

兰州市城镇化水平与其生态用地的供求关系

贵立德

(定西市水土保持科学研究所, 甘肃 定西 743000)

摘要: 城市生态用地研究能够为土地资源利用与规划及城市生态安全调控提供科学方法与决策依据。通过构建城镇化综合发展水平指标体系,采用熵值法定量评价了 1999—2008 年兰州市的城镇化综合发展水平,利用碳氧平衡法分析了兰州市城市生态用地时间序列供求关系。基于定量研究结果,采用灰色关联模型评价了城镇化水平与城市生态用地供求的耦合关系。研究结果表明,经济城镇化与生态用地需求的灰色关联度最大,其次为人口城镇化;人口、经济城镇化发展与生态用地理论需求的趋势变化基本上同步。

关键词: 城镇化;生态用地供求;灰色关联;兰州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)04-0298-05

中图分类号: F301.2, F291.1

Relationship Between Urbanization Level and Ecological Land Demand and Supply in Lanzhou City

GUI Li-de

(Soil and Water Conservation Science Institute of Dingxi City, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: Studies regarding urban ecological land can provide scientific methods and information for decision-making in land resource use and planning. Urbanization level of Lanzhou City during 1999—2008 is evaluated using entropy method along with integrated urbanization index system. Furthermore, the supply and demand of urban ecological land was estimated based carbon-oxygen equilibrium theory. The coupling relationship between urbanization level and ecological land supply and demand was investigated by applying grey correlation analysis. The results show that the grey correlation degree between economic-urbanization and ecological land supply and demand was the biggest, followed by population-urbanization. The changing trend of economic-population-urbanization was highly consistent to that of ecological land supply-demand.

Keywords: urbanization; ecological land supply and demand; Lanzhou City

城市生态用地指为了改善和提高城市中人群的生活质量、保护重要的生态系统和生物栖息地、维持和改善城市中各种自然和人工生态单元,将城市生态系统稳定在一定水平所需要的土地。生态用地对保持一个城市的生态环境起着举足轻重的作用^[1]。然而,由于城市人口的不断增加,特别是近百年来的成倍增长,越来越加重了土地的负载,同时快速的城镇化、工业化进程也使大量农田和生态用地被占用,导致土地生态服务衰退^[1-2]。这不仅直接影响人类社会的可持续发展,还危及粮食安全、城市生态健康和区域生态安全,对人类生存造成很大的威胁。城市生态用地不但与城市所处的地理位置、自然资源种类、气候、土壤、地质等自然条件有关,而且取决于城市的发展水平、发展定位和城市人群对生活质量的要求。

为了维持城市生态系统的有序发展,保证足量的生态用地面积是保证城市可持续发展的前提^[3-4]。

因此,在城市与区域可持续发展和城市土地生态功能管理研究的基础上,开展城市生态用地研究,能够为土地资源利用与规划及城市生态安全调控提供科学方法与决策依据,具有重要的意义^[2,5]。

鉴于此,本研究通过构建城镇化综合发展水平指标体系,采用熵值法定量评价了 1999—2008 年兰州市的城镇化综合发展水平,并采用碳氧平衡法分析了兰州市城市生态用地时间序列供求关系,基于定量研究结果,利用灰色关联模型评价了城镇化水平与城市生态用地供求的耦合关系,旨在为相关领域的研究提供理论依据,为今后的城市生态用地研究提供科学参考。

1 研究方法

1.1 城镇化指标体系构建

城镇化是人口由农村向城市集中,农村人口变为城镇人口、农村地区变为城市地区的过程。它具有多维涵义,包含众多因子,主要涉及到人口、经济、空间、生活方式等方面。从表现形式上看,随着工业经济的发展壮大,从事非农产业的人口越来越多,它是乡村人口不断向城市集中和城市人口不断增加的过程;从经济内涵看,它是第二三产业比重不断增加、经济结构演进和升级的过程;从生活方式上看,其实质就是农业和非农业生产效率差距不断缩小,农村与城镇居民生活方式、行为方式趋于一致,城乡差距逐步消除的过程;从空间角度看,城镇化是一种构成这一特有的经济空间的第二三产业区位的形成、聚集和发展,以及伴随此过程而产生的消费区位的形成和聚集的过程。其中经济发展是基础,人口和空间扩张是其表现,生活方式改善是其最终目标。依据陈明星等人研究^[6-7],主要从人口城镇化、经济城镇化、空间城镇化以及生活方式城镇化 4 个方面来测度城镇化的综合水平(表 1)。

