

## 山东省临沂地区杨树立地质量及 经营强度数量化表的编制\*

童书振 刘景芳 郑世锴

(中国林业科学研究院林业研究所)

李富恩 魏效德 卢永农

(山东省莒县林业局) (山东省临沂市林业局) (山东省沂南县林业局)

**关键词** 杨树; 数量化; 立地质量; 经营强度

过去常用立地质量对林分生长进行评价<sup>[1]</sup>, 实践证明, 对一些速生经营强度较高的人工林可能欠缺, 尤其是经营措施, 在很大程度上提高了平原地区杨树的地位等级和生长量。因此, 用立地质量和经营强度对杨树生长进行综合评价, 更适于生产的需要。鉴于此, 对山东省临沂地区 I-69 杨、I-72 杨、健杨生长用数量化(I)的方法进行综合评价, 取得较满意的效果。

数量化(I)本质上和多元回归分析是一样的, 它们都是定量预估因变量的问题, 其不同点是: 数量化(I)的自变量既有质量指标(0,1化), 亦兼有数量指标。用自变量与因变量建立回归关系, 对杨树生长进行预估。

### 一、资料收集与整理

1985—1986年对该区杨树生长、立地质量和经营强度进行典型调查。共调查各种林分标准地150块, 在每块标准地内选取3株最高优势木求其平均值作为优势高。内业整理时, 将3a以下、调查项目不全的标地剔除, 从中选出136块标地材料用于编表。根据当地杨树地位指数表, 将标地优势高换算成标准年龄(8a)时的优势高(即地位指数)。

### 二、编表方法

#### (一) 项目的选取和类目的划分

项目、类目的选取与划分, 直接影响预测效果。本次试验根据杨树生物学特性、生态因子和经验及经营水平进行取舍。起初共选取10个项目37个类目, 将试材编成反应表, 通过计算机初算, 按偏相关系数大小重新排列, 去掉两个最小偏相关系数项目, 最后才选出编表用的8个项目、30个类目(表1)。

本文于1989年1月收到。

• 本研究属“杨树丰产栽培中间试验”总课题的一部分。

中国林科院林研所刘奉觉副研究员参加试点工作, 临沂市林业局张金平、田玉珩、刘玉运, 莒县林业局尉春平、李环子、崔发良、郭同竹, 沂南县林业局吴衍德、杜佃桓、代海波、刘志晓、王克东、徐西丰、周启宏参加外业调查。

表1 杨树立地质量及经营强度划分

项 目	类 目 数				
	1	2	3	4	5
灌 水 <sup>①</sup> (x <sub>1</sub> )	灌三次以上	灌1—3次	早灌晚不灌	不 灌	
土壤质地 (x <sub>2</sub> )	壤 土	重壤粘土	沙 壤 土	松 沙 土	
施 肥 <sup>②</sup> (x <sub>3</sub> )	施有机肥追肥好	追 肥 好	追肥中等	追 肥 差	不 施 肥
造林方法 (x <sub>4</sub> )	平 茬 <sup>③</sup>	截 干	植 苗		
农林间作 (x <sub>5</sub> )	间作3 a	间作2 a	不 间 作		
整 地 (x <sub>6</sub> )	全 翻	条带加客土	条 带	穴 状	
一季农作物单产 <sup>④</sup> (kg) (x <sub>7</sub> )	>300	200—300	100—200	<100	
地下水位(m) (x <sub>8</sub> )	>1.5	1.5—2.5	<2.5		

①灌水次数指一个轮伐期灌水的次数，早灌指间作期间灌水；②施有机肥指造林前施基肥，追N肥；③平茬年龄从平茬时计算；④一季单产指造林前农作物单产。

(二) 建立反应表

将136块标地材料，按上述8个项目、30个类目及地位指数编成反应表(表2)。

表2 杨树立地及经营强度项目、类目反应

项 目	灌 水 (x <sub>1</sub> )				……	整 地 (x <sub>8</sub> )				地 位 指 数 y(m)
	3 次 以上	1—3次	早 灌 晚不灌	不 灌		全 翻	条 带 加客土	条 带	穴 状	
1	0	0	1	0	……	0	0	1	0	22
2	0	0	1	0	……	0	0	1	0	20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	……	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
135	0	0	1	0	……	0	0	1	0	22
136	0	0	0	1	……	0	0	1	0	18

