

基于 GIS 的毛乌素沙地南缘生态敏感性评价 ——以榆横矿区北区为例

吕俊娥 安鑫

(中国煤炭地质总局航测遥感局,陕西 西安 710199)

摘要:毛乌素沙地南缘是我国典型风蚀、水蚀过渡带,生态环境脆弱,随着近年来煤炭能源基地的建设,生态环境保护压力逐渐增大,本文以毛乌素沙地南缘生态环境保护为研究对象,选取榆横矿区北区为研究区,依据其生态环境特点,选择土地利用、植被覆盖、水域、沙质荒漠化 4 个因子作为生态敏感性评价指标,应用生态因子评价模型和 GIS 空间分析功能,开展生态环境敏感性评价,在对单因子敏感性评价的基础上,进行综合生态敏感性评价。结果表明:(1) 该区综合生态敏感性较高,中度敏感性区面积最大,占总面积的 71.34%,整体生态系统较脆弱。(2)根据不同等级敏感区提出开发保护的对策,为榆横矿区北区矿产资源开发建设进程中的土地合理利用、生态环境保护提供参考,同时也为毛乌素沙地南缘煤矿区的开发提供借鉴。

关键词:生态敏感性;毛乌素沙地南缘;GIS;榆横矿区北区

中图分类号:X826 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8759(2017)05-0038-04

GIS-BASED ECOLOGICAL SENSITIVITY EVALUATION INSOUTH EDGE OF MU US SANDY LAND-SATTING NORTH OF YUHENG MINE AREA AS AN EXAMPLE

LV Jun-e, AN Xin

(Aerial Photogrammetry & Remote Sensing bureau, ChinaNationalAdministration of Coal
Geology, Xi'an, 710199, China)

Abstract:The south edge of Mu Us sandy land is a typical transition zone of wind erosion and water erosion, the ecological environment is fragile, in recent years, with the construction of coalenergy base, environment protection pressure increases, the paper study the southern edge of Mu Us sandy land Ecological Environment Protection.Take north part of Yunheng mine area as an example, based on the ecologic characteristics, we focus our study mainly on the following aspects: land use, vegetation coverage, water and desertification. Utilizing evaluation model of ecological factors and spatial analysis of GIS, we investigate the area ecological sensitivity and create the ecological sensitivity evaluation based on the partition of sensitivity of a single factor. From the study, we can see that (1)ecological sensitivity in north area is high, 71.34 % of the entire area has media sensitivity which indicates the ecological system in that area is fragile.(2)According to different levels of sensitive area offer exploitation and protection countermeasures for north of Yuheng mine area and provide a reference in the process of rational land use, ecological and environment protection,also for the development of the south edge of Mu Us sandy land mining area.

Key words:ecological sensitivity;south edge of Mu Us sandy land;GIS;north of Yuhengmine area.

生态环境敏感性是指生态系统对各种环境变异和人类活动干扰的敏感程度,即生态系统在遇到干扰时,生态环境问题出现的概率大小^[1]。伴随社会经济的快速发展和人口的不断增加,人类对自然环境的影响范围和强度正在不断加大,由此引起的区域生态环境问题也在不断扩大和加剧^[2]。生态敏感性分析就是研究在不损失或降低环境质量情况下,生态因子对外界干扰和压力的适应能力。评价区域的生态敏感性,不仅为分析和预测区域发生生态系统失衡和环境问题提供了依据,而且是生态环境影响分析和生态系统建设调控的重要内容和环节^[3-4]。

随着对保护生态环境的日益重视,生态敏感性评价越来越受到学者的关注和重视,我国在这方面的研究成果众多,研究的区域涉及西南湿润地区^[5-7]和西北干旱地区^[8-10],评价方法也从单一生态要素敏感性的分析,向综合性研究发展。

