

# 准噶尔盆地南缘沙丘固定措施长期效应

吕永奇

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.32629/eep.v9i1.3024

**[摘要]** 生态安全屏障建设推动荒漠化防治工作的深化发展,如今,沙丘固定技术已成为遏制土地退化的重要手段,对于区域生态环境改善也发挥着不可替代作用。植被恢复作为防风固沙的核心载体,将生物措施与工程手段应用于生态修复实践当中,已经取得显著阶段性成效。针对固定措施长效性问题,在将沙丘固定工程实施之前,需开展系统性生态本底调查,进行适应性技术筛选,将自然恢复与人工干预有机结合,这样既能提升固沙效能,又能促进生态系统的可持续建设。本文基于准噶尔盆地南缘实证研究,主要就沙丘固定措施的长期生态效应进行动态评估分析,并提出优化实施路径,以供参考。

**[关键词]** 准噶尔盆地; 沙丘固定; 长期效应

**中图分类号:** P941.75 **文献标识码:** A

Long-term effects of sand dune stabilization measures on the southern edge of the Junggar Basin

Yongqi Lv

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd

**[Abstract]** The construction of ecological security barriers has promoted the deepening development of desertification prevention and control efforts. Nowadays, sand dune stabilization technology has become an important means to curb land degradation and plays an irreplaceable role in improving the regional ecological environment. Vegetation restoration, as the core carrier of wind prevention and sand fixation, has achieved significant phased results by applying biological measures and engineering methods in ecological restoration practices. In addressing the long-term effectiveness of stabilization measures, it is necessary to conduct a systematic ecological baseline survey and screen for adaptive technologies before implementing sand dune stabilization projects. This integration of natural recovery and artificial intervention can not only enhance the efficiency of sand fixation but also promote the sustainable construction of ecosystems. Based on empirical research in the southern margin of the Junggar Basin, this paper mainly conducts a dynamic evaluation and analysis of the long-term ecological effects of sand dune stabilization measures and proposes optimized implementation paths for reference.

**[Key words]** the Junggar Basin; dune fixation; long-term effect

## 引言

随着生态文明建设深入推进,荒漠化防治的科学性要求日益提升,实现沙区生态良性循环成为核心目标。由于沙丘动态演变遵循自然规律,实施固沙工程必须依据地域环境特征,实现技术措施与生态过程的深度耦合。对于干旱区生态治理,由于气候条件严苛且植被演替缓慢,构建科学的固沙体系能提升沙面稳定性阈值,同时增强生态系统抗干扰能力,这不仅符合生态修复内在逻辑,也能使区域生态安全获得坚实支撑。现阶段,气候变化加剧对沙丘固定提出更高要求。极端干旱频发,致使植被覆盖度波动、土壤结构退化、水分利用效率降低、生物多样性衰退等连锁反应,引发风蚀加剧、固沙失效、生态功能弱化等问题,

严重制约治理成效。现有研究对沙丘固定措施的时序变化规律,缺乏系统性长期监测数据支撑,存在机理认知模糊或效应评估片面。而长期生态监测数据的缺失更制约科学决策。因此,探索沙丘固定措施的动态响应机制、构建长效评估体系的实践路径,基于生态演替理论,对荒漠化防治策略优化和区域可持续发展具有重要应用价值。

## 1 沙丘固定措施的生态价值

1.1 增强生态系统稳定性。沙丘动态平衡的维持需要持续的生态干预,对植被覆盖度与土壤持水能力要求较高。对于干旱区沙丘治理的长期实践,在固沙工程实施过程中需要统筹考虑气候波动、土壤特性及物种适应性,同时会面临水资源约束等现实

挑战。在准噶尔盆地南缘,用梭梭、沙拐枣等本地适生植物构成固沙群落来提高沙面的抗风蚀能力以及土壤保护功能。但在生态修复理念指导下,将自然恢复力与人工措施有机整合,通过适生植物群落构建实现沙面微环境改良,有效抑制风蚀过程,进而提升沙丘系统的抗干扰韧性。

