

陈远云,罗海波,张莉娟,等. 1996—2014年贵州省土地利用结构演变及空间差异分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):228-234.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.063

1996—2014年贵州省土地利用结构演变及空间差异分析

陈远云¹, 罗海波¹, 张莉娟², 吴琳娜¹, 郭鹏³

(1. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州省国土资源勘测规划研究院, 贵州贵阳 550000;
3. 贵阳市城市发展投资(集团)股份有限公司, 贵州贵阳 550000)

摘要:为解决贵州省土地资源稀缺与社会经济发展对土地的大量需求之间的矛盾,将信息熵理论与洛伦兹曲线-基尼系数相结合并引入到土地利用结构分析中,对贵州省1996—2014年的土地利用结构演变特征及空间差异进行分析。分析结果如下:土地利用动态变化主要表现为建设用地(城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地)、林地、园地面积总体增加,耕地、草地和其他土地面积总体减少;土地利用结构信息熵和均衡度总体呈上升趋势,优势度不断下降,土地利用结构朝着均衡状态发展;全省土地利用结构信息熵在空间上呈现由西向东降低的态势;全省土地利用类型总体上分布比较合理。交通运输用地、水域及水利设施用地、林地、其他土地、耕地、城镇村及工矿用地在各州市分布绝对均匀,草地和园地2种土地类型分布在各地市的面积比例相差较大。

关键词:土地利用结构;时序变化;空间差异;信息熵;洛伦兹曲线;基尼系数;贵州省

中图分类号: F301.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)08-0228-07

土地利用结构指一定区域内各类用地的数量结构和空间格局,其变化受自然环境、社会经济水平和政策等因素影响,反映了一定区域上土地利用类型的生产结构特点及配置情

收稿日期:2016-07-15

基金项目:贵州省国土资源勘测规划研究院“贵州省土地政策实施监测评估项目”(编号:H2013-ZC)。

作者简介:陈远云(1990—),女,贵州兴义人,硕士研究生,研究方向为土地规划与信息技术。E-mail:cygz@163.com。

通信作者:罗海波,博士,教授,主要从事土地规划与生态修复研究。E-mail:hbluo@126.com。

况^[1-4]。从时空角度揭示土地利用结构动态变化过程,对保持土地利用系统良性循环,合理配置区域土地利用和优化产业布局具有重要指导作用^[5]。土地利用结构研究一直是学术界的研究热点,近年来对土地利用结构研究主要集中在动态时序分析、优化、预测、评价、区域差异、土地利用变化影响因素和驱动力分析以及土地利用结构与产业结构、生态服务价值、社会经济等相关分析等方面^[6-15]。从研究内容来看,土地利用结构经历了从宏观定性研究到微观定量研究的转变。从研究地区来看,多集中在经济发达地区、国家热点地区和生态较脆弱的黄土高原区^[16-17]。从研究方法来看,涉及了

[8]车前进,段学军,郭 垚,等. 长江三角洲地区城镇空间扩展特征及机制[J]. 地理学报,2011,66(4):446-456.

[9]陈江龙,高金龙,徐梦月,等. 南京大都市区建设用地扩张特征与机理[J]. 地理研究,2014,33(3):427-438.

[10]储金龙,马晓冬,高 抒,等. 南通地区城镇用地扩展时空特征分析[J]. 自然资源学报,2006,21(1):55-63.

[11]Forman R T,Godron M. Landscape ecology[M]. New York: John Wiley & Sons,1986: 86-90.

[12]邬建国. 景观生态学-格局,过程,尺度与等级[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2007:65-67.

[13]蒙古军,吴秀芹,李正国. 河西走廊土地利用/覆盖变化的景观生态效应——以肃州绿洲为例[J]. 生态学报,2004,24(11):2535-2541.

[14]曾 辉,蒋 峰,李书娟. 南昌地区城市建成区景观结构特征对建设用地扩张的影响[J]. 生态学报,2004,24(9):1931-1937.

[15]刘盛和,吴传钧,沈洪泉. 基于GIS的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报,2000,55(4):407-416.

[16]姜广辉,张凤荣,王 玮,等. 北京山区建设用地扩展的景观表现[J]. 水土保持通报,2006,26(3):109-112,121.

[17]杨振山,蔡建明,文 辉. 郑州市2001—2007年城市扩张过程中城市用地景观特征分析[J]. 地理科学,2010,30(4):600-605.

[18]姜广辉,张凤荣,吴建寨,等. 北京山区建设用地扩展及其与耕地变化关系研究[J]. 农业工程学报,2006,22(10):88-93.

[19]蔡小波,许学强. 广州市中心镇建设用地景观格局及其影响因素分析[J]. 热带地理,2011,31(5):478-483.

[20]Krummel J R,Gardner R H,Sugihara G,et al. Landscape patterns in a disturbed environment[J]. Oikos,1987,48(3): 321-324.

[21]O'Neill R V,Krummel J R,Gardner R H,et al. Indices of landscape pattern[J]. Landscape Ecology,1988,1(3): 153-162.

[22]吴 波,慈龙骏. 毛乌素沙地景观格局变化研究[J]. 生态学报,2001,21(2):191-196.

[23]Riitters K H,O'Neill R V,Wickham J D,et al. A note on contagion indices for landscape analysis[J]. Landscape Ecology,1996,11(4): 197-202.

[24]郑新奇,付梅臣. 景观格局空间分析技术及其应用[M]. 北京:科学出版社,2010:51-55.

[25]张金屯,邱 扬,郑凤英. 景观格局的数量研究方法[J]. 山地学报,2000,18(4):346-352.

