

水土保持科技简报

第 16 期

水利部水土保持监测中心

2025 年 12 月

目 录

一、技术瞭望	1
东北黑土区侵蚀沟监测调查技术	1
二、经验交流	2
《温室气体自愿减排项目方法学 淤地坝碳汇》发布	2
太湖流域水土保持生态产品新机制探索	3
全国首单崩岗治理新增耕地指标交易在江西签约	6
三、科研成果	8
水土流失敏感区下垫面遥感动态精准监测关键技术及应用	8
基于受益者视角的洪水调节服务流评估框架	11

一、技术瞭望

★东北黑土区侵蚀沟监测调查技术

该成果采用 SpringMVC 的 Web 技术框架，结合 5G 移动通信技术、智能移动终端设备定位及拍照等技术，实现对侵蚀沟图斑调查点位的导航、现场标记及解译影像对比等功能。基于侵蚀沟 RTK 和无人机测量数据，形成三维地形数据模型，通过侵蚀沟长度、面积、体积、断面信息计算和多期数据对比分析，可实现场景再现和可视化显示，同时对监测成果进行评价分析。适用于大范围侵蚀沟调查和典型区域侵蚀沟监测工作。

技术特点：（1）无缝衔接多种软件和平台，高度集成化，满足专业用户需求；（2）移动 APP 与 PC 终端信息在线传输，遥感影像、图斑离线缓存导航便捷，现场调查无纸化作业，APP 录入信息与 PC 端同步；（3）适应性强，满足各种环境条件下的外业工作；（4）形成规范性成果，对成果数据的时间和空间序列建立关联，快速提取、分析成果数据；（5）可依据侵蚀沟业务要求进行模块定制，快速实现不同需求的行业应用。

应用案例：2022 年，该成果推广应用于东北黑土区侵蚀沟调查工作中，共完成 323 个县的外业调查信息录入和成果输出工作，相关成果直接导入“全国水土流失动态监测协同解译与模型计算 V1.0”平台；该成果推广应用于吉林农业大学资源与环境学院，利用该技术完成东北黑土区侵蚀沟调查项目中吉林省 60 个县级行政区的调查，在吉林省开展了 5 条侵蚀沟监测工作。

（以上技术来源于 2024 年度成熟适用水利科技成果）

二、经验交流

★《温室气体自愿减排项目方法学 淤地坝碳汇》发布

2025年12月2日，生态环境部与水利部联合发布《温室气体自愿减排项目方法学 淤地坝碳汇》。这是支撑淤地坝碳汇项目纳入全国温室气体自愿减排交易市场的必要技术准则，也是全世界首部针对淤地坝碳汇的专项核算标准。它不仅为推动黄河流域生态保护与高质量发展、助力国家“双碳”目标提供关键支撑，更为全球气候治理贡献了中国方案。

（1）淤地坝是水土保持与生态安全的关键工程

淤地坝是黄土高原地区人民群众在长期的水土流失综合治理实践中，创造的一种行之有效的水土保持工程措施，也是巩固和提升黄土高原生态系统碳汇能力的重要举措。淤地坝具有显著的固碳增汇作用，是陆地生态系统典型碳沉积环境的重要组成部分。淤地坝通过抬高侵蚀基准面、稳定边坡、控制侵蚀发展，为改善生态环境提供基础。同时通过拦截泥沙，阻止泥沙下泄进入河道，为保障黄河安澜提供重要屏障。淤地坝拦截的泥沙富含有机碳，长期沉积后形成稳定的土壤碳库，促进区域碳储量提升，坝地种植林草植被和作物等，通过光合作用固定CO₂，稳定提升区域固碳能力。

（2）方法学为核算淤地坝碳汇提供科学准则

《淤地坝碳汇方法学》充分坚持科学性、可操作性和保守性原则。一方面遵循国际公认的碳汇原理，确保核算的科学性与权威性；另一方面紧密结合我国黄土高原地区实际，实现国际规则与中国实践的深度融合。《淤地坝碳汇方法学》共9章内容，涵盖适用条件、项目边界、计入期和温室气体排放源、项目减排量核算方法、监测方法和项目审定与核查要点等。明确规定只有按《淤地坝技术规范》（SL/T 804）建设的淤地坝才能纳入碳汇项目范畴，保障项目质量稳定性。项目计入期年限最短不低于10年，最长可达40年；碳库选择遵循保守性原则，主要核

