

评述与简报

DOI: 10.14188/j.ajsh.20240326001

宁夏荒漠草原保护与利用主要问题及对策

左忠^{1,2}, 沈爱红², 黄婷¹, 姜黎³, 范金鑫¹, 王家洋⁴

- 宁夏农林科学院 林业与草地生态研究所, 宁夏 银川 750002;
- 宁夏回族自治区知联会, 宁夏 银川 750002;
- 中国科学院新疆生态与地理研究所 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011;
- 平凉市崆峒区林业和草原局, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 荒漠草原是畜牧业发展的重要基地,也是抵御荒漠化的最后一道绿色生态屏障。近年来,受全球气候变化和人为活动的影响,宁夏荒漠草原生态系统中面临着草原面积逐年递减、退化形势严峻、优良草种严重缺乏、修复技术和知识受限、科研投入不足和管理制度不完善等诸多问题。通过分析以上现状及问题,认为充分发挥荒漠草原自然修复功能、加大乡土植物资源研究投入、强化科技支撑和科技创新、规范行业管理和建立责任追究制等相应保护利用措施,可大幅度提升荒漠草原生态功能,并对荒漠草原保护与利用具有重要意义。

关键词: 荒漠草原; 保护与利用; 现状; 对策

中图分类号: Q945

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2024)05-0494-06

Main problems and countermeasures for protection and utilization of desert grassland in Ningxia

ZUO Zhong^{1,2}, SHEN Aihong², HUANG Ting¹, JIANG Li³, FAN Jinxin¹, WANG Jiayang⁴

- Institute of Forestry and Grassland Ecology, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, Ningxia, China;
- The Ningxia Hui Autonomous Region Association, Yinchuan 750002, Ningxia, China;
- State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, Xinjiang, China;
- Pingliang Kongtong District, Bureau of Forestry and grassland, Pingliang 744000, Gansu, China)

Abstract: Desert grassland is an important base for the development of animal husbandry and the last green ecological barrier against desertification. In recent years, under the influence of global climate change and human activities, the grassland of desert grassland ecosystem in Ningxia is facing many problems, such as decreasing grassland area year by year, severe degradation situation, serious lack of excellent grass species, limited restoration technology and knowledge, insufficient investment in scientific research and imperfect management system. Based on the analysis of the above situation and problems, it is believed that giving full play to the natural restoration function of desert grassland, increasing the investment in the research of native plant resources, strengthening the support and innovation of science and technology,

收稿日期: 2024-03-26 修回日期: 2024-07-25 接受日期: 2024-10-14

作者简介: 左忠(1976-),男,硕士,研究员,主要从事植物防沙治沙、生态效益监测研究、沙生植物资源开发利用等工作。E-mail: nxzuozhong@163.com

基金项目: 宁夏农林科学院农业科技自主创新资金农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(NGSB-2021-16-02);宁夏回族自治区重点研发项目(2024BBF02007);2022年中央财政林业科技推广示范项目([2022]ZY09);国家重大科技基础设施“中国西南野生生物种质资源库”野生植物种质资源的调查、收集与保存项目(WGB-1514,1605,2103);宁夏退耕还林工程效益监测项目

引用格式: 左忠, 沈爱红, 黄婷, 等. 宁夏荒漠草原保护与利用主要问题及对策[J]. 生物资源, 2024, 46(5): 494-499.

Zuo Z, Shen A H, Huang T, et al. Main problems and countermeasures for protection and utilization of desert grassland in Ningxia [J]. Biotic Resources, 2024, 46(5): 494-499.

standardizing the industry management and establishing the responsibility investigation system and other corresponding protection and utilization measures can greatly improve the ecological function of desert grassland, and it is of great significance to the protection and utilization of desert grassland.

