

编者按

“碳达峰”“碳中和”成为今年的两会“热词”。

自去年中央经济工作会议首次将“做好碳达峰、碳中和工作”列为2021年重点任务之一后，今年的政府工作报告又再次强调，扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，制定2030年前碳排放达峰行动方案。

2020年到2060年这40年间，中国碳排放要从目前每年的近百亿吨降低到“近零”，挑战巨大。重压之下能源领域该如何发力？代表委员们对此积极建言献策。

全国政协委员、中国科学院院士李灿
大力推广应用“液态阳光”技术

能源转型是实现碳中和的主要路径，逐步减少化石能源比例、发展可再生能源是必由之路。目前，可再生能源利用形式主要为发电，但并非所有行业终端都可用电能替代。许多行业需要能量密度更高的化学燃料，如化工、长距离交通运输(陆运/海运/空运)、钢铁、水泥等，这就必然排放二氧化碳。利用“液态阳光”技术则可以规模化解决上述问题。

液态阳光技术从原理上可分为I型和II型。I型的核心是“可再生能源发电+电解水制绿氢+二氧化碳加氢合成液体燃料”，将二氧化碳转化为液体燃料，直接解决已经排放和不得不排放的二氧化碳问题。II型的核心是“可再生能源发电+电解水制绿氢+耦合煤化工制甲醇(或合成氨)”，从源头上解决二氧化碳排放，是实现零碳排放的煤化工过程。

液态阳光甲醇合成中最关键的技术是由可再生能源分解水制“绿氢”，为此，建议大力支持绿色氢能的生产和应用，即利用太阳能光伏发电、风电和水电等可再生能源电解水制氢，尽早限制利用煤等化石资源规模化制氢。

对于煤资源和可再生能源丰富的地区，应大力支持利用可再生能源资源，通过液态阳光II型技术合成甲醇，即进行零碳排放煤化工合成甲醇，实现原子经济煤炭资源优化利用。

还要发展大规模、低能耗、高稳定性的电解水制氢新技术，支持大规模高效电解水制氢的研发与示范，以满足规模化减排二氧化碳的需要；进行液态阳光甲醇规模化(10万吨甚至100万吨级)合成工业化中试示范，实行首套(台)示范项目补贴等手段，鼓励新技术研发和应用。

为推广应用液态阳光技术，政策层面应加大扶持力度，建议落实碳排放交易政策，通过碳汇机制鼓励液态阳光甲醇的生产和应用，尽早有条件地区先行先试，通过碳税逐步限制煤化工甲醇生产，以达到减排二氧化碳的目的。

同时还应大力推广以液态阳光甲醇为燃料的汽车。若我国大部分汽车采用甲醇燃料，则可替代数亿吨汽油，为国家节约亿吨级汽油，缓解我国石油进口的能源安全问题，也相应减排十亿吨级二氧化碳。

由于液态阳光甲醇的成本主要取决于绿氢成本，而绿氢成本65%以上取决于可再生能源成本，因此建议灵活降低弃电价格，积极鼓励利用弃电电解水制氢，用好弃电资源。

全国人大代表、中国工程院院士袁亮
强化煤炭业科技支撑力度

我国是煤炭生产和消费大国。随着能源结构调整和煤炭供给侧结构性改革，虽然国内煤炭消费比例逐步降低，但以煤为主的能源结构没有发生根本改变，煤炭资源开发在当下和今后相当时期内仍将维持一定强度。

2012年以来，我国原煤年产量始终保持在34.1亿~39.7亿吨。2020年，煤炭的一次能源消费占比为56.8%。这决定了煤炭行业在实现“碳达峰”“碳中和”目标中肩负更大使命、承担更重责任。

实际上，煤炭业减排潜力巨大。“十三五”期间，全国累计退出煤矿约5500处，退出落后产能10亿吨/年以上。“十四五”期间煤矿数量还将进一步压缩，有助于煤炭业碳排放尽早达峰。我国煤炭清洁高效开发利用科技水平也在不断提升，安全智能精准开采技术达到世界先进水平。

各尽所能 发力「碳中和」



李灿



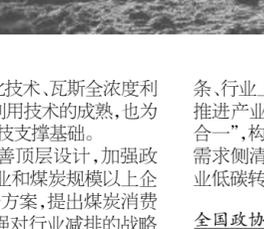
袁亮



施卫东



武钢



曾轶群



李际林

平，掌握了煤制油气产业化技术、瓦斯全浓度利用技术等。煤炭清洁高效利用技术的成熟，也为行业减排打下了坚实的科技支撑基础。

未来，建议首先要完善顶层设计，加强政策引导。制定实施煤炭行业和煤炭规模以上企业二氧化碳排放行动达峰方案，提出煤炭消费达峰时间表和路线图，加强对行业减排的战略指导、制度设计和政策支持。进一步丰富支持行业减排的政策工具，深化供给侧结构性改革，开展示范工程建设，推动行业企业组织结构、技术结构、供给结构优化调整。

