

项目名称	胶东半岛水资源风险抵御技术与适应性管理研究
提名单位意见	<p>我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关文字和材料符合山东省科学技术奖励委员会办公室的有关要求。</p> <p>项目针对全面分析气候变化与高强度人类活动作用下滨海地区水资源系统风险问题，开展了滨海流域分散式防洪技术、滨海含水层海水入侵生态防治技术、基于供水安全的浅层地下水硝酸盐污染精准靶向原位处理技术、基于水系联通的胶东半岛远距离输水与水资源优化配置调度技术和面向未来气候变化和高强度人类活动影响下滨海地区水资源适应性管理模式等方面的研究，形成了胶东半岛地区水资源风险抵御技术和适应性管理研究成果项目成果近年来在胶东半岛防洪、海水入侵防治、地下水硝酸盐治理和区域水资源供应方面得到了具体应用，如“分散式防洪技术”成功应用于威海市母猪河流域的防洪实践，为流域消减洪峰流量、延迟洪峰到达时间提供了技术支撑；“海水入侵生态防治技术”成功应用于莱州市、龙口市、烟台市等多地的海水入侵防治和地下水超采区综合治理,为实行最严格水资源管理制度的考核提供了科学依据；“硝酸盐污染原位修复技术”有效解决了胶州市、寿光市等农村定点地区的地下水污染问题，探索了保障分散式农村饮水安全的有效途径；“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”在胶东地区水网规划布局 and 应急供水方面得到具体应用。项目研究成果已成为众多所高等院校重要的授课内容之一，实现了“产-学-研-用-管”的有机结合，取得了良好的经济、社会和生态效益。</p> <p>对照山东省科学技术奖授奖条件，特推荐该项目申报 2019 年度山东省科学技术进步一等奖。</p>
项目简介	<p>胶东半岛地区地处山东半岛蓝色经济区的核心位置，是山东省乃至我国东部人口较多经济发展水平较高的地区。由于特殊的地形地貌、水文和地质条件，该地区降水时空分布不均，河流源短流急，洪水陡涨陡落，水资源蓄存和开发利用难度大，一方面造成水资源较为缺乏，主要靠引黄济青和南水北调客水资源；另一方面汛期易造成洪水泛滥。同时，由于滨海平原地下水的过量开采以及农业生产为主的面源污染，造成了滨海地区非常严重的海水入侵和地下水硝酸盐污染问题。水资源短缺和汛期洪水泛滥交替发生，地下水含水层海水入侵、硝酸盐污染严重，构成了胶东半岛水资源的重大风险。随着胶东半岛经济社会的快速发展和城市化进程的加快，水资源需求量大大增加，在未来气候变化和高强度人类活动影响下，这些风险会大大增加。因此，研究应对水资源短缺、洪涝灾害、海水入侵和硝酸盐污染的风险抵御技术，提出切合实际的水资源管理措施，具有现实意义和长远意义。项目结</p>

