

## 丹江口水库核心水源区土地利用变化特征研究

李明蔚, 马方正 (湖北大学资源环境学院/区域开发与环境响应湖北省重点实验室, 湖北武汉 430062)

**摘要** 丹江口市是南水北调中线工程核心区,其土地利用变化对丹江口水库水质有重要影响。基于丹江口市 2007、2012、2017 年遥感影像,人机交互解译获取 3 期土地利用数据,构建 0~1 km、>1~13 km、>13~36 km 缓冲区,定量和定性方法相结合,综合分析 2007—2017 年丹江口市土地利用时空变化特征。结果表明:①研究区土地利用类型以林地和农地为主,土地利用变化速度 2012—2017 年大于 2007—2012 年;土地利用变化速度由大到小依次是>1~13 km 缓冲区、0~1 km 缓冲区、>13~36 km 缓冲区;农地面积持续减少,建设用地面积持续增长。②土地利用类型转移面积由大到小依次是>1~13 km 缓冲区、0~1 km 缓冲区、>13~36 km 缓冲区,0~1 km 缓冲区内,主要是农地转变为林地、草地和水域;>1~13 km 缓冲区内,农地、林地和草地相互转变,建设用地持续增加;>13~36 km 缓冲区内,主要是农地、林地和草地的转变。③研究区土地利用程度由大到小依次是>1~13 km 缓冲区、0~1 km 缓冲区、>13~36 km 缓冲区;0~1 km 缓冲区土地利用程度降低,土地开发利用减弱;>1~13 km 缓冲区处于土地利用发展期,土地开发利用逐渐增大;>13~36 km 缓冲区土地利用程度变化很小。

**关键词** 土地利用;变化特征;丹江口市  
**中图分类号** F301.24 **文献标识码** A  
**文章编号** 0517-6611(2021)23-0092-05  
**doi**:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.025



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Spatio-temporal Variability Characteristics of Land Use in Key Water Source Area of Danjiangkou Reservoir

LI Ming-wei, MA Fang-zheng (College of Resources and Environmental Science, Hubei University / Hubei Key Laboratory of Region Development and Environment Response, Wuhan, Hubei 430062)

**Abstract** Danjiangkou City is the central water source area of Middle Route Project of South-to-North Water Diversion in China, the land use change has a significant impact on the water quality of Danjiangkou Reservoir. In order to analyze spatio-temporal LUCC in Danjiangkou City from 2007 to 2017, the authors took the remote sensing images of the year in 2007, 2012 and 2017 as the main data sources, acquired the LUCC information of Danjiangkou City by using man computer interactive image processing methods, constructed 0-1 km, >1-13 km and 13-36 km buffer zones, and combined method of qualitative and quantitative analysis. The results showed that: ①The main type of land use in the study area is woodland and farmland. The rate of land use change is 2012-2017>2007-2012; the rate of land use change in descending order is >1-13 km buffer zone, 0-1 km buffer zone, >13-36 km buffer zone. In the past 10 years, construction land increased significantly, while the farmland showed a trend of decrease. ②The transfer area of land use types in descending order is >1-13 km buffer zone, 0-1 km buffer zone, >13-36 km buffer zone. Within the area of 1-13 km, it is mainly exchanges between farmland, woodland and grassland. Within the range of 13-36km, it is mainly the mutual transformation of farmland, woodland and grassland. ③The degree of land use in the study area in descending order is >1-13 km buffer zone, 0-1 km buffer zone, >13-36 km buffer zone. It is the decline phase of land use in the range of 0-1km, and the land development intensity gradually weakened. It is the development period of land use, and the land development intensity gradually increased.

**Key words** Land use; Change characteristics; Danjiangkou City

土地利用变化是全球变化中最普遍活跃的地球景观现象之一<sup>[1]</sup>,因而是全球变化研究的热点问题之一。相关研究主要集中在土地利用变化与环境变化之间的联系<sup>[2-3]</sup>,土地利用模型模拟及变化预测<sup>[4-5]</sup>和驱动因素研究<sup>[6-7]</sup>等方面。国内对于土地利用变化的研究主要是 3S 技术,对土地利用过程、空间差异等方面发生的变化以及驱动力进行分析<sup>[8-9]</sup>。土地利用变化过程主要利用土地利用转移矩阵、动态度、土地利用程度等方法,对土地利用转变方向、变化速度和程度变化等方面进行分析<sup>[10-11]</sup>;土地利用空间变化主要通过景观格局指数和土地利用重心模型等方法进行研究<sup>[12-13]</sup>;土地利用变化驱动力方面主要研究社会因素对土地利用变化的影响,一般通过定量分析方法对人口、经济等因素进行分析<sup>[14]</sup>。上述研究多集中在经济发展迅速的地区或城市周边,而对水环境有重要影响的水源地土地利用变化的研究尚较少。

