

文章编号: 1000-5692(2003)02-0168-05

期权定价方法在林木资产评估中的应用

邹秀华

(福建省明溪县森林资源管理站, 福建 明溪 365200)

摘要: 应用 Black-Scholes 期权定价方法评估具有市场价值的林木资产, 结果表明: 评估值对价格波动参数 σ 的灵敏度为 0.5 左右。随 σ 值和林龄的增大及森林投资效率(投入产出比)的提高, 评估值都会有所提高。反之亦然。当收获现值法的经济成熟龄和参考林分的数量成熟龄一致时, 对 2 426.29 hm^2 (林龄 15~31 a) 林分的评估值与期权法接近, 而各林龄的评估值却差异较大。表 2 参 7

关键词: 买进期权; Black-scholes 期权定价方法; 林木资产评估

中图分类号: F326.25 **文献标识码:** A

自 1973 年 Black-Scholes 在《期权定价和公司债务》中提出期权的定价方法以来, 期权定价公式在金融界获得广泛的应用, 取得显著成功, 并且已成为林业经济评价的一个重要工具^[1]。从某种意义上说这是对传统的森林资源资产评估方法的挑战。本文首先简要地介绍有关期权理论, 然后用买进期权(call option)的 B-S 期权定价模型, 对大面积的 15~31 年生的马尾松 *Pinus massoniana* 人工林分别用期权方法和收获现值法进行评估, 并对期权方法在 4 个价格波动率水平 ($\sigma=0.25, 0.30, 0.35, 0.40$) 的评估结果进行比较。

1 有关期权的理论

期权又称选择权, 在未来的某处特定的日期或之前, 以特定的固定价格购买或出售额定数量的标的金融资产或商品的权利。期权分为 2 类: 买入期权, 期权售出者赋予期权购买者的在特定时间或之前以固定价格购买额定数量的标的金融资产或商品的选择权; 卖出期权, 则赋予期权购买者的在特定时间或之前以固定价格售出额定标的金融资产或商品的选择权。按特定的日期行权称为欧洲期权或欧式期权, 而在到期日之前的任意时日均可行权称为美洲期权或美式期权。买方以成本 E 购买一定份额的期权, 只有权利而无义务, 这一权利在未来可以行使(行权), 也可以放弃, 其潜在的盈利是将无限的亏损有限化, 亏损最大不超过期权费 $E^{[2~3]}$ 。

对一个理性的期权购买者, 如果期权的标的资产的当前市场价格大于期权的行权价格, 行权有利于现值, 则行权; 如果等于行权价格, 行权等于现值, 则可行权, 可不行权; 如果小于行权价格, 行权不利现值, 则放弃行权^[4]。

林木资产作为期权的标的资产有下述特点: ①可以在任一时日的一系列具有商品价值的林分, 按树种林龄(相当于期权有效期和到期日)、按投资成本(相当于行权价格)和面积蓄积量(相当于对应证券)可构成一个证券组合^[1~6]。其收益率呈对数的正态分布, 且其波动率可由其证券组合的标准

方差来衡量。②林木的收获期是不可逆的, 其收获期可视为期权的到期日。③林木的培育成本(更新成本、管护费及采运成本)可视为行权价格(或行权成本)。④林木上市的当时价格, 可以视为对应证券的时价。

从金融经济的观点看, 当价格达到一定水平时, 林主愿意用成本 M 投资林木生产, 如果价格升到一个更高的水平, 林主愿意销售他的林木或者扩大生产。前者是简单的行使买进期权, 也就是说收获决策是买进期权而不是卖出期权。后者扩大他的生产规模 $X\%$, 增加的投资为 M_X , 这样可以分析买进期权为 $X\%$, 行权价格为 M_X 。相反如果木材的价格下降了, 林主可能决定削减他的木材产量 $Y\%$ 的生产, 相应地减少投资成本 C_Y , 这可看为卖出期权 $Y\%$, 行权价格 C_Y , 如果木材价格继续下降, 以至木材价值小于成本 ($V(t) < C_t$), 那么林主可能暂时停止生产。在这种情况下, 每年的现金收入都作为每年的买进期权考虑, 而运作的成本 C_t 作为行权价格。

