

黄河流域生态保护和高质量发展科技创新实施方案

为落实《〈黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要〉重点任务分工方案》中科技相关任务分工，发挥科技创新对黄河保护治理的支撑与引领作用，制定本方案。

一、工作思路

（一）总体要求。

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，准确把握重在保护、要在治理的战略要求，针对黄河水少沙多、生态环境脆弱和悬河发育等自然特点，以及流域现状、社会背景和科学挑战，以“水”为主线，以“流域”为着眼点，重点针对水资源短缺矛盾和生态环境脆弱等突出问题，紧紧抓住水沙关系“牛鼻子”，通过基础理论和关键技术突破、沿黄地区科技创新走廊构建，推动由黄河源头至入海口的全域科学治理，支撑黄河流域生态保护与高质量发展重大战略的实施。

（二）基本原则。

坚持问题导向。以生态保护和高质量发展为核心，以大保护和大治理为重点，准确诊断黄河流域生态保护和高质量发展面临的突出问题，找准科技创新着力点，破解技术瓶颈。

坚持系统思维。坚持山水林田湖草沙冰一体化保护与修复，统筹考虑水资源、水环境、水生态、水灾害和水文化的有机联系和约束条件，提出兼顾水安全、生态环境和高质量发展的技术方案。

坚持重点突破。针对重点区域、重点河段和重点行业，开展技术集成创新与示范应用，为解决黄河流域生态保护和高质量发展面临的突出问题提供技术方案与案例。

坚持协同联动。加强相关部委和地方政府的协调，推动科技创新与政策管理创新联动、国家和地方科技部署联动、沿黄地区跨区域合作联动、公共财政投入和企业投入联动。

（三）主要目标。

到 2025 年，在流域气候—生态—水—沙耦合演变规律、生态流量控制标准、山水林田湖草沙冰一体化保护与修复机制等方面取得理论突破，在上游水源涵养、流域深度节水、水土保持与水沙调控、水旱灾害监测预警与防控、水—土—气污染防治、危废处置与废弃物循环利用、生态系统修复与功能提升、产业结构转型与升级等方面取得技术突破，支撑水安全、生态安全、环境改善和高质量发展上新台阶。

到 2030 年，在生态系统演变机制和水—土—能协调配置方面取得新突破。在流域生态安全格局、水资源节约集约利用、生态水网和水沙配置方案、河道与滩区综合提升措施、污染管控和绿色开发技术、生态产业发展模式等方面取得重大成果，水资源均衡配置、水沙调控和污染管控能力进一步提高，形成一批战略性新兴产业和生态产业示范区，进一步提高水沙、生态和环境要素智能监测和预警预报水平。

到 2035 年，在流域系统治理、智慧黄河场景构建和水工程联合调度等技术方面取得整体跨越，支撑全面实现流域生态环境和水沙过程要素的智慧化监测和管理。通过黄河历史文化与现代科技创新相互促进，支撑黄河流域生态环境全面

改善，生态系统健康稳定，流域水资源节约集约利用水平全国领先，社会经济绿色低碳发展迈上新台阶。

二、实施水安全保障关键技术攻坚行动

针对黄河水源涵养功能不足、水资源短缺、水沙关系不协调、下游河势游荡和“二级悬河”严峻等问题，研究径流、洪水和泥沙变化趋势，明晰用水底线；攻克深度节水、水沙精准预报与调控、防洪减灾等瓶颈技术。

研究径流、洪水和泥沙变化趋势。研究青藏高原和秦岭等水源涵养区、黄土高原产洪产沙区的气候演变趋势和极端丰枯事件发生概率，揭示流域产水、产洪和产沙环境演变规律，研究黄河源多年冻土水源涵养区水文—生态的时空变化，预测黄河径流、洪水和泥沙变化趋势和冲积性河段演变趋势。

