

# 种植槽技术在高陡边坡生态环境治理中的应用探讨

邹开富, 徐文斌

(杭州大地科技有限公司, 浙江 杭州 310013)

**摘要:**对高陡边坡生态环境治理方法进行探讨,认为种植槽技术可以克服高陡边坡在生态环境治理施工中存在的不利因素,并结合实例对种植槽技术进行详细分析及计算,为类似边坡的生态环境治理提供了一种行之有效的技术方法,有较好的推广应用价值。

**关键词:**种植槽;高陡边坡;生态环境治理;地质灾害;锚杆

**中图分类号:**TD824.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)09-0071-03

**Application Discussion on Planting Slot Technology in High-steep Slope Ecological Environment Treatment/KUAI Kai-fu, XU Wen-bin (Hangzhou Dadi Technology Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310013, China)**

**Abstract:** The paper made the application discussion on planting slot technology in high-steep slope ecological environment treatment. The planting slot technology can overcome the disadvantages of ecological environment treatment in high-steep slope. The detailed analysis and calculation were made on planting slot technology based on the engineering case, an effective technical method was provided for ecological environment treatment in similar slope.

**Key words:** planting slot; high-steep slope; ecological environment treatment; geological disaster; anchoring bolt

## 1 概述

在现今的采矿或工程活动结束后,常遗留下高陡的人工边坡。高陡的人工边坡裸露在人们的视野中,不仅有碍观瞻,同时还存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患。近年来,针对这类边坡的生态环境治理进行了大量的工程实践,为类似边坡的地质灾害治理及生态复绿的方案提供了宝贵的经验及极具价值的工程参数。而种植槽技术的实施则不仅解决了在高陡边坡上植被不易生长的难题,同时还兼顾了对潜在的地质灾害进行治理的问题。

## 2 适应性评述

时至今日,有许多较成熟的工艺及工法在边坡生态环境治理实践中得到广泛的应用。较常用的方法有锚喷挂网客土喷附、鱼鳞坑、台阶降坡复绿等,基本上都取得了成功。大量的废弃矿山、公路边坡治理效果良好,地质灾害隐患消除了,边坡上也恢复了生命的绿色。

但是,在一些坡度 > 50° 以上的高陡边坡,若没有降坡的空间及条件,则喷锚挂网后附土能力极差,植株无法生长;鱼鳞坑的开凿难度大,开凿后种植效果差。种植槽技术的运用,则较好地解决了上述难题。该技术可以单独使用,也可以结合其它工法共

同作用。

## 3 种植槽技术

种植槽实际上就是在边坡表面按设计间距打入锚杆,并在坡面外端预留一定的长度,通过预留锚杆段作为载体,在其上构筑钢筋混凝土槽。在槽内回填耕植土并种植相应的灌木及爬藤等以达到对坡面进行绿化的效果。其中锚杆的作用有二,其一是固定边坡面上的不稳定岩石,其二是支撑钢筋混凝土槽及其上部回填的耕植土及植株的重力。

### 3.1 种植槽结构

种植槽的配筋断面如图 1 所示。

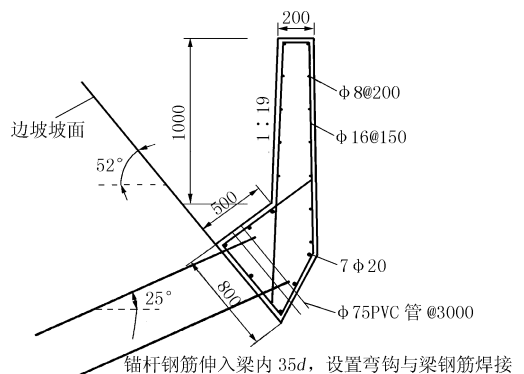


图 1 种植槽配筋断面示意图

收稿日期:2010-04-07

**作者简介:**邹开富(1974-),男(汉族),湖北钟祥人,杭州大地科技有限公司工程师,勘察工程、地图学与地理信息系统专业,理学硕士,从事岩土工程施工、岩土工程勘察、地质灾害调查与评价、评估及边坡勘察、治理设计等工作,浙江省杭州市教工路123号华门商务中心503室, kkf727@163.com。