土地利用变化对丹江口库区生态环境及水源地水质有重要影响。该研究以 2007、2012、2017 年 3 期遥感影像为基础,利用 RS 和 GIS 技术对丹江口市土地利用变化进行分析,以期为保护丹江口水源地和生态建设提供科学依据。

## 1 数据来源与研究方法

**1.1 研究区概况** 丹江口市隶属湖北省十堰市,东临老河口市,西连十堰市城区,南接房县,东南与谷城县接壤,西北倚郧县,东北与河南省淅川县交界。土地总面积 3 121 km<sup>2</sup>,东西长 73 km,南北长 81 km。

丹江口市地处汉江中上游,汉江自西向东穿过境内,也是我国南水北调中线工程的核心水源区,素有“中国水都,亚洲天池之称”。地势悬殊,南北高,中间低,平均海拔 400 m。属亚热带季风气候,四季分明,年均降水量为 750~900 mm。土壤类型主要有水稻土、紫色土、棕壤、黄棕壤和潮土。植被以落叶阔叶林、常绿针叶林、针阔混交林为主。

丹江口市下辖 4 个街道,12 个镇及武当山旅游经济特区(即湖北省武当山风景区)。常住人口 46.38 万,2017 年地区生产总值 225.14 亿元。

**1.2 数据来源** 该研究以丹江口市 2007、2012、2017 年 3 期

丹江口市是南水北调中线工程的核心水源区,其土地利用

**基金项目** 国家自然科学基金项目(41471227)。  
**作者简介** 李明蔚(1995—),女,山东日照人,硕士研究生,研究方向:水土资源利用。  
**收稿日期** 2021-03-16

Landsat 系列遥感影像为数据源,空间分辨率为 30 m,来源于美国地质调查局 USGS(United States Geological Survey, <https://earthexplorer.usgs.gov>)。DEM 数据来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台([www.gscloud.cn](http://www.gscloud.cn))。在 ENVI 5.1 和 ArcGIS 10.2 平台支持下,人机交互相结合获取 3 期丹江口市土地利用数据,并利用 Google Earth 高分辨率影像进行精度检验,满足研究需求。土地利用分类根据《全国土地分类(试行)》和丹江口市实际情况划分为 6 类:农地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 缓冲区划分。**以丹江口水库平水位为基础划分 0~1 km、>1~13 km、>13~36 km 缓冲区,并以此为统计单元分别计算丹江口市 2007、2012、2017 年土地利用变化速度、转变方向和程度方面相关指数,综合分析丹江口市土地利用变化特征因水源区内距水体距离不同而产生的地域差异。

#### 1.3.2 土地利用动态度。

(1)土地利用单一动态度。土地利用单一动态度是指研究区某一土地利用类型单位时间内变化速度的情况。其表达式如下:

$$Q = \frac{K_b - K_a}{K_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中, $Q$  表示研究区土地利用单一动态度; $K_a$ 、 $K_b$  表示研究时段内期初和期末某一土地利用类型的面积; $T$  表示研究时段。

(2)土地利用综合动态度。土地利用综合动态度能够反映研究区所有土地利用类型在整个监测时段内的整体变化速率及剧烈程度。其表达式如下:

$$G = \left[ \sum_{i=1}^m (\Delta S_{i-j} / S_i) \right] \times \frac{1}{t} \times 100\%$$

式中, $G$  表示研究区土地利用综合动态度; $\Delta S_{i-j}$  表示监测时段内第  $i$  类土地利用类型转化为非  $i$  类面积总和; $t$  为研究时间段。

**1.3.3 土地利用转移矩阵。**土地利用转移矩阵能够表征各土地利用类型流入与流出面积的大小、结构特征及各土地利用类型变化方向,反映土地利用类型动态变化的过程。其表达式如下:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

式中, $A_{ij}$  为研究区某一土地利用类型  $i$  转移到  $j$  类的面积; $n$  为土地利用类型数目。

**1.3.4 土地利用程度。**土地利用程度可反映研究区土地利用的综合水平,包括广度和深度。根据刘纪远等提出的土地利用程度分级,将土地利用划分为 4 级(表 1)<sup>[15]</sup>。土地利用程度以其综合指数表示,其表达式如下:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$$

土地利用程度变化指数可反映研究区土地利用程度的变化,其表达式<sup>[22]</sup>为

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times \left[ \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia}) \right]$$

