

文章编号: 0451-0712(2005)03-0089-04

中图分类号: U418.9

文献标识码: B

# 生态防护技术在宁杭高速公路 边坡防护中的运用

姚 宇, 檀心福

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 宁杭高速公路代表了“十五”期间江苏省高速公路建设的新水平, 本文针对边坡生态防护技术在该项目中的运用做了较全面的介绍, 并对主要的生态防护技术进行了详细介绍, 最后对这些技术的使用效果做了必要的分析和总结。

**关键词:** 高速公路; 边坡防护; 生态防护

南京至杭州高速公路(下简称“宁杭高速公路”), 是江苏省在新世纪初修建并通车的一条高速公路, 是国家、省、市重点交通基础设施项目之一。江苏省委、省政府对该项目高度重视, 提出要将宁杭高速公路江苏段建成具有先导示范作用的生态、环保、景观、旅游高速公路, 代表“十五”期间江苏省高等级公路建设的新水平。

宁杭高速公路江苏段全长 152 km, 西起南京市绕城公路, 经南京市溧水县、常州市溧阳市、向东止于无锡市宜兴市苏浙交界的父子岭处, 整个工程分两期建设。项目所在区域以平原夹垄岗地貌为主, 地形复杂, 丘陵、岗地、洼地交替分布, 区域地质构造单元多复, 隆起与凹陷兼而有之。特别是基岩种类多, 既有硬质岩石, 又有软质岩石, 埋深较浅, 点布全线, 山体高度及爆破量都较大。

山体开挖施工虽降低了工程造价, 缩短了施工周期, 但对沿线自然环境和生态平衡的破坏是巨大的。过去岩石山体开挖后一般采用浆砌片石的防护形式, 虽然防止了因岩石坠落、崩塌、滑坡等损坏公路、阻碍交通事故的发生, 但是其厚重的岩石坡面仍给人一种硬冷的感觉, 与周围自然环境很不协调并不利于生态平衡。

## 1 生态防护技术

宁杭高速公路工程建设为了体现“以人为本”、

可持续发展的要求, 全面实现“生态、环保、景观、旅游路”的建设目标, 结合工程开展“高速公路环境、景观设计”课题研究, 并进行“高速公路生态防护技术研究”的科研攻关, 对高速公路边坡立地条件、植物群落及生态适应性、土壤侵蚀规律和效益(生态、景观、经济)等进行系统研究、综合评价。制定了以“全新的技术、全新的工艺、全新的材料来代替原有的岩石坡面防护形式, 全面恢复生态”的目标。根据边坡生态环境特征, 合理选择植物种类, 优化植物配置模式, 运用“客土喷播”、“轮胎固土”、“草袋固土”、“草棍固土”等多种种植新技术解决了边坡生态防护问题, 大大提高了高速公路生态和景观效果。下面对于几种主要的生态防护技术进行介绍。

## 2 边坡的防护与生态恢复的主要形式

### 2.1 客土喷播

研制的客土喷播技术, 主要是解决宁杭高速公路江苏段路基开挖所形成的巨大裸露岩石边坡的防护和植被恢复问题。这类边坡的特点是: 全部为山体结构的高强度的岩石边坡, 开挖后坡面岩石裸露, 坡体很陡、极少风化, 呈明显的植被破坏状, 与周边自然生态极不协调。通过研制客土喷播技术, 增强岩石边坡的稳定, 使岩石边坡植被系统得以重建, 最大程度恢复自然生态。

客土喷播试验段为丘陵区 and 东庐山、梯子山石

方爆破段。施工工艺根据坡面坡比和地质状况,采用两种挂网方式:(1)大部分挂单层镀锌钢丝网,小部分浆砌处挂双层镀锌钢丝网,随后打钢锚杆固定,最后进行客土喷播;(2)全部挂双层镀锌钢丝网,增加大锚杆数量和客土喷播厚度。随后,通过客土喷播机将高营养有机质喷射到岩石表面,为植物生长提供基础条件。喷播客土厚度一般为8~10 cm,特殊坡面为12~15 cm,在此基础上,再用普通喷播机将植物种籽喷入客土表面。此次喷入的草籽4种,有黑麦草、狗牙根、白三叶、高羊茅;喷入灌木3种,有火棘、多花木兰、胡枝子;喷入花种2种,有万寿菊、桔梗。这些草、灌、花种有暖季型也有冷季型,适应南京地区冬冷夏热的气候,使得花期较长,四季常绿(见图1、图2)。