其主要的技术参数如下:

(1) 锚杆的水平间距为 0.5 m, 在系统防护锚杆(一般间距为 2.0 m)之间补充构造锚杆以适应其对种植槽的支撑;

(2) 系统防护锚杆倾角一般为  $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ , 孔径 91 mm 或 110 mm, 锚杆长度以边坡上岩体节理裂隙发育状况及完整性来定, 以锚入完整中风化岩石深度 4.0 m 为宜;

(3) 构造锚杆倾角  $10^{\circ}$ , 孔径 50 mm, 孔深需要根据边坡上岩体节理裂隙发育状况及完整性来定, 以能承受种植槽等的重力为宜, 坡体中锚杆长度一般为 0.7 ~ 1.5 m;

(4) 锚杆杆体均采用  $\text{Ø}32\text{HRB}335$  钢筋, 外端预留 0.5 m, 竖向焊接一定长度同种类钢筋并与种植槽的配筋相连;

(5) 注浆体强度 M20, 注浆压力 0.3 ~ 0.5 MPa, 水泥可采用 32.5R 普通硅酸盐水泥;

(6) 在槽底部平行于边坡设置一排泄水孔, 孔径 75 mm, 间距为 3.0 m;

(7) 种植槽采用 C25 混凝土浇筑。

### 3.2 种植槽底部锚杆悬臂梁抗力验算

参照《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GBJ 86-85)第 3.3.8 局部锚杆抗力验算公式对种植槽底部锚杆悬臂梁抗力进行验算, 计算如下:

$$K \times G \leq n \times A_s \times f_{st}$$

式中:  $K$ ——安全系数, 根据规范可取 2;  $G$ ——锚杆承受的重力, 即每延米上钢筋所承受的重力, N;  $n$ ——锚杆根数;  $A_s$ ——单根锚杆杆体的截面积,  $\text{cm}^2$ ;  $f_{st}$ ——水泥砂浆锚杆钢筋设计抗拉强度,  $\text{N}/\text{cm}^2$ , 可取  $29000 \text{ N}/\text{cm}^2$ 。

$$K \times G = 2 \times 3000 \times 9.8 = 58800 \text{ N}$$

$$n \times A_s \times f_{st} = 2 \times 8.0 \times 29000 = 464000 \text{ N}$$

通过以上计算说明锚杆悬臂梁能满足要求。

根据相关加压实验(绍兴县福全镇大山下石料场生态环境综合治理工程中的加压试验)证明, 在锚杆悬臂梁(混凝土浇筑体)上再加载 650 kg 以上质量, 在设计试验时间内无变形迹象, 能够承受种植槽及其内覆土、植被的压力。

### 3.3 种植槽复绿措施

在种植槽内回填耕植土之后即可在槽内种植绿化植株, 一般选择抗旱能力较强的物种, 采取上爬、下挂、中部遮掩的方式对种植槽上下范围内边坡进行复绿(见图 2)。

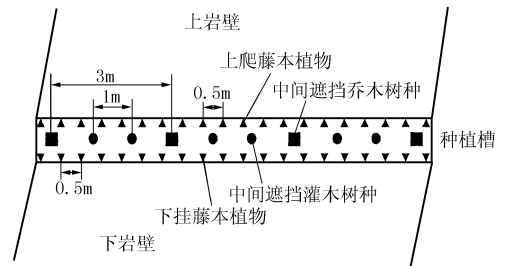


图 2 种植槽绿化示意图

其要点主要为:

(1) 该技术可单独使用, 也可结合其它技术综合应用, 视工程效果而定, 前提是边坡必须整体稳定;

(2) 槽内耕植土技术指标为: 有机质  $\geq 5\%$ , 腐植质  $\geq 5\%$ , 水分(游离水)  $\geq 20\%$ , pH 值 5.5 ~ 7.0, 细度( $\leq 10 \text{ mm}$ )  $\geq 25\%$ ;

