

一、项目名称

干旱区滴灌棉田氮肥迁移转化机制及环境效应

主要完成人：高霄鹏、曾凡江、匡文浓、尹明远、李言言

完成单位：中国科学院新疆生态与地理研究所

二、提名单位意见

(专家提名不填此栏)

提名单位	中国科学院新疆分院		
通讯地址	新疆乌鲁木齐市北京南路 341 号	邮政编码	830011
联系人	陈尧	联系电话	0991-3836548
电子邮箱	chenyao@ms.xjb.ac.cn	传真	

该项目围绕干旱区滴灌棉田中肥料氮的去向、损失过程，尤其是温室气体氧化亚氮的产排机制，进行了系统研究。主要原创性科学发现点包括以下三个方面：

1. 提出了基于棉花氮素需求匹配土壤供氮时空规律的高效氮肥管理模式。基于多学科交叉和多方法结合，研究阐明了不同类型高效氮肥在干旱区滴灌棉田的应用前景及其局限性，创新性的重建了大田水分和氮素的时空分布情景（基于大田原位监测和利用土柱控制实验），系统解析了施氮类型、施氮位置和施氮量对肥料氮去向和损失过程的影响，为实现干旱区棉花产业的稳定高产和温室气体减排提供了科学依据。
2. 阐明了棉田 N₂O 产生和排放与水肥管理措施、环境因子和土壤微生物之间的耦合关系。基于多站点联网研究揭示了干旱区滴灌棉田在生育期和土壤冻融期 N₂O 产生和排放的时空性规律，定量评估了不同土层对地表 N₂O 排放的贡献，提出了切实可行的干旱区滴灌棉田 N₂O 减排方案。
3. 量化了全球尺度上滴灌农田的 N₂O 排放因子。基于定位监测实验和数据整合分析，提出了滴灌农田 N₂O 排放随施氮量增加而增加的非线性关系，指出 IPCC Tier 1 的默认估算方案极大地高估了滴灌农田 N₂O 排放，评估了中国和全球滴灌农田 N₂O 年排放量，为中国和全球温室气体排放清单的准确制定提供了参考方案和科学支撑。

本项目共发表论文 28 篇（SCI 论文 25 篇，CSCD 论文 3 篇），核心成果发表在 *Global Change Biology*、*Environmental Pollution*、*Science of Total Environment* 等环境学和农学国际顶级刊物。自 2014 年以来，核心成果被 *Global Change Biology*、*Environmental Science & Technology*、*Soil Biology & Biochemistry* 等国际知名学术期刊引用。论文总引 319 次，8 篇代表性论文总引 137 次，单篇最高总引 41 次。获得国家专利 1 项。项目成果提升了干旱区农田生态系统养分管理的水平和效益，为实现干旱区棉花产业高产高效、资源节约、环境友好的绿色可持续发展提供重要的科学依据。

我单位同意本提名书所填写的全部内容及附件材料内容，同意完成单位排名顺序，同意完成人排名顺序。

该成果严格遵守了《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规，无侵犯他人知识产权的情形。

提名该项目为自治区自然科学奖 一 等奖。

三、项目简介

新疆是我国乃至世界重要的棉花生产区，膜下滴灌作为有效的节水节肥措施，在包括新疆在内的西北干旱区得到了广泛应用。本项目自 2014 年来在中组部青年“QR”计划-新疆项目和国家自然科学基金项目的支持下，对滴灌棉田中氮肥管理的农学和环境效应进行了系统的研究。项目在南北疆设立了多年多点的野外田间试验，探讨了不同水肥管理措施对棉花产量和品质的影响；通过原位监测不同处理及不同时期棉田的温室气体排放，结合室内土柱模拟培养试验以及高通量测序等生物学分析手段，对干旱区滴灌棉田体系的温室气体，尤其是氧化亚氮（ N_2O ）的产排规律进行了系统的研究。项目面向农业绿色发展的国家需求及农田氮素迁移的关键科学问题，针对如何提高干旱区滴灌棉花产业的养分利用效率和降低温室气体排放这一薄弱环节，取得了系列原创性成果：

1. 阐明了不同缓释高效氮肥在干旱区滴灌棉田的应用前景及其局限性，提出了基于棉花氮素需求与土壤供氮时空规律匹配的高效氮肥管理模式，发现了精确控制土壤水分状况对棉田温室气体的产排过程起着决定性作用。

