

生态垫在京北石质山区盘山公路边坡绿化工程中应用效果评价

杨晓晖¹, 王小平², 秦永胜²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局森林培育重点实验室, 北京 100091;

2. 北京市林业国际合作项目管理办公室, 北京 100029)

摘要:作为一种生物环保材料,生态垫可以降低土壤侵蚀和肥力流失,促进植被恢复。以北京延庆县玉渡山风景区的盘山公路两侧绿化工程为研究对象,通过对铺设生态垫和未铺设生态垫的造林坡面的对比,对生态垫的功能进行了研究。结果表明,生态垫可以将因沟蚀引起的侵蚀模数由 $13\,250\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 降至 0,坡下部公路的表面受损率略微降低了 1.89%,而公路破坏度则由 $21\,969.7\text{ cm}^3/\text{m}^2$ 降至 $12\,997.8\text{ cm}^3/\text{m}^2$,显著下降了 40.84%。同时,坡面上树木个体的保存率从 87.21% 提高到 95.32%,而保存树木个体的受损率则由 74.69% 显著降至 2.15%。无疑生态垫既可有效地防止了水土流失,又可促进景观的绿化美化,因此可以在周边类似地区加以推广应用。

关键词:生态垫;土壤侵蚀;公路破坏;树木生长;京北石质山区

中图分类号:U412;X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)03-0119-02

Effects of Ecomat on Greening Engineering on the Side-slope of Winding Mountain Highway in Stony Mountains of Northern Beijing

YANG Xiao hui¹, WANG Xiao ping², QIN Yong sheng²

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Key Lab of Silviculture of the State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Beijing Forestry Department of International Cooperation, Beijing, 100029, China)

Abstract: As a palm fibre based bio-material, ecomat mulching can reduce soil erosion and fertility loss and hasten vegetation restoration. Taking greening engineering at sides of highway in Yudu Mountain scene site, Yanqing county as an example, the function of ecomat in erosion control and afforestation is studied. The results show that compared to the slope without ecomat mulching, ecomat mulching can decrease erosion modulus from $13\,250\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ to null, surface damage rate at the down-slope highway decreases by 1.89 percent, and highway damage intensity decreases from $21\,969.7\text{ cm}^3/\text{m}^2$ to $12\,997.8\text{ cm}^3/\text{m}^2$, 40.84 percent reduction with statistical significance (0.05 level). Simultaneously, survival rate of trees in the slope with ecomat mulching increase from 87.21% to 95.32%, and damage rate of tree decreases from 74.69% to 2.15% remarkably. Undoubtedly, ecomat mulch can not only control soil erosion, but accelerate revegetation in badland, hence, it can be extended in the similar projects and similar regions.

Key words: ecomat; soil erosion; highway damage; tree growth; stony mountains of northern Beijing

近年来随着经济的发展,国内一些基础设施建设速度越来越快,规模越来越大,然而这些基础设施建设对生态环境会带来一些负面影响,例如高速公路的建设将使公路两侧一定范围内的天然植被受到严重破坏,这些植被群落的恢复速度非常慢,通常需要几十年的时间,甚至有些植被要靠生态系统本身的弹性已经很难恢复,这不但会影响到环境的美学效果,更重要的是在一些地区会引发严重的水土流失,从而给这些基础设施的安全带来了严重的隐患,因此通过一些固坡及防止侵蚀工程降低坡面的水土流失,同时人工恢复坡面上的植被,从而达到长短结合,以短护长,既有效地防止了水土流失,同时有起到了绿化美化景观的作用^[1,2]。