2 林木资产的定价模型

应用 B-S 的期权定价公式是建立在 3 个重要的假设上的^[3,4]: ①期权的回报率呈对数的正态分布, 且它的波动率可由期权的标的资产价值的标准方差来描述; ②期权的标的资产可以自由交易; ③在期权的约定期之前, 不能行使期权。期权的标的资产可以自由交易, 这里不仅是木材, 而且还包括活立木出让、转让、折价入股和租赁等产权转换。在期权的约定期之前不能行使期权, 实际上是到期日的产权交割或者收获。

我国的采伐限额制度是否会弱化市场的完备性, 在于采伐限额编制的合理性, 编制基础是以什么主伐年龄测算合理采伐量。如果主伐年龄大于经济成熟龄则限额侧向少偏, 反之则多偏, 相等则既不多偏也不少偏。而期权理论的优点是避免非经济性收获。加之木材的替代性产品增多, 加入 WTO 之后进口木材填补了部分市场需求空间, 市场的完备性也会得到加强。

2.1 价格的过程模型及波动率参数 σ 的确定^[4]

通常, 价格随时间展开由 2 部分构成, 一个是随机波动部分, 另一个是恢复到平均水平部分。随机波动表示公共信息与当时价格结合, 表示市场的有效率。而恢复到平均价格水平反映了随时间的延伸, 价格总是要趋近于边际生产成本^[7]。在连续的时间序列里, 随机波动可以用几何学的布朗运动表明, 为了保证价格不会出现负数, 因此价格要用对数的正态分布表示。

假设 $N+1$ 个连续的时间序列的价格 I_j ($j=1, 2, \dots, N+1$) 的波动, 是以标准的几何学的布朗运动模型

$$dI = \mu I dt + \sigma I dw(t) \quad (1)$$

按时间展开的, 这里 μ 为均值, σ 为波动率的标准差, 而 $\{W(t): t > 0\}$ 是 Wiener 的布朗运动过程的随机波动。其解的形式为:

$$I(t) = I_0 \exp[\sigma w(t) + \mu t - \frac{1}{2} \sigma^2 t] \quad (2)$$

其序列为:

$$L_j = \ln[\frac{I_{j+1}}{I_j}], j = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

对方程 (1) 的方差的最小的无偏估计是建立在 N 个取样的值上, 即:

$$\frac{1}{\sqrt{N}} \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (L_j - \bar{L})^2} \text{ 或 } \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{N}{N-1} \sum_{j=1}^{N-1} (L_j - \bar{L})^2} = \sqrt{N} s_L \quad (4)$$

这里 $\bar{L} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N L_j$; s_L 为 L_j 的标准差。

2.2 期权定价公式

$$F(t) = V(t) \{ S(t) N(d_1) - E(t) (1 + \gamma)^{-t} N(d_2) \} \quad (5)$$

(5) 式中 $\{ \cdot \}$ 为 B-S 期权定价公式^[3], 其中 \cdot 表示定价公式的算子, $V(t)$ 为在收获期 t 时林木的蓄积

量(m^3); $S(t)$ 为在收获期 t 时的公平的市场价格($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$); $E(t)$ 为在收获期 t 时每 m^3 蓄积量的行权成本($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$); $d_1 = [\ln \frac{S(t)}{E(t)} + (\gamma + \frac{\sigma^2}{2})t] / \sigma\sqrt{t}$; 或 $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$; σ 为 0 至 t 的持续期间价格波动参数, γ 为从 0 至 t 持续期间适用的无风险的复合利率; $F(t)$ 为 t 时的林木资产含税评估价; $N(*)$ 为累积的正态密度函数: $N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ 。

又行权成本 $E(t) = (1 + \gamma)^t \sum_{j=1}^t f_j (1 + C)^{t-j}$ 。其中: f_j 为从整地至收获期间的第 j 年的成本($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$); C 为资金成本(%)。

