

大庆油田区土地生态安全评价^{*}

袁磊,雷国平,张小虎

(东北农业大学 资源与环境学院,哈尔滨 150030)

摘 要:大庆油田自开采以来已经过近五十年的历程,随着油田用地不断扩张的同时,油区内的土地生态问题也日益突出,通过实地调查,在逻辑分析的基础上,采用熵权系数法对 2004 年大庆的喇萨杏油田区内土地生态安全情况进行定量的评价,结果表明油田区内土地生态安全情况较为严峻,土地生态安全等级处在风险级,油田区内土地退化情况严重,土地复垦整治工作还有待进一步加强,如不能及时采取相应整治措施,油田区内土地生态环境还会进一步恶化。

关键词:大庆油田;熵权系数法;土地生态

中图分类号:F301;F323.211

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)01-0216-06

Evaluation on Land Ecological Security of the Daqing Oil Field Region

YUAN Lei, LEI Guo-ping, ZHANG Xiao-hu

(College of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The Daqing oil field has passed through near 50 year courses since exploitation and construction, the oil field land unceasingly outspreads at the same time, the oil region land ecology question is also prominent day by day, through field survey and on the basis of the logistic analysis, by the entropy weights coefficient analyzes and appraises the land ecological security situation of the Daqing Lasaxing oil field region in 2004, the appraisal discoveries that the land ecological security situation is more stern in the oil field region, the land ecological security grade is risk grade and in the oil field region, the land ecology degeneration situation is serious, land reclamation work and so on improvement also wait for further enhancing. If cannot take the related improvement measure promptly, the land ecological environment will further also worsen in the oil field area.

Key words: Daqing oil field; entropy weights coefficient method; land ecology security

土地生态安全国家生态安全的一个重要方面。由于土地是由气候、土壤、地貌、岩石、水文、植物、动物、微生物等以及人类活动组成的一个自然和社会经济综合体。土地生态系统内的生物与环境之间不断进行着物质循环、能量转换和信息流动,构成它们之间相互联系、相互制约、相互依存的关系,从而形成一个相对稳定的统一整体^[1]。土地生态安全是人类生存环境处于健康可持续发展的状态。具体而言,土地生态安全是指一定时空范围内,通过对土地资源的合理利用和管理,使土地生态系统能够保持其结构与功能不受威胁或少受威胁的健康、平衡的状态,并能够为保障人类社会经济与农业可持续发

展提供稳定、均衡、充裕的自然资源,从而维持土地自然、社会、经济复合体长期协调发展^[2-3]。

大庆油田土地面积广大,油田区内土地类型多样,多种用地与油田生产用地相复合构成了大庆油田特殊的用地景观格局,但由于多年来油田的石油开采和用地规模的不断扩大,油田用地区内草地三化、土地污染、水土流失、土地盐碱化、土地沙化等问题日显严重,油田用地区内的土地生态安全问题越发突出,从宏观层面对大庆油田区土地生态安全情况进行评价研究,有利于认清大庆油田目前的土地生态安全现状和存在的主要问题,可为进一步有效解决油田区土地生态问题提供有益的参考。

^{*} 收稿日期:2008-06-03

基金项目:东北农业大学博士基金

作者简介:袁磊(1980-),男,黑龙江齐齐哈尔人,博士研究生,从事土地规划、土地利用与政策研究。E-mail:eric_ystone@163.com

1 研究区概况

大庆油田位于黑龙江省西南部,松嫩平原中部,属松花江流域,东与安达市相连,南与肇州县、肇源县相同,西与杜蒙县毗邻,北与林甸县接壤。地理位置在北纬 45°16′ - 46°55′,东经 124°19′ - 125°12′,东南距哈尔滨 159 km,西北距齐齐哈尔市 139 km。滨州铁路横贯东西,让通铁路穿越南北,交通便利,四通八达。而喇萨杏(喇嘛甸、萨尔图、杏树岗)油田是大庆的主力油田,是大庆油田的代表,区域内土地类型多样且油田产能设施又相对集中,分布着大量油田产能设施,截止到 2004 年末区域内油田产能设施用地(未计油田道路、管线、水渠等用地)为 6 345.73 hm²,占该油田区土地面积的 10.32%,此外该区域还分布有耕地、林地、草地、未利用地等多种土地利用类型,但多有油田生产设施的分布,是以石油开采为主的油田产能综合用地地区,截止到 2004 年末,喇萨杏油田的土地利用结构见表 1。

