

文章编号: 0451-0712(2005)01-0212-04

中图分类号: U418.9

文献标识码: B

# 改良喷播植草技术在红砂岩边坡的应用

陈永安, 王 玲, 黄 滔, 李 轩, 胡果生

(湖南省森林植物园 长沙市 410116)

**摘 要:** 改良喷播植草技术是在湿式普通液压喷播的基础上, 通过改进部分施工工艺而使红砂岩边坡一次喷播成功, 无论是成坪速度, 还是成坪效果均比客土喷播优良, 而成本仅为客土喷播及其他生物防护的 25%~50%。

**关键词:** 改良喷播; 红砂岩边坡; 技术应用

我国高速公路边坡防护是以工程防护与生物防护结合进行的, 工程防护主要有浆砌片石护面墙、挡土墙、挂网喷混凝土、预应力锚索、锚索抗滑桩、拱形截水骨架等。而生物防护主要是以植被护坡的形式, 自 20 世纪 80 年代初首次引进美国的液压喷播植草技术, 对我国高速公路边坡生物防护起到了极大的推动作用, 20 世纪 90 年代又通过引进日本、韩国及台湾等国家和地区的客土喷播技术、三维网植草技术、喷混植草技术、植生袋(带)技术等, 将我国高速公路岩石边坡生物防护又往前推进了一大步。但不可否认的是, 我国仍然是一个经济还不雄厚的国家, 而且地区之间经济发展极不平衡, 由于客土喷播等技术尽管比工程防护成本要低, 但对于中西部欠发达地区来讲成本仍显过高, 限制了该技术的大规模推广应用; 湿法喷播植草虽然成本低, 但仅适用于普通土质边坡, 对岩石边坡则显无能为力。通过在潭耒高速公路红砂岩边坡采用改进的液压喷播技术, 即通过改进边坡处理技术及部分工艺措施而使红砂岩边坡采用湿法喷播一次成功, 成本仅为客土喷播的

25%~50%, 尤其适宜风化及半风化的二、三类红砂岩边坡、煤矸石边坡、石质网纹层边坡。为岩石边坡的生物防护提供了一条切实可行的新途径。

## 1 工程概况

潭耒高速公路为京珠高速公路主干道、湖南境内的一段, 从湘潭马家河至耒阳陈家坪, 全长 168.847 km。其中, 红砂岩路段近 60% (约 100 km), 因此, 如何搞好红砂岩路段边坡的绿化防护, 是把潭耒高速公路营造成一条绿色生态工程带的关键。

红砂岩(含少量铁质, 颜色为紫红色或褐红色)属沉积岩, 薄中厚层状, 泥质或硅质胶结, 产生于中生代白垩纪(K)时期, 构造形态上属于以印支期褶皱为主的复式向斜, 主要分布于长江以南地区。红砂岩物理风化强烈, 化学风化微弱, pH 值 7.5~8.5, 风化形成的土壤细粘, 不保水, 通透性差。虽然含钾、磷、钙较丰富, 但多呈不溶状态, 植物难以吸收。就土壤条件来说, 这些土壤粘性重, 易流失, 易板结, 保水性差, 红砂岩风化土的一般性质见表 1。

收稿日期: 2004-08-04

即降低成本约 20%。从开放交通的时间看, 工期可提前 5~10 d, 并且不存在废料垃圾的环保问题。

## 4 结语

从施工过程和相关技术经济指标分析来看, 采用冷再生新工艺比传统工艺具有诸多长处。

(1) 成本低、工期短, 施工工艺简便, 尤其适合车流量大、不中断交通的半幅施工路段。

(2) 旧路冷再生结构层具有均匀性、完整性好的优点, 有效地提高了旧路路面的服务等级。

(3) 工艺先进, 恶劣天气影响小。该技术具有破碎、拌和、添加外加剂和加水后一次性成型的特点。

(4) 采用该技术不需破除旧路, 而且能充分利用原有路面材料, 节约了大量资源和能源, 减少了废弃物的运输和堆放, 符合当今世界环保与资源再生利用的发展趋势, 尤其适合于城市道路的维修与改造。

