

人与生物圈

2021总第127期 双月刊01 定价:16元 邮发代号: 82-253 国际标准刊号: ISSN 1009-1661 国内统一刊号: CN11-4408/Q

重视优秀生态文化传承
科学防治沙漠化荒漠化
维护中国北疆生态安全
加强内蒙古大草原保护

内蒙古
专辑 北方生态屏障

ISSN 1009-1661



9 771009 166219



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Man and
the Biosphere
Programme





蒙古马精神

马蹄踏踏，
声声激越！
这声音东起黑山头，
西迄居延海。
无惧朔风塞雪，
不畏路途遥远，
一马当先，
万马蹄如骤雨来！
莫道身躯矮小，
驰骋万里无碍！
你满载草原的荣光，
对着长生天
高扬起骄傲的头颅。
这一特写镜头，
永久地固化在
“潮尔”琴柄之顶端，
雄浑的弦音里诉说着
马背民族的英雄史诗。
蒙古马，
你一往情深地
眷恋着草原和主人，
出征生死不弃，
迁场负重前行，
不用扬鞭自奋蹄。
你就是牧人忠实的伴侣！
魂是大漠魂，
魄是长河魄。
哦，
蒙古马精神，
是草原亘古不变的歌吟，
也是对当代内蒙古人的崇高礼赞！

（文/郝耀华 图/崔文斌）



蒙古马精神

马蹄踏踏，
声声激越！
这声音东起黑山头，
西迄居延海。
无惧朔风塞雪，
不畏路途遥远，
一马当先，
万马蹄如骤雨来！
莫道身躯矮小，
驰骋万里无碍！
你满载草原的荣光，
对着长生天
高扬起骄傲的头颅。
这一特写镜头，
永久地固化在
“潮尔”琴柄之顶端，
雄浑的弦音里诉说着
马背民族的英雄史诗。
蒙古马，
你一往情深地
眷恋着草原和主人，
出征生死不弃，
迁场负重前行，
不用扬鞭自奋蹄。
你就是牧人忠实的伴侣！
魂是大漠魂，
魄是长河魄。
哦，
蒙古马精神，
是草原亘古不变的歌吟，
也是对当代内蒙古人的崇高礼赞！

（文/郝耀华 图/崔文斌）

人与生物圈

《人与生物圈》杂志 • 1999 年 1 月创刊
双月刊 2021 年第 1 期
总第 127 期

主管单位 中国科学院
主办单位 中国人与生物圈国家委员会
出版 《人与生物圈》编辑部
名誉主编 许智宏 李文华
科学顾问 赵献英

总编辑 王 丁
执行副总编辑 罗娅萍
副总编辑 陈向军
图片总监 郭晓涛
编辑部主任 先义杰
本期责任编辑 陈向军
校 对 张丽媛 姚 颖
行政主管 刘 宁
电脑制作 笑 韬 王 伟
印 务 李泽琦

本期特约顾问 傅伯杰 邓 伟 郝耀华
本期特约摄影师 崔文斌 蔡 石

国际标准刊号 ISSN 1009-1661
国内统一刊号 CN 11-4408/Q
国内发行 北京报刊局
订 购 处 全国各地邮局
邮发代号 82-253
国外发行 中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱, 100044)
国外发行代号 1383 BM

编辑部地址 北京市三里河路 52 号
邮政编码 100864
电 话 (010) 68597516
印 刷 北京新华印刷有限公司
出版时间 2021 年 3 月
本期地图审图号 GS (2021) 1336 号

法律顾问单位 北京市博人律师事务所

版权声明

作者向本刊所投稿件, 除有特殊声明, 凡一经采用, 即视同作者同意将稿件著作权中属于《著作权法》第十一条第(五)项至第(十七)项规定的权利全部转让给本刊。本刊对已采用的作品可继续无偿使用, 并决定使用的方式, 包括但不限于改编、汇编、展览、表演; 用于光盘、互联网、手机、可移动的平板电脑以及将来可能出现之任何传播形式; 并可翻译为外文或转换为繁体字及其他字体形式。本刊将一次性向作者支付稿费并视为受让上述权利的全部费用。来稿文责自负, 对于抄袭或涉密, 侵犯他人版权或其他权利的稿件, 本刊不承担连带责任; 对所投稿件, 本刊编辑有权根据本刊办刊要求对其进行适当删改或调整; 如作者不同意上述声明, 请在来稿时向本刊书面声明, 本刊将作适当处理。



联合国教科文组织发起的人与生物圈计划, 是关于人与环境关系的全球性科学计划。



28 摄影 / 蔡石



66 摄影 / 蔡石



46 摄影 / 崔文斌



34 摄影 / 崔文斌



76 摄影 / 崔文斌



49 摄影 / 杨文志

封面故事



2020 年 5 月 22 日, 习近平总书记勉励内蒙古的同志要大力弘扬“蒙古马精神”, 这是他近几年来第三次提到“蒙古马精神”。蒙古马是世界上最古老的马品种之一, 有超强的耐力, 在长途奔袭中, 会用一种特殊的“走马”步伐, 可以日夜兼程并保持同样的速度。人无精神不立, 国无精神不强。随着时代的发展, “蒙古马精神”的内在价值和现实意义日益凸显。早在 2014 年初, 习总书记勉励内蒙古各族干部群众: “马年春节就要到了, 我想到蒙古马, 蒙古马虽然没有国外名马那样的高大个头儿, 但耐力强、体魄健壮, 希望大家要有蒙古马那样吃苦耐劳、勇往直前的精神。” 2019 年 7 月, 习总书记再次对内蒙古全区各族干部提出了殷切期望: “要弘扬蒙古马精神, 努力把各项工作做得更好。” (摘编自中央纪委国家监委网站“什么是蒙古马精神”, 杨雅玲、赵宇航 / 文) 摄影 / 崔文斌



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Man and
the Biosphere
Programme



1971-2021，今年是联合国教科文组织“人与生物圈计划（MAB）”50周年，这是为迎接50周年庆典，MAB专门设计的核心视觉标识。该标识强调了人、生物多样性、气候和环境的共生关系。

**50th
anniversary**
of the UNESCO MAB Programme



50th
anniversary
of the UNESCO MAB Programme



50th
anniversary
of the UNESCO MAB Programme



50th
anniversary
of the UNESCO MAB Programme



50th
anniversary
of the UNESCO MAB Programme

CONTENTS

目录

院士咨询篇

- 6 百年初心历久弥坚 绿色发展任重道远 许智宏院士
- 8 北方生态安全屏障建设的四大科学问题 傅伯杰院士
- 12 加强生态站网络对北方生态屏障的科技支撑 于贵瑞院士 等
- 37 远观赤峰山 近览辽河源 桂建芳院士 等

科技支撑篇

- 16 聚焦退化草原的生态修复 白永飞 王扬
- 20 那一抹最亮的绿色 赵学勇 等
- 24 守望大漠 李新荣

生命共同体篇

- 28 内蒙古山地 邓伟
- 34 颇具特色的内蒙古森林 陈建伟
- 40 破碎化草场重新整合的路径 李文军
- 43 阿拉善荒漠草原生态畜牧的智能化管理 乌尼孟和 那庆
- 46 沙地与沙漠，北方第二道生态屏障 王立新 梁存柱
- 49 自然与人工创造的奇迹 王新民 等
- 乌梁素海流域生态治理启示录

文史篇

- 53 内蒙古绿色发展之路 郝耀华
- 62 加强保护区宣教工作考核 陈建伟
- 64 传承优秀传统文化之一 罗建武 等
- 66 传承优秀传统文化之二 沈孝辉

国际合作篇

- 68 从生态屏障到生物安全 张知彬 解焱
- 71 “一带一路”国际科学组织联盟简介 周睿洋 郭童
- 72 内蒙古生态项目新模式 林阔成 等
- 76 额尔古纳，永远的梦境 郝耀华
- 80 内蒙古自治区新增了两个 CBRN 成员 先义杰



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

联合国教科文组织



China National Committee
for UNESCO's Man and
the Biosphere Programme

人与生物圈计划 中国国家委员会

在人与生物圈和谐共生理念的指引下 中国 MAB 致力推进中国自然教育事业



2016 年 8 月来自上海、广州等地的 8 个家庭 25 名学员参加了内蒙古汗马世界生物圈保护区举办的为期一周的科普夏令营。通过与大自然近距离的接触，不仅让孩子和家长们学习体验到黑嘴松鸡盛装求偶、落叶松树浴火重生；了解到啄木鸟为什么只吃天牛幼虫、驯鹿为什么在中国只有汗马有分布等有趣的生物学知识；领略到大兴安岭的美丽风光，让孩子们认识到自然与人类的密切关系。摄影 / 杨琨

百年初心 历久弥坚 绿色发展 任重道远

文 / 许智宏

刚刚过去的2020年，是一个不平凡的年头。无惧任何艰难险阻的中国人民，在疫情下依然取得了令世人瞩目的成就。在我国广泛进行的生态文明建设中，联合国教科文组织“人与生物圈计划（MAB）”在我国也得以深入实施，于2020年底在烟台召开的中国生物圈保护区网络第二十二届大会上，网络成员总结交流了创新做法和成功经验。

迎来的2021年，注定还是一个不平凡的年头。我们将迎来中国共产党的百年华诞，在过去的一个世纪中，中国共产党带领中国人民取得了一个又一个的胜利。在建设中国特色社会主义的伟大实践中，生态文明建设也取得了前所未有的显著成果。在这一过程中，科学技术发挥了不可替代的支撑作用，也为实施“人与生物圈计划”提供了符合中国国情的解决方案。维护生态安全，坚持绿色发展，本质上就是要解决好人与自然和谐共生的问题。

自习近平总书记提出山水林田湖草是“生命共同体”以来，绿色发展理念已经成为全党全社会的共识和行动，并逐渐融入到生产生活中，有力地促进了我国经济发展与生态改善的良性互动。我们正走在一条正确的道路上，但建设美丽中国须久久为功，不是一朝一夕就可以实现的，切不可有丝毫的懈怠！

进入工业社会以来，与人为破坏有关的灾害频频发生，人类面临的生态问题越来越多：生物多样性急剧减少、资源枯竭、极端气候事件频发、极地冰川融化、海平面上升、土壤沙漠化、

各种疫病与瘟疫大流行……维护生态安全、保护人类居住的这颗星球，已迫在眉睫！疫情并没有远去，真正的智者应当关注整个生物圈，深刻反思人与自然的关系。国际社会应当加强合作，制定并实行与生物圈协调的、可循环可持续发展战略，倡导节约纯朴的生活方式，实现人与自然、人与社会，以及人自身心灵的和谐。在源远流长的中国传统文化里，主张“天人合一”的思想内核一直贯穿其中，表现出至高境界的生态观，我们应当认真汲取我国先哲的和谐文化和生态智慧的理念。

今年既是中国“十四五”的开局之年，也是联合国教科文组织“人与生物圈计划”在全球发起实施的第50个年头。

新的一年，新的起点，新的征程，我们一定要坚持创新、协调、绿色、开放、共享“五大发展理念”，准确把握中央在生态文明建设上的大政方针，坚持用大历史观来看待生态文明建设的重大意义。从长远来看，生态文明建设有助于增强中华民族的生存力、竞争力、发展力和持续力。

“人与生物圈计划”50年前就提出：生物圈是一个系统，对其部分的扰动会影响到整体，故此，自然资源的利用规划必须基于综合的跨学科的科学的研究；人类是生物圈中的关键因素，自然资源的管理不仅是一个自然科学和技术问题，还必须要在社会科学层面，考虑政治学，经济学，法律和心理学等方面的问题；科学技术专家应学会在综合了多种学科的团队里工作，



2021年3月9日,《伟大征程—庆祝中国共产党成立100周年特展》在首都博物馆举行。摄影/先义杰

朋友,我相信,到那时,到处都是活跃的创造,到处都是日新月异的进步,欢歌将代替了悲叹,笑脸将代替了哭脸,富裕将代替了贫穷,康健将代替了疾病,智慧将代替了愚昧,友爱将代替了仇恨,生之快乐将代替了死之忧伤,明媚的花园将代替了暗淡的荒地!

—摘编自方志敏《可爱的中国》

青年一代必须要准备好担当起自身的责任,公众必须了解人类的环境需求是什么,决策者必须获得为做出正确决策所需要的事实和知识;生物圈的被损坏部分必须给予修复,在有条件的地方须尽可能使其生产力得到加强;需要对生物圈的各个方面展开大量的研究,并通过国际合作使发达国家和发展中国家都可以就此取得进展……这些共识 50 年后的今天读来仍有振聋发聩之感。

我们应当尽力支持和发挥科学技术的支撑作用,通过科技创新增添活力,以保证这一计划在中国、在全球都能进一步深入实施并取得更加合乎本国本地区实际需求的成效;我们应当尽力支持和发挥教科文组织在保护及可持续和公平利用生物多样性方面所做出的独特贡献,支持和补充其他组织和联合国机构在这些方面的工作;我们应当尽力支持和发挥教科文组织所具有的整体主义视角,以及在自然与社会科学、文化、教育和传播方面的专长,通过其跨学科性的职责,在关于生态系统的生态科学、生物圈保护区、与生物多样性有关的项目、能力建设、科学评估和政策建议等领域开展更多的开创性工作,从而在促进人与自然和谐、保护生物多样性、保护文化多样性等方面取得更加卓越的成就。

新年伊始,我们就与内蒙古政协合作,在北京成功地举办了“内蒙古生态屏障建设院士专家咨询会”。我欣喜地看到,内蒙古的世界生物圈保护区和中国生物圈保护区网络成员的数量

在各省市自治区中均名列前茅。我们围绕如何建设北方生态屏障这一重大生态课题,与内蒙古密切合作,通过实地科考、专家咨询等方式,已取得了一些初步成果,并集中反映到这期“内蒙古北方生态屏障”专辑上来。我认为,这为国家委员会与地方的合作、科技助力重大生态建设项目开创了行之有效的方式,值得进一步探讨。

联合国秘书长古特雷斯在今年新年致辞时,希望人们携起手来,彼此和睦相处并与自然和谐共存,恢复支离破碎的经济和社会,弥合分歧,并着手治愈地球的创伤,希望人们团结一致,使 2021 年成为“治愈之年”,并强调说,联合国的宏大核心目标就是到 2050 年建立一个全球碳中和联盟。

我国政府率先垂范,确定了“十四五”计划的目标,努力实现生态文明建设的新进步;还提出了 2035 年远景目标:广泛形成绿色生产生活方式,碳排放达峰后稳中有降,生态环境根本好转,美丽中国建设目标基本实现。

这期专辑出版时,该是春明景和的好光景了!百年初心历久弥坚,绿色发展任重道远!但愿人类尽早进入人与自然和谐相处的美好境界!

本文作者系中国科学院院士
中国人与生物圈国家委员会主席

北方生态安全屏障建设的 四大科学问题

文 / 傅伯杰

2021年03月05日，中共中央总书记习近平在参加十三届全国人大四次会议内蒙古代表团审议时再次强调，要保护好内蒙古生态环境，筑牢祖国北方生态安全屏障。

“生态安全屏障”一词是从人类社会视角出发对生态系统保护、防御、连通、阻隔等作用的形象描述，良好的生态安全屏障不仅能够保障本地生态系统的安全和生态系统服务供给，并且有助于支撑周边地区生态安全及人类社会的可持续发展。因此，为了使生态安全屏障的区域内外生态功能和社会功能得以充分发挥，在构筑生态安全屏障中夯实科学基础，正确理解人类社会和生态系统之间要素、格局、功能和福祉的关系是非常必要的。

内蒙古自治区位于我国北部边疆，占我国陆地国土面积的12%，全境处于干旱半干旱气候区，高原和山地地貌占总面积70%以上。一方面，重要的地理区位和地貌格局使内蒙古生态状况和生态建设关系到华北、东北、西北乃至全国的生态安全，稳定发挥其生态安全屏障

功能是内蒙古生态建设服务国家可持续发展的重要使命；另一方面，干旱生态系统对气候变化和人类活动高度敏感且易于退化，为内蒙古构筑生态安全屏障提出了科学和实践的挑战。面向将内蒙古建设成为我国北方重要生态安全屏障的战略目标，需要从人类社会和生态系统关系的角度认识以下四大科学问题。

一是认识国土生态空间格局与生态系统过程的关系。这里格局一词描述着各类生态系统的面积占比和空间分布两方面属性。内蒙古生态系统类型多样，“山水林田湖草沙”在空间广泛分布。在生命共同体思想指引下，不同位置的这些生态系统在空间中如何发生联系，是生态保护和修复中必须明确的科学问题。为了从系统的角度理解生态系统在国土空间中的联系，有必要从生态系统过程的刻画入手进行分析。举例来说，土壤侵蚀过程、风沙运移过程、污染物传输过程等造成物质空间运移，其运移方向、强度、时间与“山水林田湖草沙”的空间分布格局直接相关。在内蒙古沙漠化防治、大型湖泊水质提升、矿区生态修复、草原和森





2021年1月5日，由中国人与生物圈国家委员会和内蒙古自治区政协联合主办，内蒙古自治区林业和草原局承办的“内蒙古生态屏障建设院士专家咨询会”在北京召开。内蒙古自治区政协副主席其其格、中国科学院院士傅伯杰院士、桂建芳院士以及国内十余位生态环境领域专家学者和内蒙古自治区相关部门负责人参加了本次会议。中国人与生物圈国家委员会王丁秘书长在致辞中指出：关于北方生态屏障建设，习近平总书记指出，建设祖国北方和首都生态安全屏障是战略性的任务，是要世世代代做下去的事情；要加快呼伦湖、乌梁素海、岱海等水生态综合治理，加强荒漠化治理和湿地保护，在祖国北疆构筑起万里绿色长城，在此背景下，我们与内蒙古政协一起召开此会，意义重大。专家们发扬求真务实的科学精神，共同为建设美丽内蒙古和美丽中国贡献智慧。一斑全豹、一叶知秋以下摘录部分院士专家的专业观点以飨读者。傅伯杰院士指出：从科学角度总结，“以草为主（即草地是内蒙古生态系统的主体），以山为络（以山地作为连通不同生态系统的脉络），以水为鉴（以水量、水质和湖泊湿地作为生态环境质量标志），以人为本（构建人地和谐的生态安全格局）”可以作为内蒙古生态屏障建设的16字方针；桂建芳院士指出：要以水环境保护和生态文明建设为驱动，关注水生态的整体性并统筹考虑其中各要素，推进内蒙古山水林田湖草系统的综合治理；张知彬研究员指出：内蒙古草原疫源动物及疫病种类多、数量大、分布广，与周边国家如

俄罗斯、蒙古等交流频繁，易形成大范围爆发和危害，因此，要加大重大疫源动物及疾病的监测和安全评估，加大跨界动物及疫病的监测与管控，加大对疫源地的治理和投入，服务我国生物安全和生态安全战略；陈建伟教授指出：早期我们对草原的关注仅仅是关注其生物属性，现在更应该关注其生态属性。建议尽快启动全区的本底生物资源调查，包括草原、森林、湿地等，要把调查、监测、科研放在建设北方生态屏障的重要位置；邓伟教授指出：内蒙古山地是中国北方生态屏障功能的根脉，主导景观生态格局序次与空间组合关系，是区域生态服务和支撑功能的关键基础。北方生态屏障建设必须要牵好内蒙古山地这个牛鼻子，建议在内蒙古组建中国北方山地科学研究中心，加强科技投入；郝耀华高级记者指出：这次院士咨询是科学助力地方生态建设的一次成功实践。通过认识阴山、大青山等山地屏障的生态功能和生态价值，有助于准确了解和把握内蒙古的区情，科学有效地建设北方生态安全屏障。应尽早建立第三方评估机构和科学评估体系，为今后更好地开展具有操作性的生态补偿机制建设提供可能；白永飞研究员指出：草原是内蒙古自然资源的主体，合理配置草原的生态功能和生产功能是国土空间规划和生态安全屏障建设的重要抓手。深入开展草原监测、研究和保护修复示范，根据草原退化程度、空间分布特点和水资源承载力精准制定保护修复技术体系，科学布局自然保护区和生态廊道建设，完善生态保护奖补机制，有效解决“三生”问题是十四五期间内蒙古应着力解决的核心问题。

林生态系统保护等方面，都有必要在较大空间尺度上先理解生态系统过程的形成原因和空间传导机制，从而为“山水林田湖草沙”在生态保护和修复中的空间配置提供科学依据。

二是认识自然环境变化与生态系统稳态的关系。生态系统是动态平衡的，其往往具有一个稳定边界条件，超出这个边界，整个系统就会发生巨大的变化，且无法自行恢复。例如，干旱少雨的气候条件本身一般不会造成草原快

速退化，草地生态系统的生物量等指标随气候波动产生偏移是正常的自然规律。但随着全球气候变暖背景下极端干旱事件的增多，加之人类过度放牧破坏了天然草地生态系统结构，草地生态系统更易于突破稳态条件，导致了草地沙漠化和草地灌丛化等退化现象。在内蒙古大部分地区水分限制条件下，坚持减少人类活动影响，以自然恢复为主的方针是生态建设的必然要求，在部分生态系统已经发生不可逆转的地区，则需要进行人工修复与重建。那么，如

也许，世界上很少有一种动物能够比**蒙古马**更加广泛而深刻地嵌入到一种充盈着生态理念与实践的文化之中。它的命运牵动着整个文化的命运；它的存在就像对环境洁净程度很敏感的指示物种那样，对草原的生态与文化变迁有着明显的指示意义；它的消退能够唤起与之朝夕共处的人们从心底里发出的难舍之情。我们对现实的反思并非主张历史的简单轮回，人与马相依为命的日子留下的是顺应自然的生活态度和思想价值。

大兴安岭林区是祖国北方重要生态屏障，拱卫着东北黑土地免受风沙侵蚀。汗马国家级自然保护区位于大兴安岭西坡北部，保护区核心区人迹罕至，积攒了多年的落叶与植物的枯枝，将地表完全覆盖，最大限度地降低了水分的流失。多年的演化让野生动物与这片森林形成了复杂的食物链和依存关系，从而保证了保护区生态系统的稳定性。



1994年，中国人与生物圈国家委员会应首批中国生物圈保护区网络成员的要求，创办了内部刊物《中国生物圈保护区》，1999年，改版为《人与生物圈》杂志并公开出版发行。这是一本全球唯一的宣传“联合国教科文组织人与生物圈计划”的大众科普中文期刊，也是一本讲述中国生态故事，分享全球绿色思维的杂志。杂志以“全球视野、国家视角、专家观点、百姓声音”为主线，通过挖掘国内外生态保护第一线的鲜活案例、拍摄生态保护第一线的精美图片以及邀请生态保护第一线的专家学者提供独家观点和专业解读，以此来深入探讨人与环境关系的终极话题。时任联合国教科文组织国际人与生物圈计划的负责人P.Lasserre博士在《人与生物圈》创刊贺信中写道：“由于各保护区的共同努力，使得这一不同寻常的刊物得以创刊……生物圈保护区的工作没有一件是轻而易举的：提高对环境的合理保护、管理与规划的能力；生物多样性保护与经济发展需求的结合；实地培训、教育与示范的发展；地区性与国际性有关可持续发展的科技合作。为了迎接这些挑战需要在科学家、决策者、规划人员和当地群众之间更加努力地创造性合作。杂志将为其国内读者提供一个互相交流的机会，同时也为其他国家的读者展示中国在生物圈保护区内进行资源可持续利用工作的经验……”我们以位于中国北方生态屏障的内蒙古自治区为例，《人与生物圈》杂志在此开展了一系列深入的、创新性的工作，仅涉及到内蒙古的专辑就有以下10期，其包括：“赛罕乌拉”、“达赉湖”、“汗马”3期世界生物圈保护区专辑；浑善达克、阿拉善2期生物多样性专辑；内蒙马、鄂伦春、鄂温克、恐龙、蝗灾等5期文化多样性专辑。

