



清华大学产业发展与环境治理研究中心
Center for Industrial Development and Environmental Governance
Tsinghua University

CIDEG 研究通讯

第 19 期

(减污降碳专题)

清华大学产业发展与环境治理研究中心编

2023 年 12 月

【专家观点】	5
贺克斌：北京用绿色高质量发展实现“北京奇迹”	5
白重恩：绿色金融已成为中国新一轮改革开放重要载体	6
张俊杰：碳市场建设未进入“深水区” 提高市场活跃度须收紧配额	7
高世楫：发展可再生能源有利于改善全球能源供应和安全	9
查道炯：如何提升国家的能源应变能力	11
薛澜：气候过冲风险日益上升 人类要学会适应温升	16
【研究专题】	20
中国能源模型论坛（CEMF）报告：加速低碳转型·赋能美丽中国.....	20
中国能源模型论坛（CEMF）报告：黄河流域绿色低碳转型目标下的水-能源-粮食-生态系统（WEFE）纽带关系协同管理	23
中国能源模型论坛（CEMF）研究：农村能源革命先行带动绿色低碳转型和可持续发展	29
中国能源模型论坛（CEMF）研究：模型方法剖析双碳路径的多重不确定影响.....	33
【案例研究】	35
中国能源模型论坛（CEMF） 电力低碳转型赋能环境健康	35
中国能源模型论坛（CEMF） 鹤壁市行业低碳转型和清洁低碳采暖保障空气清新 ..	36
中国能源模型论坛（CEMF） 青岛中德生态园标准先行和被动房设计助力打造全方位低碳绿色园区.....	38
中国能源模型论坛（CEMF） 山东明水工业园区探索绿色转型多重效益 ..	42
中国能源模型论坛(CEMF) 厦门市科技赋能引领城市交通迈向“近零碳” ..	44
中国能源模型论坛（CEMF） 陕西省“水-能”多目标协同增效	46
【学术活动】	49
第三届环境经济学前沿论坛：资源生态与环境规制	49
零碳智库系列论坛第四期：全球气候合作与治理对话	49
第十四届财新峰会 聚焦绿色创新与城市转型 构建韧性城市发展——财新峰会主题论坛.....	52
中国能源模型论坛（CEMF）第 30 次技术研讨会 Michael Davidson：低碳转型中的电	

力系统资源充足性.....	56
中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 资源型地区的低碳转型.....	57
中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 多层次减污降碳 探索协同创新路径.....	59
中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 构建可持续未来：低碳经济助力包容性增长... ..	64
第七届中国能源模型论坛年会 加速低碳转型·赋能美丽中国	66
CIDEG 学术沙龙 双碳背景下，山东省开发区新旧动能转换的机遇与挑战.....	69
双碳背景下美丽黄河能源金三角高质量发展论坛 黄河流域能源转型	71
2023 年联合国可持续发展目标峰会官方边会“产业可持续创新”在纽约举行	72
CEMF 举办世界水资源大会专场会议 聚焦“黄河流域协同管理”	74
【出版发表】	77
《信报》何国俊：活跃中国碳市场的加减法	77
JEEM 黄少卿等：空气质量对中国创新活动的影响	80
《Climate Policy》朱俊明：评估中国的区域碳排放交易	81
Science 刊登何国俊等研究成果：绿色助推在减塑及企业 ESG 实践领域的重要价值..	83
【媒体声音】	86
联合国新闻专访薛澜教授：行程过半，可持续发展目标仍须合力推进	86

【编者按】

“十四五”时期，我国生态文明建设进入以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。

在推动低碳转型和可持续发展的关键时期，清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDEG）与 EDF 共同发起“中国能源模型论坛（CEMF）”，进而开展“低碳转型”相关研究，围绕“低碳转型”邀请专家学者共同讨论，设立“低碳转型”专项研究，通过官方微信平台和大众传媒进行科普传播、举办专题研讨会和学术年会，深入探讨实现路径。

2023 年，CIDEG 通过一系列的学术活动，如环境经济学前沿论坛、零碳智库系列论坛，以及财新峰会等，聚焦于低碳转型的多个方面，包括资源生态、环境规制、全球气候合作与治理，以及城市转型等议题。CEMF 的报告和研究同样丰富了这一领域的知识库。2023 年 4 月，在第 54 个世界地球日到来之际，中国能源模型论坛（CEMF）开展了第三期沙龙，围绕能源热点问题，探讨“资源型地区的低碳转型”。同时，第七届中国能源模型论坛（CEMF）年会也在 4 月召开，年会以“加速低碳转型·赋能美丽中国”为主题，100 多位专家就协同推进降碳、减污、扩绿、增长等核心议题共同参与发言和讨论，各自分享了中国低碳转型路径及相关研究的最新进展，以及国内外能源模型研究者最新的学术成果。随后 CEMF 在 7 月开展了题为“构建可持续未来：低碳经济助力包容性增长”的主题沙龙。9 月，CEMF 又围绕“双碳背景下，山东省开发区新旧动能转换的机遇与挑战”主题举办了学术沙龙，专家学者们各自分享了开发区在深化新旧动能转换推动绿色低碳高质量发展方面的研究进展和实践经验。9 月 17 日，由联合国经济和社会事务部（经社部）与清华大学主办、联合国水机制（UN Water）联合主办的“产业可持续创新 2023”（Innovation for Industrial Sustainability）主题活动在纽约举行。联合国新闻对薛澜教授进行的专访，关注了可持续发展目标的推进情况和全球气候治理的重要性。10 月，CIDEG 与 CEMF 作为支持单位，举办了双碳背景下美丽黄河能源金三角高质量发展论坛，论坛深入探讨了双碳背景下黄河能源金三角区域绿色转型路径，相关讨论为实现黄河能源金三角高质量发展提供了最新的研究依据和决策参考。紧接着，CEMF 举办了世界水资源大会专场会议，聚焦“黄河流域协同管理”。

本期研究通讯梳理了 CIDEG 近期与“低碳转型”相关的专题研究、会议活动、案例分享，以及专家学者在各平台发表的核心观点和研究成果，供读者参考。

【专家观点】

● 贺克斌：北京用绿色高质量发展实现“北京奇迹”

全力打好蓝天保卫战，细颗粒物年均浓度至 30 微克/立方米、比 2017 年下降 48.3%，被联合国环境规划署誉为“北京奇迹”。北京市人大代表、中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长、环境学院教授、CIDE 学术委员贺克斌接受记者专访时表示，从数据上能直观看到，2013 年到 2022 年，北京的经济指标在涨、污染指标在降，走出了一条“喇叭口”曲线，这是典型绿色高质量发展的一种体现。

他还提到，清洁空气行动计划减污带动了降碳。空气中出现的以细颗粒物、臭氧为代表的污染物，都是地面排放最后形成的污染现象，包括能源的生产和使用、机动车排放等。从这个角度说，排碳和排污有着同根同源同过程的关联。尽管今年政府工作报告中提出，生态环境质量、能源、水资源等指标落实国家要求。但长期来看，细颗粒物年均浓度持续改善的方向不变，力度不减，空气质量也会越来越好。

中国工程院对“大气十条”和三年“蓝天保卫战”都做了评估，基本得到的结论和一些成果已经发表。研究表明：现行清洁空气政策可以在 2030 年之前保持排放下降，届时全国绝大部分地区细颗粒物年均浓度可达 35 微克/立方米，但之后减排潜力大幅收窄，如不采取进一步措施，细颗粒物浓度持续下降空间不大。

通俗地打个比方，既然叫“蓝天保卫战”，就得有武器。“双碳”来了以后，它能起到空军和炮兵战斗力，“轰击”四大结构调整。在碳中和路径下，氮氧化物和二氧化硫排在 2030~2060 年间将进一步下降 67% 和 83%。到 2060 年全国绝大部分地区细颗粒物年均浓度将会降到 10 微克/立方米以下，逼近世卫组织最新指导值，即 5 微克/立方米，空气污染问题将得到根本解决。

所以说降碳减污两者之间是非常密切，并且相互促进的关系。可以说，清洁空气行动计划减污带动了降碳，这是已经发生的事；未来降碳会带动减污是肯定将要发生的事情。



查看原文请扫微信二维码

● 白重恩：绿色金融已成为中国新一轮改革开放重要载体

“2030年前实现碳达峰并在2060年前实现碳中和的目标，金融在其中可以起到重要的推动作用。中国央行及监管机构鼓励金融机构做大绿色规模，积极探索建立全国性的碳核算体系，加强绿色金融标准的国际对接，绿色金融已成为中国新一轮改革开放的重要载体。”

近日，清华大学经管学院院长、CIDEG学术委员白重恩发表主题演讲表示绿色金融已成为中国新一轮改革开放重要载体。

“清华大学CIDEG”特将发言内容转载如下，以飨读者。

大家下午好！

上午，我们邀请的监管部门领导和北京市领导，大型机构资产所有者，包括主权基金、养老储备基金、国际组织、外资投资机构、学界，围绕以高水平开放应对全球变局，做了精彩的主题发言，充分体现了全球财富管理论坛连接国内外金融界的平台作用。在此平台上，外资金融机构与监管机构、外资资管机构与中资机构资产所有者、金融业界与学界进行多种双边和多边互动，更好地搭起中外政策和信息的沟通桥梁，起到“传话筒”、“扩音器”、“催化剂”的作用，更好地促进中外金融交流合作，更好地服务于中国金融业的对外开放。

我们处于一个全新的时代。

一是各种思想的相互碰撞。从欧元正式成为欧元区唯一合法货币达到不同国家市场一体化的最高境界，到逆全球化思潮抬头。从多元化治理机制到单边主义、保护主义明显上升。

二是各种政策的实验田。本世纪以来，政策制定者出台了超宽松货币政策、财政刺激计划，危机救助计划，其规模、速度都是前所未有的。

三是各种新技术的快速迭代。人工智能的应用体现在各个领域，最近ChatGPT已经更新到4.0版，这一切对全球经济与金融业的发展都带来了冲击和挑战，也带来了新的发展模式和机遇。金融服务实体经济，服务经济社会向更加清洁、健康的绿色方向转型。纵观历史，金融一旦脱离实体经济，就是无源之水、无本之木。气候变化和三年疫情更使得经济社会向绿色转型的必要性凸显。

我们提出 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和的目标，金融在其中可以起到重要的推动作用。

中国央行及监管机构鼓励金融机构做大绿色规模，积极探索建立全国性的碳核算体系，加强绿色金融标准的国际对接，绿色金融已成为中国新一轮改革开放的重要载体。

作为金融业的中坚力量，资管行业的发展既关系到其上游资产所有者的收益及基金的可持续性，也关系到个人投资者的资产安全。在技术革命的推动下，已经在量化投资、因子投资、主动管理、指数投资等领域进行了多次迭代，不仅主权财富基金、养老基金关注资产管理行业，作为资产管理者的资管公司、投资公司，也在思考如何更好地创造符合委托人要求的管理模式。这里涉及到资产管理的全流程，包括资产配置、风险管理、业绩评估、产品设计、激励机制等。

在高通胀、高利率、低增长前景的新形势下，对资产管理业的讨论显得尤为重要和紧迫。我们身处亚太区，亚太区在全球经济和金融领域的重要性毋庸置疑。习主席在亚太经合组织工商领导人峰会上的致辞中指出，亚太地区占世界人口 1/3，占世界经济总量近 6 成，贸易总量近一半，是全球经济最具活力的增长带。在今天下午经济金融发展全球趋势与亚太机遇环节，中外机构代表与专家也将就亚太区的发展及对全球经济的重要作用发表真知灼见，相信下午的议程会带来新的观点和启发，祝下午议程圆满成功。



查看原文请扫微信二维码

● **张俊杰：碳市场建设未进入“深水区” 提高市场活跃度须收紧配额**

近日，昆山杜克大学可持续投资研究项目主任、杜克大学尼古拉斯环境学院副教授、CIDEG 兼职研究人员张俊杰受邀出席第五届中国能源环境与气候变化经济学者论坛，并表示当前我国企业拿到的碳配额过多，交易动机不强，提高市场活跃度首先须收紧配额。

“清华大学 CIDEG”特将观点发言分享如下，以飨读者。

碳交易被视为实现“碳中和”的关键政策，以及促进经济社会绿色发展的重要手段。

但时至今日，碳市场交易活跃度偏低、流动不足等问题仍未解决。上海能源环境交易所数据显示，2023年1-5月，全国碳市场碳排放配额（CEA）累计成交量为570.38万吨，累计成交额3.11亿元，同比均下滑接近60%，意味着碳市场活跃度今年正进一步降低。

“活跃度不足的核心原因，在于市场尚未进入减排‘深水区’。”6月24日上午，在成都举行的第五届中国能源环境与气候变化经济学者论坛上，昆山杜克大学可持续投资研究项目主任张俊杰表示，当前我国企业拿到的碳配额过多，交易动机不强，提高市场活跃度首先须收紧配额。此外，市场中出现的“碳泄漏”现象也值得关注。

提高市场活跃度 首先要收紧配额

张俊杰认为，不少证据表明，碳市场碳排放配额存在超发情况，大部分企业手握比较大的配额数量，并没有多少交易动机。他表示，首先应该收紧碳配额数量，让控排企业真正感受到碳排放监管压力。

其次，全国碳市场目前采用的是强度控制的方法，需要过渡到以总量控制为目标的机制。

值得一提的是，我国碳排放基准值在逐年收紧。生态环境部今年3月发布的《2021、2022年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》显示，相较上一履约周期，各机组碳排放基准值整体收紧。业内人士表示，这意味着发电企业可获得的配额将减少。

张俊杰还指出，市场不活跃的另一原因是参与方较少。目前只有电力行业的2000多家火电厂参与，且没有机构参与交易，买卖规模很小。在他看来，根据此前全国碳市场于“十四五”期间将石化、化工等八个高耗能行业逐步纳入的计划，后续碳市场扩容是必然的，关键在于扩容节奏。“八大行业是主要排放行业，同时也是关乎国计民生的重要行业，管控节奏太快，可能会对经济造成较大的冲击。”

段制约碳市场行业扩容的原因，还与碳排放数据可得、可靠问题未解决有关，这也限制了碳市场当下的发展。

在排放行业之外，碳市场的活跃也要借助金融等非排放行业的作用。张俊杰表示，参考欧盟、韩国碳市场，开始市场也很不活跃，随着排放约束越来越紧，并允许金融机构、做市商、投资者参与提供金融服务功能，整个市场就活跃起来了。

提防减碳过程中的“碳泄漏”现象

碳排放对企业竞争力的影响，一直是经济学者们关注的问题。中国区域碳市场如何影响企业？张俊杰也做了相关研究，重点放在企业碳排放、创新和“碳泄漏”方面。

“中国的区域碳市场，碳价水平相对较低，履约不是特别严格，市场交易也非常不活跃。”在研究之前，张俊杰一度怀疑碳市场对企业的影响效果。但在试点中的七个区域碳市场，尽管有交易不活跃、碳价不高的情况下，但整体还是有用的。

研究显示，碳市场对企业排放、创新的影响效果较为明显，在地方碳市场开始交易之后，纳入管理的企业碳排放量减少了 16.7%，碳排放强度下降了 9.7%；纳管企业的气候专利占比提高了 2.1 个百分点。

另一个重要发现是，企业间“碳泄漏”现象也确实存在。具体来说，在母公司内，涉及碳排的生产项目会由纳管子公司向非纳管子公司转移。

同时，相较于碳市场交易中才产生的碳减排效果，公司“碳泄漏”现象更为前置：早在 2011 年，我国宣布开展碳排放权交易试点工作后，企业便闻风而动，在子公司间转移生产项目和排放。

事实上，业内普遍认为，由于各地政策和覆盖范围差异，借由碳市场和环境规制政策去限制碳排放，可能会导致部分高排放产业在地区间转移，即“碳泄漏”现象，从而削弱全国整体的减排效果。

对此，张俊杰表示，随着区域碳市场并入全国碳市场，中国各个区域间的“碳泄漏”会逐渐减少。但面向国际，由于目前只有区域层面的政策而缺乏全球统一协调的碳价，中国仍面临较为严峻的全球“碳泄漏”问题。

来源：每日经济新闻

● 高世楫：发展可再生能源有利于改善全球能源供应和安全

“中国正处于现代化进程中，能源安全是推进中国式现代化的重要保障。新时代以来，中国践行能源安全新战略：一是推动能源消费革命，抑制不合理能源消费；二是推动能源供给革命，建立多元供应体系；三是推动能源技术革命，带动产业升级；四是推动能源体制革命，打通能源发展快车道；五是全方位加强国际合作，实现开放条件下的能源安全。”

近日，国务院发展研究中心研究员、国务院发展研究中心资源与环境政策研究所所

长、CIDEG 学术委员高世楫受邀出席 2023 中国发展高层论坛，并发表题为《加快发展可再生能源，携手保障全球能源安全》的演讲。

“中国正处于现代化进程中，能源安全是推进中国式现代化的重要保障。新时代以来，中国践行能源安全新战略：一是推动能源消费革命，抑制不合理能源消费；二是推动能源供给革命，建立多元供应体系；三是推动能源技术革命，带动产业升级；四是推动能源体制革命，打通能源发展快车道；五是全方位加强国际合作，实现开放条件下的能源安全。”国务院发展研究中心资源与环境政策研究所副所长高世楫说。

高世楫是在中国发展高层论坛 2023 年年会上作出上述表示的，他并在题为《加快发展可再生能源，携手保障全球能源安全》的发言中说，中国非常重视能源领域的国际合作，因为中国是全球能源体系的重要参与者，2006 年成为全球第一能源生产大国，2021 年占比为 22%；2009 年成为全球第一能源消费大国，2021 年占比为 25%；2017 年成为全球第一大石油进口国；2018 年成为全球最大天然气进口国。由于中国人口占全球人口的 18%，且是世界工厂，中国的能源安全有保障，就是对世界经济社会发展的重要贡献。

中国始终致力于统筹国际国内资源保障能源安全，能源的供应自给率基本稳定在 80% 以上，2022 年中国原油产量达到了 2 亿吨以上，天然气产量超过了 2200 亿立方米；发电装机已经达到了 25.6 亿千瓦，其中可再生能源达到了 12 亿千瓦，已经连续三年每年新增的风力和光伏发电装机突破 1 亿千瓦。但近年中国也出现了时段性、区域性能源供应紧张现象，比如 2021 年夏季多省市出现了缺电问题，影响了正常的生产和生活秩序。

高世楫说，从全球范围看，确保能源安全仍是全球面临的一个重要问题。欧洲等发达国家，因多种原因导致近两年气、油、煤价格均大幅攀升，进而推高电价，导致高通胀，抑制经济增长。对于广大发展中国家，在保障能源供给方面的问题更为严峻。联合国可持续发展跟踪报告显示，全球能源利用类指标均较 2010 年有明显改善，但问题依然严峻。缺电人口仍有 7 亿，仍有 24 亿人口的炊事用能以薪柴、煤炭为主，严重影响人们的健康。同期，支持发展中国家清洁能源发展的国际资金近年还有所减少。

高世楫说，与此同时，为了应对日渐凸显的气候威胁，人类需要快速、大幅减少温室气体排放，其中最重要的就是要减少化石能源的使用，这无疑使保障能源安全更加困难和更加复杂。而解决之道，就是加快可再生能源发展。

高世楫指出，发展可再生能源有利于改善全球能源供应和安全。首先，太阳能资源和风能资源的分布相对均匀；其次，可再生能源的发展意味着能源安全保供正在逐渐摆脱对资源的强依赖，而更多地转向技术依赖，技术创新应用对能源安全和保供的作用大大加强。充分利用可再生能源，世界各国能源自给成为可能。

过去一段时间里，全球进入可再生能源快速发展时代，2021 年全球可再生能源电力装机增速再创纪录，可再生能源占终端能源的比重持续增加，可再生能源就业和投资规模也在大幅上涨，成为支撑全球经济发展的不可忽视的力量。

高世楫表示，中国努力发展新能源，大幅度降低可再生能源的成本，不断提高可再生能源的技术水平，直接推动了全球可再生能源的广泛引用。尤为重要的是，中国通过“一带一路”绿色发展国际联盟、绿色丝路使者计划等，为发展中国家提供清洁能源技术、产品和培养人才等方面。

“面对动荡不止的国际局势、面对全球发展的迫切需要、面对气候变化的严峻挑战，我们急需全球携手，共同为保障能源安全和促进能源低碳转型作出贡献。一方面，积极维护世界正常的能源贸易秩序，以安全的能源供给支撑全球发展；另一方面，坚持绿色低碳发展方向，实现可再生能源大规模跃升，特别是要在构建高效的全球绿色低碳产业链供应链体系上携手同行，加快全球能源绿色转型；最后，全球要携手保障能源安全和能源转型正义，为此需要共享能源安全和绿色转型知识，如煤炭清洁利用与化石能源公正转型的知识，油气需要共同促进绿色低碳能源技术开发和知识扩散。” 高世楫说。

来源：中国经济时报

● 查道炯：如何提升国家的能源应变能力

“降低二氧化碳等温室气体排放总量的进度，不仅事关国家的能源转型，也事关我国在全球贸易格局变化中把握主动。”

近日，北京大学南南合作与发展学院及国际关系学院教授、南南学院研究办公室主任、CIDEG 学术委员查道炯发表观点探讨如何提升国家的能源应变能力。

加快建设能源强国在 2021 年中央经济工作会议上得到进一步强调。各界围绕此议题的研究成果丰硕。提升国家能源应变能力是本课题所试图做出的知识贡献。我国是世界能源消费和生产大国，煤炭等化石能源在能源结构中依然处于高位；进口将长期是满

足需求的必要途径。降低二氧化碳等温室气体排放总量的进度，不仅事关国家的能源转型，也事关我国在全球贸易格局变化中把握主动。通过设立在 2030 年实现“碳达峰”，2060 年实现“碳中和”的发展目标，我国顺应了全球倡导低碳发展和能源转型的整体形势。过程中，因应不断变化的国际能源地缘政治环境，必须建立在进一步提高应变能力的基础之上。

世界能源发展趋势生变

从世界能源发展趋势来看，能源消费总量一直在增长。在中国、印度等中等收入国家，满足经济发展和人民日常生活用能消费增长的需求将持续增长，而欧美等发达国家的需求则相对稳定。

虽然俄乌冲突等地缘政治事件导致了世界各国对能源安全的进一步关注，但原因并不是供应总量发生了逆转，而是化石能源的流向受地缘政治偏好的影响程度更高。越来越多的国家在追求能源供应自主，即：提高一个国家在供应侧的可再生能源供应程度，在消费侧减少对化石能源的依赖。当然，在谋求供应自主的过程中，采用包括外交在内的途径增强境外化石能源供应的稳定性，也是重要的政策取向。国际政治和安全因素在全球能源供需布局变化所发挥的作用更加突出。这一趋势将具有长期性。应对气候变化是全球的共同责任。越来越多的发达国家将其产业政策追求与提高其气候政策挂钩。例如，美国在 2022 年通过的《通胀削减法案》一方面强调目的之一是巩固美国在应对气候变化方面的努力，另一方面则为推动其在未来十年乃至更长的时期推动加工业“回岸”提供了法定的补贴政策框架。此外，在跨国加工品贸易中实施二氧化碳边境调节税，尽管难免被滥用成为产品流动扭曲的手段，但部分因为欧盟等力推此机制的机构抓住了应对气候变化的道德高地，在世界贸易组织等多边协调机制下达成协议将依然困难。

对包括中国在内的众多发展中国家而言，将提高其国内能源利用效率纳入产业升级的必要内容因此而成为必不可少的选项。我国在利用能源领域面临依然面临一些结构性挑战。例如，能源消费弹性系数需要改善；非化石能源的开发和利用虽然有了举世瞩目的进步，但包括分布式能源在内的电力系统改革的任务依然艰巨。在国际层面，进一步提高煤炭利用效率、降低煤炭在我国能源结构中的比例，是我国履行二氧化碳减排义务所必不可少的途径。

从国家能源自主建设目标的角度看，推动核电的进一步发展将是必要途径。其实，在国际上，在民用核电领域的发展和竞争态势经常被研究者忽视。可喜的是，钍基熔盐技术的开发在我国已经进入试运行阶段。进入第四代核电时代对我国而言，特别是对中西部缺水地区实现提高清洁能源利用的愿景，具有重要的意义。

如何建设能源强国

如何建设能源强国？这是一个可以也应该从多视角研究的课题。这里重点介绍本课题研究中提到国际参照点。

就世界能源经济和政治版图中，美国不仅实现了化石能源供应自主，其在资源禀赋、自主谋求能源消费技术进步的能力和潜力，乃至通过金融、贸易以及外交手段保障境外能源供应的技术开发能力等方面，是教科书式的能源强国。在维系全球经济平稳运行所需的化石能源供应侧，拥有强大的实力的国家是沙特阿拉伯，尽管欧佩克成员国中的其它出口大国也很重要。俄罗斯目前因为地缘政治因素化石能源出口受到了限制，但从长久态势看，俄罗斯在资源禀赋方面的世界地位难以替代。

从全球化石能源贸易的全球链条看，中国、印度、欧盟国家等的进口需求也是一种力量。但是，显而易见的是，需求侧经济体在全球能源供需稳定态势中所能发挥的杠杆作用，本质上是被动的。“大而不强”是这些国家的共性。

