

京珠高速公路粤境南段边坡的生态防护

卓慕宁¹, 李定强¹, 郑煜基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, 广东 广州 510650;
2. 广州益坤环境绿化有限公司, 广东 广州 510650)

摘要: 以京珠高速公路粤境南段终点路段边坡为例, 分析了高速公路边坡的环境特点, 系统介绍了该标段边坡的生态护坡形式及其施工技术, 探讨生态护坡技术存在的问题。高速公路边坡一般生境条件比较恶劣, 边坡高陡、土层浅薄、土壤肥力低下, 常用锚杆挂网、浆砌片石等工程措施结合液压喷播、喷混植生和三维植被网等技术, 对边坡实施生态防护。为了进一步推广应用生态护坡技术, 必须加强技术的规范化, 并重视乡土植物品种的应用。

关键词: 高速公路 边坡 生态护坡

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2006)06-0116-04

中图分类号: S157.2

Ecological Protection of Side Slope in Beijing—Zhuhai Expressway in Guangdong

ZHUO Mu-ning¹, LI Ding-qiang¹, ZHENG Yu-ji^{1, 2}

(1. Guangdong Institute of Eco-environment and Soil Science, Guangdong Key Laboratory of Integrated Control Agro-environment, Guangzhou, Guangdong 510650, China;
2. Guangzhou Eco-environmental Afforestation Co. Ltd, Guangzhou, Guangdong 510650, China)

Abstract: The environment of the slope in Beijing—Zhuhai expressway in Guangdong is usually not adapted to be the habitat because of the high and steep slope, soil flimsiness and soil leanness. Taking the southern segment of the expressway as an example, the environmental characteristics of the slope in the expressway were presented for the ecological slope protection. The methods of the ecological slope protection along the expressway and its construction technologies, such as hydraulic seeding, three dimensional plant net and spray sowing, were introduced systematically. The slopes have been protected by using these technologies in the expressway, combined with engineering measures including mortar rubble grid, rockbolts and wire netting. It is necessary for the technology regularization of the ecological slope protection, and native plants should be paid more attentions.

Keywords: expressway; slope; ecological slope protection

京珠高速公路是国家“两纵两横”国道主干线的重要组成部分, 是首都北京连接华中、华南的主骨架公路, 其粤境南段甘塘至广州太和段, 北连粤境北段终点, 通过粤北、湖南、湖北、河南、河北等地通往北京, 南接广州至珠海, 在广东省乃至我国中南地区公路网中的地位十分重要。由于京珠高速公路粤境南段位于南岭中南段, 沿线经过山岭重丘陵地带, 建设过程中劈山筑路, 产生不少路堑边坡或路基边坡。这些边坡岩(土)体结构受到严重破坏, 坡面无植被覆盖, 严重影响路域生态环境, 并威胁高速公路的交通安全。因此, 护坡绿化, 恢复边坡生态环境, 稳定边坡, 是该路段建设的重要内容。由于受不同区域自然条件的限制, 目前尚缺乏规范的生态护坡推广应用技

术。本文就京珠高速公路粤境南段终点路段边坡的生态护坡工程, 探讨生态护坡技术方法及其存在的问题, 旨在为生态护坡技术在高速公路边坡的产业化推广应用提供参考依据。

1 供试边坡地质概况及其生境特点

1.1 供试边坡地质概况

供试边坡为京珠高速公路粤境南段终点路段(K306+000~K307+700)边坡。该标段处于南岭中南段, 构造上属于华南褶皱带的一部分, 地势北高南低, 地形、地貌较复杂。路线经过山岭重丘陵地带, 山坡坡面较陡, 多被灌木覆盖。下伏花岗岩, 边坡多处于全风化—强风化花岗岩地层中, 地表为残坡积砂质黏

收稿日期: 2005-10-27

修稿日期: 2006-08-29

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40331009); 广东省科技厅科技攻关项目(2002C32202, 2005B33302006, 2004B60204003)

作者简介: 卓慕宁(1959—), 女(汉族), 广东五华人, 研究员, 主要从事水土保持与非点源污染等研究。E-mail: muzhuo@soil.gd.cn。

通讯作者: 李定强(1963—), 男(汉族), 湖南省人, 博士, 水土保持与非点源污染、环保政策、产业与可持续发展等。E-mail: dqli@soil.gd.cn。

土。受地质构造作用的影响,坡体节理裂隙发育,岩体结构松散^[1]。

1.2 供试边坡的生境特点

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。历年平均降雨量 1 537~2 201 mm,具有明显的干湿交替特点。

