

附件 2

“长江黄河等重点流域水资源与水环境 综合治理”重点专项 2021 年度 项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向“健康长江、幸福黄河”构建中的重大科技需求，通过专项研究，为长江黄河水资源调控和承载力提升、水环境质量改善、生态用水需求保障、河湖生态系统功能修复及生态系统完整性提升等提供强有力的技术支撑，为流域为主体的治理与管理能力现代化水平提升提供探索性经验。

2021 年度指南部署坚持基础理论研究先行、重点关键技术优先原则/要求，围绕流域水系统健康诊断与病因识别、流域水资源系统调配与高效利用、流域水环境质量改善与综合治理、水源水质风险阻断与饮用水安全供给等 4 个技术方向，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 15 个项目，拟安排国拨

经费概算 6 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期 3~5 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

1. 流域水系统健康诊断与病因识别

1.1 长江、黄河流域水生态环境质量监测与评价技术研究与示范

研究内容：选择长江流域高原、丘陵、平原河网区和黄河流域上游水源涵养区、黄河三角洲区域等为典型研究区。在常规理化监测指标基础上结合指示生物组织污染监测，构建有毒有害污染物筛查技术，提出有毒有害特征污染物清单，建立我国流域水

生态环境监测技术体系。研发基于水文过程的生态流量监测新技术，攻克流域多手段、多尺度水生态环境监测系列新技术，建立适合我国的流域水生态监测技术体系。筛选不同区域、不同水体类型的指示水生生物类群，建立流域指示水生生物名录并绘制其空间分布图。建立统筹水环境、水资源和水生态的、涵盖物理生境、水生生物、水体理化等要素的、具有我国特色的流域水生态环境质量基准、评价指标和评价标准方法体系，构建流域水生态环境质量监测平台，并在长江、黄河流域开展业务化示范，实现水生态环境质量由单一要素监测评估到生态健康监测评估的转变。

考核指标：水环境监测、生态流量监测、水生态监测、以及水生态环境基准等关键技术 4~5 项；水生态环境质量评价技术工具包 1 个；长江、黄河流域典型区域、水域指示生物名录（图谱）各 1 套；建成长江、黄河流域重要水生生物数据库，提出长江、黄河流域水生态环境质量基准建议，提交水生态监测与评价等相关行业技术规范（征求意见稿）1 套；流域水生态环境质量监测平台各 1 个，在长江和黄河流域进行业务化示范运行，并提供一年以上业务化运行记录及应用示范报告 2 份。

1.2 长江水生态系统完整性退化与修复机制

研究内容：针对长江水生态系统完整性的显著差异性特点与不同退化成因，选择长江干流重点河段（上游高坝大库河段、

中游江湖连通河段和下游工业园区河段)、长江典型支流(人类干扰高、污染重、调水工程影响大的支流)、平原湖泊和高原湖泊等典型水体,明晰各代表性水体生态系统物理、化学、生物完整性表征指标,建立长江水生态系统完整性指标体系;识别水生生态系统完整性退化特征与关键影响因子,厘清水生态系统完整性退化与长江流域气候变化、水工程调度运行、水质恶化、食物网衰退等自然变化和人类活动的内在关系;研究水生生态系统中物质—能量迁移转化途径与控制原理,揭示不同尺度水体“水文—水动力—水质—水生生物”的多过程耦合与交互影响机制,建立长江水生态系统耦合模型;研究长江干流及重点支流(湖泊)水生态完整性状态对环境压力因子的响应规律与机制,预判变化环境下重点干支流、湖泊水生态系统完整性演变趋势,提出长江干流重点河段、重点支流、典型湖泊水生态系统完整性修复的主要调控因子及其阈值区间。

考核指标:明确长江不同类型河流、湖泊生态系统的主要指示性生物,确定不同类型河流、湖泊生态系统完整性指标和完整性退化的主控因子,构建不同典型类型水生态系统完整性诊断技术体系(10项以上),并在示范流域得到应用;建立长江流域河流、湖泊水生态完整性退化预测模型1套;提出重点区段河流、湖泊生态系统优化调控策略及主要调控因子的阈值区间;编制

