

# 青海省大通县退耕还林生态功能综合评价

李世荣<sup>1</sup>, 李文忠<sup>1</sup>, 李福源<sup>2</sup>, 赵万启<sup>2</sup>, 周心澄<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 青海大通县林业旅游局, 青海 大通 810100)

**摘要:** 根据生态经济学原理, 采用层次分析法(AHP), 建立了黄河上游退耕还林还草综合生态效益评价指标体系和数学模型。以青海大通县为例, 对天然云杉林、退耕林地、天然荒草地、天然灌丛等植被类型进行综合生态效益评价, 与农田生态系统进行对比研究。评价结果表明: 天然云杉林、退耕林地、天然灌丛等类型的生态效益指数均大于农田生态系统, 其综合生态效益指数排列顺序为, 天然云杉林> 退耕林地> 天然灌丛> 农地> 天然荒草地。这一研究结果可为黄河上游退耕还林生态工程建设提供参考。

**关键词:** 退耕还林; 生态效益; 评价指标

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)02-0065-04

中图分类号: S157, S42

## Evaluation of Ecological Functions in Returning Farmland to Afforestation Project Area in Datong County of Qinghai Province

LI Shi-rong<sup>1</sup>, LI Wen-zhong<sup>1</sup>, LI Fu-yuan<sup>2</sup>, ZHAO Wan-qi<sup>2</sup>, ZHOU Xin-cheng<sup>1</sup>

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Forestry and Tourism Bureau of Datong County, Datong County 810100, Qinghai Province, China)

**Abstract:** On the basis of the theory of eco-economics and by the applying analytic hierarchy process(AHP), an evaluation index system and an evaluation model for comprehensive ecological benefits of the returning farmland to afforestation in the upper reaches of the Yellow River are proposed. A case study was carried out in Datong County, Qinghai Province, for comprehensive ecological benefits of the returning farmland to afforestation in the vegetation types of nature spruce forests, reuse farmland for woodland, natural wasteland and natural shrub in comparison with the agro-ecosystems. Results show that ecological benefit indexes of all the vegetation types, such as natural spruce forests, reuse farmland for woodland, natural wasteland and natural shrub, are higher than that of the agro-ecosystem. The comprehensive ecological benefit indexes are in an order of natural spruce forests> reuse farmland for woodland> natural shrub> farmland> natural wasteland. The study results can be referred for the ecological regeneration project of the returning farmland to afforestation in the upper reaches of the Yellow River.

**Keywords:** returning farmland to afforestation; ecological benefit; evaluation index

退耕还林工程是一种把生态效益、经济效益、社会效益三者有机结合为一体的生态优化生产体系。它依据生态经济学原理, 从整体观和系统论出发, 有机整合传统林业与现代科学技术而建立起来, 既照顾当前的经济效益, 又着眼于林业的可持续发展。

到目前为止, 由于退耕还林发展历史较短, 退耕还林建设还没有一个比较完善的评价指标体系和评价方法及标准。一个系统进行怎样的林业生产才是生态林业, 它的成效水平又怎样评价, 还没有一个统一的看法和标准。这给退耕还林的发展和普及推广带来一定的困难。现阶段, 在全国各地进行的退耕还林探索工作方兴未艾, 类型众多, 特点各异, 如何对退

耕还林的生态效益、经济效益、社会效益进行科学的总结, 定量准确的评价, 是促进退耕还林生产向高效、稳定、健康生态林业发展的重要手段, 加快生态林业普及推广工作, 早日改变生态环境不断恶化的态势。

### 1 试验地概况

大通县位于青海省东部农业区北部, 属半干旱、半湿润温凉性气候, 年均温 2.8℃。地理坐标为东经 100°51′—101°56′, 北纬 36°43′—37°23′。全县地处黄土高原的西部与青藏高原相接的过渡地带的祁连山地, 境内最高海拔 4622 m, 最低海拔 2280 m, 湟水河的主要支流—北川河及其主要支流由北向南流经全

