

# 导 读

我国生态环境脆弱,经济高速发展和巨大的人口压力带来的高强度资源开发,导致一系列严重的生态问题,生态文明建设的重要性日益突显<sup>[1]</sup>。习近平总书记 2013 年 11 月 9 日在《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中指出:山水林田湖是一个生命共同体,人的命脉在田,田的命脉在水,水的命脉在山,山的命脉在土,土的命脉在树,用途管制和生态修复必须遵循自然规律<sup>[2]</sup>。为实现国家的战略目标和满足山水林田湖草生态保护修复的需要特推出本专刊。

本专刊在系统分析山水林田湖草生态保护修复国家试点总体布局及与国家重点生态功能区关系的基础上,从山水林田湖草生命共同体生态保护修复的理论体系研究、方法与技术体系构建、国家试点工程实践经验总结和实体模式提炼三个方面进行了充分的梳理、理论研究和实践整合,并对目前保护修复工作中的制约瓶颈及关键科学问题进行了深入剖析。希望该专刊的出版能为我国山水林田湖草生态保护修复工作提供理论支撑、技术指导和实践参考。

## 一、山水林田湖草生命共同体生态系统保护修复理论支撑研究

目前关于山水林田湖草生命共同体生态系统保护修复的科学内涵与支撑理论仍需进一步凝练。本刊文章<sup>[3]</sup>提出了山水林田湖草生命共同体的基础理论是以生态系统生态学为支撑,基于流域生态学、恢复生态学和景观生态学的理论诠释山水林田湖草生命共同体的时空区域尺度及流域内部各生态系统之间的耦合机制,通过复合生态系统理论构建山水林田湖草生命共同体的社会、经济、自然生态系统的“架构”体系,明确了流域可持续发展是山水林田湖草生命共同体的最终发展目标。文章<sup>[4]</sup>明确了山水林田湖草生态保护修复以生命共同体理念为指导,依据国土空间规划和生态保护修复等专项规划,以保障国家生态屏障和重点生态功能区健康安全为目标,在景观尺度上,统筹考虑山上山下、地上地下、陆地海洋以及流域上下游,优化国土空间布局,调整土地利用结构和关系,对退化、受损和毁坏的生态系统进行恢复活动的科学内涵;探究了已经实施的山水林田湖草生态保护修复试点工程的布局特征与技术策略。

## 二、山水林田湖草生态保护修复方法与技术体系构建

文章<sup>[5]</sup>明确了系统治理是山水林田湖草生态保护修复的必然选择,提出了关键要素控制与全要素耦合相结合的治理思路,依据结构-功能复杂度、要素关联紧密度及其认知,将山水林田湖草治理系统分为形态系统、级联系统、过程-响应系统、控制系统等四级递进系统,从流域内和流域外的空间视角出发,提出了基于“目标-约束-成本”的山水林田湖草生态保护修复系统性评估方法。文章<sup>[6]</sup>探究了政府与市场中生态产品价值实现过程的各类政策干预中的作用与政策工具的干预方式,并对适用范围进行界定,为山水林田湖草生态保护修复的规划、工程设计等提供了量化效益评估方法。文章<sup>[7]</sup>以“压力-状态-响应”为主线构建了不同时空尺度上山水林田湖草与生态系统服务之间的关系认知框架,剖析了生态系统服务应用与山水林田湖草生态保护修复中的关键问题。文章<sup>[8]</sup>辨析了政府出资的生态补偿、市场化生态补偿以及政府和社会资本合作的生态补偿对山水林田湖草生态保护修复的作用及实现的方式、明确了适用的山水林田湖草生态保护修复的生态补偿

类型。文章<sup>[9]</sup>提出了基于多源遥感数据的山水林田湖草生态保护修复工程监测的技术路线与监测体系。文章<sup>[10]</sup>提出了“传统生态智慧—模式提炼—增强设计—运行检测—模块技术—现代生态修复工程”的研究和实践路径,将传统农耕生态智慧进行了增强设计,形成了模块化的当代生态工程技术,用于大面积国土生态修复,尤其是以水为核心的生态过程与景观的生态修复。