长江生态系统损伤评估、生态系统修复等相关行业标准规范征求意见稿3~5项。

1.3 黄河水源涵养区环境变化径流效应及水资源预测

研究内容：研究黄河源区地面、遥感等多源立体监测数据融合技术，分析黄河水源涵养区降水、蒸发、径流、蓄量等水循环要素的演变规律；研究全球变暖下的黄河源区冻土水文过程，揭示水源涵养区水资源对下垫面和气候变化的响应机理，明晰水资源变化成因；研究黄河流域地表—地下水文过程与流域生态过程的相互作用，诊断流域生态环境变化与河川径流之间的互馈关系；建立分布式水循环与水资源模拟系统，预测未来不同气候与下垫面变化情景下黄河水源涵养区水资源变化趋势；分析未来变化环境下黄河流域水资源承载能力，研究未来黄河流域水安全和生态环境趋势及风险。

考核指标：形成多源数据融合技术及融合产品，以及黄河水源涵养区水循环参数数据集；提出基于地表—地下水文过程的多维、多尺度流域生态环境退化诊断分析方法和黄河源区等典型区域水文过程的气候响应机理模式；提出流域分布式水资源模型及具有自主知识产权的软件系统，基于多源数据驱动的流域水文模拟精度较地面监测数据驱动的模拟精度提高5%以上，模型系统在黄河业务部门得到应用；定量预测2035年、2050年黄河水源涵养区水资源变化趋势，发布黄河流域未来15~30年水资源情势分

析研判结果，形成 2~3份咨询报告，被流域管理机构或国家有关部门采用，并在黄河流域水资源规划和管理中得到应用。

2. 流域水资源系统调配与高效利用

2.1 区域水平衡机制与国家水网布局优化研究

研究内容：研究区域水平衡基础理论、水资源安全度评价方法与现代水网规划方法，研发嵌入水资源要素的高时空精度经济系统模拟技术；定量开展长江、黄河等重点流域片及重点地区的水平衡状况评价，识别主要失衡区与风险区；研究环境变化与经济社会发展对区域水平衡的影响与作用机制，科学研判全国和长江、黄河等重点流域片及重大战略经济区2035、2050年水平衡发展态势，开展水资源安全度评价；研究跨流域多区域水资源综合调配关键技术，研发全国水资源均衡调配模型以及水资源驱动的经济系统模拟模型，提出国家和长江、黄河等重点流域片及重点地区水资源均衡调配重大措施，开展水资源系统调配对河湖生态流量过程与经济社会影响的多情景精细化模拟，形成面向中远期水资源安全保障的国家水网优化布局方案与重大措施建议。

考核指标：提出基于物理机制的区域水平衡描述方程3个（流域水收支平衡、经济与生态平衡、经济社会供需平衡），建立区域水平衡诊断分析系统，提出水安全度评价方法，嵌入水资源要素的高精度经济系统模拟技术取得突破；提出跨流域多区域水资源综合

调配关键技术，构建有完全自主知识产权的全国水资源综合调配模型，实现业务化运行，完成调控一体化智能平台示范工程，促进示范区河湖生态流量达标率整体提升 10%以上；形成全国重点流域片、重大战略区的水平衡基础数据集和水资源安全度评价成果，提出国家水网优化方案、重大工程布局和相关措施建议，被国家水网工程的规划和实施采纳应用。

2.2 长江流域水工程多目标协同联合调度技术研究与应用

研究内容：针对目前长江流域联合调度工程类别单一（主要为水库群），尚未实现与调水工程、分蓄洪区、涵闸泵站等水工程系统的联合调度，尚未实现水资源—水环境—水生态等多目标协同调度等问题，研究长江流域水资源、水环境、水生态调度需求和目标，提出水资源—水环境—水生态多目标融合协同调度关系；研究建立复杂水工程多目标协同联合调度风险决策评估指标体系；研究水库、调水工程、分蓄洪区、涵闸泵站等水工程多区域协调防洪调度、联合供水调度、水环境保障及水生态调控技术；研究以“三水”多目标融合协同为重点的长江流域水工程群联合调度方案；研究水工程多目标联合智能调度技术，建立面向流域多区域防洪与水资源配置、水环境保护及水生态修复于一体的水工程多目标协同智能调度模型，并在长江流域开展示范应用。

