

网络出版时间:2016-05-03 14:05

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2016.06.012

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20160503.1405.024.html

模拟计算法确定采伐量及其对价值量的影响

华伟平^{1,2a},江希钿¹,丘甜^{2b},李沛¹,江华¹,黄思猷¹

(1 福建农林大学 林学院,福建 福州 350002;2 武夷学院 a 生态与资源工程学院,b 商学院,福建 武夷山 354300)

[摘要] 【目的】探讨采用模拟计算法确定合理年采伐量后的实施效果,为实现森林资源的可持续经营提供支持。【方法】以福建某林业企业经营的杉木、马尾松人工用材林为研究对象,通过模拟计算法模拟林分的采伐和生长,以轮伐期期末成熟林和过熟林的面积占42.8%为控制目标,不断设定年采伐量使一个轮伐期期末的成熟林和过熟林的面积达到设定目标。在此基础上,利用重置成本法、收获现值法、市场价倒算法测算各龄组价值,并通过对比模拟前后的价值分析模拟计算法对价值量的影响。【结果】在一定控制目标下,采用模拟计算得到杉木、马尾松的合理年采伐面积分别为18.7和21.6 hm²,根据单位面积蓄积量得到合理采伐量分别为351.5和989.3 m³,在此采伐量下林分各龄组分布结构较为均匀、稳定、合理。利用各评估方法测算林分价值量,对比分析各年份的林分价值量,显示模拟计算法在确定合理采伐量的同时,有效提高了林分的价值量。【结论】以轮伐期期末成熟林和过熟林面积占42.8%为控制目标,轮伐期期末林分各龄组结构分布均匀,林分价值量提高,有利于森林资源的可持续经营。

[关键词] 模拟计算法;森林资源;采伐量;资产评估;林分价值量

[中图分类号] S757.4⁺5

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2016)06-0079-06

Determination of felling amount and effects on value based on a simulation method

HUA Wei-ping^{1,2a},JIANG Xi-dian¹,QIU Tian^{2b},LI Pei¹,
JIANG Hua¹,HUANG Si-you¹

(1 College of Forestry,Fujian Agriculture and Forestry University,Fuzhou,Fujian 350002,China;

2 a College of Ecology and Resource Engineering,b College of Business,Wuyi University,Wuyishan,Fujian 354300,China)

Abstract: 【Objective】 This paper used a simulation method for determining a reasonable annual felling amount and the effects on value to achieve the sustainable management of forest resources. 【Method】 Taking timber forests of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* managed by a forestry company in Fujian as example,a simulation method was used to simulate the stand harvesting and growth. With the ratio of the final mature forest and over mature forest area of 42.8% as control target,annual felling volume was changed independently. On this basis,replacement cost method,present earning value method and market value method were used to calculate forest value. Then,the effects of simulation method on value were analyzed. 【Result】 With the certain control objective,the annual cutting amounts of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* were 18.7 and 21.6 hm². According to volume of per unit area,the reasonable cutting amounts were 351.5 and 989.3 m³. The distribution of each age group was uniform,stable and reasonable. Based on the assessment of stand volume and comparative analysis of forest value of all years,the

[收稿日期] 2014-10-29

[基金项目] 福建省自然科学基金项目(B0010019);武夷学院科研基金项目(XD201402)

[作者简介] 华伟平(1988—),男,福建上杭人,助教,硕士,主要从事森林资源资产评估和生态学研究。

E-mail:511391056@qq.com

[通信作者] 江希钿(1958—),男,福建古田人,教授,博士生导师,主要从事森林经营和资产评估研究。E-mail:fjxd@126.com

calculation method also increased the amount of forest value. 【Conclusion】 With the control target of 42.8%, the structure distribution of each age group was uniform, the stand value was increased, and it benefited the sustainable management of forest resources.

