

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.02.003

## 鹅掌楸天然林生长特性研究

刘 强<sup>1</sup>,何彬生<sup>2</sup>,周永丽<sup>3\*</sup>,贾 晨<sup>3</sup>,辜云杰<sup>3</sup>,罗建勋<sup>3</sup>

(1. 国营通江县海鹰寺林场,四川 通江 635711;2. 国营通江县空山林场,四川 通江 636700;  
3. 四川省林业科学研究院,四川 成都 610081)

**摘要:**采用树干解析法对通江县海鹰寺林场鹅掌楸天然林生长规律进行研究。结果表明:25 a生鹅掌楸的胸径、树高与材积总生长量分别为25.38 cm、18.35 m与0.397049 m<sup>3</sup>;其年平均生长量分别为0.73 cm、1.02 m与0.015882 m<sup>3</sup>;胸径连年生长量在第12年时达到最大值,平均生长量在第16年时达到最大值,两者在第18年时相交,胸径数量成熟龄为18 a;树高连年生长量与平均生长量均在第8年时达到最大值,树高数量成熟龄为9 a;材积连年生长量在第24年时达到最大值,而鹅掌楸天然林在25 a生时尚未达到数量成熟。材积增长率在第18年时开始稳定,胸高形数在第10年时基本稳定。logistic曲线对鹅掌楸胸径、树高、材积生长动态有较好的拟合效果,其回归方程分别是 $y = 18.63526 / (1 + 7.2421 * e^{-0.18015x})$ ,  $y = 26.81266 / (1 + 18.24284 * e^{-0.20781x})$ 与 $y = 0.63661 / (1 + 162.2645 * e^{-0.22093x})$ 。

**关键词:**鹅掌楸;生长特性;天然林

中图分类号:S718 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2016)02-0012-06

## A Study of the Growth Characteristics of Natural *Liriodendron chinense* Forest

LIU Qiang<sup>1</sup> HE Bin-sheng<sup>2</sup> ZHOU Yong-li<sup>3\*</sup> JIA Chen<sup>3</sup> GU Yun-jie<sup>3</sup> LUO Jian-xun<sup>3</sup>

(1. Tongjiang Haiyingsi State Forestry Centre, Tongjiang 635711, Sichuan, China;

2. Tongjiang Kongshankan State Forestry Centre, Tongjiang 636700, Sichuan, China;

3. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan, China)

**Abstract:** The research was conducted on the growth characteristics of the natural *Liriodendron chinense* forest growing at Haiyingsi Forest Farm in Tongjiang county in Sichuan province by using stem analysis method. The results showed that the DBH, tree height and tree volume growth of the 25-year-old *Liriodendron chinense* were 25.38 cm, 18.35 m and 0.397049 m<sup>3</sup>. Their mean annual increments were 0.73 cm, 1.02 m and 0.015882 m<sup>3</sup>. The current annual increment of DBH reached maximum at the age of 12 while the mean annual increment was at the age of 16. They intersected at about 18 years old, which meant that the DBH growth process had reached its quantitative at the age of 18. The current annual increment and mean annual increment of tree height reached maximum at 8 years old. The quantitative mature age of tree height was 9. The current annual increment of timber volume reached maximum at 24 years old. The tree growth process did not reach its quantitative mature age at 26 years old. The volume increment percent began to become stable at 18 years old. The tree form was basically steady at about 10 years old. The growth dynamic models of DBH, height and volume of *Liriodendron chinense* were established with the Logistic E-

收稿日期:2015-11-20

基金项目:四川省财政专项院自列项目:鹅掌楸种质资源综合评价及优异种质选择[ZL2015-09]。

作者简介:刘 强(1971-),林学本科,林业工程师,主要从事森林经营管理;

\* 通讯作者:周永丽(1965-),本科学士,研究员,主要从事林木育种与森林经营。

quation. Three regression equations were:  $y = 18.63526 / (1 + 7.2421 * e^{-0.18015x})$ ,  $y = 26.81266 / (1 + 18.24284 * e^{-0.20781x})$ , and  $y = 0.63661 / (1 + 162.2645 * e^{-0.22093x})$ .

