

信息简报

【2026】第6期（总第194期）

清华大学环境学院编

2026年7-8月

导读目录

【本期要闻】

环境学院 2026 年研究生开学典礼举行	1
第四届全国环境博士研究生教育培养研讨会召开.....	2
环境学院黄霞教授、王书肖教授入选 2026 年度中国环境科学学会会士	3
环境学院循环经济与城市矿产研究团队政策论坛 Science 论文提出全球塑料治理的四支柱数据框架	3
清华大学环境学院 2026 年国际暑期学校成功举办.....	5
共青团山东省委负责同志、山东省生态环境厅负责同志一行调研环境学院赴泰山实践支队	6

【党团工作】

环境学院召开党委理论学习中心组扩大学习会	7
----------------------------	---

【科学研究】

清华大学牵头云南虚拟电厂赋能零碳园区重点研发项目正式启动	8
数字生态文明论坛（第二期）在清华大学成功举办 共探绿色低碳健康水循环新路径	10
第十一届环境微生物利用与风险控制学术研讨会成功召开	11
第二十一届固体废物管理和技术国际会议成功举办	12
2026 年污染源排放与管控学术会议暨第八届中国污染源排放清单技术研讨会在雄安举办	14
中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会成立大会召开	16
国家标准《市政污水反渗透处理系统设计通则》开始公开征求意见	17
环境学院黄霞教授团队合作揭示振动膜生物反应器节能增效机制	18
环境学院邓兵课题组提出磷石膏稀土金属高效提取与功能材料协同制备新技术	19
环境学院张少君团队合作研究揭示航空排放正成为大城市空气质量治理的新挑战	20
环境学院张少君团队合作研究揭示商用车队电动化可实现更公平的空气质量、健康及气候效益	22
环境学院贺克斌和蒋靖坤团队综述城市大气新粒子生成研究进展	23
环境学院赵明团队合作研究系统阐述二氧化碳捕集与转化一体化迈向可持续燃料制备的关键条件	24

环境学院王灿课题组研究揭示多元能源供应降低化工行业减排成本与转型风险的机制..... 25

环境学院张潇源课题组合作在超强仿生曲面点阵陶瓷催化剂用于高效污水深度处理方面取得重要进展..... 27

环境学院贺克斌、郑光洁团队构建多相解离平衡理论，提出全球大气硝酸盐污染分区调控策略..... 28

环境学院刘欢团队取得全球与跨北极航运排放预测系列研究进展 29

环境学院王书肖、吴清茹团队揭示部门间转移如何重塑全球大气汞排放动态 32

【教学及学生工作】

环境学院举办 2026 年教学研讨会暨导师研修班..... 33

“一带一路”“无废城市”建设与高质量发展国际培训班顺利结业 34

生态环境法典宣讲进乡村 环境学子以专业实践助力泰山乡村生态振兴..... 35

环境学院 2026 级研究生报到 36

【行政工作】

环境学院开展“七一”走访慰问活动..... 37

【通讯等链接】

六秩党龄守初心 一生奋斗护蓝天——郝吉明院士的红色“蓝途” 37

学者观点 | 贺克斌：保持零碳园区竞争力，需培育五大能力体系 37

学者观点 | 温宗国等：深化两网融合，加快固废资源化利用 38

学者观点 | 温宗国：《生态环境法典：筑牢绿色低碳发展法治根基》 38

学者观点 | 温宗国：循环经济正成为撬动绿色转型与资源安全的关键支点..... 38

启航之声 | 刘迪波：以青春微光，点亮强国征途..... 38

国奖人物专访..... 39

科普专栏 | 从餐桌剩饭到“可降解的塑料”，探索生物制造“魔法”过程 39

寻访红军女战士王全英的故事：环境学院“川蜀绿行”赴四川成都调研实践支队获《中国青年报》报道..... 39

一、本期要闻

【环境学院 2026 年研究生开学典礼举行】

8月27日下午,清华大学环境学院2026年研究生开学典礼在中意清华环境节能楼东一厅举行。清华大学环境学院院长刘书明,党委书记王灿,副院长徐明,党委副书记王书肖、吉庆华,以及院长助理、研究生工作组组长,系主任、教研所所长、教师代表,学院机关人才培养工作团队成员和研究生德育助理等,与156名新生齐聚一堂,共同开启崭新的求学之旅。典礼由徐明主持。



刘书明欢迎 2026 级研究生新同学的到来,并以“锚定时代坐标,求真务实深耕,跨界创新突破”为主题寄语新生。他鼓励大家主动对接全球环境前沿、国家战略需求和行业发展难题,让自己的学术探索有清晰的时代坐标、明确的价值指向;主动走进真实场景、扎根行业一线,真解难题,解真难题,以实干实绩淬炼硬核本领;主动融合多元领域,跨界探索、突破创新,在前沿交叉中抢占先机,展现清华环境人的责任与担当。他祝愿同学们在学院深耕学术,向阳生长,不负韶华,学有所成。

环境可持续性教研所所长 Sangwon Suh 作为教师代表,结合自己的求学和科研经历,向新生分享了四点期许。一是志存高远,敢于提出关键问题,有啃硬骨头的勇气;二是不惧失败、善于复盘、持续努力,正视科研试错过程,从挫折中积累经验、迭代成长;三是锤炼韧性,保持良好的生活习惯、注重身心健康,积极与导师、父母、朋友等交流,聚力前行;四是珍惜清华环境人这一身份代表的荣誉和机遇,勇于承担时代赋予的责任。

2022 级博士生丁仁作为在读研究生代表,分享了自己的求学感悟。他表示,面对加速变化的时代,要正视成长的周期起伏,尊重成长的节奏,在不断调整中积蓄力量;要始终关注时代提出的真问题,让研究方向与时代同频、与现实相连,在解决真问题中实现价值;要走进课堂、工程现场、基层一线和国际舞台,在知行相济中认识自己、找到方向,探寻未来的答案。

2026 级博士生杨立作为研究生新生代表,结合成长和求学经历分享了对环境学科的认识。他从家乡甘肃庆阳由能源基地到算力枢纽的蝶变中加深了对生态与发展的思考,从跨学科学习、数据研究、基层实践中理解了环境学科的价值所在,更加坚信生态环境保护是新时代高质量发展的必答题。他期待与新同学一道,严谨治学,脚踏实地,以青春之力守护绿水青山。

来自阿根廷的 Ana Julia Aneise 作为国际学生新生代表发言。她表示,在经济、能源与气候变化等领域的多学科专业背景,使她选择在高比例新能源接入下电力系统的可靠性与效率领域深耕。中国在能源体系转型方面丰富的经验以及清华大学浓厚的科研氛围使她选择到清华攻读博士学位。她表示,将珍惜机会,向师长求教、与同窗互鉴,用多元视角为全球可持续发展贡献新方案。

最后,全场师生齐唱校歌。在悠扬的旋律声中,开学典礼落下帷幕。(图/李瑞,文/王小刚)

【第四届全国环境博士研究生教育培养研讨会召开】

7 月 13 日至 14 日，第四届全国环境博士研究生教育培养研讨会在哈尔滨召开。本届研讨会以“战略驱动·数字赋能·知行融合——新时代环境学科博士生培养体系建设与质量提升”为主题，旨在以教育赋能发展、以科技突破创新、以人才驱动未来，搭建集专业研讨、资源整合、协同育人为一体的交流平台。来自全国 70 余所高校生态环境领域的校领导、院系领导、研究生教学主管及研究生教学教务工作者参加会议。

国务院学位委员会环境科学与工程学科评议组召集人、清华大学碳中和研究院院长贺克斌院士，哈尔滨工业大学党委常委、副校长刘俭，城市水资源开发利用（北方）国家工程研究中心主任、哈尔滨工业大学环境学院马军院士出席开幕式并致辞。哈尔滨工业大学环境学院任南琪院士在线上作主旨报告。哈尔滨工业大学环境学院院长梁恒主持开幕式。

贺克斌表示，当前生态文明、美丽中国建设进入新阶段，数字技术革命正深刻改变环境治理模式，“双碳”目标纵深推进对生态环境治理提出了更高要求。环境学科的发展要主动拥抱技术变革，在服务国家发展大局中实现自身的突破与进步。学科评议组始终聚焦国家战略需求，打造高水平人才培养体系，为环境领域发展输送力量，推动学科实现跨越式发展。

刘俭表示，博士研究生教育是国民教育的最高层次，是国家创新体系的关键支撑。近年来，哈尔滨工业大学在习近平总书记贺信精神引领下，紧扣立德树人根本任务，全力服务国家战略需求，积极探索新时代环境学科博士生培养体系建设路径，积累了卓有成效的实践经验。希望与会嘉宾结合国家生态文明建设战略需求，共同探讨环境学科博士生培养的创新路径，为推动环境领域人才培养贡献智慧。

马军介绍了全国环境博士研究生教育培养研讨会的发展历程，总结了前三届研讨会在推动环境学科建设、深化博士生培养模式改革、促进兄弟院校交流合作等方面取得的丰硕成果，希望与会代表秉持开放心态，分享真知灼见、碰撞思想火花，共同为环境学科博士生培养的高质量发展贡献智慧与力量。

开幕式主旨报告环节由清华大学环境学院院长助理张潇源、哈尔滨工业大学环境学院副院长



魏亮亮主持。来自广东省科学院、清华大学、山东建筑大学及哈尔滨工业大学的专家学者围绕“数字生态文明背景下的教育科技人才一体化探索”“面向教育强国建设的地方高校博士培养实践成果评价探索与思考”等主题作主旨报告。

在分论坛中,来自清华大学、北京大学、南京大学、复旦大学等环境学科的 36 名教师代表围绕教育科技人才一体化、博士生招生与生源质量评价、党建思政与博士生教育培养融合、博士生国际视野开拓与校企高质量联培、实践成果评价方法与指标体系等五大核心议题作报告,并通过圆桌会议的形式交流讨论。

本届研讨会由清华大学、哈尔滨工业大学、国务院学位委员会环境科学与工程学科评议组、中国环境科学学会主办,清华大学环境学院、哈尔滨工业大学环境学院、浙江大学环境与资源学院、北京大学环境科学与工程学院、同济大学环境科学与工程学院、南京大学环境学院、中国环境科学学会环境教育工作委员会、中国环境科学学会青年科学家分会承办。(图文/姜爱娜)

【环境学院黄霞教授、王书肖教授入选 2026 年度中国环境科学学会会士】

近日,2026 年度中国环境科学学会会士名单公布,清华大学环境学院黄霞教授、王书肖教授入选。环境学院 2015 级博士校友、中国环境科学研究院首席科学家、研究员乔琦亦入选。

黄霞,环境学院教授。主要从事绿色低碳污水处理系统研究。担任中国工程院院刊 *ENGINEERING Environment* 执行主编,全球工程前沿战略咨询研究环境领域工作组组长。曾任环境模拟与污染控制国家重点联合实验室主任、科技部环境领域国重实验室体系布局工作组组长。曾任国际水协会(IWA)膜技术专家委员会主席,创建了 IWA 膜技术中国专家委员会并任主席,当选 IWA 杰出 Fellow。获国家科技进步二等奖 3 项(2 项排名第一)、IWA 膜技术奖 1 项、省部级一等奖 8 项(4 项排名第一)。出版专著/教材 5 部;以第一发明人获授权发明专利 60 余件;在 *Nature* 和 *Science* 子刊、*Environmental Science & Technology*、*Water Research* 等期刊上发表 SCI 论文 500 多篇,连续 12 年入选爱思唯尔“中国高被引学者”。

王书肖,环境学院教授,生态环境部大气复合污染来源与控制重点实验室主任,中国环境科学学会大气环境分会副主任委员,亚太清洁空气伙伴关系(APCAP)科学委员会委员,全球汞监测计划(GOS4M)共同主席,*Environmental Science & Technology* 期刊副主编。主要从事大气污染物排放、空气质量模拟、空气质量智慧调控及全球变化应对等研究,主持国家重点研发计划项目等 40 余项。获国家科技进步二等奖 3 项、省部级科技一等奖 6 项、首届全国教材建设奖一等奖,入选英国皇家化学会会士、福布斯科技女性榜,获评中国青年科技奖、首届科学探索奖、何梁何利科技创新奖、首都生态文明建设奖等。在 *Nature*、*PNAS*、*One Earth* 等期刊发表论文 500 多篇,2019 年以来连续入选科睿唯安“全球高被引科学家”和爱思唯尔“中国高被引学者”。(文/张楠楠)

【环境学院循环经济与城市矿产研究团队政策论坛 *Science* 论文提出全球塑料治理的四支柱数据框架】

塑料污染已成为全球环境治理的焦点议题之一。但在科学研究层面,不同研究基于各自收集的数据进行模拟,由于统计边界、分类、基础参数范围和时效性等方面存在明显差异,导致不同研究结果难以直接比较,部分国家和区域评估与实际情况存在较大偏差。同时,全球塑料污染治理正处于关键点,联合国环境规划署正在推动制定一项具有法律约束力的国际文书(简称“塑料

公约”)，以终结塑料污染。随着塑料公约政府间谈判不断推进，各方围绕塑料可持续消费与生产、化学品控制、废物管理等议题仍存在分歧。然而，无论公约最终采取何种义务安排，如何建立可靠、透明且可比较的数据框架，支撑治理基线构建、措施制定、履约跟踪和成效评估，已成为科学研究与国际环境治理共同面临的重要问题。

清华大学环境学院李金惠教授带领循环经济与城市矿产研究团队，联合加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校 (University of California, Santa Barbara) 和加利福尼亚大学伯克利分校 (University of California, Berkeley) 的研究人员，从塑料污染科学研究和国际环境治理的共同需求出发，分析当前塑料全生命周期数据体系中的主要缺口，提出了由四支柱构成的数据框架，为未来塑料污染治理一致性模拟及塑料公约的基线构建、履约监测和成效评估提供政策建议。

相关研究成果于 7 月 9 日以“弥合数据缺口，支持全球塑料公约” (Bridging data gaps to support the Global Plastics Treaty) 为题在《科学》 (Science) 发表政策论坛 (Policy Forum) 论文。

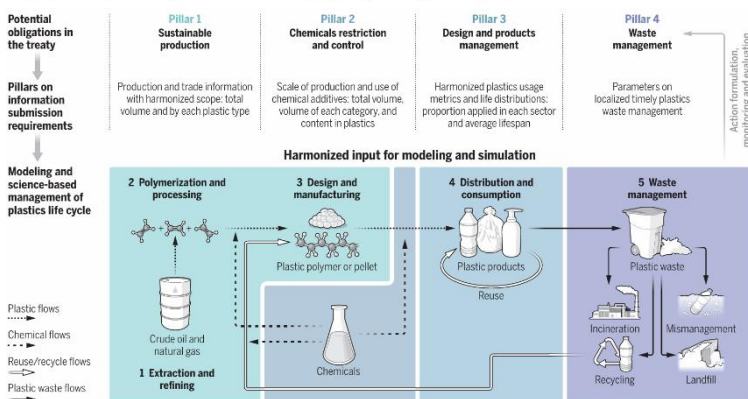
研究指出，塑料污染相关数据对于制定塑料污染有效治理措施和推进塑料公约谈判至关重要，但目前仍存在系统性缺口。不同国家和机构对塑料统计范围的界定并不一致，一些重要塑料品类以及嵌入产品中的塑料流动常被低估或遗漏。大量化学添加剂在塑料生产、加工和使用过程中被加入塑料，但其种类、含量、用途和流向缺乏统一透明的统计机制。国际贸易进一步改变了塑料污染责任的空间分布。塑料不仅以树脂和废物形式跨境流动，也通过包装、电子产品、汽车和其他制成品隐含在全球贸易网络中转移，但现有数据体系难以反映塑料随贸易的转移情况。与此同时，各国在塑料废物收集、分类、回收、焚烧、填埋和非正规处置能力方面差异显著，使塑料泄漏、露天焚烧和环境排放的估算面临较大不确定性。

为弥合前述科学与政策之间的衔接缺口，联合团队提出了面向塑料污染治理和塑料公约的四支柱数据框架。提出的四支柱包括：(1) 范围协调的生产和贸易信息，以明确塑料的总量和分类型产量、关键原料来源，以及原生与再生塑料贸易情况。(2) 化学添加剂的生产和使用规模，以揭示化学添加剂的生产、使用以及在塑料中的含量，为化学品控制和塑料循环利用安全性评估提供基础。(3) 协调一致的塑料使用强度和寿命分布数据，以追踪塑料在跨部门及国内和国际范围内产品特异性的塑料流动和存量。(4) 塑料废物产生和管理参数，以本地化的、及时的塑料废物产生、回收、处置和环境泄漏等关键参数支撑国家和公约治理措施有效性和治理成效评估。

该研究提出的数据框架旨在为各方提供基础的数据指导，以期通过协调一致的数据信息，更好地建立全球塑料污染状况基线、跟踪公约实施进展，支撑不同模型研究结果的对比，识别需要政策干预、技术支持和能力建设的关键环节和区域。该框架也可各国建立塑料污染相关数据统计系统提供支撑和指导。研究同时强调，数据本身不能自动终结塑料污染，但缺乏数据将使科学

Four pillars framework for data harmonization along the life cycle of plastics

The framework provides an overview of how key data needs arise from different types of potential treaty obligations and how these data needs are distributed along the plastics life cycle. The four pillars of data are not isolated reporting categories, but together form a life-cycle data framework.



