

Study on Influence of Coal Mining in Mataihao Mines on the Recharge Amount of Hongjiannao Lake

Le Bai¹, Hongmou He¹, Yaoyao Han², Zhaoyue Li¹

¹Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou Henan

²Henan Polytechnic University, Jiaozuo Henan

Email: 76916968@qq.com

Received: July 7th, 2019; accepted: July 22nd, 2019; published: July 29th, 2019

Abstract

The shortest distance between the Mataihao coal mining and the Hongjiannao coal mining is 2 km. The correct evaluation of the Mataihao coal mining on the recharge amount of Hongjiannao Lake is one of the urgent problems which need to be solved during the course of the rational development and utilization of coal resources. According to regional and mine field geological, hydrogeology survey, this paper predicts the ground deformation by use of probability integral model, calculates the water flowing fractured zone height by the formula and calculating the development height of water conducting fracture zone based on "Three Lowers" regulation. The influence of the coal mining subsidence on Hongjiannao surface, underground runoff and the groundwater system is analyzed. Research shows that: without major changes of the terrain after the whole mine field exploitation, the surface water and phreatic water continued to hold its majority flow concentration trend and hydraulic gradient changes or phreatic water exposed in a local area. The maximum reduction in surface water replenishment to Hongjiannao only accounts for 1.47% of its natural surface runoff. Coal mining doesn't directly affect the Hongjiannao aquifers because of stable aquifers in Jurassic Zhiluo formation.

Keywords

Mataihao Well-Field, The Recharge Amount of Hongjiannao Lake, Coal Mining Subsidence, Runoff Flow Concentration

煤矿开采对红碱淖补给量的影响研究

白乐¹, 何宏谋¹, 韩瑶瑶², 李昭悦¹

¹黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 河南 郑州

²河南理工大学, 河南 焦作

Email: 76916968@qq.com

收稿日期: 2019年7月7日; 录用日期: 2019年7月22日; 发布日期: 2019年7月29日

摘要

马泰壕煤矿距离红碱淖最近短距离2 km, 正确评价其开采对红碱淖补给量的影响, 成为合理开发利用煤炭资源过程中急需解决的问题。在区域及井田地质水文地质调查基础上, 运用概率积分模型进行地表变形预测, 并根据“三下”规程进行导水裂缝带发育高度计算结果。分析煤矿开采对红碱淖地表、地下产汇流及其含水系统的影响。研究表明: 全井田开采后, 大的地形趋势没有发生变化, 大部分地表水及潜水仍向红碱淖方向汇流, 局部因采煤沉陷导致河道水力坡度变化和潜水位埋深变浅, 甚至出露。最大减少向红碱淖补给的地表水量只占其天然地表径流量的1.47%。在直罗组稳定隔水层阻隔下, 煤矿开采不会对红碱淖含水层中的水造成直接影响。

关键词

马泰壕煤矿, 红碱淖补给量, 采煤沉陷, 产汇流

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

20世纪90年代, 尤其是1992年以后, 我国最大的沙漠淡水湖泊——红碱淖湖面面积不断萎缩。国内外众多学者对其萎缩原因[1]-[6]进行研究。刘萍萍等[1]通过流域水量平衡计算, 指出自然因素是影响红碱淖流域水量失衡的主要因素。李登科等[2]认为20世纪90年代以来红碱淖水面面积在大幅度萎缩是气候变化和人为影响因素综合作用的结果, 上游河流截流是主要原因。王亚俊等[3]指出干旱区湖泊对人类活动的干扰最敏感。

煤炭开采作为人类活动的典型代表, 国内外诸多学者分别从影响机理[7] [8] [9] [10] [11]、因素识别[12]、趋势预测[12] [13]等方面阐述其对水资源的影响。主要包括:

