

# 基于小班数据库的忻城县森林优势树种组生长模型研究 Growth Model of Dominant Tree Species Based on Data- base of Small Forest in Xincheng County

刘建敏

LIU Jian-min

(广西南宁林业勘测设计院, 广西南宁 530001)

(Guangxi Nanning Forestry Survey and Design Institute, Nanning, Guangxi, 530001, China)

**摘要:** 以 2009 年忻城县集体林区森林资源规划设计调查小班数据库的小班为样本单元, 分松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势树种组, 应用 Logistic 和 Richard 曲线回归模型拟合小班林木年龄 ( $a$ ) 与林分每公顷蓄积量 ( $M$ ) 的生长模型, 然后根据各生长模型计算忻城县集体林区、欧洞林场、桃源林场 3 个林区林分连年生长率、连年生长量和平均生长量。结果表明, 忻城县松类、杉类、速生桉、阔叶树生长模型分别为  $M = 136.9639 / (1 + 51.3727e^{0.2295a})$ ,  $M = 144.4078 / (1 + 16.6000e^{0.2120a})$ ,  $M = 163.0894 / (1 + 33.2045e^{0.9546a})$ ,  $M = 118.3961(1 - e^{-0.2203a})^{27.5348}$ 。忻城县集体林区、欧洞林场、桃源林场林分的连年生长量小于平均生长量, 林分生长均进入成熟期。4 种优势树种组中, 松类生长势最强的是集体林区林分, 最弱的是桃源林场林分; 杉类生长势最强的是桃源林场林分, 最弱的是欧洞林场林分; 速生桉、阔叶树生长势最强的是桃源林场林分, 最弱的是集体林区林分。

**关键词:** 森林生长量 生长模型 优势树种组 数据库

中图法分类号: Q948, S757.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2011)03-0294-04

**Abstract:** The sample element, from the forest inventory planning and design database in Xincheng collective forest area in 2009, is divided into four dominant kinds of tree species, including pine, broad-leaf tree, fast growing eucalyptus and Chinese fir. Logistic curve regression model and Richard curve regression model are applied to fit the regression model from the tree ages ( $a$ ) and the forest trees per hectare ( $M$ ), then the current annual growth percentage, the current annual increment, and the mean increment are calculated from three forest areas in Xincheng, including the collective, Oudong and Taoyuan. The results show that the growth model of the pine, Chinese fir, fast growing eucalyptus and broad-leaf tree are  $M = 136.9639 / (1 + 51.3727e^{0.2295a})$ ,  $M = 144.4078 / (1 + 16.6000e^{0.2120a})$ ,  $M = 163.0894 / (1 + 33.2045e^{0.9546a})$ , and  $M = 118.3961(1 - e^{-0.2203a})^{27.5348}$ . The current annual increment is less than the mean increment in the three areas, indicating that the forest growth enters into the mature period. The strongest growth potential of pine is in the collective forest area, with the weakest in Taoyuan, the strongest growth potential of the Chinese fir is in Taoyuan forest, with the weakest in the Oudong, and the strongest growth potential of the fast growing eucalyptus, hardwood is in Taoyuan forest, with the weakest in the collective forest area.

**Key words:** forest growth, growth model, dominant species, database

在森林资源规划设计调查中, 应用固定样地法调查森林生长量虽然最为准确, 但是该调查方法存在工

作量大、劳动强度大、成本高等问题。因此, 本文以 2009 年广西来宾市忻城县集体林区森林资源规划设计调查小班数据库的小班为样本单元, 分松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势树种组, 应用 Logistic 和 Richard 曲线回归模型拟合小班林木年龄 ( $a$ ) 与林分每公顷蓄积量 ( $M$ ) 的生长模型, 然后根据各生长

