

文章编号: 1000-5692(2001)03-0219-04

浙江省杉木人工林生长模型及主伐年龄的确定

周国模, 郭仁鉴, 韦新良, 王雪军

(浙江林学院 森林经理研究所, 浙江 临安 311300)

摘要: 杉木人工林是浙江省主要用材林资源。根据调查资料, 经过模型拟合和统计分析, 确定林分生长模型, 据此计算数量成熟龄, 以土地期望价最高和内部收益率最大确定经济成熟龄, 并确定主伐年龄。结果表明, 杉木人工林的数量成熟龄为 24~29 a, 经济龄成熟为 17~27 a, 主伐年龄为 19~26 a。不同地位指数的林分间有一定的差异, 其中 8 和 10 地位指数级主要培育小径材, 应尽可能提前采伐, 12 和 14 地位指数级培育中小径材, 可适当提前采伐, 16 地位指数级以培育中径材为主, 可适当延长采伐, 18 及 18 以上地位指数级, 培育中大径材, 应尽可能延长采伐年限。表 2 参 8

关键词: 杉木; 用材林; 生长模型; 数量成熟; 经济成熟; 主伐年龄

中图分类号: S757 **文献标识码:** A

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 人工林在浙江省用材林资源中占有重要地位。据 1994 年森林资源清查, 全省共有林地 517.18 万 hm^2 , 其中用材林为 331.80 万 hm^2 , 占 64.2%。用材林中, 杉木人工林为 69.16 万 hm^2 , 占 21.0%, 已成为浙江省重要的森林资源。特别是 1972 年以来, 浙江省大规模营造了杉木人工林, 其中有相当一部分已进入可利用阶段, 并将有更多面积的林分陆续进入这一时期。生长是森林的主要特点之一, 研究森林生长规律, 指导森林经营活动, 是林业研究的一个重要方面^[1,2]。一些研究^[3,4]表明, 杉木人工林的成熟年龄与立地条件相关密切, 而且也与杉木的市场价格有关。当今木材价格已完全放开, 如何确定杉木成熟龄, 何时采伐利用在经济上效益最大, 已成为亟需解决的问题。以杉木人工林为对象, 从数量成熟和经济成熟的角度, 研究不同立地条件下的森林成熟年龄, 据此确定杉木人工林的主伐年龄, 这对森林经营者进行科学决策具有重要意义。

1 材料

1.1 生长模型研究材料

研究材料取自浙江庆元、开化、遂昌和建德等浙江省杉木人工林主要分布地区调查得到的 294 块标准地和 120 株平均解析木。标准地面积为 0.06 hm^2 。地形多以山地丘陵为主, 海拔 200~1 000 m。母岩以砂岩、凝灰岩和花岗岩为主。土壤类型主要为山地黄红壤和红壤, 以坡积和残积成土。土层厚度 0.3~1.0 m, 平均容重为 1.21。林分年龄 3~25 a, 密度 720~6 345 株 $\cdot\text{hm}^{-2}$, 地位指数 8~18。标准地平均年龄 12.38 a, 平均胸径 11.35 cm, 平均树高 7.57 m, 密度 2 350 株 $\cdot\text{hm}^{-2}$, 平均蓄积量 101.646 $\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

收稿日期: 2001-02-15; 修回日期: 2001-06-01

基金项目: “九五”浙江省重点资助项目(961102160)

作者简介: 周国模(1961—), 男, 浙江诸暨人, 教授, 硕士, 从事森林经理和风景旅游等研究。

1.2 经营成本与收益材料

经营成本包括采运费用、营林费用和管理费用。根据调查资料,以各地杉木人工林实际经营的平均成本来计算(表1)。林业经营者实际支付的平均利率水平为年利率6.00%。

表1 杉木人工林经营成本

Table 1 Management costs of Chinese fir planted forest

| 采伐成本/ (元·m ⁻³) | | 营林成本/ (元·hm ⁻²) | | | | 管理成本/ (元·hm ⁻²) | | 税 费/ (元·m ⁻³) | | | |
|-------------------------------|----------|--------------------------------|-------|----------|----------|--------------------------------|----------|------------------------------|----------|----------|----------|
| 采伐 成本 | 运输 成本 | 整地 成本 | 苗木费 | 种植 成本 | 补植 成本 | 年管理 成本 | 肥料 费用 | 税 金 | 征收 费用 | 育林 基金 | 其他 费用 |
| 130.0 | 20.0 | 2700.0 | 225.0 | 22.5 | 45.0 | 15.0 | 1200.0 | 66.4 | 9.0 | 124.5 | 60.0 |
| 150.0 | | 2992.5 | | | | 1215.0 | | 259.9 | | | |

