

文章编号: 0451-0712(2006)01-0201-04

中图分类号: X171.4

文献标识码: B

七种生态护坡在高速公路边坡的应用效果

赵警卫¹, 芦建国², 王荣华³

(1. 中国矿业大学艺术与设计的学院 徐州市 221008; 2. 南京林业大学风景园林学院 南京市 210037;

3. 徐州师范大学生命科学学院 徐州市 221116)

摘 要: 在宁杭高速公路江苏段上, 就 7 种生态防护形式分别设置试验观测点, 每半月观测一次, 观测内容包括植物生长情况和土壤侵蚀情况。结果表明: 在苏南气候条件下, 挂网喷播是边坡生态防护的首选; 轮胎固土、草包技术应予淘汰。

关键词: 生态防护; 对比评价; 边坡; 高速公路

近 10 数年来, 我国高速公路建设得到了巨大的发展, 目前, 高速公路总里程已跃居世界第 2 位。诚然, 高速公路的建设对促进我国经济发展起着十分重要的作用; 然而, 从环境保护的角度来看, 高速公路建设又是对自然环境的巨大破坏。高速公路在穿越山区时不可避免地造成深挖高填、原生植被破坏、大量边坡裸露、水土流失加剧的后果。在我国, 传统边坡防护措施主要为纯工程的防护形式, 如浆砌片石、喷射混凝土等, 这些防护形式虽然能够起到稳定边坡、防止水土流失的作用, 但其缺点也是显而易见的。首先, 地貌破坏, 植被难以恢复; 纯工程防护形式, 完全封闭了植物生长的环境, 使得由于高速公路建设而遭破坏的自然植被永久不能恢复。其次, 大量石料的应用造成成本高昂, 并且其防护效果随时间的推移逐渐降低, 无自我更新能力, 若干年后必须更换, 对行车和环境造成很大的干扰。再次, 道路景观效果较差, 噪音大, 大量裸露的岩石和混凝土视觉效果非常差, 也不利于吸收阳光和汽车尾气及噪音^[1,2], 这与高速公路快捷、舒适的特点很不适应, 从而在一定程度上也对行车安全带来不利影响。

1 我国生态护坡研究进展

边坡生态防护就是通过人为措施, 使“先锋植物”迅速覆盖坡面, 防止水土流失, 但“先锋植物”不一定都能适应当地的环境, 一部分, 甚至大部分可能会在以后的时间里逐渐被淘汰, 因此, 坡面永久防护

还需要乡土植物的不断恢复^[3]。

我国的高速公路生态防护技术是在引进国外技术的基础上起步的, 通过 10 多年的研究和工程实践, 高速公路路侧生态恢复的技术已有了巨大的进步, 岩石边坡生态防护技术主要表现在湿法喷播技术的普及和客土喷播技术的推广, 同时高速公路岩石边坡生态技术也趋于市场化。在理论上, 从 10 年前的“单一种草”理论演变到目前的“灌木为主, 草本为辅”理论, 从以前完全意义上的“人工建植植被”演变到现在的“尊重自然, 恢复自然”^[4,5]。

2 试验研究方法

为了对比评价不同生态防护形式的植被生长、防护效果的差异, 作者选取宁杭高速公路江苏段具有代表性的边坡, 就 7 种不同的生态防护形式, 每种防护形式布置 1 个观测点, 进行为期 1 年的定点观测。

布点的时间是 2004 年 2 月 5 日, 在每一个观测点坡面上按上、中、下 3 排分别设置间距为 2 m 的 3 个侵蚀针, 共 9 个侵蚀针, 每半个月观测 1 次, 观测内容主要如下。

(1) 植被生长情况。

观测指标为: 植被的高度、覆盖度、地径、冠幅、病虫害危害、生长势等。

(2) 土壤侵蚀状况。

观测指标为: 侵蚀深度、埋藏深度、裸地率等, 并

分析原因。

自 2004 年 2 月 5 日开始第一次观测,2005 年 1 月 10 日结束,植被生长情况共观测 22 次,土壤侵蚀状况共观测 21 次(2004 年 12 月和 2005 年 1 月,因是冬季,植物生长和土壤侵蚀都较小,每月观测 1 次)。各试验观测点的基本情况见表 1。

