

# 华南建设迹地岩土坡的基本形态和生态整治技术探索

林建平<sup>1</sup>, 梁杰明<sup>2</sup>, 陈天富<sup>1</sup>

(1. 广州地理研究所, 广州 510070, 2. 珠海市林业局, 珠海 519000)

**摘要:** 提出建设迹地岩土坡的两种分类方法: 按成因分为土地开发类、采石取土类和开路填土类; 按坡面物质组成又将其划分为土坡、分化岩坡和岩石坡 3 类。同时论述了各种类型迹地岩土坡主要性状和环境危害及严重性; 概要介绍了迹地岩土坡的生态整治的主要技术探索: (1) 适生植物品种选择和组合配置模式; (2) 岩土坡面的植被营造技术; (3) 抗旱瘠栽培措施。最后对技术应用效果进行总结。

**关键词:** 岩土坡; 分类; 环境危害; 生态整治

中图分类号: X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0135-02

## Basic Characteristics and Ecological Restoration Techniques on Rock/ Soil Slope Left by Project Construction in Southern China

LIN Jian-ping<sup>1</sup>, LIANG Jie-ming<sup>2</sup>, CHEN Tian-fu<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China; 2. Zhuhai Forestry Bureau, Zhuhai 519000, China)

**Abstract:** Two ways of classification of rock/soil slope left by project slope is put forward. According to cause of formation, it can be divided to slope by land exploring, by rock and/or soil extracting, by road construction and rock/soil filling; it also can be divided by its surface material to soil slope, decayed rock slope and rock slope. The main characteristics of these slopes and their environmental hazard are stated. Three ways in slope ecological improving are put forward as follows: (1) plant species selection and its combination models; (2) techniques in revegetation on slopes where soil is wanted; (3) anti-drought and anti-poor soil techniques. The effect of revegetation after applying these techniques are summarized.

**Key words:** rock/soil slope; classification; environmental hazard; ecological restoration

改革开放以来, 华南地区经济高速发展, 城乡变化日新月异。但大规模的城镇建设、土地开发、采石取土和交通建设遗留了大量裸露侵蚀的建设迹地。这些迹地是新生的严重水土流失区, 造成“山河破碎”, 生态环境退化, 水土流失加重。特别是采石取土场, 多分布在城镇周边和交通干线沿途, 生态景观危害严重, 已引起各级政府的重视。例如: 广东省政府专门成立了采石场关闭与复绿工作领导小组, 计划投入 19 亿元, 用 3~4 年时间整治复绿全省 2 659 个关闭的石场。

从 1997 年以来, 笔者在广东省自然科学基金和省、市科技攻关计划的资助下, 联合省市林业部门, 在建设迹地岩土坡的生态整治研究和技术应用方面作了有益的探索, 成果应用获得 2003 年广东省农业科技成果推广二等奖, 并列入 2003 年国家林业局科技成果推广指南。本文重点讨论的是建设迹地岩土坡的基本形态和生态整治技术。

### 1 基本类型及主要性状

笔者认为, 建设迹地岩土坡可依成因和坡面物质组成两种方法归类。

1.1 按成因可将迹地岩土坡依传统习惯分成下列 3 类:

(1) 土地开发类: 是指城乡建设或各种类型的开发区因平整土地而挖山填沟所形成的裸露坡面和堆积台面。该类面积最大, 主要分布在城镇新建区或毗邻的各类开发区, 集中连片, 水土流失最为严重。

(2) 采石取土类: 即各种采石场、取土场遗留的山体开挖面。这类岩土坡多分布在城郊或交通要道两侧, 既恶化生态环境, 又破坏青山绿水的美学景观。例如: 深圳市原有 611 个采石场和取土场, 珠海市此类采石取土场也有 50 多个, 弄得这两个现代化的特区城市到处“满目疮痍”, 城市形象受到极大影响。

(3) 开路填土类: 指新开公路、高速公路等形成山体开挖坡面和填土路基而又缺乏水土保持的有效护坡。该类型分布在新开道路沿线, 面积较小, 但常发生坡面塌方和泥石流, 危及交通畅通和安全。

