

# 水土保持边坡固化植草技术研究

周利民<sup>1,2</sup>, 林新明<sup>2</sup>, 邓岚<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学, 北京 100083; 2. 广东省水利水电科学研究院, 广东 广州 510610)

**摘要:** 通过建立 4 种形式的边坡植草护坡处理试验小区, 并对每种处理各设 2 组重复试验小区, 对边坡防护效果及草籽出芽生长情况进行对比试验。研究表明, 结合土壤固化剂和撒播草籽进行边坡表土处理后, 草籽能够正常萌芽及生长, 而且边坡表土层的抗冲刷能力明显增强, 坡面侵蚀细沟显著减少。实践证明, 边坡固化植草是一种行之有效的护坡绿化技术方法。

**关键词:** 水土保持; 固化剂; 边坡植草; 技术研究

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)06-0092-02

中图分类号: S157.2

## Solidification Seeding Technique for Slope Stabilization in Soil and Water Conservation

ZHOU Limin<sup>1,2</sup>, LIN Xinming<sup>2</sup>, DENG Lan<sup>2</sup>

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Guangdong Provincial Research Institute of Water Conservancy and Hydro-Power, Guangzhou, Guangdong 510610, China)

**Abstract:** An experiment of two repetitions for slope stabilization was conducted to study four different types of seeding technique and grass seed germination and growth in the surface soil to which solidification reagent was added. Results show that grass seeds germinate and grow up normally after the treatments of slope surface soil by adding solidification reagent and casting grass seeds. Moreover, the number of rills on slope is reduced remarkably, and the ability of resistance to surface soil erosion is strengthened apparently. It can be concluded that slope stabilization seeding is a good and effective method for slope stabilization and greening in practice.

**Keywords:** soil and water conservation; solidification reagent; slope stabilization seeding; study of seeding technique

固化剂原是澳洲国际离子土壤稳固剂实业有限公司的主要产品, 澳洲对固化剂的应用可以追溯到 20 世纪 60 年代初期, 主要是使用磺化油来使土壤离子化, 经过多次改进技术与配方, 研制出的产品主要包括: 土壤固化剂、稳固剂、尘土抑压剂、水土保持剂、水道防渗剂、农地水土保持剂以及其它配方的产品。后来, 国际离子土壤稳固剂有限公司再次改进了原来产品配方, 开发研制出新一代改进型产品 Roadbond(r)/Roadpacker(r), 并应用于乡村道路、堤坝、机场、林地及矿井坑道、铁路和建筑基础工程等, 且取得了很好的效果。土壤固化剂实质上是一种催化剂, 它对土壤的强化固结作用是永久性的, 不仅不会因为与土壤的作用而减少或流失, 而且随着时间的推移对土壤的强化作用会加强; 经过固化剂处理过的土壤, 其强度、密实度、承载能力、剪切强度等都得到很大程度的提高, 从而可以延长表土固化工程的使用寿命, 节省工程建设的成本, 大大降低工程重复建设增加的投

资。在我国, 土壤固化剂最早在公路建设工程中引进使用, 由于它对土壤有较好的稳固作用, 以及价格低廉、生态环保的优点, 因此, 正逐步为广大工程建设单位所认可和推广应用。

目前, 国内外公路等工程残留的边坡绿化工程大多采用液压喷播植草、客土喷播植草和混凝土网格植草等技术方法进行治理, 它采用的基质材料除土壤外, 主要包括有土壤有机质、复合肥料、保水剂、结合剂、pH 缓冲剂、生长剂、水和草籽。

本研究采用土壤固化剂结合撒播草籽技术进行工程边坡水土流失治理, 在国内尚无先例。

### 1 工程概况

本研究选址于广东省佛冈县。佛冈县是广东省清远市辖县, 位于广东省中部、珠江三角洲的大三角边缘。地理位置为东经  $113^{\circ}17'28''$ — $113^{\circ}47'42''$ , 北纬  $23^{\circ}39'57''$ — $24^{\circ}07'15''$ , 与广州市从化、韶关市新丰

县、清远市英德县和清城区毗邻。佛冈县地势自东北向西南倾斜,境内低山、丘陵、谷地、平原交错,大多在海拔 300 m 以下;属南亚热带大陆性季风气候区,气候温和、湿润,雨量充沛,全年平均气温 20.8℃,春季平均温度 16℃,夏季平均温度 24℃,秋季平均温度 26℃,冬季平均温度 22℃,多年平均降雨量 2 200 mm,多年平均相对湿度 75%,无霜期 229 d,全年主导风为东北风。

