

茂名小良林地资源类型动态模型预测

刘 华<sup>1</sup>, 岑 健<sup>1</sup>, 张健民<sup>1</sup>, 朱东伟<sup>2</sup>  
(1. 广东茂名学院; 2. 茂名小良水保站, 广东 茂名 525000)

摘 要: 通过对小良林地资源类型利用状态的研究, 根据样地资源的变化资料, 应用马尔可夫法的分析理论, 建立预测模型, 以分析、预测林地资源利用的动态变化, 以寻求一个稳定状态, 为林地利用规划和经济发展决策提供科学的依据。  
关键词: 小良水保站; 林地资源; 生态修复; 马尔可夫法; 预测  
中图分类号: S 718 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)06-0178-02

Dynamic Model Prediction of Maoming Xiaoliang Forest Resource Type

LIU Hua<sup>1</sup>, CEN Jian<sup>1</sup>, ZHANG Jian-min<sup>1</sup>, ZHU Dong-Wei<sup>2</sup>  
(1. Maoming University; 2. Xiaoliang Water Resources Protection Station, Maoming Guangdong 525000, China)

**Abstract:** Through the study of the utility state of Xiaoliang forest resource type, Markov method was applied according to the variation information of the sample source, and prediction model was built to analyze and predict the dynamic variation of the utility state of forest resource in hoping to seek a stable state, which can provide scientific evidence for the plan of forest land utilization and economic development.  
**Key words:** Xiaoliang Water Resources Protection Station; forest resource; ecological rehabilitation; Markov Method; prediction

1 前 言

21 世纪, 随着社会经济的发展, 对水土保持和生态建设提出了更高的要求。水土保持治理已由单纯的防护型治理转向开发型治理。广东茂名小良水保站一直以水土保持作为立站之本, 那么如何在保护生态修复、防止开发性水土流失的基础上, 进一步发展小良经济是一个值得研究的新课题。我们都知道, 林地既是一种重要自然资源, 也是构成陆地生态系统的重要组成部分。在这个系统中, 由于人类的干涉或自然力的作用, 局部范围内林地资源的利用状态是处在动态变化之中, 即发生着经常性的相互转化, 并且局部状态的变化必将对系统整体的稳定性造成了极大的影响。随着我国经济的迅速发展, 掠夺式的林地经营必将造成新的水土流失。针对这一开发性水土流失在经济发展过程中的“瓶颈”制约, 对林地利用趋势的预测, 不仅是制订林业生产长远规划和生产决策的首要问题, 也是发展经济长远规划必须解决的课题。本文应用马尔可夫法的分析理论, 根据茂名小良水保站林地资源类型的样地变化资料, 建立马尔可夫模型, 对小良水保站林地资源利用状态的发展趋势进行预测, 为小良林业生产决策和发展循环经济提供科学的依据。

2 小良水保站的基本概况

2.1 自然条件

小良水保站位于广东省茂名市电白县小良镇西南部的沿海台地上, 东经 110°54'18", 北纬 21°27'49"。全站面积 288.87 hm<sup>2</sup>, 海拔最高处为 36 m。该地属热带北缘海洋性季风气候区, 年平均气温为 23℃, 年平均降雨量 1 442 mm, 雨量

分布极不均匀, 大部分集中于 6~8 月, 有明显的干湿季之分, 年平均蒸发量为 2 100 mm。土壤大部分是发育于花岗岩土质上的多砾黏质砖红壤, 顶级植被为热带季雨林<sup>[1]</sup>。