表 1 各试验观测点基本情况

编号	防护形式	主要施工工艺	使用范围	主要植物种类
1	挂网喷播	用锚杆、钢筋及钢丝网进行坡面防护处理,然后将种子、肥料、土壤稳定剂和水按一定比例混合成泥浆状喷射到边坡上。	石质边坡,坡面较陡。	紫花苜蓿、紫羊茅、多花黑麦草、白三叶、多花胡枝子。
2	草棒技术	把草棒按一定间距排列并固定在坡面上,然后在草棒上覆一定厚度的客土,在客土上进行播种和种植。	石质或土石混合边坡,坡面较缓。	狗牙根、多花黑麦草、美人蕉。
3	藤本护坡	坡面平整后,按一定密度开挖栽植穴,然后栽植藤本植物。	有一定自然土壤的边坡,坡面较缓。	常春藤、扶芳藤。
4	植草护坡	坡面平整后,按一定密度开挖栽植穴,然后进行栽植。	有一定自然土壤,坡面较缓。	多花黑麦草、狗牙根。
5	轮胎固土	将轮胎固定在坡面上,覆客土,然后播种或栽植。	岩石边坡,坡面较缓。	狗牙根、迎春、白三叶、马棘。
6	植生带	将带有种子的植生带铺于坡面,进行固定,然后进行适当地养护。	有自然土壤,坡面较缓。	多花黑麦草、紫花苜蓿。
7	草包技术	将植物种子播撒在两层无纺布中间,然后通过行缝、针刺及胶粘等工艺,制成草包,装土。将其垒积于坡面,就能形成植被。	岩石边坡,坡面较陡。	狗牙根、多花黑麦草、白三叶、马棘。

3 植被生长研究

植被的生长情况不单影响坡面的视觉效果,而且还影响防护的效果,通过一年的观测分春(4月)、夏(7月)、秋(10月)、冬(1月)四季分别比较 7 种生态防护形式的植被覆盖率,如图 1~图 4。

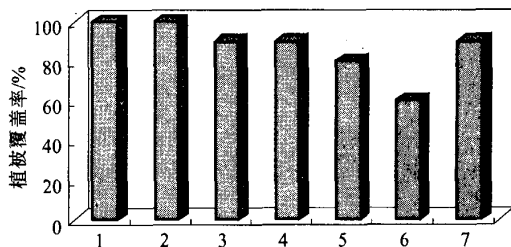


图 1 4 月 7 种防护形式植被覆盖率

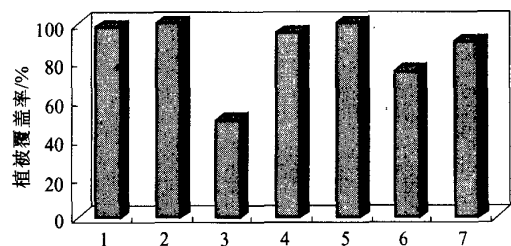


图 2 7 月 7 种防护形式植被覆盖率

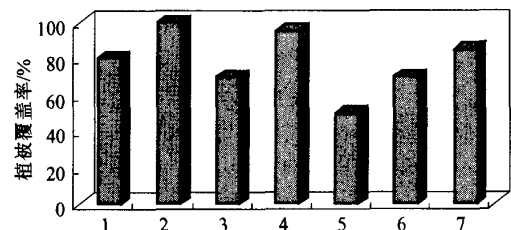


图 3 10 月 7 种防护形式植被覆盖率

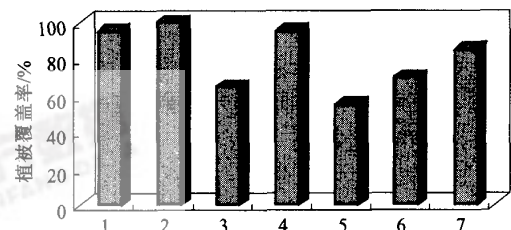


图 4 1 月 7 种防护形式植被覆盖率

由图 1~图 4 可知,挂网喷播防护形式坡面的植被覆盖率仅在 10 月份为 80%,其他 3 个月份的覆盖率都高于 90%;草棒技术防护形式坡面的植被覆盖率一年四季都在 95%以上;植草护坡防护形式坡面的植被覆盖率一年四季也都维持在 90%左右。而轮胎固土、植生带、藤本护坡的植被覆盖率较低,且季节间变化较大:藤本护坡在 4 月份的植被覆盖率为 80%以上,而在 7 月份不到 50%;植生带防护坡面在 4、7、10、1 月的覆盖率分别为 60%、73%、66%、65%;轮胎固土防护形式的覆盖率分别为 80%、98%、46%、52%。草包技术防护形式的植被覆盖率