1.2 按岩土坡面物质组成和性状, 可将迹地岩土坡从另一角度归为 3 种

① 收稿日期: 2004-05-17

基金项目: 广东省自然科学基金项目(970791); 广东省科技攻关项目(C40705, 2003B40401); 广州市科技攻关项目(2002C13G0111) 联合资助

作者简介: 林建平(1959-), 男, 广东揭阳人, 研究员, 广州地理研究所资源与环境研究中心副主任, 中国自然资源学会理事, 主要从事退化土地生态整治研究, 主持省部级科技攻关项目 7 项, 获省部级科技成果奖 4 项。

(1) 土坡(土体岩土坡):包括堆积土坡和开挖山体土坡。这种坡面泥沙流失最大,但生态治理也较容易。

(2) 风化岩坡(风化岩体岩土坡):指开挖坡面由风化和半风化母岩组成。由花岗岩母质组成的这种坡面,常见深厚的风化和半风化层。该层坚实但节理发育,物质粘结性差,易因重力作用而产生崩塌。由于半风化岩缺乏植物生长所需的养分,保水性弱,水热协调性能极差,恢复植被难度较大。

(3) 岩石坡:开挖坡面由原生母岩组成。岩石坡虽然不产生泥沙流失,但生态及美学景观影响极差,又缺乏植物着生土壤,植被覆盖难度最大。事实上,每宗具体的建设迹地往往有上述几种岩土性状的坡面共存。

## 2 环境危害特点及严重性

建设迹地岩土坡由于是短时间内大规模土地开发或基本建设而对自然山体地貌的强烈破坏,没有土地自然侵蚀中生态环境逐步退化的过程,因而生态环境危害特别严重。主要特点是形成恶化的立地生态环境和严重的水土流失。

### 2.1 恶劣的立地环境

迹地岩土坡为人工切坡,与自然坡面很不相同,其特点是坡面大,岩屑与土砂混杂,岩性疏松易崩塌,无层次,无表土,裸露而无原生植被。同时由于原来自然生态环境遭到破坏,完全丧失了原有植被的生态系统对外来不良生态环境因子的自然调节能力,特别是失去了对水热环境因子的缓冲和调节功能,植物难以生存。例如:在珠海试验区保留的对比样地,已届 5 年的迹地岩土坡依然寸草不生,足见其立地生态环境极其恶劣。

### 2.2 严重的水土流失

岩土坡失去对外力干扰的抵抗能力,水土流失特别严重。根据在珠海的实际测算,其土壤侵蚀模数为 12 万 t/km<sup>2</sup> 以上。1998 年 6 月 23 日,一场 24 h 降水量为 132.1 mm 的特大暴雨,试验区的迹地岩土坡产生的塌方夹带泥石流便把水泥结构的水沙径流场等试验设施全部摧毁。而根据深圳市的实测,其土壤侵蚀模数高达 20 余万 t/km<sup>2</sup>。如此大的水土流失强度,以无法用国家《水土保持技术规范》标准来衡量了。问题的严重性还在于迹地岩土坡往往分布在城镇及交通要道周围,更加剧了水土流失的危害。根据广东省第二次遥感普查,全省人为水土流失以珠江三角洲的几个主要城市最为严重。全省此类面积 2 697.4 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 1.5%;而经济发展最快的两个特区城市深圳、珠海分别为 163.6 km<sup>2</sup> 和 48.7 km<sup>2</sup>,分别占各自土地总面积的 8.1% 和 3.0%;东莞市也达到 111.0 km<sup>2</sup>,占 4.4%。在深圳,上世纪 90 年代大规模的成片土地开发,一度水土保持措施没有跟上,河道泥沙淤积十分严重,曾造成巨大的洪涝灾害损失。例如,1993 年的“1·16”洪水,仅布吉镇的洪灾损失达 5.5 亿元。同年的“9·26”洪水,全市的洪灾损失高达 13.3 亿元。

## 3 生态整治技术探索

建设迹地岩土坡的生态整治,其主要内容就是用经济可行的生态复绿技术,实现植被快速覆盖,改变迹地岩土坡的水热立地条件,构建有利于植被群落自然演替的生态环境。而生态整治的技术关键,一是筛选适生的植物品种及品种组合模式;二是研究出适用的岩土坡面植被营造技术;三是解

