# 团 体 标 准

# 《北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术规程》

# 编制说明

《北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术规程》

团标制定组

二零二六年十一月

# 目　次

一、工作简况 ..... 1
1、　任务来源 ..... 1
2、起草单位和主要起草人 ..... 1
3、主要工作过程 ..... 1
二、制定该标准的必要性 ..... 1
三、国内外退化草地修复与生物结皮防蚀固碳相关技术标准现状 ..... 2
四、标准编制原则和主要技术内容的确定依据 ..... 3
1、本标准编制遵循以下原则 ..... 3
2、编制依据 ..... 3
3、标准主要内容的说明 ..... 4
五、主要试验与验证分析 ..... 6
1、种源分离与培养扩繁试验 ..... 6
2、生物结皮形成定植实验 ..... 7
3、表层抗压性能试验 ..... 8
4、风蚀与水蚀防护效果验证 ..... 9
5、固碳效应相关资料分析 ..... 10
6、团聚体稳定性与抗溅蚀机制资料 ..... 10
7、盆栽出苗验证实验 ..... 11
8、技术经济分析和预期效益 ..... 11
六、标准涉及的相关知识产权说明 ..... 11
七、采用国际国内标准的程度与水平及与现行法律法规和强制性标准的关系 ..... 11
1、采用国际国内标准的程度与水平 ..... 11
2、与现行法律法规和强制性标准的关系 ..... 12
八、重大分歧意见的处理经过和依据 ..... 12
九、贯彻标准的要求和实施建议 ..... 12
十、其他应予说明的事项 ..... 13

## 一、工作简况

### 1、 任务来源

本文件为中国草学会归口的团体标准制定项目，由中国农业大学、北京林业大学、西北农林科技大学和山西农业大学共同申报。标准名称为《北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术规程》。

### 2、起草单位和主要起草人

起草单位：中国农业大学、北京林业大学、西北农林科技大学、山西农业大学。主要起草人：王祥、陈冲、商建英、石佳、闫雨欣、汪杰、李富翠、魏孝荣、赵祥、贾善刚、李伟、陈晓鹏。各单位共同承担资料收集、试验验证、标准文本起草、技术参数论证和意见处理工作。

### 3、主要工作过程

2025 年 1 月—2025 年 6 月　收集国内外干旱与半干旱地区退化草地修复、生物结皮培育、土壤侵蚀防控及土壤固碳相关文献和技术标准，梳理现有草地生态修复技术及相关标准要求。开展天然生物结皮种源采集、藻种筛选及培养技术研究，初步明确标准的适用范围、技术路线和主要内容，形成标准编制框架。

2025 年 7 月—2026 年 3 月　开展生物结皮藻种分离、纯化、鉴定及室内扩繁培养试验，优化藻液培养和生物结皮人工构建技术。通过室内接种培养，研究生物结皮形成过程及其对表层土壤结构稳定性的影响，开展结皮厚度、抗压强度及抗侵蚀性能测定，为生物结皮培育、接种及管理技术要求的制定提供试验依据。

2026 年 3 月—2026 年 7 月　结合风洞试验、模拟降雨试验及生物结皮固碳相关研究资料，分析生物结皮对土壤风蚀、水蚀及有机碳积累的影响，进一步完善生物结皮种源选择、扩繁培养、分级修复、后期养护及效果评价等技术内容。根据试验研究结果和相关标准要求，确定主要技术指标和参数，完成团体标准征求意见稿及《编制说明》的编写。

## 二、制定该标准的必要性

随着全球气候变化加剧和人类活动强度持续增加，我国北方干旱、半干旱地区天然草地退化问题日益突出，主要表现为植被盖度和生产力下降、地表裸露度增加、风蚀和水蚀加剧、生物多样性降低以及土壤碳汇功能衰退等，严重制约区域生态安全屏障建设和草牧业可持续发展。目前，我国已发布一系列退化草地修复、草地改良以及草地固碳相关标准，但针对“土壤侵蚀阻控-生物结皮恢复-土壤碳积累”协同调控的技术规范仍相对缺乏。特别是在干旱、半干旱生态脆弱区，利用人工干预促进生物结皮形成的技术尚缺少针对不同退化程度、气候条件和土壤侵蚀特征的分区分类指导，导致实际应用中存在措施选择不合理、技术参数不统一、恢复效果差异较大以及潜在生态风险难以有效控制等问题。

本标准在整合多区域长期科研成果、野外试验数据和生态修复实践经验的基础上，构建“退化诊断-分级施策-结皮培育-植被恢复-效果评价”的技术体系。依据草地退化程度，将

退化草地划分为轻度、中度和重度退化类型，并分别匹配自然恢复、生物结皮接种、轮牧调控、补播恢复等差异化措施。

生物结皮是由蓝藻、苔藓、地衣等隐花植物及相关微生物、菌丝和胞外分泌物与表层土壤颗粒黏结形成的复合地表层，具有稳定土壤表层、减少土壤颗粒迁移、改善水分和养分保持能力以及促进土壤碳氮积累等生态功能。本标准拟通过人工培育和接种本地适生生物结皮种源，加速退化草地生物结皮恢复，增强地表稳定性，降低风蚀和水蚀风险，并促进土壤有机碳积累。本标准的制定可进一步规范退化草地生物结皮培育、接种和后期管理技术，减少盲目投入和资源浪费，降低不当生态干预带来的二次退化及外来生物风险，为我国北方退化草地土壤侵蚀防控、生态系统碳汇提升、草地生态保护修复及草牧业可持续发展提供技术支撑。