考核指标：长江中下游干流防御标准洪水超额洪量减少 5%

以上；纳入长江流域年度联合调度运用计划的水电站弃水量减少 3%以上，长江中下游干流重要控制断面水库蓄水期平均流量增加 500m³/s 以上；开展促进鱼类自然繁殖的长江上游控制性水库群联合生态调度试验不少于 2 次；长江中游干流入洞庭湖“三口”的断流时间减少 2%；建立 1 套适应长江流域特点的水工程多目标协同联合智能调度模型，在长江流域水工程联合调度中开展应用示范，水工程规模不少于 100 座；形成以“三水”融合协同为重点的长江流域水工程调度方案 1 套，并被长江流域相关调度管理机构采纳；形成相关行业标准规范征求意见稿不少于 1 项。

2.3 黄河流域多目标协同水沙调控关键技术

研究内容：针对黄河水沙调控工程的功能布局和运用方式对水生生态系统考虑不足、泥沙调控技术和丰水年径流利用率仍待提高、水库群联合调度系统仍然空白的问题，研究黄河水沙变化和水资源梯级开发对河流生态环境的影响与累积效应，揭示水库群调度下水—沙—生态多维互馈关系与耦合机制。基于防洪减淤、供水、生态环境质量改善、发电等多目标需求，提出不同来水情势下黄河重要断面（河段）的水—沙—温阈值和适宜水沙过程。研究水库群水—沙—生态多目标协同调度技术，建立复杂系统可持续运行的定向控制方法，创建梯级水库群多维协同控制原理及调度技术。优化水沙调控体系的适宜格局和功能配置，科学确定古贤、

黑山峡和碛口水库等待建工程的功能定位和规模，提出多时空尺度、多维功能协同的全河水沙调控模式、原则和极端洪（枯）水沙情境应对策略。

考核指标：黄河干流主要断面基本生态流量及过程的保障程度提高 10% 以上，梯级水库防洪减淤和供水发电综合效益提升 5% 以上，黄河下游河道输沙能力提高 5~10%、下游和内蒙古河段最小过流能力维持在 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 和 $2200\text{m}^3/\text{s}$ 以上；提出兼顾行洪输沙—生态环境—社会经济多过程的协同调度方案与梯级水库群协同调度规则和模式、提出针对不同水沙情境流域水沙联合调控技术体系，并在黄河流域 3 座以上大型水库调度中应用示范；提出适应未来水沙变化、支撑黄河流域生态保护和高质量发展国家战略的水沙调控工程体系配置格局与中长期调控对策，并被流域机构采纳。

2.4 黄河宁蒙灌区节水—控盐—减污—生态保护技术与研究与示范

研究内容：针对灌区用水粗放、但过度节水将危及生态和粮食安全的问题，分析不同程度节水的生态响应和土壤盐渍化演变规律，研究灌区山水林田湖草系统的适宜结构和灌溉规模。研究控盐保墒秋浇/冬灌的定额科学确定方法，优化灌溉技术和灌溉制度，研发节水—控盐—减污技术与产品，评价高效节水、面源削

减、灌排协同和水肥一体化等技术与产品的适用性。研发灌区生态水文模型，揭示水—盐—污—生交互作用机理和耦合机制，分析提出可基本维持生态屏障功能的灌区节水潜力、改善灌区尾间河湖水环境和水生态的排水方式、灌区的合理引黄水量。研究水权转让和水价等促进机制和政策、以及基于水资源刚性约束的灌区适水管理策略，研究灌区农业—水文—环境—生态协同调控机制。开展水肥调控、面源消减、灌排协同和种植结构优化的节水—控盐—减污—提质技术集成，构建灌区科学节水与退水示范区。