Key words: desert grassland; protection and utilization; present situation; countermeasures

0 引言

荒漠草原作为草原中最早生的类型,在全球范围内主要分布于低纬度干旱区和极度干旱区。中国荒漠草原主要分布在内蒙古东部、新疆西部以及宁夏东部^[1]。宁夏荒漠类草原面积为 155.16 万 hm^2 ,占草原总面积的 74.27%^[2],年降雨量 200~300 mm,年蒸发量 2 200 mm^[1]。土壤是主要以细沙和粉沙为主的灰钙土,疏松多孔,易于沙化。草原生态十分脆弱,对于气候变化和人类活动的影响最为敏感^[3]。荒漠草原的退化是草与地的双重退化,主要表现在生物群落的逆向演替、土地荒漠化,进而导致草地生产力及载畜能力的下降^[1]。水是制约荒漠草原区牧业发展最关键的因素^[4]。土地沙化、盐碱化、地表颗粒粗化、土壤容重增大、渗透性减小、地下水位下降等是荒漠草原退化的主要表现^[5,6]。

1 荒漠草原现状与存在的问题

1.1 草原面积逐年递减,但草场质量整体好转

2003年前,由于过度放牧,草原超载达 300%,加之滥采乱挖人为破坏,导致 90%以上草原退化,地表裸露严重,草原综合植被盖度仅为 35%^[1]。2001年—2021年,宁夏草原面积由 244.33 万 hm^2 减少到 199.86 万 hm^2 ,减少了 44.48 万 hm^2 ,减少面积占 2021 年宁夏草原总面积的 22.26%^[2]。2003 年在全区实行禁牧封育,采取一系列综合措施,加大草原生态修复,取得明显成效。2020 年,草原综合植被盖度达到 56.51%,比 2003 年禁牧前提高了 21.51%^[2]。整体来看,草原面积逐年递减,但草场质量整体好转。

1.2 草原质量不高,退化形势依然严峻,修复任务艰巨

受生态移民增加、乱垦滥耕、矿产开采、旅游开发、风光电项目建设等因素影响,造成宁夏草原斑块化破碎严重,面积严重萎缩,草原类型从 20 世纪 80 年代的 11 大类 353 型,减少到 2018 年的 6 大类 145 型^[1],草地荒漠化程度加重。由于干旱气候条件限制,加上长期以来重利用、轻投入、历史欠账过多等原因,使得以荒漠草原为主的宁夏草原,整体质量不高,退化草原占草原总面积的 88.1%^[2]。其中,

重度、中度、轻度退化草原面积分别占 35%、27% 和 26.1%^[3]。主要分布在盐池、灵武、同心、海原、红寺堡、中卫等地。草原退化形势依然严峻。

1.3 优良乡土草种严重缺乏,严重依赖进口

中国疆域广阔,牧草资源丰富,有饲用植物 5 门 246 科 1 545 属 6 704 种^[7]。截止 2022 年,全国畜牧总站已收集草类植物种质资源 5.58 万份,数量位居世界第二,但仅涵盖 107 科 692 属 2 105 种^[8]。1987—2022 年,全国共审定登记草种品种 674 个,不足美国同期育成草品种的 1/6,而美国和欧洲国家登记的牧草品种达 5 000 多个^[9]。按照类型依次为育成品种 257 个、引进品种 192 个、野生栽培品种 161 个和地方品种 64 个^[9]。而生态修复草种育成品种不到 100 个。截至 2020 年,宁夏先后审(认)定和备案林木良种 72 个(审定 58 个,认定 13 个,备案 1 个)^[2]。其中,生态造林树种、经济林树种良种各 25 个,园林观赏树种良种 22 个。在平罗、盐池、原州区等地,共建设规范化种子基地 3 461.73 万 m^2 ,建成 3 121.56 万 m^2 苜蓿种子田,年生产种子 1 400 t, 333.33 hm^2 甘草种子田,年生产种子 90 t^[10]。繁育的牧草种子品种主要有国外引进的朝阳、金皇后、苜蓿王、威龙等苜蓿品种和宁夏培育的“宁苜 1 号”苜蓿。同时,中国自主选育牧草品种在生产性能、饲用品质等方面难以超越引进品种,导致 1/3 以上商业化牧草种源依赖进口^[8]。对外引种和乡土植物种源认定占比大,牧草种源主要以进口的洋品种苜蓿为主,品种单一,种源对外依赖严重,乡土种源基地培育起步晚、品质差、面积小、产量低,与生产需求严重不足。自有培育优选品种严重短缺,基础支撑工作严重滞后。因此,当前亟待全面开展重要生态修复草种的收集、保存、利用和评价,不同草原区生态修复草种资源区划、种质资源本底情况调查,为中国草原生态保护修复提供种质资源,为生态文明建设和草种国际竞争提供科技支撑。