	<p>合国家国际科技合作专项，水利部公益项目和地方科技项目，主要开展了流域分散式雨洪水利用技术、海水入侵生态防治技术、地下水硝酸盐污染原位修复技术、水系联通格局下远距离输水与多水源水量水质优化调度技术，形成了胶东半岛水资源风险抵御技术，提出了水资源适应性管理。主要创新点有：</p> <p>（1）构建了“气候变化-天气雷达时域降水”耦合的理论水文模型和典型流域分布式水文应用模型，提出了滨海地区分散式防洪技术（DFP）。</p> <p>（2）构建了“河口拦潮-下游地下水库调蓄-中游河道闸坝拦蓄-上游水库调度”的海水入侵防治工程布局，研究刚性工程和软性措施结合的河口海岸生态修复和滨海含水层管理技术方案，提出海水入侵生态防治技术。</p> <p>（3）构建地下水污染防治的“屏障-漏斗”可渗透反应墙（PRB）修复工程布局以及“填注-抽水”二重井技术为主的处理方案，形成滨海地区中粗砂含水层硝酸盐污染原位修复技术。</p> <p>（4）研发形成基于水系联通格局的远距离输水技术和多水源水资源优化调度技术，提出滨海地区水资源适应性管理模式。</p> <p>在《Applied Energy》，《Journal of Hydrology》，《Natural hazards》，《Water Resource Research》，《水科学进展》等重要期刊发表论文 63 篇，其中 SCI/EI 收录 19 篇，发表专著 4 部；获授权发明专利 8 项、实用新型专利 6 项、软件著作权专利 1 套。研究成果已应用于胶东半岛山东南水北调工程、胶东调水工程、河湖水系连通工程、最严格水资源管理等科研、工程实践管理多个领域。</p>
<p>客观评价</p>	<p>在国家国际科技合作专项项目“变化气候下胶东半岛水资源风险抵御与管理技术合作研究（编号 2012DFG22140）”、和水利部公益性行业科研专项“海水入侵的生态防治集成技术研究（编号 200901076）”、“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”（编号 SDSLKY201217）以及青岛市水利局项目“浅层地下水硝酸盐污染的可渗透反应墙（PRB）修复技术研究”（编号 QDHJH2010-004）支持下，山东省水利科学研究所与山东省调水工程运行维护中心、北京师范大学、河海大学、济南大学、水利部信息中心六个单位联合攻关，形成了集工程建设-动态监测-数值模拟-工程示范-后效评估-水资源管理等于一体的水资源风险抵御技术体系。</p> <p><b>一、国家国际科技合作专项项目“变化气候下胶东半岛水资源风险抵御与管理技术合作研究”</b></p> <p>2015 年 11 月 16 日，受科技部国际合作司委托，山东省科学技术厅组织专家组在济南市召开了“变化气候下胶东半岛水资源风险抵御与管理技术合作研究</p>

(项目编号: 2012DFG22140)”项目验收会。专家组审阅了项目有关材料、听取了项目组的汇报, 经质询和充分讨论, 形成验收意见如下:

一、项目组提供的技术资料齐全, 符合验收要求。

二、项目采用试验模拟、技术交流等多种合作研究模式, 开展了气候变化和人类活动影响下水资源风险抵御与管理技术合作研究, 对于以水资源可持续利用和管理促进区域经济社会和谐健康发展具有重要的现实意义。

三、取得的主要技术成果

1、针对胶东半岛地区, 对气候变化影响下水资源风险进行了评价, 构建了水资源风险导向概念模型; 利用空间挖掘数据和监测数据, 建立了分布式水文模型和海水入侵渗流溶质迁移数学模型, 实现了气候模型与分布式水文模型、地表水与地下水数值模型的耦合。

2、引进分散式洪水延滞技术, 突破了传统防洪工程的局限, 建立了分散式防洪监测试验场, 模拟分析了洪水系统降雨径流过程, 达到了蓄滞防控效果。

3、引进含水层回灌技术, 集成开发了综合防治海水入侵技术、多水源多目标水资源优化配置和干旱年应急供水技术等多项水资源风险抵御技术方案; 建立了适应气候变化和多方利益相关者的水资源综合管理决策支持系统。

四、项目组发表论文 11 篇, 获得实用新型专利 2 项, 促进了变化气候下胶东半岛水资源风险抵御与管理技术的进步。

综上所述, 项目全面完成了任务合同书要求, 同意通过验收。

## 二、水利部公益性行业科研专项项目“海水入侵的生态防治集成技术研究”

2014 年 5 月 22 日, 水利部国际合作与科技司在北京主持召开了水利部公益性行业科研专项项目“海水入侵的生态防治集成技术研究(编号: 200901076)”验收会, 验收专家听取了项目组的成果汇报, 观看了相关影像, 对提交的技术文件进行了认真审阅, 经质询和讨论, 形成验收意见如下:

1、项目组提交的成果报告和技术文件资料齐全, 内容详实, 符合验收要求。

2、项目开展了海水入侵生态防治理念概念与内涵、滨海淡水湿地数值模拟、人工回灌防治工程技术、径流调节生态型地下防渗墙工程设计、抽水帷幕工程布局模式及河口海岸生态修复技术等海水入侵防治技术方面的研究, 初步形成了海水入侵防治的集成技术体系。

3、本项目取得了如下成果:

(1) 提出了海水入侵生态防治理念及技术体系;

(2) 形成了滨海淡水湿地、人工回灌、径流调节生态型地下防渗墙、抽水帷幕、河口海岸生态修复等 5 套海水入侵生态防治关键技术方案;

(3) 构建了基本 GIS 系统、GMS 系统、Modflow 系统等相互链接的海水入侵生态防治集成技术系统平台;

