

# 山地城镇化建设背景下的土地利用生态风险分析

王卫林<sup>1,3</sup>, 叶燎原<sup>3</sup>, 杨 昆<sup>1,3</sup>, 朱彦辉<sup>1,3</sup>, 王桂林<sup>2,3</sup>

(1. 云南师范大学 信息学院, 昆明 650500; 2. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 昆明 650500; 3. 西部资源环境地理信息技术教育部工程研究中心, 昆明 650500)

**摘 要:**在 GIS 的支持下,采用云南省曲靖市麒麟区金麟湾区块土地利用现状图以及山地城镇化建设土地利用规划图为信息源,根据不同土地利用方式生态影响的梯度变化,利用层次分析法确定不同土地利用类型的生态风险权重,构建了综合性生态风险指数。结果表明:规划前后,区块内的土地类型主要由林地、耕地向建设用地转移,其中,新增建设用地主要集中在 $\leq 2^\circ$ 和 $6^\circ \sim 15^\circ$ 带,符合云南省经济研究院报告提出的用地上山的总体思路——坡度分层梯度开发模式,由此导致区块内生态风险指数值从 0.045 807 上升至 0.098 554,整个区域的生态风险指数整体增高,生态环境质量有所恶化,其中,三宝镇雷家庄村民委员会是生态环境恶化的重点区域之一。相关研究可为区块山地建设的土地利用规划以及云南省的山地生态环境评估提供科学参考依据。

**关键词:**土地利用; 生态风险; 地理信息系统; 山地城镇; 城镇上山; 低丘缓坡

**中图分类号:**X82

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2016)06-0358-05

## Ecological Risk Analysis of Land Use Change on the Gentle Hillside Mountain Urbanization Construction Based on GIS

WANG Weilin<sup>1,3</sup>, YE Liaoyuan<sup>3</sup>, YANG Kun<sup>1,3</sup>, ZHU Yanhui<sup>1,3</sup>, WANG Guilin<sup>2,3</sup>

(1. School of Information Science and Technology, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;  
2. School of Tourism and Geographic Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 3. GIS Technology Research Center of Resources and Environment in Western China, Ministry of Education, Kunming 650500, China)

**Abstract:**Base on GIS, the temporal and spatial land landscape changes and ecological risk change in Jinlinwan were studied by using two periods of the land use maps, which were land use status map and land use planning map. Then we determined the weight values of the ecological risk from different land use patterns by analytic hierarchy process and construct integrated ecological risk index of different periods. The results indicate the land types mainly shift from forest, arable land to construction land before and after planning, which the new construction land will locate in $\leq 2^\circ$  and $6^\circ \sim 15^\circ$  belts, in line with the mountain land-slope gradient stratification development model of Yunnan Institute of Economic Research, the ecological risk index value of the whole region will rise from 0.045 807 to 0.098 554, the ecological environment will become deteriorated. The Leijiazhuang villagers' committee in Leijia town will become one of the key areas. This research could provide scientific reference for land use planning and ecological environmental assessment in Yunnan.

**Keywords:**land-use; ecological risk; GIS; mountainous town; construction of mountainous towns; gentle hillside

云南地区随着近年来城镇建设的加快,建设用地与优质耕地保护的矛盾愈发突出<sup>[1-2]</sup>。曲靖市麒麟区面临国家实施西部大开发和云南省建设“两强一堡”、滇中经济区建设的重大机遇。在整个“桥头堡”建设和滇中经济区建设中具有独特的地理位置、资源禀赋和发展基础,发展的条件良好。伴随着社会经济的发

展,对建设用地的刚性需求将不断增长,建设用地的扩张与耕地保护的矛盾不断加剧<sup>[3]</sup>,因此,适时适地进行山地城镇化建设显得极其重要。

土地是各种陆地生态系统的载体,生态系统类型在土地利用中表现为土地利用类型<sup>[4]</sup>,而且土地一旦确定投入某项用途之后,要改变其利用方向是比较困

收稿日期:2015-12-15

修回日期:2016-01-04

资助项目:国家科技支撑计划(2013BAJ07B00);云南社会发展科技计划(2012CA024);高等学校博士学科点专项科研基金(20115303110002);云南师范大学研究生科研创新基金(yjs201531)

