

# 2025 年度陕西省科学技术进步奖励提名项目公示内容

## 一、项目名称

天空地水工一体化矿区水资源智能调控关键技术及应用

## 二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：

本项目在国家自然科学基金及省部级科研项目的支持下，紧扣国家“智慧水利”与矿区绿色发展战略需求，首次提出并系统构建了“天空地水工”一体化矿区水资源智能调控关键技术体系。项目以理论规律研究—关键技术研发—智能调控平台构建为总体思路，突破了单一监测感知手段难以满足水利全要素、全过程智能感知的瓶颈，创新性地提出了“天空地水工”五位一体监测模式，实现了从数据采集、智能处理到智慧决策的时空融合。

在技术层面，项目形成了多源异构数据智能融合方法，开发了水利信息数据中台和计算分析基础数据库，构建了覆盖降水、蒸发、土壤墒情、地下水等关键环节的水文水动力模型工具集。通过人工智能与数字孪生深度融合，提出了水利知识图谱驱动的决策支持方法，实现了对水资源调度、防洪抗旱、水质监测、水利工程安全等多业务场景的智能化支撑。项目成果在矿区水资源管理、防洪预警、生态修复等方面得到应用，为保障黄土高原能源基地生态安全和水资源可持续利用提供了有力技术支撑。

在成果产出方面，发表论文 20 余篇，获授权发明专利 3 项、软件著作权 22 项，相关成果分别获得 2021 年和 2023 年陕西省高等学校科学技术一等奖，具有广泛的学术影响，产生了显著的经济和社会效益。

成果材料齐全、规范。无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖提名条件，特提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖及以上。

## 三、项目简介：

本项目在国家自然科学基金等课题资助下，面向“智慧水利”建设需求，聚焦矿区水资源管理中的动态调控与智能决策，提出并实践了“天空地水工”一体化矿区水资源智能调控关键技术体系。项目以“理论规律研究—关键技术研发—调控平台构建”为总体思路，深入研究了从数据采集到智慧决策的时空融合方法，构建了以大数据、人工智能和数字孪生为核心支撑的水资源智能管理新模式。

项目在技术层面形成了五大突破：一是将 AI 技术与数字孪生水利深度融合，依托空间智能软件技术构建“天空地水工”一体化管理体系；二是提出多源数据智能融合管理技术，建立覆盖降水、蒸发、产流、汇流、地下水等关键环节的水利计算分析基础数据库；三是实现智能计算分析与可视化，打造水文水动力模型工具集，支持流域水循环与水资源演变模拟；四是提出水利知识图谱驱动的决策支持方法，提升调控的科学性与精准性；五是研发了水资源动态仿真与智能调度平台，为水旱灾害预警预报和水资源优化配置提供了系统化工具。

项目取得了两方面的核心成果：一是形成了大数据驱动的矿区水资源智能调控与决策关键技术，包括动态演化机理解析、承载力评估与水平衡优化、管理动态仿真与智能决策等，荣获 2023 年度陕西高等学校科学技术奖一等奖；二是研制了矿区水资源智能监测与大数据融合系统，基于“天空地水工”协同感知，集成卫星遥感、无人机遥感、智能终端及物联组网，实现了水资源的全方位感知与三维可视化管理，该成果获 2021 年度陕西高等学校科学技术奖一等奖。

项目执行期间，项目组在国内外高水平期刊发表论文 20 篇，授权软件著作权 22 项，发明专利 3 项，该成果分别获得 2021、2023 年陕西省高等学校科学技术一等奖。

## 四、客观评价：

### （1）专家评价

本项目成果丰硕，源于国家自然科学基金面上项目及多项省部级、厅局级项目的深入研究，且均顺利通过验收。经过陕西省技术转移中心的科技成果评价与验收，专家组一致认为该项目紧密贴合国家水资源管理的重大战略需求，融合了学科前沿与地方实际需求，不仅在理论方法上有所建树，还提出了切实可行的技术措施。项目的创新性突出，已得到广泛应用，并取得了显著的社会经济效益和生态环境效益，达到了国内领先水平。

