

综合生态修复区乡土树种应用与土壤改良效果研究

于继辉

固原市六盘山林业局林木良种繁育中心 宁夏 固原 756000

摘要: 为探究综合生态修复区乡土树种应用与土壤改良效果,本文围绕综合生态修复展开。研究表明,乡土树种选择遵循适地适树与物种多样性原则,有单一树种纯林等应用模式。土壤改良构建了物理、化学、生物技术体系。二者协同可改善土壤物理化学性质、提升肥力。通过构建综合修复效果评估体系,从植被恢复、土壤质量、生态系统服务功能三方面评估,为生态修复提供科学依据与实践指导。

关键词: 综合生态修复区; 乡土树种; 土壤改良

引言

在生态环境问题日益严峻的当下,综合生态修复成为改善区域生态状况的关键举措。以宁夏固原市泾源县六盘山为例,作为黄土高原西部重要生态屏障,生态区位重要,修复需求迫切。乡土树种作为本地生态系统的重要组成部分,具有适应本地环境、维护生态平衡等优势,在生态修复中发挥着不可替代的作用。土壤改良是生态修复的基础环节,直接影响植物的生长和生态系统的恢复。因此,深入研究六盘山综合生态修复区乡土树种应用与土壤改良效果,对于提升生态修复质量、实现生态系统的可持续发展具有重要的现实意义。

1 综合生态修复区乡土树种应用现状分析

1.1 乡土树种选择依据与原则

乡土树种选择首要依据是适地适树原则。六盘山区长期自然演替形成的物种,经长期环境筛选,有独特优势。其根系结构特殊,能深入不同土层获取养分与水分,在土壤贫瘠区域可正常生存^[1]。抗逆性方面,能耐受修复区常见恶劣环境,如水分剧烈波动、极端温度等。物种多样性配置是乡土树种选择的重要原则。构建乔灌草复合结构,不同植物占据不同生态位,可充分利用光照、水分和养分资源。深根系乔木根系可穿透硬化土层,松动土壤,改善土壤通气透水性,为其他植物生长创造有利条件。固氮树种具有特殊生理功能,能与根瘤菌共生,将空气中氮气转化为植物可利用的氮素,增加土壤氮素含量,改善土壤肥力状况。落叶树种每年产生大量凋落物,这些凋落物分解后能补充土壤有机质,进一步提升土壤肥力。通过合理配置这些不同功能的乡土树种,形成稳定的植物群落,增强生态系统的稳定性和自我修复能力,提高生态修复效果。多样化的乡土树种还能为多种生物提供栖息地和食物来源,促进生物多样性保护。

1.2 应用模式与配置策略

当前生态修复中应用模式主要有单一树种纯林、混交林及近自然林三种。单一树种纯林模式能快速覆盖裸露地表,在短期内实现植被恢复,减少水土流失。但该模式生物多样性低,生态系统结构简单,抗病虫害能力弱,一旦发生病虫害,易迅速蔓延,造成严重损失。混交林通过不同树种的生态位互补,提升系统功能,例如针阔混交,针叶树与阔叶树在养分利用、光照需求等方面存在差异,可充分利用不同层次的资源^[2]。针叶树凋落物分解慢,能持续为土壤提供养分;阔叶树分解快,可快速改善土壤结构。混交林能调节土壤酸碱度,不同树种根系分泌物不同,对土壤pH值有不同影响,相互调节达到更适宜植物生长的范围。近自然林模拟自然群落结构,依靠种子库自然更新实现可持续修复。它最大程度保留了自然生态系统的特征,具有较高的稳定性和自我调节能力。在配置策略上,需结合地形特征。坡地采用等高线带状种植,可减缓水流速度,增加水分下渗,减少水土流失;沟谷区域构建乔灌草立体防护体系,乔木在上层遮风挡雨,灌木在中层拦截泥沙,草本在下层固定表土,形成多层次防护。

1.3 现存问题与挑战

乡土树种应用在六盘山修复区面临诸多问题。种质资源退化是突出问题之一,部分乡土树种因过度采伐,天然种群数量急剧减少,遗传多样性降低,导致种质资源退化,影响其适应能力和生长性能。人工繁育体系尚不完善,种子处理技术落后,发芽率低;育苗基质和条件不适宜,幼苗成活率差,难以满足大规模生态修复需求。此外,修复区土壤条件差异显著,不同区域土壤质地、肥力、酸碱度等各不相同。单一树种难以适应如此复杂的环境,在不同土壤条件下生长表现差异大。因此需建立动态监测机制,实时掌握六盘山土壤和植被状况,及时调整树种配置,但目前监测技术和手段有限,难以

