

采矿迹地生态重建研究实例

陈志彪<sup>1</sup>, 涂宏章<sup>2</sup>, 谢跟踪<sup>3</sup>

( 1 福建师范大学自然资源研究中心, 福建 福州 350007; 2 福建省长汀县水土保持站, 福建 长汀 366301; 3 福建师范大学地理研究所, 福建 福州 350007)

摘 要: 探讨了采矿迹地生态重建的途径。首先分析了采矿迹地水土流失特性, 并根据研究区域的特点设计了沉沙池来测定采矿迹地的土壤侵蚀模数, 最后设计出生物和工程措施对采矿迹地进行治理。结果表明: 通过生物措施和工程措施相结合对采矿迹地进行治理, 大大降低了该区的年土壤侵蚀量, 年土壤侵蚀模数由原来的 41 905.33 ~ 54 433.41 t/(km<sup>2</sup> · a), 降低至 694.32 t/(km<sup>2</sup> · a), 已接近无明显流失状态。生物措施和工程措施相结合对采矿迹地水土流失进行治理是一个很有效的方法, 不过生物措施只强调种草种树是不够的, 而要在其上种植具有一定经济价值的果树, 这样才能促进治理者对该区的持续治理。

关键词: 采矿迹地; 生态重建; 试验; 治理途径

中图分类号: X 171.4; S157      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2002)04-0031-02

An Example of Study on Ecological Rehabilitation in Mined-land

CHEN Zhi-biao<sup>1</sup>, TU Hong-zhang<sup>2</sup>, XIE Gen-zong<sup>3</sup>

( 1 Research Center of Natural Resources, Fujian Teachers University, Fuzhou 350007, Fujian Province, China;  
2 Soil and Water Conservation Station of Changting County, 366301, Fujian Province, China;  
3 Institute of Geography, Fujian Teachers University, Fuzhou 350007, Fujian Province, China)

**Abstract:** The approach of ecological rehabilitation in the mined-land was discussed and the deposit ponds were designed to measure the modulus of soil erosion in the mined-land according to the property of study region. Lastly, the biologic and project measures were designed to administer the mined-land. It was indicated that combining biologic measure with project measure can decrease soil erosion greatly in the mined-land and the annual modulus of soil erosion declined from 41 905.33 ~ 54 433.41 t/(km<sup>2</sup> · a) to 694.32 t/(km<sup>2</sup> · a) through administration. It is nearly non-obvious level. It was concluded that it is an effective method to combine biologic measure with project measure to conserve water and soil in the mined-land. Not only planting grasses and trees, but also developing orchards with economic value. Only by this way, can it propel sustainable management.

**Key words:** mined-land; ecological rehabilitation; experiment; administrative approaches

采矿对矿区生态环境的破坏性极大, 这种人为的巨大干扰, 超出原有生态系统的恢复容限, 因而, 极难重塑开采前的自然环境。但随着人口的增长, 人地关系矛盾的日益突出, 采矿迹地的利用及生态的恢复与重建的理论与实践渐渐引起人们的关注<sup>[1~5]</sup>。在通常难以进行生态恢复的采矿迹地进行生态重建具有重要的现实意义。采矿迹地所形成的退化生态系统, 通常伴随着严重的水土流失, 因而, 它的生态重建首先应采取各种综合措施对该区域的水土流失进行治理, 然后结合废弃矿区的特点, 进行土地的合理开发利用。在废弃矿区的生态重建过程中, 应在强调生态效益的同时, 重视土地利

用经济效益, 以使生态重建的工作得以持续进行下去。基于上述看法, 作者在福建省长汀县稀土矿废弃区进行生态重建时, 首先研究该废弃矿区水土流失的特点, 进而设计出相应的试验研究、土壤改良、工程措施和生物措施等方案, 并付诸实施。

1 研究区域概况

1.1 自然概况

研究区域位于福建省长汀县河田镇的芦竹村。该区域的成土母质为花岗岩, 花岗岩分化所形成的土壤土层深厚, 结

\* 收稿日期: 2002-05-01  
基金项目: 福建省教育厅科技项目(JA 01025) 资助。  
作者简介: 陈志彪, 男, (1962- ), 副教授, 博士生, 主要从事资源与环境、水土保持等方向的研究。

构疏松,且在土壤中富含稀土元素。该区年均降雨量 1 700 mm 左右,年平均气温为 17.5 ,1 月和 7 月的平均气温分别为 7.5 和 25.8 ;山地原有植被为次生的马尾松林,其覆盖度约为 30%,年土壤侵蚀模数为 2 000~2 500 t/(km<sup>2</sup>·a)。

