《陕西水利工程地质灾害形成机理与安全防控关键技术》项目

公示信息

**一、**项目名称：

陕西水利工程地质灾害形成机理与安全防控关键技术

**二、**提名者及提名意见：

提名单位：陕西省水利厅

提名意见：根据陕西纵跨三区、汇聚两水、多灾常发的地质环境条件，结合水利工程分布特征，系统揭示了复杂水环境下水利工程地质灾害发育特征，厘清了水利工程灾害时空分布规律。通过研究复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，揭示了动态地表水及地下水影响下的水利工程渗漏、冲刷淘蚀、岩土软化等诱发滑坡、塌岸的致灾机理，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论。创建了复杂水环境下水利工程地质灾害风险性分区评价技术方法及指标体系，建立了陕西水利工程地质灾害分区分级防治标准。编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，提出陕西省水利工程地质灾害监测预警系统建设方案与安全防控措施，填补了水利工程在复杂水环境下地质灾害防治研究领域的空白，对提升我国水利水电工程防灾减灾水平具有重要的理论意义与实践价值。

该项目成果已在我省东庄水利枢纽、引汉济渭工程、三原西郊水库、榆林采兔沟水库、镇安云镇水库、宝鸡峡灌区、普化水库等40余个大中型水利水电工程中得到应用，同时在陕西省水工程勘察规划研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、神木市水务集团采兔沟水库供水有限公司、镇安县烟叶产业社会化服务有限公司、麟游县普润水务有限责任公司等20余个建设、勘察设计、施工单位中得到了充分应用推广，获得了显著的社会和经济效益。经陕西省水利学会评价，认为该项目成果达到国际领先水平，创新成果显著，推广应用价值很高。

拟提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

**三、**项目简介

本项目综合运用野外工作、室内测试、模拟试验、数值分析、理论分析等方法，系统提出了复杂水环境下水利工程地质灾害分类及特征。结合区域地质条件、水利工程种类、地质灾害灾种，厘清了陕西省水利工程地质灾害时空分布规律。陕西省内水利工程的分布在陕北、关中、陕南区域呈现不同的特点：陕北区块状、关中东西线状、陕南点状，明确了水利工程地质灾害类型及其特征。提出了水利工程地质灾害成灾模式，开展了陕西省水利工程地质灾害风险性分区评价；提出采用传统治理方式结合监测主要诱发因素的综合防治手段，编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，指导陕西省水利工程地质灾害开展分区分级防治，为省级行政区水利工程地质灾害的防治提供了新的思路、新的技术支持，对提升我国水利水电工程防灾减灾水平具有重要的理论意义与实践价值。

取得了如下创新性成果：

（1）揭示了复杂水环境下水利工程地质灾害发育特征，厘清了水利工程灾害时空分布规律，编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，出版了《引汉济渭工程三河口高拱坝工程地质特性研究》，填补了水利工程在复杂水环境下地质灾害防治研究领域的空白。

（2）提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，揭示了动态地表水及地下水影响下的水利工程渗漏、冲刷淘蚀、岩土软化等诱发滑坡、塌岸的致灾机理，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论。

（3）创建了复杂水环境下水利工程地质灾害风险性分区评价技术方法及指标体系，建立了陕西水利工程地质灾害分区分级防治标准。

（4）提出了陕西水利工程地质灾害监测预警系统建设方案及综合防治手段，为水利工程地质灾害的安全防控提供了关键技术支持。

项目获得各类授权的知识产权57项，其中发明专利2项，实用新型专利12项，软件著作权10项，专著1部，编写行业指南1部，行业规范标准1部，发表科技论文30篇。培养硕士研究生6名。

研究成果解决了蓄水引发型塌岸、冲刷掏蚀滑塌型塌岸、冲刷掏蚀崩塌型塌岸及蓄水引发滑动型塌岸等次生地质灾害防治问题，提出采用传统治理方式结合监测主要诱发因素的综合防治手段。编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，填补了省内水利工程地质灾害系统研究领域的空白。同时培养了水利工程地质灾害防治方面的专业人才，推动了行业发展。

该项目成果已在我省东庄水利枢纽、引汉济渭工程、榆林采兔沟水库、镇安云镇水库、宝鸡峡灌区、普化水库等40余个大中型水利水电工程中得到应用，同时在陕西省水工程勘察规划研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司等20余个建设、勘察设计、施工单位中得到了充分应用推广，取得了显著的社会和经济效益。上述20余家单位通过应用项目成果的直接经济效益约2.798亿元。