### 三、山水林田湖草生态保护修复国家试点工程实践经验总结和实体模式提炼

文章<sup>[11]</sup>以典型矿山废弃地为例,构建了遵循山水林田湖草生态系统共治的“依山就势”重塑地形、“因势利导”疏导水流、“柔性防护”稳定边坡的粤北南岭废土堆立体生态修复模式,提出了相应的场地平整、清污分流、土壤改良、边坡生态袋植生、立体植被配置等生态恢复关键技术;建立了包括涵养水源、保持水土、净化环境及净化水质 4 个方面的生态效益评估模型,为粤北南岭山区及类似区域山水林田湖草生态系统共治提供技术支撑。文章<sup>[12]</sup>基于生态系统服务和景观脆弱度分析得到生态系统服务重要性的空间分布,确定需要生态修复的重点流域;从生态保护与经济发展角度,辨析保护与发展的冲突区,明确保护与修复的优先区域;为山地地区山水林田湖草生态保护修复工程实施与决策管理提供参考。文章<sup>[13]</sup>提出了山水林田湖草生态保护修复宜按照“山为骨、水为脉、林田湖草为肌体”的脉络进行布局,并依据海拔高程自上而下,在“山岭”“谷地”“江河”分区分层采用差异化生态保护修复与治理模式,并从拓展生态功能、实施自然资源确权制度、全面试行生态环境损害赔偿制度、构建生态补偿和制度创新及长效管控机制。文章<sup>[14]</sup>运用物能循环、能量转化的生态学原则对受损生态系统关键问题进行诊断,明确了“山水林田湖草生命共同体”中各要素(子系统)在生态过程中相互影响关系,厘清了泰山地区矿山开采(地质受损)—植被破坏—水土流失—景观失调的生态受损与退化机制,提出了“地貌重塑、植被重建、水环境重构、景观重现”的生态恢复思路。文章<sup>[15]</sup>基于生态系统服务重要性提取生态源地,结合土地覆被类型与地质灾害敏感性,构建生态阻力面,并利用最小累积阻力模型与电路模型提取生态廊道。以生态修复模拟方法识别障碍点与生态保护修复优先区,并提出不同分区的修复策略。文章<sup>[16]</sup>提出管控、修山、治水、护渠、复绿、整地、扩湿等综合性生态修复策略,并提出应加强综合景观管理的优化建议。文章<sup>[17]</sup>从黄土高原典型流域生态系统特征及存在的生态问题出发,提出流域生态系统修复治理的核心理念:宏观规划调控与局地修复调整相结合、区域生态功能提升与社会经济发展相协调、由“头痛治头、脚痛治脚”转向“整体把脉,系统治疗”、由“开刀治病”工程治理向“健康管理”自然恢复逐步引导理念。文章<sup>[18]</sup>针对该区域主要的生态环境问题,从生态系统的整体性和流域的系统性着眼,探讨了试点区山水林田湖草生态保护修复的总体思路及目标,并提出应从水环境、水土流失综合治理,长江岸线、污染土地、废弃矿山、江河湖库生态修复,三峡地区濒危动植物保护,江河沿线生态农业示范区建设,机制体制创新等方面入手实施具体修复措施,探索构建“整体保护、系统修复、综合治理、区域联动、部门协同”的生态保护修复体系。文章<sup>[19]</sup>从参与主体、整合要素、运行保障、实施目标等方面总结了青藏高原多部门跨区域协同、多要素综合、多渠道协作、多目标耦合的山水林田湖草联动治理模式与分类指导、精准施策的实践框架。文章<sup>[20]</sup>根据区域生态功能的重要性构建“一江一带一区一屏”的闽江流域总体生态安全格局,提出了闽江水环境综合治理、干支流沿岸带水土流失防治、矿区废弃土地修复、武夷山地等重要生态屏障构建及森林和生物多样性保护等主要任务及相应工程措施。文章<sup>[21]</sup>选取保护区作为生态源地,结合最小累积阻力模型和整体连通性指数,分析潜在生态廊道的结构组成及源地重要性,探讨研究区潜在生态网络“山水林田湖草”空间分布,重点从流域生物多样性保护角度提出山水林田湖草生态保护修复对策。文章<sup>[22]</sup>利用空间叠置分析法定量分析该地区“山水林田湖草生命共同体”各要素间的关联性,解构各要素间的关系及相互影响程度,并量化其依存关系,提出了长白山地区“山水林田湖草生命共同体”的保护修复策略,针对其系统性和整体性特征实施相应的保护和治理对策。文章<sup>[23]</sup>以生态地位、退化现象及成因为切入点,结合已开展的生态保护修复工程,总结了典型生态保护修复措施,提出了祁连山区生态修复的策略与建议。文章<sup>[24]</sup>基于土壤保持、矿山分布密度等 8 个指标的生态修复体系,分析了陕西省山水林田湖草生态系统存在的问题,以小流域为基本单元,划定了陕西省山水