其次要强化科技支撑，引领创新发展。把煤炭绿色智能开发、煤炭清洁高效燃烧及污染防治、现代煤化工及高效利用、废弃矿井安全开发利用、碳捕集利用与封存等作为重要方向和战略领域，依托综合性国家科学中心、国家重点实验室等战略科技力量，推进基础研究和关键技术、核心装备研发，通过科技创新和技术进步，解决“碳达峰”“碳中和”等重大问题与挑战。

还应坚持系统观念，全产业链推进。更加突出绿色低碳发展要求，围绕煤炭产业链全链

条、行业上下游，深化“政产学研用金”合作，推进产业链、创新链、资金链、人才链的“四链合一”，构建“开采源头治理+供储过程管控+需求侧清洁利用+终端生态增值”的煤炭产业低碳转型发展格局。

全国政协委员、南通大学校长施卫东

加快能源互联网建设

当前，新一轮能源革命在全球范围内快速开展。我国碳排放主要来源是化石能源消费，电力行业占41%，是最大的碳排放来源。电力清洁低碳转型是实现能源绿色转型的重要组成部分。建设能源互联网，推动能源电力生产向绿色、低碳转型，推动能源电力消费向高效节能转型，是助力实现“碳达峰”“碳中和”目标的必由之路。

电能作为清洁高效的二次能源，在终端领域创造经济价值的效率为石油的3.2倍、煤炭的17.3倍，煤、油、气、风能、太阳能等各类能源都可以转化为电能加以利用。建设能源互联网，搭建能源开发、转换、配置和消纳的基础平

台，能够在确保电力安全的前提下，最大限度提升整个电力系统的效能、效益与效率，推动能源电力生产向绿色、低碳转型，推动能源电力消费向高效节能转型。

预计2030年，我国风电、光伏等可再生能源总装机容量将达到12亿千瓦以上。推进全国可再生能源规划研究，科学优化可再生能源发展规划，明确近、中、远期发展目标，制定分年度、分产业、分区域的能源消费总量、能效、碳排放等综合性、约束性指标，促进可再生能源科学、合理布局，指导能源互联网建设和科技创新工作。

此外要加快推进全国能源互联网建设。强化政府调控，在政府统一引导下，统筹推进能源互联网建设标准体系，优化完善全国能源互联网顶层设计与发展布局，将能源互联网规划深度融入区域规划、国土空间规划、产业规划。加大能源互联网关键技术和设备的研发投入，构建“产学研用”相结合的体制机制，鼓励行业内优势企业跨领域组建创新中心，着力攻关，突破核心领域关键技术。

支持江苏率先建设能源互联网。加大对江苏能源互联网建设的扶持与投入，支持±800千伏白鹤滩水电入苏工程、江苏海上风电柔性输电平台、综合能源站等重点项目，率先建成满足省内外电源和多元负荷互联互通需求的江苏区域能源互联网，推动江苏可再生能源大规模消纳与全社会综合能效提升，为全国能源互联网建设提供“江苏经验”。

全国政协委员、新疆金风科技股份有限公司

董事长武钢

强化充换电设施建设顶层设计

燃油车排放尾气是大气污染的重要因素，电动汽车相比具有减排优势，按照2030年电动汽车占比20%测算，可减排二氧化碳3040万吨。同时，智能有序充电技术的应用，将发挥电动汽车的储能作用，促进新能源利用。

我国在充电桩发展路径、智能有序充电技术标准等方面亟须强化顶层设计，要因地制宜推动电动汽车规模化发展，支撑实现“双碳”目标。

在电动汽车发展初期，大规模推动居民区充电服务可能造成投资浪费。在家庭电动乘用车发展初期，应先行推进企事业单位充电设施建设，同步推进少量公共辅助快充站建设，有序推进居民小区建设。待培育家庭电动乘用车达一定规模后，逐步形成“居民区为主、企事业单位为辅、公共充电为补充”的最佳模式。

另外，我国还亟须建立智能有序充电技术和管理规范。运用智能有序充电技术，可发挥电动汽车移动储能作用，将充电负荷转移到负荷低谷，在新能源发电高峰期实现电力存储，提升新能源消纳水平，降低充电成本。

首先建议在国家层面出台电动汽车从发展初期到过渡期，再到最终形态演进的充电设施发展路径顶层设计和政策引导。不同地区根据自身发展进程，对照发展路径制定具体举措，实现充电设施演进路径最优。

