GUANGXI ZHUYAO SHUZHONG MUCAI JICHU CAIXING

广西主要树种木材基础材性

徐 峰　罗建举等　著

广西科学技术出版社

广西主要树种木材基础材性

徐　峰　罗建举等　著

广西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

广西主要树种木材基础材性/徐峰,罗建举著.
—南宁:广西科学技术出版社,2013.7
ISBN 978-7-80763-180-4

Ⅰ.①广… Ⅱ.①徐… ②罗… Ⅲ.①树种—木材性质—研究—广西 Ⅳ.①S781

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第155014号

广西主要树种木材基础材性

徐 峰 罗建举 著

出版发行 广西科学技术出版社
(社址/南宁市东葛路66号 邮政编码/530022)
网 址 http://www.gxkjs.com
经 销 广西新华书店
印 刷 广西大华印刷有限公司
(厂址/南宁市高新区科园路62号 邮政编码/530007)
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 12.75
字 数 320千字
版 次 2013年7月第1版
印 次 2013年7月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-80763-180-4
定 价 48.00元

本书如有倒装缺页,请与出版社调换

《广西主要树种木材基础材性》

课题组成员

主　　持　徐　峰　罗建举

参加人员　赖　炼　牟继平　符韵林

陆志科　唐继新　陈桂丹

刁海林　李英健　卢翠香

覃引鸾　张　贝　王小芳

前言

广西是全国林业大省，自治区人民政府非常重视人工林产业的发展。尤其近年来，自治区人民政府结合广西区位优势与特色，提出了“林—浆—纸（板）一体化”林业产业发展战略，从而使广西人工林产业得到更大规模的发展，人工林面积跃居全国之首。目前，广西每年植树造林达 20 万公顷，生产商品木材1 000多万立方米，约占全国商品材产量的八分之一。人造板产量近1 000万立方米，在全国各省、直辖市中排名前三位，使广西林产工业成为千亿元产业，对广西的经济建设起着重要作用。

随着速生人工林木材产量连年大幅增长，广西林业主管部门充分意识到速生材材性改良与合理利用是我区当前林业发展过程中急需解决的科技问题，因此将“主要速生树种木材材性改良与深加工利用研究”列入 2009 年度重大林业科技招标项目。

根据“十一五”广西林业科技项目《主要速生人工林树种材性改良与深加工利用研究》合同书，项目内容之一是广西主要速生人工林树种桉树、松树、红锥和米老排四种木材的基础材性，其目的是弄清这四个树种的木材纤维特性、理化性能、力学性质等材性问题，为木材高效利用提供科学依据。

基础材性研究的目标：（1）收集已有的关于广西人工林用材树种基础材性资料。（2）补充研究广西人工林用材树种木材基础材性。（3）建立广西人工林用材树种基础材性数据库，包括纤维特性、物理性质、力学性质和化学性质的数据资料。

本专著就是“主要速生人工林树种材性改良与深加工利用研究”基础材性子课题的成果总结。主要内容包括：（1）速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材纤维特性及其变异。（2）速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材化学性质。（3）速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材物理力学性质及其变异。

同时，还对广西历年的材性研究成果《广西主要树种木材性质与用途》进行整理。该成果是原广西农学院林学分院和原广西林业科学研究所于 1971～1988 年合作承担的林业科技项目，于 1989 年通过省级鉴定，并先后获得广西壮族自治区科技成果三等奖和林业部科技成果三等奖。当时的试验方法是按 GB 1927～1943—80《木材物理力学试验方法》进行的。该标准规定：木材气干密度、干缩系数、顺纹抗压强度、抗弯强度、抗弯弹性模量、顺纹抗剪强度、横纹抗压强度、顺纹抗拉强度、硬度等物理力学性质指标按含水率 15%换算而成。而 1990 年后，GB 1927～1943—80《木材物理力学试验方法》曾分别于

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

1991 年和 2009 年进行了两次修订，木材物理力学性质指标已改为按含水率 12% 进行换算。为了使历年试验的木材物理力学性质数据能继续利用，我们按照 GB/T 1927～1943—2009《木材物理力学试验方法》，将 1990 年以前试验的木材物理力学性质指标换算成含水率 12% 时的物理力学性质指标。整理后相关内容列为本专著第 4 章“广西主要树种木材物理力学性质”、第 5 章“广西主要树种木材气干密度和干缩系数”及第 6 章“广西主要树种木材纤维（管胞）特性”。同时，计量单位全部换算成最新的法定计量单位。

在本专著出版之际，我们缅怀广西老一辈木材学专家谢福惠教授、欧文高级工程师、梁文实验师，他们为广西木材材性研究付出了艰辛的一生，作出了卓越的贡献。

参加本子课题的研究人员主要有徐峰、罗建举、赖炼、陆志科、牟继平、符韵林、唐继新、刁海林、李英健、陈桂丹、卢翠香、覃引鸾、张贝、王小芳。

本专著由徐峰教授、罗建举教授共同主持编写。徐峰教授从事广西木材解剖与材性研究 40 余年，是《广西主要树种木材性质与用途》副主编、自治区高校教学名师、享受国务院政府特殊津贴的专家。罗建举教授是“十一五”广西林业科技项目《主要速生人工林树种材性改良与深加工利用研究》课题主持人、自治区高校教学名师、全国模范教师。本专著第 2 章由陆志科副教授执笔，第 7 章由赖炼副教授执笔，其余各章由徐峰教授执笔完成。