式中, $L$  为研究区土地利用综合程度指数; $i$  为土地利用分级数; $A_i$  为等  $i$  级土地利用程度分级指数; $C_i$  为  $i$  等级土地利用程度面积所占百分比; $\Delta L_{b-a}$  为土地利用程度变化指数; $L_a$  和  $L_b$  分别为  $a$  时期和  $b$  时期研究区土地利用程度综合指数; $C_{ia}$  和  $C_{ib}$  分别为  $i$  等级土地利用程度  $a$  时期和  $b$  时期面积所占百分比。

表 1 土地利用程度分级赋值

Table 1 Grades of land use degree classification

土地利用类型 Land use type	土地利用分级类型 Classification type of land use	分级指数 Grading index
未利用地 Unused land	未利用地级	1
林地、草地、水域 Woodland, grass-land, waters	林、草、水用地级	2
农地 Agricultural land	农业用地级	3
建设用地 Genstruction land	城镇聚落用地级	4

## 2 结果与分析

**2.1 土地利用现状** 丹江口市土地利用类型差异明显。从空间上来看,丹江口市林地分布广泛,草地主要分布在南部和北部,农地主要在中部和北部,建设用地集中分布在东部和中西部。从面积上来看,土地利用类型以林地为主,2017 年占总面积的 65.75%,耕地面积次之,占总面积的 15.82%,水域占总面积的 10.16%,草地点占 5.62%,建设用地和未利用地占区域面积的 2.64%。

### 2.2 土地利用变化

**2.2.1 土地利用速度变化。**在图 1 中,0~1 km 缓冲区内,2007—2012 年土地利用绝对变化量表现为农地>林地>建设用地>未利用地>水域>草地。林地和建设用地呈上升趋势,增长速度分别为 0.13% 和 1.67%;农地减少量最大,达 3.07 km<sup>2</sup>,草地、水域和未利用地变化很小。2012—2017 年,土地利用绝对变化量表现为农地>水域>林地>建设用地>草地>未利用地。林地、建设用地和水域面积都有不同程度的增加,增加速度分别为 0.37%、3.54% 和 0.84%,水域的增加量最大,达 11.77 km<sup>2</sup>;农地和草地呈减少趋势,其中农地面积急剧减少,减少了 17.20 km<sup>2</sup>。研究期间农地持续减少,且减少速度不断加快,水域不断增加,且增加速度不断增大,主要是由于此期间丹江口水库大坝加高,水库蓄水,淹没大量农地。

>1~13 km 缓冲区内,2007—2012 年土地利用绝对变化量表现为农地>草地>建设用地>林地>水域>未利用地。农地面积减少量最大,为 25.06 km<sup>2</sup>;林地、草地和建设用地面积增加,建设用地的增长速度最快,达 3.96%,林地的增长速度最为缓慢,为 0.12%,水域和未利用地面积变化较小。2012—2017 年土地利用绝对变化量表现为农地>林地>建设用地>草地>水域>未利用地。农地和草地呈减少趋势,分别减少 12.53 和 8.71 km<sup>2</sup>,草地的减少速度最大,达 1.69%;林地、建设用地和水域呈增长趋势,分别增长 9.97、8.92 和 2.86 km<sup>2</sup>,建设用地的增长速度最大,达 3.92%,其次是水域,

为 3.48%。研究期间,农地不断减少,但减少速度逐渐放缓,受库区生态建设和城镇化的影响,林地、建设用地和水域不断增加,其中水域的增长速度迅速上升。

>13~36 km 缓冲区内土地利用变化量较少,主要是 2012—2017 年农地和林地的减少,以及草地和建设用地的增加。

总体来看,2012—2017 年土地利用变化速度远大于 2007—2012 年,分别为 12.16% 和 29.34%。2007—2012 年综

合土地利用动态度由大到小的区域依次是 0~1 km、>1~13 km、>13~36 km 缓冲区。0~1 km 缓冲区内土地利用变化速度最快,>13~36 km 缓冲区内土地利用变化很小;2012—2017 年综合土地利用动态度由大到小的区域依次是 >1~13 km、0~1 km、>13~36 km 缓冲区。>1~13 km 缓冲区内土地利用变化最频繁,>13~36 km 缓冲区内相对变化速度较慢。

