ICS 65.020.01
CCS B 11

# 团　　体　　标　　准

T/GS XXX—20XX

# 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

**Biocrusts for preventing soil erosion, and sequestrating soil carbon in degraded grassland in arid and semi-arid climate area**

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

****-**-**发布　　****-**-**实施

中国草学会　　发布

中国草学会（GS）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国草学会团体标准，满足市场需要，增加标准的有效供给，促进科技创新，是中国草学会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国草学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国草学会团体标准按《中国草学会团体标准制修订项目管理办法（试行）》进行制定和管理。

中国草学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国草学会团体标准予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国草学会团体标准秘书处，以便修订时参考。

本标准版权为中国草学会所有，除了用于国家法律或事先得到中国草学会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

中国草学会地址：北京市海淀区圆明园西路 2 号中国农业大学西校区

邮政编码：100193　电话：010-62731666　传真：010-62732799

网址：chinagrass.org.cn　电子信箱：cgsoffice@163.com

# 目　　次

前　　言 ..... III
引　　言 ..... III
1 范围 ..... 5
2 规范性引用文件 ..... 5
3 术语和定义 ..... 5
4 退化草地诊断 ..... **错误！未定义书签。**
5 退化草地防蚀要求 ..... 6
5.1 生物结皮种源扩繁 ..... 2
5.2 轻度退化草地 ..... 2
5.3 中度退化草地 ..... 2
5.4 重度退化草地 ..... 3
6 管理利用 ..... 6
7 生产档案 ..... 3

# 前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业大学、北京林业大学、西北农林科技大学、山西农业大学提出。

本文件由中国草学会归口。

本文件起草单位：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。

本文件主要起草人：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。

# 引　言

我国北方干旱和半干旱区天然草地退化问题日益严重，表现为植被盖度下降、土壤侵蚀加剧、生物多样性降低及生态系统功能衰退。主要侧重植被恢复、放牧管理和草地改良，对以生物结皮恢复为核心、兼顾土壤侵蚀防控与固碳增汇的系统性技术规范仍较缺乏。尤其在北方干旱和半干旱等生态脆弱区，如何通过人工干预促进生物结皮快速形成与稳定发育，尚缺乏针对不同退化程度、区域水热条件和土壤侵蚀特征的分级分类技术指导。

本标准通过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，构建了“退化诊断-分级施策-结皮培育-效果评价”技术体系。依据草地退化程度，将退化草地划分为轻度、中度和重度类型，并针对不同退化等级匹配自然恢复、生物结皮接种、放牧调控和植被补播等差异化技术措施。基于生物结皮稳定土壤表层、减少土壤颗粒迁移、改善土壤水分和养分条件以及促进有机碳积累等生态功能，通过人工扩繁和接种加速生物结皮形成，提高退化草地地表稳定性，实现植被恢复、土壤侵蚀阻控与土壤固碳增汇的协同提升，为我国北方退化草地生态保护修复、区域生态安全屏障建设及草牧业可持续发展提供技术支撑。

# 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

## 1 范围

本文件规定了北方干旱与半干旱地区退化草地生物结皮防蚀固碳技术的术语和定义、退化草地诊断、生物结皮种源筛选与扩繁、接种、养护、管理利用和效果评价等技术要求。

本文件适用于我国北方干旱与半干旱气候区因过度放牧、风蚀或水蚀导致植被退化、地表裸露增加、土壤有机碳含量降低和土壤侵蚀加剧的退化草地。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

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 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**退化草地** Degraded grassland

由于人为活动或不利自然因素所引起植被及土壤衰退、生物量降低、牧草品质下降、生态功能减弱，甚至失去利用价值的天然草地。

3.2

**生物结皮** Biocrusts；Biological soil crust

由苔藓、地衣、蓝藻等隐花植物及其菌丝、分泌物等与土壤颗粒黏结形成的复合物。

注：本标准中将其统一界定为自地表以下 0 cm～2 cm 的完整土壤层。

## 4 退化草地诊断

调查草本植物群落总盖度、生物量、高度、土壤裸露率和草地侵蚀模数。分析 0 cm～20 cm 土壤容重、有机碳、土壤全氮等。草地健康状况调查按照 GB/T 21439-2008 执行。按照 GB 19377-2003 中退化草地程度分级与分级指标的规定执行。