目录

第 1 章　广西主要速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材纤维（管胞）特性及其变异 /1
1.1　试验材料与试验方法 /1
1.2　红锥木材纤维特性试验结果与分析 /5
1.3　尾巨桉木材纤维特性试验结果与分析 /14
1.4　米老排木材纤维特性试验结果与分析 /26
1.5　马尾松木材管胞特性试验结果与分析 /34
第 2 章　广西主要速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材化学性质 /43
2.1　试验材料与方法 /43
2.2　主要化学成分测定结果与分析 /47
第 3 章　广西主要速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材物理力学性质及其变异 /50
3.1　试验材料与方法 /50
3.2　红锥木材物理力学性质及其变异 /64
3.3　尾巨桉木材物理力学性质及其变异 /69
3.4　米老排木材物理力学性质及其变异 /78
3.5　马尾松木材物理力学性质及其变异 /84
第 4 章　广西主要树种木材物理力学性质 /90
第 5 章　广西主要树种木材气干密度和干缩系数 /132
第 6 章　广西主要树种木材纤维（管胞）特性 /159
第 7 章　广西主要树种木材基础材性数据库简介 /169
7.1　基础材性数据库概述 /169
7.2　基础材性数据库各功能模块说明 /169
7.3　基础材性数据库系统操作说明书 /172
中文名索引 /177
拉丁文名索引 /187

第 1 章

广西主要速生人工林树种红锥、尾巨桉、米老排和马尾松木材纤维（管胞）特性及其变异

1.1　试验材料与试验方法

1.1.1　试材采集

试材采集按 GB/T1927—2009《木材物理力学试材采集方法》第 3 章“采集地的设计”、第 4 章“样木采伐、试材截取和记载”、第 5 章“试材编号和运输的规定”进行。

1.1.1.1　试材采集地的设计和样木选择

(1) 采集地条件

a. 尾巨桉试材采集地条件

尾巨桉试材在贵港市平天山林场采集。平天山林场位于贵港市区以北20 km，距南梧二级公路8 km。平天山主峰海拔为1 157 m，为贵港境内最高峰，属中山高丘地貌。山顶面积大，分布有200 hm^2的高山大草坪，为广西最大的高山大草坪，故得名平天山。平天山属南亚热带湿润气候，年平均气温 16～22℃，极端最低温－5℃。

b. 红锥、米老排和马尾松试材采集地条件

红锥、米老排和马尾松试材选择在广西凭祥市中国林科院热带林业实验中心伏波实验场采集。试材采集地位于北纬 21°57′47″～22°19′27″，东经 106°39′50″～106°59′30″，海拔 520 m，属低山丘陵地貌。土壤为花岗岩发育的山地红壤，土层深厚、疏松，质地为轻壤土或重壤土，土层较厚，pH 值为 5.0。坡向北坡，坡度为25°～30°；属南亚热带湿润气候，年平均气温 20.5℃左右，≥10℃积温6 500～7 000℃，月平均气温≥22.0℃的有 6 个月，最热月平均气温 27.5℃，最冷月平均气温 12.0℃，极端最低温－0.5℃左右（1961 年以来的记录）；年平均降水量1 400 mL左右，年平均蒸发量1 260 mL左右，降水大于蒸发；全年的日照时数1 200～1 300 h。

(2) 样木选择

在试材采集林区中，先根据林分组成、林龄、地位级、郁闭度、树高、胸径、生长势

等生长情况进行目测调查，确定采集林分，然后根据应采集的试材数量，选择林分平均优势木作为试验样木。试验样木应尽可能在同一立地条件的林分内采集，并且要求生长良好、无病害、树形好、树干通直。所采样木的总数不少于 5 株。

尾巨桉试验样木为速生人工林，树龄分别为 5 年生、6 年生、7 年生。每个树龄的尾巨桉各采集 25 株，总共采集 75 株。

在中国林科院热带林业试验中心采集的试材为试验林分，红锥采集 8 株，米老排采集 5 株，马尾松采集 6 株。

1.1.1.2 样木采伐、木段截取和记载

样木采伐前，先在树干的北侧标明北向并记号（N），用油锯尽量贴近地面的树干基部将样木伐倒。为防止锯口开裂，在下锯时先从树干倒向的一侧开锯至三分之二深度，抽出锯子，再从另一侧下锯至整树伐倒。

样木伐倒后，用锯或斧头进行打枝，清理树干，及时用白色粉笔或蓝色记号笔标上树干的北向，用皮尺测量全树的高度及枝下高度，做好记录，并在伐倒树干上用记号笔标出 0.0 m（树根锯口处）、1.3 m（胸径处）、3.3 m、5.3 m……即在树根锯口处和胸径处分别做标记，胸径以上每隔2 m做 1 次标记，至梢径足10 cm的树高处（图 1－1）。