表 1 城镇化指标体系构建

一级指标	二级指标
人口城镇化	非农人口比重
	二三产业就业人口
	建成区人口密度
	城镇人口比重
经济城镇化	人均 GDP
	财政支出占总支出比重
	工业总产值
	第二三产业 GDP 比重
生活方式城镇化	人均用电量
	每万人大学生数
	每万人医生数
	万人公交车辆
土地城镇化	城镇人均消费支出水平
	建成区面积
	人均建成区面积
	人均公共绿地面积
	人均道路面积

1.2 熵值法

在综合指标体系的测度中,确定指标权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法是一类根据评价者主观上对各指标的重视程度来决定权重的方法,客观赋权法所依据的赋权原始信息来源于客观环境,它根据各指标所提供的信息量来决定指标

的权重。本研究使用熵值法确定权重,以消除确定权重的人为主观因素。一般认为,信息熵值越高,系统结构越均衡,差异越小,或者变化越慢;反之,信息熵越低,系统结构越是不均衡,差异越大,或者变化越快。所以,可以根据熵值大小,也即各项指标值的变异程度,计算出权重。

数据标准化处理。由于各指标的量纲、数量级及指标的正负取向均有差异,需对初始数据做正规化处理。指标值越大对系统发展越有利时,采用正向指标计算方法:

$$X_{ij} = (X_{ij} - \min\{X_j\}) / (\max\{X_j\} - \min\{X_j\})$$

指标值越小对系统发展越好时,采用负向指标计算方法处理:

$$X_{ij} = (\max\{X_j\} - X_{ij}) / (\max\{X_j\} - \min\{X_j\})$$

计算第 i 年份第 j 项指标值的比重:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}$$

指标信息熵的计算: $e_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij})$

令 $k = \frac{1}{\ln m}$, 有 $0 \leq e_j \leq 1$ 。

信息熵冗余度的计算: $d_j = 1 - e_j$

指标的权重: $w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$

单指标评价得分: $S_{ij} = w_j \times X_{ij}$

式中: X_{ij} ——第 i 个年份地 j 项评价指标的数值; $\max\{X_j\}, \min\{X_j\}$ ——所有年份中第 j 项评价指标的最大值和最小值; m ——评价年数; n ——指标数。

1.3 碳氧平衡法

碳(C)、氧(O)元素作为生物体和生命过程中所必须的基本物质之一,它们在空气中的合理比例对保证人类生存,保障社会发展和保护生态环境均具有重要的作用。从耗氧角度而言,在人类活动中引起碳氧失衡的主要原因有化石燃料燃烧、水泥生产、不合理的土地利用、人类自身的呼吸作用以及生物化学耗氧量^[8]。其耗氧量 K 分别为:

$$K = O_E \times 2.133 + O_p \times 0.292 + O_B \times 0.0416$$

式中: O_E, O_p, O_B ——为燃料燃烧、人类自身呼吸以及生物化学耗氧。从固碳释氧角度而言,植被生态系统是释放氧气的唯一的“源”。应用生物量法,按照阔叶林制氧参数,计算兰州市碳氧平衡所需的阔叶林理论值 M :

$$M = dK/abc$$

式中: K ——各项人类活动的总年耗氧量(t/a); d ——全年天数(365 d); a ——年无霜期天数; b ——

年日照时数; c ——阔叶林制氧参数(0.07 t/hm²)。

兰州市生态用地供给可以利用阔叶林与其他土地类型之间的转换系数,统一合计成阔叶林面积,从而计算出兰州市生态用地供给量 S_0 。

$$S_0 = \sum_{i=1}^n A_i b_i$$

式中: i ——土地类型; A_i ——第 i 中土地类型面积; b_i ——单位土地面积与阔叶林之间的转换系数^[8]。

1.4 灰色关联分析

灰色关联分析是对一个发展变化的系数发展动态的量化比较,其基本思想是根据因素间集合形状的相似程度来判断关联程度,据以判断引起系统发展的主要因素与次要因素。关联度是反映这种密切程度大小的度量,关联度愈大说明因素间变化关系的态势越接近,其相互关系越密切。其方法可归纳为下述定量^[9]。若记经数据变换的母数列(参考数列)为 $\{x_0(t)\}$,子数列(比较数列)为 $\{x_i(t)\}$,则在时刻 $t = k$ 时,定义 $\{x_0(k)\}$ 与 $\{x_i(k)\}$ 的灰色关联度系数为

$$\xi_{0i}(K) = \frac{\min_k \min_i |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_k \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_k \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}$$

