大学 工程学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 参考了国家木材物理性能和造纸原料化学组分分析标准, 对大麻 *Cannabis sativa* 秆芯的主要物理性能和化学组分进行分析。结果显示, 大麻秆芯壁和秆芯的气干密度分别为 $0.240 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 和 $0.193 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; 大麻秆芯壁的弦向气干干缩率为 5.68%, 大麻秆芯的弦向气干干缩率为 7.37%; 大麻秆芯壁和秆芯的吸水率都随时间递增, 12 d 后基本达吸水平衡; 大麻秆芯的综纤维素质量分数为 $799.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 酸不溶木质素质量分数为 $191.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 热水抽提物、冷水抽提物、苯醇抽提物、 $10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 氢氧化钠抽提物质量分数分别为 56.6, 42.6, 57.2, $308.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 灰分为 $14.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 水分为 $95.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。图 2 表 5 参 7

关键词: 林业工程; 大麻秆芯; 物理性能; 化学组分

中图分类号: S781 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2010)05-0794-05

Physical properties and chemical composition of a hemp core

TANG Xiao-li, MA Ling-fei

(School of Engineering, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: With reference to the national standard for physical and chemical properties of wood and the raw material for paper, the main physical and mechanical properties of a hemp core were analyzed. Results showed that the air-dry density of the hemp core wall was $0.240 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; whereas the hemp core was $0.193 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; the air-dried tangential shrinkage ratio for the hemp core wall was 5.68%, but for the hemp core it was 7.37%. Water absorption for the hemp core and the hemp core wall increased over time maintaining a balance for up to 12 d. Additionally, holocellulose of the hemp core was $799.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the acid insoluble lignin was $191.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the hot water extractive was $56.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the cold water extractive was $42.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, and the benzene and alcohol extractive was $57.2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Also, the $10.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ NaOH extractive was $308.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the ash content was $14.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, and the moisture content was $95.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. [Ch, 2 fig, 5 tab, 7 ref.]

Key words: forest engineering; hemp core; physical property; chemical composition

大麻 *Cannabis sativa* 属大麻科 *Cannabaceae*, 俗名汉麻、寒麻、线麻、花麻等, 英文名 hemp, 其品种有 150 个左右, 主要分布在亚洲和欧洲。中国主产区为黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、山东及安徽等省。2005 年, 世界大麻的栽培面积约为 5.2 万 hm^2 , 产量约为 6.7 万 t; 其中中国约为 1.0 万 hm^2 , 2.6 万 t^[1]。近些年来, 由于脱胶纺纱工艺的重大突破和低毒雌雄同株大麻新品种培育推广, 使人们开始重新认识和肯定大麻纤维及种子的工业用途。世界各国纷纷修订农业政策, 废除大麻种植禁令, 恢复大麻生产。中国大麻种植面积也在大幅度提高, 根据国家产业发展计划, 到 2020 年, 全国大麻种植面积将达到 67.0 万 hm^2 。近年来, 人们对森林剩余物资源以及农作物剩余物资源等生物材料

收稿日期: 2009-12-10; 修回日期: 2010-01-18

基金项目: 浙江省重大科技攻关项目(2003C12009)

作者简介: 唐晓莉, 从事大麻秆芯材性分析及应用研究。E-mail: ally_333@163.com。通信作者: 马灵飞, 教授, 博士, 从事木材科学和木质复合材料研究。E-mail: malingfei@zjfc.edu.cn

资源的综合高效利用分析研究越来越重视^[2-3]。大麻全秆由韧皮部、秆芯部、髓部等组成，其中大麻的韧皮部占全秆质量的 20% 左右，由于可直接用于纺织加工，附加值较高，而大麻秆芯占全秆质量的 70% ~ 80%^[4]，因此，研究大麻秆芯的物理性能和化学组分，对大麻的综合利用具有积极的意义。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验用大麻秆芯从山东肥城购得。将 180 cm 长度的大麻秆芯分成上部、中部、下部 3 个部位，从下至上 60 cm 处为下部，60 ~ 120 cm 为中部，120 ~ 180 cm 为上部。

由于大麻秆芯为空心材料，参考 GB/T 1928-2009 木材物理力学性质试验方法总则，从大麻秆芯上取样，尺寸为 5 mm(宽) × 20 mm(高) × t mm(秆芯壁厚)，上部、中部、下部各取 30 个，从 30 株不同大麻秆芯上共取下 90 个作为大麻秆芯壁试样。另外，保持大麻秆芯空心形状取样，长度为 10 mm，上部、中部、下部各取 30 个，从 30 株不同大麻秆芯上共取下 90 个作为大麻秆芯试样。以上试样分别用于尺寸、密度、干缩率和吸水率的测定。