反应表是数量化(I)方法的基础，它提供了必要的信息，以后一系列运算都是在该基础上开展的。

(三) 数量化(I)模型的建立

在数量化(I)中，因变量与项目、类目的反应，遵从下列线性模型：

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{K=1}^{r_j} C_{jK} \delta_{i(jK)} + \epsilon_i \quad (1)$$

式中C<sub>jK</sub>是j项目之K类目的系数(即得分)；δ<sub>i(jK)</sub>是第j项之K类目在第i块标地的反应；ε<sub>i</sub>是第i块标地的随机误差。

用最小二乘法求出回归式为：

$$\sum_{i=1}^m \sum_{K=1}^{r_j} \left[ \sum_{i=1}^n \delta_{i(jK)} \delta_{i(uv)} \right] \hat{C}_{jK} = \sum_{i=1}^n \delta_{i(uv)} y_i \quad (2)$$

(u=1, 2, …, m; v=1, 2, …, r<sub>u</sub>)

(2)式用矩阵形式表示可写成：

表 3 山东省临沂地区杨树立地质量及经营强度数量化

项 目	$x_1-x_2$		$x_1-x_3$		$x_1-x_4$		$x_1-x_5$		$x_1-x_6$		$x_1-x_7$		$x_1-x_8$	
	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关	得分	得分范围 偏相关
灌 水 ( $x_1$ )	17.2 13.6 13.6 11.6	16.2 11.6 11.6 9.7	14.2 9.6 9.8 8.2	6.0/0.401 6.5/0.431	12.5 8.3 8.7 7.1	5.4/0.379 5.8/0.374	12.1 7.1 7.7 6.3	5.8/0.374 5.2/0.349	10.7 5.7 6.6 5.5	10.8 5.7 6.3 5.4	5.4/0.340			
土壤质地 ( $x_2$ )	7.9 8.3 8.2 5.6	5.5 5.1 5.8 3.4	4.8 4.9 4.6 3.0	2.3/0.294 2.7/0.321	4.4 4.4 4.6 2.6	2.0/0.260 2.3/0.297	4.5 4.6 4.8 2.5	2.3/0.260 2.3/0.297	3.0 3.3 3.7 1.9	2.9 3.5 3.6 1.8	1.8/0.232			
施 肥 ( $x_3$ )		5.7 2.5 3.5 4.5 4.8	5.3 2.4 3.4 4.1 4.0	3.2/0.346 3.2/0.312	4.0 1.7 2.3 3.0	2.3/0.270 2.3/0.270	3.3 1.3 1.8 2.7 2.2	2.3/0.270 2.3/0.270	3.3 1.5 1.7 2.5 1.9	3.1 1.3 1.8 2.4 1.8	1.6/0.215			
造林方法 ( $x_4$ )			4.3 4.2 2.5	1.8/0.214 1.8/0.214	4.8 4.1 2.7	2.1/0.232 2.1/0.232	4.4 3.7 2.3	2.1/0.232 2.1/0.232	3.7 2.9 1.9	3.4 2.9 1.7	1.7/0.188			
农林间作 ( $x_5$ )					2.1 2.8 1.6	1.2/0.201 1.2/0.201	1.9 2.5 1.3	1.2/0.194 1.2/0.194	1.8 2.6 1.5	1.2 2.0 1.0	1.0/0.181			
整 地 ( $x_6$ )							2.7 2.3 2.2 1.4	1.3/0.156 1.3/0.156	3.3 2.8 2.4 1.7	3.0 2.6 2.3 1.5	1.5/0.129			
一季农作 物单产(kg) ( $x_7$ )									2.8 3.5 2.5 1.8	2.0 2.8 1.8 1.4	1.4/0.169			
地下水位(m) ( $x_8$ )														1.1 1.8 0.9
复相关系数		0.522	0.593	0.614	0.633	0.642	0.652	0.660						

