

太行山区刺槐立地质量多用途 评价方法的探讨

张小泉 杨继镛 陈永富 华网坤

摘要 本文以太行山区刺槐立地为研究对象,采用地位指数、标准林分蓄积量、土壤侵蚀性和保水蓄水性、立地期望值等一系列定性和定量指标,分别对立地生产力、立地水土保持性和立地经济效益进行评价,试图寻求一套合理的立地质量多用途评价方法。

关键词 太行山区、刺槐、立地质量多用途评价、保水系数、立地期望值

以往,国内外许多研究者从林型学、指示植物、土壤分类到收获表、地位级表、生长过程表、地位指数、标准林分蓄积量及相应的量化、多元化方法等对立地进行了评价,所用的理论、方法在实践中都取得了很大的效果^[1-6]。但是,这些评价方法大多是以林地上一定树木的生长发育指标(树高、胸径、胸高断面积、蓄积量等)为依据或再加入一些有关林型、土壤特征方面的定性描述,这在木材利用(包括培育短周期工业用材林)为目的评价是十分恰当的。然而,森林具有多种效益和功能,它除了提供木材及其副产品外,还具有保持水土、涵养水源、防风固沙、调节气候和美化环境等功能。因此,在森林的多效益性日益受到重视的今天,对森林赖以生存的森林立地的质量评价,也就不能仅限于提供木材和林副产品的多少。而应对森林的多种用途和效益(木材生产、水保效益、经济效益、社会效益等)进行综合评价。

1 立地评价途径及其设计指标

太行山区植被稀少,森林覆盖率低且分布不均,林种结构不合理,防护林(包括水源涵养林和水土保持林)所占比例极低;降雨量小,且时空分布不均,水土流失极为严重,生态环境恶化,旱、涝、洪、雹等自然灾害日益频繁;木材供需矛盾十分尖锐。这些特点决定了太行山区森林立地评价的多效益和多用途性。为此,拟定如下评价途径及设计指标。

1.1 立地生产力

由于同一树种在不同立地条件下的生产力不同,不同树种在同一立地的生产力也不一致。因此,所选择的评价指标应能充分反映这两方面的差异。通常地位指数可反映同一树种在不同立地上的生长差异,但由于受树种生物学特性的影响,地位指数高的树种,其蓄积量不一定大,故将地位指数和蓄积量作为生产力评价的两个指标;为使立地上各树种生产力在

1991-11-11收稿。

张小泉助理研究员,杨继镛(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);陈永富,华网坤(中国林业科学研究院资源信息研究所)。

同一水平上进行比较,还应将现实林分蓄积量转换为标准林分蓄积量(郁闭度为1.0)^[9]。

1.2 立地水土保持特性

太行山区立地特性表现为土壤的易侵蚀性(保土性)和保水性的强弱,它们是引起太行山区生态环境恶性循环的直接因素,故以这两项性能(土壤侵蚀系数和保水系数)作为评价指标。

1.3 立地经济效益

立地生产力仅反映立地一定树种的“实物”产量,而以木材生产作为主要经营目的的地区,经济效益日趋受到重视。立地生产力评价已不能满足生产的需要,还应将立地“实物”产量落实到经济产出(效益)上,进行立地经济效益评价。

有关立地经济评价的指标,国内尚无成功的报道,但在一些林业发达的国家,常用的有森林租金、林价、净现值、土地期望值、内部收益率等^[7,8],其中又以后者应用较普遍。本文仅从土地期望值引伸出的立地期望值为评价指标。

2 立地生产力评价

2.1 地位指数曲线模型的建立

以太行山区346个刺槐样地(林龄5~40年生)为基础资料,利用截面数据的林分平均优势高与年龄的关系,分别用Sumark、Lichards和单分子曲线等方程,拟合地位指数导向曲线模型^[9,10]。通过模型精度、适合性检验,从中选定的刺槐地位指数模型为:

$$Y = 11.78831 \cdot e^{(-2.836938/A)}$$

式中Y为林分平均优势高;A为林龄(基准林龄20a);相关系数 $R = 0.8230$ 。

2.2 定量化地位指数模型的建立

2.2.1 立地因子作用强度系数的估计 逐步回归分析^[10](表1)说明,岩性(地貌)、海拔、坡位、坡度、土层厚度、表土层厚度对地位指数有显著影响,进而又对这六个因子进行了广义方差分析^[10]和标准化,其值为各因子各等级的作用强度系数(表2)。

表1 立地因子逐步回归分析结果(入选F值为2.71)