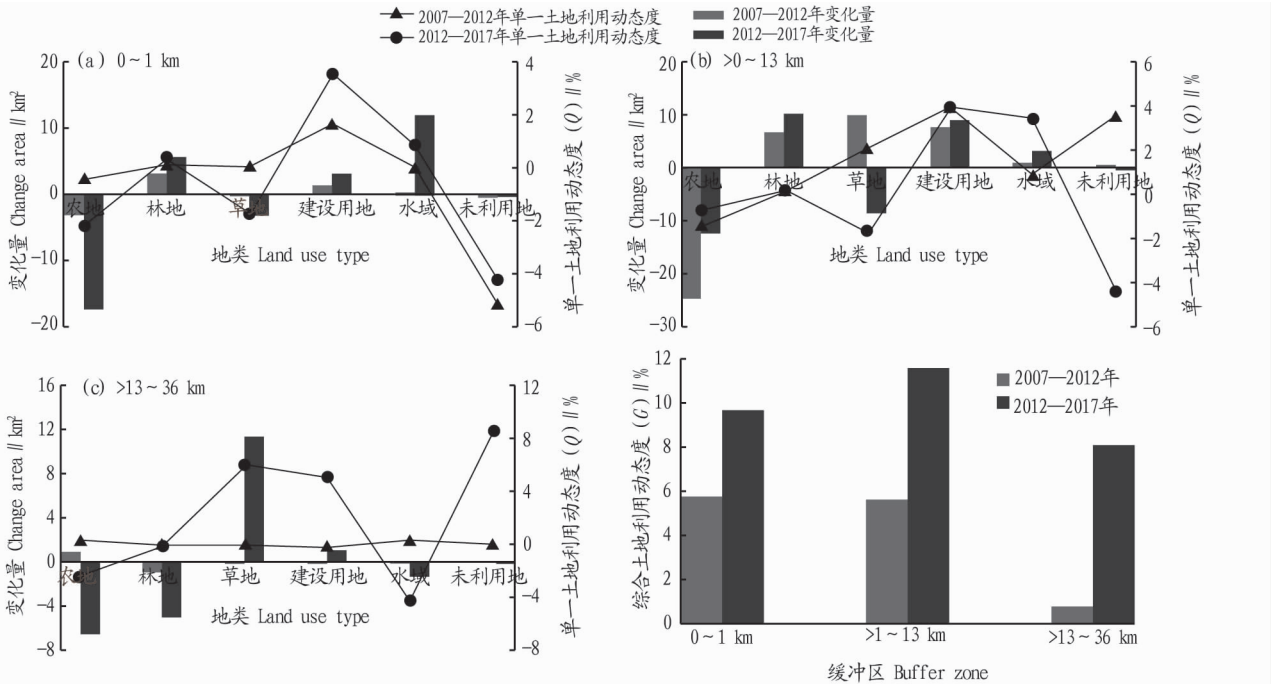


图 1 2007—2017 年丹江口市土地利用变化量及动态度

Fig. 1 Area change and dynamic degree of land use in Danjiangkou City during 2007-2017