计量地理模型、物理模型、“3S”技术以及经济学、环境科学等交叉学科的理论和方法。其中,边静等引用信息熵、空间洛伦兹曲线-基尼系数等方法对重庆、新疆和四川地区的土地利用空间结构进行了分析^[18-20],较好地揭示了各土地利用类型的演变规律和空间分布差异。信息熵理论、洛伦兹曲线-基尼系数等方法在土地利用结构分析中应用较为广泛和成熟,但是信息熵只能对土地利用结构的有序程度进行定性描述,而洛伦兹曲线-基尼系数能反映某一土地利用类型的分布差异并定量描述,因此,将信息熵与洛伦兹曲线-基尼系数结合,能更科学高效地对土地利用结构演变进行定量分析。

西部强,则祖国强。贵州省是全国重要的能源基地和西部陆路交通枢纽,是典型的西部经济欠发达喀斯特地区,随着西部大开发战略的深入推进,贵州省在全国社会经济发展大局中的地位日益突出。在已有的研究中,对贵州省土地利用结构定量研究并不多,因此,将信息熵理论和洛伦兹曲线-基尼系数相结合引入到土地利用结构分析中,定量分析贵州省土地利用结构演变特征和空间差异,对贵州省土地资源的合理配置、产业布局优化、石漠化综合治理以及实现土地资源可持续利用是十分必要的。

1 研究区概况

贵州省位于我国西南部云贵高原的东斜坡上,全省境内地势西高东低,根据贵州省 2014 年土地利用现状变更调查,全省土地总面积 1 760.99 万 hm^2 ,农用地、建设用地、未利用地总面积依次为 1 477.38 万、65.71 万、217.90 万 hm^2 ,分别占土地总面积的 83.89%、3.73%、12.37%。全省自然资源丰富,岩溶地貌发育典型,喀斯特面积占全省土地总面积比例高达 61.90%,全省有 80.23% 的县市属于喀斯特石山县^[21],可耕作的土地资源稀缺,土壤贫瘠,土地承载力低,农业投入产出低。2014 年年底,全省总人口 4 325.49 万,农业人口比重为 83.61%;全省生产总值 9 366.39 亿元,占全国生产总值 1.38%;其中,一、二、三产业比重分别为 13.82%、41.63%、44.55%;全省经济发展水平空间分布呈现“中间高、两边低”的规律,经济发展水平由高到低大致可分为 3 个等级,第一级为贵阳市、遵义市和六盘水市,第二级为黔南州、黔西南州和安顺市,第三级为铜仁市、黔东南州和毕节市^[21]。

2 数据来源

基础数据来源于贵州省 1996—2014 年土地利用变更调查资料、《贵州省国土资源公报》《贵州省统计年鉴》等,土地分类标准采用 1984 年颁布的《土地利用现状调查技术规程》中规定的土地利用分类系统,根据利用方式将土地分为耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地(包括设施农用地和未利用地)8 种一级地类进行分类。

3 研究方法

3.1 土地类型变化幅度(R)

土地类型变化幅度指某一研究时段内不同土地类型在数量上的变化幅度^[22]。计算公式为:

$$R = \frac{S_a - S_b}{S_a} \times 100\% \quad (1)$$

式中: R 为贵州省某一段时间内某一土地类型的变化幅度, S_a 是该地类研究期初的面积, S_b 是该地类研究期末的土地面积。

3.2 土地利用结构信息熵、均衡度和优势度

土地利用系统涵盖了自然、人类、社会、经济和技术 5 个子系统,是一个具有耗散结构的复杂巨系统^[19,23]。1948 年 Shannon 借鉴热力学中的热熵概念,提出了信息熵用以描述信源的不确定度。同信息源的特征一样,土地利用系统也是一个复杂又不可精确定义的系统,因此,信息熵理论被多数学者引入土地利用结构变化分析中,从整体上研究区域土地利用系统的均衡程度^[24]。

3.2.1 信息熵(H) 土地利用结构信息熵值大小反映土地利用系统的均衡程度,当区域内土地类型越多,各地类面积相差越小时,土地利用结构信息熵值越大^[25-26]。设贵州省土地总面积为 S ,土地利用类型有 n 种,每种类型的面积为 S_i ($i = 1, 2, \dots, n$),则某一地类出现的概率 $P_i = \frac{S_i}{S}$ ($0 < P_i < 1$),

根据 Shannon 熵定义构建土地利用信息熵 H ($H > 1$) 的计算如公式(2)。

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i \times \ln P_i) \quad (2)$$

3.2.2 均衡度(B) 在实际应用中,根据不同的土地利用分类计算出的土地利用结构信息熵不具有绝对的可比性,因此引入均衡度概念^[27-28]。基于土地利用信息熵公式,当 P_i 都相等时,信息熵达到最大值^[29]。则定义土地利用结构均衡度的计算如公式(3)。

$$B = \frac{H}{H_{\max}} = - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times \ln P_i)}{\ln N} \quad (3)$$

式中:均衡度是实际熵值与最大熵值的比值, $0 < B < 1$,表示土地利用的均衡程度,均衡度越大,土地利用的匀质性越强^[30]; N 为土地利用类型种类总数。

3.2.3 优势度(G) 与均衡度的意义相反,反映区域内一种或几种土地利用类型支配该区域土地类型的程度。计算公式为:

$$G = 1 - B \quad (4)$$

3.3 洛伦兹曲线的绘制

为了研究一个国家收入是否平等的问题,统计学家 Max Otto Lorenz 在 1905 年提出了洛伦兹曲线 (lorenz curve),利用频率累积数绘制成的曲线来描述收入集中或分散的程度^[31]。将洛伦兹曲线原理应用于土地利用结构变化分析中,能够直观地反映土地利用类型在研究区域内分布的均匀程度以及各区域土地利用的专门化程度^[32-33]。当洛伦兹曲线与横坐标夹角为 45° 时,该曲线称为绝对均匀线,曲线离绝对均匀线离差越小,表明该土地利用类型在研究区域分布均匀程度越高;相反,则表明该土地利用类型在研究区域中的分布相对集中^[33]。

