

伦 丹,周文佐,苏维词. 1999—2013 年重庆市土地持续利用与生态环境协调发展耦合性分析[J]. 中国岩溶, 2016, 35(4): 453—459.
DOI: 10. 11932/karst20160414

1999—2013 年重庆市土地持续利用与生态环境 协调发展耦合性分析

伦 丹¹,周文佐¹,苏维词²

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 贵州省山地资源研究所, 贵州 贵阳 550001)

摘 要:采用主成分分析法并结合 SPSS, 对 1999—2013 年重庆市土地持续利用与生态环境的耦合关系进行分析, 研究结果表明: 1999—2013 年土地持续利用指数逐年递增, 土地开发利用强度逐年不断加大, 城镇化大规模的建设是土地利用强度升高的主要原因; 生态环境质量除了在 2000—2004 年生态环境指数呈“V”字型发展之外, 总体呈上升态势发展; 重庆市土地持续利用与生态环境耦合发展度由 0.387 4(轻度失调衰退土地利用损益型)上升至 0.754 0(中级协调发展经济主导型), 但 2011 年情况有所变化, 土地持续利用指数首次低于生态环境指数, 耦合发展基本类型由生态主导型转向经济主导型发展, 经济发展方式由土地利用制约型演变为生态环境制约型, 生态环境效益滞后于土地资源经济效益。土地资源总体利用水平提高和生态环境改善的双重作用是耦合关系由失调发展转化为协调发展的主要原因。现阶段应坚持土地资源集约利用与保护并举, 优化经济结构与技术创新齐下, 发展循环经济和清洁能源, 维系相对稳定的生态环境运行机制, 确保重庆市土地资源可持续利用。

关键词:土地利用; 生态环境; 耦合关系; 主成分分析; 重庆

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1001—4810(2016)04—0453—07

0 引 言

生态环境的优劣是区域土地利用结构在生态环境效益方面的宏观体现, 也是区域社会经济可持续发展的基础。区域社会经济发展势必涉及到区域土地利用结构的变化, 即土地利用类型和规模改变。所以, 判定土地持续利用与生态环境之间的相互作用关系及反馈是优化调整土地利用结构的前提。该方面的研究主要集中于社会经济效益和土地利用的耦合关系以及社会经济效益和生态环境耦合分析^[1-3]。关于土地持续利用和生态环境耦合关系, 前人研究很好地诠释了经济发展与生态环境以及土地利用与生态环境的互为反馈机制, 如史培军等^[2]以深圳为研究区域, 认为快速的城市化过程是引起生态环境变化的

主要原因; 傅伯杰等^[4]认为在延安市羊圈沟流域, 坡耕地—草地—林地土地利用结构具有较好的土壤养分, 是黄土丘陵区梁峁坡地上较好的土地利用类型; 贾宏俊等^[5]分析了不同土地利用类型对生态环境的影响, 提出了建立不同土地利用类型的环境友好型土地利用模式, 协调了土地利用与生态环境的关系, 并提出了进行土地利用的环境影响程度分级研究、加强生态环境研究与监测、优化区域土地利用布局等建议; 易武英等^[6]则分析了乌江流域生态安全度变化。但以生态环境脆弱的岩溶区为目标区域, 研究土地持续利用子系统和生态环境子系统耦合关系的较少, 而土地利用模式在生态环境脆弱的岩溶地区的生态环境效应会放大。

重庆作为西部国家重点城市, 自 1997 年直辖以

基金项目: 西南大学基本科研业务费专项资金资助项目(XDJK2014C013); 国家自然科学基金(41201026); 国家自然科学基金(41261038)

第一作者简介: 伦丹(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 土地利用与土壤环境。E-mail: hellolundan@163.com。

