

安楚高速公路禄丰段边坡生态防护技术

王 云^{1,2,3}, 江玉林², 崔 鹏¹, 陈学平²

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;

2. 交通部科学研究院, 北京 100029; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 高速公路的修建大大促进了我国经济的发展, 但是也带来严重的环境问题。在西南山区, 产生了大量高陡边坡, 而对边坡的生态防护技术的研究就成了重点。介绍了安楚高速公路禄丰段边坡特点、地形地貌、气候、地质环境, 并以试验段为例阐述了边坡生态防护植物措施的思想, 重点突出地方野生物种的筛选与利用, 实现边坡快速灌木化的理念, 详尽介绍了客土喷播的施工工艺及技术流程。

关键词: 高速公路; 生态防护; 客土喷播; 野生物种; 快速灌木化

中图分类号: U 412. 366; X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006) 01-0139-03

Bioengineering Technique for Slope Protection of
Anning-Chuxiong Expressway in Yunnan Province

WANG Yun^{1,2,3}, JIANG Yu-lin², CUI Peng¹, CHEN Xue-ping²

(1. Cheng du Mountain Hazards and Environment Institute, Chinese Academy of Sciences, Cheng du 610041, China;

2. Science Academy of the Ministry of Communications, Beijing 100029, China;

3. School of Graduate, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The construction of expressway has contributed to the development of our country greatly, while brought out serious environmental problem also, such as destroy landform, physiognomy natural vegetation and landscape etc. And many high or steep slope emerged in mountain region of Southwest. Therefore, it's important to study the bioengineering techniques for slope protection. The characteristic of slope research area "Anning- Chuxiong expressway" in Yunnan Province is analyzed, the idea of using local shrub and wild flower is emphasized and the adding soil-spraying technology is described in details.

Key words: expressway; bioengineering techniques; adding soil-spraying technology; wild vegetation; local shrub

近些年来, 我国公路建设事业发展迅速。截止 2002 年底, 全国高速公路通车里程一举突破 2.5 万 km, 位居世界第二位。按照交通部规划, 我国将在 2020 年完成总长度 8 万 km 的国道主干线“五纵七横”和重要干线公路建设任务, 公路交通事业将迎来更大的发展。但是, 我们必须清醒意识到, 我国公路交通运输的发展面临着严峻的环境挑战。公路建设引出了很多环境问题, 如公路施工对地形、地貌、自然植被和景观的破坏, 水土流失的增大和生物多样性的减少; 大挖大填将会增加地质脆弱带公路边坡的不稳定性, 尤其在我国西南山区更为明显; 景观的破坏还造成视觉环境的污染^[1-4]。同时, 由于原生态环境的剧烈变化, 使得路域边坡生态恢复难度成倍增加, 如不及时进行恢复与生态防护, 不仅影响路域本身的生态和景观环境, 还将影响区域的生态环境以及公路运营的安全。

安宁- 楚雄高速公路系国家重点基础设施建设的“五纵七横”国道主干线中上海至瑞丽高速公路地处云南境内的一段。安楚高速公路是云南省连接滇西交通运输的大动脉, 也是我国通往缅甸的重要通道。该段公路的修建对促进西部大

开发, 特别是对滇西矿产、农业、水利资源的进一步开发, 促进地区旅游业的发展, 促进澜沧江漫湾、大朝山、小湾等大型电站开发建设具有重大意义。安楚高速公路禄丰段(以下称安楚禄段) 位于楚雄彝族自治州境内, 该段内线路穿越崇山峻岭, 沿线经过大量高、陡边坡, 并在 K71+ 970 处设有该条高速公路中最长的大红田隧道。我们在 K75+ 740- 980 处右侧石质边坡进行了边坡生态防护技术试验, 以下将重点分析生态防护技术流程与植物配置思想及对试验效果进行初步评价。

1 安楚高速公路禄丰段边坡环境特点

1.1 地势险峻

该段公路穿越大红田山、小黑山、星宿江等地貌类型, 其中最高点大红田山顶海拔 2 270 m, 最低点星宿江面海拔 1 310 m, 最大相抵高差 960 m。区域内地形复杂, 起伏明显, 盆岭相间。地形切割比较大, 以构造剥蚀、溶蚀地貌为主。区域内地层岩性主要由侏罗系、白垩系泥岩、泥质砂岩组成的“滇中红层”软岩组, 几乎遍及全线, 该类岩石物理力学指标

¹ 收稿日期: 2005-03-04

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(90202007); 交通部西部交通建设科技项目: 公路路域生态工程技术研究(200331822333)

