

资源管理

# 煤炭开采引发的地质灾害及治理

王春英<sup>1,2</sup>

(1. 地球科学与资源学院 中国地质大学, 北京 100083; 2. 山西省第三地质工程勘察院, 山西 榆次 030620)

**摘要:** 本文以沙峪煤矿为例, 论述了煤炭开采引发的地质灾害以及对矿区居民生活造成的危害。详细阐述了沙峪煤矿的地质灾害现状及地质灾害类型, 对矿区内的地面塌陷、房屋塌陷、地裂缝以及煤矸石所造成的潜在威胁进行了实地调查分析, 提出了因地制宜治理地质灾害的综合方案, 对于沙峪煤矿地质灾害治理的工程量进行了详细计算, 并依据建筑工程定额进行了预算, 指出了地质灾害治理耗资不菲、工期较长, 进一步提出地质灾害要以防为主, 治理与避让相结合的方针。

**关键词:** 地质灾害; 地面塌陷; 地裂缝; 煤矸石; 灾害治理

**中图分类号:** F407.21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-2464 (2007) 06-0064-04

## CONTROLS ON GEOLOGICAL DISASTERS INDUCED BY MINING COAL

WANG Chun-ying<sup>1,2</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Shanxi No. 3 Geological Engineering Institute, Yuci 030620, China)

**Abstract:** This paper, taking Shayu Coal Mine as a case, analyzes the geological disasters induced by mining coal which imperil nearby resident's lives, expounds the current situations and disaster types in Shayu Coal Mine, summarizes and investigates in site the surface collapse, building collapse, ground crack and coal gangue, and presents a comprehensive approach to such geological disasters. Moreover, this paper calculates the engineering quantity to manage geological disasters and attains the budget in Shayu Coal Mine, which could be long-term and expensive. So the geological disasters can be managed chiefly by prevention and be combined with measures in site.

**Key words:** geological disasters; ground collapse; ground crack; coal gangue; disaster management

分布在山西省 91 个县 (区、市) 的小煤矿绝大部分是县及县以下煤矿, 多数诞生于 20 世纪 80 年代。改革开放以来, 山西省煤矿发展迅猛, 最多时有 10 000 多座小煤矿。长期以来, 煤矿多、分散的格局和粗放落后的矿业经济增长方式给山西带来了严重后果, 资源浪费、环境污染、生态破坏, 已直接影响到煤炭工业的可持续发展以及当地居民的生存环境。

## 1 矿山环境地质问题

以沙峪煤矿为例, 沙峪煤矿矿区范围内分布着 4 个行政村, 农业人口 2 000 余人。矿区内沟谷发育, 地形破碎, 土地较贫瘠, 受采煤的影响, 使原本脆弱的生态环境日趋恶化。土地退化、荒芜、房屋裂缝、

水源干枯等环境地质问题日益突出, 居民的基本生存条件受到严重威胁。煤炭的大规模开采造成了对矿山环境的较大破坏, 采空塌陷、地面裂缝、区域地下水位下降、煤矸石堆放、矿坑排水等一系列地质灾害和地质环境问题相继发生和出现。

沙峪煤矿是一个具有 34 年开采历史的集体矿山, 采掘生产机械化程度中等, 回采率达 65%, 累计原煤产量 110 万 t, 采动面积约 2.6 km<sup>2</sup>。采煤活动对矿山地质环境的破坏和影响, 主要包括以下几个方面。

### 1.1 地下水位下降

据调查, 沙峪煤矿现采 2<sup>#</sup>煤, 矿坑排水主要来自其顶板 (多层) 砂岩裂隙水, 达 300 ~ 500 m<sup>3</sup>/d, 由于其集中排放, 改变了地下水运移状态, 周边地下水向井下巷道汇流, 地下水位呈下降趋势, 使煤层之上

收稿日期: 2007-10-20; 修订日期: 2007-11-20; 责任编辑: 曹荣珍。

作者简介: 王春英 (1970—) 女, 博士生, 主要从事资源产业经济、地质勘察、工程地质工作与研究。

E-mail: lytb000@163.com

含水层储水结构遭到破坏。矿区中部出露于二叠系石盒子组砂岩中的1眼天然泉以及各村中8处水井,浅层均先后干枯,使矿区内的村庄、居民及大小牲畜用水受到不同程度影响。而矿坑排水大多数直接排放,造成了水资源的浪费。