2 评价指标体系建立及说明

2.1 评价体系建立

喇萨杏油田是大庆的主力油田,集中了大庆油田 70%以上的油田生产设施,开采时间长,开采规

模也最大,经过四十多年的油田生产建设,油田内形成了以石油开采为主,其他生产在不影响油田开采的情况下与油田生产并存的特殊用地情况,是大庆典型的油田用地区。从油田开采和大庆市经济社会发展给油田区土地带来的压力和油田区土地的土地质量、土地利用结构等状态及油田土地的自然、社会、经济响应等方面,采用压力-状态-响应三方面构建喇萨杏油田土地生态环境安全评价体系^[4-5](见图 1),对喇萨杏油田现状土地生态环境安全情况进行宏观性的综合评价。

表 1 喇萨杏油田土地利用现状统计表

土地利用类型		面积/ hm ²	比重/ %
农用地	耕地	9964.95	16.20
	园地	115.11	0.19
	林地	1192.97	2.00
建设用地	其它农用地	4159.48	6.70
	居住用地	8713.23	14.17
	工业用地	2111.31	3.42
	产能设施用地	6345.73	10.32
存量土地		28901.23	47.00

注:以上数据未计杏树岗油田中的杏南油田;存量土地指用于油田开发建设的荒草地、盐碱地、沼泽地、沙地等。

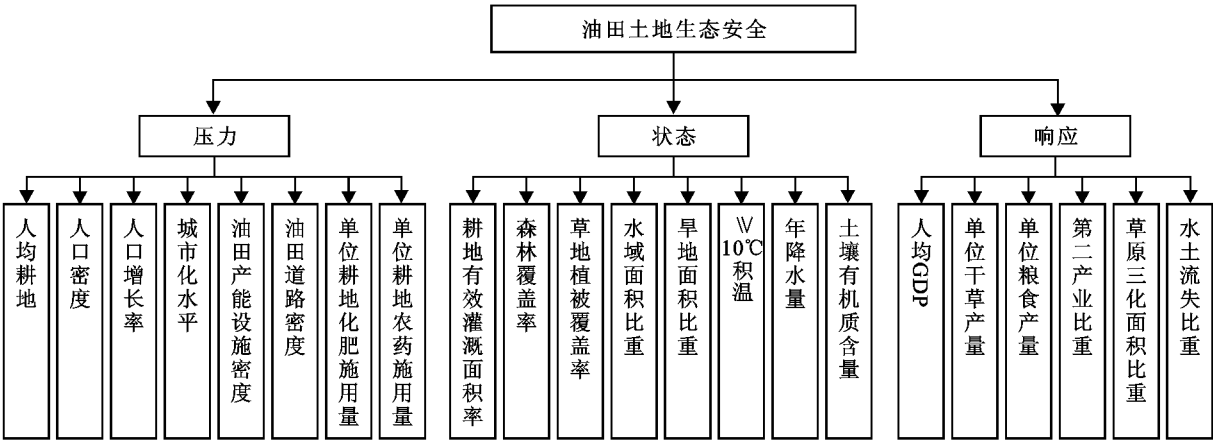


图 1 喇萨杏油田土地生态安全评价指标体系

2.2 评价等级的确定

评价标准的制定是土地生态安全评价的关键环节,现阶段土地生态安全评价在我国尚处于探索阶段,还没有统一的评价标准。土地生态安全的评价标准不仅复杂,而且需要因地制宜。特别是对油田区土地生态安全的评价,目前还没有过多的研究成果,对评价指标的筛选,评价标准的制定都没有统一的标准,因此,本文采用的评价标准主要参考以下几方面^[6-7]:

(1) 国家、地方、行业或国际标准;

- (2) 国际或国内公认值;
- (3) 国内外同类评价时通常采用的标准,国际或国内平均值及区域各种相关规划、计划的目标值;
- (4) 区域性环境背景基准;
- (5) 科学研究的判定标准;
- (6) 专家经验值。