在上述每一木段的记号处，用锯从大头一端开始分别锯截厚度约5 cm的圆盘各 2 个（其中一个圆盘用于生材密度和基本密度测定，另一个圆盘用于树皮率和木纤维特性测定），并分别在圆盘的下端面用记号笔标记。标记内容包括圆盘编号、北向、该圆盘的截取高度。为防止水分散失，将锯截的圆盘立即装入塑料袋中密封，再将每株样木的圆盘分别装进麻包袋中，带回实验室进行试验。同时，将3.3～5.3 m、7.3～9.3 m、11.3～13.3 m……的木段编号，锯切成厚约7 cm的中心板，运回实验室用于木材物理力学性质测定。

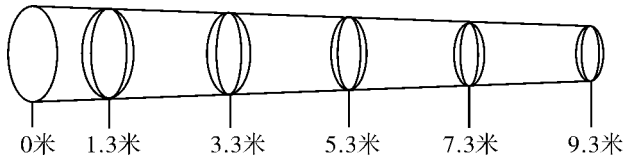

图 1－1 木段及圆盘锯截示意图

1.1.2 试验方法

1.1.2.1 树皮率测定

（1）体积树皮百分率测定

先量圆盘的带皮半径 R（皮），后量圆盘的去皮半径 R（木），最后测量圆盘的高度 H（树皮），根据下式计算树皮体积百分率：

$$V_{体}\% = \frac{\pi R_{皮}^2 H - \pi R_{木}^2 H}{\pi R_{皮}^2 H} \times 100\%$$

（2）重量树皮百分率测定

先称量圆盘的带皮质量$G_{皮}$，后将树皮从圆盘上剥下，再称圆盘的去皮质量$G_{木}$，根据下式计算重量树皮百分率：

$$V_{重}\%=\frac{G_{皮}-G_{木}}{G_{皮}}\times 100\%$$

1.1.2.2　木材（含树皮）纤维（管胞）尺寸测定

（1）木材纤维（管胞）尺寸测定的取样方法

将每个圆盘没有标记编号的一面刨平抛光，在南北向上过髓心画一条线，用铅笔在该线的旁边标记每个圆盘的年轮数。从最外面的年轮数起，依次向髓心标记其年轮数。最外面的年轮是该样木的最大年轮数（最大树龄），靠髓心的一个年轮为最小的树龄（1 年生）。然后在圆盘过髓心的南北向上取下宽为2 cm的木条，再过髓心劈成南北两半，如图 1－2 所示。用北向的一半作木材纤维（管胞）尺寸测定，南向部分留下备用。将每个年轮劈下来，标号。每隔一个年轮（如年轮 27、年轮 25、年轮 23……）作为一个试样径向劈成火柴杆大小，取 3～4 根放入试管中，贴好标签，待离析用。

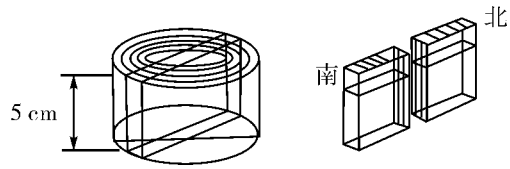

图 1－2　圆盘试样切取示意图

树皮纤维尺寸测定的取样是在各圆盘的北向截取一部分树皮，并切成火柴杆大小，取 3～4 根放入试管中，贴好标签，待离析用。

（2）木材（含树皮）纤维（管胞）离析方法

离析采用冰醋酸和 30％双氧水（1∶1）的混合液在加热的条件下进行。首先，将冰醋酸和 30％双氧水以 1∶1 的比例混合，量取15 mL混合液倒入装有试样的试管中，把试管移入沸水浴锅里加热，至试管中的树皮试样膨胀变白并有少量纤维析出。然后，倾去药液，用水冲洗几次，加水煮沸，换上冷水再煮沸，如此操作 5～6 次。最后，将试样纤维打散保存在试管中待测。

试样离析后，用镊子从试管中取一小撮试样放进培养皿中，然后滴入 1％的番红染色液，浸没试样，染色24 h。

把染色后的试样放进另一个培养皿中，用水冲洗，除去多余的染色液。在染色好的试样中用镊子取少量的试样放到载玻片上，滴上一滴甘油，用镊子将试样摊开，使其分布均匀，盖上盖玻片后待测定。

（3）木材（含树皮）纤维（管胞）尺寸测定方法

木材纤维（管胞）离析后，用数码显微图像电脑分析系统（XSJ－HS，XTJ－30）对

木材纤维（管胞）尺寸进行测定。测定项目包括木纤维（管胞）长度、宽度、腔径、双壁厚。木纤维（管胞）长度在10倍物镜下测定，宽度、腔径、双壁厚在40倍物镜下测定。每个试样测60次或60次以上。测定时应注意：要防止重复，要测定完整的纤维，测定纤维宽度时要测定中部正常的有代表性的部位，宽度和腔径应在同一处测定。