立地因子	岩性	海拔	坡位	坡度	土层厚度	表土层厚度	常数项
系数	-0.140	-0.112	0.651	-0.260	0.678	0.782	7.172
偏(复)相关系数	-0.889	-0.868	0.843	-0.792	0.913	0.907	0.967

表2 立地因子作用强度系数

立地因子	等级及其作用强度系数			
岩性(地貌)	石质山砂页岩=1.00	黄土丘陵=2.05	土石山地=1.75	石质山花岗岩片麻岩=1.45
海拔	低山丘陵(<500m)=1.52	低山(500~1200m)=1.81	中低山(1200~1700m)=1.00	
坡位	坡上部=1.00	坡中下部=1.66		
坡度	平缓坡(<15°)=1.84	陡坡(>15°)=1.00		
土层厚度	薄土层(<30cm)=1.00	中厚土层(>30cm)=2.67		
表土层厚度	薄表土(<15cm)=1.00	中厚表土(>15cm)=2.64		

2.2.2 定量化地位指数模型 立地因子与地位指数之间不完全是简单的线性关系,很可能

存在着显著的交互效应,故应选用含交互变量的非线性方程来建立模型。由于已将全部因子定量化,故通过广义方差分析,很容易地建立起含交互变量的定量化地位指数模型^[10]:

$$Y = 3.7591 + 0.3873(\text{岩性} \cdot \text{地貌}) + 0.9412(\text{海拔}) + 1.1477(\text{坡度}) + 0.5706(\text{岩性} \cdot \text{地貌} \times \text{表土层厚}) + 0.6306(\text{坡位} \times \text{土层厚度})$$

式中Y为地位指数估计值。

模型中仅保留对地位指数影响显著的单变量和交互变量项,模型的变量均用表2中作用强度系数来表示。

2.2.3 刺槐标准林分蓄积生长模型的建立 目前获得标准林分蓄积的方法仍处于探讨阶段,有的用现实蓄积乘一个与树种或林种有关的系数来获得^[12],也有借用林分标准收获表来导算^[6],本研究首先选出各地位指数级中最大密度样地(疏密度看作1.0),采用有约束的最小二乘法原理^[13]:

$$\begin{cases} \text{Min} \sum_{i=1}^n (f(t_i) - V_i) \\ f(t_i) - V_i \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

式中 V_i 为林分现实蓄积量; $f(t_i)$ 为标准林分蓄积生长方程; t_i 为林龄。

拟合各地位指数级蓄积的包络曲线,亦即标准林分蓄积生长方程,然后利用多参数的Richards方程(Y)和非线性Marquardt迭代法,同步协调解出方程中各参数,得出以林龄和地位指数为变量的刺槐标准林分蓄积生长模型(V)。

$$Y = A[1 - e^{(-Bt)}]C^{\frac{1}{C}}$$

式中参数A、B、C均为地位指数的函数; e为常数; t为林龄

$$V = 0.08585936L^{2.083461} [1 - e^{0.8880261tL(-1.1322683)}]^{0.0063061L2.068226}$$

式中 V 为标准林分蓄积量; L为地位指数; t为林龄。

3 立地水土保持特性评价

立地土壤易侵蚀性和保水性与许多环境因素有关,如地貌、地形、岩性、土壤质地、植被盖度、土地利用现状、降水强度及降水持续时间等,需要进行长期的定位观测和小流域试验,根据所测数据建立数学模型。由于太行山区有关资料的占有量还不足以达到此目的,故通过专家们对各立地因子(等级)的土壤保土蓄水程度进行评分¹⁾(表3、4)。采用下式计算

表3 立地土壤保水性专家评分^[11]

岩性·地貌(W=5) ^①			海拔(W=7)		坡位(W=5)		坡度(W=10)		土层厚度(W=6)		表土层厚(W=7)			
等	级	评分	等	级	评分	等	级	评分	等	级	评分	等	级	评分
石质山砂页岩	1		低山丘陵	1		坡上部	1	平缓坡	4	薄土层	1	薄表土层	1	
土石山地	2		低山	2		坡中下部	2	斜陡坡	1	中厚土层	3	中厚表土层	3	
黄土丘陵	3		中低山	3										
石质山花岗岩片麻岩	4													

