

安捷伦案例研究：安捷伦认证翻新 6470B 三重四极杆 LC/MS 和 1290 Infinity II UHPLC

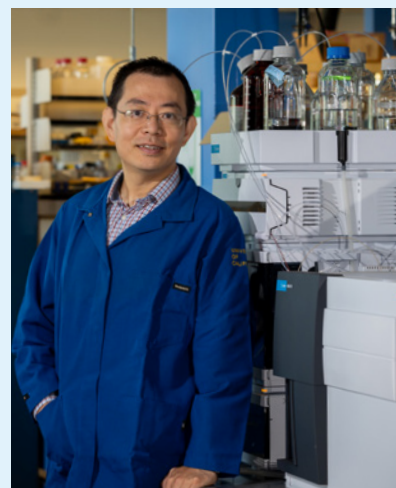
成功的水污染研究先锋

直接处理 PFAS

全氟和多氟烷基化合物 (PFAS) 属于持久性合成化学品，应用于许多常用产品中，并在环境（包括饮用水）中持久存在^[1]。美国国家环境保护局 (EPA) 已经认定，高浓度 PFAS 可能对动物和人类造成不良健康风险^[1]。因此，很重要的一点是，研究人员能够找到有效方法从水源中去除 PFAS 化学物质，并能在去除后降解此类化学物质。

美国加州大学河滨分校 (UCR) 化学与环境工程系副教授刘晋勇博士专注于水污染物去除和降解。具体来说，刘博士和他实验室的研究人员（“环境化学”，刘博士实验室）研究如何分解 PFAS 和有毒的氧阴离子（例如高氯酸根、氯酸根、溴酸根和硝酸根）。

刘博士和他的团队开发出一种降解 PFAS 化学物质的创新技术，并在《Environmental Science and Technology》和《Nature Water》上发表了一系列关于结构-反应关系、降解机制和途径以及性能增强的论文^[2,3]。该团队需要证明其具有检测低浓度 PFAS 化学物质及其分解组分的分析能力，以进一步验证所开发技术的有效性。



刘晋勇博士

副教授
化学与环境工程系
美国加州大学河滨分校

刘博士实验室主要使用液质联用系统 (LC/MS) 来鉴定和定量分析 PFAS。Jinyu Gao 博士是刘博士实验室的博士后研究员，也是一名质谱仪超级用户。Gao 博士曾使用离子阱质量分析仪进行转化产物分析，但发现难以检测低浓度分析物。刘博士和 Gao 博士需要确定，用创新方法处理水后残留 PFAS 是否降至安全排放的特定阈值以下。刘博士说：“为此，我们需要使用三重四极杆质谱仪，恰巧我们也遇到了购买安捷伦产品的绝佳时机。”

一份超值体验

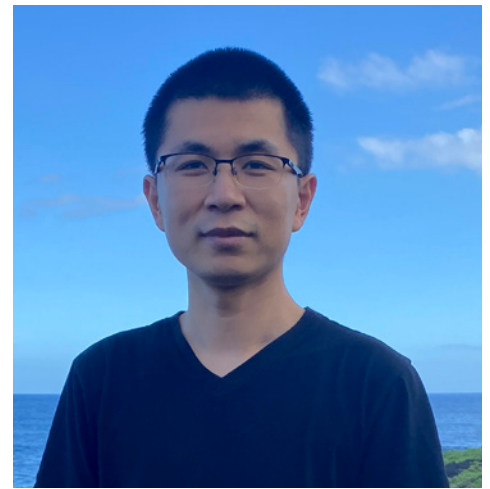
刘博士在意识到他们的研究需要三重四极杆质谱仪后，联系了包括安捷伦在内的三家不同供应商。但由于费用高昂，他不确定能否在预算中再增加一台质谱仪。刘博士说：“起初，我们认为这完全不可能实现。”通过前瞻性角度去分析，安捷伦客户经理建议他们考虑翻新认证仪器，并帮助他们找到了创造性的财务解决方案。

