

矿区环境地质问题的 预测与防治

董兆祥 王彦祺 张明义 著

地质出版社

ISBN 7-116-02387-9



9 787116 023871 >

ISBN 7-116-02387-9
X • 08 定价: 23.00 元

矿区环境地质问题的预测与防治

董兆祥 王彦祺 张明义 著

地质出版社

· 北 京 ·

雁一

内 容 简 介

本书以黄河中游新开发的大型煤炭基地——东胜-神府矿区为研究示范区，论述了采矿引起的地下水量、水质改变、露天采场斜坡失稳、煤矸石堆放、土地沙化和矿井塌陷引起的环境地质问题，提出了预测和防治这些环境水文工程地质问题方法。其中，有些预测和防治技术方法是作者新近提出的创建性研究成果。本书可供矿区环境水文工程地质技术和施工人员及环境工程、环境监测、采矿专业等有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

矿区环境地质问题的预测与防治/董兆祥, 王彦祺, 张明义著.

北京: 地质出版社, 1997.5

ISBN 7-116-02387-9

I. 矿… II. ①董… ②王… III. 矿区-环境地质学 IV .X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 06043 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 屠湧泉

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.375 字数: 230 千字

1997 年 5 月北京第一版·1997 年 5 月北京第一次印刷

印数: 1—300 册 定价: 23 元

ISBN 7-116-02387-9

X·08

序

本专著论述、评价了位于黄河中游的东胜-神府煤田采煤引起的环境水文地质、工程地质问题。该地区植被稀疏，水土流失严重。开发利用该煤田质量高、蕴藏丰富的煤炭资源与本来就十分脆弱的地质环境之间，将会形成尖锐的矛盾。为了促使“采煤”和“保水”，“采矿”与“环保”矛盾向有利的方向转化，设立本项课题的研究，具有重大的社会、经济和环境意义。本专著以翔实的地质环境观测和实验资料，不仅揭示了这些突出的矛盾，而且提出了遏止采矿引起地下水量变化、地下水水质酸化、斜坡失稳和煤矸石恶化环境的防治对策，其特点表现在：

1. 以广泛收集“六五”、“七五”期间本地区的研究成果和实验资料为基础，以大量的第一手地质观测和实验资料为依据，对该地区的环境水文地质、工程地质问题进行了详细的论述；

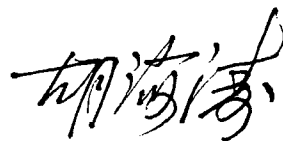
2. 将系统理论作为环境水文工程地质评价的量化方法，如：用变差曲线法计算水化学背景值等，对环境在空间上的变化规律进行趋势分析；采用富水系数比拟法对开发区矿井、矿坑涌水量预测；应用线性规划理论使土地复垦达到最佳经济效益；应用灰色预测模型取得岩体滑坡剪切带与最大蠕变量间的相关性，并提出了时间预报精度的系统预报方法；

3. 重视了治理对策对当地地质、地形条件的密切结合和适应性，如根据采场斜坡方向多变和双滑面地质模式斜坡分布广的特点，建立了连续动态地预测任意坡高斜坡的稳定系数和最优化斜坡形态的方法，提出了与该方法相配合的结构面分维求摩擦系数的途径。

开发东胜-神府煤田是我国能源开发向西部转移的重大决策，将对我国经济发展起着重要的作用。由于这是一个气候干旱、水源缺乏、植被稀疏、生态环境脆弱的地区，矿山环境地质问题发展趋势及其治理对策不能不引起人们的关注。26届国际地质大会工程地质协会曾要求在自然作用和人为作用影响下对地质环境进行时间上和空间上的定量预测。本专著提出的成果就是成功的范例。

东胜-神府煤田是规模大，机械化程度高的新开发煤炭基地。但目前大部分矿点处于建矿阶段，本书预示了一系列环境地质问题，将会给我们敲响防范地质灾害的警钟。祝愿本书的创建性成果能迅速地在东胜—神府煤田及其它矿区得到广泛应用，并希望经实践检验后得到进一步的充实提高。

中国工程院院士
中国工程勘探大师



1997.3.22

前 言

本书是在地质矿产部科技司主持的国家“八五”重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”的子专题报告基础上,经过修改和补充而成。