决立地干旱和瘦瘠的种植措施。为此,课题组近年来做了较多的探索,主要内容如下:

### 3.1 品种选择和品种组合配置

#### 3.1.1 通过引种试验选出一批草、藤、树植物

总结相关引种试验和前人经验,引种一批植物,比较各种植物的耐旱、耐瘠、耐高温、抗寒特性和生态功能以及在岩土坡上的生长速度,从中选出下列 21 种具有适应不同岩土坡特定营造环境的植物。

草本植物:糖蜜草、芒草、红毛草、狗牙根、百喜草、香根草、象草。

爬藤植物:薛荔、爬山虎、蜚蜞菊、猫爪藤、金银花。

木本植物:大叶相思、马占相思、台湾相思、尾叶桉、南洋楹、山地木麻黄、金合欢、荷木。

#### 3.1.2 探索出优化的品种组合

根据生物共生的原理,结合面上的水土保持和生态环境绿化要求,设置不同的树、草、藤组合和种植方式,具体的品种配置如下:

(1) 面上岩土坡,选择相思树与糖蜜草结合,等高带状种植。

(2) 陡峭岩土坡,草(香根草)、藤(蜚蜞菊)覆盖。

(3) 岩石坡上,藤本(薛荔、爬山虎、金银花)着生攀援。

(4) 岩土坡切沟,象草与大叶相思、尾叶桉混种。

(5) 岩土坡底部,多树种(相思树、尾叶桉、山地木麻黄、荷木、南洋楹等)混交。

### 3.2 岩土坡面的植被营造技术

#### 3.2.1 传统喷草技术改进

通过改进喷浆配方和喷头,加进本地草、藤种子,使喷草技术能够应用于坚硬的风化壳上和多石质的石场平台,可在一个月内复绿,且不易退化;

#### 3.2.2 石坡燕巢与板槽结合的复绿方法

根据坡面状况,在起伏凹凸处砌筑燕窝巢式的花槽,在陡立的墙壁上用预制水泥板以一定的角度插入灌浆,形成 V 型板槽式瓢台,两者结合,可形成石壁面快速复绿效果。

#### 3.2.3 石壁挂槽复绿技术

用玻璃钢注塑成挂槽,槽内生长基选用轻质的腐殖质土加有机肥及保水剂,膨胀螺丝锁固于直立石壁,攀援的藤本植物迅速生长,覆盖石壁。

### 3.3 抗旱瘠栽培措施

#### 3.3.1 抓紧季节、适时安排播种时间

种植时间的选择是植物着生和成长的关键。引种的植物多数品种属热带种源,耐寒性差,过早种植,会遇上早春低温干旱,对种苗生长不利。而种植过迟,会遇上盛夏高温干旱,盛夏炎热的裸坡地对草、树幼苗生长极为不利。据对珠海地区气候的多年统计,3 月上旬气温已有明显回升,月上旬平均气温为 17.4℃,此时开始播种草树已较合适。

#### 3.3.2 施足基肥,科学施用追肥

施用基肥应以磷氮配合为主的复合肥为好。施用追肥,则要因地看草看树施用。

#### 3.3.3 协调好树、草、藤生长,提高整体营造效果

(1) 植被营造要实行林、草、藤结合;草先行、林为本。

(2) 品种的配搭注意“三结合”。即固氮植物与非固氮植

Zn、Cd、Cr 的非残留态比率相对较高, Hg 的非残留态比率相对较低, 而近金矿开发区土壤重金属元素含量相对增高, As、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 的非残留态比率明显降低, Hg 的非残留态比率相对增高。

(2) 污染土壤中重金属元素的碳酸盐态+ 氧化物态提取

参考文献:

