

云南 3 种棕榈藤材材性分析及开发利用价值评价

曹积微,袁 哲\*,强明礼

(西南林业大学 材料工程学院,云南 昆明 650224)

**摘 要:**对云南省藤、版纳省藤、钩叶藤的物理力学性能、化学组成和藤材纤维形态进行测定和分析。结果表明,云南省藤基本密度和气干密度最大,干缩率小,顺纹抗压强度较大,抗弯强度和抗弯弹性模量远大于其他 2 种藤材;版纳省藤干缩率较大;钩叶藤抗弯强度和抗弯弹性模量均为最差且藤芯脆弱,但抗压强度与版纳省藤相当。钩叶藤综纤维素含量最高,版纳省藤最低;云南省藤木质素和聚戊糖含量最高,苯醇抽提物、冷水抽提物和 1% NaOH 抽提物含量均为最低。纤维长、宽度均以钩叶藤较大,且外部近藤皮纤维长度明显大于藤芯部纤维;径向纤维长宽比和纤维壁腔比变异以版纳省藤和云南省藤较小,以钩叶藤较大。在加工利用中,云南省藤材性最好,材质均匀,版纳省藤次之;钩叶藤属于劣质藤,藤茎内外材性差异较大,但纤维具有较高开发利用价值。

**关键词:**棕榈藤;物理力学性质;化学成分;纤维形态

**中图分类号:**S781.2      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2016)04-0265-04

Properties Analysis and Utility Value Evaluation for Three Rattan Species in Yunnan

CAO Ji-wei, YUAN Zhe\*, QIANG Ming-li

(College of Materials Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China)

**Abstract:** An experiment was conducted to study the physical-mechanical properties, chemical compositions and fiber morphological characteristics of three rattan species occurring in Yunnan, i. e., *Calamus yunnanensis*, *C. nambaruensis* var. *xishuangbannaensis* and *Plectocomia kerrana*. The results showed that the basic density, air-dried density, MOR, MOE and compressive strength of *C. yunnanensis* were the biggest and the shrinkage rate was the lowest. The shrinkage rate of *C. nambaruensis* was the biggest. MOR, MOE of *P. kerrana* were the lowest and the mechanical properties in core part were the worst. The highest holocellulose contents were found in *P. kerrana*. The ligin and pentosan contents of *C. yunnanensis* were the highest, but alcohol-benzene, hot water and cold water extractive contents were the lowset. The fiber length and width of *P. kerrana* were the biggest. The fiber length of the cortex part was significant bigger than that of the core. The ratio of length to width gradually increased from core to ranttan cortex as the decrease of width in radial horizontal direction. The variations of the ratio of length to width and double wall thickness to lumen were significant in *P. kerrana*. The utilization propertis of *C. yunnanensis* were the best, and those of *P. kerrana* were worse. According to different purposes, it should be utilized separately.

**Key words:** rattan; physical-mechanical property; chemical composition; fiber morphological charateristic

棕榈藤(rattan)属棕榈科(Palmae)省藤亚科(Calamoideae)植物,是亚洲热带地区珍贵的非木质资源<sup>[1]</sup>。近年来,在原藤资源短缺、质量下降、进口原藤价格昂贵的条件下,通过对棕榈藤材性和综合利用技术的研究以提高藤材开发利用效率十分必要。

收稿日期:2015-08-04    修回日期:2015-09-05  
基金项目:云南省应用基础研究计划项目(2012FB167)。  
作者简介:曹积微,男,在读硕士,研究方向:棕榈藤材弯曲工艺及机理研究。E-mail:Caojiwei. mail@qq. com  
\* 通信作者:袁 哲,女,博士,研究方向:家具设计、家具材料与工艺研究。E-mail:yuan-zhe@sohu. com

目前,相对于木、竹材,对棕榈藤材性的研究仍落后于加工需要。本研究通过对云南省藤等 3 种云南特有棕榈藤材的物理力学性能、化学组成和纤维形态进行分析,以此为基础评价 3 种藤材,为棕榈藤的综合加工和开发利用提供理论依据。