研究构建水资源刚性约束指标体系。研究黄河重要河段水文—生态耦合机制，提出干支流控制断面生态流量、区域取水总量和流域平原区地下水水位控制标准；研究南水北调西线工程对调水区和受水区的生态影响以及工程建设关键技术，提出调水河段必须确保的生态流量以及不同情景下的调水量阈值。

研究水土资源承载力评价与协同保障方法机制。研究流域不同时空尺度水土要素耦合机制，建立水土资源承载能力动态辨识方法和提升机制；创新黄河流域河湖生态流量核算技术方法，研发应用河湖生态流量水位动态监管与预警技术；评估能源—粮食产业布局与水资源承载能力、生态系统格局的适配性，提出水土资源空间优化格局与方案。

提升洪水泥沙预报与水沙调控技术水平。研发融合人工智能和水文机制的新一代水沙预报模型。兼顾防洪防凌减淤、供水发电和生态环境需求，创新水库群多维协同控制原理及调度技术。优化水沙调控体系和布局，明晰骨干工程功能定

位与适宜规模。开发流域水工程联合调度系统,提高洪水资源化和蓄丰补枯能力。

攻克引黄灌区节水—控盐—减污—提质技术。研究引黄灌区生态系统的适宜结构、灌溉规模和节水技术,提出兼顾节水、控盐、减污、增产和生态功能稳定的灌区节水模式。

提高下游河道与滩区防洪技术水平。研究河道水力条件、河床抗冲性和工程约束与河势的响应机制,研发下游河势预测智能模型及河防工程预警关键技术。兼顾堤防安全、河势控制和生态健康,研究堤防抗冲决和河槽过流能力提升技术,研发控导工程新结构和新材料,以及堤坝应急抢险和河势稳定控制新技术。

三、实施生态保护关键技术攻坚行动

针对黄河流域生态脆弱区分布广、类型多、易退化、恢复难和慢的问题,聚焦上游青藏高原、中游黄土高原、下游河道与三角洲,开展区域生态修复和生态功能提升关键技术研究。

研究青藏高原及西北荒漠区生态功能提升技术。以三江源、若尔盖湿地和甘南湿地为重点,研究水源涵养能力提升、鼠害防治、高寒草地改良提质、乡土植物驯化选育及扩繁、生物多样性保护和生态功能提升技术。研究荒漠区气候—生态—水资源变化规律和耦合作用机制,提出水资源刚性约束下生态保护的适宜目标及指标。

攻克黄土高原低效人工林恢复技术。揭示人工林群落结构与生态系统功能耦合关系及自我更新条件,研发低效人工林植被结构改造和功能定向调控技术,创新低效人工林生态系统质量与水土保持、碳汇和生物多样性保护等功能整体提升技术。

构建中游多沙粗沙区水土保持协同治理技术模式。研究风水复合侵蚀产沙过

程与多措施协同阻控机制，研发灌草—结皮—土壤系统功能修复、梯田—淤地坝级联的水沙调控技术，构建流域生态系统风水复合侵蚀协同治理模式。

研究下游生态廊道与三角洲湿地的生态功能提升技术。提出兼顾防洪和生态的下游河槽管控技术、坝垛结构与材料；研究河道工程运行与滩区群众安居、边滩湿地发育的响应关系和协同管控技术。研究三角洲湿地生态系统演变和生物多样性维持机制，提出减缓生境破碎化的黄河入海流路与行河方案、促进河—洲—滩有机联系的水网布局与调度方案。

攻克盐碱地综合利用技术。加强种质资源、耕地保护和利用等基础性研究，转变育种观念，由治理盐碱地适应作物向选育耐盐碱植物适应盐碱地转变。攻克分子育种、耕地质量保育等关键核心技术，创制抗旱、耐盐碱突破性新品种，挖掘盐碱地开发利用潜力。

