

高速公路岩石边坡客土喷播施工技术

——以宁常高速公路南京段客土喷播为例

陈志明¹, 仲童强²

(1. 江苏农林职业技术学院, 江苏 句容 212400; 2. 江苏山水建设集团有限公司, 江苏 句容 212400)

摘要:随着高速公路的快速发展,公路建设中山地开挖形成大量裸露的边坡,既破坏公路景观,又造成水土流失。客土喷播能在普通条件下无法绿化或绿化效果较差的岩石边坡上实现草灌结合,立体绿化,恢复自然植被。宁常高速公路南京标段岩石边坡坡度 $60^{\circ}70^{\circ}$,平均高度 20 m,板状石质,质地坚硬。结合该标段施工实例,论述了岩石边坡客土喷播所需材料和设备、施工流程和技术要点、验收要点和标准。实践证明,客土喷播绿化速度快、植被覆盖率高,是高速公路岩石边坡绿化的一种新方法。

关键词:高速公路;基质;喷播;岩石边坡

中图分类号:U416.1⁺4

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2009)12-0157-04

*¹ 我国高速公路建设的迅猛发展,大大促进了社会生产力的发展,但高速公路建设中山地开挖形成大量裸露的边坡,大面积的裸露边坡与周边环境格格不入,对景观造成了很大的破坏,同时坡面裸露也存在水土流失的隐患,无法满足生态环保的要求。如何既保证石质边坡的稳定又能实现长久绿化问题已成为公路环境保护和公路建设部门的焦点和难点^[1]。

客土喷播是将植物种子、土、有机质、速效肥料、保水剂等按一定的比例混合,利用高压设备喷射到经加固处理的岩石边坡表面,其生长的草和灌木能够在岩石边坡等难以绿化地段实现快速绿化,是依靠基质、锚杆(或锚钉)、铁丝网与植被的共同作用对坡面进行防护的一种喷播绿化技术^[2]。2007年,江苏山水建设集团有限公司承接了宁常高速公路南京标段的绿化任务,该标段地处南京市溧水区境内,是典型的丘陵地区,笔者参加了该标段岩石边坡的客土喷播施工。该区域属北亚热带过渡带,气候特点是冬季干寒,夏季多雨,四季分明,雨量充沛,雨热同期。常年降水量 1 000 mm 左右,其中 6—8 月占 40.5%。年平均气温 15℃左右,7 月气温最高,平均 28℃;1 月气温最低,平均 1.9℃。该标段有四处岩石边坡,边坡总面积 13 605 m²,坡度 60°70°,平均高度 20 m。板状石质,质地坚硬。原岩石边坡有少量狗

尾草 *Setaria viridis*、鹅观草 *Roegneria kamoji*、藜 *Chenopodium album*、青葙 *Celosia argentea* 等杂草。

整个绿化工程 2007 年 1 月 15 日开工,10 月 1 日竣工。客土喷播在 4 月 20 日—5 月 25 日进行。

1 材料和设备

1.1 锚杆 其主要作用是将铁丝网固定在坡面上,并加固不稳定的边坡。根据岩石坡面破碎情况,选择长度为 3040 cm 的 $\Phi 12$ mm 螺纹钢筋作为锚杆,纵横间距为 1 m,梅花状布置,钻孔打入岩体。孔洞深 2530 cm,直径 20 mm,孔向与坡面垂直。钢筋露出坡面 10 cm,用水泥灌浆固定钢筋。

1.2 铁丝网 选用 14 号镀锌铁丝网(网孔 5 cm×5 cm,直径 2 mm)。铁丝网可以使客土基质在岩石表面形成一个持久的整体板块。

1.3 基质 基质由有机质、复合肥、保水剂、土等按一定比例混合而成。有机质包含有机肥、锯木屑、植物纤维、稻壳等成分。有机肥选用腐熟并经高温消毒的鸡粪和东北泥炭,作为基质的长效肥