马来西亚是全球最大的棕榈油生产及出口国,生态垫是用棕榈油生产的主要副产品——棕榈果实的空壳生产的,在生产过程中没有使用任何化学添加剂,因此已被广泛用于覆

盖、草皮和城市园林中,近来的研究表明,生态垫可被用于果树和油棕榈树的覆盖和防治坡面侵蚀。概括起来,生态垫的主要特点包括:(1)环保产品;(2)持久耐用且具生物降解特性;(3)改良土壤有机质和植物可吸收的营养含量;(4)改善土壤结构和土壤持水能力;(5)降低土壤侵蚀和肥力流失;(6)抑制杂草生长和降低除草费用;(7)经压缩不会成为鼠类、甲虫或其他害虫的繁殖场所;(8)重量轻,易于搬运且易于根据土壤表面状况进行铺设。

本文以延庆县玉渡山风景区为研究对象,在新建盘山公路的两侧边坡上实施铺设生态垫造林试验,通过对铺设和未铺设生态垫坡面上沟蚀、坡面下路面的破坏情况、新植苗木的生长状况以及其他植被恢复情况的调查,对生态垫在这种类型造林地上的应用效果进行了初步评价,从而为该方法在周边类似地区的推广提供了依据。

收稿日期:2005-06-16

基金项目:中国-马来西亚科技合作项目“生态垫在京津风沙源区应用项目”

作者简介:杨晓晖(1968-),男,副研究员,博士,主要从事水土保持和荒漠化防治方面的研究。

1 研究区概况

延庆县玉渡山风景区位于延庆县城西北 20 km 处,地貌类型为土石山区,由于区内的谷地形成了独特的小气候,分布有大片的天然次生林及湖泊,是延庆县近年来斥巨资开发的旅游风景区之一,目前延庆县政府已经修建了一条盘山公路直通谷内。公路的修建产生的大量碎石堆积在公路两侧的坡面上,使坡面上原有的以天然荆条为主的天然植被大量被压埋致死,从远处看去,公路所在的山坡上是一片白花花景观,严重影响了旅游区的景观,同时在雨季堆积在坡面上的碎石在地表径流的作用下向坡下运动,不仅对坡下的路面形成破坏,同时也对过往的车辆和行人形成了潜在威胁。因此延庆县林业局结合中-马科技合作项目“生态垫在京津风沙源治理中的应用研究”,于 2003 年春季开始在公路两侧开展造林工程,主要造林树种为 2 年生的侧柏苗,在造林的工程中会对坡面上堆积的碎石及其下部的土壤产生扰动,进一步增加了坡面的不稳定性,因此采用生态垫来覆盖坡面上的碎石和土壤,可以有效地防止水土流失对新植树木及公路的破坏。生态垫的铺设与造林同时进行,生态垫的规格为 1 m × 10 m,为了防止生态垫在重力和其他外力(如径流的冲击力)作用下产生下滑,铺设的同时用长约 50 ~ 60 cm 的木棍加以固定。

2 研究方法

研究中我们主要通过对比方法对有无生态垫覆盖情况下的沟蚀情况、路面破坏情况和植被恢复情况进行调查。为了比较有无生态垫覆盖的情况下水土流失的状况,我们于 2003 年 9 月底和 2004 年 9 月底分别对两种处理的水土流失进行了调查。考虑到面蚀数据无法通过現地调查获取,对延庆玉渡山盘山公路坡面上生态垫的覆盖方式为全铺,即整个坡面上均为生态垫所覆盖,不会产生任何水土流失现象,因此我们仅对没有铺设生态垫的造林坡面进行了调查,调查坡面平均坡度为 65°,调查的样地面积为 165 m × 38 m,因此本研究仅对坡面上的沟蚀进行调查。在调查中我们假设侵蚀沟的形状为三角形,调查时采用分段量测的方法,即每隔 1 m 测定一组值,同时在侵蚀沟弯曲比较大的地方增加测定点,侵蚀沟内土壤流失量采用下式估算:

$$E = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{2} [(D_i + D_{i+1})/2] \times [(W_i + W_{i+1})/2] \times L_i \right\} \times G$$