$$X'X\hat{c} = X'Y \quad (3)$$

(3)式中 $X$ 为自变量所形成的矩阵； $X'$ 为 $X$ 的转置矩阵； $\hat{c}$ 为得分值 $\hat{c}_{iK}$ 所形成的列向量； $Y$ 为地位指数 $\hat{y}_i$ 所形成的列向量。

(3)式为正规方程组，解此方程组可得到 $\hat{c}_{iK}$ ，但在上述 $X'X\hat{c} = X'Y$ 中有无穷多解，这是因为每个项目的诸方程之和相同，其线性相关，故该方程组只有 $\sum_{j=1}^m r_j - m + 1$ 个方程，而且与线性无关，这样才能唯一地解出 $\hat{c}_{iK}$ 来。此次编表共8个项目30个类目，在组成的30个方程中只有 $30 - 8 + 1 = 23$ 个方程与线性无关，故在30个方程中划掉7个方程。为了方便，除第一个项目外，在其余的项目中均划去最后一个类目，使其等于0，这样才唯一解出 $\hat{c}_{iK}$ ，从而可得预估方程：

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^m \sum_{K=1}^{i_j} \hat{c}_{iK} \delta_{i(jK)} \quad (4)$$

为了能直观地看出各类目的贡献，将第一个项目中最后一个类目的得分值提出来，按照每个项目的得分范围百分比重新分配，在此基础上编成立地质量及经营强度数量化表(表3)。该表用增加项目法，通过上机电算得出梯形表，可根据精度要求任意选用。

### 三、数量化表的检验与评价

数量化表编制后，需经检验，根据检验结果做出评价。

1. 得分范围指 $\max \hat{c}_{iK} - \min \hat{c}_{iK}$ 而言，即每个项目中各类目得分值最大者减最小者，其差大小说明该因子重要程度。例如 $x_1-x_8$ 列中，其因子的重要程度 $x_1 > x_2$ 及 $x_3 > x_4 > x_5 > x_7 > x_6$ ，依次类推，不论哪一行， $x_1$ (灌水)得分范围均大于其它项目的得分范围，说明灌水是影响杨树生长最重要的因子。

2. 复相关系数的 $t$ 检验值愈大，说明该表预估效果愈好<sup>[3]</sup>(表4)。

从表4看，不论哪一行，其复相关系数的 $t$ 检验值均大于 $t_{0.01}$ 的临界值，说明预估方程是好的。

3. 偏相关系数( $\gamma_{ij}$ )的 $t$ 检验，其值愈大，说明该因子愈重要<sup>[3]</sup>(表5)。

根据经验，当 $t > 1$ 时，该项因子就有一定影响； $t > 2$ 时，可看作是主要因子。从表5看出，除 $x_1-x_8$ 列的 $x_6$ 和 $x_1-x_8$ 的 $x_7$ 、 $x_3$   $t < 2$ 外，其它均 $t > 2$ ，故选取的项目，基本上都是主要因子。

表4 复相关系数 $t$ 检验

项目数	复相关系数	自由度	$t$	$t_{0.01}$
$x_1-x_2$	0.522	133	7.058	2.576
$x_1-x_3$	0.593	132	8.461	2.576
$x_1-x_4$	0.614	131	8.903	2.576
$x_1-x_5$	0.633	130	9.323	2.576
$x_1-x_6$	0.642	129	9.510	2.576
$x_1-x_7$	0.652	128	9.729	2.576
$x_1-x_8$	0.660	127	9.900	2.576

