

文章编号: 1000-6524(2001)04-0511-04

环境矿物 SAP、化学固沙浆材 综合治理荒漠初探

葛学贵¹, 黄少云², 马广伟¹, 陈亦凡¹, 靳化才¹, 杨密纯¹

(1. 中国地质大学 材料化学学院, 湖北 武汉 430074; 2. 武汉化工学院
湖北 武汉 430073)

摘要: 介绍了水玻璃-乙酸乙酯-植物栲胶化学固沙浆材及柱撑蒙脱石-缺铝型沸石的制备方法及其性能, 并将柱撑蒙脱石-缺铝型沸石 SAP、生根素等以一定的配比和方式复合在一起, 制备成具有保水、保肥、保墒等多项功能的“复合富水营养包”。实验室初步证明, 在无水、无肥、昼夜温差较大、不采取任何植保措施的情况下, 营养包可使树苗在沙土中度过3个月的成活期。根据两种固沙浆材的特性及营养包的功能, 提出一种新的治理沙漠的设想: 用化学固沙浆材在较大范围内固定流沙, 为树木生长创造一个相对稳定的环境, 然后用营养包保活单株树木, 当大量树木构成规模林带、林地后, 即可实现地下保水、地表固沙、地上成林三维结合的立体综合治荒目标。

关键词: 环境矿物; SAP; 固沙浆材; 综合治理; 荒漠

中图分类号: X53; P579

文献标识码: A

我国西北部地区正以每年2460 km²的惊人速度向沙漠化推进, 致使260多万 km²、约1/4的国土已经变成荒漠, 每年给国家造成500多亿元人民币的经济损失。要遏制日益猖獗的沙漠化势头, 最有效的途径是种草植树、保水固沙, 改变脆弱的生态环境。多年来, 国家尽管投入大量的人力、财力、物力营造林地, 但收效甚微, 树木成活率仅在30%左右, 有的地方甚至寸草不生, 原因在于恶劣的自然环境难以提供植被赖以生存的最基本要素: 水、土、肥。本文综合作者多项研究成果, 根据现代控制释放技术(CRT)^[1]提出宏观固结流沙, 微观保活单株树木, 地下保水、地表固沙、地上成林三维结合的立体治荒设想, 并在实验室做了一些最基本的试验, 获得了一些初步认识。

1 几种环境功能材料简介

1.1 水玻璃-乙酸乙酯微乳液固沙浆材

水玻璃作为价廉、无毒的固沙材料使用历史已近百年。所有的无机酸或酸性无机盐都可以作为水玻璃的固化剂, 但需要双液灌浆, 凝胶时间无法控制, 存在胶凝不均匀等缺点。有机固化剂可以避免上述问题, 但又具有毒性, 出现固结强度不高的新缺陷。乙酸乙酯在碱性介质中水解生成的乙酸与水玻璃发生中和反应可以形成 SiO₂ 凝胶, 因此它可以作为水玻璃的固化剂。但乙酸乙酯与水玻璃互不相溶, 作者经过大量实验确定了一种表面活性剂与多元醇复配的乳化剂, 解决了这一问题, 制备出一种较稳定的微乳状液固

收稿日期: 2001-05-08; 修订日期: 2001-09-29

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(49832005); 原地矿部非金属矿开发、应用基金项目(94-07)

作者简介: 葛学贵(1946-), 女, 汉族, 副研究员, 现主要从事非金属材料研究。

沙浆材。该浆材的主要特点是:浆液表面张力为 $30 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{M}^{-1}$, 流动渗透性好, 对沙石具浸润亲和性, 固沙胶凝体单轴抗压强度达 3.34 MPa。它还具有成本低、无毒、无刺激性、单液施灌(喷)操作方便、在催化剂作用下固沙体强度可调、固化时间可控制等优点^[2]。