Key words: simulation method; forest resources; cutting amount; asset assessment; forest value

森林经营方案的编制、森林采伐限额的制定等均需要明确森林年采伐量,而合理的年采伐量的确定是森林经理的重要工作之一。前人已有较多关于森林年采伐量的研究报道^[1-8],其中用到的确定采伐量的方法主要有材积控制法、面积控制法等^[9],其中材积控制法又分为平均生长量法、较差法等,利用面积控制法确定年采伐量时常用第一林龄公式法、第二林龄公式法、面积轮伐公式法等。利用这些方法确定森林年采伐量的条件均较为苛刻,如林分近似法正林、林分各龄组占比较为均匀时,在此情况下测算出的结果才比较客观。而在现实林分中,由于森林经营者长期的经营管理,使林分各龄组分布结构并不均匀,甚至差异较大,因此利用上述测算方法确定年采伐量并不合理。为此,本研究拟利用模拟计算法确定林分的合理采伐量,旨在解决传统方法所存在的弊端。

模拟计算法通过控制林分面积建立模拟林分生长的模型^[10],然后根据法正林的理论来计算林分年采伐蓄积,适用于具有主伐年龄的用材林及公益林,但这两大林种不一定要求是纯林,也可以是起源相同、权属相同、优势树种相同的林分。本研究以福建某林业企业经营的人工用材林为对象,引入模拟计算法确定其合理采伐量,以期为经营者确定合理的年采伐量提供理论依据,也为不同林分合理采伐量

的确定提供借鉴,以实现森林资源的可持续经营。

1 研究区概况

本研究以福建某林业企业经营的人工用材林为对象,该企业森林资源主要分布于福建西部的三明宁化,地理经纬度分别为北纬 25°58′~26°40′、东经 116°22′~117°02′,年均气温 15~18℃,降水量 1 700~1 800 mm,地貌以丘陵、盆地、低山居多,适合林木生长。全县森林面积 18.6 万 hm²,有林地面积 17.3 万 hm²,森林覆盖率达到 73.4%。

2 材料与方法

2.1 数据收集

收集该企业的森林资源清单,主要因子包括林班号、大班号、小班号、小班面积、优势树种、林分起源、小班林分年龄、小班蓄积量、各小班龄组、经营类型等,为确定其准确性,根据森林资源清查技术规程,采用小班核查法对该企业提供的森林资源清单进行抽查,且抽查面积不低于清单总面积的 20%,主要核查林分优势树种、起源、龄组等。通过核查可知,该企业提供的森林资源清单可信,总面积为 1 955 hm²,均为人工起源,具体森林资源情况见表 1。

表 1 福建某林业企业杉木和马尾松人工林的林分概况

Table 1 Overview of artificial forests <i>Cunninghamia lanceolata</i> and <i>Pinus massoniana</i> of a forestry enterprise in Fujian			
优势树种 Dominant species	龄组 Age group	面积/hm ² Area	蓄积量/m ³ Volume
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	幼龄林 Young forest	623.4	6 542
	中龄林 Half-mature forest	43.1	810
	近熟林 Near-mature forest	12.9	1 943
	成熟林 Mature forest	133.3	5 701
	过熟林 Overmature forest	3.9	372
	小计 Subtotal	816.7	15 368
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	幼龄林 Young forest	207.9	1 625
	中龄林 Half-mature forest	130.4	9 973
	近熟林 Near-mature forest	339.1	19 768
	成熟林 Mature forest	458.1	20 535
	过熟林 Overmature forest	0.3	11
	小计 Subtotal	1 135.9	51 912
总计 Total		1 952.6	67 280

由表 1 可以看出,该企业森林资源情况分布不均,幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林所占比

例分别为 42.6%,8.9%,18.0%,30.3%和 0.2%。根据《中国可持续发展林业战略研究总论》提出成、

过熟林所占面积比为 42.8%,该比例较为合理,而该企业的成、过熟林所占面积比为 30.5%,小于合理比例,不利于企业森林资源可持续经营及资金收益最大化。为了使龄组结构合理化,本研究拟利用模拟算法确定该企业的年合理采伐量。

