**2018年度国土资源科学技术奖提名项目公示**

1. **成果基本情况**

**成果名称**：城镇化驱动下土壤和地下水重(类)金属的地球化学行为及自净机制

**主要完成单位**：中国地质科学院水文地质环境地质研究所

**主要完成人**：黄冠星、陈宗宇、张英、孙继朝、裴丽欣、王金翠、荆继红、崔海炜、陈玺

**具体计划：**国家自然科学基金青年科学基金项目，污灌区源强持续增强条件下砷的环境地球化学行为控制机理，41103059。

1. **推荐意见**

该项目突破并拓展了水文地球化学专业理论知识，尤其是在城镇化驱动下的水文地球化学认知方面取得了多项新认识。例如，首次揭示了城镇化驱动下东莞市的地下水化学时空演化规律与演化路径，阐明了城镇化驱动下东莞市地下水化学演化的主要驱动力，概化了城镇化驱动下东莞市地下水化学演化的受控模式；首次阐明了城镇化驱动下广州市不同类型地下水中砷的分布规律，发现了形成高砷地下水的主要驱动力，并提出了广州市高砷地下水的成因概念模式；首次阐明了城镇化驱动下佛山市地下水中重(类)金属的季节性分布规律，并揭示了该区地下水重(类)金属的主要驱动力。

同时，该项目还突破并拓展了土壤环境中重(类)金属的环境地球化学行为理论知识，尤其是在城镇化所致的污灌条件下的重(类)金属的环境地球化学行为方面取得了多项新发现。例如，首次发现前处理方式差异对土壤砷形态分级提取结果的显著影响，并确认了真空冷冻干燥这一前处理方式由于具备低温、真空、快捷等优点而明显优于自然风干和烘干等前处理方式；首次揭示了温度、粒径组分、污染荷载以及氧化还原条件等因素差异对城镇化所致的污灌条件下土壤外源砷老化的影响规律。

该项目共发表SCI论文9篇，成果获国内外同行广泛认可、引用(100余次)。同时，授权了发明专利3项。相应成果被国内多家单位(公司)采纳、应用。

基于该项目成果创新性突出，有多项新发现、新认识，且申报材料属实，同意申报，推荐国土资源科学技术二等奖。

1. **成果简介**

**立项背景：**城镇化是土壤和地下水化学环境演变的主要驱动力之一。当前，我国数十年城镇化发展已引发了一系列土壤和地下水环境污染问题，其中，土壤和地下水重(类)金属污染较为突出。针对该类污染问题，本项目选取我国城镇化典型区之一的佛山-广州-东莞这一珠江三角洲经济区作为研究区，研究城镇化驱动下土壤和地下水重(类)金属的地球化学行为及“自净”(又名老化，是指重金属由易迁移态向难迁移态转化)机制。

**研究目标**：揭示城镇化驱动下的地下水化学演变规律与驱动机制、城镇化所致的污灌条件下土壤重(类)金属的环境地球化学行为。

**主要创新成果：**

1.揭示了快速城镇化典型区的地下水化学时空演化规律与演化路径，梳理了各种人类活动和自然因素对城镇化典型区地下水化学时空演化的复合影响，提出了城镇化驱动下典型区地下水化学演化的受控模式；揭示了城镇化典型区高砷地下水的成因机制，并提出了相应的成因概念模式；同时，阐明了城镇化典型区地下水中重金属的季节性分布规律。

2.首次发现采用前处理方式差异对土壤砷形态分级提取结果影响显著，并发现真空冷冻干燥这一前处理方式由于具备低温、真空、快捷等优点而明显优于自然风干和烘干等前处理方式。该项成果积极推进了当前土壤砷形态分级提取方面的研究。

3.首次揭示了温度、粒径组分、污染负荷以及氧化还原条件等因素差异对土壤外源砷老化的影响规律，并发现老化作用是土壤外源砷的一种“自净”作用。

4.研发了用于城镇水体净化的微型水分滞留调蓄模块，模拟重金属等污染物运移场景的干湿沉降滴滤试验系统以及模拟地下水动态的实验平台构建方法。

上述成果共发表SCI检索论文9篇，EI检索论文1篇，中文核心1篇。同时，授权发明专利3项，完成博士论文1篇，该博士论文获程裕淇优秀学位论文奖。

**应用情况：**相应成果被推广应用至国内五家单位(公司)的多个项目中。同时，相关研究成果被国内外同行引用100余次，其中SCI引用80余次。例如，国内外知名学者王焰新教授、王学军教授、李向东教授、Ho-Wen Chen教授、A. Pena-Fernandez教授等课题组引用了本项目相关成果发表于环境与地学领域的Science of the Total Environment、Environmental Science & Technology 、Environmental Pollution、Journal of Hazardous Materials、Environment International等国际知名杂志上。

