

# 高性能植被保护垫对膨胀土边坡植被恢复影响实验研究

□ 许英姿 黄效 许松宜

**[摘要]** 本文以南宁膨胀土为研究对象, 研究HPTRM高性能植被保护垫的铺设对黑麦草种子发芽率、茎叶高度、植株含水率的影响。实验结果表明: 铺设高性能植被保护垫(HPTRM)后植物的茎叶高度较无网时要高; 覆盖HPTRM使土壤具有较好的持水能力, 植被的单株含水量、鲜重较无网条件高, 并使植被有相对较高的耐旱能力。

**[关键词]** 膨胀土边坡; HPTRM网; 植被种植; 生态护坡

**[文献标识号]** B      **[中图分类号]** TU443      **[文章编号]** 1672-7045 (2020) 6-079-03

## 1 引言

随着广西区内重大工程的推进, 工程建设中涉及特殊土的工程问题日渐增多。广西是我国膨胀土的主要分布地区之一<sup>[1]</sup>, 膨胀土因矿物成分而具有胀缩性, 主要包括蒙脱石、伊利石和高岭土。这3种矿物都具有吸水膨胀、失水收缩的特性, 其中又以蒙脱石最为显著。广西降雨量丰富, 由于膨胀土胀缩的特性, 夏季温度高的气候特点使膨胀土胀缩反复, 土体结构在干湿循环的作用下逐渐破碎强度降低, 坡面裂隙发育对膨胀土边坡稳定性降低<sup>[2, 3]</sup>。

近年来, 随着“生态优先、绿色发展”理念的推动, 植被恢复是广西公路建设中有效的边坡防护方法。植被护坡一方面能有效拦截雨水, 减少雨水对坡面的侵蚀, 减少自然条件下表层岩土的风化<sup>[4]</sup>, 植被的茎叶使土体昼夜温差减小, 使土坡表层的含水量趋于稳定<sup>[5]</sup>, 减少因不同坡面深度下水分不均匀蒸发而导致裂隙的可能。植物的根系在边坡上还能起到加筋固土的作用, 约束土体裂隙的开展, 确保坡面稳定。

针对膨胀土边坡失稳问题, 结合国家生态友好发展战略, 植草加固是工程中常用的方法, 将草根作为加筋材料加固膨胀土。目前, 已有的膨胀土植草加固边坡

机理研究成果主要集中在含根膨胀土强度提高方面, 但膨胀土边坡防护工程实践中发现植草在一段时间后坡面仍然会开裂, 自身的生态防护效应不足以维持膨胀土边坡的稳定, 且开挖边坡后进行种植到植被生长发育完全存在一段真空期, 容易发生顺着裂隙面的浅层破坏。采用植被与高性能植被保护垫(High Performance Turf Reinforcement Mats, HPTRM)相结合的柔性护坡系统可以解决这一问题<sup>[6]</sup>。HPTRM网是高性能土工材料, 具有较高的抗拉强度, 约束因膨胀引起裂隙的产生, 并且兼具一定的韧性, 允许膨胀土产生一定的膨胀变形, 减少因膨胀产生的膨胀力对护坡系统的破坏。HPTRM网与植被相结合, 植物发挥自身固坡效益的同时兼顾绿色美观, HPTRM网的存在弥补了植被在防护膨胀土边坡存在的缺陷<sup>[7]</sup>, 弥补开挖边坡后植被种植生长的这段真空期。采用以植被为主体的柔性护坡体系防护膨胀土边坡, 是膨胀土边坡防护的新趋势<sup>[8]</sup>, 目前对HPTRM网的研究主要是物理力学性质的研究, 但针对覆盖HPTRM网后对植被的生长的影响还较少, 对HPTRM植被恢复机理还鲜有研究。

