



能源基金会
清洁空气战略进展

2020 年 12 月 - 2021 年 03 月
总第 17 期

本期要点

一、空气 - 气候 - 健康

- 《基于未来人口和空气质量情景下 PM_{2.5} 相关疾病负担评估及空气质量标准建议》项目结题——人口老龄化将抵消空气质量改善的健康效益，应尽快启动空气质量标准修订，降低健康风险
- 《中国农村空气污染的健康与气候影响及控制策略研究》项目顺利结题——提出针对农村生活源污染防治和室内空气质量改善的政策建议

二、空气和气候协同治理

- “十四五” 大气污染防治与气候变化协同管理学术沙龙——谋划“十四五” 空气质量改善与温室气体协同减排
- 《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第一次全体作者会顺利召开——跟踪、梳理与分析我国空气污染与气候变化协同治理进程
- 《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第二次全体作者会顺利召开——推进协同治理政策落地实施，助力我国持续改善空气质量，应对气候变化，保护公众健康
- “陆地碳汇与碳中和协同减排路径” 学术沙龙顺利举办——探索空气污染与气候变化协同治理路径及生态系统固碳潜力，助力我国持续改善生态环境质量，实现碳中和
- “结构转型与协同治理路径” 学术沙龙顺利举办——从结构转型角度入手，推动实现空气污染与气候变化协同治理
- “健康影响与协同效益” 沙龙顺利召开——探讨空气污染与健康影响、气候变化的健康风险、以及二者协同治理的综合健康效

本期要点

- 《粤港澳大湾区“十四五”能源结构优化目标与路径及其环境效益评估》项目开题会顺利召开——为大湾区下一阶段能源结构优化策略的选择提供支撑
- 《粤港澳大湾区气候协同的空气质量改善战略研究（第一期）》项目顺利结题——提出强低碳情景下空气质量改善路径与方案及深圳中长期多污染物协同治理控制措施
- 《海南省“十四五”大气污染控制对策研究》开题会顺利召开——为空气质量改善规划和实现生态环境质量居于世界领先水平目标提供科技支撑
- 《北京中长期空气质量改善路线图》项目成功结题——区域能源绿色低碳转型是协同应对的关键

三、结构转型与部门减排

- 《“十四五”规划后疫情化危为机加速绿色低碳转型》专家咨询会——推动在后疫情时期向绿色发展新动能转换
- 《“十四五”期间石化行业 VOCs 排放与碳排放协同控制策略研究》顺利开题——助力石化企业 VOCs 与碳协同减排
- 《北京工业园区 VOC 管控新技术与政策研究》中期评审会顺利召开——支持北京市制定有效合理的工业园区 VOCs 管控政策
- 《机场排放管控和可持续发展的国际经验》顺利开题——为北京市两大国际机场制定排放清单、减排策略、和可持续发展规划提供参考
- 《基于大气污染防治目标的陕西省“十四五”时期能源结构和产业布局调整对策研究》项目开题会——支持陕西省“十四五”大气环境质量持续改善、推动绿色低碳发展

本期要点

四、散煤治理

- 《中国农村清洁能源体系及支撑技术研究》开题会成功召开——提出并构建我国农村清洁能源系统的关键支撑技术体系及政策建议
- 《京津冀散煤治理实施评估分析》项目中期会顺利召开——建议加强散煤治理的系统性和科学性，提升环境效益并实现可持续性发展
- “散煤治理策略和路径”学术沙龙顺利举办——探索我国未来散煤综合治理的整体策略与技术路径
- 散煤沙龙 | 陈潇君：“十四五”国家散煤污染控制策略研究
- 散煤沙龙 | 杨旭东：中国农村清洁能源体系及低碳发展路径
- 散煤沙龙 | 观点汇聚：“十四五”散煤治理策略和路径研讨

五、环境管理机制与政策工具

- “建立中国环境政策的费用效益分析机制（第二期）”项目顺利结题——推动中国环境政策的费用效益分析长效机制的建设

六、非二氧化碳温室气体减排

- 《中国履行〈基加利修正案〉减排 HFC 对策研究》项目中期评审会顺利召开——为中国履行《基加利修正案》提供技术支持

七、空气质量分析

- 2020 年 12 月全国空气质量状况
- 2021 年 1-3 月全国空气质量状况

一、空气 - 气候 - 健康

《基于未来人口和空气质量情景下PM_{2.5}相关疾病负担评估及空气质量标准建议》项目结题——人口老龄化将抵消空气质量改善的健康效益，应尽快启动空气质量标准修订，降低健康风险

2020年12月9日，中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所（以下简称环境所）组织召开了《基于未来人口和空气质量情景下PM_{2.5}相关疾病负担评估及空气质量标准建议》项目召开结题评审会，该项目由能源基金会提供资金支持。会议邀请了来自国家卫生健康委疾控局、北京大学、清华大学、中国环境科学研究院、中国医学科学院肿瘤医院、北京科技大学等机构的领导和专家参加。

课题组通过一年半的时间，开展了大量系统和扎实的工作，包括：1) 系统梳理了国内外有关PM_{2.5}暴露与人群死亡慢性效应研究的文献；2) 基于我国人群队列的调查数据，开展了PM_{2.5}暴露与人群死亡慢性效应的暴露-反应关系研究；3) 对我国PM_{2.5}暴露的疾病负担现状和时空变化趋势进行了全面综合的评价；4) 分析了未来不同空气质量改善目标的健康效应，也指出了未来人口增长和老龄化等因素影响下对我国PM_{2.5}相关几部分负担的重要性。研究认为，PM_{2.5}每增加10微克每立方米，非意外总死亡风险增加9%，肺癌风险增加12%，卒中风险增加14%。PM_{2.5}浓度与全国死亡风险存在非线性关系，在浓度低于60.9微克每立方米时，死亡风险升高更加明显，其中以农村、南方和浓度低于60.9微克每立方米的区域的死亡风险更高。与此同时，研究揭露了随着中国人口的增长和老龄化，改善空气质量对健康的益处将会减弱。研究建议，应当继续保持和加强空气污染治理措施，关注并尽快启动空气质量标准修订，以持续改善空气质量，降低健康风险；并且，应加强心脑血管系统疾病等基础疾病人群、老年人群等脆弱群体的健康防护，合理规划经济社会和人口发展及其空间布局。

与会专家认真听取了结题汇报，并进行点评。专家对研究成果予以肯定，一致认为，本项目研究内容丰富，研究设计合理，并建议：一是继续开展延续研究，填补我国在该领域的研究空白，如优化PM_{2.5}浓度的情景设置，结合基金会测算的中长期空气质量改善路径对情景进行更新，在考虑持续改善情况下进一步完善不同时间节点的PM_{2.5}浓度目标及不同目标情境下的健康影响；二是基于现有成果、方法体系和人群队列，未来可以针对不同疾病开展研究；三是考虑区域差异和未来人口结构变化等情况，综合国内外的研究成果，建立适合中国人群的暴露-反应关系非线性模型，开展更全面的综合研究，如对于老龄化问题，对未来人口数量及其结构变化的趋势判断补充相应的研究支撑。

下一步，项目组将根据能源基金会及专家组建议，完善报告并提出政策建议。

《中国农村空气污染的健康与气候影响及控制策略研究》项目顺利结题——提出针对农村生活源污染防治和室内空气质量改善的政策建议

2021年1月26日，北京大学顺利召开《中国农村空气污染的健康与气候影响及控制策略研究》项目结题评审会，该项目由能源基金会提供资金支持。来自生态环境部大气司、中国疾病预防控制中心、生态环境部环境与经济政策研究中心、生态环境部华南环境科学研究所、清华大学、北京大学和复旦大学等机构的领导和专家出席了本次会议。

该课题旨在深入分析和总结北京大学陶澍院士团队所开展的相关项目成果的基础上，定量模拟生活源固体燃料的健康和气候影响，提出针对农村生活源污染防治和室内空气质量改善的政策建议。课题结合实地调查和测试数据更新了中国居民生活源排放数据，改进了全国多源多污染物高分辨率排放清单，开展了排放-空气污染-暴露-健康的过程链研究，发现了生活源排放贡献的逐级放大效应，测算了生活源排放的气候强迫效应及变化趋势，对清洁取暖政策的环境和健康影响进行了分析。项目组根据研究成果，分别向相关政府部门提交了关于《推动清洁烹饪行动，改善室内空气质量》及《关于开展居民能源“清洁化”行动、助力“美丽中国”建设的建议》的专项政策建议。

与会专家对汇报进行了讨论，专家首先对项目组的工作进行了肯定，随后提出了未来的研究方向：一是可重点关注城乡统筹研究、健康与气候协同、干预实践实证等工作，更好地支撑生态环境保护、健康气候影响协同管理等政策；二是可进一步加强对政策实施前后变化趋势的分析，包括活动水平、温室气体和常规污染物排放、暴露水平影响；三是可以结合政策管理需求，以问题为导向，注重行政手段和市场手段的针对性，提出目标、策略、路线图及技术选择等方面政策建议，细化针对地域，领域、燃料类型、炉具等的要求；五是促进多方交流，为提出符合能源及环境保护的系统性解决方案奠定基础。

二、空气和气候协同治理

“十四五”大气污染防治与气候变化协同管理学术沙龙——谋划“十四五”空气质量改善与温室气体协同减排

为支持“十四五”大气污染防治与气候变化协同管理，2020年10月，能源基金会支持生态环境部环境规划院启动开展相关研究。本项目旨在基于中国大气环境治理现状与形势，提出“十四五”期间空气质量改善目标指标体系建议；同时，开展“十四五”期间协同减排温室气体的大气污染控制情景分析，提出气候协同的国家“十四五”大气污染防治策略建议，为“十四五”空气质量改善规划提供重要技术支撑。

2021年2月5日，项目组举办了学术沙龙，分别从大气污染防治国家政策、京津冀治理、臭氧协同控制、能源约束及气候变化等多角度，分享了最新的研究进展，共同探讨协同管理方案，为“十四五”规划提供建议。来自清华大学、北京大学、中国环境科学研究院、国家发展和改革委员会能源研究所及国家气候战略中心等领导和专家出席本次会议。

会议由生态环境部环境规划院大气所所长雷宇研究员主持。能源基金会环境管理项目主任刘欣强调了在“十四五”大气污染防治与气候变化协同管理的重要性和迫切性。生态环境部环境规划院宁淼研究员首先介绍了《国家气候协同的“十四五”大气污染防治策略》课题的基本思路，提出“十四五”空气质量改善目标的基本原则及目标设定的建议；同时评估了主要任务措施对减污降碳的协同效果。

随后，多位学者从多个角度对与“十四五”大气污染防治与气候变化协同管理相关的研究进展进行了介绍和交流。雷宇研究员介绍了《京津冀及周边地区“十四五”大气污染防治策略研究》的主要进展、清华大学王书肖教授介绍了《我国PM_{2.5}和臭氧污染协同控制策略》的主要成果、北京大学陆克定教授分享了“‘十四五’臭氧污染防治”的思路与对策建议、中国环境科学研究院张文杰研究员分享了“‘2+26’城市跟踪研究与重污染应对建议”、国家发展和改革委员会能源研究所熊华文研究员分享了从能源角度对减污降碳协同治理的一点思考，以及国家应对气候变化战略研究和国际合作中心柴麒敏研究院做了题为《我国新达峰目标、碳中和愿景及“十四五”气候政策展望》的精彩报告。

与会专家对项目组的汇报进行了讨论，并结合各自领域研究成果进行了交流。最后，刘欣主任对与会人员表示感谢，总结了下一步的修改意见以及未来重点研究需求。

《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第一次全体作者会顺利召开——跟踪、梳理与分析我国空气污染与气候变化协同治理进程

2021年1月28日下午，在能源基金会支持下，中国清洁空气政策伙伴关系（China Clean Air Policy Partnership, CCAPP）《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第一次全体作者会在线顺利召开。能源基金会、清华大学、北京大学、生态环境部环境规划院与CCAPP联合业界知名专家学者共同构建我国空气污染与气候变化协同治理监测指标体系，在此基础上撰写CCAPP2021年度报告，旨在及时跟踪、梳理、总结与分析我国空气污染与气候变化协同治理进程，助力形成政策制订、评估与优化的闭环，推动协同治理政策的落地实施。会议由能源基金会环境管理项目主任刘欣主持。

报告工作组联合主席清华大学环境学院教授贺克斌院士、生态环境部环境规划院院长王金南院士、北京大学环境科学与工程学院教授朱彤、能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥，各工作组协调人南京信息工程大学大气科学学院教授尹志聪、清华大学环境学院副教授鲁玺、清华大学地球系统科学系教授张强、北京大学环境科学与工程学院研究员宫继成、生态环境部环境规划院大气所所长研究员雷宇等专家出席会议并发言，来自领域内50余位科学家、行业专家及NGOs人士出席会议并参与讨论。

邹骥总裁在致辞中表示，协同治理是解决空气污染问题和应对气候变化最为有效且费效比最优的路径，也是落实碳达峰、碳中和目标的重要手段。空气污染与气候变化协同治理指标监测体系的构建是协同治理行动的具体实践，将有助于推进协同治理进程，助力协同政策的制定与落地实施。

张强教授代表2021年度报告工作组发言，介绍了指标体系的构建背景和思路，以及报告编制的时间和工作安排。空气污染与气候变化协同治理监测指标体系从空气污染与天气气候条件、结构转型进展、大气成分源汇与减排路径、健康影响与协同效益、协同治理体系与实践等五个方面出发设定18项指标，通过追踪各项指标的进展状况，分析中国在碳中和与清洁空气协同路径上存在的挑战，提出解决方案。



各工作组协调人初步梳理了指标构建思路、支持性数据及评估方法，并就相关问题展开讨论。与会专家一致认为构建空气污染与气候变化协同治理监测指标体系将有助于推动我国环境治理制度体系统筹融合，对推动我国空气质量持续改善、协同应对气候变化意义重大，并表示将努力做好相关内容的研究及报告编制工作，助力协同政策制定与落地实施。