他们对安捷伦认证翻新 6470B 三重四极杆 LC/MS 和 Agilent 1290 Infinity II UHPLC 进行了评估。[安捷伦翻新认证仪器](#)流路内能够接触到样品的任意内部组件均会替换为新组件，或经过严格清洁，以符合新仪器的规格指标要求。认证翻新仪器也享有一年质保服务。在评估过程中，刘博士和 Gao 博士提到，认证翻新 6470B 三重四极杆 LC/MS 和 1290 Infinity II UHPLC 的外观与运行性能都与全新仪器没有差别。此外，安捷伦客户服务中心帮助他们将[增强型质保服务](#)纳入系统成本中。基于整体评估结果，刘博士只剩下唯一的疑惑：“为什么不选认证翻新仪器？”由于安捷伦能够在报价期间提供合理报价，找到灵活的购买选项，并提供质保以尽可能降低服务成本，因此刘博士和其他 UCR 教员一致认为安捷伦系统是他们实验室的理想选择，尤其是在分担了资金成本以后。

在购买自己的三重四极杆质谱仪之前，刘博士每年必须准备数万美元的预算，以支付将样品送至合同实验室进行评估的费用。现在他们可以在现场进行检测，降低整体运营费用，并收获积极的投资回报。

“为此，我们需要使用三重四极杆质谱仪，恰巧我们也遇到了购买安捷伦产品的绝佳时机。”

- 刘晋勇博士
副教授，
化学与环境工程系
美国加州大学河滨分校



Jinyu Gao 博士是刘博士实验室的博士后研究员

成功实现低浓度检测

刘博士实验室自 2023 年 5 月开始使用认证翻新 6470B LC/TQ 和 1290 UHPLC，并在检测痕量 PFAS 方面达到了理想的灵敏度。2022 年，EPA 提出 PFAS 限值为 0.004 ng/L (4×10^{-6} ppb 或 0.004 ppt)；但许多科学家发现无法有效测量该含量水平。2023 年，EPA 提出通过 EPA1633 方法测量的限值为 4 ng/L (0.004 ppb 或 4 ppt)^[4]。通过使用 6470B LC/TQ，Gao 博士能够检测各种 PFAS 结构，检出限低至 50 ng/L (0.05 ppb，即 50 ppt) 至 1000 ng/L (1 ppb，即 1000 ppt)。借助安捷伦的认证翻新系统和快速固相萃取（需要在浓缩目标 PFAS 的同时防止不需要的物质进入系统），刘博士和 Gao 博士现在能够轻松检测当前 EPA 要求的浓度范围内的 PFAS。

尽管 EPA 目前可能不要求检测阈值低至 4 ng/L，但刘博士和 Gao 博士预计未来可能会发生变化。他们还预计，EPA 将希望评估比目前更多的 PFAS 结构。刘博士实验室希望领先于 EPA 的要求，他们已经证明了在低检出限下鉴定新型 PFAS 结构的能力。

在 2022 年发表的一篇文章中，刘博士和另一名博士生（Zekun Liu 博士）阐述了他们优化的 UV/亚硫酸盐和碘化物 (UV/S + I) 系统如何从合成废水中去除 99.7% 以上的全氟磺酸盐 (PFASs) 和全氟羧酸盐 (PFCAs) 以及 90% 以上的浓缩 PFAS 混合物^[2]。这样的结果使刘博士实验室跻身 PFAS 研究的前沿^[5-9]。刘博士说：“我们已经在环境化学和污染物降解方面拥有了非常强大的能力。可以说，我们在理解 PFAS 如何降解以及知道如何实现更深度降解方面处于领先地位。”

合作与教育

凭借在 PFAS 研究领域如此强大的科学领导力，刘博士与业界成员们也建立了多方良好的合作关系。虽然他们过去的大部分实验是在实验室使用合成水样进行研究，但刘博士、Gao 博士和另一位博士后研究员 Dandan Rao 博士已经开始评估来自行业合作伙伴的实际水样。

该大学实验室与环境、工程和建筑公司合作，在水资源管理和工程、水污染和气候变化等领域进行创新。这些合作者将来自离子交换和泡沫分离等地下水修复系统的挑战性废水样品送至刘博士的实验室进行 PFAS 降解和分析。未来，随着刘博士及其实验室成员与更多的行业合作伙伴建立合作，预计他们的服务性检测量会有所增加。