其次建议积极推动国有资本主导并参与充电设施建设。出台相关支持政策，引导形成国有资本为主体、社会资本参与的建设投资模式，进一步提升充电设施的标准化建设、专业化运维水平，推动充电桩布局建设。

最后建议健全完善智能有序充电技术标准体系、商业模式和配套政策。尽快启动相关技术标准制修订工作，将智能有序充电技术要求纳入车载充电机和充电桩产品规范，将电动汽车电池对电网充电技术要求纳入车辆制造技术标准，建立智能有序充电的交易制度，并出台相应价格激励政策。

全国政协委员、宁德时代新能源科技股份有限公司董事长曾轶群

“新能源+储能”大有作为

“碳中和”路线图展现了中国促进经济社会发展全面绿色转型、推动全球可持续发展的决心。预计到2030年，中国风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上，风电、太阳

能等可再生能源发展全面提速。

然而可再生能源发电随机性、波动性大，规模化并网影响电网稳定运行，“新能源+储能模式”将为可再生能源大规模发展和并网提供有力支撑。同时，储能系统作为能源存储转换的关键，可以提高多元能源系统的安全性、灵活性和可调度性，是构建能源互联网的核心。

电化学储能大规模商业化应用，离不开储能政策和市场环境的改善。但就实践情况来看，还存在些问题。一是缺乏顶层设计，各方规划统筹协调不足；二是市场机制不成熟，投资储能经济性差；三是缺乏准入门槛要求，劣币驱逐良币现象频出。

针对上述问题，建议首先加强顶层设计，将电化学储能作为国家新型基础设施，纳入国家和地方“十四五”能源发展规划、电力发展规划、可再生能源规划。其次要建立市场机制，让储能既“有效”(有效果、有价值)，也有利(有价格、有收益)。第三要推进“新能源发电+储能”，同步制定储能电站性能和安全标准，防止低水平竞争。最后要建设储能云平台，用共享经济和平台经济模式创新储能运营机制，提高储能收益。

此外，伴随新能源产业蓬勃发展，国内市场以及海外市场知识产权保护的重要性日渐凸显，锂电池知识产权保护任重道远。建议加强锂电池行业知识产权保护，深化证据保全制度规则，降低举证阶段的难度和维权成本；建立知识产权特别审理程序等手段提高审理效率，缩短审理周期；加快商业秘密保护制度的出台，从而切实服务企业维权需求，解决企业维权举步维艰的困境。

全国政协委员、中国石化副总经理李永林

推进完善碳交易市场

碳排放交易作为一种市场机制，能够有效减少整体减排成本，实现控制温室气体排放目标。近年来，中国积极推动碳排放权交易市场建设，并于2011年起在7个省市启动地方碳排放权交易试点工作，取得积极进展。在此基础上，2017年12月，我国启动全国碳排放权交易市场建设。2021年1月，我国发布《碳排放权交易管理办法(试行)》，标志着全国碳排放权交易市场建设进入新阶段。

但目前全国碳排放权交易市场建设仍处于初期阶段，存在碳交易制度体系不够健全、配额分配不够科学合理、管理层级不够完备等问题。比如，《碳排放权交易管理办法(试行)》缺少上位法，仍未出台类似《环境保护法》《节约能源法》等国家层面法律支撑。

对此，建议加快全国碳市场制度体系建设。立法先行，以较高级别的立法保证碳市场权威性，尽快出台《全国碳排放权交易管理条例》，为碳市场体系建设提供法律支撑。另外，在《碳排放权交易管理办法(试行)》基础上，进一步制定和完善相关配套制度和细则，指导企业开展碳交易工作。

二是科学制定碳配额分配机制。建议统一配额分配方法，体现出企业碳排放和减排先进性，通过优化配额总量有效调节碳价，发挥市场机制作用，提高企业参与碳市场积极性，促进企业更加科学高效地实施减排方案，并利用CCER(国家核证自愿减排量)等相关机制推动节能降碳新技术、新产业、新业态的发展。

三是健全完善碳市场管理层级。鼓励集团型企业发挥集团化和集约化管控优势，统筹做好下属企业碳排放配额内部平衡和碳市场平台交易，实现整体推动、先进带动的更大减排力度。

四是扩大覆盖范围和参与主体。建议逐步扩大全国碳市场覆盖行业范围，适时将石化、建材、钢铁、有色、航空等行业纳入碳市场，设计更多交易品种和准入机制，吸引更多参与主体，提高碳市场活跃度，提升全社会碳达峰、碳中和工作参与度。

五是增加碳交易品种。建议在全国碳市场成熟完善后，探索研究将碳期货、期权、远期产品等金融衍生品引入碳市场。

(本报记者计红梅、李惠钰、崔雪芹、温才妃采访整理)