第一步,计算区位熵(location entropy),计算公式为:

$$Q = \frac{K}{M} = \frac{(B_1/B_2)}{(A_1/A_2)} \quad (5)$$

式中: Q 为该地区区位熵, K 为各地类面积百分比, M 为总土地面积百分比; B_1 为贵州省某州市某一土地利用类型的面积, B_2 为贵州省该土地利用类型总面积; A_1 为贵州省某州市土地总面积; A_2 为贵州省土地总面积。

第二步,根据区位熵计算结果,升序排列贵州省各州市的区位熵、各州市土地面积占总土地面积的百分比,并计算累计百分比。

第三步,以贵州省总土地面积累计百分比为横坐标,以贵州省某地类面积累计百分比为纵坐标,绘制贵州省各地类洛伦兹曲线。现以 2014 年贵州省耕地区位熵为例(表 1),其他地类省略。

表 1 2014 年贵州省耕地累计百分比

行政区	耕地区位熵	耕地比例 (%)	土地比例 (%)	耕地累计 (%)	土地累计 (%)
黔东南州	0.55	9.40	17.20	9.40	17.20
黔南州	0.71	10.58	14.88	19.98	32.07
黔西南州	1.03	9.80	9.54	29.79	41.62
铜仁市	1.05	10.70	10.23	40.48	51.84
遵义市	1.06	18.57	17.47	59.05	69.32
六盘水市	1.21	6.79	5.63	65.84	74.95
安顺市	1.24	6.52	5.24	72.36	80.19
贵阳市	1.27	5.78	4.57	78.14	84.75
毕节市	1.43	21.86	15.25	100.00	100.00

3.4 基尼系数

基尼系数(Gini coefficient)是对洛伦兹曲线所描述的收入分配程度进行量化的指标。同理,将基尼系数的原理应用于土地利用结构变化分析中,能有效弥补洛伦兹曲线无法对某一土地利用类型在全区空间分布的程度进行定量描述的不足。基尼系数的几何意义是洛伦兹曲线与绝对均匀线之间的面积和绝对均匀线以上三角形面积之比,因此也被称作洛伦兹系数。基尼系数的计算方法是面积法中的上梯形面积法^[34],计算公式如下:

$$G = \sum_{i=1}^{n-1} (M_i Q_{i+1}) - \sum_{i=1}^{n-1} (M_{i+1} Q_i) \quad (6)$$

式中: G 为基尼系数; Q_i 为贵州省某州市某地类面积累计百分比; M_i 为贵州省某州市土地在贵州省土地总面积的累计百分比,其中 $0 < i < 9, 0 < n < 9$ 。

一般认为,基尼系数 < 0.2 表示某一土地利用类型在全区空间分布绝对均匀, $0.2 \sim 0.3$ 表示分布比较均匀, $> 0.3 \sim 0.4$ 表示分布相对合理, $> 0.4 \sim 0.6$ 表示分布差距较大, > 0.6 表示分布差距悬殊^[35]。

4 结果与分析

4.1 土地利用结构演变分析

4.1.1 土地利用变化幅度分析 根据公式(1)可以计算出各类土地面积变化量和变化幅度。由表 2 可知,贵州省 19 年来土地利用动态变化具有以下特点:(1)耕地面积变化体现为 4 个阶段。第一阶段(1996—2006 年):耕地面积持续大量减少,年平均减少量为 4.10 万 hm^2 ,年平均减幅为 0.85% ,大量减少的原因是退耕还林政策的大力实施,以及城市化所催生的房地产开发和开发区建设等占用了大量耕地;第二阶段(2007—2009 年):耕地面积仍呈减少趋势,但减少量和减幅

有所降低,年平均减量为 0.51 万 hm^2 ,年平均减幅为 0.11% ,减幅降低的原因是基本农田保护制度、“增减挂钩”、耕地占补平衡制度、土地整治等耕地保护措施的实施;第三阶段(2010 年):耕地面积有所增加,年平均增量为 0.37 万 hm^2 ,年平均增幅为 0.08% ,增加的原因是土地整治等耕地保护措施的完善和有效开展;第四阶段(2011—2014 年):耕地面积又呈持续减少趋势,年平均减量为 0.56 万 hm^2 ,年平均减幅为 0.12% ,主要原因是城镇化的快速推进以及贵州省“工业强省”战略的实施,加剧了土地开发建设。(2)林地变化体现为 2 个阶段,呈现先增加后减少的趋势。第一阶段(1996—2005 年):林地面积持续增加,年平均增量为 4.16 万 hm^2 ,年平均增幅为 0.47% ,增加的原因主要是退耕还林;第二阶段(2006—2014 年):林地面积从 2005 年开始持续减少,年平均减量为 0.88 万 hm^2 ,年平均减幅为 0.10% ,减少的主要原因是城镇化和工业化的建设占用。(3)从 2011 年开始,城镇村及工矿用地和交通运输用地面积大量增加,从 2011—2014 年城镇村及工矿用地和交通运输用地年均增幅分别为 3.16% 、 4.56% 。19 年间,交通运输用地增幅高达 53.86% 。