实现全面、精准监测。

2 土壤改良技术体系构建

2.1 物理改良技术

物理改良旨在改善六盘山地区土壤结构,增强保水保肥能力。深翻耕作是常用方法,通过机械或人工方式,打破长期形成的土壤板结层,增加土壤孔隙度至45%以上。深翻使土壤疏松,改善通气透水性,促进根系生长和微生物活动,有利于养分吸收和转化。客土置换适用于极端贫瘠区域,当本地土壤条件无法满足植物生长需求时,掺入30%腐殖质土。腐殖质土富含有机质和养分,能显著提升土壤肥力,改善土壤结构,增加土壤保水保肥能力。覆盖技术采用秸秆或地膜覆盖地表,减少地表水分蒸发^[3]。秸秆覆盖还能在分解过程中增加土壤有机质,使土壤含水量提高15%~20%,为植物生长创造良好水分条件。

2.2 化学改良技术

化学改良主要针对山区土壤酸碱度失衡问题。对于酸性土壤,施用石灰调节pH值至6.0~7.5范围。石灰中的钙离子可置换土壤中的氢离子,降低土壤酸性,同时提供钙元素,促进植物生长。对于碱性土壤,添加硫磺粉降低pH值,硫磺粉在土壤中氧化生成硫酸,中和土壤碱性。增施磷肥可激活土壤微生物活性。磷是微生物生长必需元素,适量增施磷肥能促进微生物繁殖和代谢,增强其分解有机物、转化难溶性养分的能力。试验表明,合理配比氮磷钾肥,可使土壤全氮含量提升0.2g/kg,有效磷含量增加5mg/kg,为六盘山区域植物生长提供更充足养分。

2.3 生物改良技术

生物改良聚焦于恢复土壤生物群落功能。接种根瘤菌是提高豆科树种固氮效率的有效方法,可使固氮效率提升30%以上。根瘤菌与豆科树种根系形成共生体,将空气中氮气转化为植物可利用的氨态氮,增加土壤氮素含量,减少化学氮肥使用。引入蚯蚓等土壤动物,蚯蚓在土壤中活动,吞食土壤和有机物,经过消化排出蚯蚓粪,加速有机质分解,改善土壤结构,增加土壤孔隙度和通气性。构建植物-微生物联合修复体系,利用超积累植物吸收重金属,如某些植物对铅、镉等重金属有强吸收能力,将其从土壤中富集到植物体内;配合解磷菌释放被固定养分,解磷菌能分泌有机酸,溶解土壤中难溶性磷化合物,提高磷素有效性,实现污染治理与肥力提升双重目标。

3 乡土树种应用与土壤改良协同效应

3.1 根系作用对土壤物理性质的影响

乡土树种根系凭借穿插挤压作用对土壤结构进行改善。乔木根系极为发达,能够深入土层2m以上。在根系生长进程中,对土壤施加巨大压力,促使土壤颗粒重新排列组合,进而形成大量生物孔隙。这些生物孔隙的存在,使土壤孔隙度增加,土壤容重降低0.1~0.2g/cm³,总孔隙度提升10%~15%。土壤通气透水性由此得到显著改善,水分和养分在土壤中的运输更为顺畅高效,为植物生长创造了良好的物理环境条件。灌木根系呈网络状分布于表层土壤,相互交织形成严密的网状结构^[4]。这种结构能够有效固定表层土壤,增强土壤的稳定性。当降雨发生时,灌木根系可减缓水流速度,降低径流对土壤的冲刷力度。经实际观测,径流冲刷量可降低40%~60%,从而有效防止水土流失,保护土壤资源,维持土壤的生态功能。

3.2 凋落物分解对土壤化学性质的调控

落叶树种每年会产生大量凋落物,产量可达2~5t/ha。在凋落物分解过程中,会释放出有机酸。这些有机酸具有酸性特性,能够促进矿物风化,使土壤中潜在养分得以释放。由此,土壤阳离子交换量提高15%~20%,土壤保肥能力显著增强,为植物生长提供了更持久的养分支持。阔叶树种与针叶树种凋落物在化学性质上存在差异,其中阔叶树种凋落物C/N比相对较低。C/N比是影响凋落物分解速率的关键因素,较低C/N比的阔叶树种凋落物分解速率更快,比针叶树种快30%。这使得有机物能够更迅速地转化为无机养分,及时补充土壤有效氮素,满足植物生长对氮元素的需求。相关试验表明,连续3年覆盖凋落物,土壤有机质含量年均提升0.3%,持续改善六盘山区域土壤肥力状况,为植物生长提供稳定的养分来源。

