研究揭示生物结皮对夯土长城遗址的保护作用及其关键机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25354.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！

近日，中国科学院水利部水土保持研究所研究员肖波团队在《科学进展》上以《生物结皮保护中国夯土长城遗址使其免遭侵蚀》为题发表论文，揭示了生物结皮发育对夯土长城遗址的保护作用及其关键机制。

长城是中华民族的文化象征，也是人类历史上最为重要的文化遗产之一。我国现存的长城遗址主要位于北方的干旱和半干旱地区，并大多由夯土建造而成。在严酷气候条件的影响下，夯土长城极易遭受风蚀、水蚀、盐害以及冻融侵蚀的威胁。生物结皮是全球干旱和半干旱生态系统普遍分布的活性地被物，其能通过自然发育覆盖裸露土壤、改善地表水土过程、重塑生态系统结构与功能。长城的干旱气候和稳定的夯土基质为生物结皮的广泛发育提供了天然生境，使其成为夯土长城表面的重要覆盖物。然而，生物结皮覆盖后对长城侵蚀破坏过程的影响及其机制尚不清楚。

针对夯土长城遗址上生物结皮“是有益还是有害、应该保留还是去除”等争论，该研究在明长城沿线开展了横跨600 km的大尺度野外调查采样，研究区包括宁夏、陕西、山西和内蒙古4省区的8段典型明长城遗址（图1）。在不破坏长城遗址原状的前提下，该研究通过原位测定和取样分析，明确了长城上生物结皮的发育特征，对比了藻、藓结皮与无结皮夯土的孔隙与持水特性、力学稳定性以及抗蚀性差异，首次系统阐明了生物结皮对长城的保护作用及其关键机制。

研究结果表明，生物结皮在夯土长城表面的覆盖度平均为67%，生物结皮发育对长城起到了多方面的保护作用。与无结皮夯土相比，生物结皮覆盖夯土的孔隙度、持水性、可蚀性K因子和含盐量降低了2%-48%，而抗压强度、穿透阻力、抗剪强度和团聚体稳定性提高了37%-321%（图2和图3）。同时，生物结皮对长城的保护作用受气候条件、结皮发育特征和建筑结构类型的综合影响。总体上，生物结皮对长城的保护作用可归结为6类主要途径，包括降低近地表吹蚀风速、缓冲夯土温度波动、削减雨滴击溅动能、降低径流冲刷速度、阻止雨水渗入墙体、提高夯土力学稳定性和抗蚀性（图4）。该研究提供了多方面证据，充分证实了生物结皮作为一种基于自然的解决方案，在保护中国夯土长城以及全球干旱区土遗址方面具有重要潜力与前景。

该团队围绕中国旱区生物结皮的属性、过程与功能开展了20余年研究。此次研究揭示了文物保护愿景下生物结皮的功能与潜力及其机制，是旱区生物结皮生境及其应用场景的重要拓展。