2.2 模拟算法

模拟算法是建立通过控制林分面积来模拟林分生长的模型,利用该模型根据法正林的理论来计算林分年采伐蓄积。其计算思路为:林分成熟后才能采伐,即只采伐成熟林、过熟林,设定小于年生长量的年采伐量进行采伐,然后将年采伐量转化为采伐面积,同时在当年采伐后及时更新造林,控制林分面积不变;通过模拟算法模拟林分经过一个轮伐期后成熟林、过熟林面积所占比例为 42.8%;若通过模拟,轮伐期末的成熟林、过熟林面积所占的比例低于或高于设定目标,则要调整年采伐量,再次模拟,使轮伐期末的成熟林、过熟林面积所占比例等于设定目标,模型构建的具体过程如下:

设第 T 年、林分年龄为 I 的森林面积为 $S(T)_I$,那么在 $T=1$ 时,即模型林分生长的第 1 年,林分各年龄的面积为:

$$S(1)_I = \frac{S(1)_J}{N_J} \tag{1}$$

式中: J 指幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林,简称为幼、中、近、成、过; N_J 为对应的龄组终止面积年龄减去起始年龄再加 1 后的年龄值。

同时,设定年采伐蓄积量为 M ,根据单位面积蓄积量将采伐蓄积量 M 转化为年采伐面积,采伐的原则是采伐成熟林、过熟林,幼龄林、中龄林、近熟林不得采伐,那么通过模拟林分生长,第 T 年的采伐面积($S(T)_{\text{采}}$)为:

$$S(T)_{\text{采}} = S(T)_{\text{成采}} + S(T)_{\text{过采}} \tag{2}$$

式中: $S(T)_{\text{成采}}$ 、 $S(T)_{\text{过采}}$ 分别表示成熟林和过熟林的采伐面积; T 为轮伐期, $T=2,3,4,\dots$ 。

通过设定的采伐面积,经过采伐更新造林后,林分的更新面积即为采伐面积,即:

$$S(T)_{\text{更}} = S(T)_{\text{采}} \tag{3}$$

那么经过 T 年后,幼龄林面积的状态转移方程为:

$$S(T)_{\text{幼}} = \sum S(T-1)_I + S(T)_{\text{更}} \tag{4}$$

式中: $S(T-1)_I$ 为经过 $T-1$ 年后林分年龄为 t 年时的面积,其中 t 的上限值为幼龄林终止年龄减 1,下限值为幼龄林起始年龄。

中龄林、近熟林面积的状态转移方程为:

$$S(T)_J = \sum S(T-1)_I + S(T-1)_Z \tag{5}$$

式中: t 的上限值为中龄(近熟)林终止年龄减 1,下限值为中龄(近熟)林起始年龄; Z 为中龄(近熟)林终止年龄。

成、过熟林面积的状态转移方程为:

$$S(T)_J = \sum S(T-1)_I + S(T-1)_Z - S(T)_{J\text{采}} \tag{6}$$

式中: t 的上限值为成(过)熟林终止年龄减 1,下限值为成(过)熟林起始年龄; Z 为成(过)熟林终止年龄; $S(T)_{J\text{采}}$ 为各龄组 T 年的采伐面积。

最后,经过一个轮伐期后,各龄组面积比例发生变化,终止模拟的控制目标公式为:

$$\frac{S_{\text{成}} + S_{\text{过}}}{S_{\text{幼}} + S_{\text{中}} + S_{\text{近}} + S_{\text{成}} + S_{\text{过}}} = 42.8\% \tag{7}$$

式中: $S_{\text{成}}$ 、 $S_{\text{过}}$ 、 $S_{\text{幼}}$ 、 $S_{\text{中}}$ 、 $S_{\text{近}}$ 分别表示成熟林、过熟林、幼龄林、中龄林、近熟林的面积。

2.3 龄组划分

杉木、马尾松的主伐年龄分别为 26 和 31 年,杉木以 5 年为一个龄级,其各龄组(幼、中、近、成、过)的年龄段分别为 1~10、11~20、21~25、26~35 和 36 年以上;马尾松以 10 年为一个龄级,其各龄组的年龄段分别为 1~10、11~20、21~30、31~50 和 51 年以上。

2.4 评估值测算方法

为分析模拟算法对林分价值的影响,本研究通过市场调研收集相关经济指标,利用重置成本法(幼龄林价值量计算方法)^[11-12]、收获现值法(中、近熟林价值量计算方法)^[13]、市场价倒算法(成、过熟林价值量计算方法)^[14-15]测算林分价值量。

