

## 章丘市采煤区地质环境问题及恢复治理

刘小平,赵有美

(山东省地矿工程勘察院,山东 济南 250014)

**摘要:**煤炭是章丘市的主要矿产资源,分布于章丘市中、西部地区,煤炭地质储量1.67亿t,可采储量0.43亿t,年生产能力200万t左右,开采方式为地下开采。针对章丘市采煤区不同的地质环境问题,提出了相应的治理措施,对采空塌陷区土地进行综合治理,对固体废弃物和矿井排水进行资源化利用。上述措施和方法的推广,既节约了大量土地,又改善了矿区环境质量,取得了良好的社会、经济、环境效益。

**关键词:**采煤区;地质环境问题;恢复治理;山东章丘

**中图分类号:**TD88

**文献标识码:**A

章丘市位于山东省中部,隶属济南市辖区,煤是章丘市最主要的矿产,主要分布于章丘市中、西部地区,截至2007年底,有李福、圣井、玉山、埠村、绣惠、官庄、鑫岳、华明、东风、青野、明水等17处中小型矿山。近年来随着社会经济的发展,煤炭资源的需求量及开采量越来越大,由此产生了一系列的矿山环境问题。章丘市各煤矿企业进行了矿山地质环境问题调查和恢复治理研究,为改善章丘市采煤区地质环境和生态系统奠定了基础<sup>[1]</sup>。

## 1 自然地理及地质环境条件

### 1.1 自然地理

章丘市属暖温带大陆性季风气候区,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。多年平均气温12.9℃,最高气温41.1℃(1960年6月21日),最低气温-26.8℃(1985年12月8日),年温差平均30℃左右。多年平均降水量691.8mm(1975—2007年),最大降水量992.8mm(2004年),最小降水量309.63mm(1989年),降雨量主要集中在7—9月份,约占全年降水量的70%。区内地表水由南向北径流,属小清河水系,主要河流有巨野河、西巴漏河,属季节性河流。

章丘采煤区位于丘陵与山前冲积平原的接壤地带,地形总体南高北低。丘陵区地面标高203~285m,地形坡度 $15 \times 10^{-3}$ ;山前冲积平原区地面标高

60~100m,地形坡度 $5.7 \times 10^{-3}$ 。

### 1.2 地质环境条件

章丘市地处泰山断块凸起的西北缘,在总体上是一个以古生代地层为主体的北倾斜构造,构造形迹以断裂构造为主,局部发育褶皱构造。断裂构造以张扭性的正断层为主,展布方向为NW,NE和近SN向,以前者为主,倾向相向或相背,构成若干地堑和地垒。主要断裂有禹王山断裂、文祖断裂等,禹王山断裂以西官庄、文祖、埠村一带构造较简单,含煤岩系保存较好。

区内地层属华北地层区鲁西地层分区泰安地层小区。主要发育寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、第四系(图1)。寒武系岩性为灰岩、白云岩、页岩等;奥陶系岩性为厚层微细晶灰岩、白云岩等;石炭系岩性为粉砂岩、细砂岩、泥岩、石灰岩、煤层等;二叠系岩性为杂色粘土岩、泥岩、粉砂岩等;侏罗系岩性为紫红色泥岩、石灰质砾岩等;白垩系岩性为晶屑凝灰岩、玄武安山岩、熔结碎屑岩、粗安岩夹火山碎屑岩等;地表为第四系,岩性为粉质粘土、砂砾等。章丘市采煤区主采煤层赋存于石炭—二叠系山西组和太原组。

章丘市采煤区含水层主要有4类:第四系松散孔隙含水层、煤系以上碎屑岩裂隙含水层、煤系中的石

\* 收稿日期:2010-11-08;修订日期:2010-12-08;编辑:曹丽丽

作者简介:刘小平(1975—),女,山东宁津人,工程师,主要从事水文、工程、环境地质勘查评价工作;E-mail:lxp2010118@163.com。

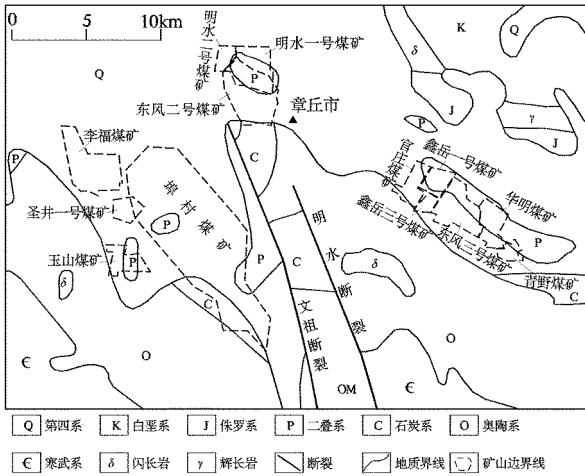


图 1 章丘采煤区地质略图

灰岩及砂岩含水层、煤系基底碳酸盐岩岩溶裂隙含水层。主要补给来源为大气降水,地下水流向与地层倾向基本一致,由南向北径流,以泉水、工农业开采、采煤业矿坑排水等形式排泄。

章丘市采煤区工程地质分区可分为 2 大区,南部灰岩裸露区以较坚硬的中厚层—厚层状灰岩岩组为主,北部第四系出露区上部为砂性土多层结构,中部为坚硬、较坚硬的薄层状页岩砂岩夹灰岩岩组,下部为坚硬的中厚—厚层状灰岩岩组。可采煤层顶、底板为稳定—较稳定的较坚硬的砂岩、砂质页岩、泥岩等。

## 2 矿山地质环境问题

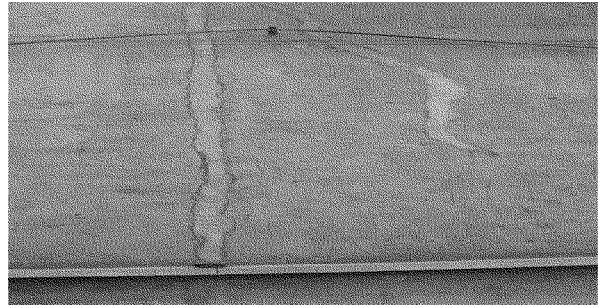
章丘市采煤区主要矿山地质环境问题有采空塌陷及伴生地裂隙、房屋开裂、煤矸石堆积、地下水和土壤污染等。主采煤层赋存于石炭—二叠纪山西组和太原组,山西组含煤 4 层、太原组含煤 11 层,均为薄煤层,可采煤层总厚度平均约 3.5 m,开采深度为 50 ~ 800 m。截至 2007 年底,已有采空区约 900 万 m<sup>2</sup>,其中部分为古空区,已充水,年增采空区 40 万 ~ 50 万 m<sup>2</sup>;煤矸石总存量约 1 000 万 t,年产煤矸石 40 万 t 左右;年排放污水 300 万 m<sup>3</sup> 左右。

### 2.1 采空塌陷及伴生地裂隙、房屋开裂

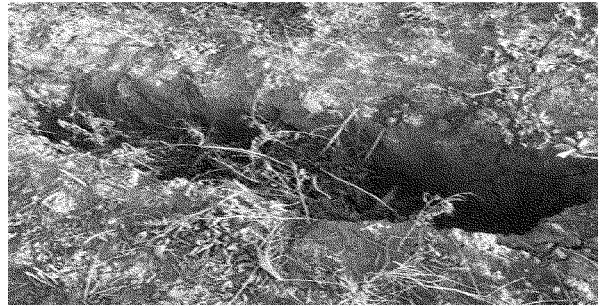
通过调查发现,采空塌陷坑出现在村庄附近时导致村庄内的房屋开裂(照片 1),伴生地裂隙(照片 2)一般宽 30 ~ 50 cm,最宽可达 80 ~ 100 cm,深一般 0 ~ 2 m,地裂缝大多出现在农田内,农种期间影响农业灌溉和施肥。

### 2.2 煤矸石堆积

煤矸石堆积产生的环境问题:一是侵占土地资源

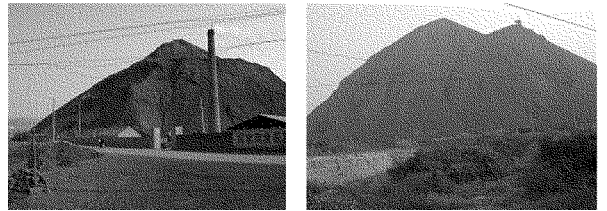


照片 1 采煤塌陷引起的民房裂缝



照片 2 采煤塌陷引起的地裂缝

(照片 3),破坏地质地貌景观;二是诱发矸塌、爆炸等危险,若自燃的煤矸石山遇到雨水渗入,受热后急剧膨胀,可引发爆炸。



照片 3 采煤区内矸石山

### 2.3 地下水和土壤污染

#### 2.3.1 地下水污染

根据前期资料研究成果可知,煤矿未开发前,矿区地下水水质良好,矿山开采后,由于矿区污水入渗补给地下水,使地下水遭受污染。以采煤区内西麻湾水厂为例,采煤区内地下水矿化度、全硬度、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 等含量呈逐年增高趋势(图 2):1978 年 12 月水质分析结果为 459 mg/L, 373.1 mg/L, 160.90 mg/L, 5.20 mg/L, 10.36 mg/L;2007 年 12 月水质分析结果为 662 mg/L, 440.4 mg/L, 176.8 mg/L, 30.1 mg/L, 12.8 mg/L。分别增高了 1.44 倍、1.18 倍、1.10 倍、2.91 倍、2.46 倍。

#### 2.3.2 土壤污染

从 2006—2007 年部分煤矿的土壤分析结果(表 1)来看,土壤分析结果与土壤环境质量标准值比较,

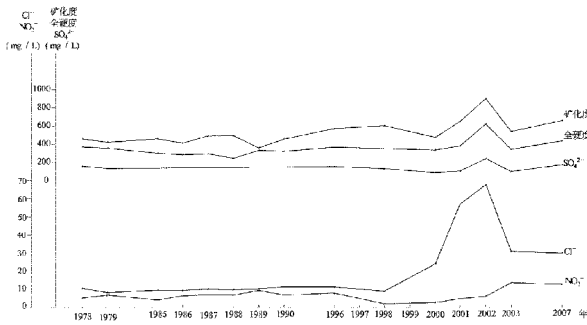


图 2 章丘市西麻湾泉水厂历年水质变化曲线图

采煤区土壤主要污染元素为硫酸盐和硝酸盐。

表 1 土壤分析结果与土壤环境质量标准值比较 (mg/L)

比较项目	汞	砷	铅	硫酸盐	硝酸盐	pH 值
土壤环境质量标准值	1.0	25	350	≤250	≤20	6.5~8.5
土壤分析结果	0.01~0.21	0.25~5.63	0.25~13.2	257.47~785.33	25.34~32.76	7.47~8.2

### 3 矿山地质环境的恢复治理

#### 3.1 采空塌陷区的治理

章丘市采煤区地形属于丘陵向山前平原过渡地带,地形本身就有一定的坡度,且第四系水位埋藏较深,地面下沉不会形成积水,经过综合治理后,农田可以恢复耕种<sup>[2]</sup>。

##### 3.1.1 就地整平

在塌陷深度小于 1 m 的山前平原区域,采用就地整平的方法进行治理。利用推耙机和拖式铲运机把沉降后地势较高处的土层拖运至地势低洼处进行回填<sup>[3]</sup>,此种方式投资少、操作简单、效率高、成本低。

##### 3.1.2 充填复垦

在塌陷或伴生裂缝深度大于 1 m 的山前平原区域,采用煤矸石充填复垦的方法进行治理。一般采取全厚充填的方式,先将塌陷区的表土剥离堆积,然后充填矸石至原标高以下 0.5 m 高度,经机械压实后,再铺覆粘土层,以起隔绝作用,最后覆表土至原标高。

##### 3.1.3 修建梯田

在丘陵区,地表塌陷后,可依据地势高低情况修整成梯田,将梯田边缘修整为略向内倾的田坎,以拦水保墒,避免水土流失。梯田施工设计主要包括表土处理、平整底土和田坎修筑等几个环节。施工顺序是:表土处理—平整底土—田坎修筑—回填表土。

##### 3.1.4 生物复垦

因煤矸石和粉煤灰中含有较多的有毒元素,待坑

山闭坑后,对煤矸石、粉煤灰及储煤场堆积场地,采用林木种植的生物复垦方法进行治理,待其含量低于国家农业用地土壤有毒元素含量标准后,再进行农业种植。

#### 3.2 固体废弃物的利用

章丘市采煤业产生的固体废弃物主要是煤矸石,煤矸石的堆放既破坏了地质地貌景观、占用大量土地资源,又污染环境<sup>[4]</sup>。现国内、外对煤矸石的处理,主要是用来做矸石砖、水泥配料、充填塌陷坑等。

##### 3.2.1 生产煤矸石砖

章丘市人口密集,人均土地占有量较少,以前利用粘土烧砖,破坏了土地资源,现利用煤矸石来代替粘土烧制矸石砖,既节约了土地资源,又减少了矸石堆积占地。烧砖时利用煤矸石本身的可燃物,还可以节约煤炭<sup>[5]</sup>。据统计,章丘市近年来建煤矸石砖窑厂 10 余家,年利用煤矸石量 30 余万吨。

##### 3.2.2 作水泥配料

煤矸石可以部分或全部代替粘土组分生产普通水泥。自燃或人工燃烧过的煤矸石,具有一定活性,可作为水泥的活性混合材料,生产普通硅酸盐水泥(掺量小于 20%)、火山灰质水泥(掺量 20%~50%)和少熟料水泥(掺量大于 50%)。章丘市矿区煤矸石中常见的矿物主要有高岭石、石英、长石和黄铁矿等矿物,可烧制出符合要求的水泥配料。

##### 3.2.3 充填塌陷坑或冲沟

对区内采煤塌陷形成的地面塌陷坑,采用煤矸石进行回填复垦,复垦面积上千亩。仅圣井一号煤矿与危山风景管委会合作,将矸石用于充填危山荒漠冲沟,就造田千余亩,不仅增加了当地的农田种植面积,而且为当地创造了良好的经济效益。

#### 3.3 污水资源化利用

##### 3.3.1 污水水质现状

章丘市各煤矿矿井排水主要是矿坑排水。矿坑水排至地面,有的污染地表水,有的通过入渗补给地下水,污染地下水和土壤,导致矿山地质环境变差。从 2006 年至 2007 年部分煤矿的矿坑水水质分析结果(表 2)来看,超过地下水质量标准(GB/T14848-93)Ⅲ类水标准的主要是全硬度、矿化度、硫酸盐、硝酸盐;超过Ⅳ、Ⅴ类水标准的主要是全硬度、硫酸盐、硝酸盐;超过农田灌溉水质标准(GB5084-2005)的主要是矿化度;未发现超过污水综合排放标准

(GB8978 - 1996) 的指标。

表 2 矿坑水水质与地下水质量标准Ⅲ类水比较 (mg/L)

地下水质量标准	全硬度	矿化度	硫酸盐	硝酸盐	氯化物	pH 值
Ⅲ类水(标准)	≤450	≤1000	≤250	≤20	≤250	
Ⅳ类水(标准)	≤550	≤2000	≤350	≤30	≤350	5.5~6.5 8.5~9
Ⅴ类水(标准)	>550	>2000	>350	>30	>350	<5.5 >9
农田灌溉水质标准	≤1000				≤250	5.5~8.5
矿坑水水质 分析结果	479.94~ 977.43	721.31~ 1379.98	257.47~ 785.33	25.34~ 32.76	17.19~ 239.13	7.47~ 8.2

### 3.3.2 污水的综合利用

(1) 在井下建设蓄水池, 截流地下水, 直接用于井下防尘和井下消防。

(2) 对部分煤矿矿坑水未超过农田灌溉水质标准(GB5084 - 2005) 的, 可直接用于农田灌溉。

(3) 对超标的矿坑排水, 进行达标处理后, 可用于矿山企业生活区绿化用水, 也可用于喷撒矸石山, 防止矸石山自燃或防止扬尘。

## 4 结语

章丘市煤矿开发产生了采空塌陷及伴生地裂缝、

房屋开裂、矸石堆积、地下水和土壤污染等一系列的环境地质问题, 针对不同的问题, 应采取不同的方法和措施。对采空塌陷区易采用就地整平、修建梯田、生物复垦等综合工程措施, 达到恢复土地的功能; 对固体废弃物, 应积极推广新技术、新方法进行综合利用, 化害为利, 变废为宝; 对矿区污水, 应根据污染情况进行综合利用, 以达到节约水资源, 改善矿区水环境质量的目的是。

## 参考文献:

- [1] 武强, 刘伏昌, 李铎. 矿山环境研究理论与实践[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [2] 万继涛, 李元仲, 杨蕊英, 等. 山东省枣庄市矿山环境地质问题及恢复治理[J]. 地质灾害与环境保护, 2004, 15(3): 26 - 30.
- [3] 卢全生, 张文新. 煤矿塌陷区土地复垦模式[J]. 中州煤炭, 2002, (4): 17 - 18.
- [4] 宋书巧, 周永章. 矿业废弃地及其生态恢复与重建[J]. 矿产保护与利用, 2001, 10(5): 43 - 49.
- [5] 张莉, 宋瑞潭. 浅谈煤矸石综合利用与生态环境[J]. 山西能源与节能, 2001, (4): 34 - 35.

# Environmental and Geological Problems and Restoration Management of Coal - mining Areas in Zhangqiu City of Shandong Province

LIU Xiaoping, ZHAO Youmei

(Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Coal is the main mineral resources in Zhangqiu city. Coal reserve is 1.67 million tons, recoverable reserve is 0.43 million tons, and the annual production capacity is 200 million tons. Its mining method is underground mining. Through the survey on geological environment of coal mining areas in Zhangqiu city, and pointing to different geological environment problems, relative management countermeasures are put forward. Land in coal exhausted areas and collapse areas has been managed comprehensively, solid waste and coal mine drainage have been utilized. The promotion of these measures and methods can not only save a lot of land, but also can improve the environment quality in mining areas, and has achieved good social, economic and environmental benefits.

**Key words:** Coal - mining areas; environmental and geological problems; restoration and management; Zhangqiu city