在总结环节，朱彤教授表示，在前期工作中清晰表征减污和降碳两条路径、全面解读协同治理的科学基础至关重要，并从健康效益评估、消费端碳核算等角度提出具体意见，以优化相关指标。王金南院士通过阐述空气质量改善与碳达峰、碳中和协同推进的历史意义，强调了构建该指标体系的重要作用，指出明确指标体系中五大模块的内在联系与科学性非常重要，并需关注报告内容的持续性与所发挥作用的长久性。贺克斌院士指出在清洁空气和碳中和大背景下，协同治理是中国深化空气污染防治和气候变化应对的必然路径，“协同”不仅是实现环境与气候的双赢，而应是实现环境、气候、经济的三赢，即通过减碳和改善空气质量倒逼经济新业态的形成。

各工作组将紧锣密鼓地开展各项指标的构建评估和报告编制工作，CCAPP将协助工作组组织沙龙活动，邀请行业领域专家深入探讨指标体系所涉及相关议题，分享最新研究成果，拓展报告编写思路，促进领域内交流合作，推进协同治理政策落地实施，助力我国持续改善空气质量，应对气候变化，保护公众健康。

《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第二次全体作者会顺利召开——推进协同治理政策落地实施，助力我国持续改善空气质量，应对气候变化，保护公众健康

4月22日，能源基金会（Energy Foundation China, EFC）与中国清洁空气政策伙伴关系（China Clean Air Policy Partnership, CCAPP）共同组织的《中国碳中和与清洁空气协同路径（2021）》年度报告第二次全体作者会在北京顺利召开。会议汇集来自环境、气候、健康等领域30余位专家学者，通过多学科思维交融与碰撞，携手推动空气质量持续改善、协同应对气候变化，将“保护地球、修复地球”付诸实践，助力实现碳中和、清洁空气和可持续发展。

本次会议时逢第52个世界地球日，推动气候变化与空气污染协同治理的目标契合2021年世界地球日主题——“修复我们的地球”，以及中国地球日主题——“珍爱地球，人与自然和谐共生”。

能源基金会、清华大学、北京大学、生态环境部环境规划院与CCAPP联合业界知名专家学者共同构建了我国空气污染与气候变化协同治理监测指标体系，在此基础上撰写报告，旨在及时跟踪、梳理、总结与分析我国空气污染与气候变化协同治理进程，助力形成政策制订、评估与优化的闭环，推动协同治理政策的落地实施。本次会议旨在进一步推进报告的修改、完善与集成工作。

报告工作组联合主席中国工程院院士、清华大学环境学院教授贺克斌，北京大学环境科学与工程学院教授朱彤，报告特别顾问能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥参加会议并作点评，工作组协调人南京信息工程大学大气科学学院教授尹志聪、清华大学环境学院副教授鲁玺、清华大学地球系统科学系教授张强、北京大学环境科学与工程学院研究员宫继成、生态环境部环境规划院大气所所长雷宇研究员等报告作者出席会议并发言，能源基金会环境管理项目主任刘欣主持会议。各工作组协调人分别介绍了各自工作组工作进展，分享了报告初稿主要内容及结论，并就指标体系及其所涉及的数据、模型及其他支持性材料进行交流讨论。与会专家一致认为报告应起到研究及政策引导性作用，通过科学、扎实的学术研究与专业分析，助力各领域人士共同推进碳中和与清洁空气的协同治理进程。

在总结环节，邹骥总裁提出三点建议：一是追踪我国协同治理的实际进展，引领和引导政策制定；二是讲好“以人为本”推进协同治理的中国故事，助力满足人民安全、健康、舒适的生活需求，支持社会高质量发展；三是不断扩大影响力，为政策制定者提供科学依据和建议。贺克斌院士表示该报告的撰写意义重大，在追踪、记录我国协同治理“隐性化到显性化”进程的基础上，为政策顶层设计及地方行动提供科学支撑，并实现为中国发声，为世界提供协同治理建议。朱彤教授强调，应在汇总、梳理报告时确保足够的覆盖面及代表性，并在凝练、总结观点时充分发挥创造力和想象力，为科研工作者、企业和政府部门提供具有科学性和权威性经验参考。

下一步，各工作组将结合专家意见与讨论内容，进一步完善报告内容，加速推进后续集成工作。此工作汇聚了我国各领域优秀学者的智慧与力量，基于严谨的科学研究，致力于讲述中国协同治理故事，为全球应对气候变化、改善环境质量提供参考，助力全社会、全人类保护地球及其生态系统，平衡资源开发与环境保护，修复和改善人类共同的家园。

“陆地碳汇与碳中和协同减排路径”学术沙龙顺利举办——探索空气污染与气候变化协同治理路径及生态系统固碳潜力，助力我国持续改善生态环境质量，实现碳中和

3月12日，在能源基金会支持下，由中国清洁空气伙伴关系（CCAPP）与2021年CCAPP年度报告“大气成分源汇及减排路径”工作组联合举办的“陆地碳汇与碳中和协同减排路径”学术沙龙于线上顺利召开。本次沙龙为CCAPP2021年第2期学术沙龙，清华大学地球系统科学系副系主任张强教授、关大博特聘教授共同主持活动。

国家发改委能源研究所姜克隽研究员、生态环境部国家气候战略中心战略规划部主任柴麒敏副研究员、中山大学大气科学学院袁文平教授、北京大学城市与环境学院助理教授王旭辉研究员、加州大学欧文分校同丹博士五位专家受邀作主题发言。北京大学城市与环境学院朴世龙教授，中国绿色碳汇基金会李怒云执行副理事长，华东师范大学生态与环境科学学院夏建阳教授，自然保护协

会（TNC）北京代表处张小全首席科学官，中国人民大学环境学院王克副教授，清华大学地球系统科学系刘竹副教授、李伟副教授，北京航空航天大学经济管理学院张少辉副教授，北京理工大学能源与环境政策研究中心康佳宁博士九位专家作精彩点评。

姜克隽研究员以“实现多重目标的能源和经济转型”为题，基于我国能源、产业、经济结构的转型趋势，介绍了实现碳中和愿景的路径和技术需求，并指出实现碳中和已不仅是温室气体减排事务，更是技术创新和经济发展的再布局。各部门应重点加强以可再生能源为基础的电气化进程，助力实现温室气体净零排放、空气质量全面改善等多重目标。

柴麒敏副研究员分享了2020年《中国现代化的新征程：“十四五”到碳中和的新增长故事》报告主要研究成果，该研究由能源基金会牵头，国内外多家研究机构参与。作为主要参与者之一，他从理论层面介绍了未来中国应对气候变化、实现高质量可持续发展的路线图，分享了对煤炭消费达峰和减量化、新能源技术创新、建筑节能减排、低碳交通发展等重要实施路径的设想。

袁文平教授以“面向碳中和的陆地生态系统碳循环评估”为题，介绍了中国陆地碳汇近期估算结果及不确定性，概述了气候变化对陆地碳汇的影响，并提出需关注甲烷、氧化亚氮等其他温室气体排放趋势，以助力实现“气候中和”。袁教授还指出需不断完善定量评估研究，提高模型评估准确性。

王旭辉研究员介绍了“碳源汇评估不确定性探究”的结果，指出区域碳汇不确定性是目前碳汇研究重点，需进一步了解全球碳收支情况和区域碳汇分布，在区分海洋与陆地碳汇的同时，完善区域碳收支定量分析，以更有效地评估陆地生态系统碳汇效应，助力实现碳中和愿景。

同丹博士分享了“未来气候与环境协同减排路径探究”的阶段性研究成果，基于对中国未来排放动态预测模型以及气候环境政策未来协同减排情景的介绍，展示了在不同未来情景下，我国2010年至2050年能源消费与发电结构的变化情况，以及各部门大气污染物和二氧化碳排放的变化趋势。

随后，针对空气污染与气候变化协同治理及生态系统固碳潜力，与会专家进行了深入探讨，指出要实现碳中和愿景，需加速推进能源、产业、交通等部门绿色转型，尤其是提高可再生能源占比并加快零碳及其配套技术的突破和创新。与此同时，应进一步完善我国陆地生态系统固碳能力的评估工作，并有效提升生态系统碳汇能力。因此，需尽快填补区域碳汇数据的缺失，研究气候变化等因素对固碳潜力的影响，并明确生态碳汇对实现碳中和愿景的作用。最后，张强教授指出，希望未来有更多的机会可以加强相关领域的交流与合作，加速推进碳减排工作，助力提升生态系统碳汇能力，实现人类与自然共生共赢。

“结构转型与协同治理路径”学术沙龙顺利举办——从结构转型角度入手，推动实现空气污染与气候变化协同治理

3月18日，在能源基金会支持下，由中国清洁空气政策伙伴关系（CCAPP）与CCAPP2021年度报告“结构转型进展”工作组联合举办的2021年第3期学术沙龙于线上顺利召开。本次沙龙主题为“结构转型与协同治理路径”，清华大学环境学院鲁玺副教授主持活动。

国家发改委能源研究所能源战略中心主任高虎研究员、南京大学环境学院赵瑜教授、清华大学地球系统科学系蔡闻佳副教授、复旦大学全球公共政策研究院钱浩祺副研究员四位专家受邀作主题发言。北京大学能源研究院杨富强特聘研究员、国家发改委能源研究所姜克隽研究员、生态环境部环境工程评估中心大气室主任伯鑫高级工程师、能源基金会工业节能项目韩炜副主任、清华大学能源环境经济研究所张达副教授、科技部中国21世纪议程管理中心副处长张贤研究员、清华大学深圳国际研究生院郑博助理教授、北京科技大学能源与环境工程学院刘俊特聘副教授、清华大学环境学院张少君助理教授、生态环境部环境规划院汪旭颖助理研究员等专家受邀点评。

高虎研究员以“我国能源转型发展形势与趋势”为题，首先回顾了“十三五”期间我国能源发展总体形势，指出“十三五”期间我国能源发展呈现煤炭消费占比下降、非化石能源占比持续增长、风电与光伏装机量增长迅速等特点，随后介绍了碳中和目标背景下未来能源技术发展共识，例如大幅提高能效、加快发展以风电和光伏为代表的清洁能源、电力系统储能与调配成为转型关键、终端领域电气化进程明显加快等。

赵瑜教授介绍了“中国2030年典型碳排放与污染控制政策的空气质量与健康协同效益”，通过构建包括典型行业碳交易和终端电气化在内的能源情景和以全面推行超低排放改造为代表的污染控制情景路径，估算了不同情景下2030年（相较于2015年）我国主要污染物和CO₂排放变化、PM_{2.5}和O₃污染人口暴露水平变化及相应的归因早逝人数变化情况，指出持续调整能源和产业结构将大幅改善空气质量，带来健康效益。

蔡闻佳副教授以“碳减排环境与健康影响的分配效应及其政策反馈”为题，介绍了分配效应研究，即评估减排策略对不同地区、行业和人群的影响。通过分享中国电力行业碳减排健康效益研究等三则相关案例，指出分配效应研究会为碳减排健康影响评估带来新视角和挑战，并进一步说明在制定碳中和技术路径时，应从经济、社会、环境、可持续性等多维度评估不同路径的实施成本与效益，以实现高效、公正转型。

钱浩祺副研究员介绍了“工业部门结构转型：基于环境气候协同效应视角”，通过分析不同工业转型路径发现，提升能效情景可实现直接协同减排效益，“上大压小”情景（即将小规模企业的产能转移至大规模企业）与电气化情景可实现间接协同减排效益，并指出地区与部门间协同减排潜力存在显著差异，以及电气化政策将在未来工业部门结构转型中扮演重要作用。他随后分享了碳交易试点政策效应研究成果，指出该政策通过能效提升途径为试点企业带来了协同减排效益。

随后，与会专家从结构转型的角度，深入探讨了空气污染与气候变化协同治理路径。专家们指出应以碳中和、美丽中国愿景等多重目标为方向，制定和评估协同治理技术路径、支持政策及市场机制；并针对各行业、地区所面对的不同治理挑战，制定因地制宜且具实操性的治理策略。专家们一致认为电网清洁化与终端能源消费领域电气化是实现协同治理的重要抓手，并应同时关注能源公平性及其对人群健康、经济布局的影响。未来需不断优化和拓宽协同治理思路，从建设生态文明和人类命运共同体的高度，推动实现生态环境全面改善，经济社会高质量发展，让全社会安全、健康、幸福地追求美好生活。

“健康影响与协同效益”沙龙顺利召开——探讨空气污染与健康影响、气候变化的健康风险、以及二者协同治理的综合健康效



3月29日，在能源基金会（Energy Foundation China）支持下，由中国清洁空气政策伙伴关系（CCAPP）与CCAPP2021年度报告“健康影响与协同效益”工作组联合举办的2021年第4期学术沙龙于线上顺利召开。本次沙龙主题为“健康影响与协同效益”，北京大学环境科学与工程学院宫继成研究员主持会议。

中国疾病预防控制中心传染病预防控制所主任刘起勇研究员，复旦大学公共卫生学院孟夏副研究员，清华大学地球系统科学系蔡闻佳副教授三位专家受邀作主题发言，北京大学环境科学与工程学院朱彤教授，能源基金会环境管理项目刘欣主任，清华大学地球系统科学系张强教授，中山大学公共卫生学院黄存瑞教授，北京科技大学能源与环境工程学院段小丽教授，中国疾病预防控制中心环境所李湉湉研究员，北京大学环境科学与工程学院戴瀚程研究员，北京大学公共卫生学院薛涛副研究员，北京航空航天大学经济管理学院谢杨副教授等专家受邀作点评。

刘起勇研究员围绕“中国气候变化健康风险及应对策略”作主题发言，首先介绍了气候变化

和极端天气事件对人群健康的影响，指出气候变化导致病媒生物分布区扩大，病媒传播疾病（如登革热）风险增加，极端天气事件（如高温热浪）导致心脑血管等热相关疾病发病、超额死亡风险增加。随后，以“登革热动态决策平台”和“高温热浪与健康风险早起预警系统”为例，他进一步分享了气候变化适应机制研究思路。

孟夏副研究员以“空气污染和温度协同作用的初步探索”为题，首先介绍了PM_{2.5}与O₃对健康影响的交互作用，指出PM_{2.5}和O₃在我国南方地区对急性死亡风险具有潜在的协同效应；随后，分享了温度对空气污染健康效应修饰作用的初步探索，指出高温可能会增加颗粒物的不良健康效应；最后，她指出未来需探索新分析方法和机制，以进一步阐明多种环境因素共同暴露的健康风险。