收稿日期: 2011-01-07

修回日期: 2011-03-16

作者简介: 刘建敏(1980-), 男, 主要从事森林资源勘测与设计工作。

模型计算忻城县集体林区、欧洞林场、桃源林场 3 个林区林分连年生长率、连年生长量和平均生长量。研究采用小班调查数据库资料进行森林生长量(率)计算,即采用数学模型拟合林木每公顷蓄积量随年龄变化过程后,根据林分每公顷蓄积量理论值计算各年龄森林连年生长率,然后再根据小班蓄积量调查值计算小班连年生长量,为森林经营决策提供科学依据。

## 1 研究区域概况和研究方法

### 1.1 研究区域概况

忻城县位于广西中部,红水河下游。地理上处于东经  $108^{\circ}24' \sim 109^{\circ}7'$ ,北纬  $24^{\circ}40' \sim 24^{\circ}23'$ 。全县林地面积  $171291.8 \text{ hm}^2$ ,人工林面积  $28629.2 \text{ hm}^2$ ,森林覆盖率为  $56.20\%$ 。忻城县辖欧洞与桃源两个国营林场,其中欧洞林场林地面积  $2639.8 \text{ hm}^2$ ,人工林面积  $2082.3 \text{ hm}^2$ ,森林覆盖率  $78.0\%$ ;桃源林场林地面积  $2368.1 \text{ hm}^2$ ,人工林面积  $890.9 \text{ hm}^2$ ,森林覆盖率  $39.7\%$ 。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 生长模型

以 2009 年忻城县集体林区森林资源规划设计调查小班数据库的小班为样本单元,分松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势树种组,依据小班的年龄、面积、蓄积,整理成年龄—公顷蓄积序列,按优势树种组分别计算各年龄小班每公顷蓄积量的平均植和标准差,以  $0.5 \sim 1.0$  倍标准差剔除异常小班数据后,得到模型拟合基础数据,应用 Logistic 曲线回归模型  $M = A / (1 + Be^{-ka})$  [1]、Richard 曲线回归模型  $M = A(1 - e^{-ka})^B$  [2] (其中  $A$ 、 $B$ 、 $k$  为模型参数)拟合小班林木年龄( $a$ )与林分每公顷蓄积量( $M$ )的曲线回归模型,并按照相关系数  $\geq 0.8$ ,剩余标准差  $\leq 0.25$ ,蓄积量系统误差  $\leq 3\%$  (广西壮族自治区林业局.广西森林资源规划设计调查技术方法,2008,66-67。)的原则进行多方案比较,筛选出最优回归模型。

蓄积量系统误差 ( $\Delta R, \%$ ) =

$$\frac{(\sum_{i=1}^n |M_i - \hat{M}_i|) \times 100}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (\text{其中 } M_i \text{ 为小班蓄积量调查值, } \hat{M}_i \text{ 为小班蓄积量理论值})$$

值,  $M_i$  为小班蓄积量理论值)。

#### 1.2.2 连年生长率、连年生长量和平均生长量计算

小班林木年龄为  $a$  年时,小班每公顷蓄积量连年生长率 ( $P_a$ ) 采用 Pressler 公式计算:  $P_a(\%) = \frac{\hat{M}_a - \hat{M}_{a-1}}{\frac{\hat{M}_a + \hat{M}_{a-1}}{2}} \times 200$ , 其中  $\hat{M}_a$  为小班林木年龄  $a$  年时小

班蓄积量理论值,  $\hat{M}_{a-1}$  为小班林木年龄  $a-1$  年时小班蓄积量理论值。小班林木年龄为  $a$  年时,小班蓄积量连年生长量 ( $Z_a$ ) 计算公式:  $Z_a = M_a \times P_a$ , 其中  $M_a$  为小班林木年龄  $a$  年时的小班蓄积量调查值。小班平均生长量 ( $Z_{\text{平}}$ ) 计算公式:  $Z_{\text{平}} = M_a / a$  (广西壮族自治区林业局.广西森林资源规划设计调查技术方法,2008,66-67。)

