

王克林和团队长期扎根喀斯特地区,孜孜不倦钻研生态修复

三十三年,用绿色缝合石山



图为石漠化治理后的关庄山区秀美乡村。受访者供图

◆本报记者文雯

在日前举办的第二十八届中国科协年会生态系统修复与碳汇扩增论坛上,不久前荣获第四届全国创新争先奖的中国科学院亚热带农业生态研究所研究员王克林报告了南方石漠化治理研究的最新进展。

33年前,第一次走进广西壮族自治区环江毛南族自治县下南乡古周村的他,被坡地上岩石连片、农民在岩窝土中艰难耕作的景象深深触动。

从那天起,王克林就再也没有离开过这片土地。他和团队用30多年的时间,用基于自然的治理路径守住喀斯特区域的珍贵土壤,推动昔日水土流失重灾区逐步转变为涵养水土的生态屏障。

对王克林而言,国家科技进步二等奖、全国创新争先奖等荣誉,是这场漫长科研远征途中的路标,更是对团队三十余年扎根一线、深耕石漠化治理研究与示范的肯定。

进一步加强小微水体治理

◆本报记者董若义 通讯员朱海涛 江文仲

“以前这片坑塘淤积厚、垃圾多、味道大,大家都不愿靠近。现在水清岸净、环境优美,家门口大变化,我们都特别满意。”近日,家住山东省济宁市汶上县郭楼镇关庄村的林宪斌站在村口的坑塘边感慨道。

林宪斌所说的这片坑塘,曾是村里的一块“心病”。

关庄村是压煤搬迁村庄,多数村民已完成搬迁,采煤塌陷坑塘长期无人管护,塘底淤泥堆积、生活垃圾漂浮、周边杂物乱堆,逐步形成局部黑臭水体,不仅破坏村居生态风貌,而且存在安全隐患。

为破解坑塘淤积、水体黑臭、管护缺位等治理难题,补齐乡村水环境治理短板,郭楼镇统筹水利站、环保站、畜牧站、各管区、村居等多方力量,对全镇28个存量有水坑塘开展全覆盖拉网式排查整治,以一塘一策、靶向施治的精准举措,全方位推进小微水体提质升级。

关庄村被列为重难点点位。郭



►图为王克林研究员在石漠化区域调研。

破译水土漏失的密码

主的水土流失路径,在喀斯特区域实则 是以垂直渗漏入地下岩缝裂隙系统为主,而当地种植玉米的定期翻耕扰动,会加速水土流失。

为系统验证这一发现,王克林团队建起国内首个喀斯特生态观测研究站,搭建地上地下联动的水土过程观测平台。长期观测证实,等高梯土砌墙保土等传统措施因未考虑地下基岩裂隙结构,实际治理功效十分有限。基于大量实地数据,团队提出喀斯特区“水土地下漏失为主、地表流失为辅”的二元水土流失理论,并在理论支持下测验以其他方式代替等高梯土,地表土壤允许流失量由500吨减少

从石头缝里“榨”出绿来

更大的技术突破,来自对石质生境本身的深度利用。针对喀斯特植被恢复难、生长慢的痛点,团队转向“向地下扎根”的科研路径,深入解析喀斯特关键带水分养分运移规律,从机理层面重建土壤固持与养分支持功能,逐步构建起“退化机理辨识—水土过程调控—植被修复技术—生态产业模式”的应用生态工程技术体系。

团队还揭示了喀斯特植物根系与微生物互作、从风化基岩中获取养分的“资源开拓型”机制。据此,团队筛选出32种具备深根系分泌、菌根共生固氮特性的适生植物,为喀斯特植被中长期可持续恢

让整座石山真正“活”过来

现,优势植物可通过根系深扎与强水势调节,协同获取深层基岩水分。这一发现突破了以土壤为核心的传统养分供给认知,团队据此筛选出32种资源开拓型树种。

为引导根系深入基岩,团队研发出促生菌接种活化技术,创制喜钙高效根瘤菌和菌根真菌产品,可有效促进根系深扎与微生物侵染,使深层基岩裂隙水和岩土界面氮素可利用性提高40%。依托上述技术,团队对单一人工林进行结构改造,使复合群落的水源涵养、碳汇能力提升30%。

