
低浓度，高防护：EICP为荒漠生态修复打造“绿色护甲”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42671.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

低浓度，高防护：EICP为荒漠生态修复打造“绿色护甲”。荒漠化扩张是全球土地退化的核心难题，沙漠风沙活动持续威胁土地生态安全，固沙治沙是生态修复、推进双碳目标的重要基础。传统草方格与化学固沙材料消耗大、长效性差，还易引发二次污染。酶诱导碳酸钙沉淀（EICP）以大豆脲酶驱动生物矿化，原料可再生、施工低碳，契合生态修复的绿色转型方向，是风沙治理前沿技术。野外工程依靠EICP形成地表硬壳，固定松散风积沙，减少沙尘扩散，提升荒漠植被固碳潜力，间接支撑区域碳中和布局。本次试验采用中国乌兰布和沙漠风积沙，研究结论可直接服务西北干旱区生态修复工程。

新加坡南洋理工大学Xiang HE团队等在ENGINEERING Structure and Civil Engineering期刊发表题为Wind erosion behaviors of biocemented aeolian sand with artificial defects的研究论文。研究通过多组室内试验揭示了不同胶结液浓度与总投加量下，含人工缺陷EICP固化风积沙的贯入强度、微观矿化特征及风蚀破坏演化规律，明确了低浓度足量药剂是兼顾固沙效果与低碳生态治理需求的最优工艺方案。

现有EICP相关试验大多选用完好无破损试样开展性能检测，和野外真实工况存在明显脱节，成为绿色固沙技术规模化推广的隐性阻碍。现场施工中土体不均、胶结液喷洒不均、地形扰动都会让固化层产生沟槽裂隙等缺陷，大风环境下缺陷位置率先被掏蚀、开裂、剥落，大幅缩短固沙防护层使用周期。行业长期存在工艺优化盲区，同等药剂总用量下高浓度胶结液看似节约用水，却会造成碳酸钙局部快速析出，使胶结结构脆性大幅上升，高浓度离子还会抑制脲酶活性，导致固沙效果显著下降。这类工艺适配难题拖慢EICP技术低成本普及节奏，延缓干旱区生态固碳项目的落地速度。

研究团队通过人工预制沟槽模拟现场固化缺陷，完整搭建胶结液浓度总投加量微观矿化试验体系，形成兼顾节水、强度和抗裂性能的优化工艺。微型贯入试验、风洞试验及扫描电子显微镜（SEM）多维度测试证明，钙离子总量相同时0.5-1.5mol/L低浓度胶结液反应温和，碳酸钙均匀填充沙土孔隙，形成高韧性连续胶结骨架。胶结液总投加0.04mol的低浓度试样，即便带有缺陷也可抵御14m/s强风，高风速下质量损失率控制在5%以内。反观2.5-3.0mol/L高浓度方案，碳酸钙晶体细小，仅能实现颗粒点接触黏结，缺陷位置极易整体崩解，风蚀质量损失最高可达40%。低浓度体系生成5-15 μm堆叠式碳酸钙晶体，同时规避局部过早析晶与酶活性抑制两类问题，补齐带缺陷固化风积沙风蚀演化规律的研究空白。