境。主要森林乔灌木植物分布在海拔 4 000 m 以下的北川河及其支流的河谷两岸。全县林业用地面积为 94 141.69 hm<sup>2</sup>, 其中灌木林地面积最大, 为 62 753.83 hm<sup>2</sup>, 有林地面积 22 748.87 hm<sup>2</sup>, 未成林造林地 3 676.72 hm<sup>2</sup>, 宜林地面积 4 548.58 hm<sup>2</sup>。

试验地位于大通县中腹的塔儿沟镇塔儿沟村, 地处半浅山半脑山地区, 平均海拔 2 660 m。该地区属暖温带大陆性季风气候, 干燥度 0.71。据大通县气象站 1975—1992 年资料统计, 该地区多年平均降水量 457.8 mm, 且年内分配非常不均, 6—9 月份降水占全年的 71%, 无霜期 97 d, 多年平均水面蒸发量 834.2 mm, 最大蒸发出现在 4—6 月, 表现出典型的北方春旱的特征。试验区土壤类型为黄土母质上发育的山地棕褐土和栗钙土, 土壤深厚。试验区总面积 376 hm<sup>2</sup>, 林地面积 217 hm<sup>2</sup>, 耕地面积 160 hm<sup>2</sup>, 平均粮食产量 3 750 kg/hm<sup>2</sup>。

## 2 调查方法及其数据来源

以青海大通黄河上游现有不同物种植被类型的人工林草及其天然植被生态类型, 在大通县选择具有代表性的典型标准样地 30 多个。(1) 植被调查: 组成种类、株高、密度、频度、盖度等生物多样性指标。(2) 土壤生态环境调查: 挖取剖面用环刀分层取样, 在实验室分析相关理化性状。(3) 植被群落森林水文作用调查: 植被截流降水、枯落物层持水、土壤入渗等。(4) 气象数据: 取自大通县气象资料。

## 3 综合生态效益评价

### 3.1 评价方法

AHP(Analysis Hierarchy Process)方法是美国运筹学家 T.L.Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的决策分析方法<sup>[1]</sup>。

运用这种方法, 决策者通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素, 在各因素之间进行简单的比较和计算, 就可以得出不同方案重要性程度的权重, 为最佳方案的选择提供依据。这种方法的特点是: 思路简单明了, 它将决策者的思维过程条理化、数量化, 便于计算, 容易被人们所接受; 所需要的量化数据较少, 但对问题的本质, 问题所涉及的因素及其内在关系分析得比较透彻、清楚。

### 3.2 指标体系设置的原则

为了更全面、更有效地评价黄河上游退耕还林生态工程的综合生态效益, 设计指标体系时, 必须制定并且遵循某些基本原则, 综合有关研究<sup>[2-6]</sup>, 这些原则应该包括以下几点。

(1) 科学性。指标概念必须明确, 具有一定的科学内涵和外延, 科学性包括信度与效度两方面的要求。信度, 是指评估结果的可靠性或一致性, 即同样一个结题项目由不同专家在不同场合或不同时间进行评估, 所得到的结果应是一致的; 效度, 是指该评估指标体系对项目进行评估的准确性程度, 亦即指标含义须具有单一性, 其定义无兼并、无交叉或重复。

(2) 综合性。指标体系应能反映退耕还林区生态经济系统运用的全过程, 大通退耕还林还草生态工程的生态效益是多种效益的综合, 包括生物效益、土壤养分效益、小气候效益和水文效益等。因此, 必须反映退耕还林还草生态效益的各种因素, 建立多指标评价体系, 客观地反映不同因素的影响。

(3) 可比性。指标内容应简单明了, 便于测定、调查或搜集, 其评价指数计算方法应简捷、快速、方便。从时空观点看, 指标体系的各指标, 应具有统一量纲, 以便对系统时间演变和空间分布规律研究。

