

文章编号: 0451-0712(2005)10-0150-04

中图分类号: U418.9

文献标识码: B

用基材喷射法进行岩石边坡绿化的应用

赵佳云, 苏明星

(路桥集团第一公路工程局厦门工程处 厦门市 361021)

摘 要: 岩石边坡绿化是一门新兴的边缘学科, 涉及面广。厚层基材喷射绿化法是国内应用较广的一种方法, 本文结合公路边坡的防护绿化, 介绍这种方法的技术组成、护坡原理和施工工艺。

关键词: 岩石边坡; 基材喷射; 防护绿化; 应用

在公路工程建设中, 常存在大量的施工开挖, 导致边坡失稳和坡面的裸露。防止滑塌常采用减(如削坡减载)、挡(如加载反压、抗滑墙、抗滑桩等)、锚(如预应力锚杆和锚索、锚固洞、抗滑键)、护(用草皮、喷混凝土、干砌片石或混凝土块件等)、排(如设排水沟、排水孔等)等几种方法。而边坡绿化有钢筋水泥混凝土框架法、植生卷铺盖法、客土植生带法、纤维绿化法、生态多孔混凝土绿化法、厚层基材喷射法等; 其中客土植生带法、纤维绿化法、生态多孔混凝土绿化法、厚层基材喷射法可用于岩石边坡的绿化。

厚层基材喷射绿化法是防护绿化的一种重要方法, 该方法最初由日本提出, 并衍生出多种实用技术。该技术由植被生长基技术、植被维持技术和植被组合技术3部分组成。它可结合锚杆(或锚索)、防护网(土工网、铁丝网、纤维网, 在高陡边坡结合混凝土或轻钢格子梁、钢绳)、混合植被对岩石边坡进行防护绿化, 形成与周围生态环境相协调的永久性生态护坡工程, 快速恢复边坡的生态景观。

江西赣粤高速公路K132+435~K132+800段的边坡采用了这项技术。该段边坡最大高差41.8 m, 坡面总面积12 420 m²; 表层0~3 m为残坡积硬可塑低液限粘土, 下为砂岩、角砾岩、泥岩, 产状267°<35°, 岩层走向与路线交角30°, 在边坡左侧形成顺层坡。边坡设计坡比第1级为1:0.75, 第2级为1:1, 第3级为1:1.25, 第4级为1:1。本地区属中亚热带低山丘陵季风气候, 冷热差异大, 雨量充沛, 但是丰而不衡。年平均气温17.6~18.3℃, 年最低气温-11.7~-5.2℃, 年最高气温40.2~40.9℃, 年平均降雨量1 458~1 577 mm。

1 设计方案

原设计护坡方案为A型和D型浆砌片石骨架护坡。A型为人形骨架, 主要适用风化的、破碎的、稳定的石质边坡, 骨架内必须先挂土工网, 再在网上回填土, 然后再喷草籽。D型为叠式拱骨架, 主要应用于软石边坡。主要结构尺寸见图1、图2。

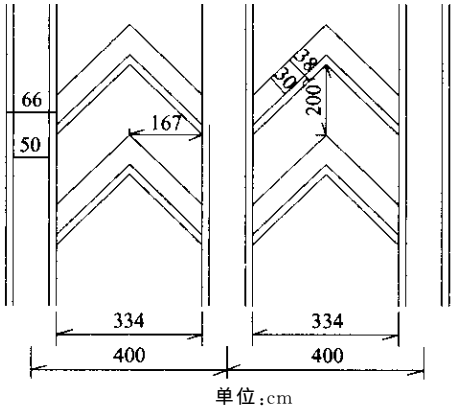


图1 A型护坡骨架大样

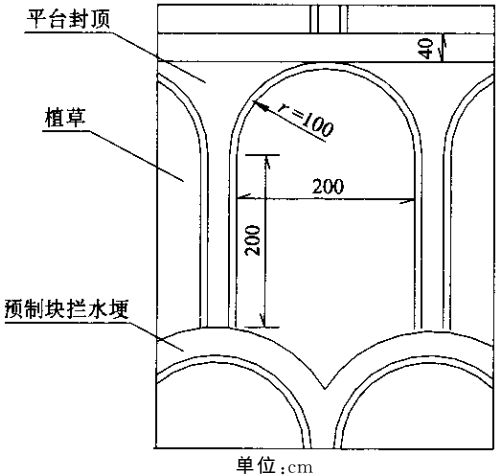


图2 D型护坡叠式拱大样

由于工期紧,边坡开挖完成后浆砌片石尚未施工,垂直挑抬材料施工难度大。为方便施工也为推广运用生态护坡新技术,经业主同意该边坡变更设计采用基材喷射防护绿化技术。变更的备选设计方案有以下3种。