1.1.2.3 木材组织比量的测定

利用木材纤维测定用留下的试样，将其放入水浴锅中软化至适合切片为止。然后采用徒手切片法切出具有完整年轮的横切面切片。用番红染色，用甘油封成临时玻片。玻片放于普通显微镜中（带网格目镜），记录放大镜倍数（目镜和物镜），用0.5网形目镜尺进行测定。测定时从左上角的早材或晚材部分开始，按照上—下、左—右原则移动玻片。选定测量视野后，分别计数落在网形目镜尺的交叉点上的薄壁组织的个数和木射线组织的个数。每个试样总共测定30次。测定时，计数落在交叉点上的导管个数、薄壁组织细胞个数和木射线细胞个数，将121减去导管、薄壁组织细胞、木射线细胞个数之和即得到木纤维（管胞）点数，然后换算成百分比，即分别得到导管、薄壁组织、木射线、木纤维（管胞）的比量。

1.1.2.4 木材微纤丝角的测定

利用木材纤维测定用留下的试样，将其放入水浴锅中软化至适合切片为止。然后采用徒手切片法分别切出各年轮早材、晚材的弦切面切片，放入装有水的培养皿中，贴上标签。从上述切片中挑选一些较薄的切片，将其放在盛有10%硝酸和10%铬酸混合液（1∶1）的培养皿中约15 min进行脱木素处理。将脱木素后的切片先用蒸馏水漂洗2～3次，再放入50%的乙醇溶液中脱水约1 min。将脱水后的切片放在载玻片的中央，滴5%碘化钾溶液1～2滴进行碘结晶染色，染色时间约10 min，然后用滤纸吸去剩余的碘化钾溶液。加1～2滴10%硝酸溶液固定，切片颜色变棕褐色，然后盖上盖玻片，用滤纸吸去多余的硝酸溶液，待测定。用数码显微图像电脑分析系统（XSJ－HS，XTJ－30）对木纤维（管胞）胞壁S_2层的微纤丝角进行测定，测定时避免测定纹孔附近的微纤丝角，同时在一根木纤维（管胞）内的测量次数一般不要超过3次。每个试样总共测定30次或30次以上。

1.1.2.5 统计与分析方法

将试验测得的原始数据全部输入计算机，用Excel软件进行统计处理和分析。计算出木纤维（管胞）的长度、宽度、双壁厚、腔径、长宽比、壁腔比、组织比量、微纤丝角的数据。统计计算各测定项目的平均值、标准差、标准误差、变异系数、准确指数等指标，并进行方差分析。最后绘制相应的曲线图，以便进行各测定项目变异规律分析。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

1.2　红锥木材纤维特性试验结果与分析

1.2.1　红锥树皮率、纤维尺寸、组织比量及微纤丝角测定结果

表 1－1　红锥树皮率、纤维尺寸、组织比量及微纤丝角测定结果

测定项目			平均值	标准差	标准误差	变异系数	准确指数	试样数
体积树皮率（%）			11.6	3.100	0.338	26.7	5.7	84
重量树皮率（%）			11.1	2.838	0.308	25.6	5.4	85
树皮纤维	长度（μm）		1 101	223.483	7.753	20.296	1.38	831
	宽度（μm）		24.49	4.816	0.173	19.665	1.38	776
	双壁厚（μm）		21.00	5.616	0.202	26.750	1.88	776
	腔径（μm）		2.57	2.335	0.084	90.825	6.39	776
	长宽比		45.00					776
	壁腔比		10.60	4.312	0.155	40.76	2.87	776
木材纤维	长度（μm）	径向	1 216	194.135	3.509	15.965	0.566	3 060
		纵向	1 140	210.239	2.138	18.436	0.367	9 668
	宽度（μm）	径向	22.11	4.295	0.082	19.421	0.730	2 722
		纵向	21.60	3.949	0.043	18.283	0.395	8 245
	双壁厚（μm）	径向	7.96	2.078	0.040	26.106	0.981	2 722
		纵向	7.61	2.002	0.022	26.312	0.568	8 245
	腔径（μm）	径向	14.15	4.077	0.078	28.807	1.082	2 722
		纵向	13.99	3.594	0.040	25.685	0.554	8 245
	长宽比	径向	55.00					2 722
		纵向	52.80					8 245
	壁腔比	径向	0.63	0.302	0.006	48.322	1.816	2 722
		纵向	0.59	0.260	0.003	44.226	0.955	8 245
组织比量（%）	导管	径向	12.21	7.521	0.221	61.580	3.539	1 163
		纵向	10.33	6.098	0.103	59.051	1.963	3 478
	木射线	径向	12.99	4.602	0.135	35.433	2.036	1 163
		纵向	13.48	6.614	0.105	45.739	1.520	3 478
	薄壁组织	径向	23.09	6.009	0.176	26.020	1.495	1 163
		纵向	22.48	5.777	0.098	25.695	0.854	3 478
	木纤维	径向	52.08	10.371	0.304	19.912	1.144	1 163
		纵向	53.70	9.524	0.161	17.736	0.589	3 478
微纤丝角（°）		径向	13.60	3.200	0.330	23.600	5.000	1 274
		纵向	13.10	3.400	0.200	26.200	3.100	1 275

