1个项目申报

2022年山西省科学技术奖提名公示材料

一、地下水入渗补给全过程综合刻画技术及应用

（一）提名者：山西省水利厅

（二）提名意见：

地下水资源是人类赖以生存的重要优质水源。然而在我国干旱-半干旱的北方地区，如山西等地，由于过度开采地下水，造成地下水资源衰竭，导致地下水资源供给和饮水安全供需矛盾极其突出，区域地质环境和生态状况持续恶化，严重危害了我省社会经济和生态环境绿色可持续发展。

项目针对我省地下水资源衰减、水质恶化和地下水系统生态环境恶化等突出问题，突破我省地下水入渗补给过程刻画不清、水文参数分析检测手段不足、机制不明等短板，集成研发了地下水入渗补给全过程综合刻画技术，建立和完善了地下水入渗补给过程关键水文参数实验获取及模型预测技术，完善了渗漏参数实验获取技术，构建了地下水-包气带中渗透系数、水力梯度、储水系数等关键水文参数估算新技术，研发了痕量非常规锂(Li)同位素高精度快速测试方法并应用于地下水入渗水质污染过程示踪，研发了具有完全知识产权的关键信号传输技术国产化，构建了地下水水资源及水质污染敏感性评价指标体系，取得了一系列理论和技术成果，在水资源综合利用、城市规划、生态环境、自然资源监测、应急等领域发挥了重要作用，产生了非常显著的社会经济和生态环境效益。

（三）项目简介

地下水资源是人类赖以生存的重要优质水源。然而在我国干旱-半干旱的北方地区，如山西等地，由于过度开采地下水，造成地下水资源衰竭，水质恶化，水资源供给和饮水安全供需矛盾极其突出，区域地质环境和生态状况持续恶化，严重危害了我省社会经济和生态环境绿色可持续发展。

项目针对我省地下水资源衰减、水质恶化和生态环境恶化等突出问题，突破我省地下水入渗补给过程刻画不清、水文参数分析检测手段不足、机制不明等短板，集成研发了地下水入渗补给全过程综合刻画技术，进行了案例应用研究，取得了一系列理论和技术成果：

1. 建立和完善了地下水入渗补给过程关键水文参数实验获取及模型预测技术。项目完善了渗漏参数实验获取技术，构建了地下水-包气带中渗透系数、水力梯度、储水系数等关键水文参数估算新技术。

2. 针对地下水中中锂含量偏低、Li和Na难以分离的特性，开展了地下水样品中锂的化学前处理流程、锂同位素组成的质谱测试条件研究，研发了痕量非常规锂(Li)同位素高精度快速测试方法并应用于地下水入渗水质污染过程示踪。

3. 引进吸收国外先进的地下水多参数自动化监测设备及技术，研发了具有完全知识产权的国产化关键信号传输技术，实现了水文数据及时传输、信息安全、数据保密、成本节约等多重目标。

4. 构建了地下水水资源及水质污染敏感性评价指标体系，重点开展了汾河入渗补给评估、强烈农业活动区地下水采补均衡评估、地下水污染敏感性评估研究等，为我省泉域生态修复和地下水超采综合治理项目的实施及绩效评估提供支撑。

（四）客观评价

1.知识产权及学术论文

本项目成果授权国家专利2项，发表专业学术论文19篇。

2.技术研发奖励

项目技术研发人员获得“山西省劳动竞赛委员会个人三等功”（2011）、“水利部专家库专家”、“山西省水利厅先进工作者”（2008）、“湖北省杰出青年科学基金”（2021）、“山西省三晋英才”（2018）、“科技部科技人才与科学普及优秀奖”（2021）、湖北省楚天学者（学子）等荣誉称号。

3.人才培养

项目培养硕士1人，博士2人，博士后1人；完成硕士毕业论文1部，博士毕业沦为2部，博士后出站报告1部。

4.应用评价情况

项目成果综合集成地下水入渗补给过程中关键水文参数实验获取及模型预测技术，建立了地下水中锂同位素等关键水质示踪指标测试新技术，构建了地下水资源及水质污染敏感性分析评价指标体系，建设了基于完全自主知识产权的国产化水文信息多参数传输技术的地下水水文信息监测分析服务应用平台体系，系统地完善和构建了具有山西特色的地下水入渗补给全过程刻画技术体系。该成果是近年来山西地下水水文学领域为数不多的优秀成果，综合应用于流域生态保护、泉域生态修复和地下水综合管理等多个领域。

