

水土流失区域植被恢复技术研究

周建国

山东省菏泽市定陶区仿山镇人民政府 山东 菏泽 274100

摘要: 水土流失区域植被恢复技术关键在于通过科学手段促进生态恢复。该技术首先进行实地调研与评估,制定合适的恢复方案,选择耐旱、耐寒、抗风蚀的植物种类。实施前进行土壤改良,提升土壤肥力。种植与养护过程中,注重群落配置,逐步建立稳定植被群落。同时,持续监测与评估植被恢复情况,及时调整恢复方案。此技术能有效减少水土流失,提升生态系统稳定性和生物多样性,对维护水资源安全和促进经济发展具有重要意义。

关键词: 水土流失区域; 植被恢复; 关键技术

引言: 水土流失作为全球性的环境问题,对生态环境和农业生产构成了严重威胁。在受侵蚀区域实施植被恢复,不仅能够减缓水土流失速度,还能改善土壤结构,促进生态系统功能的恢复。本研究旨在探讨水土流失区域的植被恢复技术,通过科学的方法和手段,实现植被的快速、稳定恢复。这不仅对于环境保护和可持续发展具有重要意义,也为相关区域提供了植被恢复的技术支撑和实践指导。

1 水土流失区域植被退化机制

1.1 水土流失对植被的影响

(1) 土壤侵蚀导致植被生长环境恶化。土壤侵蚀直接破坏植被生存基础: 水力或风力剥蚀使表土层变薄,土壤结构从疏松多孔变为紧实板结,根系难以伸展; 养分随径流流失,如黄土高原每年流失氮磷钾相当于4000万吨化肥,导致植被缺素枯萎; 水分方面,侵蚀后土壤持水能力下降,干旱期含水率低于萎蔫系数,植被因生理干旱死亡。(2) 水土流失引发植被群落结构改变。水土流失迫使植被群落逆向演替: 初期速生草本(如狗尾草)占据裸地,形成单一草本层; 随侵蚀加剧,耐贫瘠灌木(如柠条)侵入,但乔木层缺失导致群落层次扁平化; 重度侵蚀区物种丰富度下降40%~60%,群落稳定性显著降低,如黄土高原侵蚀地Shannon-Wiener指数从3.2降至1.8。

1.2 植被退化对水土流失的反馈作用

(1) 植被覆盖度降低加剧水土流失。植被覆盖度与土壤侵蚀呈负相关: 覆盖度从70%降至30%时,地表径流系数从15%升至40%,侵蚀模数增加5~10倍。冠层截留能力减弱(截留率从35%降至5%),雨滴直接冲击地表,破坏土壤团聚体,加剧冲刷^[1]。(2) 植被根系功能衰退对土壤稳定性的影响。根系是土壤抗蚀的关键: 细根密度每减少10%,土壤抗剪强度下降8%~12%。植被退化

后,根系生物量从 $> 15\text{t/hm}^2$ 降至 $< 5\text{t/hm}^2$,根-土复合体黏结力下降60%,水稳性团聚体减少25%~40%,土壤易被径流切割侵蚀。

1.3 植被退化的驱动因素分析

(1) 自然因素。气候干旱化、暴雨频率增加加剧侵蚀; 坡度 $> 25^\circ$ 区域侵蚀强度是缓坡的20~30倍,植被更新困难; 土壤母质抗蚀性差(如砒砂岩)导致恢复周期漫长。(2) 人为因素。过度开垦、超载放牧(草场盖度 $< 30\%$)、工程建设(原生植被破坏率80%)等活动直接摧毁植被,形成“干扰-退化-侵蚀”恶性循环,远超生态系统自我修复能力。

2 植被恢复的理论基础

2.1 生态学理论在植被恢复中的应用

(1) 群落演替理论: 定向引导植被正向演替。群落演替规律为植被恢复提供时间维度的科学依据。原生植被破坏后,系统会沿“裸地→草本→灌木→乔木”路径自然演替,但重度侵蚀区常停滞于草本层。恢复目标需参考区域顶极群落,如黄土高原以辽东栎-油松混交林为目标,通过人工干预(如种植固氮灌木紫穗槐)缩短演替周期。策略上,初期用速生草本(如羊草)快速覆盖,中期引入先锋灌木(如柠条)改善微生境,后期补植乔木幼苗,促进群落结构完整化。(2) 生态位理论: 规避竞争与优化物种配置。生态位分化是物种共存的基础。通过选择生态位差异大的物种,可减少资源竞争: 如南方红壤区将喜阳的马尾松(光生态位宽度0.8)与耐阴的木荷(0.3)混交,光能利用率提升25%; 豆科灌木(如胡枝子)与禾本科草本(如狗牙根)搭配,通过固氮作用与根系分布差异(深根1~2mvs浅根0~30cm),实现氮素循环效率提升40%。垂直结构上,“乔灌草”立体配置(如刺槐-沙棘-苜蓿)可使降水截留率从35%提升至62%,增强水土保持能力^[2]。(3) 生物多样性理论: 提