说明:其他费用包括采伐设计费和采伐证等;税金包括农林特产税、产品税和营业税;征收费用包括检疫费和林政管理费

经营收入主要是指木材收入(木材收入=木材采伐量×木材价格)。近几年木材市场价格波动较大,不同规格之间价格差异较大。根据对省内主要木材市场及其木材价格的调查分析,取其中间价作为各杉木材种规格的价格。具体为:10 cm以下300元·m⁻³;10~12 cm 440元·m⁻³;12~14 cm 480元·m⁻³;14~16 cm 550元·m⁻³;16~18 cm 620元·m⁻³;18~20 cm 690元·m⁻³;20~22 cm 760元·m⁻³;22~24 cm 800元·m⁻³;24 cm以上900元·m⁻³。

2 研究方法

2.1 生长模型的选定

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要求,参考其他一些研究结果^[3-9],选取若干个生长方程作为杉木人工林生长备选模型。

$$y = c_0 e^{-c_1/A}; \quad (1)$$

$$y = c_1 A^{c_1} e^{c_2 A}; \quad (2)$$

$$\ln y = c_0 + c_1/(A+k); \quad (3)$$

$$y = k/(1+me^{rA}); \quad (4)$$

$$y = m(1-e^{-kA}); \quad (5)$$

$$y = m(1-e^{-kA})^r; \quad (6)$$

$$\ln y = c_1 + c_2 SI - c_3 \ln N - c_4/A; \quad (7)$$

$$y = c_0 + c_1 A + c_3 A^2. \quad (8)$$

上述各个生长方程式中, y 为林分测树因子, A 为林分年龄, SI 为林分地位指数, N 为林分密度, r 为立木形状指数, c_0, c_1, c_3, c_4, m, k 为待定参数。

应用调查得到的标准地和平均解析木各测树因子生长数据,进行生长方程拟合,求出各参数值。对各生长方程及其参数进行相关显著性统计检验,经 F 检验达显著水平($\alpha = 0.05$)或极显著水平($\alpha = 0.01$),且相关系数绝对值最大的生长方程确定为最后入选的杉木人工林某测树因子的生长模型。

2.2 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,平均生长量是指树木或林分的生长总量除以年龄所得的值。根据这一定义,一般可用树木或林分某一测树因子的总生长模型除以年龄来得到平均生长模型,并用平均生长模型求最大值的方法来求得平均生长量最大时所对应的年龄,此年龄即为数量成熟龄。对一些求解比较困难的生长模型,可用运算的方法直接计算树木或林分各年龄的平均生长量值,进行比较,选择平均生长量最大值所对应的年龄作为数量成熟龄。

2.3 经济成熟龄的确定

经济成熟龄的确定方法很多,但是不论以何种方法来确定,都是以平均收益率最大作为其经济成

熟龄^[6~8]。本文选用土地期望价最高和内部收益率最大这 2 种方法来确定杉木经济成熟龄。

2.3.1 土地期望价最高的经济成熟龄 此法是把土地作为经营林业的主要资本，以期获得最大的土地纯收益时的年龄作为经济成熟龄。土地纯收益（林地期望价）的计算式为：

$$B_u = (A_u + D_a 1.0p^{u-a} + D_b 1.0p^{u-b} + \dots - c 1.0p^u) / (1.0p^u - 1) - v / 1.0p. \quad (9)$$

式中： B_u 为各采伐期的土地期望价； A_u 为主伐收入； D_a, D_b 为分别为第 a, b 年的间伐收入； c 为造林费； v 为管理费； p 为利率； u 为采伐期。

2.3.2 收益率最大的经济成熟龄 内部收益率是使净现值等于零时的利率，也就是费用现值与收益值相等时的利率。根据杉木人工林历年的收入和支出，求出每年的内部收益率值后，找出其最大值所对应的年龄，即为经济成熟龄。内部收益率计算公式为：

$$\sum R_t(1+P)^{-t} = \sum C_t(1+P)^{-t}. \quad (10)$$

式中： P 为内部收益率； t 为年龄； R_t 为 t 年时的总货币收入； C_t 为 t 年时的总费用。

2.4 主伐年龄的确定

主伐年龄是指林木经过培育达到成熟可以采伐利用所需要的时间。对于杉木人工林，其经营目的主要是为了生产符合市场需要的木材，以此获得经济收益，其主伐年龄主要依据数量成熟龄、经济成熟龄和森林经营者实际支付的利率水平与市场供求状况来综合确定。

