

一、项目名称

黄河径流变化及入海径流约束指标

二、提名意见

黄河是我国西北和华北十分重要的水源，也是该区重要生态廊道。2000年以来，一方面黄河来水锐减，同时经济发展和生态保护向黄河供水提出了更高要求。如何科学把握黄河径流情势，合理预留入海流量和水量，是黄河水资源配置、调度和管理面临的重大问题，也是社会各界关注的热点问题。

在黄河水利委员会统一组织和协调下，经十多年科技攻关、实践检验和不断修正，该项目取得了一系列创新性成果：构建了大空间尺度林草植被/梯田建设与河川径流的响应模型，揭示出岩溶水排泄区水库蓄水和采煤等特殊因素对黄河补给-径流-排泄的影响机制，对现状和未来产汇流环境下的黄河天然径流量家底给出了答案；发现了实现黄河下游主槽冲淤平衡的水沙条件阈值，揭示了黄河径流条件与黄河口水生生态系统健康状况的响应关系，以兼顾生态文明和经济发展用水为原则提出了黄河入海径流的约束指标。

2008年以来，成果已被《黄河流域综合规划》等多项流域性规划采纳并颁布，成为项目审批的依据和黄河水资源管理的重要参考，并有力支撑了近十年的黄河下游生态调度，取得了重大社会效益；所揭示的基本规律和重要认识，显著促进了相关学科发展；积累的基础数据已被广泛共享。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

1987年国务院颁布的“黄河可供水量分配方案”以“黄河天然径流量 580 亿 m^3 (花园口 560 亿 m^3)”为基数,以“入海水量 210 亿 m^3 ”为约束,确定可供相关省区取用的水量为 370 亿 m^3 。三十年来,该方案一直是黄河水资源配置、调度与管理的依据,也是相关省区取用黄河水的红线。但近 20 多年黄河天然径流量大幅减少,如降雨略丰的 2000-2016 年,花园口断面天然径流量只有 449 亿 m^3/a !同时,区域社会经济发展对黄河水的需求不断增加,加之来沙明显减少,促使人们对“入海水量 ≥ 210 亿 m^3/a ”的必要性提出质疑。另一方面,生态文明建设却向黄河入海径流提出了更高要求。如何客观把握黄河的河川径流变化趋势、科学合理预留入海流量和水量,已成为黄河水资源配置、调度和管理必须正视和解决的重大科技问题。

本研究指出,黄土高原梯田和植被改善、地下水超采、蓄水工程蒸发和阻滞是黄河近年径流锐减的主要原因;在现状产汇流环境和多年平均降水情况下,花园口天然径流量约为 460 亿 m^3/a ;未来,如果降雨水平不变,该径流情势将基本稳定。为将黄河口水生态系统维持在可接受的健康水平,并实现黄河下游平滩流量 $\geq 4000m^3/s$ 的控制目标,利津断面 4~6 月生态敏感期水量应 ≥ 30 亿 m^3 、日均流量达 $160\sim 250m^3/s$,冬季 $50\sim 100m^3/s$,夏秋季平水期 $100\sim 300m^3/s$;洪水流量 $\geq 3500m^3/s$;若下游来沙 3~5 亿 t/a ,低限入海水量应 $\geq 100\sim 130$ 亿 m^3/a ,适宜入海水量应达 $120\sim 160$ 亿 m^3/a 。本成果的主要创新点如下:

- 1、分析了黄土高原产汇流环境的变化,揭示了黄河近年天然径流

大幅减少的动因及贡献、以及径流变化趋势。构建了大空间尺度林草植被变化/梯田建设与河川径流的响应模型，解决了黄土高原林草梯田减水计算的难题。首次揭示出岩溶水排泄区水库蓄水和采煤等特殊因素对黄河补给-径流-排泄的影响机制。

2、诠释了河流健康的内涵与标志，在国内大江大河上率先构建了河流健康指标体系；定量提出了冲积性河段主槽过流能力、水质和水生态保护等黄河健康的现阶段评价指标及其标准，明确了计算入海径流约束指标的前提。

3、揭示了黄河下游漫滩及非漫滩洪水高效输沙机制，建立了主槽冲淤临界水沙关系、冲积性河流河床演变滞后响应模型，发现了实现黄河下游主槽冲淤平衡的水沙条件阈值，提出了维持下游平滩流量 $\geq 4000\text{m}^3/\text{s}$ 左右所需要的洪水条件。