毛乌素沙地南缘属鄂尔多斯高原与黄土高原的过渡地带,是典型农牧交错区,生态环境脆弱,区内陕西省榆林市是毛乌素沙地扩展南进的屏障之地,同时这里又是国家重要的能源化工基地,掌握该地区生态环境现状,对生态敏感性进行评价,为指导煤矿生产建设,降低其对土地利用改变所造成的环境效应具有实践意义。本文以陕西榆横矿区北区为例,选取4个有代表性的生态敏感因子,在GIS平台支持下,依据层次分析法赋予评价指标权重,利用多因子加权求和模型,对该矿区生态敏感性进行评价,旨在通过构建敏感性判断指标体系,为毛乌素沙地南缘生态环境保护提供借鉴方法。

1 研究区概况

榆横矿区是毛乌素沙地南缘规划的大型矿区,其北区位于黄河的一级支流无定河流域北部,地理座标:东经 108°48′~109°51′,北纬 37°56′~38°35′,研究区范围以榆横矿区北区界线向外延伸 2 km,面积 3704.79 km²。区内地形较为平缓,主要为沙漠滩地地貌,地势西高东低,北高南低,水系较发育,无定河在南部近东西向展布,南北方向分布有多条河流,主要有西部的海流兔河,东部的榆溪河等。

研究区气候干旱,年降水量约 410 mm,年降水变率大,降水主要集中于 7、8、9 月,冬春季“旱

风同季”现象明显,地处干旱与半干旱气候过渡带、毛乌素沙地与陕北黄土高原过渡带和农牧交错带,生态环境非常脆弱,沙质荒漠化与土壤侵蚀等生态环境问题突出,是我国生态环境治理的重点地区,这里先后开展有天然林保护、退耕还林、三北防护林体系建设等国家级重点工程。

2 研究方法

2.1 评价指标的选取

评价指标的选取是生态敏感性评价的核心。指标体系的选择往往依据评价区域的实际情况和评价内容加以考虑^[11-12],结合榆横矿区北区实际的生态环境现状,以及煤炭开采可能对环境造成影响的各类因子,并考虑数据的可获取性,选取土地利用类型、植被覆盖度、沙质荒漠化及水域 4 类指标作为生态敏感评价因子。

2.2 指标体系的建立

参考《生态功能区划技术暂行规程》中生态敏感性指标体系,建立本次评价指标的分级标准,将单因子分为高敏感性、中敏感性、低敏感性和不敏感 4 个等级,分别赋值 7、5、3、1(表 1)。

表 1 生态敏感性评价指标及分级赋值标准

评价指标	不敏感	低敏感性	中敏感性	高敏感性
土地利用	建设、交通、沙地	耕地	草丛、灌丛	林地、水体
植被覆盖	>70	30~70	10~30	<10
水域	非水域	200~500 缓冲区	100~200 缓冲区	大型水库、 湿地保护区、 主要河流 100 m 缓冲区
沙质荒漠化	潜在荒漠化、 未荒漠化	轻度 荒漠化	中度荒漠化	强度荒漠化
分级赋值	1	3	5	7

2.3 数据来源

以 2014 年 8 月 landsat8 影像为信息源,用 PCI 图像处理软件进行数据融合、几何校正等处理,根据影像单元色彩和结构特征,结合已确定的评价指标体系,采用人机交互式解译方法进行生态敏感性单因子信息提取。

2.4 评价方法

单因子的生态敏感性仅反映了某一因子对生态环境的作用程度或敏感性,没有将研究区生态环境敏感性的空间变异特征综合反映出来,根据各因子的分级及赋值,利用 ArcGIS 的空间叠加功

能,将上述各单因子敏感性影响分布图进行叠加计算,生态敏感性数学模型^[13],见公式(1)。

$$S_i = \sum_{k=1}^n (W_k \times C_{i(k)}) \quad (1)$$

式中, i 为评价单元编号; k 为评价因子编号; n 为评价因子总数; S_i 为第 i 个评价单位的综合值; W_k 为第 k 个评价因子权重; $C_{i(k)}$ 为第 i 个评价单元的第 k 个评价因子敏感性评价指标。