第一作者:王卫林(1988—),男,湖南衡阳人,硕士研究生,研究方向:从事农业生态环境和地理信息系统研究。E-mail:354307356@qq.com

通信作者:叶燎原(1958—),男,云南大理人,教授,博士生导师,研究方向:主要从事物灾害工程方面的研究。E-mail:kmdecynu@163.com

难的。不合理的土地利用规划以及实施过程中导致某些自然异常因素、生态环境恶化或破坏,给人类社会带来了巨大的损失<sup>[5]</sup>。近年来我国连续发生的环境事故,表明我国已经进入一个环境事故高发期。为减轻或消除由于这些环境事故带来的生态风险后果<sup>[6]</sup>,在建设与管理过程中开展生态风险评价显得尤为重要。

本文以曲靖市麒麟区金麟湾区块为例,按照生态风险评价的基本理论框架和方法体系,对其山地土地利用对生态环境的潜在影响,旨在促进曲靖市麒麟区金麟湾区块的生态建设,为云南省山地城镇化建设的土地利用类型规划、政府部门的决策提供数量化的决策依据和理论支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

金麟湾区块位于麒麟区城市西南边白冲梁子山,海拔在 1 861~2 041 m,地形坡度在 0°~48°,地形为西高东低,南高北低,属于起伏较大的丘陵地带。区块位于曲陆高速公路旁,文笔路直通区块,对外交通便利,区位优势明显。区块属暖温带季风气候,旱季、雨季分明,春冬风大干旱,夏秋雨量集中,总的特点是夏无酷暑、冬无严寒,雨量充沛,光照充盈,平均气温 14.5℃,降水量 1 077.8 mm。区块现有土地总面积为 9.78 km<sup>2</sup>,其中农用地面积为 8.95 km<sup>2</sup>,占区块土地总面积的 91.46%;建设用地面积为 0.55 km<sup>2</sup>,占区块土地总面积的 5.26%;其他土地面积为 0.32 km<sup>2</sup>,占区块土地总面积的 3.28%。区内地貌类型主要为不规则山坡地,坡度 15°以下的土地面积 7.46 km<sup>2</sup>,占区块总面积的 76.30%;坡度 15°~25°的土地面积 2.04 km<sup>2</sup>,占区块总面积的 20.87%;坡度 25°的土地面积 0.278 km<sup>2</sup>,占区块总面积的 2.83%。区内 97.17%的土地坡度在 25°以下,坡度 25°以上的土地仅占 2.83%,且呈零星分布,属于典型的缓坡地貌,利于人类活动,便于开发利用。

### 1.2 数据收集与预处理

本研究主要是以云南省曲靖市麒麟区金麟湾区块的土地利用总体规划图(局部)图(2010—2020 年)以及土地利用现状图(2009 年)为数据源,数据来源于曲靖市国土资源局麒麟分局,由昆明云金地科技有限公司承建,数据类型是矢量数据,比例尺为 1:10 000,采用西安 80 坐标系。

数据根据《土地利用现状分类》国家标准以及结合实地建设的需要,将金麟湾区块的土地利用类型分为公路用地、农村居民点用地、园地、林地、坑塘水面、

城市建设用地、旱地、林地、人工建设用地、水库水面、水田、特殊用地,自然保留地、采矿用地以及风景名胜用地等 14 类土地利用类型。

### 1.3 生态风险指数

土地利用的区域生态环境质量指数可定量反映区域土地利用变化对区域生态环境质量的影响<sup>[7]</sup>,为建立土地利用类型与综合区域生态风险之间的经验关系,咨询相关部门以及结合实地调研,利用土地利用类型的面积比重,构建生态风险指数(Ecological Risk Index,ERI),用于描述一个样地内综合生态风险的相对大小<sup>[8]</sup>,计算样本区块内生态风险指数公式如下<sup>[9-10]</sup>:

$$ERI=\sum_{i=1}^n\frac{S_{ki}}{S_k}R_i \tag{1}$$

式中:ERI 为生态风险指数; $n$  为各个土地利用类型的数量; $S_{ki}$  为第  $k$  个风险小区  $i$  类土地利用类型的面积; $S_k$  为第  $k$  个风险小区总面积; $R_i$  为  $i$  类土地利用的生态风险强度参数。结合区块内规划的特点,并参考相关研究<sup>[1,11-13]</sup>,利用层次分析法确定权重参数,根据每 2 种土地利用类型比较判断其相对重要程度。

### 1.4 生态风险强度参数的确定

采用层次分析法(analytic hierarchy process,AHP),确定各土地类型的生态风险强度参数。根据咨询相关专家、实地调查以及查阅相关研究资料,从区块内的自然属性、环境特征以及经济发展、人居环境适应性等方面出发,确定层次模型中的准则层为土壤、空气、生物多样性、噪音、水以及经济美学价值等 6 个层面<sup>[3]</sup>。对象层为 11 类,即将公路用地、城市建设用地与水工建筑用地具有相同的特征,将城市建设用地、公路用地以及水工建筑用地归入人工建设用地,将坑塘水面与水库水面并为水体类。

然后根据模型构造判断矩阵,进行两个元素之间重要性的两两比较,并参照相关研究<sup>[3]</sup>对重要性程度按 1~9 赋值,其中重要性通过专家判断赋值方法确定。

通过收集调查问卷分别计算单层次 6 个准则层和 11 个对象层的两两比较排序结果,经检验,所有的  $CR=CI/RI$ ,其中,经查表得  $RI=1.52$ ,判断矩阵的  $CR$  均小于 0.1,满足一致性检验,判断矩阵具有满意的一致性。计算得到对象层的层次总排序结果见表 1。

## 2 结果与分析

### 2.1 生态风险指数计算结果

由表 1 可知,不同土地利用类型的生态风险参数分别如下:水田(0.034 2)、旱地(0.061 4)、园地(0.041 4)、林地(0.033 0)、农村居民点(0.086 6)、采矿用地(0.278 5)、水体(0.035 1)、人工建筑用地(0.178 5)、

风景名胜设施用地(0.035 8)、特殊用地(0.155 0)、自然保留地(0.060 7)。由计算结果可知,区块内,采矿用地以及人工建筑用地对生态环境的影响相当较大,林地、水田等对生态环境的影响较少,此结果结合专家咨询与实地调研、同时咨询相关部门验证以及相关资料,与实际结果基本吻合。

表 1 全要素下的综合权重排序

| 层次     | 土壤<br>0.173 | 空气<br>.173 | 生物多样性<br>0.154 | 噪音<br>0.173 | 水<br>0.154 | 经济美学价值<br>0.173 | 总排序    | 位次 |
|--------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-----------------|--------|----|
| 水田     | 0.0198      | 0.0338     | 0.0308         | 0.0422      | 0.0196     | 0.0571          | 0.0342 | 2  |
| 旱地     | 0.0461      | 0.0564     | 0.0522         | 0.0422      | 0.0720     | 0.0998          | 0.0614 | 7  |
| 园地     | 0.0303      | 0.0338     | 0.0308         | 0.0422      | 0.0457     | 0.0651          | 0.0414 | 5  |
| 林地     | 0.0303      | 0.0200     | 0.0200         | 0.0248      | 0.0457     | 0.0571          | 0.0330 | 1  |
| 农村居民点  | 0.0910      | 0.0970     | 0.0532         | 0.1013      | 0.0720     | 0.0998          | 0.0866 | 8  |
| 采矿用地   | 0.2958      | 0.2788     | 0.3236         | 0.1905      | 0.3030     | 0.2868          | 0.2785 | 11 |
| 水体     | 0.0201      | 0.0338     | 0.0431         | 0.0357      | 0.0196     | 0.0571          | 0.0351 | 3  |
| 人工建筑用地 | 0.1822      | 0.1723     | 0.1949         | 0.3189      | 0.1432     | 0.0571          | 0.1785 | 10 |
| 风景名胜用地 | 0.0645      | 0.0338     | 0.0367         | 0.0264      | 0.0300     | 0.0227          | 0.0358 | 4  |
| 特殊用地   | 0.1421      | 0.1858     | 0.1543         | 0.1315      | 0.1782     | 0.1402          | 0.1550 | 9  |
| 自然保留地  | 0.0779      | 0.0544     | 0.0602         | 0.0445      | 0.0708     | 0.0571          | 0.0607 | 6  |

