

露天金矿剥离物植被演替规律及植被恢复对策

——以 公别拉河流域为例

高德武<sup>1,2</sup>, 蔡体久<sup>1</sup>, 王晓辉<sup>1,3</sup>

( 1. 东北林业大学, 哈尔滨 150000;

2. 黑龙江省水土保持科学研究所, 黑龙江 宾县 150400; 3. 黑河西沟水电责任有限公司, 164300)

摘 要: 在外业调查基础上, 对黑河地区公别拉流域内的露天金矿剥离物植被自然恢复和演替规律进行分析研究, 发现植被恢复的速度受时间和剥离物组成共同影响, 其中剥离物中土和沙砾比例是影响的主要因素。植被演替中优势种随时间变化而不同, 前期以多肉植物为主, 后期菊科植物成为优势种。针对植被演替规律和剥离物特性提出快速恢复植被相应对策。

关键词: 露天金矿; 植被; 演替规律; 恢复对策

中图分类号: Q948.154

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005) 06-0033-03

Regulation on Abrasive Material of Vegetation Succession and Countermeasure of Vegetation Restoration of Opencast Gold Ore in Gingili River Watershed

GAO De-wu<sup>1,2</sup>, CAI Ti-jiu<sup>1</sup>, WANG Xiao-hui<sup>1,3</sup>

(1. Northeast Forestry University, Harbin 150000, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation of Heilongjiang, Bin County, Heilongjiang 150400, China;

3. Xigou Hydroelectric Co. Ltd., Heihe, Heilongjiang 164300, China)

**Abstract:** Based on spot investigation, the regulation on abrasive material of vegetation succession and countermeasure of vegetation restoration of opencast gold ore in Gingili River watershed, Heihe Region, is analyzed. The result indicates that the speed of vegetation restoration is influenced by time and the composition of abrasive material, the proportion of soil and grit in abrasive material is a major factor. Preponderant genus variation with time, in the earlier stage, multi-meats plant is the major. In the later period, the chrysanthemum is the preponderant genus. Some measures to accelerate vegetation restoration are proposed in accordance with the regulation on vegetation succession and characteristics of abrasive material.

**Key words:** opencast gold ore; vegetation; succession; restoration countermeasure

露天采金的采区多分布于河道或汇水线上, 原地貌平坦开阔, 植被多为繁茂草甸或灌丛, 表层土质肥沃, 沙砾被埋于地下只有少量见于河道内。经过开采植被遭到灭绝性毁坏, 土壤结构彻底扰乱, 水资源遭到破坏, 水土流失加剧, 造成环境严重恶化。

1 研究区概括

八车力金矿位于在黑龙江省黑河市西南公别拉流域内, 该流域位于东经 126°30' ~ 127°30', 北纬 49°40' ~ 50°10', 平均海拔高度 650 m, 地处小兴安岭向大兴安岭过渡区, 年平均气温 - 1.5℃, 极低温度 - 44.5℃, 无霜期平均 124 d, 全年大于 10℃年积温 1 663.5℃, 本区降水以降雨为主, 降雪为辅。年平均降水量 527.66 mm, 年内分布不均, 6 ~ 9 月降水占全年降水的 80%。金矿距黑河市 90 km, 位于公别拉河支流八车力河沿岸, 处于西沟水库上游, 距水库仅 1.5 km。金矿分布在河谷漫滩与河床阶地, 一般高出河流水面 0.5 ~ 0.8 m。矿区面

积 1 600 hm<sup>2</sup>, 开采年限较长, 自上世纪 30 年代日本侵略者就进行开采, 目前仍在开采, 部分采区亦经过建国前人工手工开采、建国后小型机械开采以及现在大型采金船多次重复开采, 整个采区新老交错, 波状起伏。

2 植被演替规律

金矿的原始植被主要是以禾本科和莎草科为主的地榆草塘植被类型, 植被覆被率达到 100%, 物种丰富。经采金后地形被人为改变, 植被遭到毁灭性破坏。植被的恢复需要相当漫长时间, 植被的演替随时间变化而进行。植被演替调查对象是以 10 年以下、20 年、30 年、40 年和 50 年以上 5 个时间梯度, 选择有代表性地段, 调查的基本情况如下, 调查日期为 2003 年 8 月 15 日。

(1) 10 年以内采金剥离物基本都是大型采金船挖掘的, 剥离物呈垄状条形分布, 条内波状起伏, 垄间距 10 ~ 20 m。剥离物中母岩为凝灰角砾岩、凝灰砂岩、中酸性火山熔岩为主, 呈多棱

