

采矿区水土保持生态修复新技术研究

苏芳莉¹, 郭成久¹, 张久志²

(1. 沈阳农业大学, 沈阳 110161; 2. 阜新市彰武县水土保持站, 阜新 123000)

摘 要: 随着矿区水土流失面积的增大, 侵蚀强度的增强, 给生态环境造成的巨大破坏越来越严重。以辽宁省某地下采煤业为研究对象分析了采矿区水土保持生态修复的新技术, 新方法, 具有很强的理论与现实意义。
关键词: 采矿区; 生态修复; 新技术
中图分类号: S157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2007)02-0191-03

Studies on New Technology of Ecology Renovation in Mining Area

SU Fang-li¹, GUO Cheng-jiu¹, ZHANG Jiu-zhi²
(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China;
2. Zhangwu Soil and Water Conservation Station, Fuxin 123000, China)

Abstract: With soil erosion area increasing in mining area, the corroded intensity enhancing, these scenes took more and more serious destruction to the ecological environment. New technology and new method of ecology reclamation to conserve water and soil are analyzed by taking underground mining coal industry. So it has great theory and practical significance.
Key words: mining area; ecology renovation; new technology

采矿业发展给国民经济发展带来显著效益。但随着采矿区水土流失面积的持续增大, 土壤侵蚀强度均为强度侵蚀以上, 给生态环境带来巨大的破坏。矿区水土流失是由于人为扰动地面或推置固体废弃物而造成的水资源和土地资源的破坏和损失, 是以人类生产活动为外营力而产生的一种特殊水土流失类型, 既有水土流失的共性, 也具有自身的特殊性。其明显区别于其他因素造成土壤侵蚀的特点在于, 是一种典型的现代人为加速侵蚀。矿区水土流失的这种破坏有时是不可逆的。人们由于重视矿区生产而忽视水土保持, 人为微地形成了水土流失的发源地。由于矿区人为破坏较严重, 水土流失较剧烈, 其生态修复过程往往需要人为辅助。本研究以辽宁省风蚀荒漠化地区某地下采煤项目为研究对象, 对水土流失最为严重的采矿场和矸石山进行防治, 较有典型性和代表性。

1 项目区概况

项目区矿井位于辽宁省某风蚀荒漠化地区边缘。井田东西走向 6.5 km, 南北倾斜宽 4.0 km, 面积 26 km²; 全井田设计可采储量 8 065.2 万 t; 矿井的服务年限为 41.1 a。项目区为辽宁省水土流失重点治理区, 侵蚀类型以风蚀和水蚀为主, 气候为大陆性季风气候, 年均风速可达 5.8 m/s, P=2% 10 m 高 10 min 最大风速达 30.9 m/s; 累年平均气温 8.5℃, 平均相对湿度 38%, 平均年降水量 452.1 mm。由于人为破坏及自然条件控制, 项目区常见植被为荒漠化植被类型。

2 采矿场生态修复技术

2.1 采场防治区的防治措施研究

2.1.1 水土保持工程措施研究

目前, 井下开采项目在主体设计中对开采区施工结束后

常采取全面陷落方式。不可避免的造成地表塌陷, 断裂, 形成凸凹不平、表面破碎的土壤结构。在风力和水力作用下极易产生水土流失。根据塌落的程度, 对塌陷较浅的地方进行填充, 平整。对塌陷较深处的边坡地带进行修整, 改造为梯田, 在梯田边缘处修建梯田田埂。对陷落坑底进行夯实, 作为蓄水池利用。