蔡闻佳副教授以“碳减排的健康协同效益：从评估到反馈”为题，介绍了气候变化对人群的健康影响及相关研究现状。通过分享健康协同效益分别指导煤电淘汰、省级碳减排目标分配两个案例，她指出健康可作为协同治理的抓手，用健康效益指导碳减排政策的制定。最后，她指出未来需进一步研究碳减排的多重健康效益，加强协同效益评估，为政策改进方向和力度提供量化建议。

随后，与会专家学者围绕气候变化与空气污染交互作用的健康影响，协同效益评估，碳减排、碳中和政策路径等内容展开深入交流与讨论。专家们指出，气候变化与空气污染交互作用可对人群健康产生不利影响，需加强交互作用机理研究及其健康影响的评估，并基于包括健康在内的综合效益评估制定和优化相关政策。专家们一致认为，面对气候变化应对和空气污染防治的双重挑战，需坚持“以人为本”，统筹气候变化应对和空气质量改善政策，实现健康等协同效益最大化；建立空气、气候和健康的综合战略体系，识别重大研究问题和政策需求，促进各方交流与合作，优化政策制定。

《粤港澳大湾区“十四五”能源结构优化目标与路径及其环境效益评估》项目开题会顺利召开——为大湾区下一阶段能源结构优化策略的选择提供支撑



2021年1月20日，由能源基金会支持，广东省环境科学研究院开展的《粤港澳大湾区“十四五”能源结构优化目标与路径及其环境效益评估》项目开题会顺利召开，该项目旨在量化评估“十三五”期间能源环境政策实施成效，分析“十四五”期间能源供应体系转型升级目标、路径以及环境效益，为大湾区下一阶段能源结构优化策略的选择提供支撑。会议邀请了中国环境科学研究院柴发合研究员、北京大学环境科学与工程学院谢绍东教授、中国科学院广州能源研究所赵黛青研究员、暨南大学环境与气候研究院副院长王雪梅教授、广东省技术经济研究发展中心于文益研究员等省内外知名专家进行交流研讨。

近年来广东省和粤港澳大湾区空气质量明显改善，大湾区PM_{2.5}率先达标，但臭氧浓度总体仍呈上升趋势，成为首要污染物，下一阶段空气质量持续改善难度较大；同时，在全国2030年碳达峰和2060年碳中和的目标下，广东省和大湾区需要力争提前达峰，也面临很大的压力。能源消费是空气污染物和温室气体排放的主要来源，能源系统的转型升级是改善空气质量，减少碳排放的关键，项目开展大湾区“十四五”能源结构优化目标与路径及其环境效益评估研究有重要意义。

该项目将通过文献调研、现场调研、专家咨询、资料收集整理、模型模拟和数据综合分析等多种技术方法开展研究工作。首先全面梳理“十三五”以来广东省和大湾区各级政府在能源、环境和温室气体减排等方面的工作任务，建立各项工作任务执行效果的参数化方法，核算空气污染物和温室气体的减排量，并采用空气质量模型解析其环境效益；然后以社会经济发展趋势分析为基础，设计不同强度的能源环境政策情景，分析产业、交通和建筑等不同部门的能源消费结构，形成多套能源发展情景并估算对应的空气污染物和温室气体排放；最后以大湾区空气质量和能源消耗指标为约束，参考能源环境政策的协同减排效益，通过不断调整与优化，提出大湾区“十四五”能源结构优化目标，并评估其环境效益。

与会专家和能源基金会代表肯定了团队的工作思路和方法的先进性和前瞻性，一致认为在碳达峰背景下开展大湾区空气污染物与温室气体协同减排研究具有非常重要的意义，对项目工作提出了进一步结合国家和广东省对粤港澳大湾区绿色节能低碳发展要求，为大湾区下一阶段能源结构调整方向、关键目标和策略分析提出具有较好协同效益和可操作性对策措施等方面的研究建议：一是充分利用已有研究成果，分析能源现状和未来能源发展情景；二是通过能源结构优化研究，提出实现碳达峰和空气质量改善的目标与时限；三是充分考虑碳达峰的政策约束和协同促进的效果分析，明确能源消费总量、化石能源消费等重要指标以及碳达峰与空气达标相关工作实施的相互促进作用；四是分析大湾区内重大石化项目对碳排放和空气质量带来的影响，考虑粤港澳协同改善要求下对广东提出的额外减排要求。

《粤港澳大湾区气候协同的空气质量改善战略研究（第一期）》项目顺利结题——提出强低碳情景下空气质量改善路径与方案及深圳中长期多污染物协同治理控制措施



2021年3月29日，由能源基金会支持，北京大学张远航院士团队负责的《粤港澳大湾区气候协同的空气质量改善战略研究（第一期）》项目顺利结题。该项目旨制定粤港澳大湾区中长期气候协同条件下以臭氧和PM_{2.5}为核心的多污染物空气质量改善目标、路径与大湾区臭氧和PM_{2.5}协同改善中长期方案，提出强低碳情景下空气质量改善路径与方案，挖掘温室气体减排潜力，探索创新绿色低碳发展模式方案，并提出深圳中长期多污染物协同治理控制措施。参与本次评审的专家有中国环境科学研究院研究员柴发合，生态环境部环境规划院副院长严刚，广东省环境科学研究院副院长张

永波，香港环境保护署首席主任梁启明，国家发展和改革委能源研究所姜克隽研究员，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心柴麒敏研究员，暨南大学刘绍臣教授、郑君瑜教授，中国气象科学研究院龚山陵研究员。

该项目围绕研究目标，完成了粤港澳臭氧和PM_{2.5}多污染物协同改善目标和减排潜力研究，包括粤港澳区域空气质量现状与二次污染特征、2017年广东省大气污染物排放现状、气象要素对二次污染物的影响、粤港澳PM_{2.5}和臭氧多污染物协同改善目标与减排潜力和粤港澳气候协同空气质量改善路线图与控制战略，完成了强低碳情境下的空气质量改善路径分析和深圳多污染物协同治理控制措施。项目研究内容与取得的成果与研究目标匹配，达到了预期目标，其研究成果将支撑粤港澳大湾区气候协同下PM_{2.5}和臭氧污染的协同防治。

项目通过集成各种研究项目成果和开展专题研究与专家咨询，掌握了粤港澳区域空气质量现状与二次污染特征和广东省高分辨率大气污染物排放源清单，统计归纳总结出近10年珠三角地区气象要素逐年变化对PM_{2.5}和臭氧浓度的影响，通过模型模拟开展了粤港澳PM_{2.5}和O₃多污染物协同改善目标与减排潜力及其达标分析，应用多种模型模拟分析了强低碳情境下的空气质量改善路径分析，开展了深圳多污染物协同治理控制措施研究，提出了粤港澳气候协同空气质量改善路线图与控制战略及其政策建议。

项目研究结果表明，粤港澳大湾区面临二次污染防治（臭氧和PM_{2.5}）的多污染物减排改善空气质量协同温室气体减排的巨大挑战，当前政策情景下粤港澳地区无法实现碳中和目标，1.5度的强低碳情景下碳达峰将于2022年左右达峰，可显著促进各种大气污染物减排，但仍不能在2030年前达到WHO-II标准和实现臭氧达到国家空气质量标准，必须大幅度减排NO_x才是臭氧达标的长期战略，研究结果对粤港澳大湾区应对气候变化和当前臭氧污染问题与制定中长期防治对策提供了重要的决策参考。

与会各方认为，此项目从空气与碳、区域和地方、能源产业活动与环境的协同上开展多维度研究，从区域尺度做出很多前沿性的探索，工作完成度超过任务书要求。建议在未来研究中结合此课题，进一步深入分析粤港澳区域臭氧和PM_{2.5}以及温室气体的行业贡献、一次能源排放贡献基础上，在碳和空气的整合清单及目标驱动、“十四五”及中长期能源指标、重大减排措施的研究设计上进一步深化。

《海南省“十四五”大气污染控制对策研究》开题会顺利召开——为空气质量改善规划和实现生态环境质量居于世界领先水平目标提供科技支撑



2021年2月1日，由能源基金会支持，海南省环境科学研究院负责实施的项目《海南省“十四五”大气污染控制对策研究》项目顺利开题。该项目旨在为海南省“十四五”空气质量改善规划和实现2035年海南省生态环境质量居于世界领先水平目标提供科技支撑。参与本次开题评审会的专家有清华大学郝吉明院士、中国环境科学研究院胡京南所长、北京市环境科学研究院副院长石爱军、北京大学戴瀚程教授、陆克定研究员、广东省生态环境监测中心预报室主任陈多宏、中国科学院生态环境研究中心楚碧武副研究员。此外，海南省生态环境厅大气环境管理处薄毅处长、陈晓明副调研员、吕林贵主任科员等领导也参与了本次会议。

习近平总书记在庆祝海南建省办经济特区30周年大会上的重要讲话和《中共中央 国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》（中发〔2018〕12号）均提出支持海南建设国家生态文明试验区，明确要求到2035年，海南省生态环境质量和资源利用效率居于世界领先水平。“十四五”是开启全面建设海南自由贸易港的第一个五年，也是大力推进国家生态文明试验区建设的重要时期。开展海南省“十四五”大气污染控制对策研究，探讨海南省“十四五”空气质量改善目标及相应的污染物减排策略，可以为海南省“十四五”空气质量改善规划提供技术支撑，同时为今后建立有效的大气污染防控措施奠定基础，保障海南省空气质量持续改善，为实现2035年海南省生态环境质量居于世界领先水平目标提供科技支撑。

该项目从四个方面开展工作，一是对海南省空气质量时空分布特点、污染源排放清单更新和分析及海南省空气质量主要影响因素分析；二是开展“十四五”期间自由贸易港建设对空气质量影响研究；三是开展海南省十四五期间大气污染控制对策研究；四是开展海南省十四五期间产业结构调

整对策研究。

与会专家提出以下建议：一是项目研究可以视野更宽、步子更大一些，包括进一步考虑碳达峰和碳中和的大背景影响，在项目技术路线、研究内容中进一步融入应对气候变化相关工作；二是“十四五”空气质量目标建议进一步考虑气象条件、跨境影响分析，做好不确定性评估；三是注重能源结构（如化石能源向风能、太阳能等可再生能源的转化），交通运输结构调整（统筹考虑航空、船舶、码头柴油货车等交通运输增量影响）的影响，研究生物质能利用方式，推进更清洁、高效、集中的利用，进一步考虑推动石化、水泥、造纸等产业的结构升级；四是针对海南PM_{2.5}及臭氧的形成机理，今后其他课题研究设置中可以考虑深入研究低氮氧化物背景下，NO_x和VOCs协同减排、PM_{2.5}和臭氧协同控制。将海南作为未来情景的对照点开展研究，为低浓度地区减排提供参考。加强广东和海南跨区域联防联控机制研究，推进数据共享，支撑大气污染的精细化管控。

《北京中长期空气质量改善路线图》项目成功结题——区域能源绿色低碳转型是协同应对的关键



2020年12月15日，清华大学环境学院负责的《北京中长期空气质量改善路线图》项目成功结题，能源基金会为本项目提供资金支持。本项目旨在通过制定成本有效的空气质量管理方案，持续改善北京市的环境空气质量，并实现CO₂协同减排。清华大学环境学院郝吉明院士、北京市城市规划设计研究院市政规划研究所仝德良高工、中国环境科学研究院胡京南研究员、交通运输部规划研究院环境资源所徐洪磊所长、北京师范大学环境学院田贺忠教授、北京大学环境科学与工程学院戴瀚程助理教授和生态环境部环境规划院国家环境规划与政策模拟重点实验室薛文博副主任，作为专

家参与此次评审。北京市生态环境局大气处副处长徐向超和郭彦娇出席本次会议。

本项目利用空气质量模型和达标评估模型分析了不同情景下北京市和周边地区在2020~2035年期间的大气污染物和CO₂减排量，预测了不同情景下空气质量改善状况，预测了不利气象条件和区域不同减排力度对北京市空气质量改善的影响，并展望了2050年北京市的空气质量。项目按计划进度开展，研究内容和产出达到课题验收要求，部分产出已经在北京市大气污染防治工作中得到应用，本研究的主要结论如下：

(1) 北京市主要大气污染物仍有较大减排潜力。强化控制情景下SO₂、NO_x、PM_{2.5}和VOCs排放2030年分别减排47%、62%、52%和46%，2035年分别减排69%、78%、61%和54%。

(2) 区域联防联控联治是京津冀及周边地区空气质量持续改善的关键。若周边地区延续当前政策，北京市采取强化控制措施才可能在2030年实现大气PM_{2.5}年均浓度达标；若周边实施强化控制，北京市可望提前五年实现大气PM_{2.5}年均浓度达标。对臭氧而言，只有周边区域和北京市本地均采取较严的强化控制措施才有可能2035年达标。

(3) 要实现单站点达标，需要进一步加强东城区和石景山区的大气污染控制。在2030年强化情景下，各单站点的PM_{2.5}浓度在27.1~35.5μg/m³之间，但东四站和古城站不能达标，东城区需要进一步加大NO_x和VOCs控制力度。

(4) 区域能源绿色低碳转型是北京市及周边地区大气污染和气候变化协同应对的关键。2020年北京市CO₂排放已经达峰，2035年北京市能源消耗总量有望控制在8500万吨标准煤以内，CO₂排放比2020年下降20~30%，并实现“十四五”大气PM_{2.5}年均浓度达标，2025-2030年稳定达标。在强化控制情景下，天津市、河北、山东和山西省碳排放也在2020年达峰之后持续下降。

(5) 对北京市而言，城镇地区清洁取暖具有较好的大气PM_{2.5}改善效益，PM_{2.5}浓度削减达到1.4μg/m³，其次是农村地区清洁取暖。此外，私人小客车电动化与中重型货车电动化实施的效益高于交通领域其他措施。

(6) 气象条件对未来北京市空气质量改善进程有重要影响。在不利气象条件下，要实现北京市大气PM_{2.5}浓度在2030年前达标，则需要北京和周边地区均实施强化控制措施，各项大气污染物相比2017年减排60%以上。不利气象条件下2035年臭氧达标存在不确定性。

