**一 奖项类别：自然科学奖**

**二 项目名称：集约旱作农田氮素循环机理与调控**

**三 提名者及提名意见**

**提名者：**中国农学会

**提名意见：**

氮素是农业生产的关键元素。理解农田氮素循环机理，是提高氮素增产效果并降低环境污染的理论基础。该项目针对我国北方集约化旱作农田氮素利用率低、污染环境严重等突出问题，在土壤氮素转化特征、氧化亚氮(N2O)产生机制、氮肥去向及损失途径、推荐施氮量方法等相互联系的重要科学问题上，进行了长期系统的基础研究，取得了创新性成果。

揭示了我国北方集约化旱作农田土壤氮素转化特征，阐明了土壤硝态氮“持续累积与脉冲式淋洗”的机制。发现铵态氮或酰胺态氮肥施入土壤后的强氨氧化过程导致亚硝态氮积累，进而引起土壤微域硝化细菌的反硝化作用是土壤N2O产生的主要机制，提出了延缓强氨氧化过程是N2O减排的关键措施。阐明了北方旱作农田氮肥去向和损失规律，发现残留肥料氮对土壤氮库的补偿是土壤氮素循环的重要环节，提出了“氮肥有效率”的概念和计算方法。发现了集约化长期耕作农田在其他氮素输入和秸秆还田条件下，当季合理施氮量约等于作物地上部吸氮量的规律，提出并验证了基于目标产量和维持土壤氮素平衡的“理论施氮量”概念和计算方法。完成了我国完整的活性氮来源和排放清单，揭示了农业面源污染严重的主要原因是氮素利用率和循环率低，为我国氮素综合管理和污染治理提供了科学基础。

8篇代表性论文总他引1223次，被SCI他引1015次，其中2篇被列入ESI高被引论文。成果受到国内外学术界高度关注的认可，获2018年度中国土壤学会科学技术一等奖。

提名该项目为国家自然科学奖 二 等奖。

**四 项目简介**

氮素是农业生产的关键元素。理解农田氮素循环过程和机理，是提高氮素增产效果并降低环境污染的理论基础，也是全球集约化农业研究的重要科学问题。氮肥对我国粮食增产起到了十分重要的作用，但不合理施用又带来一系列环境污染问题。该项目以我国北方集约旱作农田为研究对象，针对氮素投入高、利用率低、污染环境严重等突出问题， 在土壤氮素转化特征与机理、氧化亚氮(N2O)产生机制、氮肥去向及损失途径、推荐施氮量方法等相互关联的重要科学问题上，进行了长期系统的基础研究，取得的创新性成果概括为以下四个方面。

（1）揭示了我国北方集约化旱作农田土壤氮素转化特征和迁移机制。发现北方旱作土壤具有较高初级矿化和硝化速率、较低的固持和反硝化速率，导致土壤极易产生并累积硝态氮，阐明了北方旱作农田土壤硝态氮“持续累积与脉冲式淋洗”的机制，为减少地下水硝酸盐污染提供了科学基础。

（2）阐明了北方旱作农田N2O的产生和排放机制。发现铵态氮或酰胺态氮肥施入土壤后的强氨氧化过程导致的亚硝态氮积累，进而引起土壤微域硝化细菌的反硝化作用是土壤N2O产生的主要机制，提出并证明了高pH旱作土壤强氨氧化过程的“塞车理论”；发表的24个旱作农田N2O排放因子获得国际认可，被政府间气候变化专门委员会(IPCC)收录进N2O排放因子数据库(EFDB)；提出了利用硝化抑制剂延缓强氨氧化过程是N2O减排的关键措施，为集约化旱作农田土壤N2O减排提供了科学依据。