1.4 修复技术和知识存在局限性,科研投入仍然不足

尽管近年来生态修复领域的科学研究和技术应用有了显著进步,但仍然存在一系列技术局限。对于一些沙化区生态系统严重破坏,现有的修复技术往往难以达到预期的效果。这些限制可能来自种子

繁殖、土壤改良、病虫害防治等多个方面。现有的修复技术和知识往往集中在研究机构和大型企业,难以快速和有效地传递到基层和当地社群。在盐池、同心等较偏远或资源匮乏的地区,由于教育水平和信息获取能力有限,当地居民和决策者对生态修复缺乏基本的认识和操作技能,这不仅影响了修复项目的质量和效益,也可能导致一系列社会经济问题。目前,超过40%的修复项目在技术应用方面存在不同程度的问题,这无疑加大了修复工作的复杂性和风险^[11]。科技创新在生态修复中扮演着关键角色,有效地推动科技创新需要充足和持续的科研投入,中国政府已经增加了对于生态保护领域的研究经费,但投入仍然不足。

1.5 政策和制度有待进一步完善

有效的政策体系是推动荒漠草原保护和利用的核心驱动力。中国政府已经实施了一系列有力的政策,如退耕还林、天然林保护等,以促进生态修复和可持续发展。然而,政策执行的效果往往受限于金融支持。因此,政府需要考虑如何将财政资金、国际合作基金和民间资本有效地整合起来,以形成多元化的金融支持体系。在实际操作中可以考虑设置专项资金,或者通过税收优惠、补贴等手段,鼓励更多的企业和个人参与到荒漠草原生态修复中。

2 荒漠草原保护与利用建议

2.1 充分发挥荒漠草原自然修复功能

1) 强化沙化土地封禁保护突出作用。在具有代表性的草原类型、具有退化趋势的荒漠草原、珍稀濒危野生动植物分布区、具有重要生态功能和经济科研价值的草原建立沙化土地封禁保护区,重点依托自然力量,修复退化荒漠草原,丰富自然种质资源库,提高物种多样性。

2) 在自然植被较好的自然保护区,尽可能保留原始植被特征。编制自治区级保护物种名录红皮书。对划定为极小植物种、国家级、自治区级保护植物区域,严格控制人工造林、补播补植、旅游、交通、开垦、放牧等行为,保持原生植物的物种多样性,保持自然保护区的原真性。例如,应划定保护面临严重危机的银柴胡(*Stellaria dichotoma* var. *lanceolata*)、北柴胡(*Bupleurum chinense*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、酸枣(*Ziziphus jujuba* var. *spinosa*)、中麻黄(*Ephedra intermedia*)、斑籽麻黄(*Ephedra rhytidosperma*)等传统荒漠草原优良乡土植物。

3) 在退化严重、植被盖度较低的荒漠草原、流

动沙地,可采用无人机飞播、撒播和免耕补播等低成本修复。物种选择要充分尊重植被原生环境特征。对于植被盖度较高的草原,土壤水分条件一般较差,应结合带状整地、集雨蓄水等综合措施。例如,沙打旺(*Astragalus laxmannii*)、草木樨(*Melilotus suaveolens*)、蒙古冰草(*Agropyron mongolicum*)、草木樨状黄芪(*Astragalus melilotoides*)、披碱草(*Elymus dahuricus*)等补播。