1.2 开采后对生态环境的影响

该区于 1986 年 9 月开采并就地用硫酸铵对大量的土壤进行浸泡,并从中提取稀土元素。该矿区年生产稀土量约 6 t,1992 年由于稀土价格暴跌而停止开采。该矿在开采期间每年所产生的矿渣约 3 000 m<sup>3</sup>,6 年共计约 18 000 m<sup>3</sup>(经测算每年产出的矿渣约 700 t,6 年共计 4 200 t),堆积于稀土浸提池下方山坡下。在开采期间至废弃的一段时间内共破坏山地面积 3.33 hm<sup>2</sup>,并造成下方山坡地 4.93 hm<sup>2</sup> 山坡地淤埋,且开采区植被破坏殆尽,地表裸露,土壤结构疏松而且贫瘠。若遇降水强度稍大的雨水,则形成泥水流,产生强烈的水土流失,掩埋矿区下部的山地植被和农田。

1.3 采矿迹地的水土流失特征

因开采区植被遭到破坏,地表裸露,土壤结构疏松,加之该区域的年降水量充沛等原因,该区的水土流失极为严重。该区域的土壤侵蚀与同类未开采地的土壤侵蚀状况见表 1。在两年的测定中,开采区的土壤侵蚀模数是同类未开采区的 7.15 倍和 6.64 倍。通过对 20 个样本的土壤侵蚀量与降水量及 30 min 降水强度的相关分析,可知土壤侵蚀与降水之间存在密切的相关关系,详见表 2。

表 1 开采迹地与同类未开采地的水土流失状况比较

土地类型	测定时段	土壤侵蚀模数 /(t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	相对差异 /%
开采迹地	1993 年 5 月 27 日~	54433.41	614
同类的未开采地	1994 年 5 月 27 日	7616.2	100
开采迹地	1994 年 5 月 28 日~	41905.33	564
同类的未开采地	1995 年 5 月 28 日	6311.1	100

表 2 土壤流失量与降雨量、30 min 最大雨强的相关分析

项 目	相关系数 <i>r</i>	<i>t</i> 值	<i>t</i> <sub>0.01</sub>
土壤流失量与降雨量	0.913	9.496	2.878
土壤流失量与 30 min 最大雨强	0.812	5.896	2.878

2 研究方案及实施

2.1 沉沙池的设立

在采矿迹地下部的合适处建造一个容量为 2 m<sup>3</sup> 的沉沙池,用以测定在一场雨过后矿区的土壤侵蚀量的状况。在采矿迹地恢复植被的第二年,植被覆盖区下方再设一个沉沙池,用以测定植被覆盖后的拦沙效益。对沉沙池测定的水土流失治理前后的土壤侵蚀模数进行对比,可分析采矿区生态重建后的生态效应。观测的内容包括:降雨量、降雨强度,泥沙量。

2.2 采矿迹地的土壤整治与改良

首先将堆积如山的矿土堆用推土机整理成平坦的梯田,并对田面实行镇压,以减少遇雨时造成的土壤流失。然后,根据土壤的酸性状况,每公顷施用 225 kg 的石灰以缓冲因硫

酸铵浸提稀土元素后土壤的酸性。

2.3 工程措施

在该采矿迹地的下方设立拦沙墙来阻止矿渣因雨水冲刷而下泄,以免采矿迹地下方的山地进一步遭到淹埋和破坏。拦沙墙采用干砌石结合内侧夯土墙拦截矿渣,在墙体两端用浆砌体建置两处溢洪道,以排除洪水,溢洪道上与围堰相连,下与梯田排洪道相通,此方法既简单又安全实用。设计拦沙墙墙高 1.2 m,顶宽 0.6 m,低宽 0.8 m,墙体长 160 m,围堰高 1 m,长 60 m。

2.4 生物措施

在采矿迹地四周种植胡枝子、多花木兰、象草等植物进行固定结构疏松的土层,然后,在已平整的梯田里高标准挖穴,穴的长、宽、高为 1 m、0.8 m、0.8 m,且在每穴中施入 5 kg 稻草、2 kg 饼肥、1 kg 磷肥和 150 kg 土杂肥。种植板栗、油茶、水蜜桃等果树,果树的行株距各为 4 m。同时在果树之间种植宽叶雀稗、狼尾草、马唐等草(每公顷用草种量 15 kg 和复合肥 15 kg 混合后撒播),且在种植的当年,果园内应尽量减少土壤的扰动(仅限于树盘周围的除草,以避免杂草与果树争肥)。因采矿迹地的土壤肥力低下,在管理上要适时地给予施肥。由于矿渣区土壤的易蚀性,所施养分易随水分流失,因此,在施肥时应掌握多次施肥,而不是一次性集中施用。

