

## 干旱区植被覆盖度的建设阈值分析

游 珍<sup>1</sup>, 李占斌<sup>1,2</sup>, 袁 琼<sup>3</sup>, 杨光荣<sup>4</sup>

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100;  
2 西安理工大学, 陕西 西安 710000; 3. 贵州普定县国土资源局, 贵州 普定 562100;  
4. 伊宁第四中学, 新疆 伊宁 835000)

**摘要:**通过对已有的关于植被覆盖度的概念进行分析比较, 提出几个新的植被建设覆盖度阈值: 生态允许覆盖度、生态要求覆盖度和经济允许覆盖度, 并给出了它们的计算方法。尤为重要的是, 提出了当经济与生态发生矛盾时, 最佳覆盖度在不同情况下分别取生态最优解和经济最优解。当生态允许覆盖度小于生态要求覆盖度时, 最佳覆盖度为生态允许覆盖度; 当生态要求覆盖度大于经济允许覆盖度时, 最佳覆盖度为经济最优解; 当生态要求覆盖度小于经济允许覆盖度时, 最佳覆盖度为生态最优解。最后给出了生态最优解和经济最优解的计算方法。

**关键词:** 生态允许覆盖度; 生态要求覆盖度; 经济允许覆盖度; 经济最优解; 生态最优解

中图分类号: X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)03-0088-03

## Study on the Threshold of Vegetation Coverage in Arid Area

YOU Zhen<sup>1</sup>, LI Zhan-bin<sup>1,2</sup>, YUAN Qiong<sup>3</sup>, YANG Guang-rong<sup>4</sup>

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;  
2. Xi'an University of Technology, Xi'an 710000, China;  
3. The Bureau of Land Resource of Puding County, Puding, Guizhou 562100, China;  
4. The Fourth High School of Yining, Yining, Xinjiang 835000, China)

**Abstract:** By analyzing and comparing several concepts about vegetation coverage given by other specialists, several new threshold of vegetation coverage are put forward: the coverage allowed by ecology, the coverage demanded by ecology and the coverage allowed by economy, then the methods are given to calculate. Especially when there are conflict between ecology and economic, the optimal solution in ecology and the optimal solution in economy should be applied by different condition. When the coverage allowed by ecology is smaller than the coverage demanded by ecology, the optimal coverage is the coverage allowed by ecology; when the coverage demanded by ecology is bigger than the coverage allowed by economy, the optimal coverage is the optimal solution in economy; when the coverage demanded by ecology is smaller than the coverage allowed by economy, the optimal coverage is the optimal solution in ecology. In the end, the method is given to calculate the optimal solution in economy and the optimal solution in ecology.

**Key words:** the coverage allowed by ecology; the coverage demanded by ecology; the coverage allowed by economy; the optimal solution in economy; the optimal solution in ecology

植被是干旱区生态建设中的重要部分, 而覆盖度是评判生态环境状况的重要指标。覆盖度不仅与区域水土流失、水资源储备有关, 还与水环境质量、空气质量等密切相关<sup>[1-3]</sup>。因此提高植被覆盖度成为干旱区生态建设的重要环节。目前我国关于覆盖度的研究比较多<sup>[4-7]</sup>, 但大多是从生态的角度

看问题, 因此在实际运用时受到经济条件的约束。由于我国大部分地区土地资源和水资源有限, 要想同时满足经济要求和生态要求往往比较困难。因此力图找到一种方法来确定植被最佳覆盖度, 使经济和生态损失都达到最小, 从而为相关部门的决策提供依据。

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-12-28

基金项目: 国家自然科学基金项目“坡面径流侵蚀输沙动力过程实验研究”(40371075); 黄河水利委员会“十五”重大治黄科技项目“大理河流域水土保持生态工程建设的减沙作用研究”(2002SZ08); “十五”国家科技攻关(2001BA 606A-04)

