



Topic Insights

控制水污染，促进可持续发展

Ana Deletic^a, Huanting Wang^b^a Pro Vice Chancellor, School of Civil and Environmental Engineering, The University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia^b Director of the Monash Center for Membrane Innovation, Department of Chemical Engineering, Monash University, Clayton VIC 3800, Australia

1. 引言

水污染是地球上生态退化的主要原因；它直接影响人类的水供应，常常对公共卫生造成严重后果。各种各样的污染物（包括化学物质、病原体和营养物质）正进入自然环境。家庭和工业废水以及城市和农业径流正在以前所未有的规模破坏水生生态系统。有效控制水污染需要了解传统和新兴污染物，深入了解自然处理工艺，开发先进的高科技净化系统。必须了解受污染排放影响或可能影响的生态系统。目前已经开发了各种处理技术，包括基于自然的解决方案、吸附、高级氧化以及用于去除和降解水污染物的膜。为了确保有效的水污染控制，需要进一步发展这些技术以提高效率并降低成本。

2. 新兴污染物

在水和环境中发现了新兴污染物或新关注到的污染物，包括非法药品和个人护理产品，这主要是由工业废水排放、市政废水排放和农业径流引起的[1]。这些污染物对人类健康和生态系统构成了极大的威胁。它们会导致急性和累积毒性（包括内分泌干扰活动），损害生物体。目前研究工作正在进行，以增进我们对新出现的污染物（有机和无机形式）的时空趋势的认识，开发各种污染物的标准化取样方法和分析技术，并为更好的环境风险评估建立毒性测试协议（特别是针对不同对映体之间的毒性差异）。例如，Yadav等在本期题为《了解澳

大利亚污水处理厂污泥和生物固体中某些滥用药物的清除情况和去向》的论文中，报道了澳大利亚一家大型城市污水处理厂的污泥和生物固体中5种滥用药物的存在和降解情况，并讨论了由此产生的潜在环境风险。

3. 政策措施与生态恢复

为了平衡经济发展和环境保护，世界各国采取了许多生态恢复措施来改善环境。例如，自20世纪90年代末发生多起自然灾害以来，中国已经实施了一系列大规模的政策计划，以减轻水土流失、保护森林和生物多样性[2]。在过去的50年里，为了保护水生生态系统免受农业和城市污染的影响，在欧洲、美国和澳大利亚实施了非结构性最佳管理措施（BMP）[3]。这些可持续性计划减少了泥沙淤积，改善了水质、土壤持水性、水源涵养和供水。然而，为了未来的可持续社会经济发展和可持续环境规划，需要更好地了解这些干预措施的长期影响和效力。在本期中，孙彭成等调查了世界上受侵蚀最严重的地区——中国黄土高原实施的退耕还林计划，并调查了该地区在过去几十年里的水沙关系和水土保持措施。他们的研究结果为规划未来的生态恢复活动提供了对当前低泥沙输移水平的新见解。

4. 自然解决方案

自然处理系统是可持续的、低成本和低能耗的解决

方案，旨在利用自然过程进行水净化。从本质上讲，它们是精心构造的土壤/植物系统，用于处理市政废水（如稳定塘和垂直湿地）、农业径流（如过滤带和缓冲区）以及雨水排放。用于雨水的土壤/植物处理系统在中国被称为海绵城市（SC）系统，在澳大利亚被称为水敏感性城市设计（WSUD）技术。它们的范围从众所周知和广泛使用的人工湿地技术、生物滞留技术和雨水花园技术到新型蓝绿色墙技术，不仅可以用于雨水的处理和管理，还可以用于低污染的城市废水的处理和管理。

蓝绿色墙是植物化的滤水器，使用攀缘植物和在充满过滤介质的沟渠中生长的花朵来制造垂直的绿色屏幕，或使用安装在墙面上的盒子中生长的观赏植物来创造活动的外墙。当被污染的水借助重力作用通过工程介质和植物根系渗透时，营养物质和其他污染物被保留在系统中，处理后的水要么被排放到接收水体，要么被重新用于城市花园的灌溉或冲厕所。通过这种方式，该系统促进了城市绿化，为城市带来了多重效益。因此，用于灰水和雨水处理和管理的蓝绿墙是美丽的绿色基础设施系统，可以增加城市的舒适度和生物多样性，并冷却当地环境，同时清洁城市污染排放[3]。

自然解决方案必须适合区域气候和当地条件。在本期中，Chen等报道了他们对热带气候下雨水径流中营养污染物的植物修复的植物性状研究。他们的工作为生物保留应用的植物选择提供了有价值的信息。

5. 先进净水工艺

高级氧化技术（AOP）通常用于水处理中的痕量有机化学品（TO_{OC}）的降解，如药物、消费品和工业化学品[4]。AOP使用强氧化剂[如臭氧、过氧化氢（H₂O₂）、氧化剂与紫外线（UV）的组合以及光催化氧化]以各种形式运行。这些过程产生不同的副产物，其电能效率根

据操作条件而有很大差异。为了了解pH和H₂O₂剂量对2,4-二硝基苯甲醚分解动力学及其反应机理的影响，本期中，苏海磊等研究了紫外线催化的2,4-二硝基苯甲醚的H₂O₂氧化。这项研究为降解废水中的2,4-二硝基苯甲醚提供了一种可能的方法。

在水净化和污水处理过程中，吸附是去除水中重金属和有害有机分子等污染物的有效途径。从废料中低成本生产吸附剂是实现水技术可持续性的一项重要战略。在本期中，曲展等报道了从地下水处理污泥中合成磁赤铁矿磁性吸附剂的过程，并证明了吸附剂对阳离子污染物四环素的高效吸附。

膜在投入环境使用之前，膜技术已经成为处理废水的主要技术，为减少水污染提供了可行的解决方案。尽管我们在过去的几十年里投入了巨大的努力，但仍然需要更多的研究来开发高通量、超选择性和防污膜来有效地进行水处理。在本期中，丁士元等给出了一个工程聚偏氟乙烯中空纤维膜处理含放射性铯的污染水的好例子。随着纳米技术和仿生工程的发展，高性能、低成本的纳米结构光催化剂、吸附剂和膜将相继出现，用于有效控制水污染以及进行可持续的水处理[5,6]。

References

- [1] Petrie B, Barden R, Kasprzyk-Hordern B. A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water Res* 2015;72:3-27.
- [2] Bryan BA, Gao L, Ye YQ, Sun XF, Connor JD, Crossman ND, et al. China's response to a national land-system sustainability emergency. *Nature* 2018;559:193-204.
- [3] Prodanovic V, Zhang K, Hatt B, McCarthy D, Deletic A. Optimisation of lightweight green wall media for greywater treatment and reuse. *Build Environ* 2018;131:99-107.
- [4] Miklos DB, Remy C, Jekel M, Linden KG, Drewes JE, Hubner U. Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment - a critical review. *Water Res* 2018;139:118-31.
- [5] Mauter MS, Zucker I, Perreault F, Werber JR, Kim JH, Elimelech M. The role of nanotechnology in tackling global water challenges. *Nat Sustain* 2018;1:166-75.
- [6] Li XY, Zhang HC, Wang PY, Hou J, Lu J, Easton CD, et al. Fast and selective fluoride ion conduction in sub-1-nanometer metal-organic framework channels. *Nat Commun* 2019;10:2490.