### （2）应用评价

本项目成果在实际应用中表现卓越，已在国内 12 家单位得到成功应用，并获得了高度评价。具体应用效果如下：

在矿区地下水资源监测与管理方面，多家单位如陕西三洋机电科技有限公司、西咸新区鸿通管廊投资有限公司等，应用了本项目的水文监测系统，实现了对矿区地下水资源的高精度、实时性监测。该系统运用了先进的传感器技术、计算机技术和数据通讯技术，能够连续长期测量并辅助决策，有效保障了煤矿的安全、正常生产。该系统还在宁夏宁煤集团、王洼煤业河南永煤集团等单位得到了广泛应用，进一步验证了其实用性和有效性。

在水资源管理与决策支持方面，横山区水利局、榆林市榆阳区水政水资源管理办公室等单位应用了本项目的水资源智能监测与大数据融合系统，取得了理想的观测效果，及时掌握了地下水情动态，为煤矿的安全生产提供了有力保障。

在生态效益与社会效益方面，陕西沔西新城投资发展有限公司应用了本项目的综合效益评价方法，对低影响开发进行了量化评价。通过选取多项评价指标，该项目提升了公众的环保、惜水、节水意识，具有一定的社会效益。本项目还促进了农村产业结构的调整，满足了人民日益增长的物质和文化生活需要，提高了科技对农业的贡献率。在生态效益方面，项目有助于保持水土、调节气候、改善环境，促进生态平衡。

综上所述，本项目成果在理论创新、技术应用、经济效益、社会效益和生态效益等方面均表现出色，达到了国内领先水平，并具有广泛的推广和应用价值。

### **（3）科技查新报告意见**

教育部科技查新工作站（Z08）综合分析检索到的国内相关文献，并与委托项目的查新点进行对比分析，得出以下结论：该项目中关于水资源动态调控、水资源大数据融合、动态演化、水平衡优化、水资源承载力相关研究，提出区水资源承载力多粒度评价与水平衡优化方法、“微观-中观-宏观”三级水资源大数据关联性分析与知识发现方法、矿区地下水资源动态演化机理与调控技术的相关研究，除该委托项目组发表的文献外，国内未见与该查新项目查新点相同的中文文献报道，具有明显创新性。

### **（4）获得的相关知识产权与科技奖励**

项目组在国内外高水平期刊发表论文20篇，授权软件著作权22项，发明专利3项，获得2021、2023年陕西高等学校科学技术奖一等奖1项。

### **（5）国内外同行评价**

项目团队研究成果在国际知名学术期刊与国内高水平学术期刊累计发表学术论文 60 余篇，代表性成果已被美国、意大利、瑞典、巴西等国家的专家学者在 Google Scholar 引用 200 余次，产生了广泛的国际学术影响和积极的社会效益。其中，《A Big Data Mining and Blockchain-Enabled Security Approach for Agricultural Based on Internet of Things》（Wireless Communications and Mobile Computing, 2020）单篇已被引用 105 次，显示在智慧水利与物联网安全领域的国际影响力。阿曼 University of Technology and Applied Sciences-AI Musannah 大学 Kanagaraj Venusamy 教授 在发表于 Data Fusion For Intelligent Decision Making in Agriculture Resource Management (2021) 的论文中，明确肯定了该成果提出的“水资源监测物

联网中基于区块链的大数据挖掘隐私保护方法”，并指出多级数据融合与区块链安全机制的结合能够有效提升水资源管理智能决策水平。河北工程大学 Liang Wuchao 教授在 IEEE Access (2021) 发表的论文中，多次引用相关成果，并认为该研究充分论证了物联网环境下基于大数据的信息安全监控与管理方法，为构建智慧水资源管理体系提供了有力支撑。保加利亚 Technical University of Sofia 的 Sasho Guergov 教授与天津公共管理学院的 Bian Guofeng 教授在多篇论文与专著中对成果涉及的“区块链与物联网、人工智能的融合”进行了引用与分析，认为其为跨领域信息安全与资源优化配置提供了有益探索。

