

山东省科学技术奖提名公示

(2025 年度)

一、项目名称

空天地深多网协同地面沉降灾害综合监测预警关键技术与多场景应用

二、提名者及提名意见、提名等级

殷跃平 中国工程院院士/首席科学家

自然资源部地质灾害技术指导中心正高级工程师、地质灾害与防治研究

提名意见：多家单位所承担的地面沉降工作成果显示，华北平原山东部分是地下水开采引发地面沉降最典型的地区，威胁黄河、高铁、南水北调、小清河等重大工程和人民生命财产安全。空天地深多网协同，综合运用精密水准、InSAR、GNSS、UAV、基岩标、分层标和地下水监测等方法，深度融合多源数据，提高地面沉降灾害监测精度、深度、广度和时空维度，多学科交叉水文地质、工程地质、环境地质、测绘和地理信息，完善地面沉降三维流固耦合监测预警系统。多场景应用，保障黄河流域生态保护和高质量发展和京沪高铁、南水北调、小清河、菏泽牡丹机场等重大工程安全。为黄河流域（山东段）地面沉降风险区划、华北平原京津冀鲁豫地面沉降联防联控和国土空间规划等提供基础服务。为5.94亿国债项目山东省地面沉降监测网建设提供技术支撑。

经专家鉴定总体达到国际先进水平。

提名等级：提名该项目为 2025 年度山东省科学技术进步奖一等奖。

三、项目简介

（一）项目主要科技内容

山东平原区地面沉降面积达 2.14 万平方千米，约占全省平原区面积的 39.9%，同时伴生重大工程安全和生态环境等问题，威胁高铁、高速公路、机场、黄河堤防、南水北调等重大工程安全运行，危及城市发展、乡村振兴进程、城市地下空间安全利用及人民生命财产安全。对地面沉降进行“多网合一”“多测合一”综合精准监测，并进行成生机理研究、科学预警与防控和多场景应用是实现地下水科学开发利用与防灾减灾的关键因素。

（二）主要技术创新

该成果围绕测绘科学技术应用于地面沉降监测网络体系建设、多源多时相多模式 SAR 卫星遥感、航空影像地面沉降监测数据的时空融合与应用、InSAR、GNSS、水准、UAV 等多源监测数据的融合与应用、精准沉降数据获取、三维流固耦合预警模型建设、地面沉降监测和地下水、地热监测数字孪生应用和深度融合及多场景应用，以测绘学、地学新质生产力赋能地面沉降灾害防御，实现精准监测预警、智慧控沉和高效应对，取得了重大创新：

创新点一：构建了测绘和水文地质、工程地质、环境地质多学科交叉的三维流固耦合模型，优化了空天地深一体化地面沉降监测预警体系，实现了地下水开采引发的地面沉降实时精准预警。

创新点二：研发了融合多源监测数据的综合监测技术，提高了地面沉降的监测精度、深度、广度和时空维度，实现了地面沉降监测和地下水、地热监测信息的数字孪生应用和深度融合。

创新点三：针对地面沉降引发的地质灾害问题，提出了地面沉降防控条件下地下水、地热等地下流体资源科学监管优化方法，有效提升了地下水科学利用水平。

四、主要知识产权和标准规范等目录

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	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	一种地热开采地面沉降监测预警装置	中国	ZL 2023 1 0513 974. 9	2023-11-21	证书号 第 649 952 5 号	山东省国土空间生态修复中心	张永伟；于德杰；梁浩；王晓玮；李婷婷；蒙永辉；孟凡奇；李永超；赵菲	有效	是	是
发明专利	基于GNSS点	中国	ZL 2017	2023-07-18	证书	山东省国土空间生	张永伟；颜景生；邵明；韩景	有效	是	是

	观测墩通用的INSAR角反射器装置		1 0013 340. 1		号 第 615 166 3号	态修复中心	敏;胡玉禄;梁浩;李兵 金丽华;刘状			
发明专利	一种三维沉降监测装置及方法	中国	ZL20 2311 7060 92. 0	2024-06-11	证书号 第 708 736 7号	山东省国土空间生态修复中心	张永伟; 梁浩; 于德杰; 王晓玮; 毕玉柏; 姚英强; 李永超	有效	是	是
发明专利	一种地面沉降监测用基岩标扶正器	中国	ZL20 2410 4239 22. 7	2024-06-11	证书号 第 708 495 9号	山东省国土空间生态修复中心	张永伟; 于德杰; 梁浩; 王明亮; 辛全; 陈大勇; 王广海	有效	是	是
发明专利	一种地面沉降水准观测辅助装置	中国	ZL20 2410 4647 85. 1	2024-06-28	证书号 第 714 587 8号	山东省国土空间生态修复中心	张永伟; 于德杰; 梁浩; 王明亮; 辛全; 陈大勇; 王广海	有效	是	是
发明专利	一种地热水水位监测装置	中国	ZL 2023 1 1055 595. 6	2023-10-27	证书号 第 643 067 6号	山东省国土空间生态修复中心	张永伟; 于德杰; 毕玉柏; 王晓玮; 姚英强; 梁浩; 蒙永辉; 孟凡奇; 刘磊; 李佳; 李永超; 许玉阳	有效	是	是
发明专利	一种勘察用地面沉降测量装置及使用方法	中国	ZL20 22 1167 03 79. 8	2023-05-23	证书号 第 599 268 1号	山东省国土空间生态修复中心	梁浩; 张永伟; 于德杰; 王晓玮; 李婷婷; 李笑泉; 解磊; 李宁; 池婷; 李永超	有效	不是(第2位)	是
发明专利	一种中深层地热水取样装置	中国	ZL20 2410 3322 16. 1	2024-05-28	证书号 第	山东省国土空间生态修复中心	于德杰, 张永伟, 王晓玮, 梁浩, 毕玉柏, 姚英强; 赵娜; 赵	有效	不是(第2位)	是