3 期权定价模型的评估实例及其分析

实例来自于明溪县的一次森林并购, 是总面积为 2426.29 hm^2 的马尾松人工林, 林龄在 $15 \sim 31$ a。营林成本: 第 0 年林地准备、垦穴和栽植成本为 $1395 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 造林后第 1, 2, 3 年抚育费每年 $450 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 第 4 年 $270 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 从第 5 年起到第 30 年每年管护费 $45 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。采伐成本按蓄积量计工资 $87.92 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$, 采伐段利润与风险 $6.51 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$, 地租 $16.06 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$ 。采伐成本和地租的发生期统一在评估年。蓄积的含税价 $S(t) = 285.3 \text{ 元} \cdot \text{m}^3$ 。根据社会的平均经济回报率, 适用的无风险利率为 $\gamma = 5.0\%$, 根据银行的中长期贷款利率($7.5\% \sim 5.0\%$), 适用的资金成本为 $C = 5.0\%$ 。木材价格按 5 个规格径级($14 \sim 18 \text{ cm}$, $20 \sim 24 \text{ cm}$, $26 \sim 28 \text{ cm}$, $30 \sim 38 \text{ cm}$ 和 $\geq 40 \text{ cm}$), 从 $1990 \sim 2000$ 年($N=11$), 分别根据(3)和(4)式求出 5 个规格径级的价格波动率 $\sigma = 0.2463, 0.2890, 0.3460, 0.3139$ 和 0.4033 。根据径级的出材权重(从 $14 \sim 38 \text{ cm}$ 和 $\geq 40 \text{ cm}$ 的 5 个径级分别为 $0.30, 0.25, 0.20, 0.15$ 和 0.10)综合确定波动率参数 $\sigma = 0.30$ 。评估的结果见表 1。为了比较分析, 用 2 个不同参考林分作为收获现值法的林分预测收获量的标准, 其他参数除资金成本 $C = 5.0\%$ 和 σ 外, 均同期权定价方法所用的参数。计算结果见表 2。

表 1 用 B-S 公式计算的马尾松林分的含税评估值

Table 1 Pretax value of mason pine forest using the B-S formula

林龄/a	评估面积/ hm^2	评估蓄积/ m^3	对 0 年时的行权成本/($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$)	$E(t) / (\text{元} \cdot \text{m}^{-3})$		d_1	$N(d_1)$	d_2	$N(d_2)$	林木资产含税评估值/		
				d_1	$N(d_1)$					$(\text{元} \cdot \text{m}^{-3})$	$(\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$	合计(元)
15	85.31	8778	174.1	361.9	0.84658	-0.14014	0.44424	164.2	16895	1441348		
16	138.40	13536	181.3	395.8	0.99386	0.84006	-0.20614	0.41824	163.6	16001	2214490	
17	184.80	24985	164.4	377.3	1.07969	0.85990	-0.15724	0.43750	173.3	23430	4329900	
18	238.06	22779	191.2	460.1	0.96803	0.93350	-0.30476	0.38020	165.0	15788	3758535	
19	195.93	18442	197.1	498.1	0.95417	0.82998	-0.35330	0.36180	165.4	15568	3050307	
20	231.73	29980	177.0	469.6	1.04473	0.85189	-0.29691	0.38321	175.1	22653	5249498	
21	276.00	33474	185.4	516.5	1.01942	0.84596	-0.35535	0.36111	174.4	21152	5837866	
22	328.13	37027	195.4	571.6	0.99145	0.83934	-0.41567	0.33869	173.2	19544	6413076	
23	98.53	9967	210.4	646.2	0.95043	0.82901	-0.48832	0.31236	170.6	17257	1700370	
24	111.00	15855	185.1	597.0	1.04894	0.85286	-0.42075	0.33691	181.0	25854	2869755	
25	94.73	12322	196.9	666.8	1.01737	0.84550	-0.48263	0.31457	179.1	23296	2206870	
26	124.20	11757	235.6	837.7	0.91055	0.81874	-0.61916	0.26733	170.4	16130	2003393	
27	29.87	5708	175.8	656.3	1.11103	0.86672	-0.44854	0.32701	190.0	36308	1084520	
28	58.80	5377	254.2	996.5	0.88777	0.81270	-0.69968	0.24142	170.1	15555	914628	
29	154.67	19836	218.5	899.4	0.99459	0.84001	-0.62096	0.26724	181.2	23238	3594283	
30	18.53	1969	247.8	1071.0	0.92942	0.82346	-0.71374	0.23755	177.7	18882	349891	
31	57.60	4177	321.7	1460.0	0.78568	0.78372	-0.88464	0.18778	163.2	11835	681686	
合计		2426.29	27599							47700416		