本课题立项于1991年末。至1995年10月,历近4年时间,此项研究的负责单位石家庄经济学院(原河北地质学院)和参加单位中国地质大学(北京)的数名教师和研究生携同15名本科高年级学生,克服了研究区——东胜-神府煤田及其外围区沙地、荒漠上的风沙、酷热和严寒给环境工程地质调查带来的困难,为取得第一手现场地质观测和实验资料在西迄东经 109° 至 $110^{\circ}27'$,南达北纬 38° ,北至北纬 $40^{\circ}34'$ 这块黄河的支流——乌兰木伦河、窟野河、秃尾河和纳林河流域地带及库布奇沙漠与毛乌素沙地之间的盖沙丘陵上留下了足迹、流下了辛勤的汗水。取测试控制性全分析水样12个、同位素样8个、中型剪切实样8组,进行了室内、现场分形测试和对比研究,先后做了100个点的岩体节理面工程地质观测和统计工作。在研究工作期间,广泛地收集了“六五”和“七五”期间的生产和科研资料,其中有238个水分析和42个同位素资料,还有70多个钻孔资料,并对大量资料进行了统计分析和整理,对本项研究有重大意义的核心问题作了量化方法研究。总之,无论是工作量,还是研究内容的广度,均达到、超过了拟定计划。

东胜-神府煤田的开发是我国能源基地向西转移的重大战略部署。尽管目前仍在进行第一期开发工程,但水资源污染已呈现渐近性增加态势。矿区的企业属高耗水和排污量大的产业。大面积的采矿引起斜坡失稳、地面塌陷、煤矸石污染及水土流失,土地沙化也愈演愈烈。为遏制环境地质问题的发展,提出切实可行的防治对策,为煤田开发取得更高经济效益,本书采用了环境水文工程地质系统理论量化方法等系统理论技术,对预测矿区环境地质问题提出一些新的方法和防治对策。

鉴于东胜-神府煤田尚属开采初期,对地下水的水质,水量变化和典型地段斜坡还未能建立时间序列观测系统,给应用系统理论量化分析带来了一定困难,有一些预测,还未能应用系统理论方法运算,对一些问题的研究带有缺憾,况且由于著者水平有限,成文和统编仓促,所持的观点和方法不足和错误之处一定不少,敬请读者不吝赐教,批评指正。

本书的前身即科研报告的第一章由孙杉和董兆祥撰写;第二章由许广明撰写;第三章由孙杉撰写;第四章由董兆祥撰写;第五章一、二、三节由金晓媚撰写;四、五节由邓丁海负责;第六章第一节由隋旺华执笔,第二节由雷霆执笔,第三节由慎乃齐执笔,第四节由张绍良撰写。成书过程中,董兆祥、张明义重写了第一章,王彦祺、张明义负责软件研究,最后由董兆祥统编全书。本书由石家庄经济学院董兆祥、王彦祺及青岛建筑工程学院张明义携手完成。衷心的感谢,在成书过程中孙杉教授给予的全力协助和张杰坤教授给予的大力支持。特别值得在此提出感谢的是,中国工程院院士、中国工程勘察大师胡海涛教授在百忙中为本书作序。

在完成项目攻关及收集资料过程中,得到了西安煤炭研究所、华能精煤公司东胜精煤

公司武家塔矿、上湾煤矿、大柳塔矿、内蒙古水文工程地质勘察院、内蒙古 104 地质队、地矿部水文地质方法研究所、神府煤田公司、准格尔煤田黑岱沟露天矿、山西朔州安太堡矿、山西太原西山煤田古交矿、河南新密荥谷矿区、永城矿区和平顶山矿区的领导和同行们的大力协助和支持，在此一并致谢！

目 录

第1章 导论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 采矿对矿区水资源影响概论	(2)
1.3 东胜-神府煤田水质污染现状概论	(3)
1.4 采矿对斜坡稳定性的作用	(7)
1.5 采矿引起的其它环境地质问题概述	(10)
第2章 东胜-神府矿区煤矿开采对矿区地下水资源的影响因素分析及趋势预测	(11)
2.1 东胜-神府煤矿区地下水资源现状评价	(11)
2.2 矿山开采对矿区地下水资源的影响因素分析及趋势预测	(16)
第3章 武家塔、大柳塔矿区酸性水污染趋势分析	(26)
3.1 采矿引起酸性水污染的现状	(26)
3.2 矿坑水酸化的水文地球化学背景研究	(27)
3.3 趋势面分析及污染评价	(36)
3.4 煤矿酸性矿坑水污染的防治对策与途径	(44)
第4章 神府-东胜能源基地煤矿开采引起的斜坡稳定问题演化趋势及其预测和防治对策	(46)
4.1 神府-东胜煤田区斜坡的工程地质特征	(46)
4.2 神府-东胜煤田采矿引起的斜坡演化趋势预测	(53)
4.3 采矿引起斜坡失稳的防治对策研究	(67)
第5章 煤矸石堆放区的环境效应研究	(84)
5.1 煤矸石的污染效应	(84)
5.2 煤矸石的燃烧效应	(92)
5.3 煤矸石山的占地效应	(96)
5.4 其它环境效应	(97)
5.5 煤矸石的再资源化与治理	(98)
5.6 结论	(100)
第6章 其它环境地质问题	(102)
6.1 开采塌陷	(102)
6.2 矿区水土流失问题	(113)
6.3 煤矿区沙漠化问题	(124)
6.4 矿山土地复垦问题	(133)
参考文献	(141)

