

附件：申报 2020 年度山东省科技进步奖科技成果公示内容

项 目 名 称	胶东半岛水安全保障关键技术与应用	申报奖种	山东省科学技术进步奖
项 目 简 介	<p>1、主要技术内容</p> <p>胶东半岛地形地貌与水文地质条件特殊，降水时空分布不均、河流源短流急、洪水陡涨陡落，水资源蓄存难度大，导致汛期洪水频发与水资源短缺交替、供水不足与管控粗放交织、海水入侵与地下水污染并存等水安全问题突出。在科技部国际科技合作专项、水利部公益性行业科研专项等项目的资助下，开展滨海流域分散式防洪、引黄引江大型输水工程全时程动态调配、海水入侵生态防治和地下水硝酸盐污染精准靶向原位修复等方面的关键技术研究，形成了胶东半岛地区水安全保障关键技术体系，并得到应用。</p> <p>（1）构建天气雷达时域降水预报模型，与分布式水文模型进行链接，探索提前预报地面径流和洪水的可行性途径；建设小流域雨洪水梯级延滞工程系统，形成分散式防洪（DFP）与骨干河道工程防洪相结合的滨海流域防洪技术；</p> <p>（2）提出冬季低含沙引水与冰下输水、全时程调水技术及多水源的优化配置与调度技术，构建基于水系联通的长距离输水工程优化布局，实现全时段、应急供水，提高供水保证率；</p> <p>（3）提出“上游水库调度-中游河道闸坝拦蓄-下游地下水库调蓄-河口拦潮”的海水入侵防治理念，研究提出兼顾河口海岸生态修复和海水入侵治理两大目标的刚性工程和软性措施结合的技术方案，形成海水入侵的生态防治技术体系；</p> <p>（4）提出利用水洗零价铁粉去除地下水硝酸盐污染的机理，创新研发“填注-抽水”二重井处理技术，形成“屏障-漏斗”式可渗透反应井群（PRWs）与防渗墙相结合的地下水硝酸盐污染的精准靶向原位修复技术。</p> <p>2、授权专利及其他成果情况</p> <p>获得授权发明专利 10 项、实用新型专利 6 项；发表学术论文 60 篇（SCI/EI 收录 27 篇），出版专著 5 部，制定山东省行业标准 9 项。</p> <p>3、主要技术经济指标</p> <p>分散式防洪技术应用于中小流域防洪体系，消减洪峰流量 10%以上、延迟洪峰到达时间 1-2 小时；研发引黄引江大型输水工程全时程动态调配技术，实现胶东地区全时程调水与干旱应急供水，由原来设计三个月供水提高到全年供水提高区域水安全保障能力；兼顾海水入侵防治和生态环境保护海水入侵生态防治技术体系，引领国内外海水入侵治理方向；应用地下水硝酸盐污染精准靶向原位处理技术修复，硝酸盐氮含量低于 20 mg/L，持续供水量不小于 100 m³/d。</p> <p>4、应用推广及效益情况</p> <p>研究成果已在山东半岛滨海城市防洪规划、水资源综合利用规划、水安全保障规划、山东省地下水超采区治理方案制定，以及城市干旱年应急调水、水生态文明城市建设得到应用。胶东调水工程推广应用于威海市、青岛市、烟台市和潍坊市在干旱年份增加供水效益 13.5 亿元，烟台市水生态文明城市试点期海水入侵面积减少 22%。</p>		

