# 基于系统耦合的国土空间生态修复规划关键技术

导读

中国城市规划学会科技奖是规划领域首个专享的社会科技奖，专门奖励规划领域的科学技术成果和规划科技人才，是学会的最高科技奖励。2022年度中国城市规划学会科技进步奖授奖项目共31项，其中一等奖4项，二等奖9项，三等奖18项。

北京市城市规划设计研究院等单位的赵丹团队凭借“基于系统耦合的国土空间生态修复规划理论体系、面向系统治理的国土空间生态修复规划关键技术、基于过程耦合的生态修复专项规划关键技术集成、全链条闭环管理的生态修复智能化平台搭建技术等”获得2022年度中国城市规划学会科技进步奖二等奖。

项目名称：基于系统耦合的国土空间生态修复规划关键技术研究与应用

主要完成人：赵丹，黄晓春，张佳怡，曹祺文，王君，石晓冬，加雨灵，逯非，姜媛，阳文锐，闻丞，韩宝龙，谷月昆，张阿曼，王雪妍

主要完成单位：北京市城市规划设计研究院，中国科学院生态环境研究中心，北京市地质矿产勘查院，北京镜朗生态科技有限公司，北规院弘都规划建筑设计研究院有限公司

一、技术研发背景

生态系统退化、生物多样性丧失是目前全球所面临的最主要生态环境问题之一，直接威胁区域乃至全球的生态安全和可持续发展。自20世纪50年代以来，我国实施了一系列生态修复工程并取得了一定成效。然而，过去的生态修复大多聚焦于局地单点、单要素、单过程，缺乏对各要素之间关联性及生态系统整体结构的系统考量，导致治标不治本的问题较为突出。

国土空间生态修复作为自然资源部门“两统一”的核心职责之一，是新时期推进生态文明建设的重大国家战略任务，也是破解资源环境约束、促进城市高质量发展的必然选择。作为一项全新的规划类型，国土空间生态修复规划涉及地域广、要素多、部门多、主体多、层级多、综合性强、统筹难度大。目前，业界相关研究尚处于起步阶段，缺乏要素耦合、空间统筹的技术集成研究，多目标协同的生态修复规划技术体系尚不完备，修复区域识别、修复分区划定、修复效果评估等技术难点尚待突破，亟需推进国土空间生态修复规划的理论创新和关键技术研发，以提高国土空间生态修复规划编制的科学性、系统性、协同性，统筹推进生态高水平保护和经济高质量发展。

因此，在生态文明建设和绿色高质量发展的背景下，基于“生命共同体”理念，综合考虑社会—经济—自然复合生态系统时空耦合关系，面向多目标多尺度协同、多技术多系统集成、全要素全过程耦合，对国土空间生态修复规划的理论体系、关键技术及实施传导机制进行深入研究，不仅可为首都山水林田湖草沙系统治理提供创新手段，也可以为国内其它城市科学开展国土空间生态修复规划编制和实施工作提供经验借鉴。

二、主要科学技术内容和科技创新点

在山水林田湖草沙系统治理和国土空间规划体系重构的新形势和新要求下，本项目对标世界前沿、对接国家重大战略、对准行业需求、对照现实问题，从“理论体系-系统规划-专项支撑-智慧平台”，形成多目标多尺度协同、全要素全过程耦合的国土空间生态修复规划关键技术体系，并在城市-区级-街乡-工程多尺度和多领域得到广泛应用。

1、构建基于系统耦合的国土空间生态修复规划理论体系，基于规划与治理的互馈机制，创新生态修复与高质量发展耦合协同模式。在共轭生态理论和系统耦合视角下，建构“耦合关系解析—退化机理研究—共轭生态修复—互馈协同优化”的理论体系，通过共轭关系调控，从要素耦合、时空耦合、尺度耦合、功能耦合等方面促进系统耦合与协调发展。面向社会—生态系统动态演化特征，从耦合机理解析、空间规划引导到多目标协同模式，形成生态修复与高质量发展耦合关系的研究范式。

