

# 煤炭开采对煤矿区生态环境损害分析与防治对策

宋世杰

(西安科技大学 地质与环境工程系, 陕西 西安 710600)

**摘要:** 分析了煤炭开采给煤矿区及其周边地区所带来的水体污染与损害、土壤污染与土地资源损害、大气污染、噪声污染以及矿区景观环境损害等生态环境损害问题; 从政策、法律、经济、管理、科学技术研究等角度分别提出了防治对策。

**关键词:** 煤矿; 煤炭开采; 生态环境; 防治对策

**中图分类号:** X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8397 (2007) 04-0044-05

据统计, 煤炭在全国能源生产和消费结构中分别占 71.7% 和 67%, 而且这种格局在相当长的时期内不会改变。此外, 我国约 75% 的工业、85% 的民用燃料和 65% 的化工原料由煤炭工业提供, 可见煤炭资源对于我国国民经济的发展和社会的进步发挥着举足轻重的作用。然而在煤炭开采、运输、利用过程中产生了一系列生态环境问题, 致使煤矿区生态系统严重受损。目前, 煤矿区生态环境问题已经成为矿区乃至区域可持续发展的重大制约因素。

## 1 煤矿区生态环境损害分析

### 1.1 水体的污染与损害

煤矿区的污染源主要有矿井水、洗煤废水、煤矸石淋溶水、矿区生活污水等。一般认为, 煤矿区废水具有两个特点: **排放量大:** 据统计, 全国煤矿每年排放矿井水 22 亿 t, 工业废水 3.2 亿 t, 洗煤废水 0.5 亿 t, 废水总量占全国工业废水总量的 11.4%<sup>[1]</sup>。 **成分复杂:** 矿井水中含有大量煤粉等高浓度悬浮物质、COD、BOD、NH<sub>3</sub>-N、石油类污染物质、重金属以及放射性物质, 有些矿井还排放高矿化度矿井水和强酸性矿井水。洗煤废水中含有大量的悬浮物、悬浮油和絮凝剂, 矿区生活污水中含有大量的有

机物、细菌、病毒等。这些废水不仅严重污染矿区周边地表水体, 损害水生生物, 而且通过采矿活动和废水渗入作用还会污染地下水体, 同时污染矿区土壤, 损害动植物。此外, 有研究表明, 煤矿在开采过程中, 破坏矿区地质结构, 从而引起地下水流场改变, 影响地表水—地下水的循环。总之, 煤矿区废水的排放致使矿区内水体和土壤的生态功能下降, 动植物种类锐减, 甚至威胁到整个矿区生态系统和人类自身的安全。

### 1.2 土壤污染与土地资源损害

#### 1.2.1 土壤有害元素污染

煤矿区土壤中的有害元素主要来源于煤矸石风化自燃、淋溶, 矿区大量粉尘、废气的沉降以及矿井水。有害元素通过各种水力联系(导水砂层、地层裂隙、河流等)发生污染转移, 使矿区及其周边地区的土壤质量下降, 生态系统退化, 农作物减产, 甚至威胁人体健康<sup>[2]</sup>。土壤一旦被有害元素污染, 其危害性远大于大气和水体的污染, 因为有害元素化合物能较长时间存在于土壤环境中, 且不易被人察觉。例如, 土壤中毒性最大的 Cd、Pb、Hg、As 等元素在生物放大作用下大量富集, 沿食物链最后进入人体, 引起急、慢性中毒, 造成肝、肾、肺、骨等组织的损坏, 甚至能够致癌。土壤有害元素污染对矿区生态环境产生多种损害方式, 总体分为三大类: **受污染的土壤直接暴露**在环境中, 通过土壤颗粒等形式直接或间接地被动物或人吸收; **在雨水淋溶作用下**, 土壤中的有害元素缓慢向下渗透, 导致地下水的污染; **外界环境条件的变化**, 例如酸

收稿日期: 2007-03-21

作者简介: 宋世杰 (1983—), 男, 山东滕县人, 西安科技大学地质与环境工程系 2006 级在读硕士研究生, 主要从事环境科学与工程的研究, 电话: 029-83858547。

雨, 提高了土壤中有害元素活性和生物可利用性, 使得有害元素较容易被植物吸收而进入食物链, 对动物和人体产生毒害作用, 并易向下迁移, 导致地下水污染<sup>[3-4]</sup>。

目前, 对煤矿区土壤中有害元素的研究越来越深入, 有研究表明: 土壤中有害元素的活动性、生物可利用性、毒性与有害元素的形态有密切关系, 为矿区土壤的修复提供了新思路。

### 1.2.2 土地塌陷

我国是土地资源极其匮乏的国家, 人均耕地占有量只有  $0.11\text{hm}^2$ , 不到世界人均耕地面积的  $1/2$ 。然而煤炭开采对土地资源的损害十分巨大, 这无疑加重了我国人多地少的矛盾。煤炭开采损害土地资源的直接方式主要有挖损、塌陷和压占三种类型, 其中, 土地塌陷是主要形式, 对生态环境的损害程度最大。研究资料表明: 2002年山东邹城煤矿区由于采煤塌陷造成土地破坏面积  $4166.32\text{hm}^2$ , 其中积水面积  $1173.53\text{hm}^2$ , 绝产面积  $1728.19\text{hm}^2$ , 涉及到 20 多个行政村。随着煤炭开采数量逐年增加, 土地塌陷面积每年将扩大  $200\sim 300\text{hm}^2$ 。预测到 2010年, 因煤炭开采塌陷土地将达到  $5300\text{hm}^2$ 。土地塌陷使得矿区农村人均耕地急剧下降, 目前人均耕地不足  $0.03\text{hm}^2$  的村庄有 15 个。此外, 地面塌陷还不同程度地损害水体、植被等人类生活所依赖的基本环境要素。陕西榆林地区环保部门 1997年 6月调查, 大柳塔矿区产生地表塌陷面积  $104\text{hm}^2$ , 造成王渠水库干涸, 影响下游农田灌溉; 使得前柳塔村 3条水渠断流,  $13\text{hm}^2$  水浇地变为旱地; 后柳塔村 4条水渠断流,  $2.7\text{hm}^2$  水浇地变为旱地。同时, 因塌陷造成植被干枯、死亡, 在相同立地类型条件下, 塌陷区沙蒿死亡率比非塌陷区高 16%。

### 1.2.3 水土流失与沙漠化

我国西部煤炭资源蕴藏丰富, 但是该区域位于干旱半干旱区, 植被稀疏, 水土流失及沙漠化严重, 生态系统非常脆弱。因此, 水土流失和土地沙漠化成为我国煤矿区最突出的生态环境问题之一。煤矿建设和生产过程中挖掘地表、堆弃土渣、破坏土地和植被, 从而减少了地面植被的覆盖, 造成地表径流和地表糙度改变, 使土壤抗蚀指数降低, 加剧了水土流失和土地沙化, 不仅损

害矿区生态环境, 而且为周围地区带来了严重的环境污染和安全威胁。例如, 陕西榆林神府东胜矿区是黄河流域风蚀沙漠化和水土流失复合侵蚀最为严重的地区。剧烈的水土流失不仅加重了河道排洪输流能力, 而且大量泥沙污染了水源泉域供水水质。据陕西省水保部门预测, 矿区一、二期年增土壤侵蚀量  $62.75\text{Mt}$ , 为原生侵蚀量的 2.2倍。年增入黄河泥沙量  $15.91\text{Mt}$ , 占原输沙量的 50.6%。由于矿区邻近毛乌素沙漠, 气候干旱, 风大沙多, 植被稀少, 沙漠化问题严重, 因而对周边地区工农业生产、居民生活及黄河水道均构成了严重威胁。

### 1.3 大气污染

在煤矿区, 煤与煤矸石在运输或破碎过程中引起的粉尘以及燃烧产生的烟尘, 是矿区大气的重要污染源。据不完全统计, 我国每年排放煤矸石  $1.5\sim 2.0$ 亿 t, 在已堆积的 1500多座矸石山中, 有近 300座发生过自燃或正在发生自燃。所产生的粉尘多为固体小颗粒, 吸入人体会危害身体健康。废气以  $\text{CO}_2$  与  $\text{SO}_2$  居多,  $\text{CO}_2$  是形成温室效应的主要气体;  $\text{SO}_2$  容易被氧化成  $\text{SO}_3$ , 并与水分子结合形成硫酸分子, 再经过均相或非均相作用易形成气溶胶, 同时发生化学反应生成硫酸盐。由硫酸与硫酸盐形成的硫酸烟雾和酸雨对环境造成重大损害。此外, 井下的废气, 如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等排放到大气中, 造成矿区大气污染。据统计, 每年矿井排入大气的甲烷约有  $100$ 亿  $\text{m}^3$ 。

### 1.4 生物资源的损害

煤矿区生物资源的损害主要是由于矿山工业建设、矸石堆放、开山修路、露天采矿剥离等引起的。这些剧烈的煤炭开采与建设活动, 特别是不合理的活动, 改变了矿区内以及周边地区水体、土壤等环境的初始条件, 破坏了区域内营养元素的循环与更新, 从而对矿区生物资源造成了严重损害。主要表现为: 第一, 煤炭开采活动造成生物的生存环境或栖息地被破坏。由于矿井采矿及其配套工程设施诸如交通线、建筑物等的建设, 使得矿区生态系统原有的大面积连续的生物环境被人为分割成许多面积较小的不规则板块, 甚至是完全消失。限制了生物的活动范围, 影响了生物生存活力, 导致生物多样性受损。例如,

乌海地区因煤炭开发直接破坏的天然草牧场高达 140000hm<sup>2</sup>；将使包括四合木、绵刺、革苞菊、蒙古扁桃在内的世界珍稀残遗濒危野生植物从地球上消失。第二，由于煤炭开采对矿区及周围水体、大气和土壤的严重污染，导致某些生物减少，甚至灭绝，最终导致矿区生物多样性受损。第三，在进行煤矿区生态修复和重建的过程中，人为引入的外来物种入侵，对当地生态系统造成严重干扰和破坏，致使原有物种大量灭绝，导致矿区生物物种单一，生态系统退化。

### 1.5 噪声污染

煤炭开采过程中带来的噪声污染已越来越受到人们的关注。煤矿噪声有井下噪声和地面噪声两种，井下噪声主要来自凿石、放炮、采煤、通风、运输、提升、排水等所用的各种机电设备。据调查，目前煤矿井下工作场所的噪声级已超过国家规定的允许值 90dB，有的高达 110dB。煤矿噪声具有强度大、声级高、连续时间长、频带宽等特点。长期暴露于强噪声作业环境中，不仅会对矿工的听觉器官造成损伤，还会引发多种其他疾病；妨碍通信联络，容易发生工伤事故。此外，噪声还会污染周围环境，影响矿区周边居民的正常生活。

### 1.6 矿区景观环境损害

作为一个地理单元，煤矿区不仅蕴藏着煤炭等矿产资源，还形成了独特的地质地貌景观和生态景观，加之人文、社会、历史等方面的因素，使得它成为一个集矿产价值、生态价值、人文价值、地质价值等多种价值于一体的复杂综合体。由于在煤炭开采过程中，采掘土方、堆弃废石及尾矿、排放污染物，破坏了矿区地质地貌原有的形态，影响了自然风景观瞻，毁坏了珍贵的地质遗迹和名胜古迹。不仅给人们带来视觉污染，更重要的是给人类历史文化和科学研究造成了不可弥补的损失。

## 2 煤矿区生态环境损害的防治

### 2.1 贯彻国家法规，科学管理矿区

随着《中华人民共和国煤炭法》、《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《土地复垦规定》等相关管理法规的颁布和实施，标志

着我国煤矿区生态环境损害防治工作已进入法制化轨道。这就要求我国煤炭工业工作者从领导到基层要加强生态环境保护意识和法律意识，切实贯彻国家相关法律法规，坚持煤炭资源开发利用与生态环境保护并重、防治结合、以防为主的方针。同时，积极进行法制创新，根据本地区煤炭开采的特点和损害现状，制定针对性强、行之有效的管理法规，保障矿区生态环境损害修复的实施，促进矿区人与自然的和谐发展。

在管理体制方面，土地管理部门、煤炭管理部门和环保部门等相关行政执法管理单位应积极完善管理体制，加强统筹协调，明确权、责、利等问题，齐抓共管。在“谁污染谁治理，谁破坏谁恢复，谁使用谁补偿”的原则下，推进矿区管理体制和方法的改革与创新，将矿区生态环境治理与企业、工人的切身利益相联系，使矿区生态环境保护与治理由政府行为转变成企业行为和个体行为。

### 2.2 调整煤炭价格，推进生态环境补偿费政策

长期以来，我国煤炭价格一直偏低。据统计，1984年国外煤炭平均价格是我国的 4~7倍，后来虽然国家多次上调煤价，并于 1994年将煤价全部放开，但是国外煤价仍是我国煤价的 1~2倍，所以煤炭产地的资源优势一直未能有效转化为经济优势。面对因长期开发煤炭资源造成的累积性生态环境问题以及继续大规模开采带来的更严重的生态环境问题，煤炭产地根本无法承担巨大的生态环境修复和建设费用。例如，2003年陕北地区因煤炭资源开发给当地造成的生态环境损失约 27.80亿元，平均每开采 1t煤造成的生态环境经济损失为 36.23元，而陕北地区 2003年的 GDP为 280.86亿元，生态环境损失占 GDP总量的 9.90%，给人民生活和企业生产带来了严重影响。

为了在经济上支持煤炭产地的生态环境修复与治理，有研究者提出可以适当参照国际市场煤炭平均价格，结合国内现行价格水平合理调整煤价，制定合理的煤炭资源价格政策，彻底改变资源无价、原料低价、产品高价的不合理状况。制定合理的资源补偿政策，在开发利用自然资源收取环境补偿费（资源税和污染税）的同时，制定东部沿海发达地区向中西部支付部分生态恢复补偿

费用政策。既可以通过提高煤炭价格来体现，也可以通过东部沿海地区向中西部煤炭产区提供援助资金等方式，直接或变相补偿西部地区。

此外，笔者认为，建立健全煤炭开发生态环境成本核算体系，将环境成本、生态成本纳入煤炭企业的运行成本中，真正使煤炭企业的环境外部经济性内部化，激励企业在资源开采过程中自觉进行矿区生态环境保护与修复工作，积极向清洁生产方式转变。从根本上解决矿区生态环境损害问题，落实“以防为主”的方针。

### 2.3 推广清洁生产，促进矿区生态环境的修复

#### 2.3.1 清洁生产和洁净煤技术

清洁生产的正式定义是联合国环境规划署 (UNEP) 1989年首次提出的。在此之前，清洁生产所包含的主要内容和思想早已被若干发达或较发达国家和地区采用，并在这些国家和地区存在不同的叫法。例如：欧洲国家称之为“少废无废工艺”、“无废生产”；日本称之为“无公害工艺”；美国则称之为“废料最少化”、“污染防治”、“减废技术”。我国学者根据我国所有制的经济、社会发展计划以及2010年长远目标，进一步提出有关实行可持续发展的战略，认为清洁生产包含4层含意：清洁生产的目标是节省能源，降低原材料消耗，减少污染物的产生量和排放量；清洁生产的基本手段是改进工艺技术、强化企业管理，最大限度的提高资源、能源的利用水平和改变产品体系，更新设计观念，争取废物最少排放及将环境因素纳入服务中去；清洁生产的方法是排污审计，即通过审计发现排污部位、排污原因，并筛选消除或减少污染物的措施及产品生命周期分析；清洁生产的终极目标是保护人类与环境，提高企业自身的经济效益。

对于煤炭工业来说，清洁生产集中体现在洁净煤技术 (CCT) 的发展。即在煤炭开发和利用过程中，减少污染和提高效率的煤炭加工、燃烧、转化和污染控制等一系列新技术的总称，使煤炭达到最大限度利用潜能，而释放最少污染物。洁净煤技术基本覆盖了煤炭高效洁净开发利用的全过程，即：加工：洗选、型煤、水煤浆；煤炭高效洁净燃烧：流化床燃烧技术、高效低污染的粉煤燃烧、燃煤联合循环发电；煤炭转化：煤炭气化、煤炭液化、燃料电池；污染控制与

废弃物治理：烟气净化、煤层气回收利用、煤矸石和粉煤灰综合利用。

洁净煤技术是一个涉及多层次、多学科的高、中、低端技术群，具有难度大、投入高、开发周期长等特点。但是，它已成为当前世界各国解决矿区生态环境问题的主导技术之一。

#### 2.3.2 煤矿区生态环境损害的修复与治理

由于煤矿区生态系统比其他生态系统复杂得多，同时生态环境损害的原因复杂，损害程度不一。因此，单纯从一个角度看问题，孤立运用某一学科的理论和技术对矿区生态环境损害进行修复和治理，往往事倍功半，甚至适得其反。所以，应综合运用物理学、化学、生物学、环境科学、生态学、经济学、计算机科学等多学科的理论和方法，结合GIS、RS、GPS等高科技技术，从多角度、多侧面对矿区生态环境损害进行评价、修复和治理。此外，在对修复技术进行设计开发时，应尽量从“以废治废”的角度，将治理与利用相结合，充分体现“利用是为了治理，而治理的目的是为了更好的利用”的思想。

#### 2.3.3 因地制宜，科学进行矿区土地复垦

矿区土地复垦对象主要是塌陷的土地以及被煤矸石、粉煤灰压占后污染的土地。应根据已经产生的地面塌陷程度进行科学整治。例如：对于浅层塌陷区，可以恢复耕种，建设高价值经济田，如大棚蔬菜、瓜果等；对于常年积水区的边沿部位及积水较浅或季节性积水的区域可挖池筑堤，建养鱼塘；对于积水较深的地区而应综合利用，如培植水生植物、建立水禽基地等。总之，要因地制宜，本着“宜粮则粮、宜林则林、宜渔则渔”的原则，做好塌陷区的土地复垦工作。

#### 2.3.4 矿区生态工程的研究和示范基地的建立

由于矿区环境问题规模大、复杂程度高，必须组织专门人员开展矿区生态工程及生态重建实用技术研究、矿区生态环境质量指标体系研究和矿区生态保护与重建协调机制研究等。同时，建立矿区生态工程示范基地。示范基地建设可以采取国家、地方政府为主，受益者 (企业) 为辅的经济运行模式。一般应优先选择矿区服务年限长、生态环境脆弱，且具典型意义、经济基础较好、领导与群众环保意识较强的矿区，如铜川矿区等。

## 全国煤炭工业节能减排现场经验交流会在新汶召开

为认真贯彻落实《国务院关于加强节能工作的决定》、《国务院节能减排综合性工作方案》及《煤炭工业节能减排综合工作意见》，进一步总结经验、树立典型，推动煤炭行业节能减排工作，中国煤炭工业协会、煤炭工业节约能源办公室于2007年7月5-6日，在山东泰安召开了全国煤炭工业节能减排现场经验交流会。来自全国主要产煤省煤炭管理部门、大型煤炭企业分管节能减排工作负责人以及部分科研、设计单位的代表共计198人参加了会议。

会议期间，与会同志认真听取了山东新汶矿业集团、华丰煤矿和兖州、大屯、平顶山、鹤壁、阳泉、晋城、铁法及宁夏煤业集团等单位的经验介绍。现场参观了新矿集团华丰煤矿及所属的选煤厂、煤矸石电厂、煤矸石砖厂、泰山水泥集团和泰安盐化工工业园、泰安奥林匹克花园节能建筑示范小区。会议印发了《新矿集团节能减排案例》、《新矿集团节能减排标准》和《新矿集团节能减排管理文件汇编》以及部分煤炭企业节能减排工作经验。代表们对新汶矿业集团节能减排工作，尤其是对华丰煤矿“节能型矿山建设模式”大加赞赏。代表们普遍反映，新汶矿业集团节能减排工作无处不在、点滴入微，他们的经验和做法，看得见、摸得着、学得了，很受启发和教育。先进单位的经验和做法，对于全行业深入贯彻落实国家节能减排综合性工作方案和《煤炭工业节能减排工作意见》，具有很强的示范作用。

会议得到了国家有关部委和山东省有关部门的高度重视和社会各界的普遍关注。国家发展改革委、国家统计局和山东省发展改革委、统计局、煤炭工业局以及泰安市人民政府的主要领导和有关同志出席会议并讲了话。新华社、人民日报、中央人民广播电台、中国煤炭报、山东电视台等19家新闻媒体的记者参加了会议，并对大会进行了报道。

国家发展改革委能源局巡视员吴吟同志在大会上作了重要讲话，他充分肯定了近几年煤炭行业和新矿集团节能减排工作，深入分析了煤炭工业节能减排工作面临的形势和任务，介绍了《煤炭工业节能减排工作意见》制定的背景与意义，对如何贯彻落实国务院部署，做好煤炭工业节能减排工作提出了明确的要求。吴吟同志在讲话中特别强调指出，资源综合利用是煤炭行业搞好节能减排的特有优势，要大力发展循环经济，把煤炭生产中特有排放的煤矸石和煤矿瓦斯资源“吃干榨净”，为煤炭工业节能减排做出更大贡献；要进一步加强煤炭洗选，实现精煤外运，低劣质资源就地转化，为社会煤炭用户搞好节能减排创造条件。

会上，中国煤炭工业协会党委书记、第一副会长、煤炭工业促进节能工作领导小组组长濮洪九同志作了重要讲话。他在深入分析2007年上半年煤炭工业经济运行形势、煤炭工业节能减排工作进展和煤炭行业节能减排与应对全球气候变化的关系基础上，提出今后一个时期煤炭工业节能减排工作思路。他指出，煤炭是能源生产大户，也是能源消耗大户，煤炭行业节能减排工作对全国意义重大，煤炭企业要以科学发展观为指导，认真抓好节能减排工作，彻底转变粗放管理模式，提高企业的管理水平、技术水平、装备水平和整体素质，实现煤炭工业又好又快的发展。

濮洪九同志强调，《国务院关于加强节能工作的决定》和国家《节能减排综合性工作方案》，进一步明确了当前和今后一段时期内节能减排工作的指导思想、目标任务、基本要求和政策措施，是指导我们深入开展节能减排工作的纲领性文件。我们要认真学习，深刻领会，结合实际，真抓实干，把节能减排摆在企业战略发展的高度，正确处理节能与发展、节约与开发、市场机制与宏观控制的关系，以提高资源和能源利用效率为核心，以为社会经济降低污染排放为己任，调整产业结构，加快技术进步，转变增长方式，创新更加灵活、有效的激励与约束机制，构建节能型的生产方式和消费模式，实现煤炭工业的可持续发展。

(协会)

### 3 结 语

随着我国国民经济的快速发展，对煤炭资源的需求越来越大，而因煤炭开采造成的生态环境损害问题日益严重，已经威胁到矿区及其周边地区的经济发展与生态安全。因此，分析煤矿区生态环境损害的原因、途径和程度，对生态环境进行修复治理工作具有重要现实意义。政府执法部门、管理部门、煤炭企业、科研院所等相关机构和单位要共同努力，按照科学发展观的要求，与时俱进，全面推进构建和谐矿区的各项工作，实

现煤炭工业的可持续发展。

#### 参考文献：

- [1] 刘江. 中国资源利用战略研究 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 刘敬勇. 矿区土壤重金属污染及生态修复 [J]. 中国矿业, 2006, 15(12): 66-69.
- [3] 刘春阳, 张宇峰, 滕洁. 土壤中重金属污染的研究进展 [J]. 污染防治技术, 2006, 19(4): 42-45.
- [4] 杨红艳. 土壤重金属污染的生物修复技术 [J]. 辽宁师专学报, 2005, 7(4): 13-14.