

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

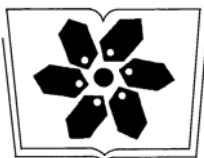
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第10期 Vol.34 No.10 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 10 期 2014 年 5 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 景观可持续性与景观可持续性科学..... 赵文武,房学宁 (2453)
- 生态系统服务付费的诊断框架及案例剖析 朱文博,王 阳,李双成 (2460)
- 湿地植物根表铁膜研究进展..... 刘春英,陈春丽,弓晓峰,等 (2470)
- 水生生态环境中捕食信息素的生态学效应..... 覃光球,卢豪良,唐振柱,等 (2481)
- 脊椎动物传播植物肉质果中的次生物质及其生态作用 潘 扬,罗 芳,鲁长虎 (2490)

个体与基础生态

- 中亚热带天然林土壤 CH_4 吸收速率对模拟 N 沉降的响应 陈朝琪,杨智杰,刘小飞,等 (2498)
- 塔里木盆地南缘早生芦苇生态特征与水盐因子关系..... 贡 璐,朱美玲,塔西甫拉提·特依拜,等 (2509)
- 黄刺玫叶片光合生理参数的土壤水分阈值响应及其生产力分级..... 张淑勇,夏江宝,张光灿,等 (2519)
- 亚热带杉木和米老排人工林土壤呼吸对凋落物去除和交换的响应..... 余再鹏,万晓华,胡振宏,等 (2529)
- 施钾提高蚜害诱导的小麦茉莉酸含量和叶片相关防御酶活性..... 王 伟,张月玲,苏建伟,等 (2539)
- 高浓度 O_3 及太阳辐射减弱对冬小麦 PS II 光合活性及光能耗散的影响 孙 健,郑有飞,吴荣军,等 (2548)
- 蜡样芽孢杆菌 B3-7 在大田小麦根部的定殖动态及其对小麦纹枯病的防治效果 黄秋斌,张 颖,刘凤英,等 (2559)
- 有限供水下冬小麦全程耗水特征定量研究..... 张兴娟,薛绪掌,郭文忠,等 (2567)
- 抗真菌转基因水稻生态适合度评价..... 李 伟,郭建夫,袁红旭,等 (2581)
- 花生叶片蛋白组对 UV-B 辐射增强的响应 杜照奎,李钧敏,钟章成,等 (2589)
- 南海南部悬浮颗粒物脂肪酸组成..... 刘华雪,柯常亮,李纯厚,等 (2599)
- 年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响..... 袁芳凯,李言阔,李凤山,等 (2608)
- [树]麻雀羽再生的能量预算和水代谢散热调节 杨志宏,吴庆明,杨 渺,等 (2617)
- 低剂量杀虫剂对星豹蛛捕食效应的影响及其机理 李 锐,李 娜,刘 佳,等 (2629)
- 空心莲子草叶甲对越冬保护的响应与控害效能..... 刘雨芳,王秀秀,李 菲,等 (2638)
- ### 种群、群落和生态系统
- 气候变化对鄱阳湖白鹤越冬种群数量变化的影响..... 李言阔,钱法文,单继红,等 (2645)
- 不同退耕年限下菜子湖湿地土壤磷素组分特征变化..... 刘文静,张平究,董国政,等 (2654)

查干湖湿地浮游植物与环境因子关系的多元分析	李然然,章光新,张 蕾 (2663)
闽江河口区淡水和半咸水潮汐沼泽湿地土壤产甲烷菌多样性.....	曾志华,杨民和,余晨兴,等 (2674)
环境及遗传背景对延河流域植物叶片和细根功能性状变异的影响.....	郑 颖,温仲明,宋 光,等 (2682)
衡阳紫色土丘陵坡地植被恢复阶段土壤特性的演变.....	杨 宁,邹冬生,杨满元,等 (2693)
海平面上升影响下广西钦州湾红树林脆弱性评价.....	李莎莎,孟宪伟,葛振鸣,等 (2702)
中国南方 3 种主要人工林生物量和生产力的动态变化.....	杜 虎,曾馥平,王克林,等 (2712)
杉木人工林土壤真菌遗传多样性.....	何苑擘,周国英,王圣洁,等 (2725)
科尔沁固定沙地植被特征对降雨变化的响应.....	张腊梅,刘新平,赵学勇,等 (2737)
黄土丘陵区退耕还林地刺槐人工林碳储量及分配规律.....	申家朋,张文辉 (2746)
景观、区域和全球生态	
南亚热带森林演替过程中小气候的改变及对气候变化的响应.....	刘效东,周国逸,陈修治,等 (2755)
黄淮海平原典型站点冬小麦生育阶段的干旱特征及气候趋势的影响.....	徐建文,居 辉,刘 勤,等 (2765)
资源与产业生态	
基于 GIS 的山西省矿产资源规划环境影响评价	刘 伟,杜培军,李永峰 (2775)
基于效益分摊的水电水足迹计算方法——以密云水库为例	赵丹丹,刘俊国,赵 旭 (2787)
学术信息与动态	
全球土地计划第二次开放科学大会 (GLP 2 nd Open Science Meeting) 会议述评	段宝玲,卜玉山 (2796)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 348 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-05	



封面图说: 鄱阳湖越冬的白鹤群——白鹤为国家一级保护动物,世界上白鹤东部种群的迁徙路线是从俄罗斯西伯利亚的雅库特,向南迁飞 5100km 到中国长江下游的鄱阳湖越冬,其中途经俄罗斯的雅纳河、印迪吉尔卡河和科雷马河流域,进入中国后主要停歇地有扎龙、林甸、莫莫格以及双台河口、滦河口、黄河三角洲和升金湖等地。多年的监测表明,世界 90% 以上的白鹤种群都在鄱阳湖越冬。越冬初期和末期是白鹤补充能量的关键阶段,因此,研究鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤种群数量和当地气候变化的相关性具有重要意义。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201305161092

刘伟, 杜培军, 李永峰. 基于 GIS 的山西省矿产资源规划环境影响评价. 生态学报, 2014, 34(10): 2775-2786.

Liu W, Du P J, Li Y F. A method of environment assessment of mineral resources planning for shanxi provinces base on GIS. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(10): 2775-2786.

基于 GIS 的山西省矿产资源规划环境影响评价

刘 伟^{1,2,*}, 杜培军², 李永峰³

(1. 江苏师范大学测绘学院, 徐州 221116; 2. 南京大学地理信息科学系, 南京 210093;

3. 中国矿业大学环境与测绘学院, 徐州 221116)

摘要: 基于目前我国矿产资源规划编制过程中的环境评价, 提出了一种基于 GIS (Geographic Information System) 技术, 实现矿产资源规划环境影响定量评价方法。在对规划区环境现状进行大尺度综合评价的基础上, 利用 GIS 的空间分析功能, 有针对性的实现规划区敏感环境保护目标的筛选、环境影响范围的确定和矿产资源开发对环境保护目标影响程度的定量表达。结合山西省矿产资源规划方案, 根据山西省各区域资源开发对敏感保护目标的影响特征, 在定量计算各区域环境现状综合评价分级的基础上, 分别对其生态环境、水环境、地质环境等方面的影响进行评价和预测, 结果显示: 山西省矿产资源规划空间布局总体合理, 不会对敏感环境保护目标造成严重破坏, 但部分矿产资源开采区距离保护目标较近, 需要在矿产资源规划实施中加以保护。提出的评价方法较好地兼顾矿产资源开发与区域环境保护, 可以有效地提高矿产资源规划环境影响评价结果的准确性和科学性; 该方法可以综合地、定量地评价矿产资源规划对不同环境保护目标的影响程度和范围, 为矿产资源规划方案的修订提供有价值的参考。

关键词: GIS; 矿产资源规划; 规划环境影响评价; 空间分析

A method of environment assessment of mineral resources planning for shanxi provinces base on GIS

LIU Wei^{1,2,*}, DU Peijun², LI Yongfeng³

1 School of Geodesy and Geomatics, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China

2 Department of Geographical Information Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China

3 School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China

Abstract: With the rapid development of economy in demand for mineral resources, it is becoming more and more important to coordinate the relationship between mineral exploration and environmental protection. To abate the environmental impact on the mineral exploitation, one of the most important means is to assess the environmental impact of mineral resources planning. The ultimate objective of plan environmental impact assessment is to ensure that assessing conclusions and environmental consequences are combined into strategic decision-making process. Planning environmental impact assessment is the only type of strategic environmental assessment that is required to be conducted in plans by Chinese Environmental Impact Assessment Act. Mineral resources planning have just issued in China, and are still on the exploratory stage. Those studies are mainly focused on improving the evaluation system, exploring the evaluation methods and so on. Quantitative analysis of environmental effects and processing of spatial information are the most difficult procedures which have no generalized evaluation approaches at present. The commonly applicable methods falls into several catalogues in previous studies of environmental impact assessment on mineral resources planning. Analytic hierarchy process (AHP), multi-objective analysis and expert judgment method are often used to select assessment indicators. Those methods can be applied

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目 (12120113007500); 江苏师范大学博士学位教师科研支撑项目 (11XLR01).

