

能量转换科技信息

广州能源研究所信息服务与编辑部 广东省新能源生产力促进中心
中国科学院可再生能源重点实验室 中国科学院天然气水合物重点实验室
广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第 3 期 2021 年 2 月

目 录

总论	1
去年可再生能源发电量同比增约 8.4%	1
发改委能源研究所：2050 年中国非化石能源比重有望达到 78%	1
携手共建绿色一带一路	2
新能源转型布局 唤醒绿色经济深发展	3
地球吸收人为排放物能力 30 年内减半	5
绿色低碳发展道路彰显中国责任担当	6
日本发布能源转型计划	7
热能、动力工程	8
绿色电力证书为何少人问津	8
石化企业减碳迫在眉睫	9
碳交易来了，电企如何应对	11
挪威出台“激进”减排行动指南引关注	13
CCUS 技术发展空间仍待拓宽	14
广东何以成为碳市场“排头兵”？	16
进军碳中和，“液态阳光”引热议	17
大型能源设施辐射型园区尤应强规划引领	19
谁都不能游离于“双控”之外	20
城市碳达峰，这些“功课”需要补	21
能耗“双控”制度弊端大面积浮现	22
以系统性管控思维实现电化学储能电站安全	24
电力要素有效互动，系统灵活性才能提升	25
新能源汽车寻求与可再生能源融合发展	28
“十四五”物流业加速“绿化”	29
河北制定《生活垃圾焚烧大气污染控制标准》	31
节能减排应成“碳中和”最重要手段	31
实现碳达峰 “十四五”是关键	33
广州出台能源资源节约新政，绿色的广州这样打造！	34
提升海草床、红树林、盐沼碳汇能力 海洋固碳在行动	36
德国立法推动中长期“碳中和”目标	38
建设无废城市，先从建筑垃圾“下手”	38
碳减排，关键期的胜负手	40
全球第二大温室气体减排再迎新试点	42
这个行业一年排放二氧化碳 10 亿吨，改造刻不容缓	43



厘清碳中和的几个认识误区	45
绿色低碳，他国的“言”与“行”	47
全国首例铁铬液流电池储能项目在河北沽源应用	48
“迷宫式”的地下储能系统在哪	48
储能决定能源电力低碳转型成败	49
液态空气储能的现状与前景	50
超级电容器植入物既轻又柔能降解	51
新纪录！西湖大学利用氨基酸实现高储能	52
年可节约至少 4.5 个三峡大坝电量，碳中和当首选节能！	55
固态电池：“替补”何时成“主力”	56
煤电+碳市场影响几何？	58
地热能	60
山西省首座高温地热发电试验电站建成	60
生物质能、环保工程	60
变废为宝 着力推进重点领域污水资源化利用	60
安徽探路沼气非电利用	61
太阳能	63
实地探访国内首家户用光伏全直流微电网	63
广东佛山首座氢电光伏发电综合站试运行	64
西安力促光伏储能系统发展	64
柴达木瀚海筑起“风光”大道	66
山西高速公路光伏发电量突破 1300 万千瓦时	68
多省区“十四五”新能源规划陆续出台	68
光伏产业迈过平价山峰	70
揭开钙钛矿薄膜“埋藏的秘密”	72
警惕光伏盲目扩产	73
光伏组件功率突破 660W！标志着行业全面迈入 600W+时代	74
国家能源局：2020 年太阳能新增装机 48.2GW，风光合计约 120GW	75
风能	75
海上风电基地布局呼唤顶层设计	75
国家级海上风电装备质检中心投入使用	76
怎么看广东海上风电省补方案？	77
日本为发电竟打起了台风的主意？	78
武汉首座风电场投运 首月发电 251 万千瓦时	79
戈壁滩不能“唤雨”却能“呼风” 甘肃酒泉修建“风光大道”	80
氢能、燃料电池	82
四川为西部绿氢产业发展树“标杆”	82
各国氢能发展路线面面观	83
法国氢能发展跃入关键期	85
“绿氢”迎来春天？三大问题仍待解决	86
把氢能源存进“万能之土”	88
广东佛山：仙湖实验室努力打造国家氢能领域重点实验室	90
国内首款船舶商用氢燃料电池问世	91
核能	92



践行“碳中和”目标 加快构建绿电为核心的现代能源体系	92
海南主力电源建设不妨试试核电	94

本快报是内部资料，请注意保存。信息均转载自其它媒体，转载目的在于传递更多信息，并不代表赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本快报用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。



总论

去年可再生能源发电量同比增约 8.4%

本报北京 1 月 30 日电（记者丁怡婷）记者 30 日从国家能源局获悉：2020 年我国可再生能源装机规模稳步扩大。截至 2020 年底，可再生能源发电装机达到 9.34 亿千瓦，同比增长约 17.5%；其中，水电装机 3.7 亿千瓦、风电装机 2.81 亿千瓦、光伏发电装机 2.53 亿千瓦、生物质发电装机 2952 万千瓦。

2020 年，全国可再生能源发电量达 22148 亿千瓦时，同比增长约 8.4%。其中，水电 13552 亿千瓦时，同比增长 4.1%；风电 4665 亿千瓦时，同比增长约 15%；光伏发电 2605 亿千瓦时，同比增长 16.1%；生物质发电 1326 亿千瓦时，同比增长约 19.4%。

可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能等非化石能源，是清洁能源。2020 年，我国可再生能源保持高利用率水平。全国主要流域弃水电量约 301 亿千瓦时，水能利用率约 96.61%，较上年同期提高 0.73 个百分点；全国弃风电量约 166 亿千瓦时，平均利用率 97%，较上年同期提高 1 个百分点；全国弃光电量 52.6 亿千瓦时，平均利用率 98%。

国家能源局有关负责人表示，未来将着力加强行业管理，不断优化可再生能源产业发展布局，努力推动可再生能源高质量发展。

丁怡婷 人民日报 2021-01-31

发改委能源研究所：2050 年中国非化石能源比重有望达到 78%

1 月 28 日，国家发改委能源研究所发布《2020 年中国可再生能源展望报告》。同时，国际能源署也发布了《2020 年可再生能源报告》。

1 月 28 日，国家发改委能源研究所发布《2020 年中国可再生能源展望报告》。同时，国际能源署也发布了《2020 年可再生能源报告》。

从 2016 年开始，国家发改委能源研究所就联合丹麦能源署发表中国可再生能源展望年度报告。本次是《中国可再生能源展望报告》的第五次发布。

国家能源局新能源司副司长任育之在报告发布会上说：“2020 年中国风电光伏新增发电装机 1.2 亿千瓦，实现了历史性的突破，同时风电、光伏、水电的利用率达到 95%。风电、光伏、水电为代表的可再生能源快速发展为中国能源转型做出了积极的贡献。”

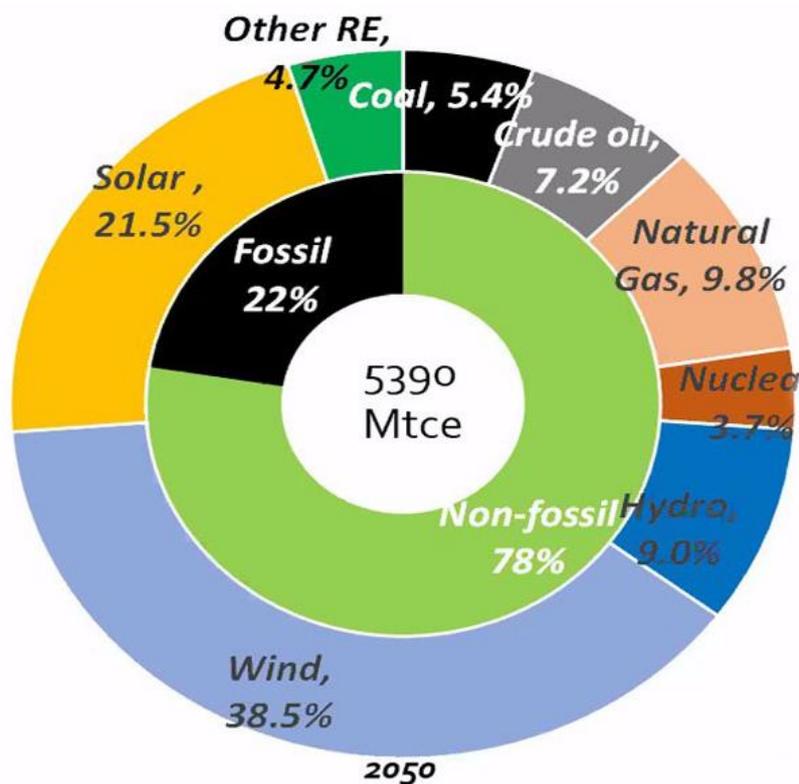
任育之表示，接下来国家能源局新能源司的主要工作将集中在以下几个方面：1. 优先推动风电、光伏为代表的新能源高比例、高质量发展，实现十四五期间清洁能源是能源增量的主体；2. 发挥电能的清洁替代，用能终端更多地实现电能替代；3. 加大可再生能源科技创新力度，巩固提高风电光伏水电技术领先；4. 加强可再生能源发展的政策协调、财税价格机制、电力改革和市场发展；5. 加强可再生能源国际合作。

根据国际能源署《2020 年可再生能源报告》，全球能源需求将下降 5%，但得益于近 7%的发电量增长，可再生能源的需求将增长 1%。国际能源署预计，2022 年光伏新增装机将创下历史新高。随着可再生能源装机的不断增长，风电和光伏总装机容量将在 2023 年超过天然气发电，在 2024 年超过煤电。可再生能源将在 2025 年超过煤电，成为最大的电量来源。

对于中国的可再生能源发展，国际能源署预计 2025 年之前中国将占有所有可再生能源容量增长的 40%，其中光伏产能中国将占到 80%。“十四五”规划是中国进一步加快可再生能源的关键机遇，将帮助中国碳中和目标的实现。

根据《2020 年中国可再生能源展望报告》，为了实现巴黎协定将温度变化控制在 2 度的目标。中国非化石能源比重未来会持续高速增长，十四五达到 25%，十五五达到 34%，十六五达到 42%。最终到 2050 年，中国非化石能源比重将提升至 78%，煤炭消费相比 2019 年下降 90%，二氧化碳排放相比 2019 年下降 76%。

到 2050 年，中国风电将占到能源消费的 38.5%，光伏占到 21.5%，排在之后的就是天然气占 9.8%，水电占到 9%。而能源转型带来的成本更多是近中期成本，其中包括可再生能源投资、电网灵活性改造等。国家发改委能源研究所可再生能源中心主任赵勇强说：“长期来说，电力系统的成本可以下降约 20%，而且成本结构将发生很大的变化。”



能源杂志 2021-01-29

携手共建绿色一带一路

当前，全球气候变化挑战加剧，绿色发展成为各国关注的课题。习近平主席指出：“可持续发展是各方的最大利益契合点和最佳合作切入点”“要坚持绿色发展，致力构建人与自然和谐共处的美丽家园”。中国是全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者，“一带一路”是中国为国际社会搭建的合作共赢平台。在共建“一带一路”过程中，中国始终注重将绿色发展理念贯穿其中。“十三五”期间，我国出台《能源发展“十三五”规划》《可再生能源发展“十三五”规划》等，在努力实现自身绿色发展的同时，与“一带一路”参与国家和地区围绕绿色发展开展了领域广泛、内容丰富、形式多样的交流与合作，推动共建绿色“一带一路”取得积极进展和显著成效。

共建“一带一路”倡议源自中国，更属于世界。中国作为共建“一带一路”倡议发起方，长期致力于推动绿色低碳可持续发展，并在共建“一带一路”过程中加强绿色文明互鉴、拓展绿色合作维度，夯实共建绿色“一带一路”基础，与参与国家和地区一道为世界注入绿色发展动力。共建绿色“一带一路”强调兼顾经济发展与生态环保，倡导按照人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一原则构建节约资源和保护环境新格局，推动产业结构转型升级和生产生活方式转变。共建绿色“一带一路”以资源节约、清洁能源、能效提升、低碳技术等为发展重点，是全球环境和气候治理的重要组成部分，为全球绿色低碳可持续发展提供动力。相关各方以生态环境和技术合作为着眼点，开展政策协调、拓展合作领域、落实合作项目，探索永续发展之路。

“一带一路”不仅是经济繁荣之路，也是绿色发展之路。近年来，中国围绕共建绿色“一带一路”出台了一系列政策文件，引导相关各方积极参与，进一步完善了从多渠道、多角度守护绿水青山的政策体系。2015 年发布的《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》提出，推

进基础设施绿色低碳化建设和运营管理,加强生态环境、生物多样性和应对气候变化合作,共建绿色丝绸之路。2017年发布的《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》与《“一带一路”生态环境保护合作规划》,将生态文明、生态环保、绿色发展列为“一带一路”建设的重要特征,对“一带一路”绿色发展的目标、内涵、范围、路径等作出具体规定。此外,出台绿色产品标准认证、基础设施建设绿色化等相关标准,为“一带一路”国际合作提供更清晰、更具体的绿色标准,有力推动相关项目落地实施。

共建绿色“一带一路”,促进团结合作、互利共赢。习近平主席指出:“在气候变化挑战面前,人类命运与共,单边主义没有出路。”为推进共建绿色“一带一路”工作稳步有序开展,中国于2015年成立“一带一路”生态环境保护领导小组,确定中国—东盟环境保护合作中心为提供技术支持的牵头机构,为“一带一路”生态环保工作提供组织机制保障。组建“一带一路”建设促进中心,逐步建立从政策协调到项目实施管理的多层次工作体制。积极落实《巴黎协定》,与联合国环境规划署签署关于建设绿色“一带一路”的谅解备忘录。成立“一带一路”绿色发展国际联盟,启动“一带一路”绿色供应链平台,举办“一带一路”生态环保国际高层对话等系列主题交流活动,为推动共建“一带一路”的生态环保合作与绿色发展提供新的桥梁和纽带。

(作者为中国人民大学国际关系学院教授)

许勤华 人民日报 2021-01-20

新能源转型布局 唤醒绿色经济深发展

能源是文明的基石、发展的动力。大力发展清洁能源,做好传统能源的清洁利用,是我国应对气候变化,实现未来可持续发展的必由之路。随着我国在能源结构上的不断探索,“新能源”越来越成为全社会关注的焦点,推进利用核电、风能、光伏、氢燃料电池等新型清洁能源,实现能源结构转型,成为国家顶层设计的战略思考。

2020年12月,国务院新闻办公室正式发布了《新时代的中国能源发展》白皮书(以下简称白皮书),对坚定不移推进能源革命,走出创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念进行了总结与展望。在这条通向绿色发展的道路上,我国正一步一个脚印,向着低碳清洁文明的时代迈进。

转型

新能源汽车快速发展撬动能源革命

在重点领域发展节能技术,更加有效地利用能源,是绿色发展的重要一环。商务部1月14日的例行新闻发布会上,新闻发言人高峰表示,2020年全年,新能源汽车产销量分别为136.6万辆和136.7万辆,均创历史新高,同比分别增长7.5%和10.9%。新能源汽车作为战略性新兴产业,代表汽车产业的发展方向,发展新能源汽车,对我国改善能源消费结构、减少空气污染、推动汽车产业和交通运输行业转型升级具有积极意义。近年来,新能源汽车发展迅速,取得了举世瞩目的成果。2020年7月,工业和信息化部副部长辛国斌表示,目前,我国新能源汽车产业规模全球领先,产销量连续五年位居世界首位,累计推广的新能源汽车超过了450万辆,占全球的50%以上。从产业发展进步的角度来看,技术水平在明显提升。主流车型的续航里程基本上都在400公里以上,动力电池单体能量密度达到了250瓦时/公斤。另外,整个产业发展的体系也渐趋完善,新能源汽车的基础材料、电池、电机、整车、电控、生产装备等产业链上下游基本实现了贯通。产业配套环境不断优化,全国已累计建设充电站3.8万座,换电站449座,建设了各类充电桩130万个,其中公共充电桩55.1万个,私人桩74.9万个。同时,我国还建成了“十纵十横两环”4.9万公里高速公路快充网络。

随着新能源汽车产业的快速发展,强大的带动作用更会引领新能源领域发生变革。中国电动汽车百人会理事长陈清泰就曾指出,预计2030年我国电动汽车产销将达到1500万辆、保有量达到8000万辆。一旦这个预测变成现实,将涉及能源结构的调整、智能电网的建设、交通基础设施的升级等一系列问题,将是一场波澜壮阔的工业革命。

清华大学教授、中科院院士、中国电动汽车百人会副理事长欧阳明高认为，在碳中和的大背景下，必须转型强调新能源，新能源汽车要使用新的能源，要用新能源汽车来拉动整个能源领域的碳减排。

欧阳明高提出，“如果新能源汽车实现规模化，再以新能源汽车带动新能源革命，传统的汽车、能源、化工行业都将发生天翻地覆的变化，真正实现汽车代替马车以来百年未有之大变局。”

布局

清洁能源产业唤醒绿色经济深发展

除了从新能源汽车产业领域为突破口发起的能源变革外，我国正坚定不移地推进能源改革。《新时代的中国能源发展》白皮书中指出，坚持清洁低碳导向。树立人与自然和谐共生理念，把清洁低碳作为能源发展的主导方向，推动能源绿色生产和消费，优化能源生产布局 and 消费结构，加快提高清洁能源和非化石能源消费比重，大幅降低二氧化碳排放强度和污染物排放水平，加快能源绿色低碳转型，建设美丽中国。

目前，我国已建成全球最大的清洁能源系统。包括水能、风能、太阳能、生物质能等可再生能源在内的清洁能源是能源低碳发展的主力军。

风力发电占据了其中可观的规模。据《人民日报》报道，在山东省寿光市，庞大的风车群在滩涂盐田上运行，充分利用沿海地区风能资源充足的优势，积极引进新能源开发企业在开滩涂盐田上建设风力发电项目，输出绿色清洁能源。在广东省珠海市桂山岛附近，海上风机带来的风力发电不仅可以助力解决海岛供电问题，还能够实现二氧化碳减排，具有显著的经济和社会效益。2020年7月，我国自主研发的首台10兆瓦海上风电机组在福建福清市成功并网发电。这台目前单机容量亚洲最大、全球第二的海上风电机组，在年平均10米/秒的风速下，单台机组每年输送的清洁电能可满足2万个三口之家的用电需求，减少燃煤消耗1.28万吨、二氧化碳排放3.35万吨。据统计，我国风电装机规模持续扩大，稳居全球第一。2020年前10个月，全国新增风电装机容量1829万千瓦，同比增长363万千瓦。

另据《人民日报》报道，光伏发电产业同样是清洁能源的另一重要组成部分。河北将光伏扶贫作为推进脱贫攻坚的重要举措。自2015年开始试点到2019年底，河北建成光伏扶贫电站发电装机容量达392.3万千瓦，投资约268亿元，装机规模居中国首位。2020年，位于内蒙古达拉特旗的光伏发电领跑奖励基地1号项目落成，装机容量69.03兆瓦，年发电量可达20亿度，产值6.2亿元，将成为全球最大的沙漠集中式光伏电站。

清洁能源不但要清洁，更需要平价。据国家发改委2020年8月公布的信息，2020年风电平价上网项目装机规模1139.67万千瓦、光伏发电平价上网项目装机规模3305.06万千瓦。国家发改委负责人指出，初步测算，2020年风电、光伏发电平价上网项目将拉动投资总额约2200亿元，并新增大量就业岗位，对于稳投资、稳增长、稳就业具有现实意义。

承诺

推进能源供给侧创新可持续发展显担当

应对气候变化刻不容缓。气候变化《巴黎协定》是第一个被世界普遍接受的应对气候变化的工具。《巴黎协定》指出，各方将加强对气候变化威胁的应对，应把全球平均气温较工业化前水平升高幅度控制在2摄氏度之内，并为把升温幅度控制在1.5摄氏度之内而努力。

想要实现2060年碳中和，即净排放为零的目标，意味着整个能源体系的去碳化。推进绿色低碳发展，实现碳中和已经成为国际社会的普遍共识，也是全球经济发展理念的又一次重大变革。

工业和信息化部原部长、中国工业经济联合会会长李毅中稍早前在中国综合能源服务产业高峰论坛上表示，想要完成2060年“碳中和”目标，最关键的是加快推进能源供给侧的改革、创新，提高清洁能源或零碳、低碳能源中占比。

为了实现这样的目标，近年来推动氢能以及氢燃料电池产业的发展成为新的方向之一。氢能发展前景广阔，是全球能源技术革命的重要方向，加快发展氢能产业，是应对全球气候变化、保障国

家能源供应安全和实现可持续发展的战略选择，是构建“清洁低碳、安全高效”能源体系、推动能源供给侧结构性改革的重要举措。

国际氢能委员会预计，到 2050 年，氢能将承担全球 18% 的能源终端需求，可能创造超过 2.5 万亿美元的市场价值，减少 60 亿吨二氧化碳排放，燃料电池汽车将占据全球车辆的 20% 至 25%，届时氢能将成为与汽油、柴油并列的终端能源体系消费主体。

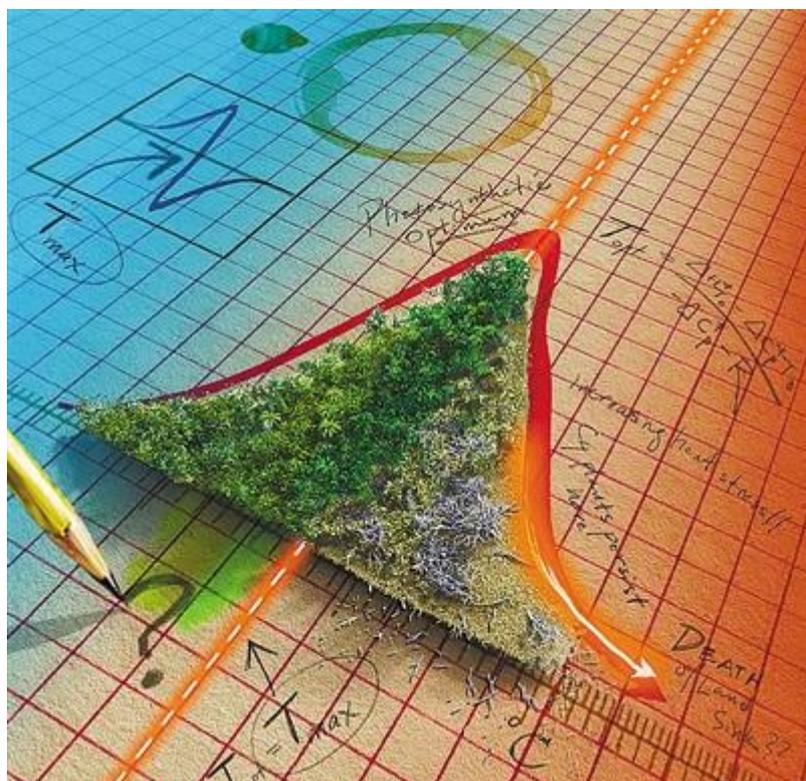
与此同时，我国近年来的能源消费向清洁能源加快转变，获得了切实的成效。国家能源局数据显示，2018 年，我国煤炭消费比重历史性地降至 60% 以下，并且提前两年完成煤电超低排放和节能改造目标任务；2017 年至 2020 年，天然气产量连续 4 年增产超 100 亿立方米，油气增储上产成效显著。“十三五”以来，我国可再生能源装机规模年均增长约 12%，水电、风电、光伏发电装机容量均居世界首位；截至 2019 年，煤电装机占全国电力总装机容量的比例为 51.95%，较 2015 年下降 7.05 个百分点。能源供应体系正由以煤炭为主向多元化转变，可再生能源逐步成为新增电源装机主体。

据《人民日报》报道，目前，中国已提前和超额完成 2020 年气候行动目标；中国非化石能源占能源消费总量比重已上升到 15.3%，可再生能源装机占全球的 30%，新能源汽车保有量占全球一半以上；2000 年至 2017 年全球新增绿地面积中，1/4 以上都来自中国，英国《自然》杂志今年发表文章肯定中国植树造林对减少温室气体排放的贡献。

中国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。这一重大宣示充分展现了中国致力于绿色发展、构建人类命运共同体的大国担当。

人民网 2021-01-21

地球吸收人为排放物能力 30 年内减半



该图描绘了地球植物减少其可以吸收的人为碳排放的温度临界点。

图片来源：《物理学家组织网》

据近日出版的《科学进展》报道，美国研究团队发现，在过去的几十年中，地球的生物圈吸收的碳超过了释放的碳，但这种趋势正在减缓甚至可能逆转。研究警告说，地球正处于致命的气候变化“临界点”的边缘，到 2050 年，地球吸收三分之一人为排放物的能力可能减半。

植物通过光合作用吸收二氧化碳并将氧气释放回空气中来帮助减轻全球变暖，这是地球的“呼吸”。美国北亚利桑那大学研究人员为全球每个主要生物群落创建了温度曲线，以预测全球变暖的可能影响。

该项研究的主要作者凯瑟琳·达菲博士警告说，由于全球变暖迫使平均温度升高，地球上出现了“稳定增长的热”，这最终将把世界上某些碳汇变成碳源，从而加速气候变化。

目前，研究人员发现，不到百分之十的陆地生物圈经历的温度超过了光合作用的最高温度。但以目前的排放速度，到 2050 年，多达一半的陆地生物圈可能会经历超过该生产力阈值的温度。而且，世界上一些碳含量最高的生物群落，包括亚马孙和东南亚的热带雨林以及俄罗斯和加拿大的针叶林带，将是最早达到这一临界点的生物群落之一。

达菲博士说：“就像人体一样，我们知道每个生物过程都有一个温度范围，在该温度下它可以发挥最佳作用，而在高于这个温度时，功能会恶化。”

研究人员还表示，不同类型的植物在温度响应的细节上各不相同，但是当温度太高时，所有植物的光合作用都会下降。

这项新研究是第一个从全球范围的观测数据中检测光合作用温度阈值的研究，为了解整个地球上的实际生态系统及其响应方式提供了一个窗口。

研究团队开发的一种新方法，能够为每个主要生物群落和整个地球生成温度曲线。研究发现并揭示了一个温度临界点，随着温度继续升高，植物捕获和储存大气中碳的能力（称为“陆地碳汇”）会降低。

研究人员警告说，碳吸收的温度“峰值”在某些植物中为 18°C，在另一些植物中为 28°C。这意味着在许多生物群落中，持续的变暖将导致光合作用下降，而呼吸频率则呈指数增长，从而使生态系统的平衡出现了从碳汇到碳源的转变，加速了气候变化。

新研究分析中最令人惊讶的是，所有生态系统中光合作用的最佳温度非常低。结合观察到的温度范围内生态系统呼吸速率的增加，研究发现，温度升高到 18°C 以上可能会对陆地碳汇产生不利影响。

研究人员表示，不抑制气候变暖以保持或低于《巴黎气候协定》规定的水平，地球碳汇将不会继续抵消人类的排放并为人类赢得时间。

冯卫东 科技日报 2021-01-21

绿色低碳发展道路彰显中国责任担当

早在一年前，来自世界各地的 11000 多名科学家共同宣布地球正面临“气候紧急状态”。《自然》杂志的研究指出，15 个已知的全球气候临界点，已有 9 个被激活。世界经济论坛发布的《2020 年全球风险报告》警示，未来 10 年全球五大风险首次全部与环境有关。此言不虚，现实中的澳大利亚森林大火、中东北非的蝗灾、多地异常气候等，共同引发人们对气候变化风险及其严重灾害的关切。

《巴黎协定》的主要目标是将本世纪全球平均气温上升幅度控制在工业化时期水平的 2 摄氏度以内，并努力控制在 1.5 摄氏度以内。联合国环境署 2020 年发布的《排放差距报告》指出，根据《巴黎协定》下各缔约方承诺的自主贡献目标，预期 2030 年的排放值距离实现上述温控目标所要求的排放值之间存在较大差距。气候问题的紧迫性要求全球碳排放要尽早达峰，而持续蔓延的新冠肺炎疫情加剧了全球性的经济衰退，削弱了一些国家应对气候变化的动力。

按照《巴黎协定》的规定，2020 年各签署国家要更新国家自主贡献目标，并通报面向本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略。因此，在应对气候变化上，2020 年是关键的一年。正是在这一年，中国在第七十五届联合国大会一般性辩论上作出力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的承诺。因此，不难理解，为何这一承诺会被认为是近年来国际气候领域最重要的决定。中国的新气候目标和愿景彰显了中国积极应对气候变化、走绿色低碳发展道路的坚定决心，体现了中国构建

人类命运共同体的责任担当。

不少发达国家的经验表明，实现二氧化碳排放达峰是一个技术进步、经济发展的自然过程，而中国的碳达峰、碳中和承诺是为应对全球气候变化自我加压的主动行为，是在碳排放自然规律基础上施加政策产生的效应。发达国家碳排放峰值一般出现在基本完成工业化、城镇化阶段之后，而中国作为当今最大的发展中国家，发展不平衡不充分问题仍然存在。中国在工业化和城镇化尚未彻底完成的发展阶段，提出二氧化碳排放提前达峰和实现碳中和的承诺，需要付出艰苦卓绝的努力。目前，中国的能源消费结构以煤为主，虽然 2019 年煤炭占比份额下降至 57.7%，但煤炭用量仍增长 1%。而且，中国以占全球超过 28% 的温室气体排放体量，只有 40 年的时间先后实现碳达峰和碳中和（发达国家实现这一过程的时间大约为 60 年），挑战可谓不小。

要如期实现碳达峰和碳中和的目标及愿景，中国的能源体系以及社会经济运行方式需要进行深刻变革。近年来，中国一直在推动高质量发展，低碳转型强调低能耗低排放高效益，这与高质量发展的要求具有一致性。反过来，实现这一目标也将为全面建设社会主义现代化国家提供重要支撑。而且，中国具有实现这一目标的制度优势和市场优势。要超前部署，顺应并引领世界范围经济技术变革趋势，打造核心竞争力。要建立绿色低碳循环发展产业体系和社会消费方式，建立清洁低碳高效安全的能源生产和消费体系，推进碳价机制与碳市场发展，增加生态碳汇，为长期低碳化转型营造良好的制度环境、政策环境和市场环境。要引导低碳技术发展和基础设施投资，打造新的经济增长点和新增就业机会，布局低碳零碳产业链和全球市场。

中国的低碳行动正经历由碳强度控制、碳总量控制向碳中和的“质”的飞跃，“十三五”规划中有关碳排放强度和非化石能源发展的约束性目标都已提前实现，新目标下需要出台细化的达峰行动方案，推动低碳目标落地。党的十九届五中全会明确提出，降低碳排放强度，支持有条件的地方率先达到碳排放峰值，制定 2030 年前碳排放达峰行动方案。各地应加快相关行动方案的制定并在“十四五”期间开好局，为如期兑现中国承诺创造有利条件。

庄贵阳 光明网-《光明日报》 2021-01-25

日本发布能源转型计划

日本政府日前发布“绿色成长战略”，计划在海上风电、电动车、氢能源、航空业、住宅建筑等 14 个重点领域推进减排。据估算，到 2030 年，该战略将拉动日本经济增长 90 万亿日元（1 元人民币约合 16 日元），到 2050 年，将拉动经济增长 190 万亿日元。

日本首相菅义伟去年 10 月底首次发表施政演说时宣布，日本将在 2050 年实现碳中和。此次“绿色成长战略”被认为是日本政府为实现碳中和目标所规划的路线图。日本希望在实现经济社会更加可持续发展的同时，推动加快优化产业结构、能源结构，实现经济发展与环境保护的良性循环。

日本环境省相关资料显示，日本能源行业的二氧化碳排放量占总排放的约 40%，远远超过其他行业。2020 年上半年，日本太阳能、水力、风力、地热、生物等可再生能源发电量约占总发电量的 23.1%，核能发电占比只有约 6%，剩下的约 70% 都来自煤炭、石油、天然气等化石能源。

根据“绿色成长战略”制定的目标，到 2050 年日本发电量的 50%—60% 将来自可再生能源。为此日本政府亟须修改能源基本计划。据悉，日本政府将继续减少火力发电，加快引进可再生能源，同时最大限度地利用核电。战略还提出，到本世纪 30 年代中期，新车销售将全部变为纯电动汽车和混合动力汽车，日本政府将支持动力电池开发，降低成本以减轻用户负担。

日本政府将把扩大海上风力发电作为实现碳中和目标的突破口。到 2040 年，预计海上风力年发电量达到最高 4500 万千瓦时，相当于 45 个核电机组发电量。日本政府还提出，到 2030 年将氢能源使用提高到 300 万吨，2050 年提高到 2000 万吨，并将氢能源的成本降至每标准立方米 20 日元，推动氢能源在交通、发电等领域的普及应用。

日本《朝日新闻》表示，日本实现碳中和目标面临众多挑战，企业必须增加技术研发与设备投

资。日本政府已在 2020 年财年（截至 2021 年 3 月底）第三次补充预算中列入 2 万亿日元创设基金，用于长期支持绿色经济领域的相关研发。

刘军国 人民日报 2021-01-26

热能、动力工程

绿色电力证书为何少人问津

2020 年刚刚过去，可再生能源电力消纳保障机制的全面监测评价和考核也走完了第一个年度周期。根据《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》，承担消纳责任的各市场主体完成任务的主要方式是直接消纳可再生能源电量；同时，也可以将认购绿证作为一种补充和替代方案，去完成消纳任务，即自愿认购可再生能源绿色电力证书，绿证对应的可再生能源电量等量记为消纳量。

在绿证交易长期处于停滞状态的背景下，上述条款一度被行业解读为“绿证交易的重要利好政策”。然而截至 2021 年 1 月 15 日，中国绿色电力证书认购交易平台网站统计数据显示，目前我国累计核发风电和光伏绿证超过 0.27 亿张，但实际成交量不足 4.2 万张，仅占核发总量的约 0.15%。换言之，绿证交易量并未在新政的“关照”下扭转颓势，出现明显增长。

利好政策护航、施行已近 4 年，绿证始终“叫好不叫座”，症结何在？

“贵得不着调”“这么贵的东西，对我而言其实没有任何实际价值”

“如果我有一个需要承担可再生能源电力消纳任务的企业，我一定不会去买绿证。”清华大学能源转型与社会发展研究中心常务副主任何继江给记者算了这样一笔账，“假设一家企业一年的任务是消纳一亿度可再生能源电力，如果完成方式不是实际消纳，而是买绿证，有些光伏项目的绿证核算下来一度电要 0.6 元左右，一亿度就是 6000 万元。太贵了，贵得不着调。我完全可以将这 6000 万作为利息出让，再叠加一定的杠杆去贷款 6 亿元，用来投建风电和光伏项目，这不比买绿证更靠谱？”

虽然认为“贵得不着调”，2021 年的第一天，何继江还是以个人名义购入了 5 张绿证，折合绿色电力 5000 千瓦时。“你要是非问我为啥要买绿证，我只能说捐点钱呗。5000 度电的总花费接近 2000 元，平均约 400 元/张。这么贵的东西，对我而言其实没有任何实际价值，如果不是我所在的行业特性，正常人都觉得很荒谬。”何继江告诉记者，由于从事与能源环保高度相关的工作，从绿证制度施行至今，他每年元旦前后都会和朋友们一起买上几张。“国家有这么个制度，我们就‘意思’一下。”

但何继江也坦言，如果按照现行制度继续推行下去，绿证终将会演变为“环保主义者的玩具”，再无他用。

业内不认可的“玩具”，行业外的人士自然更不会待见。“数据中心确实是用电大户，大的数据中心每年用电量是以亿度来计量的。现在绿证的价格一般怎么也在 200 元/张以上，核算下来一年就是 2000 多万元。数据中心的钱也不是那么好赚的。”一位参与绿色数据中心评审的专家告诉记者，在工信部关于绿色数据中心评审指标设计的过程中，其实是有鼓励购买绿证的条款的，但在他参与的评审项目中，“没有一个买的”。

“卖了绿证就不能拿补贴，在高强度的补贴下，发电企业很难去给绿证降价”

既然价格太高阻碍了绿证的交易，为何企业不降价？国家发改委能源研究所可再生能源发展中心副主任陶冶指出，绿证价格居高不下，最直接的原因是日前绿证和度电补贴高度相关。“按照现行政策，绿证和电价补贴是替代关系，卖了绿证就不能拿补贴。在高强度的电价补贴下，发电企业很难去给绿证降价。”

“绿证弥补的是国家补贴的缺口，这就相当于让个人或者企业为国家补贴买单，这在逻辑上就不成立。”何继江坦言，“既然都是捐赠，我把买绿证的钱捐给希望小学，岂不是更有意义？”

值得注意的是，上述绿证交易均属于自愿认购范畴，缺乏强制性。那么，一度被认为是利好消

息的“可再生能源电力消纳保障机制”，为何也未能盘活绿证交易？

根据消纳保障机制的相关规定，即便没有实际完成消纳任务，绿证也并非唯一的替代方式。相关市场主体还可以选择“完成量交易”，即向超额完成年度消纳量的市场主体购买其超额完成的可再生能源电力消纳量，双方自主确定转让（或交易）价格。“完成量交易和绿证交易都可以作为备选方案。完成量交易对应的电量是真实被消纳后计入各市场主体名下的，即便发生流转，也不存在重复计量等技术性问题。”陶冶透露，针对 2020 年各省完成消纳责任权重的情况，有关方面计划在 2021 年统一安排完成量交易，北京电力交易中心也在组织相关工作。

“首先要让绿证价格和补贴脱钩。同时，要让绿证和消纳保障机制挂钩”

绿证之路如何才能走得下去？

根据国家发改委、国家能源局 2019 年印发的《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目，可按国家可再生能源绿色电力证书管理政策获得可交易的绿证，并通过出售绿证获得收益。同时，2020 年财政部、国家发改委、国家能源局《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》有关事项的补充通知》也指出，纳入可再生能源发电补贴清单范围的项目，所发电量超过全生命周期补贴电量的部分，不再享受中央财政补贴资金，将为其核发绿证，准许参与绿证交易。此外，风电、光伏发电项目自并网之日起满 20 年后，生物质发电项目自并网之日起满 15 年后，无论项目是否达到全生命周期补贴电量，均不再享受中央财政补贴资金，核发绿证准许参与绿证交易。

“随着可再生能源平价上网的推进，绿证也将进入平价时代。”水电水利规划设计总院高级工程师邱辰指出，“针对平价、低价和超出全生命周期或规定年限的项目电量，低价绿证就是给发电企业的补充收益。基于此理念核发的绿证售价预计在 50 元/张左右甚至更低。同时，除现有交易平台外，可能还将组织电力交易中心或其他合规第三方进行分销。”

“把绿证放在解决补贴缺口的轨道上去运行，是很难提高交易量的。补贴的问题其实应该专项专议，让金融市场去创造新产品，比如国有企业把应收账款做成 ABS（资产支持证券化融资），类似的路径都是可行的。”陶冶说，“所以，首先要让绿证价格和补贴脱钩。同时，要让绿证和消纳保障机制挂钩，即让绿证成为唯一计量可再生能源消纳的指标，这才能提高绿证的含金量、推动绿证交易量的提升。”

本报记者 姚金楠 贾科华 中国能源报 2021-01-18

石化企业减碳迫在眉睫

核心阅读

目前大多数石油炼化企业已经具备较高节能降耗水平，再通过改进生产工艺、缩短流程来减少碳排放的话，投资将比较大；若使用清洁能源，则会进一步提高成本。同时，炼化领域整体产能处于过剩状态，如何在竞争激烈的市场环境下，助力实现碳中和目标，各企业要做很多工作。

日前，在碳达峰和碳中和目标背景下，全国碳市场第一个履约周期于 2021 年 1 月 1 日正式启动，2225 家发电行业的重点排放单位已率先被纳入碳排放市场。

据生态环境部相关负责人透露，下一步将加快推进全国碳排放权注册登记系统和交易系统建设，逐步扩大市场覆盖行业范围，丰富交易品种和交易方式，“十四五”期间，包括石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸等在内的八大行业将全部被纳入全国碳市场，充分利用市场机制控制和减少温室气体排放。

在业内看来，作为传统能源生产商和碳排放大户，面对即将到来的碳市场，石油企业任务艰巨。

碳减排压力很大

据了解，油气行业的碳排放贯穿于上、中、下游全产业链，主要包括二氧化碳与甲烷两类。二氧化碳排放主要来自于生产过程中的供热与供能需求，甲烷主要来自油气开采、运输过程中的气体

逃逸。虽然甲烷的排放量比二氧化碳少得多，但每千克甲烷的暖化效应却是二氧化碳的 84 倍。近年来，甲烷排放问题已在油气行业引起重视。

“油气行业既是能源生产者，同时也是产生大量碳排放的行业，从开采、运输、储存到终端应用环节，都会产生碳排放。”对外经济贸易大学国家对外开放研究院研究员董秀成说，“比如，上游油田开采过程中需要加压、加热、注水、注剂，这些措施本身就是碳排放的过程。炼化行业同样如此，从燃烧供能、供热，到油气产品的终端使用，如发电、交通领域，也都会产生碳排放。”

根据生态环境部相关部署，“十四五”期间石化行业将被纳入全国碳市场。在国务院发展研究中心资源与环境政策研究所研究员郭焦锋看来，石化行业被纳入碳市场后会带来三方面挑战：“首先是节能减排的挑战，现在大多石油炼化企业的能耗水平较高，若通过改进生产工艺、缩短流程来减排，投资是比较大的；若使用清洁能源，也会进一步提高成本。另一方面，目前炼化领域整体产能比较过剩，如何在竞争激烈的市场环境下，助力实现碳中和目标，各企业要做很多工作。此外，除了用能方面的碳排放外，石化行业生产流程本身也会有气体的排放，增加减排措施会给他们带来很大压力。”

基本具备碳资产管理能力

过去几年，在北京、上海等地开展的碳排放权交易试点中，一些大型石化企业积累了一定的碳交易经验，比如中石化上海高桥分公司、中石化上海石化分公司等大型石化企业。

另据介绍，以“三桶油”为代表的石油公司在碳资产管理上也做了不少努力。早在 2013 年，中国石化就成立了能源管理与环境保护部，负责能源管理、节能减排、碳资产管理等规章制度与流程的制定，并印发《中国石化碳资产管理办法（试行）》，将公司碳资产管理规范化。中石油、中海油也均有各自的碳资产管理机构和团队。

“目前来看，石化企业的碳资产管理、碳排放核算能力已基本具备。随着全国碳市场的建设和运行，以及将来与国际碳市场的对标和接轨，主要的石油企业应该进一步加强碳市场、碳资产以及碳减排等方面工作的力度。”郭焦锋表示。

北京中创碳投科技有限公司高级咨询顾问陈志斌指出：“上海、北京等大部分试点都涉及石化企业，期间石化企业均能履行相关职责。但石化行业除了炼油外，还涉及更复杂的后端产品，流程比较多，工序比较复杂。它不像电力那么简单，一度电对应多少碳排放。石化链条长，情况也较为复杂，能不能分产品、分工序地把能耗、排放数据统计出来，对石化行业来说也是一种挑战。”

在陈志斌看来，这些数据可以帮助国家相关主管部门以相对合理、科学的方法制定全国石化行业的碳排放相关标准，包括配额制定、总量设定等。

转型综合能源服务商

当前，不管是国际大型石油公司还是国内中国石油、中国石化等大型央企，都提出了各自的碳减排目标和具体实现措施。比如，通过提高燃料使用效率，加强炼油化工过程中的能耗管理，加大低碳清洁能源的投资与生产力度；采用先进手段减少泄漏排放，逐步熄灭非应急状态的火炬排放等。

此外，各大企业还广泛开展碳捕集利用与封存技术（CCUS）的应用，将尾气中的二氧化碳收集后注入地下，用于提升油气采收率，或永久封存于地下，以达到碳中和目的。比如中石油吉林油田二氧化碳驱油示范工程已稳定运行多年，累计封存二氧化碳 150 余万吨，并在新疆油田、长庆油田等推广应用。

但在多位专家看来，除了需要做好自身的碳减排工作外，在碳中和目标下，石油企业还将面对化石能源逐渐被新能源替代的压力。

“碳中和愿景将促使使用油领域出现替代的倾向。电动汽车、氢燃料汽车的出现都会导致用油减少，导致我国炼化产能更加过剩，炼厂的经营压力也将因此愈发增大。”郭焦锋指出，“除了发展原有的石油化工业务外，石油公司也在往光伏、氢能等方向发展，争取形成有油、氢、电综合的能源新业态，由传统石油公司向综合能源公司转型。”

中国科学院院士贾承造也指出：“碳中和目标下，化石能源需求逐渐萎缩，随着进口大幅下降，

油价长期会处于较低的状态，油公司将来会面临很大困难，必须向综合能源公司转型。”

本报记者 李玲 中国能源报 2021-01-18

碳交易来了，电企如何应对

编者按

生态环境部日前公布《碳排放权交易管理办法(试行)》并配套印发配额分配方案和重点排放单位名单，意味着自今年1月1日起，全国碳市场发电行业2225家企业第一个履约周期正式启动。电力行业是碳排放大户，第一个履约周期的启动，将给行业带来何种全局性影响？又会给电力各细分领域带来哪些机遇和挑战？带着这些问题，本报记者开展了深入采访。

有专家指出，初期配额分配总体充足--

现阶段企业履约压力不大

■本报实习记者 赵紫原

电力行业是全国碳市场的主力军。国家发改委于2017年印发的《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》称，纳入全国碳市场的重点排放单位将涵盖1600多家火力发电企业。中电联统计数据称，当年发电行业二氧化碳排放总量超过30亿吨，占全国碳排放总量的1/3。北京绿色交易所总经理梅德文表示，据统计，目前我国发电行业全年碳排放总量约40亿吨。

碳排放配额是碳交易的关键一环。“现行全国碳市场履约周期中，发电行业将通过‘基准法’开展配额分配，即对发电单位二氧化碳排放量进行限制。机组燃料类型及发电技术不同，其对应的基准线也有差异。若企业获得配额高于其实际排放量，盈余部分可在碳市场出售。”梅德文说。

根据目前分配方案，多数企业会出现盈余吗？华北电力大学教授袁家海表示：“初期配额分配总体充足，企业履约压力暂时不大。碳排放配额指标会否收紧，要等市场机制充分验证后才会逐步导入，指标下降速度取决于‘碳达峰’后走向‘碳中和’的速度。”

发电企业一位负责财务的工作人员表示：“从目前全国碳市场的运行状况来看，交易并不活跃，发电企业未来所承受的经济压力有多大，现在下结论为时尚早，但减排的技术压力是有目共睹的。”

贴着“高碳”标签的发电行业如何参与碳市场？国网能源研究院经济与能源供需研究所工程师张玉琢认为，全国碳市场启动后，发电企业或有三条参与路径。“交易履约、技术进步或交罚金。一般来说，政府罚金会高于交易成本和技术进步的投入成本，但不论哪种选择，对发电企业来说都要付出一定的代价，进而倒逼发电企业减排。”