4.1.2 土地利用结构信息熵时序分析 式(2)、(3)、(4)的计算结果(表 3)表明,贵州省 1996—2014 年土地利用结构信息熵提高了 $0.029 5 \text{ Nat}$,均衡度提高了 $0.014 2$,优势度降低了 $0.014 2$,信息熵最高值为 $1.369 1 \text{ Nat}$ (2014 年),年均增长率为 0.12% 。信息熵和均衡度总体呈上升趋势,优势度不断下降,说明贵州省土地利用结构正缓慢朝着均衡状态发展,不同地类的面积之间的差别越来越小,土地利用结构稳定性和匀质性逐步增强。土地利用结构信息熵变化过程可分为“增—减—增”3 个阶段(1996—2002 年,2003—2004 年,2005—2014 年),其中,第一阶段(1996—2002 年)和第三阶段(2005—2014 年)为缓慢增长过程,年均增长率分别为 0.13% 和 0.21% ,第二阶段(2003—2004 年)减少幅度较大,年均减少率为 0.32% 。土地利用结构均衡度变化趋势与信息熵一致,优势度则相反。以上结果说明,贵州省 1996—2014 年随着社会经济的发展,土地利用结构趋于平衡,土地资源开发利用结构向着合理化和均衡化发展。为了分析 1996—2014 年贵州省土地利用结构信息熵与各地类面积变化之间的相关关系,利用 SPSS 19 软件进行 Pearson 相关性分析,贵州省耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地 8 种土地类型面积变化与信息熵的相关性系数分别为 -0.539^* 、 0.639^{**} 、 0.328 、 -0.747^{**} 、 0.921^{**} 、 0.912^{**} 、 0.808^{**} 、 -0.478^* [$**$ 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; $*$ 在 0.05 水平(双侧)上显著相关]。根据分析结果:(1)耕地、草地和其他土地 3 种土地类型的面积变化与信息熵成负相关关系,相关系数绝对值最大的是草地,表明耕地、草地和其他土地的面积减少对土地利用结构信息熵的增加产生影响,且草地面积的减少对土地利用结构信息熵的增加影响较大;(2)园地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地 4 种土地类型的面积变化与信息熵成正相关关系,城镇村及工矿用地面积变化与信息熵相关性系数最大,表明园地、镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地的面积增加对土地利用结构信息熵的增加产生影响,且城镇村及工矿用地面积的增加对土

表 2 1996—2014 年贵州省各类土地利用变化幅度

比较年份	耕地		园地		林地		草地	
	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)
1996—1997	-12 974	-0.26	4 512	4.11	7 185	0.08	-1 466	-0.09
1997—1998	-6 640	-0.13	1 926	1.69	2 630	0.03	-2 427	-0.14
1998—1999	-98 415	-1.98	7 105	6.12	55 327	0.64	8 893	0.53
1999—2000	-15 057	-0.31	12 417	10.07	5 844	0.07	-5 003	-0.30
2000—2001	-8 787	-0.18	3 665	2.70	4 266	0.05	-1 639	-0.10
2001—2002	-62 103	-1.28	3 401	2.44	49 741	0.57	7 333	0.44
2002—2003	-131 666	-2.75	6 397	4.48	177 998	2.03	-26 475	-1.57
2003—2004	-53 469	-1.15	5 269	3.53	58 943	0.66	-10 509	-0.63
2004—2005	-9 400	-0.20	1 782	1.15	12 050	0.13	-7 156	-0.43
2005—2006	-11 058	-0.24	1 145	0.73	-2 475	-0.03	-1 032	-0.06
2006—2007	-6 474	-0.14	-48	-0.03	-6 640	-0.07	-4 248	-0.26
2007—2008	-2 158	-0.05	77	0.05	-3 145	-0.03	-3 536	-0.22
2008—2009	-6 563	-0.14	391	0.25	-4 086	-0.05	-2 939	-0.18
2009—2010	3 693	0.08	-231	-0.15	-12 585	-0.14	-6 761	-0.41
2010—2011	-6 159	-0.13	84	0.05	-22 752	-0.25	367	0.02
2011—2012	-7 859	-0.17	8 013	5.08	-11 816	-0.13	-11 308	-0.70
2012—2013	-3 835	-0.08	2 364	1.43	-7 208	-0.08	-8 673	-0.54
2013—2014	-4 427	-0.10	-1 699	-1.01	-8 382	-0.09	-8 286	-0.52
1996—2014	-443 354	-8.89	56 570	51.54	294 895	3.41	-84 864	-5.05

比较年份	城镇村及工矿用地		交通运输用地		水域及水利设施用地		其他土地	
	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)	变化量 (hm ²)	变化幅度 (%)
1996—1997	2 630	0.64	1 274	1.06	-173	-0.09	-988	-0.07
1997—1998	1 720	0.42	2 776	2.28	297	0.16	-281	-0.02
1998—1999	4 508	1.09	4 176	3.35	8 793	4.59	9 614	0.66
1999—2000	1 745	0.42	1 632	1.27	1 032	0.52	-2 610	-0.18
2000—2001	2 346	0.56	2 264	1.74	176	0.09	-2 291	-0.16
2001—2002	2 314	0.55	1 959	1.48	1 263	0.63	-3 907	-0.27
2002—2003	5 195	1.22	1 671	1.24	1 133	0.56	-34 252	-2.35
2003—2004	4 960	1.15	2 863	2.10	2 736	1.34	-10 793	-0.76
2004—2005	2 750	0.63	1 900	1.36	1 611	0.78	-3 537	-0.25
2005—2006	4 527	1.03	1 958	1.39	962 5	4.62	-2 690	-0.19
2006—2007	2 992	0.67	1 861	1.30	134 39	6.17	-881	-0.06
2007—2008	3 552	0.80	1 837	1.27	4 122	1.78	-749	-0.05
2008—2009	3 690	0.82	1 885	1.28	9 062	3.85	-1 440	-0.10
2009—2010	8 383	1.85	6 650	4.47	321	0.13	530	0.04
2010—2011	17 629	3.81	7 925	5.10	2 468	1.01	439	0.03
2011—2012	18 724	3.90	5 282	3.24	-168	-0.07	-869	-0.06
2012—2013	12 046	2.42	6 287	3.73	-204	-0.08	-778	-0.06
2013—2014	12 722	2.49	10 752	6.15	781	0.32	-1 460	-0.10
1996—2014	112 433	27.35	64 951	53.86	56 311	29.41	-56 943	-3.91