提名者及提名意见	提名专家姓名	夏军	职称职务	院士/院长
	工作单位	武汉大学	学科专业	水文学及水资源
	<p>提名意见：</p> <p>项目针对气候变化与高强度人类活动作用下胶东半岛地区水安全问题，开展滨海流域分散式防洪技术、海水入侵生态防治技术、基于供水安全的地下水硝酸盐污染精准靶向原位处理技术、引黄引江大型输水工程全时程动态调配水技术等方面的研究，构建了胶东半岛地区水安全保障技术体系，并得到应用。如“分散式防洪技术”成功应用于典型河流的防洪实践，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、烟台市区等多地的海水入侵防治和地下水超采区综合治理；“硝酸盐污染原位修复技术”有效解决了胶州市、寿光市等农村地区的地下水污染问题，形成了保障分散式农村饮水安全的有效途径；“引黄引江大型输水工程全时程动态调配水技术”在胶东地区水网规划布局和应急输水供水方面得到具体应用。项目获得多项发明专利，发表多篇高质量论文，出版多部专著，制定多项山东省技术标准。项目研究成果已在胶东半岛地区防洪、供水、生态安全方面发挥了重要作用、为水行政主管部门管理决策提供科学依据，且成为众多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>经审查，确认推荐材料真实有效，完成人、完成单位排序无异议，提名书内容及全部附件材料符合要求，同意提名申报。</p> <p>提名该项目为山东省科学技术进步奖<u>一</u>等奖。</p>			

完成人员：李福林，陈学群，马吉刚，徐宗学，鲁春辉，陈华伟，管清花，左德鹏，程勤波，贺挺，刘健，林琳

全部完成人排序及对项目的贡献

1. **李福林**，排名 1，副院长，研究员，山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献：**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。对该项目第 1-4 个创新点均做出了贡献。提出“分散式防洪技术”、“海水入侵生态防治技术”、“地下水硝酸盐污染可渗透反应井（PRWs）原位修复技术”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”，形成胶东半岛水安全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“二重井”处理技术发明等方面做出了创造性贡献，以第一发明人身份获得 6 项发明专利，发表 SCI 论文 4 篇。**曾获省级以上科技奖励情况：**《滨海平原海水入侵动态监测技术与数值模拟研究》2008 年 4 月获山东省科技进步奖二等奖（第一位），证书号：JB2007-2-14-1；《“自然-人工-数字”耦合动态水网体系建设与水资源适应性管理技术研究示范》2011 年 1 月获山东省科技进步奖二等奖（第二位），证书号：JB2010-2-93-2；《济南市岩溶地下水开发利用与泉群保护研究》2009 年 1 月获山东省科技进步奖二等奖（第一位），证书号：JB2008-2-99-1。

2. **陈学群**，排名 2，副所长，研究员，山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献：**作为项目第二完成人，主要对该项目的第 2 个及第 3 个创新点做出了突出贡献。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，以第一发明人身份获得 1 项实用新型专利。**曾获省级以上科技奖励情况：**《济南市岩溶地下水开发利用与泉群保护研究》2009 年 1 月获山东省科技进步奖二等奖（第三位），证书号：JB2008-2-99-3；《滨海平原海水入侵动态监测技术与数值模拟研究》2008 年 4 月获山东省科技进步奖二等奖（第四位），证书号：JB2007-2-14-4；《济南保泉生态控制线划定与管控规划》2018 年 11 月获全国优秀城乡规划设计奖二等奖（第八位），证书号：（2017）CG-02-82-15。

3. **马吉刚**，排名 3，总工程师，二级研究员，山东省调水工程运行维护中心。**对本项目技术创造性贡献：**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，主持编辑论著《引黄济青及其对我国跨区域调水的启示》等 2 部。**曾获省级以上科技奖励情况：**获山东省科学技术进步奖二等

奖 2 项，水利大禹奖三等奖 1 项，山东省科学技术进步奖三等奖 1 项，山东省软科学奖一等奖 2 项。

4. 徐宗学，排名 4，重点实验室主任，教授，北京师范大学。**对本项目技术创造性贡献：**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。**曾获省级以上科技奖励情况：**《漳卫南运河流域水资源水环境综合模拟与管理关键技术研究》2013 年获大禹水利科学技术奖二等奖（第一位），证书号：DYJ20130202-D01；《流域水量水质综合模拟技术与其他应用平台》2012 年获教育部科技进步奖二等奖（第一位），证书号：2012-202；《黄河粗泥沙集中来源区界定及水沙变化研究》2014 年获大禹水利科学技术奖一等奖（第三位），证书号：DYJ20140414-G03；《渭河水污染防治专项技术与示范》2014 年获陕西省科学技术奖二等奖（第五位），证书号：14-2-29-R5。