考核指标：研发灌区节水—控盐—减污—生态保护关键技术及产品 8~10 项，提出宁蒙灌区宜农规模及节水技术集成体系、配套措施和行业标准，并被流域和区域水行政管理部门采纳；建设灌域级节水—控盐—减污—生态及水权转换典型示范区，面积分别不低于 50 万亩，耗用黄河水量减少 10%，灌溉水利用系数提高 10%以上，中度盐碱地面积减少 10%、轻度盐碱地面积减少 15%、土壤盐分减少 10%~15%，灌区退水减污 10%以上。

2.5 城镇生活节水技术装备研发及集成示范

研究内容：针对快速城镇化导致的生活用水资源紧张问题，突破以往重要节点管控的城镇节水方式，从城镇水系统的视角出发，研究不同类型城镇生活水循环系统的变化规律与驱动机制，提出含

非常规水源的城镇水系统节水重构与与均衡配置关键技术；研发基于城镇生活水循环系统水力模拟的精细化节水管控技术、设备和节水评价技术标准；研发城镇生活用水末端微循环节水综合利用技术及节水新产品，建立基于大数据分析的城镇生活节水精准动态诊断与智慧监管平台；研究水资源刚性约束下强化城镇生活节水多层次政策保障体系、用水定额标准以及全要素供水价格机制；在重点流域和缺水地区开展集成示范。

考核指标：提出含非常规水源的城镇水系统节水重构关键技术指南；提出城镇多水源多用户均衡配置技术指南；提出城镇生活水循环系统节水精细化管控技术指南；制定城镇生活节水国家标准 2 项；研发城镇生活低成本、环保型节水新产品、新设备 2 套，生命周期内成本降低 10% 以上、节水率提高 15% 以上；研发在线分布式、移动式自识别等城镇供排水漏失监测设备 2 套，定位精度 $\leq 0.5\text{m}$ 、准确率 $\geq 95\%$ ；研发原位水动力供能的水量水压水位等在线监测新设备 2 套，数据传输频率不低于 5 分钟/次，计量误差流量 $\leq \pm 3\%$ 、压力 $\leq \pm 5\%$ 、液位 $\leq \pm 5\%$ ，准确率 $\geq 95\%$ ；在经济发达地区、缺水地区和水质敏感区城镇建立 3 处以上集成应用示范区，单个示范区覆盖范围 $\geq 50\text{km}^2$ 、生活用水规模 ≥ 500 万 $\text{m}^3/\text{年}$ ，构建城镇节水大数据分析智慧监管平台，提升综合用水效率 $\geq 10\%$ 。

2.6 黄淮海地区地下水超采治理与保护关键技术及应用示范

研究内容：针对黄淮海地区地下水超采及其引发环境地质灾害和自然湿地退化问题，研究不同类型超采区地下水位不断下降对气候变化和人类活动的响应与规律，揭示典型区地下水超采致灾风险及危机机制；研究地下水资源功能、生态功能和地质环境功能的时空耦合关系，构建地下水超采致灾风险评价、预警和保护理论；研发经济合理、有效治理和智能精准管控的关键技术体系，根据不同类区地下水超采对区域经济发展和社会稳定风险情势，研发针对性地下水超采治理和防控技术方案与战略策略，提出相应流域水平衡约束下地下水合理开发与生态功能保护指标体系，并选择不同类型典型超采区开展核心成果示范应用。

考核指标：构建不同类型地下水超采致灾风险评价、预警和保护理论体系 1 套，研发地下水超采风险预警与智能精准管控的关键技术体系 1 套；示范应用 2~3 处，核心成果示范应用区地下水超采程度减缓 15%以上，显著提高我国应对地下水超采情势的预警与精准管控能力；通过示范应用，形成可复制的具有针对性地下水超采治理和防控技术方案、行业标准，提出面向国家主管部门、符合新时期生态文明建设要求的区域地下水超采治理与管控战略策略，包括 2~3 份咨询建议报告。