Contents

Chapter 1 Introduction

1. 1 The outline
1. 2 The outline about the mining area's water resource affected by the coal mine exploit
1. 3 The present state's analysis of water pollution at Dongsheng-Shenfu coal mine
1. 4 The action of the slope stability affected by exploit
1. 5 The outline of the other environmental geological question affected by exploit

Chapter 2 The analysis and trend forecast of the mining area's groundwater resource fact affected by the coal mine exploit at Dongsheng-Shenfu mining area

2. 1 The appraise of the present state about groundwater resource at Dongsheng -- Shenfu mining area
2. 2 The analysis and trend forecast of the mining area's groundwater resource fact affected by the coal mine exploit

Chapter 3 The pollution analysis of aciditital water in mining area of Wujiaata and Daliuta

3. 1 The present state of pollution of aciditital water by mining
3. 2 The environment background value of aciditital water
3. 3 The analysis of trend surface and the evaluation of pullution
3. 4 The prevention and cure's countermeasure and way about water polluted by aciditital pit water

Chapter 4 The research about the evolution trend of the slope stabling resulted by coal - mine exploit at Dongsheng-Shenfu energy base and it's forecast , prevention and cure

4. 1 The engineering geological features of slope at Dongsheng-Shenfu coalfields area
4. 2 The forecast of evolution trend of the slope stabling resulted by coal mine exploit at Dongsheng-Shenfu mining area
4. 3 The research about prevent and cure's countermeasure of slope's losing stability by mining

Chapter 5 The reserch about environment area affected by stacking with the gangue

5. 1 The pollution affected of gangue
5. 2 The combustion effect of the gangue
5. 3 The occupied space's effect of the gangue
5. 4 The other environmental effect
5. 5 The Resourcizing and harness of gangue
5. 6 The conclusion

Chapter 6 The other environmental geology question

6. 1 The breakdown of mining

- 6. 2 The question about runing off water and soil in the mining area
- 6. 3 The desertizing question about mining area
- 6. 4 The question about the mine land ' recultivation

Reference documents

第 1 章 导论

1.1 概述

开发黄河中、上游煤炭资源是我国能源基地向西转移的重大战略部署。神府-东胜煤田是黄河中、上游能源基地的主要组成部分。按煤田开发总体规划,全区面积 3015km^2 ,分为三期开发。第一期开发煤田北部、中部和东部的部分地区,总规模为 $1443 \times 10^4\text{t/a}$;经三期开发以后,煤田总规模为 $6447 \times 10^4\text{t/a}$ 。而煤炭资源的开发在很大程度上受到环境条件的制约,区域性的比较严峻的水资源环境和生态环境对矿床开采的影响是多方面的,也是早已形成的。随着大面积煤矿开采而引起的水源枯竭、水质恶化、地面沉降、露天边坡失稳及煤矸石的存放和污染等潜在的环境地质问题是人们更为关注的问题,也是矿区开发中亟待解决的问题。

东胜-神府煤田位于鄂尔多斯高原东南部的毛乌素沙地东南边缘的石质丘陵、盖沙、黄土丘陵地带,横跨陕西省神木县北部、府谷县西部,内蒙古自治区的伊金霍洛旗南部和准格尔旗西南部。北部、西部以由近 WE 转近 NS 流向的黄河为界,京包线铁路在矿区内以平行矿区边界的方向通过(见图 4.1)。