那么，建设能源强国，可以有哪些思路？首先，我们审视国家在全球能源格局中的强与弱，不能局限在贸易油价或者试图去影响油价变化。世界石油贸易中所采用的结算货币，从金融专家的角度看，是一个杠杆性因素。但一国国家的货币的国际化程度受到多方面因素的制约，而且是一个漫长的利益磨合过程。我们认为，能源强国终究不是或者不全是由货币因素决定的。

在能源清洁化转型成为不可逆转的国际大势中，我国的风电、光电等可再生能源已经取得与煤电成本相当甚至更低的成就。在可再生能源设备方面，包括车用电池，我国在全球的市场份额比较高。这些都是我们的优势。与此同时，维持这个优势，特别是在新技术领域，我国遇到来自特别是工业化强国的挑战甚至排斥。此外，我国在新能源发展中由边际成本或者负外部性也面临越来越严重的国际质疑。中国在其它国家发展可再生能源产业也面临越来越多的竞争压力。这些都是我国需要通过包括强化国际合作在内的途径而克服的挑战。

从美国和俄罗斯的情况看，“能源强国”或者“能源大国”主要具备如下几个特点：

1. 政府全方位支持本国能源公司寻求能保障化石能源供应的产地和外销渠道。这一点在我国不是问题，但是如何进一步优化政府支持很重要。

2. 政府着力推动能源产业转型，发展新能源和可再生能源。

3. 建设规模庞大的战略石油储备并设置灵活的释放和采购机制来影响国际石油市场价格。石油储备不仅是为了应急，而且是重要的能源成本条件工具。相关话题在今后还值得进一步讨论，包括如何避免战略储备对财政造成压力，如何完善我国石油和天然气储备的释放、周转机制，如何与国际接轨等。

4. 金融投资石油衍生品。

5. 俄罗斯与美国有不同之处，俄罗斯依靠不断加强资源勘探、投入能源基础设施建设投资、影响油气管道走向来保障本国能源出口安全。结合当前的国际地缘政治局势，中国与俄罗斯之间的化石油气贸易的根本性因素是能源地理，而不是欧美国家的一些分析所理解的“地缘政治”关系。

本报告认为，提升国家能源体系应变能力是提高能源强国建设的关键所在。“能源强国”的核心要义是将能源定性为推动经济和社会高质量发展，而不是总量提高和价格上追求低价。建设灵活应变的能源保障体系，才能确保能源安全。

关于“能源安全”有众多的定义，其中可及性和生态优化平衡是专家们反复提到的内容。能源安全的背后是能源应变能力，一个国家要在不同发展阶段都能应对国内和国际政治经济局势带给能源供应的挑战，尤其是要能应对外部冲击。

我们在报告里集中阐述了能源体系应变能力建设的六个维度：

1. 对资源的调节能力；

2. 对市场的调整能力；

3. 对能源运输的调节能力，增强国内地区间的资源调配、运输安全保障；

4. 创新驱动能力；

5. 对金融政策的调节能力；

6. 对体制机制的调节能力。

具体怎么做？本课题报告针对上述六个维度列出了七项一级指标，包括能源供应、需求、运输通道、体制机制、技术创新、金融政策和国际市场治理。

关键是提升能源体系应变能力

我国能源体系应变能力建设面临哪些新挑战？新挑战不只来自俄乌冲突，还包括改革开放以来我们所熟悉的“全球化”格局不再，或者说国外理解的全球化和我们所理解的不一样，差异可能越来越大。具体的挑战包括：

1. 我国能源安全的首要问题是石油和天然气的对外依存度持续上升，国家能源供应保障更易受国际市场波动影响。

2. 能源需求增长快，国民经济增长对能源增长的依赖较高。我们需要走向能源自主，但自主的前提不是为了保证增长而降低能源价格，而是适当的时候也可以接受高价格。

3. 能源生产和消费对生态环境的损害比较严重。

4. 我国能源技术总体上与发达国家还有较大差距，并面临一些技术限制甚至技术封锁。

5. 与国际能源市场治理能力和全球资源配置能力存在差距。

政策建议

一、明确能源强国体系建设的核心目标是增强应变能力。应变能力和供应能力是我国能源安全保障的两个轮子之一，而“双碳”目标是轮子的动力。此外，增强应变能力还包括运输通道的安全性和海外进口的安全性。能源强国最重要的理念包括安全性、可靠性、经济性、灵活性，绿色低碳高效发展，创新技术和协同国际合作。能源强国特别重要的组成部分是各个地方政府。地方政府解决能源问题时，不能只是企业的任务。德国的能源转型提出一个理念——所有政府部委都是技术变化部。这也是我国可以借鉴的。作为学者来看，很多时候讨论能源安全问题是决策归决策，实施归实施，落实任务的压力都在企业身上，但光是企业不够，政府必须全方位去支持。

二、节能和提高能源利用效率。该领域吸引了很多投资，而节能可以成为经济增长的来源。

三、电力系统安全要以煤电高质量发展与转型为保障，进一步提高可再生能源的有效应用。电力系统改革非常重要，能源安全要掌握在自己手里，而电力使用是能源阶梯上的最高端。不能因为各种压力就放缓电力建设，而电力建设的重点是实现电网跨区域

调度、电力市场建设和分布式能源建设。我们的报告也提到，需要加大因地制宜地发展分布式能源市场的力度。

四、坚持技术创新驱动发展。创新不仅指能源生产环节，还包括对能源的使用环节，包括利用人工智能、大数据以及其他智能化技术的运用。

五、金融政策需推动能源部门进行清洁化转型并支持能源公正。地区间发展不平衡、收入不平衡，那么如何让低收入地区特别是经济发展资源禀赋贫乏的地区既能用上能源又不至于承受金融负担，这是能源公正的概念。

六、扩大开放，加强国际合作。首先要认可我国的“双碳”目标，其次加强国际技术标准合作。不管国际关系如何，要尽可能与各国政府以及国际能源专业组织合作。国际合作的终极目的并不是为了掌握越来越多的高端技术，而是要提高不同国家和地区的能源技术标准化建设。标准化显然涉及自身利益，但要实现不同国家和地区能源技术标准化的互操作性，促进中外能源技术交流。目前，清洁能源技术的研发、专利申请成果主要集中在中国、美国、欧洲、日本和韩国，因此我国与这些国家也存在竞争关系。具体的建议包括在技术领域要尽可能资助一些示范性项目，并争取通过示范项目来推动国际互联互通，这对我们应对国外压力有帮助。

这份报告主要是我们在学术领域通过学习能源政策、了解能源管理部门和能源企业的操作来完成的，里面有很多不全面的地方，欢迎大家指正，也感谢中石油提供的学习和研究机会。

来源：北京大学国家发展研究院

● **薛澜：气候过冲风险日益上升 人类要学会适应温升**

11月22日，《财经》年会2024：预测与战略在北京举行。清华大学文科资深教授、苏世民书院院长、CIDEG学术委员会联席主席薛澜在会上表示，气候过冲风险正在日益上升，其危害也非常严峻。而且气候过冲的危害并不是平均的在全世界各个地方分摊，对发展中国家的影响可能更为突出、更为严重。

薛澜介绍，在2015年巴黎气候变化大会上，各国政府曾共同同意，要把世界的平均温升控制在工业革命之前的温度，将升温控制在2度以内，努力控制在1.5度可能更

好。但按照目前的发展趋势，前述指标有很大的概率可能会超过 1.5 度，而超过 1.5 度的现象叫做气候过冲。我们在有生之年就很有可能看到气候过冲现象出现。

以下为部分发言实录：

薛澜：刚才 Pascal LAMY 已经提到了全球目前的三大挑战，第二条是气候变化的问题。不知道大家有没有注意到这样一条消息，几天前，欧盟一位名叫萨曼莎·伯吉斯的科学家宣布，11 月 17 号全球日平均温度达到有纪录以来的最高温度，同时比工业革命前的升温超过了 2.06 度，这是有记录以来，首次出现比工业革命前的温度超过 2 度的情况，这也为人类敲响了警钟。

所谓的气候过冲风险已经逼近了，我们怎么办？

首先，什么是气候过冲？在 2015 年巴黎气候变化大会上，各国政府都同意说要把世界的平均温升控制在工业革命之前的温度，升温控制在 2 度以内，努力控制在 1.5 度可能更好。但即使是最乐观的估计，按照目前的发展趋势，前述指标也有很大的概率可能会超过 1.5 度，而超过 1.5 度的现象叫做气候过冲。我们在有生之年就很有可能看到气候过冲这个现象的出现。

气候过冲有什么了不起？人类也是一步一步在适应。大家最近可以注意到，大暴雨或者极端干旱这类极端天气频繁出现，且可能在今后会愈加频繁的出现。另外一个重要的问题是海平面的上升，很多沿海城市可能会受到影响。生态破坏、疾病肆虐，很多植物在温升以后将无法生存。

Pascal LAMY 先生其实一直是研究贸易的，在这种情况下也对这个问题非常关心。两年前，他牵头组织了气候过冲委员会。气候过冲委员会是第一个相对独立的国际研究机构，对怎么应对气候过冲现象进行分析，研究采取什么样的措施解决气候过冲问题。

气候过冲委员会邀请了 12 位前政要、学者作为委员会的成员，机构成员主要是前政要，还有原来国际环保组织的领袖，我可能是其中唯一的学者。在过去两年，委员会开了很多次会，针对气候过冲的问题进行深入地分析、讨论。大家也可以看到，我们这些人主要还是政策方面的专家，我们非常幸运的是有一个非常高层的科学顾问团队，是真正意义上的、气候变化方面的专家给我们提供各种分析支撑，保证我们的分析建立在坚实的科学基础之上。同时我们也跟很多方面进行交流，也邀请年轻人一起讨论。

最后，我们有一些最基本的考虑。首先，气候过冲的风险在日益上升，这是毋庸置疑的，其危害也非常非常严峻。而且它的危害并不是平均的在全世界各个地方分摊，实际更多是在穷的国家，对发展中国家的影响可能更为突出，更为严重。气候过冲委员会有一位成员是基里巴斯前总统，他说你们说气候过冲是未来要发生的，但我们现在就在发生，在我们国家现在就在发生，我们现在已经不是怎么去适应，我们是怎么样考虑作为一个整体的国家，我们要能够有尊严的移民。至少这是一个可能的选择。

应该说，局势非常严峻。虽然非常严峻，但是并不一定就必然走向毁灭，如果及时努力，过程还是可能影响减缓，而且影响有可能减缓。我们的报告提出现在必须得更加全面的面对现实，来采取措施。

我们的报告是 CARE Agenda，CARE 是抬头，现在是 carbon emission 减碳，但是仅仅减碳不够。我们提出四项措施，第一项是减碳，这是没有什么可说的，必须要做的；第二项是 Adapt，就是适应，现在温升是不可避免的，我们人类社会的生活方式、各种各样的活动就要学会怎么适应温升的情况；第三点是 Remove，指怎么从大气当中去碳；最后是 Explore，对新的技术问题要积极探索。

我简要的再往前说一下。首先，如果继续什么都不做，我们肯定会逐渐接近红线，最后走向毁灭。但是即使实现零碳，温升也已经超过 1.5 度，而且会继续保持这样的局面。所以一个非常关键的措施就是要碳移除，把现存的大气中的碳 CCUS，捕捉起来，封存起来，用这样的技术探索去应用。

现在另外一类技术叫调节太阳辐射，把太阳辐射反射回去。但是这种技术极不成熟，而且很有可能在局部应用时，对全球其他地方的气候产生很大的负面影响，对这类技术的应用要极其小心。

其次，关于大家最熟悉的减排，目前可以说所有的关于气候变化的主要要求的各种行动，包括“双碳”、碳达峰，其实都是聚焦在这类活动上，这是完全必要的，而且必须得抓紧做，这是毋庸置疑的。但是仅仅减排还不够，下面还必须要有适应的行动，换句话说，因为碳排放，因为温升已经到了一定程度，我们很多活动要进行评估并采取各种措施去适应新的自然环境。

第三是去碳。目前已经有去碳的技术，像 CCS，但是成本特别高，我们就需要去动员，一方面在技术方面进一步探索怎么降低成本，另外一方面，要开始进行大规模的去碳，这些也是最后必须要做的。

第四个是非常有争议的 SRM，就是 Solar Radiation Management，这类的基本做法有不同的技术，总体思路是把太阳光反射回去。有的做法可能是在大气当中撒一些化合物将太阳光反射回去，此外还有其他的地球工程的做法，但是这个做法有巨大的不确定性。它的特点是，成本并不是很高，但是很有可能对其他国家产生负面影响。

对此，首先，我们的建议是任何国家没有在全球协调的情况下，坚决不能采取任何这样的行动。第二点，要对这个技术进行更深入的研究，因为这个技术确实是极不成熟。要更深入的研究对这种技术的使用，以及到底怎么去更安全可靠的使用这种技术，原来主流的气候变化专家们不愿意去面对这个问题，他们认为这样会把大家的注意力从去碳方面转移。应该说，这方面的研究远远不够，要正视目前的情况，去积极探索、研究。不仅仅要研究技术本身到底怎么使用，另外也要研究全球治理的方式，怎么样能够保证如果使用这种技术能把对全球的影响风险降低到最低。

这四个方面，首先是降碳，第二是所谓适应，第三是碳的去除，第四是怎么调节辐射。这四个方面必须齐头并进采取完整的整体措施，保证人类能够安全的去渡过过冲的阶段，最后走向和平健康的未来。

来源：财经网

【研究专题】

● 中国能源模型论坛（CEMF）报告：加速低碳转型·赋能美丽中国

低碳转型是经济增长由“规模和速度型”向“高质量和高效益型”转变的重要机遇，其效益不仅体现在 GDP 的增长，也体现在就业、生态和社会公平等诸多方面。基于中国共产党第二十次全国代表大会上提出的“协同推进降碳、减污、扩绿、增长”，美丽中国建设目标应聚焦生态环境领域，重点从应对气候变化、环境质量与健康、生态保护与修复等三个重要维度系统、全面落实。将低碳转型纳入国家发展的方方面面，系统有序推进各部门工作，实现社会稳定、经济发展、污染防治、生态保护、气候治理的协同共赢，高速、高效、高质地落实气候目标、可持续发展目标和美丽中国建设目标。

2035 年是我国初步建成美丽中国和实现社会主义现代化的目标年份，也是实现“30 前”碳达峰后进入深度减排的关键节点和迈向“60 前”实现碳中和目标的重要起点，有着承前启后的重要战略意义。中国能源模型论坛（CEMF）研究团队面向碳达峰、碳中和，以 2035 年为重要时间节点，展望政策情景、碳中和情景、加速碳中和情景、深度减排情景等多种情景下中国实现 2030 年前碳达峰目标及之后进一步减排的能源消费和二氧化碳排放轨迹，结果表明，中国能源相关碳排放可通过更高强度地提升能效和电能替代率，控制高耗能产业产品产量和单耗，驱动由化石能源向可再生能源的转型，最早可能在 2023-2025 年实现碳达峰，并在 2035 年实现碳排放较政策情景峰值减少 28-50%，继而在 2050-2060 年实现碳中和。

中国的一次能源消费总量将在 2030-2035 年达到峰值并开始下降，非化石能源消费占比在 2035 年达到 42-55%，在 2060 年上涨到 85-93%；电力和工业部门减排潜力最大，是中国实现碳达峰、碳中和的重点领域，交通和建筑部门减排潜力相对较小，但科学合理的转型举措将大幅提升社会生活水平，并降低环境污染：到 2035 年，电力部门减排潜力占总量的 40-49%，工业部门则占 32-39%，到 2060 年，占比分别达到 48-53%和 31-33%。

电力部门作为中国实现双碳目标的优先领域，可通过优化发电能源结构、构建新型电力系统和促进电力技术创新等举措实现能源结构转型和碳减排。

工业部门作为实现双碳目标的重点领域，主要依靠优化升级产业结构、持续推进用

能低碳和加快技术创新融合等措施实现低碳转型。

建筑部门则可以通过合理规划城乡建设、提升建筑节能水平、优化建筑用能结构和推广低碳前沿技术等举措加快推进城乡建设的绿色低碳转型。

交通部门可通过优化交通运输结构、推进交通用能低碳、形成绿色出行模式和促进技术融合发展等举措落实减排。

转型成本效益方面，碳中和情景和加速碳中和情景下减排所带来的经济净损失分别为 8.7 万亿元和 42.8 万亿元，但将分别带来 169 万亿元和 230 万亿元的外部收益，到 2060 年，40 年累计净收益分别为 160 万亿元和 187 万亿元。产业投资方面，在碳中和与加速碳中和情景下，到 2060 年，清洁能源发电回报率将分别增长 42% 和 30%，投资相对增长 24%（1.06 千亿元）和 27%（1.2 千亿元）。

加速低碳转型在显著减少温室气体排放，有效应对气候变化的同时，还将通过带动非化石能源行业发展缓解经济压力，并将明显降低由气候变化导致的生命健康危害、基础设施损坏和农业生产变化等系列影响，带来远高于其经济代价的外部收益，且减排力度越大，净收益越高。

报告收录了来自能源、工业、建筑、交通、农业、生态系统等重点领域不同利益相关方在不同尺度上实现协同增效的研究进展和实践案例，分析发现低碳转型举措在有效应对气候变化的同时，也给人居和自然生态环境领域带来包括污染物减少、生态服务价值提升等诸多环境效益，协同推进气候变化应对、生态保护与修复、环境质量与健康，助力美丽中国目标的实现。

为推进低碳转型和美丽中国建设的协同发展，报告基于减排路径和案例分析，从内涵理念、体制机制、科技创新、试点示范等角度提出促进部门低碳转型与产业结构调整、环境污染防治、生态保护修复、应对气候变化协同增效的对策建议：

1. 加强低碳转型与美丽中国建设在顶层设计和专项政策中的衔接

美丽中国建设要协同推进降碳、减污、扩绿、增长，需进一步强化其与低碳转型在顶层设计中的衔接，统筹考虑降碳所涉及的能源、工业、建筑、交通、农业和生态等各重点领域部门及其全生命周期过程中与减污、扩绿、增长的协同，结合利用行政和市场手段全面部署落实。

2. 将应对气候变化纳入美丽中国建设评估指标体系，发挥协同效应

从指标体系入手，将应对气候变化纳入美丽中国建设进行统筹考虑，在其评估指标体系的设置中考虑“气候变化减缓”和“气候变化适应”这两类气候变化应对的相关评估指标。通过以绿色低碳转型为核心的气候减缓行动来推进全社会变革与高质量发展，以提升气候韧性为目的的气候适应行动降低所带来的社会经济损失，助力美丽中国建设。

3. 完善美丽中国建设进展跟踪评估机制，敦促目标落实

研究、完善并更新发布“美丽中国建设评估指标体系”，配套发布进展评估数据，统计边界、核算方法学和定量/定性评估标准，并协同环境质量与健康、生态保护与修复、应对气候变化等多领域搭建数据监测和信息共享平台，动态监测美丽中国建设进展，尤其是尽快开展并发布第一次美丽中国建设进展评估。

4. 促进具有协同效应的学科交叉融合发展，关注技术创新

探索跨学科和系统化推进低碳转型的信息分析工具以及前沿技术创新，发现降碳协同推进减污、扩绿、增长的新模式和新业态，并在强化关键渐进性技术创新的同时，布局颠覆性技术突破，通过不同时间段、不同领域和不同层次的技术安排，加速建设美丽中国。

5. 开展协同增效关键技术与模式的试点示范，探索应用潜力

因地制宜开展具有协同效应的低碳技术解决方案和综合示范工程试点，探索关键创新技术和发展模式的可行性，能够实现降低重点部门温室气体排放、增强基础设施韧性、生态系统保护与修复、环境质量与健康、产业结构优化升级、经济绿色包容性增长协同增效，总结实践经验，实现以点带面，为大规模推广应用夯实基础。



查看原文请扫微信二维码

-
- **中国能源模型论坛 (CEMF) 报告：黄河流域绿色低碳转型目标下的水-能源-粮食-生态系统 (WEFE) 纽带关系协同管理**

黄河流域水-能源-粮食-生态系统的纽带关系

黄河流域不仅是中国的“能源流域”，同时也是中国重要的粮食基地。一直以来，生态脆弱、水资源短缺、水土流失严重和资源环境承载能力弱等问题严重制约了黄河流域的高质量发展。人口变化、经济增长、农业发展、城镇化等社会经济活动推动着人类对水、能源、粮食的需求增长，然而流域不合理的资源利用方式将进一步导致冲突，威胁着高质量发展目标的实现。黄河流域的资源禀赋和发展状况决定了黄河流域是水-能源-粮食-生态系统矛盾突出且集中的典型区域。保障黄河流域的水安全、能源安全、粮食安全和生态安全，不仅是对黄河流域的高质量发展，甚至对中国社会经济发展远景目标的实现都至关重要。在应对气候变化的背景下，为了实现绿色低碳发展的目标，黄河流域的水-能源-粮食-生态系统纽带关系 (Water-Energy-Food-Ecosystem Nexus, 以下简称 WEFE Nexus) 面临着新的机遇和挑战。对于加速黄河流域的绿色低碳转型、帮助其持续承担能源基地和粮食基地的重要角色来说，加强纽带关系的系统性管理、改善各部门政策的一致性、充分发挥政策的协同效应都是十分关键的。黄河流域纽带关系的协同管理也将为全球综合应对气候、能源、粮食与自然生态系统等多个议题提供中国智慧。

黄河流域的 WEFE 之间存在复杂的纽带关系，因此加强四个系统之间的协同治理，需要先厘清和梳理这些具体的关系。下图列举了它们两两之间可能存在的相互关系。本报告在深入分析黄河流域水-能源-粮食-生态系统之间的纽带关系的基础上，进一步阐述了这些纽带关系如何影响水安全、能源安全、粮食安全和生态安全的协同保障。

WEFE 与水安全

生态系统的状态影响着整个水文过程，而保障生态用水是维持健康水生态系统的重要条件。在开采、运输、利用和处理水资源等过程中都需要消耗能源。反之，能源的生产和消费也需要消耗水资源。此外，粮食的生产、加工和消费也对水资源有很大的需求。能源开采与利用、粮食生产与消费等过程都会产生废水和污水，若处理不当，则会进入水系统和生态系统，参与系统循环，从而导致结构失调、功能紊乱等系统退化的问题。

依据 UN Water 水机制提出的水安全定义，水安全的关键要素包括四个部分：有足够符合水质要求的水满足经济活动和发展的用水需求；饮用水得到保障，水污染得到控制；人类和自然依赖的淡水生态系统得到保护，可以为人类的福祉持续提供服务；人类

抵御水旱灾害的能力得到提升。根据黄河流域现状，以下三点水安全要素与 WEFE 紧密相关：

1. 有足够符合水质要求的水满足经济活动和发展的用水需求；
2. 水污染得到控制；
3. 提高水旱灾害应对能力。

WEFE 与能源安全

WEFE 纽带关系中的生态系统为黄河流域的能源生产提供了土地和矿产资源，林业资源等生态系统产物提供了生物质能，水系统提供了水电和抽水蓄能必要的资源，生物质能和水能作为重要的可再生能源之一，有利于能源的多样化发展。同时生态系统和水系统也承纳了能源生产和消费过程中产生的环境影响，生物质能产业的发展与保障粮食安全之间也存在一定的矛盾。

自 20 世纪 70 年代“能源安全”这一概念提出后，其内涵随着时间的变迁和发展得到不断的丰富和完善。参考 2030 可持续发展目标（SDGs）的目标 7 “确保人人获得负担得起的、可靠的和可持续的现代能源”，以及《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》等内容，以下三点能源安全要素与黄河流域 WEFE 紧密相关：

1. 有足够的能源供应，保障社会发展需求；
2. 可再生能源在流域能源结构中的比例大幅提高；
3. 能源利用效率显著提升。

WEFE 与粮食安全

生态系统的状态影响着整个水文过程，而保障生态用水是维持健康水生态系统的重要条件。在开采、运输、利用和处理水资源等过程中都需要消耗能源。反之，能源的生产和消费也需要消耗水资源。此外，粮食的生产、加工和消费也对水资源有很大的需求。能源开采与利用、粮食生产与消费等过程都会产生废水和污水，若处理不当，则会进入水系统和生态系统，参与系统循环，从而导致结构失调、功能紊乱等系统退化的问题。

本报告参考 Food and Agriculture Organization (FAO) 和 2030 可持续发展目标 2 “消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业”等内容，并根据黄河流域现状，发现以下两点粮食安全要素与黄河 WEFE 紧密相关：

1. 保障高质量耕地和草地；

2. 建立高效率低污染的可持续农业模式。

WEFE 与生态安全

水资源与生态系统联系密切，生态系统影响水文过程，还能提供水源涵养与生态系统、净化水质等服务功能，反之，水资源为水域湿地生态系统包括湖泊、湿地、河流等供给生态用水。生态系统为能源生产提供矿产资源、能源作物和土地，而传统化石能源如煤炭、原油的开采占用大面积土地，严重破坏生态环境，造成土壤退化、环境污染等问题。可再生能源对生态也有一定的影响，水电开发会破坏河流生态系统的连通性。粮食生产对生态系统的影响在于生产过程中的灌溉，这会提取大量水资源导致生态水文平衡的变化，化肥、农药的过量使用会造成面源污染，高强度的农业生产会引起土地退化和土壤侵蚀。