5. 鲁春辉，排名 5，人才办公室主任、国家重点实验室副主任，教授，河海大学。**对本项目技术创造性贡献：**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：利用室内实验和数值模拟方法模拟分析海平面上升对海水入侵的影响、不同地下水回灌方式对海水入侵的影响，提出海水入侵防治的方法、对策，协助提出海水入侵防治的关键技术方案。在一区 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。**曾获省级以上科技奖励情况：**中组部青年千人计划，人才项目，2015 年；江苏特聘教授计划，人才项目，2017 年；江苏双创人才，人才项目，2017 年；澳大利亚国家地下水研究中心杰出研究奖，国家级，2013 年。

6. 陈华伟，排名 6，工程师，山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献：**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安全风险评价模型，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。**曾获省级以上科技奖励情况：**《山东半岛蓝色经济区水系联通模式与合理布局研究》2017 年 10 月获大禹水利科学技术奖三等奖（第 6 位），证书号：DYJ20170214-G06；《济南市水生态文明建设技术集成与示范》2017 年 10 月获大禹水利科学技术奖三等奖（第 6 位），证书号：

DYJ20170405-G06。

7. 管清花, 排名 7, 工程师, 山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献:** 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 FeO 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。**曾获省级以上科技奖励情况:**《济南保泉生态控制线划定与管控规划》2018 年 11 月获全国优秀城乡规划设计奖二等奖(第十五位), 证书号:(2017)CG-02-82-15。

8. 左德鹏, 排名 8, 副教授, 北京师范大学。**对本项目技术创造性贡献:** 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》等多篇论文。**曾获省级以上科技奖励情况:** 获辽宁水利科学技术奖二等奖 1 项, 辽宁省水生态监测技术体系研究与应用 1 项。

9. 程勤波, 排名 9, 讲师, 河海大学。**对本项目技术创造性贡献:** 项目主要参加人员, 主要对第 1 个创新点做出了重要贡献。对创新点 1 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》等多篇论文。

10. 贺挺, 排名 10, 工程师, 水利部信息中心。**对本项目技术创造性贡献:** 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发表到相关国际期刊和会议上。**曾获省级以上科技奖励情况:**《互联网+水利政务服务平台研究与应用项目》2017 年 10 月获水利部大禹科技进步奖一等奖(第 11 位), 证书号: DYJ20170314-G11。

全部完成人排序及对项目的贡献

11. 刘健，排名 11，高级工程师，山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献：**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。

12. 林琳，排名 12，高级工程师，山东省水利科学研究院。**对本项目技术创造性贡献：**项目主要参加人员，对成果 3 的贡献是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，并根据来源判别结果将研究区进行了分区，为硝酸盐污染原位修复示范区选址提供依据；对成果 5 的贡献是基于 RS 和 GIS 技术对胶东半岛水文水资源空间数据挖掘，系统地评价了胶东半岛用水指标空间分布、分析了近 40 年胶东半岛土地利用变化情况，并利用统计数据对胶东半岛近 15 年城市化过程进行总结分析。

完成单位排序: 1 山东省水利科学研究院, 2 山东省调水工程运行维护中心, 3 北京师范大学, 4 河海大学, 5 水利部信息中心

山东省水利科学研究院, 排名 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。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。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水库建设”等生态防治技术; 总结形成“河口拦潮—下游地下水水库调蓄—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。通过室内实验, 提出了中性条件下利用水洗 Fe^0 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^0 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”相间的可渗透反应井(群) PRWs 工程布局形式, 自主研发了可渗透材料井填料装置, 提出了可渗透反应井(PRWs)的布局、施工、回填、“二重井”处理、小流量供水技术。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。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。

山东省调水工程运行维护中心, 排名 2。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。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。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。针对长距离调水工程距离长、控制复杂的特点, 提出了一种针对自流型渠道输水的多级同步控制方, 研究形成了胶东半岛长距离渠道输水的优化方案, 提出了满足渠道各种约束限制的输水控制方法, 提出了将大系统分解为若干子系统求解的方法。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。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。