- [1] E G a b l e r, J S c h n e i d e r. Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains Germany[J]. *Economic Geology*, 2000, 39(7): 774- 781.
- [2] Zhixun Lin, Roger B, Herbert Jr. Heavy-metal retention in secondary precipitates from a mine rock dump and underlying soil, Dalarna, Sweden[J]. *Environmental Ecology*, 1997, 33(1): 1- 12.
- [3] T L. Hudson, J C Borden, M Russ, et al. Control on As, Pb and Mn distribution in community soils of an historical mining district, Southwestern Colorado[J]. *Environmental Ecology*, 1997, 33(1): 25- 42.
- [4] Y X T a o, Y Z h a o, N Z X u. The effects of metals mine on ecological environment of rocks and soils[J]. *Volcano Geology and Minerals*, 1999, 20(3): 225- 231.
- [5] Chen H- M, Zheng C- R, Tu C, et al. The pollution actuality and the countermeasure of prevention and cure on soil heavy metal pollution in Chinese[J]. *Ambio*, 1999, 28(2): 130- 133.
- [6] L Fanfani, P Zuddas. Heavy metal speciation analysis as a tool for studing mine tailings weathering[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 1997, 58(2): 241- 248.
- [7] L N Sun. The environment geochemistry of gold mining and ecological effects in upper Biliu River[D]. Shenyang: Northeastern University, 2002.
- [8] X G G a o, Y H Z h a n g. The evolving disciplinarian of elements abundance on surfacial rocks in Liaoning province[J]. *The Transaction of Liaoning Geology*, 1994, 23(1): 53- 59.
- [9] L N Sun, C Z Jin., Distribution features of associated elements from Maoling- Wangjiawazi gold deposits[J]. *Liaoning Geology*, 2001, 18(1): 34- 37.
- [10] Feng, Y, Hong, B, Hong, J Ni. Mobility of some potentially toxic trace elements in coal of Guizhou, China[J]. *Environ- Geol*, 2000, 39(3- 4): 372- 377.
- [11] Z L Xia. The heavy metals pollution in soils[M]. Beijing: Publishing Company of Weather, 1980.
- [12] Z L Xia. The geochemistry of heavy metals in soil[M]. Beijing: Publishing Company of Weather, 1981.

(上接第136页)

物结合, 浅根植物与深根植物结合, 上繁植物与下繁植物(贴地生)结合。

(3) 植被营造次序, 要先进行面上和坡底的林草种植, 后进行陡坡上草藤覆盖。

(4) 合理密植, 多品种混交, 为野生植物群落的入侵和野生动物的宿居创造条件。

### 3.4 技术应用效果

#### 3.4.1 覆盖快

用林、草、藤结合, 并制定了植被营造的先后次序, 具有快速覆盖的特点。坡面上林草间种, 草在种下3~4个月后就发挥水保作用, 同时又促进了树苗的生长, 进而改善了陡坡上草藤覆盖的营造条件, 两年可基本形成林草复层覆盖。

#### 3.4.2 效果好

一是表现在地下部, 多种植物的深根和浅根合理搭配,

参考文献:

- [1] 蔡高堂, 杨少俊, 赵冬莲. 深圳市废弃采石场水土保持生态环境建设措施[J]. *南昌水专学报*, 2000, 19(4): 60- 62.
- [2] 林建平, 梁启英, 梁杰明. 采石场复绿有新法[J]. *广东林业*, 2002, (6): 26- 27.
- [3] 林建平. 华南水土流失区植被建设研究[J]. *热带地理*, 1998, 18(4): 316- 320.

率明显升高, 与人为活动有关;

(3) 土壤重金属含量随着时间的推移明显增大, 污染土壤的重金属元素主要富集在土壤表层。

(4) 金矿开发是该流域土壤重金属污染主要成因, 区域地球化学异常和个别企业也对土壤重金属污染有一定贡献。

水土保持效果好;二是表现在地面上, 林、草、藤有机结合, 形成坡面立体绿化格局, 多种野生植物迅速入侵和乡土植被群落自然形成, 不仅防止了单一人工植被退化的问题, 而且生态环境效益更加显著。

根据2000年7月上旬对珠海试验区的专项调查, 迹地岩土破的生态整治, 两年多来自然入侵的野生植物共达35个科72种, 其中包括厥类植物6种、裸子植物1种、草本植物26种、藤本植物9种、灌木植物23种、乔木树种7种。

#### 3.4.3 易推广

技术成果的应用难度小。林、草、藤间种实行“三结合”, 生态学原理应用深入浅出;营造时间的确定充分分析当地多年的气象资料, 既有具体时间季节, 又有详细气候指标, 技术的应用更具科学性和可操作性。