

泰山刀片铁丝网拦住了谁

莫让围栏成为野生动物生死线

■李忠秋

近日,泰山景区沿山脊铺设的135公里刀片铁丝网引发公众热议。管理部门的初衷可能是搭建防火隔离带、保障游客安全,但当这道带刺的金属屏障横亘于山岭之间时,却忽略了其潜藏的生态代价。

围栏,作为人类最古老的空间治理工具之一,在生态保护语境下,已然呈现出复杂的双面性——既可以是守护生命的盾牌,也可能是割裂生态系统的利刃。

一场关于“赢家”与“输家”的重新分配

围栏是地球上分布最广泛的人造线性设施之一,其全球总长度可能远超道路,仅美国西部的围栏总长度便突破100万公里。从非洲的反盗猎保护区围网、北美的公路防撞设施,到澳大利亚的野狗围栏,欧洲的边境防护线,无处不在的围栏正在重塑地球表面的生态格局。

围栏的正面效应不可否认。在特定场景下,它能有效保护濒危物种免受盗猎和家畜干扰,减少野生动物与车辆碰撞,甚至在野生动物疾病防控中发挥屏障作用。然而,越来越多的研究表明,围栏的生态代价往往被系统性低估。

2020年发表于《生物科学》的一篇围栏生态学综述,系统搭建了围栏生态效应的研究框架:在围栏的世界里,必然存在“生态赢家”与“生态输家”。其中,赢家通常是那些体积小、活动范围有限、适应干扰的泛化物种;输家则是大中型迁徙物种、长距离迁移的食肉动物,以及依赖连通栖息地的专性物种。

当一道围栏拔地而起,对于依赖大范围迁徙或运动寻找水源和草场的物种而言,这道物理屏障切断了它们迁徙或迁移的通道,导致栖息地破碎化。此外,围栏会改变动物的生存行为,被迫消耗更多能量去寻找缺口,或改变觅食与繁殖行为。更隐蔽且更严重的后果是遗传隔离:被围栏分割的小种群难以进行基因交流,近交衰退风险上升,种群适应环境变化的能力被持续削弱。在极端情况下,围栏甚至会引发种群崩溃。非洲早期研究记录显示,蓝角马就因围栏阻隔迁徙而走向区域性灭绝。

“生态通道”还是“死亡陷阱”

围栏引发的生态危机,在中国有着极为典型的本土案例。

普氏原羚的遭遇就是其中之一。这一仅分布于青海湖流域的濒危物种,如今正深受草原围栏的威胁。研究显示,在围栏区域,普氏原羚的昼间活动范围从无围栏区域的7223米骤降至5081米,栖息地面积甚至萎缩至建围栏前



2015年7月,一只藏原羚因围栏阻隔,被流浪狗猎杀。李忠秋供图

的6%。行为数据更令人心碎:普氏原羚沿围栏行走的频率高达81%,尝试跳跃跨越的仅占1.2%,从底部钻过的占17.8%。围栏不仅困住了它们脚步,还直接导致5%的个体被电网缠挂窒息死亡,更间接剥夺了它们逃避天敌的能力,15%-20%的个体因围栏阻隔而被狼捕食。

笔者多次深入野外实地考察,亲眼看见普氏原羚、藏原羚因围栏阻隔无法快速逃脱,最终被流浪狗或狼捕食。一道仅1米高的铁丝网,足以改变一个物种的命运。

蒙原羚的迁徙困境同样是围栏生态代价的典型例证。作为中亚草原标志性迁徙物种,蒙原羚历来依靠季节性长距离迁徙获取足够的食物。然而,在中蒙边境,日益密集的边境铁丝网和牧场围栏,已成为无法逾越的障碍。

研究指出,铁路和围栏对候鸟迁徙的活动也形成了显著的屏障效应。当有蹄类动物传统的迁徙路线被铁丝网切断,种群被迫在破碎化的草场内过度啃食,或因无法到达水源而大规模死亡。这与非洲蓝角马因围栏阻隔迁徙而种群崩溃如出一辙。

北美又角羚的相关研究,则提供了更精细的行为学证据。这种北美特有的有蹄类物种不擅长跳跃,习惯从围栏底部钻过。研究发现,当围栏底部铁丝高度提升至46厘米,并使用光滑铁丝而非带刺铁丝时,又角羚的穿越成功率显著提高。这提示我们,围栏的设计细节直接决定了它是“生态通道”还是“死亡陷阱”。