收稿日期: 2016—03—03

来,社会经济快速发展,城镇化水平逐步提高,导致对土地资源的需求不断增大,人地矛盾加剧,土地资源面临的形势严峻;加之在重庆范围内,岩溶地区(含碳酸盐岩夹碎屑岩区)面积较大,达 $4.14 \times 10^4 \text{ km}^2$,占全市总面积的 51%,25 个岩溶区县中潜在脆弱区县 3 个,轻度脆弱区县 10 个,中度脆弱区县 6 个,重度脆弱区县 6 个^[7-8]。因其生态环境的脆弱性,扩大该区域土地资源利用规模受到一定自然条件限制。土地利用与生态环境关系是土地利用与生态环境二者之间影响与约束程度的反映^[9-10]。因此,本文以重庆市为研究对象,分析 1999—2013 年 15 年间土地持续利用与生态环境之间的协调性,梳理土地持续利用和生态环境的耦合关系,并分析两者耦合关系变化的主要原因,掌握耦合发展规律,以期对重庆区域土地持续利用和生态环境的协调发展提供参考。

1 耦合评价模型

1.1 数学模型

数学上的离差表示离散程度,用离差来表示土地利用和生态环境的耦合程度,离差越大,耦合度越高,协调性也越高;反之,耦合度越低,协调性则越低^[11-12]。

土地持续利用评价函数:

$$L(X) = \sum_{i=1}^m A_i X_i \quad (1)$$

式中: i 为描述土地持续利用的指标个数, A_i 为指标权重, X_i 为描述土地持续利用的第 i 个指标的标准化值。由此式计算出土地持续利用指数越高,表明土地持续利用水平越高;反之,土地持续利用指数越低,表示土地持续利用水平越低。

生态环境综合评价函数:

$$E(Y) = \sum_{i=1}^n B_i Y_i \quad (2)$$

式中: i 为描述生态环境系统特征的指标个数, B_i 为指标权重, Y_i 为描述生态环境系统特征的第 i 个指标的标准化值。由此式计算出生态环境综合指数越高,表明生态环境越协调;反之,综合指数越低,表示环境越不协调。

关于耦合度模型,吴跃明等^[13]以协同理论为依据构建协调度模型;刘耀彬等^[14]通过关联度分析,提出了耦合度模型,测度两个系统在不同时间尺度上

的耦合程度强弱;廖重斌^[15]提出通过经济和环境协调模型反映两个系统的耦合协调程度。而本文采用刘新平等^[9]耦合评价模型, $L(x)$ 与 $E(y)$ 的离差越小越好,用离差系数 C_v 表示,即公式:

$$C_v = \frac{2S}{L(x) + E(y)} = 2 \sqrt{1 - \frac{L(x) \cdot E(y)}{\left[\frac{L(x) + E(y)}{2}\right]^2}} \quad (3)$$

式中: S 为 $L(x)$ 与 $E(y)$ 的标准差,要使 C_v 取极小值的充要条件是 $\frac{L(x) \cdot E(y)}{\left[\frac{L(x) + E(y)}{2}\right]^2}$ 取最大值,从而得出

耦合度模型:

$$C = \left\{ \frac{L(x) \cdot E(y)}{\left[\frac{L(x) + E(y)}{2}\right]^2} \right\}^k \quad (4)$$

式中: C 即耦合度,取值在 0~1 之间, C 值越大,土地持续利用与生态环境质量之间越协调,当 $C=1$ 时为最佳,而 $C=0$,表明系统处于失调或无序状态。 k 为调节系数,为使土地持续利用和生态环境复合效益或发展水平最大,本研究中 $k=2$ 。

C 作为反映土地持续利用与生态环境相互耦合的特定指标,它对于约束土地持续利用与生态环境的发展行为、促进二者耦合关系稳定发展具有十分重要的意义,但耦合度在反映区域土地持续利用与生态环境的综合发展水平方面仍有局限性。为了更好地反映土地自然生态系统的整体水平,因此引入耦合发展度(D),耦合发展度在 0~1 之间浮动,耦合发展度越高,表明土地持续利用和生态环境的总体水平越好;反之,耦合发展度越低,总体水平越低,公式如下:

$$T = \frac{L(x) + E(y)}{2} \quad (5)$$

$$D = \sqrt{CT} \quad (6)$$

土地持续利用与生态环境两系统都是由诸多要素间相互作用而构成的复杂系统,在对其耦合关系进行的评判分析中,指标体系的构建作为评价的基础和基本尺度,对评价的真实性和可行性起着至关重要的作用。评价指标应当具有科学性和客观性、可操作性和可比性以及系统性和层次性。