## 5 退化草地防蚀技术

本标准根据草地退化程度，依据草地侵蚀模数、土壤裸露程度和土壤有机碳含量情况，提出生物结皮防蚀固碳技术规程。本规程基于生物结皮的生态功能，根据其可在高寒、干旱、高温等极端环境存活，又可通过光合作用和增加盖度减少侵蚀促进土壤固碳的特点，通过人工干预加速生物结皮形成，实现退化草地土壤侵蚀阻控和土壤碳库扩容的目的。生物结皮种源应优先选择本地或相同生态区自然分布的优势种。

### 5.1 生物结皮种源制备与扩繁

蓝藻液体培养，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 1000 x 微量元素溶液。调节 pH 至 7.5。121 ℃灭菌 15 min。灭菌后 pH 约为 7.1，室温下储存。

苔藓组织碎片扩繁条件为：空气湿度 ＞70%，光强 2000 lux～4000 lux。

复合菌剂配制：蓝藻生物量（干重）与苔藓碎片按 1：3～1：5 混合，添加 1 %～2 %海藻酸钠作为黏合剂。

### 5.2 轻度退化草地

气候条件：年降水量 150 mm～500 mm，年均温-5 ℃～15 ℃区域优先。

以自然恢复为主，围栏后辅助接种蓝藻。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%。定期观察结皮生长状况，视情况补喷藻液。

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。

### 5.3 中度退化草地

轮牧，人工接种混合生物结皮种源（苔藓+蓝藻）。轮牧按照 NY/T 1343 执行。在中度退化区，采用覆膜法，具体按照 GB 13735-2017 的规定执行。将藻液与表层 2 cm 土壤混合后覆盖地膜（聚乙烯农用地膜，透光率 ≥55%），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%后撤除并回收农膜。定期观察结皮生长状况，视情况补喷藻液。

放牧管控：生物结皮厚度 ＜3 mm 时禁止放牧，3 mm～8 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。

### 5.4 重度退化草地

接种生物结皮(苔藓+蓝藻），再补播。

草种补播：接种 6 个月后，在生物结皮间隙点播耐旱草种（如冰草、针茅等），密度 ≤ 5 株 / $m^2$，在雨季来临前，选用适宜乡土草种或适合当地气候条件和土壤特征的优良牧草，实施免耕补播或松土补播，参考 DB 1507/T 97-2023 执行。豆科草种质量分级应符合 GB/T6141 的规定，禾本科草种质量分级应符合 GB/T6142 的规定。定期观察结皮及草种生长状况，视情况补喷藻液或补播草种。

## 6 管理利用与效果评估

水分管理：接种后 7 天 ～14 天内每日喷雾 5 min～10 min（模拟 2 mm 降水），后续每 7 天~14 天喷灌 1~2 次（5 mm / 次）；营养补充：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；若接种 5 个月~7 个月后覆盖度 ＜20%，需补喷藻液并并添加 2 %～3 %黄腐酸提高存活率。如出现地衣白化（过度干燥）情况时，增施适量壳聚糖保水剂。

效果评估：逐年监测植被指标，参照 GB/T 21439-2008，结皮覆盖度、结皮厚度以及结皮发育阶段等。逐年监测草地碳库含量和储量，具体参照 DB 65/T 4670-2023，逐年监测土壤侵蚀模数，参照 GB/T 21439-2008。短期（1-3 年）内，轻度退化草地，总覆盖度>90%为优；中度退化草地，总覆盖度>80%为优；重度退化草地，总覆盖度>70%为优。长期（＞5 年），所有类型草地，总产草量增加 10-30%，土壤侵蚀模数降低 30-50%，表层土壤有机质含量或储量增加 3%~5%为优。

## 7 生产档案

应建立生产档案，并保证记录完整、真实和可追溯。内容可包括：草原退化程度诊断、草地施肥技术、后期管护、草原改良。生产档案宜至少覆盖修复实施期及后续效果监测期。