

环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异

王国刚^{1,2}, 刘彦随¹, 方 方^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘 要:土地利用的多功能性决定了土地利用效益的多样化。通过构建土地利用效益评价指标体系、效益测度指数与耦合协调发展度模型,探讨了环渤海地区县域土地利用的社会效益、经济效益、生态效益、耦合格局及其协调发展特征。研究表明:环渤海地区土地利用效益的空间分异性与集聚性特征显著;经济社会中高值区主要分布在沿海地区和内陆平原区,生态高值区以冀西北间山盆地、坝上高原和辽宁山地丘陵区为主;从土地利用效益耦合度类型看,环渤海地区磨合阶段区域数量最多,占研究区的63.9%,集中分布于冀中冀南和山东省;低度耦合、拮抗阶段的区域呈带状环绕环渤海北部地区;高度耦合区域呈现出散乱的点状空间分布格局;协调发展度指数显示,轻度失调区占据主导地位,其次是初级协调区域,滞后失调区域数量较少,分别占环渤海地区总面积的51.09%、31.76%和10.87%。通过划分土地利用类型区,制定差别化区域土地利用政策,加强区域土地管理与规划,建立健全区域利益协调与补偿机制,是今后统筹协调土地利用的社会经济生态效益的重要方向。

关 键 词:土地利用;效益;耦合关系;空间分异;环渤海地区

doi: 10.11820/dlkxjz.2013.04.017

1 引言

土地利用是人类经济社会活动作用于资源和自然环境的综合反映(李秀彬, 1996),是经济、社会、生态等子系统复合而成的生态经济系统持续运动过程(刘彦随, 1999),与特定的经济和社会发展阶段相对应(龙花楼, 2012)。单位面积土地投入与消耗在区域的社会、经济、生态等方面所实现的物质产出或有效成果即为土地利用效益。土地利用效益评价是指对一定宏观用地结构与微观用地方式对其外部环境及内部因素所产生的效果和影响进行评价(彭建等, 2005),属于土地利用格局与功能评价范畴。土地利用效益评价是近年来学术界研究的热点问题之一(曹堪宏等, 2010),已成为衡量土地利用可持续性的重要标度(陶江等, 2009)。为此,国内学者开展了大量研究工作,主要涉及土地利用效益的关系辨析、评价指标、模型方法、耦合协调关系及阶段划分等方面;研究视角逐步由经济效益(宋戈等, 2008)、社会效益(张士海等, 2008)到生态效益(梁红梅等, 2008)等单项效益评价转向综合效益评

价(朱瑜馨等, 2010; 韩璐等, 2011; 董雯等, 2011);研究方法上更趋向于复杂化、综合化;评价区域以单体城市为主,主要有南京、广州、深圳、兰州、乌鲁木齐等城市。目前,从区域尺度上综合测度土地利用效益,比较、透视各区域土地利用社会经济生态效益,探讨区域土地利用效益间的耦合协调度等方面的研究尚较少,亟需深入开展。

环渤海地区土地面积 $52.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占全国陆地总面积的5.49%,已利用土地面积占84%以上,土地开发利用的广度远高于全国平均水平,后备土地资源匮乏、潜力有限(刘玉等, 2011)。作为中国经济发展的三大增长极之一,环渤海地区工业化、城镇化快速推进过程中,耕地面积持续减少、建设用地面积逐年扩张,区域土地利用发生了显著变化(郭丽英等, 2009),土地资源的有限性与社会经济发展需求增长无限性之间的矛盾日益加剧。为此,本文通过指标体系、数学模型方法,深入分析了环渤海地区土地利用的效益及其耦合协调性,以期对统筹区域土地利用、划分土地利用分区及制定差别化土地利用政策提供决策参考。

收稿日期:2012-11; 修订日期: 2013-01.

基金项目:国家自然科学基金重点项目(41130748);中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-EW-304)。

作者简介:王国刚(1984-),男,博士研究生,主要研究方向为土地利用与区域发展。E-mail: wangguogang66@163.com

通讯作者:刘彦随(1965-),男,研究员、博士生导师。主要从事土地利用和农业与农村发展研究。E-mail: liuys@igsnrr.ac.cn

2 数据与方法

2.1 土地利用效益测度指标体系与权重计算

2.1.1 测度指标体系构建

依据区域发展的“经济—社会—生态”三维空间结构,本着指标选取的科学性、代表性、可行性等原则,本文运用专家咨询法、文献分析归纳法,借鉴相关研究成果,综合考虑环渤海地区土地利用的实际情况与数据资料的可获取性,从土地利用的社会效益、经济效益、生态环境效益3个方面选取15项指标,构建环渤海地区土地利用效益的评价指标体系(表1)。