泰山135公里的刀片铁丝网,不仅是一道物理屏障,更是一把考验人类生态文明的标尺。从青海湖濒危的普氏原羚,到中蒙边境的蒙原羚,再到全球无数被缠挂、被阻隔、被改写命运的野生动物,围栏生态学提醒我们,人类

划定的每一道边界,都可能成为其他物种的生死线。

在安全管理和生物多样性保育间寻找平衡

泰山刀片铁丝网事件的核心矛盾在于,我们能否在实现管理目标的同时,不让野生动物成为沉默的牺牲品。答案是肯定的,但需要将“围栏生态学”纳入工程决策的前端。

首先,优化围栏设计,提升生态通透性。对于必须设置的围栏,应优先采用“野生动物友好型”设计。研究表明,将围栏底部铁丝替换为光滑铁丝并提升至距地面一定高度以上,可使有蹄类动物的穿越成功率显著提高,穿越时间显著缩短;应避免使用刀片和带刺铁丝网,改用可穿越的网络结构,或在底部预留野生动物通道;对于普氏原羚这类体形中等的有蹄类动物,1米以上的围栏会使其跳跃意愿急剧下降,转而被迫沿围栏徘徊,因此应规避此类设计缺陷。

其次,科学规划围栏走向,预留生态缺口。围栏不应横切野生动物既定迁徙通道。在北美又角羚研究中,动物对“已知穿越点”具有极强的路径依赖。管理者应通过红外相机监测和野外调查,识别野生动物的常规穿越路径,在这些点位设置专用通道或提升底部铁丝高度。对于连续山体,完全封闭的线性屏障会造成灾难性生态影响,因此应采用分段式、可穿越的围栏,或在关键节点保留生态缺口,从而大幅降低屏障效应。

再次,建立围栏生态影响评估制度。当前,边境围栏、牧场围栏、防火围栏等许多围栏工程,在规划阶段缺乏生态评估。应将围栏视为与道路同等重要的生态基础设施,在环评中评估其对目标物种和非目标物种的影响。对于生物多样性关键区域,任何线性工程都应经过严格的生态评估。

最后,探索替代性管理方案。围栏在防火和安保方面并非不可替代。电子监控、无人机巡护、生态防火带、社区共管等手段,在很多场景下可以实现同等管理目标而不制造物理隔离。特别是在已有公路、村落等人类活动边界的区域,额外增设高密度铁丝网的边际管理效益极低,而生态成本极高。

围栏本身不是恶,缺乏生态智慧的围栏才是。当我们学会在铁丝网上留出一条可行的“生命通道”,在牧场规划中保留一片无围栏的“荒野飞地”,在政策制定中倾听生态学的声音,这道边界才能真正成为人与野生动物共享土地的“共存之线”,而非冰冷的“生态刀”。

(作者系南京大学生命科学学院教授、动物行为与保护实验室主任)

发现·进展

中国科学院地球环境研究所等

揭示黄河几字弯沙尘变少原因

本报讯(记者李媛)中国科学院地球环境研究所黄土科学全国重点实验室联合陕西省气象科学研究所,通过收集过去70年的沙尘天气数据及相关气候资料,系统研究了黄河几字弯地区1956至2025年春季沙尘活动变化特征及驱动机制。研究从长期趋势和年际变化两个时间尺度上,揭示了黄河几字弯地区春季沙尘活动变化的关键气候驱动机制,为区域沙尘灾害预测和生态环境治理提供了科学依据。近日,相关研究成果发表于《大气研究》。

黄河几字弯地区横跨陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、山西五省区,生态环境脆弱,是我国北方生态安全屏障的关键地区。区域内分布着库布其、乌兰布和、腾格里等沙漠及毛乌素沙地,长期面临严重的风沙和水沙危害。当地的沙尘天气不仅影响空气质量,还会通过风沙活动影响水沙入黄过程,继而影响生态环境及区域经济社会发展。

研究结果表明,过去70年来,黄河几字弯地区春季大气沙尘活动总体呈显著减弱趋势,同时年际尺度上仍存在明显波动。在长期变化趋势方面,研究发现,全球变暖背景下北半球春季海冰持续减少,是导致黄河几字弯地区春季沙尘活动减弱的重要原因。