（3）阐明了我国北方旱作农田氮肥去向和损失规律。发现氨挥发和淋洗是氮肥损失的主要途径，发现残留肥料氮对土壤氮库的补偿是土壤氮素循环的重要环节；提出了“氮肥有效率”的概念和计算方法，理清了国内外对传统氮肥利用率的争议和诟病；完成了我国完整的活性氮来源和排放清单，揭示了农业面源污染严重的主要原因是氮素损失量大、利用率和循环率低，为我国氮素综合管理和污染治理提供了科学依据。

（4）建立了合理施氮量的理论计算方法。揭示了肥料氮、土壤氮和作物吸氮之间的数量关系，发现集约化长期耕作农田在其他氮素输入和秸秆还田条件下、当季合理施氮量约等于作物地上部吸氮量的规律，提出并验证了基于目标产量和维持土壤氮素平衡的“理论施氮量”概念和计算方法，突破了传统肥料效应函数法和土壤-植株测试法的局限性，使推荐施氮量方法更加易于推广应用。

8篇代表性论文总他引1223次，被SCI他引1015次，其中2篇被列入ESI高被引论文。第一完成人于2014-2017连续4年被Elsevier列入农业和生物科学领域中国高被引学者榜单。成果受到国内外学术界的高度关注和认可，有力地推动了农业资源与环境领域的学科发展，获2018年度中国土壤学会科学技术一等奖。

**五 客观评价**

项目取得的研究成果主要以论文形式在国内外重要期刊发表，受到国内外学术界的高度关注和认可，有力地推动了农业资源与环境领域的学科发展。巨晓棠于2014-2017连续4年被Elsevier列入农业和生物科学领域中国高被引学者榜单，2016年当选为国际氮素行动计划(INI, International Nitrogen Initiative)东亚中心主任(INI East Asia Centre)([www.initrogen.org/content/people](http://www.initrogen.org/content/people))，中国土壤学会氮素工作组副组长；谷保静获国家基金委优秀青年科学基金资助(2018)；胡克林获教育部新世纪优秀人才支持计划 (2007)。

1. 支持发现点的8篇代表性论文，被国际顶点期刊发表的重要论文所引用和评述，包括Nature(2篇)，PNAS(6篇)，Nature Communications(2篇)，Science Advances(3篇)，Global Change Biology(14篇)（附件3）。

2. Nature News报导了2009年发表的PNAS论文（其他附件10）。其中，美国科学院院士、斯坦福大学农业生态学家Pamela Matson评价说：该研究非常出色 “The calibre of the research is superb”；是迄今为止，通过多年多点试验对氮素循环重要问题开展的综合性研究 “It's a very broadly based, multi-year, multi-site study of an important problem — probably the most comprehensive analysis to date”；敲响了中国氮肥过量使用引起地区和全球环境污染的警钟 “It's a very important wake-up call for China. The current level of fertilizer use in the country has serious environmental consequences at both regional and global levels”。

3. 在氮素与环境领域产生重大影响的、2015年发表在Nature上的论文 [Zhang, X.; Davidson, E. A.; Mauzerall, D. L.; Searchinger, T. D.; Dumas, P.; Shen, Y., Managing nitrogen for sustainable development. Nature 2015, 528, (7580), 51-59.] （附件2-1），引用了代表论文1，用以论证中国氮肥使用状况、粮食生产与环境效应，以及未来的氮素管理目标和措施，如“……well below the global averages for other major crops; Table 1)”。

4. 国际著名土壤肥料学家，英国洛桑试验站的David Powlson教授在SAIN Working Paper No 1 [Powlson D.S., Norse D., Lu Y.L. Agricultural development in China: environmental impacts, sustainability issues and policy implications assessed through China-UK projects under SAIN (UK-China Sustainable Agriculture Innovation Network), 2008-2017, pp, 1-32. (assessed February, 2018). http://www.sainonline.org/pages/News/SAIN%20Working%20Paper%20No%201.pdf.] 中，评价代表论文1为“有创造力的、对未来有重大影响的”论文，如“In a seminal paper by scientists at China Agricultural University (CAU; Ju et al, 2009)……, They concluded that ‘more efficient use of N fertilizers can allow rates to be reduced by 30 to 60%. This would still maintain crop yields and N balance in rotations, while substantially reducing N losses to the environment’”。