算土壤碳库及符合条件的植物碳库；在减排量核算上，采用计量参数缺省值，降低项目开发与监管成本，同时严格数据监测与核查，确保减排量真实可信。数据显示，截至 2020 年，黄土高原 5.83 万座淤地坝的有机碳储量达 2164 万吨，约占我国陆地生态系统碳汇量的 6.61%；当前已建淤地坝年减排潜力约 30 万吨二氧化碳当量，至 2030 年可增至 64 万吨。

（3）方法学发布助力生态与经济协同发展

《淤地坝碳汇方法学》为淤地坝碳汇项目进入全国温室气体自愿减排交易市场奠定基础，激励社会资本参与黄土高原水土流失治理，进一步建立健全水土保持投入循环机制。这不仅有助于提升黄土高原生态系统碳汇能力，推动生态价值向经济价值转化，更将为国家“双碳”目标的实现作出水利贡献，实现生态效益与经济效益的双赢。

★太湖流域水土保持生态产品新机制探索

1. 上海市青浦区“政府主导、国企主体、市场驱动、司法护航”水土保持生态产品价值实现机制创新

2025 年 11 月 11 日，上海市青浦区区域办、发改委、水务局、检察院、区文旅集团共同举办元荡水土保持生态产品价值实现主题活动，五方共同签署《关于加强元荡水土保持生态产品价值实现司法协作框架协议》，文旅集团发布《上海市青浦区文旅集团水土保持生态产品培育与价值实现资金管理办法》，标志着全国首个“政府主导、国企主体、市场驱动、司法护航”水土保持生态产品价值实现机制构建，同时也是长三角生态绿色一体化发展示范区（以下简称“示范区”）首个跨界水体生态产品价值实现案例落地。

（1）跨界治理系统化，夯实水土保持生态产品供给基础

元荡是示范区核心跨界水体，跨越江苏省吴江区和上海市青浦区，沪苏两地将元荡跨界水体共保联治作为关键任务，协同推进生态清洁小流域建设。率先实践了“统一规划、统一标准、统一建设、统一管理”的一体化治理模式，实施生态岸线贯通、退渔还湖、水系连通、岸坡整治、

水源涵养等工程。元荡小流域（青浦片区）先行完成治理，治理后年度水土流失量减少 69.7%，湖体水质由劣V类提升至III类以上，底栖动物生物多样性指数从 0.19 提升至 2.33，水源涵养量提升 76%，小流域生态系系统水土保持功能显著增强，夯实生态产品供给基础。

（2）发展路径协同化，构建生态产业化与产业生态化双向赋能格局

坚持“政府引导、市场运作”原则，依托区文旅集团对生态资源进行整体开发和统一运营，将优质生态产品转化为文旅康养、滨水赛事等产业效益，推动生态产业化发展。据统计，长三角国际铁人三项赛期间，元荡（青浦片区）客流环比增长 236.37%、同比增长 126.67%。岸线周边村集体年收入达到 300 余万元，生态文旅、水上运动等新业态累计创造本地就业岗位 130 个。同时，依托位于元荡小流域内的长三角首个联合生态修复基地，探索水土保持多元化生态保护修复补偿机制，依法引导违法企业实施生产工艺、技术指标改造与绿色转型，实现产业生态化发展。

（3）投入循环长效化，实现生态产品价值可持续转化

充分发挥国有企业在整合公共资源、引导社会投资、保障长效发展中的主力军作用，构建以国有企业为核心的“资源-资产-资本”一体化价值转化闭环。区文旅集团率先在企业内部制定并实施《水土保持生态产品培育与价值实现资金管理办法》，明确集团每年用于元荡小流域水土保持生态产品培育与价值实现资金总额不低于当年生态景观维护管养成本的 30%，同时在通过水土保持生态产品价值实现所形成的经营性收入中按 30% 的比例计提用于下年水土保持功能巩固与提升。这一创新从生态资源运营企业着手，有效破解了生态系统功能巩固提升长期由政府买单的传统困境，逐步形成了“以资源撬动资本、以运营创造收益、以收益支撑发展”的自我造血机制。