决策、透明履约、责任分担和长期评估几乎无从实现。建立一致、健全的数据体系，是塑料公约从政治承诺走向有效治理的重要前提。

论文第一作者为清华大学环境学院助理研究员谭全银，清华大学环境学院李金惠教授、加州大学圣塔芭芭拉分校罗兰·盖耶（Roland Geyer）教授、加州大学伯克利分校道格拉斯·J·麦考利（Douglas J. McCauley）教授为共同通讯作者，论文合作者包括清华大学环境学院博士后侯岢岚（Khaoula Houssini）、2026 届博士毕业生魏凡。（图文/谭全银）

论文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aea6562>

【清华大学环境学院 2026 年国际暑期学校成功举办】

7 月 3 日至 17 日，清华大学环境学院 2026 年国际暑期学校（简称“环境国际暑校”）顺利举办。本届环境国际暑校以“碳中和与环境保护”为主题，旨在深化学生对环境科学与工程核心问题的认知与理解，提升跨学科分析与创新实践能力，推动全球青年学生在可持续发展领域的交流与合作。

本届环境国际暑校累计收到近 3000 份申请，经严格筛选，53 名来自牛津大学、加州大学伯克利分校、伦敦大学学院、帝国理工学院、哥伦比亚大学、北京大学、中国人民大学、南京大学、同济大学、复旦大学等海内外高校的优秀学生脱颖而出，被录取为正式学员。

7 月 4 日，环境国际暑校开幕式在环境学院报告厅举行。清华大学环境学院院长刘书明致开幕辞。他指出，清华大学环境学院现已发展成为全球环境领域重要的科研与教育中心，学科实力持续位居国际前列。学院围绕碳中和、气候变化应对、清洁能源、循环经济与可持续发展等前沿方向开展教学和科研工作，培养了大批全球环境治理领域的专业人才。本届环境国际暑校申请热度高涨、选拔竞争激烈，充分体现了国际青年对环境议题的关注以及入选学员良好的学术素养与国际化能力。他勉励同学们把握学习机遇，积极参与课程学习与项目实践，拓展国际视野，并在跨文化交流中培育前瞻性创新思维。

环境学院院长助理张潇源主持开幕式，并介绍了本届环境国际暑校的举办背景。他表示，为破解“美丽中国”建设进程中的数字技术瓶颈，清华大学牵头启动“数字生态文明学科突破先导项目”，本届环境国际暑校是该项目的重要活动之一。他勉励学员们珍惜此次学习机会，与老师和同学深入交流探讨，为碳中和与环境保护这一全球环境议题贡献青年方案。

环境国际暑校负责人邓兵作指导报告，介绍了本届环境国际暑校的学习目标与培养重点、整体学习安排及创新项目设计要求，鼓励同学们在为期两周的学



习中，主动探索可持续发展领域前沿问题，开展跨学科协作与创新实践。

本届环境国际暑校共开设 19 场专题学术讲座。清华大学环境学院贺克斌、黄霞、李金惠、贾海峰、蒋靖坤、侯德义、田金平、曾现来、陆文静、陈超、赵明、张芳、张少君、谭全银、邓兵、罗姗姗、齐剑川，以及清华苏州环境创新研究院李恒等教师，围绕全球碳中和与清洁空气协同路径、可持续污水处理、全球固体废物管理、海绵城市与城市绿灰蓝基础设施体系、气溶胶科学与技术、土壤重金属污染与修复、工业园区碳减排、循环经济、水与健康、气候变化对饮用水供应的影响与应对措施、绿色燃料合成、地下水污染电技术修复、零排放与低碳交通技术、塑料污染防控、固体废物资源化利用与关键金属回收、人工固碳技术、供应链产品碳足迹等多个前沿方向作专题报告，系统分享了环境科学与工程及可持续发展领域的最新科研进展与实践经验，帮助学员深化了对全球环境问题和可持续发展目标的理解。

在暑校学习期间，学员们积极参与可持续发展创新项目研讨与团队实践。经过多轮交流研讨与方案优化设计，学员们最终形成 7 项创新研究成果，分别围绕基于人工智能的水质智能监测、垃圾填埋场智能管理、食物浪费治理、生物资源匹配、城市废物管理、污水系统优化、建筑可持续热管理等实际环境问题展开，并进行了展示汇报，充分展现了良好的创新精神和团队合作能力。

本届环境国际暑校组织了多场技术参观与实践交流活动。7 月 6 日，学员们赴钢铁工业环境保护全国重点实验室，了解钢铁工业环境保护领域科研平台建设情况，以及减污降碳与资源循环利用等领域的研究进展。7 月 8 日，学员们参访北京汽车集团有限公司，实地参观集团总部及越野车生产基地，了解汽车产业发展、智能制造以及绿色低碳技术应用情况。7 月 9 日，学员们赴北京大兴氢能示范基地开展技术交流，深入了解氢能产业发展、氢能应用场景及相关示范项目建设情况。

在学术交流与创新实践之外，本届环境国际暑校还开展了团扇制作、国画绘制、汉字临摹以及汉服体验等中国传统文化体验活动，帮助国际青年沉浸式感受中华文化魅力，进一步增进对中国传统文化的理解，有效促进了中外文化交流互动。

本届环境国际暑校搭建起了融合学术研讨、创新实践与文化交流的国际化人才培养平台。学员们通过跨学科学习、团队协作与成果展示，切实提升了解决复杂环境问题的能力，为应对全球环境挑战提供了青年视角与创新思路。未来，清华大学环境学院将持续深化国际合作机制，推进全球环境领域青年人才培养，汇聚国际智慧，共同推动全球可持续发展进程。（图文/包婉茵）

【共青团山东省委负责同志、山东省生态环境厅负责同志一行调研环境学院赴泰山实践支队】

近日，在山东省生态环境厅、共青团山东省委联合主办的“美丽山东·青春合伙人”2026 年大学生暑期生态环境志愿服务实践活动支持下，清华大学乡村振兴工作站环境学院赴山东泰山实践支队在泰安汶河国家湿地公园开展大汶河水质监测实践。共青团山东省委负责同志、山东省生态环境厅负责同志一行来到实践现场，就青年学子发挥专业所长、参与基层生态环境保护等情况开展调研。

在大汶河北望断面，实践支队队员按照既定方案开展水样采集。调研团一行现场观看采样过程，了解支队水质监测工作开展情况。清华大学环境学院博士研究生、实践支队长焦明硕汇报了项目实践背景、采样点设计和现场工作安排。

现场观摩结束后，调研团一行与实践支队开展了座谈交流。焦明硕汇报了支队实践开展情况

和预期成果，介绍了支队围绕基层生态环境需求开展专业实践的整体思路。

实践期间，支队围绕生态环境法治宣传、农业低碳发展和水生态环境保护三个方面推进工作：面向基层开展《中华人民共和国生态环境法典》宣讲，走进泰山茶生产一线开展碳排放调研与初步核算，并在泰安汶河国家湿地公园开展水质监测实践。支队将形成专题课程、泰山茶碳排放初步核算报告、水质监测与现场勘查报告以及生态环境综合报告，推动成果更好地回应地方实际需求。



共青团山东省委负责同志表示，省生态环境厅与团省委共同搭建实践平台，为青年学生投身生态环境志愿服务、深入基层一线实践创造了良好条件。他对清华大学师生的积极参与表示感谢，并表示将加强沟通协调，推动团市委等有关方面为支队在泰安开展实践提供必要支持。

山东省生态环境厅负责同志对实践支队将专业所长融入基层生态环境保护实践的做法给予充分肯定，并对支队后续工作提出三点希望：一是继续发挥专业优势，立足地方生态环境保护实际需求深化调查研究，形成更多具有专业价值和实践意义的成果；二是深化对乡村振兴与美丽中国建设内在联系的认识，结合山东推进美丽中国先行区建设部署，进一步聚焦乡村生态振兴，并以此此次实践为契机加强与清华大学的交流合作；三是牢固树立安全意识，开展水样采集、实地调研等野外作业时做好防暑降温和个人防护，同时请市、区有关部门加强协调配合，为支队实践提供必要的服务保障。

座谈交流结束后，实践支队对在大汶河北望断面采集的水样进行了实验检测，并同步整理实验记录，为后续数据分析和形成水质监测与现场勘查报告积累基础资料。

未来，支队将继续立足泰山区实际需求，认真梳理实践调研成果，进一步完善生态环境法治宣讲课程、泰山茶碳排放初步核算和大汶河水质监测分析，并加强与地方有关部门的沟通反馈，推动实践成果更好回应基层生态环境治理需求。支队成员也将把专业学习融入基层场景，在实践中深化认识、增长本领，努力将青年智慧转化为服务地方绿色发展的务实成果。

山东省志愿者行动指导中心、山东省生态环境保护宣传教育中心负责同志及工作人员，清华大学乡村建设研究院助理研究员张腾，泰安市生态环境局、泰山区负责同志及相关工作人员参加调研。（图文/焦明硕）

二、党团工作

【环境学院召开党委理论学习中心组扩大学习会】

8月24日，环境学院召开党委理论学习中心组扩大学习会。学院党委理论中心组成员、教职工党支部书记参加会议。

学校党委宣传部副部长刘蔚如受邀作意识形态工作专题报告，围绕习近平总书记关于意识形态工作的重要论述和中央精神，结合高校意识形态工作的新形势新挑战，提醒要严格落实意识

态工作责任制，筑牢意识形态安全防线。

学院党委组织委员李淼领学习习近平总书记在国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会上的讲话，以及在 2026 世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议开幕式上的主旨讲话。

与会人员围绕“坚持发展和安全并重，强化风险防范意识，发扬服务国家、造福人民的优良传统，为建设教育强国、科技强国贡献力量”主题开展交流研讨。学院党委副书记吉庆华、党委宣传委员张少君作重点发言，理论学习中心组成员交流发言。大家表示，要深刻认识意识形态工作的极端重要性，自觉履行意识形态工作责任，筑牢学院意识形态安全防线，聚焦国家生态文明建设、生态环境保护等重大战略需求，推进人工智能时代下有组织科研模式与人才培养模式发展，以实际行动为建设教育强国、科技强国贡献力量。（文/管辰）

三、科学研究

【清华大学牵头云南虚拟电厂赋能零碳园区重点研发项目正式启动】

7月28日，云南省重点研发计划“新型电力系统下云南虚拟电厂赋能零碳智慧园区关键技术应用研究”项目启动会在昆明召开。该项目由清华大学牵头，联合云南省生态环境科学研究院、北京数城未来科技有限公司、南方电网能源发展研究院有限责任公司、中广核玉溪元江风力发电有限公司、云南电网有限责任公司、云南天朗售电有限公司、云南方源科技有限公司等七家产学研单位共同攻关，并选定曲靖经开区、楚雄高新区、祥云经开区、华坪产业园作为示范单位。项目旨在破解云南高比例可再生能源接入背景下绿电供需错配、产业用能成本偏高、园区碳管理薄弱等核心瓶颈，为全国可再生能源资源富集地区的新型电力系统建设和零碳园区实践提供“云南样板”。



项目总负责人、清华大学碳中和研究院院长、环境学院教授贺克斌院士指出，国家“十五五”规划已明确碳双控考核指标，从国家层面对产业园区低碳转型提出了刚性约束，零碳园区建设已从“试点探索”进入“达标倒逼”的新阶段。他提出，项目将立足“资源评估—路径设计—技术建模—典型示范”全链条，从宏观战略、中观仿真到微观调控三个层面协同发力，目标让每一度绿电“发得出，用得好，用得值”。他强调，云南的探索已进入世界能源转型的“无人区”，没有现成的经验可循，必须依靠自主创新，在政策与市场双杠杆的撬动下，为全国乃至全球提供可复制的解决方案。

项目推荐单位云南省生态环境厅副厅长阿泽新表示，该项目是云南省委省政府推进“资源经济、园区经济、口岸经济”三大战略的关键科技支撑，也是生态环境领域减污降碳协同治理的重要载体。云南省生态环境厅将从气象水文、污染源监测、企业碳台账等数据资源共享，省级科研平台支撑，跨部门协调联动，以及已有减污降碳政策成果融入等四方面全力保障项目实施。

项目指导单位云南省能源局副局长田宏伟介绍，截至 2026 年 6 月，全省电力总装机超 1.8 亿

千瓦，新能源装机已突破 8000 万千瓦，年底将超过水电成为第一大电源；全省已建成 23 家虚拟电厂，调节能力达 232 万千瓦，累计参与需求响应 307 次，助力清洁能源消纳 8133 万千瓦时。但他同时指出，虚拟电厂正处在“量的扩张向质的提升”转型关键期，技术标准、商业模式、市场规则仍处于夯基阶段，急需项目团队立足云南实际开展本地化精准研究，实现能源、经济、生态效益同步提升。

项目参与单位云南电网有限责任公司副总经理张亚表示，云南电力碳排放因子仅 0.13 千克/千瓦时，为全国最低，“绿电将成为云南招商名片”。云南电网将开放省级虚拟电厂管理平台、实时调度数据和园区用能场景，选派骨干力量参与联合攻关，并率先在示范园区推动技术成果“从研发到应用”无缝衔接，助力打造“绿电+先进制造”深度融合的产业生态。

项目设置四个相互支撑的课题，形成“宏观评估—路径仿真—碳能管理—聚合调控”完整创新链。课题一聚焦“云南省绿电资源时空供需与灵活调节潜力评估”，融合多源气象再分析资料和 AI 降尺度技术，构建公里级、小时级的风光水生物质资源动态图谱，并建立灵活资源（电源侧、负荷侧、储能侧）统一量化评估体系，为全省绿电时空供需匹配提供数据底座。课题二开展“绿色电力体系多情景路径推演与运行态势仿真优化”，构建“资源—技术—经济—环境—政策”五维协同模型，通过系统动力学与经济—电力模型软耦合，模拟不同产业布局、碳价水平和市场机制下的绿电消纳、供电安全与系统成本，形成兼顾供电安全与低碳发展的最优路径。课题三研发“零碳园区智慧动态碳能协同管理技术体系”，针对电解铝、工业硅、磷化工等高载能工艺，建立园区全生命周期碳计量与产品碳足迹核算方法，开发基于数字孪生的能碳管控平台，实现“物质流—能量流—碳流”三流联动，并制定“一园一策”的减污降碳路线图与建设技术导则。课题四攻关“虚拟电厂聚合调控关键技术及典型示范应用”，着力突破多层次异构数据标准化治理、源荷双侧多时间尺度预测、多目标闭环优化调度等核心技术，将示范园区内分散的分布式电源、可调负荷、储能及充电设施高效聚合，形成“云—边—端”协同的虚拟电厂智慧大脑，并在曲靖、祥云两个国家级零碳园区开展实际运行示范。

项目特聘中国能源研究会副理事长陈允鹏、昆明理工大学教授宁平（专家组组长）、昆明理工大学副校长潘波、华北电力大学教授王永利、国家发展和改革委员会能源研究所研究员田智宇、昆明冶金研究院院长胡建杭、云南大学副教授孟伟东等七位专家全程指导。在专家质询环节，专家组一致认为：该项目精准对标国家和云南实现“双碳”目标紧迫需求，技术方案系统性强、团队配置产学研融合度高，研究难度和前沿性均居国内领先水平，预期成果将对全国同类地区产生重要示范效应。

同时，专家组提出多项建设性建议：一是厘清虚拟电厂在电力系统中的调度排序，明确其应作为“保供最后一道防线”而非常规调节手段，避免与基础电源功能混淆；二是强化点面结合，在评估绿电潜力时须联动园区周边城乡资源，并兼顾西电东送跨区域消纳任务；三是推动体制机制创新，重点突破绿电直连政策适用范围窄、增量配电网运营壁垒、绿电碳排放因子本地化不被认可等“卡脖子”问题，为政策制定提供量化依据；四是聚焦典型高载能工艺，以电解铝等代表性产业为突破口，做实能碳机理与调度模型，避免面面俱到而失于深入。

来自曲靖、祥云、楚雄、华坪四个示范园区的代表在发言中表示，入选国家级零碳园区建设名单既是荣誉也是压力。他们表示，当前绿电直连项目仅限出口型企业，难以覆盖园区整体低碳

目标；增量配电网因政策配套滞后，在并网、调度和交易中仍受“小网只能管小网”的体制限制；园区内企业用能数据分散、权属复杂，缺乏统一聚合手段。他们明确表态，将全力支持项目调研、数据采集和设备部署，并希望依托项目成果形成可操作的“一园一策”降碳方案，让示范工程真正成为园区招商引资和产业升级的新名片。

作为云南省科技厅重大研发专项，该项目执行期三年，最终交付三方面核心成果：战略层面发布云南绿电高价值转化白皮书，提出面向省级能源决策的时空图谱与政策工具包；技术层面争取建成融合云南绿电时空特征的园区综合能源管理平台和虚拟电厂智慧调度决策系统，实现电—碳协同优化；标准层面形成云南省零碳园区碳计量核算指南与建设技术导则，并推动虚拟电厂灵活资源特性评估技术标准立项。贺克斌在总结中强调，项目团队将坚持“以地定产、以产见能、以能降碳、以碳优产”的实践逻辑，充分利用政策杠杆与市场机制，把云南打造成服务国家“双碳”战略的西南灯塔，为我国能源转型贡献可复制、可推广的原创经验。（图文/张嘉惠）

【数字生态文明论坛（第二期）在清华大学成功举办 共探绿色低碳健康水循环新路径】

7月2日，“数字生态文明论坛（第二期）——绿色低碳健康的水循环数字技术融合创新”在清华大学环境学院报告厅举行。本次论坛汇聚国内外专家学者，围绕饮用水安全、微污染物控制、全氟和多氟烷基物质（PFAS）治理、再生水利用、污染场地修复等前沿议题展开深入研讨，为推动生态文明建设与水环境治理技术创新贡献智慧力量。



开幕式上，清华大学环境学院党委书记、教授王灿，清华大学访问教授、加拿大工程院院士、国际紫外线协会前任主席毛铁（Ted Mao）致辞，对与会嘉宾的到来表示热烈欢迎，并强调了数字技术与生态文明深度融合的重要意义。开幕式由清华大学环境学院党委副书记王书肖教授主持。

