

## 高陡边坡植物群落重建及干扰因素分析\*

王志强<sup>1</sup>, 王日明<sup>2</sup>, 姚军<sup>1</sup>, 杨金<sup>1</sup>, 雷建明<sup>1</sup>, 张翔<sup>1</sup>

(1.湖南芷兰生态环境建设有限公司, 湖南 长沙 410000; 2 钦州学院 资源与环境学院, 广西 钦州 535011)

**摘要:** 结合工程案例, 分析植被护坡的影响因子及其作用方式, 认为植物正常生长发育是坡面植物群落稳定的根本, 支护结构等工程附加物是坡面植物群落稳定的保证, 养护管理措施是坡面植物群落稳定的有益补充; 分析了充分考虑影响高陡边坡植物群落重建的干扰因素、采用有效植被恢复策略、制订适宜的施工方案对高陡边坡植物群落重建的重要性。

**关键词:** 公路; 高陡边坡; 植物群落重建; 结构稳定; 干扰因素

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0074-03

高速公路修建中大量山体开挖形成裸露的高陡边坡, 造成植被破坏、水土流失、山体滑坡, 引发生态环境问题与交通安全问题, 需采取措施对裸露的高陡边坡进行防护。

## 1 边坡防护方式比较

目前常用裸露高陡边坡防护方式有工程护坡与植被护坡(见表 1)。植被护坡将植物措施与工程措施相结合, 在高陡边坡上种植植物, 构建植物群落, 减少雨水冲刷导致的水土流失, 保护边坡稳定, 实现边坡生态恢复与景观重建。

## 2 高陡边坡植物群落构建的意义

### 2.1 景观意义

(1) 高速公路沿线裸露的高陡边坡带来视觉污染, 植物通过其固有的色彩、形态、风韵等个性特质和群体景观效应体现出悦人的美感。植物的季相变化及植物受光线、气温、风、雨等的作用而呈现出的朝夕不同、四时互异、千变万化丰富了景观, 提升了环境的景观功能与价值。综合应用藤本、一二年生或多年生草花、灌木、小乔木等植物对边坡进行植被恢复, 可提高坡面的生态景观效果。

表 1 边坡防护类型比较

防护类型	防护措施	优点	缺点	
工程护坡	坡面防护	灰浆或三合土抹面、喷浆、喷砼、浆砌片石护墙、锚喷护坡、锚喷网护坡	能防止开挖坡面出现岩石风化剥落、碎落及落石掉块等	过分追求强度功效, 破坏了自然生态, 景观效果差, 而且随着时间的推移, 砼面、浆砌片石面会风化、老化甚至破坏, 后期整治费用高
	支挡结构防护	挡土墙、锚杆挡墙、抗滑桩等	既有防护作用, 又有加固坡体的作用	
植被护坡	土质边坡	铺草坪护坡、植生带护坡、液压喷播(纤维土绿化法、高次团粒 SF 绿化法和连续纤维绿化法、植生砼)等	能固坡、保持土壤, 生态与景观效果好	植物群落固坡, 保持土壤的作用有一定限度
	岩质边坡	喷草法、飘台法、燕巢法、阶梯法、厚层基材挂网喷播等	生态与景观效果好	深根性植物根系对岩质边坡岩体有一定扰动破坏

(2) 植被具有视线引导与防眩功能, 可减少交通事故的发生。在高速公路沿线边坡合理配置植物, 不仅能丰富道路景观, 增强道路建筑艺术效

果, 还具有视线引导与线形预告作用, 能有效遮光防眩与缓冲、消除司乘人员的视觉疲劳, 缓解司机的驾驶疲劳, 确保交通安全。

\* 基金项目: 钦州学院校级科研项目(2017KYQD221)

## 2.2 生态环境意义

(1) 生态恢复。植被恢复是生态恢复的重要部分。对高陡边坡的生态恢复首先是对其进行植被恢复。在工程上,目前常采用厚基材挂网喷射法恢复植被,使坡面在尽可能短的时间内形成较高的植被覆盖率。基于高陡边坡的特殊生境与养护管理条件,往往培植以灌木为建群种的灌—草型植物群落。植物群落初步形成后,植物的个体或群落随着时间的推移功能不断加强,通过自身变化为其他动植物提供生存条件,改善周围的生态环境,缓解小气候,净化空气,降低噪音。

