

# 渝湛高速公路生物防护技术的应用实践

周岳华<sup>1</sup>, 石 翔<sup>2</sup>

(1. 广东省高速公路有限公司 广州市 510230; 2. 广东渝湛高速公路有限公司 湛江市 524005)

**摘 要:** 渝湛高速公路(粤境段)的边坡、边沟、桥梁锥坡、超高路段和中央分隔带排水工程,按照生态环保的要求,采用客土喷播、挂三维网、直接喷播草种等多种生物防护技术,经过一个冬、春旱季的考验,草坪生长良好,由此表明,渝湛高速公路(粤境段)采用的生物防护技术是成功的。

**关键词:** 渝湛高速公路(粤境段); 生物防护技术; 应用

高速公路的建设,造成很多裸露面,既破坏了原有的植被,有损景观,又容易造成水土流失。广东渝湛高速公路边坡采用全生物防护,少用砌石或混凝土的人工构造物,并在喷播草种中掺入一定数量的灌木种子,一方面充分利用小灌木发达的根系扎根于边坡土壤之中来加强边坡的稳定,另一方面利用其四季常青的特点增强边坡的绿化效果。

## 1 工程概况

渝湛高速公路(粤境段)(下同)地处亚热带海洋性季风气候区,年平均气温 22.8℃,1 月平均气温 15℃,7 月平均气温 28℃。年平均降雨量 1 678 mm,雨季多集中在每年的 7 月~9 月份。热带气旋或台风为本区主要的灾害性气候,每年有 2~3 次在本区登陆,最高风速可达 45 m/s。植物种类具有热带和亚热带的过渡性质,热带与亚热带混生。

## 2 边坡生物防护技术的应用

渝湛公司多次组织设计、监理、承包人对现场实地进行反复调查研究,结合渝湛高速公路沿线的自然条件,根据不同土质和边坡高度变化,采用不同的生物防护技术,如对岩石边坡采用客土喷播,高度小于 6 m 的普通土质边坡采用直接喷播,高度大于 6 m 的普通土质边坡采用三维网喷播,对膨胀土边坡则采用植香根草等生态防护方式。

### 2.1 客土喷播绿化施工

客土喷播防护技术,是一种融合土壤学、植物学理论的生态防护技术。该技术以土壤结构改良为突

破口,以经处理加工的树皮、纤维、养生材料、植物种子与少量当地优质土混合,添加营养剂、粘结剂和土壤稳定剂制成客土,借助喷播机均匀涂喷于坡面上。客土喷播技术多使用于各类岩石坡面的生物防护,其施工工艺如下。

#### (1) 边坡清理。

清理岩面碎石、松散层,尽可能使坡面稳定,以利于客土喷播施工,增强坡面绿化效果。对于光滑岩面需要通过挖凿横沟等措施进行加糙处理,以免客土下滑。

#### (2) 锚杆(钉)间距及深度。

锚杆规格、深度及其间距,应视坡面的坡率及坡面的岩土性质而变化。渝湛高速公路坡面都比较缓,且岩石的风化程度较高,大部分路段固定挂网使用锚钉即可。

使用水平仪及卷尺按纵横间距 1.0~2.0 m 放点,确定主锚杆(钉)位置,再在相邻的主锚杆(钉)之间插补辅锚杆(钉)。

#### (3) 锚杆(钉)施工。

坡率陡于 1:0.75 的风化岩石边坡,应设置锚杆,其目的是对岩石表层进行加固,防止边坡表层发生局部崩塌,同时也可有效地固定用作客土喷播基础的钢丝网。锚杆一般使用  $\phi 16$  的螺纹钢筋,在边坡上钻孔后插入锚杆再注入水泥砂浆封固锚杆。当边坡坡率较缓时,可使用锚钉,施工方法同锚杆施工。

