

①

# 安太堡露天煤矿排土场植被恢复的主要限制因子及对策

王改玲, 白 中 科  
(山西农业大学资源环境学院, 太谷 030801)

摘 要: 论述了安太堡露天煤矿排土场植被恢复的主要限制因子为水分、温度、土体构造不良、容重大、土壤养分贫乏、矸石自燃等不利因素, 并在分析改善各种不利因素可能性的基础上, 提出了有效恢复植被的对策: (1) 加强工程措施, 防治水土流失; (2) 引入先锋植物; (3) 引入乡土植被; (4) 加强植被管理, 合理间伐; (5) 增加施肥, 加快土壤熟化。

关键词: 露天煤矿; 排土场; 植被恢复

中图分类号: S 157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2002)01-0038-03

## Main Limiting Factors for Re-vegetation and Measures of Dumping Site in Antaibao Opencast Mine

WANG Gai-ling, BAI Zhong-ke  
(College of Resource and Environment, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi Province, China)

**Abstract:** The main limiting factors for re-vegetation of dumping site, including water, temperature, bad soil structure, heavy bulk density, poor in nutrients and gangue spontaneous combustion, were discussed firstly, then the measures were proposed, which was based on the possibility of improving the unfavorable factors: (1) to strengthen project so as to prevent loss of water and erosion of soil; (2) to introduce pioneer plant; (3) to introduce local vegetation; (4) to strengthen management, properly thinning; (5) to increase fertilizer so as to accelerate soil cultivation.

**Key words:** opencast mine; dumping place; restoring vegetation

安太堡露天煤矿(以下简称 ATB 矿)是目前我国最大,世界上少有的超大型露天煤矿,年开采量 1 500 万 t。随着对煤炭的开采、废弃物的排放,大面积的土地被破坏,水土流失加重,生态恶化。为了恢复被破坏的土地,防治水土流失,矿区自 1987 年投产以来即开始进行土地复垦。但 ATB 矿地处干旱半干旱黄土高原脆弱生态区,存在若干不利因素,植被恢复难度较大。因此植被恢复也就成为 ATB 矿土地复垦的基础和成败的关键。本文对 ATB 十多年来植被恢复方面的经验进行总结,旨在为晋陕蒙

接壤区正在开发和将要开发的大型露天煤矿的生态恢复和重建提供有益的借鉴。

### 1 植被恢复的主要限制因子

#### 1.1 水分

水是植物体的重要组成,一切生命活动、生化过程的基本保证。水分缺乏,植物代谢将会受到障碍,甚至死亡。

ATB 矿位于黄土高原东北部,海拔 1 320 m,地

① 收稿日期: 2001-09-10

基金项目: 山西省教委科技开发项目(合同编号: 99016)。

作者简介: 王改玲,女,(1971-),硕士,讲师,现在山西农业大学资源环境学院工作,主要研究方向为土地复垦。

下水资源匮乏, 降雨量少, 年均均为 428. 5 ~ 449. 5 mm, 且降雨年际年内分布不均, 最高年降水 757. 4 mm, 最低 195. 6 mm, 多集中分布于 7、8、9 三个月。降雨的时空分布与植物生长时对水分的需求规律不吻合。一方面是植物可利用的水量相对短缺, 春季干旱少雨, 播种、植树困难; 另一方面则是夏秋季降水集中, 损失严重。尤其是排土场用载重 154 ~ 190 t 的重型卡车堆垫并用轮胎式大型推土机平整, 使排土场整体呈岩土混置松散状态。平台地表严重压实, 容重达 1. 6 ~ 1. 9 g/cm<sup>3</sup>, 径流系数高达 50% ~ 70%; 同时深层渗漏加剧。新造排土场初期压缩沉降剧烈, 还易发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害, 不利于植物生长, 这就使得水分成为 ATB 矿植被恢复的限制因子。在 ATB 矿对刺槐的调查发现, 1 ~ 3 年生刺槐(*Robina pseudoacacia* L.) 春季地上部分因脱水而抽梢严重, 甚至死亡; 7 ~ 8 年后, 在密度较大的种植区(1 m × 1 m), 40 cm 土壤以下出现明显干层, 也会使刺槐死亡(见表 1)。在其它密度较大的复垦区, 也存在类似的情况。

表 1 土壤水分含量和刺槐生长状况表 (1999 年 8 月)					
土壤水含量/ %	土层深度/cm				
	0 ~ 10	10 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60
刺槐死亡区	9. 8	10. 4	9. 8	3. 8	3. 2
刺槐正常生长区	8. 5	12. 0	14. 2	14. 6	-

