

资源开发与生态系统演化的阶段耦合性

张丽萍¹, 张锐波², 倪含斌¹

(1. 浙江大学环境与资源学院土水资源与环境研究所, 杭州 310029; 2. 浙江大学城市学院, 杭州 310015)

摘 要: 以神东矿区为例, 采用野外调查、资料统计、实验分析等方法, 研究煤田开发以来矿区生态环境的动态变化。结论为: ① 资源高度集中和生态环境脆弱的剪刀差错位, 是导致资源开发中生态严重退化的主要原因; ④资源开发阶段与生态系统演化的对应关系为: 基建期- 生态环境破坏期; 过渡期- 生态环境退化期; 达产期- 生态环境治理期; 稳产期- 生态环境恢复期; ④④资源开发和生态演化的时间差问题, 是脆弱生态环境生态系统功能自我恢复缓慢、甚至很难的根本原因, 需辅以人为保育和恢复措施; (4) 在未来资源开发过程中, 我们应将资源开发与生态环境演化对应关系优化为: 基建期- 生态环境保护期; 过渡期- 生态环境保育期; 达产期- 生态环境建设期; 稳产期- 生态环境优化期。

关键词: 脆弱生态环境; 资源开发阶段; 生态系统演化

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0384-03

Ecosystem Evolvement Corresponding to Different Phases of Resources Exploitation

ZHANG Li-ping¹, ZHANG Rui-bo², NI Han-bin¹

(1. Institute of Soil and Water Resource and Environment Sciences, College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. College of City, Zhejiang University, Hangzhou 310015, China)

Abstract: Shenfu- dongsheng coal field was taken for example to research on the processes ecological environment since coalfield exploitation which started in 1986, from the aspects of field investigation, information statistics and experimental analysis. Some conclusions were gained. (1) It is main reason of causing ecological environment deteriorating and ecosystem degenerating, that fragile ecological environment crosses resources concentrating exploitation. (2) The corresponding relationships of exploitation stages and ecosystem's evolvement can be summed up as following: capital construction phase- destroying phase of ecological environment, transitional phase- degradation phase of ecological environment, producing phase- father phase of ecological environment and steady producing phase- rehabilitation phase of ecological environment. (3) Under the different background of nature environment, the self-rehabilitation of ecosystem is different. The ecological background of northwest in China was so fragile that the self-rehabilitation of ecosystem function lost, as a result, it needs scores of years to hundreds of years to renew. That shows that ecological rehabilitation in the processes of resources exploitation must adopt man-made assistant ecosystem protection and rehabilitation measures that were based on the ecological environment background. (4) In the process of northwest exploitation in the future, these corresponding relationships should be optimized as following: capital construction phase- protection phase of ecological environment, transitional phase- breeding of ecological environment, producing phase- construction phase of ecological environment, and steady producing phase- optimizing phase of ecological environment.

Key words: fragile ecological environment; phase of resources exploitation; ecosystem evolvement

由于大规模人类活动所诱发的生态环境问题是目前世界性环境问题之一。资源的集中开发和工程建设是人为加速生态环境恶化的集中、突出体现。然而, 在不同的生态环境背景、不同的资源开发阶段, 资源开发的环境效应差别很大。根据资源开发和工程建设与环境相互适应的过程, 一般可以分为 4 个时期(基建期、过渡期、达产期、稳产期)。本文以神府东胜矿区为研究区, 根据从 1986 年煤田开发以来, 矿

区生态环境的动态变化过程, 通过野外调查、资料统计、实验分析等方法, 拟探讨资源开发与生态演化的耦合性。

1 研究区概况

神府东胜矿区位于黄土高原北部与干旱荒漠过渡的风蚀水蚀交错带, 是黄土高原北缘的沙黄土带和沙漠化正在发展区。在矿区的西北部有毛乌素沙漠, 以半固定、固定沙丘

* 收稿日期: 2006-04-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(40271071)