升生态系统韧性。生物多样性与生态系统稳定性呈正相关。恢复中需通过多物种混配增强抗性：如西南喀斯特区恢复初期保留30%本土草本（如白茅），中期引入5~8种灌木（含2~3种固氮物种），后期补植3~4种乔木，使物种丰富度达15~20种/100m²时，土壤碳储量较单一林分高38%，病虫害发生率降低55%。功能群多样性（如C3与C4植物搭配）可提升系统对气候变化的缓冲能力，生产力稳定性增强2.1倍。

2.2 土壤学理论与植被恢复的关系

（1）土壤肥力：植被恢复的物质基础。土壤肥力阈值决定恢复可行性。当有机质 < 6g/kg、全氮 < 0.5g/kg 时，需人工改良：如西北干旱区通过“秸秆覆盖+微生物菌剂”使有机质年增1.2g/kg，3年后达自然更新临界值（8g/kg）。养分空间异质性影响物种分布，如磷匮乏的红壤区，优先选择菌根依赖性强的马尾松（菌根侵染率 > 70%），其通过菌丝网络扩大磷吸收范围，利用率提升3倍以上。（2）土壤侵蚀控制：植被根系的力学-化学协同。植被通过“地上拦截-地下固着”抑制侵蚀：冠层截留率每增10%，地表径流冲刷力降低18%；根系生物量每增1t/hm²，土壤抗剪强度提升5.2kPa。技术上，陡坡地采用“乔灌草立体配置+根系锚固”，乔木深根（> 2m）固坡，灌木侧根（0.5~1m）构建水平网络，草本须根（< 0.3m）填充表层，使侵蚀模数从1.5×10⁴t/(km²·a)降至2000t/(km²·a)以下^[3]。

2.3 植物生理学理论对植被恢复的指导

（1）水分生理：干旱区物种选择核心依据。植物水分利用策略决定逆境存活能力。半干旱区优先选“低水势忍耐型”物种（如柠条，黎明前叶水势 < -3.0MPa），通过叶片角质层加厚（> 20μm）减少蒸腾；季节性干旱区搭配“高水分利用效率型”植物（如沙棘，WUE > 3.0mmol/mol），其C4光合途径使水分利用率较C3植物高2~3倍。稳定同位素技术可筛选水分竞争弱的物种组合，降低群落蒸腾耗水15%~20%。（2）养分生理：精准施肥的科学依据。植物养分需求的“生态化学计量比”（C:N:P = 160:10:1）指导施肥配比。氮匮乏区对豆科植物施磷（P₂O₅50kg/hm²）可促进根瘤固氮，固氮量提升45%；非豆科植物采用“氮磷钾 = 3:1:2”配方，叶片养分利用效率（NUE）从12g/g升至18g/g。接种丛枝菌根真菌（AMF）可使难溶性磷吸收率从5%提高至35%，尤其适用于石灰性土壤。

3 水土流失区域植被恢复关键技术

3.1 植被种类选择技术

3.1.1 乡土植物的优势与应用

乡土植物是植被恢复的核心支撑，其与本土气候、土壤及生物群落协同进化，具备显著的生态适应性。例如，黄土高原的刺槐根系深达3米，耐旱耐贫瘠，单株年固土量达2吨；南方红壤区的木荷抗酸雨能力强，枯枝落叶可降低土壤pH值0.5~1.0；西南喀斯特地区的任豆树根系能穿透岩石缝隙，在石漠化地块成活率超70%。区域适配案例：（1）西北干旱区：乔木层（旱柳）+灌木层（柠条）+草本层（羊草），覆盖度达60%时可减少地表径流58%。（2）东北黑土区：乔木（落叶松）+亚乔木（山丁子）+草本（苜蓿），土壤侵蚀模数从8000t/(km²·a)降至1500t/(km²·a)。

3.1.2 外来植物的筛选与风险评估

外来植物需谨慎引入，优先选择功能互补且生态安全的物种。如澳大利亚沙棘在西北盐碱地可降低土壤含盐量30%，但需定期平茬控制扩散；美国黑麦草在南方红壤区快速覆盖坡面，需与本土深根植物混种以避免生态替代。风险控制要点：（1）繁殖能力：禁止萌发率 > 90%且具克隆能力的物种（如豚草）。（2）化感作用：抑制本土植物生长率 > 50%的物种（如紫茎泽兰）严禁使用。（3）生态位重叠：与本土物种资源竞争重叠度 > 0.7的物种需淘汰。