**社会效益：**成果为珠江三角洲地区城镇化驱动下的土壤和地下水重(类)金属污染治理提供基础理论依据，并为全国尺度上解析我国城镇化发展所致的土壤和地下水重(类)金属污染机理研究提供了参考案例。

1. **客观评价**

**该项目突破并拓展了水文地球化学方面的相关理论知识，尤其是在城镇化驱动下的水文地球化学认知方面取得了多项新认识**。例如，首次揭示了城镇化驱动下快速城镇化典型区——东莞市的地下水化学时空演化规律，揭示了该区的地下水化学演化路径，梳理了各种人类活动和自然因素对该区地下水化学时空演化的复合影响，提出了城镇化驱动下东莞市地下水化学演化的受控模式，依据水化学相似度归类地下水样并揭示了各类地下水化学演化的主要驱动力；首次阐明了城镇化驱动下广州市不同类型地下水中砷的分布规律，发现了形成高砷地下水的主要驱动力，并提出了广州市高砷地下水的成因概念模式；首次阐明了城镇化驱动下佛山市地下水中重(类)金属的季节性分布规律，并揭示了该区地下水重(类)金属的主要驱动力。

上述新认识已被国内外同行广泛引用、认可。例如，英国公共卫生部门的A. Pena-Fernández教授、台湾弘光科技大学Ho-Wen Chen教授以及北京大学王学军教授等课题组分别引用上述地球化学、地下水污染方面的新认识发表于环境领域的Environment International、Journal of Hazardous Materials以及Environmental Science & Technology等国际顶级杂志上；中国地质大学(武汉)王焰新教授、中国科学院地理科学与资源研究所宋献方研究员、香港大学焦赳赳教授、武汉大学洪松教授、马来西亚马来亚大学M.F. Abu-alnaeem教授、香港理工大学李向东教授以及中国科学院地理科学与资源研究所朱秉启副研究员等课题组分别引用上述城镇化驱动下地下水污染和自然成因所致的地下水化学作用等水文地球化学方面的新认识发表于环境与地学领域的Science of the Total Environment、Environmental Pollution以及Journal of Hydrology等国际主流杂志上；荷兰联合国教科文组织周仰效教授、中国地质大学(北京)郭华明教授、希腊雅典大学Akindynos Kelepertsis教授、意大利那不勒斯第二大学M. Mastrocicco教授、突尼斯斯法克斯大学Faiza Souid教授以及南非大学Titus A.M.Msagati教授等课题组分别引用上述水文地球化学方面的新认识发表于地学领域的Hydrogeology Journal、Applied Geochemistry、Journal of Geochemical Exploration上、Journal of African Earth Sciences、Arabian Journal of Geosciences、Physics and Chemistry of the Earth等国际杂志上；此外，澳门大学Hojae Shim教授、巴西圣保罗大学G.Bertrand教授、印度中央矿业和燃料研究中心的Soma Giri研究员、中国地质大学(北京)何江涛副教授、希腊亚里士多德大学N. Kazakis教授、南京大学吴吉春教授以及土耳其奥都古兹·玛伊斯大学Hakan Arslan教授等课题组也分别引用上述水文地球化学方面的新认识发表于环境领域的Microchemical Journal、Journal of Contaminant Hydrology、Environmental Science and Pollution Research、Environmental Earth Sciences、Environmental Monitoring and Assessment等国际杂志上。

同时，**该项目还突破并拓展了土壤环境中重(类)金属的环境地球化学行为理论知识，尤其是在城镇化所致的污灌条件下的重(类)金属的环境地球化学行为方面取得了多项新发现**。例如，首次发现前处理方式差异对土壤砷形态分级提取结果的显著影响，并确认了真空冷冻干燥这一前处理方式由于具备低温、真空、快捷等优点而明显优于自然风干和烘干等前处理方式，该项新发现对于当前土壤砷形态分级提取研究具有重要推进意义，因为当前的土壤砷形态分级提取研究大多未意识到土壤前处理方式对形态分级提取结果的显著影响，且大多采用干扰明显的烘干或自然风干这两种前处理方式；首次揭示了温度、粒径组分、污染荷载以及氧化还原条件等因素差异对城镇化所致的污灌条件下土壤外源砷老化的影响规律。