2.1.2 指标权重与综合效益计算

指标权重确定的方法主要有主观赋权法和客观赋权法,其中熵权法作为确定指标权重的一种客观方法,具有较强的数学理论依据,广泛应用于社会经济研究各领域。为避免权重赋值的主观性,本文采用熵权法确定指标的权重值 W_j (刘彦随等,2011),并计算综合评价分值 Z_i :

$$Z_i = \sum X_{ij}' \times W_j \tag{1}$$

式中: Z_i 值介于0~1之间; X_{ij}' 表示*i*县域第*j*项指标的归一化值。

根据上述步骤,通过指标层可依次求出各区域

土地利用的社会效益得分($Z_{soc-score}$)、经济效益得分($Z_{eco-score}$)和生态效益得分($Z_{env-score}$)。在此基础上,采用准则层的加权评价法可计算出各区域土地利用的综合效益($Z_{syn-score}$)。

$$Z_{syn} = 0.34 \times Z_{soc} + 0.30 \times Z_{eco} + 0.36 \times Z_{env} \tag{2}$$

2.2 耦合协调度模型

2.2.1 耦合度函数

借鉴物理学中的容量耦合概念及容量耦合系数模型,推广得到多个系统或要素相互作用耦合度模型(刘耀彬等,2005):

$$C_m = \left\{ (Z_1 \cdot Z_2 \cdot \dots \cdot Z_m) / [\prod (Z_i + Z_j)] \right\}^{1/m} \tag{3}$$

式中: Z_m 、 Z_i 、 Z_j 分别为*m*、*i*、*j*子系统的评价分值; $C \in [0, 1]$; $C=0$ 时,耦合度极小,系统间或系统内部要素之间处于无序状态;当 $C=1$ 时,耦合度极大,子系统之间或系统内部要素之间达到良性共生耦合。本文将耦合度分为4个等级,表征土地利用效益的4个耦合阶段:当 $C_m \in (0, 0.3]$ 、 $(0.3, 0.5]$ 、 $(0.5, 0.8]$ 、 $(0.8, 1]$ 时,土地利用效益分别处于低度耦合、拮抗、磨合和高度耦合阶段(刘耀彬等,2005)。

2.2.2 协调发展度模型

进一步构建土地利用效益的协调发展度函数,评判各区域土地利用的社会、经济和生态效益间的

表1 环渤海地区土地利用效益评价指标体系
Tab. 1 Evaluation index of land use benefit around Bohai Rim in China

目标域	准则域	指标层	指标测算方法	权重	功效
土地利用效益评价	土地利用社会效益 (权重0.34)	人均耕地面积	耕地面积/区域总人口	0.2018	+
		人口密度	区域总人口/区域土地总面积	0.1912	-
		人均城乡居民储蓄存款余额	城乡居民储蓄存款总额/区域总人口	0.1967	+
		人均社会消费品质	社会消费品零售总额/区域总人口	0.1987	+
		农民人均纯收入	来自统计年鉴	0.2115	+
	土地利用经济效益 (权重0.30)	地均国内生产总值	区域GDP/区域土地总面积	0.2083	+
		单位城镇建设用地非农产业产值	非农产业产值/城镇建设用地面积	0.2062	+
		地均固定资产投入	固定资产投资额/区域土地总面积	0.2095	+
		交通运输用地比例	交通用地面积/区域土地总面积	0.2112	+
		单位面积农业用地产值	第一产业产值/农业用地面积	0.1648	+
	土地利用生态效益 (权重0.36)	森林覆盖率	林地面积/区域土地总面积	0.1870	+
		耕地覆盖率	耕地面积/区域土地总面积	0.2125	+
		地均生态服务价值(Costanza et al, 1997; 谢高地等, 2003)	生态服务价值总量/区域土地总面积	0.1894	+
		景观多元化指数(张健等, 2007)	$GM = 1 - \sum f_i^2 / (\sum f_i)^2$ f_i 为第 <i>i</i> 类型土地面积	0.2231	+
		单位耕地面积化肥施用量	化肥施用量/耕地面积	0.1880	-

协调发展程度,模型如下(聂艳等, 2008):

$$D = (C \cdot Z_{syn})^{1/2} \tag{4}$$

式中: D 为协调度, C 为耦合度; Z_{syn} 为土地利用效益的综合指数。当 $D \in (0, 0.3]$ 、 $(0.3, 0.5]$ 、 $(0.5, 0.8]$ 、 $(0.8, 1]$ 时,区域土地利用效率分别处于滞后失调、轻度失调、初级协调和发展协调阶段(王国刚等, 2012)。

2.3 数据来源

鉴于统计口径差异与数据可获性,考虑到研究的需要,以2000年行政区划为基准,将市辖区进行归并等处理,最终确定了环渤海地区327个县(市、区)单元。研究单元的社会经济数据、土地利用数据主要来源于2009年《中国县(市)社会经济统计年鉴》、《国土资源统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》,以及2009年各省(市)的统计年鉴。