式中: ξ ——分辨系数,其作用与提高关联系数之间的差异显著性, $\xi \in (0, 1)$ 一般情况下取 0.1~0.5,通常取 0.5,则关联度为

$$r_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{0i}(k)$$

式中: r_{0i} ——子序列 i 与母序列 0 的关联度; n ——序列的长度即数据个数。

2 数据来源

用于分析城镇化水平数据主要从各年《中国城市统计年鉴》,《兰州市统计年鉴》,《中国城市建设统计年鉴》以及历年各市统计年报和统计信息网上直接获取和计算处理而成;兰州市土地利用数据来源于土地利用变更数据,所用数据的时间区间为 1989—2008 年。

3 结果分析

3.1 兰州市城镇化发展水平

通过城镇化指标体系构建,采用熵值法对兰州市城镇化综合水平作了定量分析。

兰州市城镇化各个子系统水平在不断提高同时也表现出不同的演变特征(表 2),在 1999—2004 年间,主要表现为生活方式城镇化,它对区域城市化的贡献一直在 32.84% 以上;2005—2008 年间,主要表现为经济城镇化,它对区域城镇化的贡献一直 29.61% 以上,而生活方式城镇化水平表现出了下降趋势,生活方式城镇化水平的降低主要是由于人口城镇化与经济城镇化的不断发展导致的;与此同时,人口城镇化对兰州市城镇化的贡献也不断提高,2008 年已达到了 29.30%;土地城镇化从 1999—2008 年,持续表现出平缓上升趋势。总体而言,1999—2008 年间,人口城镇化与经济城镇化对兰州市城镇化的总体贡献不断增强,其他方面的城镇化不断降低并趋于协调。

表 2 1999—2008 年兰州市城镇化综合水平、子系统得分及其相对贡献率

年份	城镇化综合水平	人口城镇化		经济城镇化		生活方式城镇化		土地城镇化	
		得分	比重/%	得分	比重/%	得分	比重/%	得分	比重/%
1999	14.75	1.50	10.16	2.50	16.94	9.44	63.96	1.32	8.94
2000	22.89	2.65	15.60	2.79	16.46	10.05	59.29	1.46	8.61
2001	25.26	2.88	14.22	4.68	23.10	10.02	49.46	2.68	13.23
2002	23.97	3.35	13.98	6.99	29.16	10.34	43.14	3.29	13.73
2003	34.09	6.52	19.12	10.43	30.59	11.20	32.84	5.95	17.45
2004	40.58	8.36	20.60	11.66	28.73	12.15	29.94	8.41	20.72
2005	47.30	11.80	24.95	14.60	30.87	11.20	23.68	9.70	20.51
2006	51.00	13.50	26.47	15.10	29.61	11.70	22.94	10.70	20.98
2007	55.10	15.10	27.40	17.90	32.49	11.20	20.33	10.90	19.78
2008	58.70	17.20	29.30	19.00	32.37	11.50	19.59	11.00	18.74

3.2 兰州市生态用地需求与供给分析

利用碳氧平衡法中的氧气需求法,分析了兰州市从 1999—2008 年生态用地供给与需求量。兰州市耗氧量出现了大幅度增加,耗氧量由 1999 年的 $2.16 \times$

10^7 t 预计增至 2008 年的 4.20×10^7 t(表 3),增加了 1.95 倍。其中煤碳燃烧耗氧量由 1999 年的 2.14×10^7 t 增至 2008 年的 4.13×10^7 t;煤炭耗氧量分别占人类活动耗氧总量的 98.3%(2008 年)和 99.2%

(1999年)。可见,煤炭作为兰州市主要能源有力地支撑社会经济的高速发展,其高比率的耗氧率也是兰州市碳氧失衡的重要根源。

基于碳氧平衡测算生态用地需求量与供给量,首先必须按照生态系统生物生产量,统一核算年度生态用地总量。现以阔叶林地为准^[8],以不同类型生态用地的生物生产量折算统一核算生态用地总量。兰州市以阔叶林地为准的标准生态用地供给面积由1999年的 $2.83 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增加至2001年的 $2.98 \times 10^5 \text{ hm}^2$,增加了5.44%;以阔叶林地为准的标准生