(7) 在低碳发展路径下，2035~2050年北京市PM_{2.5}和臭氧将持续改善，但PM_{2.5}和臭氧浓度仍高于世界卫生组织指导值，与世界先进水平有较大差距，说明北京市大气污染防治任重道远。

与会各方针对该研究给出如下建议：一是综合考虑疫情影响和国家碳中和目标，从可达性及措施支撑作用优化梳理相关指标及具体政策措施，结合成本效益分析及协同效果，对措施归类排序形成政策建议；二是结合国家“十四五”规划空气质量目标和2035年“美丽中国”目标，细化北京市不同阶段空气质量目标；三是进一步加大能源总量控制和能源结构调整力度，推进北京市全面电动化的进程。

三、结构转型与部门减排

《“十四五”规划后疫情化危为机加速绿色低碳转型》专家咨询会——推动在后疫情时期向绿色发展新动能转换

为推动“十四五”规划后疫情化为危机加速绿色低碳转型，2020年10月，能源基金会支持生态环境部环境规划院，启动开展《“十四五”规划后疫情化危为机加速绿色低碳转型》项目研究，本项目旨在系统总结评估疫情应对措施对污染排放、空气质量变化影响的基础上，研究经济社会发展形势对我国绿色发展的影响，分析我国绿色低碳转型面临的挑战及政策建议，为国家同时摆脱疫情影响并加速低碳转型提供支持。

2021年2月2日，项目组召开专家咨询会，对项目进展及初步研究成果进行了介绍。来自国务院发展研究中心、国家发改委宏观经济研究院、北京师范大学、中国科学院科技战略咨询研究院及生态环境部政策研究中心的领导和专家出席本次会议。

能源基金会环境管理项目主管钱文涛介绍了会议召开的背景和目的，说明了课题基本情况，强调了在“十四五”期间、后疫情背景下仍需要加速绿色转型及其重要意义。国家发改委宏观经济研究院刘雪燕研究员分析了当前宏观经济形势及未来趋势展望。生态环境环境规划院秦昌波研究员介绍了《“十四五”规划后疫情化危为机加速绿色低碳转型的研究进展》，对“十四五”时期经济与社会、产业发展、人口、城镇化发展趋势及能源消费等方面进行预测分析，并为能源领域低碳转型指出方向。然后，中国科学院科技战略咨询研究院刘宇研究员也分享了《基于动态CGE模型分析的2060年中国碳中和排放与经济影响研究》。

随后，与会专家对汇报进行了讨论，并结合各自领域研究成果进行了交流。专家们一致肯定了该课题在经济发展情景和基于中长期尺度对关键指标的初步研判，并建议课题组进一步考虑外部环境变化带来的影响，强化经济增长情景与能源发展情景的整合，对绿色低碳转型的考虑建议突出绿色技术的投资引导性政策。最后，钱文涛主管对与会人员表示感谢，总结了下一步的修改意见以及未来重点研究需求。

《“十四五”期间石化行业 VOCs 排放与碳排放协同控制策略研究》顺利开题——助力石化企业 VOCs 与碳协同减排



2021年2月2日，由能源基金会支持，北京国环清华环境工程设计研究院有限公司承担的《“十四五”期间石化行业VOCs排放与碳排放协同控制策略研究》项目顺利开题，该项目旨在调研国内典型石化企业，掌握石化的VOCs排放水平及控制现状、碳排放水平及碳减排现状，通过资料收集及现场调研，分析我国石化行业VOCs减排潜力及碳减排路径，研究我国石化行业VOCs减排与碳减排协同控制策略。参与本次开题会评审的专家有清华大学院士贺克斌教授，中国环境科学研究院张国宁研究员，生态环境部环境工程评估中心正高工伯鑫，中国石油和化学工业联合会程丽鸿处长，中油气候投资管理有限公司于景琦研究员，上海市环境科学研究院张钢锋副研究员，北京市环境保护科学研究院李国昊副研究员。

该项目旨在针对工业源中VOCs和碳排放大源石化行业为，结合行业发展现状，分析中国石化行业VOCs和碳排放特征，探讨石化行业VOCs与碳排放管控面临的不协同问题，从而提出“十四五”期间石化行业VOCs与碳排放协同控制的研究方向。研究将重点围绕三部分开展：一是对国内外典型石化企业现状调研：将选择燕山石化、天津石化、上海石化和惠州石化四家典型千万吨炼化一体企业为研究对象，开展VOCs排放及碳排放水平现状调研，并针对国外一流石化企业VOCs和碳排放协同减排经验开展调研；二是VOCs和碳排放强度核算：基于《石化行业VOCs污染源排查工作指南》，开展储罐、装载、设备及管线动静密封点、污水处理站、有组织排放等12类源项VOCs排放量核算；基于北京地标《二氧化碳排放核算和报告要求石油化工生产（DB11/T1783-2020）》，开展化石燃料燃烧、工业生产过程、外购电、外购热等4大源项碳排放量核算；三是世界一流石化企业VOCs与碳排放协同控制指标构建：将基于我国典型企业VOCs与碳排放控制现状和世

界先进企业现状，筛选VOCs和碳排放协同管控相关指标，采用指标权重赋分方，从能源消耗、工艺装备、VOCs排放控制、碳排放控制等方面构建石化企业VOCs与碳排放协同控制指标体系。

与会各方认真听取了课题组的开题汇报，认为该项目研究目标明确，内容充实，方法合理，对于实现改善空气质量与应对气候变化的协同管控目标具有重要意义，并建议课题组加强以下几个方面的工作：一是进一步梳理石化行业VOCs和碳排放的源项，聚焦协同治理潜力分析；二是进一步重视结构调整在协同减排中的作用分析；三是充分借鉴VOCs和碳减排策略的相关国际经验。

《北京工业园区 VOC 管控新技术与政策研究》中期评审会顺利召开——支持北京市制定有效合理的工业园区 VOCs 管控政策

2020年9月16日，由能源基金会支持，英环（上海）咨询有限公司承担的《北京工业园区 VOC 管控新技术与政策研究》项目中期评审会于线上召开。该项目旨在将国外经验与北京市工业园区情况相结合，提出监测、管控技术、行政管理、执法等方面的意见和建议，以支持北京市制定有效合理的工业园区 VOCs 管控政策。北京大学环境科学与工程学院谢绍东教授，解放军防化研究院栾志强研究员，中国环境科学研究院张国宁研究员，生态环境部环境规划院宁淼研究员，北京市环境保护科学研究院聂磊研究员，上海市环境科学研究院张钢锋高级工程师，北京国环清华环境工程设计研究院朱帅副院长作为专家参与了项目中期评审。该项目属于北京市生态环境局与能源基金会战略合作协议子项目，北京市生态环境局科技国际处、大气处领导参与了本次会议。

会上，英环（上海）咨询有限公司高级顾问艾濛对该项目阶段进展进行汇报，重点介绍项目组在研究工作计划框架下，已完成了对北京重点工业园区的实地调研，了解并初步分析园区 VOCs 排放和管控的现状情况，包括调研案例园区重点企业的 VOCs 排放、监测、管理情况，及现有减排措施的落实程度；并对国外工业园区 VOCs 管控先进经验及技术进行研究和梳理，以美国的德克萨斯州和加州为重点，结合其他国家和地区，如欧盟、日本、香港等的管控现状和经验的调查梳理，认为美国特别是加州、德州对于工业园区的 VOCs 排放管控，在排放监测、溯源、行政管理方面斗鱼我国现阶段管理思路较为一致；此外，基于国际经验和现场调研，项目组初步提出对北京市工业园区 VOCs 排放管控政策及技术的建议，并初步形成北京市工业园区 VOCs 管控的政策路线及管控技术建议。

与会各方认真听取了项目组的汇报，肯定了阶段工作及初步成果，并建议项目组：一是进一步梳理北京市重点园区的排放特征和环境管理工作现状，以及现阶段遇到的挑战，选择典型工业园区进行深入调研；二是加强 VOCs 监测、监管与治理新技术的调研和评估，更加重视精细化环境管理措施的研究，并进一步细化和梳理约束性及激励性政策的应用。

《机场排放管控和可持续发展的国际经验》顺利开题——为北京市两大国际机场制定排放清单、减排策略、和可持续发展规划提供参考

2021年1月7日，由能源基金会支持英环（上海）咨询有限公司项目——《机场排放管控和可持续发展的国际经验》顺利开题。本项目旨在梳理总结机场排放清单建立和进行空气质量模拟的指南、方法、和工具，以及代表性的国际机场的对于首要空气污染物和温室气体的减排策略和可持续发展策略，为北京市两大国际机场制定排放清单、减排策略、和可持续发展规划提供参考。北京市生态环境局科技国际处、大气处、机动车处相关领导、中国民航科学技术研究院研究员贾全星、北京市应对气候变化研究中心副主任于凤菊、清华大学核能与新能源技术研究院助理研究员周玲玲、香港环保署雷国强博士、北京市环境保护科学研究院薛亦峰高工、广东省环境科学研究院朱倩茹高工、能源基金会环境管理项目组及交通项目组同事出席本次会议。

英环（上海）咨询有限公司高级顾问艾濛代表项目组对此课题进行讲解。航空业和机场运营可以产生各种空气污染物包括前体物。随着旅客出行量和货物运输量的增加，与航空和机场运营相关排放的影响意义将会随之增加。北京尤其如此，北京首都国际机场已跻身全球20个最繁忙的机场之一，北京大兴国际机场于2019年9月运营，未来年旅客保有1亿人次，可与北京首都国际机场相媲美。因此，有必要评估当前和未来机场排放对本地空气质量的潜在影响和相关管控措施，并协助北京的两大国际机场适时建立一套系统的策略，进一步降低其空气质量/气候影响，并保证其长期的可持续发展。本项目将参考国际上其他大型机场在空气质量/气候和可持续发展上所做的工作，对相关工作进行梳理总结，同时考虑到北京机场的实际情况，提出可行建议，为北京市两大国际机场制定排放清单、减排策略、和可持续发展规划提供参考。

本项目将分两个阶段进行：第一阶段将研究常规污染物和温室气体排放清单和扩散模型的相关指南、方法、和工具。这包括对于美国联邦航空局、国际民航组织、及欧洲空管局的相关指南及工具，并通过与北京环科院对接、与机场方面谈和/或现场调研（如果可行）的方式了解两机场的运行现状、为了实现大气/气候/可持续目标所实施或计划实施的策略，以及潜在的限制或挑战；第二阶段将收集梳理至少10个机场（包括8国际大机场和2个中型机场）的减排措施和可持续发展方案及报告，起草和完成项目报告。

对此与会各方针对未来研究提出以下建议：一是明确机场排放清单计算及减排策略应用方面对于边界的考量；二是侧重常规污染物和温室气体排放计算、协同减排的策略分析和整合；三是进一步调研国际机场和周边的大气污染物浓度监测和数据公开机制，以及机场对区域空气质量影响的评价机制；四是结合北京和国内机场的实际情况，考虑国际机场减排和可持续发展经验在北京的可行性，并为北京机场减排方案提供近期和远期的相关建议。

《基于大气污染防治目标的陕西省“十四五”时期能源结构和产业布局调整对策研究》项目开题会——支持陕西省“十四五”大气环境质量持续改善、推动绿色低碳发展

2021年2月2日，能源基金会支持的《基于大气污染防治目标的陕西省“十四五”时期能源结构和产业布局调整对策研究》项目顺利开题。该项目由陕西省环境科学研究院负责实施，来自国务院发展研究中心、生态环境部环境规划院、生态环境部国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、儿童投资基金会、陕西省环境科学学会的专家出席本次会议。

该项目旨在全面分析“十三五”时期陕西省环境空气质量、能源结构和产业布局现状的基础上，设定能源结构与产业结构的不同情景，结合“十三五”时期减排措施成本效益分析结果，研究并提出最优的大气环境质量目标、能源结构与产业布局组合的建议。并综合考虑经济、社会、环境多重效益的约束，提出基于全省大气污染防治目标的能源结构与产业布局调整对策建议。

与会专家对汇报进行了讨论，专家肯定了项目组形成的总体研究框架，并建议：一是建议加强与宏观经济、产业经济、能源主管部门的沟通交流，准确把握陕西省“十四五”时期经济和能源发展形势，密切关注中央政府及部门关于区域及能源发展等政策对陕西的影响，二是统筹考虑陕西生态环境及能源资源基地的影响，尤其是石油化工、煤化工等高耗能行业的增量能耗指标、存量去产能问题的处理，以及对应的环境影响；三是结合陕西省及各地市碳达峰行动计划对产业的要求，分析工业及内部结构对环境治理及碳减排的影响，明确产业升级、结构调整与控污减碳目标，并系统考虑“十四五”、中期碳达峰、长期碳中和的协同。最后，能源基金会也就细化研究思路、纳入生态文明及碳达峰需求、情景设置及加强与相关部门交流与沟通提出了相关建议。

下一步，项目组将根据专家意见，完善项目设计，尽快开展研究工作。

四、散煤治理

《中国农村清洁能源体系及支撑技术研究》开题会成功召开——提出并构建我国农村清洁能源系统的关键支撑技术体系及政策建议

2021年1月29日，由能源基金会，清华大学的《中国农村清洁能源体系及支撑技术研究》项目顺利开题，本研究拟对我国农村地区的用能现状及由于能源使用带来的碳排放、环境污染问题进行全面分析，提出我国农村清洁能源体系构建的关键问题；在此基础上研究我国农村清洁能源体系发展方向，提出并构建我国农村清洁能源系统的关键支撑技术体系及政策建议，为相关部门决策提出支持与建议。全国能源基础与管理标准化技术委员会副主任白荣春、中国建筑节能协会会长武涌、中国沼气协会秘书长李景明、北京热力集团副总经理刘荣、生态环境部环境规划院高级工程师宋玲玲、山西省生态环境局大气处副处长吴丽玲和张家口市生态环境局副局长赵强等多位专家出席本次会议。能源基金会环境项目和城市项目的代表也参加了会议。

