

高速公路边坡快速绿化技术的应用与水土保持效果

卓慕宁¹, 李定强¹, 贺新良², 张美兴¹, 周 静¹, 胡耀国¹,
郑煜基³, 凌 云², 王 玲²

(1. 广东省生态环境与土壤研究所, 广东省农业环境综合治理重点实验室, 广州 510650;

2. 广东省长大公路工程有限公司, 广州 510075; 3. 广州益坤环境绿化有限公司, 广州 510650)

摘 要: 研究液压喷播和喷混植生技术在高速公路边坡绿化中的应用, 并对其水土保持效果进行分析评价。结果表明, 液压喷播和喷混植生技术可以快速恢复坡面植被, 水土保持护坡效果明显, 应大力推广应用。

关键词: 高速公路; 液压喷播; 喷混植生; 边坡绿化; 护坡效果

中图分类号: U 41; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0079-02

Investigation on Application of Quickly Greening Technique for Side Slope of Highway and Its Effects of Water and Soil Conservation

ZHUO Mu-ning¹, LI Ding-qiang¹, HE Xin-liang², ZHANG Mei-xing¹, ZHOU Jing¹, HU Yao-guo¹,
ZHENG Yu-ji³, LING Yun², WANG Ling²

(1. Guangdong Key Laboratory of Integrated Control of Agro-Environment Guangdong Institute of Eco-environment and Soil Science, Guangzhou 510650, China;

2. Guangdong Changda Highway Engineering Co. Ltd., Guangzhou 510075, China;

3. Guangzhou Ecoenvironmental Afforestation Co. Ltd., Guangzhou 510650, China)

Abstract: Methods of hydroseeding and spray sowing applied to green slope of highway were studied. Meanwhile, with which water and soil conservation effect on greening slope were evaluated. These results suggest that vegetation can be recovered quickly by hydroseeding and spray sowing in the slope, which show remarkable effects on water and soil conservation. Therefore, these methods should be spread in greening slope of highway.

Key words: highway; hydroseeding; spray sowing; greening slope; water and soil conservation effect

近年来, 高速公路建设的发展日新月异, 但大量开挖的路基边坡破坏了原有地层与植被, 导致边坡裸露以及水土流失^[1,2]。如何快速绿化路基边坡, 恢复边坡的生态环境并实现稳定边坡, 保障行车安全, 成为公路建设中亟待研究和解决的问题。各种边坡绿化技术应运而生, 尤其是液压喷播与喷混植生等绿化技术, 以其快速绿化覆盖坡面的优点而得到普遍重视, 但这些方法的实施在我国尚处于探索阶段。本文以京珠高速公路粤境南段(汤塘-太和)部分边坡绿化工程为例, 探讨高速公路边坡的快速绿化技术及其应用效果, 以期为我国高速公路的生物护坡技术及其应用提供理论依据与实践经验。

1 边坡概况

1.1 边坡的地质特点

京珠高速公路粤境南段(汤塘-太和)处于南岭中南段, 穿越丘陵及重丘陵地带, 山坡坡面较陡, 自然坡度 20~30°; 多被灌木覆盖。特殊地形导致高填深挖边坡普遍存在, 高边

坡数量多。出露地层岩性主要为花岗岩及其残积土, 第四系坡积、冲洪积物。边坡大多处于全风化-强风化花岗岩地层中, 呈砾砂土及砾质黏土状。受地质构造作用的影响, 坡体节理裂隙发育, 岩体结构松散^[3]。供试边坡挖方高程 19.6 m, 填方高程 16.9 m, 坡率分别为 1:1、1:0.75 和 1:1.5、1:1.75。这些地质特性影响边坡的稳定性, 当边坡超过一定坡度时, 其稳定性大受影响。

1.2 边坡绿化的立地条件

供试边坡处于中亚热带季风气候, 常年气温较高, 雨量丰沛。平均气温 20.3~21.7℃, 无霜期约 250~340 d, 偶有霜冻出现, 最低气温-4.3℃, 最高气温 42℃。历年平均降雨量 1537~2201 mm, 具有明显的干湿交替特点。4~9 月为雨季, 雨量占全年的 70% 以上, 暴雨多集中在 4~6 月。气候条件优越, 植物生长茂盛。但边坡的土壤条件较差, 坡面植被与自然土壤结构已被彻底破坏, 坡面裸露, 土体结构松散, 土层较薄。据分析测定, 供试边坡土壤 pH 6.35, 有机质

0.316%, 速效氮、磷、钾分别为 25.70、0.40 和 52.50 mg/kg, 质地为砂质壤土, 除速效钾含量为中等外, 其余养分含量均为缺乏, 甚至为极度缺乏。