本区属大陆性干燥气候区,寒暑、昼夜温差较大。年平均气温 5.5°C ,极端最高气温 35°C ,极端最低气温 -29.8°C 。

结冰期为 10 月下旬至翌年 4 月下旬,最大冻土深度为 1490mm 。年平均降水量为 385.7mm ,降雨多集中在 7、8、9 月份,约占全年降水量 $50\% \sim 80\%$,最大小时降雨量为 44mm 。最大一次降水量为 88.1mm 。最大积雪厚度为 150mm 。年平均蒸发量为 2254.7mm 。年平均日照时数为 2874.9h 。年平均大风日数 34d ,年平均风速 3.40m/s 。秋末、冬春,西北风盛行;年平均风沙日数为 72d ,多集中在冬、春两季。

矿区地处鄂尔多斯台地,一般高程在 $1100 \sim 1250\text{m}$ 之间,总体地形呈西北高于东南的剥蚀地貌景观。煤田地层由古生界、中生界及上覆第三纪粘性土、第四纪黄土和部分风积土组成。

矿区的地表水系比较发育,属窟野河水系的乌兰木伦河横贯全区,其两侧有榆林河、秃尾河、悖牛川和孤山川等。乌兰木伦河发源于内蒙古毛乌素沙漠北缘,自西北向东南流经矿区,在神木县流经沙峁头后入黄河。乌兰木伦河与东北流向的悖牛川在神木县下石拉沟相汇后称窟野河(见图 4.2)。矿区内乌兰木伦河的较大支流有呼和乌素沟、补连沟、活鸡兔沟、朱盖沟、考考乌素沟和黄羊城沟等(见图 2.3)。乌兰木伦河年平均流量 $7.19\text{m}^3/\text{s}$,悖牛川年平均流量为 $3.97\text{m}^3/\text{s}$,窟野河则为 $16.45\text{m}^3/\text{s}$ 。

乌兰木伦河在矿区内长约 75km ,悖牛川约 40km ,窟野河为 20km 。5~6 月及 12 月至次年 3 月上述河流流量小,时有断流出现,此间主要靠潜水补给。3~4 月冰雪融化后,流量明显增加,8~9 月份为多暴雨季节,河水流量猛涨,也是年输沙量高峰期。从表 1.1

可知这些河流流量以最大、最小流量变化悬殊为特点。

表 1.1 矿区内主要河流水文资料统计表

河 名	水 文 站 名	流域 面积 (km ²)	河 长 (km)	统 计 年 限(a)	多 年 平 均 流 量 (m ³ /s)	多 年 年 平 均 最 大 流 量 (m ³ /s)	多 年 年 平 均 最 小 流 量 (m ³ /s)	多 年 最 大 流 量 (m ³ /s)	多 年 最 小 流 量 (m ³ /s)	多 年 枯 水 最 小 日 平 均 流 量 (m ³ /s)	多 年 枯 水 最 小 月 平 均 流 量 (m ³ /s)	在 90% 保 证 率 情 况 下, 10a (1971 - 1980) 最 小 月 平 均 流 量(m ³ /s)
乌兰 木伦河	王道 恒塔	3839	138	25 (1960 - 1985)	7.19	16.6 (1961 年)	3.37 (1965 年)	9760 (1976 年)	0 (1966 年)	0.33	1.25	0.41
窟野河	神木	7298	242	27 (1956 - 1980)	16.449	30.2 (1961 年)	8.03 (1965 年)	13800 (1976 年)	0.008 (1966 年)	0.63	3.57	1.71
	温家川	8645	300	26 (1954 - 1980)	23.7	43.4 (1956 年)	9.43 (1962 年)	14000 (1976 年)	0 (1975 年)	0.82	4.25	2.13
牯牛川	新庙	1527	109	14 (1966 - 1980)	4.33	9.01 (1971 年)	1.94 (1974 年)	4850 (1978 年)	0.003 (1973 年)	0.075	0.28	0.19

1.2 采矿对矿区水资源影响概论

1.2.1 采矿对矿区水文地质条件的影响

露天采煤和井硐采煤都对矿区水文地质条件有较大影响。

露天开采将煤层以上岩、土剥离掉，在矿坑范围内失去含水层，改变了岩体的补、径、排条件。采场也是排水场所，它不仅失去一部分水资源，同时给地下水污染造成了一个有利条件。排土场的岩土体覆盖了采场周围一部分植被，其本身抗风蚀和地表水流剥蚀的能力也大幅度地减弱，增加了区域上的水土流失量。如果不在开采初期就采取得力措施，随着露采面积不断增加，就会对区域水资源补、径、排条件产生根本的不良作用，使区域储水量整体下降。