将全部小班连年生长量合计,即可得到各优势树种组总体的蓄积量连年生长量;将全部小班平均生长量合计,即得到各优势树种组总体的蓄积量平均生长量。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长模型拟合结果

忻城县松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势树种组蓄积量生长模型最优的分别为  $M = 136.9639 / (1 + 51.3727e^{0.2295a})$ ,  $M = 144.4078 / (1 + 16.6000e^{0.2120a})$ ,  $M = 163.0894 / (1 + 33.2045e^{0.9546a})$ ,  $M = 118.3961(1 - e^{-0.2203a})^{27.5348}$ , 其相关系数分别为  $0.9121, 0.9424, 0.9237, 0.9325$ , 均大于  $0.8$ , 系统误差分别为  $0.43\%, -0.31\%, 1.26\%, -1.65\%$ , 均小于  $3\%$ 。相关性最高的为杉类生长模型,其次依次为阔叶树、速生桉、松类树种(表 1)。

表 1 忻城县森林各优势树种组生长模型

Table 1 Growth model of dominant species in Xincheng

树种 Tree species	模型 Model	模型参数 Model parameters				
		A	B	k	r	$\Delta R$ (%)
松类 Pine	$M = \frac{A}{1 + Be^{-ka}}$	136.9639	51.3727	0.2295	0.9121	0.43
杉类 Chinese-fire	$M = \frac{A}{1 + Be^{-ka}}$	144.4078	16.6000	0.2120	0.9424	-0.31
速生桉 Fast growing eucalyptus	$M = \frac{A}{1 + Be^{-ka}}$	163.0894	33.2045	0.9546	0.9237	1.26
阔叶树 Broad-leaf tree	$M = A(1 - e^{-ka})^B$	118.3961	27.5348	0.2203	0.9325	-1.65

### 2.2 连年生长率、连年生长量和平均生长量

#### 2.2.1 集体林区

集体林区森林蓄积连年生长率  $12.19\%$ ,连年生长量  $173296.3 \text{ m}^3$ ,平均生长量  $328764.8 \text{ m}^3$ ,连年生长量小于平均生长量,说明森林生长已过了旺盛期进入了成熟时期。而且各优势树种组连年生长量均小于平均生长量,表明各优势树种组生长也已过了旺盛期进入了成熟期。各优势树种组连年生长率最大的

是速生桉,最小的是松类,各树种连年生长率由大到小依次为速生桉(22.14%)>阔叶树(9.77%)>杉类(8.6%)>松类(8.27%),说明在松类、杉类、速生桉、阔叶树4个优势树种组中,速生桉生长势最强,其次依次为阔叶树、杉类、松类(表2)。

表2 集体林区森林各优势树种组连年生长率、连年生长量和平均生长量

Table 2 Current annual growth percentage current annual increment and mean increment of dominant species in the collective forest area

树种 Tree species	林分蓄积 Stand volume (m <sup>3</sup> )	理论蓄积 Theory stand volume (m <sup>3</sup> )	连年生长率 Current annual growth percentage (%)	连年生长量 Current annual increment (m <sup>3</sup> )	平均生长量 Mean increment (m <sup>3</sup> )
总计 Amount	1421161	1421161	12.19	173296.3	328764.8
松类 Pine	715568	715568	8.27	59212.8	68946.1
杉类 Chinese-fire	84083	84083	8.60	7234.8	7840.7
速生桉 Fast growing eucalyptus	372669	372669	22.14	82527.0	221921.9
阔叶树 Broad-leaf tree	248841	248841	9.77	24321.7	30056.1