作者简介: 游珍(1977-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为土壤侵蚀与环境变化。

## 1 计算方法

### 1.1 有关概念

目前常见的植被覆盖度概念有两组, 一组是郁闭度、植被盖度、植被覆盖率(或称植被覆盖度)。郁闭度是指森林中乔木树冠彼此相接而遮蔽地面的程度, 它主要用于乔木。植被盖度是指林草地(包括乔灌木)上林草植被冠层或叶面在地面的垂直投影面积占林草地总面积的比例。植被覆盖率指林草冠层或叶面在地面的垂直投影面积占统计区总面积的比例<sup>[8]</sup>。这三个指标是关于植被覆盖度最基本的指标, 其它指标都是从它们中延伸出来的。另一组是有效盖度、临界盖度和潜势盖度。这三个指标都是从水土保持的意义出发的。有效盖度是指林草地土壤流失量达到允许流失量时的盖度(张光明, 1996)。临界盖度是指植被群落的水土保持作用达到最大或极限时的群落盖度。当群落盖度大于临界盖度时, 植被保持水土的功能几乎不随覆盖度的增加而增强。潜势盖度是指在自然条件下, 位于某一立地条件的植物群落, 其覆盖地表的最大程度<sup>[9]</sup>。临界盖度和有效盖度是相对于水土保持而言的, 而潜势盖度是植被自身发展的顶峰值。它们反映了植被的三个临界值, 但不够直观和明确, 易被混淆。

生态建设常受到经济发展的约束, 为了很好的表述生态与经济之间的矛盾, 不产生歧义, 本文构造了几个新的概念。

#### 1.1.1 生态允许覆盖度

生态允许覆盖度是指在当地自然条件允许的条件下(尤其是降水条件), 所能达到的最大植被覆盖度。这一概念突出了自然条件的限制, 体现了约束力, 忽视它则会带来严重的生态问题。例如在水资源短缺的地区大量种树, 水资源供不应求, 则会造成树木成活率不高, 即使成活也易变成“小老树”, 地下还会形成数十米的干层, 严重破坏当地的水平衡。生态允许覆盖度的计算方法如下:

$$Y_1 = (P + R - E) / QS \quad (1)$$

式中:  $Y_1$ ——生态允许覆盖度;  $P$ ——该区全年降水总量;  $E$ ——该区全年蒸发总量;  $R$ ——在保持河流及下游生态平衡的前提下, 能从过境河中抽取的水量;  $Q$ ——该区单位面积植被耗水量;  $S$ ——该区总面积。

对大部分地区而言生态限制因素就是降水量, 因此该式仅从水量的角度考虑生态允许覆盖度。

#### 1.1.2 生态要求覆盖度

生态要求覆盖度是指维持当地生态环境良性循环, 遏制其恶化趋势, 达到生态平衡所需要的植被覆盖度。生态要求覆盖度可以是对某一具体的生态问题而言, 也可对整个生态环境而言。例如对水土流失问题而言, 生态要求覆盖度是指使土壤流失量不大于允许流失量时的植被覆盖度。对某一地区整体生态环境而言, 生态要求覆盖度与该区的生态规划有关。生态要求覆盖度的计算分两种情况。第一种情况是针对某一单项生态问题, 如对水土流失而言, 其计算公式如下:

$$Y_2 = -(\ln M/a)/b \quad (2)$$

式中:  $Y_2$ ——生态要求覆盖度;  $M$ ——该地土壤允许流失量;  $a, b$ ——回归系数(由当地水土流失资料回归分析求得)。

该式是由植被控制土壤侵蚀的数学模型推导而来<sup>[10]</sup>。

第二种情况是针对某一地区整体生态而言, 其计算公式

如下:

$$Y_2 = F(1 + n) \quad (3)$$

式中:  $F$ ——当前植被覆盖度;  $n$ ——据生态规划, 该区生态所需改善的程度(%)。

#### 1.1.3 经济允许覆盖度

经济允许覆盖度是指在维持当地人们生活现状, 并满足近期经济发展规划的前提下, 所能达到的最大植被覆盖度。经济与生态之间的矛盾主要表现在用地矛盾和用水矛盾, 在满足经济用地、用水后, 植被所能达到的最大覆盖度就是经济允许覆盖度。经济发展是阶段性的, 经济允许覆盖度是据现阶段经济发展所制定的。

经济允许覆盖度的计算公式如下:

$$Y_3 = \text{Min}[(S - S_1 - S_2 - S_3) / S, (P + R - E - Q_1 - Q_2 - Q_3) / QS] \quad (4)$$