从表 2 看出, 期权定价方法与收获现值法(II)的总评估值的差值 77703 元, 差率为 0.16%。按林龄比较, 期权定价方法更贴近市场价值而顾及风险, 而收获现值法则贴近其潜在的价值, 而忽视风

表2 B-S 期权定价方法和收获现值法的对比

Table 2 Contrast of the option pricing approach and the net present values of forest harvesting

林 龄/a	评估面 积/ hm ²	评估蓄积/		期权定价方法的		收获现值法(I)			收获现值法(II)			
		林木资产评估值*/		合计(元)	(m ³ ·hm ⁻²)	(元·m ⁻³)	参考林分I**/	林木资产评估值/	(m ³ ·hm ⁻²)	(元·m ⁻³)	参考林分II**/	林木资产评估值/
		m ³	(m ³ ·hm ⁻²)									
15	85.31	8 778	102.9	164.2	1 441 348	102.0	191.5	1 681 325	130.5	213.8	1 877 113	
16	138.40	13 536	97.8	163.6	2 214 490	115.5	177.2	2 398 756	147.0	198.9	2 693 097	
17	184.80	24 985	135.2	173.3	4 329 900	128.0	169.1	4 225 923	162.0	190.8	4 767 761	
18	238.06	22 779	95.7	165.2	3 758 535	140.2	160.9	3 665 288	178.5	180.6	4 113 759	
19	195.93	18 442	94.1	165.4	3 050 307	152.0	155.8	2 873 449	195.0	173.5	3 199 935	
20	231.73	29 980	129.4	175.1	5 249 498	163.3	153.6	4 605 074	210.0	170.5	5 111 550	
21	276.00	33 474	121.3	174.4	5 837 866	174.0	151.3	5 065 989	225.8	166.4	5 571 554	
22	328.13	37 027	112.8	173.2	6 413 076	184.2	150.0	5 555 395	241.5	163.3	6 046 404	
23	98.53	9 967	101.2	170.6	1 700 370	193.8	149.8	1 493 159	255.8	161.9	1 614 085	
24	111.00	15 855	142.8	181.0	2 869 755	202.8	151.3	2 398 487	270.0	162.0	2 568 849	
25	94.73	12 322	130.1	179.1	22 068 703	211.2	152.7	1 881 265	285.0	161.3	1 987 546	
26	124.20	11 757	94.7	170.4	2 003 393	219.1	154.3	1 813 881	300.0	160.6	1 888 469	
27	29.87	5 708	191.1	190.0	1 084 520	226.4	158.0	901 684	313.5	162.6	927 922	
28	58.80	5 377	91.4	170.1	914 628	233.1	160.5	863 146	327.0	163.0	876 776	
29	154.67	19 836	128.2	181.2	3 594 283	239.3	164.9	3 271 444	336.8	167.0	3 311 959	
30	18.53	1 969	106.2	177.7	349 891	245.0	169.5	333 773	346.8	170.6	335 969	
31	57.60	4 177	72.5	163.2	681 686	250.0	174.8	729 964	356.2	174.8	729 965	
合计	2 426.29	275 969			47 700 416			43 758 002			47 622 713	

