

# 岩石边坡生态护坡研究简介

张俊云<sup>1</sup>, 周德培<sup>1</sup>, 李绍才<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学 岩土力学所, 四川 成都 610031; 2. 四川省励自生态与环境工程研究所, 四川 成都 610031)

**摘要:** 介绍了国外岩石边坡生态护坡目前研究的 3 种新型生态材料, 护坡施工方法以及实际应用的护坡效果, 以便为国内岩石边坡生态护坡材料的研究提供借鉴, 并为国内的岩石边坡生态护坡研究提出了几点建议。

**关键词:** 岩石边坡; 生态护坡; 生态材料

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2000)04-0036-03

中图分类号: S157.433

## Brief Introduction of Study on Slope Eco-engineering for Rock Slope Protection

ZHANG Jun-yun<sup>1</sup>, ZHOU De-pei<sup>1</sup>, LI Shao-cai<sup>2</sup>

(1. *Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, PRC*; 2. *Institute of Lizi Ecology and Environment Engineering, Chengdu 610031, PRC*)

**Abstract** Three new kinds of eco-materials, their construction methods and examples are introduced, which are used with reference for study on domestic eco-material of rock slope. Else, some advices about slope eco-engineering for rock slope protection are given.

**Keywords** rock slope; slope eco-engineering; eco-material

生态护坡技术的应用在国外发达国家已有很长的历史,如美国于 1936 年在南加利福尼亚州的 Angeles Crest 公路边坡治理中就应用生态护坡技术<sup>[1]</sup>,日本的生态护坡几乎与其公路建设同步发展,至今已有半个多世纪的历史,获得了多项生态护坡技术的专利<sup>[2-5]</sup>。

尽管生态护坡技术获得了较为广泛的应用,但形成一门学科,还是近十几年的事,故至今还没有一个统一术语,如英文有称 Biotechnique, Bioengineering, 也有称 Vegetation 或 Revegetation 等,国内也有植物固坡<sup>[6]</sup>,坡面生态工程之称<sup>[7]</sup>。国外一般把生态护坡定义为:“用活的植物,单独用植物或者植物与土木工程和非生命的植物材料相结合,以减轻坡面的不稳定性 and 侵蚀”<sup>[8]</sup>。

## 1 岩石边坡生态特点

### 1.1 缺少植被生长所必需的土壤条件及养分条件

岩石边坡不同于土质边坡,不具备植被生长所必需的土壤环境,无法直接进行种子撒播或植生带绿化,即使采用铺草皮方法或目前国内广泛应用的水力

喷播技术(即液压喷播),由于喷浆与坡面岩体的黏结很差,防护效果也不理想。另外,岩体保水功能差,含有的活化养分低,植被很难从边坡岩层中吸收水分及养分供其生长发育。

### 1.2 边坡坡度大

公路工程、铁路工程的岩石边坡,一般设计坡度都在 1:0.75 以上,有的可达 1:0.3。坡面陡则雨水径流速度大,在高降雨地区极易形成冲刷侵蚀,坡面自然风化的土壤颗粒很难留存,受水力和重力作用而堆积坡脚,在干旱地区降雨又不能渗留在坡面上致使植被难以生存。

### 1.3 需研制适合岩石边坡的生态材料以供植被生长

由于岩石边坡没有土壤,因此必须提供人工生态材料满足植被生长的需要。生态材料需要有足够的黏结力及抗冲刷能力,能与岩石坡面紧密地黏结在一起,且能抵抗降雨的侵蚀。

## 2 岩石边坡生态材料类型

### 2.1 绿化网

绿化网是当前日本在软弱岩石边坡生态护坡中

收稿日期: 2000-02-19

资助项目: 四川省励自生态与环境工程技术有限公司

作者简介: 张俊云(1974-),男(汉族),西南交通大学在读博士,主要从事岩石边坡稳定性分析及生态护坡方面的研究工作。电话: (028) 7601464, E-mail: Zhangjunyu@263.net

较常用的生态材料。绿化网构造如图 1 所示,网采用抗拉强度高的尼龙等高分子材料编织而成,分上下两层,两层网中间每隔一定间距包有肥料、草种、水稳定剂、含有机质的腐殖土等的混合物