根据前面所述,结合油田区土地生态安全评价的实际,将其划分为五级(见表 2): 级代表安全、级代表较安全、级代表敏感级、级代表风险级、级代表很不安全。

表 2 评价指标等级表

评价指标	安全 趋势性	序号	安全程度				
			0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
人均耕地面积/(hm ² /人)	正	x_1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
人口密度/(人·km ⁻²)	负	x_2	50	100	150	200	300
人口增长率/%	负	x_3	0.1	0.5	1	2	4
城市化水平/%	负	x_4	10	20	30	40	50
油田产能设施密度/(座·km ⁻²)	负	x_5	5	15	25	40	60
油田道路密度/(km·km ⁻²)	负	x_6	0.3	0.45	0.6	1	1.5
单位耕地化肥施用量/(kg·hm ⁻²)	负	x_7	200	225	280	400	500
单位耕地农药施用量/(kg·hm ⁻²)	负	x_8	0.15	0.6	1	1.5	3
耕地有效灌溉面积率/%	正	x_9	55	45	35	25	15
森林覆盖率/%	正	x_{10}	60	40	25	15	10
草地植被覆盖度/%	正	x_{11}	70	55	40	30	20
水域面积比重/%	正	x_{12}	10	7	5	3	1
旱地面积比重/%	负	x_{13}	20	30	40	50	60
10 以上积温/	正	x_{14}	5300	4500	3500	1700	1000
年降水量/mm	正	x_{15}	1000	800	400	250	100
土壤有机质含量/%	正	x_{16}	5	4	3	1.5	0.7
人均 GDP(元/人)	正	x_{17}	65000	40000	25000	10000	3000
单位干草产量/(kg·hm ⁻²)	正	x_{18}	6000	4500	3000	2500	1000
单位粮食产量/(kg·hm ⁻²)	正	x_{19}	5000	4000	3000	2000	1000
第二产业比重/%	负	x_{20}	30	40	50	60	70
草原三化面积比重/%	负	x_{21}	10	15	20	30	50
水土流失面积比重/%	负	x_{22}	5	10	15	20	30

注:人口增长率为相对上一年的增长率,油田产能设施密度的等级划分主要根据大庆油田的实际情况自行划分。数据来源:大庆油田土地利用规划(2005 - 2020 年),大庆统计年鉴 2005 年,油田其他相关资料。

2.3 部分评价指标的说明

(1) 人均 GDP 选用 2004 年大庆市区的数值,对大庆人均 GDP 对土地生态安全标准定的相对较高采取上中等收入国家的上限水平(根据世界银行 2002 年的分类,人均 GDP 从 2 976 美元到 9 205 美元的国家,为上中等收入国家),所以 2004 年大庆人均 GDP 对土地生态的安全上限定为 8 000 美元,这是由于两方面的原因,一是大庆是典型的资源型城市,石油资源的开采给大庆地区带来很高的效益,但这种经济的增长不是一种良性的发展,2004 年大庆市第三产业占 GDP 的比重才仅有 12.2%,远远低于人均 GDP 同等水平的地区,经济的增长还主要依赖于石油的开采,是典型的资源推动经济发展的模式,其绿色 GDP 相对就要缩水很多,对环境污染、破坏的恢复还需要较大的资金,所以标准相对较高;二是由于油田土地污染的面积与程度等方面的数据受限,这一指标没有选入,为了弥补这一不足,也把人均 GDP 安全等级指标定得较高,通过资金的投入整

治来间接反映这一情况。

(2) 由于喇萨杏油田位于大庆市区内,油田区土地也承担大庆市的一部分粮食等农产品的生产,是大庆市人文、经济等核算的必要组成部分之一,所以宏观性的部分指标如人口密度、人均耕地面积、人口增长率、单位耕地化肥施用量、单位耕地农药施用量采用大庆市的平均水平值。

(3) 由于数据的缺少,油田土地污染情况,油田区内土地景观破碎度指数,油田区土地灾害情况等指标没有选入评价体系参与评价,虽把人均 GDP 安全等级加以调整进行简单的弥补,但也不能客观地代替,再加之一些人文响应指标,如相关土地保护政策、措施等无法量化参与评价,也在一定程度上影响了评价结果的客观性。

3 评价原理

本文采取熵权系数法对喇萨杏油田内土地生态安全情况进行评价^[8],熵权系数是根据熵的概念和

性质,设有 n 个待评对象, m 个评价指标,则有评价指标特征值矩阵 X :

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

$(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$

由于参与评价的各项指标情况不同,有效益型指标,有成本型指标,对评价指标进行标准化处理

$$\begin{cases} X_{ij} = X_{ij} / \max X_{ij} & \text{效益型指标} \\ X_{ij} = \min X_{ij} / X_{ij} & \text{成本型指标} \end{cases} \quad (1)$$