曾庆铭等[7]指出煤矿开采对水资源影响机理主要是煤矿开采产生导水裂隙带, 使地表水与地下水连通, 从而造成地表水大量渗漏, 河川径流量明显减少。张发旺等[8] [9]认为煤炭开发对水资源的影响机制主要是煤炭开发引起覆岩和地表移动, 从而破坏含水层结构和改变水循环规律变化、引起补排关系发生变化, 结果造成河川径流量减少, 井泉干涸, 地下水位下降等。并结合神东矿区采煤塌陷对地表水体的影响分析指出, 补给源的影响居于主要地位。张思锋等[11]应用有限分布滞后模型改进了多元回归模型, 并建立了煤炭开采与乌兰木伦河径流量相关关系的代数表达式, 研究指出在影响乌兰木伦河径流量变化的诸多因素中, 采煤活动占人类活动的77.3%。徐良骥等[13] [14]根据地面沉陷程度预计煤矿开采对水系破坏趋势, 为水系治理保护提供依据。

在众多研究中缺乏煤矿开采对地表水、地下水产汇流, 尤其是产汇流条件的改变, 进而造成补给源变化的定量研究更少。因此, 本文以马泰壕煤矿为例, 量化研究煤矿开采对红碱淖补给资源量可能造成的影响, 为马泰壕煤矿合理取、用水提供依据, 也为黄河流域水资源规划与合理利用提供技术支撑。

2. 研究区概况及研究思路

2.1. 红碱淖流域及马泰壕井田概况

红碱淖流域面积 1493.3 km²，多年平均年降水深为 356.1 mm，多年平均水面蒸发量为 1296.5 mm。多年平均地表水资源量为 5447.8 万 m³ [15]，不重复计算的地下水资源量为 4829.7 万 m³。多年平均水资源总量为 10,277.5 万 m³ [15]。

红碱淖流域是一个以红碱淖为中心的四周高、中心低洼的内陆封闭状湖盆盆地，这种特定的地形条件形成了地表径流向红碱淖汇集。除地表水体外，红碱淖主要接受周边地下水排泄补给。因此，无论是煤矿开采对地表水和地下水补给量的影响都关系到湖面面积的消长。

马泰壕井田位于红碱淖东北部，占红碱淖流域面积的 4.28%。其井田边界与红碱淖最近距离为 2.65 km，开采边界与红碱淖最近距离为 3.2 km，地形整体上北高南低，地面最大标高为 1398.7 m，最低标高为 1223.6 m，最大地形相对高差为 175.10 m；一般地形相对高差为 90 m 左右。

井田设计开采面积 63.9 km²，地质资源量 140,107 万 t，主要可采煤层为 3-1、4-1、5-1、5-2、6-1、6-2。根据地质填图及钻探成果对比分析，区内地层由新到老发育有第四系(Q)、白垩系下统志丹群(K_{1zh})、安定组(J_{2a})、直罗组(J_{2z})，侏罗系中统延安组(J_{2y})，三叠系上统延长组(T_{3y})。主要含水层为第四系松散岩类孔隙潜水含水岩组和白垩系下统志丹群、侏罗系直罗组下段、延安组孔隙、裂隙承压含水层。其中厚度 67.10~130.00 m 侏罗系中统安定组及直罗组上段(140~330 m)岩层组成全区层位稳定、隔水性能良好隔水层。

井田西南界外有札萨克河，由西北流向东南，最后汇入红碱淖，在距札萨克源头 23 km 处修建了一座总库容为 5117 万 m³ 的札萨克水库，并于 2006 年 5 月建成运行。井田内有木独石犁河和哈拉木河穿过，木独石犁河由北向南流入红碱淖自然保护区，哈拉木河是札萨克河的一条支流，在札萨克水库下游汇入红碱淖。

2.2. 研究思路

因目前马泰壕井田没有建成投产，缺乏沉陷量和导水裂隙带发育高度的实测资料。根据东胜矿区多年开采实测资料表明，马泰壕煤矿符合概率积分法[16]，故采用概率积模型进行沉陷量预测。导水裂隙带、冒落带高度计算主要依据“三下压煤开采规程”中“缓倾斜和倾斜煤层开采时导水裂隙带高度计算”和“厚煤层分层开采的垮落带高度计算”经验公式。