**三、国内外退化草地修复与生物结皮防蚀固碳相关技术标准现状**

目前，国内外已建立涉及土地退化防治、生态系统修复、草地资源管理及土壤固碳评价的相关标准和技术指导体系，但针对干旱与半干旱地区退化草地生物结皮人工培育及其防蚀固碳协同作用的专项技术规范仍相对不足。

在国际标准方面， 国际标准化组织发布的 ISO 14055-1:2017《环境管理—建立防治土地退化和荒漠化良好实践的指南 第 1 部分：良好实践框架》，针对土地退化成因识别、土地管理措施选择及实施效果监测等提出了指导原则；ISO 14064-2:2019《温室气体 第 2 部分：项目层面温室气体减排或移除增强活动量化、监测和报告规范及指南》，为固碳项目的监测与评价提供了方法框架。此外，国际生态恢复学会（SER）于 2026 年发布的《生态恢复实践的国际原则与标准》第三版，强调以乡土生态系统为恢复基础，重视生态修复过程中的目标设定、适应性管理和效果评价。上述标准和指导文件为退化土地生态修复及碳汇功能评价提供了参考，但尚未对生物结皮种源扩繁、人工接种、结皮形成及其防蚀固碳技术参数提出直接对应的统一要求。

在国内标准方面， 我国已逐步建立涵盖退化草地诊断、生态修复、草地管理及固碳评价的技术标准体系。GB 19377—2003《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标》规定了天然草地退化程度的分级指标；GB/T 37067—2018《退化草地修复技术规范》对退化草地修复的基本原则和技术措施进行了规范；LY/T 3323—2022《草原生态修复技术规程》提出了退化草原生态修复的技术要求和不同退化程度草原的修复技术模式；NY/T 4295—2023《退化草地改良技术规范 高寒草地》对高寒退化草地改良技术进行了规定；GB/T 47128—2026《刈牧草地固碳技术规范》对刈牧草地固碳技术及其测算评价提出了要求。在地方标准方面，新疆维吾尔自治区发布的 DB65/T 4670—2023《草地土壤固碳核算技术规程》对天然草地和人工草地土壤固碳核算方法进行了规定；内蒙古自治区发布的 DB15/T 3761—2024《草地固碳潜力核算技术指南》对草地固碳潜力核算进行了规范。此外，黑龙江省 DB23/T 872—2024《天然草地改良技术规程》等标准对天然草地改良和恢复技术进行了规定。

总体而言，现有标准主要侧重退化草地植被恢复、放牧管理、草地改良及固碳核算，对利用生物结皮人工构建与恢复实现地表稳定性提升、土壤侵蚀防控和有机碳积累的技术要求尚缺乏系统规定。特别是在我国北方干旱与半干旱地区，不同退化程度草地的生物结皮种源选择、扩繁接种、后期养护及效果评价等环节仍需进一步规范。因此，本标准在衔接现有国内外相关标准和技术指导原则的基础上，结合生物结皮培育、抗侵蚀及固碳相关试验研究成果，提出适用于北方干旱与半干旱地区退化草地的生物结皮防蚀固碳技术要求，以进一步完善退化草地生态修复技术体系。

**四、标准编制原则和主要技术内容的确定依据**

**1、本标准编制遵循以下原则**

《北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术规程》的编制遵循科学性、适用性、协调性、可操作性和生态安全性原则，并按照标准化文件编制的相关要求，做到技术内容统一、协调、简化和优化。

本标准在充分调研国内外相关研究成果、现行标准和技术规范的基础上，结合多年野外定位观测、室内培养试验和退化草地生态修复实践，重点考虑我国北方不同气候区、不同退化程度草地的生态环境差异，合理确定生物结皮种源选择、扩繁培养、接种方式、放牧管理、植被恢复和后期养护等关键技术参数。

标准所提出的技术措施兼顾科学依据、生产实际和生态安全，力求具有较强的可操作性、区域适用性和可推广性，为北方天然退化草地地表稳定性恢复、土壤侵蚀防控和土壤固碳能力提升提供技术指导。

**2、编制依据**

本标准主要参考和衔接以下标准：

GB 6141　豆科草种子质量分级

GB 6142　禾本科草种子质量分级

GB 13735－2017　聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜

GB 19377－2003　天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标

GB/T 21439－2008　草原健康状况评价

GB/T 37067－2018　退化草地修复技术规范

LY/T 3323－2022　草原生态修复技术规程

NY/T 1176　休牧和禁牧技术规程

NY/T 1237 草原围栏建设技术规程

NY/T 1343 草原划区轮牧技术规程

NY/T 4295－2023　退化草地改良技术规范 高寒草地

DB15/T 3761－2024 草地固碳潜力核算技术指南

DB23/T 872－2024　天然草地改良技术规程

DB65/T 4670－2023 草地土壤固碳核算技术规程

DB1507/T 97－2023 退化草甸草原植被恢复技术规范

**3、标准主要内容的说明**

**（1）退化草地诊断**

开展草地植被、地表特征和土壤性质调查。植被调查指标宜包括植物群落总盖度、优势种组成、草层高度、地上生物量等；地表调查指标宜包括裸地比例、侵蚀斑块比例及侵蚀沟密度等；土壤指标宜包括0 cm～20 cm土层容重、有机质或有机碳、全氮等。

草地退化程度的划分按照GB 19377—2003有关退化草地分级指标执行，并结合区域植被类型、地表裸露程度和土壤侵蚀状况进行综合判定。根据综合诊断结果，将草地划分为轻度、中度和重度退化等级，作为后续防蚀固碳措施选择的依据。

