

文章编号: 1001-1986(2002)01-0039-04

# 煤矿区可持续发展中的环境问题与对策

贾希荣, 李林涛, 宁建宏, 顾广明, 李云朝 (煤炭科学研究院西安分院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 煤炭作为一种不可再生资源, 长期的开发活动已经引起了与我国国民经济可持续发展不协调的诸多环境问题, 并且这些问题也已成为影响我国社会、经济和区域环境发展的综合性制约因素。因此有必要从煤矿区可持续发展角度, 系统地认识和分析各环境要素间的制约与联系, 采取系统性、持续性的环境保护对策, 使煤矿区环境得到持续性改善。

**关键词:** 煤矿; 环境影响; 对策

中图分类号: X45 文献标识码: A

## 1 煤炭开发面临的主要环境问题

煤炭作为我国主要能源资源, 一方面强有力地推动了国民经济发展, 且在本世纪中叶前亦一如既往; 另一方面, 长期的煤炭开发活动已经引起与国民经济可持续发展不协调的环境问题, 并且这些问题已不再是单一的环境要素问题, 而成为影响我国社会、经济和区域生态环境发展的综合性制约因素的

系统问题。从可持续发展观点看, 忽视某一环境要素的系统性, 终将导致煤矿区的社会、经济和环境三者的不协调。当前煤炭开发面临的主要环境问题如下。

### 1.1 煤炭开发中资源的浪费和破坏

煤炭是不可再生资源, 在今后较长一段时期内应使煤炭资源的衰竭速率小于或等于替代资源增长的速度。但就目前煤炭开发状况, 煤炭资源探明程度和矿井采出率低一直是各类煤矿普遍存在的问题,

收稿日期: 1999-10-26

作者简介: 贾希荣 (1954-), 男, 陕西西安人, 煤科总院西安分院高级工程师, 从事煤田地质与环境地质工作。

b. 单斜半封闭储水构造与伴有的烧变岩底板褶曲特征, 制约了烧变岩水的富集部位和地段

c. 烧变岩地下水接受外来水源补给的条件及排泄基准面的高低是烧变岩富水程度的决定因素

上述研究表明, 本矿井充水水源位于顶板上部, 埋藏较浅, 地下水储存量较小, 且补给量有限, 富水性不均匀, 因而在活鸡兔矿井采用了地面钻孔排水方法防治矿井水, 其效果显著。总共打了 13 个泄水孔, 其中 3 个无水或基本无水。5 个多月的疏放水表明, 各排水孔的初始水量较大, 随后逐渐减弱, 目前仅 4 个孔有水, 总计  $39 \text{ m}^3/\text{h}$ , 这个量基本为外来补

给量。这些疏排水部分输入了矿区供水系统, 利用率达 70%, 因而发挥了综合效益。

必须指出, 神府矿区及榆神矿区处于半干旱区, 烧变岩水也是具有开发前景的重要水资源之一。据统计, 上述两矿区内烧变岩出露的单泉流量大于  $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的 2 个,  $10^4 \sim 3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的 3 个,  $0.3 \times 10^4 \sim 0.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的 2 个。在这些烧变岩富水区周边第四系松散层潜水不断补给, 因而可以成为良好的开发水源。由于水源地具有完整单元性, 易于分区管理。矿区开发和矿井建设规划应对该水源利用统筹考虑。

## Hydrogeological characteristics of burnt rock in Huojitu Mine, Shenfu Mining Area

NIU Jian-guo (No. 185 Team, Shaanxi Bureau of Coal Geology, Yulin 719000, China)

**Abstract** The coal seam roof of Huojitu Mine is the burnt rock, which is the water impregnated aquifer, is dangerous to mine safety. The burnt rock distributed widely. The regularities of fracture development are vertically apparent, for example, the fractures decrease upwards. The water abundance of the rock is controlled not only by structures, geographic and surface features, but also controlled by the recharge condition from other aquifer. The water quality of the rock can meet the drinking water standards of the state. Therefore, the water control combining dewatering and water supply is the effective way.

**Key words** burnt rock; hydrogeological conditions; Huojitu Mine

表 1 煤炭开发前后王道恒塔站洪水沙量对比

开发状况	时间	洪量 万 m <sup>3</sup>	沙量 万 t	次洪平均含沙量 kg·m <sup>-3</sup>
开发前	1967. 8	2480	657	265
	1968. 8	2709	59	22
	1971. 8	2462	2028	824
	1977. 8	2333	639	274
开发后	1989. 1	2320	2604	1138

这必然引起煤炭开发中资源的严重浪费和破坏。根据地矿部地发 [1990]86号文公布的抽样调查,原国有重点煤矿、地方国有煤矿、乡镇煤矿的矿井采出率分别为 50%、30% 和低于 10%,若按此采出率计算,扣除采边角煤,每生产 13亿 t原煤,全国要浪费 40多亿 t煤炭资源。据统计,乡镇煤矿乱采、滥挖,破坏采区 949个,破坏可采储量 28亿 t。此外,截止 1994年,全国“三下”压煤量已达 122亿 t,将给一批矿井生产带来困难,乃致提前报废。

## 1.2 土地资源的破坏与占用

我国煤炭生产以井工开采为主,露天生产次之。据统计,井工矿平均每采万吨原煤,地表塌陷面积约为 0.2 ha,全国累计地表塌陷面积已达 40万 ha;露天开采平均开采万吨原煤破坏土地为 0.22 ha,其中挖掘破坏 0.12 ha,外排占地 0.1 ha,估计露天开采每年破坏土地面积约为 2 200 ha;井工生产矸石排入占地亦相当惊人,全国目前已达 1.2万 ha。据预测,2010年全国因采煤引起的各类土地破坏和占用面积将达 79万 ha。

## 1.3 水资源的破坏和污染

在煤炭开采过程中,地下水系统被人为强制性改变,一些可开发的地下水源不复存在,大部分矿井水没有被处理而排放,引起地表环境的污染。我国煤矿区水资源普遍缺乏,有 71% 的煤矿缺水,40% 的煤矿严重缺水,80% 以上的煤矿职工饮用不洁水。与此相应煤炭开采对地下水资源的破坏却相当惊人,当前全国煤矿外排矿井水达 22亿 t,选煤水 0.28亿 t,其它工业废水 0.3亿 t,生活污水 4亿 t;北方矿区平均吨煤破坏地下水资源约 10 m<sup>3</sup>,生态环境脆弱的中西部矿区,因采煤疏干排水导致地下水位下降,土地沙漠化进一步加剧。

随着煤炭企业的转制和国企重组,三产企业及非煤产业将进一步加大,可预见煤炭洗选、加工等废水,将会以 1%~2% 速率增长,这些含有大量悬浮物和有毒有害元素的污水不仅污染地表水,并可导致水生物死亡和诱发人体各种疾病。

## 1.4 固体废物污染

煤矸石是煤炭开采过程中排出的主要固体废

物。据统计,全国累计堆放煤矸石 30亿余 t,1 200多座矸石山中有 125座矸石山自燃,并排放大量烟尘与 SO<sub>2</sub>、CO、H<sub>2</sub>S 等有害气体。煤矸石排放不仅占用大量土地,其扬尘、自燃、淋溶对大气、地下水和土壤造成污染。预计煤矸石将以每年 2亿 t 左右速度增加。

## 1.5 水土流失

我国是世界上水土流失最严重的国家之一。煤炭开发可使煤矿区生态环境恶化,水土流失进一步加剧。在 45万 km<sup>2</sup>的晋陕蒙接壤区,已经破坏植被面积 170 km<sup>2</sup>,并形成大量裸露面及不稳定坡面。以神府东胜矿区为例,矿区开发前后乌兰木伦河水与相同年份相比,含沙量明显增加(表 1)。

## 1.6 废气污染

煤矿区大气污染主要来自矿井排风、瓦斯排放、矿区工业锅炉和民用炉灶燃煤以及矸石山自燃等。全国煤炭系统排入大气中的废气估计每年 1 700亿 m<sup>3</sup>,其中瓦斯每年约 60亿 m<sup>3</sup>、烟尘年排放量大于 3亿 t、SO<sub>2</sub> 3.2亿 t 左右。同时煤炭贮、装、运过程中产生的粉尘,亦不可小视。

应该指出的是我国煤矿通风排放的瓦斯气,占世界同类瓦斯排放总量的 1/4~1/3,对区域乃至全球大气环境都有一定影响。随着我国煤层气开发,矿井瓦斯抽放由“安全型”转向“利用型”以及煤电一体化和生活燃气的推广,预计煤炭生产对大气的不利影响将逐渐减少。

## 2 煤矿区环境保护对策

### 2.1 煤矿区环境保护系统观

环境被视为当今与未来社会的基本资源,可持续发展就是国际社会对保护这种基本资源的承诺。煤矿区作为环境的一个组成,必须走可持续发展的道路。煤矿区可持续发展结构如图 1 与煤矿区可持续发展相应的环境保护工作也应从系统工程的观点出发,充分认识和分析各环境要素间的制约与联系,开展系统性、持续性的环境保护工作,使煤矿区环境得到持续性改善。

### 2.2 标准化矿区与清洁生产

为加大外向型煤矿区的建设,适应国内外煤炭市场的变革,与国际煤炭市场接轨,应积极加快各重点、大型煤炭骨干企业的 ISO14000 标准认证工作,为煤炭走出国门铺平道路。

清洁生产涵盖煤炭工业采、贮、运和深加工的全过程,重点在“采”。在总体规划中,就必须对煤炭资源保护、洁净生产、采煤工艺、井下瓦斯抽放与利用

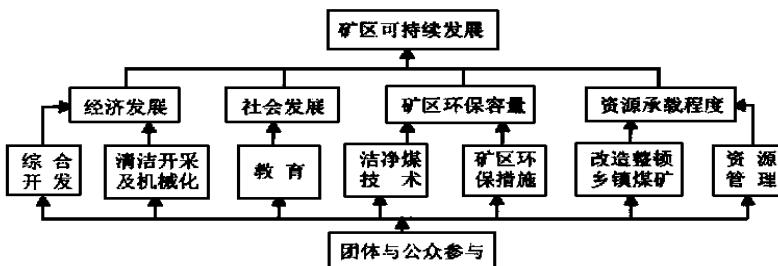


图 1 矿区可持续发展系统结构

等作出优选设计,提高块煤率、矿井水分类排放率与水循环率,并做好矸石井下处理、改革支护技术、降低立坑木消耗等项工作。

### 2.3 煤矿区生态环境保护对策

### 2.3.1 复垦采煤塌陷土地

目前我国的塌陷土地治理技术主要有以下几种。

## 2.3.1.1 疏干法

采用合理的排水措施,排干积水,进行必要的地表整修,使塌陷地恢复利用。该技术多用于潜水位不太高,地表下沉不大的塌陷地区,一般工程量小、投资少、见效快,也不改变土地原用途。

### 2.3.1.2 挖深垫浅法

该技术是将塌陷较深区挖掘加深,形成水(鱼)塘,取出的土方充填塌陷较浅区,使之形成可耕地。此法实施,关键在于水质是否适宜水产养殖。由于该方法操作简单,经济效益高,生态效益显著,多被采用。如淮北矿务局沈庄煤矿、皖北矿务局刘桥一矿、平顶山矿务局八矿、徐州矿务局张小楼及大黄庄矿等,均采用了这一方法。

### 2.3.1.3 充填复垦法

利用矿区煤矸石、粉煤灰、露天矿排放的剥离物、垃圾和江河污泥充填采煤塌陷区，恢复农耕环境，谓之为充填复垦。如抚顺露天矿、淮北岱河、朔里、淮北相城。这种方法既解决了塌陷地复垦，又解决了矿山固体废物的处理，因此经济效益颇佳。

## 2.3.1.4 直接利用法

对于大面积塌陷地,特别是大面积积水或积水很深的水域,以及未稳定塌陷地或暂难复垦的塌陷地,常根据塌陷地现状因地制宜地直接加以利用,如网箱养鱼、养鸭、种植浅水藕或耐湿作物等。在华东及华北部分地区应用这种方法较多。

### 2.3.1.5 修整法

在浅水位塌陷地,地表无积水,可采用平整土地、改造成梯田等修整法复垦利用。

综上所述，各复垦技术均有其借鉴之处，但却存

在某些缺陷和不适宜性。将土地复垦工程技术与生态工程技术结合起来,运用生态系统的物种共生和物质循环再生等原理,对被破坏的土地设计多层次利用工艺技术。它不仅包括上述的各种土地复垦工程技术的优选,也包括农业立体种植、养殖、食物链结构、农林牧副渔业一体化等工程技术的选择,常常通过平面、垂直、时间、食物链和复垦工程设计来实现这种技术称为生态工程复垦,将广泛应用。

## 2.3.1.6 露天煤矿生态恢复

露天采矿要剥离矿层上方全部表土和岩层,相对而言,露天矿的生态恢复治理较易与生产工艺有机结合。即“剥离-采煤-排土-回填-复垦”一体化技术。这样在露天煤矿开采的同时就完成了土地复垦和生态环境重建,也减少了排土场占用土地。

### 2.3.2 防治水土流失

煤矿区水土流失防治,应以开发规划、因地制宜、因害设防、预防为主为原则,采取以工程措施为主,植物防护、复垦、绿化美化为辅的防治体系。

工程措施多采用拦渣坝、护坡等工程设施。植物措施多在弃土、石、渣工业场地，工程造成的裸露边坡等场地实施。树、草种的生物学、生态学特征应适宜当地环境，适当引进新的优良树种和多年生产草本植物种类，以满足植物和生物多样性、多功能要求。复垦绿化自然也是防治水土流失的措施之一。这项工作将进一步加强。

## 2.4 煤矿区“三废”控制对策

### 2.4.1 煤矿区大气污染控制

煤矿区大气污染控制包括始端控制和末端控制。前者重点在于加大选煤比重,为其它工业部门提高清洁精煤,以及发展各类型煤和水煤浆技术等;后者则指燃烧后净化技术。

## 2.4.1.1 消烟除尘

目前国内发电容量在 300 MW 以上的发电厂都装有除尘效率大于 95% 的静电除尘器, 但大部分煤矿区中小容量的燃烧设备和工业锅炉还只是采用低效除尘器, 除尘率 < 85%。危害较大的小于  $10\mu\text{m}$

飘尘一般未能消除。目前国内采用的旋风式、袋式等各类除尘器只可作为初级手段,以除去烟气中较大量的粗颗粒,之后需经其它方式处理,方能达到环保要求。水膜除尘器亦不能满足环保要求。因此静电除尘应在大、中型电站锅炉或其它工业锅炉中推广应用。

#### 2.4.1.2 烟气脱硫

可分为湿法、半干法、干法、吸附法等类技术。湿法石灰石—石膏脱硫法,脱硫效率高(90%以上),吸收剂利用率>90%、工艺成熟、设备运转率高,但投资大且有二次污染问题。喷雾干法、半干法,是向热烟气中喷入石灰浆雾滴,使  $\text{Ca(OH)}_2$  与烟气中  $\text{SO}_2$  发生反应,生成  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  和少量  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。我院承担平顶山矿务局 10 t 锅炉脱硫工程就是采用该项技术。喷雾半干法具有投资少、无腐蚀等优点,但脱硫效率较湿法低。活性焦吸附法虽然投资大、操作较复杂,脱硫率 80% 左右,但有副产品生成,可降低成本。此外,尚有 LIFAC 脱硫,隶属干法脱硫技术。结合我国国情,应重点推广使用喷雾半干法技术。

