

跬步集

2022.06

第45期



封面：林艺旻

COLUMN

我在做一个别人的梦



时隔半年有余，旧刊新开，跬步集兜兜转转，似被风卷起的花瓣，最后竟平静的落在我的掌中。

本期跬步集算是上任主编伯龙的告别篇，也是我作为新任主编与“她”、与大家的初次见面，这不是场严肃伤感的告别，而是新旧更替，是化作春泥更护花，是诗与诗人的惺惺相惜。伯龙主编，本就是外表粗犷却内心感性的男人啊。

除此之外，本期还有李静师姐带来关于树轮重建 PAHs 变化趋势的文章和

同门建初关于环境中有机卤的初识感悟。

与我而言，生活里，唯一和杂志编辑有些许相似的东西，可能也就是 [手账] 了。手账，是个我可以随心所欲写东西的本子，上面曾写过我的本年目标，采风日记，画过旅游风景和有趣玩意，也是我得以和过去对话的桥梁。肆无忌惮的记录，收藏各式各样的瞬时情绪，那里是我的小小天地。和单纯的日记不同，手账的多功能性已远远超过日记的使用场景，它是个集记录、规划、收集、交流为一体 1



图为2021年购入新手账本时的开封照片。

的纸质物。

作为一个手账六年生，我已经数不清写完过多少本，只记得开始有意识的记录是从高中开始，而真正变成记录狂人是在大学。有了手机的我开始拍照，录像，把草稿箱和备忘录充当自己的私人笔记簿。除了生活日记，我的手账本里还写了很多我的日程计划。那一个个打上勾的 To-do list 是我向上攀爬的痕迹，划掉的完成事项是我前进的台阶，靓丽的贴纸和胶带是我在沿途收获的花。

不记录意味着放弃意识，意味着沉入深海，是背叛，是一头栽进虚妄，是和自己、和世界失去联系，是小型的自我献祭。

在我看来，不记录意味着放弃意识，意味着沉入深海，是一头栽进虚妄，是和自己、和世界失去联系，是小型的自我献祭。

狄迪思老师曾在《向伯利恒跋涉》一书中写到：“我为什么要把这些写下来呢？当然是为了记住，但我到底想记住什么？到底有多少是真正发生过的事？这里面有任何东西是真正发生过的吗？说到底，我为什么总是带着笔记本呢？这些记录很容易让人欺骗自己。记录事物的冲动强烈到让我欲罢不能，那些不怎么写笔记的人根本无法理解。

它和所有冲动一样，偶尔能派上点用场，以此彰显自己的存在。我认为这种冲动要么与生俱来，要么永远都不会有总而言之，随身携带私人笔记本的人都是异类。他们孤独而固执，喜欢把事物重新排布；他们很焦虑，总是对现状不满；他们生来就饱受困扰，被终将失去某物的不祥预感笼罩。”

翻看手账本时和过去的自己对话，回忆定格在某一瞬间的细小画面，像是在做一个别人的梦。

整理，记录，反省，我期望能像成为一间小茅草屋一样的先成为自己，再去接纳广阔的世间万物。

接手跬步集的那一刻我便明白，在未来的某天，她也将成为我生活中难以割舍的一部分，对于伯龙师兄的重托，我不敢负，不想负，也必不会负。

亲爱的，你想要听新故事吗？

主编雨薇

FAREWELL

赠信于她

张伯龙

《跬步集》：

阔别许久，见字如面。作为可能是我在你身上留下的最后一笔痕迹，也正值蔷薇主编上任的启封之作，老实讲，我思索了很久该以何种主题来交上这期稿子，最后决定了书信。

这是我认为最正式，也最具仪式感的告别了，所以尽管字迹称不上俊美，思绪亦十分凌乱，我仍特意购好了纸笔，端之于桌前，写下这篇文字，这篇虽然称不上我专栏的巅峰之作，但定是最特别的胡思乱想。无他，因为你值得。

至于主题，请原谅我此刻脑中过于纷繁的想法，实在找不出个头绪。或许告别的时候总是如此，想说的仿似千言万语，出口的却只有再见这一句。罢了，那便天马行空，想到哪里就写到哪里吧。毕竟在这种时刻，不知从何说起，既怕说错什么空留遗憾，更怕忘说什么就此错过。讲来可笑，此时的我竟仿佛成了当年那个给钟意的女生传小纸条的莽撞少年，又或许，这本就应该是写给你的情书，只是有些抱歉，如今才讲与你听。

