

# 河北省农牧交错区 LUCC 及其对生态脆弱性的影响

赵艳霞, 刘欣, 秦彦杰, 徐全洪

(河北省科学院 地理科学研究所, 石家庄 050011)

**摘要:**研究河北农牧交错区 LUCC 规律及其对生态脆弱性的影响, 为研究区土地利用调控及生态环境恢复提供数据支持。从河北省农牧交错区选择典型样点作为研究单元, 基于 1987 年、2000 年和 2007 年的遥感影像, 借助 GIS 技术手段和 Fragstats 软件, 研究样点区 LUCC 及其对生态脆弱性的影响。结果表明: (1) 研究区土地利用程度综合指数在 2000 年最高, 1987—2000 年为土地利用程度加重阶段, 2000—2007 年为减弱阶段。 (2) 1987—2000 年斑块结构朝均一化方向发展, 自 2000 年开始, SHDI 和 SHEI 开始呈上升趋势。 (3) 1987—2000 年 LUCC 导致了区域脆弱性程度加重, 2000—2007 年的 LUCC 大大减轻了区域生态环境脆弱性。土地利用/覆被变化直接影响区域的生态脆弱性, 通过科学土地调控政策可以改变区域生态脆弱性。

**关键词:**农牧交错区; 土地利用/覆被变化; 脆弱性

中图分类号: F361.24; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)05-0205-07

## LUCC and Its Impact on Vulnerability of Agro-pastoral Areas in Hebei Province

ZHAO Yan-xia, LIU Xin, QIN Yan-jie, XU Quan-hong

(Institute of Geography Science, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050011, China)

**Abstract:** The purpose of this paper is to study the LUCC law of agro-pastoral areas in Hebei and its effects on the vulnerability; provide data support for land use control and environment recovery. The method is to select typical areas from agro-pastoral areas as research unit in Hebei. Based on remote sensing of 1987, 2000 and 2007, the paper uses GIS and fragstats software to study the LUCC law of typical areas and its effects on the eco-vulnerability. The result show that: (1) The land use and land cover level of the highest composite index is 2000, 1987—2000 period increasing, 2000—2007 period decreasing; (2) In 1987—2000 period, plaque structure towards the homogenization of direction, SHDI and SHEI began rising since 2000; (3) LUCC leads to the aggravation of regional vulnerability in 1987—2000, which is opposite in 2000—2007. The conclusion is that the LUCC effects the regional vulnerability straightway; the regional vulnerability can be changed by scientific land control policy.

**Key words:** vulnerable agro-pastoral area; LUCC; vulnerability

土地利用/覆被变化(Land Use and Land Cover Change, LUCC)反映了人类与自然界相互影响, 相互作用最直接、最密切的关系<sup>[1]</sup>, 是全球变化留下的最直接、最重要的遗迹载体<sup>[2]</sup>。20 世纪 90 年代以来, 全球环境变化研究领域逐渐加强了对 LUCC 的研究。中国北方农牧交错区是半干旱区向干旱区过渡地带, 土地利用/覆被具有明显的过渡性和波动性特点, 对气候变化及人为扰动的响应极为敏感, 生态环境脆弱。研究该区域 LUCC 及其对生态环境的影响, 对于了解区域生态环境乃至全球环境变化具有重要的意义。近 10 a 来, 国内外学者开展了农牧交错

区 LUCC 及其生态环境效应、驱动力等方面的研究, 取得大量研究成果<sup>[3-7]</sup>。河北省农牧交错区位于河北坝上地区, 近 20 a 来该区域受到大规模开荒、退耕还草等国家政策的影响, 出现了耕地和草地界线不断的波动变化, 导致了其生态环境状况异常变化。因此, 很有必要分析其 LUCC 规律及其对生态脆弱性的影响, 掌握土地利用/覆被变化对生态脆弱性的影响规律。本研究利用遥感数据和 GIS 技术, 对研究区 LUCC、景观格局变化进行系统分析, 并通过模型构建分析 LUCC 对生态脆弱性的影响, 为农牧交错区的土地利用调控及生态环境恢复提供数据支持。