北京师范大学, 排名 3。对母猪河流域前 30 年(1965-1994)和后 30 年(1981-2010)的全时段降水时程进行分析; 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, 对降雨-径流过程进行模拟, 分析水资源时空变化特征; 在未来气候变化情景下, 通过建立“GCMs 输出数据-统计降尺度方法-分布式水文模型”单向连接系统; 基于基准期径流数据率定并验证分布式水文模型 SWAT; 预估未来气候变化条件下母猪河流域水文变化趋势, 对英国 UKMO_HADCM3*模式三种排放情景(A2、A1B、B1)下的多年平均降水量、蒸发量进行模拟分析。协助将天气降雨雷达理论模型“似真”降水量(Plausible precipitation)替代地面雨量输入分布式水文模型, 探索实现地面径流和洪水提前预报的可行性途径。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。在《Theoretical and Applied Climatology》、《Journal of Hydroinformatics》等重要

期刊发表多篇论文。

河海大学，排名 4。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。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。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。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。

水利部信息中心，排名 5。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。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。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。

完成单位排序及贡献

1、应用情况

山东省水利科学研究院联合山东省调水工程运行维护中心、北京师范大学、河海大学、水利部信息中心联合研发滨海流域分散式防洪技术、引黄引江大型输水工程全时程动态调配技术、海水入侵生态防治技术、地下水硝酸盐污染精准靶向原位去除技术，形成了胶东半岛地区水安全保障关键技术体系，填补了我国滨海地区水安全保障关键技术研究空白，引领了国内外在防洪安全、供水安全、生态安全等技术领域的发展方向。以上创新性技术成果从 2012 年开始在胶东地区防洪、供水及水污染防治实践中得到广泛应用，为保障区域水安全、支撑经济社会高质量发展提供了重要的理论和技术支撑。

滨海流域分散式防洪技术应用于威海市母猪河流域，结合支流塘坝梯级拦蓄、河道橡胶坝蓄水、下游主河道工程治理、河口疏浚等工程构建综合防洪体系，成功解决下游河道汛期洪水灾害问题，提高了流域洪水调度的科学性和可操作性；径流调节型的地下坝防治海水入侵技术应用于莱州地下水库设计和建设、烟台大沽夹河地下水库敞流口的设计和建设，地下坝顶部均留有潜流通道，地下咸水抽水帷幕技术应用于莱州沿海养殖业，将海水入侵生态防治技术应用于烟台大沽夹河流域、龙口市、莱州市海水入侵防治，使得烟台市水生态文明城市建设试点期末海水入侵面积比 2013 年减少 22%；地下水硝酸盐污染精准靶向原位修复技术成功应用于胶州市及潍坊市青州乡镇供水规模的扩展，实现了大面积污染背景下局地小区域修复目标，有效解决了胶州市、寿光市等农村地区的地下水污染问题，地下水环境质量持续改善，形成了保障分散式农村饮水安全的有效途径；基于水系联通的长距离输水和全时程调水技术应用于胶东地区水网规划布局、应急输水供水及区域水资源调配，增强了抵御极端干旱的应急供水能力，胶东调水工程沿线供水保证程度大幅提升，近三年新增引水 22.75 亿立方米，新增供水效益 13.5 亿元，总受益达人口 2500 万人。同时，还解决了历史上广北、寿北、潍北等高氟区 75 万人饮水困难，并承担了为工程沿线输送农业灌溉用水任务，寿光市改善粮食种植面积 40 万亩，增产粮食约 8000 万公斤。工程调度运行中自然水量的渗透，一方面回补地下，抬高地下水位，增加地下水补给量超 10 亿立方米；另一方面，水位抬升能够有效防治咸水的入侵，改善了地下水生态，改良了渠道两侧的土地，保护了生态环境，尤其昌邑、寒亭、寿光等北部沿海咸水地区受益明显。上述技术的集成应用，提高了胶东地区水安全风险抵御能力、水资源调控水平及水安全保障能力。