表1 红砂岩风化土的一般性质

类型	深度 cm	pH 值	CaCO <sub>3</sub> %	有机质 %	全氮 %	全磷 %	全钾 %
石灰性 紫色土	0~5	7.5	4.21	6.28	0.09	0.14	3.10
	5~18	8.0	4.8	10.9	0.06	0.14	3.51
	>18	7.9	5.11	11.5	0.03	0.12	3.11
淋溶性 紫色土	0~10	6.0	1.0	3.41	0.16	0.08	2.79
	10~25	6.0	0.44	1.55	0.08	0.12	2.72
	25~35	7.0	2.31	0.31	1.0	0.14	2.28

另外,红砂岩吸热性强,夏季地表温度可高达76℃,昼夜温差可达46.8℃,日间温度上升快,夜间散热快,土温变幅大,一般植物难以越夏,要在这些未经风化的土壤母质和母岩上实现快速绿化,达到具备较高观赏价值的绿化美化效果,是存在较大困难的。

试验段位于K131+000~K168+847段,试验面积近50万m<sup>2</sup>,全部为红砂岩边坡,二、三类红砂岩占60%,一、四类红砂岩占40%,(一、二、三、四类红砂岩以岩石硬度依次递增划分),全部采用改良喷播及湿式喷播植草,一次成坪率及优良工程率达95%以上。

## 2 工艺原理及关键施工步骤

### 2.1 工艺原理

改良型普通喷播是在普通液压喷播(湿式喷播)的施工方法和施工工艺的基础上,专门针对像风化及半风化的红砂岩,四纪网纹层红壤及部分煤矸石边坡,用湿法喷播很难成坪的立地条件而发展形成的防护草坪快速成坪的新型生物防护技术。主要是通过采用特殊的坡面处理技术,使之具有防护费用低(相对于挂网铺本地草皮及客土喷播防护而言),施工速度快,防护效果好等特点。

### 2.2 工艺流程

坡面处理→施基肥→施营养土(种植土)→湿式喷播(液压喷播)→盖无纺布→管理养护。

#### (1)坡面处理

改良喷播的坡面处理与客土喷播等技术的坡面处理是两个不同的概念。客土喷播的坡面处理是处理坡面危石,以免造成通车后的碎石掉落,出现安全事故。而改良喷播的坡面处理是用羊角锄或风镐在坡面开挖利于蓄水载土的穴或圆洞,洞深15~20 cm,直径10~15 cm,洞距一般为30~35 cm(两圆洞的中心线之间的垂直距离),原则上每平方米开挖

10~15个圆洞。关键是洞的中轴线应与坡面成一定的角度,一般为45°~60°(根据坡面情况而定),以利蓄水、保肥。洞深也是关键,洞距可适当稀一点,但洞深必须达到设计标准。如遇强风化的红砂岩边坡,则采用开挖深沟的办法,一般沟深应达到30~40 cm,沟间距50~60 cm,沟底在放入基肥后,还应埋入稻草或植物茎段,以利保水。

#### (2)施基肥及保水剂

洞底放入足量的基肥及保水剂,是植物持续强劲生长的关键,也是改良喷播成败的关键。基肥以磷肥及复合肥组成,磷肥占施用总量的100%,施用量300~500 g/m<sup>2</sup>,一般红砂岩边坡以过磷酸钙为主,以沉淀边坡土壤中过多的铁离子,中和酸性土质(铁离子对植物生长有害)。而对石质网纹层边坡则以钙镁磷肥为主(石质网纹层边坡多呈酸性)。复合肥采用三元长效复合肥(N:P:K=15:15:15),施用量占总量的70%(施用量150~200 g/m<sup>2</sup>),保水剂采用PR3005或SAP吸水王,施用量3~5 g/m<sup>2</sup>,南方上半年为雨水集中季节,保水剂可考虑不施或尽量少施,而秋季施工则应多施,保水剂及磷肥应放入洞底。

#### (3)培养土或种植土

培养土或种植土以长有植被的表土、田土、黄壤土、菜园土为主,注意土质不能太粘重,应以砂性壤土为主,以保持通透性,使植物尽快生长成坪,同时土内还可掺入10%纸浆,增强土壤的保湿能力。填土不能太满,原则上填土第一次湿水下沉后洞口还应留有2~5 cm深的空间,以利圆洞能最大限度地保水、保肥。大颗粒种子如灌木、乔木种子可拌入种植土一同加入,中颗粒种子如百喜草、金鸡菊等可50%拌入种植土内,另50%随喷播机与其他草种一起喷射至坡面。