幼龄林价值量计算方法为:

$$E_n = \sum_{i=1}^n C_i (1+p)^{n-i+1} \tag{8}$$

式中: E_n 为林木资产评估值, C_i 为第 i 年以现时工价和生产水平为标准的营林生产成本, p 为投资收益率, n 为现实林分年龄。

中、近熟林价值量计算方法为:

$$E_n = \frac{M_u \times Z_u}{(1+p)^{(u-n)}} - \frac{V}{p} \times \left[1 - \frac{1}{(1+p)^{u-n}} \right] \tag{9}$$

式中: M_u 为主伐时林分蓄积量, Z_u 为主伐时林木每 m^3 蓄积纯收益, u 为主伐年龄, V 为经营管护成本。

成、过熟林价值量计算方法为:

$$E_n = M_n \times Z_u, \\ Z_u = f \times (W - C - F - B) \tag{10}$$

式中: M_n 为林龄 n 年时的林分蓄积量, f 为出材率, W 为木材平均销售价格, C 为木材生产成本, F 为经营利润, B 为税费。

2.5 技术经济指标

通过社会调研收集到的技术经济指标为:杉木、马尾松平均木材价格分别为 1 030 和 730 元/m³,计征价分别为 845 和 765 元/m³,木材生产经营成本分别为 297.55 和 272.05 元/m³(包括采伐、集材、运输、伐区设计费、检尺费、销售费、管理费及不可预见费等),经营利润为木材平均价格的 5%,育林费为计征价的 10%,森林植物检疫费为计征价的 0.2%,增值税为木材平均价格的 4%,教育附加费为增值税的 5%,城建税为增值税的 5%;杉木、马尾松出材率分别为 65.25%和 80.55%,营林生产成本第 1 年分别为 6 750 和 6 300 元/hm²,第 2 和 3 年均

为 1 800 元/hm²,第 4 年起均为 150 元/hm²,投资收益率为 6%。

3 结果与分析

3.1 合理采伐量的确定

根据杉木和马尾松的主伐年龄,可得杉木、马尾松的轮伐期分别为 27 和 32 年,以轮伐期期末成熟林和过熟林的面积占 42.8%为控制目标,利用模拟计算法分别模拟杉木、马尾松一个轮伐期后各龄组的面积,并计算杉木、马尾松的合理年采伐面积和采伐量,得到轮伐期末该企业的森林资源情况见表 2。

表 2 福建某林业企业轮伐期末杉木和马尾松人工林各龄组的面积

Table 2 Areas of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* at the end of circulation period of a forestry enterprise in Fujian

树种 Tree species	幼龄林 Young forest		中龄林 Half-mature forest		近熟林 Near-mature forest		成、过熟林 Forest of mature and overmature		面积 合计/hm ² Total
	面积/hm ² Area	比例/% Ratio	面积/hm ² Area	比例/% Ratio	面积/hm ² Area	比例/% Ratio	面积/hm ² Area	比例/% Ratio	
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	186.8	22.90	186.8	22.90	93.4	11.40	349.7	42.80	816.7
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	216.5	19.10	216.5	19.10	216.5	19.10	486.5	42.80	1 136.0

由表 2 数据通过模拟计算法,得到杉木、马尾松的合理年采伐面积分别为 18.7 和 21.6 hm² 时,轮伐期末成、过熟林面积占比均为 42.8%,根据单位面积蓄积量,得到该企业杉木、马尾松的合理采伐量分别为 351.5 和 989.3 m³。