式中: E ——每次降雨的侵蚀沟内的土壤流失量(g); i ——侵蚀沟的分段数; L_i ——第 i 段侵蚀沟的长度(cm); D_i ——第 i 段侵蚀沟的深度(cm); D_{i+1} ——第 $i+1$ 段侵蚀沟的深度(cm); W_i ——第 i 段侵蚀沟的宽度(cm); W_{i+1} ——第 $i+1$ 段侵蚀沟的宽度(cm); G ——单位体积土体重量(g/cm^3)。

单位体积土壤重量采用土环刀取一定量的原状土,实验室烘干后称重,并根据环刀的体积计算而得。考虑到坡面上的表面由表层碎石、下层土石混合体和最下层的土壤三部分组成,因此在量测侵蚀沟道的深度时分层进行,同时土壤容重的取样和计算也分三层进行。

我们于 2004 年 10 月对坡面下部的沥青路面破坏情况进行调查,其中铺设生态垫和未铺设生态垫下的路面分别随机选取 30 个 25 cm × 25 cm 的样方,然后对样方中路面的破坏状况进行量测,受落石的大小及其不规则的形状的影响,其对路面的破坏程度也各不相同,从而在路面上形成的落石坑的形状也会不同,为了比较准确的确定路面的损坏程度,我们对每一个落石坑的深度从 4 个不同的方向进行量测,并

采用 4 个值的平均值作为落石坑的深度,然后采用广角数码相机对每个样方进行垂直拍照,然后在室内采用 Arc/Info 地理信息系统软件从数码相片上勾绘出路面被落石破坏的区域,并计算公路的表面受损率和破坏度。同期我们对铺设生态垫造林区(6 930 m^2)和未铺设生态垫造林区(6 270 m^2)的树木个体保存率、生长状况及树木的受损状况进行了调查。两种处理情况下公路破坏情况和树木生长参数间的差异采用 ANOVA 方法进行比较分析。

3 结果分析

3.1 坡面沟蚀分析

从延庆县 2003 ~ 2004 年生长季期间(5 ~ 10 月)的降雨量来看,2003 年的降雨量为 342 mm,2004 年的降雨量为 452.5 mm(图 1),与生长季的多年平均降雨量 389.6 mm 相比,2003 年降雨量较少,而 2004 年降雨量则偏多,因此研究的两个年份基本上表示了该区域的极端状况,从而也能从一定的程度上反映生态垫在防止坡面沟蚀的作用。根据 2003 年和 2004 年 10 月的调查结果及上述计算方法,2003 年秋季未铺设生态垫的坡面上明显的侵蚀沟为 2 条,侵蚀沟的密度为 0.0618 m/m^2 ,土壤侵蚀模数为 12 630 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,2004 年秋季未铺设生态垫的坡面上明显的侵蚀沟为 4 条,侵蚀沟的密度增至 0.1129 m/m^2 ,土壤侵蚀模数为 13 870 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,两年的年均侵蚀模数为 13 250 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ (表 1)。根据中华人民共和国水利部制定的水蚀强度分级标准,侵蚀模数为 5 000 ~ 8 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 时为强度侵蚀,侵蚀模数为 8 000 ~ 15 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 时为极强度侵蚀,可以在未铺设生态垫的坡面上年侵蚀模数达到剧烈程度 > 15 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,因此在该坡面上采用生态垫覆盖防止土壤沟蚀是十分必要的。

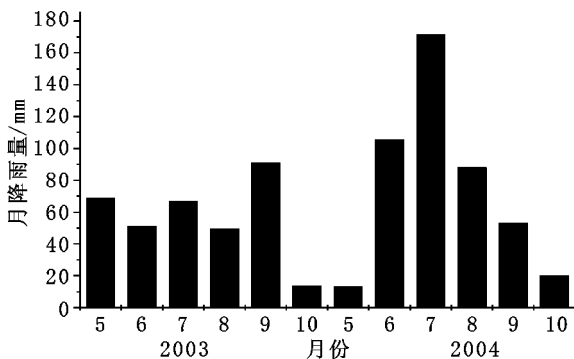


图 1 延庆县 2003 ~ 2004 年月降雨量变化

表 1 未铺设生态垫坡面土壤沟蚀调查结果

	2003 年	2004 年	增长率/ %
侵蚀沟数/ 条	2	4	100
侵蚀沟密度/ ($\text{m} \cdot \text{m}^{-2}$)	0.0618	0.1129	82.69
侵蚀模数/ ($\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	12630	13870	-