① W为专家对各立地因子相对重要性的评分,即专家权重。

1) 刘寿坡、李贻铨、杨继镛、李昌哲、宋朝枢、钱耀明等先生评定。

表4 立地土壤易侵蚀性专家评分

岩性-地貌(W=5)		海拔(W=7)		坡位(W=5)		坡度(W=10)		土层厚度(W=4)		表土层厚度(W=7)	
等	级	等	级	等	级	等	级	等	级	等	级
评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分	评分
石质山砂页岩	1	低山丘陵	3	坡上部	2	平缓坡	1	薄土层	2	薄表土层	3
土石山地	2.5	低山	2	坡中下部	1	斜坡	4	中厚土层	1	中厚表土层	1
黄土丘陵	4	中低山	1								
石质山花岗岩片麻岩	3										

立地土壤侵蚀系数和保水系数:

$$G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i C_{ij}$$

式中 G 为侵蚀(或保水)系数, n 为立地因子个数; W_i 为第 i 因子的专家权重; C_{ij} 为第 i 因子第 j 等级的专家评分。

侵蚀系数越大, 表明越易受侵蚀; 保水系数越大, 保水性越强, 反之亦然。

4 立地经济评价

立地期望值是从土地期望值引伸而来的, 它相当于在一定立地上进行投资, 以现今的利息在一定时期内回收时的净收入计算^[7]。

$$S_0 = \frac{\sum_{t=0}^r R_t (1+i)^{-t} - \sum_{t=0}^r C_t (1+i)^{-t}}{(1+i)^r - 1}$$

式中 S_0 为立地期望值; R_t 为 t 时所得收入; C_t 为 t 时所发生的成本; r 为轮伐期; i 为贴现率(利率)。

上式首先计算出从林分建立至主伐时各种收入和成本, 并以一假定利率按复利公式计算至主伐时的总收入和总成本, 进而求出净收益, 最后利用贴现系数 $(1+i)^{-t}$ 计算出立地期望值。

根据我国林业生产特点, 上式可写成:

$$S_0 = \frac{V_r \cdot PP \sum_{k=1}^3 M_k P_k - C_1 (1+i)^r - C_2 (1+i)^{r_1} - C_3 (1+i)^{r_2} - V_r \cdot PP \cdot C_4}{(1+i)^r - 1}$$

式中 V_r 为主伐标准蓄积(m^3/hm^2); PP 为出材率; M_k 、 P_k 分别为大中径材、小径材和等外材所占比率及收购价(元/ m^3); C_1 为整地造林成本(包括苗木费, 元/ hm^2); C_2 为幼林抚育成本(除草、松土、割灌、补植、定株等, 元/ hm^2); C_3 为成林抚育成本(元/ hm^2); C_4 为本材生产成本(采伐、运输、制材等, 元/ m^3); r 为轮伐期; r_1 为幼林抚育至主伐年限; r_2 为成林抚育至主伐年限。

本次评价刺槐 $PP=0.51$, $r=25 a^{-1}$, 根据太行山区所属四省、市部分地区物价局、林业局有关资料, $r_1=20 a$, $r_2=17 a$, C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 分别为每公顷1155元、231元、346.5元、40元(C_1 、 C_2 、 C_3 中已包含10%的不可预见费), P_1 、 P_2 、 P_3 分别为每立方米300元、200元、70元,

1) 甘肃林业勘察设计院, 1984, 林业勘察设计规范选编。

设定 $i = 7\%$, M_1 、 M_2 、 M_3 由优势高、带皮胸径、去皮胸径等求出 2 m、4 m……处的去皮直径, 以此判断材种, 并分别材种计算材积, 求出材种比率。材种划分方法如下: 材长均为 2 m, 大中径材的小头直径 > 16 径级; 小径材的小头直径 8 ~ 16 径级; 等外材的小头直径 ≤ 8 径级。这样, 经过立地生产力评价, 获得某立地刺槐地位指数及标准蓄积量, 便可求得各龄级立地期望值。

应用同样方法, 各地区还可根据本地区林业生产特点及社会经济状况, 调整各项参数, 如利率(r)、木材收购价等, 计算适合本地特点的立地期望值, 提高评价的可靠性。同时还可求得同一立地上其它树种的立地期望值, 为多个树种间的比较评价提供依据。

5 立地质量多用途综合评价表

为使立地评价结果直观明确地反映出来, 便于生产上应用, 有必要编制反映各立地条件下各龄级的立地生产力(地位指数、标准林分蓄积)、经济效益(立地期望值)和水土保持性能(立地土壤侵蚀系数和保水系数)综合评价表(表 5)。因篇幅所限, 本文仅列出刺槐部分立地小区。由表 5 可见, 只要获得某类型的立地特征信息, 通过查阅该表, 就可直接得到该立地上种植刺槐后若干年内的各种信息(经济、水保、产量), 从而为该立地类型的林种、树种选择、造林经营措施的制定提供直接依据。