2、构建多目标多尺度协同、全要素全过程耦合的国土空间生态修复规划关键技术体系，并与国土空间规划体系充分融合，实现顶层设计到落地实施的贯通。为破解生态修复范围难确定、目标难量化、效益难评估等问题，统筹生态、安全、韧性、低碳、健康等多重目标，建立“格局构建-系统诊断-修复分区-策略集成-效益模拟-实施评估”的国土空间生态修复规划关键技术体系。通过单项技术突破和多技术融合，实现系统性创新。将生态修复与北京三级三类四体系国土空间规划体系充分融合，明确多层级传导机制与实施路径。在全国率先在用地图斑尺度上，将生态安全格局与国土空间用途管制从逻辑推导到操作层面整合起来，推动项目实施落地及动态全闭环管理。

3、基于“生命共同体”理念创新典型要素生态修复专项规划与工程技术，通过耦合和解耦的双向互动，支撑山水林田湖草沙系统治理。充分把握统与分的关系，打破传统单要素、单目标、小尺度的修复模式，兼顾宏观整体性和微观差异性、规划系统性和实施分散性，按照“系统诊断-整体谋划-专项靶疗-统筹实施”思路，创新5类典型要素生态修复专项规划技术体系，创新性提出全食物链自稳态生物群落的栖息地恢复、地下水位阈值测算等关键技术，支撑系统修复。

4、研发全链条闭环管理的生态修复可视化平台构建技术，提高国土空间生态修复规划治理的信息化、智能化水平。研发国土空间生态修复规划决策支持系统、未利用地监管平台和面向生态产品管理的生态修复智能化管理平台，提出从规划到实施、从监测评估到监督反馈、从生态资源到生态产品，全领域、全过程、全周期、全链条支撑的生态修复信息化系统解决方案。强化数据统筹、项目统筹、资金统筹、时序统筹，推动生态修复、产业发展与生态产品价值实现一体规划、一体实施、一体见效。

三、与国内外同类技术比较

项目获2021年度全国优秀城市规划设计一等奖等各类奖励10余项，理论和技术方法均达到国内领先水平。根据科技查新报告，在所查国内外文献范围内，未见与项目提出的国土空间生态修复规划关键技术体系、生态修复效益评估模拟关键技术、国土空间生态修复规划实施体检评估技术及面向生态产品管理的可视化平台等内容完全相同的报道，具有首创性。

四、推广应用情况和应用前景

技术成果在城市—区级—街乡—工程多尺度和多领域得到广泛应用。

在城市层面，直接支撑北京市国土空间生态修复规划、北京市生态安全格局规划、矿山和拆违腾地生态修复规划等10余个专项规划的编制与实施，服务北京城市总体规划实施体检评估、北京市政协提案、自然资源部专报的回文及重大政策文件，指导6个地方标准规范的制定；

在区级层面，指导北京市16个区级国土空间生态修复规划编制，为北京城市副中心非建设空间管控规划提供了技术指导，率先开展门头沟区一体化保护修复与生态产品价值实现创新实践；

在街乡层面，为10余个乡镇地区生态规划提供指引，修复要求纳入344个生态复合街区控规导则当中；

在工程层面，生境修复、河道和矿山修复等工程技术集成应用到13个具体工程项目当中，指导全市国土空间生态修复重大工程、拆违及矿山生态修复工程实施，并在园林、水务、生态环境等多部门多领域得到广泛应用，在全国具有示范意义。

项目提出的“面向系统治理的国土空间生态修复规划关键技术体系”可为当前全国各省市县国土空间生态修复规划的编制提供技术参考；“基于过程耦合的生态修复专项规划关键技术集成”，即多尺度生物多样性保护与栖息地修复技术、矿山环境综合评价与多功能协同修复技术、地表-地下水统筹的流域水生态系统修复技术、兼顾生态服务和民生福祉的绿地生态修复技术以及基于多尺度精细治理的拆违腾地生态修复规划技术等具体的技术，可为相关专项规划的编制和工程的实施提供指引和技术支撑；“全链条闭环管理的生态修复智能化平台搭建技术”可以为非建设空间管控、生态产品价值核算以及生态修复项目全过程动态管理等工作提供技术方法。