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6 \quad (1)$$

式中： H_{li} 为导水裂隙带高度， $\sum M$ 为累计采厚，公式应用范围为单层采厚 1~3 m，累计采厚不超过 15 m。

$$H_k = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2 \quad (2)$$

式中： H_k 为垮落带高度， $\sum M$ 为累计采厚，公式应用范围为单层采厚 1~3 m，累计采厚不超过 15 m。根据沉陷预测结果从对井田内地表水产流、河道径流、潜水汇水等方面分析煤矿开采对红碱淖地表、地下产汇流和补给量的影响；根据导水裂隙带发育高度及影响半径计算结果判断煤矿开采对红碱淖湖区含水层的影响。

3. 预测结果

3.1. 采煤沉陷预测

上世纪 50 年代开始，“三下”采煤技术作为一种随着煤炭生产活动发展而诞生的一门新型实用技术，

在我国受到关注和重视。在经过了数十年不断的探索、实验与实践后，该项技术从应用范围、核心技术、理论水平等多个方面看，已经成为一个实用性强、应用范围广并兼具相应理论和技术的学科。在多年的水体下采煤实践中，研究人员归纳出了不同覆岩岩性、倾角、采煤方法的上覆岩石破碎规律。根据总结出的上覆岩石破坏规律，相关学者不仅构建出了一套适用不同岩性、倾角、开采方法的冒落带和导水裂缝带高度的计算公式，而且形成了一套地表变形预测理论。该理论被广泛的应用于采煤引起的沉陷预测中。

3.1.1. 预测参数的确定

马泰壕井田内各煤层直接顶板岩性主要为砂质泥岩、细粒砂岩、粉砂岩，次为中粗粒砂岩，抗压强度较低，平均为 26.2 MPa。根据“三下规程”中分层岩性评价系数选取表，并结合煤层顶板岩性及开拓开采情况，进行计算参数的选取，详见表 1。

Table 1. The estimation of the Surface deformation parameter

表 1. 地表移动变形预计参数

参数	符号	参数值	备注
下沉系数	q	0.8	第一次，第二次重复采动分别取 0.88, 0.95
主要影响正切	$tg\beta$	2.3	重复采动取 2.5
水平移动系数	b	0.3	
拐点偏移距	S	0.15~0.25H	H 为平均采深
影响传播角	θ	90-0.68a	

3.1.2. 预测方案及结果

根据矿区的盘区划分和接续计划，按照“远粗近细”的原则，同时考虑红碱淖作为研究中最重要保护目标，为说明各煤层开采后对红碱淖的影响，本次将各煤层距红碱淖最近的盘区开采完成后作为一个阶段。因此将首采区(3-1 煤一盘区)作为沉陷预测的第一阶段。全井田开完最为最后一个阶段。

根据上述预测方案计算得出：3-1、4-1、5-1、5-2、6-1、6-2 煤依次开采后地表沉降量为 4.96 m、6.62 m、7.67 m、8.90 m、10.80 m、12.99 m。首采区和全井田开采结束后不同地表沉陷深度影响面积，详见表 2。

Table 2. Along with the exploitation of the first mining area and the mine field, the land surface has subsided for different degrees, which may affect different fields

表 2. 首采区和全井田开采结束后不同地表沉陷深度影响面积统计表

沉陷深度范围	首采区		全井田开采结束	
	影响面积(km ²)	占总影响面积比例	影响面积(km ²)	占总影响面积比例
0.010~2 m	6.39	17.74%	7.52	12.92%
2~4 m	4.05	11.24%	3.31	5.69%
4~6 m	25.59	71.02%	3.24	5.57%
6~8 m	—	—	3.25	5.58%
8~10 m	—	—	2.65	4.55%
10~12 mm	—	—	14.23	24.45%
12 m 以上	—	—	24	41.24%
合计	36.03	100%	58.2	100.00%