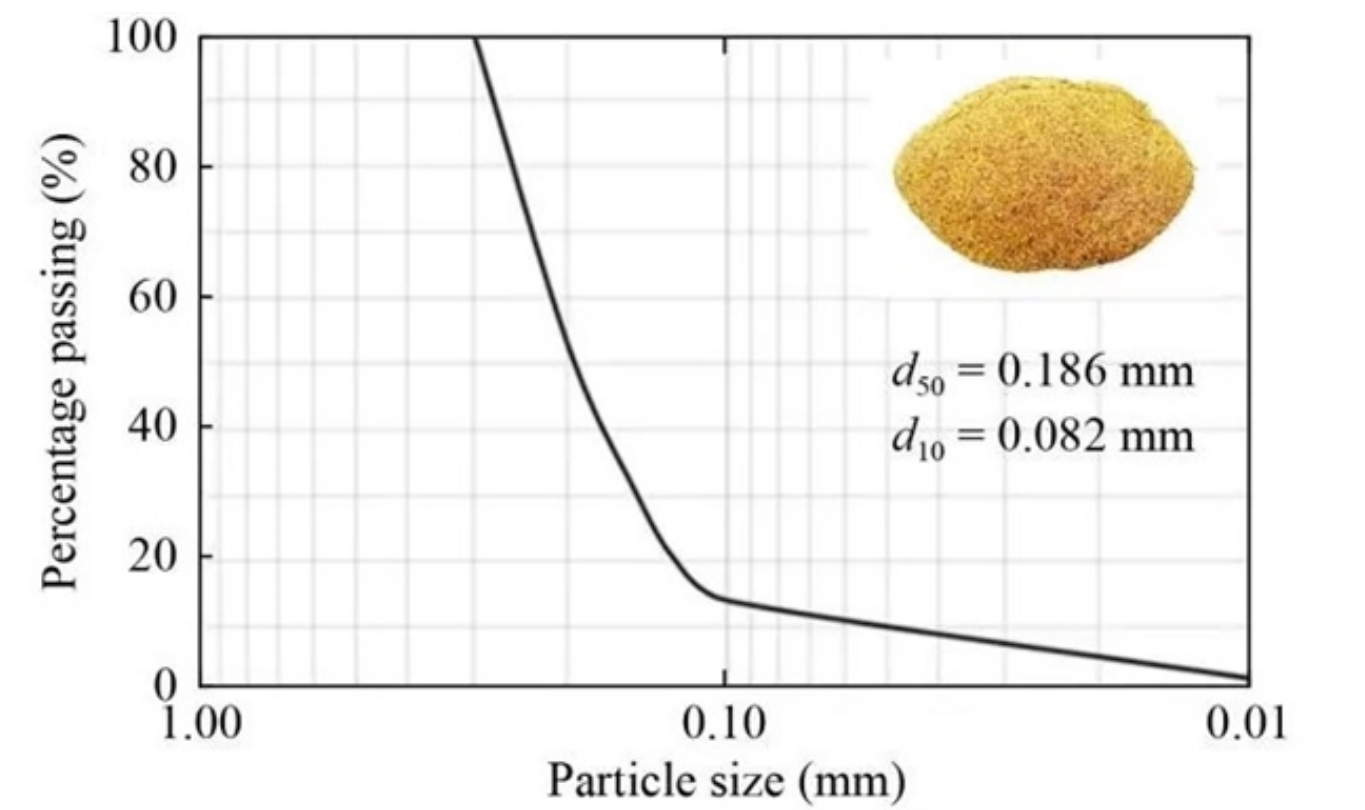


图1.风积沙的粒径分布。

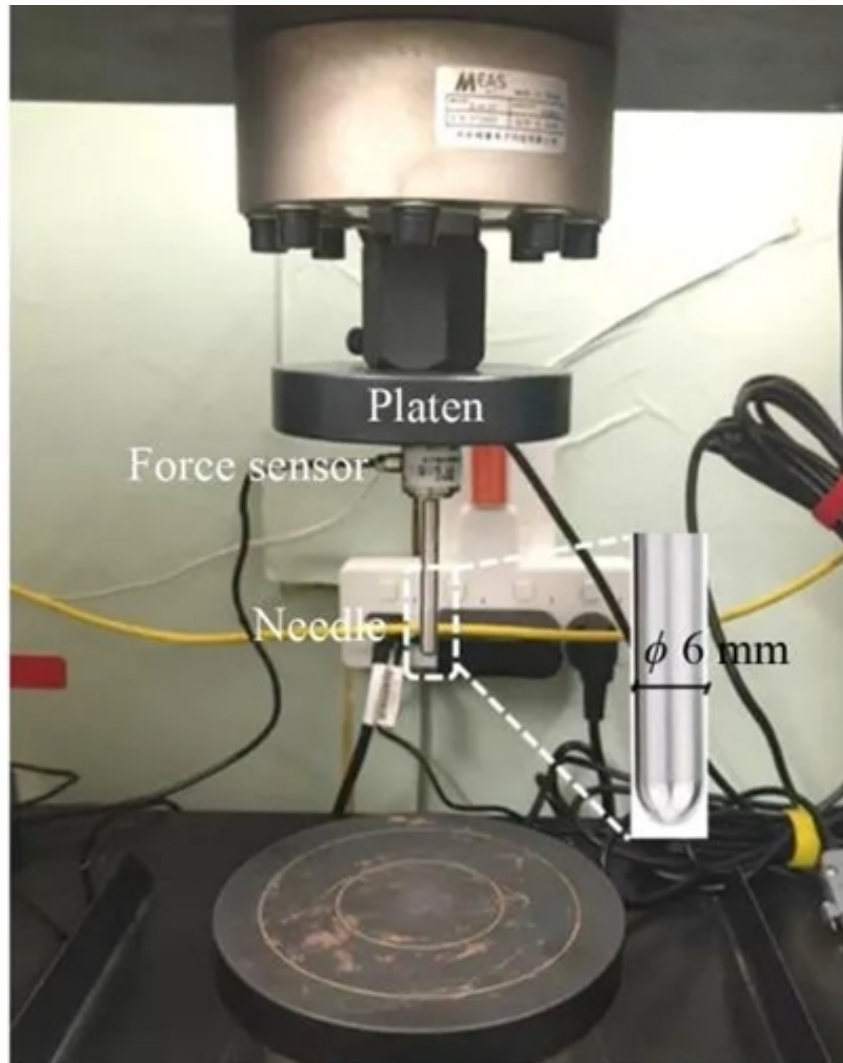


图2.微型贯入装置。

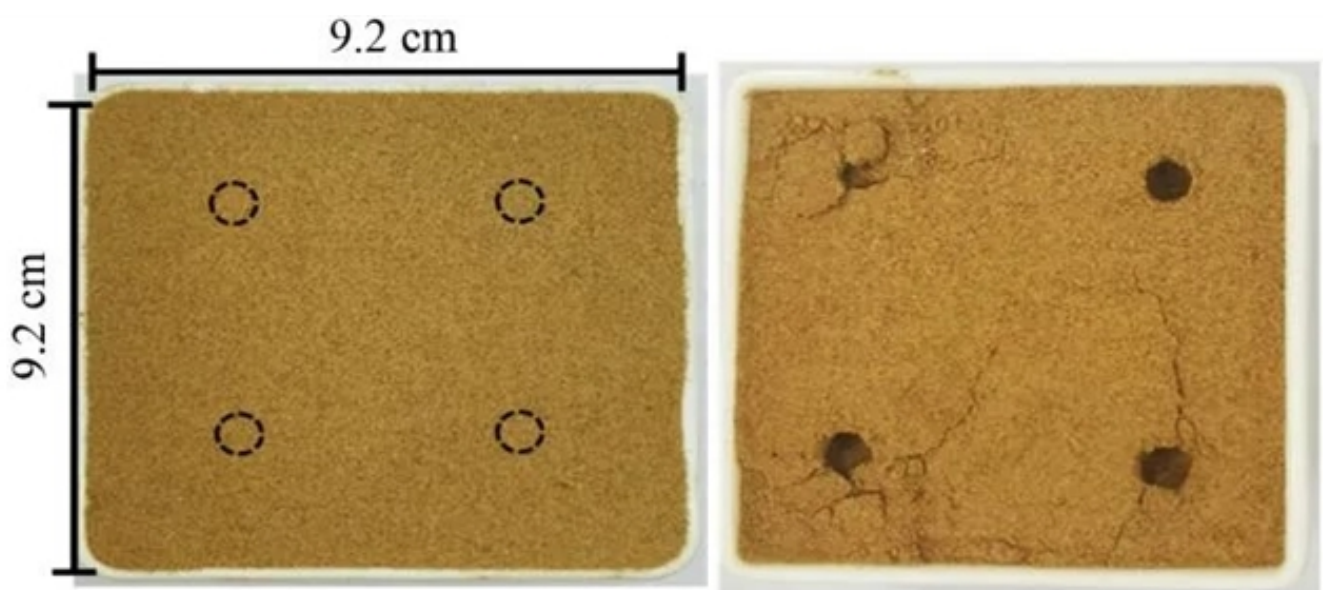


图3.贯入试验前后的典型试样照片。

本研究为干旱区长效、低成本生物固沙提供了标准化工艺参数，有助于推动风沙治理相关生态产业提质升级。生态战略层面，稳定持久的固沙硬壳能够减少沙尘释放，稳固荒漠土壤碳库，增强中国西北干旱区生态碳汇能力，为碳中和配套生态工程储备实用技术。产业应用层面，明确低浓度、足量胶结液的最优配比，平衡药剂投入与施工用水量，降低野外治沙综合成本，解决行业盲目选用高浓度胶结液造成资源浪费的痛点。同时完整揭示带缺陷固化沙层风蚀破坏的全过程机理，为荒漠边坡固沙工程的缺陷防控提供了设计依据，加速生物矿化固沙技术从实验室走向大面积工程实践，为北方风沙区生态修复产业提供轻量化、低碳化发展路径。（来源：Engineering Journals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fsce/EN/10.1007/s11709-026-1308-6>

作者：Xiang HE 来源：《工程·结构与土木工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发