\* 收稿日期: 2004-11-22

基金项目: 黑龙江省区域重大项目(编号: GB01B237), 公别拉河流域林业生态工程构建及经济植物应用技术研究

作者简介: 高德武(1962-), 男, 在读硕士, 高级工程师, 主要从事水土保持植物繁育栽培以及植被恢复技术研究工作。

不规则形, 粒径大小不一, 粒径10~25 cm 约占50%, 其于小于10 cm, 挖掘深度在1.5~2.0 m 之间。由于降雨冲刷表层几乎无土壤, 植被稀少, 局部有少量土三七(*Sedum aizoon*)和兴安白头翁(*Pulsatilla dahurica*), 且植株弱小, 2×2样方内只有土三七和兴安白头翁各一株, 株高都低于10 cm。

(2) 20年采金剥离物的立地条件同10年基本相同, 只是植被的多度和盖度有所增加, 盖度达到5%左右, 植物有土三七、兴安白头翁、猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)和蒙古蒿(*Artemisia mongolica*), 样方内植物的总株数增加至15株, 单株最高达到30 cm。

(3) 30年前采金剥离物的立地条件没有明显变化, 植被的多度和盖度有了进一步增加, 优势种没有变化, 盖度达到20%, 植物有土三七、兴安白头翁、猪毛蒿、蒙古蒿、龙牙草(*Agrimonia pilosa*)、蒲公英(*Taraxacum ohwianum*)、老鹳草(*Geranium wilfordi*), 样方内植物的总株数28株, 单株最高达到53 cm。

(4) 40年前采金剥离物的立地条件有较大变化, 剥离物呈圆丘状, 地形起伏不大, 剥离物的粒径小于10 cm, 粉质黏土、母质和细沙的含量比例有所提高, 扰动深度在1.0 m 左右, 表层具有3~5 cm 枯落物形成的腐殖质层。植被的多度和盖度有了进一步增加, 优势种也发生变化, 盖度达到70%, 植物有大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、益母草(*Leonurus japonicus*)、蒙古蒿、藜(*Chenopodium album*)、猪毛蒿、土三七和兴安白头翁, 样方内植株总数达到324株, 单株最高124 cm。

(5) 50年以上采金剥离物的组成同上组没有大的变化, 但立地条件有较大改善, 枯落物形成的腐殖质层达到10 cm 以上, 植被多度已较丰富, 总盖度达到100%。大籽蒿已是绝对优势种, 其他草本植物还有益母草、藜、老鹳草、龙牙草、蒙古蒿、野火球(*Trifolium lupinaster*)、野豌豆(*Vicia amoena*)、水杨梅(*Geum aleppicum*)、车前子(*Plantago asiatica*)、猪毛蒿、屋根草(*Crepis tectorum*)、白花地榆(*Sanguisorba stipulata*)、千叶蓍(*Achillea acuminata*)、土三七和灌木植物刺玫(*Rosa davurica*), 样方内植株总数达到1 083株, 单株最高183 cm, 超过160 cm 株数达到236株。

由以上调查的结果可以看出露天金矿剥离物植被自然恢复演替规律呈现为由无到有、由少到多、由简到繁的过程, 植物的多度和盖度受到时间和剥离物组成的影响, 剥离物含土、沙砾比例对植被恢复速度影响远远大于时间影响, 近30年由于应用了大型机械采金, 采掘的深度加大, 已经达到母岩。表层土壤及母质经过采金船挖掘搅动, 水动力冲洗形成泥浆, 沉淀于扰动层底部, 剥离物表层砾石含量提高粒径增大, 植被演替速度明显变缓。随时间变化植被恢复中优势植物也在变化, 初期是以多肉植物如景天科和毛茛科为主, 随时间延续菊科植物成为优势种, 50年的剥离物上已出现灌木植物, 将来植被演替趋于稳定状态时应是以灌丛为主植被类型, 由于地形被人为重塑, 植被不会恢复到以禾本科和莎草科为主的草甸植被类型。

### 3 植被恢复对策

露天采金对植被破坏是毁灭性, 原有土壤结构遭到彻底破坏, 微地形发生了根本性改变。缺少植被覆盖的剥离物极易产生水土流失, 遇暴雨易引起河水改道, 洪水携带大量泥沙, 对下游河道和水工建筑物构成巨大的威胁, 严重影响了生产和人民生活。植被永远是防治水土流失的最积极的因

素。根据植被自然演替规律, 人为干预快速的恢复植被是最直接有效治理水土流失的途径。

#### 3.1 树立人与自然和谐相处的理念

黑河地区是我国黄金矿藏相对丰富地区, 分布较广。合理开发利用露天金矿不仅会给地方和采金单位带来丰厚的经济效益, 还能更好支援国家经济建设。但以严重破坏生态环境为代价, 可能得不偿失。在能源开发中首先树立人与自然和谐相处的理念, 时时处处把发展经济和保护生态环境放到同等重要位置, 实现生态和经济的可持续发展。