1.2促进生物多样性恢复。在准噶尔盆地南缘的固定沙丘区生态重建过程中,物种多样性积累需要时间沉淀,因此植被群落演替具有渐进性特征。而在科学管护的固沙体系中,只需维持基础生态条件,其余物种更替与生态位构建由自然演替主导,这既符合生态修复内在规律,也与人工强化干预产生协同效应,进而加速生态系统功能完善。植被群落作为生态修复的关键载体,其结构优化过程就是生物多样性提升的实质体现。

1.3支撑区域可持续发展。目前,生态修复技术体系已经形成较为成熟的实践范式,将沙丘固定技术引入干旱区治理实践,能有效阻断土地退化链,通过生态服务功能提升支持区域产业转型实现绿色发展,保障生态建设过程中人地关系协调。长效监测机制作为科学治理的决策基础,既是技术应用与生态响应的连接纽带,同时构成生态效益评估的核心依据<sup>[1]</sup>。

## 2 沙丘固定实践中的现实困境

2.1措施持久性不足。在准噶尔盆地南缘,一部分早期固沙项目由于缺乏持续的管护,在极端干旱年份里出现了植被退化、沙面重新活跃的现象。由于沙区环境的极端性特征,固沙技术并未完全适应动态变化的沙丘环境,不同区域的水热条件差异显著。目前,部分治理区域对固沙措施的长期维护重视不足,忽视气候变化对植被存活率的潜在影响,甚至将沙丘固定视为短期工程任务,认为植被成活即完成治理目标,这种认知偏差阻碍了长效管理机制的落实。另外,部分项目的生态监测缺少标准化技术规范支撑,使固沙效果评估缺乏科学依据。治理主体的认知局限,会导致沙丘固定在长期运行中产生维护断层。

2.2技术应用规范化欠缺。沙丘固定是生态学与工程学的交叉实践,属于系统性工程,其中植被配置模式、土壤改良技术等,以及水分管理策略等技术环节,环环相扣。固沙效果要持续显现,必须确保技术链条完整。目前,植被配置普遍缺乏地域适配性,物种选择标准不够科学,导致群落结构失衡,影响生态功能发挥。项目验收后,往往只关注植被成活率和初期覆盖度,这种重建轻管护的倾向在干旱区尤为突出。在实际生态管理中,存在技术规程执行不到位的普遍现象,对于动态环境变化响应迟缓,且缺乏适应性调整机制,没有建立预警响应体系,监测数据与管护决策脱节,这对固沙措施长效性构成根本挑战。例如,在准噶尔盆地南缘,有些项目直接用其他沙区植被的配置方式,并没有考虑本地区土壤盐碱化、缺水等特殊的限制条件,在后期维护成本上会很高并且效果不稳。

2.3生态监测体系缺失。在准噶尔盆地南缘,技术应用与生态过程存在响应时滞,在长期演替过程中,许多问题渐进显现,对植被群落稳定性和土壤改良效果产生深远影响。对于沙丘固定工程的长期评估,需要建立动态监测网络,如果监测指标单一,

被短期表象掩盖,会出现生态退化风险,如风蚀反弹、植被衰退等次生问题,会给生态安全带来系统性威胁<sup>[2]</sup>。

## 3 长效治理优化策略

3.1构建动态适应机制。沙丘治理需要科学的决策支撑,项目规划应以生态承载力评估为基础,从环境本底特征出发制定技术路线,才能确保措施可持续性。在实施过程中,管理者要关注气候波动与植被响应的关联规律,明确关键生态阈值,形成预警指标、管护规程的标准化体系,可以在动态监测支持下实现精准干预,取得更具前瞻性的管理效能。技术方案应依据长期监测数据动态调整,当前突出问题在于对自然恢复规律认知不足,对生态过程的时序变化把握欠缺。因此,治理实践在方案设计阶段,需制定弹性管理策略,客观评估气候波动、水资源约束等环境因子的影响程度,做好技术储备与应急预案的衔接,明确不同演替阶段的管理重点,结合遥感监测技术,保障措施的适应性与系统性。根据准噶尔盆地南缘风沙活动规律及水资源分布特点,应该创建分区、分类的动态适应管理方案。在长效管理过程中,既要强化人工干预,也要尊重自然规律,这样既能满足生态修复需求,又能实现资源高效利用<sup>[3]</sup>。