1.2 评价标准

在评价标准的制订过程中,既要考虑土地持续利用对生态环境的影响,也要考虑生态环境对土地持续利用效益的影响。为了很好地评价两者的耦合关系,本文通过对前人研究^[9,16]的总结,并结合重庆市脆弱

生态环境的实际情况,根据正态分布函数拟定评价标准(表 1)。通过研究文献资料^[9-10,17]和咨询专家,确定了两个目标层:土地持续利用子系统和生态环境子系统,均分为 8 个评价指标(表 2)。

表 1 重庆市土地持续利用与生态环境耦合关系的评判标准和基本类型

Table 1 Evaluation criteria and basic types of Chongqing land use and ecological environment coupling relationship

耦合区间	耦合发展度(D)	耦合发展类型	L(x)和 E(y)的 对比协调度	基本类型
协 调 类	0.8≤D≤1	良好协调发展	L(x)>E(y)	良好协调发展经济主导型
			L(x)=E(y)	良好协调发展同步型
			L(x)<E(y)	良好协调发展生态主导型
	0.7≤D<0.8	中级协调发展	L(x)>E(y)	中级协调发展经济主导型
			L(x)=E(y)	中级协调发展同步型
			L(x)<E(y)	中级协调发展生态主导型
	0.6≤D<0.7	低水平协调发展	L(x)>E(y)	低水平协调发展经济主导型
			L(x)=E(y)	低水平协调发展同步型
			L(x)<E(y)	低水平协调发展生态主导型
勉 强 发 展 类	0.5≤D<0.6	勉强协调发展	L(x)>E(y)	勉强失调发展生态损益型
			L(x)=E(y)	勉强失调发展磨合型
			L(x)<E(y)	勉强失调发展经济滞后型
	0.4≤D<0.5	濒临失调衰退	L(x)>E(y)	濒临失调衰退生态损益型
			L(x)=E(y)	濒临失调衰退拮抗型
			L(x)<E(y)	濒临失调衰退经济损益型
失 调 衰 退 类	0.3≤D<0.4	轻度失调衰退	L(x)>E(y)	轻度失调衰退生态损益型
			L(x)=E(y)	轻度失调衰退土地利用和生态环境共损型
			L(x)<E(y)	轻度失调衰退土地利用损益型
	0.2≤D<0.3	中度失调衰退	L(x)>E(y)	中度失调衰退生态损益型
			L(x)=E(y)	中度失调衰退土地利用和生态环境共损型
			L(x)<E(y)	中度失调衰退土地利用损益型
	0≤D<0.2	严重失调衰退	L(x)>E(y)	严重失调衰退生态损益型
			L(x)=E(y)	严重失调衰退土地利用和生态环境共损型
			L(x)<E(y)	严重失调衰退土地利用损益型

表 2 重庆市土地持续利用与生态环境耦合的评价指标体系

Table 2 Land use and ecological environment evaluation system of coupling development in Chongqing

标示	土地持续利用子系统	标示	生态环境子系统
X ₁	第一产业/GDP 比重/%	Y ₁	森林覆盖率/%
X ₂	农业/农林牧渔产值比重/%	Y ₂	每公顷耕地农药施用量比重/kg/ hm ²
X ₃	牧业/农林牧渔产值比重/%	Y ₃	每公顷耕地化肥施用量比重/kg/ hm ²
X ₄	每公顷耕地农业产值/万元/ hm ²	Y ₄	工业废水排放达标率/%
X ₅	人均耕地面积/hm ² /人	Y ₅	固体废物综合利用率/%
X ₆	有效灌溉率/%	Y ₆	人口密度/%
X ₇	非农业人口比重/%	Y ₇	自然保护区占辖区面积比重/%
X ₈	农民年人均纯收入/元/人	Y ₈	水土流失面积比例/%

