
综合
治理

珠江上游尖山河小流域土地利用调查与评价

陈奇伯¹, 余先高¹, 王克勤¹, 杨云华², 李云蛟³, 李开书¹

(1. 西南林学院, 云南 昆明 650224; 2. 云南省玉溪市水务局,

云南 玉溪 653100; 3. 云南省澄江县水务局, 云南 澄江 652500)

摘要: 在 RegionManager 软件的支持下, 对尖山河小流域水土流失综合治理前后的土地利用状况进行了调查。采用层次分析法和综合指数法, 对两期的土地质量等级进行了评价。调查结果表明, 小流域土地总面积 1883.05 hm², 治理后与治理前相比, 乔木林、灌木林、果木林及梯田面积分别增加 423.5, 299.9, 17.6 和 32.0 hm²; 疏幼林、坡耕地及荒山坡面积分别减少 487.4, 164.3 和 164.5 hm²。新增了保土耕作和经济林两种土地利用类型, 水田、水域、非生产用地及难利用地面积基本保持不变。评价结果显示, 治理前尖山河小流域的土地等级主要为三等地和四等地, 占流域总面积的 67.20%; 治理后主要为二等地和三等地, 占总面积的 71.37%。从总体上看, 治理后比治理前提高了一个质量等级, 治理效果显著。

关键词: 珠江上游; 小流域; 土地利用调查; 土地评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)05-0116-04

中图分类号: F301.2, S157

Investigation and Assessment of Land Utilization Condition in a Small Watershed of the Upper Reaches of Pearl River

CHEN Qi-bo¹, YU Xian-gao¹, WANG Ke-qin¹, YANG Yun-hua², LI Yun-jiao³, LI Kai-shu¹

(1. Department of Environment, Southwest Forestry College, Kunming, Yunnan 650224, China;

2. Water Affairs Bureau of Yuxi City, Yuxi, Yunnan 653100, China;

3. Water Affairs Bureau of Chengjiang County, Chengjiang, Yunnan 652500, China)

Abstract: Supported by the RegionManager software, the land utilization condition before and after comprehensive management in the Jianshanhe small watershed is investigated, and its land quality is assessed using the comprehensive index method and AHP. The result from the investigation shows that the areas of forestland, shrub land, fruit land, and terrace land are increased by 423.5, 299.9, 17.6 and 32.0 hm², respectively. The areas of new open forestland, sloping farmland, and bare land are decreased by 487.4, 164.3 and 164.5 hm², respectively. Conservation land and economic forest land are two new land types. Irrigated land, water-land, unutilized land and difficultly utilized land are balanced. The result of assessment indicates that the 3rd and 4th grade lands account for 67.20% of the whole area before restoration, while the 2nd and 3rd grade lands account for 71.37% of the whole area after comprehensive management. In one word, the land quality rises one grade, and gets a remarkable effect after management.

Keywords: the upper reaches of Pearl River; small watershed; investigation of land utilization; land assessment

土地是人类生产和生存的源泉, 在当今社会经济突飞猛进的发展态势下, 人口、资源、环境之间的矛盾日趋突出, 土地资源更显紧缺, 由此引发的资源危机、资源争夺等问题倍受关注。中国人均土地面积仅为

世界平均水平的 1/3, 人地矛盾已经逐步上升为当今社会的主要矛盾之一。加之人类的频繁活动和掠夺式开发利用, 土地沙漠化、石漠化、盐渍化、水土流失、土壤污染、水资源匮乏等问题日益严重, 因此, 合理地

收稿日期: 2006-10-06

修回日期: 2007-07-15

资助项目: 云南省环境科学与工程创新人才联合培养基地项目(A3003015)

作者简介: 陈奇伯(1965—), 男(汉族), 甘肃省通渭县人, 博士, 教授, 研究方向为土壤侵蚀与流域管理。E-mail: chenqb05@163.com。