生态安全的内涵可分为狭义和广义两方面：狭义上，指从生态系统自身安全出发，维持生物多样性和发挥生态系统功能所需结构的整体性、综合性和健康程度；广义上，生态安全是在讨论生态系统对于人类是否安全，即生态系统的服务能否满足人类生存发展的需要从而提供人类在健康、经济发展和社会安定方面的福祉。根据黄河流域的现状，以下生态安全的内涵与 WEFE 息息相关：

1. 自然保护地体系建立；
2. 生态系统功能保持（水土保持，水源涵养，土壤形成，养分循环）。

WEFE 政策目标梳理

本报告整理了与 WEFE Nexus 相关的重要政策文件。这些政策由不同的部门制定，每个政策文件与纽带关系也有一定的差别。通过分析和梳理这些政策文件（完整政策文件条目请参考报告全文），筛选出以下与 WEFE Nexus 紧密相关的重要政策目标。

WEFE 政策目标交叉影响分析

这些政策目标之间存在复杂的互馈关系，涵盖了协同和权衡作用。从协同作用来说，其中的一个政策目标的进展可以借助其他目标来实现，充分发挥跨部门和跨目标的政策协同效应，这将在黄河流域生态保护和高质量发展中发挥关键作用。在权衡作用方面，一个政策目标和另一个政策目标之间可能存在一定的不兼容性，换言之，一个政策目标的进展可能会影响其他目标的实现。因此，权衡作用需要进行协调，并在一定情况下进行优化和改革。下图显示了这些政策目标交叉影响分析的结果。蓝色表示施加影响方的

政策目标对受影响方的政策目标产生不同程度的协同作用，可能是正向的、促进的、甚至是加强的。橙色表示施加影响方的政策目标对受影响方的政策目标产生权衡作用，有可能是抑制的、矛盾的、或者抵消的。灰色表示在不同条件下，施加影响方的政策目标对受影响方的政策目标产生的作用可能是正向的，也可能是负向的。

能源是黄河流域经济发展的基础性动力，水资源是黄河流域高质量发展的基础要素，与此同时黄河流域也是中国重要的粮食基地和生态安全屏障。目前单一系统内政策愈渐完善，然而对于系统与系统之间的协同共治还需进一步加强，以达到最大限度提升政策正面效应，及时规避负面效应的目标。整体来看，WEFE Nexus 的各个政策目标之间相互的协同关系多于权衡关系，体现了四大系统之间政策目标的实现有着协同增效的良好基础。

水安全、能源安全、粮食安全和生态安全的协同应对具备巨大的潜力。尤其是水系统和生态系统政策目标之间体现了高度的融洽性。森林、湿地和草地等生态系统都在全球水循环系统中发挥着重要的作用，同时各种生态系统中的动植物等也仰仗着水系统而生存。生态系统的政策目标将进一步加强生态系统的“服务”功能，包括提供水和净化水等服务。而水系统政策目标的实施将为生态系统提供更丰富和更洁净的水体，多方位维持着生态系统的整体健康。在气候变化的大背景下，水系统和生态系统政策目标之间的协同增效也将加强它们的气候适应能力，促进水和生态系统的绿色、可持续发展。

WEFE Nexus 的各系统政策目标之间的权衡之处则指明了可以进一步完善和提高的方向。其中权衡之处多体现在能源系统和其他三个系统之间，而这些权衡关系的处理是黄河流域绿色低碳转型目标下纽带关系优化的重点和难点。通过识别这些权衡之处，进而采取科学办法应对，才能使水 - 能 - 粮 - 生态系统政策在实施时减少牵绊，协同增效，达到 $1+1>2$ 的效果。

能源系统的绿色低碳转型是黄河流域绿色低碳发展的重中之重。能源系统的政策目标与其他政策目标之间存在许多协同和权衡作用。其中，煤炭的开采利用不利于水资源的节约集约和清洁利用，还会给生态系统带来一系列的负担。相较于煤炭的开采利用，可再生能源的发展对水系统和生态系统更加友好，但也可能因为选址和运营不当而对水系统和生态系统造成一定的负面影响。此外，能源、生态和粮食系统在用地上的矛盾较为明显。

水资源不仅是纽带关系中的灵魂，也是黄河流域最突出的矛盾。黄河流域把水资源作为最大的刚性约束，大力推进水资源的集约节约利用，这非常有利于水系统的碳减排。但是，水资源的开采、运输、处理和再利用过程中的碳减排空间还未受到足够的关注。一方面，在现有水系统的政策目标中，优化水资源配置、提高水资源配置与利用效率有利于减少供水过程中的能源消耗，进而促进水系统的碳减排。另一方面，增加非常规的水源利用可能会导致水系统的用能增加，加大水系统低碳转型的难度。因此，我们需要额外关注水和能的纽带关系，大力发展低碳水处理技术，降低取水、水处理、水运输和污水废水处理中的碳排放，全面推进水系统的低碳转型。

全球粮食系统产生的温室气体排放量约占全部温室气体排放量的 30%，其低碳化发展的实现迫在眉睫。由于粮食系统极易受到气候变化的影响，COP27 发起了促进粮食与农业可持续发展转型的倡议（Food and Agriculture for Sustainable Transformation Initiative - FAST）。现有的粮食系统政策目标的重心是保障粮食安全，与粮食系统的低碳化发展最为相关的仅有提升农业生产效率和增强农业的固碳能力，而这两个政策目标与其他系统之间均为协同关系。由此可见，充分发挥水系统和生态系统政策目标的协同作用，建立韧性的粮食系统，推进粮食系统的低碳转型，将为黄河流域的绿色低碳发展开拓新的空间。

在其他系统努力实现低碳转型的同时，生态系统通过固碳来减少净碳排放的能力也被逐渐认可和发掘。大气中二氧化碳浓度是人为化石燃料排放与陆地和海洋生态系统吸收两者平衡的结果，生态系统吸收二氧化碳的固碳对“中和”碳排放贡献巨大。因此，通过分析 **WEFE Nexus**，可以锁定生态碳汇和其他系统政策目标的协同之处并予以加强，并且发现其中的权衡之处进而加以调和，这些都对加强生态系统的固碳能力以及进一步支持黄河流域的全面低碳转型意义非凡。生态碳汇与水系统的政策目标之间互相加强的正向影响出现较多，这体现了它们之间政策目标的和谐与协同的特点。生态碳汇与粮食系统中的政策目标可以同时服务于彼此，而两大系统间唯一需要权衡的地方在于用地可能会相互挤占。

如何加强 WEFE 协同治理

为了更好地发挥政策的协同效应，本报告提供了促进黄河流域协同治理的四大方向：

提升部门意识和行动能力：鼓励各部门系统学习 WEF E Nexus，全面认识黄河水-能-粮-生态之间的协同和约束关系，提升问题同质化的能力，增强专业性和主观能动性，进一步发展格局观和跨议题协调性；

完善体制机制和管理制度：抓紧开展顶层设计。要完善流域管理体系、跨区域管理协调机制、河长制组织体系，加强流域内水生态环境保护修复的联合防治、联合执法，并加强黄河环境保护的统一督察和监督执法机制；

提供经济/金融支持：加强投资者与政府间的信息共享，撬动社会资本，探索如水基金、生态补偿等创新项目筹资机制，大力发展绿色金融，为黄河流域 WEF E 协同发展提供多层次多渠道的资金支持，提高环保项目融资能力；

加强管理方法和工具应用：建立健全黄河流域生态环境标准体系，实现生态环境监测网络全覆盖，搭建黄河生态环境监测信息的统一集中展示、调度指挥与决策支持的平台，对数据进行综合分析和深度挖掘与应用。

同时，在研究 WEF E 纽带关系、识别各系统政策目标之间的协同和权衡作用的基础上，本报告提出了在黄河流域绿色低碳发展的目标下，优化纽带关系管理需要重点关注的地方：

协同水资源节约集约利用和污染防治，加快低碳转型。通过“以水定产”和“水污染防治”，倒逼能源系统向节水和清洁转型；推进循环经济和清洁生产，促进农业和工业园区资源的高效利用和低碳转型的协同发展；抓紧开展水资源利用和水污染治理过程中的节能减排行动。

协同生态保护和修复，推进低碳转型和能源行业的高质量发展。在生态系统保护和修复方面，加强对生态安全、气候减缓和适应等多目标的协同。比如，提升尾矿的综合利用率以及推进废弃矿井的生态修复；鼓励社会化市场化参与生态修复。同时，合理规划可再生能源的开发，有效发挥其与生态保护和修复的协同作用。

通过黄河流域国土空间规划，加强水-能-粮-生态纽带关系的统筹管理。黄河流域国土空间规划的重点在于统筹安排各类空间与产业，严格落实“三线一单”，加强生态环境保护 and 空间管制，提升国土空间的利用效率，从而促进全流域实现高质量发展。因此，要注重黄河流域国土空间规划的系统性、整体性、协同性、一致性，保证上下层规划的协调，加强各部门之间的衔接与地方规划方案的落实。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF）研究：农村能源革命先行 带动绿色低碳转型和可持续发展

自中国宣布“双碳”目标以来，作为主要碳排放贡献者的能源部门就一直在积极推动结构性转型，即能源结构从传统化石能源为主转向以可再生能源为主，从而使得以风能、太阳能为主的可再生能源装机规模迅速扩大。可再生能源在农村有广阔的发展空间，发展农村可再生能源不仅是构建新型能源体系的重要组成部分，也对促进乡村振兴和发展生态低碳农业具有重要意义。发展农村可再生能源能够为农村地区的发展带来新的经济收入、工作机会、产业发展，并提供可靠的能源供应。但是因地制宜地构建清洁低碳的现代农村能源体系，实现其与保护农业生态环境和提升农民生活品质相结合，不仅需要调动广大农民的积极性，也需要完善的地方政策加以引导，以及新技术新模式的有力支撑。

本文聚焦农村能源试点政策，通过结合山西芮城“光储直柔”改革等实例，探讨农村能源转型的机遇与挑战，为可再生能源推动乡村振兴提供经验借鉴。

农村能源试点政策开启“中国绿”新篇章

农村相对于城市发展速度较慢，通常会面临能源供应紧张、公共电网支持力度较小、能源分散、集中式供暖较难等严峻问题；与此同时，农村作为储备丰富可再生能源的大型资源库，拥有着充分可利用的可再生能源，这使得农村地区成为了新能源发展的重要阵地。

近年来，为加速推动能源转型、实现碳达峰碳中和目标，中国陆续制定了多项政策推动农村可再生能源的发展。2022年，国务院印发的《“十四五”推进农业农村现代化规划》指出，要加强乡村可再生能源建设，推动农业农村减排固碳，加强乡村信息基础设施建设等内容。同年，由国家发改委等九部门联合印发的《“十四五”可再生能源发

展规划》提出，实施千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动“双千万”行动，推进乡村分散式风电和分布式光伏发展，推动乡村产业发展。2023年3月23日，国家能源局、生态环境部、农业农村部、国家乡村振兴局联合发布《关于组织开展农村能源革命试点县建设的通知》，明确了农村能源革命试点县建设的重点任务，从供给、消费、技术、体制四个方面入手，推动可再生能源高质量发展。

加快规划新型能源体系，努力构建“风、光、水、火、储、氢”多能互补的新能源格局，能有效加强农村可再生能源建设和能源低碳转型，推动形成新能源富民产业，全面助力乡村振兴。

农村试点开展能源革命加速迈向绿色低碳之路

以2020年能源革命试点县——山西芮城为例，作为能源改革浪潮中的引领者之一，该地区的改革对于其他农村地区的能源转型无疑具有重要的参考价值。芮城县内无燃煤、燃油和燃气这类矿产资源，所有的化石能源全部依靠外购。同时，该县风光资源禀赋良好，虽然芮城县2020年的用电量已经小于其风光发电量，但县内仍有大量化石能源消耗。此外，芮城作为农业大县，每年可收集的小麦和玉米秸秆都在60万吨以上，能够就地获取丰富的生物质资源。

2006年起，当地政府便致力于把芮城打造成“国家级生态文明县”，作为“光储直柔”技术试点的地区，芮城将能源转型视为发展重点。芮城基于“光储直柔”和“生物质能”技术开展建设农村新型能源系统，先后实施了集中式光伏发电、风力发电，同时有序推进生物质发电。目前，芮城全县年可生产清洁电力17.8亿千瓦时，超出县域全年耗电量10亿千瓦时，真正成为了全国清洁能源输出县。

对芮城来说，光伏供暖、电动农机具、直流电器、智能充电桩等多领域的协调发展，大大减少了输电损失，也节约了输电成本，为改善农村电网基础稳定性提供了支撑与保障，使得该县居民获得了取暖和用电的实惠；光伏发电收益政策释放红利，分布式光伏补贴与售电收益多渠道分配方式助力了村民、村集体和企业的共同富裕，切实实现了三方收入的持续稳定增长；光伏扶贫项目工程的启动也为村民脱贫攻坚提供助力，实现了人民福祉的增强；减少化石能源排放带来的污染，使得村民的身体健康得到保障；在新技术新模式的加持下，“光伏+农业”“光伏+旅游”等分布式光伏发展模式为乡村振兴提供了源源不断的强劲动力，从而衍生出新的增收业态，陆续建成了光伏先进技术示范

基地、农林光互补示范基地、观光旅游示范基地，大大提升了芮城的经济水平和文化面貌。

芮城县能源改革之路深入贯彻了韧性和包容性发展理念，让村民真正享受到能源改革的红利，并探索出以新能源科技与文旅相融合的发展路径，最终找到了低碳转型的科学路径。

不同于山西芮城的“光储直柔”试点，其它具有代表性和实践性的试点地区经验也值得发掘和借鉴。

河南省兰考县原本化石能源匮乏，通过推进风能、太阳能、生物质能等农村可再生能源开发，以分布式、可再生、智能化为实施路径，创新能源生产、消费、配置、服务和产业协同发展模式，最终实现了全域煤炭消费清零，形成绿色低碳的能源消费体系，探索出了一条可实现、可推广的农村能源高质量发展之路。

安徽省长丰县通过屋顶分布式光伏发电技术，加快了城市配电网提档升级，推进了高品质城市配电网建设和充电基础设施建设，助力农业机械趋于电气化、无人化，实现绿色能源大范围替代化石能源。

宁夏回族自治区银川市通过将光伏产业和枸杞种植业相结合，构建了“一地多用、农光互补”的新型特色产业发展模式。通过可再生能源发电，减少了碳排放。光伏发电需要大规模清洁工作，同时枸杞是劳动密集型产业，需要大量劳动力进行除草、抹芽、修剪、施肥、采摘等工作，这也为当地增加了长期就业机会，不仅促进了产业的形成，也增加了收入，促进了区域经济的发展。

这些地区的试点案例经过探索与实践，为其它地区的转型提供了宝贵的经验。各地区在借鉴的同时，也要充分了解自身的资源禀赋和转型需求，立足改革基础，因地制宜寻找具有当地特色的转型之路。

完善农村革命政策实现乡村振兴宏伟蓝图

作为农村能源改革和能源转型发展的探索者，山西省芮城县的革新精神无疑给其他地区树立了标杆，但其改革政策仍存在一些问题：

1. 政策推广乏力，宣传力度有待提升，信息茧房效应明显。

芮城采用的分布式光伏作为一种方兴未艾的新兴产业，相关政策在农村的推广度仍然较低，政策宣传科普效果不够理想。同时，村民对在自家农田、屋顶等位置安装可再

生能源设施有不同态度，可能产生认知偏差。因此，亟需对当地居民的抵触情绪进行梳理，寻找问题根源，同时增加对各利益相关方的知识普及和能力建设，增加沟通与交流。

2. 光伏安装成本高、经济压力大，村民对回本受益存有顾虑，安装意愿趋于下降。

由于光伏安装成本高昂，谨慎观望成为普遍选择。调研显示，大部分村民对回本受益存在担忧，而当前光伏项目的实际回本时间普遍为6~8年，村民预期回报与实际状况的差异成为必须重视的一大难题。为解决这一难题，一方面需要有当地政府联合企业进行调研，尝试通过政策补贴、税收减免等措施进行扶持，另一方面也可以引入金融工具，例如绿色债券等对产业发展进行引导，共同推动可再生能源在当地的推广，并促进区域经济的增长。

3. 地情地貌差异化较大，能源转型方案的制定和推广需要更多探索。

中国地域辽阔，乡村类型多样，黄河流域上、中、下游的资源禀赋、经济发展水平各不相同。这也导致了城乡空间格局的差异性和乡村地域类型的复杂多样性。虽然芮城的案例具有一定的推广条件，但需要因地制宜地进行调整，基于当地农村产业的现状和发展前景，结合顶层设计，注重多能互补和就地消纳，提出更符合当地条件和需求的转型方案，从而为农村创造新的就业机会，惠及农村的可持续发展，实现多方共赢。一些地区的经验已经显示，将农村能源革命与当地的农林产业相结合更能带动区域产业发展，在解决可再生能源用地问题的同时，促进了能源的就地消纳，避免了与地方其它产业进行不良的资源竞争。如果有更多地区进行更多的试点，则能汇总更加丰富且更具有借鉴性的经验，系统性降低试错成本。

随着农村能源改革的不断发展与完善，中国将坚持积极推动并落实能源改革相关政策，为美丽乡村建设和乡村振兴注入新动能。EDF也将长期关注中国能源改革、资源密集型地区的能源转型工作，在各地持续开展实地研究，助力有效减缓气候变化，逐步实现“双碳”目标，描绘出中国绿色低碳生态的锦绣画卷。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF）研究：模型方法剖析双碳路径的多重不确定影响

顺利实现“双碳”目标需要统筹平衡发展与减排、整体与局部、长期目标和短期目标以及政府和市场之前的关系。同时，低碳转型与自然系统、经济体系、能源体系、技术体系和管理体系有着紧密的联系，需要在不同时间和空间尺度上全面分析不同系统之间的联动关系，这依赖于通过系统性科学方法展开大量的情景模拟和实证研究。

气候变化综合评估模型（integrated assessment model, IAM）能够系统而定量地模拟自然环境与能源经济系统、社会系统之间的联动和相互作用，是气候经济分析和政策评估领域的有效工具。气候变化综合评估通常具备社会经济系统、能源系统、气候环境系统、影响评估模型及政策响应五个模块，可以用来模拟多维度政策措施对可持续发展目标和应对气候变化的影响，为政策响应指引方向。系统内部通过多元化动态交互机制实现跨系统的集成优化，这不仅能够实现系统、全面地探寻各部门可持续发展和应对气候变化的路径及战略措施，也为如何减少各系统间潜在权衡并且发挥协同效应提供了新思路。同时，IAM 也可与土地利用、健康、生物多样性等不同功能模型实现动态耦合，实现社会、经济、气候和健康政策的协同评估。

实现“双碳”目标的道路上面临着诸多不确定性

实现碳中和目标，意味着前所未有的深刻系统变革。我国 2060 年前实现碳中和的蓝图如何绘制，相应的低碳转型和气候变化应对方案可以导致怎样的社会经济影响，都有待进一步分析。气候变化综合评估模型是气候经济学的前沿研究领域，也被众多学者应用于我国中长期低碳转型路径和不同情景、假设下中国的低碳发展前景的研究当中。中国科学院大学段宏波教授指出，我国的“双碳”目标需要充分把握 2030 年碳达峰中期目标的发展机遇，为 2060 年长时间尺度碳中和目标打下坚实基础。但中长期规划不可避免地受到多重不确定性的影响。

中国科学院科技战略咨询研究院副研究员莫建雷表示，“双碳”目标下的政策制定与减排规划均面临不确定性带来的困扰。这些不确定性来自多个层面，包括排放空间、技术进步、能源市场、决策者的风险偏好、气候敏感性、其他不确定性事件的发生等维度。具体来看，不同温升目标情景下的碳排放分配具有较大差异，而目前设定的 1.5-2 度的温升目标还有很大的不确定性；可再生能源的未来发展趋势、成本和速度以及化石能源在未来的角色和定位和宏观供需形式也面临着巨大的不确定性；在决策者层面，微

观经济主体企业以及政策制定者在做决策时都受各自的风险偏好和对未来风向管理方式、模式等因素影响；不同类别和基于不同算法的气候变化评估模型对于气候敏感性的假设和参数设定的分布空间目前较大，给模型研究成果带来不确定性。莫建雷副研究员表示现在的气候变化综合模型研究还不够，需要进行更加宏观的设计，并呼吁更多的研究人员加入进来研究气候变化综合评估领域中的不确定性问题，提出量化的、合适的结果。

不确定性事件的发生通常是不可预测的，但很可能对自然环境、能源经济和社会系统产生深远的影响。以新冠疫情为代表的突发事件给全球经济环境带来前所未有的冲击，更对中国经济发展带来了巨大的影响。安徽财经大学崔连标教授基于可计算的一般均衡模型评估了新冠疫情对中国能源经济环境的影响，研究中刻画了疫情防控非市场行为来真实模拟新冠疫情所带来的宏观影响。他指出，新冠疫情对中国经济发展的影响主要体现在劳动力减损。另外，新冠疫情在导致能源消费总量下降的同时，能源强度的反弹比较明显，并预计会持续一定时间。

“双碳”背景下，中国的低碳减排工作任重而道远。综合评估模型所具有的多元复杂构造、多学科底层基础知识支撑，所支持的灵活的政策评估时空尺度选择，以及所能提供的定量全面的评估结果，赋予其其在气候经济分析和政策评估方面的独特优势，但综合评估框架对多重不确定性的融合建模和系统评估还有大量工作有待开展。段宏波教授指出，不少国外综合评估模型对中国的评估结果不够准确，对这些模型的二次开发和应用，难以灵活地嵌入或反应具有中国特色的政策影响传导机制。他呼吁中国学者加强自主模型方法的底层创新，填补国外模型不足，以为政策制定者提供科学合理的决策支持。



查看原文请扫微信二维码

【案例研究】

● 中国能源模型论坛（CEMF） | 电力低碳转型赋能环境健康

通过对不同路径的研究和分析，电力系统实现 NDC 目标（CO₂ 排放强度到 2030 年需要比 2010 年的排放强度低约 40%）与基准情景相比，到 2030 年除西北部外的其他区域的 SO₂ 将减少 18-89%，NO_x 将减少 28 - 78%，同时全国人口加权平均 PM_{2.5} 浓度约下降 50%。在仅考虑电力系统减排的情况下，全国就已经有 83% 的区域能实现世界卫生组织建议的过渡阶段 III 目标（35 μg/m³），并且避免 19962 例过早死亡，这将极大地提高空气质量并推动美丽中国的进程[1]。

碳中和目标下，存在两种具有相同排放轨迹但不同技术路径的实现方式，一种是以可再生能源为主导（RE-LED），另一种是以负排放技术为主导（NET-LED）。在 RE-LED 路径中，非化石燃料在一次能源结构中占 86%，生物质联合碳捕集与封存（BECCS）发电量占总发电量的 5%（687TWh），负排放抵消量占 4%（23Gt）；而在 NET-LED 路径中，非化石燃料在一次能源结构中占 63%，BECCS 发电量占总发电量的 11%（1294TWh），负排放抵消量占 15%（77Gt）。一方面，由于碳排放和空气污染物排放同根同源，实现碳中和目标将可能使中国的空气污染物排放量大幅下降。在 RE-LED 和 NET-LED 情景中，由于化石燃料的逐步淘汰，到 2060 年发电产生的空气污染物排放量几乎为零，但在其他行业仍然有空气污染物的排放差异。在 2035 年前，两种碳中和情景下的空气质量没有差异（全国人口加权平均 PM_{2.5} 浓度为 18.70 μg/m³），碳中和路径都将极大地促进空气质量的提升。另一方面，尽管改进末端控制措施的贡献不容忽视，但仅仅依赖这些措施并不足以帮助中国所有省份都达到 2005 年世卫组织 10 μg/m³ 的指导标准。在最严格末端控制措施下，2060 年 RE-LED 和 NET-LED 情景的全国人口加权平均 PM_{2.5} 浓度分别为 6.10 和 9.57 μg/m³。通过比较发现，在 RE-LED 情景中，所有省份都可以达到 2005 年世卫组织 10 μg/m³ 的指导标准，但在 NET-LED 情景中仅有不到 2/3 的省份可以达到。因此，在相同的末端控制措施下，走可再生能源为主导的碳中和路径更有利于实现美丽中国的目标。与参考情景相比，2060 年人均预期寿命损失最低 0.88（NET-MFR 中最低估计值）下降到最高 2.80 年（RE-CLE 中最高估计值），这几乎相当于中国过去预期寿命增长的 5-10 年（2005-15 年或 2010-15 年）。从 NET-LED 转向 RE-LED 路径（0.47 - 1.19 年）的公共卫生收益甚至大于从 NDC 情景到碳中和情景（0.44 - 0.85 年）。

以上研究表明，选择科学合理的电力系统减排路径，将在实现部门温室气体减排的同时，促成清洁空气目标的实现，为公共健康保驾护航，获得最大化的外部效益，助力美丽中国建设[2]。

[1] Cai W, Hui J, Wang C, et al. The Lancet Countdown on PM 2.5 pollution-related health impacts of China's projected carbon dioxide mitigation in the electric power generation sector under the Paris Agreement: a modelling study. The Lancet Planetary Health 2018; 2(4): e151-e61.