3.1.3 植物配置原则与方法

（1）生态原则：模拟自然群落分层，如黄土丘陵区“辽东栎-沙棘-草木樨”组合，光能利用率提升35%，群落稳定性增强2.1倍。（2）功能原则：侵蚀沟道采用“沟头固埂树（旱柳）+沟坡护坡灌（胡枝子）+沟底防冲草（芦苇）”，配合工程措施可使沟道扩展速率降低85%。（3）美学原则：公路边坡用“连翘（花色灌木）+麦冬（常绿草本）”搭配，实现四季有景的生态景观效果。

3.2 土壤改良技术

3.2.1 物理改良方法

（1）深耕改土：东北黑土区深松40cm打破犁底层，土壤通气孔隙度从10%提升至18%，作物根系下扎深度增加30cm。（2）客土置换：西南石漠化区客引腐殖土与页岩风化物（2:1），厚度 ≥ 50cm，植物成活率从15%提升至65%。（3）微地形改造：陡坡地修筑鱼鳞坑（长×宽×深 = 1.5m×1.0m×0.8m），单坑年拦蓄泥沙1.2t，土壤含水率提升4%^[4]。

3.2.2 化学改良方法

（1）酸碱调节：盐碱地施石膏（1500kg/hm²）使pH值从9.0降至7.8，适合种植碱蓬；红壤区施石灰提升pH至5.5，促进马尾松生长。（2）精准施肥：南方缺磷区对刺槐穴施“磷酸二氢钾+腐殖酸”，磷吸收率提升40%，幼

苗6个月增高30cm。

3.2.3 生物改良方法

(1) 菌根真菌接种: 西北干旱区对柠条接种摩西管柄囊霉, 菌根感染率60%时吸磷能力提升3倍, 存活率提高35%。(2) 绿肥轮作: 退化坡地种植毛苕子翻压后, 土壤有机质年增1.8g/kg, 全氮提升0.15g/kg, 可衔接经济作物种植。

3.3 植被种植与抚育技术

3.3.1 播种技术

(1) 撒播: 适用于荒坡, 如狗牙根+羊草(3:1)混播, 配合20g/m²无纺布覆盖, 出苗率达75%。(2) 条播: 缓坡地行距60cm播种柠条, 沟深5cm, 播种量15kg/hm², 幼苗密度均匀便于管理。(3) 穴播: 石质山地穴深30cm, 填入腐殖土+保水剂(20g/穴), 播种栎类种子3粒/穴, 发芽率80%。

3.3.2 植树造林技术

(1) 苗木选择: 干旱区用容器苗(如营养钵刺槐), 成活率较裸根苗高45%; 湿润区裸根苗需保留主根≥25cm、侧根≥8条。(2) 栽植方法: 采用“深埋实踩”技术, 栽植深度超原土痕5~10cm, 陕北山地造林成活率提升至88%。

3.3.3 抚育管理技术

(1) 水分管理: 干旱区滴灌补水(流量3L/h), 较漫灌节水70%, 甘肃定西幼苗存活率达90%。(2) 病虫害防治: 频振式杀虫灯(间距100m)防治金龟子, 虫口减退率82%; 白僵菌悬浮液防治尺蠖, 有效率超90%。

3.4 植被恢复辅助技术

3.4.1 工程护坡技术与植被结合

(1) 格构护坡植草: 边坡格构(间距2.5m)内喷播狗牙根+高羊茅, 3年植被覆盖率85%, 抗滑稳定系数提

升0.4。(2) 生态袋护坡: 消落带用生态袋(基质+保水剂)堆砌, 袋间种植垂盆草, 年侵蚀量减少90%。

3.4.2 保水保肥技术

(1) 秸秆覆盖: 地表覆盖12cm秸秆, 土壤蒸发量减少55%, 陕西梯田含水率提升4.2%。(2) 保水剂应用: 西北干旱区每穴施10gSAP, 极端干旱年存活率提高38%。

3.4.3 封禁保护技术

通过设置1.8m高围栏禁牧禁伐, 内蒙古浑善达克沙地封禁8年后, 植被盖度从18%提升至55%, 自然更新乔木幼苗密度达2800株/hm²。

结束语

综上所述, 水土流失区域的植被恢复是一项复杂而长期的任务, 但通过科学的技术手段和实践经验, 我们能够有效促进植被的恢复与生态系统的重建。本研究提出的植被恢复技术不仅有助于减缓水土流失, 提升土壤质量, 还能促进生物多样性的增加和生态系统的稳定。未来, 我们将继续深化研究, 探索更多创新性的恢复方法, 以期为实现水土流失区域的全面生态恢复和可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]孙新奇.小流域水土保持与生态环境恢复的策略与实践研究[J].水上安全,2025,(11):128-129.
- [2]侯萌萌.生态河道建设中生态护坡植被监测试验研究[J].水利技术监督,2024,(05):40-41.
- [3]王晓光,王力.水土流失区生态修复政策绩效评价与植被恢复贡献[J].林业科技通讯,2024,(11):105-106.
- [4]吴娟.不同水保植被配置模式对土壤抗冲蚀性能的影响[J].地下水,2024,(14):151-152