中国电力企业联合会专职副理事长王志轩表示，电力行业参与碳市场可促进发电行业、发电企业重视碳减排，碳将作为一种有价资源对企业生产经营产生影响；还可提升电力行业碳排放管理的能力建设，如建章立制、成立碳资产公司等；在发电行业节能降耗空间越来越小的情况下，也将提供低成本减碳的市场手段；还将促进电力行业向清洁低碳转型，进一步促进低碳或零碳的可再生能源快速发展。

在梅德文看来，发电行业参与市场的活跃程度，有赖于全国碳市场逐步完善。“市场充分发展需要两个重要条件，规模和流动性。整体来看，与我国资本市场、信贷市场相比，我国碳市场规模较小，且呈现分割状态，是一个没有金融产品的现货市场。最终，全国碳市场将逐步覆盖石化、化工、建材、钢铁、有色金属等行业，内部集中度和流动性也会逐步提高。”

“自愿减排量”可成为重要创收途径--

可再生能源企业宜尽早布局碳市场

■本报实习记者 姚美娇

生态环境部在2020年12月31日公布的《碳排放权交易管理办法（试行）》（以下简称《管理办

法》) 将从 2021 年 2 月 1 日起施行。《管理办法》第二十九条规定：“重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴，抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%。”多位受访专家表示，这一规定给拥有国家核证自愿减排量的企业带来了巨大利好。例如，有业内人士指出，若根据北京 CCER 的成交价 20 元/吨计算，销售 CCER 可促使光伏电站平准化度电成本下降 7%（以发电小时数 1000 小时、上网电价 0.3 元/千瓦时计算）。

国家核证自愿减排量（CCER），即依据《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》、经国家发改委备案并在国家注册登记系统登记的温室气体自愿减排量，单位为“吨二氧化碳当量”。

据北京绿色交易所碳交易中心高级经理颜磊介绍，光伏、风电、生物质能供热及发电等项目均可开发出 CCER，并在全国碳市场参加交易，甚至可以进入世界碳市场。

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎表示，市场需要多少 CCER，取决于配额的发放情况。“CCER 是买方市场，生态环境部分配的配额总量和实际排放总量之间的差值，就是当年 CCER 全部需求量。若碳排放配额发放宽松，或被控排的企业排放突然减少，那么，当年的 CCER 基本上就可能没有需求量。”

但据介绍，当前碳排放配额价格高于 CCER，即使碳排放配额发放多一些，企业也愿意购买 CCER。

另外，有业内人士表示，随着碳排放权交易市场纳入行业 and 重点排放单位数量的增加，CCER 抵销碳排放配额清缴比例将会逐步提高。

在此背景下，中国产业发展促进会生物质能产业分会在其发布的关于《管理办法》的解读文章中建议：“生物质能行业企业与其坐等观望，不如先将碳减排量转变为国家认可的 CCER。这样，碳减排量才可能在未来变为现金。”

颜磊也认为，企业应当实时关注、紧跟国家相关政策。“全国统一的碳排放交易市场即将启动。在国家补贴退坡的情况下，企业应该多多关注、积极参与碳市场，找专业机构来协助开发 CCER，尽早入市。”据颜磊介绍，CCER 开发需要一定流程，可能至少需要一年时间。

另据了解，此前 CCER 供过于求现象严重。但在 2017 年 3 月 17 日，CCER 新增项目申请被叫停，这相当于彻底停掉了新 CCER 的供应。此后，老的 CCER 稳定住了最后的价格阵地。当前，新的注册仍未开放，开放时间尚不清楚。

彭澎表示，按照 CCER 申请暂停前的费用计算，单个项目前期通常需投入 10 万至 12 万元以上。而未来的成本高低，还要看 CCER 的后续政策安排。

相对于生产过程碳排放较高的“灰氢”和“蓝氢”--
“绿氢”离“C 位”又近一步

■本报实习记者 仲蕊

“刚刚公布的《碳排放权交易管理办法（试行）》和《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）》意味着全国碳市场的启动。碳市场首先管控发电行业的碳排放，未来会扩展到如钢铁、水泥、化工等其他重点行业。届时，如果在钢铁等高耗能企业用氢能代替燃煤作为燃料，那么可以减少大部分碳排放，有助于企业满足碳市场管控要求。”北京中创碳投科技有限公司高级咨询顾问陈志斌表示。

张家港氢云新能源研究院院长魏蔚表示，《管理办法》的施行对氢能产业未来发展而言是重大利好。

在政策影响下，制氢技术路径和氢源的选择将迎来改变。“目前大量氢源仍以化石能源制氢为主，如何从生产‘灰氢’过渡到‘绿氢’缺乏一定引导。《管理办法》的推出将使化工制氢和煤制氢的碳排放问题得到重视，推动制氢企业更加关注可再生能源制氢。”魏蔚表示。

魏蔚强调，《管理办法》将会给“灰氢”发展带来巨大压力。因为“灰氢”需要配合碳捕获、利用与封存技术才能实现碳减排，这些技术的采用会增加“灰氢”成本，掣肘其发展。而“蓝氢”碳排放相对较低，因此政策对其产量及价格的影响不明显。

值得注意的是，目前煤制氢最便宜，碳交易将拉高煤制氢价格，但可再生能源制氢相关项目建

设、设备准备需要一定周期，规模化制氢还需进一步发展，因此未来短期内，更多“蓝氢”和“绿氢”被挖掘的同时，氢气价格或将小幅上升。

记者了解到，目前，可再生能源制氢成本高昂，主要是因为国内大规模的光伏风电都在偏远地区，距离用氢地较远，且目前电解水设备价格贵投资大。但即将启动的碳交易，可以摊薄成本，推动绿氢生产能力的释放，有利于降低绿氢的成本。

“长期而言，碳价将提升企业的碳排放成本，这意味着化石能源成本升高，清洁能源成本相对下降。企业将根据碳价格进行生产决策，这将增加企业对氢这样的清洁能源的使用动力，加大对氢能的研究使用，进一步降低氢能的成本，进而在碳市场中获得更高收益，形成清洁能源使用的正反馈。”陈志斌表示。

“另外，《管理办法》的推出或将吸引更多资金进入氢能市场，并带动先进技术发展及关键材料零部件的国产化进程等。从长远来看，这将进一步推动氢能全产业链的成本降低。”魏蔚指出。

“政策对氢源的导向，有利于提升各方对‘绿氢’重要性的认识，从根本上确定氢是可再生资源的储能属性，并推动氢气管道等基础设施建设和高效氢液化与液氢储运技术的发展等。这对于从根本上解决能源危机和保障国家能源安全具有极其重要的意义。”魏蔚进一步表示。

中国能源报 2021-01-18

挪威出台“激进”减排行动指南引关注

近日，挪威政府公布了未来 10 年（2021-2030）的气候行动指南，为即将问世的“国家能源白皮书”铺路。这份“以减排为核心”的气候行动指南明确提出，挪威将大力发展浮式海上风电、氢能、电动汽车、碳捕捉和封存技术（CCS）等。指南中提及的“逐步上调碳排放税”更是成为业界关注的焦点。

全面推广电动汽车

挪威气候和环境部长 Sveinung Rotevatn 表示，这是挪威政府首次提出服务于气候目标的行动指南，旨在减少各个领域的排放水平。他补充称，为紧跟全球气候行动步伐，这份行动指南将每隔几年更新一次。

根据挪威政府制定的气候目标，该国到 2030 年，温室气体排放量将较 1990 年减少 50%-55%，到 2050 年减少 90%-95%。

挪威政府在气候行动指南中提议，2022 年起，挪威公共服务系统将仅购买零排放汽车和货车，2023 年起渡轮开始适用此规，2025 年起城市公交系统开始适用此规，最迟 2025 年底挪威将全面禁售燃油车。

值得一提的是，2020 年，挪威已经成为全球首个电动汽车销量超过燃油车的国家。挪威公路联合会的数据显示，2020 年，挪威总共销售汽车 14.1412 万辆，其中纯电动汽车为 7.6789 万辆，市场份额达 54%，同比增长 12%，在欧洲电动汽车市场的份额也超过 10%。

挪威电动车协会指出，按照这一步调，预计 2021 年，挪威汽车市场上电动汽车的份额将增至 65% 以上，挪威 2025 年禁售燃油车的目标有望如期实现。

挪威公路联合会的统计还显示，目前，挪威拥有超过 1100 个公共快充站以及 7500 个普通充电站，充电网络几乎覆盖全国。

上调碳排放税

这份气候行动指南中最受关注的是碳排放税部分。挪威政府计划，未来 10 年间逐步提高二氧化碳碳排放税，到 2030 年，将从目前 95 美元/吨增至 240 美元/吨。

挪威行业媒体《上游在线》指出，作为西欧地区最大产油国，挪威大幅上调碳税无疑是想借此向油气生产商施压，这将给整个油气行业带来负面影响，进而影响挪威的财政收入、国民经济、甚至是就业市场。

与此同时，挪威还参与了欧盟碳交易体系，需要遵照欧盟的碳排放配额，鉴于欧盟碳交易体系

的新阶段内已经大幅收紧了免费碳排放配额，挪威油气业也将面临更大的压力。

根据路透社的预测，2020 年欧盟碳价已经屡创新高，2021 年，可能将达到 37.86 欧元/吨的高位。

不过，挪威首相索尔贝格表示，上调碳税是推动油气业减少温室气体排放的重要手段，该领域的二氧化碳排放量约占挪威排放总量的 1/4。“我们希望以此敦促油气行业研发新的低碳技术。”她说，“这不会提高国家整体税收水平，碳税增幅将通过减少其它税收进行抵消。”

但行业游说团体挪威石油和天然气协会对此却十分不满，称这将令油气业多出一笔不菲的支出，极大增加油气行业的运营成本，进而削弱挪威油气业的整体竞争力。该协会呼吁挪威政府将征收的碳税收入，全部“反哺”给油气行业，用于提效和减排。

“我们支持实施碳税，但不应该削弱我们的实力和引资能力，这将导致大批能源资本外流或转移。”该协会负责人 Anniken Hauglie 强调。

力推 CCS 商业化

值得一提的是，挪威刚刚公布了气候行动指南，该国旗舰 CCS 项目随即正式启动。

1 月 11 日，挪威政府宣布，正式启动国家工业史上最大规模的气候项目“Longship”，总价值 250 亿挪威克朗（约合 29.63 亿美元）。据《金融时报》报道，该项目重点集中于水泥、玻璃、造纸和化肥等重度排放行业，挪威政府将承担 4/5 的投资，并负责 2024 年投建碳捕集工厂额外所需的 33 亿挪威克朗（约合 3.91 亿美元）。索尔贝格直言：“Longship 将是挪威 CCS 技术商业化的典范。”

作为“Longship”项目的一部分，挪威另一 CCS 项目“北极光”也随即得到了批准。这个由挪威国家能源公司 Equinor、壳牌和道达尔联合开展的项目，总投资约 251 亿挪威克朗（约合 29.74 亿美元），旨在将捕获的二氧化碳运输并掩埋在北海的近海地层中。Equinor 表示，“北极光”项目将是挪威建立 CCS 价值链的第一步，首阶段预计 2024 年启动。

壳牌表示，挪威政府在加速建立 CCS 价值链方面表现出了领导力，相信该国有潜力为整个欧洲的 CCS 项目提供清晰明确的指导方向。

根据国际能源署的报告，全球每年可储存的二氧化碳总量预计达 4.5 亿吨，如果全球持续投资发展相关技术，储存二氧化碳的成本就能够持续下降，只要每吨储存成本降至 40 美元以下，就能够激励更多企业参与。

本报记者 王林 中国能源报 2021-01-18

CCUS 技术发展空间仍待拓宽

作为一项具有规模化减排潜力的技术，二氧化碳捕集、利用与封存技术（CCUS）近年来受到业界广泛关注。尤其是在我国提出“碳达峰”“碳中和”战略目标后，愈发受到推崇。

然而，当前多数 CCUS 项目没有收益，加上动辄投资数亿甚至数十亿元的投资和运输成本，CCUS 项目缓慢发展，仍有很大发展空间。

提升 15% 石油采出率

“利用 CCUS 技术将炼厂的尾气进行回收处理，可以产出高纯度的二氧化碳，作为助采剂应用于石油开采进行驱油，同时还可以将捕集的二氧化碳埋存在废弃和低效的油井里。如今，通过这项技术，不仅能提高 15% 石油采出率，而且还起到埋碳的目的，兼具经济和环保效益。”近日，中国石化塔河炼化有限责任公司（下称“塔河炼化”）副总工程师曹杰告诉记者。

据介绍，塔河炼化公司通过对两套制氢装置加热炉尾气回收，捕集二氧化碳，供应中国石化塔河油田，用以提高油田的采收率。同时，还能进一步提高资源综合利用效率，具有明显的节能减排效益。该项目涉及总投资 2.7 亿元，具备年产液态二氧化碳 11.6 万吨的生产能力，一期已于 2020 年 5 月投入使用，二期项目计划 2021 年 2 月完成施工。

据记者了解，一些企业已在这方面进行了探索。2015 年，新疆敦华石油技术股份有限公司在中石油克拉玛依石化公司甲醇厂进行了尝试，效果十分显著。对克拉玛依石化天然气制氢装置弛放气

二氧化碳进行捕集。“自投产以来，至今已平稳运行 5 年，年可节约 8088 吨标准煤。”公司董事长徐玉兵告诉记者。

在中国工程院院士、国家能源专家咨询委员会副主任杜祥琬看来，在以化石能源为主的今天，全球和中国实现碳中和的主要措施之一就是碳“移除”，增加碳汇，如大力发展 CCUS 技术。

受政策、成本等多因素束缚

业内人士称，CCUS 发展虽然取得了一定的进步，但整体仍处于较早阶段，在相关政策支持、基础设施建设、市场化环境方面还有较多短板需要补足，面临诸多挑战。

据了解，当前，大部分 CCUS 项目成本较高且缺乏明确的政策支持，尚未形成产业集群，且相关基础设施条件差，同时缺乏成熟的商业模式。

在实际应用中，高昂的投资成本及运行成本往往“卡住了”CCUS 项目的顺利建设。“动辄投资数亿甚至数十亿元，CCUS 示范工程在现有技术水平下，引入碳捕集将额外增加 100—600 元/吨的公里运行成本。在大部分项目仍以罐车为主要运输方式的现实条件下，引入二氧化碳运输也将额外增加约 1 元/吨的公里运行成本，在运输距离达百公里时，每吨也将增加上百元的运行成本。”徐玉兵说。

事实上，目前，我国还未对 CCUS 带来的碳减排量给予一定的经济激励或补偿，企业开展 CCUS 项目很难实现盈亏平衡，导致部分企业出于收益考量，不得不降低规模甚至关停，前期投入难以实现成果转化，使我国 CCUS 整体发展滞后于原有业界预期，项目基本停留在较小规模的示范阶段。相关基础设施投入不足，也制约了其大规模应用。

另据介绍，CCUS 项目往往具有跨部门和跨区域的特点，项目从申请、审批到执行，涉及多个地方和部门，在现有规定不是特别清晰且缺乏有效沟通协调的情况下，将增加很多交易成本，导致项目难以推进。

“全流程 CCUS 示范项目涉及电力、煤化工、钢铁、油气等多个行业的不同企业，项目的实施普遍面临收益分享、责任分担和风险分担等难题，例如二氧化碳压缩成本属于运输方还是捕集方尚无明确标准规范，又如埋存到地下的二氧化碳权属尚无明确法律规定。”一位从事 CCUS 项目不久的公司负责人告诉记者：“如果不能建立有效的协调机制或行业规范，以及长期公平的合作模式，将难以突破行业壁垒实现良好对接，进而极大影响 CCUS 项目的推进。”

中国矿业大学低碳能源研究院院长桑树勋教授表达了自己的隐忧：“目前最接近商业化的地质封存方式是将二氧化碳注入地下枯竭油气藏中，但这样封存是否会引发地质灾害，一旦集中泄漏该如何应对等安全性问题还没有研究清楚。”

部分项目已具备市场化条件

采访中，多位业内专家向记者表示，我国 CCUS 项目发展已经到了快速发展的临界点，技术开发、工程应用已经具备相当规模，部分地区、部分项目已经具备市场化条件和持续运营的经济性，若能像当年的可再生能源领域一样，给予一定的政策支持，CCUS 项目将会得到跨越式发展。

在碳达峰、碳中和目标导向下，推进大规模试验示范项目建设是重要方向。新疆维吾尔自治区石油、煤炭等化石资源丰富，煤化工产业规模庞大，油田采空腔较多，具有发展 CCUS 得天独厚的源汇匹配条件。业内专家建议，可以优先推动在新疆准噶尔盆地建设大规模、低能耗碳封存示范项目，探索可复制可推广的经验，尽快在其他合适区域建立一批百万吨级以上的全流程试验示范项目。引导形成一批 CCUS 产业集聚区，推动形成高排放产业低碳化、高碳能源低碳利用、二氧化碳循环利用等区域能源及产业发展格局，促进研发和示范技术加速成熟和商业化使用，培育低碳产业，形成新的经济增长点。

同时，CCUS 项目的大规模发展离不开政策的鼓励。上述专家还建议，下一步，应鼓励地方探索制定针对个别重点项目的优化政策，如电力专线、奖励用电小时数、对捕集和封存的二氧化碳按照单位减排量给予企业相应补贴或税收抵免、将通过 CCUS 项目实现的减排量纳入国家自愿减排交易和全国碳排放权交易市场等。同时，还需加快完善 CCUS 基础设施，大幅降低输送成本。支持在适宜区域建设长距离 CCUS 输送管道，将管道建设纳入新型基础设施建设范畴，引导社会资本投入，

形成合理收益模式。此外，环境污染第三方治理已经成为比较常见的模式，在碳排放治理方面，也不妨尝试第三方治理模式。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-01-18

广东何以成为碳市场“排头兵”？

近日，记者从广东省生态环境厅了解到，作为现有七个碳排放权交易市场（下称“碳市场”）试点之一，近年来，广东通过构建多层次低碳试点体系，积极探索碳市场建设等，让低碳从观念转为行动，“十三五”前四年，实现经济稳定发展的同时，全省碳强度累计下降 20.1%。

特别是在碳排放权交易方面，截至 2020 年 12 月，广东省碳排放配额累计成交量达 1.72 亿吨，占全国碳交易试点的 38%，累计成交金额 35.61 亿元，占全国碳交易试点的 34%，连续七年稳居全国第一，在全国应对气候变化工作中发挥了“排头兵”作用。那么，广东省试点碳市场有哪些经验可参考？

从航空、电力到社区

低碳理念已进寻常百姓家

“每吨最终成交价 28.1 元！”近日，南方航空公司战略规划投资部能源环保室相关负责人高兴地说，2020 年 7 月，公司将自 2016 年以来，通过节能减排节省下来的约 90 万吨碳排放配额进行拍卖，经过激烈竞争，最终被 6 家控排企业和 5 家投资机构购得，获得 2500 多万元的收益。

谈起前几年买配额时的情景，他颇有感触地说：“2016 年，我们的碳排放配额还有七八万吨的缺口，大概花了 100 多万元到交易市场买了配额。自那时起，我们就意识到要加大力度做好节能减排工作，否则就得自掏腰包去买。随后，我们就迅速展开了建立节能管理机制、组建碳管理团队、应用新技术等一系列工作。目前看来，当初的决定非常正确。”

不同于南方航空公司，中山市永安电力有限公司则加强能源基础管理，利用碳配额向兴业银行抵押融资 200 万元，用于企业运营和减排，并通过“油改气”技术改造、燃机低氮燃烧技术改造、水泵变频改造、淘汰高耗能 Y 型电动机、机组热电联产技术改造等手段，不断提升电厂技术装备效能，提高能源的利用效率。

据广州碳排放权交易所（下称“广碳所”）碳市场部负责人张辰介绍，近年来，广东省电力、造纸、航空、石化等行业企业单位产品的碳排放都在逐年下降。数据显示，2018 年，广东省电力、石化、造纸、民航等控排行业的单位产品碳排放在上一年下降的基础上，继续同比下降 0.7%、2%、1.2% 和 3.1%。

记者发现，目前，在广东省，就连社区居民的日常生活也融入了低碳的理念，节能降碳、低碳发展正成为普遍共识和社会新风尚。

2017 年，中山市小榄镇北区社区就开创了社区建设近零碳排放区示范项目的先河，这也是广东省唯一一个社区类近零碳排放试点项目。数据显示，通过低碳驿站、太阳能光伏屋顶、太阳能充电桩、智能垃圾分类系统、雨水回收、太阳能路灯等低碳设施，该社区人均碳排放降至 0.789 吨，由社区、企业共同参与的光伏发电项目经碳普惠核证减排高达 646 吨。

促企业主动减碳

淘汰落后产能与节能减排双赢

据介绍，广东碳市场自 2013 年 12 月正式启动交易以来，不仅纳入管控的六大行业碳强度均实现了下降，控排企业 2019 年排放量与纳入碳市场当年相比，整体实现了绝对量减排。

值得一提的是，广东省是国内碳交易中唯一实行配额免费和有偿发放相结合制度的试点。2013 年以来，该省共组织了 20 次有偿配额竞价拍卖，拍卖收入超过 8 亿元。2013 年企业免费配额的比例为 97%，2014 年电力企业进一步降至 95%。企业既获得了大部分免费的碳资产，又承担了一定的减排压力，体现了“资源稀缺、使用有偿”的理念，提高了企业主动减碳的意识。

张辰介绍，通过对广东碳市场启动初期（2013年）和2019年度履约数据对比分析发现，在此期间，广东省第二产业碳排放总量只增加了3.1%，单位GDP碳排放大幅下降了21.6%。在碳市场控排企业2019年和2013年企业边界一致的前提下，碳交易的电力、水泥、钢铁、石化控排企业排放量实现了绝对量减排，减排幅度达12.3%，有效减缓了第二产业排放总量的上升。

不仅如此，碳市场对落后产能产生了更大的成本压力，使落后企业逐步退出市场。“自纳入碳市场以来，已有66家控排企业关停、停产或降产至控排门槛以下，该类企业年排放量规模达1480万吨，有效促进了广东淘汰落后产能、节能减排目标的实现。”张辰说。

示范效应突出

七年交易量激增超30倍

总结目前碳市场试点经验，广东碳市场不断发展完善——二级市场交易量从2013履约年度的仅119万吨增至2019履约年度的3784万吨，增幅达到近31倍；市场流动性从开市之初最长连续52个交易日无交易，到2019履约年度的日均交易量超过10万吨，市场活跃度全国首屈一指；市场参与者从最初仅有的200多家碳排放管控企业，发展到现在各类市场参与主体超过1200户；现货交易量在2019履约年度更是超过同期欧洲能源交易所配额现货交易量，位居世界前列。

之所以能够取得如此突出成效，广碳所总裁孟萌认为，首先就是广东将碳市场作为加快区域转型升级，以市场化手段推动节能减排的重要实践思路。在这个指导思路下，碳市场在筹备和建设过程中，建立了完善灵活的工作机制，基础工作做得很扎实，完备的核查数据，科学合理的配额分配方案，完善的交易和监管制度为碳市场建设和发展提供强有力的支撑。加之广东体量大（每年发放给控排企业的配额总量超过4亿吨），参与主体多，各项机制的设计充分尊重市场规律，引入多元市场参与者，扩大市场规模，提升了流动性；其次是政策稳定性较好，透明度高。

“广东试点是市场公认的全国各试点中信息透明度最高且稳定性强的市场。”孟萌说，各年度配额分配方案、核查履约要求都是主动公开，交易信息披露充分，给予了市场充足的信心和预期，这样市场主体主动参与市场的积极性就高。

广东碳市场的建设为全国碳市场提供参考和借鉴，孟萌认为，碳市场的核心在于坚持总量控制，实施适度从紧的配额管控政策，以及建立“鼓励先进、淘汰落后”的配额分配机制。

比如，可以按照“抓大放小”的原则，先从区域内电力、水泥、钢铁、石化、造纸、航空等着手，然后再推及其他行业。

同时，还需坚持正向激励，“根据当地行业企业单位碳排放平均水平，参照国内外先进地区情况，合理制定控排企业碳排放基准线，并以此划分先进和落后企业及计算发放配额，从而大力鼓励企业提高碳生产力，进而降低当地碳排放水平。”孟萌说。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-01-18

进军碳中和，“液态阳光”引热议

作为一种可再生的绿色液态燃料，“液态阳光”发展日益受到各国重视，被视为解决二氧化碳减排甚至达到碳中和的理想途径。

所谓“液态阳光”，是将利用太阳能等可再生能源产生的电力电解水生产氢，并将二氧化碳与氢合成为甲醇等便于储运的绿色液态燃料。

“‘液态阳光’是真正利用可再生能源资源化利用二氧化碳，实现规模化低碳乃至无碳能源的路径。”2020年12月14日，中国科学院院士、中国科学院大连化学物理研究所研究员李灿在第九届全球能源安全智库论坛上表示。

值得注意的是，全球第一个规模化太阳燃料合成示范项目已于2020年1月在兰州正式投入运营，迈出了我国利用可再生能源大规模生产绿色甲醇的第一步，也意味着我国拉开了向“液态阳光”甲醇经济转型的“大幕”。

能源系统碳中和

“液态阳光”被寄予厚望

“我国提出了将在 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和的目标。但与此同时，我国是世界上最大的能源生产国和消费国，要让这样一个以碳基能源为基础的超大能源系统实现碳达峰、碳中和，是一项艰巨的系统性工程。”中国社会科学院国际法研究所科研外事处处长廖凡在论坛上指出。

在李灿看来，富煤、贫油、少气是我国的能源资源禀赋特征，在我国消费结构中，化石能源占比超 84%，超 70%的石油资源仍依赖进口，想要在 10 年时间内实现碳达峰，30 年时间内实现碳中和，除了从植物自然光合作用、海洋吸收、节能降耗外，发展可再生能源、提高非化石能源使用比例是更为重要的途径。

“尤其要注意发展‘液态阳光’技术，这是一条发展可再生能源，实现规模化低碳乃至无碳能源，回归地球生态平衡的重要路径，为实现碳中和提供可行技术方案。”李灿认为。

相关测算显示，1 吨甲醇可转化 1.375 吨二氧化碳。按照我国 2020 年甲醇年产能 9358 万吨计算，每年的甲醇产能可望转化上亿吨二氧化碳；如果用可再生能源合成的“液态阳光”甲醇规模化替代汽油，那么每年则可实现减排二氧化碳超 10 亿吨，与我国植树造林减排二氧化碳的最大值相当。

一举多得

助力解决可再生能源间歇性难题

我国能源需求潜力巨大，导致二氧化碳减排任务艰巨。利用可再生能源替代化石燃料、保障液态燃料供给，实现低碳经济，是关系我国能源安全及经济可持续发展的重要课题。

“液态阳光”不仅是太阳能大规模经济利用的关键技术和发展方向，还是化学储能的一种新形式，可帮助解决可再生能源间歇性难题。

“‘液态阳光’是通过突破高效、低成本、长寿命规模化的电催化分解水制氢技术，制取甲醇，而氢能与甲醇均是稳定可长期储存的能源。”在李灿看来，甲醇既是理想的化学储氢分子，可帮助解决当前氢能产业大规模发展面临的储运与加注掣肘。同时，“液态阳光”技术应用还有另一层要义，便是解决边远地区的可再生能源及弃电问题，将是除（特）高压输电之外的另一条规模化输送能源的途径。

从兰州新区建成投运的我国首个千吨级液态太阳燃料合成示范项目看，该技术路径已经具备可行性。

应用规模初具

呼吁政策鼓励绿色甲醇发展

“液态阳光”甲醇不仅是一种绿色液态燃料，还是一种重要的绿色化工原料。

李灿认为，“液态阳光”的大规模使用，将有助于建立新型绿色低碳、高效的能源系统，促进我国向绿色甲醇经济转型发展。特别是在我国强化碳减排的当下，“液态阳光”有望迎来爆发式发展。

我国拥有全球最大的甲醇市场。在能源化应用方面，当前，甲醇作为新型燃料，在餐饮、锅炉、采暖、交通等领域的应用市场已开始逐渐形成。

“液态阳光”甲醇作为绿色氢能载体，可解决氢能的储运难题，与此同时，还可使燃料电池汽车全链条绿色化，助力交通领域实现深度脱碳。

谈及未来甲醇发展，原机械工业部部长何光远建议，我国应将甲醇燃料作为新兴能源纳入国家能源体系，统筹协调各有关职能部门，出台政策性推广应用文件。“一要明确甲醇燃料推广应用全流程涉及的管理部门职责，以政策支持为抓手，明确职责，引导市场机制；二要鼓励坚持创新科技研究；三要统筹规范指导，发挥行业积极性，推进我国甲醇燃料应用。”

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2021-01-18

大型能源设施辐射型园区尤应强规划引领

大型能源设施辐射型园区通常有区域电厂、用户自备电厂、能源站等大型能源基础设施，同时，也是钢铁、化工、造纸等高耗能产业及其上下游产业的主要集聚区，是能源消费与温室气体排放的主力军。

此类园区经济基础好，负荷聚集且负荷类型多元，具有能源梯级利用的客观优势。立足园区产业发展和能源资源禀赋，统筹规划园区综合能源系统，是提升园区综合能效的重要途径。

强化规划引领，统筹规划园区电力、热力、余热、新能源等综合能源，优化能源生产与消费系统，保障园区高质量发展

协同规划电网、热网等能源传输网络，促进多种能源形态高效协同利用。做好余热资源梯级利用，重视能源生产、传输与消费的质量和效率，保障园区经济高效发展。发挥储电、储热、储冷等灵活资源的调节能力，挖掘需求侧响应潜力，抓住辅助服务市场、碳交易等新机遇，创造更多增值收益。

山西省晋中市太谷县采用热水型及乏汽型溴化锂热泵机组，提取电厂的乏汽及循环冷却水中的余热。以太谷恒达电厂提供的 0.98MPa、298℃采暖抽汽经减温减压后作为热泵机组的驱动热源，回收利用一期汽轮机凝汽器循环冷却水以及二期空冷机组乏汽余热。将供热一次管网循环回水从 55℃提升至 85℃，再利用热网加热器将热网水加热到 110℃提供给市政供热。项目回收冷凝热供热 110MW，余热供暖面积 200 万 m²，项目每年可实现节约 4.35 万吨标准煤。

推动园区工业节能，制定合理的产业政策，优化能源资源利用

2016 年 7 月，国家工信部发布《工业绿色发展规划（2016-2020 年）》，将工业绿色发展作为重要战略。推动工业节能与绿色发展，按照“源头减排、末端治理、技术优化、全程监控”的系统性思维，重点做好工业能效提升、资源综合利用、清洁生产改造等工作。

明确产业转型升级途径，鼓励园区造纸、电力和热力生产企业、纺织业等重点用能行业积极使用新工艺、新技术、新设备，坚持生产集约化、高效化、绿色化、数字化发展。立足园区自身发展实际，将产业能耗指标纳入产业准入条件，实行工业园区绿色准入，有偿使用环境资源。

苏州吴江区是中国著名的 4 大纺织基地之一，仅盛泽镇就拥有纺织企业 5000 余家，年产各类布匹上百亿米。根据测算，一家小规模印染厂 1 天至少要产生 2000 吨左右废水和 10 吨左右废泥。为还太湖一湖清水，当地各级政府部门频出重拳治理污染。2018 年，苏州迪利安环保科技有限公司率先利用生态光电智能印染技术，真正做到了废水废气“零排放”，新工艺、新技术让盛泽镇的印染企业看到了新的生机。

推动园区交通节能，建设集约高效、智慧便捷的绿色交通体系

优先发展园区公共交通，推广使用节能交通工具，加大新能源和清洁能源在公共交通中的应用。

开展新能源汽车及加气站、充电站等配套设施的建设发展规划，做好充电设施预留接口与停车场区域总体布局；鼓励园区内部物流车、私家车使用电动汽车、液化天然气、油电混合动力等节能车辆；有港口的园区，大力推动岸电布局，推广靠港船舶使用岸电和装卸机械“油改电”；推广节能型路灯，提高园区照明系统节能水平；完善智能交通体系，及时更新园区道路基础数据和电子地图，推动智能化交通管理和智能化交通服务。

推动园区建筑节能，建设绿色节能、智慧宜居的特色建筑集群

2017 年，我国建筑总能耗为 9.47 亿吨标准煤，约占全国能源消费总量的 21.11%。据中国建筑节能协会《中国建筑能耗研究报告（2019）》预测，我国建筑部门总能耗将在 2042 年达峰。建筑能耗一直是能源消费的重要组成部分，加快推动园区建筑节能，是优化园区能耗指标的有效途径。

对既有建筑实行建筑能源审计，加快建筑节能改造，根据实际建筑负荷特性，充分利用园区本地工业余热、清洁能源，积极使用水源热泵、地源热泵、储能等技术，提升园区建筑能效。

苏州常熟滨江新城绿色能源站，项目总投资约 4.2 亿元，集中解决约 200 万平方米建筑冷暖空

调及生活热水供应。该系统较传统空调系统年节约标煤 3.5 万吨，年减排二氧化碳约 8.6 万吨，年节省运行费用 1300 多万元。

对新建建筑，在土地出让、规划设计等环节严格把关，明确其绿色建筑星级及能耗标准要求，从源头上推进建筑节能。同时，打造一批“绿色工厂”“绿色园区”等示范项目，推动绿色建筑发展。

推动园区智慧平台建设，建设实时监控、协同管理的智慧管理平台

2016 年 2 月，国家发改委、国家能源局、工信部联合制定的《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》开始实施，能源互联网新技术、新模式和新业态正在兴起。

加强对园区用能单位能耗监测系统建设，实现对重点工业用户、重点建筑、交通枢纽站等能耗监测，建立和完善能效测评、能源审计、节能服务等能源管理工作。长远考虑智慧管理平台对各类能源管理系统的兼容和扩展能力，为智慧园区、智慧城市建设做好技术准备。

可见，大型能源设施辐射型工业园区应从能源供应侧统筹规划优化电力、热力、燃气等能源系统，做好对工业余热资源梯级利用；重视能源传输网络协同规划，提升管廊等市政基础设施利用效率；在能源消费侧，提升工业、建筑、交通领域的用能效率，充分挖掘其节能潜力。此外，园区还应加快太阳能、地热能、生物质能、氢能等清洁能源和常规能源融合发展，积极利用柔性电力技术、热泵技术、储能技术、智能控制等技术，推动园区建设绿色高效的能源系统。

（作者供职于国网（苏州）城市能源研究院）

孙志凰 中国能源报 2021-01-18

谁都不能游离于“双控”之外

“推进生态文明建设，解决资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的问题，必须采取一些硬措施，真抓实干才能见效。实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控行动，就是一项硬措施。”在这一思路的指导下，“十三五”期间我国拿出壮士断腕的决心，果断提出“实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控行动”。稍早前提出的“碳中和”“碳达峰”愿景，更进一步凸显了“双控”的必要性和前瞻性。但在刚刚过去的“十三五”，个别省份长期、大幅度突破指标限值的现象，由此暴露出“双控”这项硬措施的硬度似乎还不够足。

过往的实践证明，能源消费总量和能耗强度控制得当，既能节约能源，从源头上减少污染物排放，也能倒逼经济发展方式转变，有效提高绿色发展水平。

从“十一五”规划首次把单位国内生产总值能源消耗强度作为约束性指标，到“十二五”规划提出合理控制能源消费总量，再到“十三五”明确将能源“双控”推广至水资源、建设用地领域，“双控”的深度和广度持续升级，显著变化抬眼可见：2006-2015 年，我国能耗强度累计降低 34%，节约能源达 15.7 亿吨标准煤，相当于少排放二氧化碳 35.8 亿吨；2016-2019 年，全国能耗强度继续累计下降超过 13%，为节约能源资源、打好污染防治攻坚战、推动经济高质量发展打下了坚实基础、发挥了重大作用。

在肯定已有成绩的同时，也必须清醒认识到，作为约束性指标，能源“双控”在执行过程中仍然存在约束性不强的问题，多地连年突破双控限值的事实便是明证。能源“双控”之所以在多地频频失守，直接原因就在于缺乏明晰的奖惩机制，导致“双控”的落实主要靠自觉，未达标者的“惩罚”仅限于“走过场”式的约谈，其结果是明知故犯者只增不减。

如此一来，既破坏了公平竞争，也污染了市场环境。例如，在全国能源消费总量既定的情况下，各地的消费量必将此消彼长；不遵守“双控”指标者，实际上是无偿享受了其他省份通过提升能效或压减项目好不容易赢得或腾出的指标。试想一下，如果各地都超标消耗能源，那么全国的总量控制如何实现。从这个角度说，突破“双控”指标而不受惩罚者，实际上是在侵占其他省份的用能指标。对于这种行为，主管部门绝对不能再听之任之，必须尽快予以遏制。

没有奖惩机制的“双控”无异于“没长牙的老虎”。要让“双控”真正成为“硬措施”，明确而有力的奖惩机制不应再缺位。

需要强调的是，“双控”缺的不仅仅是奖惩机制：在能源“双控”行动确立之初，中央就明确提出“要研究建立双控的市场化机制，建立预算管理制度、有偿使用和交易制度，更多用市场手段实现双控目标”，但截至目前，相关市场化机制建设工作拖拖沓沓，始终未达预期。例如，有偿使用和交易制度迄今仍未建立，这直接导致本应在“双控”中发挥重要激励作用的市场化手段缺失，行政命令式的粗放手段反倒大行其道，唱起了独角戏。

一分部署、九分落实。过去十年的实践已经充分证明，“双控”在推动经济高质量发展方面具有无可替代的作用，仍需持续执行下去。但“双控”的扎实落地，是一个不断摸索的过程，需要相关各方持续磨合，期间难免出现这样那样的问题，甚至有可能走一些弯路。但试错本身就是改革的一部分，一时一地的不周全，不能成为主管部门或个别地方不作为、乱作为的借口。

遇到问题、少找借口，多想办法、立查立改，如此才能杜绝个别省区游离于制度之外，让“双控”更加强劲有力。

本报评论员 中国能源报 2021-01-25

城市碳达峰，这些“功课”需要补

核心阅读

不少地方认为，2030年前还可以继续大幅提高化石能源使用量，甚至还在高碳的轨道上谋划“十四五”发展，想攀登碳排放“新高峰”后再考虑下降问题。殊不知，难的不是达峰，而是达峰之后如何持续减排。“十四五”新建的高碳项目，排放将延续到2050年前后，还会压缩未来20-30年低碳技术发展空间，给碳中和带来巨大压力。

国家层面已明确减排目标，各大部委也忙着贯彻落实相关要求，但到了省市却在竞相做高峰值。比如，部分省级主管部门还停留在信息收集阶段，刚刚要求市、县报送基础数据；有些地区连最基本的温室气体排放清单都没有编制，更别说拿出减排思路。

“近期听到有地方说，碳达峰不难。‘十四五’‘十五五’期间再上一批高碳项目，之后不上不就实现了吗？”日前在中国城市二氧化碳排放达峰学术研讨会上，中国社会科学院学部委员潘家华抛出问题。

看似简单，实则不然。潘家华表示，目前存在一种普遍错觉，认为碳减排峰值越高，留下的发展空间越大，因此部分地区仍在“争空间、摸高峰”，继续大量使用化石能源。“实际上，化石能源利用具有投资锁定效应，比如现在建设的燃煤电厂至少40年后才能退役，燃油车生产线也不是一二十年就能收回成本的。峰值越高，将越来越难实现碳中和，地方要做的恰恰是削峰、压峰，尽量缩短峰值平台期。”

但据记者了解，上述误区仅是一个缩影。在碳减排过程中，地方层面仍有多项功课待补。

高碳锁定效应未得到足够重视

碳达峰是二氧化碳排放量由增转降的拐点，即地区或行业年度碳排放量达到历史最高值，然后经历平台期、持续下降的过程。按照目标，我国力争在2030年前实现碳达峰。

然而，生态环境部环境规划院院长王金南调研发现，部分省市并未充分认识到碳达峰对地方发展的倒逼要求。“不少地方认为，2030年前还可以继续大幅提高化石能源使用量，甚至还在高碳的轨道上谋划‘十四五’发展，想攀登碳排放‘新高峰’后再考虑下降问题。殊不知，‘十四五’新建的高碳项目，排放将延续到2050年前后，还会压缩未来20-30年低碳技术发展空间，给碳中和带来巨大压力。”

以石化行业为例，一位业内人士告诉记者，工业是我国碳排放主要领域，而石化行业排放量又占到工业总排放的20%，是排放大户。“一个大型项目从投产、建成运行到关闭，通常需要五六十年，意味着‘十四五’上马的项目将直接波及2060年碳中和目标。不是说一律不能上项目，地方要慎重考虑，以战略眼光进行布局。现阶段投建的项目，工艺技术能否达到二三十年后的零碳要求？还是说项目只干30多年就不要了？难的不是达峰，而是达峰之后如何持续减排。”

碳减排呈现“上热中温下冷”

误区背后，是地方减排工作的缺失和困惑。

“部分地区觉得降碳约束发展，不如趁着现在多给自己争取空间，继续上马一批高耗能项目，将来慢慢再减或把压力留给其他地区。如果大家都抱有此类想法，达峰目标还怎么实现？”生态环境部环境与经济政策研究中心能源环境政策研究部副主任冯相昭表示，碳减排究竟是什么、怎么干，很多基层单位仍存在理解偏差甚至概念不清。

冯相昭坦言，减排工作目前呈现“上热中温下冷”的局面，越往基层一级，降碳“信号”越弱。“国家已明确目标，各大部委也忙着贯彻落实相关要求，到了省市却在竞相做高峰值。比如，部分省级主管部门还停留在信息收集阶段，刚刚要求市、县报送基础数据；有些地区连最基本的温室气体排放清单都没有编制，更别说拿出减排思路。”

还有部分地区虽认识深刻，实践却面临重重压力。中国科学院广州能源所研究员赵黛青举例，粤港澳大湾区减排意愿强烈，能源结构及能耗强度已处于全国领先水平。即便如此，其化石能源消费占比仍超过 70%，与世界先进湾区差距明显。“因经济体量大、发展强劲，能源需求量仍有持续增长的势头，短期内难以达峰。现行发展方式不可持续，亟待制定新的减排策略。”

上述专家认为，河南、湖南、山东等中东部省份压力更大。“由于能源资源相对匮乏，这些地区面临减少化石能源消费、尽快挖掘替代能源的双重挑战，时间十分紧迫。”

支持有条件的地方率先达峰

记者了解到，生态环境部正在抓紧制定 2030 年前二氧化碳达峰行动方案，其中将明确地方达峰目标、路线图、行动方案和配套措施，并支持有条件的地方率先达峰。

中国国家气候变化专家委员会副主任何建坤进一步称，“十四五”期间，东部沿海比较发达的地区、西部可再生能源资源丰富区域应该率先达峰，为“十五五”期间全国碳达峰创造有利条件。“经济发展水平、资源禀赋、产业结构及区域定位等条件各不相同，意味着各地要实现差别化、包容式的低碳转型。具体时间、路径及措施有所差异，但碳达峰是不同省市、地区必须完成的共同目标。”

对此，如何尽快补上短板？冯相昭认为，相比碳减排，基层主管部门对大气污染防治工作更有经验，而两者具有很多共同点，可以“借力”推进。“例如，保卫蓝天提出四大结构调整，其中产业、能源及交通运输结构，恰恰与碳减排直接挂钩。用好现有的政策工具、管理手段，结合自己熟知的工作逐步向新领域过渡，对于基层而言不失为一条‘捷径’。”

上述专家称，减排不光是看地方少上多少化石能源项目，更要看总体压减量有多少。尽管情况各异，但各地均有两大重要抓手——交通和建筑。“实现碳中和，需要对整个经济体系实施深度减排，其中能源系统要在 2050 年实现净零排放。无论哪个城市，交通、建筑都是需要挖潜的重点领域。前者需要在新一代城市零碳交通系统，电动和氢燃料电池船舶、汽车等方面实现技术突破；后者可聚焦于超低能耗建筑的普遍性适用技术创新。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-01-25

能耗“双控”制度弊端大面积浮现

“‘十三五’前四年，鄂尔多斯新增能耗总量 3033 万吨标准煤，超出‘十三五’控制目标 2433 万吨标准煤，增量全区第一；单位 GDP 能耗累计上升 53.8%，升幅全区第一。2020 年前三季度，继续延续前四年态势，能耗同比增长 14.4%，单位 GDP 能耗上升 16.7%。”

“乌兰察布市能耗总量快速增长，单位 GDP 能耗大幅上升，‘十三五’前四年，全市新增能耗 958 万吨标准煤，占全区新增能耗的 14.6%，超出‘十三五’控制目标 703 万吨标准煤，单位 GDP 能耗累计上升 35.3%。”

日前，内蒙古自治区发改委就能源消费总量和能耗强度控制（以下简称能耗“双控”）不力问题，约谈乌兰察布、鄂尔多斯两地并提出警告。据记者了解，包括乌、鄂两地在内，内蒙古 12 个盟市无一完成“十三五”能耗强度下降目标，自治区“十三五”“双控”任务落空。

值得关注的是，内蒙古并非个例。尽管“十三五”考核结果尚未公布，但目前全国已有多地提出能耗“双控”压力巨大，并就“十四五”用能缺口表达急切担忧。一边是节能减排的刚性任务，一边是能源需求的日益增长，“双控”难题该如何破解？

除了西部，东中部省份“双控”达标也不轻松

“目前时机不成熟，不方便对外发声。‘十三五’期间没有完成指标，‘十四五’怎么做，还要先等国家下达新任务。”面对记者关于“自治区‘十四五’‘双控’怎么做”的提问，内蒙古发改委办公室相关人士如是回应。

“高耗能项目上马过快过多，是导致当地用能大增的主要原因。内蒙古最大竞争力之一，就是煤炭等能源产品具有价格优势，因此粗放用能现象非常普遍，能效水平长期远低于全国平均值。存量没有做好，新增项目也未能有效控制化石能源消费。”一位来自国家发改系统的专家直言。

陕西省发改委相关负责人也称，当地能耗压力主要来自新增项目——全省仅 2020 年投产或达产的耗能量大的项目就有 14 个，预计将新增能耗 397 万吨标准煤。“按规上工业用能占全社会用能的 70% 测算，预计 2020 年全社会新增能耗 567 万吨标准煤，超出控制目标 158 万吨。”

据记者了解，除了西部，东中部省份“双控”达标也不轻松。上述专家举例，“十三五”期间，浙江一次能源消费增量控制目标为 2380 万吨标准煤，但当地有个新增项目的能耗增量高达 4080 万吨标准煤，这一项目投产也就意味着浙江省能耗“双控”任务将难以完成。“重大耗能项目大量建成投产，正是多地‘双控’难以达标的主要原因。”