2.2 开发现状

小良水保站于 1957 年建站以来一直进行着生态修复方面的研究和实践。据考证, 在 100 年前, 该地曾是一片热带季雨林, 后来由于人类活动不断干扰, 原始森林已破坏殆尽, 地表土层大部分已遭严重破坏, 水土流失严重, 土地肥力非常低, 生态环境极其恶劣<sup>[2]</sup>。小良就是在这样的光裸地上进行的生态修复。在第一阶段是建立先锋植物群落, 以耐旱耐瘠的桉树和马尾松为主。在人工抚育下, 桉林具有较高的成活率, 其本上固定了水土, 在一定程度上改善了生态环境。但由于保水固土的效果一般, 在第二阶段也就是 80 年代, 一部分桉林被斑块式地改造为阔叶混交林。目前, 这些混交林具有了地带性森林——热带季雨林的特征, 具有强大的生态调节功能。在第三阶段即 90 年代, 开荒种果成为一个热点投资方向, 大面积伐林种果建立龙眼、荔枝等经济林区, 不但没有带来经济上的大收益, 反而造成了环境的恶化, 出现开发性水土流失。最近, 桉树林又被砍伐, 种植小树苗, 水土流失有加重趋势。据实验观测, 目前, 在人工混交林区植被覆盖率达 85%, 年平均水土流失量仅为 18.69 t/km<sup>2</sup>, 水土流失基本得到控制。但仍要加强人工治理, 注重保护, 充分发挥其生态的修复能力。而在桉树林区, 植被覆盖率达 45%, 林下植被缺乏, 仍有水土流失现象产生, 年平均水土流失量为 1 232.91 t/km<sup>2</sup>, 最近桉树被大量砍伐, 植上小树苗, 水土流失加剧。其他经济林区, 植被覆盖率低, 约为 10%~15%, 水土流失仍很

\* 收稿日期: 2005-07-07  
基金项目: 茂名市 2004 年科技计划基金项目  
作者简介: 刘华(1960-), 女, 吉林东丰县人, 地理学教授, 主要从事生态环境的研究和地理教学工作。

严重, 生态环境不容乐观。那么小良水保站如何正确对待传统性水土流失与开发性水土流失的关系, 老的水土保持林更新及改造以及提高生态系统服务功能等问题; 如何以水土保持为立站之本, 对混交林、桉树林、经济林这三种主要林地类型状态变化进行动态模型预测, 寻求一个稳定状态; 下面运用马尔可夫法进行分析, 预测及建立稳定的小良林业生态水土保持样地, 为小良的环境教育与生态旅游带动经济的发展提供科学依据和保障。

### 3 马尔可夫分析法的应用

#### 3.1 方法概要

马尔可夫分析<sup>①</sup>是俄国数学家马尔可夫建立的一种分析随机过程的方法。它研究对象是事物的状态和状态的转移。通过对各种不同状态初始占有率及状态之间转移概率的研究, 来确定系统发展的趋势, 从而达到对未来系统的预测目的。它实际上是一种主要用复杂系统的预测和控制数学模型。

应用马尔可夫过程进行预测具有三个特点:

- (1) 预测期系统状态数保持不变。
- (2) 系统状态转移概率保持不变。
- (3) 状态转移仅受前一状态影响, 即马尔可夫过程的无后效性。

由于马尔可夫链预测是根据变量目前状态来预测未来如何变化的分析方法, 它不需要连续的历史资料, 而仅需要最近或现在的动态资料预测未来。因此, 在现代化企业管理、环境保护和生物科学研究等领域都经常应用这种方法进行分析与预测, 为科学地决策提供依据。

#### 3.2 马尔可夫预测模型的建立

##### 3.2.1 系统状态的确立

林地资源利用系统的状态实际上表现为各个地块所属的林地种类或树种。小良水保站自建站利用“植被改造自然”的方法建立多样性的人工森林群落样板来改善生态环境。目前, 小良水保站全站面积 288.87 hm<sup>2</sup>, 其中林地面积约占 93%, 人工林主要为混交林、桉树、经济林三种类型。而其他道路用地、居民区、光板地、水库等土地类型样点少且绿地面积少。因此, 为计算和分析方便, 将其列为非林地用地, 不算在内, 这样仅保留三种林地利用状态。

