

SHENGTAI
YU HUANJING
HUIFU JISHU XILIE



生态与环境恢复技术系列

矿山生态植被 恢复技术

QUANYINGSHAN

赵方莹

孙保平等◎编著

SHENGTAI
ZHIBEI HUIFU JISHU



林业出版社

生态与环境恢复技术系列

矿山生态植被恢复技术

赵方莹 孙保平等 编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山生态植被恢复技术/赵方莹, 孙保平等编著. —北京: 中国林业出版社, 2009. 10
(生态与环境恢复技术系列)

ISBN 978 - 7 - 5038 - 5720 - 1

I. 矿… II. ①赵…②孙… III. 矿山 - 植被 - 生态环境 - 环境保护 - 研究
IV. X322 Q948. 15

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 179824 号

策 划: 邵权熙 刘家玲 严 丽

责任编辑: 刘家玲

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

网 址: www.cfph.com.cn

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: (010) 83224477

发 行: 新华书店北京发行所

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

版 次: 2009 年 10 月第 1 版

印 次: 2009 年 10 月第 1 次

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 290 千字

彩 插: 16

印 数: 1 ~ 2000 册

定 价: 36.00 元

装点首都为美山川
为祖国争光

北京林业大学 谢石屏

一九五九年十月

**“生态与环境恢复技术系列”
编 委 会**

主 编 赵方莹

副主编 孙保平 张洪江

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁国栋 王 宁 吴敬东 李余波 李江锋

孟 强 杨建英 杨 光 罗俊保 周连兄

赵廷宁 凌 霞 程堂仁

《矿山生态植被恢复技术》编委会

主 编 赵方莹 孙保平

编 委 (按姓氏笔画排序)

张国帧 李江锋 苗世龙 姜浩野 袁志琼

郭俊高 梁丽壮 程小琴

序

生态与环境的保护和建设已经成为当今人类社会共同面临的重要课题，在人口增长和经济发展的双重压力下，我国的生态环境不容乐观。党和政府高度重视生态环境问题，在科学发展观和构建和谐社会的指导思想中均将“人与自然和谐”作为重要内容，国家把节约自然资源和保护生态环境列入国民经济和社会发展规划纲要。生态环境的恶化直接威胁人类的生存条件和生活质量，建设与生态的良性循环已成为衡量发展科学性的标准之一。

近年来随着社会经济的飞速发展，我国基本建设速度加快，城市建设与生态保护的矛盾日益加剧。交通、水利、矿山、电力等建设项目造成了大面积植被破坏和新增水土流失，影响了生态景观，并造成地质灾害隐患，加剧了人类生存环境的恶化和生态系统的退化。加强建设项目生态与环境的保护与建设，实现开发建设与环境保护兼顾成为经济社会可持续发展的重大课题。

由于这些项目涉及交通、水利、矿山、电力、城镇建设多个不同行业，并且涵盖生态学、植物学、林学、土壤学、水土保持学、土木工程学等多个学科，所以急需系列有针对性的专业技术书籍，指导不同行业相关技术人员进行生态环境建设。为了满足这一需求，该系列书作者们根据多年的实践经验结合新技术、新工艺，从设计、施工、管理的角度，结合规划设计和工程实践进行案例分析，介绍相关成套技术。按照自然规律的要求，因地制宜选择适用技术措施或技术组合，实现近自然的生态治理。作者们既有深厚的理论基础，又有丰富的实践经验。该系列书注意理论联系实际，实践性和操作性强，对建设项目生态与环境的保护与建设具有重要指导意义，它的出版将在很大程度上推动我国生态环境建设事业的健康发展，为山川秀美、民强国富宏伟目标的实现献计献策。

