

# 向喀斯特『土地癌症』说不

## 让石漠化荒山绿起来

本报记者 何亮 郭科

“近观明暗相间的河流,远眺神奇秀美的石峰”,谈起喀斯特景观,普通游客的反应应该是山青、水秀、洞奇、石美,但对人类生存来说,若不重视它地质背景制约的脆弱生态系统,奇山异水很可能就变成了“穷山恶水”。

近日,科技部根在基层调研团来到广西环江,调研广西地区典型峰丛洼地地区的石

漠化治理。“你们看,这是生态修复后村民又复垦的地方,新生的灌草丛又变成了基岩裸露地。”在广西环江古周生态恢复示范区的一块对照地上,中科院环江喀斯特生态系统观测研究站站长王克林指着斑驳的石头说道,“在喀斯特地区,种植玉米对水土保持而言是一种极为负面的效应。人为耕作大大加剧了对土壤的侵蚀。”

如何改善西南喀斯特地区石漠化问题,上演“点石成金”的生态大戏?从“九五”期间开始专门立项研究石漠化问题,到“十三五”期间国家重点研发计划四个专项的接续攻关,20多年间,广西地区石漠化面积由3.21万平方千米下降到1.5万平方千米,生态恢复后的喀斯特峰丛洼地正在显现绿水青山的美貌。

### 两万年才形成1厘米厚土壤,水土流失元凶藏于地下

“在这里,溶解30立方米岩石,只能生成1立方米土壤,95%的岩石物质碳酸盐在雨水溶蚀下变成可溶性的碳酸氢钙随水流失。砂页岩红壤地区50年左右就可以形成1厘米厚度的土壤,在喀斯特地貌下可能要5000年到20000年。”王克林表示,区域遥感对比监测表明在碳酸盐岩的特殊地质背景下,中国西南喀斯特地区植被的整体演替速度较慢。

刚开始做喀斯特研究时,研究人员发现

喀斯特石漠化主要以缺水少土为特征,但驱动机理并不清楚,初期观测表明地表径流很少,大多在3%左右。“我们把观测方向下沉到地下,发现降水及其驱动的土壤流失主要进入了地下系统。”王克林感慨道,地下水土流失是主要渠道而非地表的顺坡水土流失。

若做等高梯土或者砌墙保土工程,拦蓄地表水是否有效?这在黄土高原和红壤丘

陵山区是行之有效的措施,但在喀斯特地区作用甚微,因为水土流失过程以地下垂直漏失为主,地表顺坡流失很少。

喀斯特地表土壤少,外加地下水土漏失多,农民进行种植劳作,人为扰动土壤会加剧石漠化过程。王克林说:“在某些土层很厚、石漠化不大的地区,随着人为活动的干扰会加剧土壤漏失。漏失渠道主要在与地下河相连的落水洞、地下管道或裂隙中。”

### 传统耕种模式人为导致土壤漏失、石漠化加速

喀斯特地区土壤侵蚀是怎样产生的?客观原因来自于地表与地下的二元空间结构——土层浅薄且不连续,地下裂隙发育,水文过程变化迅速。大自然给与的二元结构“缺陷”让喀斯特水土生态系统具有先天脆弱的特征。

从“九五”期间开始,科技部对石漠化立项研究。王克林团队的实验结果显示,喀斯

特地区石漠化及水土流失涉及面广,初期高强度耕种下人为干扰导致物理结构的破坏、化学过程的加强、微生物种群的变化都会加剧土壤养分的丢失。结论比较简单,“脆弱的喀斯特区域不适合过度的农业开发活动。”王克林说。

然而,在西南喀斯特地区,地表缺水造成的农业种植首选作物就是玉米。成片的玉米

种植使土壤被扰动,引起坡地水土流失。物理结构破坏、化学过程加强、微生物改变、有机碳开始丢失……一系列潜藏地下的变化导致的结果就是林草退化、石头裸露。记者在环江古周生态恢复示范区看到,有些土地上玉米种了20多年后,地表石芽裸露,非常可怕,“这些都是人为高强度扰动下土壤漏失的后果。”王克林表示。

### 径流观测与土壤养分研究提供生态恢复新思路

“喀斯特峰丛洼地地处长西南季风区,六月前后旱涝同现,灾害比较严重,通过观测研究摸清水土过程的机理后,我们对它的利用模式进一步优化,看哪一种方式更有利于涵养水源、提升地力。”中国科学院亚热带农业生态研究所研究员陈洪松告诉记者,研究站十三个大型记录径流小区通过地表与地下同步监测二元空间结构及不同耕种模式对峰丛洼地结构水土过程的影响,包括种植耕种玉米、牧草、经济林、封育等不同利用方式,观测水土效应,再推测出土壤侵蚀的效果,再将认识上升到对喀斯特地区景观与流域尺度的认