3. 流域水环境质量改善与综合治理

3.1 面向高盐废水资源化的低成本膜集成系统研发与示范

研究内容：针对膜技术在高盐废水资源化利用中运行成本高、膜污染严重的问题，优选并研发适用于高盐废水处理的低污染、高通量的反渗透膜材料，优化膜组件结构，提高抗污染能力并降低运行能耗；研究纳滤膜一二价离子分离的关键影响因素和控制条件，优选并研发高性能纳滤膜组件；面向高盐废水资源化，开发多膜集成—蒸发结晶耦合系统，优化膜组合模式及操作条件，研发低成本高稳定性的蒸发结晶技术和装备；识别膜集成系统各运行过程中的膜污堵关键组分，研发有机物—无机物协同去除及膜污染控制技术，提高膜集成系统运行稳定性；开展面向高盐废水资源化的膜集成系统应用示范，形成可规模化推广应用的技术标准体系。

考核指标：开发出适用于高盐废水处理的反渗透膜和纳滤膜组件；在操作压力不高于 0.5MPa 下，纳滤膜对室温下 2000ppm 硫酸镁水溶液的脱盐率大于 97%，对硫酸根和氯离子双组分体系的分盐率不低于 97%，纳滤膜通量不低于 60LMH；高盐废水工业应用纳滤膜组件清洗周期大于 1 个月，纳滤膜分盐率年衰减不高于 2%，通量年衰减不高于 5%；反渗透膜功能层厚度不低于 200nm；在操作压力不高于 6MPa 下，反渗透膜对室温下 32000ppm 氯化钠水溶液的脱盐率大于 99.7%，反渗透膜通量不低于 40LMH；高盐废水工业应用反渗透膜组件清洗周期大于 1 个月，反渗透膜脱盐率年衰减不高于 1%，通量年衰减不高于 3%；建立处理量不低于 5000 吨/

天的高盐（盐浓度大于 1%）废水资源化利用工程示范 1 项，膜集成工艺段的运行成本较现有膜系统降低 10%以上，产品盐回收率 85%以上，产品盐质量分别不低于《工业盐》（GB/T 5462-2015）中的二级质量标准和《工业无水硫酸钠》（GB/T 6009-2014）中的Ⅲ类合格品质量标准；编制面向高盐废水资源化的膜集成系统技术指南（行业标准）1 部。

3.2 污水生物处理前沿技术研发与示范

研究内容：针对长江黄河流域有机物、氮、磷和新污染物的污染与资源回收率低等关键问题，重点围绕城镇污水、污泥与痕量新污染物处理前沿技术的研发与应用，实现碳减排与污染物治理协同资源能源转化的重要目标。研发以污水厌氧氨氧化新工艺为代表的前沿生物处理技术，突破厌氧氨氧化菌工程化与规模化培养富集技术瓶颈，实现低碳源污水总氮深度去除、节能降耗与碳源利用；开发新型生物载体功能材料，强化微生物种间协同与代谢调控，显著提升微生物固碳、储碳能力；基于电化学活性微生物胞外电子传递机制，研发微生物电催化污水处理技术，微生物与生态、物化耦合处理新技术，强化新污染物的去除，提高污水中难降解组分生物转化效率和能源化效率，并实现碳减排；研发将污水或污泥中有机物、氮、磷等物质定向转化为高附加值化学品或者生物质能的生物耦合物化处理新技术，实现生物能源生产与资源回收。

考核指标：研发高效低耗、高资源能源回收率的污水、污泥生物处理前沿技术，处理能耗降低 20%以上，温室气体减排50%以上。针对城镇污水和污泥与新污染物处理，集成新型高效生物处理技术与过程控制系统和装备各 5 套，形成行业技术标准与操作规程（征求意见稿）2 套。提出微生物耦合物化处理与资源回收新技术，实现磷资源化率不低于 50%。开发基于部分厌氧氨氧化强化的城市污水深度处理工艺，建立规模不低于 30000m³/d 的工程示范 1 座；污水中有机物作为能源和碳源的利用率不低于 60%，厌氧氨氧化的脱氮贡献率不低于 20%，全流程能耗降低 30%以上。