本文采用专家打分对4个生态因子中的两两因子相对重要性做出评价,再用层次分析法计算出各个评价因子的权重值,并经检验确定其可以作为评价的权重使用(表2)。

表2 各生态敏感性因子权重

指标	土地利用	植被覆盖	水域	沙质荒漠化
权重	0.4761	0.2883	0.1668	0.0688

注: $\lambda_{max}=4.2403$, $C.I.=0.0801$, $C.R.=0.089<0.1$

3 结果及分析

3.1 单因子生态敏感性评价

3.1.1 土地利用

土地利用类型是影响生态敏感性的最重要的生态因子之一。区内高度敏感性的面积占总面积的1.82%,零星分布在评价区中部的王家砬、巴拉素一带的滩地以及无定河和榆溪河沿岸,土地利用方式为人工种植的林地和水库水面与坑塘水面。中度敏感性区以灌草地为主的生物生长环境,且在研究区内分布广泛,占总面积的72.51%;低敏感区主要以人类耕作的农田为主,分布于榆溪河、无定河沿岸以及风沙区的滩地内,占总面积的20.14%;不敏感区则主要位于东部榆林市区范围内,以及零星分布的建设用地,占总面积的5.53%(图1a,表3)。

3.1.2 植被覆盖

植物覆盖的情况对于水土保持和预防沙化极为重要,是影响区域生态敏感性的重要因素之一。由于研究区为半干旱气候,除滩地和河流阶地地下水较浅外,大部分地区的地表水和地下水匮乏,同时沙质荒漠化问题严重,因此,基于植被覆盖度的生态敏感性总体较高,区内高度敏感区占总面积的33.07%,中度敏感区占总面积的33.92%,

主要为风沙地区稀疏分布的沙生半矮灌丛;低度敏感区占总面积的7.51%,以生长状态较好的灌草丛为主;不敏感区占总面积的25.5%,主要包括零星分布的林地、草地和水体、城镇建设用地及无植被的沙地(图1b,表3)。

3.1.3 水域

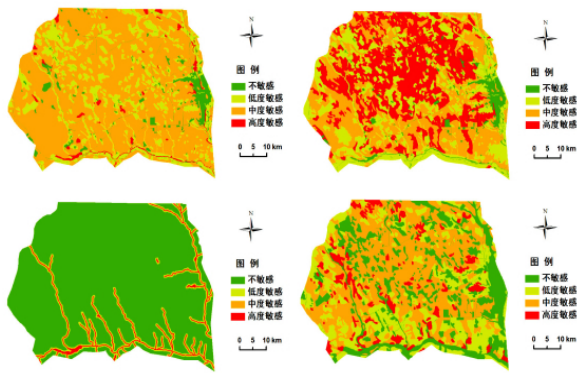
河流域对干旱半干旱区动植物的生存、生长有重要影响,也是最容易受到人为干扰的因子之一。区内河流域主要集中分布在东部榆溪河流域和南部无定河及其支流,连通性较好,水域面积小,基于水域的生态敏感性较低。高度敏感区占总面积2.6%,主要为湿地保护区水面、水库水面及主要河流水面100m缓冲区,中度敏感区占总面积2.27%,为主要河流水面100~200m的缓冲区;低度敏感区占总面积的6.45%,为主要河流水面200~500m的缓冲区;不敏感区占总面积88.68%,主要为远离水域的风沙地区(图1c,表3)。

3.1.4 沙质荒漠化

由于研究区位于毛乌素沙地与陕北黄土高原的接壤地带,受风向和地形地貌的控制,毛乌素沙地具有明显的东侵南扩现象,但扩展速度差别较大,沿无定河河谷扩展速度大,形成明显的锯齿状沙带,而在东部榆溪河扩展速度小。高度敏感区占总面积的7.63%,主要分布于榆溪河西岸、北部可可盖周围、西部海流兔河沿岸与南部无定河北岸地区,以流动沙丘(地)与半流动、半固定沙丘(地)为主;中度敏感区占总面积的43.76%,广泛分布于半流动、半固定沙丘(地)与南部的半流动、半固定沙丘(地)覆沙黄土丘陵;低度敏感区分布于东部的芹河北岸、西北部可可盖周围、西部海流兔河两岸及南部的无定河以北地区,占总面积的24.07%;不敏感区占总面积22.55%,主要分布于风沙区的滩地和河流阶地内(图1d,表3)。

