

《高寒退化坡草地客土喷播修复规程（征求意见稿）》编制说明

1 工作简介

1.1 任务来源

根据《团体标准管理规定》《国家标准化发展纲要》《关于促进团体标准规范优质发展的意见》（国标委联〔2022〕6号）的精神，推动草业领域技术创新与标准化，2025年2月8日，中国草学会下达的《中国草学会关于征集2025年度团体标准项目的通知》（草会发字〔2025〕3号）。依据该团体标准制定程序，基于中国农业大学所承担的相关项目，联合中国农业科学院北京畜牧兽医研究所和甘肃农业大学向中国草学会提出《高寒退化坡草地客土喷播修复规程》立项申请。经中国草学会评审论证，本项目已被正式列入中国草学会2025年度团体标准制修订计划。

1.2 工作过程

为了将客土喷播技术应用于高寒退化坡草地生态修复过程，2023年3月由中国农业大学草业科学与技术牵头成立高寒退化坡草地客土喷播修复规程项目组。

2023年3月至2023年4月项目组通过对文献资料的收集归纳，总结出8种针对于高寒退化坡草地客土喷播的基质方案。2023年5月，项目组前往青海省海北藏族自治州刚察县进行调研，了解草地退化程度，与当地牧民签订用地合同并建立试验基地。

2023年6月至2024年9月，项目组于试验基地进行8种喷播方

法的试验。2024 年 12 月，项目组根据最佳试验方案起草《高寒退化坡草地客土喷播修复规程》草案。2025 年 1 月至 2025 年 4 月，编制工作组向多家单位进行咨询工作，根据专家的咨询意见和内部讨论，对《规程（初稿）》进行多角度汇总和完善，并最终形成《规程（草案）》。

2025 年 4 月向中国草学会提出立项申请，2025 年 6 月通过的立项，根据专家意见修改形成《规程（征求意见稿）》及其编制说明。

1.3 起草组成员及其主要工作

本团体标准编制成员共 8 人，其中贾善刚和邵新庆负责标准的提案、设计和指导；王祥和张铁军负责审查规程并修改；胡昊、贺晓帆、王青、聂嘉欣负责前期相关试验、数据收集与编写工作。

2 标准编制原则和确定标准主要内容

2.1 编制原则

本规程在编制过程中遵循以下原则：

科学性原则

依据高寒退化坡草地的生态特征和客土喷播技术的科学原理，结合前期试验数据，确保规程内容科学合理、技术可行。

实用性原则

紧密结合高寒地区实际施工条件与环境特点，注重操作规程的可操作性，便于基层技术人员和施工单位使用。

规范性原则

严格遵循 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则》等标准规范，确保

文本结构清晰、表述规范、引用准确。

可操作性原则

规程内容具体明确，配比参数、施工步骤、监测方法等均具有可执行性，便于指导实际修复工程。

生态友好原则

强调使用环保材料，注重生态恢复过程的可持续性，促进草地生态系统的自然恢复与稳定。

2.2 编制依据

2.2.1 技术指标

草地生物量与覆盖度

2.2.2 性能要求

要求能够适应海拔 3000 至 4000 米，坡度 5-25°的高寒退化坡草地，且有较好的生态恢复效果。

2.2.3 实验方法

喷播前进行高寒草地样地选取、整地。实验小区大小为 40m×40m，坡度为 16°，样方布设为 2m×3m，不同样方间隔均为 1m，样方的设置旨在探究不同配方的喷播物料和无纺布覆盖对退化草地生态恢复的影响。主要探究的研究变量为：无纺布、保水剂+粘结剂、苔藓结皮、草种补播方式。其中保水剂为聚丙烯酰胺(PAM, 1000 目)，添加量为 2g/m²；粘结剂为预糊化玉米淀粉，添加量为 10g/m²；苔藓结皮采用苔藓孢子粉形式添加，添加量为 1g/m²；草种补播方式分为单播（垂穗披碱草 5.4g/m²）和混播（垂穗披碱草 1.8g/m²；冷地早熟