四、实施环境污染防治关键技术攻坚行动

针对流域水环境承载力低、能源工业集聚、环境污染积重较深的问题，开展水体和土壤（地下水）污染防治、危废处置、大气污染防治等技术攻关。

构建污水资源化利用技术体系。针对煤化工等典型行业和园区，以及城镇水污染，研发集成全过程污水收集、处理、资源回收和水再生利用技术系统。研究建立农村污水与农业面源的监测、负荷核算和污染治理技术体系及最佳管理模式，研发农村污水集成分散式污水处理与资源利用模式。

研发土壤与地下水污染防控技术。研发地表水—地下水污染毒性与风险诊断、监测、溯源及监控预警等关键技术，集成土壤与地下水污染“析因—阻断—修复—监管”成套技术，开展历史遗留矿山、能源化工基地等重点区域污染监测评估、治理与修复技术装备研发与工程示范，形成产业化修复模式并推广应用。

研发危废品风险防控与回收利用技术。研究构建区域危险废物风险预警与管理决策支撑技术体系，研发废酸、废盐、废催化剂、医疗废物等危险废物的污染防治和处置技术，开展工程示范及区域协同处置示范，制定配套政策和标准规范。

研发大气复合污染协同防治与精准治理技术。突破多尺度大气复合污染成因识别和精细化来源解析等关键技术，建立区域精准防治技术体系；研发污染源实时监测、污染物与温室气体高效协同治理技术和装备；建立“观测—预警—调控—评估”空气质量智慧决策支持系统。

五、实施高质量发展与文化遗产创新行动

围绕流域智慧管理水平不高、各有关地方高质量发展不充分，产业倚能倚重、低质低效，文化遗产保护和精神内涵挖掘不足等问题，开展智慧流域、农业、能源、文化等关键技术和产业模式研究。

构建流域智慧管理技术体系。运用物联网、遥感和无人机等技术，提升水文气象和自然灾害的动态监测能力；研究自然—社会数据融合同化技术、数字孪生技术，拓展 5G 应用场景。构建水沙、生态和环境管控的模型体系和决策平台。

开发水库河道清淤与淤泥利用技术。研发水库泥浆造排技术与装备、堆沙场高效排水技术、淤泥无害化处理与资源化利用技术，形成技术—装备—工艺—标准—应用全链条、智能监测—智慧控制—自动运行的水库泥沙解决方案。

研究旱作农业和生态牧业技术模式。研究高寒草原和温带草原生态产业布局。开展旱作农业和戈壁农业研究，研发旱作农业量产提升技术和绿色农产品提质增效技术，提出区域生态保护与牧业协调发展新模式。

研发煤炭清洁高效利用技术。研究推广矿区植被修复技术，推动煤炭产业绿色、智能发展。研究产业节能降耗和提质技术，支持能源、矿产、化工产业向精

深加工和高端化发展。

研发支撑双碳目标的多能互补技术。研究风光水出力联合预报和调度技术，研发风光水能装机匹配技术、全生命周期的流域风光水储容量设计方法，实现多能互补系统出力的精确匹配。

研究黄河文化遗产保护技术。加强黄河流域农耕文化遗产、水文化遗产和交通遗迹遗存等不同类型的文化遗产保护关键技术研发，创新黄河文化遗产系统保护的方式和途径；加强黄河文化遗产数字化保护与传承弘扬。

六、实施综合治理工程示范行动

围绕全流域水源涵养、深度节水、生态保护与功能提升、产业发展、污染治理和智慧黄河构建，创建一批技术示范区，推动科研成果应用与辐射推广。

开展区域“数字节水”技术综合示范。构建基于“自然—社会”水循环及其伴生过程模拟的节水数字化模型，集成兼顾节水、控盐、减污、提质的灌区节水技术和措施，创新近零排放的工业废水和城乡生活污水处理技术应用与集成，开展区域“数字节水”综合示范，推动节水的科学化与精准化。

开展流域生态保护技术工程示范。提升黄河上游水土流失与水源涵养的治理能力、下游河道的生态功能，打造集防洪护岸、滩区居民生活生产和生物栖息功能为一体的生态走廊示范段。遵循山水林田湖草沙冰系统治理的理念，打造宜居富裕的草原生态产业模式和示范区。建成水库淤泥环保治理和利用示范基地。

