

# 城市化进程中土地利用变化及其空间分布研究

范婷<sup>1,2</sup>, 朱晚秋<sup>1,2</sup>, 崔绿叶<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>四川师范大学西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 四川 成都 610068 ;

<sup>2</sup>四川师范大学地理与资源科学学院, 四川 成都 610068 )

**【摘要】**在运用 RS 和 GIS 得到土地利用结构类型图的基础上, 统计分析 2003 — 2013 年间凯里市各土地利用类型在数量上的变化速度以及在空间上的转移特征, 并结合当地的地形条件分析土地利用变化在空间上的分布。结果表明: 在城市化进程的推动下, 研究区建设用地的变化幅度和变化速度尤为突出, 分别高达 188.47 % 和 18.85 % ; 而受地形条件的影响, 大面积的土地转移发生在耕地、林地和其他用地之间; 高程和坡度因子在一定程度上对区域的土地利用变化有阻碍作用。

**【关键词】**土地利用变化, 空间分布, 城市化, 凯里市

**【中图分类号】** F301.2

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1003 — 6563 ( 2016 ) 04 — 0036 — 05

## 0 引言

土地利用 / 土地覆被变化在全球环境变化和可持续发展中都占有重要的地位, 人类通过与土地有关的自然资源的利用活动改变地球陆地表面的覆被状况, 而土地覆被变化也反过来深刻地影响着区域水循环、环境质量、生物多样性及陆地生态系统的生产力和适应能力<sup>[1]</sup>。近年来, 在我国城市化发展速度不断加快和社会经济迅猛发展的影响下, 区域土地利用结构不断发生变化, 日益突出的土地利用冲突和人地矛盾使我国耕地资源所面临的形势更加严峻; 同时城市不断向外扩展与城市内部土地粗放经营也使我国有限的土地资源越来越稀缺, 这一系列问题使人们逐渐认识到探讨土地利用变化特征及其空间分布的重要性和迫切性。随着 RS 和 GIS 技术的不断完善和发展, 借助高技术研究区域的土地利用变化, 或者建立模型进行情景分析, 探讨土地利用结构变化的形成规律及机制, 仍是当前国内外在土地利用 / 覆被变化领域研究的主要趋势<sup>[2-6]</sup>。土地利用变化模拟与预测模型是土地变化科学的重要组成部分<sup>[7]</sup>, 在国内以马尔科夫模型、元胞自动机模型以及 CLUE-S 模型应用最为普遍。本文选择位于喀斯特地貌区的凯里市为研究区, 在遥感和地理信息系统技术的支撑下, 分析其在城市发展过程中的土地利用变化情况; 并从自然条件入手探讨喀斯特山区城市土地利用变化的空间分布, 为该区今后的土地利用规划和管理整治提供科学依据。

## 1 研究区概况

凯里市地处贵州东南部, 黔东南苗族侗族自治州西部, 距贵阳市 176 公里, 东邻台江县, 南接丹寨县, 西连福泉市, 北交黄平县, 地跨东经 107° 40' 58" — 108° 12' 09", 北纬 26° 24' 13" — 26° 48' 11", 处于云贵高原东侧阶梯状大斜坡 (向中部丘陵过渡地带) 的苗岭山麓, 清水江畔。全市总面积 1 556 km<sup>2</sup>, 辖 6 个街道、9 个镇、2 个乡, 现有总人口 53.41 万余人。境内有黔中山原和黔东南中低山丘陵两个地貌区, 最高点海拔 1447m, 最低点海拔 529m。属中亚热带湿润季风气候, 年均温度

收稿日期: 2016 — 05 — 19 ; 修回日期: 2016 — 05 — 26

作者简介: 范婷 ( 1993 — ), 女, 四川南充人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与评价研究。

16.1℃，降雨量 1243 mm。凯里资源丰富：森林覆盖率达 53.28%；境内有大小河溪 153 条；主要矿藏有煤、铁、铅、锌、铝土矿、硅石岩等，其中硅石的二氧化硅含量高达 98%，名列西南之冠。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源及其处理

