

魏媛,王阳,姚晨,等. 基于 GIS 与 RS 的喀斯特山地土地利用动态变化研究——以贵阳市为例[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):435-439. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.125

# 基于 GIS 与 RS 的喀斯特山地土地利用动态变化研究 ——以贵阳市为例

魏媛,王阳,姚晨,刘晓璐,杨川

(贵州财经大学管科学院,贵州贵阳 550025)

**摘要:**土地利用变化是引起喀斯特生态系统演变的最主要影响因素之一,随着城镇化的快速推进,城市土地利用发生了较大的变化。运用 RS 与 GIS 技术方法对 2001、2013 年 2 期的遥感影像进行处理,提取贵阳市二环内土地利用信息,并对该区土地利用动态变化规律进行研究,以期为研究区土地资源可持续利用及生态环境建设提供一定的参考依据。研究表明:(1)研究区土地利用类型以耕地、林地和建筑用地为主,三者总占比大于 97%,占绝对优势;(2)2001—2013 年研究区建筑用地面积明显增加,水域面积略有增加;耕地面积明显下降,林地面积和未利用地少量减少。(3)单一土地利用动态度分析表明,各地类变化速度从快到慢依次为:未利用地 > 建筑用地 > 耕地 > 林地 > 水域;就综合土地利用动态度而言,则速度从快到慢依次为:未利用地 > 耕地 > 水域 > 林地 > 建筑用地。(4)从土地利用综合程度来看,研究区土地利用正处于发展期,土地利用集约化程度在不断提高。

**关键词:**RS;GIS;土地利用动态;土地利用综合程度;喀斯特山地;贵阳市

**中图分类号:**S127;F323.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)11-0435-04

土地是人类活动的基本场所,是人类赖以生存的自然资源,在人类社会经济活动中起着不可替代的重要作用。十八大报告指出,要加快建立生态文明制度,健全资源节约、国土空间开发和生态环境保护的体制机制,推动人与自然和谐的新发展模式。生态文明制度建设是要求在法律制度体系的监督下,对生态平衡、土地资源合理利用进行系统建设,将生态文明建设的重要载体——土地,进行合理、科学开发利用,优化土地结构,促进土地资源的可持续发展。近年来,在国家西部大开发带动下,贵州省贵阳市经济发展迅速,城市化进程加快,大量的农业人口流入城市,转化为非农业人口,城市建设用地不断增加,耕地、林地不断减少,脆弱的喀斯特生态环境遭受破坏。为快速、客观、准确掌握贵阳市土地利用变化情况,及时提出土地利用规划和喀斯特生态环境相适应的策略,本研究采用 RS 和 GIS 技术,选取 2001 年和 2013 年贵阳市二环内 2 期 TM 影像,通过遥感监督分类方法提取土地利用现状图,利用 GIS 技术进行图像处理和数据提取。依据处理的图像、数据并结合现状,对贵阳市土地利用动态变化特征进行分析,为贵阳市制定科学合理的土地利用规划、提高城市土地利用效率、实现土地的优化配置提供依据,以促进贵阳市生态文明城市建设和区域喀斯特生态环境的可持续发展。

## 1 研究范围的界定与研究方法

### 1.1 研究范围的界定

收稿日期:2016-08-14

基金项目:国家商务部联合研究项目(编号:2016SWBZD12);贵州省科技计划(编号:黔科合基础[2016]1521-1号);贵州省高校优秀科技创新人才支持计划(编号:黔教合 KY 字[2012]091号)。

作者简介:魏媛(1976—),女,博士,教授,主要从事生态经济及区域可持续发展研究。E-mail:weiyuan09876@163.com。

以贵阳市二环高速公路作为研究区域界线,研究范围是贵阳二环以内区域。因为贵阳市二环以内区域是贵阳市城市化进程最快的地区,土地利用类型的变化速度最快、最明显,对生态系统服务价值的影响最大。对其进行土地利用及生态系统服务价值动态研究的目的是为促进贵阳市区域的土地集约利用和生态系统服务价值最大化。

