

刚竹属部分竹材纤维形态与主要理化性状*

张静文 王华忠 马乃训 张文燕

摘要 对刚竹属 34 种散生竹种竹材的纤维形态、组织比量、纤维素含量和基本密度测试结果表明:34 个竹种竹材的纤维长为 1.545~2.119 mm;纤维宽为 12.20~17.64 μm ;长宽比为 96.6~150.4;壁腔比为 2.46~5.62;纤维素含量为 41.26%~49.29%;纤维组织比量为 29.47%~56.55%;基本密度为 0.559~0.809 g/cm^3 ,各竹种之间竹材纤维形态和主要理化性状统计分析结果都存在极显著差异。

关键词 刚竹属、纤维形态、纤维素含量、组织比量、基本密度

纤维形态与纸张性能有密切的关系。据有关资料表明针叶材纤维粗而长;阔叶材纤维细而短;竹材纤维细长而柔软是良好的造纸原料^[1]。我国竹类资源丰富,竹子种类很多,并非一切竹材都是最理想、最适用的造纸原料^[2]。本文选用分布较广的刚竹属部分散生竹种竹材作为研究对象,对纤维形态和主要理化性状作定量分析。目的是想为选用造纸用材竹种提供科学依据。

1 试材种类与方法

1.1 试材采集

本试验所用的 34 种竹材均在浙江省安吉竹种园内,分两次采集。第一次 13 个竹种为 1991 年 12 月中旬采集,第二次 21 个竹种为 1992 年 11 月下旬采集。每一竹种选取 2~3 年生、个体中等、生长正常的竹子 3 株,并在地表以上 30 cm 处、秆高 1/3 和 2/3 处节间中央各截取一段竹材,分别称为基、中、梢段供分析用。有关试材的学名、高度、胸径见表 1。

1.2 试验方法

1.2.1 离析试样 每个竹种的 3 根竹秆按基、中、梢分开,各径向切取一小块劈成细杆状,相同部位混合于同一试管中,用硝酸-氯酸钾离析成纤维状,用测微尺在显微镜下测定纤维的长度、宽度和腔径。纤维长度放大 40 倍,每个部位观测 100 根;纤维宽度和腔径放大 400 倍,每个部位分别观测 50 根。

1.2.2 组织比量切片试样 每个竹种取一根竹秆中部材料截成长、宽约 1 cm 的竹块,使之软化后制成横切面永久切片。置于显微镜下放大 100 倍,用网格接目测微尺数点 2 000 个以上来计算各组织比率。

1.2.3 基本密度试样 每根竹秆按基、中、梢部位分别取两个试样。试样为 2.0 cm(高)×1.5 cm(宽)×竹壁厚(cm)。测前将试样吸水至不再膨胀为止,然后用排水法测其体积,最后置 100℃烘箱中烘至绝干称重。

1994-06-04 收稿。

张静文高级讲师,王华忠(南京林业学校 南京 210042);马乃训,张文燕(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)。