井硐开采同样破坏了地下水的补、径、排的自然平衡状态。因为东胜-神府煤田埋深较浅，煤层距第四系含水层间岩层较薄，采空区顶板岩体变形引起的冒落和裂隙扩展很容易与岩体顶层的风化裂隙勾通，使松散介质中地下水流入矿井，造成区域性水位下降。它不仅增加了采矿的成本和难度，也耗费了宝贵的地下水资源。硐采堆弃的土、石及煤矸石覆盖地表植被，其衍生的一系列环境和环境地质问题的作用与露天排土场近于等量齐观。

尽管目前仅仅是采矿的初期，但有些地段采矿对地下水补、径、排条件的改变已造成不良后果。例如，随着柠条塔露天矿盖层剥离面积的不断扩大，流量为 40.847L/s 窑泉的干枯就是有力的佐证。见微而知著，我们不能愧对大自然返馈给我们的讯息。在这沙漠挟持、草稀丘广的地带失去这么大的一个清澈甘泉“事件”的本身已并非是小的代价。

1.2.2 水量预测的水文地质参数的确定

1. 降水入渗系数：降水入渗系数与含水层上覆岩、土层的岩性、厚度、地形和坡度、植被条件等有关。乌兰木伦河谷上覆岩石主要为砂砾石层。地形相对于周围黄土梁岗和盖沙丘陵尚属平坦，植被较差，据此来用经验值 0.2。

2. 湖泊洼地的降水入渗系数的选用，根据内蒙古水文地质监测总站包头观测站均衡试验场，资料选为 0.0445。

3. 泉域地带，由泉域年总流量与大气降水量之比求得。

4. 碎屑岩类裂隙潜水地带属矿区西南地域。据内蒙古 104 水文工程地质队伊金霍洛旗均衡实验场，对含水层岩段、白垩系下统志丹群 3、4 岩段平均观测，其值为 0.073。仿此，丘陵属水量贫乏亚区，梁地属极贫乏亚区，分别取 0.05 和 0.03。

5. 含水层渗透系数 (K) 给水度 (μ_d)、弹性给水度 (μ_e)：根据钻孔抽水实验资料和水文地质边界条件，采用多种方法对比计算，选择形态正常具有代表性的参数。对于非稳定流公式，计算参数用泰斯配线法、纽曼配线法和博尔顿配线法；对稳定流计算，参数用潜水完整井、承压完整井有关渗流量公式计算。

6. 其它水文参数：

(1) 含水层厚度 (H) 取计算区含水层平均厚度；

(2) 大气降水量 (X) 取阿镇气象站和新街气象站的平均值 (0.370m/a)；

(3) 含水层分布面积 (F)，从水资源分布图上量得；

(4) 承压含水层顶板到承压水头距离 (h) 取区内钻孔数据平均值；

(5) 先期露天采场大气降水汇水面积，从地型图上量得。

1.3 东胜-神府煤田水质污染现状慨论

由于地表水和地下水在运动过程中不断相互转化和影响，为纵观煤田水体污染全貌现状，分为地表水和地下水分别阐述。

1.3.1 煤田地表水污染现状概述

补连、大柳塔和敏盖免是沿乌兰木伦河上游到下游分布的三个矿点。四次河水分析平均值结果，列于表 1.2-1、1.2-2。

从表 1.2-1 可以看出， CODMn 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 Cr^{6+} 呈递增趋势。孙家店、赵家梁、店塔位于敏盖免下游，是从上游至下游的三个取样点，表 1.2-2 中也明显地出现 DO 、 BOD_5 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 Pb 、 Cd 含量呈增加的趋势。如果将 6 个取样点统一对比， DO 从 7.70mg/L 变至 8.24mg/L， BOD_5 由 0.8mg/L 变至 1.03mg/L， $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 从 2.11mg/L 变为 3.34mg/L， Cd 从未检出变为 0.004mg/L。 Pb 总体上也是上升的趋势。按地面水环境质量标准， $\text{Ar}-\text{OH}$ 、 As 、 Pb 只能达二级质量标准， Cr^{3+} 超标。另外，从各河、沟、川大量的水分析结果看，无论是枯水期和平水期，几乎都超出地表水二级标准。以上结果的原因主要归结为乌兰木伦河两岸及沟岔分布有比较密的煤矿点，矿坑排水、工业设施附属厂及生活排污对乌兰木伦河造成重复污染。尽管有些有害元素和离子未超标，却已经产生超标的发展趋势，何况微量元素现已超出限定标准。此外，从各区矿井中主要污染物排放量 (表 1.3) 看，更给人以必须进行有效治理的迫切感。