4、揭示了黄河径流条件与水生生物繁衍生息的响应关系，构建了黄河鲤的栖息地模型；揭示了河口湿地和近海水生物对黄河径流条件的要求；提出了不同季节的入海流量和水量约束指标。

2008 年以来，黄河健康指标和入海径流约束指标、径流变化原因与趋势等成果已被《黄河流域综合规划》等多项流域性规划采纳并颁布，成为项目审批的依据和黄河水资源管理的重要参考，并有力支撑了近十年的黄河下游生态调度，效益重大。所获取的丰富基础数据，已进入相关单位的数据库和共享平台。依托本项目，获省部级科技奖一等奖 3 项、二等奖 1 项，国家级图书奖 1 项，发明专利 1 项，软件著作权 1 项，出版专著 8 部，发表论文 351 篇、其中 SCI 或 EI 收录

43 篇。

四、客观评价

1. 鉴定情况

(1) 2016 年 6 月, 河南省科技厅组织鉴定委员会(由刘昌明和胡春宏等院士/专家组成), 对“黄河上中游河川径流变化的主要驱动力及其贡献”进行鉴定。鉴定认为, 该成果形成了长时间序列的产汇流驱动力因子数据集; 构建了黄河遥感水文分析模型、研发了植被蒸散发模型, 从区域尺度和流域尺度上揭示了林草植被和梯田建设对河川径流的影响机制, 为科学评价林草植被与梯田对河川径流影响、流域绿水/蓝水格局提供了新途径; 揭示了黄河流域主要产水区和主要产沙区降雨-径流关系的变化规律; 分析了岩溶水排泄区水库蓄水对黄河北干流补排关系的影响, 揭示了流域尺度上煤矿开采对河川径流的影响机制; 定量提出了林草、梯田、地下水开采和蓄水工程运用等主要驱动力对黄河径流变化的贡献。成果总体达到国际领先水平。

(2) 2014 年 3 月, 水利部国际合作与科技司组织鉴定委员会(由胡春宏院士和富增慈等专家组成), 对“黄河冲积性河段主槽演变机理及治理措施”进行鉴定, 认为该成果阐明了前期水沙条件对河床演变累积影响的机理, 为河流非平衡态调整过程的模拟提供了理论和方法; 建立了洪水峰型和历时对河道输沙影响的量化关系, 提出了“淤滩刷槽”和“淤滩淤槽”的模式与具体判别条件、维持主槽不萎缩的临界水沙条件, 为黄河水沙调控提供了技术支持。成果总体达国际先进水平, 其中平滩流量滞后响应模型达到国际领先水平。

(3) 2010 年 5 月, 水利部国际合作与科技司组织鉴定委员会(由王浩、王光谦和胡春宏等院士/专家组成), 对“黄河环境流研究”进行鉴定, 认为该成果首次论证提出了黄河水生态健康的评价指标、标

准和现阶段目标；提出用“平滩流量”作为表征黄河下游和宁蒙河段河槽健康的评价指标和适宜标准，以及维持黄河下游和内蒙河段河槽健康所需要的水沙条件；提出了以水质目标为约束的自净需水计算方法；提出了黄河各典型断面环境流推荐方案。成果总体达到国际领先水平。

(4)2006年11月，水利部国际合作与科技司组织鉴定委员会(由刘昌明、陈志恺、王光谦和夏军等院士/专家组成)，对“维持黄河健康生命的理论与实践”进行鉴定，认为该成果系统阐述了河流生命、河流健康和维持黄河健康生命的科学内涵，为黄河治理奠定了理论基础。以河流的社会功能和自然功能基本平衡为指导思想，建立了确定黄河健康生命评价指标的分析方法，提出了黄河下游主槽过流能力恢复目标、维持黄河生命的低限径流指标、黄河干流水质恢复目标等黄河健康生命的主要评价指标。成果达国际领先水平。

2. 知识产权情况

出版专著8部，包括：黄河环境流研究、黄河近年水沙锐减成因、黄河干支流重要河段功能性不断流指标研究、维持黄河主槽不萎缩的水沙条件、黄河下游河道对洪水的响应机理、水库调水调沙、遥感水文、生态水文模型与应用；发表论文351篇、其中SCI或EI收录43篇。