说明 * 期权定价方法选用的价格波动参数 $\sigma=0.30$; ** 参考林分 I 的数量成熟期为 25 a, 经济成熟龄为 23 a, 参考林分 II 的数量成熟龄为 29 a, 经济成熟龄为 26 a, 收获现值法的截止期为 30 a, 选用的 $\gamma=0.05$

险。收获现值法的人为因素大, 如采用参考林分 I 和 II, 经济成熟龄分别为 23 a 和 26 a, 评估值相差 8.83%, 而且对阔叶林的评估, 往往出现大量的负价值(评估值为 0), 近熟林和中龄林的价值不如幼龄林, 首尾相悖。

采用 4 种价格波动率 σ (0.25, 0.30, 0.35 和 0.40) 对上述林分的评估结果分别为 4 306 万元、4 770 万元、5 201 万元和 5 592 万元。林木资产评估值的变动对价格波动参数的变动灵敏度为: $[(55 926 317 - 43 068 738) / 43 068 738] / [(0.40 - 0.25) / 0.25] = 0.4975$ 。也就是说, σ 变动 10% 时评估值的变动约 5%。在林龄为 15 a, 灵敏度在 0.45 左右, 灵敏度随林龄增大而逐渐增大, 到 31 a 时约 0.6 左右。

4 讨论

期权定价方法在运作上有很大的灵活性, 符合一个理性经营者的行。如市场价格升高到一定水平时, 林主销售林木或扩大生产, 表现为买进期权。价格低迷时, 减少木材生产或暂时停止生产, 表现为卖出期权或放弃行权。

价格波动率 σ 是一个判断参数, 它是客观存在的。许多国家为了保护林主的利益, 制定了木材限价(最低价)政策。对林木采伐实行最小主伐年龄和最小胸径标准的双重限制。我国实行的限额采伐, 由于限额的宽容性(可以低于限额计划生产)和每年不同规格材种的数量、质量的变动, 因此市场价格依然表现出较大的波动性($0.25 < \sigma < 0.45$)。政府可以充分收集公共价格的信息, 定时地发布不同区域价格波动率水平, 以供林木资产评估之用, 使林木资产评估象股市股价波动一样地具有透明性, 这样可以防止恶意评估和暗箱操作。

致谢: 承蒙廖涵宗高级工程师的指导, 谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Hughes W R. Valuing a forest as a call option: the sale of forestry corporation of New Zealand [J]. *For Sci*, 2000, **46**(1): 32—40.
- [2] 周升业. 金融理论与实务 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000. 250—257.
- [3] 叶旭全. 股票期权制理论与实务指南 [M]. 北京: 企业管理出版社, 2000. 158—162.
- [4] 陈清泰, 吴敬琏. 股票期权实证研究 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2001. 26—33.
- [5] Plantinga A T. The optimal timber rotation: an option value approach [J]. *For Sci*, 1998, **44**(2): 192—202.
- [6] Bumes E, Thomann E, Waymire EC. Arbitrage-free valuation of a federal timber lease [J]. *For Sci*, **45**(4): 473—484.
- [7] [美] 平狄克·鲁宾费尔德. 微观经济学 [M]. 张军, 罗汉, 尹翔硕, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 1997. 9—33.

Application of option pricing approach in forest assets evaluation

ZHOU Xiu-hua

(The Management Station of Forest Resources of Mingxi County, Mingxi 365200, Fujian, China)

Abstract: The option theory and the option pricing approach are applied to evaluating the forest assets. It is found that the sensitivity of the evaluation value to the price fluctuation parameter σ is about 0.5. With the increases in σ value, forest age, forest invest efficiency (input-output ratio), the evaluation value will increase, vice versa. Compared to net present value method of harvesting, the evaluation for 2 426.29 hm^2 mason pine (from 15 to 31 years aged region) by the option pricing approach is in consistence with the result by net present value method of harvesting as the rotation age is equal to the quantitative maturity. But for forest at other ages, the evaluation is different by both methods. [Ch, 2 tab, 7 ref.]

Key words: call option; Black and Scholes option pricing approach; forest assets evaluation