表 1.2-1 沿乌兰木伦河上游至下游方向不同取样点枯水期水分析汇总表

断面及 时间 项目		孙 家 岔					赵 家 梁					店 塔				
		7日	8日	9日	10日	均值	7日	8日	9日	10日	均值	7日	8日	9日	10日	均值
pH		8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.60	8.40	8.40	8.40	8.40
DO		6.70	6.30	8.15	6.80	7.04	7.30	6.50	8.12	8.00	7.48	8.90	8.75	8.75	6.58	8.24
BOD ₃		0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9	1.4	0.9	1.03
CODMn		2.342	2.67	2.11	2.20	2.31	2.45	2.24	1.89	2.14	2.18	3.14	2.43	2.25	2.31	1.93
HO ₂ ⁻ - N		0.022	0.021	0.019	0.021	0.021	0.018	0.022	0.028	0.019	0.022	0.023	0.022	0.0919	0.018	0.021
HO ₃ ⁻ - N		1.95	2.49	1.88	2.98	2.19	2.34	2.79	2.52	1.64	2.82	2.97	8.18	4.19	8.08	8.34
HfH ₃ ⁻ - N		0.81	0.82	1.15	0.78	0.89	0.78	0.79	0.79	1.10	0.89	0.63	1.14	0.69	0.63	0.77
F ⁻		0.48	0.55	0.49	0.48	0.50	0.47	0.46	0.47	0.46	0.47	0.55	0.55	0.53	0.54	
S ²⁻		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ar-OH		0.006	0.005	0.003	0.015	0.007	0.005	0.009	0.001	0.008	0.006	0.002	0.004	0.006	0.007	0.005
Cr ⁶⁺		0.002	0.002	0.002	-	0.002	0.002	0.002	-	-	0.002	-	-	-	-	-
CN ⁻		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As		-	-	0.004	0.004	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS		392	354	387	576	427	377	358	278	529	386	193	240	414	471	380
石油		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
硬度		2.9	3.0	2.8	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.8	2.9	3.8	3.7	3.2	3.2	2.4
Hg		0.9× 10 ⁻⁴	1.0× 10 ⁻⁴	1.5× 10 ⁻⁴	1.1× 10 ⁻⁴	1.1× 10 ⁻⁴	1.0× 10 ⁻⁴	0.7× 10 ⁻⁴	1.0× 10 ⁻⁴	0.8× 10 ⁻⁴	0.9× 10 ⁻⁴	1.2× 10 ⁻⁴	1.2× 10 ⁻⁴	1.2× 10 ⁻⁴	1.2× 10 ⁻⁴	1.2× 10 ⁻⁴
Pb		0.006	0.004	0.005	0.002	0.004	0.011	0.008	0.005	0.008	0.006	0.018	0.020	0.022	0.015	0.019
Cu		0.016	0.012	0.011	0.009	0.012	0.018	0.012	0.015	0.014	0.015	0.014	0.018	0.007	0.014	
Zn		0.359	0.356	0.208	0.323	0.312	0.386	0.350	0.332	0.256	0.248	0.198	0.156	0.208	0.220	0.200
Cd		-	-	-	-	-	0.0004	0.0002	-	0.0018	0.0006	0.0009	0.0001	-	0.0006	0.0004