(2) 环境保护。在高陡边坡上构建植物群落,植物的垂直根系可穿过坡体浅层松散的风化层锚固到深处较稳定的岩土层,起到预应力锚杆的作用。植物通过吸收和蒸腾作用消耗坡体内水分、降低坡体土壤含水量,促进边坡体的稳定。植被覆盖的坡面能减缓强降水对坡面的冲刷,起到截流消能的作

用,减少水土流失与山体滑坡,确保交通安全。

## 2.3 社会意义

高速公路沿线植物景观的质量在一定程度上反映当地的社会经济发展水平。通过不同植物品种和不同造型的配置构建植物群落,可表现出不同的生态景观效果。植物景观能给司乘人员以镇静、优雅、舒适感,使驾驶员心理稳定,提高行车安全性。

## 3 高陡边坡植物群落重建的干扰因素及其作用方式

### 3.1 影响植物群落形成与发育的因素

植物群落是由若干个同种或不同种植物个体按照一定的作用方式组成的植物集合。在裸露的高陡边坡上构建植物群落,需保证植物个体正常生长条件。土壤条件、气候条件与植物间的相生相克作用是影响裸露高陡边坡上植物群落形成与发育、演替的主要因素(见表2)。

表2 影响植物群落形成、发育与演替的主要因素

因素类别	主要因素	作用方式
土壤因素	水、肥、气、热	喷射基材为人工植物群落的生成与发育提供较好的土壤条件,其配方决定植物立地土壤中的水分、腐殖质含量、孔隙度等
气候因素	光、温、水、气	地理纬度、海拔高度、坡向与坡度等直接影响小气候环境的光照强度、温度、空气湿度;群落的层次结构不同,结构内不同部位的光、温、水、气条件也不同
植物间的相互作用	植物化感作用,植物对光、温、水、气的争夺	植物间的化感相生与化感相克作用;植物对养分的争夺作用;植物对光、温、水、气的利用方式

只有满足植物生长所需温度、水分、土壤、光照、空气和营养等外部条件,植物才能生存。很多植被恢复技术的目的就是设法提供有利于植物生长的外在条件,如目前普遍采用的厚基材挂网喷播技术就是在坡面上喷一层具有一定厚度的基材(相当于人工客土),为植物提供土壤、水分、营养等外部条件,促进植物个体与植物群落的生长发育。

植物正常生长发育是坡面植物群落稳定的根本。坡面较完好的植被覆盖能减缓雨水冲刷,减少地表径流,对坡体稳定起到有效的保护作用。植物

及植物群落正常生长发育是坡面植被恢复的主要目的,可持续性的植物群落结构是坡面植被恢复的终极追求。植物在坡面上不能正常生长,植物群落则不能尽快形成,坡面植物群落稳定实为空谈。

### 3.2 影响植物群落稳定的工程结构因素

裸露高陡边坡上植被恢复所附加的工程构件主要有植物、为植物提供前期良好环境的喷射基材、保证植物与基材在坡面上稳定的支撑架构。以“一板双网”生态恢复结构工艺为例,影响结构稳定性的因素见表3。

表3 影响植物群落稳定的主要工程结构因素

因素类别	主要因素	作用方式
原坡面因素	坡度;坡向;土壤紧实度;坡面表面粗糙度	坡度、坡向与坡面表面粗糙度影响坡面对雨水的拦截滞留;土壤含水量影响喷射基材在坡面的稳定性

续表 3

因素类别	主要因素	作用方式
植物	坡面植物群落盖度;植物自重;植物根系数量与长度	坡面植被盖度影响雨水对坡面的冲刷程度;植物根系对土壤起锚固作用;群落密度影响抗风能力
基材	基材配比;基材粘合力;基材稠度;基材蓄水能力	基材营养成分与基材含水量影响植物群落的生长发育及基材在坡面上的稳定性
支护架构	植生板;锚钉;镀锌铁丝网;椰网等	支护结构是保证工程附加物在坡体上保持稳定的工程附加结构,工艺不同,其护坡效果也不同

