

土地利用与生态环境协调度实证研究

曾 昉¹, 魏 媛²

(1.贵州财经大学 公管学院, 贵州 贵安新区 550025; 2.贵州省高校人文社会科学研究基地
西部现代化研究中心, 贵州 贵安新区 550025)

摘 要:土地利用与生态环境的关系一直是学术界关注的焦点之一,如何利用现有定量分析方法解决土地资源利用与生态环境协调发展问题仍是城市生态文明建设的重要内容。以西南地区 X 市为例,选取土地利用与生态环境的相关指标,定量分析 2004-2013 年 X 市的土地利用综合指数、生态环境指数以及两者的协调程度,划分协调度等级,主要得出以下结论:第一,全市十年内土地利用综合指数一直处于上升的态势,从 2004 年的 0.053 上升至 2013 年的 0.309,土地投入、产出强度均在不断加大。第二,全市生态环境综合指数呈现阶梯式上升的趋势,由 2004 年的 0.034 增加至 2013 年的 0.269,2013 年相较于 2012 年有一定下降,总趋势反映出全市的生态环境整体状况在向着良好的方向发展。第三,2004-2013 年 X 市的土地利用与生态环境协调度指数一直保持在 0.8 以上,除 2008 年属于良好协调发展类,其余年份都大于 0.9,为优质协调发展类。因此,建议继续保持土地资源集约利用,加大对土地生态环境的投入,完善生态文明司法建设,并通过对城市新兴工业园区、商业中心区的土地利用进行监察,从源头减少对生态环境产生不良影响。

关键词:土地利用;生态环境;城市建设;实证研究;综合评价

中图分类号:F293.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-8580(2016)06-0057-09

土地利用与生态环境的关系一直是学术界关注的焦点之一,从 20 世纪的人地关系理论、可持续发展理论延伸至当今的绿色发展理论,人们对土地利用与生态环境的关系探讨趋向理性,逐渐由人类改造利用自然环境的思维转换至人地和谐共生的理念^[1],现今国内学术界对土

基金项目:贵州省科技计划项目(黔科合基础[2016]1521-1 号);国家商务部联合研究项目(2016SWBZD12)

作者简介:曾昉(E-mail:290558913@qq.com)

魏媛,博士,教授,硕士生导师(E-mail:weiyuan09876@163.com)

地利用和生态环境的关系研究主要包括了土地利用变化对生态环境的影响,土地利用与生态环境响应以及土地利用与生态环境的协调发展等^[2-5],其中,土地利用与生态环境的协调发展研究作为区域可持续发展的重要内容,反映了在某个时段内两者相互作用,彼此影响的关系。如何利用现有定量分析方法解决土地资源利用与生态环境协调发展问题还有待于进一步探索,本文以西南地区 X 市为例,选取土地利用与生态环境的相关指标,分析近十年来 X 市的土地利用综合指数、生态环境指数以及两者的协调程度,划分协调度等级,以期缓解土地利用与生态环境之间的矛盾冲突,促进城市土地资源科学利用与生态文明建设。

一、诊断指标体系及诊断模型

(一) 指标系统的建立

1. 指标的选取与标准化

根据 2004-2013 年 X 市的实际情况,本文以科学性、可操作性、代表性、系统与层次相结合为指导原则,广泛征求有关专家、学者以及政府工作人员的建议,在了解全市经济社会发展和生态环境状况后,构建出包括目标层、要素层和指标层在内的共计 19 个具体指标,其中,土地利用综合指数诊断子系统指标 10 个,生态环境综合指数诊断子系统指标 9 个,两个子系统在侧面反映近十年来 X 市的土地利用和生态环境状况,土地利用综合指数的要素层主要由土地利用结构、土地投入强度和土地产出强度构成,生态环境综合指数的要素层由生态涵养能力、生态环境压力和生态治理水平构成。本文指标数据选自于 2005-2014 年《中国城市统计年鉴》《中国城市年鉴》以及 X 市土地利用变更调查数据。由于与所选指标差异较大且所用单位不尽相同,为了保证指标数据的可比性,消除变量间的量纲关系,在测算分析前需要对数据进行标准化处理^[6],本研究选用极差标准化方法进行处理,公式如下:

