

凝聚多方智慧 共商低碳转型 首届中国低碳城市发展论坛圆满举办

■中国城市报记者 邢旭

锚定“双碳”目标，共谋绿色低碳发展。11月19日，在中国能源汽车传播集团大力支持下，由杭州市人民政府主办，清华大学全球共同发展研究院、中国碳中和五十人论坛、杭州市科学技术协会、杭州国际城市学研究中心浙江省城市治理研究中心共同承办的首届中国低碳城市发展论坛在浙江省杭州市举行。

院士专家和业界代表齐聚一堂，围绕我国“双碳”目标实现、低碳城市建设展开深入交流。论坛现场发布中国碳中和五十人论坛“个人碳账户”课题研究成果和2023年“钱学森城市学(环境)金奖”征集主题。

共识

建设低碳城市刻不容缓

中国工程院院士、原副院长杜祥琬指出，“双碳”目标基于现代气候变化科学和能源低碳转型，其科学基础是坚实的，是能源革命的两个里程碑，是顺应绿色发展时代潮流，推动经济社会高质量发展、可持续发展的必由之路。

杜祥琬通过一幅图片直观展示了当前气候问题的严峻性。图片拍摄于2016年，当时杜祥琬随“应对气候变化·记录中国”科普宣传活动走进新疆，登上了海拔约3860米的天山一号冰川。冰川本应是一片雪白，而图片中，除两侧山谷有碎片状分布外，山顶冰川几乎消失不见。

“全球气候变化已经造成严重的社会经济损失。”援引美国达特茅斯学院研究团队发布的研究报告，中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南介绍，1990年至2014年全球累计温室气体排放约1万亿吨，造成全球经济损失超13万亿美元。

在全球性气候变化面前，没有一个国家能置身事外。王金南指出，中国既是目前的排放大国，也是气候变化的主要受害国。中国的碳达峰碳中和，是国际上排放压力最大、综合降幅最快、转型任务最重、投入成本最高的复杂系统工程。

实现“双碳”目标是一项复杂的系统工程，而城市是实现“双碳”目标的主战场。浙江省委常委、杭州市委书记，杭州城市学研究会理事长，浙



11月19日，首届中国低碳城市发展论坛在浙江杭州举行。图为论坛现场。中国碳中和五十人论坛秘书处供图

江省首批新型重点专业智库浙江省城市治理研究中心主任、首席专家王国平认为，要实现“双碳”目标，难点、重点、热点都在城市。

王国平列举了一组数据来佐证上述观点：当前，我国城镇化率已达到64.7%，预计2035年将会达到75%甚至80%，直至完成中国城市化进程。城市创造的GDP、财政收入、进出口贸易总额、二氧化碳排放都是总量的“大头”，个别甚至超过了90%。

自2010年以来，我国陆续在6个省区和81个城市开展了低碳试点，涉及31个省(区、市)，涵盖全部5个计划单列市。试点省市碳排放强度下降总体快于全国。

城市在实现双碳目标过程中所发挥的作用正受到越来越多的关注。记者注意到，2023年“钱学森城市学(环境)金奖”更是以“碳达峰碳中和与城市高质量发展”为征集主题。该奖是杭州国际城市学研究中心设立的最高奖项，旨在围绕城市问题，面向海内外征集、评选优秀成果，为集思广益推动城市科学发展提供交流平台。

路径

科技创新是关键引擎

当下，加速拥抱“双碳”目标正成为全国各地政府和企业的

共同动作。面对“双碳”必答题，城市当作何解？与会专家认为，科技创新在低碳城市建设过程中发挥着关键变量作用。

国家“万人计划”哲学社会科学领军人才、浙江农林大学生态文明研究院院长沈满洪认为，我国的发展阶段决定了工业化、绿色化、低碳化“三化并举”，即传统工业化转向新型工业化，浅绿色发展转向深绿色发展，高碳经济转向低碳经济。积极推进这项富有挑战性的事业，创新驱动是根本法则。