将计算后得到的生态风险指数划分为 5 个风险等级,他们分别为:极高(Ⅰ:ERI≥0.12)、高(Ⅱ:0.11≤ERI<0.12)、中(Ⅲ:0.10≤ERI<0.11)、低(Ⅳ:0.08<ERI<0.10)以及无生态风险(Ⅴ:ERI<0.08)<sup>[3]</sup>。根据公式(1) 计算结果得到研究区在规划前以及规划后 2 个不同研究时期的生态风险评估指数分别为 0.045 807,0.098 554,呈明显上升趋势,分别属于无生态风险、低生态风险等级状态。

2.2 区块土地利用总体变化特征

规划实施前后,曲靖市麒麟区金麟湾区块的土地利用类型中,农用地的比例由规划实施前的 91.46% 降至规划实施后的 48.76%,减少面积为 417.65 hm<sup>2</sup>,建设用地的比例由规划实施前的 5.26% 增至 49.34%,增加 431.08 hm<sup>2</sup>,建设用地极剧增加。其他土地类型的变化幅度不大。从土地类型变化总体来看,区域内的土地利用主要是由农业地向建设用地转变,其中耕地和林地的转移度最高,转化率分别为

74%,30%,转移面积占总面积的 80%。由此可见,研究区的山地城镇化建设的土地类型主要是由林地、耕地向建设用地转移,经专家咨询与调查研究,政府的政策是造成这种现状的主要驱动因素。区块内的土地利用结构转移图表 2。

2.3 区块生态风险指数的空间分布特征

根据公式(1)计算曲靖市麒麟区金麟湾区块规划实施前与实施后的生态风险值,统计各村民小组的生态风险指数值(表 3),从表中可以看出,规划前后其研究区的生态指数明显提升,表明,研究区总体生态环境质量在下降。其中三宝镇雷家庄村民委员会生态指数从 0.030 872 上升至 0.069 551,占生态指数总增长量的 73.331%,是生态环境恶化的重灾区,局部地区的寥廓街道水寨村民委员会、三宝镇何旗村民委员会其生态风险指数增长也较大,因此,三宝镇雷家庄村民委员会是今后生态防治与规划的重点预防地区。

表 2 区块土地利用结构调整表

| 土地利用分类 |        | 规划实施前              |        | 规划实施后              |        | 规划期间面积             |
|--------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|
|        |        | 面积/hm <sup>2</sup> | 所占比例/% | 面积/hm <sup>2</sup> | 所占比例/% | 增减/hm <sup>2</sup> |
| 农用地    | 耕地     | 250.97             | 25.65  | 64.97              | 6.64   | —186.00            |
|        | 园地     | 78.12              | 7.99   | 29.39              | 3.00   | —48.73             |
|        | 林地     | 489.33             | 50.02  | 341.03             | 34.86  | —148.30            |
|        | 其他农用地  | 76.30              | 7.80   | 41.68              | 4.26   | —34.62             |
|        | 合计     | 894.72             | 91.46  | 477.07             | 48.76  | —417.65            |
| 建设用地   | 城乡建设用地 | 39.47              | 4.03   | 422.79             | 43.22  | +383.32            |
|        | 交通水利用地 | 5.64               | 0.58   | 53.19              | 5.44   | +47.55             |
|        | 其他建设用地 | 6.40               | 0.65   | 6.61               | 0.68   | +0.21              |
|        | 合计     | 51.51              | 5.26   | 482.59             | 49.34  | +431.08            |
| 其他土地   | 自然保留地  | 32.08              | 3.28   | 18.65              | 1.91   | —13.43             |
|        | 合计     | 32.08              | 3.28   | 18.65              | 1.91   | —13.43             |
| 土地总面积  |        | 978.31             | 100    | 978.31             | 100    | 0.00               |