易举的：提高对环境的合理保护、管理与规划的能力；生物多样性保护与经济发展需求的结合；实地培训、教育与示范的发展；地区性与国际性有关可持续发展的科技合作。为了迎接这些挑战需要在科学家、决策者、规划人员和当地群众之间更加努力地创造性合作。杂志将为其国内读者提供一个互相交流的机会，同时也为其他国家的读者展示中国在生物圈保护区内进行资源可持续利用工作的经验……”我们以位于中国北方生态屏障的内蒙古自治区为例，《人与生物圈》杂志在此开展了一系列深入的、创新性的工作，仅涉及到内蒙古的专辑就有以下10期，其包括：“赛罕乌拉”、“达赉湖”、“汗马”3期世界生物圈保护区专辑；浑善达克、阿拉善2期生物多样性专辑；内蒙马、鄂伦春、鄂温克、恐龙、蝗灾等5期文化多样性专辑。

何判断生态系统变化是否突破了稳态？这就需要通过长时间监测数据序列的构建，识别影响生态系统恢复能力的关键结构参数，判读生态系统稳态转换的临界点，从而为生态系统保护、修复和重建提供明确指标和阈值。

三是认识生态功能近程效应与远程效应的关系。生态系统服务功能被定义为生态系统要素与过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用，可以简单理解为生态系统给人类提供的各种惠益。该定义一方面强调着需要从结构认知走向功能认知，不能简单的以森林、草原、湖泊的面积和数量规模作为评价标准，而有必要进一步刻画生态安全屏障的防风固沙、碳固定、水源涵养、水质净化、生境质量维持等生态功能；一方面也预示着这些生态功能对应的效益是空间流动的，有必要全面认知生态安全屏障建设的本地效应、邻域效应和远程效应。正是由于生态安全屏障建设的功能效应并不一定完全发生在本地，所以在科学上需要强化调查指标的空间精确性、监测时间序列的对应性、情景模拟的时空参数匹配性，从而为诸如上游生态保护的下游产水输沙效应、旱区风沙源治理的城市空气质量维持效应、大规模造林的固碳效应等生态建设异地功能效应评估提供定量支持，为生态安全屏障功能优化提供全域视野。

四是认识生态系统服务功能与民生福祉的关系。生态安全的主体是人，目标是在保持生态系统功能的基础上维持和提升人类福祉，因而民生福祉的概念从需求侧的角度进一步明确了生态安全屏障建设的目标和效益。在不同社会发展阶段和地域文化下，民生福祉的表现形式可能是多样的，内蒙古不仅不能直接照搬国际经验，并且在狭长的地理格局下也不宜划定自治区内部的统一标准。例如：地处黑河下游

的居延海通过生态输水不仅维持了湖泊，提升了生物多样性，而且带动了本地第三产业的发展；巴彦淖尔市“山水林田湖草沙”生态保护修复工程为绿色发展提供生态基石，提升了“天赋河套”农产品区域公用品牌形象。为了认识绿水青山持续发挥的生态效益和经济社会效益，有必要从社会—生态系统的科学原理出发，进一步规范资源环境效益和经济社会效益的度量标准，确定增强区域民生福祉的代表性生态功能和社会效益指标，用于生态建设的效应评估和监测预警，从而有机串联资源—资本—资产三者的关系，为绿色发展目标下的生态安全屏障建设架起从自然到社会、从科学到决策的桥梁。

联合国教科文组织“人与生物圈计划”，旨在整合自然科学和社会科学的力量，合理的、可持续的保护和利用全球生物圈资源，为改善人类及其生存环境之间的相互关系提供科学依据。内蒙古建设我国北方重要生态安全屏障，是国家生态文明建设的重大战略举措。

在“人与生物圈计划”科学目标的指导下，《人与生物圈》杂志充分肩负起衔接国际前沿科学理念、讲好中国生态文明建设故事的办刊责任，搭建了科学家、政府与公众交流绿色发展理念的重要平台。希望通过本次专辑的出版，让更多决策者、从业人员与公众关注内蒙古建设我国北方重要生态安全屏障的科学问题、实践需求与管理启示，为把祖国北疆这道亮丽的风景线建设得更加更加牢固、更加安全。

本文作者系中国科学院院士、中国科学院生态环境研究中心研究员、北京师范大学地理科学学部部长

加强生态站网络 对北方生态屏障的科技支撑

文 / 于贵瑞 何洪林 王秋凤 何念鹏

中国北方生态站点分布图



我国的北方防沙生态屏障带是国家生态安全战略格局和重要生态系统保护和修复重大工程建设的组成部分，涵盖了“两屏三带”的北方生态脆弱区域，是我国防风固沙及北方草地生态恢复的关键地带。该区域涉及黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、内蒙古、甘肃、新疆（含新疆兵团）9个省（自治区、直辖市），是我国脆弱生态区的自然保护和生态修复的重点及难点区域。受自然因素与人为因素综合影响，该区域水资源短缺，河湖和湿地面积快速减少，水土流失严重，森林和草原功能严重退化，生物多样性受损。区域内的水土流失面积约为4500万公顷，沙化土地面积约13400万公顷，其中内蒙古地区草原退化沙化面积占总面积的60%左右。

北方生态安全屏障建设对我国自然保护及生态安全格局构建、改善全国生态环境质量具有重要意义。《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》中，针对北方防沙带的环境治理问题明确指出，增加林草植被盖度，增强防风固沙、水土保持、生物多样性等生态功能，提高自然生态系统质量和稳定性，筑牢我国北方生态安全屏障。

生态系统研究网络的野外生态站，以长期定位监测生态环境变化、科学研究和试验示范为核心任务，是获取各类区域典型生态系统变化及过程科学数据的观测研究平台，是开展区域综合科学研究及技术试验和示范的重要科技基地。经过多年的野外生态站建设，科技部、

中国科学院、高校、国家林草局、农业部在我国北方草地和荒漠等生态脆弱区域已经建立了多个生态系统野外观测研究站，如内蒙古草原（锡林郭勒）、呼伦贝尔草原、海北等草地生态站、鄂尔多斯、沙坡头、奈曼、民勤、沽源、阜康、阿克苏、策勒等荒漠/沙地生态站，以及大兴安岭、塞罕坝、临泽等森林/农田生态站。

这些国家级的生态站，围绕不同区域的典型生态系统结构和功能变化，以及荒漠化、草地退化、石漠化和水土流失等生态问题，开展了长期观测研究及科技示范工作，积累了丰富的第一手观测数据，认知了北方区域脆弱生态系统变化规律，开展了生态系统管理科技示范，在区域生态环境治理中发挥了重要而不可替代的科技支撑作用。这些国家级的生态站以及其他行业部门建设的生态站所积累的科学数据、生态知识、生态技术和模式以及科技人才等必将为北方生态安全屏障构筑国家战略做出新的贡献，并期待生态系统研究网络的生态站能够在以下四个方面发挥科技支撑作用。

生态站的长期观测为生态屏障建设提供科学数据保障

三十多年来，北方生态安全屏障区域内的生态台站按照统一的监测指标和规范，对不同

区域的生态系统类型开展了连续观测研究，建立了水—土—气—生生态要素综合观测场、辅助观测场及野外固定调查点，已经构成了涵盖屏障区域的长期联网观测样地系统和综合观测体系。近年来随着空天地一体化技术发展，无人机—地面观测结合的观测研究平台也得到快速发展。

这些生态站和野外观测研究平台的建立，已经积累了大量的第一手观测数据。这些科学数据已经或将为北方草原、荒漠和沙漠区的生态过程变化、水文和气象过程特征、生态系统的水量平衡和养分平衡、草地生态系统与气候变化的关系、植被动态和生物多样性维持等科学研究及生态系统质量和稳定性评估，提供重要的数据保障。

生态站的系统性研究为生态屏障建设提供理论依据

生态系统观测研究站基于长期观测及科学试验，针对不同气候植被区域的生态系统的结构和功能及其生态过程机制开展了系统性研究工作，较充分地理解了各类生态系统的组分与结构、过程与功能、稳定与演变等生态学机制，认知了气候环境变化和人为活动对生态系统的影响规律，以及人工管理和调节生态系统的技



2020年10月，于贵瑞研究员应邀参加西藏广播电视台《珠峰讲堂》栏目的大型电视系列讲座《科学的西藏》，图中他正在录制题为“认知青藏高原生态系统：定位观测与实验”的专题讲座。



三江源站



塞罕坝站



甘南站



海伦站



海北站



若尔盖站



安塞站



阜康站



庆阳站



阿克苏站



临泽站



大兴安岭站



鄂尔多斯站



呼伦贝尔站

术原理，这些生态学理论知识已经或将为北方生态安全屏障建设提供科学理论依据。围绕北方生态屏障构筑的自然保护、资源管理和环境治理的需求，挖掘生态站的观测和试验研究知识成果是最为有效的举措，同时针对生态屏障建筑中的新科学技术问题，组织生态站开展联网观测和试验研究也是十分必要的科学活动。

生态站的成果为生态屏障建设提供技术支撑

科技示范是将理论性成果转化为大规模应用的重要载体与必经途径，是野外生态站的重要任务之一。该区域野外生态站针对脆弱生态系统管理已经总结了多种优化管理模式。近年来的各生态站不仅对以往推广的优化模式开展了改良和升级研究，而且还开发了众多新技术、新措施及生态建设模式，为生态安全屏障建设储备了有待集成推广的技术及模式。蕴藏在各生态站的自然保护、资源利用、受损生态系统恢复重建、沙漠治理与沙地利用等技术和模式十分丰富，经过进一步的筛选、改良、集成及示范推广，必将会在北方生态安全屏障建设中发挥重要作用。

生态站的科学家和科技平台为生态屏障建设提供咨询和示范

据不完全统计，目前分布在北方生态安全屏障建设区的国家级生态系统野外观测研究站有 20 余个，还拥有大量高校、行业部门及地方研究机构建立的各类野外台站。这些野外台站的科学家群体构成了区域生态保护和环境治理的重要科技力量及智库群体，这些野外台站长期积累的科学数据、建设的科学观测系统、野外样地系统和试验研究设施等，都是北方生态安全屏障建设必需依赖的重要科技资源、科技平台及科技试验示范基地。充分发挥这些科技力量、智库、平台及野外试验示范基地的功能，是构建北方生态屏障建设科技保障体系的智慧决策，也是野外台站直接服务国家战略和生态文明建设的义务和机遇。

我们相信，北方生态安全屏障建设需要充分发挥生态系统研究网络野外生态站的科技支撑作用，同时区域内的野外生态站也一定会为北方生态屏障建设的国家战略提供强有力的科技保障作用。

本文作者系中国科学院地理科学与资源研究所于贵瑞院士及其团队成员



聚焦退化草原的生态修复

中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站侧记

文 / 白永飞 王扬

草原是我国面积最大的陆地生态系统，覆盖着 $\frac{2}{5}$ 的国土，像皮肤一样保护和滋养着大地。其不仅为人类提供了肉、奶、皮、毛等具有直接经济价值的产品，同时具有调节气候、涵养水源、防风固沙、生物多样性保育和碳固持等重要生态功能。

近半个世纪以来，由于长期不合理利用和全球气候变化，我国北方草原面临严峻的生态问题。当前，我国约有 90% 左右的天然草地处于不同程度的退化之中，其中严重退化草地占 60% 以上。开展退化草原的生态系统修复是关系我国整体生态安全的重要任务和基本需求。

位于内蒙古自治区锡林河流域的中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站（以下简称内蒙古站）建于 1979 年，是我国在温带草原区建立的第一个草原生态系统长期定位研究站。

自 20 世纪 90 年代以来，内蒙古站针对浑善达克沙地的退化现状，提出浑善达克沙地治理的“ $\frac{1}{3}$ 治理， $\frac{2}{3}$ 自然恢复模式”（简称“三分模式”）。即对占 $\frac{1}{3}$ 面积的风蚀坑、流动沙丘（光头顶）、半流动沙丘等，采取人工辅助措施（生物网格 + 沙地乡土先锋植物）进行治理；对于占 $\frac{2}{3}$ 面积的植被覆盖度较低的沙化退化草地通过围封禁牧和休牧，依靠自然的力量使植被得以自我修复和恢复。基于内蒙古站 15000 亩的试验示范证明，三年即可使风蚀坑和流动沙丘得到固定，实现植被建群从无到有的阶段性目标，为植物群落结构的进一步优化和生态系统功能的提升奠定了基础。该项技术成果于 2007 年获得国家发明专利，并在内蒙古锡林郭勒盟大面积推广。

呼伦贝尔大草原。据悉内蒙古自治区政府正在研究《呼伦贝尔国家公园设立方案》，呼伦贝尔地区生态地位十分重要，拥有我国最典型的森林、草原、湿地等生态系统类型，是集山水林田湖草为一体的生命共同体典型代表。设立呼伦贝尔国家公园，也是内蒙古建设我国北方重要生态安全屏障的一项重要工作。摄影 / 蔡石



沙地治理“三分模式”与“生物网格治沙技术”的试验示范。示范区位于内蒙古站区后的浑善达克沙地，示范区面积 15000 亩。



2000 年启动的京津风沙源治理工程。图为内蒙古锡林郭勒盟多伦县浑善达克沙地治理 摄影 / 敖东



2018 年内蒙古锡林郭勒盟乌拉盖河沿岸的盐碱化草地

乌拉盖草原地处内蒙古自治区锡林郭勒盟东北部，有“天边草原”的美誉。近年来由于不合理利用，部分区域呈现沙化退化趋势，其中沙化草地总面积达 11.2 万亩，占管理区天然草原总面积的 1.5%。2015 年以来，内蒙古站与乌拉盖管理区地方政府和内蒙古蒙草生态环境（集团）股份有限公司合作，基于“三分模式”的技术体系，通过技术拓展和集成，针对不同地形条件（风蚀坑、陡坡、缓坡和平地）的沙化草地，采取了针对性的治理措施。对风蚀坑沙地，

先用机械进行沙地平整，之后采用“物理沙障 + 人工补播草种 + 枯草铺设”的生态修复方法。首先，在沙地中央的严重风蚀区域，铺设由芦苇做成的正方形和菱形网格沙障，用于防风固沙。之后在网格内采用一年生与多年生、豆科和禾本科牧草种子进行混播，以促进植被的快速恢复，并在播种后铺设枯草或草帘，以促进牧草幼苗的萌发；在陡坡区域除了铺设沙障和补播外，还要用柳笆、尼龙网或铁丝网在人工种植的乡土植物能够成功出苗、生长和越冬以

前覆盖沙障，以防止陡坡处剧烈的风蚀对土壤和沙障的破坏；在缓坡区采用“生物沙障+人工补播草种+苇帘或草帘铺设”的方式进行修复。利用黄柳、羊柴或沙蒿等乡土灌木和半灌木进行条播形成生物沙障，然后在沙障间混播牧草，并覆盖苇帘保土和遮阴起到防风固沙的作用；对于退化沙地的平坦区，主要采用围封禁牧和休牧的方式进行修复。经过3~5年的围封管护，不同地形条件下的沙化草地的植被均得到了明显的恢复。该技术模式适合我国北方风沙区的生态特点，有利于退化沙化草地生态功能的改善和生产功能的提升，自2015年以来，陆续在锡林郭勒盟乌拉盖管理区、西乌珠穆沁旗、锡林浩特市等地进行大面积推广应用，有效解决了部分地区因过度放牧、建设开采等活动带来的草地沙化问题，为我国北方草原区开展退化沙化草地治理提供了重要的科技支撑。

草地退化的另一个主要表现形式是盐渍化，草原植被遭到破坏后，在蒸发、风蚀、微地形等作用下，地下水向上运动将盐分积累到地表形成退化形式。近年来，由于持续过度放牧，致使乌拉盖河沿岸的草地植被盖度降低，地表蒸发增加，引起土壤表层盐分增加，从而发生土壤盐渍化。2018年，我们针对乌拉盖河沿岸的盐渍化草地，采用“草帘覆盖+施加腐植酸+补播耐盐草种”的治理措施进行盐渍化草地的修复。首先用免耕机整地并将腐植酸播进土壤表层，再把草种补播进土壤表层，最后用草帘进行覆盖，然后进行封育和休牧。补播的草种多为耐盐碱的一年生和多年生牧草。试验当年，有盐碱斑的地方即被耐盐碱的一年生植物碱蓬覆盖，经过2~3年，多年生牧草明显增多。该方法实现了乌拉盖河沿岸盐碱地植被的快速有效恢复，解决了由“黑”变“绿”的问题，对盐渍化草地的植被和土壤修复具有重要的推广示范意义。针对我国北方草原生态系统退化现状和生态修复中面临的突出问题，基于野外站长期研究结果，我们提出了生态修复三个关键阶段即，植被建植、结构优化和功能提升。一、植被建植阶段。需要解决的关键科技问题是如

何构建以先锋植物为主的植物群落，实现由“黄（裸地或沙地）变绿”或由“黑（黑土滩）变绿”的目标，该阶段需要采用生物和工程措施相结合的修复技术；二、结构优化阶段。需要解决的关键科技问题是如何通过免耕补播乡土优势植物等措施，使原生群落的优势物种及其多度显著增加，先锋植物的多度逐渐减少，植物群落结构得到优化；三、功能提升阶段。其科技目标是植物、土壤和土壤生物群落结构进一步优化，基本实现近自然恢复，其生态系统功能和稳定性显著提升。实现这三个关键阶段的修复目标需要十几年甚至几十年的时间，特别是土壤和土壤生物群落的恢复。因此，重度退化草地的生态修复工程，应根据这三个关键阶段的特点，制定相应的技术措施、修复目标和草地管理措施。

为了更好地开展草原生态修复，今后内蒙古站将围绕以下三点进一步开展基础研究、试验示范和技术研发：

一、开展退化草原生态系统演替过程的生态学机理研究，加强遥感和高光谱监测与分析技术在生物多样性和生态系统监测中的应用，为制定科学合理的草原生态系统修复目标与标准、评估修复成效提供有效抓手。

二、开展我国北方草地生态系统服务评估，制定北方草原主体功能区划，为科学配置草地的生态功能和生产功能，实现生产生态有机结合，生态优先，以及统筹山水林田湖草一体化保护和修复提供科学依据和技术支撑。

三、开展草原生态修复和草原合理利用由单项技术示范为主，向多项技术集成示范转变，构建适合不同草原类型的生态修复和合理利用技术体系并开展试验示范，为我国北方草原生态文明和生态安全屏障建设提供集成技术和示范模式。

本文作者白永飞系中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室和中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站研究员；王扬系中国科学院植物研究所工程师





那一抹最亮的绿色

中国科学院奈曼沙漠化研究站侧记

文 / 赵学勇 段育龙 连杰 罗亚勇 王立龙 张蕊 李玉霖

在我国沙漠化扩张态势逐渐逆转的伟大实践中，科尔沁沙地一定是沙漠中最亮的那一抹绿色，在中国四大沙地中率先实现了整体治理速度大于退化速度的良性逆转。期间，作为防沙治沙研究国家队成员之一的中国科学院奈曼沙漠化研究站（简称“奈曼站”）发挥了重要的作用。

奈曼站正式建立于 1985 年。早在 1966 年，铁道部锦州铁路局与中国科学院函商，请中国科学院组织一支沙漠考察队，对科尔沁沙地的沙漠化特征、成因、危害和治理进行科学评估，为北京—通辽铁路科尔沁沙地段的铁路保护提供科学与技术支撑。到 1980 年通车时，考察队圆满完成了铁路路基设计所需的风沙灾害防治数据与技术支撑和防护体系设计与建设。迄今，京通铁路平顺运行 40 年未发生重大风沙灾害事故，其经济效益及对当地经济发展的推动作用巨大。此外，也构建了穿沙公路的防护林体系。

奈曼站建站之初，科尔沁沙地到处被流沙覆盖，目之所及的生命绿色少之又少，映入眼帘的皆是单调的黄色。面对漫天的黄沙，奈曼站科研人员没有退缩，在第一任站长王康富的带领下，9 名年轻人一头钻进了科尔沁沙地。他们根据科尔沁沙地的实际条件，引入了草方格固沙技术，并优化了方格规格和使用材料，将稀缺的麦草改为俯拾皆是的玉米秸秆。随后，针对性的研发了差不嘎蒿（*Artemisia halodendron*）活沙障固沙法和樟子松（*Pinus sylvestris* var. *mongholica*）容器育苗造林技术，使造林成活率提高到 90% 以上，解决了流动沙地上造林

2011 年 8 月拍摄于巴丹吉林沙漠上
即将干枯的湿地。摄影 / 崔文斌



成活率低的难题。截止目前，仅通辽市奈曼旗樟子松栽种面积已达 15 万亩，成为防沙治沙的当家树种。在此基础上，结合不同固沙植物的生物特性，奈曼站提出“乔灌草结合、固阻造封结合”的生物固沙体系建设思路，在科尔沁沙地选择高几十米的高大沙丘进行试验并取得巨大成功，有效地控制了高大、密集、难治理沙丘移动和风沙流危害。

近年来，由于气候变化和农业开发的影响逐渐增大，水资源制约性日益凸显，干旱频发、地下水位下降以及河流（湖泊）断流干涸等成为威胁科尔沁沙地固沙植被稳定维持的新问题。针对这些问题，奈曼站团队通过多年的观测与研究，确定了小叶杨、樟子松的合理造林密度为 15~25 株 / 亩，构建了年降水量 250~350 mm 雨养植被持续稳定恢复技术体系，为科尔沁沙地植被稳定恢复提供了坚实的技术支持，有效支撑了国家重大生态工程实施和区域生态环境治理。

奈曼站在防沙治沙理论研究方面的突破包括：确定了科尔沁沙质草地合理的牧压阈值范围为 0.8~1.2 标准羊单位·ha⁻¹，为该区域天然草地放牧管理和决策提供了理论支持。科研人员发现科尔沁沙地 50.5% 的沙漠化土地是由草地过度放牧引起的。对于沙质草地，当牧草采食率持续高于 55% 以上时，草地开始出现退化，当牧草采食率持续高于 70% 时，草地便会迅速退化和沙化。研究发现了科尔沁沙地恢复到榆树出现的稀树草原景观状态至少需要 20~30 年，而土壤恢复到类草原栗钙土结构则需要更长的时间，这为退化植被恢复及保护利用提供了理论依据。

奈曼站还在当地选择了沙漠化问题最严重，经济最落后的村落，建立示范村，基于节水、高效和适用的原则试验示范了“人工辅助下乔灌草藻沙地复合治理技术、保护性园田果蔬种植技术、玉米 - 小麦 - 果（树 - 草）间作技术、猪羊牛禽饲食物链式高效养殖技术和农田冗余物质再利用技术”。经过 30 年的治理，到 2015 年，



图 1：京通铁路科尔沁沙地段防护林航拍图；该防护林已保障京通铁路科尔沁段平顺运行 40 年未发生风沙灾害，照片拍摄于 2017 年。

图 2：科尔沁沙地翁牛特旗穿沙公路防护林航拍图；该防护林以当地乡土优势灌木柠条锦鸡儿为造林树种，构建了雨养条件下公路防护林体系。

图 3：玉米秸秆固沙草方格。1985 年，奈曼站在科尔沁沙地引入草方格固沙技术，结合当地特色，科研人员改用玉米秸秆替代麦草为材料制作草方格。

图 4：先锋固沙植物差不嘎蒿 *Artemisia halodendron* 活沙障；1986 年，奈曼站科研人员针对科尔沁沙地的高大流动沙丘试验种植灌木差不嘎蒿作为活沙障的流动沙丘固定技术。