### 1.2 采煤引发的地面裂缝、塌陷等地质环境问题

沙峪煤矿采用长壁式采煤法,全冒落顶板管理,回采率65%以上,煤矿投产34年来,采动面积达2.6 km<sup>2</sup>,因井田地处低—中山区,地表大面积黄土覆盖,松散层厚度30~70 m。据实地调查,在采空影响范围内发现地裂缝20余处,矿区内部分民居于1997年末开始出现地裂缝(图1),地裂缝宽度1.5~2 cm,最大降幅1 cm,最大宽度5 cm。农田中也可见到多条地裂缝,宽度10~20 cm,最大降幅15 cm,最大宽度38 cm。采空塌陷面积达0.1 km<sup>2</sup>,造成33.3 hm<sup>2</sup>土地破坏(图2),房屋轻微破坏51间,严重破坏32间,给当地居民的生产和生活造成极大危害。

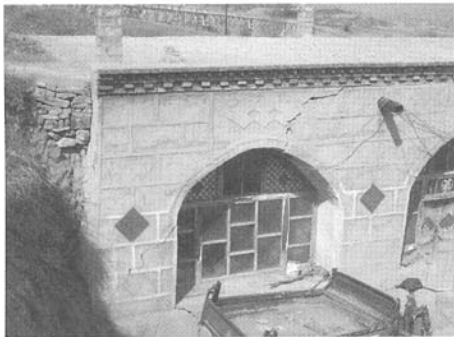


图1 采空区内的房屋裂缝



图2 采空区所造成的地面塌陷

### 1.3 煤矸石堆放的潜在危害

据相关资料,煤矸石对环境的危害主要有以下三点:

#### 1) 煤矸石自燃对环境的污染

据统计,我国大约有1/3的矸石山发生过自燃,放出大量的SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、CO、CO<sub>2</sub>和氮氧化物等有害气体并伴有大量烟尘(图3),对矿区环境造成严重污染<sup>[1]</sup>;



图3 矸石堆

#### 2) 煤矸石对水体和土壤的污染

煤矸石经雨水淋溶进入水域或渗入土壤,会影响水体和土壤,并被植物根部所吸收,影响农作物的生长,造成农业减产,同时,还会通过食物链进入人体,危及人类健康<sup>[2]</sup>;

#### 3) 矸石山造成的滑坡和泥石流

矸石山堆积过高,坡度过大,就容易造成滑坡;由于降雨等作用使得矸石山的含水量达到饱和状态时便可能形成泥石流。

沙峪煤矿现有废石堆放场2处,分别堆放于主井口西侧的山坡和风井附近的沟谷中,堆放量分别为8万m<sup>3</sup>、12万m<sup>3</sup>,形成了约38°的松散边坡。高度分别达12~20 m、8~10 m。废石堆放既压占土地,破坏植被,又存在引发相关地质灾害的隐患。主井口附近的废石堆距东-夏公路仅10~15 m,在极端暴雨条件下极可能形成滑坡,严重威胁过往车辆、行人安全。风井附近废石堆距风井约10 m,在极端暴雨条件下极可能形成泥石流,从而对风井造成毁坏,给煤矿安全生产带来极大隐患。废石露天堆放,在降水淋滤下还会造成地下水的污染。

## 2 治理与恢复方案

### 2.1 避让搬迁

由于煤矿的多年开采,采空塌陷面积达0.1 km<sup>2</sup>,造成村民房屋不同程度的破坏,目前塌陷还在不断扩大。村庄地下浅层水疏干,人畜吃水困难,对村民生命财产均造成威胁,需采取部分避让搬迁方式进行治理。选取的新村址范围内地形地貌较好,有一定量的地下水资源,可基本满足当地人畜用水。耕地、植被情况较好,水土流失轻微,仅有挖方量较小的交通、

居住、耕作方面的人类工程活动,交通方便,无采空区、地面裂缝、地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,适宜建筑<sup>[3]</sup>。

## 2.2 采空塌陷、裂缝的治理与恢复耕地

首先清理旧村庄,用推土机推平,通过压道机、推土机和运送汽车往复压实,及时覆盖黄土。对因采空塌陷造成破坏的耕地采用人工或机械方式进行填埋(夯实)裂缝和陷坑,平整田面,因地制宜,修筑相应的田间道路及排水工程,并在各级梯田的外边缘修筑护田堤,控制水土流失,保护坝田,恢复农田的耕种功能。土地复垦后,耕作层的土壤大部分变为生土,不利于作物的生长,需要在深翻的同时,配方施肥,培肥土壤。同时,为了保持人工土壤中的水分,宜尽量在其底部回填约 0.5 m 的亚粘土或粘土,形成人工隔水层,然后再回填亚砂土。恢复耕地后种植一些抗旱性强的乡土植物。

