

南友高速路边坡锚固及客土喷播综合防护实践

潘晓丽, 黄秋林, 宾红卫

(广西桂林水文工程地质勘察院, 广西 桂林 541002)

[摘要] 广西山区较多, 高速公路多切坡修建, 赤裸的陡立坡面岩石常会顺层面及坡面下滑和崩落, 给行车造成极大威胁。以往多采用单纯的锚固或喷素混凝土进行防护, 未能达到恢复坡体植被, 营造绿色通道目的, 客土喷播植草快速绿化技术应用尚为鲜见。文章通过南宁—友谊关高速公路局部路段边坡防护工程实例, 介绍高速公路边坡治理中锚索、锚杆及客土喷播综合防护的施工应用情况, 为相同地质条件公路边坡设计提供借鉴。

[关键词] 岩石边坡; 锚索; 锚杆; 客土喷播; 草种; 养护

在国外一些高速公路、铁路建设中, 客土喷播技术已广泛成熟应用于石质边坡的绿色防护。近年来在我国道路建设也开始了客土喷播的研究和应用, 并取得了一定的进展。广西山区较多, 高速公路多切坡修建, 但客土喷播植草快速绿化新技术应用不多。笔者通过参与南宁—友谊关高速公路某路段客土喷播植草进行边坡绿色防护的工程实践, 对客土喷播技术有较深入的了解, 愿与同行分享。

1 工程概况

南宁—友谊关高速公路 K85+610 ~ +725、K94+970 ~ K95+180 段处于缓坡丘陵和岩溶残丘地貌交汇带, 山体呈条带或孤立残丘, 山坡上陡下缓, 坡角 30 ~ 60°。这些路段为挖方高削坡边坡, 岩层以灰岩为主, 中层夹薄层和厚层, 修建公路切坡坡比为 1 : 0.75, 切坡高度 15 ~ 35m。K85+610 ~ +725 段公路走向 270°, 边坡岩层倾向 323 ~ 330°, 倾角 35 ~ 39°, 两组节理裂隙产状分别为 230° ∠ 80° 和 20° ∠ 5°, 坡面岩块沿层面下滑, 尤以 K85+680 ~ +725 段崩滑较严重。K94+970 ~ K95+180 段公路走向 250°, 边坡岩层

产状 170° ∠ 45°, 两组节理裂隙产状分别为 95° ∠ 70° 和 350° ∠ 60°, 岩石完整性差, 岩石主要顺层面和剪切裂隙等结构面滑落, 尤以边坡两端部位较严重, 曾发生多次不同规模的滑(崩)落。

2 加固防护设计方案

桂林水文工程地质勘察院根据高速公路建设办必须采用植被护坡恢复边坡自然环境的要求, 为了将工程防护与植被护坡的优点相结合, 加强边坡稳定性, 决定采用锚固和生态综合防护措施对该路段边坡进行加固处理。该院在高速公路应用锚索、锚杆加固技术已有 10 多年的经验, 技术较为成熟, 考虑到目前常用的植被护坡方法如撒播、液压喷播、植生带等无法应用于岩石边坡, 其原因是: 无植物生长所需的土壤环境, 无法供给植物生长所需的水分和养分, 而客土喷播植草技术则是通过在坡面喷附较厚一层结构类似于自然土壤、能够贮存植物生长所需水分和养分的基层材料, 解决了岩石边坡无法生长植物的难题。因此决定采用锚索、锚杆加固 + 客土喷播植草综合防护方案对该路段边坡进行加固处理。具体布置如下:

[作者简介] 潘晓丽(1973-), 女, 2001年毕业于桂林市职工大学房屋建筑专业。从事岩土工程勘察及施工管理工作, 工程师。

K85+610~+725(左)边坡:依据坡面实际情况,按点距×排距为3.0m×3.0m梅花状布设长度长为4.5~9.0m、直径 ϕ 为25mm的锚杆156根,外端设C25钢筋砼承台156个。锚杆间按点、排距为1.5m×1.5m布设 ϕ 8mm、长0.2~0.5m的锚钉445根(见图1、图2)。

K94+970~K95+180(右)边坡:按同样间距布置同样的锚杆414根,边坡两端崩滑较严重部位作为重点加固段。在坡面设长为16.0m、 ϕ 15.2mm预应力锚索64束,外端设C25钢筋砼承台414个。锚杆、锚索间按1.5m×1.5m间距布设 ϕ 8mm、长为0.20~0.50m的锚钉1408根。

锚钉施工后将稻草绳网、三维网固定铺设于坡面上,再进行客土喷播植草,K85+610~+725(左)边坡喷播面积2060m²,K94+970~K95+180(右)边坡喷播面积6950m²。同时在坡脚挡土墙背面种植花草。