对于正向指标:

$$X' = \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (\text{式 1})$$

对于负向指标:

$$X' = \frac{(X_{\max} - X_i)}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (\text{式 2})$$

X_i 为原始指标数据; X' 为标准化值; X_{\max} 、 X_{\min} 分别为第 i 项指标的最大值和最小值。

2. 权重的确定

本研究采用标准离差法客观赋权,标准离差法的赋值以指标数据标准差进行判定,指标数据的标准差越大,表明该指标数据的变异系数大,那么它能提供的信息量越大,权重也应越大。相反,指标数据的标准差越小,则表明该指标数据的变异系数小,那么它能提供的信息量越小,权重也应越小^[7],标准离差法计算公式步骤如下:

(1) 计算第 j 个指标的标准值的平均值;

表 1 X 市 2004-2013 年土地利用与生态环境协调度诊断指标标准化值

诊断指标	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
耕地面积比例	1.000	0.912	0.819	0.819	0.570	0.790	0.531	0.245	0.296	0.000
林地面积比例	0.000	0.021	0.020	0.020	0.136	1.000	0.987	0.968	0.970	0.958
建设用地面积比例	0.000	0.030	0.086	0.147	0.241	0.481	0.654	0.842	0.812	1.000
水域面积比例	0.261	0.217	0.174	0.087	0.000	1.000	1.000	0.957	0.957	1.000
地均固定资产投资额	0.000	0.019	0.044	0.076	0.113	0.179	0.265	0.478	0.800	1.000
单位耕地农业机械动	0.000	0.078	0.220	0.359	0.457	0.497	0.588	0.682	0.900	1.000
单位耕地耗电量	0.007	0.000	0.216	0.426	0.348	0.425	0.706	1.000	0.966	0.952
第一产业地均产值	0.000	0.054	0.116	0.271	0.304	0.362	0.505	0.615	0.813	1.000
第二产业地均产值	0.000	0.046	0.114	0.162	0.256	0.290	0.377	0.583	0.791	1.000
第三产业地均产值	0.000	0.026	0.060	0.117	0.177	0.249	0.417	0.551	0.750	1.000
绿化覆盖面积	0.000	0.358	0.039	0.076	0.097	0.228	0.213	0.287	0.758	1.000
森林覆盖率	0.000	0.000	0.000	0.461	0.743	0.743	0.743	0.743	0.894	1.000
园林绿地面积	0.000	0.402	0.046	0.091	0.116	0.272	0.267	0.449	1.000	0.932
工业废水排放总量	0.000	0.133	0.286	0.434	0.879	0.893	0.886	1.000	0.994	0.920
城市生活垃圾总量	1.000	0.830	0.829	0.795	0.734	0.553	0.472	0.437	0.244	0.000
二氧化硫排放总量	0.000	0.023	0.415	0.715	0.662	0.634	0.671	0.926	1.000	0.968
节能环保支出	0.000	0.012	0.024	0.048	0.239	0.180	0.403	0.542	1.000	0.970
退耕还林支出	0.000	0.031	0.038	0.061	0.174	0.824	0.832	0.843	1.000	0.863
工业固体废弃物处理	0.118	0.000	0.305	0.626	0.169	0.139	0.824	0.812	1.000	0.442

$$\bar{b} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (\text{式 3})$$

(2) 计算第 j 个指标无量纲化值的标准差;

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (b_{ij} - \bar{b}_j)^2}{n-1}} \quad (j=1,2,3 \dots n) \quad (\text{式 4})$$

式中: S_j 第 j 个指标无量纲化值的标准差; b_{ij} 为第 i 个处理第 j 个指标无量纲化值; \bar{b}_j 为第 j 个指标无量纲化值的平均值; n 为处理数。

(3) 根据标准差计算权重。

$$W_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^m S_j} \quad (\text{式 5})$$