2.2 强化科技支撑,加大科技创新,实现山水林田湖草沙一体化保护和系统治理

1) 加强荒漠草原重点沙源区和潜在沙化区监测治理。实施灌草植绿工程,重点治理风沙区植被盖度较低的村前屋后、洪漫滩地、古河床风口、退化草地等潜在沙化区和沙尘源区^[12,13]。依托退耕还林工程,对风蚀严重的低产旱作农田应退尽退^[14,15]。鼓励以自然封育修复为主、人工辅助修复为辅,探索推行市场化方式在废弃矿山、荒山荒地上逐步恢复天然植被。最大程度减少生态修复对荒漠草原植被干扰影响,减少任何对荒漠草原植被裸露耕作越冬扰动行为。

2) 强化基础研究,加大产业化研发力度。通过院企、校企联动,开展农机农艺相结合的补播补植和品种繁育专业技术与装备研发。开展乡土型优质种质资源精准补播、异型、硬实、短命等种质资源配套机械化、精准化、高效化应用研发力度。重点推广雨前整地集雨蓄水技术、雨季强墒直播技术、划破草皮增墒自然修复技术、高效节水补灌技术、机械补播技术、机械造林等技术。鼓励隔行平茬、机械刈割等综合利用措施,提高灌草利用率。加强对外科技合作交流,加快荒漠草原修复科技成果转化。

3) 建议探索开展非常规生态经济型植物开发。开展品种选育与产业化支撑技术研发,实现生态修复、经济与产业融合发展。如探索开展四翅滨藜(*Atriplex canescens*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)、柽柳(*Tamarix chinensis*)等与肉苁蓉(*Cistanche deserticola*)嫁接技术研发应用;探索酸枣、长柄扁桃(*Prunus pedunculata*)产业化可行性;有效借鉴枸杞(*Lycium chinense*)、葡萄(*Vitis vinifera*)等成熟浆果产业技术和“六特”奶产业,结合盐碱地治理、防沙治沙工程,探索沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、白刺浆果互配新产业拓展可行性;探索盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)、四翅滨藜、白刺、田菁(*Sesbania cannabina*)等盐生植物治理盐碱饲草添加技术、非常规野生乡土灌木饲料化应用技术,缓解滩羊、肉奶牛饲草料短缺压力。

4) 开展低成本、免灌溉高效修复技术研究。开展免灌溉抗旱性苗木培育与筛选技术研究, 开发出深根型抗旱性免灌溉配套技术, 培育出一批可用于荒漠化生态修复的耐旱型深根系免灌溉抗旱植苗技术体系, 广泛应用于退化草地灌草抗旱建植, 提高生态功能和生物多样性。

5) 充分发挥灌木在荒漠草原风蚀防治的突出作用。应加大非常规乡土野生优良植物资源驯化和产业化开发力度, 特别是沙旱生灌木资源在退化草原治理、生态修复中的作用。例如, 锦鸡儿属(*Caragana*)植物、霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)、四翅滨藜、白刺、酸枣、沙木蓼(*Atraphaxis bracteata*)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、长柄扁桃等。宁夏农林科学院林业与草地生态研究所在盐池连续7年定位监测表明^[15], 退化荒漠草原年均风蚀量分别是柠条(*Caragana korshinskii*)灌木林地、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)林地、沙质旱作农田的179.73倍、123.29倍和0.51倍, 其中2022年最大, 是柠条灌木林地的1531.1倍。由此可见, 退化荒漠草原和沙质旱作农田均是当地主要沙源, 而柠条灌木林地防风固沙效果最明显^[12-16]。研究持续精准验证了国家环境保护总局、中国科学院提出的宁夏中部干旱带为中国沙尘源之一的科学论断, 而柠条灌木林地对防治风蚀作用不可替代^[14, 15]。

6) 持续开展荒漠草原生态功能监测。坚持用数据说话、向人民报账的理念, 重点对荒漠草原风蚀防治、水源涵养、生物多样性保护、土壤水分健康评价等主要生态功能开展长期定位监测研究^[13, 14]。

2.3 加大乡土植物资源研究与选育支持

1) 分类建立良种贮备库、苗圃繁育基地。分区域、分功能建设沙旱生、盐碱、食用、药用、经果、生态、园林观赏型等种质资源苗圃, 加大引种培育选育力度, 深入挖掘利用潜力。