利用土地、可持续地经营土地已经成为人们迫切解决的重大问题。珠江上游地区山高坡陡、河谷深切,岩溶化速度快,成土速度慢、侵蚀严重等自然环境条件,造成了这一地区地表存水艰难,石多土薄,植被群落等级低下,土地石漠化程度高等生态环境特点,因此正确合理地水土流失区的土地利用状况进行调查与评价,制定优化的水土保持规划,对认真贯彻“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的土地管理基本国策,防治水土流失具有十分重要的意义。

1 研究区域概况

尖山河小流域地处珠江上游云南省澄江县西南部,流域面积为 18.83 km²。东临我国第一深水高原湖泊抚仙湖,位于北纬 24°32′00″—24°37′38″,东经 102°47′21″~102°52′02″之间,海拔高度 1 722~2 347 m,属北亚热带低纬度高原季风气候区,多年平均降雨量 1 050 mm,5月下旬至 10月下旬的雨季降雨量占全年总降雨量的 75%,≥10℃的活动积温 3 400℃,年均温 14.2℃。流域内山高坡陡,河床落差大,岩石风化严重,坡积层厚。土壤主要是红紫泥土和红壤,红紫泥土主要分布在尖山河上游及河道左岸河谷,占流域面积的 60%以上;红壤分布在尖山河右岸河谷地带,占流域总面积的 30%。治理前流域内森林覆盖率为 21.4%,林草覆盖率为 47.9%。主要乔木树种有云南松(*Pinus yunnanensis* Franch)、华山松(*Pinus armandii* Franch)、桉树(*Eucalyptus* Labill)、杉木(*Cunninghamia lanceolata* Lamb Hook)、栎树(*Quercus* L)等,灌木树种有马桑(*Weigela japonica* Thunb. var. *sinica*(Rehd) Bailey)、杜鹃(*Rhododendron simsii* Planch)、竹子(*Bambusoideae*)等,草类有紫茎泽兰(*Eupatorium edenophorum* Spreng)等,果树有板栗(*Castanea mollissima* Bl)、桃树(*Amygdalus persica* L)、柿子(*Diospyros kaki* L. f)、李子(*Prunus salicina* Lindl)等。

2 土地利用现状调查

2.1 调查方法

在治理前 1992 年土地利用现状图等资料收集的基础上,以 1:1 万地形图为底图,现场调绘 2005 年土地利用现状图,用 RegionManager 软件将两期的土地利用现状图矢量化得到专题图,分别统计各种土地利用类型的面积,得出土地利用的变化过程。

2.2 调查结果

统计结果显示,治理前 1992 年流域的土地总面积 1 883.05 hm²,其中乔木林面积 142.75 hm²,灌木林 247.5 hm²,疏幼林 643.4 hm²,果木林 3.4 hm²,梯地 317.5 hm²,坡耕地 172.8 hm²,水田 108.0 hm²,水域 10.5 hm²,荒山荒坡 221.3 hm²,非生产用地 11.3 hm²,难利用地 4.6 hm²。治理后 2005 年的乔木林面积 566.25 hm²,灌木林 547.4 hm²,疏幼林 156.0 hm²,果木林 21.0 hm²,经济林 7.2 hm²,保土耕地 35.8 hm²,梯地 349.5 hm²,坡耕地 8.5 hm²,荒山荒坡 56.8 hm²。

治理后与治理前相比,乔木林及灌木林面积明显增加,增加面积分别为 423.5 hm² 和 299.9 hm²;果木林及梯地面积有所增加,增加面积分别为 17.6 hm² 和 32 hm²;新增了保土耕作和经济林两种土地利用类型,面积分别为 35.8 hm² 和 7.2 hm²;疏幼林、坡耕地及荒山荒坡面积明显减少,减少面积分别为 487.4 hm²,164.3 hm² 和 164.5 hm²;水田、水域、非生产用地及难利用地面积保持不变。变化的主要原因是采取了补植补种、封育治理、坡改梯、保土耕作、经济林营造等多项措施对尖山河小流域实施的综合治理。