图 5：科尔沁沙地腹地翁牛特旗的一处固沙样地航拍图；奈曼站针对治理难度较大的高大流动沙丘提出了“乔灌结合、固阻造封结合”的生物固沙体系建设思路。

图 6：奈曼站放牧实验样地；自 1994 年，奈曼站在内蒙古奈曼旗尧勒甸子村开展牧压梯度试验，该照片于放牧围栏建成时拍摄，可以看出，重度放牧植被盖度极低，并且出现了由风蚀导致的创面。

图 7：奈曼站长期围封观测样地；1996 年放牧试验结束后，对试验样地进行了二十多年的禁牧围封，目前该样地植被已恢复成榆树稀树草原景观（2017 年航拍图）。

流动沙丘和半流动沙丘所占面积已不足 1%；该村年均纯收入从 1985 年的 178 元 / 人，到 2019 年增涨了约 58 倍，达 10260 元 / 人，达到并略超过奈曼旗农村平均收入水平。这项成果先后获得联合国环境规划署“拯救干旱区土地成功业绩奖”和国家科技进步二等奖。

在建设中国北方生态屏障的大背景下，奈曼站将努力做好以下工作：

一是，面对全球气候变化，开展具有区域尺度的生态过程研究，为构建内蒙古生态屏障，不断提升认知沙地自然演变规律的水平，继续探索水沙植被协同发展的规律。

二是，继续深入开展科技支撑发展的系统研究，服务社会可持续发展，切实做出“基于沙地、高于沙地、远于沙地”的可复制、易操作、出效果的科技成果。

三是，坚持人才培养和科学普及工作，为中国北方生态屏障的建设持续培育后备力量。

本文作者均系中国科学院西北生态环境资源研究院奈曼沙漠化研究站李玉霖研究员及其团队



守望大漠

中国科学院沙坡头站 为沙区生态屏障护航

文、图 / 李新荣

中国科学院沙坡头沙漠研究试验站建站于1955年，是我国最早建立的沙漠综合治理研究站，其65年的长期生态学研究为我国沙化土地治理、沙区生态重建与恢复提供了重要理论和技术支撑。研发了举世闻名的“草方格沙障”和“以固为主、固阻结合”的沙害防治技术与模式、提出“水量平衡、以水定植”的固沙植被建设理论体系，以及土壤生境恢复为目标，实现生态系统整体恢复的沙区生态重建和恢复的理论，研发和开拓了新的沙化土地治理模式和方向，引领了干旱区生态水文学和恢复生态学研究，为中国北方沙区生态屏障建设和防沙治沙做出了贡献。

确保包兰铁路畅通

从1955年开始，沙坡头站就着手腾格里沙漠铁路交通干线的防沙治沙研究，为包兰铁路畅通无阻保驾护航。经过反复实践和实验模拟研究，创造性地研发了闻名全球的“1米×1米草方格沙障”，从分布于中亚和中国沙区100余种旱生植物中遴选出适宜流动沙丘生长，耐高温耐辐射、耐风蚀耐沙埋，高抗旱的5种旱生灌木。通过在流动沙丘群迎风面扎设防沙、输沙的阻沙栏，在沙面扎设草方格沙障，沙障中按一定比例种植“先锋种—优势种—稳定种”组成的稀疏人工植被，形成了“以固为主、固阻结合”的沙害治理模式，在国内外得到广泛应用，并在防沙治沙中仍然发挥着不可替代的作用。曾获国家科技进步特等奖，联合国环境规划署“全球环境500佳”、联合国开发计划署“最佳实践奖”等荣誉。

“以水定植”的固沙原理

探明了主要固沙植物水分利用的来源，提出了不同气候带沙区土壤水的最大植被承载力，为沙区植物种选择与植被建设规模提供理论依据。根据对天然植被区土壤含水量的长期监测，明确了不同沙区可供人工植被利用的土壤储水量：在干旱区占降水的10~30%，在半干旱区占40~60%，在半湿润区占60~70%。结合茎干液流观测、稳定同位素技术与模型解析探明了我国主要固沙植物的水分利用来源。在极端干旱区其水分利用来源主要是深层土壤水和地下水，如梭梭、怪柳、白刺、沙拐枣等；在干旱沙区油蒿、柠条、沙冬青和沙木蓼等主要利用60cm~100厘米的土壤水分，占全部水源的76%~87%；在半干旱沙区樟子松和小叶锦鸡儿70%以上水分来自20~80厘米土层，而杨树则主要利用深层土壤水和地下水。

明确了典型固沙植被的水量平衡关系，为确定不同沙区人工植被的类型和空间配置提供了理论支撑。针对不同气候区固沙植被—土壤系统水分传输的关键过程、固沙植被—土壤系统水分平衡关系的尺度效应两个关键科学问题，在个体、群落、景观尺度上解析了固沙植物吸水—输水—耗水关键过程及其调控机制，探究了不同尺度固沙植被水分平衡关系。

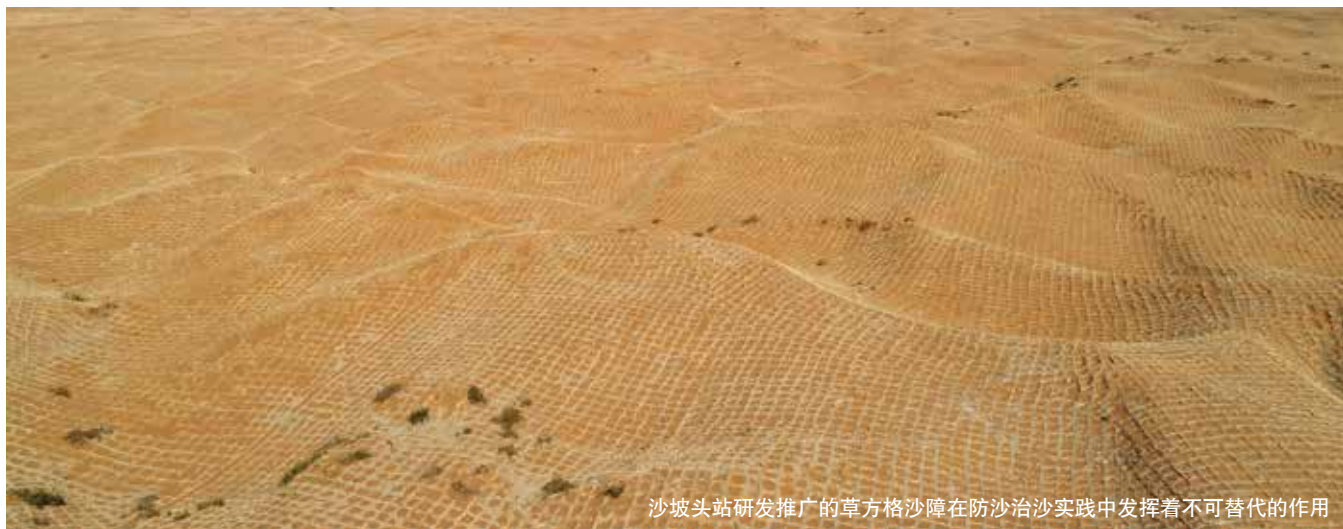
厘清了我国主要固沙植物适宜生态气候分布区，基于遥感、气象、植被和土壤数据，模拟了固沙植被区的蒸散发量、土壤水分动态、地下水埋深及对土壤水的补给，并预测未来的变化趋势。首次确定了人工固沙植被稳定性维持的生态—水文阈值，为不同气候带沙区人工植被建设和管理提供科学的依据。为现有植被的生态—水文调控和对未来植被建设提出合理



人工生物结皮固沙研究及技术应用可缩短流沙固定时间，使沙害治理得到提质增效



增温模拟试验研究沙地生态系统对气候变化影响和生态系统管理



沙坡头站研发推广的草方格沙障在防沙治沙实践中发挥着不可替代的作用

的建议,该成果获 2009 年国家科技进步二等奖。

土壤生境恢复是生态恢复的重要依据

长期监测表明,随着固沙植被区深层土壤的干旱化,灌木种在群落中的优势地位和主导作用也逐渐减弱,并有从植被组成中退出的趋势。此过程因灌木“沃岛效应”的削弱而相应地使土壤资源分布的空间异质性程度减弱。在固定沙面大量的非维管植物(藻类、藓类和地衣)的繁衍形成生物土壤结皮,一年生植物和多年生草本的定居,人工植被朝着以草本为优势,并与邻近草原化荒漠和荒漠化草原类似的原生植被类型演变和恢复。土壤资源分布的异质性程度在植被格局和过程中起着重要的作用,也是驱动干旱区植被退化或恢复的关键因素之一,而土壤生境的恢复则决定着生态恢复效果的可持续性。当土壤资源异质性程度高时,系统发生退化,当异质性降低时系统开始恢复。生物土壤结皮在植被中处在演替后期阶段,指示沙区生境得到良好恢复,处在初期演替阶段,则指示地表沙化仍没有得到有效遏制。相关成果获宁夏自治区科技进步一等奖 2 项(2007 和 2017 年)。

革新沙化土地治理模式

长期生态学监测研究发现,固沙植被建立后蓝藻结皮在沙面的形成且盖度达到 80% 以上需 10~15 年,地衣和藓类结皮盖度达到 80% 以上需要 40 年以上。蓝藻结皮容易破碎,抵抗风蚀较差,生物土壤结皮只有发展到地衣或藓类结皮阶段时才能完全控制地表风蚀。针对生物土壤结皮在沙面形成和发展速度慢、难度大,且受风蚀、高温、养分和土壤质地等非生物因素的限制,利用微生物技术可实现土壤生境改善与恢复提速增效的目的。

利用微生物制剂和产品促进生物土壤结皮发育,提速固沙时效。微生物固沙作为一种新型固沙技术,具有环保优良、适应性强、成本低、见效快、易操作和产业化生产等优势,被

公认为是最有发展潜力的一种固沙措施。例如,我们从腾格里沙漠人工植被区的生物土壤结皮中分离出一种新的特基拉芽孢杆菌株,具有很高的胞外多糖生产能力,将含有该菌株的液体喷洒于目标固沙区域的表面能够迅速固定沙粒,其与人工培养的蓝藻共同使用,效果更佳。此外,流动沙丘沙砾多为细小石英颗粒,缺肥少水,流动性大,如何提升其肥力,有利于蓝藻拓殖也是提速生物土壤结皮发育的重要途径之一。与土壤施肥、种植苗木和物理重构技术相比,微生物土壤改良法作为一种新型土壤改良技术,具有污染性小、价格低廉、耗时短暂、适应性强、工程量小等优点,是从根本上修复土壤生态系统最有发展潜力的一种措施。

在传统固沙技术上,利用人工生物土壤结皮提速沙化土地治理。通过对藻类结皮中优良藻种的分离、纯化与选育,种藻的规模培养,工厂化/规模化生产和野外接种等几个步骤,可在野外沙障固沙区快速形成蓝藻结皮。

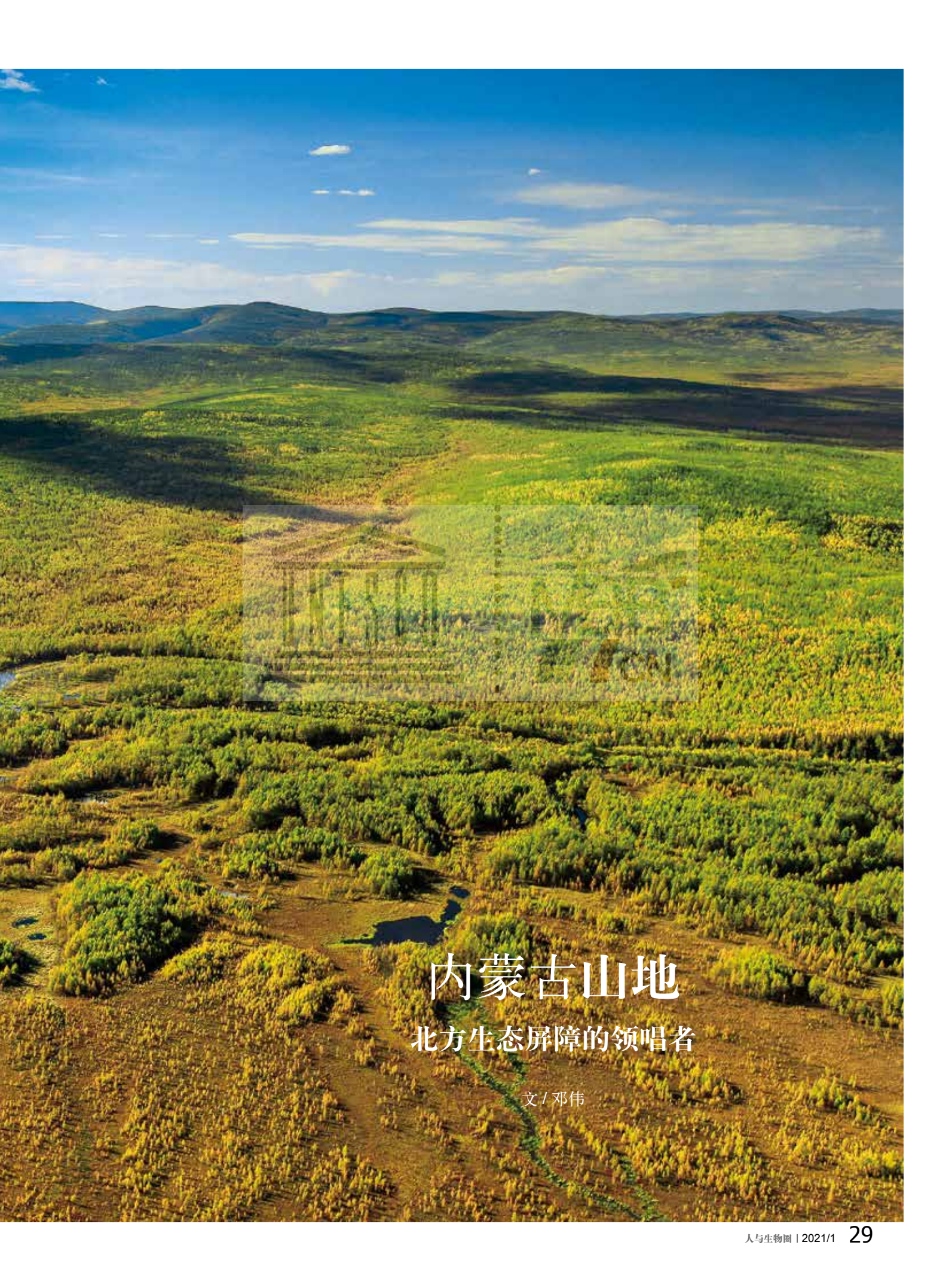
人工培育的藻种与微生物技术的联合使用,可提速人工生物土壤结皮形成和发展。可以在 1 年时间内完成生物土壤结皮 10 余年的自然形成过程。

生物土壤结皮在地表的覆盖控制了地表风蚀,促进了沙面土壤快速形成和利于草本植物的定居,进而替代了高密度种植的防护效果,植被建设中减少了苗木的用量和土壤水分的消耗,一次性地完成沙化土地治理和生态恢复的任务,实现了提速增效,并节约了大量的人力、物力和财力。相关成果分别获宁夏自治区科技进步一等奖 2 项、甘肃省科技进步一等奖 1 项(2017 年)和甘肃省自然科学一等奖 1 项(2008 年)。

本文作者系中国科学院西北生态环境资源研究院沙坡头沙漠研究试验站站长、研究员

大兴安岭是内蒙古高原东缘近乎南北绵延的一道山脉，不仅是北方森林的家园，还是物种传播的通道，并在其东西两侧形成两个植物区系，东侧是中温带夏绿阔叶林，西侧是大草原带，还是最大集中连片的寒温带明亮针叶原始林生物基因库，物种丰富，多样性强，水源涵养功能凸显，是内蒙古和东北的重要水塔，展现巨大的生态服务功能。在气候变化和人类活动不断加剧的今天，只有持续加大山地生态保护力度，确保水源地安全，才能全面促进林草生态系统提质增效，这是内蒙古走好生态优先、绿色发展的重要基础。摄影 / 蔡石





内蒙古山地

北方生态屏障的领唱者

文 / 邓伟



大青山保护区是阴山山脉生物多样性和景观的缩影。对于深入研究阴山山脉的地质、地貌，森林植物群落起源、演替，动植物资源、生态变迁都具有重要的意义。保护区山地东经灰腾梁台地与冀北山地相连，西经乌拉山、狼山与贺兰山、北大山、马鬃山相通，呈东西向坐落于内蒙古草原区内。形成了一条连接和沟通东北、华北、西北动植物区系的过渡带。构成了一条环内亚干旱、半干旱区南缘的生态交错带。在我国北方草原区占据了一个独特的生态区域，成为干旱、半干旱区森林的岛屿和诸多大型动物活动的通道。在维护和保持荒漠草原生态稳定性，屏护山南河套平原、包头市、呼和浩特市乃至华北平原生境具有重要意义。供图 / 大青山保护区管理局

内蒙古山脉示意图



纵横在内蒙古高原的山地，绵延上千里，是中国北方生态屏障的“骨架”。其中，大兴安岭、阴山及贺兰山等是我国季风与非季风区重要地理分界线。大兴安岭是森林草原景观与草原景观，也是北方重要的碳库区；阴山是传统牧区和传统农耕地分界线，也是内蒙古高原和黄土高原的分界线，对内蒙古中部地区气象要素产生一定影响，形成了山脉两侧气候的明显差异，植物地理交汇作用明显；贺兰山是草原与荒漠的分界线，阻挡和遏制腾格里沙漠的东侵。这些山地的存在，促成了山地雨带的形成，使得内蒙古高原得以雨露滋润，才有了山水林田湖草沙的生态服务体系，整体构成了不可替代的生态屏障功能区。



中国汗马世界生物圈保护区，位于内蒙古大兴安岭西坡北部，森林覆被率 94.8%，拥有较为完整的山地植被垂直带谱，是黑龙江上游额尔古纳河重要支流—激流河的发源地。保护区主要植被类型为寒温带明亮针叶林，是欧亚北方森林向南的延伸。同时，这里也是北半球多年冻土发育的南缘。保护区拥有以兴安落叶松沼泽和苔草沼泽湿地为代表的原始自然湿地景观，是我国北方生态安全屏障的重要组成部分。也是我国驼鹿在亚洲的最南分布区。摄影 / 周海翔

从中国地图上凝视北疆，辽阔的内蒙古高原上大兴安岭斜耸，阴山横亘，贺兰山纵翘，这不仅让高原顿增无限的生动和秀美，也极大地增加了生境多样性，林、灌、草、湖、沙等多种自然景观复合与镶嵌，造就了生态福祉性，惠及民生，尽显山地巨大的生态价值，无言地诠释了“绿水青山就是金山银山”的深刻内涵。正是这绵延起伏上千里的山地让内蒙古的地理空间显著差异化，才使这里成为林牧、林农、农牧等交错带的汇集区域。如此广大的交错带凸显国土空间的地域特殊性，显然也就成为了我国生态优先绿色发展的关键区域。

山地是北方生态安全屏障的基石

山水林田湖草沙是生命共同体，山居首位，既表明山地在地生态系统中具有主导性，也表明山地环境梯度下水、土、气、生要素沿位能 / 势能空间差异而呈现的生态景观格局序次与空间组合关系，可以说山地的生态作用是整体生态屏障功能的经脉，换句话说山地是生态屏

障大合唱的领唱者，足见山地生态屏障中的基石作用。

内蒙古三大山地的面积约有 34 万多平方公里，以大兴安岭和阴山为主体，是森林的重要家园，是北方生物多样性的富集区。区内的森林总面积约达 2613 万公顷，占全国森林面积的 12%，居全国第一位，而山地森林面积占了 43% 多，其中大兴安岭的森林面积约为 943 万公顷，阴山的森林面积约 148 万公顷，贺兰山的森林面积约为 8 万公顷，还有燕山北部山地的森林面积约为 25 万公顷。

如此大范围、大跨度的山地森林带和广袤的草原带（8800 万公顷）、湿地群（601 万公顷），筑起了一道天然的生态安全长城。正是这山高林密、原阔草盛的巨大屏障功能，才能有效地阻挡塞外风沙的肆虐，让沙漠止步前移，极大地减缓了华北平原的沙尘天气，确保了京津冀的安全发展。这显然得益于山地系统主导



下的生境多样性，进而也奠定了中国北疆生态安全屏障的基础与格局。

“千山万水”，山地的水塔效应

有一句成语说得好：“万水千山”，没有千山绝无万水，这就生动地阐释了山与水的亲缘关系，有好山好水，就有好的生态，就有生态经济发展的自然基础。

内蒙古自治区以温带大陆性气候、温带季风气候为主，属于干旱一半干旱区。但由于高原山地的存在，形成了山地雨带，为河流的发育奠定了重要的自然基础，从而保证了山前平原农业和城镇发展的水资源供给，也为草地、湿地提供了宝贵的生态用水。从内蒙古山与水的关系看，东北、华北诸多河流如额尔古纳河、嫩江及其重要支流（洮儿河和霍林河）、西辽河、滦河、永定河的发源地，都与大兴安岭和阴山、内蒙古高原有关，可谓中国的第二水塔。其惠及的国土面积非常大，不仅是内蒙古，还有

东北和华北地区。正是这些河水激流在山地而蜿蜒于草原和沙地之间，还有水面大于 100 平方公里的天然湖泊呼伦湖（达赉湖）、贝尔湖、达里诺尔、乌梁素海、岱海、黄旗海、查干诺尔、居延海等，这些境内自产 440 亿立方米的水资源，不仅滋养着辽阔的大地，形成了水草丰美的高原绿洲，而且也为北方农牧业和众多城镇的发展提供了宝贵的水资源。

“绿水青山就是金山银山”的真实写照

由于山地纵横于广袤的内蒙古高原上，主导着地表层系统过程，促使水、土、气、生要素相互作用，导致山水林田湖草沙深度交错、复合与镶嵌，形成了特有的生态景观格局和多样的生态功能区。山地的阻隔和沟谷的贯通，导致水热条件的空间差异显著，生态多样性和土地多功能性的完美组合，导致自然生物生产力尽情绽放，使其综合生产功能产生了巨大的效益。当下全区粮食总产量稳定在 500 亿斤以上，牲畜存栏稳定在 1 亿头只以上，具有年生产 240



图 1：内蒙古贺兰山国家级自然保护区内拥有我国西北地区保存较为完好的森林生态系统，具有西北地区最典型的森林景观和最丰富的生物多样性。保护区所在的贺兰山是我国生物多样性保护热点地区之一，在我国西北地区具有重要的生态意义，地跨温带草原与荒漠两大植被区域的交界处，是一条重要的自然地理分界线，其高大的山体 and 绵延的森林有效地阻挡了腾格里沙漠的东移，减弱了山地水土流失。保护区植被属于山地植被，由于山地地形生态条件的分化和植物区系成分的多方汇合，使得植被类型及其组合也形成了相当复杂的格局；在动物地理区划上属于古北界中亚亚界蒙新区西部荒漠亚区和东部草原亚区的过渡地带。也是中国生物圈保护区网络成员。摄影 / 周越