清华大学杨旭东教授代表课题组首先介绍了项目的基本情况。项目将从三方面开展研究，包括：中国农村可再生能源资源现状与关键问题研究、农村煤改清洁能源规划配置和工程技术标准化研究和中国农村清洁能源体系转型的综合影响分析。将针对我国城镇能源来源种类与途径、能源转化方式与类型、能源消费模式与类别等能源结构体系的各个环节，构建中国农村能源应用图谱。确定我国农村能源应用体系的基本元素，明确我国农村能源应用各部分构成之间的关联关系，凸显能源应用中的关键问题与改进要点，讨论农村实现“无煤化”的重要性、必要性及技术解决方案，提出我国新一期农村清洁供暖的规划框架、分地区农村清洁能源供应的设计框架，给出中国农村清洁能源体系的发展路线图。开展因地制宜的农村煤改清洁能源规划原则及配置方案研究。项目还将对我国典型地区如青海、晋北、冀北开展实地调研。针对不同地区、不同类型的农村建筑，从建筑实际使用的特点分析入手构建切合实际的农村建筑清洁取暖节能指标体系和农村建筑实际运行用能的评估指标体系。以及在我国争取碳排放2030年达峰，2060年实现碳中和及2030年大部分城市空气质量达标目标的指导下，按阶段规划我国近、中、远期农村能源系统方案，对中国农村未来清洁能源转型发展提出不同情景。基于中国农村能源排放综合分析模型，全面分析不同阶段不同情景下的中国农村能源消耗、碳排放、污染物排放等。并为下一阶段的清洁取暖行动方案、分地区的农村清洁能源供应设计框架等提出政策建议。

对此，与会专家建议：一是在技术路线方面，应匹配未来农村人口和用能总量下降的趋势，进行进一步的梳理；在主要研究内容方面，除了生物质能源和屋顶光伏外，还应考虑太阳能光热和农村生物质沼气的研究，并重点研究商业模式。将课题研究上升到国家重点工程或行动进行推动，通过国家政策解决农村的问题，实现零碳村镇的可持续发展；二是应突出重点，抓住关键问题、主要矛盾，逐步解决农村能源问题。在研究方面，应立足于生物质能，结合多种技术、手段，通过资源、技术整合提出多种技术方案综合解决农村能源问题。同时课题研究内容应体现工业反哺农业、城市支持农村方面的那日容，并明确基础设施建设和维护成本由谁来承担。课题的研究成果不仅

要为中国政府提供建议，也应成为其它发展中国家农村能源方面发展提供建议；三是课题研究首先要明确农村定义范围，其次体现顶层设计的思路，形成以碳排放为标准的科学的界定清洁能源的体系，对各项技术带来的碳排放量进行科学的预测和分析，同时体现农村清洁能源在碳达峰、碳中和的贡献率；四是农村生物质研究除了成型燃料之外，还应考虑农林秸秆、农村垃圾污水都可作为能源生产的资源，其次利用遥感分析生物质分布时应排除饲料用、生物质电厂等已利用的生物质资源，建议对北方地区做一些分区，提出因地制宜的农村能源发展建议。此外要考虑城乡能源如何统筹以保证安全性，生物质成型燃料除了满足农村自用外，也要供应城市工业；课题除了研究近期之外，也应考虑远期城镇化发展村庄布局改变，撤村上楼后能源系统如何调整；农村能源相关技术进步后，原有高成本技术是否未来变得可承受，能够承担一定的能源比例；最后政策方面课题宜为产业发展提出建议，并明确行业标准，以提高农村能源发展的可持续性。同时研究内容分成两个层面，对试点城市和非试点城市提出不同的技术路径，给出明确的路径适用条件。

《京津冀散煤治理实施评估分析》项目中期会顺利召开——建议加强散煤治理的系统性和科学性，提升环境效益并实现可持续性发展



2021年3月25日，由能源基金会支持北京市煤气热力工程设计院有限公司负责的《京津冀散煤治理实施评估分析》项目顺利召开中期会。该项目旨在通过开展系统的散煤治理实施效果评估，识别问题，分析原因，总结经验，提出系统的技术路线优化方案和实施指导，探讨政策机制的调整和完善，对加强散煤治理的系统性和科学性，实现环境效益与可持续性发展具有重要意义。该项目属

于北京市生态环境局与能源基金会战略合作协议子项目，北京市生态环境局科技国际处、大气处领导，能源基金会项目副总裁李洁博士参与了本次会议。参与本次评审的专家有河北省环境科学研究院院长冯海波，北京燃气技术信息部教授级高工白丽萍，清华大学杨旭东教授，京能集团研究院投资部教授级高工陈吟颖，国家电网产业投资基金公司赵文瑛博士，北京电力经济院配网室主任张帆博士。

京津冀地区是散煤治理的核心区和先行区，早在二十世纪九十年代，京津冀地区就开始散煤治理的相关工作，在政策制定、推广方式、技术路线方面做出了一系列的探索和实践。北京是全国最早开展煤改气的地区，二十多年来，产生了显著的环境效益。

在民用散煤治理的推进过程中，京津冀地区取得了积极成效，但依然存在一定的问题和不足。主要表现在三个方面：一是缺乏系统性的散煤治理阶段性回顾和评估，二是缺乏全面的技术路线优化和指导，三是缺乏持续的政策优化和机制探析。

本研究通过理论分析、系统调研与咨询研究，对京津冀地区散煤治理实施进行详细深入的评估，客观评价和反映京津冀地区散煤治理的水平和效果，提出不同技术路线的选择策略和实施原则，提出政策优化和机制探索的方向。本研究成果将积极推进京津冀及周边地区散煤治理政策的深化落实，加强散煤治理的系统性和科学性，为广大居民提供安全、可靠、舒适的清洁供暖，满足人民日益增长的美好生活需要，提高广大群众的满意度。有利于京津冀及周边地区加强生态环境保护，打好污染防治攻坚战，打赢蓝天保卫战，助力“美丽中国”的建设。

会上，与会各方建议，一是进一步核实散煤削减量、农村清洁取暖户数等基础数据，二是完善技术路线评估，针对不同场景提出合适技术路线选择，三是分析农村建筑节能对散煤治理影响，四是提出农村散煤治理长效机制政策建议，五是加强实地调研，对煤改清洁能源实际问题进行深度挖掘，完善技术路线评估。

“散煤治理策略和路径”学术沙龙顺利举办——探索我国未来散煤综合治理的整体策略与技术路径

2021年2月6日，在能源基金会支持下，中国清洁空气政策伙伴关系（CCAPP）2021年第1期在线学术沙龙“散煤治理策略和路径”顺利举办。本次沙龙旨在探索我国未来散煤综合治理的整体策略与技术路径，交流讨论农村空气污染问题及健康危害、农村清洁能源体系、清洁取暖政策等具体内容，助力空气质量持续改善、气候变化应对协同推进。能源基金会环境管理项目主任刘欣主持了活动。

清华大学地球系统科学系张强教授、能源基金会项目副总裁李洁博士致辞。张强教授指出散煤直烧能源效率较低，也会导致严重的空气污染（尤其是室内空气污染），在气候变化应对与空气质量持续改善协同推进的背景下，深化散煤治理至关重要，可带来环境、气候与健康的协同效益。

“十四五”期间，需形成多方合力深化散煤治理。李洁博士从应对气候变化、实现环境与经济可持续发展的角度，指出相较于电煤、工业煤治理，散煤治理难度较大，强调深化散煤治理极为重要。

北京大学城市与环境学院陶澍院士、生态环境部环境规划院环境与能源政策研究室主任陈濂君正高工、清华大学建筑学院副院长杨旭东教授及生态环境部环境规划院环境保护投资绩效管理中心主任程亮高工四位专家分别作了主题发言。生态环境部大气环境司固定源处处长王凤，北京市动力协会名誉主任、北京北控能源投资有限公司原总经理段洁仪教授级高工，中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所副所长徐东群研究员，中国环科院大气污染源排放与控制对策研究室主任薛志钢研究员，国网能源研究院唐伟高工及中投保亚行项目中心负责人段秀梅高级经济师等多位专家受邀作精彩点评。

陶澍院士以“我国燃煤排放的健康危害”为题，阐述了1970—2014年我国及污染物排放的动态变化及其驱动力，指出生活源燃煤对PM_{2.5}污染暴露（尤其是我国农村地区室内PM_{2.5}污染暴露）的贡献较大，带来较大的健康危害。在未来散煤治理过程中，需进一步研究和分析“双替代”等清洁取暖措施带来的降低污染、减少暴露、改善健康等不同维度的效益。

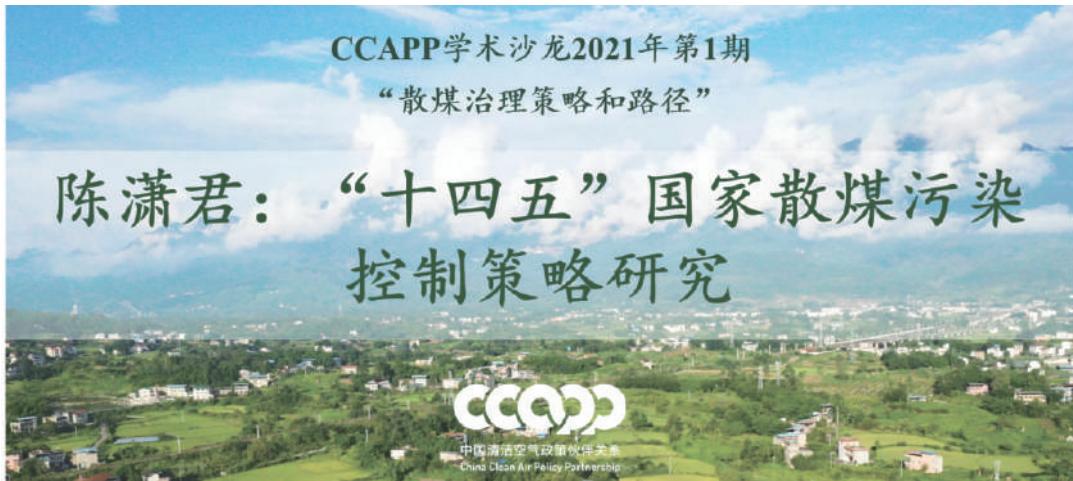
陈濂君正高工分享了“‘十四五’国家散煤污染控制策略研究”的阶段性研究成果，介绍了我国北方地区清洁取暖的财政支持政策及最新进展，指出“十四五”期间应按照因地制宜、技术可持续、经济可行、统筹节能与清洁能源替代等原则，持续推进北方地区清洁取暖。

杨旭东教授以“我国农村清洁能源体系及支撑技术”为题，回顾了我国农村建筑用能现状、北方清洁取暖试点行动进展及成效等内容，并结合实际案例详细介绍了北方农村清洁取暖的主要模式与关键技术。研究通过摸清农村建筑碳排放情况，构建能耗需求、能源开发、建筑能耗与碳排放等多种情景，分析了我国农村低碳发展路径及潜力。

程亮高工围绕“北方地区冬季清洁取暖试点政策及实施效果”，介绍了我国清洁取暖国家层面和试点城市发布的相关政策，指出近年来我国清洁取暖试点政策在促进供暖清洁化、改善空气质量等方面取得诸多成效，但目前仍存在资金来源单一、农村建筑节能改造投入偏低等问题，并对持续推进清洁取暖工作提出思考与建议。

随后，与会专家对散煤治理驱动力、具体技术路径、协同效益等内容进行了深入交流与讨论。专家们一致认为，在应对气候变化和持续改善空气质量的大背景下，散煤治理驱动力大幅增强，需加快开展减排情景分析等研究。在治理策略上，应形成能源、建筑、环保、经济与财税等部门多方合力，合理分配目标责任，确保散煤治理策略全方位落实。具体路径方面，在持续推进清洁取暖等措施同时，需同步推进农村建筑节能，减少用能需求，推广电气化，发展分布式可再生能源等，并通过政企合作建立长效机制，利用市场机制、结合商业模式推动相关政策措施的长久落实。此外，散煤治理可带来较高的健康效益及气候效益。

散煤沙龙 | 陈潇君：“十四五”国家散煤污染控制策略研究



散煤治理是我国大气污染防治的重点工作之一。近年来，我国冬季取暖重点地区制定实施了一系列散煤污染控制的政策措施，有效降低污染物排放，改善室内外空气质量，保护我国公众健康。在总结“十三五”散煤治理经验的基础上，制定“十四五”散煤治理目标及推进策略、研究散煤治理技术路线并提出配套政策建议，对科学合理制定“十四五”散煤治理方案、提高散煤治理综合效益至关重要。

一、“十三五”期间“2+26”城市清洁取暖工作进展

为评估“十三五”期间北方地区清洁取暖工作进展，生态环境部环境规划院研究团队通过实地调研等方式收集了京津冀及周边地区“2+26”城市散煤消费户数、户均用煤量和排放系数等数据，并结合卫星遥感、大数据等技术精细化表征活动水平，编制了高分辨率“2+26”城市大气污染物散煤排放清单。

2016年至2019年，“2+26”地区民用散煤改造累计超千万户，其中河北省完成散煤治理户数最多，占“2+26”城市改造户数的45%。通过分析散煤替代情况发现，北京、河南主要以煤改电为主，河北和山东主要以煤改气为主，选择不同的技术路线主要受气候特征、能源供应、供暖需求和能源价格等因素影响。

通过计算散煤替代实现的污染物减排量，研究团队使用大气污染物计算模型CAMx分析了“2+26”城市散煤治理所带来的环境效益。研究发现，2016年至2019年清洁取暖改造对采暖季PM_{2.5}浓度改善贡献显著，“2+26”城市散煤相关PM_{2.5}浓度下降一半左右，其中煤改气贡献约60%。

二、“十四五”期间散煤治理策略及政策建议

为了强化散煤治理的污染物减排和空气质量改善效益，“十四五”期间建议持续推

进北方地区散煤替代工作。因地制宜，推行技术可持续、成本可负担的清洁取暖方式，加强居民生活、冬季取暖以及农业生产的散煤替代力度。对不同地区分类施策，一是建议大气污染防治重点区域平原地区散煤全部清零，并逐步推进山区散煤清洁能源替代；二是建议开展东北、西北地区城镇清洁取暖工作，对冬季燃煤污染较重城市加强农村散煤替代；三是建议对已完成清洁取暖工作的地区加强监督检查，防治散煤复烧。在扩大清洁取暖实施范围时，应综合考虑空气质量改善需求、散煤燃烧污染贡献、清洁能源供应情况以及地方工作基础和财政能力等因素。