收稿日期: 2013-05-16; **网络出版日期:** 2014-02-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: grid_gis@126.com

to identify, forecast, and analyze potential environment impact when mineral resource planning is brought into effect. However, it is difficult to evaluate the impact of the changes of mineral development structure for their deficiencies in processing of the regional spatial information and synthetic analysis of multiple attribute information. The deficient methodologies have become a restriction to the actual impacts evaluation of mineral resources planning.

According to the current situation of environment impact assessment for mineral resources planning, this paper proposes the quantitative assessment method for environmental impact of mineral resources planning based on GIS. The present situation of environmental evaluation process in the study area is established firstly, mainly includes: the division of evaluation unit, the establishment of evaluation index and evaluation classification, and the selection of evaluation model. Using the above indicators and models, large scale of quantitative evaluation for the present situation of environment in the study area is presented. Based on the results of the study area mineral resources planning large-scale comprehensive quantitative assessment, the identification and selection of environmental impact factors are introduced, the model and system for environmental assessment is set up in this research. In this paper, taking the environmental assessment of mineral resources planning in Shanxi Province as example, the approach is introduced in detail. Through spatial analysis methods provided by the GIS technology, the environmental impact of mineral resources planning to ecological environment, water environment, geological environment and atmospheric environment are given quantitatively. Based on the results of the environmental assessment of mineral resources planning in Shanxi Province, some valuable suggestions are proposed in this research. The example shows that the GIS are a very efficient and practical method for environmental assessment of mineral resources planning. It can provide reasonable analysis processes, quantitative and visual results, which makes the environmental assessment more accurate and scientific.

Key Words: Geographic Information System; mineral resources planning; plan environmental assessment; spatial analysis

矿产资源规划环境影响评价,是指对拟定的规划实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评价,提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施,综合考虑所拟议的规划涉及的环境问题,预防规划实施后对各种环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响,协调经济增长、社会进步与环境保护的关系,为科学决策提供依据^[1]。对于矿产资源规划方案的制定,指导矿产资源开发利用的合理性与生态环境适宜性有着重要的辅助作用,是实施矿产资源综合决策和实现社会经济可持续发展的必要手段^[1-4]。矿产资源规划环境影响评价能在宏观上对因矿产资源开发而引起的环境影响与社会经济发展进行综合评价与科学分析,从源头上控制与减缓增长型环境压力、布局性环境风险和结构性环境隐患,以环境优化资源配置,为矿产资源宏观调控和综合决策提供科学依据,能实现以最小的环境代价和资源消耗获得最大的社会效益的战略目标^[5-6]。

目前,国内外的学术研究大多集中在开展规划环境评价的一般性原则和框架^[7-8],以及矩阵法^[9]、层次分析法^[10]、情景分析^[11-12]、公众参与^[13]等常规

性评价方法的研究和应用方面。如姚静^[14]结合我国矿产资源规划的情况,通过环境成本-效益分析法对自然地理环境、地貌环境、大气环境、水环境、生态环境和社会经济环境等 6 类环境影响因子综合分析,对矿产资源规划环境影响进行评价,其构建的指标体系较为全面,但考虑到数据的可获取性,其评价指标过于复杂,且评价结果无法可视化。李东亚^[15]等通过构建矿区环境、矿区生态、矿区地质等评价指标,以四川省第二轮矿产资源规划环境影响评价为例,利用多层次多目标模糊综合测度模型,对矿产资源规划环境影响进行了综合评价,但其评价结果可视化效果不好,无法筛选出敏感环境保护目标受矿产资源规划实施后的影响程度。

另外,基于传统的图形叠加法,有一些利用 GIS 进行环境评价的方法^[16-18],如宋震^[17]、华建伟^[18]等通过构建土地资源、地质环境、大气环境、社会环境等评价指标,对矿产资源规划进行了环境影响评价,但这些方法只是简单利用 GIS 的缓冲区分析和叠加分析功能,不同规划区被赋予相同的缓冲距离进行简单叠加,没有考虑不同规划区环境破坏的轻重缓

急关系,导致评价结果准确性较差。总体来讲,矿产资源规划环境评价规范化和可操作的评价方法和评价体系尚未系统的建立起来,评价方法多以定性或半定量评价为主,这些制约因素造成了在实际应用中评价技术方法的选取具有一定的盲目性和随意性,从而对矿产资源规划环境评价结论的准确性、科学性产生不利影响。

本文结合模糊层次综合环境影响评价方法,提出基于 GIS 的矿产资源规划环境影响评价方法,并对其中的关键技术进行详细论述。同时,以山西省矿产资源规划环境影响评价为例,验证了基于 GIS 的环境影响评价技术的可行性,为矿产资源规划环境影响评价工作的数字化和信息化提供解决方案。

1 规划区环境现状评价过程

1.1 评价单元的划分

评价单元的确定直接关系到后续评价指标的设计和评价方法的选择。根据矿产资源显著的空间特性,针对特定的评价区域,可以按照网格划分评价对象,并作适当的网格旋转,使评价对象尽可能地落入网格内。以每一个网格作为评价单元,结合评价单元所在区域的可利用水资源量、固体废弃物排放量、植被覆盖指数、空气污染程度以及环境承载力等对矿产资源规划区环境现状进行综合评价,以其评价价值反映评价单元的整体情况。

山西省可分为三大矿带,本文以山西北部评价单元的划分为例。针对晋北地区的矿产资源规划情况,结合可利用水资源量、固体废弃物排放量和植被覆盖指数等条件,采用旋转网格的办法,对评价单元进行划分(图 1—图 6)。

根据 GIS 模型下计算分析,发现将这一区域网格按逆时针旋转 30°效果最好。评价单元完整率如表 1。

从表中可以得出,间距为 10 时,图元面积小于半格图框的比例最小,但是图框总数较大,给分析带来了较大不便;间距为 50 时,图元面积小于半格图框的比例最大,不适于区划分析。综合以上考虑,图元旋转 30°,间距为 20 时,图元面积小于半格图框的比例较小,且图框总数适宜,利于区划分析。

1.2 评价指标体系的建立

矿产资源规划环境评价指标体系是由对环评状

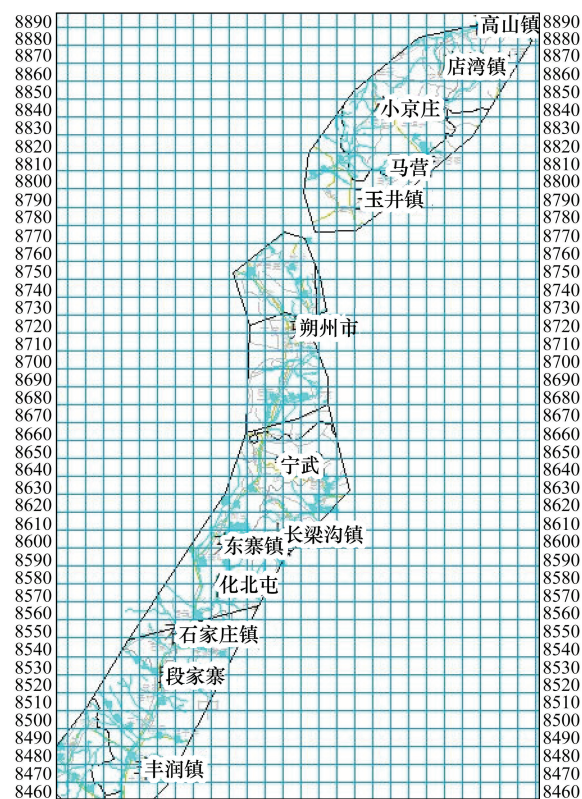


图 1 旋转 0° 间距 10'