3 土地评价

3.1 评价方法

采用综合指数法构建土地等级评价模型,并采用层次分析法(AHP)确定评价因子的权重。

3.2 评价模型

将小流域划分为若干地块图斑,然后建立评价模型,对这些图斑逐一进行评价,获得每一个图斑的质量等级,最后统计相同等级的图斑对应的面积,得到各等级的总面积。土地质量等级评价模型的表达式如下:

$$V_i = \sum E_j \times W_j \quad (1)$$

式中: V_i ——第 i 个地块的土地等级综合评价结果;
 E_j ——第 i 个地块第 j 种评价因子的评价结果;
 W_j ——第 j 种评价因子的权重。

3.2.1 评价因子选择及量化取值。选择海拔、坡度、有机质、林草覆盖率、土壤侵蚀强度共 5 个因子为评价因子^[1-2],并划分为 5 个等级。采用定性与定量相结合的方法,将定性描述的因子及范围值定量化为特定值。评价因子等级划分及量化取值如表 1 所示。

表 1 评价因子定级及量化取值

质量等级	海拔/m	坡度/°	土壤有机质/%	植被覆盖度/%	土壤侵蚀强度	统一量化取值
1	<1 850	<5	>2.5	>75	无明显	5
2	1 850~1 950	5~10	2.0~2.5	60~75	轻度	4
3	1 950~2 100	10~20	1.7~2.0	45~60	中度	3
4	2 100~2 300	20~30	1.5~1.7	30~45	强度	2
5	>2 300	>30	<1.5	无	极强	1

3.2.2 评价因子权重确定 用层次分析法(AHP)分析各评价因子的权重^[3]。

(1) 关联层次划分。将尖山河小流域土地评价的关联层次分为两层,即目标层和因素层。目标层为土地质量等级,因素层又分为海拔、坡度、有机质、林草覆盖率及土壤侵蚀强度 5 个因子。

(2) 用专家判别法将因子对土地质量等级的重要性进行两两比较,得到判断矩阵 C(表 2)。

表 2 土地质量等级重要性判断矩阵

比较因子	海拔	坡度	有机质	林草覆盖率	侵蚀强度
海拔	1	1/2	1/2	1/2	1/2
坡度	2	1	2	2	1/2
有机质	2	1/2	1	1/2	1/2
林草覆盖率	2	1/2	2	1	1/2
侵蚀强度	2	2	2	2	1

其中,矩阵中 C_{ij} 数值根据以下相应关系确定:

$$C_{ij} = \begin{cases} 2: \text{第 } i \text{ 因子比 } j \text{ 因子重要} \\ 1: \text{第 } i \text{ 因子与 } j \text{ 因子同等} \\ 1/2: \text{第 } i \text{ 因子不如 } j \text{ 因子重要} \end{cases}$$

(3) 由判断矩阵推算权重 M_i 。采用规范列平均法对表 2 中判断矩阵求解^[3],计算公式如下:

$$r_i = \sum C_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$A = \sum r_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$B = 1/A$$

$$M_i = r_i \times B \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

由以上公式计算得出海拔、坡度、有机质、林草覆盖率、土壤侵蚀强度 5 个参评因子在土地质量等级评价中的权重 M_i ,结果如表 3 所示。

表 3 评价因子权重计算结果

评价因子	海拔	坡度	有机质	林草覆盖率	侵蚀强度
权重 M_i	0.10	0.25	0.15	0.20	0.30

(4) 判断矩阵的一致性检验。判断矩阵各值是通过两个评价因素两两比较得到的,而在很多这样的比较中,往往可能得到一些不一致的结论,这在评价因子较多时更容易发生。因此需要对判断矩阵进行一致性检验,当检验结果 $C_R \leq 0.1$ 时,认为判断矩阵具有较好的一致性,可以接受;当检验结果 $C_R > 0.1$ 时,认为判断矩阵的一致性较差,必须重新进行判断矩阵各值的确定。

① 被检验判断矩阵乘以其特征向量,所得向量为赋权和向量,计算结果如下。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 \\ 2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/2 \\ 2 & 1/2 & 2 & 1 & 1/2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.100 \\ 0.250 \\ 0.150 \\ 0.200 \\ 0.300 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.550 \\ 1.300 \\ 0.725 \\ 0.975 \\ 1.700 \end{pmatrix}$$