识,从而形成喀斯特石漠化地区的系统治理方案。

微观方面,植被恢复过程中土壤养分的变化是可持续演替的关键,人为干扰往往导致土壤中氮氧化细菌和纤维素分解菌丰度增加,固氮菌丰度减少,不利于土壤“碳”与“氮”的储存。“退掉玉米地恢复植被比较容易,但土壤理化性质的恢复是个缓慢过程,你看着小小的苔藓,它对土壤养分的固持与水分涵养有着重要的作用。”王克林指着封育的岩石与保护性种植的牧草地上的一块块苔藓感慨道,“我们将高强度种植变为保护性种植,多年生牧草种

能提升土壤肥力,水土保持效果大大高于玉米,但每亩1万多克生物量要移走喂牛,移走的草是含氮的,这么大生物量的移走,只靠生物结皮、大气沉降还是不够,所以我们考虑通过豆科牧草的引入增加固氮量。”

与之相关的试验初步表明:共生豆科植物通过生物固氮能促进土壤养分提高,为牛羊所喜食,根部发达且有大量根瘤来固氮,土壤蓄水率能提高16%,土壤侵蚀量削减32%。在下塘试验区,大量任豆、合欢等典型适宜性树种已由树苗长成连片山林,显示出林牧复合生态系统是喀斯特区域生态恢复的有效途径。

### 中国石漠化治理要做到“一方水土养一方人”

“我国的喀斯特地区治理与欧美国家是不一样的。发达国家对喀斯特注重保护,人口稀少;我国因为人口压力与资源分布问题,农业活动强度大,要努力做到‘一方水土养一方人’。这就需要通过生态适应性的模式、技术提升喀斯特地区生态服务。”王克林强调。

生态服务需要集成与权衡生产、调节、支持、文化等方面,其解决办法就是改变单

一的玉米种植模式和种植、养殖二元分割模式,构建牧、农、林耦合的草畜畜牧业混合生产模式,科学设计与当地生态条件相适应的种养结构,提升生态系统服务,减缓旱涝灾情的后果。

在石漠化地区将高强度的种植系统变成保护性种养系统,可使原本只能维持4年—5年的单一种植系统调整到20年左右的种养

结合的复合生态系统,系统持续性得到增加,百姓的收入来源更加多元化,亏损风险也可逐步降低,从生态经济学的角度而言就是把石漠化地区变成绿水青山。“下一步我们继续努力,在科技部、中国科学院重大专项支持下进一步提升生态服务,构建美丽乡村,把初步恢复的绿水青山变成可持续的金山银山。”王克林说。

## 走近自然

### 红外相机“盯梢” 揭示珍稀动物保护新路径

本报记者 赵汉斌

作为中国生物多样性监测与研究网络兽类专项网重要成员之一,中科院昆明动物研究所长期在我国西南地区开展兽类多样性监测与研究。最近,该所研究组在利用红外相机监测数据,有了一系列新发现。



红外相机拍摄的白腹锦鸡

该研究所兽类生态与进化学科组负责人蒋学龙研究员介绍,由于易于统一规范技术标准,数据便于管理和标准化统计分析,红外相机技术已成为国内外兽类监测研究网络的主要技术支撑。

近年来,这个研究组不断扩大了监测范围,并按统一抽样标准在多个不同景观类型的保护区建设红外相机监测研究网络。基于前期的监测数据,研究人员利用层次贝叶斯模型,对西南地区高山、亚高山区域、干热河谷区和亚热带山地等典型的景观类型的物种丰富度与分布进行分析,通过构建层次模型,分析物种占有率及其与环境变量间的关联,评估不同景观中目标类群的物种丰富度与分布情况。



红外相机拍摄的岩羊

研究发现,基于红外相机数据,层次模型可整合分析多个研究地点的数据,从不同尺度分析物种丰富度与分布格局,为区域协同红外相机监测研究网络数据整合分析提供思路。由于人为干扰对物种多样性与占有率均表现出强烈的负效应,物种丰富度与海拔之间呈现也有关联,物种丰富度垂直分布的格局,也对应着较低海拔的高干扰压力,以及较高海拔森林中乔木冠冠遮蔽地面的程度。



红外相机拍摄的云豹

研究还表明,除雉类外,人为干扰对各类种群都具有强烈影响;在物种水平上,各物种对环境变量的响应各有不同,比如斑羚和岩羊等物种强烈偏好干热河谷。虽然干热河谷区普遍被认为是生物多样性的贫瘠区,但研究人员发现,在这类景观中,野生动物物种的丰富度甚至高于亚热带山地森林,而且是斑羚和岩羊等濒危物种的理想栖息地。研究认为,在今后的生物多样性保护规划中,干热河谷区的保护不应再被忽视。