### 1.2 研究方法

运用 RS 和 GIS 技术方法,利用 2001 年和 2013 年贵阳市二环内 2 期 TM 影像,通过遥感监督分类方法得到土地利用现状图,采用 GIS 技术处理图像并提取数据,运用土地利用变化综合指数和土地利用变化动态度分析研究区内土地利用变化特征,有效揭示贵阳市二环区域土地利用变化现状。

**1.2.1 图像处理与信息提取** (1)图像的波段组合、校正与剪切。选取的数据分别为 2001 年 Landsat-7 影像和 2013 年 Landsat-8 影像。波段组合是将各波段数据转换为 ERDAS IMAGINE 的 IMG 文件,利用软件添加同地区图像的各个波段,合成 1 幅多波段图像。为了突出水体、植被等土地利用类型,选择 543 波段合成标准假彩色图像,运用多项式模型对处理后的图像进行几何校正,并对校正后图像进行 AOI 多边形剪不规则剪裁,作为研究区域并保存。(2)图像的增强处理。增强目的是改变图像灰度等级,提高图像对比度,针对给定图像的不同应用,强调图像的整体或局部性,将图像变得清晰或增强区域特征,扩大不同物体特征差距,满足分析需要。本研究采用辐射增强中的直方图均衡化对图像进行增强处理,通过灰度变换将随机分布的图像直方图变换成均匀分布的直方图,即在每个灰度级上都具有相同的像元点数,使得分类的视觉效果更加明显。(3)图像分类和信息提取。首先建立研究区影像判读解译标志:通过影像特征(色调、纹理和形状等)与研究区土地利用类型特征(表 1)和自然景观的比较分

析<sup>[1]</sup>,建立土地利用类型的遥感影像判读解译标志(表 2),作为室内判读的依据;其次建立分类模板;2 期遥感影像的分类模板有 5 个土地利用类型,包括水体、建筑用地、林地、未利用地和耕地;再次根据解译标志和分类模板进行监督分类;最后提取贵阳市二环土地利用变化信息。应用 GIS 的地统计模块,对修改合并后的土地利用矢量数据进行统计分析,以提取 2001 年和 2013 年 2 期图像的建筑用地、林地、耕地、水体、未利用地等土地利用信息,统计分析结果见表 3 和表 4。

表 1 贵阳市二环土地利用分类

类别名称	包括地类
建设用地	商业、工矿、仓储、公用设施、公共建筑、住宅、交通、水利设施、特殊用地等
耕地	水田、旱地
水域	河流、水库、鱼塘
林地	林地、草地、苗圃、疏林地、未成林地、造林地、迹地
未利用地	建筑空旷地、待建造用地

表 2 贵阳市二环内土地利用分类解译标志











年份	建筑用地	耕地	水域	林地	未利用地
2001					
2013					

表 3 2001 年贵阳市二环各土地利用类型信息

类别	建筑用地	林地	耕地	水体	未利用地	合计
最小地类面积	1.36	1.82	0.46	500.76	597.34	
最大地类面积	31 443 300	8 307 780	6 189 040	218 829	140 524	
总面积	39 759 875.78	37 402 359.31	39 098 085.48	981 411.36	1 772 043.63	1.19 × 10 <sup>8</sup>

表 4 2013 年贵阳市二环内地区各土地利用类型信息

类别	建筑用地	林地	耕地	水体	未利用地	合计
最小地类面积	1.36	2.55	14.04	225	2475	
最大地类面积	31 443 300	9 158 530	18 569 00	257 929	16 200	
总面积	65 264 643.94	33 996 339.50	1 866 2871.34	1 015 690.71	74 249.99	1.19 × 10 <sup>8</sup>

2.2.2 土地利用变化分析

2.2.2.1 土地利用数量变化 土地利用变化幅度是指土地利用在面积方面的变化,反映不同类型土地在总量上的变化<sup>[2]</sup>。其公式为:

$$R_L = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\%。$$
 (1)

式(1)中: $R_L$  土地利用类型的变化幅度, $U_a$  为期初单一土地利用面积, $U_b$  为末期单一土地利用面积。

2.2.2.2 土地利用程度综合指数 土地利用程度综合指数能够有效反映出土地利用的集约化程度<sup>[3]</sup>。其公式为:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i C_i。$$
 (2)