#### (4)喷播

喷播与普通湿式喷播完全相同,种肥(液态肥)占总施肥量的30%,约50 g/m<sup>2</sup>,因如一次施肥太多,受暴雨等影响,容易被冲刷掉,造成不必要的浪费,种子量及种子配比与普通喷播有一定差异,具体种子配比及植物品种选择见表2、表3。

#### (5)覆盖及养护

基本方法与普通湿式喷播相同,关键是成坪前的管理十分重要,因为红砂岩边坡最大的特点是吸热快,不保水,物理风化强烈,因此,必须尽快使草生长至设计高度(10 cm以上),覆盖率原则上不低于

表 2 选用植物简介

序号	名称	学名	主要特性	选择目的	选用类型
1	百喜草	<i>Paspalum Notatum</i> Feugge	原产拉丁美洲,匍匐性草种,耐高温、干旱、根系发达,扎根深,常绿期 280~300 d	主要防护草种,深层防护,增强坡面稳定性	选用耐旱,抗寒性强,适应于中亚热带气候区的类型
2	狗牙根	<i>Cynodon Dactyeon</i> (L)	广泛分布于欧亚大陆,喜光、抗干热,适宜降雨量 800~1 000 mm, pH 值 6.0~8.0	主要防护草种,表层及表土层防护	选用抗虫性强的普通狗牙根
3	弯叶画眉草	Weeping Love	生长快、抗逆性强,耐瘠薄、喜光,绿色期长,可达 300 d	作混播草种	选用抗旱性强的弯叶画眉草类型
4	高羊茅	<i>Fwstuc a rundincea</i>	原产美国南方,育成于北方,既耐干旱又抗潮湿,是冷季草种较耐高温的草种	主要混播草种	选用抗热性强的“猎狗”等品种类型
5	白三叶草	<i>Leguminosa e</i> <i>Trifium repens</i>	多年生常绿、冷季草种,较耐瘠薄、耐高温不耐干旱,常绿	作混播补播草种	选用抗热、耐旱等适合于中亚热带气候特点的品种
6	金鸡菊	<i>Coreopsis</i>	抗干旱、耐瘠薄、花期长、经修剪能四季常绿	主要防护、观赏草种	窄叶金鸡菊
7	细叶女贞、紫薇、黑松		木本、常绿或花灌木作为替代树种,形成良好的群落结构	常绿、作为造型植物增加观赏性	
8	洛石、常春藤、美国凌霄等		藤本,作为替代植物,保持常绿并增加观赏性	作为后继植物,增加观赏性	

表 3 草种配比方案

kg/1 000 m<sup>2</sup>

序号	土质类型	草 种						
		百喜草	狗牙根	画眉草	高羊茅	白三叶	金鸡菊	灌木种子
1	石质网纹层边坡	15~20	10~15	5~10	5~7	2~5	2	2~5
2	石质红砂岩边坡	15~20	5~10	10~15	5~7	2~5	4	5~10
3	石质石灰岩边坡	10~15	5~10	10~15	5~7	2~5	4	10~15

注:石质石灰岩边坡以半风化石灰岩边坡为主,石质红砂岩边坡以二、三类红砂岩边坡为主。

95%,这样草才具有一定的抗逆、抗胁迫能力。除了保湿外,在生长季节内施追肥也是十分必要的,尽管基肥充足,但幼苗根系暂时还吸收不到,因此叶面追肥在幼苗期十分重要。一般草平均长至 3~5 cm 时即可施追肥,首先可以尿素或碳胺为主,后以复合肥或磷酸二氢钾为主,施用浓度 0.5%~0.8%,在生长初期每月施肥 2~3 次,后可减至每月一次,夏季原则上以抗旱为主,不能施肥,尤其是尿素,以免造成徒长,影响抗旱能力,因洞内含有足够的基肥,洞内草在生长季节内迅速生长,能迅速覆盖坡面,成坪时间一般仅需 35~45 d。