论文链接

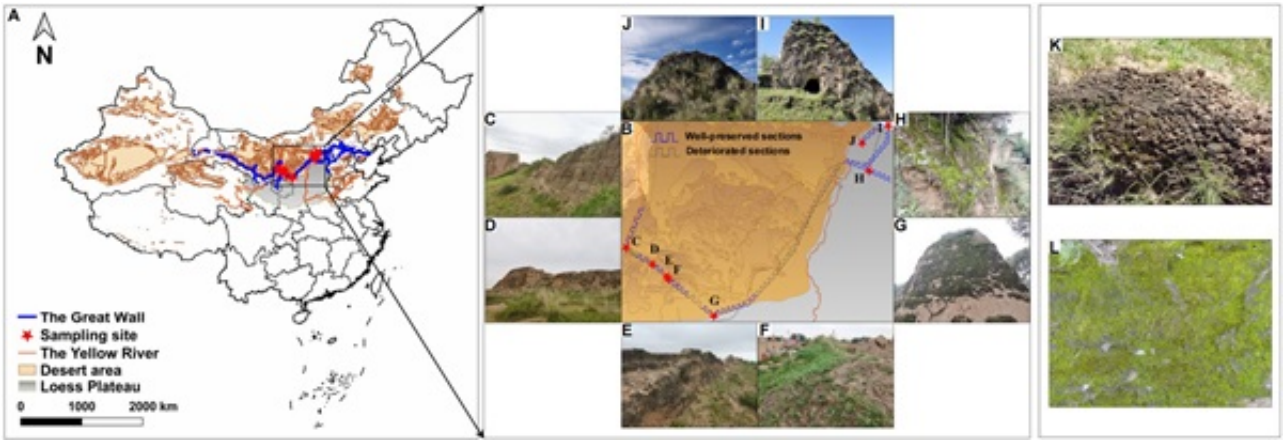


图1　明长城和采样点位置（A－J）以及长城表面发育的藻结皮（K）和藓结皮（L）

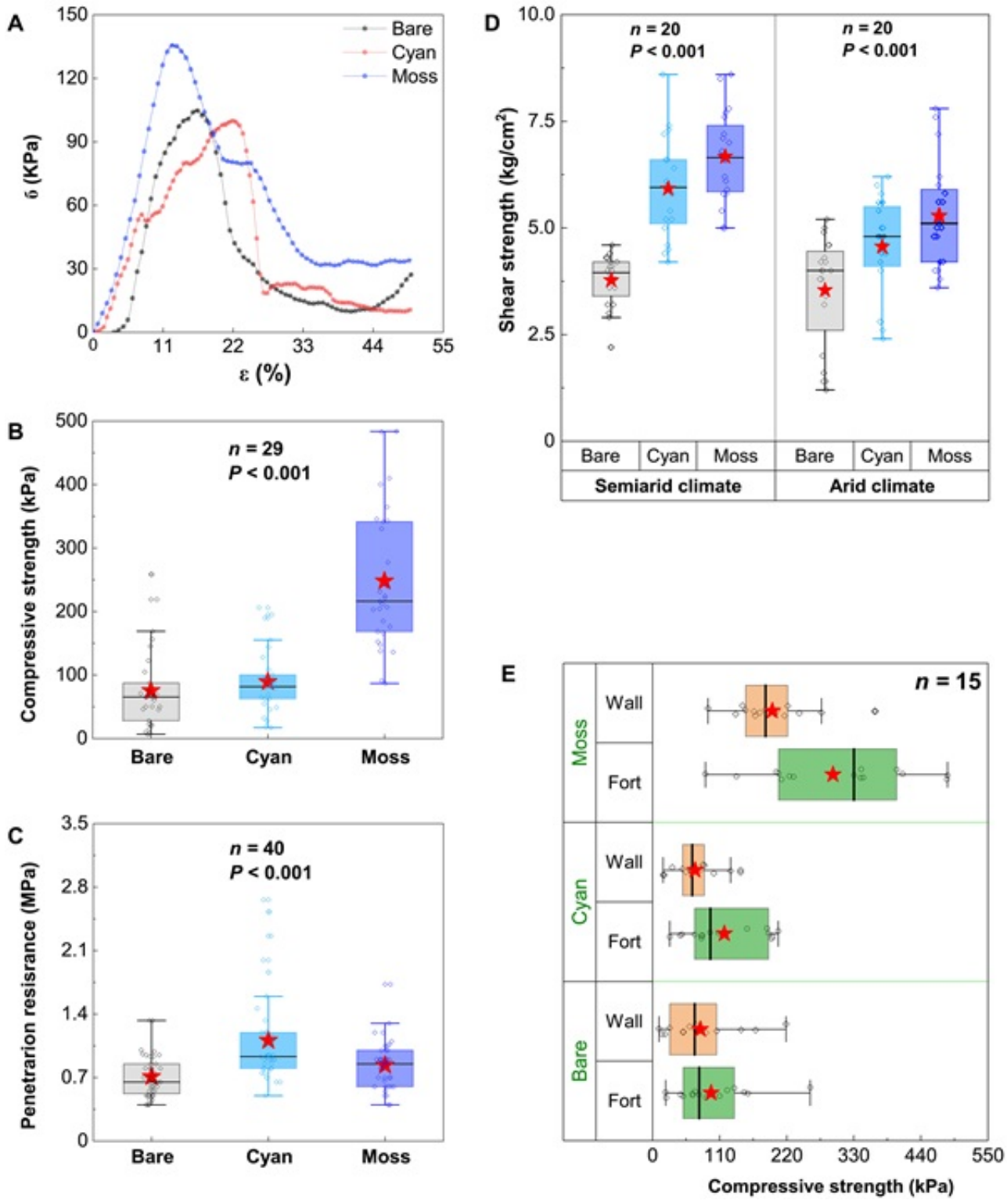