# 1 材料与方法

## 1.1 材料

试验用云南省藤(*Calamus yunnanensis*)、版纳省藤(*C. nambaruensis* var. *xishuangbannaensis*)和钩叶藤(*Plectocomia kerrana*)均为野生棕榈藤。从距地面 2 m 处砍倒,去除叶鞘,截断为每段长 2 m。所采藤材生长正常,无病虫害。藤材基本情况如表 1。

表 1 3 种藤材基本情况

Table 1 Basic information of three rattan species

藤种	平均直径/mm	平均节间距/mm	采集地点	采集数量
云南省藤	13	156	云南西双版纳州勐龙镇	10 根
版纳省藤	17	334	云南西双版纳州勐龙镇	6 根
钩叶藤	36	239	云南德宏州	6 根

## 1.2 试验方法

1.2.1 物理力学性质测试 目前,国内外关于藤材物理力学性质测试均缺乏相关标准,参考国内外棕榈藤材物理力学性能测试方法,按照 GB/T1943-2009 检测抗压强度,按照 GB/T 15780-1995 检测抗弯强度和抗弯弹性模量。其中,顺纹抗压强度试验

采用尺寸为 30 mm×*D*(直径)的整藤试样<sup>[2]</sup>,抗弯性能测试采用 160 mm×*D*(直径)的整藤试样和剥去藤皮后的矩形藤片试样进行测定<sup>[3-4]</sup>。力学性质测试通过日本岛津 AG-I 万能力学试验机进行。

1.2.2 化学组分测定 化学组分测定方法参照国家标准《造纸原料分析方法》<sup>[5]</sup>进行(GB/T2677. 1-93, GB/T2677. 3-93, GB/T2677. 4-93, GB/T2677. 5-93, GB/T2677. 6-94, GB/T2677. 8-94, GB/T2677. 9-94, GB/T2677. 10-95)。

1.2.3 纤维形态测定 取 3 种藤材各 5 株,每株取中部 5 个藤节(即以藤茎长度的 1/2 所对应的藤节为对称,向上、向下再各取 2 节,共 5 节)<sup>[6]</sup>,在各节中部取长 1~2 cm 的试样,并按横向内部(近藤芯)、中部和外部(近藤皮)取材,采用常规制片、离析并在 Nikon Eclipse 80i 显微镜下观察,并依次计测纤维宽度、腔径等指标;将切片后剩余试块劈成细棒,放置于 1 : 1 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : CH<sub>3</sub>COOH 混合液中,加热离析,自藤芯向外,依次测定纤维长度,各指标计测 50 个值做统计平均。

# 2 结果与分析

## 2.1 3 种棕榈藤材物理性质

基本密度由大到小依次为云南省藤、钩叶藤、版纳省藤;气干密度由大到小依次为云南省藤、版纳省藤、钩叶藤。饱水含水率以版纳省藤最高,云南省藤次之,钩叶藤最低。加工前应将藤材放至气干,使其内部含水率基本一致,以节约干燥资源。3 种藤材的物理性质如表 2。

表 2 3 种藤材物理性质

Table 2 Physical properties of three rattan species

藤种	含水率/%			干缩率/%						密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	
				气干干缩率			全干干缩率				
	饱水含水率	气干含水率	生材含水率	径向	弦向	纵向	径向	弦向	纵向		
云南省藤	154.78±38.93	10.87±1.07	115.75±21.84	3.80±1.06	4.00±1.21	1.54±0.22	4.91±0.96	5.58±1.65	1.93±0.36	0.42±0.08	0.54±0.05
版纳省藤	267.91±22.11	11.49±1.14	232.60±40.96	12.66±4.05	11.54±4.72	1.63±0.49	12.49±3.82	13.25±4.28	1.91±0.63	0.28±0.05	0.48±0.06
钩叶藤	145.16±37.17	11.27±0.52	121.83±23.84	7.03±1.32	6.51±1.95	1.08±0.18	7.74±2.42	8.09±1.80	1.26±0.11	0.31±0.04	0.45±0.05

3 种藤材径向干缩率均值为:气干 7.83%、全干 8.38%;弦向干缩率均值为:气干 7.35%、全干 8.97%;纵向干缩率均值为:气干 1.42%、全干 1.70%。版纳省藤干缩率最大:生材含水率 232.60%,远大于其他 2 种藤材,高生材含水率和在干燥过程中产生相对明显的干缩,使其基本密度较小为 0.28 g·cm<sup>-3</sup>。不同藤种间密度和干缩率差异极显著。

