

文章编号: 1000-5692(2001)04-0333-04

# 浙江省马尾松天然林生长模型及采伐年龄的确定

韦新良, 郭仁鉴, 赵斌

(浙江林学院 森林经理研究所, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 马尾松天然林是浙江省森林资源的主要组成部分。根据标准地调查资料, 应用统计分析方法研究生长模型, 并结合森林经营实际确定采伐年龄。结果表明, 用 Richards 一般式能有效地表达马尾松天然林的生长规律, 其生长模型为: 林分平均树高  $H = 53.094798(1 - e^{-0.006186A})^{0.787890}$ ; 林分平均胸径  $D = 57.665304(1 - e^{-0.017344A})^{0.857815}$ ; 林分平均单株材积  $V = 0.688271(1 - e^{-0.026333A})^{0.604964}$ 。马尾松天然林的数量成熟龄为 43 a, 采用净现值法计算得到经济成熟龄为 40 a, 采伐年龄为 40~45 a。表 2 参 8

**关键词:** 马尾松; 生长曲线; 成熟年龄; 采伐年龄

**中图分类号:** S757.4<sup>+</sup>4 **文献标识码:** A

马尾松 *Pinus massoniana* 天然林是浙江省主要森林类型之一, 在林业生产、乡村经济和生态环境建设中占有重要地位。生长是森林的主要特征之一。林木的生长遵循着一定规律。利用林分生长模型描述林分各种测树因子的变化过程, 指导森林经营决策, 这已经成为林业研究工作的一个重要方法<sup>[1~3]</sup>。我们通过对马尾松天然林各项测树因子的调查研究, 整理资料, 拟合生长模型, 总结出马尾松天然林生长的一般规律, 并将这些规律应用于生产。在考虑如何获得最大经济效益的情况下, 确定马尾松的采伐年龄, 为科学合理地开展森林经营活动, 保障森林资源可持续发展提供技术参考。

## 1 资料来源和数据整理

研究资料取自于浙江省淳安县新安江开发公司和建德市新安江林场对马尾松天然林进行调查所得的标准地材料。单个标准地面积为 0.06 hm<sup>2</sup>, 要求林分树种组成中马尾松占 70% 以上, 林分郁闭度在 0.4 以上。计有效标准地 243 个。针对马尾松天然林中林木个体年龄存在明显差异的特点, 为了反映出林分的平均年龄水平, 分别在每个标准地中选取平均解析木, 计 243 株。经过树干解析, 以平均木的年龄作为该马尾松天然林标准地的平均年龄。将林分株数和单位面积蓄积量进行一致性处理, 换算成完满立木度、理想生长状态下 (取郁闭度为 1.0) 的数值。经过数据整理和统计, 所选用的标准地年龄 8~45 a, 密度 300~3950 株·hm<sup>-2</sup>, 林分平均胸径 5.0~31.7 cm, 平均树高 4.9~18.3 m, 蓄积量最高值 366.4 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>。在整理资料完毕后, 采用目前通用的 Visual Fox pro 6.0 数据库管理系统, 在计算机上建立 2 个相关联的数据库文件——标准地数据库 (标准地 DBF) 和立地条件数据库 (立地 DBF)。

## 2 生长模型的拟合与确定

生长模型是反映林分生长过程的一组数学表达式。随着计算数学和计算工具的发展, 林分生长模

收稿日期: 2001-02-15; 修回日期: 2001-06-01

基金项目: “九五”浙江省科学技术厅重点资助项目(961102160)

作者简介: 韦新良(1965-), 男, 浙江湖州人, 副教授, 硕士, 从事森林经理和生态旅游研究。

型研究也逐步发展,有现实收获表、可变密度收获表、单木模型和全林分模型等,大体上可分为“过程模型”和“经验模型”两大类。过程模型就是指用人工模拟生态系统研究各个生态因子对林木或林分的影响,进而总结出森林或树木生长过程的规律性的模型。由于过程模型研究的复杂性和长期性,在生产上极少应用。经验模型是以回归估计为基础,结合一定的理论方程用以研究不同年龄时林木或林分调查因子的数量,在林分生长模型研究和实际应用中普遍采用。为了客观有效地用生长模型表达马尾松天然林的一般生长规律,消除马尾松天然林中林木个体差异对研究结果所产生的误差,本次研究以标准地的平均胸径、平均树高、平均单株材积和林分密度作为主要测树因子,采用经验模型方法来探讨马尾松天然林的平均生长过程。

按照生长模型应对样本资料有较好的拟合性能,最小的残差,尽可能少的参数,以及参数具有生物学意义等一般要求,同时参考其他一些森林生长模型研究成果<sup>[4~6]</sup>,选取若干个生长方程作为马尾松天然林生长备选模型。应用调查得到的标准地各调查因子数据,进行生长方程拟合,求出各参数值,并对各生长方程及其参数进行相关显著性统计检验和适应性检验。结果表明, Richards 一般式拟合程度最高,相关系数较其他方程大,复相关系数  $t$  检验和回归适应性  $F$  检验均达到极显著水平,模型具有很好的适应性。同时, Richards 一般式中各个参数均具有生物学意义。