此外，优化财政支持政策对持续推进清洁取暖工作至关重要。为确保清洁取暖改造用户不返煤、温暖过冬，建议对试点地区改造完成的农村清洁取暖用户实行专门的运行补贴政策，使得清洁取暖运行补贴与散煤取暖成本基本相当。建立中央、省市县以及居民共同分担成本的机制，中央财政补贴逐步退坡，避免出现断崖式运行补贴取消的现象。资金安排突出精准性，切实补助最需要的群体，并重点向农村特困人群倾斜，确保农村居民用得起、用得好，提升农村居民获得感与幸福感。

清洁取暖工作已取得显著成效，但散煤燃烧污染治理仍任重而道远。在推动室内外空气质量全面改善及实现碳达峰、碳中和的目标背景下，“十四五”期间应不断优化和完善清洁取暖策略及相关支持政策；在保障和改善民生的基础上，有效推进能源替代，大幅减少空气污染物和二氧化碳排放，实现减污降碳协同效应。

专家介绍：

陈濂君 生态环境部环境规划院 环境与能源政策研究室主任、正高工

【CCAPP 秘书处根据会议记录整理发布，如需转载或引用，请注明“作者，文章名，发布平台：中国清洁空气政策伙伴关系CCAPP，发布日期”。】

【文中图片来源：演讲者PPT，其他图片来源：网络】

散煤沙龙 | 杨旭东：中国农村清洁能源体系及低碳发展路径

2016年以来，我国出台并实施一系列清洁取暖政策、开展北方地区冬季清洁取暖试点等工作，在提高农村地区清洁取暖率、减少重污染天气等方面取得显著成效。面对持续改善空气质量、实现碳达峰与碳中和的双重任务，分析我国农村清洁取暖工作进展及成效，并进一步探索农村低碳发展路径的意义重大。

一、我国农村清洁取暖工作进展及成效

我国清洁取暖工作推进成效显著，但仍存在技术路径不够优化、初投资或运行费用过高、地方政府财政补贴不堪重负等问题。为解决上述问题，清华大学建筑节能研究中心成功探索、构建了农村清洁取暖的“四一模式”，并在部分地区成功试点。

“四一模式”：农村清洁取暖合理化模式的成功探索

“四一模式”也可称为“适宜模式”，该模式以清洁、节能、低碳、舒适为目标，以“百姓能承受、政府能承受、资源能承受”为约束，目前已在河南、山东等地成功应用，为我国北方地区清洁取暖工作整体推进提供了可复制性样板。

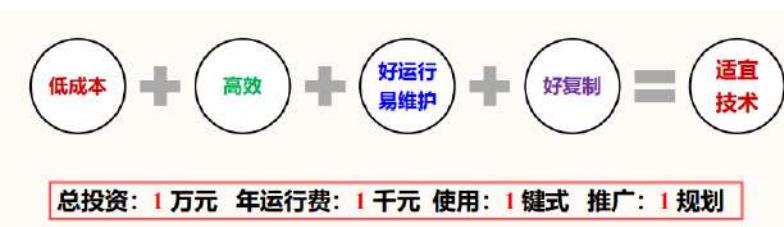


图1 我国北方农村清洁取暖“四一模式”示意图

“靶向按需保温”：农村清洁取暖合理化模式的核心技术

在突破与创新的引领下，“四一模式”的各支撑技术均具有低成本、高效率、好运行、易维护、好复制等特点，例如农村住宅“靶向按需保温”改造技术。该技术以“大用大保（温），小用小保，不用不保”为原则，根据实际需求，对墙面、门窗、屋顶等主要建筑围护结构进行保温优化改造，其实施成本较低、可行性高，且实施后节能效果明显。

二、我国农村低碳发展路径

为实现碳达峰与碳中和气候目标，在持续推进现有清洁取暖工作的基础上，应进一步探索农村低碳发展路径。在“煤改电”“煤改气”项目带动下，农村能源结构和用能方式逐渐转型，但实现农村低碳发展的关键在于能源结构由高碳向低碳的彻底转变，并以此为基础，探索以建筑节能和清洁能源相结合的低碳发展路径。

1. 建设分布式农村清洁能源体系

相较于传统能源，生物质、光伏等清洁能源的使用可大幅降低污染物与温室气体排

放，带来环境、气候与健康协同效益。未来，农村地区需建设分布式清洁能源体系及应用形态。

具体来讲，生物质能不仅可满足农村炊事和取暖用能需求，还可输出零碳燃料，因此未来需建立生物质能收集、加工、储、用一体的分布式能源体系。此外，应尽快实现生物质能商品化，创建商品化供用网络，增强发展韧性和应用可持续性。农村光伏发电潜力较大，可同时满足农村建筑、交通、农机等用电需求，未来应以村镇为单位建立分布式电力发、储、用一体化系统，推动农村全面电气化。

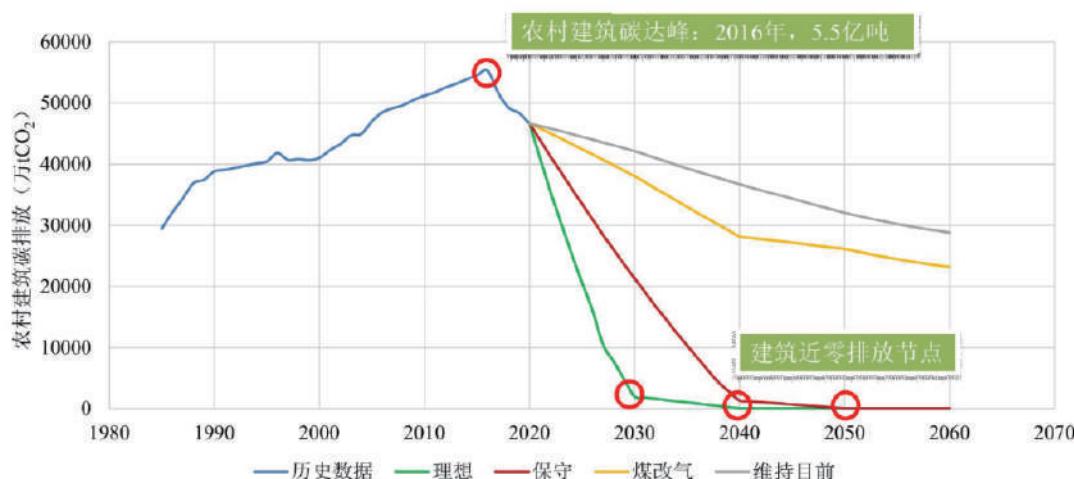
2. 探索农村建筑低碳发展路径

为探索我国农村建筑低碳发展路径，清华大学建筑节能研究中心设计了四种农村能源需求侧发展情景，即理想、保守、煤改气和维持现状情景（表1）。每种情景设定考虑了消除散煤、改造建筑结构、加大生物质与光伏能源占比三种措施及其阶段性目标。

表1. 农村能源需求侧发展的四种情景

| 能源需求侧发展情景 | 农村消除散煤时间节点 | 农村采暖建筑围护结构改造情况 | 农村采暖和炊事用能中生物质和光伏电占比 |
|-----------|------------|----------------|---------------------|
| 理想情景 | 2030年 | 2030年达到30% | 2030年达到70% |
| | | 2060年达到90% | 2040年达到100% |
| 保守情景 | 2040年 | 2030年达到10% | 2030年达到30% |
| | | 2060年达到30% | 2050年达到100% |
| 煤改气情景 | 2040年 | 不改 | 无 |
| 维持现状情景 | 无 | 不改 | 无 |

分析结果表明，2016年我国农村已实现建筑碳排放达峰，但实现净零排放仍任重道远。理想情景下，我国农村可于2040年实现建筑近零排放；保守情景下，2050年可实现建筑近零排放（图2）；而煤改气和维持现状情景均无法实现建筑近零排放，到2060年建筑碳排放量仍为2亿吨左右，与碳中和愿景不符。



因此，需从农村能源替代、建筑节能、清洁能源发展等方面发力，科学研究农村建筑低碳发展路径，助力我国实现碳中和愿景。

三、农村低碳发展未来展望

面对气候变化与空气污染协同治理的新形势，我国不仅需解决农村地区取暖、去煤和治霾等现存问题，更需着眼未来，聚焦清洁能源和建筑节能，构建农村清洁能源体系，探索农村低碳发展路径，推动农村低碳发展，助力改善农村生态环境、提高农民生活水平以及实现国家碳中和愿景。

专家介绍：

杨旭东 清华大学建筑学院 副院长、教授

【CCAPP秘书处根据会议记录整理发布，如需转载或引用，请注明“作者，文章名，发布平台：中国清洁空气政策伙伴关系CCAPP，发布日期”。】

散煤沙龙 | 观点汇聚，“十四五”散煤治理策略和路径研讨

2021年2月6日，在由能源基金会支持、中国清洁空气政策伙伴关系（CCAPP）主办的“散煤治理策略和路径研讨”学术沙龙上，针对“十四五”及碳达峰、碳中和背景下的散煤治理策略路径，各方专家主要提出以下四点建议：

一、巩固京津冀等重点区域“十三五”清洁取暖工作成果，持续改善空气质量，助力实现碳中和愿景。

二、加强非重点区域散煤治理研究，制定因地制宜的治理方案，助力“十四五”期间在更大范围内推动清洁取暖改造。

三、探索基于可再生能源的清洁取暖技术路径，如利用生物质和光伏发电等，并鼓励先进地区先行先试，助力推动农村地区低碳发展。

四、提升清洁取暖可持续性，可通过完善扶持政策、提供运行补贴、建立健全长效市场机制等方式，助力高效、可持续的清洁取暖改造。

王凤 处长

生态环境部大气司固定源处

针对“十四五”散煤治理的工作重点，提出以下三点思考和建议：

一、在信息收集层面，可进一步了解东北、西北等非重点区域的情况，尤其是散煤数量和分布，以及推行清洁取暖的经济性和技术可行性，并以此为基础制定因地制宜的清洁取暖策略。

二、在技术路径层面，推广集中式生物质利用，通过管网统一供热，以减少分散替代模式下散煤复烧的可能性、降低监管难度。

三、在政策支持层面，通过提供财政补贴、建立市场机制等方式，指引、支持散煤治理，提高居民对清洁取暖的认知和支持度。

段洁仪 教授级高工

北京市动力协会名誉主任、北京市北控能源投资有限公司原总经理

城市和农村地区的取暖可承受支出差异较大，如照搬城市散煤治理模式，则很难保证农村地区清洁取暖改造的可持续性。因此，农村地区推行清洁取暖须合理评估、因地制宜，避免“改完再改”等现象。

“十四五”期间，建议农村地区清洁取暖工作在以下三方面有所侧重：一是加强农村建筑节能改造；二是构建“政府推动+专业化公司运营+用户可承受”的可持续商业模式；三是优化基于清洁能源的技术路径，推广使用生物质和光伏发电。

徐东群 研究员

中国疾病预防控制中心

环境与健康相关产品安全所副所长

从农村地区民众健康、社会公平性的角度思考，针对“十四五”散煤治理工作提出三点建议：

一、完善农村地区空气污染监测体系，通过建立空气质量监测网络等方式弥补数据和分析的缺失。

二、探索生物质燃料供暖并以此创造就业机会的可能性，集中形成产业，充分利用秸秆、灌木等生物质燃料资源。

三、设立清洁取暖示范点，总结梳理成功经验，并制定落实相关政策，优化补贴方式，增强清洁取暖的可持续性。

张强 教授

清华大学地球系统科学系副系主任

散煤燃烧碳排放量在全国碳排放总量中占比相对较小，但散煤消费削减每减少一吨碳排放量带来的空气质量改善及健康的协同效益相对较高。短期来看，散煤治理可带来显著的健康效益及减少黑碳排放带来的气候效益；长期来看，清洁供暖也需实现电气化，以进一步控制碳排放。

依靠补贴来推进清洁取暖改造的可持续性较差，需发挥技术和市场潜力。因此，在制定技术路线时不仅需考虑成本，还需考虑成本降低的空间。例如，与空气源热泵和分散式光伏等新兴技术相比，天然气价格下降空间较小，市场潜力相对有限。

薛志钢 研究员

中国环境科学研究院

“十四五”期间，散煤治理工作较上一个五年计划可能有以下两点区别：

一、散煤治理驱动力不同。“十三五”期间散煤治理驱动力以大气污染防治为主；“十四五”期间更多是以实现碳达峰、碳中和为驱动力。

二、区域治理侧重点不同。针对京津冀、华北平原中北部等在“十三五”散煤治理中取得显著成效的重点区域，下一步应侧重巩固现阶段工作成果；针对散煤治理尚未起步的区域，需根据当地能源资源、人口密度、经济能力等情况，探索高效且可持续的治理路径。

唐伟 高级工程师

国网能源研究有限公司

截至2019年底，国网公司经营区“煤改电”清洁取暖用户累计达792万户，取暖电量累计367亿千瓦时，相当于替代散烧煤2055万吨，减排二氧化碳3658万吨。

据现状分析，从改造规模来看，华北地区和中部地区规模较大，东北、西北地区相对较小。从技术路线上看，“煤改电”清洁取暖分为集中式电取暖和分散式电取暖。集中式电取暖主要为集中蓄热式电取暖；分散式电取暖主要分为蓄热电暖器、空气源热泵以及其它直热式电暖器设备。其中，分散式电取暖技术路线占据绝对主流。在分散式电取暖中，电取暖设备以热泵为主，约占40%。从煤改电利用率来看，电采暖利用率与补贴呈正相关性，补贴力度较高的地区利用率相应较高，如北京、山西、天津等省市。

段秀梅 高级经济师

中投保亚行中心总经理

通过引入商业资金推进农村地区清洁取暖改造，政府和资金方需共同分担改造带来的增量成本。这不仅要求政府提供稳定的政策支持，也要求资金方在考虑商业利益的同时主动承担社会责任。

光伏发电是清洁取暖的潜在路径之一，但其存在投资期长、投资成本高的挑战。通过采用责任分化、多方分阶段资金接力、创新商业模式等方式，发挥光伏发电路径的低碳优势、实现可持续转型。