**四、**客观评价

提出了陕北区块状、关中东西线状、陕南点状的分布特征，厘清了复杂水环境下水利工程地质灾害时空分布规律，编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，提出了水利工程地质灾害成灾模式，开展了陕西省水利工程地质灾害风险性分区评价。提出采用传统治理方式结合监测主要诱发因素的综合防治手段，对提升我国水利水电工程防灾减灾水平具有重要的意义和价值。

陕西省水利厅组织项目验收，认为项目提出水利工程地质灾害安全防控措施，填补了水利工程在复杂水环境下地质灾害防治研究领域的空白，对提升我省水利水电工程防灾减灾水平具有重要的意义和价值，成果达到国内先进。

该项目在2024年经陕西省水利学会组成的专家组进行了首次评价，认为成果处于国际先进地位。

科技查新报告结论：该项目于2025年在陕西省科学技术信息研究所科技查新中心进行科技查新。在国内外公开发表的中外文文献中，与本项目查新点完全相同的未见报道。科技查新表明，本项目的理论、技术以及方法均具有鲜明的独创性和领先性。

该项目成果已在我省东庄水利枢纽、引汉济渭工程、泾惠渠三原西郊水库、桃曲坡水库、宝鸡峡灌区、涧峪水库、普化水库、采兔沟水库、云镇水库等40余个大中型水利水电工程中，同时在陕西省水工程勘察规划研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、神木市水务集团采兔沟水库供水有限公司、陕西省水环境工程勘测设计研究院、陕西省宝鸡峡水利水电设计院、镇安县烟叶产业社会化服务有限公司、麟游县普润水务有限责任公司等20余个建设、勘察设计、施工单位中得到了充分应用推广，各单位普遍反映该技术能够较好地监测、防治复杂水环境下水利工程地质灾害，保障了国家重大水利工程的建设和运行安全，节省了人力、物力，提高了防灾减灾成效，社会效益及经济效益显著。

**五、**应用情况

项目成果整体技术已推广应用到东庄水利枢纽、引汉济渭工程、泾惠渠三原西郊水库、桃曲坡水库、宝鸡峡灌区、涧峪水库等40余个大中型水利水电工程中，同时在陕西省水工程勘察规划研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、神木市水务集团采兔沟水库供水有限公司等20余个建设、勘察设计、施工单位中得到了充分应用推广。该技术能够较好地监测、防治水利工程地质灾害，保障了国家重大水利工程的建设和运行安全，节省了人力、物力，提高了防灾减灾效益。通过应用项目成果的直接经济效益约2.798亿元，经济及社会效益十分显著。主要应用单位情况见下表。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位  名称 | 应用技术 | 应用对象及规模 | 应用起  止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司 | 创新点2、3、4 | 大坝为混凝土双曲拱坝，最大坝高230米，总库容32.76亿立方米，水库水面90公里，总投资达154.34亿元。 | 2020年1月至2022年5月 | 张遇恒/13609149655 |
| 2 | 陕西省引汉济渭工程建设有限公司 | 创新点2、3、4 | 大坝为混凝土双曲拱坝，最大坝高141.5米，总库容7.1亿立方米，属大型水库。 | 2019年5月至2021年5月 | 党康宁/029-86326789 |
| 3 | 陕西省宝鸡峡引渭灌溉中心 | 创新点2、3、4 | 宝鸡峡灌区为全省最大的灌区，总干渠设计流量50立方米/秒。 | 2020年3月至2022年5月 | 赵向军/029-33158000 |
| 4 | 陕西省泾惠渠灌溉中心 | 创新点2、3、4 | 三原西郊水库大坝为均质土坝，坝高42米，总库容3405.5万立方米，属中型水库。 | 2019年5月至2021年6月 | 赵鸿君/029-32250990 |
| 5 | 陕西省桃曲坡水库灌溉中心 | 创新点2、3、4 | 桃曲坡水库大坝为均质土坝，最大坝高61米，总库容5720万立方米，属中型水库。 | 2019年7月至2022年5月 | 安芳东/0919-3588308 |
| 6 | 渭南市涧峪水库管理中心 | 创新点2、3、4 | 涧峪水库大坝为面板堆石坝，总库容1284万立方米，属中型水库。 | 2020年1月至2022年5月 | 康申利/0913-2668120 |
| 7 | 神木市水务集团采兔沟水库供水有限公司 | 创新点2、3、4 | 采兔沟水库大坝为碾压砂坝，最大坝高33.8米,总库容达7281万立方米，属中型水库。 | 2020年1月至2023年3月 | 贾宏凯/13892235939 |
| 8 | 麟游县普润水务有限责任公司 | 创新点2、3、4 | 普化水库库容达1581万立方米，属中型水库 | 2022年8月至2023年6月 | 任强/17729189278 |
| 9 | 陕西省水工程勘察规划研究院 | 创新点1、2、3、4 | 应用于新建水库、除险加固、榆林神木城乡供水工程等多个水利水电工程的勘察设计工作中 | 2019年1月至2021年10月 | 唐志立/029-87329086 |
| 10 | 黄河勘测规划设计研究院有限公司 | 创新点1、2、3、4 | 应用于引汉济渭二期北干线工程的勘察设计工作中 | 2020年2月至2022年11月 | 裴丽娜/18939524127 |