中国工程院院士、世界绿色设计组织主席王金南以“绿色设计：迈向生态文明的基础工具”为题作主旨报告。他从战略高度阐述了绿色设计在生态文明建设中的基础性作用，指出绿色设计是实现“双碳”目标、推动产业转型升级的关键抓手，需要从理念、方法、工具到实践进行系统性创新。

开幕式上，播放了“工程绿色低碳设计基础”课程宣传片，并举办了《绿色设计学》赠书仪式以及绿色设计工程师证书颁发仪式，标志着绿色设计人才培养体系建设迈出新步伐。能源基金会高级项目主管黄玮发表致辞，对课程给予高度评价。

特邀报告环节由清华大学环境学院研究员孙文俊主持。

清华大学杰出访问教授，美国宾州州立大学教授解跃峰以“全球饮用水法规：消毒、消毒副产物、全氟烷基物质及监管框架的演变”为题，系统梳理了全球饮用水消毒副产物（DBPs）和PFAS的监管历程，指出相关法规的演进本质上监测数据积累、毒理数据更新和风险计算模型不断完善的过程。

加拿大不列颠哥伦比亚大学（UBC）教授马吉德·莫赫塞尼（Madjid Mohseni）聚焦“水处理

中 PFAS 的最新研究进展与前沿”，指出 PFAS 治理高度依赖数字化工具实现精准诊断和高效去除。

意大利米兰理工大学副教授马努埃拉·安东内利（Manuela Antonelli）以“水环境中微污染物的归趋：从污染源到人体暴露——基于‘同一健康’框架的综合应对策略”为题，指出多介质多途径的数字风险评估体系正是微污染物研究在数字生态文明与环境健康领域的典型应用。

加拿大特洁安技术（Trojan Technologies）公司研究高级总监希瓦·萨拉西（Siva Sarathy）以“中国饮用再生水处理：全工艺深度处理与臭氧-生物活性炭工艺的选型探讨”为题，从多目标优化的典型问题出发，提出了再生水处理工艺的数字决策与优化运行策略。

意大利米兰理工大学助理教授埃琳娜·塞泽娜（Elena Sezenna）围绕“污染场地风险管理：从场地评估到可持续土壤修复”主题，指出污染场地治理是数字技术与空间规划融合的典型领域，从区域尺度的数字筛查、风险评估的数字化工具、适应性修复的数字决策到修复技术的可持续数字评估，均体现了数字生态文明的深层理念。

毛铁以“科学落地应用：推动绿色低碳健康水循环技术从实验室走向市场化”为题，分享了水技术产业化的宝贵经验，指出从实验室到市场的技术转化链条中，数字技术既是设备应用的加速器，也是产业生态的催化剂。

本次论坛也是数字生态文明学科突破先导项目人才培养与学科建设的重要实践平台。本次论坛延续系列学术活动定位，通过主旨报告、特邀报告和赠书仪式、工程师证书颁发等环节，将前沿科研进展与绿色设计人才培养有效衔接，推动数字生态文明理念向教学体系和工程实践渗透，为构建数字生态文明交叉学科体系、培育复合型创新人才奠定基础。（图文/刘琴）

【第十一届环境微生物利用与风险控制学术研讨会成功召开】

7 月 3 日至 4 日，第十一届环境微生物利用与风险控制学术研讨会在宁夏银川顺利召开。本次会议由生态环境部环境微生物利用与安全控制重点实验室、区域环境安全全国重点实验室主办，宁夏大学生态环境学院、清华大学环境学院、清华大学深圳国际研究生院承办。

会议开幕式由宁夏大学生态环境学院院长钟艳霞教授主持，生态环境部环境微生物利用与安全控制重点实验室副主任、清华大学深圳国际研究生院管运涛教授和宁夏大学副校长冯秀芳教授分别致辞。

大会主旨报告环节由钟艳霞、管运涛和生态环境部环境微生物利用与安全控制重点实验室副主任、清华大学环境学院副教授陆韻共同主持。湖南大学罗胜联教授、中国科学院生态环境研究中心杨敏研究员、哈尔滨工业大学王爱杰教授、同济大学陈银广教授、解放军疾病预防控制中心魏秋华研究员、广东省科学院微生物研究所许玫英研究员、清华大学深圳国际研究生院杨云锋教授与宁夏大学钟艳霞教授等 8 位专家作主旨报告。

本次会议设污染物生物处理原理与技术、污染物生物资源化与微生物生态、环境病原



微生物健康风险与控制、环境有害微生物控制原理与技术、水处理生物学/环境微生物学教学创新以及研究生报告专场等六大专题，包含主旨报告、特邀报告、口头报告共计 65 场报告。来自全国高校、科研院所和相关企业的专家学者围绕环境微生物领域前沿科学问题、关键技术进展与风险控制策略开展了深入研讨交流。

会议闭幕式上，生态环境部环境微生物利用与安全控制重点实验室副主任王慧教授作总结发言。她充分肯定了本次会议的学术水平和组织成效，特别感谢宁夏大学为会议成功举办所作出的贡献，并期待各位专家学者继续加强交流合作。会议在热烈的学术交流氛围中圆满落幕。（图文/徐素 齐娅荣）

【第二十一届固体废物管理与技术国际会议成功举办】

7 月 5 日至 7 日，第二十一届固体废物管理与技术国际会议（以下简称“会议”）在上海成功举办。本次会议以“协同推进降碳减污扩绿增长，‘碳’索‘无废’未来”为主题，由清华大学、中国环境科学研究院、中国环境保护产业协会、联合国环境规划署驻华代表处、钢铁工业环境保护全国重点实验室、同济大学等单位联合主办，由巴塞尔公约亚太区域中心、上海地产虹桥投资建设（集团）有限公司等 11 家单位承办，19 家单位和期刊支持。



本届会议为期 3 天，设有全体大会、英文大会、51 个分会、技术参观和企业展览等丰富活动，来自全球固体废物领域的专家学者、行业代表及政府官员等 1500 余人现场参加会议；全体大会和部分分会开设线上会议，线上参会代表覆盖美国、英国、新加坡、俄罗斯等 63 个国家。会议将“无废、零碳”理念深度融入策划筹备、通知宣传、统筹组织、会场布置、宣传推广全流程，全方位打造低碳环保、节约集约的绿色会议。

大会科学委员会主席、中国工程院院士、美国国家工程院外籍院士、清华大学环境学院教授、环境科学与工程研究院院长郝吉明，生态环境部固体废物与化学品司司长郭伊均，中国环境保护产业协会副会长李蕾，联合国环境规划署驻华代办王茜以及上海市青浦区委书记王平出席开幕式并致辞。中国环境科学研究院院长、研究员席北斗和清华大学环境学院院长聘教授、巴塞尔公约亚太区域中心/斯德哥尔摩公约亚太地区能力建设与技术转让中心执行主任李金惠担任大会联合主席。大会开幕式由李金惠主持。

郝吉明指出，本届大会紧扣国家绿色低碳发展战略和美丽中国建设目标，聚焦固体废物治理、减污降碳协同和人工智能赋能等前沿方向，具有十分重要的现实和战略意义。《生态环境法典》开启了我国生态环境法治建设的新篇章，《美丽中国建设“十五五”规划》进一步将固体废物治理确立为深入打好污染防治攻坚战的主战场和全面推进美丽中国建设的关键一环。未来，固体废物治理要进一步坚持源头减量和绿色设计、坚守无害化处置底线和资源化利用方向、加强填埋场全生

命周期风险管控、建立固体废物领域碳核算与协同治理体系、积极推动新技术赋能等重点领域研究工作，深化交叉融合与国际合作，培养优秀青年人才，为固体废物污染防治和美丽中国建设提供坚实的科技支撑。

郭伊均指出，固体废物污染防治工作已成为全面推进美丽中国建设的重要内容，并在治理能力和治理水平上取得新的进展。《生态环境法典》《固体废物综合治理行动计划》《固体废物污染防治“十五五”规划》等一系列法律、政策的发布，标志着我国固体废物和新污染物治理进入全链条、系统化治理的新阶段。“十五五”时期既是加强固体废物综合治理的战略机遇期，又是深化固体废物重点领域专项整治的攻坚期，更是高质量推进“无废城市”建设的效能提升期。

李蕾指出，固体废物管理与技术国际会议历经 20 届的沉淀，已成为我国固废领域规格高、覆盖面广、影响力大的国际交流平台之一。中国环境保护产业协会将始终坚守服务国家、服务行业、服务企业的初心使命，持续凝聚行业合力、深耕技术创新、助推产业升级，携手海内外各界伙伴，共筑“无废”未来、共建美丽中国，为全球生态环境治理贡献中国力量。

王茜指出，中国政府和地方城市在“无废城市”建设、废物资源化利用、新污染物治理、塑料污染防治等方面，已开展大量系统性探索。联合国环境规划署驻华代表处期待借助本次会议平台，与国家和地方政府部门、科研机构、企业和社会各界加强联系，拓展合作网络，深化伙伴关系，共同推动固体废物治理和“无废城市”建设，支持绿色低碳转型，为建设更加清洁、健康、可持续的未来贡献力量。

王平表示，青浦区近年来在深入推进“无废城市”建设、固废治理方面取得了明显成效。“十五五”时期，青浦区将按照中央和上海市部署，持续深化美丽青浦建设，统筹做好工业、建筑、农业、生活等领域“无废城市”建设工作，同时加强宣传引导、厚植“无废”文化，营造全社会共建共享的浓厚氛围。

主旨报告环节分别由同济大学教授徐祖信、中国科学院过程工程研究所研究员曹宏斌、同济大学教授戴晓虎主持。中国工程院原副院长、中国农业科学院研究员刘旭，同济大学教授、清洁生产研究中心主任段宁，中国环境科学研究院院长、研究员席北斗，新加坡工程院院士、新加坡南洋理工大学校长、讲席教授楚剑，生态环境部固体废物与化学品司固体废物处处长高兴保分别以“中国生态文明理论与实践”“微观化学过程 AI 技术与电解铜危废源头削减”“固废资源化与污染防治”“新加坡固体废物回收与资源化利用研究”“‘十五五’固体废物污染防治主要工作任务”为题作主旨报告。

大会期间同步举行了联合国环境规划署与巴塞尔公约亚太区域中心合作备忘录（MOU）启动仪式。该谅解备忘录由巴塞尔公约亚太区域中心（BCRC China）执行主任李金惠与联合国环境规划署国际环境技术中心（UNEP IETC）主任中村武洋共同启动，体现了双方通过加强区域合作，推进“无废”和循环经济，共同致力于减少污染、促进可持续发展的坚定承诺。

英文大会会场汇聚多国高校学者、国际公约机构官员、“一带一路”固体废物管理相关部门政府官员、各国城市管理者开展全天研讨。7 月 6 日上午，邀请了加利福尼亚大学（尔湾分校）副校长奥拉德莱·A·奥贡塞坦（Oladele A. Ogunseitan）、英国利兹大学教授西奥多·哈内因（Theodore Hanein）、香港科技大学教授曾超华（Dan Tsang）、国际废弃物管理协会可持续发展与循环经济研究中心教授萨丹·库马尔·高什（Sadhan Kumar Ghosh）等国际专家作主旨报告。

7 月 6 日下午, 第一届国际“无废城市网络”成员大会召开, 来自联合国环境规划署、人居署以及中国生态环境部, 土耳其环境、城市化与气候变化部的代表分享了国际“无废城市”创新解决方案, 中国三亚市和尼泊尔、斯里兰卡、塞浦路斯等多国城市负责人分享了“无废城市”建设实践经验。与会代表研讨通过了《促进“无废城市”发展宣言》修订稿、成员大会会议机制, 颁发了国际“无废城市网络”突出贡献奖、年度活跃奖, 发布了《2025 年中国“无废城市”建设典型案例汇编》(英文) 并围绕“一带一路”“无废”实践、国际“无废城市网络”共建、全球经验互通等议题展开深度讨论, 凝聚全球固废循环治理合作共识。

7 月 5 日下午至 7 日上午, 会议围绕“无废城市”建设、“双碳”战略、大宗固废综合利用、危险废物管控、有机固废生物转化、新能源固废资源化、新污染物治理、固废数字化智慧监管等核心议题, 设置 51 场分会, 汇聚 476 位专家学者、政企及学生代表作专题报告。

7 月 7 日下午, 会议组织了三条技术参观路线, 实地考察了天马无废低碳环保产业园(生活垃圾焚烧与湿垃圾资源化处理)、上海漾沁环境科技有限公司(青浦区污泥干化焚烧项目)以及中建二局上海静安灵石社区项目(无废工地与“好房子”建设示范), 覆盖固废末端处置、污泥专项治理与绿色建造源头减量等关键链条, 促进了理论与实践深度融合, 助力产学研用一体化闭环。会议期间特设企业展览, 钢铁工业环境保护国家重点实验室、上海市检测中心有限公司等 8 家企事业单位展示固体废物资源化产品、利用处置设备等创新成果, 助力“无废城市”建设和“双碳”战略实施。

此外, 会议注重学术成果展示, 征集与议题相关的论文 174 篇、摘要 447 篇、墙报 42 篇, 分别形成会议论文集和摘要集, 并现场进行墙报展示。经大会科学委员会专家评审遴选, 会议共评选出优秀论文 15 篇。

本届会议的成功举办, 不仅为全球固废领域专家学者、行业代表及政府官员搭建了高水平的交流平台, 更凝聚了国内外在降碳减污、扩绿增长及“无废”未来建设中的共识与合力, 为推动固体废物治理体系现代化、深化国际合作、共建清洁美丽世界贡献了重要力量。(图文/许晓芳)

【2026 年污染源排放与管控学术会议暨第八届中国污染源排放清单技术研讨会在雄安举办】

8 月 21 日至 23 日, 2026 年污染源排放与管控学术会议暨第八届中国污染源排放清单技术研讨会在雄安会展中心举办。本次会议以“数智赋能·系统治理: 污染源精准管控与美丽中国建设实践”为主题, 由北京交通大学、中国环境科学学会污染源排放与管控专业委员会、清华大学环境学院、亚洲清洁空气中心共同主办, 北京交通大学碳中和与环境学院承办, 河北省生态环境科学研究院、雄安新区生态环境监控中心、香港科技大学(广州)、河北大学协办。

生态环境部原总工程师、大气环境司原司长刘炳江, 中国环境科学学会秘书长夏祖义, 生态环境部大气环境司副司长张昊龙, 河北省生态环境厅党组书记、厅长梅世彤, 河北省生态环境厅党组成员、副厅长何立涛, 污染源排放与管控专业委员会主任委员、清华大学碳中和研究院院长贺克斌, 中国科学院城市环境研究所研究员贺泓, 中国科学院海洋研究所研究员俞志明, 中国环境科学研究院院长席北斗, 清华大学环境学院教授李俊华, 中国科学院过程工程研究所研究员曹宏斌, 清华大学地球系统科学系党委书记张强, 天津商业大学校长陈冠益等院士专家受邀出席会议。北京交通大学党委常委、副校长赵鹏出席会议并致辞。北京交通大学碳中和与环境学院院长



彭林教授主持开幕式。

主旨论坛中,贺泓以“基于自然解决方案的‘自净城市’理论与实践”为题作报告,提出构建多介质人工强化自净技术体系,系统展示了臭氧催化分解、功能涂料、车载自净装备等技术,以大兴、厦门、广州等地示范应用验证了其高效、低成本、无能耗的净化成效,为破解复合污染治理瓶颈、支撑美丽中国建设与碳中和目标实现提供了新路径。

俞志明以“近海富营养化与碳埋藏”为题作报告,指出当前近海富营养化已成为全球性问题,氮极速增加、氮磷比失衡、生态灾害频发,严重富营养化会释放温室气体、削弱碳埋藏功能;改性粘土赤潮治理技术可抑制藻源有机碳矿化速率,具有良好的碳埋藏增汇前景。

席北斗以“我国有机固废资源化与污染防治关键技术进展”为题作报告,针对有机固废混合填埋跨介质污染防控难、高值资源化难、循环利用路径不畅等三大难题,提出“调控填埋微环境、定向制备新产品、资源化产品创新利用”的解决思路,并指出要推动固废与生物、材料、人工智能等学科交叉融合,加快构建资源化与污染防治新范式。

刘炳江以“新型电力系统建设对碳污排放的影响”为题作报告,指出风光等可再生能源跃升为主体能源、煤电退位为支撑调节电源后,煤电的灵活运行及重点区域新增装机将加大污染物与碳排放反弹压力,建议以严格法治、工程创新和政策协同统筹发展与安全,实现清洁、经济、安全三者平衡。

曹宏斌以“新能源固废高效循环利用的思考与实践”为题作报告,针对当前锂电固废处理技术难点,提出“梯级调控分离、靶向解离循环、机理—数据混合建模”创新思路,形成“关键金属梯级高效提取与深度分离、基于介质短程循环的二次污染控制、全流程工艺重构与优化”三大创新技术,为新能源固废循环利用和资源安全提供了理论与技术支撑。

生态环境部华南环境科学研究所党委书记、所长严刚以“中国工业碳中和路径与碳市场综合评估研究”为题,系统阐述我国工业领域实现碳中和的路径选择与碳市场机制作用。中国科学院大气物理研究所研究员王自发以“开源大气模式赋能精准治污”为题,介绍了开源大气数值模式

在精准治污中的创新应用。清华大学计算机系党委书记贾珈以“自主知识产权人工智能大模型之路”为题，探讨了我国自主研发大模型的技术突破与未来方向。国家卓越工程师、山西大学教授程芳琴以“煤基固废资源环境属性与资源化利用路径”为题，系统解析煤基固废的资源-环境双重属性，探究其资源化利用的关键技术与发展路径。广东省科学院生态环境与土壤研究所党委书记李芳柏以“南方土壤酸化与重金属污染协同治理及粮食安全”为题，系统阐述酸化与重金属协同治理对策。清华大学环境学院循环经济产业研究中心主任温宗国以“无隅大模型与固体废物天空地一体化智慧监管”为题，展示了固废监管领域大模型应用的探索与实践。