式中: W_j 为第 j 个指标的权重值; m 为指标数。

表 2 X 市 2004-2013 年土地利用综合指数子系统

评价因素	评价指标	单位	权重
土地利用结构 (0.4439)	耕地面积比例	%	0.0887
	林地面积比例	%	0.1336
	建设用地面积比例	%	0.1014
	水域面积比例	%	0.1202
土地投入强度 (0.2867)	地均固定资产投资额	万元	0.0946
	单位耕地农业机械动力水平	KW/hm ²	0.0887
	单位耕地耗电量	KW · h/hm ²	0.1033
土地产出强度 (0.2694)	第一产业地均产值	万元	0.0888
	第二产业地均产值	万元	0.0894
	第三产业地均产值	万元	0.0913

表 3 X 市 2004-2013 年生态环境综合指数子系统

评价因素	评价指标	单位	权重
生态涵养能力 (0.3257)	绿化覆盖面积	hm ²	0.0994
	森林覆盖率	%	0.1190
	园林绿地面积	hm ²	0.1072
生态环境压力 (0.3197)	工业废水排放总量	万吨	0.1176
	城市生活垃圾总量	万吨	0.0934
	二氧化硫排放总量	万吨	0.1086
生态治理水平 (0.3546)	节能环保支出	万元	0.1164
	退耕还林支出	万元	0.1314
	工业固体废弃物处理率	%	0.1068

(二) 诊断模型

1. 土地利用综合指数

计算公式如下：

$$F(x) = \sum_{i=1}^m W_i X_i \quad (\text{式 6})$$

式中：F(x)为土地利用综合指数，W_i为第 i 个土地利用评价指标权重，X_i为第 i 个土地利用评价指标的标准化值，m 为指标数。

2. 生态环境综合指数函数

计算公式如下：

$$G(y) = \sum_{j=1}^m W_j X_j \quad (\text{式 7})$$

式中：G(y)为生态环境综合指数，W_j为第 j 个生态环境诊断指标权重，X_j为第 j 个生态环境诊断指标的标准化值，m 为指标数。

3.土地利用与生态环境协调度函数

计算公式如下:

$$G = \left[\frac{F(x)G(y)}{\left[\frac{F(x)+G(y)}{2} \right]^2} \right]^2 \quad (\text{式 } 8)$$

式中: $F(x)$ 为土地利用综合指数, $G(y)$ 为生态环境综合指数, C 为土地利用与生态环境协调度, C 值取值区间为 0-1, C 值越接近 1,土地利用与生态环境的关系越协调^⑧。

二、研究区概况

研究区位于西南地区云贵高原,是典型的喀斯特山地城市,全市管辖 6 区 3 县,代管 1 个县级市。全市夏无酷暑,夏季平均温度为 23.2℃,最高温度平均在 25℃-28℃之间,在最热的 7 月下旬,平均气温仅为 23.7℃,属于亚热带湿润温和型气候,其地貌以山地、丘陵为主的丘原盆地地区,全市土地总面积 8034 平方千米,占全省土地总面积的 4.56%,根据 X 市 2014 年土地变更调查显示,X 土地总面积 804336.6 公顷(1206.50 万亩),其中,耕地面积 267047 公顷;园地面积 11566 公顷;林地面积 338684 公顷;草地面积 57575 公顷;城镇村及工矿用地 57370 公顷;交通运输用地 13298 公顷;水域及水利设施用地 18537 公顷;其他土地面积 40258 公顷。