表3 生态敏感性评价指标及分级赋值标准

生态因子	高度敏感	中度敏感	低度敏感	不敏感
土地利用	1.82	72.51	20.14	5.53
植被覆盖	33.07	33.92	7.51	25.5
水域	2.6	2.27	6.45	88.68
沙质荒漠化	7.63	43.76	24.07	24.54
综合生态敏感性	6.56	71.34	17.78	4.32



(a.土地利用;b.植被覆盖;c.水域;d.沙质荒漠化)

图1 单因素生态敏感度评估

3.2 生态敏感性综合评价

利用加权求和模型,将土地利用类型、植被覆盖度、水域缓冲区、沙质荒漠化4个因子的敏感性等级栅格数据进行运算,得到研究区的生态综合敏感性分布图(图2),结果表明,研究区综合生态敏感性较高,中度敏感区分布最为广泛,榆林城区敏感性低。高度敏感区面积占研究区总面积的6.56%,在研究区零星分布,主要为植被稀疏、沙丘流动性强烈的区域,土地利用类型为灌木林地。中度敏感区面积占研究区总面积的71.34%,分布最为广泛,主要为毛乌素沙地与陕北黄土高原的过渡地带受风沙侵蚀的区域,植被覆盖程度不高。低度敏感区面积占研究区总面积的17.78%,集中分布于研究区的西北部和南部无定河沿岸,主要为风沙滩地与河流阶地内的耕地及部分高覆盖度林地。不敏感区面积占研究区总面积的4.32%,主要为榆林市城区的居民、工业等建设用地(表3)。

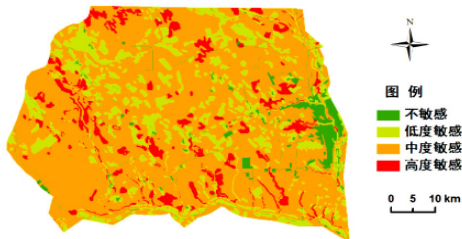


图2 综合生态敏感性评价

3.3 生态保护对策

高度敏感区主要为沙质荒漠化严重、植被覆盖度低的区域,生态环境脆弱,生态系统稳定性差,受到人为干扰后环境会进一步恶化。这些区域应当禁止开发建设活动,避免人为干扰;同时加大

对流动性沙丘的治理力度,开展防风固沙的整治工作,逐步恢复地表植被,提高植被覆盖率,减轻沙质荒漠化程度,提高生态系统稳定性,促进生态系统向良性循环发展。

中度敏感区属于生态环境较为脆弱的区域,植被类型多以沙生的灌草丛为主,群落结构有一定的稳定性,对外界的干扰活动具有一定的抵抗能力。但在遭受人为干扰后,易造成生态系统的扰动与不稳定,打破生态系统的平衡,导致环境的破坏,此类区域应加大环境的保护力度,严格限制随意开垦荒地。未来煤矿地面设施建设尽量减少对该区域生态的破坏,同时要加强对区域内水域的保护,煤矿需在敏感目标(如大型水库、重要湿地等)处设保护煤柱。还应积极开展人工植树造林、退耕还林还草,提高区域植被覆盖度,遏制沙质荒漠化的扩展。

低度敏感区和不敏感区系统稳定性较好,承受外界干扰的能力较强,人类生产活动对生态环境的影响不大,适合较大强度的开发建设。对于低度敏感区,要严格保护农田,发展绿色农业,尽可能的减轻农业生产活动对周边生态环境的影响,加强对河流水系及其缓冲区的保护,减少水质污染。对于生态不敏感地区,应合理规划、科学建设,注重人与自然环境的协调发展,努力改善人居环境,完善城市的重要基础设施。