本文研究高性能植被保护垫HPTRM对黑麦草生长发育的影响, 分析植被的形态学指标, 为在膨胀土边坡上进行植被恢复提供有益参考。

表1 土样基本物理力学性质

土样	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	干密度g/cm <sup>3</sup>	液限%	塑限%	塑性指标%	自由膨胀率%
耕植土	2.01	15.7	1.74	39.9	14.9	22.5	19.5
膨胀土	1.84	32.8	1.39	75.2	27	48.5	58

## 2 试验方案

### 2.1 试验土样

试验的土样取自于广西南宁市四十九中膨胀土。根据《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999),对土样进行室内基本物理力学试验的结果如表1所示。

### 2.2 植被选择

广西膨胀土养分试验结果与土壤养分分级标准表进行比较<sup>[9]</sup>,其耕植性能远低于一般根植土,养分贫瘠、土壤结构性差、PH值呈中性或弱碱性。本文选用适合广西本土生长环境,具有一定抗逆性的禾本科黑麦草进行试验。

### 2.3 高性能植被保护垫(HPTRM)影响试验

研究HPTRM对黑麦草植株生长的影响,设置3组对比试验,试验坡度均为15°,试验条件相同。第1组是纯耕植土,第2组为膨胀土上覆盖薄层耕植土,第3组在第2组相同条件下,膨胀土与覆土之间铺设HPTRM,待出芽后统计各组的种子发芽率。试验完成后,各组随机齐地割断30株黑麦草,测量黑麦草植株高度,取其平均值进行比较,并测量各组样品鲜重,计算黑麦草的含水量,观察余下黑麦草的生长情况。

## 3 试验结果与分析

(1) 发芽率影响。经处理,发芽率见表2。

表2 发芽率计算表

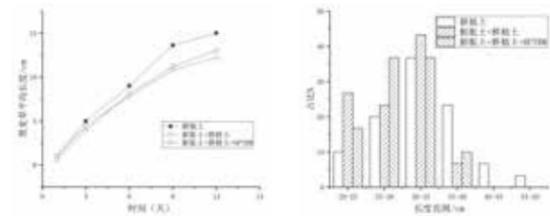
方案	1(根植土)	2(膨胀土+耕植土)	3(膨胀土+耕植土+HPTRM)
发芽率	86%	84%	73%

结合表2可知:虽然3类试样的条件不同,但在膨胀土上覆盖耕植土与纯耕植土条件下的发芽率基本一致,在84%~86%。第3种试样得出覆盖HPTRM网时发芽率为73%,较无网条件下减少近12%,表明在铺设HPTRM网时,黑麦草种子因为埋藏较深,呼吸减弱,发芽率将会有所降低。

(2) 植株生长影响。观察各试样出芽后12天内黑麦草的生长情况,每隔3天齐地测量出芽后的黑麦草长度,试验结果如图1(a)所示。

试验于出芽后第66天结束,随机抽取30株黑麦草并且齐地割断后进行测量,统计3类试样中黑麦草的长度

处于不同长度范围的占比,如图1(b)所示。



(a) 出芽12天黑麦草的平均长度 (b) 播种66天黑麦草的长度范围  
图1 黑麦草的生长

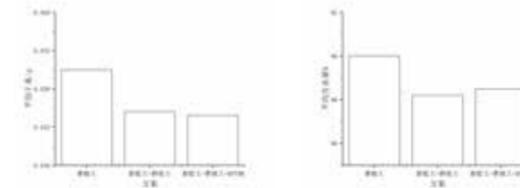
从图1(a)得出,在相同的生长条件下,观察纯耕植土试样黑麦草植株的生长高度,长势最好,在出芽后第12天超过含有膨胀土试样4cm~6cm,结果表明膨胀土的养分贫瘠,不适宜大多植被生长,这与广西膨胀土养分实验结果的结论一致。最初发芽的前3天,由于膨胀土无网试样的种子埋藏较浅,种子与空气有良好的接触,无网试样出芽较快。但是于出芽的第3至4天后,含有HPTRM网试样的黑麦草平均长度逐渐超过无网试样,在出芽后第12天黑麦草的平均长度超无网试样2cm。这表明HPTRM网改善土壤的通气性,对微生物和农作物生长有一定帮助,能够促进黑麦草初期的生长。