#### 3.2 加强配套措施建设

对于露天金矿采金大面积破坏植被, 污染水源等情况, 林业、水利、国土资源和环保等部门要加强监督管理, 联合执法, 依据国家相关法律法规, 制定出植被保护和恢复规划措施, 监督规划和措施开展和实施。

#### 3.3 加强人为干预, 加速植被的恢复

对将来新采区应该根据水土保持法的要求制定植被恢复方案, 采取生产和治理同步进行, 首先将临近新采区的采过区剥离物表面进行整平、压实, 然后对开采区进行清表土, 将表层富含有机质的土壤和植物及枯落物, 移弃置采过区剥离物上, 这样采一片覆一片, 往复进行。由于露天金矿原植被都比较茂盛, 植物根系发达, 形成厚厚的草甸层, 有些植物很容易成活, 另外由于周围野生植物资源丰富, 为植被恢复提供丰富天然种源。如果此项措施得以认真实施, 就可能实现植被尽可能少的破坏, 恢复的速度也大大加快。

由于采过区剥离物表层砾石含量较高, 草本植物难于生长, 自然恢复植被速度非常缓慢。必须加强人为干预, 引进先锋植物, 才能有效、快速恢复植被, 引种的原则: 一是适应当地气候, 能在沙砾中生长, 具有发达的根系, 固结能力强, 生长迅速, 形成枯落物多。二是耐旱、耐寒、耐瘠薄。三是先锋植物生长形成的植被群落相对稳定, 不会对当地物种构成植物侵害。据此, 引种俄罗斯大果沙棘效果较好, 30年前剥离物上栽植大果沙棘3年, 盖度提高了30%, 由于枯落物和树冠蔽阴, 物种增加4个。近期又引种了中国沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、小叶锦鸡(*Caragana stenophylla*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)和草木樨(*Melilotus suaveolens*), 结果有待进一步观测。

本地区是大小兴安岭的交错区, 纬度较高, 有效积温较低, 不利于植物生长。引种植物的选择空间较窄, 所以培育当地优势种是十分必要的。选择当地抗性强、繁殖能力强的灌木、草本植物, 进行人工栽种, 在人工整地时, 个别地段采用覆土或营养袋植苗。当地植物可选择胡枝子、杞柳(*Salix integra*)、珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)和景天、白头翁、赖草(*Leymus secalinus*)等。

#### 3.4 加强管护促进自我修复

加大预防保护和监督执法力度, 把植被恢复治理成果的监督管理纳入监督执法日常工作。对部分剥离物植被盖度达到30%以上, 植物优势种为多年生植物, 株型茁壮, 产生枯落物多的地段, 进行封禁。由于剥离物上所形成的植被稳定性比较脆弱, 自然恢复能力较弱, 恢复的速度缓慢, 所以即使植被盖度达到一定程度时, 也应加强管理, 严禁人为破坏。

## 4 结 语

露天金矿在黑河地区分布范围较广, 遍布公别拉流域和法别拉流域的沟沟叉叉, 采金总面积近千公顷。公别拉河和法别拉河是中俄界河黑龙江的重要支流, 两河流域孕育了丰

富的矿藏和水利势能, 为国民经济建设作出巨大贡献。快速的恢复采金剥离物的植被是治理水土流失、保护生态环境和保持资源可持续利用的最有效手段。

参考文献:

[ 1] 刘建军, 等. 延安市张梁区退耕地植被自然恢复与多样性变化[ J] . 西北林学院学报, 2002, ( 3): 8– 11.  
[ 2] 王改玲, 等. 安太堡露天煤矿排土场植被恢复的主要限制因子及对策 [ J] . 水土保持研究, 2002, 9(3): 38– 40.  
[ 3] 杨富裕, 等. 藏北高寒退化草地植被恢复过程的障碍因子初探[ J] . 水土保持通报, 2003, 23(8): 17– 19.  
[ 4] 傅沛云. 东北植物检索表[ M] . 北京: 科学出版社, 1995.  
[ 5] 唐庭棣. 大兴安岭药用资源[ M] . 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 2001.  
[ 6] 王晓辉, 等. 黑河地区林业生态工程构建技术[ J] . 东北林业大学学报, 2003, 31(5): 57– 58.