1.2.2 红锥木材解剖分子测定结果分析

1.2.2.1 红锥树皮率的变异

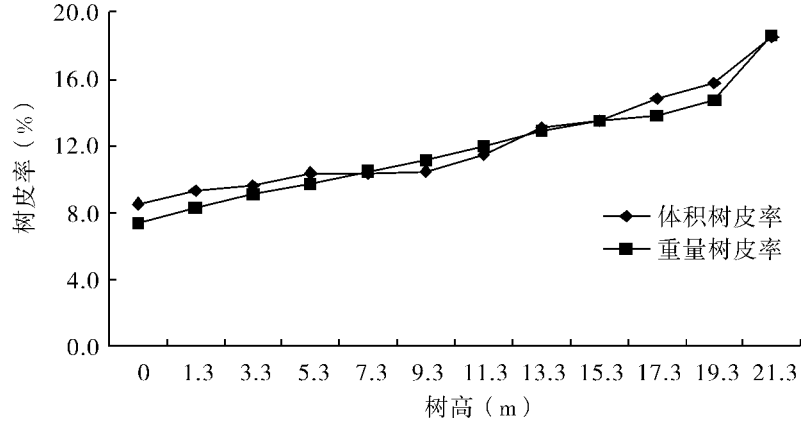

图 1-3 红锥树皮率的变异

1.2.2.2 红锥树皮纤维尺寸变异

(1) 树皮纤维长度纵向变异

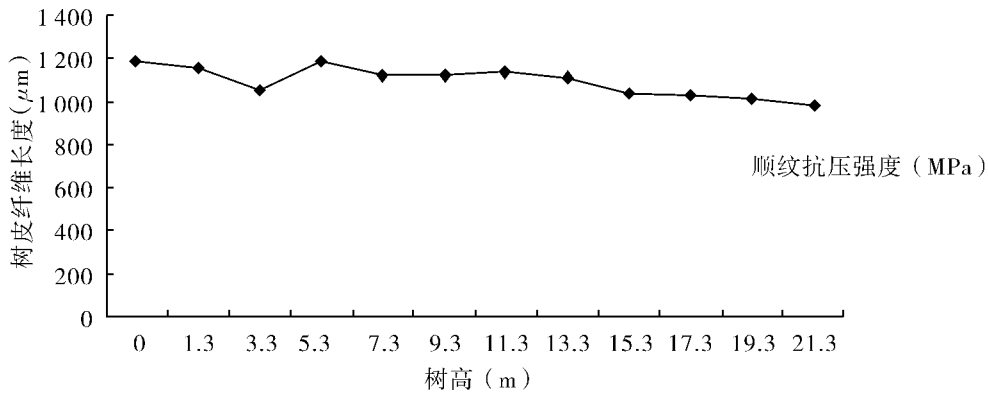

图 1-4 红锥树皮纤维长度纵向变异

(2) 树皮纤维宽度纵向变异

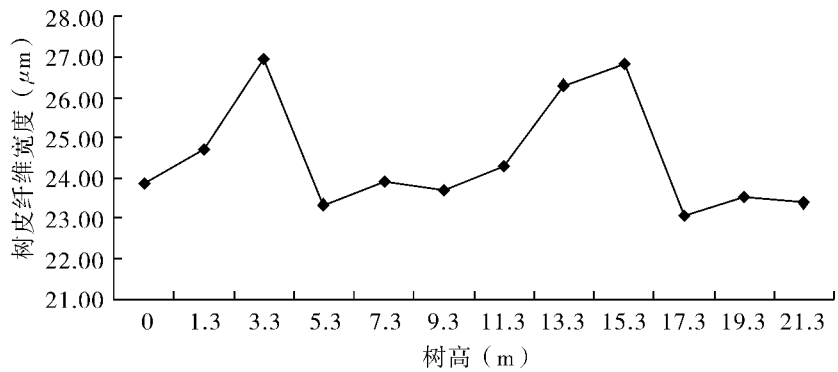

图 1-5 红锥树皮纤维宽度纵向变异

（3）树皮纤维腔径纵向变异

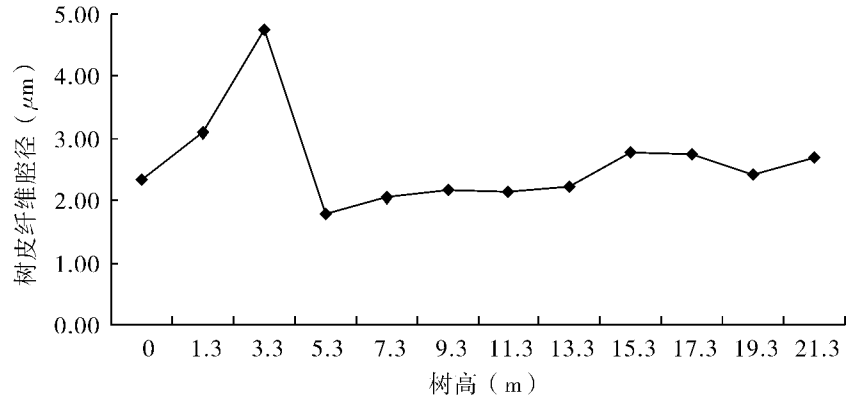