(3) 槽内种植灌木高度不低于 1.0 m;

(4) 槽的排距视边坡情况而定, 一般上下垂直距离为 8 ~ 10 m。

## 4 应用实例

### 4.1 工程概况

杭州市余杭区临平镇邱山石矿因采石形成了一条长约 400 m, 高 90 m 的岩质边坡, 坡度  $50^{\circ} \sim 85^{\circ}$ , 局部岩体有悬空现象, 需要生态治理的边坡面积约  $50000 \text{ m}^2$ 。

边坡上岩性为灰白 ~ 浅白色, 强 ~ 中 ~ 微风化石英砂岩, 局部夹紫红色薄层泥质粉砂岩。其中强风化岩厚一般 0 ~ 3.0 m, 中风化岩石厚度  $> 5.0 \text{ m}$ 。边坡面上岩体节理裂隙发育, 岩体破碎, 边坡顺坡向层面发育, 大部坡面有泥岩夹层分布, 构成潜在滑动面。边坡外侧为余杭主城区, 分布大量的工厂、学校及居民住宅等。

### 4.2 治理方案设计

根据边坡特点, 对其采取综合治理法进行治理设计, 主要有如下方法。

(1) 刷方减载: 清除边坡表面松散石块及坡面杂物, 确保坡面基本平整, 清除落石隐患, 局部陡峭部位按坡比 1: 1 进行削坡。

(2) 截排水: 坡顶设置  $500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$  浆砌片石截水沟, 坡脚设置  $500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$  砖砌排水沟, 坡面排水孔采用  $\text{Ø}50 \text{ mm}$  PVC 管。

(3) 锚杆支护: 锚杆采用  $\text{Ø}32\text{HRB}335$  钢筋, 锚杆(种植槽)上下垂直排距 10 m。

①系统锚杆为全长粘结型锚杆, 水平间距 2.0

m, 倾角 25°, 锚孔孔径 100 mm, 总长 9.5 m, 外端预留 0.5 m;

②构造锚杆与系统锚杆一起构成种植槽的支撑体, 水平间距 0.5 m, 倾角 10°, 锚孔孔径 50 mm, 总长 1.25 m, 外端预留 0.5 m;

③锚杆注浆为 M20 水泥砂浆, 注浆压力  $\geq 0.5$  MPa, 水泥为 32.5R 普通硅酸盐水泥。

(4)种植槽复绿: 在每一排锚杆上设一排种植槽, 以外端预留 0.5 m 长锚杆作为载体, 同时在外侧竖向焊接 0.2 m 长  $\Phi 32$ HRB335 钢筋, 与槽体配筋相连(配筋详见图 1)并浇筑砼槽。

①槽内回填耕植土后形成深约 1.0 ~ 1.3 m、宽度 0.5 ~ 1.0 m(因边坡角度不同而异)的种植区, 表面形成约 5°向外坡率, 底部回填厚度约 0.2 m 的砾石反滤层, 每隔 3.0 m 设一排水孔, 进口以土工布包裹;

②在种植槽内设置内外两条绿化带, 内侧间距 0.5 m 种植高约 1.2 m、树冠直径 1.2 m 的矮灌木, 外侧间距 0.3 m 种植长约 0.7 ~ 0.8 m 向下垂挂类植株。宽度较大处可将灌木种在中间, 内侧则间距 0.3 m 种植爬藤类植株以向上攀爬。

(5)挂网、客土喷播: 在种植槽之间的坡面采用挂网、客土喷播方式进行复绿。

①挂网: 用网孔 50 mm  $\times$  50 mm 的菱形铁丝网铺设坡面, 钉网的紧固件采用  $\Phi 6 \sim 8$  mm 的钢锚钉, 长度为 50 ~ 400 mm, 锚钉横向间距 0.5 m, 铁丝网与坡面距离 2 ~ 3 cm。前期的系统锚杆也参与挂网的紧固工作;