1.3 数据和分析方法

本研究数据选取《1999—2013 年重庆市统计年鉴》、《1999—2013 年中国统计年鉴》、《2010—2013 年国土资源公报》和《1999—2013 水土保持公报》共 15 年基础数据和其他相关文献资料,主要运用 SPSS 软件,采用降维的主成分分析方法再结合数学模型,计算土地持续利用指数(L)、生态环境指数(E)、耦合度(C)和耦合发展度(D)。

2 重庆市土地持续利用和生态环境耦合关系发展评判

2.1 土地持续利用和生态环境评价指标适宜性检验

整理重庆市 1999—2013 年时间序列相关数据得到原始数据,为便于分析和比较对其采用最大值标准化法进行无量纲化处理。再结合 SPSS 对标准化处理的数据进行适应性和主成分分析:①若两大目标层的巴特利特球形检验(KMO)>0.6,并且显著性均<0.05,表明均适合做主成分分析;②主成分的提取根据特征值>1 且贡献率>85%的原则进行,提取的土地持续利用主成分(F₁、F₂)和生态环境主成分(F₃、F₄、F₅)如表 3 所示,生态环境子系统和土地持续利用子系统主成分得分系数如表 4 所示。

表 3 土地持续利用指数和生态环境指数主成分分析结果

Table 3 Land use index and ecological environment index of the principal component analysis results

主成分	特征值	贡献率	累计贡献率/%
F ₁	6.233	77.918	77.918
F ₂	1.284	16.044	93.962
F ₃	3.912	48.895	48.895
F ₄	1.958	24.48	73.374
F ₅	1.283	16.036	89.41

表 4 土地持续利用和生态环境子系统主成分得分系数矩阵

Table 4 Land use system of principal component score coefficient matrix

X	F ₁	F ₂	Y	F ₃	F ₄	F ₅
X ₁	-0.316	0.255	Y ₁	0.238	0.092	-0.002
X ₂	-0.209	0.529	Y ₂	-0.065	-0.111	0.432
X ₃	0.157	-0.471	Y ₃	0.107	0.049	0.549
X ₄	0.174	0.015	Y ₄	0.219	-0.082	-0.166
X ₅	0.09	0.151	Y ₅	0.259	0.026	0.025
X ₆	0.169	0.005	Y ₆	0.065	0.383	0.112
X ₇	0.235	-0.083	Y ₇	0.178	-0.577	0.095
X ₈	0.221	-0.06	Y ₈	-0.347	0.311	-0.239

2.2 土地持续利用指数和生态环境指数构建及计算

以主成分的方差贡献率为权数,主成分的得分系数为自变量,分别构建土地持续利用综合评价函数[L(x)],如下公式(7),生态环境综合评价函数[E(y)],如下公式(8):

$$L(x)=0.829\ 3F_1+0.170\ 7F_2\tag{7}$$
$$E(y)=0.546\ 9F_3+0.273\ 8F_4+0.179\ 4F_5\tag{8}$$

F_1 、 F_2 代表土地利用第一、第二主成分得分值;
 F_3 、 F_4 、 F_5 代表生态环境第一、第二、第三主成分得分值, $F_i(i=1,2,3,4,5)$ 分别由主成分得分系数和相应原始变量的标准化值计算,如下公式(9)~(13):

$$F_1=-0.316X_1-0.209X_2+0.157X_3+0.174X_4+0.09X_5+0.169X_6+0.235X_7+0.221\ X_8\tag{9}$$
$$F_2=0.255X_1+0.529X_2-0.471X_3+0.015X_4+0.151X_5+0.005X_6-0.083X_7-0.06X_8\tag{10}$$
$$F_3=0.238Y_1-0.065Y_2+0.107Y_3+0.219Y_4+0.259Y_5+0.065Y_6+0.178Y_7-0.347Y_8\tag{11}$$
$$F_4=0.092Y_1-0.111Y_2+0.049Y_3-0.082Y_4+0.026Y_5+0.383Y_6-0.577Y_7+0.311Y_8\tag{12}$$
$$F_5=-0.002Y_1+0.432Y_2+0.549Y_3-0.166Y_4+0.025Y_5+0.112Y_6+0.095Y_7-0.239Y_8\tag{13}$$

