

附件-6:

进展名称	国产超算助力生态学家首次明确了全国水环境氮污染容限阈值与治理途径
推荐单位	中国生态学学会
进展介绍	<p>陆地生态系统中氮元素的生物地球化学过程十分复杂。量化全球与区域环境人为氮排放的安全阈值研究是当前国际前沿的一个难点问题，但迄今仍未建立起有效的量化方法，导致政策的科学性不足。喻朝庆研究团队在综合考虑气候、土壤、水利、种植结构、养分还田、饮食结构、厕所技术、污水处理、工业废水等因素基础上，基于神威·太湖之光超级计算机对 1955-2014 年全国农田生态系统的生物地球化学过程进行了逐日模拟；计算了从农田、养殖、城乡生活、工业废水等向环境氮排放的时空变化；收集了全国代表性水体历年总氮浓度变化的观测数据；重建了近 60 年区域氮排放与水体质量演化的时空关系。将不同区域初次达到国家地表水 IV 类水质标准年份所对应的氮排放总量判定为相应区域环境的安全阈值。结果发现全国绝大多数省份的氮排放在上世纪 80 年代中期就超过了自身阈值。由此得到的全国水环境氮容量的安全阈值为 520 万吨·年<sup>-1</sup>左右，而当前每年的实际氮排放量约为 1450 万吨，年超排量约为 930 万吨。研究进而表明 2014 年全国污水处理系统的除氮量仅为 70 万吨·年<sup>-1</sup>左右；提高作物氮利用效率（NUE）的农田减排潜力仅为年超排量的 25%左右；中国只有在提高农田氮管理水平的基础上，将全国养分还田水平从目前的 40%以下提高到 86%以上，才有可能在保障当前粮食产量条件下将氮排放减少到阈值水平。</p> <p>当前农业与环境的矛盾已成为中国可持续发展战略的重大挑战。该研究揭示了为什么当前各行业部门根据自身学科和职能范围制定的规划和政策无法根本扭转养分污染态势的原因；提出了中国需要在统一的科学框架内制定与各部门目标相融合的可持续发展中长期综合规划和协调联动的行动计划，才能实现兼顾粮食与环境安全的永续发展。</p> <p>喻朝庆作为第一作者兼通讯作者将这一成果在 2019 年 3 月 28 日的 <i>Nature</i> 正式发表，不仅为国际同行的氮排放安全阈值研究方法提供了新思路，还为中国的氮减排和富营养化治理目标提供了新依据。具体的政策途径与经济研究成果发表于 2019 年 12 月的《中国科学:地球科学》。</p>
推荐理由	<p><b>创新性：</b></p> <p>中国维护粮食安全、生态安全与环境安全的工作已进入了攻坚阶段，亟需解决全局性深层次问题。但目前针对全局性重大问题的真正跨学科量化研究还十分缺乏。喻朝庆团队经过 10 年积累，从气象、水利、农业、环保、城乡建设和社会经济等领域开展了学科交叉研究，对粮食、水资源、氮素和水质环境的量化关系取得了突破性成果。主要创新点包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 基于国产超级计算机神威·太湖之光实现了全国农田生态系统 60 年生物地球化学过程逐日模拟；</li> <li>• 首次重建了全国近 60 年氮排放与水质的时空演化关系；</li> <li>• 提出了区域环境氮排放阈值评估新方法；</li> <li>• 首次明确了全国与各省水环境的氮排放安全阈值；</li> <li>• 量化了当前污水处理系统的除氮总量、农田优化管理的减排潜力；</li> <li>• 明确了在粮食不减产条件下将氮排放限制在安全阈值内的途径；</li> </ul>

- 核算了重构城乡养分循环体系的经济成本；
- 基于阈值提出了实现粮食安全与环境安全兼顾的政策建议。

**影响力：**

根据 *Nature* 杂志最新统计，在全部国际学术期刊相似发表时段的 262412 篇论文中，该研究的影响力超过 98%；

**效益：**

针对当前农业与环境管理的突出矛盾，该研究以水和氮为线索量化了全国粮食安全、水资源和水环境的演化关系，为制定可持续发展国家战略提供了量化依据和政策参考。