“-”表示未检出。

表 1.2-2 沿乌兰木伦河上游至下游方向不同取样点枯水期水质分析汇总表

断面及 时间 项目		补				大 柳 塔				敏 盖 兔						
		7 日	8 日	9 日	10 日	均值	7 日	8 日	9 日	10 日	均值	7 日	8 日	9 日	10 日	均值
pH		8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
DO		8.20	7.80	7.65	7.15	7.70	7.60	6.95	7.75	6.85	7.80	6.90	6.40	8.05	6.50	4.96
BOD ₅		1.7	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.67	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.8	0.6	0.6
CODMn		2.16	2.30	1.98	2.07	2.12	2.13	2.58	2.10	2.10	2.23	2.09	3.13	2.25	2.29	2.45
HO ₂ ⁻ - N		0.022	0.027	0.023	0.024	0.0228	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.0213	0.023	0.020	0.022	0.022
HO ₃ ⁻ - N		2.47	1.99	2.18	1.79	2.11	2.77	3.29	2.01	1.18	2.28	2.58	2.37	2.03	2.41	2.35
HH ₈ - N		0.85	1.24	1.22	0.80	1.08	0.73	0.87	0.89	0.61	0.78	0.69	1.07	1.22	0.90	0.97
F ⁻		0.40	0.40	0.42	0.41	0.43	0.40	0.40	0.42	0.41	0.43	0.43	0.40	0.42	0.42	
S ²⁻		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ar-OH		0.007	0.012	0.004	0.003	0.006	0.006	0.004	0.002	0.001	0.003	0.005	0.012	0.001	0.007	0.006
Cr ⁶⁺		-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	-	0.002	0.015	0.001	0.002	-	0.006
CN ⁻		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As		-	-	-0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS		581	358	325	543	452	241	287	292	527	336	174	148	264	560	287
石油		-	-	-0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
硬度		3.1	3.3	2.3	3.1	3.1	3.1	3.3	3.3	3.0	3.1	2.9	3.1	2.3	2.9	2.9
Hg		1.1×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁴	0.7×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	
pb		0.043	0.027	0.029	0.012	0.028	-	-	-	-	0.018	0.014	0.012	0.005	0.012	
Cu		0.014	0.015	0.012	0.010	0.013	0.017	0.015	0.010	0.015	0.014	0.016	0.013	0.011	0.009	0.012
Zn		0.344	0.235	0.341	0.241	0.290	0.359	0.235	0.10×	0.350	0.263	0.347	0.332	0.171	0.353	0.301
Cd		-	-	-	-	-	0.004	0.0002	-	0.0013	0.006	0.009	0.0001	-	0.006	0.0004

“-”表示未检出。

表 1.3 各区矿井主要污染物排放量

统计量 污染物	小区	巴图塔	石圪台	补连- 黑炭沟	大柳塔	朱盖塔	黄羊城	柠条塔	郭家湾	合 计
一 期	BOD ₅	0.011	0.037	0.036	0.055	0.018	0.007		0.074	0.24
	COD	0.043	0.0150	0.140	0.220	0.072	0.030		0.290	0.950
	油	0.0043	0.0150	0.014	0.022	0.007	0.003		0.029	0.095
	酚	1.3×10^{-5}	1.5×10^{-5}	1.4×10^{-5}	2.2×10^{-5}	7.2×10^{-5}	3.0×10^{-5}		1.3×10^{-5}	1.3×10^{-5}
	NO ₂ ⁻ H	1.7×10^{-5}	6.0×10^{-5}	5.8×10^{-5}	8.8×10^{-5}	2.9×10^{-5}	1.2×10^{-5}		0.012	0.038
	Cu	4.3×10^{-5}	1.5×10^{-4}	1.4×10^{-4}	2.2×10^{-4}	7.2×10^{-5}	3.0×10^{-5}		2.9×10^{-4}	9.5×10^{-4}
	Hg	1.5×10^{-6}	5.2×10^{-6}	5.0×10^{-6}	7.7×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-6}		1.0×10^{-4}	3.3×10^{-5}
	SS	2.10	7.47	7.19	11.00	3.60	1.50		14.70	47.60
二 期	BOD ₅	0.017	0.037	0.089	0.068	0.061	0.069	0.028	0.098	0.47
	COD	0.069	0.150	0.360	0.270	0.240	0.270	0.110	0.390	1.860
	油	0.007	0.015	0.036	0.027	0.024	0.027	0.011	0.039	0.187
	酚	6.9×10^{-5}	1.5×10^{-4}	3.6×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.4×10^{-5}	2.7×10^{-5}	1.1×10^{-4}	3.9×10^{-4}	1.9×10^{-5}
	NO ₂ ⁻ N	2.7×10^{-6}	6.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}	1.1×10^{-2}	9.8×10^{-3}	1.1×10^{-2}	4.5×10^{-3}	1.6×10^{-2}	7.5×10^{-3}
	Cu	6.9×10^{-5}	1.5×10^{-4}	3.6×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.4×10^{-4}	2.7×10^{-4}	1.1×10^{-4}	3.9×10^{-2}	1.9×10^{-3}
	Hg	2.4×10^{-6}	5.2×10^{-6}	1.2×10^{-5}	9.5×10^{-6}	8.6×10^{-6}	9.1×10^{-6}	3.9×10^{-6}	1.4×10^{-5}	6.5×10^{-5}
	SS	3.40	7.50	17.80	13.6	12.20	13.70	5.60	19.70	93.50

有机、有毒挥发物在杨火盘泉水、孙家岔泉水、店塔民用井水中超标，其它监测未检出或接近标准要求。

生物污染指标（大肠杆菌、细菌总数），在各监测点均超过生活饮用水水质标准。

1.3.2 矿井、矿坑水质概况

重金属低于《工业“废水”最高允许排放浓度》（GBJ4-73）规定的标准。非金属无机有毒氰化物检出值一般在 0.006~0.007mg/L，在田河沟矿井水中高达 0.4mg/L。石油类检出值较高，田河沟、活鸡兔露天矿、马家塔露天矿为 11.6~17.2mg/L，高于工业“废水”最高允许排放浓度。COD 在杨火盘矿井检出值为 181.62mg/L，其它监测点未超