## 1 研究区概况

河北省农牧交错区位于河北坝上地区,包括张北县、康保县、沽源县全部及尚义县、围场县、丰宁县部分地区。该区处在我国地貌第二级台地的边缘带上,地貌为坡状高原,由岗梁、旱滩、二阴滩、下湿滩和湖淖滩相间分布而成,海拔 1 000~1 700 m,年平均温度 1~3℃,降水量 350~450 mm,蒸发量高达 1 710~1 980 mm,干燥度 2.0~2.3,属干旱—半干旱气候区。年平均风速 4.5~5.0 m/s,春季大风日数超过 60 d,风蚀模数高达 3 000 t/km<sup>2</sup>。代表性土壤类型为栗钙土,土层浅薄、贫瘠,厚度仅 20~60 cm,耕层土壤全氮 0.8~1.5 g/kg,有效磷 1.5~6.0 mg/kg。自然条件严酷,景观生态和系统层次结构简单,环境本身的抗干扰能力和自身的修复能力差,常发生各种灾害性天气,如干旱、风沙、霜冻、冰雹、生物灾害等,从而导致自然经济社会复合系统波动性高,为中国北方生态脆弱地带中最为脆弱或敏感的地段<sup>[8]</sup>,也是我国土地退化的重度类型区<sup>[9]</sup>。

在晚清时期以前,该区域以牧为主,是水草丰美的牧场,到清朝后期,人口增多,开垦耕地增多,局部草原遭到破坏,从 1862 年一直到 1949 年解放,该地区农田大面积增加,由牧业逐渐转变为半牧半农区,脆弱的生态环境遭到破坏。1949—1998 年退耕还草工程实施前,随着生产力的解放以及政策的导向,大规模地开垦草地为农田,对该区的生态环境造成巨大的影响,1986—2000 年期间,仅 14 a 的时间,沙化土地就由 54.7 万 hm<sup>2</sup> 增加到 121.41 万 hm<sup>2</sup>,其中沙化耕地从 19.66 万 hm<sup>2</sup> 增至 50.37 万 hm<sup>2</sup>,沙化草地从 34.81 万 hm<sup>2</sup> 增至 48.52 万 hm<sup>2</sup>。随着该区域生态环境的恶化,政府意识到开垦草地的错误,2000 年后制定了退耕还草和土地开发整理政策,使大面积的农田退耕下来,还原为草地,对土地进行科学合理的开发整理,经过几年的保护,到目前生态环境已经得到明显的改善。

选择康保县作为河北省农牧交错区的典型样区,康保县地理坐标为东经 114°11′—114°56′,北纬 41°25′—42°08′,土地总面积 3 365.37 km<sup>2</sup>。1987—1999 年,坝上地区低覆盖度草地的开垦转化为耕地活动中,康保县数量最多<sup>[10]</sup>;在中国北方农牧交错带,张北、康保、尚义是人口超载高中心,10 a 累计超载均在 120 人/km<sup>2</sup> 以上,康保县为全区最严重超载的地方,每 1 km<sup>2</sup> 超载 204 人<sup>[11]</sup>。

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据源选择

本研究采用数据为 1987 年、2000 年美国 Land-

sat (空间分辨率 30 m×30 m)影像和 2007 年中巴地球资源卫星(空间分辨率 20 m×20 m)影像。根据华北地区的季节和天气特征,作物植被和自然植物的生长特性,选取 6—9 月的图像。

### 2.2 土地利用/覆被分类

本研究参照中国科学院资源环境数据库中的全国 1:10 万土地利用分类系统,对空间数据进行编码。确定采用 6 个一级分类,25 个二级分类的土地利用/覆被分类体系(表 1)。

表 1 土地利用/覆被分类系统

一级地类		二级地类	
编码	名称	编码	名称
1	耕地	11	水田
		12	旱地
2	林地	21	有林地
		22	灌木林
		23	疏林地
		24	其它林地
3	草地	31	高覆盖度草地
		32	中覆盖度草地
		33	低覆盖度草地
4	水域	41	河渠
		42	湖泊
		43	水库坑塘
		44	滩涂
		45	滩地
5	城乡工矿居民用地	51	城镇用地
		52	农村居民点
		53	其它建设用地
6	未利用土地	61	沙地
		62	戈壁
		63	盐碱地
		64	沼泽地
		65	裸土地
		66	裸岩石质地
		67	其它