5. 代表论文2为国家尺度的氮素评估提供了一种模式，INMS(International Nitrogen Management System)项目将基于14个子系统的CHANS模型推荐为国家尺度氮素评估的工具，在澳大利亚、日本和韩国进行应用。该论文发表后，被多位学者引用，评估区域氮素循环的环境效应 (Global Change Biol., 2016, 22: 3608-3620; Global Environ. Change, 2016, 36: 139-152; Science adv., 2016, 2: p.e1600219; Environ. Sci. Tech., 2017, 51: 3843-3851; Nature Comm., 9: 520; Environ. Sci. Technol., 2018, 52: 2025–2035.)。评价该研究为中国目前最完整的活性氮来源、流动、循环和排放清单，也清晰地预测了未来在不同管理措施下中国活性氮循环的变化趋势，为中国化肥“零增长”行动提供了策略方案和理论基础。

6. 项目关于“我国北方集约化旱作农田N2O排放通量、产生过程及控制因素”的相关SCI论文，受到国内外学者的广泛引用和关注。第一完成人受联合国环境规划署（UNEP）的邀请，作为Lead Authors之一，撰写了UNEP报告《Drawing Down N2O: To Protect Climate and the Ozone Layer》，在波兰华沙全球气候对话会议上发布（其他附件11）。

7. 应政府间气候变化委员会（IPCC）技术支持组（Technical Support Unit）主席 Kiyoto Tanabe的邀请，第一完成人作为数据提供方，参加了2014年11月10-12日在意大利罗马联合国粮农组织（FAO）总部举行的，第九届排放因子数据库（EFDB）建设专家会议(其他附件12）。该研究发表的24个N2O排放因子获得国际认可，被IPCC收录进N2O排放因子数据库（EFDB）(其他附件02)，用于全球其他国家编制排放清单的参考值。

8. 支持发现点3的论文 [巨晓棠. 氮肥有效率的概念及意义——兼论对传统氮肥利用率的理解误区. 土壤学报, 2014, (05): 921-933]，荣获《土壤学报》2014年度优秀论文奖（其他附件03），并被中国科学技术信息研究所评为2017年度F5000论文（其他附件04）。支持发现点4的论文 [巨晓棠. 理论施氮量的改进及验证——兼论确定作物氮肥推荐量的方法. 土壤学报, 2015, (02): 249-261]，荣获《土壤学报》2015年度优秀论文奖（其他附件06），并被中国科学技术信息研究所评为2015年度F5000论文（其他附件07）。

9. 研究成果获2018年度中国土壤学会科学技术一等奖（其他附件13）。 基于项目成果的国内外影响，完成人多次在国际会议上做大会邀请报告（其他附件14、15）。

10. 由中国农学会组织，以朱兆良院士为组长、印遇龙院士为副组长的12位专家，于2018年12月9日在北京对该项目进行了第三方成果评价，综合评价结论：“该成果针对我国集约化旱作农田氮素利用率低、污染环境等突出问题，从土壤氮素转化特征与机理、氮肥去向及损失途径、推荐施氮量方法等方面，进行了长期系统的基础研究，取得了创新性成果，达到了国际先进水平”；评价结果为“优”（其他附件16、17）。

