

黄河上游生态脆弱区土地利用规模和结构 调整的环境影响评价研究 ——以兰州市为例

孙会慧¹, 石培基¹, 颜丙金², 刘春芳¹

(1. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 南京大学 地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210023)

摘要: 构建了一个全面评价土地利用规模与结构调整相关的环境影响评价模型体系, 包括多样性指数模型、动态度模型、生态系统服务价值评价模型、生态足迹和生态承载力评价模型, 并以兰州市为例进行实证研究。结果表明, 兰州市生态系统服务总价值增加了 3.90×10^8 元, 生态赤字减少了 $14 \text{ m}^2/\text{人}$, 其土地利用总体规划基本合理, 能在发展经济的同时兼顾生态环境效益。研究结果也显示出该模型体系能够比较客观地评价土地利用规模和结构调整的相关环境影响, 有一定的应用推广价值。

关键词: 规模和结构调整; 土地利用规划; 环境影响评价; 兰州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)05-0245-05

中图分类号: X821, F302

Environmental Impact Assessment of Land-use Scale and Structure Adjustment in Ecologically Fragile Area of Yellow River — A Case Study of Lanzhou City

SUN Hui-hui¹, SHI Pei-ji¹, YAN Bing-jin², LIU Chun-fang¹

(1. College of Geographic and Environmental Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

Abstract: By taking Lanzhou City as study area, the model system that can comprehensively and quantitatively assess the impacts of land use scale and structure adjustment on environment was established, including diversity index model, dynamic model, ecosystem service value evaluation model, and eco-footprint and eco-capacity model. Results from the study showed that the ecosystem service value of Lanzhou City increased by 390 million yuan and the ecological deficit dropped 14 m^2 per head. The overall landuse planning is basically reasonable and is valuable in developing local economy and preserving its ecological environment. Moreover, the model system can objectively assess the impacts of landuse scale and structure adjustment on environment and thus, it is meaningful to apply and popularize the model.

Keywords: scale and structure adjustment; land use planning; environmental impact assessment; Lanzhou City

土地利用规划是在时空上对土地资源进行合理组织利用和经营管理的过程, 最重要的特征是未来导向性, 是对未来土地利用及其发展趋势所作的预先估算, 其目的是提高土地利用率和土地生产率^[1], 并为将来而保护好土地资源, 以达到土地资源的可持续利用^[2]。但随着我国工业化、城镇化进程的加快, 区域土地利用问题显得尖锐而突出, 严重影响了社会经济

与生态环境的协调发展, 因此尽早开展其环境影响评价显得尤为重要^[3]。土地利用规划环境影响评价是针对土地利用的宏观结构与布局对环境与生态可能产生的影响作出的预测性评估^[4], 它对于避免规划造成的生态环境影响有着重要性的战略意义。许旭等^[5]采用生态系统服务价值核算算法对北京市土地利用总体规划进行了环境影响评价; 潘竟虎等^[6]以干旱

收稿日期: 2012-11-14

修回日期: 2012-12-31

资助项目: 国家自然科学基金项目“河西走廊经济带绿洲型城镇集群空间成长过程、机理及管制研究”(41271133); 国家自然科学基金项目“内陆河流域城镇体系与流域空间结构相互作用的生态经济效应研究”(40971078)

作者简介: 孙会慧(1988—), 女(汉族), 河北省唐山市人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用规划和土地资源评价。E-mail: sunhui0516@126.com。

通信作者: 石培基(1961—), 男(汉族), 甘肃省临洮县人, 教授, 博士生导师, 主要从事城市与区域发展规划和土地利用规划。E-mail: xbsdspj@163.com。

