

2019 年度高等学校科学研究优秀成果奖（科学技术）

推荐项目公示内容

一、项目名称：中国粮食生产水足迹时空演变与区域虚拟水流动

二、申报奖种：自然科学奖 技术发明奖 科技进步奖

三、推荐专家

王浩 教授级高级工程师，中国工程院院士，中国水利水电科学研究院

康绍忠 教授，中国工程院院士，中国农业大学

四、项目简介：

该项目涉及农业水土工程、水文与水资源等学科。以创新和发展农业水资源管理理论、方法与策略为科学目标，重点研究区域多尺度粮食生产水足迹与虚拟水流动相关基础性问题，形成中国粮食生产水足迹时空演变与流动过程科学成果，发展了水足迹与虚拟水理论，为推动实施管理节水提供了新策略与新路径，也为农业供给侧结构性改革提供了参考依据。主要内容如下：

（1）构建基于水文过程的粮食生产水足迹多尺度量化模型，弥补了现有水足迹计算未考虑尺度效应的缺陷，实现了旱作与灌溉农业用水效率一体化评价。在解析粮食生产耗用水过程的基础上，构建了基于水文过程的粮食生产水足迹多尺度量化模型，弥补了现有水足迹计算缺陷；提出基于水足迹框架的农业用水综合效率评价新指标，实现了多尺度旱作与灌溉农业用水效率一体化评价，为农业水资源管理提供了新工具；构建了粮食生产水足迹与虚拟水流动大数据平台，实现了数据资源汇交共享，为农业水资源管理研究提供了基础支持。

（2）揭示多时空尺度粮食生产水足迹演变过程，发现经济发达、水资源丰富地区粮食生产水足迹明显高于其它地区的客观事实，解析了形成机制。系统分析了灌区、流域、全国长时间序列粮食生产水足迹时空演变过程与变化特征，发现经济发达、水资源丰富地区粮食生产水足迹明显高于其它地区的客观事实；在揭示区域粮食生产过程蓝、绿水消耗与变化规律及驱动因素的基础上，发现技术潜力挖掘差异是导致区域间粮食生产水足迹空间异质性的主要原因之一；提出降低粮食生产水足迹应作为管理节水的主要抓手。

(3) 建立区域粮食虚拟水流动通用解析方法，破解了区域间虚拟水流动路径矢量化难题，阐明了虚拟水流动伴生效应并提出调控策略。创建了综合考虑运距、运输方式和外贸影响的粮食虚拟水流动路径解析与核算方法，有效解决了区域间虚拟水流动矢量化难题，并进行多尺度验证；发现粮食虚拟水流动呈现从经济欠发达、水资源贫乏地区逆向流动，形成了“北水南调”新格局，且有加剧态势的客观事实；其伴生效应加剧了区域间经济社会发展不平衡不充分的矛盾，据此提出区域粮食虚拟水贸易补偿奖征机制，从而强化管理节水的调控策略。

发表学术论文 58 篇，其中 SCI 收录 31 篇，EI 收录 13 篇，授权国家发明专利与软件著作权登记 4 件，连续 5 年出版《中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告》，出版《现代消费社会水足迹》译著 1 部。

研究成果被世界水足迹网络认为是国际水足迹研究领域发展 15 年以来的代表性贡献，美国科学院院士 Rodriguez-Iturbe、意大利都灵科学院院士 Ridolfi、澳大利亚社科院院士 Grafton、水足迹创始人 Hoekstra 教授等认为是国际上迄今为止少数实现粮食水足迹和虚拟水多时空尺度演变的量化成果，并被国内外同行广泛引用和肯定。共同发起成立世界水足迹研究联盟，推动了国际水足迹与虚拟水研究。

五、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	排名	主要贡献
西北农林科技大学	1	作为项目第一完成单位，负责项目进展总体管理，包括计划制定、实施、总结等工作。建立了不同尺度粮食生产水足迹与虚拟水流动量化体系；系统研究了不同尺度粮食生产水足迹时空演变与区域虚拟水流动路径；提出了基于水足迹和虚拟水的农业用水管理的新策略。
河海大学	2	作为项目参加单位，主要开展了水足迹指标与传统农业用水效率评价指标的对比；灌溉农业与旱作农业粮食生产水足迹差异分析；河套灌区主要作物虚拟水流动过程和演变趋势分析等内容的研究工作。