另外, 对小黑杨(*Populus Simonii* × *P. nigra*) 的调查发现, 在堆状地面的低凹处, 因水分条件较好, 小黑杨长势要好于平地及坡地。对野生植物侵入状况调查发现, 平台水分好于坡地, 因此平台野生植物侵入种类多于坡地。

### 1. 2 温度

温度是影响植物生长、发育、形态、数量和分布的又一重要因子。低温时体内代谢减慢, 生长发育迟缓甚至停止生长。一般来说, 植物在 0 ~ 30 的温度范围内随温度升高, 生长加快; 随温度降低, 生长变慢。对于不同的植物来说, 要求的温度条件不同, 受到极端温度和积温的限制。ATB 矿位于晋西北高寒地区, 全年平均气温 5. 5 ~ 6. 8 , 极端最高气温 37. 9 , 极端最低气温 - 32. 4 , 10 活动积温为 2 034. 8 ~ 2 916. 3 , 全年无霜期 114 ~ 130 d。从植被恢复的角度看, 本区热量资源相对不足, 从而限制了复垦植物品种的选择。又因极端低温较低, 使许为被试植物难以越冬; 部分乔木即使能够成活, 由于热量不足, 生长量不够, 常表现为灌木形态, 如苹果树(*Malus pumila*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、复叶槭(*Acer negundo*) 等; 有些乔木能够正常生长, 但在光

照温度条件好的地方, 长势要好于光照温度条件差的地方, 如刺槐, 在阳向坡上, 长势良好, 越冬状况良好; 而在阴坡上则相对较差(见表 2)。

表 2 土石混排区刺槐生长状况表 (1995 年 7 ~ 8 月)					
树龄	坡向	平均株高 / m	未枯率 / %	轻度到重度枯 梢率/ %	全枯率 / %
1	半阴坡	90. 5	13. 0	87. 0	0
1	阳坡	82. 1	87. 8	12. 2	0
2	半阴坡	208. 7	21. 9	76. 9	1. 2
2	阴坡	168. 6	11. 1	73. 9	15. 0

\* 未枯率指冬后枯梢长度 3 cm 的株数占调查总株数的百分率。  
\* 轻度到重度枯梢率指冬后枯梢 > 3 cm 的株数占调查总株数的百分率。  
\* 全枯率指全株枯死且第二 year 根际未有新芽生长的株数占调查总株数的百分率。

### 1. 3 土体构造不良、容重大

土体构造是土壤内在属性的外在表现。良好的土体构造要求土质疏松, 土层深厚, 保水、保肥、供水、供肥能力强, 且上砂下黏, 能托水托肥。ATB 矿因采掘工艺、技术和经济条件的限制, 废弃物排放时随意性强, 使排土地表物质复杂, 主要为黄土、红黏土、砂页岩及其它基岩、矸石等, 下部为土石混堆的底垫层, 无发育层次, 结构不良。另排土场平台由于受大型载重卡车的碾压, 地表紧实度加大, 平台容重达 1. 6 ~ 1. 9 g/cm<sup>3</sup>, 从而使根系生长受到阻碍, 下扎困难, 根系对水分、养分的吸收受到抑制, 且易倒伏。对南排土场一株 6 年生倒伏刺槐的调查表明, 刺槐高 4. 5 m, 冠幅 3. 9 m × 3. 5 m, 胸径 5. 0 cm, 但第一层水平根距地表仅 9 ~ 11 cm, 因而遇大风倒伏。

### 1. 4 土壤养分匮乏、矸石自燃

养分是植物进行正常生命活动的基础, 而土壤养分则是植物吸收养分的主要来源。土壤养分缺乏, 植物对养分的吸收将会受到限制, 植物体内代谢受阻, 从而限制植物的正常生长。ATB 矿露天开采后, 原表土已被压占或剥离, 所有的土多由人工铺垫至排土地地表。铺垫的土层主要是黄土类物质及少量红土, 有时还混有少量煤矸石和碎石等物质。此类土实属土壤“母质”, 结构不良, 土壤养分含量, 尤其是有机质和氮素含量很低。经测定, 未经复垦的土壤有机质含量为 1. 2 g/kg, 全氮 310 mg/kg (西排 1 460), 碱解氮 8. 48 mg/kg, 速效磷 8. 81 mg/kg (西排 1 460)。养分的缺乏使引种受到限制, 有些耐瘠薄的植物也因养分缺乏而生长缓慢、不良。