内陆河流域甘州区为例展开典型研究,采用生态安全综合指数及其评价方法进行了土地利用总体规划环境影响评价,其应用是有效和可行的;李淑杰等^[7]运用生态足迹理论及其技术方法进行了吉林省土地利用总体规划环境影响评价的实例研究。但目前已有的土地利用规划环境影响评价缺乏对本身系统性的综合考虑,不能客观有效地评价土地利用规划导致的相关环境问题。据此,本文对中国近年来开展的土地利用环境影响评价的研究进行系统整合,构建了一个全面定量评价土地利用规模和结构调整的相关环境影响的模型体系,试图以黄河上游生态脆弱区—兰州市为研究对象,并结合此模型体系,探讨兰州市土地利用规划中土地利用规模和结构调整的环境影响,为土地利用规划环评的理论研究与实践工作提供借鉴。

1 研究区概况和数据准备

1.1 研究区概况

兰州市为甘肃省省会,地理坐标为 $35^{\circ}34'20''$ — $37^{\circ}07'07''$ N, $102^{\circ}35'58''$ — $104^{\circ}34'27''$ E,地处黄河上游、甘肃省中部,是我国陆地的几何中心。该区位于陇西黄土高原的西部,青藏高原的东北缘,是我国地形第 1 阶梯向第 2 阶梯的过渡地区。境内大部分地区为海拔 1 450~2 500 m 的黄土覆盖的丘陵和盆地,地势西部和南部高,东北低,黄河由西南流向东北横穿全境,切穿山岭,形成了峡谷与盆地相间的串珠型河谷。属于大陆性干旱气候,雨量少而集中,年均降雨量 324 mm,年蒸发量 1 486 mm,年均气温 9.3°C 。该地区农用地是土地利用构成中的主体,占土地总面积的 86.64%,建设用地面积占 4.51%,水域和自然保留地占总面积的 8.86%。现辖永登、皋兰、榆中 3 县和

城关、七里河、西固、安宁、红古 5 区,有 29 个乡、34 个镇、46 个街道办事处,市域面积 13 085.6 km²,2011 年总人口为 3 232 900 人(以上部分资料来源于兰州自然地理志)。

1.2 数据准备

本研究主要采用三类数据:(1)土地利用数据,来源于《兰州市土地利用总体规划(2006—2020)》和兰州市国土部门提供的相关数据库;(2)社会经济统计数据,主要有 1996—2005 年的居民生活生产年消费总量、能源消耗总量、人口等数据,来源于统计部门提供的《1997—2006 年兰州年鉴》;(3)标准转换数据,主要包括生态价值核算系数、生物资源的世界平均产量、单位化石燃料生产土地面积的平均发热量、均衡因子和产量因子等,均来源于相关规范标准及文献^[8]和^[9]成果。

生态价值核算系数采用了谢高地等^[8]提出的生态系统单位面积的生态价值系数,在根据生态系统单位面积的生态价值系数进行生态系统服务价值核算时,考虑到兰州市的实际情况及土地利用规划中土地的分类方式做了相应的修改。园地是森林与耕地之间的一种用地类型,因此其生态价值系数取森林与农地的平均值^[5]。兰州市的自然保留地大部分是由牧草地和耕地转换而来,因此其生态价值系数取耕地和牧草地的生态价值系数的平均值。调整后的生态价值系数如表 1 所示。均衡因子的选取是根据联合国粮农组织计算的有关生物资源的世界平均产量资料,耕地和建筑用地为 2.8,林地和化石燃料地为 1.1,草地为 0.5,水域为 0.2^[9]。产量因子的选择依据徐中民等^[10]甘肃省的产量因子,耕地为 1.49,林地和牧草地为 0.8,草地为 2.19,建筑用地为 1.49。

表 1 各土地利用类型生态价值系数

元/hm²

土地利用类型	耕地	园地	林地	牧草地	水域	自然保留地
生态系统类型	农田	农田+森林	森林	草地	水体	耕地+草地
生态价值参数	6 114.3	12 724.2	19 334	6 404.7	40 676.4	6 259.5

2 研究方法

纵观目前国内外有关土地利用规划环境影响评价的各种模型方法,笔者认为构建土地利用规模 and 结构的环境影响评价模型体系主要应坚持以下原则:(1)科学性。应能够客观评价区域规划方案实施对相关环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响,构建的模型应具有明确的科学内涵和较好的度量性。(2)可操作性和实用性。相关的评价指标应易