在区域层面,团队建立遥感与过程模型融合的多尺度监测评价系统,发现生态移民、城乡人口流动推动人地关系由紧张向均衡转变,并提出精准分区治理方案,被新一轮

至50吨。团队提出的“石漠化治理不再推荐等高梯土工程”的建议,被纳入国家石漠化治理工程规划。

为减少人为扰动,他们的第一个方案,是“撤退”。1996年9月,环江喀斯特生态站配合地方政府,将大石山区97户共513名群众迁出生态恶劣区域,迁入思恩镇肯福屯,在我国较早创建了生态移民示范基地。效果很快显现:区域植被覆盖率升至90%,土壤侵蚀模数下降60%,水分利用率提高40%。此后环江县累计安置移民12万人,这一模式为西南地区220万生态移民可持续安置工程提供了可复制的技术范式。

复提供了基于自然的技术保障。

“我们团队也像这些深扎基岩的植物一样,把研究的根须扎进裂隙来汲取生长的力量。”王克林这样形容团队的科研状态。

持续的技术投入换来显著成效。监测显示,仅环江示范基地的牧草、饲料桑和特色水果种植规模就达40万亩,技术累计示范推广800万亩,促进南方石漠化面积削减48%,植被固碳量增加17.6亿吨。我国南方喀斯特已成为全球植被覆盖显著增加的热点区域之一,占全球植被生物量显著增加区域的5%。

曾经裸露百年的石山,如今正被绿色一点点重新缝合。

国家石漠化治理工程规划采纳。

从1994年到2026年,33年时光足以让幼苗长成大树,王克林和团队也把科研的根须深深扎进喀斯特风化基岩的裂隙之中。他们守住了极易漏失的珍贵土壤,更用绿色织就石山深处人与自然和谐共生的生态网络。

“石漠化治理具有艰巨性、长期性,还有许多科学问题亟待破解。”王克林表示,目前团队发表的论文已占全球喀斯特生态领域的1/5,正在加快构建地球关键带观测与社会—生态研究长期观测平台。未来团队将对联合国2030年可持续发展议程,推动我国石漠化修复新模式走向“一带一路”共建国家,为全球生态治理贡献中国智慧。

“要把污染的根子拔掉”

济宁汶上郭楼镇28个坑塘全部完成提质改造

楼镇包坑塘干部、党委副书记徐蒙蒙牵头统筹,成立坑塘整治工作组,美和村、关庄村两村联动,科学制定专项整治方案。工作组采用“清淤打底、去污治乱、源头控污”的综合治理模式,调配机械开展塘底深度清淤疏浚,组织人员全方位打捞水面漂浮物、清理岸边积存杂物垃圾,彻底清除水体存量污染。工作组还对周边区域零星排污、乱堆乱放等行为进行常态化巡查,从源头阻断污染输入。“我们不光要把眼前的垃圾清掉,还要把污染的根子拔掉,不能让整治变成一阵风。”关庄村党支部书记崔明来说。

以点带面,全域提质。在关庄村样板整治的基础上,全镇对28个坑塘逐一踏勘建档,精准梳理淤积、污染、管护漏洞等问题,分类落实整改举措。畜牧站重点排查整治散户养殖粪污乱排隐患,水利站负责水体疏浚保洁,生态环境站常态化监测水质指标,多部门联合筑牢水体治理防线,确保所有坑塘问题清零、常态达标。

郭楼镇党委书记董华飞介绍,

镇上还依托生态环境保护网格化体系,将所有坑塘纳入镇村专属网格管护范围,明确“包保干部、网格员、村干部”三级管护责任,常态化排查水体隐患、清理水面杂物。

如今,郭楼镇28个坑塘全部完成提质改造,昔日黑臭杂乱的废弃坑塘,变身水清岸洁的乡村生态美景。

“我们将持续深耕小微水体治理,紧盯薄弱环节、夯实管护责任,让清水活水持续润泽乡村、惠及民生。”郭楼镇党委副书记、镇长杨姗姗说。



郭楼镇关庄村治理后的坑塘风貌。李圆摄



图为新能源混凝土搅拌车。临平分局供图

杭州临平400余辆混凝土搅拌车换“新”