三、结果分析

(一)土地利用指数分析

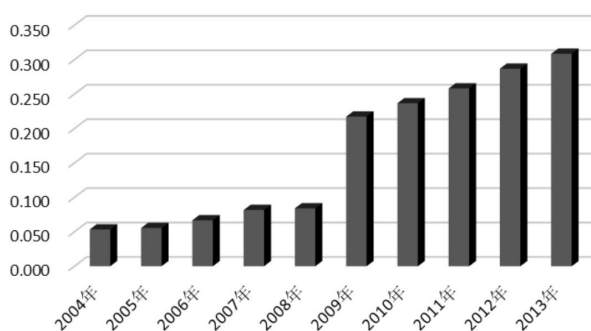


图 1 X 市 2004-2013 年土地利用综合指数

在指标数据标准化和权重计算过程后,通过式 6,得到 X 市 2004-2013 年土地利用综合指数,如图 1 所示,全市十年内土地利用综合指数一直处于上升的态势,在这十年内,2004 年土地利用综合指数相对最低,只有 0.05,而在 2013 年,已经上升至 0.31,从时间阶段上看,前五年的土地开发利用程度远不及 2008 年后的五年,2008-2009 年陡然增加的状况反映了这一年内全市对土地资源的开发利用程度突然加大,这主要是由于随着西部大开发地不断深入,城市经济的发展和人口的猛增,原有的城市土地利用结构和规模已经无法适应具体城市的土地需

求,因此需要做出调整,如增加建设用地,开发未利用地,加大单位面积土地投入等措施。

就具体土地利用综合指数的要素层进行分析,在土地利用结构变化中,耕地面积在这十年内有所下降,减少面积约为土地总面积的 1%,林地面积增加了 7.28%,2013 年相较于 2004 年增加了 58000 公顷,建设用地面积也有着较大增长,其次,土地投入强度指数的变化趋势同样是一路走高,反映在具体指标上,地均固定资产投资额从 2004 年的 3.64 万元增加到 2013 年的 37.68 万元,单位耕地农业机械动力水平约增长 3 倍,每公顷耕地耗电量增加了 34900 千瓦时。投入强度的加大意味着土地产出强度的顺势增加,至 2013 年,农业、工业、第三产业的地均产值相较于研究初始年分别增长了约 2 倍、5 倍和 7 倍。

(二)生态环境指数分析

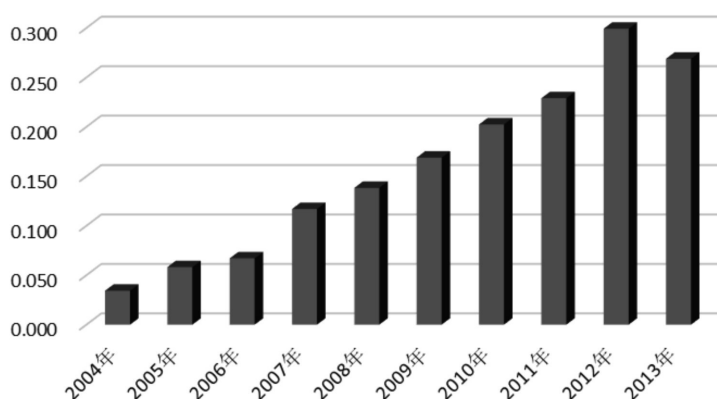


图 2 X 市 2004-2013 年生态环境综合指数

通过式 7 的计算,最后得到 X 市 2004-2013 年生态环境综合指数,从图 2 可以看出,X 市生态环境综合指数呈现阶梯式上升的趋势,由 2004 年的 0.034 增加至 2013 年的 0.269,2013 年相较于 2012 年有一定下降,2006 年至 2007 年以及 2011 年至 2012 年增加值较多,生态环境综合指数的变化趋势反映了全市总体生态环境仍然在向着良好的方向发展。

由于数据标准化计算方式采用 0-1 标准化法,因此,这里的生态环境指数与土地利用综合指数相同,每年的综合指数只是十年内的相对值,是三大要素层的综合计算结果,因此,要了解具体生态环境变化,仍然需要对具体要素层进行分析,生态涵养能力方面,全市绿化覆盖面积从 2004 年的 20224 公顷上升至 2013 年的 23578 公顷,共计增加 3354 公顷,森林覆盖率范围扩大大约 10 个百分点,园林绿地面积在十年间增加了 2543 公顷,这些指标的变化反映了全市生态涵养能力正随着城市的发展不断提升。其次,作为生态环境综合指数的主要负向因素,X 市的生态压力状况也在随着城市经济人口的发展不断加大,但值得一提的是,所选指标工业废水排放量和二氧化硫排放量反而有一定减少。最后,生态治理水平反应了政府对生态环境的重视程度,值得欣慰的是,X 市政府在研究时段范围内对生态环境有着足够的重视,落实在具体指标上,节能环保支出、退耕还林支出和工业固体废弃物利用率都有着较大幅度的增长,尤其是全市的节能环保支出,2013 年的投入金额是 2004 年的 28 倍。