会议围绕人工智能+污染源排放与管控技术、大气污染精准溯源与碳污协同管控、水污染精准溯源与智慧管控、土壤污染精准溯源与可持续修复、固废污染精准管控与无废城市建设、双碳实施路径与碳污协同管控、碳污足迹与气候变化、新污染物源头治理与风险防控技术、京津冀 2030：区域环境综合治理的挑战与路径等议题设置 19 个专题分论坛和 1 个青年论坛，安排 11 场大会报告、91 场特邀报告、百余场分论坛报告等近 300 场学术报告，吸引了来自 76 家高校及科研院所、25 家企业的近 800 名专家学者参会。与会专家学者围绕污染源排放与管控领域的最新研究、前沿技术方向开展深入交流，为高校、科研院所、管理部门和相关企业搭建交流与合作平台，对推动环保技术创新、促进减污降碳协同治理和服务美丽中国建设具有重要意义。

会议还组织开展了雄安新区生态考察调研，先后参观雄安新区规划展示中心、北京交通大学雄安校区、白洋淀，实地考察雄安新区生态文明建设成果及白洋淀生态环境修复成效。本次调研打破了传统生态科研与落地应用之间的信息壁垒，为后续跨区域联合开展核心技术攻关、探索未来城市绿色低碳发展新范式积累了扎实的一线实践依据，拓展了更具可行性的创新思路。

污染源排放与管控学术会议自创办以来，已发展为我国污染源排放与管控领域规模最大、层次最高的学术盛会之一。本届会议于雄安新区成功举办，汇聚各方专家学者智慧，构筑起高层次、专业化的学术交流平台，持续深化国内高校、科研院所及生态环境管理部门的政产学研协同联动，助力排放清单技术迭代升级与学科交叉创新，服务国家生态环境科学决策与绿色高质量发展，为相关领域科研攻关与技术落地提供有益指引，为美丽中国建设贡献重要智力支撑。(图文/薄宇)

【中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会成立大会召开】

8 月 31 日，中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会（以下简称“专委会”）成立大会在清华大学环境学院召开。中国环境科学学会副理事长兼秘书长夏祖义、清华大学环境学院党委书记王灿出席大会并致辞。中国工程院院士、清华大学环境学院教授李俊华，以及 380 余名来自全国高校、科研院所、企业及相关行业单位的专家学者以线上或线下方式参加会议。会议由清华大学环境学院副院长徐明主持。

王灿对专委会的成立表示祝贺。他指出，生态环境功能材料是推动环境科技创新、支撑美丽中国建设的重要基础。清华大学环境学院将积极支持专委会建设，促进相关领域学术交流与产学研深度融合。



夏祖义表示，专委会的成立顺应环境学科发展和科技创新需要，希望专委会充分发挥学术共同体和专业平台作用，加强学术引领，促进科技成果转化和人才培养，为生态环境功能材料领域发展提供有力支撑。

会上，北京工业大学教授邓积光汇报了专委会筹备情况。生态环境功能材料专业委员会由来自高校、科研院所、企业和相关行业单位的多位专家共同发起，依托单位为清华大学环境学院。专委会旨在凝聚相关领域科技工作者，促进不同学科、科研机构 and 行业单位之间的交流合作，推动生态环境功能材料基础研究、技术研发与工程应用有效衔接。

大会审议通过了《中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会选举办法》和《中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会管理办法》，按照规定程序选举产生了专业委员会委员、常务委员及主要负责人。李俊华当选为主任委员。随后，大会宣布中国环境科学学会生态环境功能材料专业委员会正式成立。

李俊华在当选发言中感谢全体委员的信任。他表示，专委会成员来自高校、科研院所和企业，体现了产学研用各方面的广泛参与。专委会将围绕生态环境功能材料领域关键科学与技术问题，组织高水平学术交流活动，推动科技成果由实验室研究向工程应用转化，促进数字化、智能化技术与材料研发深度融合，并进一步拓展合作网络，吸引更多专家学者、青年人才和企业参与专委会建设。

专委会的成立，为生态环境功能材料领域专家学者加强交流合作、凝聚发展共识提供了新的平台。未来，专委会将坚持学术性、专业性和开放性，积极开展学术研讨、技术交流与合作研究，促进跨学科、跨单位和产学研协同创新，为青年科技人才成长创造良好条件，推动生态环境功能材料领域的学术进步与科技创新，为生态环境保护和生态文明建设贡献专业力量。

专委会成立后，将以生态环境功能材料科技创新研讨会等活动为契机，持续开展高水平学术交流，促进领域内协同创新与合作发展。（图文/陈琳）

【国家标准《市政污水反渗透处理系统设计通则》开始公开征求意见】

近年来，随着再生水用途的不断拓展以及对再生水水质要求的不断提高，反渗透（RO）工艺被越来越多地用于深度净化城市污水处理厂出水（B级再生水，GB/T 41018-2021），从而生产高品质再生水（A级再生水）。我国 RO 领域已有的国家、地方和行业标准主要涉及 RO 膜元件、系统装置、运行维护、技术评价以及海水淡化、船用、火电、煤矿、钢铁、家用等多领域的应用装置、工艺规范与运维服务。此前尚未制定针对市政污水 RO 处理系统设计的相关标准。

在国际上，国际标准化组织水再利用技术分委员会（ISO TC282）批准立项并制定了 ISO 国际标准 Water Reuse in Urban Areas — Guidelines for reclaimed water treatment: Design principles of an RO treatment system of municipal wastewater（城镇水再利用 再生水处理指南 市政污水反渗透处理系统设计通则），为市政污水再生处理 RO 系统的设计提供了科学可靠的技术指南。

为使我国广大企业与国际接轨，更好地采用和发展水再利用技术，根据国家标准化管理委员会要求，由全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC618）提出并归口，清华大学牵头，中国标准化研究院等单位共同负责组织起草，对该 ISO 国际标准进行转化，形成我国国家标准《市政污水反渗透处理系统设计通则》，从而填补国内空白，指导市政污水再生利用 RO 系统的设计、建设与

运行,为我国水资源节约、水环境保护和可持续发展提供标准化技术支撑。

该标准涵盖整个 RO 处理系统,包括再生水水源、预处理单元、RO 处理单元、后处理单元、RO 系统的性能评价、系统运行维护与监测等内容。在转化过程中,编制组系统调研了国内市政污水 RO 系统运行现状和实际工程案例,并咨询了市政污水 RO 系统设计、运行单位和 RO 膜材料、药剂、设备供应商等多家单位,针对我国实际运行情况对标准结构和内容进行了调整和修订,以使标准内容更好地符合我国 RO 系统的实际运行情况,有效规范市政污水再生利用 RO 系统全流程建设与运维工作。

目前,该国家标准正在征求意见,详细信息请见: <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=450754FBFAD1A00AE06397BE0A0A5D1C>

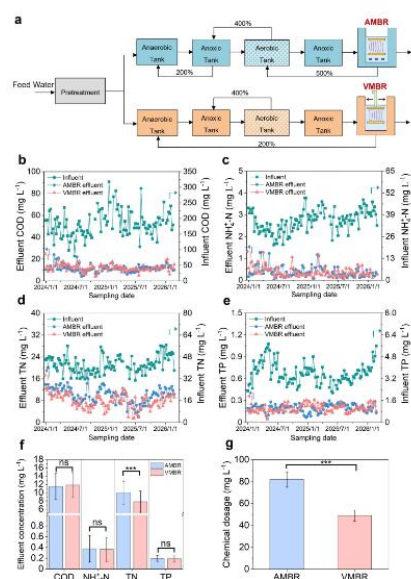
该国家标准相关工作受到京津冀环境综合治理国家科技重大专项“京廊高端产业区再生水绿色低碳处理与循环利用研究与示范”项目资助。该项目面向京津冀区域水资源约束趋紧、高端产业集聚发展和再生水循环利用需求,聚焦再生水绿色低碳处理、产业用水替代、水资源综合价值提升和区域水环境协同治理等关键问题,开展技术攻关与应用示范,为提升区域水资源安全保障能力、推动高端产业绿色低碳发展提供理论指导与技术支持。(图文/巫寅虎)

【环境学院黄霞教授团队合作揭示振动膜生物反应器节能增效机制】

膜生物反应器(MBR)是实现城市污水高效处理与资源化的重要技术,但膜污染导致的高能耗运行和频繁维护长期制约其推广应用。传统曝气膜生物反应器(AMBR)依赖连续曝气控制膜污染,不仅能耗高,而且高溶解氧环境干扰生物脱氮除磷过程。近日,清华大学环境学院黄霞教授团队联合北京碧水源科技股份有限公司和北京师范大学研究团队,将水平往复机械振动替代传统曝气作为膜污染控制手段,并与 AAOA(厌氧—缺氧—好氧—缺氧)生物处理工艺深度融合,在工程规模($7500\text{m}^3\text{d}^{-1}$)上开展了为期约 800 天的平行对比验证,从宏观性能到微观机理系统揭示了振动膜生物反应器(VMBR)的节能增效机制。

研究表明,VMBR 系统在多项关键指标上均显著优于传统 AMBR(右图)。在出水化学需氧量(COD)和氨氮浓度相当的前提下,VMBR 出水总氮浓度较 AMBR 降低约 22%,脱氮效率显著提升;在达到相同出水总磷标准的情况下,VMBR 系统的化学除磷药剂投加量减少约 40%。振动膜池维持了低溶解氧环境,避免了高溶解氧回流对生物脱氮除磷过程的干扰。在约 800 天的工程规模连续运行过程中,VMBR 平均比通量较 AMBR 高出约 20%,膜污染速率显著降低,表明机械振动能够在降低污染发展的同时维持长期稳定运行,为 MBR 工艺低能耗运行提供了重要保障。

研究团队结合膜污染表征分析和计算流体力学(CFD)模拟,揭示了两种技术在污染控制机理上的本质差异。AMBR 中气泡驱动流场分布不均,膜面剪切速率分布差异大,且存在明显流动死区;高湍流动能导致污泥絮体破碎,释放大量溶解性污染物,加剧不可逆污染。而



VMBR 通过水平往复振动实现“固-液”直接能量传递，在膜表面附近产生高度均匀且持续的剪切力，能量利用效率远高于传统曝气方式。与此同时，VMBR 形成的低剪切环境有效保护了污泥絮体结构，松散结合型胞外聚合物和溶解性微生物产物含量显著降低，从而减少了污染物向膜面的释放与沉积。

能耗实际监测与碳排放计算进一步表明，VMBR 在膜污染控制环节的能耗较 AMBR 降低 75%，综合全流程总电耗降低约 24%，综合碳足迹降低约 30%。全生命周期评价显示，VMBR 在多个环境影响指标上均实现了显著降低，同时具有更低的环境波动敏感性和更好的运行稳定性。研究从宏观工艺性能、污染控制机理到绿色低碳效益三个层面系统验证了 VMBR 的技术优势，为 MBR 工艺从传统高能耗曝气向低能耗机械振动的范式转变提供了科学依据和工程验证。

该成果于 7 月 20 日以“振动膜生物反应器强化市政污水处理过程中的脱氮除磷与能源效率”（Vibrating membrane bioreactors enhance nutrient removal and energy efficiency in municipal wastewater treatment）为题在线发表于《自然·通讯》（*Nature Communications*）期刊。清华大学环境学院黄霞教授和北京碧水源科技股份有限公司总裁、正高级工程师陈春生为论文通讯作者，北京师范大学环境学院讲师林炜琛（清华大学环境学院 2022 届博士毕业生）为论文第一作者。论文合作者包括清华大学环境学院博士后丁昊杰、刘紫薇，北京碧水源科技股份有限公司正高级工程师薛涛、高级工程师张彩云，以及中国科学院大学教授肖康。本研究依托国家重点研发计划开展，并得到中央高校基本科研业务费支持。（图文/林炜琛）

论文链接：<https://doi.org/10.1038/s41467-026-75747-6>

【环境学院邓兵课题组提出磷石膏稀土金属高效提取与功能材料协同制备新技术】

工业固废磷石膏的高值、低碳利用是推动磷化工行业绿色转型的重要路径，同时，磷石膏中富含稀土战略金属，是潜在的二次资源。近日，环境学院邓兵课题组提出了一种电驱动的闪速碳热还原方法，可在数十秒内将磷石膏转化为硫化钙（CaS）材料，并活化其中的难浸稀土化合物，实现超过 96% 的稀土金属高效回收，所得 CaS 材料可进一步用于环境吸附材料。这一研究为磷石膏的高值、低碳利用和稀土金属可持续供应提供了新的技术路径。

磷石膏是湿法磷酸生产过程中产生的大宗工业副产物，主要成分为二水硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），每生产 1 吨磷酸通常会产生 4-6 吨磷石膏。目前，全球磷石膏累计堆存量已达数十亿吨，我国年产量约 7000 万吨、累计堆存量超过 5 亿吨，但其利用率仅为 15%-27%，且主要用于土壤改良和建筑材料等较低附加值领域，长期堆存还可能造成土地占用、地下水污染及有害杂质迁移等环境风险。与此同时，磷石膏中通常含有 0.01%-0.4% 的稀土元素，具有作为稀土二次资源开发的潜力。然而，稀土多以晶格取代或难溶硫酸盐、磷酸盐等形式赋存于稳定的硫酸钙（ CaSO_4 ）晶体结构中，难以通过直接酸浸有效释放。现有机械活化、微波处理和强化浸出等方法虽可提高稀土浸出率，但面临处理时间长、能耗和药剂消耗较高、加热不均匀以及残余磷石膏基体利用不足等问题。

针对上述问题，团队提出了一种闪速碳热还原（Flash Carbothermal Reduction, FCR）协同增值策略。该策略基于团队开发的闪速焦耳热技术，首先将磷石膏与导电炭黑均匀混合，通过石墨电极压实并构建导电网络；随后施加脉冲电流，利用材料自身电阻产生焦耳热，使体系在约 15 秒

内升温至约 2000℃，最高升降温速率可达约 150℃/s。在超快高温和还原性碳环境的共同作用下，磷石膏中的 CaSO_4 被快速还原为 CaS ，同时晶格中的稀土元素被释放，难浸出的稀土硫酸盐和磷酸盐则转化为更易溶解的稀土氧化物或氧硫化物。产物经温和酸浸后，稀土进入浸出液，剩余的 CaS 富集固体作为一种吸附材料，可用于废水中重金属的去除。

在实验验证中，团队系统考察了闪速碳热还原参数及后续浸出条件。通过对反应温度和时间精准调控，磷石膏中的稀土金属回收率超过 96%，其中主要稀土元素铈的回收率达到 98%。团队进一步研究了这一技术对不同来源磷石膏的适用性，发现在不同来源和工艺流程的磷石膏中，稀土回收率均超过 95%，表现出良好的适用性。此外，稀土浸出后得到较为纯净的硫化钙材料，可进一步用于废水处理，对工业废水中镉、铬、铜、铅和锌等重金属的去除率均超过 97%，整体性能与商业材料相当，从而实现了磷石膏中稀土微量元素与主体基质材料的协同利用，避免了二次固废的产生。

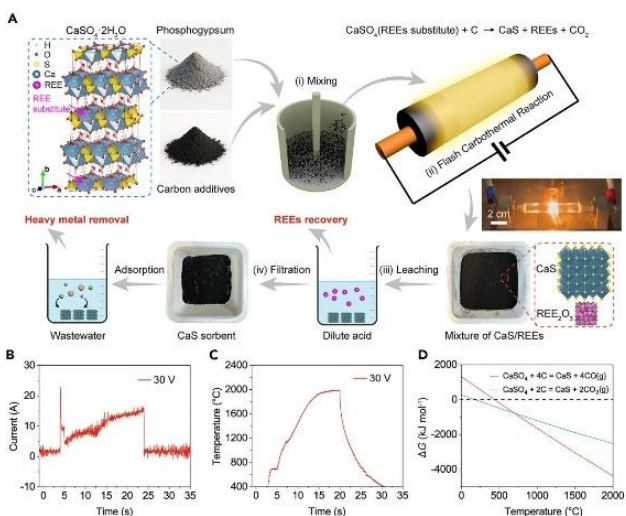
团队进一步通过生命周期评价和技术经济分析，对该策略的环境效益和经济可行性进行了评估。结果显示，与现有回收工艺相比，闪速碳热还原方法通过协同回收稀土金属并同步转化制备功能材料，可降低温室气体排放 83% 以上，节省运行成本 87% 以上。该工艺通过超快速电热处理减少了长时间加热和化学试剂消耗，并将稀土回收后的硫化钙转化为重金属吸附材料，为磷石膏中关键金属回收与大宗固废的低碳、高值循环利用提供了新路径。

7 月 21 日，该研究成果以“闪速高值化处理废磷石膏同步实现稀土回收与吸附材料制备” (Flash valorization of waste phosphogypsum enables simultaneous rare earth recovery and waste-derived sorbent production) 为题，发表于《细胞报告·可持续发展》(Cell Reports Sustainability)。环境学院邓兵助理教授为论文的通讯作者，2025 级博士生冯尔康为第一作者。论文共同作者包括环境学院博士后尹泽芳，2025 级博士生任振宇、玉苏甫江·木布拉，2023 级博士生徐明月，2024 级硕士生毕皓、刘延泽，2022 级本科生张晋恺，探微书院 2022 级本科生王腾，以及三峡大学副教授王豪杰。研究得到国家自然科学基金和北京市自然科学基金等的支持。(图文/冯尔康)