②喷混植生: 先喷射由保水剂、粘合剂、固化剂、植物纤维等按比例搅拌均匀的混合料, 厚度 6 ~ 7 cm, 待其达到一定强度后再喷射加入经催芽处理后的植物种子的由保水剂、粘合剂、泥炭土、腐植土、缓释复合肥及等按比例搅拌均匀的混合料, 厚度 3 ~ 4 cm。

(6)挡渣墙: 在坡脚部设置一排 M7.5 浆砌块石挡渣墙, 块石强度等级不低于 MU30, 宽度 0.8 m, 高

度 2.5 m。

根据植物当地环境的季节适应性与周围环境的协调性、植物的多样性等原则, 本工程的植株选择主要有: 狗芽根、高羊茅、紫花苜蓿、白三叶、麦冬、多年生黑麦草、结缕草、弯叶画眉草、夹竹桃、小叶女贞、胡枝子、紫穗槐、爬山虎、常春藤、络石、黄馨等多种灌、草、藤本植物。

该治理工程竣工至今已近 5 年, 目前该边坡安全状况良好, 坡面植被已恢复 90% 以上, 形成了稳定、繁茂的植物群落, 工程痕迹越来越淡。该生态环境治理工程被作为杭州市同类项目的样板工程, 其治理方法被广泛应用于, 在边坡生态环境治理中发挥着积极的作用。

## 5 结语

种植槽技术随着其应用的推广日趋成熟, 其所承载的植株类型与数量主要根据边坡的坡度及槽的高度来决定。边坡越陡, 槽所容纳的耕植土的体积及表面种植区的宽度就越小, 而槽的高度越大, 其容量越大, 但是其所需要的钢筋混凝土的量就越大, 稳定性变差的概率增大, 视觉效果越差。因此针对不同的边坡要综合考虑各方面的因素来确定槽的尺寸, 以安全、美观、实用为原则。事实证明, 种植槽的出现让很多高陡人工边坡以更经济、快速、高效的方式恢复了生命的绿色, 重新焕发出勃勃的生机, 具有较好的实用价值。

## 参考文献:

- [1] GB 50330 - 2002, 建筑边坡工程技术规范[S].
- [2] GBJ 86 - 85, 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [3] 浙江华东建设工程有限公司. 杭州市临平镇邱山采石场生态环境治理工程设计报告[Z]. 国家电力公司华东勘测设计研究院, 2005.
- [4] 浙江大学大地科技开发公司. 安吉县开发区黄墅朝坞石矿生态环境治理工程设计报告[Z]. 浙江杭州, 2008.
- [5] 史茂君, 杨禄兵. 瀑布沟水电站淹没区右岸公路边坡综合治理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(12): 62 - 64.

## 内蒙古发现 2346 个重要地灾隐患点

**国土资源网消息** 从内蒙古国土资源厅获悉, 自治区在 54 个县(市)发现 2346 个重要地质灾害隐患点, 剩余 47 个县(市)汛期地灾隐患点的再排查工作已展开。

目前, 内蒙古完成了 54 个县(市)地质灾害调查与区划工作, 发现 2346 个重要地灾隐患点, 其中崩塌隐患 1154 处, 地面塌陷隐患 366 处, 滑坡隐患 99 处, 泥石流隐患 723 条, 地裂缝隐患 4 条。

据了解, 内蒙古多数地区在海拔 1000 m 以上, 有呼伦湖、贝尔湖

等湖泊, 黄河流经本区西南部。在地势较高的山区, 存在着许多的危岩体和不稳定的地质体, 再加上雨水的冲刷、山体的风化, 容易引发泥石流和崩塌, 而且内蒙古以黄土为主, 沟谷和河流比较发育地带容易引发滑坡等地质灾害。为此, 内蒙古自治区专门成立了由地质环境监测院、地调院等 7 家单位组成的地质灾害再排查小组, 对 54 个县(市)所有可能存在地质灾害隐患的人员集中地, 重要交通干线沿线和重要工程建设活动区等地展开排查。