图2　长城生物结皮与无结皮夯土的抗压强度（A, B, E）、穿透阻力（C）和抗剪强度（D）差异

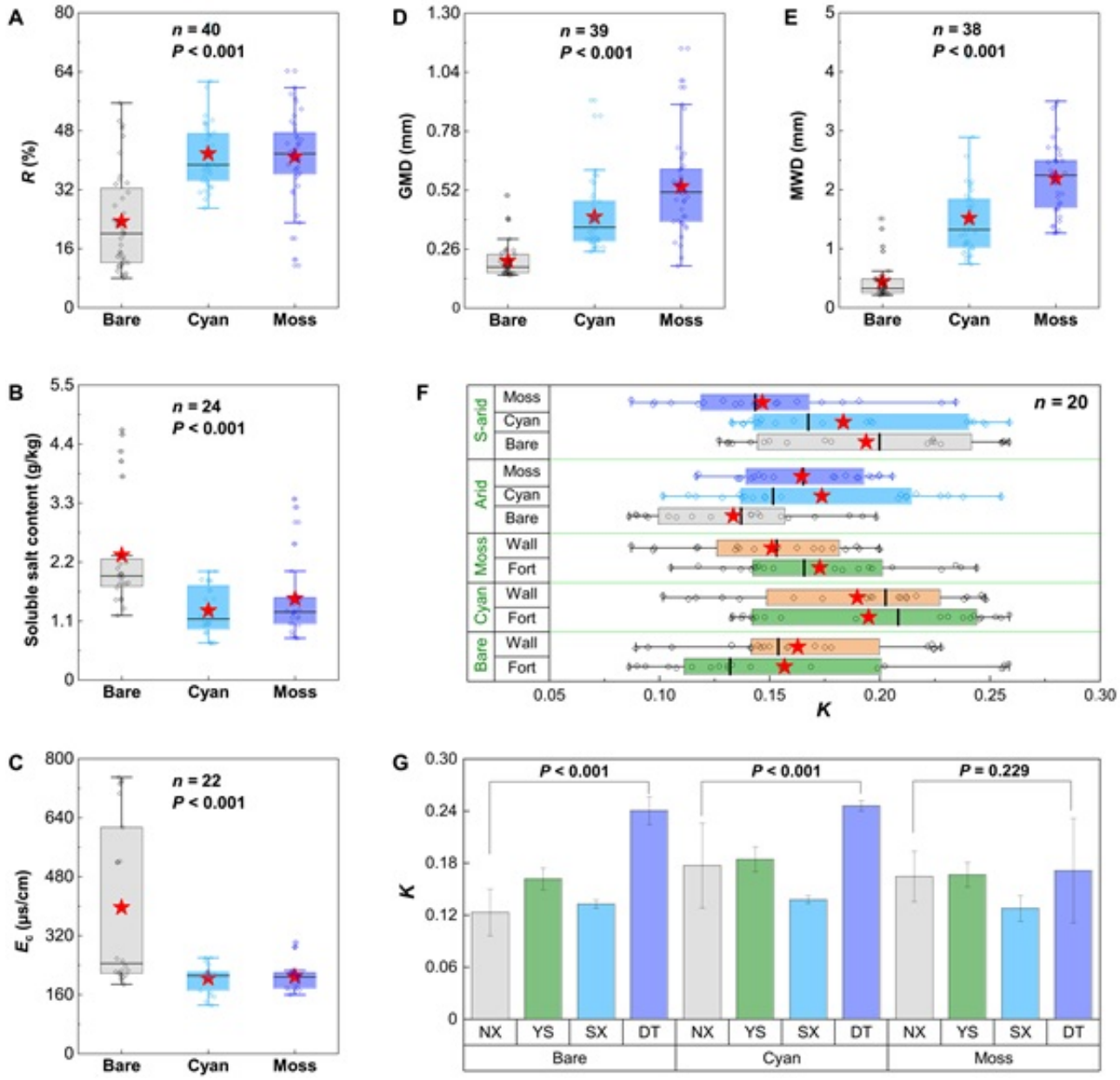


图3　长城生物结皮与无结皮夯土的团聚体稳定性（A, D, E）、可溶性盐含量（B）、电导率（C）以及可蚀性K因子（F – G）差异