刘晓燕等出版的专著《黄河环境流研究》2010年获河南省优秀图书一等奖，并在2011年入选国家新闻出版总署组织的“三个一百”原创出版工程（注：原为国家优秀图书奖）。

刘晓燕等2014年发表在《水利学报》的论文“黄土丘陵沟壑区大空间尺度林草植被减沙计算方法研究”、杨胜天等2014年发表在《地理学报》的论文“1976年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程

度的响应”分别入选为中国精品科技期刊顶尖学术论文；刘晓燕等“黄河主要产沙区近年降雨变化的空间格局”获《水利学报》2016年度优秀论文。据 Springer2011 年统计，刘昌明和刘晓燕 2009 年发表的“Healthy river and its indication, criteria and standards”是《Journal of Geographical Sciences》2005-2010 年发表论文中下载最多的论文；吴保生等发表的“Delayed response model for bankfull discharge predictions in the Yellow River”获《International Journal of Sediment Research》2010-2012 年度最佳论文。

3. 主要科技奖励

成果获大禹一等奖 3 项，大禹二等奖 1 项。

(1) 黄河近年河川径流减少的主要驱动力及其贡献，大禹一等奖 (2017 年)

(2) 黄河环境流研究，大禹一等奖 (2011 年)

(3) 维持黄河健康生命的研究与实践，大禹一等奖 (2008 年)

(4) 黄河冲积性河段主槽演变机理及治理措施，大禹二等奖 (2015 年)

五、推广应用情况

(1) 所提出的黄河现阶段健康指标和标准、黄河干流各断面生态流量和黄河下游输沙需水量成果已被黄河流域综合规划(国务院颁布，国函[2013]34 号)、黄河流域水资源综合规划(注：国务院批复了全国水资源综合规划(国函[2010]118 号)，黄河流域水资源综合规划是其组成部分)、黄河流域水资源保护规划(水利部印发,[2017]191 号)、黄河流域水中长期供求规划(注：水利部颁布了全国水中长期供求规

划，水规计[2016]390号，黄河流域水中长期规划是其组成部分）和黄河流域河口综合治理规划（待批复）等重要规划采纳。

（2）所提出的现状产汇流环境下的花园口径流特征值“460亿 m^3 ”，已经得到业内的广泛认可，并成为黄河水资源管理与调度的重要依据；有关黄河近年河川径流大幅减少的主要动因及其贡献方面的研究结论，已被应用于南水北调西线工程前期研究、黄河流域无定河等7条跨省支流的综合规划编制和黄河水文特征值修订。

鉴于该成果对黄河水资源管理、配置和调度的重要意义，相关研究成果获得黄河水利委员会2016年度科技进步一等奖，并在年度获奖成果中排名第一。

（3）2008年以来，所提出的黄河利津断面在年内不同时间段的流量控制标准已经直接应用于黄河水量统一调度的生产实践，为黄河从“不断流”走向“功能性不断流”提供了有力支撑。事实上，2008年以来，本项目组核心成员一直作为年度调度方案制定者或实施者、生态恢复跟踪监测者和研究者，参与到黄河生态调度的生产实践中。

（4）项目组提出的“维持黄河下游主槽不萎缩的洪水条件（流量/历时）”已经被应用于黄河调水调沙生产实践中。

（5）项目在降水、林草、梯田和坝库等方面积累的海量基础数据不仅为本项目提供了坚实的技术支持，而且已经进入黄河上中游管理局的水土保持数据库、黄河流域水资源保护局数据库，以及国家重点研发计划黄河项目开发的数据仓库和共享平台。

所积累的水生生态数据为本项目、黄河水沙调控体系的重大工程

环评和黄河水量生态调度奠定了坚实的科学基础。

(6) 项目组发现的新建水库初期蓄水被漏计的现象, 以及宁、蒙、晋、陕等省(区)大型灌区的实际耗水系数等成果, 2014年以来已被《黄河水资源公报》编制单位采纳。

(7) 在黄河水利委员会提出“维持黄河健康生命”新理念、并确定出黄河健康的指标及其标准后, 珠江、长江、塔里木河和黑河等国内大江大河管理机构也相继提出了“绿色珠江建设规划”等治河理念。本项目组提出的河流健康内涵和黄河健康指标体系等成果为之提供了重要借鉴。