2. 揭示了滴灌棉田在生育期和土壤冻融期 N_2O 产生和排放的时空性规律，首次发现该体系下冻融期土壤反硝化强度的增加主要与土壤温度和孔隙含水率的增加有关，与 *narG*、*nirS*、*nirK*、*nosZ* 等反硝化菌的丰度变化无显著相关。

3. 建立了全球滴灌农业土壤氮氧化物排放数据库，定量评估了全球尺度滴灌农田的 N_2O 排放因子为 0.35%，明确了滴灌农业温室气体排放的主要驱动因子，增加了全球土壤温室气体排放清单估算的精准化。

自 2014 年，本项目共发表论文 28 篇（SCI 论文 25 篇，CSCD 论文 3 篇），获批国家专利 1 项。相关研究成果发表于 *Global Change Biology*、*Environmental Pollution* 和 *Science of Total Environment* 等期刊。论文总引 319 次，8 篇代表性论文总引 137 次，单篇最高总引 41 次。核心研究成果被 *Global Change Biology*、*Environmental Science & Technology*、*Soil Biology & Biochemistry* 等期刊引用。项目成果拓展了干旱区农田生态系统氮素循环过程的相关理论、技术和方法，为多学科交叉研究推进农业绿色发展建立了良好的研究范例，对于实现干旱区棉花产业的高产高效、资源节约、环境友好具有重要的科学价值和应用前景。

四、代表性论文专著目录

1. Kuang W., *Gao X., Tenuta M., Zeng F. 2021. A global meta-analysis of nitrous oxide emission from drip-irrigated cropping system. *Global Change Biology* 27:3244-3256.
2. Li Y., *Gao X., Tenuta M., Gui D., Li X., Xue W., Zeng F. 2020. Enhanced efficiency nitrogen fertilizers were not effective in reducing N₂O emissions from a drip-irrigated cotton field in arid region of Northwestern China. *Science of the Total Environment* 748:141543.
3. Yin M., *Gao X., Tenuta M., Gui D., Zeng F. 2019. Presence of spring-thaw N₂O emissions are not linked to functional gene abundance in a drip-fertigated cropped soil in arid northwestern China. *Science of Total Environment* 695:133670.
4. Yin M., *Gao X., Tenuta M., Kuang W., Gui D., Zeng F. 2019. Manure application increased denitrifying gene abundance in a drip-irrigated cotton field. *PeerJ* 7, e7894.
5. Kuang W., *Gao X., Tenuta M., Gui D., Zeng F. 2019. Relationship between soil profile accumulation and surface emission of N₂O: effects of soil moisture and fertilizer nitrogen. *Biology and Fertility of Soils* 55:97-107.
6. Kuang W., *Gao X., Gui D., Tenuta M., Flaten D.N., Yin M., Zeng F. 2018. Effects of fertilizer and irrigation management on nitrous oxide emission from cotton fields in an extremely arid region of northwestern China. *Field Crops Research* 229:17-26.
7. Ma Z., *Gao X., Tenuta M., Kuang W., Gui D., Zeng F. 2018. Urea fertigation sources affect nitrous oxide emission from a drip-fertigated cotton field in northwestern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 265: 22-30.
8. Gao X., Asgedom H., *Tenuta M., Flaten D.N. 2015. Enhanced efficiency urea sources and placement effects on nitrous oxide emissions. *Agronomy Journal* 107:265-277.