* 本研究为“八五”国家科技攻关“纸浆竹林集约栽培模式研究”内容之一。

表 1 34 种试材采集记录

编号	竹 种	学 名	第 1 株		第 2 株		第 3 株	
			胸径 (cm)	长度 (m)	胸径 (cm)	长度 (m)	胸径 (cm)	长度 (m)
1	尖头青	<i>Phyllostachys acuta</i> C. D. Chu et C. S. Chao	3.7	6.6	4.3	7.1	4.7	7.3
2	芽竹	<i>Ph. robustiramea</i> S. Y. Chen et C. Y. Yao	2.7	5.1	2.4	4.1	2.3	4.0
3	石绿竹	<i>Ph. arcana</i> McClure	2.1	4.6	2.2	4.0	1.7	4.5
4	乌芽竹	<i>Ph. atrovaginata</i> C. S. Chao et H. Y. Chou	3.6	5.3	2.5	3.9	2.5	4.0
5	黄槽竹	<i>Ph. aureosulcata</i> McClure	2.1	5.4	2.4	5.6	3.2	6.5
6	毛环水竹	<i>Ph. aurita</i> J. L. Lu	3.2	5.5	2.6	5.0	2.5	5.1
7	白皮淡竹	<i>Ph. mannii</i> Gamble	3.3	5.7	2.8	4.9	2.6	4.8
8	白哺鸡竹	<i>Ph. dulcis</i> McClure	4.3	5.7	3.5	5.1	3.7	6.3
9	甜笋竹	<i>Ph. elegans</i> McClure	2.6	4.8	2.1	4.8	2.8	4.5
10	筠竹	<i>Ph. glauca</i> f. <i>youzhu</i> J. L. Lu	2.7	6.7	2.4	4.8	2.2	4.6
11	甜竹	<i>Ph. flexuosa</i> A. et C. Riviere	3.4	4.5	2.9	4.5	2.0	4.2
12	淡竹	<i>Ph. glauca</i> McClure	2.5	5.4	3.3	5.6	2.6	5.2
13	早竹	<i>Ph. praecox</i> C. D. Chu et C. S. Chao	4.0	7.0	3.8	6.7	3.5	7.1
14	黄古竹	<i>Ph. angusta</i> McClure	1.3	4.0	2.2	4.1	1.7	4.4
15	角竹	<i>Ph. fimbriatigula</i> Wen	4.0	7.7	3.2	6.0	3.5	6.5
16	金镶玉竹	<i>Ph. aureosulcata</i> f. <i>spectabilis</i> C. D. Chu et C. S. Chao	2.2	5.4	2.3	5.1	2.7	6.5
17	白夹竹	<i>Ph. bissetii</i> McClure	1.6	3.9	1.7	4.8	2.0	5.1
18	花哺鸡竹	<i>Ph. glabrata</i> S. Y. Chen et C. Y. Yao	3.8	5.8	3.2	5.4	6.0	8.1
19	实心竹	<i>Ph. heteroclada</i> f. <i>solida</i> (S. L. Chen) Z. P. Wang et Z. H. Yu	<u>0.8</u>	2.23	<u>0.9</u>	2.56	<u>0.6</u>	2.30
20	红壳雷竹	<i>Ph. incarnata</i> Wen	2.6	5.6	3.7	7.2	3.5	5.3
21	红竹	<i>Ph. iridescens</i> C. Y. Yao et S. Y. Chen	5.0	8.8	4.3	8.0	2.6	5.5
22	假毛竹	<i>Ph. kwangsiensis</i> W. Y. Hsiung et al.	3.2	5.1	2.1	4.8	2.4	5.0
23	浙江淡竹	<i>Ph. meyeri</i> McClure	3.1	5.8	2.4	4.2	3.1	6.6
24	光箨篔竹	<i>Ph. nidularia</i> f. <i>smoothsheath</i> McClure	1.8	3.5	2.5	5.7	2.0	5.1
25	富阳乌哺鸡	<i>Ph. nigella</i> Wen	4.5	7.5	3.5	6.2	2.9	5.3
26	安吉金竹	<i>Ph. parvifolia</i> C. D. Chu et C. S. Chao	4.0	6.2	5.3	7.8	3.6	6.0
27	灰水竹	<i>Ph. platyglossa</i> Z. P. Wang et Z. H. Yu	2.5	6.0	2.5	6.1	2.4	6.0
28	高节竹	<i>Ph. prominens</i> W. Y. Xiong	5.0	7.9	3.0	5.2	4.3	6.9
29	萧山早竹	<i>Ph</i> sp.	3.1	7.4	3.2	6.8	4.1	7.5
30	河竹	<i>Ph. rivalis</i> H. R. Zhao et A. T. Liu	<u>1.0</u>	2.6	<u>0.8</u>	2.0	<u>0.5</u>	1.8
31	红边竹	<i>Ph. rubromarginata</i> McClure	<u>0.5</u>	2.1	<u>0.8</u>	2.9	<u>0.7</u>	2.0
32	天目早竹	<i>Ph. tianmuensis</i> Z. P. Wang et N. X. Ma	1.3	3.4	2.0	4.4	2.4	5.0
33	乌哺鸡竹	<i>Ph. vivax</i> McClure	5.3	8.7	4.5	6.0	4.7	7.3
34	硬头青	<i>Ph. rigida</i> X. Jiang et Q. Li	1.4	3.3	1.0	3.5	1.2	3.0