3.2提升技术协同效能。生态修复的持续成效需要系统支撑,各技术环节相互关联,即便局部措施得当,在整体协调不足时仍会失效。植被配置与水分管理需要深度耦合,做好过程控制及效果评估的技术衔接,最大限度避免生态功能退化风险。当监测数据异常时,必须启动应急响应。同时要强化技术培训和标准宣贯,定期开展生态健康诊断,及时识别潜在风险,尽可能延长技术有效期,也要建立技术迭代机制,避免经验主义束缚,打破部门壁垒,促进数据共享,优化决策流程。例如:植被配置要兼顾生态功能与景观需求,不仅考虑物种抗逆性,还要关注群落结构稳定性,同时重视土壤微生物群落培育,如果关键物种出现衰退迹象,则需及时调整配置方案,各技术单元应通过标准化流程进行动态优化。技术集成水平决定生态修复的综合成效,保障措施的科学实施是长效治理的核心基础。当前处于技术深化阶段,技术研发需要聚焦地域适应性,管理部门则要完善技术认证体系,进而提升整体治理效能,推动技术标准化进程<sup>[4]</sup>。

3.3创新智慧监测体系。在气候变化背景下,构建智能化监测网络,有助于完善生态评估体系,利用现代信息技术提升管理精度。遥感监测与地面观测的协同,进一步强化生态过程的解析能力,技术主体借助物联网、大数据分析,能实现生态参数的动态追踪,保证监测数据具有时空连续性,更好地支撑科学决策。例如:生态健康评估需要量化指标,通过遥感反演和地面验证建立评估模型。对于沙丘固定的动态过程,在演替监测中引入的智能算法实现了退化预警和功能评估,同时优化资源配置。对生态监测体系,数据平台是核心支撑要素。对技术应用环节,应建立标准化的评估流程,注重过程数据的积累分析。监测体系的智能化升级,让管理者通过数据分析形成科学认知、精准决策。让技术主体借助传感器、无人机、人工智能技术,实现动态监测、预警预报、效果评估的综合效果,为生态安全奠定技术基础。在智

慧平台支持下,将多源监测数据深度融合,通过智能算法进行趋势预测,生成决策建议,最终形成闭环管理机制<sup>[5]</sup>。

3.4完善政策保障机制。无论技术研发还是工程实施,制度保障始终是关键所在,管理部门应当健全法规体系,为长效治理提供制度保障,并对技术应用进行规范引导。针对沙丘固定措施的全周期管理是制度设计的核心,只有建立长效机制,才能确保持续成效。管理部门要完善标准体系,通过政策工具调节利益相关方的行为导向,做好技术研发与产业应用的衔接,促进多方协同,通过激励机制推动技术落地,保障治理工作的系统性与延续性。例如:从管理实践来看,生态补偿机制的建立,也显著提升了参与积极性,从而形成良性治理循环。针对长效评估缺失问题,可以构建多维度评价体系,并引入第三方评估机制,进一步完善考核标准,对治理成效进行科学量化。同时,技术推广一定要强化标准建设,从设计规范、施工工艺、验收标准等环节,加大技术培训力度,确保技术规程得到严格执行。在项目实施中,管理部门也要创新监管模式,加快数字化转型进程,在动态评估基础上,进一步优化资源配置效率。伴随着监测技术的进步,治理措施的科学决策能力也能够显著提升,生态效益精准量化,管理效能持续优化,从而实现生态、经济、社会效益的协同增效。对于准噶尔盆地南缘等重点治理区要制订出更符合实际的沙区生态保护与修复条例,明确固定防沙工程的长期管护责任和资金保障制度。