1.1 方案一

采用铁丝网结合锚杆、植生袋及喷射含草种的有机基材的方法。

1.1.1 基材喷播绿化结构组成(详见图3)

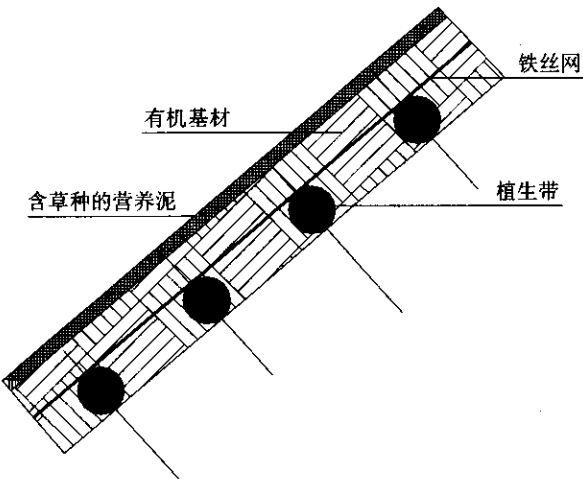
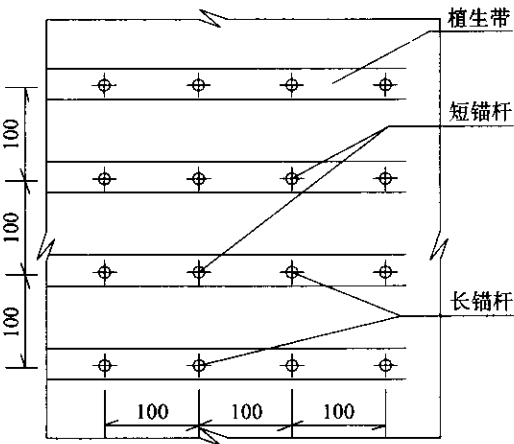


图3 有机基材喷射绿化结构大样

(1)锚杆采用 $\phi 18$ 的螺纹钢,长锚杆和短锚杆交错排列,长锚杆长1.5 m,短锚杆0.8 m(详见图4)。铁丝网用螺帽和钢垫板固定。



单位:cm

图4 锚杆布置示意

(2)防护网采用14号镀锌铁丝网,制成双扭形式,网洞尺寸8 cm×8 cm。坡顶铁丝网伸出坡面

20 cm。网平行对接,不重复搭接。

(3)植生袋为采用罗纱布制成的内空5 cm的管状袋。袋中装沙、黄泥、干有机肥、三元复合肥。

(4)有机基材采用专利产品。

(5)铺2 cm厚营养泥,草种选用高羊茅、狗牙根和百喜草。

1.1.2 护坡原理

该方案依靠基质材料、锚杆和铁丝网与植生袋共同作用对坡面进行防护。

1.1.2.1 有机基材

(1)有机基材具有很强的抗旱性,并且有很强的粘性,从而保证与岩石坡面可以结合良好,对坡面进行防护。

(2)基材的强度,基质的内聚力保证基质自身的整体稳定性并与铁丝网结合共同形成一层牢固的防护层。

(3)基材良好的保水、吸水能力,能为植被提供前期生长所需的养分。

1.1.2.2 锚杆和铁丝网

长锚杆对坡面有加固作用,保证坡面稳定;短锚杆可认为只起挂网作用。铁丝网提供了一个网状结构,对基材的整体稳定性和植被浅根加筋作用的发挥起了重要作用。

1.1.2.3 植生袋

可缓慢提供草被营养,保障后期不脱肥,也可防冲刷。

1.1.2.4 植被防护

(1)植被的力学效应:植物深根的锚固作用和浅根的加筋作用。

(2)植被的水文效应:降低坡体孔隙水压力,降雨截流,削弱溅蚀,控制土颗粒流失。

1.1.3 施工顺序

(1)平整坡面;(2)锚杆钻孔、注浆;(3)挂铁丝网并固结;(4)挂植生袋;(5)基材喷射;(6)覆盖无纺布;(7)坡面养护。

1.2 方案二

采用高强土工网结合锚杆、喷射有机基材及铺植生带的防护绿化技术。

1.2.1 基材喷播绿化结构组成

其结构与方案一不同的是(见图5):