[2] Zhang S, An K, Li J, et al. Incorporating health co-benefits into technology pathways to achieve China's 2060 carbon neutrality goal: a modelling study. The Lancet Planetary Health 2021; 5(11): e808-e17.



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF） | 鹤壁市行业低碳转型和清洁低碳采暖保障空气清新

鹤壁位于河南省北部，地处太行山东麓向华北平原过渡地带，山地丘陵和平原面积约各占一半，全市总人口 164.96 万人，城镇化率达 58.76%。因其煤炭资源储量丰富，长期以来形成了以煤炭为主的能源消费结构及以第二产业为主且重工业为主的产业结构。在 2017 年，原煤作为鹤壁市主要工业能源消费品种，占比高达 93% 以上。同时，该地区生产总值为 832.59 亿元，能源消费总量为 544.22 万吨标准煤，单位 GDP 能耗为 0.65 吨标准煤（按当年价计算），高于同年的河南省单位 GDP 能耗（0.51 吨标准煤），也高于同年的国家单位 GDP 能耗（0.55 吨标准煤）。根据鹤壁市能源结构与能源消费的分析，鹤壁市单位 GDP 能耗较高，工业企业对清洁能源的消费比例较低。由此可知，原煤是鹤壁市主要工业能源消费品种，燃煤排放是 PM_{2.5} 和 NO_x 污染的主要来源。

鹤壁市处在南北方采暖划界过渡区域，2017 年 6 月成功入选首批北方地区冬季清洁取暖试点城市，大力推进农村取暖方式和居住环境转变，印发了《鹤壁市冬季清洁取

暖试点城市实施方案》和《鹤壁市冬季清洁取暖专项规划（2017-2020）》。在城区和县城都遵循“集中供热为主，分散采暖为辅”的原则，实现清洁热源的全覆盖。城乡结合部和农村地区形成“低温空气源热风机为主，成型生物质取暖为辅”的模式，实施热源的清洁化改造。同时，保证“既有建筑能效提升改造”和“新建建筑施行绿色农房标准”同举，从而实现取暖清洁化和建筑能耗降低双保障。

（1）集中供热清洁化改造成果。推进集中供热管网建设。按照“集中为主，分散为辅”的原则，实现鹤壁市清洁取暖全覆盖，积极发挥现有的热源效能，不断推进集中供热管网的建设工程，同时结合分布式可再生能源的集中供热方式。截至2020年6月，鹤壁市发展集中供热覆盖面积达到2474.26万m²。其中，热电联产集中供热发展1417.26万m²，余热回收利用集中供热发展650万m²，地源热泵集中供热发展407万m²，分布式可再生能源集中供热发展123万m²。

（2）热源端清洁化改造成果。推进农村低温空气源安装。在清洁取暖的实施过程中，确定了“电取暖、煤清零”技术路径，积极推进低温空气源热风机安装工程，全市安装低温空气源热风机13.13万户，约17.37万台，采暖面积达2100万m²，占清洁取暖农村热源侧实施改造面积的86%，建设成效显著。通过安装低温空气源热风机监测仪，对90户低温空气源热风机的各项指标进行监测。在2019到2020年的供暖季，低温空气源热风机单位面积日均耗电量平均值为0.368kWh。低温空气源热风机采用高效的新环保冷媒，以电力作动力，代替煤炭取暖，实现了二氧化碳减排的同时也减少了其他污染物的排放。

（3）用户端建筑能效提升成果。至2020年5月，鹤壁市“热源侧”清洁取暖改造面积总计为4508.65万m²，改造户数29.7万户；“用户侧”建筑能效提升改造面积662万m²，改造户数4.87万户；铺设农村燃气管道378.41km，新接农村用户6.4万户，累计改造农村电网575个村庄，涉及22.1万户，使供电能力得到了有效的提升。

从2017到2020年，鹤壁市积极推进清洁能源的转型工作和能源使用的节能增效工作，在城区和县城发展集中供热，在城乡结合部和农村地区进行热源端清洁化改造和建筑端用户能效提升。其中，鹤壁市通过推进集中供热管网建设，不断完善集中供热设施的基础建设，每年节约能源104.65万吉焦，节约标准煤3.85万吨，减排CO₂10.2万吨、SO₂770.8吨、NO_x269.8吨和烟尘578.1吨；部分农村地区通过安装低温空气源项目，

每年替代燃煤 35.9 万吨标准煤，减排 CO₂94.1 万吨、SO₂0.72 万吨和 NO_x0.25 万吨。鹤壁市的清洁取暖试点建设取得了良好的环境效益，共节约或替代 39.75 万吨标准煤，减排 CO₂104.3 万吨和 NO_x0.28 万吨，为供暖季节能减排和大气污染防治做出重要贡献，进一步改善了空气质量，提升了居民的生活水平。

在开展清洁取暖行动的同时，鹤壁市还完成了火电和水泥行业的超低排放改造。划定了高污染燃料禁燃区，排查生产、销售、运输和使用散煤行为，推进全市范围的散煤动态清零。多项行动联合开展下来，鹤壁市夯实了蓝天保卫战的成果。鹤壁市重度和严重污染天数在 2019 年后有所减少，其中，鹤壁 2018 年空气质量的三项主要指标实现“两降一增”；2019 年 PM_{2.5}、PM₁₀、优良天数三项指数综合得分 50.38，位列全省第 6 名；2020 年 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 下降 6.6%和 71%，优良天数同比增加 37 天，NO_x 和 SO₂ 的排放量下降明显，较 2018 年分别下降 26.04%和 28.12%。

由此可见，鹤壁市地方政府通过低碳取暖改造和减少行业煤炭使用等低碳转型措施，促进了地方空气质量的改善，为美丽中国空气清新目标作出了贡献。其他地区可以借鉴鹤壁市的经验，在能源结构和热源清洁化改造方面加大投入和推进，倡导低碳生活和绿色发展理念，加大政策扶持力度，推进清洁能源发展并促进建筑能效提升，共同致力于实现气候减缓与环境保护的协调发展。



查看原文请扫微信二维码

- **中国能源模型论坛（CEMF） | 青岛中德生态园标准先行和被动房设计助力打造全方位低碳绿色园区**

青岛中德生态园（国际经济合作区）位于青岛西海岸新区，是青岛的重点功能区之一，园区现有中德生态园和中日（青岛）地方发展合作示范区等多个国家级合作平台，承担建设青岛与德国、日本“国际客厅”的职能。山东自贸区青岛片区约有 12.8 平方公里位于园区。经山东省和青岛市委、市政府批准，中德生态园管委为市政府的派出机

构，由西海岸经济新区管委代管。

中德生态园于 2010 年 7 月在中德两国总理的见证下签约，2011 年 12 月开工奠基，2013 年 7 月启动建设。秉承“田园环境、绿色发展、美好生活”的发展理念，到 2021 年底累计实现 20 家世界 500 强项目、3000 多家国内外企业在园区内落户发展，形成智能制造、生命健康、高端装备制造等多个引领性产业体系。以高标准要求引领生态建设发展，对标联合国 2030 发展目标，首个功能区生态指标 2030 体系已经通过专家评审，纳入商务部制定的《国家级经济技术开发区国际合作生态园工作参考指南》，发布全球首个自贸区绿色指标体系，园区还获得亚洲首个德国 DGNB 区域认证。

中德生态园坚持以标准立园，做到标准先行。在园区建设之初，率先借鉴德国莱茵模式和 DGNB 可持续建筑经验，编制以生态保护为导向的 40 项内容的指标体系 1.0，其中 6 项指标为该园首次提出。40 项内容的指标体系涵盖了能源、水资源、土壤、空气、人居环境等多个方面，全方位为园区打造了“低碳发展，生态友好”的蓝图。

园区初步制定了“2027 年碳达峰，2050 年碳中和”的发展目标，并在青岛中德生态园 2030 可持续发展指标体系中明确要求：2025 年，园区单位 GDP 碳排放强度 $\leq 170\text{tCO}_2/\text{百万美元}$ ，园区可再生能源利用率 $\geq 20\%$ ；分布式能源供能比例 $\geq 60\%$ 。作为国家级绿色生态示范城区，在规划建设过程中，园区突出多源利用，以泛能网为平台建立区域内能源智能化管理与交易，突出太阳能、风能、地源热能、水源热能等可再生能源与燃气等清洁能源的分布式能源一体化利用，实现冷、热、电三联供。创新能源利用模式，园区遵循“高能高用、低能低用、削峰填谷互补保障”的设计思路，充分利用可再生能源和清洁能源，建立化石能源与可再生能源的循环利用系统，采用集中式与分布式、混配系统和独立系统相结合的方式，对各种能源与资源进行合理分配并优化输配系统。

针对水资源，青岛中德生态园 2030 可持续发展指标体系明确要求：2025 年，单位工业增加值新鲜水耗 ≤ 6 立方米/万元；地表水环境质量达标率达到 100%；水资源循环利用率 $\geq 75\%$ 。在具体实践中，中德生态园从园区起步阶段就编制了水资源综合利用的相关规划和专项研究，将水资源利用和水环境保护控制指标专项规划进行控制。加强园区防洪排涝体系建设，实施河道生态防护，自然净化水质，严格保护生态空间和泄洪通道等。最大限度保留原有湿地、坑塘、河坝，并对原有湿地进行雨水利用和改造美化，

结合地形及水流方向，在景观水系中设置蓄水坝体，以形成大面积水域，营造滨水景观。由此建成的山王河湿地公园、汉德 D-zone 和山龙河改造项目，成为园区雨水收集净化的“雨水花园”，同时还能发挥出巨大的景观效应，成为园区及周边居民休闲娱乐的好去处。在空气质量方面，青岛中德生态园 2030 可持续发展指标体系明确要求：2025 年，好于等于二级标准的天数 ≥ 310 天/年。通过借鉴国内外先进经验，从完善区域协调管理和园区内部管理两大方面，包括污染排放源的源头控制、末端管理和土地利用相关三个层面，涉及的污染源包括工农业生产、热电联供、交通、扬尘等方面，并强化大气环境治理和保护。

土壤安全也是园区重点关注的对象之一，青岛中德生态园 2030 可持续发展指标体系明确要求：2025 年，土壤污染净增加量为零。首先，园区要根据规划区的自然本底特征和生态敏感性分布情况，加强生态保护与修复。其次，建立常态化、制度化的规划实施评估机制，并强化了检测机制，针对园区土壤环境因素，委托专业资质机构，自 2014 年起连续开展环境指标监测，共布设监测点位 65 个，科学确定环境承载能力，强化空间布局管控。

在“低碳发展，生态友好”的蓝图下，中德生态园从 2014 年开始就引入了德国先进的被动房技术，深耕低碳和零碳领域的建筑技术体系建设，并且针对国内现状，探索出一条极具特色的建筑领域“双碳”发展之路。被动房与我国常规建筑相比节约率达 80~90%，符合国家建筑业高质量发展的需求，是建筑业“碳达峰、碳中和”的重要解决方案之一。“被动房技术中心”项目于 2015 年 3 月开工建设，2016 年 9 月投入使用，集合建筑本体节能提升、设备系统能效提升和可再生能源复合利用等技术手段，配置楼宇控制系统和能耗监测系统，对建筑运营进行全程把控，为全国建筑低碳技术的升级开创了先河。由于建筑本体节能措施包含了卓越的保温系统和性能良好的被动式气密性外门窗，还配以无热桥设计和围护结构高气密性，可以减少室内外空气对流引起的室温变化；且可再生能源——冷热源机组设备和空调风系统具有防冻保护功能，对于极端的高温和极冷天气具有一定的应对能力。

太阳能光伏发电方面，本项目 2017 年的发电量为 34016 kWh，占全年总能耗的 7%；2018 年发电量为 35888kWh，占全年总能耗的 9%；2019 年发电量为 34655kWh，占全年总能耗的 8%；2020 年发电量为 37952kWh，占全年总能耗的 9%。

即便在极端天气情况下（冷热源机组设备和空调风系统具有防冻保护功能），被动房中心近四年的全年室内温度维持在 20~26（℃）范围内。制冷季平均温度在 25℃左右，供暖季温度在 22℃左右。每个功能季的室内温度的波动范围在 2℃以内，能维持良好的舒适性。

根据模拟结果，这个项目每年可节约一次能耗 130 万 kWh，节约运行费用 55 万元。同时减少碳排放 664 吨，与现行的国家公共建筑节能设计标准相比，其综合节能率高达 66%。截至 2021 年，被动房技术中心作为国家标准近零能耗建筑的示范项目已运营 4 年。运行管理团队运用能耗监测系统，长期对其能耗及环境参数进行采集分析，并定期对外发布能耗报告，通过制定合理的节能运行模式，确保本项目的低碳运行。2016 至 2020 年，此项目每年单位建筑面积耗电量为 30kWh/(m² a) 左右，在满足高度舒适度的前提下，每年能节省电的费用约 55 万元，4 年累计减少碳排放约 1000 吨。本项目推动了近零能耗建筑和超低能耗建筑在中国的示范推广，同时也促进了符合中国国情的近零能耗技术标准的逐步建立和实施。

随着我国经济快速增长和城市化进程加速，建筑能耗总量呈持续增长态势。2011 年，我国能源消费总量 348002 万吨标准煤，建筑能耗为 116000 万吨标准煤。目前，我国 95% 的建筑为高能耗建筑，而被动房的最终目标是实现建筑传统能耗的减量化和气候资源利用的最大化，以最低成本创造最为舒适的建筑环境。如果按照被动房标准实现 85%~90% 节能目标，每年保守估计能节省约 100000 万吨标准煤，其中运营阶段节省约 70000 万吨标准煤。若以 2018 年青岛市住宅竣工面积 1624 万 m² 为例，如果全部按被动房住宅标准建设，相比现行的 65% 节能标准，可节约用电 7.5 亿 kWh，减少碳排放 60 万吨，节约能源费 4.1 亿元。

由此可见，大力推广被动房，对缓解地球温室效应、提高气候适应能力、缓解城市区域大气污染和节约社会成本有重要意义。同时，青岛中德生态园区通过高标准的生态指标体系，实现了经济、社会、资源、环境的和谐发展，并成功践行了低碳、水体洁净、空气清新、土壤安全、生态良好、人居整洁和应对气候变化的美丽中国指标。这体现了“整体规划，标准先行”的重要性，并彰显了低碳、应对气候变化、水、空气、土壤、人居环境和生态的协同发展是可以通过具有大局观的统筹而实现的。青岛中德生态园区为未来的新园区发展提供了优秀模板，而且急需转型升级的老园区亦可发掘其有可借鉴

之处。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF） | 山东明水工业园区探索绿色转型多重效益

工业绿色低碳转型具有重要意义。它有助于减少工业部门对环境的负面影响，降低温室气体排放和污染物排放，改善空气质量，保护生态环境。其次，绿色低碳转型可以促进资源的有效利用和循环利用，提高能源和物质利用效率，降低生产成本，增强企业的竞争力。此外，转型还能推动技术创新和产业升级，培育新的经济增长点，促进经济可持续发展。

本文以山东明水老牌工业园区绿色转型的实践为案例，探索工业部门绿色低碳转型的多方效益，为工业园区的绿色低碳转型提供实际经验。

明水经开区坐落于济南章丘，于 1992 年山东省政府批准设立，东连淄博、南依泰山、北临黄河，是黄河下游流域沿黄工业园区之一。依托优越的区位优势和自然资源优势，经开区最初以发展传统制造业为主，以工业发展带动经济发展。伴随着传统粗放型经济的发展，环境承载能力不足等生态问题日益凸显。因此，扭转园区内能耗高、资源利用率低的境况，对紧临黄河的明水经开区来说刻不容缓。

作为沿黄重点合规园区，明水经开区在十余年前就意识到了产业转型升级所能带来的潜在红利，从“十二五”时期便开始积极进行布局。2012 年，明水经济技术开发区升级为国家级经济技术开发区，园区随即开始布局产业转型。2016 年，章丘撤市设区后，为加快融入济南主城区，明水经开区将转型重点放在产业结构调整上，并着手于污染防治治理以及生态保护。2020 年以来，在黄河流域生态保护和高质量发展及山东建设绿色低碳高质量发展先行区等战略出台后，明水经开区的转型更加关注科技创新和生态保护领域。基于更明确的政策导向，明水开发区立足自身产业基础，发展实际加快绿色低碳产业的高质量发展，明确了汽车、食品医药包装、新材料、数字经济等六条产业链，推

动产业链的深度融合。

在十余年的转型改革进程中，为应对黄河流域资源性缺水等生态问题，明水经济技术开发区坚持将产业转型与环境治理工作并线推进，协同发展创新技术与数字经济，探索出一条颇具代表性的老牌工业园区绿色转型发展之路。2022年，明水经开区新建企业环评率达100%，园区绿化覆盖率达40%；工业固体废物利用率达到96%，工业用水重复利用率达到90%以上。

园区内企业通过绿色技术改造、建设新能源项目、实施智能化改造等工作，带动了园区整体的绿色发展。以明泉集团为例，集团转型升级后，开启氮肥退城进园技改提升项目，淘汰落后工艺，打造“绿色、高效、高端”的产业生态圈。改造后煤炭用量将减少21.5万吨/年，综合能耗（当量值）将节约20.63万吨标准煤/年。

同时，园区的绿色转型发展也推动了企业的绿色发展。例如，中国重汽表示在企业面临着较大的能源资源和环境排放压力下，构建绿色制造体系，实现园区绿色转型升级有利于提升园区整体的环境，促进使用清洁能源，并实现余热余压的综合利用。改善园区传统用能模式有利于节省企业能源费用成本，减少污染排放。除此之外，转型也加快了园区新能源汽车的研发，及时淘汰高耗能产能，强化生产过程资源节约，并利用绿色能源技术，推动了光伏项目的建设，打造绿色工厂，实现企业的可持续发展。同时，娃哈哈集团的相关负责人也表示园区的转型促进了企业设备升级，提升设备生产效率并降低设备损耗，提高企业产品产量，倒逼企业发展成为资源能源节约型和环境友好型的新型企业。

由于园区产业转型升级的各项指标给企业绿色发展带来了高成本的压力，明水经开区为帮助企业平衡生态环境保护 and 经济效益，提供了资金补贴和基础设施建设等各方面的支持。这促使越来越多的企业转变观念，在这一过程中形成低消耗、可循环、低排放、可持续的产业结构和生产方式，逐步形成环境与经济效益并行不悖的发展模式。在这种自上而下的产业结构调整与节能减耗举措，多方共识之下，推动企业与园区共赢共生的良性循环。

综合来看，山东明水老牌工业园区绿色转型的实践体现了工业园区可通过统筹推进产业转型和绿色环保带来多重效益，而绿色技术的应用能为减污降碳做出卓越贡献，同时，园区的绿色低碳转型也离不开对企业的引导与支持，以此发挥企业的共同力量。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF） | 厦门市科技赋能引领城市交通迈向“近零碳”

作为终端用能部门，交通部门统筹推进零碳转型和支持经济增长的工作任重而道远。交通部门可以通过优化交通运输结构，推进交通用能低碳，形成绿色出行模式，促进技术融合发展等多维度举措实现能源转型和二氧化碳减排。同时，交通运输领域的低碳转型将通过减少空气和水污染，优化城市人居质量和环境来赋能实现美丽中国目标。

本文以福建省厦门市科技赋能引领城市交通迈向“近零碳”发展的实践案例为例，探索交通部门低碳转型举措在提升空气质量方面的协同效益。

2018年，《厦门市打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》（以下简称《方案》）正式出炉，旨在实施二氧化氮（NO₂）、细颗粒物（PM_{2.5}）和挥发性有机物（VOCs）三类污染物协同控制，狠抓臭氧、颗粒物和氮氧化物的污染治理，控制主要大气污染物排放，进一步改善环境空气质量。交通污染是城市空气污染的主要来源，随着人口增加和经济的发展，厦门机动车数量逐渐增加。厦门市车管所的数据显示，2022年厦门市机动车报牌189650辆。其中乘用车报牌128825辆，同比2021年增长13.43%。因此在《方案》中，积极调整运输结构和发展绿色交通体系成为了重点措施之一。厦门交通系统始终把绿色交通作为与城市可持续发展和民众美好生活紧密相关的重要事项来推进，通过建设低碳基础设施、推广绿色出行、发展绿色货运模式和创新交通智慧运行等措施，推动交通领域低碳绿色发展，为高颜值生态花园城市建设贡献力量。

（1）建设绿色基础设施

大力提升基础设施生态品质，全面实现交通与自然生态的和谐发展。建设一批高品质的生态绿色公路，严格落实环保措施，积极应用新材料、新设备、新技术、新工艺，这不仅能保障施工质量安全，还能减少对环境的影响。例如，翔安大桥等项目采用快速装配式现浇箱梁支架体系，提高施工工效，降低海上作业风险；厦门大桥加固改造、溪

东路等项目应用了“绳锯切割”、“透水混凝土”和“新型泥浆处理”等绿色工艺技术；翔安大桥等项目应用 BIM 和物联网相关技术，搭建项目数字化管理平台，加强实现工程质量、安全、进度、投资等全方位信息化管理，提升工作效率和降低工作成本。为了助推公路建设与旅游资源的融合，厦门市环岛路是中国第一条依海而建的道路，其美化率、绿化率与干净度位居全国海滨城市之首。

（2）积极倡导绿色出行

围绕绿色出行和便捷出行目标，着力打造公交都市。2017 年底厦门实现了轨道交通零的突破，目前已开通运营轨道 1、2、3 号线，里程 98 公里，实现三向跨岛，同时在建 4 号线、6 号线、3 号线延伸段这 3 条线路。同时持续强化公交与地铁衔接，深化智能系统应用，推出城际公交、网约公交和微循环公交等产品，满足个性化出行需求。开通 13 条“公交快递融合”线路，有力支持边远山区乡村经济发展。依托“互联网+”，推进智慧新业态发展，打造网约车规范管理的全国标杆城市。全市绿色出行比例达 70.43%。

着力推进交通运输装备的清洁化，逐步打造纯电动公共交通供需运营系统。全市新增和更新的公交、出租和网约车全部为新能源车。截止 2022 年底，全市公交车辆中新能源车比率达 86.5%，全市出租车中新能源车比率达 51%（其他均为清洁能源车辆），网约车中新能源车比率达 75%。同时，加快推进老旧柴油货车更新，加大新能源配送车辆推广力度。目前新能源配送车辆保有量达 13163 辆，较去年同比增长 118%，占比约 9.4%。

（3）大力开展绿色航港建设

厦门港作为厦门市沿海主要港口和集装箱干线港，一直致力于开展绿色航港建设。2017 年，厦门市辖区港口的 169 台集装箱轮胎式龙门起重机（RTG）全部完成“油改电”技术升级，据测算，升级后的港区吊装单箱能耗下降 57%以上，年减少燃油消耗约 6939 吨，减少 CO₂ 排放 21930 吨。建成全国第一个全自动化集装箱码头——远海自动化集装箱码头，远海码头、海润码头等多个码头完成船舶靠港使用岸电建设应用工作。据测算，改用岸电后，仅嘉庚号船舶一年可减少燃油消耗逾 300 吨，减少 CO₂ 排放 2951 吨、硫化物和氮氧化物逾 5 吨。未来 3 年，厦门港将实现邮轮及集装箱码头岸电应用全覆盖。装箱卡车“油改气”岛内港区已全部完成改造，岛外港区已完成 72%的高污染车辆国 V

标准改造[1]。

（4）推进交通智慧高效运行

以“人民满意”为目标，大力推动交通强国试点任务建设。从方便广大市民和全国各地游客公共出行需求和提升公共出行品质出发，以建设“全数据驱动型公交”为目标，打造“厦门城市公交综合智慧系统”科技示范工程。在满足“企业控本增效、乘客便捷安全、政府减负可控”等三方共同需求上，着力破解百姓出行难题，提升城市公共交通出行效率和城市交通智能化水平，推动厦门建成安全、便捷、高效、绿色、经济的现代综合交通运输体系，支撑建设更高水平、高素质、高颜值的现代化和国际化城市。

厦门市开展绿色交通以来，实现年节约能源 13820.54 吨标准煤，替代燃料量 18941.37 吨标准油，减少 CO₂ 排放 79552.54 吨[2]。2016 年，厦门市获得了全国首批优秀“绿色交通城市”称号；2019 年，厦门市交通运输局荣获我国生态环境保护领域最高的社会公益性奖励——中华环境奖。此外，交通的绿色转型带来的是直观的空气质量改善。2020 年 1-11 月，厦门空气质量与去年同期相比，空气质量综合指数值改善 0.43（14.7%），空气质量优良天数比例上升 2.4 个百分点，六项主要污染物浓度实现“五降”[3]。

综合来看，交通绿色转型为厦门市打赢蓝天保卫战做出了重要贡献。厦门市交通运输系统兼顾低碳转型与空气质量提升的实践经验为其他需要协同实现交通部门低碳转型和环境质量提升的地区提供了可靠的、可借鉴的宝贵经验，可以帮助其他地区统筹推进低碳转型和美丽中国建设。