于从规划方案、国民经济统计数据、相关部门规划以及国土资源部门现有的资料中获取,使理论与实践得到良好的结合^[11]。

本文的模型体系主要由规划前后土地规模和结构调整评价模型和规划前后土地规模和结构环境影响评价模型两大类构成,前者主要有多样性指数模型和动态度模型,后者主要有土地生态系统服务价值评价模型和生态足迹和生态承载力评价模型。利用该模型体系,可以全面评价土地规划中土地利用规模和

结构调整的相关环境影响。

2.1 多样性指数模型

土地规模和结构多样化指数分析的目的是分析区域内各种土地的齐全程度或多样化状况,多采用吉布斯·马丁公式^[12]:

$$GM=1-\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (1)$$

式中:GM——多样性指数; X_i ——第 i 种土地利用类型的面积; n ——区域内土地利用类型数。此模型可以测算区域土地利用结构的多样化程度,GM 越大,土地利用类型越多样。

2.2 动态度模型

某一土地利用类型的动态度是用来描述区域一定时间范围内某种土地利用类型数量的变化速度。土地利用动态度模型如下^[13]:

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

式中: K ——土地利用动态度; U_a, U_b ——研究初期及研究末期某一种土地利用类型的数量; T —— a 到 b 的时间跨度,当 T 的时段设定为年时, K 值就是该研究区某种土地利用类型的年变化率。

2.3 生态系统服务价值评价模型

土地作为各种陆地生态系统的载体,其利用方式的变化将直接影响生态系统所提供服务功能的种类和强度,通过对研究区域生态系统服务功能价值的核算,可以量化地表示出土地利用规模和结构变化对生态环境的影响^[14]。因此,本文将生态系统服务价值的核算方法应用到土地利用规模和结构调整的环境影响评价中,对其进行环境影响评价^[5]。区域内生态系统服务总价值估算模型如下:

$$ESV=\sum_{i=1}^n VC_i \times A_i \quad (3)$$

式中:ESV——研究区生态系统服务功能总价值(元); VC_i ——第 i 类土地利用类型单位面积的生态功能总服务价值系数(元/ hm^2); A_i ——研究区内第 i 类土地利用类型的面积(hm^2); n ——土地利用类型数目。

通过分析规划前后研究区域生态系统服务功能总价值的变化情况作为对该规划的环境综合性评价结论,并将结论反馈至调整该区域的规划,可以有效防止区域内生态服务功能价值的改变程度和速率过大,优化该规划土地利用的规模和结构。

2.4 生态足迹和生态承载力评价

生态足迹及其相关模型的计算结构可以用来反映土地利用总体规划的指标对周围环境的影响,因

此,为了使土地利用规划前后的生态环境状况可测量,将规划后的土地规模和结构转化为具体的指标来测量兰州市的土地利用状况是否在生态系统承载力的范围内,对于这个研究目标,生态足迹方法是一种简单但综合的研究尝试。

生态足迹的计算公式如下:

$$EF=N \cdot ef=N \sum (C_i/P_i) \quad (4)$$

式中:EF——总的生态足迹(hm^2); N ——区域人口总数量(人); ef ——人均生态足迹(hm^2 /人); C_i ——人均消费量; P_i —— i 种消费商品的平均生产能力。

生态承载力的计算公式如下:

$$EC=N \cdot ec=\sum A_i \cdot R_i \cdot Y_i \quad (5)$$

式中:EC——区域总生态承载力(hm^2); ec ——人均生态承载力(hm^2 /人); A_i ——某类生物生产性土地面积; R_i ——均衡因子; Y_i ——产量因子。