1.2 植物栲胶高分子固沙浆材

该材料的制备方法是:选用单宁含量达 70% 以上的缩合型栲胶, 分别预制成 A、B 两液: A 液为 20% 栲胶溶液+ 交联剂+ 稳定剂; B 液为 36% 甲醛溶液(固化剂)+ 催化剂。使用时将 A、B 两溶液按一定比例均匀混合后即可施溉(或喷灌), 其胶凝时间和胶凝体强度可通过催化剂用量的多少人为控制。

该浆材的优点是:初始粘度低, 仅为 $4 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$, 渗透能力强, 胶凝突变拐点明显, 表面张力低于蒸馏水, 对沙的润湿胶凝性好, 在催化剂的作用下, 从数秒至 3 h 的设定时间内可形成强度不同的、稳定的、热固性高分子体型凝胶, 固沙体抗压强度为 1.0 MPa^[3]。

1.3 SAP 高吸水功能材料

SAP (super absorbent polymer) 是一种人工合成的带有许多亲水基团、具低交联度或者部分结晶性的新型高分子功能材料, 遇水可形成三维空间离子网络结构, 能吸收自身重量数倍乃至数千倍的水。在它的作用下, 水实际上改变了冰点以上的存在形式, 由液态变成固态, 因而在沙土中处于不渗透、不流动的状态, 从而具有极强的保水性、稳定性。除此它还具有重复吸液性、增粘性、膨胀性、选择吸附性、无毒性、缓释性、蓄热性等系列优异性能^[4,5]。市场上现有性能较好的 SAP 产品出售。

1.4 柱撑蒙脱石

柱撑蒙脱石是由柱化剂(或交联剂)在蒙脱石层间呈“柱”状支撑接触的新型层柱状催化剂。将信阳钙基膨润土经 Na 化改型, 再经柱化处理, 制备成具有不同粒径的颗粒状柱撑蒙脱石。定向粉晶 XRD 图谱显示, 其 $d_{(001)}$ 值由柱化前的 15.857 Å 上升至柱化后的 25.441 Å。BET 比表面法测定结果显示, 柱化后的蒙脱石比表面积增大, 孔半径缩小, 中、微孔表面积提高, 具有更好的粘结、吸附、分散、稳定、催化性能和更强的有机复合及形成胶体的能力^①。

1.5 缺铝型沸石

将信阳上天梯斜发沸石经一定工艺制备成缺铝型沸石^[6], 采用返回络合滴定法测定, Al_2O_3 从沸石中的浸出率达到 30% 左右。改型后的沸石吸附性有所提高, 对去离子水、 SO_2 、 NH_3 吸附量分别提高 15%、12%、14%。其他的如离子交换性能、热稳定性能等也有所提高。

1.6 生根素

由林业科学研究院专家研制出的“生根素”, 具有极强的使植物根须在贫瘠土壤中向深部发展并形成网络的能力, 可以大大增强植株的固着力和稳定性。生根素已商品化并得到广泛而有效的应用。

2 复合富水营养包的制备及意义

将上述几种原材料以合理的配比、科学的方式复合在一起, 制成“复合富水营养包”(以下简称营养包)。营养包初步的制备方法是: 首先将缺铝型沸石粉料与一定量的 KCl 、 K_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 等混合在一起, 容易挥发、逸散的 NH_3 、 N_2 分子将会被沸石部分吸附; 然后将柱撑蒙脱石粒料与生根素粉剂混合在一起(这两步可以远离植树地点预制); 最后, 在植树区域内, 将吸水饱和后的 SAP 凝胶溶液与上述两种混合料搅拌在一起, 用可降解薄膜呈微开放式包袱, 随同树苗一起放入挖好的树坑中。

该营养包虽然不是真正意义上的由多相组成的复合材料, 但它具有复合材料的特点, 即能集合并放大各组分的优点和独特功能, 产生综合效应。柱撑蒙脱石特有的极性、粘着性、胶体性可以改良沙土疏水性质和抗盐渍化; 缺铝型沸石多维、规整孔道可对 NH_3 、 N_2 、 H_2O 选择性吸附并缓慢释放, 达到保肥、供养目

① 葛学贵, 潘兆鲁, 肖文丁, 等. 柱撑蒙脱石的制备、表征. 国家教委博士点基金(编号: 1100039887) 项目研究报告, 11~24.