图 2：阴山北麓存在的沟蚀问题比较突出，特别是在气候变化影响，雨型变化将导致坡面侵蚀加剧，生态脆弱性明显增加。摄影 / 张少尧

图 3：内蒙古黄岗梁国家森林公园，最高处海拔 2029 米，是大兴安岭最高峰，也是中国生物圈保护区网络成员。摄影 / 陈建伟

图 4：2020 年 12 月 9 日，邓伟教授（中）在阴山考察中与队友（左为付同刚副研究员，右为张少尧博士）讨论山地土壤发育与基岩风化和植被作用的关系，以及坡面侵蚀对坡面生态脆弱性的影响。摄影 / 杨才

图 5：邓伟教授（左 2）带队与内蒙古大青山国家级自然保护区管理局管理者和专家进行座谈，了解其生态保护进展和建设问题，并提出了阴山南坡水土保持和生态恢复以稳流蓄水为主线，强化自然生态用水保持措施体系建设是阴山南麓生态恢复的关键。摄影 / 帅兵

万吨肉、10 万吨绒毛、900 万吨牛奶和 50 万吨禽蛋的综合生产能力，还有潜力巨大的生态旅游业，为国民经济的发展和人民生活的福祉提供了巨大支撑。毫无疑问，这是内蒙古高原“绿水青山就是金山银山”的真实写照。

面向未来，关注山地

面向未来国家生态文明建设新的高度和目标要求，我们也应该理性地看到，变化环境下，在干旱、半干旱的脆弱生态区筑牢生态屏障根基，面临着更多的挑战，保护与修复的难度也在加大，是一项艰巨而长期的任务。为此，提出如下几点建议：

一是，要进一步统筹山地生态保护和修复工作，统筹好全局，把握好重点，抓好关键区（如阴山山脉），牵好内蒙古生态屏障建设的山地这个牛鼻子，国家要加大山地生态建设支持力度。我欣喜地看到，地方政府为了让大青山（阴山山脉的一部分）成为高质量的国家级自然保护区，正在采取一系列改革措施，包括为自然生态保护区的建设与管理提供机制保障；大刀

阔斧实施了生态环境治理项目，不留情面对污染企业按下停止键等，其目标是让大青山真正成为阴山屏障中的脊梁。

二是，要构建和完善山地生态系统保护体系（如大青山国家公园的及早设立），建立山地生态监测体系，依托中国科学院有关研究所和内蒙古高校，积极争取国家支持设立野外观测平台。

三是，要加强科技投入，针对气候变化对内蒙古山地的生态影响，部署重大项目群，并尽快开展内蒙古山地综合科学考察工作，摸清山地家底，并支持长期深入的山地生态原位观测和室内模拟等综合研究，强化山地科学研究基础，全面提高内蒙古山地生态认知能力，并且进一步开拓国际视野，取得有国际影响的科研成果。

四是，要创新探索生态优先绿色发展的理论、实践路径与可持续发展模式，为内蒙古国土空间高质量发展提供高水平的理论指导与技术支持。

本文作者系国际欧亚科学院院士，四川师范大学地理与资源科学学院教授，中国科学院成都山地灾害与环境研究所原所长



颇具特色的内蒙古森林

文、图 / 陈建伟

我国内蒙古自治区有着全国各省区（市）中最大面积的森林，达 3.92 亿亩之多，占自治区国土面积的 23%。

内蒙古的森林有“一家独大，块状分布，特点明显，东西差异”的特色。

“一家独大”——专指大兴安岭森林。大兴安岭位于中国地势第二阶梯东缘，山脊以东为第三阶梯地，以西为第二阶梯地。全区地形总势呈东北—西南走向，西高东低，属浅山丘陵带，最高峰黄岗梁海拔 2029 米，位于克什克腾旗东北部。大兴安岭森林的面积和蓄积量均占内蒙古森林的绝大部分，其主要森林类型从北

往南分别为寒温带针叶林、中温带针阔混交林、暖温带落叶阔叶林，其最北部的寒温带针叶林是中国唯一的寒温带针叶林分布区。从世界全球森林地理分布的角度看，这片中国唯一的寒温带针叶林是东西伯利亚森林植被分布的南缘。

“块状分布”——是指内蒙古森林除了大兴安岭这个最大块头外，全区分布有并不连续的森林，这些森林分别分布于内蒙古东南部的燕山北部山地、中部的阴山山脉、西部的贺兰山山脉西坡以及最西部的东天山余脉（所指森林包括荒漠灌木林），呈大分散小集中之势，块状分布于内蒙古全境。



额济纳的胡杨林 摄影 / 崔文斌

“特点明显”——是指内蒙古森林具有中国温带森林的主要特点，颇具代表性。其中：大兴安岭北部的森林是中国唯一的寒温带针叶林分布区，其最北端的恩和哈达，是中国最后几片保存完好的原始森林之一。这里的主要树种是兴安落叶松、樟子松、云杉等，其中呼伦贝尔市鄂温克旗红花尔基的樟子松，赤峰市克什克腾旗白云敖包的沙地云杉分别是该树种在我国面积最大、分布最为集中的地区。以此往南，大兴安岭的森林植被逐渐由针叶林变成针阔混交林、落叶阔叶林，形成中温带、暖温带森林景观。其中落叶阔叶树以蒙古栎、白桦、山杨等树种为主，森林中分布有黑熊、驯鹿、花尾榛鸡及各种松鸡等多种森林鸟类。而西部的额

济纳胡杨林，面积虽然不大却名声远扬，与新疆的塔里木胡杨林一样享誉全国。

燕山北部森林为中温带针阔混交林及暖温带落叶阔叶林。地带性植被主体为落叶阔叶林（以栎类为主），并混生油松，树种有蒙古栎、辽东栎、槲栎、栓皮栎、臭冷杉、华北油松、白桦和枫桦等。海拔 1500~2000 米为针叶林，树种有华北落叶松、华北油松等，都以次生林为主。

阴山山脉位于内蒙古自治区中部，是内蒙古的“中央公园”。山脉呈东西走向，包括狼山、乌拉山、色尔腾山、大青山等，山南为农业区，



图 1：红花尔基，也是中国生物圈保护区网络成员，这里遍布沙地樟子松林。

图 2：白云敖包，也是中国生物圈保护区，所保护的沙地云杉是中国特有种，面积达 1947 公顷，并形成了世界珍稀的沙地云杉林生态系统。

图 3：内蒙古荒漠灌木林

山北为牧业区，山区为农牧林交错地区。阴山山脉还是中国季风与非季风区的分界，属温带半干旱与干旱气候的过渡带。西部狼山较为干旱，东部的大青山较为湿润，分布有白桦、山杨、杜松、侧柏、油松、山柳等树种组成的森林，为次生林。

南北走向的贺兰山是我国一条重要的自然地理分界线，贺兰山是干旱与半干旱地区的分界线，是我国草原与荒漠的分界线，其西部为牧区。属内蒙古范围内的贺兰山西部森林，主要有青海云杉、山杨、白桦、油松、蒙古扁桃等树种。

另外，还有面积虽然不大，但生态位很重要的荒漠树林——胡杨，分布在内蒙古西部的

额济纳旗，主要位于黑河岸滩两侧。

内蒙古最西部的雅布赖山和马鬃山、合黎山、龙首山的东天山余脉山间、山前零星分布有梭梭、白刺等荒漠灌丛。虽然面积和数量都不大，但也是内蒙古森林资源的一种特殊类型。

内蒙古自治区地域广袤，具有所处纬度较高，高原面积大，边沿有山脉阻隔，有降水量少而不均，风大，寒暑变化剧烈的特点。由东向西，降水逐渐减少，由 400 毫米逐渐过渡到十几毫米，反之蒸发量越来越大。内蒙古大部分地区属于非季风区，海洋影响从东到西越来越小，最终使内蒙古森林呈现出“东西差异”很大的特色。

本文作者系北京林业大学教授、博士生导师。曾任国家濒危物种管理办公室常务副主任、中国人与生物圈国家委员会委员。

达赉湖（呼伦湖）世界生物圈保护区的乌兰诺尔湿地，位于乌尔逊河中部，水大时东西长 15~17 公里，南北宽 2~5 公里，面积达 3200 公顷。独特的地理位置为 200 多种鸟类，20 多种鱼类提供了良好的栖息繁殖场所。供图 / 呼伦湖保护区



远观赤峰山 近览辽河源

建设北方生态屏障专题调研后的思考

文 / 桂建芳 张奇亚

编者按：2019 年 8 月 28 日至 9 月 4 日，中国人与生物圈国家委员会与内蒙古政协联合在赤峰市、通辽市以“建设北方安全生态屏障”为主题开展实地调研。调研院士专家组一行先后深入到克什克腾旗达里诺尔自然保护区、白音敖包自然保护区，巴林右旗赛罕乌拉世界生物圈保护区，科尔沁沙地和中科院西北生态研究院奈曼站等地，重点了解该区域在建设北方安全生态屏障中的有哪些作用？存在哪些问题？

并初步探讨今后在生态保护、生态修复、绿色经济发展可能的方向和途径。一同参加调研的有，全国政协常委、自治区政协副主席、民盟内蒙古区委董恒宇主委，中国科学院院士、发展中国家科学院院士桂建芳，中国人与生物圈国家委员会秘书长王丁研究员，以及中国科学院、内蒙古大学、自治区政协应用型智库等的部分专家学者。



赤峰属温带半干旱大陆性季风气候区，大部分地区年平均气温为 $0-7^{\circ}\text{C}$ ，夏季短促，雨量集中。当车队出发，在公路上疾驰的第一天，就遇上一片浓云密布上空，一群马牛正缓步悠悠，毫无顾忌，自由在公路穿越。它们在无意中逼停了调研组的车辆。我们跳下车，纷纷拍照，就得到这别有洞天的惊鸿一瞥：远见青山起伏，近有广袤草原，雄鹰翱翔，马牛成群…好一幅自然祥和的草原美景！

达里诺尔湖（即达里湖，意思是像“大海一样的湖”）水质特殊，含盐千分之五，还含有一定的碱，酸碱度在 $9.5-9.7$ 之间。水质滑腻，外来鱼种难以在其中存活。湖内主产两种鱼，即鲫鱼、华子鱼（又称瓦氏雅罗鱼）。鲫鱼鳞片疏松，呈黑黄色、形状也与普通鲫鱼有别。生长速度慢，鱼体大，其味道鲜美，肉质鲜肥、细嫩，口感极佳，具有极高的食用和药用价值，也是宴请宾客和馈赠亲友的上好礼品。华子鱼体型优美，除脊为黑色外，其余部分呈银白色。头小腮薄，鳞细肉厚，鱼肉雪白鲜嫩，有较高的营养价值，尤以“红眼华子”著称。在每年的 12 月中下旬，

当气温达到零下 20°C 摄氏度，冰层厚达 50 厘米时，这里便开始了一年一度的冬捕，年产量 60 万公斤。达里湖也因此成为国家有机水产品基地、赤峰市最大的渔业基地。由于独特的水质，不利于鱼卵的成活，这里的鱼主要靠自然繁殖。每年春季成批的鱼群逆流而上，在河流里产卵，再回到湖里生长。贡格尔河是鱼的主要洄游地，洄游时河里的鱼蜂拥而至，黑乎乎一片，甚至河道也会被竞相洄游的鱼群堵塞，展示鱼群“力争上游”的奇景。

据《克什克腾旗志》记载：“相传清康熙用骆驼从黄河驮鱼百条，放生于此”。从黄河至达里湖路途遥远，交通不便，可见康熙帝用心良苦！又据《王国维遗书》记载，每年三、四月间，自“达里诺尔湖溯河而上之鱼，堵塞河渠，殆无空隙，人马皆不能过，渔儿烁之名盖本于此”。达里湖养鱼有着得天独厚的水资源和值得流传并发扬光大的经典故事和美丽动人的传说，不仅令人遐想联翩，更激励着调研组的领导、专家及成员们脚踏实地对达里诺尔环境和整个生态进行实地调研。



赛罕乌拉保护区是这次考察的重要一站。该保护区 2001 年被联合国教科文组织批准为世界生物圈保护区，位于内蒙古赤峰市巴林右旗北部，是中国大兴安岭南麓山地景观的缩影，是东亚阔叶林向大兴安岭寒温带针叶林、草原向森林的双重过渡地带。保护区内涵养水源植物丰富，涓涓细流汇成了乌兰坝河、海清河、灰通河等十条河流，年径流量近亿立方米，是西辽河上游重要的水源涵养地。“赛罕乌拉”系蒙古语，汉译为“至高无上的圣山”，其地位相当于中原汉族所尊崇的泰山，被誉为“塞外岱宗”。摄影/先义杰

调研组一行随后深入赛罕乌拉自然保护区进行细致勘察，进一步明确将科研成果应用到祖国需要地方的责任。赛罕乌拉湿地生态系统由 10 条河流和 4 座水库（如常兴水库等）组成，湿地类型有河流湿地、森林沼泽、灌丛沼泽、草甸沼泽和人工湿地。该湿地生态系统中水生生物丰富，有大量鱼类、浮游生物及水生维管束植物；野生哺乳动物、鸟类及其他动物也在湿地中栖息、觅食和繁殖。

我国水产养殖对人类食物贡献和水体营养盐移出功不可没。为把生态优势转化为发展优势和富民优势，要牢固树立生态优先、绿色发展的导向，以水环境保护和生态文明建设驱动水产养殖模式重大变革。建立水生态可控、环境友好的养殖鱼类经济性评估平台，选培适合不同水生态系统的养殖品种是重要环节。对达里湖演化出的鱼类进行遗传育种研究，将会成为开放当地水生态系统特有资源的典范。春夏之交，成群结队的鱼洄游到达里湖支流，这也体现了流域支流及其生态环境对水生物资源保护及渔业贡献的重大意义，要关注自然水生

态的整体性，统筹考虑自然水生态各要素，推进山、水、林、田、湖、草系统治理。同时，针对所调研地区具有较丰富的湖泊、水库等大水面湿地资源，对大水面自然增殖管理应采取产卵场修复与重建。完善水生态系统的自组织修复功能，并利用天然饵料资源恢复水生生物多样性。对于那些不能在大水面自然繁殖的类群或虽然可以在大水面自然繁殖但种群受损的类群，也可通过人工放流增殖等群落调控方式恢复水生生物多样性，尤其要根据水质和水生态环境，注重原地放养原种鱼苗。利用天然饵料，构建协调的、高水质环境的大水面渔业生态系统，维护水生态系统健康。

数天的驱车疾行，通过对赤峰这一个微缩版的“山水林田湖草”生命共同体的透视，我们充满憧憬，并将以更大的决心、付出更艰巨的努力，写好生态文明绿色发展的大文章，把祖国绿色长城构筑得更加牢固。

本文作者桂建芳系中国科学院院士
张奇亚系中国科学院水生生物研究所研究员

破碎化草场重新整合的路径

文 / 李文军 图 / 陈建伟

草场承包到户的政策在内蒙古牧区已经执行 30 余年，与之相应的畜牧业生产方式以及草场资源利用方式的变革，在提高牧户畜牧业生产经济激励的同时，长期来看，也带来草场生态的问题。而草场的生态问题不仅在大的时空尺度上造成负外部性，对牧户畜牧业生产的负面影响也逐渐开始显现。家庭独户经营所带来的草场资源破碎化使用，是造成上述问题的主要原因之一。

根据本文作者及其研究组近 20 年在牧区的追踪调查与研究，草场破碎化使用带来的具体问题，主要体现在以下三方面：

一、草场分户经营以后，因为家庭劳动力的限制，牲畜品种逐渐单一化，对饲草资源利用效率降低，同时对生态产生负面影响。小畜（羊）的繁殖周期快，因此数量急剧上升，而大畜比如骆驼、马、牛等数量则急剧减少。每种牲畜喜好的饲草是不一样的，牲畜单一化难以

对不同饲草进行充分、有效地利用。同时，单一畜种对某些饲草的长期采食会造成饲草种类、及其群落结构的变化。比如蒙古高原人畜草的关系已经有上千年，尤其是五畜（绵羊、山羊、牛、马、骆驼）并养的牲畜结构与多样性的饲草群落结构之间已经形成稳定的、耦合的社会—生态系统，这一点与北美、澳大利亚、新西兰等放牧史较短的草场和畜牧业是非常不同的。

二、草场分户经营使得牲畜在小范围围栏内采食，由于反复践踏造成草场退化，尤其是在水井、定居点周围。理论上，同样的草场面积，如果划分成几片分别单独使用，实际载畜能力会显著下降。或者说，同样的载畜率，草场共用不会过牧，而将其分隔成小面积的草场分别使用就会出现超载过牧的现象。

三、不同于以往基于互惠合作、通过转场移动牲畜来应对自然灾害，独户经营则完全依赖买草来抗灾，造成生产成本急剧提高。当前内蒙古牧区畜牧业生产成本中大约 70% 用于支



付买草料。而牧区现在收入结构主要还是很单一化地依赖畜牧业，因此买草成本的上升，必定是以养更多的牲畜来覆盖这个成本，否则家庭畜牧业生产将难以维持。在这种情况下，就出现了一个很奇怪的现象：牧民养的牲畜在不断增多，但是生计并没有向预期的方向发展。

综上，长期的草场破碎化使用已经带来显著的生态、生计问题，并进而在牧区社会—生态系统之间造成恶性循环。根据国家林业与草原局 2018 年发布的《中国草原保护情况》，为了治理草场生态退化，2011~2018 年期间，国家累计投入草原生态补奖资金 1326 亿余元，成为当前资金投入最大的生态治理项目。在生计方面，上述报告显示 2016 年牧民人均收入比全国农民人均收入低 37%。

面对上述破碎化使用带来的问题，草场重新整合使用成为必然的趋势。不可否认，草场承包到户的政策实施有其一定的历史背景以及当时社会经济发展的需求。然而，经过 30 年的发展，当前无论从牧区的经济发展还是国家层面面对草原生态服务功能的认识两方面，都出现

了新的需求。与此同时，在快速城镇化背景下，牧区劳动力人口逐渐向城镇转移，使得草场整合成为必然的趋势。

然而，草场重新整合不是简单地拆除各家各户草场的围栏，回到大集体时代的资源利用方式。而是涉及草场利用制度的创新，通过转变生产经营方式实现牧区的可持续发展以及生态文明建设。

那么，草场如何整合？大体而言，当前牧区自发性的整合有两种方式：基于市场机制的草场流转；联户或合作社。

草场整合方式之一：与农区同步，当前牧区也正在推行草场资源三权分置，鼓励牧民通过经营权流转的市场机制将破碎化草场重新整合，进行规模化经营。然而，牧区生态气候以及畜牧业生产方面有其独特性，草场经营权流转对于生态、生产、生计的影响，有待进一步深入研究。

针对草场流转的影响，我们近两年在锡林



郭勒盟镶黄旗进行了案例跟踪调查，调查发现：单纯依靠草场流转（租赁），没有改善草场“破碎化”使用问题。在生计方面，正常年份，牧民生计通过流转确实可以得到不同程度的提高，草场租入户（租用别人家草场的牧户）的收入高于非流转户；但是在灾害年份，租入户的生计风险显著提高，甚至入不敷出。尤其值得注意的是，在生态方面，流转草场承受更大的放牧压力，租入户无一例外地，先将所有的牲畜全部放在租来的草场上，将饲草全部吃完彻底吃光，再用自家的草场。

这个案例揭示了完全依靠市场流转的方式，并不能达到草场破碎化的重新整合的目的。因此，为了防止流转草场的过度放牧，需要政府有相应的监管和规制。



网围栏两旁—雪地里网围栏两边布满了密密麻麻的动物脚印，人为建设的铁丝网将草原和它上面的动物天隔一方，从此再无交流。（铁丝网挡住了动物的迁徙）

草场整合方式之二：联户经营、合作社。尽管各级政府一直鼓励并在政策上支持合作社的建立和发展，从之前的专业合作社，到近两年的股份制合作社，但是其自我发展并不理想。目前的联户经营、合作社，大多是在政府的项目支持下，在畜牧业经营过程中面对市场环节中的合作，比如以合作社的形式统一购买饲草、或者出售牲畜等。基本上政府的扶持项目和资金结束了，合作社也就不再有实质性的合作行动。至于将破碎化草场整合使用，则几乎从来没有发生过，除了少数极个别的社区目前正处于探索初期。

合作社在整合破碎化草场中面临的问题主要是合作中如何明晰和保障个体的权利。比如，各户草场地理位置、自然条件不同，同时草场分户经营近 30 年，各户对于草场的保护投入不同，投入多的草场生态较好，而从未管护的草场则已出现极度退化。因此，如果没有一个完善的制度激励和保障，草场生态较好、面积较大的牧户很难愿意与退化严重的草场重新整合，合作使用。面对这样的问题，我们需要积极探索创新的管理制度。

与此同时，在生态治理政策方面，也需要关注破碎化草场的整合。比如草原生态补奖政策，要考虑以草场整合为目标，鼓励大面积、几户连片整体申请禁牧等。从过去两年的调查看，锡林郭勒盟的镶黄旗，已经规定，申请禁牧并领取禁牧补贴的草场必须达到连片面积不小于 5000 亩。

从长远来看，需要从根本上考虑建立和执行合适的草场承包自愿退出机制，毕竟减少牧业依赖人口是根本，也是未来牧区发展的趋势。

最后，破碎化草场的整合，不会有一个适合所有情况的、所谓“最佳模式”，需要因地制宜地进行调整。

本文作者系北京大学环境管理系教授
中国人与生物圈国家委员会委员

阿拉善荒漠草原生态畜牧的 智能化管理

文 / 乌尼孟和 那庆

新中国成立前，内蒙古阿拉善牧民习惯于全家跟群放牧；解放后，则开始逐步形成一部分劳力（主要是青壮年）出去游牧、一部分非劳力（老人、孩子和病残者）在定居的地方建设家园的生活状态；20世纪70年代，随着望远镜的开始使用，逐步减少了放牧人的移动性；80年代以后，小畜放牧户基本定居固定放牧，养驼牧民骑马放驼，大大减少了人的徒步行走；90年代开始骑摩托车放牧，放牧时间大大减少；到2000年后，电话、手机被使用到游牧生活当中，牧民们相互打电话就知道牲畜在哪片草场上，提高了放牧的准确性；2010年开始，城镇化和小汽车的普及，出现了部分牧民住在城镇开车到牧区游牧的现象；随着科技发展，2014年开始，部分牧民使用智能管理技术设备管理家畜。所以牧民的定居与牲畜的游牧并不矛盾，游牧与现代化并不矛盾，现代化促进了游牧畜牧业的发展，形成了智能化的生态畜牧业北方生态屏障。

现代智能化放牧系统

现代智能化放牧系统是智能放牧的核心物联网技术，将卫星定位技术、运动轨迹等信息与互联网连接起来，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。

一般情况下，骆驼全年放养范围因地形地貌、植被类型、季节变化等情况而定。例如，阿拉善双峰驼，根据草场情况6月到11月基本在山旁边丘陵和地形较高滩地草原上自然草木地带采食；秋末气温下降时，到沙漠和湖盆等地形较低地带放养，入冬后，草木完全干枯，水源结冰后才回到自家水井旁边的（冬场）草

原上放养。全年放养活动半径在30-100公里范围，这期间难免出现丢失、生病、难产、驼羔夭折等情况，有时候为了找一峰骆驼耗时几个月甚至一年以上。如果骆驼带上智能放牧设备，牧民可以及时发现走失骆驼的走向，准确判断其位置，及时找回和管理。