**（2）退化草地防蚀要求**

根据草地退化程度、地表裸露状况、土壤侵蚀强度、土壤有机碳水平以及区域水热条件，合理确定生物结皮恢复及配套草地管理措施。

以促进本地适生生物结皮恢复为核心，通过人工扩繁、接种和水分调控等措施缩短生物结皮自然形成周期，增强地表土壤颗粒黏结和抗蚀能力，减少风蚀、水蚀造成的土壤及有机碳损失，并通过结皮生物碳输入以及对土壤微环境的改善促进土壤有机碳积累。

**（3）结皮扩繁**

**蓝藻种源分离与鉴定：**蓝藻种源宜从当地或相近生态区自然发育良好的生物结皮中分离获得。采用 BG-11 培养基，25℃光照培养 7 天~14 天。培养基组分为（单位：g/L）：硝酸钠 1.5；磷酸氢二钾 0.04；七水硫酸镁 0.075；二水氯化钙 0.036；柠檬酸 0.006；柠檬酸铁铵 0.006；EDTA 二钠 0.001；碳酸钠 0.02；琼脂（视需要添加）10.0；pH 7.1），称取以上组分，用 1 L 去离子水溶解，加入 1 mL 1000x 微量元素溶液。调节 pH 至 7.5。121 摄氏度灭菌 15 min。灭菌后 pH 约为 7.1，室温下储存。

**蓝藻扩繁培养：**筛选获得的优势蓝藻接种于灭菌后的 BG-11 液体培养基，在 25 ℃、适宜光照条件下培养 7 d～14 d；需要规模化培养时，可采用管道式或其他适宜类型的光生物反应器进行扩繁。

**苔藓扩繁：**选择当地自然分布、抗旱性强且适宜形成生物结皮的优势苔藓作为种源。将健康苔藓体清理、适度破碎后进行人工扩繁。培养期间空气相对湿度宜保持在 70%以上，光照强度宜控制在 2000 lx～4000 lx，并根据苔藓生长状况调节供水频率，避免长期积水。

**复合结皮接种材料制备：**将扩繁获得的蓝藻与苔藓材料按一定比例配制复合接种材料。蓝藻生物量（以干重计）与苔藓碎片质量比宜为 1∶3～1∶5，可加入质量分数 1%～2%的海藻酸钠作为辅助黏结材料，以提高接种材料与表层土壤的附着性。

具体配比宜根据不同地区土壤质地、降水条件和优势结皮类型通过预试验确定。

**（4）轻度退化草地**

气候条件：年降水量150mm～500 mm，年均温-5℃~15℃区域优先。

轻度退化草地宜以自然恢复和减少人为干扰为主，在必要情况下辅助人工接种蓝藻或蓝藻—苔藓复合结皮种源。选择雨季前1周~2周（土壤体积含水量> 10%时最佳）接种扩繁产生的生物结皮种源。在轻度退化区，采用喷洒法（适用于轻度退化区），菌剂浓度为蓝藻液（$OD_{680}$ = 0.8）混合苔藓碎片（50 g $m^{-2}$），压力式喷雾器均匀喷洒，覆盖度≥80%。

围栏：在春季植物返青期或夏末秋初，通过设置围栏或其他方式管理家畜进入，以当地植物物候期确定开始和结束休牧的时间，具体按照 NY/T 1176 的规定执行，围栏建设按照NY/T 1237执行

**（5）中度退化草地**

中度退化草地宜采取“放牧调控+人工接种复合生物结皮”的恢复措施，以苔藓和蓝藻复合种源促进裸地快速形成稳定结皮。在中度退化区，采用覆盖促进法：将菌剂与表层 2 cm 土壤混合后覆盖无纺布（透光率 50%），蓝藻液（$OD_{680}$ = 0.8）混合苔藓碎片（50 g $m^{-2}$），待生物结皮覆盖度达 60%~80%后撤除。

放牧管控：生物结皮形成初期应严格控制踩踏和放牧干扰。生物结皮厚度 ＜3 mm 时禁止放牧，3 mm ~ 5 mm 时可控制性轮牧（载畜量≤正常草场 30%）。

轮牧：根据天然草产量确定载畜量，规划放牧时间、轮牧周期、草场利用方式等，用围栏将放牧草地划为若干分区进行轮替放牧，亦可分季节轮流放牧。具体按照 NY/T1343 的规定执行。

**（6）重度退化草地**

重度退化草地宜采用“生物结皮恢复+乡土草种补播+封育管理”的综合修复方式。对于地表极不稳定、风蚀或水蚀严重的区域，宜首先采取适当的地表稳定措施并进行生物结皮接种，在结皮形成一定稳定结构后实施植被恢复。

原则上可在生物结皮接种约 6 个月、结皮基本形成并具有一定抗扰动能力后，在生物结皮间隙进行点播或低扰动补播。应优先选择耐旱、耐贫瘠且适应当地生态条件的乡土草种，如当地适生冰草、针茅等物种。点播初始密度可控制在≤5 株/$m^2$，并根据当地植被类型和目标群落结构优化调整。

补播宜在雨季来临前实施，可根据土壤条件采用免耕补播或低扰动松土补播，具体技术参照 GB/T 37067—2018 执行。豆科草种质量应符合 GB 6141 有关规定，禾本科草种质量应符合 GB 6142 有关规定。

补播过程中应尽可能减少对已经形成的生物结皮的机械破坏，优先采用点状、条带状或其他低扰动补播方式，避免大面积翻耕。

**（7）管理利用**

水分管理：生物结皮接种后的早期阶段应保持表层土壤湿润。接种后7天～14 天内，可每日进行适量喷雾或微喷，单次喷雾时间可根据设备流量控制在5 min～10 min，并以等