对塌落产生的裂缝进行治理。裂缝浅的, 人工就近挖取土石料直接填充, 挖高填低进行平整。裂缝深的, 人工填充受限, 采用机械进行平整。

由于各处塌陷情况不一, 可根据梯田修筑的具体情况进行计算。梯田设计示意图见图 1。

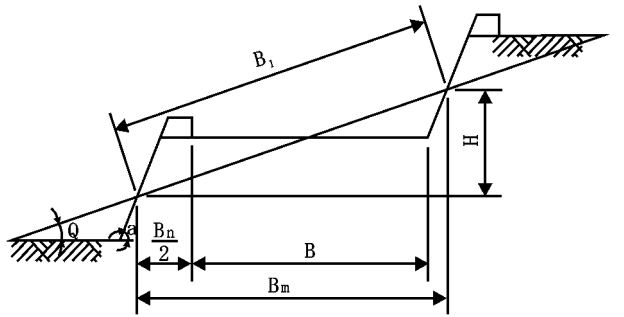


图 1 梯田断面示意图

根据土质和地面坡度选定坎高和侧坡(指田坎边坡), 然后计算田面宽度, 也可根据地面坡度、机耕和灌溉需要先定田面宽, 然后计算田坎高。田面愈宽, 耕作愈方便, 但田坎愈高, 挖(填)土方量愈大, 用工愈多, 田坎也不易稳定。

梯田断面要素:

θ ——地面坡度($^{\circ}$); H ——埂坎高度(m); α ——埂坎坡

* 收稿日期: 2006-06-20

基金项目: 沈阳农业大学青年教师科研基金项目; 辽宁省水利厅项目, 编号: 0512020429

作者简介: 苏芳莉(1977-), 女, 研究生学历, 博士, 讲师, 研究方向为水土保持生态修复和林业生态工程。

度($^{\circ}$); B ——田面净宽(m); B_n ——埂坎占地(m); B_m ——田面毛宽(m); B_1 ——田面斜宽(m)。

各要素之间具体计算方法分诉如下:

田面毛宽(m) $B_m=H\times\text{ctg}\theta$

埂坎占地(m) $B_n=H\times\text{ctg}\alpha$

田面净宽(m) $B=B_m-B_n=H(\text{ctg}\theta-\text{ctg}\alpha)$

埂坎高度(m) $H=\frac{B}{\text{ctg}\theta-\text{ctg}\alpha}$

田面斜宽(m) $B_1=\frac{H}{\sin\theta}$

梯田土方量的计算:

(1) 土方断面。在挖填方相等时, 梯田挖(填)方的断面

面积可由下式计算: $S=\frac{1}{2}\times\frac{H}{2}\times\frac{B}{2}=\frac{HB}{8}(\text{m}^2)$

(2) 每 1 hm^2 土方量

因为 每 1 hm^2 田面长度 $L=\frac{1000}{B}(\text{m})$

所以 每 1 hm^2 土方量 $V=S\times L=\frac{HB}{8}\times\frac{1000}{B}=125H(\text{m}^3)$

根据上述公式可以计算出不同田坎高的每公顷土方量(指挖方)。

表 1 不同田坎与土方量关系

田坎高/m	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
每公顷土方量/ m^3	125	187.5	250.5	312	375	438	499.5

本工程各参数具体取值见表 2。

表 2 工程各参数取值

名称	θ	α	B_m	B	B_n	H	B_1	V	L
	$^{\circ}$	$^{\circ}$	/m	/m	/m	/m	/m	/ $(\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2})$	/ $(\text{m}\cdot\text{hm}^{-2})$
数值	10	90	8.4	8.0	0.4	1.5	8.64	187.5	125

由以上公式即可求得采场防治区水土保持工程措施工程量。

2.1.2 水土保持植物措施研究

梯田田面先栽种改土效果较明显的豆科草种苜蓿草, 采用撒播不覆土的方式。待地力恢复后, 恢复为农业用地。根据研究地区的现状, 撒播草籽具体用量为苜蓿草籽 75 kg/hm^2 。计算求得梯田植被恢复需用草籽量。

2.2 矸石山防治区的防治措施研究

本工程矸石山的排矸方式为矸石车经机车牵引至翻车机房, 列车解体后, 由门市式列车推车机将矸石车推入 1.5 t 矿车单车摘钩翻车机翻矸。翻车机房下设有直径 5 m 的缓冲仓, 容量为 50 t。仓中矸石经装载设备装进三面翻矸车, 经暗道拉出后起山排弃。