#### (4) 挂网施工。

##### ① 钢丝网规格及性能。

基本材料为镀锌低碳钢丝,按菱形结构编织。

基本尺寸:丝径 $\phi 2\times$ 对角线长 L50 mm。

其用途是用于坡率等于或陡于 1 : 0.75 或 1 : 1 的岩石边坡表层防护和客土喷播绿化施工。

②塑料网规格及性能。

基本材料为尼龙,按菱形结构编织。

基本尺寸:丝径 $\phi 2\times$ 对角线长 L50~L60 mm。

用途:用于坡比小于 1 : 1 的岩石边坡做客土喷播的基础。

③挂网施工方法。

放卷:自上而下。

连接:相邻两卷钢丝网或塑料网的接缝搭接不少于 5 cm,分别用铁丝或尼龙绳连接。

固定:至少每隔 1 m 间距须用锚杆或锚钉与岩面固定,即将挂网用细铁丝或尼龙绳绑扎于锚杆(钉)之上。

(4)客土喷播施工。

①主要客土材料。

WHPT 岩石绿化料有机成分含量大于 80%,主要作用是改善土壤,促进植物生长。由保水剂、高分子凝结剂、植物生长剂等组成,并与当地肥土料混合拌匀而成。

②客土配合比。

客土材料可按表 1 中所列比例,放入搅拌机内拌和均匀。

表 1 客土材料配合比

岩面类型	岩石绿化料:当地土料
强风化岩面	1 : 1.5
中风化岩面	1 : 1
弱风化岩面	1 : 0.5

③客土厚度。

客土厚度除了与岩石硬度相关以外,还与当地降雨量及边坡坡比有关(见表 2)。

表 2 最小客土厚度

岩面类型	最小客土厚度/cm
强风化岩面	6
中风化岩面	8
弱风化岩面	10

④客土喷播。

通过空压机和喷播机将搅拌均匀的客土原料自上而下分层喷射到已挂网的岩面上,直至达到表 2 所列最小设计厚度为止。每层喷播的厚度视具体施

工情况而定,一般以 1~5 cm 为宜。

⑤喷播草灌植物种籽。

在最后一层客土喷播完成 4~10 h 后,待其表面自然风干时,将混有植基纤维、草灌植物种子、肥料和水的混合物喷于客土表面。

⑥覆盖无纺布。

无纺布规格 12 g/m<sup>2</sup>,在喷播完客土之后将无纺布轻轻覆盖于作业面,布幅间重叠 5~10 cm,并用竹钉插入土层固定,防止雨水冲刷种子,减少水分蒸发,保湿保温。

⑦炼苗揭布。

当草苗长至 5~6 cm 或 2~3 片叶时揭掉无纺布。揭布前适当露苗锻炼,宜在阴天或傍晚揭布,禁止大晴天猛然揭布,否则水分急骤蒸发,有害于嫩芽生长。

## 2.2 三维网喷播

三维土工网表面呈凹凸泡状的三维结构。由于网泡的作用,能降低雨滴的冲击能量,使网泡中的充填物(土颗粒、肥料及草籽等)能被很好地固定,免受雨水的冲蚀,使植物生长均匀。网泡孔眼还可增加边坡土壤的通透性,有利于草籽的发芽、扎根,促进植被良好地生长。三维网喷播多用于强风化或全风化岩石边坡绿化工程。

(1)三维网垫部分技术参数(见表 3)。

表 3 三维网规格及相关参数要求

型 号	EM5(GT WD-01A)	EM4(GT WD-01)	EM3(GT WD-02)	EM2(GT WD-03)
材料	PE 加 0.5%(质量比)炭黑/绿			
层数	5	4	3	2
厚度/mm	≥16	≥16	≥15	≥15
网丝直径/mm	0.5	0.5	0.5	0.5

(2)三维网垫喷播工程施工程序。

①边坡清理。同客土喷播。

②铺网。挖方边坡须在边坡开挖到设计要求,进行三维网施工。填方边坡须在该级边坡施工完成,边坡刷坡结束,路堤急流槽完成之后进行三维网施工。按照从坡顶至坡脚的程序进行铺设,应保持网垫端正且与坡面紧贴,不允许悬空、歪斜或皱褶。相邻网垫之间要搭接,搭接宽度要大于 10 cm。挖方边坡的三维网在坡顶须延伸 80 cm 以上并埋入坡顶平台中,填方边坡的三维网在坡顶须延伸 50 cm 以上并埋入土中。