效供水量约2 mm为参考。

营养补充：在土壤养分明显限制结皮生长且经试验验证有效的情况下，可适量补充磷、铁等营养元素。可采用低浓度 $KH_2PO_4$和 Fe-EDTA 溶液进行叶面或地表喷施。参考试验条件下，喷洒 0.1%的 $KH_2PO_4$溶液（促进蓝藻固氮）和 0.02%～0.05%的 Fe-EDTA（促进叶绿素合成），每月 1 次~2 次。

补接与维护：接种后应定期监测生物结皮覆盖度、厚度、稳定性及植被恢复状况。若接种 5 个月～7 个月后生物结皮覆盖度仍低于 20%，应分析限制因子，并根据水分、种源活性和土壤条件决定是否进行补接。

确需补接时，可重新施用适量结皮接种材料。黄腐酸、壳聚糖等辅助材料仅宜在前期试验能够证明其具有明确促进作用且不存在明显生态风险的条件下使用，不宜将未经充分验证的添加剂作为普遍性强制措施。

干旱期应重点通过优化接种时期、微地形集水、覆盖保墒和适度补水等措施提高结皮存活率。发现结皮明显失水、褪色或活性下降时，应首先判断干旱程度及结皮类型，再采取针对性保水措施

**五、主要试验与验证分析**

**1、种源分离与培养扩繁试验**

生物结皮中蓝藻分离自陕西神木侵蚀与环境国家野外科学观测研究站采集的自然发育生物结皮。准确称取 10 g 生物结皮样品，放入有 90 mL 无菌水并放有小玻璃珠的 250 mL 三角瓶中，置于摇床于在温度 25°C，转速为 150 r/min 恒温振荡培养箱中振荡摇匀 20 min。静置 1 min 后，取 1 mL 样品悬液加入到含有 9 mL 无菌水的灭菌离心管中，依次进行梯度稀释，稀释度为 $10^{-1}$、$10^{-2}$、$10^{-3}$、$10^{-4}$、$10^{-5}$、$10^{-6}$。将稀释度 $10^{-4}$、$10^{-5}$、$10^{-6}$ 的菌悬液各取 0.1 mL 涂布到 BG11 固体培养基的平板上，每个稀释度涂布三个平板。将涂布的平板倒置于 25℃的恒温培养箱中进行光照培养。培养 5 天~ 7 天后，根据平板上生长的藻类形态，用灭菌的解剖针对不同的藻种进行分离和筛选，并在新鲜的固体培养基上进行划线纯化。连续经历数次的分离和纯化后获得纯化的蓝藻种。通过在光学显微镜 100 倍油镜下观察（图 1），并使用 DNA 抽提试剂盒提取藻种的 DNA 进行扩增及测序。将测序得到的基因序列在 NCBI 数据库上进行 blast 比对（https://www.ncbi.nlm.nih.gov），并且利用邻接法构建系统发育树，迭代次数 1000 次，鉴定藻种种类。后将筛选藻类接种至灭菌后的 BG11 液体培养基中，在 25°C 下通过管道式光生物反应器进行大量扩繁培育。培养 7 天 ～14 天后，将培养液通过 0.8 μm 的灭菌滤膜进行抽滤，并将滤膜上的藻洗脱至无菌水中，浓缩成为藻液。

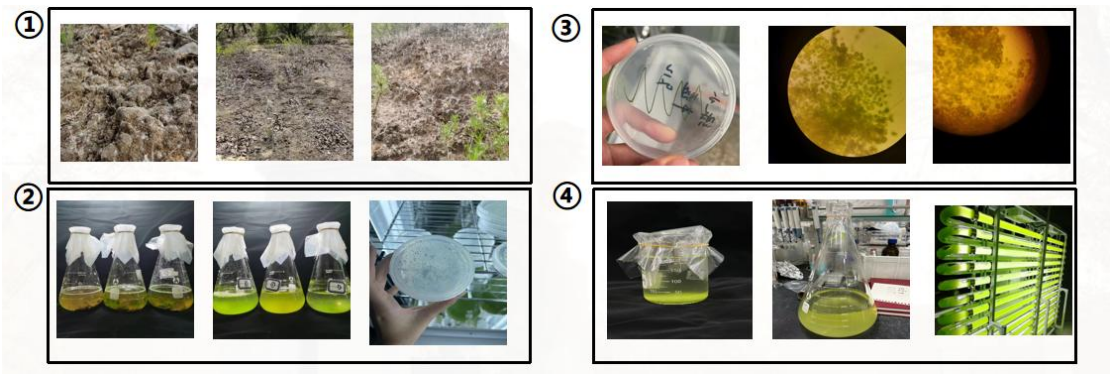



图 1 自然发育生物结皮的实验室扩繁方法

**2、生物结皮形成定植实验**

大量自动化扩繁，并与促进土壤团聚的物质混合、明确木质素磺酸钙与藻液混合效果较好，可快速定殖土壤表层，40 天覆盖率>70 - 80%（图 2）。

结皮形成后，生物结皮厚度提高~170%，表明人工结皮藻液显著促进结皮发育。同时，生物结皮层穿透阻力提高至约 0.83 MPa（~160%），同时结皮下层土壤强度同步增加，表明其具有明显的表层固结与结构强化作用（图 3）。