**Key words:** *Liriodendron chinense*, Growth Characteristics, Natural Forest

中国鹅掌楸 (*Liriodendron Chinese*) 是木兰科鹅掌楸属 (*Liriodendron*) 的古孑遗植物, 为我国特有树种。由于成星散间断分布、群体规模小、群体结构衰退趋势较严重而处于濒危状态, 急需保护。中国鹅掌楸星散分布于长江流域以南海拔 450 m ~ 1 800 m 的阔叶林中<sup>[1-2]</sup>, 是优质速生的工业用材树种和园林绿化树种, 是我国二级重点保护的濒危树种<sup>[3]</sup>。为了保护这一珍贵树种, 我国学者对鹅掌楸进行了诸多方面的研究, 如中国鹅掌楸种源遗传多样性研究<sup>[4-5]</sup>, 优良种源选择<sup>[6]</sup>、育苗技术研究<sup>[7-9]</sup>、苗期生长研究<sup>[10]</sup>、不同种源苗期光合研究<sup>[11]</sup>、鹅掌楸人工林生长特性<sup>[12-13]</sup>和材性变异研究<sup>[14-15]</sup>等, 而对鹅掌楸天然林分的生长特性研究尚未见到报道。本文通过采用树干解析法对四川通江县鹅掌楸天然林生长特性进行研究, 以揭示鹅掌楸在天然林分中的生长规律, 为该树种的保护和利用提供科学依据。

## 1 试验地概况

试验地位于巴中市通江县董溪乡海鹰寺国有林场。通江县位于巴中市东北部, 米仓山东段南麓大巴山缺口处, 北纬 31°39' ~ 32°33', 东经 106°59' ~ 107°46' 之间。气候为亚热带季风气候, 春暖秋爽, 夏热冬冷, 降水集中, 雨热同季, 四季分明。年平均降雨量为 1 250 mm; 多年平均气温 13.9℃, ≥0℃ 的积温为 5 136℃, ≥10℃ 的积温为 4 644℃; 日照较充足, 年平均日照时数为 2 405.2 h, 无霜期 210.7 d。土壤为山地黄棕壤。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

在通江县海鹰寺国有林场鹅掌楸分布区域按 20 m × 20 m 设置 3 个标准地, 对标准地内的树种种类、各树种的树高、胸径、枝下高和冠幅等生长性状

进行调查记录。利用每木检尺结果, 在各标准地选择一株鹅掌楸标准木作为解析木。

### 2.2 解析木采集与测定

对采集的 3 株平均木, 按 2 m 区分段进行树干解析 (即在基径、胸径 1.3 m、2.6 m、3.6 m 以后每隔 2 m 锯取树干解析圆盘, 梢头不足 1 m 时弃取, 梢头大于 1 m 时在 1 m 处取样)。用直尺按南—北、东—西方向量取树干解析圆盘的带皮直径、去皮直径、各年轮直径等指标。3 株解析木 (I、II、III) 的生长环境基本情况见表 1。根据获得的解析木的树高 (H) 和胸径 (D) 数据, 采用中央断面区分求积式计算出相应材积 (V), 计算公式如下:

$$V = l \sum_{i=1}^n g_i + \frac{1}{3} g' l'$$

式中  $g_i$  为第  $i$  个区分段中央断面积;  $l$  为各区分段长度;  $n$  为区分段个数;  $g'$  为梢头断面积;  $l'$  为梢头长度。

材积生长率计算采用普雷斯勒生长率公式求算, 公式如下:

$$Pv = (Va - Va - n) / (Va + Va - n) \times 200 / n$$

式中:  $Pv$  为材积生长率;  $Va$  为调查末期材积量;  $Va - n$  为调查初期材积量;  $n$  为龄级数。

### 2.3 数据处理

数据处理利用 Excel 软件进行数据分析和制作表格, 利用 Origin 8.5 制图软件进行作图。

## 3 结果与分析

通过对 3 株鹅掌楸解析木的胸径、树高和材积进行分析研究, 测定 3 株解析木树龄分别为 25 a、26 a 与 34 a (表 1)。以 2 a 为 1 个龄级进行统计分析, 取得 3 株树的胸径、树高和材积的总生长量、平均生长量和连年生长量, 最后取其平均值 (见表 1)。解析木最小年龄为 25 a, 因此仅对 3 株解析木的 25 a 内生生长量进行分析, 取 3 株生长量的平均值作图。