2000年开始研发适合骆驼游牧特点的智能放牧系统示范推广，到目前为止，阿拉善约300多户牧民使用了近1000台各种定位设备，智能放牧管理骆驼数量约2~3万峰。实践证明，养驼牧民每年可节约放牧时间最少50%以上，放牧成本每年节约最少5000元以上，通过实时掌握家畜的游牧地区规律与气象数据，可以系统分析生态变化的规律。

智能饮水系统

智能饮水技术是利用网络、监控摄像、感应、自动探测，遥控技术，对电力提水进行自动化管理。牧民可以利用手机、电脑、电视等实时观看图像，遥控管理。

在干旱地区，牧民在饲养家畜过程中，解决饮水问题是一项繁重的体力劳动，特别是在饲养牲畜数量较多时，提水问题占据了牧民大部分劳动时间。例如，干旱地区水井一般在低洼地方，而牧民的房子在半坡上，相隔距离几百米、几公里、十几公里不等。在炎热季节，骆驼等家畜上午10点左右3~5峰或十几峰分批来到井上喝水，一直持续到下午3~4点全部骆驼基本喝完水；牧民给牲畜饮水，家近的一天跑十几次，家远的每天中午3~4小时就在井上饮畜。在20世纪，家畜饮水主要靠人力提水，80年代用人



力水车提水，2000 年左右阿拉善牧区开始利用太阳能板和电瓶、水泵结合提水给家畜饮用。

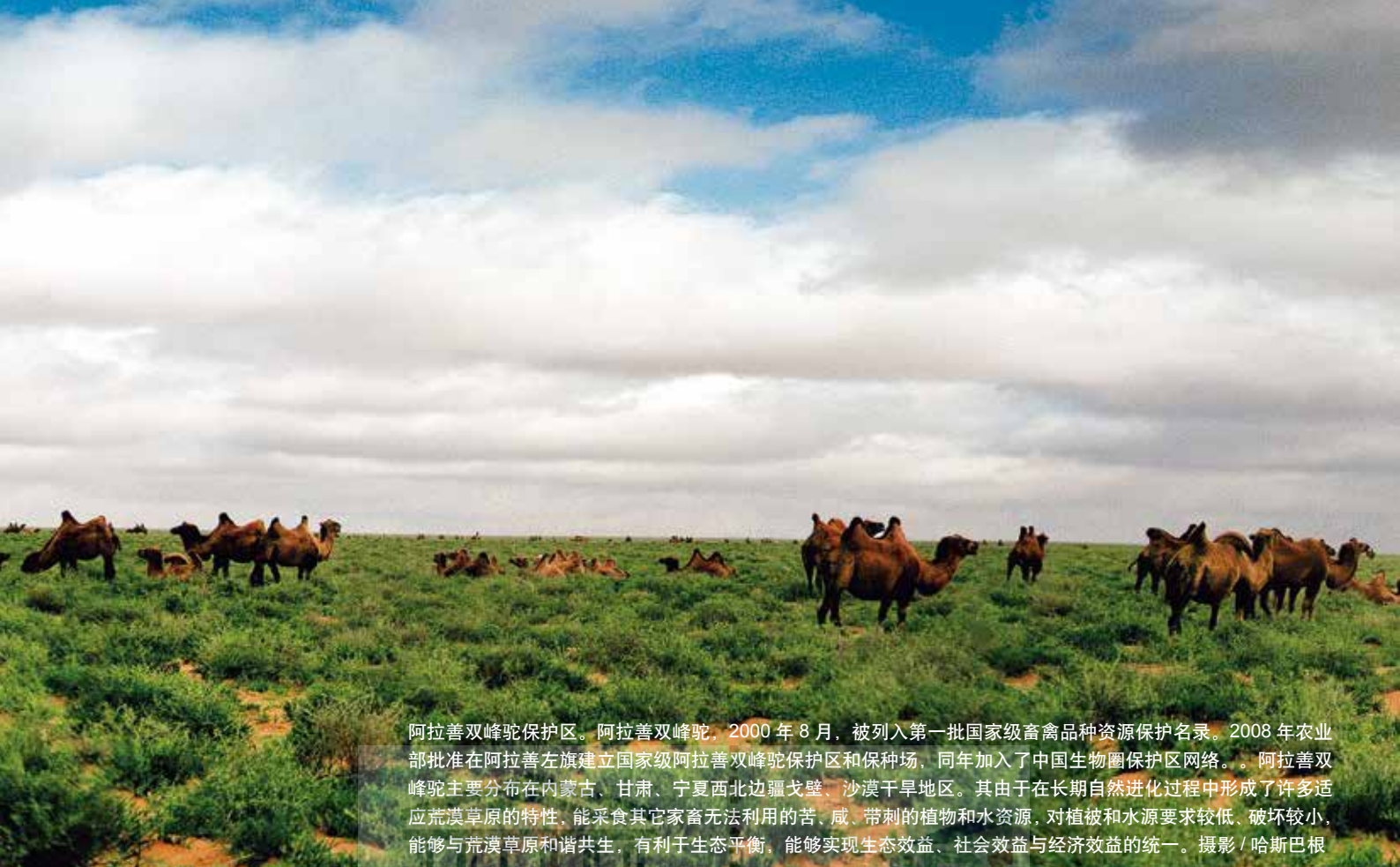
我们 2015 年开始研发牧区推广智能饮水设备，大大减轻牧民繁重的劳动。通过 5 年多时间已推广 1000 多台智能饮水设备，从使用情况来看，牧民放牧到井饮水劳动时间节约 80% 以上，节约成本每年最少 5000 元以上。如果在每个水井安装自动水位监测设备、降雨量桶、动物身份、体重、体尺自动识别等设备进行监测和大数据分析，将对生态智能化管理建设具有重要意义。

自从安装了监控遥控设备后，牧民有事可以全家出差，实现了远程视频遥控放牧管理（特别是与智能饮水结合远程视频监控），大大减轻放牧管理成本。从近 5 年推广的几百台监控摄像头使用情况分析，每年每户最少可节约人工费万元以上。这对草原生态实时监控提供了可靠的途径。综合以上信息，利用无人机遥感、监测、评估、指导草原关键部位，对草原生态精准管理有重要意义。

桥接技术助力牧户上网

牧民在草原上分散居住才能给家畜带来更大面积的草原，放牧采食才能满足家畜生理生活要求，才能保护这里的生态平衡；反过来，如果分散居住，牧民难以享受到通电、通信、通路等公共基础设施服务。因此，我们引进推广桥接技术，利用有线、无线信号资源为没有上网条件的牧民家接入宽带，为牧区利用智能放牧、智能饮水、视频放牧管理等生产生活需求提供了有利条件。

目前我们已安装无线宽带入上千户，有一定经济实力的牧民基本都安装了无线宽带，从此给牧民带了极大的方便，牧民基本实现了用智能手机和微信放牧。牧民放牧时看到牲畜，也可以就地拍照或拍摄短视频发到微信群，告诉大家牲畜在什么位置、什么地点、家畜标记、健康状况、数量等信息，由此游牧牧民的互助放牧传统文化进入了网络信息时代，极大地节约了牧民的放牧信息成本，并对北方生态屏障智能管理建设提供了基础条件。



阿拉善双峰驼保护区。阿拉善双峰驼，2000年8月，被列入第一批国家级畜禽品种资源保护名录。2008年农业部批准在阿拉善左旗建立国家级阿拉善双峰驼保护区和保种场，同年加入了中国生物圈保护区网络。。阿拉善双峰驼主要分布在内蒙古、甘肃、宁夏西北边疆戈壁、沙漠干旱地区。其由于在长期自然进化过程中形成了许多适应荒漠草原的特性，能采食其它家畜无法利用的苦、咸、带刺的植物和水资源，对植被和水源要求较低、破坏较小，能够与荒漠草原和谐共生，有利于生态平衡，能够实现生态效益、社会效益与经济效益的统一。摄影/哈斯巴根

内蒙古白绒山羊阿拉善型保护区。2000年8月，被列入第一批国家级畜禽品种资源保护名录。2008年9月，农业部批准在阿拉善建立国家级内蒙古白绒山羊阿拉善型保护区和保种场，同年加入了中国生物圈保护区网络。2011年8月，取得农产品地理标志证书。2020年7月20日，“阿拉善白绒山羊”入选中欧地理标志协定第二批保护名录。其主要分布于阿拉善盟北部的阴山余脉等戈壁、丘陵、沙漠等地带。摄影/乌尼孟和



利用现代技术设备保护生物多样性提供科学依据：2006年起我们与大专院校科研部门合作，在阿拉善地区采用实地采访、建立生态监测站、定点监测、利用无人机多光谱遥感数据分析草场植被、卫星定位仪、历史气象数据等多种技术手段，分析气候变化、地下水变化规律、牧草的放牧与禁牧反应、家畜运动规律、家畜践踏采食规律等，进行为期近10年的研究。以上科研成果提交给阿拉善盟行政公署后被采纳，阿署发2016（41）文件提出：各旗（区）在新一轮草原生态保护补助奖励政策中，要制定引导适度发展骆驼的政策，有效解决骆驼发展空间受限及长期禁牧草场退化的问题，这为阿拉善乃至全国草原生物多样性和文化多样性保护，提高牧民收入，保护草原游牧文化建成祖国北方重要的生态安全屏障起到示范带动作用。

今后展望

加快推进牧区信号覆盖、宽带入户工作：

一是增加牧区基站的数量，提高发射功率，扩大覆盖面；二是支持利用桥接技术，有线入牧户、水井等关键地方，为保护祖国北方重要的智能化生态安全屏障提基础设施保障。

加快研发推广牧区智能设备技术：

国家应加大对牧区生态智能畜牧业管理技术设备的研发投入力度，为祖国北方重要的智能化生态安全屏障提供技术支撑。

本文作者系内蒙古自治区阿拉善左旗家畜改良工作站农业技术推广研究员、曾任阿拉善双峰驼保护区、阿拉善白绒山羊保护区负责人及其科研助手



沙地与沙漠

北方第二道生态屏障

文 / 王立新 梁存柱

人们通常会将“沙漠”与荒凉、大风、沙尘暴相联系，正可谓是谈“沙”色变。因此，人们常将“治沙”“征服沙漠”“沙漠变绿洲”等成为生态建设目标。但这是一个认识的误区，沙漠与沙地在干旱与半干旱地区具有极为重要的生态功能，是我国北方第二道生态安全屏障（北方第一道生态安全屏障是草原）。

沙地与沙漠的生态功能

沙地与沙漠都具有重要的防风固沙功能，但有所区别。沙地是位于半干旱区及半湿润区，

土壤以松散的沙粒为主构成的景观，内蒙古从西向东分布有毛乌素、库布其东部、浑善达克、科尔沁、乌珠穆沁及呼伦贝尔等沙地。这些沙地大部分是在约 10 万年前末次冰期干旱气候条件下形成的沙漠，在现代气候条件下，这些沙地植被覆盖良好，已不再是荒芜的沙漠；沙漠是分布于干旱荒漠区、土壤以松散的沙粒为主构成的景观，是荒漠的一个类型，是地质历史与现代蒙古高原西部干旱气候条件下的产物。内蒙古从西向东分布有巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、库布其西部及巴音温德尔等沙漠。



巴丹吉林沙漠 摄影 / 崔文斌

内蒙古的沙地也是非常重要的固沙区，是阻挡我国西北及蒙古高原北部沙尘的主要生态安全屏障。我国西北较大的沙尘暴过境之后，较重的沙粒大部分降落在荒漠区沙漠和草原区沙地，成为沙尘暴的落沙区。

沙地与沙漠是天然的地下水库，“沙”与“湖”是生命共同体。沙质土壤空隙较大，降水几乎全部渗入地下而几乎不形成地表径流，而且由于土壤毛管水蒸发（土壤水分蒸发的主要途径）较少以及地表形成干沙层进一步阻止了水分蒸

发，土壤的水分散失速率远小于地带性土壤，特别是沙地内部的裸沙地和半固定沙地对天然降水的吸收更为充分，因此沙地与沙漠土壤水分及地下水资源总是优于同气候区地带性植被的土壤水分及地下水条件。在沙地与沙漠地势低洼的丘间低地往往出现地下水出露形成湖泊和湿地，甚至形成河流的源头，如浑善达克沙地是西拉木伦河的源头，毛乌素沙地是无定河的源头。因此，没有“沙”就没有“湖”，“沙”和“湖（湿地）”就是生命的共同体。即使极端干旱的巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠也拥有几百个沙漠湖泊。因此，沙地与沙漠是半干旱与干旱区的地下水库。沙区丘间湖泊与湿地是沙地与沙漠长期保持稳定的重要原因之一。

沙地与沙漠是干旱区生物多样性宝库。沙地依靠渗入地下深处的土壤水分，长出了稀树的乔木，各类灌木及草本植物，形成疏林草原、灌丛草原景观，其生物多样性、生产力水平远高于同地区的草原植被。如毛乌素沙地是鄂尔多斯高原植物与动物集中分布区，几乎涵盖了鄂尔多斯全部物种；又如位于浑善达克沙地与大兴安岭之间的白音敖包云杉林区；呼伦贝尔沙地与大兴安岭之间的红花尔基樟子松林区；毛乌素沙地南部的杜松林。沙漠同样如此，其植被也优于同地带的植被，特别是沙漠湖泊湿地，是沙漠区宝贵生物资源宝库。

沙区生态建设要量水而行

沙地植被恢复与建设规模和方式，应与当地气候相适应，务必保持与天然降水的水量平衡。沙地与沙漠是典型的生态脆弱区，过度放牧、过度开垦、过度采伐和水资源的过度利用，往往导致沙地的沙漠化。沙地与沙漠植被恢复与生态建设，要遵循其生态系统内在规律，以自然恢复为主。沙地与沙漠毕竟地处干旱与半干旱区，降水有限，如果大面积、过度地植树造林，将导致消耗大量地下水，“沙”没了，沙中的“湖”也就没了。近年来毛乌素、浑善达克及科尔沁沙地湖泊大面积消失、地下水位下降，在一定



腾格里沙漠 - 哈斯巴根

程度上与大面积人工植被增加(包括农田)有关。同时,树木一旦成林,地下水大量消耗,遇到极端干旱年份将导致树木大面积成片死亡,几十年的造林心血将毁于一旦,因此有人称之为“绿色荒漠化”,是一种潜在的、更严重的荒漠化风险。因此,沙漠与沙地植被建设,需要保持适度面积,宜林则林,宜草则草,尽量减少地下水的消耗,要与当地的气候环境相适应,务必保持与天然降水的水量平衡。

以自然恢复为主,但并不意味着不需要人工治理。城镇、村落、工矿区、道路两侧等重点区域,自然恢复速度缓慢,甚至不能恢复,必须进行人工建设。但总体规模有限,不足以对区域水环境造成重大影响。整个沙地的内部,应以自然演替、自然恢复为主,自然降水决定了其植被的类型与面积,无需人工大面积干预。通常,沙地边缘地下水丰富,如不是人为破坏和过度利用,植被发育良好,阻隔了沙地的扩张,即使内部有一些流沙活动,也不影响整体区域环境,无需刻意“绿化”。

沙地生态产业应走高效利用水资源的绿色发展之路。水是沙地的制约性因素,沙区产业发展必须以节水和高效水资源利用为前提。要

适度控制种植业开发规模,大力发展高效节水种植业。发展高效节水高科技工业,建立沿黄高科技工业园区,提高水资源的利用率与附加值,不要将宝贵的水资源大量消耗在过度的植被建设与无序的种植业开发上。同时,从内蒙古长远利益考虑,将沙地看作天然地下水库,尽可能长期保护作为优质水资源的战略储备。内蒙古南部从东到西绵延数千公里的沙地与沙漠,是最有潜力、最稳定和最安全的水资源战略储备区,是内蒙古最宝贵财富。

强化对沙地与沙漠内自然保护地的保护。内蒙古自治区自东向西,从呼伦贝尔沙地、科尔沁沙地、浑善达克沙地、西乌珠穆沁沙地到毛乌素沙地,从库布齐沙漠、巴音温都尔沙漠、乌兰布和沙漠、腾格里沙漠到巴丹吉林沙漠,分布有各级各类自然保护地 38 个,其中,国家级自然保护区 3 个、自治区级自然保护区 12 个、沙漠公园 7 个,森林公园等其他自然保护地 16 个。保护区内生态环境类型独特,具有沙地和沙漠生物群落的基本特征和独特的生物多样性分布,并能全面反映沙地和沙漠生态系统的结构和生态过程,应予以重点保护。

本文作者均系内蒙古大学生态与环境学院教授



自然与人工创造的奇迹

乌梁素海流域生态治理启示录

文 / 王新民 温挨树 王海军 韦嘉

乌梁素海地处内蒙古西部乌拉山与鄂尔多斯高原之间，位列中国淡水湖第八，是地球同一纬度最大的湖泊。历史上，黄河巴彦淖尔段，沿乌拉山由西向东奔腾，地处乌拉山南坡山脚下的乌加河，曾经是其主河道。百年沧桑，历史巨变，几经改道，昔日主河道由乌加河迁移至今天鄂尔多斯高原北缘的新河道，并逐渐安定下来。在迁徙过程中，黄河在乌拉山与鄂尔多斯高原之间，孕育了一片面积广袤、南北走

向的河迹湖，就是现在的乌梁素海。乌梁素海现在面积 293 平方公里，历史上面积曾高达 800 平方公里，是黄河内蒙古段，同时也是黄河中下游最大的岸边湖和最大的功能湿地。

20 世纪 50~70 年代，巴彦淖尔人自力更生、艰苦奋斗，靠着人背肩扛，凭几代人努力，在“乌加河—乌梁素海—黄河”之间，奇迹般地建成了总长度 6.5 万公里的“一首制”自流灌排渠系，



《黄河之水天上来》。巴彦淖尔拥有优质耕地 1100 万亩，依托独特的自然资源，盛产小麦、向日葵等农畜产品，是国家重要的商品粮基地。航拍 / 杨文志

形成了“引黄自流灌溉农田—农田排水到乌梁素海—乌梁素海调蓄净化后退入黄河”的完整水系。这个人工建造的水系与自然孕育的乌梁素海共同形成了今天的乌梁素海流域，这是人工和自然创造的奇迹。

乌梁素海流域生态要素齐全，其西部是1500万亩的乌兰布和沙漠，南部是345公里黄河，东部是内蒙古西部最大的乌拉山国家森林公园，北部是占去了整个巴彦淖尔市三分之二面积的阴山山脉和乌拉特草原，中部是沃野千里的河套平原。在乌梁素海流域，山水林田湖草沙相互依存、共融共生，是一个生命共同体。

黄河“几”字湾顶端的绿色长城

乌梁素海流域北面与蒙古国最为干旱、荒凉的南戈壁省直接相连，南面与我国库布齐沙漠和毛乌素沙漠隔河相望。从植被区系地图上看：在黄河“几”字湾顶端，除了乌梁素海流域独自绿意盎然以外，周边几百公里范围几乎全是一片黄色。不难想象，如果失去乌梁素海流域对大气的水份补给，整个内蒙古西部乃至陕北、晋北气候有可能更加干旱，地表荒漠化现象可能更加明显，在我国西部甚至有可能形成新的沙尘暴策源地。

在贺兰山和阴山之间的西北季风通道上，乌梁素海流域似一座巨大的屏障横亘在那里，那片在纵横渠系滋润下的碧绿大地，犹如绿色的万里长城，延滞了西北季风的狂暴，阻断了乌兰布和沙漠的东侵，它为调节黄河水沙关系、保障黄河和内蒙古西部生态安全所做出的贡献，绝对是可圈可点的。

乌梁素海流域接纳了自流灌区1100万亩水浇地的农田排水，这些排水携带大量未被分解吸收的化肥，通过灌排渠系进入乌梁素海后，经各种沉水植物及浮游生物的降解净化后排入

黄河，避免了农业污水直排黄河。由此，乌梁素海流域被比喻成黄河生态安全的“自然之肾”。

乌梁素海流域与黄河唇齿相连，作为黄河中下游最大的岸边湖和功能性湿地，年可调洪、分洪、蓄洪5亿立方米，可有效减轻包括内蒙古段在内的黄河中下游防凌防汛压力，成为内蒙古段及黄河中下游百年安澜的“重要保障区”。

问题在水里，成因在岸上

山水林田湖草沙本是一个生命共同体，本应彼此成就，却在乌梁素海流域彼此侵害、相互厮杀。本世纪初，中国、挪威、瑞典三国专家经联合调研后发出预警：如果对乌梁素海不加以治理和保护，40年内它可能会消失！

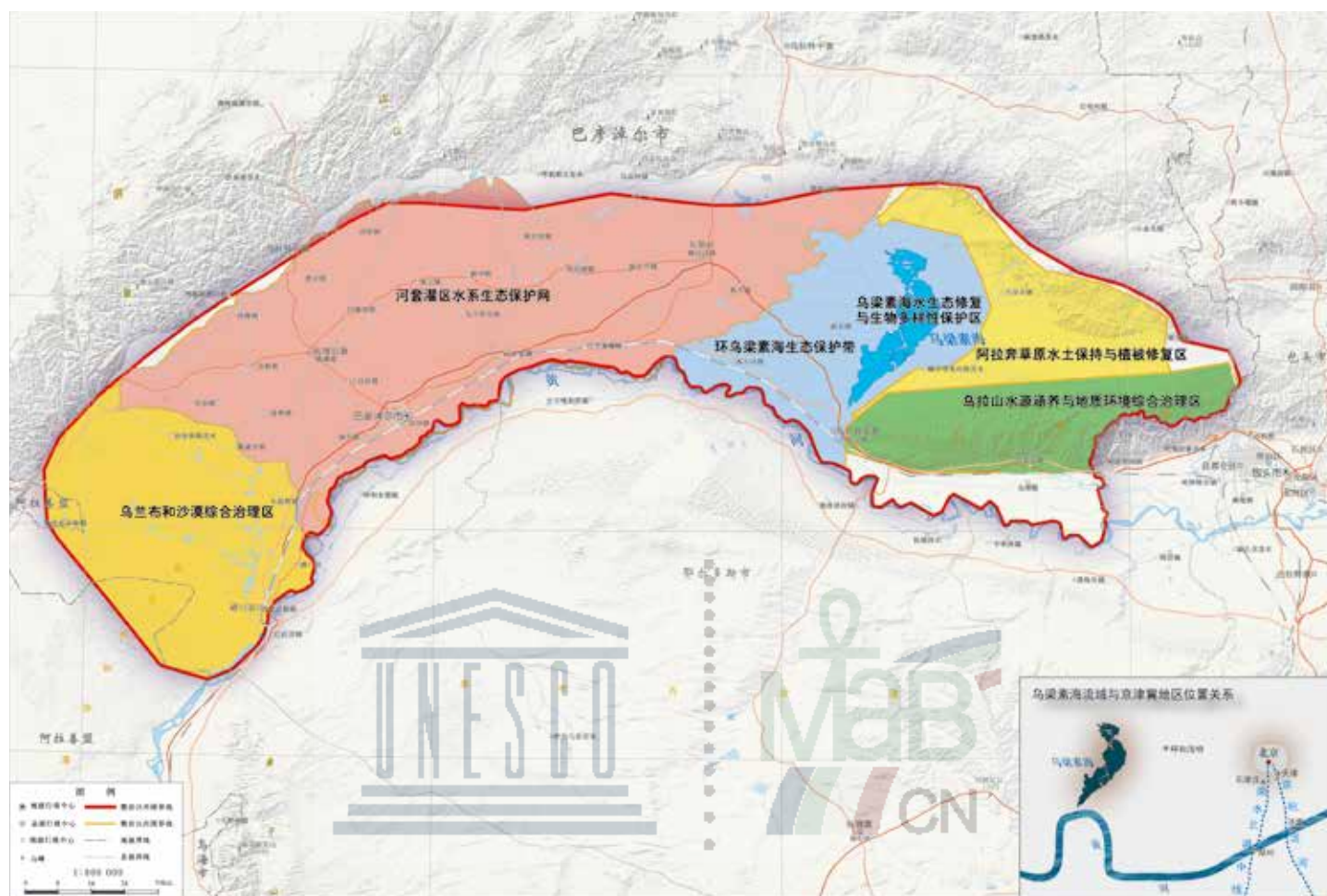
乌梁素海流域的生态问题已日趋严重。2014年之前，乌梁素海湖区排入黄河水质常年不达标，沼泽化加剧，水域萎缩，但问题不是就治水那么简单，根本原因在岸上。具体如下：