地利用结构信息熵的增加影响最大; (3) 林地显示相关性不显著。因此, 贵州省 1996—2014 年土地利用结构信息熵变化的成因是城镇化和工业化的快速发展, 造成建设用地大幅增加, 耕地、草地和其他土地面积减少; 农业内部结构调整, 造成经济收益较高的园地面积极增长较快; 另外, 土地石漠化和水土流失等自然灾害造成一定的农用地减少。

4.2 土地利用结构的区域差异分析

4.2.1 土地利用结构信息熵空间差异分析 由表 4 可知, 贵州省土地利用结构信息熵和均衡度最大值出现在安顺市 (1.532 6 Nat, 0.737 0), 最小值出现在黔东南州 (1.121 2

Nat, 0.539 2); 优势度最大值出现在黔东南州 (0.460 8), 最小值出现在安顺市 (0.263 0); 全省土地利用结构信息熵平均值为 1.384 7 Nat。以上结果说明, 全省土地利用结构信息熵在空间分布上存在差异。进一步分析贵州省土地利用结构信息熵空间差异, 运用 SPSS 19 软件的 K - Means 聚类分析将贵州省土地利用结构信息熵区域差异划分为高、中、低 3 个区 (图 1), 发现土地利用结构信息熵值在空间上呈现由西向东降低的态势, 说明全省土地利用系统均衡度由西向东逐渐降低。高熵值区分布在贵州省经济发达和社会综合发展较强的安顺市、黔西南州、贵阳市和六盘水市, 这些地区土地利用结

表 3 1996—2014 年贵州省土地利用结构及信息熵、均衡度、优势度

年份	土地利用结构(%)								信息熵 (Nat)	均衡度	优势度
	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地			
1996	28.32	0.62	49.13	9.55	2.33	0.68	1.09	8.28	1.339 6	0.644 2	0.355 8
1997	28.25	0.65	49.17	9.54	2.35	0.69	1.09	8.27	1.340 8	0.644 8	0.355 2
1998	28.21	0.66	49.18	9.53	2.36	0.71	1.09	8.27	1.341 8	0.645 3	0.354 7
1999	27.65	0.70	49.50	9.58	2.38	0.73	1.14	8.32	1.345 9	0.647 2	0.352 8
2000	27.57	0.77	49.53	9.55	2.39	0.74	1.14	8.31	1.348 5	0.648 5	0.351 5
2001	27.52	0.79	49.55	9.54	2.41	0.75	1.14	8.29	1.349 7	0.649 1	0.350 9
2002	27.16	0.81	49.84	9.58	2.42	0.76	1.15	8.27	1.349 8	0.649 1	0.350 9
2003	26.41	0.85	50.85	9.43	2.45	0.77	1.16	8.08	1.342 0	0.645 4	0.354 6
2004	26.11	0.88	51.18	9.37	2.48	0.79	1.17	8.02	1.341 2	0.645 0	0.355 0
2005	26.06	0.89	51.25	9.33	2.49	0.80	1.18	8.00	1.341 5	0.645 1	0.354 9
2006	26.00	0.89	51.24	9.32	2.52	0.81	1.24	7.98	1.344 2	0.646 4	0.353 6
2007	25.96	0.89	51.20	9.30	2.54	0.82	1.31	7.98	1.347 2	0.647 9	0.352 1
2008	25.95	0.89	51.18	9.28	2.56	0.83	1.34	7.97	1.348 6	0.648 6	0.351 4
2009	25.91	0.90	51.16	9.26	2.58	0.84	1.39	7.96	1.351 0	0.649 7	0.350 3
2010	25.93	0.89	51.09	9.23	2.63	0.88	1.39	7.97	1.353 5	0.650 9	0.349 1
2011	25.89	0.90	50.96	9.23	2.73	0.93	1.40	7.97	1.358 6	0.653 4	0.346 6
2012	25.85	0.94	50.89	9.16	2.83	0.96	1.40	7.96	1.363 2	0.655 6	0.344 4
2013	25.83	0.95	50.85	9.11	2.90	0.99	1.40	7.96	1.366 0	0.656 9	0.343 1
2014	25.80	0.94	50.80	9.07	2.97	1.05	1.41	7.95	1.369 1	0.658 4	0.341 6