从规划前后的土地权属现状表(表 4)可以看出,研究区内的土地转移主要其中在三宝镇的雷家庄村民委员会,主要由集体土地向国有土地转移,区块内山地城镇化建设主要是由农用地向建设用地转移,大规模的土地开挖以及持续的建设不可避免地对生态环境造成一定程度的破坏,随着研究区人口数量的增

多,建设用地面积的扩大,致使研究区面临一系列的生态问题并带来严重的危害<sup>[14]</sup>,因此,在建设过程中应采取相关措施(如修建隔离绿化带、洒水等)来优化生态环境质量<sup>[15]</sup>,在实际规划过程中,对于城镇建设应做好绿化设计,以使规划真正起到提前预防生态环境影响的作用。

表 3 区块各村民小组生态指数分布表

| 土地利用分类 |          | 规划实施前    |        | 规划实施后    |        | 规划期间面积<br>增减/hm <sup>2</sup> |
|--------|----------|----------|--------|----------|--------|------------------------------|
|        |          | ERI      | 所占比例/% | ERI      | 所占比例/% |                              |
| 南宁街道   | 南城门社区    | 0.000010 | 0.022  | 0.000009 | 0.009  | −0.002                       |
|        | 红庙村民委员会  | 0.000238 | 0.520  | 0.000246 | 0.250  | +0.015                       |
|        | 潇湘村民委员会  | 0.002138 | 4.667  | 0.002138 | 2.169  | +0.000                       |
|        | 小计       | 0.002386 | 5.209  | 0.002393 | 2.428  | +0.013                       |
| 寥廓街道   | 金牛社区     | 0.001763 | 3.849  | 0.002143 | 2.174  | +0.720                       |
|        | 水寨村民委员会  | 0.006424 | 14.024 | 0.013552 | 13.751 | +13.514                      |
|        | 小计       | 0.008187 | 17.873 | 0.015695 | 15.925 | +14.234                      |
| 三宝镇    | 雷家庄村民委员会 | 0.030872 | 67.396 | 0.069551 | 70.572 | +73.331                      |
|        | 何旗村民委员会  | 0.002229 | 4.866  | 0.008724 | 8.852  | +12.314                      |
|        | 小计       | 0.033101 | 72.262 | 0.078275 | 79.424 | +85.644                      |
| 其他争议地  | 小计       | 0.002133 | 4.656  | 0.002190 | 2.222  | +0.108                       |
| 合计     |          | 0.045807 | 100    | 0.098553 | 100    | 100                          |