式(2)中: $L$  为研究区域土地利用程度综合指数, $A_i$  为研究区域内第  $i$  级土地利用程度的分级指数, $C_i$  为研究区域内第  $i$  级土地利用类型面积的百分比。土地利用程度综合指数的值域范围  $L \in [100,400]$ 。

2.2.2.3 土地利用变化量 土地利用变化量可以有效体现出土地利用所处的发展阶段。其表达式为<sup>[4]</sup>:

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times (\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia})。$$
 (3)

式(3)中: $\Delta L_{b-a}$  为土地利用变化量, $L_a$  表示  $a$  时间段土地利

用的综合指数; $L_b$  表示  $b$  时间段的土地利用程度综合指数; $A_i$  同式(2); $C_{ib}$  和  $C_{ia}$  分别为时间  $b$  和时间  $a$  第  $i$  级土地利用类型面积的百分比。

2.2.2.4 土地利用变化速度 土地利用变化速度可以用土地利用动态度来表示。土地利用动态度分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。单一土地利用动态度:单一土地利用动态度是指在某一区域固定时间内某一土地利用数量的速度变化情况<sup>[4-5]</sup>。其计算公式为:

$$LD_T = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%。$$
 (4)

式(4)中: $LD_T$  为研究时段某类土地利用类型的动态度,单位:%; $U_a$  和  $U_b$  分别为某类土地利用类型在研究时段内初期与末期的面积,单位:hm<sup>2</sup>;  $T$  为研究时段,单位:年。

综合土地利用动态度:指在一定时期范围内某一研究区域的土地利用变化的强度,它反映了人类与土地之间进行物质、能量、信息交流的强度<sup>[6]</sup>,其表达式为:

$$LC = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_i}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right| \times \frac{1}{T} \times 100\%。$$
 (5)

式(5)中: $LC$  为研究区域内所有土地利用类型面积变化的年

综合变化率<sup>[6]</sup>。 $LU_i$  为监测起始时间第  $i$  类土地利用类型面积,  $\Delta LU_i$  为监测时段内第  $i$  类型转为其他类土地利用面积的绝对值;  $n$  为土地利用类型数。  $T$  同(4)式。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化总量分析

人类活动与自然界间的互动最直接的表现土地利用类

型面积变化<sup>[7]</sup>。土地利用面积的整体变化情况在对土地利用变化的研究中有着非常重要的作用,通过对土地利用面积的变化状况分析,可以有效反映出各种土地类型和土地面积在总量上的变化情况。贵阳市二环内 2001 年、2013 年土地利用现状分类如图 1。根据式(1)计算出 2001 年、2013 年研究区土地利用变化情况(表 5),根据表 5 的分析结果得出研究区土地利用面积对比图(图 2)。