（4）协同管理一体化，打造联动治理新范式

区域办、区发改委、区水务局、区检察院、区文旅集团共同签署《关于加强元荡水土保持生态产品价值实现司法协作框架协议》，构建“有为

政府、有效市场、有力司法”三位一体的跨部门协同治理体系。区域办与发改委负责顶层设计与政策协调，强化整体推进与资源整合。水务部门负责推进生态清洁小流域建设，定期向检察机关提供行政执法、功能监测等关键信息，为司法监督提供专业支撑。区文旅集团统筹生态资源市场化运营与岸线管护，衔接管理与市场。检察机关通过线索移送、办案协作，运用碳汇、碳普惠等绿色金融产品，探索水土保持多元化生态保护修复投入机制，构建“破坏—赔偿—修复—监督”的法治闭环，为生态产品价值实现提供刚性约束与制度保障。

2. 磐安县社会资本培育水土保持生态共富新路径

2024年11月7日，浙江首例社会资本培育水土保持生态产品转化落地磐安，榧茶名公司转让榧茶道生态茶园5年共享经营权，交易金额1000万元，并提取交易金额的部分资金，专项用于生态系统水土保持功能巩固提升和区域村民共同富裕。该实践开创了社会资本培育水土保持生态产品价值转化的新路径，构建“水土治理—生态提质—产业赋能—共享共富”新机制。

（1）破解传统水土流失治理资金投入难题

长期以来，水土流失综合治理主要依赖政府财政投入，模式相对单一。2022年，磐安坚持“两手发力”理念，积极引进社会资本参与治理，通过招引榧茶名（磐安）生态农业有限责任公司对尚湖镇泥潭坪茶园进行开发经营，在县农业农村局指导下，先后投入920万元开展水土流失综合治理，实施了布设道路、排水沟、蓄水池、补植绿化、修筑挡墙和生态治理等工程，打造200亩生态茶园，有效提升茶园水土保持能力，明显改善区域生态环境，实现水土流失治理与茶产业生态产品培育深度融合。

（2）开创水土保持生态产品价值转化新路径

为实现水土保持生态产品价值，2024年11月，榧茶名（磐安）生态农业有限责任公司依托“两山”平台，公开转让200亩生态茶园5年共享经营权，吸引8家不同行业的社会资本参与，最终与6家优质资本方

达成 1000 万元交易签约。本次交易开创社会资本培育水土保持生态产品转化的实践新路，拓宽了企业融资渠道，带动多元市场主体参与后续生态建设与产业融合，增强水土流失治理的社会动力和市场活力。

（3）构建水土保持生态产品价值转化实现机制

为引导更多社会资本参与水土流失综合治理，2024 年 10 月，磐安县在浙江省率先出台《磐安县社会资本培育水土保持生态产品价值实现的实施意见》，系统规范社会资本参与的项目申报、资金补助和监督管理流程，让企业“知道怎么干、政府怎么扶”，有效增强社会资本信心，构建生态产品价值转化的实施监管体系。同时，为更好地保护和开发利用水土保持生态产品，磐安县农业农村局、尚湖镇人民政府、榧茶名公司三方共同签订《磐安县政府主导与社会资本共推水土保持生态产业化框架协议》。约定提取价值转化交易金额的部分资金反哺小流域水土流失综合治理，实现“收益反哺生态+产业延伸增值”的可持续发展，进一步推动生态产业提质升级；提取部分资金专项用于当地低收入村民帮扶，让共享经营红利精准惠及低收入农户，带动当地茶农年增收 150 多万元，实现生态促进共富的双赢。

★全国首单崩岗治理新增耕地指标交易在江西签约

11 月 5 日，全国首单崩岗治理新增耕地指标交易在江西省南昌市成功签约。江西省赣州市上犹县人民政府与南康区人民政府成功交易上犹县通过崩岗治理新增的 21.56 亩耕地指标，交易金额 344.96 万元，所得资金主要用于当地水土流失治理。此次交易标志着崩岗治理新增耕地纳入耕地占补平衡交易实现了零的突破，是江西省生态治理与耕地保护协同发展的重要突破。

