

试验研究

采煤沉陷对径流影响的预测评价方法研究

刘江江¹,赵 畅²

(1.中煤科工集团北京华宇工程有限公司,北京 100120;2.内蒙古工业大学,
呼和浩特 010051)

摘要:矿区范围大是煤矿建设项目特点之一,因而在矿区范围内常会涉及到水体、水系或与之相关的各类环境保护目标。近些年来随着国家对环境保护工作的重视程度增加,煤炭开发和环境的矛盾日益突出,当涉及与径流相关的重要环境敏感目标时,煤炭开采对径流的影响结论将成为煤矿建设环境可行的重要依据之一。本次研究以采煤沉陷对国家级遗鸥自然保护区的影响分析为例,确定了采煤沉陷对径流预测的评价方法。结果表明,该方法可定量判断采煤沉陷对保护区所属流域和水系的影响,这为判断采煤环境影响和采取保护措施提供了支持。

关键词:采煤沉陷;径流;方法;环境影响评价;预测;评价

中图分类号:X821

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2014)05-0020-04

A STUDY ON THE METHOD OF THE PREDICTION AND EVALUATION OF THE IMPACT ON RUNOFF CAUSED BY COAL MINING SUBSIDENCE

LIU Jiang-jiang¹,ZHAO Chang²

(CCTEG Beijing Huayu Engineering Co.,Ltd,Beijing 100120; 2.Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

Abstract: Large area has been one of the characters of the coal mining project, which means that there often be river system or related environmental protection targets in the mining area. With the increasingly attention on the environmental protection, the confliction between the coal mining and environment is serious today. If there exist some sensitive environmental targets, the conclusion of the impact on runoff caused by the coal mining would be an important foundation which decides feasibility of the coal mining project. This study on the evaluation of the effect caused by coal mining subsidence to the runoff take the nature reserve of national Larus Relictus for example, established a method for analysis. The results indicate that the method could analyze the effect on the basin caused by coal mining in a Quantitative way, which provides a support for evaluating the environmental effects on runoff caused by coal mining and proposing the protection plan.

Key words: Coal mining subsidence; Runoff; Method; Environmental impact assessment; Prediction; Evaluation

1 引言

径流的形成过程由产流过程和汇流过程组成,其中大气降水是径流形成的来源,而流域的地形则是决定径流分布和方向的直接因素,而径流因素与流域的生态系统分布密切相关。在常规煤炭开采工艺条件下,煤炭开采后引起的地表移动和破坏通常有地表移动盆地、裂缝及台阶和塌陷坑等形式^[1]。在煤矿服务期内,随着煤矿生产采煤厚度和开采范围的不断增加,地面形成的下沉盆地深度和面积也将逐步增加,当采区上部存在径流水系时,这种逐步增加的影响将引起地表生态系统的逐步变化甚至改变:如和顺县松溪河等即由于沉陷引起径流方向变化引起水资源锐减^[2];而在某些地区,通过人工手段采煤沉陷区则可由陆域生态系统向水域生态系统转变^[3]。这些都说明了采煤沉陷对径流可能造成影响。

在煤炭建设项目环境影响评价工作中此类问题经常出现,尤其在涉及敏感环境问题时回答采煤对径流水系的影响往往是审批决策的重要依据之一,因此如何科学正确评价未来发生的该类影响成为问题的关键。本次研究以采煤沉陷对国家遗鸥自然保护区飞地试验区的影响分析为例,通过建立评价指标,利用基于GIS(地理信息系统)的DEM(数字高程)的分析方法对该问题进行研究,以期为解决该问题提供方法。

2 评价指标和分析方法的确定

采煤沉陷的主要影响在于改变了采空区的原有地形地貌,从而使流域面积和水系结构发生直接变化,进而可能会引起流域及下游水资源量、流量、径流量、径流深、径流模数和径流系数等参数的间接变化。本次研究以采煤沉陷的直接影响因素进行评价,包括流域面积评价指标和水系结构评价指标两类,通过预测采煤前后两类指标的变化情况评价采煤对径流的影响,进而判断采煤沉陷对遗鸥自然保护区径流补给条件和生境的影响。