李洁 项目副总裁

能源基金会

“十四五”期间，散煤治理工作可能从重点区域扩大到全国范围。应在总结成功经验的基础上，制定因地制宜的治理方案，助力冬季更寒冷、改造难度更大、经济收入更低的地区推行清洁取暖改造。

此外，可考虑从三方面提高清洁取暖的环境和经济效益：一是优化推广建筑节能技术；二是研究可提高经济可行性运行模式；三是探索基于建筑的分布式可再生能源清洁取暖改造方案。

刘欣 项目主任

能源基金会环境管理项目

基于现有散煤治理的研究成果，对未来散煤治理研究方向提出三点建议：

一、进一步理清散煤治理现状，统计各地区散煤分布与治理进程，并对其环境健康效益进行评估。

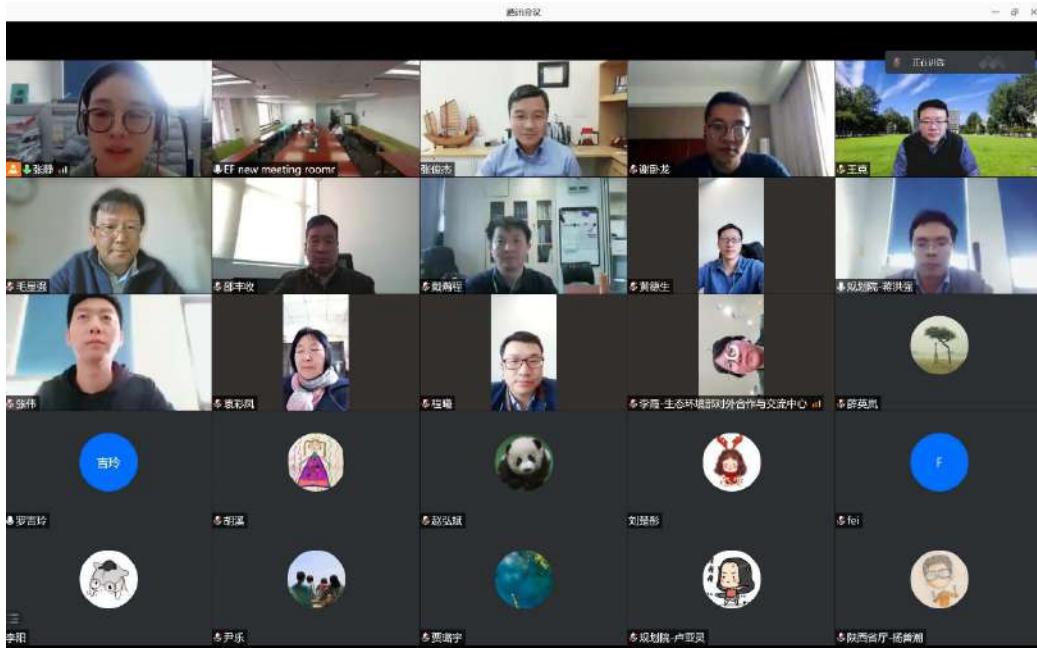
二、在空气质量持续改善及碳达峰、碳中和目标背景下，分析多目标、多路径、多时间线的散煤治理综合效益。

三、建立健全治理责任与成本分担机制，在明确散煤治理成本的基础上，将减污降碳责任落实到具体部门和各级地方政府。

【CCAPP 秘书处根据会议记录整理发布，如需转载或引用，请注明“作者，文章名，发布平台：中国清洁空气政策伙伴关系CCAPP，发布日期”。】

五、环境管理机制与政策工具

“建立中国环境政策的费用效益分析机制（第二期）”项目顺利结题——推动中国环境政策的费用效益分析长效机制的建设



2021年3月24日，由能源基金会支持，生态环境部环境规划院承办的项目“建立中国环境政策的费用效益分析机制（第二期）”顺利结题。该项目旨在跟踪评估汾渭平原《蓝天行动三年计划》实施的费用效益，同时以主要措施——散煤清洁化治理政策措施为重点，建立散煤清洁化治理政策的费用效益分析技术方法，定量评估汾渭平原散煤清洁化治理政策的实施的费效、环境改善效益、健康效益以及对经济社会的影响，针对性提出政策建议，推动中国环境政策的费用效益分析长效机制的建设。参与此次评审的专家有生态环境部对外合作中心李霞研究员，生态环境部政策研究中心黄德生研究员，北京大学戴翰程教授，中国人民大学曾贤刚教授，北京师范大学毛显强研究员，昆山杜克大学张俊杰教授，河南省环境科学研究院袁彩凤研究员，山西省环境规划院谢卧龙研究员。此外，生态环境部大气司李阳副处长，山西省能源局清洁利用处赵弘斌副处长，陕西省生态环境厅大气办二级调研员杨善潮，河南省生态环境厅大气处邵丰收处长，以及能源基金会项目副总裁李洁博士出席了本次会议。生态环境部环境规划院副研究员张静对该项目进行汇报。

近年来，在京津冀、珠三角和长三角等区域空气质量逐渐好转的形势下，汾渭平原多城市污染物浓度不降反升，已经成为全国空气污染最严重的区域之一，产业结构、能源结构、运输结构、用地结构等方面问题仍然突出。2018年，汾渭平原被纳入《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的重点区域。项目组基于汾渭平原蓝天行动计划实施的产业结构、能源结构、交通运输结构、扬尘治理、工业污染治理等政策的费用效益及对经济社会的影响分析，聚焦散煤清洁化治理政策措施，建立了散

煤清洁化治理政策的费用效益分析技术方法，并结合汾渭平原散煤清洁化治理政策的实施费效、环境改善效益、健康效益以及对经济社会的影响评估，提出了针对性政策建议。

研究发现：

(1) 2018-2019年间，汾渭平原散煤清洁化治理实施投入的总费用为102.3亿元，其中煤改电、煤改气、集中供暖、清洁能源替代分别为51.78亿元、32.86亿元、14.93亿元、2.71亿元。 SO_2 、 NO_x 、PM减排量分别为6.17万吨、1.26万吨、5.88万吨，碳减排协同减排量为285亿吨。按照碳社会成本估算带来的经济社会效益约23亿元，带来的健康效益等为56.8亿元。同时，汾渭平原散煤清洁化治理政策实施对经济社会带来了显著正效应，对汾渭平原的GDP、税收和就业的净贡献分别为130亿元、18.57亿元和3.3万人，对GDP的投入产出比约为1.27。费效综合分析结果显示，汾渭平原散煤清洁化治理政策实施的效益费用比为0.56，分措施看，煤改电的效益费用比最高。项目已形成《汾渭平原散煤清洁化治理政策实施的费用效益评估报告》。

(2) 2018-2019年汾渭平原《蓝天行动》实施的总费用约为209亿元，其中，调整优化产业结构、调整能源结构、交通运输结构调整、扬尘治理、工业污染治理和监测和监控体系建设的费用分别为4.2亿元、105.2亿元、22.4亿元、6.1亿元、67.6亿元和6.8亿元。 SO_2 、 NO_x 、PM减排量分别为29.0万吨、15.6万吨和28.8万吨，碳协同减排量为6715万吨，按照碳社会成本估算带来的经济社会效益约539亿元。汾渭平原《蓝天行动》实施带来的大气环境改善健康效益为276亿元。同时，汾渭平原《蓝天行动》实施对经济社会带来了显著正效应，对汾渭平原的GDP、税收、居民收入和就业的净贡献分别为264.8亿元、38.7亿元、119.9亿元和6.9万人。费效综合分析结果显示，汾渭平原《蓝天计划》实施的效益费用比为1.32，工业污染治理的效益费用比值显著高于其他措施。

会上，与会各方建议，一是基于对汾渭平原《蓝天行动》实施的费用、环境质量改善、健康及其他效益、碳协同减排和经济社会影响的全面分析，未来，汾渭平原依然有较高的污染物减排和环境空气质量提升潜力，在下一阶段的大气污染防治工作中仍是重要污染防治区，应继续深化工业源的深度治理和产业、能源和交通运输结构的调整，同时，关注将氮氧化物作为重点控制的污染物。二是基于对汾渭平原散煤清洁化治理政策实施的费用效益评估结果，建议：持续深入推进民用燃煤“双替代”措施，优化政策执行细则，提高政策实施可持续性；同时，优化地区的中央财政支持政策、居民的补贴政策，充分利用市场手段吸引社会资本投入；此外，应加强散煤清洁化利用政策推行过程中的宣传推广和信息公开，提升居民对取暖方式升级的支持度，多渠道因地制宜推进散煤清洁化利用改造进程。三是有效促进碳协同减排，将汾渭平原作为重点区域探索大气污染物和二氧化碳碳协同减排的方法、机制和路线图。四是从事顶层设计、方法领域、能力建设、联盟机制建立等方面全面完善费效分析框架，推动构建中国环境经济政策的费效分析机制体制。五是尽快推动国家重大环境政策费效分析机制的建设，构建环境政策事前、事中和事后的费效评估体系。

该项目成果对汾渭平原大气污染治理政策的优化提供了政策建议，也积累了案例应用和参数基础，研究成果影响广泛，在推动我国环境政策费效分析研究和制度建设发挥了积极作用，基本形成的环境政策费效分析长效机制开始受到管理决策者的关注，在生态环境部2021年工作要点中，明确

提出“重要环境政策的出台要开展经济社会影响评估”。

同时，项目组基于研究成果形成相关学术论文发表，进一步推进与决策部门沟通、交流等相关活动的开展，推动中国环境政策费用效益分析长效机制的建设。

建议进一步加强顶层设计，完善方法参数及案例库，总结提炼出适合不同应用场景的费效分析技术规范和标准化模式，开发大数据平台，建成CBA联盟机制，积极推动相关制度的出台。从方法领域、能力建设、联盟机制建立、制度出台等方面多维度继续拓展CBA的研究和决策支持。考虑到政策的重要性和紧迫性，建议下一步先行开展：碳达峰行动CBA评估、VOCs治理措施的费用效益分析、重点行业超低排放的费用效益分析、跨界调电的费用效益分析，以及CBA能力建设。

六、非二氧化碳温室气体减排

《中国履行《基加利修正案》减排HFC对策研究》项目中期评审会顺利召开——为中国履行《基加利修正案》提供技术支持



2021年3月30日下午由能源基金会支持，北京大学胡建信教授团队负责的《中国履行《基加利修正案》减排HFC对策研究》项目中期评审会顺利召开。该项目旨在评估中国HFC-23减排现状并结合政策措施和替代技术选择提出履约减少HFC-23排放的对策建议，为中国履行《基加利修正案》提供技术支持，为全球减排温室气体做出进一步贡献。生态环境部大气司董文福处长出席本次会议。参与本次评审的专家有中国石化工业联合会梅胜放高工，浙江省化工研究院刘武灿高工，中国气象局气象探测中心姚波研究员，北京化工大学李春喜教授，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心杨姗姗高工，中国环境监测总站袁懋高工。

三氟甲烷（HFC-23）的大气寿命为270年，其全球变暖潜能值（GWP值）为14800，是一种强效温室气体。2016年《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》缔约方大会通过《基加利修正案》，将HFC-23纳入管控物质名单（附加F第二类）。目前全球范围内识别的HFC-23来源为生产二氟一氯甲烷（HCFC22）过程中产生的副产物，用作生产四氟乙烯等化工产品的原料的HCFC-22的产量逐年增长，预计未来HFC23产生量相当可观。过去采取焚烧方式处置HFC-23，该方法成本较高且浪费氟资源。该研究将评估HFC-23减排现状、设计中国未来履行《基加利修正案》减排HFC-23的可能技术路线以及提出HFC-23减排工作配套的政策法规、管理条例等的完善建议，为中国下一步履约工作提供技术支持。

项目组通过向HCFC-22生产企业发放问卷、企业实地调研等方式进一步了解HFC-23副产、减排现状及企业减排HFC-23相关诉求。同时，召开专家研讨会和访谈等围绕HFC-23减排技术、政策法规和监管手段等征求了企业、行业协会和相关管理部门的建议，进一步修改完成报告。目前已完

成以下四部分工作：（1）评估HFC-23历史排放和处置情况；（2）评估HFC-23减排技术需求；（3）评估管理政策和措施的需求；（4）提出HFC-23排放管控建议以及开展HFC-23减排路线的成效分析。有关建议如被采纳，将为中国每年减排约2亿吨CO₂当量HFC-23提供重要支持。

与会各方认为考虑到减排技术和数据报告的企业差异，转化技术的有效性，建议加强企业实地调研，以实现更准确的政策设计。下一步，项目组将基于中期会专家及能源基金会提出的建议修改并完成《中国履行<基加利修正案>减排HFC-23对策研究》的编写。加强企业实地调研，使HFC-23排放管控的具体建议更贴合实际情况。

七、空气 - 气候 - 健康

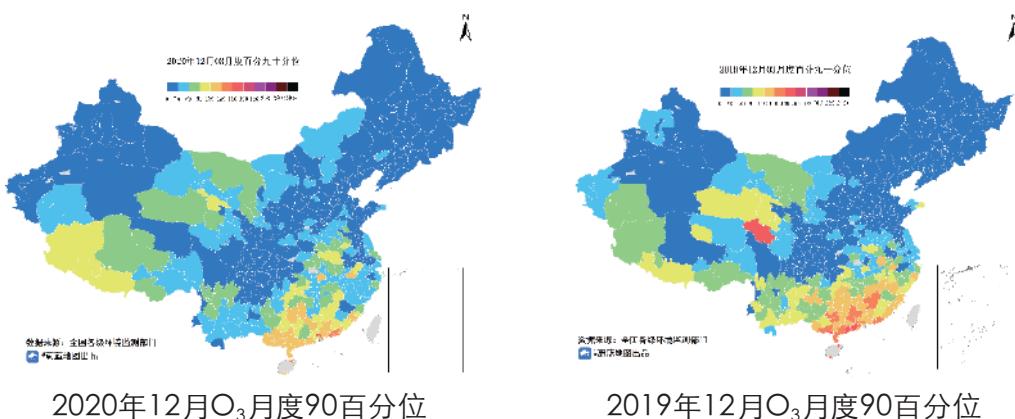
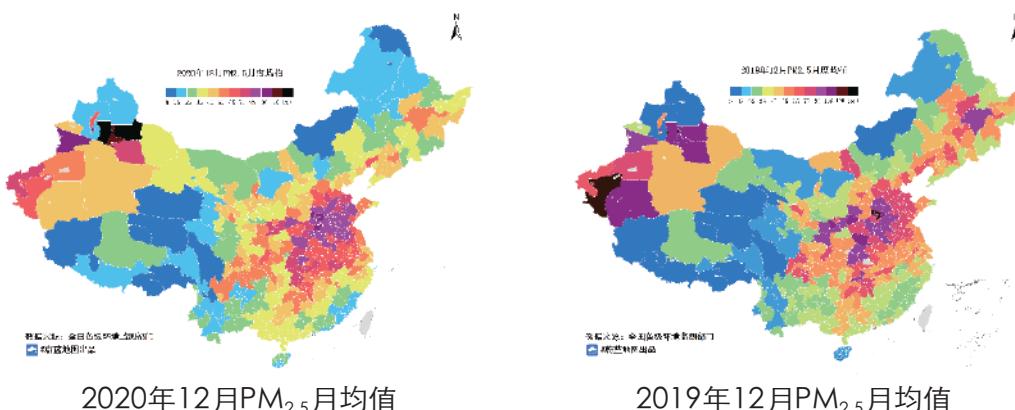
2020年12月全国空气质量状况