六、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	有效状态
发明专利	一种植被覆盖度动态获取装置	中国	CN 102954787 B	2016.04.27	ZL 201210418085.6	北京师范大学	杨胜天; 宋文龙; 王志伟	有效
计算机软件著作权	基于成因分析的下垫面变化减沙响应测算系统 V1.0	中国	2015SR242443	2015.12.03	软著登字第 1129529 号	黄河流域水土保持生态环境监测中心; 武汉中恒信科技有限公司		有效
实用新型专利	一种便携式生态水文实验与监测系统	中国	CN 202974977 U	2013.06.05	ZL 2012 2 0556567.3	北京师范大学	杨胜天; 宋文龙	有效
实用新型专利	一种便携式人工模拟降雨装置	中国	CN 203039577 U	2013.07.17	ZL 2012 2 0555806.3	北京师范大学	杨胜天; 宋文龙	有效
专著	黄河近年水沙锐减成因	中国	ISBN 978-7-03-051159-1	2016.12		科学出版社	刘晓燕等	
专著	黄河环境流研究	中国	ISBN 978-7-80734-743-9	2009.12		黄河水利出版社	刘晓燕等	
论文	黄土丘陵沟壑区大空间尺度林草植被减沙计算方法研究	中国		2014.2		水利学报	刘晓燕, 杨胜天, 等	
论文	Healthy River and its indication,criteria and standards	中国		2009.1		Journal of Geographical Sciences	刘昌明, 刘晓燕	
论文	Delayed Response Model for Bankfull Discharge Predictions in the Yellow River	中国		2011.8		International Journal of Sediment Research	Wu Baosheng, Li Lingyun	

七、主要完成人情况

姓 名	刘晓燕	排 名	1
技术职称	教授级高工		
工作单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
完成单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>制定研究方案；指导各专题研究；编写技术报告。</p> <p>构建了大空间尺度林草植被变化/梯田建设与河川径流的响应模型，解决了黄土高原林草梯田减水计算的难题。首次揭示出岩溶水排泄区水库蓄水和采煤等特殊因素对黄河补给-径流-排泄的影响机制。</p> <p>诠释了河流健康的科学内涵和标志，提出黄河健康指标体系。提出用“平滩流量”作为度量黄河下游主槽断面形态及其规模的评价指标，并确定下游主槽的适宜规模为4000~5000m³/s。首次提出将“主槽不萎缩”与“输沙需水”挂钩。</p> <p>基于生态需水研究应用后的实际效果，提炼归纳了三角洲淡水湿地和下游淡水鱼类对黄河径流条件的需求；分析揭示了河口近海水生生物对黄河径流条件的需求。</p>			

姓 名	张原锋	排 名	2
技术职称	教授级高工		
工作单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
完成单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>负责维持黄河下游河槽不萎缩的水沙条件研究。以汛期的洪水期和平水期、非汛期及系列年为时间序列，以主槽、滩地为冲淤空间范围，基于不同量级洪水的塑槽机理，提出了考虑洪水、平水及非汛期冲淤作用的、滩槽冲淤影响的维持主槽不萎缩的输沙水量计算方法及相应的水沙条件，首次实现了输沙水量、平滩流量及水库调控的耦合计算，提出了黄河下游不同沙量及水库调控条件下的输沙需水量及输沙所需洪水水量。</p>			

姓 名	连煜	排 名	3
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	黄河水资源保护科学研究院		
完成单位	黄河水资源保护科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>负责项目水资源和流量变化的黄河生态系统影响研究及径流变化的河流健康评估，对黄河下游浮游生物和平原性代表鱼类种群发育和演替的水流与水资源影响进行研究。参与黄河生态指标体系的构建和研究。</p> <p>负责黄河径流条件与河口水生物繁衍生息响应研究，提出了不同季节的入海流量和水量的生态学响应与生态控制指标，研究变化水资源影响下的河口生态演变和维持机理，确定生态水量过程，以及敏感保护对象修复目标与水文生态过程。</p>			

姓 名	金双彦	排 名	4
技术职称	教授级高工		
工作单位	黄河水文水资源科学研究院		
完成单位	黄河水文水资源科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>国家“十二五”科技支撑计划课题《黄河中游河川径流锐减驱动力及人为调控效应研究》(2012BAB02B04)第二负责人、专题六第一负责人，负责降水变化及其对河川径流的影响，完成专题申报书、任务书和专题报告的编写，参与总报告的编写完成。通过对河龙区间、泾河、渭河和北洛河等典型地区历年雨量站数量变化分析，确定研究基准年采用1966年、现状年采用1977年雨量站网；研究区不同时间尺度降水数据的采集、处理和变化分析；主要产水区径流变化及降水径流关系分析；近年典型暴雨产洪调查及暴雨洪水分析，典型支流径流减少原因分析。</p>			