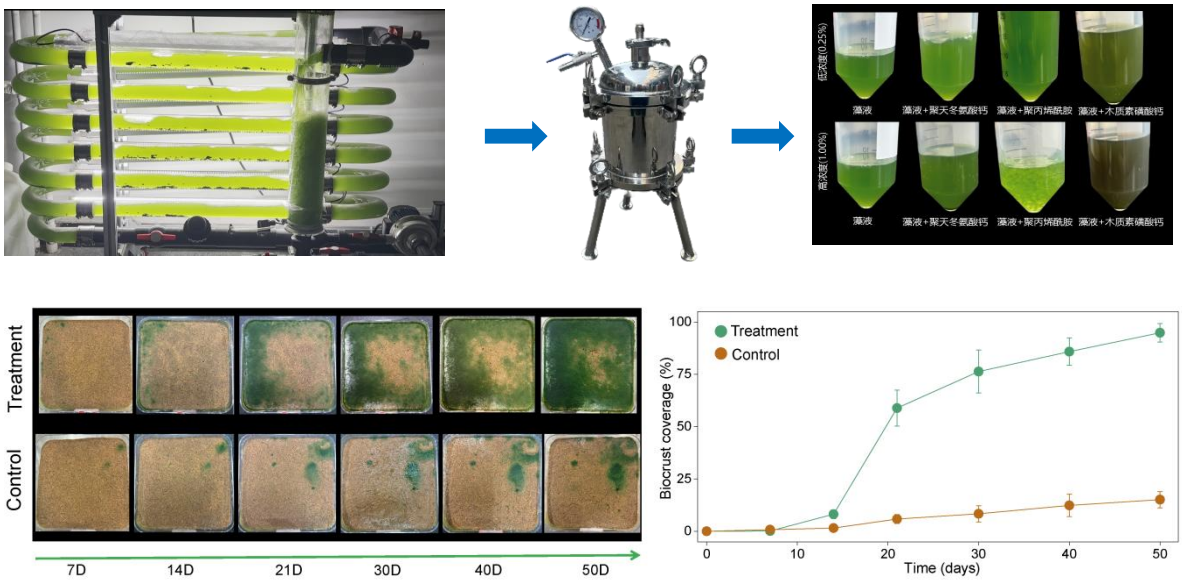



图 2 生物结皮的实验室扩繁效果及覆盖率

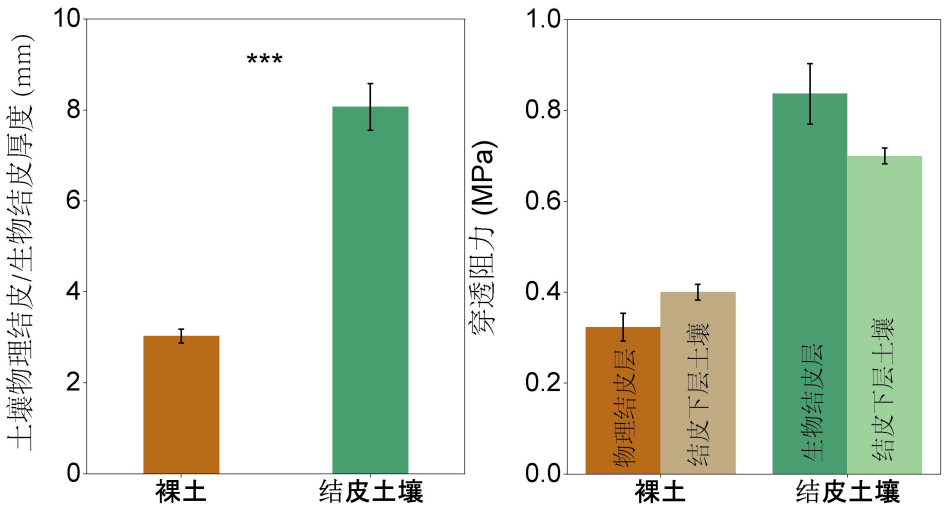



图 3 生物结皮厚度及其穿透阻力

通过结皮土壤和裸土中土壤有机碳、微生物残体碳、胞外多糖等指标，结果发现生物结皮显著促进表层碳富集，结皮土壤有机碳明显高于裸地（图 4）。同时，微生物相关碳库和胞外多糖显著增加（图 4），表明藻液诱导的生物结皮具有较强微生物固碳与土粒胶结潜力。

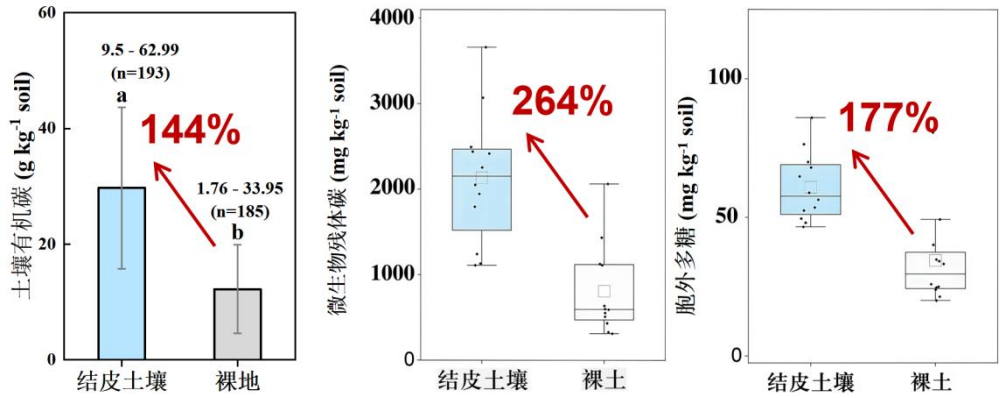



图 4 有无结皮土壤的有机碳、微生物残体碳及胞外多糖含量

**3、表层抗压性能试验**

抗压强度能够反应生物结皮表层抵抗外力扰动的部分能力，侧面反映抗击风蚀和雨滴溅蚀的能力。在土壤表面接种并培养约 1 个月后，原稿对比了处理组与未接种组的结皮层厚度和抗压强度。图 5 显示，接种处理的结皮层厚度及表层抗压强度均高于对照，图中标注差异达到 $P<0.05$，提示人工促进结皮形成有助于改善表层固结程度。