表 2 铺设生态垫对坡面下部沥青公路的破坏情况

调查项目	铺设生态垫	未铺设生态垫	显著性检验
表面受损率/ % *	70.87 ± 4.01	72.21 ± 3.67	NS
公路破坏度/ ($\text{cm}^{-3} \cdot \text{m}^{-2}$) **	12997.8 ± 721.4	21969.7 ± 1028.2	S

*该指数为路面破坏面积与路面总面积间的比值, **公路破坏度为单位公路面积上破坏坑的体积, NS 表示两者间差异不显著, S 表示在 0.05 水平上差异显著

3.2 路面破坏情况分析

根据对铺设和未铺设生态垫坡下部沥青公路表面受损

(下转第 123 页)

染,长久使用不会破坏土壤结构;防渗性能好,处理后径流系数能达到 0.5 以上,耐雨滴的打击和径流冲刷,使用寿命最少应在 3 年以上;在自然条件下不易和土壤分离;性能价格比较高。

2.3 生物防渗

与化学防渗相比,生物防渗处理有其无可比拟的优点和广阔的应用前景。在对集水区地表进行处理的生物材料,在合适的温度、湿度条件下可进行营养繁殖,繁殖好的营业碎片喷洒在集水面上,利用夏季的有利条件,1~2 年即可形成保护层。其集水效果虽不如化学材料,但具有极好的水土保持效果。

2.4 其他方法

除了上述几种防渗处理材料外,水泥和 107 胶混合起来喷洒在集水面上的方法,也具有较高的径流系数和较长的使用寿命。

3 保水剂的应用

保水剂是一种高吸水性树脂,这类物质含有大量结构特异的强吸水分子,在树脂内部可产生高渗透缔合作用,并通过其网孔结构吸水。它的最大吸水能力高达 13~14 kg/cm³,可吸收自身重量数百倍乃至上千倍的纯水,且这些被吸收的水分不能用一般的物理方法排出,具有很强的保水性。由于树木根系的吸水力大多为 17~18 kg/cm³,一般情参考文献:

[1] 国家林业局科学技术司. 黄河中上游干旱半干旱地区抗旱造林技术[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

(上接第 120 页)

状况的调查结果,两种坡面处理所对应的公路表面的受损率均达 70% 以上,造成这种状况的原因是在铺设生态垫之前路面就已经因坡面上的落石而受到一定的破坏,虽然铺设生态垫后破坏有所减轻,坡下部公路的表面受损率略微降低了 1.89%,但由于时间较短,所以表面受损率间的差异并不显著;同时从公路的破坏程度上来看,铺设生态垫坡面下方的公路破坏度平均为 12 997.8 cm³/m²,而未铺设生态垫的为 21 969.7 cm³/m²,显著下降了 40.84%,两者间的差异在 0.05 水平上显著(表 2),究其原因,一部分落石会重复落在公路上相同的部位,其对公路所造成的破坏不仅是公路破坏表面有所扩大,而且更重要的是增加了落石坑的深度,因此尽管公路表面的受损率间差异不显著,但破坏度间却存在着显著差异,可见,生态垫的铺设可以显著地降低下部公路的破坏程度。