图1 挂镀锌钢丝网时坡面



图2 客土喷播完成后绿化效果

固土量大,保水性好,适用于坡度较缓的岩石坡面,见绿效果快,有利于植被长期生长。

### 2.2.3 施工工艺

修整坡面,固定轮胎(采用打钢纤吊挂和用铅丝、尼龙绳捆绑的方式),配制营养土,在轮胎内部填土,播种灌木、喷播草籽。试验中注重采用乡土植物,尤其是草本植物和灌木的应用。草本植物的快速覆盖作用能有效防止雨水冲刷与地表径流,灌木丛的强力根系可大大增加边坡抗剪切能力,以防止滑坡、坍塌等事故发生。根据南京地区的气候特点,播种的草本植物有狗牙根、黑麦草、白三叶、紫云英、波斯菊、牵牛花等,播种的灌木植物有小叶女贞、多花木兰、木豆、山毛豆等,并适当点植了一些金钟、迎春、探春、竹子等乡土花灌木,力争打造出四季见绿、三季有花的景观效果(见图3、图4)。



图3 废轮胎铺设时坡面



图4 植被刚好覆盖轮胎时绿化效果

## 2.2 轮胎固土

### 2.2.1 该项技术的研究目的

变废为宝,利用废旧轮胎在岩石坡面上固土护坡,并建立草灌复层植被,使得自然生态得以恢复。

### 2.2.2 技术特点

### 2.3 绿生袋

#### 2.3.1 主要成份

绿生袋(又称:草种附着袋),其主要成份为:NET(无污染化纤草袋)、可溶性纸、多种植物种籽、肥料、改良土。

2.3.2 施工工艺

将坡面设计成台阶形式,形成绿化平台,使绿生袋有着力层。与草棍客土喷播技术相似,先用螺纹钢锚固,再将镀锌铁丝斜网格拉紧,用以固定绿生袋,然后将准备好的绿生袋(营养土装入袋中,种子则置于绿生袋的夹层之中)顺着坡面往上堆设,最后浇水覆盖薄膜,短期即可恢复自然生态。它主要有绝热效果,遇到高温和严寒气候时对种籽有保护作用,并利于其生长。它保湿性好,利于维持土壤水分,由于使用的是长效性肥料,可长期向植物供给有机质,利于保证植物的持续生长。因NET 外层为绿色,一施工完就呈一片绿色景观。此次植入的草籽有白三叶、高羊茅、狗牙根、黑麦草(见图 5、图 6)。

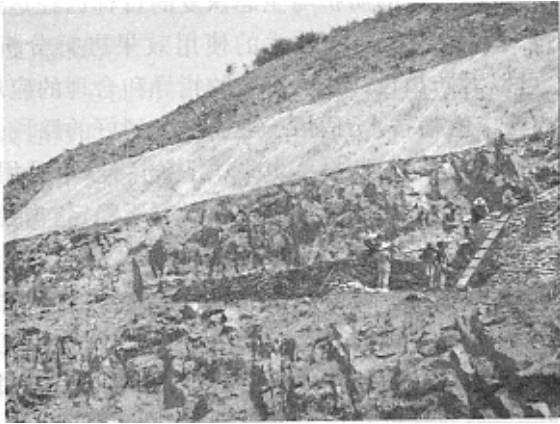


图 5 绿生袋施工过程



图 6 绿生袋铺设完成

2.4 草棍客土喷播

草棍客土喷播主要用于强、中风化岩坡面,或者土质相对较好,坡度较缓的边坡。施工工艺为:先用螺纹钢锚固,用以固定草棒和钢丝网,再用镀锌铁丝进行斜网格拉紧,防止局部损坏而影响其他部分,然后用稻草缠绕毛竹杆成草棍,将草棍放在稀泥中浸

泡后,用钢纤分别将草棍固定在坡顶和坡底,喷播后浇水覆无纺布,再覆塑料薄膜。根据各路段气候情况,喷播了狗牙根、黑麦草、高羊茅,栽植了红、黄花美人蕉、扶芳藤等(见图 7、图 8)。