论文链接: <https://doi.org/10.1016/j.crsus.2026.100777>

【环境学院张少君团队合作研究揭示航空排放正成为大城市空气质量治理的新挑战】

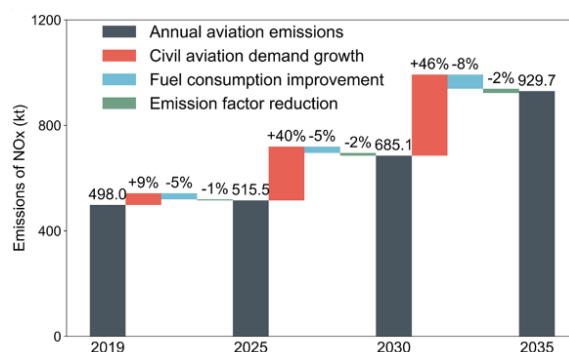
近日，清华大学环境学院张少君副教授团队联合哈佛大学研究团队，在航空排放与城市空气质量领域取得新进展。研究构建了具有空间分辨率和航机信息的未来航空活动水平预测方法，系统评估了未来 10 年中国航空活动、污染物排放及其空间分布变化，并进一步模拟了航空排放对未来城市空气质量的影响。结果表明，尽管飞机燃油效率将持续提升，但快速增长的航空需求仍将推动中国航空氮氧化物 (NO_x) 和颗粒物排放显著上升。不同情景下，2035 年航空 NO_x 排放较



2019 年增加 65%–124%，颗粒物排放增加 59%–149%。随着城市机动车等地面源排放快速下降，航空排放将成为城市空气污染治理中不可忽视的新挑战。

航空需求增长将推动污染物排放持续上升。

研究结果表明，快速增长的航空活动将成为影响未来航空排放变化的主要因素。在预期情景下，受航空需求增长驱动，到 2035 年，中国航空 NO_x 年排放量预计达到约 93 万吨，较 2019 年增加 87%；颗粒物年排放量达到约 3200 吨，增加 95%。燃油效率提升和 NO_x 控制技术可在一定程度上减缓排放增长，但其减排效益尚不足以完全抵消航空运输需求增长带来的排放增量。未来，还需协同推进低排放飞机技术、清洁能源替代和交通结构优化，进一步释放航空减排潜力。



航空排放增长正向更多城市和新建机场扩散。京津冀、长三角、珠三角和成渝地区是航空排放的主要集中区域，预计到 2035 年贡献全国近 23% 的航空 NO_x 排放。与此同时，航空排放的空间格局正在发生变化。与超大城市相关航线的排放占比将由 2019 年的约 37% 下降至 2035 年的约 30%，而中等规模城市相关航线的排放将增长一倍以上。2019 年后建成的新机场预计贡献 2035 年全国约 17% 的航空 NO_x 排放，这一趋势表明，未来航空污染治理不能仅关注传统大型航空枢纽，还需要关注快速增长的新增机场和新开航线。

航空低空排放将在部分城市超过道路交通。飞机在起降和滑行阶段产生的低空排放是影响机场周边城市空气质量的重要来源。研究显示，2019–2035 年，中国航空起降循环阶段（1000 米以下低空） NO_x 排放将由约 3.9 万吨增加至 10.2 万吨。北京、上海、成都和广州等航空枢纽城市受到机场扩建和新增机场运行影响，低空排放增长最为明显。进一步比较航空起降排放与道路机动车排放发现，随着机动车排放标准升级和新能源汽车快速推广，道路交通 NO_x 排放将持续下降，而航空排放仍保持增长。北京航空 NO_x 排放预计在 2030 年前超过道路交通排放，成都、广州、上海和深圳的航空起降 NO_x 排放预计在 2035 年前也将超过或接近道路交通排放。这一结果说明，随着机动车等地面源污染治理不断深入，航空正在成为超大城市空气污染结构中的重要变化因素。

航空排放将显著影响未来城市空气质量。研究团队利用 CMAQ-ISAM 模型，对 2030 年航空排放导致的 $\text{PM}_{2.5}$ 和 MDA8 臭氧浓度变化进行了模拟。结果显示，2030 年中国东部地区航空贡献的 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度约为 $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，MDA8 臭氧平均浓度约为 $11.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。随着其他人为源排放持续下降，航空对 $\text{PM}_{2.5}$ 和臭氧污染的相对贡献较 2017 年分别增加 97% 和 58%。在北京、上海、成都等双机场城市，航空贡献 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度可达到 $2.1\text{--}2.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。与此同时，航空贡献的臭氧浓度在主要航空枢纽区域达到 $10.1\text{--}11.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占当地臭氧浓度约 14%–15%。研究表明，在未来空气质量持续改善背景下，航空排放占比将不断提高，并可能成为实现长期清洁空气目标的重要挑战。

本研究建立了连接航空需求增长、机场布局、机队演变、污染物排放和空气质量影响的综合评估框架，揭示了中国航空排放未来发展的空间变化趋势。研究发现，航空业快速增长将推动污染物排放持续增加，在未来 5–10 年北京等特大城市飞机低空 NO_x 排放预计将超过或接近地面交通排放。未来航空环境管理需要突破仅关注碳减排的传统模式，将空气污染控制纳入航空绿色转型

体系。通过发展低排放飞机技术、推进可持续航空燃料应用、优化航空—高铁交通结构，并加强机场群尺度环境管理，有望实现航空发展与城市空气质量改善的协同推进。

7 月 21 日，研究以“航空正成为大城市新兴的空气质量挑战”（Aviation as an Emerging Urban Air Quality Challenge in Megacities）为题在线发表于《环境科学与技术》（*Environmental Science & Technology*）。论文第一作者为清华大学环境学院 2023 级直博生闫均恒。论文通讯作者为哈佛大学约翰·A·保尔森工程与应用科学学院（John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences）博士后张敬然和清华大学环境学院副教授张少君。

研究得到了教育部基础学科和交叉学科突破计划支持。（图文/闫均恒）

论文链接：<https://doi.org/10.1021/acs.est.6c02662>

【环境学院张少君团队合作研究揭示商用车队电动化可实现更公平的空气质量、健康及气候效益】

近日，清华大学环境学院张少君副教授团队联合北京师范大学、华南理工大学、沙特阿美公司和中汽数据有限公司研究团队，在车队电动化与城市空气质量领域取得新进展。研究结合混合生命周期分析与空气质量模拟，基于中国 367 个城市的真实电动汽车注册数据，从全生命周期视角评估了不同车队电动化对空气质量、健康和气候效益的影响。结果表明，相比乘用车电动化，商用车队（货车和公交/出租等）电动化能够带来更加公平、高效的清洁交通转型效益。

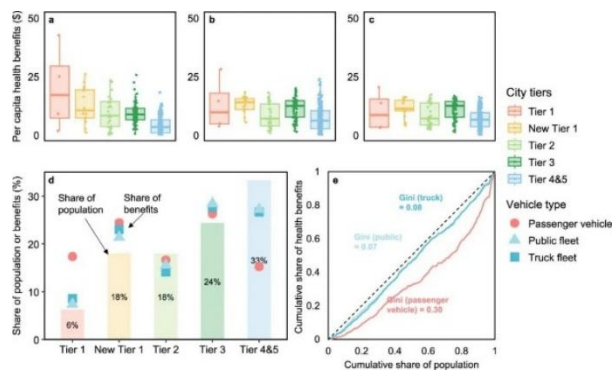
研究发现，不同类型车队的电动化呈现出明显差异。2023 年以前，乘用车电动化具有较强的市场驱动特征，其普及程度与城市收入和城市等级密切相关，地区间差异较为显著；商用车队电动化更多受到政策推动，推广分布相对均衡。

在空气质量效益方面，2023 年商用车队电动化使全国人口加权 $\text{PM}_{2.5}$ 暴露浓度下降约 0.18 微克/立方米，其中公交/出租车队和乘用车贡献较大。预计到 2030 年，随着电动货车进一步普及，电动货车将成为 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度削减的主要贡献者，凸显其在改善空气质量方面的重要潜力。

研究表明，虽然现阶段商用车队在电动汽车总量中占比较低，却能够产生较高的健康和气候效益。2023 年，电动商用车占全国电动汽车保有量不足 10%，但贡献了约 60% 的健康效益和 48% 的气候效益；预计到 2030 年，两项效益占比将分别提高至 71% 和 52%，其中电动货车将成为效益增长的重要来源。在大多数省份，乘用车电动化能够带来更大的气候效益；而商用车电动化则能产生更显著的健康效益。由于 2023 年华北地区电网仍以煤炭为主，河北、山西和内蒙古地区的电动货车目前并未产生生命周期碳减排。预计到 2030 年，随着电力部门持续脱碳及能源效率不断提升，全国范围内的电动货车将实现气候正效益。

从公平性角度看，乘用车电动化带来的健康效益更多集中在高收入和高等级城市，而商用车队电动化能够惠及更广泛的人群。预计到 2030 年，收入较低的 50% 人口将获得乘用车电动化健康效益的 33%，而在货车和公交/出租电动化产生的健康效益中，该群体获得电动化健康效益的比例可达 47%。

该研究表明，商用车队电动化不仅有助于



减少空气污染物和温室气体排放, 还可以推动环境与健康效益更加公平地分配。研究成果为我国制定差异化车队电动化政策、推进交通领域清洁低碳转型提供了科学依据。

8 月 8 日, 研究以“商用车队电动化带来更公平的空气质量、健康及气候效益”(Commercial Fleet Electrification for More Equitable Air Quality, Health, and Climate Benefits)为题在线发表于《环境科学与技术》(*Environmental Science & Technology*)。论文第一作者为北京师范大学环境学院讲师温轶凡和华南理工大学环境与能源学院副教授董赵鑫, 通讯作者为温轶凡和张少君, 其他合作者包括沙特阿美公司薛兴宇博士、李惇博士和中汽数据有限公司任焕焕副总经理。

研究得到了教育部基础学科和交叉学科突破计划、国家自然科学基金、区域环境安全全国重点实验室开放课题、中央高校基本科研业务费以及中国能源基金会的支持。(图文/温轶凡)

论文链接: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6c02373>

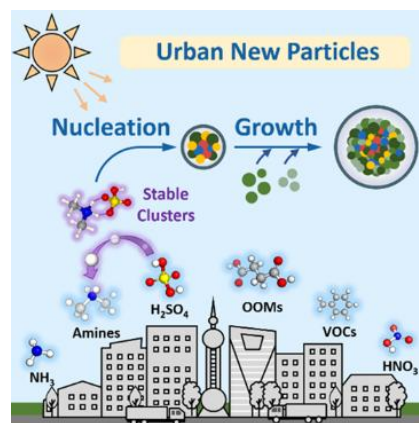
【环境学院贺克斌和蒋靖坤团队综述城市大气新粒子生成研究进展】

近日, 清华大学环境学院贺克斌院士、蒋靖坤教授研究团队联合国内外多家研究机构, 系统分析了过去十余年城市大气新粒子生成观测实验、数据分析和理论研究等方面的主要进展, 重点阐述了新粒子成核与生长的分子机制, 总结了相关机制在区域空气质量模式和全球气候模式中的实现路径, 并探讨了未来的研究重点和挑战。

大气气溶胶对全球气候、空气质量和公众健康具有显著影响。新粒子的生成和生长是城市大气中高数量浓度气溶胶粒子的主要来源, 也是全球气候变化模式的关键不确定性来源。近年来, 实验与理论研究的进展显著提升了对城市大气新粒子生成现象和机制的认识, 表明城市人口聚集、排放多元、大气成分复杂, 为新粒子的快速形成提供了独特条件, 而这一独特性也导致城市新粒子生成的环境效应在模式中被长期低估。

研究团队从方法论层面评估了新兴观测手段在城市大气环境中的适用性, 总结了适用于城市大气的分析方法和框架, 梳理了北京、上海、墨西哥城、亚特兰大、休斯顿、波河谷等地新粒子生成大气观测结果, 以及实验室控制条件下的研究结果。在此基础上, 研究团队阐述了城市大气新粒子生成的核心化学机制: 在生成阶段, 气态分子之间的酸碱反应等高效成核机制能驱动新粒子快速生成, 从而克服高浓度背景颗粒物的凝并清除对团簇和新粒子的抑制作用, 这与传统适用于清洁大气的成核机制存在本质差异。在生长阶段, 含氧有机分子、酸性和碱性气体参与的冷凝生长过程和气溶胶多相反应过程以及颗粒凝并过程共同驱动新粒子向更大粒径演化; 与此同时, 新粒子的凝并清除与生长过程形成竞争, 二者的相对强弱决定了新粒子的环境效应。研究团队进一步讨论了适用于区域与全球模式的大气新粒子生成参数化方案。此外, 随着全球城市化进程的持续推进、大气污染治理和双碳行动的深入开展, 城市大气环境正在快速演变, 新粒子形成的主导机制也可能随之发生改变, 这为预测未来新粒子生成的环境与气候效应带来了更多挑战。

7 月 27 日, 该综述文章以“城市大气新粒子生成与生长: 从观测到分子机制”(New Particle Formation and Growth in Urban Atmospheres: From Observations to Molecular-level Understanding)



为题在线发表在《化学评论》(Chemical Reviews) 上。

蒋靖坤教授为本文通讯作者。复旦大学蔡润龙研究员、武汉大学李晓晓副研究员、大连理工大学殷茹静助理教授为本文共同第一作者。合作作者包括清华大学贺克斌院士、赵斌副教授, 南京大学鄢超副教授, 北京理工大学张秀辉教授, 南京信息工程大学郑军教授, 大连理工大学谢宏彬教授, 复旦大学王琳教授, 赫尔辛基大学马库·库马拉 (Markku Kulmala) 院士、韦利-马蒂·凯尔米宁 (Veli-Matti Kerminen) 教授、尤哈·康加斯卢奥马 (Juha Kangasluoma) 教授, 加州大学尔湾分校詹姆斯·N·史密斯 (James N. Smith) 教授。工作得到国家自然科学基金“大气霾化学”卓越研究群体等项目资助。(图文/蒋靖坤)

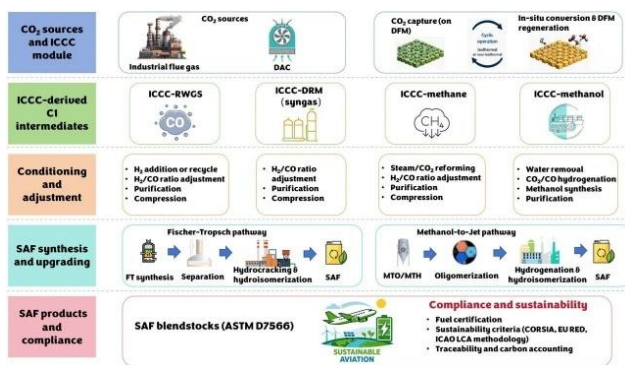
论文链接: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5c00684>

【环境学院赵明团队合作研究系统阐述二氧化碳捕集与转化一体化迈向可持续燃料制备的关键条件】

近日, 清华大学环境学院赵明副教授团队联合英国克兰菲尔德大学、澳大利亚科廷大学研究团队, 围绕一体化二氧化碳捕集与转化 (ICCC) 及其面向可持续燃料的应用开展系统研究。研究围绕双功能材料设计、吸附与催化协同机制及主要反应路径, 进一步将材料稳定性、场景适应性、工艺可行性、绿氢利用、循环热管理和技术经济性纳入统一分析框架, 并拓展至绿色甲醇和可持续航空燃料 (SAF) 等绿色燃料应用领域, 系统明确了 ICCC 相较于传统分离式捕集与转化路线发挥优势的关键条件, 以及由材料研究迈向低碳燃料系统面临的主要工程挑战。

传统碳捕集与利用涉及 CO₂ 捕集、再生、净化、压缩、运输及后续催化转化, 流程较长, 能源和设备投入较高。ICCC 利用兼具 CO₂ 吸附和催化功能的双功能材料 (DFM), 在同一体系中实现捕集与原位转化, 可大幅降低中间过程处理能耗。研究将甲烷化、逆水煤气变换 (RWGS) 和干重整三条主要路径纳入统一分析框架, 指出双功能材料性能取决于吸附位点、催化位点与反应条件的协同, 不同反应路径需要匹配相应的材料设计方案。同时, 研究系统梳理了此前较少被关注的氢源选择、DFM 设计与反应条件之间的关联, 表明氢源的纯度、压力、伴生组分和供给稳定性同样会影响材料结构与工艺设计, 为 ICCC 材料与过程协同优化提供了新的研究视角。

航空业难以依靠直接电气化实现深度脱碳, SAF 被认为是未来航空减排的关键路径。在高应用占比情景下, SAF 可贡献航空业最高约 71% 的减排量, 对应到 2050 年的需求约 3.9 亿吨。面向这一规模化需求, CO₂ 衍生燃料为拓展 SAF 碳源提供了新的技术选择。该研究梳理了 CO₂ 经 ICCC 转化为 C1 中间体, 并进一步通过费托合成 (FT-SPK) 或甲醇制航空燃料 (MTJ) 路线合成 SAF 的完整技术链, 指出 ICCC 更适合作为 SAF 生产的上游捕集与转化环节, 而非直接制备 SAF。当前, 基于 DFM 的 ICCC 工艺仍处于实验室原理验证或小试试验阶段, 规模化应用的关键已由单一材料活性转向长期循环稳定性、真实烟气适应性、H₂ 利用、热管理及与下游燃料合成的衔接。因此, 下一阶段评价重点需要由吸附量、转化率等材料指标, 进一步拓展至体积生产率、循环时间、吹扫需求、能耗和长期运行稳定性等过程指标, 为 ICCC 由实验



室研究走向 SAF 规模化应用提供更可靠的工程依据。

相比单纯以 CO₂ 吸附量和转化率评价材料性能，研究进一步从系统层面对 ICCC 的经济性进行了分析。已有研究表明，通过减少部分设备以及 CO₂ 解吸、净化和压缩等环节，集成路线有望降低投资成本（CAPEX）和运行成本（OPEX）。以 600MWe Ca-looping/RWGS 系统为例，集成后 CAPEX 降幅可达 50%，CO 生产 OPEX 降幅可达 28%。与此同时，研究指出，ICCC 并不天然具有成本优势，实际运行还会增加吹扫、气氛切换、氢损耗、热管理和 DFM 更换等成本，氢价及可再生电力供应也会显著影响整体经济性。因此，只有当节省的 CO₂ 处理成本和过程热利用收益能够抵消新增运行负担时，ICCC 才可能体现系统优势。这一结果表明，其评价需要从材料性能进一步拓展至完整工艺的经济性和实施可行性。