注:胸径数值下划横线者为测得的基径。

1.2.4 纤维素含量试样 将每个竹种 3 根竹杆,按基、中、梢各取一定量竹块,切碎混合后置粉碎机中粉碎,保留 40~60 目之间的竹粉,用硝酸乙醇法对每份竹粉进行测定。

2 试验结果与分析

为了准确地分析刚竹属 34 种散生竹材纤维形态与主要理化性状的差异,除按预定的几项指标分析外,还进行了单因素和双因素方差分析,结果见表 2~6。

2.1 纤维形态

2.1.1 纤维长度 是衡量纤维原料优劣的重要标志之一。竹材的纤维长度比针叶材短,但又比阔叶材明显要长,属较长纤维类型^[3]。本次实验的 34 种竹材的纤维长度在 1.545~2.119 mm 之间,平均长度为 1.763 mm(表 2)。纤维长度较短的是天目早竹(1.545 mm)、白夹竹(1.546 mm)、实心竹(本竹,1.575 mm);纤维长度较长的是黄槽竹(2.119 mm)、白皮淡竹(2.082 mm)、芽竹(2.012 mm)、淡竹(2.009 mm)。统计分析表明:刚竹属 34 种散生竹材的纤维长度不仅竹种间有极显著差异,同一竹种不同部位间也存在极显著差异。一般基部和中部的纤维较长,梢部的纤维短,不但梢部与基、中部有极显著差异,而且基部与中部也有显著差异(表 6)。