Richards 一般式为:

$$y = C_1(1 - e^{-C_2 A})^{C_3} \quad (1)$$

式中:  $y$  为林分调查因子,  $C_1$  为生长极限值,  $C_2$  为生长速率,  $C_3$  为形状参数。由此确定马尾松天然林各调查因子的生长模型为:

$$H = 53.094798(1 - e^{-0.0061864A})^{0.787890}, (r = 0.7652); \quad (2)$$

$$D = 57.665304(1 - e^{-0.017344A})^{0.857815}, (r = 0.8464); \quad (3)$$

$$V = M/N = 0.688271(1 - e^{-0.026333A})^{0.604964}, (r = 0.6892)。 \quad (4)$$

(2)(3)(4)式分别为树高、胸径和材积生长模型。式中:  $H$  为林分平均树高,  $D$  为林分平均胸径,  $V$  为林分平均单株材积,  $M$  为林分单位面积蓄积量,  $N$  为林分单位面积株数,  $A$  为林分年龄。

### 3 生长模型应用

#### 3.1 数量成熟龄的确定

数量成熟龄是指树木或林分生长过程中材积平均生长量最大的年龄,平均生长量( $Z^*$ )是指树木或林分的生长总量除以年龄所得的值。其计算公式为:

$$Z^* = V/A = N \times 0.688271(1 - e^{-0.026333A})^{0.604964}/A \quad (5)$$

应用(5)式计算得到马尾松天然林在完满生长状态(郁闭度1.0)下平均每公顷各年龄的平均生长量值(表1)。结果表明,平均生长量在43a时达到最大,即马尾松天然林的数量成熟龄为43a。

#### 3.2 经济成熟龄的确定

经济成熟龄的确定方法很多<sup>[7,8]</sup>,但是不论以何种方法来确定,都是以平均收益率最大时的年龄作为其经济成熟龄,其中净现值法是被世界各国广泛采用的一种衡量投资效益的方法。净现值法是考虑了货币的时间价值,将不同时期的经营收入和经营支出按贴现率换算为某一时期的价值来计算经营的收益情况的一种方法。其计算式为:

表1 马尾松天然林平均生长量

Table 1 The mean annual increment of masson pine natural forest

林年龄/a	平均生长量/( $m^3 \cdot hm^{-2}$ )	林年龄/a	平均生长量/( $m^3 \cdot hm^{-2}$ )
< 39	< 7.142	45	7.363
39	7.142	46	7.248
40	7.263	47	7.128
41	7.374	48	7.025
42	7.479	49	6.926
43	7.576	50	6.807
44	7.475	> 50	< 6.807

$$V_{NP} = \sum (R_t - C_t) / (1 + P)^t \quad (6)$$

式中:  $V_{NP}$  为净现值;  $R_t$  为  $t$  年时的收入;  $C_t$  为  $t$  年时的支出;  $P$  为银行贷款利率。

根据对浙江省淳安、建德等地林业生产经济状况的调查分析, 马尾松天然林的经营成本包括采伐成本  $130 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$ , 运输成本  $20 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$ , 年管理成本  $15 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$  和其他费用  $4 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$ , 收入主要为木材采伐后的销售收入。根据市场调查结果, 由于近几年市场木材价格变动幅度较大, 在不分材种的情况下, 以浙江省近几年马尾松木材的市场平均价格  $400 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$  和年利率  $3\%$  作为计算标准, 采用 (6) 式以林龄 20 a 作为标准时点计算每公顷马尾松天然林经营的净现值。结果见表 2。

表 2 马尾松天然林经营的净现值

Table 2 Net present value of masson pine natural forest management

林龄/a	产值/万元	成本/万元	利润/万元	林龄/a	产值/万元	成本/万元	利润/万元
20	2 157.7	1 207.4	0.950 3	40	3 259.0	1 813.6	1 445.3
25	2 608.0	1 457.0	1 151.0	45	3 270.0	1 850.0	1 420.0
30	2 951.0	1 647.0	1 304.0	50	3 282.5	1 891.1	1 391.4
35	3 165.3	1 765.5	1 399.8				

从表 6 中的数据可以看出, 在目前的银行利率下, 马尾松天然林经营 40 a 时净现值最大, 此时的年龄为经济成熟龄, 即马尾松天然林的经济成熟龄为 40 a 左右。

### 3.3 采伐年龄的确定

采伐年龄作为一种森林经营的时间要素, 是指林木从发生开始经过培育和正常的生长发育达到成熟可以采伐利用为止所需要的时间。森林成熟龄是确定采伐年龄的主要依据, 不同类型、不同经营目的的森林, 在确定采伐年龄时依据的森林成熟龄种类和侧重点也有所不同。马尾松天然林经营的主要目的是为国民经济和人民生活提供木材, 发展林区经济, 同时也具有改善生态环境, 提高生态景观质量的作用, 其采伐年龄应以“数量成熟与经济成熟并重, 兼顾生态环境建设要求”的原则来综合确定。由此, 根据上述研究得到的马尾松天然林数量成熟龄和经济成熟龄, 考虑到森林经营者的实际经营要求、市场供求状况与区域生态环境改善的需要, 确定马尾松天然林的综合采伐年龄为 40~45 a。由于数量成熟龄和经济成熟龄与林分的立地条件、培育的材种和利率高低等因素有关, 立地条件好利率高时, 经济成熟龄低, 采伐年龄可以取低限, 立地条件差利率低时, 经济成熟龄高一些, 采伐年龄宜取高限。