本项成果还应用于我省各级水行政主管部门和地方人民政府，有力支撑了水利发展规划、流域综合规划、水安全保障规划、防洪规划、水中长期供求规划、水污染防治规划、水资源保护规划等有关规划、工程设计、工程运行、水文预报以及水资源管理工作，推动了滨海流域引黄（江）及其配套调蓄工程等一批水资源配置工程和水系连通工程建设，支撑了《山东省水安全保障规划》、《山东省现代水网建设规划》、《山东省地下水超采区综合整治实施方案》的编制和《山东省落实〈水污染防治行动计划〉实施方案》的制订，促进了滨海流域及我省其他缺水地区现代水网建设、水生态文明城市建设等工作的完成，为破解我省水资源短缺、水环境污染和水生态损害等问题起到了关键的科技支撑作用。部分成果已在我省洪水风险图编制与应用系统开发、地下水污染风险管控、跨区域应急供水调度管理中转化应用，促进了地方经济发展。研究成果在胶东半岛地区防洪、供水、生态安全方面发挥了重要作用，为各级水行政主管部门管理决策提供科学依据，且成为众多高等院校重要的授课内容，实现了“产-学-研-管-用”的有机结合，取得了良好的经济、社会和生态效益。

2、经济效益和社会效益

(1) 经济效益

在胶东调水工程运行和管理中，威海市、青岛市、烟台市和潍坊市应用山东省水利科学研究院、山东省调水工程运行维护中心等单位完成的《胶东半岛水安全风险抵御与保障技术应用示范》研究成果，利用骨干调水工程和当地水网，合理调配黄河水、长江水和当地水源，充分利用渠道大流量输水、冰下输水，自调水工程运行以来，特别是近几年干旱年的应急调水，威海市、青岛市、烟台市和潍坊市总共调引黄河水、长江水分别为 1.94 亿立方米、14.12 亿立方米、2.09 亿立方米和 8.68 亿立方米，比常规年份分别新增引蓄 1.94 亿立方米、11.12 亿立方米、2.09 亿立方米、7.6 亿立方米，总共新增供水销售额累计达到 67.4 亿元，新增供水利润累计达到 13.5 亿元，经济效益十分显著。“海水入侵生态防治技术”成果在莱州市海水入侵治理中得到应用，包括莱州市登海种业在内的 6 万亩玉米田，因为海水入侵得到有效防治，水源、水质得到保障，实现了年增产粮食 1 万吨，年经济效益达到 1500 万元；“基于水系联通的水资源优化配置与调度”的相关成果为山东省复杂水网地区的水系联通工程建设及相关地市的工程设计工作提供了技术支撑，按新增销售额=增加的调水量*单价，新增利润=新增销售额*20%计算方法，直接产生效益 600 余万元；另外，仅仅山东省水科院承接的全省各市的水网规划编制技术工作经费就达 800 万元。

(2) 社会效益

研究成果代表了水资源高效利用与水环境保护技术研发应用的发展方向，全面提升了我国在流域防洪、海水入侵防治、地下水污染修复及长距离输水调度等技术领域的自主创新水平，填补了滨海地区水资源系统风险抵御技术研究空白，推动了水文学及水资源、水文地质等学科发展。部分成果已成为河海大学、北京师范大学、山东大学等高校重要的授课讲座内容，实现了“研-学”一体化。

技术成果为水利行业服务单位开展水资源规划、咨询、设计、工程建设提供了技术支撑，为地方政府和水行政主管部门制定相关政策提供了技术支持，实现了“产-学-研-用-管”的有机结合。分散式防洪技术应用于威海市水文局的水文监测预报系统及威海市母猪河流域治理规划与实践，成功解决了下游河道汛期洪水灾害问题；海水入侵生态防治技术应用于烟台大沽夹河流域、龙口市、莱州市海水入侵防治，在烟台市水生态文明建设试点期末海水入侵面积比 2013 年减少 22%；地下水硝酸盐污染精准靶向原位修复技术成功应用于胶州市及潍坊市青州、寿光乡镇供水规模的扩展，对于防范饮用水安全风险、保障群众身体健康和环境安全具有重要意义；基于水系联通的长距离输水和全时程调水技术应用于全省水安全保障规划，形成了“南北贯通、东西互济、多源调控、全省普济”的水资源调配体系，总供水量的 23%，在 2014-2016 年山东大旱期间，青岛、烟台、潍坊、威海四市累计调水 16.4 亿立方米，其中 2016 年跨流域调水量占有效地缓解了区域性水危机，增强抵御极端干旱的能力，为区域经济社会发展和社会稳定提供了有力保障。