Fig.1 Rotation 0° pitch 10'

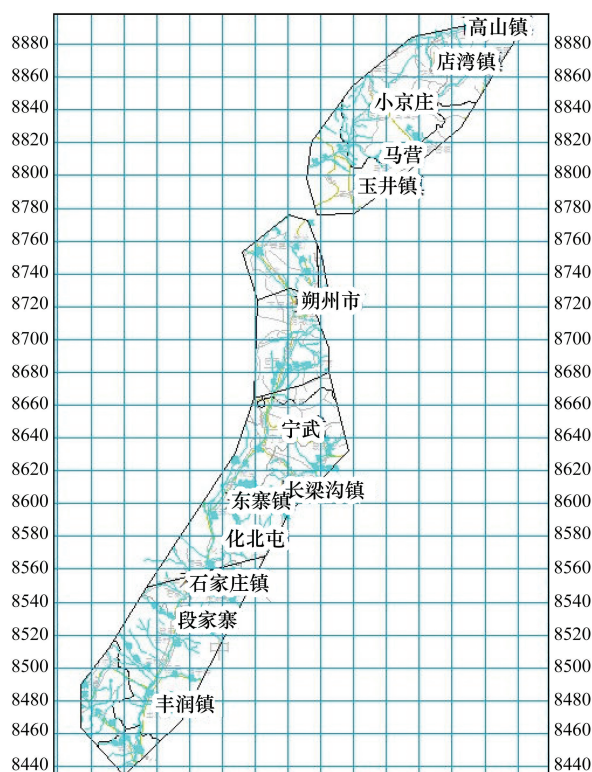


图 2 旋转 0° 间距 20'

Fig.2 Rotation 0° pitch 20'

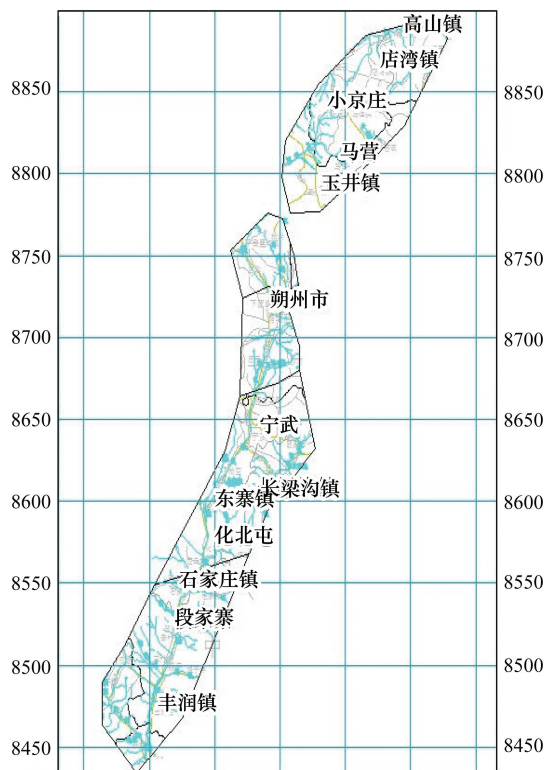


图3 旋转 0° 间距 50

Fig.3 Rotation 0° pitch 50'

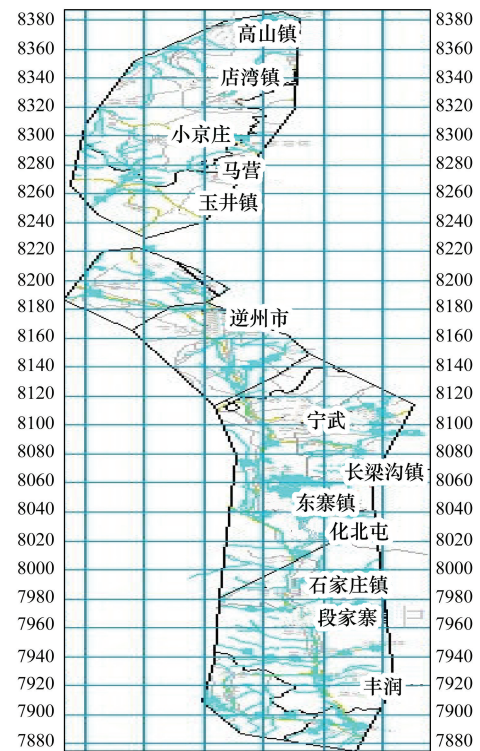


图5 旋转 30° 间距 20

Fig.5 Rotation 30° pitch 20'

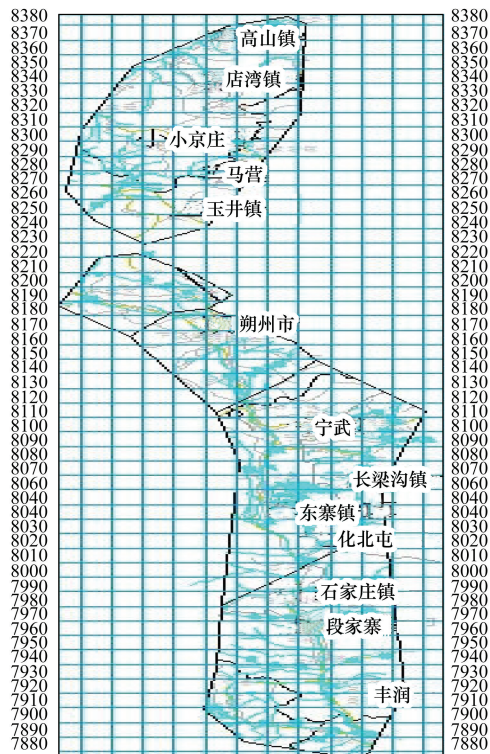


图4 旋转 30° 间距 10

Fig.4 Rotation 30° pitch 10'

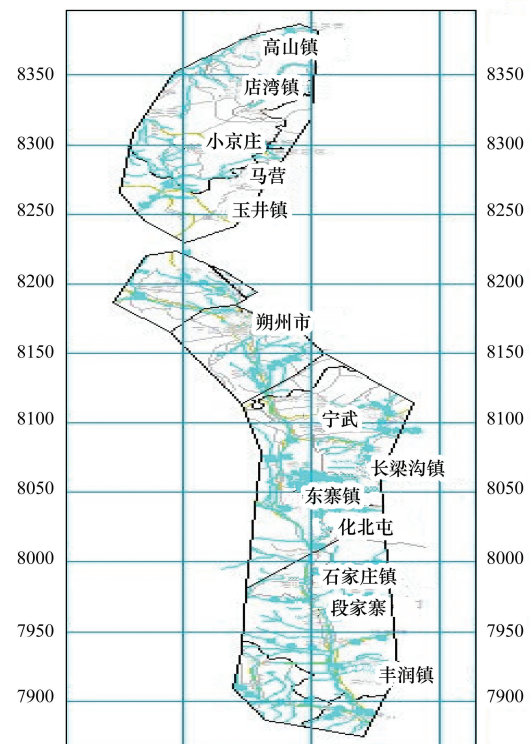


图6 旋转 30° 间距 50

Fig.6 Rotation 30° pitch 50'

表 1 晋北区域评价单元划分比较
Table 1 Northern Shanxi assessment unit classification comparison

角度-间距 Angle- Separation	满格数 Number full grid	>半格数 Number half grid	<半格数 Number half grid	总数 Total	满格比例 Proportion full grid	>半格比例 Proportion half grid	<半格比例 Proportion half grid
0—10	200	50	66	316	0.63291139	0.1582278	0.20886076
0—20	36	26	37	99	0.36363636	0.2626263	0.37373737
0—50	0	11	13	24	0	0.4583333	0.54166667
30—10	209	44	67	320	0.653125	0.1375	0.209375
30—20	35	31	28	94	0.37234043	0.3297872	0.29787234
30—50	0	12	11	23	0	0.5217391	0.47826087

基础数据采用 1:10 万比例尺;若基础数据比例尺不同,其评价单元需旋转的角度和间隔也会不同,只是提供一种评价单元的划分方法;采用同样的方法,可知晋中(图元旋转 30°,间距为 20 时)、晋南地区(图元旋转 50°,间距为 20 时)图元面积小于半格图框的比例较小,且图框总数适宜,利于区划分析