2.2.1 水土保持工程措施研究

由于建设场地出于风蚀荒漠化沙地边缘, 风蚀严重, 且年降雨量较集中。在风蚀和水蚀的作用下, 矸石的排放及堆置过程中都会产生较大的水土流失。根据主体工程的排矸特点, 矸石山的水土流失主要体现在排矸过程中的扬尘和矸石堆置过程中的风蚀和水蚀。为防止矸石的流失, 本着就地取材、废物利用的原则, 本方案设计选用矸石中砾径均匀、适中, 质地较硬的矸石在矸石堆砌的最大范围 2 m 以外设立挡墙。具体措施为铲除表土层后, 直接堆砌。挡墙高度为 1.5 m, 宽 0.3 m。为保证矸石山中矸石山的排水要求及防止由于雨季积水产生滑坡, 在矸石山周围、挡墙内侧挖设排水沟, 排水沟沿矸石山最大占地面积周围布设。挡墙设计断面图见图 2。

2.2.2 水土保持植物措施研究

工程的矸石山在副井井口房东南方向 400 m 以外。矸

石山内设置排矸场。

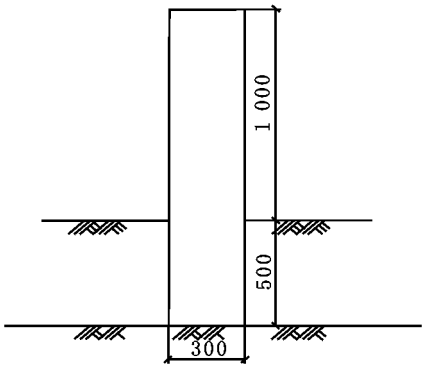


图 2 挡墙断面图(单位: mm)

由于矸石堆置占用土地, 破坏土壤植被, 在风力作用下加重水土流失。故此处绿化措施尤为重要。矸石山绿化主要在排矸场挡墙内周围空地上及矸石山周围的空地上(留出运输道路)栽植树木, 树种选择杨树和樟子松, 配置方式为两行樟子松中间栽植一行杨树, 樟子松栽在迎风的外侧。栽植密度为株行距 3 m \times 3 m。

2.2.3 矸石山矸石处理方式的研究

(1) 铁路路基等的回填。主体工程中拟对公路、铁路路基、工业场地和采矿场塌陷区需填高的地方均采用矸石回填。

主体工程中对开采区施工结束后采取全面陷落。由主体工程设计开采量及分析项目区地质特点, 开采结束后, 地表会有大面积陷落。且陷落深度较深。根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》要求, 对采空塌陷的土地, 应根据塌陷深度, 分别采取整治利用措施: 塌陷深度不到 1 m 的, 可整平、复垦为农田、园地或林地; 塌陷深度 1~3 m 的, 可采取“挖洼填高”的办法, 挖深部分可种耐水湿植物; 填高部分可复垦为农田、园地或林地。本工程开采结束后, 地表陷落应采取“挖洼填高”的办法, 回填部分不可用的矸石。具体做法是待前一采区开采结束后, 即用后一采区产生的矸石进行回填, 缩短矸石堆放及塌陷区裸露地表产生水土流失的时间。具体措施是塌陷区首先用矸石回填, 地表基本恢复原来标高时整平。先铺一层黏土, 碾压密实, 形成防渗层, 再覆表土。回填矸石遵循待一个开采区填平后再进行下一个采区的回填。采区可根据塌陷的具体情况采取矸石回填并巷或直接回填地表的方式。若部分塌陷或未塌陷可用矸石回填并巷; 若完全塌陷, 用矸石直接回填地表。项目建设区原地貌为耕地, 鉴于项目建设区土源缺乏, 可铺垫一层风化碎屑, 改造为林草用地。待地力恢复后, 再做农业用地。