不仅如此，沈满洪还提到，碳达峰碳中和过程中面临经济不低碳、低碳不经济、低碳不节约、低碳不环保、低碳不安全等一系列突出问题，解决这些问题也需要依靠科技创新。

低碳城市离不开新型城市能源系统，而后的建设同样有赖于技术突破。中国科学院院士、南方科技大学讲席教授赵天寿认为，在未来以新能源为主体的新型能源体系中，储能将是关键环节，实现碳中和目标需要长时、大规模、普遍适用、形式多样的储能技术。现有的储能技术各有优势，但也存在各自局限，探寻变革性的储能技术尤为重要。

“双碳”不单纯是一个环保理念，这个关键词带来的变革，更描绘了城市未来几十年新增长故事的底层逻辑。在王金南看来，气候变化治理将引发一场

广泛而深刻的经济社会系统性变革，并促进绿色低碳产业及技术投资的快速增长。预计2020年至2050年，全球气候变化治理投资将超过130万亿美元。

在这场系统性变革中，城市将迎来哪些黄金赛道？王金南预计，电气化与智慧电网、光伏风能发电、氢能、工业零碳技术、CCUS(碳捕集、利用与封存)等负碳技术，将成为全球及中国实现碳中和的优先发展力。

样本

杭州推动全面绿色低碳转型

实施“双碳”战略是“必答题”而非“选答题”。推进绿色低碳城市建设，考验着城市管理者的智慧和决心、眼界和耐力。面对这个时代答卷，杭州作为首批低碳城市试点城市，很早就提笔作答了。

2008年，杭州率先在全国提出建设“低碳城市”的设想，初步建立了温室气体排放统计核算体系，提出2020年碳排放达峰目标；2010年，杭州被确定为全国首批低碳试点城市，提出打造低碳经济、低碳交通、低碳建筑、低碳生活、低碳环境、低碳社会“六位一体”的低碳示范城市；2014年，《杭州市应对气候变化规划(2013—2020)》印发，计划在7个领域开展低碳和节能工作，共235个项目，总投资将达4422亿元……建设低碳城市，杭州踏

疾步履。

杭州市委常委、副市长胥伟华在致辞中介绍，杭州作为2010年确定的首批低碳试点城市，近年来坚持以低碳城市为引擎推进高质量发展，倡导市民以低碳生活为理念采取低碳行为，要求政府公务管理层以低碳社会为建设标本和蓝图，围绕低碳经济、低碳生产、低碳消费，逐步构建可持续发展的能源生态体系。

——前瞻谋划布局，发展壮大绿色低碳产业。在今年5月召开的杭州市经济稳进提质攻坚行动推进会上，绿色低碳产业被列为将重点打造的五大产业生态圈之一。会议明确，杭州将围绕智能物联、生物医药、高端装备、新材料和绿色低碳建设五大产业生态圈，着力打造视觉智能、集成电路、药品、智能装备等重点产业链。

——树立低碳理念，全面推行绿色生活方式。论坛会场所地中国杭州低碳科技馆，是一家集低碳科技普及、绿色建筑展示、低碳学术交流和低碳信息传播等职能为一体的公益性科普教育机构，是公众特别是青少年了解低碳生活、低碳城市、低碳经济的“第二课堂”。

——强化创新引领，加快绿色低碳技术发展。今年6月，聚焦能源与碳中和的白马湖实验室在杭州高新区揭牌成立。近年来，杭州将强化创新驱动和人才视为首位战略，构建了“国家实验室+国家大科学装置+国家重点实验室+省实验室”的新型实验室体系，其中有国家实验室1个、国家大科学装置2个、国家重点实验室16家及省实验室7家。

新时代赋予新使命，新征程呼唤新作为。胥伟华表示，目前杭州正处于举办亚运会、建设大都市、推进现代化的重要窗口期，比以往任何时候都需要低碳城市发展的支撑。杭州将坚定不移地纵深推进低碳城市发展，以更加开放的姿态持续打造低碳城市发展的最佳生态环境。

建低碳城市，杭州不在于眼前两三步的轻重缓急，也不止于十多年的沉淀耕耘，而是深谋远虑、行稳致远。胥伟华介绍，未来杭州将构建包括“双碳”领域在内的科技成果评估、转化、投融资、商业化开发等服务体系，打造科技成果线上线下载体中心和技术交易生态系统，加快建设万亿元级的科技大市场。