[1]<http://env.people.com.cn/n1/2018/0309/c1010-29857695.html>

[2]<http://env.people.com.cn/n1/2018/0309/c1010-29857695.html>

[3]<http://www.taihainet.com/news/xmnews/ldjj/2020-12-08/2456275.html>



查看原文请扫微信二维码

陕西省地跨黄河、长江两大流域，水资源总量为 419.6 亿立方米（2000 年）。其中黄河流域在陕西省境内流域面积 133301 平方千米（占陕西省总面积的 65%），分布着全省 85%以上的工业和 76%的人口；境内渭河、延河和无定河是黄河的一级支流，而渭河是黄河的最大支流。陕西省石油、天然气、煤炭资源储量丰富，是煤炭、石油和天然气的能源输出大省。同时，陕西省的能源消费结构偏重，2020 年煤炭消费量在能源消费总量的占比为 75%。陕西省能源-水资源综合评估模型的研究结果显示，以煤为主的能源资源禀赋决定了未来相当长一段时间内陕西省的经济社会发展仍将离不开煤炭。其中，2035 年高挑战-可再生能源政策情景（Great challenge-renewable energy policy, Ger）和低挑战-电力-煤炭政策情景（Low challenge-electricity-coal policy, Lec）煤炭消费比重将达到 57.5%和 69.9%。

外送能源的 CO₂ 排放（尤其是外送电力）是否算在本省将显著影响陕西省的碳达峰时间及峰值，但不会对其碳中和时间产生显著影响。在外送能源的 CO₂ 排放计入本省的情况下，陕西省 CO₂ 排放量有望在 2030 年前达到峰值。基准情景（Business-as-usual, BAU）、低挑战-电力-煤炭政策情景（Lec）、2035 减半情景（Halve）的峰值约为 4.5、4.4 和 4.4 亿吨 CO₂，高挑战-电力-煤炭政策情景（Great challenge-electricity-coal policy, Gec）和 2035 年高挑战-可再生能源政策情景（Ger）下会在 2025 年达峰，峰值约为 4.3 亿吨。在外送能源的 CO₂ 排放不计入本省的情况下，陕西省 CO₂ 排放量有望在 2025 年前达到峰值。BAU 情景下 CO₂ 峰值约为 3.51 亿吨，而 Lec、Halve、Gec 和 Ger 情景下峰值约为 3.50 亿吨。

不同转型情景中，Ger 情景的能源行业节水降污的协同效益最大。2035 年和 2060 年，Ger 情景的协同指数将为 0.27 和 0.66。这是因为在 Ger 情景中，陕西省能源行业拥有更低的取水量需求和更高的非化石能源消费比重。另外，能源行业低碳减排技术对降低水量有显著的协同效果，能有效缓解水资源短缺的压力。到 2035 年，Ger 情景下能源行业的取水总量将为 39886 万 m³，由于单位取水量小的风能和太阳能发电的发展，相比 2020 年可下降 40.6%。外送能源的取水量占能源行业取水总量的比重在 35%-45%之间；且外送同等数量的能源时，因风能和太阳能发电规模较大，Ger 情景下的取水量会更低。从分地区的角度来看，榆林市能源行业取水量在 2020 到 2060 年各情景中均为陕西省首位，占比约为陕西省能源行业总取水量的 31%。其取水量较大的原因是榆林市作

为陕西省主要能源生产城市，贡献了较高的石油、煤炭、天然气和电力行业产值。

从水体污染物去除的角度来看，与2020年相比，2060年各情景下陕西省能源行业废水排放中总磷、总氮和氨氮排放量最多可减少2.06吨、205.89吨和10.29吨。根据水体富营养化、酸化和淡水生态毒性三大水环境影响的评价结果，Gec情景下的水环境影响持续增加，增幅为7.82%。而其余四种情景均为下降态势，其中Halve情景的降幅最大，为26.19%；Ger情景的降幅最小，为4.12%；BAU和Lec情景的降幅分别为7.17%和5.33%。从分地区的角度来看，陕西省能源行业水环境影响排名靠前的地区都是能源行业产值较高地区，2035年和2060年水环境影响排名前两位的分别是榆林市和咸阳市。

从全生命周期的角度考虑，可再生能源在能源转型过程中具有明显的环境优势。例如，在电力行业中，风力和光伏发电在燃料的提取、加工和运输、发电厂的运营、发电厂的建造和退役以及废物管理等生命周期阶段的水环境影响显著小于火力发电。它们的单位发电酸化影响仅为煤电的3.9%和8.8%，单位发电水体富营养化影响仅为煤电的2.5%和6.6%。综上所述，相比于火力发电，风电和光伏发电在发电厂运营阶段和全生命周期阶段在降低水环境的影响方面均有显著优势，对这两种发电方式的大规模应用将带来较好的节能减排和节水降污的协同效益。因此，陕西省能源行业应充分利用本地的风能、太阳能、地热能等资源，积极探索使用新能源或者采用新能源与传统能源相结合的生产方式，从源头对行业用水与污染排放进行控制，降低行业废水酸化、水体富营养化、淡水生态毒性等环境影响，从而减轻对水量和水环境的负面影响。



查看原文请扫微信二维码

【学术活动】

● 第三届环境经济学前沿论坛：资源生态与环境规制

2023年11月18日至19日，由清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDEG）与香港大学经济及工商管理学院联合主办的“第三届环境经济学前沿论坛：资源生态与环境规制”在香港大学北京中心召开。论坛汇集了来自清华大学、北京大学、康奈尔大学、香港大学、香港科技大学、新加坡国立大学、中国人民大学、中央财经大学、上海财经大学、长江商学院、中国农业大学、暨南大学等各高校的环境经济学领域专家学者，分享最前沿的研究成果，交流和碰撞思想的火花。两天的论坛共有300余名高校学生和研究人员现场参会，同时论坛通过“清华大学CIDEG”和“香港大学北京中心”等直播平台，共计10万人次实时观看。



查看原文请扫微信二维码

● 零碳智库系列论坛第四期：全球气候合作与治理对话

2023年10月19日，由清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDEG）与清华大学全球可持续发展研究院（清华SDG研究院）联合主办，卡内基气候治理倡议（C2G）支持的“零碳智库系列论坛第四期——全球气候合作与治理对话”线上成功举办。

清华SDG研究院院长、CIDEG学术委员会联席主席、清华大学苏世民书院院长薛澜作开幕致辞，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）副主席Thelma Krug作引导性发言，中国21世纪议程管理中心主任黄晶作主旨发言。德国联邦环境局（UBA）局长Dirk Messner，塞内加尔环境与可持续发展部部长内阁主任Cheikh Ndiaye Sylla，经济合作与发展组织环境总司司长Jo Tyndall，瑞士环境大使、瑞士联邦环境办公室国际事务负责人Felix Wertli，中国社会科学院可持续发展研究中心副主任、研究员陈

迎，卡内基气候治理倡议执行主任 Janos Pasztor 等国内外著名专家和学者共同出席，就太阳辐射干预（SRM）技术、全球气候合作与治理问题进行深入探讨。清华 SDG 研究院执行院长、清华大学公共管理学院院长、教授朱旭峰主持本次论坛。

会上，薛澜代表两位主办方欢迎各位专家及学者出席本次论坛。他提到，今年 9 月举行的联合国可持续发展峰会及联合国大会高级别周期间，世界各国领导人全面对 17 项可持续发展目标的状况进行审查，并发现在气候灾害、冲突、经济衰退和新冠疫情等多因素持续影响的叠加作用下，全球可持续发展的整体进程几十年来首次出现倒退，这也使得达成《巴黎协定》的温控目标难度加大。

作为负责任的大国，中国在 2020 年的联合国大会一般性辩论上提出了两项目标：二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力并争取 2060 年前实现碳中和。“双碳”目标体现了中国应对气候变化的决心和对全球人类命运共同体的责任。他强调，极端气候事件对于不同国家、不同部门造成的影响存在差异，但面对气候危机全球性议题，没有一个国家可以置身事外。各国需继续坚持多边合作，建立公平合理、合作共赢的全球气候治理体系，积极推动应对气候变化的全球合作，为推进全球气候治理进程注入强大动力。

其后，Thelma Krug 以“管理气候过冲风险：太阳辐射干预的潜在作用”为题作引导性发言。她解释说，太阳辐射干预（SRM）技术通过改变地球气候系统的辐射平衡使地球降温，但 SRM 并不是气候变化的最根本减缓方案，因为它没有解决气候变化问题的根本——即大气中温室气体增加的根本原因（碳排放）。模拟研究一致表明，SRM 有可能抵消温室气体增加对全球及区域气候的某些影响，但气候对太阳辐射干预的反应是不确定的，在不同的气候模式中其结果也各不相同。

她强调，在应对气候变化方面，SRM 技术充其量只是全球实现持续净零或净负二氧化碳排放水平的一个补充。部署 SRM 的风险可能会产生区域性及全球性影响，大家都应该了解其影响并做出明智的决定。中国可能是目前唯一与其他发达国家一起从事这项研究并投入大量资金的发展中国家，对此各国应加强与发展中国家的沟通合作。

黄晶在随后的主旨发言中指出，在不可能完全放弃化石能源的条件下，碳捕集、利用与封存（CCUS）是实现《巴黎协定》温控目标的必要技术手段，是支撑碳中和的托底保障。综合多家研究机构测算，2060 年 CCUS 减排贡献为 5~29 亿 tCO₂。他介绍，中国

重视 CCUS 技术发展，持续资助 CCUS 相关研究，促进技术发展，并将开展 CCUS 重大项目示范纳入国家“十四五”规划。虽然中国 CCUS 取得显著进展，但大部分技术处于工业示范阶段。当前 CCUS 技术需求紧迫、市场机制缺失、政策激励不足，未来需要强化研发、降低成本、刺激需求，促进技术、市场、政策三大要素深度融合，实现商业化规模化应用。

另外，面对 SRM 技术的未来发展，我们也需要继续加强 SRM 技术相关的基础科学研究、公众科普工作以及国际科技合作。

在专家讨论环节中，各位专家就 SRM 技术研究、治理差距与风险挑战，以及国际合作等问题进行深入讨论。本环节由卡内基气候治理倡议执行主任 Janos Pasztor 主持。

Janos Pasztor 谈到，由于大量使用化石燃料，我们需变革性的大幅减排来减轻当前人类面临的气候变化和全球暖化挑战。当前通过平流层气溶胶注入干预太阳辐射的技术受到诸多关注，但对该技术是否应该投入使用，以及相关治理风险等问题仍需进一步深入讨论。

Jo Tyndall 关注 SRM 技术相关的治理缺失与跨国界问题，有必要开展更多的研究以了解相关风险。她认为跨领域研究是很好的起始点，我们需要把透明度、公正、广泛的参与度作为减少路径依赖风险的核心。她提到，SRM 在国际合作上可能面临地缘政治、部署风险等挑战。我们必须在国家、政策团体和研究机构之间架起桥梁，分享在 SRM 技术方面不同研究工作的进展和成果，同时增加公众对 SRM 的认知度，充分了解 SRM 的相关风险与机遇。

Dirk Messner 认为，由于 SRM 研究在全球范围内都有限，目前对其相关影响问题无法做出回答。局部实验不能帮助我们理解全球范围内的影响，我们需要综合考虑其不确定性、以及目前在相关技术管理方面知识有限性的问题。SRM 并不能解决气候变化的最根本问题，使用 SRM 后对生态系统造成的影响是未知的，甚至存在哪些未知数也有待研究。同时，他警惕预防使用 SRM 可能导致的地缘政治及不同相关方的利益冲突问题。

Cheikh Ndiaye Sylla 对 SRM 技术使用的前景感到担忧，他认为该技术一旦投入使用，则可能出现在其他方面对减排责任的松懈，继而影响碳减排的力度，并对地球造成负面影响。同时，他建议未来使用 SRM 需要更加透明，非洲国家需要参与决策的过程。由于 SRM 相关知识缺失及应用技术带来的极大不确定性，目前不提倡使用这样的技术，

未来是否使用则需要继续广泛讨论，让更多国家参与研究，使民众和社会对 SRM 技术有更深入的认识。

Felix Wertli 同样表示，SRM 技术不应该是我们应对气候变化的第一选择，而应该作为的重要辅助工具应用，这同样适用于 CCUS。其应用不应当助长延长对化石燃料使用的依赖。我们是否掌握足够的知识与信息、技术的安全性、该技术治理框架及国际共识的达成、定期信息更新、现行研究情况与信息公开，全球发达/发展中国家及地区能否获取相关信息等，这些都是未来需要考虑的难题。

陈迎则认为，虽然 SRM 技术具有高风险及高不确定性，但我们不能一味指责它的风险，因为无论是否使用 SRM 技术，气候治理都存在相应风险。当前 SRM 技术的全球治理方面处于空白，没有相应国际法对 SRM 技术进行管理。**在国际治理制度严重缺失的情况下，各国通过国内政策和立法加强自律是一个可行途径。**

她提到，中国在新一轮的科技革命中纳入道德伦理考量，加强科技伦理治理。2023 年 10 月科技部等十部门共同印发《科技伦理审查办法（试行）》，开展对科技活动的科技伦理检查工作，将在生命健康、生态环境、公共秩序、可持续发展等方面带来伦理风险挑战的科技活动纳入伦理审查机制。她指出这项审查机制尤其适用于 SRM 这类存在伦理风险和争议的科技活动。



查看原文请扫微信二维码

- **第十四届财新峰会 | 聚焦绿色创新与城市转型 构建韧性城市发展——财新峰会主题论坛**

11 月 8 日-10 日，以“共解全球问题”为主题的第十四届财新峰会在北京开幕。清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDEG）联合财新智库共同主办“绿色创新与城市转型”主题论坛，主题论坛聚焦构建韧性城市的策略、中国城市产业共性问题、生态环境与产业发展的结合，以及绿色技术在能源转型中的引领作用，探讨了如何加速形成

绿色多元能源供给体系，邀请了中美绿色基金董事长徐林，国务院发展研究中心资环所副所长常纪文，北京绿色交易所副总经理王辉军，“一带一路”绿色发展国际研究院执行院长张建宇，中国汽车工业咨询委员会主任安庆衡，英特尔公司市场营销集团副总裁、中国区云&行业解决方案部梁雅莉，晶澳科技副总裁祝道诚共同出席探讨。清华大学产业发展与环境治理研究中心主任、清华大学公共管理学院副教授陈玲主持论坛并分享了《亚太城市产业可持续性指数》的研究。

陈玲主任在开场主持中强调了城市转型在解决全球问题中的重要性。她指出，城市是产业发展、政府治理和社会包容性发展的综合体，并可作为实现经济、社会进步和环境平衡的治理单元。陈玲主任首先分享了 CIDEG 关于《亚太城市产业可持续性指数》的研究成果。她指出，亚太经济体城市是全球经济活力最强的区域，占全球 GDP 的 60%以上，并在产业创新和自由贸易方面居于领先地位。

研究发现，亚太地区的城市产业可持续性排名相对稳定，但不同经济体的城市在可持续性方面表现不同，如发达经济体在承载力方面稍落后，而中国城市在驱动力方面表现强劲。她列举了重庆和文莱作为绿色化和数字化发展的转型案例，强调城市和产业可以找到各自的解决方案，以应对包括战争、疫情、气候变化等不确定性。她提出了发展中国家赶超的三种机会窗口，首先是劳动力、自然资源等要素比较优势的利用，其次是技术革命带来的新产业和新赛道，第三则是由人类共识和治理目标创造出来的新发展路径，如应对气候变化和推动绿色发展方面的能源转型和零碳产业等。中国在第三种机遇上有独特优势，可借此实现新的发展跨越。

王辉军分享了如何通过完善绿色金融基础设施来促进城市的可持续发展。北京绿色交易所作为北京城市副中心的重要绿色金融基础设施，在《国务院关于支持北京城市副中心高质量发展意见》中被提升为国家级绿色交易所，建设绿色金融和可持续金融中心。王辉军指出，交易所正在履行全国温室气体自愿减排交易和结算服务的职责，并管理全国温室气体自愿减排交易系统。他提到，交易所致力于提升碳定价、碳量化和碳金融三大核心能力，并通过产品创新和风险管理推动绿色资产和碳资产融资产品的发展，为企业提供碳市场服务。王辉军还介绍了企业碳账户和绿色项目库系统的建立，以及气候投融资试点项目库的启动，这些都是支持城市转型和高质量发展的关键措施。

在嘉宾圆桌对话中徐林首先发言，他强调了能源和工业绿色低碳转型在实现中国

“碳中和”目标中的核心地位。徐林指出，中国在能源转型技术方面具有全球领先优势，尤其是光伏发电技术的转换效率已超过 20%，预计将在未来六到七年内达到 30%，显著降低光伏发电成本至每度电约 0.1 元。他还提到，加速绿色能源转型对投资和需求都将带来巨大机遇，特别是在电力系统的绿色低碳转型方面。徐林认为，绿色低碳转型将成为中国经济增长的新动能，并指出绿能领域，包括光伏和风电，不仅盈利前景好，而且创新投资机会丰富，引起投资机构的高度关注。

常纪文指出，随着第四次产业革命的推进，生产要素和绿色低碳循环转型的速度差异将导致不同区域可持续发展的分化。他预见，在未来 5 到 15 年，可持续性指数的评价标准将发生重大变化。常纪文透露，他的团队在调研中发现，那些在新能源如风力、光伏发电表现良好且资源丰富的区域，当前的经济和城市建设表现出色。但资源匮乏地区在未来的绿色转型中可能遇到挑战。他强调将石化、煤化工与新能源如风力发电结合的沿海地区的未来发展潜力。常纪文认为，市场的方向和企业的技术选择对于把握第四次产业革命中的机遇至关重要，中国在光伏和新能源汽车领域已取得显著成就，推动了国内外产业向低碳转型，并降低了全球的转型成本。

张建宇回应了中国在绿色“一带一路”建设中的角色与未来行动。张建宇引用了习近平总书记在“一带一路”高峰论坛上的重要讲话，特别是关于绿色合作的三个要点：首先，中国将继续加强绿色基础设施建设、绿色能源、绿色交通等领域的合作，确保发展中国家享有继续发展的权利，并为他们的可持续发展打下基础；其次，中国将持续支持“一带一路”联盟，通过光伏产业交流和绿色低碳建设推动创新；最后，张建宇提到总书记强调要落实“一带一路”绿色发展投融资原则，并到 2023 年培训 10 万绿色金融人才，以协助“一带一路”国家在金融方面的发展，显示中国对绿色转型的全面贡献。

安庆衡表示电动化和智能化已经使汽车行业跨越了传统的“发动机+变速箱”技术鸿沟，将汽车转变为移动智能终端。他指出，中国在汽车动力电池和整车智能化方面处于全球领先地位，电动化和智能化成为中国汽车产业发展的两大驱动力。安庆衡提到，中国汽车产业的发展标志着“市场换技术”阶段的结束，并正在积极扩大开放，引进外资和技术。他还强调了汽车工业与第四次工业革命核心——数字化和绿色化——的紧密关联，以及新能源汽车在中国经济转型升级中的作用。安庆衡最后指出，新能源汽车行业面临经济效益、芯片围堵和绿色贸易壁垒等挑战，建议企业借鉴比亚迪的成功经验，并支持

国产芯片行业，同时呼吁开展国家级高层对话，更好保障中国新能源汽车行业利益。

祝道诚表示，中国光伏行业在过去二十年间实现了爆炸性增长。面对发达国家对于能源安全的担忧和对中国光伏产业发展的警觉，中国的光伏领军企业开始将产业布局转向国际市场。祝道诚提到，晶澳科技也在积极探索海外扩张的机遇，尽管这一过程中遇到了挑战。由于光伏产业的绿色性质，企业在产品的碳足迹和能耗等绿色指标上面临着更高的标准。他还强调了数字化转型在提升生产效率方面的重要性，通过减员提效的例子来说明其成效，如晶澳科技过去 10 年中工人数量的显著减少，反映了生产效率的大幅提升。

梁雅莉强调了数字化转型对企业和行业的重要性，尤其是在实现绿色创新方面。她指出，作为基础技术和算力提供商，英特尔致力于支持各行业的业务创新和方向转型。英特尔的可持续性发展战略分为两部分：首先是减少自身碳足迹，从设计、研发、生产、运营到市场各环节，英特尔采取高标准的绿色实践；其次是扩大技术“手印”，融合减碳战略到企业日常运营中。梁雅莉提到，英特尔已设定 2030 年的“RISE”战略目标，力求实现所有再生能源的使用率达到 100%。

在“绿色创新与城市转型”主题论坛的讨论后，陈玲主任总结了专家发言关键观点和洞见。她指出，虽然目前没有一个终极解决方案，但通过我们的讨论，专家们共同探讨了如何通过更好的制度促进绿色技术投资、资金跨境流动和国际合作。我们应关注如何利用第三次机会窗口，不但要依靠市场和技术进步，也要依靠强大的国家治理能力和以解决全球问题为导向的治理体系。陈玲强调，今天的讨论提出了很多实际可行的解决方案，期待着各位嘉宾未来继续在各自领域为实现共同的目标做出贡献。



查看原文请扫微信二维码

- 中国能源模型论坛（CEMF）第 30 次技术研讨会 | Michael Davidson: 低碳转型中的电力系统资源充足性

2023 年 3 月 23 日下午，中国能源模型论坛（CEMF）第 30 次技术研讨会暨第六期碳中和学术沙龙在清华大学碳中和研究院举行。本次研讨会邀请了加州大学圣地亚哥分校机械与航空工程系和全球政策与战略学院助理教授迈克尔·戴蔚森（Michael Davidson）教授做主题分享，他的演讲主题为“低碳转型中的电力系统资源充足性”。清华大学经济管理学院经济系副教授曹静、清华大学产业发展与环境治理研究中心主任陈玲、北京航空航天大学经济管理学院教授朱磊以及华北电力大学经济与管理学院教授张兴平受邀出席研讨会并参与交流。研讨会由清华大学能源环境经济研究所副教授、清华大学碳中和研究院气候治理与碳金融中心主任助理张达主持。专家学者们围绕电力系统研究领域展开了深入的探讨，讨论了中国电力系统能源转型过程中的资源充足性问题。本次研讨会由清华大学碳中和研究院气候治理与碳金融中心、中国能源模型论坛（CEMF）、清华大学能源环境经济研究所共同主办，由 CIDEG 承办。

戴蔚森教授首先分享了研究团队以东北电网为例的合作课题，分析了可能导致 2021 年冬季东北地区“拉闸限电”事件的影响因素。他认为研究结果表明，导致东北地区电力紧缺的主要原因包括：疫情后期经济复苏导致电力需求量大幅上涨并导致煤炭价格上涨。而煤炭市场与电力市场的割裂导致动力煤的成本价格已经高于市场电价，部分煤电厂因入不敷出停止发电。此外，东北电网与北方电网的长期协议规定东北电网必须向北方电网输送一定量的电力，进一步加剧了东北地区本身的电力供应紧张问题。此外戴蔚森教授认为，对“拉闸限电”时期的风电出力数据的分析显示，东北地区风电出力不足的现象出现在“拉闸限电”后期，并不是导致东北地区电力严重紧缺的原因，但确实在此次事件后期加剧了东北地区恢复电力供需平衡的难度。

戴维森教授也对 2022 和 2023 年冬天东北电网在不同情景下的运行情况进行了预测，并表示极端天气条件引起的电力需求上涨、可再生能源出力下降、能源价格上涨导致火电容量减少、优先外送电力加剧当地电力紧张问题等问题均将威胁到东北地区的资源充足性。因此，戴维森教授表示，中国在电力系统低碳转型的过程中需要加速推进市场化改革，定期进行前瞻性情景分析以确保电能供应充足，并加强电力系统及市场灵活性。

在专家讨论环节，清华大学经济管理学院经济系副教授曹静老师、清华大学产业发

展与环境治理研究中心主任陈玲、清华大学能源环境经济研究所副教授张达、北京航空航天大学经济管理学院教授朱磊以及华北电力大学经济与管理学院教授张兴平与戴蔚森教授就中国的电力系统现状、未来技术场景、模型方法学以及电力系统资源充足性在中国逐渐向以可再生能源为主体的转型过程中的重要性展开了深入讨论。专家一致认为，资源充足性是当前中国能源以及电力系统面临的一个紧迫问题，需要积极寻求解决方案。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 | 资源型地区的低碳转型

在第 54 个世界地球日到来之际，中国能源模型论坛（CEMF）开展第三期沙龙，围绕能源热点问题，探讨“资源型地区的低碳转型”。

资源型地区是指依托本地丰富自然资源而发展起来的特殊类型地区。这些地区以资源的开采、加工和利用为经济支柱，并为其他地区的经济发展提供资源支持，对于保障国家能源安全和推动国民经济持续健康发展起到了至关重要的作用。然而，在气候变化不断加剧的大背景下，资源型地区亟需摆脱对化石能源的高度依赖，探索新型经济增长模式。资源型地区的低碳转型不仅关系着气候目标的实现，更关系着环境治理、绿色增长和共同富裕等目标的实现。