图 1－6　红锥树皮纤维腔径纵向变异

（4）树皮纤维双壁厚纵向变异

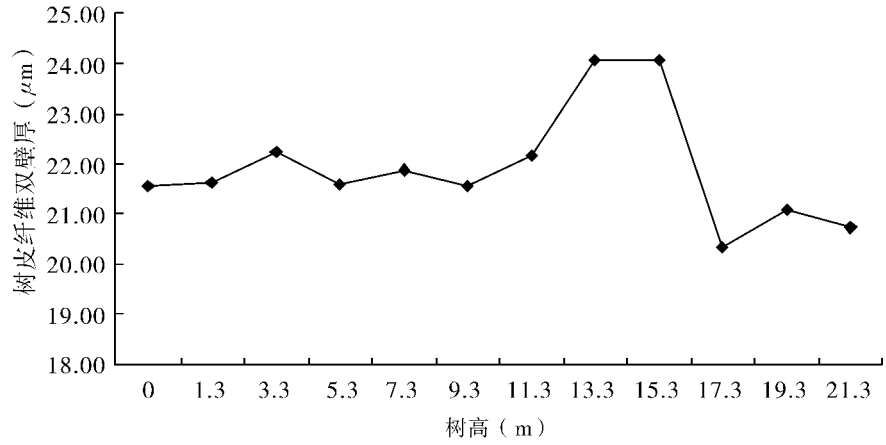

图 1－7　红锥树皮纤维双壁厚纵向变异

（5）树皮纤维长宽比纵向变异

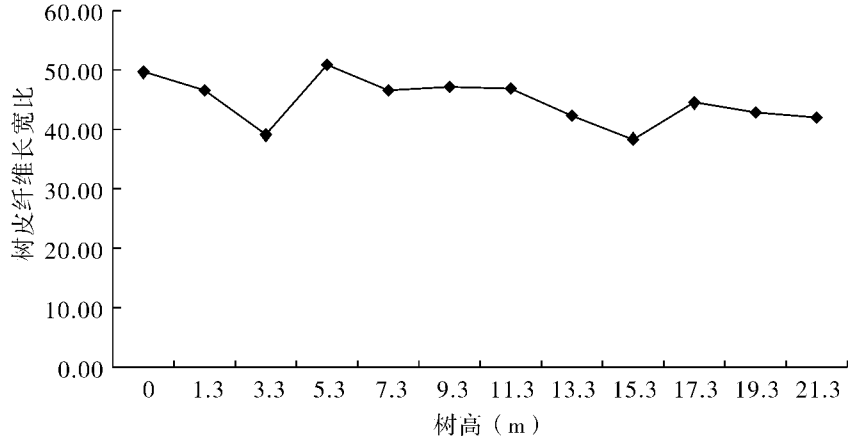

图 1－8　红锥树皮纤维长宽比纵向变异

（6）树皮纤维壁腔比纵向变异

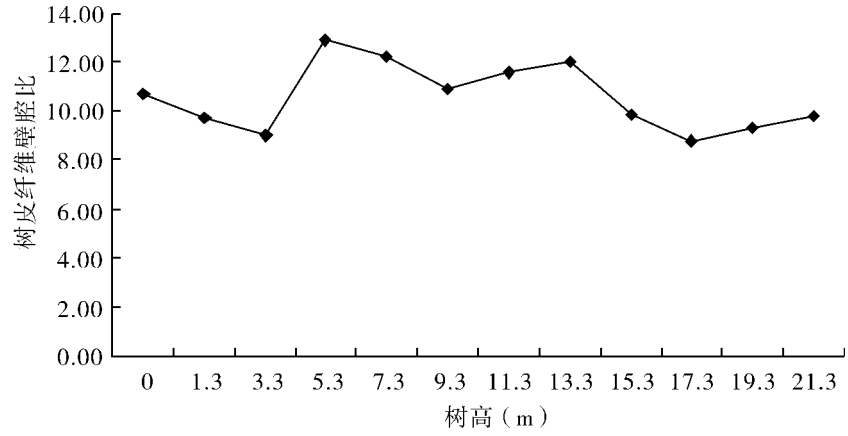

图 1－9　红锥树皮纤维壁腔比纵向变异

1．2．2．3　红锥木材纤维尺寸的变异

（1）木材纤维尺寸的纵向变异

a．木材纤维长度纵向变异

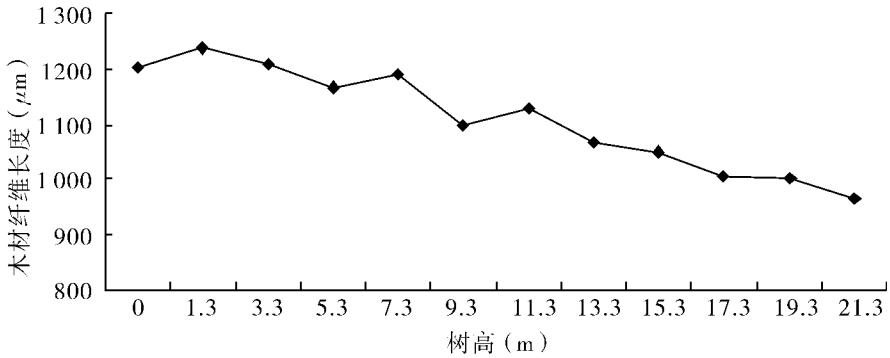