据悉，本次交易的耕地指标源自上犹县油石乡清溪村崩岗治理项目。当地通过边坡整治、土壤改良等系统治理措施，通过“山、水、林、田、路”统一规划，治理崩岗 14 座，综合治理面积 87.15 亩，核定新增耕地指标 41.556 亩，其中崩岗治理形成耕地指标 21.56 亩用于本次交易。

近年来，江西省持续加大崩岗侵蚀综合治理力度，全省崩岗数量从2005年的48058座减少至2022年的17049座，编制《江西省崩岗治理规划（2022—2030年）》，系统推进全省崩岗治理工作。此次将崩岗侵蚀劣地转化为有效耕地，探索出了我国南方崩岗侵蚀地区“治荒增地、以地生金”的新路径，展现了水利部门与自然资源部门协同推进，省、市、县三级联动的重大成效，为粮食主产区耕地占补平衡与生态修复融合提供了可复制的“江西样板”。

（以上来源于太湖局和水利部网站）

三、科研成果

★水土流失敏感区下垫面遥感动态精准监测关键技术及应用

水土流失敏感区下垫面特征及其变化深刻影响着区域生态水文过程，塑造着区域内复杂脆弱的生态环境，也是干旱、洪涝与水土流失等问题发生发展的主导因素。及时、准确且持续地获取水土流失敏感区下垫面特征是流域综合治理和生态保护修复的重要基础工作与关键环节。遥感具有宏观、客观、主动、现势观测等优势，在下垫面基础要素信息获取与动态变化分析方面具有不可替代作用。然而，水土流失敏感区复杂的下垫面条件，严重制约了遥感监测的精度与效率，对其抗干扰能力提出了更高要求。针对这一问题，黄河流域水土保持生态环境监测中心协同陕西师范大学、三峡大学、武汉大学以及水利部水利信息中心等多家单位，依托国家重大科研计划及省部重点课题开展科研攻关，聚焦下垫面要素精细识别、下垫面变化智能监测以及观测大数据高效治理等关键方向，研究形成一套完整的水土流失敏感区下垫面遥感动态精准监测技术体系与解决方案：

(1)建立结合场景识别与特征融合的水土流失敏感区下垫面基础要素遥感精细识别技术，支撑了水利核心业务关键参数的遥感精准感知。

构建了面向土地利用高分解译的多光谱语义分割网络，充分挖掘遥感全波谱信息；耦合影像超分辨率技术与多尺度地物样本集自动构建方法，有效消除下垫面异质性与目标尺度差异性影响，实现地物信息高精度提取。在融合语义分割网络与场景识别技术基础上，研发细节保留目标分割与阴影测高算法，实现建筑、大坝、灌排系统、溢洪道、梯田等典型人工目标的精准识别。通过多源遥感数据融合技术，克服云层干扰影响，实现全球区域适应的 15 天 10m 分辨率高精度地表水制图。提出融合植被记忆与降雨信息的遥感土壤水分降尺度方法，提升了土壤水分数据的大范围、精细化且无缝应用能力。