### 2.3 数据获取

2.3.1 LUC 数据获取 对研究区 1987 年、2000 年和 2007 年的遥感影像,利用 ERDAS IMAGE 软件进行几何校正和增强处理,选取能较好反映植被覆盖变化情况的波段合成假彩色图像,建立解译判读标志<sup>[12]</sup>。采用人机交互目视解译方式,应用 ArcGIS 软件解译出 1987 年、2000 年和 2007 年三期土地利用/覆被空间分布数据,获得三个时期的土地利用/覆被变化数据。

2.3.2 景观指数提取 本研究采用 Fragstats 软件栅格版进行景观生态指数分析。对已经解译好的 COVERAGE 格式的土地利用/覆被数据,利用 ArcMap 的空间分析模块的“要素到栅格”转换功能,将 Coverage 文件转换成 FRAGSTATS 所需要的 Grid

格式,像素大小设置为 30 m×30 m。根据土地利用/覆被的对应分类方法,设置分类文件,运行 FRAG-STATS 软件,得到所需的景观指数。

### 2.3.3 土地利用/覆被时空变化分析指标

(1)土地利用程度综合指标。土地利用程度的量化指标,综合反映某一地区的土地利用程度。按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态,将土地利用程度分成若干级,并赋予分级指数。未利用土地赋值为 1,林地、草地、水域赋值为 2,耕地、园地和人工草地赋值为 3,城乡工矿居民用地赋值为 4。则土地利用程度综合指数计算公式为

$$L_a = 100 \times \sum_{i=1}^4 A_i \times C_i \quad (1)$$

式中: $L_a$ —— $a$  时期土地利用程度综合指数; $A_i$ ——第  $i$  级的土地利用程度级数赋值; $C_i$ ——第  $i$  级的土地利用程度分级面积百分比。

(2)土地利用/覆被动态度。表述一定区域内土地利用/覆被动态变化的速率。采用单一土地利用/覆被动态度,表达研究区一定时段内某种土地利用类型的数量变化情况,计算公式为

$$U_K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $U_K$ ——单一土地利用类型的动态度; $U_a, U_b$ ——研究区起止时间某种土地利用/覆被类型的面积数量; $T$ ——时段长度。

### 2.3.4 景观格局分析指标

(1)斑块数(Number of patches, NP)。指某一

景观或斑块类型中所有相关斑块的数目,包括整个景观的斑块数量(NPI)和单一类型的斑块数量(NPC),是测度某一景观类型范围内景观分离度与破碎度最简单的指标。

(2)Shannon's 景观多样性指数(Shannon's Diversity Index, SHDI)。反映景观类型的多少和各景观类型所占比例的变化。由公式(3)计算:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (3)$$

式中: $H$ ——景观多样性指数; $P_i$ ——土地利用/覆被类型  $i$  所占面积的比例; $n$ ——斑块类型的数目。

(3)均匀度指数(Shannon's Evenness Index, SHEI)。是反映区域中各种土地利用/覆被类型分配均匀程度的指标,其数值越大,表明区域内各种土地利用/覆被类型分配越均匀。由公式(4)计算:

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H}{\ln n} \quad (4)$$

式中: $E$ ——均匀度指数; $H$ ——景观多样性指数; $H_{\max}$ ——景观多样性指数最高值; $n$ ——景观中斑块类型的数目。

2.3.5 土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数(LEVI) 采用指数和法构建区域土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数模型<sup>[13]</sup>,由土地利用/覆被类型的生态适宜性综合指数(QI)、土地利用/覆被类型的稳定性综合指数(STA)、土地利用/覆被类型的空间格局综合指数(STR)相加计算得出,公式为

$$LEVI = QI + STA + STR \quad (5)$$

表 2 各土地利用/覆被类型生态适宜性分值

土地 适宜性	宜农				宜林			宜牧	
	I 级地	II 级地	III 级地	IV 级地	I 级地	II 级地	III 级地	I 级地	II 级地
耕地	100	80	70	60	30	10	5	0	0
林地	100	100	100	100	100	60	50	10	0
草地	100	100	100	100	100	100	100	100	50

(1)土地利用/覆被类型的生态适宜性综合指数(QI)。表示土地利用/覆被类型与所处环境的适宜程度,即土地利用/覆被类型与生态环境最适宜的土地利用/覆被类型之间的匹配程度。土地利用/覆被类型的生态适宜性综合考虑土壤表层质地、有机质含量、灌溉保证、地貌类型等因素,评价土地资源对于农业利用的适宜程度。采用德尔菲法根据不同土地利用/覆被类型的适宜度对生态环境脆弱性的影响程度进行打分,对各指标进行分级并赋予 0~100 的数值(表 2)。