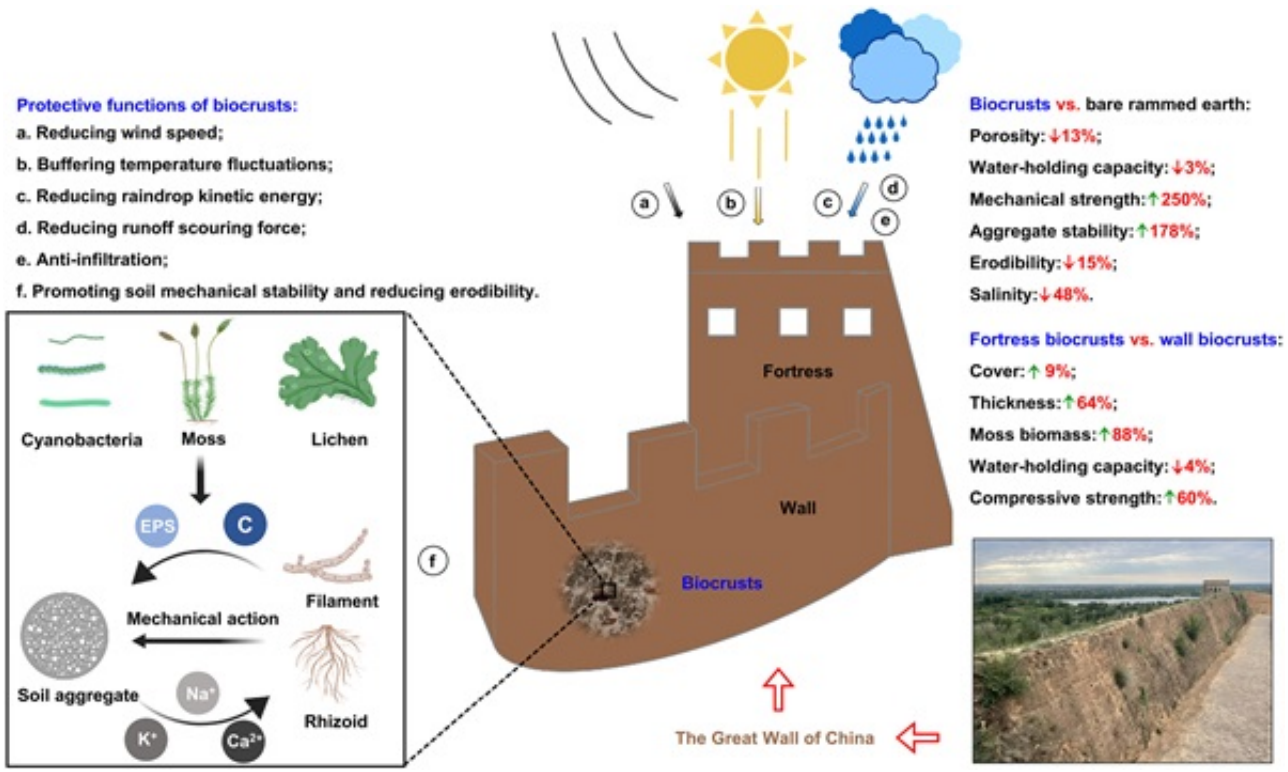


图4　生物结皮对夯土长城保护作用与机制的总体示意图

研究团队单位：水土保持研究所

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转发