由表 2 可知:3-1 煤所有盘区开采后大部分沉陷区下沉值均在 4~6 m 之间, 占到总沉陷面积的 71.02%, 不会改变井田内的地形地貌, 下沉状况不明显。随着各煤层的开采, 地表下沉值和沉陷面积逐渐增大, 全井田开采结束后地表下沉值达到最大的 12.99 m, 41.24% 的沉陷范围下沉值在 12 m 以上, 下沉深度在 10 m 以上的区域占总沉陷面积的 65.69%, 因此全井田开采结束后地表会形成明显的下沉盆地。马泰壕现有地下水位埋深 1.0~50.0 m 左右, 一般在 5.0~10.0 m, 煤矿开采将导致沉陷区内浅层地下水位埋深变浅甚至出露于地表形成积水盆地, 盆地的大小与开采煤层数量有关。

3.2. 导水裂隙带高度预测

井田主采煤层为 3-1 煤层, 煤厚 4.76~7.63 m, 平均 6.32 m。顶板岩性为砂质泥岩, 底板岩性以砂质泥岩、泥岩为主, 其次为粉砂岩。根据钻孔岩石物理、力学性试验结果表明, 岩石的抗压强度多数均小于 30 MPa, 个别在 30~60 MPa 之间。井田内煤层顶底板岩石以软弱~半坚硬岩石为主, 导水裂隙带高度选用覆岩岩性为“中硬”的计算公式。详见表 3。同时根据井田内第 1、3 号走向线和 2、5、6、13、14 号勘探线的各钻孔煤层分别进行导水裂隙带高度计算结果进行验证。

Table 3. Predication results of the height of water-flowing fractured zone after 3-1seam mining

表 3. 3-1 煤层开采后导水裂隙带发育高度

煤层	最大采厚(m)	导水裂隙带高度(m)	冒落带高度(m)
3-1	6.2	65.24	16.11

由表 3 可知: 导水裂隙带发育最高高度为 3-1 煤层之上的 65.24 m 处, 只穿透延安组含水层, 并发育至侏罗系中统直罗组(J₂₂)下段含水层, 不会导通侏罗系中统直罗组(J₂₂)上段隔水层, 也不会发育到安定组隔水层, 顶点距白垩系下统志丹群底界面最近距离为 83 m, 距第四系含水层底部最近距离为 275 m, 白垩系与第四系地层只是随着下部地层的下沉而产生整体沉降。

4. 采煤沉陷对红碱淖地表水及地下水产汇流影响

4.1. 采煤沉陷对井田河流产流的影响

4.1.1. 沉陷对札萨克河产流的影响

札萨克水库坝址以上河道长 23 km, 占札萨克河道总长的 67.9%; 流域面积 234 km², 占札萨克全流域面积的 65.7%, 札萨克水库坝址以上 3.4 km² 的集水面积在井田内, 占井田面积的 5.3%, 自产天然径流量约为 11.9 万 m³。由于札萨克水库全部拦截了上游的来水量, 该区域由于地表沉陷全部不产流情况下, 只减少札萨克水库的供水量, 不会减少札萨克河向红碱淖的补水量。

井田位于札萨克水库下游, 开采范围内有 46.1 km² 的札萨克河集水面积(包括哈拉木河), 约占札萨克河全流域面积的 12.9%, 该区域自产天然径流量约为 162.1 万 m³。2000 年以后经济社会的用水消耗、水库工程的建设影响、植被用水增加, 以及地下水开采的消耗导致的减水量为 81.2 万 m³, 也即该区域现状实际向札萨克河补水量为 80.9 万 m³。即使该区域由于地表沉陷全部不产流, 最大减少的红碱淖补给量 80.9 万 m³。