根据公式(9)~(13)、(7)~(8)、(1)、(2)、(5)、(6)逐步计算得出土地持续利用指数(L)、生态环境指数(E)、耦合度(C)及耦合发展度(D),并结合表 1 评价标准得到对应时间序列的耦合发展度基本类型(表 5)。

3 结果与分析

将表 5 与时间序列数据进行拟合(图 1),结果表明这一时期土地持续利用和生态环境两个子系统耦合关系较强,耦合发展度在 2001—2004 年间有微小波动,但总体发展趋势呈逐年上升状态。

3.1 重庆市土地开发利用强度不断加大

由图 1 可知,1999—2013 年间土地持续利用指数(L)逐年递增,表明土地开发利用程度逐年增大,增速呈先慢后快趋势,分为两个阶段:①1999—2008 年土地开发利用增速平稳阶段。一方面,1997 年重庆市直辖,加之 2000 年实行西部大开发战略等政策引导,同时经济技术潜力得到释放,为土地开发提供了物质支撑和技术支持;另一方面,老城区内部重组和城区土地利用大规模的外延扩张同时进行^[18],均导致土地开发利用程度上升。②2009—2013 年土地

表 5 1999—2013 年重庆市土地持续利用与生态环境耦合关系计算结果

Table 5 Land use and eco-environment coupling calculated results in Chongqing from 1999 to 2013

时间/年	土地利用 指数(L)	生态环境 指数(E)	耦合度 (C)	耦合发展度 (D)	L/E	基本类型
1999	0.135 1	0.424 7	0.536 2	0.387 4	0.318 0	轻度失调衰退土地利用损益型
2000	0.157 9	0.440 0	0.604 2	0.425 0	0.358 8	濒临失调衰退经济损益型
2001	0.182 2	0.415 3	0.718 8	0.463 4	0.438 7	濒临失调衰退经济损益型
2002	0.183 5	0.362 0	0.797 4	0.466 4	0.507 0	濒临失调衰退经济损益型
2003	0.211 0	0.382 0	0.840 5	0.499 2	0.552 2	濒临失调衰退经济损益型
2004	0.214 7	0.440 7	0.776 5	0.504 4	0.487 3	勉强失调发展经济滞后型
2005	0.240 8	0.465 2	0.808 2	0.534 2	0.517 7	勉强失调发展经济滞后型
2006	0.280 9	0.466 2	0.880 7	0.573 5	0.602 4	勉强失调发展经济滞后型
2007	0.311 9	0.479 2	0.912 5	0.600 8	0.650 8	低水平协调发展生态主导型
2008	0.350 0	0.485 9	0.947 8	0.629 4	0.720 2	低水平协调发展生态主导型
2009	0.374 5	0.497 9	0.960 4	0.647 3	0.752 3	低水平协调发展生态主导型
2010	0.440 0	0.512 7	0.988 4	0.686 1	0.858 1	低水平协调发展生态主导型
2011	0.521 7	0.518 8	1.000 0	0.721 3	1.005 0	中级协调发展同步型
2012	0.563 0	0.536 1	0.998 8	0.740 9	1.050 1	中级协调发展经济主导型
2013	0.594 3	0.546 7	0.996 5	0.754 0	1.087 1	中级协调发展经济主导型

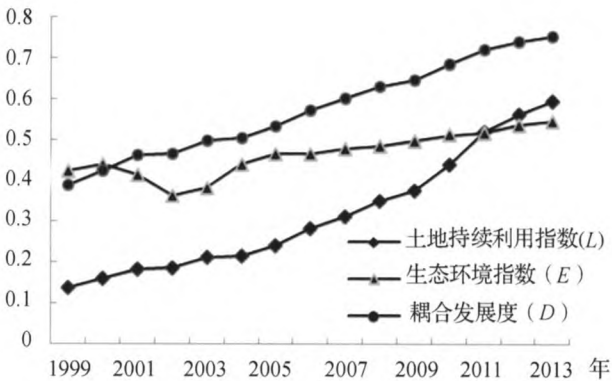


图 1 1999—2013 年重庆市土地持续利用和生态环境耦合发展度

Fig. 1 Land use and ecological environment system coupling development degree in Chongqing from 1999 to 2013