6 结 语

本文仅以太行山区刺槐立地为研究对象, 从三个途径及其指标来探讨立地质量的多用途综合评价方法, 尚有许多途径及评价指标未能涉及到, 如土壤肥力、植物的广泛适应性等, 在评价指标的估计方法上还不够理想, 有待于完善。

随着我国林业生产的发展和立地研究的不断深入, 立地质量多用途评价将日益受到重视, 评价的途径及指标将日益丰富和有效。

参 考 文 献

- 1 黄土高原课题协作组. 黄土高原立地条件类型划分和适地适树研究报告. 北京林学院学报, 1984, 1 ~ 94.
- 2 刘寿波. 立地类型调查分类及质量评价. 林业资源管理, 1986, (2).
- 3 詹昭宁. 森林生产力的评定方法. 北京: 中国林业出版社, 1982.
- 4 南方十四省(区)杉木栽培科研协作组. 杉木立地条件的系统研究及应用. 林业科学, 1983, 19(3): 246 ~ 253.
- 5 詹昭宁. 建立我国立地分类和评价系统的几个问题. 林业调查规划, 1985.
- 6 骆期邦, 吴志德, 蒋菊生, 等. 用于立地质量评价的杉木标准蓄积量收获模型. 林业科学研究, 1989, 2(5): 448 ~ 453.
- 7 鲁宾逊·格雷戈里·G(许伍权译). 森林资源经济学. 北京: 中国林业出版社, 1980.
- 8 卡尔·温格(林业部华东林业调查规划设计院译). 林业手册. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- 9 唐守正. 多元统计分析方法. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- 10 郎奎健, 唐守正. IBMPC系列程序集. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- 11 王治堂. 北京郊区水土流失信息系统的建立与应用, 水土保持学报, 1989, (2).
- 12 C B 伊扎科夫(陈秀颖, 陈国明译). 森林资源经济评价. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- 13 中国科学院数学研究所运筹室. 最优化方法. 北京: 科学出版社, 1980.