中国工程院院士、原副院长杜祥琬：

节能提效是能源战略之首 能源转型与安全并行不悖

为实现“双碳”目标，节能提效是中国能源战略之首，是保障国家能源供需安全、环境安全的要素。在化石能源为主的能源结构下，节能提效是减排的主力。

实现碳达峰的基本路径之一，是在经济高质量增长的同时进一步降低能源强度，即降低创造单位GDP所消耗的能量。数据显示，2021年我国能源强度是世界平均水平的1.5倍、经济合作与发展组织(OECD)国家的2.7倍。降低能源强度可以通过产业结构调整和技术进步等途径实现。

实现碳达峰的另一条基本路径是优化能源结构。优化能源结构，必须正确

认识我国能源资源禀赋。“富煤、缺油、少气”不能准确地描述我国能源资源禀赋。实际上，我国还具有丰富的可再生能源。目前，我国已开发的可再生能源不到技术可开发资源量的十分之一，丰富的可再生能源构成了能源转型的坚实基础。

能源转型和能源安全并行不悖，越转型实际越安全。以河南省开封市下辖兰考县为例，经过几年的能源革命后，当地从主要依靠外来燃煤发电供电，转变为通过自身风能、太阳能、生物质能等发电，可再生能源发电量超过全县每年用电量。兰考县的变化证明了能源转型是为能源做加法、使能源更安全。

中国科学院院士、南方科技大学讲席教授赵天寿： 建新型能源体系 储能是关键环节

“双碳”目标的实现意味着革命性的能源转型。从目前我国能源结构上看，化石能源占比约84%，太阳能和风能等可再生能源实际占比仍然较小，实现碳中和意味着可再生能源占比要达到60%以上，能源结构调整优化面临严峻挑战。

过去十几年，我国光电、风电发展迅速，发电成本大幅降低，但由于光能、风能间歇性、分散性、不稳定性特点，光电、风电装机容量和上网电量有较大差别。解决上述问题的有效办法是发展储能技术，储能能够平滑能量的波动，实现能量的平滑、稳定，以提高能源，特别是电力实际利用水平。

实现“双碳”目标需要长时、大规模、

普遍适用、形式多样的储能技术。现有的包括机械储能、电磁储能、电池储能、燃料储能和冷热电能在内的储能技术各有优势，同时也存在各自局限。

例如，抽水蓄能是一种物理机械储能技术，其优势是储能时间长、寿命周期长、技术成熟，可以实现长时和大规模储能，局限性则体现在地域限制、建设周期长、环境审批需要一定时间等。

为实现“双碳”目标，在加大科技创新克服现有储能技术局限性的同时，探索变革性的储能技术也非常重要。新型电燃料储能技术是一项极具潜力的技术，可以为未来大规模长时、不受地域限制的储能技术发展提供新的思路。

国家“万人计划”哲学社会科学领军人才、浙江农林大学生态文明研究院院长沈满洪： 实现“双碳”目标应坚持统筹兼顾

统筹兼顾碳达峰碳中和与经济社会发展目标。实现“双碳”目标既要应对气候变化，又要促进经济发展。一方面，努力追求在“双碳”目标给定下的经济成本最小化；另一方面，努力追求在发展目标给定情况下的碳排放最小化。

统筹兼顾碳达峰与碳中和目标。碳达峰与碳中和是两个相对独立又相互联系的目标。国家层面要统筹确定碳达峰的峰值及达峰时间，区域层面也要统筹确定各地的峰值及达峰时间，不能搞“一刀切”。

统筹兼顾碳达峰和增碳汇。碳中和是人为排碳量与人为增汇量相等时的状态。碳排放量趋于零，即使没有增碳汇增

量，是碳中和；碳排放量减小到一定程度，被新增增碳汇所吸收，也是碳中和。碳中和必然是减碳排和增碳汇相向而行的过程。

统筹兼顾改善能源结构与提升能源效率。改善能源结构和提高能源效率是能源革命的两个方面，都要大力推进，但近期目标应重在提高能源效率，远期目标重在优化能源结构。

统筹兼顾生态碳汇与工程碳汇。无论是生态碳汇还是工程碳汇，实现碳中和的目标是一样的，不同的是增碳汇的成本。统筹兼顾生态碳汇与工程碳汇，应选择边际增汇成本相对较低的增碳汇技术。