2) 依托国有林场、自然保护区、天然林保护区、沙化草地封育管理区域等, 有针对性、有计划建设特定乡土植物自然扩繁规范化采种基地。加强对枸杞、酸枣、野大豆(*Glycine soja*)、宿根亚麻(*Linum perenne*)等农林作物近缘种, 以及麻黄(*Ephedra sinica*)、甘草、苦豆子、银柴胡、罗布麻(*Apocynum venetum*)等特色中药资源近自然封育保护^[17]。扩大对甘草、苦豆子、蒙古冰草、霸王、草木樨状黄芪等^[18]优良乡土植物野生资源保护区域划分和品种选育支持力度。严格控制对上述封育区域进行人工造林、补播补植、农业开发、风光电旅游开发等人为干预。减少洋种子进口依赖度, 减轻外来入侵有害物种压

力, 保障国家种质资源战略安全。

2.4 牢固树立大食物观理念, 拓展草原绿地生产功能增效创收

1) 加大经果林种在城市园林、“四旁”建设中的普及应用^[19], 提高绿色天然食物供给安全保障能力。

2) 依托生态经济型乡土植物, 居安思危, 探索开展沙葱(*Allium mongolicum*)、苦苦菜(*Sonchus oleraceus*)罗布麻、金银花(*Lonicera japonica*)等林下、光伏经济产业技术模式可行性研究, 拓展草原绿地生产功能。

3) 在不影响荒漠草原基本生态功能和生物多样性保护的前提下, 试点引导社会力量参与生态修复, 带动社会就业, 增加经济收入。

4) 结合降水汇集、洪水蓄积、中水处理等非常规水资源开发利用, 开展沙葱、苦苦菜、罗布麻、沙芥(*Pugionium cornutum*)、菌类等野生保健乡土大食物产业研究, 实现林下种植、设施温棚、风光发电融合发展。鼓励开展带状、片状、丛状、穴状乡土山野菜种植、中药材原生态种植、牧草补种补植刈割利用、特色养殖等, 提高荒漠草原土地资源集约化利用率, 增加带动社会就业, 经济收入, 支撑和反哺生态建设。

2.5 培养专业技术团队, 规范行业管理

1) 持续培养专业研究机构和创新团队, 加强与国内外种质资源库交流合作, 丰富草原补播改良种质资源, 培养专业团队人才, 培育社会力量, 建立苗木供需市场监测预警机制, 规范行业管理, 发挥样板示范区建设在技术支撑和示范带动中的突出作用。

2) 落实专家决策责任制。充分发扬科学家精神, 发挥专业团队科学决策在草原植绿修复中的支撑作用。建立专家决策诚信评估机制, 细化考评指标, 充分发挥行业、主管部门、社会舆论共同监督作用, 定期反馈考核结果。避免职业专家、跨行专家行使决策权利, 限制退休离职专家行使专家组长权, 规避专家不专、近亲繁殖、圈子文化等不良现象, 科学支撑荒漠草原保护利用与修复。

3) 加强相关技术标准制(修)定, 规范行业行为。修正荒漠草原长期以灌木盖度为唯一验收指标, 改为“四度一量”等综合评价制度, 合理控制灌木造林密度, 保持物种多样性, 避免土壤持续旱化。严格控制在荒漠草原区开展非特殊用途的高密度、高耗水、大面积、单一化的纯乔木树种造林。鼓励隔行平茬、机械刈割等综合利用措施, 提高灌草利用率, 设置防火带, 科学制定草原防火措施。注重培养社会化专业作业服务队伍。

2.6 建立荒漠草原修复保护与利用责任追究制度

加大由生态修复决策严重失误造成的政府追责力度,明确各级行政管理部 门权责,制定相应地方性法规规章,规范依法决策程序,推进依法治理。对盲目决策,修复保护政策落实不力,破坏资源事件处置不力等行为,依法追究管理责任。减少因高、大、速、洋、贵等大树进城、贪大求洋、盲目跟风等缺少规划、重复绿化、高价买绿、急功近利、一夜成林成景、政绩植绿等违反自然规律造成不必要的损失。

