

基于 RS 与 GIS 的黑龙省矿山地质环境评价研究

高永志,郑卫政,初 禹

黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江 哈尔滨 150036

摘 要 :以遥感(RS)与地理信息系统(GIS)为技术支持及平台,以黑龙江省为研究背景,对该区的矿山地质环境进行评价研究。对其环境质量做出定量评价,对评价结果进行合理的等级划分,进而判别出黑龙江省存在的最主要的地质环境问题及问题区,并针对问题提出合理化建议,从而为矿山环境保护和矿山环境问题的防治提供有效指导,为政府实施矿山环境问题防治工程以及相关企业杜绝和减少环境地质危害提供规划和决策依据。

关键词 :RS; GIS; 矿山; 地质环境; 评价; 黑龙江省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2016.02.014

ASSESSMENT OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF MINES IN HEILONGJIANG PROVINCE BASED ON RS AND GIS

GAO Yong-zhi, ZHENG Wei-zheng, CHU Yu

Heilongjiang Institute of Geological Exploration and Research, Harbin 150036, China

Abstract :Supported by the technology of remote sensing (RS) and geographic information system (GIS), the geological environment of mines in Heilongjiang Province is assessed. With quantitative evaluation of the environmental quality, the evaluated results are classified to find out the main environmental geological problems and areas. The evaluation results would provide basis for planning and decision-making to protect and improve the geological environmental of mines and to eliminate and reduce the environmental geological hazards.

Key words :RS; GIS; mine; geological environment; assessment; Heilongjiang Province

0 引言

黑龙江省 2005 年矿山地质环境评价^[1]中,主要是依据地质灾害等矿山地质环境问题因子作为评价依据,但是在指标制定、多层次评价方法方面存在着众多亟待研究解决与深化的问题。国内外在矿山地质环境调查研究工作中对评价因子选取、指标制定和评价方法方面进行了积极的探索,取得了可喜进展^[2-5]。如徐友宁^[6]等对西北地区矿山环境地质问题作了细致的分类,并结合实例分别应用要素指标加权分值综合评价法、模糊数学多层次综合评判法、灰局势评价法进行综合评价,在确定指标权值时有机综合客观赋权值法(熵值法)和主观赋权值法(专家评估法、层次分析

法、集值迭代法)得出了综合权值;王海庆等^[7]对矿山地质环境评价因子选择和权重确定作了深入研究。本次研究在黑龙江省矿山环境监测基础上,结合最新地质环境评价方法研究成果,完成黑龙江省矿山地质环境评价工作。

1 研究区概况

黑龙江省矿产资源丰富,全省已发现 133 种矿产,各类矿产地 806 处,矿产资源开采矿区为 496 处(包括基建、停采、闭坑矿区)。丰富的矿产资源为我国的国民经济发展提供了良好的物质条件,同时也引发了由于地质环境严重破坏而造成的地质灾害。根据黑

收稿日期 2015-08-18 修回日期 2015-12-21 编辑 张哲

基金项目 黑龙江省矿产资源开发环境遥感监测项目(编号 12120115060401)资助。

作者简介 高永志(1981—)男,硕士,工程师,主要从事遥感地质相关工作,通信地址 黑龙江省哈尔滨市香坊区新乡里街 9 号, E-mail//gaoyz@qq.com

龙江省矿山地质环境调查与评估成果可知,黑龙江省矿山环境地质问题有 30 多种,主要包括塌陷、滑坡、地裂缝、崩塌、水土流失、土壤沙化、土壤盐碱化和草原退化、土地破坏、地下水污染、地貌景观及植被的严重破坏等。

2 技术方法

结合黑龙江省内已有的自然地理和基础地质资料,首先对黑龙江省进行矿山环境遥感调查,主要包括矿山开发占地调查、矿山地质灾害及隐患调查、矿区环境污染调查和矿区生态环境恢复治理情况调查。

其次,确定评价原则:在遥感调查与监测成果的基础上,以黑龙江省矿区各类矿山环境问题的历史、现状及其发展趋势为依据,以采矿对环境影响程度、兼顾地质环境背景、突出重点为评价原则,根据不同矿山环境特征,采取相应的评价方法。

第三,确定评价单元:本次评价研究根据实际公里网将整个黑龙江省研究区域划分成统一大小和形状的离散网格(多数为正方形,区域边缘为不规则四边形),即所谓的正方形网格单元划分法,以每个正方形作为基本评价单元。