本期 CEMF 沙龙特邀山西大学经济与管理学院、山西大学绿色发展研究中心副教授任力军，国家发展和改革委员会能源研究所副研究员、能源可持续发展研究中心执行主任田智宇，中国科学院科技战略咨询研究院副研究员顾佰和，和中北大学经济与管理学院院长赵公民，就山西如何积极稳妥实现“双碳”目标、合理应对转型的挑战和机遇、发掘具备山西特色的最优双碳路径和共同富裕道路等问题进行深度对话。

在回答主持人关于山西作为典型资源型区域，如何积极稳妥实现“双碳”目标的问题时，赵公民表示，碳达峰碳中和的实现应该是一场深刻而系统的社会革命，可能涉及

到能源转型、产业转型、社会民生等诸多领域的问题，需要资源增效减碳、能源结构降碳、生态系统固碳、地质空间存碳，以及市场机制融碳“五碳并举”。从理念和目标来看，“双碳”目标应该改变山西这种资源型地区转型的驱动机制和模式选择；在资源和产业层面，则需要化石能源产业和相关产业有序平稳转型，尽量避免对区域经济和就业等产生重大冲击。此外，以 chatGPT 为代表的人工智能化和数字化在未来的高质量发展和资源型经济地区转型过程中也扮演着非常重要的角色。

关于山西在推进双碳目标实现过程中面临的难点问题，田智宇指出，山西面临的困难因素是叠加的。当前，煤炭开发成本越来越高，对生态环境保护的要求也日益增高，在此基础上，又叠加了碳的约束。同时，山西既面临着能源转型的挑战，也面临产业转型、电网等基础设施转型的挑战，山西现有的能源、产业、基础设施体系的建设花费了很长时间，转型也不可能一蹴而就。田智宇提到，山西要摆脱对资源型经济的依赖，首先要加快发展非煤新兴产业、培育新的经济增长点，与此同时，山西风能、太阳能等可再生能源资源丰富，要积极探索化石能源和可再生能源的优化组合，提升可再生能源开发利用水平。此外，新的零碳负碳技术（如 CCUS 和氢能等）在山西也有一定的发展空间，但在技术成熟度、经济性、产业和基础实施匹配度等方面还有待进步，山西要加强这方面的技术研发与示范，结合实际发掘更多利用场景。加大技术和产业变革力度，不仅有利于山西的高质量转型升级，也能开拓更广阔的市场空间，形成绿色低碳可持续发展新的动能。

讨论到“公正转型”相关问题时，顾佰和认为，公正转型目前在国际上还没有通行的定义。对于山西这样的典型资源型地区，极大部分产业和就业都与化石能源息息相关，煤炭相关的行业占山西就业整体的 40% 以上，将不可避免地面临低碳转型时期的阵痛。实现公正转型需要关注多方面问题，一是产业层面要关注传统产业的退出问题，例如后续其他产业的发展如何补上其中的空缺；二是就业问题，当高度依赖化石能源的产业逐渐萎缩，相关从业者可能面临失业和未来就业困难的境况，因此需要做好就业相关培训和支持。长期来看，教育系统需要进一步变革，以让学科体系能够更加适应未来绿色低碳产业的需求，加速低碳方面的创新，探索更多对外合作和交流，强化山西低碳转型的力量。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 | 多层次减污降碳 探索协同创新路径

6月5日是2023年世界环境日，中国能源模型论坛（CEMF）系列沙龙第四期将视线聚焦在“多层次减污降碳，探索协同创新路径”。沙龙由生态环境部环境规划院大气所所长、碳达峰碳中和研究中心主任雷宇研究员主持，对话清华大学能源环境经济研究所副所长滕飞教授，冶金工业规划研究院低碳发展研究中心主任李冰正高级工程师，天津经济技术开发区生态环境局副局长周元驰，和北京大学能源研究院气候变化与能源转型项目副主任陈丹。以下是各专家的观点分享。

减污降碳协同增效对生态环境保护的一些管理类工作带来了什么新气象？

天津经济技术开发区生态环境局副局长周元驰：在传统污染物减排方面，中国的污染物排放标准在世界范围内都是相对严格的。近年来，随着在线监测、移动监测等各类新的监测设备、技术的快速发展，对于污染企业的全过程监管也越来越精准。随着污染物工程治理效率的提高，达到99%甚至零排放，在经济上的投入也愈来愈高，也愈来愈接近隐形的天花板。因此，“减污降碳”这一理念的提出，给环保部门带来了全新的视角和方向，通过污染物排放与碳排放的共同考虑，将污染物排放管理从下游延伸到产业的全过程，扩展到经济社会发展的各个领域，包括工业、交通、农业、建筑和生活等，一下子就打开了视野。

减污降碳对能源领域全过程的影响是什么？

清华大学能源环境经济研究所的副所长滕飞：在过去的一年里，环境污染物和二氧化碳等温室气体的控制成为了中国的重要任务，而这些排放主要源自化石能源生产、工业过程和交通运输等能源领域的活动，具有高度的同源性和时空一致性，并且从排放控制的角度来看，它们之间存在着协同性。据观察，自减污降碳协同方案提出以来，中国的清洁能源的发展取得了显著进展，特别是非化石能源和天然气在能源消费中的比例已

接近 26%。在电力部门，非化石能源已占到总装机容量的近 50%。今年一季度，这一比例甚至超过了 50%。非化石能源发电量已达到总发电量的近 1/3。以增量为考量，非化石能源新增装机占国家总新增装机的比例约为 80%，今年一季度，这一比例接近 90%。在工业领域，高耗能产品的单耗仍在下降，为减污降碳做出了重要贡献。交通部门也是一个突出的领域，电动车的普及率已占乘用车市场的 20%，如果加上其他新能源车型，这一比例接近 26%。

协同增效实施方案这一年以来钢铁行业有什么新的进展？

冶金工业规划研究院低碳发展研究中心的李冰：钢铁行业是减污降碳过程中至关重要的行业，具有巨大的影响力和责任。作为碳排放的主要来源，钢铁行业不仅拥有大量的碳排放和能源消耗，还涉及到大量的污染物排放。因此，在节能、降碳、环保和减污方面，钢铁行业必须扮演主导角色。在过去几年中，许多钢铁企业已经开始采取节能措施，并积极制定和实施低碳规划。特别是在可再生能源利用方面，越来越多的钢铁企业开始采用太阳能发电等清洁能源，以减少对传统能源的依赖。这些努力为钢铁行业实现减碳目标做出了重要贡献。其次，氢能在钢铁行业的应用也呈现出明显的增长趋势。氢冶金和氢动重卡成为钢铁行业中的重要应用场景。通过采用氢冶金技术，钢铁企业能够大幅降低碳排放，并实现更环保的生产过程。同时，氢动重卡的使用可以减少运输过程中的尾气排放，进一步降低对环境的影响。许多钢铁企业已经开始在氢能领域进行创新，并取得了显著的成果。钢铁行业在整个生产链上也进行了一系列的改革和创新，建立了全生命周期的绿色制造设计体系，旨在通过优化生产过程和资源利用，实现减碳和环保的目标。此外，一些企业还探索出新的减污降碳模式，如钢胶化氢等。这些模式在实践中被证明是有效的，为其他行业提供了示范和借鉴的范本。钢铁企业积极响应国家和地方政府的减污降碳政策，加大投入力度进行超级排放改造，但是超级排放改造的过程中必然会增加能耗。因此，企业在超级排放改造的过程中，不仅需要考虑达标要求，还需要注重最低能耗和最低成本的实现。

理论方面，学术上减污降碳的新内容都有什么？

北京大学能源研究院气候变化与能源转型项目的副主任陈丹：对于减碳议题，科学界目前正积极开展着多项工作，旨在评估过去所取得的成就，并为未来的路径选择提供更好的方向。在历史评估方面量显著减少，通过采取多项治理措施，中国二氧化碳排放

量显著减少。据统计，从 2013 年到 2020 年，累计减少的二氧化碳排放量达到了 24.3 亿吨，占同期二氧化碳累计排放量的 3.1%。这表明中国在减碳方面已经取得了显著成果。然而，根据多家团队最新的研究显示我国污染物减排的空间正在逐渐收窄，末端治理的减排难度日益增大。因此，从科学理论的角度来看，需要更加注重能源结构的调整 and 整体系统的改善。未来也面临着艰巨的挑战和任务，按照当前的自主贡献比例和针对重点区域 PM2.5 治理目标，预计到 2030 年，中国可以实现 35 微克每立方米的年均值。然而，如果希望进一步提高空气质量，例如达到世界卫生组织的 10 微克每立方米标准，就需要更加接近 2 度或碳中和目标，甚至更进一步达到 1.5 度目标的实现。无论是对于历史的评估还是未来的展望，能源体系和整体系统的调整都是中国需要努力的方向。前期的减污降碳工作主要强调了 PM2.5 的治理，在未来，中国也将面临 PM2.5、臭氧和二氧化碳的协同治理等更多挑战，这需要学术界更多的努力和实践。

在推动减污降碳协同增效过程中，最大的难点可会在什么地方？最需要突破的关键问题是什么？

滕飞对于不同政策在未来可能出现负协同甚至是相互抵触的问题表示了担忧。他表示，在未来，减污和降碳需要更系统性的协同，而不仅仅是政策效果的协同。是以以前的政策多是各自为政，导致协同效果有限，例如治理散煤可以减少污染物，但可能增加二氧化碳排放。类似的冲突可能在其他领域出现，如交通电气化导致电力需求增加，那么一旦非化石能源的增量赶不上电力消费的增量，就需要进一步的煤电的装机来补充。为了解决这些问题，未来需要加强减污和降碳目标设定、政策设计、路线规划和评估等全流程的协同，以实现双重目标的进步。限制延续各自为政的方式将限制未来环境和温室气体减排目标的实现。

陈丹认为，中国现在需要将协同从结果导向扩展到整个系统的设计中，在此过程中，有众多平衡的问题需要解决，例如能源系统需要平衡经济性、安全性和清洁性。此外不同地区面临着不同的能源转型和环境目标压力，其中西部地区面临着严峻挑战，作为重要的煤炭基地，能源低碳转型难度大，协同经济增长更是困难，同时也可能受到水资源的约束等等。综合来看，需要在多方面进行平衡，从整体视角进行系统思考。针对值得注意的是减污降碳不仅仅是针对传统污染物的削减，而是应该将其放在更大的生态环境系统中来考量，通过更全面的视角，考虑更多的约束因素。

周元驰以“突破”作为关键词，强调了管理部门能力提升的重要性。对于基层管理部门来说，在执行过程中实现多污染物协同、平衡多种需求，需要较高的工作能力和知识储备。在减污降碳行动计划的引导下，已经实现初步协同。但在实际工作中具体路径选择，则还需要开展大量的工作。减污降碳所带来的问题的复杂性、技术性，已经超越了传统生态环境保护部门的能力边界和职责边界。能源、交通、建筑和金融等领域的加入，更需要政府内部各部门的协同，在法规、职责、技术和基础设施等方面共同突破。

李冰从钢铁行业的角度出发，提到需要通过超低排放改造、推动电炉短流程炼钢、优化原料结构、利用循环经济，协同建材行业等行业，提升低碳冶金技术等路径来实现减污降碳协同增效。但是难点在于如何高质量的践行这些路径，同时实现经济性和稳定性，并确保数据的真实和透明。尤其在整体钢铁行业处于经济下行的阶段，提升企业的竞争力也是一大难点。这需要设计激励机制，使企业能在经济下行环境中实现降碳的同时展示品牌价值，保持竞争力。

在经济复苏和国际新形势下减污降碳工作面临的挑战都有哪些？

滕飞提出，减污降碳的同时还需考虑安全和发展。安全目标包括能源、粮食、产业链、供应链和金融安全等，减污降碳可以对这些安全目标做出贡献。时间尺度也很重要，中国相较于发达国家需要在短时间内快速转型，而转型速度快会带来其他问题，因此需要公平考虑受影响的行业、企业和地方，公正转型是当下至关重要的问题。

陈丹认为，在当今多变的能源格局和气候治理环境下，多种因素可能会影响中国减污降碳路径上的选择，但总而言之机遇大于挑战。中国需要思考如何应对并改变现今的格局，而自强自立是所有道路的终点。中国长期来看在国际竞争中需要具备竞争力，特别是在资源利用和绿色能源产业方面，应抓住有利机会，推动减污降碳进展，即使在欧美的法案和政策施压下，通过可再生能源方面的大规模应用使成本成为优势，在碳价值逐渐增大的国际话语体系下，建立中国的国际话语权。

李冰表示，钢铁行业面临着与中国发电行业不同的竞争环境，如 CBAM 等政策可能导致碳贸易摩擦。但同时，正是在这样严峻的竞争环境下，钢铁行业将会更加积极地去推动绿色低碳转型，提升国际竞争力。自觉应对气候变化是必要之举，这需要加强规则制定、国际认证，讲好中国钢铁工业故事，通过极致能效来节能、降耗和降本，同时通过产品结构调整来转向高品质生产。

周元驰分享了天津经济技术开发区的经验与体会。他表示，天津经开区一直密切关注着企业面临的碳减排挑战，注重减污降碳协同增效，以助力企业的经济增长。绿色低碳和气候变化是中美合作的机会，也是中国展现大国担当的重要方面。正如李冰提到的，中国应讲好绿色故事，特别是国家级经开区，肩负着展示中国经济绿色发展水平的责任。

减污降碳协同增效的路径为何？

滕飞提出了三个方面的考量，首先，从能源的角度出发，需要将多目标问题转化为单一目标问题，并通过成本效益分析来设计减污降碳的路径。其次，以往更多依靠末端治理来降低污染，但未来需要结合上游的节能、能源转型和更严格的末端治理措施，这需要加强终端的电气化、低碳化和采用替代燃料来减排，同时通过行为转变和材料效率提升来减少终端需求，以实现能源转型的目标。第三，除了关注二氧化碳外，未来的碳中和目标应包括甲烷等温室气体，减少这些温室气体的排放不仅能实现协同目标，还能为实现二氧化碳减排和能源转型争取更多时间和空间。

陈丹认为，大气环境是一个复杂的系统，需要利用系统的方法学来研究，并提供一个整体的工具箱来从政策和实践角度提供减污降碳的优化方式。在地区方面，不仅要关注东部重点区域，西部、能源输入型、能源输出型、资源耗竭型城市都需寻找适合的减污降碳路径，设计减污路径与经济发展相协调的方案，进而形成一些可复制可推广的经验。同时，利用政策解决成本问题，例如内化二氧化碳成本或利用低成本的可再生能源。

李冰提出，中国需要出台一体化的减污降碳政策，涉及各个产业行业的整体规划和协同合作。在钢铁等工业领域，需要构建整个产业链的生态圈，制定价格统一制定价格和考核机制。减污降碳工作需要综合考虑产业发展和能源支持，以及上下游行业的协同作用。根据企业技术的减污降碳协同性排序，制定量化评估方法，推动清单制定和有效推进。针对不同类别的企业，如领航类、特色类和同质化类，采取相应的产业链构建和降本增效措施。

周元驰从基层的角度回答了这个问题。他强调，目前企业碳排放核查的管理能力建设刚刚开始。在法律法规体系方面，需要进一步完善管理框架，尤其是在碳排放的管理上。产业界在技术选择和经济性考虑方面存在多样的需求，需要与科研界协同合作来评估技术的可行性和推广潜力。金融界也需要加深对减污降碳的理解，考虑到实际的减污降碳效果，而不仅仅依据传统行业分类来评判绿色项目。总而言之，从政策支持到数据

核算，从技术评估到金融支持，只有各方面的力量都调动起来，才能保障整个减污降碳路径畅通无阻，成功实现协同减排的目标。



查看原文请扫微信二维码

● 中国能源模型论坛（CEMF）沙龙 | 构建可持续未来：低碳经济助力包容性增长

7月29日，中国能源模型论坛（CEMF）围绕“构建可持续未来：低碳经济助力包容性增长”主题开展第五期沙龙，分享低碳经济和包容性增长相关研究的最新进展，探讨如何通过低碳经济为包容性增长提供更多机遇。沙龙由北京大学城市与环境学院教授刘宇主持，对话中国社会科学院可持续发展研究中心副主任，研究员陈迎，麻省理工学院城市研究与规划系的终身教授、房地产研究中心主任郑思齐，和中国人民大学环境学院院长庞军教授。CEMF特将各位专家的观点整理如下，分享给读者。

我国碳中和目标实现和包容性增长之间是否存在协同关系？

中国人民大学环境学院院长庞军教授指出，包容性增长的核心含义是实现经济增长的同时注意平衡，强调公平正义。而碳中和目标作为实现经济社会可持续发展和高质量增长的重要抓手，促进经济高质量增长，推动能源结构和生产方式低碳转型，实现从工业文明向更高层次的生态文明迈进。在此过程中，借助碳中和带来的一些产业机会能够给经济较为落后的地区创收，增加就业机会，使不同群体受益，居民生活品质和健康问题均能得到提升。他强调，碳中和目标蕴含了包容性增长的重要内涵，二者之间存在着协同关系。

如何理解气候变化应对与可持续发展之间的关系？

中国社科院生态文明研究所可持续发展研究中心副主任陈迎分别从气候变化应对和可持续发展两个角度回答了该问题。她表示，一方面气候变化对人类社会所带来的威胁和挑战日益严峻，造成的影响广泛而深刻，应对气候变化一定程度上维护了人类社会的可持续发展；另一方面可持续发展的相关政策通常也有利于气候变化的应对，二者间

存在双向互动的关系。因此，要想从根本上改变不可持续的生产生活方式，以可持续发展的广阔视野看待气候变化应对和绿色低碳发展转型是必要的。

房地产企业的 ESG 水平表现如何？随着 ESG 逐渐被资本市场被政府甚至被大众所认可，它会如何冲击未来的房地产市场？除了市场供求关系的因素之外，还有没有其他因素可以驱动 ESG 的表现？

麻省理工学院城市研究与规划系的终身教授、房地产研究中心主任郑思齐对房地产企业的 ESG 水平现状表示了担忧。他指出，建成环境（主要是建筑物及基础设施）的碳排放和能源消耗占总社会的 30%-40%，部分大城市甚至高达 70%，在碳中和目标下，政府亟需采取行动管制建筑行业，实现行业节能减排。他表示，目前房地产市场已经从增量市场逐步向存量市场转变，房地产市场短期内将会面临阵痛期，因此需要强调可持续性，坚持走可持续发展的转型道路，善用政策干预和资本市场这两个重要的外部力量驱动 ESG 的表现。

包容性增长包括多方面，它的实现有哪些潜在路径？

中国社科院生态文明研究所可持续发展研究中心副主任陈迎指出，包容性增长强调的是在经济发展的同时要注重社会的公平问题，兼顾到效率，能够利用发展成果惠及更多的人。她认为，实现包容性增长首先是转变发展理念，要把促进社会公平这一点纳入到发展理念中，考虑共同富裕这一社会需求，而不仅仅是追求 GDP 的增长。其次，需要明确发展战略，转变增长模式，通过方方面面的政策调节进行落实，比如为一些在转型过程中所受冲击较大的行业、社区或人群提供补偿措施或培训机会，从而实现包容性增长。

低碳经济和包容性增长在协同进程中应该关注或者注意哪些问题？

中国人民大学环境学院院长庞军教授提出了需要重视的四个问题。首先，要积极稳妥实现碳达峰碳中和，应当先立后破，在政策制定有一定基础时再考虑把高碳的产业逐步退出。其次，不同的省份在协同进程中避免一刀切，应发挥各地的产业优势，注意避免高碳污染的产业。同时，需要通过一系列调控手段来实现收入公平，通过新能源的发展为低收入人群创造新的就业机会。最后，应始终牢牢坚持构建人类命运共同体，坚持自由贸易，保护低收入国家、低收入群体的利益，实现包容性增长和低碳经济协同发展。

中国社科院生态文明研究所可持续发展研究中心副主任陈迎就庞教授的观点发表

了自己的见解，她认为，先立后破的执行过程中还需要避免走向另一个极端，需要用政策为顺利转型保驾护航。一方面需要从生产侧调动企业的积极性，另一方面则需要通过宣传教育，甚至经济激励手段对现有政策进行改革，使得消费侧能够产生动力，社会形成一个合力，这样才能更好地促进可持续发展的目标。

麻省理工学院城市研究与规划系的终身教授、房地产研究中心主任郑思齐认为，除了宏观的政策还需要有微观的协调，去激励各个微观主体能够在低碳道路上走得更远。他表示，由于未来存在不确定性，制定政策时所做的决策可能会产生偏差从而导致后续的各种问题，因此，应该去直面和接受这种不确定性，把不确定性纳入能源模型进行分析，为政策制定者提供支持，从而更有利于精准化政策和市场机制的设计。



查看原文请扫微信二维码

● 第七届中国能源模型论坛年会 | 加速低碳转型·赋能美丽中国

4月26日，为系统全面探讨中国低碳转型路径，推进生态文明和美丽中国建设，由中国能源模型论坛组织，联合清华大学碳中和研究院、清华大学能源环境经济研究所、中国能源研究会能源系统工作专业委员会共同在京主办第七届中国能源模型论坛（CEMF）年会。本届年会以“加速低碳转型·赋能美丽中国”为主题，邀请了中国能源模型论坛的14家合作机构，100多位专家共同参与论坛的发言和讨论。论坛就协同推进降碳、减污、扩绿、增长等核心议题共组织了八个平行论坛，专家们分享了中国低碳转型路径及相关研究的最新进展，以及国内外能源模型研究者最新的学术成果。围绕低碳转型如何赋能美丽中国建设这一关键问题，提供了很多有价值政策建议。本次年会吸引了500余位专家学者、科研人员、高校学生现场参会，同时论坛通过清华大学视频号、清华大学CIDEG、新浪财经、中国能源网、清华大学出版社等多媒体平台同步直播，近9万人在线观看。

年会上午的主论坛首先邀请了清华大学文科资深教授、苏世民书院院长、CEMF项目

主任薛澜，中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长贺克斌，美国环保协会（EDF）副总裁、北京代表处首席代表秦虎发表致辞。主论坛由清华大学产业发展与环境治理研究中心主任、CEMF 副主任陈玲和国家发改委宏观经济研究院能源研究所研究员胡秀莲共同主持。

薛澜教授代表中国能源模型论坛对全体参会专家表示感谢，他指出，加速低碳转型是实现美丽中国建设、生态文明和现代化建设的关键举措，需要协调和推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展，共同寻找解决方案。

贺克斌院士表示，气候变化已成为人类面临的现实而紧迫的危机，积极应对气候变化是我们当前工作的重中之重，需要探索可协同增效的应对之策。

秦虎副总裁提出，应对气候变化是美丽中国建设的重要要求，有序、有效地推进气候行动有利于获得经济、社会、环境和气候等多重效应。

在主旨演讲环节，国家气候变化专家委员会副主任、中国社会科学院学部委员潘家华认为，高质量发展的零碳动能面临的问题包括技术路线选择、能源供给保障、财政和市场激励机制等。需要针对这些问题开展政策和技术方面的探索和创新，加强政策实施和市场引导力度，提高技术研发和应用能力，推动零碳动能的发展和应用。

中国能源研究会副理事长、国家发改委能源研究所原所长周大地认为，在模型建模中，不确定性是一个非常大的挑战。建模现在不要忙于把模型搞得非常复杂，而是要进一步地解决模型如何运行以及如何更好地为低碳转型目标服务的问题。要充分考虑低碳零碳技术的巨大经济潜力，以及优先分析电力系统如何提前实现零碳化等重要系统优化问题。

清华大学能源环境经济研究所所长张希良教授在会上分享了他对经济系统建模、能源系统建模、人类系统和地球系统耦合建模、大气化学模式与经济系统和地球模式连接等前沿科学问题的思考，指出这些科学问题对优化优化碳中和转型路径十分重要，希望有更多的青年学者和研究生关注这些问题。

新加坡国立大学能源研究所高级研究员、能源与环境研究中心主任苏斌分享了在新加坡光伏使用和东盟区域电网中所涉及的问题，并指出，新加坡光伏使用中面临的问题涉及成本、使用面积、价格等因素，而在东盟区域电网中，需要考虑不同国家的经济发展、资源占比和目标承诺，以及如何更好地在不确定性下进行能源分析。

清华大学碳中和研究院院长助理鲁玺教授表示，我国不同区域在发展阶段、产业结构、技术水平和资源禀赋上存在较大差异，碳中和能源转型过程中会带来多维区域异质性的经济、社会、环境影响。兼顾地区效率与公平的能源转型，既是挑战，也是推动区域协调发展的重大机遇。同时，他指出，准确反映与刻画区域异质性的数据库、情景库与综合转型评价模型方法将是未来开展相关研究的关键基础。

本届年会的高潮部分是启动“中国能源模型论坛青年学者论坛”，青年学者论坛将为能源经济领域热爱模型的优秀青年学者搭建学术交流的平台，为中国能源经济、环境经济领域培养和储备一支优秀的青年模型工作团队。启动仪式由 EDF 能源与自然副主任裘盈主持，来自清华大学地球系统科学系教授关大博介绍了青年学者论坛的成立宗旨、具体规定和主要活动。中国能源模型论坛众嘉宾上台共同参与启动。