林田湖草生态保护修复综合分区方案。文章<sup>[25]</sup>对比分析了山水林田湖草生态保护修复工程实施前后景观指数的变化,分析了工程实施的综合效益,提出了重视赣州市自然生态系统斑块破碎化严重地区、水质出现波动较大的河流断面以及农田生态系统受土壤重金属污染威胁较大县区的优化保护修复策略。文章<sup>[26]</sup>以宁波市为例基于山水林田湖草生命共同体理论构建生态安全格局,并以生态安全格局指导生态保护与修复。文章<sup>[27]</sup>诠释了环京津山水林田湖草生态系统存在的问题、提出了修山、治污、增绿、固沙、扩湿、整地的技术措施,提出了跨区域、跨部门山水林田湖草生态系统修复协同理念,为加快推进京津冀生态环境支撑区和水源涵养功能区建设、绿色奥运廊道和京津生态屏障的建设提供了生态保护修复策略。文章<sup>[28]</sup>基于生态系统服务的评价结果,识别了区域关键生态问题,明确了生态保护修复的布局与安排。文章<sup>[29]</sup>通过对流域生态系统格局和生态系统质量状况分析、生态系统服务重要性评估和生态问题识别,构建了流域生态安全格局。在识别流域生态保护与修复重点区域的基础上,研究了生态系统格局优化、生态环境质量提升、生物多样性保护修复和生态功能提升等科学问题。在系统分析流域生态环境与社会经济发展状况的基础上,探讨矿产开发、农业开发等人类活动对生态系统破坏的机制,提出加强水环境治理和农村生态环境治理、矿区生态修复等保护对策。文章<sup>[30]</sup>构建集流域、陆地和人类活动为一体的生态保护修复框架,为解决钱塘江源头区域山水林田湖草生态修复工程所面临的问题提供了系统的解决方案。文章<sup>[31]</sup>采用最小累积阻力模型建立了区域生态阻力面。利用 Jenks 自然断点法,分析生态修复优先级,提出分区治理重点和对策。文章<sup>[32]</sup>从流域生态特征与功能出发,分析了流域生态系统服务价值、生态系统质量和生态功能稳定性,基于最小阻力模型构建生态网络,结合识别出的退化生态源,构建了整个流域的生态格局,提出生态保护修复建议。

#### 四、山水林田湖生态保护修复的制约瓶颈及关键科学问题

文章<sup>[33]</sup>评述了北美洲和欧洲的再野化实践,通过比较研究提出基于再野化的我国山水林田湖草生态保护修复的新思路,包括战略层面的 5 项转变(从还原论思维转向整体思维、从工程性修复转向保护优先和自然恢复为主、从项目尺度转向景观尺度、从短期试点转向长期实践、从政府主导转向多方参与)和行动层面的 5 项建议(开展荒野和再野化基础调查、保护仅存的高价值荒野地、探索“城-乡-野”系统性再野化途径、以荒野保护区和再野化区域为核心建立大尺度景观保护网络、开展基于再野化的生态体验和自然教育)。文章<sup>[34]</sup>从区域生态学的角度,基于生态空间评价理论,综合构建生态修复空间辨识框架与区域尺度生态修复空间辨识指标体系,包括生态质量、生态系统服务、生态系统健康 3 个方面 18 个指标。文章<sup>[35]</sup>提出在未来设计和实施“山水林田湖草”重大生态保护与修复工程时,要充分考虑自然规律、地理地带性差异和气候因素对生态系统的影响,并且加强建设生态综合监测和工程评价体系,根据未来不同的气候变化情景制订不同的措施,并依据气候动态预估来适当调整措施,使得生态工程能发挥出最大效益,以保证修复工程的系统性、区域性和整体性的建议。文章<sup>[36]</sup>分析了我国现行的 350 多项涉及山水林田湖草生态保护修复的标准种存在体系不统一、内容交叉重复、协调性差、发布时间长、关键标准缺少等问题,提出了未来应结合我国山水林田湖草生态保护修复试点工程实践,提出以矿山、水环境、森林、农田、湖泊、草原、湿地、海洋、农村、城市等为对象,以生态问题和修复工程为重点,围绕生态目标控制、调查监测评价、规划设计、工程技术、生态维护管理等功能需求,统一的山水林田湖草生态保护修复标准体系。文章<sup>[37]</sup>通过乌梁素海流域的分析案例为流域山水林田湖草生态保护与修复关键区域的识别提供了定量分析方法,为流域尺度构建生态安全格局,实现山水林田湖草系统保护和修复提供了参考。文章<sup>[38]</sup>在辨析生态、生态保护与生态修复内涵的基础上基于文献计量学方法分析了生态系统退化机制及驱动力,总结了国外生态保护与生态修复所依托的先进理论和技术方法,为我国生态系统保护与退化生态系统修复提供了理论参考。