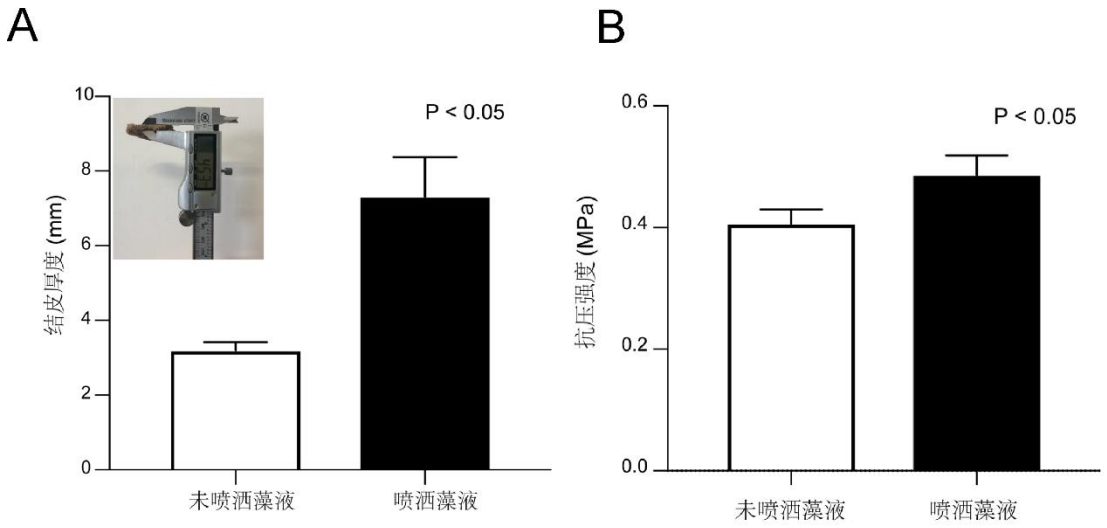



图 5 有无结皮土壤的结皮层厚土(A)和抗压强度(B)

**4、风蚀与水蚀防护效果验证**

土壤表面形成生物结皮后，在风洞中测定生物结皮的抗风蚀性能。在不同风速（5 m $s^{-1}$、10 m $s^{-1}$、15 m $s^{-1}$）下，生物结皮均损失较少土壤（图 6A）。测定抗水蚀性能，生物结皮可减轻水蚀（图 6B）。

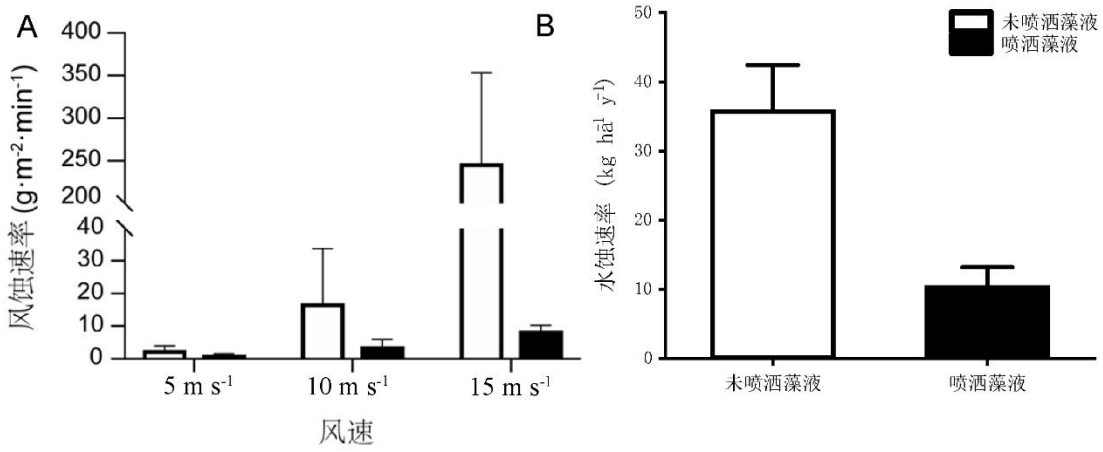



图 6 有无结皮土壤在不同风蚀速率下的土壤损失量

在模拟降雨情境测定土壤抗侵蚀性能，土壤采用宁夏采集的沙土，在产生生物结皮后，在 13°坡面和 80 mm/h 短时强降雨情景下开展模拟降雨实验，生物结皮组侵蚀量显著降低。