土地利用/覆被类型生态适宜性综合指数计算模型:

$$QI = W \sum_{i=1}^4 \frac{q_i \cdot LS_i}{S_{\text{总}}} \quad (6)$$

式中  $i$ ——4 种不同的土地利用/覆被类型,  $i=1, 2, 3,$

4;  $LS_i$ ——第  $i$  种土地利用/覆被类型在区域中的总面积;  $W$ ——土地适宜性权重;  $S_{\text{总}}$ ——4 种土地利用/覆被类型的总面积;  $q_i$ ——第  $i$  种土地利用/覆被类型的生态适宜性综合指数,其计算公式为

$$q_i = \sum_{j=2}^9 \frac{A_{ij} \cdot p_{ij}}{LS_i} \quad (7)$$

式中: $j$ ——土地适宜性的 9 个级别,  $j=1, 2, 3, \dots, 9$ ;  $A_{ij}$ ——第  $i$  种土地利用/覆被类型分布在第  $j$  个土地适宜性级别上的面积,由土地利用/覆被类型图与土地适宜性评价图叠加计算得到;  $p_{ij}$ ——第  $i$  种土地利用/覆被类型所对应的第  $j$  个土地适宜性级别的分值。

(2)土地利用/覆被类型的稳定性综合指数(STA)。反映每种土地利用/覆被类型本身的特性和

能力,是由土地利用/覆被类型的多项生态系统服务功能所共同决定的综合指标。根据河北省农牧交错区的土地资源和环境特性,筛选确定小气候调节能力、水土保育能力、生物多样性维护和自我恢复能力 4 项指标作为表征该区域土地利用/覆被类型的稳定性指标,并对各土地利用/覆被类型的小气候调节能力、水土保育能力、生物多样性维护能力和自我恢复能力等指标进行打分(表 3)。

表 3 土地利用/覆被类型的稳定性分值

土地利用/ 覆被类型	耕地	林地	草地	水域	城乡工矿 居民用地	未利用 土地
小气候调节能力	45	90	80	70	10	20
水土保育能力	30	95	85	80	10	30
生物多样性维护	20	90	80	90	10	20
自我恢复能力	40	80	60	50	10	10

土地利用/覆被类型稳定性综合指数的计算模型:

$$STA = \sum_{m=1}^6 \sum_{n=1}^4 \frac{ST_{mn} \cdot \omega_n \cdot LS_m}{QS_{\text{总}}} \quad (8)$$

式中: $m$ ——6 种不同的土地利用/覆被类型, $m=1, 2, 3, \dots, 6$ ;  $n$ ——4 个土地利用/覆被类型的生态稳定性指标, $n=1, 2, 3, 4$ ;  $ST_{mn}$ ——第  $m$  种土地利用/覆被类型的第  $n$  个指标的分值; $\omega_n$ ——第  $n$  个指标的权重; $LS_m$ ——第  $m$  种土地利用/覆被类型在区域中的

总面积; $QS_{\text{总}}$ ——区域总面积。

(3) 土地利用/覆被类型空间格局综合指数 (STR)。选取有代表性景观分维数、分离度、蔓延度 3 个景观指数作为土地利用/覆被空间格局指标。根据景观分维数、景观类型分离度和蔓延度指数对生态环境脆弱性的影响,进行分级并赋予相应的分值(表 4)。

表 4 景观分维数分离度、蔓延度的量化分级

分维数	1~	1.1~	1.2~	1.3~	1.5~	1.8~
分级	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0
分值	95	90	80	60	40	20
蔓延度	0—1	1—3	3—6	6—10		
分级						
分值	20	40	70	90		
分离度	1~	20~	40~	60~	80~	
分级	20	40	60	80	100	
分值	95	80	60	30	10	