态用地需求理论面积由1999年的 $3.28 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增加至2008年的 $6.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$,增加了82.02%。由表3可知,从氧平衡角度来看,2008和1999年耗氧量分别为 $4.20 \times 10^7 \text{ t}$ 和 $2.15 \times 10^7 \text{ t}$,完全弥补氧耗所需的阔叶林理论面积分别为 $6.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 和 $3.28 \times 10^5 \text{ hm}^2$,而实际供给面积为 $3.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 和 $2.83 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

以上分析说明1999—2008年间,城市生态用地实际需求不断增加,而城市生态用地供给量发展缓慢,供给与需求之间的差距不断扩大。

表3 兰州市氧气消耗量与阔叶林(转换)供给需求量

项目	2008年	2007年	2006年	2005年	2004年	2003年	2002年	2001年	2000年	1999年
呼吸耗氧/ 10^5 t	6.13	6.08	5.95	5.91	5.82	5.69	5.60	5.46	5.30	1.54
生化耗氧/ 10^4 t	8.74	8.67	8.48	8.42	8.28	8.11	7.97	7.78	7.55	2.20
燃料耗氧/ 10^7 t	4.13	4.10	3.86	4.00	3.67	3.07	2.78	2.38	2.17	2.14
总耗氧/ 10^7 t	4.20	4.17	3.93	4.07	3.73	3.13	2.84	2.44	2.23	2.15
供给/ 10^5 hm^2	3.00	3.00	2.92	2.91	2.85	2.87	2.87	2.85	2.84	2.83
需求/ 10^5 hm^2	6.00	5.93	5.58	5.78	5.30	4.45	4.04	3.47	3.36	3.28

3.3 兰州市城镇化与生态用地供需的灰色关联分析

关联系数的大小反映了城镇化水平对城市生态用地供求的影响程度。从表4结果可知,关联系数大说明其所对应的因素与生态用地之间的联系紧密,影响程度大;反之,联系疏远,影响程度小。综合城镇化发展水平内部,人口、经济、生活方式、土地子系统对生态用地供求的影响程度也是不同的。为了进一步说明城镇化子系统对生态用地的关联关系,分别作了综合城镇化、子系统与生态用地供求的关联系数。当关联度(系数)属于 $(0, 0.355]$ 时,关联度弱,两个指标的耦合作用弱; $(0.35, 0.65]$ 关联度为中,耦合作用为

中等; $(0.65, 0.85]$ 关联度为较强; $(0.85, 1]$ 关联度极强。由表4可以看出,兰州市的人口、经济、生活方式、土地城镇化水平与城市生态用地理论需求的灰色关联度分别为0.58, 0.71, 0.54和0.56;与城市生态用地实际供给的灰色关联度分别为0.51, 0.68, 0.51和0.51。其说明经济城镇化水平与城市生态用地理论需求的耦合作用表现较强状态,而其他表现态势为中等。从而说明兰州市经济城镇化水平对城市生态用地关系影响较大,其次是人口城镇化水平。经济、人口快速发展,是导致兰州市城市生态用地供给与需求差距扩大的直接原因。

表4 城镇化水平与生态用地供给关联度分析

城镇化水平		人口城镇化		经济城镇化		生活方式城镇化		土地城镇化	
供给	需求	供给	需求	供给	需求	供给	需求	供给	需求
0.52	0.66	0.51	0.58	0.68	0.71	0.51	0.54	0.51	0.56

经济城镇化与生态用地需求关系最大,关联度为0.71;其次为人口城镇化,其关联度为0.58。从而说明,兰州市人口城镇化的急剧发展,导致城市能耗、资源不断加大;兰州市正处于工业中后期发展阶段,城市经济水平的发展,直接导致资源、能源的耗费力度,城市碳氧平衡处于逐渐紊乱状态。因此,兰州市城市生态系统的有序发展,城镇化水平的稳定提升,需要因地制宜,按照本地经济发展和社会发展的客观规律,以及城市居民生活方式、实际消费观念,对经济、

能源、环境进行综合规划,以实现城市的可持续发展战略。

灰色关联分析实际上是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断其联系是否紧密,曲线越接近,相应序列之间的关联程度就越大,反之就越小。从图1可知,人口、经济城镇化发展与生态用地理论需求的趋势变化基本上同步。从1999—2008年兰州市城市生态用地供给一直处于平稳状态,增长趋势不显著;经济城镇化水平自2000年后,处于高速增长态势,