在整个实验过程中，刘博士和他的同事已经注意到，质谱仪实践经验对他们的实验室成员非常重要。当他们的研究生面对竞争激烈的就业市场时，拥有各种质谱仪的运行实践知识将会成为他们的一大优势。刘博士设想他的实验室能够成为博士生学习和使用质谱分析的培训中心，帮助他们的职业准备和发展。

结论

考虑到刘博士与其同事们在未来可能会面临的愈加重要的环境研究，为实验室配备合适的仪器则更为关键。虽然起初他们无法负担三重四极杆质谱仪的费用，但安捷伦客户服务中心以认证翻新 6470B LC/TQ 和 1290 UHPLC 为他们提供了一种创造性的有效解决方案。现在，刘博士和他的实验室成员可以继续开展有影响力的工作，帮助改善环境水质，用卓越的科学造就美好生活。

参考文献

1. US EPA, O. A. PFAS Explained. **2016**. <https://www.epa.gov/pfas/pfas-explained> (accessed 2023-09-18).
2. Liu, Z.; Chen, Z.; Gao, J.; Yu, Y.; Men, Y.; Gu, C.; Liu, J. Accelerated Degradation of Perfluorosulfonates and Perfluorocarboxylates by UV/Sulfite + Iodide: Reaction Mechanisms and System Efficiencies. *Environ. Sci. Technol.* **2022**, *56* (6), 3699–3709. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07608>.
3. Gao, J.; Liu, Z.; Chen, Z.; Rao, D.; Che, S.; Gu, C.; Men, Y.; Huang, J.; Liu, J. Photochemical Degradation Pathways and Near-Complete Defluorination of Chlorinated Polyfluoroalkyl Substances. *Nat Water* **2023**, *1* (4), 381–390. <https://doi.org/10.1038/s44221-023-00046-z>.
4. Surface Water. *Analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in aqueous, solid, biosolids, and tissue samples by LC-MS/MS*. Epa.gov. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/3rd%20Draft%20Method%201633%20December%202022%2012-20-22_508.pdf (accessed 2023-10-23).
5. Gao, J.; Liu, Z.; Bentel, M. J.; Yu, Y.; Men, Y.; Liu, J. Defluorination of Omega-Hydroperfluorocarboxylates (ω -HPFCAs): Distinct Reactivities from Perfluoro and Fluorotelomeric Carboxylates. *Environ. Sci. Technol.* **2021**, *55* (20), 14146–14155. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04429>.
6. Liu, Z.; Bentel, M. J.; Yu, Y.; Ren, C.; Gao, J.; Pulikkal, V. F.; Sun, M.; Men, Y.; Liu, J. Near-Quantitative Defluorination of Perfluorinated and Fluorotelomer Carboxylates and Sulfonates with Integrated Oxidation and Reduction. *Environ. Sci. Technol.* **2021**, *55* (10), 7052–7062. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00353>.
7. Bentel, M. J.; Liu, Z.; Yu, Y.; Gao, J.; Men, Y.; Liu, J. Enhanced Degradation of Perfluorocarboxylic Acids (PFCAs) by UV/Sulfite Treatment: Reaction Mechanisms and System Efficiencies at PH 12. *Environ. Sci. Technol. Lett.* **2020**, *7* (5), 351–357. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00236>.
8. Bentel, M. J.; Yu, Y.; Xu, L.; Kwon, H.; Li, Z.; Wong, B. M.; Men, Y.; Liu, J. Degradation of Perfluoroalkyl Ether Carboxylic Acids with Hydrated Electrons: Structure–Reactivity Relationships and Environmental Implications. *Environ. Sci. Technol.* **2020**, *54* (4), 2489–2499. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05869>.
9. Bentel, M. J.; Yu, Y.; Xu, L.; Li, Z.; Wong, B. M.; Men, Y.; Liu, J. Defluorination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) with Hydrated Electrons: Structural Dependence and Implications to PFAS Remediation and Management. *Environ. Sci. Technol.* **2019**, *53* (7), 3718–3728. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06648>.

了解有关安捷伦认证翻新仪器的更多信息

<https://www.agilent.com/go/cpo>

DE17372236

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2023
2023 年 12 月 12 日，中国出版
5994-6991ZH-CN

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