2.2.2 土地利用方向变化。基于 2007、2012 和 2017 年 3 期土地利用数据,利用 ArcGIS 进行叠加分析,构建 2007—2012

年、2012—2017 年丹江口市土地利用类型变化分布图(图 2)和土地利用转移矩阵(表 2、3),分析各土地利用类型转移方向。

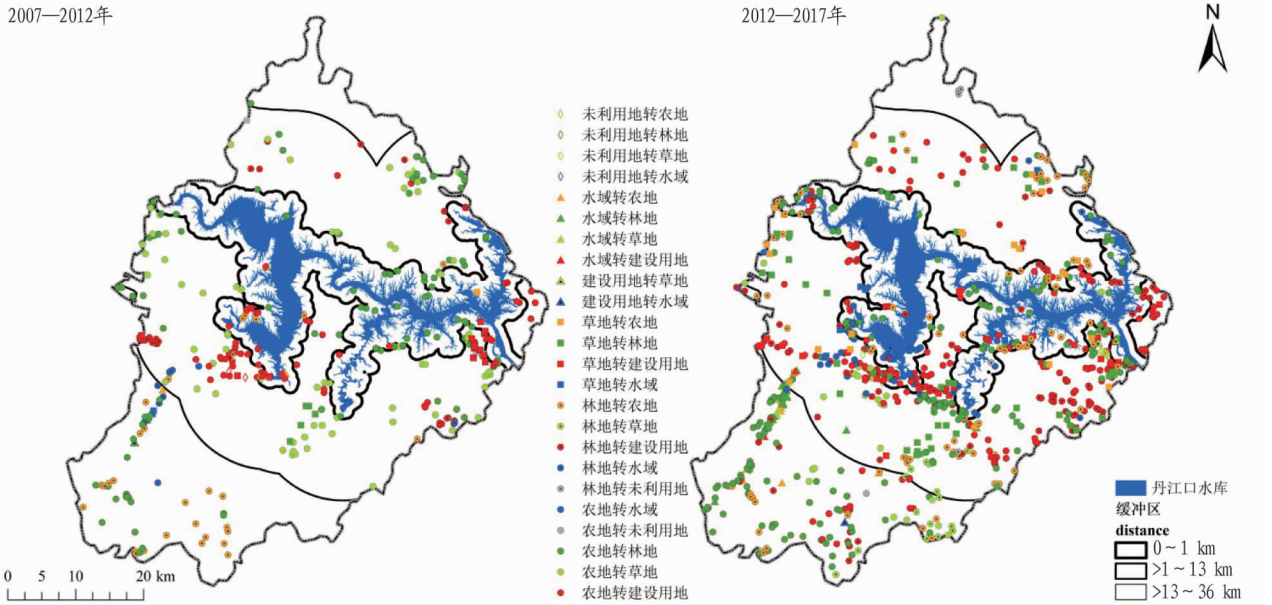


图 2 2007—2017 年丹江口市土地利用类型变化分布

Fig. 2 Distribution of land use change in Danjiangkou City during 2007-2017

2007—2012年,土地利用类型转变面积由大到小的区域依次是>1~13 km、0~1 km、>13~36 km缓冲区。0~1 km缓冲区主要是农地转变为林地,这表明生态环境逐渐改善,其他土地利用类型转变较小。>1~13 km缓冲区主要是农地、林地、草地的转出和林地、草地、建设用地的转入。农地转出面积最大,主要转变为草地、林地和建设用地,分别转出16.13、5.31和3.04 km<sup>2</sup>。草地是面积变化的第二的地类,主要转变为林地和建设用地,农地是其面积增加的主要来源。建设用地面积逐渐增加,转入7.53 km<sup>2</sup>,主要是由农地、林地和草地转变而来。>13~36 km缓冲区土地利用变化较小。

2012—2017年,土地利用类型转变面积远大于2007—2012年,转变面积由大到小的区域依次是>1~13 km、0~1 km、>13~36 km缓冲区。0~1 km缓冲区内,农地面积变化最大,转出18.63 km<sup>2</sup>,转入1.43 km<sup>2</sup>,主要转变为林地和水

域,这表明丹江口库区退耕还林政策效果明显,生态环境改善。林地主要转变为水域,占其转出量的66.99%。受丹江口水库蓄水的影响,水域面积增大,农地、林地和草地的转入是其三大来源,分别占转入量的46.90%、35.51%和16.14%。>1~13 km缓冲区内,主要是农地、林地和草地三者之间相互转变,以及建设用地的转入。农地面积持续减少,主要转变为林地和建设用地,分别转出12.64和4.38 km<sup>2</sup>。林地面积增加9.96 km<sup>2</sup>,其主要原因是农地和草地的转入量26.49 km<sup>2</sup>远大于转变为农地、草地和建设用的转出量16.03 km<sup>2</sup>。建设用地面积增长8.92 km<sup>2</sup>,转出量较少,主要是由农地、林地和草地转变而来,此缓冲区范围内建设用地转入面积占其转入总面积的68.34%,这表明此缓冲区范围内随着城镇化速度的加快,社会经济快速发展。>13~36 km缓冲区内主要是农地、林地和草地之间的转变,以及建设用地的增加,其转变面积远小于>1~13 km缓冲区。

表2 2007—2012年丹江口市土地利用转移矩阵

Table 2 Transition matrix of the land use types in Danjiangkou City from 2007 to 2012

km<sup>2</sup>

2007年	土地利用类型 Land use type	2012年						合计 Total
		农地 Farmland	林地 Woodland	草地 Grassland	建设用地 Construct- ion land	水域 Water area	未利用地 Unused land	
0~1 km 缓冲区	农地	0.00	2.22	0.03	1.02	0.24	0.00	3.51
0~1 km buffer zone	林地	0.30	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.37
	草地	0.01	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.23
	建设用地	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
	水域	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.15
	未利用地	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.24
	合计	0.44	2.22	0.29	1.33	0.24	0.00	4.52
>1~13 km 缓冲区	农地	0.00	5.31	16.13	3.04	0.74	0.00	25.22
>1~13km buffer zone	林地	0.16	0.00	0.06	2.01	0.06	0.00	2.28
	草地	0.00	3.64	0.00	2.31	0.00	0.59	6.54
	建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	水域	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.09
	未利用地	0.00	0.00	0.07	0.17	0.00	0.00	0.25
	合计	0.16	8.95	16.36	7.53	0.80	0.59	34.39
>13~36 km 缓冲区	农地	0.00	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.27
>13~36 km buffer zone	林地	2.10	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.15
	草地	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06
	建设用地	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
	水域	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	合计	2.13	1.29	0.00	0.00	0.10	0.00	3.53