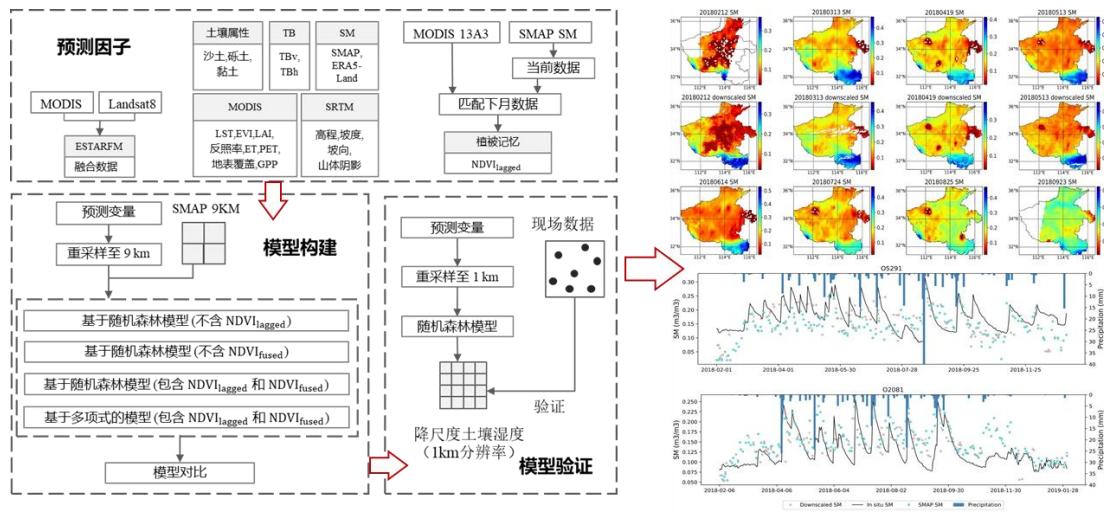


图 1 融合植被记忆与降雨信息的土壤水分降尺度技术

(2) 提出水土流失敏感区地表类型、旱情及水资源动态变化的系列遥感能力监测方法，提高了水土流失与汛旱动态监测分析精度与效率。

采用模糊拓扑非监督方法实现大范围地表变化快速发现，结合基于深度学习驱动的微小水土扰动精准提取方法，同步提升变化检测的效率与精度。发展了气象-水文-农业多维旱情识别方法，融合气象、土壤、水文、植被物候等多维、多尺度、多要素动态变化特征，增强了综合旱情动态监测的全面性和及时性。从面积、水位、水量、形态结构等多维度估算水体结构变化，运用复杂网络建模方法耦合多物理过程模型，为水土流失敏感区水资源精准评估与归因分析提供定量支撑。

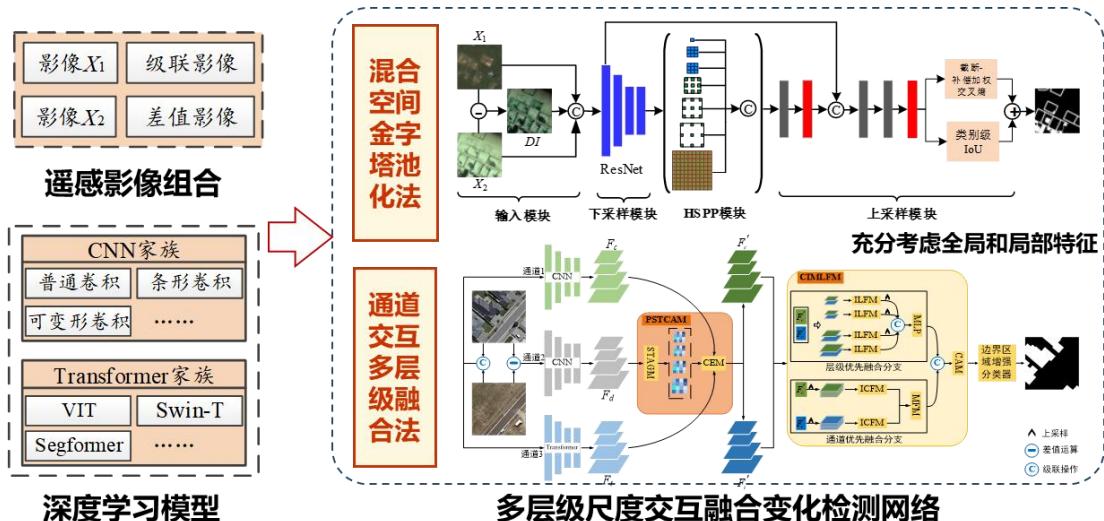


图 2 基于多层次尺度交互融合的地类变化检测网络

(3) 构建以数据立方体技术为核心的多源异构对地观测数据管理模型、计算模式与分析机制，提升了水土流失敏感区监测大数据治理水平。

发展基于数据立方体的多源异构对地观测数据管理模型，采用列式+数组、固存+内存动态结合的优化存储策略，实现了遥感观测、社会经济多模态数据的对齐组织与高效检索。提出结合计算与传输多并行策略的数据立方体计算模式，实现了复杂遥感数据处理流程的高性能计算优化。建立基于数据立方体多尺度预计算的大数据查询分析机制，支撑了水利监测在线分析服务的秒级响应能力。