如果区域的生态足迹大于区域所能提供的生态承载力,就出现生态赤字;如果小于区域的生态承载力,则表现为生态盈余。此模型可为判断一个地区的生产消费活动是否处于当地生态系统承载力范围内提供定量依据,其模型如下:

$$ED=EF-EC \quad (EF>EC) \quad (6)$$

$$ER=EC-EF \quad (EF \leq EC) \quad (7)$$

式中:ED——生态赤字(hm^2); ER——生态盈余(hm^2)。

3 结果与分析

3.1 规划前后土地规模和结构变化评价

兰州市 2005,2015 和 2020 年的土地利用多样性指数如表 2 所示。由表 2 可以看出,至 2020 年兰州市土地利用结构多样化程度总体将呈上升趋势,但上升趋势不明显;农用地比例下降较快,由 2005 年的 86.64% 下降到 2020 年的 40.19%,建设用地的比例由 2005 年的 4.51% 上升到 2020 年的 6.72%。

尽管建设用地比例和农用地比例相差较大,但两者的差距在逐渐减少,这将增加对兰州市生态环境的压力。

表 2 2005,2015 和 2020 年兰州市土地利用变化情况

土地多样化程度	2005 年	2015 年	2020 年
多样性指数	0.631 0	0.632 9	0.640 9
农用地比例/%	86.64	38.97	40.19
建设用地比例/%	4.51	6.06	6.72

由表 3 可以看出,2005—2020 年研究区各类土地利用面积均发生了较大的变化。除林地、建设用地及自然保留地面积增加外,其他土地利用类型面积均

呈减少趋势。面积减少的地类中牧草地减少居首位,达到 625 190 km²,其次是耕地,达到 38 323 km²,再次为园地,达到 2 177 km²。面积净增的地类中自然保留地居首位,增加量 580 086 km²,其次是林地,增加量 54 075 km²,再次是建设用地,增加 29 042 km²。从变化幅度来看,自然保留地的变化幅度最大,变化率为 537.09%,动态度为 35.81%,其次为牧草地,其变化率绝对值为 91.63%,动态度绝对值为 6.11%,再次为林地,变化率绝对值和动态度分别为 58.27%和 3.88;变化幅度最小的为水域,其变化率绝对值为 6.22%,动态度为 0.41%。这说明在研究期间,耕地减少是因为在一些地区由于自然条件差,耕地产出低,加之农村劳动力的转移等,部分地区、农户不同程度地出现了耕地撂荒现象;林地增加的主要驱动因子是生态退耕政策的实施^[15];牧草地大量减少的原因是由于不合理利用及气候等,大量的牧草地将会退化为荒草地,进入自然保留地中;建设用地增加的原因主要是社会经济的发展,驱动因子主要是人口的增长、GDP 的增长以及人均收入的增加、水利水电工程的建设等^[16]。

3.2 规划前后土地规模和结构环境影响评价

3.2.1 规划前后兰州市的生态服务价值变化 根据式(4)计算了各地类的生态系统服务价值(表 4)。从表 4 可以看出,兰州市生态系统服务价值在规划期内呈小幅度上升趋势,2015 年规划期的预测值比 2005 年增加了 2.76%,2020 年规划期的预测值比 2015 年增加了 1.53%,比 2005 年增加了 4.33%,说明兰州

市土地利用规划实施后会对生态环境造成一定的积极影响。2020 年与 2005 年相比,耕地、园地、牧草地和水域的生态系统服务价值是下降的,其中牧草地的下降幅度最大,减少了 91.63%;林地和自然保留地的生态系统服务价值是上升的,自然保留地的上升幅度最大,达到 19.66 亿元。

牧草地生态系统服务价值的减少是兰州市总生态系统服务价值上升幅度较小的主要因素,虽然林地的生态价值远高于牧草地、耕地的生态价值,但牧草地和耕地的生态价值的减少量远远高于林地生态价值的增加量,说明兰州市的土地利用结构变化相对明显,结构的调整直接导致了生态服务功能价值的改变,是和生态系统服务的经济价值量密切相关的^[17]。