在以往的工作中,利用DEM和GIS提取自然水系的方法有很多报道^[4,5,6],已经成为一种较为成熟的分析水系的工具,本次研究将该方法应用于分析流域现状和预测沉陷后的流域水系的变化情况,进而开展评价工作。

3 项目概况介绍和研究过程

3.1 项目概况介绍

本次研究基于鄂尔多斯遗鸥国家级自然保护区飞地试验区区域采煤的环境影响评价工作。鄂尔多斯遗鸥国家级自然保护区始建于1998年,2000年批准为国家级自然保护区。区内分布有大小不等的咸水湖泊湿地,鸟类资源丰富。保护区主要保护对象是遗鸥鄂尔多斯种群及其栖息地,特别是繁殖区、觅食区和活动区的天然湿地生态系统。保护区核心区总面积为4 753 hm²,缓冲区总面积1 627 hm²,试验区总面积8 397 hm²,其中苏家圪卜飞地面积约387 hm²。苏家圪卜飞地为少量遗鸥的觅食地之一,位于矿区开采范围的包围之中,是本次研究对象。

矿区内可采煤层为3-1、3-1_下、3-2、4-1、4-2、5-1煤,其中3-1、3-1_下、3-2三层煤划为上组煤,合计平均厚度4.24 m;4-1、4-2、5-1划分为下组煤,合计平均厚度4.08 m,设计先开采上组煤再开采下组煤,矿区内涉及的煤炭开采区与保护区飞地的关系见图1所示。其中禁采区是在项目可行性研究阶段的保护措施:设计方案依据国家法律法规和保护区管理要求留设的500 m保护柱区域。

3.2 预测结果和分析

本研究根据矿区开采计划分为两个阶段,将上组煤3-1、3-1_下、3-2开采完毕作为第一阶段,将下组煤4-1、4-2、5-1开采完毕为第二阶段。

计算过程分为两步:第一步,分别计算两个阶段开采完毕后的地表下沉值并根据原始DEM计算两个阶段开采下沉后的DEM,从而获得包括原始DEM在内的三个时期的DEM数据;第二步,根据三个时期的DEM数据利用GIS空间分析工具计算出飞地保护区所处流域的流域面积和水系结构。三个时期的计算结果见图2至图4所示,相关评价指标计算结果见表1。

根据计算结果分析得出:

(1)保护区飞地属于单独的一个小流域内,汇水区约26.79 km²,大致西北-东南走向。其补给通道主要由四条地表径流构成,是栖息地水资源的主要来源,主要位于飞地的西北部,见图2。

(2)对比图2和图3并结合表1结果,一个阶段后即上组煤开采完毕后,基本不会对飞地保护

区及其上游汇流区造成较大影响，其中汇水面积变化不大，约减少 14.47 hm²，水系结构也未发生较大变化。由于上组煤开采引起的沉陷深度相对较小，因此总体未对保护区及汇流区有较大影响。

(3) 二阶段即下组煤 4-1、4-2、5-1 开采完毕后，将会对汇流通道造成较大影响，流域原西部分水岭向东移动，汇流区由原来的约 26.79 km² 减少至 16.54 km²，导致汇流区减少 10.25 km²，约占原汇流面积的 38.25 %。同时，汇流的河网将发生变化，导致径流向飞地流域外的西部偏移，减少了对飞地流域的径流补给。