3.3 长江流域城市水环境治理提质增效关键技术研究及示范

研究内容：针对流域厂网河湖一体化过程中多源污水和污泥亟待生态统筹与资源化处置的关键技术问题，研发与自然生态协同建设的城市径流污染源头控制关键技术与设备；研发管网雨污混接、错接和破损的非开挖检测关键技术及装备，突破管网工程建设问题的非开挖识别和智慧管控技术瓶颈；研发溢流污染和初期雨水污染控制关键技术及装备，研发受纳河湖水体水环境容量耦合厂网河湖一体化提质增效技术；研发市政污泥、管渠底泥、河道底泥等多源污泥资源化处置关键技术及装备，实现多源污泥绿色低碳资源化利用；开展长江流域典型城市多源污水—污泥—生态统筹

的资源化处置技术体系的综合应用,并在长江流域相关城市对厂网河湖一体化提质增效开展示范。

考核指标:开发降雨径流源头控制技术和设备2~4项,年径流污染控制率不低于60%;开发工程实施便捷且精确度高的管网问题精确检测技术及装备5~6项(套),管网混接错接和破损问题定位准确率比现有技术提高20%以上;开发溢流污水和初期雨水处理技术3~5项,年污染物总量削减率不低于50%;开发多源污泥处理与资源化转化技术及装备3~5项(套),污泥种类不少于3类,市政污泥内碳源回用率不低于15%,多源污泥资源化利用比现有水平提升20%以上;示范城市厂网河湖一体化提质增效服务面积不小于100平方公里,主城区水环境水质主要指标(COD、SS、BOD、NH₃-N)达到国家考核标准。

3.4 流域面源污染防控技术与应用示范

研究内容:针对我国流域面源污染日益突出、重要水质断面氮磷季节性反弹等问题,选择长江流域丘陵山区、平原河网区和黄河大型灌区为典型研究区,研发流域面源易流失多组分网络监测、河流断面水质水量在线同步监测技术和面源通量核算技术集成;突破自然径流、农业种植面源、分散畜禽养殖面源和城镇面源主要污染物溯源关键技术,研发大尺度流域面源污染负荷核算与模拟预测模型、关键源区识别解析和负荷核算技术;突破流域农业种植面源污

染零直排、养殖污染物转化分解及资源高效利用、城镇复合面源污染生物生态处理等关键技术，建立不同区域最佳面源治理技术模式；研究分区分类面源污染防治管理模式和考核评估体系，制定管理政策和相关制度标准；在长江与黄河流域，分别选择地市级行政区，开展技术应用和监督管理综合试点示范。

考核指标：提出面源污染物通量监测关键技术 2~3 项，并业务化应用；面源污染溯源识别和污染负荷核算关键技术 3~5 项；研发大尺度流域面源污染模拟计算机模型（含通量监测、污染溯源与负荷核算工具）；断面污染物通量监测、面源污染溯源与负荷核算行业技术规范或技术指南（征求意见稿）1 套；形成农业种植、畜禽养殖、城镇复合面源污染最佳治理技术模式 1 套；面源污染防治管理模式和考核评估体系 1 套；政策制度和相关行业标准（征求意见稿）1 套；综合试点示范 2~3 个。

4. 水源风险阻断与饮用水安全供给

4.1 饮用水源风险优控污染物清单与风险源分布热点图

研究内容：整合长江、黄河沿线工业园区布局、企业生产工艺及产品信息、毒理学数据，开展重点排污口监测调查，建立长江、黄河流域典型工业源排放的致癌物、内分泌干扰物等健康风险物质的污染源数据库，绘制流域高风险污染物的风险源分布热点图；针对流域断面及重点排污口筛查出的多种疾病相关生物效应，利用疾

病相关靶蛋白与高分辨质谱相结合的高通量靶向分析与非定向分析手段，鉴定出主要健康风险物质，并以饮用水水质标准制定为约束条件开展毒理学研究；针对长江、黄河干流与一级支流关键断面和集中式饮用水水源，开展流域代表性健康风险物质的污染特征与工艺可处理性研究，制定流域饮用水源及饮用水优控污染物清单，为我国饮用水标准持续更新修订、行业排水毒性减排和风险因子管理提供科技支撑。