支撑技术创新点的主要知识产权证明目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	雍高水位加大引水流量的方法	中国	ZL201510876917.2	2017-05-10	2482210	山东省水利科学研究院	李福林；田志刚；陈学群；黄继文；陈华伟；李浩	有效
发明专利	地下水污染填注-抽水二重井处理方法	中国	ZL201410255900.0	2016-07-13	2145433	山东省水利科学研究院	李福林；管清花；陈学群；田志刚；宋玉田；卜庆伟；林琳；唐漪；刘健	有效
发明专利	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	中国	ZL201410208181.7	2015-08-05	1744210	山东省水利科学研究院	李福林；田志刚；卜庆伟；陈学群；管清花	有效
发明专利	用于地下水污染处理井反应材料的还原装置及使用方法	中国	ZL201410208160.5	2015-09-30	1805507	山东省水利科学研究院	李福林；田志刚；宋玉田；陈学群；管清花	有效
发明专利	一种在中粗砂地层进行原位修复系统施工的工艺	中国	ZL201210265072.X	2014-01-01	1331396	山东省水利科学研究院	李福林；陈学群；管清花；田志刚；宋玉田；卢超；卜庆伟	有效
发明专利	真空式定深取样器	中国	ZL201210024223.2	2014-11-05	1515642	山东省水利科学研究院	田志刚；陈学群；管清花；宋玉田	有效
发明专利	工程膨胀剂分层止水方法	中国	ZL201510520718.8	2018-09-25	3087846	山东省水利科学研究院	管清花；田志刚；陈学群；宋玉田；李福林；王爱琴；唐漪；尹莹	有效
地方标准	山东省重点工业产品取水定额	中国 山东	DB 37/T 1639.2—2018	2018-02-13	DB 37/T 1639.2—2018	山东省水利科学研究院、山东省人民政府节约能源办公室	王祖利、崔培学、郭旭维、晋芳、李福林、李晓、陈华伟、傅世东、吴振、黄栌洲、张欣、黄继文、陈学群、李冰、题伟、李雪东、刘开非、王卫涛、许鹏婧	有效
SCI 论文	Laboratory tests and numerical simulations on the impact of subsurface barriers to saltwater intrusion	荷兰	Natural Hazards	2018-04	DOI: 10.1007/s11069-018-3176-4	山东省水利科学研究院	Fulin Li, Xquequn Chen, Caihong Liu, Yanqing Lian, Li He	有效
SCI 论文	Spatiotemporal patterns of drought at various time scales in Shandong Province of Eastern China	德国	Theoretical and Applied Climatology	2018-01	DOI: 10.1007/s00704-016-1969-5	北京师范大学，山东省水利科学研究院	Depeng Zuo, Siyang Cai, Zongxue Xu, Fulin Li, Wenchao Sun, Xiaojing Yang, Guangyuan Kan, Pin Liu	有效
TOP 区 SCI 论文	Replenishing an unconfined coastal aquifer to control seawater intrusion: Injection or infiltration?	美国	Water Resources Research	2017-06	DOI: 10.1002/2016WR019625	河海大学	Chunhui Lu, Wenlong Shi, Pei Xin, Jichun Wu, Adrian D.Werner	有效

承诺：上述知识产权和标准规范等用于提名山东省科学技术进步奖的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

客观评价

在科技部国际科技合作专项“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(NO. 2012DFG22140)”、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(NO. 200901076)”和“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术(NO. 201201113)”以及青岛胶州市水利局项目“前韩地下水源地水质修复项目(NO. QDHJH2010-004)”支持下,山东省水利科学研究院联合山东省调水工程运行维护中心、北京师范大学、河海大学、水利部信息中心联合攻关、历时近10年,创新研发滨海流域分散式防洪技术、引黄引江大型输水工程全时程动态调配技术、海水入侵生态防治技术、地下水硝酸盐污染精准靶向原位去除技术,形成了胶东半岛水安全保障关键技术与应用成果。