犹记得当年在张老师的“怂恿威逼”之下，接手你后的第一回相遇，彼时的你恰如正值豆蔻的青葱少女，虽只有寥寥几期，但在首任主编戴青师姐的手里，已然展现出了美人胚子的潜质，也正缘于此，那时的我可谓诚惶诚恐，生怕一不小心就拉低了档次，让你养在深闺无人识了。也正是在那一期，我鬼使神差般地写下了头一章主编专栏，从此便像个甜蜜的烦恼，不止每月要定期与你相见，还得构思上篇千把字的观后感。我必须承认随着时间的流逝也厌倦过，才尽过，甚至想放弃分手过（笑）。但感谢大家对你的厚爱与支持，幸运的是我没彻底放手过，而说在如果问我重来过，我绝不后悔和你遇见过。

后来的将近两年的日子里发生的大家也都知晓了，我尽力为你增光添彩，望你出落得如花似玉甚或绝艳天下，不知我完成了几分，但起码得到了不少鼓励与褒扬。你变得更包容了，不止有严谨的学术也有活泼的游记杂书；你变得更 4

出挑了，不止有同学们的点滴努力也有各位老师学长学姐们的谆谆教导；你变得优雅了，既有单人单篇的精彩分享，也有整套专栏的饱满盛宴。但其实，你又没怎么改变。大家对你的支持宠爱没变，作为主编对你的投入没变，最重要的，你的名字如那一句：“不积跬步，无以至千里。”从来都没有变，我想未来也不会变。

日子过的可真快，转眼都是两年多的老主编了，都到了把你交给雨薇，甚至成了组内的大师兄把自己交离地化所的时候了。不过没关系，交给雨薇我一定放心，相信她会把你照顾的很好，也能教会你更多，告诉你个小秘密，主编投票里雨薇也有我的一票。哈哈。

最重要的，你的名字如那一句：“不积跬步，无以至千里。”从来都没有变，我想未来也不会变。

说的太多显得矫情，那就写到这儿吧，送君千里终有一别，虽然我已分不清这送的究竟是你还是我自己了。我相信我们会再见的，那时的你或许光鲜亮丽的我已认不太出，但希望你还能记起我，记得曾有个没啥才华却很自恋的男人总喜欢胡乱署名，再说上一句“好久不见，主编伯龙”。

主编伯龙

但这是最特别的胡思乱想。无他，因为值得写。至于主题，清
桌前，写下这篇文字，这篇虽能称不上什么超前的巅峰之作，
称不上优美、思绪亦十分凌乱，但仍将意向写好了。纸张，端桌才
运是我认为最正式、也最具仪式感的告别了，所以尽管名字迹
久远以何种方式、何种主题来交上这期稿子，最后决定了书信。
痕迹，也正值两被主编上任的启封之作，老实讲，我思索了很
长时间许久，兄字如面，作为可能是在你身上留下的最后一笔
《跋涉集》……

就记得当年他在张老板的“算算成运”一下，接年你后的第一
只是有些抱歉，如今在才讲与你听。

女生位小似养的莽撞少年，又列讲，这本就该是交给你的楷书，
就此错过。讲来可笑，此时的我竟在研用了当年那个给钟志的
时刻，不知从何说起，既怕说错什么空留遗憾，更怕忘说什么
句罢了，那使天马行空。想到哪里就写到哪里吧。毕竟在这种
别的时候总是如此，想说的仿佛年看下落，出口的却只有再记这一
原话此刻脑中出于纷繁的想法，实在找不出个头绪。或许若

分年过^完。但感谢大家对你的厚爱与支持，幸运的是你没彻底
从中承认随着时间的流逝也度过。才尽过。甚至想放弃
悔，不止每月要定期与你相见，还得物思上篇个把字的观后感
鬼使神差般地写下了头一章主编专栏，从此便像个甜蜜的烦
就在做了档次，让你养在深闺无人识了。也正是在那一期，我
子的潜质。也正缘于此，那时的你可谓坦诚地心，生怕一不小心
几期，但在首任主编戴青开姐的手里，已然展露出了美人胚
回相遇。彼时的你书如正值豆蔻的青葱少女，虽只有寥寥寥寥

东方的饱满盛实。但其实，你又没怎么改变。大家对你
导，你变得更优雅了，既有单人单箭的精彩分享，也有整
止有同学们的点滴福努力也有各位老师学长学姐们的谆谆教
不止有平日的草木也有浓浓的游记杂书；你变得更出挑了，不
流成了几分，但起码得到了不少鼓励与褒扬。你变得更包容了，
为你增添色彩，望你出落得如花似玉，甚或绝艳天下，不知何
后来的将近两年半的日子里发生的大事也都知晓了，我尽力
放手过，而说在如果问线重来过，我绝不后悔和你遇见过。