土地利用/覆被类型空间格局综合指数的计算模型:

$$STR = \sum_{i=1}^3 (LA_i \cdot \omega_i) \quad (9)$$

式中: $LA_i$ ——第  $i$  个土地利用景观指标值; $\omega_i$ ——第  $i$  个土地利用/覆被类型景观指标的权重。

(4) 评价指标权重。指标权重反映了评价指标对生态环境脆弱性的影响程度。本研究采用层次分析法(AHP)确定各指标权重,结果见表 5。

表 5 各评价指标的权重

指标	景观分 维数	景观类型 分离度	蔓延 度指数	小气候 调节能力	水土保育 能力	生物多样性 维护能力	自我恢复 能力	生态 适宜性
权重	0.06	0.08	0.06	0.0875	0.105	0.0525	0.105	0.45

### 3 结果与分析

#### 3.1 土地利用/覆被时空变化

3.1.1 土地利用程度 通过解译 1987 年、2000 年和 2007 年遥感影像,获得 3 个年度土地利用/覆被数据,在分析数据变化的基础上,计算各年度土地利用程度综合指数。在整个研究时段,变化最大的为耕地、林地和草地(表 6—7),1987—2000 年,耕地、有林地、疏林地、其他林地和低覆盖度草地增加,而灌木林和大量的高、中覆盖度草地减少,人类以增加耕地为目的的土地开发,增加耕地面积的同时,对生态环境起到破坏作用,土地退化严重,导致低覆盖度草地面积的大量增加,该期间土地利用程度综合指数由 1987 年的 247.8 增长至 2000 年的 252.64,土地利用程度加重;2000—2007 年,实施退耕还林还草和土地整理工程以后,大量耕地被退成草地或林地,使区域内土地利用综合指数下降,到 2007 年恢复到了 241.5,土地利用程度明显减轻,区内生态环境得以恢复和改善。

3.1.2 土地利用/覆被动态度 计算 1987—2000 年和 2000—2007 年两个时段旱地、有林地、其他林地等土地利用/覆被类型的单一动态度(表 8)。从单一土地利用动态度表中可看出:(1)区域内的耕地(旱田)在 1987—2000 年期间呈增加趋势,当地农民以开垦草地为耕地的土地利用方式改变,盲目增加了耕地面积,2000 年后,退耕还林政策的执行,加上有优惠的补助政策,大批的耕地转换为草地或林地,耕地呈急速减少趋势;(2)有林地和疏林地在整个研究时段表现出连续增长的趋势,且在 2000 年后增长速率有增加的趋势;灌木林地在 2000 年前呈减少趋势,2000 年后表现急速增加的趋势;其他林地则与灌木林地相反,2000 年前表现很高的增加速率,2000 年后开始减少;(3)高覆盖度草地和中覆盖度草地在 2000 年前呈减少态势,2000 年后开始增加;低覆盖度草地则表现出连续增加的变化动态,特别是在 2000 年前增加很明显;(4)湖泊、水库坑塘均表现出连续减少的趋势;(5)城镇用地、农村居民用地表现连续增长趋势,城镇

用地在 2000 年后比 2000 年前的单一动态度小,说明城镇的扩张速度有所减缓,而农村居民用地相反,在 2000 后比 2000 年前的动态变化要快;其他建设用地在 2000 年前呈增加趋势,2000 年呈减少趋势;(6)盐碱地、沼泽地和裸岩等未利用土地在研究时段呈持续减少趋势,说明康保县的土地利用率在不断增加。