3.3 树木保存、生长及受损情况分析

铺设生态垫和对照坡面上树木个体的保存率、生长状况和受损情况的调查结果表明,铺设生态垫的树木保存率为 95.32%,比未铺设生态垫的保存率提高 8.11 个百分点,保存下来的树木的树高间几乎没有差别,而地径间存在一定的差异,即铺设生态垫的树木地径高于未铺设生态垫的,但这种差异在统计学上并不显著。从保存树木的受损率的调查结果来看,铺设生态垫的树木的受损率仅为 2.15%,而未铺设生态垫的受损率则高达 74.69%(表 3)。上述结果表明,由于研究期较短,从树木生长的角度来看,生态垫的作用并未得到充分体现,但其在提高造林成活保存率及苗木生长状况已经发挥了一定的作用。

参考文献:

[1] 郭义飞,金涛,吴明.综合绿化山区公路劈山后裸露岩(石、土)面试验初报[J].华东森林经理,1999,13(2):40-43.
[2] 权东计,刘建军,王德祥.人工裸露地面的植被建设初步研究[J].水土保持通报,2003,23(6):47-49.
[3] 高甲荣,孙保平,王淑琴,等.可降解生态垫在河滩地造林中抑制杂草的效果[J].中国水土保持科学,2004,2(1):38-41.

况下不会出现根系水分的倒流,而林木根系却能直接吸收贮存在保水剂中的水分。

使用保水剂时,在植树穴内将与土壤充分拌合后再栽植苗木。当土壤中的保水剂遇到下渗水后,可以有效地蓄贮供苗木利用。但需注意的是,保水剂不是造水剂,所以应在雨季造林前整地时就使用。经一个雨季的充分吸水,可使当年秋季的造林成活率甚至第二年春季造林成活率提高 15%~20%,生长量提高 25% 左右。

4 蓄水保墒

无论是降水还是集流水,只有贮存在土壤中才能被树木有效利用。因此,土壤的蓄水保墒措施主要包括两个方面:一是改变土壤的大气蒸发条件,从而降低地表的潜在蒸发速度;二是改良土壤结构,增强土壤的自身持水能力。改变土壤蒸发条件最有效的方法是进行覆盖,可利用卵石、泥沙、秸秆、树叶、枯草、粪肥等进行覆盖,这在我国已有比较久远的应用历史。最新的方法还有地膜、草纤维膜、乳化沥青覆盖,土面增湿保墒等,都能有效地提高地温、减少蒸发、保持土壤水分。改变土壤结构的方法主要有整地松土、增施肥料与土壤改良剂等。其中,以施用有机肥为主,配合施用能胶结土壤颗粒,形成一定结构的各种土壤改良剂,通过改良土壤结构起到受墒、蓄墒、保墒三方面的作用。

4 结论和讨论

(1)生态垫作为一种防止坡面土壤侵蚀,促进受扰动坡面植被恢复的材料,其效果是十分显著的,特别是在原有植被破坏严重,土壤侵蚀剧烈,植被恢复又十分困难的交通沿线,由于交通沿线生态恢复的投资较大,从经济学的角度上考虑生态垫的应用还是可行的,随着中国西部大开发战略的逐步推进,一些基础设施建设如交通等已相继上马,生态垫作为一种绿色环保产品,在西部脆弱生态环境的恢复将有很大的推广价值。

表 3 不同处理坡面上树木个体的保存率、生长及受损情况

调查项目	铺设生态垫	未铺设生态垫
调查面积/ m ²	6930(165 ×42)	6270(165 ×38)
树木保存率/ %	95.32	87.21
树高/ m	0.37 ±0.0195	0.36 ±0.0228
地径/ cm	0.76 ±0.0411	0.69 ±0.0391
保存树木受损率/ %	2.15	74.69

(2)生态垫虽然具有很强的水土保持功能,但在使用的过程中应与其他水土保持措施紧密结合,从而最大限度的发挥生态垫的效益。

(3)生态垫除了可以用于坡面侵蚀控制和植被恢复的功能外,还可提高困难立地条件下造林的成活率、保存率、林木生长量并有效地抑制杂草生长^[3],因此在相似类型区也能得以广泛的推广应用。