李亚华

2009年10月10日

前言

生态环境的保护和建设已经成为当今人类社会共同面临的重要课题，我国党和政府高度重视生态环境问题，在科学发展观和构建和谐社会的思想中均将“人与自然和谐”作为重要内容，国家把节约自然资源和保护生态环境列入国民经济和社会发展“十一五”规划纲要之中。生态环境的质量直接关系到经济社会能否可持续发展。建设与生态的良性循环是衡量发展科学性的标准之一。

20 世纪 80 年代以来，随着国家对矿产资源需求的迅速增加及矿业经济的迅猛发展，矿山开采造成大规模的土地破坏和植被破坏，在中国乃至世界，都是一个十分严重且日益受到高度重视的问题。矿产资源的开发和利用为我国的经济高速发展和城镇化建设做出了极大的贡献，但也引发一系列难以避免的环境问题。因矿山开采特别是露天开采，不但影响自然景观、造成污染环境，而且还会造成水土流失，诱发山体滑坡等地质灾害。采矿活动所形成的废弃地具有众多极端理化性质，主要表现为物理结构不良、贫瘠、极端 pH 值、重金属含量过高、干旱等，对矿区景观、土地资源、水环境、生物多样性等均产生了巨大影响并危及人类的生存与健康，影响区域经济的可持续发展。

矿区的生态修复已成为我国生态环境建设的重要组成部分，通过对废弃矿区的生态修复，能够有效改善生态环境；同时结合土地整治，对土地资源进行综合利用，缓解人地之间的矛盾。更为重要的是通过合理规划实施替代产业的发展，解决由于对一些矿山的关停对区域当前经济造成的暂时的负面影响，实现“黑白经济”向“绿色经济”的转变，安置产业转业人员。通过矿区的生态修复工作，配合我国社会主义新农村建设，促进绿色 GDP 的增长，实现循环经济，构建和谐社会。

矿业废弃地的植被自然恢复是非常缓慢的，应采取积极的人工措施来加快植被恢复，以改善矿区生态环境。矿山植被恢复涉及到生产安全和坡体的安全稳定，疏浚矿区的排水通道，保证排水系统通畅，并要与矿山生产相结合，与区域总体规划相结合，实施近自然生态植被恢复。在矿山生态植被恢复中要遵循生态学自然规律，师法自然，按照近自然的原则实施，避免出现过多的人工痕迹。

目前我国矿山治理仍然存在“先破坏、后修复”现象，理论落后于实践，缺少科学理念指导和专业规划，治理技术主要以单一恢复植被为主，基本未考虑恢复自然生态，不能按照近自然的原理进行生态恢复；技术形式单一、不能科学进行技术组合，不能科学进行植物品种选配。由于废弃矿山生态植被恢复是一项综合的、跨学科的技术，它集成了生态、材料、植物、土壤、工程等方面多项技术为一体的生态植被恢复技术体系，所以专业规划设计人员严重缺乏。

针对目前矿山生态植被恢复现状，遵循自然科学规律，按照近自然生态植被恢复的理念，编著者结合近年来在相关领域的研究、规划设计、施工管理的技术积累与经验，编著了本书，以供相关人员参考。

编著本书是为了保证体系的完整性和满足实际工作使用的需要，就矿山废弃地植被恢复概况、矿山开采的生态环境影响、生态植被恢复理论基础进行了综合性介绍，对地形整理与土壤改良技术、给排水工程技术、边坡防护与植被恢复技术、抗旱植被建植与管理技术、植物选配技术进行了全面、详细的论述，并结合矿山生态植被恢复工程实践进行具体分析。

本书由中国水土保持学会工程绿化专业委员会、北京林业大学边坡绿化研究所、应用生态研究所、水土保持学院、北京市园林绿化局、山西省林业科学研究院、北京林丰源生态环境规划设计院有限公司、北京林枫园林绿化工程有限公司等有关单位的研究、技术人员共同编著而成。