表 3 兰州市土地利用类型面积变化及动态度

土地类型	面积/km ²			变化率/%	动态度/%
	2005 年	2020 年	变化		
耕地	271 323	233 000	-38 323	-14.12	-0.94
园地	13 898	11 721	-2 177	-15.66	-1.04
林地	92 797	146 872	54 075	58.27	3.88
牧草地	682 295	57 105	-625 190	-91.63	-6.11
建设用地	59 054	88 096	29 042	49.18	3.28
水域	8 035	7 535	-500	-6.22	-0.41
自然保留地	108 005	688 091	580 086	537.09	35.81

为降低土地利用规模和结构的调整变化对生态环境的影响,在未来发展过程中应注重对水域、林地、草地的保护,从而提高区域生态系统服务的整体功能,降低区域土地利用状况变化对生态环境的负面影响。

表 4 兰州市各土地利用类型生态系统服务价值变化

土地利用类型	生态系统服务价值/亿元			2005—2015 年		2015—2020 年		2005—2020 年	
	2005 年	2015 年	2020 年	价值变化/亿元	变化率/%	价值变化/亿元	变化率/%	价值变化/亿元	变化率/%
耕地	16.59	14.25	14.25	-2.34	-14.12	0.00	0.00	-2.34	-14.12
园地	1.77	1.57	1.49	-0.19	-10.97	-0.08	-5.28	-0.28	-15.66
林地	17.94	25.26	28.40	7.32	40.79	3.14	12.42	10.45	58.27
牧草地	43.70	3.71	3.66	-39.99	-91.52	-0.05	-1.36	-40.04	-91.63
水域	3.27	3.11	3.06	-0.15	-4.73	-0.05	-1.57	-0.20	-6.22
自然保留地	6.76	44.61	43.07	37.85	559.84	-1.54	-3.45	36.31	537.09
总计	90.03	92.51	93.93	2.48	2.76	1.42	1.53	3.90	4.33

3.2.2 规划前后兰州市的生态足迹变化 应用生态足迹模型,根据《兰州年鉴》的统计数据,对甘肃省兰州市 1997—2005 年的生态足迹进行量化计算和分析;并根据生态足迹与生态承载力的比较结果判断兰州市生产消费活动是否在生态系统承载力的范围内(表 5)。

由表 5 可以看出,兰州市 1997—2005 年人均生态足迹是逐年上升的,由 1997 年的 2.2 367 上升到 2005 年的 3.289 1,而人均生态承载力呈现出逐年下降的趋势,由 1997 年的 0.812 3 下降到 2005 年的 0.702 1,因此生态赤字是逐年增加的,年均增长率达到 9.07%,表明兰州市一直处于生态压力区。

表 5 兰州市人均生态足迹动态变化 $\text{hm}^2/\text{人}$

年份	生态足迹	生态承载力	生态赤字
1997	2.236 7	0.812 3	-1.424 4
1998	1.936 5	0.797 2	-1.139 3
1999	2.012 7	0.787 2	-1.225 5
2000	2.116 5	0.777 7	-1.338 8
2001	2.730 6	0.762 8	-1.967 8
2002	2.511 7	0.744 3	-1.767 4
2003	2.666 3	0.727 6	-1.938 7
2004	3.076 6	0.718 8	-2.357 8
2005	3.289 1	0.702 1	-2.587 0
2015	3.319 8	0.755 9	-2.563 9
2020	3.485 3	0.899 7	-2.585 6

从生态需求的构成分析,兰州市生态赤字的形成主要是由于社会经济的发展及人口增长带动生态需求增加而导致的。兰州市对自然资源的利用逐年增加,目前已超出了自然生态系统的生态承载能力的范围,生态足迹与生态承载力之间的矛盾加剧,生态系统逐步退化,人地关系紧张。