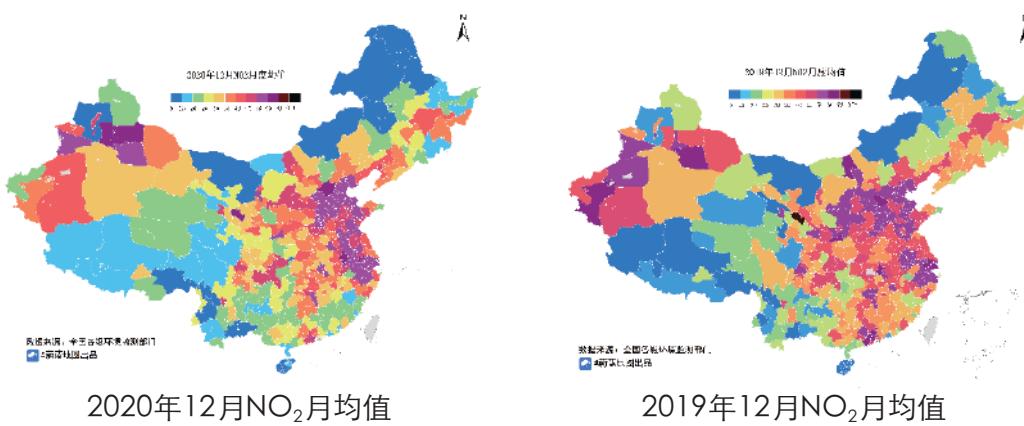
2020年12月，全国337个地级及以上城市平均PM_{2.5}浓度为53微克/立方米，同比下降3.6%；O₃浓度为74微克/立方米，同比下降5.1%；NO₂浓度为36微克/立方米，同比下降7.7%。

12月，京津冀及周边地区“2+26”城市PM_{2.5}浓度为75微克/立方米，同比下降7.2%，其中北京市PM_{2.5}浓度27微克/立方米，同比下降38.9%。长三角地区41个城市PM_{2.5}浓度为64微克/立方米，同比上升10.8%，这与月初及月末出现的重污染过程有关，其中23至26日的污染过程主要受区域传输影响（受京津冀及周边地区污染过程影响）。汾渭平原11个城市PM_{2.5}浓度为65微克/立方米，同比下降23.9%。

12月，京津冀及周边地区“2+26”城市O₃日最大8小时平均浓度第90百分位数为63微克/立方米，同比上升7.3%，其中北京市O₃浓度为58微克/立方米，同比持平。长三角地区41个城市O₃浓度为75微克/立方米，同比下降5.5%。汾渭平原11个城市O₃浓度为61微克/立方米，同比下降16.0%。

（全国数据：生态环境部；重点地区数据及制图：蔚蓝地图）





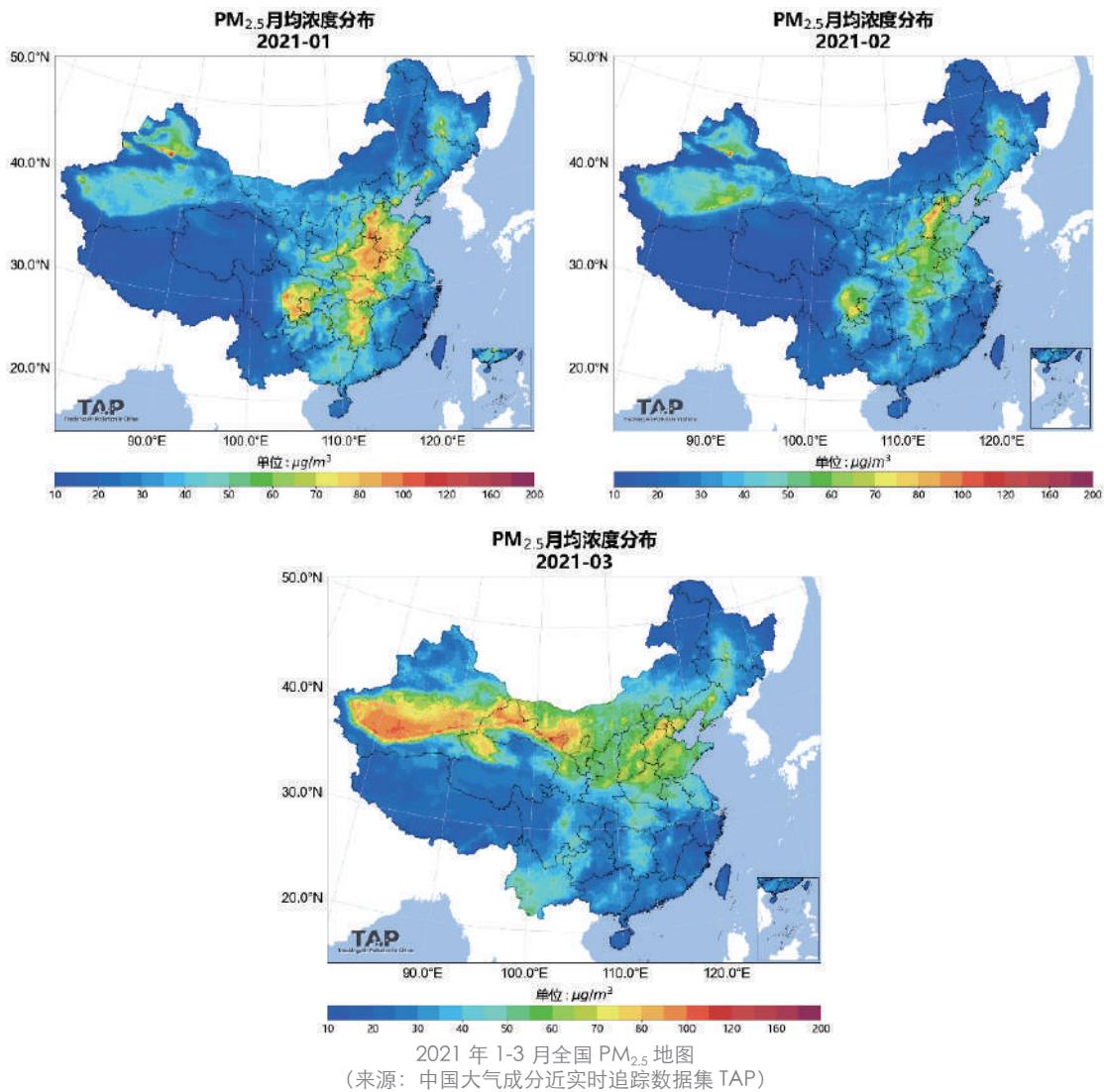
2021年1-3月全国空气质量状况

2021年1-3月，全国339个地级及以上城市PM_{2.5}平均浓度为45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比下降2.2%；PM₁₀平均浓度为75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比上升13.6%；O₃平均浓度为108 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比上升2.9%；SO₂平均浓度为12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比上升9.1%；NO₂平均浓度为29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比上升20.8%；CO平均浓度为1.3mg/ m^3 ，同比下降13.3%。2021年第一季度，我国新冠肺炎疫情较2020年大幅缓解，人类社会活动恢复，导致多项污染物浓度水平同比上升。据生态环境部统计分析，全国1-3月逐月污染物浓度及同比变化如下：

| 污染物 | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
|-------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 |
| PM _{2.5} | 54 | -15.6% | 43 | 7.5% | 38 | 18.8% |
| PM ₁₀ | 89 | 8.5% | 67 | 19.6% | 68 | 17.2% |
| O ₃ | 85 | -3.4% | 104 | 4.0% | 114 | -0.9% |
| SO ₂ | 14 | 0.0% | 11 | 10.0% | 10 | 0.0% |
| NO ₂ | 36 | 16.1% | 23 | 35.3% | 27 | 17.4% |
| CO | 1.5 | -6.2% | 1.2 | 0.0% | 1 | 11.1% |

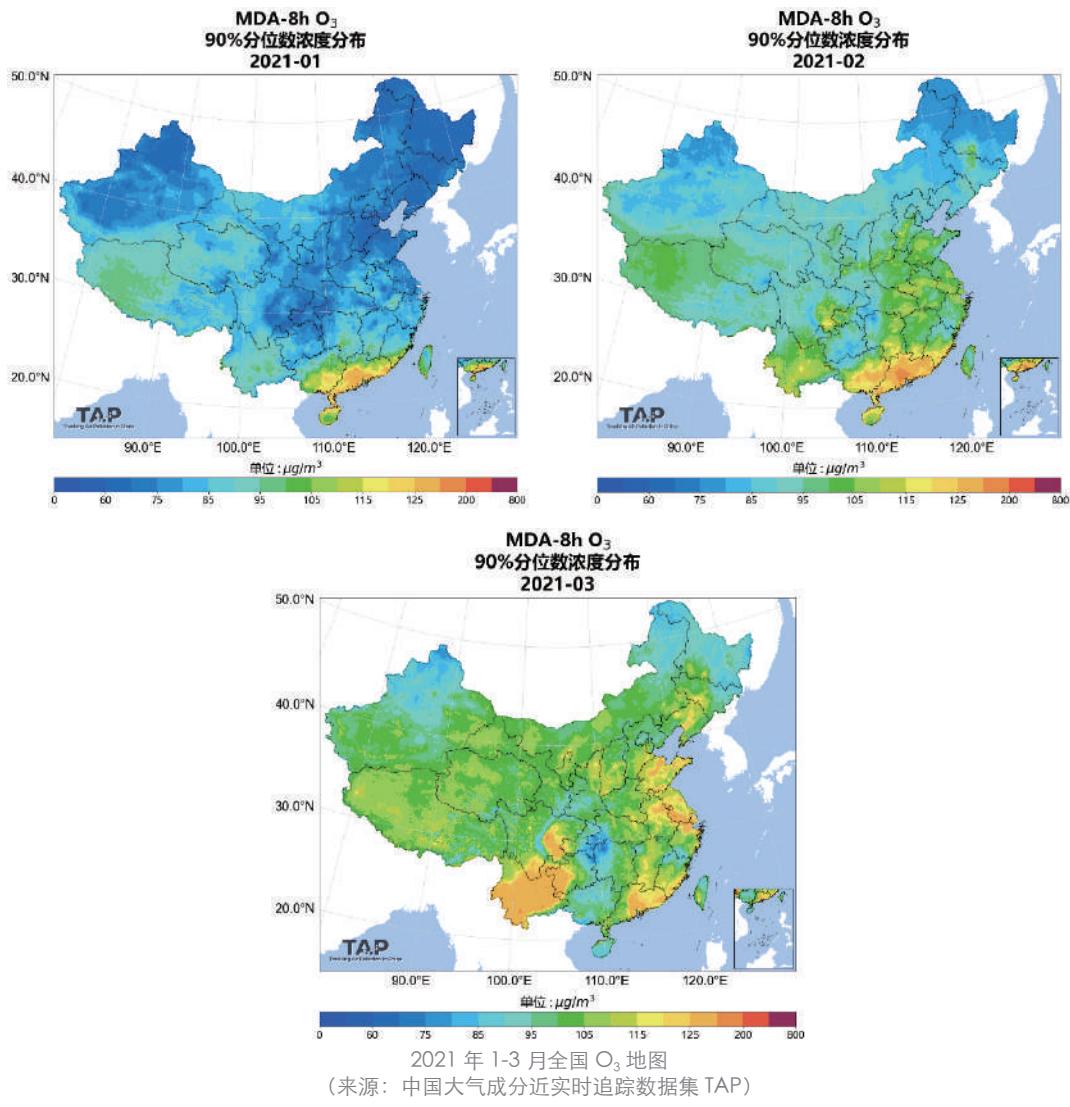
1. 2021年重点区域人口加权PM_{2.5}浓度（数据及地图：TAP）

| 重点区域 | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
|------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|-------|
| | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 |
| 京津冀 | 53.6 | -47.5% | 56.5 | -19.6% | 70.4 | 46.4% |
| 北京 | 44 | -33.6% | 56.6 | -20.2% | 82 | 64.3% |
| 长三角 | 20.4 | -66.3% | 24.7 | -27.4% | 37.3 | 43.5% |
| 汾渭平原 | 35.7 | -65.9% | 42.8 | -30.0% | 61 | 39.6% |



2. 2021年重点区域人口加权O₃浓度 (数据及地图: TAP)

| 重点区域 | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
|------|-----------------------------|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|--------|
| | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 | 浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 同比变化 |
| 京津冀 | 62.7 | -24.5% | 99.5 | 12.4% | 96 | -10.6% |
| 北京 | 66 | -17.4% | 92.6 | 15.0% | 94.1 | -8.7% |
| 长三角 | 74.2 | -17.7% | 104.6 | 3.9% | 117.2 | 0.3% |
| 汾渭平原 | 69.6 | -15.7% | 96.2 | -6.8% | 98.5 | -9.2% |



2021年1-3月全国O₃地图
(来源:中国大气成分近实时追踪数据集TAP)

责任编辑：钱文涛 才婧婧 盖怡君 姜一秀

核 稿： 刘欣