中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南：

气候变化治理将引发 经济社会系统性变革

全球气候变化造成严重的社会经济损失，推动能源绿色转型和技术创新已成为缓解气候变化影响、实现全球温控的核心措施。气候变化治理将引发一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，并促进绿色低碳产业及技术投资的快速增长。

预计到2060年，可再生能源使用、电气化、CCUS(碳捕集、利用与封存)和氢能等技术措施将成为重点发展方向，并形成显著的碳减排潜力。

CCUS是目前唯一能够实现化石能源大规模低碳化利用的减排技术手段，是碳中和目标下保持电力系统灵活性的主要技术手段，也是钢铁水泥等难以减

排行业低碳转型的可行技术选择。

实现碳中和目标，CCUS技术不可或缺。根据预测，碳中和目标下中国CCUS减排需求：2030年为0.2亿吨至4.08亿吨，2050年为6亿吨至14.5亿吨，2060年为10亿吨至18.2亿吨。

成本是阻碍CCUS大规模推广的一大瓶颈。CCUS技术成本主要取决于捕集、运输、封存三个方面。随着技术加速革新，CCUS技术成本将进入快速下降期。

预计到2030年，我国全流程CCUS(按照250公里计算)技术成本为300元至700元/吨二氧化碳，到2060年可逐步降低到140元至410元/吨二氧化碳。

浙江省委原常委、杭州市委原书记，杭州城市学研究会理事会长王国平： 打造新型平台型智库 破除信息不对称问题

低碳城市是开放、复杂的巨系统。建设低碳城市必须要有系统科学的方法，科学系统地解决城市问题，不能头痛医头、脚痛医脚。要重视并破除城市管理者与专家学者之间的信息不对称问题。

城市管理者需要实现“双碳”目标中的技术创新、政策创新、制度创新，专家学者需要在科研攻坚中过成本关、时效关、整合关“三关”，将奇思妙想转化为应用场景。而二者的统筹协调、赋能共赢，就需要依靠政产学研用“六位一体”的平台型智库作为沟通桥梁和落地载体。

除了大家已非常熟悉的政产学研外，还要重视“资”和“用”。“资”是资本，包括国有资本、社会资本，要设立低碳城市建设专项扶持资金，建设低碳技术风险投资和交易平台；“用”是用于ToB、ToG、ToC的全用户概念，让千家万户的城乡居民家庭成为低碳技术的使用者、低碳城市的获益者，以新业态、新模式引领新消费、新生活。

唯有把“政产学研用”六股力量拧在一起，用一个平台交流，才能解决信息不对称的问题，才能少花钱、多办事、快办事、办好事，才能真正推进低碳城市高质量发展。

浙江大学公共管理学院城市发展与管理系主任、城市发展及低碳战略研究中心主任石敏俊： 碳定价是促进能源转型的关键公共政策

能源转型是碳达峰碳中和的主战场，碳定价是促进能源转型、实现“双碳”目标的关键公共政策。碳定价和能源转型必须与基于“干中学”机制的内生技术进步相结合。

碳中和实现路径之一是通过能源转型减少碳排放。它包括供给侧能源结构转变，主要表现为非化石能源替代化石能源，非化石能源使用比例提升；也包括需求侧能源结构转变，主要表现为用能电气化。碳中和实现的另一条路径是加大负碳技术的成本。统筹兼顾生态碳汇与工程碳汇，应选择边际增汇成本相对较低的增碳汇技术。

值得注意的是，当前能源转型面临两大挑战：其一，是否有足够数量的非化石能源替代化石能源？其二，如何化解能源转型过程中能源成本上升问题及其引发的连锁反应？

从能源转型与碳减排的公共政策角度来看，碳定价和能源转型必须与基于“干中学”机制的内生技术进步相结合。内生技术进步是经济增长的源泉，内生技术进步可以通过研发和“干中学”机制实现。通过制定合理的公共政策如碳定价，有利于诱导基于“干中学”机制的内生技术进步，在鼓励创新、补贴研发的同时推动减排、控制成本。