也有线的一票，哈哈。

的很好，也能教会你更多，给你个小秘密，主编投票里面投
候了，不过没关系，交给两薇钱一定放心，相信她会把你照顾
你交给两薇，甚至成了组内的大师兄把自己交高地化所的用
日子过得可真快，转眼都是两身多的老主编了，那到了把
未来也不套套。

的方字的那一句“不似踏出步，无以效千里。从来都没有变，成想
的支持宠爱并没变，作为主编对你的投入没变，最重要的，你

胡乱署名，再说上一句“好久不见，主编你好”。

你还能记起我，记得曾有个没话才半却很自恋的男人总喜欢我们会再见的，那时的你我或许还年轻所以已认不太出，但希望

然我已分不太清这送的重竟是你还是我自己了。我相信我

说得太多显得矫情，那就写到这儿吧，送君千里终有一别，只

主编你好

REVIEW

利用树轮重建大气中多环芳烃的长期变化趋势

李静



树轮作为天然的环境被动采样器，可监测无机污染物、重金属、汞和多环芳烃（Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs）等污染物的长期趋势。

树木可以通过多种机制吸收环境中的污染物，包括通过根系吸收土壤/水中的污染物；通过树叶中的沉积进入韧皮部（将叶片中合成的有机物输送到需要的部位），进而在树木中转移；或通过树皮（扩散或渗透等）直接吸收到形成层（位于木质部和韧皮部之

间的一种分生组织，将形成生长年的树木年轮）（图1）。

非极性有机化合物具有疏水性，在树木中的径向扩散可忽略不计（图2）在木质部（将水从根部输送到树的茎/叶的细胞）中的传输也非常有限，即进入树木的非极性有机化合物主要停留在树干的“最新”部分，或在特定年份的年轮内 [1-3]。因此，通过分析每年的年轮，可重建大气中有机污染物水平的历史变化。然而，对于非极性有机化合物进入形成层

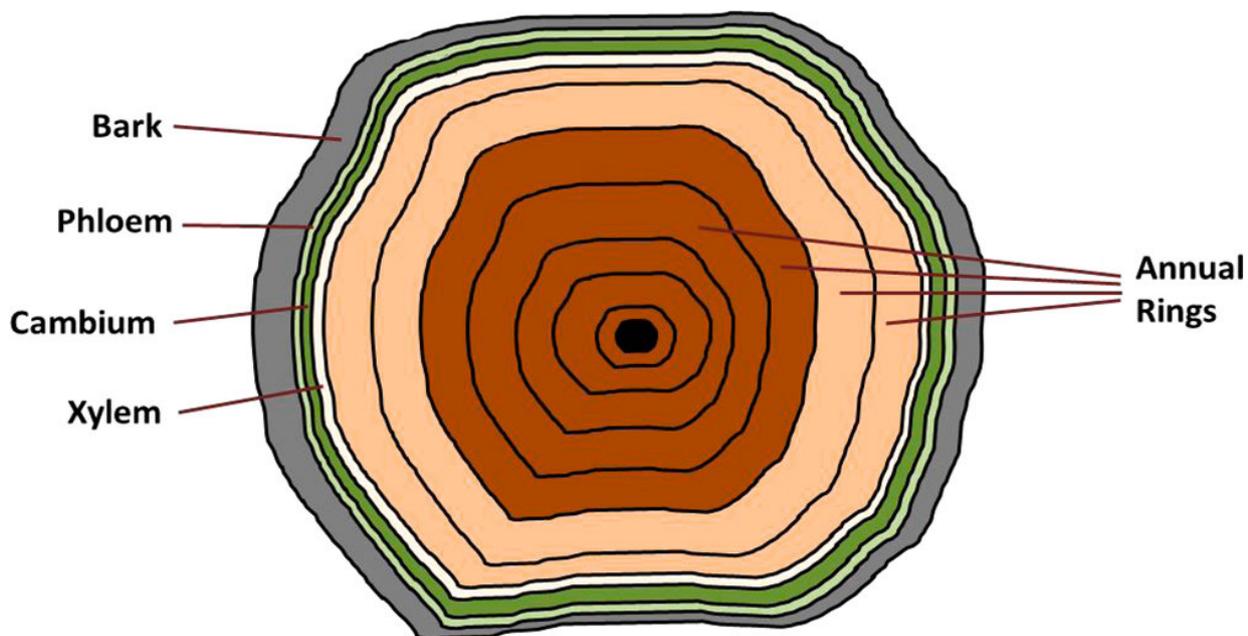


图 1: 树干横向剖面图, 从外向内依次为树皮 (bark)、韧皮部 (phloem)、形成层 (cambium)、木质部 (xylem) 和年轮 (annual rings) (图片来源: Rauert 2017 [3])。说明: 这里虽然将木质部和年轮分开了, 实际上年轮也属于木质部; 年轮是由形成层生长而成, 生长停滞后会变为木质部; 中心深颜色年轮称为髓, 一般横向输送营养物质。