3.5建立协同治理模式。在准噶尔盆地南缘可以探索科研单位、地方政府、农牧民合作社三者协同管护的方式,把固沙成果的保护同当地的社区发展结合起来。对于沙丘固定工程,应当构建多元参与机制,在完成基础建设后,再开展系统化的长效管理,保障生态功能持续提升,开展专业化的维护作业,保障治理成果的持久性,这既符合生态规律,也契合可持续发展理念。管理部门要保障技术标准的统一性,加强过程监管和效果评估,进而提升治理的整体效能。例如:项目实践中,通过建立社区共管机制,借助村民监督网络,实现了管护责任落实,基于绩效评估体系,达到了长效管理目标。同时,生态监测体系也要动态完善,推动了技术迭代升级,优化了资源配置,在持续改进过程中,提升了治理的精细化水平。不仅保障了生态修复工程的科学实施,社区参与能力也体现出治理现代化水平。在协同治理框架下,可以整合行政资源与社会力量,做好技术推广与社区动员的衔接,进而提升治理的响应速度,实现管理效能的整体跃升。多方协作结合行政推动与市场机制,专业团队立足技术前沿,同时以标准化流程保障实施质量。技术团队与社区组织紧密配合,专业机构、科研单位与实施主体并重协作,通过技术规程标准化或服务模式创新,管理效能持续优化。如此一来,治理机制运转高效,从而构建起科学完善的长效治理保障体系<sup>[6]</sup>。

3.6深化技术集成创新。技术体系优化需立足系统思维,方案设计应从生态本底出发构建技术矩阵。技术路径需突破单一维度,改变传统工程化思维,设立综合目标,管理导向非短期达

标,而是生态功能、经济效益、社会效益的协同提升。整合多学科技术要素,组织跨领域专家团队,深度解析生态过程,优化技术组合方案。深化技术研发与应用实践的衔接。建立技术评价体系,不再局限于工程指标,而是植被恢复度、土壤改良率、水资源利用效率等生态参数。管理部门对技术应用进行动态评估,为措施优化提供数据支撑,技术方案可结合地域特征与环境变化。将技术标准与实施效果挂钩,管理效能持续提升。制定技术更新规程,明确迭代周期,构建动态优化机制。设置基于生态阈值的决策模型,确保技术调整的科学性。技术团队必须持续学习,具备技术整合与创新能力。未来,对于准噶尔盆地南缘的固沙技术研发,要更加重视植被、土壤、水分、微生物系统协同修复技术的集成,创建出适合该地区的一套系统性的固沙技术体系<sup>[7]</sup>。

#### 4 结束语

沙丘固定工程想要实现持久成效,就必须遵循生态演替规律。技术措施直接决定生态修复质量,随着气候变化加剧,管理部门一定要做好全周期管理体系建设,逐步完善生态监测网络,尽可能减少人为干预失误,降低生态功能退化风险,助力荒漠化防治工作的高质量发展。治理主体应通过技术创新、制度完善等多元路径,为沙丘固定措施的长效运行提供系统性支持。立足准噶尔盆地南缘的生态实际,持续优化固沙策略,实现生态修复目标,能有效提升区域生态安全水平,也是生态文明建设的重要体现,保障治理成果的可持续性,推动区域生态治理现代化水平持续提升。

#### [参考文献]

- [1]周煜涵,代远萌,田赞,等.毛乌素沙地沙丘不同固定阶段黑沙蒿氮水利用效率的权衡关系[J].生态学报,2025,45(21):10654-10662.
- [2]唐如韵,张定海,赵有益,等.毛乌素沙地固定沙丘黑沙蒿灌丛空间点格局[J].应用生态学报,2025,36(03):719-728.
- [3]何沐原,郝丽波,刘超,等.宁夏沙坡头国家级自然保护区流动沙丘移动与固定沙地风蚀的研究[J].湖南生态科学学报,2024,11(03):11-18.
- [4]牛程旭,张定海,张志山,等.毛乌素沙地盐池地区固定沙丘主要固沙灌木的空间分布格局与空间关联性研究[J].生态科学,2024,43(01):1-9.
- [5]张文豪,张定海,张志山,等.腾格里沙漠半固定沙丘上油蒿种群的空间格局研究[J].草地学报,2023,31(07):2137-2145.
- [6]代远萌,李满乐,徐铭泽.毛乌素沙地沙丘不同固定阶段黑沙蒿叶性状特征[J].植物生态学报,2022,46(11):1376-1387.
- [7]韩以晴,张定海,张志山.腾格里沙漠红卫地区固定沙丘上固沙灌木种群空间分布格局与空间关联性研究[J].干旱区资源与环境,2022,36(03):157-165.

#### 作者简介:

吕永奇(1999--),男,汉族,河南漯河人,本科,助理工程师,研究方向:水土保持。