研究成果以“利用红外相机捕捉数据和层次模型评价西南地区珍稀濒危野生动物群落的物种丰富度和占有量”为题,在线发表于国际期刊《多样性与分布》。



红外相机拍摄的高黎贡羚

(本栏目图片由中科院昆明动物研究所提供)

# 大型强子对撞机撞出“新火花”

## 第二看台

实习记者 陆成宽

近日,大型强子对撞机又火了,欧洲核子研究中心的研究人员用它加速了带有单个电子的“铅原子”,这是该大型设备首次用于加速这类“铅原子”。

作为世界上最大的粒子加速器,2009年启动运行以来,大型强子对撞机的日常工作是加速质子和完全剥离的铅原子核。

### 电子很小 难度很大

由于粒子加速器的工作原理是带电粒子在电场中受力而得到加速,进而提高能量,因此不带电的中性粒子不可能被加速。要想加速粒子,就必须将其变成带电粒子,这样它才能与加速器电场中的力相互作用而被加速。

众所周知,原子由原子核和围绕原子核运动的电子组成,原子核又是由质子和中子组成。其中,每一个质子带一个单位的正电荷,中子不显电性,每一

个电子带一个单位的负电荷,完整原子的正负电荷数相等,处于一个平衡状态,只要剥离一个电子,这个“原子”就会失去平衡变成带正电荷的离子。

在本次实验中,研究人员先在电子环形共振装置内将铅原子的82个电子剥离到只剩一个,使铅原子变成带正电荷的离子,然后再对其进行加速。

此前,大型强子对撞机从未加速过带电子的原子核。在欧洲核子研究中心超高能重离子对撞实验大型国际合作组中方课题协调人、华中师范大学教授周代翠看来,加速带有一个电子的“铅原子”难度相当大。“在加速器环内运动的时候,如果环内的真空度不高,一方面有可能把这一个电子撞掉,从而改变被加速‘原子’的电荷状态,导致实验失败;另一方面正在被加速的‘原子’也可能与其他原子发生碰撞,这样就会对环形管道造成强烈的破坏,那将是很大的事故。”周代翠说道。

与此同时,大型强子对撞机工程师米凯拉·绍曼也持有类似的看法。他表示,加速带有电子的原子核很有挑战性,因为很容易将电子意外剥离,当这种情况发生时,原子核就会撞到离子束所在的管道。

此外,周代翠还指出,除了加速环真空度要求极高以外,被加速“原子”的荷质比也直接关系到其加速的难度。所谓荷质比是指原子核的电荷量和原子质量的比值。“当被加速粒子的荷质比为1时,也就是电荷量与质量相同时,加速相对容易;荷质比越小,加速越困难。铅原子核的荷质比大约为0.39,它的加速难度就非常大。”周代翠说。

### 旧方法 新能效

欧洲核子研究中心发布的新闻公报说,这项试验是为了检验“伽马射线工厂”设想的可行性,将来有可能用大型强子对撞机产生高强度伽马射线。

所谓伽马射线是一种波长极短的高能电磁波,它在基础科学与应用科学领域都有广泛的应用。上世纪70年代以来,美国、英国、法国、日本和俄罗斯都采用激光光子撞击环形运动电子的手段来产生伽马射线,这种射线的最高能量可以达到几个GeV(十亿电子伏特)。

“当前大型强子对撞机上的这项试验就是利用现有的加速器设备,将保留一个电子的原子核作为

载体,先对其进行加速,然后用激光光子轰击高速转动的‘原子’,使其跃迁到激发态。电子从激发态向低激发态跃迁的时候,会释放出一个光子,这就是伽马射线。但是由于‘原子’已经被加速到TeV(万亿电子伏特)能级以接近光速的速度运动,释放出的光子的能量和强度都会大幅提高,相对传统的激光光子撞击环形加速的电子的伽马射线源方法,这一新概念下的伽马射线强度将是传统伽马射线源强度的千万倍以上。”周代翠说。

周代翠表示,与传统方法产生的伽马射线相比,这次试验产生的伽马射线在能量、强度、用途等方面都不一样。这种伽马射线既可以应用,又具有足够的能量来产生通常的“物质”粒子,例如夸克、电子等。这些高能伽马射线会变成大质量的粒子,甚至可以变成新的物质,如暗物质。它们也可以是新型粒子的来源,例如μ子束,甚至极化的正负电子、极化的muon子、中微子、中子、矢量介子、放射性离子等。它在基础物理前沿研究、现代技术和应用领域都有广泛的应用前景,甚至有科学家称它“可能在未知的物理和工业应用领域开辟新的研究机会”。



扫一扫 欢迎关注 共享科学之美 微信公众号

视觉中国