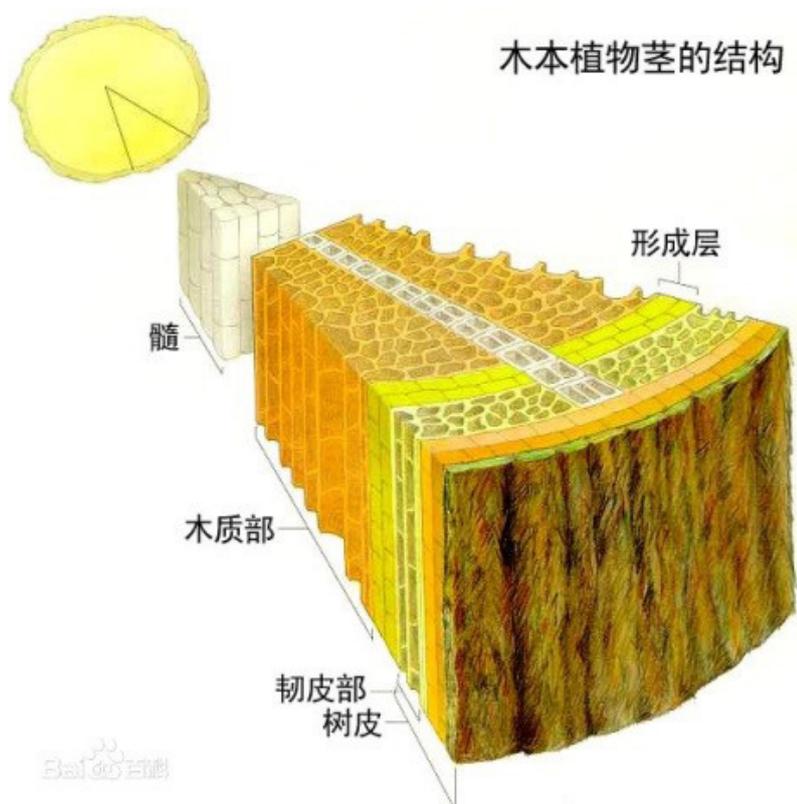


图 2: 树干纵向剖面图 (图片来源: 百度百科)