图 7 布设草棍

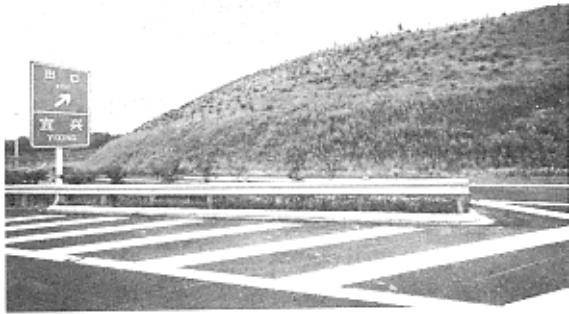


图 8 草棍客土喷播绿化效果

2.5 穴植技术

穴植技术适用于土质较好、土含量较高的土夹石坡面。根据所种植苗木的根系特点、坡面具体情况,在坡面上挖掘种植穴或种植槽,在穴槽内回填营养土后,再进行苗木种植(见图 9)。

3 互通式立交区的生态防护技术

宁杭高速公路在所有互通式立交区内侧大胆采用与以往不同的生态防护形式,全部应用湿地处理系统替代传统的排水沟工程。宁杭高速公路在互通式立交区内的池塘、低凹处、排水道以及排水口,模拟和营造了沼泽及湿地环境,栽植大量芦苇、黄菖蒲、蒲草等水生湿生植物,形成了独特的沼泽、湿地景观(见图 10、图 11)。





图 9 穴植技术防护坡面



图 10 互通式立交区内实地景观(1)



图 11 互通式立交区内实地景观(2)

在排水工程方面则通过利用自然地形或对地形稍加修饰,将自然雨水汇集到互通式立交区内的湿地,然后通过涵洞与外相连,在涵洞处设置截水沟以保持区内水位,这样既保证了路基的稳定又增加了互通式立交区域景观效果,同时起到了水土保持的作用,淡化人工痕迹,使人造工程返朴归真,体现了工程设计、建设观念的进步。

#### 4 总结

宁杭高速公路边坡的生态防护主要根据边坡生态环境特征因地制宜,采用了多种形式,现在整个生态防护系统效果显著,经受 2004 年夏季连续暴雨冲刷的考验,植物成活率 100%,与周围环境连为一体,浑然天成,边坡的防护与生态恢复的目标已经达到。通过对各种生态防护技术的使用效果进行分析比较,可以对防护设计进行有效的指导和合理的应用。普通客土喷播技术,适用于坡面情况稍好的路段。对于石质边坡或土质恶劣、边坡较陡的路段可采用挂网客土喷播技术。如果坡面表层局部不稳定,需要采用工程防护和生态防护相结合的方法,则可以采用钢筋混凝土骨架+挂网客土喷播技术。废弃轮胎客土技术,亦适用于上述坡面稳定但土壤条件较差的路段。绿生袋技术和草棍客土技术,适用于土质相对较好,坡度较缓的路段。穴植技术,则适用于土质较好、土含量较高的土夹石坡面。

宁杭高速公路边坡生态防护的经济效益也是可观的,据统计,仅试验段就可节约工程造价 20 万元,在宁杭高速公路江苏段全线推广使用中节约工程造价 800 万元。宁杭高速公路走出了公路边坡防护与生态恢复的一条新路,是一次成功的创新,解决了公路边坡防护与生态恢复的难题,填补了省内公路工程的空白。可以预见,随着公路工程边坡防护与生态恢复的新技术、新工艺的推广应用,其社会效益和经济效益将不可估量。

### 上海今年同时建设四条隧道

为均衡黄浦江两岸交通流量,上海今年将进一步加快黄浦江越江工程建设,年内有四条越江隧道同时建设。

到年终岁末,黄浦江底将新添一条翔殷路越江隧道。今年上海还将推进上中路越江隧道工程建设,开工建设军工路越江工程,为筹备世博会启动建设黄浦江西藏路隧道。另外,上海今年要在苏州河上开工建设河南路桥、大渡河路桥、真光路桥、镇坪路桥等四座桥梁,并在年内建成福建路桥。

今年,上海将加快高速公路和国省干道公路建设,今年计划竣工 135 km 高速公路,使全市高速公路累计通车里程达 560 km;国省干道项目新开工 17 项,竣工 5 项;完成农村公路改建 700 km。