本研究所采用的土地利用数据主要来源于 2003 年 TM 影像和 2013 年 ETM+ 影像，时相为 6—9 月，影像质量较好，遥感影像均来自地理空间数据云（<http://www.gscloud.cn>）。辅助数据和资料包括凯里市行政区划图和 Google 高清卫星地图。在 ERDAS 遥感图像处理软件支持下，参照谷歌高清卫星影像图，以土地用途、利用方式和覆盖特征为主要分类依据，对遥感影像进行目视判读并建立分类模板，将研究区土地利用划分为耕地、林地、水体、建设用地和其他用地 5 种类型，得到 2003 年和 2013 年的土地利用图。运用 Arcgis 10.1 对两个时期的土地利用图数字化并进行空间叠加运算，计算出相应时期的土地利用类型转移矩阵，揭示不同时期土地利用类型的空间变化规律。

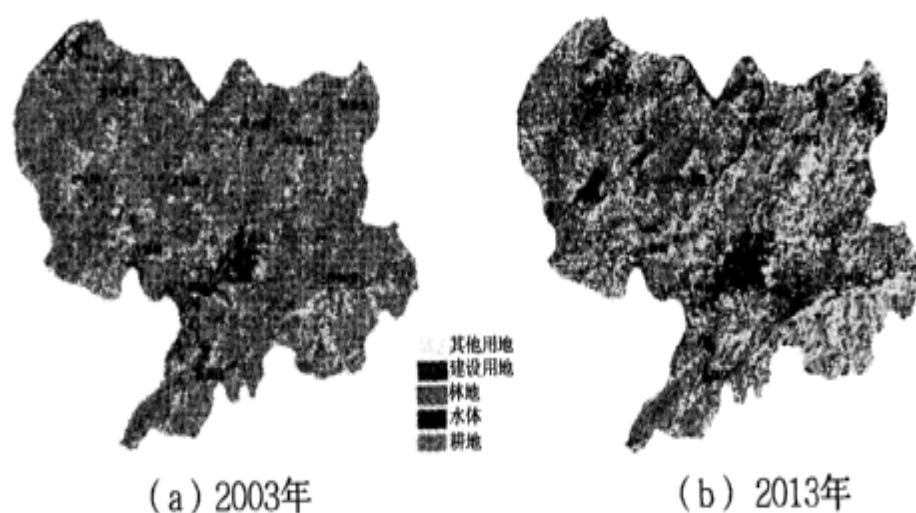


图 1 凯里市土地利用格局分布图

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 土地利用数量变化模型

土地利用数量变化模型主要是用以反映在研究时段内区域土地利用变化的强弱程度和动态变化速度<sup>[8]</sup>。本文选择变化幅度模型和动态度模型来对凯里市各土地利用类型的数量变化及其变化速率进行计算和分析。

#### 2.2.2 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵是土地利用类型间相互转化的数量和方向定量研究的主要方法，它能够具体的反应土地利用变化的结构特征和各类型间的转移方向<sup>[9]</sup>。其数学表达式为：

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{12} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中， $S_{ij}$ 为研究期内第  $i$  类土地向第  $j$  类转化的面积， $i$  为研究期初土地利用类型， $j$  为研究期末土地利用类型， $n$  为土地利用类型的数量。

### 3 结果与分析

#### 3.1 土地利用结构及其变化特征

运用 Arcgis10.1 将分类处理后的遥感影像图转化为土地利用矢量图，经统计分析得到 2003 年和 2013 年两个时期各土地利用类型的面积及比例，在此基础上结合所选取的土地利用变化模型可进一步得出研究时段里该区的土地利用变化幅度和速度。

**表 1 凯里市 2003 年和 2013 年土地利用结构及数量变化**

**Tab. 1 Land use structure and quantity change of Kaili city in 2003 and 2013**

土地利用类型	2003 年		2013 年		面积变化 / km <sup>2</sup>	变化幅度 / %	动态度 / %
	面积 / km <sup>2</sup>	百分比 / %	面积 / km <sup>2</sup>	百分比 / %			
耕地	691.07	44.41	585.98	37.66	-105.09	-15.21	-1.52
林地	520.01	33.42	328.36	21.10	-191.65	-36.86	-3.69
水体	49.08	3.15	98.81	6.35	49.73	101.32	10.13
建设用地	31.93	2.05	92.11	5.92	60.18	188.47	18.85
其他用地	263.91	16.96	450.74	28.97	186.83	70.79	7.08
总计	1556	100	1556	100	—	—	—