第四,建立矿山地质环境评价指标体系及模型:选择主要参考因子即评价指标。要求在建立评价指标体系时要进行具体问题具体分析,尽量找出影响地质环境的主要因素,忽略次要因素。其评价结果应做到科学性、客观性和可比性。首先对单因子进行等级划分及评价。然后是在单因子等级划分的基础上,建立评价指标体系和综合评价模型。最后按所提出的评价方案,对矿山地质环境质量进行评价。在评价指标等级一定的情况下,综合评价中指标权重值的大小至关重要。指标权重值是左右评价结果的关键因素,因而,评价指标权重值的确定是矿山地质环境综合评价研究的主要内容之一。本研究中利用层次分析法确定因子权重值。

最后,基于 GIS 平台,根据各评价指标的分级评分标准及其权值,通过网格法计算分值并分为 3 个等级,从而分别得到各矿山地质环境子系统和矿山地质环境分级结果图,并在此基础上获得矿山地质环境评价图。

因为影响矿山地质环境的因素很多,而且各因素之间既相互联系、相互影响,又各具不同的特点。因此本研究是在单因素评价的基础上,对矿山地质环境质量进行综合评价的。评价单元采用正方形网格单元,评价模型是要素指标加权分值综合评价模型,权重值采

用层次分析法,其中重要性标度根据专家打分和经验数据获得,基于 ArcGIS 平台进行分析和评价,其流程如图 1 所示。

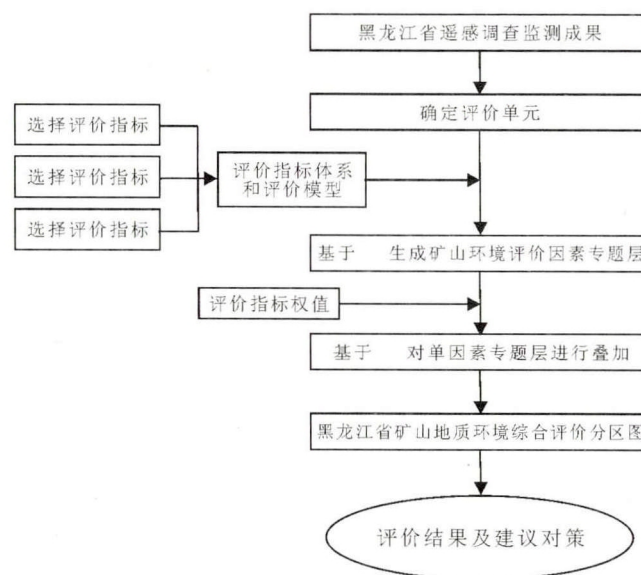


图 1 矿山地质环境综合评价流程图

Fig. 1 Flow chart of the Assessment for Mine Geological Environment

根据矿产资源开发遥感监测技术规范确定的各评价指标,以黑龙江省内地质、环境、矿产、遥感等领域 15 位专家组成的专家组确定的权重为最终的评价指标权重,从自然地理、基础地质、资源损毁与地质环境等 4 个方面对 5 个工作区进行矿山地质环境综合评价,将矿山地质环境划分为一般、较差、差 3 个等级。

3 评价过程及结果

本次矿山地质环境评价采用正方形网格单元划分方法,根据实际公里网将整个黑龙江省区域划分成统一大小和形状的离散网格,以其作为基本评价单元。黑龙江省共可以划分为 5108 个评价单元。

评价工作共分两个阶段进行:第一阶段确定以自然地理、基础地质、资源损毁和地质环境影响作为矿山地质环境评价的 4 个子系统进行评价;第二阶段针对以上 4 个矿山地质环境评价子系统的评价指标进行合理的选取。综上所述,根据黑龙江矿山开发的历史背景及现实情况,将构建的矿山地质环境评价体系分为两个层次:(1)要素层,即自然地理、基础地质、资源损毁和与地质环境 4 个子系统;(2)指标层,即每一要素包括若干指标,一个指标又可用一个或若干个因子表征,其中自然地理包括地形地貌、降雨量、植被覆盖度和区

域重要程度,基础地质包括构造、岩性组合和边坡结构,资源损毁包括开采矿山密度、开采强度、主要开采方式、主采矿种、占用土地比例,地质环境包括地质灾害、地灾隐患、污染和矿山生态环境恢复治理。要素层是影响矿山地质环境的主要因素,反映目标层的指标构成,所选指标既反映了产生地质环境问题的原因和潜在因素,又反映了矿区生态环境问题的现状,指标层是由可直接度量的指标构成,是矿山地质环境评价综合指标体系的最基本层面,矿山地质环境综合评价可以根据各个指标的数据通过层次分析法计算得到。