开发利用快速增长阶段。2009 年国务院颁布《关于推进重庆市统筹城乡改革和发展的若干意见》，把重庆改革发展上升为国家战略，政策引导作用加快城镇化的进程。在 2009—2013 年间，非农业人口比重由 0.29 上升至 0.40，年均增长率为 22‰，相比前 10 年 8‰的年均增长率上升了 14‰，城镇化水平提高，城镇化规模不断扩大，对土地开发利用程度也随之加大，使得土地开发速度呈快速增长状态；同时，每公顷耕地农业产值由 2.4 万元上升至 4.0 万元，年均增长率为 32%，相比前 10 年 5‰的年均增长率上升了 27%；农业年人均纯收入由 4 478 元/人上升至 8 332

元/人，土地利用的综合效益明显提高。同期人口和经济的快速发展也对其开发利用规模和程度起到推动作用。

3.2 生态环境质量状况波动上升

土地利用的生态效益总体呈现波动上升趋势。在 2000—2004 年生态环境指数呈“V”字型发展，由 2000 年的 0.440 0 降至 2002 年的 0.362 0，2004 年回升至 0.440 7，并呈匀速稳步增长态势，耦合关系基本类型由濒临失调衰退经济损益型演化为勉强失调发展经济滞后型(图 1)。这表明生态环境系统在生态承载力范围内有一定的自调节、自组织能力，此外，重庆市委市政府在 2003 年开始加大对环境保护的投资治理力度，在 2002—2004 年间，森林覆盖率由 23.1% 上升至 27.1%，工业废水排放达标率由 89.4% 上升至 93.4%，固体废物综合利用率由 68.2% 上升至 70.93%，水土流失面积比例由 63.15% 降至 45.55%，2003 年生态环境的好转有力地证明了人为措施的有效性。2008 年重庆市委市政府又颁布了《重庆市城乡总体规划》，实行“生态优先、绿色兴政”，建设森林重庆等政策，生态环境指数逐年匀速增长，生态环境质量逐年提高。在自然和人文因素合力作用下，使得重庆市濒临失调的生态环境得以修复，并演化至 2013 年的中级协调发展状态。

重庆岩溶区生态脆弱，同时也是长江上下游的天然屏障区，该区的生态环境优劣对重庆市乃至整个长

江中下游流域的生态环境有着极为重要的影响,应当在保持生态环境良性循环的前提下进行土地开发及持续利用。若保护不善或治理能力赶不上破坏速度,会造成生态赤字,存在使该区原本脆弱的生态环境会走向失调,并难以修复和重建的危险。

3.3 土地持续利用和生态环境耦合关系不断加强,总体利用水平较高

由图 1 可知, D 值在 0.387 4~0.754 0 之间,并呈近匀速上升势态,表明重庆在发展经济的同时兼顾了土地持续利用的生态效益和社会效益,但 2011 年后,情况有所变化。

1999 年耦合发展度最低,为 0.387 4(轻度失调衰退土地利用损益型),耦合发展度最高值为 2013 年的 0.754 0(中级协调发展经济主导型)。根据评判标准和耦合关系基本类型可知,耦合发展度先后经历轻度失调衰退类(1999 年)—濒临失调衰退类(2000—2003 年)—勉强失调发展类(2004—2006 年)—低水平协调发展类(2007—2010 年)—中级协调发展类(2011—2013 年),土地持续利用的总体水平不断提高,生态环境质量逐年改善,土地持续利用与生态环境的关系趋向协调。从土地持续利用和生态环境的评价对比角度出发,2011 年为中级协调发展同步型,以 2011 年为拐点,生态环境指数首次小于土地持续利用指数,之前主要以经济损益和经济滞后类为主,之后以经济主导类为主。同时,经济发展方式由土地利用制约型演变为生态环境制约型,表明从 2011 年开始生态环境效益滞后于土地资源经济效益,甚至可能存在以牺牲生态环境质量为代价的危险,生态环境和土地可持续发展将受到挑战。换言之,现阶段主次矛盾已经转化,原本处于次要矛盾阶段的生态环境质量问题已上升为主要矛盾,应当引起足够重视并采取应对措施。