表 6 研究区不同时段单一土地利用类型变化

一级地类		二级地类		1987—2000 年		2000—2007 年		1987—2007 年	
编码	名称	编码	名称	面积变化/hm <sup>2</sup>	动态度%	面积变化/hm <sup>2</sup>	动态度%	面积变化/hm <sup>2</sup>	动态度%
1	耕地	11	水田	0	0	0	0	0	0
		12	旱地	119.83	0.586	—388.84	—3.282	—269.01	—0.855
			小计	119.83	0.586	—388.84	—3.282	—269.01	—0.855
2	林地	21	有林地	7.37	0.375	184.08	16.563	191.45	6.323
		22	灌木林	—57.56	—4.828	83.81	35.065	26.25	1.431
		23	疏林地	18.3	6.768	18.82	6.877	37.12	8.924
		24	其它林地	54.37	10.222	—13.23	—1.984	41.14	5.027
			小计	22.48	12.537	273.48	56.521	295.96	21.705
3	草地		高覆盖度草地	—131.19	—1.951	118.32	4.379	—12.87	—0.124
		31	中覆盖度草地	—35.64	—0.574	46.09	1.49	10.45	0.109
		32	低覆盖度草地	61.82	2.092	10.34	0.511	72.16	1.587
		33	小计	—105.01	—0.433	174.75	6.38	69.74	1.572
4	水域	41	河渠	0	0	0	0	0	0
		42	湖泊	—0.26	—0.076	—8.11	—4.448	—8.37	—1.591
		43	水库坑塘	—0.99	—0.52	—5.75	—6.041	—6.74	—2.309
		44	滩涂	0	0	0	0	0	0
		45	滩地	0	0	0	0	0	0
			小计	—1.25	—0.596	—13.86	—10.489	—15.11	—3.9
5	城乡工矿居民用地	51	城镇用地	0.64	1.328	0.34	1.103	0.98	1.316
		52	农村居民点	1.42	0.139	2.89	0.514	4.31	0.273
		53	其它建设用地	0.2	3.652	—0.28	—6.518	—0.08	—0.99
			小计	2.26	5.119	2.95	—4.901	5.21	0.599
6	未利用土地	61	沙地	0	0	0	0	0	0
		62	戈壁	0	0	0	0	0	0
		63	盐碱地	—0.9	—0.454	—6.23	—6.204	—7.13	—2.338
		64	沼泽地	—38.16	—3.361	—28.41	—8.253	—66.57	—3.811
		65	裸土地	0	0	0	0	0	0
		66	裸岩石质地	0.75	0.185	—13.84	—6.235	—13.09	—2.114
		67	其它	0	0	0	0	0	0
			小计	—38.31	—3.63	—48.48	—20.692	—86.79	—8.263

表 7 土地利用程度综合指数及变化表

土地利用程度综合指数( $L_a$ )			土地利用程度变化量( $\Delta L_{b-a}$ )		
1987 年	2000 年	2007 年	1987—2000	2000—2007	1987—2007
247.80	252.64	241.50	4.84	—11.15	—6.30

注: $\Delta L_{b-a}$ 为时段末与时段初土地利用程度综合指数的差。

3.2 景观格局变化

应用 Fragstats 软件计算研究区斑块数(NP)、景观多样性指数(SHDI)和均匀度指数(SHEI),见表 9—10。

土地利用/覆被景观格局分析表明:1987—2007 年康保县斑块总数减少。耕地的斑块数目持续增加,向破碎化方向发展;林地斑块数目在 1987—2000 年呈增加趋势,2000 年后又开始出现减少;草地斑块数

目 1987 年以小斑块数目出现,斑块总数 312 个,到 2000 年斑块联合,斑块数目急剧减少,减少到 192 个,2000—2007 年开始呈现破碎化方向,斑块数目开始增加;水域斑块数目连续减少,由 1987 年的 124 个减少到 2007 年的 97 个;城乡工矿居民用地斑块数目变化不大,有少量数目的变动;未利用土地斑块数目持续减少,在 2000 年后斑块数目减少加剧;SHDI 和 SHEI 均表现先下降后上升的趋势。说明该研究区的生态系统在 1987—2000 年阶段,正朝单一性方向发展,区域内斑块结构朝以耕地和草地为主的均一化方向发展,到 2000 年开始实施退耕还林还草政策后,区域内的草地斑块等开始增多,区域内的生物多样性指数和均匀度指数开始呈上升趋势。

表 8 研究区不同时段单一土地利用类型动态度 %

编码	1987—2000 年	2000—2007 年	1987—2007 年
11	0	0	0
12	0.586	—3.282	—0.855
小计	0.586	—3.282	—0.855
21	0.375	16.563	6.323
22	—4.828	35.065	1.431
23	6.768	6.877	8.924
24	10.222	—1.984	5.027
小计	12.537	56.521	21.705
31	—1.951	4.379	—0.124
32	—0.574	1.49	0.109
33	2.092	0.511	1.587
小计	—0.433	6.38	1.572
41	0	0	0
42	—0.076	—4.448	—1.591
43	—0.52	—6.041	—2.309
44	0	0	0
45	0	0	0
小计	—0.596	—10.489	—3.9
51	1.328	1.103	1.316
52	0.139	0.514	0.273
53	3.652	—6.518	—0.99
小计	5.119	—4.901	0.599
61	0	0	0
62	0	0	0
63	—0.454	—6.204	—2.338
64	—3.361	—8.253	—3.811
65	0	0	0
66	0.185	—6.235	—2.114
67	0	0	0
小计	—3.63	—20.692	—8.263