供试边坡所在地区气候条件优越,植物生长茂盛,对生态护坡的实施非常有利。但雨季多暴雨,4—6月为暴雨集中期,7—9月常形成暴雨的第二高峰,易造成边坡水土流失。

表1 供试边坡土壤理化性质分析结果

土壤	pH	有机质/ (mg·kg ⁻¹)	速效氮/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	质地
路基边坡	7.46	3.71	27.97	0.56	60.00	壤土
路堑边坡	5.24	2.62	23.44	0.25	45.00	粉砂壤土

2 生态护坡方案

2.1 生态护坡设计方案

根据边坡高度与坡率、地质与土壤条件,采用不同的生态护坡形式(见图1)。以接近自然景观、遵循植物自然演替规律、生物措施与工程措施相结合为原则^[3],通过浆砌片石、锚杆加固、钢筋砼等工程防护工艺与液压喷播、三维网植草、喷混植生等生物防护新技术相结合,实现边坡防护与绿化,达到稳定边坡、防止水土流失,绿化坡面、保护路域生态环境,易于施工、美化景观的目的。

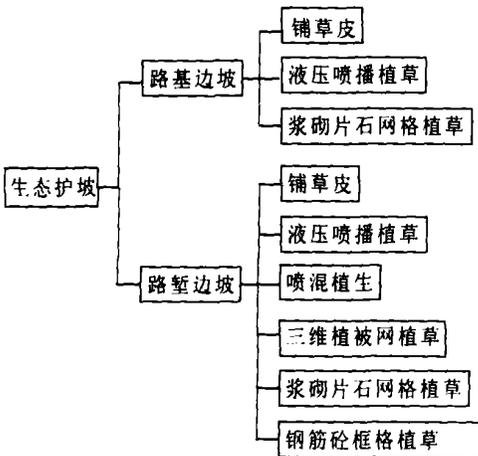


图1 生态护坡形式

对于较低矮的土质边坡,一般采用直接铺草皮或液压喷播植草方式。对于高陡边坡,一般路基边坡采用浆砌片石网格植草的形式。路堑边坡除沿用传统

供试边坡立地条件恶劣,主要表现为边坡高陡、土层浅薄、缺水缺肥缺土。粤境南段沿线分布有近 156 处高边坡(20 m 以上),最高达 56 m,高边坡问题突出^[1]。高而陡的边坡降水截流较小,地表径流速度大,表土易冲刷,植被难于形成。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,土层浅薄,土壤贫瘠。据测定,边坡土壤肥力极低(见表1),除速效钾含量为中等外,有机质、速效氮、磷等养分含量均为缺乏,甚至为极度缺乏^[2]。因此,高速公路边坡植被的自然恢复力普遍很低,相当数量的石质边坡还缺土,必须采用人工辅助方式来建植植被。

的浆砌石网格植草(包括方格、菱形、拱形等骨架)、钢筋砼框格植草外,采用锚杆挂网喷混植生、三维植被网喷播植草等新技术,网格或框格植草一般采用液压喷播技术。

2.2 植物配置方案

植物品种以草本植物为主,选择不同草种混播,部分边坡采用草本与灌木植物品种混播的方案。草种选用原则主要是要达到成活率高、生长快速及护坡的目的。因此,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。供试边坡生态护坡工程选用的主要草本植物品种见表2。

不同草种按一定比例组合混播,如狗牙根、百喜草和画眉草混播按 2:2:1 配比,狗牙根、画眉草混播按 3:2 配比,草种与灌木树种用量按 1:1.2~2.0 的比例配置。

选用草本植物作为坡面建植植被的先锋植物,可以先期快速恢复坡面植被,达到水土保持、固土护坡的目的,并为后期其它植物的生长创造条件。

选择豆科常绿灌木混播,灌木生长后与草本植物形成草灌结合的植被群落,一方面,当草本植物在秋冬季开始枯黄时,混播其中的常绿灌木使边坡植被保持绿色;另一方面,利用豆科灌木的固氮能力,改良边坡贫瘠的土壤环境,有利于当地乡土植物的自然侵入生长,实现边坡植物群落的自我营养循环和自然繁衍演替,从而达到人造边坡植被保持四季常绿,并向自然植被方向演替的目的,建立与自然相协调及其低养护的边坡植被。

表 2 供试边坡生态护坡工程选用的主要草本植物品种

序号	植物品种	主要生态习性
1	狗牙根〔 <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.〕	覆盖性好,蔓延速度快,耐践踏,再生力强
2	百喜草(<i>Paspalum notatum</i> Flugge.)	根系发达,抗旱,耐荫,耐贫瘠,耐践踏
3	画眉草(<i>Eragrostis curvula</i> Schrad. Nees.)	根系深,耐寒、耐旱、耐热、耐瘠
4	黑麦草(<i>Lolium perenne</i> L.)	生长快,须根发达
5	高羊茅(<i>Festuca arundinacea</i> Tall Fescue)	须根发达,适应性强,绿期长