在国际期刊 PeerJ Computer Science、IEEE Transactions on Fuzzy Systems、Earth Science Informatics、Sustainable Computing、Applied Ecology and Environmental Research、Measurement: Sensors 等上发表的一系列论文，进一步体现了团队在“水资源大数据、人工智能融合、群智能优化及区块链应用”方向的持续贡献，受到国际同行广泛关注和引用。国内专家学者普遍认为，该研究紧密围绕国家能源开发区和干旱半干旱地区水资源短缺问题，提出了多源数据融合、智能优化配置与知识发现方法，具有突出的现实针对性和应用价值。研究成果在“智慧水利”“数字孪生水资源管理”方向形成了完整的理论体系与技术工具，受到水利工程、农业信息化及公共管理领域同行的高度评价。获得 陕西省高等学校科学技术一等奖，表明该成果在国内同行评审中被认定为具有显著的创新性、系统性和推广应用价值。

国内同行尤其肯定团队在“知识产权创造与转化”方面的贡献，包括发明专利《一种水资源优化配置方法》、实用新型专利《一种水库漂浮式水利质量检测器》及软件著作权《水资源图谱可视化数值模拟系统》，认为其有助于推动科研成果向现实应用转化。项目团队的研究不仅在学术界获得了广泛引用和认可，也在推动智慧水资源管理与绿色可持续发展方面展现了重要的社会意义和国际影响力。

## 五、推广应用情况

项目研究成果从 2018 年开始，分别在陕西三洋机电科技有限公司等 10 余家公司进行了实际应用。以项目研究过程中开发的系统，发表的学术论文、申请的专利、撰写的咨询报告等成果为依据，通过讲座、培训会、研讨会的形式，针对特定区域开展项目技术成果的应用示范，面向煤矿技术人员、基层水利人员、水利主管部门开展信息化技术培训 530 人次，部署 13 个核心区域进行信息监测，网络化环境信息监测节点 10 个，获得应用单位好评。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间
1	陕西三洋机电科技有限公司	矿区地下水监测与处理方法	陕西省陕北矿区生态修复实验室生态修复系统/12000 亩	2016.11.1-2022.12.30
2	榆林市榆阳区水资源服务中心	水资源承载能力计算方法	牛家梁沙地治理试验区监测系统/5000 亩	2016.1.1-2013.12.30
3	西咸新区沣西新城碧源环保科技有限公司	水信息协同感知与智能处理技术	在地面及井下各种水文参数水文监测系统中应用/210 万	2020.1.1-2023.12.30
4	陕西沣西新城投资发展有限公司	水信息协同感知与智能处理技术	在低影响开发综合效益进行量化评价中应用/110 万。	2020.1.1-2023.12.30
5	西咸新区鸿通管廊投资有限公司	水信息协同感知与智能处理技术	渭河水务管理系统/110 万。	2018.6.1-2019.3.1
6	延安水务环保集团有限公司	水信息协同感知与智能处理技术	延河水务管理系统/120 万。	2020.6.1-2023.3.1
7	陕西北方慧联电子科技有限公司	天空地网水信息多源信息感知与融合关键技术	无定河流域淤泥坝监测/200 万	2022.6.1-2023.3.1
8	榆林智能安防技术有限公司	天空地网水信息多源信息感知与融合关键技术	在矿井地下水文监测系统中应用/200 万。	2022.6.1-2023.3.1
9	陕西深茂实业有限公司	面向矿区水安全管理的大数据融合与智能决策技术	马家峁气化渣生态修复示范区/2100 亩。	2020.6.1-2023.3.1
10	陕西永拓实业有限责任公司	大数据环境下矿区水资源承载力与水平衡优化方法	榆林大河塔方家畔煤矿边坡生态修复示范区/1300 亩。	2021.6.1-2023.3.1