乌兰布和沙漠东侵。每年向黄河倾沙300多万吨，不断抬高河床，使流经巴彦淖尔境内345公里黄河成为悬河，同时影响乌梁素海流域水质。

点源面源污染严重。乌梁素海湖区内源污染贡献度为20%，而外源污染贡献度竟高达80%。其中70%来自农业面源污染，10%来自生活污水和工业污水。乌梁素海湖区和入黄水质2005~2014年均为劣V类。

乌拉特草原“三化”问题突出。2018年，乌梁素海流域草原荒漠化、沙化、贫瘠化面积达到1951万亩，草地中植物种数急剧减少，植被盖度和稳定性下降，导致草原对乌梁素海的水源涵养作用和作为入湖污染物阻隔的生态屏障功能累年下降。

乌梁素海流域山水林田湖草生态保护修复试点工程示意图



流域周边山脉千疮百孔。乌梁素海流域周边的乌拉山、白云常合山和渣尔泰山三条山脉由于多年开发，遗留了大量露天废弃矿坑，矿山地质环境和地表植被被严重破坏，成为全域最为严重的水土流失区，其面积占到整个乌梁素海流域水土流失总面积的78.9%，每年约5000万立方米的洪水并伴随大量的砂石、腐殖质随洪水冲入并淤积乌梁素海流域，对乌梁素海水生态安全造成严重威胁。

全流域、全要素综合治理

要解决乌梁素海流域生态问题，就要改变“就山治山、就水治水”的传统做法，坚持“湖内的问题、功夫下在湖外”，由单纯的“治湖泊”向系统的“治流域”转变，由“单要素”生态修复向“多要素”生态修复转变。

2018年10月23日，“乌梁素海流域山水林田湖草生态保护修复国家试点工程”，以项目评审全国第一的成绩获得国家批复。2019年4月16日项目正式开工，从此，一场以国家试点工程为引领的乌梁素海流域生态综合治理保卫战，在乌兰布和沙漠治理战场、城镇污染治理战场、农业污染治理战场、山脉和草原治理战场、湖区和灌排渠系治理战场等五个方向全面打响。

生态与发展相辅相成

好生态仅靠治理是不够的，必须大力发展绿色产业，在发展中保护、在保护中发展。统筹推进绿色高质量发展，是根本上解决乌梁素海流域生态问题的破解之策。巴彦淖尔市立足独特资源禀赋，把建设全域绿色有机高端农畜



河套大地。巴彦淖尔位于黄河“几字湾”顶端，黄河流经 345 公里，年引黄河水 50 亿立方，河套灌区是亚洲最大的一首制自流灌区。素有“天下黄河、唯富一套”的美誉。

产品生产加工服务输出基地作为第一战略，通过现代农牧业绿色高质量发展，推动乌梁素河流域生态环境综合治理，走上更加完善、更加深入、更加循环、更加持续的良性发展道路。

其中更具体的构想应包括：推进高标准农田建设、耕地质量保护与提升、耕地轮作休耕等重点项目，因地制宜发展特色农业、生态农业、观光农业，不断提高土地产出价值；加大优质肉羊种羊、有机奶牛种牛、优质小麦品种改良、设施果蔬品种提纯等推广力度，大幅提升良种良畜覆盖率；突出抓好水肥一体化、智能化日光温室、优质种羊核心育种场、纯种奶牛核心场、商品肉鸡繁育场、人工饲草基地、精细化智能

饲喂系统等现代农业基础设施建设，全面提升农牧业综合生产能力；发展有机奶、专用面粉、精品羊肉等高档农畜产品精深加工项目，延伸产业链、提升价值链；建设优质农产品总部基地、冷鲜仓储物流体系，推进产地物流网络与销地物流网络有效衔接，着力解决优质农畜产品既能“产得出来”又能“卖得出去”；以绿色有机高端农畜产品生产加工服务为支撑，创建“天赋河套”区域公用品牌，完善绿色有机高端农畜产品质量标准与全过程责任追溯体系；搭建现代农业高质量发展平台。📍

本文作者分别系国家环境保护创面生态修复工程技术中心主任、教授级高工；内蒙古地质环境监测院院长、教授级高工；内蒙古自然资源厅国土空间生态修复处副处长；巴彦淖尔日报社主任编辑。



内蒙古绿色发展之路

文 / 郝耀华

内蒙古地处我国正北方，面积为118.3万平方公里，其地广袤辽阔，跨三北而贯东西，太阳从祖国版图的“鸡冠”额尔古纳河升起，要行进两个多钟头，才会在西北边陲的居延海破曙。内蒙古是我国北方面积最为广大、种类最为齐全的生态功能区，这一巨无霸生态屏障具有无与伦比的生态价值；同时也是荒漠化和沙化土地最为集中的区域，其生态功能、价值，以及特性和关联性，习近平总书记在考察内蒙古时一语中的：“内蒙古的生态状况如何，不仅关系全区各族群众生存和发展，也关系东北、华北、西北乃至全国的生态安全。”

一岁岁回黄转绿，成立于1947年的内蒙古自治区已历74个春秋，在生态文明建设领域，尤其是在处理社会经济发展与维护生态安全的关系上，不断深化认识，经过艰辛探索，最终坚定不移地走上了绿色发展之路。兹简要回顾自治区成立以来的发展过程和生态变迁状况。

1947年5月1日，内蒙古自治政府在内蒙古东部地区建立。建区初期百废待兴，当时的自治政府一面整顿社会秩序，一面促进农牧业生产，采取了不少保护牧场与森林的积极措施。土地改革运动中，在牧区实行温和的民主改革，正确实施了“牧场公有、放牧自由”等符合实际的政策，使得草原呈现出一派兴旺景象。当时，因战乱频仍、经济凋敝，粮食和其他重要物资严重匮乏，新生的自治区不仅要恢复和发展辖区内的生产，还要支援正在进行的解放战争，于是在农区实行“奖励开荒”的政策，农牧交界地带的耕地有所增加。

自1951年起，政府明令禁止在草原垦荒，之后政策有沿用革。从“一五”计划开始，在“绥蒙合并”后，开始实行“农牧兼顾”的政策。

因内地农人大量涌入，垦荒规模随之扩张，侵占了不少草场。五六十年代，尽管采取了救弊补偏的措施，保护牧场，植树造林，60年代初曾大规模飞播造林；但因垦荒、开矿、过度采伐，尤其是大跃进中的冒进和十年动乱，造成草原、森林生态的严重退化。

总体来看，建区前30年有经验，也有教训。生态保护上的主要问题是，受各种运动的干扰，保护政策游移不定，时常进退失据，执行上也不到位，甚至流于形式；不过20世纪中叶的生产力水平有限，事实上避免了对整个生态系统更为严重的负面影响。

改革开放后，内蒙古得风气之先，在农区积极推行家庭联产承包责任制，在牧区创造性地制定了“草畜双承包”责任制，农牧业获得快速发展。“六五”期间，全面铺开“东林西铁、南粮北牧”的经济发展大格局，此后不断提速，尤其是进入新世纪后，抓住国家实施西部大开发的战略机遇，凭借后发之力趁势而上，先后提出“林木为主、多种经营”“两区一带”“经济社会发展五大战略”“两个转变，两个提高”“科



左页这些黑白图片摄于 20 世纪 50 年代，多为内蒙古自治区昭乌达盟（今赤峰市）国庆 10 周年时的展出资料。图片内容包括新牧工、出牧、养护固沙植被、兴修水利工程、拖拉机平整土地、“除四害”、儿童庆丰收等，真实地记录了 60 多年前内蒙古的草原生态和牧民的生产、生活状况。（摘编自《昭乌达盟十年建设成就展览会汇编 1959》）

学发展，富民强区”等战略布局与建设方针，力图实现资源优势向经济优势的快速转变。在整个经济转型期，内蒙古也持续加大了生态环境的保护力度；但总而观之，生态文明建设滞后于社会经济发展，许多地方存在着重资源开发、轻生态保护的倾向，一手硬一手软。幸得大自然之宠爱，内蒙古资源富集，可谓得天独厚，煤炭、天然气、有色金属、风能、太阳能等自然资源的储量均居全国前列，其中矿产资源保有资源储量居全国之首的有 18 种，煤炭储量占全国总储量的 1/4，稀土储量高居世界首位。在很长一段时间里，人们对内蒙古的生态功能认识模糊，甚至出现价值错位，概括区情时片面强调“东林西铁遍地煤”，因拥有巨大的资源优势，试图通过大开发，甚至“弯道超车”等非常规做法来改变“抱着金碗讨饭吃”的被动局面。这样一来，难免形成了以能源、化工、冶金、建材等占主导地位的资源依赖型产业结构。推其原因，固然与其资源禀赋相关，但也反映出了战略布局上的欠缺，它的负面影响是显而易见的。把握区情，既要看到发展经济的资源优势，也要认识到生态环境的脆弱性。决策者力图迅速改变欠发达地区的落后面貌，其情殷殷，然而欲速则不达，忽视生态保护迟早会遭受大自然的惩罚。

随着城市化、工业化、现代化的进程，人类行为对自然环境的干扰和影响逐渐加剧，自然生态系统面临被毁损的巨大风险。人口与资源环境的剧烈矛盾在干旱草原和大戈壁尤为突出，原本脆弱的自然条件又因人类长期高强度的利用而愈加恶劣，导致区域生态的系统性退化。着眼于大生态视角，观察内蒙古草原、沙漠沙地、森林等主要生态类型的兴衰变迁，会对其在生态建设上的得与失、经验与教训，获得更为清晰的认识。

内蒙古拥有 13.2 亿亩的辽阔草原，占全国草原面积的 1/5，居我国五大牧区之首。说起内

蒙古来，人们多以“草原”称之。显然，欲了解内蒙古的区情，首先要正确认识草原生态。草原被誉为地球的“皮肤”，是陆地生态系统的主体之一，也是内蒙古的基本生态系统。专家指出：草原生态系统是一个“草-畜-人（包括野生动植物）”相互影响、相互制约、动态平衡的特殊生态系统。内蒙古高原属于典型的中温带气候，多数地区的寒冷季节长达 5 个月甚至半年之久，草地广袤，但降雨量偏少且不均匀，全区每公顷水资源量只有全国平均水平的 1/3，且干旱程度持续加剧，很多地方不宜耕作也不宜定牧。千百年来，信仰“长生天”的蒙古族牧民逐水而居、逐草而牧，他们虔诚地相信，草原上所有的资源都是大自然馈赠的礼物，过着古朴宁静的生活，并养成了人与自然和谐相处的绿色习俗。游牧一直是内蒙古草原畜牧业生产的传统方式，经过千百年的时间检验，证明这一方式适于草原生态系统，也符合天然律令，具有可持续性。

20 世纪 50 年代初，内蒙古在牧区推行“定居游牧”，主要有三种形式：在牧民已定居的农牧结合带实行移场放牧和轮牧；纯游牧区划定冬春牧场和营地，实行冬春定居，夏秋游牧；还有一种补充形式，就是通过建立固定的冬春营盘地实现定居游牧。在当时的历史条件下，实行定居游牧是发展畜牧业生产和提高牧民物质文化生活的好办法。大约经过 10 年时间，内蒙古牧区初步实现了定居游牧，这一时期的牧业产值也大幅增长。遗憾的是，后来在牧区大面积推广“定居定牧”；而“双定”从长远计是不利于草场保护与畜牧业生产的。时任自治区政府主席的乌兰夫敏锐地察觉到了其弊端，指出“定牧对于牲畜的发展与繁殖极为不利”，原因是常年在定居点周围放牧，会造成草量减少、草质降低、牲畜传染病增多的恶果。即此而断，乌兰夫同志反复强调在草原牧区游牧的重要性，主张采取定居游牧与组织牧民互助合作相结合的方式。显然这是符合牧区实际和自然规律的，



2002 年内蒙古赤峰市敖汉旗黄羊洼农田防护林网建设，保护农田增产，促进农民增收 摄影 / 敖东

可惜没有被坚持下来。从 20 世纪 80 年代开始，牧区开始推行“草畜双承包责任制”，牧民定居以后，游牧变成了在限定的承包草场上进行封闭式经营。时至 80 年代中后期，自治区提出过“念草木经，兴畜牧业”的决策，希望充分发挥 13 亿亩可利用草原的资源优势，加速发展畜牧业，同时改变“黑大粗”的资源依赖型产业结构。由于缺乏环保与生态建设的科学手段，其间也采用了不少适得其反的做法。有些领导人习惯于用农耕思维指导牧业生产，硬是将农业区定居聚居、划分田地、圈养牲畜、种草储青、农闲文化等做法强行扩展至半农半牧区，直至纯牧区，结果不仅破坏了草原的自然风貌，也改变了牧人的生活生产方式和与之相适应的草原文化。草原上曾几度兴起过打狼运动，出现过不少打狼能手。打狼虽然能够保护牲畜，但也损坏了草原上的野生动物资源，影响到生态与物种平衡。20 世纪末，受干旱少雨、鼠虫等自然灾害影响，加之超载放牧、乱开滥采等人为破坏，草原生态沙化退化严重。实践证明，移民垦荒、围封草场等做法弊多利少，内蒙古的耕地面积已经超过一亿亩，而自然草场却在逐年退缩。不少牧区先变成半农半牧区，再变

为农区。像巴彦淖尔市的乌拉特草原、鄂尔多斯和锡林郭勒南部五个旗县，几乎看不到原有草原风貌了。

内蒙古在牧区长时间推广网围栏，越来越多、越来越密的网围栏把天然草原撕扯得支离破碎。专家指出，设置网围栏严重违背了草原自然法则和草原畜牧业发展规律，不仅制约了畜牧业发展，也影响着草原生态平衡，使得饲草种类逐步减少、草场退化。草原专家指出，在自然草原循环系统中，只要保持合理的载畜量，不要进行过多的人工干预，牧草的产出量和消费量大体处于平衡状态，传统的放牧作业不仅可以持续利用，还能促进草原自然更新。依靠畜牧业生存的牧民，既是消费者，也是草原生态平衡成果的享受者和维护者，只有遵循“师法自然”的哲学理念，才能维护好畜牧业可持续发展的草原生态系统。

一个令人欣慰的消息是：2020 年，新巴尔虎右旗打开封闭多年的牧场网围栏，恢复四季轮牧，碎片化的草原得以整合。专家呼吁，应当加快拆除网围栏，恢复草原完整的原生态景

观和自然生物链，让“百草羊”早日回归草原！近年来，内蒙古的决策者对草原生态的认识愈加深刻，划定了基本草原红线，实行禁牧、休牧、轮牧、草畜平衡、草原生态补奖政策，采取了“围封转移”等一系列措施，使得草原生态出现逐渐向好的趋势。

内蒙古生态恶化的典型景象是，满目碧色的草原退化沙化，变成了黄沙漫漫的戈壁滩。内蒙古的荒漠化土地高达 9.14 亿亩，境内分布有巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、库布其等沙漠和毛乌素、浑善达克、科尔沁、呼伦贝尔等沙地。从这些风沙发源地刮起的沙尘暴一路肆虐，威胁京畿重地。位于北京正北方的浑善达克和乌珠穆沁两大沙地，就像悬在首都头顶的巨大“沙盆”。大规模的农耕活动进入草原，是土地沙化的主要原因。内蒙古河套地区是黄河中上游两岸的高海拔平原，因水草丰美，灌溉便利，故谚云“黄河百害，唯富一套”。这一地区宜农宜牧，史载从秦汉起就有屯垦活动，但元明清三代均以牧业生产为主，地广人稀。得阴山山脉生态屏障的庇护和黄河灌溉之便，

从土默川到后大套，清末民初移民垦殖进入高峰期，自治区成立后逐渐发展成为商品粮基地。经百年垦殖，成为塞外富饶的米粮仓，然而过度开垦的“农耕半岛”上自然绿色也在不断缩减。内蒙古的农牧结合带许多地方已接近荒漠或半荒漠状态，与建区初期相比，内蒙古一半以上的可利用草原出现了不同程度的退化。全国重点牧场锡林郭勒草原也已严重沙化，世界上最为典型的草甸草原东乌珠穆沁旗的草场，退化面积已占全旗可利用草场的 2/3 以上。阿拉善盟和鄂尔多斯市的荒漠草原，沙化之趋势更为严峻，经常出现令人恐怖的“黑沙暴”。土地沙化的主因是“五滥”：滥垦、滥牧、滥伐、滥采和滥用水资源。草原退化的危害性极大，造成恶性循环，气候愈加干旱，地表水持续下降，沙尘暴掀起地表土，使得草根裸露，沙化的面积越来越大。

内蒙古承担着中国约 40% 的荒漠化防治和维护京津冀地区生态安全的任务。为实现联合国提出的到 2030 年全球退化土地零增长的目标，我国率先垂范，自 2004 年以来，全国荒



2013 年，内蒙古自治区党委、政府启动六大重点区域造林绿化工程图为内蒙古呼伦贝尔市生态园林型村屯绿化。摄影 / 敖东

漠化和沙化面积连续三个监测期实现了“双衰减”。可以说内蒙古居功至伟，经过不间断的治理，最新监测结果表明：内蒙古荒漠化和沙化土地较上次监测分别减少 625 万亩、515 万亩。五大沙地林草盖度均有提高，沙地向内收缩。过去毛乌素沙地沙大风多、十年九旱。从 20 世纪五六十年代起，接力治沙，在艰难探索中寻求科学治沙方法，至今毛乌素的治理率已超过

70%，人沙关系也从“沙进人退”变成和谐共处。

依托“三北”防护林体系建设、天然林保护、退耕还林、京津风沙源治理等国家林业重点生态工程，全区各盟市几乎都披上“绿装”。按照“谁造林、谁所有、谁受益”的原则，自治区政府鼓励和引导企业投资造林事业，调动社会参与积极性，从而涌现出一大批造林绿化企业，



推动防沙治沙工作不断取得新进展。内蒙古将继续推进京津风沙源治理等生态保护和建设的重点工程，适度发展沙区特色产业，宜粮则粮，宜牧则牧，宜林则林，以实现增产增收与资源生态永续利用、协调兼顾。内蒙古敖汉旱作农业系统，具有 8000 多年栽培历史，是以旱地种植谷子（小米）为主，兼顾其他杂粮种植为特色的旱作农业生态系统。2012 年，被联合国粮

农组织认定为全球重要农业文化遗产。敖汉旗处在农、林、牧三大产业耦合地带，其地形复杂，地貌多样，造就了敖汉旗优美的农业景观。多种作物轮作、间种套种的农业生产技术增加了敖汉旱作农业系统的景观色彩。敖汉旗拥有独特的农林牧复合景观和悠久的旱作农业历史，不仅积累了大量技能和经验，在栽培技术上也形成一套完整的农业生产生活和民间文化知识体系。



2014 年 7 月，拍摄于呼伦贝尔地区。摄影 / 蔡石

专家特别指出，对沙漠的改造应区别对待，应将重点放在临近京津冀和靠近黄河的具有紧迫性和治理条件的地方。比如，察汗淖尔位于内蒙古商都县与河北尚义县交界处，距离北京直线距离仅 240 公里。由于干旱少雨、地下水超采等原因，近年来耕地沙化严重。为维护内蒙古与京津冀地区的生态安全。内蒙古与河北协同行动，对察汗淖尔流域进行生态治理，采取的主要措施是：实施高效节水灌溉，控制开采地下水，同时调整农业种植结构和林木树种，扩大燕麦等耐旱作物种植比例，推广耐旱耐寒的灌木等树种。需要强调的是，我们要修复的是人为形成的、有条件治理的沙漠；而自然沙漠是生态系统的一个组成部分，有其特殊的生态功能与价值，不宜轻易改变。为此，内蒙古专门建立了鄂尔多斯、哈腾套海等荒漠生态类型自然保护区。据悉，2021 世界遗产大会将审议的中国唯一项目是“巴丹吉林沙漠—沙山湖泊群”，我国将力争填补在世界自然遗产中没有沙漠类型的空白。

森林也是内蒙古的重要生态系统。20 世纪 50 年代初，国家先后在林海深处建设开发了 25 个城镇，成立了 19 个林业局。多年来，林区累计为国家提供了 2 亿多立方米的商品材和林副产品。但引以为自豪的“东林”，因过度采伐、保护不力和自然条件恶化等原因，林木资源锐减，大兴安岭的年消耗量是年生长量的 177%。时至 20 世纪末，过度采伐让林区逐渐出现“资源危机”“经济危机”，更为严重的是“生态危机”。

大兴安岭地区共有 980 多条河流和 120 万公顷湿地，是黑龙江、嫩江的主要源头，处于生态顶端，关系到内蒙古呼伦贝尔大草原、东部地区，乃至东三省的生态安全。警醒之后，林区大力实施天然林保护工程，并从 2015 年 4 月 1 日起，彻底结束了长达 63 年的采伐历史，林区开始了“以木材生产为主”向“以生态建设为主”的转变，重点发展绿色种苗、林特产品、森林旅游、特色养殖种植等绿色产业。禁伐之后，森林生态渐趋好转。自“十二五”起，全区森林面积、活立木蓄积量实现了“双增长”。在切实保护天然林资源的同时，每年完成营造林 1400 万亩以上。最新资料显示，内蒙古的森林面积达到 3.92 亿亩，森林覆盖率 22.1%，实现了森林面积和森林蓄积量双提高。据估算，大兴安岭林区森林与湿地生态系统服务功能总价值量为 6159.74 亿元 / 年。每年通过光合作用固定的碳汇当量为 2329.58 万吨 / 年，相当于吸收了内蒙古工业二氧化碳排放量的 67.26%。

内蒙古在自然保护区建设上成绩斐然，遍布全境的 29 个国家级自然保护区，其功能覆盖了草原、森林、湖泊、沙漠等生态系统，还针对野驴、遗鸥、梭梭林、胡杨林等特有野生动植物资源设定了保护区域。早在 1987 年，锡林郭勒国家级自然保护区就成为了内蒙古第一个世界生物圈保护区。之后 2001 年赛罕乌拉、2002 年达赉湖两个国家级自然保护区接踵加入。到了 2015 年位于呼伦贝尔市根河市境内的汗马国家级自然保护区也成为了世界生物圈保护区，至此内蒙古和四川都各有 4 个，成为中国世界生物圈保护区数量最多的地区。

在推进生态文明建设上，内蒙古越来越注重发挥科技的引领与支撑作用。与中科院有着长期良好的合作关系，自 2010 年 3 月续签全面科技合作协议以来，院区双方紧密围绕内蒙古工业转型升级、矿产资源开发、生态环境保护等核心需求，充分集聚中科院科技创新资源和自治区产业创新资源，取得了一批具有重要影