(4) 结合项目技术方案, 分别在烟台市芝罘区、龙口市、莱州市构建了海水入侵生态防治示范工程 4 处;

4、项目成果已应用于广西北海、山东青岛、潍坊、威海、烟台等典型海水入侵区, 效果显著, 具有较大的推广应用前景。

综上所述, 该项目全面完成任务书规定的工作内容, 研究成果丰富, 达到了预期目标, 同意通过验收。

## 三、水利部公益性行业科研专项“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”

2016年7月13日，水利部国际合作与科技司在北京市主持召开了水利部公益性行业科研专项项目“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”（编号：201201113）验收会。验收专家组听取了项目组的成果汇报，对提交的技术文件进行了认真审阅，经过质询和讨论，形成验收意见如下：

1、项目承担单位提供的验收资料齐全，符合验收要求。

2、项目完成任务情况：

本项目开展了山东半岛蓝色经济区水系连通模式与合理布局研究，构建了山东半岛蓝色经济区复杂水网地区多水源优化配置模型，探索了调水工程受水区综合水价方案，提出了多水源水量水质监测与调度技术方案。

3、本项目取得的主要成果有：

（1）根据山东半岛蓝色经济区水网的现状和发展，提出了山东半岛蓝色经济区的水系连通模式和布局。

（2）提出了山东半岛复杂水网多水源的水资源优化配置方案。

（3）提出了山东半岛蓝色经济区综合水价方案。

（4）提出了山东半岛蓝色经济区多水源联合调度技术方案。

4、本项目研究成果在山东省“现代化水网建设规划”编制、寿光市多水源联合调度中得到了应用，具有良好的推广应用前景。

综上所述，该项目按期全面完成了任务书规定的工作内容，研究成果丰富，达到了预期目标，同意通过验收。

#### **四、青岛市水利局项目“浅层地下水硝酸盐污染的可渗透反应墙（PRB）修复技术研究”**

2011年12月28日，山东省科技厅委托山东省水利厅邀请国内有关专家对“浅层地下水硝酸盐污染的可渗透反应墙（PRB）修复技术研究”（编号：QDHJH2010-004）成果进行技术鉴定。鉴定委员会在认真听取课题组的汇报，审阅有关资料的基础上，经过质询和充分讨论，形成如下鉴定意见：

1、该课题选题正确，意义重大。提交的技术资料齐全，符合鉴定要求。

2、开展了研究区水文地质调查、污染源调查等基础工作，并利用稳定氮同位素方法对地下水硝酸盐的污染来源进行了识别。

3、通过室内Batch试验、Column试验和室内水力参数试验，提出了中性条件下利用水洗 $Fe^0$ 粉去除地下水硝酸盐的可行性，并结合电镜分析揭示了水洗 $Fe^0$ 粉去除硝酸盐的机理。

4、通过 $Fe^0$ -PRB地下水硝酸盐原位修复工程试验，提出了井桩相间的“（屏障）漏斗-（过流）通道”型工程布局、PRB材料的电化学预处理技术、中粗砂地层近距离PRB材料井群施工技术、PRB材料回填技术和PRB套井设计安装技术五大地下水硝酸盐污染原位修复工程关键技术。

5、自主研制了“充气式地下水定深取样器”、“便携式地下水电子水位计”、“地下水硝酸盐原位修复PRB材料井填料装置”等仪器装置。

6、提出了地下水硝酸盐污染原位修复工程条件下PRB套井小规模供水模式，并建设了示范工程。

综上所述：该课题在地下水硝酸盐污染的原位修复技术研究领域取得了创新，应用前景广阔，在同类研究成果中达到了国际领先水平。

建议进一步加强三维PRB地下水硝酸盐迁移转化数值模拟研究。

推广应用情况	见附表 1
主要知识产权目录	见附表 2
主要完成人情况	见附表 3
主要完成单位及创新推广贡献	见附表 4
完成人合作关系说明	本项目是由各方开始进行学术交流与合作，就共同感兴趣的学术问题开展合作研究。