大麻秆芯的化学组分测定包括综纤维素、酸不溶木素、(冷水、热水、10 g·kg⁻¹氢氧化钠、苯醇)抽出物、水分和灰分等指标。取不同的 10 株大麻秆芯，分为上、中、下 3 个部分，即各部分为 10 个样品，在植物粉碎机中粉碎混合，筛取 40 ~ 60 目的大麻秆芯粉(约 500 g)为试样，分袋存储备用。

1.2 试验方法

参考《GB/T 1933-2009 木材密度测定方法》《GB/T 1932-2009 木材干缩性测定方法》和《GB/T 1934.1-2009 木材吸水性测定方法》对大麻秆芯的上部、中部和下部进行密度、干缩率和吸水率的测定。

综纤维素依据《GB/T 2677.10-1995 造纸原料综纤维素含量测定》，酸不溶木素依据《GB/T 2677.8-1994 造纸原料酸不溶木素含量的测定》，冷水、热水抽出物依据《GB/T 2677.4-1993 造纸原料水抽出物含量的测定》，苯醇抽出物依据《GB/T 2677.6-1994 造纸原料有机溶剂抽出物含量的测定》，10 g·kg⁻¹氢氧化钠抽出物依据《GB/T 2677.5-1993 造纸原料 1%氢氧化钠抽出物含量的测定》，灰分依据《GB/T 2677.3-1993 造纸原料灰分的测定》，水分依据《GB/T 2677.2-1993 造纸原料水分的测定》进行测定。

2 结果与分析

2.1 尺寸

大麻秆芯端面形状可近似为方形中空。从表 1 可见，大麻秆芯的外宽为 8.33 mm，内宽为 4.26 mm，双壁厚为 4.07 mm。秆壁率^[5]用来表示毛竹竹壁相对厚度，这里秆壁率 = 双壁厚/外宽 × 100%，用来表示大麻秆芯壁相对厚度，大麻秆芯的秆壁率随高度增加而变小，平均秆壁率为 46.74%，具有较大的空腔。

表 1 大麻秆芯尺寸数据

Table 1 Dimension data of hemp core

部位	外宽/mm	内宽/mm	双壁厚/mm	秆壁率/%
上部	6.01	3.82	2.19	36.44
中部	8.56	4.89	3.67	42.87
下部	10.41	4.07	6.34	60.90
平均	8.33	4.26	4.07	46.74

2.2 密度

从表 2 可见，大麻秆芯壁的密度和秆芯整体的密度均为下部最小，中部次之，上部最大，即随高度增加密度增大。但前者上下差异较大，后者差异相对较小。大麻秆芯壁的气干密度为 0.240 g·cm⁻³，秆芯整体密度为 0.193 g·cm⁻³，大麻秆芯整体密度较大麻秆芯壁的密度小，因此能保持大麻秆芯的空心状态，是更理想的低密度人造板原料。参考木材物理性质五级分级法^[6]，大麻秆芯气干密度比木材的小级更小。

2.3 干缩率

干缩性是木材所含水分在纤维饱和点以下时，其尺寸或体积随含水率降低而缩小的性质，也是衡量木材优劣的重要指标之一。根据体积干缩率 5 级分级法^[6]，由表 3 和表 4 大麻秆芯体积气干干缩率为 7.29% ~ 13.25%，属于中小级，说明大麻秆芯的尺寸稳定性较好。大麻秆芯干缩的各向异性主要

表2 大麻秆芯和秆芯壁的密度

Table 2 Density of hemp core and core wall

部位	秆芯壁的密度/(g·cm ⁻³)			秆芯的密度/(g·cm ⁻³)		
	气干	基本	全干	气干	基本	全干
上部	0.290	0.238	0.276	0.204	0.195	0.203
中部	0.243	0.199	0.231	0.192	0.176	0.185
下部	0.187	0.156	0.184	0.183	0.165	0.171
平均	0.240	0.197	0.230	0.193	0.179	0.186

是由大麻秆芯的构造特点造成的,干缩率大小为纵向<径向<弦向,与木材干缩的各向异性特点相似,且大麻秆芯的干缩性变异性较大,特别是保持空心状态时的干缩性变异性更大。

表3 大麻秆芯壁的干缩率

Table 3 Shrinkage ratio of hemp core wall

部位	气干干缩率/%				全干干缩率/%			
	纵向	径向	弦向	体积	纵向	径向	弦向	体积
上部	0.217	2.984	5.361	8.382	0.590	5.006	9.333	14.381
中部	0.354	2.800	5.473	8.446	0.814	4.902	9.072	14.229
下部	0.519	3.180	6.211	9.668	1.010	5.214	9.701	15.280
平均	0.363	2.988	5.682	8.832	0.805	5.041	9.369	14.630