( 上接第32 页)

植物生育期晚。第一个高峰期一过由于气温上升, 植物生长旺盛地表蒸发, 植物蒸腾作用的加强, 而降雨量少使5~7月土壤贮水量不断下降。第二个高峰出现在8~9月期间是该地区的雨季形成土壤的补水期。9月下旬随降雨量减少使土壤贮水量下降。由于对照植被为一年生植物在该时期逐渐枯萎是贮水量一直上升。

表2 不同柠条种植密度对带间草本植物的影响

	主要植物种类	密度	频度	高度/ cm	重要值
4 m 带距	白草	34. 40	17	7. 20	0. 21
	牛枝子	1. 00	434	40. 00	0. 15
	苦豆子	2. 40	8	24. 10	0. 11
	阿尔泰狗娃花	5. 40	20	9. 06	0. 10
7 m 带距	白草	121. 00	47	11. 36	0. 37
	沙蒿	15. 60	5	24. 40	0. 46
	赖草	10. 40	30	14. 70	0. 15
	苦豆子	3. 70	7	18. 70	0. 08
10 m 带距	草木樨状黄芪	27. 85	33	5. 87	0. 29
	白草	7. 86	9	51. 02	0. 19
	牛枝子	3. 76	11	23. 73	0. 12
	沙蒿	18. 79	8	1. 79	0. 08
	赖草	9. 95	10	3. 31	0. 08
	牛心朴子	10. 39	10	1. 28	0. 07
对照	牛心朴子	3. 50	29	20. 10	0. 16
	猪毛菜	5. 80	26	3. 60	0. 48
	虫实	104. 00	34	4. 00	0. 32
	沙蒿	1. 40	15	15. 00	0. 13

( 3) 植物群落的结构特征与外貌通常以优势种和种类组成成为特征, 因此优势种的更替成为群落演替阶段的标志<sup>[7]</sup>。

参考文献:

[ 1] 朱震达, 陈广庭. 中国土地沙质荒漠化[ M] . 北京: 科学出版社, 1994.  
[ 2] 王海珍, 韩蕊莲, 冉隆贵, 等. 不同土壤水分条件对辽东栎、大叶细裂槭水分状况的影响[ J] . 水土保持学报, 2004, 18( 1): 78– 81.  
[ 3] 苏永中, 赵哈林, 张铜会, 等. 科尔沁沙地不同年代小叶锦鸡儿人工林植物群落特征及其土壤特性[ J] . 植物生态学报, 2004, 28(1): 93– 100.  
[ 4] 李德生, 张萍, 张水龙, 等. 黄前库区森林地表径流水移动规律的研究[ J] . 水土保持学报, 2004, 18(1): 78– 81.  
[ 5] 徐文铎, 邹春静. 中国沙地森林生态系统[ M] . 北京: 中国林业出版社, 1998.  
[ 6] 王兵, 崔向慧, 等. 民勤绿洲—荒漠过渡区水量平衡规律研究[ J] . 生态学报, 2004, 24( 2): 235– 240.  
[ 7] 郭正刚, 王根绪, 沈禹颖, 等. 青藏高原北部多年冻土区草地植物多样性[ J] . 生态学报, 2004, 24(1): 149– 155.

表2 可以看出种植柠条林对退化草地的植被恢复有积极的作用, 对照的优势种为狗尾草、虫实、猪毛菜, 而且伴生种多为一年生不稳定的劣生植物, 柠条林建立后, 柠条带内物种结构开始发生变化, 一些优势种侵入使植物种类增加。逐步演替为草木樨状黄芪、白草、沙蒿为主的多年生优质草种。随着柠条带间距的增加带间草本植物的盖度呈上升趋势, 植物重要值发生同步变化, 对照2~3个种的重要值占绝对优势, 建立柠条林后随着植物种类的增加, 个体重要值相对下降, 各项生态指数不断升高。说明随着带间距的不同, 柠条密度的增加, 群落结构在逐渐发生变化, 使原来的荒漠化群落结构变得相对复杂并逐渐向稳定阶段发展。

## 4 结 论

(1) 植被根系和柠条根主要分布层、种植不同密度柠条土壤容重均比对照低: 10 m、7 m、4 m 带距容重分别比对照低20. 58%、8. 4%、14. 1%。总孔隙度南梁10 m、7 m、4 m, 均比对照高40. 12%、27. 51%及21. 96% 毛管孔隙度比对照分别高19. 26% , 29. 53% , 12. 72% 说明4 m、7 m、10 m 带距柠条种植均改善了土壤物理结构, 明显增加土壤透水性及保水能力, 有利于水份下渗减少地表径流的冲刷, 而且南梁10 m 带距的改善优为突出。

(2) 柠条10 m 带距20~100 cm 土层的贮水量最高、7 m 次之、4 m 和对照的土层贮水量最差。各带距贮水量季节变化一般出现2个高峰。第一高峰出现在4月份, 该时期从前一年10月下旬开始植物枝叶开始枯萎土壤水分散失减少, 加之土壤冻结作用, 使得水分逐渐恢复积累第二个高峰出现在8~9月期间是该地区的雨季形成土壤的补水期。

(3) 植物群落的结构发生了很大的变化, 随着柠条带间距的增加植物群落逐步由荒地的不稳定的一年生植物虫实、披针叶黄华向稳定的多年生植物白草、草木樨状黄芪演替。