表 1 解析木的生长情况

编号	年龄 (a)	树高 (m)	胸径 (cm)	枝下高 (m)	冠幅 (m)	地理坐标	海拔 (m)
I	25	16.8	31.5	7.5	10	N:32°05.488'; E:107°41.411'	1391
II	26	21	31	9.8	10	N:32°05.431'; E:107°41.424'	1405
III	34	21.3	22.5	9.5	8.5	N:32°05.403'; E:107°41.439'	1388

### 3.1 胸径生长过程

对鹅掌楸的胸径生长过程进行了分析(见表2与图1)。结果表明:25 a生鹅掌楸的胸径为25.38 cm,年平均生长量约为1.01 cm。胸径表现出在前期(1 a~6 a)生长速度慢、中期(7 a~13 a)生长快而后期(14 a~25 a)生长较快的特点。胸径平均生

长量第16年时达到最大值为1.01 cm,此后平均生长量随着年龄的生长而逐渐平缓的下降;连年生长量在第12年时达到最大值为1.34 cm,此后逐渐下降并在第18年左右时与平均生长量曲线相交,表明鹅掌楸胸径生长数量成熟年龄约在18 a。

表2 鹅掌楸树高、胸径与材积的生长过程

年龄	树高(m)			胸径(cm)			材积(m <sup>3</sup> )				胸高形数
	总生长量	平均生长量	连年生长量	总生长量	平均生长量	连年生长量	总生长量	平均生长量	连年生长量	增长率(%)	
2	1.56	0.78	0.78	0.70	0.35	0.35	0.000125	0.000063	0.000063	100.00	0.95
4	3.15	0.79	0.80	2.17	0.54	0.73	0.000985	0.000246	0.000430	77.42	0.85
6	5.60	0.93	1.22	4.00	0.67	0.92	0.004358	0.000726	0.001686	63.12	0.62
8	8.10	1.01	1.25	6.47	0.81	1.23	0.013061	0.001633	0.004352	49.97	0.49
10	9.60	0.96	0.75	8.78	0.88	1.16	0.027628	0.002763	0.007284	35.80	0.47
12	10.72	0.89	0.56	11.47	0.96	1.34	0.051619	0.004302	0.011995	30.27	0.47
14	11.69	0.84	0.48	13.78	0.98	1.16	0.082866	0.005919	0.015623	23.23	0.48
16	12.62	0.79	0.47	16.13	1.01	1.18	0.122176	0.007636	0.019655	19.17	0.47
18	13.55	0.75	0.47	18.08	1.00	0.97	0.161752	0.008986	0.019788	13.94	0.46
20	14.60	0.73	0.52	20.07	1.00	0.99	0.213820	0.010691	0.026034	13.86	0.46
22	16.14	0.73	0.77	21.97	1.00	0.95	0.273612	0.012437	0.029896	12.27	0.45
24	17.46	0.73	0.66	23.98	1.00	1.01	0.342992	0.014291	0.034690	11.25	0.43
25	18.35	0.73	0.45	25.38	1.02	0.70	0.397049	0.015882	0.027029	7.30	0.43

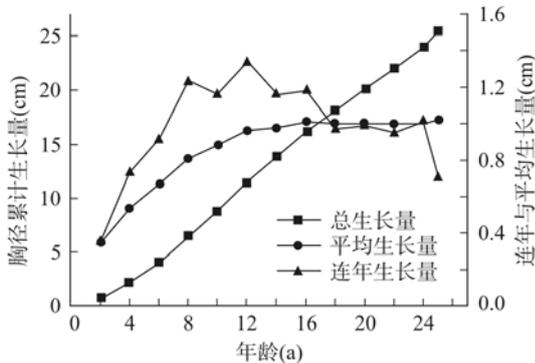


图1 鹅掌楸胸径总生长量、平均与连年生长量

### 3.2 树高生长过程

由表2和图2可知,鹅掌楸天然林树高生长过程大致可分为3个时期,即1 a~4 a生时为树高生长缓慢期;5 a~9 a生时为速生期,此时树高连年生长量达1.00 m以上;10 a生后为生长匀速期,连年生长量平均为0.59 m。另外,由树高平均生长量和连年生长量曲线可知,平均生长量和连年生长量于8 a生时均达到最大值分别为1.01 m和1.25 m,此后两者均开始下降并在9 a生时第1次相交,表明树高生长数量成熟的年龄为9 a。树高生长量平均生长量逐渐下降并最后稳定在0.73 m;连年生长量连续下降到第18a时,又开始上升并在22 a时达到峰值与平均生长量曲线第2次相交,此后开始下降。树高连年生长量出现两次高峰,可能与人为干预对