况予以全面、系统、客观反映的相互联系指标所组成的整体。根据既定的评价目标,分析其影响因素,从每个影响因素中挑选评价指标,形成综合评价指标体系,影响因素的分类十分关键,既要全面,又要高度概括。根据上述原则和要求,参考国内外关于对资源规划指标体系的研究成果^[6-8,11-13,15],结合山西省矿产资源规划及整个环境影响系统的特点,从生态环境、社会环境、大气环境、环境承载力 4 个方面来设计矿产资源规划环境评价指标体系,考虑到数据的可获取性,利用指标频度分析法,在系统梳理当前研究成果的基础上确定具体的评价因子,建立了山西省矿产资源规划环境影响评价指标体系如表 2 所示。结合指标数据的可获取性,评价指标分为现实性指标和指导性指标。

1.3 评价分级的确立

环境评价分级包括两部分:矿产资源规划环评因子评价分级(可利用水资源量、固体废弃物排放

表 2 矿产资源规划环境评价指标体系

Table 2 Mineral resources planning environmental assessment index system

矿产资源规划环境评价指标	Evaluation indicator
可利用水资源量(生态环境)	现实性指标
固体废弃物排放量(社会环境)	现实性指标
植被覆盖率(生态环境)	现实性指标
空气污染程度(大气环境)	现实性指标
环境承载力*	指导性指标

* 环境承载力:某一环境状态和结构在不发生对人类生存发展危害的前提下,所能承受的人类社会作用在规模、强度和速度上的限值;目前没有权威的统计数据反映规划区域的环境承载力,因此将其作为指导性指标

量、植被覆盖率、空气污染程度)和矿产资源规划环评综合评价分级,这里仅以区域可利用水资源量评价分级为例说明评价分级过程,其余评价分级过程类似,因篇幅关系,不再累述。

山西省各市水资源状况如表 3。

表 3 山西省各市水资源状况/10⁸m³
Table 3 The cities water resources situation in Shanxi Province

地区 Region	太原	大同	阳泉	长治	晋城	朔州	晋中	运城	忻州	临汾
2006	5.77	4.77	12.02	3.60	3.12	12.46	10.70	9.71	10.11	8.51
2007	5.86	5.61	16.26	4.00	2.99	11.41	11.12	10.56	13.96	10.85
2008	6.51	5.53	16.51	3.73	2.79	9.53	8.35	8.40	8.72	8.23
2009	5.51	4.60	14.13	4.33	3.20	11.16	8.14	8.08	7.31	9.30
2010	5.43	4.53	14.09	4.52	3.12	10.68	8.72	8.47	9.35	8.76

以时间为序,基于线性回归模型分析水资源的变动趋势,在此基础上,分析山西省境内水资源变动

趋势,判断其发展趋势,并通过定量计算确定的拐点来预测其发展方向和关注的重点,如表 4。

表 4 山西省各市水资源变动拐点

Table 4 The cities water resources changes inflection point in Shanxi Province

名称 Name	T1	T2	Y1	Y2
大同	1.396744863	3.114124702	5.597797968	6.529800095
朔州	27.03163346	2.412810988	5.8384431	5.688360754
忻州	7.292101564	2.561055558	4.79020839	16.80918183
太原	3.087942051	1.775871178	3.734263009	4.024514868
阳泉	3.027714594	1.190574492	2.781763223	3.13209157
运城	3.215761093	1.168747897	9.425915359	12.52669018
临汾	3.581504778	1.529838298	7.533433423	11.67015034
晋城	3.61754529	1.62585405	7.661709267	10.85359551
长治	3.672039259	1.735918629	6.541523555	14.35440568
晋中	3.40521495	1.740416118	7.742670274	11.06942323

由此确定山西省水资源变化的分区标准如表 5。

表 5 山西省各市水资源分区标准

Table 5 The cities water resources partition standard in Shanxi Province

地区 Region	缺少 Lack	中等 Medium	较丰富 Rich
大同	(0,5.5)	[5.5,6.5]	(6.5,20)
朔州	(0,3)	[3,5.5]	(5.5,20)
忻州	(0,5)	[5,16]	(16,20)
太原	(0,3.5)	[3.5,4]	(4,20)
阳泉	(0,2.5)	(2.5,3.5)	(3.5,20)
运城	(0,10)	[10,12.5]	(12.5,20)
临汾	(0,7.5)	[7.5,12]	(12,20)
晋城	(0,7.5)	[7.5,11]	(11,20)
长治	(0,6.5)	[6.5,14.5]	(14.5,20)
晋中	(0,7.5)	[7.5,11]	(11,20)

1.4 评价模型的确立

根据 1.2、1.3 节建立的评价指标体系和评价分

级标准,对矿产资源规划有针对性的进行环境评价。由于矿产资源规划环境评价的复杂性,本文采用基于 AHP 的模糊综合评价模型进行环境评价。其中,评价指标集 F 和评价尺度集 E 参照 1.2、1.3 节完成,各个评价指标的权重采用 AHP 法确定,整个矿产资源规划环境评价的模型流程如图 7。

1.5 山西省环境现状综合评价

根据矿产资源规划的特点,结合前序单因素评价,对区域内环境现状的综合评价采用基于 AHP 的模糊综合评价法,评价模型如图 7。

根据设计的指标体系,环境类评价指标通过区域可利用水资源量、固体废弃物排放量、植被覆盖率以及空气污染程度来反映。利用模糊综合评价法,在 1.3 节各指标标准化处理的基础上,按照 AHP 法确定各指标的权重,计算环境现状的评价值如表 6。

表 6 山西省各市环境现状综合评价结果

Table 6 The cities comprehensive assessment results of environment present situation in Shanxi Province

类型 Type	时间 Time	太原	大同	阳泉	长治	晋城	朔州	晋中	运城	忻州	临汾
环境状况	2006	2.00	2.00	2.00	1.75	2.00	1.50	2.00	2.75	1.25	2.00
评价价值	2007	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.75	1.25	2.00
Evaluation value	2008	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.50	2.00	2.00
	2009	1.75	2.00	1.75	2.00	2.00	2.25	1.75	2.50	2.00	2.50
	2010	2.00	2.25	1.75	2.00	2.00	2.25	2.00	2.75	2.00	2.00

由于区域可利用水资源量、固体废弃物排放量是以行政区为单位的数据,考虑到数据的可获取性,最终的评价单元设为地级市

由评价结果可以计算,各评价价值的标准差不大,且目前关于环境综合评价尚无明确的评价标准,因而确定评价标准的难度比较大。经征询专家意见,从山西省区域环境实际出发,兼顾各指标的变动趋

势,将评价结果分成 4 个级别,如表 7。由此,可以对山西省环境现状在综合评价的基础上进行分区如图 8。

表 7 综合评价分区标准

Table 7 Comprehensive assessment of the partition standard

级别 Rank	较差 Poor	一般 Ordinary	较好 Well	很好 Very well
标准值 Standard	(0,1.0)	[1.0,1.4)	[1.4,2.0)	[2.0,5.0]