(2) 设置永久矸石山。在矸石山位置设置永久矸石山。具体做法是: 先修挡渣墙, 堆渣时从最大堆砌位置开始堆至最高点, 逐层向后延伸(每层厚 0.5~0.6 m); 故可在前端排弃完毕后即进行治理。整个运行期随排随治理。堆渣至最终高度时, 渣面大致整平, 进行改造利用。渣场表面整平后, 先铺一层黏土, 碾压密实, 形成防渗层, 再覆表土。作为农用地, 一般铺土 0.5~0.8 m; 作为林地, 铺土 0.5 m 以上; 作为草地, 铺土 0.3 m 以上。在土源缺乏的地方, 可铺垫一层风化碎屑, 改造为林草用地。改造渣场所用土料, 应选土层深厚处集中取土, 并作好取土后的处理, 尽量减少新的破坏。

永久矸石山坡度较大, 可进行鱼鳞坑整地造林, 分散拦截坡面径流。

鱼鳞坑的布置是从山顶到山脚每隔一定距离成排地挖月牙型坑, 每排坑均沿等高线挖, 上下两个坑应交叉又互相搭

接, 成品字型排列。等高线上鱼鳞坑间距(株距) $L=1.5\text{ m}$ (约坑径的 2 倍), 上下两排坑距 $b=1.5\text{ m}$, 月牙坑半径 $r=0.5\text{ m}$, 坑深 $h=0.5\text{ m}$ 。挖坑取出的土, 培在外沿筑成半圆埂, 以增加蓄水量。埂中间高两边低, 使水从两边流入下一个鱼鳞坑。表土填入挖成的坑内, 坑内种树。具体示意图见图 3。

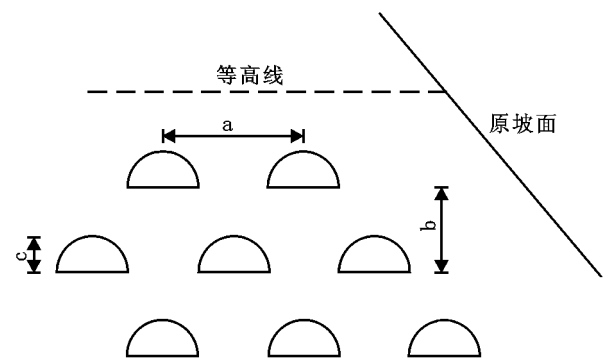


图 3 鱼鳞坑示意图

参考文献:

[1] 许佐民, 毛敬国, 高岩. 试论铁岭市矿区生态修复途径[J]. 水土保持科技情报, 2004, (6): 35– 36.
[2] 杨修, 高林. 德兴铜矿矿山废弃地植被恢复与重建研究[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1932– 1939.
[3] 王涛, 黄翠霞. 铁法煤矿采煤沉陷区土地复垦综合治理模式初探[J]. 水土保持科技情报, 2003, (3): 40– 41.

(上接第 190 页)

依据岩土试验, 并类比其它工程中参数的取值, 滑坡滑带土参数取值如表 1 所示。

表 1 土体的物理力学参数取值表

类 别	重度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)		聚力 C/kPa	摩擦角 $\Phi/^\circ$
	天然	饱和		
前缘滑带	19.0	20.5	11.0	7.5
中后部滑带			10.0	6.5

5.2 计算方案

依据成因机制, 稳定性分析计算时, 考虑的作用荷载主要有: 滑坡体自重与地下水。设计计算方案如下:

- 工况 : 天然情况, 只考虑滑坡体自重;
- 工况 : 考虑滑坡体处于 1/4 饱水状态;
- 工况 : 考虑滑坡体处于 1/2 饱水状态;
- 工况 : 考虑滑坡体处于 2/3 饱水状态。

5.3 计算结果

稳定性计算结果如图 6 所示。对滑坡进行稳定性评价, 将稳定性划分为四级: 稳定系数 $F_s>1.15$ 为稳定, $1.15\geq F_s>1.05$ 基本稳定, $1.05\geq F_s>1.0$ 为欠稳定, $F_s<1.0$ 为不稳定。