3 工艺流程

清理坡面→铺设三维塑料网和草绳网→搭设施工平台→测量放样→安装钻机,钻造锚索、锚杆孔→锚索、锚杆制作,放置锚索、锚杆入孔内→往锚索、锚杆孔内灌浆→浇注锚索、锚杆承台→张拉、锁定、封闭锚固头→客土喷播→养护→自检、验收→拆施工平台、清理场地、退场→验收。

4 技术措施

4.1 锚杆、锚索加固技术

首先采用锚杆、锚索对边坡进行加固。设计预应力锚索排距、点距均为3.0m,每束长16.0m,锚固段长度不小于6.0m,并依坡面岩石滑动面的深度作适当调整。锚索成孔方向垂直坡面,且与水平线夹角(俯角)成25°,遇岩体结构面密集发育处,可适当调整方位。锚索孔孔径110~130mm,采用干作业法成孔。成孔偏差:水平方向 \leq 100mm,垂直方向 \leq 50mm,允许偏差 $\pm 2^\circ$ 。锚索锚筋采用高强度低松无粘结钢绞线,锚索切断时其长度应预留出张拉以及坡面凹陷或危岩悬空部位需镶补毛石混凝土部分的长度。中间支承体的设置按自由段每1.5~2.0m间隔设1个、锚固段每隔1.0~1.2m设1个,并与锚筋绑扎牢固、对中。内锚头每单根钢绞线端均需用挤压套牢牢卡紧,同时制作锥形导向以利下锚。锚固段内钢丝应认真除净油脂,其内端应与内锚板、挤压套连接牢固,少留空隙。下锚前,认真检查锚筋有无锈蚀、缺胶、断丝,如有不合格锚筋应及时更换处理。下锚后,由锚孔底部向孔口灌注强度不低于M25的水泥砂浆或纯水泥浆,灌浆压力一般采用0.2~0.5MPa,采用一次性灌浆,遇漏浆严重及浆液收缩面下降时,应及时补浆。

灌浆浆液按水灰比0.38~0.45,灰砂比为1:

1~1:2的水泥砂浆或纯水泥浆来配制,必要时可加入一定量的外加剂或掺和料,其配比以试验成果为准。

锚索承台砼强度等级为C25,制作时预留 ϕ 70~80mm锚筋外伸管,安装预留管及外锚垫板时,应使锚筋顺延,避免由于弯曲或突然改变方向而产生对锚筋剪切受力的不利因素。锚固体与承台砼强度大于15.0MPa时,方可进行张拉,张拉前检查千斤顶、锚具,且正式张拉前应进行预张拉1~2次,使各部位接触紧密、平直。张拉按设计轴向力的75%~85%进行,并逐级增加至设计值的105%~110%,再卸荷至锁定荷载进行锁定。然后用环

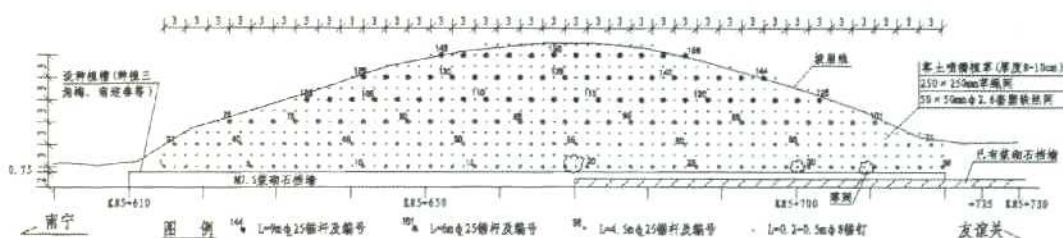


图1 K85+610~+725左边坡综合立面示意图



图2 K85+670 剖面图

氧树脂混合液涂满外露金属部件,再用砂浆封锚。

锚杆采用 $\phi 25\text{mm}$ 钢筋为锚筋。若须接头加长,应采用焊接方式搭接(或绑接),焊接长度为钢筋直径的 30 倍,且不小于 500mm 。锚杆孔径 $110 \sim 130\text{mm}$,锚孔方向垂直坡面,且与水平线夹角(俯角)为 25° ,遇岩体结构面密集发育处,可适当调整方位。锚杆的对中支承体沿杆轴线方向每隔 $1.0 \sim 2.0\text{m}$ 设 1 个,每根锚杆不少于 2 个,对中支承体与锚筋采用点焊连接。