湖北省某地市政府相关负责人告诉记者，湖北省政府于 2020 年 4 月发布《关于加快推进重大项目建设着力扩大有效投资的若干意见》，明确提出“2020 年新建并于‘十四五’时期投产的重大项目，按照国家产业布局规划、开工投产计划批准建设，可不受能耗总量指标约束。”“按照文件，2020 年投产的重大项目所产生能耗，待‘十三五’规划执行结束后，结合全省能耗强度目标完成情况统筹处理。正因为有了上述文件，我们才放心签下一个百亿元现代煤化工项目，原计划赶在 2020 年底前开工。目前，项目其他前期工作都已准备就绪，然而由于全省‘十三五’双控压力大，直到现在也没能解决项目用能指标，问题十分棘手。”

“能耗‘双控’不是盲目停止发展耗能项目，而是要把产业要素尽量向高端方向集中”

重压之下，内蒙古初步提出，自今年 1 月 1 日起，不再审批电石、电解铝、焦炭等新增产能，除国家布局的现代煤化工项目外，“十四五”原则上不再审批新的煤化工项目。对于已经批复、尚未开工的项目，将视情况停缓建一批。

但在多位业内人士看来，能耗“双控”并非简单“一停了之”，也不是一味拒绝化石能源项目。

“化石能源富集区希望将资源优势转化为经济优势，带动地方发展及能源资源高效利用，思路有其合理性。但问题在于如何转化，不能以简单粗放的方式，让低端产业占用过多能耗指标。”石油和化学工业规划院副院长李志坚举例，近年来，焦化、合成氨、烧碱、电石等传统高耗能产业在内蒙古大批上马，部分产能并非国家鼓励的清洁高效利用方式，甚至有部分产品在东部地区迫于节能减排压力已关停淘汰。表面上看，这些项目对地方经济有贡献，但如果仅仅是简单复制、转移，从全国布局来看并没有真正提高发展质量，不但浪费地方用能指标，还留下大量排放，得不偿失。“所以，能耗‘双控’不是盲目停止发展耗能项目，而是要把产业要素尽量向高端方向集中，实施高质量发展，在耗费同等能源资源的条件下创造更多价值。这就要求地方政府根本转变发展思路，‘双控’不是节能一个部门的事情。”

陕西发改委人士坦言，预计“十四五”全省能源消费总量年均增长 12.3%，万元 GDP 能耗是“十三五”末期的 1.15 倍，如何平衡用能缺口是关键难题。“陕西作为煤油气资源丰富的能源大省，目前处于追赶超越发展阶段，短期内能源化工等产业仍是支柱。我们已出台并严格落实多项措施，坚持汰劣扶优，为优质项目腾挪能耗指标空间。但因对能源资源的依赖性较大，目前面临经济增长需求受能源‘双控’指标制约等问题。”

“既要确保‘双控’任务达标，又要释放经济活力，还要兼顾地区之间公平，是能耗工作面临的重

大挑战。”上述专家表示，推行“双控”制度，初衷在于抑制不合理的能源需求，而不是不让消费。“地方赶超发展的想法没有错，但更要结合资源禀赋、产业基础、终端市场等条件，优化资源配置，绝不是有多少上多少项目。”

“指标设定本身就存在不合理之处”“要强化奖惩机制，否则，‘双控’将大打折扣”

记者在调研中发现，除了地方的工作做得不到位，现行“双控”制度自身也存在诸多问题。

上述专家表示，能源需求与经济形势紧密挂钩，后者是制定“双控”方案的主要参考。“分配‘十三五’能耗指标时，主要参考了各地‘十三五’规划纲要。但在具体执行过程中，有的地区未必能按目标推进，有的地区却实现了‘超标’发展。这样一来，指标设定本身就存在不合理之处。”

据介绍，现行“简单平衡、逐级分解、机械执行”的能源消费总量管理方式，也存在漏洞。以现代煤化工为例，部分项目能效已达世界先进水平，但因自身规模大、能耗总量高，因此难以通过节能审查。相比之下，一些单体规模小、技术水平一般的项目反而畅通无阻，明显有违“双控”提升能效的初衷。

另外，中国石油和化学工业联合会煤化工专委会副秘书长王秀江表示，应对新建石化项目用作原料、材料的能耗进行单独核算。“相比其他耗煤产业，煤化工存在原料用煤与燃料用煤之分，前者进入工艺系统、转变为化工产品，相当于煤炭形态的转变，并不是作为燃料直接烧掉。在同一项目中，原料煤和燃料煤比例约为3:1，但目前所有用煤全部作为一次能源消耗计入指标。”

据上述专家介绍，大型石化项目也存在类似情况。若能按照科学核减方式，将用作原料、材料的能源消费量区别对待，“十三五”纳入“双控”考核的能源消费总量可核减7760万吨标准煤，约占全国增量控制目标的12%。

此外，长期缺乏强有力的监督机制也影响着“双控”执行力度和效果。“有的地区定期通报完成情况，有的地区会约谈问责，但也有的仅仅走过场、聊一聊，连信息都不公开。即便到了国家层面，目前也未采取严格有效的处罚措施，主要是在考核报告中予以通报。面对大型耗能项目，一边是带动税收、就业的‘大肥肉’，一边是能耗‘双控’任务，不少地区一权衡就把后者给权衡掉了。”一位不愿具名的地方负责人提出，“因此，要强化奖惩机制，否则，‘双控’的效果将大打折扣。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-01-25

以系统性管控思维实现电化学储能电站安全

日前，湖南宁乡一家从事废旧电池回收处理及电池材料生产的工厂发生起火爆炸事故，引起业界广泛关注。根据该公司的声明，事故原因为：“因废渣堆放车间的废铝箔起火发生燃爆事故”，长沙市应急管理局的事故初步分析结果也印证了这一点。以上信息表明，本次安全事故和锂离子电池并没有关联，打消了公众对于锂离子电池热失控引发事故的疑虑。虽然本次事故与锂离子电池无关，但是锂离子电池储能电站（以下简称“锂电储能电站”）的安全问题仍然引起了人们的关切。

在我国“碳达峰、碳中和”目标下，储能作为支撑能源转型的关键技术，必将得到大规模应用。根据中国化学与物理电源行业协会储能应用分会（CESA）的统计，目前我国电化学储能总装机容量已经超过2.5GW，其中锂离子电池占比80%以上，以磷酸铁锂电池为主。在未来相当长一段时间内，锂离子电池仍将是主流的电化学储能技术路线。锂离子电池作为一种比能量较高的能量存储介质，存在一定的热失控风险，但并非不可管控。对于锂电储能电站的安全问题，我们既不能麻痹大意，心存侥幸，也不能因噎废食，而应该直面安全问题，科学地做好风险管控，将锂电储能电站的安全风险降到可控范围，满足大规模工程应用的要求。

首先要树立安全底线意识，重视安全成本投入。当前，我国储能产业还处于商业化发展初期，但储能行业低价中标之风却愈演愈烈，导致储能厂商为了取得订单，不得不尽可能降低储能系统成本。对于储能厂商来讲，提高储能系统安全性的设计通常会增加相应的成本，而低成本是摆在储能厂商面前的一道坎，一味地低价中标会导致“劣币驱逐良币”，限制了储能厂商提升安全品质的空间。

作为储能投资方来讲，安全运行是投资储能电站的基本要求，在储能系统采购时应优先考虑安全因素，摒弃低价中标模式，愿意为高品质储能系统因为提高安全可靠所增加的合理成本买单。

其次要建立安全标准体系，推动强制安全认证。当前，我国储能安全相关标准正在建设过程中，一批电化学储能电站安全相关标准正在编制阶段，包括国家标准《电化学储能电站安全规程》(在编)，团体标准《电化学储能电站安全技术要求》(征求意见)、《电化学储能电站检修规程》(征求意见)等。鉴于我国电化学储能电站的装机规模和发展速度，亟需建立针对电化学储能电站安全要求的标准体系，包括强制性国家标准，在此基础上逐步推动储能产品、储能电站的强制安全认证。通过强制安全认证，能够客观公正地评价不同储能产品、储能电站的安全水平，促进整个储能行业安全水平的提升。

再次要加强储能技术创新，构建多层次安全防护体系。对于锂离子电池储能系统，热失控的起因可能是由于锂离子电池本身或者外部原因触发，造成锂离子电池发生内部短路或外部短路，电池内部短时间内积累了大量热量，引发正负极活性物质和电解液等发生分解，导致电池起火或爆炸，进而引发周边相邻的电池发生连锁热失控，事故蔓延扩散，导致储能系统的热失控。

针对锂电储能系统热失控的特点，可通过技术创新来提升储能系统的安全性，按照“预防为主，多层次防护”的设计理念来构建整个锂电储能电站，开展以下几个层级的安全设计：(一)开展电芯创新技术研发，通过电芯安全结构设计和安全材料选择，提升锂电储能系统安全水平，达到本质安全。(二)即使锂离子电池单体或外部出现异常，通过BMS、监控系统及消防系统能够做到早发现、早预警、早处理，不致引起电池单体的热失控，相关技术包括BMS技术、电池大数据分析预警技术、气体探测技术等。(三)即使发生电池单体的热失控，通过热管理及消防系统能够有效抑制热蔓延，将影响限制在一定范围之内，不致引起系统级的热失控，相关技术包括隔热设计技术、液冷技术、局部精准消防技术等。(四)即使发生系统级的热失控，能够通过消防系统抑制火灾并发出警报，给现场及周边人员足够的撤离时间，不致引起人员伤亡，相关技术包括消防联动技术、细水雾灭火系统、新型灭火剂自动灭火系统等。

最后要加强运行维护管理，建立退役回收机制。锂电储能电站的运行维护需要建立一支专业的运维队伍，运维人员对锂电储能系统要有足够的认知和技能，在日常维护中能够敏锐地发现问题与隐患，面对突发问题时能够采取正确的处理措施，避免小问题发展成重大事故。锂电储能电站每运行一段时间后，需要进行定期检修，对电池系统重新标定，发现异常电池并进行处理，避免“带病”工作。随着锂电储能电站运行年限的增长，电池的性能会发生较大衰减，也进入了故障高发期，安全风险随之增大，因此，应建立储能电池的强制退役机制，退役后的电池可根据情况进行梯次利用或资源回收处理。

总之，电化学储能电站安全问题是一个系统性的工程技术问题，可以在相关各方的协同努力下，通过科学的方法有效管控风险，促进储能产业行稳致远。

(江卫良、刘勇供职于中国化学与物理电源行业协会储能应用分会；黄博文供职于国网湖南综合能源服务有限公司)

江卫良 刘勇 黄博文 中国能源报 2021-01-25

电力要素有效互动，系统灵活性才能提升

编者按

近年来，国内外深入开展“源网荷储”协同互动应用实践，在技术体系、市场机制、政策支持方面积累了宝贵经验，对我国深化“源网荷储”协同互动实践、提升电力系统灵活性、助力建设能源互联网，具有重要借鉴意义。

“源网荷储”互动降低能源转型综合成本

能源革命要求从“源网荷储”各环节提高电力系统的灵活调节能力。随着能源革命深入推进，我

国新能源装机快速增长，区外来电比例日益提高，负荷峰谷差持续拉大，尖峰负荷持续时间逐步缩短，电力系统实时功率平衡对灵活调节能力的需求提高。但是，当前主要通过传统电源无偿调节、煤电灵活性改造、抽水蓄能、电网侧储能、跨省跨区互济等电源侧和电网侧资源予以应对。“十四五”期间，一方面，我国新能源消纳、电网调峰调频、电网安全运行等将面临更大压力和挑战；另一方面，电动汽车、储能、智能家居、负荷聚合商、综合能源、虚拟电厂等负荷侧新业态蓬勃兴起，为“源网荷储”互动提供了潜在可调节资源和市场机遇。因此，亟需转变“源随荷动”的传统模式，通过“源网荷储”互动提高电力系统灵活性。

“源网荷储”互动能够调动全社会灵活性资源，降低能源转型的综合成本。“源网荷储”互动的本质是：通过先进信息通信技术和多元协调控制技术等智能电网集成创新技术，综合利用激励机制、价格机制和市场机制，广泛调动“源网荷储”各环节灵活性资源，深度参与电网调峰、调频和备用，转变“源随荷动”的传统模式，实现“荷随源动”“荷随网动”“源随源动”和“源随网动”的互动模式，最大化利用全社会海量分布的灵活性资源。在特高压直流故障、省内大电源缺失、全网正负备用不足、调峰能力不足、尖峰负荷激增等情景下，“源网荷储”各环节可调节资源参与电力系统调节，提高新能源消纳能力，提高电力供需平衡能力，推迟电源装机和配套电网建设，实现电网安全稳定、经济高效运行，服务用户经济、优质和可靠用电，降低能源转型的综合成本。

“源网荷储”互动已积累大量成熟经验

一是强化技术标准引领和智能化技术应用，实现“源网荷储”资源协调控制。

在技术标准制定方面，欧盟发布了智能仪表、通信设备等制造规范和标准；美国、日本发布开放式自动需求侧响应国家标准或接口规范；澳大利亚实施空调、热水器、水泵等需求侧响应接口强制性标准；国内则颁布实施了需求侧响应系统通用标准，但自动需求侧响应、负荷控制调节等标准仍需加快制修订。

在智能化技术应用方面，欧盟各国推广智能电表、智能能量盒和家电“即插即用”系统，提高负荷设备控制和决策响应能力；美国加州电网运营商利用智能逆变控制器双向调节风电场功率，使其具备调峰调频能力；日本利用互联网技术为发电站、储能系统、屋顶光伏、分布式风电等设备分配 IP 地址，并通过能量路由器灵活调配电力；国内部分地区开展了负荷聚合控制技术示范应用，实现分散式空调、热水器、电开水炉和洗衣机等负荷的聚合控制。

二是完善价格机制和交易机制，利用市场化方式激励“源网荷储”资源参与调节。

在价格机制方面，英国、法国、芬兰较早采取分时电价，鼓励用户参与需求侧响应；英格兰、威尔士、瑞典、挪威开展需求侧竞价，抑制了负荷尖峰；澳大利亚虚拟电厂运营商参与市场交易获利后，以 30%折扣价格向聚合用户出售电力，分享“源网荷储”协同互动红利；我国建立了峰谷电价、尖峰电价和激励补偿机制，部分省区探索了需求侧响应的机制，但受制于分时电价机制缺失，自主响应的路径还不畅通。

在市场交易方面，英国、法国、德国、美国需求侧资源可参与电能量市场、辅助服务市场和容量市场；日本建立“负瓦特”市场机制，引导用户节电降低负荷并在市场中出售获益；澳大利亚需求侧响应可参与批发市场竞价和调频市场；国内京津唐、江苏等少数地区储能已可参与调峰市场，江苏、山东探索了需求侧响应单边竞价模式，但需求侧响应还无法参与能量市场和辅助服务市场。

三是制定政策和行业规则，为“源网荷储”资源参与调节提供有力支持。

在政策制定方面，欧盟设立了公共效益基金支持需求侧响应技术应用和市场建设，需求侧响应达最大负荷的 4%；美国出台政策将需求侧响应上升为国家行动，部分州的需求侧响应达最大负荷的 20%，18 个州实施了系统效益收费制度，在电价中加收 2%-3%费用支持需求响应；日本实施能源革新战略和日本再兴战略，为虚拟电厂技术提供补贴，计划 2030 年需求侧响应达最大负荷的 6%；国内稳步推进火电机组灵活性改造，完善电力辅助服务补偿或市场机制，要求需求侧调峰能力占最大负荷的 3%，负荷控制能力占最大负荷的 10%。

在行业规则方面，法国、德国完善市场规则，降低门槛，鼓励需求侧实体参与市场；美国、丹麦

立法支持需求侧资源可等同发电资源，参与电力批发市场；澳大利亚立法激励零售商与发电厂签订合同或直接投资调节资源、与用户签订需求侧响应合同；在国内，山西要求煤电机组灵活性改造容量与新能源装机匹配，河南支持电网企业需求侧响应补贴纳入输配电价核定。

技术、市场、政策仍有完善空间

近年来，国内外结合电网实际需求，借助先进技术，利用灵活市场机制，完善政策措施，在“源网荷储”协同互动方面做了很多实践，取得一定成效。如针对电力供需平衡问题，利用市场机制调动灵活调节电源、跨区调节容量和需求侧响应资源加以解决；针对电网安全稳定问题，通过市场机制调动储能参与调频、补贴激励精准控制毫秒级可中断负荷加以解决；针对可再生能源消纳和电网调峰问题，通过跨区电能交易、平衡市场、分时电价等市场化机制加以解决等。

从国外经验看，各国强调标准引领和智能化技术应用，以能效管理带动负荷侧资源利用业务发展，“源网荷储”资源深度参与电能量市场和辅助服务市场，强化市场机制和政策支持，以稳定的政策和收益预期推动“源网荷储”技术应用和市场培育。虽然我国出台了尖峰电价、补贴激励、有偿调峰等政策，初步探索了需求响应竞价机制，但实时需求侧响应和精准负荷控制技术应用还处于示范阶段，缺乏用户侧资源参与能量市场和辅助服务市场的机制，煤电机组灵活性改造、新能源储能等约束性政策以及补贴资金渠道有待进一步优化。建议下一步在“源网荷储”技术体系、市场机制和政策支持等方面进一步完善提升。

在技术体系方面，一要推动建立负荷侧资源利用技术标准。强化政府、行业和企业协同，加快建立“源网荷储”相关终端设备、通信接口、并网运行和控制等技术标准，打通负荷设备、采集终端、负荷聚合商、虚拟电厂系统、电网调度系统、交易系统之间的数据和控制通道，实现负荷资源可观可测、可控可调的闭环集约管理。

二要持续深化可调节负荷精准控制技术应用。目前我国仅少数地区实现了秒级和毫秒级负荷精准控制。需进一步推动负荷监测系统、负荷聚合平台、负荷自治控制终端建设，深化负荷聚合调控和精准预测技术应用，提高负荷调节的精度，为可调节负荷参与电力交易和辅助服务提供技术基础。

三要深入开展能源数字技术应用和综合能源服务。发挥能效管理市场的导入作用，通过负荷管理平台，利用能源大数据技术，加强用电数据分析，刻画用户行为和画像，提供能效管理等综合能源服务，提高用户收益，激发用户参与“源网荷储”互动的积极性。

在市场机制方面，一要深化支撑“源网荷储”互动的市场机制设计。将需求侧响应、虚拟电厂等资源纳入中长期、现货和辅助服务市场。完善辅助服务补偿机制，动态优化调整辅助服务最高限价，提高收益水平。加快衔接省间和跨省辅助服务市场。现货市场成熟后，电能量市场融合调峰辅助服务市场作用，优化配置“源网荷储”调节资源。

二要逐步健全负荷侧资源辅助服务竞价机制。初期，设置独立的负荷侧资源辅助服务市场，由负荷侧资源主体间参照标杆价格开展竞价，引导低成本市场主体积极参与，培育市场认知度。后期，随可调负荷资源广泛参与，逐步实现发电侧、负荷侧资源同台竞价，形成统一完整的辅助服务市场。

三要建立常态化实时需求侧响应容量激励机制。针对实时需求侧响应资源制定年度保底容量认定规则，对常年保持有效在线水平的实时需求侧响应负荷资源，按认定保底容量执行常态化年度激励，按实际调控响应量执行单次响应激励，提升负荷资源实时响应参与积极性。

四要建立需求侧响应参与清洁能源消纳的交易机制。按照“谁受益、谁出资”原则，尖峰电价资金池仅用于削峰需求侧响应激励。针对填谷需求侧响应，建立清洁能源消纳交易机制。由新能源发电商按需发起邀约报价，负荷侧资源响应执行后，按成交价获得相应激励。

在政策支持方面，一要积极争取政策持续提升电源侧调节能力。加快出台煤电机组灵活性改造促进政策，积极探索年度煤电机组灵活性改造容量与新增新能源装机容量、煤电发电利用小数挂钩，推动煤电机组通过技术改造实现最小出力低至 30% 的深度调节能力。出台新能源联合储能项目优先建设和并网的支持政策。

二要积极争取政策持续提升负荷侧调节能力。出台政策支持有条件地区尽快构建占电网最大负

荷 5%的需求侧响应资源库。探索尖峰电价、偏差考核、跨省购售结余、政府专项补贴等资金渠道，鼓励有条件地区将电网企业需求侧响应补贴纳入输配电价核定，加快推动负荷侧资源聚合形成规模化应用。（作者均供职于国网能源研究院）

代贤忠 韩新阳 张晨 曹子健 中国能源报 2021-01-25

新能源汽车寻求与可再生能源融合发展

专家观点：

新能源汽车的规模化应用，必须与化石能源脱钩，把汽车电动化放在绿色能源基础之上。未来的汽车将是能源互联网体系中的一个单元，是存储和消纳可再生能源的重要载体。

“交通行业实现‘碳达峰、碳中和’是很大的挑战。”中国电动汽车百人会理事长陈清泰日前指出，我国汽车电动化进程不应依据汽车产业发展状况设定目标，而应当按照实现“碳达峰、碳中和”愿景倒推各个时间节点的道路交通碳排放限值，折算出汽车电动化比例，并据此规划、推进清洁能源、智能电网、充电桩等建设，这是一个系统又庞大的工程，时间紧任务重。

“碳中和”带来新机遇

“从发达国家的经验来看，交通运输行业的碳达峰时间往往滞后于国家整体碳达峰时间。”交通运输部运输服务司副司长蔡团结坦言，面对“碳达峰、碳中和”愿景，推进交通运输业绿色发展任重道远。

一方面要完成减碳目标，另一方面汽车总量还将持续增加。目前，我国千人汽车保有量仅为 173 辆，距离发达国家还有较大差距。这意味着，我国移动出行还有巨大的增长空间。

推广新能源汽车被视为兑现减碳承诺的必由之路。能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥认为，短期内燃油汽车仍是市场主力，提高其经济性和排放标准是主要的减碳方式。但长远来看，电动汽车要全面“挑大梁”，行业仅有 5—10 年的准备时间，电动汽车的技术成熟程度、充电设施便利性要在这期间彻底变革。

“‘碳达峰、碳中和’愿景为新能源汽车的发展指明了方向、拓展了空间，带来了重要机遇。”生态环境部应对气候变化司司长李高指出，汽车行业要加快向低碳、近零碳、零碳深度转型，坚定不移地大力发展电动汽车，加大投入力度，加强相关基础设施建设，锻造绿色低碳产业链供应链的长板，补齐核心工艺、专用材料、制造装备等短板弱项，提升国际竞争力。并在此过程中，实现我国汽车产业的弯道超车，把电动汽车打造成我国先进制造和低碳制造的亮丽名片。

规模电动化必须基于绿色能源

在我国以化石能源消费为主的能源结构中，电动汽车的环保性一直存在争议。

“电动汽车只有使用可再生能源，而不是化石燃料时，才能真正做到‘绿色’。”联合国开发计划署驻华代表白雅婷指出，要对电动汽车全生命周期排放进行监管，不仅要监管用户端的排放，还包括电池生产和回收处理等环节的排放。

中国工程院院士、北京理工大学教授孙逢春认为，新能源汽车在生产和报废回收利用阶段与传统燃油车的碳排放相比并无优势，但在使用阶段，电动汽车的碳排放优势明显。按照 2030 年电动汽车渗透率 20% 测算，预计 2030 年减排量约为 4.86 亿吨。因此，提高清洁电力比例，加大新能源汽车推广应用，实施电池梯次利用，是节能减排的关键。

“新能源汽车的规模化应用，必须与化石能源脱钩，把汽车电动化放在绿色能源基础之上。”陈清泰指出，未来的汽车将是能源互联网体系中的一个单元，是存储和消纳可再生能源的重要载体。当电网接近高峰时放电，进入低谷时充电，电动汽车将与可再生能源组成最佳搭配。

中国电力企业联合会专职副理事长王志轩同样指出，电力与汽车交通两个行业需要在“碳达峰和碳中和”目标下相互支持、同步进行。促进电力与交通的融合发展，还需要提前布局、提前规划，加强沟通和协作。

先行建立新能源汽车碳交易体系

蔡团结透露,要优先发展城市公共交通,用好用足新能源汽车在交通运输行业的运营补贴政策,同时指导各地因地制宜选择新能源车辆类型,加快新能源汽车推广应用。到 2022 年,力争 60%以上的创建城市绿色出行比例达到 70%以上。同时,政策将持续支持完善充电设施布局,引导在城市群等重点高速公路服务区建设超快充、大功率的充电设施,有效满足车辆充电需求。

“为实现《巴黎协定》的节能减排目标,我们选取了中外 14 家代表性车企,他们应该减少 15 亿吨二氧化碳排放,生产计划需要大幅调整,但是节能减排的目标与现状差距明显。主要原因是汽车企业缺乏内生动力。”在孙逢春看来,新能源汽车从实施产品补贴过渡到碳交易与碳奖励,是支持和促进新能源汽车产业健康和快速发展的必要政策。

孙逢春认为,应用碳交易市场机制控制交通行业减排是大势所趋。目前道路交通行业纳入全国碳交易市场的条件也已初步成熟,但仍存在一些困难,如还没有建立公正、公平、公开的价格体系,市场缺乏详细的规章制度与法律监管,碳交易市场和价格波动较大,还处于初级阶段等等。因此,他建议先行试点建立新能源汽车碳交易技术体系,然后推广到交通领域。

本报记者 卢奇秀 中国能源报 2021-01-25

“十四五”物流业加速“绿化”

国务院新闻办公室近日发布的《中国交通的可持续发展》白皮书指出,截至 2019 年底,新能源城市物流配送车达 43 万辆,天然气运营车辆超 18 万辆,邮政快递车辆中清洁能源车辆的保有量及在重点区域的使用比例稳步提升。在交通运输结构不断优化下,2012 年至 2019 年全国机动车污染物排放量下降 65.2%。

多位业内人士表示,交通领域节能减排效果显著,但使用化石燃料为驱动的交通运输工具仍会在未来较长一段时期内存在,汽油和柴油产生的二氧化碳排放也将持续,这将是未来交通部门深度脱碳面临的主要挑战。实现 2030 碳达峰、2060 碳中和目标,交通部门须尽快实现低碳发展转型。

中国物流与采购联合会副会长任豪祥表示,交通运输是社会经济发展的重要组成部分,也是能源消耗和温室气体排放大户,交通能耗和碳排放仍将随着我国经济高速发展而快速增加。“随着申通、中通、韵达等快递巨头看好 LNG(液化天然气)重卡,意味着绿色物流和清洁能源在交通领域使用再次受到关注。大力推动绿色物流工作恰逢其时,物流行业绿色发展在国家绿色发展战略中也将扮演更加重要的角色。”任豪祥说。

政策驱动绿色运输

绿色物流是指在物流过程中减少对环境的危害,实现节能降耗,降低碳排放和对物流环境的净化,让资源得到充分利用。

国家统计局数据显示,“十二五”“十三五”期间物流能耗持续上升,交通运输、仓储和邮政业能源消费量由 2011 年的约 2.97 亿吨标准煤增至 2018 年的约 4.36 亿吨标准煤,在我国能源消费总量中占比也由 7.7%增至 9.2%。预计“十四五”时期将继续呈快速上升态势。

降低物流能耗、发展绿色物流十分必要。

“目前国家环境政策的要求不断提升,电动货车、LNG 燃气车既是解决物流能源和环境问题的重要措施,也是我国未来物流运输的发展方向。”任豪祥说。

2019 年发布的《城市绿色货运配送示范工程绩效考核评分细则》提到,到 2020 年,城市建成区新增和更新轻型物流配送车辆中,新能源车辆和达到国六排放标准清洁能源车辆的比例超过 50%,重点区域达到 80%;北京通过办理货车通行证方式允许日间通行五环以内道路的 4.5 吨以下轻型物流车中纯电动货车比例力争达到 90%。2020 年底前,京津冀及周边地区、汾渭平原淘汰国三及以下排放标准营运中型和重型柴油货车 100 万辆以上。《新能源汽车产业发展规划(2021-2035 年)》明确提出,2021 年起,国家生态文明试验区大气污染防治重点区域新增或更新公交、出租、物流配送等

公共领域车辆新能源汽车比例不低于 80%。

“在物流行业快速发展的背景下，电动车、天然气物流车潜在的发展空间十分可观。对物流企业来说，清洁能源物流车相比燃油物流车不仅具备显著的运营成本优势，还可以享受在进城、路权、优先上牌照和免购置税等方面的优惠政策。企业布局新能源物流车，可避免传统物流车进入市区的限制，全面提升物流效率。物流企业已经意识到这个发展方向，提早布局，有利于在新的竞争环境中抢占先机。”任豪祥说。

企业主动拥抱清洁能源

任豪祥指出，我国物流业能耗持续增长，快递业能耗增长尤为突出，国家邮政局发布的最新数据显示，近三年快递业以每年 100 亿件的速度在增长。此外，交通运输行业带来的环境污染问题也受到了社会的广泛关注。以柴油货车为例，其仅占机动车保有量不到一成，却占据了机动车排放总量 57.3%的氮氧化物和 77.8%的颗粒物。

因此，实现绿色物流需要实现物流基础设施绿色化、物流作业绿色化、货物运输绿色化、物流包装绿色化和绿色物流管理创新。

“目前，很多企业积极践行绿色物流，如宝供物流、日日顺、京东、顺丰、联合利华等大型物流企业和生产制造企业，都在推广绿色包装、运用绿色物流信息统计制度、使用太阳能板、LED 灯，加大投入电动叉车、LNG 卡车和电动卡车，提高铁路和水运在运输模式上的占比，在建立数字化和智能化仓库等方面不断努力，致力于打造全链条绿色物流解决方案。”任豪祥说。

据京东物流相关负责人透露，目前，京东物流已投放新能源车近 12000 辆，规模化新能源车队覆盖多种业务场景，累计减少二氧化碳排放量近 40 万吨，减少氮氧化物和悬浮颗粒物等污染物排放量近 2000 吨。“此外，我们成为首个引入使用氢能源车的物流企业，已在上海、广州、佛山三个城市常态化使用氢能源物流车。”该负责人说。

“未来，大力推进电动物流车辆、电动为主的混合动力物流车、LNG 等新能源物流车应用尤为重要。绿色物流已经从内生驱动的点状发展阶段，转变成政策和市场驱动的链状发展阶段。我们也希望通过编制研究报告、制定行业标准、开展绿色评价等方式促进行业可持续发展。”任豪祥说。

行业痛点仍存

在任豪祥看来，物流行业的绿色转型肯定要经历阵痛期，目前绿色物流痛点主要体现在成本、便利性和技术成熟度三个方面。

“首先，新能源货车一次性投入成本较高，保值性不如传统能源车辆。近年来国家坚持平缓补贴退坡力度，根据《进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，2021 年，包括城市物流配送在内的公共交通等领域电动车辆，补贴标准在 2020 年基础上退坡 10%。这就意味着企业购置新能源货车需要投入更多的成本。其次，充电桩和换电站等基础设施的配套不够完善。新能源货车需要充足便捷的充电或换电设施、快速的充电效率以满足营运的需求，但是目前基础设施较为欠缺。除此之外，新能源货车目前主要应用于短途货运，长途货运在技术上还存在障碍。为了大力推广新能源货运车辆，还需要在开放路权、加大基础设施建设、技术升级和节能环保政策支持上面做更多的努力。”任豪祥说。

碳达峰目标及碳中和愿景的实现要求能源、工业、建筑和交通领域最大程度减排，也为物流绿色发展带来挑战。

“不论是设备投入还是管理升级都将增大企业运营成本。与此同时，绿色物流涉及指标内容复杂、数据获取渠道不通、企业物流业务差异大等问题严重阻碍了物流行业绿色发展程度的量化，进而阻碍了政府对绿色物流发展的政策布局和行业监督，同时削弱了企业在绿色物流发展中的行动力度。因此我们将出台《企业绿色物流评估指标》、《物流企业温室气体排放核算方法》两项行业标准，希望通过评价考核提高企业推动绿色物流的积极性，增强企业的社会责任感，引导企业的战略布局，通过良性竞争进一步促进物流行业绿色发展。”任豪祥说。

本报记者 渠沛然 中国能源报 2021-01-25

河北制定《生活垃圾焚烧大气污染控制标准》

本报讯 河北省生态环境厅、省市场监管局近日组织制定了河北省《生活垃圾焚烧大气污染控制标准》(以下简称《标准》)。与现行国标相比,河北省标准增加了氨污染控制项目,收严了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、重金属等污染物的排放限值,新《标准》的出台为河北省减少区域大气污染物排放量,提升大气环境质量提供了保障。

《标准》适用于河北省现有生活垃圾焚烧厂的大气污染物控制和监督管理,以及生活垃圾焚烧建设项目的环评、环保设施设计、排污许可管理、竣工环保验收及其投产后的大气污染控制与监督管理。同时,水泥窑掺加生活垃圾质量超过入炉(窑)物料总质量 30%时,应参照《标准》和河北省《水泥工业大气污染物超低排放标准》,取其严执行。

《标准》明确了生活垃圾焚烧厂污染物控制项目为 10 项,分别为颗粒物、二氧化硫、氨等。其中,氨是在国家标准《生活垃圾焚烧污染控制标准》基础上增加的项目,其余项目与国家标准一致。

在排放控制要求方面,河北省《标准》对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、一氧化碳设定了 1 小时和 24 小时均值排放限值,其中 1 小时排放限值分别为 10 毫克/立方米、40 毫克/立方米、150 毫克/立方米、20 毫克/立方米、100 毫克/立方米,24 小时均值排放限值分别为 8 毫克/立方米、20 毫克/立方米、120 毫克/立方米、10 毫克/立方米、80 毫克/立方米。《标准》对重金属、二噁英类设定了测定均值排放限值,对氨设定了 1 小时均值排放限值。

此外,河北省结合生活垃圾焚烧行业特点及污染防治水平,对重要控制项目进行了重点管控。在国标的基础上,收严了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放限值。

张铭贤 中国能源报 2021-01-25

节能减排应成“碳中和”最重要手段

近年来,节能一直是我国落实节约资源与保护环境两项基本国策的重要抓手,也是我国能源发展战略的核心内容。

记者了解到,我国节能潜力巨大,仅在建筑节能领域,如果城镇建筑全部达到节能标准,每年就可节省二氧化碳排放逾亿吨,空调高峰负荷可减少约 8000 万千瓦,相当于 4.5 个三峡大坝的发电能力。

对此,北京国际能源专家俱乐部总裁陈新华比喻道,我国的节能潜力好比“沙特大油田”的节能“矿藏”,有待新的技术和新的商业模式来开发。

然而,在我国节能工作具体实施过程中仍存交易成本高、融资难等难题。“十四五”期间,我国节能工作开展应采取何种机制与商业模式?节能领域如何形成新思路、新模式?就在不久前由北京国际能源专家俱乐部、亚洲开发银行、北京大学能源研究院联合举办的建言“十四五”能源发展系列活动——节能工作的新思路、新模式、新举措研讨会上,节能相关行业专家对我国“十四五”期间的节能工作提出了建议。

节能是实现“碳中和”目标
最重要、最经济的手段

根据建言“十四五”能源发展系列活动发布的《节能新思路、新模式、新举措总结报告》(下称《报告》),我国提出努力争取在 2060 年前实现碳中和目标,这将意味着从 2020 年到 2060 年 40 年间,我国各行业二氧化碳排放的总量应从 2019 的每年约 115.35 亿吨(包括能源领域和工业过程如水泥制造过程的排放)减少到接近零,而无法减排的部分则应通过增加造林、碳捕获、利用与封存(CCUS)等在内的各种碳汇措施来实现碳中和。

《报告》同时指出,能源行业的碳中和任务(包括碳汇抵消量)约为每年 100 亿吨,从欧盟实现 2050 碳中和目标 50%需要依靠节能来完成的基准情景来看,节能也应成为我国实现能源领域碳中

和目标的最重要手段。

陈新华指出，节约下来的能源也是最清洁最安全的能源。与可再生能源、核能，以及 CCUS 等减排技术相比，节能手段也是最为经济的。“节能一直是我国能源发展的优先战略，但在实施过程中面临两大悖论：一是很多节能潜力大、回收期短的技术无法大规模推广；二是节能优先的国家战略因为没有好的商业模式而贯彻不到位。节能市场存在量大面广、专业技能缺乏、综合服务能力有限、成本高、融资难、恶性竞争严重等问题。”陈新华表示。

节能减排工作推进

需实现两个转变

“应充分利用数字技术推进节能工作。数字技术可以更加精准地把握用能方的能源需求，鉴别可能挖掘的节能潜力，实时对接能源供应侧而形成需供互动。”上海慧著智能科技有限公司总经理李艳兵表示。

上述《报告》指出，我国节能工作的推广要实现两个转变：一是实现从节能公司推销节能产品到耗能企业主动寻找解决方案的转变。“在这方面需要通过政策法规和财政激励给耗能企业一定的压力和动力，使企业有积极性和主动性；与此同时，也需要为耗能企业提供能够自我发现问题的技术。”陈新华表示。

对此，上海市能效中心借鉴国内外节能诊断方法提炼总结出 TERR（Time, Efficiency, Requirement and Recycle，分别代表能耗的时序控制、能效等级、需求分析和废能再用）方法论。“该方法论总结出了一套综合性诊断企业的节能思路，充分挖掘出了企业节能的巨大潜力。”上海市质量管理科学研究院行政主任魏玉剑表示。

第二个转变就是实现节能服务公司从卖产品到为客户提供整体解决方案的转变。“节能工作不是为了节能而节能，而是要回归到客户的需求本身，并以此为导向，让节能成为客户综合能源服务解决方案的一部分，为客户提供方便，节约成本，创造价值。”山东鲁控能源发展有限公司总经理余俊说。

应加强协同引导用户节能

鼓励人人参与的“文化节能”

与会专家指出，节能减排属边际效益，但各个企业、能源之间节能工作开展缺乏协同，因此，未来我国节能减排发展应进一步加强不同区域、领域联动。

除此之外，节能减排还应因地制宜、尊重中国特色与国情。具体到建筑节能领域，丹佛斯（中国）公司副总裁车巍建议，在楼宇节能方面，应继续推广使用热计量，引导用户节能行为，倡导人人参与节能的氛围。

“如果在采暖季能够像用水、用电一样按量收费，全面推行普及热计量，我国北方的建筑能耗就可以降低 30%；且如果对所有的楼宇进行热效率评估，公开房屋热运行数据，建立能源地图，给每栋楼贴上能效标识和能效系数，并对效率低的集中供热楼宇按照其能效系数多收取取暖费，使能效成为衡量楼房价格的一个重要参照因素，从而实现建筑能耗大幅降低。”车巍说。

“资源节约与环境友好型社会国家的建设离不开 14 亿人的努力。应在传统的结构节能、技术节能、管理节能的基础上，高度重视‘文化节能’，即社会氛围和每个人素养对节能工作的重要性。”“十四五”国家能源规划专家委员会组长吴吟表示。

吴吟进一步指出：“要将节能文化渗透到全社会的每个角落，渗透到生产部门、制造单位、设计院、物业公司，渗透到每个用能单位、每个人，使节能工作成为大众的潜意识行为，利用社会监督机制杜绝资源浪费，并通过激励机制，加强节能减排的荣誉感。”

本报记者 仝晓波 实习记者 张金梦 中国能源报 2020-01-18

实现碳达峰 “十四五”是关键

1月1日，全国碳市场首个履约周期正式启动，涉及2225家发电行业的重点排放单位。这是我国第一次从国家层面将温室气体控排责任压实到企业，通过市场倒逼机制促进产业技术的升级。

新年伊始，全国碳市场的新动作拉开了落实中央经济工作会议精神，做好碳达峰、碳中和工作的大幕。“十四五”期间，碳达峰、碳中和行动如何推进成为全社会关注的热点。

顺潮流大势需艰难跋涉

2019年6月5日，世界环境日全球主场活动在杭州举行，每位与会者座位上都有一张淡绿色小卡片。这是一张“个人碳中和荣誉证书”，提示主场活动在筹办、举办和收尾阶段排放的温室气体，被所购买的塞罕坝林场造林碳汇项目抵消。这项活动本身实现了碳中和，而就我国整体来说，在实现碳中和的道路上仍需艰难跋涉。

我国提出的碳达峰、碳中和目标，既是对世界的庄严承诺，也是自身发展大势使然，是统筹国内国际两个大局的战略决策。

对不少大众来说，碳中和仍是一个陌生词汇。科学界对此早已达成共识，为了不让全球气候走向灾难，本世纪末全球平均气温较工业化前水平不应超过1.5摄氏度或2摄氏度。5年前，1.5摄氏度和2摄氏度目标被写入《巴黎协定》。

据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）的报告，若温升不超过1.5摄氏度，那么在2050年左右全球就要达到碳中和；若不超过2摄氏度，则2070年左右全球要碳中和。本世纪中叶碳中和遂成为各国制定自主贡献目标的重要参考。而近年来，越来越频繁的全球自然灾害显示，全球应对气候变化的时间窗口在迅速收窄。

2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。在此后的气候雄心峰会上，我国宣布了更具体的目标：到2030年，单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。

“中国向世界庄重宣示提前碳达峰、实现碳中和目标的时间节点，展现的是国际责任，是大国担当，也是生态环境保护 and 高质量发展的实现途径和有力抓手。”中国社科院学部委员潘家华说。

在气候雄心峰会上，45个国家作出了提高国家自主贡献新承诺，24个国家提出了碳中和目标。由此预计，占全球温室气体排放量65%、世界经济总量70%的国家都将成为“碳中和”的一员。

潘家华表示，应对气候变化是我国可持续发展的内在要求，这不是别人要我们做，而是我们自己要做。我国的碳达峰、碳中和目标，与国内的发展战略、发展进程高度吻合。

低碳发展有三大效益

实现碳中和愿景意味着我国经济增长与碳排放要深度脱钩，这将带来巨大的经济结构性变革。破立之间，挑战与机遇并存。

以能源系统为例，一方面，我国能源结构以煤为主，要在较短时间内大幅度降低煤炭消费占比，需克服多方面的困难；另一方面，相对于2019年我国非化石能源在一次能源中消费占比约15.3%，到2030年将提升至25%左右，能源系统的跃迁蕴藏着新的机遇。

生态环境部国家应对气候变化战略研究和国际合作中心战略规划部主任柴麒敏在与企业、地方座谈时发现，有人认为，减排就是增加企业成本，为地方发展设置“天花板”。他直言，低碳发展并不是不要发展，而是要好的发展，是要倒逼不好的发展转向好的发展。

“低碳发展至少有三个效益。”柴麒敏表示，首先是环境效益。与应对气候变化同步协同，将带来大气污染治理的一系列成效。我国能源结构以高碳的化石能源为主，化石能源燃烧不但是二氧化碳等温室气体的主要来源，同时产生的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等也是当下大气污染物的主要来

源。调整能源结构、产业结构不仅可以减少碳排放，也从根源上降低了污染物排放。

其次是社会效益。低碳发展将提供更多高质量的绿色就业机会。目前，我国在可再生能源领域的工作人员已经达到 450 万人左右，接近煤炭生产领域的产业工人。预计到 2030 年低碳领域的直接和间接就业总人数有望达到 6300 万人。

此外还有经济效益。“到 2030 年，全国低碳产业的产值预计将达到 23 万亿元，对 GDP 的贡献率将超过 16%。”柴麒敏说。

如今，我国在可再生能源开发利用上逐渐形成优势。截至 2019 年底，我国可再生能源发电总装机容量 7.9 亿千瓦，约占全球可再生能源发电总装机的 30%，其中水电、风电、光伏发电、生物质发电均居世界首位。我国风电、光伏发电设备制造形成了完整的产业链，技术水平和制造规模处于世界前列。风电整机制造占全球总产量的 41%。

牵住降碳源头治理“牛鼻子”

要实现碳达峰与碳中和，其实很不轻松。生态环境部部长黄润秋在接受经济日报记者专访时表示，当前我国距离实现碳达峰目标不足 10 年，从碳达峰到碳中和也仅有 30 年，相比西方国家压力更大、时间更紧、幅度更大，“十四五”必须迈出坚实步伐。

很多发达国家实现碳达峰是一个技术、经济发展的自然过程，而我国是为应对全球气候变化自我加压、主动作为，要采取更加有力的政策措施。

目前，关于达峰路径存在两种声音：一种是“十四五”“十五五”期间对碳排放的控制稍松，在 2030 年前达到相对较高的峰值，然后开始下降；另一种是从“十四五”开始严格控制碳排放，提高政策和行动力度，在 2030 年前达到一个相对合理的峰值，然后开始一个先缓后急的下降。

前者下降的曲线会非常陡。在柴麒敏看来，采用“先冲高、后骤降”的减排路径，挑战大，造成的全社会经济损失也大。相对来讲，后者更为科学。

无论采用哪种路径，“十四五”将直接决定能否完成 2030 年前碳达峰。

黄润秋介绍，目前正抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动计划，牵住降碳这个源头治理的“牛鼻子”，将统筹谋划一批推动经济、能源、产业等绿色低碳转型发展的重点任务和重大工程。

记者从生态环境部获悉，我国将明确地方、行业的达峰目标和实施方案，鼓励有条件的地方率先达峰。同时，也将强化监督考核，将达峰行动有关工作纳入中央环保督察。

据了解，碳排放达峰行动的内容还包括将采取更加有力的措施控制化石能源消费，大力发展非化石能源，加快推动可再生能源发展；全面推进重点领域绿色低碳行动，大力发展低碳交通，积极发展绿色建筑，推动绿色低碳技术创新，推行绿色低碳生产生活方式等。

当下，在全国碳市场建设中，牵头承担全国碳排放权注册登记系统建设与运维任务的湖北碳排放权交易中心，正在增派人手加大工作力度，以确保完成启动电力行业全国碳交易运行的各项条件。该中心董事长曾庆祝告诉记者，经过 6 年多的试点探索，湖北证明了碳市场是政府推动企业转型升级、控制温室气体排放的有效政策工具之一。让市场发现碳价格这一市场化思维，将伴随全国碳市场的有效运行落地生根。

曹红艳 中国经济网—《经济日报》 2021-01-18

广州出台能源资源节约新政，绿色的广州这样打造！

1 月 21 日，15 届 132 次市政府常务会议审议通过了《关于广州市能源资源节约“1+N”行动方案》（以下简称《方案》）。所谓“1+N”行动方案，即形成一个总体方案，作为推动全市能源资源节约工作的综合性、方向性、引领性文件，以及 6 个工作方案，涉及绿色生活创建、工业、公共建筑、交通运输、商贸等重点领域，并将南沙区作为重点区域，细化落实总体方案确定的目标任务。