的机制仍然缺乏充分的理解 (如是否是通过韧皮部转移或树皮吸收) [4]。

PAHs 来源于自然或人类活动过程中有机物质的不完全燃烧, 具有长期排放

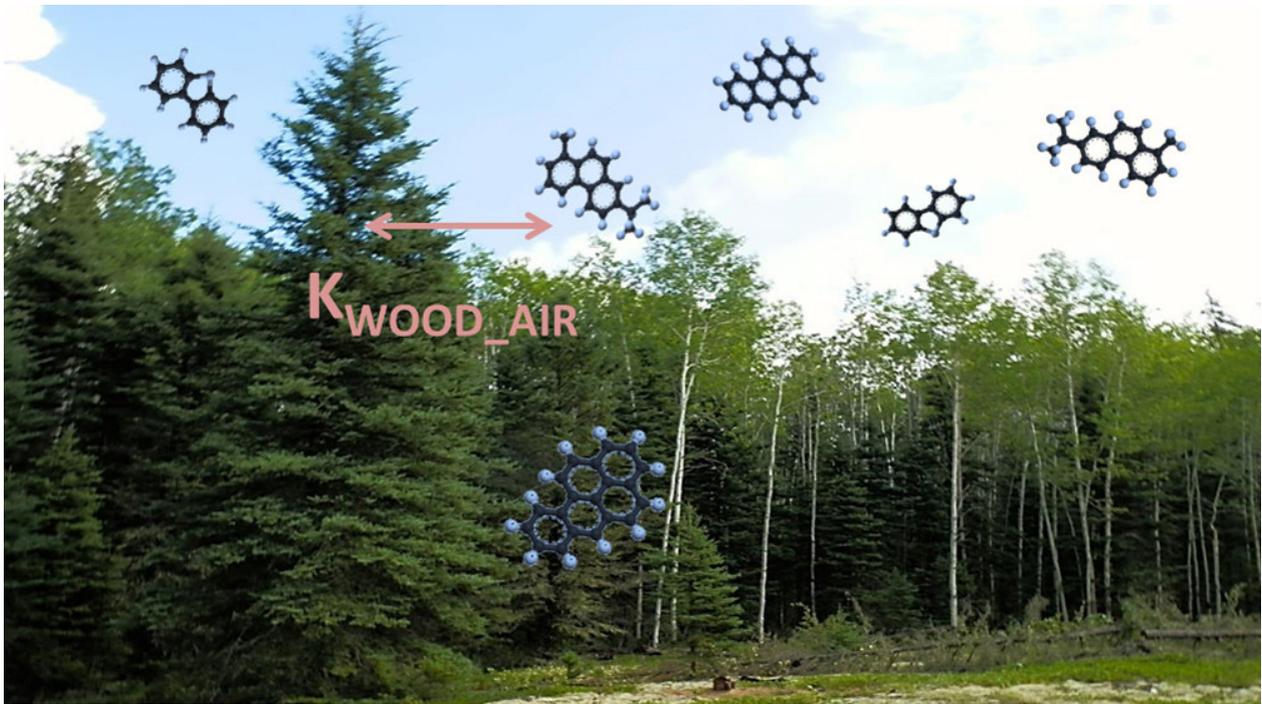


图 3: PAHs 在大气和树木间的交换概念图(图片来源: Rauert 2017 [3])

历史且在环境中广泛分布。Yin 等人 [1] 通过分析 PAHs 在银杏树干、叶片及其寄主土壤中的分布表明，除根中的二环化合物（如 Nap 和 2-甲基-Nap）外，主要的吸收途径可能是通过叶面的气体和颗粒结合沉积。树叶表面沉积的 PAHs 可通过表皮蜡迁移到内层 [4]。叶片中合成的有机物会通过韧皮部输送到需要的部位，但是 PAHs 随韧皮部的转移机制尚不明确 [3]，且 Wang 等人的研究没有发现树叶积累的芳香族化合物在韧皮部中转移的证据 [5]。另外，韧皮部属于树皮，不会形成木质部（即年轮），因此树叶中吸收的 PAHs 能否转移到形成层、转移机制等，尚不明确。

大气吸收的次要机制是通过树皮的直接传质，包括通过树皮层的扩散和 / 或通过树皮层的渗透和直接沉积到形成层。形成层可能会捕获气相和颗粒相 PAHs，类似于更传统的无源采样介质 [3]。Rauert 等人 [3] 将树木看作是传统被动空气采样器，通过假设所有进入树木的 PAHs 均是通过树皮吸收，结合实验和数学建模，针对挥发性强的 PAHs（易于达到分配平衡条件），构建了木材 - 空气分配系数模型（分配系数： K_{WOOD_AIR} ）（图 3），实现了树木与空气 PAHs 浓度的相互转换。需要指出的是，没有研究表明大气 PAHs 可通过树皮物理迁移到形成层，而且这种机制在很大程度上仍然是理论上的 [6]。有人建议气相化学物质通过树皮中的皮孔（一组形成孔的细胞）到达形成层，为气相化学物质直接扩散到形成层中提供通道，并可能捕获细小颗粒 [7]。虽然，可能有多种迁移途径导致 PAHs 在树木中的累积（如通过树叶吸收等），但该木材 - 空气分配系数模型是第一个实现树木与大气 PAHs 浓度转换的方法，具有很大的应用的潜力。

Rauert 等人 [6], 基于树轮 PAHs 浓度, 应用上述木材 - 空气分配系数模型, 计算出了大气 PAHs 浓度, 且与该地区被动大气采样网络报告的浓度在同一范围内, 证明了该方法在提供历史大气数据方面的适用性。此外, Wang 等 [8] 也利用该模型, 重建了藏东南地区近百年来大气 PAHs 的变化趋势, 揭示了藏东南树轮中 PAHs 的历史变化趋势与当地及周边地区 (印度) 社会经济发展的密切相关性。

自然界中树木分布广泛、易于采集, 且无维护成本, 因此是理想的大气污染物监测介质。虽然, 多个大型国际计划已经将 PAHs 列入监测项目, 北极和欧盟 AHs 的监测已经持续了 30 年, 但更长时间尺度的观测数据仍难以获得 [8]。树轮使得 PAHs 的回溯成为可能, 且可应用于其他持久性有机污染物, 如 PBDEs、PCBs 和 PCNs 等, 未来有望在我国新污染物的监测方面发挥重要作用。