					704 324 5号		菲; 李永超; 许 玉阳			
发明 专利	一种地 面沉降 模拟试 验装置	中国	ZL20 2410 6050 95.3	2024- 07-23	证 书 号 第 722 673 2号	山东省国 土空间生 态修复中 心	于德杰, 张永 伟, 梁浩, 王明 亮; 辛全; 金利 华; 武丽梅	有效	不是 (第 2 位)	是
发明 专利	一种地 面沉降 自动 化 监测设 备	中国	ZL20 2410 2750 52.3	2024- 05-28	证 书 号 第 703 277 3号	山东省国 土空间生 态修复中 心	于德杰, 梁浩, 张永伟, 刘璇, 王晓玮, 祝德 成, 姚英强, 刘 磊, 李永超	有效	不是 (第 3 位)	是
计算 机软件 著作 权	地热资源 开发利用 和地面沉 降监测系 统V1.0	中国	2023 SR08 4 8220	2023- 07-18	软 著 登 字 第 114 353 91 号	山东省国 土空间生 态修复中 心	张永伟; 于德杰	有效	是	是
团 标	地面沉 降监测 装置	中国	T/S ERA 10- 2024	2024 年 8 月 3 日	山 东 省 能 源 研 究 会	山 东 省 国 土 空 间 生 态 修 复 中 心 提 出。 山 东 省 地 矿 工 程 勘 察 院 (山 东 省 地 质 勘 查 开 发 局 八 一 水 文 地 质 工 程 地 质 大 队) 、 山	常培斌、李庆 彬、张永伟、 冯少春、于德 杰、于大潞、 梁浩、吴迪、 王建华、 李波、刘德 彬、许兵、林 敬文、王炳森	有效	不是	不 是

					东省国土空间生态修复中心、山东省地矿资源公司、山东省地矿资源公司、山东省应急管理厅地质灾害防治重点实验室（筹）			
--	--	--	--	--	---	--	--	--

五、主要完成人、主要完成单位情况

（一）主要完成人：张永伟，孙子正，梁浩，杨培杰，于德杰，蒙永辉，史浙明，叶淑君，姚英强，王洪斌，王晓玮，蔡广银，于大潞，孙晓晓，窦凤珂

张永伟，主要承担地面沉降监测与防控总体工作，申报奖项总体策划和协调；孙子正主要负责沉降形变监测与仪器研发，对土体变形模型计算和成果创新有一定的贡献；梁浩，项目的主要参与人员之一，年度课题负责人；杨培杰，项目的主要参与人之一，负责地下水监测、水权转化等工作；于德杰，项目的主要参与人之一，负责地热监测等工作；蒙永辉，项目的协调人、管理人与参与人；史浙明，相关模型计算和论文编写人之一；叶淑君，相关模型计算和论文编写人之一；姚英强，项目的协调人、管理人与参与人；王洪斌，水准测量工作项目的协调人、管理人与参与人；王晓玮，地下监测工作的负责人；蔡广银，地面沉降监测

设备、监测方法负责人；于大潞，地面沉降监测设备、监测方法负责人；孙晓晓，地面沉降的科普人员，论文编写人之一；窦凤珂，地面沉降测量工作的参与人。

（二）主要完成单位：山东省国土空间生态修复中心，山东大学，南京大学，中国地质大学（北京），自然资源部第二大地测量队，山东省煤田地质规划勘察研究院，北京蓝尊科技有限公司，山东省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质大队（山东省鲁北地质工程勘察院），山东省地矿工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队）

山东省国土空间生态修复中心，主要承担地面沉降监测与防控总体工作，申报奖项总体策划和协调；山东大学主要负责沉降形变监测与仪器研发，对土体变形模型计算和成果创新有一定的贡献；南京大学，模型计算的参与者，论文编写；中国地质大学（北京），论文编写，参与水权转化项目；自然资源部第二大地测量队，二等水准的测量工作；山东省煤田地质规划勘察研究院，二等水准的测量工作；北京蓝尊科技有限公司，地面沉降监测设备、监测方法研发；山东省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质大队（山东省鲁北地质工程勘察院），负责地面沉降的科普，德州、东营滨州监测和标组施工等工作；山东省地矿工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队）地面沉降监测设备、监测方法负责人，以及标组施工等工作。