式中:  $Y_3$ ——经济允许覆盖度;  $S$ ——该区总面积;  $S_1$ ——第二、三产业及城镇建设用地面积;  $S_2$ ——农业用地面积;  $S_3$ ——陡坡跌坎等不宜林地;  $Q_1$ ——工业用水;  $Q_2$ ——农业用水;  $Q_3$ ——生活用水。

由于经济的限制体现在用水、用地上, 因此我们只能选用限制作用强的因子来确定的允许覆盖度。

#### 1.1.4 最佳覆盖度

最佳覆盖度是在协调生态允许覆盖度、生态要求覆盖度和经济允许覆盖度三者的情况下, 通过判断和计算后得出的符合该地区, 并在生态和经济之间达到平衡时的植被覆盖度。最佳覆盖度是生态和经济建设所寻求的平衡点。随着经济、社会发展, 人们的生态要求提高, 耗地耗水少的第三产业日益发展, 最佳覆盖度有增大的趋势。因此最佳覆盖度具有时效性, 它随时间而改变。

### 1.2 最佳覆盖度的确定

#### 1.2.1 判断流程

调查当地生态、经济现状和发展状况

IF

生态允许覆盖度 > 生态要求覆盖度  $\xrightarrow{\text{NO}}$  最佳覆盖度 = 生态允许覆盖度  
(YES) IF

生态要求覆盖度 > 经济允许覆盖度  $\xrightarrow{\text{NO}}$  最佳覆盖度 = 生态最优解  
YES

最佳覆盖度 = 经济最优解

图 1 最佳覆盖度判断流程图

生态允许覆盖度、生态要求覆盖度和经济允许覆盖度三者之间的大小关系不能一概而论, 因此最佳覆盖度要在判断之后才能根据它们之间的大小关系分别加以计算(图 1)。

首先判断的是生态允许覆盖度与生态要求覆盖度, 若前者小于后者, 则说明该地区生态环境十分脆弱, 限制因子的作用非常强烈, 根本不适于发展经济, 应属于封禁区。因此最佳覆盖度就是生态环境所允许的覆盖度。若前者大于后者, 则要继续进行以下的判断。其次判断生态要求覆盖度和经济允许覆盖度。若前者小于后者, 则说明该地区土地资源和水资源较充足, 生态与经济之间不存在矛盾。此时人们对生态环境的要求要高于对物质的要求, 因此最佳覆盖度为生态最优解。若前者大于后者则说明该地区土地资源和水资源较紧张, 经济和生态之间存在一定的矛盾, 此时经济发展仍是重中之重, 因此最佳覆盖度应为计算所得的经济最优解。

1.2.2 计算方法

(1) 经济最优解的计算方法。当生态与经济发生矛盾时,我们往往先确定生态与经济的比重,设生态所占比重为  $x_1$ ,经济所占比重为  $x_2$ ,则  $x_1, x_2$  应满足以下条件:

$$x_1 + x_2 = 1 \tag{5}$$

$$Y_2x_1 + Y_3x_2 = Y \tag{6}$$

$$(Y - Y_2)b_1 \leq M \tag{7}$$

$$(Y_3 - Y)b_2 \leq N \tag{8}$$

(5) — (8) 式中,  $Y$  ——最佳植被覆盖度;  $b_1$  ——生态指数 ( $b_1 =$  单位面积植被带来的生态效益 / 该区总体生态效益);  $b_2$  ——经济指数 ( $b_2 =$  单位面积能带来的经济收入 / 该区总体经济生产值);  $M$  ——生态阈 ( $M =$  (近景规划生态效益增值 — 最低期望生态效益) / 该区总体生态效益);  $N$  ——经济阈 ( $N =$  (近景规划经济发展增加值 — 最低期望经济发展增加值) / 该区总体经济效益)。

将 (5)、(6) 代入 (7)、(8) 式可得:

$$x_1 \leq N / (Y_2 - Y_3)b_2 \tag{9}$$

$$x_2 \leq M / (Y_2 - Y_3)b_1 \tag{10}$$

此时所求的是经济最优解,则  $x_1$  取最小值  $N / (Y_2 - Y_3)b_2$ , 则:

$$Y = Y_2N / (Y_2 - Y_3)b_2 + Y_3[1 - N / (Y_2 - Y_3)b_2] \tag{11}$$

(2) 生态最优解的计算方法。生态最优解与经济最优解计算方法相同,只是此时  $Y_2 < Y_3$ ,公式稍有变动,同样设生态所占比重为  $x_1$ ,经济所占比重为  $x_2$ ,则  $x_1, x_2$  应满足以下

参考文献:

[1] C. Carroll, L. Merton, P. Burger. Impact of vegetation cover and slope on runoff, erosion, and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queenlands coalmines[J]. Aust. J. Soil Res, 2002, 38: 313- 327.