林分抚育管理有关。

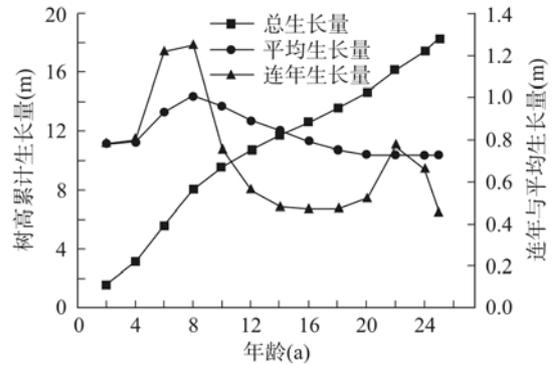


图2 鹅掌楸树高总生长量、平均与连年生长量

### 3.3 材积生长过程

对鹅掌楸的材积生长过程进行分析(见表2和图3),结果表明,25 a生鹅掌楸材积达到0.3905 m<sup>3</sup>,年平均生长量约为0.01588 m<sup>3</sup>。材积在1 a~8 a期间生长缓慢,9 a~18 a间时生长速度逐渐加快,18 a~25 a间生长保持较高水平的速度。材积平均生长量在整个生长期一直是增长状态,到25 a生时尚未达到最大值;材积连年生长量变异幅度大(0.000063 m<sup>3</sup>~0.034690 m<sup>3</sup>),在生长前期(1 a~6 a)增加较小,自7 a生后开始快速增大,并在第24年时达最大值为0.03469 m<sup>3</sup>,此后开始下降。这说明鹅掌楸材积生长主要集中在后期。材积平均生长量和连年生长量曲线在25 a生时尚未相交,说明此

时鹅掌楸材积未达到数量成熟,对鹅掌楸天然林的数量成熟年龄有待进一步研究。

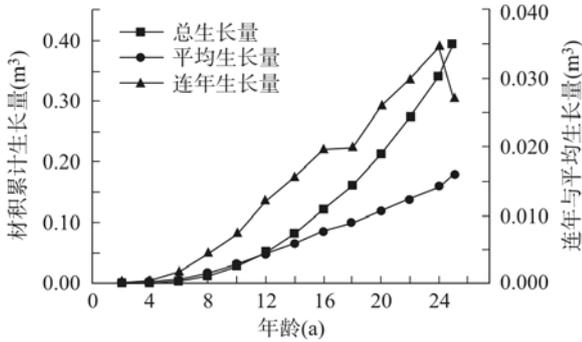


图3 鹅掌楸材积总生长量、平均与连年生长量

### 3.4 鹅掌楸材积生长率与胸高形数

材积生长率是反映植株材积生长速度的一个指标;胸高形数是反映树干饱满程度的指标,其值越大树干的饱满度越好。由图4可知,鹅掌楸的材积生

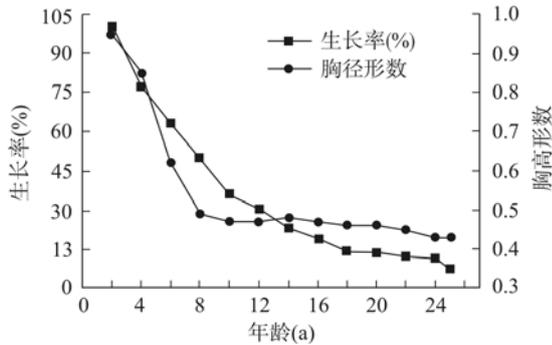


图4 鹅掌楸材积生长率与胸高形数

长率与胸高形数均随着年龄的生长而逐渐降低,材积生长率在1 a~12 a期间下降速度很快,13 a~18 a期间降低速度开始减缓,19 a~24 a处于稳定期约12.4%;而胸高形数在1 a~8 a急剧下降,后期的下降速度减缓并最终稳定在0.43左右,天然生鹅掌楸树干的饱满度较好。