作者简介: 张丽萍(1960-), 女, 教授(博导), 博士(博士后出站), 主要从事土壤侵蚀和水土保持、生态环境和地貌与第四纪方面的教学与科研。

为主, 风蚀是主要的地表过程, 风蚀区面积占总面积的 70%; 矿区的南部和东南部是典型的沙盖黄土丘陵沟壑区, 地形高低起伏, 相对高差为 100~150 m, 沟壑纵横, 沟壑密度达 4~5 km/km², 地面裂度高达 40%~50%。矿区相应的生物气候带属中纬度温带干旱、半干旱典型草原地带, 干旱、少雨、多风及暴雨集中是该区主要的气候特征。根据神木县、东胜市气象站多年观测资料统计, 矿区年平均气温 7.3℃, 极端最高温度 38.9℃, 最低温度 -30.7℃, 年温差高达 69.6℃。年均降水量 436.1~364.9 mm, 主要集中在 7~9 月, 占全年降水量的 65%~70%, 多以暴雨形式出现, 来势猛、强度大。区内年可能蒸发量为 2 300 mm, 是降水量的 6~7 倍。年内以偏北风为主, 大风日数高达 70 d, 沙尘暴出现日有 30~43 d。植被既是生态环境的重要组成部分, 又是生态环境的主要保护者。矿区的植被类型是低而稀疏的旱生、半旱生植被, 植被覆盖度很低。

松散粗质的地表组成物质、干燥多风的气候特征和低而稀疏的植被是引起本区土壤侵蚀严重的根本原因。全区水土流失面积占总土地面积的 84%, 平均侵蚀模数到 12 500 t/(km²·a)。侵蚀强度由西北向东南逐渐增大, 西北风沙区为 6 000~8 000 t/(km²·a), 中部片沙覆盖的黄土丘陵区是 8 000~20 000 t/(km²·a), 东南部黄土丘陵区有 10 000~25 000 t/(km²·a)。从而使得矿区所在地区是黄河中游的粗泥沙、高产沙区。矿区内的乌兰木伦河年输沙量可达 1.3×10⁸ t^[1]。

由此可知。矿区的总体环境特征是: 环境因素波动性大, 环境敏感性强, 承受能力和抗干扰的自我调节能力差, 是典型的生态脆弱区。

神府东胜煤田蕴藏着丰富的煤炭资源, 是世界七大煤田之一, 是我国西部重要的能源基地。煤田总面积 31 172 km², 已探明储量 2 236.19×10⁸ t。矿区从 1986 年开发以来, 重点建设了八大煤矿和相应的配套设施, 截止 1999 年, 已形成年生产能力 20×10⁶ t, 在建能力 11×10⁶ t, 到 2005 年实现一期目标 50×10⁶ t, 最终达到年生产 1×10⁸ t 的规模^[2]。

资源的集中分布和生态环境脆弱的剪刀差错位, 是导致资源开发中生态严重退化和恢复困难的主要原因。

2 资源开发不同时期对生态环境的动态影响

2.1 开发基本建设期

资源的集中开发和工程建设是人为加速生态环境恶化的集中、突出体现。继而引发资源开发过程中的生态退化问题。在神府东胜矿区开发的初期, 由于资源开发导致的环境问题主要表现在: 扰动地表、破坏植被造成严重的水土流失过程和土地沙化, 破坏地层结构引起地面沉陷和地下水位下降, 加之间接的对地表植被破坏, 使得本来就脆弱的生态环境, 更是雪上加霜。其连锁的环境后果是引起生态因子、生境的恶化, 生态系统明显退化。

在资源开发的初期, 以机械破坏地表生态环境为主, 造成严重的水土流失和土地沙化, 河流泥沙骤增。据王道恒塔水文站资料, 煤田所在流域野河从 1987~1989 年三年期间, 年输沙增加了 1 058×10⁴ t, 是采矿前的 197.36%, 其中直接因开矿而增加的泥沙量占有 20%~30%, 含沙量超过 1 300 kg/m³ 的泥沙过程年有发生, 而且粗颗粒泥沙含量增加最快^[3]。

由于大面积扰动地表, 破坏植被, 土地的沙漠化现象很严重。据“神府东胜矿区环境影响报告书专题报告二”提供

的预估数字, 若不采取必要的防沙措施, 矿区达到 30×10⁶ t 规模时新增沙化面积约 129.64 km², 开矿导致产生的沙漠化面积为自然发展产生沙漠化面积的 1.53 倍。

随着各大煤矿的大规模投产和煤炭生产量的逐年增加, 大面积的露天采煤, 人为改变地形非常突出, 废弃的煤坑形成了大面积的负地形成积水洼地, 剥离的弃土石渣和矸石堆积成山丘。据实地调查, 在矿区南北 80 km, 东西 40 km 的范围内, 从煤炭开采以来, 到 1998 年由切沟演化和新增的泥石流沟合计约 180 多条。

井下采煤造成大面积的采空区致使地下水位下降, 地表严重缺水, 植被大量死亡。地面沉陷过程中, 由于植物的根系作用, 土层下沉速度的不均匀性, 形成地面裂缝大于植物, 植物根系暴露而死亡, 由此而引起的植物死亡率上升 16%^[4]。