收稿日期:2009-08-30

作者简介:陈志明(1957-),男,江苏宜兴人,副教授,注册监理工程师,从事园林工程监理、草坪栽培研究。E-mail:czm1130@163.com

料。植物纤维由稻草经铡碎后沤制再晒干制成，长度 2 cm 左右，掺入客土使其具有一定的强度及粘连性。锯木屑和稻壳能使客土疏松通气，还有保水保湿功能。复合肥能较长期提供植物生长的速效养分，选用 N：P：K 为 15：15：15 的优质

复合肥。保水剂用来储存并缓慢释放植物生长所需的大量水分。土选用当地肥沃的地表熟土(如菜园土、农田耕作层土)，风干粉碎过筛备用。基质用量见表 1。

表 1 基质用量 kg/m²

熟土	有机质				复合肥	保水剂
	鸡粪	泥炭	植物纤维	锯木屑、稻壳		
30	0.1	1	1	0.5	0.10	0.12

1.4 植被种子 植被种子采用草坪草、牧草、小灌木等混合种子，实现草本和灌木结合，蔓生型和丛生型结合。草灌植物相结合护坡，不仅要注重属种间的合理搭配，还要考虑不同植物的护

坡效果。植物在生长过程中，通过根、茎、叶在地上和地下的空间分布特征，实现其固土护坡作用^[3]。本路段边坡客土喷播各种种子特性及其用量见表 2。

表 2 边坡客土喷播植物

序号	植物名称	主要特征特性	种子用量 (g/m ²)
1	普通狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	禾本科，暖季型草坪草，耐瘠，耐旱，喜光，不耐荫，匍匐生长 ^[4]	4
2	高羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>	禾本科，冷季型草坪草，耐低温，疏丛型生长，不抗高温，喜光 ^[4]	5
3	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	豆科，落叶小灌木，耐瘠，耐旱，根系发达，枝叶多而密	5
4	多花木兰 <i>Indigofera amblyatha</i>	豆科，落叶小灌木，喜光，耐瘠，耐旱，根系发达	4
5	小冠花 <i>Coronilla varia</i>	豆科，半蔓生多年生草本，耐瘠，耐寒，耐践踏，适应性强	5
6	紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i>	豆科，落叶小灌木，耐瘠，耐旱，根系发达	5

1.5 无纺布 选用 12 g/m² 无纺布，用作喷播后的覆盖材料。其既能防止雨水对坡面及种子的冲刷，又可保水保湿，利于草的生长^[5]。

1.6 喷播设备 客土喷播主要施工设备有喷播机 1 台，普通卡车 1 台，洒水车 1 台，抽水泵 1 台。

2 施工技术要点

根据植物的生长特性以及客土喷播技术的特点，形成了一定的施工工序流程，具体是：清理坡面→挂铁丝网→钻锚杆孔→灌浆固定锚杆→固定铁丝网→喷底层(基质)→喷面层(基质+种子)→覆盖无纺布→养护管理。具体的施工技术要点如下。

2.1 安全保护 施工现场禁止行人、车辆通过，在施工场地两头设置施工标志。根据施工安全操作规范要求，选择安全防护措施，如搭设钢管脚手架，下铺毛竹脚手片，上挂防护网。现场施工人员配戴安全帽及必要的劳保用具。

2.2 作业面清理 清除作业面杂物及松动岩块，对坡面的棱角进行修整，使施工作业面的凹凸度平均为±10 cm，不超过±15 cm，尽可能将作业面平整，以利于客土喷播施工。对低洼处适当覆土夯实回填或以植生袋装土回填。若岩石边坡本身不稳定，应采用预应力锚杆锚索进行加固处理。

2.3 挂网、扎网 挂网施工时采用自上而下放卷，相邻两卷铁丝网分别用绑扎铁丝连接固定，两网交接处要求至少有 10 cm 的重叠。网与作业面保持 8 cm 左右间隙，并均匀一致。