表 4 土地权属现状表

| 行政区  |          | 集体土地                |                     |                     | 国有土地                |                     |                     |
|------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|      |          | 调整前/hm <sup>2</sup> | 调整后/hm <sup>2</sup> | 变化量/hm <sup>2</sup> | 调整前/hm <sup>2</sup> | 调整后/hm <sup>2</sup> | 变化量/hm <sup>2</sup> |
| 南宁街道 | 南城门社区    | 0.23                | 0.23                | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
|      | 红庙村民委员会  | 6.47                | 6.47                | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
|      | 潇湘村民委员会  | 80.17               | 80.17               | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
|      | 小计       | 86.87               | 86.87               | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| 寥廓街道 | 金牛社区     | 40.98               | 40.9                | −0.08               | 0                   | 0.08                | +0.08               |
|      | 水寨村民委员会  | 141.91              | 92.04               | −49.87              | 4.6                 | 49.87               | +45.27              |
|      | 小计       | 356.63              | 132.94              | −49.95              | 4.6                 | 49.95               | +45.35              |
| 三宝镇  | 雷家庄村民委员会 | 639.05              | 306.1               | −332.95             | 15.65               | 348.60              | +332.95             |
|      | 何旗村民委员会  | 49.25               | 1.07                | −48.18              | 0                   | 48.18               | +48.18              |
|      | 小计       | 1401.56             | 307.17              | −381.13             | 15.65               | 381.13              | +365.48             |
| 合计   |          | 958.06              | 526.98              | −431.08             | 20.25               | 446.73              | +431.08             |

2.4 区块地形分布特征

通过统计分析,曲靖市麒麟区金麟区块建设用地面积从规划前的 51.51 hm<sup>2</sup> 增至 482.59 hm<sup>2</sup>,按照云南山地城镇化与区块建设总体建设思路,主要将城镇化建设向山地、缓坡地作为发展方向,保护为数不多的耕地,更科学合理地推进城镇化进程<sup>[1]</sup>,同时结合曲靖市城镇发展的相关研究,区块内的山地城镇化建设主要向低丘缓坡地带推进。

从表 5,可以看出,规划区块的山地城镇建设用地主要集中在坡度为≤2°和 6°~15°带,分别占到了建设面积的 70%以上,部分建设地集中在 2°~6°和 15°~25°坡度带上,≥25°坡度带仅占总面积的 2%,区块内

的建设用地主要是向≤2°,6°~15°坡度推进,根据云南省经济研究院的报告提出用地上山的总体思路一坡度分层梯度开发模式<sup>[11]</sup>,区块内的城镇上山存在着一定的占用耕地等基本农田的状况,但相比传统的“摊大饼”式的区域发展模式还是具有天然的发展优势。

从生态的角度上看,区块建设用地的生态环境风险指数达到了 0.076 107,区块内的总体生态环境指数为 0.098 554,生态环境的贡献率达到了 77.22%,因此,在区块山地城镇化建设的过程中,应结合地势地貌高低及起伏,顺应坡地的自然形态进行利用,同时正确处理好开发与生态环境的关系,可持续发展的山地城镇化建设之路<sup>[16]</sup>。

表 5 山地城镇建设用地在不同坡度带的信息构成

| 坡度带     | 面积/hm <sup>2</sup> | 百分比/% | ERI      | 百分比/% |
|---------|--------------------|-------|----------|-------|
| ≤2°     | 200.9187           | 41.63 | 0.031706 | 41.66 |
| 2°~6°   | 55.05388           | 11.41 | 0.008378 | 11.01 |
| 6°~15°  | 158.0079           | 32.74 | 0.025125 | 33.01 |
| 15°~25° | 58.65351           | 12.15 | 0.00935  | 12.28 |
| ≥25°    | 9.955946           | 2.06  | 0.001548 | 2.03  |
| 总计      | 482.59             | 1     | 0.076107 | 1     |

3 结 论

(1) 曲靖市麒麟区金麒区块在规划实施前后土地类型的变化主要是由林地、耕地向建设用地转移,其中,政府的政策性因素是造成这种现状的主要原因。

(2) 通过分析,区块内建设用地的增加是造成区块生态环境恶化的主要原因,其中,土地转移主要集中在三宝镇雷家庄村民委员会,是生态环境风险指数较高的村民委员会之一,因此,在建设过程中,应采取生态环境的保护措施,规划设计中城镇化建设的重点地区应注重绿化设计以及生态文明建设。