开展产业技术创新示范。推动建设杨凌、黄河三角洲、巴彦淖尔和晋中等国家农业高新技术产业示范区，带动农村创新创业。复制推广国家高新区、国家自主创新示范区、国家可持续发展议程创新示范区经验政策，支撑沿黄河地区新旧动能转换。

开展污染治理技术创新示范。选取重点煤化工基地、特大型工业园区、稀土尾矿库等，推进废水超低排放和资源循环利用新技术，开展废水低成本资源化技术创新示范区建设，促进煤化工等产业高效绿色可持续发展。

开展智慧黄河技术工程示范。研发大数据驱动的洪水泥沙智能预测预报技术和黄河模拟器，针对流域生态环境管控、大洪水防御和灾害应急等多线程需求，开展具有预报、预警、预演、预案功能的智慧黄河工程建设示范。

七、实施创新能力提升行动

建设流域创新平台和数据共享中心。布局建设一批全国重点实验室、技术创新中心、野外科学观测研究站、国家超算中心、人工智能开放创新平台等科技创新平台。加强资源配置与开放合作，促进基础数据和研究成果等交流共享。

支持企业牵头组建创新联合体。支持科技领军企业牵头组建创新联合体，突破关键技术，围绕产业链部署创新链，围绕创新链布局产业链，提升产业链创新水平；以构建企业主体、市场导向、产学研深度融合的技术创新体系为目标，支持沿黄地区大力培育高新技术企业、科技型中小企业。

培育提升沿黄科技服务能力。支持沿黄地区加快大学科技园、生产力促进中心、众创空间、星创天地、技术转移转化中心、创新联盟等建设，支持科技特派员和技术经理人队伍建设，完善激励配套政策，建设功能完备、结构清晰的市场化技术服务体系。

提升科技成果转化能力。完善国家生态环境科技成果转化综合服务平台，持续扩充污染防治和绿色低碳先进适用技术数据库，组织先进技术网络直播培训，开展线上问诊和线下技术服务。适时建设“绿色技术银行”，面向市场提供“科技成果转化+金融资本”的综合服务，建设区域绿色技术交易市场。鼓励中央和

地方财政、社会资本建立科技成果转化引导基金，完善科技投融资体系。鼓励沿黄地区建设国家科技成果转移转化示范区。

八、加强组织保障

建立流域科技创新协调机制。加强国家层面协调指导，建设黄河流域省部协同创新中心、科技创新联盟等多层次科技创新协调机制，协调跨部门、跨地区科研资料和成果共享，共同部署和布局科技创新的重大专项任务，统筹协同开展基础性和公益性研究。

加强科技投入。在国家重点研发计划中设立“长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理”“北方干旱半干旱与南方红黄壤等中低产田能力提升科技创新”“典型脆弱生态系统保护与修复”等重点专项，加强科技创新供给，推动国家重点研发计划部省联动项目改革，突破一批关键技术和重大瓶颈，形成系统的解决方案。

健全区域间科技合作机制。实施《百城千县万名专家生态环境科技帮扶行动计划》，为地方送技术、送政策、送方案。健全技术转移转化体系，支持内蒙古、晋、豫、鲁深度对接京津冀协同发展，充分发挥科技援青、科技支宁、科技兴蒙东西部合作机制，推进宁夏、青海等省份与东部地区深度合作，深化科技创新合作。

通过持续开展水沙协同调控配置基础理论和关键技术研究，进一步创新水体、土壤、大气污染防治和危废处置技术，突破流域生态环境和水沙智慧监测与管理技术，推广流域深度节水、生态系统保护、产业绿色发展、污染综合防治、智慧黄河等技术示范，形成一批战略性新兴产业和生态产业示范区，支撑黄河流域生态保护与高质量发展战略目标实现。