4 结论与建议

(1)在 1999—2013 年间重庆市土地开发利用强度逐年不断增强,非农业人口的比例上升,城镇建设规模不断扩大,对土地资源的需求增量上升,是土地开发利用强度不断增加的主要原因;生态环境质量状况波动上升,2000—2004 年期间呈“V”字型发展,2005 年后,重庆市濒临失调的生态环境得以修复,并演化至 2013 年的中级协调发展状态。生态环境和土地持续利用由轻度失调发展演化为中级协调方向发展,但 2011 年后,两者的良好协调发展受到挑战。

(2)现阶段应当以两点论与重点论为理论指导,抓住主要矛盾(生态环境的改善)的同时,兼顾次要矛盾(土地利用经济效益的提高)。一方面,青山绿水就是金山银山,应坚持青山绿水的前提下打造金山银山。要坚持生态建设、环境治理并举的原则。在石漠化程度高的岩溶区采用封山育林和严禁砍伐等进行生态保护和修复,在河道消落带区域建立生态屏障区,过滤 N、P 及其重金属等污染物^[19-20];同时,降低农药和化肥的使用量,提高三废达标排放率,加大科技创新,开发清洁能源,降低能耗等。另一方面,从土地开发利用和保护角度而言,构建土地利用的生态格局,加快土地开发利用模式创新,充分发掘岩溶区的资源优势、把传统土地利用方式与生态旅游以及新兴产业相结合,发展岩溶区可持续农业经营模式^[21-22],并维持好农用地和建设用地的规模,严格控制新增建设用地量,提高土地集约利用水平,确保土地持续利用和生态环境协调共进式发展。

(3)土地持续利用和生态环境的耦合关系大部分是基于历史某一特定时间序列的数据进行整合分析,它表征某历史阶段的经济增长方式特征及经济发展的可持续特征,但由于数据的限定性,把这种耦合关系外推且进行趋势预测时,可能出现偏差,因而应用时需采用多种方法相结合,多次比较,扬长避短。

参考文献

- [1] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等.深圳市土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系研究[J].地理科学,2008,28(5):636—641.
- [2] 史培军,潘耀忠,陈晋,等.深圳市土地利用/覆盖变化与生态环境安全分析[J].自然资源学报,1999,14(4):293—299.
- [3] 姜仁良.土地资源利用与生态环境保护交互耦合关系及规律研究[J].生态经济,2013,(9):77—81,86.
- [4] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响:以延安市羊圈沟流域为例[J].地理学报,1999,54(3):51—56.
- [5] 贾宏俊,万荣荣,杨桂山,等.南京市土地利用与生态环境协调发展研究[J].环境科学研究,2008,24(4):69—75.
- [6] 易武英,苏维词.基于 RS 和 GIS 的乌江流域生态安全度变化评价[J].中国岩溶,2014,33(3):308—318.
- [7] 官冬杰,苏维词.基于 GIS 重庆岩溶地区生态环境脆弱度评价[J].中国岩溶,2006,25(3):211—218.
- [8] 程辉,吴胜军,王小晓,等.三峡库区生态环境效应研究进展[J].中国生态农业学报,2015,23(2):127—140.
- [9] 刘新平,孟梅.土地持续利用与生态环境协调发展的耦合关系分析:以塔里木河流域为例[J].干旱区地理,2011,34(1):173—178.
- [10] 丁润超.黑龙江城市土地利用与生态环境耦合关系评价研究[D].东北农业大学,2013.
- [11] 李边疆,王万茂.区域土地利用与生态环境耦合关系的系统分