4.1.2. 沉陷对木独石犁河产流的影响

木独石犁河全流域面积 35.9 km²。在流入马泰壕井界上游 260 m 处由东胜区宝恒电厂修建 1 个水库, 该水库控制流域面积 15.2 km², 自产天然径流量为 57.9 万 m³, 主要解决电厂生活及工业用水, 基本将其范围内木独石犁河径流量全部拦截。因此, 马泰壕井田开采造成的地表沉陷仅对木独十里河在井田范围内地表径流产生影响。

木独石犁河在井田内河段长度 7 km。且河谷切割较深，在矿井范围内河宽约为 3~5 m，深约 2~3 m，井田内的积水面积自产天然径流量为 55.1 万 m³。采煤沉陷将其全部截流，减少的向红碱淖补给量最大为其自产天然流量 55.1 万 m³。由于当地企业及群众在木独石犁河修建宝恒电厂水库并沿河挖渗坑取水，2000 年后已经不向红碱淖补水。

4.2. 采煤沉陷对河道径流的影响

木独石犁河和哈拉木河，河道比降分别为 5.98‰和 7.64‰，木独十里河进出井田原始河道标高高差为 64 m [17]，哈拉木河进出井田原始河道标高高差为 89 m [17]，详见图 1、图 2。远大于河道下沉深度 0~12.99 m，整个河道径流流向不会发生改变。煤矿开采过程中河道局部沉陷深度不同，局部河段水力坡度发生变化，一方面在局部河段将会出现河道水面扩大的现象，从而增加河道的水面蒸发，以及向潜水的补给。另一方面由于采煤沉陷，地下水位下降，增加河道渗漏量，减少地表径流向红碱淖的补给量。

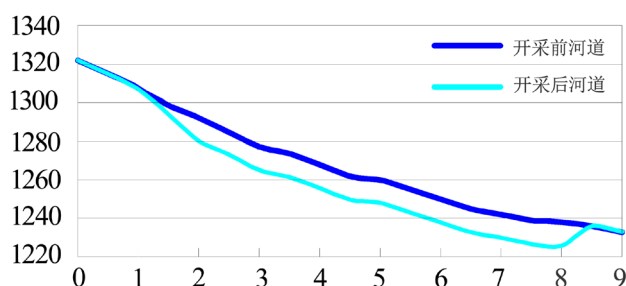


Figure 1. The HA La Mu River way Change around coal mine
图 1. 开采前后哈拉木河河道变化图

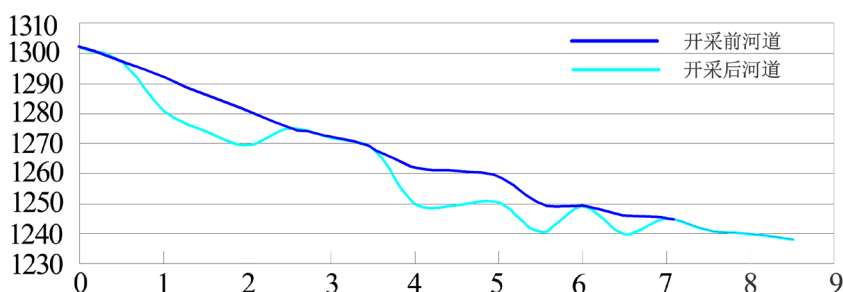


Figure 2. The Mu Du Shi Li River way Change around coal mine
图 2. 开采前后木独石犁河河道变化图

4.3. 采煤沉陷对地下水汇水的影响

当地表发生大面积的沉陷时，安定组及直罗组隔水层也随之产生沉陷，该隔水层虽然隔水性能良好，能够隔断 2 个含水层向下部采空区渗漏，但是由于地表沉陷，必然在采动影响区和非影响区产生一定落差，这样就会使非采动区潜水以下沉区域为排泄区，源源不断的流入到下沉区域内，以抬高下沉区域下降的潜水面。随着重复采动的不断进行，地表下沉幅度逐渐增大，必然会进一步导致开采区域及其周边的潜水水位整体下降。但在更远范围地下水共同补给下，这种影响将会逐渐消除。因此，在马泰壕矿区地势北高南低、东高西低、最大地形标高差 167.7 m、一般标高差 90 m 的地形条件下，开采引起的地表沉陷只会在局部地段将之前马泰壕井田内潜水直接朝红碱淖方向汇流，转变为先向沉陷区汇流，仅减慢了马泰壕井田内潜水向红碱淖的径流速度，并不会改变潜水向红碱淖的汇流方向。