表 9 不同时期康保县斑块数变化

土地利用方式	1987 年	2000 年	2007 年
耕地	97	120	149
林地	348	415	345
草地	312	192	228
水域	124	113	97
城乡工矿居民用地	502	501	491
未利用土地	50	51	38
总计	1433	1392	1348

3.3 土地利用/覆被的生态环境脆弱性效应

计算 1987 年、2000 年和 2007 年的土地利用/覆被类型的生态适宜性指数(QI)、稳定性指数(STA)和空间格局综合指数(STR),得到三个时期土地利用/覆被生态环境脆弱性效应综合指数(LEVI)。从表 10 可以看出,QI 连续上升,表明土地利用/覆被类型与所处环境的适宜程度不断加强;STA 先降后增,表明 1987—2000 年,该区土地利用/覆被类型的小气候调节能力、水土保持能力、生物多样性维护能力和

自我恢复能力的稳定性降低,2000—2007 年,稳定性有所增加;STR 则表现出连续下降的趋势,表明土地利用/覆被类型的景观分维数、分离度、蔓延度等景观指数下降。LEVI 的变化表明,康保县土地利用/覆被变化对区域生态环境脆弱性产生了影响,1987—2000 年土地利用/覆被变化导致了区域内脆弱性程度加重,2000—2007 年的土地利用/覆被变化大大减轻了区域内的生态环境脆弱性。

表 10 康保县不同年份土地利用/覆被景观格局变化

景观指数	1987 年	2000 年	2007 年
SHDI	1.2161	1.2030	1.2248
SHEI	0.6787	0.6714	0.6836
QI	14.58	14.68	14.76
STA	18.60	18.41	20.95
STR	5.77	5.67	4.71
LEVI	38.95	38.76	40.42

4 结论

通过分析康保县 1987 年、2000 年和 2007 年三个时期的土地利用/覆被变化、景观格局变化,建立河北省农牧交错区土地利用/覆被的生态环境脆弱性综合效应指数模型,揭示了农牧交错脆弱区土地利用/覆被变化及其对生态环境脆弱性的影响,研究结果表明:

(1)在整个研究时段,湖泊、水库坑塘、盐碱地和沼泽地呈减少趋势,有林地、城镇用地、农村居民点、疏林地、低覆盖度草地呈增加趋势,旱田、其他林地、其他建设用地和裸岩呈先增加后减少的趋势,高覆盖度草地、中覆盖度草地和灌木林地呈先减少后增加的趋势;区域内土地利用程度综合指数在 2000 年最高,1987—2000 年为土地利用程度加重阶段,2000—2007 年为土地利用程度减弱阶段。

(2)1987—2000 年间研究区的生态系统正朝单一性方向发展,区域内斑块结构朝以耕地和草地为主的均一化方向发展,自 2000 年开始,区域内的生物多样性指数和均匀度指数开始呈上升趋势。

(3)1987—2000 年土地利用/覆被变化导致了区域内脆弱性程度加重,该时期为扩大粮油等基本农产品的生产能力,缓解农产品供给不足的矛盾,充分利用有限的土地资源,开展了大规模的开荒活动,使得耕地大幅增加,但是由于不合理的盲目荒地开发及毁林开荒、破坏植被,对土地覆被造成严重的损害,加重了土地的沙化、盐碱化和水土流失等,耕地退化,低覆盖度草地和未利用地大幅增加;2000—2007 年的土地利用/覆被变化大大减轻了区域内的生态环境脆弱性,该时期国家加大耕地保护和生态建设力度,实施

土地开发整理工程、基本农田保护工程的政策措施,使坡耕地面积减少,林地和草场面积大幅度增加,通过合理开发整理土地,提高了耕地质量,到2000年,生态环境向好的方向扭转。通过两个时段土地利用/覆被的变化及其对脆弱性的影响分析,充分反映了政府的土地调控行为对区域生态环境脆弱性的影响。