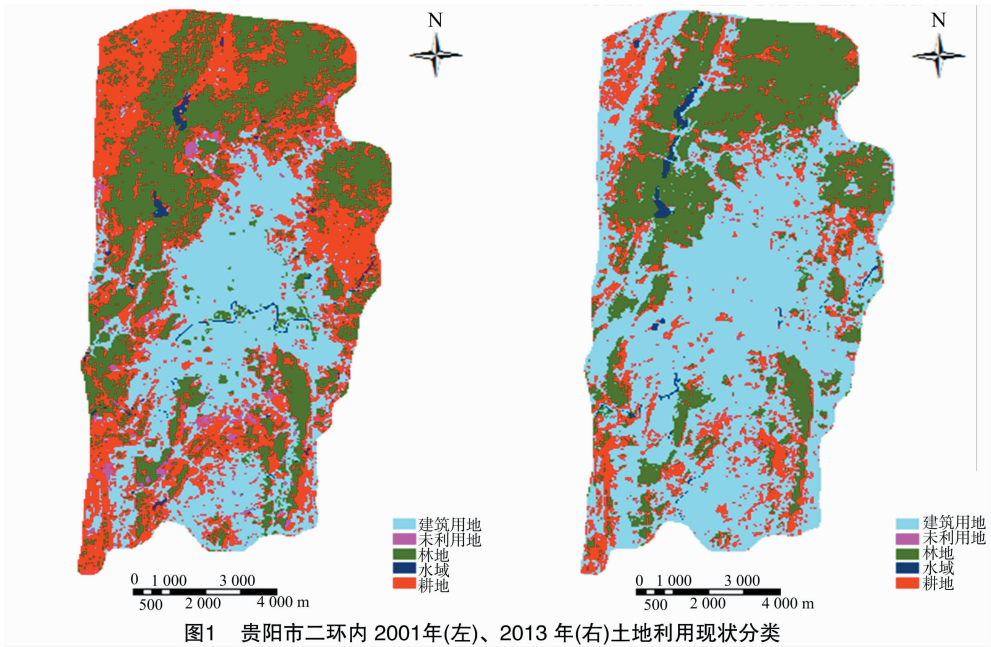


图1 贵阳市二环内 2001年(左)、2013 年(右)土地利用现状分类

表 5 2001—2013 年贵阳市二环土地利用数量变化

土地利用类型	2001 年		2013 年		2013 年与 2001 年相比	
	面积(km <sup>2</sup> )	占比(%)	面积(km <sup>2</sup> )	占比(%)	变化面积(km <sup>2</sup> )	变化率(%)
耕地	39.098	32.853	18.661	15.680	-20.473	-52.363
林地	37.402	31.427	33.995	28.565	-3.407	-9.109
建筑用地	39.760	33.409	65.265	54.839	25.505	64.147
未利用地	1.770	1.487	0.074	0.063	-1.696	-95.819
水域	0.981	0.824	1.016	0.853	0.035	3.568

表 5 分析结果表明:研究区土地利用类型以耕地、林地和建筑用地为主,三者总占比大于 97%,占绝对优势。2001—2013 年研究区土地利用变化显著,2001 年研究区各类土地利用面积占总面积的比重由大到小依次为:建筑用地>耕地>林地>未利用地>水域,建筑用地面积最大,占总面积的 33.41%,水域面积最小,占总面积的 0.83%。2013 年研究区各类土地利用面积占总面积的比重由大到小依次为:建筑用地>林地>耕地>水域>未利用地,建筑用地面积最大,占总面积的 54.84%,未利用地面积最小,占总面积的 0.06%。

从图 2 中可以看出,2001—2013 年 12 年间研究区各类土地利用面积发生了明显的变化。其中耕地、林地、未利用地面积下降,其中耕地面积减少得最多,12 年间一共减少了 20.473 km<sup>2</sup>,年均递减 1.706 km<sup>2</sup>,年变化率为 4.364%;林地面积减少 3.407 km<sup>2</sup>,年变化率为 0.759%;未利用地面积一共减少 1.696 km<sup>2</sup>,年变化率为 7.985%;建筑用地面积和水域面积增加,其中建筑面积在 12 年间增加了 25.505 km<sup>2</sup>,年均增加 2.13 km<sup>2</sup>,年变化率为 5.346%。水域面积 12 年间共

增加了 0.035 km<sup>2</sup>,年变化率为 0.297%,2001—2013 年间,研究区土地利用变化以耕地和建设用地的变化最为显著,这与毛腾等的研究结果相似<sup>[8-9]</sup>,建筑用地增加量超出了耕地面积减少量,说明研究区建筑用地的扩张除了占用了大量的耕地外还导致了林地面积、未利用地面积的减少<sup>[10]</sup>。

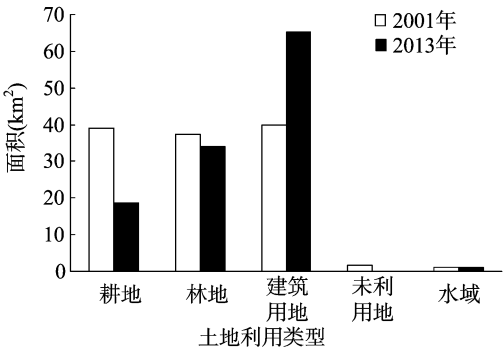


图2 贵阳市二环内 2001—2013 土地利用面积对比

2.2 土地利用程度综合指数分析

土地利用程度综合指数能够有效反映出土地利用的集约化程度,根据 Liu 等提出的土地利用程度的综合分析方法<sup>[7]</sup>,进行土地利用分级(表 6)。