2 边坡快速绿化技术及其实施方案

2.1 绿化技术与草种选择

2.1.1 绿化技术

根据边坡高度与坡度、地质与土壤条件, 分别选用液压喷播植草、锚杆挂网喷混植生技术。在边坡较高(> 6 m)、面积较大的土质坡面, 采用液压喷播植草方法, 对坡高> 10 m、坡度较陡, 尤其是结构较松散、稳定性较差的填土边坡, 则配合浆砌石网格喷播植草。在坡高近 20 m、坡度较陡、坡面为石质的挖方边坡, 采用锚杆挂网喷混植生技术。

2.1.2 草种选择

高速公路边坡绿化选用的草种主要是要达到成活率高、生长快速及护坡的目的。除考虑适应当地气候、土质条件外, 主要考虑草种的抗逆性、护坡能力以及草种间的互补性。据此选择耐瘠瘠、干热, 能适应砂质土壤生长的狗牙根、百喜草和画眉草作为绿化草种, 并按一定比例组合混播。这些草种生长较快、根系发达、伸展性好, 混播后浅根系的画眉草、狗牙根与深根系的百喜草相互配合, 可以极大地发挥固土抗蚀护坡作用, 尤其是这些草种在不良生境中的适应能力极强, 这在不少试验研究中已得到证明^[4~9]。

2.2 绿化实施方案

绿化实施前, 先修整坡面, 将浮土、碎石、杂草等清除干净, 坡面修理平整。

2.2.1 液压喷播植草

根据供试边坡的立地条件, 试验确定合适的喷播材料配比, 配制草种喷播液。将狗牙根、百喜草和画眉草种子按 2:1 的比例混合, 并与绿化专用肥、土壤保湿剂、黏着剂等与水按一定比例混合, 用专用喷播机均匀地喷射到坡面上, 用无纺布覆盖, 定期喷水养护。

2.2.2 锚杆挂网喷混植生

首先实施锚杆挂网稳定边坡, 在坡面上打孔, 将镀锌网铺挂在坡面上, 用锚杆或锚钉固定。然后配制喷混混合料, 将土壤(就地取材)、有机肥(鸡粪)、水泥、木质纤维、复合肥及磷肥按一定比例加水拌和, 用喷浆机均匀地喷敷在坡面上作为土壤基质层, 厚度约 7~8 cm。紧接着将狗牙根、画眉草种子按 3:2 的比例与土壤、复合肥、有机肥(鸡粪)、磷肥、木糠加水混合, 喷射在坡面土壤基质层之上, 厚度约 1~2 cm, 覆盖无纺布。3 d 后开始喷水养护。

3 结果与讨论

3.1 观察结果

由于工程实施时间较短, 本文采用草种生长及坡面冲刷指标来直观评价边坡绿化及水土保持效果, 评价指标见表 1。

表 1 草种生长与水土保持效果评价指标^[10]

级别	草种生长评价指标	级别	水土保持效果评价指标
1	草种生长浓密, 覆盖度> 90%	1	坡面无明显冲刷痕, 表土得到有效保护
2	草种生长正常, 无明显差异, 覆盖度 70%~89%	2	坡面有少量冲刷痕, 表土冲刷面不超过 20%, 冲刷痕沟深不超过 1 cm
3	草种能正常生长, 但生长不良或参差不齐, 覆盖度 40%~69%	3	坡面有一定数量的冲刷沟, 表土冲刷面不超过 50%, 沟深为 1~3 cm
4	草种不能维持正常生长, 参差不齐并部分死亡, 覆盖度< 40%	4	坡面有大量沟痕, 甚至冲沟已破坏坡面, 表土冲刷面积大于 50%

表 2 喷植草被生长与坡面冲刷观察结果

绿化方法	发芽率/%	植株高度/cm				根长/cm		覆盖度/%		越冬率/%	坡面冲刷
		7 d	14 d	1 个月	3 个月	1 个月	3 个月	1 个月	3 个月		
液压喷播	70	0.5	1.5	6.0	24.5	2	14.5	80	100	84.3	无明显冲刷痕*
喷混植生	90	0.8	2.0	8.8	34.0	3.9	19.2	95	100	90.0	无明显冲刷痕