季节间变化不大,但仅维持在80%左右。

4 土壤侵蚀研究

不同防护形式,防止水土流失的效果是不一样的,这也是评价防护形式优劣的最重要的指标之一,7种防护形式在一个年周期内土壤侵蚀情况见图5。

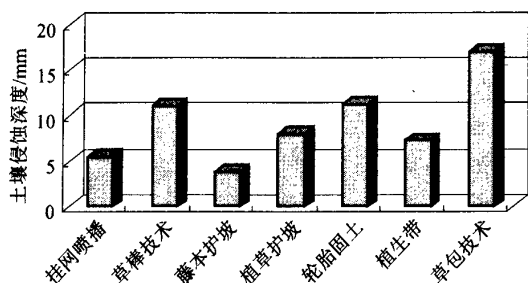


图5 7种防护形式年累计土壤侵蚀深度

由图5可知,挂网喷播年土壤侵蚀最轻微;植生带和植草护坡次之;以草棒技术、草包技术和轮胎固土年土壤侵蚀最严重,特别是草包技术,其土壤累计年侵蚀深度超过了17 mm。藤本植物护坡虽然一年的土壤累计侵蚀深度仅为3 mm,但在观测中作者发现,其侵蚀深度在夏季曾一度出现逐渐变小的现象,据分析其原因为:藤本植物护坡坡面上部在夏季多雨季节土壤侵蚀非常严重,下部侵蚀较弱,上部侵蚀下来的土壤把下部的侵蚀针掩埋了,因此,尽管藤本植物护坡一年的土壤累计侵蚀不大,但我们认为实际土壤侵蚀情况还是较严重的。

作者试图找出植被覆盖率与土壤侵蚀强度之间的关系,通过数学计算得出植被覆盖率与坡面侵蚀深度之间的相关系数为-0.100 4,这说明,土壤侵蚀量随植被覆盖率的增高而降低,反之亦然,但这种影响是非常微弱的。

5 乡土植物恢复研究

边坡生态防护是将“先驱植物”通过人为的措施,使之迅速覆盖坡面,防止水土流失,但“先驱植物”不一定都能适应当地的环境,一部分,甚至大部分可能会随着时间的推移被淘汰,因此,坡面永久防护还需要乡土植物的持续恢复。

由图6可知,不同的防护形式杂草的恢复情况有很大差别,挂网喷播和藤本植物护坡的杂草恢复很少,最多时都没有超过10%;草棒技术、轮胎固土和草包技术杂草恢复最多,如草棒技术的杂草覆盖率曾一度达到88%;植草护坡仅在春季杂草恢复较

多,而植生带在秋季杂草恢复较多。从图6还可获知,杂草入侵在春季和秋季为两个高峰,这也从侧面反映出入侵的杂草多为一、二年生的,这与作者观测的结果是一致的。

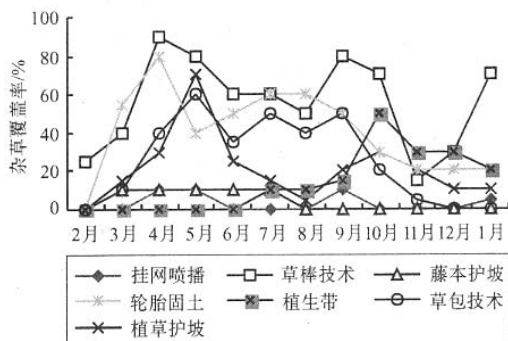


图6 7种防护形式入侵杂草覆盖率变化

前文提到,边坡的永久防护需要乡土植物的持续恢复,但是这并不是说在一定的时间之内杂草越多越好。边坡的生态恢复是一个漫长的过程,一般需要几十年的时间,我们不可能仅通过一年的时间就得出某种防护形式恢复更快一些的结论,况且在短期内杂草恢复的多少跟土壤性质和边坡周围的植被状况有很大关系。杂草量的多少只能作为判断生态防护形式优劣的一个参考标准。

6 结果分析

综合防护效果和植被生长情况两方面的观测结果,对7种生态防护形式评价如下。

(1) 挂网喷播。

适用范围广,从缓坡到坡度达到60°以上的陡坡都可应用。其植被生长情况较好,覆盖度较高,生长均匀、一致;在保证边坡稳定,防止水土流失方面效果好,土壤侵蚀情况较轻,是边坡生态防护的首选。