本书适用于矿山国土、林业、水利水保、园林、旅游等部门从事项目建设管理、生态环境建设的教学、科学研究、设计和工程技术人员参考使用。

本书在编写过程中参考和引用了国内外有关书籍和文献，特此感谢！

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

（本书图片由北京林枫园林绿化工程有限公司提供）

赵方莹

2009年6月于北京



序

前言

第一章 矿山生态植被恢复现状	(1)
第一节 国内外矿山植被恢复概况	(1)
一、国外矿山废弃地治理研究现状	(1)
二、国内矿山废弃地治理研究现状	(3)
三、国内外矿山废弃地生态环境恢复比较	(4)
第二节 矿山生态恢复方面存在问题	(4)
一、矿山类别多、分布广、治理难度大	(4)
二、权责不清、生态恢复业主不明	(5)
三、理念技术方面的问题	(5)
四、政策规范与环保意识问题	(6)
五、资金投入不足	(6)
第三节 矿山生态植被恢复的必要性和可行性	(6)
一、矿山生态植被恢复的必要性	(7)
二、矿山生态植被恢复的可行性	(8)
第二章 矿山开采的生态环境影响及植被恢复理论基础	(9)
第一节 矿山开采的生态环境影响	(9)
一、矿山开采污染源分析	(9)
二、矿山开采生态环境影响	(10)
三、矿山废弃地类型及植被恢复特点	(13)
第二节 矿山生态植被恢复理论基础	(15)
一、生态学理论基础	(16)
二、土壤学理论基础	(19)
第三章 土地整理和土壤改良技术	(23)
第一节 基本要求与思路	(23)
一、基本要求	(23)
二、整理思路	(24)
第二节 土地整理	(24)
一、土地整理的作用	(24)
二、土地整理的方式	(24)

三、土地整治程序	(29)
第三节 土壤改良	(30)
一、土壤改良的作用	(30)
二、土壤改良的方式	(30)
第四章 供排水系统工程	(34)
第一节 供水系统工程	(34)
一、设计原则	(34)
二、供水系统布设要求	(34)
三、供水工程计算	(34)
第二节 排水系统工程	(36)
一、截排水设施	(36)
二、消能防冲设施	(37)
第三节 蓄水工程	(54)
第五章 边坡防护及植被恢复技术	(59)
第一节 坡体稳定处理	(59)
一、削坡、分级处理	(59)
二、坡脚拦挡处理	(60)
三、挡墙稳定性分析	(62)
四、坡面防护处理	(65)
第二节 坡面生态防护技术	(67)
一、钢筋混凝土框架坡面防护与植被恢复技术	(67)
二、预应力锚索框架地梁坡面防护与植被恢复技术	(68)
三、混凝土预制空心砖坡面植被恢复技术	(74)
四、浆砌石框架坡面植被恢复技术	(75)
第三节 坡面植被恢复技术	(80)
一、生态植被毯坡面植被恢复技术	(80)
二、生态植被袋坡面植被恢复技术	(83)
三、岩面垂直绿化技术	(85)
四、生态灌浆坡面植被恢复技术	(86)
五、土工格室坡面植被恢复技术	(88)
六、三维网坡面植被恢复技术	(89)
七、植生基材喷附植被恢复技术	(93)
第六章 植被抗旱建植及管理技术	(96)
第一节 建植方式	(96)
一、播种植被恢复技术	(96)
二、植苗植被恢复技术	(97)
第二节 抗旱保水及促进生根技术	(99)