3 结果与分析

3.1 生长模型

经过生长模型拟合和统计检验，结果表明各备选生长方程均达到极显著水平，相关性紧密。从中最后确定的胸径和材积生长模型为：

$$\ln D = 4.504156 - 0.036179SI - 0.084218 \ln N - 12.031347/A. \quad (11)$$

式中： SI 为地位指数； N 为每公顷株数； A 为年龄； D 为胸径。相关系数 0.9459。

$$\ln M = 1.638213 + 0.121188SI + 0.524874 \ln N - 28.389612/A. \quad (12)$$

式中： SI 为地位指数； N 为每公顷株数； A 为年龄； M 为林分材积或蓄积。相关系数 0.8916。

3.2 数量成熟龄

应用林分材积生长模型进行计算，杉木人工林数量成熟龄随着林分地位指数的增加而减少，结果 8 和 10 指数级为 29 a，12 和 14 指数级为 27~28 a，16 指数级为 26~27 a，18 指数级为 24~25 a。

3.3 经济成熟龄

土地期望价最高的经济成熟龄和收益率最大的经济成熟龄之间差异不大。各地位指数级经济成熟龄均随年利率的增加而减少。在同一年利率水平下，中等地位指数的林分经济成熟龄较高。杉木人工林的经济成熟龄总体变化幅度为 17~27 a（表 2）。

表 2 土地期望价最高的经济成熟龄

Table 2 The economical maturity age by maximum land expectation value

| 利率/% | 不同地位指数级的经济成熟龄/a | | | | | |
|------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 2.00 | 21~22 | 23~24 | 24~26 | 26~27 | 24~25 | 22~23 |
| 4.00 | 19~20 | 20~21 | 21~22 | 24~25 | 23~24 | 21~22 |
| 6.00 | 19~20 | 20~21 | 20~21 | 21~22 | 22~23 | 18~19 |
| 8.00 | 17~18 | 19~20 | 20~21 | 19~20 | 21~22 | 17~18 |

3.4 主伐年龄

由于不同地位指数级的林分其森林成熟龄的变动幅度较大，数量成熟龄与经济成熟龄之间存在差异，我们针对杉木人工林的实际经营状况，以经济成熟龄为重点，适当考虑数量成熟龄，并分别不同

地位指数级确定其相应的主伐年龄。8和10地位指数级为19~21 a, 12和14地位指数级为21~23 a, 16地位指数级为23~24 a, 18地位指数级及以上的林分为24~26 a。

4 结论与建议

浙江省杉木人工林生长模型、数量成熟龄、经济成熟龄和主伐年龄均与林分的立地条件有关。经济成熟龄与贷款利率有关, 经济成熟龄和主伐年龄的大小还与培育的材种有关。立地条件好, 经济成熟早, 主伐年龄则短, 立地条件差, 经济成熟晚一些, 主伐年龄也迟一些。利率高时, 经济成熟龄低, 主伐年龄也短, 利率低时, 经济成熟龄高, 主伐年龄也长。不同立地条件的林地, 在市场木材价格变化不大的情况下, 要有针对性地培育相应的目的材种。8和10地位指数级林地, 主要培育小径材, 应尽可能提前采伐。12和14地位指数级林地, 以培育中小径材为主, 可适当提前采伐。16地位指数级林地, 主要培育中径材, 要适当延长采伐年限。18地位指数级及以上的林分, 主要培育中大径材, 满足国民经济和人民生活对大径材的要求, 应尽可能延长采伐年限。在贷款造林时要充分考虑利率的因素, 尽可能降低贷款利率。在固定利率情况下, 14地位指数级立地是选择杉木人工林贷款造林地的低限。为了达到杉木人工林的经营目的, 提高林地生产力, 应根据林地的地位指数级来确定相应的主伐年龄。

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] 盛炜彤, 惠刚盈, 罗云伍. 大岗山杉木人工林主伐年龄的研究[J]. 林业科学研究, 1991, 4(2): 113-121.
- [4] 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.
- [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, 4(增刊): 8-13.
- [6] 杨家伟. 最大土地期望值法确定造林树种最佳主伐年龄的探讨[J]. 云南林业科技, 1996, (4): 42-45.
- [7] 宋永庆. 杉木人工林经济成熟年龄研究[J]. 江西林业科技, 1993, (1): 1-6.
- [8] 江波, 袁位高, 戚连忠, 等. 杨树人工林合理主伐年龄的研究[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 26-31.

Growth model and cutting age of Chinese fir planted forest in Zhejiang Province

ZHOU Guo-mo, GUO Ren-jian WEI Xin-liang, WANG Xue-jun

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

Abstract: Chinese fir planted forest is the main part of timber forest resource in Zhejiang Province, China. By the model statistical analysis method, the authors researched and decided the growth model, then calculated the quantitative maturity age, and decided the economical maturity age by maximum land expectation value and maximum internal rate of return, finally decided the cutting age of Chinese fir planted forest. The result is that the quantitative maturity age of Chinese fir is 24~29, the economical maturity age is 17~27, the cutting age is 19~26, and they are different among forests on different sites.

Key words: Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); timber forest; growth model; quantitative maturity age; economical maturity age; cutting age