在生命周期层面，研究进一步评估了 ICCC 面向 SAF 应用的环境效益。由于目前仍缺乏完整的 ICCC-to-SAF 全生命周期数据，其减排潜力受到 CO₂ 来源、电力结构、H₂ 生产路径、材料寿命、循环损失和下游燃料合成效率等多重因素影响，只有在低碳能源供应和合理过程集成条件下，环境优势才可能充分体现。在此基础上，研究突破以往侧重材料性能或局部过程的评价视角，将 ICCC 的分析范围拓展至反应器运行、能源输入、燃料合成、经济性和环境效益，并进一步连接 DFM 设计、SAF 规模化生产及气候政策需求，从完整燃料系统层面明确 ICCC 的应用条件和发展潜力，为其在低碳燃料领域的后续研究和规模化应用提供了重要参考。

本研究构建了贯通双功能材料设计、反应路径、氢源选择、捕碳场景适应性、循环反应器运行、技术经济评价和可持续燃料应用的系统分析框架，明确了 ICCC 由材料研究走向低碳燃料系统的关键条件。研究表明，ICCC 可通过减少部分 CO₂ 解吸、净化、压缩和运输环节发挥过程强化优势，但其经济和环境效益仍取决于低碳氢与可再生电力供应、工艺集成与热管理、材料寿命以及下游燃料合成等条件。未来 ICCC 研究需要从单一材料性能提升进一步转向材料、反应器与燃料系统协同优化。通过提升 DFM 长期循环稳定性和真实烟气适应性，加强循环反应器、氢利用和热集成设计，并完善技术经济评价、生命周期评价及与下游燃料合成过程的衔接，有望推动 ICCC 由实验室验证逐步迈向绿色甲醇和可持续航空燃料等低碳燃料领域的规模化应用。

近日，研究以“一体化 CO₂ 捕集与转化：以技术经济视角推动双功能材料迈向可持续燃料”

（Integrated CO₂ Capture and Conversion (ICCC): Advancing Dual-Function Materials with Techno-Economic Perspectives for Sustainable Fuels）为题在线发表于《能源与燃烧科学进展》（*Progress in Energy and Combustion Science*）。论文共同第一作者为清华大学环境学院 2022 级博士生苏萨（Suthajini Thiruketheeswaranathan）和 2025 级博士生王舶帆。论文通讯作者为英国克兰菲尔德大学能源过程系统学院教授爱德华·J·安东尼（Edward J. Anthony），澳大利亚科廷大学土木与机械工程学院阿伦·K·瓦帕拉达迪亚姆（Arun K. Vuppalladiyam）和清华大学环境学院副教授赵明。该研究得到了国家自然科学基金面上项目支持。（图文/赵明）

论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2026.101303>

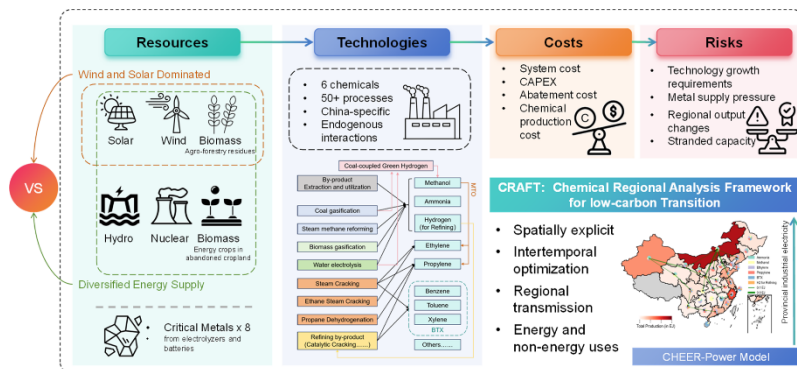
【环境学院王灿课题组研究揭示多元能源供应降低化工行业减排成本与转型风险的机制】

化工行业深度减排通常高度依赖风电、光伏制取绿氢，但优质风光资源与现有化工基地之间的空间错配可能增加转型成本，并带来关键技术快速扩张、产业大规模转移等挑战。近日，环境

学院王灿教授课题组研究指出, 多元能源供应能够降低化工行业深度减排成本与转型风险。到 2060 年, 因地制宜利用水电、核电和生物质等低碳能源, 可使化工行业年化系统成本降低 2180 亿元, 边际减排成本由 3160 元/吨 CO_2 下降至 1401 元/吨 CO_2 , 并显著缓解新兴技术部署、产业迁移和存量资产搁浅风险。

化工行业具有能源需求大、减排成本高、设施投资高和资产寿命长等特点。当前多数深度减排路径将风光制绿氢作为关键技术, 但我国煤化工产业主要集中在北方, 石油化工产业集中于东部沿海, 而优质风光资源更多分布于西北地区。这种资源和产业的空间错配, 使风光资源不足地区需要额外配置风光、电解槽和储能等设施以维持稳定生产, 同时也可能推动化工产业向资源富集地区大规模迁移, 由此增加减排成本和区域转型风险。

针对上述问题, 研究构建了化工行业低碳转型区域分析模型 CRAFT (Chemical Regional Analysis Framework for low-carbon Transition), 显式刻画不同地区的风电、光伏、水电、核电和生物质资源以及省际化工产品运输网络, 使能源配置、技术路线和未来产业空间布局能够协同优化。在此基础上, 研究比较了风光主导与多元能源供应两类转型路径。



在此基础上, 研究比较了风光主导与多元能源供应两类转型路径。

研究发现, 多元能源供应将显著改变化工行业的减排路径和空间格局。到 2060 年, 水电、核电及更丰富的生物质资源使化工行业对风光电力的需求较风光主导路径下降约 60%; 不同地区充分利用本地的低碳能源, 可使化工品跨区域运输规模下降约 42%, 驱动产业布局由高度集中于西北地区转向区域性自给自足。

这一转变降低了实现深度减排的经济成本。风光主导路径下, 2060 年化工行业年化系统成本较基准情景增加 7590 亿元; 采用多元能源供应后, 这一增量下降至 5410 亿元, 每年节省约 2180 亿元, 相当于我国 2020 年 GDP 的 0.22%, 边际减排成本也由 3160 元/吨 CO_2 下降至 1401 元/吨 CO_2 。其主要机制在于, 稳定的水电和核电能够提高电解槽利用率, 减少为弥补风光波动而配置的储能和备用容量; 更丰富的生物质资源则通过提供碳中性原料和生物能源碳捕集与封存 (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS), 降低对高成本碳移除技术的依赖。

除经济效益外, 多元能源供应还能降低转型过程中的系统性风险。到 2060 年, 电解槽和储能设施部署需求分别下降 46.5% 和 63.7%, 驱动镍、铂、铈和锂等关键金属需求显著降低。与此同时, 生物质的扩张应用拓展了煤耦合绿氢制甲醇等技术路线的应用空间, 使既有煤化工设施能够在深度减排过程中得到更充分利用, 并支撑传统化工地区维持产业规模。由此, 河南、贵州和重庆等地区在风光主导路径下可能出现的产业萎缩能够得到避免, 全国煤化工潜在搁浅产能由 16.9GW 降至 1.55GW。

研究表明, 化工行业深度减排不应简单依赖单一风光制绿氢路径。未来, 需要结合区域资源禀赋和既有产业基础, 统筹风光、水电、核电和生物质等低碳能源, 形成因地制宜的区域转型方

案, 在实现深度减排的同时兼顾经济成本与转型风险。

8 月 13 日, 该研究成果以“多元能源供应保障化工行业低成本、低风险脱碳”(Safeguarding Cost-Effective and Risk-Mitigated Chemical Decarbonization by Diversified Energy Supply)为题, 发表于《环境科学与技术》(*Environmental Science & Technology*)。清华大学环境学院、碳中和研究院教授王灿为论文通讯作者, 环境学院 2025 级博士生甄紫涵为第一作者。该研究得到了国家自然科学基金项目的支持。(图文/甄紫涵)

论文链接: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6c03614>

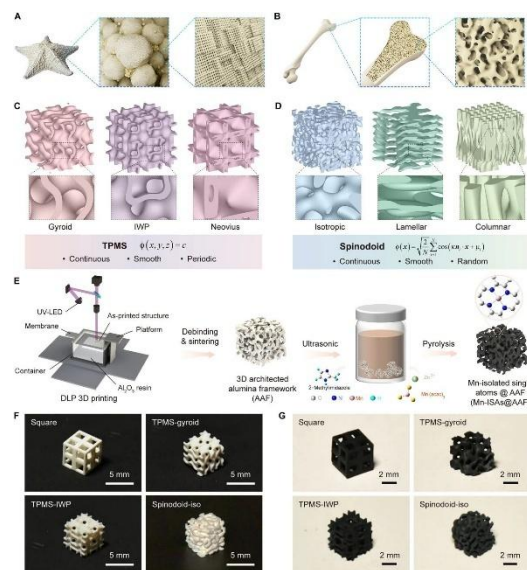
【环境学院张潇源课题组合作在高强韧仿生曲面点阵陶瓷催化剂用于高效污水深度处理方面取得重要进展】

废水深度净化已成为工业废水达标排放与资源化利用的关键环节, 对高效净水催化剂的需求日益迫切。臭氧催化氧化等高级氧化工艺通过产生活性氧化物降解有机污染物, 这些多相催化工艺的净化效率在很大程度上取决于催化剂的多尺度结构设计, 既需在宏-介观尺度上实现力学强度与传质效率的协同, 又需在微观尺度上构建高活性催化位点。现有的传统催化剂, 如粉末催化剂活性位点暴露充分但力学强度不足、难以循环再生, 或如负载型催化剂结构稳定性良好但传质受限、催化效率偏低。如何解决多尺度调控设计难题以同时兼顾高反应活性、循环稳定性与活性组分利用率, 是水处理催化剂领域长期以来的核心挑战。

针对上述问题和挑战, 清华大学航天航空学院、力学与工程交叉研究院李晓雁教授课题组和环境学院张潇源副教授课题组提出了以曲面拓扑为核心的锰单原子催化剂 (Mn-ISAs@AAF) 设计策略, 融合仿生拓扑设计、陶瓷增材制造技术和高级氧化催化位点构建等多学科方法, 实现了宏观结构与原子级活性位点的协同调控, 用于高效污水深度处理过程。

团队从海星骨骼和人骨小梁汲取结构灵感, 设计了兼具连续曲面特征与高连通孔道的三周期极小曲面结构 (TPMS, 含 gyroid、IWP 等拓扑) 和调幅分解随机双连续结构 (Spinodoid, 含各向同性、各向异性等拓扑) 两类曲面点阵催化剂结构; 利用高精度数字光处理 (DLP) 技术 3D 打印氧化铝陶瓷骨架, 并经脱脂烧结和超声化学沉积在骨架表面均匀负载了原子级分散的 Mn-N_4 单原子活性位点, 构建了多尺度协同的 Mn-ISAs@AAF 催化剂。

力学测试表明, 曲面点阵结构可有效降低应力集中, 其烧结后的压缩强度可达 54.7MPa, 为传统球形催化剂的 22.1 倍, 其断裂韧性可达 $2.51\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, 从而确保了点阵催化剂结构的完整性和功能性。计算流体力学 (CFD) 模拟表明, 曲面点阵相比方形结构具有更高的界面剪切速率和更低的渗透率, 可通过延长污染物停留时间并提高与催化剂表面活性组分的接触以促进传质过程。催化降解测试表明, Mn-ISAs@Spinodoid 的归一化反应动力学常数为传统球形催化剂的 4.56 倍, 草酸去除率超 95%, 经多次连续循环后催化活性保持稳定, 其催化机理为 Mn-N_4 位点经关键中间体



$\text{HO}_3\cdot$ 加速了羟基自由基($\cdot\text{OH}$)的生成。

该点阵催化剂在催化效率与活性组分含量的对比图中占据了此前粉末与负载型催化剂均未能覆盖的性能区间,为高效净水催化剂的多尺度协同设计提供了普适性策略。此外,该点阵催化剂具有优异的力学性能和催化活性,且锰原子能够充分锚定在点阵孔道表面,使得该点阵催化剂能够被重复利用。

相关研究成果以“仿生点阵催化剂实现高效净水:兼顾反应活性、可重复利用性与催化组分利用率”(Bioinspired architected catalyst for efficient water purification: Bridging reactivity, reusability and catalytic component utilization)为题,于8月5日发表在《科学进展》(*Science Advances*)上。李晓雁教授和张潇源副教授为本文的共同通讯作者;环境学院2023级直博生周锡睿和航院及力学与工程交叉研究院2022级直博生章宋衍为论文共同第一作者。航院及力学与工程交叉研究院副教授张璇和2025届博士毕业生邢汉峥、环境学院教授黄霞和2026届博士毕业生晏妮等也参与了该研究工作。

该研究得到了国家自然科学基金杰出青年科学基金项目、国家自然科学基金面上项目、重大研究计划集成项目的资助。(图文/周锡睿)

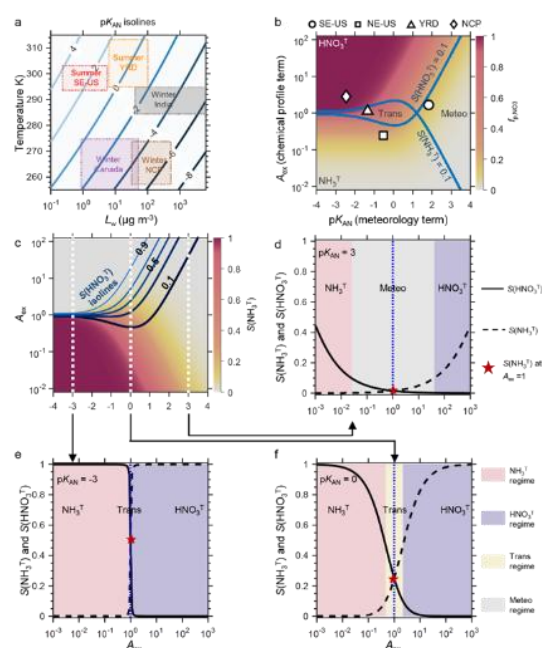
论文链接: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aeb0624>

【环境学院贺克斌、郑光洁团队构建多相解离平衡理论,提出全球大气硝酸盐污染分区调控策略】

硝酸盐已成为我国雾霾期间 $\text{PM}_{2.5}$ 的首要组分,在重污染时段质量占比可达30%以上,但其调控策略尚未完全厘清。硝酸盐具有较强的挥发性,其大气浓度不仅取决于化学生成过程,还在很大程度上受制于气-粒分配过程。已有研究对控氨、控氮氧化物的治理优先级存在不同认识。同时,现有分析大多基于气溶胶酸度(pH)-液态水含量 L_w 框架展开,但 pH 受 L_w 、化学成分、气象条件等多重因素影响,属于非独立变量。因此,该框架难以解耦气象、排放两类因素的影响,较难对全球差异形成统一解释,制约跨区域、跨季节的精准治污政策制定。

近日,清华大学环境学院贺克斌院士、郑光洁副教授团队联合国内外多家研究机构,针对硝酸盐污染调控策略,提出了多相解离平衡理论。该理论解耦了气象与化学条件的影响,推导出硝酸盐敏感性的解析公式。在此基础上,研究划分出氨、硝酸、过渡及气象四类控制区,阐明了硫酸盐、沙尘等对硝酸盐分配及控制区转换的影响。研究表明,在氨气普遍过量背景下,我国及北半球大陆地区多处于硝酸控制区。上述发现为硝酸盐污染分区调控提供了理论支撑。

研究通过引入多相缓冲理论,构建了适用于挥发性酸碱对的多相解离平衡方程,消除了硝酸盐气-粒分配对 pH 值的显式依赖,提出了全新的 $A_{\text{ex}}-\text{p}K_{\text{AN}}$ 分析框架;该框架可解耦化学与气象条件对硝酸盐



分配的影响。其中,气象条件的影响由多相解离平衡常数 pK_{AN} 表征,该常数主要受温度和 L_w 调控;化学组分的影响由氨过量指数 A_{ex} 表征,该指数主要由大气阴、阳离子的构成决定。

依托该框架,研究推导出硝酸盐对不同污染物敏感性的解析表达式,并据此划分出四类硝酸盐控制区:总硝酸控制区、总氨控制区、过渡区及气象控制区。氨减排仅在总氨控制区及过渡区内有效,氮氧化物减排则仅在总硝酸控制区及过渡区内有效。在高温、低颗粒物浓度的气象控制区,硝酸大量以气态形式存在,因此,硝酸盐浓度对各类排放源均不敏感。

该框架还可解释硫酸盐及沙尘对硝酸盐的作用机制。硫酸盐浓度降低会促使游离氨释放,进而推动硝酸铵生成。该效应在寒冷、贫氨环境条件下表现显著;但在富氨环境或气象控制区内,该效应影响有限。与此同时,硫酸盐持续下降会抬升氨过量指数 A_{ex} ,从而改变区域控制区属性、推动硝酸盐控制区向总硝酸控制区或气象控制区转变。该机制可解释 2013–2019 年清洁空气行动期间我国部分地区的控制区演变。此外,来自沙尘等的非挥发性阳离子所产生的效果与硫酸盐相反,其浓度升高带来的影响等效于硫酸盐浓度下降。在未来气候变化的大背景下,该效应或将发挥重要作用。