的; 生根素刺激植物根系发育, 可加强植株稳定性。这些与 SAP 无以类比的固水、保水、长期供水的作用等功能叠加在一起时, 营养包保水、保肥、保墒的能力即可呈几何效应增加, 能够针对性地遏制干旱地区恶劣环境对植株生长构成的种种威胁, 使幼苗在人为营造的适宜环境中度过初始成活期。

3 复合富水营养包的效果实验

为了检验营养包在干旱条件下保活植株的效果, 我们在实验室做了初步、简单的模拟对比试验。

在两个尺寸为 $56\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 48\text{ cm}$ 的木箱中, 分别装入约箱高 $1/2$ 的天然级配沙(粗、细、粉沙各 $1/3$)。在一个箱中放入充分吸水后的营养包(未加生根素), 然后植入一棵沙棘苗, 白天沙箱的温度控制在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 土, 夜间一般在 $10\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间(实验期内的自然温度), 3 个月内不浇水, 不施肥, 植株不仅仍然存活而且有新的枝叶生长出来。取出植株后发现, 根须较种植前增多、变长, 整株重量由种植前的 $1\ 230\text{ g}$ 增至 $1\ 750\text{ g}$ 。而未放营养包的对比木箱中同时种植的沙棘苗, 半月后叶片开始脱落, 3 个月后取出, 株杆发硬, 根须干脆, 整株重量由 $1\ 426\text{ g}$ 降至 860 g 。用类似方法还做了仙人掌、柳树苗、杨树苗等种植试验, 其结果都与沙棘苗相似。这一试验比较简单, 模拟的条件与沙漠地带实际情况也存在较大差异, 但基本上表明在沙土中营养包对幼苗的成活有一定作用。

4 综合治理荒漠工程设想

治理荒漠是个非常复杂的系统工程。本文借鉴前人的经验并利用上述固沙浆材及营养包等特征提出一种新的治荒设想, 即宏观固结流沙, 微观保活单株树木, 地下保水、地表固沙、地上成林三维结合的立体治沙设想。

所谓宏观固结流沙就是在较大范围内的流沙表面, 按照梅花状喷施水玻璃- 乙酸乙酯微乳液固沙浆材或者植物栲胶高分子固沙浆材, 使流沙在一定深度瞬间形成一层由大、小不等的沙胶凝球体构成的非连续薄壳, 这层薄壳不仅能抗拒狂风的裹挟、剥蚀, 起到固沙的作用, 而且能抑制地下水分的蒸发, 同时梅花状非连续沙壳能保持上、下空气的对流, 不影响在其上将要种植的植物生长过程中对氧气的需要。用化学浆材单纯性的固沙最终是难以治沙的, 植树造林育草才是治沙的根本。在地表流沙被初步固定、树木根部因覆盖沙土被风席卷而裸露枯死的情况得以避免后, 为树木提供长远的水分、养料是保证树木成活的关键。所谓微观单株保活就是让树苗在营养包所营造的水、肥、氧较为充分的适宜环境中度过幼苗成活期。一旦幼苗度过了 $3\sim 6$ 个月的成活期, 其抵抗能力、生命力就会大大增强, 加之 SAP 有重复吸附水分的功能, 即使它的网络结构中存在的水分被吸收释放完了, 如遇自然降雨(有条件也可人工补充水分), 它可将雨水再次吸入自身储存起来, 并继续为植株提供水源, 从而保证植株后续生长的需要。这样一个营养包就可能成功地保活一棵植株。较大范围的流沙得以固定, 无数单株成活构成大片林地, 两者相结合就会产生: 地下水分因为树木根系的作用被锁住, 沙土也被根须固结; 沙地可能因蒙脱石粘土及 SAP 富营养作用而得到一定的改良, 反过来较好的土质又支持树木的生长; 成林的树木可以减缓风力, 相应减弱沙石的搬运迁移, 抑制沙漠化的扩张, 从而达到综合治理荒漠的效果。