一、保水剂技术	(100)
二、地表覆盖技术	(101)
三、局部防渗保水技术	(101)
四、生根粉应用技术	(102)
五、菌根菌造林技术	(102)
第三节 植被恢复季节及苗木要求	(102)
一、植被恢复季节	(102)
二、苗木要求	(103)
第四节 养护管理技术	(104)
一、水分管理	(104)
二、肥力管理	(104)
三、修剪	(104)
四、人工调控	(105)
五、保护管理	(105)
第七章 矿山废弃地植被恢复的植物选配	(106)
第一节 立地类型划分	(106)
一、立地类型划分原则	(106)
二、立地因子的选取	(107)
第二节 植物种类选择	(107)
一、植物种类选择原则	(108)
二、常用植物种类及其特性	(109)
第三节 植物配置与植被地带性分布	(128)
一、植物配置	(128)
二、植被地带性分布	(129)
第八章 矿山植被恢复的规划设计与工程实践	(133)
第一节 永红煤矿生态恢复规划设计	(133)
一、项目区概况	(133)
二、设计指导思想及目标	(133)
三、生态修复类型区划分	(134)
四、治理方案	(134)
第二节 狼窝沟小流域废弃煤窑生态修复规划设计	(138)
一、项目区概况	(138)
二、存在问题及解决方案	(138)
三、主要生态修复措施	(138)
第三节 李各庄村采石场生态植被恢复规划设计	(140)
一、项目区概况	(140)
二、设计的指导思想及目标	(140)
三、生态修复类型区划分	(140)

四、生态修复设计方案	(140)
第四节 牛富围砂石坑生态恢复规划设计	(147)
一、项目区概况	(147)
二、分区植被恢复设计	(148)
三、灌溉系统布设	(151)
四、围栏防护设施	(151)
第五节 迁安大石河铁矿废弃地植被恢复规划设计	(152)
一、项目区概况	(152)
二、植被恢复思路	(153)
三、植被恢复方案	(154)
第六节 龙凤岭废弃采石场植被恢复规划设计与实践	(158)
一、项目区概况	(158)
二、植被恢复思路	(159)
三、植物选配	(159)
四、项目实施采用的技术组合模式	(159)
第七节 北京首钢铁矿植被恢复规划设计与实践	(162)
一、项目区概况	(162)
二、生态植被恢复原则	(162)
三、指导思想与目标	(163)
四、开采区侧坡植被恢复	(163)
五、排土场生态植被恢复	(165)
六、道路沿线创面生态植被恢复	(168)
七、尾矿库坝面生态植被恢复	(169)
参考文献	(170)

第一章 矿山生态植被恢复现状

20 世纪 80 年代以来,随着国家对矿产资源需求的迅速增加及矿业经济的迅猛发展,因矿山开采而造成的生态环境破坏问题也日趋严重,特别是露天开采,不但影响自然景观、造成污染环境,而且还会造成水土流失,诱发山体滑坡等地质灾害。采矿活动所形成的废弃地具有众多极端理化性质,主要表现为物理结构不良、贫瘠、极端 pH 值、重金属含量过高、干旱等,对矿区景观、土地资源、水环境、生物多样性等均产生了巨大影响并危及人类的生存与健康,影响区域经济的可持续发展。

我国现有国有矿山企业 8000 多个,个体矿山企业达到 23 万多个。全国中型以上国有矿山企业占地 75.41 万 hm^2 ,其耕地、林地、草地百分比分别为 28.04%、28.74%、7.43%。露天采矿场、排土场与尾矿场占地为:6.16 万 hm^2 、3.24 万 hm^2 、2.73 万 hm^2 。采矿业中各类型占地情况为采矿活动本身占 59%、排土场占 20%、尾矿占 13%、废石堆占 5%、塌陷区占 3%。

据统计,北京市共有各类矿山 1749 个,小型规模矿山占 99.2%,主要分布在远郊山区。煤主要集中在分布在北京西南部的门头沟区和房山区;黑色金属矿产以沉积变质铁矿为主,集中于密云县和怀柔区;有色金属、贵金属矿产主要分布于门头沟区和房山区;建材及其他非金属矿产分布相对较分散,主要分布于房山、门头沟、昌平、延庆、怀柔、密云和平谷等地区。矿山开采不仅造成植被破坏、山体创伤、形成采空区、切断地下水系,造成安全隐患,同时大量的废石、尾砂等固体废弃物占用大量土地,破坏了自然生态景观。根据北京市国土资源局 2005 年底调查资料统计,北京市各区(县)矿山占用、破坏土地 4897.69 hm^2 ,其中耕地 696.32 hm^2 ,为总面积的 14.2%;林地 1008.93 hm^2 ,为总面积的 20.6%;草地 20.88 hm^2 ,为总面积的 0.4%;其他类型土地 3171.56 hm^2 ,为总面积的 64.8%。根据《北京城市总体规划》提出的统筹城乡发展、调整产业结构、改善生态环境、促进经济和社会协调发展的要求,目前北京市已全面停止小型矿产资源的开采。