交通运输绿色转型落下“关键一子”

本报讯“开了十几年柴油车,耳朵就没清静过。现在这辆电车不仅不耗油,噪声小,还特别稳。”浙江省杭州市临平区某混凝土搅拌站司机陈师傅拍着身旁的纯电动搅拌车说道。

一线从业者的真切感受,是临平全域推行混凝土搅拌车新能源替代最生动的缩影。今年3月12日起,临平区建设工地已全面采用纯电动混凝土搅拌车运送商品混凝土,为全省交通运输绿色转型落下了“关键一子”。

当前,浙江省“双碳”工作推进步入深水区,交通领域因利益主体多元、替代成本高、政策牵涉面广,是减污降碳必须攻克的重点和难点。对此,临平选择混凝土搅拌车这一高频流动的“移动污染源”作为突破口,以细分领域的集中攻坚,撬动城市治理、产业升级与蓝天保卫战协同发力。

破题,首先要算好两本账。一本是沉甸甸的生态账。摸底数据显示,全区1160辆柴油搅拌车年消耗柴油约2900万升,排放二氧化碳6.5万吨、氮氧化物约450吨、颗粒物约3吨。这些穿梭在城市建成区的“移动烟囱”,直接关系市民呼吸感受与城区空气质量。全面替代后,预计2026年全区氮氧化物排放量将下降12%左右。

另一本是利长远的经济产业账。一方面,新能源搅拌车运营成本远低于燃油车,维修保养更为便捷,市场竞争力持续提升。另一方面,车辆更新还会推动传统运输模式转型升级,带动混凝土运输率先迈入低碳高效赛道,同时牵引上下游配套产业集聚,为区域绿色交通产业发展抢得先机。

乌鲁木齐国家级零碳园区有了新帮手

新能源及无人驾驶环卫车“上岗”

本报讯12辆新能源及无人驾驶环卫车近日在新疆维吾尔自治区乌鲁木齐甘泉堡经济技术开发区(工业区)集中交付,标志着新疆首个规模化新能源与无人驾驶环卫装备应用项目正式落地。

本次交付的12辆环卫作业车辆包括8台纯电动环卫作业车辆,可满足洒水、洗扫、垃圾清运、护栏清洗等园区全场景环卫需求,另外还包括3辆纯电动自动驾驶洗扫车以及一辆吸污车。除吸污车采用燃油动力外,其余车辆全部为纯电驱动,可系统性完成道路降尘、路面清扫、垃圾转运、护栏清洗及场地精细化保洁等全链条作业任务。

相较于传统燃油设备,这批新能源车具备零尾气排放、低运行噪声、运维成本低等显著优势,可从源头减少大气污染物与温室气体排放。

值得关注的是,3辆自动驾驶洗扫车搭载多传感器融合系统与AI视觉识别算法,可自主规划路径、智能避让障碍、动态调节作业模式,实现环卫作业标准化与精细化管理。数据显示,单台自动驾驶洗扫车每日可完成两万平方米道路保洁,作业效率相当于6名环卫工人的单日工作量。

此前,新疆驭城净界人工智能有限责任公司第一代绿色智能环卫装备已在甘泉堡经开区完成高低温、多风沙等极限道路工况试验,设备性能表现优异。企业目前正筹备在甘泉堡经开区投建专属生产线,推动智能环卫设备本地化生产与持续迭代。

作为乌鲁木齐市重点工业承载区和国家级零碳园区试点,甘泉堡经开区持续围绕工业减碳、市政低碳、智慧治理多维度发力。

甘泉堡经开区投资促进局副局长沙莎表示,新能源智能环卫车辆的规模化应用,可有效削减园区能源消耗与碳排放,智能调度与无人作业系统同步提升环卫运营效率。这一标杆项目的落地,充分展现了园区在绿色基础设施领域的系统布局成效,对吸引新能源、智能制造、绿色配套企业集聚形成有力支撑,同时带动充电桩运维、智能平台运维等本地配套产业链培育,构建绿色产业良性生态。

据介绍,园区将持续拓展新能源装备与无人智能场景应用,完善零碳产业配套体系,为新型工业化高质量发展提供有力支撑。

杨涛利