(2) 草棒技术。

草棒技术使用的大多是有机植物材料,便于施工,可形成约20 cm左右厚度的种植层,且植物材料腐化后可成为有机肥料,提供植物后期生长所需营养。但抗侵蚀能力差,植被生长与分布不平衡,究其原因最重要是,由于草棒的存在造成土层中有大量的空隙,抗降水侵蚀性大大降低,植被在浅土层处生长不良。然而草棒技术成本较低,如能改进施工技术,应用前景还是广阔的。

(3) 藤本护坡和植草护坡。

仅适用于有自然土壤的坡面,从栽植到满铺需要较长时间,早期的防护效果较差,养护时间长,投入大,若养护跟不上常常形成斑秃,极大地影响了后期的景观效果和防护效果。早期水土流失较严重,但随着植被的生长,防护效果逐渐增强,当植被达到满铺后,防护效果较好。这两种防护形式的植被类型单一,形成的群落不稳定,生态效益较低。

(4) 植生带护坡。

仅适用于有自然土壤的坡面,由于草类的生长需要一定的时间,其早期常造成一定的水土流失,随植物的生长,其护坡能力不断增强,但其形成的植被类型单一,群落不稳定,景观单调,生态效益较低。

(5) 轮胎固土、草包技术。

两种技术抗土壤侵蚀能力差,不能满足植被生长所需的养分,生长情况差,植被的覆盖率较低,杂草较多,由于土壤侵蚀轮胎逐渐裸露,植被出现斑秃和草包破裂,黄土露出,景观效果极差。

总之,在不考虑边坡的性质、造价等前提下,经过一年的观测,就7种生态防护形式在宁杭高速公路上的表现而言,作者认为:轮胎固土、草包技术不适用于苏南气候条件下的高速公路边坡防护;而挂网喷播是苏南气候条件下边坡防护的首选;草棒技术表现还是比较好的,是边坡防护的次选。只要坡面土壤肥、水、气等物理性质好,比较有利于植物的生长,藤本护坡、植生带和植草护坡防护效果还是能让人满意的。

通过一年的观测,在宁杭高速公路边坡上生长较好的植物种类有:马棘、狗牙根、白三叶、紫花苜蓿、多花胡枝子、云南黄馨、多花黑麦草、迎春。

7 建议

作者在观测的过程中,发现边坡的防护效果和景观效果除与防护形式有关外,还与植物的选择和配置有密切关系,作者就宁杭高速公路边坡生态防护在植物选择和配置方面提出如下建议。

(1)在8、9两月,7个试验点中有5个点(第4、第7点除外)同时出现了植被覆盖率下降,部分植物干枯的现象,因此在植物选择时应考虑多应用一些越

夏植物,以保证夏季的景观效果,再者,夏季也是多雨季节,保证这一时期植被的覆盖率对保证边坡的稳定和防护效果有重要意义。

(2)应加强常绿植物或冬绿植物的应用,在7个试验点中冬季绿色率(绿色率的计算方法为当时为绿色的植被的面积占坡面总面积的百分比)超过的50%仅有2个,有2个点的绿色覆盖度在10%以下,冬季一片枯黄,是影响冬季景观效果的主要因素。因此,应采取措施提高坡面在冬季的绿量,以增强冬季的景观效果。

(3)增加灌木的应用,形成生态护坡的不同层次,既能提高生态护坡的生态效果,又能增加生态护坡的景观层次,同时,由于灌木的根系比草本植物要深,对于增强坡面的稳定性也有重要作用。

8 结语

总之,高速公路边坡生态防护技术还处于不断探索的阶段,其理论研究和施工技术还有许多不完善的地方。本文所做的工作是通过一年的观测得出的初步结论,其生态防护效果的优劣和经济实用性还需要实践和时间去检验。作者认为,生态护坡应加入生态恢复的理念,用恢复生态学的基本原理来指导生态护坡的设计和施工。高速公路边坡是一个由于人类的强烈干扰而退化了的生态系统,生态防护不应该只是边坡绿化,还应该是自然生态系统的恢复和重建。

参考文献:

- [1] 舒翔,杜鹃等.生态工程在高速公路岩石边坡防护中的应用[J].公路,2001,(7).
- [2] 舒翔,曹映泓.建绿色通道,走环保之路[J].公路,2001,(2).
- [3] 张俊云,周德培.植被护坡工程技术[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [4] 杜娟.客土喷播法在日本的应用与发展[J].公路,2000,(7).
- [5] 李恒森,译.日本公路绿化技术展望[J].山东交通科技,1997,(2).