表 5 偏相关系数的 t 检验

项 目	$x_1 - x_2$		$x_1 - x_3$		$x_1 - x_4$		$x_1 - x_5$		$x_1 - x_6$		$x_1 - x_7$		$x_1 - x_8$								
	$\gamma_u$	$df$	$t$	$\gamma_u$	$df$	$t$	$\gamma_u$	$df$	$t$	$\gamma_u$	$df$	$t$	$\gamma_u$	$df$							
$x_1$	0.396	133	4.973	0.431	132	5.488	0.401	131	5.010	0.379	130	4.670	0.374	129	4.580	0.349	128	4.213	0.340	127	4.074
$x_2$	0.321	133	3.909	0.294	132	3.534	0.276	131	3.287	0.260	130	3.070	0.297	129	3.533	0.220	128	2.552	0.232	127	2.688
$x_3$				0.346	132	4.237	0.312	131	3.759	0.270	130	3.197	0.242	129	2.833	0.236	128	2.748	0.215	127	2.481
$x_4$							0.214	131	2.507	0.232	130	2.719	0.238	129	2.783	0.220	128	2.552	0.188	127	2.157
$x_5$										0.204	130	2.376	0.194	129	2.246	0.187	128	2.154	0.181	127	2.074
$x_6$													0.156	129	1.794	0.179	128	2.058	0.179	127	2.050
$x_7$																0.194	128	2.237	0.169	127	1.932
$x_8$																			0.151	127	1.721

注： $\gamma_u$ 为偏相关系数， $df$ 为自由度， $t$ 为偏相关系数的 t 检验值。

表 6 临沂市程庄乡薛庄调查材料

类 目	项 目	灌 水	土 壤 质 地	施 肥	造 林 方 法	农 林 间 作 时 间 (a)	一 季 农 作 物 单 产 (kg)	地 下 水 位 (m)	林 龄 (a)	整 地	实 测 地 位 指 数 (m)	预 估 地 位 指 数 (m)
3	早灌晚不灌	早灌晚不灌	沙壤土	施有机肥追肥好	植 苗	2	100—200	1.5—2.5	6	条 带	20	22
4	"	"	"	"	"	2	100—200	1.5—2.5	6	"	22	22
7	"	"	"	"	"	2	100—200	1.5—2.5	6	"	24	22

#### 四、数量化表的应用

编制的数量化表，主要用于两个方面。

##### (一) 对现有林生长情况进行检查，以促进经营管理

根据现有林实测优势木平均高和年龄，确定地位指数(查地位指数表)，再根据立地质量和经营强度查数量化得分表，将得分值相加就是该林分的预估地位指数。两者如基本相符，不差一个指数级(在标准年龄8 a时，2 m一个指数级)，说明该林分经营管理尚可；实测值如果高于预估值，说明经营管理好；如果低于预估值，说明经营管理不善，应采取措施加强管理。

表6可以看出：薛庄三块标地的立地、经营措施近似，但经营质量有很大差异。3号标地管理不善，4号标地管理尚可，7号标地管理最好。

##### (二) 用于宜林地生产力的预估及经营级划分

利用数量化表，结合本区的立地条件和经营水平，将宜林地划分成几个经营级，根据得分表确定该经营级的地位指数。如将该区划分成四个经营级，将表3的 $x_1-x_8$ 列每个项目得分值最大者相加作为一级；将最低者相加作为第四级；处于中间者划成二、三级(表7)。