五、主要完成人情况

高霄鹏研究员简况（第一完成人）

2007年毕业于荷兰瓦赫宁根大学，2014年入选中组部青年“QR”计划-新疆项目。项目执行期间为中国科学院新疆生态与地理研究所特聘研究员、博士研究生导师。承担包括中组部青年“QR”项目、国家自然科学基金项目、中加合作等项目在内的科研项目8项。项目依托位于新疆塔克拉玛干沙漠南缘的策勒沙漠研究站开展系列原位研究和区域调研工作。担任期刊 *Atmosphere* 客座主编和 *Phyton, International Journal of Experimental Botany* 副主编。主要从事农田与自然生态系统的 C/N 循环与环境效应、根土界面养分活化与利用、作物微量元素营养、土壤重金属污染以及农产品安全等研究。通过多学科交叉融合手段，系统研究不同生态区农田和自然生态系统中温室气体排放的时空性规律；明确硝化和反硝化过程中相关微生物在温室气体产排关键期的作用机理；发现在土壤缺锌条件下，作物根系通过分泌有机酸，主要是柠檬酸和苹果酸，活化土壤螯合态锌，提高作物锌效率；通过多点长期定位试验，开展施肥、轮作、免耕、灌溉等农业措施对于环境安全及粮食安全影响的研究，制定系统的利于环境保护、作物生长及人体健康的耕作、养分、水分管理体系。首次证实了施硅显著改善水分胁迫下的植物生长和水分利用效率，且主要是通过降低植物叶片的气孔蒸腾实现的。在国际土壤-植物-环境研究领域的主要刊物发表论文61篇，其中SCI收录55篇，核心期刊6篇，被引用1200多次，目前 h-index 为 21 (Web of Science)。在本项目中负责项目的组织实施和研究方案制定，并参与研究全过程；提出了基于棉花氮素需求与土壤供氮时空匹配规律的高效氮肥管理模式（代表性论文7的通讯作者），揭示了干旱区滴灌农田温室气体 N₂O 产生和排放的时空性规律以及生物学机制（代表性论文3和4的通讯作者），构建了全球滴灌农业土壤氮氧化物排放数据库并在全球尺度定量评估其排放强度（代表性论文1的通讯作者）。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。

曾凡江研究员简况（第二完成人）

2020年毕业于中国科学院沈阳应用生态研究所，现为中国科学院新疆生态与地理研究所研究员（二级），博士研究生导师；中国科学院大学教授；新疆大学博士研究生导师；新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站站长；新疆荒漠植物根系生态与植被修复重点实验室主任。作为负责人共主持包括国家重点研发项目（课题）、国家重点基础研究发展规划项目（973）课题、国家科技支撑计划项目（课题）、国家自然科学基金委-新疆联合基金重点支持项目、中国科学院科技服务网络服务计划项目（STS）、新疆自治区科技重大专项项目等在内的科研项目40余项；主要学科方向为水土保持和荒漠化防治，获得新疆维吾尔自治区科技进步一等奖2项、二等奖2项；发表研究论文254篇（SCI收录109篇），截至2021年3月12日共被引4048次；获得国家授权发明专利17项；出版专著2部；获得

各类荣誉称号 10 余项次。在本项目中负责项目的组织实施和研究方案制定，并参与研究全过程，统筹协调本项目各项研究工作（代表性论文 1 的共同通讯作者及代表性论文 2-7 的共同作者）。投入该项目工作量占本人工作总量的 60% 以上。

匡文浓博士简况（第三完成人）

2015 年毕业于中国科学院沈阳应用生态研究所生态学专业并获理学硕士学位；2019 年毕业于中国科学院新疆生态与地理研究所生态学专业并获理学博士学位（导师：高霄鹏研究员和曾凡江研究员），同年获“中国科学院院长优秀奖”、中国科学院大学“优秀毕业生”、北京市“优秀毕业生”。其中 2017 年获中国国家留学基金委奖学金资助，赴加拿大曼尼托巴大学开展“4R 氮肥管理措施降低农田土壤 N₂O 排放”的合作研究。主持或参与第二次青藏高原综合科学考察研究、国家自然科学基金、中国博士后科学基金等多项科研项目。主要从事农田、农林复合系统和森林的土壤碳氮循环与环境效应研究。已在国内外学术刊物发表学术论文 15 篇，获授权国家专利 5 项，其中以第一作者在 *Global Change Biology*、*Biology and Fertility of Soils* 和 *Field Crops Research* 等期刊发表论文 6 篇。在本项目中负责项目的研究方案制定和具体实施，主要揭示了干旱区滴灌农田温室气体 N₂O 产生和排放的时空性规律以及生物学机制（代表性论文 6 的第一作者），利用土柱控制实验解析了施氮类型、施氮位置和土壤含水量对肥料氮去向和损失过程的影响（代表性论文 5 的第一作者），构建了全球滴灌农业土壤 N₂O 排放数据库并在全球尺度定量评估其排放强度（代表性论文 1 的第一作者）。投入该项目工作量占本人工作总量的 60% 以上。