表4 大麻秆芯的干缩率

Table 4 Shrinkage ratio of hemp core

项目	气干干缩率/%				全干干缩率/%			
	纵向	径向	弦向	体积	纵向	径向	弦向	体积
上部	0.321	3.536	6.532	8.201	0.933	5.323	10.668	17.041
中部	0.452	4.618	7.625	9.856	0.962	6.153	11.254	16.325
下部	0.526	4.902	7.946	10.438	1.135	6.378	10.684	16.568
平均	0.433	4.352	7.368	9.498	1.010	5.951	10.869	16.645

2.4 吸水率

大麻秆芯的吸水率与防腐、防虫药剂的浸注,制浆造纸工业的蒸煮和油漆、胶合、着色等都具有密切的关系。大麻秆芯是多孔性材料,其微观构造和理化性能与木材很相似,因此大麻秆芯同样具有吸水率。

图1是不同部位大麻秆芯壁的吸水率,大麻秆芯壁吸水率在开始的6h可达243.82%,24h吸水率达317.94%,40d后可达563.46%,是秆子本身质量的5.6倍。

图2是不同部位大麻秆芯的吸水率,大麻秆芯吸水率在开始的6h可达220.79%,24h吸水率达299.91%,40d后可达530.79%,将近秆芯质量的5.3倍。

从图1和图2可以看出,大麻秆芯壁和秆芯的吸水率都为上部最大,中部次之,下部最小,即随高度增加吸水率增大。将全干的大麻秆芯放入水中,开始吸水速度很快,到12d后,吸水速率减慢,逐渐趋于平缓。

2.5 化学组分

大麻全秆由韧皮部、秆芯部和髓部3个部分组成,其中大麻的韧皮部占全秆质量的20%左右,由于可直接用于纺织加工,附加值较高,而大麻秆芯占全秆质量的70%~80%,它的纤维素少,木

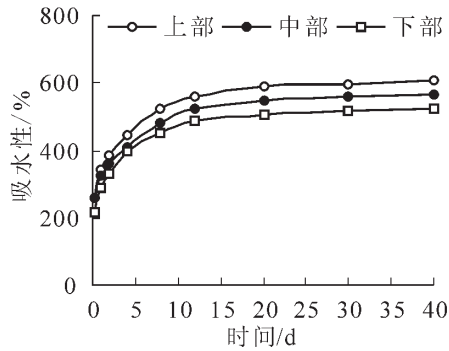


图 1 秆芯壁吸水率与时间的关系

Figure 1 Relationship between time and hemp core wall

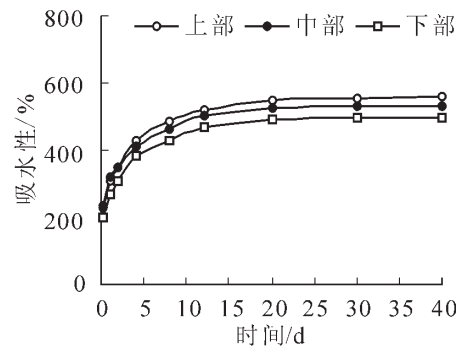


图 2 整秆芯吸水率与时间的关系

Figure 2 Relationship between time and hemp core

质素等杂质多，如何提高大麻秆芯的附加值是极有价值的研究。

纤维素质量分数的高低对制浆得率的多少起决定性的作用，它是衡量造纸性能的一个重要指标。一般认为植物纤维原料的纤维应在 $400.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上^[7]。国内外关于大麻秆芯化学性能的研究，主要是比较大麻韧皮纤维和木质芯部纤维之间化学组分的差异以及对制浆性能的影响。笔者着重研究大麻秆芯不同部位化学组分的变化，结果见表 5。从表 5 可见，大麻秆芯的不同部位化学组分变化规律不显著，各化学组分与其他文献研究结果相近。

表 5 大麻秆芯化学组分

Table 5 Chemical composition of hemp core different parts

项目	上部/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	中部/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	下部/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	平均/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
综纤维素	793.8	800.7	802.7	799.1
酸不溶木质素	191.3	192.4	191.0	191.6
热水抽提物	57.9	54.7	57.1	56.6
冷水抽提物	44.6	37.3	46.0	42.6
苯醇抽提物	60.0	57.7	53.9	57.2
$10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 氢氧化钠抽提物	303.5	313.2	307.7	308.1
灰分	15.3	13.6	15.5	14.8
水分	95.2	94.4	97.9	95.8