(三) 土地利用与生态环境协调度分析

表 4 土地利用与生态环境协调度结果

诊断项目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
F(X)	0.053	0.056	0.067	0.082	0.084	0.217	0.237	0.258	0.287	0.309
G(X)	0.034	0.058	0.067	0.117	0.138	0.169	0.202	0.229	0.299	0.269
C	0.907	0.999	1.000	0.938	0.885	0.969	0.988	0.993	0.999	0.991
F(X), G(X)关系	F(X)>G (X)	F(X)<G (X)	F(X)=G (X)	F(X)<G (X)	F(X)<G (X)	F(X)>G (X)	F(X)>G (X)	F(X)>G (X)	F(X)<G (X)	F(X)>G (X)

结合全市土地利用综合指数和生态环境指数和协调度模型的计算,得到 2004-2013 年的土地利用与生态环境协调度变化情况,从表 4 可以看出,十年内全市的土地利用与生态环境协调度(C 值)一直保持在 0.8 以上,除了 2008 年以外,其余年份都大于 0.9,该结果根据我国学者郭永奇、陈珏和陈兴雷等人的协调度等级划分(表 5),除 2008 年属于良好协调发展类,在研究时段的全市土地利用和生态环境的关系都属于优质协调发展类^[9-11]。2004 年、2009 年、2010 年以及 2013 年为优质协调发展类中的生态环境滞后土地利用型,2005 年、2007 年和 2012 年为优质协调发展类中土地利用滞后生态环境型,2006 年为优质协调发展类中土地利用与生态环境同步型,2008 年为良好协调发展类中土地利用滞后生态环境型。该结果反映出自 2004 年以来,X 市整个城市的经济发展和人口规模虽然有了迅猛增长,但市政府及时做出了相应的土地利用调整,并且在承受着巨大生态环境压力的同时,努力减少城市经济发展和土地利用带来的环境负面效益,使得土地利用和生态环境仍然保持在协调发展的状态。

表 5 协调度等级划分

协调度 C 值范围	协调度等级	协调度 C 值范围	协调度等级
0-0.1	极度失调	0.5-0.6	勉强协调
0.1-0.2	严重失调	0.6-0.7	初级协调
0.2-0.3	中度失调	0.7-0.8	中级协调
0.3-0.4	轻度失调	0.8-0.9	良好协调
0.4-0.5	濒临失调	0.9-1	优质协调

四、结论与建议

(一) 主要结论

本文通过对 2004-2013 年 X 市的土地利用综合指数、生态环境指数以及两者的协调度指数进行测算分析,主要得出以下结论:

1.全市十年内土地利用综合指数一直处于上升的态势,从 2004 年的 0.053 上升至 2013 年的 0.309,主要选取指标反映出全市的土地利用结构、投入、产出强度情况加大,这是由于近年来经济的发展迫使做出调整。

2.全市生态环境综合指数呈现阶梯式上升的趋势,由 2004 年的 0.034 增加至 2013 年的 0.269,2013 年相较于 2012 年有一定下降,这反映出全市的生态环境整体状况在向着良好的趋

势发展。

3.十年间 X 市的土地利用与生态环境协调度一直保持在 0.8 以上,除了 2008 年以外,其余年份都大于 0.9,属于优质协调发展类,这表明全市土地利用和生态环境之间的关系协调,并没有因为人为土地利用造成普遍的生态环境恶化现象,这与全市对生态环境的重视程度密不可分。

(二)相关建议

通过对西南地区 X 市的土地利用与生态环境协调度实证研究,笔者认为,土地利用和生态环境协调发展作为我国城市生态文明建设的重要内容,还需要在以下几个方面继续重视:

1.城市土地利用方面,随着我国工业化、城镇化进程的不断推进,城镇人口的不断增加促使二、三产业的用地需求越来越大,城市土地利用结构还会在现有的基础上发生重大调整,由于我国人均土地稀少,优质后备土地资源有限,如何科学合理的利用土地资源仍然是重点问题,因此,这需要逐步改变以经济增长为导向的土地利用规划理念,细化城市土地用途,加强土地资源集约利用。

2.生态环境方面,尽管近年来中央对生态文明建设的重视使得生态环境恶化问题有所改善,不少城市的生态文明建设取得了初步的成果,但就目前全国城市生态状况而言,生态环境的治理道路还有较为漫长的道路要走,因此仍需保持现有有效措施,继续加大对生态环境的投入,使生态文明理念深入人心,这样才能在巨大的城市环境压力面前做到持续向前。

3.在处理土地利用与生态环境关系时,笔者建议完善生态文明司法建设,加强对城市新兴工业园区、商业中心区土地利用的监察,防止土地利用产生生态环境破坏,从源头上减少对生态环境产生不良影响,此外,可以划定生态红线对城市生态用地进行保护,通过建设湿地公园、森林公园等方式改善生态环境,促进生态文明建设。

参考文献:

- [1] 怀洋洋,叶林鑫.城乡建设用地增减挂钩中农民利益保障研究[J].四川理工学院学报(社会科学版),2015(2):47-55.
- [2] 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(1):142-148.
- [3] 周卫东,孙鹏举,刘学录.临夏州土地利用与生态环境耦合关系[J].四川农业大学学报,2012(2):210-215.
- [4] 吕立刚,等.区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究——以江苏省为例[J].地理科学,2013(12):1442-1449.
- [5] 王瑞燕,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(12):215-220.
- [6] 李仕川,等.土地集约利用空间分异研究中指标标准化方法研究[J].长江流域资源与环境,2015(10):1771-1778.
- [7] 戎郁萍,等.三种客观赋权法分析草地管理措施对土壤有机碳含量的影响[J].生态学杂志,2012(4):987-993.
- [8] 易平,方世明.地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究——以嵩山世界地质公园为例[J].资源科学,2014(36):206-216.

- [9] 郭永奇.新疆兵团土地利用与生态环境协调度评价研究[J].国土资源科技管理,2012(5):16-22.
- [10] 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(3):116-120.
- [11] 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(7):66-78.

责任编辑:梁 雁

An Empirical Research on Coordination between Land-use and Eco-environment

ZENG Fang¹, WEI Yuan²

(1. School of Public Administration, Gui zhou University of Finance and Economics, Gui-An New District 550025;

2. Research Center for Western Modernization of Research Base of Humanities and Social Science at
Universities of Guizhou Province, Gui-An New District 550025, China)

Abstract: The relationship between land use and ecological environment has been one of the focuses of the academic circles. How to solve the problem of the coordinated development of land resource utilization and ecological environment with the existing quantitative analysis method is still an important part of urban ecological civilization construction. Taking X city in Southwest China as an example, this paper selects the relevant indicators of land use and ecological environment in X City, analyzes the land use comprehensive index, ecological environment index and the coordination degree in 2004 -2013, and classifies the scheduling level. Finally, the following conclusions are drawn: (1) The city's land use composite index has been in a rising trend, the results from 0.053 in 2004 rose to 0.309 in 2013, the land input and output intensity are increasing. (2) The comprehensive index of the ecological environment showed the trend of ladder type, which increased from 0.034 in 2004 to 0.269 in 2013, and it had a certain decrease in 2012, this reflects a good trend of development of the overall situation of the city's ecological environment. (3) The city's land use and ecological environment coordination index has been maintained at more than 0.8 in 2004 -2013; except for the year of 2008 belonging to the category of good and coordinated development, in the remaining years, it is greater than 0.9, belonging to the category of quality and coordinated development. Therefore, it is suggested to keep the intensive use of land resources, increase the land ecological environment, and improve the ecological civilization and judicial construction. Through monitoring the land use of emerging industrial parks and the commercial centers, it is advisable to reduce the adverse effects on the ecological environment from the source.

Key words: land use; ecological environment; urban construction; empirical research; comprehensive evaluation