

文章编号: 1001-1498(1999)05-0500-05

# 长白落叶松人工林间伐林分的生长模拟

孙晓梅

(中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要: 利用黑龙江省孟家岗林场长白落叶松人工林间伐标准地定位观测数据, 基于间伐林分断面积与相同年龄、相同立地、相同保留木株数的未间伐林分的断面积, 随时间趋于一致的假设, 根据未间伐人工林林分断面积生长的一般预测模型导出了间伐林分的断面积生长预测模型, 同时, 结合抚育间伐技术指标的确定, 进行间伐林分的动态模拟。

关键词: 长白落叶松; 人工林; 间伐; 生长模拟

中图分类号: S 753 文献标识码: A

抚育间伐是林分发生竞争后, 根据经营目的人为伐掉一部分林木, 改善林木生长条件的经营方法。抚育间伐是林分密度调控最普遍而有效的方法, 这方面的研究一直为林学界所关注。本研究以探讨间伐林分与密度相同的未间伐林分(林木株数与间伐林分间伐后保留的林木株数相同)收获量的关系为基础, 利用未间伐林分的生长量, 推导出间伐人工林生长量的预估模型, 据此模拟间伐人工林的生长过程。

## 1 研究地区自然概况

研究所用固定样地资料取自黑龙江省桦南县孟家岗林场, 地处松花江、黑龙江、乌苏里江冲积平原地带, 属完达山脉, 平均海拔 500~600 m。各样地立地条件大致相同: 大地形为丘陵, 西南坡向, 坡度 3°; 土壤为潜育暗棕壤, A 层厚度为 20 cm, 1958 年造林, 初植密度为 3 300 株·hm<sup>-2</sup>, 各标准地的测树因子概况见表 1。

表 1 各标准地的测树因子

样地号	面积/hm <sup>2</sup>	林龄/a	胸径/cm	树高/m	优势木高/m	立地指数	密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	断面积/(m <sup>2</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	蓄积量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	调查次数	经营情况
1	0.20	39	15.6	18.5	21.8	15	2 015	37.99	255	17	未间伐
2	0.20	39	16.3	19.7	21.7	15	1 680	34.45	232	19	1974, 1982, 1987 年间伐
3	0.20	39	17.0	19.5	21.3	15	1 460	32.68	221	19	1974, 1982, 1987 年间伐
4	0.20	39	16.7	18.6	21.0	15	1 605	34.81	236	19	1974 年间伐
5	0.20	39	17.6	17.6	19.3	14	1 436	34.05	232	19	1974 年间伐

收稿日期: 1997-09-10; 修订日期: 1999-07-17

基金项目: 国家“九五”攻关专题“落叶松纸浆材树种良种选育及培育技术研究”的部分内容。

作者简介: 孙晓梅(1968-), 女, 山东胶州人, 助理研究员。

## 2 间伐林分断面积与未间伐林分断面积之间的关系

由长白落叶松(*Larix olgensis* Henry)人工林林分生长动态的研究<sup>[1]</sup>可知:林分形成至郁闭前,林木株数不变,郁闭后,林木株数随着林分胸径的增大而减少,最终达到相对稳定的极小值;在年龄、立地一定时,单位面积林分断面积随林木株数的增加而增加,最终达到相对稳定的极大值;林分年龄和林木株数一定时,林分断面积随着林地生产力的增大而增加。并据此建立了林分自然稀疏模型(1)和未间伐林分断面积预估模型(2)<sup>[1]</sup>:

$$N = N_0 - (N_0 - 264.25N_0^{0.29}SI^{0.15}) \cdot e^{-3.834280Dg^{0.47}N_0^{0.31}SI^{0.02}} \quad (1)$$

$$G_2 = 137.88(1 - e^{-0.0014N_2}) \cdot e^{(-(\ln(137.88(1 - e^{0.0014N_1})) - \ln G_1)^{1/0.41} + 0.0157(t_2 - t_1))^{-0.41}} \quad (2)$$

式中:  $G_1, G_2, N_1, N_2, t_1, t_2$  分别为期初和期末的林分断面积、株数和年龄,  $N_0$  为初植密度。

间伐林分的断面积随林分的生长与相同立地、林木株数的未间伐林分断面积趋于一致<sup>[4]</sup>, 为了验证间伐林分与未间伐林分断面积之间的这种关系需要有不同初植密度、立地的间伐样地及与之相对应的相同林分条件的未间伐样地的长期观察数据, 目前, 由于缺少与间伐样地相对应的未间伐样地的数据, 将(2)式模拟的初植密度为  $1670 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  的未间伐林分的断面积预测值, 与间伐后保留株数为  $1670 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  的4号样地的断面积的实测值进行比较(图1)发现: 间伐初期, 由于林木竞争的影响, 间伐林分的断面积低于密度与之相同的未间伐林分, 但是, 随着时间的变化, 间伐林分的断面积接近于未间伐林分的断面积。