(1)改用高强土工网代替铁丝网,规格7.4 mm×7.4 mm、151型,优点是可持续耐蚀,有高强抗拉力;

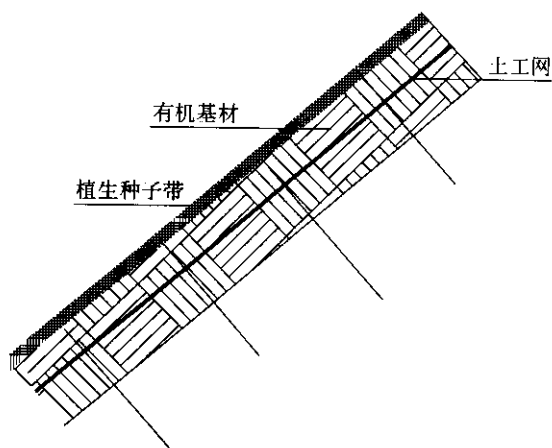


图5 有机基材喷射绿化结构大样

(1)锚杆和铁丝网与方案一基本相同,不同的是用镀锌扎丝代替混凝土垫块、螺帽,铁丝网规格采用10号铁丝。

(2)有机基材采用与本工艺相适用的配方。主要成分是活性黏性种植土、椰粉砖、玻璃纤维、粘合剂和保水剂。基材厚度10 cm,基材中的粘性红土、椰粉砖、营养土的比例为8:1:1(体积比)。每 m^3 基材中外加材料含量:玻璃纤维0.9 kg,稻草纤维10 kg,粘合剂150 g,复合肥10 kg。

(3)在喷完基材后铺一层椰纤维网。

(4)草的培育采用液压喷播草种,草种选用高羊茅、狗牙根和百喜草,种子用量为 $30 \text{ g}/\text{m}^2$,配比5:3:2。同时在坡顶处应适当增加种子用量,在坡脚处加入部分灌木种子,以形成立体绿化。

(5)排水设施:坡顶铁丝网用 $60 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ 的浆砌片石压顶;坡顶原设计无截水沟地段增设顶宽30 cm,底宽20 cm,高20 cm的砂浆排水沟,10 cm砂浆抹面;平台内侧与上级坡面做成“V”形排水沟,10 cm砂浆抹面。坡面在适当位置设急流槽。上述材料配比为本坡面的设计配比,具体施工应根据实际情况进行调整。

1.3.2 护坡原理

1.3.2.1 基材和岩石坡面的结合原理

(1)基材中的玻璃纤维在基材喷射到坡面时,其中纤维的一头绞在坡面铁丝网上,另一头粘在基材中;而黏土则粘在岩石和铁丝网及椰纤维网上。

(2)表层椰纤维网能有效地防止暴雨冲刷,保证基材和种子不被冲走。根据在一般土质边坡的测试,原来土质边坡能抵挡 1.0 m/s 的水流速度,而加一层椰纤维网后能抵挡的水流速度是 3.0 m/s 。

(3)当铁丝网和椰纤维网在基材中锈蚀后,它的连接筋的作用消失,但草本植物的根系网已将坡面上草、基材和岩石紧紧相连。

1.3.2.2 护坡原理

同方案一。

1.3.2.3 椰粉砖的作用

椰粉砖起保水、减少基材的单位重量,增大基材的内摩擦角,从而减少坡面基材的下滑力,使绿化基材稳定在岩面上的作用。同时防止基材板结,有利于植物生长,在基材中是一种疏松剂。它也是一种有机质,降解后能缓慢提供肥料。

1.3.3 施工顺序

(1)平整坡面;(2)锚杆钻孔、注浆;(3)挂铁丝网

(2)用镀锌扎丝固网代替混凝土垫块、钢垫板、螺帽,操作简便易行,且扎丝保护层不易锈蚀;

(3)取消方案一中在锚杆间挂的植生袋;

(4)基材采用与这个工艺相适应的配方,厚度10 cm;

(5)用铺植生种子带代替液压的种子喷播,优点是施工方便,种子发芽均匀,还可防冲刷。

1.2.2 护坡机理

和方案一基本相同:基材和植被的作用与方案一相同。土工网代替了方案一中铁丝网的作用。

1.2.3 施工顺序

(1)平整坡面;(2)锚杆钻孔、注浆;(3)挂土工网并固结;(4)基材喷射;(5)铺植生带;(6)坡面养护。

1.3 方案三

利用椰纤维植被护坡技术进行防护绿化。

1.3.1 基材喷播绿化结构组成(详见图6)