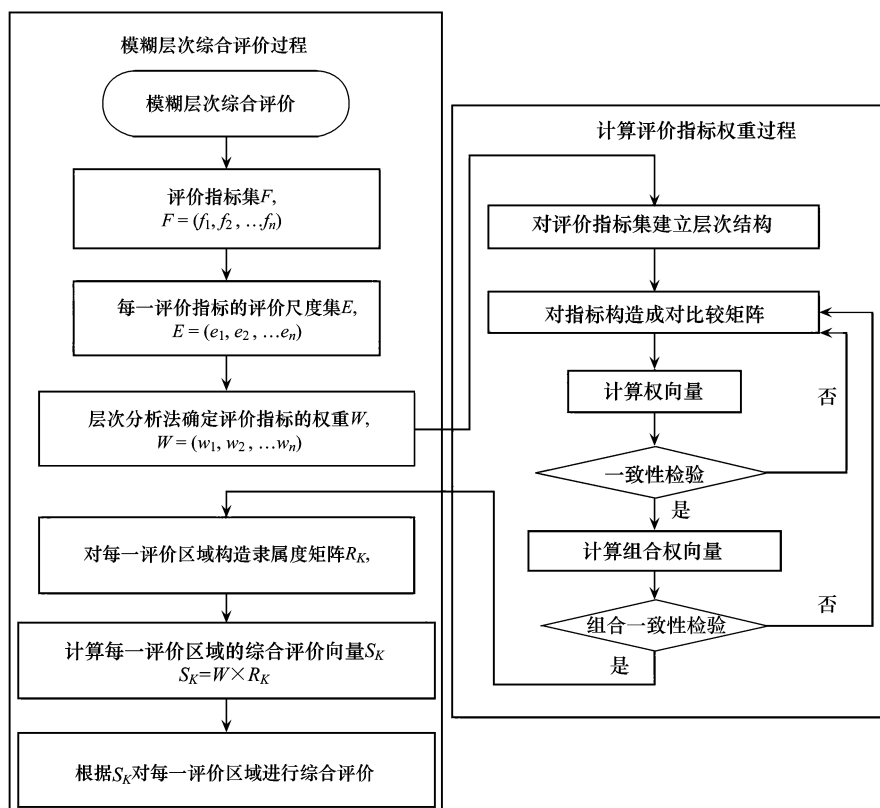


图 7 矿产资源规划环境影响评价流程

Fig.7 The process of environment assessment

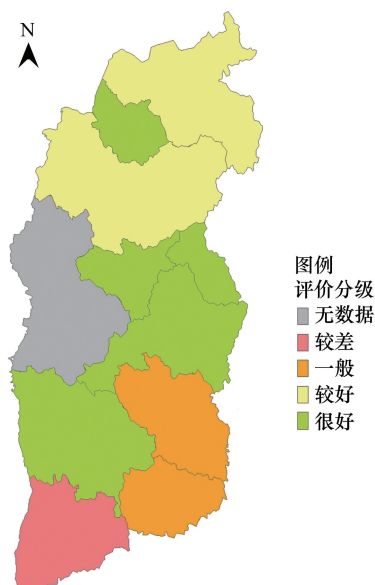


图 8 山西省环境综合评价分级专题图

Fig.8 Environment assessment classification thematic maps

通过以上步骤,完成了对山西省大尺度环境现状的综合评价,可以直观的掌握评价区域的环境现状。在此基础上,利用 GIS 提供的距离分析、缓冲区分析以及叠加分析等空间分析功能,对山西省环境敏感保护目标进行有针对性的筛选与评价。

2 环境影响保护目标的评价

2.1 基于 GIS 的矿产资源环境评价方法

应用 GIS 进行矿产资源规划环境评价的步骤是:①规划区环境现状要素收集,包括规划区空间数据、属性数据以及各种报表数据的收集;②制作各个单要素专题图,包括规划区自然环境专题图、规划区生态环境专题图、规划区地质环境专题图、规划区经济环境专题图等;③制作综合性的规划区环境评价图,通过缓冲区分析、叠加分析、距离分析以及地学

统计分析等,制作一张综合性的区域环境现状评价专题图;④根据规划目标以及规划实施后可能对周围环境造成影响的各类因素,制作规划环境影响评价专题图,通过与区域环境现状评价专题图进行对比分析,从而得出因矿产资源规划而造成的环境影响评价结论。

2.2 环境敏感制约因素分析

矿产资源规划过程中的环境敏感制约因素主要体现在对一些重要的生态功能区、地质遗址、森林保护区、文物保护区以及重要水源地等的保护,减缓或防止因矿产资源开发对这些敏感保护区的不利影响,主要的环境制约敏感因素有地貌景观、水体、土壤污染、大气以及地质灾害等。

山西省 3 个主要的矿业经济带及主要矿种重点开采区分布在晋南、晋中以及晋北各地,涉及到的环

境敏感制约目标主要包括:45 个重要自然保护区、207 个重要水体及饮用水源地、19 个岩溶大泉、18 个国家级森林公园、27 个省级森林公园、274 个国家级重点文物保护单位、12 个重要地质公园及遗迹。新一轮矿产资源规划应尽可能地做好环境敏感重叠区内的违规矿井关闭工作、新建矿井审批工作,做到合理布局、合理整治,按照社会经济可持续发展要求,将环境影响降到最低。

2.3 环境保护目标筛选(图 9)

矿产资源规划实施过程中所涉及的重要环境保护敏感目标,主要包括国家、省划定的受法律保护的地区以及其他生态敏感性较高的重要生态功能区。根据山西省环境现状评价分级结果(图 8),通过将山西省矿产资源规划分布图与自然保护区分布图、饮用水源地分布图、森林公园分布图、文物保护分布

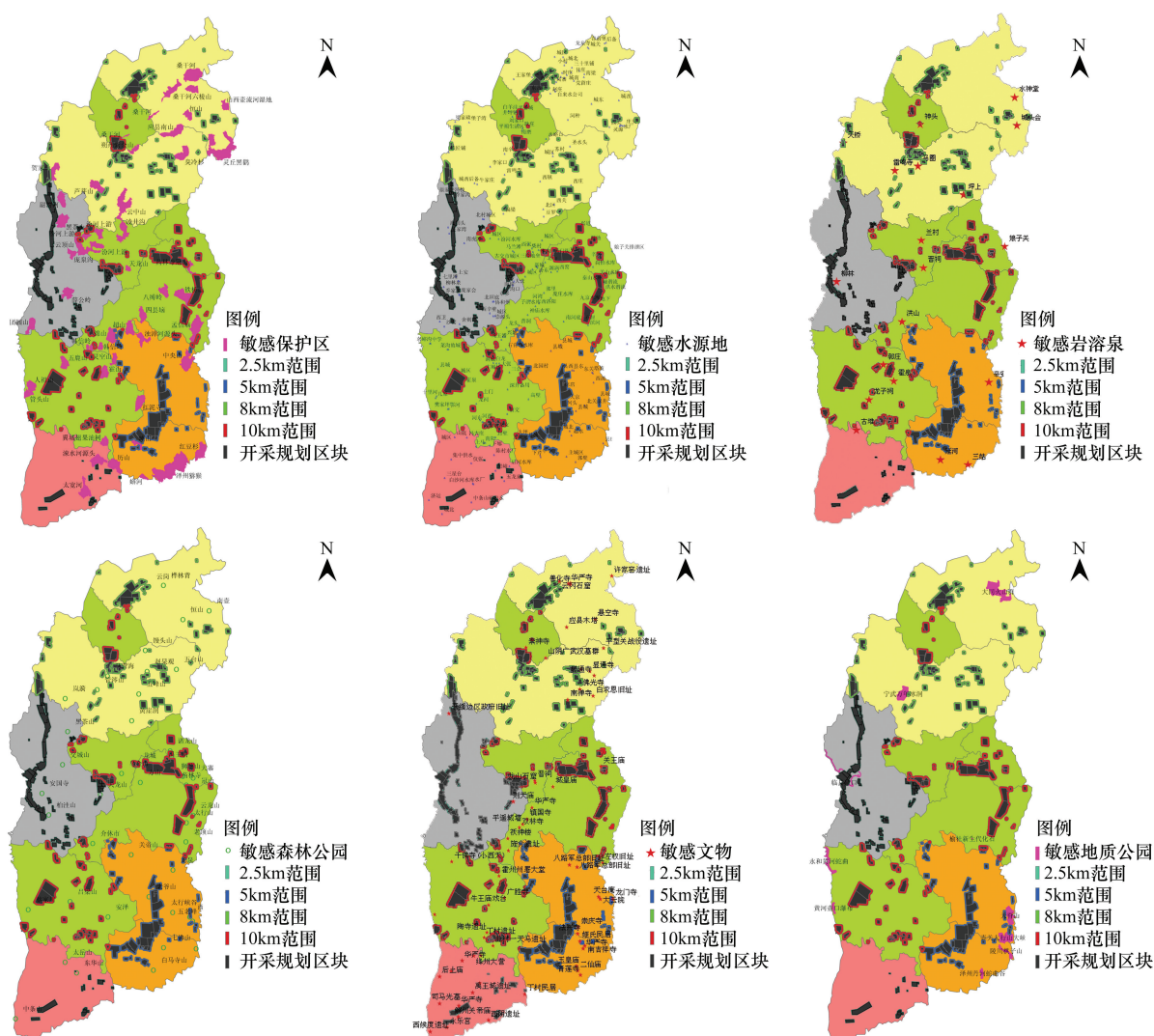


图9 山西省主要生态环境保护目标

Fig.9 Main ecological environment protection targets in Shanxi

图以及地质遗迹自然保护区等进行 GIS 缓冲区分析和叠加分析,筛选出环境现状评价分级(图 8)为“较差”和“无数据”区域 10 km、环境现状评价分级为“一般”区域 8 km、环境现状评价分级为“较好”区域 5 km 以及环境现状评价分级为“很好”区域 2.5 km 范围内所涉及的主要生态环境保护目标(图 9),并对该范围内的环境保护目标进行详细的环境影响评价。