* 喷植初期局部裸露处有冲刷痕, 补喷形成植被后未发现有明显冲刷痕。

观察项目包括草种发芽率、植被覆盖度、植株高度、密度、根长、越冬率以及雨后坡面冲刷情况, 观察结果见表 2。

3.2 绿化效果分析

从表 2 可知, 用液压喷播和喷混植生法喷植 7 d 后, 植株生长高度平均分别为 0.5 cm 和 0.8 cm; 1 个月, 植株高度迅速增长至 6 cm 和 8 cm, 根已长成 2 cm 和 3.9 cm。此时坡面已大部分为草被覆盖, 覆盖率达 80% 以上, 仅在液压喷播坡面局部(填方边坡上部近路面处)因受路面工程的影响出现裸露而需要补喷。3 个月以后, 补喷草种亦已生长, 坡面植被覆盖率达 100%, 植株高度平均分别为 24.5 cm 和 34.0 cm, 根长分别为 14.5 cm 和 19.2 cm。观察结果表明, 采用液压喷播和喷混植生技术喷植的坡面植被, 植株占地均匀, 密度大, 生长速度快, 长势强壮, 覆盖度大, 土壤表层根系密集。按表 1 草种生长评价指标, 草种生长为 2~1 级。由于喷播材料具有良好的稳定性, 可以牢固地黏附在坡面土壤表层, 并且含有保湿剂和肥料, 具有良好的吸水、保水和保肥性能, 尤其是喷混植生技术, 在坡面喷敷的土壤基质层, 为草种提供了适宜的生长基质。草种与喷播材料均匀混合喷播在坡

面上, 处于良好的生境中, 可以充分利用水肥, 因而萌发力强, 生长快, 长势强壮, 因而喷植后在短期内就可达到有效植被覆盖。因此, 液压喷播与喷混植生技术不失为快速绿化高速公路边坡的方法。

从草种的发芽率和越冬率来看, 喷植后草种发芽率平均为 70% 以上, 其中喷混植生的草种发芽率比液压喷播的高, 这可能与前者在坡面喷敷的土壤基质层为种子萌发提供了良好的条件有关。

3.3 水土保持护坡效果分析

根据植被的抗蚀护坡机理, 致密的地表植被覆盖和土壤根系层可以减轻降雨冲刷坡面, 减缓坡面径流流速, 防止坡面水土流失, 保护边坡的整体稳定性。据测定, 在 17.8~49.6 mm/d 雨量范围内, 43° 斜边上草坪盖度达 70% 时, 即可有效地控制边坡的水土流失^[11~12]。覆盖度越大, 边坡植被的抗蚀能力就越大; 根系越发达, 固持土壤的作用也越大, 护坡效果也越明显。从喷植后植被的生长情况来看, 植株与根系的生长均可达到控制土壤侵蚀和固土护坡的效果。

(下转第 108 页)

同,在我国南方,由于水热条件较好,植物资源丰富,生物多样性复杂,植被恢复很快。在我国北方,情况就不一样了,由于这里的水热条件差,植物种类较少,植被较难恢复。当年降水量和干燥度达到大多数植物难以生长的数值时,即为生态恢复的极限,也就是说,依靠自然的力量已经难以恢复,必须依靠人工措施来恢复或重建。

4.4 重视小流域综合治理

流域是完整的生态系统和水循环系统,按流域进行生态修复,综合考虑流域水、土、生物等资源,可以将生态修复、水工程建设、水资源配置紧密结合起来。以小流域为单元,统一规划,上中下游兼顾,坡沟兼治,针对不同侵蚀地貌,采取不同的生态修复措施。小流域综合治理开发能很好地调蓄地表径流和拦蓄降雨,为发展农、牧业和种植林草提供有利条件;小流域综合治理开发对改造劣质土地,保护和提高土地质量和土地产出率具有独特的作用。因此,重视小流域综合治理开发,可以有效控制水土流失,保护水土资源永续利用,加快生态环境建设,促进经济社会可持续发展。

参考文献:

- [1] 刘震 中国水土保持生态建设模式[M] 北京: 科学出版社, 2003
- [2] 左长清 实施生态修复几个问题的探讨[J] 水土保持研究, 2002, 9(4): 4
- [3] 蒲朝勇 对水土保持生态建设中有关问题的探讨[J] 中国水土保持, 2003, (9): 12
- [4] 焦居仁 生态修复的要点与思考[J] 中国水土保持, 2003, (2): 1
- [5] 水土保持生态修复联合调研组 生态自我修复是加快水土流失防治步伐的好路子[J] 中国水利, 2003, (A): 64- 67
- [6] 毛文永 生态环境影响评价概论[M] 北京: 中国环境科学出版社, 1998 32- 33

(上接第 80 页)