2.3 生态护坡实施方法

2.1.1 锚杆挂网喷混植生 在路堑石质边坡采用锚杆挂网喷混植生技术,其核心是在风化岩质坡面上营造一层既能让植物生长发育的种植基质又耐冲刷的多孔稳定结构^[4]。

按 3 个步骤施工:锚杆挂网、喷敷土壤基质层、喷播草种。锚杆每 1.3 m² 设置 1 根(螺纹钢,长 45~100 cm),出露约 10 cm,并用水泥浆固定;铁丝网孔径 50 mm × 50 mm,网间搭接宽度不小于 5 cm;土壤基质层成份及其用量见表 3,喷敷厚度 8~9 cm;将草种配以砂质土、复合肥、磷肥、有机肥(鸡粪)、木糠等混合,喷植于坡面土壤基质层上,厚度 1~2 cm。用无纺布覆盖,3 d 后开始定期喷水养护,种子出苗长至 4 片叶时注意防治病虫害。

表 3 土壤基质层配制成份及其用量

成份	单位	用量
土壤	m ³	1
有机肥(鸡粪)	kg	5~10
水泥	kg	3~8
木质纤维	m ³	0.5~1.0
复合肥	kg	4~6
磷肥	kg	5~10

2.1.2 三维植被网植草 对于稳定的土石混合路基边坡或路堑土质边坡采用三维植被网植草技术。在喷播草种前在坡面从上而下铺设三维植被网(一种带有突出网包的多层聚合物网),用 U 型钉沿网四周以 1.5 m 间距固定,两网搭接宽度不小于 0.1 m,并在坡顶与坡脚设沟埋土固定三维网;取土壤与肥料拌和后填入三维植被网包内,经挂网填土后的坡面用液压喷播法植草。该技术对于设计稳定的上下边坡,特别是土质贫瘠的上边坡和土石混填的下边坡可以起到固土防冲刷、改善坡面植草质量的良好效果^[5]。

2.1.3 液压喷播植草 用专用液压喷播机械与技术,将含种子的喷播材料喷洒在坡面上。根据边坡的立地条件,通过试验确定合适的喷播材料配比(见表 4),配制草种喷播液。草种最好采用不同草种按不同的组合比例混合,如用草灌混播,则草种与灌木种子

的比例为 1:1.2~2。用液压喷播机将草种喷播液均匀地喷射到坡面上,用无纺布覆盖,定期喷水养护。液压喷播植草技术可结合浆砌片石、三维网等防护工艺实施,适用于黏土或砂质土壤边坡。

表 4 液压喷播材料配比(每 1m² 坡面)

成份	单位	用量
草种	g	40~50
纸浆	g	100~150
粘合剂	g	3~8
保水剂	g	3~8
复合肥	g	50~100
水	L	4

2.1.4 浆砌片石网格植草 在路基坡高 > 2 m 的边坡或路堑土质或全风化—强风化岩质边坡,采用浆砌片石在坡面砌筑方形、菱形网格或拱形骨架,网格或骨架内用液压喷播法植草。

2.1.5 钢筋砼框格植草 该技术在路堑边坡坡度陡于 1:1 的全风化—强风化石质坡面或弱风化石质坡面上应用。在坡面设置锚杆,采用钢筋砼现浇框格,如为石质边坡则在框格内放置砼预制块,回填土壤后喷播植草。

2.1.6 铺草皮 铺草皮护坡方式主要用于土质和全风化—强风化岩石边坡,对于路基边坡,当坡高 ≤ 2 m 时,可直接采用铺草皮;当坡高 > 2 m 时,可将草皮铺在浆砌片石网格内。对于路堑边坡,当坡高 ≤ 4 m 时,亦可采用铺草皮的方法。

3 问题与讨论

高速公路边坡防护工程采用生态护坡技术,对于防止水土流失,稳固路基,改善路域景观,保障行车安全等具有极为重要的意义。京珠高速公路粤境南段终点路段实施的生态护坡工程案例结果表明,采用生态护坡技术,在稳定边坡的基础上人工快速建植坡面植被,具有机械化操作方便快捷,经济成本降低,沿线路域景观自然协调等优点。但在具体推广应用上,尚存在一些亟待解决的问题。