在基建期弃土石渣的排放量最大, 而且以露天矿和交通道路建设的排放为主体。

2.2 达产稳产期

在煤炭开采的达产期和稳产期, 环境污染问题突出显露, 化学污染趋于严重。随着矿井、矿坑、洗煤厂和发电厂的大量排污, 水质问题非常明显。与背景值比较矿区内乌兰木伦河的水质从上游到下游逐渐变差。分析发现 Fe、Zn、Cu、Mn 呈增长趋势, As、Cr⁶⁺、Cd、Pb 总体呈增加的趋势, 但在矿区内不同河段差异较大。有挖煤、粉煤灰和汽车运煤所造成的粉尘污染是矿区主要的空气污染方式。随着水和空气的污染, 土壤污染相随而生。

面临着煤田开发初期严重的水土流失加速问题和恶劣的自然环境, 神华集团神府东胜投入了大量的人力物力开展了矿区生态环境治理, 总结出了系列生态建设技术: 抗逆造林系列技术, 风沙治理技术, 水土流失治理技术, 复垦治理技术和灌溉水综合利用系列技术^[5]。目前已取得了一定的成效, 整治小流域水土流失面积 103.85 km²^[6], 上湾煤矿红石圈渠小流域经水保综合治理后, 可有效拦截 130 年一遇的洪水^[7]。

随着基本建设的逐渐完善, 煤炭资源的大量投产, 进入到达产期和稳产期, 由基本建设而产生的弃土石渣大幅度的减少, 工业生活垃圾、建材建设外排和煤矸石排放量迅速增加。从而说明在资源开发的不同阶段, 对生态环境的影响过程和方式差异很大。

3 资源开发过程中的生态演化

3.1 生态演化原理

根据生态学原理, 生态系统的恢复一般可分为两种, 即自我恢复和人为辅助恢复。在不同的自然环境背景条件下, 生态系统的自我恢复差别很大。在西北如此脆弱的生态背景下, 生态系统功能的自我恢复能力很差, 需要几十年, 甚至几百年的时间。

从生态环境演化的物理意义来讲, 在生态系统的动态变化过程中, 即有“热机”的熵增特点, 也有“生命机”工作中的负熵增特点。生态环境的演化趋势主要取决于二者的变化。负熵增加生态系统为有序演化, 否则, 生态系统将退化。

“生命机”对环境的作用功能体现在: 代谢, 废弃、导入, ①导入能量和物质, 生产有机质, 提高系统的负熵流; ④净化空气、涵养水源、保育土壤, 防止侵蚀和沙漠化、维持系统的扩散排放场地。有生命存在的多样化系统可以与外界获取巨大的负熵流—即“生命机”工作, 系统向有序方向发展。国内外一些专家曾应用热红外多谱仪测量了几类生态系统的黑体温度(表 1)。

表 1 不同类型生态系统的红外分析					
	采石场	采伐现场	人工植被	天然森林	400 年古老森林
太阳辐射能量(K)	718	799	854	895	1005
净长波反射能(L)	273	281	124	124	95
净转化能量(R)	445	517	730	771	850
表面温度(T)/ $^{\circ}C$	50.7	51.8	29.9	29.4	24.7
能量吸收百分比(R/K)/%	62	65	85	86	90

将表 1 数字代入到熵计算公式 $ds \geq \frac{dQ}{T}$, 可发现采石场、裸地的熵值最大, 植被覆盖率越大, 熵值就越小。从而可以说明, 在其他变量相同的情况下, 植被覆盖度越低, 系统的能量转化率就低, 系统无序度增高, 系统退化严重; 植被覆盖度高, 系统的能量转化率高, 系统稳定正常演化。熵值的大小还可以反映生态系统的退化强度和受灾的程度。

3.2 矿区开发过程中的生态演化

资源开发和生态演化存在一个时间差问题。资源开发往往着眼于较快取得经济效益, 涉及的时间尺度是几年或几十年; 生态演化问题的时间尺度则是几十年甚至几百年。

据专家研究沙漠化土地的自我恢复: 降水量为 300~400 mm 的地区, 恢复时间约需 5~7 年; 在降水量是 200~300 mm 的区域, 恢复时间需花 10 年以上; 降水量小于 200 mm 的地带, 很难自我恢复^[9]。因此可知, 水资源是沙漠化土地生态自我恢复的关键因素之一。