在年际变化方面,研究发现冬季北极涛动(AO)能够调制欧亚冬季积雪异常,进而通过积雪异常的持续性对随后春季东亚沙尘活动产生跨季节影响。当冬季AO处于正位相时,西伯利亚地区积雪偏少,导致春季东亚地区对流层中层出现反气旋式环流异常,造成东亚中低纬度西风减弱,不利于几字弯地区起沙和沙尘从上游输入。而当冬季AO处于负位相时,上述过程相反。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2026.109138>

香港中文大学

发现青光眼治疗新靶点

本报讯(记者刁雯蕙)香港中文大学(以下简称港中大)医学院的研究团队成功揭示了青光眼治疗的新靶点,有望为严重眼疾提供新的神经保护治疗策略。近日,相关研究成果发表于《先进科学》。

研究团队在小鼠模型中发现,通过抑制眼部组织中一种名为神经内分泌生长激素(GHRHR)的蛋白,可提升视网膜神经细胞存活率,抑制青光眼导致的视神经退化及死亡。研究结果证实,小鼠GHRHR被抑制后,整体视觉功能显著改善,原已丧失的避光行为恢复近七成;通过有效抑制一种导致细胞死亡的“铁死亡”机制,可提升神经细胞存活率近五成。此外,研究显示,抑制GHRHR的小鼠

未见眼底结构异常或病变,说明该治疗策略可能具有良好安全性。港中大医学院眼科及视觉科学学系副教授(临床)陈培文表示:“我们通过多个动物模型验证,成功掌握了一个有望挽救青光眼视力的关键因素。抑制GHRHR功能,不但能精准抑制导致细胞‘铁死亡’的有害物质,保护视神经结构,还能恢复因疾病受损的视觉功能。”

港中大医学院眼科及视觉科学学系副教授朱伟伟指出,该研究为开发更精准及有效的原发性青光眼疗法提供了临床前实证。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/adv.2025.22929>

守护大国粮仓,他们为黑土地“把脉开方”

■本报记者 杜珊妮

黝黑如墨、舒松软绵,还带着一丝雨后的湿润……走进初夏时节的东北黑土区,这些肥沃的黑土地刚刚完成春播,绵延的田垄间,万千粮种静待破土,拔节生长。

然而,几十年来,作为国家粮食安全的“压舱石”,被誉为“耕地中的大熊猫”的黑土地,却因长期高强度利用与风蚀、水蚀、冻融侵蚀叠加,深陷“变瘦、变薄、变硬”的退化困境,健康状况岌岌可危。

为守护黑土、端牢“中国饭碗”,2021年,中国科学院联合东北三省一区,集结院内27家研究机构、院外71家单位,共计1300余人,组成科技“集团军”,正式启动“黑土粮仓”科技会战。中国科学院东北地理与农业生态研究所(以下简称东北地理所)担任“先锋队”,向黑土地保护与利用发起总攻。

从松嫩平原到三江腹地,从黑龙江畔到友谊农场,他们向上对接国家粮食安全与生态安全战略,向下支撑土壤改良、产能提升、智慧装备等技术方向,历时5年交出一张张亮眼“答卷”,重焕一寸寸黑土生机。

以水为尺,筑牢黑土区水土生态根基

2023年秋天,当东北地理所研究员章光新带领团队深入黑龙江流域实地调研时,眼前的景象让他心头一紧——曾经水量充沛的河道干涸龟裂、水库无水可蓄,河床被连片玉米挤占。水资源被“吃干榨净”了。

水是黑土的命脉,是连接农业生产与生态屏障的核心纽带。但在东北黑土区,水资源却呈现“东多西少、北丰南缺”的格局,分布极不均,与粮食主产区严重错位。

“水土流失是黑土地‘变薄’的主要元凶之一。”章光新说,“过去,黑土区的水土资源配置受单一目标导向驱动,忽视了多维要素的协同响应。盲目追求短期经济效益,导致土地粗放扩张与种植结构失衡,结果就是高耗水作物集中在缺水区域。”加之水田盲目北扩,挤占了湿地生态用水,引发湿地退化、地下水超采,进一步加剧水土流失。