姓 名	李小平	排 名	5
技术职称	教授级高工		
工作单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
完成单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>通过研究黄河下游低含沙洪水期冲刷效率与流量的关系，中、高含沙量洪水输沙效率与流量、含沙量的关系，提出了高效冲刷和高效输沙的流量级，为黄河下游河道健康河槽适宜平滩流量指标提供技术支撑。分析了黄河下游不同时期汛期平水期水沙特点和河槽冲淤调整特点；研究了平水期河道冲淤与水沙条件的响应关系；研究提出了黄河下游非汛期调控指标。研究提不同水沙条件下，黄河下游冲淤计算方法，预测未来可能水沙条件下黄河下游河道冲淤趋势。</p>			

姓 名	黄锦辉	排 名	6
技术职称	教授级高工		
工作单位	黄河水资源保护科学研究院		
完成单位	黄河水资源保护科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>(1) 负责构建巩义和利津河段黄河鲤鱼产卵场的二维水动力学模型及栖息地模型，制定鱼类生态习性和野外小脉冲洪水对亲鱼产卵的影响实验研究方案，开展黄河鲤鱼发育繁殖与流速、水温、溶氧等关系实验室模拟，建立黄河川径流条件与水生生物生存状态的响应关系，提出了满足鱼类不同生长阶段的生态流量过程线。</p> <p>(2) 通过黄河水沙变化及营养盐入海观测研究，以及近海水生生物生存环境及物种变化研究，揭示河口近海水生生物对黄河径流条件的需求。</p>			

姓 名	裴勇	排 名	7
技术职称	高级工程师		
工作单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
完成单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>组织实施 2008 年以来的逐年黄河下游生态调度，制定年度调度方案和三角洲湿地补水方案。</p> <p>逐年跟踪黄河三角洲生态补水后的生态效果监测，完成 2008-2016 年生态补水效果评价。</p> <p>基于连续 10 年的生态调度实践和生态恢复效果，对科研团队提出的利津断面不同月份的流量和水量约束指标提出修正意见，被采纳。</p> <p>基于 1999 年以来的黄河水资源管理和调度实践，对黄河径流变化原因与趋势研究成果提出修正意见，被采纳。</p>			

姓 名	杨胜天	排 名	8
技术职称	教授		
工作单位	北京师范大学		
完成单位	北京师范大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>(1) 完成了黄河中游地区 1980 年至 2010 年的 30 米空间分辨率土地利用与植被覆盖遥感信息提取，定量揭示出 30 年来黄河中游下垫面变化情况，奠定了大尺度林草减少减沙计算方法的数据基础，明晰了退耕还林还草政策和社会经济发展对林草植被恢复的重要作用。</p> <p>(2) 建立了黄土高原区域水循环模型、流域水文与坡面水沙联动三个尺度的分布式模型，通过情景分析数字实验，定量揭示出黄河中游地区林草植被恢复对减的贡献率。</p>			

姓 名	吴保生	排 名	9
技术职称	教授		
工作单位	清华大学		
完成单位	清华大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>基于冲积河流自动调整的基本原理，建立了冲积河流的滞后响应模型；阐明了前期沙条件对河道主槽调整的滞后影响的物理本质；</p> <p>以平滩流量为代表，得到了平滩流量的滞后响应模型的基本方程及计算方法，研究平滩面积对长系列径流泥沙过程的响应规律。</p>			

姓 名	申冠卿	排 名	10
技术职称	教高	最高学历	
工作单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
完成单位	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>研究揭示了黄河下游漫滩及非漫滩洪水高效输沙机制。提出了优化水沙过程的水沙置原则，洪水峰型系数和水库调控系数及其与黄河下游河道输移能力间的量化关系，建立了河道输沙能力与洪水历时参数间的响应关系式，不同类型漫滩洪水“淤滩刷槽”、“滩淤槽”模式及相应的水沙组合判别条件，提出了高效输沙的洪水流量和洪水历时。</p>			