3 结果与分析

3.1 水土流失得到有效控制

采矿迹地经上述工程及土壤改良实施之后,为植被提供了满足生长的立地条件,加之对该区种植的植被实行人工施肥,在种植的当年就迅速覆盖地面。测定的土壤侵蚀模数为 694.32 t/(km<sup>2</sup>·a),已接近无明显流失状态,说明密集的植被覆盖能有效拦截泥沙,防止了土壤侵蚀的发生。胡枝子、宽叶雀稗、狼尾草、马唐、象草等灌草能在短期内快速生长,有效地减少降雨所形成的径流冲刷及降雨雨滴的溅蚀,从而达到水土保持的目的。

3.2 沟谷工程是治理该类采矿迹地的基础

由于矿渣易随水流动,因此,具有拦沙作用的拦沙墙工程是不可缺少的。拦沙墙工程的主要作用首先在于直接减少矿渣的侵害面积,保护矿区下游地块不受矿渣影响;其次,它减缓了水流速度,使水流所挟泥沙沉降,从而减少下游泥沙的含量,同时水流又能从溢洪道上排除。应该注意到由于水流所挟带的大量泥沙,造成拦沙墙内库容减少,因此须经常加以维护以期达到最大的沟谷工程效益。

3.3 生物工程是治理水土流失和生态重建的核心环节

通过种植乔(果树)、灌(胡枝子)、草(宽叶雀稗、狼尾草、马唐、象草等)使疏松土层得以很快固定,并大大地减少因降水所形成的雨滴对土壤的溅蚀和径流的冲刷作用。从而有效地控制了采矿迹地的水土流失。

3.4 采矿迹地的治理应生态效益与经济效益并重才能得以持续

只注重生态效益的单目标的治理,往往到一定年限后,  
(下转第 35 页)

### 3 对上述结果的分析

从小水河水库引水口引水沙限与灌区灌溉供水量与缺

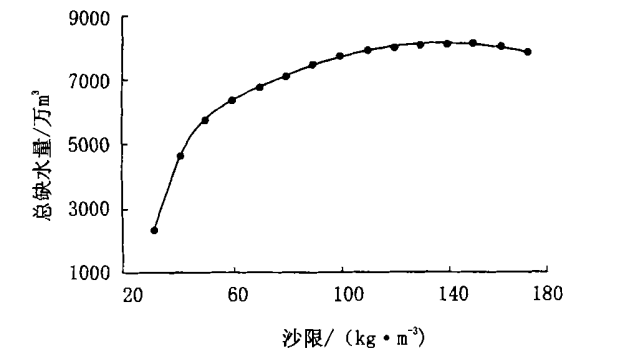


图 7 渠首库入库沙限与缺水量的关系

从四库入库沙限与灌区灌溉供水量与亏水量关系曲线可知, 当沙限越高, 即允许入库水的含沙量越高时, 灌区的灌溉亏水量越少, 同时总供水量越大;

从灌区引水口沙限与灌区灌溉供水量与亏水量关系曲线可知, 当沙限越高, 灌区的灌溉亏水量越少, 同时总供水量越大;

从渠首库入库沙限与灌区灌溉供水量与亏水量关系曲线可知, 沙限对灌区的灌溉亏水量和总供水量的影响相对较小, 但由于渠首库的防止淤积运行方式, 使水量损失大, 则沙限越高, 灌区的灌溉亏水量有上升趋势, 同时总供水量呈现渐小的趋势。渠首水库蓄的多, 也弃的多, 利用率降低。

### 4 结论与建议

通过如上的计算与分析可得下述结论与建议:

(1) 沙限对于宝鸡峡灌区的水资源利用能产生巨大的影响; 从四个关键点的沙限分析, 可以找到各点的最优的沙限控制点。小水河引水口引水沙限:  $80 \text{ kg/m}^3$ ; 灌区四库入库沙限:  $60 \text{ kg/m}^3$ ; 灌区引水口沙限:  $100 \text{ kg/m}^3$  且越大越有利; 渠首库入库沙限:  $80 \text{ kg/m}^3$ 。

参考文献:

[ 1 ] 汪妮. 陕西省宝鸡峡灌区解决缺水问题的方案研究[ D ]. 西安理工大学硕士学位论文, 2001.