表7 山东临沂地区杨树经营级

项 目	一		二		三		四	
	得 分 (m)	(%)	得 分 (m)	(%)	得 分 (m)	(%)	得 分 (m)	(%)
灌 水	10.8 (3次以上)	35.4	6.3 (早灌晚不灌)	28.8	5.7 (1—3次)	28.9	5.4 (不灌)	36.0
土壤质地	3.6 (沙壤土)	11.8	3.5 (重壤粘土)	16.0	2.9 (壤土)	14.7	1.8 (松沙土)	12.0
施 肥	3.1 (施有机肥)	10.2	2.4 (追肥中等)	11.0	1.8 (追肥差)	9.1	1.3 (追肥好)	8.7
造林方法	3.4 (平茬)	11.1	2.9 (截干)	13.2	2.9 (截干)	14.7	1.7 (植苗)	11.3
农林间作	2.0 (2 a)	6.6	1.2 (3 a)	5.5	1.2 (3 a)	6.1	1.0 (不间作)	6.7
整 地	3.0 (全翻)	9.8	2.5 (条带加客土)	11.4	2.3 (条带)	11.7	1.5 (穴状)	10.0
一季农作物单产(kg)	2.8 (200—300)	9.2	2.0 (>300)	9.1	1.8 (100—200)	9.1	1.4 (<100)	9.3
地下水位(m)	1.8 (1.5—2.5)	5.9	1.1 (>1.5)	5.0	1.1 (>1.5)	5.6	0.9 (<2.5)	6.0
总 计	30.5	100	21.9	100	19.7	100	15.0	100

从表7看，由地位指数表查8年生时，经营一级优势高达30.5 m，属30指数级；二级高达21.9 m，属22指数级；三级高达19.7 m，属20指数级；四级高达15.0 m，属16指数级。按表3各项目之类目得分值可有很多种组合，使用单位可根据本单位的人力物力任意组合，组合后各类目得分值相加，确定该组合的地位指数，再查当地杨树地位指数表，确定各年龄的生长指标。

## 五、结束语

1. 由于当地条件所限(未进行其他学科调查), 本研究初步结果可以看出临沂地区的经营强度(尤其灌水措施)对杨树生长起到主要作用, 从而为当地今后提高杨树的集约经营提供科学依据。

2. 本研究是一个尝试, 还不够成熟, 特别是施肥项目的类目得分值不理想, 除施有机肥、追肥好的类目得分值高外, 其他施肥类目反比不施肥小, 此种现象今后需进一步研究。

3. 本研究中的灌水、施肥、作物单产等材料是通过访问而得, 未免有些粗放。各因子间的交互作用尚未研究, 有待今后探讨。

4. 通过对复相关系数的  $t$  检验, 其值均超过  $t_{0.05}$  的临界值, 证明预估方程是好的。但用于实践, 仍不够理想, 如何进一步提高精度亦是一个重要问题。

## 参 考 文 献

- [1] 蒋建屏等, 1986, 皖南山区中部杉木林立地质量数量化评定的研究, 南京林学院学报, (1)。  
 [2] 董文泉等, 1979, 数量化理论及其应用, 吉林人民出版社。  
 [3] 王其吉等, 1985, 河南信阳地区低山杉木人工林立地质量数量化表编制的研究, 河南林业科技, (2)。

## ESTABLISHMENT OF SITE QUALITY AND MANAGEMENT INTENSITY TABLE FOR POPLAR IN LINYI REGION, SHANGDONG PROVINCE

Tong Shuzheng Liu Jingfan Zheng Shikai  
*(The Research Institute of Forestry CAF)*

Li Fuen  
*(Forest Bureau of Ju County, Shangdong Province)*

Wei Xiaode  
*(Forest Bureau of Linyi City, Shangdong Province)*

Lu Yongnong  
*(Forest Bureau of Yinan County, Shangdong Province)*

**Abstract** Data of growth were collected from 136 sample plots of intensively cultivated poplar plantations, 8 items and 32 categories of site quality and management intensity were set up as quantitative factors. The collected data of growth were processed in the way of quantification. A trapezoidal scoring table for the site quality and management intensity was compiled by means of programmed computation. The correlation coefficient testing shows that the established regression equation for prediction is reliable. According to the testing of partial correlation coefficient, the selected items are basically main factors. The established table may offer scientific evidence for the intensive poplar management.

**Key words** poplar; quantification; site quality; management intensity