③固定网垫。采用U形铁钉呈梅花形固定,网垫左右搭接及上下边接缝处铁钉需加密。坡顶打木桩固定,然后将上下沟槽回填土并夯实。

④客土喷播。将适宜植物生长的土采用喷播机具喷射在三维网上,并喷足5 cm厚。

⑤喷播植草。植物种子加多种纤维物、肥料、水等混合后,通过机械搅拌均匀,加压均匀地喷射于处理好的斜坡裸地上,最后覆盖一层无纺布。

## 2.3 直接喷播

### (1)播种时间。

由于植物的生长受降雨和温度的影响很大,最好是在雨季结束前1个月完成。这既满足了暖季型草本植物和灌木萌发对高温和高湿的要求,又能使植物在进入冬季前达到一定生长量,以抵御冬春季的干旱,保证第二年有较高的成活率。否则,在非正常季节施工时,需要增加保水措施,如浇水、增加种子用量、覆盖草帘等。

### (2)地面处理。

对于坡地,特别是公路的上边坡,土壤硬度较大或坡面太光滑时,必须进行挖水平沟处理。一般水平沟间距20 cm,沟深和宽各为10 cm。而对坡面极为不平整或有废渣的区域,则应进行表面铺土、夯实和整平。

### (3)喷播材料要求。

灌木种子处理。由于灌木种皮较厚,需要温水浸泡和催芽处理,如碾压、草木灰水浸泡等,具体措施依据不同种子的特性而不同,以保证灌木的正常出苗。催芽时注意嫩芽不宜过长,否则在喷播搅拌时,会导致幼芽受伤,影响灌木成苗率,催芽时,一般视种子露白即可。

施工基本要求。为加快种子发芽,需要在喷播机内搅拌5~20 min。

喷播施工后及时覆盖无纺布,以免雨水冲刷,造成喷播材料流失。

## 2.4 香根草绿化方案

膨胀土坡面土壤贫瘠,养分匮乏,保水保土能力都较差;土粒松散,粘结力差,边坡难以稳定,遇到下雨,极易造成滑坡和水土流失,严重威胁公路行车的安全。渝湛高速公路采用香根草绿化方案作为膨胀土坡面的生态防护措施,既能稳定边坡,又能美化环境,从根本上解决防治水土流失、恢复绿化这一令人棘手的难题。

香根草在非常贫瘠、紧实的土壤上都能生长,同

时,香根草既耐旱又耐涝。该草是禾本科香根草属的一种多年生草本植物,株高1.5~2 m,根系纵深发达,可深达2~3 m,甚至5 m,能较牢固地固持土壤。与其他植物相结合,能交织形成生物网络,一方面缓冲和分解水流,减小地表径流量;另一方面拦截住被冲刷的泥沙和枯枝落叶。施种要求如下。

(1)在坡面顶部密植3排香根草,分散、疏导径流,减少冲刷。

(2)坡面要进行削坡,形成一定坡度,开挖小平台种植槽,宽20 cm,种植槽距离为50 cm。种植槽内密植香根草,每个营养袋种植4株香根草,采用营养袋进行移栽。在香根草之间种植百喜草、百慕达。

(3)公路边坡脚密植香根草,株距为40 cm×40 cm,间种小灌木,例如大红花等。

## 3 生态型边沟的施工

要建设生态环保型高速公路,单靠边坡防护、绿化美化工作难以全面做好,为了加大路域环境绿化范围,渝湛高速公路的边沟、截水沟采用与路容相协调的土质碟形绿草边沟,根据冲刷试验成果,采用椰丝毯、喷混植生、铺草皮嵌鹅卵石或火山石、三维网等多种生态型边沟施工方案。