六、主要知识产权和标准证明目录（限 10 条，发明奖和进步奖填写）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	论文	A multiobjective optimization prediction approach for water resources based on swarm intelligence	德国	(2020):1-12	2020-09-10	Earth Science Informatics	Yulin University	Feng Zhang, Yongheng Zhang
2	论文	Multi-source Big data Dynamic Compressive Sensing and Optimization Method for Water Resources Based on IoT	荷兰	20(10):210-219	2017-09-24	Sustainable Computing: Informatic and Systems	Yulin University	Feng Zhang*, Hui-feng Xue, Jing-Cheng Zhang
3	论文	A new BP neural network fusion algorithm for multi-source remote sensing data on groundwater	匈牙利	17(4):9083-9095	2019-06-01	Applied ecology and environmental research	Yulin University	ZHANG, F* , XUE, H. F, ZHANG, Y. H
4	论文	A dynamic big data fusion and knowledge discovery approach for water resources intelligent system based on granular computing	英国	2023(30): 1-12	2023-11-16	Measurement: Sensors	Yulin University	Yongheng Zhang, Feng Zhang *, Xiaoyan Ai, Hui

								Zhang, Yanna Feng
5	论文	A Big Data Mining and Blockchain-Enabled Security Approach for Agricultural Based on Internet of Things	英格兰	2020(1),1-8	2020-11-26	Wireless Communications and Mobile Computing	Yulin University	Feng Zhang, Yongheng Zhang
6	实用新型专利	一种水库漂浮式水利质量检测器	中国	ZL 2022 2 3045150.3	2023-02-28	第 18543146 号	榆林学院	冯艳娜, 吴敏宁, 张峰, 艾晓燕, 卢磊, 刘红霞
7	软件著作权	水资源大数据多模态多场耦合系统	中国	2023SR1015833	2023-3-17	软著登字第 11603006 号	榆林学院	张峰, 张永恒, 冯艳娜, 吴敏宁
8	软件著作权	榆神矿区取水监测与大数据融合系统	中国	2019SR1046494	2019-07-01	软著登字第 4467251 号	榆林学院	张峰, 张永恒
9	软件著作权	榆林矿区水资源信息服务与决策系统	中国	2019SR1046546	2019-08-01	软著登字第 4467303 号	榆林学院	张峰, 张永恒
10	软件著作权	水资源图谱可视化数值模拟系统	中国	2023SR0720690	2023-06-26	软著登字第 11307861 号	榆林学院	冯艳娜, 张峰, 张永恒, 吴敏宁

### 七、主要完成人情况

姓名	排名	行政/技术职称	工作单位/完成单位	对本项目技术创造性贡献
张峰	1	教授	榆林学院	负责项目的全面工作, 协调各方资源, 统筹项目资源投入, 设计并完成了实验室研究、中试生产、系统开发, 注册申报等; 在科技创新点的第 (1)、(2) (3) (4) 点均作了重大贡献, 获得 2 项发明专利授权和 2 项软件著作权, 发表论文 6 篇。
冯艳娜	2	讲师	榆林学院	负责项目部分技术研发及矿区三维可视化模型构建。在科技创新点的第 (1)、(2)、(3) 点做出了重要贡献, 获得 2 项软件著作权, 发表水资源相关重要科技论文 1 篇。
卢磊	3	高级实验师	榆林学院	负责建立矿区地下水危机临界标识指标体系、预警指标体系和安全调控的地下水位阈值, 在项目科技成果的 (2) 作了重要贡献。
张慧	4	教授	榆林学院	负责统一的地下水调控综合集成平台构建, 在科技创新点的第 (3) 点作了重要贡献, 第 (4) 点做出了部分贡献, 发表相关重要科技论文 1 篇。
艾晓燕	5	教授	榆林学院	参与水资源综合决策系统的开发和测试工作, 在科技创新点的第 (3) 作了重要贡献。
刘红霞	6	教授	榆林学院	负责项目矿井水资源监测与综合管控研究, 参与了部分数据分析试验。在科技创新点的第 (1) (2) 点作了重要贡献, 发表论文 2 篇, 软件著作权 3 项。