凯里市 2003 年和 2013 年土地利用类型面积、百分比、土地利用变化幅度以及土地利用动态度从空间上表征了各种地类在不同时期的分布情况。从上表可以看出：凯里市 2003 — 2013 年间土地利用类型以耕地和林地为主。2003 年耕地和林地所占面积较大，分别占研究区总面积的 44.41 % 和 33.42 %；其次为其他用地，占土地总面积的 16.96 %；水体和建设用地面积较小，分别占 3.15 % 和 2.05 %。2013 年土地利用类型以耕地、其他用地和林地为主，分别占土地总面积的 37.66 %、28.97 % 和 21.10 %；水体和建设用地的面积仍然较小，分别占总面积的 6.35 % 和 5.92 %。

从土地利用变化幅度来看，凯里市在 2003 — 2013 年间各土地利用类型的变化幅度普遍较大，其中水体、建设用地和其他

用地面积增加，而耕地和林地的面积有所减少。在面积增大的土地利用类型中，以建设用地最为突出，变化幅度高达 188.47%；其次为水体，变化幅度达 101.32%；而其他用地也在 2003 年的基础上增加了 70.79%。相对而言，耕地和林地的面积在研究期内减少的幅度较小，耕地面积减少了 15.20%，林地面积减少了 36.86%。

从单一土地利用类型动态度来看，面积增加大的土地利用类型同时具有较高的动态度。建设用地的变化速度最快，平均每年的增加量达到 18.85%，充分表明凯里市近十年的建设规模正在不断扩大；水体和其他用地次之，每年增加 10.13% 和 7.08%；同样耕地和林地的变化速度相比之下较小，每年减小速率分别为 1.52% 和 3.69%。

### 3.2 土地利用变化的空间转移

凯里市在研究时段内，各类土地利用类型的面积发生了很大变化，土地利用变化转移矩阵不仅可以定量说明各土地利用类型之间的转化状况，而且可以揭示不同类型间的转移速率。结合其数学表达式，运用 Arcgis 10.1 中的叠置分析功能可以得到凯里市 2003—2013 年 10 年间的土地利用变化转移矩阵，如表 2 所示。

**表 2 凯里市 2003–2013 年土地利用变化转移矩阵**

**Tab. 2 The transfer matrix of land use change of Kaili city from 2003 to 2013**

单位: / km<sup>2</sup>

		2013 年					总计
		耕地	建设用地	林地	其他用地	水体	
2003 年	耕地	372.70	41.06	28.98	72.12	57.87	572.74
	建设用地	5.50	16.56	1.12	1.06	1.72	25.96
	林地	72.80	6.69	213.30	127.41	4.84	425.03
	其他用地	28.40	5.24	21.33	161.71	2.02	218.70
	水体	11.15	4.60	4.17	5.87	16.54	42.33
	总计	490.56	74.15	268.89	368.16	83.00	1 284.77

从矩阵表 2 可以看出：凯里市在 2003—2013 年间，各土地利用类型都存在转入与转出的情况，且各地类之间相互转化的面积量较大，表明在这 10 年间土地利用覆被的空间变化较大，土地利用结构处于快速调整期。

就土地利用类型的转出面积看，林地>耕地>其他用地>水体>建设用地；而从转入面积来看，其他用地>耕地>水体>建设用地>林地。具体到土地利用类型转化方向来看，耕地主要转化为其他用地，转化面积为 72.12 km<sup>2</sup>，其次为水体和建设用地，转化面积分别为 57.85 km<sup>2</sup> 和 41.06 km<sup>2</sup>；林地也主要转化为其他用地，面积多达 127.41 km<sup>2</sup>，其次为耕地，转化面积为 72.80 km<sup>2</sup>；建设用地、其他用地和水体主要转化为耕地，转化面积分别为 5.50 km<sup>2</sup>、28.40 km<sup>2</sup> 和 11.15 km<sup>2</sup>。