**2.2.3 土地利用程度变化。**以丹江口市0~1 km、>1~13 km、>13~36 km缓冲区为统计单元,计算丹江口市2007年、2012年、2017年土地利用程度综合指数,并在此基础上得到丹江口市2007—2012年、2012—2017年土地利用程度变化指数(图3)。研究期间,0~1 km缓冲区内,土地利用程度变化小于0,土地利用程度呈持续下降的趋势。2012—2017年土地利用减小程度远大于2007—2012年,表明2012—2017年土地利用程度降低加快,生态环境持续改善。

>1~13 km缓冲区内,土地利用变化程度大于0,土地利用程度呈持续增长的趋势,表明该区域处于土地利用发展期,土地开发加大,建设用地增加,经济发展较快。>13~36 km缓冲区内,2007—2012年土地利用程度变化大于0,土地利用程度呈上升趋势,表明该区域开发利用逐渐加大。2012—2017年土地利用程度变化小于0,土地利用程度降低。

### 3 结论

该研究基于丹江口市2007、2012、2017年3期遥感影像,

采用多种土地利用变化模型,综合分析丹江口市土地利用变化特征。

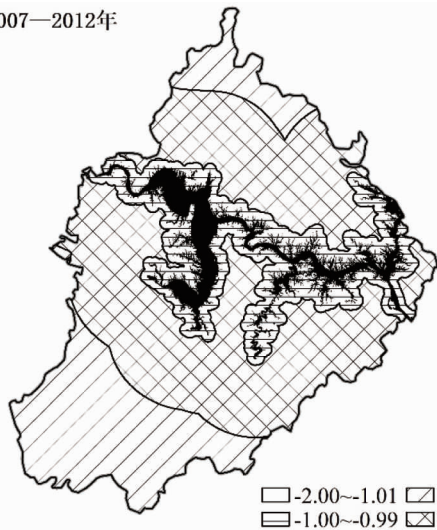
表3 2012—2017年丹江口市土地利用转移矩阵

Table 3 Transition matrix of the land use types in Danjiangkou City from 2012 to 2017

km<sup>2</sup>

2012年	土地利用类型 Land use type	2017年						合计 Total
		农地 Farmland	林地 Woodland	草地 Grassland	建设用地 Construct- ion land	水域 Water area	未利用地 Unused land	
0~1 km 缓冲区 0-1 km buffer zone	农地	0.00	11.45	0.06	1.59	5.52	0	18.63
	林地	1.43	0.00	0.00	0.60	4.18	0.03	6.24
	草地	0.00	0.33	0.00	0.90	1.90	0.00	3.13
	建设用地	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10
	水域	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17
	合计	1.43	11.78	0.16	3.10	11.77	0.03	28.27
>1~13 km 缓冲区 >1-13 km buffer zone	农地	0.00	12.64	2.50	4.38	1.97	0.00	21.49
	林地	6.60	0.00	5.70	3.73	0.51	0.19	16.73
	草地	2.30	13.85	0.00	0.88	0.64	0.00	17.66
	建设用地	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.08
	水域	0.03	0.10	0.12	0.01	0.00	0.00	0.26
	未利用地	0.03	0.11	0.55	0.00	0.00	0.00	0.70
	合计	8.96	26.69	8.95	9.00	3.12	0.19	56.92
>13~36 km 缓冲区 >13-36 km buffer zone	农地	0.00	6.63	0.96	0.42	0.01	0.02	8.05
	林地	0.81	0.00	10.59	0.45	0.01	0.09	11.95
	草地	0.00	0.02	0.00	0.17	0.00	0.00	0.19
	建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
	水域	0.78	0.40	0.06	0.03	0.00	0.00	1.27
	未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	合计	1.60	7.06	11.61	1.07	0.04	0.10	21.48