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	黄河水利委员会黄河水利科学研究院				
排 名	1	法定代表人	王道席	所在地	河南郑州
通讯地址	河南省郑州市顺河路 45 号				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>构建了大空间尺度林草植被变化/梯田建设与河川径流的响应模型，解决了黄土高原林草梯田减水计算的难题。首次揭示出岩溶水排泄区水库蓄水和采煤等特殊因素对黄河补给-径流-排泄的影响机制。</p> <p>诠释了河流健康的科学内涵和标志，提出黄河健康指标体系。提出用“平滩流量”作为度量黄河下游主槽断面形态及其规模的评价指标，并确定下游主槽的适宜规模为4000~5000m³/s。首次提出将“主槽不萎缩”与“输沙需水”挂钩。</p> <p>基于生态需水研究应用后的实际效果，提炼归纳了三角洲淡水湿地和下游淡水鱼类对黄河径流条件的需求；分析揭示了河口近海水生生物对黄河径流条件的需求。</p> <p>研究了洪水塑槽作用机理，建立了洪水峰型及历时对河道输沙影响的量化关系，提出了“淤滩刷槽”、“淤滩淤槽”模式与具体判别条件，提出了高效输沙洪水流量及洪水历时；研究了平水期不同水沙过程对河道主槽萎缩的影响，提出了平水期不同水沙过程对河道主槽萎缩的影响模式；提出了黄河下游不同沙量及水库调控条件下的输沙需水量及输沙所需洪水水量；提出了黄河下游平水期不同水沙过程对河道主槽萎缩的影响。</p>					

单位名称	黄河水资源保护科学研究院				
排 名	2	法定代表人	潘轶敏	所 在 地	河南郑州
通讯地址	河南省郑州市城北路东 12 号				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>(1) 建立了基于系统生物学基础的黄河代表物种适宜度标准曲线。采取野外生态监测、栖息地同步观测、实验室控制模拟相结合的方法对代表物种黄河鲤生物学特性与栖息地水动力、水环境条件关系进行研究，建立了黄河鲤鱼繁殖期、生长期及越冬期不同生境因子适宜度标准曲线，奠定了黄河鱼类生态需水的生物学理论基础。</p> <p>(2) 创建了多泥沙河流栖息地模型。建立黄河干流代表物种栖息地二维水动力学模型，耦合代表物种栖息地适宜度标准曲线，建立了黄河代表物种栖息地状况与河川径流相关关系，演算了流量、流速、水深等水文要素和代表物种栖息地规模及质量之间响应关系。</p> <p>(3) 耦合提出黄河巩义和利津河段生态需水过程线 and 目标值。应用河流栖息地模拟法，综合生态水文学和历史流量恢复法，探索提出基于定量保护目标的生态需水过程线，包括流量、过程、发生时机、持续时间等，为黄河生态调度提供技术支撑。</p> <p>(4) 研究提出了黄河近海水量需求。研究了黄河调水调沙期间水沙变化对河口生态系统的影响，揭示了入海水量沙量变化、近海盐度及营养盐变化、河口段冲淤变化与湿地生态景观及近海水域生态的关系，初步提出了维持近海生态系统良性循环的水量沙量要求。</p>					

单位名称	黄河水文水资源科学研究院				
排 名	3	法定代表人	高文永	所 在 地	郑州市
通讯地址	郑州市城北路东 12 号				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>承担完成国家“十二五”科技支撑计划课题《黄河中游河川径流锐减驱动力及人为调控效应研究》(2012BAB02B04)。</p> <p>(1) 降水数据的采集和处理。采集和整理了研究区 1956~2014 年的逐年逐日 1198 万个实测降水数据，利用 GIS 生成基准年和现状年的 1966 年和 1977 年雨量站网。</p> <p>(2) 天然径流量的还原和实测径流量的收集、整理、变化分析。计算了各主要水文站的逐年基流量、洪量和 6~9 月径流量。</p> <p>(3) 主要产水区、产沙区不同时间尺度降水及降水-径流关系变化分析。</p> <p>(4) 超采地下水是导致近年天然径流偏少的重要因素。分析得出，未来地下水开采对河川径流的影响增量不会超过 33 亿 m³。</p> <p>(5) 耗水量调查。通过对河口镇-潼关区间实际供水量、用水量和用水方式调查，以及宁蒙河段引退水调查，基本摸清了 2007~2012 年两地区实际供耗水情况。</p> <p>(6) 参与新建或在建水库初期蓄水对天然径流量还原的影响分析，并将结果及时反馈到黄河水资源公报编制工作中。</p>					