第一节 国内外矿山植被恢复概况

一、国外矿山废弃地治理研究现状

近半个世纪以来,发达国家对矿区废弃地治理非常重视。据统计,全世界废弃矿区面积约 670 万 hm^2 ,其中露天采矿破坏和抛荒地约占 50%。据美国矿务局调查,美国平均每年采矿占地 4500 hm^2 ,已有 47%的废弃地恢复了生态环境,20 世纪 70 年代以后生态恢复率为 70%左右。英国在 70 年代有矿区废弃土地 7.1 万 hm^2 ,其中每年煤矿露采占地 2100 hm^2 ,由于各级政府的重视,通过法律、经济等措施,生态恢复效果显著,1974 ~

1982 年间因采矿废弃土地 1.9 万 hm^2 , 生态恢复面积达 16952 hm^2 , 恢复率达 87.6%; 到 1993 年露天采矿占用地已恢复 5.4 万 hm^2 。

矿山生态环境控制与恢复最早开始于德国和美国, 美国早在 1920 年《矿山租赁法》中就明确要求保护土地和自然环境, 德国从 20 世纪 20 年代开始在废弃地上植树以恢复植被和保护环境。80 年代以后, 随着世界各国对环境问题的日益重视和生态学的迅速发展, 矿山环境恢复治理中的生态系统的重建工作已成为该领域研究的焦点, 呈现出蓬勃发展的态势。英国、德国、美国、波兰等国家在矿区土地复垦与生态重建方面都处于国际领先水平。70 年代以来, 人们深刻地认识到复垦是使开采过的土地恢复到可接受的环境状况的理想补救方式, 而且是矿山开采活动中不可分割的组成部分。国际社会对这一共识积极响应。自 1985 年以来, 世界上已有 90 多个国家或颁布了新的矿产法, 或大幅度修订了现有法律。美国早在 1977 年通过了《露天开采控制与复垦法》, 以规范采矿业和解决废弃矿山的问题, 详尽规定了包括原有矿和新开矿作业的标准和程序及复垦技术与目标。例如, 规定将使用土地恢复到原用途要求的环境, 稳定矿渣堆、恢复表层土壤、尽可能降低矿山排水危险、因地制宜种草植树等。

德国是世界上重要的采煤国家, 年产煤量达 2 亿 t, 以露采为主。德国政府对煤矿废弃地的复垦、生态恢复十分重视。早在 1920 年就开始对露天煤矿矿区废弃地进行复垦, 其发展过程大致经过三个阶段: 实验阶段 (1920 ~ 1950), 此阶段对各种树木在采矿废弃地的适应性进行研究, 选出了赤杨和白杨作为先锋树种; 综合种植阶段 (1951 ~ 1958), 突出了树种的多样性和树种的混交; 分阶段种植阶段 (1958 以后), 根据不同的采矿废弃地分类种植恢复。由于机构健全、严格执法、资金渠道稳定, 德国的土地复垦、生态恢复工作取得了很大成绩。到 1996 年, 全国煤矿采矿破坏土地 15.34 万 hm^2 , 已经完成复垦、生态恢复面积有 8.23 万 hm^2 , 恢复率达 53.5%。德国政府在治理矿区废弃地恢复生态环境中的主要做法介绍如下。