2.4 喷播 喷播前，应先在坡面喷水湿润，以利基质材料更好地与坡面结合。喷枪尽量与受喷面垂直，避免仰喷，注意死角部分及凸凹部分要喷满。严格控制风量、风压，保证枪口风压 4 500-5 500 Pa^[6]。宜从坡面顶端往下喷播，喷播宽度以方便喷播手操作为宜，一般为 4 m。

客土厚度应根据边坡的坡度、硬度、岩石的风

化程度等诸多因素确定,其最小厚度应以满足植物的正常生长为依据。生产上参考的客土厚度为:4 cm 客土适用于风化岩石边坡,土质为红黏土或风化砂,山中式硬度 $6.314.0 \text{ kg/cm}^2$;6 cm 客土适用于土加石的软岩边坡(强风化),山中式硬度 1438 kg/cm^2 ;8 cm 客土适用于坚硬岩边坡(弱风化),山中式硬度 38180 kg/cm^2 ;10 cm 客土适用于呈板状石质的边坡,山中式硬度大于 180 kg/cm^2 [7]。喷播时分底层和面层2次喷播,底层为纯的基质,面层为基质加植物种子。

2.4.1 喷底层 将基质充分拌匀喷水湿润,以手捏成团松开即散为准。用喷播机械将湿基质喷至岩石边坡。厚度56 cm,不超过8 cm,以覆盖铁丝网为度。

2.4.2 喷面层 先将基质和种子混合均匀,待底层稳定后适时喷播面层。基质、种子和水同时由喷播机械在喷口处混合喷洒至边坡,厚度23 cm。掌握水的用量,使基质和种子的混合物粘连边坡不移动不脱落。

2.5 设置排水沟 喷播结束待客土稳定后,用特制的“T”字型木棍敲击边坡作业面使其凹陷设置横竖排水沟,沟深58 cm,横竖沟间距58 m,以确保坡面排水畅通。

2.6 覆盖 排水沟操作完毕即覆盖无纺布。覆盖无纺布时从上往下施放无纺布卷,并每隔23 m用铁丝或绳索固定,以防风吹。

2.7 养护管理

2.7.1 浇水 植物种子出苗前,每天早晨浇水1次或早晚各浇水1次,以保持土壤湿润。浇水以雾化的水滴为佳,切忌大水冲刷,以防客土移动。植物种子出苗后可逐渐减少浇水次数,以促进植物根系快速生长。至草苗长到56 cm或23片叶时,揭掉无纺布。边坡植物成坪后转入常规管理。

2.7.2 施肥 边坡草坪等植物长至45叶时可适量追肥,以优质的复合肥为主,每次 10 g/m^2 左右,坚持“少吃多餐”的原则,以促进及早成坪。

2.7.3 病虫害防治 草坪等植物幼苗时,尤其在高温季节易发生褐斑病、腐霉枯萎病,应及时用广谱杀菌剂防治。发现虫害则立即用广谱内吸性杀虫剂防治[8]。

3 验收要点

3.1 锚杆深度、客土厚度 施工过程中,实测锚杆深度及客土厚度。风钻孔深不小于25 cm,水泥灌浆固定钢筋要严实。客土厚度不小于8 cm。设计有特殊要求的按设计要求验收。

3.2 植物覆盖率 绿化施工完成后3个月内,坡面绿化覆盖率达到90%以上,且生长均匀,长势旺盛。

3.3 坡面植物绿期 经过一年四季不同的气候考验,实现1年的绿期达到8个月以上[9]。

4 结语

4.1 岩石边坡若种植爬藤植物(如爬墙虎 *Parthenocissus tivicuspidata*、凌霄 *Campsis grandiflora*、薜荔 *Ficus pumila*、扶芳藤 *Euonymus fortunei* 和蔓九节 *Psychotria serpens*[10])绿化速度慢,绿化效果相对也较差,客土喷播是岩石边坡快速绿化的一种新方法。宁常高速公路南京段边坡喷播后2个月左右植物覆盖率达100%。至验收时,边坡植被高度已达1 m左右。其关键的技术是在边坡上固定锚杆、挂铁丝网、喷洒基质、基质配比和植物种子的配比以及喷播后的管理。