根据公式(2)和表 6 中的不同土地利用类型分级指数计算得出贵阳市二环内的土地利用程度综合指数,2001 年和 2013 年分别为 298.18 和 325.30,计算结果表明从 2001 年到 2013 年研究区土地利用程度综合指数在不断提高,说明随着贵阳市社会经济的快速发展,土地利用集约化程度在不断提高。

表 6 土地利用类型及分级指数

分级指数	分级	类型
1	未利用土地级	未利用地
2	林、草、水域用地级	林地、草地、水域
3	农业用地级	耕地、园地、人工草地
4	城镇聚落用地级	城镇、居民点、工矿、交通用地

2.3 土地利用变化量分析

土地利用变化量可以通过土地利用程度指数表示,可以有效地体现出土地利用所处的发展阶段,并衡量城市土地利用发展水平,促进城市土地利用可持续发展。当  $\Delta L_{b-a} < 0$  时,则表示该区域的土地利用处于调整或者衰退时期,当土地利用程度变化量  $\Delta L_{b-a} > 0$  时,表示该区域土地利用处于发展时期<sup>[11]</sup>。

根据公式(3)计算出土地利用程度综合指数,2001—2013 年研究区土地利用变化量为 27.12,说明贵阳市二环内的土地正处于发展期,并且由于土地利用程度最高值为 400,可见贵阳市二环地区土地开发和开发程度属于中、高速开发状态。

2.4 土地利用变化动态度分析

2.4.1 单一土地利用动态度 单一动态度可以分析某一区域内某种土地利用类型的数量变化,动态度是说明土地利用类型相对的稳定性,即数值绝对值越大,对应的土地利用类型越不稳定;反之,数值绝对值越小,对应的土地利用类型越趋于稳定。由表 7 分析可得,单一土地利用动态度数值绝对值由大到小的顺序依次为未利用地 > 建筑用地 > 耕地 > 林地 > 水域,表明研究区未利用地变化速度最显著,土地类型数量不稳定,其次是建筑用地,水域面积变化不大,在 5 种土地利用类型中最稳定。

表 7 2001—2013 年贵阳市二环土地动态度

土地利用类型	单一动态度(%)	综合动态度(%)
耕地	-4.364	10.14
林地	-0.759	1.90
建筑用地	5.346	0.33
未利用地	-7.985	733.33
水域	0.297	7.18

2.4.2 综合土地利用动态度 综合土地利用动态度侧重于土地利用类型变化的速度和年变化率,计算结果见表 7。从表 7 中可以看出,综合土地利用动态度数值由大到小的顺序依次为未利用地 > 耕地 > 水域 > 林地 > 建筑用地,说明 2001—2013 年间研究区域未利用地的变化强度最大,反映了人类与土地之间进行物质、能量、信息交流的程度也最大,其

次为耕地,建筑用地变化强度最小,表明建筑用地转为其他类土地利用面积的绝对值最小,建设用地的增加是耕地、林地、未利用地面积减少的主要原因。

3 结论与讨论

3.1 结论

运用 RS 与 GIS 技术方法对贵阳市 2001、2013 年 2 期的遥感影像进行处理,提取贵阳市二环内土地利用变化信息;运用土地利用动态度、土地利用程度等分析方法,对研究区土地利用数量变化及利用程度进行分析,得出以下主要结论:

(1)2001—2013 年研究区土地利用类型以耕地、林地和建筑用地为主,三者总占比大于 97%,占绝对优势;12 年间研究区耕地、林地、未利用地面积下降,其中耕地面积减少得最多,12 年间一共减少了 20.473 km<sup>2</sup>;林地面积减少 3.407 km<sup>2</sup>;未利用地面积一共减少 1.696 km<sup>2</sup>;建筑用地面积和水域面积增加,其中建筑面积在 12 年间增加了 25.505 km<sup>2</sup>,水域面积 12 年间共增加了 0.035 km<sup>2</sup>。2001—2013 年间,研究区土地利用变化以耕地和建设用地的变化最为显著,建筑用地增加量超出了耕地面积减少量,说明研究区建筑用地的扩张除了占用了大量的耕地外还导致了林地面积、未利用地面积的减少。