用 Connor 提出的被压指数概念<sup>[5]</sup>反映间伐林分与条件相同的未间伐林分的断面积间的差异程度, 见(3)式:

$$IS = (G_u - G_t) / G_u = 1 - G_t / G_u \quad (3)$$

式中:  $IS$  表示被压指数,  $G_t, G_u$  分别表示间伐林分、未间伐林分的断面积。

$G_t$  随着林分的生长逐渐接近于  $G_u$ , 因此,  $IS$  随着时间的变化逐渐趋向于0。根据表1中间伐样地观测数据的拟合结果, 得到下面预测  $IS$  变化趋势的简单模型:

$$IS_2 = IS_1 \cdot e^{-0.1185(t_2 - t_1)} \quad (R = 0.82) \quad (4)$$

式中:  $IS_1, IS_2$  分别为年龄  $t_1, t_2$  时的被压指数, 因此对应于年龄  $t_2$  的间伐林分断面积  $G_{t_2}$  为:

$$G_{t_2} = G_u(1 - IS_2) \quad (5)$$

## 3 间伐林分的动态模拟

### 3.1 抚育间伐方式

虽然抚育间伐的方式很多, 但生产中普遍采用下层疏伐。下层疏伐主要伐除林冠层以下的被压木、枯立木和濒死木, 以改善保留木的生长条件, 缩短林分的培育周期<sup>[3]</sup>, 因此本文针对下层疏伐进行模拟。

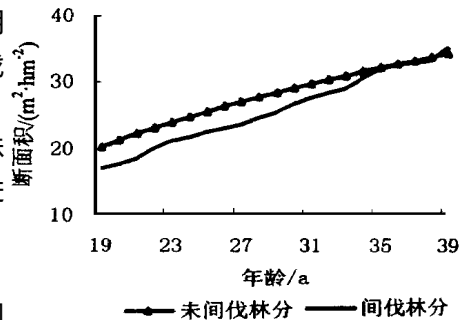


图1 间伐林分(初植密度  $3300 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 19 a时伐至  $1670 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ )与未间伐林分(林分密度为  $1670 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ )断面积的生长过程

### 3.2 抚育间伐强度

抚育间伐强度通常用株数强度和断面积强度两种方法表示。本文依据树冠面积相当于该树木所需营养面积的原理,利用林木平均胸径与冠幅关系确定间伐株数强度<sup>[2]</sup>。通过分析及拟合松江河地区长白落叶松人工林不同年龄及不同密度林分的枝解析数据<sup>[4]</sup>,得出冠幅( $Cw$ )与胸径( $D$ )的关系式:

$$Cw = 0.8181 + 0.1537D \quad (6)$$

因为落叶松树冠为圆锥体,侧面受光较好,各径级树冠面积最小理论值( $S_i$ )为:

$$S_i = \pi Cw^2 / 4 \quad (7)$$

每公顷保留木最大密度( $N_i$ )为:

$$N_i = 10000 / S_i \quad (8)$$

利用上式求出的最大保留株数控制抚育间伐株数强度的最小值,然后根据株数强度和断面积强度间的关系<sup>[5]</sup>,计算间伐的断面积强度,从而求出间伐林分的断面积:

$$G_t = G_b(N_t / N_b)^{1.7852} \quad (9)$$

式中, $G_t$ ,  $N_t$  分别表示单位面积间伐的断面积和株数,  $G_b$ ,  $N_b$  分别表示间伐前单位面积的断面积和株数。

### 3.3 抚育间伐的开始期和间隔期

抚育间伐的理论基础是自然稀疏,抚育间伐的目的在于把本来要自然死亡的那部分树木通过人为的方法抢救出来,加以利用,同时促进保留林木的生长<sup>[3]</sup>。不同立地、不同初植密度林分的抚育间伐开始期不同,本文把林分生长模型林木株数开始下降,即林分发生自然稀疏时的年龄作为间伐的开始期。

抚育间伐的间隔期除受立地条件、初植密度等因素的制约外,还与上次抚育间伐强度有着密切的关系,本文把间伐后的林分再次发生自然稀疏时确定为再次间伐期,其与上次间伐所间隔的年数为间伐间隔期。

### 3.4 抚育间伐后最终保留的林木株数(即主伐时的林木株数)

主伐前保留的林木株数多,林分的相应收获量也高,适宜的密度不仅不会影响林分的生长,而且能够加速落叶松的生长和材积的增加,达到高产、优质和早收益的效果。利用未间伐林分生长模型模拟不同林分条件的生长发现,不同立地初植密度为  $1400 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$  的林分在其生长过程中,几乎不发生自然稀疏现象,为了充分发挥林地生产潜力,提高收获量,本文以  $1400 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$  为主伐前保留的株数。