4.2 经2年的观测发现,宁常高速公路南京段客土喷播存在的主要问题:一是有些坡面出现斑秃现象,经过长时间雨水冲刷铁丝网也有裸露情况;二是冬季边坡植被大多枯黄。因此在选用植物种子时,适当增加狗牙根等匍匐生长的草坪草用量和紫穗槐等小灌木的用量,以防雨水冲刷;适当增加高羊茅等冬绿型草坪草种子的用量,以改善冬季植被的景观效果。

参考文献

- [1] 沈建海,丁坚,秦燕华,等.客土喷播技术在边坡生态防护中的应用[J].绍兴文理学院学报,2009,29(7):70-72.
- [2] 谢钢,李克俭.客土喷播技术在高速公路边坡防护中的运用[J].公路与汽运,2005(3):80-82.
- [3] 李国荣,毛小青,倪三川,等.浅析灌木与草本植物护坡效应[J].草业科学,2007,24(6):86-89.
- [4] 陈志一.草坪栽培与管理大全[M].北京:中国农业出版社,2003:34-55.

- [5] 黄滔,唐红,陈永安,等. 衡大高速公路边坡生态防护方式的初探[J]. 草业科学,2008,25(4):100-104.
- [6] 朱峪增. 客土喷播施工工艺技术要点[J]. 草业科学,2003,20(11):76-78.
- [7] 成子桥. 客土喷播技术在泌桐高速公路的应用[J]. 隧道建设,2007,27(2):80-83.
- [8] 陈志明. 草坪建植与养护[M]. 北京:中国林业出版社,2003:179-193.
- [9] 王玲,陈永安,康用权,等. 客土喷播在潭邵高速公路石质边坡防护中的应用[J]. 草业科学,2005,22(7):107-110.
- [10] 夏汉平,蔡锡安,彭彩霞. 5种爬藤植物垂直绿化的效果比较[J]. 草业学报,2007,16(3):93-100.

Technology of spray seeding for rocky slope protection by express highway

—a case study of Nanchang express highway

CHEN Zhi-ming¹, ZHONG Tong-qiang²

(1. Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong 212400, China;

2. Jiangsu Landscape Garden Construction Co., Ltd., Jurong 212400, China)

Abstract: Along with the fast development of express highway, a large area of slope became bare and it results in water and soil erosion. Spray seeding could achieve three-dimensional greening with shrub and grass. Taking Nanjing Changzhou Express Highway (Section in Nanjing City) as the example (where the gradient of rocky slope was 60 to 700 degrees, the average height was 20 m and the ground substance was very hard), the materials, equipments, key techniques and construction standards were summarized. It could be concluded in this example that spray seeding was an efficient approach to rapidly establish vegetation cover on rocky slope.

Key words: express highway; ground substance; spray seeding; rocky slope

中国沙尘暴源区沙尘天气首次减少

据宁夏环境监测中心站监测数据显示,三面环沙的宁夏回族自治区作为中国四大沙尘暴源区之一,2009年沙尘天气首次出现减少现象。

监测数据显示,2009年宁夏仅出现大规模沙尘天气6次,此前每年宁夏出现的大规模沙尘天气都在10余次。与近年相比,沙尘天气的出现频次减少,污染强度也在减弱。

位于西北内陆地区的宁夏是中国十大传统牧区之一,拥有天然草原面积约245万hm²,但其周围也分布着腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠和毛乌素沙地。长期以来,由于超载过牧,滥采乱垦,天然草原退化严重,退化面积占总面积的97%。这里自然灾害频繁,土地荒漠化严重,被中国环境保护部和中国科学院确定为中国沙尘暴源区之一。

近年来,宁夏开始注重生态保护,积极实施退耕还林、退牧还草以及封山禁牧等工程,先后完成退耕还林任务82万hm²,完成天然草原围栏面积145万hm²,退化草原补播改良25万hm²,使当地的生态环境得到明显改善。