

黄河流域水沙变化机理与关键调控技术

- 【获奖等级】** 应用成果奖一等奖
- 【任务来源】** 国家科技计划项目、行业部委项目
- 【起止时间】** 2014 年 1 月~2021 年 3 月
- 【完成单位】** 中国水利水电科学研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、西安理工大学、清华大学、黄河流域水土保持生态环境监测中心
- 【主要完成人】** 张晓明、胡春宏、安催花、张治昊、赵 阳、于坤霞、徐梦珍、高健翎、李 鹏、刘红珍、张铁钢、辛 艳、张永娥、胡海华、王友胜

一、研究背景

水少沙多、水沙关系不协调，是黄河复杂难治的症结所在。黄河的问题，表象在黄河，根子在流域。自上世纪 80 年代以来黄河流域水土保持生态建设持续开展，黄河年均沙量从 1919~1959 年 16 亿 t/a 锐减至 2010~2020 年 1.83 亿 t/a，减幅 89%。黄河水沙变化如此之大、如此之快，究其原因是什么？未来黄河沙量锐减是周期性还是趋势性？新水沙条件下黄河重大水沙调控工程布局及调度方式如何决策等？既是重大科学问题，也是事关黄河重大国家战略实施的核心基础问题。

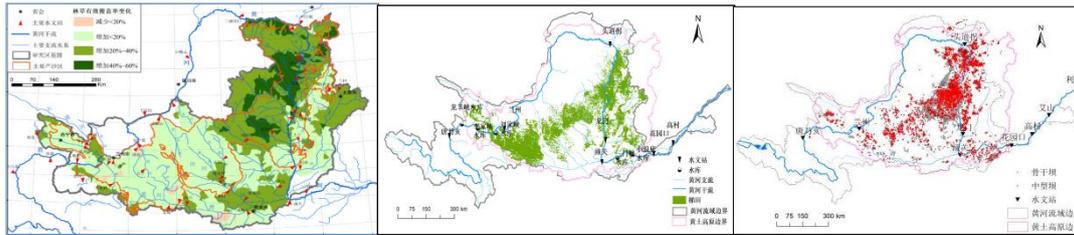


图1 黄河流域主要产沙区林草覆被率变化及梯田、淤地坝空间分布

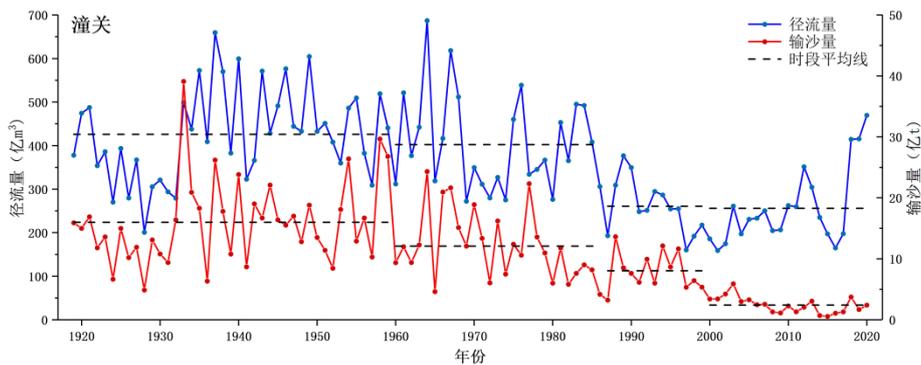


图2 1919~2020年黄河（潼关站）水沙变化

二、主要内容

在国家重点研发计划和国家自然科学基金等项目支持下，通过多学科交叉、多手段解析、多模型集合评估和多情景设计，从全流域视角和系统整体性出发，开展了黄河水沙变化机理、趋势与治理基本理论和关键技术创新研究，形成了涵盖理论认知~技术研发~应对策略的成果体系。

1、基础理论研究：解析了百年尺度黄河水沙演变规律，辨识了流域水沙变化多因素耦合驱动机制及贡献率。

2、关键技术研发：研发了流域水沙变化趋势集合评估技术，预测了未来30~50年黄河水沙量。

3、支撑治黄实践：提出了维持黄河健康的水沙调控阈值体系与新水沙条件下黄土高原和黄河流域水沙调控技术。



图 3 总体技术方案

三、创新点

1、揭示了百年尺度黄河流域水沙演变机理与多措施耦合驱动机制，厘清了黄河沙量减少的单项措施贡献率与群体效应，辨识了极端暴雨流域洪沙产输特征及水土保持成效，阐明了黄河水沙锐减成因。

2、首创性地构建了流域水沙变化趋势预测集合评估技术，填补了既有水沙变化预测方法适用性定量评估技术空白，综合考虑极端降雨情景，集合预测了黄河潼关站未来 30~50 年水沙量，研判了未来黄河水沙变化趋势。

3、首次从全流域视角构建了维护黄河健康的流域~河道~河口水沙调控阈值体系，识别了维持黄河未来水沙关系相对稳定的入黄沙量阈值与干流河道和河口平衡的输沙量阈值，提出了新水沙关系系统调控的黄土高原适宜“治理度”措施布局、黄河流域防洪减淤和水沙调控技术及措施。

四、推广应用

依托黄河流域水沙变化机理与关键调控技术成果，形成重大建议3项并提交中办和国办，得到国家领导人批示。提出的黄土高原治理方向与黄河治理策略成果被黄委规划计划局、黄河上中游管理局和黄河勘测规划设计研究院等采纳，应用于《黄河流域生态保护和高质量发展水安全保障规划》《黄河流域生态保护和高质量发展水利专项规划》等；编制完成《黄河流域淤地坝建设和坡耕地水土流失综合治理“十四五”实施方案》，并由水利部和国家发改委批复实施。提出的新水沙条件下黄河防洪减淤与水沙调控模式有效支撑了黄河古贤、黑山峡等重大项目论证。