##### 3.2.2 系统转移概率矩阵的建立<sup>②</sup>

为了建立林地利用状态系统的转移概率矩阵, 利用对小良水保站监测的关于 2004 年林地资源的调查资料: 混交林 53.33 hm<sup>2</sup>、桉树林 80 hm<sup>2</sup>、经济林 135.60 hm<sup>2</sup>, 分别占林地总面积的 19.8%、29.8%、50.4%, 以此作为初始状态。由于目前桉树林区、经济林区仍存在水土流失现象, 因此在 2004 年小良水保站的规划报告中, 小良水保站将建成新型水土流失控制试验区、现代复合农林业示范区、科研与环境教育区、用材区等多个林业功能区, 使混交林、桉树林、经济林三种林地资源的比重发生动态变化。通过对林地资源在未来两年(即 2006 年)内的动态变化资料的调查估算, 可得到以下矩阵<sup>④</sup>:

矩阵第一行表示原来种植混交林的林地仍有 46.67 hm<sup>2</sup> 种植混交林, 另有 6.67 hm<sup>2</sup> 转向经济林; 第二行表示原来种植桉树林的有 21.87 hm<sup>2</sup> 转向种植混交林, 有 53.13 hm<sup>2</sup> 仍种植桉树林, 另有 5 hm<sup>2</sup> 转向经济林; 第三行表示有 20 hm<sup>2</sup>

的经济林转向种植混树林, 有 1.33 hm<sup>2</sup> 转向种植桉树林, 有 114.27 hm<sup>2</sup> 仍种植经济林。

混交林	混交林	桉树林	经济林
桉树林	46.67	0	6.67
经济林	21.87	53.13	5.00
	20.00	1.33	114.27

矩阵第一列表示种植混交林的林地有 46.67 hm<sup>2</sup> 是原来的混交林, 有 21.87 hm<sup>2</sup> 是桉树林转移来的, 有 20 hm<sup>2</sup> 是经济林转移来的, 第二列与第三列含义相似。

将第一行除以行合计数 53.34 即得从 2004 ~ 2006 年混交林的转移概率, 同样第二行除以 80、第三行除以 135.60, 即得桉树林和经济林的转移概率, 通过计算, 得到系统状态的转移概率为:

$$P = \begin{bmatrix} 46.67/53.34 & 0/53.34 & 6.67/53.34 \\ 21.87/80 & 53.13/80 & 5/80 \\ 20/135.60 & 1.33/135.60 & 114.27/135.60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.875 & 0 & 0.125 \\ 0.273 & 0.664 & 0.063 \\ 0.147 & 0.010 & 0.843 \end{bmatrix}$$

##### 3.3 未来林地资源利用变化趋势预测<sup>③</sup>

根据现在各种林地资源的占有率及转移概率矩阵, 便可预测以后林地资源利用的动态变化及均衡状态下各林地资源利用状态的占有率情况。

若以 S<sub>1</sub> 表示 2004 年小良水保站各林地资源利用占有率, S<sub>2</sub> 表示 2006 年各林地资源利用占有率, 则有:

$$\begin{aligned} S_2 &= S_1 \cdot P \\ &= (0.198 \quad 0.298 \quad 0.504) \begin{bmatrix} 0.875 & 0 & 0.125 \\ 0.273 & 0.664 & 0.063 \\ 0.147 & 0.010 & 0.843 \end{bmatrix} \\ &= (0.329 \quad 0.203 \quad 0.468) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_3 &= S_2 \cdot P \\ &= (0.329 \quad 0.203 \quad 0.468) \begin{bmatrix} 0.875 & 0 & 0.125 \\ 0.273 & 0.664 & 0.063 \\ 0.147 & 0.010 & 0.843 \end{bmatrix} \\ &= (0.412 \quad 0.140 \quad 0.448) \end{aligned}$$

$$S_4 = S_3 \cdot P = (0.465 \quad 0.097 \quad 0.438)$$

以此类推, 可求得 S<sub>5</sub> S<sub>6</sub> S<sub>7</sub>.....