总体方案明确了广州能源资源节约工作的总体要求和主要目标，并据此明确了 49 项工作任务，提出了 10 条保障措施。

目标：广州将构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系

根据方案，到 2022 年，广州全市年用水总量控制在 49.52 亿立方米以内，万元 GDP 用水量较 2015 年降低 35%。能源结构更加合理，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。在工业领域，全市单位工业增加值能耗“十四五”期间下降 15%。到 2022 年，万元工业增加值用水量比 2015 年降低 33%。建筑领域，新建民用建筑严格执行绿色建筑标准，到 2022 年，城镇新建民用建筑中绿色建筑面积占比达到 70%以上。交通领域，推动完善城市公交和城市物流配送车辆电动化，2023 年全面完成巡游出租车电动化。商贸流通领域，到 2022 年底，力争全市 40%以上大型商场初步达到“绿色商场”创建要求。农业农村领域，到 2022 年，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.515 以上。公共机构领域，到 2022 年，市级机关节水型单位建成率达到 80%以上。

在 5 个重点领域，绿色生活工作方案提出节约型机关、绿色学校、绿色社区、绿色家庭、绿色出行、绿色商场、绿色建筑等 7 个方面创建行动；工业领域工作方案提出工业节能、清洁生产、绿色制造、资源综合利用、工业园循环化改造等方面内容；公共建筑领域工作方案提出关于大型公共建筑能耗统计、节能诊断、能耗限额管理、节能改造等方面的内容；交通运输领域工作方案主要是关于新能源车辆推广、交通运输效率提升、节能节水技术推广等方面的内容；商贸领域工作方案主要是关于商场超市、商贸物流、住宿餐饮和会展场所能效提升方面的内容。

能源结构：实现煤炭消费负增长 探索氢作为化石燃料替代

《方案》提出，广州要调整能源结构，实现煤炭消费负增长，推进煤炭清洁高效集中利用，开展珠江电厂升级改造，打造广州珠江电厂能源资源综合利用基地。加快天然气推广应用，积极推动天然气分布式能源站有序发展。完善天然气产供储销体系，构建多元化气源竞争格局。破除天然气发展障碍，推动建立和完善天然气定价机制，进一步优化电力交易机制及辅助服务市场。积极发展新能源和可再生能源。继续推动太阳能光伏发电项目建设，因地制宜建设分散式风电项目。着力发展氢能产业，探索氢作为化石燃料替代，推动氢能与电能互补支撑。面向未来，广州还提出要紧抓可燃冰产业发展机遇，积极创造可燃冰开发利用条件，为可燃冰商业化应用打下基础。

根据《方案》，广州还将以能源为导向优化产业结构，严格控制高耗能和产能过剩行业新上项目。固定资产投资项目必须按有关规定严格执行节能审查制度，强化能效指标约束。制定并实施落后产能淘汰工作方案、落后产能淘汰目标任务，综合运用经济、环保、行政等手段，淘汰落后产能和设备。接下来，广州将重点发展新能源汽车、高效节能装备制造、智能电网、可再生能源装备制造、氢能、资源循环利用、生态农业、装配式建筑、节能服务业等绿色产业，培育新的经济增长点。

工业是推进节能减排的重要阵地。根据《方案》，广州强调要深化穗港清洁生产合作。“十四五”期间力争创建 1000 家清洁生产企业，培育一批清洁生产示范项目。同时推动工业全产业链和产品全生命周期绿色发展，打造绿色工厂、绿色设计产品、绿色园区和绿色供应链，加快形成新的绿色发展增长极，构筑智能、绿色的新型制造体系，提升我市工业绿色发展水平。

绿色建筑：新建民用建筑严格执行绿色建筑标准

根据《方案》，新建民用建筑严格执行绿色建筑标准。到 2022 年，城镇新建民用建筑中绿色建筑面积占比达到 70%以上，同时，推进既有建筑节能改造。从建筑面积 2 万平方米以上、年用电量 500 万千瓦时以上且具备中央空调系统的商业（包括商业办公、商场、宾馆饭店等）、教育、医疗卫生、机关办公等不同类型的大型公共建筑中，选择能效水平较低的建筑实施节能改造。在绿色建筑材料的推广应用方面，提出推广应用透水型铺地材料、节能门窗、节能照明等各种绿色节能建材，鼓励使用太阳能热水系统、光伏发电、空气源热泵等可再生能源利用技术。针对大型居民小区的公共耗能部分，包括公共区域路灯、停车场照明、供水系统等制定有针对性和操作性强的行动计划，降低公共能源消费。推进海绵城市建设，将 70%的降雨就地消纳和利用，加强污水处理厂尾水的再生回用，提升水资源利用率。

绿色交通：中心城区公交车全面电动化 2023 年底前全市巡游出租车实现电动化

在交通领域，《方案》还提出，要推进完善公交电动化，中心城区公交车全面电动化。加快推广

新能源巡游出租车，2023 年底前全市巡游出租车实现电动化；在城市配送体系中推广应用新能源物流车，持有《城市配送证》的城市配送车辆全部使用新能源汽车。同时，推进公交、物流、环保、工程服务领域燃料电池汽车示范运行。

如何提高停车资源利用率缓解“停车难”，广州提出要解决建立全市停车场基础数据库，组织编制停车场专项规划。结合轨道交通规划，组织相关单位加快换乘停车场建设，大力推进“P+R”交通模式（“P+R”模式的 P 指停车，R 指换乘。家安在郊区，开自驾车上班，车停在城郊结合部的交通枢纽附近，转乘轨道交通到市中心）。建设停车信息管理系统，方便车主通过地图导航等方式就近停车，提高停车资源利用率。

绿色商贸：明年底全市 4 成以上大型商场初步达到“绿色商场”

《方案》提出，广州要推动大型服务场所绿色升级。出台《广州市绿色商场创建实施工作方案（2020-2022 年）》，以建筑面积 10 万平方米以上的大型商场为创建主体，组织全市“绿色商场”创建活动。到 2022 年底，力争全市 40%以上大型商场（10 万平方米及以上的）初步达到“绿色商场”创建要求，宾馆、商厦、写字楼、机场、车站严格执行夏季空调温度设置标准。

倡导宾馆、商场、餐饮企业有偿提供一次性用品，减少不可降解塑料袋和一次性用品使用。严控高耗水服务业用水，对洗浴、洗车、游泳馆、高尔夫球场等特种行业积极推广循环用水技术、设备与工艺，建立高耗水服务业重点监控名录。鼓励快递企业、电商平台、网络零售商等应用减量包装、可循环包装、环保可降解包装等各种绿色包装技术，降低环境负荷和企业成本。

绿色生活：7 成以上大中小学完成绿色学校创建，推行绿色办公加大视频会议使用力度

《方案》提出，到 2021 年，全市 30%以上处级及以上党政机关完成节约型机关创建；2022 年，全市 70%以上处级及以上党政机关完成节约型机关创建。

以大中小学为绿色学校创建对象开展绿色学校创建。到 2021 年，全市 38%以上的大中小学完成绿色学校创建；2022 年，全市 70%以上的大中小学完成绿色学校创建。按照《节水型高校评价标准》创建节水型高校，到 2022 年，建成至少 1 家节水型高校。

积极推行绿色办公。在政府机关、公共事业单位带头推行绿色办公，鼓励各公共机构推进无纸化办公，使用节能节水产品，加大政府绿色产品采购力度，推广视频会议。大力倡导节约的生活和消费方式，使节能、节水、资源回收利用、公共出行等逐步成为市民的自觉行动，营造全社会节约的消费文化氛围。

创建绿色社区。到 2022 年，绿色社区创建行动取得显著成效，力争 60%以上的社区参与创建行动并达到创建要求，基本实现社区人居环境整洁、舒适、安全、美丽的目标。

申卉、何涛 广州日报客户端 2021-01-22

提升海草床、红树林、盐沼碳汇能力 海洋固碳在行动

海洋碳汇是指利用海洋活动及海洋生物吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在海洋中的过程、活动和机制。其中，海草床、红树林和盐沼等海岸带生态系统能够捕获和储存大量的碳并将其永久埋藏在海洋沉积物里。

我国正采取多种修复保护措施，挖掘海洋碳汇潜力。

海草床、红树林和滨海盐沼等海岸生态系统能够捕获和储存大量碳并将其永久埋藏在海洋沉积物里，因而成为地球上最密集的碳汇之一。这些生态系统的固碳潜力如何挖掘？

增加海草床面积、海草覆盖度，恢复物种多样性

沿海居民对海草并不陌生，它主要分布于热带、亚热带和温带沿海岸海区的浅海水域。

在适宜的环境中，海草大面积连片生长，形成海草床。海草床在全球分布面积不大，仅占海洋面积的 0.1%，却在保护生物多样性、净化水质等方面发挥着重要作用。据估算，全球海草床年固碳量约占海洋总固碳量的 18%。

“海草床通过光合作用固定二氧化碳，通过减缓水流促进颗粒碳沉降，固碳量巨大、固碳效率高、碳存储周期长。”自然资源部北海局教授级高工宋文鹏介绍，但同时，海草床也是一种比较脆弱的生态系统，对生长条件要求高，容易受外界环境的影响。为了更好地维护海草床的固碳效益和生态功能，我国正在抓紧推进针对海草床的保护修复工程。

2020年，自然资源部组织开展了海草床生态系统的调查与评估，以掌握海草床分布、生态状况，评估其受损情况。据不完全统计，我国有海草床面积9000多公顷，分布范围较广泛且海草类型多样。同时，科研人员也在努力通过生境恢复法、移植法和种子法等修复方法增加海草床面积、提高海草的覆盖度以及恢复栖息于海草床物种的多样性。

2020年，自然资源部还组织河北省在渤海综合治理攻坚战中开展滨海湿地修复，其中，在唐山市曹妃甸区实施了曹妃甸—龙岛西北侧海草床保护与修复工程（一期），针对目前我国已知面积最大的海草床曹妃甸—龙岛海草床，人工移栽海草植株450万株，人工底播海草种子800万粒，形成人工修复区144.9公顷、补植保育区155.1公顷。

我国成为世界上少数红树林面积净增加的国家

在我国浙江、福建、广西等省份的沿海地区，生长着大片红树林。据介绍，红树林生态系统的碳密度显著高于同纬度其他生态系统。

厦门大学环境与生态学院教授王文卿介绍，红树林大多分布在沉积型的海岸河口。上游河流和海洋潮汐共同作用，给这些地方带来了大量外源性碳。这些外源性碳被红树林捕获而积累在红树林沉积物中。“因周期性的淹水，红树林沉积物长期处于厌氧状态，根系和凋落物因缺氧而分解速度慢，给碳埋藏创造了理想条件。曾有研究发现，有些地区的红树林泥炭甚至可达十几米之深。”王文卿说。

“海水养殖污染、病虫害、围填海等会造成红树林生态系统的退化。只有加强红树林保护和修复，才能提升红树林的碳固持能力。”王文卿介绍，近年来，我国红树林的保护力度日益加强，目前全国已成立了超过50个以红树林为保护对象的保护地。2000年以来，我国成功遏制了红树林面积急剧下降的势头，通过严格的保护和大规模的人工造林，使我国成为世界上少数红树林面积净增加的国家之一。

近年来，自然资源部指导沿海有关地方政府实施“蓝色海湾”整治行动项目，累计营造和修复红树林360多公顷。2020年8月，自然资源部、国家林业和草原局联合印发《红树林保护修复专项行动计划（2020—2025年）》，明确到2025年营造和修复红树林18800公顷。

开展滨海盐沼的生态保护修复

滨海盐沼湿地也叫潮汐沼泽，是位于陆地和开放海水或半咸水之间，伴随有周期性潮汐淹没的潮间带上部生态系统。这里的地表水呈碱性，土壤中盐分含量较高，分布着芦苇、碱蓬、柽柳等植物。北京师范大学环境学院教授白军红告诉记者，滨海盐沼是我国滨海湿地中典型的海洋碳汇生态系统，具有巨大的碳捕获和封存潜力。

据了解，由于滩涂围垦活动，以及全球气候变化引起的海平面上升、海岸侵蚀等，盐沼湿地的分布面临陆海两个方向的挤压，造成较大面积的盐沼受损、退化。另一方面，外来入侵物种互花米草会挤占原有盐沼植被的生存空间，造成本地植被退化严重，改变了盐沼生态系统原有结构和功能。

“十三五”期间，自然资源部通过组织实施“蓝色海湾”整治行动、海岸带保护修复工程等，对退化的盐沼生态系统开展修复，恢复其生态功能。同时，开展互花米草的治理方法研究，形成了综合生态治理方案，并已通过试点证实其具有良好效果。

白军红建议，要加强湿地自然保护区建设，促进对现有滨海盐沼湿地的保护；进行水文—生物连通的系统修复，提升盐沼生态系统的生态服务功能；建立陆地缓冲区，有效截留污染物，并为盐沼向内陆迁移提供空间。

刘诗瑶 人民网—人民日报 2021-01-26

德国立法推动中长期“碳中和”目标

德国 2019 年 11 月通过《气候保护法》，首次以法律形式确定德国中长期温室气体减排目标，到 2030 年实现温室气体排放总量较 1990 年至少减少 55%，到 2050 年实现温室气体净零排放，即实现“碳中和”。德国将“碳中和”视为其作为工业大国和欧盟经济最强成员国的“特殊责任”。

《气候保护法》明确了能源、工业、建筑、交通、农林等不同经济部门所允许的碳排放量，并规定联邦政府部门有义务监督有关领域遵守每年的减排目标。这意味着，一旦相关行业未能实现减排目标，主管部门须在 3 个月内提交应急方案，联邦政府将在征询有关专家委员会意见的基础上，采取相应措施确保减排。

此外，不同领域的碳排放详细数据每年将由联邦环境局测定并在次年 3 月公布。一个由气候、社会、经济、环境等领域专家组成的独立专家委员会将评估联邦环境局公布的年度数据，并向联邦议院和政府作报告。

《气候保护法》在执行时也保留了一定灵活性，即如果某个部门超过了减排指标，原则上，可以用其他部门的减排指标来抵消。

《气候保护法》还规定，德国联邦政府部门应在所有投资和采购过程中考虑减排目标，在 2030 年率先实现公务领域的温室气体净零排放。

德国政府内阁 2019 年 10 月还通过一项法律草案，对建筑业和交通业的碳排放定价作出规定。相关企业碳定价将从 2021 年起以每吨 10 欧元开始，至 2025 年时逐步升至每吨 35 欧元。从 2026 年起，价格将按市场供需，以拍卖确定，但规定每吨限定在 35 欧元至 60 欧元间。德国政府表示，希望通过适度的碳排放价格上涨，避免给相关企业和个人造成太大资金负担。明确价格上涨路径，也能方便他们进行规划，在中长期投资更环保的设施，购买更环保的产品。

据了解，德国从 2021 年起启动国家排放交易系统，向销售汽油、柴油、天然气、煤炭等产品的企业出售排放额度，由此增加的收入将用来降低电价、补贴公众出行等。

高校科研机构也积极参与减排。德国柏林自由大学 2019 年 12 月发表声明说，该校已制定相关行动目标，以期在 2025 年实现“碳中和”，学校将来做任何决策和计划时都将考虑对气候的影响。另外几所高校也在向校园“碳中和”方向努力。柏林工业大学的目标是到 2030 年实现“碳中和”，柏林洪堡大学不久前则成立了“可持续校园”方面的专门机构。

张毅荣 经济参考报 2021-01-28

建设无废城市，先从建筑垃圾“下手”

高新增、高堆存，曾是我国固体废物的总体写照。为了让社会从吞噬资源的“消耗体”变为“循环体”，我国以无废城市建设试点工作为抓手，深化固体废物综合管理改革。业内专家表示，建筑垃圾治理将是无废城市建设重点。

10 座生活垃圾处理厂，100%无害化处理；厨余垃圾处理项目开工；今年 5 月 1 日起将正式施行垃圾分类，垃圾分类覆盖 76 个示范街道、588 个示范社区……目前，山东济南正在进行无废城市建设，探索固体废物源头减量、资源化利用和无害化处理，促进城市绿色发展转型，提高城市生态环境质量。

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出了“十四五”时期，经济社会发展必须遵循的原则包括“主要污染物排放总量持续减少”。济南的探索也是众多城市“十四五”时期的重点工作。

固体废物是环境污染的重要来源，我国每年固体废物产生量巨大，还存在历史堆存量、产业规模不清、综合利用率不高等问题，部分城市“垃圾围城”现象依然严重。我国固体废物管理情况如何？“十四五”时期将如何开展固体废物污染环境防治，使生态环境质量持续改善？

固体废物管理体系已经成熟

生态环境部发布的《2020年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》显示，此次发布信息的大、中城市一般工业固体废物年总产生量为13.8亿吨、工业危险废物产生量为4498.9万吨、医疗废物产生量为84.3万吨、生活垃圾产生量为23560.2万吨。

“固体废物管理是我国生态文明建设的重要内容，是改善环境质量、防控环境风险、维护生态安全、保障人民健康的重要举措。”住建部环境卫生工程技术研究中心主任童琳说，截至“十三五”末期，我国固体废物管理从认识到实践都发生了历史性转折，固体废物管理体系已经成熟，固体废物管理行业发展进入快车道。整个行业以生活垃圾分类为切入口、无废城市建设为引领，全力推动固体废物综合管理改革，逐步建立了从源头减量、终端收运到末端处理的精细化管理体系。

住建部提供的数字显示，“十三五”期间，我国城镇生活垃圾处理数量和能力快速增长，无害化处理率显著提高，垃圾焚烧比例超过50%，直辖市、省会城市基本建立回收体系，生活垃圾回收率进一步提高。

中国环境保护集团有限公司党委书记、执行董事周康表示，“十三五”期间，我国固体废物管理市场高速发展，投资持续高位，跨界巨头加入，竞争愈加激烈。垃圾焚烧发电规模从2015年初的23.5万吨/日增长至2020年底的约57万吨/日，市场容量同比增长2.4倍，年复合增长率接近20%。

据统计，“十三五”期间，全国生活垃圾无害化处理设施总投资超过2500亿元，成为拉动内需的重要引擎。截至2020年，全国95家央企中，涉足生态环境产业的央企有53家，几乎涵盖了环保产业所有细分领域。

“多项政策叠加，机遇与挑战并存。”周康说，新修订的《固体废物污染环境防治法》等法规正式实施，环保监管趋严，加速固废管理产业洗牌。同时，垃圾分类、无废城市建设等带来新的市场空间和发展机遇，这些变化推动固体废物处理从减量化、无害化向资源化、生态化转型，也开启了固废管理行业精细化、综合化治理的新征程。

探索不同地区无废城市建设模式

高新增、高堆存，曾是我国固体废物的总体写照。为了让社会从吞噬资源的“消耗体”变为“循环体”，我国以无废城市建设试点工作为抓手，深化固体废物综合管理改革。生态环境部与18个部际协调小组成员单位密切配合，指导“11+5”个试点城市及地区推进试点工作。目前，试点城市及地区已安排了900多项任务、500多项工程项目，投入金额1200多亿元。

中国气象局局长、生态环境部原副部长庄国泰说，无废城市是以新发展理念为引领，最大限度减少填埋量，将固体废物对环境的影响降至最低的城市发展模式，是推动城市经济社会全面绿色转型的重要抓手。

开展试点工作的出发点是根据不同地区特点，探索适应不同地区的无废城市建设模式。比如重庆市建设“无废城市细胞”，细胞是指社会生活的各组成单元，主要包括中小学校、小区、公园、商圈、饭店、机关、景区等。只有满足了无废城市标准，才能被称作无废城市细胞。重庆通过无废城市细胞创建，宣传无废理念，引导绿色生产、绿色办公、绿色居家、绿色出行，扩大无废城市影响力。

业内专家表示，建筑垃圾治理将是无废城市建设的重点。

河南省许昌市每年产生的建筑垃圾数量达百万吨，由于地处平原，缺乏合适的填埋点，只能在城郊低洼处露天堆放，既损害城市形象，又影响市民生活环境，造成土地资源大量浪费。通过无废城市建设，许昌开创了全省对建筑垃圾清运和处理实施特许经营的先河，通过公开招标，打造建筑垃圾管理和资源化利用的“许昌模式”，寻求解决“垃圾围城”的治本之策。该模式的主要特征体现在充分发挥政府和市场的各自优势，激发企业持续开发建筑垃圾潜在价值的动力，形成“建筑垃圾—建筑垃圾加工—再生建筑产品”产业链，不断提升建筑垃圾利用率，走出一条“政府主导、市场运作、特许经营、循环利用”的资源化利用之路，许昌由此被认定为“河南省建筑垃圾管理和资源化利用示范市”，荣获“中国人居环境范例奖”。

庄国泰说，无废城市建设是一个长期过程，目前，建设工作正逐步往外扩展，比如浙江省提出

在全省域建设无废城市，重庆和四川共同推进成渝经济圈的无废城市建设。“十四五”期间，将在全国逐步推开无废城市建设，为“美丽中国”建设提供重要支撑。

技术创新驱动行业高质量发展

“十四五”时期将如何开展固体废物污染防治？生态环境部固体废物与化学品管理技术中心固体废物管理技术部主任陈瑛说，无废城市的试点工作将与我国“十四五”各项专项规划相互融合、结合起来，让无废城市的理念和重点任务目标能与经济社会发展目标更好匹配。

“支撑无废城市建设，要建立四个体系，即制度体系、技术体系、市场体系和监管体系。”庄国泰强调，固体废物处理处置离开技术就无从谈起。生态环境部对此非常重视，该部创新技术帮扶机制，组织专家组到各试点城市一起探讨和探索怎么开展试点，解决技术难题；同时，在环境科技成果转化平台上，建立无废城市技术支撑专栏，试点中遇到的技术问题可以到转化平台上寻求帮助。

“总体来看，‘十四五’期间，固体废物管理处于行业整合期、业务融合期、短板强补期。”周康说，环保标准提高、监管趋严，部分小型企业难以达到环保要求而相继被淘汰；大企业受益于技术、规模而效率提升，占据优势地位。国家补贴“退坡”将进一步加速行业洗牌，强强联合的扩张方式将替代单一市场项目获取的竞争模式。

“中国环境保护集团适应行业发展态势，注重技术创新、管理创新、以及数字化转型，全面构建创新驱动发展动能。在技术创新方面，将会重点围绕干湿垃圾分离后湿垃圾处理技术、垃圾焚烧小型化、多源垃圾协同处理技术等进行突破，加大技术投资和人才保障，实现技术的自强自立。”周康说。

瀚蓝环境股份有限公司总裁金铎说，技术发展是固体废物管理行业可持续高质量发展的驱动力。接下来还需聚焦或对标无废城市，完善多种废弃物协同处理的系统化解决模式，使技术具备信息化、数字化、智能化特点，形成竞争优势。

李 禾 科技日报 2021-01-26

碳减排，关键期的胜负手

国内外压力持续增加 有效推进刻不容缓

碳减排，关键期的胜负手

——对话中国科学院科技战略咨询研究院研究员谭显春

2020年以来，受新冠肺炎疫情影响，全球经济受到重大冲击，国际气候谈判进程延缓。2020年9月22日，国家主席习近平在第75届联合国大会上提出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，力争于2030年前达到二氧化碳排放峰值，努力争取2060年前实现碳中和。12月12日，习近平主席在《巴黎协定》达成五周年之际的气候雄心峰会上发表重要讲话，进一步宣布中国国家自主贡献一系列新举措，强调“中国说到做到”，为《巴黎协定》的落实注入了新动能。“新的气候目标”还作为党的十九届五中全会和中央经济工作会议精神的核心内容之一，为推动国内社会经济绿色低碳转型释放了清晰、明确的政策信号，代表了我国对构建人类生态命运共同体的庄严承诺，也为推进全球气候治理进程注入强大信心和力量。

在华为技术有限公司的技术支持下，宁夏某企业在黄河东岸万亩有机枸杞田上建成了全球最大单体农光互补光伏电站，实现“一地多用”。光明图片

在主动承担和作为的前提下，我国减排面临的国内外压力持续增加，更有效地推进减排工作已刻不容缓。在中国科学院科技战略咨询研究院研究员谭显春看来，“十四五”“十五五”期间是我国落实二氧化碳排放达峰目标的关键期，需要统筹减排工作与经济社会发展，部署强效的二氧化碳排放达峰制度政策和行动，以确保如期实现我国向全世界发出的承诺。

现行减排体系还存在诸多短板弱项，气候投融资体系尚处于发展阶段，要实现碳达峰目标与碳中和愿景，在减排体系建设和产业链绿色化转型方面必须有重大突破。

记者：近年来，尤其是受疫情影响后，国际社会应对气候变化的战略格局发生了哪些深刻变化？

谭显春：受疫情影响，国际政治经济和应对气候变化的战略格局正在发生深刻变化，包括美国特朗普时代宣布退出《巴黎协定》、民粹主义和反全球化潮流盛行，未来全球气候治理格局如何演变并不明朗。然而，借气候问题构建绿色壁垒的声音仍在持续增强，主张采用碳关税提高贸易壁垒的保护主义趋势还在扩大，欧盟已明确将从2021年开始建立“碳边境调整机制”。此外，冷战思维和地缘政治斗争在疫情背景下加剧，国际贸易开始向地缘政治游戏的附庸演变，国际局势的持续紧张可能极大削弱全球携手应对环境和气候危机的努力。

记者：我国现行减排体系面临哪些挑战和压力？

谭显春：西方发达国家大多已经实现经济发展与碳排放脱钩和碳排放达峰目标。我国作为最大的发展中国家，发展不平衡不充分问题仍然突出，现行减排体系还存在诸多短板弱项，气候投融资体系尚处于发展阶段，要实现碳达峰目标与碳中和愿景，在减排体系建设和产业链绿色化转型方面必须有重大突破。目前，在新一轮技术革命和能源革命浪潮下，产业链面临绿色重构，我国在能效、储能、负排放等关键低碳技术方面还存在很多被“卡脖子”的情况，以我为主重塑全球产业链，在新一轮国际竞争中占据制高点，面临诸多困难。此外，绿色技术和产业转型不足，也将严重限制我国提高自然资源使用效率，以及深层次解决产业、能源结构固化带来的环境污染和生态破坏问题的能力。

记者：气候资金国际来源缩减，国内气候融资体制不畅……这些将给我国气候投融资领域的发展带来哪些负面影响？

谭显春：从国际上看，特朗普时代美国退出《巴黎协定》直接导致气候援助资金下降35%；新冠肺炎疫情下，全球经济低迷甚至萎缩态势将持续，发达国家承诺给发展中国家每年1000亿美元的转移支付恐难实现。此外，疫情预计使2020年全球经济萎缩4.4%，也将进一步加剧国际气候资金压力。随着我国经济社会发展，国际社会对我国的援助意愿会持续降低；与此同时，中国南南合作及“一带一路”倡议中涉及应对气候变化的资金输出压力将持续增大。

从国内看，传统金融机构提供气候融资动力不足，融资风险以及渠道狭窄限制了气候融资发展。典型表现为：一是气候资金缺口大，融资渠道狭窄，融资来源不确定，仅实现2030年左右碳排放达峰承诺，预计每年气候资金缺口就达0.7-2.5万亿元；二是气候投融资标准不统一，监测、报告与核查体系尚未建立，阻碍了金融资源在气候投融资项目的配置，也难以测算气候变化对经济安全的影响以及气候项目对实现国家中长期低碳发展目标的贡献；三是缺乏强制性的气候投融资约束及激励指标，难以调动金融机构气候投融资积极性；四是国内兼备节能低碳技术、法规和金融知识的复合型人才奇缺，气候投融资的效益评估和风险管控能力不足，也严重影响着我国对外气候投融资合作。

尽早制定、发布“十四五”“十五五”期间的“二氧化碳排放达峰和碳中和行动计划”，推动地方和重点行业有序开展达峰行动，制定达峰路线图、行动方案、重点项目和配套措施。

记者：为保障“达峰”与“中和”双目标实现，“十四五”“十五五”期间，我国宜采取什么样的顶层设计和行动方案？

谭显春：首先，加快制定促进双目标实现的指导文件，包括绿色金融政策框架下气候投融资重点支持项目目录、技术目标、投融资指引等政策文件，进一步理顺气候变化应对管理体制，明确各部门、各行业、各区域的责任与分工，为促进各部门配合和政策协同提供依据和路径。

其次，建立碳排放总量控制制度，以更有力的温室气体减排约束性目标替代能源消费总量控制目标。与此同时，拓展碳排放和碳中和目标的灵活实现路径，在执行上采取区域间指标交易、清洁发展、横向补偿相结合的机制。

再次，建议尽早制定、发布“十四五”“十五五”期间的“二氧化碳排放达峰和碳中和行动计划”，推动地方和重点行业有序开展达峰行动，制定达峰路线图、行动方案、重点项目和配套措施，并纳入地方和行业发展规划，形成促进行动的政策合力和良治体系。

最后，在国家“十四五”“十五五”总体规划、能源发展规划和各部门专项规划中，充分考虑气候变

化与大气污染的协同效益，将区域与行业的碳排放量、单位 GDP 碳排放强度等指标同空气污染相关指标对接，以最小成本实现大气污染防治与应对气候变化目标双赢。

记者：如何保障“达峰”和“中和”行动的资金供给？

谭显春：一方面，需明确气候投融资标准、适用范围、支持重点、信息披露，为引导市场主体开展气候投融资活动、规范金融机构产品创新提供标准依据，并向达峰行动项目倾斜；另一方面，对接国际气候投融资标准和绿色产业分级分类指引，加强对外投资项目的环境及气候风险评估，推动气候投融资政策和产业政策协调融合。此外，还要加速推动碳市场制度建设，出台明确的碳定价规则，稳步扩大碳市场行业覆盖范围；启动气候投融资试点，探索一批以点带面、可持续、可推广的气候投融资发展模式，为达峰行动做好资金支持。

张蕾 光明网-《光明日报》 2021-01-30

全球第二大温室气体减排再迎新试点

作为仅次于二氧化碳的全球第二大温室气体，甲烷排放带来的温室效应不容小觑。油气、煤炭生产活动中会有大量的甲烷泄漏。但按照国家标准的甲烷排放核算方法计算，目前我国能源行业的实际回收量和核算的排放量相比，差距较大，回收率较低。

碳中和目标提出后，相关配套举措正在加速推进。

日前，生态环境部发布《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》，提出在石油天然气、煤炭开采等重点行业试点开展甲烷排放监测。

作为仅次于二氧化碳的全球第二大温室气体，甲烷排放带来的温室效应不容小觑。在多位业内人士看来，做好甲烷排放数据监测是实现碳中和目标最为重要的环节之一，意义重大更易治理的温室气体

据政府间气候变化专门委员会（IPCC）报告，按照 20 年计算，1 吨甲烷的温室效应与 84 吨二氧化碳相当，即使 100 年后，其暖化效应仍是二氧化碳的 28 倍，在短期之内是非常强势的温室气体。

据统计，2020 年全球甲烷排放约 5.7 亿吨，人类活动造成的甲烷排放约 3.4 亿吨，占比 60%。其中油气行业总排放量 7200 万吨，占人类活动排放总量的 21%，煤炭行业总排放量 4000 万吨，占比 12%，二者合计占比约 33%。

“要实现碳达峰、碳中和目标，甲烷是必须关注的重要内容，生态环境部文件的发布非常及时。”中国石油和化学工业联合会副秘书长庞广廉对记者表示，“在整个油气、煤炭生产活动中会有大量的甲烷泄漏，亟需高度重视。而这其中具体每个环节有多大的甲烷排放量，应该有一个比较可信的数据，这是控制甲烷排放的基础。随着现在人工智能、大数据技术的发展，我相信能更好地进行排放监测。”

在美国环保协会北京代表处首席代表张建宇看来，相对于二氧化碳，甲烷是更易治理的温室气体。“甲烷本身是一种经济气体，和其他温室气体相比，经济价值最大。国际能源署报告指出，75% 的人为排放甲烷是可以通过技术手段进行回收的，而这其中 50% 的甲烷回收利用后是不产生额外成本的，因此我们认为甲烷是最容易治理的。此外，我们建立的碳市场，是给没有经济价值的二氧化碳赋予了碳定价，而甲烷本身就有经济价值，通过对它的管制，赋予价格，这给我们设定了一个很好的标签，会给以后的工作带来很多标志性的影响。”

排放数据可比性较差

事实上，我国正在建立甲烷控制体系，一些有远见的企业已经开始了甲烷减排行动。

中石化从 2011 年就把绿色低碳发展作为发展战略之一，在温室气体减排、甲烷减排这方面也做了大量的工作。2014 年 9 月，中石油与其他 9 家国际大型油气行业巨头联合起来，成立了油气行业气候倡议组织（OGCI），开展了甲烷减排行动。煤炭大省山西也早已启动了采掘行业甲烷控排合作机制的研究项目。

据了解，不同石油公司的甲烷排放强度（单位油气当量的甲烷排放量）差别较大，我国油气行业甲烷泄漏率处于中等水平，约在 0.4%—0.6%之间。按照国家标准的甲烷排放核算方法计算，目前我国能源行业的实际回收量和核算的排放量相比，差距较大，回收率较低。

在张建宇看来，问题主要有两方面：“一是当前我们对甲烷排放的核算主要是通过因子法计算，但由于甲烷的逃逸性和扩散性，这种方法对甲烷实际排放水平有很大低估，并不能充分表征甲烷本身的泄漏量；另一方面，我们传统上并不是把甲烷作为温室气体来监测，而是作为一种潜在的危险源来监测，导致我们对甲烷实际的排放情况不那么了解。”

此外，即使是因子算法本身，也存在不少问题。中石化能源管理与环境保护部副主任陈广卫曾对记者表示，当前能源行业对甲烷排放总量的核算，并无统一的标准或方法。“比如我们想跟中石油或者 BP 对标，看甲烷的排放总量具体在一个什么水平，但实际上我们几家的核算方法都不一样，或者采用的排放因子不一样，数据的可比性较差。”

应推动多种监测手段融合

此次生态环境部还在文件中指出，在区域层面，探索大尺度区域甲烷等非二氧化碳温室气体排放监测。在全国层面，探索通过卫星遥感等手段，监测土地利用类型、分布与变化情况和土地覆盖（植被）类型与分布，支撑国家温室气体清单编制工作。

多位受访者对记者表示，当前全球甲烷排放都在从因子算法向以远程红外测量仪、无人机航扫、遥感卫星等为代表的实测法发展。

“核算和监测确实是不容易的。核算的标准、边界、指标以及处理数据的方式，都是重要的因素，但很多实地监测很难达到效果。”庞广廉坦言，“几种监测方式均不可偏废，可以在一些主要的地区，比如东北、陕西、新疆、四川几个主要的油气生产区内建立监测设施，以获取更加可靠的数据。”

生态环境部卫星环境应用中心大气部温室气体室主任毛慧琴指出，可以通过高精度的卫星遥感反演、结合“自下而上”的排放清单进行排放量反演。但甲烷排放遥感监测、监管是一个系统工程，除了监测外，还要做好监管、评价、考核等工作。

张建宇指出：“我国生态环境系统目前主要是针对 PM2.5、二氧化硫等传统污染物，监测标准和技术手段也都不是把它作为温室气体或污染物来监测，这是我们目前广泛应用中存在的弱点，甲烷监测还有较长的制度建设、能力建设的路要走。目前符合新的管理思想的能力，都主要植根于科研机构、大专院校和企业内部，且还处在探索阶段，没有上升到行政管理的具体实施层面，这是我们亟需加强的工作。”

李玲 中国能源网 2021-01-31

这个行业一年排放二氧化碳 10 亿吨，改造刻不容缓

核心阅读

近期几股寒潮，让北方地区进入“速冻”模式，采暖需求骤增。

在山东海阳丰源热力公司临港分公司的热电厂房中，往年马力全开的燃煤锅炉如今却变得“静悄悄”。“现在不烧煤了，改用核能供热。70 万平方米、7000 多户居民都能享受清洁热源，这些炉子系统可以退休了。”该厂负责人指着一旁表面漆黑的锅炉告诉记者。

海阳核能供热项目的投运，让核能供暖首次走进千家万户，每年供暖季可节约 2.32 万吨标煤，减排二氧化碳 6 万吨。该项目二期工程建设已于去年底启动，建成后可满足 450 万平方米供热需求，预计每个采暖季实现碳减排 18 万吨，届时“零碳”供暖模式将覆盖海阳全城区。

当前，在“碳达峰”“碳中和”战略的引领下，低碳转型已成为各行各业不可逆的大势，供热领域也不例外。但据记者了解，先行先试的海阳只是凤毛麟角，目前在我国北方地区，占比长期超过 70% 的燃煤仍是“雷打不动”的主力热源，由此导致的二氧化碳排放量惊人。由此观之，以煤为主的供热方式能否改变？民生与降碳需求如何兼顾？未来应该采取何种供热模式？……供暖行业正面临重重

严峻考验。

“在建筑运行领域，供暖行业碳减排的增长空间最大，减排形势也最紧迫”

统计数据显示，目前我国北方城镇、农村供热面积分别约为 147 亿、70 亿平方米。

“北方城镇采暖热源，主要来自热电联产和各类燃煤、燃气锅炉生产的热力。换句话说，烧煤比重高达 70%-80%，采暖消耗的一次能源依然以煤为主。”清华大学教授付林表示，这些方式虽然实现了燃煤的清洁高效利用，但不可避免会产生大量二氧化碳，居民采暖急需低碳转型、尽早碳达峰。

北方采暖碳排放究竟有多高？据清华大学建筑节能中心测算，2018 年我国建筑运行碳排放在 21 亿吨左右，约占全社会排放总量的 20%。其中，北方城镇供暖能耗为 2.12 亿吨标煤、碳排放量约为 5.5 亿吨。

一位来自国家住建系统的专家称，近年来我国每年都有大量建筑竣工，带动了新增供暖面积持续增长，碳排放量也随之增加。“近几年，每年新增的城镇集中供热面积均在 3-5 亿平方米，其中一半以上新增热源与煤相关。此外，人民生活水平的不断提高，使得南方供暖越来越受关注。有研究显示，到 2030 年，我国南方地区分户、区域供暖用户数量分别有望达到 6500 万户、3200 万户左右，碳排放潜力分别在 2500 万吨、4500 万吨以上。可以说，在建筑运行领域，供暖行业碳减排的增长空间最大，减排形势也最紧迫。”

除了城镇，农村碳减排也不容忽视。据生态环境部环境规划院统计，2016-2019 年，京津冀及周边“2+26”城市累计实现清洁取暖 1500 万户，减少煤炭消费 2505 万吨，仅此区域就净减少二氧化碳排放 1749 万吨。“根据《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》，截至 2016 年底，采暖消耗散烧煤约 2 亿吨标煤，主要分布在北方农村。若按规划实现全面替代，对减排是一大利好。”上述专家称。

“如何设定峰值、哪些热源可以大规模替代燃煤等关键问题，官方暂未给出系统全面的分析和答案”

以煤为主的结构，让供暖行业碳减排势在必行。但记者发现，其受重视程度、实际进展与减排诉求极不匹配。

“暂未考虑碳减排计划，地方政府也没有给我们下达相关要求”“目前已淘汰燃煤锅炉，使用工业余热作为热源。但主要不是出于减排目的，而是因为供热有缺口，买热成本又过高，我们才另寻出路”“碳减排很重要，但究竟怎么做、要花多少钱，现在还是一头雾水”……这是记者日前在随机采访河南、山东等地供热企业时听到的答案。与电力、石化等企业争相“表态”全力减排相比，供暖行业的动作明显慢了。

令人忧心的是，上述专家坦言：“住建部正在积极制定碳达峰规划。但据我了解，更多注意力放在了建筑节能标准、房屋保温改造等方面，供暖碳排放及结构调整等问题很少涉及。而且，供暖归口于城建司，其更关注安全保障等工作，减碳却被放在另一部门，管理交叉也导致这项工作未能引起足够重视。至少目前，供暖行业的碳排放底数是多少、如何设定峰值、哪些热源可以大规模替代燃煤等关键问题，官方暂未给出系统全面的分析和答案，大范围减排的方向、路线不明。”

丹佛斯中国区副总裁、气候方案事业部负责人施俊也称，供暖覆盖热源、热网及用户多方，其碳减排工作同样是一项系统工程，涉及供热链条上的每一个机构、企业，甚至个人。既需要从顶层设计入手，将其纳入国家大能源体系进行考量，也需要对现有供热链条实施升级改造，因地制宜寻找绿色、经济的热源，还要兼顾用户端，培养节能意识。“比如，供热系统若能像用水、用电一样按量收费，全面普及热计量，那么仅此一项措施即可带动北方建筑能耗降低 30%左右。但目前，自上而下的碳减排行动方案依然缺位。此外，供热行业长期享受补贴，一定程度上也会限制企业的转型动力。”

山东省热电设计院院长刘博表示，供暖是民生刚需，这一特殊性也增加了碳减排难度。“以山东为例，其燃煤发电机组的装机规模、供热量全国第一。全省 330 家燃煤热电企业，约 9 成机组同时承担居民采暖和工业供热，且多地市集中供暖需求仍在大幅增长。如何在降碳的同时保障民生是现实问题，行业因此比较慎重。”

“当务之急是找到真正绿色、稳妥的替代方案，再进行热源改造”

刘博认为，以煤为主的热源结构短期难以改变，对企业而言，提质增效是最直接的减排方式。“在山东一地，如果通过增加供热能力、技术改造和管理提升等手段，将热电机组年均供电煤耗指标降至 305g/kWh，那么全省年可减少煤炭消费 750 万吨，对应碳减排量 2000 多万吨。”

“从长远来看，供热行业碳减排是一项革命性工程，并非三五年就能完工，一动就是大动，也不像工业企业技改升级那么容易。由于涉及民生问题，改造成本大，后期再想返工更加费劲，当务之急是找到真正绿色、稳妥的替代方案，再进行热源改造。”上述专家称。

在付林看来，北方城市拥有大量成熟的热网，这一宝贵财富恰恰是改造基础所在。“过去为实现燃煤集中供热才配备热网，未来不烧煤，还要不要网？从经济性、舒适性来看，集中供热仍是理想选择，可充分利用现有热网，发展低碳、零碳的集中供热模式。”

付林提出，北方地区现存大量燃煤、燃气电厂及工业企业，由此排放的大量余热，可作为替代燃煤的首选热源。“建筑供暖要求室温保持在 20 摄氏度左右，理论上讲，只要能在 20 摄氏度下释放热量的热源，均可作为采暖热源。燃煤锅炉等方式反倒把高品位能源转换为低品位热源，浪费严重。把原先白白排掉的余热资源利用起来，体量大、成本低且相对集中，在有效替代燃煤的同时也不会新增碳排放。若能大面积推广，供暖行业有望在 2050 年前实现碳中和。”

中国工程院院士江亿进一步称，出于满足调峰需要、弥补水电枯水期出力不足等因素，未来北方仍需 3-5 亿千瓦燃煤、燃气电厂，其中 3 亿千瓦体量即可排放余热 4.5 亿千瓦。部分工业企业生产过程排放的 1-2 亿千瓦左右余热，大部分也集中在北方。此外，我国还将建设一部分核电作为零碳基础电源，其中 50%以上位于北方区域。“除北京外，其他北方城市均可在周围 100 公里半径内找到适合的余热热源，通过长输供热、跨区域联网、多热源联合等方式实现供热。上述方式加起来，其中 75%的余热资源合计达到 6 亿千瓦，可为 170 亿平方米建筑提供基础热源。未来北方城镇供暖面积预计约为 200 亿平米，剩余部分可由高效热泵承担。”

江亿还称，我国农村地区生物质资源丰富，折合 8-10 亿吨标煤。“生物质是目前唯一的零碳化石能源。包括采暖在内，农村所用燃料折合约 3 亿吨标煤/年，未来需求不超过 4 亿吨标煤。由于加工不力、低效使用，这些资源远未得到充分利用，替代散煤效果可期。”

（本报记者卢彬对本文亦有贡献）

朱妍 中国能源网 2021-01-31

厘清碳中和的几个认识误区

目前各国提出的与碳中和相关的目标表述主要有三种：气候中和、碳中和、净零排放。其中，气候中和指人类活动对于气候系统提供没有净影响的一种状态，需要在温室气体排放量、排放吸收量和特定区域大致的生物地球物理效应之间取得平衡；碳中和指的是人类活动造成的二氧化碳排放与人为二氧化碳吸收量在一定时期内达到平衡；净零排放指的是人类活动造成的温室气体排放与人为排放吸收量在一定时期内实现平衡。大多数国家在目标中对温室气体涵盖范围的界定并不清晰，没有严格区分这几个概念，这在未来碳中和核算标准制定时，可能会成为气候变化国际谈判的重要议题。

误区一：共同但有区别责任原则将不再适用

广大发展中国家在《巴黎协定》框架下提交了各自的自主贡献减排方案。为实现减排目标，发展中国家需要付出比发达国家更大的努力，毕竟它们在应对气候变化的同时，还面临经济发展、就业、贫困、环境等诸多需要解决的难题。在没有大规模、低成本的能源解决方案的前提下，发展中国家尤其是低收入国家为了生存和发展，必然要使用一定量的高碳能源以维持经济社会发展，由此带来排放上的增长。为此，国际气候治理应继续坚持共同但有区别、公平和各自能力原则，正视发展中国家的发展需要和特殊国情；发达国家也应切实履行承诺，通过资金和技术转移帮助发展中国

家提升应对能力，加速减排。

误区二：碳中和将对经济社会发展带来严重制约

碳中和目标确实会对部分传统高碳行业带来不利影响，包括煤炭和油气行业。但碳中和并非一蹴而就，而是一个转型过程——在此过程中，不适应新发展需求的高碳行业将会有序退出，拥有相对充分的缓冲时间。而且，并非所有的高碳行业和产品都会消失，例如煤电、气电将在提供系统灵活性上找到生存空间。同时，碳中和目标也将为高质量转型发展提供助力，倒逼产业升级，促进绿色创新，并创造一批新兴产业。国家主席习近平在气候雄心峰会上宣布的风电、太阳能发电 12 亿千瓦以上装机目标，将很大程度上促进可再生能源产业的发展，电动汽车、分布式能源、储能、氢能、能源互联网、自动驾驶等新兴产业也将在碳中和愿景下展现出巨大的发展潜力。此外，绿色低碳产业的发展将有力促进就业。据国际劳工组织 2018 年报告，到 2030 年，电动汽车、清洁能源、绿色金融等创新性新兴产业将为全球创造 2400 万个就业机会，而同期煤炭、石油开采等高碳产业失去的工作岗位仅 600 万个。

误区三：负排放技术将为碳中和提供终极解决方案

当前主要的二氧化碳移除措施主要包括造林和再造林、土地恢复和土壤碳固定、生物能源与碳捕获和储存、直接空气碳捕获和封存、增强风化和海洋碱化。这些措施在成熟度、潜力、成本、影响和风险等方面差异很大。根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）2018 年发布的《IPCC 全球升温 1.5°C 特别报告》，如果大规模部署，大多数当前和潜在的二氧化碳移除措施可能对土地、能源、水、农业和粮食系统、生物多样性和其他生态系统功能和服务产生重大影响。把碳中和目标建立在如此高不确定性的未来技术上，是不理性、不负责任的表现。此外，如果过于强调使用二氧化碳移除技术，将可能在近期促使更多相对高排放技术的使用，把减排压力延后，这会给全球升温带来更大的不可预见性。因此，当前的碳减排策略应以能源结构调整、产业结构转型、能效提升、生活方式低碳化等手段为主，负排放技术可以作为补充手段储备，以对冲远期非二氧化碳等难以减排的残余排放，并以小规模部署方案为主。