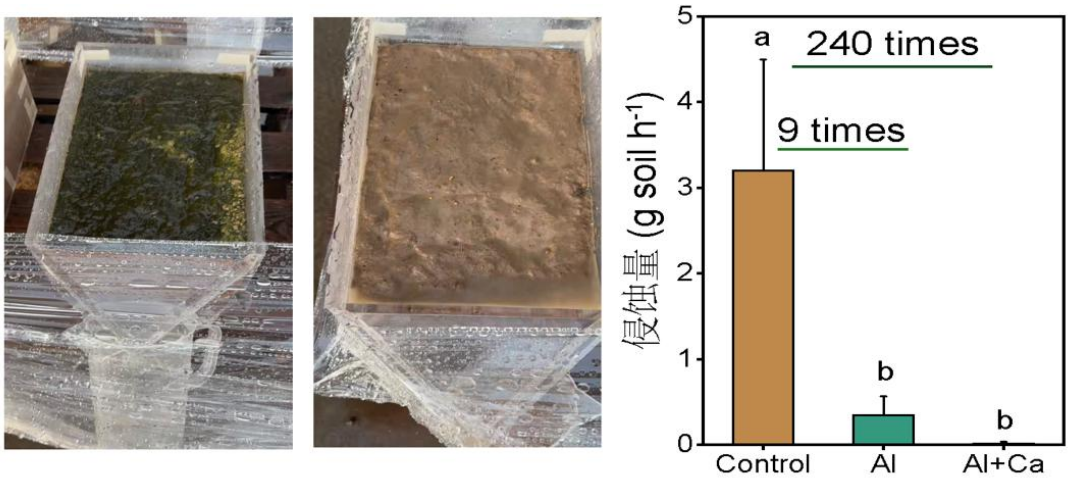



图 7 有无结皮土壤在强降雨下的侵蚀量

**5、固碳效应相关资料分析**

本标准通过数据收集的方法，发现生物结皮展现出更高的光合速率和固碳能力，并在自然条件下显著增加土壤有机碳含量，生物结皮的有机碳含量范围为 9.50 – 62.99 g $kg^{-1}$（n=193），而自然无结皮土壤（裸土）有机碳含量仅为 1.76 – 33.95 （n=185）。(图 8)

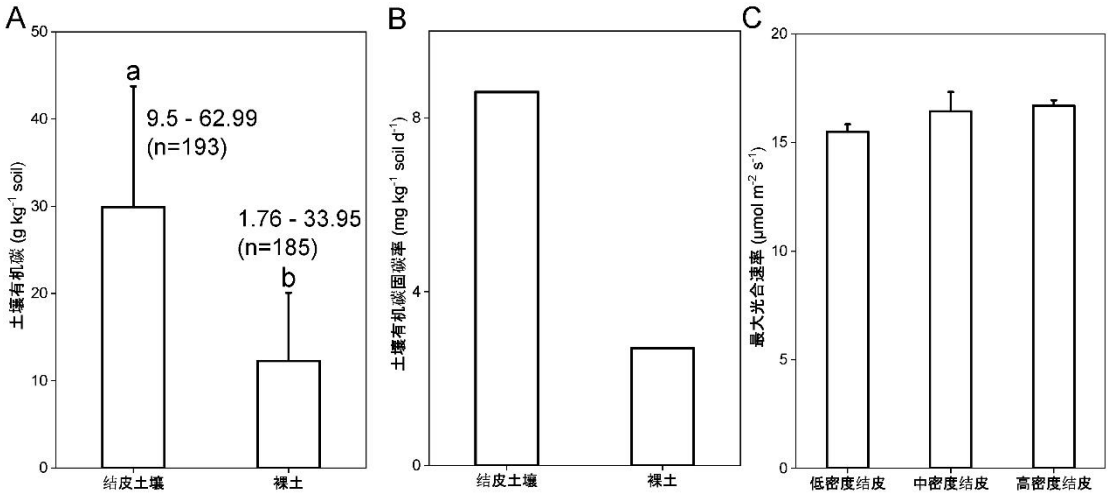



图 8 (A) 结皮和裸土有机碳含量（图中数字为有机碳含量范围），(B) 结皮土壤和裸土碳 13 固定为土壤有机碳效率，(C)低中高密度结皮在温度为 20℃,土壤体积含量率为 20% 条件下的最大光合速率（低密度处理生物量为 0.065 克每平方厘米，中密度处理生物量为 0.073 克每平方厘米，高密度处理生物量为 0.095 克每平方厘米）

**6、团聚体稳定性与抗溅蚀机制资料**

本标准通过数据收集的方法，发现生物结皮具有更高比例的大团聚体（> 0.25 mm），大团聚体对雨滴击溅侵蚀具有较高的抵抗力，降低了土壤崩解率并增加了对雨滴溅蚀的抵抗力（图 9）。