(4) 层次性。据退耕还林区生态系统层次性和评价区域的差异性, 应各设置不同的生态指标体系。

(5) 可操作性。即针对评价指标体系的评价选择方法是否可以操作, 指标是否可以量化, 资料是否可以获取等, 指标可操作性强, 便于选择统计方法和一定的数学模型进行量化分析。每个指标应注意明确, 简便易算, 并建立在已有的生态系统和经济系统指标与调查资料和实验数据的基础上, 在现有或实际中找到适当的或相当的代表值。

据以上原则, 选择了与生物、土壤养分、小气候和水文效益有密切关系的 12 项指标(图 1)。在生物效益中, 植被指标比较稳定可靠且容易测定, 而动物指标稳定性较差, 受影响的因素较多, 且难以测定。在土壤效益中, 选择了土壤有机质、全氮、全磷等指标; 对于小气候效益, 采用温、湿、风速等 3 项因子来反映生态效益的小气候效益比较具有代表性; 水文效益中选择了土壤容重、地表径流、土壤侵蚀等指标。

### 3.3 各个评价指标权重的确定

各个评价指标权重的确定在综合评价中占有非常重要的位置, 权重的大小对评估结果十分重要, 它反映了各指标的相对重要性。其含义为: 在纵向上, 评价指标权重反映了该指标变化对生态综合效益变化所起作用的大小; 在横向上, 评价指标权重表示了该指标在同一评价指标层次中所处的地位, 权重确定的合理与否将直接影响评判结果。依据层次分析法(AHP)<sup>[7-12]</sup>, 请教有关从事该领域的专家, 结合大通县的生态环境, 构造两者比较判断矩阵, 经过一致性检验, 最终计算确定各因子的权重(表 1)。

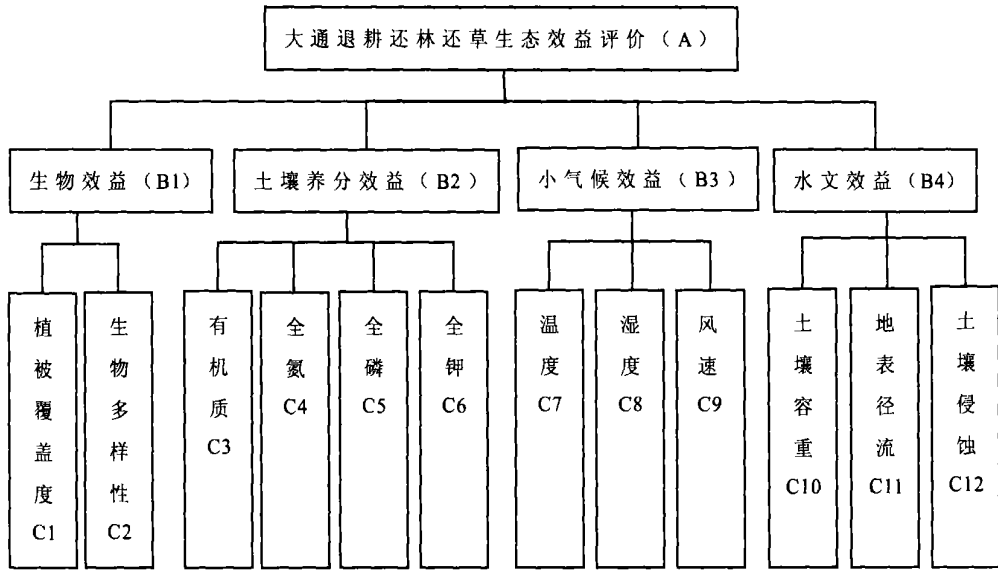


图 1 大通退耕还林生态效益评价体系

表 1 各评价指标的权重值

序号	评价指标	代码	$W_i$ (权重)
1	风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	c9	0.0388
2	温度/ $^{\circ}C$	c7	0.0513
3	全磷/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	c5	0.0563
4	全氮/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	c4	0.0659
5	湿度/ %	c8	0.0669
6	土壤有机质/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	c3	0.0718
7	全钾/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	c6	0.0740
8	土壤容重/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	c10	0.0971
9	地表径流/ ( $t \cdot km^{-2}$ )	c11	0.1089
10	生物多样性指数	c2	0.1155
11	土壤侵蚀/ %	c12	0.1200
12	植被覆盖度/ %	c1	0.1335