（五）推广应用情况

基于山西省地下水采补均衡和水安全理论，以地下水资源的可持续利用为基础，提出了区城地下水采补均衡状态的级别及区域地下水采补均衡曲线，建立了地下水系统采补状态评价指标体系,对山西省大型城市群地下水采补状态进行了评价。项目成果从地下水资源内在属性出发,从水位和水量角度对区域地下水安全进行了分析,提出了区域地下水位埋深的安全國值及地下水资源量安全开采模型，项目成果直接服务于《山西省地下水超采区综合治理》和山西省大型城市群绿色可持续发展。

项目通过室内大尺度物理模型试验，对比研究了不同组合模式下介质的渗透能力。通过测定渗流水力梯度、渗透系数、给水度、浊度等渗透特性参数，构建以限制粒径、有效粒径、不均匀系数和曲率系数为自变量的介质非线性渗透预报模型，揭示了入渗过程中水盐运移行为和分布特征。监测成果直接服务于土壤侵蚀机制和水土流失规律研究、水土保持效益评价，全面提升了我省水土保持工作的现代化水平和服务能力。

项目依据地表水地下水相互作用理论形成了一整套能够指导我省岩溶区河道(人工)渗漏补水的技术评价体系，为我省汾河流域、岩溶泉城生态修复提供了技术支撑。项目开展的古交汾河干流河道渗漏分析研究成果,在摸清了晋祠泉域汾河干流渗漏规律的基础上,建立了上游来水与渗漏补水的关系模型推算了汾河干流灰岩渗漏段的渗漏量，为晋祠泉水复流汾河干流渗漏段补水方案的实施提供了技术依据。

项目依据国际先进的DRASTIC地下水污染敏感性评价理论框架，在国内外率先将水文地球化学因子(Hydrogeochemistry Factor)引入地下水污染敏感性评价模型，构建了基于层次分析的AHP-DRASTICH评价模型，提升了地下水污染敏感性评价结果的有效性的可靠性，为地下水污染敏感性评价方法的建立提供了可靠的理论和技术指导。

（六）主要知识产权证明目录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 授权项目名称 | 知识产权类别 | 国（区）别 | 申 请 号 | 授 权 号 |
| 一种农田水利节能喷灌装置 | 实用新型专利 | 中国 | ZL202122034975.4 | CN215454462U |
| 一种模拟注抽试验装置 | 实用新型专利 | 中国 | ZL201821760826.8 | CN209277868U |