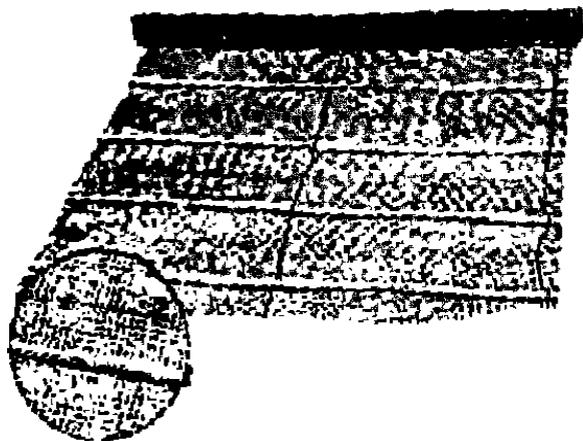


图 1 绿化网构造

### 2.2 植被型生态混凝土

近年来,日本在植被型生态混凝土方面做了大量的研究。植被型生态混凝土的构造如图 2 所示,主要有以下 3 个部分构成

(1) 多孔混凝土。多孔混凝土由粗骨料、水泥、适量的细骨料混合配制而成,粗骨料为 4 号(40~ 20 mm,容重 2.66)、5 号、6 号以及 7 号碎石,细骨料为 7 号硅砂(容重 2.62),水泥中混有高炉炉渣、硅灰等以降低混凝土的碱性。多孔混凝土是植被型生态混凝土的骨架。

(2) 充填材料。多孔混凝土的孔隙中充填有保水材料、难溶性肥料等。保水材料常用无机人工土壤、吸水性高分子、苔泥炭及其混合物。

(3) 表层土。铺设于多孔混凝土表面,形成植被发芽的空间并减少混凝土中水分蒸发,同时提供植被发芽初期的养分供给。

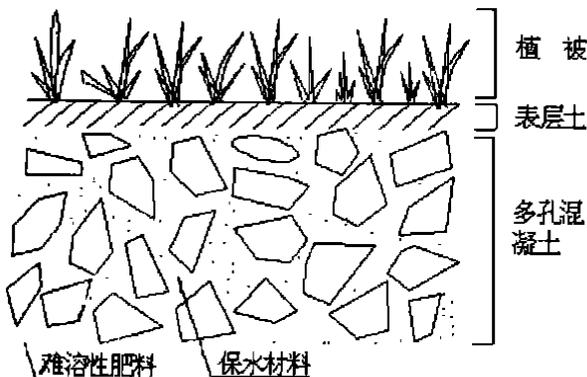


图 2 植被型生态混凝土的构造

### 2.3 水泥生态种植基

植被型生态混凝土的缺点是成本过高,它的护坡工程费用为 20 000~ 30 000 日元,如此高成本不适合我国国情。针对这种状况,国内也开始研究适合岩石边坡喷射施工的水泥生态种植基,并取得了一定的进展<sup>[9]</sup>。水泥生态种植基是由固体、液体和气体三相物质组成的具有一定强度的多孔人工材料。固体物质包括粗细不同的土壤矿物质颗粒、胶结材料、肥料和有机质以及其它混合物,土壤选用适合于植被生长的壤土,胶结材料为低碱性水泥和河砂。在种植基固体物质之间,是形状和大小都不相同的空隙,空隙由成孔材料产生,成孔材料采用稻草秸秆,空隙中充满水分和空气。水泥生态种植基的主要成分如图 3 所示。

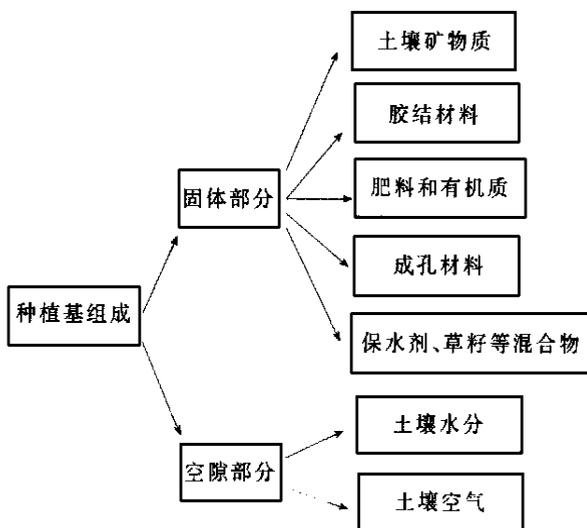


图 3 水泥生态种植基的主要组成

## 3 施工方法

应用不同的生态材料对岩石边坡进行生态防护,其施工方法也不同。(1) 绿化网施工方法。开挖、清理并平整岩石边坡坡面→钻孔、清孔并打入锚杆→铺设绿化网→安装锚杆,注浆密封杆端→喷射薄层拌和草种的泥浆→养护。(2) 植被型生态混凝土施工方法。开挖、清理并平整岩石边坡坡面→打设与养护多孔混凝土→填充保水材料浆→平铺薄层掺和草种的壤土→养护。(3) 水泥生态种植基喷射施工方法。开挖、清理并平整岩石边坡坡面→钻孔、清孔并打入锚杆→挂网→喷射拌和草种的生态种植基→安装锚杆,注浆密封杆端→养护。