**六、**主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 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） |
| 1 | 发明  专利 | 一种岩石双面剪切试验装置及试验方法 | 中国 | CN 112945755 B | 2024年04月09日 | ZL202110169409.6 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 宋文博、徐铁铮、李亚军、张蕊 |
| 2 | 发明  专利 | 一种测量设备及测量方法 | 中国 | CN 117367281 B | 2024年07月12日 | ZL202311504018.0 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 孙新权、孙云博、卢功臣、王春永 |
| 3 | 实用新型专利 | 一种土壤密度检测装置 | 中国 | CN 214408545 U | 2021年10月15日 | ZL 2021 2 0358535.1 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 王帆、赵永辉、王德辉 |
| 4 | 专著 | 引汉济渭工程三河口高拱坝工程地质特性研究 | 中国 | ISBN 978-7-5226-3046-5 | 2024年12月 | 中国水利水电出版社 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 宋文搏、张兴安、蒋锐、王春永、王帆、卢功臣 |
| 5 | 实用新型专利 | 一种土壤取样装置 | 中国 | CN 217980815 U | 2022年12月06日 | ZL 2022 2 0839314.0 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 蒋锐、王春永、杨耿 |
| 6 | 实用新型专利 | 一种野外渗水试验装置 | 中国 | CN 217212140 U | 2022年08月16日 | ZL 2021 2 3443149.1 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 赵永辉、卢功臣、王德辉 |
| 7 | 实用新型专利 | 一种砂层勘测取芯设备 | 中国 | CN 216841524 U | 2022年06月28日 | ZL 2021 2 3443199.X | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 卢功臣、杨耿、王德辉、蒋锐 |
| 8 | 实用新型专利 | 一种原状土样暂存装置 | 中国 | CN 214567620 U | 2021年11月02日 | ZL2021 2 02076 44.3 | 陕西省水利电力勘测设计研究院勘察分院 | 卢功臣、王帆、赵永辉 |
| 9 | 论文 | 基于能耗理论的岩石三维蠕变本构模型及临界分段 | 中国 | DOI:10.11988/ckyyb.20200954 | 2022. 39(1): 107-113,121 | 长江科学院院报 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 卢功臣、祝荃芃、周林林 |
| 10 | 论文 | 秦巴山区某填方边坡加筋土挡墙破坏机理研究 | 中国 | DOI：10.3969/j.issn. 1673-9469.2023.01.012 | 2023. 40(1): 81-87 | 河北工程大学学报 | 长安大学 | 李浩然、宋飞、吴博、田涌泉、徐翔 |