（七）主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 张明斌 | 性别 | 男 | 排名 | 1 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1966.1 | | | 出生地 | 山西应县 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 教授级高工 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 工作单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | 行政职务 | 站长 |
| 完成单位 | 山西省水利发展中心 | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  本项目的负责人和组织者，负责本项目的制定、组织协调和推广应用等工作，在本项目的相关技术研发过程中投入的工作量占本人工作量的70%，对项目创新点一、创新点三和创新点四均作出了突出创新性贡献。完成博士论文1 部，发表或参与发表专业技术论文4 篇，授权实用新型专利1 个。 | | | | | | | |
| 姓名 | 高旭波 | 性别 | 男 | 排名 | 2 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1975.1 | | | 出生地 | 山西左权 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 研究员 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 工作单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  本项目的技术负责人，负责了项目成果提炼、成果推广应用等工作。在本项目的相关技术研发过程中投入的工作量占本人工作量的50%，对本项目创新点二和创新点四均做出了突出创新性贡献。以第一完成人和通讯作者发表专业技术文章数篇。 | | | | | | | |
| 姓名 | 王宏 | 性别 | 女 | 排名 | 3 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1969.4 | | | 出 生 地 | 山西忻州 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 教授级高工 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 硕士 |
| 工作单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | 行政职务 | 科长 |
| 完成单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  负责项目技术研发工作，在本项目的相关技术研发构成中投入的工作量占本人工作量的50%，对创新点一和创新点三作出了贡献，对项目成果的推广和应用具有重要指导作用。以第一完成人发表专业技术论文多篇。 | | | | | | | |
| 姓名 | 薛明霞 | 性别 | 女 | 排名 | 4 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1971.2 | | | 出 生 地 | 山西稷山 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 高级工程师 | | | 最高学历 | 大学本科 | 最高学位 | 学士 |
| 工作单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  对项目创新点四做出了重要贡献。参加并完成了水安全研究工作，构建了山西省地下水系统采补指标体系并应用于地下水双控管理。以第一完成人发表多篇专业技术论文。 | | | | | | | |
| 姓名 | 王全荣 | 性别 | 男 | 排名 | 5 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1984.2 | | | 出 生 地 | 山西朔州 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 教授 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 工作单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  对项目创新点一做出了重要贡献。提出了基于加权最小二乘法(WLSM)来预测和估算地下水扩散系数和流速的新方法。完成博士论文 1 部，发表高水平专业技术论文多篇，授权实用新型专利1 个。 | | | | | | | |
| 姓名 | 康彩琴 | 性别 | 女 | 排名 | 6 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1986.11 | | | 出 生 地 | 山西柳林 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 工程师 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 硕士 |
| 工作单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  对项目创新点三和创新点四做出了贡献。对项目成果的科普推广做出了积极贡献。完成硕士论文1 部，以第一完成人发表专业技术论文2 篇。 | | | | | | | |
| 姓名 | 孔淑琼 | 性别 | 女 | 排名 | 7 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1981.12 | | | 出 生 地 | 湖北孝感 | 民族 | 汉族 |
| 技术职称 | 副教授 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 工作单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 中国地质大学（武汉） | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  对项目创新点四做出了贡献。开展了地下水水质污染过程研究。完成博士后出站报告 1 部，发表高水平专业技术论文1 篇。 | | | | | | | |
| 姓名 | 孙文 | 性别 | 男 | 排名 | 8 | 国籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1970.11 | | | 出 生 地 | 安徽霍山县 | 民族 | 汉 |
| 技术职称 | 高级工程师 | | | 最高学历 | 研究生 | 最高学位 | 硕士 |
| 工作单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | 行政职务 | 副科长 |
| 完成单位 | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  对本项目的主要创新点中所列的第三项做出了创新性贡献，致力于促进地下水自动化监测技术的应用和推广。 | | | | | | | |

（八）主要完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **单位名称** | 山西省水文水资源勘测总站 | | | | |
| **排 名** | 1 | **法定代表人** | 张明斌 | **所 在 地** | 太原市 |
| **单位性质** | 事业单位 | | | | |
| **通讯地址** | 太原市康乐街21号 | | | | |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： | | | | | |
| 山西省水文水资源勘测总站主要负责项目的总体协调和主要研究任务，是本项目的主要完成单位。具体承担了地下水入渗补给过程关键水文参数模型及实验获取、地下水关键水质指标监测、地下水水位自动化监测技术国产化、地下水水资源及水质污染敏感性评价体系的构建，并指导了项目技术的科普、推广和扩大应用，取得了显著的生态环境效益和社会效益。依托项目培养博士研究生1 人，硕士研究生1 人，出版多部与本项目相关的研究报告和专利，发表专业技术论文多篇。 | | | | | |
| **单位名称** | 中国地质大学（武汉） | | | | |
| **排 名** | 2 | **法定代表人** | 王焰新 | **所 在 地** | 湖北武汉 |
| **单位性质** | 学校 | | | | |
| **通讯地址** | 湖北省武汉市洪山区鲁磨路388号 | | | | |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： | | | | | |
| 中国地质大学（武汉）是本项目的主要协作单位，同时也是本项目依托课题“地下水中痕量锂同位素测定及其对污染来源的指示意义”项目的承担单位。针对山西省农业活动区极为普遍的降雨、灌溉等引发的地表入渗污染地下水现象，中国地质大学（武汉）应用研发的地下水痕量非常规锂同位素高精度快速测试技术，辅以13C 同位素、Cl/Br 等多种指标，成功识别出了受地表渗滤作用影响的地下水井位，丰富了环境水文学研究的技术手段，拓宽了非传统同位素应用研究的范畴。项目培养博士后 1 人，博士1 人，出版多部与本项目相关的研究报告和专利，发表专业技术论文多篇。 | | | | | |

（九）完成人合作关系说明

张明斌和高旭波提出地下水入渗补给全过程综合刻画技术及应用的理论和技术路线，总体负责项目技术和组织实施；高旭波、王宏、康彩琴和孙文研究了地下水监测和污染风险评价方法，致力于科普地下水保护和推广自动化监测技术；薛明霞、王全荣和孔淑琼共同完成地下水溶质运移、采补平衡曲线和水土污染检测工作，成果服务于大型城市群绿色可持续发展。