禾 1.2g/m²; 中华羊茅 0.9g/m²)。将所有选择的材料采用搅拌机均匀混合后从样方坡顶开始喷播铺设, 铺设厚度应不超过 2cm。喷播工作完成后铺设无纺布, 用土和碎石固定无纺布边缘。所述高寒草地指海拔 3000 米以上, 具体的, 高海拔高寒草地为青海省海北藏族自治州刚察县(平均海拔 3300 米以上, 介于东经 99° 20' 44" ~100° 37' 24" , 北纬 36° 58' 06" ~38° 04' 04" 之间)。

2.2.4 检验规则

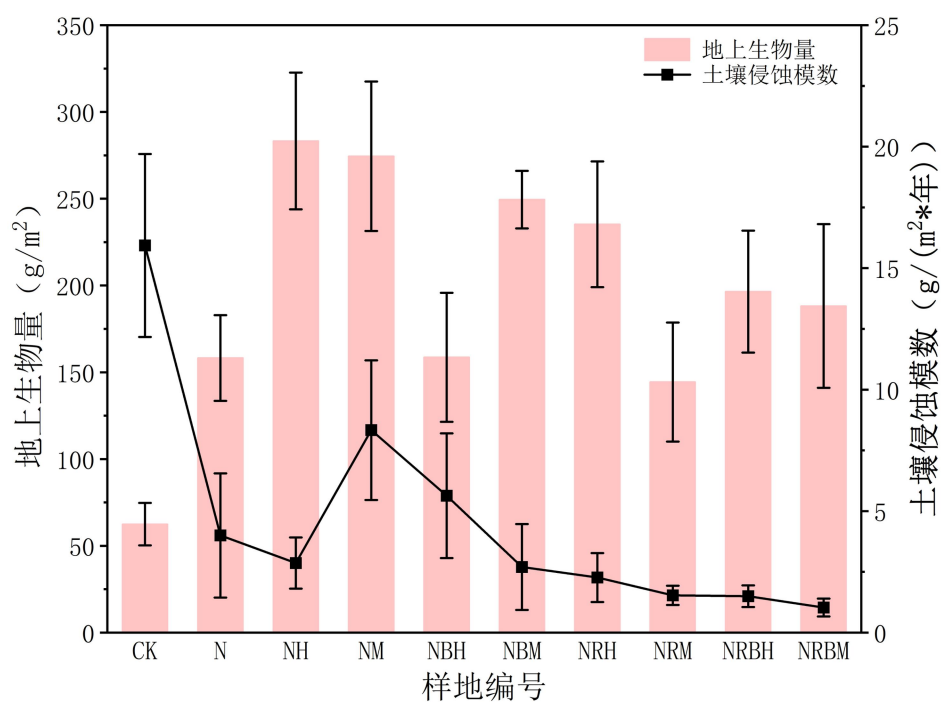
通过系统比较客土喷播修复区与其他修复方法(如自然恢复、播种修复、草皮铺植等)在植被覆盖度与生物量等方面的差异并通过一系列统计方法分析。

2.2.5 新、旧标准水平对比

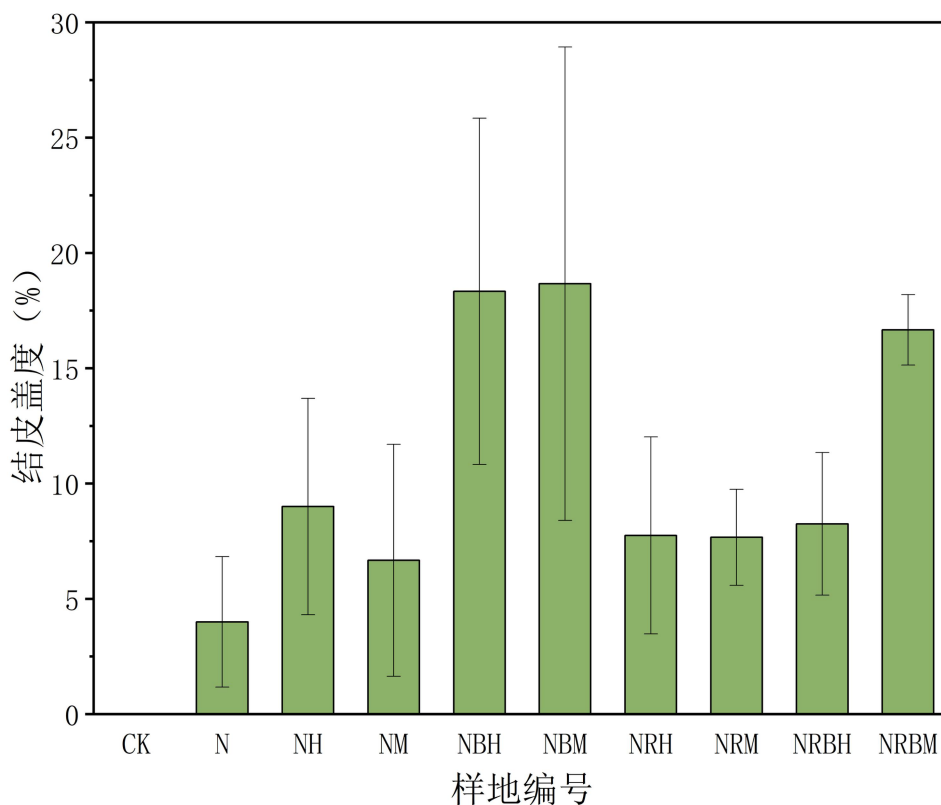
基于查新, 本标准为国内外首次针对“高寒退化坡草地”这一特殊生态类型制定的客土喷播修复专用技术规程, 填补了该领域系统性标准的空白。