## 2.2 3 种棕榈藤材力学性质

表 3 中 3 种藤材的力学性质表明:云南省藤顺

纹抗压强度 24.64 MPa,整藤试样抗弯强度 75.46 MPa,抗弯弹性模量 2 305.36 MPa,矩形藤片试样弯强度 46.43 MPa,抗弯弹性模量 1 648.75 MPa,在 3 种藤材中均表现为最大;版纳省藤次之;钩叶藤抗弯强度和抗弯弹性模量均为最差,但抗压强度与版纳省藤相当。

3 种藤材去皮藤片试样抗弯强度和抗弯弹性模量均不同程度低于整藤试样,表明藤皮对藤材的抗弯特性有重要贡献。方差分析结果表明,抗压强度、抗弯强度和抗弯弹性模量因藤种的不同,差异极显著。

综合物理力学性能来看,以云南省藤性能较好:密度、顺纹抗压强度较大,抗弯强度和抗弯弹性模量远大于其他 3 种藤材;干缩率小,具有良好的尺寸稳定性。版纳省藤、钩叶藤顺纹抗压强度相当,但版纳省藤干缩性较大;钩叶藤抗弯弹性模量和抗弯强度最小,且藤芯十分脆弱。

2.3 3 种藤材化学成分分析

3 种藤材的化学成分测定结果见表 4。

表 3 3 种藤材力学性能

Table 3 Mechanical characteristics of three rattan species

藤种	顺纹抗压强度/MPa		抗弯强度/MPa				抗弯弹性模量/MPa			
			整藤		矩形藤片		整藤		矩形藤片	
	平均值	变异系数/%	平均值	变异系数/%	平均值	变异系数/%	平均值	变异系数/%	平均值	变异系数/%
云南省藤	24.64	8.10	75.46	25.18	46.43	16.45	2 305.36	26.46	1 648.75	15.10
版纳省藤	19.67	12.76	45.41	16.91	43.56	18.41	1 310.75	26.28	1 107.62	15.02
钩叶藤	19.78	8.32	27.97	13.24	15.64	23.83	481.66	21.01	442.51	20.96

注:含水率为 12%。

表 4 3 种藤材和参比原料化学组成

Table 4 Chemical components of three rattan species and reference materials

纤维原料种类	灰分/%	抽出物/%				综纤维素/%	木质素/%			聚戊糖/%
		苯醇	热水	冷水	1% NaOH		酸溶木质素	酸不溶木质素	总木质素	
云南省藤	1.98	7.51	11.98	6.84	22.47	73.00	4.15	22.86	27.01	22.62
版纳省藤	1.59	7.54	12.81	9.37	25.49	70.51	3.77	21.90	25.67	21.23
钩叶藤	1.80	8.13	11.86	9.01	27.73	77.67	3.55	17.84	21.39	22.00
云南甜竹	1.12	3.46	9.35	7.50	21.60	72.96	—	—	27.08	15.51
杨木	0.23	—	2.46	1.38	15.61	—	—	—	17.10	22.61
麦草	6.04	0.51	23.15	5.36	44.56	—	—	—	22.34	25.56

3 种藤材综纤维素含量平均为 73.73%,总木质素含量平均为 24.69%,聚戊糖含量平均为 21.95%。其中,以钩叶藤综纤维素含量最高,版纳省藤最低;以云南省藤总木质素和聚戊糖含量最高。云南省藤苯醇抽提物、冷水抽提物和 1% NaOH 抽提物含量均为最低,热水抽提物含量高于钩叶藤,但低于版纳省藤。

2.4 3 种藤材纤维形态分析

由表 5 中看出,平均纤维长度从大到小依次为钩叶藤 2 248.79 μm、云南省藤 1 499.90 μm、版纳省藤 1 263.25 μm;3 种藤材平均纤维宽度从大到小顺序同纤维长度大小顺序,依次为 22.97、18.93、18.49 μm,且钩叶藤纤维长度和宽度明显长于云南