在土地利用空间格局的分布上，面积明显增加的其他用地主要分布在凯里市东部，而面积显著减少的林地和耕地分布则遍布全市。城市中心地区以建设用地面积增加和耕地面积减少为主，建设用地的扩张基本上是在其原始基础上向四周发展，此外还有明显快速发展的炉山镇以及向西南（沿 320 国道）和东南（沿金山大道至三棵树镇主题公园游乐园）方向大力扩展。西北部各种土地利用类型的图斑总体来看变得比较零碎且分布广泛，这是由于在研究的 10 年时间里受自然和人文因素的影响比较大。

### 3.3 土地利用变化空间分布分析

#### 3.3.1 高程

土地是人类一切活动最根本的物质基础，地形作为其最重要的组成因子之一，从而影响人类对土地的利用。有研究表明<sup>[10-12]</sup>，地形是影响人类土地利用最重要的自然因子，同时也是制约土地利用变化方向和速度的重要因素。而高程作为地形的主要组成要素之一，对区域的土地利用具有重大的影响。



图2 凯里市高程分级

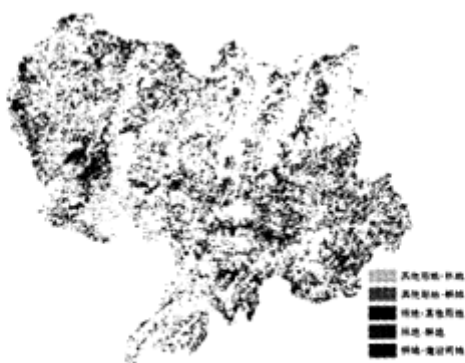


图3 2003-2013 主要土地利用类型转移分布图

凯里市的海拔普遍较高，故根据其范围将其分为 5 个等级。结合 2003 — 2013 年的主要土地利用类型转移格局分布，可以看出凯里市在研究期间的土地利用 / 覆被变化主要发生在 600m — 1 000m 高程范围内。具体来看，由于受地理位置及交通条件的影响，土地利用变化类型为耕地—建设用地的区域主要位于海拔较低的 600m — 900m 高程范围内，且大多属于平缓的山谷地带；而考虑到耕作的可行性以及农作物的产量，林地—耕地、其他用地—耕地大部分都位于 700m — 900m 区域；至于其他用地—林地位于 700m — 900m 高程范围是地方在盘活空闲地的同时加强生态建设的结果；林地—其他用地的分布遍布全市，是凯里在研究区内土地利用变化最为活跃的一种类型。

因此可以得出：在 600m — 900m 内高程对土地在耕地与建设用地之间变化的影响最大，其次是对林地、耕地和其他用地之间的影响。高程因影响气压、空气密度和气温的变化，对人类生产生活所能到达海拔高度具有决定性作用，使人类的耕作和居住多分布在海拔较低、气温较高区域，故土地利用 / 覆被变化也主要在这高程范围内发生。

### 3.3.2 坡度

同高程一样，坡度也是地形的重要组成要素之一，它同样影响着区域土地利用的空间分布和数量变化。坡度对土壤类型的空间分布有着重要影响，同时也制约着农业耕作以及城市化建设等人类活动，因此是制约土地利用 / 覆被变化在空间分布上的一个重要因素。



图 4 凯里市坡度分级

根据凯里市的坡度情况，将其分为 5 类。将研究区的主要土地利用类型转移图和坡度图结合分析可知，研究区在 2003 — 2013 年间土地利用 / 覆被变化在  $0^{\circ}$ — $15^{\circ}$  的坡度内变化最大，在  $15^{\circ}$ — $35^{\circ}$  的坡度内次之，而在坡度达  $35^{\circ}$  以上区域变化最小。发生在坡度  $0^{\circ}$ — $15^{\circ}$  内的主要是耕地—建设用地的变化，在坡度  $15^{\circ}$ — $35^{\circ}$  内是林地、耕地、其他用地之间的变化，而坡度在  $35^{\circ}$  以上则变化甚小。这说明在  $0^{\circ}$ — $35^{\circ}$  范围内坡度因子主要影响土地利用 / 覆被在耕地、建设用地、林地以及其他用地之间的变化，就耕地—建设用地这一变化来说，结合凯里自身的发展实际，一个位于“地无三尺平”的山区并正处于城市化大力发展阶段的地区，亟需占用大量坡度小的土地来满足整个城市的发展需求，因而坡度在  $0^{\circ}$ — $15^{\circ}$  范围内的平坦地区发生土地利用变化现象尤为明显。