一、科技查新报告

科技查新报告。查新单位:山东省化工信息中心。查新结论本项目进行了胶东半岛水安全保障关键技术与应用研究,包括滨海地区分散式防洪技术(DFP);海水入侵生态防治技术;远距离输水技术与多水源水资源优化调度技术;滨海地区中粗砂含水层硝酸盐污染原位修复技术。经检索,除了委托方论文外,目前国内外未见与本项目查新内容相同的文献报告。

二、科技成果评价

1、“胶东半岛水安全保障关键技术与应用”科技成果评价

山东水利学会于2019年12月06日邀请杨继富高工等7名专家对“胶东半岛水安全保障关键技术与应用”科技成果进行评价,评价意见主要为:研究成果已在胶东半岛多个滨海城市防洪规划、水资源综合利用规划、水安全保障规划、山东省地下水超采区治理方案制定,以及城市干旱年应急调水、水生态文明城市建设得到广泛应用,取得了显著的经济社会和生态效益。

2、“胶东半岛水资源风险抵御技术与适应性管理研究”科技成果评价

中国水利学会于2019年3月31日邀请王浩院士等7名专家对“胶东半岛水资源风险抵御技术与适应性管理研究”科技成果进行了评价,评价意见主要为:研究成果已在山东半岛多个沿海城市防洪规划、水资源综合利用规划编制,山东省地下水超采区治理方案制定及城市干旱年应急调水、水生态文明城市建设等多个领域得到应用,取得了显著的经济、社会和生态效益。

三、验收意见

1、科技部国际科技合作专项“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”验收意见

2014年5月22日,水利部国际合作与科技司在北京主持召开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)”验收会并形成意见:(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。为新时期“现代化水网建设规划”编制提供了新的发展方向。

2、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”验收意见

2016年7月13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“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”（编号：201201113）验收会并形成意见：（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联通模式和布局；（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。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。近三年青岛市、潍坊市利用该技术，依托胶东半岛引黄济青工程及南水北调配套工程新增引蓄7.25、2.42万m³，新增利润4.21、1.40亿元。

3、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”验收意见

2014年5月22日，水利部国际合作与科技司在北京主持召开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）验收会并形成意见。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。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，其中烟台市水生态文明城市建设试点期末海水入侵面积比2013年减少22%。

4、青岛胶州市水利局项目“前韩地下水源地水质修复项目”（一期）鉴定意见

2011年12月28日，山东省水利厅邀请国内有关专家对“前韩地下水源地水质修复项目”（一期）取得的成果（编号：QDHJH2010-004）进行鉴定并形成意见。该项目针对硝酸盐污染去除主要形成“（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，自主研发了“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；该技术应用后，青州市供水规模扩展，安全供水100万吨/天。

四、安全运行检测意见

安全运行检测意见。检测单位：山东省水利勘测设计院。主要检测意见：山东省胶东调水工程运行维护中心严格运行管理，工程和管理措施全部到位，实现2018年度全年安全运行。

完成人合作关系说明

“胶东半岛水安全保障关键技术与应用”项目共涉及山东省水利科学研究院、山东省调水工程运行维护中心、北京师范大学、河海大学、水利部信息中心五个单位。

(1) 山东省调水工程运行维护中心的合作完成人：马吉刚

与合作完成人联合申报完成了水利部公益性科研专项“基于水系联通的水资源优化配置与调度技术”(201201113)，项目周期为2011年1月至2014年12月，期间发表论文多篇，专著2部，详见附件。

(2) 北京师范大学的合作完成人：徐宗学、左德鹏

与合作完成人联合申报完成了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”(2012DFG22140)，项目周期为2012年7月至2015年7月，期间发表论文多篇，详见附件。

(3) 河海大学的合作完成人：鲁春辉、程勤波

自2012年开始，我单位参与了山东省水利科学研究院申报的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”(2012DFG22140)，期间共同发表论文多篇，详见附件。

(4) 水利部信息中心的合作完成人：贺挺

自2012年开始，我单位参与了山东省水利科学研究院申报的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”(2012DFG22140)，期间共同发表论文多篇，详见附件。