从图 6 可知沿主滑方向的 I-I' 计算剖面在工况 I 处于欠稳定状态, 在工况 II、工况 III 和工况 IV 处于不稳定状态, 其稳定性较差; 沿局部滑动方向的剖面在工况 I、II 条件下处于稳定状态, 在工况 III、处于基本稳定状态。

计算结果表明, 滑坡体含水率的增大, 导致了滑坡整体稳定性变差, 在暴雨工况下(1/2 饱水), 沿主滑方向(I-I') 发生失稳, 沿次级滑动方向(-) 则处于欠稳定状态。此结果与滑坡体的实际宏观表现较为吻合, 较好的解释了当前滑

参考文献:

[1] 张倬元, 王士天, 王兰生, 等. 工程地质分析原理(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
[2] 陈祖煜. 土质边坡稳定分析(原理. 方法. 程序)[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2003.
[3] 时卫民, 郑颖人, 唐伯明. 滑坡稳定性评价方法的探讨[J]. 岩土力学, 2003, 24(4) : 545– 552.
[4] 刘传正. 论滑坡稳定性评价的几个关键问题[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1996, 7(3) : 55– 59.

坡面修建鱼鳞坑有两种状态: 一种是当降雨强度小, 历时短时, 鱼鳞坑不可能漫溢, 因此, 鱼鳞坑起到了完全切断和拦截坡面径流的作用; 另一种是当降雨强度大, 历时长时, 鱼鳞坑要发生漫溢, 因鱼鳞坑的埂中间高两边低, 这样就保证了径流在坡面上往上下运动时不是直线和沿着一个方向运动, 从而避免了径流集中; 坡面径流受到了鱼鳞坑的节节调节, 使径流冲刷能力减弱。每树一坑, 每公顷挖 2 500 个鱼鳞坑。根据当地的植被情况栽种灌木沙棘、胡枝子, 间距为 $1.5\text{ m}\times 1.5\text{ m}$ 。

3 结论与建议

经实践, 采用人工辅以工程措施和植物措施的方法恢复采矿区的植被, 是切实可行的。经过改造, 有效地控制了由于矿山开采等造成的水土流失, 成功改善生态环境, 对提高整个地区的生态稳定发挥了重要的作用。实践证明, 在人为破坏严重的采矿区, 人为的辅助生态修复建设, 既缩短了生态恢复的周期, 又提高了生态恢复的质量, 是完全符合工矿区客观实际的改造技术。

坡体缓慢蠕滑, 并导致系列分散变形的原因。

6 结 论

所研究滑坡为一沿基岩面的顺层滑动的滑坡体, 滑体主要为第四系土层为含块石粉质黏土, 由粉质黏土及砂岩、泥岩块体组成, 结构较松散, 组分不均, 工程力学性质较差。

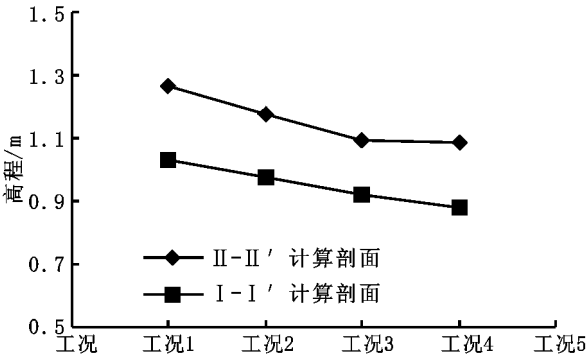


图 6 稳定性计算结果图

滑动方向主要受下覆基岩面的控制, 主滑方向约为 $S82^\circ W$, 同时受西北侧临空面的影响, 沿 $N37^\circ W$ 方向, 发生局部滑动。

滑坡失稳是坡体物质结构、基岩面形态、降雨和部分人类工程活动的共同作用的结果。持续降雨是滑坡形成的主要诱发因素, 稳定性计算结果表明: 天然状态下, 该滑坡处于稳定或欠稳定状态, 在暴雨状态下, 滑坡失稳, 发生缓慢蠕滑, 并导致坡体及其附近的变形发生。