当可再生能源遇到二氧化碳？

■本报记者 秦志伟

2月初，国务院印发的《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》提出，开展二氧化碳捕集、利用和封存(简称CCUS)试验示范。“国际上普遍认为，CCUS技术是应对气候变化不可或缺的重要技术，而捕集后的二氧化碳如何有效利用，是推广CCUS技术的关键。”中国科学院武汉岩土力学研究所(简称武汉岩土所)研究员张力为一直在思考这一问题——他将目光瞄向了可再生能源。

于是，在武汉岩土所二氧化碳地质封存课题组研究员李小春和李琦的指导下，张力和团队成员甘光清提出了二氧化碳捕集利用—可再生发电调峰耦合的设想。

“简单地说，就是以燃煤电厂捕集的二氧化碳作为可再生发电的‘调峰介质’。”张力为在接受《中国科学报》采访时表示，他们已论证其可行性，并希望推动相关企业加以应用。

从“两难”到不难

我国要实现碳达峰和碳中和目标，方法之一便是发展可再生能源。根据2020年12月发布的《新时代的中国能源发展》白皮书，我国清洁能源占能源消费总量比重达23.4%，比2012

年提高8.9个百分点，水电、风电、太阳能发电累计装机规模均居世界首位。

然而，尽管我国正在积极开发可再生能源，但当前能源消费结构仍以化石能源为主，且短期内难以改变。特别是可再生能源消费占比难以进一步提高。

“突出问题是风能和太阳能发电均存在调峰难、并网难。”张力为介绍，以风能发电为例，在用负荷低谷时段风能发电量较大，“弃风”现象突出；风能发电资源分布不均，沿海地区用电量大而风能资源匮乏，北部、西部地区用电量小而风能资源丰富。

短期内，能源消费结构难以改变和可再生能源消费占比难以提高的“两难”问题，该如何解决？

长期从事二氧化碳地质利用、封存相关技术研发与推广研究的张力为认为，二氧化碳是联结燃煤电厂和可再生能源发电的关键，可变“两难”为不难。为此，他们研发了二氧化碳捕集利用—可再生发电调峰耦合技术。

他向《中国科学报》解释道，该技术通过二氧化碳压缩储能、二氧化碳转化为甲酸等高能量化合物以及二氧化碳作为携热介质3种手段，实现燃煤电厂捕集的二氧化碳在可再生能

源发电厂的有效利用，以期解决可再生能源发电调峰难题。

部分解决碳“汇”问题

政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告指出，如果没有CCUS，温室气体减排目标将无法达成，进而导致到21世纪末限制升温相对于工业化前水平低于2℃的目标无法实现。更为关键的是，没有CCUS技术，温室气体减排成本将会成倍增加，估计增幅平均高达138%。国际能源署发布的《CCUS在低碳发电系统中的作用》也指出，如果没有CCUS技术，要实现全球增温控制目标可能需要关闭所有化石燃料发电厂。

显然，关闭所有化石燃料发电厂是不可能的，对其改造是最为切实可行的措施。

“如果我国每年能够将10%的燃煤电厂改造为部署有二氧化碳捕集装置的燃煤电厂，则每年可减排二氧化碳约3.5亿吨。”张力为介绍道。也就是说，每年可减排相当于100个600兆瓦燃煤电厂排放的二氧化碳。

在燃煤电厂部署二氧化碳捕集装置后，大量捕集的二氧化碳如何处置是必须解决的问

《纳入2019—2020年全国碳排放权交易配额管理的重点排放单位名单》，我国首次从国家层面将温室气体控排责任压实到企业。

在张力为看来，根据电价、碳交易价格和负荷需求，安装碳捕集相关设施的发电企业可以采用二氧化碳捕集利用—可再生发电调峰耦合技术，与周边的可再生能源发电厂建立联系，形成一体化系统，从而灵活调整其发电量，二氧化碳捕集量和捕集能耗，将整体碳排放强度维持在较低水平。

因此他认为，合理部署二氧化碳捕集利用—可再生发电调峰耦合技术，制定调度策略，同时兼顾减排要求，是一种碳捕集燃煤电厂捕集设备利用率最大化的方法。

“这一想法比较超前，目前在国内还没有具体应用。”但张力为对此充满信心，“二氧化碳捕集利用—可再生发电调峰耦合技术有望成为我国2060年前实现‘碳中和’目标的技术解决方案之一”。

碳市场需要它

碳市场在我国的发展完善被认为可有效促进燃煤电厂减排改造。2月1日，《碳排放权交易管理办法(试行)》正式施行，加上之前发布的《2019—2020年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)》和