4 结论

通过运用遥感和GIS方法,选取土地利用、植被覆盖度、水域和沙质荒漠化4个因子对毛乌素沙地南缘进行生态敏感性评价,得出以下结论:

由于毛乌素沙地南缘地处农牧交错带,生态环境脆弱,研究区综合生态敏感性较高,其中高度敏感区、中度敏感区分别占6.56%、71.34%。在面对煤炭基地建设和资源开发中,应对外界人为活动压力较大,很可能导致生态环境恶化。

针对当地实际,结合评价结果,对不同敏感性区提出相应的生态保护对策,通过限制人类生产建设活动、加大对流动沙丘的治理和提高地表植被覆盖度等措施来维持生态系统的稳定,加大对高度敏感区的保护,促进人与自然环境和谐发展,为毛乌素沙地南缘长期环境保护提供科学依据。

(下转第54页)

大米作为家庭主食,安全问题显得尤为重要。在宁波地区购买市场上销售的大米测量大米样品中汞含量,其中来自北方地区的大米汞含量低于 $8 \mu\text{g}/\text{kg}$,平均值为 $4.7 \mu\text{g}/\text{kg}$;来自南方沿海地区的大米总体汞含量低于 $10 \mu\text{g}/\text{kg}$,平均值为 $4.9 \mu\text{g}/\text{kg}$;来自中部地区的大米总体汞含量整体上较北方和南方沿海大米主产区要高一些,平均值为 $7.8 \mu\text{g}/\text{kg}$;但收集到的大米样品汞含量都低于国家规定上限值。人体健康风险系数范围为 $5.79 \times 10^{-4} \sim 3.43 \times 10^{-2}$,属于轻度风险,儿童的人体健康风险系数要高于成人的人体健康风险系数,但仍属于轻度风险,不会对人群形成明显的威胁。宁波市售的大米没有受到严重的汞污染,居民可以放心食用。

参考文献

- [1] 苗珊珊. 大米市场价格波动态势及周期性特征分析[J]. 华中农业大学学报:社会科学版, 2014(2):68-73.
- [2] Stephen Niksa, N. Fujiwara, Y. Fujita, et al. A Mechanism for Mercury Oxidation in Coal-Derived Exhausts[J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 2011, 52(8):894-901.
- [3] Hower J C, Senior C L, Suuberg E M, et al. Mercury capture by native fly ash carbons in coal-fired power plants [J]. Progress in Energy & Combustion Science, 2010, 36(4):510-529.
- [4] 杜心. 汞砷复合污染及铁膜对水稻吸收汞的影响 [D]. 吉林农业大学, 2004.
- [5] 吴亮, 孙波. 不同品种对水稻铅汞耐性和富集能力的影响 [J]. 土壤, 2014(6):1061-1068.