3 土地利用效益评价

在ArcGIS软件的支持下,首先采用自然聚类法将土地利用效益划分为高值区、中高值区、中值区、中低值区和低值区5级,然后使用软件自带的热点分析功能,基于Getis-Ord G^* 指数计算,采用一倍标准差分类法,将区域土地利用效益划分为冷点区域、次冷区域、过渡区域、次热区域和热点区域5级,判断区域内部土地利用效益的空间异质性。

3.1 社会效益差异

根据评价分值模型计算得出,2008年环渤海地区土地利用的社会效益得分最大值为北京市辖区的0.77,最小值为河北省围场满族蒙古族自治县的0.28,均值为0.51,区域差异明显。其中,社会效益处于中低值以下的区域与中高值以上区域分别占区域行政单元总数的32.4%、42.2%。由图1可知,土地利用的社会效益空间集聚特征显著,热点区集中分布在辽宁省中部平原及沿海平原区、京津唐地区、山东半岛、济南都市圈等区域;冷点区域主要分布在辽东山区、辽西北低山丘陵区、坝上高原区、太行山山地丘陵区、冀南太行山山前平原区、鲁中南丘陵区;过渡区域主要分布在辽宁中部平原两侧、鲁西与鲁南地区。

3.2 经济效益差异

2008年环渤海地区根据评价模型计算得出的各县(市、区)土地利用经济效益的得分值中, Z_{eco} 得分最大值为石家庄市市辖区的0.78,最小值为河北省沽源县的0.04(图2),空间差异悬殊。其中,高值区主要分布在地级市及以上市辖区,共35个行政单元,呈现点状分布特征;中高值区分布以高值区周边市县为主,共82个行政单元;低值区、中低值区主要分布在太行山山地丘陵区到冀西北间山盆地区,再到坝上高原区、燕山山地区,呈现出典型的带状分布特征。土地利用经济效益与社会效益

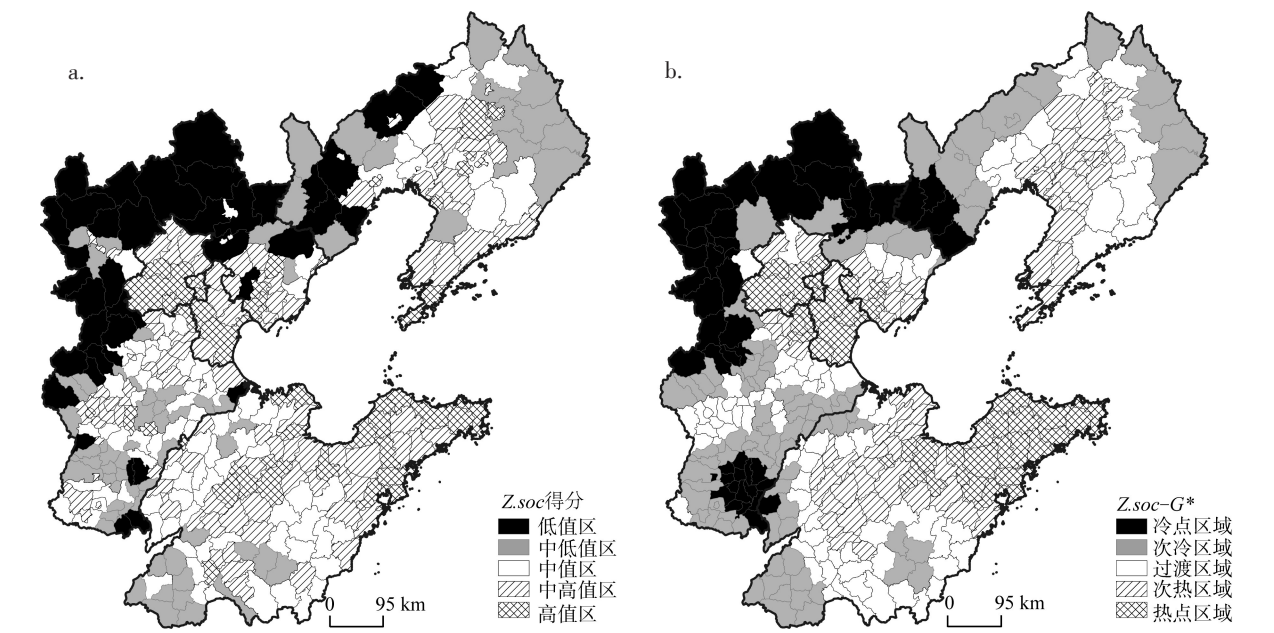


图1 环渤海地区土地利用社会效益得分(Z_{soc})和 G^* 空间格局

Fig. 1 Z_{soc} and G^* 's spatial patterns of social benefits of land use around Bohai Rim in China