“要保护黑土,必须优先解决‘水怎么调’的基础问题。”中国科学院院士张佳宝说。为解决水资源枯竭与粮食增产目标之间的强烈冲突,章光新团队立足粮食安全、生态安全双重目标,着力破解水土资源错配难题,统筹协调农业生产与湿地生态用水。

为摸清黑土地真实的水土资源状况,团

队深入田间地头,足迹遍布东北黑土区核心地带,冒着严寒酷暑开展野外监测。有一年春天融雪期,气温接近冰点,队员们踩着泥泞打滑的田埂测定地下水,挨家挨户和村民交流用水情况。寒风混着雨雪刮得人睁不开眼,手冻得握不住笔,但没有一个人停下来,坚持把调研数据记录完整。“数据差一点,方案就可能偏千里。”章光新说。

历经持续攻关,团队跳出传统单一追求产量的局限,成功构建面向“水-土-粮-生”的多目标协同优化模型。依托该模型,团队结合国家“千亿斤粮食增产工程”重大战略,系统破解了黑土区水土资源超载与空间错配难题,拿出了“适水适地”与“以水定产”的精准配置方案。

团队以黑龙江等重度缺水区域为重点,推行“压减玉米、扩种大豆”与跨区调水并举的源头减负举措;针对极端枯水年气候风险,搭建三江平原、辽河平原产能跨区转移的动态适配机制。该成果推动水、土、粮食、生态系统从相互制约转向动态协同,严守生态用水红线,稳固国家粮食安全根基。

查干湖等区域湿地存在干旱缺水、农田退水诱发富营养化等问题。团队创新构建湿地多水源调控技术体系,整合常规水源、雨洪资源及农田退水统筹利用,在完成农田退水治理的同时,保障湿地生态用水需求。

当前,相关技术成果已广泛应用于松辽流域水资源管控,助力东北国家水网规划落地。依托科学调控手段,当地农业生产抗灾能力显著提升,逐步实现旱涝稳产。农业与生态用水格局日趋协调,黑土地生态损伤得到修复,土壤肥力稳步回升。

天空地一体“问诊”,全链条精准复土

在三江平原的友谊农场青年庄小流域,有一块曾经谁都不愿意种的“三跑田”——跑水、跑土、跑肥。地块的原生坡垄笔直排布,每逢大雨,水便会裹挟着黑土顺着长垄一路奔涌冲向沟底。

“刚接手这块试验地时,我们在低洼处开挖1.5米深的土壤剖面后发现,竟没能探到底层表土。正常形成的黑土土壤没这么厚。”谈及这块“三跑田”,东北地理所研究员、会战三江示范区负责人刘焕军记忆犹新。

这样异常的土层状态,是长年水土流失的结果——雨水冲刷带走坡上肥沃黑土,露

出黄白色母质,形成“破皮黄”;流失土壤不断在低洼处淤积垫高,土层看似深厚,实则白浆层隔水锁肥,严重制约作物生长。

这样的“劣地”,曾是三江平原土壤“顽疾”的一个缩影。作为我国最大的水田集中连片区、东北唯一的湿润区,三江平原常年面临坡耕地水土流失严重、白浆土广布、地下水超采风险凸显等问题。正因各类问题叠加,黑土地日渐“变瘦、变薄、变硬”。

过去,排查土地问题主要依靠人工网格化挖土取样,不仅费时费力,也无法反映整片耕地的真实情况。“传统监测如同‘盲人摸象’,很难为治理提供精准依据。”刘焕军说。为此,会战期间,研究遥感出身的刘焕军牵头联合28家单位140余位学科专家,组成三江示范区青年突击队,全力研发“黑土地保护三江模式”。

为搭建覆盖全域的监测网络,2022至2023年间,团队协调十余颗卫星,多架次飞机,搭配无人机与地面传感器,在友谊农场连续组织3次百人规模天、空、地联合监测实验。

他们抢抓春耕、汛前等关键窗口期,冒雨蹲守田间布设设备、采集数据,凭着扎根田野的韧劲,攻克数据融合、点位布设、识别算法等一道道难关,最终搭建起高精度立体监测网络。

依托海量监测数据,团队不仅为友谊农场每块耕地建立了专属“地块画像”,清晰标注出破皮黄、白浆土、侵蚀沟、低洼涝区等“病灶”的具体分布,还配套研发智能管控App。后者能实时监测每块耕地及其农作物的健康状态,并自动生成个性化的施肥、整地“处方图”,直接连接北斗导航农机,实现精准落地作业。