5 还需深入研究的问题

(1) 将水玻璃- 乙酸乙酯微乳液浆材和植物栲胶高分子浆材延用到沙漠地区浅表层流沙固结方面, 仅仅是作者的一种新的设想。而面对新的固结对象和环境, 还需对浆液在流沙中扩散、渗透的速度、固化反应的动力学过程、胶凝体抗御狂风剥蚀及昼夜温差引起的热膨胀系数变化应具有强度等问题进行深入的研究, 以便确定施灌方式、机械设备、浆液浓度、胶凝体厚度、树木成林后胶凝体降解技术等。

(2) SAP 强吸水功能是不争的事实, 但如何选择合适的方式, 达到控制它在理想时间内有效缓慢释放水分的目的, 还需要做深入研究。

(3) 本文提出的设想只是建立在局部、简单试验的基础上, 还需要展开一定面积的实地试验, 来得出更科学的结论。

参考文献:

- [1] 张效林, 薛伟明, 王康, 等. 高吸水树脂-醋酸纤维素膜包络体控制释放系统[J]. 化学工程, 1997, 25(4): 21.
- [2] 葛学贵, 肖文丁, 华平. 水玻璃-乙酸乙酯护壁堵漏新型化学灌浆材料[J]. 地质科技情报, 1994, 13(2): 101~103.
- [3] 肖文丁, 葛学贵. 植物栲胶作为护壁堵漏化学灌浆材料的初步研究[J]. 地质科技情报, 1993, 12(4): 102~104.
- [4] 贾桂芝. 高吸水性树脂的生产及应用[J]. 中氮肥, 1997, 4: 12~13.
- [5] 赵华, 范瑞生. 高吸水性聚合物的应用与发展[J]. 中国塑料, 1999, 13(4): 13~15.
- [6] 葛学贵, 左玉明, 李大好, 等. 上天梯斜发沸石综合利用研究——浸渍液净化剂及缺铝型沸石的制备[J]. 地质科技情报, 2000, 19(4): 70~74.

A Tentative Study of Applying Environmental Minerals, SAP and Chemical Sandy Fixation Slurry Material to Comprehensive Desert Control

GE Xue_gui¹, HUANG Shao_yun², MA Guang_wei¹, CHEN Yi_fan¹,
JIN Hua_cai¹ and YANG Mi_chun¹

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Wuhan Institute of Chemical Technology, Wuhan 430073, China)

Abstract: The preparation method and properties of water glass-acetic ether, plant tannin extract macromolecule chemical sand fixation slurry and pillared montmorillonite as well as aluminum-deficient zeolite are described in this paper. The pillared montmorillonite, aluminum-deficient zeolite, SAP, and radical elements were mixed together in a definite proportion and mode to prepare "complex water-rich nutrition package", which possesses the function of preserving water, fertilizer and soil moisture. Experiments have proved that nutrition package can let the seedling safely pass through a period of trimester survivorship in sandy soil under the conditions of remarkable differences in day and night temperature, no water, no fertilizer and no safeguard of vegetation. The paper puts forward a new idea on desert control on the basis of characteristics of two kinds of sand fixation slurry materials and functions of nutrition package. Chemical sand fixation slurry material is used to fix up quicksand in a relatively large area and create a relatively stable environment for tree growth. Then nutrition package is used for single tree growth when numerous plants form great forest straps and woodlands. In this way, underground preservation of water, surface sand fixation and forest growths can form a three-dimensional comprehensive capacity for desert control.

Key words: environment mineral; SAP; sand fixation slurry material; comprehensive desert control