误区四：基于自然的解决方案可为碳中和提供巨大帮助

基于自然的解决方案在短期内确实有比较大的减排潜力，但中长期减排潜力有限。根据大自然保护协会的研究，2016 年至 2030 年，基于自然的解决方案可为实现《巴黎协定》2°C 目标贡献 37% 成本有效的减排量；在 2030 年、2050 年和 2100 年，其碳减排贡献率分别达到 29%、20% 和 9%。而且，作为快速生物碳循环的一部分，这一方案的碳储存并非永久性的。例如，储存在树木中的碳可以通过森林火灾再次释放出来。但与此同时，我们应该注意到该方案有很强的协同效应，除了应对气候变化，还可以在生物多样性保护、水资源调节和净化、土壤改善、空气质量改善、减贫等多方面发挥协同效益。此外，基于自然的解决方案也是我国在国际气候和环境议程中发挥引领作用的重要抓手。例如，我国与新西兰在 2019 年联合国气候行动峰会上就共同牵头，推动基于自然的解决方案的全球行动，后续可以继续在这方面增强领导力，强化我国在全球气候和环境议程中的合作领导地位。

误区五：我国推出碳总量控制制度的时机尚不成熟

我国已经提出在 2030 年前碳达峰的目标，并以碳强度即二氧化碳排放与 GDP 的比值作为核心碳减排指标，但尚未提出碳达峰时对应的碳排放总量目标，也一直没有建立起以碳排放总量为核心的低碳发展制度体系。实际上，我国已经具备实施碳排放总量控制的制度和行动基础：一方面，我国制定了比较完善的自下而上的温室气体排放清单编制方案和指南，积累了温室气体排放数据的测算经验，在“十三五”时期执行能源双控、碳强度等约束性指标，并通过《中华人民共和国大气污染防治法》，在重点大气污染物排放总量控制目标上积累了丰富的经验；另一方面，部分地方试点提出了碳排放总量控制目标，为碳总量控制提供了实践基础。例如，北京市“十二五”期间以立法形式出台《关于北京市在严格控制碳排放总量前提下开展碳排放权交易试点工作的决定》，实施能源消费总量和强度、碳排放总量和强度的双控双降机制；上海市“十三五”期间设定到 2020 年及每年碳排放总量

控制目标，并分解到工业和交通运输业两个重要部门。这些试点示范可以给国家层面的政策制定提供一手经验和实践基础。

碳总量控制制度将为应对气候变化工作提供强有力的法治基础，也是全国碳市场长远稳定发展的重要前提。为了兑现碳排放提前达峰和碳中和的庄严承诺，我国应尽快构建以碳总量控制为核心的制度体系，为全面推进绿色低碳转型、实现高质量发展、助推现代化国家建设、引领全球气候治理体系的变革奠定坚实的制度基础。

（学术指导：谭显春，系中国科学院科技战略咨询研究院研究员）

顾佰和 光明网-《光明日报》 2021-01-30

绿色低碳，他国的“言”与“行”

随着气候变化挑战日益严峻，全球气候治理进程推进，低碳发展成为全社会经济、能源和技术转型的关键词。目前，全球范围内已有 114 个国家宣布提出强化的 2030 年应对气候变化自主贡献目标，121 个国家承诺 2050 年实现碳中和。下面，就让我们来梳理一下，在绿色低碳发展转型方面，其他国家的“言”和“行”。

出台转型战略与规划

欧盟、世界银行提出了针对疫情后的经济复苏可持续措施清单，建议各国政府将国家自主贡献方案（NDC）、基于自然的解决方案措施、低碳绿色的技术、金融与税收政策等整合到经济刺激方案中。欧盟 2019 年年底发布“绿色新政”，承诺于 2050 年前实现碳中和，并出台了关于能源、工业、交通等七个方面的政策和措施路线图。美国众议院在 2020 年 6 月发布《气候危机行动计划》报告，提出将应对气候变化作为国家的首要任务，要实现 2050 年温室气体排放比 2010 年减少 88%、CO₂ 净零排放目标，并从经济、就业、公共健康等领域详细阐述未来拟采取的措施。

推动能源体系转型

2000 年以来，全球能源系统正在经历快速的清洁低碳转型，从传统的以化石能源为主转向以新能源和可再生能源为主，全球再电气化的趋势还将持续较长一段时间，煤炭的退出成为全球性大趋势。全球煤炭消费量自 2013 年之后呈现明显下降，煤炭在一次能源消费中所占的比重已经从 1965 年的 37% 下降至 2019 年的 27%。同时，可再生能源成为全球能源转型的发展方向和世界能源供应增长的主体。全球已有近 180 个国家制定了推动可再生能源发展的目标或政策；2010 年至 2019 年，全球净增发电装机容量中，70% 以上是光电和风电。

推动技术创新

科技创新是欧美等发达国家应对气候变化、打造绿色竞争力的重要战略。欧盟认为新技术、可持续的解决方案和颠覆性创新对于实现“绿色新政”目标至关重要，为此将通过 941 亿美元的研发项目“地平线欧洲（2021—2027）”支持有关研究和创新工作，该项目预算中至少有 35% 的资金将用于资助新的气候解决方案。美国总统拜登在上任后将重点发展零碳电力、零碳交通及零排放汽车、零碳建筑、零废物制造业，并推动碳捕集、下一代核能、电动汽车等前沿技术创新。

发展循环经济

欧盟将循环经济作为绿色新政的支柱之一，将其视为经济社会发展与污染排放脱钩的基本路径和走上可持续发展道路、实现全球可持续发展目标的关键。在 2015 年循环经济行动计划的基础上，欧盟于 2020 年 3 月发布新循环经济行动计划，将循环经济理念贯穿产品设计、生产、消费、维修、回收处理、二次资源利用的全生命周期，将循环经济覆盖面由领军国家扩展到欧盟内主要经济体，加快改变线性经济发展方式，减少资源消耗和“碳足迹”，增加可循环材料使用率，拟借此引领全球循环经济发展。

以投融资政策为导向

实现绿色低碳转型需要通过经济政策向全社会和市场主体传递清晰的信号。从 2013 年世界银行

宣布退出煤炭和煤电领域的投资以来，截至 2019 年 2 月，已有 100 多家全球性金融机构宣布退出或限制在煤炭和煤电领域投资的政策或声明，有 34 家全球性私有商业银行宣布退出或限制煤炭行业的投资，有力助推了世界范围内的能源体系变革。韩国在 2020 年 7 月宣布了一项投资 160 万亿韩元（约 1330 亿美元）的绿色新政，到 2025 年在数字和绿色领域创造 190 万个就业机会。该新政包括增加对可再生能源的投资，逐步取消在国内和海外的煤炭投资并实行碳税。

促进全社会共同参与

应对气候变化需要提振全社会公民的共同意愿。据联合国统计，截至 2019 年 9 月，全球共有 102 个城市承诺将在 2050 年实现净零碳排放，已有墨尔本、哥本哈根、斯德哥尔摩等 20 多个城市提出早于 2050 年实现城市零排放。企业特别是跨国公司在通往净零排放道路中也发挥着关键作用。据不完全统计，已有 100 多个跨国公司和高校提出不晚于 2050 年实现碳中和的目标和计划。

（学术指导：谭显春，系中国科学院科技战略咨询研究院研究员）

杨秀、董文娟 光明网-《光明日报》 2021-01-30

全国首例铁铬液流电池储能项目在河北沽源应用

2020 年 12 月 24 日，国家电投集团公司的 250 千瓦/1.5 兆瓦时铁铬液流电池光储示范项目投产运行。沽源战石沟光伏电站将通过与铁-铬液流电池储能发电运行相结合的方式，有效降低光伏电站场用电量、提高光伏电站稳定性，实现光储系统的长期、稳定运行。

该项目不仅是国家电投集团公司打造的百千瓦级铁铬液流电池首座示范电站，在全国铁铬液流电池储能项目应用中尚属首例，也是国家电投集团公司与省政府战略合作框架协议的首个投运综合能源储能项目。项目位于沽源战石沟光伏电站，建设 3 个直径 4 米、高约 9 米、单件重量 15 吨的正负极和备用电池液储罐，1 个直径 2.2 米、高约 4 米、重 2.5 吨的吸收塔，核心设备由具备 6 小时储能时长的 8 台 31.25 千瓦容和一号电池堆模块组成。

据介绍，液流电池通过液态电解质的氧化还原反应，将电能转化为化学能来储能，并将化学能转化为电能来供能的储能设备。其中，铁铬液流电池是一种极具发展潜力的大规模储能技术，具有效率高、循环寿命长、使用温度范围大、安全性高、成本低等优点。

河北日报 2021-01-18

“迷宫式”的地下储能系统在哪

“碳达峰”“碳中和”这两个词语越来越热。1 月 14 日召开的上海市政府新闻发布会上，上海市生态环境局局长程鹏表示，上海将抓紧出台碳达峰行动方案，明确达峰的目标和技术路线，细化重点行业和区域相关举措。究竟什么是“碳达峰”“碳中和”？上海在哪些方面已有探索？

何为“碳达峰”“碳中和”

上海理工大学能源与动力工程学院教授黄典贵表示，碳达峰是指某个地区或行业年度二氧化碳排放量达到历史最高值，然后经历平台期进入持续下降的过程，是二氧化碳排放量由增转降的历史拐点，标志着碳排放与经济发展脱钩，达峰目标包括达峰年份和峰值。碳中和是指某个地区在一定时间内人为活动直接和间接排放的二氧化碳，与其通过植树造林等吸收的二氧化碳相互抵消。碳达峰与碳中和紧密相连，前者是后者的基础，达峰时间的早晚和峰值的高低直接影响碳中和实现的时长和难度；后者是对前者的紧约束，要求达峰行动方案必须要在实现碳中和的引领下制定。

世界各国推动“碳达峰”“碳中和”的措施不尽相同，但目标是一致的。去年 4 月，法国颁布法令通过“国家低碳战略”，设定 2050 年实现“碳中和”的目标。去年 10 月底，日本首相菅义伟首次发表施政演说时宣布，日本 2050 年将实现温室气体“净零排放”。

世博 A 片区设两个能源站

中国为实现碳达峰、碳中和目标将持续提升能源利用效率，加快能源消费方式转变。目前，全国各省市都在做碳达峰相应的“十四五”规划。在这方面，上海已有一些探索。比如，通过天然气分布式能源，提高能源利用效率，降低城市运行成本，发展低碳经济。

上海电力绿色能源有限公司总经理王国弟介绍，天然气分布式能源是指以天然气为燃料，通过冷热电三联供等方式实现能源的梯级利用，在负荷中心就近实现现代能源供应方式。天然气分布式供能优势明显，节能 20%以上，综合能源利用率 80%以上，减排温室气体 40%以上。

目前，在上海前滩地区、世博 A 片区、徐汇滨江等区域正在布局天然气分布式能源项目。其中世博 A 片区项目运用市政道路下方空间，在博青路和博展路地下设东西两个能源站，建筑面积各约 19500 平方米。两站供能管道联通，互为备用，建成后联合运行，能全天候为 A 片区内云台路以东所有公共建筑提供约 113.3 万平方米安全、可靠的优质冷热源。世博 A 片区能源中心在建造过程中，充分利用施工过程中自然形成的箱形结构地下空间，经过防水、保温处理后，形成一间间“迷宫式”的储能系统。这一项目的计划综合能源利用效率超过 80%，目前已在配合客户进行调试，力争今年下半年全面正常供能。

李蕾 解放日报 2021-01-18

储能决定能源电力低碳转型成败

能源结构低碳化是中国低碳转型的根本性措施，也是迫切任务。近日，“中国能源电力‘十三五’成就与‘十四五’展望论坛”在京举行。中国电力企业联合会专职副理事长王志轩表示，储能发展的好坏决定了能源电力低碳转型的广度、深度、进度甚至成败。

王志轩认为，中国已基本具备持续大幅度提高非化石能源(尤其是可再生能源)在一次能源中占比的技术和产业基础。通过持续推动电气化，大幅度提高非化石能源电能在终端能源消费中的比重，可跨越或缩短以石油替代燃煤、燃气替代石油、可再生能源替代燃气的分段转型时间，完成碳中和历史使命。

在王志轩看来，电力行业要坚持全国一盘棋，发挥好电力行业在低碳发展全局中的作用。以低碳化为目标的电气化应渗透在电能生产、存储和应用的各个环节。为此，要优先解决好电网如何适应大规模可再生能源接入后电力系统安全稳定运行的问题。

王志轩指出，在电力低碳转型中，电网处于配置电能的中枢、基础地位，即便是新能源发电不直接接入电网，由于影响了电网负荷特性，对电网也有直接影响。电网的主要任务是安全稳定运行及接纳大规模可再生能源发电。

“安全稳定运行的首要任务与大规模接纳新能源发电是对立统一的矛盾，没有大规模接纳新能源电力，安全稳定运行实现不了低碳转型目标，而如果没有安全稳定运行，大规模接纳新能源也没有意义。”在王志轩看来，电力系统安全稳定运行与新能源更多接入电网呈非线性增长关系。这是因为，电能占终端能源消费比重越高，电力安全对经济社会的安全性就越重要；而随机性、波动性的可再生能源接入电网越多，对电力系统安全稳定性的影响就越大；同时，由于电力系统中转动惯量电源比例减少，电力系统安全稳定性也会下降。

“要解决好这一矛盾，政府、社会及电力系统各主体都应对电网功能、作用的变化有新的认识。”王志轩建议，在宏观层面，要统筹好智能电网、能源互联网、工业物联网、通信网、交通网等多网融合发展；在能源层面，要统筹好能源、电力、电网(尤其是配电网)、储能协调发展，做好规划并及时评估修订。

王志轩特别强调，储能发展的好坏决定了能源电力低碳转型成败，因此首先要解决好储能问题。现有低碳目标、愿景、计划，都是建立在储能技术具有突破性发展和能够用得上的基础上的。储能大规模应用，使传统发输配供用电能单向、线性配置成为环状多向配置，促进能源、电力、物质间双向转换，最终使得电气化与经济社会深度融合。

目前，储能技术及商业模式层出不穷，但储能特点也决定了其在应用对象、条件、安全等方面存在系统性和综合性问题，这体现出储能不可能脱离新能源发展进程、电力系统需求、经济社会需求而独立发展。王志轩相信，通过“十四五”技术发展和政策完善，储能态势会更加明朗，在促进低碳转型中发挥重要作用。

中国科学报 2021-01-19

液态空气储能的现状与前景

2020年6月，国家能源局印发《2020年能源工作指导意见》指出“稳妥有序推进能源关键技术装备攻关，推动储能技术进步与产业发展。加大储能发展力度”。大规模长时储能技术是世界各国科技创新的重要战略，也是实现技术引领的主要方向。

近年来，全球储能产业得到快速发展，电源侧、电网侧和用户侧储能市场规模在万亿美元以上，且每年以9%的速度增长，远高于全球电力行业2.5%的增长率。尤其是以风、光为代表的可再生能源迅速发展为储能行业发展带来巨大市场空间。

截至2019年底，全国风电装机2.1亿千瓦，风电发电量4057亿千瓦时，占全部发电量的5.5%；光伏发电装机2.04亿千瓦，光伏发电量2243亿千瓦时，占全部发电量的3.1%。国内外专家学者一致认为到2050年，全球可再生能源占比将超过50%。然而，由于新能源间歇性和不稳定性，可再生能源大规模并网和安全稳定地运行仍存在压力。

大规模储能技术的应用能有效解决上述问题。在诸多储能技术中，可以规模应用的主要为抽水蓄能、大容量电池储能和压缩空气储能。抽水蓄能须建在具有合适地势差和丰富水源的非严寒地带，受地理条件限制较高；大容量电池储能在经济性、安全性、循环寿命及废旧电池处理等方面将面临制约；压缩空气储能具有绿色、安全、长寿命等优点，但遗憾的是其严重依赖地理条件，储能密度低，难以广泛推广。

基于新型深冷科技的液态空气储能（LAES）技术是实现新能源并网消纳、合理吸收低谷电、余热资源，并可以稳定输出冷、热、电及工业用气等多种能源的新型储能方法。

液态空气储能技术原理

液态空气储能具有大规模长时储能、清洁低碳、安全、长寿命和不受地理条件限制等突出优点，其应用场景广泛，尤其是在可再生能源消纳、电网调峰调频、黑启动、分布式能源、微网和综合能源服务等领域具有特别优势。

从技术原理看，在储能阶段，储能系统利用可再生能源电能或电网夜间低谷电驱动压缩机压缩环境空气，高压空气经蓄冷器预冷后节流液化，将电能以常压低温液态空气形式储存，同时存储压缩热。

在释能阶段，液态空气经低温泵增压后，通过蓄冷器储存冷量并气化，经压缩热（可选太阳能光热或工业中低温余热）加热后，产生高压高温气体驱动空气透平旋转做功，带动发电机发电并网。同时，系统中富余的压缩热能可部分用于生活热水供应或冬季采暖，部分用于吸收式制冷机组供应空调冷水用于夏季供冷。系统可根据不同季节不同的能量需求灵活调整冷热电供应比例，实现经济性最优。

未来的液空储能电站将是一座可实现多能互补和多能联供的智慧综合能源基站。由于液态空气的密度远大于压缩空气的密度，其储能密度（单位储气容积的发电量）是压缩空气储能的15-20倍，不需要依赖特殊地理条件（地下盐穴、矿井），也无需使用大量高压容器，系统无任何安全性问题。正是基于其显著优势，液态空气储能有望成为最具发展前景的新兴能源技术之一，也是未来智能电网的主流支撑技术之一。

低温蓄冷技术是液空储能核心

从液态空气储能的实践看，英国Highview公司和伯明翰大学正在对液态空气储能技术进行研发

及产业化，于 2012 年在英国建成 350kW/2.5MWh 实验平台。同时，该团队于 2014 年开始建造 5MW/15MWh 示范项目，并正在美国开展 50MW/250MWh 储能电站建设，将在 2022 年开始运转。

在国内，2017 年中科院理化所团队在廊坊中试基地完成了 100kW 低温液态空气储能示范平台的建设，取得了良好的实验结果，蓄冷效率达到了 90%，系统整体效率可达 60%，达到国际领先水平。

低温蓄冷技术是液态空气储能系统的核心，决定系统能量转化率。依托低温蓄冷技术可以存储液态空气复温过程中产生的高品位冷能，可以用于预冷液化系统中的高压空气，大幅增加了空气液化率。中科院理化所在该领域开展了多年研究，团队与国家电网科研团队密切合作，在新型蓄冷介质、深低温冷能传递机理等基础研究，以及新型蓄冷工艺和结构设计等方面取得了一系列原创成果。

2020 年，团队搭建了 500kW 级固相蓄冷工程验证平台，可实现大功率模块化串、并联蓄冷；搭建了 100kW 级混合工质蓄冷工程验证平台，可实现多种蓄冷工质的低温蓄冷实验，并完成了 -160°C 温区的混合工质测试。

同时，团队完成了液空储能系统和风电、太阳能光热、燃气轮机调峰电站、深度调峰火电厂及 LNG 接收站的深度耦合应用研究，建立了多个功率等级基于液空储能的多能互补和多能联供系统工程化实施方案以及经济分析模型，促进了液空储能技术在智慧综合能源领域的应用。

建议推进百兆瓦级液空储能技术研究

针对液态空气储能大功率，高能量转换效率、高可靠性的需求，未来建议开展百兆瓦级高效液态空气储能系统共性关键技术研究，重点部署大功率液态空气储能关键工艺研究、冷/热能多级储存利用技术研究、高效宽工况压缩/膨胀技术研究、系统集成及运行控制技术研究。

目前，储能商业模式并不明晰，且液态空气储能技术尚处于示范到商业化应用的过渡阶段。我们认为，积极开展液态空气储能在发电侧、电网侧和用户侧等不同应用场景中应用分析，将有助于该技术的广泛推广，获得能源投资企业、电网、用户等各方的广泛支持。同时，基于液态空气储能的大规模长时储能的优势，在传统分散储能设备的基础上，研究大规模共享储能将会释放液态空气储能更大的商业价值。

能源杂志 2021-01-21

超级电容器植入物既轻又柔能降解

兰州大学物理科学与技术学院教授兰伟课题组联合美国休斯敦大学教授余存江和兰州大学基础医学院教授王凯荣，研究了一种轻薄、柔性的全生物可降解超级电容器植入物。该器件具有较高的能量密度和功率密度，且全部由绿色、安全、生物相容性的材料构成，任务完成后可在生物体内完全降解并被吸收，经自然新陈代谢排出体外，无需二次手术移除，具有安全、健康、低成本等特点。该研究有望为下一代生物可降解植入式医疗电子器件或其他瞬态电子器件的供能问题提供能量解决方案。近日，该研究论文发表在《科学进展》上。

植入式医疗电子器件有望实现健康的实时监测与精准诊疗，目前其能量供应主要依赖于植入式一次电池。这种电池会占据整个器件的大部分质量和体积，在电池耗尽或工作结束后需要通过手术去替换或移除。由于电池中包含有毒或有害物质，在植入前需要对其外部进行严格的刚性封装和生物相容性处理。

超级电容器具有快速充放电、功率密度高和长寿命等特点，可为有源的植入式医疗电子器件进行供能，被认为是一种理想的储能装置。研究人员采用简单、绿色、可控的电化学氧化策略，在水溶性金属钼箔表面原位生长了一层富缺陷的非晶氧化钼微纳米片阵列作为电极，生物相容的海藻酸钠水凝胶作为电解质，组装成对称固态超级电容器植入物。研究人员表示，封装后的器件可在模拟体液环境中有效工作长达一个月，且实现了工作寿命的长短可控。器件的能量密度较高，在不同角度持续弯曲数百次之后，未发现明显的能量衰减，通过器件串并联可为各类商用电子产品进行供能。

研究人员将该器件植入大鼠皮下后能正常工作，任务完成之后的半年内，该器件通过一系列水解反应和新陈代谢被自然吸收，未对生物体产生任何不良反应。

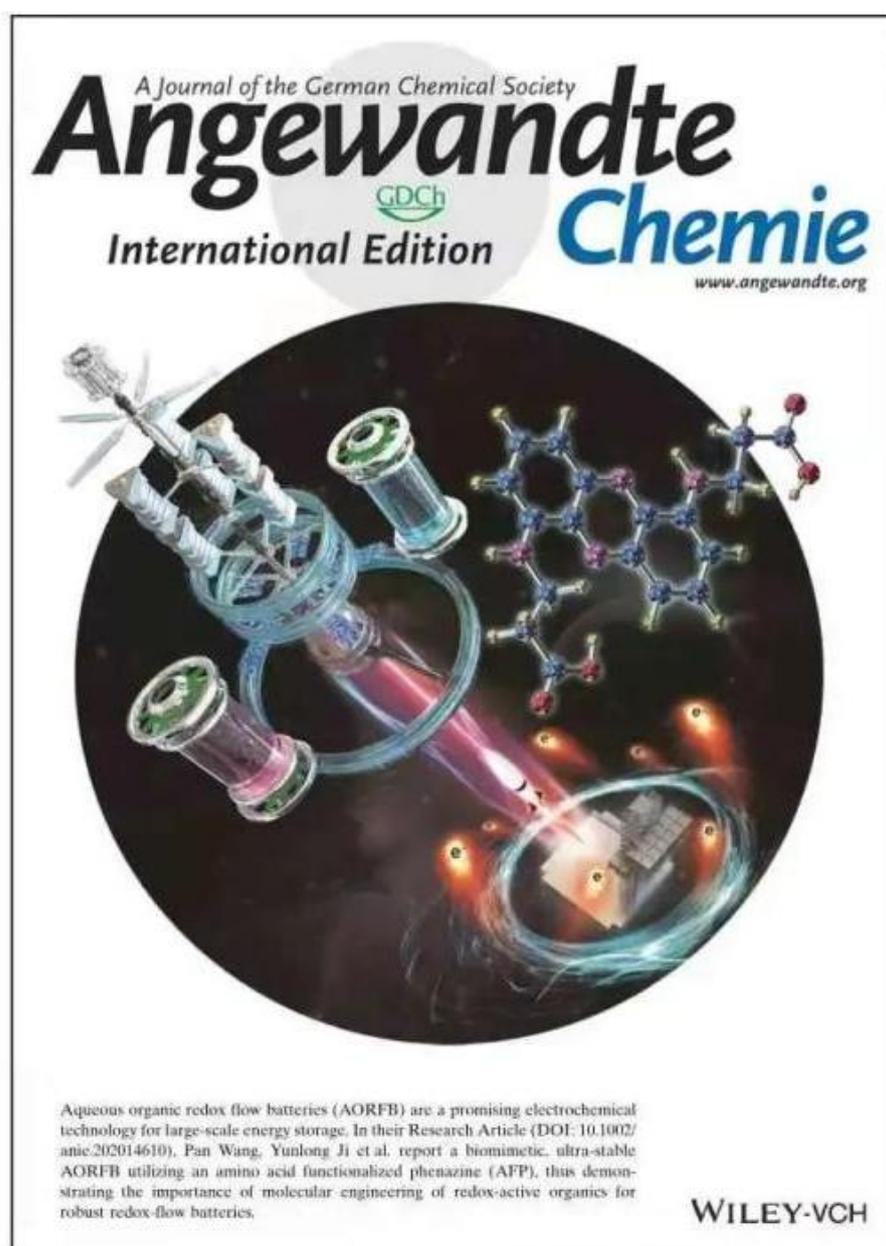
温才妃 中国科学报 2021-01-26

新纪录！西湖大学利用氨基酸实现高储能

为满足人类能源需求，发展清洁的可再生能源已是大势所趋。而高效地利用可再生能源，又依赖储能技术的发展。

记者1月20日从西湖大学了解到，西湖大学理学院特聘研究员王盼课题组及其合作团队利用氨基酸发展了新型仿生设计水溶性吩嗪类化合物，赋予水系有机液流电池体系极低的电池容量衰减。

该研究提供了一种新型高稳定性水系有机分子结构骨架设计策略，为进一步设计构建高性能水系液流电池提供了重要理论依据。这一最新成果日前作为封面文章发表于《德国应用化学》期刊。



水系有机液流电池，发展新趋势

“作为液流电池的一种，水系有机液流电池使用水作为介质，是具有较高安全性的储能系统。”王盼说，液流电池可以将电能转化为化学能进行储存，它通过活性物质在电极表面发生氧化还原反应来储存和释放能量。

研究人员介绍，水系有机液流电池的活性材料，来源于自然中储量丰富的碳、氮、氧等元素，这些元素在分子结构上可编辑可调节，能够通过有机官能团得失电子的氧化还原行为，完成化学能与电能的相互转化。

而有机分子中的多电子转移及其多样的可设计性，赋予了水系有机液流电池独特灵活的优势，使之成为液流电池发展的新趋势。

“在水系液流电池领域，一系列基于蒽醌、紫罗碱、二茂铁、氮杂芳环等有机结构骨架的分子，已展现了较为良好的性能和应用前景。”王盼说，然而，目前绝大部分研究工作都是基于商业可行的已知功能染料分子；基于吩嗪类有机结构骨架的衍生物，在前序报道中仅有几个例子，均存在水溶性差和不稳定等问题，且该类化合物衰减机理尚不明确。



氨基酸功能化吩嗪衍生物（AFP）的合成

年衰减 0.5%，水系有机液流电池新纪录

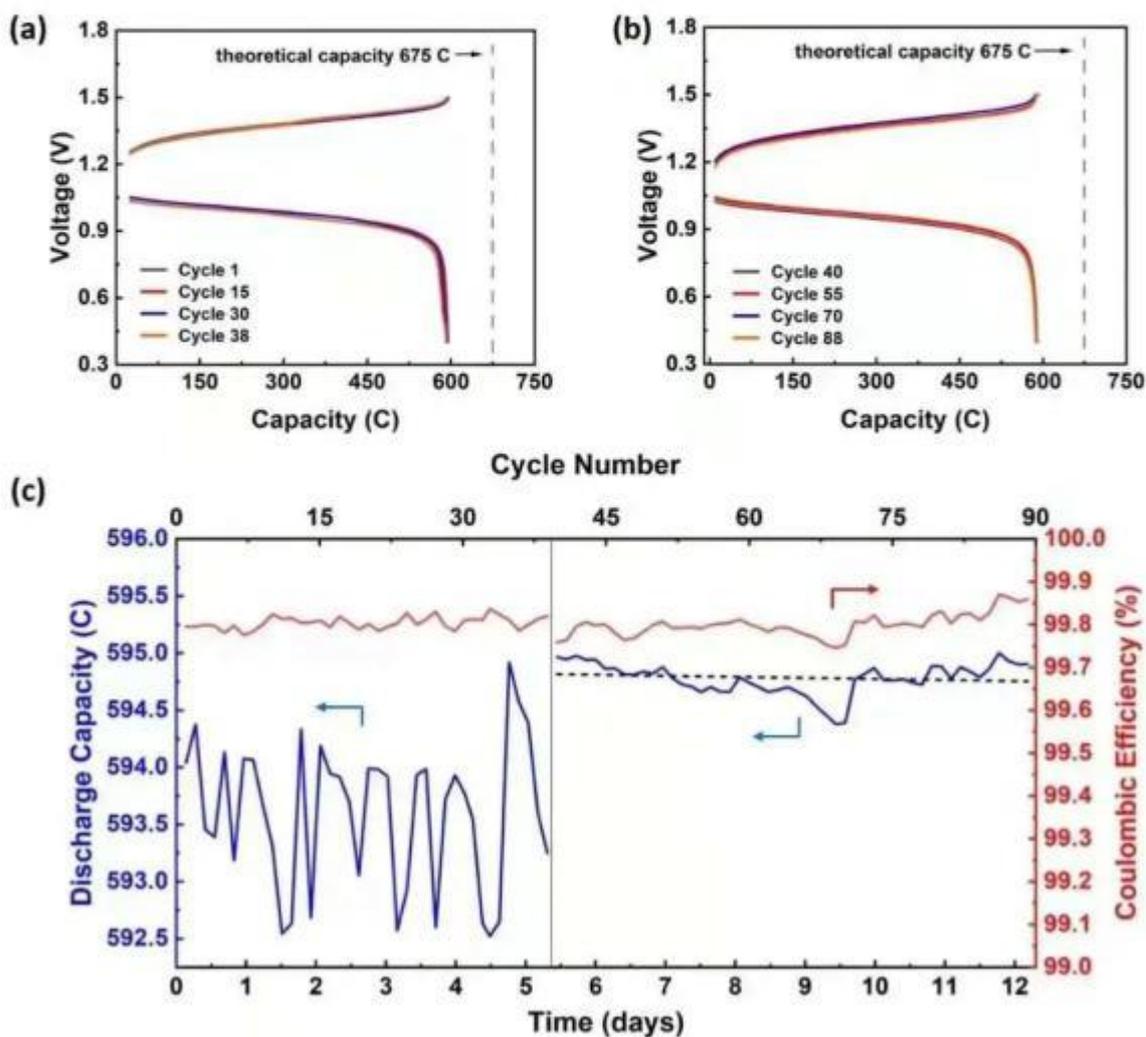
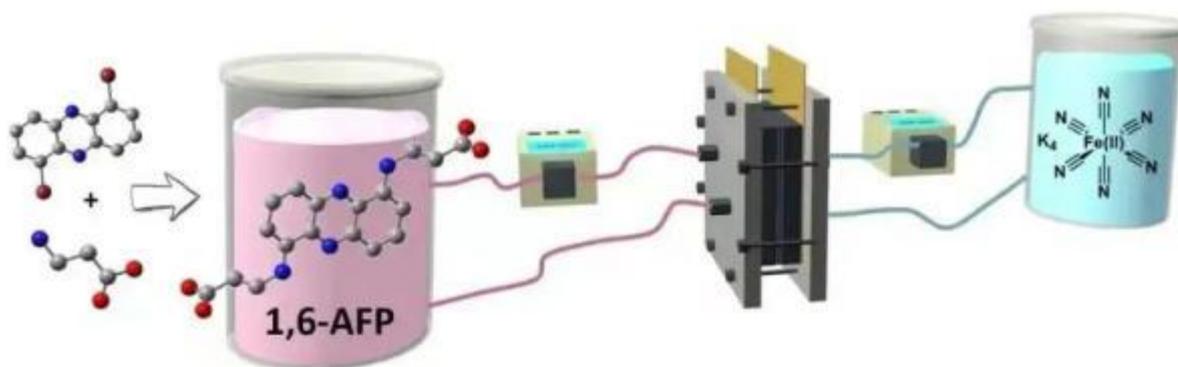
为改进现状，西湖大学研究人员将目光投向自然界来源广泛的氨基酸。

该课题组将氨基酸作为功能化基团引入吩嗪骨架，利用氨基酸的水溶性特点及给电子特性，合成了一系列水溶性吩嗪类衍生物（AFP）。之后，研究人员系统地探究了“AFP 家族”不同成员——即不同支链及不同位置的氨基酸——对水系液流电池性能的影响。

“简版”水系液流电池系统

“研究表明，1,6-AFP 具有稳定的氧化态和还原态；1,8-AFP、2,7-AFP 同样具有稳定的氧化态，但其还原态易于发生氢的互变异构，失去氧化还原活性并进一步降解，在电池测试中其容量迅速衰减。”王盼介绍。

课题组还对该类化合物的衰减机制做了详尽分析。研究发现，明星分子 1,6-AFP 在 pH8,1M 电子浓度下，在水系液流电池长时间的恒压充放循环过程中表现优异。



1 M 1,6-AFP (pH 8) 的电池循环表现

“在实验测试 99 天之后，通过核磁及电化学手段并没有观察到任何化学分解。该液流电池具有极低的容量衰减 (0.0015%每天)，在长时间充放电的状态下，仅表现出每年 0.5%的衰减。”王盼说。

研究人员表示，这是目前所有报道中，水系有机液流电池低衰减的新纪录保持者，在水系储能系统中具有重要应用价值。

文中图片由西湖大学提供

刘园园 科技日报 2021-01-21

年可节约至少 4.5 个三峡大坝电量，碳中和当首选节能！

近年来，节能一直是我国落实节约资源与保护环境两项基本国策的重要抓手，也是我国能源发展战略的核心内容。

记者了解到，我国节能潜力巨大，仅在建筑节能领域，如果城镇建筑全部达到节能标准，每年就可节省二氧化碳排放逾亿吨，空调高峰负荷可减少约 8000 万千瓦，相当于 4.5 个三峡大坝的发电能力。

对此，北京国际能源专家俱乐部总裁陈新华比喻道，我国的节能潜力好比“沙特大油田”的节能“矿藏”，有待新的技术和新的商业模式来开发。

然而，在我国节能工作具体实施过程中仍存交易成本高、融资难等难题。“十四五”期间，我国节能工作开展应采取何种机制与商业模式？节能领域如何形成新思路、新模式？就在不久前由北京国际能源专家俱乐部、亚洲开发银行、北京大学能源研究院联合举办的建言“十四五”能源发展系列活动——节能工作的新思路、新模式、新举措研讨会上，节能相关行业专家对我国“十四五”期间的节能工作提出了建议。

节能是实现“碳中和”目标
最重要、最经济的手段

根据建言“十四五”能源发展系列活动发布的《节能新思路、新模式、新举措总结报告》（下称《报告》），我国提出努力争取在 2060 年前实现碳中和目标，这将意味着从 2020 年到 2060 年这 40 年间，我国各行业二氧化碳排放的总量应从 2019 的每年约 115.35 亿吨（包括能源领域和工业过程如水泥制造过程的排放）减少到接近零，而无法减排的部分则应通过增加再造林、碳捕获、利用与封存（CCUS）等在内的各种碳汇措施来实现碳中和。

《报告》同时指出，能源行业的碳中和任务（包括碳汇抵消量）约为每年 100 亿吨，从欧盟实现 2050 碳中和目标 50% 需要依靠节能来完成的基准情景来看，节能也应成为我国实现能源领域碳中和目标的最重要手段。

陈新华指出，节约下来的能源也是最清洁最安全的能源。[]，\， \“节能一直是我国能源发展的优先战略，但在实施过程中面临两大悖论：一是很多节能潜力大、回收期短的技术无法大规模推广；二是节能优先的国家战略因为没有好的商业模式而贯彻不到位。节能市场存在量大面广、专业技能缺乏、综合服务能力有限、成本高、融资难、恶性竞争严重等问题。”陈新华表示。

节能减排工作推进
需实现两个转变

“应充分利用数字技术推进节能工作。数字技术可以更加精准地把握用能方的能源需求，鉴别可能挖掘的节能潜力，实时对接能源供应侧而形成需供互动。”上海慧著智能科技有限公司总经理李艳兵表示。

上述《报告》指出，我国节能工作的推广要实现两个转变：一是实现从节能公司推销节能产品到耗能企业主动寻找解决方案的转变。“在这方面需要通过政策法规和财政激励给耗能企业一定的压力和动力，使企业有积极性和主动性；与此同时，也需要为耗能企业提供能够自我发现问题的技术。”陈新华表示。

[时间，效率，要求和回收，]。“该方法论总结出了一套综合性诊断企业的节能思路，充分挖掘出了企业节能的巨大潜力。”上海市质量管理科学研究院行政主任魏玉剑表示。

第二个转变就是实现节能服务公司从卖产品到为客户提供整体解决方案的转变。“节能工作不是为了节能而节能，而是要回归到客户的需求本身，并以此为导向，让节能成为客户综合能源服务解决方案的一部分，为客户提供方便，节约成本，创造价值。”山东鲁控能源发展有限公司总经理余俊说。

应加强协同引导用户节能

鼓励人人参与的“文化节能”

与会专家指出，节能减排属边际效益，但各个企业、能源之间节能工作开展缺乏协同，因此，未来我国节能减排发展应进一步加强不同区域、领域联动。

除此之外，节能减排还应因地制宜、尊重中国特色与国情。具体到建筑节能领域，丹佛斯（中国）公司副总裁车巍建议，在楼宇节能方面，应继续推广使用热计量，引导用户节能行为，倡导人人参与节能的氛围。

“如果在采暖季能够像用水、用电一样按量收费，全面推行普及热计量，我国北方的建筑能耗就可以降低 30%；且如果对所有的楼宇进行热效率评估，公开房屋热运行数据，建立能源地图，给每栋楼贴上能效标识和能效系数，并对效率低的集中供热楼宇按照其能效系数多收取取暖费，使能效成为衡量楼房价格的一个重要参照因素，从而实现建筑能耗大幅降低。”车巍说。

“资源节约与环境友好型社会国家的建设离不开 14 亿人的努力。应在传统的结构节能、技术节能、管理节能的基础上，高度重视‘文化节能’，即社会氛围和每个人素养对节能工作的重要性。”“十四五”国家能源规划专家委员会组长吴吟表示。

吴吟进一步指出：“要将节能文化渗透到全社会的每个角落，渗透到生产部门、制造单位、设计院、物业公司，渗透到每个用能单位、每个人，使节能工作成为大众的潜意识行为，利用社会监督机制杜绝资源浪费，并通过激励机制，加强节能减排的荣誉感。”

全晓波 张金梦 中国城市能源周刊 2021-01-19

固态电池：“替补”何时成“主力”

“固态锂电池大干快上，引领电动中国。”近日，中国工程院院士陈立泉在第七届中国电动汽车百人会论坛上喊出这样的口号。

陈立泉表示，液态锂电池容易引起安全忧虑，300 瓦时/公斤的能量密度已经到了液态锂电池的极限，下一步要发展固态电池，或者逐渐过渡到全固态锂电池。

“传统的液态锂电池已经无法满足行业更高的需求，在全固态锂电池技术尚未突破的情况下，混合固液电池有望兼容液态锂电池的部分材料、大部份设备和工艺，综合平衡安全性、能量密度、功率密度、循环寿命、高低温性等性能，率先实现商业化，逐步提升液态锂电池的性能。”中国科学院物理研究所（以下简称物理所）研究员李泓在接受《中国科学报》采访时表示。

混合固液电池是必要的过渡

1972 年，Scrosati B. 等首次报道了一种采用 LiI 为电解质的固态锂离子一次电池，自此，固态锂电池的研究拉开帷幕。随着固态技术的发展和产业化进程，国内外固态电池公司如雨后春笋般涌现。

“固态电池的负极材料可以是纳米硅和石墨的复合负极，正极可以是锰酸锂、也可以是富锂锰基材料或者是不含锂的正极材料，电解质是固体电解质，它的能量密度可以达 300—450 瓦时/公斤。”陈立泉表示。

前瞻产业研究院公布的《2020 年中国固态电池行业研究报告》显示，目前全球约有 50 多家制造企业、初创公司和高校科研院所致力于固态电池技术，固态电池尚未实现大规模商业化。

“近年来，固态电池作为下一代动力电池的重要技术路线，被寄予厚望。但总体而言，固态电池在世界范围内尚处于研发阶段，目前还没有企业展示综合性能以及成本都能与液态锂电池相媲美的大容量固态动力电池。”李泓坦言。

值得注意的是，“固态锂电池”和“全固态锂电池”的概念常被混淆。对此，李泓解释道，根据电解质的不同，锂离子电池可以分为液态锂电池、混合固液锂电池和全固态锂电池三大类。

实际上，半固态锂电池、准固态锂电池、固态锂电池均属于“混合固液锂电池”范畴，只是液体电解质与固体电解质比例不同。

“全固态锂电池和混合固液锂电池的区别在于，混合固液锂电池仍然含有一定量的液体电解质，

而全固态锂电池中只含有固态电解质，不包含任何液体电解质。”李泓说。

在他看来，理论上，相较于混合固液锂电池，全固态锂电池的最主要优点是更不容易发生热失控，此外，由于使用更高容量的负极和更高能量密度的正极，能量密度有望实现更高的水平。

同时，李泓还指出，由于全固态锂电池目前尚未完全解决循环过程中的固相界面接触问题以及体积膨胀问题，材料体系、生产工艺、应用技术尚不成熟，尚未形成供应链和充分验证，短期内无法实现大规模量产，预计还需要5年左右。

在他看来，市场对于高能量密度、本质安全、高充电速率、低成本的电池一直有持续改进的要求，“目前看，混合固液动力电池是液态锂离子电池性能提升的重要可行的技术路径。”

新路径 深根“固”本

“全固态锂电池是革命性技术，未来十年是固态电池破壁的时期。”物理所研究员黄学杰在第七届中国电动汽车百人会论坛上表示。

然而，从“液态”转向“固态”的每一步都十分艰难。“电解质是锂离子传输的重要媒介，对电池的性能至关重要。传统锂电池的电解质是电解液，电解液具有流动性，可以充分浸润正负极材料表面，因此易于与正负极活性材料保持良好接触。”李泓解释道。

相反，固态锂电池使用了固态电解质，简单引入不易发生体积形变的固态电解质材料后，与正负极活性材料的接触由原来的持续柔性的面接触改变为更多的硬的点接触，因此简单直接在电芯中引入固态电解质往往会带来固固界面接触不良的问题。

李泓告诉《中国科学报》，目前，传统全固态电池的开发主要是聚合物固态电池、薄膜固态电池、硫化物固态电池、氧化物固态电池四种技术路线，“这些技术路线基于不同种类的固态电解质材料，各具优势和挑战。”

其中，薄膜固态电池和氧化物固态电池难以研制大容量的动力或储能电池；聚合物固态电池体系受限于现有的PEO材料体系，无法在室温下工作且难以兼容高电压正极；硫化物固态电池则面临电解质对空气敏感、制造条件苛刻、原材料昂贵、规模化生产技术不成熟等问题。

究竟选择怎样的固态电池体系？面对传统路径的瓶颈，李泓团队陷入深思，“从液态到全固态中间应该存在一个‘固液混合’电池技术路径。”

2013年，李泓和物理所团队一起，结合液态锂离子电池与全固态锂电池积累的知识、材料体系和设计理念，另辟蹊径地提出了基于“原位固态化”混合固液电解质锂电池的构想。

“原位固态化的路径之一是在电芯制造过程中引入可以发生聚合反应的液体，先通过注液保持液体与电极材料之间良好的物理接触，再通过化学或者电化学反应，将液体部分或者全部转化为固体电解质，实现良好的电解质与电极材料的接触，综合平衡高电压、安全性、高倍率等综合性能。”李泓解释道。

在他看来，相较于现有的技术路线，原位固态化技术一方面易于解决固固界面接触的关键难题，另一方面有望兼容现有液态锂电池的大部分制备工艺，易于更快实现规模量产。

高能量、高安全混合固液电池系统及应用：高能量、长寿命无人机电池组（左上），高功率智能储能电柜（右上），高能量混合固液动力电池系统（左下），混合固液动力电池装车示范（右下）李泓供图

经过两年攻坚克难，团队使用原位固态化技术有效抑制了锂枝晶的生长。随即，庞大的“亲友团”合力把原位固态化技术推上了应用的“快车道”。

物理所通过对固化体系进行计算提供理论指导、北京卫蓝新能源科技有限公司进行实验验证和工程化放大、怀柔和平阳团队进行固态电池失效分析……从机理提出，到实验验证、工程化放大，再到后期失效分析的全流程，在“大家庭”的支持下快速完成。

“固态电池研发的每一个问题都是难题，每一个难题都需要团队协作，我们团队始终秉持尊重科学、原始创新、深度思考、极致执行、兼收并蓄、一往无前的精神，永葆初心、牢记使命，坚信一定能实现锂离子电池技术的进步和固态电池的落地。”李泓感言。

以应用为导向持续研究

眼里有星辰大海，脚下有丘壑万千。面对固态电池的“火热”，李泓认为，固态电池的研究需要持续优化并解决关键材料和技术、生产工艺和成本等方面的问题。

他指出，目前，固态电池还缺乏综合性优良的单一固态电解质材料。固态电解质是固态电池的核心材料，它的综合性能和产业化水平，是影响固态电池产业化进程的关键因素。

“目前开发的固态电解质材料都存在各自的缺陷或短板，在固态电解质选择、电芯设计上还需要寻求综合解决方案，扬长避短。”李泓直言。

除了固态电解质材料，为了兼顾高能量密度、高安全、长寿命等综合性能，固态电池还需要匹配高比能的正负极材料，如高镍三元正极、纳米硅碳负极、锂碳复合负极材料等，“这些高比能正负极材料的引入也为固态电池带来了一系列的挑战，仍需要不断提出综合优化的解决方案。”李泓表示。