省藤和版纳省藤。自藤芯(内部)向藤皮(外部),纤维长度总体呈增大趋势,纤维宽度逐渐减小。其中钩叶藤外部近藤皮纤维长度约高出内部藤芯纤维的 30%~35%。

图 1 表明,钩叶藤纤维壁厚最大,纤维壁厚自藤茎向藤皮径向变化并无明显规律。

表 6 结果表明,纤维长宽比以钩叶藤最大 97.89,云南省藤次之 79.24,版纳省藤最小 68.32;纤维壁腔比以版纳省藤最大 3.56,钩叶藤最小 2.12。3 种藤材纤维长宽比和壁腔比自茎内部向外总体呈增大趋势。自茎内部向茎外部纤维长宽比和纤维壁腔比变异以版纳省藤和云南省藤较小,钩叶藤较大。

表 5 3 种藤材的纤维长度和宽度

Table 5 Fiber length and width of three rattan species

藤种	纤维长度/μm				纤维宽度/μm			
	内部	中部	外部	平均	内部	中部	外部	平均
云南省藤	1 464.02±329.56	1 430.42±295.35	1 604.38±365.78	1 499.90±339.18	19.24±2.54	18.96±3.16	18.56±3.54	18.93±3.09
版纳省藤	1 252.00±350.18	1 241.29±340.82	1 293.74±299.68	1 263.25±335.19	19.05±3.35	18.23±3.66	18.18±4.24	18.49±3.77
钩叶藤	1 762.26±565.56	2 379.97±529.07	2 386.46±581.95	2 248.79±614.66	23.99±4.53	23.25±4.58	21.19±5.67	22.97±5.01

3 结论与讨论

云南省藤物理力学性能最优,宜用于制作藤家具和工艺品;版纳省藤力学性质次于云南省藤,尺寸

稳定性差,高生材含水率和干缩率不利于藤材的干燥和综合利用;钩叶藤属于劣质藤,藤茎内外材性差异较大,藤皮可剥离作为编制材料,藤芯力学强度低,可作为家具填充材料,或用于水泥纤维板、水泥

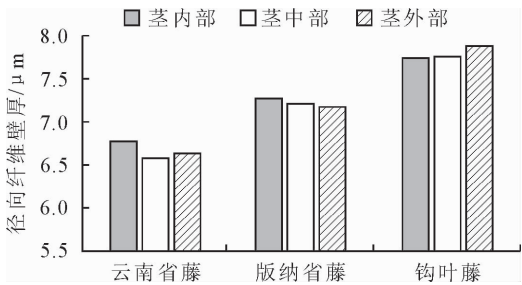


图 1 3 种藤材径向纤维壁厚变化

Fig. 1 The variation of wall thickness in radial horizontal for three rattan species

表 6 3 种藤材纤维长宽比和壁腔比

Table 6 The ratio of length to width and double wall thickness to lumen for rattan fiber

藤种	项目	茎内部	茎中部	茎外部	平均值
云南省藤	长宽比	76.08	75.44	86.43	79.24
	壁腔比	2.37	2.28	2.52	2.39
版纳省藤	长宽比	65.72	68.09	71.15	68.32
	壁腔比	3.23	3.78	3.74	3.56
钩叶藤	长宽比	73.47	102.36	112.61	97.89
	壁腔比	1.83	2.02	2.90	2.12

刨花板等板材。藤皮对藤材的抗弯特性有重要贡献,这与藤皮内在成分尤其是纤维素含量较大等构造差异密切相关<sup>[7]</sup>。同木材相比,藤材纵向干缩率大,原因之一是纤维壁微纤丝角度大(40°~60°),藤材的微纤丝角和纵向干缩率之间存在曲线关系<sup>[8]</sup>。

藤材在化学组成上与木、竹材相同。3 种藤材中,以钩叶藤综纤维素含量最高,版纳省藤最低;云南省藤总木质素和聚戊糖含量最高。棕榈藤材综纤维素、总木质素的含量与云南甜竹<sup>[9]</sup>的含量相近,聚戊糖含量与杨木<sup>[10]</sup>相近;热水、1% NaOH 抽提物明显低于麦草<sup>[10]</sup>,冷水、苯醇抽提物含量以及灰分则明显高于云南甜竹、杨木和麦草。藤材的热水抽出物均大于该藤种冷水抽出物含量。冷水抽出物和热水抽出物成分大体相同,热水抽出物比冷水抽出物多,会含有更多的糖类物质<sup>[7,11-12]</sup>。由此可见,棕榈藤材的漂白、染色、防变色、防霉变等改性处理,可以参考木材的相关知识和方法<sup>[13-15]</sup>。