2.1.2 纤维宽度 34 种竹材中,纤维宽度在 12.20~17.64 μm 之间,平均宽度为 14.70 μm

表 2 34 个竹种竹材纤维长度、宽度和长宽比

竹 种	秆上部			秆中部			秆下部			全竹 平均			
	长度 (mm)	宽度 (μm)	长宽比	长度 (mm)	宽度 (μm)	长宽比	长度 (mm)	宽度 (μm)	长宽比	长度 (mm)	长度范围 (mm)	宽度 (μm)	长宽比
尖头青	1.616	15.44	104.7	1.716	15.44	111.1	2.112	17.33	121.9	1.815	0.62~3.78	16.07	112.9
芽竹	1.905	13.49	141.2	2.042	15.08	135.4	2.089	15.08	138.5	2.012	0.70~4.05	14.55	138.3
石绿竹	1.854	13.90	133.4	1.816	13.49	134.6	1.908	18.92	100.8	1.859	0.57~3.38	15.44	120.4
乌芽竹	1.726	13.38	129.0	1.740	13.49	129.0	1.696	12.56	135.0	1.721	0.27~3.78	13.14	131.0
黄槽竹	1.929	12.02	160.5	2.498	14.67	170.3	1.931	15.39	125.5	2.119	0.68~5.35	14.09	150.4
毛环水竹	1.656	14.62	113.3	1.770	14.92	118.6	1.908	14.05	135.8	1.778	0.62~3.62	14.53	122.4
白皮淡竹	1.784	13.78	129.5	2.185	14.72	148.4	2.276	14.62	155.7	2.082	0.87~5.14	14.37	144.9
白哺鸡竹	1.355	17.00	79.7	1.842	16.90	109.0	1.904	16.70	114.0	1.700	0.54~3.62	16.90	100.6
甜笋竹	1.470	16.21	90.7	1.903	17.28	110.1	1.988	19.23	103.4	1.787	0.84~3.32	17.57	101.7
筠竹	1.825	15.00	121.7	1.940	15.18	127.8	1.994	14.87	134.1	1.920	0.57~4.05	15.02	127.8
甜竹	1.853	17.08	108.5	1.748	13.80	126.7	1.898	14.46	131.3	1.833	0.62~3.52	15.13	121.2
淡竹	1.811	12.21	148.3	2.157	16.05	134.4	2.060	14.82	139.0	2.009	0.81~3.70	14.36	139.9
早竹	1.965	17.52	112.2	1.736	17.44	99.5	1.761	17.95	98.1	1.821	0.97~3.32	17.64	103.2
黄古竹	1.584	16.60	95.4	1.512	15.10	100.1	1.949	14.80	131.7	1.682	0.35~3.43	15.50	108.5
角竹	1.667	15.90	104.8	1.488	15.00	99.2	2.202	16.90	130.3	1.786	0.54~4.22	15.90	112.3
金镶玉竹	1.469	14.90	98.6	1.734	16.10	107.7	1.722	14.20	121.3	1.642	0.46~3.24	15.10	108.7
白夹竹	1.358	13.90	97.7	1.681	16.30	103.1	1.600	17.70	90.4	1.546	0.54~3.60	16.00	96.6
花哺鸡竹	1.427	13.70	104.2	1.641	16.20	101.3	1.929	15.70	122.9	1.666	0.46~3.78	15.20	109.6
实心竹	1.499	12.92	116.0	1.567	13.54	115.7	1.659	13.38	124.0	1.575	0.57~3.22	13.28	118.6
红壳雷竹	1.504	14.82	101.5	1.937	13.33	145.3	1.694	13.54	125.1	1.712	0.57~3.32	13.90	123.2
红竹	1.528	15.44	99.0	1.499	15.67	95.7	1.816	18.51	98.1	1.614	0.48~3.24	16.54	97.6
假毛竹	1.441	13.38	107.7	1.744	13.49	129.3	1.725	13.95	123.7	1.637	0.52~3.38	13.61	120.3
浙江淡竹	1.635	12.67	129.0	1.747	13.62	128.3	2.033	14.92	136.3	1.805	0.68~3.52	13.74	131.4
光箨篌竹	1.656	12.31	134.5	1.960	13.49	145.3	1.801	13.74	131.1	1.806	0.73~3.52	13.18	137.0
富阳乌哺鸡	1.611	14.00	115.1	1.733	14.87	116.5	1.917	14.21	134.9	1.754	0.65~4.05	14.36	122.1
安吉金竹	1.388	11.74	118.2	1.624	10.26	158.3	1.797	14.67	122.5	1.603	0.54~3.78	12.20	131.4
灰水竹	1.446	13.95	103.7	1.865	13.64	136.7	1.771	15.18	116.7	1.694	0.60~3.16	14.26	118.8
高节竹	1.500	13.03	115.1	1.681	16.10	104.4	1.897	15.54	122.1	1.693	0.54~3.24	14.91	113.5
萧山早竹	1.251	14.50	86.3	1.816	16.21	112.0	1.791	14.15	126.6	1.619	0.60~3.78	14.95	108.3
河竹	1.466	11.85	123.7	1.719	12.92	133.0	1.904	12.67	150.3	1.696	0.68~3.78	12.48	135.9
红边竹	1.685	13.59	124.0	1.689	14.00	120.6	1.666	13.90	119.9	1.680	0.68~3.24	13.83	121.5
天目早竹	1.346	12.77	105.4	1.540	13.23	116.4	1.749	13.06	133.9	1.545	0.65~2.97	13.02	118.7
乌哺鸡竹	1.633	14.97	109.1	1.905	16.05	118.7	1.770	14.60	121.2	1.769	0.65~4.46	15.21	116.3
硬头青	1.584	14.62	108.3	1.965	14.41	136.4	2.168	12.82	169.1	1.906	0.54~4.49	13.95	136.6

(表 2)。纤维宽度较小的是安吉金竹(12.20 μm)、河竹(12.48 μm)、天目早竹(13.02 μm);纤维宽度较大的是早竹(17.64 μm)、甜笋竹(17.57 μm)、白哺鸡竹(16.90 μm)。统计分析表明,不同竹种间纤维宽度有极显著差异,同一竹种不同部位间也有极显著差异,基部与梢部纤维宽度有极显著差异,但基部与中部、中部与梢部的差异不显著(表 6)。

2.1.3 纤维长宽比 一般认为纤维细长造出的纸张好。竹材纤维纤细,可以从长宽比数值显示出来。从资料表明,阔叶材的长宽比最小,针叶材其次,而竹材的最大^[1]。从测试的 34 种竹材的长宽比来看在 96.6~150.4 之间,平均为 120.7(表 2)。纤维长宽比较小的是白夹竹(96.6)、红竹(97.6);纤维长宽比较大的是黄槽竹(150.4)、白皮淡竹(144.9)。统计分析表明,34 种