**八、**主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 技术  职称 | 行政职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目的贡献 |
| 1 | 宋文搏 | 正高级工程师 | 副总经理 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）本项目总负责人，主要完成项目研究目标提出、技术思路的整体策划、参与主要研究内容、项目计划安排、研究过程技术把控、创新点凝练与提出等工作，是该项目的主要贡献人，对课题创新点 1、3、4 作出了贡献。  2）基于本课题研究，取得发明专利1项、编制规范标准1项、专著1部，是5项软件著作权的主要完成人，指导硕士学位论文1篇。 |
| 2 | 张兴安 | 正高级工程师 | 勘察分院总工程师 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）对项目整体进行技术质量管理，为成果报告的主要编写、审核、统稿人员。厘清了水利工程灾害时空分布规律，创建了水利工程地质灾害风险性分区评价方法，建立了水利工程地质灾害分区分级防治标准，对课题创新点1、3做出了贡献。  2）基于本课题研究，发表核心技术论文2篇、编制规范标准1项、专著1部，是3项软件著作权的主要完成人。 |
| 3 | 赵宪民 | 正高级工程师 | 无 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查工作，成果报告的主要编写、统稿人。对课题创新点2、3做出了贡献。  2）基于本课题研究，编制行业指南1部，发表论文2篇，是2项软件著作权的主要完成人。 |
| 4 | 蒋锐 | 高级工程师 | 地质专业副总工程师 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查，成果报告的主要编写、统稿和审核人，为项目的主要技术负责人员；研究水利工程地质灾害致灾机理，参与提出了水利工程地质灾害监测预警系统建设方案及综合防治手段，对课题创新点1、4做出了贡献。  2）基于本课题研究，发表技术论文2篇、编写专著1部，是4项软件著作权的主要完成人。 |
| 5 | 孙新权 | 高级工程师 | 勘察分院副院长 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查工作，成果参编人员。进行地质灾害危险性研究，参与创建了水利工程地质灾害风险性分区评价技术方法及指标体系，参与编制《陕西省水利工程行业地质灾害防防治工程技术指南》，对课题创新点1、3做出了贡献。  2）基于本课题研究，取得发明专利1项，实用新型专利2项，编写专著1部，是2项软件著作权的主要完成人。 |
| 6 | 宋飞 | 副教授 | 系副主任 | 长安大学 | 长安大学 | 1）现场调查，参与成果报告的主要编写、统稿工作。参与提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论，提出了陕西水利工程地质灾害监测预警系统建设方案及综合防治手段，参与编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》。对课题创新点2、4做出了贡献。  2）基于本课题研究，发表核心技术论文2篇。 |
| 7 | 卢功臣 | 高级工程师 | 勘察分院副院长 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查，成果报告的主要编写人员。参与提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论，参与提出了陕西水利工程地质灾害监测预警系统建设方案及综合防治手段，对课题创新点2、4做出了贡献。  2）基于本课题研究，取得发明专利1项，实用新型专利2项，发表核心技术论文2篇，编写专著1部，是2项软件著作权的主要完成人。 |
| 8 | 王帆 | 高级工程师 | 勘察分院副总工程师 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查，成果报告的主要编写人员。参与提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，完善了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论，提出了水利工程地质灾害综合防治手段，对课题创新点2、4做出了贡献。  2）基于本课题研究，取得实用新型专利1项，发表核心技术论文1篇，编写专著1部，是3项软件著作权的主要完成人。 |
| 9 | 陈新建 | 讲师 | 无 | 长安大学 | 长安大学 | 1)现场调查，参与成果报告的主要编写、统稿工作。揭示了复杂水环境下水利工程地质灾害发育特征，厘清了水利工程灾害时空分布规律，提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，对课题创新点1、2做出了贡献。  2）基于本课题研究，发表核心技术论文1篇。 |
| 10 | 王春永 | 高级工程师 | 地质专业副总工程师 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 1）现场调查，成果报告的主要编写人员。参与提出了水利工程地质灾害成灾模式，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论，参与提出了陕西水利工程地质灾害综合防治手段，对课题创新点2、4做出了贡献。  2）基于本课题研究，取得发明专利1项，编写专著1部。 |