附表 1. 推广应用情况		单位：万元		
应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用单位联系人/电话	经济效益
青岛市海润自来水集团有限公司	基于水系联通的长距离输水与水资源优化配置	2016-2018年	王晓芳 /1395322316	57615.47
威海市水务局	基于水系联通的长距离输水与水资源优化配置调度技术	2016-2018年	张立晶 /13863058158	22656.92
潍坊市水利局	水资源优化配置调度技术	2016-2018年	高树东 /1886536008	44340.46
烟台市南水北调工程建设管理局	水系联通的长距离输水优化布局方案	2016-2018年	张海鑫 /6786509	10264.26
威海市水文局	模拟气候变化条件下不确定水文模型	2016-2018年	张明芳 /1386302655	
南京市水利科学研究院	基于水系联通格局的远距离输水技术和多水源水资源优化调度技术	2016-2018年	王宗志 /13812862762	
水发集团设计有限公司	分散式防洪技术及“河口拦蓄—下游地下水库调蓄—中游河道闸坝拦蓄—上游水库调度”的整体性海水入侵防治工	2016-2018年	刘友春 /053166895272	
山东大学	海水入侵生态防治技术及浅层地下水硝酸盐污染原位修复技术	2016-2018年		

表 2 主要知识产权目录

序号	知识产权名称	知识产权类别	发明人	知识产权人	知识产权号	取得日期	国(区)别	发明专利有效状态	第一完成人是否参与	第一完成单位是否参与
1	雍高水位加大引水流量的方法	发明专利	李福林, 田志刚等	山东省水利科学研究院	ZL201510876917.2	2017-05-10	中国	有效	是	是
2	地下水污染填注-抽水二重井处理方法	发明专利	李福林, 管清花, 陈学群等	山东省水利科学研究院	ZL201410255900.0	2016-07-13	中国	有效	是	是
3	深层承压自流井封堵系统与amp;方法	发明专利	李福林, 陈学群等	山东省水利科学研究院	ZL201510520719.2	2016-08-24	中国	有效	是	是
4	用于地下水污染处理井反应材料的还原装置及使用方法	发明专利	李福林, 田志刚等	山东省水利科学研究院	ZL201410208160.5	2015-09-30	中国	有效	是	是
5	用于处理地下水硝酸盐反应材料的再生还原剂的投注装置及投注工艺	发明专利	李福林, 田志刚等	山东省水利科学研究院	ZL201410208181.7	2015-08-05	中国	有效	是	是
6	一种在中粗砂地层进行原位修复系统施工的工艺	发明专利	李福林, 陈学群等	山东省水利科学研究院	ZL201210265072.X	2014.01.01	中国	有效	是	是
7	真空式定深取样器	发明专利	田志刚, 陈学群等	山东省水利科学研究院	ZL201210024223.2	2014.11.05	中国	有效	是	是
8	工程膨胀剂分层止水方法	发明	管清花,	山东省水利科	ZL201510520718.8	2015.08.21	中国	有效	是	是

		专利	田志刚等	学研究院						
9	地下水硝酸盐污染修复 PRB 井填料装置	实用新型专利	卢超, 陈学群等	陈学群	ZL201120553199.2	2012-09-12	中国	有效	是	是
10	一种地下水原位修复装置	实用新型专利	陈学群, 管清花等	山东省水利科学研究院	ZL201220370200.2	2013-01-23	中国	有效	是	是

附表 3 主要完成人情况

姓名	李福林	性别	男	排名	1
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>作为项目负责人，全面主持课题，进行总体研究部署，确定总体研究方向、技术路线和工作方法。提出“分散式防洪技术”、“海水入侵生态防治技术”、“地下水硝酸盐污染 PRB 原位修复”和“基于水系联通的长距离输水和多水源水资源优化配置技术”，形成胶东半岛水资源风险抵御技术与水资源适应性管理的创新性成果。尤其在滨海地区分散式防洪小流域构建、径流调节型地下坝设计、地下咸水抽水帷幕防治海水入侵、地下水硝酸盐污染去除的零价铁混合反应介质、PRB “二重井”处理技术发明等方面做出了创造性贡献，发表 SCI 论文 4 篇，以第一发明人身份获得 6 项发明专利。</p>					

姓名	陈学群	性别	男	排名	2
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>作为项目第二完成人，主要对该项目创新点 2 与创新点 3 做出了突出贡献。对创新点 2 的主要贡献是提出了集方案设计、优化布局、方案实施、数值模拟、效果评价、效益分析为一体海水入侵的生态防治集成技术，满足兼顾海水入侵防治与海岸生态环境保护的双重目标；对创新点 3 的主要贡献是协助开展 Batch 实验和 Column 实验，提出混合反应介质去除硝酸盐反应材料的技术方案及工程配比，构建非连续 PRB 充填井群的地下水硝酸盐原位修复工程布局（“之”字型结构和井桩相间型的“漏斗-通道”）结构，提出了地下水硝酸盐原位修复 PRB 材料井填料装置。</p>					