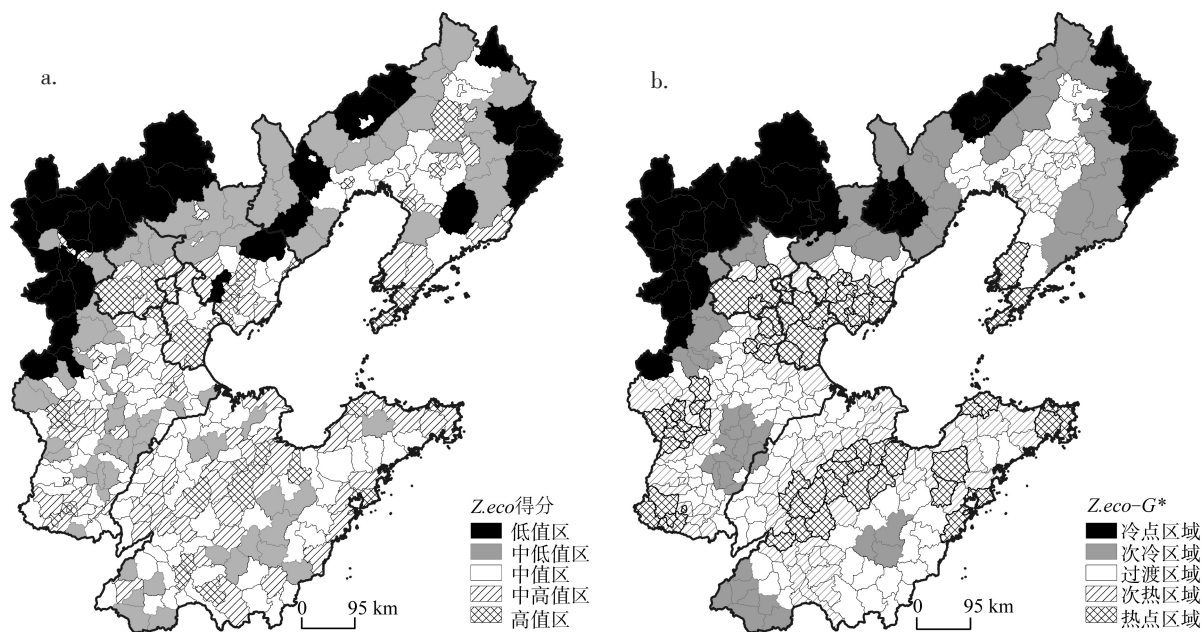


图2 环渤海地区土地利用经济效益得分(*Z.eco*)和*G**空间格局
Fig. 2 *Z.eco* and *G**'s spatial patterns of economic benefits of land use around Bohai Rim in China

指数的空间格局基本一致,表明土地利用的经济效益与社会效益具有较强的正相关性。与社会效益分布有所不同的是,冀中的石家庄市、冀南邯郸市以及鲁西南的济宁市处于土地利用经济效益的(次)热点区域。

3.3 生态效益差异

2008 年环渤海地区土地利用的生态效益整体

态势较好(图3),*Z.env*均值为0.56,最大值与最小值分别为河北省廊坊市辖区的0.78和河北省的栾城县的0.29,其中 *Z.env*>0.50 的县级单元占全部单元总数的78.9%。与经济效益相比,土地利用的生态效益区域差异度较小。从空间尺度上看,冀北、辽西、鲁中和鲁东地区,地貌以山地、丘陵为主,易于水土保持和生态保育,几乎全部处于土地利用生态效益