### 2.2.2 欧洞林场

欧洞林场全场森林蓄积连年生长率5.79%,连年生长量13316m<sup>3</sup>,平均生长量21334m<sup>3</sup>,连年生长量小于平均生长量,说明森林生长已过了旺盛期进入了成熟时期。而且各优势树种组连年生长量均小于平均生长量,表明各优势树种组生长也已过了旺盛期进入了成熟期。各优势树种组连年生长量均小于平均生长量,表明各优势树种组生长也已过了旺盛期进入了成熟期。各优势树种组连年生长率最大的是速生桉,最小的是杉类,各树种连年生长率由大到小依次为速生桉(26.82%)>阔叶树(9.91%)>松类(6.32%)>杉类(0.04%)。说明在松类、杉类、速生桉、阔叶树4个优势树种组中,速生桉生长势最强,其次依次为阔叶树、松类、杉类(表3)。

### 2.2.3 桃源林场

桃源林场森林蓄积连年生长率11.84%,连年生长量7713m<sup>3</sup>,平均生长量18487m<sup>3</sup>,连年生长量小于平均生长量,说明森林生长已过了旺盛期进入了成熟时期。各优势树种组中,松类、速生桉连年生长量小于平均生长量连年生长量均小于平均生长量,表明松类、速生桉这两年优势树种组生长也已过了旺盛期进

入了成熟期;而杉类、阔叶树类连年生长量大于平均生长量,表明这两个优势树种组生长处于上升期。各优势树种组连年生长率最大的是速生桉,最小的是杉类,各优势树种组连年生长率由大到小依次为速生桉(40.26%)>阔叶树(12.38%)>杉类(11.81%)>松类(4.78%)。说明在松类、杉类、速生桉、阔叶树4个优势树种组中,速生桉生长势最强,其次依次为阔叶树、杉类、松类(表4)。

表3 欧洞林场森林各优势树种组连年生长率、连年生长量和平均生长量

Table 3 Current annual growth percentage, current annual increment and mean increment of dominant species in the Oudong forest area

树种 Tree species	林分蓄积 Stand volume (m <sup>3</sup> )	理论蓄积 Theory stand volume (m <sup>3</sup> )	连年生长率 Current annual growth percentage (%)	连年生长量 Current annual increment (m <sup>3</sup> )	平均生长量 Mean increment (m <sup>3</sup> )
总计 Amount	230147	230123	5.79	13316.0	21334.0
松类 Pine	201153	201093	6.32	12717.0	19652.0
杉类 Chinese-fire	25509	25509	0.04	11.0	14.0
速生桉 Fast growing eucalyptus	1377	1413	26.82	379.0	1389.0
阔叶树 Broad-leaf tree	2108	2108	9.91	209.0	279.0

表4 桃源林场森林各优势树种组连年生长率、连年生长量和平均生长量

Table 4 Current annual growth percentage, current annual increment and mean increment of dominant species in the Taoyuan forest area

树种 Tree species	林分蓄积 Stand volume (m <sup>3</sup> )	理论蓄积 Theory stand volume (m <sup>3</sup> )	连年生长率 Current annual growth percentage (%)	连年生长量 Current annual increment (m <sup>3</sup> )	平均生长量 Mean increment (m <sup>3</sup> )
总计 Amount	65119	65119	11.84	7713.0	18487.0
松类 Pine	51327	51328	4.78	2454.0	6281.0
杉类 Chinese-fire	508	508	11.81	60.0	49.0
速生桉 Fast growing eucalyptus	12750	12750	40.26	5133.0	12093.0
阔叶树 Broad-leaf tree	533	533	12.38	66.0	64.0