由上面计算可知, 混交林的占有率将不断增长, 而桉树林的占有率不断下降, 经济林占有率变化幅度较小, 基本上处于稳定状态。但这种状态不是无止境地沿着这一趋势变化下去的, 因为转移概率矩阵 P 为正规概率, 故存在均衡点, 使系统达到平衡。设均衡状态时混交林、桉树林、经济林这三种类型利用占有率分别为 S<sub>M</sub> = (X, Y, 1 - X - Y), 根据固定点特征 S<sub>M</sub> · P = S<sub>M</sub>

$$\begin{aligned} (X, Y, 1 - X - Y) \begin{bmatrix} 0.875 & 0 & 0.125 \\ 0.273 & 0.664 & 0.063 \\ 0.147 & 0.010 & 0.843 \end{bmatrix} \\ &= (X, Y, 1 - X - Y) \\ &\begin{cases} 0.875X + 0.273Y + 0.147(1 - X - Y) = X \\ 0.664Y + 0.001(1 - X - Y) = Y \end{cases} \\ \text{解得 } X &= 0.55 \quad Y = 0.013 \quad 1 - X - Y = 0.437 \end{aligned}$$

即混、桉、经三种林地资源利用占有率分别为 55%、1.3%、43.7% 时, 则林地系统处于一个稳定状态。如果按初始概率矩阵进行预测, 可以求得: S<sub>13</sub> = (0.549, 0.015, 0.436) S<sub>14</sub> = (0.55, 0.014, 0.436)。即经过 13 个状态的动态

<sup>①</sup> 数字来源于茂名小良水保站; <sup>④</sup> 矩阵数字来源于《茂名市小良水土保持试验推广站总体规划报告》, 2004 年。

根据该公路建设弃土石方量需要,弃渣场投入使用前,应先期完成弃渣拦挡(挡渣墙或拦渣坝)及渣场上游和周边截、排水工程措施。渣场平台设置横向排水沟、渣体内设盲管,以排走渣场坡面、顶面雨水径流及渣体内渗透水。在工程处理措施上,根据其具体位置分别采取不同的防护措施:位于平地、缓坡地且下方没有水域的弃渣场,采用干砌石挡渣墙拦挡渣脚;对位于冲沟、陡坡或下游有水域的弃渣场,其坡脚采用浆砌石挡渣墙进行拦挡防护;对位于凹地的弃渣场如渣面低于周围地面,不采取拦挡措施。在地表植被恢复措施上,考虑本地适生树种,可选择杉木、刺槐、侧柏等树种,灌木可选择五叶地锦、野蔷薇,草类可选择三叶草、狗牙根等。

4.3 临时工程防制措施

施工结束后,须将不需要保留的地表建筑物及硬化地面全部拆除,废弃物及时运至附近弃渣场。然后场地的土地整治,以备绿化。开辟施工便道时产生的废渣必须及时清除,运至弃渣场统一进行处置;施工期间应做好施工便道的防、排水措施,排水沟采用土质边沟,断面为梯形,深30 cm,底宽30 cm,坡比1 : 1.5。除此以外,为防止施工期间施工车辆随意碾压,破坏原地表植被,增加水土流失,在施工过程中严格规定行车通道,避免破坏施工便道沿线的植被和生态。

参考文献:

[ 1 ] 姜德文. 论水土保持方案的质量评价体系[ A ] . 见: 开发建设项目水土流失防治技术研究[ M ] . 北京: 中国标准出版社, 1999. 3- 6.

[ 2 ] 王治国,段喜明,李文辉,等. 开发建设项目水土流失预测的若干问题讨论[ J ] . 中国水土保持, 2000, ( 4 ): 35- 37.

[ 3 ] 水利部水保司. 开发建设项目水土保持方案技术规范[ M ] . 北京: 水利水电出版社, 1998. 3- 20.

[ 4 ] 李文银,汪治国,蔡继清. 工矿区水土保持[ M ] . 北京: 科学出版社, 1996. 169- 176.