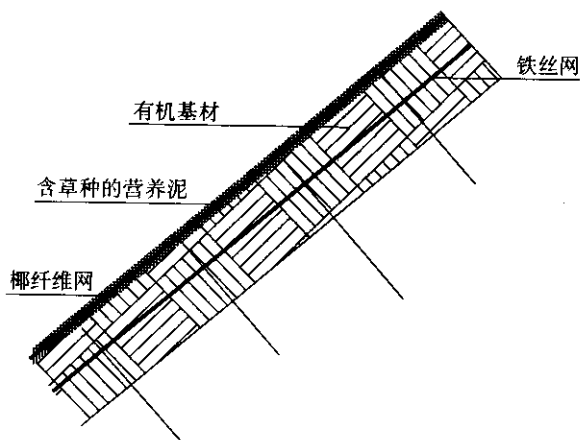


图6 有机基材喷射绿化结构大样

并固结;(4)基材喷射;(5)铺椰纤维网并固定;(6)液压喷播、盖无纺布;(7)坡面养护。

1.4 方案确定

根据本工程的具体情况,综合比较 3 种方案后采用方案三进行施工。

(1)方案三的施工成本较低,并且基材的配方在东南沿海一带应用较成功,在江西地区配比不必进行大的调整。

(2)施工工艺较简单。

(3)方案三中所采用的粘合剂不是采用水泥,而是采用一种可降解的线性功能性高分子聚合物。分子量超过 1 500 万,生物稳定性较强,可以任意比溶于水,分解物对植物和土壤无害。是通过溶解后利用胶质分子上所带的负电吸附土壤颗粒形成团粒结构来起粘合作用。这样可消除水泥中碱性对植物生长的影响。

2 施工工艺

下面结合本边坡简要介绍椰纤维植物护坡技术的施工方案和施工要点。

2.1 坡面清理

主要是清理片石、碎石、污淤泥和杂物,用红粘土对一些孔洞进行补洞,敲除掉一些凸出的岩石,刷清坡面。若坡面有严重渗水应先进行处理,防止基材长期泡水。

2.2 锚杆施工

锚杆的钻孔、安装和注浆是很成熟的工艺,本文不详述。

2.3 挂铁丝网

固网时两网连接以平行连接为宜,不必重叠,用扎丝扎牢,同时使铁丝网距坡面 5~7 cm。固网时铁丝网应拉紧,如果部分铁丝网较松,可用 20~30 cm 长的 $\phi 14$ U 形钢筋进行加固,防止喷完基材后,铁丝网变形使基材鼓出。

2.4 基材喷射

喷射方法有干喷法和湿喷法,本工程采用干喷法:即先将原料按施工配比干拌,在喷口注水的喷播方法。

2.4.1 土料过筛

混合基材中粘性红土应进行过筛,筛网孔径为 1.5 cm,把土壤中杂物和石块筛去,大块土打碎过筛。含水量不宜过大,一般应小于 20%,如含水量大应进行晾晒,具体视喷射机要求确定。

2.4.2 土和物料的混合

先将椰粉砖提前 1~2 d 用水浸泡膨胀后待用。土和物料的配比应根据土的粘性、坡面情况和采光情况等综合考虑进行调整。混合料的拌和可利用人工或机械拌和。如土壤较干,可加入适量水,拌和后成品标准为用手抓混合料能成团,松开掉地能散开为度,物料随拌随喷,不宜放置太久。

2.4.3 高压喷基材

将混合好的基材,用干喷机喷射到岩石上,厚度平均 10 cm,在铁丝网外喷射基质厚度保持在 4~5 cm,不可超过 5 cm。喷头应距岩面 1.5 m 左右垂直喷射。喷射时水压要适当,同时要根据喷出的混合料的情况适当调整水阀控制水量。基材的施工质量应通过基材的厚度、基材的收缩裂缝、基材的流失情况、基材的粒化度、基材的酸碱度、基材的剥离状况进行综合评价。

2.5 液压喷播草种

2.5.1 草种选择

草种根据本地区的气候特点和植被情况选取适合本地区生长的优质草种。本边坡考虑掺入了不同的、能在不同季节泛青且根系发达、叶茎低矮的混合草种——高羊茅、狗牙根和百喜草。草种的参考用量可用下式计算:平方米播种量=平方米的设计株数/[发芽率 \times (1-坡度损失率) \times 克粒数]。