### 3 改良喷播技术与其他生物防护技术经济比较

改良喷播具有无需挂网及固锚钻孔,因而成本低,同时还具有成坪快及稳定持久、退化减缓的优点,是客土喷播及其他植草技术的补充形式,适宜于

红砂岩边坡、石质网纹层边坡及其他风化、半风化岩石边坡,具体经济技术比较见表 4。

### 4 结语

在坡度不陡于 1:0.75 的红砂岩边坡及风化、半风化岩石边坡,石质网纹层边坡及部分煤矸石边坡,采用改进型湿式喷播技术可取代客土喷播植草,而且具有以下明显优点:

#### (1) 成坪快

因圆洞内含有供草生长的足够养份,而且保水、保肥性能是其他防护所不及的,因此,成坪时间明显比其他防护快,一般仅需 35~45 d。

#### (2) 施工速度快

因无需挂网、打锚杆等工艺,而且处理的坡面面积(圆洞)仅占整个坡面的 40%~50%,因此在易于开挖的二、三类红砂岩边坡及风化、半风化岩石边坡

表4 改良喷播植草与其他生物护坡经济技术比较

编号	措施	综合单价	应用范围		
			坡率	级数	地质情况
1	客土喷播厚0.06~0.1 m	40~80 元/m <sup>2</sup>	1:0.75~1:1.25	1~7	边坡基本稳定,岩石中强风化
2	喷混植草0.06~0.12 m	80~130 元/m <sup>2</sup>	1:0.75~1:1.25	1~7	边坡基本稳定,岩石中强风化,可部分取代浆砌片石护面墙
3	挂网铺草皮0.03~0.05 m	20~30 元/m <sup>2</sup>	1:1~1:1.5	2~3	边坡基本稳定,岩石中强风化
4	湿式喷播植草	5~10 元/m <sup>2</sup>	1:1~1:1.5	2~7	边坡稳定,土质边坡
5	改良喷播植草	10~15 元/m <sup>2</sup>	1:1~1:1.25	2~7	二、三类红砂岩边坡,网纹层边坡,坡度较缓

的施工速度明显比挂网铺草皮及客土喷播植草快。

### (3) 防护效果好

因成坪速度快,而且由于洞内保水、保肥效果是其他防护所不及的,因此植物的生长就有源源不断的养分供应,一次成坪率达95%以上。尽快成坪的优势是创造植物生长的良性生长环境,减缓坡面岩石风化速度,减少因暴雨造成的冲刷,从而反过来支持植物健康持久生长,形成一个良性循环的良好局面;同时,由于养分水分损失少,从而使草的退化速度大大推迟,对坡面长久的防护起到十分重要的作用。

### (4) 成本低

客土喷播、挂网铺草皮尽管成本较低,但相对于湿式喷播来讲还是较高的,而改良喷播可显著降低成本,又能够弥补普通湿式喷播难以成功的岩石边

坡,不失为一种新型的坡面生物防护新措施。

尽管改良喷播有较多的优点,但对于硬度较大的岩石边坡及坡度较陡的边坡仍存在一定的局限性;同时施基肥、拌种植土等工艺大多是人工完成的,虽然浪费少,但存在不安全,施工效率低等缺陷,今后应加强这方面的研究,尽快实现拌料、送料机械化。同时适宜的开挖深度,适宜的培养土配比及种子配比仍是值得研究的课题。

### 参考文献:

- [1] 陈永泉. 浅谈红砂岩地段的边坡绿化防护[J]. 湖南交通科技, 2003, (1).
- [2] 李轩, 李科云, 陈永安等. 湖南草业产业化实用技术[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2002.

## 欢迎订阅 2005 年《公路》杂志

2005 年度报刊杂志征订工作已经开始,请您到当地邮局办理订阅手续。

《公路》杂志邮发代号:2—81。每期每本单价:6.8 元。

若订阅不便的读者,可直接在我部办理零售业务。2005 年零售价全年每套 96.00 元(含邮寄费)。

另本刊还有《公路》2000 年~2004 年合订本:每年度合订本 180.00 元(含邮寄费)。欢迎选购。

零售部联系电话:010—65279988 转 1408(上午) 2202(下午) 联系人:叶萍

地址:北京东四前炒面胡同 33 号 邮编:100010

另外,《公路》杂志社还有各类公路标准规范、标准图、公路行业工具书等,有需要者可以电话索取订单。