支护结构等工程附加物是坡面植物群落稳定的保证。为维护植物在高陡边坡坡面上的稳定,有必要采取工程措施进行加固。目前常用的厚基材挂网喷播工艺中所使用的锚杆、椰纤维网或铁丝网等工程附加物可对植物及基质在坡体上的稳定起到支护

与拉结作用。

### 3.3 人为干扰

人类活动对高陡边坡植物群落构建的影响主要体现在促进作用与破坏作用两方面(见表4)。

养护管理措施是坡面稳定的有益补充。施工后

表 4 影响高陡边坡植物群落结构稳定的人为因素

因素类别	主要因素	作用方式
促进作用	植物后期养护管理;坡体养护措施	加速植物生长,尽快覆盖坡面,减少雨水冲刷;设拦水沟、排水沟等工程措施保护坡体
破坏作用	践踏破坏;施工扰动	挂网过程中安置锚杆对深层坡体的扰动

需根据需要对植物进行适当养护管理,纯粹以“靠天吃饭”延长坡面植被恢复过程会减弱植被恢复效果。采取拦水沟、排水沟等工程措施能防止强降水对坡体的冲刷破坏。

## 4 注意事项

(1) 确保工程附加物在坡面上的稳定。根据坡体的坡度、土质等情况制定适宜的施工工艺,如锚杆长度与受力、锚杆嵌入角度等,确保工程附加物在坡面上的稳定。若用于加固的锚杆与拉结的网在坡面上不稳定,则其所支护的基材与植物不可能稳定。

(2) 确保植被恢复工程不对坡面产生破坏而导致坡面失稳。因坡度过陡,嵌入锚杆时对坡体产生扰动易导致滑坡,施工中应充分了解坡体的土质与坡度,制订适宜的施工方案,避免对坡体产生扰动而破坏坡体的稳定性。

(3) 在满足生态与环境保护的基本要求下,尽可能经济,易于操作。高速公路沿线高陡边坡生态恢复项目往往工程量大,施工难度大,后期养护条件差,而与之不对称的是工程造价低。施工前应制订适宜的施工方案,采用有效的植被恢复策略,以较少的钱干出高质量的活。

## 参考文献:

- [1] 谢明亮,李瑶,徐亮,等.浅谈山区高速公路施工期环境监测[J].交通节能与环保,2014,10(2).
- [2] 罗珂,高照良,王凯.毛坝至陕川界高速公路边坡生态防护技术及其应用研究[J].中国农业资源与区划,2015,36(6).
- [3] 秦鑫,陈洪凯.公路高陡岩质边坡的快速生态恢复技术研究[J].公路,2017(6).
- [4] Gray D H, Sotir R B. Biotechnical stabilization of highway cut slope[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1992, 118(9).
- [5] Sotir R B, McCaffrey M A. Stabilization of high soil and rock cut slope by soil bioengineering and conventional engineering[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1997, 1589.
- [6] F Douglas Shields, Donald H Gray, F Douglas Shields Jr. Effects of woody vegetation on sandy levee integrity [J]. Journal of the American Water Resources Association, 1993, 28(5).
- [7] Goldsmith W. Soil reinforcement by river plants: progress results [A]. Proceedings of the Conference on Wetlands Engineering and River Restoration [C]. 1998.

(下转第 93 页)