作者简介: 王云(1980-), 男, 安徽马鞍山人, 在读博士, 主要从事道路景观生态研究。

低,受地表水或地下水影响时易产生滑坡。试验坡所处地段由二叠系、三叠系、昆阳群板岩、灰岩组成的半坚硬—坚硬岩组,该类岩石物理力学指标高,工程地质条件较好,为我们进行边坡生态防护试验提供了很好的基础。

1.2 气候多变

项目区属于典型的亚热带高原季风气候,具有季节变化不明显、垂直变化明显,年温差小,日温差大,干湿季节分明的特点。年平均气温 14.8~17.1,最热月为 7 月,极端最高气温 34.2,月均温 20~22;最冷月 1 月,极端最低气温 -7.0,月均温 7~9。受地形影响,具立体气候特点,昼夜和垂直气温变化显著。冬春干燥,降水量偏少。多年平均降水量 829.4~908.1 mm。雨季(5~10 月)降水占全年降水量的 86%~93%。年蒸发量 1 956.6~2 031.1 mm,平均相对湿度 71%~75%。平均风速 1.63 m/s,无霜期 221~275 d。总体看来,全年温暖,比较适合植物生长,有机质积累快,有利于公路边坡生态恢复及建植。但是,旱季较长雨水偏少,蒸发量大,对于植被恢复不利,要求筛选抗旱、抗贫瘠的野生物种成了关键;秋冬季常有霜冻,对边坡植被的建植也产生一定的影响。

1.3 合同段边坡特点

(1)高速公路建设高填深挖,造成原植被破坏严重;(2)坡体高陡,本研究试验坡面高 30 多 m,坡度均在 1~0.75。且雨季降水充沛,风化强烈,坡面多冲蚀割裂。(3)剖面具有表土层—风化层—岩石层典型特征,特殊的气候和地形致使边坡剖面表土层很薄或缺失,土体的养分强烈淋失,使边坡总体呈现无土、缺水、缺肥特点。(4)路线地处亚热带季风地区,具有明显的干湿季交替特点,秋冬季干旱、夏季炎热,干热胁迫的生物气候对生长在土体很薄的坡面上的植物构成极强的威胁,人工植被易退化;(5)雨季时间长且降水集中,强度特别大,致使边坡水土流失极为严重。

2 边坡生态防护植物配置思想

2.1 边坡地质稳定是前提

边坡生态防护工程是一种坡面防护措施,它只能起到防止坡面侵蚀、避免水土流失,改善边坡土壤的水分状况,从而增加边坡的稳定性,防止坡面冲蚀和滑塌,但不可能完全解决边坡稳定性问题。在公路边坡生态防护工程设计中,必须通过设置合理的坡比、挡墙、骨架护坡、截水沟、排水沟等工程措施来实现公路边坡的稳定。所以,在实际工程中一般采取工程防护与生态防护工程相结合的护坡方式,才能达到最终的稳定边坡、绿化边坡、美化景观的目的。

2.2 以生态学、美学等学科理论为根基

边坡生态防护工程是通过利用一定的植物种群,在边坡上营建植物群落而实现。所有这些都必须遵循植物与环境协调的原则。以植被生态学、景观生态学、美学等学科理论为指导,针对高速公路路域边坡生态环境的特殊性,重视乔木、灌木、草本、花卉的合理配置,坚持生物多样性原则,尊重自然、保护自然、恢复自然,兼顾经济效益、社会效益、景观效益,以达到四季长绿并体现亚热带云南省“植物王国”特色的植被景观效果。

2.3 快速绿化,充分体现水土保持效果

在遵照植被生理的前提下,通过各种植被营建方式实现裸露边坡快速绿化,尽量防止雨水对边坡的冲刷,利用植被调节、吸收或分散径流,减小径流的侵蚀能力,调节地表径流,以达到边坡稳定和水土保持的目的。