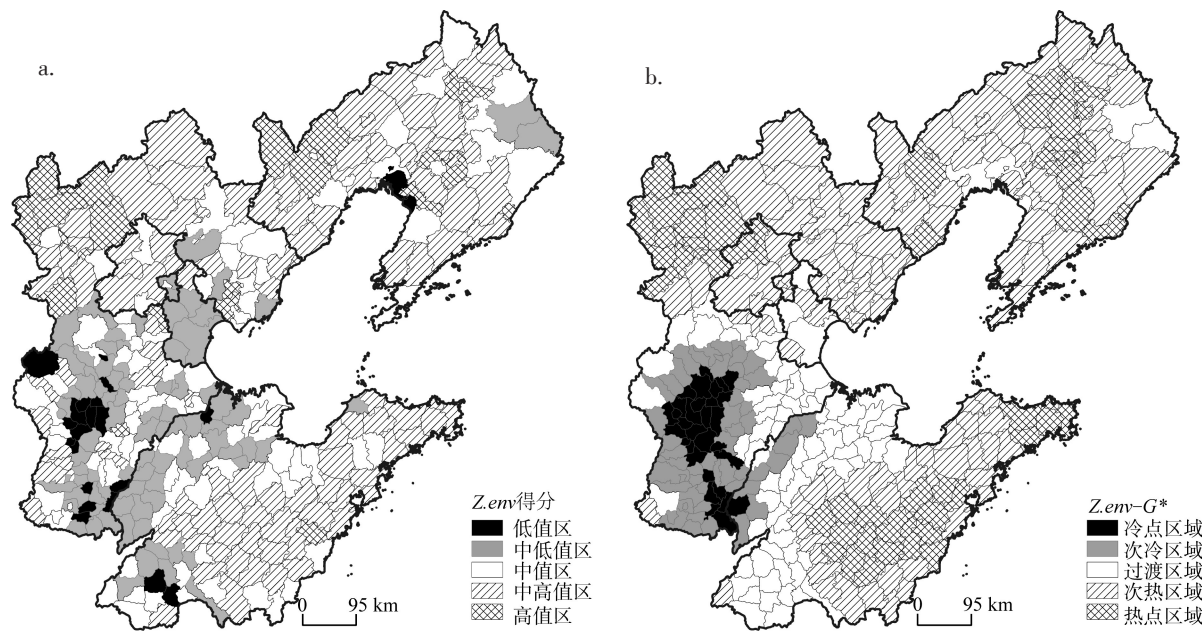


图3 环渤海地区土地利用生态效益得分(*Z.env*)和*G**空间格局
Fig. 3 *Z.env* and *G**'s spatial patterns of ecological benefits of land use around Bohai Rim in China

的热点区域;而冀中冀南和鲁西北等平原区,由于垦殖率高,部分黄河故道区沙化加剧、生态破坏严重,导致土地利用生态效益相对处于冷点区域。值得指出的是,辽中南平原区和山东半岛大部分地区既是土地利用的社会、经济效益热点区,也是生态效益热点区。

3.4 综合效益差异

基于土地利用的社会效益、经济效益和生态效益评价,根据公式(2)计算得出土地利用的综合效益。结果显示,环渤海地区土地利用的综合效益最大值与最小值分别为0.72(河北省唐山市市辖区)和0.30(河北省阜平县),均值为0.51;高值区主要有:辽宁的沈阳市、辽阳市、丹东市、大连市和营口市,京津唐地区,以及山东省沿海的济南都市圈、东营市、潍坊市、烟台市、威海市、青岛市和日照市,沿海分布特征显著;低值区围绕优势区外围分布(图4)。通过对土地利用综合效益 G^* 指数测算发现,土地利用综合效益的冷热点区域十分集中,热点和次热点区域集中分布在区位条件优越、社会经济基础好、产业体系完备的京津唐地区、辽宁省的沿海平原区和沈阳经济区、山东半岛、济南都市圈和济宁城镇群;冷点和次冷点区域主要分布在生态效益较好的辽东山地区、坝上高原区、冀西北间山盆地区、冀西太行山山地丘陵区,以及冀南太行山山前平原区、鲁西南菏泽地区;与社会效益的冷点、次冷点区

域的环带状分布相似。

4 土地利用效益的耦合—协调性评价

4.1 土地利用效益的空间耦合特征

从土地利用效益耦合度类型的空间分布看(图5),处于低度耦合、拮抗阶段的区域与生态高值区地域分布基本一致,呈带状环绕环渤海北部地区;磨合阶段区域数量最多,占区域总单元数的63.9%,集中分布在冀中与冀南和山东省;高度耦合区域除集中分布在京津唐地区外,其余以地级市以上市辖区为主,例如辽宁省的沈阳市、大连市、辽阳市、营口市、鞍山市、盘锦市、锦州市,河北省的石家庄市、邯郸市、沧州市、邯郸市、邢台市和保定市,山东省除泰安、莱芜和菏泽市以外的其他地级市,呈现出散乱的点状空间分布格局。

4.2 土地利用效益协调发展类型识别及评价

环渤海地区土地利用效益处于轻度失调阶段的区域较多,其次是初级协调区域,滞后失调区域数量较少,分别占环渤海地区总面积的51.09%、31.76%和10.87%(表2)。其中,滞后失调区($\bar{D}=0.36$)分别处于综合效益的中低值区和经济/生态效益的相对高值区,由于经济发展滞后,导致该区域土地利用效益耦合度低、协调发展度低。轻度失调区($\bar{D}=0.53$)面积较大、数量多,土地利用综合效益