据此得到无量纲标准化矩阵 X :

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

计算第 i 个评价指标下第 j 个待评对象评价指标特征值比重 :

$$P_{ij} = X_{ij} / \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

(2)

计算第 i 个评价指标的熵 :

$$e_i = - \frac{1}{\ln(n)} \sum_{j=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}$$

(3)

计算第 i 个评价指标的权重 :

$$a_i = (1 - e_i) / \sum_{j=1}^n (1 - e_i)$$

(4)

计算各评价对象的综合评价价值 :

$$W_j = \sum_{i=1}^m a_i P_{ij}$$

(5)

最后按 W_j 由大到小,对评价对象进行优劣排序,得到喇萨杏油田区内土地生态安全等级。

4 评价结果及分析

根据公式(1)和(2)将评价等级和实际待评指标数值进行无量纲标准归一化处理,计算结果见表 3。

表 3 评价指标无量纲标准归一化表

评价指标						实际
X ₁	0.2912	0.2330	0.1747	0.1165	0.0582	0.1264
X ₂	0.4063	0.2032	0.1354	0.1016	0.0677	0.0857
X ₃	0.7082	0.1416	0.0708	0.0354	0.0177	0.0262
X ₄	0.2524	0.2019	0.1514	0.1010	0.0505	0.2428
X ₅	0.5549	0.1850	0.1110	0.0694	0.0462	0.0335
X ₆	0.3693	0.2462	0.1847	0.1108	0.0739	0.0152
X ₇	0.2486	0.2210	0.1776	0.1243	0.0994	0.1291
X ₈	0.6094	0.1524	0.0914	0.0609	0.0305	0.0554
X ₉	0.2716	0.2222	0.1729	0.1235	0.0741	0.1357
X ₁₀	0.3947	0.2632	0.1645	0.0987	0.0658	0.0132
X ₁₁	0.2857	0.2245	0.1633	0.1224	0.0816	0.1224
X ₁₂	0.3136	0.2195	0.1568	0.0941	0.0314	0.1847
X ₁₃	0.3226	0.2150	0.1613	0.1290	0.1075	0.0646
X ₁₄	0.2822	0.2396	0.1864	0.0905	0.0533	0.1480
X ₁₅	0.3421	0.2737	0.1368	0.0855	0.0342	0.1277
X ₁₆	0.3125	0.2500	0.1875	0.0938	0.0438	0.1125
X ₁₇	0.2707	0.1666	0.1041	0.0416	0.0125	0.4045
X ₁₈	0.3297	0.2473	0.1648	0.1374	0.0549	0.0659
X ₁₉	0.2784	0.2227	0.1670	0.1114	0.0557	0.1648
X ₂₀	0.2763	0.2072	0.1658	0.1382	0.1184	0.0940
X ₂₁	0.3565	0.2376	0.1782	0.1188	0.0713	0.0375
X ₂₂	0.3949	0.1975	0.1316	0.0987	0.0658	0.1114

将得到的标准、归一化的指标数值根据公式(3)计算得到各评价指标的熵 :

$$e_i = (0.9381, 0.8850, 0.5547, 0.9389, 0.7390, 0.8509, 0.9709, 0.6945, 0.9565, 0.8258, 0.9533, 0.9097, 0.9324, 0.9314, 0.8831, 0.9089, 0.8043,$$

$$0.9041, 0.9442, 0.9644, 0.8825, 0.8965)$$

根据公式(4)计算得到各评价指标权重 :

$$a_i = (0.0227, 0.0421, 0.1631, 0.0224, 0.0956, 0.0546, 0.0107, 0.1119, 0.0159, 0.0638, 0.0171, 0.0331, 0.0247, 0.0251, 0.0428, 0.0334, 0.0717,$$

0.0351,0.0204,0.0130,0.0430,0.0379)

根据公式(5)得到评价结果见表 4。

表 4 喇萨杏油田土地生态安全评价结果表

实际					
0.4443	0.2004	0.1309	0.0822	0.0469	0.0953

从评价结果看,喇萨杏油田区内土地生态安全等级在 级和 级之间,并且很接近 级,属于风险级水平(土地生态等级系统特征概况见表 6)^[9],可见通过近 50 a 油田的生产建设,喇萨杏油田区内土地生态问题严重,由于油田各项作业对土地生态环境的破坏和污染造成了油田区内土地质量下降,特别是草地三化严重,生态风险加大。