2.4 树立“地方野生植被才是那里的真正主人”理念,开展边坡快速灌木化研究

我国边坡生态防护工程技术,经历了从简单到多样、从传统技术到现代技术的发展过程,这种发展变化是与公路绿化的模式和公路建设的规模息息相关的。最初的植物种类局限于园林草坪物种,不仅养护成本高,且生态效益并不好。而国外如美国自 1995 年以来强调乡土物种的利用和野花植物的生态景观功能,交通部规定:凡是在公路生态恢复中,采用乡土植物的项目,将追加相当于工程额 0.05% 的补助费用用于生态工程的建设^[5]。而日本也强调乡土植物的利用,且主张利用灌木进行公路边坡防护,要求公路绿化结合公路边坡坡面综合防护进行^[6]。在植被建植初期,并不追求高的草本覆盖率,使灌木能够充分生长通过自然演替达到边坡建植森林的目的。对于公路边坡干旱、贫瘠的生态环境而言,相比草本植物,灌木对水、肥的需求少,适应性强,生命长久,系统稳定。灌木遮盖的坡面,可以抵御暴风雨的溅蚀和面蚀。灌木的深根深入坡体内部,一定程度上起到锚固坡体的作用,此外灌木有一定的高度,可以为许多野生动物提供天然庇护场所和栖息地。基于以上原因,我们在具体试验设计中十分重视边坡快速灌木化的研究,搜集地方野生灌木种子,野生花卉种子,设立专门苗圃进行育苗试验,一旦试验效果达到目的便可大规模应用于高速公路边坡。

2.5 选择投资小,成本低,技术效益高的物种

在植物选择和建植技术上,选择适应性强、成本低、效果好的国产化、地方化种类,减少进口物种的使用以降低成本。

2.6 重视越夏、越冬养护管理技术

由于施工后会受到干、热、冷灾害气候影响,在筛选植物时要考虑抗热、耐寒、耐寒、可塑性大、抗逆性强的植物,提倡灌草结合,利用深层水分;在建植上要抓住最佳时段(5、6 月)播种,在雨季到达之前播种,以在干、热、冷气候到来之前形成良好的坡面覆盖,避开灾害性气候,建植时施加保水剂、土壤改良剂以提高土壤水分供应;在夏季高温、干旱时要及时灌水保湿。

3 边坡植被建植施工技术

试验边坡以高、陡、少土为主要特征,在边坡生态治理中具有很大的难度。为了解决岩石边坡表层大,20~30 cm 表层硬度大于 40 次锤击,坡度大于 45 的急陡岩石边坡生物防护问题,采用客土喷播技术对合同段边坡进行植被建植试验。

3.1 工艺流程

喷播材料准备(当地优质客土材料配制及调整、植物材料、腐质土、保水剂、纤维等)—坡面基础工程(坡面平整、挂金属网、固定锚杆)—喷播机(水)—实施客土喷播—覆盖无纺布。

3.2 主要施工技术

3.2.1 坡面平整

坡面尽量平整,将坡面上的浮土、碎石、杂木等清除,确保挂金属网时与坡面紧密结合,防止“空鼓”。

3.2.2 挂金属网

坡面处理好后,网自上而下铺展,网与网相交接处应不小于 100 mm。

3.2.3 固定锚杆

基本垂直于坡面用风钻钻孔,孔径大小为 30 mm,插入 16 mm 的钢筋锚杆,并灌入混凝土砂浆固定。

3.2.4 喷播

借助客土喷播机, 将植物材料、当地优质客土、腐质土、保水剂和水按照试验设计的配方要求充分拌和成泥浆状, 再通过空压机的压缩空气的动力将混合物均匀的喷射到坡面上, 以形成植物生长的基质, 实现坡面快速绿化。

3.2.5 覆盖无纺布

无纺布的作用是防止水流对坡面及种子的冲刷, 保水保温, 利于花、草种的生长, 盖后用 8 mm “U”型钉固定。

3.3 养护技术

3.3.1 喷水养护

分前、中、后期水分管理, 前期喷水养护 60 d, 中期靠自然降水养护, 若遇干旱, 每月喷水 2~3 次; 后期养护每月喷水 2 次。

3.3.2 追施肥料

为满足草本植物对氮、磷、钾等营养元素的需求, 维持苗草正常生长, 在苗高 8~10 cm 时进行追肥, 分春肥(3~4 月)和冬肥(10~11 月)2 次。

3.3.3 防治病虫害

出苗后随时观察有无病虫害现象, 不同草本植物所发生的病害和虫害不一样, 一经发现, 需要及时喷洒农药。一般多用 59% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液, 甲基托布津 800~1 000 倍液等; 防虫害一般可用敌百虫 800 倍液, 氧化乐果、三氯杀螨醇 1 000~1 500 倍液等高效低毒农药。

4 生物防护初步效果

云南安宁- 楚雄高速公路 K75+ 740- 980 边坡生态防

参考文献:

[1] 江玉林. 公路路域环境生态恢复研究与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
[2] 谭少华, 汪益敏. 高速公路边坡生态防护技术研究进展与思考[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 81- 84.
[3] 周颖, 曹映泓. 高速公路路基边坡环境综合治理[J]. 岩土力学, 2001, 22(4): 455- 458.
[4] 其其格, 阎宏伟. 高速公路通过区的环境影响研究进展[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2001, 2(2): 173- 178.
[5] Richard T T Forman. Road Ecology: Science and Solution[M]. Washington: Island Press, 2002.
[6] 山寺喜成, 安保昭, 吉田宽. 恢复自然环境绿化工程概论[M]. 罗晶, 等译. 北京: 中国科学技术出版社, 1997. 22- 23.