表5 太行山区刺槐立地质量多用途综合评价

立地小区	立地类型组	立地类型	地位指数	各龄级立地生产力评价(a)										各龄级立地经济评价(元/hm ²)					水保评价	
				标准蓄积量(m ³ /hm ²)										立地期望值					侵蚀系数	保水系数
				5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25		
土	低中山上部平缓坡	薄土薄表土	6.0	7.9	8.7	9.1	9.4	12	34	57	76	90	-414.1	-214.0	-157.6	-137.6	-130.6	11.8	15.7	
		薄土中厚表土	7.0	9.3	10.3	10.8	11.1	27	59	87	109	127	-357.8	-175.2	-131.4	-119.6	-117.3	9.5	18.0	
		中厚土薄表土	6.6	8.8	9.7	10.2	10.5	21	49	75	96	113	-381.4	-190.7	-141.7	-126.6	-122.7	11.2	17.7	
	低中山下部斜陡坡	薄土薄表土	5.3	7.1	7.8	8.2	8.4	7	24	43	60	72	-434.4	-230.6	-169.5	-146.2	-136.7	16.8	10.7	
		薄土中厚表土	6.4	8.5	9.3	9.8	10.1	17	43	68	89	104	-394.6	-199.7	-147.8	-130.8	-125.7	14.5	13.0	
		中厚土薄表土	6.0	8.0	8.8	9.2	9.5	13	36	58	77	92	-411.8	-212.2	-156.4	-136.8	-129.9	16.2	12.7	
	石	低中山下部平缓坡	薄土薄表土	6.2	8.3	9.1	9.5	9.8	15	40	64	83	99	-402.6	-205.4	-151.7	-133.5	-127.6	11.3	16.5
			薄土中厚表土	7.3	9.7	10.7	11.2	11.5	32	67	96	120	138	-338.3	-168.1	-123.5	-114.2	-114.1	9.0	18.8
			中厚土薄表土	7.4	9.8	10.8	11.3	11.6	83	69	98	122	141	-332.8	-159.7	-121.4	-112.8	-113.1	10.7	18.5
		低中山下部斜陡坡	薄土薄表土	8.4	11.2	12.3	12.9	13.3	60	106	141	168	190	-231.1	-101.3	-84.5	-72.9	-60.7	8.3	20.8
薄土中厚表土			5.6	7.4	8.2	8.6	8.8	9	28	49	66	80	-426.7	-223.9	-164.7	-142.7	-134.2	16.3	11.5	
中厚土薄表土			6.7	8.9	9.7	10.2	10.5	21	50	76	97	114	-380.1	-189.7	-141.1	-126.1	-122.4	14.0	13.8	
黄		低山中部平缓坡	薄土薄表土	6.7	9.0	9.8	10.3	10.6	22	52	78	100	117	-375.9	-186.9	-139.2	-124.9	-121.5	15.7	13.5
			薄土中厚表土	7.8	10.4	11.4	12.0	12.3	43	83	115	140	160	-295.5	-137.6	-107.2	-103.3	-106.6	13.3	15.8
			中厚土薄表土	7.3	9.7	10.7	11.2	11.5	33	68	97	121	139	-335.9	-161.8	-122.6	-113.6	-113.7	10.9	15.7
		低山下部斜陡坡	薄土薄表土	8.4	11.4	12.5	13.1	13.5	65	111	147	175	197	-214.5	-123	-237.6	-140.5	-67.7	8.6	18.0
	薄土中厚表土		6.7	8.9	9.8	10.3	10.6	21	51	77	98	115	-378.2	-188.5	-140.2	-125.6	-122.0	15.9	18.7	
	中厚土薄表土		8.0	11.6	11.6	12.2	12.5	47	38	120	146	166	-288.0	-129.8	-102.3	-100.0	-37.3	13.6	18.0	
	土	低山中部平缓坡	薄土薄表土	8.1	10.7	11.8	12.3	12.7	49	91	124	151	171	-272.0	-124.1	-98.7	-97.7	-42.5	10.4	13.5
			薄土中厚表土	9.3	12.4	13.6	14.3	14.7	90	143	183	213	236	-119.5	-420	-327.7	-196.9	-104.9	8.1	18.8
			中厚土薄表土	7.4	9.9	10.8	11.4	11.7	35	70	100	124	143	-328.4	-157.9	-119.6	-111.6	-112.8	15.4	11.5
		低山下部斜陡坡	薄土薄表土	8.7	11.5	12.7	13.3	13.7	68	115	152	180	202	-203.0	-361	-249.1	-147.7	-72.3	13.1	13.8
薄土中厚表土			6.8	9.1	10.0	10.5	10.8	24	54	81	103	120	-370.3	-183.3	-136.8	-123.2	-120.4	9.9	16.8	
中厚土薄表土			8.1	10.7	11.8	12.4	12.7	50	92	126	152	172	-269.0	-122.4	-97.7	-97.0	-43.9	7.6	19.2	
丘		低山中部平缓坡	薄土薄表土	6.2	8.2	9.1	9.5	9.8	15	39	63	83	98	-403.3	-226.3	-152.3	-133.9	-127.9	14.9	11.8
			薄土中厚表土	7.5	9.9	10.9	11.4	11.7	35	71	101	126	144	-326.1	-155.6	-118.7	-111.0	-111.9	12.6	14.2
			中厚土薄表土	7.6	10.0	11.0	11.6	11.9	37	74	105	130	149	-217.7	-150.6	-115.5	-108.8	-110.4	9.4	17.7
		低山下部斜陡坡	薄土薄表土	8.8	11.7	12.9	13.5	13.9	72	121	158	188	209	-186.7	-77.3	-265.0	-157.7	-79.1	7.1	20.0
	薄土中厚表土		6.9	9.2	10.1	10.6	10.9	25	56	84	106	123	-384.2	-179.4	-134.2	-121.4	-119.1	14.4	12.7	
	中厚土薄表土		8.2	10.9	11.9	12.5	12.9	53	96	130	156	177	-259.2	-116.9	-94.2	-111.3	-48.4	12.1	15.0	

*Exploration on the Method of Multiple-purpose Evaluation
of Robinia pseudoacacia L. Site Quality in the
Taihang Mountain*

Zhang Xiaoquan Yang Jigao
Chen Yongfu Hua Wangkun

Abstract To explore the evaluation method of site quality in the Taihang Mountain, this article evaluated the site quality of *Robinia pseudoacacia* L. in this region from the aspect of its productivities, ecological properties and economic benefit by a series of qualitative and quantitative methods. The site productivities were measured by site index and standard stand volume, the ecological properties by soil erosion durability and water conservation, and the economic benefit by site expectation price.

Key words Taihang Mountain, *Robinia pseudoacacia*, multiple-purpose evaluation of site quality, soil water conservation, site expectation price

Zhang Xiaoquan, Assistant Professor, Yang Jigao (the Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Chen Yongfu, Hua Wangkun (the Research Institute of Forest Resource Information Techniques, CAF).