表 2 观察结果表明,采用液压喷播和喷混植生技术喷植的植被水土保持护坡效果明显。在喷植初期,虽然处于雨季,但由于无纺布的覆盖,坡面基本上未受到降雨的冲刷。喷植 1 个月后,植被覆盖初步形成时,除液压喷播坡面局部裸露处受到降雨冲刷,表土被冲刷外,已有植被覆盖的坡面均无明显的降雨冲刷痕。喷植后当年,经历了雨季的考验,包括期间经历了 5 场台风雨袭击,坡面均未出现明显的雨水冲刷和崩落等侵蚀现象,表土固持良好,边坡稳定。按表 1 水土保持效果评价指标,水土保持效果为 1 级。因此,高速公路边坡采用液压喷播与喷混植生技术快速绿化护坡是非常成功的,可以有效地控制坡面土壤侵蚀,稳定边坡,从而保障道路的行车安全。

4 小 结

(1) 采用液压喷播和喷混植生技术绿化高速公路路基边

参考文献:

- [1] 卓慕宁,李定强,贺新良,等 论高速公路建设中的水土保持生态恢复[J] 水土保持研究, 2003, 10(4): 209- 211
- [2] 孙青,卓慕宁,朱立安,等 论高速公路建设中的生态破坏及其恢复[J] 土壤与环境, 2002, 11(2): 210- 21
- [3] 郝尧生,王建松 京珠高速公路翁城-太和段高边坡稳定性分析[J] 四川水力发电, 2001, 20(4): 36- 37, 43
- [4] 吴长文,章梦涛,付奇峰 喷播绿化技术在斜边水土保持生态环境建设中的研究[J] 水土保持学报, 2000, 14(2): 11- 14
- [5] 舒翔,曹映泓,廖晓瑾,等 岩石边坡喷混植生设计与施工[J] 中外公路, 2001, 21(4): 45- 48
- [6] 陈宏荣,林芬,夏卫平 福厦高速公路边坡稳定和绿化技术研究[J] 草业科学, 2001, 18(5): 50- 52
- [7] 汪益敏,陈辉,贾娟 广东省公路路基边坡防护现状与发展[J] 中外公路, 2002, 22(6): 7- 10
- [8] 刘德荣,马永林,韩烈保,等 坡面液压喷播绿化草种及组合的筛选[J] 北京林业大学学报, 2000, 22(2): 41- 45
- [9] 刘德荣,马永林,韩烈保,等 坡面液压喷播绿化草种及组合的筛选[J] 北京林业大学学报, 2000, 22(2): 50- 53
- [10] 罗军,朱开明,李轩,等 高速公路坡面防护草种选择和应用技术研究[J] 湖南林业科技, 2001, 28(2): 12- 15
- [11] 王忠成,兰创,王宁 高速公路边坡生物防护技术研究进展[J] 宁夏农学院学报, 2003, 24(2): 76- 81
- [12] 刘建秀,等 草坪·地被植物·观赏草[M] 南京: 东南大学出版社, 2001

5 结 语

生态修复是一项复杂的系统工程,这项工程的实施,需要水保部门牵头、政府组织、全社会参与、各部门积极配合,各种措施一齐上。在政府统一领导下,搭建水保生态建设平台,调动各方积极性,管好用好资金,发挥资金效益,提高工程质量。治理措施上要突出综合,山、水、田、林、路全面规划,工程措施、生物措施和农耕措施因地制宜、科学配置。在实际操作中一定要正确全面地理解水土保持生态修复工程的丰富内涵,对生态修复工程定位要准确,治理措施要具体。

生态修复工作的关键是实施封禁保护措施;其目的是恢复,保护植被,加快水土流失综合防治进度;突破口是退耕还林、以粮代赈;依靠的是大自然的自我修复能力和人与自然和谐相处的理念与行动。在生态修复工作中要特别重视水土保持综合治理,解决好群众的生产生活问题。工作的根本目的是保障广大人民群众的利益,为经济和社会的可持续发展打下坚实的基础^[4]。

坡,喷植 1 个月,植被覆盖率就可达到 80% 以上,并可有效控制土壤侵蚀,稳定边坡,护坡效果明显。利用该技术在京珠高速公路粤境南段(太和段)绿化边坡面积 13 万 m²,均已通过验收。因此,可以将该技术作为高速公路边坡快速绿化的方法而大力推广应用。

(2) 百喜草、狗牙根和画眉草发芽率与越冬率较高,适于坡面喷播。但目前南方高速公路边坡大多试验研究与应用均限于这些品种。因此,喷播草种过于单一,有待试验挖掘更多适于喷播而又能够推广的草种。

(3) 喷播形成的植被在护坡前期效果虽然不错,但由于混播草种组合过于简单,植被的生态稳定性较差。因此,在推广应用边坡快速绿化的同时,有必要从植被群落结构的角度来研究草种混播组合的生态适应性。