然而,摸清土地“病根”仅是第一步。当团队带着改造方案来到青年庄小流域时,不少农户连连质疑,害怕改造打乱原有耕作,造成减产。

为打消疑虑,刘焕军和团队扎根田间。他们针对该地块超长水体水土易流失的特点,依据监测数据,将笔直顺坡垄改造成弧形垄,搭配宽埂、地下暗管排布,降低陡坡坡度、缩短坡长,打造“海绵农田”。

这样一套“精准手术”下来,治理效果立竿见影——昔日亩产仅9吨的“三跑田”脱胎换骨,亩产攀升至15.6吨。

如今,“天空地”监测体系已在三江平原

北大荒29个农场得以部署。变量施肥、变量播种、“地块画像”等曾经停留在实验室的技术,正在广袤的黑土地田间落地见效,不仅让白浆土耕层厚度增加至30厘米,更让作物增产5.48%~14.2%,水土流失量减少70%。

5年攻坚,黑土地一天天褪去“病态”,逐年复壮,越发丰沃黝黑;而常年奔波在田间的刘焕军,黑发间悄然生出缕缕白发。对此,他只是摸摸头,笑着说:“现在很少理发了,剪白色的更多。但一切都值得。”

翻阅百年“病历”,智慧守护黑土

当科学家通过水资源优化对黑土地进行“血脉调理”,借助“天空地一体立体监测”完成实地精准“问诊”时,一份跨越百年的黑土地“数字病历”也逐步完善成形。

有机质流失是黑土地退化的核心诱因。在过去几十年里,东北黑土区有机质整体呈下降趋势,且不同地块退化节奏差异巨大——部分耕地开垦仅5年,有机质便大幅衰减;有些地块开垦30多年,有机质依然保持较

高水平。黑土退化并非一朝一夕形成,可是长期以来,传统单点采样的研究方式既无法追溯退化起源、区分区域差异,也难以预判演变趋势。治理方案常常“一刀切”,难以对症下药。

针对黑土退化时空脉络模糊、侵蚀机制难以厘清、治理方案不够精准的痛点,东北地理所研究员、黑土侵蚀退化数字化评价与智慧化阻控研究项目负责人宋开山带领团队另辟蹊径。

“给黑土地‘看病’和临床诊断同理,必须看清时空演变、找准病因,才能精准开方。”宋开山说。

他们创新“空间换时间”的研究思路,利用20世纪80年代至今的长时序卫星影像,反演各地耕地开垦年限,再结合海量地面采样数据,重建近40年黑土有机质与土层厚度时空演变格局,首次在全域尺度客观揭示黑土退化与恢复趋势。

“如同给一个人从10岁到50岁每年拍一张照片,寻找衰老规律那样,我们通过分析不同时间段的土壤状态,找出退化规律。”宋开山解释。

然而,技术攻关的路上困难重重。起初,由于土壤湿度、地表秸秆、作物幼苗都会干扰遥感光谱数据,加上卫星像素与实地采样点位存在偏差,团队的遥感监测结果并不被传统土壤学界认可。

为打消质疑,团队深入各大土壤长期观测站点,在不同土壤类型区布设采样点,采用多点采样、多指标交叉验证的方式,反复比对遥感反演结果与实地化验数据,最终使这套数字化评价体系获得行业广泛认可。

在此基础上,团队系统梳理近百年耕地开垦、人口变迁、政策演进与水土流失的内在关联,厘清黑土退化的驱动因素。同时,他们将地形、坡度、土壤、降雨、风场等全域要素数字化,精准识别面蚀、沟蚀等水土流失高发区域,量化林草等生态屏障的防护作用。

2025年,宋开山和团队迈出更具突破性的一步——构建我国首个基于DeepSeek大模型的“黑土侵蚀智慧管控平台”。该平台融合了多源数据、专家经验与空间决策模型。以往编制水土保持方案,需耗时数周开展实地勘测、多方研讨;如今只需录入地块坡度、坡长、土壤、降雨等基础信息,半小时即可生成可落地、可实操的空间“处方图”,实现因地制宜、精准阻控。



东北地理所内的试验田。杜珊妮/摄