2007—2012年



2012—2017年

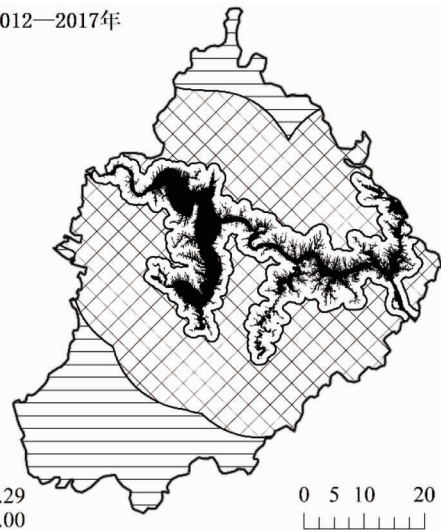


图3 各时期丹江口市土地利用程度变化

Fig. 3 Change of land use degree at various stages in Danjiangkou City

丹江口市土地利用变化速度 2012—2017 年远大于 2007—2012 年。2007—2012 土地利用变化速度由大到小的区域依次是:0~1 km 缓冲区、>1~13 km 缓冲区、>13~36 km 缓冲区;2012—2017 年土地利用变化速度由大到小的区域依次是>1~13 km 缓冲区、>0~1 km 缓冲区、>13~36 km,受退耕还林政策及城镇化的迅速发展,整个研究期间耕地面积不断减少,建设用地不断增加,其他土地利用类型面积互有

增减。

丹江口市土地利用转变方向主要是农地、林地和草地之间相互转化,以及建设用地和水域的转入。0~1 km 缓冲区内,受丹江口大坝加高影响,主要是农地转变为林地、草地和水域。>1~13 km 缓冲区内,农地、林地和草地相互转化,建设用地的转入主要集中在该范围内,且增长速度不断加快。

(下转第 136 页)

也可以作为一种化学引诱因子,并具有促炎特性。Teich-Alasia 等<sup>[13]</sup>研究证明,从活跃期增生性瘢痕到缓解期增生性瘢痕的进展是由 IL-15 的减少而引起的活化浸润性 T 细胞的活性或被动细胞凋亡的结果。IL-15 可富集、激活和防止活跃期增生性瘢痕中激活的 T 淋巴细胞凋亡,因此抑制 IL-15 的表达可缓解疤痕角质层增厚。临床前试验证明,抗 IL-20RA 单克隆抗体<sup>[14]</sup>具有抑制化学药物(四氯化碳)或机械胆管结扎诱导的小鼠模型中 TGF- $\beta$  产生或 ECM 成分过度积累的效果,故下调 IL-20RA 表达可减少 ECM 积累。

该研究从整体上揭示了差异基因的功能、代谢途径和信号通路,阐明了川芎嗪通过调控成纤维细胞增殖的相关基因表达水平来改善增生性瘢痕,为临床治疗增生性瘢痕提供了新思路。

### 参考文献

- [1] SINGER A J, CLARK R A. Cutaneous wound healing[J]. *N Engl J Med*, 1999, 341(10): 738-746.
- [2] VAN DER VEER W M, BLOEMEN M C T, ULRICH M M W. Potential cellular and molecular causes of hypertrophic scar[J]. *Burns*, 2009, 35(1): 15-29.
- [3] SARRAZY V, BILLET F, MICALLEF L, et al. Mechanisms of pathological scarring: Role of myofibroblasts and current developments[J]. *Wound Repair Regen*, 2011, 19: s10-s15.
- [4] 鲍永霞, 王晶, 孙冰, 等. 川芎嗪对肺间质纤维化患者运动心肺功能改善的研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2011, 21(27): 3410-3412.

(上接第 96 页)

>13~36 km 缓冲区内,土地利用变化相对较少,2012—2017 年土地利用转变面积增加,主要是农地、林地和草地的转变。

土地利用程度变化主要在 0~1 km 和 >1~13 km 缓冲区内。0~1 km 缓冲区内土地利用程度持续降低,土地开发利用减弱;>1~13 km 缓冲区内土地利用程度持续增长,土地开发利用逐渐增大。

### 参考文献

- [1] 赵俊三, 袁磊, 张萌. 土地利用变化空间多尺度驱动力耦合模型构建[J]. *中国土地科学*, 2015, 29(6): 57-66.
- [2] VADREUV K P, OHARA T. Focus on land use cover changes and environmental impacts in South/Southeast Asia[J]. *Environmental research letters*, 2020, 15(10): 1-4.
- [3] DEVANAND A, HUANG M Y, LAW RENICE D M, et al. Land use and land cover change strongly modulates land-atmosphere coupling and warm-season precipitation over the central United States in CESM2-VR[J]. *Journal of advances in modeling earth systems*, 2020, 12(9): 1942-2466.
- [4] ABDU H A. Classification accuracy and trend assessments of land cover-land use changes from principal components of land satellite images[J]. *International journal of remote sensing*, 2019, 40(4): 1275-1300.
- [5] FERNANDES M M, FERNANDES M R D M, GARCIA J R, et al. Assessment of land use and land cover changes and valuation of carbon stocks in the Sergipe semiarid region, Brazil: 1992-2030[J/OL]. *Landuse policy*,