采用兰州市 1997—2011 年的统计数据 and 规划数据,计算了其生态足迹,本文运用 GM(1,1) 模型对生态足迹的变化趋势进行预测^[18],得到 2015 和 2020 年的生态足迹数据。根据规划中的生态土地类型数据,计算出 2015 和 2020 年的生态承载力,进而得到生态赤字数据。从表 5 中可见,规划前(1997—2005 年),生态足迹逐年增加,生态承载力逐渐降低,生态赤字逐年增加。这表明从 1997—2005 年,兰州市的生态供给满足不了生态需求,已经超出自然生态系统的生态承载能力的范围。规划后(2006—2020 年)的生态足迹需求继续增加,生态承载力也呈现小幅增加,2020 年生态赤字较 2005 年有所减小,由 2005 年的 2.587 0 减小到 2020 年的 2.585 6,这表明本次土地利用规划可以在一定程度上促进兰州市生态环境的改善。

4 结论

(1) 本文构建了一个全面评价土地利用规模和结构调整的相关环境影响模型体系,并以兰州市为案例进行了实践。利用多样性指数和动态度模型可以讨论规划前后土地利用结构多样性程度的变化趋势和土地利用类型数量的变化速度。兰州市土地利用结构多样化程度总体呈上升趋势,由 2005 年的 0.631 0 上升到 2020 年的 0.640 9;兰州市的各类土地利用面积均发生了较大的变化,林地、建设用地及自然保留地的面积呈增加趋势,其他土地利用类型的面积均呈

减少趋势。分析比较了兰州市土地利用规模结构调整前后的生态系统服务价值和生态足迹,其中生态系统服务总价值增加了 3.90 亿元,生态赤字减少了 0.001 4 $\text{hm}^2/\text{人}$,验证了兰州市土地利用总体规划基本合理,表明兰州市能在发展经济的同时兼顾生态环境效益,同时也显示出该模型体系能够比较客观地评价土地利用规模和结构调整的相关环境影响,有一定的应用推广价值。

(2) 兰州市应在不断提高土地利用效率的同时加强对生态环境系统的保护,在土地利用的过程中不断使生态功能得到优化,同时提高土地利用的多样性^[19],并且合理规划土地利用类型的比例,稳定土地生态系统^[20]。通过农业用地结构内部调整,在保证基本农田数量不减少、质量不降低的前提下,增加林地和园地的面积。这就要求在编制新一轮土地利用总体规划时,要因地制宜,集中布局建设用地,加强对土地资源的合理利用。

(3) 本文参考前人的研究成果较好地评价了兰州市土地利用规模和结构调整的相关环境影响,但本研究中的生态系统服务价值评价和生态足迹评价方法尚需进一步完善。关于生态功能服务价值系数、均衡因子等准确性的研究还需进一步的深入和改进。

[参 考 文 献]

- [1] Lautenbach S, Kugel C, Lausch A, et al. Analysis of historic changes in regional ecosystem service provisioning using land use data [J]. *Ecological Indicators*, 2011, 11(2): 678-685.
- [2] 徐慧,黄贤金,赵荣钦.基于建设用地增长边际效应的土地利用规划可持续性评价[J]. *资源科学*, 2010, 32(7): 1394-1397.
- [3] Kang S, Post W, Wang D, et al. Hierarchical marginal land assessment for land use planning [J]. *Land Use Policy*, 2012, 30(1): 107-112.
- [4] 谢花林,李秀彬,陈瑜琦.土地利用规划环境影响的生态安全评价方法初探[J]. *资源科学*, 2010, 32(1): 58-61.
- [5] 许旭,李晓兵,符娜.生态系统服务价值核算在土地利用规划战略环境评价上的应用:以北京市为例[J]. *资源科学*, 2008, 30(9): 1383-1386.
- [6] 潘竟虎,石培基,刘英英.干旱区县域土地利用规划环境影响的生态安全评价[J]. *水土保持通报*, 2012, 32(1): 248-250.
- [7] 李淑杰,窦森,刘兆顺.土地利用规划实施后吉林省环境变化评价[J]. *中国软科学*, 2011, 8(3): 122-125.
- [8] 谢高地,鲁春霞,冷允法.青藏高原生态资产的价值评估[J]. *自然资源学报*, 2003, 18(2): 190-194.