### 3.5 鹅掌楸生长模型拟合

Logistic 函数方程模型在模拟树木生长过程具有较好的解析性、良好的预测性和应用的广泛性,在林业行业中被较多的工作者使用。本文采用该模型对鹅掌楸的树高、胸径和材积生长过程进行拟合,其表达式如下:

$$y = k / (1 + a * e^{-bx})$$

式中  $y$  为生长量; $x$  为生长时间; $k$ 、 $a$ 、 $b$  为待定参数,利用 Origin 数据分析软件中 logistic3 函数估算各待定参数值。

#### 3.5.1 胸高、树高、材积生长模型拟合

对获得的树高、胸径与材积的待定参数  $a$ 、 $b$ 、 $k$  的值(见表3)进行相关性和方差分析。结果表明,各生长性状参数的决定系数都大于0.96,说明其相关性和可靠性好;方差分析结果(表4)表明鹅掌楸树高、胸径与材积的待定参数的  $P$  值均小于0.0001,说明所求参数代入生长方程中, $y$  与  $x$  的回归关系极显著,即树高、胸径、材积与年龄存在密切的相关性,拟合的模型能够很好的反映树木的生长过程(参见图5、图6和图7)。

表3 logistic 方程中各参数估算

性状	k		a		b		Statistics	
	值	标准差	值	标准差	值	标准差	约化卡方值	修正决定系数
材积	0.63661	0.0862	162.26475	29.10479	0.22093	0.01798	7.87E-05	0.99584
树高	26.81266	1.1984	18.24284	2.99901	0.20781	0.01745	0.63478	0.99106
胸径	18.63526	1.33831	7.2421	1.54477	0.18015	0.02899	1.01316	0.96372

表4 树高、胸径与材积生长方程参数的方差分析

性状	来源	自由度(DF)	平方和(SS)	均方(MS)	F-值	Prob > F
树高	回归	3	3 146.98364	1 048.9946	1 652.5428	<0.00001
	残差	10	6.34776	0.63478		
	总和	13	3 153.3314			
胸径	回归	3	1 901.02959	633.67653	625.44478	<0.00001
	残差	10	10.13161	1.01316		
	总和	13	1 911.1612			
材积	回归	3	0.44666	0.14889	1891.7219	<0.00001
	残差	10	7.87E-04	7.87E-05		
	总和	13	0.44745			

#### 3.5.2 生长模型的验证

通过对鹅掌楸树高、胸径和材积与树龄的回归方程可知,其相关性较高,拟合效果较好,为了进一

步验证鹅掌楸天然林的生长模型的可靠性,将树龄代入生长模型进行各测树因子的预测,结果见表5。

由表5可知,实际值与预测值比较接近,各测树

表5 鹅掌楸树高、胸径与材积的生长模型验证

年龄(a)	树高(m)			胸径(cm)			材积(m <sup>3</sup> )		
	实际值	拟合值	残差	实际值	拟合值	残差	实际值	拟合值	残差
2	1.56	3.08	-1.52	0.70	2.06	-1.36	0.000125	0.006045	-0.005920
4	3.15	4.12	-0.97	2.17	3.00	-0.83	0.000985	0.009354	-0.008369
6	5.60	5.39	0.21	4.00	4.29	-0.29	0.004358	0.014434	-0.010076
8	8.10	6.87	1.23	6.47	6.01	0.46	0.013061	0.022174	-0.009113
10	9.60	8.49	1.11	8.78	8.17	0.62	0.027628	0.033839	-0.006210
12	10.72	10.16	0.56	11.47	10.70	0.77	0.051619	0.051130	0.000489
14	11.69	11.78	-0.09	13.78	13.44	0.34	0.082866	0.076140	0.006726
16	12.62	13.26	-0.63	16.13	16.19	-0.06	0.122176	0.111062	0.011113
18	13.55	14.53	-0.97	18.08	18.71	-0.63	0.161752	0.157502	0.004250
20	14.60	15.56	-0.96	20.07	20.85	-0.79	0.213820	0.215401	-0.001581
22	16.14	16.38	-0.24	21.97	22.56	-0.59	0.273612	0.282054	-0.008442
24	17.46	17.00	0.46	23.98	23.84	0.14	0.342992	0.352091	-0.009099
25	18.35	17.25	1.10	25.38	24.35	1.03	0.397049	0.386316	0.010733