3.3 微生物群落演变与土壤肥力提升

乡土树种根系分泌物为微生物提供了丰富的碳源,形成了特定的根际微环境。不同树种根系分泌物成分有所差异,这吸引了不同类型微生物在根际聚集。固氮树种根际细菌数量比非固氮树种高2~3个数量级,这些细菌积极参与氮循环过程。其中,氨化细菌活性增强,加速了土壤中有氮向无机氮的转化,使土壤矿化速率提升25%,有效提高了土壤氮素的有效性,为植物生长提供了充足的氮源。随着修复年限的延长,土壤微生物生物量碳含量呈指数增长。微生物在土壤中不断繁殖代谢,其残体和代谢产物不断积累,增加了土壤有机质含量。经过5年的修复,土壤微生物生物量碳含量可达初始值的3倍以上。土壤肥力得到显著提升,为植物生长提供了更丰富的养分和更适宜的土壤环境,促进了植物的生长和发育。植物生长状况的改善又进一步为微生物提供了更

多的有机物质,形成一个良性循环,加速了六盘山区域生态系统的恢复进程。

4 综合修复效果评估体系

4.1 植被恢复指标

植被恢复指标采用覆盖度、生物量、物种多样性指数等参数评估宁夏六盘山植被恢复程度。覆盖度体现植被对地表的覆盖状况。在修复3年后,优质乡土树种群落覆盖度达85%以上,意味着植被基本覆盖地表,可有效减少水土流失,对生态环境改善起到基础性作用。地上生物量积累是衡量植被生长状况和生态系统生产力的重要参数。修复3年后,地上生物量积累超过10t/ha,表明植被生长良好,能够固定大量太阳能,为生态系统提供物质和能量基础,支撑生态系统的正常运转。Shannon多样性指数用于反映群落物种丰富度和均匀度。当该指数稳定在2.5以上时,说明群落形成了稳定的乔灌草复合结构。

4.2 土壤质量指标

土壤质量指标构建了包含物理、化学、生物指标的综合评价体系。物理指标有容重、孔隙度;化学指标包括pH、有机质、养分含量;生物指标为微生物量、酶活性。修复5年后,土壤物理性质显著改善。土壤有机质含量从0.8%提升至1.5%,为植物生长提供了更丰富的养分,有助于植物根系发育和生长。有效磷含量从3mg/kg增至8mg/kg,满足了植物对磷元素的需求,促进植物的新陈代谢和生长发育。土壤化学性质趋于合理,pH值被调节至适宜植物生长的范围,为土壤中的各种化学反应和微生物活动提供了良好的环境条件。土壤生物活性增强,脲酶活性提高50%。脲酶参与土壤中氮素转化过程,其活性提高表明土壤氮素循环加快,养分有效性增加,有利于植物对氮元素的吸收利用。

4.3 生态系统服务功能

生态系统服务功能量化评估水土保持、碳汇、生物

多样性维护等生态服务价值。修复区通过植被恢复和土壤改良,土壤侵蚀模数大幅降低,从5000t/(km²·a)降至500t/(km²·a)以下。这一变化有效减少了水土流失,保护了土地资源,降低了泥沙对河流、水库等水利设施的危害,保障了区域的水资源安全。碳汇功能方面,修复区碳储量年增加量达2t/ha。植物通过光合作用吸收二氧化碳,固定碳元素,增加了生态系统的碳储量,对减缓气候变化具有积极意义。生物多样性维护上,修复区为众多生物提供了栖息地和食物来源,促进了生态系统的平衡和稳定。不同物种之间相互依存、相互制约,形成了复杂的生态网络,为周边区域提供了重要的生态屏障功能,提升了区域生态安全水平,保障了人类社会的可持续发展。

结语

综合生态修复区乡土树种应用与土壤改良效果显著。合理选择乡土树种并科学配置,结合有效的土壤改良技术,能改善土壤性质、提升肥力,促进植被恢复,增强生态系统服务功能。通过构建综合修复效果评估体系,可全面、科学地评估修复成效。未来,应持续优化乡土树种应用模式与土壤改良技术,加强动态监测,进一步提升生态修复的质量和稳定性,推动生态环境的持续改善和可持续发展。

参考文献:

- [1]董春阳,李慧,张景媛.园林绿化中乡土树种的应用及其生态效益分析[J].园艺与种苗,2026,46(2):56-58.
- [2]高玉莲.乡土树种在北方地区退化林地生态修复中的应用效果[J].中国林业产业,2025(8):141-142.
- [3]杨红.乡土树种在林业生态修复中的应用研究[J].花卉,2025(22):152-154.
- [4]刘自姣.生态修复工程中的土壤改良措施探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(2):101-104.