由图1(b)可知,纯耕植土的黑麦草平均生长高度最高,其中最高的植株高度可达40cm以上,膨胀土覆耕植土试样长度范围主要集中在30cm~35cm,占比44%;20cm~25cm次之,占比37%,最高植株可达35cm~40cm。膨胀土上覆耕植土并铺网的黑麦草生长更为均匀,长度大致相等,均在25cm~35cm范围内,占比72%。且最高植株达35cm~40cm范围的株数较无网试样多,说明HPTRM能够有效地给试样进行水的重分布,使黑麦草生长得更为均匀。

(3) 含水率影响。经烘干处理,3种不同条件下生长的黑麦草的植株干重(DW)和平均含水率如图2(a)和图2(b)所示。

从图2(a)发现,纯耕植土条件下的黑麦草的干重较其他两种试样要高0.05g左右,膨胀土经覆土后有无HPTRM网对黑麦草的平均干重影响较弱,HPTRM网的覆盖对植物生长进行的光合作用没有明显的阻碍,生产的无机物产量基本不变,黑麦草正常生长。

由图2(b)可知,3种不同条件下黑麦草的平均含



(a) 黑麦草的单株干重 (b) 黑麦草平均含水率  
图2 黑麦草的单株干重和平均含水率

水量基本相同,黑麦草的平均含水量均在88%~90%。结果表明在膨胀土上覆土与纯耕植土条件下,黑麦草持水能力相差无几。在此基础上铺设HPTRM使土壤具有更好的持水能力,比无网试样多1%的自由含水量,生长状况良好。

试验结束后停止浇水,3天后观察纯耕植土和无网条件的试样均出现不同程度的枯萎,但覆有HPTRM网的黑麦草仍正常生长,没有明显的衰败迹象,表明HPTRM对黑麦草的耐旱能力有显著提升。

## 4 结论

经覆土改造后膨胀土铺设HPTRM的黑麦草出芽后植被的生长速度较无网快。在供水条件不足下,铺设HPTRM使土壤具有较好的持水能力,植被的单株含水量和干重较无网条件高。铺设HPTRM网后黑麦草生长较为均衡,植株高度大致相同。HPTRM能够进行水的重分布,在边坡表面覆盖HPTRM使得植被的耐旱能力较无网时得到了提升。

## [参考文献]

- [1] Shi B, Jung H, Liu Z, et al. Engineering geological characteristics of expansive soils in China[J]. Engineering Geology, 2002(67):63-71.
- [2] 冷挺, 唐朝生, 徐丹, 等. 膨胀土工程地质特性研究进展[J]. 工程地质学报, 2018, 26(1):112-128.
- [3] 陈善雄. 膨胀土工程特性与处治技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [4] 张俊云, 周德培. 红层泥岩边坡生态防护机制研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006(2):250-256.
- [5] 沈庆双. 草本植物加固边坡的试验探究[D]. 北京: 中国地质大学, 2018.
- [6] 鲜少华, 许英姿, 姚海林, 等. 锚固加强植被系统约束膨胀土变形模型试验研究[J]. 岩土力学, 2017, 38(S1):158-166.
- [7] 范广. ARVS系统对膨胀土边坡防护效果现场试验研究[D]. 南宁: 广西大学, 2017.
- [8] 孔令伟, 陈正汉. 特殊土与边坡技术发展综述[J]. 土木工程学报, 2012, 45(5):141-161.
- [9] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

## [作者简介]

许英姿, 博士, 广西大学土木建筑工程学院教授, 研究方向为环境岩土工程、生态护坡、滑坡灾害防治。

黄效, 硕士, 广西大学土木建筑工程学院, 研究方向为边坡工程。

许松宜, 硕士, 中国建筑第八工程局有限公司, 研究方向为边坡工程。