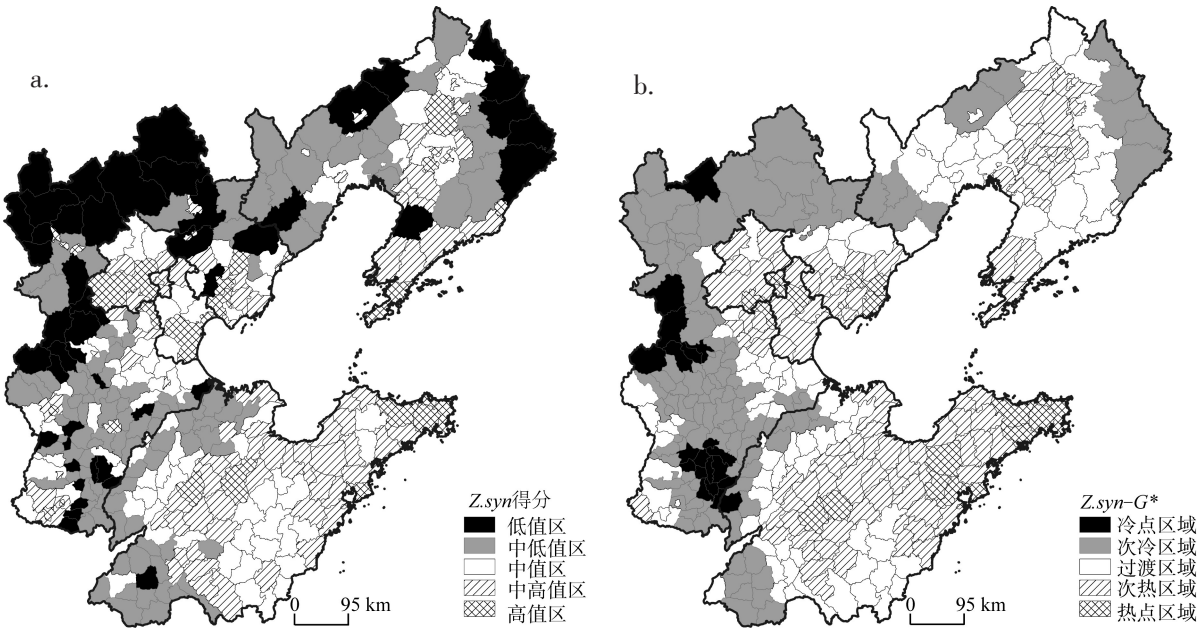


图4 环渤海地区土地利用综合效益得分(Z_{syn})和 G^* 空间格局

Fig. 4 Z_{syn} and G^* 's spatial patterns of integrated benefits of land use around Bohai Rim in China

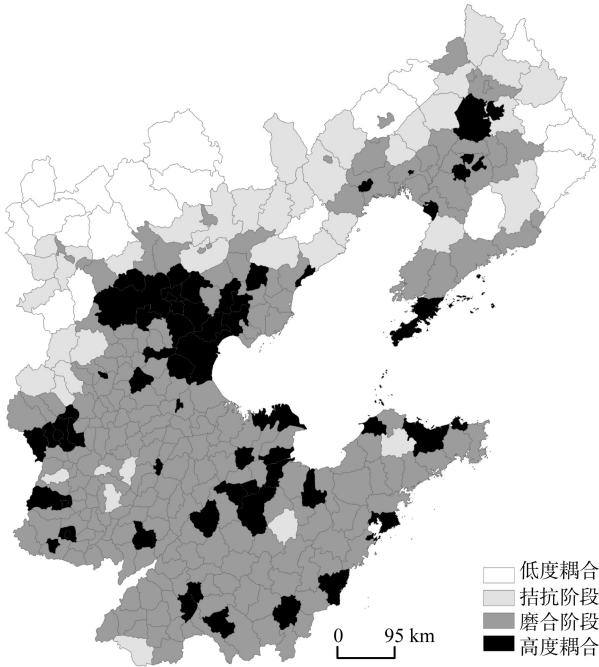


图5 环渤海地区土地利用效益的耦合度
Fig. 5 Coordination's degree of land use around Bohai Rim in China

比滞后失调区略好,处于相对发展度的生态中值区和土地利用效益耦合度的磨合阶段。初级协调区($\bar{D}=0.68$)土地利用效益步入均衡发展阶段,综合效益和耦合度较高。发展协调区($\bar{D}=0.94$)土地利用效益耦合阶段高、综合效益好,但该类区域数量少、面积比重低。

土地利用协调发展热点区域集中分布在辽宁省中南部以沈阳市和大连市为核心的都市区及沿海平原,河北省的秦皇岛、唐山地区,山东省的济南、淄博、泰安、莱芜地区和青岛、烟台、威海地区,以及邯郸、邢台部分地区;而坝上高原区、冀西北间山盆地、燕山山地丘陵区、辽西低山丘陵区、辽东山区、太行山山前平原区,乃至鲁中南丘陵区,因其落后的相对发展度和低值的社会效益,土地利用

处于失调阶段。需要特别指出的是,京津两市经济高值区其土地利用的协调发展度却不高,天津市更是处于失调区域,为此应重视土地利用的生态效益,保障土地利用的可持续性。

5 结论与讨论

环渤海地区土地利用效益呈现出显著的空间分异性与集聚性特征。其中,社会效益与经济效益空间分布一致性高的高值区呈点状分布于地级以上市辖区与其周边市县,低值区围绕高值区呈现出带状分布特征;生态效益整体态势良好;热点区域覆盖冀北、辽西、鲁中和鲁东地区的几乎全部区域,冷点区域分布在冀中冀南和鲁西北等垦殖率高的平原区。

