

北京大学周丰课题组在 PNAS 发文揭示中国用水增速变缓及其成因（转）



The screenshot shows the PNAS website interface. At the top, there are navigation links: Submit, About, Contact, Journal Club, and Subscribe. The institution is listed as 'Inst of Geographical Sciences'. There are 'Log in' and 'Log out' options. The PNAS logo is prominently displayed, along with the text 'Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America'. A search bar is present with the placeholder text 'Keyword, Author, or DOI' and a search icon. Below the search bar, there are tabs for 'Home', 'Articles', 'Front Matter', 'News', 'Podcasts', and 'Authors'. The 'Articles' tab is selected. Underneath, there are dropdown menus for 'NEW RESEARCH IN' with categories: Physical Sciences, Social Sciences, and Biological Sciences. The main article title is 'Deceleration of China's human water use and its key drivers'. The authors listed are: Feng Zhou, Yan Bo, Philippe Ciais, Patrice Dumas, Qiuhong Tang, Xuhui Wang, Junguo Liu, Chunmiao Zheng, Jan Polcher, Zun Yin, Matthieu Guimberteau, Shushi Peng, Catherine Ottle, Xining Zhao, Jianshi Zhao, Qian Tan, Lei Chen, Huizhong Shen, Hui Yang, Shilong Piao, Hao Wang, and Yoshihide Wada. The article was first published on March 24, 2020. There are also options for 'Article Alerts', 'Email Article', 'Citation Tools', 'Request Permissions', and 'Share'. A 'Sign up for Article Alerts' button is visible at the bottom right of the article preview.

2020年3月24日,《美国科学院院刊》(Proceedings of the National Academy of the Sciences)杂志在线发表了北京大学城市与环境学院周丰课题组的最新研究成果(Deceleration of China's human water use and its keydrivers)。研制了中国高分辨率用水调查数据集和基于水量平衡的归因模型,发现了我国用水呈现广泛的“增速变缓”趋势,证实了节水灌溉和工业循环用水的技术推广是最关键的原因,挑战了以往认为中国用水“加速增加”的观点。

水是事关国计民生的基础性自然资源和战略性经济资源,也是生态环境的控制性要素。然而,过度用水和气候变化引起了区域性水资源短缺,严重威胁着全球粮食安全、生态安全和经济增长。2020年世界经济论坛将水资源短缺列为未来十年最大的全球性风险之一。据研究,人类用水在过去100年增加了8倍,是人口增长速度的2倍,其中80%左右的用水增加发生在发展中国家。相比发达国家,发展中国家在未来可能面临着更严重的水资源短缺风险。我国自19世纪80年代以来采取了一系列政策干预,最大程度地减缓气候变化、经济增长和结构转型所带来的水资源短缺风险。那么,我国用水呈现怎样的变化?其背后的驱动机制是什么?这个科学问题引起了学术界的强烈兴趣,但由于缺乏可靠、系统的观测数据而一直悬而未决。

研究人员利用第一、二次全国水资源调查评价、31个省(市、自治区)水资源公报和中国经济社会大数据研究平台,建立了涵盖1965-2013年341个地级市的灌溉(5类作物)、工业(11个行业)、城镇(生活和三产)和农村(生活和畜禽)4个部门的用水、用水强度、用水结构及社会经济发展规模等数据库。

研究发现,全国用水在过去半个世纪翻了一番,但呈现增速变缓的趋势($P < 0.001$),由1975年之前(P1)的107.7亿 $m^3 yr^{-2}$,下降到1975-1992年之间(P2)的62.3亿 $m^3 yr^{-2}$ 和1992年之后(P3)的35.9亿 $m^3 yr^{-2}$ 。这种增速变缓的趋势还具有广泛性,在P2时期主要发生在华北平原、西北地区等缺水的地区,到P3时期延伸到东南沿海等丰水的地区。

为了揭示背后的驱动机制，研究人员发现中国用水增速变缓是因为灌溉和工业用水强度的下降，最大程度地抵消了经济社会发展和结构转型造成的用水需求上升。同时，研究人员进一步识别节水灌溉和工业循环用水的技术推广是用水效率提高最关键的原因。经模型测算，这些技术推广使我国在过去 20 年平均每年少用了约 4200 亿立方米，相当于该时期实际用水量的 80%。

中国用水演变规律的新发现挑战了传统认识：**一方面**，服务于 IPCC 的跨部门影响模型比较计划 (ISIMIP) 认为，中国用水呈现广泛的“加速增加”趋势，主要是因为大部分全球水文模型并未合理的量化节水技术推广因素；**另一方面**，我国节水灌溉提高了用水效率，并未大范围地出现其他国家的“灌溉效率悖论”（即用水效率提高，但极少能真正的节水现象）。造成这种差异的可能原因是我国农业集约化本身很高且农地规模很小，尽管灌溉效率提高，但难以进一步扩大灌溉规模和高耗水作物的种植比例。另外，这些节水技术推广与我国不同发展阶段的政策干预密切相关，包括早期的 200 个工业产品用水定额、193 种作物用水定额、国家农业综合开发（含大型灌区建设）、阶梯水价、工业废水排放标准、北方河流（黄河、黑河、塔里木河）水量调度（用水总量和最低下泄流量指标）等。如何准确量化节水技术推广及其对政策干预的响应，是未来提高用水预测可靠性和应对水资源短缺风险政策制定的关键所在。

本研究还认为我国未来十年用水很可能维持“增速变缓”的趋势，但也存在 **3 个不确定性因素**。

1. 节水灌溉面积比例将增加到 75%（2030 年），农地规模随着土地流转政策的实施将快速增加，灌溉者在利益的驱动下有可能加强农业集约化，从而增加出现“灌溉效率悖论”的可能性；

2. 工业布局——尤其是能源行业——呈现向西部地区倾斜的态势，而该地区工业用水重复利用利用率已经很高，结构转型难度更大，工业节水潜力有限；

3. 生活用水虽然只占到我国当前用水总量的 20%，但随着人均收入的提高而快速增长（尤其是农村用水），将成为我国用水增长新的引擎

因此，本研究建议推动“精准”节水，从节水优先向兼顾区域性用水总量控制转变，从田块、企业的个体节水向“田-沟-塘”和企业群的“大循环利用”转变，加速我国经济增长与用水的脱钩，避免未来水资源短缺风险。

该项研究由北京大学、法国气候与环境科学实验室 (LSCE)、法国农业研究发展国际合作中心 (CIRAD)、巴黎理工大学、国际应用系统分析研究所 (IIASA)、中科院地理所、南方科技大学、西北农林大学、清华大学、广东工业大学、北京师范大学、中国水科院等机构合作完成。北京大学周丰副教授为该论文第一作者和通讯作者，薄岩（2016 级硕士研究生）为共同第一作者。该研究获得国家自然科学基金中法国际合作项目、国家重点研发计划等项目的资助。

原文链接：https://mp.weixin.qq.com/s/3m2ykEiNYbvE_ebngaOb8A