2.5.2 挂椰纤维网

在基材喷播施工完后,将椰纤维网从坡顶往下铺设,铺设时尽量紧贴基材,可用 U 形钉以 50 cm 间距予以固定,个别不平的地方可多加固,对接部分应用铁丝折紧。

2.5.3 喷播

利用喷播机将混合含有草籽、粘合剂、肥料、保水剂、绿色颜料、纤维素以及松软的适量有机物和水等配制而成的粘性浆体喷射到边坡上。由于喷下的草籽有明显的颜色,所以不会遗漏、不会重复。本边坡每平方米用浆 100 g,保水剂 25 g,混合草种 30~40 g,粘合剂 5 g。挂椰纤维网和草种喷播两种工序可以颠倒。挂完椰纤维网后要进行坡顶和平台的浆砌片石施工,将坡顶和平台部分的铁丝网和椰纤维网压住。

2.6 覆盖无纺布

在椰纤维网外加盖一层无纺布(15 g/m²)。无纺布能起保湿、保温及防止种子被冲刷的作用,无纺布覆盖时应用 U 形钉固定,注意不留接缝。无纺布覆盖后应注意观察种子发芽和生长情况,待草种功能

文章编号: 0451-0712(2005)10-0154-06

中图分类号:U416.1

文献标识码:B

高速公路软土地区路基的施工

谭桂根

(路桥集团第一公路工程局江浙工程处 苏州市 215151)

摘 要: 依据工程实践,重点介绍了软土地基的几种处理方法及施工注意事项,值得其他工程参考借鉴。

关键词：公路；软土；路基；施工

1 几种常用软基处理的方法

1.1 软土地基特性

软土是指以水下沉积的饱水软弱粘土或淤泥为主的地层,有时也夹有少量的腐泥或泥炭。软土地层与泥沼沉积物相比,软土地层形成年代一般比较古老,沉积厚度比较大,表面常有可塑性的硬壳层。软土地区地表已不再浸水,但地下水位接近地表。

软土地基一般都有以下共同特性:天然含水量(w)高,最小为30%~40%,最大可达200%;孔隙比大,最小为0.8~1.2,最大可达5;快剪内摩擦角(φ)小,最大为5°~15°,最小可接近0°;粘聚力(c)小,最大为12~20 kPa,最小为2 kPa;压缩系数(a)大,一般大于0.3~0.5 MPa⁻¹;渗透系数(K)小,一般小于1×10⁻⁶ cm/s;灵敏度高,在2~10之间。

以上这些特性和指标对路基的稳定和变形影响十分突出,是工程需解决的关键性问题。因此,采用适宜的软基处理措施与合适的施工方法是工程成败

的关键所在。

1.2 几种常用软基处理方法

软土地区路堤设计一般是这样要求的:在高速公路上,对工后 15~20 年的剩余沉降量,一般路段不大于 30 cm,桥头路堤不大于 10 cm;过渡段沉降坡差小于 0.2%。要想达到这一指标必须经过现场地质勘探,根据软土层的分布以及各项指标来选择经济合理的措施。目前,是根据地基土质的不同,以及使用和建成周期的不同,采取不同的处理方法,但利用路基自重预压是一种最经济的处理手段。所以,在目前的高等级公路软基处理中,一般都设置竖直与水平 2 种排水通道,再通过路基填土自重预压来达到固结效果;也有为缩短工期或消除过大工后沉降而采用超载预压的;在桥头路段为了消除桥梁与路基间的较大沉降差异,有时也采用半刚性桩(粉喷桩)加固;路基填筑较高时,为消除基底应力不均匀、加强地基稳定,也采用铺设加筋土工布等方法。常见的软基处理方法见表 1。

收稿日期:2005-09-14

叶生长稳定后,及时撤除无纺布。

2.7 养护管理

前期养护 60 d, 以喷灌水为主, 经常保持土壤湿润, 促进种子发芽和快速生长覆盖坡面, 中期靠自然雨水养护, 每月喷水 2 次, 并追施肥, 促苗转青。

3 结语

(1)用基材喷射绿化法进行岩石边坡防护绿化经诸多工程的运用,其防护作用和绿化效果是能满足设计要求的。

(2)岩石边坡绿化涉及岩石力学、生物学、土壤

学、肥料学和环境生态学等多门学科,从事该学科的研究人员很少,还有很多值得进一步探讨研究的问题;同时在定额、规范中也应进行相应项目的增补。

(3) 基材防护绿化技术中所采用的材料配方有待进一步研发, 以达到成本低, 效果好的目的。

参考文献.

- [1] 中国岩土锚固工程协会. 岩土锚固新技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [2] 许文年, 等. 工程边坡绿化技术初探[J]. 三峡大学学报, 2001, (6).