### 3.5 间伐林分的动态模拟

根据上面确定的抚育间伐措施,结合间伐林分和未间伐林分的断面积预估模型,对

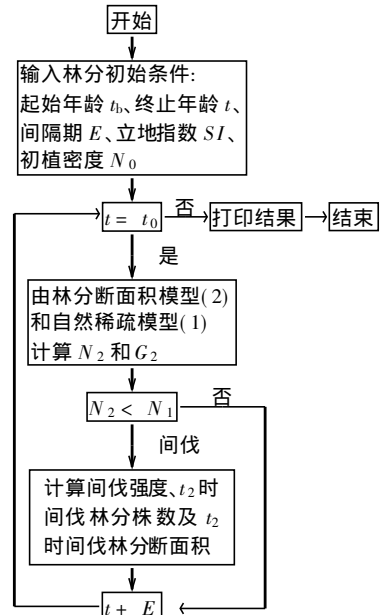


图2 间伐林分生长过程模拟流程

不同初植密度、不同立地的林分进行动态生长及间伐模拟, 其模拟过程见图 2, 模拟结果见表 2 及图 3。

表 2 不同初植密度长白落叶松人工林间伐情况(立地指数 15)

初植密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	间伐序次	间伐时年龄/a	间伐株数/ (株·hm <sup>-2</sup> )	间伐断面积/ (m <sup>2</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	间伐强度/%
3 000	1	16	750	1.49	25.0
	2	20	450	1.13	20.0
	3	25	399	1.58	22.0
2 500	1	17	625	1.56	25.0
	2	23	474	1.94	25.3
2 000	1	20	600	2.47	30.0

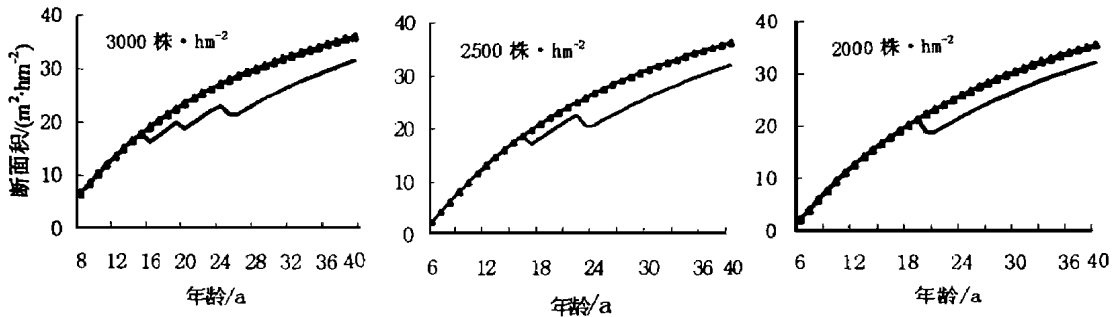


图 3 不同初植密度间伐林分断面积生长过程

## 4 结 论

(1) 随时间的变化, 间伐林分的断面积与相同年龄、立地、林木株数的未间伐林分断面积趋于一致, 其速率依赖于由被压指数表示的相对于未间伐林分的被压水平, 被压指数随林龄的变化逐渐趋于零, 说明间伐效应随时间的增加而逐渐消失。

(2) 在长白落叶松人工林的经营中, 可以根据林分发生自然稀疏的时间确定抚育间伐开始期; 胸径与树冠面积的关系不受立地条件和年龄的影响, 两者之间呈直线关系。

(3) 从长白落叶松人工林动态间伐模拟结果发现, 当立地指数为 15 时, 初植密度 3 000 株·hm<sup>-2</sup>的林分抚育间伐开始期为 16 a, 抚育间伐次数为 3 次; 初植密度 2 500 株·hm<sup>-2</sup>的林分抚育间伐开始期为 17 a, 抚育间伐次数为 2 次; 初植密度 2 000 株·hm<sup>-2</sup>的林分抚育间伐开始期为 20 a, 抚育间伐次数为 1 次。

**参考文献:**

- [1] 孙晓梅, 李凤日, 牛山, 等. 落叶松人工林生长模型的研究[J]. 林业科学研究, 1998, 11(3): 306 ~ 312.
- [2] 费廷瑞. 落叶松的密度和间伐问题[J]. 吉林林业科技, 1994, (5): 25 ~ 26.
- [3] Daniel T W, Helms J A, Baker F S. 森林经营原理[M]. 赵克绳, 王业遽, 宫连城, 等译. 北京: 中国林业出版社, 1987. 515 ~ 516.
- [4] 李凤日. 落叶松人工林分动态模拟系统的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 1995.
- [5] Pinenar R. Basal area prediction for thinned plantations. Modeling stand response to silvicultural practices, 1991. 88 ~ 97.
- [6] Burkhart H E, Sprint P T. Compatible cubic volume and basal area projection equations for thinned old-field loblolly pine plantation[J]. For. Sci., 1984, 30(1): 86 ~ 93.

## **Growth Simulation for Thinned *Larix* plantation**

*SUN Xiao-mei*

(The Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** The data of thinned permanent plots in Mengjiagang Forest Farm of Heilongjiang Province was used in this paper. Based on the assumption that basal area of thinned stand converge on that of unthinned plantation of the same age, which has the same number of surviving trees on the same site, a basal area growth model for thinned plantation was proposed. The thinned stand development and dynamic thinned procedure were simulated according to the thinned technological measures.

**Key words:** *Larix olgensis*; plantation; thinning; growth simulation