表 3 34 个竹种竹材纤维壁厚、腔径及壁腔比

竹 种	秆上部			秆中部			秆下部			平 均		
	壁厚 (μm)	腔径 (μm)	壁腔比	壁厚 (μm)	腔径 (μm)	壁腔比	壁厚 (μm)	腔径 (μm)	壁腔比	壁厚 (μm)	腔径 (μm)	壁腔比
尖头青	6.24	2.97	4.20	6.03	3.38	3.57	6.82	3.69	3.70	6.36	3.35	3.80
芽竹	5.42	2.66	4.08	6.25	2.58	4.84	6.59	1.90	6.94	6.09	2.38	5.12
石绿竹	5.36	3.18	3.37	5.43	2.64	4.11	7.98	2.97	5.37	6.26	2.93	4.27
乌芽竹	5.23	2.92	3.58	5.67	2.15	5.27	4.85	2.87	3.38	5.25	2.65	3.96
黄槽竹	4.94	2.15	4.60	6.54	1.59	8.23	6.38	2.64	4.83	5.89	2.13	5.62
毛环水竹	5.89	2.84	4.15	5.82	3.28	3.55	5.71	2.64	4.33	5.81	2.92	3.98
白皮淡竹	5.26	3.26	3.23	5.25	4.23	2.48	5.65	3.33	3.99	5.39	3.61	2.99
白哺鸡竹	6.63	3.74	3.55	6.67	3.56	3.75	5.86	4.98	2.35	6.41	4.09	3.13
甜笋竹	5.99	4.23	2.83	6.85	3.59	3.82	7.59	4.05	3.75	6.81	3.96	3.44
筠竹	5.84	3.33	3.51	6.07	3.05	3.98	5.83	3.21	3.63	5.91	3.20	3.69
甜竹	6.77	3.55	3.81	5.31	3.18	3.34	5.81	2.85	4.08	5.97	3.19	3.74
淡竹	4.45	3.32	2.68	5.96	4.13	2.89	6.18	2.47	5.00	5.53	3.31	3.34
早竹	6.98	3.57	3.91	7.15	3.15	4.54	6.89	4.18	3.30	7.01	3.63	3.86
黄吉竹	6.16	4.29	2.87	5.62	3.86	2.91	5.48	3.84	2.85	5.75	4.00	2.88
角竹	6.22	3.46	3.60	5.13	4.74	2.16	5.68	5.54	2.05	5.65	4.60	2.46
金镶玉竹	5.61	3.69	3.04	6.26	3.59	3.49	5.44	3.30	3.30	5.78	3.54	3.27
白夹竹	5.53	2.85	3.88	6.37	3.56	3.58	6.42	4.87	2.64	6.12	3.76	3.26
花哺鸡竹	5.28	3.15	3.35	6.18	3.85	3.21	5.93	3.85	3.08	5.79	3.62	3.20
实心竹	4.90	3.13	3.13	4.81	3.92	2.45	5.05	3.28	3.08	4.92	3.44	2.86
红壳雷竹	5.27	4.28	2.46	4.68	3.97	2.36	5.07	3.41	2.97	5.01	3.89	2.58
红竹	6.06	3.33	3.64	6.07	3.54	3.43	7.35	3.82	3.85	6.49	3.56	3.65
假毛竹	5.23	2.92	3.58	5.20	3.10	3.35	5.31	3.33	3.19	5.25	3.12	3.37
浙江淡竹	5.21	2.26	4.61	5.58	2.46	4.54	6.19	2.54	4.87	5.66	2.42	4.68
江蓠篔竹	5.00	2.32	4.31	5.47	2.56	4.27	5.49	2.77	3.96	5.31	2.57	4.13
富阳乌哺鸡	5.48	3.05	3.59	5.85	3.18	3.68	5.70	2.82	4.04	5.68	3.00	3.79
安吉金竹	4.52	2.71	3.34	4.04	2.18	3.71	5.82	3.03	3.84	4.78	2.64	3.62
灰水竹	5.46	3.03	3.60	5.31	3.03	3.50	5.89	3.41	3.45	5.55	3.16	3.51
高节竹	5.07	2.90	3.50	6.23	3.64	3.42	6.17	3.21	3.84	5.83	3.25	3.59
萧山早竹	5.51	3.49	3.16	6.33	3.56	3.56	5.76	2.64	4.36	5.90	3.15	3.75
河竹	4.70	2.46	3.86	4.80	3.33	2.88	5.17	2.33	4.44	4.89	2.71	3.61
红边竹	5.34	2.92	3.66	5.40	3.21	3.36	5.59	2.72	4.11	4.44	2.95	3.69
天目早竹	5.00	2.77	3.61	5.05	3.13	3.23	5.22	2.62	3.98	5.09	2.84	3.58
乌哺鸡竹	6.09	2.80	4.35	6.67	2.72	4.90	5.89	2.82	4.18	6.21	2.80	4.44
硬头青	5.93	2.77	4.28	5.60	3.21	3.49	5.01	2.90	3.58	5.52	2.92	3.78