[2] Hofmann L, Ries R E, Gilly J E. Relationship of runoff and soil loss to ground covers of native and reclaimed grazing land[J]. Agronomy Journal, 1983, 75: 599- 602.

[3] 张光辉, 梁一民. 植被覆盖度对水土保持功效影响的研究综述[J]. 水土保持研究, 1996, 3(2): 104- 110.

[4] 胡良军, 邵明安. 论水土流失研究中的植被覆盖度量指标[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 40- 43.

[5] 郭忠升. 水土保持林有效覆盖率及其确定方法的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 67- 72.

[6] 张岩, 袁建平, 刘宝元. 土壤侵蚀预报模型中的植被覆盖与管理因子研究进展[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 1045- 1048.

[7] 郭忠升. 水土保持林有效覆盖率的初步研究[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(1): 97- 100.

[8] 周国林, 袁正科. 常用林业术语[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1982.

[9] 郭忠升. 水土保持植被的有效盖度, 临界盖度和潜势盖度[J]. 水土保持通报, 2002, 20(2): 60- 62.

[10] 王秋生. 植被控制土壤侵蚀的数学模型及其应用[J]. 水土保持学报, 1991, 5(4): 68- 72.

条件:

$$x_1 + x_2 = 1 \tag{12}$$

$$Y_2x_1 + Y_3x_2 = Y \tag{13}$$

$$(Y - Y_2)b_1 \leq M \tag{14}$$

$$(Y_3 - Y)b_2 \leq N \tag{15}$$

式中:  $M$  ——生态阈 ( $M =$  (该区远景规划生态效益增值 — 该区近景规划生态效益) / 该区总体生态效益);  $N$  ——经济阈 ( $N =$  (该区远景规划经济发展增加值 — 该区近景规划经济发展增加值) / 该区总体经济效益)。同理可求:

$$x_1 \leq N / (Y_3 - Y_2)b_2 \tag{16}$$

$$x_2 \leq M / (Y_3 - Y_2)b_1 \tag{17}$$

此时所求的是生态最优解,则  $x_2$  取最小值  $M / (Y_3 - Y_2)b_1$ , 则:

$$Y = Y_2[1 - M / (Y_3 - Y_2)b_1] + Y_3M / (Y_3 - Y_2)b_1 \tag{18}$$

2 结论与讨论

通过以上分析,得出以下结论:

(1) 最佳覆盖度的确定方法应根据生态允许覆盖度、生态要求覆盖度和经济允许覆盖度三者之间的大小关系来定。

(2) 对于生态环境极其脆弱区,应属于封禁区,最佳覆盖度为生态允许覆盖度。

(3) 生态最优解和经济最优解最终与当地生态和经济的发展规划密切相关,现阶段,大部分地区的最佳覆盖度应满足经济最优解。

欢迎订购 《朱显谟论文集》

朱显谟先生为中国科学院资深院士,我国著名土壤学家和水土保持学科奠基人之一。他在从事科学研究工作的 60 余年中,孜孜不倦,辛勤耕耘,硕果累累。他以严谨求实,潜心钻研,锲而不舍,献身科学的精神,为我国年轻一代科学工作者树立了光辉的典范。

《朱显谟论文集》(以下简称《论文集》)收集了朱显谟先生 1941- 2001 年间发表于国内外 20 多种刊物上的学术论文 70 余篇,约 100 万文字。全书按土壤资源篇、土壤侵蚀与水土保持篇、国土整治与生态环境篇及附图 4 个部分进行编排。《论文集》的出版使读者可领略到具有珍贵科学价值的学术思想及研究方法。朱先生作为黄土高原土侵蚀与国土整治战略研究的开拓者,书中有关学术观点和研究成果在学术界和政府的生态环境建设决策中具有重要的影响,《论文集》出版也可为黄土高原水土保持与生态环境建设提供科学依据与理论基础。论文麻 100 元/册,请订购者到《水土保持通报》编辑部联系。