结合上述理论框架、全球观测数据与模型模拟结果,研究发现,北半球多数城市地区,包括我国绝大部分区域均处于总硝酸控制区,即颗粒态硝酸盐对 NO_x 减排的响应比氨减排更为敏感。上述区域普遍存在 40%–50% 的氨气过量现象;只有先将氨气削减近一半,氨减排措施才能实现与氮氧化物减排相当的污染控制效果。

本研究为长期存在的“控氮还是控氨”硝酸盐治理策略提供了物理意义清晰的定量判定标准,也为复杂化学传输模型的模拟结果提供了机理解释工具。除大气污染领域外,该理论还可应用于全球氮沉降、酸雨形成、气候变化评估以及氨燃料环境影响评估等方向,具备广泛应用前景。

近日,相关成果以“基于多相解离平衡的硝酸盐大气污染调控机制”(Control regimes of nitrate air pollution reconciled by multiphase dissociation equilibrium)为题发表于《国家科学评论》(*National Science Review*)。清华大学环境学院郑光洁副教授为论文第一及通讯作者。重要合作者包括清华大学贺克斌院士、张强院士、蒋靖坤教授、耿冠楠副研究员,德国马克斯普朗克化学研究所程雅芳教授、中国科学院大气物理所苏杭研究员,上海市环境科学研究院王红丽正高级工程师、北京市生态环境监测中心沈秀娥正高级工程师。生态环境部环境规划院刘宇希助理研究员,清华大学博士生王玥璇子、万睿琳、王逸豪共同参与研究并作出重要贡献。该研究得到国家自然科学基金“大气霾化学”卓越研究群体等项目资助。(图文/郑光洁)

论文链接: <https://academic.oup.com/nsr/advance-article/doi/10.1093/nsr/nwag481/8758949>

【环境学院刘欢团队取得全球与跨北极航运排放预测系列研究进展】

随着气候变暖和海冰消退,北极航道的可达性提升,传统航线的行驶里程有望显著缩短。但航运排放的大气污染物和温室气体,尤其是沉降于雪冰表面的黑碳,可能加剧北极区域增暖。如何在全球贸易持续增长、北极航运经济吸引力不断提升的背景下,统筹船队能源与技术迭代、经济效益变化和空间格局调整,科学预测全球及北极海运活动产生的大气污染物和温室气体排放及其气候效应,助力北极生态环境保护与可持续治理,已成为全球可持续发展中的重要前沿问题。

近日,清华大学环境学院刘欢教授团队与合作者围绕全球航运低碳转型及北极航运可持续发

展这一前沿问题取得系列研究进展。团队针对未来航运活动与排放受气候变化、全球贸易、能源转型及经济效益等多重因素共同驱动，构建了从全球航运船队迭代和排放趋势预测、北极航运驱动与跨圈层环境影响解析，到跨北极航运“驱动力—活动—排放—气候效应”定量评估的链式研究体系，为认识未来全球航运发展与脱碳进程、评估北极航运环境气候风险及制定协同治理路径提供了新的系统视角和科学依据。

面向 2050 年，识别全球航运净零转型的关键时间窗口

团队基于非集计动力法的船舶排放清单模型 SEIM (Ship Emission Inventory Model)，发展了国际航运排放预测模型 SEIM-forecast，将未来国际贸易需求、船队更新、能源转型、运营减排措施、碳捕集技术和空间航线分布纳入统一框架，在 24 种“贸易-能源-技术”组合情景下预测了至 2050 年的国际航运 CO₂ 排放路径及空间格局。相较于仅依据贸易活动或单一能源情景的预测，该框架显式连接了宏观贸易演变与微观船队更新过程，为评估国际海事组织 (IMO) 2023 年温室气体减排战略的实现条件提供了更细致的量化工具。

研究发现，在其他条件不变时，国际海运贸易需求增长将使 2050 年航运 CO₂ 排放较 2021 年增加 81.0%–96.9%，成为抵消能效提升和技术减排成效的强劲驱动力。若船舶平均服役寿命保持 25 年，要使排放路径与 IMO 2050 年前后实现净零排放的目标相衔接，新造船舶需最迟在 2035 年全面采用零碳燃料；若这一节点推迟至 2040 年，则需通过提前淘汰或深度改造，将现有船舶平均服役寿命缩短约 5 年。研究同时指出，能效提升和运营减排措施有助于近中期减排，但长期深度脱碳仍主要依赖大规模能源转型。

未来航运排放格局还将随贸易重心变化而重塑。传统化石燃料运输通道的排放强度将随着全球能源结构清洁化而逐渐下降；受南南贸易增长驱动，泰国湾、安达曼海和亚丁湾等海域的相对排放强度预计明显上升。这意味着绿色航运基础设施、替代燃料供应和区域减排能力建设需要更多关注新兴经济体及相关航线，并关注贸易与航线格局变化带来的区域环境公平问题。

从“驱动—发展—影响”出发，构建北极航运的系统认知框架

团队系统梳理了 229 篇研究，首次从跨圈层视角提出了北极航运“驱动-发展-影响-再驱动”链式反馈框架。研究从空间覆盖范围、证据类型、环境影响程度和证据置信度等维度，分析现有研究证据，识别北极航运对大气圈、冰冻圈、水圈和生物圈的跨圈层环境效应的影响量级、空间异质性及关键知识缺口。同时，从经济激励、治理框架、气候变化、技术与基础设施四个维度归纳北极航运发展的关键驱动因素，揭示了北极航运发展及其环境效应之间相互耦合的链式关系。

量化评估揭示了北极航运环境影响显著的跨圈层差异。在大气圈，船舶活动可使北极局地 NO_x、PM_{2.5} 和 O₃ 浓度分别增加 10%–80%、1%–15% 和约 5%；在冰冻圈，黑碳沉降降低雪冰反照率，形成“海冰减少-航运增加-黑碳沉降-进一步融冰”的正反馈。在水圈，船舶废水可使局地微塑料浓度提高 1–4 个数量级；在生物圈，超过 40% 的相关观测记录显示航运对动物行为产生明显影响，船舶活动可使外来物种入侵风险提高 3–20 倍。此外，研究揭示了不同环境问题的研究基础高度不均衡：生物圈影响已有较强观测和动物追踪证据支撑，而大气环境影响、冰冻圈影响和水污染领域仍存在明显的观测空白和源归因困难。

基于这些证据，研究强调，北极航运可持续发展不能依赖单一技术或单一国家政策，而应协同推进清洁能源、污染控制、海冰预报、通信导航、港口和搜救设施建设，并探索环境附加费、

碳定价与多边治理机制。

量化收益与代价：揭示跨北极航运经济效益与黑碳气候影响

团队进一步把上述系统认知推进到全球尺度的定量评估，构建了北极航运经济效益与气候影响评估模型，综合 510 个港口和 18557 条国际港到港航线，以及海冰厚度、贸易需求、船舶能源转型、燃料价格、过境费、保险费、资本成本和周转收益等因素，形成五类全球—北极耦合情景，逐月评估跨北极航运至 2050 年的经济收益、排放转移与气候影响。

研究发现，在 295 组可通过北极航线缩短航程的港口对中，综合各项成本与收益后，最多有 249 组能够获得正向净收益；到 2050 年，跨北极航运每年可带来最高 23 亿美元经济收益。与此同时，跨北极航运黑碳排放可能增至约 2200 吨。尽管航程缩短有助于减少全球航运 CO₂ 排放，但黑碳在北极雪冰表面的沉降具有更强的区域增暖效应：按当前航运能源转型力度估算，每 10 亿美元经济收益可能对应 2.0 mK–2.9 mK 的最大区域温度响应。

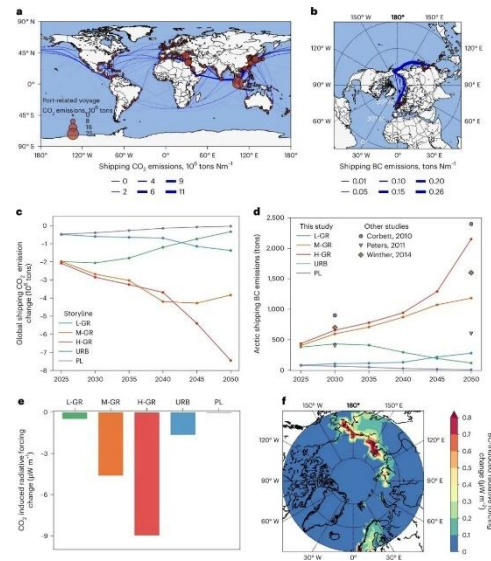
研究还发现，经济收益与黑碳排放并非必然同步增长。加快航运能源转型，可使经济收益与气候影响更早“脱钩”；若能源转型较慢，则可利用过境费、保险费、环境附加费等政策工具调节北极航线的相对吸引力。该成果首次在全球港口—航线尺度上将北极航运的经济决策与黑碳气候影响直接关联，为船东开展航线及船型选择和北极环境治理方案设计提供了科学支撑。

把北极拼入全球版图，为航运绿色转型提供系统性科学支撑

上述研究回答了全球航运在贸易持续增长压力下“如何减排、何时转型、重点区域在哪里”，继而系统解释北极航运“为何增长、影响什么、如何治理”，最后进一步量化了未来跨北极航运“能获得多少收益、付出何种气候代价、如何实现收益与影响脱钩”，形成了完整的“复杂驱动力—排放—气候影响”研究链条。

相关成果分别以“未来国际航运二氧化碳排放路径及地理格局”(Pathways and geographical patterns of international shipping CO₂ emissions in the future)、“北极航运的驱动因素与环境影响”(Drivers and environmental impacts of Arctic shipping)和“至 2050 年经济性驱动的跨北极航运的黑碳排放及气候影响”(Black carbon emissions and climate impacts of cost-saving Arctic transit shipping through 2050)为题，分别发表于《科学通报》(*Science Bulletin*)、《自然综述：地球与环境》(*Nature Reviews Earth & Environment*)和《自然·可持续发展》(*Nature Sustainability*)。

清华大学环境学院 2021 级博士生易文为三篇论文的第一作者，刘欢教授为三篇论文通讯作者，清华大学环境学院博士后罗震宇为《自然综述：地球与环境》论文的共同通讯作者。论文合作者包括清华大学环境学院贺克斌院士，清华大学地球系统科学系张强院士，国际应用系统分析研究所和莫斯科国立大学埃琳娜·罗文斯卡娅(Elena Rovenskaya)博士和尼基塔·斯特雷尔科夫斯基(Nikita Strelkovskii)博士，北京工业大学王小桐博士，清华大学能源环境经济研究所张达副教授和黄晓丹博士，自然资源部第三海洋研究所蔡锋研究员，新加坡国立大学黄思慧(Szu Hui Ng)



博士, 南洋理工大学鄢然博士, 以及清华大学环境学院博士研究生何廷堃、彭丽、王雪晴、张唯唯、刘子珞、杨泽宇、宫一航、郑嵩鑫。

系列研究得到国家自然科学基金等项目支持。(图文/刘欢)

论文链接:

Science Bulletin: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2026.03.004>

Nature Reviews Earth & Environment: <https://doi.org/10.1038/s43017-026-00790-2>

Nature Sustainability: <https://www.nature.com/articles/s41893-026-01877-w>

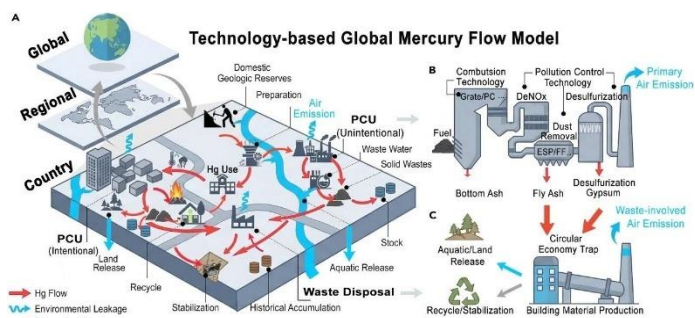
【环境学院王书肖、吴清茹团队揭示部门间转移如何重塑全球大气汞排放动态】

近日, 清华大学环境学院王书肖、吴清茹团队构建了全球多区域多部门汞流向模型, 揭示了部门间转移对全球大气汞排放动态的影响。研究发现, 《关于汞的水俣公约》生效以来的第一个评估周期(2017–2022 年)内, 全球人为汞排放累计减少约 556 吨, 估算范围为 362 吨–785 吨。汞矿开采、添汞产品等有意用汞减少带来了贯穿全生命周期的协同减排; 与此同时, 工业和燃烧部门的汞输入增加, 含汞废物再利用引发的再排放抵消了部分末端减排成效。

汞是一种具有全球迁移能力的高毒性污染物。一旦进入环境, 汞可以在大气、水体、土壤和生物之间长期循环, 并通过食物链富集, 对人体健康和生态系统构成持续威胁。长期以来, 全球大气汞排放主要采用分部门独立核算方式, 未能充分考虑部门间的内在关联。事实上, 汞会随着原料、产品、副产品、废物在产业链中持续流动: 上游汞输入与使用的减少能够降低下游排放, 而大气污染末端控制设施捕集的汞也可能进入其他部门并再次释放。只有追踪完整汞流向, 才能厘清全球排放变化的驱动因素, 以及不同控制措施的实际净效益。

本研究构建了一个覆盖社会经济系统汞全生命周期的全球多区域、多部门、跨介质汞流向模型, 系统追踪汞从开采与进口, 经燃料和原料输入、工业生产、产品使用、部门间转移, 直至废物处理处置和最终环境排放的完整路径。相较于传统分部门独立排放清单, 该模型基于物质流分析和质量守恒原理, 将不同国家、行业及排放介质连接起来, 不仅能够识别各部门的直接排放, 还可追溯汞随产品和废物向下游转移所引发的再排放, 从而揭示源头减量、末端控制和废物管理对全球及区域排放变化的级联影响。

研究表明, 全球大气汞排放变化由两条汞流动路径共同塑造: 有意用汞源头减量沿产业链放大减排效益, 而工业和燃烧部门末端控制后的废物转移与再利用抵消了部分减排效益。2017 年《关于汞的水俣公约》生效以来, 全球大气汞排放减少主要驱动力来自汞矿开采减少、添汞产品淘汰和用汞工艺进步等。这种源头变化并不只是减少上述环节的直接排放, 还沿着产业链产生持续、跨年际的下游效应, 如添汞产品生产与使用减少带来的废弃物汞负荷下降, 进而降低垃圾焚烧等废物处理处置产生的汞排放。然而, 与有意用汞不同的是, 随着化石能源消费和相关工业活动的增加, 工业和燃烧部门的无意汞输入有所上升。尽管末端污染控制设施减少了相关部门向大



气的直接汞排放，但被捕集的汞并未从社会经济系统中消失，而是更多地进入飞灰、石膏、污泥和硫酸等废物及工业副产品。这些废物和工业副产品的跨部门转移及处理处置，抵消了末端控制措施的减排效益。

区域层面上，全球汞减排呈现出显著的不均衡性。欧洲、北美和东亚部分国家在限制原生汞矿开采、淘汰添汞产品和优化用汞工艺，以及加强工业和燃烧部门污染控制等措施的推动下，大气汞排放总体下降。其中，有意用汞减少不仅降低了本地直接排放，还通过减少废弃添汞产品而降低了废物处理处置相关环节的排放。相比之下，南亚、东南亚和非洲部分国家受能源消费、工业生产原材料投入增长的影响，工业和燃烧部门的汞输入及排放仍在增加，末端控制能力不足进一步限制了减排效果。拉丁美洲部分国家则持续受到手工和小规模炼汞的影响，排放下降相对有限。即使在总体实现减排的地区，控制路径也存在差异：部分发达经济体更多面临能源端汞输入等源头控制问题，而工业规模较大的国家还需关注飞灰、脱硫石膏等副产品再利用引起的跨部门转移和再排放。区域差异表明，全球汞治理不能采用统一路径，而应根据各地区的主要汞输入来源、产业结构、末端控制水平及废物去向，分别强化源头替代、工业减排、含汞废物稳定化处置和跨境协同治理。

8 月 21 日，相关成果以“全球汞流向揭示部门间转移如何重塑排放动态并驱动再排放”（Global Mercury Flows Unveil How Intersectoral Transfers Shape Emission Dynamics and Drive Re-emissions）为题，发表于《一个地球》（*One Earth*）。清华大学环境学院副研究员吴清茹为第一作者，环境学院教授王书肖为通讯作者。合作者包括清华大学副教授纪思翰、南开大学教授林岩、美国达特茅斯学院教授 Celia Y. Chen 和挪威北极监测与评估计划秘书处副秘书长 Simon Wilson。清华大学研究生顾小鸣、张戈辉、欧阳代为、张浩文和詹子谊共同参与研究并作出重要贡献。本研究得到国家自然科学基金项目（42394094）等项目的资助。在模型构建和数据收集过程中，众多领域专家和学者给予了大力支持，包括生态环境部固体废物与化学品管理技术中心正高级工程师叶旌、美国阿贡国家实验室研究员吕子峰、中南大学教授王庆伟、中国黄金协会主任李亮，以及清华大学计算机科学与技术系陈鑫圣、陈梓杨等同学。（图文/吴清茹）

论文链接：https://authors.elsevier.com/a/1neek_wvRVDzOE

模型链接：https://github.com/ReginaWu0821/Global_Mercury_Flow_Model

数据链接：<https://figshare.com/s/e29bb41b1ae0c25dbcb3>

四、教学及学生工作

【环境学院举办 2026 年教学研讨会暨导师研修班】

7 月 8 日至 9 日，环境学院 2026 年教学研讨会暨导师研修班在京举办。会议以“凝聚共识，深化改革，努力提升人才培养质量”为主题，分为特邀报告、主旨报告和研讨交流等环节。探微书院副院长、化工系教授张翀，未央书院副院长、电机系副教授林今，秀钟书院院长、环境学院教授胡洪营作特邀报告。学院院长刘书明、党委书记王灿出席，副院长徐明主持会议，60 余位教师参加。