3.2 各龄组面积的的变化趋势

现以马尾松为例,在轮伐期末其成、过熟林面积的控制目标为 42.8%时,不同年份各龄组面积的变化情况如图 1 所示。

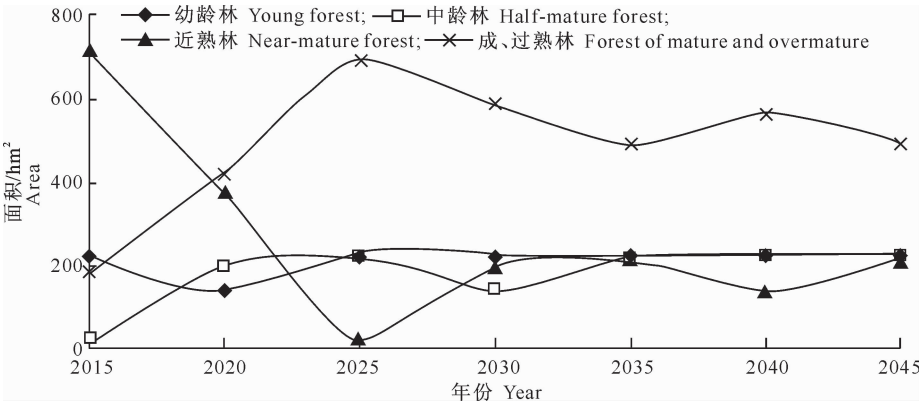


图 1 福建某林业企业在控制目标下马尾松各龄组面积的变化情况

Fig. 1 Area changes of each age group of *Pinus massoniana* of a forestry enterprise in Fujian under control objective

由图 1 可以看出,在第 2 年(即 2015 年)马尾松林分中、近熟林面积较大,幼龄林与成、过熟林面积比较接近,中龄林面积最少;到 2025 年时,马尾松林分各龄组面积的变化情况差异较大,成、过熟林面积达到最大,而近熟林面积达到最小,即近熟林所占比例最小;从 2035 年开始,马尾松林分各龄组的面积变化趋于稳定,特别是越接近轮伐期末,各龄组所占

面积越趋于稳定。这是由于通过模拟计算法确定采伐量并经过采伐使林分各龄组结构逐渐趋于稳定,使森林资源实现了可持续发展。为了更直观地展现模拟计算法在确定林分合理年采伐量中的优势,以年份为横坐标、各龄组面积所占比例为纵坐标说明各年份各龄组林分面积的变化情况,结果如图 2 所示。

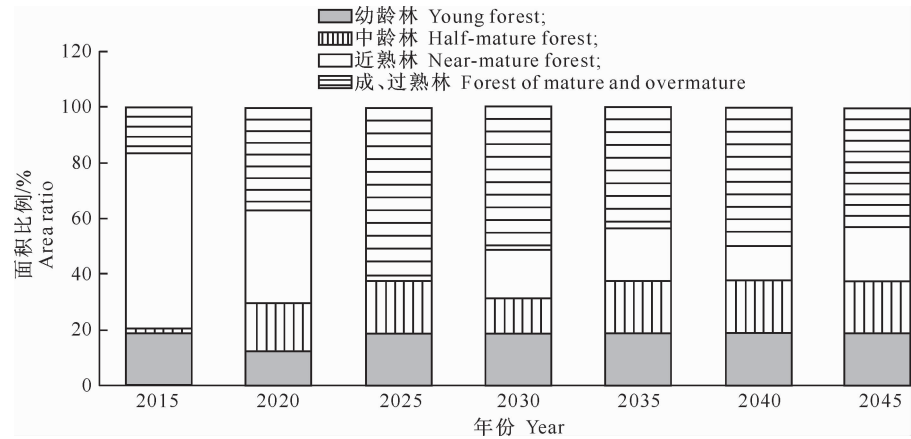


图 2 福建某林业企业在控制目标下不同年份马尾松各龄组的面积组成

Fig. 2 Area ratio of each age group of *Pinus massoniana* of a forestry enterprise in Fujian under control objective

由图 2 可以看出,2015 年时,各龄组所占比例非常不协调,近熟林所占比例最大,而中龄林所占比例最小;经过模拟算法模拟林分采伐,越接近轮伐期末各龄组面积所占比例越趋于稳定,符合森林资源可持续经营的理念。

3.3 林分价值量的变化

利用模拟算法确定林分合理采伐量有效避免了传统采伐量计算方法的不足,为了进一步了解该方法对林分价值量的影响,通过各评估方法测算幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林的价值量,可