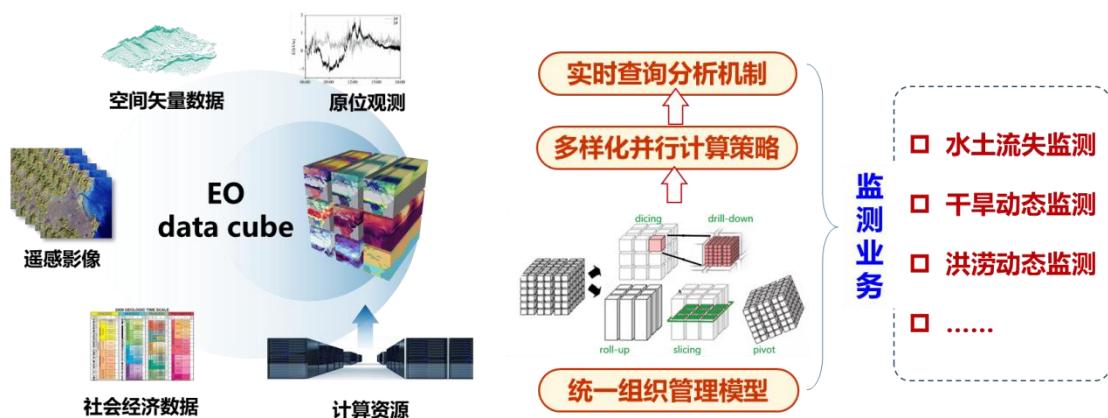


图 3 基于对地观测数据立方体的监测大数据治理方法

该成果推动了国产高分遥感技术在西部地区水土保持工作中的深度应用，提升了业务自动化与智能化水平，服务于黄土高原淤地坝专项调查及小流域综合治理，践行了习近平总书记关于“推进美丽中国建设，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理”重要指示，为流域生态保护与区域生态文明建设作出贡献。同时，研究工作强化了遥感监测与多层次、多类型水利业务的技术融合，在数字孪生水利数据底板建设、西辽河生态补水遥感跟踪、海河“23·7”流域性特大洪水及洞庭湖团洲垸溃堤应急监测等任务中也发挥重要作用。目前，该成果已荣获 2025 年中国地理信息科技进步奖一等奖。

(以上由黄河流域水土保持生态环境监测中心供稿)

★基于受益者视角的洪水调节服务流评估框架

洪水调节是生态系统通过植被截留、土壤入渗等过程减缓径流、防控洪涝的重要服务。然而，既往评估多以“供给能力”为导向，忽视了服务的实际流动过程及其最终受益者。这种视角的缺失可能导致对服务实际效用的误判，进而影响生态资源配置的效率与公平。研究团队以洞庭湖流域为例，结合土地利用、水文网络结构及人口分布等多源数据，量化了其2020年洪水调节服务的供给区、需求区和潜在受益者之间的空间耦合关系。通过构建新的评估框架，研究成功绘制了区域洪水调节服务流的空间分布图，实现了从潜在供给到实际受益的分析转变。