[ 2 ] 孙东智. 宝鸡峡水库泥沙试验的模型研究[ J ]. 西北水资源与水工程, 1999, 10( 2 ).

[ 3 ] 陕西省三门峡库区防洪暨治理学术研讨会论文集[ C ]. 黄河水利出版社. 2000. 8.

[ 4 ] 解建仓, 等. 水资源调度管理决策支持系统的理论与实践[ M ]. 西安: 陕西科学技术出版社. 1997. 12.

[ 5 ] 华士乾. 水资源系统分析指南[ M ]. 北京: 水利电力出版社, 1988.

( 上接第 32 页 )

因缺少必要的投入做为保障, 植物就会因缺少施肥等管理措施而死亡, 工程设施也会因无钱维护而损坏。因地制宜地发展果树, 是解决这一问题的出路之一。我们在试验地上种植了实生板栗苗, 第二年嫁接, 第三年便进入试产期, 到第四

参考文献:

[ 1 ] 白中科, 赵景逵, 朱荫涓. 试论矿区生态重建[ J ]. 自然资源学报, 1999, 14( 1 ): 35- 41.

[ 2 ] 白中科, 赵景逵. 关于露天矿土地复垦与生态重建的几个问题[ J ]. 冶金矿山设计与建设, 2000, 32( 1 ): 33- 37.

[ 3 ] 龙花楼. 采矿迹地景观生态重建的理论与实践[ J ]. 地理科学进展, 1997, 16( 4 ): 68- 73.

[ 4 ] 王文英, 李晋川, 谢海军等. 矿区生态恢复与重建研究[ J ]. 河南科学, 1999, 17( 专辑 ): 87- 91.

[ 5 ] 岑慧贤, 王树功. 生态恢复与重建[ J ]. 环境科学进展, 1999, 7( 6 ): 110- 115.

水量关系曲线可知, 当沙限越高, 即允许引水的含沙量越高时, 灌区的灌溉亏水量越少, 同时总供水量越大;

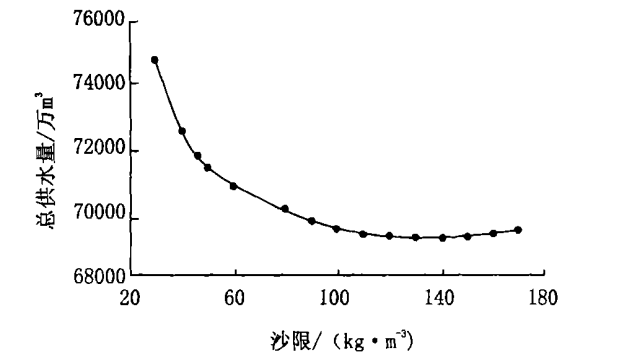


图 8 渠首库入库沙限与供水量的关系

(2) 灌区四库入库沙限的选取对水资源的利用程度影响较大, 但由于灌区四库的排沙能力弱, 要通过这一途径加大水资源的利用程度难度较大; 由于水流含沙量越高, 对灌区用水越不利, 而且灌溉引水含沙量超过一定限度即无法利用。控制和降低沙限有两条途径: 限制引用水量或降低上游来水含沙量。小水河引水口沙限的选取对水资源的利用程度影响较大, 既要寻求更好方法加大小水河水库的排沙能力, 又要保证其蓄水量, 以增大灌区水资源利用程度。

随着人类活动影响的日益增强, 渭河流域水资源将进一步开发利用, 渭河上游的来水量还将显著减少, 特别是洪水量减少及发生几率降低, 所带来的河道萎缩以及高含沙水难以利用的影响将导致该地区水资源供需矛盾更加突出。宝鸡峡灌区的问题最根本是泥沙问题, 欲从根本上解决这一问题, 其根本措施就是从研究解决泥沙问题入手。加快渭河上游水土流失治理, 减少河川径流含沙量, 从而减少泥沙入库; 通过水库的合理调度加大泥沙的出库量, 以及解决已淤积在库区的泥沙所引起的各种问题。

年, 产量逐渐增加, 其中板栗产量可达  $4\,500 \text{ kg/hm}^2$ , 按  $8.0 \text{ 元/kg}$  计算, 每公顷可得毛利  $36\,000 \text{ 元}$ 。由于所种果树具有一定经济效益, 从而刺激治理者进行资金再投入, 形成投入- 产出- 再投入- 再产出的良性循环, 为矿渣地的生态恢复及可持续利用创造了条件。