### 3.4 综合生态效益评价数学模型

$$N = \sum_{i=1}^{12} W_i R_i$$

式中:  $N$  —— 综合生态效益指数;  $W_i$  ——  $i$  项指标权重;  $R_i$  —— 各生态类型  $i$  项指标的无量纲化数据矩阵。

### 3.5 指标的无量纲化处理

由于评价指标体系的量纲不同, 并且指标间数量差异较大, 使得不同指标间在量上不能直接进行比

较, 为此, 根据生态观测的常规方法, 我们提出以青海大通基本生态类型(农地)作为参照系的方法进行计算, 使各种指标无量纲化, 便于各类型之间的比较和综合评价指标指数的计算, 同时在纵向和横向比较方面都简便易行。对于数值越大生态效益越大的指标:  $X_{无量纲化} = X_{实际} / X_{农地}$ ; 对于数值越小生态效益越大的指标:  $X_{无量纲化} = (X_{实际} / X_{农地})^{-1}$  式中:  $X_{实际}$  —— 各生态类型的实际调查值;  $X_{农地}$  —— 农地的实际调查值。

### 3.6 综合生态效益分析

(1) 各种植被类型的生物效益、土壤效益、小气候效益、水文效益和它们对综合生态效益的贡献率不一样(表 4, 图 2)

(2) 从分析结果可以看出, 退耕后林草地不同类型的综合生态效益指数除天然灌丛外, 均大于农田生态系统, 其综合生态效益指数排列顺序为天然云杉林 > 退耕林地 > 天然灌丛 > 农地 > 天然荒草地。天然云杉林的综合生态效益为农田生态系统的 1.50 倍; 退耕还林地为农田生态系统的 1.14 倍; 天然灌丛为农田生态系统的 1.08 倍。

这充分说明, 大通退耕还林还草对于提高林草覆盖率、维护生物多样性、改善土壤理化性质、调节气候、减少径流、降低土壤侵蚀等方面具有十分明显的生态效益。

表 2 退耕还林生态类型综合生态效益指标的标准数量化值

评价指标	$W_i$ (权重)	农地	天然荒草地	天然灌丛	退耕林地	天然云杉林
风速	0.0388	0.0388	0.0354	0.0467	0.0483	0.0530
温度	0.0613	0.0613	0.0634	0.0543	0.0512	0.0489
全磷	0.0563	0.0563	0.0361	0.0543	0.0501	0.0500
全氮	0.0659	0.0659	0.0769	0.0595	0.0713	0.0991
湿度	0.0669	0.0669	0.0590	0.0831	0.0981	0.1068
土壤有机质	0.0818	0.0818	0.0785	0.1089	0.1045	0.1118
全钾	0.0740	0.0740	0.0634	0.0666	0.0738	0.0656
土壤容重	0.0971	0.0971	0.1019	0.0927	0.1041	0.0970
地表径流	0.0789	0.0789	0.0600	0.0692	0.0864	0.1036
生物多样性	0.1155	0.1155	0.1695	0.1765	0.1952	0.1934
土壤侵蚀	0.1300	0.1300	0.0971	0.1406	0.1378	0.3055
植被覆盖度	0.1335	0.1335	0.0857	0.1242	0.1217	0.2698