经过黑龙江省业内专家对各评价指标打分,利用层次分析法并结合黑龙江省内的矿山地质环境特点确定相应权重值(见表 1)。根据因子权重和评分结果,将全省矿山生态地质环境划分为 3 个等级区,即矿山地质环境问题严重区、矿山地质环境问题较严重区以及矿山地质环境问题一般区。通过计算得到的评价结果是离散的,为了更好地进行评价工作,需要将这些数据进行插值分析,以得到连续的数据,然后用插值分析的结果生成评价等级界线,以得到整个工作区的分级评价结果,使得评价结果更符合客观实际,如图 2。经过插值运算得到的结果是:大部分没有矿山的地区,从矿山地质环境评价的角度看,属一般区;而矿山地质环境问题严重区主要分布在七台河、鸡西、鹤岗、双鸭山等 4 个地市,总面积约 2 514.16 km²,其中七台河市

矿山地质环境严重破坏区面积 884.03 km²,鸡西市矿山严重破坏区面积 551.41 km²,鹤岗市矿山严重破坏区面积 583.11 km²,双鸭山市矿山严重破坏区面积 495.62 km²,造成破坏的主要原因是由于煤矿中转场地、固体废弃物占用和破坏大量土地,以及矿山开发活动引起的一系列地质灾害造成的。主要的灾害类型有采空塌陷区、崩塌、滑坡、固体废弃物及地裂缝。矿山地质环境问题较严重区主要分布在七台河、鸡西、鹤岗、双鸭山、黑河、大兴安岭、伊春、牡丹江等 8 个地区,面积约 117 916.74 km²,主要地质灾害有地面塌陷、固体废弃物和滑坡。

4 结论

黑龙江省内许多地方利用层次分析法进行了局部矿山地质环境评价,未形成全域评价结果。本次利用黑龙江省矿山环境地质调查成果,结合地质环境背景成果进行矿山地质环境评价,基本上反映出目前黑龙江省矿山地质环境现状。这也是黑龙江省首次利用地质环境全要素对全省矿山地质环境进行量化评价,为黑龙江省全面开展矿山地质环境恢复治理工作提供了有效的科学的依据。

4.1 存在的主要问题

通过矿山地质环境评价工作发现,黑龙江省矿山地质环境问题区主要分布在矿山开发集中的东部四大

表 1 矿山地质环境评价子系统及其指标权重值一览表
Table 1 Indexes of the mine geological environment assessment subsystems

评价系统	系统权重	评价因子	因子权重	1 级	2 级	3 级
自然地理	0.08	地貌地形	0.05	坡度 0~20°,面积≥80%	其他	坡度为 35~90°,面积≥30%
		降雨量	0.21	按年平均降雨量,划分为 3 级		
		植被覆盖程度	0.11	植被覆盖面积≥80%	植被覆盖面积 30%~80%	植被覆盖面积≤30%
		区域重要程度	0.63	按照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》进行 3 级划分		
基础地质	0.13	构造	0.40	断层长度小 1000 m,褶皱不发育	其他	断层长度≥10000 m,或断层长度≥1000 m 且褶皱极其发育
		岩性组合	0.40	硬质岩为主	软质岩为主	松散堆积物
		边坡结构	0.20	顺坡	横向坡	逆坡
资源损毁	0.48	主要开采矿种	0.10	非金属矿或无矿山占地地区	能源矿	金属矿
		主要开采方式	0.10	无矿山	露天开采	地下开采
		开采强度	0.28	小于 10×10 ⁴ t/a	10×10 ⁴ ~50×10 ⁴ t/a	大于 50×10 ⁴ t/a
		开采矿山密度	0.14	无开采矿山	开采矿山数量<3	开采矿山数量≥3
		占用土地比例	0.38	占地比例≤0.1%	占地比例 0.1%~1.5%	占地比例≥1.5%
地质环境	0.31	地灾隐患	0.26	无	规模较小	规模较大
		地质灾害	0.25	0 个	数量 1~2 个	数量≥3 个
		水体粉尘污染	0.19	无	轻微污染	严重污染
		生态环境恢复治理	0.30	无矿山占地和地质灾害	①矿山占地面积大于 10%;②有 1 个小型地质灾害	①开采面、尾矿库面积大于 10%;②2 个以上小型或 1 个以上大型地质灾害