图 1－10　红锥木材纤维长度纵向变异

b．木材纤维宽度纵向变异

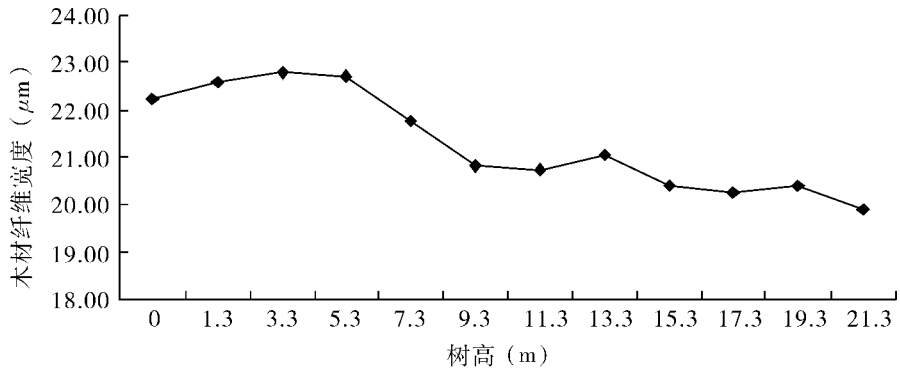

图 1－11　红锥木材纤维宽度纵向变异

c. 木材纤维腔径纵向变异

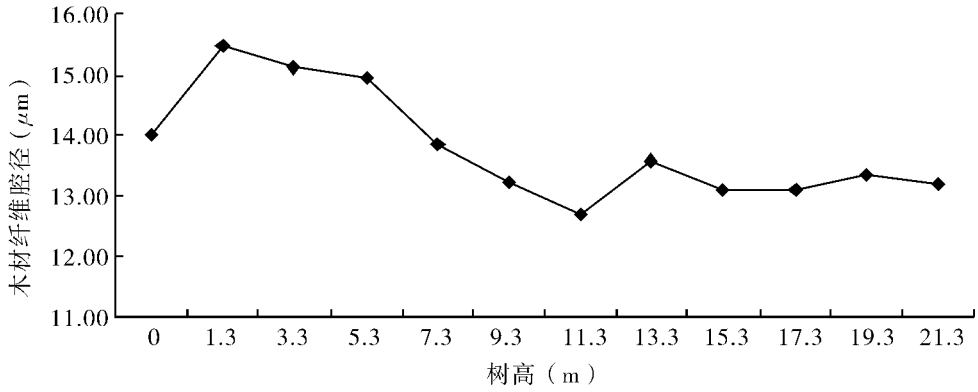

图 1－12　红锥木材纤维腔径纵向变异

d. 木材纤维双壁厚纵向变异

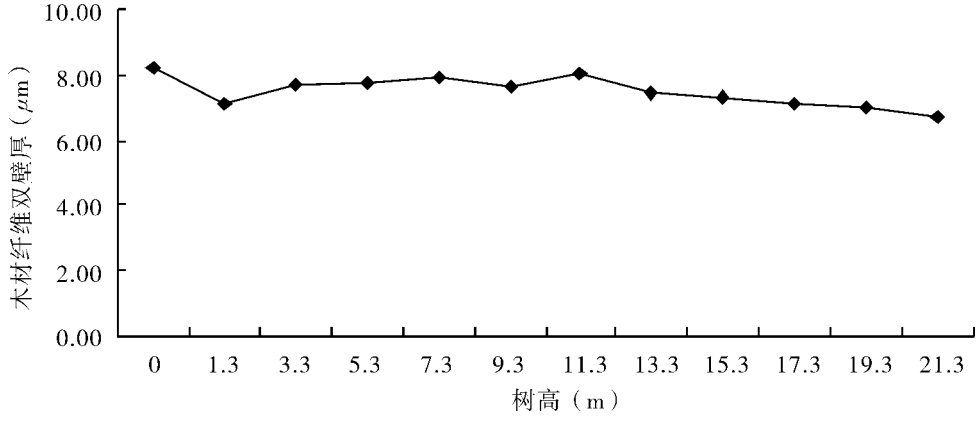

图 1－13　红锥木材纤维双壁厚纵向变异

e. 木材纤维长宽比纵向变异

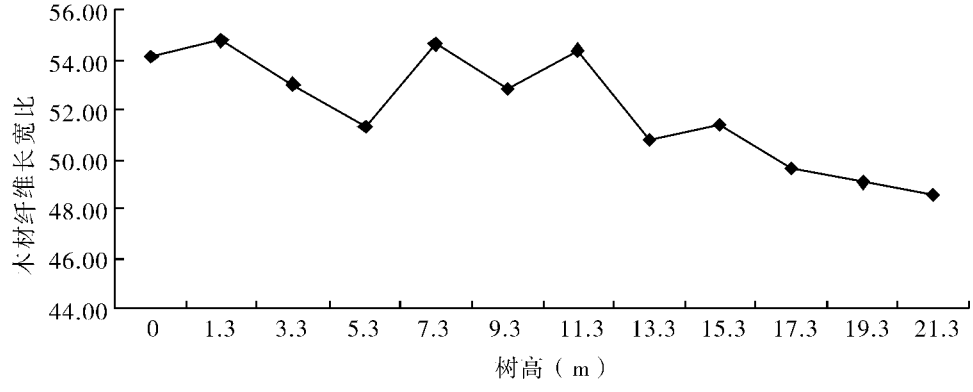