此外，新技术和新工艺的导入会对固态电池的生产制造工艺提出更高的要求，需要引入数值模拟仿真技术和数字化智能制造技术克服工程放大和生产制造过程中的难题，实现精准可知可控可追溯。

对于未来固态电池的研发，李泓提出六点建议：“一是以应用和市场需求为导向，完善材料和性能评价体系，持续进行基础研究的积累；二是重视技术路线选择和工艺开发；三是重视电芯设计和工艺验证；四是重视材料本身的放大，打通关键材料的供应链；五是重视智能装备开发和设备自动化；六是建立标准化生产制造体系，建立和完善固态电池相关标准，逐步从混合固液锂离子电池向全固态金属锂电池发展。”

田瑞颖 中国科学报 2021-01-26

煤电+碳市场影响几何？

1月1日起，全国碳市场第一个履约周期正式启动，标志着全国碳市场进入新的发展阶段。

根据生态环境部1月5日印发的《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）》，要求首批纳入发电行业的2225家重点排放单位，于1月29日前完成配额预分配工作。

作为全国碳排放权交易系统建设的具体承担单位，上海环境能源交易所董事长赖晓明近日透露，全国统一的碳排放权交易市场有望于今年年中正式启动。届时，先试先行的煤电行业将会何去何从？

落后小机组面临淘汰关停加速

电力部门是能源领域二氧化碳排放的最主要部门。国际能源署数据显示，中国发电产生的二氧化碳占中国能源相关总排放量的51%左右，2018年中国电力行业二氧化碳排放量总计49亿吨，较2010年上升40%。

有业内专家告诉记者，全国碳市场选择从电力部门入手的主要原因是考虑“抓大放小”的原则，煤电部门碳排放量大，管理相对规范，排放数据容易获取。

那么碳交易将为煤电行业带来什么影响？北京中创碳投科技有限公司事业部副经理李鹏分析：“短期看，煤电机组尤其是小机组、自备电厂将面临较大压力，碳市场会加速效率低、落后小机组的淘汰和关停。中长期看，随着配额分配方式转变，即免费分配的比例逐渐降低，拍卖比例逐渐提高，煤电机组整体成本会有较大程度增加。”

碳市场将提高煤电机组整体成本，但是否会有效倒逼煤电减排仍是未知数。李鹏告诉记者，碳市场跟火电厂节能技改要求等相关政策是耦合的，很难计算碳市场单独对煤电行业碳减排效果起到多大作用。

就煤电减排本身，其可挖潜空间也越来越小。“煤电企业在节能降耗方面已经做了大量工作，且成效显著，我国火电行业在全球处于领先水平，而先进的燃煤发电技术也意味着继续在技术方面提升难度越来越大。”

提高发电效率方面，李鹏建议，在条件允许的情况下，将纯凝发电改为热电联产，效率将大大提高，同时大幅降低碳排放。

大型机组燃料替代或成趋势

碳市场倒逼落后小机组淘汰关停后，留下的大型先进机组将往何方去？

相关机构预测，2050年可再生能源比例或将达到70—80%，成为我国能源结构的主力。

但不可否认的是，我国未来仍将存在大量高参数、大容量、低排放煤电机组。有研究指出，至2050年我国仍需保留400—700GW煤电，承担基荷、调峰和供暖需求，但是需要对现有机组进行灵活性改造和热电协同改造。

李鹏具体分析：“大型、高效的百万机组未来可能主要作为调峰电源，进行灵活性改造后，每年运行小时数降低，其排放总量也会随之降低。”

有多位专家指出，调峰机组频繁启停会导致供电煤耗、强度提高，这时就需要电力市场起到配套支持作用。如将大型煤电机组作为调峰电源，参与调峰辅助市场服务，解决新能源消纳问题，在电价方面享更多优惠。

除了作为调峰电源、减少运行时间，掺烧生物质等燃料替代来降低碳排放也是有效方式。“生物质生长过程中吸收二氧化碳，燃烧过程中放出，因此生物质燃料发电是碳中和的过程。”李鹏介绍，掺烧的生物质比例越高电厂碳排放总量和强度降幅越大，或可成为未来煤电厂在碳市场下的应对方向之一。

有报告预计，在能源结构低碳化的驱动下，电力系统2050年直接排放的二氧化碳水平将比2020年下降约80%。

煤电+CCS可期

有报告指出，电力系统若要实现长期二氧化碳深度减排，CCS（碳捕获与封存）技术将发挥重要作用。CCS可以捕获90%的碳排放量，在燃煤电厂加装CCS装置将可使实现煤电机组的低碳化。预计到2050年，电力系统CCS技术埋存量可达5.1亿吨，能源系统的二氧化碳净排放量将降为24.1亿吨。

“CCS在技术上相对成熟，但成本较高。”李鹏初步估算，一家煤电厂加装二氧化碳捕集系统可能使发电效率下降8—10%，也意味着企业的经济成本同步增加，这并不是一笔小投入。

国内少数示范性质的CCS工程近年来陆续进入了公众视野。2019年11月，国家能源集团国华电力公司15万吨/年燃烧后碳捕集和封存全流程示范项目开工。中国华能集团清洁能源技术研究院开发的我国首套1000吨/年相变型二氧化碳捕集工业装置在华能长春热电厂已于2020年11月成功连续稳定运行。

国网能源研究院院长张运洲提出，通过在煤电机组加装CCUS（碳捕获、封存与利用）装置，可捕捉二氧化碳，与绿氢广泛结合大规模制取甲烷或甲醇，在终端替代进口油气。同时保留了系统转动惯量，有助于保障电力系统安全稳定运行。

“CCS未来商业化应用过程中首先需要解决其经济效益问题。”李鹏对此表示，采用CCUS制取化工产品，或许是煤电通过碳减排获取经济效益的可行方式之一。

齐琛 中国城市能源周刊 2021-01-19

地热能

山西省首座高温地热发电试验电站建成

1月25日，山西高温地热资源开发利用科研示范基地揭牌暨试验电站启动仪式在大同市天镇县举行。省委常委、大同市委书记张吉福，副省长贺天才，中国地质大学（武汉）校长、中科院院士王焰新出席仪式并共同为科研示范基地揭牌。

2020年3月，山西省地勘系统承担的天镇干热岩预可行性勘查项目取得重大突破。省委、省政府对此高度重视，推动与中国地质大学（武汉）签署省校战略合作协议，共建地热资源勘查及开发利用重点实验室等。山西高温地热资源科研示范试验电站项目一期占地约50亩，设计有勘查井场区、发电机组场区、水处理区等，其中，1号试验机组装机容量300kW，完全采用省内生产发电装备，2号试验机组装机容量280kW。经省相关厅局及市、县共同努力，仅用100天，顺利建成电站项目，并于1月18日、20日两台机组试发电成功。

据悉，该示范基地将在建成投产试验电站基础上，进一步结合深部地热勘查专项实施和重点实验室建设，全力打造集地热发电、供暖、养殖、疗养、教学等方向为一体的综合性创新平台。

赵志成 姚晓敏 山西日报 2021-01-27

生物质能、环保工程

变废为宝 着力推进重点领域污水资源化利用

国家发改委等10部门日前联合印发的《关于推进污水资源化利用的指导意见》提出，到2025年，全国污水收集效能显著提升，县城及城市污水处理能力基本满足当地经济社会发展需要，水环境敏感地区污水处理基本实现提标升级；全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上，京津冀地区达到35%以上。到2035年，形成系统、安全、环保、经济的污水资源化利用格局。

再生水利用量不足城镇污水排放量的15%

水资源短缺是制约经济社会发展的重要瓶颈。中国水利水电科学研究院水资源所副所长赵勇介绍，根据过去20年城镇化率与城镇用水的相关关系，我国城镇化率每增加1%，城镇生活用水将增加16.7亿立方米。“到2030年我国人口高峰期，仅城镇生活用水就将增加250亿立方米。”

资源型缺水的同时，我国水环境污染和水生态安全形势也十分严峻。

污水资源化利用，是指污水经无害化处理达到特定水质标准，作为再生水替代常规水资源，用于工业生产、居民生活、生态补水、农业灌溉等，以及从污水中提取其他资源和能源。“污水资源化利用尚处于初步阶段，利用水平低。”清华大学环境学院教授胡洪营介绍，目前我国城镇污水排放量约750亿立方米，再生水利用量不足城镇污水排放量的15%，亟待加快推进。

中国国际工程咨询有限公司资源与环境业务部原主任朱黎阳表示，“污水作为第二水资源，具有水量稳定、水质可控、就近可用等优势。积极推进污水资源化利用，既可缓解水供需矛盾，又可减少水污染。”

瞄准城镇、工业和农业农村三个重点领域，实施六大重点工程

根据指导意见，我国污水资源化利用的重点领域包括城镇生活污水、工业废水、农业农村污水等三方面。

加快推进城镇生活污水资源化利用。缺水地区特别是水质型缺水地区，优先将达标排放水转化为可利用的水资源，就近回补自然水体。资源型缺水地区以需定供、分质用水，推广再生水用于工

业生产、市政杂用和生态补水利用。“生态补水是水环境治理的关键措施之一。目前，我国大部分城镇污水处理厂的出水水质良好，特别是化学需氧量、氨氮和总磷等主要水质指标能够满足或接近河道、湖泊等环境水体补水要求。”胡洪营说。

积极推动工业废水资源化利用。开展企业用水审计、水效对标和节水改造，推进企业内部工业用水循环利用。开展工业废水再生利用水质监测评价和用水管理。

稳妥推进农业农村污水资源化利用。推广工程和生态相结合的模块化工艺技术，推动农村生活污水就近就地资源化利用。

此外指导意见还明确了实施污水收集及资源化利用设施建设工程等六大重点工程。提出推进城镇污水管网全覆盖，重点推进城镇污水管网破损修复、老旧管网更新和混接错接改造。到2025年建成若干国家高新区工业废水近零排放科技创新试点工程。

形成“1+N”政策体系，放开再生水政府定价

国家发改委有关负责同志表示，污水资源化利用具有较强公益性，既需要市场积极参与，也需要政府规范引导。

“指导意见要求制定区域再生水循环利用试点等实施方案，形成污水资源化利用‘1+N’政策体系。”该负责同志表示，中央财政资金将加大对污水资源化利用的投入力度，支持地方政府专项债券用于符合条件的污水资源化利用建设项目。

在健全价格机制方面，指导意见要求建立使用者付费制度，放开再生水政府定价。对于提供公共生态环境服务功能的河湖湿地生态补水、景观环境用水使用再生水的，鼓励采用政府购买服务的方式推动污水资源化利用。

“水价是影响污水资源化利用的重要因素。”朱黎阳表示，下一步应牢牢抓住水价改革窗口期，完善污水资源化利用水价政策，不断优化使用者付费等价格机制；按照市场需求放开再生水水价，优化污水资源化利用的技术、规模和布局以降低成本，形成合理比价体系。

陆娅楠 人民网—人民日报 2021-01-18

安徽探路沼气非电利用

核心阅读

《指导意见》出台，意味着安徽省意识到了生物天然气产业的重要性。安徽省有望在推进生物天然气非电利用过程中，探索出值得其他省份借鉴的发展经验。

安徽省农业农村厅近日发布《关于发展农村沼气助力乡村振兴的指导意见》（以下简称《指导意见》）提出，探索建立沼气全产业链支持保障政策体系，大力发展沼气工程，推动安徽省农村沼气高质量发展，助力乡村振兴。

沼气属于可再生清洁能源，可净化提纯为生物天然气。以沼气、生物天然气替代煤、液化石油气、常规天然气等化石能源，是降低碳排放强度、实现“碳中和”的重要措施。有业内人士表示，与发达国家相比，国内沼气及生物天然气产业整体水平存在不小差距。这种差距体现在技术上，更体现在政策与管理缺失。《指导意见》的出台，能否弥补以上短板？

非电利用才是“重点”

《指导意见》明确表示：“探索由目前的沼气建设投资补助逐渐转向全产业链关键环节补贴政策，实现沼气产业补贴贯穿沼气产业链全过程。”在保障措施方面，《指导意见》提出，协调推进沼气发电上网标杆电价和上网电量全额保障性收购政策。

有相关数据显示，2019年，我国生物质发电新增装机容量为473万千瓦，同比增长55.08%；累计装机容量为2254万千瓦，同比增长26.56%。在各类生物质发电装机容量中，沼气发电占比仅有4%。“国内沼气发电规模确实较小，装机容量不到100万千瓦，属于小行业中的小行业。未来发展沼气和生物天然气，主要走非电和高附加值利用路线。”一位不愿透露姓名的业内专家在接受记者采访

时表示。

据了解，作为生物质能源非电利用的重要方向，生物天然气具有“农业、环保、能源”三重属性，相较于农村户用沼气，规模化生物天然气工程更具有商业化、工业化发展前景。“发电不宜作为生物天然气的重点发展方向，重点应放在生物天然气的非电利用上。”上述业内专家表示，生物天然气产业未来发展要形成一个“农业-环境-能源-农业”闭合的绿色低碳循环发展模式。

“《指导意见》出台，意味着安徽省意识到了生物天然气产业的重要性。希望安徽省能在生物天然气产业发展特别是生物天然气非电利用过程中，探索出值得其他省份借鉴的发展经验。”上述业内专家进一步指出。

建立“谁污染谁付费”模式

《指导意见》要求，各级农业农村部门要认真落实中央和省财政农作物秸秆综合利用、畜禽粪污资源化利用、有机肥生产等政策，支持建设沼气和生物天然气工程，对沼气工程处理秸秆、畜禽粪污和生产有机肥予以补贴。

中国产业发展促进会生物质能产业分会秘书长张大勇建议，在原料收储端应该建立“谁污染谁付费、谁处理谁受益”的原料收储模式，对于可能造成面源污染的农林废弃物，建议由地方政府付费，专业机构进行无害化、减量化处理和能源或资源化利用。

“比如，养殖场畜禽粪污若直排将会污染环境，粪污产生者应向粪污处理者支付一定的处理费。”张大勇表示，“当前，部分生物天然气生产企业还要花钱从养殖场收购畜禽粪污，导致生物天然气生产成本居高不下，这是一个非常不符合现代市场逻辑的商业模式。”

据了解，原料收储成本高，导致盈利空间有限，是沼气产业发展的困境之一。“我们的一个项目每立方米生产成本在3元以上，其中原料收储成本占了70%。项目运营成本高，盈利空间小。”一家生物天然气生产企业的负责人表示。

中国沼气学会理事长王凯军日前在远程视频沼气学术会议上作题为“‘碳中和’与中国沼气产业发展”的主题报告，建议地方政府给予粪污收集中心一定的收储运补贴。农业园区建设，应该打通粪污资源化利用通道。

谈及沼渣、沼液等后端产品消纳问题，张大勇建议，政策机制要构建良好的营商环境，让生物天然气产品、沼渣沼液能够无歧视被市场消纳。“如果因为市场壁垒，有机废弃物资源化利用后的生物天然气或有机肥不能被市场全额消纳，就会给企业经营带来致命问题。”

产业认知应与时俱进

《指导意见》还对加强宣传引导提出具体要求：“充分利用广播、电视、报纸、网络等各种媒体，宣传解读沼气工程的重要作用、助力乡村振兴的重要意义、农村沼气发展的支持政策、农村沼气发展典型模式等，营造农村沼气发展的良好舆论氛围，调动社会主体参与的积极性，凝聚农村沼气发展合力。”

据了解，生物天然气属于“零碳”能源，甚至在一定程度上可变为负碳能源。“沼气中的二氧化碳被分离出来后，若再次进行工业化利用，比如用于生产碳酸饮料、制冷剂、灭火剂以及化工原料和原油开采，这样生产生物天然气就变为负减排了。”上述业内专家介绍道。

“大家对生物天然气产业的印象可能还停留在户用沼气工程阶段。”张大勇指出，随着时代的变迁，当前农村绝大部分养殖已经实现专业化和规模化经营，户用沼气市场越来越小。“其实，沼气和生物天然气主要区别在于沼气没有被提纯，热值较低，沼气提纯后就变成生物天然气。我们的认识、思想观念要紧跟时代变迁，特别是在碳中和背景下，紧抓行业的发展机遇。”

“目前生物天然气产出以后，消纳是一大问题。很多地方生物天然气并入燃气管网还存在一些体制机制方面的障碍，需要后续政策逐步加以完善。”张大勇进一步补充道。

本报实习记者 姚美娇 中国能源报 2021-01-25

太阳能

实地探访国内首家用光伏全直流微电网

楼顶上整齐地分布着两排湛蓝色的光伏板，楼下窗台边整齐摆放着两组回收利用的汽车动力锂离子电池组和两个氢气瓶，书房兼实验室里还安装有各种直流家电和一个低压转换站……近日，记者慕名来到上海电力大学太阳能研究所名誉所长、中国可再生能源学会理事赵春江所居住的二层小楼里，感受这座私人住宅如何演绎成为了“上海电力大学太阳能研究所实验基地”。在他家大门口，一块印有“上海电力大学太阳能研究所实验基地”的黄色金属门匾格外醒目。

作为太阳能发电的技术专家，2006年，赵春江成为了国内在私人住宅安装并网型户用光伏的第一人。随着技术的进步和时代的变迁，该系统已演变成了光伏全直流微网。

赵春江家光伏直流微电网系统由发电主体光伏方阵、光伏发电控制器、储能主体磷酸铁锂离子电池组、氢燃料电池应急电源、电动车反哺电源以及电力控制中心构成，为日常生活提供可靠低成本稳定电能，所用负载全部为直流电器。

所谓“光伏全直流微电网”，就是以光伏为电源主体，发、供、用电全部采用直流形式。谈及研究光伏全直流微电网的目的，赵春江对记者说：“其中之一就是要让农民既买得起车也跑得起车，并且不增加碳排放，不污染大气环境。利用自家屋顶的光伏系统给电动汽车充电，不仅能解决充电难问题，还可让农民用上低成本电力。”

“现在，我家的这辆新能源汽车，可以实现一车两用，不仅是普通的代步工具，还可作为一个可移动的储能装置，来反哺微电网。”赵春江一边操作给电动汽车充电，一边向记者介绍。

这只是赵春江家建成的户用光伏直流微电网组成部分之一。

在赵春江的带领下，记者爬上他家楼顶，看到上面布局着一排建筑一体化光伏方阵，仔细一数，整个楼顶一共安装了30块光伏板，受光面积约50平方米，共计7.95kW，其中13块共4kW构成独立的全直流微电网用于实验，其他17块3.95kW通过逆变器并入电网运行。

当微电网发的电用不完时，该如何处理？赵春江指着两组锂离子电池组说：“我采用了退役的磷酸铁锂离子动力电池作为储能单元的主体。根据上海地区的太阳辐照量和平均阴雨天持续天数及电动车的反哺能力，以1kW光伏配5kWh储能的比例，配备了20kWh容量的24V蓄电池组。”

当微电网发的电不够家里用时，也不用担心，氢燃料电池则扮演了后备电源的角色。“目前，我配备了两个20升140公斤压力的气瓶，功率达500W。按每天补电4小时，可维持3—4天。”赵春江对记者说，今后拟采用40升350公斤压力的碳纤维增强高压气瓶，届时可维持10天以上阴雨天的补电。

谈及该套系统的经济性，赵春江向记者介绍，目前，光伏电池和退役锂电池的价格已经完全可以接受，可以规模化应用。燃料电池因氢气的生产、输送、供气站的建设、应用成本等诸多课题，实现规模化应用预计至少需要3年。

“没有燃料电池做后备电源的微电网仍然可以维持运行。若阴雨天气持续时间较长，在后期可关掉一部分次要负载，并通过电动车反哺电能来维持最低限度的用电量。事实上，这种不用锂电池的微电网因摆脱了无氢气供应的窘境，应用场景更广。由于各地区太阳辐照量和气候有很大差异，配备的储能容量比例也不同，所需投资还要视用户需求定。”赵春江说，由于系统并不复杂，故障率较低，后期的运维费用几乎可以忽略。

记者了解到，全直流微网是一种独立性很强的分布式电源网络。该网络可由太阳能光伏发电、生物质发电、燃料电池发电等直流发电方式同蓄电池组等储能装置进行耦合，再加入计量和控制装置，自成系统，可独立于大电网，也可以并入大电网，成为智能电网终端用户侧的独立单元。

由于采用直流方式，因此对于供电侧可省去逆变环节，对于用电侧则可省去整流环节。用电侧

采用直流负载后，可大大改善整个网络从发电到用电的综合效率。“这种方式非常适合用于离大电网较远的农舍、农村个体养殖场、山区养殖场、环保型农业项目（通常远离生活区）和通信基站等，还可以作为应急电源用于疫情隔离区、方舱医院和野战医院等。”赵春江说。

另外，赵春江还坦言，系统的推广应用有待成本的进一步下降，犹如当年的户用光伏系统，微电网同样离不开政策扶持。“建议国家像当年的并网型户用光伏一样，对家庭储能系统也给予一定补贴，随着全直流微电网+储能系统技术进步和市场应用规模扩大，其成本会逐渐下降，最终也会在未来能源系统占有一席之地。”

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-01-18

广东佛山首座氢能光伏发电综合站试运行

本报讯 1月18日，由佛燃能源打造的佛山市首座集加氢、充电、光伏发电功能于一体的顺德区顺风加氢站正式进入试运行。

据了解，顺风加氢站总投资超过1300万元，日加氢1000kg，每天可为80辆氢燃料电池公交车提供加氢服务。同时，该站还配套有光伏发电装置及充电桩，光伏发电电量优先用于站内自用及充电桩，多余部分电量将上传至电网。

顺风加氢站是在原顺风加气站基础上改建而成的三级加氢站，该站具有功能集约、旧站改造再利用、建站快、可复制性强的优点，可在佛山现存闲置CNG加气站、LNG加注站上推广。

佛燃能源相关负责人表示，目前佛山已在氢能产业培育、示范应用、技术标准构建和发展环境优化方面取得了显著成效，布局了佛山南海“仙湖氢谷”、佛山高明“现代氢能有轨电车修造基地”、佛山云浮两市共建氢能产业基地三大氢能产业基地，形成了从氢气制备、储运、氢燃料电池电堆，到整车制造、商业化示范的完整产业链。

据悉，该站的建设对佛山市氢能产业链中加氢环节进行了持续补强，不仅可以促进佛山氢能产业良性、高质量发展，同时还能助力佛山申报国家燃料电池汽车示范城市。同时，顺风加氢站的建设完成，为全国城镇燃气企业参与氢能产业的发展开辟了新路径，而后续佛燃能源也将进一步利用原有的CNG加气站、LNG加注站等基础设施资源，因地制宜建设氢、气、油、电一体化综合能源供应站，为佛山市氢能产业发展提供基础设施配套保障。

韩林 中国能源报 2021-01-25

西安力促光伏储能系统发展

核心阅读

从征求意见稿设置的补贴标准来看，相较于大型地面电站，补贴的力度和强度更适合分布式光伏的发展，预计“分布式光伏+储能”的应用发展将迎来新机遇。

近日，西安市工业和信息化局发布了《关于进一步促进光伏产业持续健康发展的意见（征求意见稿）》，明确表示支持光伏储能系统应用，并为配置储能的光伏电站提供补贴。

近年来，可再生能源装机规模不断上涨，为了促进风光消纳，提升电网友好性，越来越多的省市区出台了鼓励可再生能源电站配置储能的文件。其中，对光伏储能系统提供补贴是支持力度较大的政策。

在业内人士看来，直接的资金补贴无疑是推动、鼓励可再生能源企业进入市场的有效途径，但目前征求意见稿中设定的具体补贴标准存在一定局限性。

■补贴缓解企业投资压力

在征求意见稿中，西安市工业和信息化局指出，要支持“光伏+”应用，其中，拓展“光伏+储能”应用是重点方向之一。

中关村储能产业技术联盟高级政策研究经理王思指出，在国家《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》中，储能是加快新能源产业跨越式发展的重要技术支撑。储能与新能源的协同发展已成大势所趋，集中式新能源和储能配套是项目应用的主要形态，储能能在稳定新能源输出和消纳新能源方面的作用不断得到重视。

近年来，越来越多的省市区明确支持“光伏+储能”产业发展。记者发现，和其他省市区不同的是，目前西安提出的对光伏储能系统的补贴政策，是2020年以来首个以“储能系统按实际充电量”为标准的补贴政策。

“资金到底哪方出一直是光伏电站配置储能的障碍。近两年来，江苏、山东、山西等省份先后出台政策文件，对光伏电站的储能配置提出了明确要求，鼓励项目开发企业自行安装储能系统，但现阶段电化学储能成本还维持高位，如果仅靠光伏电站收益无法在短期内回笼投资，企业经营风险也将升高。”一位光伏企业高管告诉记者，“西安对储能的直接补贴在一定程度上缓解了这一问题。”

王思强调，储能是提升新能源效益的重要技术手段，而不应成为新能源发展的负累，只有二者在技术层面和商业应用层面形成一致，产业化发展才能相辅相成。

■政策利好容量较小项目

据征求意见稿，“对2021年1月1日至2023年12月31日期间建成运行的光伏储能系统，项目中的组件、储能电池、逆变器采用工信部相关行业规范条件公告企业产品，自项目投运次月起对储能系统按实际充电量给予投资人1元/kWh补贴，同一项目年度补贴最高不超过50万元。”

在补贴的支持下，配置储能盈利难或将成为过去时。华西证券分析认为，假设项目开发企业安装了1Wh的储能系统，按照1年660次充放电计算，1Wh的储能系统可以完成充电约0.66kWh，即可获得补贴0.66元/Wh，结合目前市场上储能的每Wh直流侧成本约1.2元的数据测算，项目2年即可收回成本，如果项目在今年初就享受补贴至期满，那么仅依靠补贴就完全可以实现收益。

不过，和近两年的同类政策相比，西安的年度补贴上限设置稍低。2018年9月，合肥市政府发布《关于进一步促进光伏产业持续健康发展的意见》，其他标准要求和西安相同，而同一项目年度最高补贴为100万元，是西安的两倍。

华西证券指出，由于设置了“同一项目年度补贴最高不超过50万元”的年度补贴上限，预计这一政策无法让项目规模较大的光伏企业产生积极性，而只能促进容量较小的光伏电站配置储能。

隆基新能源董事长唐旭辉对此表示认同。他认为，从征求意见稿设置的补贴标准来看，相较于大型地面电站，补贴的力度和强度更适合分布式光伏的发展，预计“分布式光伏+储能”的应用发展将迎来新机遇。

■补贴只是过渡性措施

为了解社会各界反馈信息，记者联系了西安市工业和信息化局技术进步处，但工作人员以该文件“尚处于公开征求意见阶段，还未最终发布”为由婉拒了记者的采访。

某位不愿具名的业内专家认为，现阶段，部分省市区通过地方财政补贴可再生能源储能系统，是希望以此形式快速扩大“可再生能源+储能”市场。根据各地方经济能力的不同，补贴标准自然有差异。随着可再生能源电力全面实现平价上网，以及电化学储能成本的不断下降，其配置储能系统的成本压力也将逐步减小，对补贴的依赖性也将逐步降低，因此设置补贴可以看作是促进产业发展的过渡措施。

王思则提出，虽然补贴有利于推动新技术的商业化应用，但要确保有效监管。“因为光储配套应用的价值完全可以通过电力市场体现，即通过电能量价格或辅助服务补偿体现，这需要一个完备的市场机制并做好相应成本和价值的疏导。虽然补贴的发放有利于推动新技术的商业化应用，但毕竟补贴并不是长期的，需要适时退坡，最终用市场化机制推动产业健康可持续发展。”

上能电气解决方案事业部总经理王跃林预计，若光伏发电叠加储能后仍能实现平价，光伏电力的竞争力将不断凸显。而要达成这一目标，则需要促技术创新、产业升级，同时不断开拓多能互补等新型模式。

唐旭辉强调了光储技术的重要性。他认为除了抽水蓄能和电化学储能外，光伏和氢燃料电池，以及光伏和储能以及氢能的融合将在未来为绿色电力系统提供有力支撑。

本报实习记者 董梓童 中国能源报 2021-01-18

柴达木瀚海筑起“风光”大道

光热发电造就戈壁靓丽的风景线。

在海西辽阔博大的区域里穿行，人们会惊奇地发现，昔日曾以苍凉示人的一望无垠的戈壁沙漠上改变了“容颜”：光伏发电的吸热板比肩接踵汇成蓝色海洋；一台台白色风机在荒漠的土地上扎下阵脚；高耸的吸热塔于蓝天白云间“追光逐日”……

在新发展理念的引领下，亘古的瀚海戈壁，依托绿色产业革命大潮注入的强劲之力，新能源产业蓄势鼓起风帆，在波澜壮阔中沿着推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效能源体系的航线，一路劈波前行……

冬入三九天，柴达木盆地的戈壁滩上寒风凛冽。出德令哈市西行 10 余公里，车辆尚未靠近坐落在辽阔戈壁上的德令哈光伏产业园区，于远处已可见两座高耸云天的太阳能吸热塔在地面上绵延向西的定日镜的簇拥下熠熠生辉。脚下这块曾被视为当地“生态包袱”的戈壁滩，在穿越浩远历史中，已成为孕育新能源产业迅速崛起的博大怀抱。

戈壁滩的“身份”变迁，深刻昭示着青海省认真践行习近平生态文明思想，全力落实“扎扎实实推进生态环境保护”和“三个最大”重大要求的执行力，叙述着新发展理念在实践中衍生的传奇；一个朝阳产业的孕育和长成，诠释着在发展路径选择中带来的崭新气象。

“要把光伏发电打造成具有规模优势、效率优先、市场优势的特色支柱产业，使青海成为国家重要的新型能源产业基地。”面对新发展带来的新机遇，海西蒙古族藏族自治州顺应绿色产业发展大潮，乘势而上。

理念之变，催化新能源产业降生

众所周知，矿产资源的富甲一方，曾经成为海西州发展工业的长期依托。然而，伴随新一轮绿色产业革命的到来，产业转型，倒逼海西州亟须完成产业的重塑。

我省作为国家重要的战略资源接续地，对推进国家能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，担负着重大责任和使命。而置身柴达木盆地的海西州，肩上的责任尤为重大。

大自然的塑造为在发展新能源产业提供了良好的先决条件，也形成了这里在其后新能源产业捷足先登的天然优势。

海西州是我国太阳能、风能资源最为丰富的地区之一。太阳辐射强度大，日照时间长，太阳能总辐射量达 6888 兆焦/平方米，等效发电小时数可达到 1650 小时左右；常年的戈壁大风“派上了用场”，采用中低速风机等效发电小时数可达 2200 小时。加之这里拥有 10 余万平方公里开阔平坦的荒漠戈壁土地资源，综合的比较优势，为海西州发展零碳化、资源优、前景广的新能源奠定了良好基础。

新能源产业在融入海西州产业“棋局”后，不仅给海西经济社会发展带来了巨大变化，而且为西部资源型地区转变发展方式、调整产业结构，大规模开发新能源走出了一条全新之路。

“十三五”时期，海西州围绕高效光伏发电新技术、太阳能光热储能发电技术、高海拔低风速风力发电技术研发应用，统筹新能源产业布局向规模化、集约化发展，加速构建上下游产业联动发展体系，着力打造国家新能源产业发展示范基地、国家新能源输送基地。加快构建“装备制造—新能源发电—负荷消纳—向外输出”产业链，基本形成了定位清晰、特色鲜明、产业配套的新能源产业发展格局。

“一子落盘”，新能源下出“活棋”

置身德令哈太阳能光伏产业园区，开阔的戈壁滩上摆开一望无际的光伏产业阵容，一条全长 24

公里的光伏大道由东向西贯穿其中。

两侧的定日镜场在太阳的照耀下，如张开的“蝶翼”，随着日光在不觉间游移，吸纳着日照赋予的每一束能量。站在青海中控太阳能发电有限公司的塔式光热发电项目定日镜前，定日镜每隔数秒便产生一次移动，2.5 毫弧度追逐日光的精度，几乎让人浑然不觉。这家光热发电企业的总工程师樊玉华介绍，中控德令哈公司 10 兆瓦塔式光热项目是我国首座、全球第三座成功投运的大型塔式储能光热电站，也是我国首座获批上网电价的光热电站，目前已实现连续七年稳健运行，发电达成率达到 97%，处于目前世界领先水平。

距离一期光热发电项目的不远处，是企业于 2018 年底并网发电的二期 50 兆瓦光热发电项目。在那里整齐排列着 20 平方米大小的定日镜 2700 余面，最远的定日镜距离 1.5 公里。排列的定日镜“众星捧月”般，每天向高空 200 多米的吸热塔源源不断地传送吸纳的太阳光热。

“二期项目年发电量达 1.36 亿千瓦时，储热时间长达 7 个小时，保障了 24 小时不间断发电，已经为这里的 8 万余户家庭提供清洁能源。”总师办副主任谢寿安说，较长时间的储热功能可以实现与风能、光伏互补发电，保证了电网的供电需求，参与电网调峰。

与中控相毗邻的是中广核，这是我国首个大型商业化光热示范电站。2018 年 10 月，中广核德令哈 50 兆瓦光热示范项目正式投运后，我国由此成为世界第 8 个掌握大规模光热发电技术的国家。

中广核德令哈 50 兆瓦光热示范项目占地 2.46 平方公里，采用了槽式导热油集热技术线路，配套 9 小时熔盐储热，由太阳岛、热传及蒸汽发生系统、储热岛、发电岛四大板块构成。矗立于储热岛间的熔盐储热罐，直径达 42 米，是亚洲目前最大的熔盐储热罐。项目全部采用槽式导热油太阳能热发电技术，当光照不足时，存贮的热量可继续发电，从而实现 24 小时连续稳定发电。

而今，海西州以光伏发电为代表的新能源产业已然枝繁叶茂，初步实现了海西州第一个千万千瓦级新能源产业构架。这无疑为海西州建设光伏发电应用领跑示范基地、柴达木光伏走廊、世界光热之都，打造海西州国家零碳清洁能源示范基地和国家清洁能源输送基地铺出了前行之路。

创新求变，新能源打通产业之脉

如果说柴达木盆地的风光资源哺育了新能源产业的健康成长，那么，新能源产业依托自身绿色可持续发展的与生俱来的优势，在延伸产业链和打通产业脉络中显化的能量，是对海西这片高天厚土的反哺。

走进坐落于德令哈工业园的青海明阳新能源公司，企业的综合部负责人介绍说，青海明阳能源公司立足打造青海省新能源产业装备制造基地，同时向风能、光能资源开发延伸触角，逐步成为风能、太阳能全产业链开发企业，将倾力建设以海西为中心，辐射西北各省区乃至中亚地区的风电、光伏装备制造及风、光互补电站一体化项目基地。

德令哈工业园依托快速发展的新能源产业，重点构建起新能源装备制造关键技术研发中心，打造太阳能电池和太阳能电池制造设备产业链，太阳能高纯硅和多晶硅产业链以及风力发电装备制造产业链。

向前延伸的是产业的触角，更是延伸了谋新求变的新思维、新探索。

几年间，海西州先后建成青海明阳新能源高原型风机装备项目、华汇化工机械风机塔筒制造项目、兴明电力年产 1 万吨电线电缆生产项目……围绕推进新能源产业落地落实诸多项目，不但助力了新能源产业的快速发展，有效缓解了全州清洁能源部分装备运输、价位带来的矛盾，而且在提升当地上下游产业相辅相成、互助互推能力，进而实现由传统产业向新型现代产业迈进发挥了至关重要的作用。

黄河水电格尔木光伏公司创下了全国单体项目装机容量第一、创建了全国同一批同一地区两个“领跑者”示范基地项目。海西州已构建起光伏、光热、风能开发利用的全产业链条，目前已形成 16 个新能源发电园区，为筑起新能源产业“高地”积蓄了实力。与此同时，随着“风光互补+智慧能源高端科研示范项目”等有序推进，光伏暖棚、光伏供暖、光伏提水、户用光伏等，已伴随新能源产业的高质量发展，在带动海西州新能源应用多样化的同时，助力城乡各族群众的高品质生活。

海西，“风光”之变，正带起这块土地之变。

刘法营 青海日报 2021-01-18

山西高速公路光伏发电量突破 1300 万千瓦时

1月15日，从山西交控集团传来消息，截至2020年底，山西省高速公路分布式光伏电站累计发电量突破1300万千瓦·时。其中，路桥集团机电公司产能占比95%以上，为全省高质量转型发展作出突出贡献，在山西省高速公路能源应用领域具有里程碑意义。

2020年，机电公司紧咬30兆瓦装机容量任务目标不放松，抢抓时间窗口，通过自主标准化施工，大宗货物集中采购，与山西省高速运营公司共同创新理论、深化实践，按时高质量完成年度目标任务。

目前，路桥集团机电公司投资建设的光伏发电站数量已达75座，总装机容量18兆瓦，规模居全国各省高速公路光伏电站装机容量首位，年发电量可达2430万千瓦·时，预计每年将减少燃烧标准煤9720吨。

近年来，机电公司致力于高速公路能源托管运营新模式。一方面，聚焦集成分布式光伏、储能蓄热供暖、节能改造、汽车充电桩设置、直购电交易等项目建设，构建多能互补的“源、网、荷、储”一体化路桥特色智能微电网；另一方面，以“优化配置”为切入点，构建统一的大数据智慧管理平台，通过对用能设备设施的动态监测、集中分析、调控运行参数，引导电能消纳与负载就地平衡，将综合能源服务深度赋能交通基础设施建设。

下一步，机电公司将继续严格遵循山西省能源革命可持续发展战略要求，贯彻落实山西交控集团全面提高能源、能耗资产科技含量和管理水平的重大部署安排，积极响应路桥集团“降本增效、提质升级”理念，用实际行动打造绿色高速、生态高速、智慧高速，助力交通强国建设。

人民网 2021-01-18

多省区“十四五”新能源规划陆续出台

日前，光伏等新能源已被写入多省区的“十四五”规划和2035年远景目标等相关建议稿中，并对绿色低碳发展、清洁能源转型进行重点强调，敲定了未来5-10年的新能源发展蓝图。截至目前，已有江苏省、西藏自治区、甘肃省、广东省、四川省、陕西省和河北省七个省份及自治区公布“十四五”光伏发展规划。其中，广东省、宁夏回族自治区、西藏自治区等地“十四五”期间的风电、光伏装机目标较“十三五”期间大幅提升，甘肃省酒泉市计划建成千亿级规模清洁能源产业链，陕西省着力构建万亿级能源化工产业集群。

自碳中和目标提出以来，各地政府在绿色发展和能源转型上的进度明显加快。中国光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华在“2020中国光伏行业年度大会”上预测，“十四五”期间我国国内年均新增光伏装机规模可达70GW，乐观预计可达90GW。

多省区明确光伏装机规模

通过对各省“十四五”规划相关内容的梳理，西藏自治区、甘肃省、陕西省等西北省区强调推动“水风光互补”等新能源发展。其中，西藏自治区指出，2025年建成国家清洁可再生能源利用示范区，到2025年光伏装机容量突破1000万千瓦，科学开发光伏、地热、风电、光热等新能源，加快推进“光伏+储能”研究和试点，大力推动“水风光互补”，推动清洁能源开发利用和电气化走在全国前列。

江苏省、四川省等地提出“十四五”期间建设一批“风光互补”、“渔光互补”等“光伏+”综合利用平价示范基地。其中，江苏省能源局在《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划（征求意见稿）》中明确提出，到2025年底，全省光伏发电装机达到2600万千瓦。其中，分布式与集中式光伏发电装机分别达到1200万千瓦和1400万千瓦，要因地制宜推动盐城、南通、连云港、宿迁、镇江、淮安、

扬州、徐州等地建设一批“风光互补”、“渔光互补”以及农业设施相结合等不同方式和形态的“光伏+”综合利用平价示范基地和陆上风电平价示范基地。根据《意见稿》投资估算，到2025年，江苏省光伏发电新增约900万千瓦，新增投资约300亿元。

山西省则表示要加强重大项目的培育和产业链招商，整合提升硅片、电池片、组件等光伏制造产业链，完善专用设备、光伏玻璃、金刚线、银浆等配套体系，打造光伏制造全产业链生态体系，力争到2022年，光伏制造业营业收入达到130亿元。

此外，根据河北省发改委下发的《关于推进风电、光伏发电科学有序发展的实施方案(征求意见稿)》，河北省在建的、计划2021年底前并网的光伏项目规模就高达1294.3万千瓦，计划在“十四五”未完成的储备项目包含三类，其中光伏项目911.5万千瓦，可以预计河北省“十四五”期间光伏新增规模预计将超过2200万千瓦。

央企、民企加码发力光伏

从2020年国家能源局公布的光伏竞价、平价项目清单可以看出，大型电力央企已经开始在光伏装机上发力。其中，大唐、华能、华电、国能集团的竞价与平价项目总规模均超过100万千瓦，较此前的装机规模实现了成倍的增长。

华能集团党组书记、董事长舒印彪已在多个场合表示，“十四五”期间华能集团计划投产新能源装机8000万千瓦，确保到2025年低碳清洁能源装机占比达到50%以上。

国家电投党组书记、董事长钱智民提出，2025年实现电力装机2.2亿千瓦，其中清洁能源装机占比超过60%，照此推算“十四五”期间国家电投的新能源装机增量需超过5000万千瓦。

东北证券分析指出，五大电力集团“十四五”期间的新能源装机量有望突破3亿千瓦，对应的年均装机水平超过6000万千瓦。

民企方面，据中国证券报记者不完全统计，2020年以来，就有13家光伏上市公司宣布了逾40项扩产项目，总投资超过2000亿元，涵盖硅片、电池片、组件、玻璃、逆变器等多个环节。2020年12月30日以来，就有包括福莱特、亚玛顿、晶澳科技、协鑫集成等上市公司扎堆发布扩产计划。

王勃华表示，为如期完成碳中和目标，2021年-2025年我国光伏行业至少需完成3.5亿千瓦的装机目标。国家能源局新能源司副司长任育之也表示，从目前的发展情况看，“十四五”期间的新增光伏发电装机规模将远高于“十三五”期间。

新时代证券最新分析指出，基于国内“2030年碳达峰”、“2060年碳中和”的大背景下，“十四五”期间国内装机高速增长信号愈发明确。该机构预计，2021年国内装机达66GW，同比增长67.3%。

将氢能纳入“十四五”规划

值得一提的是，广东省、甘肃省、河北省、山东省、内蒙古自治区、陕西省等在“十四五”规划中除提出光伏装机规划外，还提出发展氢能等新能源。

其中，广东省发改委等六部门印发《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021-2025年)》提出，到2025年，新能源发电装机规模约10250万千瓦(其中核电装机约1850万千瓦，气电装机约4200万千瓦，风电、光伏、生物质发电装机约4200万千瓦)，天然气供应能力超过700亿立方米，制氢规模约8万吨，氢燃料电池约500万千瓦，储能规模约200万千瓦；全省新能源产业营业收入达到7300亿元，新能源产业增加值达到1800亿元。

针对第十四个五年规划和2035年远景目标，陕西省提出，推动能源化工产业清洁化高端化发展。调整优化煤电布局，积极发展风电、光电、生物质发电，加快陕北风光储氢多能融合示范基地建设。着力构建万亿级能源化工产业集群，打造世界一流的高端能源化工基地。

河北省关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议提到，建设张家口国家可再生能源示范区、国家级氢能产业示范城市，构建综合能源体系，加快清洁能源设施建设，推进坚强智能安全电网建设。

甘肃省酒泉市委就制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议中指出，加快建设风光水火核多能互补、源网氢储为一体的绿色能源体系，主攻千万千瓦级风电、光伏

光热、电网升级、调峰电源、储能装置等八类工程，集中精力做大产业规模，做优发展质量。

国联证券分析认为，氢能的核心优势在于清洁高效，可储可运，应用场景丰富。当前面临环境和能源安全双重考验，碳中和目标的提出更是要求我国加快向清洁能源的转型。因此，氢能的发展将会成为我国能源转型的关键补充，预计到 2050 年，氢能年经济产值将超过 10 万亿元，其中燃料电池汽车年产量将达到 520 万辆，其产业链的上下游核心部件的国产化各细分领域龙头将最先受益。

部分省区市“十四五”新能源装机规划

江苏省 到 2025 年底，全省光伏发电装机达到 2600 万千瓦

西藏自治区 到 2025 年光伏装机容量突破 1000 万千瓦

广东省 到 2025 年，新能源发电装机规模约 10250 万千瓦

甘肃酒泉市 到 2025 年，力争新增电力装机 2000 万千瓦以上

四川省 四川“三州一市”光伏基地十四五规划总装机容量预计 2000 万千瓦

山西省 力争到 2022 年，光伏制造业营业收入达到 130 亿元

河北省 预计河北省十四五光伏新增规模预计将超过 2200 万千瓦

刘杨 中国证券报 2021-01-19

光伏产业迈过平价山峰

在江苏泗洪光伏发电应用领跑基地，天岗湖上遍布一排排充满韵律的光伏电板，似一片蔚蓝色的海洋。

江苏省目前形成了从硅料提取、硅锭制备、电池生产到系统应用于一体的完整光伏产业链，不仅集中了全国一半以上的重点光伏制造企业，而且包括国内光伏组件价格下调、光伏平价上网等在内的一系列能源行业积极变化也由江苏推动诞生。

一路走来并非坦途。2018 年光伏补贴退坡，给行业抹上一片阴霾。但技术的大爆发迎来柳暗花明，光伏发电成本不断下降，真正实现了平价。日前中国在气候雄心峰会上提出，到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上，新能源产业未来可期。

光伏走过的平价之路，也是整个新能源产业发展的必经之路。

退补

扩产降本转向技术致胜

“当时觉得平价根本做不了，没想到今天发展这么好。”中国能源建设集团江苏省电力设计院有限公司新能源工程公司总经理胡煜告诉记者，光伏从 2005 年起逐渐发展起来，江苏入局较早，“我们大楼 2007 年做了屋顶光伏，当时造价很高，一瓦 40 元，现在只要 3 元，当时硅片都要 24 元，现在几毛钱”。

国家电网江苏电力公司发展部相关负责人陈国年介绍，从 2009 年以来，江苏光伏装机年均增长 138.4%，截至 2020 年 11 月底，江苏省光伏装机已经达到 1671 万千瓦。

2008 年，江苏一批光伏企业集中上市，逐渐搭建起了全国最全的光伏产业链条。江苏省可再生能源行业协会秘书长施新春告诉记者，一个产业起来了，就需要很多供应商，仅江苏扬中一个小镇就有几千家配件商，“配套发展快，人才集中，形成了良性循环”。

胡煜介绍，当时江苏光伏企业多、规模大，“开始是补贴驱动，然后每年逐渐退补，而企业的动力就是必须要把成本降下来，厂家间你追我赶，各有优势，技术一直在进步”。

能建江苏电力院新能源工程公司电气部主任、高级工程师王海华介绍，2019 年，电池技术刷新了效率纪录；叠瓦和半片技术受到市场青睐，组件功率大幅提升。技术创新百花齐放，光伏企业不断刷新电池端、组件端的功率、效率等性能输出，传统扩产降本的竞争模式转向了技术致胜的博弈。