#### 参考文献 (References):

- [1] 欧阳志云.我国生态系统面临的问题与对策.中国国情国力,2017,(3):6-10.
- [2] 习近平.中共中央关于全国深化改革若干重大问题的决定,2013年11月9日.

- [ 3 ] 吴钢, 赵萌, 王辰星.山水林田湖草生态保护修复的理论支撑体系研究.生态学报, 2019, 39(23): 8685-8591.
- [ 4 ] 罗明, 于恩逸, 周妍, 应凌霄, 王军, 吴钢.山水林田湖草生态保护修复试点工程布局及技术策略.生态学报, 2019, 39(23): 8692-8701.
- [ 5 ] 彭建, 吕丹娜, 张甜, 刘前媛, 林坚.山水林田湖草生态保护修复的系统性认知.生态学报, 2019, 39(23): 8755-8762.
- [ 6 ] 高晓龙, 程会强, 郑华, 欧阳志云.生态产品价值实现的政策工具探究.生态学报, 2019, 39(23): 8746-8754.
- [ 7 ] 王军, 钟莉娜.生态系统服务理论与山水林田湖草生态保护修复的应用.生态学报, 2019, 39(23): 8702-8708.
- [ 8 ] 靳乐山, 楚宗岭, 邹苍改.不同类型生态补偿在山水林田湖草生态保护与修复中的作用.生态学报, 2019, 39(23): 8709-8716.
- [ 9 ] 陈元鹏, 任佳, 王力.基于多源遥感数据的生态保护修复项目区监测方法评述.生态学报, 2019, 39(23): 8789-8797.
- [ 10 ] 俞孔坚, 道法自然的增强设计: 大面积快速水生态修复途径的探索.生态学报, 2019, 39(23): 8733-8745.
- [ 11 ] 张世文, 卜中原, 沈强, 杨邵文, 胡青青, 周妍, 罗明.粤北南岭大宝山矿流域山水林田湖草修复阻力与优先级分析.生态学报, 2019, 39(23): 8920-8929.
- [ 12 ] 刘世梁, 董玉红, 孙永秀, 史芳宁.基于生态系统服务提升的山水林田湖草优先区分分析——以贵州省为例.生态学报, 2019, 39(23): 8957-8965.
- [ 13 ] 杨庆媛, 毕国华.平行岭谷生态区生态保护修复的思路、模式及配套措施研究——基于重庆市“两江四山”山水林田湖草生态保护修复工程试点.生态学报, 2019, 39(23): 8939-8947.
- [ 14 ] 叶艳妹, 陈莎, 边微, 高世昌, 丁庆龙, 郝朋.基于恢复生态学的泰山地区“山水林田湖草”生态修复研究.生态学报, 2019, 39(23): 8878-8885.
- [ 15 ] 苏冲, 董建权, 马志刚, 乔妮, 彭建.基于生态安全格局的山水林田湖草生态保护修复优先区识别——以四川省华蓥山区为例.生态学报, 2019, 39(23): 8948-8956.
- [ 16 ] 宇振荣, 杨新民, 陈雅杰.河南省南太行地区山水林田湖草生态保护与修复.生态学报, 2019, 39(23): 8886-8895.
- [ 17 ] 周伟, 官炎俊, 刘琪, 范彦波, 白中科, 师学义, 胡业翠, 黄雨晗, 白东升.黄土高原典型流域生态问题诊断与系统修复实践探讨——以山西汾河中上游试点项目为例.生态学报, 2019, 39(23): 8817-8825.
- [ 18 ] 李涛, 唐涛, 邓红兵, 吴钢, 蔡庆华.湖北省三峡地区山水林田湖草系统原理及生态保护修复研究.生态学报, 2019, 39(23): 8896-8902.
- [ 19 ] 王振波, 李嘉欣, 郭义强, 梁龙武.青藏高原山水林田湖草生态保护修复模式——以拉萨河流域为例.生态学报, 2019, 39(23): 8966-8974.
- [ 20 ] 应凌霄, 王军, 周妍.闽江流域生态安全格局及其生态保护修复措施.生态学报, 2019, 39(23): 8857-8866.
- [ 21 ] 史芳宁, 刘世梁, 安毅, 孙永秀.基于生态网络的山水林田湖草生物多样性保护研究——以广西左右江为例.生态学报, 2019, 39(23): 8930-8938.