五、经济社会效益

北京市第13次党代会将“实施国土空间生态修复规划”写入报告，作为推进首都绿色发展的重要措施。通过全域全要素系统修复，优化国土空间开发保护格局，提升生态系统的质量和稳定性，提高生态网络的完整性和连通性，不断拓展生态空间规模，提高优质生态产品的供给能力；通过拆违还绿、疏解还绿、见缝插绿等方式促进建设用地减量和生态用地增量，“一减一增”为首都建成区生态格局优化提供重要契机，增加大量城市小微绿地和口袋公园，填补游憩服务盲区，增强人居环境品质和民生福祉；统筹生态修复与产业发展，带动“生态+旅游”“生态+文化”“生态+矿业转型”等多种产业形态共同发展，畅通绿水青山与金山银山的双向转化通道，带动区域整体发展和农民就业增收。

除技术合同收入外，项目还具有潜在经济效益。一方面，通过构建超大城市韧性生态系统，将极大提高自然生态系统抵御极端天气气候事件的能力，降低每年因自然灾害造成的经济损失。另一方面，项目部署８大生态修复工程，并建立市区两级生态修复项目库，生态修复市场规模前景可观。通过生态修复将生态修复与独特的自然资源、历史文化资源等生态产品相结合，提高优质生态产品的供给能力，推动生态产业化和产业生态化，培育新的经济增长点，也将带来可观的经济效益。

六、知识产权情况及他人评价

1.知识产权情况

项目支撑重大规划编制40余项，研究成果已转化为1个发明专利、2个标准和39篇学术论文。作为全国优秀案例在自然资源部国土整治中心组织的“省级国土空间生态修复规划编制交流会”宣讲。项目组与全球适应中心(GCA)聚焦水生态修复开展3次国际研讨，项目组成员先后受邀参加联合国环境规划署生态系统核算国际研讨会、第七届中法环境月开幕式圆桌论坛、生态环境部低碳发展与生态文明研讨会、中国生态学大会、新世纪北京生态论坛等国内外学术会议，交流生态修复经验，受邀参与京津冀之声《京津冀的绿水青山与金山银山》录制，受到业界、媒体、市民的高度肯定和一致好评。

2.他人评价

（1）专家评价

在《北京市国土空间生态修复规划》《北京市生态安全格局专项规划》《北京市矿山生态修复“十四五”规划》《北京市拆违腾退用地生态修复规划》等项目专家评审会上，专家组一致认为课题规划理念和技术方法均处于国内领先水平。

（2）应用主体评价

北京市规划和自然资源委员会认为项目在全国率先开展国土空间生态修复规划理论和技术方法的系统研究，并与国土空间规划体系充分融合，明确多层级传导机制与实施路径，具有很高的创新性和实用性。项目直接支撑北京市及16个区国土空间生态修复规划、矿山及拆违腾地生态修复规划编制和重大工程实施，并与“基本无违法建设区”创建、城市更新等工作有机联动，是“十四五”时期推动首都减量提质的重要抓手。项目将生态修复要求纳入344个生态复合街区控规导则当中，在全国率先开展“两山理论”在控规层面的生动实践。首次搭建未利用地监测评估与实施监督平台，并纳入“规划一张图”进行实时监管，提高了规划治理的精细化、智能化水平。

北京市规划和自然资源委员会门头沟分局认为项目建立两山功能片区划定和管控技术体系，首次搭建面向全链条生态产品管理的可视化平台，提出5个“生态+”修复模式，为门头沟生态修复与转型发展提供了重要指引。

北京市规划和自然资源委员会房山分局认为项目建立了全市矿山和拆违腾退地修复台账，直接指导区级修复治理工程项目的实施。

北京市生态环境局和园林绿化局认为项目关于生物多样性保护相关内容和要求为北京市生物多样性保护规划及园林绿化生物多样性保护规划提供了重要支撑。

（3）社会评价

中国自然资源报进行专栏报道，人民网、新华网、中国自然资源报、今日头条、北京日报、北京商报等多家主流媒体进行了系列报道，强调研究成果对于“破解大城市病”“构建超大城市韧性生态系统”“保障首都生态安全和高质量发展”等具有重要作用。

中国城市规划网2023-9-6