竹材纤维长宽比,不同竹种间和不同部位间都有极显著差异,部位间长宽比的差异是基部的最大,中部的次之,梢部的最小。基部与梢部有极显著的差异,中部与梢部也有显著差异,而基部与中部则无明显差异(表6)。

2.1.4 纤维壁厚、腔径与壁腔比 一般认为纤维的壁厚与纸浆的性能无关;而纤维的壁厚与腔径比(壁腔比)对纸浆的质量影响较大。壁腔比小的竹种细胞壁薄而胞腔直径大,这种纤维比较柔韧,成纸强度较高,纸张质量较好^[4]。从表3可见,纤维壁厚以安吉金竹最小(4.78 μm),早竹最大(7.01 μm),平均5.75 μm ;腔径以黄槽竹最小(2.13 μm),角竹最大(4.60 μm),平均3.21 μm ;壁腔比以角竹最小(2.46),黄槽竹最大(5.62),平均为3.67。统计分析表明,34种竹材纤维的壁腔比有极显著差异,而不同部位间的差异不显著(表6)。

表4 34个竹种竹材纤维长度的频率分布

(单位:%)

竹 种	0~1.0 mm	1.0~1.5 mm	1.5~2.0 mm	2.0~2.5 mm	2.5 mm 以上
尖头青	7.0	24.3	33.0	25.0	10.7
芽竹	2.6	17.7	31.0	26.7	22.0
石绿竹	1.3	26.7	36.7	24.6	10.7
乌芽竹	3.0	28.0	44.3	19.7	5.0
黄槽竹	1.0	14.3	32.0	27.3	25.4
毛环水竹	6.3	30.0	32.8	20.3	10.6
白皮淡竹	1.7	18.6	27.7	27.0	25.0
白哺鸡竹	13.4	28.0	29.0	19.5	10.1
甜笋竹	2.3	24.7	36.3	29.7	7.0
筠竹	3.3	18.7	35.7	29.3	13.0
甜竹	4.0	30.6	29.7	22.0	13.7
淡竹	1.7	18.7	31.1	27.1	21.4
早竹	1.0	30.1	36.8	23.3	8.8
黄古竹	8.7	35.7	30.0	15.3	10.3
角竹	12.7	23.7	28.3	20.0	15.3
金镶玉竹	11.3	36.7	27.7	17.0	7.3
白夹竹	11.4	42.3	27.3	13.7	5.3
花哺鸡竹	8.7	44.0	20.3	15.7	11.3
实心竹	11.2	39.2	32.1	11.5	6.0
红壳雷竹	9.7	33.0	30.6	14.7	12.0
红竹	12.7	30.7	36.3	15.6	4.7
假毛竹	11.7	34.7	29.3	15.6	8.7
浙江淡竹	4.7	27.7	36.0	20.3	11.3
光箨篔竹	3.0	29.7	35.3	20.0	12.0
富阳乌哺鸡	4.3	31.0	37.3	20.0	7.4
安吉金竹	6.9	38.8	27.3	20.7	6.3
灰水竹	8.3	34.7	29.3	16.7	11.0
高节竹	7.0	32.0	37.7	14.7	8.6
萧山早竹	10.7	37.0	28.7	17.3	6.3
河竹	13.7	27.7	28.6	18.7	11.3
红边竹	6.3	33.7	37.0	17.0	6.0
天目早竹	12.3	42.3	28.7	12.0	4.7
乌哺鸡竹	5.3	29.3	30.0	22.7	12.7
硬头青	3.3	27.3	30.0	24.4	15.0