### 3.1 椰丝毯碟形边沟

#### (1)椰丝毯特性。

椰子纤维在植物纤维中强度高,也具有较强的耐水性。由于椰子纤维具有多孔性质,它对土、砂及植物种子有强大的附着力,因此椰子纤维本身又成为植物生长的温床。

#### (2)施工方案。

先在碟形水沟内铺设椰丝毯,然后采用喷播狗牙根进行覆盖。椰丝毯用于保护坡地,防止水土流失,能为植物提供固定安全的根系支撑系统,并具有很高的吸水和贮水能力。在1~3年后椰子纤维还逐渐被微生物所分解变为有机物,增加了土壤的肥力,既可促进植物的生长,又符合清洁生产的要求,实现了生态和环保的要求。

#### (3)断面设计(见图1)。

### 3.2 沟底采用喷混植生碟形边沟

利用机械将土壤、有机肥、锯末、有机质、植物种子、水泥等混合料加水搅拌后喷射到土沟表面上,在边沟表面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。其施工工艺如下。

(1)土沟边坡及沟底的清理。同客土喷播。



文章编号: 0451-0712(2006)07-0285-04

中图分类号: S731.8

文献标识码: B

# 渝湛高速公路(粤境段)景观与绿化设计

石翔<sup>1</sup>, 杜钟生<sup>2</sup>

(1. 广东渝湛高速公路有限公司 湛江市 524005; 2. 湖北省林业勘察设计院 武汉市 430079)

**摘要:** 高速公路景观与绿化设计已成为保护公路沿线环境和改善公路本身景观的重要措施之一,渝湛高速公路(粤境段)开工前,业主就提出了建设“生态高速公路”的目标,从公路选线到工程施工过程中十分注重生态与环境的协调,经过不同工程部位的绿化和造型处理,使渝湛高速公路(粤境段)在人文景观与自然景观和谐协调方面取得了良好的效果。

**关键词:** 渝湛高速公路; 景观与绿化; 设计

在高速公路发展日新月异,而环境状况不断恶化的今天,如何将公路建设与生态环保同步并行实施显得尤为重要。渝湛高速公路(粤境段)自筹建伊始,就按照建设“具有亚热带风光的生态高速公路”的思想,以生态景观学和生态经济学为指导,将公路

沿线绿化工程作为一个独立的单项设计,要求做到既不破坏自然生态系统的连续性和周围环境的生物多样性,又可将高速公路融入自然生态环境系统之中,形成有特色的高速公路生态环境。在设计和施工中,强调因地制宜和对公路沿线生态环境的修复治

收稿日期: 2006-05-10

## 6 结语

渝湛高速公路的边坡、边沟、桥梁锥坡、超高路段中央分隔带排水工程,在设计和施工阶段,根据实际情况,采用客土喷播、挂三维网、直接喷播草种等多种生物防护技术,保持了自然生态系统的连续性和周围

环境的生物多样性,将高速公路融入自然生态环境系统之中,以有特色的高速公路的生态环境景象,使高速公路成为自然环境中的一道景观。经过一个冬、春旱季的考验,各部位的草、灌植物生长良好,由此证明,渝湛高速公路采用的生物防护技术是成功的。

## Application of Biological Protection Technology to Yu-Zhan Expressway

ZHOU Yue-hua<sup>1</sup>, SHI Xiang<sup>2</sup>

(1. Guangdong Provincial Expressway Co. Ltd, Guangzhou 510230, China; 2. Guangdong Yu-Zhan Expressway Co. Ltd, Zhanjiang 510050, China)

**Abstract:** According to the requirements of ecological environment protection, the slopes, ditches, bridge conical slopes, superelevation sections and median divider of Yu-Zhan Expressway adopt the techniques of artificial-soil-seeding, sowing grass seeds in mixture by hanging 3D net, sowing grass seeds directly and so on. For the test of time, the grass grows well. It can be concluded that the application of biological protection technology on Yu-Zhan Expressway (in Guangdong Province) is a success.

**Key word:** Yu-Zhan Expressway (in Guangdong Province); biological protection technology; application