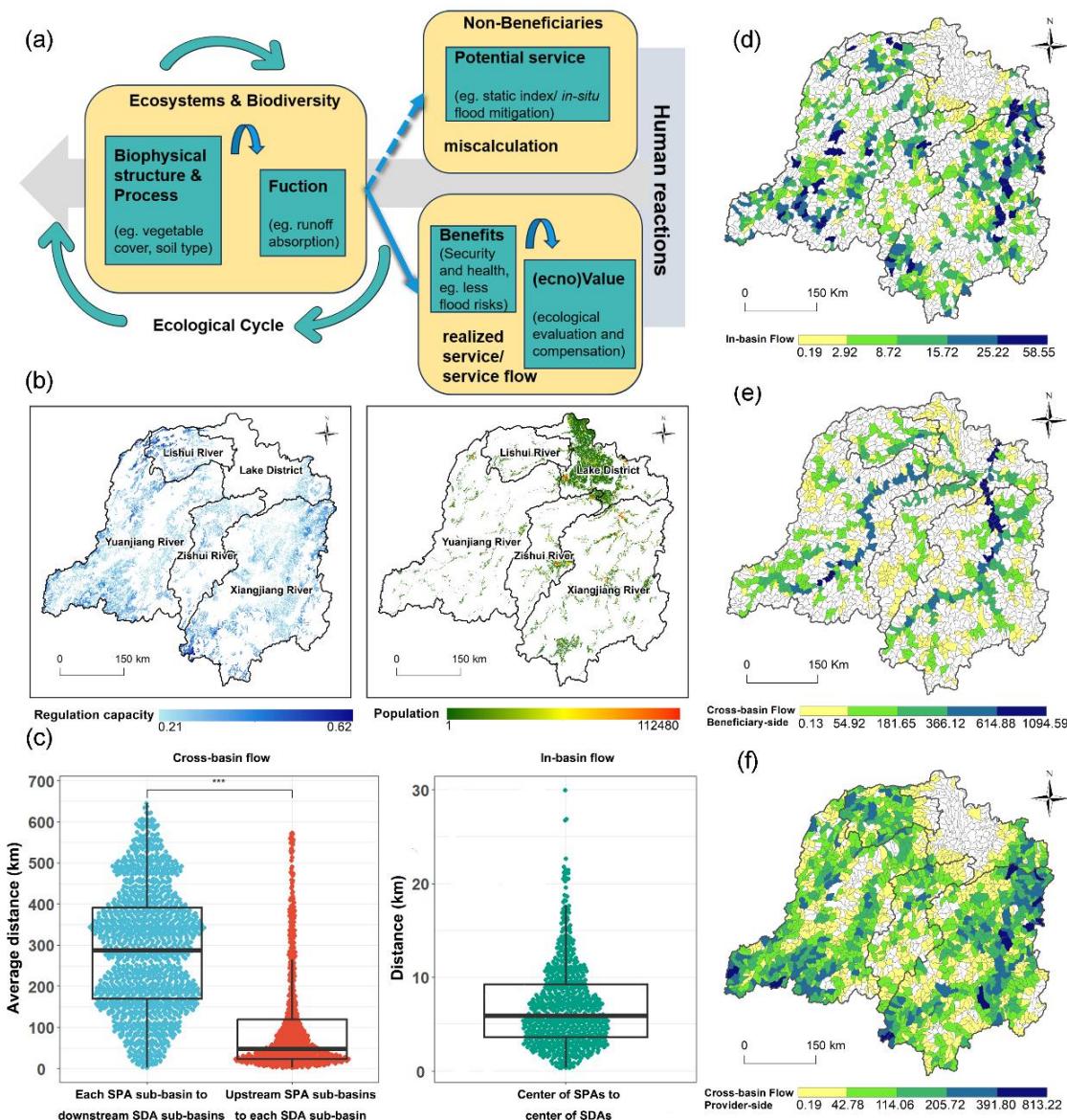


图1 王茂沟小流域和典型断面位置

(1)洪水调节供需空间显著分离与跨流域传输：研究发现服务供给区与需求区之间存在显著的空间错位，供需间的中位数距离至少为 5.93 公里（图 1）。跨流域流动的范围是子流域内流动的 7.94 倍，表明洪水调节服务高度依赖水文网络的远距离传输，打破了传统“近距离自用”的假设。

(2)服务受益的结构性不平等：洪水调节服务在受益人群中的分配表现出高基尼系数（0.72）。约 19.69% 的人口未能获得任何调节服务，而 50% 的人口仅获得了 3.88% 的服务总量，显示出受益端显著的不均衡性（图 2）。

(3)治理效率与成本权衡：跨流域服务流虽对全域防洪贡献巨大，但也涉及更广泛的子流域和保护区面积，意味着更高的生态治理与恢复成本（图 2）。研究指出需在跨流域治理和本地治理的投入比例上寻求平衡。