(2)贵阳市二环内的土地利用程度综合指数由 2001 年的 298.18 上升到 2013 年的 325.30,说明从 2001 年到 2013 年随着研究区社会经济的快速发展,其土地利用方式逐渐由粗放型向集约型转变,土地利用集约化程度在不断提高。2001—2013 年研究区土地利用变化量为 27.12,说明贵阳市二环内的土地正处于发展期,进入了利用方式逐渐由粗放型向集约型转变土地开发利用的新阶段。

(3)土地利用变化速度研究结果表明,研究区未利用地变化速度最显著,从单一土地利用动态度来看,各地类变化速度从快到慢依次为未利用地 > 建筑用地 > 耕地 > 林地 > 水域,说明土地类型数量不稳定,其次是建筑用地,水域面积变化不大,在 5 种土地利用类型中最稳定;就综合土地利用动态度而言,则速度从快到慢依次为未利用地 > 耕地 > 水域 > 林地 > 建筑用地,表明建筑用地转为其他类土地利用面积的绝对值最小,建设用地快速增加是耕地、林地、未利用地面积减少的主要原因。

3.2 讨论

随着喀斯特生态脆弱区经济社会的不断发展,快速推进的城镇化必然带来建设用地不断增加,耕地、林地、未利用地面积下降,人地矛盾日趋紧张,影响城市的绿色可持续发展。因此,研究区必须协调城市发展与土地利用之间的关系,缓解人地矛盾。首先适度控制人口数量,提高人口素质,确保土地的集约化程度和利用效率的提高;其次以土地集约高效利用为目标,加强林地、耕地和基本农田保护,减少建设用地的扩张;科学规划和开发利用土地,加强土地资源的宏观调控和用途管制,优化土地资源配置。在区域宏观政策与喀斯特生态脆弱区发展政策的指导下开发与保护并重,使土地利用格局变化与研究区的社会经济发展相适应<sup>[12]</sup>。

喀斯特生态脆弱区土地利用变化是一个复杂、综合的动态过程,驱动因素很多<sup>[12]</sup>,本研究只对 2 期的遥感影像数据

樊彦国,韩志聪,李倩倩,等. 基于 GIS 和 CSLE 的土壤侵蚀定量评价——以山东省临沂地区为例[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):439-442.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.126

# 基于 GIS 和 CSLE 的土壤侵蚀定量评价 ——以山东省临沂地区为例

樊彦国<sup>1</sup>, 韩志聪<sup>1</sup>, 李倩倩<sup>1</sup>, 田从永<sup>2</sup>

(1. 中国石油大学地球科学与技术学院, 山东青岛 266580; 2. 海洋石油工程股份有限公司, 山东青岛 266520)

**摘要:**为了解及评估山东省临沂地区土壤侵蚀现状,在地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)技术支持下,应用中国土壤侵蚀方程(Chinese soil loss equation,简称 CSLE)模型,中分辨率成像光谱仪[moderate-resolution imaging spectroradiometer,简称 MODIS(250 m)]与航天飞机雷达地形测绘[shuttle radar topography mission,简称 SRTM(90 m)]影像,测量研究区 10 个气象站点降水量数据及土壤类型图等数据,结合临沂地区特征,定量估算了研究区土壤侵蚀量。结果表明:(1)研究区土壤的微度侵蚀占总面积的 80.83%,轻度侵蚀占 15.62%;(2)在地形起伏较大的山区、丘陵地带存在非常明显的中、强度侵蚀,土壤侵蚀较为严重的地区主要分布在山区周围,平原地区侵蚀强度较轻;(3)山区周围的侵蚀以山脚为主,越往上的区域,侵蚀程度越低。