1. 制定法律, 以法律作为保证

政府颁布的法律、法规如采矿法、矿产资源法等, 均规定采矿后矿区恢复的方向、规划、资金来源等一并报批, 否则不允许开矿。同时还规定采矿企业在采矿停止后两年内, 必须完成恢复工作, 否则不再发放采矿许可证。德国在矿区废弃地生态恢复工作中有一套完善的管理机构和 work 程序, 而且按批准的规划严格组织实施。其程序为采矿公司首先向联邦经济部申请采矿许可证, 上报采矿生产设计方案, 同时上报恢复规划, 然后采矿委员会计划处根据计划安排将恢复计划提交州采矿和恢复理事会审核, 由其依照国家有关规定对恢复工作的技术问题提出意见。在审核同意开矿的同时, 计划处根据采矿后矿区废弃地的实际情况和当地群众的意见修改完善恢复规划, 并和采矿公司一起对恢复规划进行评估和全面审查。修改后的恢复规划由计划处报政府批准, 批准后的规划为法定规划, 任何人不得改变, 按规划严格组织实施。恢复工作完成后, 要由德国地方政府、采矿公司和当地群众联合组织验收, 直至符合恢复标准。

2. 确保恢复资金

德国矿区废弃地生态恢复的资金渠道主要有: ①根据谁破坏谁恢复的原则, 由采矿公司负责拿出资金存入银行作恢复费用, 专款专用。②由采矿所在地的地方政府根据具体情况, 提供部分经费补贴。③联邦政府在预算中列入专项恢复资金。④地方集资或社会捐赠资金。

3. 重视科技

德国在矿区废弃地生态恢复中以科学技术为先导,拥有先进的设备和一批有经验的专门技术人才,建立了广泛的科研技术网络,可随时提供有关的信息和技术数据。在联邦科学技术委员会领导下,成立了专门的采矿后景观研究所,负责采矿后生态恢复有关的技术研究工作。研究所的主要任务是研究恢复前后因各种生态因子的改变而对土壤、水分、动植物的生长及环境的影响。研究所目前开展的研究主要有林地渗透水研究;土壤不同深度养分成分及含铅量的研究;土壤分类、温度、水分、太阳辐射的研究;林木径流研究;施肥及林木生长研究;不同树种在各种土壤类型上生长过程的定位研究,以及采矿前后动植物变化的研究等。

在澳大利亚,采矿业是该国的主导产业,矿区恢复已经取得长足进展和令人瞩目的成绩,被认为是世界上先进而且成功地处理扰动土地的国家,土地复垦、生态恢复已经成为开采工艺的一部分。由政府出资对过去开采遗留下来的已封闭的矿区进行复垦、生态恢复工作,同时在法律中规定新开矿区由矿主出资恢复。

为了保证矿区废弃地生态环境恢复的工作顺利进行,许多国家如美国、加拿大、德国、澳大利亚及东欧一些国家都先后制定了有关法律、法令、规章来约束采矿工业对土地的破坏,以法律形式要求对采矿占用、破坏的土地生态环境进行恢复。

二、国内矿山废弃地治理研究现状

近代我国矿区废弃地的恢复工作开始于1950年代末。但是由于社会、经济和技术等方面的原因,直到1980年代这项工作基本上还是处于零星、分散、小规模、低水平的状况。1988年《土地复垦规定》的出台,使我国矿区废弃地的生态恢复工作步入了法制轨道,矿区废弃地恢复的速度和质量都有较大的提高。1990~1995年全国累计恢复各类废弃土地约53.3万 hm^2 ,其中1526家大中型矿区恢复废弃地约4.67万 hm^2 ,占全国累计矿区废弃地面积的1.62%。然而,对389座乡镇矿区的调查表明乡镇小型矿区对土地破坏十分严重,生态恢复率几乎为零。目前经济发达的省市包括北京、浙江、江苏、山东、广东深圳以及山西朔州、山东兖州、辽宁阜新、内蒙古准格尔等矿区陆续开展了土地复耕、水土保持等生态恢复建设,并出现了一些优秀示范生态恢复矿区。在技术研究方面山西安太堡露天煤矿、辽宁阜新煤矿、兖州煤矿、深圳和北京的矿山生态植被恢复研究取得了丰硕的成果,但是总体上我国矿区废弃地生态恢复的任务还十分艰巨。