张翀以“探微书院理工融合人才培养实践”为题作特邀报告。他从“探微知著，奉献美好”的探微使命出发，系统介绍了探微书院育人理念、培养方案、课程体系、学风建设等方面的情况。

他表示, 探微书院形成了全学程导师制、全覆盖科创体系等培养特色, 打造高水平学术交流平台, 营造浓厚的学术创新氛围, 支持学生个性化成长, 培养成效不断提升。

林今以“未央专业成长体系及专业引航工作”为题作特邀报告。他介绍了未央书院横纵结合的育人新体系架构、未央专业成长积分体系以及专业引航运行情况与成效。

未央书院建立了包括专业介绍、实践体验和科研探索等不同层级活动在内的专业引航工作平台, 学生积极参加各类专业引导活动, 实现“入窑一色, 出窑万彩”的人才培养格局。

胡洪营以“领航资源创造, 铸就数智未来”为题作特邀报告。他介绍了秀钟书院的育人理念、培养方案、导师工作、文化建设等方面的情况。他表示, 秀钟书院面向数智时代对新兴战略资源的重大需求, 强化学科融合, 加强数智赋能, 开展了专业方向调整、课程体系重构等一系列工作, 形成了个性开放、工管融通、实践探究、全球胜任的培养特色, 培养数智时代可持续发展的科技领航者。

徐明作书院本科生专业引导工作报告。他介绍了专业引导工作现状与挑战、专业引导先进经验调研以及专业引导工作方案建议, 阐述了对课程、实践、竞赛和导师工作等进行体系化设计的方案, 并请全体教师思考如何提升课程质量和吸引力、如何讲好环境专业故事、如何对投入书院育人的教师加强激励等问题。

张潇源作专业学位硕士研究生培养工作报告。他介绍了专业学位硕士研究生培养方案修订工作、培养方案及实践训练实施细则主要变化、两年制专业学位硕士研究生培养环节流程以及强化本科生专业引导等方面的情况, 提出以实践牵引、本研贯通、分类培养为核心, 构建适配两年制专业学位硕士的全过程培养体系, 培养面向产业需求的高层次应用型创新人才。

王东滨作导师工作分享交流。他介绍了书院导师工作经历、导师工作中的心得体会和关于导师工作的思考。他通过多元化活动帮助大一学生快速适应大学生活, 通过讲座和实验室参观引导大二学生认识环境专业, 以对育人工作发自内心的热爱和投入赢得了同学们的信赖, 让同学们形成主动找导师交流的习惯。

在研讨交流环节, 与会教师围绕书院制背景下环境本科生培养的课程体系、导师育人投入、平台建设和资源保障等进行了深入研讨。

与会教师一致认为, 在教育教学面临新形势的背景下, 学院举办本次会议意义重大, 会议凝聚了育人共识, 汇聚了改革思路, 参会非常有收获。接下来, 学院还将继续推动教学改革, 持续营造重视教学、热爱教学、研究教学的浓厚氛围。(图文/黄韵清)



【“一带一路”“无废城市”建设与高质量发展国际培训班顺利结业】

6月29日至7月13日, 由科学技术部国际合作司主办, 清华大学承办, 巴塞尔公约亚太区域中心(简称“亚太中心”)、上海第二工业大学、“一带一路”绿色发展国际联盟等单位协办的“一

带一路”“无废城市”建设与高质量发展国际培训班在北京、上海、苏州顺利举办。培训班邀请了来自缅甸、约旦、土耳其、埃及、老挝、孟加拉、黎巴嫩、柬埔寨、泰国、越南、蒙古、巴西等 12 个国家固体废物管理相关政府部门和机构共 20 位代表参加培训。

6 月 29 日，生态环境部固体废物与化学品司固体处副处长张龙、清华大学/亚太中心综合办公室主任谭全银出席培训班开班仪式并致欢迎辞。培训班为期 15 天，20 余位专家围绕“国内外‘无废城市’建设”“国际‘无废城市’网络建设与进展”“中国‘无废城市’建设中工业固体废物、生活垃圾、危险废物、废塑料、再生资源等资源化利用”“新污染物治理”“绿色园区建设”等相关领域的管理与实践进行授课和分享。



培训期间，学员们先后考察了爱回收可回收物分拣中心、绿色动力通州循环经济产业园、北京金隅红树林环保技术有限公司、鲁控环保科技有限公司、海州再生资源有限公司、苏州园区循环经济产业园等，了解我国再生资源、生活垃圾、危险废物、餐厨垃圾、电子废物等处理处置工艺及设施。同时，此次培训班与第二十一届固体废物管理和技术国际会议（ICWMT）实现联动，学员们参加了第一届“国际无废城市网络”成员大会等活动，与全球专家学者和城市代表同台交流，洞察固体废物管理领域的前沿趋势，系统学习不同城市的“无废城市”建设实践，极大地拓宽了国际视野。

培训班采用互动式学习模式，学员们克服地域时差、语言沟通、行业发展差异等困难，分享了各自国家或城市在固体废物处理处置方面的现状、管理政策、典型案例等内容。在讨论环节，所有参会代表围绕培训的授课内容，分享了参加本次培训的心得体会，以及各自国家与中国在“无废城市”相关领域未来开展合作的愿景与方向。

培训班于 7 月 13 日在上海结业。该培训活动为来自不同国家的环境部门官员和技术专家提供了学习先进知识、交流共享固体废物治理和“无废城市”建设技术与管理经验的平台，加强了中国与相关国家在固体废物等环境保护领域的合作关系，为“一带一路”周边国家在推进循环经济、开展“无废城市”建设和实现环境可持续发展目标搭建了重要的桥梁。（图文/董庆银）

【生态环境法典宣讲进乡村 环境学子以专业实践助力泰山乡村生态振兴】

8 月 15 日，《中华人民共和国生态环境法典》正式施行。为深入普及生态环境法治知识，8 月 12 日，清华大学乡村振兴工作站环境学院一精仪系赴山东泰山实践支队走进泰安市泰山区省庄镇小津口村，面向基层干部群众开展生态环境法典专题宣讲活动。

此次宣讲依托山东省生态环境厅联合团省委、省委社会工作部组织开展的“美丽山东·青春合伙人”计划——2026 年山东省大学生暑期生态环境志愿服务实践活动开展，旨在推动生态环境法治理念走进基层、融入乡村。

生态环境法典宣讲走进泰山乡村。《中华人民共和国生态环境法典》于 2026 年 3 月 12 日通过，是继民法典之后我国第二部以“法典”命名的法律。法典共设五编，包括总则、污染防治、生态保

护、绿色低碳发展、法律责任和附则，系统整合了生态环境领域现行法律制度，为在法治轨道上推进生态文明建设、全面建设美丽中国提供基础性、综合性的法律规范。对于乡村发展而言，生态保护、农业生产、资源节约等“身边事”，也拥有了更加系统的法治依据。8月12日，在小津口村党群服务中心，支队成员徐雅以“以法为纲，山青水长”为题，面向村干部、茶农代表、合作社负责人和当地群众开展宣讲。她从法典的编纂背景和制度框架讲起，介绍法典如何统筹污染防治、生态保护与绿色低碳发展，并结合乡村生态保护和农业生产中的具体场景，将宏观法治要求与基层生产生活紧密关联，让专业的生态法治知识通俗易懂、入脑入心。宣讲中，河流水环境如何保护、农业投入品如何规范使用、生产生活中怎样节约资源等群众熟悉的问题，成为理解法典的切入口。徐雅以通俗表达和案例讲解阐释法典精神，引导现场听众认识到，生态环境法治不仅关系美丽中国建设，也与每个人的生产方式和生活选择紧密相连。



从法典课堂走向泰山茶绿色账本。生态环境法典宣讲结束后，支队成员汤玉涵以“碳排放与一片泰山茶”为题，介绍了产品碳足迹的基本概念、核算思路和数据记录方法，推动绿色低碳理念与泰山茶生产实际相衔接。随后，支队成员们走进当地泰山茶种植与加工场所开展实地调研，并与茶叶生产经营主体负责人围绕低碳农业座谈交流。大家重点了解茶园投入、加工能耗、产量和包装等基础信息，记录节水节肥、加工节能和资源循环利用等数据，为后续完善泰山茶碳排放核算和绿色生产建议积累一手资料。

从生态环境法典施行前夕的乡村宣讲，到泰山茶生产一线的调研交流，清华环境学子将法治传播与专业实践紧密结合：一方面，以通俗表达推动生态环境法典走近基层群众；另一方面，以实地走访和数据记录回应低碳农业发展的现实需求，在乡村一线算清生态价值账与碳排放账。下一步，支队将继续整理宣讲反馈和调研资料，完善泰山茶碳排放核算与绿色生产建议，推动实践成果更好服务地方绿色发展。(图文/朱文龙 陈佳泽)

【环境学院 2026 级研究生报到】

8月26日，清华大学环境学院迎来朝气蓬勃的2026级研究生新生。

上午八时许，清华大学中意清华环境节能楼一层迎新服务点准时就位。现场迎新工作组由环境学院党委研究生工作组、新生助理、国际生及非全日制项目助理、研团总支书记、研究生会主席以及十余名志愿者组成。报到点构建了信息核验-物资领取-电子签到-证件发放-材料收集-事项咨询的路线，帮助同学们高效办理入学手续。



志愿者为新同学递上学院准备的新生礼包：《环境学院研究生新生手册》串联学院概况、组织介绍、人才培养、科研学习资源、奖励资助与职业发展、常用服务入口及活动年表。一本在手，学习科研与生活服务的关键节点，一目了然、即取即用。定制帆布袋、学院文化衫、定制卡套，

让同学们拥有了专属文创，归属感满满。

“同学，您的宿舍在这个方向”“最近的食堂在西边方向，可以通过‘食在清华’公众号了解校园美食”。学习方面的疑问可以阅读《研究生教学手册》，可以到二层自习室学习……学院研工组助理和其他迎新志愿者为新同学耐心指引、热情解答，迎新报到服务现场暖意融融。

在国际学生报到点位，现场还设立了双语咨询窗口，保障流程无障碍、服务不断线。

接下来，学院陆续举办新生入学教育、新生集体建设、新生素质拓展等活动，帮助同学们尽快完成角色转换，融入集体、明确目标、扬帆起航。（图文/李宇迪 王小刚）

五、行政工作

【环境学院开展“七一”走访慰问活动】

在庆祝中国共产党成立 105 周年暨清华党组织建立 100 周年之际，环境学院党委积极开展“暖心行”走访慰问活动，通过发放慰问金、上门走访等形式慰问生活困难的党员和群众、“光荣在党 50 年”纪念章获得者、获上级表彰党员、老党员老同志等群体，传递党组织的关怀与温暖。

环境学院党委书记王灿、副书记王书肖、离退休教职工党支部书记张鸿涛及离退休工作组成员代表学院党委看望了首任系主任井文涌教授、党龄超过 70 年的傅国伟教授等老党员。走访中，慰问组细致询问老师们的身体状况与日常生活和存在的困难，介绍学院近期发展情况，认真听取意见建议，向老党员送上党组织的关怀，感谢他们为学院建设发展作出的贡献。



本次走访慰问，既让党员群众切实感受到了党组织的暖心关怀，也进一步增强了大家的荣誉感和归属感，激励师生传承和发扬清华党组织优良传统和清华环境人优秀文化，为学院高质量发展凝聚奋进力量。（图文/管辰 魏欣）

六、通讯等链接（可点击“阅读全文”打开链接查看全文）

➤ 六秩党龄守初心 一生奋斗护蓝天——郝吉明院士的红色“蓝途”

6 月 30 日下午，清华大学举行庆祝中国共产党成立 105 周年暨清华党组织建立 100 周年大会。拥有 60 年党龄的中国工程院院士、环境学院教授郝吉明作为老党员代表发言，深情回望 60 年跟党走的初心与奋斗历程，坦言：“个人的成长离不开党的培养，人生的价值在于服务人民、报效祖国。”六十载初心如磐、跟党走前行，五十五载深耕讲台、立德树人，四十余年扎根一线、守护蓝天。从个人成长到育人治学，再到科研报国，郝吉明的人生轨迹生动践行着清华大学环境学院“热爱我环境，光大我事业”的精神，深刻诠释了学院以党的领导为坚强保障、以立德树人为根本任务、以科技报国为最高使命的鲜明发展底色。（[阅读全文](#)）

➤ 学者观点 | 贺克斌：保持零碳园区竞争力，需培育五大能力体系

这个暑期，欧洲、印度的异常高温、超强台风“巴威”在我国的登陆、超级厄尔尼诺事件的

警告，让人们再一次感受到应对气候变化的迫切性和重要性。开展产品碳足迹核算和管理，是各国进行应对气候变化的重要举措之一。近年来，我国不断健全碳足迹统计核算体系和企业碳排放核算方法等体制机制，各地、各行业也做出诸多探索。近日《美丽中国建设“十五五”规划》发布，提出“健全产品碳足迹管理体系，完善标志认证、分级管理、信息披露等制度，推动产品碳足迹规则国际互认”，企业应该怎么做？地方政府、相关主管部门能做什么？为此，《中国环境报》推出《谈“碳”“十五五”》系列报道。7 月 17 日，该系列报道发布《贺克斌：保持零碳园区竞争力，需培育五大能力体系》文章。[\(阅读全文\)](#)

➤ 学者观点 | 温宗国等：深化两网融合，加快固废资源化利用

7 月 8 日，《科技日报》理论版刊发清华大学环境学院温宗国、胡宇鹏、江子萱署名文章《深化两网融合，加快固废资源化利用》。文章紧扣国家《固体废物综合治理行动计划》部署，剖析了我国生活垃圾分类与废旧物资回收“两网融合”现存的结构性痛点，聚焦低值可回收物回收利用难题，提出以智能技术为枢纽、打通体系壁垒、构建产业新业态、畅通供需双向通道的系统化解决方案，为我国固废资源化规模化、市场化、规范化发展提供了参考路径。[\(阅读全文\)](#)

➤ 学者观点 | 温宗国：《生态环境法典：筑牢绿色低碳发展法治根基》

8 月 15 日是第四个全国生态日，也是《中华人民共和国生态环境法典》正式施行的首日。为帮助公众读懂这部与每个人息息相关的“绿色法典”，光明网推出系列科普报道，从权益保障、源头预防等多个维度，系统解读法典的制度创新与民生温度。8 月 15 日，光明网发布该系列报道之一《生态环境法典：筑牢绿色低碳发展法治根基》，特邀清华大学环境学院教授温宗国围绕生态环境法典与绿色低碳发展进行解读。现转载文章，以飨读者。[\(阅读全文\)](#)

➤ 学者观点 | 温宗国教授：循环经济正成为撬动绿色转型与资源安全的关键支点

8 月 27 日，《人民日报》海外网发表文章《8 万亿！“循环经济”大有可为》。清华大学环境学院温宗国教授在采访中指出，循环经济已成为撬动经济绿色转型的关键支点。发展循环经济不仅是破解国内资源约束的必然选择，更是在全球绿色贸易规则变革中主动抢占话语权的战略布局。现转发全文，以供参阅。[\(阅读全文\)](#)

➤ 启航之声 | 刘迪波：以青春微光，点亮强国征途

为表彰做出具有方向性意义就业选择的杰出毕业生，2006 年，清华大学设立毕业生就业领域唯一的校级荣誉“启航奖”。2023 年，环境学院特别设立“启航奖学金”，鼓励和引导毕业生将个人成长成才与国家民族发展紧密结合，到我国经济、政治、文化、社会和生态文明建设的重要领域和地域建功立业。近年来，多名环境学子用选择与行动践行初心、勇担使命。我们特别设立“启航之声”栏目，邀请获得“启航奖”和“启航奖学金”的同学回首初心、分享体会，为面临就业选择的环境学子提供启发和勇气，开拓更广阔的天地。刘迪波，2026 年毕业于清华大学环境学院，获博士学位，毕业后就职于中国机械工业集团有限公司，荣获清华大学毕业生“启航奖”铜奖。[\(阅读全文\)](#)

➤ 国奖人物专访

为推进研究生教育内涵式高质量发展，国家设立研究生国家奖学金，以表彰在学术钻研、技术攻关、社会服务中表现优异的青年学子。近期，我们对环境学院 2025 年度国家奖学金获得者进行了专访，推出“国奖人物专访”系列推送，分享他们的科研心得与成长思考。

晏妮：一路求索，一路微光 [\(阅读全文\)](#)

安康欣：与国同行，大有所为 [\(阅读全文\)](#)

陈德莉：潜心产研，笃行致远 [\(阅读全文\)](#)

➤ 科普专栏 | 从餐桌剩饭到“可降解的塑料”，探索生物制造“魔法”过程

在日常生活中，您那杯没喝完的奶茶、家里积攒的一袋厨余垃圾、随手丢弃的外卖包装，最后都去了哪里呢？一般来说，它们会被送去做焚烧处置（但会产生二氧化碳），或者被送去填埋处置（可能会污染土壤和地下水）。而今天我们要介绍的，是一项颠覆性绿色技术：将餐厨废物变成一种可以被大自然“吃掉”的塑料材料——PHA，被科学界公认为“唯一一种能在自然环境中被彻底降解的生物塑料”。[\(阅读全文\)](#)

➤ 寻访红军女战士王全英的故事：环境学院“川蜀绿行”赴四川成都调研实践支队获《中国青年报》报道

8月22日，清华大学环境学院“川蜀绿行”赴四川成都调研实践支队相关实践活动获《中国青年报》报道。支队聚焦红军女战士王全英的革命事迹，走进红色现场溯源历史记忆，以青年视角挖掘、传播长征红色故事。[\(阅读全文\)](#)

责任编辑：张楠楠
电话：010-62771528
传真：010-62785687

审校：张少君
电子邮箱：soexc@tsinghua.edu.cn
网站：<http://www.env.tsinghua.edu.cn>