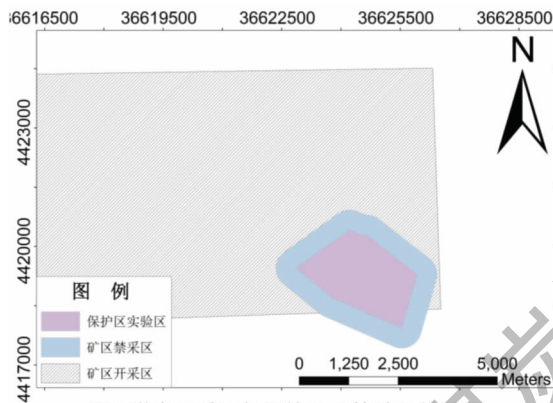


图1 煤炭开采区与保护区及禁采区关系图

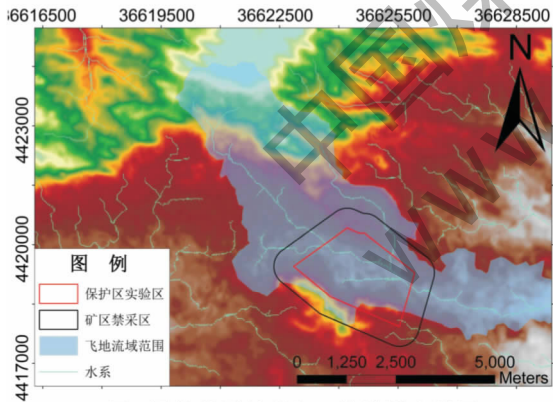


图2 原始地形地貌和飞地流域水系图

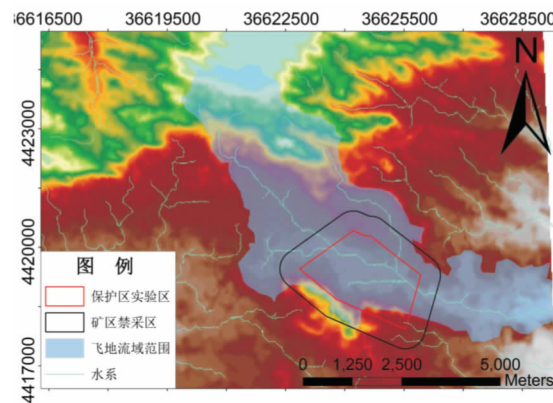


图3 一阶段开采结束后地形地貌和飞地流域水系图

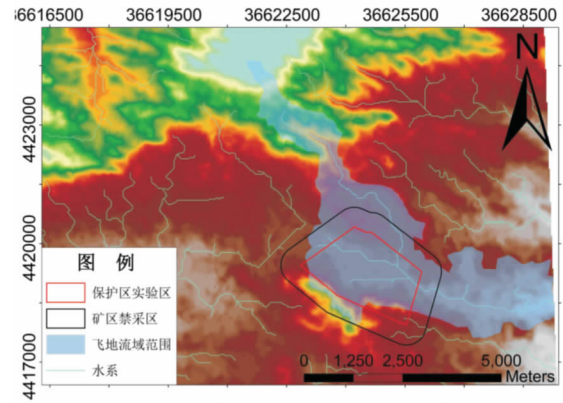


图4 二阶段开采结束后地形地貌和飞地流域水系图

表 1 各时期评价指标计算结果一览表

评价指标	阶段划分	原始时期	第一阶段后	第二阶段后
流域面积指标	汇水面积/km ²	26.79	26.65	16.54
水系结构指标	河网长度/km	17.5	17.4	10.4
影响情况	河网改变情况	无	轻微影响	支流改道
	飞地保护区补给受影响程度	无	轻微影响	较大影响

3.3 采煤对遗鸥飞地的影响评价

遗鸥自然保护区是一个较为典型的由径流形成的湖泊湿地生态系统，这与当地的地形地貌、水文地质条件和气候等因素密切相关。作为国家级自然保护区，根据国家相关法律法规的要求，保护区范围内禁止采矿。因此，在可行性研究工作中，设计方案对应的保护措施通常为针对保护区划定的保护范围留设一定宽度的保护煤柱。但本次研究的结果表明该措施仍存在问题，煤炭开采仍然会对遗鸥栖息地造成较大影响：

(1) 飞地保护区西北侧的原始地貌相对较为平坦、高差小，原飞地所属流域的西部分水岭两侧的高差约 6 m，而采煤最大下沉值约 8 m，据此定性判断，采煤沉陷可能会引起该区径流条件某种程度的变化，进而对遗鸥栖息地造成影响。

(2) 可行性研究阶段的设计方案对保护区保护范围留设了 500 m 保护煤柱，以期确保遗鸥飞地不受采煤影响，但由于保护煤柱的存在，导致在第二阶段开采后保护区范围地面不下沉，使该区形成了台状地貌，从而使流域西部的径流路线发生转折，不再汇入飞地保护区内。由于大气降雨水是该区水资源的主要补给源，因此以本次研究选用的汇流面积评价指标评价，二阶段开采后，遗鸥飞地的生态补充水量直接减少 38.25 %，生态补