于锚孔内灌入强度不 $< \text{M25}$ 的水泥砂浆或纯水泥浆,配比和灌浆要求与上述锚索注浆相同。锚杆承台砼的强度等级为 C25,外锚头弯钩与承台钢筋采用绑扎牢固连接。锚索、锚杆砼承台浇灌后,应及时养护。同时于砼承台外打上锚索、锚杆编号和封锚日期。

4.2 锚钉、挂网技术

锚索、锚杆施工后,对边坡进行喷播前需先打入锚钉,锚钉的作用主要是加固浅层不稳定边坡,其次是固定网。锚钉可用风镐或电钻成孔,孔径不 $< 30\text{mm}$,入岩 $10 \sim 20\text{cm}$,成孔后灌砂浆或纯水泥浆,再插入钢筋。外露部分用于固定三维网后,再弯曲于坡面上。遇坡面起伏突变处,应加密锚钉。

打入锚钉后,全坡面铺设 $\phi 18 \sim 20\text{mm}$ 、网度 $(250\text{mm} \sim 300\text{mm}) \times (250\text{mm} \sim 300\text{mm})$ 的稻草绳网,其上铺设 $\phi 2.6\text{mm}$ 套塑三维铁丝网,网度 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。注意在挂网前清理坡面,将容易滑落、影响边坡稳定的松动岩石处理掉;局部光滑岩面可挖掘横沟槽作加糙处理,以免客土喷播时土壤下滑。

4.3 客土喷播技术

客土喷播后植草的生长效果,关键在于能否选择出适宜的草种和用量配方,草种须为根系发达,耐热、耐寒、耐贫瘠、抗干旱等,且具有生长迅速,植株低矮、形成的景观优美、自然的特点。不同的植草类型及边坡立地条件,选用的草种及用量不同,由于南友高速公路施工季节是初夏,故主要选用暖季型草种,适量加入冷季型草种。根据室内试验以及现场的草种混播试验,确定草种配方为:百喜草 $3.75\text{g}/\text{m}^2(27\%)$ 、画眉草 $1.5\text{g}/\text{m}^2(11\%)$ 、百脉根 $2.5\text{g}/\text{m}^2(15\%)$ 、多花栏 $1.5\text{g}/\text{m}^2(22\%)$ 、狗牙根 $3.5\text{g}/\text{m}^2(25\%)$ 。

将植物种子与泥炭土或当地土壤泥土、复合肥、木质纤维等按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料斗,搅

拌时间不 $< 1\text{min}$,将混合物倒入混凝土喷射机进行喷播,设计喷播厚度 $8 \sim 10\text{cm}$ 。喷播时尽可能从正面自上而下喷播,避免仰喷。喷射分 2 次进行,第 1 次喷射不含种子的基材混合物,待客土稳定后再喷射混合草种的基材混合物。喷播时遇岩性破碎、岩质硬坡段或凸起、凹陷处应适当增加厚度。

边坡植被的前期养护,与一般绿地草坪相比有其特殊的要求,故要特别重视。尤其在干旱高温地区施工后的前期养护,更要精心组织,严格作业。喷播后要加盖无纺布,遇天气长期持续干旱时,应每天或隔天浇水喷淋保湿养护。喷水宜采用喷雾喷头移动喷洒,控制好喷头与坡面的距离和移动速度,发芽期湿润深度注意控制在 $2 \sim 4\text{cm}$,幼苗期依据根系的发展逐渐加大到 $5 \sim 15\text{cm}$,但要控制不致在客土混合物中形成“壤中流”而侵蚀客土中小颗粒和淋失养分,破坏养分平衡。一般喷射施工后 1 个月左右其种子能基本形成稳定的坡面植被,因此前期持续养护时间为 $25 \sim 45$ 天,待草苗长到一定高度时再揭布。

另外,为了使边坡更为美观,可在坡脚挡土墙背面进行培土种植花草,培土厚度不 $< 40\text{cm}$,按株距为 $1.20 \sim 1.50\text{m}$ 种植三角梅或南迎春。

5 结 语

实践证明,采用锚索、锚杆+客土喷播技术进行综合加固防护岩石边坡,不但加固效果好,客土喷播后经过细心养护,草籽发芽率较高,草坪生长良好,2 个月边坡一片葱绿,植被覆盖率达 92% 以上,不但确保了边坡稳定,恢复了开挖施工破坏的生态环境,同时还使公路边坡具有良好的观赏性,收到很好的社会效益和经济效益,符合现代环保理念。

值得注意的是,客土喷播技术不但要按喷播季节、气候注意选择适合的草种,采用合理的配合比例,喷播后还要进行精心养护才能收到良好的效果。

[参考文献]

- [1] 梁炯均. 锚固与注浆技术手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [2] 冉雪梅. 遂渝铁路边坡种植基材对比对植被的影响 [J]. 路基工程, 2006, (6).