趋势

政策引领转向需求驱动

“在技术创新驱动下，光伏的度电成本已经下降到十年前的 30% 以下。”施新春告诉记者，从 2019 年起，越来越多的光伏平价项目开工，集中式光伏已经走完了平价前的“最后一公里”，“2021 年，光伏发电将迎来平价上网元年”。

施新春指出，除了光伏，陆上风电也摆脱了补贴限制，走上了平价之路。我国提出，2030 年将达到碳排放峰值，2060 年实现碳中和。为实现这一目标，“十四五”期间中国新能源新增装机预期较“十三五”期间增长 50% 以上。

与此同时，光热、储能、氢能等虽短期内不具备经济性，但也逐渐步入了降本的车道。

在南京，新能源汽车产业规模不断扩大，新能源汽车整车产量达到近 10 万辆，占全省的 2/3，全国的 8%，充电场景也随之不断拓展。“新能源车好比移动的充电宝，车主可以在用电低谷时充电，在用电高峰时向电网放电，既降低了新能源汽车使用成本，也平衡了电网负荷。”相关工作人员说。

在江苏常熟，重塑科技常熟产业化基地去年投产，基地将成为具备强大自主知识产权的燃料电池核心零部件产业化基地，有望进一步缓解国内氢燃料电池产业“卡脖子”难题。

“这是重塑科技最新一代的 60—110kW 中、大功率氢燃料电池系统，已实际应用于包括钢铁运输、城际高速物流、专线货运、渣运、市政服务等多种场景，做到零碳排的同时历经长时间运行、高负载率、持续高速等严苛工况验证。”在江苏基地展厅，重塑科技江苏生产部经理顾锦君向记者介绍。

“摆脱补贴的依赖性，实现市场化的驱动，尤其是技术驱动和应用场景的驱动，是必然的趋势。”胡煜认为，不可否认补贴在新能源产业特别是初期发展的作用，但是对于整个新能源产业来说，“丢掉补贴‘拐杖’意味着电价政策调整带来的产业波动可以避免，产业成长环境得以改善，产业发展节奏更有预期。”

未来

方向明确还有问题待解

“平价是一座高峰，无疑光伏已经迈了过去。接下来无论是海上风电还是氢能，都必须迈过去，迈过去才有未来。”施新春说。

2021 年，新增投产海上风电项目将不再纳入财政补贴范围，平价条件下，海上风电也要面临光伏曾经走过的发展调整期。在江苏，海上风电资源丰富、年利用小时数高、发电量高，是最具规模化发展潜力的可再生能源。

“海上风电是跟着大项目走的，在带动产业链集聚方面能量很强。”江苏省可再生能源行业协会风电专业委员会主任徐鹏介绍，叶片、塔筒这些部件都非常大件，考虑到成本和物流，需要就近进场，“一个海上风电大项目启动了，能带动就近配套设施，吸引企业形成产业集聚”。

在江苏南通市如东县洋口港以北地区，三峡新能源的两个海上风电场和中广核的海上风电场一字排开，矗立在蔚蓝的黄海之中。三个项目装机分别为 400、300、400MW，目前电源本体及配套送出工程正在建设之中。

“海上风电是未来新能源产业发展的一个重要方向，但是现在成本非常高。”胡煜说，当前江苏、广东等沿海城市纷纷出台了海上风电发展规划，近海资源基本被锁定，未来必将走向远海，但是目前材料成本高、海上施工成本高等问题仍需解决，海上风电的储能、输电特别是远海输电技术也不够成熟。

当前，短时间内装机总量大幅提升带来更多希望的同时，也让新能源的消纳问题成了未来相关领域发展的“拦路虎”。

国网江苏电力调控中心水新处处长雷震介绍，江苏光伏装机 67% 分布在苏中苏北地区，只有 33% 的分布在苏南地区，风电也同样如此。布局大多在苏北，但负荷中心在苏南，一江之隔，阻碍了“北电南送”，从而产生消纳瓶颈，“如果过江通道堵塞，电网压力就会非常大。”此外，风光发电不具备调峰能力，如何有效缓解电力平衡及调峰矛盾，拓展清洁能源消纳空间也是同样重要的课题。

“对于新能源而言，平价是起点，并非终点。”施新春说。

建言湾区

广东新能源产业集聚仍有提速空间

2020年出台的《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025年）》提出，要以加快新能源开发利用为基础，以强化关键技术攻关为核心，以布局重大工程建设为支撑，以推动产业高效协同集聚发展为落脚点，区分新能源产业不同领域发展水平，分层分类发力，不断提升产业集群整体发展水平。其中，“海上风电领跑工程”“氢能产业链培育工程”被列为我省未来5年的“重中之重”。

虽然江苏的光伏产业发展走在了前面，广东在海上风电、氢能等产业的布局并未落于人后。

说起江苏的经验，胡煜认为，首先，规划布局早；其次，具有良好的产业基础；第三，拥有强劲的市场需求；第四是落实相关的产业政策，着力优化营商环境等；第五，用好了丰富的科研资源，长三角地区的高校、科研院所相关人才对新能源发展贡献很大。

施新春建议，广东新能源方面工业基础不强，应当加大对外来整机等相关产业基础企业的引进，加快整体配套设施建设，有助于产业集群的快速集聚。

刘倩 南方日报 2021-01-21

揭开钙钛矿薄膜“埋藏的秘密”

面对可再生能源需求，钙钛矿太阳能电池凭借低成本、高转换效率优势成为下一代光伏技术研究热点。近日，北京大学与英国萨里大学团队合作论文在《先进材料》刊发并引发业界广泛关注。

“该成果为认知钙钛矿埋底界面提供了高效研究平台，为发展钙钛矿高效钝化技术提供了新的研究思路，同时也为提升钙钛矿电池性能提供了先进的理论指导。”论文通讯作者、中国科学院院士、北京大学博雅讲席教授龚旗煌告诉《中国科学报》。

“这是首次对钙钛矿底界面性质的全面深入研究，将更新整个领域对多晶钙钛矿薄膜的理解，并推动领域对钙钛矿底界面性质进行充分挖掘探索。”提及论文贡献，通讯作者、英国萨里大学教授张伟评价道。

攻关：打开埋底界面的“黑匣子”

高效率钙钛矿太阳能电池通常以钙钛矿多晶薄膜作为光活性层，而钙钛矿多晶薄膜上下两个界面通常被认为是缺陷富集区域，是限制钙钛矿光伏器件效率提升的主要因素。

在过去十多年的发展中，大量研究工作集中在钙钛矿薄膜上表面性质及优化上，对薄膜上表面的认知也逐渐完善成熟；而对于隐埋的、非暴露的底界面则缺乏更加深入的认识与理解。同时，对于溶液生长的多晶钙钛矿化合物半导体薄膜，大量研究都是用薄膜上表/界面表征结果间接推断底界面性质，缺乏严谨的科学性。

“相对于成熟的上表/界面研究，钙钛矿薄膜的埋底界面对广大研究者来说仍然是一个深埋的、没有打开的‘黑匣子’。”论文通讯作者、北京大学物理学院现代光学研究所研究员朱瑞介绍了领域内有关钙钛矿底界面研究的滞后情况。

基于多年来对高性能钙钛矿太阳能电池及钙钛矿多晶薄膜性质积累的扎实研究基础与丰富研究经验，北京大学团队联合萨里大学团队对此难题展开攻关。他们首先通过“反溶剂牺牲聚合物传输层+金属软模板支撑”的方式将已沉积的钙钛矿多晶薄膜底界面暴露出来，借助系列表界面表征，首次真正“看清”了底部的细节。

该团队又进一步发展了一种底面原位荧光成像技术，可视化发掘了薄膜底界面非辐射复合损失来源，并首次建立起底部“微结构—光电性质”关系，最终得到了一幅完整清晰的钙钛矿底界面物化图像。

朱瑞表示，他们通过对钙钛矿光伏器件“埋底界面”开展系统深入研究，阐明了“埋底界面”中“微结构—化学分布—光电功能”的科学关系，建立起钙钛矿光伏器件“埋底界面”可视化研究平台，为钙钛矿多晶薄膜未来钝化技术发展和钝化分子设计提供了指导。

剖析：“上下贯通”的表面钝化

确定钙钛矿底界面损失来源，进一步消除底界面损失从而改善整个钙钛矿薄膜质量，是制备高效率电池的必经之路。

“2018年，我们联合团队通过卤化铵上表面钝化技术创造了反式结构钙钛矿太阳能电池效率的世界纪录。”朱瑞介绍说，“基于对这项工作的深入理解，我们想尝试一下，通过卤化铵上表面钝化技术，能否对钙钛矿薄膜底界面有改善作用。”

借助于系列底面研究技术，该团队进一步对经过卤化铵上表面钝化后的多晶薄膜进行分析，发现上表面钝化后的薄膜，其底界面的损失来源几乎全部钝化消失，呈现出一个非常“干净”的底界面。

“上表面钝化后，薄膜底界面竟然发生了明显变化。”论文作者之一、北京大学博士研究生杨晓宇说，“我们的实验结果与卤化铵上表面钝化的常规机理认知有较大偏差，钙钛矿薄膜上表面的钝化处理原来不仅仅只停留在上表面。”

研究人员进一步设计了时间分辨底面原位荧光成像实验，证明卤化铵上表面处理后，溶剂与退火等作用导致卤化铵分子从表面自上而下逐渐扩散进入钙钛矿多晶薄膜体相，并最终到达底界面，形成上下贯通的薄膜钝化。该团队也将这一全新机理命名为“分子辅助微结构重构”，进一步完善了对卤化铵表面钝化技术本质及高效性的理解。

朱瑞认为，“分子渗透现象进一步反映了钙钛矿薄膜软晶格的性质，这一结论将进一步为高效钙钛矿钝化材料的设计提供灵感。”

展望：“底部大有可为”

早在1959年，诺贝尔物理学奖得主、理论物理学家理查德·费曼在美国物理学会会议上首次提出：“底部大有可为。”自此，纳米领域研究开启了飞速发展的模式。

谈及未来钙钛矿光电器件的发展，龚旗煌说：“我们同样相信在钙钛矿光电器件领域，底界面研究大有可为。”他认为，底界面还有更多秘密等待科学家发掘探索，这将是未来研制高效稳定钙钛矿器件的重要发展方向之一。

然而，目前对于薄膜底界面的认知仍远远落后于上表面，不同体系、制备方法的钙钛矿薄膜也可能存在不同底界面性质，建立起一个成熟完善的底界面知识体系仍旧需要大量研究数据以及成熟的研究方法。

北京大学团队自2013年开始，一直在高效钙钛矿光伏器件及薄膜表界面表征优化方面进行研究探索。

杨晓宇介绍，自2017年加入团队以来，就专注于钙钛矿底界面的研究与优化。“在对底界面的研究中，还发现了很多新奇的、与传统认知不同的现象，这也促使我们不断向更深层次的钙钛矿底界面性质进行探索。”谈及未来的研究计划，杨晓宇充满信心。

“本研究工作仅是钙钛矿薄膜底界面研究的开端，希望基于我们提出的方法，能够揭示更多钙钛矿薄膜‘埋藏的秘密’。”朱瑞希望，该工作能够给更多领域内外的研究者以启发，发展更加先进有效的底界面研究手段，促进新型钙钛矿光伏技术基础研究更加完善。

崔雪芹 《中国科学报》 2021-01-18

警惕光伏盲目扩产

在碳中和目标的指引下，成本快速下降的光伏发电被认为是未来最具发展前景的清洁能源。去年以来，在资本的大举加持下，不仅光伏概念股在二级市场上一路狂飙，各大光伏企业也开启了新一轮“扩产潮”。从硅料、硅片、电池片、组件，再到逆变器、玻璃等辅材，你方唱罢我登场，仿若哪个企业不发布个扩产消息，都不好意思在光伏圈继续“混下去”。

据不完全统计，隆基股份、通威股份、晶澳科技、天合光能等13家龙头企业2020年共宣布了40个扩产项目，总投资超过2100亿元。其中，9个项目投资规模超过100亿元，3个项目计划投资

额达到 200 亿元，仅通威股份一家 2020 年在扩产方面投资便高达近 500 亿元。

突如其来的“光伏热”引发了对新一轮光伏产能过剩的担忧。毕竟，在产能扩张这件事上，光伏行业有着刻骨铭心的记忆。2008 年至 2012 年期间，中国光伏产业高速扩张，全国有 300 多个城市上马光伏项目，20 多个城市要建千亿元产业基地。得到地方政府支持的光伏企业争相扩张，导致行业产能严重过剩，整个中国的光伏产能比全球需求量还大一倍以上。结果在遭遇欧美“双反”的情况下，曾经的光伏巨头江西赛维、无锡尚德负债数百亿元之后轰然倒下。

光伏是典型的重资产行业，而且技术更迭迅速，企业需要不断投入资金进行产线和配套升级，这导致光伏企业自由现金流普遍较差。由于大船难掉头，企业产能越大，产业链一体化程度越高，在技术迭代中承担的风险就越大，一旦押错技术路线，或是经营节奏没有踩准，往往就会陷入困境。

当前，站上风口的光伏行业，在紧抓机遇的同时，一定要增强风险防范意识，力避行业运行大起大落。对于光伏企业而言，要保持清醒头脑，在扩张的同时多想想市场能不能跟得上产能，做到有序扩产。同时，要大力转变发展方式，通过兼并重组、优化存量来实现企业规模的扩张。

从更大层面看，在促进光伏产业健康有序发展这件事上，无形之手和有形之手要协调配合。市场在资源配置中起到决定性作用，政府也要发挥好规划作用。对于各级政府来说，要做好产业规划，对产能过剩项目投资从严核准，加快淘汰落后产能，鼓励引导光伏企业加强技术创新、提高产品质量、降低生产成本，迈向高质量发展。

王轶辰 经济日报 2021-01-22

光伏组件功率突破 660W！标志着行业全面迈入 600W+时代

1 月 25 日，天合光能股份有限公司宣布最新一代 210 至尊 660W 系列超高功率组件已通过德国莱茵 T?V 全套可靠性测试。这是天合光能在 210 超高功率组件可靠性领域又一重大突破和里程碑事件。至尊 660W 组件通过 IEC 测试，也再次证明了天合光能卓越的产品质量和严苛的生产标准，也是行业全面迈入 600W+时代的重要见证。

至尊系列超高功率组件以天合光能优势的多主栅技术为基础，采用低电压、高串功率设计，通过无损切割、高密度封装等先进技术解决方案，显著提升抗隐裂、抗热斑性能，进一步降低组件的系统成本及度电成本。经优化设计的至尊组件，在抗热斑能力方面成为大型地面电站用高功率组件的新标杆。自 2020 年 2 月，天合光能面向全球推出首款 210 组件后，210 至尊系列已包括 400W，500W，550W，600W 和全新的 660W 共 5 款组件产品，适用于屋顶分布式、地面电站，农光渔光互补在内的全应用场景。

天合光能光伏产品价值群产品与市场部负责人张映斌表示：“至尊系列组件搭建了一个崭新的 210 产品技术平台，展示了 210 组件在降低度电成本的更多可行性，推进行业技术进步、产业链共同发展。210 超高功率组件可以降低光伏系统成本和光伏发电度电成本，加速光伏发电在全球范围的应用，助力实现十四五可再生能源发展目标。

在技术创新的同时，天合光能一直在和第三方机构合作，共同探索组件长期可靠性保证的检测方法和评估标准，为客户带来更高的投资收益。据第三方 DNVGL 测算，210 组件应用于地面电站时，度电成本降低 3.75%左右。

此次，天合光能 210 至尊 660W 组件的测试方德国莱茵 T?V 大中华区太阳能服务副总裁邹驰骋先生表示：“2020 年 9 月份，天合光能领先行业发布至尊 550W/600W+系列组件，并率先获得 IEC 认证。时隔 4 个月，天合光能 210 至尊 660W 组件产品通过 T?V 全套可靠性测试，意味着光伏行业全面迈入 600W+超高功率时代。这不光是天合光能在组件产品上的重大创新，更为大型光伏电站降低系统成本、降低度电成本和提升电站收益创造更多可能性。”

天合光能成立 24 年以来，一直坚持突破创新，以可信赖的品质和客户价值驱动发展。天合光能全新推出 210 至尊 660W+系列，用更低度电成本和高价值的光伏智慧能源方案引领全球能源变革，

领跑全球开启全面平价新时代，用太阳能造福全人类，构建零碳世界，加速迈向碳中和未来。

天合光能 中国能源网 2021-01-26

国家能源局：2020年太阳能新增装机48.2GW，风光合计约120GW

2021年1月20日，国家能源局发布2020年全社会用电量数据，根据数据显示，全国电源新增装机容量19087万千瓦，其中水电1323万千瓦、风电7167万千瓦、太阳能发电4820万千瓦。

2020年，全社会用电量75110亿千瓦时，同比增长3.1%。分产业看，第一产业用电量859亿千瓦时，同比增长10.2%；第二产业用电量51215亿千瓦时，同比增长2.5%；第三产业用电量12087亿千瓦时，同比增长1.9%；城乡居民生活用电量10949亿千瓦时，同比增长6.9%。

2020年，全国6000千瓦及以上电厂发电设备累计平均利用小时为3758小时，同比减少70小时。其中，水电设备平均利用小时为3827小时，同比增加130小时；火电设备平均利用小时为4216小时，同比减少92小时。

国家能源局 2021-01-21

风能

海上风电基地布局呼唤顶层设计

核心阅读

我国海上风电起步较晚，基本位于滩涂、浅水区域，目前广东、江苏、山东等省海上风电研发基地建设存在各自为政、无序发展的现象。

“十三五”的五年是我国海上风电快速发展的五年，截至2020年底，我国海上风电累计并网装机容量超过750万千瓦，超额完成“十三五”目标。这期间，广东、江苏、福建、山东等沿海地区海上风电基地建设如火如荼。在接受采访的业内人士看来，“十四五”期间，我国海上风电发展前景乐观，不过，目前过于同质化的海上风电基地建设，导致资源严重浪费，建议加大国家层面统筹，着力提升技术创新和我国自主创新的能力。

海上风电基地遍地开花

如果说，“十一五”、“十二五”是我国大型风电基地的起步发展期，“十三五”就是陆上风电基地、海上风电基地建设的爆发期。如今，陆上风电基地的投资热潮正在海上领域重演。虽然我国海上风电基地还宛如蹒跚学步的小孩，但是步子却迈得很大。

记者梳理发现，如今，我国海上风电基地远不止国家“十三五”规划着重建设的江苏、福建、广东三省，渤海周边的河北省、辽宁省、山东省、浙江省同样规划了诸多海上风电基地项目。以山东省为例，去年明确表示规划了三大海上风电基地，即渤中基地890万千瓦、半岛北基地30万千瓦、半岛南基地680万千瓦，共计41个风电场。

与此同时，上海电气、远景能源、金风科技、明阳智能、中国船舶集团、华能集团、三峡新能源、中广核新能源等企业也纷纷加入海上风电基地建设“阵营”。仅上海电气一家就在全国建有广东汕头、福建莆田、江苏如东三家海上风电生产基地。

今年初，海上风电资源并不丰富的广西也瞄准了海上风电基地。1月6日，广西·钦州国际海上风电产业园正式开工，旨在打造涵盖高端海上风电产业链装备制造基地、海上新兴产业培育基地、海上风电一体化运维中心、高标准研发中心、海上风电大数据中心在内的千万千瓦级海上风电全产业链基地。

基地同质化现象严重

记者梳理各省规划的海上风电基地发现，有的省拟建设高端海上风电装备制造基地，有的省规划海上风电设备研发和服务基地，有的省规划形成整机制造、关键零部件生产、海工施工及相关服务业协调发展的全产业链基地。不过，归根结底，均是以做大做强海上风电装备制造业为主，围绕海上风电研发、装备制造和运营维护基地等作文章。

“我国海上风电起步较晚，基本位于滩涂、浅水区域，目前广东、江苏、山东等省海上风电基地建设存在各自为政、无序发展的现象。”一位参与中国工程院重大咨询研究项目“海上风电支撑我国能源转型发展战略研究”的专家接受记者采访时指出。

海上风电基地建设缘何陷入同质化严重的怪圈？究其根源，一些地方政府片面追求政绩，把“大干快上”海上风电产业作为推动未来一段时期地方经济的引擎。“没法子，都不愿意 GDP 外流。”一位风电制造企业高层人士对记者直言，如今，不少地方政府把工业园区建设作为拉动经济增长、实现产业结构调整的重要载体，而海上风电基地自然成为争抢的“香饽饽”。

一位不愿具名的业内人士对记者坦言，开创一片新蓝海太难，同质化的开发策略节约时间和成本，海上风电基地即可帮助地方政府顺利招商引资，还可实现有限资源最大效益，地方政府自然趋之若鹜。“对于风电制造企业而言，在企业未来发展和考核竞争的压力下，入局者众多。”

亟待实现高质有序发展

在业内人士看来，海上风电基地建设大部分由地方政府或单一企业主导，与其他行业 and 部门之间缺乏协同，省与省之间的规划缺乏差异化。总体而言，我国海上风电基地布局尚缺宏观统筹和整体规划。

“海上风电是风电的未来，代表了风电整机、零部件、海洋工程、海上运维等最新技术，关键在于实现高质量发展。建议发挥中央、地方、企业各方积极性，加大国家在资源统筹、整体规划、政策支持等方面力度，实现规模发展与科技创新并重，启动海上电网规划建设，形成全产业链的优化布局 and 有序发展格局。”上述专家对记者直言。

此外，业内专家普遍认为，“十四五”时期是推动能源转型的重要窗口期，做好“十四五”海上风电规划对我国能源结构调整和能源产业发展有着积极的促进作用。“十四五”期间，亟需发挥我国体制优势，组成海上风电多领域“联合兵团”，在国家推动下，形成轴承、齿轮箱、芯片、运维软件等多领域攻关。未来要把规模发展和技术创新作为海上风电的两件大事，整体布局整体推进，克服只注重容量、规模，忽略技术创新和自主化的问题。

中国电力设备管理协会风电专业委员会秘书长于文革接受记者采访时表示，“十四五”期间，制造企业要改变重市场轻技术的惯性，重点抓好产品制造质量，攻克机组主控系统国产化难题。运营企业要克服各自为战和企业内部保护等行为造成的集控系统和远程诊断系统大规模低水平建设的问题。加强企业间交流，发挥行业协会作用，大力研发和推广云应用技术是我国实现风电技术“弯道超车”的历史机遇。

此外，业内人士还建议，“十四五”期间，海上风电应适当考虑向远海发展。“近海的项目基本在‘十三五’期间核准完成，后期项目布局重点是深远海，而深远海风电，从海域上讲不属于哪个省份，必须且只能在国家层面统一安排。”

本报记者 苏南 中国能源报 2021-01-18

国家级海上风电装备质检中心投入使用

本报讯 日前，从广东阳江高新区的国家海上风电装备质量监督检验中心获悉，作为我国目前唯一一个国家级海上风电装备检验检测公共服务平台近日已正式投入使用。一期工程已经建成叶片全尺寸结构实验室、化学实验室和大数据分析中心，可对风电叶片的设计与试验参数进行预判，为风电叶片的生产、使用提供设计依据。

据国家海上风电装备质量监督检验中心实验室副部长吕路勇介绍，叶片检测中心能够满足 150

米风电叶片的全尺寸结构试验，从长度、功率、质量、载荷等方面通过设计参数的相关性分析，构建了叶片关键参数的预期评估模型，对风电叶片的设计与试验参数进行预判，模拟风电叶片在实际运行中的状态，为项目建设提供设计依据。

据了解，阳江国家海上风电装备质量监督检验中心计划总投资 3.5 亿元，是国内最大、检测能力最强的风电设备检验检测基地，也是目前国内市场上唯一一个可以开展 150 米叶片全尺寸试验的风电叶片检测中心。目前，中心组建了由 30 名核心技术人员组成的检测团队，已收到全国多地的检测订单。

据悉，下一步，国家海上风电装备质量监督检验中心将建设轴承、齿轮箱、发电机、变流器等关键零部件测试系统以及整机传动链测试平台与并网测试平台，努力形成覆盖风电全产业链的风电装备检测认证与质量监督检验体系。

梁运龙 中国能源报 2021-01-18

怎么看广东海上风电省补方案？

2020 年 12 月 30 日，广东省能源局定向发出《关于促进我省海上风电有序开发和相关产业可持续发展的指导意见（征求意见稿）》。该意见为首例国家退补后由省份提供经济扶持的潜在方案。

2020 年 12 月 30 日，广东省能源局定向发出《关于促进我省海上风电有序开发和相关产业可持续发展的指导意见（征求意见稿）》。该意见为首例国家退补后由省份提供经济扶持的潜在方案。

“十四五”新增 13.9GW，吊装压力巨大

该意见提出较为乐观的发展目标。根据项目进展情况，截止 2020 年末，预计广东省累计并网海上风电容量 1.1GW，与该意见的 2021 年目标相比需当年新增 3.9GW。“十四五”期间，目标共新增 13.9GW，累计海上风电并网容量暴增 1263.6%。

该意见特别提及，于 2021 年底前，“确保 13 个项目、力争 6 个项目全容量并网”。这共计 19 个项目中有 41.5% 为广东企业持有的项目，地方保护意识明显。除此之外，中国三峡占了 26.2%，项目容量共计 1.7GW，体现了其“十三五”期间于国内海上风电及广东省的战略投资优势。

但是，如三峡阳西沙扒 3 至 5 期等多数项目仅刚进入开工建设阶段，多数项目未启动风机吊装，而部分项目仍未锁定吊装船及团队，若不对“全容量并网”条件放宽要求，2021 年目标预计将难以实现。截止 2020 年末，广东省共计约 32GW 的海上风电项目已获得审批（未并网），减去该意见中“确保”2021 年并网的 3.9GW 项目，仍有 28.1GW 的项目无法进入中央补贴目录。

经济扶持方案达近年降本水平

根据该意见内容，予以经济扶持的项目总容量不超过 4.5GW，分为 2022 年及 2023 年两年，标准仍为“全容量并网”。这意味着至少有 23.6GW（2021 年目标预计难以达成，此数将更高）已审批、未并网项目将错过国家补贴及广东省地方经济扶持。

由于海床地质、海况、天气等因素，广东省近年海上风电项目开发投资降本缓慢。自 2017 年起，项目规划进入 5-6MW 大兆瓦风机平台，总体降本有所提升，2019 年平均单位千瓦投资降至人民币 16,938 元。根据该意见提出的经济扶持水平，2022 年扶持降本可达 8.9%、2023 年达 5.9%（较 2019 年水平，不考虑其他降本因素）。该经济扶持方案与往年行业平均降本水平相当。

海风发展需产业链积极配合

国家退补政策明确，此时，地方政府通过其他形式对海上风电项目进行经济扶持已难能可贵。是否能够达到平价上网，更多需要全产业链的技术进步与各环节的降本。

“十三五”期间，通过风机大型化、风机制造降本、风场规模化等方式，项目投资总成本有所下降，但近年的快速发展却导致安装施工费暴增，短期内已高于风机降本水平。根据 2019 年的数据分析，风机采购费与安装施工费的总额仍占据总投资成本的 50% 以上，占比并没下降。而 2020 年起，吊装船的租赁费更是居高不下。

根据中国可再生能源学会风能专业委员会历年统计的吊装容量数据，2016 年至 2019 年，中国新增海上风电吊装容量快速增长，3 年间陆续突破 1GW、2GW 关口。

2020 年，多艘新建吊装船投运，预计新增吊装容量有望突破 4GW。但是，增量主要集中于开发条件较为友好的江苏区域，而广东省截止 2019 年末仅累计吊装 458.3MW。

根据广东省提出的目标，2021 年已难以完成目标，而 2025 年目标仍需全产业链各方参与者积极配合，不应把重任转移至地方经济扶持。

角马能源 2021-01-28

日本为发电竟打起了台风的主意？

关于日本福岛核泄漏，想必大家都不陌生，它除了给日本造成了无法估量的经济损失外，还使得本就十分紧张的能源资源更加雪上加霜。为了解决这一能源危机，一位脑洞大开的日本小哥竟想出了用台风发电的方法，并且还真的就开发出一款像打蛋器的台风发电机。那么究竟这是什么黑科技居然这么厉害，咱忍不住查来和小伙伴分享一下！



首先小哥的想法其实没错，因为日本身处太平洋西侧，四面环海，年年台风定点临幸、盛宠不衰，一年保底七八次，如果能将台风能量转化为电能，暴风雨来得更猛烈一些又有什么关系呢，好好利用才是王道！

这个不走寻常路的小哥发明的神似大型打蛋器的涡轮机，与传统的风力发电机不同，它并没有大型的扇叶，而是全靠一根全向轴运行，以此来保证涡轮机可以捕获到多个方向的风，而不像传统风机一样，为了正对主力风向整个机舱都要转。此外它可以说是史上最敬业的发电机，没有之一了，因为它不仅要抵抗 12 级的台风，还要借助台风发电。

マグナス式のメリット



单从对抗台风角度来说，传统的风力发电机在它面前没有优势可言，风机叶片在台风中有被弄碎的危险。据设计小哥所说，这个设计足以顶住高达 80 米每秒的风速，如果这是真的，那台风和飓风对它来说自然都是小菜一碟了。



2016 年小哥曾在冲绳岛附近装了一个样机，经过测试发现，打蛋器发电机的电力转换率达到了 30%，略低于传统风力发电机 40% 的转换率，但虽然效率略低，人家确实能在 12 级的台风中运行良好。对此小哥甚至还扬言，只要发电机达到一定数量，即便转化率低，一场台风蕴含的巨大能量也能产生足够日本使用 50 年的电量！

关于台风发电这个想法你怎么看呢，大家对这样的发电机期待吗？据小哥说这款风力发电机以后会量产贩卖，沿海被台风吹得七荤八素的朋友们要不要来一套呢？

王长尧 纪戈 中国能源网 2021-01-29

武汉首座风电场投运 首月发电 251 万千瓦时

1 月 18 日从国网武汉供电公司获悉，武汉首座风电发电场——刘家山风电场并网发电一个月来，已向武汉电网输送绿色清洁能源 251 万千瓦时。

刘家山风电场位于武汉市海拔最高的自然村——黄陂清凉寨刘家山村，是武汉首座风电发电场，由国家能源集团龙源电力投资兴建，总投资 5.3 亿，将建设风机 21 台，总容量 46.2 兆瓦。

目前，刘家山风电场已首批建成投运 14 台风机，每台风机的风叶每转一圈就有 2 千瓦时的清洁电量输出。正式投入一个月以来，刘家山上平均风力维持在 3 级，2 级风便可吹动巨大的叶轮缓缓转

动。截至1月18日0时，刘家山风电场已累计发出清洁电量251万千瓦时并入武汉电网。21台风机全部安装完毕后，预计年上网量为1亿千瓦时，占黄陂区全年总电量的4%。每年可节约标煤3.3万吨，减少二氧化碳排放量8.6万吨。

黄磊 湖北日报 2021-01-22

戈壁滩不能“唤雨”却能“呼风” 甘肃酒泉修建“风光大道”

冬日，广袤无垠、无边无际的大型风场挺立在甘肃酒泉市戈壁大漠中，一片片随风旋转的风叶轮片在千里河西走廊遍地开花，构筑起了驰名中外的“陆上三峡”。

“我们酒泉，虽说打的是‘敦煌牌’，但走得却是‘风光大道’。”瓜州县县长杨栋接受中新网记者专访表示，素有“世界风库”之称的该县，自2006年开工建设第一座新能源发电项目至今，新能源装机总量已达677万千瓦。随着中国庄严承诺2030年前碳达峰，国家能源局明确全国每年风电、光伏发电新增装机总量不能少于1亿千瓦目标，瓜州县乃至整个西部的新能源发展迎来了难得历史机遇。

杨栋认为，新能源发展的本质是酒泉市高质量发展核心。以该县风电为例，其年风能有效满发利用小时数达2300小时以上，风能总储量达4000万千瓦以上，由于年降雨量45毫米，年蒸发量为3140毫米，做不到“唤雨”却能“呼风”。

玉门市委书记胡志勇谈及当地艾朗风电表示，该企业系当地重点引进的一家新能源装备制造企业，亦是该市最大的扶贫车间，年产风机叶片300至350套，年产值达到7亿元，每年可实现销售收入7.8亿元，吸纳本市就业人员1400人，务工人员月收入达到了7000元以上，农户已然依托“风光资源”唱起了大风歌。

戈壁滩“乘风破浪”开创新局面

据酒泉官方统计，近年以来，酒泉新能源产业保持了持续健康发展态势，形成一定规模的新能源装备制造产品，不仅辐射西部地区，还远销中东部省区，并出口到中亚等国家。

面积接近两个江苏省大小的酒泉市境内，茫茫戈壁有着大量未开发利用的土地，属中国光热资源分布一类地区，“不占耕地、没有拆迁、无灾害气候”等地利因素，适合开展大规模新能源项目建设，风光热资源一起发展带动相关产业是大势所趋。

酒泉市能源局局长陈学军介绍说，截至2020年底，酒泉市建成电力装机1648.5万千瓦，同比增长22.1%；其中，风电965万千瓦，增长4.3%；光伏270万千瓦，增长24.4%；光热16万千瓦，同比持平。

其实，作为官方规划建设的中国首个千万千瓦级风电基地和百万千瓦级光电基地，三四年前，经过近10年快速发展的酒泉新能源项目建设，因外送通道等问题导致弃风弃光率“居高不下”，一度被国家能源局“叫停”。

为此，酒泉官方采取火电轮停、用电高峰发电留取备用、跨省联络线支援等措施，优先安排新能源发电。特别是建成了酒湖正负800千伏特高压直流输电等工程，并与湖南省和国家电网公司签订协议，使得酒泉新能源基地有了长期、稳定、可靠的外送市场，并依照协议将电价由每千瓦时0.3078元降至每千瓦时0.285元。

同时，酒湖工程配套光伏50万千瓦项目在甘肃率先执行平价上网电价政策，按照“容配比”1:1.25方式增加光伏组件容量，提高了光伏组件资源利用效率。据悉，酒泉风电和光伏电站单位千瓦投资成本分别由2008年的1万元和约2万元，降至目前约0.7万元和0.6万元以内。2020年，酒泉市风光电上网率分别达到了92.77%和97.64%，两者度电上网电价均实现“降至目前火电标杆电价”。

戈壁滩光热绿电“破冰前行”

“甘肃酒泉全年日照辐射量为6300兆焦每平方米，光照强度大，年平均日照百分率为73%，属光能资源一类地区。”陈学军介绍说，继2020年6月，敦煌大成50兆瓦熔盐线性菲涅尔光热发电示范项目正式建成商业化运行后。酒泉市能源局与金融机构对接，帮助玉门鑫能50兆瓦和甘肃光热两

家企业成功解决了项目资金短缺的问题，截至目前，玉门鑫能已与设备厂家和融资机构达成了协议，1号、2号模块和发电岛部分已建成；甘肃光热50兆瓦项目获得省政府绿色生态产业发展基金近6亿元的融资支持。

同时，酒泉市能源局组织当地申报国家平价光伏项目，共争取光伏开发指标25万千瓦，占到了甘肃省光伏平价项目100万千瓦总规模的25%。

“未来的单个风场和光伏电场将达到50万千瓦和20万千瓦以上，会先核算发电成本确定年度基准电价，然后以此为基础通过招投标的方式，引导建设一批上网电价低于燃煤标杆上网电价的上网试点项目。”酒泉市委常委、常务副市长何效祖透露，在建设完成酒湖工程配套风电和光伏发电项目，该市将规划建设500万千瓦平(低)价风电及1000万千瓦平(低)价光伏项目，通过规模化招标方式进行开发。

据酒泉市政府最新披露，当地制定碳达峰碳中和行动实施方案，主动与领军企业开展战略合作，推进风光资源规模化配置，大力引进“风光储氢”“源网荷储”一体化项目，推进运行维护、风机升级换代等服务产业，促进新能源集群化、全产业链发展，发电成本持续降低。

绿色新能源“飞入寻常百姓家”

“新能源是未来生活的必然趋势，也是生态环境的必然趋势。”何效祖针对新能源利用如何“飞入寻常百姓家”分析称，酒泉市官方已在金塔县、瓜州县分别建成了2个集中式电蓄热锅炉和取暖项目，截至去年底，当地集中式和分户式电取暖面积已经达到160万平方米。为加大电取暖技术推广应用力度，“十四五”期间，将在敦煌市新建电蓄热锅炉技术热源厂，谋划全市电取暖达到400万平方米以上。

同时，酒泉市官方还采取政府补助、农户自筹的模式，在更大范围内推广“取暖炉具+太阳能热水器+电(水)暖炕的清洁取暖模式，以此实施农村清洁能源综合示范村建设。

随着汽车充电技术、蓄电能力的进一步成熟，酒泉市还在谋划“全面布局，重点推广”，将已经集中在城市公共交通和出租车领域的新能源技术，向公务用车和家庭用车进行推广应用。

值得一提的是，过去的五年里，酒泉市探索在玉门市、瓜州县有建档立卡贫困户的深度贫困村大面积推广应用了屋顶分布式光伏，一些有条件城镇、农村家庭也通过自购方式安装了屋顶分布式光伏系统，这让民众享受到了新能源产业发展的“红利”。

玉门市独山子乡分布式光伏发电项目负责人马占虎对此深有体会。他讲述，该乡昔日贫困人口多，贫困面，贫困程度较深，近年来探索利用乡政府、学校、卫生院、村委会等公共事业场所现有建筑屋顶，建设光伏电站，培育发展村集体经济。目前，已建成村级光伏电站项目300千瓦。

“五年前，我们投入78万元在源泉村村委和小学建筑屋顶，建成了酒泉市首个100千瓦分布式村级光伏电站，实现了村级集体经济‘零’突破。期间，电站采用全额上网的方式，每度电标杆电价0.31元，国家补贴0.42元，每年发电量15万度，收益可达到10万元以上。”马占虎说，该电站所有权和收益全部归村集体所有，持续收益25年。

尝到甜头后，2017年独山子乡又在乡政府、学校、卫生院等公共事业单位屋顶建成金泉村、春柳村、金旺村200千瓦村级电站，实现村级集体经济整体“脱壳”。

目前，酒泉市还在不断加强光伏扶贫力度，已建成光伏扶贫项目29.6兆瓦，扶贫2000户；村级光伏扶贫电站4兆瓦，扶贫800户，增加了8个深度贫困村集体经济收入，保障每位扶贫对象获得年收入3000元以上。

崔琳 中国新闻网 2021-01-25

氢能、燃料电池

四川为西部绿氢产业发展树“标杆”

根据工信部赛迪研究院于 2020 年 10 月发布的“氢能产业发展潜力百强城市”榜单，四川省成都市是我国主要城市(不含县级市)氢能产业发展潜力前六名唯一上榜的西部城市。

相较于燃料电池车研发与示范最早的东部区域，如上海、江苏，以及燃料电池车大规模示范和加氢网络规划较为成熟的南部区域，如广东佛山、云浮，西部地区在氢气资源、经济发展水平等方面尚有不足，发展氢能产业优势相对薄弱。

但凭借水电制氢成本优势和燃料电池电堆等核心技术研发，四川省氢能发展“脱颖而出”，成为了西部地区“领头羊”。其不仅建成了我国西部地区首个氢燃料电池公交示范线路、首个加氢站，还上线了我国首批高原氢燃料电池公交车，截至目前，氢能应用规模居西部首位，成为国内氢能产业链最为完整的地区之一，为我国打造出具有水电特色的“绿氢样板”。

氢能产业全国领先、西部“领跑”

为推动我国燃料电池汽车产业持续健康、科学有序发展，2020 年 9 月，财政部、工信部、科技部、国家发改委、国家能源局五部委联合发布通知，正式启动了氢能示范城市群申报工作。

记者了解到，全国近 20 个城市群提交了燃料电池汽车示范应用的申报材料，但符合要求的城市仅有 6 个，其中，以四川省成都市牵头的成渝城市群是符合要求的西部城市群。

据成都市经济和信息化局汽车产业处处长文彬介绍，截至 2020 年 11 月底，四川省已累计投入氢燃料电池汽车 220 辆，其中氢燃料电池公交车 120 辆、物流 100 辆，推广的氢燃料电池公交车已安全运行超 600 万公里，单车最高运行里程超 13 万公里，加氢总量超 20 万公斤，其氢能应用规模居西部地区首位，氢耗指标国内领先。

在氢能发展核心技术方面，四川省亦交出了亮眼“成绩单”。据四川省经济和信息化厅党组副书记、副厅长刘少敏介绍，截至目前，四川省已聚焦 100 余家企业和科研院所，形成了覆盖氢气制备、储蓄等氢能产业发展各环节完整产业链，建成了西部第一条氢燃料电池自动化生产线，具备了年产 1000 套氢燃料电池发动机的批量化生产能力，成功研制出国内首台 100 千瓦分布式氢燃料电池热电联动系统等一系列氢能发展关键设备，氢燃料电池车研发水平属全国前列。

水电制氢优势凸显

“近年来，四川省氢能产业得到长足发展的主要原因是四川氢气资源占优。”刘少敏指出，四川拥有丰富的可再生资源，是全国最大的水电开发基地。数据显示，截至 2019 年年底，四川省水电装机容量为 7840 万千瓦，居全国第一。

通过发展水电制氢，将富余电力储存起来“变废为氢”，一方面有助于缓解弃水难题，实现规模化消纳；另一方面，将带动氢能及相关产业协同发展，打造出具有水电特色的氢能产业经济。

“较其他可再生能源制氢，如风电制氢、光电制氢等，水电制氢的成本优势十分明显。”东方锅炉股份有限公司氢能事业部副总经理张定海介绍，如按每度电 0.3 元计算，水电制氢的直接成本仅为 1.5 元/立方米，而若按照目前光电、风电制氢综合成本将远高于水电制氢。

“与此同时，四川省水电还具有明显的丰、平、枯的特性，在丰水期（6—10 月），利用低谷弃水电量，电价则会更低。”张定海说。

氢气来源优、制氢成本低让四川省氢能产业在西部地区占尽上风。在此基础上，四川省先后出台了多项政策文件，支持省内企业利用水电制氢。其中包括，明确电解氢执行单一制输配电价 0.105 元/千瓦时，到户电价为 0.3 元/千瓦时左右，鼓励用户电价按照全年综合电价不高于 0.22 元/千瓦时执行。

“通过进一步调整电价，从而鼓励水电制氢产业的发展，这为四川省发展水电制氢创造了良好的

政策环境。”张定海指出。

仍需加强区域协同

为进一步加快推进四川省氢能产业持续健康有序发展，四川省经济和信息化厅于去年10月发布了《四川省氢能产业发展规划（2021-2025年）》（下称《规划》），提出了未来五年四川氢能发展的目标任务。

根据《规划》，到2025年，四川氢能产业发展初具规模，核心技术实现阶段性突破。车载电堆寿命、电堆体积功率密度、系统经济性、低温启动等燃料电池各项指标都将显著提升；在示范应用方面，到2025年，四川燃料电池汽车（含重卡、中轻型物流车、客车）应用规模将达6000辆，氢能基础设施配套体系初步建立，建成多种类型加氢站60座；氢能示范领域进一步拓展，实现热电联供（含氢能发电和分布式能源）、轨道交通、无人机等领域示范应用，建设氢能分布式能源站和备用电源项目5座，氢储能电站2座。

根据规划，下一步，四川省发展氢能产业将充分利用雅安、凉山、阿坝的旅游和矿产资源，开展燃料电池景区车辆、燃料电池房车、燃料电池矿用等示范应用；依托四川富余水电资源开展电解水制氢，打造攀枝花-凉山-雅安-成都、乐山-眉山-成都、阿坝-绵阳-德阳-成都三条绿色氢路，并沿线布局氢能基础设施和电解水制氢设备生产制造。

以成都市氢能发展规划为例，文彬表示，根据《成都市新能源汽车推广三年行动方案(2020-2022年)》与《2020年成都市氢能暨新能源汽车产业发展及推广应用工作要点》，下一步，成都市将继续以区域集中示范的思路，加快推动成都市郫都区、龙泉区今年实施150辆的示范试点，积极拓展应用场景，覆盖客车、物流车、环卫车、重卡货车，逐步拓展到无人机、分布式发电、氢储能示范应用等，打造氢能示范城市。

但即便如此，当前，四川省氢能发展仍面临氢气供应不足、氢能储运成本偏高等产业瓶颈。

成都市郫都区人民政府党组成员、副区长徐传峰对此建议，下一步，四川省氢能产业发展应加强区域协同，建立氢气产、储、运、加、用全体系监管机制，多方位保障氢能并有效降低氢源成本；进一步深化推进国内市场供需协同和产业链协同，促进全产业链成本降低；探索区域联制加一体运营模式，降低氢能储运成本，探索建设氢、油、电一体综合加氢站，鼓励现有加油站扩改建加氢站，降低经营成本。

“下一步，四川省应进一步构建氢燃料电池四川应用推广体系，加快基础设施和配套信息化建设，促进产业融合发展，强化生产要素协同支撑；积极拓展四川省燃料电池汽车市场产品的推广，助力解决弃水电量过高、光伏产能过剩等难题。”文彬同时指出。

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2021-01-18

各国氢能发展路线面面观

编者按

氢能成为当前炙手可热的“终极能源”，世界各国正积极布局。但不同国家和地区对于各自氢能发展的重点又有所不同。分析这些特点，发现其中规律，有助于推动我国氢能产业更好地找准国际市场，实现健康有序发展。

氢能可实现跨部门、跨时间和跨地点的灵活转移能源，减少弃风、弃光、弃水，在向可再生能源转型中发挥系统性作用。日本、韩国、欧盟的氢能路线图均对氢能在移动端和固定端的应用、加氢站建设和氢气供应作了规划。氢燃料电池汽车（FCV）是氢能应用领域最为重要的一环。但各国（组织）燃料电池汽车的总量目标，车型选择，配套加氢站建设，以及氢气供应策略和固定端氢能应用重点方向各不相同。

燃料电池汽车

欧盟规模最大，韩国最重视

日本、韩国、欧盟在路线图均提出了 FCV 累计产量目标，它们之间存在数量级差异。其中，欧盟目标最为宏伟，计划至 2050 年累计生产 5270 万辆；韩国次之，计划至 2040 年累计生产 620 万辆；日本最低，计划至 2030 年累计生产 80 万辆。

同时，日本与欧盟 2030 年 FCV 累计产量分别相当于当前汽车年产量的 24%和 22%，在本国（组织）汽车工业中的重要性相近；韩国与欧盟 2040 年的这一比例分别为 154%和 113%，韩国 FCV 的重要性高于欧盟。但韩国 FCV 严重依赖出口市场，2040 年累计 620 万辆的 FCV 产量中有 330 万辆计划用于出口，其总量目标能否实现与国际 FCV 市场的发展息息相关。