3 山西省矿产资源规划环境影响评价

3.1 生态环境影响预测与评价

根据生态系列图与矿产资源规划区块叠合结果分析,各规划区对生态功能区以及生态保护对象的生态适宜性分析见表 8。

结果显示,矿产资源规划总体上与生态环境的适宜性较好,对目前的自然环境保护没有严重冲突,但某些开采规划区距离水体及饮用水源地较近,如柳林、天桥等大型岩溶泉以及东古城、平番城、城西、席店等饮用水源地,距离这些水体及水源地较近的开采规划区以煤炭开采为主和少量高岭土矿、铝土矿、硅石矿,应尽量避免在矿山开采过程中由于粉尘、矿碴等的淋滤渗漏到地下水源影响水质,同时也要避免由于过往车辆运输造成的尾气污染,另外在规划区内的生活垃圾也可能成为地下水的重要污染源,矿物盐份等对水质的影响也需要进行严密监测。

表 8 规划区块与生态保护目标的适宜性分析
Table 8 Planning blocks and ecological conservation objectives suitability analysis

涉及的生态环境类别 Category	生态环境保护对象 Protection objects	至规划区距离/m Distance/m	涉及的生态环境类别 category	生态环境保护对象 Protection objects	至规划区距离/m Distance
自然保护区 Natural preserve	桑干河保护区	0	森林公园 Forest Park	霍泉岩溶泉	8765
	芦芽山保护区	2213		太行峡谷森林公园	0
	黑茶山保护区	0		方山森林公园	2547
	汾河上游保护区	2915		交城山森林公园	2248
	药林寺冠山保护区	1067		诸龙山森林公园	2107
	铁桥山保护区	2120		老爷山森林公园	786
	韩信岭保护区	642		黄崖洞森林公园	2057
	霍山保护区	1065		营海森林公园	2786
	崂山保护区	1007		碛口古建筑群	752
	东古城水源地	0		天王寺	968
水源地 WaterHead	平番城水源地	3212	文物 Antiques	崇庆寺	2341
	城西水源地	1065		湘峪古堡	3278
	席店水源地	965		灵泽王庙	2027
	城区水源地	1032		马茂庄汉墓群	2237
	石匣水库水源地	453		孟家沟龙泉寺	764
	兴道水源地	1231		义居寺	2083
	西庄水源地	2219		大峡谷地质公园	0
	柳林岩溶泉	3880		万年冰洞地质公园	1268
岩溶泉 Karsticspring	天桥岩溶泉	2052	地质公园 Geopark	碛口地质公园	0
	郭庄岩溶泉	6973			

部分开采规划区距离森林公园较近,如太行峡谷、方山、交城山国家森林公园以及诸龙山、老爷山、黄崖洞省级森林公园等,会对这些森林景观造成直接或间接地破坏,在矿产资源开发过程中的废弃物和空气污染可能对森林中的动物造成影响,影响动物的正常生长。

部分开采规划区距离敏感保护文物和地质公园过近,如距离碛口古建筑群、天王寺、崇庆寺、湘峪古堡、灵泽王庙、马茂庄汉墓群、孟家沟龙泉寺、义居寺等国家级重点保护文物以及山西壶关太行山大峡谷地质公园、宁武万年冰洞地质公园、临县碛口地质公园较近,矿山开采引起地面裂缝、塌陷等地质灾害会

极大地破坏这些珍贵文物和地质公园,在矿山开采过程中,需要注意保留有效矿柱,以更好地保护这些环境敏感目标。

除了对以上敏感目标的影响外,有些开采规划区位于山区丘陵地带,对山地景观的破坏也是一个需要密切关注的问题,尤其是在城市和名胜区周边的露天开采矿,应当在开采过程中合理安排开采顺序,需边开采边复绿。

3.2 水环境影响预测与评价

山西省共有 19 处岩溶大泉,泉水资源量 30×108 m³,主要存在于厚度达 400—500 m 碳酸盐岩构造中,是山西省最主要的富水含水层。在泉域范围内开采矿山,如果开采矿层下伏及附近的岩溶水水位以下,并有陷落柱、断裂破碎带或钻孔穿过采空区与下面的岩溶水相通时,则可能出现下伏岩溶水的底板突水或侧向突水,不但会疏干矿系地层中地下水资源,并且会严重破坏下伏奥陶系岩溶水,这会极大地影响岩溶大泉的水流量,郭庄泉水流量减少以及晋祠泉断流就和距离矿山开采区过近有直接的关系。山西省地下开采矿疏干排水对地下水源地的影响分析结果见图 10,根据山西省地下开采矿山与地

下水源地分布图的叠加分析,可能受影响的地下水源地有 25 个,主要分布在临汾、长治、朔州、阳泉、晋中等地,其中临汾霍州、长治襄垣、朔州平鲁区、太远古交以及吕梁孝义等地的矿山距离地下水源地的距离较近(不足 5 km),临汾乡宁、长治长子以及晋中马和等地的部分矿山距离地下水源地不足 10 km。这些矿山在开发利用过程中需要采取一定的预防措施,防止疏干排水对地下水源地的破坏。

3.3 地质灾害影响预测与评价

山西省处于黄土高原地区,地形变化强烈,因采矿引发的地质灾害遍布全省各地,如山区丘陵地区的滑坡、崩塌等地质灾害。各种地质灾害主要分布在长治、大同、阳泉、晋城、霍州、临汾等城市的矿山开采区周边。表 9 给出了部分塌陷和滑坡灾害发生地距离规划区块的距离。

从表 9 中可以看出,矿山资源规划区块距离部分已发生塌陷和滑坡灾害点的距离相对较近。其中大同地面塌陷区和大同地裂缝区与规划区块相邻,而轩岗煤矿塌陷区、壶关地面塌陷区、襄源地面塌陷区、中条山塌陷区、中条山滑坡区、灵石滑坡区、霍州滑坡区以及长治滑坡区距离规划区块均在 5 km 范围内。因此叠置结果显示,因矿山开采诱发的地面塌陷和滑坡的可能性极大,今后一定要注意煤矿开采过程中的坡脚挖掘和爆破震动诱发塌陷和滑坡灾害。另外,山西省地形切割强烈,新地质构造运动强烈,山西省中部的一系列盆地是著名的地震带,由于大面积矿山开采和超采地下水等原因,太原、朔州、

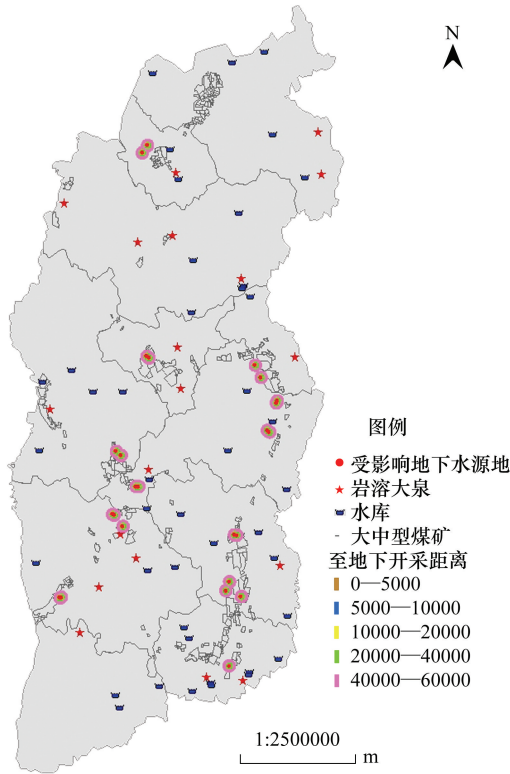


图 10 地下开采矿疏干排水对地下水源地的影响
Fig.10 Underground water resources affected by drainage

表 9 可能受影响的地质灾害点			
Table 9 Potentially affected geological disasters sites			
标识码 ID	灾害类型 Disaster type	受影响灾害点 Affected disaster points	至规划区 距离/m Distance
ZL025	塌陷、地裂缝	大同地面塌陷区	0
ZL014		大同地裂缝区	0
ZL013		轩岗煤矿塌陷区	4700
ZL001		古交塌陷区	6350
ZL056		壶关塌陷区	4500
ZL044	滑坡	襄源地面塌陷区	3850
ZL064		中条山塌陷区	2600
ZL065		中条山滑坡区	2450
ZL050		灵石滑坡区	3200
ZL052		霍州滑坡区	2500
ZL042		长治滑坡区	4550