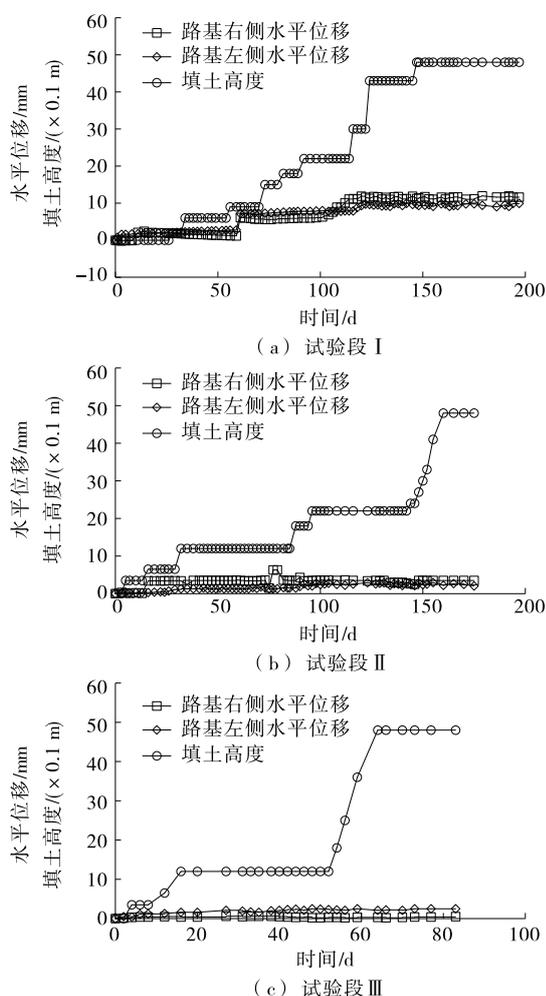


图3 试验段水平位移监测结果

感。试验段 I 两侧边坡水平位移比试验段 II、III 略大,从初始观测时起累计水平位移约 1 cm,而试验段 II、III 的水平位移仅约 0.3 cm。试验段 I 从初始观测起 2 个月后,其水平位移有一个较大突变,这可能是由施工机械对埋设仪器扰动所引起;之后水平位移并不明显,说明路基稳定性较好。在常规低填

方路堤修筑中,水平位移受填土高度的影响不大,路堤底部加筋垫层也影响不明显。

### 3 结论

(1) 袋装砂井处理的试验段 I 沉降较大,最大沉降达 25.5 cm,而 PHC 管桩加固的试验段 III 的沉降仅为 2 cm 左右。

(2) 试验路堤边坡水平位移随填土变化甚微,对填土响应不明显;水平位移受加筋垫层影响也不明显。

(3) PHC 管桩适合桥头段、深厚软土段地基处理,满足快速施工要求且能有效控制沉降。

### 参考文献:

[1] 刘汉龙,赵明华.地基处理研究进展[J].土木工程学报,2016,49(1).

[2] 冯仲仁,朱瑞庚.我国高速公路软基处理研究的现状与展望[J].武汉理工大学学报,2002,24(1).

[3] DGJ32/TJ 109-2010,预应力混凝土管桩基础技术规范[S].

[4] JTJ 017-96,公路软土地基路堤设计与施工技术规范[S].

[5] 王曦.预应力管桩复合地基设计与施工技术分析[J].中外建筑,2014(8).

[6] 李国维,胡龙生,王虎子,等.软土地基大变形位移计研制与工程应用[J].公路交通科技,2013,30(5).

[7] 郭院成,张浩华,周同和.高速公路高填方软基处理方法的对比分析[J].郑州大学学报:工学版,2002,23(2).

[8] 施峰,郝世龙.PHC管桩水平承载力试验研究[J].岩土力学,2015,36(增刊2).

[9] GB 50330-2013,建筑边坡工程技术规范[S].

收稿日期:2018-05-08

(上接第 76 页)

[8] Polster D F. Soil bioengineering for steep/unstable slopes and riparian restoration[J]. Watershed Restoration Technical Bulletin,1999,4(4).

[9] 吉田博宜.法面斜面的绿化与修景[J].基础工,1999,27(5).

[10] 青木正雄,安部征雄.强酸性土における法面绿化[J].土と基礎,1996,44(6).

[11] 立石義孝,鬼塚克忠,馬淵勝美,等.厚層基礎材吹付工法による硅藻土斜面的绿化[J].土と基礎,1996,44(6).

[12] 方华,林建平.植被护坡现状与展望[J].水土保持研

究,2004(3).

[13] 张玉珍.道路生态恢复中的生态学基础[J].交通世界:运输.车辆,2012(增刊).

[14] 张泰丽.浙江省东部台风暴雨诱发滑坡变形特征和成因机制研究[D].北京:中国地质大学,2016.

[15] 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(2).

[16] 张华君,吴曙光.边坡生态防护方法和植物的选择[J].公路交通技术,2004(2).

收稿日期:2018-06-22