**六 代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | SCI他引次数 | 他引总次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Reducing environmental risk by improving N management in intensive chinese agricultural systems/Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America/Ju XT\*, Xing GX, Chen XP, Zhang SL, Zhang LJ, Liu XJ, Cui ZL, Yin B, Christie P, Zhu ZL, Zhang FS\* | 2009(106):3041-3046 | 2009年3月3日 | Ju XT, Zhang FS | Ju XT | 巨晓棠，邢光熹，陈新平，张绍林，张丽娟，刘学军，崔振岭，尹斌，  朱兆良，张福锁 | 717 | 850 | 是 |
| 2 | Integrated reactive nitrogen budgets and future trends in China/Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America/Gu BJ, Ju XT\*, Chang J, Ge Y, Vitousek PM\* | 2015(112):8792-8797 | 2015年7月14日 | Ju XT，Vitousek P M | Gu BJ | 谷保静，巨晓棠，常杰，葛滢 | 63 | 76 | 是 |
| 3 | Processes and factors controlling N2O production in an intensively managed low carbon calcareous soil under sub-humid monsoon conditions/Environmental Pollution/Ju XT, Lu X, Gao ZL, Chen XP, Su F, Kogge M, Römheld V, Christie P, Zhang FS\* | 2011(159):1007-1016 | 2011年4月1日 | Zhang FS | Ju XT | 巨晓棠，陆星，高志岭，陈新平，苏芳，张福锁 | 44 | 66 | 是 |
| 4 | Calculation of theoretical nitrogen rate for simple nitrogen recommendations in intensive cropping systems: a case study on the North China Plain/Field Crops Research/Ju XT\*, Christie P | 2011(124):450-458 | 2011年12月20日 | Ju XT | Ju XT | 巨晓棠 | 28 | 31 | 是 |
| 5 | Gross nitrogen transformations and related nitrous oxide emissions in an intensively used calcareous soil/Soil Science Society of America Journal/Wan YJ, Ju XT\*, Ingwersen J, Schwarz U, Stange CF, Zhang FS, Streck T | 2009(73):102-112 | 2009年1月1日 | Ju XT | Wan YJ | 万云静，巨晓棠，张福锁 | 44 | 50 | 是 |
| 6 | Greenhouse gas emissions from a wheat-maize double cropping system with different nitrogen fertilization regimes/Environmental Pollution/Hu XK, Su F\*, Ju XT\*, Gao B, Oenema O, Christie P, Huang BX, Jiang RF, Zhang FS | 2013(176):198-207 | 2013年5月1日 | Su F， Ju XT | Hu XK | 胡小康，苏芳，巨晓棠，高兵，黄彬香，江荣风，张福锁 | 47 | 58 | 是 |
| 7 | Simulation of bromide and nitrate leaching under heavy rainfall and high-intensity irrigation rates in North China Plain/Agricultural Water Management/Wang HY, Ju XT, Wei YP, Li BG, Zhao LL, Hu KL\* | 2010(97):1646-1654 | 2010年10月1日 | Hu KL | Wang HY | 王欢元，巨晓棠，李保国，赵露露，胡克林 | 43 | 53 | 是 |
| 8 | Ammonia-oxidation as an engine to generate nitrous oxide in an intensively managed calcareous Fluvo-aquic soil/Scientific Reports/Huang T, Gao B, Hu XK, Lu X, Well R, Christie P, Bakken LR, Ju XT\* | 2014(4) | 2014年 2月4日 | Ju XT | Huang T, Gao B | 黄涛，高兵，胡小康，陆星，巨晓棠 | 29 | 39 | 是 |

