

## 2022 年度自然资源科技进步奖推荐公示

### 一、项目名称

鄂尔多斯高原地下水循环与生态效应

### 二、主要完成人

尹立河，张俊，王旭升，庞忠和，吴吉春，唐小平，董佳秋，韩鹏飞，黄天明，南通超，季晓慧，王晓勇，孙芳强，朱立峰，郭培虹

### 三、主要完成单位

中国地质调查局西安地质调查中心，中国地质大学（北京），中科院地质与地球物理研究所，南京大学，中国地质调查局乌鲁木齐自然资源综合调查中心

### 四、申报等级

自然资源科技进步奖一等奖

### 五、成果简介

鄂尔多斯高原能源矿产丰富，是国家级的能源化工基地，同时由于降水稀少，生态环境脆弱。能源矿产开发、农业生产及生态保护修复都需要水资源，如何分配地下水资源以实现水资源开发与生态环境保护的双赢是亟需解决的重大科学和现实问题，需要对地下水的循环规律与地下水与生态的关系进行科技攻关。面对这两个领域理论不完善、关键技术缺乏的现状，本项目在国家地质调查专项、国家自然科学基金以及国际合作项目等联合支持下，以理论创新与技术进步为突破口，历经七年多的产学研用协同攻关，取得一批原创性科技成果：

（1）丰富和发展了地下水流系统理论，实现了由二维到三维、由定性到定量的跨越发展。提出了三维地下水流系统理论与精细刻画技术，发现了河间地块地下水流系统的新模式，研发了测井-地面物探耦合的含水层非均质探测技术，创建了识别水流系统多级嵌套结构的勘查技术方法体系。并在鄂尔多斯高原进行了成功实践及西北地区的推广应用，引领了地下水流系统理论的发展、关键技术研发与实际应用。

（2）揭示了旱区地下水与生态的互馈机制，构建了一整套生态水文地质调查-评价-探测-监测技术方法体系。建成了多圈层、多要素立体原位生态水文观测系统，发现了植被增加会不同程度的降低地下水的补给量，提出了流域尺度

上依赖地下水生态系统识别及其对地下水消耗的新方法，实现了基于地质雷达的三维无损精细根系探测，揭示了半干旱区地下水开发对生态系统的影响机制，为旱区水与生态的协同演化研究提供了新路径。

（3）破解了旱区地下水开发与生态保护的难题，实现了基于生态保护的地下水合理开发利用。制定了基于地下水循环特征的开发利用原则，获取了面向生态保护的地下水开发利用关键认识，研发了地下水可采资源的评价新方法，提出了地下水合理开发利用方案并付诸与实践，实现了旱区生态保护修复与水资源开发利用的和谐发展。

（4）项目资助在水文学领域的国际顶级期刊上发表论文多篇；获各类知识产权 10 项，其中获授权发明专利 6 项；成果得到广泛应用，成果转化合同金额近 800 万元；培养了一支国内外具有重要影响力的旱区水与生态科技创新团队，支撑了五个省部级科技创新平台的建设。

该申请围绕旱区实现水与生态和谐发展的难题开展技术攻关，创新了地下水循环与旱区生态水文理论，研发了含水层非均质刻画与根系精细探测等多项关键技术，实现了旱区基于生态保护的地下水合理开发利用，极大推动了理论创新与技术进步，成果实现了有效转化与广泛应用，为旱区水资源合理开发利用提供了理论指导与技术支持。

## 六、客观评价

（1）2019 年 10 月 23 日，中国地质调查局组织专家对项目成果进行了评审验收，专家一致认为在地下水流系统刻画、基于物探的含水层非均质刻画与根系探测以及地下水合理开发利用等方面具有较强的创新性，项目成果评定为优秀。中国科学报也在头版头条深入报道了水流系统刻画创新成果。随后，项目组对初步成果进行了推广研究和深化研究，进一步完成了研究报告。

（2）委托权威机构对本项目成果查新，结论认为：在三维地下水水流理论与水流系统识别技术、河间地块水流系统分析、植被变化条件下土壤水分、溶质剖面稳态判定以及改进基于地下水昼夜波动计算蒸散发等方面所检索出的文献为项目组成员最先发表并被引用，可以肯定在这些方面具有显著的创新性，填补了多项相关研究的空白。

（3）鉴于本申请的创新成果，项目第一负责人带领的团队入选陕西省重点

科技创新团队，本人入选自然资源部科技创新领军人才；三名核心骨干入选陕西省科技创新（业）领军人才和中国科学院青年创新促进会。

（4）以项目取得的理论与技术为基础，成功申报到科技部科考项目、陕西省重点研发和国家自然科学基金项目，总经费达 2700 多万。

## 七、主要知识产权目录

序号	论文专著名称	刊名	作者
1	Response of phreatophytes to short-term groundwater pumping in a semiarid region: Field experiments and numerical simulations	Ecohydrology	Yin, L., Zhou, Y., Xu, D., Zhang, J., Wang, X., Ma, H., Dong, J.
2	Modified method for the estimation of groundwater evapotranspiration under very shallow water table conditions based on diurnal water table fluctuations	Journal of Hydrology	Jia,W.; Yin,L.; Zhang, M.; Zhang,J.; Zhang, X.; Gu, X.; Dong, J.
3	Inflection Points on Groundwater Age and Geochemical Profiles Along Wellbores Light up Hierarchically Nested Flow Systems	Geophysical Research Letters	Zhang, J., Wang, X., Yin, L.,Wang, W., Love,A., Lu, Z., Jiang,W., Yang,G., Xie, Y., Wang, X., Sun, F., Tang, X., Hou, G., Pang, Z.
4	Analysis of heterogeneity in a sedimentary aquifer using Generalized sub-Gaussian model based on logging resistivity	Stochastic Environmental Research and Risk Assessment	Li, K., Wu, J., Nan, T., Zeng, X., Yin, L., Zhang, J.
5	Groundwater recharge in an arid grassland as indicated by soil chloride profile and multiple tracers	Hydrological Processes	Huang, T., Pang, Z., Liu, J., Yin, L., Edmunds, W. M.
6	Impact of Afforestation on Atmospheric Recharge to Groundwater in a Semiarid Area	Journal of Geophysical Research:	Huang, T., Pang, Z., Yang, S., Yin, L.

		Atmospheres	
7	Identifying three-dimensional nested groundwater flow systems in a Tóthian basin	Advances in Water Resources	Wang, X. , Wan, L. , Jiang, X., Li, H., Zhou, Y., Wang, J., Ji, X.
8	Shift of annual water balance in the Budyko space for catchments with groundwater-dependent evapotranspiration	Hydrology and Earth System Sciences	Wang, X., Zhou, Y.