## 4 结论

本文将凯里市作为研究对象，以 2003 年与 2013 年遥感影像为基础资料，运用 RS 和 GIS 相关技术对其进行图像分类处理以及数字化分别得到凯里市两个时期的土地利用结构图。首先用土地利用数量变化模型和转移矩阵对凯里市在 2003 — 2013 年间的土地利用变化进行数量和空间变化上的分析，然后从高程、坡度等地形因素进行空间分布上的研究，可以得出以下结论：

1) 在 2003 — 2013 年间，凯里市土地利用发生了剧烈变化。从土地利用变化幅度来看，建设用地的变化最为突出，高达 188.47 %；从土地利用变化动态度来看，也属建设用地的变化速度最快，平均每年的增加量达到 18.85 %，这充分表明了凯里市近 10 年的建设规模正在不断扩大，城市化的步伐逐渐加快。而从土地利用变化空间分布上来看，凯里市在研究期内各地类之间相互转化的面积量较大，主要发生在耕地、林地、其他用地之间的相互转移，这反映出该期间凯里市的土地利用结构处于快速调整期。

2) 地形因素对凯里市的土地利用变化具有显著的影响。总体上高程与坡度对凯里市土地利用变化表现出明显的阻碍作用，即随着海拔升高或者坡度增加，相应范围内的土地利用变化程度逐渐减弱，而受城市化步伐快速推进的影响，这种阻碍作用在一定程度上被削弱，反倒出现“削峰填谷、向山要地”等现象。

参考文献：

- 
- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用 / 土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1999, 51 ( 6 ) : 553 — 557 .
- [2] 舒莹, 胡远满. 基于 RS 和 GIS 的近代黄河三角洲土地利用 / 覆被变化[J]. 湖北农业科学, 2012, 51 ( 14 ) : 2953 — 2957 .
- [3] 申怀飞, 申燕飞, 程昌甫, 等. 南水北调中线水源区土地利用 / 覆被变化驱动机制分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52 ( 19 ) : 4634 — 4637 .
- [4] 钱国英, 张长勤, 董斌, 等. 基于遥感与系统动力学模型的土地利用 / 覆被变化研究[J]. 遥感信息, 2014, 29 ( 1 ) : 44 — 50 .
- [5] 张翔, 邓志民, 李丹, 等. 汉江流域土地利用 / 覆被变化的水文效应模拟研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23 ( 10 ) : 1449 — 1455 .
- [6] 黄方, 张学敏. 白山市土地利用 / 覆被变化轨迹分析与趋势预测[J]. 应用基础与工程科学, 2015, 23 ( 3 ) : 439 — 451 .
- [7] 唐华俊, 吴文斌, 杨鹏, 等. 土地利用 / 土地覆被变化 ( LUCC ) 模型研究进展[J]. 地理学报, 2009, 64 ( 4 ) : 456 — 468 .
- [8] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 15 ( 1 ) : 81 — 87 .
- [9] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究 [J]. 地理研究, 2001, 20 ( 3 ) : 295 — 306 .
- [10] 朱虹, 明庆忠. 中国城市地貌特点与利用[J]. 华中师范大学学报 ( 自然科学版 ) , 1994, 25 ( 3 ) : 413 — 418 .
- [11] 卜心国, 王仰麟, 沈春竹, 等. 深圳市地形对土地利用动态的影响[J]. 地理研究, 2009, 28 ( 4 ) : 1011 — 1021 .
- [12] 刁承泰, 吕韬, 陈敏, 等. 重庆市地貌特点与城市用地[J]. 中国土地科学, 2004, 18 ( 3 ) : 35 — 40 .