**九、主要完成单位及创新推广贡献**

主要完成单位：陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司、长安大学。各单位的创新推广贡献如表。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排名 | 完成单位 | 科技创新及应用推广贡献 |
| 1 | 陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司 | 主持并参与完成了多项陕西省水利厅课题，对课题进行了总体设计和组织实施。根据陕西纵跨三区、汇聚两水、多灾常发的地质环境条件，结合水利工程分布特征，揭示了复杂水环境下水利工程地质灾害发育特征，厘清了水利工程灾害时空分布规律。通过研究复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，揭示了动态地表水及地下水影响下的水利工程渗漏、冲刷淘蚀、岩土软化等诱发滑坡、塌岸的致灾机理，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论。创建了复杂水环境下水利工程地质灾害风险性分区评价技术方法及指标体系，建立了陕西水利工程地质灾害分区分级防治标准。编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，提出陕西省水利工程地质灾害监测预警系统建设方案与安全防控措施，填补了水利工程在复杂水环境下地质灾害防治研究领域的空白，推动了水利工程地质灾害防灾减灾的发展。对课题创新点 1、2、3、4 均作出了贡献。  在项目整体技术的应用推广上，我单位做出了较大贡献，目前已成功推广应用到东庄水利枢纽、引汉济渭工程、泾惠渠三原西郊水库、桃曲坡水库、宝鸡峡灌区、涧峪水库等40余个大中型水利水电工程中，并有效指导了东庄水利枢纽、引汉济渭工程、宝鸡峡灌区等项目地质灾害识别、监测与应急处理；在宝鸡峡灌区黄土塬边渠道地、泾惠渠三原西郊水库中，提前预报了多次地质灾害，避免了大量的人员伤亡、财产损失，社会效益突出。 |
| 2 | 长安大学 | 揭示了复杂水环境下水利工程地质灾害发育特征，厘清了水利工程灾害时空分布规律，提出了复杂水环境下水利工程地质灾害成灾模式，揭示了动态地表水及地下水影响下的水利工程渗漏、冲刷淘蚀、岩土软化等诱发滑坡、塌岸的致灾机理，创新了水利工程在动水环境下岸坡弱化破坏理论。提出了陕西水利工程地质灾害监测预警系统建设方案及综合防治手段，参与编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，填补了水利工程在复杂水环境下地质灾害防治研究领域的空白。有效支撑了水利系统防灾减灾的战略实施，提高了水利系统防灾减灾主动防控能力，为水利系统防灾减灾工作贡献了积极力量，产生了巨大的社会效益。对课题创新点1、2、4 作出了贡献。 |

**十、**完成人合作关系说明

陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司牵头，联合长安大学，分工明确，实行联合技术攻关，对“陕西水利工程地质灾害形成机理与安全防控关键技术”开展了深入的研究，项目完成人合作关系说明如下：

宋文搏/1、张兴安/2、赵宪民/3、蒋锐/4、宋飞/6、卢功臣/7、陈新建/9合作完成陕西省水利工程地质灾害研究任务，编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》，对课题创新点1、2、3、4的完成做出了重要的贡献。

孙新权/5、卢功臣/7、王春永/10合作完成发明专利“一种测量设备及测量方法”。

宋文搏/1、张兴安/2、蒋锐/4、孙新权/5、卢功臣/7、王帆/8、王春永/10合作，共同编写《引汉济渭工程三河口高拱坝工程地质特性研究》专著。

卢功臣/7、王帆/8合作完成实用新型专利“一种原状土样暂存装置”。

蒋锐/4、王春永/10合作完成实用新型专利“一种土壤取样装置”。

蒋锐/4、卢功臣/7合作完成实用新型专利“一种砂层勘测取芯设备”。

完成人合作关系情况汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作  方式 | 合作者/项目排名 | 合作起始时间 | 合作完成时间 | 合作成果 |
| 1 | 共同承担课题 | 宋文搏/1、张兴安/2、赵宪民/3、蒋锐/4、宋飞/6、卢功臣/7、陈新建/9 | 2018.01 | 2022.05 | 合作完成陕西省水利工程地质灾害研究成果，编制了《陕西省水利工程行业地质灾害防治工程技术指南》 |
| 2 | 共同发明专利 | 孙新权/5、卢功臣/7、王春永/10 | 2023.11 | 2024.07 | 发明专利“一种测量设备及测量方法” |
| 3 | 共同编写专著 | 宋文搏/1、张兴安/2、蒋锐/4、孙新权/5、卢功臣/7、王帆/8、王春永/10 | 2021.09 | 2024.12 | 共同编写《引汉济渭工程三河口高拱坝工程地质特性研究》专著 |
| 4 | 共同实用新型专利 | 卢功臣/7、王帆/8 | 2021.01 | 2021.11 | 实用新型专利“一种原状土样暂存装置” |
| 5 | 共同实用新型专利 | 蒋锐/4、王春永/10 | 2022.04 | 2022.12 | 实用新型专利“一种土壤取样装置” |
| 6 | 共同实用新型专利 | 蒋锐/4、卢功臣/7 | 2021.04 | 2022.06 | 实用新型专利“一种土壤取样装置” |