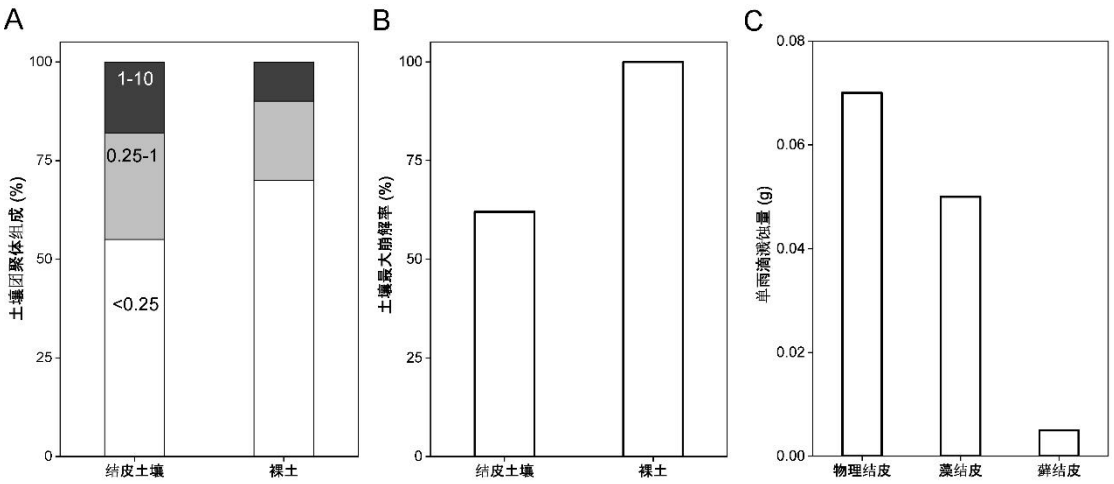



图 9 (A)有无结皮土壤的团聚体组成和(B)土壤最大崩解速率。(C) 自然物理结皮和生物结皮的单雨滴溅蚀量

**7、盆栽出苗验证实验**

采用青海天然草地土壤根据不同施用量进行盆栽发芽实验，各处理出苗率差异不显著；

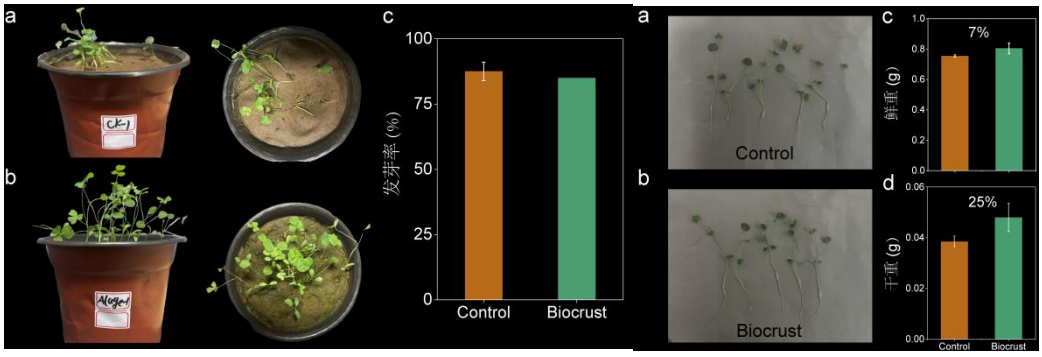



图 10 有无结皮土壤苜蓿盆栽出苗情况

**8、技术经济分析和预期效益**

本技术路线主要通过适生种源培育、精准接种和后期低扰动管理，促进表层结皮形成并降低裸露土壤的侵蚀风险。潜在效益包括减少土壤和养分流失、改善地表稳定性、为植被自然恢复创造条件，以及减轻土壤有机碳随侵蚀输出的风险。与单纯大规模工程措施相比，该方法具有因地制宜、分区实施的应用潜力。

现有编制材料尚无菌剂单位面积生产成本、人工费用、用水量、养护频次、结皮维持年限及不同区域净收益的系统测算，因此暂未给出投资回收期、节本百分比或碳收益金额。

**六、标准涉及的相关知识产权说明**

本标准涉及生物结皮种源获取、光合微生物培养扩繁、复合接种材料制备及地表接种等技术环节。本标准为应用技术规程，不将某一专利配方或制备方法作为唯一技术路线。文件中的部分生物结皮构建可能涉及相关专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

**七、采用国际国内标准的程度与水平及与现行法律法规和强制性标准的关系**

**1、采用国际国内标准的程度与水平**

本标准在制定过程中，充分调研了国内外退化土地生态修复、生物结皮培育、土壤侵蚀防控及土壤固碳相关标准和技术资料。在国际标准方面，参考了 ISO 14055-1:2017 关于土地退化防治、良好土地管理实践及实施效果监测的基本原则，以及 ISO 14064-2:2019 关于温室气体减排和移除增强项目量化、监测及报告的相关理念。同时，借鉴国际生态恢复学会（SER）《生态恢复实践的国际原则与标准》第三版（2026）中有关乡土生态系统恢复、生态修复目标设定及监测评价的技术思路。

在国内标准方面，本标准与 GB 19377—2003《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标》、GB/T 37067—2018《退化草地修复技术规范》、LY/T 3323—2022《草原生态修复技术规程》等标准相衔接，参考其在草地退化诊断、修复措施选择和管理利用等方面的技术要求。同时，结合 GB/T 47128—2026《刈牧草地固碳技术规范》、DB65/T 4670—2023《草地土壤固碳核算技术规程》及 DB15/T 3761—2024《草地固碳潜力核算技术指南》等相关标准，为草地固碳效果监测与评价提供参考依据。

本标准未直接等同采用或修改采用某一项国际标准，而是在充分参考国内外相关标准和技术资料的基础上，结合我国北方干旱与半干旱地区退化草地的生态环境特点，以及生物结皮种源培养、人工构建、抗风蚀、抗水蚀和土壤碳积累等研究成果，自主制定相关技术要求。与现有主要侧重草地植被修复、放牧管理和固碳核算的标准相比，本标准进一步细化了生物结皮种源选择与扩繁、人工接种、分级修复及后期养护等技术环节，突出土壤侵蚀防控与固碳功能协同提升，具有较强的针对性和应用价值。

**2、与现行法律法规和强制性标准的关系**

本标准《北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术规程》的起草遵循《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国草原法》等国家有关法律法规，依据《国家标准化发展纲要》、《关于加强草原保护修复的若干意见》等相关政策，按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。本标准的草地退化分级、生态监测和人工草地建设等服从 GB 19377 《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标》、GB/T 21439 《草原健康状况评价》、NY/T 1237 草原围栏建设技术规程等国家、行业、地方及团体标准，并参照编制。本标准与现行法律法规和强制性标准的相关条例没有冲突。

建议将本标准作为推荐性标准发布实施，并加强标准的宣贯。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**九、贯彻标准的要求和实施建议**

1、联合地方草原站、农技推广部门，开展宣传讲座、技术培训等活动，优化培训内容，让农民看到技术实效，并对农业生产进行技术指导。

2、建立周期监测体系，采用遥感技术（如 NDVI 植被指数）与地面调查结合，定期评估植被盖度、土壤有机质等指标，参照 GB 19377 《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标》

进行动态分级。

3、随着科技发展，本标准中的技术规范势必会出现过时的情况，也会出现新的技术要求，因此本标准执行过程中要不断对内容进行修订和补充。

4、希望应用本标准的单位在使用过程中对其中出现的问题和不足给予反馈，以便再进行修订和补充。

**十、其他应予说明的事项**

无。