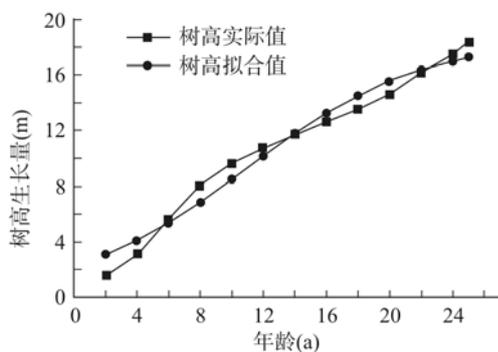


图5 鹅掌楸树高实际值与拟合值

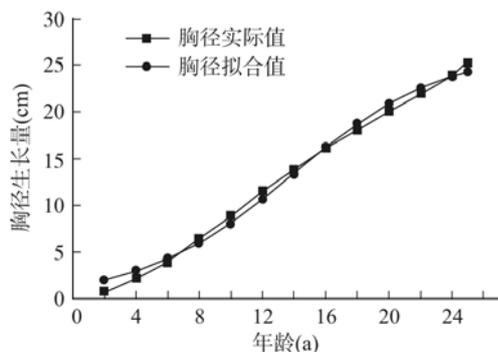


图6 鹅掌楸胸径实际值与拟合值

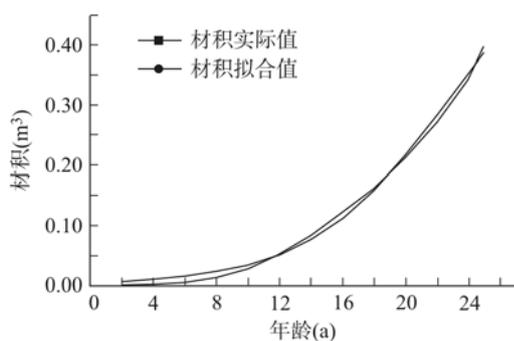


图7 鹅掌楸材积实际值与拟合值

因子不同林龄的残差值均较小,预测值能够较好的反应林分生长情况,拟合的生长预估模型较科学,可应用在实际生产中。

#### 4 结论与讨论

通过对鹅掌楸天然林生长过程分析可知,25 a 生树高达 18.35 m,胸径达 25.38 cm,材积达 0.397049 m<sup>3</sup>。其胸径连年生长量在第 12 年时达到最大值为 1.34 cm,而葛永金对马褂木人工林研究发现胸径连年生长在第 10 年生时达到最大值<sup>[13]</sup>。平均生长量在第 16 年时达到最大值为 1.01 cm,两者在第 18 年时相交,表明鹅掌楸前 18 a 是培育胸径生长关键期。在关键期重点是做好水肥管理、密度调控。其树高平均生长量和连年生长量均在 8 a 生时达到最大值,并在第 9 年时相交,表明鹅掌楸树高生长在 9a 左右即达到数量成熟龄。

对材积生长过程分析可知,材积连年生长量在第 24 年时达最大值为 0.03469 m<sup>3</sup>,而材积平均生长量在 25 a 生时尚未达到最大值,而且两者尚未相交,表明鹅掌楸天然林在 25 a 生时尚未达到数量成熟龄,其数量成熟龄有待进一步研究。鹅掌楸人工林材积连年生长量高峰出现在 16 a,这和天然林的差别很大<sup>[13]</sup>。而鹅掌楸的数量成熟年龄随着所在地的气候因子、立地条件等因素的变化而变化。

材积生长率在 1 a~12 a 期间下降速度很快,13 a~18 a 期间降低速度开始减缓,19 a~24 a 处于稳定期约 12.4%;而胸高形数在 1 a~8 a 急剧下降,后期的下降速度减缓并最终稳定在 0.43 左右,天然生鹅掌楸树干的饱满度较好。