表 3 各种退耕还林生态类型综合生态效益指数

评价指标	$W_i$ (权重)	农地	天然荒草地	天然灌丛	退耕林地	天然云杉林
风速	0.0388	0.0388	0.0354	0.0467	0.0483	0.0530
温度	0.0513	0.0613	0.0634	0.0543	0.0512	0.0489
全磷	0.0563	0.0563	0.0361	0.0543	0.0501	0.0500
全氮	0.0659	0.0659	0.0769	0.0595	0.0713	0.0991
湿度	0.0669	0.0669	0.0590	0.0831	0.0981	0.1068
土壤有机质	0.0718	0.0818	0.0785	0.1089	0.1045	0.1118
全钾	0.0740	0.0740	0.0634	0.0666	0.0738	0.0656
土壤容重	0.0971	0.0971	0.1019	0.0927	0.1041	0.0970
地表径流	0.0789	0.0789	0.0600	0.0692	0.0864	0.1036
生物多样性	0.1155	0.1155	0.1695	0.1765	0.1952	0.1934
土壤侵蚀	0.1200	0.1300	0.0971	0.1406	0.1378	0.3055
植被覆盖度	0.1335	0.1335	0.0857	0.1242	0.1217	0.2698
综合生态效益指数	—	1.0000	0.9270	1.0766	1.1426	1.5045

表 4 各种生态类型综合生态效益指数

效益类型	农地	天然荒草地	天然灌丛	退耕林地	天然云杉林
小气候效益	0.1670	0.1578	0.1841	0.1977	0.2087
土壤养分效益	0.2217	0.2188	0.2350	0.2496	0.2765
水文效益	0.3060	0.2590	0.3025	0.3284	0.5061
生物效益	0.5550	0.5143	0.6032	0.6453	0.9693

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 许树柏. 层次分析法原理[ M]. 天津: 天津大学出版社, 1986.
- [ 2 ] 古丽努尔, 等. 塔里木河中下游退耕还林还草综合生态效益评价[ J]. 干旱区研究, 2004, 21(2): 161—165.
- [ 3 ] 周维博, 李佩成. 干旱半干旱地域灌区水资源综合效益评价体系研究[ J]. 自然资源学报, 2003(18): 288—292.
- [ 4 ] 李朝洪, 郝爱民. 中国森林资源可持续发展描述指标体系框架的构建[ J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 122—124.
- [ 5 ] 刘黎明, 谢花林, 赵英伟. 我国草地资源可持续利用评价指标体系的研究[ J]. 中国土地科学, 2001, 15(4): 43—46.

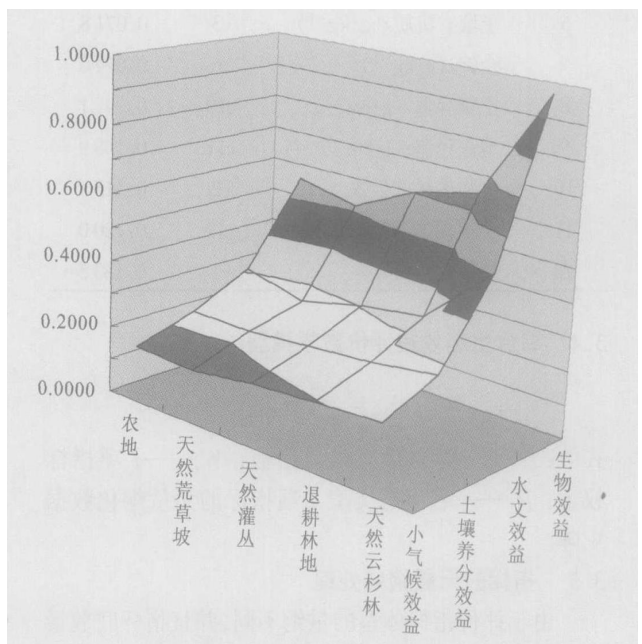


图 2 不同植被类型与生态效益三维动态图

(下转第 84 页)