## 2.3 煤矸石堆放场的治理

沙峪煤矿每年矸石排出量 1 万~1.5 万 t,现在较大的煤矸石堆放场 2 处,累计堆放量 20 万 m<sup>3</sup>,本次治理工程拟修筑一条煤矸石坝,并将残余煤矸石堆进行平整,表面覆盖 0.5 m 黄土,然后种草植树,尽可能减轻或消除对生存环境、生态环境的危害。

## 2.4 修建回风竖井地下储水仓,解决居民人畜用水

区内奥陶系岩溶水埋藏深,富水性不均匀,施工深井风险较大,增设井下储水仓将新施工的回风竖井井下排水作为供水水源加以利用,既避免水资源浪费,又降低了施工深井带来的风险。同时,可满足矿区居民供水。

2005 年 4 月,沙峪煤矿在草桥村闫家庄北约 600 m 的沟谷中新建回风竖井,竖井垂直深度 402 m,在 84.80-90.91 m 和 156.63-159.14 m 穿过两层砂砾石层,地下水微具承压性,松散层之下 2#煤层之上的 K10 (厚 2.62 m)、K9 (厚 6.99 m)、K8 (8.39 m) 砂岩中均含有丰富的地下水,水质良好,竖井揭露上述含水层后,排水量较为稳定,枯水季节 450 m<sup>3</sup>/d,雨季过后 600 m<sup>3</sup>/d。为使矿区村民吃上卫生方便的自来水,可在回风竖井井底修建井下主、付储水仓各 1 个,配套建设井下泵房及管道仓,用于储存上述含水层中的地下水,并配套建设井上蓄水池、铺设供水管道,解决蔺家庄、曹家庄、闫家庄、韩家庄 4 个村的人畜用水。

# 3 治理工程工程量

## 3.1 农田整治与恢复

对已破坏的 60 hm<sup>2</sup> 农田进行整治与恢复,复垦工程程序及标准为:

- ①将田面阳土剥离集中堆放一边;
- ②农田内塌陷、裂缝填平、夯实;
- ③田面平整,田面平整为梯田形式,梯田单级高

差宜根据地形变化而定,一般控制在 2~5m 之间,各级梯田田面基本保持水平,并向内侧略有倾斜。

④因地制宜,修筑相应的田间道路及排水工程;

⑤在各级梯田的外边缘修筑护田堤,控制水土流失,保护坝田;

⑥地表覆盖阳土,厚度 0.5 m 以上,并适度压实,覆盖土壤 PH 值为 7~8.5<sup>[3]</sup>。

根据沙峪煤矿农田整治区的地形情况粗略计算,达到上述标准共应动用土方量约 497 610 m<sup>3</sup>,工程量见表 1。

表 1 农田整治与恢复工程量

序号	工程名称	数量 hm <sup>2</sup>
1	土地治理工程	60
2	地表阳土剥离堆放	7 999.80
3	田面整平、塌陷、裂缝填平、夯实	4 414.20
4	田间道路土方工程	270
5	护田堤土方工程	390
6	地表阳土覆盖	20 100
总 计		33 174

## 3.2 煤矸石的整治

采用浆砌石修筑一条煤矸石坝,坝长 205 m,高 6 m,顶宽 1 m,底宽 2.85 m,外侧坡角约 72°,基础底宽 4.9 m,顶宽 3.65 m,内外侧坡度均为 72°,深 2 m,砌筑石方 4 120.5 m<sup>3</sup>。

在煤矸石坝下部预留三排排水孔,最下一排位于坝体底部,每两排排水孔之间的垂向距离为 1 m,每两个排水孔之间的水平距离为 1.5 m,三排排水孔呈“梅花形”布置,基础开挖动用土石方 2 173 m<sup>3</sup>。

将残余煤矸石表面整平、压实,覆盖厚约 0.5 m 黄土,然后进行种草、植树,预计土方工程 5 000 m<sup>3</sup>,树苗 10 000 株。

## 3.3 回风竖井井底储水仓及供水配套

### 3.3.1 回风竖井井底储水仓

区内奥陶系岩溶水埋藏深,富水性不均匀,施工深井风险较大,增设井下储水仓将新施工的回风竖井井下排水作为供水水源加以利用,既避免水资源浪费,又降低了施工深井带来的风险。同时,可满足矿区居民供水。