- [ 22 ] 于恩逸, 齐麟, 代力民, 于大炮, 赵福强, 周莉, 周旺明, 朱琪, 毛诚瑞, 吴钢“山水林田湖草生命共同体”要素关联性分析——以长白山地区为例.生态学报, 2019, 39(23): 8837-8845.
- [ 23 ] 马蓉蓉, 黄雨晗, 周伟, 周际, 白中科, 官炎俊, 郑连福, 詹培元, 杨正, 张艳.祁连山山水林田湖草生态保护与修复的探索与实践.生态学报, 2019, 39(23): 8990-8997.
- [ 24 ] 宋伟, 韩贻, 刘琳.山水林田湖草生态问题系统诊断与保护修复综合分区研究——以陕西省为例.生态学报, 2019, 39(23): 8975-8989.
- [ 25 ] 王柯, 郭义强, 张建军, 张亚男, 刘时栋.基于时空分析的生态保护与修复试点工程实施效果评估——以赣州市为例.生态学报, 2019, 39(23): 8867-8877.
- [ 26 ] 王晓玉, 冯喆, 吴克宁, 林倩.基于生态安全格局的山水林田湖草生态保护与修复.生态学报, 2019, 39(23): 8725-8732.
- [ 27 ] 王振波, 梁龙武, 王新明, 王旭静.环京津山水林田湖草多目标跨区联动保护修复模式.生态学报, 2019, 39(23): 8798-8805.
- [ 28 ] 李潇, 吴克宁, 刘亚男, 冯喆, 谢家麟.基于生态系统服务的山水林田湖草生态保护修复研究——以南太行地区鹤山区为例.生态学报, 2019, 39(23): 8806-8816.
- [ 29 ] 孔令桥, 郑华, 欧阳志云.基于生态系统服务视角的山水林田湖草生态保护与修复——以洞庭湖流域为例.生态学报, 2019, 39(23): 8903-8910.
- [ 30 ] 叶艳妹, 林耀奔, 刘书畅, 罗明.山水林田湖草生态修复工程的社会-生态系统(SES)分析框架及应用——以浙江省钱塘江源头区域为例.生态学报, 2019, 39(23): 8846-8856.
- [ 31 ] 罗明, 周妍, 鞠正山, 魏洪斌, 张世文.粤北南岭典型矿山生态修复工程技术模式与效益预评估——基于广东省山水林田湖草生态保护修复试点框架.生态学报, 2019, 39(23): 8911-8919.
- [ 32 ] 刘时栋, 刘琳, 张建军, 王柯, 郭义强.基于生态系统服务能力提升的干旱区生态保护与修复研究——以额尔齐斯河流域生态保护与修复试点工程区为例.生态学报, 2019, 39(23): 8998-9007.
- [ 33 ] 杨锐, 曹越.“再野化”: 山水林田湖草生态保护修复的新思路.生态学报, 2019, 39(23): 8763-8770.
- [ 34 ] 陈新闻, 李小倩, 吕一河, 刘红晓, 郭建英.区域尺度生态修复空间辨识研究进展.生态学报, 2019, 39(23): 8717-8724.
- [ 35 ] 赵东升, 郭彩赞, 郭义强, 刘磊, 高璇, 张家诚, 朱瑜, 张雪梅.气候变化对“山水林田湖草”重大生态工程的影响.生态学报, 2019, 39(23): 8780-8788.
- [ 36 ] 李红举, 宇振荣, 梁军, 杜亚敏.统一山水林田湖草生态保护修复标准体系研究.生态学报, 2019, 39(23): 8771-8779.
- [ 37 ] 田野, 冯启源, 唐明方, 郑拴宁, 柳彩霞, 吴迪, 王丽娜.基于生态系统评价的山水林田湖草生态保护与修复体系构建研究——以乌梁素海流域为例.生态学报, 2019, 39(23): 8826-8836.
- [ 38 ] 付战勇, 马一丁, 罗明, 陆兆华.生态保护与修复理论和技术国外研究进展.生态学报, 2019, 39(23): 9008-9021.

**吴钢**

中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室

E-mail: wug@rcees.ac.cn