5. 采煤对红碱淖含水层的影响

5.1. 采煤对红碱淖浅部含水层的影响

红碱淖区域与马泰壕井田含水层如表 1 所示。由表 4 可知：红碱淖区域与马泰壕井田具有相同的含水层是第四系松散层潜水，下白垩系砂岩裂隙、孔隙潜水。相异的含水层均属于侏罗系地层，其中红碱淖区域内的安定组含水层位于马泰壕井田内直罗组底至 3 煤层之间含水层之上，两者之间存在直罗组隔水层。

Table 4. The contrast of the comparability and differences between the Hongjiannao region and Ma Tai Hao well-field aquifers
表 4. 红碱淖区域与马泰壕井田含水层对比表

红碱淖区域	马泰壕井田	备注
第四系松散层潜水含水层	第四系松散层潜水含水层	不受开采扰动影响
下白垩系洛河组砂岩裂隙、孔隙潜水(马泰壕井田内缺失)	白垩系下统志丹群孔隙潜水~承压水含水层	不受开采扰动影响
侏罗系安定组砂泥岩裂隙潜水(可视为隔水层)	侏罗系中统碎屑岩类承压水含水层	受开采扰动影响
	直罗组下段裂隙承压水含水层	受开采扰动影响

在侏罗系地层中，红碱淖区域内的安定组潜水含水岩组虽然单独划分为 1 组含水层，但实质上该含水层只有上部的风化带含有裂隙水，这部分裂隙水赋存在风化砂泥岩中，其含水量是极其微弱的，可视为隔水层。因此在侏罗系地层中，红碱淖区域内实际上没有含水层，也不存在与马泰壕井田具有相同层位的含水层。

根据导水裂隙带发育对上覆地层影响结果可知：煤矿开采时上部 2 个含水层基本没有影响。如这两个区域内的潜水含水层为等厚均质连续体，且存在水力联系，在稳定隔水层阻隔作用下，从含水层受威胁程度讲，煤矿开采不会直接影响到红碱淖区域内的潜水含水层。

5.2. 采煤对红碱淖深部承压含水层的影响

煤层开采后，井田范围内的侏罗系直罗组下部含水层和煤系地层中的延安组含水层的水将全部被疏干，同时，周边未开采区域内的同层含水层水位也随之产生下降。井田开采对周边同层含水层影响半径采用下式计算，结果详见表 5。

$$R = 10S\sqrt{K} \quad (3)$$

Table 5. Influence radius of the coal mining on perimeter aquifers

表 5. 煤矿开采对周边含水层影响半径

含水层名称	渗透系数(m/d)	水位标高(m)	水位降深值(m)	影响半径(m)
直罗组下部含水层与延安组含水层	0.00362748-0.0265	1256.832-1270.516	316.832-330.516	190.8-538.0

由表 5 可知：直罗组下部含水层与延安组含水层在被完全疏干的情况下，对周边的最大影响半径约为 538.0 m。

6. 结论及建议

1) 井田开采形成的采煤沉陷，导致该区域地表水完全不产流情况下，最大减少向红碱淖补给的地表径流量为 80.1 万 m³，占红碱淖天然地表径流量 5447.8 万 m³ 的 1.47%。

2) 木独石犁河和哈拉木河进出井田界河床高程差远大于河道下沉深度 0~12.99 m, 河道径流流向不会发生改变, 洪水期及时采取疏排措施, 基本不会对河道汇流产生影响。