(上接第 138 页)

市山川秀美工程和可持续发展战略的当务之急和必由之路。短期来看, 退耕还林必然会减少当地的粮食生产, 影响部分农户的吃饭问题或收入减少问题, 政府可以实行一些优惠政策, 以确保农民退耕还林还草的积极性。^① 对退耕还林的农民, 实行以粮代赈, 提供补助粮食或者无偿提供粮食; ④对造林种草, 在资金上, 按单位面积给予补助, 提供种苗造林补助费和生活补助费, 或者前期提供种苗费, 三年后根据验收成

参考文献:

[1] 徐振华, 张均营, 王学勇, 等. 退耕还林可持续发展的系统思考[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 45- 49.
[2] 杨正礼. 我国退耕还林研究进展与基本途径探讨[J]. 林业科学研究, 2004, 17(4): 512- 518.
[3] 彭珂珊, 谢永生. 退耕还林(草) 工程发展模式的探讨[J]. 世界林业研究, 2004, 17(3): 56- 59.
[4] 徐刚. 重庆市退耕还林条件的区域比较研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 81- 83.
[5] 孙霞, 尹林克, 孟林, 等. 退耕还林还草研究之进展[J]. 干旱区地理, 2004, 27(2): 221- 223.
[6] 田宗富. 试论封山育林在沂蒙山区造林绿化中的地位 和作用[J]. 山东林业科技, 2001, (3): 20- 23.
[7] 张军, 倪绍祥, 周跃. GIS 技术支持下的龙川江流域退耕还林规划方法[J]. 云南地理环境研究, 2003, 15(2): 27- 31.
[8] 王学东, 李乃臻, 刘莉, 等. 临沂市退耕还林地现状及分析[J]. 山东林业科技, 2002, (4): 40- 41.
[9] 汤国安, 陈正江, 赵牡丹, 等. ArcView 地理信息系统空间分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 179- 185.
[10] 孙希华, 闫福江, 王新华. 青岛市土壤侵蚀潜在危险度评价研究[J]. 中国水土保持, 2004, (3): 9- 11.
[11] 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]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 109- 111.

护试验在 2004 年 7 月 16 日开始, 8 月 15 日完工。试验期间经历了雨季数场大暴雨的考验, 边坡坡面能基本保持完好, 且经过 2 个月的生长, 草本(狗牙根为主) 能基本覆盖坡面 90% 以上, 草生长达 20 cm~40 cm 以上。5 个月之后随着雨季的结束, 草本渐渐枯萎, 此时各种灌木的优势开始显现, 长势良好, 种类繁多, 各种灌木均出芽, 多数长势旺盛, 如多花木兰植株高度在 15~55 cm 不等, 坡柳高度在 5~35 cm 不等, 猪屎豆更是长势喜人, 最高的达到 80 cm, 在边坡景观中十分突出。整体防护技术效果令人满意。但是还需进一步跟踪观察。

5 结 语

客土喷播既能起到实现石质边坡绿化、美化的作用, 又能起到边坡防护、抑止水土流失的作用, 且相对于传统的浆砌片石护坡费用已经大大减小, 是一项值得在我国高速公路建设中(尤其降水较丰富的华东、华南、西南地区) 大力推广应用的边坡生态防护措施。但是目前我国边坡生态防护技术基本是从国外引进, 目前仍然处在消化、吸收阶段, 在许多方面如技术施工的各个环节、喷播植物种类选择、基材的选择等等都很不成熟, 需要加强适合我国国情的生态防护工程技术研究。目前交通部科学研究院主持的“公路路域生态工程技术研究”已经分别在我国西南(云南)、西北(宁夏)、华中(湖北)、青藏高原区(青海) 开展了扎实深入的研究, 在实体工程试验中纳入边坡快速灌木化, 地方野生物种的全面筛选与使用, 路域野生花卉的试用等欧美日发达国家的先进理念, 相信在不远的将来, 我国高速公路边坡生态防护技术研究前景更美好。