富硫矸石露地集中排放或埋藏较浅时, 矸石会

逐渐被氧化、放热、自燃, 放出 SO<sub>2</sub>, 同时使土温升高至 40 左右, 从而使植物遭受毒害而生长不良, 甚至是死亡。1999 年对南排土场燃烧区的调查发现, 3 年生沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、刺槐的平均高度分别仅为 1.6 m 和 2.2 m, 明显低于非燃烧区, 长势不良, 死亡现象严重, 且沙棘死亡现象比刺槐更严重。

## 2 植被恢复的基本思路

从上述讨论可以看出, ATB 矿植被恢复的主要限制因子是“旱、寒、瘠、结构差”。气候干旱寒冷是当地自然条件决定的, 是人为不可克服的因子。土壤养分含量低、结构差主要因人为排弃、堆垫废弃物引起, 但受该矿的技术经济条件的限制, 要进行“表土单独剥离——存放——二次倒土覆盖”的采排工艺, 难度大且已形成的排土场现状也不可改变。所以要有效地进行土地复垦、植被恢复, 必须立足现状, 充分、有效、合理地利用自然资源, 同时增加物质投入。

## 3 植被恢复对策

### 3.1 加强工程措施, 防止水土流失

ATB 矿地处黄土高原东北部, 一方面降水少, 另一方面是降水不均, 有限的降水不能充分利用。所以必须加强工程措施, 如修挡水墙、防蓄水池、进行水平整地、鱼鳞坑整地、堆状地面排土等, 防止水土流失。

### 3.2 引入先锋植物

排土场气候干旱寒冷, 表土主要由下层母质构成, 土壤养分含量低, 种子数量少, 靠风力、昆虫等传播种子, 自然恢复植被速度极其缓慢。所以要有效、快速地恢复植被, 必须引入先锋植物, 并注意引种的植物应具备两个特点: 一是有旱生结构, 要求根系发达, 根冠比大, 叶狭窄硬化, 保水力强; 二是耐干旱、

寒冷、瘠薄。据此, 先后引入草、灌、乔植物 98 种。实践证明, 刺槐、沙棘、柠条(*Caragana Rorshirskii*)、苜蓿(*Medicago sativa*)、草木樨(*Mililotus aldus*)、沙打旺(*Astragalus adsurens*) 等植物抗逆性强, 能在 ATB 矿恶劣的条件下较好的生长, 从而引起恢复植被、涵养水源、保持水土的作用。同时因为这些植物多具根瘤, 能固氮, 因此对复垦土壤氮素营养库的建立, 促进土壤熟化, 提高土壤肥力具有极其重要的意义。因此可作为植被恢复的先锋植物。

### 3.3 引入乡土植被

复垦初期, 先锋植物的引入对植被恢复, 生态条件改善确实有明显的作用。先锋植物也有其不利的方面, 如苜蓿、草木樨、沙打旺等草本植物的生长期短, 3~5 年后逐渐退化、死亡; 刺槐、沙棘抗旱性强, 耗水量大, 在 ATB 矿自然降水较少的条件下会过度消耗土壤中的贮水, 使土壤出现明显干层, 并最终使刺槐、沙棘的生长受抑。而乡土植被是在当地自然条件下生长的植被, 能更好地适应当地气候条件, 自然更新良好。因此种植先锋植物, 生态条件改善后可适当引入乡土植被。

### 3.4 加强植被管理, 注意间伐

植被管理是保持植被正常生长很重要的一环。调查表明, 前期较高密度(1 m×1 m) 种植的刺槐能正常生长。随着树龄的增长, 植株对水分、养分、光照的要求增加, 但土壤水分养分缺乏, 不能及时满足植株的需要, 同时郁闭度增加, 林层光照不足明显影响植株生长。所以必须注意间伐, 改善林层透光状况, 减少对土壤水分、养分的利用, 以保证植被的正常生长。

### 3.5 增加施肥, 加快土壤熟化

土壤养分不足限制植物生长。增施肥料, 改善土壤养分供应状况, 能促使植物生长, 同时随着施肥水平的提高, 植株生长加速, 通过枯枝落叶向土壤中归还的有机物数量增加, 还会进一步促进土壤熟化。

致谢: 参加研究的还有山西省生物研究所李晋川研究员、卢崇恩研究员、王文英副研究员, 安太堡露天矿徐志远高工、柴书杰工程师、陈建军工程师等。

### 参考文献:

[ 1 ] 白中科, 赵景逵, 段永红, 等. 工矿区土地复垦与生态重建[ M ]. 北京: 中国农业出版社. 2000.  
[ 2 ] 李晋川, 白中科, 张立城, 等. 平朔煤矿土地复垦与生态重建[ M ]. 北京: 科学出版社. 2000.