标。悬浮物在田河沟矿井为 2025mg/L, 严重超标, 其它矿井为 0-404mg/L, 均未超标。

从矿区整体来看, 矿井井下排水中, BOD 为 5mg/L, COD 为 20mg/L, Ar-OH 为 0.02mg/L, 油类为 2.0mg/L, SS 较高, 有时可达 500mg/L。由此可见, 矿井井下排水主要污染物为粉煤和悬浮物。

1.4 采矿对斜坡稳定性的作用

采矿对斜坡稳定性的不良作用不仅是由于露采形成采场和排土场及工业场地施工造成的新的人工斜坡, 还在于井、硐采矿对植被、水土流失、土地沙化的不良环境效应及对区域天然斜坡稳定性的影响。

全新世以来, 黄河中上游区外动力地质作用与更新世相比发生显著变化。由风携带黄土的沉积环境转变为风蚀环境。曾一度为风积区的库布奇和毛乌素沙漠成为风蚀区, 并不断向四周侵吞、蔓延, 对周围生态环境产生了根本性的影响。盖沙丘陵的面积不断扩大, 植被稀疏, 从原来的草原生态环境蜕变为荒漠生态景观。除上述土地沙化、水土流失愈演愈烈外, 与此为因果关系的是, 在这样长期遭受侵蚀的地区, 天然斜坡坡度陡, 沟岔比降在 10%以上, 坡角大于 25° 的斜坡占 45%, 沟谷切割深度近 100m 至 200m 以上的地段遍布全区, 随着采矿生产活动的加强, 自首采区向西北推进, 采矿斜坡坡高将不断增加, 水对斜坡的作用也不断加剧, 天然斜坡及人工斜坡稳定的机率和稳定系数都有降低的趋势。在这样的地质环境中采矿生产, 斜坡失稳是一个常碰到的干扰因素。例如准格尔黑岱沟露天矿工业区场地, 存在 10 个较大规模的黄土滑坡和蠕变体, 建矿过程始终在与滑坡灾害进行抗争。该矿储煤仓建于基岩埋深较浅的黄土斜坡边缘, 建仓后坡角发生蠕滑迹象, 预计地基处理费用近于原储煤仓整体工程计划费用。随着采矿规模加大, 煤田斜坡失稳问题愈加突出, 斜坡失稳的时空预测及其治理对策的研究和实施, 愈加成为迫切的任务。

1.4.1 岩石物理力学指标

东胜-神府煤田区岩层主体为侏罗系, 边缘地带早期煤矿准格尔矿区为石炭、二叠系。煤田地层褶曲开阔、平缓, 除层面外, 缓倾节理极少。有充填物的节理也很少见。

1. 侏罗系地层岩石物理力学指标

露天采场斜坡岩石由各种粒级的灰白、灰绿色砂岩和泥岩构成, 完整性较好, 岩石抗压强度在同类岩石中属较高者。砂岩类为 20.0~67.4MPa, 泥岩类为 25.35~47.62MPa, 煤的抗压强度为 8.4~9.38MPa (见表 1.4)。岩石的内摩擦角及内聚力较高, 是斜坡稳定的有利因素, 岩石遇水易软化又是斜坡稳定的不利因素。

2. 石炭、二叠系岩石物理力学性质指标

石炭、二叠系采场斜坡岩石的抗压强度比侏罗系斜坡岩石低。岩石单轴抗压强度: 砂岩为 2.63~9.9MPa, 泥岩为 2.4~47.8MPa, 煤为 0.0064~2.27MPa, 粘土岩为 0.062~0.8MPa。其抗剪指标, 粗砂岩节理面内聚力为 0~0.126MPa, 内摩擦角为 17.6° ~ 43.7° ; 砂岩内聚力, 节理面为 0.04~0.242MPa, 层面为 0.112MPa。内摩擦角, 层面为 47.7° , 节理面为 30.3° ~ 39.5° ; 粘土岩层面内聚力, 0~0.065MPa, 节理面为 0.014MPa。层面内摩擦角为 16° ~ 37.8° , 节理面为 26° 。煤的内聚力为 0, 内摩擦角为 31.12° 。