就北京市矿区生态环境修复工作来看,总体上可划分为4个发展阶段:第一阶段为20世纪50~70年代,起初是个别矿山自发进行的一些小规模修复治理工作,主要集中于土地修复,沿用传统思路:以通过填埋、刮土、覆土等措施将退化土地改造成可耕种土地;进入20世纪80年代,矿区生态环境修复才真正得到重视,从自发、零散状态转变为有组织的修复治理阶段。特别是《土地复垦规定》、《中华人民共和国环境保护法》的颁布,标志着北京市矿区生态环境修复走上了法制化的轨道;进入90年代,随着人们的环境意识不断提高和科学技术的不断进步,北京市矿区生态修复工作开始全面展开,并产生了许多实用的生态修复技术和推广模式;跨入21世纪后,特别是2008奥运会举办权的获得对北京生态环境建设提出了更高的要求,为了进一步提高现有的生态环境建设水平,改善矿山自然生态环境,实现矿产资源开发和生态环境保护的良性循环,治理扬沙起尘的沙

尘源,创建一流生态城市,实现“绿色奥运”目标,北京市针对现有的废弃矿山的特点和难点,加大投资力度,进行突破性治理。

近年来,北京市各级政府和有关部门高度重视废弃关停矿区生态修复及综合治理,北京市科学技术委员会和门头沟区政府组织的首都生态修复国际论坛、北京市水务局建设的龙凤岭废弃矿山生态恢复科技示范区等项目,探索和总结出大量的治理经验和管理模式,为北京市全面展开废弃关停矿区生态修复工作奠定了技术基础。于2006年由北京市相关委办局牵头并就矿山生态的恢复编制了政府专项生态植被恢复规划,对于一些关停、废弃的无主矿山由政府投资进行植被恢复治理,目前已取得了明显的成效。

三、国内外矿山废弃地生态环境恢复比较

总体来讲,在矿山生态环境恢复方面,我国与国外相比还有很大差距。目前,发达国家矿业废弃地复垦率已高达50%以上,且复垦的质量很高,如美国为79.5%,而我国在20世纪80年代初,复垦率在0.17%~1%;80年代末期,复垦率在2%左右;90年代初,复垦率为6.167%;到1994年,复垦率达13.133%。与发达国家相比我国矿山生态环境恢复方面存在的主要差距有:

(1) 复垦技术仅限于一些基本途径的研究,单一用途的复垦,没有根据整个矿区的条件,按照生态学、生态经济学原理,进行多业、综合、协调并能控制水土流失的生态复垦研究,致使复垦区生态环境改善不明显,复垦环境效益较低。

(2) 土地复垦途径研究多为工程复垦技术研究,生物复垦技术研究少,使农林复垦土地生产力低,经济效益较差。

(3) 矿山废石或矸石、尾矿及废水、废气是矿山生态系统破坏的主要污染源,对如何减少土地破坏,减少剥岩数量;尾矿的综合利用和复垦;尾矿水的净化、回收、循环和再利用技术等,没有从生态学理论高度,综合研究减少废石生产,抑制污染源,进行生态恢复和治理,使矿山重建生态系统的方法。

第二节 矿山生态恢复方面存在问题

美国、英国、德国、法国、澳大利亚、俄罗斯等发达国家的矿山治理工作开展的较早且比较成功,他们注重恢复土地生产性能,生态恢复技术先进。此外,加拿大、日本、匈牙利、丹麦等国家在这方面也做了大量研究工作,取得了不少成绩。近些年来,我国矿山治理工作也取得了长足的发展,但是由于经济和技术等方面的原因,矿区环境修复工作仍存在若干问题。