2.1.5 纤维长度的频率分布 从表 4 可见,纤维长度小于 1.0 mm 频率都较小,大于 2.5 mm 频率较大的有黄槽竹、白皮淡竹、芽竹、淡竹几种,而大部分竹种的纤维长度频率集中分布在 1.0~2.5 mm 之间,它是确定原料配比的依据之一。

2.1.6 组织比量 纤维组织比量是评价竹材利用率高低的指标之一。由表 5 可见,34 种竹材的输导组织比量为 3.40~9.24%,平均为 6.25%;基本组织比量为 38.25%~66.60%,平均为 50.29%;纤维组织比量 29.47%~56.55%,平均为 43.46%。统计分析表明,34 种竹材不同竹种之间纤维组织比量有极显著差异(表 6)。

表 5 34 种竹材组织比量、纤维素含量和基本密度

竹 种	组织比量(%)			纤维素含量 (%)	基本密度 (g/cm ³)
	输导组织	基本组织	纤维组织		
尖头青	7.46	50.35	42.19	43.46	0.658
芽竹	8.20	55.80	36.00	41.47	0.744
石绿竹	5.05	64.90	30.05	44.65	0.623
乌芽竹	8.55	55.30	36.15	41.66	0.740
黄槽竹	7.65	55.25	37.10	46.03	0.745
毛环水竹	6.50	49.15	14.35	42.93	0.809
白皮淡竹	6.95	52.20	40.85	46.17	0.644
白哺鸡竹	7.65	60.75	31.60	45.28	0.618
甜笋竹	6.60	51.55	41.85	45.83	0.721
筠竹	7.35	54.95	37.70	49.29	0.634
甜竹	6.65	51.70	41.65	46.58	0.615
淡竹	5.85	52.10	42.05	44.35	0.677
早竹	6.00	55.45	38.55	44.65	0.603
黄古竹	9.24	44.43	46.33	47.03	0.683
角竹	7.95	50.82	41.23	46.26	0.652
金镶玉竹	7.76	47.04	45.20	41.26	0.722
白夹竹	5.40	45.35	49.25	44.06	0.733
花哺鸡竹	3.80	50.15	46.05	46.24	0.678
实心竹	3.93	66.60	29.47	43.61	0.559
红壳雷竹	4.55	50.60	44.85	44.96	0.672
红竹	6.40	42.15	51.45	45.29	0.707
假毛竹	7.15	46.50	46.35	44.82	0.697
浙江淡竹	7.15	40.80	52.05	45.49	0.712
光箨篔竹	6.05	49.50	44.45	43.39	0.599
富阳乌哺鸡	5.10	50.15	44.75	46.32	0.647
安吉金竹	5.05	42.30	52.65	44.71	0.715
灰水竹	5.73	44.55	49.72	48.41	0.670
高节竹	5.25	48.45	46.30	46.97	0.645
萧山早竹	5.20	38.25	56.55	46.15	0.700
河竹	5.35	52.80	41.85	42.02	0.638
红边竹	6.00	45.25	48.75	43.71	0.629
天目早竹	7.35	50.25	42.40	44.46	0.577
乌哺鸡竹	3.40	44.30	52.30	43.37	0.688
硬头青	4.35	50.10	45.55	46.46	0.628

2.2 理化性状

2.2.1 纤维素含量 纤维素含量是衡量竹材利用率高的重要指标之一。一般优良纸浆竹种的纤维素含量要高于45%。从测试结果看(表5),所测34个竹种竹材的纤维素含量都在40%以上,且34个竹种中有16个竹种纤维素含量高于45%,占47%以上。含量最高的是筠竹,为49.29%,含量最低的是金镶玉竹,为41.26%,平均值为44.92%。分析表明,各竹种间纤维素含量存在着极显著的差异(表6)。