- 析[J]. 干旱区地理, 2008, 31(1): 142—148.
- [12] 吴文恒, 牛叔文, 郭晓东, 等. 中国人口与资源环境耦合的演进分析[J]. 自然资源学报, 2006, 21(6): 853—861.
- [13] 吴跃明, 郎东锋, 张子珩, 等. 环境—经济系统协调度模型及其指标体系[J]. 中国人口·资源与环境, 1996, 6(2): 47—50.
- [14] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 237—247.
- [15] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系: 以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171—177.
- [16] 陈珏, 雷国平. 大庆市土地利用与生态环境协调度评价[J]. 水土保持研究, 2011, 18(3): 116—120.
- [17] 张军以, 苏维词, 张凤太. 基于 PSR 模型的三峡库区生态经济区土地生态安全评价[J]. 中国环境科学, 2011, 31(6): 1039—1044.
- [18] 范科红, 李阳兵. 1986—2007 年重庆主城区土地利用变化及其驱动因素研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(1): 168—173.
- [19] 陈兴雷, 李淑杰, 郭忠兴. 吉林省延边朝鲜族自治州土地利用与生态环境协调度分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23(7): 66—70, 78.
- [20] 苏维词, 张军以. 河道型消落带生态环境问题及其防治对策: 以三峡库区重庆段为例[J]. 中国岩溶, 2010, 29(4): 445—450.
- [21] 张凤太, 王腊春, 苏维词, 等. 岩溶脆弱生态区农业可持续发展模式创新构想: 岩溶流水养鱼生态沟驱动模式[J]. 热带地理, 2012, 32(2): 210—215.
- [22] 张军以, 戴明宏, 王腊春, 等. 生态功能优先背景下的西南岩溶区石漠化治理问题[J]. 中国岩溶, 2014, 33(4): 464—472.

The coupling relationship between sustainable use of land and harmonious development of ecological environment of Chongqing from 1999 to 2013

LUN Dan¹, ZHOU Wen-zuo¹, SU Wei-ci²

(1. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Institute of Mountain Resources, Guizhou Academy of Science, Guiyang, Guizhou 550001, China)

Abstract A rational assessment of the coupling relationship between land use and ecological environment is the premise to ensure that the land resources can be sustainably utilized for the economic development in a region. Chongqing is partially situated in karst area with a vulnerable eco-environment where in the past the environmental impact due to unchanging land use pattern has been severe. Therefore, a well coupled relationship between land use and eco-environment is very important for the sustainable development in the area. In this paper, this relationship and associated reasons for various coupling are fully analyzed, by using principal component analysis through the application of statistical software SPSS. The results show that, land use index increased year by year from 1999 to 2013, which was attribute to the large-scale construction of urbanization. In the same period, the ecological environment index show that the overall eco-environmental quality in the area had a steady increase, except for a declined state from 2000 to 2004. The results also show that, coupling development degree has risen from 0.3874 which implies a mild recession and loss of the land use type, to 0.7540 which suggests an intermediate coordinated development and economic domination type from 1999 to 2013. However, the situation was changed in 2011 when the land use index was for the first time less than the ecological environment index. As a result, basic types of the coupling development was shifted from an ecology-oriented development to an economy-dominated one; the mode of regional economic development changed from a land use controlled type to an eco-environment constrained one; and the ecological environment benefit lagged behind the economic benefits from the use of land resources. Due to the improvement of overall land resource utilization level and ecological environment, the coupling relationship has been transformed from the imbalance development into coordinated one. At present stage, we should stick to such an idea that both intensive utilization of land resources and immediate measures for the resource protection should be implemented simultaneously. Meanwhile, it is encouraged to optimize the economic structure and innovative technology, to develop cycling economy and clean energy, and to maintain a relatively stable eco-environment dynamics to ensure that the utilization of land resources in Chongqing can be sustainably implemented.

Key words land use, ecological environment, coupling relationship, principal component analysis, Chongqing

(编辑 黄晨晖)