2006 年有所降低,但总体趋势依然上涨;人口城镇化从 2002 年后开始加速增长;随着经济城镇化与人

口城镇化的发展,兰州市城市生态用地理论需求量也表现出了相似的拟合特征。

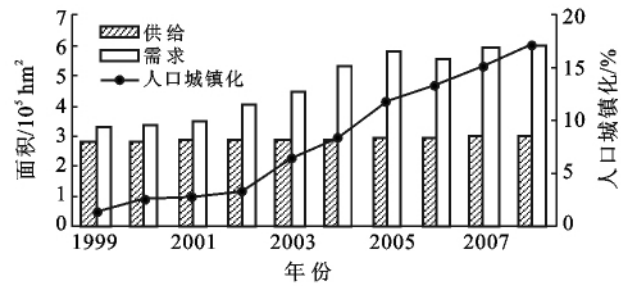
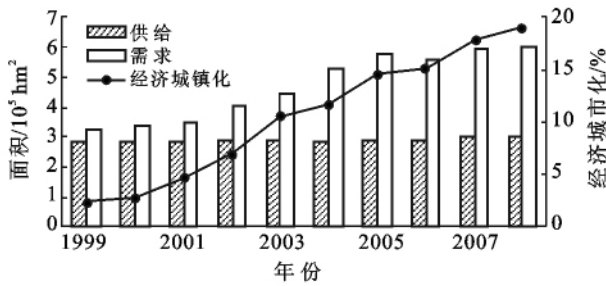


图 1 兰州市经济、人口城镇化水平与生态用地供给趋势变化

4 结论

兰州市经济城镇化与生态用地需求的灰色关联度最大,其次为人口城镇化;人口、经济城镇化发展与生态用地理论需求的趋势变化基本上同步。这种耦合关系主要与城镇化综合发展的子系统(经济、人口)密切相关,也与兰州市城市生态用地供给变化有关。

兰州市城镇化综合水平以经济增长和人口城镇化演进为主要特征。兰州市人口城镇化与经济城镇化对城镇化综合发展水平的总体贡献不断增强,生活方式、土地城镇化不断趋于协调;城镇化综合发展水平呈现不断上升趋势。而兰州市生态用地供给趋于平稳状态,生态用地处于供不应求状态,严重影响到城市生态系统的有序发展。产生此种状况,是由于煤炭作为兰州市主要能源有力地支撑社会经济的高速发展,其高比率的耗氧率成为碳氧失衡的重要根源,而生态用地供给发展取长期处于平缓发展态势。为了达到兰州市碳氧平衡,除了扩展生态用地包括主导性和辅助性生态用地以外,也应当大力提倡节约能源和资源消耗,进行技术创新,缩小释碳耗氧系数,最终达到降低释碳耗氧需求量和生态用地需求量的目的^[10]。

[参 考 文 献]

- [1] Coldling J. Ecological land-use complementation for building resilience in urban ecosystems[J]. *Land-scape and Urban Planning*, 2007, 81(5): 46-55.
- [2] 张红旗,王立新,贾保全. 西北干旱区生态用地概念及其功能分类研究[J]. *中国生态农业学报*, 2004, 12(2): 5-8.
- [3] 栾勇,陈绍辉,尹忠东,等. 珠海市城市生态环境质量评价及问题分析[J]. *水土保持研究*, 2008, 15(1): 186-189.
- [4] 张振健,李如雪. 城市生态用地分类、功能及其保护利用研究:以山东聊城市为例[J]. *水土保持研究*, 2006, 13(6): 306-308.
- [5] 苏伟忠,杨桂山,甄峰. 生态用地破碎度及演化机制:以长江三角洲为例[J]. *城市问题*, 2007(9): 7-11.
- [6] 陈明星,陆大道,张华. 中国城镇化水平的综合测度及其动力因子分析[J]. *地理学报*, 2009, 64(4): 387-398.
- [7] 倪晓宁,包明华. 中国城镇化的度量与发展取向:基于DEA的城镇化研究[J]. *城市问题*, 2007(6): 28-33.
- [8] 张颖,王群. 应用碳氧平衡法测算生态用地需求是实证研究[J]. *中国土地科学*, 2007, 21(6): 23-28.
- [9] 胡广录,赵文智,武俊霞. 绿洲灌区小麦水分生产率及其影响因素的灰色关联分析[J]. *中国沙漠*, 2010, 30(2): 369-375.
- [10] 工业化与城镇化协调发展研究课题组. 工业化与城镇化关系的经济学分析[J]. *中国社会科学*, 2002(2): 44-55.