以得到单位面积杉木、马尾松价值量的平均评估值,现以杉木成、过熟林为例说明价值量的测算过程。杉木每 m³ 蓄积纯收益和林木资产平均评估值的计算见下式:

$$Z_u = f \times (W - C - F - B) = 65.25\% \times (1\,030 - 297.55 - 51.5 - 131.51) = 358.51 \text{ 元/m}^3.$$
 (11)

$$E_n = M_n \times Z_u = 44.26 \times 358.51 = 15\,867.65 \text{ 元/hm}^2.$$
 (12)

按式(8)、(9)、(10),同样可得到其他各龄组单位面积价值量评估值,具体结果见表 3。

表 3 基于模拟算法确定合理采伐量后轮伐期末单位面积价值量的平均评估值

Table 3 Average value of per unit *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* after a reasonable cutting amount in a forestry enterprise in Fujian

树种 Tree species	幼龄林 Young forest	中龄林 Half-mature forest	近熟林 Near-mature forest	成、过熟林 Forest of mature and over mature
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	14 435.18	16 933.70	40 581.44	15 867.65
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	13 728.01	15 431.95	12 488.56	11 238.99

由表 3 可知,杉木各龄组的评估值均高于马尾松,且杉木近熟林的评估值最高,达到 40 581.44 元/hm²,这是由于杉木近熟林单位面积蓄积量较高所致。将单位面积评估值乘以面积并求和即可得到

该企业森林资源的总评估值,结果为 28 087 203.75 元。为了比较分析通过模型算法模拟林分采伐及生长后各年的价值量评估值,以马尾松为例其结果见表 4。

表 4 基于模拟算法确定马尾松合理采伐量后各龄组价值量评估值随时间的变化

Table 4 Change of forest value of each age group in *Pinus massoniana* forest in a forestry enterprise in Fujian

评估值 Value of evaluation	年份 Year						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
幼龄林 Young forest	2 939 350.09	1 949 560.53	2 971 656.67	2 971 656.67	2 971 656.67	2 971 656.67	2 971 656.67
中龄林 Half-mature forest	317 898.19	3 016 432.01	3 304 186.45	2 191 542.79	3 340 502.98	3 340 502.98	3 340 502.98
近熟林 Near-mature forest	8 941 806.89	4 723 172.30	257 264.28	2 441 096.63	2 673 966.59	1 773 541.62	2 703 356.33
成、过熟林 Forest of mature and overmature	2 080 936.86	4 722 474.65	7 695 188.07	6 540 194.31	5 493 844.14	6 304 175.47	5 467 395.05
合计 Total	14 279 992.02	14 411 639.48	14 228 295.47	14 144 490.40	14 479 970.38	14 389 876.75	14 482 911.02

由表 4 可知,该企业马尾松林的价值量随模拟计算法确定的采伐量及林分生长而发生变化,起初马尾松林的评估值为 14 279 992.02 元,轮伐期末的评估值为 14 482 911.02 元,增加了 202 919.00 元,对于经营者而言这是比较可观的收益。对于幼龄林,从现实林分到轮伐期末,林分价值量增幅为 1.1%,而中龄林增幅较大,近熟林的价值量较小,成、过熟林价值量的增幅为 162.7%。所以通过模拟计算法模拟林分采伐和生长,有利于提高林分的总价值量。

4 结论与讨论

以福建某林业企业为例,利用模拟计算法测算林分的合理采伐蓄积量,以《中国可持续发展林业战略研究总论》提出的成、过熟林所占面积比例 42.8%为控制目标,得到该企业杉木、马尾松的合理采伐蓄积量分别为 351.5 和 989.3 m³。对马尾松林各龄组面积变化趋势的分析表明,模拟计算法模拟林分的采伐量,在一个轮伐期后,林分各龄组面积趋于稳定、合理,各龄组所占比例越来越稳定,符合森林资源可持续经营理念,弥补了材积控制法、面积控制法的弊端,为企业决策者及政府相关部门确定合理采伐量提供了借鉴,对森林资源可持续经营管理具有一定的指导意义。

根据收集的经济指标,利用重置成本法、收获现值法、市场价倒算法测算可知,该林业企业的现实林分价值量为 28 087 203.75 元。同时,在模拟计算法模拟林分采伐和生长后,可以通过计算各年份林分价值量,得到各龄组的价值量和总价值量的变化情况;总体而言,从现实林分到轮伐期末,马尾松林分价值量增加 202 919.00 元,表明通过模拟计算法模拟林分采伐和生长,可以提高林分的总价值量。