考核指标：明确长江、黄河干流和一级支流不少于 8 类健康相关的生物毒害效应分布特征，利用疾病相关靶蛋白与高分辨质谱相结合的水环境中健康风险物质高通量识别技术，提交不少于 8 类健康相关生物毒害效应物质清单；建立饮用水 700 种风险污染物高通量分析方法，结合靶向分析与非靶向分析结果，提出基于 700 种以上风险物质的长江、黄河流域饮用水源优控污染物清单和数据库 1 份，形成饮用水风险管控技术体系；提出不少于 20 种高风险污染物的长江、黄河干流和一级支流流域负载图和流域潜在风险源热区图，建立饮用水源风险管控技术体系，制定长江、黄河流域饮用水源优控污染物清单、高风险污染物管控国家或行业等技术导则标准或规范，被管理等部门采纳。

4.2 长距离调水工程水质安全保障关键技术研发与应用

研究内容：针对南水北调长距离调水工程中存在的藻贝类有毒

有害污染物、沿线水体掺混后的复合污染等问题，研发基于生物毒性效应导向的风险污染物高通量测试技术，构建水质安全评价方法，甄别筛选优先控制有毒有害风险污染物；识别调水干线藻贝类暴发机制与关键因子，开发基于物理机制和深度学习的预测预警模型和设备，实现智能预警和趋势预测，研发适合长距离调水渠道特性的藻贝类治理与固定清栖的整装成套技术与装备并进行示范；研究水动力条件变化对污染物迁移转化及水质稳定性的影响，建立长距离调水工程水量水质交互影响智能预测系统，研发水质安全保障的水动力调控关键技术，构建水量水质联合优化的智能化调度系统；研究消毒副产物前体物、臭味物质、藻毒素等藻源污染物在输水过程中的迁移转化规律，揭示藻类和有毒有害污染物在水源区、枢纽区、调蓄区等关键节点的污染特征及形成机制，研发输水沿线关键节点水质安全保障关键技术；研发高效去除饮用水典型新污染物的深度处理关键技术，研制大剂量高级氧化设备、节能型纳滤膜组件等深度处理系统；研究突发水污染事件快速监测及应急处置技术，建立具备风险污染物识别—预警—调控—处置的决策支持综合管理平台，开展长距离输水水质安全保障技术综合应用示范。

考核指标：形成长距离输水工程水质安全保障优控污染物溯源甄别技术及装备，建立包含毒性数据、离子碎片等质谱信息的重点风险污染物数据库，构建调水水质安全评价方法并研制相应的智能

软件各 1 套；开发长距离调水干线藻贝类暴发在线检测预警设备，实现 7 天、3 天的藻类变化预报，研发藻贝类治理与固定清栖的整装成套装备 1 套，研制壳菜清理水下机器人和渠道底栖智能清理设备各 1 套，综合防治技术可降低示范结构中壳菜幼虫密度的 50% 以上；研发水量水质交互影响的水动力—水环境耦合模拟智能预测预警系统 1 套，预测时间不少于 7 天，预警准确率不低于 90%，构建水量水质联合优化的智能化调度系统 1 套；研发输水沿线关键节点水质安全保障关键技术，输水沿线藻类、氮磷、风险污染物等深度削减的生物生态控制关键技术并开展技术示范，规模不少于 10 万 m^3/d ，风险污染物削减 30% 以上，处理成本降低 20% 以上；开展南水北调饮用水深度处理技术示范，工程规模不少于 20 万 m^3/d ，典型新污染物消减 50% 以上，饮用水深度处理装备的价格比国外同类产品降低 40% 以上；研发多源生物在线预警监测设备 1 套，构建风险污染物识别—预警—调控—处置的全过程决策支持综合管理平台示范并业务化运行。通过长距离输水水质安全保障技术综合应用示范，总体实现调水工程水质风险可预测、污染可预防、优劣可调控、安全可控制。