单位名称	清华大学				
排 名	4	法定代表人	薛其坤	所 在 地	北京市
通讯地址	北京市海淀区清华园 1 号				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>建立了黄河冲积性河段的河床演变滞后响应模型及相应的平滩流量计算方法，阐明了前期水沙条件对河床演变累积影响的机理，为河流非平衡态调整过程的模拟提供了理论和方法；建立了维持主槽不萎缩的输沙需水量计算方法，得出了维持黄河下游主槽不萎缩的临界水沙条件，为黄河下游水沙调控提供了技术支撑。</p> <p>研究提出的黄河下游河道主槽断面对不同长系列径流泥沙过程的响应，冲积河流的滞后响应模型，维持黄河下游主槽一定过流能力所需的水沙量和水沙过程等研究成果在黄河防汛指挥调度、调水调沙生产运行中得到了应用。</p>					

单位名称	北京师范大学				
排 名	5	法定代表人	董奇	所在地	北京
通讯地址	北京新街口外大街 19 号北京师范大学				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>承担完成国家“十二五”科技支撑计划专题《黄河中游产沙环境演变及其水沙调控效应分析》(2012BAB02B05-05)和专题《黄河中游雨养植被新增耗水及坡面土地利用变化对产汇流的影响分析》(2012BAB02B04-05)</p> <p>主要完成的工作及成果如下：</p> <p>(1) 黄河中游多年平均植被盖度从 35.03% 上升到 45.12%，尤其是退耕还林还草实施后及河龙区间的植被恢复最显著，耕地转为林地或草地是主要的土地利用变化类型，流域下垫面变化有 6 种类型，植被恢复是流域下垫面变化的主要特征。</p> <p>(2) 河龙区间自然条件下，1982-2011 年间年均实际蒸散量为 388.71mm，占降水量的 91.22%，总体呈增加趋势，各蒸散组分的数量和占比均随叶面积指数和植被盖度的增加呈对数型递增或递减的响应关系，随土壤水蓄变量的增加呈多项式型递增的响应关系。</p> <p>(3) 用 RS-SVAT 模型模拟与情景分析得出，蒸散增量与叶面积指数增量和植被盖度增量呈 Logistic 型递增关系，植被恢复导致径流减少量为 8.38 亿 m³，气候变化导致径流减少量为 1.74 亿 m³。</p>					

九、完成人合作关系说明

2003 年黄委提出“维持黄河健康生命”的新治黄理念，刘晓燕作为维持黄河健康生命理论体系研究的负责人，组织张原锋、黄锦辉、张建中和张学成等人，率先构建黄河健康指标体系，科研经费来自黄河水利委员会自筹。

2005 年，中荷水利科技合作项目“Yellow River Delta Environmental Flow Study”和水利部水利科技创新计划项目“黄河健康指标体系研究”同时启动，连煜和刘晓燕分任项目负责人，黄锦辉、王新功、王瑞玲、张原锋、李小平、张建中和张学成等人作为技术骨干参加了研究工作。

2006-2009 年，国家“十一五”科技支撑计划“黄河健康修复关键技术研究”立项实施，刘晓燕为项目负责人和其第 8 课题“黄河健康修复目标与对策”的课题负责人，吴保生和张原锋为第 4 课题“维持黄河主槽不萎缩的水沙条件”的课题负责人，李小平、黄锦辉、连煜、裴勇、申冠卿、张建军、王新功、可素娟和侯素珍等作为技术骨干全程参加了课题研究。

2009-2013 年，水利公益性行业科研专项“黄河干支流重要河段功能性不断流指标研究”立项实施，黄委自筹经费开展的“黄河调水调沙对近海生态影响”同时启动，黄锦辉为以上两项目负责人，连煜、王瑞玲、王新功和葛雷等为项目主要研究骨干。

2012-2016 年，国家“十二五”科技支撑计划“黄河水沙调控技术研究与应用”项目立项实施，刘晓燕为项目负责人，并作为技术骨干和实际课题负责人，与张红月、金双彦共同主持了“黄河中游河川径流锐减驱动力及人为调控效应”课题研究，杨胜天、李晓宇、潘启民、党素珍和张丽等为该课题的技术骨干。