### 2.2.4 优势树种组生长势分析

从表2、表3、表4数据结果来看,集体林区、欧洞

林场、桃源林场林分蓄积连年生长量小于平均生长量,说明无论是集体林区还是林场森林生长均已过了旺盛期进入成熟期。集体林区、欧洞林场、桃源林场连年生长率大小依次为集体林区(12.19%)>桃源林场(11.84%)>欧洞林场(5.79%),表明当前集体林区森林生长势最强,欧洞林场森林生长势最弱。同一优势树种组在不同林区其连年生长率也有差异,松类连年生长率大小依次为集体林区(8.27%)>欧洞林场(6.32%)>桃源林场(4.78%),表明当前集体林区松类生长势最强,其次为欧洞林场,桃源林场松类生长势最弱;杉类连年生长率大小依次为桃源林场(11.81%)>集体林区(8.6%)>欧洞林场(0.04%),表明当前桃源林场杉类生长势最强,其次为集体林区,欧洞林场杉类生长势最弱;速生桉连年生长率大小依次为桃源林场(40.26%)>欧洞林场(26.82%)>集体林区(22.14%),表明当前桃源林场速生桉生长势最强,其次为欧洞林场,集体林区速生桉生长势最弱;阔叶树连年生长率大小依次为桃源林场(12.38%)>欧洞林场(9.91%)>集体林区(9.77%),表明当前桃源林场阔叶树生长势最强,其次为欧洞林场,集体林区阔叶树生长势最弱。

### 3 结论

(1)忻城县松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势

树种组最优蓄积量生长模型分别为  $M = 136.9639 / (1 + 51.3727e^{0.2295a})$ ,  $M = 144.4078 / (1 + 16.6000e^{0.2120a})$ ,  $M = 163.0894 / (1 + 33.2045e^{0.9546a})$ ,  $M = 118.3961(1 - e^{-0.2203a})^{27.5348}$ 。

(2)忻城县集体林区、欧洞林场、桃源林场林分生长均进入成熟期。仅桃源林场杉类、阔叶树 2 个优势树种组生长处于上升期,集体林区、欧洞林场松类、杉类、速生桉、阔叶树 4 个优势树种组及桃源林场松类、速生桉 2 个优势树种组均进行成熟期。

(3)松类生长势最强的是集体林区林分,最弱的是桃源林场林分;杉类生长势最强的是桃源林场林分,最弱的是欧洞林场林分;速生桉、阔叶树生长势最强的是桃源林场林分,最弱的是集体林区林分。

参考文献:

- [1] Smith F E. Population dynamic in daphnia magna and a new model for population growth[J]. Ecology, 1963 (44): 651-663.
- [2] 陈东来,张春生,刘忠柱.树木生长模型及拟合精度分析[J].河北林果研究,1997,12(2):131-137.

(责任编辑:邓大玉)

## 基因改造技术可以激活细胞电活性

细胞间通讯能力对心脑血管组织来说尤其重要,而细胞间的通讯功能要有电脉冲通过才能实现。细胞间的离子通道是带电分子或离子进出细胞的门户,可以将电流从一个细胞传导到下一个细胞。根据理论预测,要让哺乳动物心脏产生和传导电脉冲,有 3 种通道至关重要:钾离子通道、钠离子通道和一个间隙连接通道,间隙连接通道是一种支持细胞间电通讯的高度特殊结构。最近美国物理学家引入了这 3 种特殊的离子通道,让正常情况下没有电活性的细胞产生了电活性。

美国物理学家用小鼠进行实验。在实验中,他们设计了一个“S”型的路径,两端是普通的小鼠心脏活细胞群,在两群细胞之间要么充满不活跃细胞,要么充满转基因细胞,再分别对一端的心脏细胞群施加一个电脉冲刺激,在填充不活跃细胞的路径中,电脉冲传过开端心脏细胞后立刻消失了;在充满转基因细胞的路径中,电脉冲很快再生而且传过了 3cm 长的“S”路径,引发了另一端细胞群放电;用电脉冲刺激路径中央的转基因细胞,电脉冲会向两个方向传播,激活两端的心脏细胞。科学家们的进一步实验还证明,通过转基因改造还能让不活跃的人类肾脏细胞变得活跃。这项研究结果对深入研究生物电行为、开发神经系统和心脏病新疗法具有重要意义,还可用于设计新型传感器来探测疾病和环境毒素等。

(据科学网)