大庆是典型的资源型城市,油田的产值很高,2004 年末大庆市 GDP 达到 1 200 多亿元,市区人均 GDP 接近 100 000 元,已远远超过全国 7 000 多元平均水平,经济对土地生态破坏的整治会起到强大的支持作用,为了显化这一作用,可从评价指标中删去人均 GDP 指标后考察油田区的土地生态安全情况。当剔除人均 GDP 这一经济指标后的评价结果见表 5。

当剔除人均 GDP 这一经济指标后,喇萨杏油田区内土地生态安全等级在 级和 级之间,并且很接近 级,也属于风险级水平。但是土地生态安全情况更加严峻,可见大庆油田区土地生态的恢复需要加大经济投入,通过经济的注入逐渐加大土地的复垦整治力度,不断修复油田区内脆弱的土地生态环境,不断提高这部分土地的生态功能,从表 4 和表 5 的评价结果来看,油田还是有这一经济实力的,如

能合理规划,科学复垦整治,油田区的这部分土地还是可以恢复一定的生态功能的。

表 5 剔除人均 GDP 后喇萨杏油田土地生态安全评价结果表

实际					
0.4577	0.2030	0.1330	0.0854	0.0496	0.0714

不过从评价结果来看喇萨杏油田区内土地生态安全状况不容乐观,由于长时间油田的开采造成油田内土地退化情况严重,而且由于油田产能设施和油田道路等的分割,造成油田内其他用地受到很大程度的干扰,土地质量下降,草地三化严重,水域面积不断减少,油田区土地生态安全状况与其他地区有所不同,在大庆油田投入建设之前,大庆地区土地生态环境十分优良,草地连绵千里,牧草肥美,泡泽众多,水系密布,土壤有机质含量很高,随着油田的不断发展,大庆市特别是油田区内土地生态环境不断恶化,但由于石油资源的巨大经济效益,单位土地的经济产出也不断提高,从目前看,油田区内土地生态安全的恶化是油田开采造成的负面结果,经济因素对油田区内土地生态安全起到了双刃剑的作用,一方面出于经济、能源安全等方面的考虑,需要不断加大石油开采的力度,客观上破坏了土地生态环境;另一方面通过石油的开采获得巨大的经济效益又能在一定程度上对恢复土地生态功能起到强大的经济支撑的作用,所以协调二者的关键是如何通过环境友好型土地利用模式的探寻以及科学合理的土地利用管理与规划,降低油田开采对土地生态环境的破坏,利用油田强大的经济实力合理有效恢复受破坏的土地生态功能,重建土地生态环境。

表 6 土地生态安全等级系统特征表

等级	表征安全程度	系统特征
很安全		土地生态环境好,基本未受到不利干扰,土地生态系统结构完整,功能性强,土壤肥沃,无农业污染,植被覆盖度高,无沙化、盐碱化现象,土地生态问题不显著。
较安全		土地生态环境较好,受到较少的不利干扰,土地生态系统结构尚完整,功能尚好,土壤肥力高,农业污染程度低,农业与畜牧业产量高,土地利用程度高,水土协调性好,土地生态问题不显著。
敏感级		土地生态环境受到较少破坏,系统结构有恶化的趋势,但尚能维持基本功能,受不利干扰后易恶化,盐碱化程度较高,土壤肥力降低,生态问题显著。
风险级		土地生态环境受到较大破坏,结构恶化较大,功能不全,受外界不利干扰后恢复较难,盐碱化程度高,土地生态问题较大,生态灾害较多。
很不安全		土地生态环境受到很大破坏,生态系统结构残缺不全,功能低下,发生退化性变化,恢复与重建很困难,生态问题很大并经常变成生态灾害。

5 相关建议

综上所述可见,喇萨杏油田区内土地生态安全情况十分严峻,由于长时期油田的开采建设,对油田

区内的土地生态破坏较为严重,土地的生态承载力不断下降,为缓解这一形势可从以下几方面入手加强油田区内土地的利用。

(1)加强大庆油田土地复合利用的研究。大庆

油田土地的利用都是土地的复合利用,在油田内有多种土地利用类型,每种土地利用类型又有自身的利用要求与特点,以往油田只关注油田生产设施用地的利用,对油田内其它土地的利用认识不足,所以对油田土地的复合利用研究不够,没有将油田内其它土地充分保护和利用起来,造成油田内其它用地污染、退化严重,土地利用效益很低。随着土地价值逐渐被人们所认识和我国土地利用形势的严峻,油田内其它用地的合理利用问题急需很好的解决,所以在复合区的合理划分,复合利用模式的合理选择,油田地面工程设施建设工艺、技术的革新,生产设施的整体优化与合理布局等方面的深入研究是十分必要的,它对土地资源的合理利用与保护有着深远的意义。