尹明远博士简况（第四完成人）

2020 年获中国科学院新疆生态与地理研究所博士学位（导师：高霄鹏研究员和曾凡江研究员），同年进入沈阳大学工作。博士期间在加拿大土壤生态学首席科学家 Mario Tenuta 教授的土壤生态学实验室进行了为期一年的学习，参与其有关温室气体产排机理的研究项目。近年来先后参与了国家自然科学基金面上项目和中组部青年“QR”项目等多项科研项目。主要从事土壤碳氮循环，土壤微生物研究，在农田土壤 N 素循环，尤其是农田土壤 N₂O 产排和微生物机制方面做了系统的研究工作。发表科研论文 10 篇（SCI 收录 5 篇），其中以第一作者在 *Science of the Total Environment* 和 *Geoderma* 等期刊发表论文 3 篇。获得“朱李月华优秀博士研究生奖学金”和“地奥奖学金”等多项奖学金。在本项目中负责项目的研究方案制定和具体实施，揭示了施加有机肥对滴灌棉田土壤 N₂O 排放影响的微生物学机制（代表性论文 4 的第一作者），明确了滴灌棉田土壤冻融期 N₂O 产排的时空规律和微生物机制（代表性论文 3 的第一作者）。投入该项目工作量占本人工作总量的 60% 以上。

李言言博士简况（第五完成人）

2014年毕业于四川农业大学获得农学学士学位，2017年毕业于石河子大学获得农学硕士学位，2021年毕业于中国科学院新疆生态与地理研究所获得理学博士学位（导师：高霄鹏研究员和曾凡江研究员），2019/09-2020/10在加拿大曼尼托巴大学完成博士生联培学习。先后参与了国家自然科学基金“西北干旱区膜下滴灌棉田土壤的 N_2O 产生、排放特征及其关键调控因子”、“不同放牧强度下南疆昆仑山草地生态系统 N_2O 产生和排放的机理研究”和中组部青年“QR”项目“新疆典型绿洲农田生态系统氮素养分管理技术及其环境效应”等7项科研项目。获得“硕士研究生国家奖学金”、“地奥奖学金”等多项奖学金。主要从事干旱区和亚热带区农田养分管理及其环境效益的研究工作。目前在国内外农学和环境学期刊发表论文7篇，其中以第一作者在Environmental Pollution、Science of the Total Environment等期刊发表SCI论文3篇。在本项目中负责项目的研究制定和具体实施，阐明了高效氮肥对我国干旱区滴灌棉田氮肥利用率、棉花产量和纤维品质和 N_2O 排放规律的影响（代表性论文2的第一作者），明确了干旱区农田土壤剖面 N_2O 产生、扩散特征及其与土壤表层排放的关系（主要论文专著9的第一作者）。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。

六、完成人合作关系说明及情况汇总表

本项目在中组部青年“QR”计划和国家自然科学基金等项目的支持下，项目第一完成人高霄鹏研究员带领四位主要完成人，对干旱区滴灌棉田中氮肥管理的农学和环境效应进行了系统的研究，从理论、方法与实践方面丰富和发展了干旱区棉花产业养分管理和温室气体减排研究并取得了一系列重大研究成果。高霄鹏研究员于2014年入选中组部青年“QR”计划-新疆项目，于2015年获批国家自然科学基金面上项目。在上述项目的资助下，合作产出包括 *Global Change Biology* 和 *Environmental Pollution* 等期刊文章在内的论文28篇（SCI论文25篇，CSCD论文3篇），获授权国家专利1项。第一和第二完成人高霄鹏、曾凡江研究员负责项目总体思想、方案的设计与创新点的凝练；第三、第四和第五完成人匡文浓、尹明远和李言言博士负责项目的具体实施。本项目中，第一完成人对科学发现点1-3均有重要贡献，是代表性论文1-7的通讯作者及代表性论文8的第一作者，获授权国家专利1项；第二完成人对科学发现点1-3均有贡献，是代表性论文1的共同通讯作者及代表性论文2-7的共同作者；第三完成人对科学发现点1-2均有贡献，是代表性论文1、5和6的第一作者，获授权国家专利1项；第四完成人对科学发现点2-3均有贡献，是代表性论文3和4的第一作者；第五完成人对科学发现点2-3均有贡献，是代表性论文2的第一作者。