回风竖井井下储水仓的井下平面布置由煤矿实施,必须做到既保证井下排水(来自煤层之上含水层)不受采煤的污染,又不影响煤矿正常生产。

本工程设井下主、付储水仓各 1 个,配套建设中央水泵房,管道仓和水泵房绕道仓。主、付储水仓及中央水泵房、管道仓、水泵房绕道仓的断面形态均为门洞形(下部为矩形,上部为拱形)。主、付储水仓长

分别为113.8 m和52.3 m，横断面下部矩形宽3.6 m、高1.8 m，上部拱形半径为1.951 m，拱高1.2 m（图3）；中央水泵房长17 m，下部矩形宽4 m，高1.8 m，上部拱形半径为2.168 m，高1.2 m；管道仓和水泵房绕道仓长分别为22.6 m、33.6 m，下部矩形宽为2.5 m，高1.7 m，上部拱形半径为1.355 m，拱高0.8 m。以上工程均采用机械挖掘成仓，仓壁喷厚200 mm的混凝土仓壁，工程量见表2。

表2 回风竖井井下储水仓等工程量

序号	单项或分项工程名称	挖掘工程量			喷射工程量	
		长 /m	断面 /m <sup>2</sup>	方量 /m <sup>3</sup>	仓壁厚 /cm	方量 /m <sup>3</sup>
1	主水仓	113.8	14.48	1 648	20	234.43
2	付水仓	52.3	14.48	757	20	107.74
3	中央水泵房	17	14.59	248	20	37.40
4	水泵房绕道仓	33.6	7.7	259	20	36.96
5	管道仓	22.6	7.7	174	20	24.86
合计				3 086		441.39

3.3.2 供水配套工程

- ①配套深井泵1台（扬程400~500 m），地面多级泵2台（扬程150 m）。
- ②配套4寸供水管道4 200 m。
- ③修筑井口蓄水池1个，高位蓄水池3个，容积分别为800 m<sup>3</sup>和400 m<sup>3</sup>。
- ④配置150 KW专用变压器一台。

4 工程经费预算与工期

4.1 工程经费预算和工期

根据上述工程量，沙峪煤矿矿山环境整治与恢复工程共需经费479.44万元<sup>[4]</sup>（表3）。沙峪煤矿矿山环境整治与恢复工程工期共需1年。

表3 沙峪煤矿矿山环境整治与恢复工程经费预算

序号	工程名称	费用（万元）
1	煤矸石护坝工程	90.26
2	修筑煤矸石坝基础开挖、 回填动用土石工程	0.65
3	土地整治恢复工程	170.28
4	回风竖井井底水仓	75.61
5	供水配套工程	126.90
6	项目前期工作费	15.74
合 计		479.44

5 地质灾害的预防

综上所述，煤炭开采所引发的地质灾害直接危害了矿区居民的生命和财产的安全，地质灾害的产生和延续，使人们无法安居乐业，治理灾害的工程量巨大，耗资不菲，工期较长。在煤炭开采之前对可能引发的地质灾害进行预测是十分重要的环节，对于有可能产生的灾害应遵循“以防为主，避让和治理相结合”的方针<sup>[5]</sup>。在煤炭开采过程中，对于可能产生地面塌陷及地裂缝等地质灾害的煤矿，可采取特殊的开采方法和顶板管理措施，以防止或减少地面塌陷地地裂缝等地质灾害的产生，对塌陷的地表随时进行综合治理，以恢复和进一步改善矿区环境质量，使治理后的环境比原有环境质量更好。

近年来，我国矿山环境保护法不断完善，煤炭开采技术日益进步，由于煤炭开采而引发的地质灾害将会逐渐减少，随着科技的进步，煤矸石亦可完全利用为充填开采或可再生资源，减少污染，促进资源与环境的可持续发展。

参考文献

[1] 江洪清. 煤矸石对环境的危害及其综合治理与利用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2003(3): 43-46

[2] 马超. 煤矸石的排放对生态环境影响的分析[J]. 煤矿环境保护, 2000(6): 71-73

[3] 顾宝和, 高大钟, 朱小林, 等. 岩土工程勘察规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001

[4] 建设部综合勘察设计院. 建设工程费用定额[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005

[5] 卓万生. 安溪县地质构造发展史研究[J]. 资源与产业, 2007, 9(3): 95-97