生态系统的演化表现在外貌上是地表生物群落的恢复和演替。在没有破坏地形、水文等情况下生物群落的自我恢复和演替, 基本上可按这一时间序列发展。例: 内蒙古草原农田弃耕后的自我恢复演替: 弃耕后的 1~2 年以黄蒿、狗尾草、苦菜等杂草为主, 2~3 年黄蒿占优势, 3~4 年羊草、狼尾草等根茎禾草入侵, 并成为建群种, 7~8 年后, 丛生禾草定居, 以后逐渐过渡到地带性植被群落——贝加尔群落。这一过程需 10~15 年以上^[10]。

应用上述原理, 我们分析了神府东胜矿区, 资源开发过程中生态系统的演化。

从 1986 年煤田开发以来, 矿区的生态环境发生了很大变化。系统内植被覆盖层大幅度减少, 蒸发变大, 水分减少, 土壤抗蚀力减弱, 表土损失, 洪水泛滥, 环境恶化, 减少了扩散所参考文献:

[1] 张丽萍, 唐克丽. 矿山泥石流[M]. 北京: 地质出版社, 2001. 24- 30.
[2] 杨景才, 关三和. 建设山川秀美的神东矿区确保能源基地的可持续发展[J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(6): 9- 12.
[3] 张汉雄, 王占礼. 神府东胜煤田开发对乌兰木伦河河道淤积与输沙的影响[J]. 水土保持研究, 1994, 1(4): 60- 71.
[4] 张平仓, 王文龙, 唐克丽等. 神府东胜矿区采煤塌陷及其对环境的影响初探[J]. 水土保持研究, 1994, 1(4): 36- 44.
[5] 王义. 神华神东矿区生态环境保护及治理技术[J]. 西北地质, 2003, 36(增): 41- 47.
[6] 张力, 刘山林. 准格尔煤田水土流失的综合治理[J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(3): 48- 49.
[7] 康世勇. 上湾煤矿水土流失治理技术[J]. 煤矿环境保护, 1999, 13(5): 38- 39.
[8] 张锡辉. 水环境修复工程学原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 1- 10.
[9] 唐克丽, 等. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 175- 179.
[10] 卢升高, 吕军. 环境生态学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2004. 69- 76.

需的排放场地, 失去了“生命机”工作中的负熵增加。所以生态系统退化严重。生物群落是在物质基础生境发生变动情况下的恢复, 其恢复和演化过程差别很大, 所需时间也较长。

资源开发过程中的生态演化还存在一个正、逆演化的分异问题。一般来讲, 在神府东胜矿区如此干旱少雨的脆弱生态环境区, 负地形部位生态演化为正, 正地形部位生态演化为逆。加之生态环境治理的差别投资。目前, 在神府东胜矿区地表生物群落的分布呈点散状。在不同的区域和地貌部位, 出现了生态演化的分异和生态恢复的差别。¹ 在神府东胜矿区, 沿着乌兰木伦河河滩地分布的露天煤矿, 在基建和开采初期, 废弃的土、石、渣等堆积在河床, 造成了高含沙水流和行洪困难; 由于煤层的挖掉, 地形降低, 地下水位较高, 再加之负地形是矿物营养元素的聚集场所, 有利于植被的生长, 容易生态自我恢复, 并且可向较高级位的系统演化; ④分布在台地和丘陵山地的大型露天矿, 弃土、石渣堆积在山坡和山顶, 破坏了原有的植被, 疏松的堆积体, 易导致严重的水土流失, 植物生长非常困难, 地表沙漠化现象严重。例: 武家塔露天矿, 在沙盖丘陵顶部, 所揭地表剥离的弃土、石、渣堆积的台地和小丘, 植被自我恢复很难, 在有固沙障的情况下, 有少数植物可以生长; ④在居民和办公区, 在大力度的投资下, 人工植被发育比较好, 可誉为黑色矿区的花园。

4 结 语

虽然, 在矿区内一些小流域的生态环境治理, 取得了成效。但是, 这一过程耗资是非常惊人的。如果在如此大面积的区域, 采用这种恢复方法是不经济的, 也是不可能的。这就给我们提出了新的任务, 采取什么样的方法, 能科学地、经济地促进生态系统的人为辅助下的自我恢复。

根据发达国家资源开发过程中和开发后的生态系统恢复经验, 结合神府东胜矿区开发 18 年来对生态系统演化过程的影响现状, 资源开发阶段与生态系统的演化和恢复的对应关系, 初步可概括为: 基建期—生态环境破坏期; 过渡期—生态环境退化期; 达产期—生态环境治理期; 稳产期—生态环境恢复期。

在未来西部开发过程中, 我们应该扭转这一对应关系, 将其优化为: 基建期—生态环境保护期; 过渡期—生态环境保育期; 达产期—生态环境建设期; 稳产期—生态环境优化期。