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)	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同立项	高霄鹏, 曾凡江	2014.07-2017.07	新疆农田生态系统氮素养分管理技术及其环境效应	其他证明 1	中组部青年“QR”计划-新疆项目
2	共同立项	高霄鹏	2016.01-2019.12	西北干旱区膜下滴灌棉田土壤的 N ₂ O 产生、排放特征及其关键调控因子	其他证明 2	国家自然科学基金项目
3	论文合著	匡文浓, 高霄鹏, Mario Tenuta, 曾凡江	2021.04	A global meta-analysis of nitrous oxide emission from drip-irrigated cropping system	代表性论文 1	Global Change Biology
4	论文合著	李言言, 高霄鹏, Mario Tenuta, 桂东伟, 李向义, 薛伟, 曾凡江	2020.12	Enhanced efficiency nitrogen fertilizers were not effective in reducing N ₂ O emissions from a drip-irrigated cotton field in arid region of Northwestern China	代表性论文 2	Science of the Total Environment
5	论文合著	尹明远, 高霄鹏, Mario Tenuta, 桂东伟, 曾凡江	2019.12	Presence of spring-thaw N ₂ O emissions are not linked to functional gene abundance in a drip-fertigated cropped soil in arid northwestern China	代表性论文 3	Science of Total Environment
6	论文合著	尹明远, 高霄鹏, Mario Tenuta, 匡文浓, 桂东伟, 曾凡江	2019.10	Manure application increased denitrifying gene abundance in a drip-irrigated cotton field	代表性论文 4	PeerJ
7	论文合著	匡文浓, 高霄鹏, Mario Tenuta, 桂东伟, 曾凡江	2019.01	Relationship between soil profile accumulation and surface emission of N ₂ O: effects of soil moisture and fertilizer nitrogen	代表性论文 5	Biology and Fertility of Soils
8	论文合著	匡文浓, 高霄鹏, 桂东伟, Mario Tenuta, Donald N Flaten, 尹明远, 曾凡江	2018.12	Effects of fertilizer and irrigation management on nitrous oxide emission from cotton fields in an extremely arid region of northwestern China	代表性论文 6	Field Crops Research

9	论文合著	马志雯, 高霄鹏, Mario Tenuata, 匡文浓, 桂东伟, 曾凡江	2018.10	Urea fertigation sources affect nitrous oxide emission from a drip-fertigated cotton field in northwestern China	代表性论文 7	Agriculture, Ecosystems and Environment
10	论文合著	李言言, 高霄鹏, Mario Tenuata, 桂东伟, 李向义, 曾凡江	2021.05	Linking soil profile N ₂ O concentration with surface flux in a cotton field under drip irrigation	主要论文专著 9	Environmental Pollution
11	论文合著	李言言, 胡明芳, Mario Tenuata, 马志雯, 桂东伟, 李向义, 曾凡江, 高霄鹏	2020.01	Agronomic evaluation of polymer-coated urea and urease and nitrification inhibitors for cotton production under drip-fertigation in a dry climate	主要论文专著 10	Scientific Reports
12	论文合著	匡文浓, 高霄鹏, Mario Tenuata, 马志雯, 桂东伟, 曾凡江	2018.10	Soil property and cotton productivity changes with nutrient input intensity in the Taklimakan desert of China	主要论文专著 11	Arid Land Research and Management
13	论文合著	马志雯, 高霄鹏, 桂东伟, 匡文浓, 王西和, 刘骅	2016.12	高效氮肥对新疆膜下滴灌棉田土壤氧化亚氮排放的影响	主要论文专著 12	应用生态学报
14	共同知识产权	匡文浓, 高霄鹏, 马志雯, 桂东伟	2017.08	一种膜透式土壤剖面气体采集装置	其他证明 3	专利

九、知情同意证明

主要知识产权使用知情同意书

项目名称	干旱区滴灌棉田氮肥迁移转化机制及环境效应	
第一完成单位	中国科学院新疆生态与地理研究所	
知识产权名称	一种膜透式土壤剖面气体采集装置	
知识产权类别	实用新型专利权	
授权号	CN206399708U	
授权时间	2017.08.11	
发明人	匡文浓；高霄鹏；马志雯；桂东伟	
申明：	<p>本人是该知识产权的发明人之一，知悉以“中国科学院新疆生态与地理研究所”为第一完成单位的“干旱区滴灌棉田氮肥迁移转化机制及环境效应”项目使用该知识产权作为支撑材料拟申报 2021 年度新疆维吾尔自治区科技奖励，知悉同意本人未列入该报奖项目主要完成人，同意使用该知识产权报奖，并承诺以后也不在其它项目中重复使用该知识产权申报新疆维吾尔自治区科技奖励。</p>	
未列入项目主要完成人的发明人	签名	
桂东伟		
马志雯		