姓名	马吉刚	性别	男	排名	3
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>项目主要参加人员，主要对创新点 4 做出了突出贡献。对创新点 4 的主要贡献是针对常规输水和应急输水管理需求，形成水系联通格局的远距离输水技术和多水源水资源优化调度技术，提出了保障长距离输水安全运行的管理运行机制和相关措施，将黄河泵船引水与闸坝引水、冬季低含沙引水与渠道冰期输水、抽水泵站效能提升与输水管渠优化控制等引调水技术和方法结合起来，满足胶东半岛常规用水和干旱年应急用水需求，参与撰写论著《引黄济青及其对我国跨流域调水的启示》。</p>					

姓名	徐宗学	性别	男	排名	4
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p>					

项目主要参加人员，主要对该项目的第 1 个创新点做出了突出贡献。对第 1 个创新点的贡献为：将气候变化模型耦合到水文模型中，构建基于物理机制的分布式水文模型，模拟气候变化条件下不确定水文过程，为保水、防洪制定有效的水资源管理措施提供理论基础，在 SCI 期刊《Theoretical and Applied Climatology》、《Journal of Hydroinformatics》发表了《Spatiotemporal patterns of drought at various time scales in Shandong Province of Eastern China》、《A preprocessing program for a distributed hydrological model: Development and application》等论文。

姓名	鲁春辉	性别	男	排名	5
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>项目主要参加人员，主要对该项目的第 2 个创新点做出了突出贡献。对第 2 个创新点的贡献为：对海水入侵的机理及影响机制进行研究，并提出一系列海水入侵防治方法，依托数值模拟方法对海水入侵防治技术，协助提出防治海水入侵关键技术和施工方案，在 SCI 期刊《Water Resources Research》发表了《Analytical solutions of seawater intrusion in sloping confined and unconfined coastal aquifers》、《Replenishing an unconfined coastal aquifer to control seawater intrusion: Injection or infiltration?》等多篇论文。</p>					

姓名	王明森	性别	男	排名	6
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>项目主要参加人员，协助项目负责人制定了本项目的总体研究规划和研究方案，并主要对该项目的第 1 个创新点做出了突出贡献。对创新点 2 做出主要贡献是协调野外调研监测工作，提出在咸淡水界线淡水册，构建改进型的“径流调节型”地下坝和地下水库，利用刚性工程阻止海水入侵，提出地下坝体的布置方案、地下坝体的施工技术及地下坝体防治海水入侵的配套工程，包括拦河闸工程、回灌补源工程等；提出在地下坝上部和侧部给地下水径流留有入海通道，在河道下游和地下水库库区，加大地表水拦蓄和含水层回灌力度，抬升地下淡水水位。</p>					

姓名	陈华伟	性别	女	排名	7
<p><b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b></p> <p>项目主要参加人员，主要对该项目的第 1 个创新点和第 4 个创新点做出了突出贡献。对创新点 1 的贡献为构建基于多元联系数-马尔科夫链耦合的水资源风险评价模型，并对胶东半岛地区水资源系统风险进行动态评价；基于地表水和地下水交换关系，建立“降水—径流-分散式防洪”耦合的数值模拟模型，并选择元宝顶小流域，对分散式防洪工程体系进行优化设计、施工和效果评估；对创新点 4 的主要贡献是系统分析胶东半岛水系复杂水网演化模式，基于水系联通格局的远距离输水技术和多水源水资源优化调度技术，提出实现向胶东半岛远距离输水的水系联通模式和工程优化布局方案。</p>					

姓名	管清花	性别	女	排名	8
<b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b> 项目主要参加人员，主要对第 2 个创新点和第 3 个创新点做出了突出贡献，对创新点 2 的贡献为协助完成室内物理模型试验，提出淡水回灌防治海水入侵的机理，支撑材料见附件 19；对创新点 3 的贡献为开展了室内 Batch 实验和 Column 实验，提出中性条件下利用水洗 Fe <sup>0</sup> 粉去除硝酸盐反应材料的可行性，取得发明专利“工程膨胀剂分层止水方法”等。					