利用 Origin8.5 软件模拟鹅掌楸树高、胸径与材积生长量与树龄之间的回归方程,能较好反映胸径、树高、材积生长量与树龄之间的关系,可用于香椿生长的预测预报。其中树高生长模型为  $y = 26.81266 / (1 + 18.24284 * e^{-0.20781x})$ ,胸径生长模型为  $y = 18.63526 / (1 + 7.2421 * e^{-0.18015x})$ ,材积生长模型为  $y = 0.63661 / (1 + 162.2645 * e^{-0.22093x})$ 。

#### 参考文献:

- [1] 方炎明. 中国鹅掌楸的地理分布和空间格局[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),1994,(02).
- [2] 郝明日,贺善安,汤诗杰. 鹅掌楸在中国的自然分布及其特点[J]. 植物资源与环境学报,1995,(01):
- [3] 王章荣. 鹅掌楸属树种杂交育种与利用. 2004.
- [4] 刘丹,顾万春,杨传平,等. 中国鹅掌楸遗传多样性研究[J]. 林业科学,2006,42(2):116~119.
- [5] 杨廷超,夏春平,吴昊,等. 马褂木优良地理种源试验及造林技术[J]. 山东林业科技,2009,39(4):21~23.
- [6] 李建民. 马褂木地理遗传变异和优良种源选择[J]. 林业科学,2001,37(4):41~49.
- [7] 董必慧,刘芳芳,邱煜茗,等. 中国鹅掌楸扦插繁殖方法初探[J]. 江苏农业科学,2012,40(2):118~120.
- [8] 徐华艳. 马褂木播种育苗技术[J]. 湖北林业科技,2011,(6):13~13.
- [9] 孙虹,管兰华,陈红林,等. 鹅掌楸种源试验研究[J]. 湖北林业科技,2012,(2):9~12.
- [10] 李秋荔,黄寿先,李志先,等. 中国马褂木不同种源苗期生长规律研究[J]. 广西植物,2012,32(3):355~361.
- [11] 郭志华,张宏达,李志安等. 鹅掌楸(*Liriodendron chinense*) 苗期光合特性的研究[J]. 生态学报,1999,(2):164~169.
- [12] 李建民,周志春,陈炳星,等. 马褂木人工林的生长和制浆造纸性能[J]. 中国造纸,2002,21(2):5~7.
- [13] 葛永金,练发良,王军峰,等. 马褂木等 3 个树种人工林生长量及生物量调查研究[J]. 浙江林业科技,2009,29(4):55~58.
- [14] 李斌,顾万春,夏良放,等. 鹅掌楸种源材性遗传变异与选择[J]. 林业科学,2001,37(2):42~50.
- [15] 李斌,顾万春. 鹅掌楸主要木材性状早期选择可行性研究[J]. 林业科学,2002,38(6):43~48.
- [5] 蓝开敏. 贵州植物志第五卷[M]. 成都:四川民族出版社,1988:278,图版92.
- [6] 徐永椿. 云南树木图志·下册[M]. 昆明:云南科技出版社,1991:1384~1386.
- [7] 朱石麟,马乃训,傅懋毅. 中国竹类植物图志[M]. 北京:中国林业出版社,1994:64~66.
- [8] 耿伯介,王正平. 中国植物志第九卷第一分册[M]. 北京:科学出版社,1996:131~136.
- [9] 易同培. 四川竹类植物志[M]. 北京:中国林业出版社,1997:76~80.
- [10] 易同培. 四川植物志第十二卷[M]. 成都:四川民族出版社,1998:54~58.
- [11] 李增耀,杨宇明. 云南红河竹类图志[M]. 昆明:云南人民出版社,2004:50.
- [12] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志第九卷[M]. 北京:科学出版社,2003:8~30,118~143.
- [13] 易同培,史军义等. 中国竹类图志[M]. 北京:科学出版社,2008:166~171.
- [14] 易同培,马丽莎等. 中国竹亚科属种检索表[M]. 北京:科学出版社,2009:52~53.
- [15] 史军义,易同培等. 中国观赏竹[M]. 北京:科学出版社,2012:305~308.
- [16] 慈竹一新变型和镰序竹属新异名[J]. 四川林业科技,2014,35(4):13~16.
- [17] Wu Zhengyi and Peter H. Raven. Flora of China, Vol. 22. [M]. Beijing: Science Press & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press,2006:34.

#### (上接第 3 页)