2015 年内蒙古赤峰市翁牛特旗飞播治沙造林 摄影 / 敖东



从加拿大引进的风力抽水机 摄影 / 乌热尔图

响的成果。2018 年 11 月 21 日，中国科学院与内蒙古自治区人民政府再次签署了新一轮全面科技合作协议，双方将持续优化合作机制，在呼包鄂国家自主创新示范区建设，内蒙古国家大数据综合实验区建设，生态草牧业示范推进，稀土产业转型升级，重大科技成果转化，院区人才交流等方面进一步加强合作，为自治区经济转型升级提供更有力的科技支撑和智力支持，这也是深入贯彻落实习近平总书记关于内蒙古工作重要指示精神的具体举措。

近年来，内蒙古人不断加深对区情的认识。当地学者包思勤从生态功能区、人口地理分布、我国三大自然区、地缘等多维度观察区情，进行区位比较研究，辩证地分析了内蒙古在发展经济上的优势和不利因素。政协委员王召明建

内蒙古中国生物圈保护区网络成员示意图



经济作物油菜 摄影 / 乌热尔图

议：应当借助生态大数据，系统、全面、准确地了解区域内水、土、气、植物、动物、微生物等数据信息，为它们建档立卡，借助高分卫星“天眼”、物联网“物演”、人工智能“算法”，实时监测、精准指导生态环境体系中哪里保护、哪里修复、哪里利用、怎样施策。内蒙古政协董恒宇副主席在深刻认识内蒙古生态功能定位的基础上，并没有囿于一地一时之利害得失，而是从全局出发，从长远考虑，建言献策，以落实习近平总书记关于“把内蒙古建成我国北方重要生态安全屏障”的重大战略。他的多项生态建设提案，提供了具有可操作性的政策建议。内蒙古政协智库的专家认为：“自治区草原生态保护和建设取得明显成效，但在法规制度体系建设、生态投资和工程力度、保护和建设措施、现行奖补政策、牧区高质量发展及草原

保护监督管理等方面仍存在短板和不足，应进一步加大相关工作力度。”

统而观之，内蒙古既是资源能源富集区，也是生态环境脆弱区，正确处理好发展与保护的关系，坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，对自治区长远发展至关重要。十四五期间，内蒙古将厚植发展优势，坚持践行绿色低碳发展理念，让绿色不断扩展、水草愈加丰美，举全区之力构筑惠及神州、功泽后世的中国北方生态安全屏障，努力实现人与生物圈和谐共荣的神圣愿景。

本文作者系新华社高级记者、中国人与生物圈国家委员会专家组成员。曾在内蒙古自治区党政部门、新华社内蒙古分社工作多年。



加强保护区宣教工作考核

文、图 / 陈建伟

近两年，我多次深入内蒙古自然保护区一线开展了以“北方生态屏障建设”为主题的专项调研，发现保护区的“宣教”功能普遍存在能力严重不足的问题，自然保护区应如何在建设祖国“北方生态屏障”中发挥主干的引领作用？如何在这次草原生态系统建设中填补保护空缺发挥典型示范作用？如何让更多的社会力量、广大民众参与进来？宣教的推动更显其必要性和紧迫性。

自然保护区宣教能力不足，主要表现在以下几个方面：有的保护区影像宣传片更倾向于

为旅游服务，解说词中充斥着神话和传说；有的保护区为了体现物种多样性，将没有分布或早已消失的物种列入其中，如华南虎、崖柏等，只为吸引眼球，误导来访者；有的保护区片面地将人与自然对立起来，甚至以保护区及其周边没有人居住作为值得炫耀的工作成绩；有的保护区重建筑轻内容，愿意花巨资修宣教馆、游客中心等，却没有能与之匹配的展品内容，真可谓是金玉其外败絮其中；有的保护区宣传只是一个软约束，想起来就做，想不起来就不做，有钱就做，没钱就不做，无计划、无章法、无创新。



腾格里沙漠紧逼黄河，同时内蒙古黄河流域水资源开发利用程度已达到 110%。

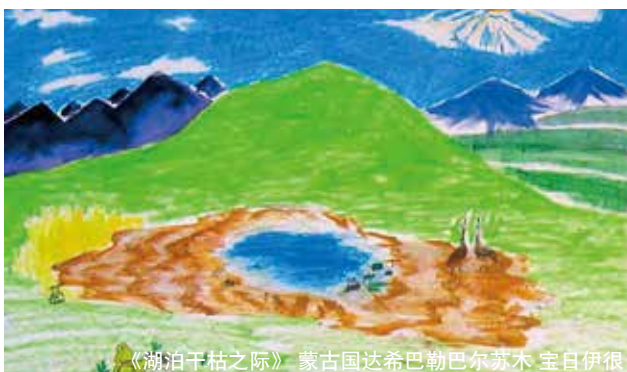
细究这些宣传上主要存在的问题是：没有树立人与自然是生命共同体，绿水青山就是金山银山的理念；没有深刻认识到民众宣传、科普自然保护知识是保护区第一责任；没有正确理解社区建设对于保护区的重要意义；同时也没有以科学严谨的态度来开展生态系统、动植物的宣传……

笔者认为：寓教于大自然中是潜移默化的、最为有效的宣传形式；应该将自然保护区的宣传教育品制作列为工作内容和考核指标。现今是读图时代，影像图片的宣传是重点，尤其在

微信、抖音等新媒体已经成为大众的生活方式的今天，充分利用好这些传播手段是时代的需要；每个保护地都应有一个主体的全媒体宣传规划纲要、一部自然资源保护宣传的视频片、一本（组）生态摄影宣传画册，这“宣教三个一”是保护地宣传的主体。其他宣传品都可以由此为据，由此派生；“宣教三个一”的内容必须坚持思想性、科学性和艺术性的有机结合，要与专业团队合作，站在国家的视角、全球的视角来策划、来述讲中国保护区生动的生态故事；要将自然保护区的宣传工作列入下一个五年计划的建设内容之中。📺



《故乡》蒙古国克尔伦苏木 图门朝克图



《湖泊干枯之际》蒙古国达希巴勒巴尔苏木 宝日伊根



《保护环境》中国 王奕涵



《草原清晨》中国 年璟皓



传承优秀传统文化之一

文 / 罗建武 王伟 张立博

“极目山川无尽头，风烟不断水长流。如何造物开天地，到此令人放马牛。”我国北方民族地区比较典型的传统生产方式有游牧、轮牧、畜禽养殖等牧业生产，也有狩猎、采集等经济生产活动。有研究者认为，游牧是蒙古族在遵循自然规律、保护生态平衡条件下进行的生产方式和生活方式；游牧生活的“轮牧制”生产方式对草原的生态平衡十分有益。

蒙古包取材于自然物的木头、鬃毛绳、毡子等。迁走时用勒勒车装载运往下一处，搭建蒙古包的地方会被收拾干净，不留任何杂物，很快这里就像没有人来过似的。一个蒙古族的童话，很形象、很打动人：孩子问妈妈，为什么我们牧民总是辛辛苦苦的搬来搬去？妈妈说，我们如果固定一处，大地母亲会疼的。我们不停地搬迁，就像血液在流动。

决定牧民生存的是冬牧场

相当多的人对草原的理解都有很大误差，误以为草原通常是无边际、绿油油的青草地。

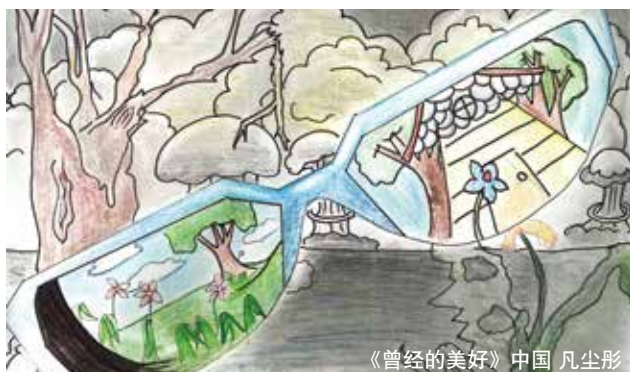
其实，一年大部分时间草原上基本上都是百草枯黄、冰天雪地的景象，草原的夏季很短。

牧场无法承受一年四季的啃食，牛羊群固定在一片草地吃的时间长了，需要休养一段时间，草才能再长起来。草原民族根据世代流传下来的习惯和经验，把草场分为春秋牧场、夏牧场和冬牧场（俗称夏窝子，冬窝子），用轮牧的方式让草场得到更好的休养生息。当然划分时除了考虑草的长势，还会考虑牲畜的取暖，饮用水等问题。

其实决定草原牧民生存的是冬牧场。故民间有“没有在冬天到过草原，就不会真正懂草原”之说。不过随着分包到户，围栏四立，终结了草原民族游牧方式。草场的价值在于组合，游牧就像是在吃自助餐，每样来一点，既“雨露均沾”，又营养均衡，且不会对草原带来太大的影响。草原时空多变，物质分布不均，就得这样流动才能真正把牲畜养起来。不建议用农耕文化套游牧文化，把草场分包到户。



《美丽大自然中幸福的动物》 蒙古国
达希巴勒巴尔苏木 哈达夫



《曾经的美好》中国 凡尘彤



《现在与未来，你选哪个？》
中国 宁金



中国 邱继城



《关爱》中国 纪禹彤



《请不要杀戮》中国 乔文博

这组绘画作品选自“达尔乌尔国际保护区儿童绘画比赛”。从2005年开始，由中蒙俄三国共同建立的国际保护区成员单位，中国的呼伦湖（达赉湖）保护区、蒙古国的蒙古达乌尔保护区和俄罗斯联邦的达乌尔斯克保护区，各自保护区及周边社区的学生中开展儿童绘画比赛。十五年来以不同主题进行征集儿童绘画，“我们的自然保护区”“保护达乌尔草原”“湿地鸟类的天堂”“我们眼中的湿地”等，成为孩子们了解自然的窗口。每年每个国家孩子的作品都能收集到百幅以上。随着网络的发展，绘画作品实现了网上传送，各国保护区能够在本国进行三国儿童绘画展览，推进了国际教育合作与国际文化交流。近几年的绘画比赛，孩子们更加关注环境变化，有更多的环境问题思考，对自然保护区有更深入的理解。（文、供图 / 彭子田）

不永久地占有一块土地

死了没有墓地，是传统牧民的一个特点，他们死后，把遗体留给草原上的猛禽和狼，或把骨灰撒于山川、江河，或装入坛罐埋葬，以示永远悼念。在牧民心中，草原比自己的生命还重要，他们的家不是蒙古包，不是毡房，而是整个大草原，牛羊、花草树木都是他们的亲属。

传统牧民，不在河里洗衣服，不扔杂物，因为他们知道会污染并影响到下游，而下游很可能是别人的牧场。草原上随处可见泉源被木栏围起来保护，牧民在泉源旁举行仪式祭泉，感谢它滋养万物。湖水旁有敖包，他们在敖包上举行仪式，表示感恩和祈福。以前狩猎只在秋冬季，因为春季是动物们的繁殖季，夏季是生长期。他们向大自然适度索取，不占有超过生存需要以外的财富，已经拥有的也要物尽其用，这就是他们的简约生活。

根是草原，歌来传播

草原传统文化物质的根是草原，草原生态

环境是草原文化得以传承延续的、最基本的条件。大量崇尚、敬畏、顺应、保护自然的理念通过歌唱、故事、演说乃至无声的行动来传播。蒙古族是著名的音乐民族，音乐和他们的生活息息相关。在长期的游牧生产，生活中创造了丰富多彩的音乐文化。许多动听的长调以及民歌，都特别强调和赞美植被、湖水、动物等大自然的良性循环。蒙古人以感恩的心，唱出了人与草原和谐共生的美好感情，集中体现了蒙古游牧文化的特色与特征，并与蒙古民族的语言、文学、历史、世界观、生态观、人生观、风俗习惯等紧密联系在一起，贯穿于蒙古民族的全部历史和社会生活中。

蒙古族人认为自然界的山水、草木等万物都有灵性，他们为了表达对万物神灵的崇拜和感恩，进行各种传统民间活动，祈求保佑牲畜兴旺、生活安康。千百年来，生活在内蒙古大草原的牧民遵守祖先的遗训，努力保护原始生态环境。

本文作者均系中国环境科学研究院科研工作者



传承优秀传统文化之二

文 / 沈孝辉 图 / 蔡石

我国的四大沙地都分布在内蒙古草原并非偶然，它们是进入人类历史时期，受人类活动影响，在原本没有沙漠之处产生的大面积风沙堆积。最早的沙化土地，起始于两千多年前的战国时期。当时是出于防御的目的，为了抵御游牧民族的侵扰，北方诸侯国在林草交错带，即400毫米等降水量线的附近，开始修筑长城，并驻军屯垦。此举经秦汉一直断断续续延至明朝，造成万里长城一线植被破坏，成为后来人所称的“万里风沙线”。但当时的破坏，尚未深入草原。

时至18世纪中叶，清政府迫于人口压力，在内蒙古草原上放荒招垦，最显著的变化是导致科尔沁草原演变成我国面积最大的科尔沁沙地。今沙地分布面积达425万公顷。时至20世纪下半叶，在内蒙古草原上掀起两场大规模的开荒运动：始于1958年大跃进的“向牧区要粮”，

和止于文革后期的“以粮为纲”“农业学大寨”。大量人口从农区移民牧区，大片草原被垦草种粮，占地开矿，从而导致草原荒漠化面积高速增长。

内蒙古草原本是我国北方可靠的生态屏障，然而时至20世纪末新世纪初，却演变成沙尘暴频发的策源地，威胁到从甘肃、宁夏、陕西、山西、河北、京津到东北三省的生态安全。

笔者认为，我国北方草原的逆向演替，生态退化，追根溯源究其原因，其实就是迫于人口的压力，农耕文化一再突破400毫米等降水量线，进入了草原。

我们还看到，当下的一些草原政策，其实就带有农耕文化思维的烙印。如草场分包到户，并建网围栏划定界限的做法，是来自农区的农



从蒙古包、勒勒车到便于转场的房车和可移动棚圈，草原牧民的生产生活条件已大为改善，但游牧民族的生态智慧和节省资源的做法仍在传承和延续着。

业联产承包制。又如舍饲圈养和发展饲养地的做法，则来自农区集约型工厂化的养殖业。然而，在农区行之有效的成功政策，异地移植到草原，只因与草原文化不兼容，便发生了严重的水土不服。牧场家庭承包制，不仅有悖于牧民们世代相承的劳动协作关系，也使得被分割成小块自成体系的草原植被，无法通过游牧或轮牧得以养息恢复，导致退化。至于盲目发展饲料地（今仅内蒙古东部的饲料地已达 150 万公顷）及人工草地，打井取水，而耗竭了生态用水，客观上也为草原的沙化推波助澜。同时，这样做的一个值得关注的后果将是，也许有一天我们会发现，牧民农民化了，牧区农区化了。当游牧文化不存在，草原生态屏障还能继续存在吗？

当我们倡导全球命运共同体，迈向生态文明，追求有机、低碳、环保和俭约的生活方式时，当我们谋求循环经济、永续利用、绿色发展时，我们惊喜地发现，在游牧文化中一直传承着绿

色智慧和适度理念，虽然初级但也弥足珍贵，从这个意义上说，我们应当保护和发展游牧文化，将其置于草原可持续发展政策的核心，从牧民那里，学习和借鉴一些应对环境挑战的知识和智慧。

从游牧文化中汲取生态内核和生活智慧，并非重返古代的游牧时代。牧民们正在把游牧中顺应自然，与自然和谐的经营理念，结合现代科技与制度创新，在实践中探索和尝试，努力闯出汲取游牧文明生态智慧的新的道路。他们开始使用便捷舒适可游走的房车，取代蒙古包；使用易于搬迁的移动棚圈，取代固定的棚圈；使用现代通讯手段，指导转产及避灾减灾；他们还实行分股不分草场的股权合作制度，以便突破草场分包的局限，在更大范围实现轮牧或游牧；他们还在林草交错带，建立半农半牧区，与牧区形成产业互补链……

本文作者系原国家林业局高级工程师、中国人与生物圈国家委员会老委员



从生态屏障到生物安全

以中蒙俄跨界国际合作为例

文 / 张知彬 解焱

中蒙俄走廊地带拥有许多原始、重要的生态系统和丰富的生物多样性，包括许多濒危、代表性动物物种，具有十分重要的生态服务功能，事关该地区的生态安全。中蒙俄走廊沿线是大型兽类相对比较集中的地方，有蹄类动物和大型食肉动物对该区域的生态健康具有指示意义，需要加强监测与保护。

此外，中蒙俄走廊横跨许多重要的动物疫源地，事关该地区农牧业可持续发展和公共卫生健康安全。中蒙俄走廊沿线地区有许多的鼠疫疫源地，而我国内蒙古草原就拥有四个类型的鼠疫疫源地，占全国的 1/3。2019~2020 年，我国内蒙古和蒙古国草原发生鼠间鼠疫大流行，并导致人间鼠疫发生，死亡多人。

每逢春季和夏季，临近我国的蒙古地区的家畜和蒙原羚时常发生口蹄疫，威胁我国畜牧养殖业。中蒙俄边境也是禽流感经常流行的地区之一，鸟类作为禽流感传播的载体，其季节性迁徙也常给中蒙俄三国的家禽业养殖和人类健康带来很大的威胁。布鲁氏菌病（俗称布病）是由布鲁氏菌属细菌引起的牛、羊、猪、鹿、

犬等哺乳动物和人类共患的传染病。布病的流行具有明显的季节性，与畜牧业生产活动有关，主要传染源为牛、羊、猪。内蒙古自治区是我国布病最严重的地区，布病不仅严重危害人民身体健康和公共卫生安全，还严重威胁了畜牧业的可持续发展。

为响应国家“一带一路”倡议，护航中蒙俄经济走廊建设和绿色发展，国际动物学会 (ISZS) 与“一带一路”国际科学组织联盟 (ANSO)、中国人与生物圈国家委员会 (MAB)、长白山自然保护区管委会、国际自然保护地联盟 (IAPA/ISZS)、内蒙古自治区疾控中心、内蒙古锡林格勒盟区政府、中国科学院动物研究所等合作，积极推动中蒙俄跨界动物保护与管理对策研究，召开了一系列的双边、多边研讨会，联合开展研究、科普和培训，取得了一些很好的进展。

启动项目，联合研究

经过多次的交流和研讨，中蒙俄三方明确了跨界合作的目标和重点。三方决定启动一批项目合作，开展资料收集和分析、现场实地调查，以便为中蒙俄经济走廊的实施提供科学依据。



鹅喉羚。摄影 / 李维东



蒙古野驴。摄影 / 李维东

2020年10月，国际动物学会和“一带一路”国际科学组织联盟（ANSO）决定联合发起和实施“一带一路”中蒙俄走廊生态安全评估及对策研究（简称中蒙俄走廊项目，英文简称CMRC）。该项目的参加单位包括国际自然保护地联盟及其相关自然保护地成员单位（包括中国、俄罗斯、蒙古三个国家）、中国科学院动物研究所以及俄罗斯、蒙古和哈萨克斯坦科学院相关研究所等。该CMRC项目旨在为促进“一带一路”沿线国家、地区的生态环境保护与合作提供科学依据。项目将在3年时间内，将完成对中蒙俄走廊关键区域的大型兽类、鸟类和小型兽类及其相关疾病发生和传播历史数据的收集、现状调查及生态风险评估。建立中蒙俄

走廊的生态基底信息库，分析气候变化和人类活动对其生态环境、疾病传播风险及珍稀濒危动物保护的潜在影响，提出生态保护和风险防范的对策和建议，建立生态监测和评估体系和规范，提升当地生态监测能力，宣传“一带一路”发展理念和精神，护航“一带一路”绿色发展。

目前，国际动物学会和国际自然保护地联盟已在“一带一路”中蒙俄走廊区域建立起了自然保护地网络，将带动各保护地就走廊生态安全问题共同开展研究监测。联盟保护地成员单位将在项目中发挥重要作用，将开展联合野外调查，进行生态、社会经济现状历史信息收集，建立相关监测体系和规范等。项目将对这些保



马可波罗盘羊。摄影 / 李维东



野骆驼。摄影 / 张立勋

护地进行监测技术培训与指导，推动保护地跨区域监测协作。联盟监测协作工作组和跨界合作工作组也将积极参与项目，分别就监测协作和跨界合作给项目提供支持和帮助。

对策和建议

随着中蒙俄经济走廊合作的不断深入，加之气候变化的不断加剧，中蒙俄三方将共同面临生态安全、环境安全、生物安全等重大挑战。中蒙俄临近的欧亚草原和森林生态系统是我们共同的生态屏障。许多生态、环境、疫病等问题是跨国界的，需要加强跨国界的研究与合作才能解决。为进一步推进中蒙俄跨界合作，巩固我国北方生态安全屏障，促进和保障中蒙俄“一带一路”绿色发展，特提出如下建议：



雪豹。摄影 / 李维东



黄羊在中蒙两国边境之间的缓冲带内。摄影 / 刘松涛

建立若干中蒙俄跨界生态廊道，促进生物多样性双向流动。中蒙俄边界附近拥有众多自然保护地，为了应对气候变化不断加剧的影响，满足动物季节性迁徙，有必要建设若干生态廊道，把临近保护地连接起来。与此同时，保障生态廊道内的生物多样性，保障迁徙动物的安全。建议优先推进黑龙江—吉林与俄罗斯东北虎分布区交界区域、内蒙古呼伦贝尔—锡盟与蒙古、俄罗斯蒙原羚、珍稀鸟类分布区交界区域；新疆—甘肃—内蒙古与蒙古野骆驼、蒙古野驴和鹅喉羚分布区交界区域，以及中蒙俄哈阿爾泰雪豹、盘羊、猓狍等分布区交界区域。

建立中蒙俄跨界疫源动物及疫源疫病监测网络和联络、交流机制，保障国家生物安全。具体如下：一是要建立和完善监测体系；二是要及时交换有关疫情及疫源动物信息；三是提高病原诊断能力；四是要加强联合研究和技术培训；五是建立跨国跨界的联防联控机制。对鼠疫、口蹄疫、非洲猪瘟、布病、禽流感等重大疾病，要建立统一的监测方法和信息共享机制，收集和评估疫源动物的分布状况，评估疫情发生和传播的风险，提出重大突发疫病防控对策和建议，服务和保障国家生物安全。

致谢：东北林业大学姜广顺教授、内蒙古师范大学毕俊怀教授、中国科学院动物研究所李欣海副研究员和万辛如助理研究员、内蒙古呼伦湖国家级自然保护区调研员刘松涛、新疆生态学会副秘书长李维东研究员、兰州大学张立勋副教授、新疆林科院教授级高工孙刚等提供相关资料。本研究得到国际动物学会和“一带一路”国际科学组织联盟（ANSO）联合资助的《“一带一路”中蒙俄走廊生态安全评估及对策研究（CMRC）》项目及中国科学院资助《环首都圈鼠疫风险评估和防控对策研究》项目支持。

本文作者张知彬系国际动物学会主席、中国科学院动物研究所研究员；解焱系中国科学院动物研究所副研究员



“一带一路”国际科学组织联盟（简称ANSO）是在“一带一路”倡议框架下，首个由“一带一路”沿线国家科研机构、大学与国际组织共同发起成立的综合性、实质性国际科技组织，是民政部注册的非政府间、非营利性国际性社团法人。