上述新发现也已被国内外同行广泛引用、认可。例如，日本东京农工大学Masaaki Hosomi教授、中南大学薛生国教授以及韩国高丽大学Seunghun Hyun教授等课题组分别多次引用上述重(类)金属环境地球化学方面的新认识发表于环境领域的Journal of Soils and Sediments、Chemosphere以及Science of the Total Environment等国际主流杂志上；澳大利亚昆士兰大学Guia Morelli教授、中国科学院海洋研究所宋金明研究员、中国科学院地理科学与资源研究所雷梅研究员、中国地质大学(北京)郭华明教授以及巴西巴伊亚联邦大学Sergio L.C. Ferreira教授等课题组分别引用上述新认识发表于地学与环境领域的Applied Geochemistry、Ecotoxicology and Environmental Safety、Environmental Science and Pollution Research、Water, Air, & Soil Pollution以及Environmental Monitoring and Assessment等国际杂志上；同时，上述土壤外源砷老化机理方面的新认识获得了我国地学领域的“程裕淇优秀学位论文奖”。

此外，**该项目还研发了数项方法、技术，并被推广应用至国内多家单位(公司)**，同时为重(类)金属环境地球化学行为的进一步研究提供了相应的方法和平台。例如，研发了用于城镇水体净化的微型水分滞留调蓄模块、模拟重金属等污染物运移场景的干湿沉降滴滤试验系统以及可观测重(类)金属等污染物运移的地下水动态模拟实验平台的构建方法，并授权了相应的发明专利。

1. **主要知识产权目录**

**代表性论文专著目录（不超过8篇）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文名称/刊名/作者 | 影响因子 | 年卷页码(xx年xx卷-xx 页) | 发表时间 年 月 日 | 通讯作者/第一责任人 | SCI 他引次数 | 他引总次数 | 是否国内完成 |
| 1 | Impact of anthropogenic and natural processes on the evolution of groundwater chemistry in a rapidly urbanized coastal area, south China / Science of the total environment / 黄冠星,孙继朝,张英,陈宗宇,刘凡 | 4.9 | 2013年463-464卷209-221页 | 2018-10-01 | 陈宗宇/黄冠星 | 31 | 40 | 是 |
| 2 | Effect of sample pretreatment on the fractionation of arsenic in anoxic soils / Environmental Science and Pollution Research / 黄冠星,陈宗宇,孙继朝,刘凡,王佳,张英 | 2.741 | 2015年22卷8367-8374页 | 2015-06-01 | 黄冠星/黄冠星 | 10 | 12 | 是 |
| 3 | Impact of human activity and natural processes on groundwater arsenic in an urbanized area (South China) using multivariate statistical techniques/ Environmental Science and Pollution Research / 黄冠星,陈宗宇,刘凡,孙继朝,王金翠 | 2.741 | 2014年21卷13043-13054页 | 2014-11-01 | 黄冠星/黄冠星 | 6 | 7 | 是 |
| 4 | Water quality assessment and Hydrochemical Characteristics of groundwater on the aspect of metals in an old town, Foshan, south China/ Journal of Earth System Science / 黄冠星, 陈宗宇, 孙继朝 | 0.955 | 2014年123卷91-100页 | 2014-02-15 | 陈宗宇/黄冠星 | 8 | 13 | 是 |
| 5 | Adsorption of arsenite onto a soil irrigated by sewage/ Journal of Geochemical Exploration / 黄冠星,陈宗宇,王金翠,孙继朝,刘景涛,张英 | 2.464 | 2013年132卷164–172页 | 2013-09-01 | 黄冠星/黄冠星 | 2 | 2 | 是 |
| 6 | Distribution of arsenic in shallow aquifers of Guangzhou region, China: natural and anthropogenic impacts/ Water Quality Research Journal of Canada /刘凡,黄冠星,孙继朝,荆继红,张英 | 0.444 | 2014年49卷354-371页 | 2014-07-15 | 黄冠星/刘凡 | 2 | 2 | 是 |
| 7 | Levels and sources of phthalate esters in shallow groundwater and surface water of Dongguan city, South China/ Geochemical Journal / 黄冠星,孙继朝,陈宗宇,陈玺,荆继红,刘景涛,张玉玺 | 0.991 | 2012年46卷421-428页 | 2012-11-15 | 黄冠星/黄冠星 | 5 | 5 | 是 |
| 8 | Chemical fractions and potential mobility of lead in soils irrigated by sewage in Pearl River Delta, South China/ Journal of Central South University / 黄冠星,陈宗宇,孙继朝,刘景涛,张玉玺,王金翠 | 0.601 | 2012年19卷2620-2626页 | 2012-09-01 | 黄冠星/黄冠星 | 2 | 4 | 是 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 已授权成果名称 | 知识产权类别 | 国（区）别 | 授权号 |
| 多功能干湿沉降滴滤试验系统 | 发明专利 | 中国 | ZL201510151607.4 |
| 拼插式微型水分滞留调蓄模块 | 发明专利 | 中国 | ZL201511016145.1 |
| 一种地下水动态模拟实验平台的构建方法 | 发明专利 | 中国 | ZL201510081303.5 |

**已授权成果**