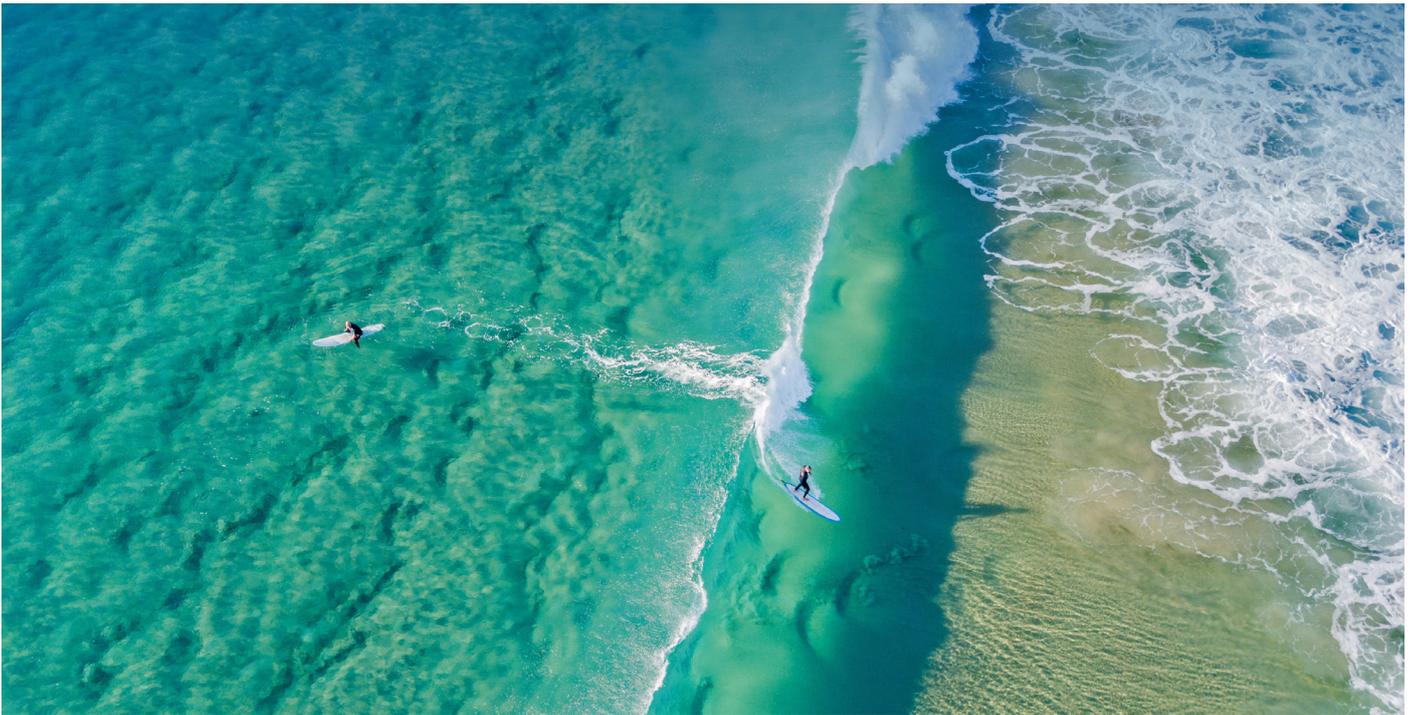
参考文献

- [1]. Yin, H.; Tan, Q.; Chen, Y.; Lv, G.; Hou, X. 2011. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) pollution recorded in annual rings of ginkgo (*Ginkgo biloba* L): Translocation, radial diffusion, degradation and modeling. *Microchem. J.* 2011, 97, 131-137
- [2]. Yin, H.; Tan, Q.; Chen, Y.; Lv, G.; He, D.; Hou, X. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) pollution recorded in annual rings of ginkgo (*Ginkgo biloba* L): Determination of PAHs by GC/MS after accelerated solvent extraction. *Microchem. J.* 2011, 97, 138-143.
- [3]. Rauert, C., Kananathalingam, A., Harner, T. Characterization and modeling of polycyclic aromatic compound uptake into Spruce tree wood. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51 (9), 5287-5295.
- [4]. Rauert, C.; Harner, T. A preliminary investigation into the use of Red Pine (*Pinus Resinosa*) tree cores as historic passive samplers of POPs in outdoor air. *Atmos. Environ.* 2016, 140, 514-518.
- [5]. Yang, B.; Liu, S.; Ying, L.; Xiaofei, L.; Xianbiao, L.; Min, L.; Xinran, L. PAHs uptake and translocation in *Cinnamomum camphora* leaves from Shanghai, China. *Sci. Total Environ.* 2017, 574, 358-368.
- [6]. Rauert, C., Harner, T., Ahad, J.M.E., Percy, K.E. Using tree cores to evaluate historic atmospheric concentrations and trends of polycyclic aromatic compounds in the Oil Sands region of Alberta, Canada. *Sci. Total Environ.* 2020, 739, 139996.
- [7]. Wang, Q.; Zhao, Y.; Yan, D.; Yang, L.; Zhenji, Li; Huang, B. Historical records of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons by analyzing dated corks of the bark pocket in a longpetiole beech tree. *Environ. Sci. Technol.* 2004, 38, 4739-4744.