#### 参考文献:

- [1] 史培,官鹏,李晓兵,等.土地利用/覆盖变化研究方法和实践[M].北京:科学出版社,2000.
- [2] 战金艳,邓祥征,岳天祥,等.内蒙古农牧交错带土地利用变化及其环境效应[J].资源科学,2004,26(5):80-88.
- [3] 刘军会,高吉喜,耿斌.北方农牧交错带土地利用及景观格局变化特征[J].环境科学研究,2007,20(5):148-154.
- [4] 张学俭,冯仲科.RS和GIS支持下的我国农牧交错生态脆弱区LUCC研究:以宁夏盐池县为例[J].北京林业大学学报,2006,28(1):32-38.
- [5] 莫宏伟,任志远,谢红霞.农牧交错区土地利用动态与生态效应变化:以榆阳区为例[J].干旱区地理,2005,28(3):352-356.
- [6] 王林林,董立峰,宋芙蓉,等.库布齐沙漠典型农牧交错区沙漠化动态研究[J].水土保持研究,2009,16(3):121-124.
- [7] 孙武.波动性生态脆弱带的特征[J].中国沙漠,1997,17(2):199-203.
- [8] 袁金国,王卫,龙丽民.河北坝上生态脆弱区的土地退化及生态重建[J].干旱区资源与环境,2006,20(2):139-143.
- [9] 周小成,武法东,田明中.河北坝上地区土地利用/覆盖遥感动态监测[J].干旱区研究,2004,21(4):407-410.
- [10] 孙武,侯玉,张勃.生态脆弱带波动性、人口压力、脆弱度之间的关系[J].生态学报,2000,20(3):369-373.
- [12] 徐全洪,赵艳霞,刘芳圆.华北地区土地资源数据层面建立[J].地理学与国土研究,2000,16(4):68-72.
- [13] 王瑞艳,赵庚星,周伟,等.土地利用对生态环境脆弱性的影响评价[J].农业工程学报,2008,24(12):215-220.

(上接第204页)

#### 参考文献:

- [1] 张海兵,鞠正山,张凤荣.中国社会经济结构与土地利用结构变化的相关性分析[J].中国土地科学,2007,21(2):12-17.
- [2] 宋述军,周万村.岷江流域土地利用结构对地表水水质的影响[J].长江流域资源与环境,2008,17(5):712-715.
- [3] 任奎,周生路,张红富,等.基于精明增长理念的区域土地利用结构优化配置:以江苏宜兴市为例[J].资源科学,2008,30(6):912-918.
- [4] 陈其春,吕成文,李璧成,等.县级尺度土地利用结构特征定量分析[J].农业工程学报,2009,25(1):223-231.
- [5] 谈建军.西安市土地利用结构信息熵变化及驱动力分析[D].西安:长安大学,2005.
- [6] 谭杰,朱红梅,金卫华.长沙市土地利用结构熵值时序分析[J].经济地理,2010,30(1):118-121.
- [7] 陈彦光,刘明华.城市土地利用结构的熵值定律[J].人文地理,2001,16(4):20-24.
- [8] 廖磊,唐国滔,刘微微.基于信息熵的永州市土地利用结构演化研究[J].北京农业,2008(36):52-53.
- [9] 刘筱非,周宝同,杨庆媛,等.信息熵在区域土地利用结构研究中的应用:以重庆市江北区为例[J].西南师范大学学报,2004,29(6):1062-1065.
- [10] 黄虹,邹长伟,陈新庚.广州市荔湾区土地利用结构信息熵分析研究[J].江西农业大学学报,2005,27(1):139-142.
- [11] 陈军伟,孔祥斌,张凤荣,等.基于空间洛伦兹曲线的北京山区土地利用结构变化[J].中国农业大学学报,2006,11(4):71-74.
- [12] 张品超.基于空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析:以南昌县二次调查数据为例[J].科技广场,2009(11):39-42.
- [13] 邓晶,刁承泰.基于空间洛伦兹曲线和基尼系数的土地利用结构分析:以重庆江津市为例[J].中国水运,2007,7(7):208-210.
- [14] 蔡进,刘秀华,丁恩俊.基于信息熵的县域土地利用结构变化与分布研究[J].安徽农业科学,2007,35(21):6539-6541.
- [15] 陈志,胡勇,刘成武.咸宁市土地利用结构时空演变及其驱动力分析[J].安徽农业科学,2007,35(26):8299-8301.
- [16] 刘一苏,刘朝辉.新建县土地利用结构信息熵分异规律研究[J].资源与产业,2007,9(4):105-108.