- [5] WU X, WANG Z, WU G F, et al. Tetramethylpyrazine induces apoptosis and inhibits proliferation of hypertrophic scar-derived fibroblasts *via* inhibiting the phosphorylation of AKT[J]. *Front Pharmacol*, 2020, 11: 1-8.
- [6] GAUGLITZ G G, KORTING H C, PAVICIC T, et al. Hypertrophic scarring and keloids: Pathomechanisms and current and emerging treatment strategies[J]. *Mol Med*, 2011, 17(1/2): 113-125.
- [7] BLOEMEN M C T, VAN DER VEER W M, ULRICH M M W, et al. Prevention and curative management of hypertrophic scar formation[J]. *Burns*, 2009, 35(4): 463-475.
- [8] DISTLER J H W, GYÖRFI A H, RAMANUJAM M, et al. Shared and distinct mechanisms of fibrosis[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2019, 15(12): 705-730.
- [9] LIMANDJAJA G C, VAN DEN BROEK L J, WAAIJMAN T, et al. Increased epidermal thickness and abnormal epidermal differentiation in keloid scars[J]. *Br J Dermatol*, 2017, 176(1): 116-126.
- [10] 李帅, 张建忠, 栗玉珍. 角蛋白 16 在皮肤屏障功能中的作用[J]. *国际皮肤性病学杂志*, 2016, 42(1): 50-53.
- [11] MEYER M, BEN-YEHUDA GREENWALD M, RAUSCHENDORFER T, et al. Mouse genetics identifies unique and overlapping functions of fibroblast growth factor receptors in keratinocytes[J]. *J Cell Mol Med*, 2020, 24(2): 1774-1785.
- [12] JOANNES A, BRAYER S, BESNARD V, et al. FGF9 and FGF18 in idiopathic pulmonary fibrosis promote survival and migration and inhibit myofibroblast differentiation of human lung fibroblasts *in vitro*[J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2016, 310(7): L615-L629.
- [13] TEICH-ALASIA S, CASTAGNOLI C, TROMBOTTO C, et al. Expression and role of IL-15 in post-burn hypertrophic scars[J]. *J Invest Dermatol*, 1999, 113(2): 238-245.
- [14] CHIU Y S, WEI C C, LIN Y J, et al. IL-20 and IL-20R1 antibodies protect against liver fibrosis[J]. *Hepatology*, 2014, 60(3): 1003-1014.

2020, 99[2020-11-05]. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104795>.

- [6] XU X M, SHRESTHA S, GILANI H, et al. Dynamics and drivers of land use and land cover changes in Bangladesh[J]. *Regional environmental change*, 2020, 20(2): 1-11.
- [7] ASIBEY M O, AGYEMAN K O, AMPONSAH O, et al. Patterns of land use, crop and forest cover change in the Ashanti region, Ghana[J]. *Journal of sustainable forestry*, 2020, 39(1): 35-60.
- [8] 简萍, 李阳兵, 王权. 基于地形梯度的典型峰丛洼地区土地利用空间分布格局分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(5): 1128-1139.
- [9] 李睿康, 黄勇, 李阳兵, 等. 三峡库区腹地土地功能演变及其驱动机制分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(3): 594-604.
- [10] 王少华. 郑州沿黄旅游区土地利用空间格局演变[J]. *地域研究与开发*, 2017, 36(6): 115-118, 130.
- [11] 高凤杰, 马泉来, 单培明, 等. 黑龙江省穆棱市土地利用/覆被变化及热点分析[J]. *地域研究与开发*, 2016, 35(4): 126-130.
- [12] 胡学东, 邹利林. 生态优先导向下长江经济带土地利用景观格局演变及其驱动机制研究: 以武汉市为例[J]. *地域研究与开发*, 2020, 39(3): 138-143, 149.
- [13] 苑韶峰, 唐奕钰, 申屠楚宁. 土地利用转型时空演变及其生态环境效应: 基于长江经济带 127 个地级市的实证研究[J]. *经济地理*, 2019, 39(9): 174-181.
- [14] 李煜东, 臧传富, 陈相龙. 淮河流域 1990—2015 年间土地利用时空变化特征及驱动机制研究[J]. *生态科学*, 2020, 39(2): 104-113.
- [15] 刘修远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.