## 2.2 小硐室爆破的相关参数

小硐室爆破的原始条件如表 1 所示。小硐室爆破炮眼装药结构参数见表 2。图 4 为小硐室爆破示意图。

表 1 爆破原始条件

名称	数量
掘进断面/ $m^2$	2.01
岩石普氏系数	4~6
工作面涌水情况/ $(m^3 \cdot h^{-1})$	无涌水
炸药及雷管类型	水胶炸药、V 段毫秒雷管
炮眼个数/个	15(4 个空眼)
总装药量/kg	3.75
雷管个数/个	11

## 3 结 论

衡阳地区水土流失分布广,危害十分严重,制约了当地农业生产和社会经济的健康发展,已成为实现区域资源可持续利用和社会经济可持续发展的“瓶颈”。文中通过小硐室光面爆破进行植树造林,不但减小对紫色页岩土体的破坏作用、降低水土流失,而

且加快了生态建设与景观恢复。只有坚持人与自然和谐相处的观念,紧紧围绕水土保持和生态建设,不断加大工作力度,与时俱进,开拓进取,才能实现水土保持工作新的跨越。

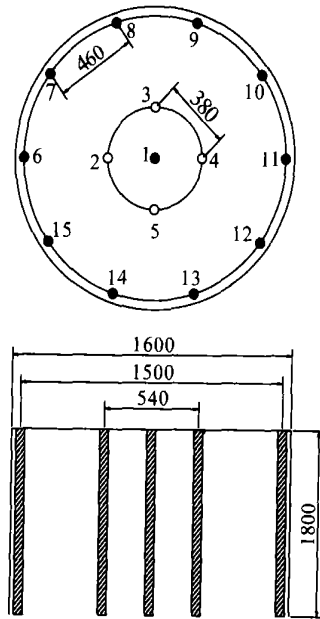


图 4 小硐室爆破图

表 2 炮眼装药结构参数表

眼号	炮眼名称	炮眼数/个	炮眼深/m	炮眼角度	每孔装药量		同类孔装药量		雷管段数	联线方式
					卷	重量/kg	卷	重量/kg		
1-5	掏槽眼	5	1.8	90	5	0.75	5	0.75	1	串联
6-15	周边眼	10	1.8	90	2	0.3	20	3	2	
合计		15					25	3.75		

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 何秀伟. 三倍体毛白杨引种育苗试验研究[ J ]. 湖南省环境生物职业技术学院学报, 2002, 8(2): 93-97.  
 [ 2 ] 万福军, 袁胜尧. 三倍体毛白杨育苗与造林[ J ]. 湖南林

业, 2002(3): 20.

- [ 3 ] 高尔新, 杨仁树. 爆破工程[ M ]. 北京: 中国矿业大学出版社, 1999.  
 [ 4 ] 马芹永. 光面爆破炮眼间距及光面层厚度的确定[ J ]. 岩石力学与工程学报, 1997, 16(6): 590-594.

(上接第 68 页)

- [ 6 ] 朱瑜馨, 赵军, 曹静. 祁连山山地生态系统稳定性评估模型[ J ]. 干旱区研究, 2002, 19(4): 33-37.  
 [ 7 ] 蒙吉军, 刘家明. 绿洲土地利用评价[ J ]. 中国土地科学, 1998, 12(5): 13-17.  
 [ 8 ] 岳健, 杨发相, 罗格平, 等. 农用地评价参评因子的权重问题[ J ]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 55-58.  
 [ 9 ] 李孝芳. 土地资源评价的基本原理和方法[ M ]. 长沙: 湖

南科学技术出版社, 1989. 79-90.

- [ 10 ] 王铁成, 周生路, 王杰臣, 等. 基于 GIS 的农用地质量综合评价方法研究—以无锡市马山区为例[ J ]. 干旱区地理, 2001, 24(2): 118-122.  
 [ 11 ] 赵雪雁. 绿洲持续利用评价[ J ]. 干旱区地理, 2001, 24(1): 86-89.  
 [ 12 ] 刘玉平. 干旱区土地退化生态系统的评价方法[ J ]. 干旱区研究, 1996, 13(1): 72-75.