- [6] 吴亮. 基于水稻富集系数的大米土铅、铬、汞环境安全阈值研究[D]. 中国科学院大学, 2014.
- [7] 周涛发, 陶春军, 李湘凌, 等. 磷酸根对水稻土中重金属镉汞铅吸附特性的影响研究[J]. 资源调查与环境, 2009, 30(2):130-138.
- [8] Gürses A, Karaca S, ? Do?ar, et al. Determination of adsorptive properties of clay/water system: methylene blue sorption[J]. Journal of Colloid & Interface Science, 2004, 269(2):310-4.
- [9] 陆皓昀, 杨柳, 刘兆莹, 等. 对 RA-915M 型塞曼效应汞分析仪在环保监测领域实用性的研究[J]. 现代科学仪器, 2015(2).
- [10] 姜丽华, 翁少梅, 陈洁. 冷凝回流消解-原子荧光光谱法测定枸杞中汞[J]. 上海预防医学, 2010, 22(5):257-258.
- [11] 钟志光, 张海峰, 谢燕良, 等. 回流冷凝试样消解-电感耦合等离子体原子发射光谱法测定铝合金中铅、镉、铬和汞[J]. 理化检验:化学分册, 2006, 42(12):1000-1002.
- [12] 杨冰, 王雅洁, 代姣, 等. 贵州大米总汞富集及人体健康风险评价[J]. 安徽农业科学, 2015(21):263-265.
- [13] 袁晓博. 大米汞含量及居民汞暴露风险研究 [D]. 西南大学, 2011.
- [14] 银尧明. 浅谈在粮食卫生标准中增加大米等成品粮食密度限制标准 [C]// 第一届中国粮油标准质量年会暨中国粮油学会粮油质检研究会第一次代表大会. 2009.
- [15] 袁晓博, 冯新斌, 仇广乐, 等. 中国大米汞含量研究[J]. 地球与环境, 2011, 39(3):318-323.
- [16] 许瑶. 安徽省市售大米铅、镉、汞污染状况及健康风险评价[J]. 江西食品工业, 2011(3):32-33.
- [17] 赵丽云, 刘素, 于冬梅, 等. 我国居民膳食营养状况与《中国食物与营养发展纲要(2014-2020年)》相关目标的比较分析[J]. 中国食物与营养, 2015, 21(8):5-7
- [18] 王彩霞, 郭蓉, 程国霞, 等. 2014年陕西省食品中汞含量调查分析与风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(6):699-702.
- [19] 吴一萍. 光电及电化学发光传感器研究环境污染导致的DNA特异性损伤[D]. 中国科学院大学, 2014.

(上接第 41 页)

参考文献

- [1] 刘军会, 高吉喜, 马苏, 等. 内蒙古生态环境敏感性综合评价[J]. 中国环境科学, 2015, 35(2):591-599
- [2] 刘康, 欧阳志云, 王效科. 甘肃省生态环境敏感性评价及其空间分布[J]. 生态学报, 2003, 23(12):2711-2718.
- [3] 李建军, 苏志珠, 王言荣. 基于 GIS 的万荣县生态敏感性评价与区划[J]. 中国农业资源与区划, 2014, 35(5):48-54
- [4] 欧阳志云, 王效科, 苗茜. 中国生态环境敏感性及其区域差异研究[J]. 生态学报, 2000, 20(1): 9-12.
- [5] 李东梅, 吴晓青, 于德永, 等. 云南省生态环境敏感性评价[J]. 生态学报, 2008, 28(11):5270-5278.
- [6] 刘春霞, 李月臣, 杨华, 等. 三峡库区重庆段生态与环境敏感性综合评价[J]. 地理学报, 2011, 66(5):631-642.

- [7] 胡金龙, 王金叶, 罗楠. 基于 GIS 的桂林市生态敏感性分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(7):1561-1564.
- [8] 潘峰, 田长彦, 邵峰, 等. 新疆克拉玛依市生态敏感性研究[J]. 地理学报, 2011, 66(11):1497-1507.
- [9] 克力木·买买提, 杜培军, 丁建丽. 吐鲁番市历史文化遗址生态环境敏感性综合评价[J]. 环境保护科学, 2015, 41(1):95-98.
- [10] 刘耀龙, 王军, 许世远, 等. 黄河靖南峡-黑山峡河段的生态敏感性[J]. 应用生态学报, 2009, 20(1):1135-120.
- [11] 余济云, 周丹华, 刘照程, 等. 基于 GIS 的万泉河流域生态敏感性分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(10):69-73.
- [12] 何英彬, 陈佑启, 常欣, 等. 基于 GIS 的自然生态与社会经济综合区划-以黄土高原延河流域为例. 中国农业资源与区划, 2004, 25(4):36-39
- [13] 王丹, 郭冻. 基于 GIS 的海南省乐东黎族自治县生态敏感性评价[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33(6):66-71.