环渤海地区土地利用效率低度耦合、拮抗阶段的区域呈带状环绕环渤海北部地区;磨合阶段区域数量最多,集中分布在冀中与冀南和山东省;高度耦合区域以地级以上市辖区为主,呈现出散乱的点状空间分布格局。环渤海地区轻度失调区面积最大,占到总面积的一半;其次为初级协调区;发展协调区区域数量少、面积比重低;滞后失调区约占总面积的1/10。

通过构建土地利用的社会—经济—生态效益评价体系与耦合协调发展模型,探讨了环渤海地区土地利用效益的空间分布特征与问题、耦合格局及其协调发展程度,可为相关研究提供参考。今后,深入探求统筹协调区尺度上土地利用的社会经济生态效益综合途径,如划分土地利用类型区,明确区域土地利用的主导功能;制定差别化区域土地利用政策;加强区域一体化土地管理与规划;优化地方政绩考核机制;建立健全区域利益协调与补偿机制等方面的政策和措施,是后续研究的重要方向。

表2 环渤海地区土地利用效益的协调发展类型及其特征
Tab. 2 Types and characteristics of harmonious development of land use around Bohai Rim in China

协调发展类型	协调发展度均值	协调发展度	县域个数	面积比重/%	基于均值测算的类型划分		
					综合效益	相对发展度	耦合度
滞后失调	0.36	★	19	10.87	中低值区	生态高值区	拮抗阶段
轻度失调	0.53	★★	166	51.09	中值区	生态中低值区	磨合阶段
初级协调	0.68	★★★	115	31.76	中高值区	经济中低值区	磨合阶段
发展协调	0.94	★★★★★	27	6.28	高值区	经济高值区	高度耦合

参考文献(References)

- Cao K H, Zhu H W. 2010. The study on evaluation of land use efficiency: Guangzhou and Shenzhen cases study. *Chinese Rural Economy*, (8): 58-66, 79. [曹堪宏, 朱宏伟. 2010. 基于耦合关系的土地利用效益评价: 以广州和深圳为例. *中国农村经济*, (8): 58-66, 79.]
- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and nature capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Dong W, Yang Y, Zhou Y S. 2011. Land use changes and evaluation of land use efficiency in an arid oasis city: A case of Urumqi, China. *Arid Land Geography*, 34(4): 679-685. [董雯, 杨宇, 周艳时. 2011. 干旱区绿洲城市土地利用效益研究: 以乌鲁木齐为例. *干旱区地理*, 34(4): 679-685.]
- Guo L Y, Wang D L, Qiu J J. 2009. Study on the land-use types changes in the area around Bohai Bay in China. *Areal Research and Development*, 28(3): 92-95. [郭丽英, 王道龙, 邱建军. 2009. 环渤海区域土地利用类型动态变化研究. *地域研究与开发*, 28(3): 92-95.]
- Han L, Xie J Q. 2011. Application of the wavelet neural network to land use efficiency analysis: A case study on Lanzhou City. *Resources Science*, 33(1): 153-157. [韩璐, 谢俊奇. 2011. 小波神经网络在土地利用效益分析中的应用: 以兰州市为例. *资源科学*, 33(1): 153-157.]
- Liu Y S. 1999. Optimal regional allocation of land use. Beijing, China: National Academy Press. [刘彦随. 1999. 区域土地利用优化配置. 北京: 学苑出版社.]
- Li X B. 1996. A review of the international researches on land use/land cover change. *Acta Geographica Sinica*, 51(6): 553-558. [李秀彬. 1996. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. *地理学报*, 51(6): 553-558.]
- Liang H M, Liu W D, Liu H P, et al. 2008. Coupling relationship between socio-economy benefits and eco-environment benefits of land use in Shenzhen City. *Scientia Geographica Sinica*, 28(5): 636-643. [梁红梅, 刘卫东, 刘会平, 等. 2008. 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. *地理科学*, 28(5): 636-643.]
- Liu Y B, Li R D, Song X F. 2005. Analysis of coupling degrees of urbanization and ecological environment in China. *Journal of Natural Resources*, 20(1): 105-112. [刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 2005. 中国城市化与生态环境耦合度分析. *自然资源学报*, 20(1): 105-112.]
- Liu Y, Liu Y S, Guo L Y. 2011. Zoning and consolidation strategy for rural residential land in the areas around Bohai gulf in China. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 27(6): 306-312. [刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 2011. 环渤海地区农村居民点用地整理分区及其整治策略. *农业工程学报*, 27(6): 306-312.]
- Liu Y S, Liu Y, Chen Y F. 2011. Territorial multi-functionality evaluation and decision-making mechanism at county scale in China. *Acta Geographica Sinica*, 66(10): 1379-1389. [刘彦随, 刘玉, 陈玉福. 2011. 中国地域多功能性评价及其决策机制. *地理学报*, 66(10): 1379-1389.]
- Long H L. 2012. Land use transition and rural transformation development. *Progress in Geography*, 31(2): 193-200. [龙花楼. 2012. 论土地利用转型与乡村转型发展. *地理科学进展*, 31(2): 193-200.]
- Nie Y, Lei W H, Zhou Y, et al. 2008. Research on spatio-temporal variation characteristic of regional urbanization and eco-environment coupling: a case of Hubei Province. *China Land Science*, 22(11): 22-62. [聂艳, 雷文华, 周勇, 等. 2008. 区域城市化与生态环境耦合时空变异特征: 以湖北省为例. *中国土地科学*, 22(11): 22-62.]
- Peng J, Jiang Y Y, Li Z G, et al. 2005. Evaluation of land use efficiency. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 14(3): 304-309. [彭建, 蒋依依, 李正国, 等. 2005. 快速城市化地区土地利用效益评价: 以南京市江宁区为例. *长江流域资源与环境*, 14(3): 304-309.]
- Song G, Gao N. 2008. Economic benefit analysis of urban land utilization based on DEA method: A Case of Harbin City. *Scientia Geographica Sinica*, 28(2): 185-188. [宋戈, 高楠. 2008. 基于DEA方法的城市土地利用经济效益分析: 以哈尔滨市为例. *地理科学*, 28(2): 185-188.]
- Tao J, Wu S X, Dong W. 2009. Evaluation of land use efficiency in economic belt on the northern slope of Tianshan Mountains. *Arid Land Geography*, 32(6): 985-990. [陶江, 吴世新, 董雯. 2009. 天山北坡经济带土地利用效益评价. *干旱区地理*, 32(6): 985-990.]
- Wang G G, Yang D G, Zhang X H, et al. 2012. The evaluation method of agriculture performance and case study. *Journal of Desert Research*, 32(2): 580-585. [王国刚, 杨德刚, 张新焕, 等. 2012. 农业发展效益评价方法与案例研究. *中国沙漠*, 32(2): 580-585.]
- Xie G D, Lu C X, Leng Y F, et al. 2003. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 18(2): 189-196. [谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 2003. 青藏高原生态资产的价值评估. *自然资源学报*, 18(2): 189-196.]
- Zhang J, Pu L J, Peng B Z. 2007. Variation of regional land use structure based on landscape ecology. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 16(5): 578-583. [张健, 濮励杰, 彭补拙. 2007. 基于景观生态学的区域土地