**七 主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政职务** | **技术职称** | **工作单位** | **完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 巨晓棠 | 1 | 无 | 教授 | 中国农业大学 | 中国农业大学 | 主持项目研究，包括提出科学问题、科学假设、研究内容、总体思路和试验方案。组织项目实施、数据分析和论文写作。提出项目的理论、概念、方法和指标。对项目的完成起了关键作用，对4个发现点做出了创造性贡献。是代表性论文1至6、8（附件1-1至1-6、1-8）的第一或通讯作者，论文7（附件1-7）的共同作者。是项目发明专利“确定作物施氮量的方法”（其他附件05）的唯一发明人。 |
| 谷保静 | 2 | 无 | 研究员 | 浙江大学 | 浙江大学 | 负责我国活性氮的来源、流动和去向的研究内容，建立了基于14个子系统的人类自然耦合系统(CHANS)氮素循环模型，完成了我国完整的活性氮来源和排放清单。对发现点3的部分内容做出了创造性贡献，是代表论文2（附件1-2）的第一作者。 |
| 苏芳 | 3 | 无 | 副教授 | 中国农业大学 | 中国农业大学 | 负责项目部分田间试验的实施及观测，建立了集约化旱作农田温室气体及氨挥发的田间原位观测系统并获得连续观测资料，开展了氨挥发排放机制及影响因素研究。对发现点2和3的田间观测做出了创造性贡献，是代表性论文7（附件1-6）的共同通讯作者，代表性论文3（附件1-3）的共同作者。 |
| 胡克林 | 4 | 系主任 | 教授 | 中国农业大学 | 中国农业大学 | 参与了第一完成人主持的国家自然科学基金重大项目第一课题——主要农田生态系统中土壤氮素循环、氮素的化学行为和生态环境效应（30390081）的部分研究工作，共同开展了硝态氮淋洗特征的研究，对多年气象条件下土体硝态氮淋失与降雨量、灌溉量和土体初始硝态氮累积量关系进行了研究。对发现点1的硝态氮淋洗特征做出了创造性贡献，是代表性论文7（附件1-7）的通讯作者。 |
| 张丽娟 | 5 | 无 | 教授 | 河北农业大学 | 河北农业大学 | 参与了第一完成人主持的国家自然科学基金重大项目第一课题——主要农田生态系统中土壤氮素循环、氮素的化学行为和生态环境效应（30390081），和国家自然科学基金面上项目——土壤剖面中不同部位硝态氮的作物有效性及去向研究（30270787）的部分研究工作，共同开展了氮肥去向和损失规律的多年多点田间试验及验证工作。对发现点3做出了创造性贡献，是代表性论文1（附件1-1）的共同作者。 |

**八 完成人合作关系说明**

完成人巨晓棠教授、苏芳副教授、胡克林教授为中国农业大学资源与环境学院教师，开展了多年的合作研究并发表多篇论文（代表性论文3、6和7）。谷保静为浙江大学公共管理学院/环境与资源学院研究员，自2010年与巨晓棠教授课题组开展合作研究，并合作发表了代表性论文2。张丽娟现为河北农业大学资源与环境科学学院教授， 是巨晓棠教授合作指导的博士生，与巨晓棠教授课题组有长期合作关系，并合作发表了代表论文1。

第一完成人巨晓棠主要负责提出科学问题、科学假设、研究内容、总体思路和试验方案；组织项目实施、数据分析和论文写作；提出理论、概念、方法和指标；与其他完成人均有合著论文（完成人合作关系情况汇总表）。第二完成人谷保静负责我国活性氮的来源、流动和去向的研究内容，建立了基于14个子系统的人类自然耦合系统(CHANS)氮素循环模型，完成了我国完整的活性氮来源和排放清单，对发现点3的部分内容做出了贡献。第三完成人苏芳负责部分田间试验的实施及观测，建立了集约化旱作农田温室气体及氨挥发的田间原位观测系统并获得连续观测资料，对发现点2和3的田间观测做出了贡献；与第一完成人长期合作，有多项合作项目和合著论文。第四完成人胡克林参与了第一完成人主持的国家自然科学基金重大项目第一课题——主要农田生态系统中土壤氮素循环、氮素的化学行为和生态环境效应（30390081）的部分研究工作，共同开展了硝态氮淋洗特征研究，并共同合著论文。第五完成人张丽娟参与了第一完成人主持的国家自然科学基金重大项目第一课题——主要农田生态系统中土壤氮素循环、氮素的化学行为和生态环境效应（30390081），和国家自然科学基金面上项目——土壤剖面中不同部位硝态氮的作物有效性及去向研究（30270787）的部分工作，共同开展了氮肥去向和损失规律的多年多点田间试验及验证工作，对发现点3做出了贡献，并共同合著论文。