一、矿山类别多、分布广、治理难度大

我国矿山类型多、地域分布广且分散,植被破坏区域一般在自然状态下缺少植被生长的水、土等自然条件,植被恢复困难,导致大量矿山废弃后长期裸露,使这些矿山矿点形成了新的污染源,而且涉及行业部门多、面积广、后遗症多,给生态环境造成了严重的不良影响。

二、权责不清、生态恢复业主不明

缺乏严格的监督保障系统,难以确保各项法规的正常执行;在不少部门还未得到应有的重视,得不到充分的保障。现有的一些有关矿山生态植被恢复法律法规,在工作实施过程中由于法律实施保障以及各部门的行业多头管理造成相关监督执法力度不足。部分废弃矿山的权属类型不同,有大型国有企业、集体企业、私企;一些矿山在开采期间未能及时进行植被恢复,并且没有预留生态植被恢复资金,当矿山闭矿或关停之后,植被恢复资金和责任业主难以落实。有部分是近年政府明令关停项目,有些是资源枯竭而停产,还有部分是由于效益不佳而倒闭形成的废弃矿山。对于这些由政府部门明令关停项目可以由政府投资进行生态植被恢复,但是对于一些由于个体和民营企业的私挖乱采等盗采矿山以及无明确业主的废弃矿山造成的植被破坏,尤其是严重的生态环境破坏,其既得利益者并不承担破坏区域的植被恢复责任,这些问题造成权责不清、生态恢复责任业主不明,使生态植被恢复难以实施。

三、理念技术方面的问题

1. 缺少科学理念指导和专业规划

我国矿山治理仍然采用“先破坏、后修复”的模式;理论落后于实践,重工程实践,轻理论研究,研究的薄弱环节乃是政策法规的制定和实施、现行技术的革新和理论提高,多学科专家的参与和联合攻关也是当务之急。重修复数量,轻修复质量,还有大部分矿山未进行治理,远远落后于先进的国家,我国治理的目的主要是解决环境污染和增加可耕地,治理技术主要以单一恢复植被为主,基本未考虑恢复自然生态。

由于缺少统一规划和指导思想理念,零星开展的废弃矿山生态植被恢复虽然起到了一定的生态恢复和示范功能,但是由于开展的工作不系统,未能进行科学设计和全面总结,反而对社会造成了一定程度的误导。主要表现在不能按照近自然的原理进行废弃矿山的生态恢复,而是强化人工痕迹,实施人工造景和地面硬化,造成与周围自然环境不协调。

2. 技术形式单一、不能科学进行技术组合,并且技术模式经济可行性差

由于行政决策或设计、施工单位技术单一,缺乏对技术的科学组合运用,对需要生态植被恢复的废弃矿山,不能根据立地条件的差异,采取不同的技术模式或技术组合分区实施生态植被恢复,从而造成生态植被恢复效果不理想。

在进行废弃矿山的植被恢复时,一味地追求技术新颖,对本身可以采用一些传统简单的技术形式就能实现植被恢复的,却采用一些从国外引进的技术措施,这样造成每平方米十几元就可以实现植被恢复的区域,花了百余元,使得技术模式的经济可行性差,难以推广实施。

3. 不能科学进行植物品种选配

在进行矿区生态植被恢复时不能最大程度地采用乡土植物品种,而是大量采用国外引进的一些草种和外来植物品种,致使植物对立地条件的适应性差、不能持续稳定地成长,最终可能导致生态恢复工程的失败。同时,由于不能科学合理地进行植物种子混配,造成植被群落不能实现正常演替,目标群落不能如期实现;此外,选择的植物品种的耐瘠薄、耐旱等抗逆性差,一旦失去人工养护,植被就开始退化。