本研究试验用地选择在佛冈县辖北江大堤的滘江凤洲段,是堤围整治工程的一处背水边坡,试验河堤段距离佛冈县城约 28 km,边坡土质为砂质壤土,试验采用利路力乳剂和 HEC 高强粉剂等土壤固化剂对河堤整治工程残留的边坡进行水土流失防护和植草绿化技术的研究。研究内容主要是针对施用土壤固化剂后,对边坡表土层的抗冲抗蚀能力,以及土壤固化剂对草籽发芽力和草苗破土生长情况的影响及其程度等进行技术研究探讨。

## 2 技术措施布设

### 2.1 小区设计

选取坡比和表土紧实度一致的河堤边坡作为研究小区,并对研究河堤边坡进行除杂、松土、修整等土地整治和分区,各试验小区均按照长 13 m×宽 5 m,面积为 65 m<sup>2</sup> 的规格进行连续排列设置,共设 4 种不同处理的试验小区(其中 1 种为对照小区),每种处理各设 2 个重复试验小区,共设 8 个小区。

### 2.2 技术方法

2.2.1 草籽选择及处理 研究草种选用耐旱、耐瘠、喜酸性品种。本研究采用黑麦草和百喜草(草籽重量比例为 1:5)进行混播,播种量为 20 g/m<sup>2</sup>;播种前,种子均采用相同配比的昆明出产“禾富牌”浸种剂进行种子催芽及消毒处理。

2.2.2 其它材料 试验用其它材料主要有土壤固化剂、覆盖用膜和基肥:

(1) 土壤固化剂。① 固体土料固化剂:采用 HEC 高强固化粉剂,由武汉路德材料有限公司研制;② 液体土料固化剂:采用利路力(Renolith)土壤固化剂,是一种类似乳胶状的化学液剂,由德国科学家研制,国内由云南昆明礼通利路力有限公司经销。

(2) 覆盖用膜。采用 PVC 无纺布,规格 10 g/m<sup>2</sup>。

(3) 基肥。采用广州市生产的磷酸复合肥。

2.2.3 采用的技术方法 本研究共设 8 个试验小区,分为 4 种处理类型,各设 2 个重复进行对比试验研究,各小区水土保持措施设计分别如下。

(1) 整地直播小区(对照区)。整地后,将拌和细

沙的草籽直接撒播在试验小区。

(2) 整地直播+覆无纺布小区。先整地,再将拌和细沙的草籽直接撒播,然后覆盖 PVC 无纺布。

(3) 整地直播+固化剂小区。先整地,再将拌和细沙的草籽直接撒播,然后喷洒固化剂。HEC 高强固化粉剂的用量为:250 g/m<sup>2</sup>、利路力(Renolith)土壤固化剂的用量为:50 ml/m<sup>2</sup>。

(4) 整地直播+固化剂+覆无纺布小区。先整地,再将拌和细沙的草籽直接撒播,然后喷洒固化剂,最后覆盖 PVC 无纺布。HEC 高强固化粉剂的用量为:250 g/m<sup>2</sup>、利路力(Renolith)土壤固化剂的用量为:50 ml/m<sup>2</sup>。

## 3 调查方法

### 3.1 土壤抗侵蚀能力

在播种 2 d 后,试验区经历了一次强自然降雨过程,降雨历时约 2 h,降雨强度高达 35 mm/h,在该次降雨发生后,按实测的侵蚀沟断面一体积法进行调查,并计算各试验小区的土壤侵蚀量(流失量)。

### 3.2 草籽出芽情况

草籽出芽情况调查采用对角线五点法。分别在草籽发芽初期和发芽 7 d 后进行草籽发芽情况调查,并根据调查结果,按照算术平均法计算各小区内单位面积(m<sup>2</sup>)上的草籽发芽出苗数量。

## 4 结果与分析

### 4.1 草籽出芽情况

通过采用对角线五点调查法对各试验处理小区进行的草籽发芽生长情况的实测调查,结果表明,不同试验处理小区的草籽发芽生长情况存在明显的差别,其中以“整地直播+固化剂+覆无纺布”处理小区的草籽出芽率最高,“整地直播+固化剂”处理小区次之,而“整地直播”处理小区最低(见表 1, 2)。可见,与“整地直播”处理的对照小区比较,固化剂对提高草籽出芽率具有一定的保护和促进作用。

表 1 草种发芽初期(3 d)调查情况 株/m<sup>2</sup>

试验分区	重复 I 草种发芽	重复 II 草种发芽	平均草种 发芽
整地直播	53	46	49
整地直播+覆无纺布	75	59	67
整地直播+固化剂	110	90	100
整地直播+固化剂+ 覆无纺布	139	118	128

(下转第 106 页)