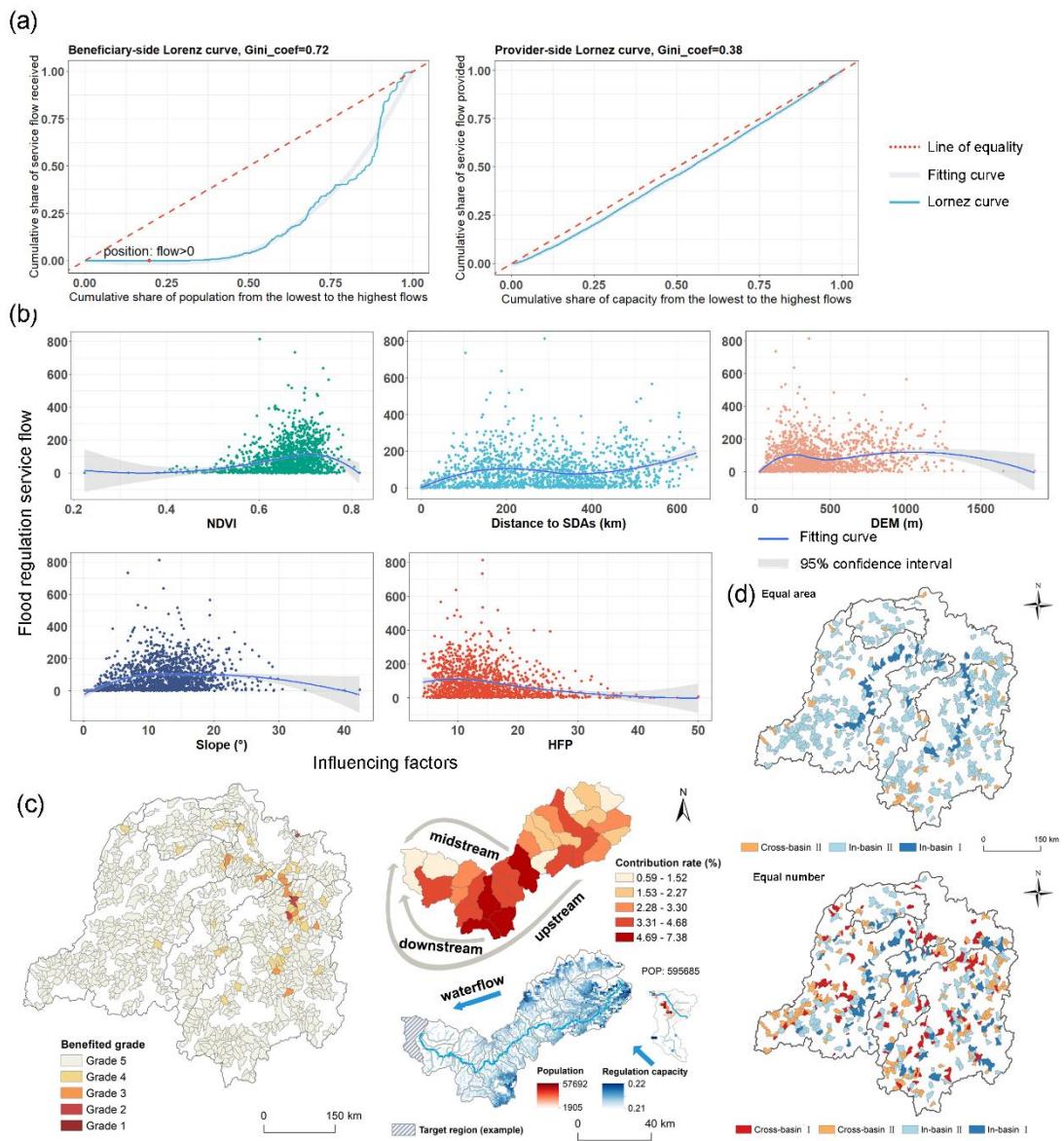


图 2 洪水调节服务流公平性、潜在影响因素及生态系统治理策略

本研究证明了将受益者纳入服务流评估框架能更真实地反映生态系统对人类社会的实际贡献。研究成果明确了不同区域在洪水调节中的供需角色，为制定跨流域生态补偿机制、优化流域国土空间治理及提升生态政策的公平性提供了重要的科学依据。

(Jiabin Wang, Jian Peng, Pei Xia, Yifan Lin, Shuying Yu, Zihan Xu.
Mapping flood regulation service flow: A beneficiary approach. Science Bulletin, 1
Jun. 2025)

发送范围：部领导，相关司局，部直属有关单位，流域和省水行政主管部门及监机构，有关科研机构和高校