3) 由于地表存在较大的地势差, 开采不会改变马泰壕潜水向红碱淖的汇流方向, 仅减慢了径流速度。若地表不形成积水盆地, 开采也不会影响马泰壕井田潜水补给红碱淖的径流量。因此, 矿井开采过程中, 应避免在地表形成积水盆地, 最大限度地减少潜流明流而带来的水面蒸发。

4) 在直罗组隔水层隔水作用下, 煤矿开采不会直接影响到红碱淖区域内的潜水含水层。马泰壕采煤对周边的最大影响半径约为 538.0 m, 而井田开采边界与红碱淖边界之间的最近距离为 3.2 m。因此, 煤矿开采也不会波及到红碱淖湖域范围内的直罗组下部含水层与延安组含水层。

基金项目

黄河水利科学研究科技发展基金专项(HKY-HKY-2019-05), 黄河水利科学研究院基本科研业务费专项(HKY-JBYW-2019-05), 国家十三五重点研发计划(2017YFC0403505)。

参考文献

- [1] 刘萍萍, 甘文字, 张瑞芳, 等. 陕北红碱淖流域水量变化及其影响因素定量分析[J]. 西安交通大学学报, 2009, 43(1): 119-124.
- [2] 李登科, 何慧娟, 刘安麟. 人类活动和气候变化对红碱淖水面面积的影响[J]. 冰川冻土, 2009, 31(6): 1110.
- [3] Ma, Z.M., Kang, S.Z., Zhang, L., *et al.* (2008) Analysis of Impacts of Climate Variability and Human Activity on Stream Flow for a River Basin in Arid Region of Northwest China. *Journal of Hydrology*, **352**, 239-2491. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.12.022>
- [4] Gibson, J.J., Prowse, T.D. and Peters, D.L. (2006) Partitioning Impacts of Climate and Regulation on Water Level Variability in Great Slave Lake. *Journal of Hydrology*, **329**, 196-206. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.02.011>
- [5] 王亚俊, 孙占东. 中国干旱区的湖泊[J]. 干旱区研究, 2007, 24(4): 422-427.
- [6] 白丽, 张奇, 李相虎. 湖泊水量变化关键影响因子研究综述[J]. 水电能源科学, 2010(3): 30-35.
- [7] 曾庆铭, 施龙青. 山东省煤炭开采对水资源的影响分析及对策研究[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2009, 28(2): 42-46.
- [8] 张发旺, 赵红梅, 宋亚新, 等. 神府东胜矿区采煤塌陷对水环境影响效应研究[J]. 地球学报, 2007, 28(6): 521-527.
- [9] 李连娟. 榆神矿区矿山开发对水环境的影响及防治措施探讨[J]. 中国煤田地质, 2005, 17(5): 47-50.
- [10] 武强, 董东林, 傅耀军. 煤矿开采诱发的水环境问题研究[J]. 中国矿业大学学报, 2002, 31(1): 19-22.
- [11] 张凤娥, 刘文生. 煤矿开采对地下水流场影响的数值模拟: 以神府矿区大柳塔煤矿为例[J]. 安全与环境学报, 2002, 2(4): 30-33.
- [12] 张思锋, 马策, 张立. 榆林大柳塔矿区乌兰木伦河径流量衰减的影响因素分析[J]. 环境科学学报, 2011, 31(4): 889-896.
- [13] 徐良骥, 严家平. 煤矿塌陷区地表水系综合治理[J]. 煤炭学报, 2007, 32(5): 469-472.
- [14] 武雄, 于青春, 汪小刚, 等. 地表水体下煤炭资源开采研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(5): 1029-1036.
- [15] 黄河水利委员会. 红碱淖流域水资源综合规划[R]. 2013.
- [16] 郭广礼, 汪云甲. 概率积分法参数的稳健估计模型及其应用研究[J]. 测绘学报, 2000, 29(2): 62-65.
- [17] 马泰壕. 矿井及选煤厂一期工程环境影响报告书[R]. 2013.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org