(上接第 179 页)

变化,约26年的时间,小良各林地资源趋于稳定,小良生态系统将达到平衡,按目前的经营方式和管理水平大约在 2030 年才能达到稳定状态。从预测的结果也可以看出,按树林逐渐被混交林取代,使混交林面积不断上升,以带来强大的生态调节功能,而经济林基本稳定,略有所下降,将有效地促进小良经济的发展,随着小良建设规划不断突出环境保护和经济发展两条主线,小良生态环境质量和生态潜力将有所提高。

4 结 论

(1) 对小良主要林地资源进行林地利用状态发展趋势的分析预测,从中找到控制趋势发展的关键所在,这对于合理利用林地资源,进行小良生态系统规划和循环经济发展研究具有重大的价值和意义。

(2) 应用马尔可夫理论来分析,预测林地资源利用状态,具有资料来源容易、计算方法简单的特点。但这一方法一般适用于短期预测,在较长期限的预测中,由于生产水平的提高,国民经济发展的方针、政策的变化,将可能使预测结果出现较参考文献:

[ 1 ] 屠梦照,姚文体. 广东沿海丘陵地森林植被的变迁与土壤之间的关系[ J ] . 中国科学院华南植物研究所集刊, 1983, 第1 集 : 95.

[ 2 ] 姚清尹,郑良文,黄少辉. 小良花岗岩台地风化壳破坏特征及其整治利用研究[ J ] . 热带亚热带森林生态系统研究, 1984, 第2 集: 91- 92.

[ 3 ] 冯忠铨. 经济预测与决策[ M ] . 北京: 中国财经经济出版社, 2001. 206- 213.

[ 4 ] 卢景龙. 森林景观组成结构动态模拟及预测方法研究[ J ] . 山西农业大学学报, 2002, ( 2 ): 23- 26.

[ 5 ] 李贞猷. 林地利用趋势的预测与控制研究[ J ] . 华东森林经济, 2001, 15( 4 ): 16- 18.

对于需要进行植被恢复或复耕的施工便道占地,施工结束后,应及时对其进行分级分块处理,使每小块土地呈水平或1% ~ 2% 的倒坡,地块的大小视原施工便道纵坡的大小而定,每个地块的边缘应修建一条挡水土埂( 梯形截面,上底×高: 0.2 m × 0.2 m )。对于分好的地块,还需进行覆土处理,以备复耕或植被恢复。对于原为荒地的临时性用地,全部采取生物措施进行植被恢复,植物措施的种类同弃渣场防护措施。

5 结 语

随着公路建设,特别是高速公路的发展,其对周边区域自然生态景观的破坏,导致新的水土流失等自然灾害的态势会逐渐加剧,因此,搞好高速公路建设中的水土保持,加强高速公路周边区域的水土保持生态环境的建设成了高速公路建设中的一个新的课题。本文结合六安至武汉公路安徽段工程的实践,对高速公路建设中水土流失的成因及形式,以及水土流失防治对策进行了初步研究,同时配合主体工程设计中已有的水土保持措施进行综合规划布设水土流失防治措施体系,为下一步公路建设中水土保持工作具有指导意义。

大的偏差,因此,在长期预测中,为使预测的结果更为准确,必须根据历史资料对预测的基础转移概率进行分析、找出其变化趋势,并按照生产水平发展趋势对其进行适当的调整。

(3) 根据对小良主要林地资源类型的资料及所建立的数学模型的分析结果表明:小良水保站林地利用状况在一定时期内,在现有的经营方针和干扰条件下,总的发展趋势将朝着合理的方向发展,并大约在 2030 年达到一个稳定的状态。但也存在部分不合理的因素,与国民经济建设的要求仍有一定差距,且生态系统恢复到稳定状态的时间跨度稍长。因此,一方面要转变经济发展模式,融经济发展和环境保护于一体,建立以林为主的高效复合林业模式,以加快生态修复的进程,促使系统更快稳定,为经济发展创造条件。另一方面,要把小良水保站建成一个以林地为主要内容的环境教育和生态旅游基地,将生态旅游作为未来小良经济发展的主要产业,以实现小良林业的科学合理利用,使生态效益、社会效益和经济效益统筹兼顾,相得益彰,以实现山川秀美的目标,使小良生态系统步入良性循环,社会经济协调发展。