(3) 规划区块的山地城镇建设用地主要集中在坡度为≤2°和 6°~15°带,区块建设用地的生态环境风险指数达到了 0.076 107,生态环境的贡献率达到了 77.22%,因此,建设用地的建设过程中应结合地势地貌高低及起伏,顺应坡地的自然形态进行利用,切忌山体的大规模开挖,降低自然灾害与生态环境的风险,将城市建设、经济发展和生态环境保护协调起来,促进区域可持续发展<sup>[2]</sup>。

生态环境是一个自然—社会—经济的复合系统,它受到多种因素的影响,表现出复杂性和不确定性,现阶段的相关研究还缺乏完善的数学模型来对生态环境进行模拟。本文借助于目前主流的生态风险的评价方法、评价指标体系与评价模型,利用研究区规划前后的土地利用变化来量化地揭示研究区的生态风险的空间以及地形分布特征,通过对生态风险指数的分类区划,对高和较高生态风险区应高度重视,适度调整其规划,从而确保山地城镇的生态环境建设能达到合理水平;对中等和低生态风险区要加强建设,力求城镇建设结构布局更加合理,我们应按照生态学原理和城镇建设的相关规律运作,使得城镇建设、环境、和区域经济协调发展。

参考文献:

[1] 明庆忠,王嘉学,张文翔. 山地整理与城镇上山的地理学

解读:以云南省为例[J]. 云南师范大学学报:哲学社会科学版,2012,44(4):48-53.

[2] 秦光荣. 走出一条符合实际的城镇化之路[N]. 光明日报,2011-11-15.

[3] 麒麟区人民政府. 麒麟区金麟湾区块低丘缓坡土地综合开发利用实施方案[Z]. 云南:曲靖市国土资源局麒麟分局,2011.12.

[4] 李乃康. 生态系统服务价值对土地利用变化的响应:以四川省内江市为例[J]. 生态经济,2008(10):45-48.

[5] 朱国利,臧淑英,钟婷婷. 温州市乐清湾土地利用的生态风险:基于 RS 和 GIS 的分析[J]. 自然灾害学报. 2010. 19(6):76-85.

[6] 阳文锐,王如松,黄锦楼,等. 生态风险评价研究进展[J]. 应用生态学报,2007,18(8):1869-1876.

[7] LIU Y, GAO J, YANG Y. A holistic approach towards assessment of severity of land degradation along the Great Wall in northern Shaanxi Province, China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2003, 82(2):187-202.

[8] 曾辉,刘国军. 基于景观结构的区域生态风险分析[J]. 中国环境科学,1999,20(1):43-45.

[9] 胡金龙,王金叶,郑文俊,等. 基于土地利用变化的桂林市区生态风险评价[J]. 中南林业科技大学学报,2013, 33(3):84-88.

[10] 李玉珍,张永福,安放舟. 基于 GIS 的新和县土地利用生态风险分析[J]. 水土保持研究,2015,22(1):172-175.

[11] 陈根鹏,朱庆华. 云南省城镇上山可行性分析[J]. 陕西林业科学,2013(1):88-91.

[12] 北京中咨华宇环保技术有限公司. 木龙井山区块和金麟湾区块低丘缓坡土地综合开发利用及建设用地土地前期一级开发整理项目环境影响报告[Z]. 云南:曲靖市麒麟区土地开发投资有限责任公司,2015.

[13] 张耀波,孙红昆,方琳. “城镇上山”:现状分析与路径选择:以云南省曲靖市为例[J]. 中共云南省委党校学报, 2013,14(2):149-151.

[14] Mandelbr B B, Wallis J R. Robustness of rescaled range R/S in measurement of noncyclic long run statistical dependence[J]. Water Resources Research, 1969, 5(5):967-988.

[15] 大理海东开发管理委员会. 大理海东新城中心片区控制性详细规划环境影响报告书[Z]. 云南省环境科学研究院,2012.

[16] 王嘉学,王教元,肖梦景,等. 滇东高原地理环境分异与城镇上山空间资源研究[J]. 云南师范大学学报:哲学社会科学版,2014. 46(4):48-53.