## 4 退耕还林(草)再决策

退耕还林是一项面向基层山区的工程,地理信息系统在退耕还林决策的实际工程应用中并不多见,往往是用地形图、土地利用现状图及土地详查资料,对 $> 25^\circ$ 坡耕地进行勾绘定位、面积量算<sup>[8]</sup>。杨存建、孙希华、马超飞<sup>[9-11]</sup>等人运用 RS 和 GIS 技术进行了退耕还林决策研究,这些研究多局限于用 GIS 生成 DEM,并与土地利用图叠加,用 $> 25^\circ$ 的坡耕地原则或不同土壤侵蚀级别进行退耕还林决策,但这些研究缺乏对当地自然条件和人文条件的深入理解和调查,这样简单的决策可能难于付诸实践。而退耕还林是一个长期的、复杂的、逐步实施的过程,必须对研究区进行深入地研究,综合自然和社会各种原则和因素,才能制定出适合当地的合理的退耕还林规划方案。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈国阶. 长江上游退耕还林与天然林保护的问题与对策[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(6): 544—549.
- [2] 隆孝雄. 四川天然林保护和退耕还林工程重点难点技术

问题[J]. 四川林业科技, 2003, 24(1): 32—35.

- [3] 林波, 刘庆. 川西地区退耕还林工程及其对农村经济发展的影响[J]. 山地学报, 2002, 20(4): 438—444.
- [4] 侯庆春. 黄土高原植被建设中的现存问题及对策[J]. 水土保持通报, 2005, 25(5): 封 2.
- [5] 岳宝良, 苏智先, 周平. 四川省实施退耕还林(草)工程的生态学建议[J]. 四川林业科技, 2002, 23(1): 76—78.
- [6] 张洪明. 四川省退耕还林还草试点工作中有关问题的调查研究[J]. 林业调查规划, 2001, 26(4): 44—48.
- [7] 房世波, 杨武年, 张新时. 基于 GIS 的农业土壤侵蚀分级和退耕还林决策[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2005, 20(1): 72—77.
- [8] 李克炯, 赵治善. 涪陵区大于 $25^\circ$ 坡地退耕还林调查[J]. 林业经济, 2000(5): 29—33.
- [9] 杨存建, 刘纪远, 张增祥, 等. 遥感和 GIS 支持下的云南省退耕还林还草决策分析[J]. 地理学报, 2001, 56(2): 181—188.
- [10] 孙希华, 姚孝友, 周虹, 等. 基于 GIS 的青岛市山丘区退耕还林还草决策方案分析[J]. 水土保持学报, 2004, 11(3): 109—111.
- [11] 赵鹏祥, 郝红科, 刘广全. GIS 空间分析在退耕还林中的应用研究[J]. 水土保持通报, 2005, 25(5): 45—49.

(上接第 93 页)

表 2 草种发芽中期(7d)后调查情况 株/m<sup>2</sup>

试验分区	重复 I 草种发芽	重复 II 草种发芽	平均草种 发芽
整地直播	451	279	365
整地直播+ 覆无纺布	629	341	485
整地直播+ 固化剂	904	1 183	1 043
整地直播+ 固化剂+ 覆无纺布	1 388	1 335	1 361

### 4.2 抗侵蚀情况

通过采用侵蚀沟调查法对各试验处理小区进行的土壤流失量的实测调查,结果表明,不同试验处理小区的土壤流失量存在差别,其中以“整地直播+ 固化剂+ 覆无纺布”处理的土壤流失量最小,“整地直播”处理小区的最大(见表 3)。可见,固化剂能够发挥稳固表土层,增强表土抗冲抗蚀能力的作用。

## 5 结 论

土壤固化剂作为一种土壤催化剂,它对土壤具有强化固结的作用,通过小区对比试验法进行水土保持

边坡固化植草技术的研究,结果表明,土壤固化剂能够明显地增强土壤的团粒结构,使土壤中的颗粒与颗粒之间更紧密地凝聚在一起,从而提高表土层的抗冲刷能力、抗侵蚀能力,而且河堤边坡采用土壤固化剂处理后,其撒播草籽的发芽率及幼苗出露表土生长等都明显提高,甚至优于采用覆盖无纺布处理的效果。

可见,采用土壤固化剂与传统喷播植草技术相结合的方法进行边坡防护与绿化,既能快速、有效地维护边坡稳定,又能发挥良好的生态绿化建植效果,是一种行之有效的边坡防护新技术。

表 3 侵蚀沟断面体积法调查次降雨发生土壤流失量 t/km<sup>2</sup>

试验分区	重复 I 水 土流失量	重复 II 水 土流失量	重复平均水 土流失量
整地直播	4864.0	5238.1	5051.0
整地直播+ 无纺布	1240.6	1323.3	1282.0
整地直播+ 固化剂	708.9	787.7	748.3
整地直播+ 固化剂 + 无纺布	0	0	0

注: ①“整地直播+ 固化剂+ 无纺布”小区未出现沟状侵蚀;

②按土壤容重为 $1.28\text{g/cm}^3$ 计算侵蚀量。