本研究利用模拟计算法确定年采伐量的基础数据来自杉木和马尾松人工林,采伐方式为皆伐。而天然林分利用择伐方式进行收获更新,那么就无法利用模拟计算法确定年采伐量,这是该方法的弊端,也是今后需深入研究的方向。

[参考文献]

[1] 郭 锐,布仁仓,胡远满,等.气候变化条件下小兴安岭林区森林采伐面积模拟 [J].应用生态学报,2010(7):1681-1688.
Guo R,Bu R C,Hu Y M,et al. Simulation of small Xing'an Mountain forest area under conditions of climate change [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010(7): 1681-1688. (in Chinese)

[2] 赵秀海.森林采伐量的最优控制 [J].东北林业大学学报,1990(5):43-48.
Zhao X H. Optimal forest harvesting volume control [J]. Journal of Northeast Forestry University, 1990(5): 43-48. (in Chinese)

[3] 陈宏伟,胡远满,常 禹,等.呼中林区不同森林采伐方式对林火的长期影响模拟 [J].北京林业大学学报,2011(5):13-19.
Chen H W,Hu Y M,Chang Y,et al. The long-term effects of forest fire simulation in Huzhong forest area of different forest harvesting methods [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2011(5): 13-19. (in Chinese)

[4] 周新年,吴沂隆,曾国容,等.森林合理年采伐量:“分期计算,综合平衡”计算 [J].林业科学,2002(3):78-86.
Zhou X N,Wu X L,Zeng G R,et al. Calculation of optimal annual forest felling volume by stages and comprehensive balance [J]. Forest Science, 2002(3): 78-86. (in Chinese)

[5] 许云洲,郝勇志.限额制在中国森林采伐中面临的问题及对策 [J].中国农业信息,2014(1):284.
Xu Y Z,Hao Y M. Problems and countermeasures of forest harvesting quota system in the face of Chinese [J]. Chinese Agricultural Information, 2014(1): 284. (in Chinese)

[6] 宋玉文.伐区调查设计对森林采伐量的影响 [J].森林工程,2014(3):18-20,26.
Song Y W. Effect of cutting area investigation and design of forest cutting volume [J]. Forest Engineering, 2014(3): 18-20, 26. (in Chinese)

[7] 邵卫才,邓华锋,胡丽秋.基于空间约束的村级森林收获调整研究 [J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(1):149-154.
Shao W C,Deng H F,Hu L Q. Research on village forest harvest adjustment space based on constraints [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2013, 41(1): 149-154. (in Chinese)

[8] 胡晓峰.国内外森林采伐方式及发展方向研究 [J].中国农业信息,2013(13):224.
Hu X F. Research on the outside of forest harvesting methods and the development direction of domestic [J]. Chinese Agricultural Information, 2013(13): 224. (in Chinese)

[9] 徐 军.采伐限额编制中合理年采伐量的确定 [J].辽宁林业科技,2012(6):27-29,50.
Xu J. To determine the cutting quota compiling reasonable harvesting volume [J]. Liaoning Forestry Science and Technology, 2012(6): 27-29, 50. (in Chinese)

[10] 高显连.模拟计算法在确定“十一五”期间合理年采伐量中的应用 [J].林业资源管理,2006(1):38-42.
Gao X L. Application of simulation calculation method in the determination of “eleven five” during the annual felling volume in reasonable [J]. Forest Resources Management, 2006(1): 38-42. (in Chinese)

Chinese)

[11] Biester H, Muller G, Schöler H F. Estimating distribution and retention of Hg in three different soil contaminated by emissions from chlor-alkali plants; Part I [J]. The Science of the Total Environment, 2002, 284: 177-189.

[12] 姜 晶. 越橘 3 种小浆果的品质评价及重金属元素分析 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2008.

Jiang J. Evaluation of fruit quality and analysis of heavy metals elements contents in blueberry and other two kinds of small fruit [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2008. (in Chinese)

[13] Pan P, Yang J C, Deng S H, et al. Proceedings and prospects of pesticides and heavy metals contamination in soil-plant system [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2011, 30(12): 2389-2398.