表 4 2014 年贵州省 9 个州市土地利用结构及信息熵、均衡度、优势度

行政区	土地利用结构(%)								信息熵 (Nat)	均衡度	优势度
	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地			
贵阳市	32.68	1.41	41.95	7.07	7.60	2.01	2.30	4.98	1.487 9	0.715 5	0.284 5
六盘水市	31.12	0.49	37.81	10.83	4.34	1.32	1.01	13.09	1.503 4	0.723 0	0.277 0
遵义市	27.42	0.87	53.05	5.42	3.16	0.97	1.14	7.97	1.297 1	0.623 8	0.376 2
安顺市	32.09	0.76	33.97	11.09	3.26	1.14	1.49	16.20	1.532 6	0.737 0	0.263 0
毕节市	36.99	0.26	43.28	5.98	2.84	1.13	1.25	8.26	1.326 8	0.638 1	0.361 9
铜仁市	26.98	0.71	50.64	10.08	3.04	1.00	1.32	6.23	1.346 7	0.647 6	0.352 4
黔西南州	26.50	2.46	41.43	15.28	2.85	1.04	2.07	8.37	1.531 9	0.736 7	0.263 3
黔东南州	14.11	0.92	67.54	7.26	1.86	0.87	1.52	5.93	1.121 2	0.539 2	0.460 8
黔南州	18.36	1.05	56.19	13.16	2.18	0.90	1.24	6.93	1.314 8	0.632 3	0.367 7

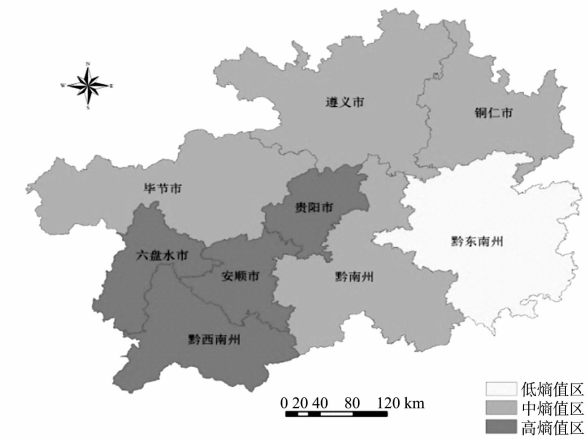


图1 贵州省土地利用结构信息熵空间分区

构比较均衡,各土地类型面积相差较小。其中,贵阳市是省会城市,城市化发展水平最高,建设用地在土地利用结构中比重较大;安顺市、黔西南州和六盘水市由于地势高、石漠化程度严重以及矿产资源的开采等原因,耕地和林地比重较小,草地在土地利用结构中比重较大。中熵值区分布在经济发展水平

较低的铜仁市、毕节市和黔南州地区,以及经济较发达的遵义市,这些地区农业资源和生物资源丰富,以种植业和旅游业等绿色产业作为重点发展内容,非农建设占用土地比重较大,农业结构调整作用明显,各土地类型利用较均衡。低熵值区分布在经济落后的黔东南州,该地区气候适宜,雨热同季,林地在土地利用结构中比重高达 67.54%。

4.2.2 土地利用结构洛伦兹曲线分析 根据上述空间洛伦兹曲线绘制方法,绘制出 2009 年和 2014 年贵州省各土地利用类型洛伦兹曲线。根据图 2,2009 年贵州省交通运输用地、水域及水利设施用地、林地的空间洛伦兹曲线较靠近绝对均匀线,说明这 3 种地类在贵州省各地区土地利用中分布比较均匀;其他土地、耕地、城镇村及工矿用地其次;草地和园地与绝对均匀线距离最远,表明这 2 种土地类型分布比较聚集,分布在各地区的面积比例相差较大。空间洛伦兹曲线法分析得到的结果和实际情况基本相符。理由如下:依据 2009 年土地利用现状数据,毕节市约占全省 15.25% 的土地上分布了贵州省 4.24% 的园地,黔西南州约占全省 9.54% 的土地上分布了贵州省 19.80% 的园地;遵义市约占全省 17.47% 的土地上分布了贵州省 10.59% 的草地,黔南州约占全省 14.88% 的土

地上分布了贵州省 21.17% 的草地。由图 3 可知,2014 年贵州省各地区土地利用类型洛伦兹曲线所体现结果与 2009 年情况相似。

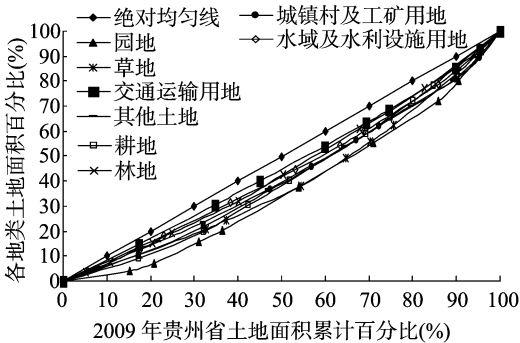


图2 2009 年贵州省土地利用类型洛伦兹曲线

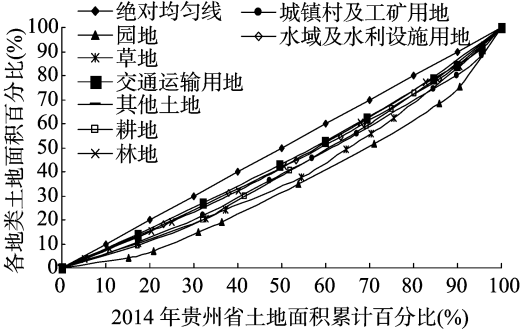


图3 2014 年贵州省土地利用类型洛伦兹曲线

另外,依据区位熵的概念,区位熵是空间洛伦兹曲线的斜率 α ,可以判断贵州省土地利用特色。当 $\alpha < 1$ 时,说明该州

市某地类面积占全省土地面积的比例低于该州市土地面积占全省土地面积的比例;反之,说明高于该州市土地面积占全省土地面积的比例^[4]。根据各地类的土地利用特色,因地制宜,发展特色产业,使贵州省土地利用结构达到最优,在土地利用类型复杂的贵州省具有重要意义,如耕地主要分布在北部的毕节市和遵义市,这些地区应结合生态环境特征和市场需求,大力发展烤烟、药材等特色农业,并推进农业产业化经营;在占全省约有 60% 园地的黔西南州、黔东南州和黔南州等南部地区,可以重点发展经果林,既可以提高生态效益,又可以提高经济效益,增加农民收入。