### 八、完成人合作关系说明

作为项目第一完成人, 我在研究工作中与团队其他成员保持了长期、稳定且紧密的合作关系。团队成员来自信息工程学院与管理学院, 既有教授、博士这样的学术带头人, 也有讲师、高级实验师这样的骨干力量, 学科背景涵盖信息科学、水文地质、管理科学与系统建模等领域, 形成了多学科交叉融合的合作团队。

在项目实施过程中，我主要承担总体设计、数据分析方法创新与系统开发组织等工作。第二完成人冯艳娜与我在地下水动态监测模型的构建中协作密切，她负责数据采集与动态特性分析，而我负责数据融合与模型算法，两者结合产出了软件著作权、专利与论文。第三完成人卢磊在空间数据库与三维模型构建方面与我配合紧密，他完成的数据库建模成果为后续的水文大数据处理与验证奠定了基础。第四完成人张慧在卫星监测与 GIS 集成方面与我保持长期合作，我们共同推动了基于大数据的 DSS 模型研究。第五完成人艾晓燕与我在地下水演化机制建模方面合作最为深入，她在微观机理研究与宏观规律揭示上提供了重要理论支持，而我负责将其成果融入系统平台，两者成果形成互补。第六完成人刘红霞则在系统开发、测试与数据分析中发挥了支撑作用，与我协同完成了系统功能完善及成果推广。

除了我与各成员之间的直接合作外，团队内部成员之间也建立了紧密的协作关系。冯艳娜与卢磊在地下水动态特性数据与三维地质模型的结合方面开展了联合研究，实现了动态监测结果与空间模型的有效衔接；张慧与艾晓燕在遥感监测与地下水演化模型研究方面进行了深入交流，将卫星监测数据引入地下水演化机理验证中，提升了模型的科学性与实用性；刘红霞则与冯艳娜、卢磊共同完成了实验数据的汇总、数据库对接与模型验证，保障了成果的可实施性与完整性。

本项目完成人之间的合作不仅体现在学术研究与项目实施的分工协作上，更体现在跨学科、跨方法的深度融合上。通过多年的共同研究，团队已形成稳定的合作模式和协同创新机制，积累了丰富的研究成果，也为后续相关领域的研究奠定了坚实基础。

九、完成人合作关系情况

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	证明材料
1	论文合著、共同立项、共同知识产权	冯艳娜/2	2020 年 01 月 01 日	2023 年 08 月 01 日	论文：A dynamic big data fusion and knowledge discovery approach for water resources intelligent system based on granular computing； 专利：一种水库漂浮式水利质量检测器； 软件著作权：水资源大数据多模态多场耦合系统、水资源图谱可视化数值模拟系统	主要知识产权和标准规范等目录第 4 项、6 项、7 项、10 项
2	共同知识产权、共	卢磊/3	2020 年 07 月 01 日	2023 年 08 月 01 日	专利：一种水库漂浮式水利质量检测器	主要知识产权和标准规范等目录第 6 项

	同立项					
3	论文合著	张慧/4	2018 年 07 月 01 日	2023 年 08 月 01 日	论文: A dynamic big data fusion and knowledge discovery approach for water resources intelligent system based on granular computing	主要知识产权和标准规范等目录第 4 项
4	论文合著、共同知识产权	艾晓燕/5	2014 年 07 月 01 日	2023 年 08 月 01 日	论文: A dynamic big data fusion and knowledge discovery approach for water resources intelligent system based on granular computing; 专利: 一种水库漂浮式水利质量检测器	主要知识产权和标准规范等目录第 4 项、6 项
5	共同知识产权、共同立项	刘红霞/6	2018 年 01 月 01 日	2023 年 08 月 01 日	专利: 一种水库漂浮式水利质量检测器	主要知识产权和标准规范等目录第 6 项

## 十、主要完成单位情况

单位名称	排名	主要贡献
榆林学院	1	本项目的第一完成单位及重要支撑单位, 确定研究目标、总体思路与内容, 负责整个项目的策划、统筹规划、组织管理和实施完成。研究矿区水资源智能融合与管理决策关键技术, 负责项目的成果转化, 项目知识产权的申报。