给水量的减少也将引起遗鸥飞地保护区内湿地范围减小,将不利于遗鸥的繁殖生存。可以看出,未来采煤对飞地保护区的影响较大,且这种影响为不可逆影响。

3.4 保护措施的改进及有效性评价

在可行性研究工作的传统设计思路中,保护煤柱通常是以保护对象(通常为建构筑物等地面设施)的范围边界留设的,但这种设计方案是不能有效缓解采煤沉陷对存在有径流分布的生态系统造成的影响。行之有效的措施需要结合生态系统的特点系统地提出。本次研究表明,对于涉及径流的保护对象来说,除了需要考虑径流形成的水体或湿地目标范围外,其上游的径流区也是重要保护对象。根据该原则和本次研究结果提出如下保护措施:

(1)在第一阶段上组煤开采期间,尽管采煤对飞地汇流区造成了一定程度的影响,但径流条件没有发生根本变化,其影响程度相对较小。同时考虑到该阶段影响发生需经历约10年时间,每年的影响也相应不大。因此第一阶段内,尽管飞地上游径流区采煤存在影响但采煤影响总体可接受,可仅对飞地保护区留设保护煤柱,上游径流区煤炭资源可以开采。

(2)在第二阶段下组煤开采完毕后,下组煤开采引起的累积沉陷影响将对径流区及河网造成较大影响,汇流的河网将发生变化,导致径流向飞地流域外的西部转移,减少了对飞地流域的径流补给,将不利于遗鸥的繁殖生存。因此提出对飞地上游汇水通道区域的下组煤煤层留设保护煤柱。即最终保护措施是在原保护区范围保护煤柱的基础上,再要求飞地所属流域区内只能开采上组煤,下组煤暂不开采。

在该措施前提下,地表沉陷不会改变由北向南最终流向飞地的汇水趋势和径流方向,最终不会显著减少向飞地和南部鄂尔多斯遗鸥国家级自

然保护区的补给水量。该措施一方面最大限度地开采了煤炭资源,减少了资源浪费,同时也较大幅度地缓解了采煤对生态系统的影响。

4 结语

煤矿建设项目中由于矿区范围较大往往涉及较多的水体、水系或保护区等各类环境保护目标,通常提出的保护措施为针对保护目标留设煤柱,从本例可以看出,该措施存在较大弊端,必须开展深入的评价工作方能判断项目的可行性。本次研究所确定的评价方法尤其适用于当矿区范围内分布有与径流和水资源相关的重要敏感环境保护目标的情况。一方面可以通过分析计算得出项目实施影响的定量结果,判断项目实施的影响大小和影响程度;另一方面以本次研究提出的方法开展针对性的预测评价工作,可进一步优化可行性研究阶段原设计方案提出的保护措施。

本次研究采用的技术方法在当前的环境影响评价工作中鲜有报道,但随着国家对环境保护工作的重视,当煤矿开发受到径流等生态因素制约时,该方法也将逐步取代传统的定性和半定量的评价方法,为科学决策建设项目的可行性提供技术支持。

参考文献

- [1]何国清,杨伦,凌赓娣,等.矿山开采沉陷学[M].徐州,中国矿业大学出版社,1991,27-29.
- [2]张恒君,吴玉梅.采煤对水资源与水文地质条件变异的影响[J].西北水资源与水工程,1994,5(1):87-91.
- [3]王辉.采煤沉陷区湿地建设与水资源调蓄作用研究[J].人民黄河,2013,35(7):51-53.
- [4]陈永良,刘大有,虞强源.从DEM中自动提取自然水系[J].中国图象图形学报,2002,(7)1:93-98.
- [5]杨梅,张船红,苏军.基于GIS和DEM岷江流域都江堰区域河网水系的提取方法研究[J].水利水电技术,2009,40(3):74-77.
- [6]周德民,程进强,熊立华.基于DEM的洪泛平原湿地数字水系提取研究[J].地理科学,2008,28(6),776-781.