(下转第 297 页)

加强现有沿海防护林的养护,遏制现有防护林退化趋势。

[参 考 文 献]

- [1] 河北省人民政府. 河北省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[R]. 2011.
- [2] 国务院. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[R]. 2011.
- [3] 国家发展和改革委员会. 河北沿海地区发展规划[R]. 2011.
- [4] 国家环境保护总局. 渤海碧海行动计划[R]. 2001.
- [5] 国家发改委. 渤海环境保护总体规划(2008—2020)[R]. 2009.
- [6] 殷克东, 张雪娜. 中国海洋可持续发展水平的动态测度[J]. 统计与决策, 2011(13):115-119.
- [7] United Nations. Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies [M]. 3rd editio. United Nations Publication, 2007;39-44.
- [8] Division for Sustainable Development. Global trends and status of indicators of sustainable development [R]. Commission on Sustainable Development Fourteenth Session, 2006;11-12.
- [9] 王伟中. 可持续发展指标的理论与实践[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004.
- [10] 联合国, 国家环境保护局. 21 世纪议程[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
- [11] 张永民, 译. 生态系统与人类福祉: 评估框架[M]// 千年生态系统评估理事会. 千年生态系统评估报告集(三). 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [12] 中华人民共和国环境保护部. 近岸海域环境监测规范[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [13] 国家海洋局. HY/T087—2005 近海海洋生态健康评价指南[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [14] 叶义成, 柯丽华, 黄德育. 系统综合评价技术及其应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006;11-28.
- [15] 河北省海岸带资源编纂委员会. 河北省海岸带资源: 上、下卷[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1998.
- [16] 河北省海洋局. 河北省海洋污染基线调查报告[R]. 2001.
- [17] 河北省国土资源厅. 河北省海洋资源调查与评价专题报告: 上、下册[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- [18] 河北省国土资源利用规划院. 河北省海洋资源调查与评价综合报告[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- [19] 河北省环境保护局. 河北省环境状况公报[R]. 1996—2008.
- [20] 河北省海洋局. 河北省海洋环境质量公报[R]. 2001—2008.
- [21] 河北省水利厅. 河北省水资源公报[R]. 1995—2008.
- [22] 河北省统计局. 河北经济年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1996—2008.
- [23] 河北省统计局. 河北农村统计年鉴[M]. 北京: 经济科学出版社, 1996—2008.
- [24] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 1996—2009.

(上接第 249 页)

- [9] 赵军, 陶明娟. 兰州市 2002 年生态足迹计算与可持续发展状况分析[J]. 地域研究与开发, 2005, 6(24):114-115.
- [10] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报, 2000, 55(5):608-613.
- [11] 贾克敬, 王宏, 徐小黎. 土地利用规模和结构调整的环境影响评价模型研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(7): 48-51.
- [12] 张占录, 张远索. 基于生态规划理念的土地利用结构分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2):355-358.
- [13] 程琳, 李锋, 邓华锋. 中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 6195-6198.
- [14] 吴克宁, 赵珂, 赵举水. 基于生态系统服务功能价值理论的土地利用规划环境影响评价[J]. 中国土地科学, 2008, 22(2):24-27.
- [15] 周嘉, 高丹, 常琳娜. 生态系统服务功能评估在土地利用总体规划环境影响评价中的应用[J]. 经济地理, 2011, 31(6):1015-1018.
- [16] 李正, 王军, 白中科. 喀斯特地区土地利用变化研究[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(2):144-147.
- [17] 刘庆, 王静, 史衍玺. 经济发达区土地利用变化与生态服务价值损益研究[J]. 中国土地科学, 2007, 21(2):19-22.
- [18] 陈彦光. 基于 Excel 的地理数据分析[M]. 北京: 科学出版社, 2010:260-269.
- [19] 何格, 王珍, 欧名豪. 城市增长的土地利用总体规划协同调控绩效评价[J]. 中国土地科学, 2010, 24(9): 65-69.
- [20] 刘勇. 江苏省土地利用程度与区域生态效率关系研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(4):20-23.