实践证明,应用上述 3 种生态材料对岩石边坡进行生态防护,不仅大大减弱了岩石的风化及雨水冲刷,降低了岩石边坡的不稳定性,而且在很大程度上

改善了因工程施工所破坏的生态环境,景观效果也很显著。

## 4 几点建议

### 4.1 生态护坡研究首先应致力于生态材料的研制

目前,国内大多直接从国外引进现有的护坡技术,生态材料也直接进口。这样会产生许多弊端,一方面,护坡成本过高,无法在国内广泛推广;另一方面,由于地形、气候、施工等多种因素的影响,护坡效果并不明显。因此,国内应在借鉴国外经验的基础上,大力开发自己的生态材料,使其实现国产化。

### 4.2 生态材料研究包括以下内容

材料配合比研究,孔隙结构研究,透气性研究,保水性研究,pH值分析,有机质状况研究,养分分析,微生物量分析,阳离子代换量分析,强度试验,人工模拟侵蚀试验,拌和工艺研究,施工工艺研究,生态材料的三相比与施工工艺及设备的关系研究,生态材料的标准及规程编制。

### 4.3 当前研究应首要解决黏结材料及保水材料

当前应用的黏结材料主要有水泥和有机胶结材料两种,前者的缺点是生态材料的pH值过高,后者是成本太高。目前,我们正在采用高分子材料作为黏结材料进行试验。从实际应用中发现,如何长时地保持生态材料中的水分也是亟需解决的一个重要课题。

## [参 考 文 献]

- [1] Donald H Gray, Robbin B Sotir. Biotechnical stablization of highway cut slope[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1992, 118 1395- 1409.
- [2] Kobayashi, Tsuguo. Slope protection method for planting. Appl [P]. No.: 131698, Filed March 19, 1980. United States Patent 4304069. Dec., 1981.
- [3] Tanno Katsuji. Method of vegetation planting construction of mortar-spraying treating slope-face [P]. Appl. No.: JP950196970 950710, Patent No.: JP9025633, 1997.
- [4] Hamasuna Junichi, Maki Hirohisa. Method of vegetation in slope protection area [P]. Appl. No.: JP960222255 960823. Patent No.: JP10060900. Publication date 98-03-03.
- [5] Omoni Hideji. Quick greens-planting work for slope [P]. Appl. No.: JP800112139 800814. Patent No.: JP57036222, 1982.
- [6] 王可钧,李焯芬.植物固坡力学简析[J].岩石力学与工程学报. 1999,(17)6 687- 691.
- [7] 周跃.土壤植被系统及其坡面生态工程意义[J].山地学报. 1999,(17)3 224- 229.
- [8] Ministry of works and transport(Nepal). Use of bio-engineering in the road sector (Geo-enviromental unit) [Z]. 1999. 9.
- [9] 张俊云,周德培,李绍才.岩石边坡生态种植基试验研究[J].岩石力学与工程学报. 2001,20(1).

(上接第 35页)

## [参 考 文 献]

- [1] 杨勤科,等.地块图的编制和讨论[J].水土保持通报, 1993,13(5): 34- 38.
- [2] 杨勤科,等.黄土高原和秦巴山地的土地资源类型区分[J].西北农学报. 1995(增刊): 19- 22.
- [3] 杨勤科,李锐.论矢量地理信息系统的基本信息元[J].土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 4(1): 66- 70.
- [4] 杨勤科,等.矢量数字图形叠加的应用研究[C].全国区域水土流失快速调查与管理信息系统学术研讨会文集, 1999. 58- 62.
- [5] 李锐.小流域综合治理遥感动态监测[M].见:杨文治(主编).黄土高原治理与评价.北京:科学出版社, 1992.
- [6] 李壁成.黄土高原小流域综合治理遥感动态监测[M].北京:科学出版社, 1993.
- [7] Al GORE. The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century [Z], 1998, 1. <http://www.opengis.org/info/pubaffairs/ALGO RE.htm>.
- [8] 中国科学院地学部.中国数字地球[J].科学新闻周刊, 1999, 4.
- [9] 杨勤科,等.关于数字黄土高原的设想[C].见:全国区域水土流失快速调查与管理信息系统学术研讨会文集, 1999. 42- 45.