2.2.2 基本密度 34种竹材的基本密度测试结果如表5所示,最小的实心竹为0.559 g/cm³;最大的毛环水竹为0.809 g/cm³,尤以0.6~0.7 g/cm³居多,平均密度为0.670 g/cm³。统计分析表明,34种竹材不同竹种间和不同部位间的基本密度均存在极显著差异。从部位看,梢部和基部的密度较大,中部的最小,梢部和基部与中部有极显著差异,而梢部与基部的差异不显著(表6)。这与其它研究结果有所不同。^[5]

表6 34个竹种竹材纤维形态和理化性状的F检验结果及统计显著性

项 目	纤维长度	纤维宽度	纤维长宽比	纤维壁腔比	纤维组织比量	纤维素含量	基本密度
竹种间	2.873**	4.059**	3.762**	2.866**	725.42	15.743**	11.97**
部位间	32.75**	5.501**	8.811**	0.872			19.24**

注:①竹种间纤维素含量 $F_{0.05(33,34)}=1.78, F_{0.01(33,34)}=2.27$, 其余项均为 $F_{0.05(33,66)}=1.61, F_{0.01(33,66)}=2.13$ 。
部位间均为 $F_{0.05(2,66)}=3.13, F_{0.01(2,66)}=4.90$ 。②**表示差异极显著(1%水平), *表示差异显著(5%水平)。

3 结论

(1)34种竹材的纤维长度为1.545~2.119 mm,除3种竹材纤维长度较短外,其余31种竹材纤维长度均超过1.600 mm,属较长纤维范畴。纤维宽度为12.20~17.64 μm,长宽比为96.6~150.4,属细长纤维型。壁腔比均大于1(2.46~5.62),这是竹子纤维的不足之处^[4]。由于竹材纤维较长,长宽比较大,仍属优良纤维原料。

(2)从34种竹材不同部位纤维来看,中基部纤维较长、长宽比也较大,而梢部的纤维较短、长宽比也最小。因此在利用时,可以分部位进行合理取材,以发挥较好的经济效用。

(3)34种竹材的纤维组织比量为29.47%~56.55%;输导组织比量为3.40%~9.24%;基本组织比量为38.25%~66.60%,在进行优良纸浆竹种选择时,应选择纤维组织比量较高的竹种,以提高纸浆的得率。

(4)34种竹材的基本密度为0.559~0.809 g/cm³,平均为0.670 g/cm³。

(5)34种竹材的纤维素含量41.26%~49.29%,平均为44.92%,都适合作为造纸原料。

参 考 文 献

- 1 朱惠芳,腰希申.国产33种竹材制浆应用上纤维形态结构的研究.林业科学,1964,9(4):311~325.
- 2 马乃训,裘福庚.论我国竹业的发展.竹子研究汇刊,1991,10(1):72~79.
- 3 陈国符,鄢义明.植物纤维化学.北京:轻工业出版社,1980.46~51.
- 4 陈富枢.丛生竹纤维形态分析与造纸用竹选择.广东林业科技,1986,(2):1~9.
- 5 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.浙江林学院学报,1993,10(4):361~367.

Fibre Morphology and Main Physical and Chemical Properties of Some Bamboo Wood of *Phyllostachys*

Zhang Jingwen Wang Huazhong Ma Naixun Zhang Wenyan

Abstract Fibre forms, tissue rough measurements, fibre contents and basic densities of thirty-four sorts of scattered bamboo wood of *Phyllostachys* were tested and analysed. The results showed that fibre lengths are from 1.545 to 2.119 mm, fibre widths from 12.20 to 17.64 μm , the ratios of which from 96.6 to 150.4, ratios of the walls and cavities from 2.46 to 5.62, fibre contents from 41.26% to 49.29%, tissue rough measurements from 29.47% to 56.55%, basic densities from 0.559 to 0.809 g/cm^3 . The results from statistics and analysis of fibre forms and main physical and chemical properties of the above-mentioned bamboo wood show a remarkable distinction between different sorts of bamboo.

Key words *Phyllostachys*, fibre morphology, fibre contents, tissue rough measurements, basic density

Zhang Jingwen, Senior Lecturer, Wang Huazhong (Nanjing Forestry School Nanjing 210042); Ma Naixun, Zhang Wenyan (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF).