

# 采煤生态环境影响及其恢复的 国内外经验探讨

党晋华

(山西省环境科学研究院, 太原 030027)

**摘要:**煤炭开采对矿区的生态破坏和环境污染是十分严重的, 本文通过综述山西煤炭开采造成的生态环境破坏状况以及国内外采矿环境管理和矿区生态恢复的成功经验, 旨在为矿山环境管理及生态恢复提供有益借鉴。

**关键词:**煤炭开采; 生态破坏; 恢复

中图分类号: X171.4 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2012)06-0001-05

## THE ECOLOGICAL ENVIRONMENTAL EFFECT OF COAL MINING AND THE DISCUSSION OF RECOVERY FROM DOMESTIC AND OVERSEAS EXPERIENCE

DANG Jin-hua

(Shanxi Province Institute of Environmental Science, Taiyuan 030027)

**Abstract:** As coal mining has significant impact on ecological damage and environmental pollution, in this article, through the overview of the situation of ecological environmental disruption resulted from coal mining in Shanxi Province, the successful experience of domestic and overseas environmental management of mining and ecological recovery of mine land, it aims to offer some beneficial help for environmental management and ecological recovery of mine area.

**Keywords:** coal mining; ecological damage; recovery

### 引言

山西是煤炭大省, 含煤面积 6.2 万平方公里, 查明保有储量 2 653 亿吨, 占全国的 26 %。全省 119 个县级行政单位中, 有 94 个赋存有煤炭资源。据统计, 从 1978 年到 2010 年, 山西省煤炭年产量由 9 825 万吨增加到 7.4 亿吨, 30 多年累计生产原煤 100 余亿吨。多年的煤炭开采造成了典型的矿业生态破坏及环境污染问题。

近年来, 经过持续的煤矿优进劣退、强进弱退、大进小退式资源整合, 山西煤矿生产力发生了革命性的变化。2005 年以来, 全省矿井由 2 598 处减少到 1 053 处, 全部实现机械化开采, 其中 90 万吨/年及以上的综采机械化矿井 688 处, 产能占全省产能的 85 %; 平均单井规模提高到 110 万吨/年。办矿主体由 2 200 多个减少到 130 多个, 形成以国有大集团和国有控股公司为主导、多种经济成分并存的办矿体制, 资源回收率由平均不足 20% 提高到 80 % 以上。采煤方式的变革必然带来生态环境影响形式、程度的变化, 社会、企业应关注采煤造成的生态环境问题, 积极采用资源利用率高、

收稿日期: 2012-09-08

作者简介: 党晋华, 女, 1963 年 1 月生, 籍贯山东滕州, 1985 年 7 月毕业于山西大学生物系, 正高级职称, 现主要从事矿山生态环境保护、污染土壤修复等环保科研工作。

生态破坏少、环境影响小的绿色采煤新工艺,从源头上控制对生态环境的影响。

## 1 煤炭开采造成的主要生态环境问题

### 1.1 土地资源破坏

煤炭开采引起地表变形,造成土地破坏。30多年的能源基地建设,大规模开采煤炭,造成矿区土地破坏点多、面广,破坏程度与形式各不相同,情况复杂。主要表现为地面沉陷、地裂隙和裂缝、崩塌、泥石流等严重的地质灾害。根据省有关部门统计报道,全省采煤形成的采空区达到2万平方公里,相当于全省1/8的国土面积,而山西省国土资源厅最新矿山地质环境调查结果显示,全省因采矿活动引发的崩塌、滑坡有754处,影响面积14万亩,地面塌陷多达2976处,影响面积100多万亩,仅2010年因矿山开发导致的地面塌陷及采矿场破坏土地就达20.6万亩,其中12.99万亩是耕地。受影响人口达到300万。

采矿固体废物堆存,占用破坏土地资源。据不完全统计,至2010年底,煤矸石堆存总量已达到11.0余亿吨,堆存占地达2705.39公顷。

### 1.2 土壤资源破坏

煤炭开采沉陷造成沉陷区土壤水分蒸发增加,养分渗漏、流失加剧,引起土地荒漠化、贫瘠化,使矿区有机质、氮、磷等的含量只有正常植被覆盖区土壤平均值的20~30%,严重影响农作物生长。有关研究表明,受采空区影响,土壤养分最短缺的部位是塌陷拐点,这部位最易发生漏水漏肥。据统计,平均每生产1亿吨煤造成水土流失影响面积约为245平方公里。采煤引起上覆岩层下沉,会增加土壤密实度,从而使土壤孔隙性下降,土壤结构发生变异,造成土壤物理性质恶化;采煤沉陷还会导致耕作层厚度减小、土壤质地与层次产生错位与变异。另外煤矿扬尘、排水对土壤质量的影响也不容小视。

### 1.3 水资源破坏

采煤造成严重的水资源破坏,加剧了水资源短缺问题。采煤改变地下水天然流场及补、迳、排条件。据不完全统计,全省由于采煤排水形成区域性地下水水位下降,导致泉水流量减小或断流,共影响井泉3218个,造成1678个村庄、812715口人、108241头大牲畜饮水困难;采煤改变了“三水”转化关系,自然状态下,降水、地表水与地下水

之间在一定补排关系,受采煤影响,导致“三带”连通。由于矿井排水,在浅部地段,使地表水转化为地下水,涌入矿坑再排出;在下游又转化为地表水,在矿井密集地段,则形成降水、地表水入渗、排出、再入渗、再排出的不良循环状况,使得地表水、地下水互相转化,互相补给。既影响了水质,又浪费了水资源。据有关研究,每采1吨煤破坏2.48吨地下水资源。这对山西这个人均水资源量仅占全国平均水平不到五分之一的地区来说是个非常严重的问题。

### 1.4 生态退化

煤炭开采导致了森林植被破坏、湿地萎缩、生物多样性减少等一系列生态退化问题。

通过对全省煤田分布图与森林分布图的对比分析,凡是煤田开采历史比较长的区域几乎没有或很少有森林分布。大同煤田、霍西煤田地面植被的破坏和退化就是由于长期采煤所造成的。

山西省水土流失原本十分严重,而煤炭开采对土地资源、地表植被和水系的破坏进一步加剧了水土流失。1980-2000年,全省河川径流量平均值为72.89亿立方米,较1956-1979年减少了41.51亿立方米,其中挖煤改变水文下垫面是造成河川径流量减少的主要原因。

全省湿地总面积为35.8万公顷,比20世纪90年代初期减少了约13.9万公顷,平均每年减少近1万公顷。河道的干涸使水生动植物失去了生存条件,造成了大量水生物种的绝迹。

### 1.5 环境污染

根据对2010年污染源调查结果的不完全统计,截止2010年底,山西省主要煤矿原煤产量67107万吨。煤矿生产、生活耗煤量221.86万吨。锅炉烟尘、SO<sub>2</sub>产生、排放量分别为8.15万吨、3.64万吨和2.36万吨、2.08万吨。矿区运煤专用道路总长度约6000km,运输起尘总量约7.3万吨。煤尘、燃煤锅炉污染物排放形成了矿区以二氧化硫和烟、粉尘为主要危害的煤烟型大气污染。

2010年全省废水排放量11.83亿吨,其中,煤炭开采和洗选业占33.1%,占排放量的第一位,大量煤矿排水对地表水体造成污染。

2010年主要煤矿矸石产生量7821万吨,综合利用2036万吨,矸石堆场堆存5785万吨。已存和逐年新增的矸石量长期处在氧化、风蚀、溶滤过程中,并且有部分煤矸石有自燃现象,矸石中的

有害成分,通过径流、淋溶和大气飘尘,严重破坏了周围的土地、水域和大气。煤矸石污染影响已远远超过固废堆置场的地域和空间。

由于矿区高矿化度矿井水排放、生产生活废水排放、煤尘排放造成矿区及周边区域土壤污染,以及水位下降导致土壤理化性质改变,土地生产功能下降。

### 1.6 引发的社会环境问题

由于采煤造成的水资源破坏,及其他交通设施、房屋建筑、农田水利设施等的破坏,恶化了矿区居民生存空间,降低了生活质量,加重了社会负担。在全省的自然资本中,资源资本正在日趋减少,地下 200 米内煤炭资源探明储量已动用过半。不仅历年积累的环境污染和生态破坏影响无法在近期消除,每年还将产生新的生态环境问题。生态环境问题是造成人才流失、科技创新能力低下的一个很大原因。因而煤炭开采加剧了生态失衡,制约了地区可持续发展。

## 2 矿山生态环境恢复的国内外经验

### 2.1 国外矿区生态恢复制度

世界七大采煤国家(美、澳、印度、德、俄罗斯、南非、波兰),除波兰外,其它六大采煤国露天产量均在 50% 以上。这些实际情况不仅反映在我国与这些主要采煤国家在生态重建对象上明显的区别,还在方案与理论等面存在差异。我国 95% 以上井工开采,山西比例更大些。但国外一些做法以及发展历程值得我们借鉴、思考。

#### 2.1.1 加拿大矿区生态恢复制度

加拿大是矿业大国,对矿业开发后的矿山土地复垦十分重视,同时也有一套较为成熟的管理制度,矿区土地复垦与生态恢复贯穿于矿业活动的每一个环节。

(1)加拿大政府对矿山生态环境管理具有较为完备的法律体系。与矿业活动有关的法律主要有领土土地法、公共土地授权法。根据联邦宪法规定,各省政府都制定了专门的法律,通常要求经营者必须提交矿山复垦计划,包括矿山闭坑阶段将要采取的恢复治理措施和步骤。

(2)具有完善的矿山环境评估制度。加拿大将矿山环境视为可持续发展战略的方面,是采矿许可证的必备部分,在矿山投产前必须提出矿山环境保护计划和准备采取的环保措施。矿区土地复

垦工作贯穿矿山生产的整个过程。开采前,必须对当时的生态环境状况进行研究并取样,获得数据并作为采矿过程中以及采矿结束后复垦的参照;在勘查阶段,如探矿、钻孔等活动,管理部门也要引导,尽可能减少这些活动对土地、水、植被、野生动物的影响;在采矿权申请阶段,矿山企业必须同时提供矿区环境评估报告和矿山闭坑复垦环境恢复方案。由政府环境、资源等有关主管部门共同组织专家论证,举行各种类型的听证会,环评报告和复垦方案通过后,公司必须严格执行。

(3)为保证复垦方案得以落实,加拿大部分省份法律规定矿业公司从取得第一笔矿产品销售款开始,就要提取保证金,确保方案实施,否则保证金不予返还,而后其他公司对其破坏的环境进行修复。保证金缴纳方式各省不同,有的直接交给政府,有的交给保险公司或存入银行。由于矿山生态恢复投入费用较高,保证金缴纳采取多种方式。现金支付:按单位产量收费,积累资金,经营结束后返回;资产抵押:用资产进行复垦资金的抵押;信用证:银行代表采矿公司把信用证签发给国家机构的买方,并保证它们之间合同的履行;债券:采矿公司以购买保险的形式,由债券公司提供债券给复垦管理部门等。

(4)建立废弃矿山信息系统,掌握废弃矿山及其对环境破坏的情况,有利于政府安排资金和组织力量对其破坏的环境统一治理。

#### 2.1.2 美国矿区生态恢复制度

美国矿区土地复垦一直走在世界前列,制度完善。

(1)实施土地复垦保证金制度。企业在取得采矿许可证前,必须以一定数量的资金、资产作为复垦执行保证金,存放在有关管理机构,确保矿区土地复垦工程的完成。保证金的数额根据许可证批准的复垦要求确定,可因各采矿区的地理、地质、水文、植被等不同而有差异,数额由管理机构决定。该保证金在采矿者不履行复垦计划时用业支付复垦作业费用。每个许可证所交的保证金数额不得少于 1 万美元。验收合格后返还。

(2)建立土地复垦基金制度,废弃矿区的复垦采取在国库中设立废弃矿复垦基金的办法。来源包括:社会组织、企业及个人等的捐款;按煤炭产量或售价征收废弃矿复垦费(露天采煤 35 cent/t,井工开采 15 cent/t,或按该煤售价的 10%,以数

额少者为准),按季度上缴;罚款,对弄虚作假、不如数交纳复垦费的煤矿主,定罪后,给予不超过1万美元的罚款或不超过1年的监禁,或两者并处。滞纳金,规定复垦费应在每季度末的30天之内交纳,推迟按有关规定交纳滞纳金。复垦基金的50%用于各州及印第安保留区已获批准的废弃矿山的复垦,另外50%上交联邦政府,用于全国范围内的已获批准的废弃矿山的复垦及紧急情况项目。

(3)执行许可证制度,许可证申请是矿山开发前必须的法律程序,未取得许可证制的矿山,不得进行开发活动。许可证附有文件,表明矿业主在矿山环境保护和土地复垦方面的责任。美国法律还规定,采矿申请者在申请许可证时必须提交复垦计划。同时也对采矿前生态状况进行调查、存档,作为日后复垦要求的参照。

## 2.2 国内外矿区生态恢复历程及技术

德国土地复垦分4个阶段:第一阶段(20世纪20年代到1945年),试验性植树、造林,有意识地进行多树种混种,使重建的林地象原始森林一样,能完成多种生态功能。第二阶段,二战后,始于1946年,煤炭需求加大,占地加大,政府和企业不得不考虑对环境的重建。之后对其基本矿业法进行了修定,将“在矿山企业开采过程中和完成后,应保护和整理地表,重建生态环境”第一次写进了法律。这一阶段主要是对露天矿场回填后,大量栽种生长快速的杨树。第三阶段(60年代初至80年代末),对早期林业复垦的作法进行了改进,砍掉早期种植的杨树,代之以较橡树、山毛榉、枫树等较丰富的树种,其次是不再将植树造林作为复垦的主要方向,而是兼顾多种作法。90年代,矿区土地复垦进入到第四阶段,生态意识增强,重构生态系统的要求受到重视,目标从以前林业、农业复垦为主,转向建立休闲用地、重构生物循环体和保护物种上来。

美国井工开采比例38%,原为房柱式开采,沉陷系数小,沉陷深度也小,近年来长壁开采较大进展。美国对开采沉陷地的处理有两种做法,一是复垦,二是作为湿地加以保护。复垦又有三种做法,即,挖沟降水;回填;挖沟与回填结合。

我国从80年代初开始煤矿造地复垦综合治理研究,提出了矸石充填复垦、粉煤灰充填复垦和挖深垫浅三种复垦技术。80年代至90年代初主

要以这三种复垦形式为主。但在实践中,这几种方式固废综合利用率低、治理成本高,并且不能从根本上解决矿区生态破坏的问题。

## 3 山西省矿区生态恢复制度建立及生态恢复方法的思考

### 3.1 山西矿区生态恢复状况

山西省矿区生态恢复,目前主要针对矸石山治理作的工作较多,对矿区其他涉及土地权属(特别是农田),水资源破坏等多以经济补偿形式实施。如山西省从2009年1月1日起,提高了采矿排水水资源费征收标准,排水量每立方米征收1.2元的水资源费,对没有安装排水计量设施的采矿企业,按照开采吨矿石或原煤3.00元计征水资源费。总体上还处于法律法规不健全,技术手段缺乏的状况。

而传统上也将矿区生态恢复单纯理解为土地复垦,资料检索结果也表明了这一点,相关研究中,矿区土地复垦研究占绝大多数,国内外及相关法律法规也多是针对土地复垦的。现有的土地复垦概念将复垦对象定义为挖损、压占、塌陷造成破坏的土地。直观地理解这三类复垦对象都是采矿生产过程中直接破坏的。对采采矿造成的其他生态环境问题并未加以考虑。所以,传统的土地复垦概念已经难以适应现实的需求。

近几年,国际上提出了矿山生态恢复(或重建)的概念,理解为,将人类所破坏的生态系统恢复成具有生物多样性和动态平衡的本地生态系统,其实质是将人为破坏的环境恢复或重建成一个与当地自然界相和谐的生态系统。还有人认为采矿废弃地生态重建就是使之具有某种形式和一定水平的生产力,维持相对稳定的生态平衡,且与周围景观价值相协调,最终达到生态整体性的目标。可见,矿区生态恢复与重建的核心在于恢复生态系统的结构和功能,进而提高生态系统生产力和稳定性。

### 3.2 山西矿区生态恢复制度及方法探讨

山西省应在现有已初步建立起的煤炭工业生态补偿机制基础上,深入研究采煤生态破坏的规律、机制,恢复制度及方法。从矿区生态恢复角度,在环境影响评价中,对矿区生态现状应作深入调查,水文地质、生态系统类型、动植物分布、土壤性质等等,结合采矿可能产生的影响,提出有针对性

的恢复措施。对岩溶水资源及浅层地下水的保护应做为重点加以研究、关注。在生态恢复过程中,并不一定全部实施人工干预。这点英国的经验值得借鉴。在英国,针对采矿引起的退化生态系统的恢复,主要借助自然力进行恢复。简单作法是围封,在保证土壤不损失的前提下,保证自然分布的各类繁殖体(种子、孢子、果实、萌生根和萌生苗)等能够安家落户,并得以自然繁衍。在生态恢复过程中,过分强调人力,有时会得不偿失。

国内冀中能源集团有限责任公司提出了低碳运行生态矿山建设的概念,值得认真思考借鉴。将人文环境、生态环境、资源环境和技术经济环境相互联系起来,对采矿活动提升改造,构建低碳、环保的矿山工业系统,以最小的生态扰动获取最大资源和经济效益,并在采矿活动结束后通过最小的末端治理,使矿山工程与生态环境融为一体。具体技术有,煤矿矸石不升井,不建矸石山;煤矿产煤不烧煤,利用风源、水源热能取代锅炉;煤矿生产不破坏地下水,使用“保水采煤新技术”,实现水资源综合利用。从源头上控制了采煤对生态环境的影响。

#### 4 结语

山西省矿区生态环境保护应坚持“预防为主、防治结合,过程控制,综合治理”思路。应着力研究推行先进的减少煤矸石出井量的采煤方法和开采布置工艺,研究试行“保水采煤”或“煤水双采”等新技术,从源头上控制、减少对矿区生态环境的破

坏与影响;进一步完善生态补偿机制,提高煤炭生产企业生态环境的准入、准出条件,实现采煤全过程生态环境保护;同时加强典型地区生态恢复结构优化模式与示范工程研究,真正实现恢复矿区生态系统的结构和功能,提高生态系统生产力和稳定性的目标。

#### 参考文献:

- [1] 刘海龙. 采矿废弃地的生态恢复与可持续景观设计. 生态学报, 2004, 24(2): 323-329.
- [2] 乔小娟等. 采煤对地下水资源及环境的影响分析—以山西太原西山煤矿开采区为例. 水资源保护, 2010, 26(1): 49-52.
- [3] 潘桂花. 山西省煤炭开采区地下水资源保护对策. 地下水, 2010, 32(1): 323-329.
- [4] 党晋华等. 山西省煤炭开采区环境损失的经济核算. 环境科学研究, 2007, 20(4): 155-160.
- [5] 周连碧等. 矿山废弃地生态修复研究与实践. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [6] 国家环境保护总局环境影响评价管理司. 煤炭开发建设项目生态环境保护研究与实践. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [7] 李洪远等. 国外多途径生态恢复 40 案例解析. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [8] 李白英. 开采损害与环境保护. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.
- [9] 吴国昌等. 河南省矿山环境问题研究. 北京: 中国大地出版社, 2007.
- [10] 崔慧霞等. 煤矸石的综合利用. 山西: 第六届全国循环经济与生态工业学术研讨会, 2011.
- [11] 匡文龙等. 采煤塌陷地区土地生态环境的影响与防治研究. 中国安全科学学报, 2007, 17(1): 116-120.
- [12] 范堆相等. 山西省水资源评价. 中国水利水电出版社, 2005.
- [13] [中国矿业论坛], <http://www.opoqo.net>

欢迎订阅 2013 年《能源环境保护》