大同等城市已出现大范围的地面沉降。近些年,晋中的太谷、祁县等地的构造地裂缝发展较快,毁坏大量耕地,造成巨大损失,仍有部分矿山距离灾害点较近(图 11)。今后山西省的地质灾害仍将是人为因素诱发的地质灾害为主,特别是因采矿诱发的地质灾害,随着矿山开采强度的增大,大量采空区的存在,地质灾害仍将呈蔓延的趋势。以后矿山开采应避免地下开采对应力场的改变而引发滑坡和沉陷,开采过程中应避免疏干排水、采空对应力场改变而引发地震。

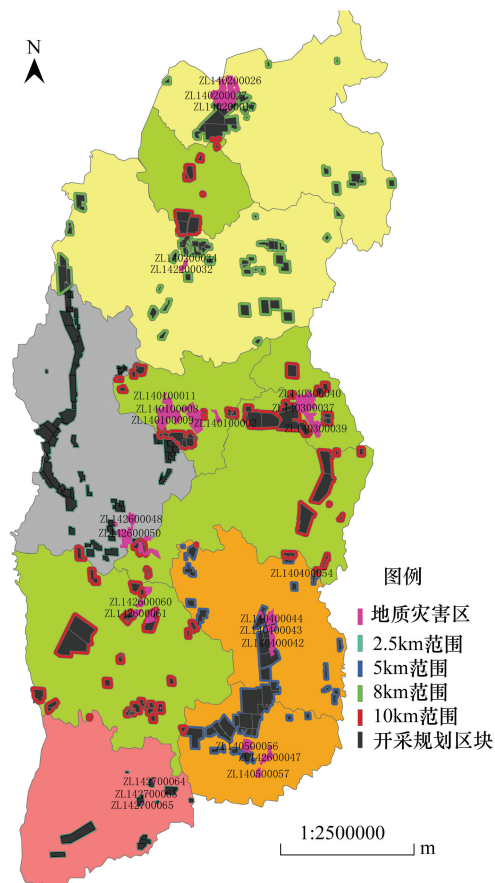


图 11 山西省重点地质灾害区

Fig.11 Key geological disaster areas in Shanxi

4 结论

对环境的评价与预测表明:山西省矿产资源规划总体上避开了各类环境保护敏感目标,与现有的环境保护目标没有严重冲突,不会对各类生态保护区划造成较大地破坏,其对生态适宜性相对较好。山西省矿产资源规划布局基本合理,与其它规划总体相对协调,对生态环境保护目标没有造成严重冲突,对于环境保护和减缓环境破坏措施得当,可有效

地改善山西省原有的生态功能环境。

同时,矿产资源规划实施也将对环境保护产生一定影响。某些开采规划区距离岩溶泉及饮用水源地较近;部分规划区距离森林公园较近,对植被以及山地景观造成破坏;部分开采规划区距离保护文物过近,会对这些珍贵文物造成损害;一些开采规划区距离地质灾害敏感区较近,可能会诱发新的地质灾害;一些矿产资源的开采对地下水、地表水体以及水生生态环境造成一定的影响。

根据山西省矿产资源规划环境影响评价结果,建议从以下几方面配合矿产资源规划的实施:1)进一步优化矿产资源结构和合理布局,对于环境破坏已经严重的区域,要限制矿产资源开采的规模和强度;2)依靠科技创新,减少环境破坏,进一步提高矿产资源环境保护的综合治理能力;3)加强矿山环境监测,对于环境脆弱地区要实施严格的环境监测机制,依法关闭违规开采矿井。在落实上述建议的前提下,从矿区环境保护角度出发,山西省矿产资源规划实施是可行的。

References:

- [1] Guo F D, Cheng J H, Wu Q S, Tao Y F, Zhu B. Theory and Practice of Mineral Resource Planning. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2001: 18-25.
- [2] Liang X G, Liu J. Problems and solutions of implementing plan environmental impact assessment in China. Environmental Science, 2004, 25(6): 163-166.
- [3] Li S F, Zhang J D. Work methods of environmental impact assessment of mineral resources plans. Regional Geology of China, 2004, 23(11): 1153-1156.
- [4] Wang J, Li Z R, Xu L, Hu X Y, Qin P, Wang D Z. Preliminary study on the communities and species diversity of the Mufu Mountain, Nanjing. Journal of Nanjing University: Natural Sciences, 2010, 46(2): 229-235.
- [5] Pan Y. Strategic environmental impact appraisal and development. Environmental Protection, 2005, (9): 10-14.
- [6] Liu Y, Chen J N, He W Q. A method of strategic environmental assessment of urban master plans. Acta Scientiae Circumstantiae, 2008, 28(6): 1249-1255.
- [7] Bao C K, Lu Y S, Shang J C. Plan Environmental Impact Assessment: Methods and Cases. Beijing: Science Press, 2004: 51-73.
- [8] Cai Y M, Xie J Q, Du G Y, Ji W Y. Methodology of plan-based environmental impact assessment in land use planning. China Land Science, 2005, 19(2): 3-8.

- [9] Yuan Z Y. Application of matrix method in environmental assessment. *Environmental Engineering*, 1997, 15(1): 55-58.
- [10] Wang B Q, Shen Z H, Bai X Q, Li B J. Application of AHP in mine environmental geological evaluation. *Coal Geology of China*, 2007, 19(S2): 57-59, 76-76.
- [11] Ma X M, Zhang L X, Dai D J. Method and example of strategic environmental assessment for industry structure adjustment. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2004, 39(4): 565-571.
- [12] Wang J H, Liu Y, Guo H C, Hao M J, Zhang M. Strategic environmental assessment on regional development plans based on an inexact multi-objective method. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2004, 24(5): 922-929.
- [13] Liu Y, Chen J N, Fan L, Liang H J, Liu Y G, Zhang Y. Public participation in strategic environmental assessment of urban plan in China: a methodology and case study on Dalian municipality. *China Environmental Science*, 2007, 27(3): 428-432.
- [14] Yao J, Yang H, Zhang L. Study on indexes system and methods of environmental impact assessment of mineral resources planning. *Journal of Geological Hazards and Environment Preservation*, 2008, 19(3): 24-27.
- [15] Li D Y, Wang Q, Li F C. Study on Indicator system & overall evaluation of plan environmental assessment in mineral resources. *China Mining Magazine*, 2009, 18(4): 43-47.
- [16] Li X G, Wang W, Li F, Deng X J. The GIS based map overlay method applied for comprehensive assessment of road environmental impact. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2001, 21(4): 448-453.
- [17] Song Z, Hua J W, Wang B J, Shi B, Li H T. Study on application of GIS in environmental impact assessment of mineral resources planning. *Geological Journal of China Universities*, 2009, 15(6): 218-225.
- [18] Hua J W, Wang B J, Fang Q, Song K, Shi B. Environmental impact assessment of mineral resources planning for Jiangsu Province based on GIS. *Journal of Nanjing University: Natural Sciences*, 2011, 47(3): 339-349.
- [2] 梁学功, 刘娟. 中国实施规划环评可能出现的问题及其解决方法. *环境科学*, 2004, 25(6): 163-166.
- [3] 李善峰, 张进德. 矿产资源规划环境影响评价工作方法探讨. *地质通报*, 2004, 23(11): 1153-1156.
- [4] 王军, 李卓然, 徐丽, 胡雪洋, 钦佩, 王德滋. 南京市幕府山群落物种多样性的初步研究. *南京大学学报: 自然科学版*, 2010, 46(2): 229-235.
- [5] 潘岳. 战略环评与可持续发展. *环境保护*, 2005, (9): 10-14.
- [6] 刘毅, 陈吉宁, 何炜琪. 城市总体规划环境影响评价方法. *环境科学学报*, 2008, 28(6): 1249-1255.
- [7] 包存宽, 陆雍森, 尚金城. 规划环境影响评价方法及实例. 北京: 科学出版社, 2004: 51-73.
- [8] 蔡玉梅, 谢俊奇, 杜官印, 纪文燕. 规划导向的土地利用规划环境影响评价方法. *中国土地科学*, 2005, 19(2): 3-8.
- [9] 原政云. 矩阵法在环境影响评价中的应用. *环境工程*, 1997, 15(1): 55-58.
- [10] 王炳强, 沈智慧, 白喜庆, 李本军. 层次分析法(AHP)在矿山环境地质评价中的应用. *中国煤田地质*, 2007, 19(S2): 57-59, 76-76.
- [11] 马小明, 张立勋, 戴大军. 产业结构调整规划的环境影响评价方法及案例. *北京大学学报: 自然科学版*, 2004, 39(4): 565-571.
- [12] 王吉华, 刘永, 郭怀成, 郝明家, 张鸣. 基于不确定性多目标的规划环境影响评价研究. *环境科学学报*, 2004, 24(5): 922-929.
- [13] 刘毅, 陈吉宁, 范琳, 梁宏君, 刘毅国, 张勇. 城市规划环境影响评价中公众参与研究方法案例. *中国环境科学*, 2007, 27(3): 428-432.
- [14] 姚静, 杨辉, 张玲. 矿产资源规划环境影响评价指标体系及方法. *地质灾害与环境保护*, 2008, 19(3): 24-27.
- [15] 李东亚, 王青, 李富程. 矿产资源规划环境影响综合评价研究. *中国矿业*, 2009, 18(4): 43-47.
- [16] 李修刚, 王炜, 李方, 邓学钧. 用于道路环境影响综合评价的基于 GIS 的图形叠置法. *环境科学学报*, 2001, 21(4): 448-453.
- [17] 宋震, 华建伟, 王宝军, 施斌, 李海涛. GIS 在矿产资源规划环评中的应用. *高校地质学报*, 2009, 15(6): 218-225.
- [18] 华建伟, 王宝军, 方强, 宋珂, 施斌. GIS 支持的江苏省矿产资源规划环境影响评价. *南京大学学报: 自然科学版*, 2011, 47(3): 339-349.