从纤维形态上看,云南省藤和版纳省藤自茎内部向茎外部纤维长宽比和纤维壁腔比变异小,材质差异较小,材性较好;钩叶藤自茎内部向茎外部纤维长宽比和纤维壁腔比变异较大,但纤维长度大,长宽比高,壁腔比小,属细长且柔韧性好的纤维类型,其纤维具有高开发利用价值。3 种藤材纤维壁厚自藤茎向藤皮径向变化并无明显规律,这与汪佑宏等<sup>[16]</sup>研究结果一致。

在实际加工利用中,应根据藤材特性的不同,分

类、分等级综合加工利用,以提高利用效率和产品价值。

参考文献:

[1] 江泽慧,萧江华,许煌灿. 世界竹藤[M]. 沈阳:辽宁科技出版社,2002:509-612.

[2] 罗真付,张雪峰,陆步云,等. 棕榈藤力学性质及测试方法的研究[J]. 家具与室内装饰,2012(7):108-110.

[3] 吕文华,刘杏娥. 棕榈藤材的抗弯强度测试方法[J]. 木材加工机械,2012(1):1-5.

[4] 袁辉,温卫东,崔海涛. 三点弯曲试验弯剪耦合效应分析及测试结果修正方法[J]. 复合材料学报,2009,26(1):190-195.

YUAN H, WEN W D, CUI H T. Coupling effect and its correction on experimental results of three-point bend[J]. Acta Materiae Compositae Sinica, 2009, 26(1): 190-195. (in Chinese)

[5] 中国轻工业标准汇编. 造纸卷(上、下册)[M]. 北京:中国标准出版社,1999.

[6] 汪佑宏,徐斌,武恒,等. 棕榈藤材解剖特征的取样方法[J]. 东北林业大学学报,2014,42(10):90-94.

WANG Y H, XU B, WU H, et al. Sampling methods for anatomical characteristics of Rattan[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2014, 42(10): 90-94. (in Chinese)

[7] 吕文华,江泽慧,吴玉章. 黄藤藤材的化学组成特性[J]. 林业科学,2009,45(7):96-100.

LYV W H, JIANG Z H, WU Y Z. Basic components and chemical properties of the cane of *Daemonorops margaritae*[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2009, 45(7): 96-100. (in Chinese)

[8] ABASOLO W P, YOSHIDA M, YAMAMOTO H, et al. Microfibril angle determination of Rattan fibers and its influence on the properties of the cane [J]. Holzforschung, 2000, 54(4): 437-442.

[9] 史正军,辉朝茂,谷中明. 云南甜竹材性分析及开发利用价值初步评价[J]. 木材加工,2009(10):38-39.

[10] 杨淑蕙. 植物纤维化学[M]. 3 版. 北京:中国轻工业出版社,2005:6-69.

[11] 南京林业大学. 木材化学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.

[12] 葛明裕,戴澄月,彭海源,等. 木材加工化学[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1985.

[13] 孙芳利,段新芳,冯德君. 木材染色的研究概况及发展趋势[J]. 西北林学院学报,2003,18(3):96-98.

SUN F L, DUAN X F, FENG D J. General research and tendency of wood dyeing[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2003, 18(3): 96-98. (in Chinese)

[14] 王正国,段新芳,王朝晖,等. 竹藤材染色研究现状及展望[J]. 西北林学院学报,2009,24(2):124-127.

WANG Z G, DUAN X F, WANG C H, et al. Advances and expectation trend of bamboo and Rattan cane dyeing[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(2): 124-127. (in Chinese)

[15] 吕文华,江泽慧. 木、竹、藤材的变色防治[J]. 世界林业研究,2006,8(4):38-43.

[16] 汪佑宏,刘杏娥,江泽慧,等. 黄藤材纤维形态特征的变异和评价[J]. 林业科学研究,2010,23(3):443-447.