② 每个赋权和向量分别除以对应的特征向量:
 $0.550/0.100 = 5.500$, $1.300/0.250 = 5.200$,
 $0.725/0.150 = 4.833$, $0.975/0.200 = 4.875$,
 $1.700/0.300 = 5.667$ 。

③ 5 个计算结果的平均值为 $P_{\max} = (5.500 + 5.200 + 4.833 + 4.875 + 5.667)/5 = 5.22$

④ 计算一致性指标 C_I 为: $C_I = (P_{\max} - n)/(n - 1) = (5.22 - 5)/(5 - 1) = 0.054$

⑤ $C_R = C_I/R_I$

式中: R_I ——判断矩阵的平均随机一致性指标,对于 1-9 阶判断矩阵的 R_I 取值分别如表 4 所示^[4]。

由此可算得 $C_R = 0.048 < 0.1$,判断矩阵具有较好的一致性,可以接受,因此根据该判断矩阵求得各评价因子的权重为有效值。

3.2.3 评价结果 根据公式(1)得到的评价统计结果见表 5。评价结果显示,治理前三、四等地占总面积的 67.20%,治理后二、三等地占总面积的 71.37%。二等地面积明显增加,一等地和三等地也有较大幅度增加,四等地明显减少,五等地和六等地也有所减少。从总体上看,治理后比治理前提高了一

个质量等级,治理效果显著。从地类上看,质量等级较高的土地利用类型为水田和林地,质量等级较差的为荒山荒坡和坡耕地;从分布格局上看,靠近河流两

岸的土地质量等级较高,靠近山顶,特别是坡度较大地段土地质量等级较低。由此表明,土壤侵蚀强度和地面坡度是影响土壤质量等级的主要因素。

表4 判断矩阵平均随机一致性指标取值

矩阵阶数(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_l	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

表5 治理前后土地质量等级评价结果对比

等级	治理前		治理后	
	面积/hm ²	占总面积的比例%	面积/hm ²	占总面积的比例%
一级	63.35	3.36	264.77	14.06
二级	228.56	12.14	645.23	34.27
三级	520.89	27.66	698.53	37.10
四级	744.68	39.54	97.01	5.15
五级	199.83	10.61	114.97	6.11
六级	125.74	6.68	62.54	3.32
合计	1 883.05	100.00	1 883.05	100.00

4 结论

(1) 珠江上游典型重点治理小流域治理前后的土地利用状况调查结果表明,治理后与治理前相比,乔木林及灌木林面积明显增加,果木林及梯田面积有所增加,新增了保土耕作和经济林两种土地利用类型,疏幼林、坡耕地及荒山荒坡面积明显减少,水田、水域、非生产用地及难利用地面积基本保持不变。

(2) 土地质量等级评价结果显示,治理后与治理前相比,二等地面积明显增加,一等地和三等地也有较大幅度增加,四等地明显减少,五等地和六等地也有所减少。从总体上看,治理后的土地质量等级比治理前提高了一个等级。质量较好的土地利用类型为水田和林地,质量较差的为荒山荒坡和坡耕地;靠近河流地段的土地质量较好,靠近山顶,特别是坡度较大地段的土地质量较差。

(3) 在确定评价因子权重的过程中,采用层次分析法是比较科学的,采取专家决策两两比较重要性得出的判断矩阵具有较好的一致性,能满足一致性检验的要求。但在因子之间的两两比较其重要性的过程中,难免存在一些主观的因素,对评价因子的贡献值造成相应的偏差,这一问题仍需要进一步研究解决。

[参考文献]

- [1] 黄健. 小流域水土保持规划土地等级评价模型构建[J]. 人民长江, 2004(11): 15—23.
- [2] 朱永恒, 濮励杰, 赵春雨. 土地质量的概念及其评价指标体系研究[J]. 国土与自然资源研究, 2005(2): 31—33.
- [3] 杨澍, 初禹, 杨湘, 等. 层次分析法(AHP)在三江平原地质环境质量评价中的应用[J]. 地质通报, 2005, 24(5): 485—490.
- [4] 李斌. 层次分析法和特非法的赋权精度与定权[J]. 系统工程理论与实践, 1998(12): 74—79.