[14] 王广林, 刘登义. 冶炼厂污灌区土壤-水稻系统重金属积累特征研究 [J]. 土壤, 2005, 37(3): 299-303.

Wang G L, Liu D Y. Characteristics of heavy metals accumulation in soil-rice system in the sewage irrigated area near a smeltery [J]. Soil, 2005, 37(3): 299-303. (in Chinese)

[15] 王 勇. 长春市郊区土壤-水稻体系重金属含量及迁移规律 [J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(5): 716-720.

Wang Y. The content and migration rule of heavy metals in the soil-rice system in Changchun suburb [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2008, 30(5): 716-720. (in Chinese)

[16] 邹建美, 孙 江, 戴 伟, 等. 北京近郊耕作土壤重金属状况评价分析 [J]. 北京林业大学学报, 2013, 35(1): 132-138.

Zou J M, Sun J, Dai W, et al. Evaluation and analysis of heavy metals in cultivated soils in the suburbs of Beijing [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2013, 35(1): 132-138. (in Chinese)

[17] 邓超冰, 李丽和, 王双飞, 等. 典型铅锌矿区水田土壤重金属污染特征 [J]. 农业环境科学报, 2009, 28(11): 2297-2301.

Deng C B, Li L H, Wang S F, et al. Pollution characteristics of heavy metal in paddy soil near a typical Pb-Zn mining area [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2009, 28(11): 2297-2301. (in Chinese)

[18] 郭亚平, 胡曰利. 土壤-植物系统中重金属污染及植物修复技术 [J]. 中南林学院学报, 2005, 25(2): 59-62.

Guo Y P, Hu Y L. Heavy metal pollution and the phytoremediation technology in the soil-plant system [J]. Journal of Central South Forestry University, 2005, 25(2): 59-62. (in Chinese)

[19] 韦 伟, 金琳山. 不同蔬菜的重金属污染评价与特征分析 [J]. 长江蔬菜, 2014(14): 55-57.

Wei W, Jin L S. Characteristics analysis and assessment on heavy metal contamination of different vegetables [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2014(14): 55-57. (in Chinese)

[20] Hu J L, Wu F Y, Wu S C, et al. Phytoavailability and phytovariety codetermine the bioaccumulation risk of heavy metal from soils, focusing on Cd-contaminated vegetable farms around the Pearl River Delta, China [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2013, 91(1): 18-24.

(上接第 84 页)

[11] 文应乾. 桉树林木资产三种评估方法的比较 [J]. 林业资源管理, 2007(6): 58-60.

Wen Y Q. Comparison of three kinds of eucalyptus forest assets evaluation method [J]. Forest Resources Management, 2007(6): 58-60. (in Chinese)

[12] 黄 东, 刘小勇, 何小军. 成本法与收益现值法对林木评估价值的影响分析 [J]. 林业经济, 2007(12): 51-53, 57.

Huang D, Liu X Y, He X J. Cost method and present value method to evaluate the effect of tree value analysis [J]. Economy of Forestry, 2007(12): 51-53, 57. (in Chinese)

[13] 程雁云, 刘兆刚. 帽儿山林场林木资源资产评估 [J]. 东北林业大学学报, 2010(2): 23-26.

Cheng Y Y, Liu Z G. The asset of forest resources forest Maoshan evaluation [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010(2): 23-26. (in Chinese)

[14] 郑德祥, 陈平留. 林业税费变化对林木资产评估价格的影响 [J]. 西南林学院学报, 2005(1): 56-59.

Zheng D X, Chen P L. Forestry tax change impact on price assessment of forest assets [J]. Journal of Southwest Forestry University, 2005(1): 56-59. (in Chinese)

[15] 张 颖, 高淑媛, 杜 婷. 森林绿色核算中不同林地林木估价方法的比较 [J]. 自然资源学报, 2006(4): 661-669.

Zhang Y, Gao S Y, Du T. Comparison of different forest valuation methods in green accounting for forest [J]. Journal of Natural Resources, 2006(4): 661-669. (in Chinese)