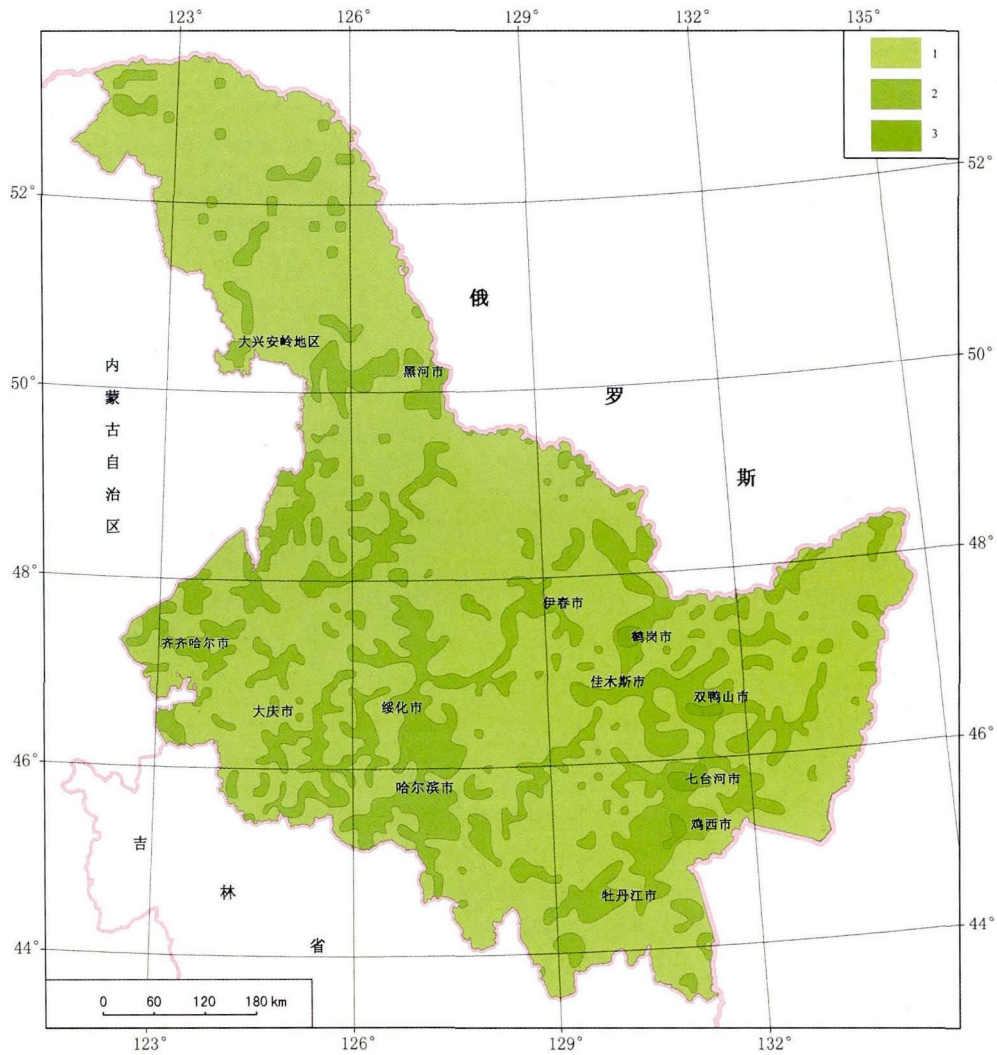


图 2 黑龙江矿山地质环境评价分区结果图

Fig. 2 Division result map of the mine geological environment assessment in Heilongjiang Province

1—矿山地质环境问题无影响区(areas without environment problems) 2—矿山地质环境问题较严重区(areas with relatively serious problems) 3—矿山地质环境问题严重区(areas with serious problems)

煤城，造成黑龙江省矿山地质环境问题严重的主要原因是人类矿业活动开发引起的地质灾害，以及开发活动对地表景观、地质遗迹、人文景观的影响和破坏。

4.2 对策建议

(1)针对黑龙江省矿产开发技术落后等情况，建议健全有关矿山开采的法律法规，从源头杜绝采矿浪费情况；对已不能再次利用的废弃固体废弃物和废弃采场进行土地平整、边坡治理、复绿等矿山环境恢复治理工作。

(2)需要进一步加大矿山地质灾害的治理力度，严重的地区应组织居民搬迁。重视不稳定边坡的调查与监测，采取必要的防范与治理措施，危险时及时疏散群众，或者提前组织搬迁。平衡矿产资源开发与人民生活

环境的关系，适当限制人口密集区、重要经济区、重要水系区、重要交通干线附近的矿产资源开发。对矿山地质灾害应以预防和绕避为主，在开采矿产资源时，应尽量绕避居民地、交通干线、重要水系等密切关系人民生活、工农业生产的地物。