3 主要试验(或验证)的分析、综述报告, 技术经济论证, 预期的经济效果

3.1 实验分析



CK:对照组; 样地编号N代表无纺布覆盖; B代表添加了苔藓结皮; R代表添加了保水剂和粘结剂, 最后一个字母H代表草种单播, M代表草种混播, 都不是则代表没有补播



对生长季后的喷播样地进行调查和分析, 主要分析草地植被特征、结皮盖度和土壤侵蚀程度。不同处理组对草地生态恢复的效果呈现出

明显的规律。无纺布覆盖（N）作为基础措施，使地上生物量从对照组的 62.50 g/m^2 提升至 158.23 g/m^2 （增幅 153%），土壤侵蚀模数从 $15.93 \text{ g/(m}^2 \cdot \text{年)}$ 降至 4.00，同时形成约 4% 的初期结皮，显示出显著的保水促生效果。在此基础上添加补播草种（单播 NH、混播 NM）可进一步促进植被生长（生物量达 $274\text{-}283 \text{ g/m}^2$ ）。引入苔藓结皮可以显著提高地表结皮盖度，如 NBH 与 NBM 组的结皮盖度分别达到 18.33% 和 18.67%，但单播条件下（NBH）伴随生物量下降与侵蚀模数上升，反映出苔藓与目标草种在单播系统中可能存在生态位竞争。添加保水剂与粘结剂（R 处理）则展现出关键的水土保持强化作用：在各组合中，R 处理组的土壤侵蚀模数普遍显著降低，其中 NRBM（无纺布+保水剂粘结剂+苔藓结皮+混播）的侵蚀模数仅为 $1.03 \text{ g/(m}^2 \cdot \text{年)}$ ，为所有处理中最低，同时维持了较高的结皮盖度（16.67%）与可观的地上生物量（ 188.20 g/m^2 ）。值得注意的是，如 NH、NM 组虽生物量更高，但其植被多由未补播的杂类草构成，群落稳定性与水土保持功能不及有目标草种混播的综合处理。因此，NRBM 组合实现了植被恢复、结皮发育与侵蚀控制的优化平衡，在有效提高地上生物量的同时将土壤流失降至最低，可作为高寒地区生态修复的优先技术配置进行推广。

3.2 综述报告

高寒退化坡草地作为青藏高原等高海拔地区重要的草地类型，其生态系统脆弱，受气候变化、过度放牧等影响退化严重，表现为植被覆盖度降低、土壤侵蚀加剧、水源涵养功能衰退等问题。针对此类草

地的生态修复，传统方法包括禁牧封育、补播、人工种草等，虽有一定效果，但在坡度较大、立地条件恶劣的区域，其恢复速度慢、植被重建困难、水土保持效果有限，难以满足快速修复与生态功能提升的双重需求。