作为中国能源模型论坛的重要成果之一，“2035 美丽中国系列报告之一——加速低碳转型，赋能 2035 美丽中国”报告由 EDF 能源与自然项目主任高霁正式对公众隆重发布。高霁主任介绍，报告的研究表明美丽中国建设目标应聚焦生态环境领域，重点从应对气候变化、环境质量与健康、生态保护与修复三个重要维度系统、全面地推进与落实工作，有效引导社会经济发展全面绿色转型，实现包容性绿色增长，并贡献于 2030 年全球可持续发展议程（SDG）的推进和中国 2035 年远景规划目标的实现。

随后，国务院发展研究中心研究院、发展战略和区域经济研究部原部长李善同，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心对外合作交流部主任张志强，儿童投资基金会中国区副首席代表刘强，中国社会科学院生态文明研究所研究院、中国社会科学院可持续发展研究中心副主任陈迎就报告内容进行了点评。点评专家认为该报告提供了重要的政策参考和指引，对于实现低碳转型和美丽中国建设具有重要意义。同时提出希望各利益相关方及专家学者能够进一步加强协同工作，在模型开发和应用方面深入探讨和研究相关问题。

上午主论坛最后，《气候变化研究进展》编辑部主任王小玲、清华大学能源环境经济研究所副所长滕飞分别介绍了《气候变化研究进展》、《能源与气候管理》中文及英文版期刊，这些期刊将为国内外专业研究团队和决策者提供互动交流平台，向全球展示中国在这些领域的研究成果和见解。

年会下午部分设置了八个平行分论坛，分别就“气候变化综合评估模型理论与应用

进展” “气候风险下的电力系统绿色低碳转型” “中国碳中和经济影响前沿进展” “地方碳中和碳达峰路径研究” “能源技术创新与国际比较” “双碳背景下的产业转型与经济增长” “碳中和背景下的韧性与可持续供应链” “基于自然的气候解决方案——减缓与适应并重” 主题展开了深入研讨。

本届年会的相关讨论为实现二十大报告提出的推进美丽中国建设，协同推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展的战略目标，提供了最新的研究依据和决策参考。



查看原文请扫微信二维码

● CIDEG 学术沙龙 | 双碳背景下，山东省开发区新旧动能转换的机遇与挑战

2023年9月20日，中国能源模型论坛（CEMF）围绕“双碳背景下，山东省开发区新旧动能转换的机遇与挑战”主题举办第六期沙龙暨CIDEG学术沙龙第187期，分享开发区在深化新旧动能转换推动绿色低碳高质量发展方面的研究进展和实践经验。本期沙龙由国家级经济技术开发区绿色发展联盟秘书处主任宋雨燕主持，对话清华大学环境学院研究员田金平，明水经济技术开发区党工委副书记、管委会主任黄波，清华大学能源环境经济研究所副研究员王海林，和山东大学环境与工程学院教授许春华。

从国际层面来看，双碳政策的现状如何？各国制定双碳政策的路径是否会对我国造成影响？清华大学能源环境经济研究所副研究员王海林指出，全球应对气候变化实现绿色低碳转型的进程加速，各国均根据自身国情和所处发展阶段提出了近中期的应对气候变化目标和长期低排放发展战略目标，出台了一系列配套政策和措施，各行各业也都加速探索行之有效的减排举措。他表示，各国制定脱碳政策与路径间存在着较大的差异，这种差异性也恰恰反映出各国所处发展阶段的不同和应对气候变化能力上的不同。新形势下，我国需要探索“发展”与“脱碳”的双赢路径，为早日实现碳达峰目标并在实现达峰后进入碳减排的快速下降通道做出努力。

国内各省市双碳政策的出台，对我国各级工业园区的绿色低碳高质量发展产生了哪

些推动作用？政府应当实施哪些做法，既能促进企业发展和经济发展，又能顺利推进节能降耗工作？清华大学环境学院研究员田金平表示，通过梳理“1+N”政策体系中一系列与工业园区相关的内容，并基于清华大学环境学院中国工业园区绿色发展研究中心针对工业园区绿色低碳循环发展的研究实践，结合工业园区特点，我们认为推动我国工业园区绿色低碳高质量发展宜重点发力十大行动：节能降碳增效、数字化转型、循环化发展、安全生产、可持续水管理、减污降碳协同、固废脱钩、公共创新体系搭建、园区区域协同、中外合作。他强调，政府应当坚定不移的推行清洁生产，信任企业技术创新的力量，并积极创建交流机制，共享企业间环境保护工作的做法，从系统工程和全局视角去寻求新的解决之道。

国家双碳政策对山东省推动生态工业园建设起到了怎样的作用，带来了什么机遇？生态工业园的规划过程中，实施了什么举措，是否为园区的企业提供了产业共生、提质增效的工具？山东大学环境与工程学院教授许春华表示，国家双碳政策的出台对山东省减污降碳协同增效起到了积极促进作用，近年来，生态工业园区通过采取一系列指标体系，敦促园区依照标准找准自身定位，引导企业间的协同物质交换，并推动企业采用绿色创新技术，对物质能量进行梯级利用或综合利用，从而降低成本，提高效率。她指出，政府在推动生态工业园的规划中，也在积极推进整个园区管理基础设施的完善，通过强化园区之间的协同，加速园区内企业转型，努力实现生态环境高水平保护和经济高质量发展增长。

从园区实践层面，如何在园区发展道路上落实双碳政策？由于环保存在经济外部性，作为实践者应采取什么方式让园区的企业愿意参与进来？明水经济技术开发区党工委副书记、管委会主任黄波提出了一系列落实双碳政策的措施：在新能源布局上，大力推动园区内大型企业建设光伏和储能站；在创新驱动发展上，尽可能促进能耗高的工艺过程升级替换，或者用新型能源和智能化分别代替化石能源和老旧系统；结合黄河流域生态保护和高质量发展战略以及山东省建设绿色低碳高质量发展先行区行动规划，建设沿黄河流域工业园区，打造先进的产业体系。他认为，只有围绕存量企业公共平台的搭建，招商企业上下游的匹配以及严控能耗的节约型产业集群的构建，才能激励更多企业积极参与到园区新旧动能转换中。

对山东省开发区后续进行新旧动能转换，落实绿色高质量先行示范区的工作有什么

可行的建议？清华大学能源环境经济研究所副研究员王海林指出，新旧动能转换对于山东省推动低碳、循环、绿色、高质量发展至关重要，过程中机遇与挑战并存，其中最大的挑战在于既有产业、经济规模以及思维方式中的“惯性”，这一因素或将阻碍我们探索新的发展动能。他强调，落实绿色高质量先行示范区的工作需要园区内企业和园区管理者摒弃惯性思维，通过更优的技术和管理从根源上解决发展动力的问题，进而助力园区的绿色和经济高质量发展。



查看原文请扫微信二维码

● 双碳背景下美丽黄河能源金三角高质量发展论坛 | 黄河流域能源转型

2023年10月27日，为进一步加快绿色转型，促进黄河流域实现高质量发展，双碳背景下美丽黄河能源金三角高质量发展论坛在内蒙古自治区鄂尔多斯市召开。会议由清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDE），中国科学院地理科学与资源研究所，中国能源研究会双碳产业合作分会，中国水利水电科学研究院，内蒙古能源与碳中和战略研究院，中国能源网联合主办，中国能源模型论坛（CEMF）作为支持单位。

本次论坛分为上午、下午两个场次召开。上午场次由国家发改委宏观经济研究院能源研究所研究员胡秀莲主持，中国能源研究会双碳产业合作分会主任、国家能源局西北监管局原局长黄少中致辞，邀请到国家能源局原副局长张玉清（线上），中国电力企业联合会专家委员会副主任委员王志轩，电力规划设计总院原院长谢秋野，内蒙古工业大学经济管理学院教授郝晓燕和内蒙古大学特聘研究员杨琳进行主旨发言。

下午场次分别聚焦“协同推进降碳、减污、扩绿、增长”和“加快构建清洁低碳、安全高效的新能源体系”两大专题开展探讨。专题一环节由EDF能源与自然项目主任高霁主持，邀请清华大学环境学院研究员田金平（线上），国家国务院发展研究中心资源与环境政策研究所气候政策研究室主任李继峰（线上），中国自然资源经济研究院研究员姚霖和中国能源模型论坛项目经理甘奕维进行汇报。专题二环节由中国能源网副总经

理、中国能源研究会双碳产业合作分会副秘书长张葵叶担任主持，邀请亿利氢田时代董事长王钟涛，北京交通大学机械与电子控制工程学院氢能研究室副教授孙作宇，远景能源高级解决方案总监王银鑫和河北电力大学副教授胡军峰围绕氢能、储能以及零碳产业院区等核心话题分享观点。

在结束致辞环节，EDF 能源与自然项目主任高霁对与会专家领导，内蒙古工业大学和内蒙古大学的支持表达了诚挚感谢。他表示，中国能源模型论坛将继续提供全方位的交流平台，展开对黄河流域的能源转型，未来新型电力系统等的深入研究，并希望与相关单位加强合作，共促双碳目标的实现。



查看原文请扫微信二维码

● 2023 年联合国可持续发展目标峰会官方边会“产业可持续创新”在纽约举行

9 月 17 日，由联合国经济和社会事务部（经社部）与清华大学主办、联合国水机制（UN Water）联合主办的“产业可持续创新 2023”（Innovation for Industrial Sustainability）主题活动在纽约举行。联合国主管经济和社会事务副秘书长李军华，联合国水机制主席、国际劳工组织总干事吉尔贝·福松·洪博（Gilbert F. Houngbo），清华大学文科资深教授、苏世民书院院长、清华大学产业发展与环境治理研究中心学术委员会联席主席薛澜，哥伦比亚大学健康政策与管理教授、哥伦比亚大学地球研究所可持续发展中心主任杰弗里·萨克斯（Jeffrey Sachs）出席活动并发言。同时，活动邀请中外工商界代表就公私合作伙伴关系、可持续产业创新实践等议题对话交流。

本次活动是 2023 年联合国可持续发展目标峰会官方边会。该峰会每四年举办一次，是联合国关于可持续发展的最高级别峰会，今年峰会也正适逢可持续发展目标落实的中期审议。

李军华表示，我们正处在实现 2030 年可持续发展议程的关键节点上，但是大多数可持续发展目标的落实进展仍然停滞不前：其中只有 12%处在正确的轨道上，对于 50%

的目标，其推动进展是不充分甚至是倒退的。今年的可持续发展目标峰会将标志着我们进入一个新的阶段，在这个阶段中，我们必须加快步伐，对 2030 年可持续发展议程重新作出承诺，并扩大行动规模促使可持续发展目标的最终达成。

吉尔贝·福松·洪博表示，数月前，联合国在时隔近 50 年后首次举办了水事会议。在富有雄心的《水行动议程》中，私营部门被认为是加速行动进展的关键角色。调动企业界的负责任行为和对于水事及公共卫生方面的支持，将有力提速变革的步伐。

薛澜表示，今天的活动凝练了我们的共同目标：与企业界建立合作伙伴关系，促进创新和可持续的产业发展。在这个背景下，绿色创新赋予了科技、商业模式和产品具备环境关切、资源效率和社会价值的特性和能力。此外，人工智能和其他数字技术使得减少环境影响，提高资源效率和开辟新的商业机会具有更大可能。

杰弗里·萨克斯表示，区域合作至关重要，尤其在共享能源系统、电力网络、光纤互联的亚洲，合作将产生巨大影响，我们要结束封锁的心态。我们需要各地区在政策框架、融资等方面通力合作，并在联合国宪章下推动全球的共同合作。在这方面，中国发起的“一带一路”倡议就是很好的典范。

在随后的“应对三重地球危机，工商界在行动”主题论坛上，隆基绿能创始人、总裁李振国，安踏集团执行董事、联席首席执行官吴永华，全球水伙伴南部非洲委员会非洲水资源投资项目高级别工作组秘书处主任 Alex Simalabwi 参与对话。该主题论坛由联合国经济和社会事务部公共机构和数字政府司司长、联合国经济和社会事务部可持续发展目标司代理司长朱巨望主持。

李振国表示，在过去的十多年里，隆基绿能引领了光伏行业的单晶硅技术革命，带动全球光伏发电成本降低超过 90%，让光伏从高成本的新兴可再生能源技术转变为最便宜的能源应用，在世界能源格局中的地位和比重全面上升，践行了联合国“让人人享有可持续能源”的发展愿景。

吴永华表示，可持续发展是人类生存与发展的关键议题，我们要站在未来看现在，全球所有企业不仅可以在市场上发展领先，也可以在可持续发展上为人类做出更大的贡献。安踏集团在全球影响超过 2 亿的消费群体，我们相信只要我们持之以恒的去推动，一定会实现 2050 碳中和目标，也让我们的地球更绿，更美，更好。

在“绿色创新赋能可持续的消费与生产”主题论坛上，华熙生物董事长、总经理赵

燕，中国飞鹤执行董事、副总裁涂芳而，晨光文具首席可持续发展官陈姿丹参与对话。主题论坛由清华大学产业发展与环境治理研究中心主任陈玲主持。

赵燕认为，新兴的生物技术已经为我们获取对生命健康有益的各种物质原料提供了可以取代传统从植物或者动物提取的方法，我们应该不断扩大这些技术的应用范围，让全人类在不断提高生命健康的同时，减少排放和资源消耗。

涂芳而表示，节能降碳成为制造业的高频关键词，但在具体落地的过程中仍面临一些挑战。希望更多企业加快共性技术突破，探索更多切实可行的解决方案，引领行业以及产业链上下游企业共同实现可持续发展。

陈姿丹表示，对于传统产业来说，可以从三方面着手企业的可持续发展，一是在我们的产品上使用更循环、创新的材料；二是推动供应链绿色发展；三是引导消费者接受可持续的消费和生活方式。

活动上，由中国领军企业共同签署的“工商界在行动-可持续产业发展共识”倡议发布，隆基绿能创始人、总裁李振国代表签署企业向李军华副秘书长递送了倡议以及优秀案例。倡议共十条内容，倡导工商界在资源利用、可再生能源使用、技术创新、包容性发展、可持续国际合作等方面凝聚产业发展共识，并对此作出承诺。

本次活动由清华大学产业发展与环境治理研究中心和可持续企业家平台支持举办。



查看原文请扫微信二维码

● CEMF 举办世界水资源大会专场会议 聚焦“黄河流域协同管理”

9月11日，以“水与万物：人与自然和谐共生”为主题的第18届世界水资源大会在北京开幕。大会聚焦气候变化背景下全球水灾害频发、水资源短缺、水生态损害、水环境污染等水安全问题，共商应对水安全风险与挑战之良策。

黄河流域高质量对于保障我国能源及粮食安全十分关键，同时也是生态系统脆弱及

水资源供求矛盾集中的地区。为探索黄河流域高质量发展具体路径，实现黄河流域“水、能源、粮食、生态”可持续协同发展，以“黄河流域水资源-能源-粮食-生态系统纽带协同管理”为主题的专场会议于9月13日上午举办。该会议由中国能源模型论坛（CEMF）主办，清华大学产业发展与环境治理研究中心（CIDEG）协办。

本次会议由美国环保协会项目主管 Brian Jackson 主持，邀请到中国水利水电科学研究院水资源研究所高级工程师朱永楠、中国农业大学水利与土木工程学院教授刘文丰、中国能源模型论坛项目副总监裘盈进行主旨发言，另由中国科学院地理科学与资源研究所研究员贾绍凤担任主持，邀请中国宏观经济研究院能源研究所研究员姜克隽，美国环保协会项目主管 Brian Jackson，中国科学院地理科学与资源研究所副研究员姜鲁光 and 全球水伙伴中国委员会游进军共同就“黄河流域水资源-能源-粮食-生态纽带关系协同治理”进行圆桌讨论，分享观点。会议吸引近百位领域内专家、政策制定者及研究人员等现场参与。

在主旨发言环节，中国水利水电科学研究院水资源研究所高级工程师朱永楠首先就黄河上中游地区水-粮食-能源协同发展的战略研究进行了详细介绍，强调实现黄河上中游地区水能粮协同发展需要遵循“四化一创”的协同安全保障战略，并针对协同安全保障战略提供了有效建议。

中国农业大学水利与土木工程院教授刘文丰阐述了灌溉对农作物生产的意义和灌溉对大规模产量效益的贡献，并提供了一系列切实可行的办法以减少灌溉对水资源的消耗，探讨了气候变化对农业系统这种复杂系统的影响，以及极端气候事件对灌溉和粮食产量的影响，从而应对灌溉在世界和中国的应用所带来的挑战。

中国能源模型论坛项目副总监裘盈简要介绍了中国能源模型论坛（CEMF）的背景和所开展的工作，工作围绕稳定气候，加强人与自然适应气候变化的能力和紧抓水能量和生态系统之间的纽带关系开展，同时分享了中国能源模型论坛“2035 美丽中国”项目中黄河流域部分的重要研究成果和纽带关系的重要政策协同点及权衡点。

在圆桌讨论环节，中国宏观经济研究院能源研究所研究员姜克隽阐释了黄河流域在我国实现碳达峰碳中和的双碳路径中的具体作用，分享了黄河流域在发展发扬新能源产业上存在的优劣势和后续可能采取的行动，认为可以通过促进新能源产业的发展来缓解流域水资源压力。

全球水伙伴中国委员会游进军介绍了黄河流域生态的关键问题与发展趋势，从自然地理特征和人类活动两个层面对黄河流域展开分析，在黄河流域“水-能-粮-生”纽带框架及流域低碳水资源利用和更好的水资源管理策略的目标下，提出了流域保护与发展的四个原则：尊重现状、保障刚需、效率驱动、空间均衡。

美国环保协会项目主管 Brian Jackson 分享了美国和中国在流域的纽带关系、协调管理等方面存在的差异，呼吁各利益相关方及专家学者能够进一步加强协同工作，尤其是在政府与社区的协调以及地下水与地表水等之间的共同管理等机制的建设，为流域水资源问题提供持久解决方案。

中国科学院地理科学与资源研究所副研究员姜鲁光对他在黄河流域生态保护方面的研究成果作出了分享，并就如何协调生态保护，尤其是植被建设与水资源方面的矛盾展开讨论。



查看原文请扫微信二维码

【出版发表】

● 《信报》何国俊：活跃中国碳市场的加减法

碳排放权交易市场（以下简称「碳市场」）旨在利用市场机制，控制和减少温室气体排放，是实现「碳达峰、碳中和」目标（以下简称「双碳目标」）的重要举措。截至2023年7月16日，中国的全国碳排放权交易市场上线运行已满两周年，累计交易额超过110亿元人民币，碳排放配额累计成交量达2.399亿吨【注】。

如果按照覆盖的碳排放量计算，中国的碳市场已经超越欧盟碳市场，规模为全球之冠；惟若按交易量、流动性等指标衡量，中国碳市场规模仍远远未及欧盟碳市场。我们观察到，不管是在2013年就开始的试点碳市场，还是2021年推广的全国碳市场，企业参与碳交易的动机都不强；很多企业除了在履约期即将结束期间进行碳交易外，其余时间基本处于不活跃状态。与此同时，中国碳市场交易往往通过大宗买卖达成，碳市场本身未能有效地提供价格讯号。

以加法纳入更多交易主体

如何提升碳市场有效性，让碳市场在国家实现双碳目标过程中发挥更大作用，是刻不容缓的议题。笔者认为，为了激活碳市场，一方面应进行「加法」，积极增加碳市场的金融属性；另一方面要施以「减法」，减少那些行政指令型的碳减排政策；更进一步的是运用「除法」，积极消除那些各自为战的碳中和口号与策略。下文将逐一探讨所需对策。

碳市场以碳排放权为标的资产进行交易，是一种典型的权证市场，本身具有较强的金融属性，发展碳金融无疑是建设碳市场的关键。目前，中国碳市场仅允许控排企业参与碳交易，反观国际上较为成熟和活跃的碳市场中，金融机构扮演举足轻重的角色。金融机构的加入可以提升碳市场的流动性，更有效地把价格讯号传递到高排放企业，从而倒逼企业检视自身碳资产，并进行绿色转型。碳市场设计者和监管机构需要正视金融机构在推动碳减排方面可以发挥的积极作用，主动澄清常见误解，引入更多交易主体参与碳交易。

在各种研讨会中，笔者经常听到的一种误导性观点是：金融机构加入的主因是赚钱、「割韭菜」，或会有损控排企业。这种看法甚至在一些参与中国碳市场设计的一众专家

之中也颇为常见，笔者对此却不以为然。

碳市场设立的目的在于让碳价格进入各交易主体的决策过程，而金融机构基于追求利润最大化的原则，能让价格讯号得以更高效地反映碳排放权的市场价值，从而推动企业重视其碳资产、激励企业进行绿色转型。目前中国碳市场不活跃的一个重要原因就是缺乏金融机构和其他交易主体的参与、也不允许金融衍生工具的使用。一个缺乏激励的市场、不希望让人赚钱的市场，与市场经济的基本原理背道而驰，根本无法蓬勃健康地发展。

笔者经常听到的另一误导性见解是，中国碳市场仍处于发展初期，可能存在很多制度漏洞，因此不应轻易引入金融机构和相关衍生品。此说实在急需修正，原因有二：首先，中国试点碳交易项目已经在多个地区实施了长达十多年，全国碳市场也发展了两年，累积了大量营运经验和数据。如果至今仍未能发现显著漏洞，则可合理地作出推测，要么现有漏洞已经不多，要么碳市场参与方与设计者并无查找这些漏洞的能力。若属后者，则更须引入专业机构以寻找市场可能存在的缺陷，在实践中解决问题。

再者，碳市场最终交易的碳配额由政府控制，即使出现问题（例如短期价格波动过大），政府也完全有能力对市场进行干预。在过程中，要防止利益集团用各种站不住脚的「漏洞」、「准备不周」的言论来绑架政策制定。

除了需要澄清以上常见误解之外，监管机构还需要清晰认识到，很多企业缺乏管理其碳资产的专业能力。前面提到，当前碳市场的明显失灵是，很多企业都只在每个履约期的最后阶段才买卖碳配额，导致碳价格迅速上升，可见企业在履约初期弄不清楚所需碳配额，亦没有从过去碳价格的变化趋势中总结经验，而对其碳资产加以高效管理。

这些企业对碳市场的交易规则、策略和管理碳资产的方式，可能都非常陌生。透过金融机构的培训和咨询服务，相信企业能更好地理解市场，从而作出明智的决策。此外，金融机构的参与有助高排放企业更加重视碳资产的金融属性，因而倾向委托专业金融机构进行碳资产管理。

以减法撤销行政指令政策

建设和发展碳市场的主要动机是通过碳交易，实现以较低成本减少整体社会二氧化碳的排放量，其中经济学原理很简单：不同企业的减排成本不同，允许高成本的企业向低成本的企业购买碳排放权，就可降低社会的减排成本。然而，现实的情况是，除了利

用碳市场去激励企业减排以外，中国还存在很多行政指令型的碳政策、耗能政策。理论上，这些政策若持续存在并发挥主要功能，碳市场就很难发展起来。

笔者认为，为了充分发挥碳市场功能，中央政府应逐步取消具强制性的行政指令型减碳政策，因为企业必先完成这些政策的目标，才会考虑在碳市场交易碳排放权。由于过程中已经进行了大量减排工作，企业进一步进行碳交易的意愿自然大大降低。

与此同时，行政指令型政策给企业制造巨大的隐形成本，有关成本却难以准确定价，导致内地企业在国际竞争环境处于劣势。随着欧盟碳边境调整机制（Carbon Border Adjustment Mechanism, 简称 CABM）在未来几年生效，必须尽快令这些隐形成本显性化、价格化。

那么有何具体行动？笔者建议，在逐步减少行政指令型政策的同时，政府可以通过减少碳配额、提高碳价来限制总排放量，以达一石二鸟之效。一方面既可稳定（甚至减轻）企业总体负担，亦能使碳市场逐渐成为减排的主要政策工具；另一方面，通过提升的碳价来显示企业面对的真实监管成本，有利于内地企业应对 CABM，而在复杂的国际贸易形势中扩大发展空间。

以除法剔除各自为战策略

实现碳中和目标，不是要求每个省份、每个城市、每个企业都达到碳中和。事实上，为了让全国碳市场充分发挥作用，必须让减排成本高的地区和交易主体购买碳配额，让成本低的地区和交易主体出售碳配额。这也就意味着，即使全国碳市场的总体碳配额为零，社会实现了「净零排放」（即温室气体的排放量和树木等碳汇的吸收量正负抵消），正排放交易主体和负排放交易主体应在市场并存。在这个前提下，能通过林业碳汇、碳捕捉和储存技术手段实现碳吸收的负排放交易主体，就可继续出售其碳配额给正排放的主体。

可惜笔者观察所得的现象是，各省市以至各企业目前都在各自制定碳达峰与碳中和的战略，不但降低效率，亦有违经济原则。中央政府需要确立以全国统一碳市场为主的监管框架，扬弃各自为战的减排策略，才能达成碳排放权的有效配置，向实现双碳目标高效迈进。

鸣谢：在本文撰写过程中，港大经管学院研究助理陈一诺予以协助，谨此致谢。

【注】《人民日报》，2023年8月14日（<http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023->

文章同时于二零二三年十一月十五日载于《信报》「龙虎山下」专栏。

来源：“环境与发展经济学”微信公众号

● JEEM 黄少卿等：空气质量对中国创新活动的影响

近日，上海交通大学安泰经济与管理学院教授、CIDEG 兼职研究人员黄少卿与其他两位学者在环境经济学顶刊 *Journal of Environmental Economics and Management* 上共同发表题为 “the impact of air quality on innovation activities in China” 的研究论文。

Abstract 摘要

Severe air quality hurts human capital and threatens innovative outcomes. Using unique data containing 12.8 million patent applications in China, this paper examines the causal effect of particulate matter with a diameter of 2.5 μm or less (PM2.5) on patent innovation. We estimate a two-stage least square model with thermal inversion as an instrumental variable. Our findings show that a one $\mu\text{g}/\text{m}^3$ increase in the annual average PM2.5 concentration leads to a 1.3% decrease in the number of patents. Annual fluctuations in PM2.5 concentration levels across cities caused the total number of patents to decrease by 1.1% during the 2006–2010 period. From 2011 to 2015, the improvement in air quality increased the number by about 2.0%. It demonstrates another innovation co-benefit of improving air quality due to the tightened regulation.