(3)改善矿山环境恢复治理现状。各级政府和矿山企业要重视矿山环境恢复治理工作，加大矿山环境治理资金的投入力度。国土资源部门要加强矿山环境监督管理，定期就本行政区域采矿权人对矿山环境治理的情况进行依法监督检查，与有关部门密切协作，共同搞好矿山环境恢复治理工作，改善矿区的生态环境。

(4)强化政府职能，建立健全有关政策与法规体系，采取强有力的监管措施，对企业自筹完成的复绿工

程进行有效组织、管理与协调。明确各级政府、矿山企业的责任、权利及义务。

(5)加强土地复垦制度管理、理论研究和技術方法创新。逐步建立科学合理、切实可行的矿业用地制度。治理废弃矿山时要因地制宜,因矿施治,矿山植被恢复应与土地复垦、水土流失治理、物种多样化和发展生态农业有机结合。

参考文献:

- [1]郭长林. 黑龙江省矿山地质环境综合评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(4): 47—52.

- [2]周爱国, 周建伟, 梁合诚, 等编. 地质环境评价[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2008.
- [3]曹树刚, 武晓敏, 刘敏. 重庆市矿山地质环境评价方法探讨[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2007, 26(2): 1—4.
- [4]鲁明星, 孙金华, 吴班. 基于GIS的唐山市区环境地质模糊评价分析[J]. 地震工程与工程振动, 2006, 26(3): 34—36.
- [5]孔志召, 董双发, 姜雪, 等. 基于层次分析法的矿山环境评价——以阜新矿集区为例[J]. 世界地质, 2012, 31(2): 420—425.
- [6]徐友宁. 中国西北地区矿山环境地质问题调查与评价[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [7]王海庆, 陈玲, 玲珑-莱西地区矿山地质环境评价[J]. 资源与产业, 2011, 13(3): 73—76.

(上接第136页 / Continued from Page 136)

参考文献:

- [1]韩振新, 徐衍强, 郑庆道, 等. 黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及其演化[M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 2004: 18—20.
- [2]张旗, 王焰, 王元龙, 等. 燕山期中国东部高原下地壳组成初探: 埃达克岩 Sr、Nd 同位素制约[J]. 岩石学报, 2001, 17(4): 505—511.
- [3]Defant M J, Drummond M S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subduction lithosphere[J]. Nature, 1990, 347(18): 662—665.
- [4]Drummond M S, Defant M J. A model for trondhjemite-tonalite-dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to modern comparisons[J]. J Geophys Res, 1990: 95(B13): 21503—21521.
- [5]Atherton M P, Petford N. Generation of sodium-rich magmas from newly underplated basaltic crust[J]. Nature, 1993, 362: 662—665.
- [6]张旗, 许继峰, 王焰, 等. 埃达克岩的多样性[J]. 地质通报, 2004, 23(9/10): 959—965.
- [7]张旗, 王焰, 钱青, 等. 中国东部燕山期埃达克岩的特征及其构造-成矿意义[J]. 岩石学报, 2001, 17(2): 236—244.
- [8]张旗, 钱青, 王二七, 等. 燕山晚期的中国东部高原: 埃达克岩的启示[J]. 地质科学, 2001, 36(2): 248—255.
- [9]Peacock S M, Rushmer T, Thompson A B. Partial melts of subducting oceanic crust[J]. Earth Planet Sci, 1994, 121: 227—244.
- [10]赵书跃, 韩彦东, 朱春艳, 等. 大兴安岭火山喷发带北段中性、中酸性

- 性火山岩地球化学特征及其地质意义[J]. 地质力学学报, 2004, 10(3): 276—287.
- [11]吕军, 王建民, 岳帮江, 等. 三道湾子金矿床流体包裹体及稳定同位素地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2004, 41(7): 33—37.
- [12]Rapp R P, Xiao L, Shimizu N. Experimental constraints on the origin of potassium-rich adakites in eastern China[J]. Acta Petrologica Sinica, 2002, 18(3): 293—302.
- [13]Rapp R P, Watson E B. Dehydration melting of metabasalt at 8–32 kbar: Implications for continental growth and crust-mantle recycling[J]. Petrol, 1995, 36: 891—931.
- [14]张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985: 16.
- [15]Thieblemont D, Stein G, Leacuyerr J-L. Gisements epithermaux et porphyriques: la connexion adakite[J]. Earth Planet Sci, 1997, 325: 103—109.
- [16]杨进辉, 朱美妃, 刘伟, 等. 胶东地区郭家岭花岗闪长岩的地球化学特征及成因[J]. 岩石学报, 2003, 19(3): 692—700.
- [17]张旗, 王焰, 刘伟, 等. 埃达克岩的特征及其意义[J]. 地质通报, 2002, 21(7): 431—435.