六、该项目曾获奖励情况

序号	获奖项目名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	授奖单位

七、主要知识产权证明目录（自然奖为代表性论文专著）

序号	论文、专著 名称/刊名/作者	影响因子	年(卷):页码	发表年月	通讯作者 /第一作者(中文名)
1	Impact of climate change and irrigation technology advancement on agricultural water use in China/ Climatic Change/ Wu P.T., Jin J.M., Zhao X.N.	3.537	2010(100):797-805	2010-04	金继明/吴普特
2	Agricultural water rights trading and virtual water export compensation coupling model: A case study of an irrigation district in China/ Agricultural Water Management/ Wang Y.B., Liu D., Cao X.C., Yang Z.Y., Song J.F., Chen D.Y., Sun S.K.	3.182	2017(180):99-106	2016-11	孙世坤/王玉宝、 刘帝
3	The impacts of interannual climate variability and agricultural inputs on water footprint of crop production in an irrigation district of China/ Science of the Total Environment/ Sun S.K., Wu P.T., Wang Y.B., Zhao X.N., Liu J., Zhang X.H.	4.610	2013(444):498-507	2013-01	吴普特/孙世坤
4	An evaluation on water utilization and productivity for grain production in irrigated and rain-fed cropland of China/ Science of the Total Environment/ Cao X.C., Wang Y.B., Wu P.T., Zhao X.N., Wang J.	4.610	2015(529):10-20	2015-05	吴普特/操信春、 王玉宝
5	Sensitivity and uncertainty in crop water footprint accounting: a case study for the Yellow River basin/ Hydrology and Earth System Sciences/ Zhuo L., Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y.	4.256	2014(18):2219-2234	2014-06	卓拉/卓拉
6	Inter- and intra-annual variation of water footprint of crops and blue water scarcity in the Yellow River basin (1961-2009)/ Advances in Water Resources/ Zhuo L., Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y., Wada Y.	3.512	2016(87):29-41	2015-11	卓拉/卓拉
7	中国“农业北水南调虚拟工程”现状及思考/农业工程学报/吴普特,赵西宁,操信春,郝仕龙.		2010(26):1-6	2010-06	吴普特/吴普特
8	2014 中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告/中国农业出版社/吴普特,王玉宝,赵西宁.			2016-09	

八、主要完成人情况

姓名	排名	技术职务	工作单位/完成单位	对该项目技术创造性贡献	曾获科技奖励情况
吴普特	1	研究员	西北农林科技大学	负责项目总体策划和组织实施。提出了粮食生产水足迹的概念和内涵，负责完成基于水足迹和虚拟水的农业用水效率评价和水资源管理调控策略，气候变化对中国农业用水的影响等研究，对创新点 1、2 和 3 做出重要贡献。	1) 获 2005 年国家科技进步二等奖，排名第 1； 2) 获 2004 年国家科技进步二等奖，排名第 9； 3) 获 2005 年国家技术发明二等奖，排名第 3；
王玉宝	2	研究员	西北农林科技大学	完成粮食虚拟水流动量化方法及虚拟水流动伴生效应的研究，探寻水权转让与粮食虚拟水输出补偿耦合机制，对创新点 2 和 3 做出重要贡献。	无
赵西宁	3	研究员	西北农林科技大学	完成气候变化对农业用水和粮食安全的影响评价，虚拟水流动对水资源压力，生态压力和区域经济影响等研究，对创新点 2 和 3 做出重要贡献。	获陕西省科学技术奖，一等奖，排名第 6
孙世坤	4	研究员	西北农林科技大学	完成不同尺度水足迹计算方法构建、灌区尺度作物生产水足迹演变过程分析以及粮食生产水足迹数据库构建等任务，对创新点 1 和 3 做出重要贡献。	无
操信春	5	讲师	河海大学/西北农林科技大学	完成基于水足迹框架的农业用水效率评价，灌溉农业与旱作农业粮食生产水足迹对比分析研究，对创新点 1 做出重要贡献。	无
卓拉	6	研究员	西北农林科技大学	完成流域尺度作物生产水足迹量化及其不确定性分析、水资源短缺与虚拟水流动评价等方面研究工作，对创新点 1 和 2 做出重要贡献。	无
刘静	7	讲师	河海大学/西北农林科技大学	完成灌区尺度粮食虚拟水流动过程解析与量化，分析演变趋势及其驱动因素，提出了主要调控措施，对创新点 3 做出重要贡献。	无
栾晓波	8	博士后	西北农林科技大学	参与全国尺度粮食生产水足迹与区域虚拟水流动数据整理与计算分析工作，对创新点 2 和 3 做出贡献。	无