姓名	韩延成	性别	男	排名	9
<b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b> 项目主要参加人员，主要对第 4 个创新点做出了突出贡献，对创新点 4 的贡献是针对自流型渠道，提出了一种渠道输水的最优控制二步法，满足下游短时间大流量用水的需求；针对水资源配置调度，构建了多目标分层协调水资源优化配置模型，采用分层协调式多目标理论，解决复杂大系统的优化的高维非线性及多目标优化求解难题，在《Journal of Hydrodynamics》、《水科学进展》等国内外期刊发表论文《The best hydraulic section of horizontal-bottomed parabolic channel section》、《长距离自流型渠道输水控制的二步法研究》。					

姓名	左德鹏	性别	男	排名	10
<b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b> 项目主要参加人员，主要对第 1 个创新点做出了重要贡献。对第 1 个创新点的贡献为：构建分布式水文模型 SWAT，在模型参数敏感性分析、参数率定、模型验证的基础上，模拟气候变化条件下不确定水文模型，实现未来气候变化趋势的预估，分析水资源时空变化特征，在《Theoretical and Applied Climatology》、《北京师范大学学报》等国内外重要期刊发表了《Spatiotemporal patterns of drought at various time scales in Shandong Province of Eastern China》《基于 SWAT 模型的母猪河流域水资源时空变化特征研究》等多篇论文；					

姓名	程勤波	性别	男	排名	11
<b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b> 项目主要参加人员，主要对第 1 个创新点做出了重要贡献。对第 1 个创新点的贡献为：为了有效反映地形对径流的影响，研究气候变化对水文模型的影响，将变源（径流）面积纳入模型中，构建水资源管理模型（SWAT-WB-VSA 模型），在《Journal of Hydrology》、《International Association of Scientific Hydrology》等重要期刊发表《Improvement and comparison of likelihood functions for model calibration and parameter uncertainty analysis within a Markov chain Monte Carlo scheme》、《Improvement and comparison of the rainfall-runoff methods in SWAT at the monsoonal watershed of Baocun, Eastern China》等多篇论文。					

姓名	贺挺	性别	男	排名	12
<b>对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）</b>					

项目主要参与人员，主要对该项目的第 1 个创新点做出了突出贡献。对创新点 1 的主要贡献为：针对中小流域地区降雨分析缺失以及短临预报精度不高的问题，建立了基于 C 波段天气雷达数据的降雨回波分析与识别算法-RCIT，并采用基于对象的降雨短临预报验证方案对降雨短临预报结果进行验证分析，通过实际应用，该算法有效地提高了局地短临降雨的预报精度，并可对此类地区的短时降雨事件进行时空分析。该算法的相关研究成果已申请相关专利，并已发表到相关国际期刊和会议上。

姓名	刘 健	性别	男	排名	13
----	-----	----	---	----	----

**对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）**

项目主要参加人员，对该项目的第 4 个创新点做出了贡献。其中对创新点 4 的突出贡献是充分分析南水北调、胶东调水等跨区域调水工程和区域水系建设工程空间布局和输、蓄、供水状况基础上，提出了山东半岛蓝色经济区的水系联通模式和布局；采用非线性理论和全成本水价模型，提出了山东半岛蓝色经济区综合水价方案；协助构建 MIKE BASIN 水资源调度模型，提出山东半岛蓝色经济区多水源联合调度技术方案。

姓名	林琳	性别	女	排名	14
----	----	----	---	----	----

**对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）**

项目主要参与人员，主要对该项目的第 1 个和第 3 个创新点做出了突出贡献。对第 1 创新点的主要贡献是系统分析胶东半岛水资源开发利用情况及风险影响因素；对第 3 创新点的主要贡献是利用主成分分析法对水质影响因子进行分析，研究地下水水质变化趋势，并利用稳定氮同位素方法对地下水硝酸盐的污染来源进行识别。

姓名	黄继文	性别	男	排名	15
----	-----	----	---	----	----

**对本项目技术创造性贡献：（限 300 字）**

项目主要参加人员，主要对该项目的第 4 个创新点做出了突出贡献。对第 4 创新点的主要贡献为有效利用气候变化预估结果，协助构建考虑气候变化下水资源脆弱性的适应性管理模型，提出适应未来气候变化和高强度人类活动下的水资源适应性管理策略。