- [8]. Wang, X., Wang, C., Gong, P., Wang, X., Zhu, H., & Gao, S. Century-long record of polycyclic aromatic hydrocarbons from tree rings in the southeastern Tibetan Plateau. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, 412, 125152.

REVIEW

环境样品中有机卤的表征和检测

马建初



有机卤广泛存在于各种环境介质中，对其背景浓度进行检测和表征，有助于评估其污染程度和迁移转化过程。在环境样品中，传统的目标化合物分析方法仅能检测到有机卤总量的一小部分（<1%），绝大部分有机卤是未知的。为了表征这些含量巨大且未知的有机卤，通常采用总有机卤（Total Organic Halogens, TOX）表示环境中有机卤的总量，根据提取有机卤的方法，TOX 还可分成可吸附有机卤（Absorbable Organic Halogens, AOX）和可提取有机卤（Extractable Organic Halogens, EOX）等指标。

环境样品中有机卤的检测方法可根据是否采用化学分离手段分为原位检测和非原位检测，下文将简要的介绍这两类方法。

原位检测

不采用化学分离或化学转化就可直接检测样品中有机卤的手段可归类为原位检测方法，其中最常用的方法为同步辐射 X 射线吸收近边结构光谱（X-ray Absorption Near Edge Structure, XANES）和 X 射线荧光光谱（X Ray Fluorescence, XRF），这两种方法都适用于液体和固体（如土壤、植物和沉积物）样品中卤素的直接测定。

XRF 通过检测样品反射出的特征 X 射线及其强度来获得元素的含量信息，但其仅能得到元素的总浓度且 z 轨道电子较少的元素（如 F 和 Cl）易受周围元素的干扰。XANES 中元素的吸收近边结构的光谱特征可以提供元素的成键结合状态而其强度正比于浓度，因此可以区分化合物的类别及其浓度比例。XANES 对样品中氯含量的检出率范围为 5~10 ppm，而 XRF 的检出率可达到 1 ppm。Leri 等人采用 XANES 光谱对植物落叶和土壤中氯的形态和浓度进行了大量研究，这些研究工作对揭示土壤中氯的地球化学循环过程具有重要的指示作用。XANES 和 XRF 的联用还可快速定性定量样品中的有机溴和无机溴的形态和浓度，相比于单独使用 XANES，联用方法可提高 20-30 倍的数据处理效率。

非原位检测

非原位检测指采用化学处理的手段对样品中的有机卤进行分离转化进而检测的方法，包括 AOX 法和中子活化法，其中 AOX 法的应用最为广泛。AOX 法共分为活性炭分离、燃烧转化和无机卤检测三部分，样品经硝酸酸化后用活性炭吸附样品中有机卤，再用硝酸盐溶液洗涤分离活性炭上的无机卤，其后将吸附有机卤的活性炭在氧气流中燃烧热解，最后采用微库伦法或离子色谱测定卤化氢的浓度。

AOX 法具有操作简单、检出限低（5ppm）及对仪器设备要求低的优点。但该技术易受活性炭本身及其还原的无机卤的干扰。此外，有研究表明活性炭对于高极性有机卤吸附能力较弱，当水样中的高极性有机卤较多时，会造成约 20% 的损失。而对于土壤样品，活性炭吸附的有机卤仅占土壤总有机卤的 10% 左右，更多的有机卤还依然存在于土壤残渣中的腐殖酸和黄腐酸上。因此为了更准确测定土壤样品中的总有机卤，还需要关注土壤残渣中剩余的有机卤。Bastviken 等人建立了同时测定土样的提取液和残渣中的有机氯的方法。土样酸化后经超纯水萃取得到萃取液，其后采用活性炭提取萃取液中的有机氯，活性炭和剩余的残渣经干燥后分别在氧气流中燃烧，最后分别测定萃取液、活性炭燃烧和残渣燃烧产生的无机氯。该方法实现了土壤中无机氯和有机氯的同时测定，