参考文献:

- [1] 郭凤典, 成金华, 吴巧生, 陶应发, 朱蓓. 矿产资源规划的理论与实践. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001: 18-25.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.10 May, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Landscape sustainability and landscape sustainability science ZHAO Wenwu, FANG Xuening (2453)
- A diagnostic framework of payments for ecosystem services and associated case studies
..... ZHU Wenbo, WANG Yang, LI Shuangcheng (2460)
- Progress in research of iron plaque on root surface of wetland plants
..... LIU Chunying, CHEN Chunli, GONG Xiaofeng, et al (2470)
- Ecological effects of predator chemical cues in aquatic ecosystem QIN Guangqiu, LU Haoliang, TANG Zhenzhu, et al (2481)
- Secondary substances and their ecological effects on seed dispersal in vertebrate-dispersed fleshy fruit plants
..... PAN Yang, LUO Fang, LU Changhu (2490)

Autecology & Fundamentals

- Responses of CH₄ uptake rates to simulated N deposition in a nature forest in mid-subtropical China
..... CHEN Chaoqi, YANG Zhijie, LIU Xiaofei, et al (2498)
- Ecological characteristics of *Phragmites australis* and their relationship to water-salt indicators in dry habitats of the southern
marginal zones of the Tarim Basin, China GONG Lu, ZHU Meiling, TASHPOLAT · Tiyp, et al (2509)
- Threshold effect of soil moisture on photosynthetic and physiological parameters in *Rosa xanthina* L. and its photosynthetic
productivity classification ZHANG Shuyong, XIANG Jiangbao, ZHANG Guangcan, et al (2519)
- Contrasting responses of soil respiration to litter manipulation in subtropical *Mytilaria laosensis* and *Cunninghamia lanceolata*
plantations YU Zaipeng, WAN Xiaohua, HU Zhenhong, et al (2529)
- Potassium application for increased jasmonic acid content and defense enzyme activities of wheat leaves infested by aphids
..... WANG Yi, ZHANG Yueling, SU Janwei, et al (2539)
- Combined effects of elevated O₃ concentration and reduced solar irradiance on photosynthetic activity and energy dissipation
of winter wheat SUN Jian, ZHENG Youfei, et al (2548)
- Colonization dynamics of *Bacillus cereus* B3-7 on wheat roots and control efficiency against sharp eyespot of wheat
..... HUANG Qiubin, ZHANG Ying, LIU Fengying, et al (2559)
- Quantitative study of water consumption characteristics of winter wheat under deficit irrigation
..... ZHANG Xingjuan, XUE Xuzhang, GUO Wenzhong, et al (2567)
- Assessment on the ecological fitness of anti-fungal transgenic rice LI Wei, GUO Jianfu, YUAN Hongxu, et al (2581)
- A proteomic analysis of *Arachis hypogaea* leaf in responses to enhanced ultraviolet-B radiation
..... DU Zhaokui, LI Junmin, ZHONG Zhangcheng, et al (2589)
- Composition of fatty acids from suspended particulate matter in southern South China Sea
..... LIU Huaxue, KE Changliang, LI Chunhou, et al (2599)
- The influence of age, flock size, habitat, and weather on the time budget and the daily rhythm of wintering Siberian Cranes
in Poyang Lake YUAN Fangkai, LI Yankuo, LI Fengshan, et al (2608)
- The energy budget and water metabolism heat regulation of tree sparrows *Passer montanus* of toba compensatory regeneration
..... YANG Zhihong, WU Qingming, YANG Miao, et al (2617)
- The effect of low-dose of pesticide on predation of spider and its preliminary mechanisms LI Rui, LI Na, LIU Jia, et al (2629)
- Response of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) to overwintering protection and
its controlling effect on alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae: Alternanthera)
..... LIU Yufang, WANG Xiuxiu, LI Fei, et al (2638)

Population, Community and Ecosystem

- The effect of climate change on the population fluctuation of the Siberian crane in Poyang Lake LI Yankuo, QIAN Fawen, SHAN Jihong, et al (2645)
- Characteristics of soil phosphorus fractions in wetlands with various restoration age in caizi lake, Anhui Province LIU Wenjing, ZHANG Pingjiu, DONG Guozheng, et al (2654)
- Multivariate analysis of the relations between phytoplankton assemblages and environmental factors in Chagan Lake Wetland LI Ranran, ZHANG Guangxin, ZHANG Lei (2663)
- Diversity of methanogen communities in tidal freshwater and brackish marsh soil in the Min River estuary ZENG Zhihua, YANG Minhe, SHE Chenxing, et al (2674)
- The influence of environment and phylogenic background on variation in leaf and fine root traits in the Yanhe River catchment, Shaanxi, China ZHENG Ying, WEN Zhongming, SONG Guang, et al (2682)
- Changes of soil properties in re-vegetation stages on sloping-land with purple soils in hengyang of Hunan Province, South-central China YANG Ning, ZOU Dongsheng, YANG Manyuan, et al (2693)
- Vulnerability assessment on the mangrove ecosystems in qinzhou bay under sea level rise LI Shasha, MENG Xianwei, GE Zhenming, et al (2702)
- Dynamics of biomass and productivity of three major plantation types in southern China DU Hu, ZENG Fuping, WANG Kelin, et al (2712)
- Fungal diversity in *Cunninghamia lanceolata* plantation soil HE Yuanhao, ZHOU Guoying, WANG Shenjie, et al (2725)
- Response of sandy vegetation characteristics to precipitation change in Horqin Sandy Land ZHANG Lamei, LIU Xinping, ZHAO Xueyong, et al (2737)
- Characteristics of carbon storage and sequestration of *Robinia pseudoacacia* forest land converted by farmland in the Hilly Loess Plateau Region SHEN Jiapeng, ZHANG Wenhui (2746)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Forest microclimate change along with the succession and response to climate change in south subtropical region LIU Xiaodong, ZHOU Guoyi, CHEN Xiuzhi, et al (2755)
- Drought variations of winter wheat in different growth stages and effects of climate trend in Huang-Huai-Hai Plain, China XU Jianwen, JU Hui, LIU Qin, et al (2765)

Resource and Industrial Ecology

- A method of environment assessment of mineral resources planning for shanxi provinces base on GIS LIU Wei, DU Peijun, LI Yongfeng (2775)
- A new approach to assess the water footprint of hydropower: a case study of the Miyun reservoir in China ZHAO Dandan, LIU Junguo, ZHAO Xu (2787)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 祖元刚

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 34 卷 第 10 期 (2014 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 34 No. 10 (May, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元