加强荒漠草原卫星监测监管,严防非法开荒、采矿、施工、占用利用等。在重点保护区域及地段统一设置警示标识、险情举报专线和公众号,全面禁伐、禁火、禁采、禁牧。对破坏草地、损害社会公共利益的行为,依法诉讼。制定奖励措施,对在荒漠草原研究、保护、管理、利用做出特殊贡献的单位和个人给予表彰奖励。

2.7 深化对外合作,倡导落实人类命运共同体意识

从系统性全局出发,以生态保护“一盘棋”“一本账”^[20],推动建立多省联动机制,探索开展生态修复、治水引水等跨区域、跨流域、跨行业生态补偿和利益冲突统筹解决模式。国际方面,借助中阿交流平台,加强中阿、中蒙、中哈等国际生态保护治理合作,深化与中亚国家在荒漠化防治、防沙治沙、盐碱地治理、现代农业的协作,共同打造绿色丝绸之路经济带,倡导人类命运共同体意识。

参考文献

- [1] 李建平. 荒漠草原生态系统对气候变化的生态响应:以宁夏盐池荒漠草原为例[M]. 银川:宁夏人民出版社, 2021.
Li J P. Ecological response of desert grassland ecosystem to climate change: taking Yanchi desert grassland in Ningxia as an example [M]. Yinchuan: Ningxia People's Publishing House, 2021.
- [2] 宁夏回族自治区林业和草原局. 宁夏林业草原志:1996—2020年 [M]. 银川:阳光出版社, 2022.
Forestry and grassland bureau of Ningxia Hui autonomous region. Ningxia Forestry and Grassland Chronicles: 1996—2020 [M]. Yinchuan: Sunshine Publishing House, 2022.
- [3] 高二友. 内蒙古荒漠草原退化的原因及治理对策[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(9): 37-38.
Gao E Y. Causes and control countermeasures of desert grassland degradation in Inner Mongolia [J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2010, 31(9): 37-38.
- [4] 孟元, 贾美清, 李阳, 等. 内蒙古短花针茅荒漠草原土壤线虫物种多样性对水分调控的响应[J]. 河北农业科学, 2017, 21(6): 67-72.
Meng Y, Jia M Q, Li Y, et al. The response of soil nematode species diversity to water regulation in the short flowered *Stipa* desert grassland of Inner Mongolia [J]. Hebei Agricultural Science, 2017, 21(6): 67-72.
- [5] 唐庄生, 安慧, 邓蕾, 等. 荒漠草原沙漠化植物群落及土壤物理变化[J]. 生态学报, 2016, 36(4): 991-1000.
Tang Z S, An H, Deng L, et al. Changes in the plant community and soil physical properties during grassland desertification of steppes [J]. Journal of Ecology, 2016, 36(4): 991-1000.
- [6] 丁延龙, 蒙仲举, 高永, 等. 荒漠草原风蚀地表颗粒空间异质特征[J]. 水土保持通报, 2016, 36(2): 59-64.
Ding Y L, Meng Z J, Gao Y, et al. Heterogeneity of soil particles in wind erosion surface of desert steppe [J]. Soil and Water Conservation Bulletin, 2016, 36(2): 59-64.
- [7] 全国畜牧总站. 中国草种质资源重点保护名录[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.
National Animal Husbandry Station. List of Key Protected Grass Germplasm Resources in China [M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 2017.
- [8] 刘志鹏, 刘文献, 杨青川, 等. 我国牧草育种进展及存在问题[J]. 中国科学基金, 2023, 37(4): 528-536.
Liu Z P, Liu W X, Yang Q C, et al. Progress and existing problems of forage breeding in China [J]. Chinese Science Foundation, 2023, 37(4): 528-536.
- [9] 南志标, 王彦荣, 贺金生, 等. 我国草种业的成就、挑战与展望[J]. 草业学报, 2022, 31(6): 1-10.
Nan Z B, Wang Y R, He J S, et al. Achievements, challenges and prospects of grass seed industry in China [J]. Acta Prataculturae Sin, 2022, 31(6): 1-10.
- [10] 马德滋, 刘惠兰, 胡福秀. 宁夏植物志[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2007.
Ma D Z, Liu H L, Hu F X. Flora of Ningxia [M]. Yinchuan: Ningxia People's Publishing House, 2007.
- [11] 曾梓瑶. 粤港澳大湾区森林生态修复效果评估及其优化研究[D]. 广州: 广州大学, 2024.
Zeng Z Y. Evaluation and optimization of forest ecological restoration effects in the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area [D]. Guangzhou: Guangzhou University, 2024.
- [12] 左忠, 王东清, 温学飞. TOPSIS法综合评价宁夏中部干旱带五种风蚀环境抗风蚀性能[J]. 中国农学通报, 2017, 33(18): 61-64.
Zuo Z, Wang D Q, Wen X F. Comprehensive evaluation of wind erosion-resistance of five kinds of soil in