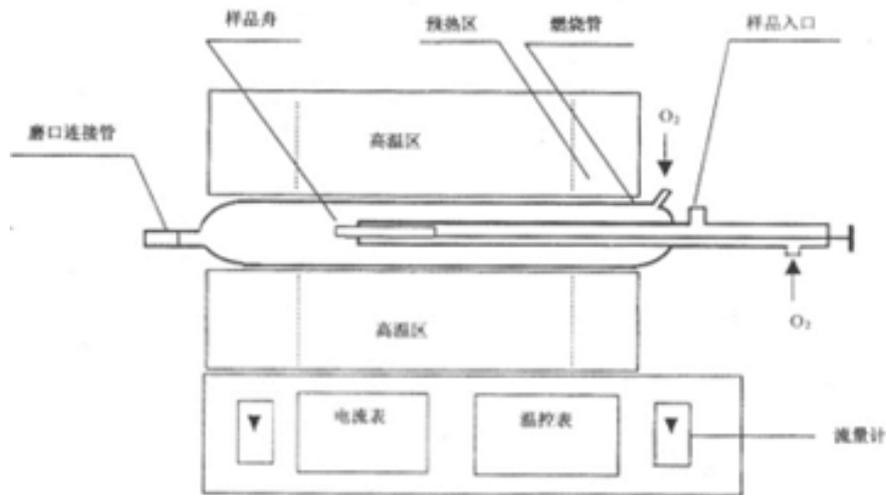


图 2: AOX 法装置图 (图片来源: HJ/T 83—2001)

为后续不同土壤组分中有机卤的测定提供了许多思路和参考。Pereira 等人采用微波诱导燃烧法 (MIC) 对土壤腐殖酸中的 TOX 进行测定, 其样品回收率均高于 97%, 且 MIC 可在 25 分钟内完成多达 8 个样品的测定, 表明 MIC 对 TOX 具有更高提取效率和处理速率, 适用于大批量土壤等固体样品中 TOX 的分析。

环境中广泛存在有机卤, 目前的研究集中在观测具有 POPs 性质的化合物上, 而对于大部分未知的有机卤少有关注。在大量水处理的研究中已经把 TOX/AOX 作为全面的评价水中消毒副产物数量的一个总量的指标, 因此其对应的检测方法也较完善。但目前土壤、大气及生物介质中观测 TOX/AOX 的研究还较少, 且对应的检测方法也还不完善, 未来对这些介质中 TOX/AOX 检测技术的研究需要进一步深入, 并进一步改进相关技术。

参考文献

- [1] Svensson, T.; Kylin, H.; Montelius, M.; Sanden, P.; Bastviken, D., Chlorine cycling and the fate of Cl in terrestrial environments. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021, 28, (7), 7691-7709.
- [2] Vodyanitskii, Y. N.; Makarov, M. I., Organochlorine compounds and the biogeochemical cycle of chlorine in soils: A review. *Eurasian Soil Science* 2017, 50, (9), 1025-1032.
- [3] Leri, A. C.; Hay, M. B.; Lanzirotti, A.; Rao, W.; Myneni, S. C., Quantitative Determination of Absolute Organohalogen Concentrations in Environmental Samples by X-ray Absorption Spectroscopy. *Anal Chem* 2006, 78, (16), 5711-8.
- [4] Leri, A. C.; Marcus, M. A.; Myneni, S. C. B., X-ray spectromicroscopic investigation of natural organochlorine distribution in weathering plant material. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 2007, 71, (23), 5834-5846.
- [5] Chen, B.; Bu, Y.; Yang, J.; Nian, W.; Hao, S., Methods for total organic halogen (TOX) analysis in water: Past, present, and future. *Chemical Engineering Journal* 2020, 399, 125675.
- [6] Pereira, J. S.; Moreira, C. M.; Albers, C. N.; Jacobsen, O. S.; Flores, E. M., Determination of total organic halogen (TOX) in humic acids after microwave-induced combustion. *Chemosphere* 2011, 83, (3), 281-6.
- [7] Bastviken, D.; Svensson, T.; Karlsson, S.; Sanden, P.; Oberg, G., Temperature Sensitivity Indicates That Chlorination of Organic Matter in Forest Soil Is Primarily Biotic. *Environmental Science & Technology* 2009, 43, (10), 3569-3573.