图 1－14　红锥木材纤维长宽比纵向变异

f. 木材纤维壁腔比纵向变异

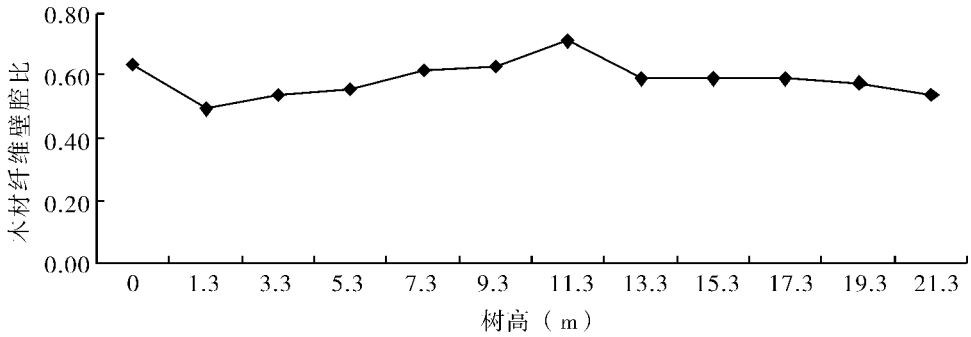

图 1－15　红锥木材纤维壁腔比纵向变异

(2) 木材纤维尺寸的径向变异

a. 木材纤维长度径向变异

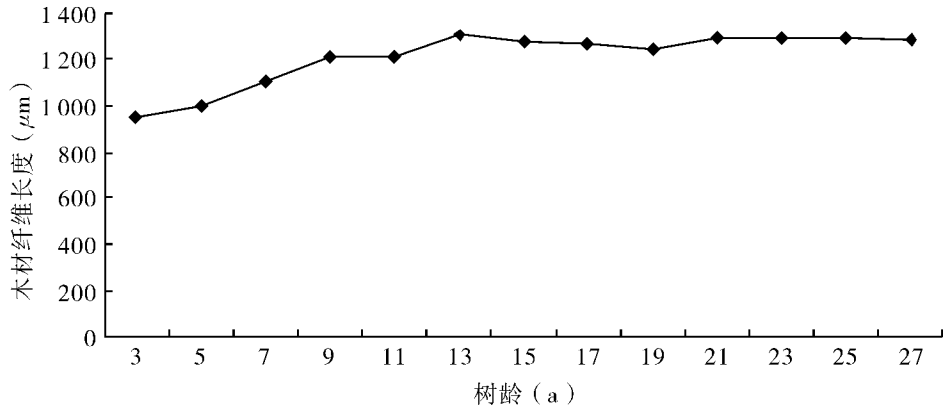

图 1－16　红锥木材纤维长度径向变异

b. 木材纤维宽度径向变异

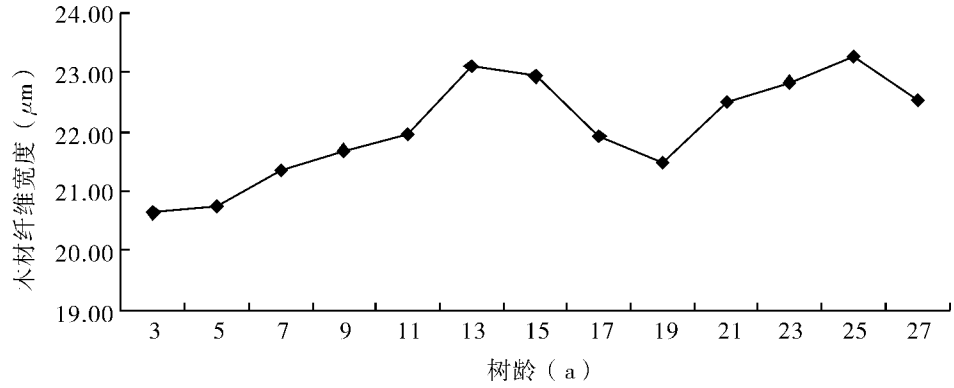

图 1－17　红锥木材纤维宽度径向变异

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com