严重的空气质量会损害人力资本，妨碍创新产出。本文利用包含中国 1280 万件专利申请的独特数据，研究了直径在 2.5 μm 或以下的颗粒物 (PM2.5) 对专利创新的因果效应。我们以“逆温”作为工具变量，对两阶段最小二乘法模型进行了估计。我们的研究表明，PM2.5 年平均浓度每增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 会导致专利数量减少 1.3%。2006–2010 年期间，各城市 PM2.5 浓度水平的年度波动导致专利总数减少了 1.1%。从 2011 年到 2015 年，空气质量的改善使专利数量增加了约 2.0%。这表明，由于加强监管，空气质量改善还带来了创新上的伴随效益。



扫描二维码获取原文 PDF 版

- 《Climate Policy》 朱俊明：评估中国的区域碳排放交易

近日，清华大学公共管理学院副院长、副教授、CIDEG 兼职研究人员朱俊明与其他四位学者共创的“Evaluating Regional Carbon Emissions Trading in China: Effects, Pathways, Co-Benefits, Spillovers, and Prospects”荣获 2022 年 CPSG 最佳政策研究论文奖 (The Chinese Policy Scholars Group’s Best Policy Research Article Award)，发表于 Climate Policy 2022 年第 22 卷第 7 期。

Abstract 摘要

Emissions trading systems (ETS) have been a widely-adopted policy instrument for global climate mitigation and a key choice in China’s pledge for peaking emissions and carbon neutrality. Broader adoption and linkage of ETS programmes require a better understanding of whether, to what extent, and how existing regional programmes address carbon emissions at an aggregate level. Combining a synthetic control method and event studies, we adopt a comprehensive evaluation framework to investigate regional mitigation effects, pathways, and ancillary impacts in three Chinese regions with four independent pilot ETS programmes. The findings show economy-wide responses to pilot announcement even in non-ETS sectors, but enduring mitigation only within ETS sectors. Mitigation was achieved via improvement in energy efficiency and fuel switch, without impairing industrial activities. There were local air-pollution reduction co-benefits but no leakage or spillover. Bounded extrapolation from the pilots suggests 18%–20% reductions can be achieved in non-pilot regions by a national market, which could learn from pilots’ experiences to broaden sector coverage and ensure policy consistency and transparency. Regional ETS were able to stabilize emissions with little cost, providing rationale for rapidly developing economies to adopt such

systems.

排放交易系统（ETS）已成为一个广泛采用的减缓全球气候升温的政策工具，也是中国承诺实现排放峰值和碳中和的一个关键选择。更广泛地采用和关联 ETS 方案需要更好地了解现有区域方案是否并在多大程度上、以及如何在总体水平上解决碳排放。结合合成控制方法和事件研究，我们采用了一个综合评价框架来研究中国三个地区和四个独立 ETS 试点项目区域的缓解效果、路径和辅助影响。缓解是通过提高能源效率和燃料转换来实现的，并没有损害工业活动。这在当地有减少空气污染的共同利益体现，但没有泄漏或溢出。试点项目的有限推断表明，在非试点地区，国家市场可以实现 18%到 20%的减排量。国家市场可以借鉴试点项目的经验，扩大行业覆盖面，确保政策的一致性和透明度。区域性排放交易系统能够以较小的成本稳定排放，为快速发展的经济体采用这种系统提供理由。

Key policy insights 关键政策洞察

Despite being unlinked, regional ETS pilots delivered substantial climate mitigation and local air pollution reduction in China. Policy effects were initially driven by economy-wide mitigation due to policy expectations, followed by ETS-sector mitigation due to carbon pricing. Industries reduced CO₂ emissions from energy efficiency improvements and fuel switch. Mitigation 1 was accompanied by little emission leakage or impairment to the economy. Extrapolating mitigation rates in a national market suggests 18%–20% reduction of CO₂.

尽管没有联系，中国的区域性排放交易计划试点带来了大量的气候缓解和当地空气污染的减少。政策效应最初是由政策预期带来的整体经济缓解所驱动，随后是由碳定价带来的 ETS 部门缓解。工业部门通过提高能源效率和燃料转换减少二氧化碳排放。缓解的同时，几乎没有排放泄漏或对经济的损害。对全国市场的减排率进行推断，表明二氧化碳排放量减少了 18%-20%。

Keywords 关键词

Emissions trading systems; policy evaluation; mitigation pathways; synthetic control method; event study; China.

排放权交易系统；政策评估；减排途径；合成控制法；事件研究；中国。



查看原文请扫微信二维码

● Science 刊登何国俊等研究成果：绿色助推在减塑及企业 ESG 实践领域的重要价值

近日，首届青木昌彦经济学论文奖提名奖获得者、香港大学经济与工商管理学院副教授、CIDEG 兼职研究人员何国俊与北京大学全球健康发展研究院经济学助理教授潘聿航、亚洲开发银行首席经济学家朴之水、陈瑞娟，日本东京大学经济学院教授泽田康幸共创的重要研究成果“Reducing single-use cutlery with green nudges: Evidence from China’s food-delivery industry”（绿色助推减少一次性餐具使用：来自中国外卖行业的证据）于 9 月 8 日以封面论文的形式刊登于《科学》（Science）杂志，研究了饿了么外卖平台改动餐具选择用户界面这一绿色助推实践对于一次性餐具消费和减少塑料垃圾的影响。

“清华大学 CIDEG”特将研究成果转载分享如下，以飨读者。

随着外卖服务近年来的普及，如何尽可能减少一次性餐具等塑料制品的使用成为社会普遍关注的议题。在此背景下，北京、上海和天津在 2019 年和 2020 年相继颁布了监管规定，禁止线上外卖配送平台在顾客没有明确要求的情况下主动提供一次性餐具。为满足这一监管要求，阿里巴巴集团旗下的外卖平台饿了么对用户下单界面进行了相应改动：首先，在下单界面设置了一个弹出式窗口来要求顾客标明订单需要的餐具数量；其次，该弹出式窗口的默认选项被设置为“无需餐具”；最后，选择“无需餐具”的顾客会被奖励蚂蚁森林绿色能量。这些绿色能量不具有金钱价值，但是足够多的绿色能量可以被转换成在中国沙漠地区种植一棵树的机会。

以上这些改动体现了行为经济学和心理学中的“助推”理念，即通过改变选择环境（或选择架构）或者提供间接信息来影响个人行为 and 决策，而不是直接限制个人的选择或提供金钱激励。助推这一理念已被用于诸多社会领域，包括促进环保行为的绿色助推。

然而，绿色助推能在多大程度上发挥作用仍存在争议。

该研究以饿了么外卖平台的绿色助推为契机，大规模、长期地研究了绿色助推的影响。研究团队使用阿里巴巴集团 2019 到 2020 年十个城市的用户数据，运用双重差分模型 (Difference-in-differences) 以及事件研究法 (Event-study Approach) 比较了实施助推和未实施助推的城市的消费者在助推前后的行为变化。

研究团队发现，绿色助推可以促使消费者选择“无需餐具”的订单比例增加 20.1 个百分点。这与绿色助推实施之前消费者只在 3.1% 的订单中选择“无需餐具”相比增加了 6.48 倍。研究团队同时发现，绿色助推并没有显著影响外卖平台的订单数量和用户消费金额。研究者进一步估算，如果将该绿色助推从试点城市推广至全国，每年可以减少 217.5 亿套一次性餐具消费，相当于减少 326 万吨塑料垃圾以及促使 544 万棵树木免于砍伐。

本研究的另一个重要发现是，绿色助推并没有对阿里巴巴的业务产生消极影响，这表明绿色助推可以成为一款具有高成本效益的工具来促进个人的环保行为。对阿里巴巴来说，实施绿色助推的成本微乎其微，因为只需要几名软件工程师重新设计用户界面即可实现。然而，绿色助推可产生巨大的环境效益。

此外，研究结果表明女性顾客、年长顾客、经常使用外卖配送服务的顾客和收入较高群体的顾客对绿色助推的响应更积极。同时，绿色助推的作用表现为激励一大部分人的环保行为改变，而不是只对一小部分人的行为产生影响。额外的机制分析表明针对默认选项的修改和弹出式窗口设计是消费者行为变化的主要驱动因素，而绿色能量对消费者的激励作用相对较小。

研究同时指出，本研究的结论应被解释为环境效益的上限，原因有二。第一，在现实中，尽管顾客在点餐时选择了“无需餐具”，但一些商家仍然提供一次性餐具。例如，当商家太忙而无法逐一核对订单或担心消费者可能是错选“无需餐具”选项时，就会发生这种情况。第二，顾客经常浪费他们的绿色能量，或者无法积累足够的绿色能量来种树。

研究结果还有助于我们更好地理解个人消费者如何调整他们的行为。例如，助推的影响在实施后的头几个月最明显，然后会随着时间的推移而略有下降，这表明一些顾客后来决定更改默认的“无需餐具”选项。这与以往文献中关于默认选项的衰减效应保持

一致。

研究同时指出了相关注意事项和未来的发展方向。第一，由于缺乏其他外卖平台的数据，本文无法检验阿里巴巴的绿色助推是否对其他平台上的交易产生了积极的溢出效应。因为如果存在积极的溢出效应，绿色助推的效益将会更大。第二，通过实地调查，研究团队了解到有些商家即使在客户选择“无需餐具”的情况下，也会向顾客提供餐具。这可能会削弱绿色助推的力量，降低与客户环保行为相关的环境效益。在未来的研究中，有必要找到鼓励商家以更好方式满足顾客要求的方法。最后，尽管绿色助推实践的总体环境效益不容小觑，但外卖行业中相当大一部分固体和塑料垃圾来自包装（即在配送服务中使用的一次性食品容器和塑料袋）。在典型的中国外卖订单中，包装垃圾可能占外卖垃圾的80%以上。为更好地控制包装过程中产生的垃圾，还应出台其他相关政策。

该研究具有重要的政策含义。一方面，鉴于绿色助推能显著减少一次性餐具的使用，该研究建议其他国家和地区的主要外卖平台（如 UberEats、DoorDash 等）采取类似的绿色助推实践来减少全球塑料垃圾的产生。另一方面，该论文为绿色助推可以影响消费者行为提供了坚实的科学依据，说明平台企业可以使用经济高效的助推方案来实现更为环保的消费与生产，为企业 ESG 实践提供了新的思路和方向。

香港大学副教授何国俊、北京大学助理教授潘聿航、亚洲开发银行首席经济学家兼香港科技大学教授朴之水(Albert Park)、东京大学教授泽田康幸(Yasuyuki Sawada)、亚洲开发银行陈瑞娟(Elaine S. Tan)为本文共同第一作者；何国俊教授为通讯作者。

本研究得到香港研究资助局主题研究计划基金(T31-603/21-N)、北京大学早期研究基金/学科建设经费(7101303264)等基金的资助。

来源：《科学》杂志

【媒体声音】

● 联合国新闻专访薛澜教授：行程过半，可持续发展目标仍须合力推进

近日，清华大学文科资深教授、苏世民书院院长、CIDEG 学术委员会联席主席薛澜受邀出席联合国可持续发展峰会，并接受《联合国新闻》记者专访。

联合国新闻：在全球范围内，可持续发展目标当中只有 15%的目标是在推进，其余目标都处于脱轨状态。您认为挑战最大的领域是哪些呢？

薛澜：首先，全球面临着新的地缘政治挑战、各种形式的冲突、多种矛盾的激化，导致很多可持续发展目标不但没有办法推进，而且实际上还在倒退。

第二，由于气候变化带来的各种自然灾害更加频繁，近几年来极端天气在全世界范围内大规模出现，许多发展进步都因为自然灾害造成的损失化为乌有。

第三，从公共管理角度看，可持续发展目标的实现涉及多目标的权衡、多部门之间的协调以及多层级政府之间的统一步骤，但许多国家的国家治理落后，给这些目标的实现构成了巨大挑战。

第四，统计数据不足也是一个突出的难题，我们说有 15%目标在推进而其余目标已脱轨，其实是基于不完全的信息来推测的。联合国 2022 年可持续发展目标报告指出，就 17 个可持续发展目标中的 8 个目标而言，193 个国家或地区中只有不到一半有 2015 年或之后的国际可比数据，可见，由于缺乏统计数据，我们还没有完全了解真实的情况。

联合国新闻：如果我们用 17 项可持续发展目标来衡量中国的进展，那么中国的进展是什么样的状况？

薛澜：中国在经济方面的进步是全球可持续发展目标推进中的一个亮点。在 17 项可持续发展目标中，最难、最大的一个挑战就是脱贫的问题，而中国恰恰经过几代人的不懈努力，（在 2020 年）完成了消除极端贫困的目标，为全球可持续发展目标的推进做出了巨大的贡献。

另外如果我们从三大方面，即经济、社会和自然环境的发展来看，中国在生态环境改善方面也取得了巨大的进步。中国最近这些年的蓝天白云，相比十年和二十年前可以说是有了巨大的改善。双碳目标也已经深入到整个社会的各

行各业。同时，社会进步也取得了很大的进展，这方面有丰富的数据，例如，中国高等教育的毛入学率已经超过了 50%。

当然，中国也还有很多有待改进的地方。第一，中国各地方的发展非常不平衡。清华大学公共管理学院（2017 年）成立了一个全球可持续发展研究院，研究院前几年做了一项中国各地方可持续发展目标实现情况的研究，我们发现，各个省份之间差异比较明显，而且近几年来改善并不大。第二，中国性别平等的发展情况不够乐观，社会发展中性别差距的缩小不太明显，这也是中国还需要进一步努力改善的方面。第三，中国各地生态环境的各个方面虽然总体有所改善，但是各地方的进展差距较为明显，还有很大的潜力可以去挖掘。

联合国新闻：对于推动可持续发展而言，中国有哪些发展政策发挥了作用呢？

薛澜：中国有一个特点，政府在推动可持续发展方面发挥了非常积极的作用，而这个作用是通过一个非常有效的规划体系来完成的。众所周知，中国有五年规划体系，这个五年规划可能跟原来我们传统意义上的计划完全不同，实际上在制定这个五年规划的过程中，各方通过集思广益讨论交流，在凝聚共识的基础上确定出重点发展目标，然后通过采取各种措施、开展各种项目来积极推进目标的实现。因此，中国在落实五年规划的时候，是一代又一代人不断地努力，朝着全社会共同认可的重要目标去积极推进。可以说，中国的五年规划体系是一个非常重要的政策工具。

第二，中国在过去这些年把扶贫攻坚作为全社会发展过程中一个重要的目标，经过各方面全社会上下的共同努力，终于消除了极端贫困。

第三，中国在过去几年来积极推动科技创新，用创新驱动发展，不断提高生产效率，也不断创造了各种各样新的产业发展机会，使得经济发展始终保持非常强的活力，因而能够在发展过程中不断取得很大的进步。

总而言之，这三大类政策都发挥了关键作用。

联合国新闻：您刚才提到科技创新是推动可持续发展的一股重要力量，中国可以如何利用当前正在进行的第四次工业革命的契机，推动社会的整体可持续发展呢？

薛澜：第四次工业革命的确为发展带来了一个重要机会。首先，第四次工业革命可以帮助中国推动产业升级。过去几十年来，中国主要靠比较低成本的劳动力以及资源的消耗实现产业发展，在国际制造业方面取得了很大的份额，从而推动了经济发展，但这显然是很难常以为继的。科技创新则带来了许多新的机遇，一方面，科技创新的技术应用能够提高我们的产业效率，创造更多的附加价值，使得中国在国际产业链当中占据更加高端有力的位置；另一方面，很多新兴产业也为中国经济注入了活力，最近这些年新能源在中国的发展如火如荼，电动汽车等产业给中国经济提供了新的动力。同时，这些新兴技术的应用对改善环境、减少碳排放也起到了很大的推动作用，中国电动汽车的产量可以说是全世界最大的，这也使得中国在实现双碳目标中成为了全球的领头羊。

第二，第四次工业革命给中国的新型城镇化带来了新的推动力。许多发展中国家都经历过城镇化过程，人口大规模涌入到城市，城市的各种服务和基础设施面临很大挑战。中国利用第四次工业革命的技术大大改善了新兴城镇化的过程，很多中国城市大力推进智慧城市的建设，就是利用人工智能等新兴技术使得我们的城市交通、城市运行更加高效，所以中国在利用科技推进城镇化方面提供了很多好的范例。

最后，第四次工业革命的许多技术对于我们整个社会的发展也有很大的推动作用。例如，生物技术的广泛应用帮助我们改善健康，各种信息技术的应用促进了在线教育发展，提供了新的方式可以让人们选择喜爱的课程、音乐、文化、娱乐等。

所以，第四次工业革命技术对整个社会发展的影响是全面、深入的。

联合国新闻：刚才您谈到了中国的城镇化，那么现在中国的城镇化有着什么样的特色呢？如果跟世界上一些其他国家相比，这些特色是如何推进可持续发展的呢？

薛澜：一方面，中国是市场发展占主导地位，政府发挥非常重要的引导作用，这和很多年前是不一样的，很多年前中国的城镇化发展是由政府占主导作用的。在 1980 年代，我们比较强调小城镇的发展战略，但最近这些年则更加

强调大城市的带动作用——大中小城市的协调发展，这是中国最近几年比较突出的一个政策导向。

其次，中国注重城市群的发展。中国现在有一些比较大的城市群，例如京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城、长株潭城市群等。通过这些城市群的发展，各个城市之间互相促进、产业互补，带动效应更加突出。

最后，中国城镇化发展过程中比较重视新农村的建设，倡导城乡总体协调发展，这也是中国城镇化的独特特色。

联合国新闻：在应对气候变化和环境治理上，中国现在在做哪些工作？

薛澜：中国在过去几年来做了大量工作。首先，中国是铁腕治污，对治理环境污染下了很大的力气，对很多高污染的行业企业关停并转，展现了一种壮士断腕的气魄。

第二，通过科技创新和制度创新推动双碳行动。中国已建成全球规模最大的碳市场，在一些重点行业，碳市场利用市场机制提升了减碳活动的效率。中国也利用技术创新手段在光伏、电动汽车、风电等很多领域取得了显著成果，我们的清洁能源可以说在全世界体量是最大的，应用也是最广的。

同时，我们在推动国家经济社会的绿色转型方面也做了大量的努力，通过政府引导、企业自我规制、社会总体行动来推动整个绿色转型，可以说发展得非常快。

联合国新闻：互联网、人工智能、区块链等新技术以及社交媒体的发展，给社会治理带来了怎样的挑战，又如何去应对呢？

薛澜：这些技术给我们社会带来了巨大的收益和巨大的便利，包括买东西、支付、旅行，非常地方便，但另一方面，这些技术也的确带来了一系列的问题。

首先，个人隐私的泄露为互联网犯罪提供了条件，这是普遍受关注的一个问题。

其次，互联网上的社交媒体对我们整个社会的影响，包括对青年人的影响，也是很大的。有的时候可能互联网上稍微有什么情况就会出现人肉搜索，那么这可能给相关人员带来巨大的精神压力，所以在这方面，技术有很多潜在的负

面影响。

另外，大型平台企业的垄断也给公众利益造成了很多不利的影响，全社会都在呼唤更好的治理。

那么在治理方面，中国已经初步形成了一个政府、企业、社会共同努力的现代治理体系。

政府的作用更多是通过法律法规、政府措施等治理工具对不法行为和犯罪行为进行打击，对企业进行合理规制，但在这个过程中政府也面临挑战，即如何合理平衡治理与发展。所以我们一直在提倡“敏捷治理”，就是说政府能够在有不利苗头出现的时候及时采取一些“轻推”措施来提醒企业，某个方向可能有问题就需要进行一些调整。这样一来，就能确保我们的市场比较健康地发展。

当然企业也需要提升自我约束能力，跟政府配合。当看到技术的发展有可能损害公众利益的时候，那就要通过企业内部的各种机制进行约束，这样才能让我们的技术真正造福于社会。

如今，中国社会的非常活跃，在技术发展显露出一些不利影响时，社会公众、社会组织也能发挥监督约束的作用。

因此，政府、企业、社会三者之间良性互动，逐渐形成了中国现在这种针对互联网和人工智能的治理体系。

联合国新闻：世界现在正在从新冠大流行的阴霾当中走出来，那么对您而言，这场大流行病带来的启示是什么？

薛澜：首先，一个非常重要的启示就是风险永远走在人类进步的前面。

在科技进步的助推下，人类经济社会的发展有了巨大的迈进，所以我们往往容易沾沾自喜，觉得人类是可以无所不为的。

然而，类似于新冠疫情这样的事件总是在提醒我们，虽然我们觉得自己很厉害，已经取得了巨大的进步，但是一个小小的新冠病毒，就可以让全社会，甚至全球都陷入瘫痪。所以这其实是在提醒我们，我们永远都要对自然界保持清醒的认知，我们要敬畏自然界，要敬畏我们可能面临的风险，要不断地在应对这些风险的过程当中去学习。

另外，我们要不断加强全社会应对各种风险和突发事件的能力。实际上从2003年（非典疫情）之后，中国就对提升应急管理体系开展了全面的努力和建设，也取得了巨大的进步，但是可以说每一次新的突发事件暴发，我们仍然可以看到这个体系存在的一些问题，仍然需要不断完善。我想这对全世界各国可能都面临着这样的挑战。

第三，我们越来越看到应对新冠大流行和气候变化等重大的突发事件，都需要全球全社会的共同努力。应对这些危机不是某一个地区某部分人能够单独完成的，需要全世界、各个国家都能够同心协力应对我们人类面临的共同挑战。

总之，我想对于新冠大流行，我们是既有经验，也有教训。

联合国新闻：中国、印度、巴西、南非这些新兴经济体能够对全球治理做出什么样的贡献呢？

薛澜：首先，新兴经济体现在在全球经济发展当中占的分量越来越重，在全球治理体系里面的声音也越来越强。从这点来看，新兴经济体最大的贡献就是提供了很多新的想法和新的治理思路，这对全球治理本身就是一个非常重要的帮助。

其次，新兴经济体能够为全球治理提供更多新的资源。例如，最近这些年中国“一带一路”倡议提供的对外援助，对很多发展中国家做出了巨大的贡献。像印度等很多其他新兴经济体的发展，也会为解决全球问题贡献更多的资源。

联合国新闻：可持续发展目标是在千年发展目标的基础上制定的，千年目标就没能够实现，让人倍感失望。可持续发展目标则进一步科学化和系统化，制定了169个子目标，的确是成为了一个全世界看齐、引领世界发展的蓝图。但现在离实现可持续发展目标只差七年的时间了，我们看到这么多的目标都在脱轨，您有没有一种特别失望的感觉？

薛澜：一方面，不能实现这些目标的确让人失望，但另一方面，也要对人类社会的进步保持信心。

首先，全世界国家众多，拥有非常多不同的文化和政治体系，差别是巨大的。但是在差别显著的情况下，各国能够对未来全球发展的总体目标达成一致认可，本身就是一个奇迹。我曾经写过一篇文章，提到可持续发展目标本身就

可以说是人类有史以来最大的一个公共政策试验，我认为 这是一个巨大的成功。

当然，要想实现这些目标，我们确实面临着各种各样的挑战和问题，而且这中间还有新冠疫情、气候变化等很多外界的冲击，所以要解决这些问题，我们还需要共同努力。

我们这次在行程过半之际对目标实现的情况进行中期回顾，可能就会看到，也许我们原来制定这些目标的时候就高估了我们的能力，同时在某些方面又低估了科技创新的潜力。换句话说，这次中期评估给我们提供了一个重新审视这些目标的机会，我们可以利用这次机会对这些目标进行调整，毕竟人类发展不会到 2030 年就终止。

因此，以我之见，其实这有点像中国的五年规划，也许人类社会的发展情况可以 15 年评估一次。在这一个 15 年，我们取得了很多的进步，但在某些方面还存在一定差距，那在下一个 15 年我们再继续制定新的目标，不断去推进，这样我们就能逐渐真正实现建设美好社会、美好世界的未来。

来源：联合国新闻



欢迎关注 CIDEG 官方微信平台

清华大学产业发展与环境治理研究中心 编印

责任编辑：潘莎莉

审校：赵 静

签发：陈 玲

电话：010-62772497

传真：010-62772497

电子邮箱：cideg@mail.tsinghua.edu.cn

网址：<http://www.cideg.tsinghua.edu.cn>

微信公众号：THU-CIDEG