2016年11月，中国科学院联合俄罗斯科学院、巴基斯坦科学院、波兰科学院、国际山地综合开发中心、发展中国家科学院、联合国教科文组织等20多个国家的科研机构和国际科技组织，在北京举办了第一届“一带一路”科技创新国际研讨会，发布了《北京宣言》，倡议成立“一带一路”国际科学组织，推进建立沿线科技合作长效机制。

2017年7月，中国科学院与俄罗斯科学院等12家科研机构和国际科技组织代表在巴基斯坦召开会议，讨论确定了组织的名称，制定了章程草案和发展规划。

2018年11月4日，ANSO由中国科学院发起成立，旨在推动“一带一路”地区及全球社会经济可持续发展的科技网络，是推动中国与世界在科学、技术、创新和能力建设方面的国际合作平台，是最佳配置全球资源推动科技合作和创新平台。习近平主席在贺信中指出，共建

“一带一路”受到了国际社会广泛欢迎，与相关国家开展科技合作是共建“一带一路”的重要内容，在改善民生、促进发展、应对共同挑战等方面发挥着积极作用。希望各国科学界携手并肩，共同努力，发挥好“一带一路”国际科学组织联盟的平台作用，加强科技创新政策和发展战略对接，开展重大科技合作，培养创新创业人才，提升科技创新能力，为促进民心相通和经济社会可持续发展，为推动建设绿色之路、创新之路，为推动构建人类命运共同体作出重要贡献。

ANSO的战略目标：凝聚多边力量，共建“一带一路”科技创新共同体，促进各国经济社会可持续、高质量发展；聚焦全球共性挑战和重大需求，促进各国科技创新政策沟通和战略对接，共同组织实施重大科技合作计划；推动创新能力开放合作和资源、数据的开放共享；促进创新人才培养，共同提升科技创新能力。

ANSO的战略任务：围绕重大科学挑战，发起、组织和实施多项重大国际科学计划；促进能力建设，组织实施一系列人才教育和培养计划，促进民心相通，增进友谊，夯实构建人类命运共同体土壤和基础；围绕重大民生需求和福祉，实施一批科技项目，从清洁饮用水、可持续农业、环境保护到沙漠化防治、减贫与公共健康；发挥高水平智库功能，组织开展区域和全球经济社会可持续发展领域的科学评估和战略咨询；促进先进技术、产品与服务合作交流，通过运用创新和市场机制、手段促进经济发展，保护知识产权，制定和维护行业标准。

2018年，ANSO拥有创始成员单位37家，历经2年发展，经理事会批准成员单位发展至59家，遍布全球40多个国家。

本文作者系 ANSO 秘书处项目专员 周睿洋、郭童

内蒙古生态项目新模式

文 / 林阔成 单良 贾玥 图 / TNC

气候变化和人类不合理的利用，使本就脆弱的内蒙古生态被破坏，造成土地退化、土地生态服务功能减弱、生产力下降，严重影响区域的生态安全与可持续发展。为了应对土地退化问题，大自然保护协会（TNC）从探索适应气候变化的生态修复与保护规划开始，围绕综合生态修复示范、可持续管理示范、社区合作示范的“一个探索三个示范”开展工作。

探索适应气候变化的生态修复与保护规划：在遵循生态系统方法与适应性管理原则的同时，强调在多个层次上修复与保护。以生态区为基础，结合未来的气候变化趋势，识别出价值高且保护代价低的地方作为优先区域，并识别出其修复目标。该方法不仅考虑生态系统和物种的价值，还对保护代价（包括人类干扰和自然变化）进行分析，为协调保护与发展之间的关系提供科学依据。

综合生态修复示范：充分考虑生态修复的多学科、系统性、长效性及区域性；开展基于自然的、综合的、系统的生态修复示范。乔、灌、草相结合；鱼鳞坑、水平沟、谷坊多种技术综合运用；工程与生物配合使用；企业、社区、政府、NGO 共同参与。

可持续管理示范：生态修复后，土地得到恢复，生产力提升，社区居民利用的欲望就会加强，使修复地威胁加大。如果依然用原来的土地利用模式，不可避免的会出现二次退化，资金使用效率严重下降。项目通过多种技术的集成，形成比传统技术更简单易于操作、可增加收益的方案进行示范，引导社区参与式开展，

以此改变传统的、过度依赖自然资源的模式。

社区合作示范：社区参与一直是 TNC 保护工作的重要环节。项目通过社区技能培训，让更多的社区成员开展可持续的生产模式，降低其对周边生态的影响；通过环境教育使社区居民明了生产与生态之间的关系，认识到没有好的生态也不会有长期的好的生产，以此鼓励更多的社区自觉地参与到生态维护中。

在此基础上通过生态监测保障所有的生态修复工作朝着生态的正向发展，使其可以正常发挥生态服务功能；通过经济性评估保证社区可以从生态建设中获得实际的经济效益，使修复地可以长时间持续发挥其生态价值。以此形成一套可复制、可推广的系统修复模式，为政府和企业提供参考，以便进一步进行推广。

从生态修复到可持续发展——和林格尔示范点

项目选择处于典型的农牧交错带上的和林格尔作为第一个示范点，从适应气候变化的生态修复与保护规划为出发点，识别出重要的生态区域及修复目标，并开展相应的综合生态修复示范。

和林格尔县位于内蒙古中部呼和浩特市以南，属于生态系统类型较为复杂的农牧交错带，也是森林和草原的过渡带，是生态脆弱区。这使得本区域对气候变化特别敏感，容易产生较大的生态问题；一旦被破坏其恢复将非常困难；同时这一地区相对比较贫困，生产方式落后，人们对自然资源索取较多。

在全国的生态主体功能区划中，和林格尔既属于呼包鄂榆国家重点开发区域，又是生态脆弱区，在未来气候变化的情景下，和林格尔县也正好处于《中国生物多样性保护战略与行动计划》中两个生物多样性保护优先区之间物种迁移的潜在廊道上，发展与保护的需求都很强烈，一个基于地方需求的生态安全格局的建

立和维持，对于地方的可持续发展具有重要的意义。项目从规划、修复、管理和发展四个维度开展。

项目通过乔灌草结合的方式种植乔木近 300 万株，将其打造成了林业碳汇项目，预计在未来 30 年将固定 22 万吨的二氧化碳，并与迪士



和林格尔之项目地脆弱的土质结构。项目区内以栗钙土、黄绵土、风沙土为主体土壤，有机质含量很低，平均为 0.65%，土壤质地大多为沙壤、轻壤；土质疏松，其裸露后将会非常容易受到大风和雨水的侵蚀。表层肥沃土壤被侵蚀后，下层贫瘠土壤再进行植被恢复将很难。不仅投入大，而且需时间也很长。



和林格尔之老杏树。曾经的老杏树周边没有乔木，植被也非常稀疏。生态修复项目开始时就是否进行乔木的种植，我们也有些犹豫，但看到了百年老杏树的伫立，表明乔木是可以在此存活的，于是根据土壤、地貌、汇水面等进行科学的树种选择与造林密度控制，使得老杏树周围有更多的伙伴陪伴，不再孤独。



和林格尔之沟壑治理前后对比图。由于项目处于黄土高原的最北端，水土流失严重，也是项目修复的重点。项目对区内 14 条沟壑，近 600 公顷水土流失区域开展工程与生物技术相结合的综合治理模式，引入“生物毯”等新技术，可在雨季快速施工，在降低修复成本的同时，延长修复效果。现在项目区内基本没有水土流失现象。





和林格尔之林下养鸡。生态修复后，项目区内生物多样性增加，土地生产力提升，如果没有任何的管护并为社区创造经济效益，任其发展项目地将承受再次被破坏的压力。为此项目采取了发展林下经济的策略，利用林下天然青饲料、草籽和昆虫等资源优势，以放牧为主，辅以补饲的方式发展生态养殖。使生态修复地变成了社区增收的场地，这样就减少了修复的维护投入，实现修复地的可持续管理与利用。

尼合作，实现了碳交易。在此基础上，该项目在项目开展初期便加入造林多重效益设计，希望在满足应对气候变化的需求下同时兼顾当地社区发展以及本地物种多样性的发展需求。该项目还成功获得了内蒙古地区第一个气候、社区和生物多样性标准（CCB 标准）金牌认证。

目前项目区域植被覆盖度达到 90% 以上，生物多样性由原来的 30 多种草本植物增加到现在的 80 多种，生态服务功能充分发挥，在春季大风天项目区内再也没有扬尘发生。

项目还开展了草地智慧管理：不影响牧户收益的情况下实现草地的恢复，充分发挥草地的生态与生产的双重功能；旱作农业：利用修复后土地的防护及水源涵养等能力，充分利用天然降水，探索出适合干旱半干旱区的最佳农业发展模式。

社区居民是这一片土地的主人，项目希望生态修复的成果可以长时间地发挥其生态服务

功能，那就必须在生态修复的同时实现社区的经济利益，为此我们让社区逐渐掌握新的可持续生产的技术与模式，并使他们逐步了解生态是可以促进他们生产发展的，慢慢地，社区居民也会自觉地参与到生态建设与维护中。在此活动中，项目也开展一系列的社区合作机制的探索，建立可复制、可推广的模式。

“希望的农田”——气候智慧型农业项目

2010 年，联合国粮食与农业组织（FAO）提出“气候智能型农业”的概念。它是指能够持续提高生产力、增强抵抗力或适应性、降低温室气体排放，同时能够增强粮食安全和国家发展的农业生产方式。气候智慧型农业的最终目标是粮食安全和发展（FAO，2013），而生产力、适应性和减缓气候变化则是为达到这个目标而必需的三个相互关联的部分。

项目在巴林左旗，通过技术引入和机制创新，探索并实践绿色农牧业发展模式，恢复和提升土壤健康与生态安全，增强农业减缓和适



左上图是巴林左旗之旱作技术。左边是传统模式的谷子，右边是采用新的旱地种植技术的谷子。因新技术的应用产量增产 150 斤 / 亩以上。小面积的精耕细作，提高单产，减少土地的利用面积，使更多土地归还给生态环境，是项目生态修复的一个重要策略。

右上图是巴林左旗之向本地老把式请教。每到一个新区域，项目人员首先与所在地的农户和基层领导进行交流与学习，了解当地的气候特点、社会经济、传统习惯、生产模式等情况；在设计项目的时候充分融入他们的意见，有时候邀请他们一起参与某些项目的设计，只有如此，项目才会更容易被本地居民接受。

应气候变化的能力，同时提高社区收益，实现精准扶贫，为中国农业生产应对气候变化提供成功经验。

巴林左旗位于内蒙古的东部，同样处在农牧交错带，生态环境脆弱，干旱少雨；是未来气候变化的热点区域，呈现明显的干暖化趋势；同时由于人类长时间的、不合理的土地利用，造成了土地沙化、水土流失、地下水水位下降、重要河流出现断流等现象。

针对巴林左旗一系列生态与生产问题，经过实地调查与科学分析发现，处于干旱半干旱区的巴林左旗根本限制因子是水，不论是生态建设还是农牧业生产，甚至是农牧民的生活，都是以水分条件作为分配原则的，水资源的管理是适应气候变化，解决巴林左旗生态与生产问题的核心。据此项目提出了“水四步”的设计方案，即：水源涵养、集雨截流、旱作节水、提高水资源生产力。“水四步”是以水为主线将生态与生产进行了有机串联。

2019 年 5 月，巴林左旗当地农牧民在中国 TNC 内蒙古项目团队的指导下，播种下了一片 800 亩的“希望的农田”，这片农田全部采用旱作农业的耕种方式，即在干旱和半干旱区域，只利用天然降水即可实现稳产的旱地种植技术。这标志着项目正式落地实施。通过应用这种旱地种植技术，在正常年份可以实现与水浇地差不多的产量，即使是干旱年份也只是比水浇地减产 25% 左右，对比传统旱地，旱作农业可增产 40% 以上。

未来，我们希望把巴林左旗建成适合于干旱半干旱区的国家气候智慧型农业示范区，通过技术引入和机制创新，探索并实践绿色农牧业发展模式，恢复和提升土壤健康与生态安全，增强农业减缓和适应气候变化的能力，同时提高社区收益，实现精准扶贫与乡村振兴，为中国农业生产应对气候变化提供成功经验。

本文作者均系大自然保护协会（TNC）中国项目工作人员

额尔古纳，永远的梦境

文 / 郝耀华





哦，何处追寻梦里桃源？
向北，向北，一路向北！
最北方的额尔古纳，
就是闪耀于“鸡冠”的翡翠！

左臂挽着大兴安岭森林，
右手牵起呼伦贝尔草原，
在林草相间的过渡带，
叠印出一帧帧梦幻画面。

草甸植物的色彩，
因四时更替而神奇魔变；
根河河谷的景象，
随水位涨落而悄然置换。

挺直了腰杆的白桦树，
在天父地母的庇护下聚集；
活了一万年的塔墩子，
浸泡在北纬50度的沼泽里。

遛弯儿的花尾榛鸡啄食越橘，
候鸟在甜杨枝头尽情唱歌，
水面闪烁着蓝宝石的光泽……
额尔古纳湿地，捧呈一派祥和！

2020年中秋时节，我随中国人与生物圈国家委员会专家组来到额尔古纳河畔。这里入秋的草木五彩竞宣，置身其间如梦如幻。1985年（35年前），我去过原额尔古纳左旗、现根河市北部的敖鲁古雅，深入密林深处的驯鹿点，探访过我国最后的鄂温克狩猎部落。1992年，为了拍摄央视《经济半小时》“这里是热土”专题节目，我带着摄制组沿着额尔古纳河，来到黑山头边境口岸，用镜头报道正在兴起的边境贸易实况。1999年（上世纪末），我又只身前往拉布大林，采访当时的额尔古纳右旗潘书记，归来写了报告文学《解冻了的额尔古纳河》，刊于当年的《人民文学》。地处我国版图“鸡冠”之端的额尔古纳，神秘、瑰丽，四时变幻着不同的色彩，每次来都有一种探秘的意味。斯地斯景，是我永远的梦境。

著名历史学家翦伯赞先生认为，呼伦贝尔草原是游牧民族的文化摇篮，大兴安岭是中国历史上幽静的后院。位于北纬50度的额尔古纳，靠着大兴安岭大森林，傍着呼伦贝尔大草原，山河萦带，林木翳荟。站在国家湿地公园的至高点，可以清晰地看到草原与森林分野的罕见奇观。其实，这个后院的喧嚣声并没有远去，在森林与草原的哭泣声中，大型伐木机、露天采矿机械、康拜因，都曾在这里炫耀过自己的威力。原额左旗那边，1954年就成立了根河林业局，连同密布四周的林企，都曾在大兴安岭腹地进行过机械伐木；幸好时过境迁，斧锯不举，留下了额尔古纳这一片原始森林、这一座森林城市。

那日子夜方抵达目的地，一早专家组就出发去湿地公园考察。这里建立了完整的标识解说系统，访客可直观地了解湿地动植物和其生态功能。游龙般盘旋穿行于湿地的根河正在涨水，波涛竞涌，争喧逐击，显示着狂野的活力和原始威仪。远远望去，水流闪烁着宝蓝色的波光，与湿地、乔灌林中青葱、赭黄、绯红等多种绚

烂色彩，一起构建了一个珠飞玉溅的童话世界。根河流域的河流和沼泽湿地，是我国现今原生态保持最完整的湿地之一。金风乍起，低岗缓阜上的林子枯叶飘落，铺出一地金黄。踏叶前行，乔灌木横斜挺秀，眼前一树红叶若胭脂欲融。人在画境，远离尘嚣，心神为之一畅！登上根河岸边的山头，环顾四围景色，淖尔的水是那么清澈，湿地上草木生辉，栖息于其间的鸟兽也分外活跃。甄光介绍说，这里被誉为亚洲高纬度的最美湿地，北寒温带动植物资源十分丰富，植物有钻天柳、浮叶慈姑、家榆、稠李、山荆子、甜杨树、野生芍药等，动物有猞猁、雪兔、黑鹳、小天鹅……灌丛里窜过几只榛鸡，当地人叫“飞龙”。侧耳倾听，可以听到鸟雀歌吟，隐隐传来远处牛羊哞咩声。据说这里只有一户人家了，区内的主要经济活动是生态旅游；不过周边还有耕地和牧场，放牧的都是上岁数的人了。

次日专家组一行踏访黑山头古城。遗址内杂乱的建筑物早被拆除一空，上面覆盖着青青草木，一侧矗立着新建的穹庐式博物馆。黑山头古城呈“回”字形，分内外两城。外城四向均设城门，四角筑有角楼，城外掘有护城沟壕。四墙计有16座外凸的马面，彰显了马背民族的草原城池特征。古城面山背水，山脉与草原于此交汇，进可长驱直入呼伦贝尔草原，退可隐入林木茂盛的大兴安岭，适合于游牧与征战生活。时序变迁，往日盛况早已泯然不存，残留的龙纹瓦当、釉色建筑构件，无声地叙述着当年的繁华。

归途路过三和镇，看到了公路两侧牧场上的马群。三河马胸廓身长，高大健壮，是在上世纪初引入贝加尔马与当地马杂交培育的良种马。触景生情，让人联想到了草原文化。起源于额尔古纳河的北方游牧民族，凭借马蹄踏踏，活动范围不断扩张，其文化表现出很强的流动性，游牧文化在与农耕文化和多种类型文明碰撞交汇中，成就了包容性的特征。



2020年9月额尔古纳湿地公园考察 摄影 / 先义杰

当天午后，专家组又进入额尔古纳湿地保护区继续考察。这里是呼伦贝尔草原与大兴安岭森林的过渡带，生长着茂密的白桦纯林和古甜杨林，水位涨落与四时更替造成的不同景色各标风韵。

考察期间，获悉镶黄旗文贡乌拉苏木乃仁陶力盖嘎查遗址发现新石器早期人类遗存，以及早期北鲜卑拓拔部的墓葬群，考古发现的桦木皮棺和其他桦木物件，为我国北方生态交错地带的原始生态提供了有价值的信息。专家组中国科学院植物所的李渤生研究员据此推论，这一地带原为草原—森林过渡带，生长着成片的白桦原始林，上古居民就地取材，用桦木作燃料和器物材料，并铺设半穴居屋顶。抚今追昔，可见这一地区的生态退化多么严重。现在镶黄旗年降水量267.9毫米，由于降水偏少且分布不均，冬季常有黑、白灾出现，春季常有沙尘暴发生。额尔古纳的年均降水量和镶黄旗差不多，当从中汲取教训，不应再继续开荒种地了。对已利用的黑土地，要评估其承载能力，进行科学规划，在水土流失严重和重要的生态功能区，实施退耕还林，进行植被修复。已有的农田，应减少农药化肥的使用，大力推广科学的农业

生产技术，尽量采取轮耕歇田的方式保护黑土地，保护好森林与草原过渡带的生态环境和自然风貌，以避免锡林郭勒南部草原沙化的厄运。

当天下午，市政府召开额尔古纳国家湿地公园申报联合国教科文组织世界生物圈保护区沟通会。为了保证申报工作进行顺利，专家组建议市领导统筹规划，将湿地公园和自然保护区部分区域一并纳入申报范围。这样也有利于从整体上保护好额尔古纳的生态多样性和文化多样性。王丁秘书长高度评价了该市在生态建设领域取得的显著成效，他特别强调：人与生物圈计划并不排斥科学合理的开发利用，其追求的目标是人与自然和谐共处。

我们相信，以额尔古纳湿地申报世界生物圈保护区为切入点，一定会促进人与生物圈中国国家委员会与内蒙古的务实合作，并促进人与生物圈计划在内蒙古的深入实施。

考察结束了，暮霭渐沉，此时的额尔古纳愈加隐秘。沉浸在谜一般的梦境里，我即兴赋诗，表达自己对这片梦幻之地的依恋之情。

内蒙古自治区 新增了两个 CBRN 成员

第 22 届中国生物圈保护区网络大会侧记

文、图 / 先义杰

在已闭幕的第 22 届中国生物圈保护区网络 (CBRN) 大会上, 内蒙古额尔古纳国家湿地公园、内蒙古毕拉河国家级自然保护区、湖南九嶷山国家级自然保护区、南京长江江豚省级自然保护区等 4 家保护区成为了中国生物圈保护区网络的新成员。至此, 内蒙古自治区的 CBRN 网络成员已达 22 个, 居全国第一, 同时中国生物圈保护区网络成员也增加到了 185 家, 生态类型覆盖面进一步扩大。

2020 年 12 月 13-16 日, 中国生物圈保护区网络第 22 届成员大会在山东省烟台市成功举办。会议以“落实五位一体总体布局, 统筹人与自然和谐发展”为主题, 聚焦管理体制机制在保护地建设和发展中的独特作用。

中国人与生物圈国家委员会许智宏主席在致辞中指出, 自新冠疫情发生以来, 我们更加深刻地认识到, 人与自然是命运共同体。物种灭绝、生物多样性丧失和生态系统退化正在对人类生存和发展构成重大威胁。当前, 我们仍处于疫情防控常态化背景下推动经济高质量复

苏和实现绿色发展的特殊时期, 以国家公园为主体的自然保护地体系也正在加速建设。在新的背景下, 希望生物圈保护区成员单位进一步推广落实人与生物圈计划核心理念, 努力探索既保护生物多样性、文化多样性, 又促进经济社会可持续发展的道路。

大会向新设立的中国生物圈保护区网络培训基地——三亚珊瑚礁国家级自然保护区颁发证书及牌匾。至此, CBRN 培训基地扩展至 5 家 (另外 4 家是神农架世界生物圈保护区、梵净山世界生物圈保护区、汗马世界生物圈保护区、五峰后河国家级自然保护区), 基本形成了横贯南北的培训基地格局。

大会还宣布: 黄山胡晓春、西双版纳王巧燕、天池博格达峰朱贵保、小秦岭聂彦军和鄱阳湖高翔等 5 人荣获了 2020 年度“绿色卫士奖”; 卧龙程跃红、雷公山余德会等 2 名保护区科研人员荣获了 2020 年度“青年科学奖”。

为了进一步培养生物圈保护区管理和科研核心骨干, 提升生物圈保护区的管理能力和创新水平, 中国人与生物圈国家委员会决定成立中国生物圈保护区青年创新小组。首届青年创新小组成员包括: 内蒙古锡林郭勒孙长乐、内蒙古汗马杨琨、贵州梵净山石磊、贵州茂兰兰洪波、浙江清凉峰郭瑞、浙江钱江源陈小南长白山张荣杰、广东鼎湖山范宗骥、河南宝天曼刘晓静、广东车八岭束祖飞、安徽铜陵淡水豚陈燃和广东珠海淇澳-担杆岛蓝玉杏等 12 人。





人与生物圈

中华人民共和国人与生物圈国家委员会主办

27

1994-2021

正式创刊
双月刊

Man and the Biosphere

用故事和图片探索人与自然的终极话题

疣鼻天鹅——达赉湖保护区

猞猁——赛罕乌拉保护区

黑尾松鸡——汗马保护区

黄羊——锡林郭勒保护区



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Man and
the Biosphere
Programme

联合国教科文组织发起的人与生物圈计划，
是关于人与环境关系的全球性科学计划。

锡林郭勒世界生物圈保护区，1987年被联合国教科文组织批准成为网络成员；
赛罕乌拉世界生物圈保护区，2001年被联合国教科文组织批准成为网络成员；
达赉湖世界生物圈保护区，2002年被联合国教科文组织批准成为网络成员；
汗马世界生物圈保护区，2002年被联合国教科文组织批准成为网络成员。