总的来说，燃料电池汽车产量规模欧盟 >韩国>日本，燃料电池汽车在本国（组织）汽车工业中的重要性韩国>日本~欧盟。

车型

日韩侧重乘用车，欧盟商用车优先

日本、韩国、欧盟均以汽车作为氢燃料电池在移动端应用最重要的领域，但选择的汽车类型各有侧重。燃料电池乘用车是日本和韩国的重点发展对象，丰田 Mirai、本田 Clarity 和现代 NEXO 三款 FCV 已实现量产和商业化；而欧盟认为燃料电池乘用车与纯电动车竞争无优势，汽车领域应该优先发展行驶里程更长、负载更重的商务车、出租车、卡车等。

从燃料电池汽车保有量在同类型汽车中的份额来看，日本虽然看好燃料电池乘用车的发展，但目标相对保守，规划 2030 年燃料电池乘用车保有量份额仅为 1%；韩国目标相对激进，2040 年燃料电池乘用车保有量份额为 11%，且韩国更重视氢燃料电池在出租车、公交车、卡车市场的应用；而欧盟对各类型 FCV 的发展都很乐观，提出了较高的 FCV 保有量份额目标。值得注意的是，日本不断调整其氢能战略目标，以往对氢能的定位是“未来能源的终极解决方案”，但近来提“氢电共存”更多。

此外，叉车是日本应用氢燃料电池的一大特色领域，2030 年日本将累计生产 1 万台燃料电池叉车，占叉车保有量的 8%。此外，日本、韩国和欧盟都计划研发氢燃料电池火车和船等，欧盟将率先于 2030 年替换 570 列柴油火车。

加氢站规划

韩国遥遥领先

日本、韩国和欧盟国土面积差异较大，从加氢站密度来看，日本和欧盟相近，2030 年加氢站规划密度均为 0.1 个/百公里；而韩国远大于欧盟，2040 年韩国和欧盟加氢站规划密度分别为 1.1 个/百公里和 0.3 个/百公里。从加氢站服务能力来看，欧盟略高于日本，2030 年欧盟和日本均站服务车辆数分别为 1120 辆/个和 889 辆/个；韩国远高于欧盟，2040 年韩国和欧盟均站服务车辆数分别为 2417 辆/个和 1420 辆/个。综合来看，加氢站规划韩国>欧盟>日本。

然而，与加油站相比，加氢站规划数量还远远不够。日本、韩国和欧盟加油站密度分别为 2.8 个/百公里、11.3 个/百公里和 2.2 个/百公里，与加氢站规划密度存在数量级差异。

氢气供应

日韩依赖进口，欧盟青睐本土制氢

日本、韩国和欧盟氢气供应策略存在差异。日本和韩国能源匮乏，未来氢能应用成规模后，氢气很大程度依赖海外供应。日本计划在 2030 年左右建成商业化规模化的国际氢供应链，年生产能力约 30 万吨（如果 30 万吨氢气全部用于发电，相当于一台核电机组的装机容量）。川崎重工已在澳大利亚投资试点褐煤制氢项目。与此同时，日本将在本土发展电解水制氢，充分利用正在快速扩张的可再生能源电力。韩国目前 99%的氢气来源为化石燃料制氢，未来将大力发展工业副产制氢、高效电解水和氢气国际贸易。而欧盟选择本土电解水制氢和蒸汽甲烷重整/自热重整。具体采用哪种技术取决于技术发展和成本下降情况，并且因项目而异。

若可再生能源电力和电解水系统成本大幅下降，则氢气来源以电解水为主；若碳捕集封存技术成熟且政策允许，则以蒸汽甲烷重整/天然气自热重整为主。

氢能固定端应用

日韩“偏爱”发电，欧盟全面发展

固定端氢能应用主要包括固定式燃料电池、氢气热电联产发电、供热以及作为工业原料等。日本在家庭燃料电池方面取得了较大进展，已开展商业化应用多年，预计 2020 年达到盈亏平衡。同时，日本也在积极探索氢气热电联产和工商业燃料电池发电；韩国紧跟日本，计划大力发展氢能发电和家庭建筑燃料电池，提出了 2040 年实现工商业氢能发电装机量 15 GW（相当于 2018 年韩国 133 GW 发电总量的 11%）、家庭建筑燃料电池装机量 2.1 GW（约 94 万户）的宏伟目标；欧盟则采取了全面发展的策略，到 2050 年，氢能应用中交通运输领域仅占 30%，发电、建筑供电供暖、工业能源、工业原料占比将分别达到 5%、25%、11%、29%。

对我国启示

因地制宜制定氢能发展策略

我国氢能源丰富、市场空间广阔、新能源汽车推广经验丰富，在发展氢能与燃料电池方面优势显著。但同时也存在技术工艺水平较低、产业链建设薄弱、技术标准/检测体系滞后等短板。我国发展氢能与燃料电池要稳步推进、扬长补短、因地制宜，有针对性地制定发展策略。一是加强顶层设计，推动编制氢能发展路线图，健全产业标准体系和监管体系，引领产业健康可持续发展；二是攻克关键核心技术难关，建立完整的氢能与燃料电池产业链；三是实施试点示范工程，开展燃料电池汽车区域示范应用，推进储能、分布式能源等多领域氢能示范。

（作者供职于中国电子信息产业发展研究院）

李欢 中国能源报 2021-01-25

法国氢能发展跃入关键期

法国自 2020 年 9 月公布《国家氢能战略》、11 月启动首轮国家级氢能项目招标以来，法国氢能产业布局日渐明朗，在全球多国积极参与实现“碳中和”的背景下，法国氢能发展进入了关键期。

坚定绿色制氢路线

今年年初，法国正式成立国家氢能委员会。根据法国政府发布的声明，法国国家氢能委员会由经济和财政部长勒梅尔牵头协调，委员还包括 4 名负责金融、环境、工业和创新的政府部长，同时召集了国内所有涉及氢能的上下游企业高管，包括法国电力公司、道达尔、恩吉公司、法国液化空气公司、阿尔斯通、空客等，旨在为国家氢能计划的实施出谋划策。

据了解，法国电力公司和道达尔目前都在投资布局氢气生产和储运技术，法国液化空气集团是全球最大氢气生产商之一，阿尔斯通则在推动氢动力火车的商业化运营，空客计划 2035 年推出氢能客机。法国政府表示，在氢能发展方面，法国的目标是成为全球领军者。

根据法国 2020 年 9 月公布的《国家氢能战略》路线图，该国计划到 2022 年投资 20 亿欧元、到 2030 年投资 70 亿欧元推动氢能生产与应用，包括大规模建设安装水电解装置、促进交通工具使用氢燃料电池等，旨在到 2030 年拥有 6.5 吉瓦的电解槽产能，可生产绿氢 60 万吨、减排二氧化碳 600 万吨。

作为法国政府 1000 亿欧元财政刺激计划的重要组成部分，《国家氢能战略》旨在优先促进氢气供应，为提振氢能需求打好基础，并逐步构筑以法国技术为核心、覆盖全球的氢能产业链，为本国直接或间接创造 5 万至 15 万个就业岗位。

截至 2020 年底，法国 54 个地方政府、近 30 个产业集团、80 个中小企业已经参与了 160 个氢能项目，波城、欧塞尔等城市已开通氢能公交线路，巴黎氢能出租车已超过 600 辆。法国《观点周刊》撰文称，对法国政府而言，不管选择何种制氢路线，尽快统一标准才能落实投资合作项目，推动制氢工业加速发展。

最大“绿氢”基地即将诞生

有别于欧盟部分国家力推化石燃料配合碳捕捉和封存技术的“蓝氢”发展路线，法国始终坚持采用可再生能源的“绿氢”路线。在此路线指导下，1月13日，法国两大能源巨头道达尔和恩吉公司合作投建的全法最大绿色制氢项目正式官宣。

两家公司在一份声明中表示，将在 Chateauneuf-les-Martigues 地区设计、开发、建造和运营法国最大可再生能源制氢基地 Masshyla，包括装机超过 100 兆瓦的太阳能电站和装机 40 兆瓦的电解槽，电解槽将安装在道达尔 La Mède 生物燃料工厂，为该工厂的运营生产供气。

据彭博社报道，这是目前已知的法国最大制氢项目，如果道达尔和恩吉能够顺利获得财务支持和官方审批，预计将于 2022 年开始建设工作，2024 年正式投产运营，届时首阶段能够实现日产“绿氢”5 万吨、每年减少 1.5 万吨二氧化碳排放，第二阶段则有望将“绿氢”产量提高 3 倍，至 15 万吨/日。

道达尔天然气、可再生能源和电力业务总裁 Philippe Sauquet 表示：“这是我们承诺到 2050 年实现净零排放的关键一步，创新和可持续是 Masshyla‘绿氢’基地的核心，我们对可再生能源制氢的光明前景始终持坚定信念。”

据了解，由于利用化石燃料生产“灰氢”会排放大量温室气体，而“蓝氢”本质上仍然依靠化石燃料，为此，欧盟正在努力调整政策机制和财政补贴，以鼓励企业投资开发可再生能源制氢项目，道达尔和恩吉正是在这样背景下开始酝酿“绿氢”合作的。

目前，道达尔和恩吉已经向欧委会、欧洲共同利益重要计划、欧盟创新基金以及法国相关机构申请了项目援助和补贴。道达尔强调，“绿氢”的生产成本目前仍然高于“灰氢”，因此需要补贴来推进项目进行。欧盟早前曾做出承诺，每年将拨款数十亿美元以降低可再生能源、电解槽、水制氢的成本。

引领欧洲氢能技术创新

值得关注的是，Masshyla“绿氢”制造基地对氢气的生产和储存采用了创新的解决方案，这在欧洲尚属首例。业内认为，道达尔和恩吉即将开创欧洲氢能产业的新格局，掀起氢能技术创新的高潮。

据道达尔介绍，该项目可以很好地应对太阳能发电的间歇性和生物燃料工厂要求持续供应氢气之间的矛盾，代表着脱碳能源解决方案的未来。

据悉，Masshyla 基地将通过数字控制系统对太阳能发电进行实时管理，从而保证氢气的持续供应，并通过优化供电的方式，将能源损耗降至最低，以避免电网拥堵。太阳能电站与电解槽之间将采用直流电连接，极大改善了能源平衡，而每个安装组件都采用 3D 数字模组，实现更高的工业安全性。这些技术创新和改善，保障了间歇性的太阳能和氢能持续消耗之间的供需平衡。

恩吉透露，其还在与法国可再生能源开发商 Neoen 合作，在法国本土投建价值 10 亿欧元、装机 1 吉瓦的 Horizeo 太阳能发电场，旨在为“绿氢”生产设施供能，这一合作也将为 Masshyla“绿氢”制造基地未来的运营提供更多丰富经验。

法国政府表示，Masshyla“绿氢”制造基地是一个极富创新的项目，有望推出一套最经济可行的绿色制氢解决方案，包括项目所在地等多个法国地方政府都表达了极大的兴趣。鉴于该项目以零排放基础，展现了可再生能源制氢的经济优势，并且能够很好地融入当地甚至是欧洲的生态系统，得到了各方极大关注和支持。

本报记者 王林 中国能源报 2021-01-25

“绿氢”迎来春天？三大问题仍待解决

科技创新世界潮

据国外媒体报道，德国联邦教研部 1 月 13 日发表公报说，该部门将投资约 7 亿欧元支持 3 个氢能重点研究项目，以解决德国发展氢能经济过程中的技术障碍，落实《国家氢能源战略》。该战略提出，“绿氢”具有可持续性，应支持扩大“绿氢”市场。

德国雄心勃勃的“绿氢”战略只是全球合奏“绿氢”交响曲中浓墨重彩的一个乐章。路透社在去年

12 月份的报道中指出，2020 年，“绿氢”成为多国首选的未来绿色燃料，一年内全球宣布了总额超过 1500 亿美元的“绿氢”项目。

“绿氢”的春天真的到来了吗？清华大学核能与新能源技术研究院氢燃料电池实验室主任王诚教授接受科技日报记者采访时指出：“‘绿氢’要想‘飞入寻常百姓家’，必须改善和提升相关技术，制定相关标准，而且，也需要相关政策予以护航。”

“绿氢”引多国“竞折腰”

氢气燃烧的产物是水，因其环境友好性被誉为“终极能源”，被视为解决能源资源问题和环境危机的途径之一。

王诚解释称，现在氢主要从天然气或煤炭中提取，被称为“灰氢”，提取过程每年排放 8.3 亿吨二氧化碳；把二氧化碳通过捕集、埋存、利用，从而避免大量排放的氢，被称为“蓝氢”；但最佳方案还是使用可再生能源对水进行电解提取的氢，即“绿氢”。

2020 年全球多国宣布重金投资氢能产业。过去一年里，全球宣布了总额超过 1500 亿美元的“绿氢”项目。据挪威威斯塔德能源公司估计，目前总共有超过 70 吉瓦（1 吉瓦=10 亿瓦）的此类项目正在开发之中，到 2040 年可能会需要 2500 亿美元的投资。

据王诚介绍，去年 7 月，欧盟发布《欧盟氢能源战略》，将“绿氢”作为欧盟未来发展的重点。该战略计划到 2030 年使氢能成为欧盟能源体系内一个重要组成部分，建成 40 吉瓦的电解制“绿氢”产能，将“绿氢”产量提升至 1000 万吨。王诚说：“预计未来 10 年，欧盟各国的氢能产业投资规模将达到数百亿欧元。”

德国高度重视“绿氢”能源，将其视为德国能源转型成功的关键能源载体。《国家氢能战略》提出 38 项具体措施，涵盖氢的生产制造和应用等多个方面。据德国每日新闻网 1 月 14 日报道，在上述战略框架下，德国此次推出的这三个项目名为“H2Giga”“H2Mare”和“TransHyDE”，分别探索解决电解槽批量生产、海上风能制氢和氢气安全运输问题，预计未来 4 年将有 200 多个合作伙伴参与其中。

在亚洲，日本、韩国已加快氢能布局规划。日本于 2017 年 12 月公布了《基本氢能战略》，该战略的最终目标是走向无二氧化碳排放制氢，特别是通过可再生能源制氢，形成整个生命周期的零碳排放，实现氢能与其他燃料的成本平价。

王诚说：“我国也在‘绿氢’这一未来能源赛道上不断发力。2020 年 12 月 21 日，我国发布了《新时代的中国能源发展》白皮书，提出加速发展‘绿氢’制、储、用等氢能产业链技术装备，促进氢能燃料电池技术链、氢燃料电池汽车产业链发展。支持能源各环节多场景储能应用，着力推进储能与可再生能源互补发展。”

技术单一、产能小、成本高是“拦路虎”

“目前，化石燃料制取的‘灰氢’仍占全球氢气产量的 90%以上，‘绿氢’制取还存在技术单一、产能小、成本高等瓶颈问题。”王诚一针见血地指出。

王诚说，“绿氢”的主要制取方法有结合可再生能源的电解水制氢、光催化分解制氢、热化学法制氢、生物制氢等。电解水制氢技术相对较成熟，主要包括碱性电解槽、固体聚合物电解质（SPE）电解槽和固态氧化物电解池（SOEC）三种电解装置，其中碱性电解槽是目前能运用于大容量系统的有效技术，但产能低，且电解槽的耐久性、可靠性仍有很大改善空间。此外，在成本方面，制取一公斤氢气约需 60 度电，“绿氢”的价格主要与可再生电力成本相关，可再生电力度电成本必须降到 0.2 元以下才与“灰氢”成本相当。

路透社在报道中指出，制约“绿氢”发展的另一个主要障碍是氢的远距离运输。液化氢必须冷却到-253℃才能装运，为解决这一问题，日本川崎重工业公司将在 2021 年初建成全球首艘液化氢运输船。而运输以液态氢形式储存的化合氢要容易得多，只需将它冷却到-33℃。因此，世界上大多数大型氢出口项目都在考虑运输绿氢。

对此，王诚表示：“作为‘绿氢’的化合储存介质，绿氢的运输十分便利，但考虑‘绿氢’的能源利用效率，应提升氢—氨—氢的转换效率，并发展氨分解制氢的大容量装备、纯化技术以及与终端产品

的系统集成技术，逐步使绿氢储氢环节融入氢能大产业链。”

技术创新、标准制定和政策支持缺一不可

王诚指出，为进一步促进“绿氢”的发展和應用，应在改善相关技术、制定标准和政策等方面发力。

王诚认为：“在技术方面，应推进碱性电解槽规模化制氢示范应用，进一步提升其实用性，研发SPE/SOEC等新型电解水制氢技术，攻关电解水制氢系统柔性耦合间歇、波动可再生能源的工程技术难题，并大力开发光催化分解制氢、热化学法制氢、生物制氢、核能制氢等制氢新技术。”

在制定相关标准和评价体系方面，王诚强调说：“化石能源制氢、电解水制氢、工业副产氢等不同工艺生产氢的碳排放量不同，如何在能源国际贸易大背景下确定不同工艺碳排放标准，建立国际化的‘绿氢’量化标准及评价体系迫在眉睫，这有利于引导高碳排放制氢工艺向绿色制氢工艺转变，并促进‘绿氢’国际贸易。”

在政策方面，王诚建议我国应对“绿氢”的生产销售进行补贴或奖励，提高“绿氢”供给侧的积极性。而且，随着“绿氢”规模的增长，“绿氢”将成为碳排放市场中重要的交易内容，生产“绿氢”的企业还可以对碳排放配额进行交易。这样在政策和市场的双重鼓励下，“绿氢”将迎来更好的发展环境。

刘霞 科技日报 2021-01-19

把氢能源存进“万能之土”

氢作为一种来源广泛、清洁无碳、灵活高效的二次能源，在汽车、轨道交通、船舶、航天、物流、供电供暖等领域，都有着丰富而广泛的应用前景，被视为21世纪最具发展潜力的清洁能源，代表着未来新能源的发展方向。

闫慧忠包头稀土研究院技术专家

记者1月10日从内蒙古包头稀土高新区获悉，该区中科轩达新能源科技有限公司（以下简称中科轩达）建立了我国具有自主知识产权的新型稀土储氢合金电极材料连续稳定的生产工艺和产品控制体系，产品受到多家国内知名动力电池生产厂家的高度重视，并已初步形成规模供应。

“目前我们建立的生产线年产能为200吨，材料选用燕山大学自主知识产权的合金制备技术，通过稀土镁镍基储氢合金相结构与电化学储氢性能间的匹配关系，优化合金结构特性，开发出不同优势性能的稀土镁镍合金新产品。”中科轩达生产技术部部长肖明介绍。

技术研发带头人、燕山大学教授韩树民表示，新型稀土储氢合金电极材料生产线的投入运营，是新材料研发制备技术与氢能源应用结合的一次重要尝试和突破，也是未来我国氢能源发展的一个重要方向。

发展氢能源应对生态危机

能源危机是本世纪中叶即将面临的巨大挑战。据统计，若按目前的水平开采世界已探明的能源，煤炭资源可开采100年，石油可开采30—40年，天然气可开采50—60年。

另一方面，生态危机已经成为当今社会面临的巨大挑战。石化能源燃料燃烧时所产生的有害物质，严重污染了环境，导致全球气候变暖、生物物种多样性降低、荒漠化等诸多生态问题，严重影响国家资源安全和社会经济持续发展，甚至威胁人类的生存。

“事实上，目前的新能源交通工具，主要还是来自基于火力发电的电。下一步，按照‘绿色发展’的要求，发展氢能尤其是推广氢燃料电池汽车，将成为发展零污染低碳交通的必然选择。”包头稀土研究院技术专家闫慧忠说。

据闫慧忠介绍，氢作为一种来源广泛、清洁无碳、灵活高效的二次能源，在汽车、轨道交通、船舶、航天、物流、供电供暖等领域，都有着丰富而广泛的应用前景，被视为21世纪最具发展潜力的清洁能源，代表着未来新能源的发展方向。

我国氢气资源丰富，发展氢能源具有先天优势。目前国内氢气产量已位居世界第一位，同时，

我国煤炭资源丰富，已经开始发展煤制氢产业；此外，丰富的风电、光电、水电等资源，未来都可以用来进行水电解制氢。

“我国氢能源产业相关技术，尤其是燃料电池技术与发达国家差距仍然较大，加氢站基础设施建设滞后，国家及相关部门正在对此进行统筹规划，以推进我国氢能源产业发展。”肖明说，储氢材料技术创新面临重要发展机遇，而稀土系储氢材料是目前生产工艺最成熟、产业规模最大的固态储氢材料，稀土储氢材料可作为氢能实现产业化过程中的关键技术手段。

储氢技术高歌猛进

氢能源从生产到利用的过程中，储氢技术无疑是必不可少的桥梁。

肖明介绍，目前国内运用的主要储氢方式为固态储氢，即通过物理或者化学吸附的方式将氢气存储于固态储氢材料介质中。这种新型储氢技术因具有体积储氢密度高、储运方便、安全性能好等优点，被认为是最有发展前景的储氢方式。

稀土镁镍基储氢合金电池是以贮氢合金为负极材料的新型二次电池，被誉为无污染的绿色能源，具有比能量高、循环寿命长、耐过充放电、安全性能好等优点，可广泛应用于各种小型便携设备上。然而，自放电率较高的问题，也给这种电池的实际应用造成了一定困难。

依托丰富的稀土资源和雄厚的产业技术基础，中科轩达自 2000 年开始对稀土镁镍基储氢合金的制备技术、相结构和电化学性能等进行系统、深入的研究，揭示了这类合金的特殊超堆垛结构的生成机理和电化学特性，指出了不同类型相结构的稀土镁镍基储氢合金在吸/放氢过程中氢原子的存在状态、分布和进出行为的差异，以及对其结构稳定性及其电化学性能的影响规律。

韩树民表示，近几年来，130 余篇相关研究成果论文已在各类核心期刊发表，相关成果获国家发明专利授权量 18 件，获得河北省技术发明奖二等奖。

在揭示了稀土镁镍基储氢合金相结构转变规律、生成条件及其对储氢性能影响的基础上，研发团队通过改进金属镁加料方式和生产工艺，还实现了合金规模化生产要求的精确控制和安全操作，所制备合金电化学容量大于 360 毫安/每克、寿命可达到 500 次循环以上，并且合金在功率性能、低温性能和低自放电性能等方面表现出优异的特性，比目前已商业化的混合稀土合金电极材料具有更加优良的性能和更高的性价比。

业内专家表示，新型稀土镁镍基储氢合金可以显著提高镍氢电池的性能和市场竞争力，有良好的市场应用前景，可用于新能源汽车、智能电网储能、通信基站储备电源等领域。

创新储氢材料提高性价比

储氢技术创新高歌猛进，储氢材料的创新也在大步奔跑。

内蒙古自治区关于“十四五”能源规划的具体步骤中，氢能和储能均位列“四大产业集群”。“我们将引进行业领军企业开展新能源制氢，配套发展氢能装备制造、建设加氢设施、推广氢燃料电池汽车，推进氢能产业链一体化发展，同时统筹全区储能发展，推动正负极关键材料以及隔膜、电解液、逆变器等核心组件的装备制造，推进储能全产业链发展，打造千亿级储能产业集群。”内蒙古能源局局长助理李理表示。

韩树民分析说，随着国家和各地相关产业的拉动及国际电池生产厂商在中国投资的增多，中国电池产业发展步伐加快，近年来增长速度超过 30%以上；同时随着国际市场需求的不断增加，中国也成为世界上最大的电池出口国之一。因此，电池产业是 21 世纪最有发展前途和应用前景的新型绿色能源体系。在此背景下，稀土型储氢材料大有可为、风光无限。

韩树民表示，某些过渡族金属、合金以及金属间化合物，在常温常压（附近）下与氢反应，成为合金氢化物，这种材料可以贮存比自身体积大 1000—3000 倍的氢，通过加热或减压将贮存的氢气放出；通过冷却或加压又再次将氢气吸收于合金中。

“生产线建成之后，这种拥有我国自主知识产权的新型储氢合金将迅速应用于储氢材料中，它较以往的储氢合金最大的优势是容量提高，同时具备良好的安全性，以及低温性和较宽的温差范围，可在零下 40 摄氏度正常使用。”肖明介绍。

这种新型材料主要以镍和稀土金属为生产原料，使用的生产原料中有三分之一左右是轻稀土金属，也就是我国在全球储量最为丰富的镧、铈元素。因此，该材料实现国产化，不仅价格优势明显，而且就地消化了我国北方稀土生产的镧、铈，提高了稀土材料的附加值。

产业背景

到 2050 年，全球氢能占能源比重约为 18%，氢能产业链产值将超过 2.5 万亿美元，且随着技术研发和产业资本的持续投入，未来 10—20 年，全球氢能产业将迎来快速发展的重大机遇期。

全球氢能布局正在加速，从能源发展规律和影响变量来看，氢能产业已进入新发展阶段。“十四五”期间，我国将加速发展绿氢制取、储运和应用等氢能产业链技术装备，促进氢能燃料电池技术链、氢燃料电池汽车产业链发展，氢能产业将迎来重要的机遇期。

张景阳 科技日报 2021-01-19

广东佛山：仙湖实验室努力打造国家氢能领域重点实验室

仙湖实验室在 1 月 28 日传出好消息，不仅中国工程院院士李骏将于今年设院士工作站，还与一汽解放汽车有限公司携手共建仙湖-解放智能氢复合动力商用车科技创新基地，努力打造国家氢能领域的重点实验室，助推佛山氢能技术自主创新与产业化发展。

院士设工作站

加快智能氢复合动力车辆技术研发

仙湖实验室一期的主要建设内容为基础材料研究与开发、零部件/系统开发与测试。但随着实验室深入推进，以及佛山氢能产业发展需求不断变化，氢燃料电池汽车/核心零部件与系统产业化这一关键环节的空白逐步显露。

仙湖实验室第一届理事会理事长、中国科学院院士、武汉理工大学校长张清杰当机立断，全力以赴在国内寻找这一领域最有分量的院士团队来填补空白，并将目光对准了汽车动力总成、新能源汽车、智能网联汽车领域的权威专家中国工程院院士李骏。

在张清杰统筹下，经过佛山市领导、仙湖实验室与李骏充分对接沟通，双方定于今年在实验室设院士工作站，致力于国际领先的智能氢动力车辆技术与产品研发，全面提升实验室的研发水平和能力。

李骏表示，全球运载装备将进入氢动力时代，发展氢动力运输装备是维护国家能源安全的重要举措，是实现交通运输领域“零排放、碳中和”的重要途径，将成为我国交通运输装备转型升级的新产业和新动能。但当前我国氢动力运输装备发展面临发展战略、关键技术、产品产业、基础设施、政策法规五大挑战亟待突破。

“佛山在氢能领域上走在全国前列，我非常高兴将工作站设在仙湖实验室，一同为中国氢能动力科技自主创新贡献一份力量。”李骏说。

依托李骏院士工作站，仙湖实验室成立了智能氢复合动力车辆技术研究院，下设氢复合动力系统研发实验室、电控系统实验室、辅件系统实验室、整车集成实验室，形成技术研发平台、试验测试平台和产业化服务平台，重点聚焦智能氢复合动力及整车技术研究，应用开发及相关产品工程化。这些技术不仅可以用重型车辆上，还可以延伸至船舶、飞机上。

按照计划，研究院到 2022 年完成建设与前期技术研发，到 2025 年建设产业化服务平台、智能氢复合动力运输装备科技创新基地，并联合实验室现有技术团队与资源，形成智能氢复合动力系统成体系的关键技术服务能力，依托实验室科创平台，实现技术成果孵化，培育 1~2 家可上市企业。

携手一汽解放

力争建成国内首家氢能动力认证机构

与智能氢复合动力车辆技术研究院同日揭牌的，还有仙湖实验室与一汽解放共建的仙湖-解放智能氢复合动力商用车科技创新基地。

这是继南方新能源基地项目落子高明之后，一汽解放在新能源领域又一重点布局，是迎接未来新能源商用车产业爆发式增长的关键战略。

按照规划，仙湖实验室与一汽解放将本着“优势互补、资源共享、合作共赢”的基本原则，在氢能及燃料电池基础技术、氢燃料电池系统及零部件、氢复合动力系统、智能复合动力超级重型卡车等领域开展全面合作。

“佛山是国内氢能产业链最全的地区，仙湖实验室已经建立扎实的氢能和燃料电池研发基础和人才队伍。”一汽集团总经理助理、一汽解放集团股份有限公司董事长胡汉杰表示，这是一汽解放选择与实验室开展合作的重要原因。

当前，一汽解放正加速布局新能源汽车领域，在自主研发基础上积极寻求开放合作。胡汉杰表示，一汽解放正策划研究多项核心技术，将把新能源产品战略规划与科创基地建设有机结合，确保在转换关键核心技术上取得优势。一汽解放的研发资源将与实验室实现共享，希望在佛山市政府大力支持下，力争建成国内首家氢能动力认证机构。

张清杰认为，一汽解放与实验室共建科创基地，将为实验室科研成果产业化提供了更多机会，也对推动氢能技术在重型装备特别是交通运输重型装备上率先实现产业化产生极大影响力。

吕润致 佛山日报 2021-01-29

国内首款船舶商用氢燃料电池问世

武汉打造“氢能之都”再添利器。1月28日，武汉众宇动力获得中国船级社颁发的首张船舶用燃料电池产品型式认可证书，不仅填补了国内空白，也标志着氢燃料电池船舶商业化应用向前迈进了一大步。

据了解，中国船级社（CCS）是我国唯一从事船舶入级检验业务的专业机构，为船舶、海上设施及相关工业产品提供技术规范 and 标准，以及入级检验、鉴证检验、公证检验和认证认可服务的权威认证机构。“本次通过认证的众宇 TWZFCSZ 系列燃料电池系统，前后历时 13 个月，从设计、采购、生产、检验等全面满足认证标准。”中国船级社武汉分社总经理徐立说。

作为位于中国车谷的氢能企业，众宇动力在氢能源动力系统领域历经近十年的研发和产业链上下游布局，逐渐形成和积累了一系列具有自主知识产权的核心技术和产品，是国内少数掌握氢能产业链关键环节核心技术的企业之一。“众宇 TWZFCSZ 系列燃料电池系统是公司完全自主研发、设计和生产的产品，具有低噪音、损耗小、发电效率高、环保等优势，没有传统内燃机的碳烟、氮氧化物等有害物质产生，也不产生二氧化碳。”众宇动力 CTO 李骁博士介绍说。

海军工程大学动力学院梁前超教授认为，船舶电动化是全球公认的趋势，其中氢燃料电池船舶作为路线之一，除了具备船舶电动化的优势，其高能量密度和可快速补给能量的特性加上船舶本身的特质，决定了其可以行驶得更远、更久。众宇动力此次通过认证的船用燃料电池系统，奠定了船用燃料电池商用化的基础。

“十四五”时期，中国车谷将重点发展以氢燃料电池为代表的新能源产业集群，已经集聚了东风公司、国家电投、武汉理工氢电、雄韬氢能、众宇动力等一大批拥有自主核心技术的氢能领军企业，涵盖从质子交换膜、膜电极、氢燃料电池电堆到氢能整车生产制造的全产业链，到 2025 年，将基本形成千亿级新能源产业集群。

邓志鹏 长江日报 2021-01-29

核能

践行“碳中和”目标 加快构建绿电为核心的现代能源体系

2020年9月22日，习近平主席在第75届联合国大会一般性辩论中提出，中国的碳排放要力争在“2030年前达到峰值”“2060年前实现碳中和”这一目标；12月12日，在气候雄心峰会上进一步明确了实现“碳中和”的2030年阶段性目标，在世界范围内引起了巨大反响。为了实现“碳中和”目标，我国急需加快摒弃原先粗放型、高污染的发展道路，加速推动能源领域深度变革，逐步构建绿电为核心的现代能源体系，走出能源转型升级的“中国模式”。

提出“碳中和”目标的技术条件已经成熟

技术创新驱动能源领域加速变革。当前，以新能源、新材料、物联网等技术为主要驱动力的第四次工业革命重塑全球能源供需格局，新能源、智能电网、储能、电动车和氢能产业的发展和落地加速实现，传统能源生产和消费方式将发生革命性变革。

从供给侧看，风能驱动叶片做功产生电能，光伏通过半导体直接将光能转化成电能；从需求侧看，电动车、电制冷/热等电气化技术不断成熟推广。这是一个从量变到质变的过程，新能源替代化石能源，终端电气化水平不断提升，能源利用从“高碳”转向“无碳”、从“黑色”转向“绿色”，供需两端的能量转换都在逐步脱离“高温高压”，能源领域即将从“火药时代”迈入“冷兵器时代”，实现“碳中和”目标的蓝图已呈现在眼前。

能源供给侧加速无碳化进程。我国风、光等新能源装机已突破4亿千瓦，相当于英、法两国电力装机总和。青海、西藏、内蒙古等西部、北部地区风、光资源丰富。青海柴达木盆地24万平方公里的土地，理论上光伏装机可达100亿千瓦以上，年发电量可达20万亿千瓦时以上，完全可以满足全国终端能源需求（目前终端消费电量约7万亿千瓦时，若交通、建筑用能等全部由电能替代，消费总量约10万亿千瓦时）。

目前，新能源装机年增量约为6000万千瓦。若增量按10%增速增长，到2030年，新能源总装机将达到15亿千瓦，可以超额完成2030年12亿千瓦目标；若随后30年保持年增量不变，到2060年新能源总装机约60亿千瓦，每年可提供12万亿千瓦时清洁电量。新能源装机以复利形式增长，“碳中和”战略目标可以加速实现。

能源消费侧加速电气化进程。电动车、氢能、储能、热泵、储热等技术快速发展，交通、供暖等用能终端电代油、代气、代煤的步伐不断加快。全面电气化进程将引起能源消费结构的巨大变革，是一场效率革命、成本革命，电力与传统化石能源相比，能效、成本和环保优势逐步显现。

同时，大数据、物联网、5G等信息与数字技术不断进步，可以对每个发、用电单元进行精准控制，以数字化手段构建需求侧智慧能源管控系统，实现荷随源动、源荷互动的运行机制，提供了新能源间歇性问题的解决路径。

坚持系统思维，构建绿电为核心的现代能源体系

传统能源体系下，煤、油、气、电、核等各类能源形式相互割裂、各自为战，行业与行业之间壁垒严重，能源体系的整体布局还是脱离不了缺煤找煤、缺油找油、缺气找气的思维模式，造成了综合效率的低下。实现“碳中和”目标，急需打破行业壁垒，坚持系统思维，立足整个能源系统全局，统一谋划，全盘考虑，通过电的“空间转移”和“时间转移”，构建绿电为核心的“发输储用”一体化现代能源系统。

能源供应侧，构建清洁化的能源供应系统，以风、光等非化石能源取代油、气、煤等传统化石能源，逐步成为电力系统的主导一次电源。特别是在风、光资源优势突出的西部、北部地区建设清洁能源基地，将廉价清洁能源送出，实现我国清洁能源更大范围、更大规模的“空间转移”。

能源消费侧，构建高弹性的能源消费系统，加快推进能源消费终端的电气化进程，从需求侧改

革做文章，通过合理电价机制引导需求侧可中断、可调节负荷有序调整，统一调度分布化的需求侧资源，变散兵游勇为集团军作战。加快储能、储热/冷、电动车及氢能的发展，在风、光等新能源出力高峰、电价较低时，将电能转化各种形式能源“储存”，在风、光等新能源出力不足、电价较高时，使用储存的能源供能，从而实现能源的“时间转移”。

此外，在推动新能源基地建设时，同样要坚持系统思维，统筹能源、经济、生态的协同发展。如在内蒙古地区发展新能源，1亿千瓦的风电装机每年可提供3000亿千瓦时清洁电量，可替代1.5亿吨产能的煤矿，减排二氧化碳2.3亿吨。同步开发新能源基地与现代农牧业基地，开展荒漠治理、治沙，可以减轻草原放牧强度，变革农牧民生产生活方式，实现“生态优先、绿色发展”。

以绿电为核心，加速完成电力系统大变革

人类社会发展至今，已经经历了从薪柴到煤炭、从煤炭到油气两次能源革命，其间蒸汽机、内燃机、电气化等重大技术创新，直接驱动了能源行业发生变革。目前来看，第四次工业革命带来的新能源、新材料、物联网、5G等重大技术革新，已经为实现“碳中和”奠定了基础。历史经验告诉我们，重大技术创新给行业带来的变革往往是渐进过程中的一个突变。我们要充分看到技术进步与创新给新能源、电气化发展带来的“加速度”。

绿电为核心的现代能源体系对传统“发输用”同时完成的电力系统而言是一次变革，将带来若干重大转变。

系统向“发输储用”转变。系统中的电制氢、电制热/冷、电动车充放电等不仅承担着替代煤、油、气等化石能源的作用，更是系统负荷调节的“蓄能器”，使电力系统由“发输用”向“发输储用”模式转变，需求侧的各个用能、储能单元可以实时响应发电侧出力，让负荷跟随发电侧调节，适应新能源出力特点，彻底解决间歇性问题。预计2030年，我国电动车保有量或超1亿辆，可达50亿千瓦时以上的储能规模，相当于北京市半个月的用电量，需求侧将拥有海量“储能”资源。

社会总体用能成本下降。电能替代增量可以通过“时间转移”实现在低谷时段消纳，不会过多新增电网投资成本。新能源的规模化发展带来供能成本的下降，终端电气化的推进带来能源利用效率的提升。这样，现代能源体系不会推高能源利用成本，社会总体用能成本会呈下降趋势。

变总量平衡为时空平衡。过去能源系统往往更关注能源供应与需求之间量的匹配问题，即发即用，就地平衡。现代能源体系将通过电的“时间转移”“空间转移”，打破原有能源供给的时空约束，推动多种能源互补利用，实现更大时间、空间尺度的系统性平衡。

从未来发展路径看，我国目前以煤为主、贫油少气的能源结构，决定了能源转型不可能像西方国家那样，依次完成由煤炭到油气，再到可再生能源的两次更迭，而应直接向可再生能源转变，实现跨越式、创造式发展。为此，应分两个阶段推进“碳中和”目标：第一阶段：到2030年，着力推动绿电对油、气等化石能源的替代，存量火电全面参与调峰，消费侧大量布局储热/冷、电动车、电制氢等灵活性产业，可再生能源比例和终端电气化率继续快速提升，大幅减少对国际油、气资源依赖。第二阶段：到2060年，着力推动绿电对煤炭的替代，储能、氢能技术实现大规模成熟应用，绿电为核心的能源体系成为我国能源优化配置的主要平台，存量火电替换基本完成。

“碳中和”目标的实现过程就是我国能源革命逐步迈向深入的过程。加速构建“绿电为核心的现代能源体系”，对内而言，是解决我国能源安全和生态环保问题的重要举措，非化石能源将进入“倍速”发展阶段，带动新能源、储能、制氢等新技术、新产业发展进入“快车道”，加速完成能源领域新旧动能转换和产业升级，加快经济发展方式转变，逐步淘汰落后产能，拉动内需，扩大消费，为推动构建新发展格局注入新动能。对外而言，可以展示我国对全球生态环境及人类社会可持续发展的责任与担当，进一步增加在全球治理体系中的话语权，引领全球能源共同体建设。

时家林 学习时报 2021-01-28

海南主力电源建设不妨试试核电

核心阅读

基于海南的资源禀赋，发展高比例核电，并将其作为海南主力电源，虽然会面临一些问题，但仍极具可行性。如果将核电作为海南主力电源，需要统筹协调源、网、荷、储资源，调控使用各种灵活性资源，并做好大规模发展核电对电网安全及电力系统经济性影响的预判。

2019年5月发布的《国家生态文明试验区（海南）实施方案》提出将海南建设成为清洁能源优先发展示范区，建设海南清洁能源岛。2019年7月，中国电力发展促进会（核能分会）受国家能源局核电司委托，开展了“海南高比例核电发展研究”课题。相关企业、科研院所初步研究认为：要加强高比例核电发展，将海南建设成为以核电为主力电源的清洁能源优先发展示范区。

核电适合担当海南主力电源

从“十四五”及中长期发展角度看，海南省经济将快速发展，推动能源电力需求持续增长，未来可能面临局部电力供应紧张局面。海南全省水电已基本开发完毕，后续开发潜力较小；煤炭资源贫乏，在“去油减煤”政策背景下，未来煤电在海南逐步退出已成共识；气电成本较高且不低碳，发展规模应适度；风、光资源虽然丰富，但能否发展成为主力电源，仍待深入研究。

风、光等可再生能源能否发展成为主力电源，主要受制于储能技术和自身发展条件。风电、太阳能发电属于低密度新能源，研究表明，海南当地风、光可利用资源量难以独立满足该省社会发展对能源的需求，而如果大规模发展新能源，必将改变海南岛生态环境、自然景观现状，激发土地利用矛盾，甚至带来不可预见的新环境问题，这与海南生态旅游岛的定位不符。因此，2020年后海南风电和光伏发电规模保持不变，是更合理选择。

从海南省经济社会发展、资源禀赋、电源发展方向与选择、战略定位要求等情况看，“十四五”及中长期海南深入推进实施高比例核电发展，对于海南建设清洁能源岛和打造生态文明试验区，以及助力我国早日实现碳达峰等具有重要意义。实践表明，我国核电技术成熟、运行可靠、经济性高，海南省核电厂址丰富，也有在运核电厂的社会基础，具备发展核电的基本条件，核电适合承担海南电力系统发展主力电源的角色。

当然，海南电力系统总体规模偏小，电源布局不均衡，西部电源集中、北部及东部负荷中心电力供应有限，分区间电力交换较大；电网结构仍显薄弱，抵御自然灾害能力较差；联网二回路工程的建成虽使海南告别了长期以来孤岛运行的历史，增强了海南电网与南方电网电力交换能力，但“大机小网”现象仍长期存在；海南海底电缆容量太小，抽蓄电站发展空间有限。

当然，海南高比例发展核电，会面临大容量核电机组并网运行安全、核电配合电网调峰、源-网-荷-储统筹协调发展，以及核电比例提高影响全社会用电成本等一系列问题。

以核电为主同时要统筹灵活性资源

核电比例的大小是由当地的政策、技术、市场、资源能源供需、电力系统基础条件等多种因素共同作用的结果，并随着外部条件动态调整。纵观各国核电发展历程，当核电发展到较高水平时，核电所占比重会达到一个相对合理的区间。除法国及电力系统非常小的国家和地区外，核电比例基本固定或变化不大，约为20%-30%。由于我国的资源禀赋特点，目前存在不同区域能源电力结构不平衡的问题，福建、广东、浙江、海南等地核电发展较快，核电比重已接近或达到20%-30%的水平。

在一个国家或地区核能发电占比提高到一定比例（或区间）过程中，或进一步超过这一比例（或区间）后，可能会面临一些突出问题，主要包括：核电调峰是否安全、核电运行对电网安全性的影响，以及对全社会用电成本的影响等。为应对上述挑战，当前核能发电已达到较高比例的地区和地区，主要通过灵活性资源的快速、准确调控等手段，实现电力系统自身的供需平衡，以进一步满足多元化的能源供需要求。一般都是在灵活性资源缺乏等特定前提下，才考虑核电配合电力系统调峰。

为加强高比例核电发展，将海南建设成为以核电为主力电源的清洁能源优先发展示范区，“十四五”海南的新增电源，要以核电、气电和光伏为主，“十四五”后至2035年，新增电源以核电为主。虽

然，以核电为主的电源结构是传统电力结构，对电网具有友好性，可增加电力系统的转动惯量，提高电网供电可靠性、加强系统扰动恢复能力、降低谐波污染、便于能量管理，但目前来看，海南可用于调节的灵活性电源资源有限，必须统筹协调源、网、荷、储资源发展，深入研究快速、准确地调控使用各种灵活性资源。

建议从电源侧与负荷侧同时发力，在充分考虑以核电为主构建清洁低碳电源结构，可能对海南电力、能源系统及核电机组产生的影响的同时，考虑海南三产及居民生活用电比重不断上升的现实情况，采取一系列源、荷资源协调控制措施，加强电源建设和需求侧的统筹管理，充分挖掘系统调节能力。通过示范区建设，重点做好核电机组调峰运行能力、机组和电网故障与扰动对核电机组和电网安全运行的影响，以及高比例核电背景下海南清洁供能经济性等问题的研究与分析。

未来海南电网的规划发展，也要注意与以核电为主的清洁低碳电源结构的相容性。目前的研究表明，百万千瓦级单机机组接入 220 千伏电压等级的工程虽然在技术上可行，但核电厂若采用 220 千伏电压等级送出，在占用走廊资源等方面会成为制约。同时，由于 500 千伏系统安全稳定性高，网损更低，对未来电源接入和电力系统的适应性更强，结合海南电网 500 千伏远景规划，未来百万千瓦核电机组更宜以 500 千伏电压等级接入电网。

四措并举推进海南核能建设

核能是清洁低碳、安全高效的优质能源，在我国构建现代能源体系、保护生态环境、应对气候变化、实现“碳中和”目标、促进科技进步、提高国家综合实力和保障国家安全等方面，发挥着重要作用。为实现 2035 年基本建成海南清洁能源岛目标，根据《国家生态文明试验区（海南）实施方案》《海南能源综合改革方案》等有关文件精神，有必要加强海南高比例核电发展，将海南建设成为清洁能源优先发展示范区。

为实现上述目标，建议：一是“十四五”期间通过示范区建设，进一步完善强化海南核电发展的清洁能源岛建设思路及中长期发展规划路径；二是从源-网-荷-储各端，统筹开发利用海南省及周边地区各种灵活性资源，开展高比例核电发展条件下源-网-荷-储协调发展的电力、能源系统建设和运行的演示验证；三是开展适应核电和电网相互影响的安全、经济核电机组的设计、建造和运行示范工程建设，研究实施高比例核电发展下可行的核电机组配合调峰运行方案及运行规范；四是通过示范区建设，探索适应高比例核电发展的海南能源发展相关政策，以及提高电力系统经济性的基本问题与对策。

希望通过加强海南高比例核电发展，将海南建设成为清洁能源优先发展示范区，助力政府摸索出一套统筹推进高比例核电发展前提下的源-网-荷-储端配套项目建设与运行管理的方法和政策路径：“十四五”期间开展海南高比例核电发展示范区建设，为“一带一路”沿线一些国家和地区高比例核电发展，探索和提供中国方案；助力电网企业经济高效地提高电力系统平衡能力、完善高比例核电发展的风险对电网安全影响对策预案，以及海南联网三回输电系统建设及需求侧的统筹管理的支持政策等，为优先挖掘系统调节能力提供依据；助力核电企业开发利用先进调、前提下的灵活运行，提供指南及标准。

（作者供职于中国电力促进会核能分会，本文仅代表作者个人观点）

汪永平 中国能源报 2021-01-18