(2) 全面及时地开展大庆油田土地动态复垦、整治工作。由于石油的开采对土地造成了一定程度的破坏与污染,油田开采对土地的破坏是阶段性的,油田初期钻井会对土地造成一定的破坏,之后的二次加密和即将开始的三次加密还会对土地造成进一步的破坏,所以对油田土地的复垦来说也是动态性的,在油井加密的间隔时间进行土地的复垦与生态的初步恢复,总之油田土地的复垦、整治工作要贯穿于油田开采始终,立足于复垦方向的选择,资金的落实,技术的发展,专业队伍的打造等各个方面。

(3) 合理规划,严格管理油田土地的利用。大庆油田区土地面积广大,要科学制定油田土地利用规

划,以规划为指导科学合理的利用好油区内的土地,油田土地管理部门要与地方土地相关部门协同配合,严格管理好油田区内各类土地的利用,明确油田内各类土地的责、权、利,进行油田滚动建设的同时,合理的规划其他各类用地的利用。

参考文献:

- [1] 刘勇,刘友兆,徐萍. 区域土地资源生态安全评价:以浙江嘉兴市为例[J]. 资源科学,2004,26(3):69-75.
- [2] 张虹波,刘黎明,张军连,等. 黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价[J]. 资源科学,2007,29(4):193-200.
- [3] 吴次方,鲍海军. 土地资源安全研究的理论与方法[M]. 北京:气象出版社,2004:131-133.
- [4] 李玉平,蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报:自然科学版,2007,43(6):784-789.
- [5] 刘欣,葛京凤,冯现辉. 河北太行山区土地资源生态安全评价[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(5):68-74.
- [6] 刘世梁,郭旭东,傅伯杰,等. 道路网络对黄土高原过渡区土地生态安全的影响[J]. 干旱区研究,2006,23(1):126-132.
- [7] 马瑛. 北方农牧交错带土地利用生态安全评价[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(7):53-58.
- [8] 付强. 农业水土资源系统分析与综合评价[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005:350-352.
- [9] 汤吉,朱云峰,李昭阳,等. 东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价:以镇赉县为例[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1):119-124.
- [10] 岳书平,张树文,闫业超. 东北样带土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 地理学报,2007,62(8):879-886.
- [11] 刘庆,王静,史衍玺,等. 经济发达地区土地利用变化与生态服务价值损益研究:以浙江省慈溪市为例[J]. 中国土地科学,2007,21(2):18-24.
- [12] 吴建寨,李波,张新时,等. 天山北坡土地利用/覆被及生态系统服务功能变化[J]. 干旱区地理,2007,30(5):728-735.
- [13] 张健,濮励杰,彭补拙. 基于景观生态学的区域土地利用结构变化特征[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(5):578-583.
- [14] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J]. 农业工程学报,2006,22(9):21-28.
- [15] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The Value of the world's ecosystem service and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.
- [16] 谢高地,肖玉,甄霖,等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [17] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报,2002,18(2):189-196.
- [19] 谢高地,张包捏,鲁春霞,等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. 自然资源学报,2001,16(1):47-53.

(上接第 215 页)

- [8] 谢春华,王克林,陈洪松,等. 土地利用变化对洞庭湖区生态系统服务价值的影响[J]. 长江流域与环境,2006,15(2):191-195.
- [9] 蔡邦成,陆根法,宋莉娟,等. 土地利用变化对昆山生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报,2006,26(9):3005-3010.
- [10] 岳书平,张树文,闫业超. 东北样带土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 地理学报,2007,62(8):879-886.
- [11] 刘庆,王静,史衍玺,等. 经济发达地区土地利用变化与生态服务价值损益研究:以浙江省慈溪市为例[J]. 中国土地科学,2007,21(2):18-24.
- [12] 吴建寨,李波,张新时,等. 天山北坡土地利用/覆被及生态系统服务功能变化[J]. 干旱区地理,2007,30