#### 2.4.2 固体废弃物污染处置

防治矸石山污染的根本途径是综合利用。煤矸石的化学成分与粘土相近,可作为水泥及制砖的原料;煤矸石有一定的发热量,可作为低热值燃料,供沸腾炉使用;大量矸石还可以直接作为充填材料。

另外,在设计矸石山时,应选择合适的位置,将矸石堆放在不妨碍地面排水的地方。必要时,应设挡水坝和地基处理,避免淋溶水外排对环境的污染。

#### 2.4.3 矿井水资源化

矿井水资源化重点应放在高矿化度、酸性,及其含油矿井水的资源化方面。高矿化度矿井水一般采用电渗析和反渗透方法处理,技术成熟,应用普遍,但其单位水处理投资费用高,运行成本大,且对预处理要求较高。近年来,煤炭科学研究院西安分院研

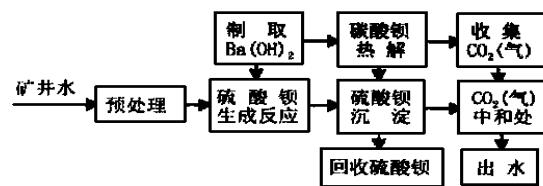


图 2 高矿化度矿井水净化工艺流程

究开发的碳酸钡净化高硫酸盐矿井水技术,可大幅度降低矿井水中的  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{F}^-$  含量。工艺流程见图 2。该工艺利用我国天然碳酸钡资源丰富、价格低廉的优势,结合高硫酸盐矿井水的水质特点,将净化与综合利用紧密结合,在净化过程中通过回收经济效益较高的硫酸钡副产品,大幅度降低处理运行费,并可取得一定的经济效益。根据动态实验研究,将矿井水中的  $\text{SO}_4^{2-}$  由 2 170 mg/L 降到 170 mg/L 的情况下每吨水可回收 5.2 kg 硫酸钡副产品,水处理的成本约为 4.61 元/t 水,而回收的硫酸钡可创造的效益达 10.4 元/t 水,即净化一吨矿井水还可盈利 5.79 元。

### 3 结语

煤炭工业的可持续发展,必须使煤炭开发与保护相协调,必须依靠科技进步最大限度地减少煤炭开发带来的不利影响,使之既能满足当代人的需要,又不对后代满足其需要的能力构成危害,实行煤矿区可持续发展的环境保护。

### 参考文献

- [1] 李金柱等. 煤炭工业可持续发展的开发与利用技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1998.
- [2] 中国煤矿防治水技术经验汇编编委会. 中国煤矿防治水技术经验汇编 [C]. 北京: 煤炭工业出版社, 1998.
- [3] 刘天齐等. 城市环境规划规范及方法指南 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.
- [4] 贾希荣. 煤炭开发布局与环境保护 [J]. 煤矿环境保护, 1998, (6).

## The environmental problem and counter-measure in process of coal mine areas' sustainable development

JIA Xi-tong, LI Lin-tao, NING Jian-hong, GU Guang-ming, LI Yun-chao  
(Xi'an Branch, CCRI, Xi'an 710054, China)

**Abstract** Coal is one of the unregenerate natural resources. The many environmental problems caused by the coal extraction have not been coordinated with the sustainable development of the national economy, and have become the comprehensive restrictive factor against the our society, economy, and regional ecological environment development. For reason given above, it is necessary to realize and analyze the restriction or relation among the essential environmental factors, to take the systematical and the sustained environmental protection measures, and to make the coal mine area's environment continued improvement from the point of view of the coal mine area's sustainable development.

**Key words** coal mine environmental effect; counter measures