3 结论

大麻秆芯端面形状近似为方形中空，尺寸数据为：外宽 8.33 mm，内宽 4.26 mm，双壁厚 4.07 mm，秆壁率 46.74%，秆壁率随高度的增加而减小；大麻秆芯壁的密度较秆芯整体密度大，且均为下部最小，中部次之，上部最大，即随高度增加，密度增大。大麻秆芯干缩的各向异性主要是由大麻秆芯的构造特点造成的。大麻秆芯壁干缩率比大麻秆芯的大，干缩率大小为纵向<径向<弦向，与木材干缩的各向异性特点相似。大麻秆芯壁的吸水率到 12 d 后趋于稳定，40 d 后的平均值可达 563.46%，大麻秆芯整体的吸水率规律也与秆芯壁一致，40 d 后的平均值可接近 530.79%，吸水率较木材大。

大麻秆芯的综纤维素质量分数为 $799.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，木素质量分数为 $191.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，灰分为 $14.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；抽提物包括热水抽提、冷水抽提物、苯醇抽提物和 $10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 氢氧化钠抽提物质量分数分别为 56.6, 42.6, 57.2 和 $308.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

参考文献：

- [1] 黎宇, 谢国炎, 熊谷良, 等. 世界麻类原料生产与贸易概况(IV)[J]. 中国麻业科学, 2007, 29(2): 102 - 109.

- LI Yu, XIE Guoyan, XIONG Guliang, *et al.* Production and trading status of raw bast fibers worldwide [J]. *Plant Fiber Sci China*, 2007, **29** (2): 102 - 109.
- [2] 李晓平, 周定国, 周绪斌, 等. 蓖麻秆显微构造和纤维形态的研究[J]. 浙江林学院学报, 2009, **26** (2): 239 - 245.
LI Xiaoping, ZHOU Dingguo, ZHOU Xubin, *et al.* Microstructure and fiber size of the castor-oil plant [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2009, **26** (2): 239 - 245.
- [3] 刘力, 郭建忠, 卢凤珠. 几种农林植物秸秆与废弃物的化学成分及灰分特性[J]. 浙江林学院学报, 2006, **23** (4): 388 - 392.
LIU Li, GUO Jianzhong, LU Fengzhu. Chemical composition and ash characteristics of several straw stalks and residues [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, **23** (4): 388 - 392.
- [4] 张建春. 汉麻纤维的结构与性能[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [5] 郭起荣, 杨光耀, 杜天真, 等. 厚皮毛竹厚壁性状的表型遗传分析[J]. 江西农业大学学报, 2003, **25** (6): 811 - 814.
GUO Qirong, YANG Guangyao, DU Tianzhen, *et al.* Studies on phenotype hereditary genetics of thick culm wall of *Phyllostachys edulis* var. *pachyloen* [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2003, **25** (6): 811 - 814.
- [6] 尹恩慈. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [7] 马灵飞, 韩红, 马乃训. 部分散生竹材纤维形态及主要理化性能[J]. 浙江林学院学报, 1993, **10** (4): 361 - 367.
MA Lingfei, HAN Hong, MA Naixun. The main physical and chemical properties of some scattered bamboo fiber morphology [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1993, **10** (4): 361 - 367.

浙江农林大学获得国家林业碳汇计量与监测资格

经过严格考察和审核, 近日, 浙江农林大学获得了由国家林业局认定和颁发的林业碳汇计量与监测资格证书。这是全国首批(全国仅4家), 也是浙江省唯一一家获得国家林业碳汇计量与监测资格认定的单位。校长周国模教授获得了林业碳汇计量与监测技术负责人证书。

近年来, 周国模教授及其团队积极致力于林业碳汇方面的相关研究, 在林业碳汇研究方面走在了全国前列。2007年开始, 学校承接了中国绿色碳基金首批林业碳汇项目——中国临安毛竹林示范项目和温州专项碳汇造林项目, 相继开展了碳汇造林、碳汇计量与监测的研究与实践, 积累了丰富的技术经验, 获得了一些成果, 得到了国家林业局的高度认可。

中国作为负责任的大国, 积极应对全球气候变化, 将发展森林碳汇作为中国未来应对气候变化、发展低碳经济的重要战略选择。发展林业碳汇事业, 增强森林碳汇功能, 对于降低温室气体浓度, 减缓气候变化具有特殊作用,

证书的获得, 标志着学校有资格、有能力在全国范围内承担林业碳汇计量与监测服务工作。同时, 对学校开展林业碳汇科学研究及拓展科技服务领域等具有重要意义。

施拥军 周宇峰