客土喷播技术作为一种集成化的边坡生态修复技术，已在工程边坡、矿山修复等领域得到广泛应用，其核心是通过喷附含有种子、肥料、保水剂和土壤改良材料的混合基质，实现快速植被覆盖与土壤改良。然而，现有相关技术标准（如 DB37/T 5193、GB/T 38360 等）主要针对一般工程边坡或裸露坡面，缺乏针对高寒、高海拔、强辐射、坡地等复合恶劣条件下退化草地生态修复的系统性技术规程。在高寒地区，常规客土喷播材料配比、施工工艺及后期养护措施往往因忽视低温、短生长季、强紫外线等限制因子，导致修复效果不稳定、植被群落单一、可持续性差。

本规程《高寒退化坡草地客土喷播修复规程》的制定，正是在此背景下，针对高寒退化坡草地的特殊生态限制因子与修复目标，开展系统性研究与技术集成。规程基于在青海高寒地区的实地试验，筛选出适用于高寒环境的乡土植物种子（如垂穗披碱草、中华羊茅、早熟禾等），创新性引入苔藓孢子粉以促进生物结皮形成，增强表层土壤抗蚀性与保水性；明确了保水剂、粘结剂等辅助材料在高寒环境下的选用原则与用量；细化了从材料配比、喷播施工到后期监测的全流程技术参数，尤其强调了与坡度、坡位相适应的差异化修复策略。

3.3 技术经济论证

本技术材料主要涵盖种植土、草种、苔藓孢子粉、保水剂、粘结剂及无纺布等。其效益显著：生态上可快速恢复植被、提升土壤质量与控制侵蚀；经济上通过减少后期养护成本、提升草场生产力及潜在碳汇收益实现长期回报；社会层面则有助于促进牧民增收、增强生态保护意识并支持区域生态安全屏障建设，具备良好的成本效益比与综合价值。

3.4 预期的经济效益

3.4.1 直接经济效果

（1）通过快速恢复植被覆盖、提升草地生产力，可直接提高草场载畜能力，增加牧民养殖收入；（2）修复后草地土壤条件改善，保水保肥能力增强，可减少后续补播、施肥等管护投入，降低长期养护成本；（3）恢复后的健康草地生态系统有助于提升畜产品质量，结合“生态修复+绿色畜牧”模式，可培育高附加值生态畜产品。

3.4.2 间接经济效果

（1）通过植被恢复与土壤固定，有效控制水土流失，减轻泥沙淤积、土地退化等生态问题，降低区域生态治理与灾害防治的公共支出；（2）推动形成“科研—材料—施工—监测”一体化的生态修复产业链，带动本地就业，促进相关设备、材料及技术服务市场的发展。

3.4.3 长期经济效果

（1）通过持续恢复草地健康与土壤功能，遏制草地退化趋势，保障牧业可持续生产和生态安全，避免因草地丧失导致的长期经济损失；（2）积极响应国家生态文明建设与碳中和目标，符合生态保护修

复、草牧业高质量发展等相关政策导向，有助于争取各类生态补偿、碳汇交易及项目资助；（3）提升区域生态品牌形象，为当地发展生态旅游、自然教育等绿色产业创造条件，实现生态价值向经济社会效益的持续转化。

4 标准涉及的相关知识产权说明

（1）专利问题

潜在风险：

标准中提到的客土喷播材料特定配比已被申请专利。

法律声明：

标准文件已声明“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这些专利的责任。”这意味着实施者需自行确认相关技术是否涉及专利，并承担侵权风险。

（2）版权问题

标准文件版权：

文件明确标注“版权为中国草学会所有”，未经许可不得复制、发布或用于商业用途。

引用或转载需获得授权。

引用文件的版权：

标准中引用的国家标准（如 GB 6142、GB 5084）和行业标准（如 NY/T 469）的版权归各自制定机构所有，需遵守其使用规定。

5 采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

在“国家标准服务公共服务平台”的国内标准框中输入“坡草地喷播”进行查询，结果显示“没有检索到符合条件的标准”；输入“客土喷播修复”进行查询，结果显示“没有检索到符合条件的标准”。

在“国家标准服务公共服务平台”的国际国外标准框中输入“ alpine degraded sloping grassland ”进行查询，结果显示 80 条检索记录，但是没有一条能够匹配该主题。

即，目前还没有高寒退化坡草地客土喷播修复技术规范。因此，本标准不存在违反相关法律法规及强制性标准行为，不存在与相关标准的内容异同行为。

6 重大意见分歧的处理经过和依据

无。

7 其他应予说明的事项

无。