## 4 结语

生长是森林的基本特点, 森林成熟和采伐年龄是开展科学合理的森林经营活动的重要技术经济要素。应用 Richards 一般式来描述马尾松天然林的生长过程, 能有效地对马尾松天然林的生长规律进行定量分析, 掌握不同年龄时期各项林分调查因子的生长变化特点, 明确林分生长存在的高限值。应用生长模型, 确定马尾松天然林的数量成熟龄为 43 a, 经济成熟龄为 40 a, 采伐年龄为 40~45 a。这些技术经济参数与马尾松天然林经营的实际要求相符合, 能为科学合理地开展马尾松天然林的经营提供技术指导。

### 参考文献:

- [1] 韦新良, 贺汉良. 应用森林经理调查资料研究现实林分生长特性[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(3): 286-290.
- [2] 周国模, 李孝青, 储家森, 等. 喜树幼树和萌芽条生长规律及性状相关[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(4): 355-359.
- [3] 江波, 袁位高, 戚连忠, 等. 杨树人工林合理采伐年龄的研究[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 26-31.
- [4] 盛炜彤. 大岗山杉木人工林主伐年龄的研究[J]. 林业科学研究, 1991, 1(4): 115-120.
- [5] 唐守正. 广西大青山马尾松全林整体生长模型及其应用[J]. 林业科学研究, 1991, 1(4): 8-12.
- [6] 张志云. 杉木人工林主伐年龄研究[J]. 江西农业大学学报, 1991, 13(4): 336-343.
- [7] 杨家伟. 最大土地期望值法确定造林树种最佳采伐年龄的探讨[J]. 云南林业科技, 1996, 4(12): 42-45.
- [8] 宋永庆. 杉木人工林经济成熟年龄研究[J]. 江西林业科技, 1993, 3(1): 1-5.

# Growth model and cutting age of masson pine natural forest in Zhejiang

WEI Xin-liang, GUO Ren-jian, ZHAO Bin

(Forest Management Research Institute of Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** Masson pine natural forest is the main part of forest resources in Zhejiang Province, China. By the statistical analysis method, the authors researched the growth model and cutting age of masson pine natural forest with the sample plot inventory data. The result is that the Richards-model is the best for describing the forest growing process, the growth model of mean DBH is  $H = 53.094798(1 - e^{-0.006186A})^{0.787890}$ , the growth model of mean height is  $D = 57.665304(1 - e^{-0.017344A})^{0.857815}$ , the growth model of mean volume is  $V = M/N = 0.688271(1 - e^{-0.026333A})^{0.604964}$ , the quantitative maturity age is 43 a, and the economical maturity age is 40 a by the net present ward method, the cutting age is 40~45 a.

**Key words:** masson pine (*Pinus massoniana*); growth curve; maturation age; cutting age

## 欢迎订阅 2002 年《南京林业大学学报》

《南京林业大学学报(自然科学版)》创刊于 1958 年,主要刊登生物学、森林地学、林学基础理论、森林培育与经营管理、森林资源与环境、森林与自然保护、水土保持与荒漠化防治、木材工业与技术科学、林业机械与电子工程、林产化学与工业学、园林植物与风景园林、林业经济与管理、森林工程、土木工程等以及有关边缘学科的研究成果。每期设置专栏集中报道重点项目、基金项目及重大课题的研究成果。

该版本学报是国家科技部中国科技论文统计源期刊,中国科学引文数据库来源期刊,中国学术期刊综合评价数据库来源期刊,中国自然科学核心期刊,《中国学术期刊(光盘版)》首批入编期刊,万方数据系统入编科技期刊,被 CA、FA、FPA、《中国林业文摘》《中国生物学文摘》《竹类文摘》等著名检索刊物收录。

该版本学报大 16 开本,双月刊,逢单月末出版。国内定价:每期 6.00 元。国内邮发代号:28-16。国外总发行:中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)。国外发行代号:522Q。

另经国家新闻出版总署批准,《南京林业大学学报(人文社科版)》于 2001 年创刊。该版本学报主要报道哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学和管理学等学科有创新的研究成果,体现环境与发展领域的研究特色。主要栏目涉及哲学、史学、经济、管理、法律、语言与文学、环境与社会、环境与艺术(包括风景园林及室内设计、广告理论)和教育理论及实践等方面。欢迎投稿,欢迎订阅!

该版本学报大 16 开本,季刊。刊号:CN 32-1607/C,ISSN 1671-1165。定价:每期 6.00 元。

可直接与编辑部联系:210037 南京市龙蟠路南京林业大学学报编辑部。电话:025-5427018

E-mail: xuebao@njfu.edu.cn 或 journal@njfu.edu.cn