附表 4 主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	山东省水利科学研究院			所在地	山东济南
排 名	1	单位性质	科研机构	传 真	86953030
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p> <p>（1）作为第一完成单位，部署协调了各项工作，确定总体研究方向、技术路线和工作方法。</p> <p>（2）选择典型小流域构建分散式防洪延滞系统，对典型中小洪水过程进行模拟和评估，形成一套流域上游分散式防洪和下游骨干工程防洪相结合的综合防洪技术。</p> <p>（3）提出海水入侵生态防治的理念，研发提出构建河口湿地、增加海岸缓冲带以及“径流调节型地下坝和地下水库建设”等生态防治技术；总结形成“河口拦潮—下游地下水库调蓄—中游河道闸坝拦蓄—上游水库调度”的海水入侵流域整体性防治工程布局及技术体系。</p> <p>（4）通过室内实验，提出了中性条件下利用水洗 Fe<sup>0</sup> 粉去除地下水硝酸盐污染的可行途径，利用电镜技术分析了水洗 Fe<sup>0</sup> 粉的化学成分组成，提出了工程运用条件下的混合介质配比比例；利用高压喷射灌浆技术、粘土桩施工工艺、近距离中粗砂地层成井工艺，构建了“井-桩相间型”的 PRB 工程布局形式，自主研发了 PRB 材料井填料装置，提出了 PRB 井墙的布局、施工、回填、“二重井”处理、小流量供水技术。</p> <p>（5）提出了山东半岛蓝色经济区的水系联通模式和布局方案，采用层协调多目标理论，构建水资源优化配置模型，基于群智能算法和模糊优选模型提出了胶东半岛复杂水网地区多水源水资源优化配置方案。</p> <p>（6）将项目取得创新性成果应用于胶东半岛防洪、海水入侵防治、地下水硝酸盐治理和区域水资源供应之中，取得了良好的经济、社会和生态效益。</p>					

单位名称	山东省调水工程运行维护中心			所在地	济南市
排 名	2	单位性质	差额事业单位		
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p>					

(1) 利用山东省骨干水网和受水区“自然-人工”水网，提出实现向胶东半岛远距离输水的水系联通模式和工程优化布局方案；

(2) 协助研发形成基于水系联通格局的长距离输水技术和多水源水资源优化调度技术，构建基于骨干水网和区域水系联通格局下的长距离输水优化布局方案，提出基于水系联通的远景工程布局方案。

(3) 针对极端干旱条件下的城市缺水问题，制定应急引水、输水和供水方案，考虑引黄引江条件，将冬季引黄和渠道冰期输水技术结合起来，利用冬季黄河水含沙量相对较小的特点，有效解决了高含沙引水和冬季输水结冰的难题，实现全年输水、加大流量输水，有效应对水短缺和水危机。

(4) 建立渠道输水调度运行仿真模拟系统、长距离调水工程的渠道输水控制仿真及决策支持系统，实现长距离输水的实时调度。

(5) 协助山东省水利科学研究院，将上述成果系统应用到胶东半岛地区，为南水北调工程和引黄济青工程的优化布局方案制定提供了技术支撑，产生了显著经济、社会和生态效益。

单位名称	北京师范大学			所在地	北京市
排 名	3	单位性质	高等院校	传 真	010-58801136

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）

(1) 构建基于物理机制的分布式水文模型，模拟气候变化条件下不确定水文过程，为保水、防洪制定有效的水资源管理措施提供理论基础。

(2) 协助将气候变化模型和降水模型耦合到水文模型中，在模型参数敏感性分析、参数率定、模型验证的基础上，模拟气候变化条件下不确定水文模型，分析水资源时空变化特征。

(3) 采用地表水和地下水模型耦合，建立“降水—径流—海水入侵”的耦合模拟模型，实现地表水和地下水耦合模型的研发与应用。

单位名称	河海大学			所在地	江苏省南京市
排名	4	单位性质	高等院校	传真	
联系人	鲁春辉	联系电话	025-83786664		
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）					

(1) 构建物理砂箱模型，对径流控制、水头控制下的滨海潜水含水层和承压含水层的咸淡水界面动态变化进行模拟，认为海平面上升对滨海含水层海水入侵的影响主要受到含水层的类型、渗透特性、厚度以及咸淡水界面的初始位置等条件的制约。