**关键词:**土壤侵蚀;CSLE 模型;GIS 技术;临沂地区;定量评价

**中图分类号:** S127;S157 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0439-04

土壤侵蚀作为一场“蠕动的灾难”,是当今全球人类共同面临的一种最普遍、持续性最强的地质性灾害<sup>[1]</sup>。土壤侵蚀是指在地表内外营力和人为作用力的影响下,土壤颗粒及各种构成等遭到破坏,包括剥离、输移和沉积等全部过程<sup>[2]</sup>。山东省临沂地区土壤侵蚀面积大、侵蚀模数高,尤其是低山丘陵区土壤侵蚀非常严重,是山东省土壤侵蚀的主要地区之一。自 Meyer 提出对土壤侵蚀定量评价研究<sup>[3]</sup>以来,土壤侵蚀领域掀起了土壤侵蚀定量评价模型的研究热潮,国内外学者投

身于模型研究中,具有代表性的有 USLE<sup>[4]</sup>/RUSLE<sup>[5-6]</sup>、WEPP/GeoWEPP<sup>[7-8]</sup>、LISEM<sup>[9]</sup>、CSLE<sup>[10]</sup>等,其中大部分模型都是在土壤流失模型(USLE)的基础上根据实际问题修改形成的。CSLE 是在 USLE 和 RUSLE 基础上,根据我国特殊自然地理环境改进后的适用于我国土壤侵蚀特征的土壤侵蚀定量评价模型。

随着 3S 技术的快速发展,地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)、遥感(remote sensing,简称 RS)等技术被广泛应用到土壤侵蚀定量评价研究中,为模型因子的获取提供了新途径。程琳等利用 CSLE 模型和专题测图仪(thematic mapper,简称 TM)数据对陕西省土壤侵蚀进行了定量评价<sup>[11]</sup>,孙禹等利用 GIS 技术对黑龙江省克山县的土壤侵蚀模数进行了计算<sup>[12]</sup>,王凯等利用 CSLE 模型和高分辨率影像对孤山川流域土壤侵蚀进行了定量评价<sup>[13]</sup>。本研究在 GIS

收稿日期:2015-09-17

基金项目:农业气象保障与重点实验室开放基金(编号:AMF201309);中央高校基本科研业务费专项资金(编号:11CX04012A)

作者简介:樊彦国(1965—),男,河北望都人,博士,教授,主要研究方向为遥感应用与国土资源。E-mail: ygf@upc.edu.cn。

进行了分析,运用多期的遥感影像数据对土地利用动态变化信息进行提取和预测,并对其土地利用驱动因素进行全面深入分析有待于进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 张红红,林楠,王晓志,等. 基于 RS 和 GIS 的吉林地区土地利用变化研究[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(2):68-70,74.
- [2] 龙花楼,李秀彬. 长江沿线样带土地利用格局及其影响因素分析[J]. 地理学报,2001,56(4):417-425.
- [3] 摆万奇,阎建忠,张德铨. 大渡河上游地区土地利用/土地覆被变化与驱动力分析[J]. 地理科学进展,2004,23(1):71-78.
- [4] 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,1999,18(1):81-87.
- [5] 凌侠,王丹秋. 基于 RS 和 GIS 的固阳县土地利用动态变化研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2013,34(5):47-52.

- [6] 张丽,杨国范,刘吉平. 1986—2012 年抚顺市土地利用动态变化及热点分析[J]. 地理科学,2014,34(2):186-191.
- [7] Liu J Y, Kuang W H, Zhang Z X, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s[J]. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(2):195-210.
- [8] 毛腾. 基于 RS 和 GIS 的土地利用动态变化分析——以南京市为例[J]. 辽宁农业科学,2015(6):28-31.
- [9] 李丽,刘普幸,姚玉龙. 近 28 年金昌市土地利用动态变化及模拟预测[J]. 生态学杂志,2015,34(4):1097-1104.
- [10] 魏媛,吴长勇,徐筑燕. 贵阳市土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 贵州农业科学,2015,43(2):185-188,192.
- [11] 余嘉琦,李钢,赵华,等. 江苏省沛县土地利用变化及其生态服务价值研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):371-376.
- [12] 陈瑜琦,王雯,李建林. 生态脆弱区土地利用动态变化研究——以甘肃省榆中县为例[J]. 国土资源科技管理,2015,32(6):24-31.