利用结构变化特征. 长江流域资源与环境, 16(5): 578-583.]

Zhang S H, Chen S Y, Zhou F. 2008. Evaluation and optimization on land use social benefit in Zhanjiang. Guangdong Agricultural Sciences, (11): 43-46. [张士海, 陈士银, 周飞. 2008. 湛江市土地利用社会效益评价与优化. 广东农业科学, (11): 43-46.]

Zhang Y X, Zhang J Z. 2010. Comprehensive effectiveness evaluation of land-use in China based on correspondence analysis. Progress in Geography, 29(4): 478-482. [朱瑜馨, 张锦宗. 2010. 对应分析在土地利用综合效益评价中的应用. 地理科学进展, 29(4): 478-482.]

Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency around Bohai Rim in China

WANG Guogang^{1,2}, LIU Yansui¹, FANG Fang^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Multi-function of land use determined its diverse efficiency. While, there are fewer studies which evaluated land use efficiency based on comprehensive measurement at the regional scale. It is time to carry out similar studies. The arm of this paper is to compare the main benefit of land use at different counties around Bohai Rim. At first; we constructed evaluation index system of land use efficiency, benefit measurement index, and coupling degree models. And then, we analyzed social, economic and ecological benefits of land use and its temporal-spatial coordination characteristics at the county level around Bohai Rim, which is chosen as a case study area. The conclusions can be drawn as follows. (1) It is quite obvious that land use benefits presented characteristics of spatial distinction and agglomeration. High economic value zone distributed in coastal area and inland plain area, while high ecological value zone in the basin of northwest Hebei mountains, Hebei Bashang Plateau, and mountain areas of Liaoning. (2) Based on the analysis of coupling degree models, the stage of running areas had the most numbers, which is accounting for 63.9% of the total units. (3) Coupling degree indexes showed that minor imbalance areas occupied leading position, the second is the primary coordinating regional, which are accounting for 51.09% and 31.76% of the total areas, respectively. So, it needs to put forward to control these regional problems. These measures, including dividing land use zone which can make the leading function of county land use clearly, making different land use policy, enhancing land management and planning, establishing and perfecting interest coordination and compensation mechanisms, are comprehensive ways to solve the coordination of land use benefits.

Key words: land use; benefit; coupling relationship; spatial distinction; Bohai Rim