(2) 综合利用 Schwartz-Christoffel 保角映射法和复变函数法，推导出四种不同的不透水边界和常水头边界为组合的矩形含水层抽水井的稳态解析解，可以用于滨海有限含水层的抽水试验以及地下水开采管理。

(3) 构建基于 Dupuit-Forchheimer 假设的数学模型，推导出描述海岸倾斜承压含水层和非承压含水层、定流量和定水头内陆边界的稳态突变界面的解析解，发现在定流量内陆边界条件下，底部承压层的几何性状对咸淡水界面的形态无影响（咸淡水界面的形态与底部承压层的几何性状无关），仅仅决定咸水楔的位置。这一结论对于评估具有特定淡水流量的倾斜含水层的海水入侵具有重要意义，而不必顾及底部承压层的几何形态。

(4) 构建概念模型，利用解析解模型分析对比了单一注水井与椭圆形渗透塘分别回灌地下水对海水入侵界面趾脚位置和咸水体体积消减的影响，发现二者地下水回灌补给的性能一致，但是在补给速率相同情况下，椭圆形渗透塘的效果较差；同时，对比分析了“回灌井-开采井”双井系统与“渗透塘-开采井”系统，发现当后者的地下水最大净开采率显著大于前者，这对于非承压含水层地下水回灌防治海水入侵具有一定指导作用。

(5) 协助研发提出河口湿地、增加海岸缓冲带等生态防治技术，构建河口拦潮工程措施，满足兼顾海水入侵防治与海岸生态环境保护的双重目标。

(6) 为了有效反映地形对径流的影响，研究气候变化对水文模型的影响，将变源（径流）面积纳入模型中，构建水资源管理模型（SWAT-WB-VSA 模型），协助构建气候变化条件下不确定水文模型，更好的预估流域水文变化趋势。

单位名称	济南大学			所在地	山东省济南市
排名	5	单位性质	高等学校	传真	0531-82769233

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）

(1) 针对胶东半岛受水区水资源利用特点，提出加强流域水库群串并联调度、加大非常规水资源化利用等多项措施，保障胶东地区供水安全。

(2) 提出了一种针对自流型渠道输水的最优化控制的两步法。第一步是控制各闸站流量使渠段水位（或蓄水量）达到目标水位（或蓄水量），第二步是调整流量使渠段水位稳定。建立了使渠道内水流在最短时间内恢复到正常运行水位的最优渠道输水控制模型。

(3) 研究形成了胶东半岛长距离渠道输水控制的优化方案，针对渠道下游需水量、渠道最高控制水位、水位最大容许下降速度，渠道最大容许过流能力等约束限制条件，以最大输水量和最少的泵站开机频次为目标，利用线性规划以及将大系统分解为若干子系统求解的方法，提出输水的优化方案。。

单位名称	水利部信息中心			所在地	北京市
排名	6	单位性质	行政事业单位	传真	+10 6320 4587
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）					

(1) 以研究雨场内部结构为目标,建立了天气雷达数据驱动统计降雨模型,该模型包含雨场识别和雨场跟踪两个模块;提出一种雨场性质预测方法,建立雨水增长和衰减趋势的雨场特征预测模型,该模型根据雨场的“归一化持续时间”拟合曲线预测雨场特征,并建立了预测雨场位置的卡尔曼滤波模型。

(2) 提出一种集 PIV\_Semi-Lagrangian 和 PIV\_Lagrangian-Persistenc 两种确定性实时预报方法于一体的集成实时预报方法,构建“气候变化-天气雷达时域降水”耦合的理论水文模型,利用天气雷达时域降水模型预测“似真”降水量,探索了替代地面监测降水量,协助与 SWAT 分布式水文模型进行连接,实现地面径流和洪水的提前预报的可行性途径。

(3) 针对中小流域地区降雨分析缺失以及短临预报精度不高的问题,建立了基于 C 波段天气雷达数据的降雨回波分析与识别算法-RCIT,并采用基于对象的降雨短临预报验证方案对降雨短临预报结果进行验证分析,通过实际应用,该算法有效地提高了局地短临降雨的预报精度,并可对此类地区的短时降雨事件进行时空分析。该算法拟应用于国家防汛抗旱指挥系统二期项目天气雷达应用系统软件中。