- arid zone of middle Ningxia with TOPSIS [J]. Chinese Journal of Agronomy, 2017, 33(18): 61-64.
- [13] 张安东, 左忠, 王红梅, 等. 宁夏中部干旱带不同自然地貌风蚀沙粒粒径特征研究[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(5): 51-57, 86.
- Zhang A D, Zuo Z, Wang H M, *et al.* Particle size characteristics of wind eroded sand in different natural landforms in arid zone of central Ningxia [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(5): 51-57, 86.
- [14] 潘占兵, 王云霞, 王治啸. 宁夏退耕还林工程生态效益监测研究与评价[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2022.
- Pan Z B, Wang Y X, Wang Z X, *et al.* Ecological benefit monitoring and evaluation of Ningxia grain for Green Project [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2022.
- [15] 张宇, 王云霞, 左忠, 等. 干旱风沙区典型退耕还林地集沙监测与评价——以宁夏回族自治区盐池县为例[J]. 林草政策研究, 2023, 3(1): 31-36.
- Zhang Y, Wang Y X, Zuo Z, *et al.* Monitoring and evaluation of sand collection in typical returned farmland to forest land in arid and sandy areas: a case study of Yanchi County, Ningxia Hui Autonomous Region [J]. Forest and Grass Policy Research, 2023, 3(1): 31-36.
- [16] 左忠, 潘占兵, 王宁庚, 等. 宁夏引黄灌区农田防护林网更新技术与对策[J]. 宁夏农林科技, 2017, 58(1): 35-37, 61.
- Zuo Z, Pan Z B, Wang N G, *et al.* Study on techniques updating of farmland shelterbelt network and countermeasures in Ningxia Yellow River Irrigation Area [J]. Ningxia Agriculture and Forestry Science and Technology, 2017, 58(1): 35-37, 61.
- [17] 温淑红, 左忠, 李明, 等. 宁夏中部干旱带药用植物资源现状与保护利用对策[J]. 宁夏农林科技, 2015, 56(11): 73-76.
- Wen S H, Zuo Z, Li M, *et al.* Present situation protection and utilization countermeasures for medicinal plant resources in middle arid zone of Ningxia [J]. Ningxia Agriculture and Forestry Science and Technology, 2015, 56(11): 73-76.
- [18] 胡梦媛, 王家洋, 杨慧, 等. 不同机械碾磨处理对草木樨状黄芪种子发芽特征的影响研究[J]. 草原与草业, 2022, 34(4): 38-41.
- Hu M Y, Wang J Y, Yang H, *et al.* Effects of different mechanical milling treatments on germination characteristics of *Astragalus melilotoides* Pall. seeds [J]. Grassland and Grassland Industry, 2022, 34(4): 38-41.
- [19] 朱教君. 防护林生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2023.
- Zhu J J. Ecology of shelter forests [M]. Beijing: Science Press, 2023.
- [20] 冯起, 白光祖, 李宗省, 等. 加快构建西北地区生态保护新格局[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(10): 1457-1470.
- Feng Q, Bai G Z, Li Z S, *et al.* Accelerating the construction of a new pattern of ecological protection in northwest China [J]. Journal of the Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(10): 1457-1470.

□

(编辑: 杨晓翠)