4.2.3 土地利用结构基尼系数分析 根据公式(5)计算得出贵州省 2009 年和 2014 年土地利用类型基尼系数见表 5,结果表明:(1)通过基尼系数分析出的结果与通过空间洛伦兹曲线分析的结果是相一致的,即各土地利用类型洛伦兹曲线与绝对均匀线的距离越近,基尼系数越小,反之,则基尼系数越大;(2)2009 年和 2014 年,耕地、林地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地的基尼系数都小于 0.2,表明各土地利用类型在各州市分布绝对均匀;草地和园地基尼系数处于 0.2~0.3 之间,说明贵州省土地利用类型总体上分布比较合理;(3)林地的基尼系数变化最小,表明林地分布状态较为稳定,园地的基尼系数变化最大,说明园地分布变化较大;(4)通过计算可知,耕地和其他土地的年际变化为负,表明这 2 种土地类型的分布越来越趋向均衡;园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地的年际变化为正,表明这 6 种土地类型的分布越来越趋于集中。

表 5 2009 年和 2014 年贵州省土地利用类型基尼系数

年份	基尼系数							
	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
2014	0.163 8	0.292 2	0.109 2	0.204 5	0.174 5	0.099 4	0.119 3	0.150 9
2009	0.167 0	0.251 9	0.108 9	0.203 0	0.167 8	0.079 8	0.118 0	0.152 8
差值	-0.003 2	0.040 3	0.000 3	0.001 5	0.006 7	0.019 6	0.001 3	-0.001 9

5 结论与讨论

贵州省土地类型以林地和耕地为主,分别占全省土地总面积的 50% 和 25% 以上,园地面积最小。1996—2014 年间,土地利用动态变化特征主要表现为建设用地(城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地)、园地、林地面积总体增加,耕地、草地和其他土地面积总体减少。其中,耕地面积变化波动最大,表现为“骤减(1996—2006 年)—缓减(2006—2009 年)—略增(2009—2010 年)—缓减(2010—2014 年)”的规律;林地以 2005 年为转折年,呈现先增加后减少的规律;城镇村及工矿用地和交通运输用地地持续增加的状态,且最近 5 年的增加量占了 18 年增加量的 50% 以上。产生这些变化的原因归结起来主要包括 3 个方面:(1)国家生态恢复和耕地保护等政策和措施的实施,保护了一定的耕地数量;(2)城镇化和城镇人口的快速增长加剧了对建设用地的需求;(3)贵州省相关政策、发展战略和规划的提出大大加快了土地开发利用,如 2009 年提出实现“县县通高速”的《贵州省高速公路网规划》、为推进工业化发展在 2010 年提

出的“工业强省”战略以及 2013 年的“5 个 100 工程”发展战略等。

贵州省 1996—2014 年土地利用结构信息熵和均衡度总体呈上升趋势,优势度不断下降,城镇村及工矿用地面积变化对信息熵影响最大。贵州省土地利用结构正缓慢朝着均衡状态发展,产业结构和土地资源开发利用结构向着合理化和均衡化发展,但是贵州省土地利用结构信息熵值总体偏低,土地利用结构有待进一步优化。贵州省是典型的喀斯特地区,土地资源严重稀缺,生态环境脆弱,农用地和生态环境保护是发展的首要任务。贵州省信息熵值增加的主要原因是建设用地面积的大幅增加及耕地、草地、其他土地面积的减少。社会经济的发展是建立在耕地和林地被大量占用、草地和其他土地被大量开垦的基础之上,这将对贵州省耕地和生态保护造成严重威胁,当人地矛盾加剧,则又会阻碍社会经济的发展。因此,应把握贵州省土地利用结构信息熵演变和空间差异规律,在土地利用结构调整中,协调发展“社会—经济—生态”三效益,将建设用地从外延扩张变成内部挖潜,提高建设用地利用效率,实现土地集约节约发展,注重提高农民收入,加强农业

结构调整,适当增加具有生态和经济双重效益的土地利用类型面积。

贵州省土地利用结构信息熵在空间上由西向东呈现降低的态势,说明全省土地利用系统的有序度自西向东呈现出有序向无序的变化。通过基尼系数分析出的结果与通过空间洛伦兹曲线分析的结果是相一致的,贵州省土地利用类型总体上分布比较合理;交通运输用地、水域及水利设施用地、林地、其他土地、耕地、城镇村及工矿用地在各州市分布绝对均匀,草地和园地分布在各地市的面积比例相差较大。贵州省土地利用结构信息熵值的高低与社会经济发展水平强弱有直接关系,但针对贵州省特殊的自然环境条件,不应为促进社会经济发展而盲目增加建设用地面积,而应依据各州市土地利用特色,因地制宜,对经济发展方向合理分区定位,科学有效调整土地利用结构。如黔东南州信息熵值最低的原因是林地比重高达 67.54%,该地区应抓住大量林地资源优势,开发绿色产业,发展绿色产业。

参考文献:

- [1] 谭木魁,朱祥波,张路. 基于计量地理模型和信息熵的湖北省土地利用结构地域差异研究[J]. 地域研究与开发,2014,33(1): 88-92.
- [2] 王群,王万茂. 中国大陆地区土地利用结构研究进展[J]. 中国土地科学,2015,29(8): 10-15.
- [3] 汪雪格,汤洁,李昭阳,等. 基于洛伦兹曲线的吉林西部土地利用结构变化分析[J]. 农业现代化研究,2007,28(3): 310-313.
- [4] 李霖,沈忱,于忠海,等. 基于空间洛伦兹曲线和 DEA 的省域土地利用结构及效率评价——以黑龙江省为例[J]. 国土资源科技管理,2013,30(6): 68-73.
- [5] 倪维秋,孟超. 基于空间洛伦兹曲线和基尼系数的土地利用结构分析——以黑龙江省为例[J]. 国土资源科技管理,2012,29(2): 51-57.
- [6] 毛良祥,林燕华. 基于信息熵的我国土地利用结构动态变化研究[J]. 国土资源科技管理,2008,25(6): 48-51.
- [7] 奚砚涛,牛坤,薛丽芳. 基于生态足迹定量分析的土地利用结构优化研究——以江苏省徐州市为例[J]. 水土保持通报,2014,34(2): 293-299.
- [8] 王晓娇,陈英,齐鹏,等. 土地利用结构动态演变及预测研究——以张掖市为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(4): 86-91.
- [9] 文洁,刘学录. 基于改进 TOPSIS 方法的甘肃省土地利用结构合理性评价[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(4): 234-239.
- [10] 戎晓红,张文秀,贾林平. 土地利用结构的区域差异研究——以四川省邛崃市为例[J]. 国土资源科技管理,2006,23(6): 53-57.
- [11] 高永年,刘友兆. 经济快速发展地区土地利用结构信息熵变化及其动因分析——以昆山市为例[J]. 土壤,2004,36(5): 527-531.
- [12] 司慧娟,付梅臣,袁春,等. 青海省土地利用结构信息熵时空分异规律及驱动因素分析[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(6): 38-42.
- [13] 严超,张安明,石仁蓉,等. 重庆市土地利用结构与产业结构耦合协调发展评价[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2015,40(7): 158-164.
- [14] 王科明,石惠春,周伟,等. 干旱地区土地利用结构变化与生

态服务价值的关系研究——以酒泉市为例[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(3): 124-128.

- [15] 杨子,刘新平,马东. 土地利用结构与社会经济结构变化的相关性分析[J]. 新疆农业科学,2015,52(4): 767-773.
- [16] 刘俊,董平. 1996年以来苏锡常地区土地利用结构时空演变研究[J]. 地域研究与开发,2009,28(2): 79-84.
- [17] 鲁春阳,杨庆媛,靳东晓,等. 中国城市土地利用结构研究进展及展望[J]. 地理科学进展,2010,29(7): 861-868.
- [18] 边静,何多兴,田永中,等. 基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析——以重庆市合川区为例[J]. 水土保持研究,2011,18(5): 201-204,211.
- [19] 安明珠,高敏华. 基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用结构变化——以阿克苏地区为例[J]. 水土保持研究,2015,22(6): 307-311.
- [20] 陈燕,陈磊,张瑞,等. 四川省崇州市土地利用结构动态演变及预测研究[J]. 农村经济与科技,2016,17(1): 19-22,25.
- [21] 王黔京. “一带一路”布局下的贵州发展战略研究[J]. 贵州商业高等专科学校学报,2015,28(4): 43-46.
- [22] 陈笑筑,张定义,文兴耀. 区域土地利用结构演变多维度分析——以毕节市为例[J]. 贵州大学学报(自然科学版),2015,32(4): 126-130.
- [23] 刘康. 土地利用可持续性评价的系统概念模型[J]. 中国土地科学,2001,15(6): 19-23.
- [24] 张群,张雯,李飞雪,等. 基于信息熵和数据包络分析的区域土地利用结构评价——以常州市武进区为例[J]. 长江流域资源与环境,2013,22(9): 1149-1155.
- [25] 周子英,段建南,梁春风. 长沙市土地利用结构信息熵时空变化研究[J]. 经济地理,2012,32(4): 124-129.
- [26] 石培基,董翰蓉,潘竟虎. 甘州区土地利用结构信息熵时空变化分析[J]. 土壤通报,2012,43(2): 263-268.
- [27] 刘敬财,周宝同,赵昆昆,等. 基于信息熵的土地利用结构变化影响因素分析——以重庆市丰都县为例[J]. 中国农学通报,2011,27(32): 221-225.
- [28] 程浩,舒晓波,龙英,等. 土地利用结构信息熵时空变化分析——以宜春市为例[J]. 江西农业学报,2011,23(12): 166-168,177.
- [29] 李正,王军,白中科,等. 喀斯特地区土地利用变化研究——以贵州省为例[J]. 地域研究与开发,2011,30(2): 143-148.
- [30] 李文彦,罗海波. 基于信息熵的贵州三穗县域土地利用结构分析及其 GM 预测[J]. 贵州农业科学,2014,42(12): 221-224,229.
- [31] 吴婷婷,刘学录. 甘肃省庄浪县土地利用结构动态变化研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2015,30(1): 112-118.
- [32] 杨帆,曾建军,苏旺德,等. 云南高原盆地城市水源地土地利用空间结构[J]. 水土保持通报,2015,35(4): 254-257.
- [33] 赵乐,朱建玲,刘南,等. 浙江东部沿海城市建设用地空间结构分析[J]. 经济地理,2010,30(3): 494-500.
- [34] 张建华. 一种简便易用的基尼系数计算方法[J]. 山西农业大学学报(社会科学版),2007,6(3): 275-278,283.
- [35] 周清华. 基尼系数的基本算法总结[J]. 统计教育,2002(1): 12-13.