3.1 生态护坡技术的规范化推广应用

生态护坡技术是一门集岩土工程、恢复生态学、植物学、土壤学、水土保持学等多学科于一体的综合工程技术,技术体系必须考虑众多的因素。受不同区域自然条件的限制,实施生态护坡涉及的草种喷播材料配比、土壤基质层的配制、草种的选择及其混播组合比例等尚无统一的技术规范与标准,实际施工中随意性较大,这势必影响生态护坡技术的推广应用。应尽快制订公路边坡生态防护的技术规范与标准。

3.2 乡土植物种在生态护坡工程中的应用

高速公路边坡防护大都偏重于短期绿化效益,目前在生态护坡工程普遍流行采用国外引进草种为主,片面追求坡面快速绿化覆盖植被。由此建立的边坡植被普遍存在景观单一,绿期有限,容易退化等问题,沿线边坡清一色的草坪,与周边自然环境极不协调,尤其是一到秋冬季边坡草被就开始枯黄,公路沿线景观一片凋零。因此,必须加强当地野生抗旱植物品种的育种研究,挖掘开发当地乡土植物品种应用到生态护坡工程中,建植能够与周边自然景观协调一致,保持四季常绿并能自然演替且低养护的边坡植被。

3.3 生态护坡植被群落的自然演替

高速公路边坡生态防护工程通过人工辅助恢复方式建植植被,植物品种的选择不仅要求其生物学、生态学特性适应于自然环境,而且要求其生态功能和创造的景观与自然植物群落相似^[6]。目前多采用国

外引进草种建植边坡草本植物群落。由于其抗性强,在短期内可以正常生长,但在自然演替过程中,逐渐就会被当地乡土杂草侵入代替,原有草种几乎退化,坡面植被基本上演替为以当地杂草为主的植被群落。因此,生态护坡品种的选择必须考虑植物群落的自然演替规律,确定可能恢复的目标植物群落,据此来构建坡面先锋植物群落,改善坡面土壤、小气候条件,以便为最终演替的目标植物群落创造有利条件^[7]。

[参 考 文 献]

- [1] 郝尧生,王建松.京珠高速公路翁城一太和段高边坡稳定性分析[J].四川水力发电,2001,20(4):36—37.
- [2] 卓慕宁,李定强,贺新良.高速公路边坡快速绿化技术的应用与水土保持效果[J].水土保持研究,2004,11(3):79—80.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 许文尧,罗仁峰.高速公路边坡新型生物防护技术[J].草原与草坪,2004(2):67—69.
- [6] 江玉林,陈济丁,许成汉,等.中国南方公路生物环境工程实施的原则与实践[J].交通环保,2000,21(2):23—26.
- [7] 杨海军,毕琪,赵亚楠.深圳市高速公路边坡和采石场植被恢复技术[J].生态学杂志,2004,23(1):120—124.

(上接第110页)

由表6可以看出,除了5月上旬和6月上旬,其余时间0.5—2.0 m平均值均大于25%,1.0—2.0 m平均值均大于50%,1.5—2.0 m平均值均大于75%,0.5—1.0 m平均值均大于50%。而5—6月是陇东麦田最干旱,土壤水分含量最低,同时也是冬小麦耗水量最大的时期,该时期土壤水分的分布特征一般是下层含水量高于上层。

从秋季麦田土壤干旱状况统计分析结果中(表6)大于临界比例出现的频次以及百分率可以清楚的看到不同时期土壤水分在不同土壤层次的分布比例。其中0.5—1.0 m最低值出现在1995年7月8日,为0.391,最高值出现在1998年7月8日,为0.706;0.5—2.0 m最低值出现在1995年7月8日,为0.168,最高值出现在1998年7月8日,为0.406;1.0—2.0 m最低值出现在1995年6月8日,为0.411,最高值出现在1996年8月8日,为0.655。以上分析进一步验证了1995年的大旱年景。

3 结 论

(1) 不同土壤层次干旱发生程度不同,土壤上层重旱出现频次较中、下层高,轻旱出现频次较中、下层低。过湿现象一般出现在秋季,且土壤中、下层出现机率较大,上层出现机率较小。

(2) 早春陇东麦田干旱发生频率较低;5—7月是陇东麦田主要干旱时段,其中6月土壤水分亏空最严重;晚秋是陇东麦田土壤含水量最充沛的时期。

[参 考 文 献]

- [1] 国家气象局.农业气象观测规范[M](上卷).北京:气象出版社,1993.
- [2] 李保国,龚石元,左强,等.农田土壤水的动态模型及应用[M].北京:科学出版社,2000.
- [3] 郭海英.陇东黄土高原冬小麦生产农业气象要素分析[J].干旱地区农业研究,2004,22(2):123—126.
- [4] 郭海英,马鹏里,杨兴国,等.陇东黄土高原塬区冬小麦越冬期土壤水分损耗规律浅析[J].土壤通报,2005,36(2):165—168.