

能量转换科技信息

广州能源研究所学术期刊与文献中心 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 22 期 2021 年 11 月

目 录

总论	1
俄罗斯“稳扎稳打”寻求碳中和	1
凛冬将至，全球能源危机会升级吗	2
碳中和是一场持久战	3
中国基本扭转了碳排放快速增长的局面	5
中美推进零碳能源合作对世界有利	6
COP26 关系到未来十年全球气候行动成败	8
能源多元化并非化石燃料为零	10
加拿大宣布应对气候变化新计划 将对石油和天然气污染封顶	11
如何加快绿色低碳科技革命？	11
以更加具体的“双碳”目标统筹可持续发展进程	13
沙特加快能源转型步伐 承诺 2060 年实现“净零排放”	14
警惕！各地碳减排不能单打独斗	15
全球能源危机的根源是气候政策过于激进吗？	17
“能源大脑”如何赋能新型电力系统	18
湖北：未来新能源发电挑大梁	20
警惕美欧借“全球甲烷承诺”转嫁温室气体减排责任	21
南非高调谋划能源转型	23
如何理解“双碳”目标带来的挑战和机遇	24
沙特“循序渐进”实施能源转型	25
中美达成强化气候行动联合宣言！	26
实现“双碳”目标，亟须多种技术“抱团”发力	29
国际观察：以实则治 应对气候变化中国在行动	30
首创！能源行业自己的数据资产管理体系来了	32
热能、动力工程	35
建设多元互补能源体系助力碳达峰碳中和	35
数字电网赋能新能源高比例应用	36
地方碳减排如何融入“全国一盘棋”	37
全球首次实现规模化一氧化碳合成蛋白质	39
新型用电侧碳排放因子体系亟待建立	39
支撑可再生能源并网 探索大容量、安全、稳定的储能技术	41
开辟高性能氢离子电池研发新途径	43
“双碳”带来百万亿级市场	44
历史人均累计碳排放最多的 10 个国家：加拿大、美国、爱沙尼亚排在前三	46



南瑞集团牵头的“复杂电网差动保护关键技术及应用”获国家技术发明二等奖.....	48
“电热协同网”是城市节能降碳的现实必然选择.....	49
“电热协同网”为城市能源革命提供新思路.....	50
城市能源系统“碳中和”离不开建筑供暖电气化.....	51
储能步入规模化发展新阶段.....	52
电热协同、跨网互济，系统统筹不可或缺.....	53
叫停又重启，CCER 这次能行吗.....	54
炼化行业拉开降碳大幕.....	56
辽宁谋划建设超大容量储能系统等重点实验室.....	57
配电网运控面临新挑战.....	58
全球淘汰煤电现实吗？.....	59
热电协同的区域能源何以“畅行”丹麦？.....	63
有必要尽快启动热电协同试点示范.....	64
碳中和下的不平等：到 2030 年 前 1% 富豪人均碳排放量将是气候目标的 30 倍.....	66
园区节能降碳应以电热协同为主抓手.....	67
美国电网侧电池储能都有哪些应用？.....	69
山东新型储能示范项目建设进入快速推进阶段.....	69
央行重磅“上新” 创设推出碳减排支持工具.....	70
全国首座“零碳”供暖城市出炉.....	72
大数据分析表明昆虫多样性与碳排放密切相关.....	72
世界最大新能源分布式调相机群“安家”青海.....	73
用植物根部储能？经特殊溶液浇灌“变身”超级电容还不影响生长.....	74
新能源项目建设进入新阶段 首批 1 亿千瓦项目密集开工.....	75
海量分布式电源接入，配电网怎么办？.....	76
全国碳排放权交易市场配额累计成交额突破 10 亿元.....	77
“十四五”期间，南方五省区推动新能源配套储能 2000 万千瓦.....	78
以色列公司研究用气球高空捕碳！还能这样净化环境？.....	80
地热能.....	80
汪集旸：地热要结合其他新能源和可再生能源.....	80
生物质能、环保工程.....	81
从“天生丽质”到“可堪大用”，保供促产为什么更要大力发展生物质能？.....	81
河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心.....	83
芬兰生物质能扩大认证范围.....	84
太阳能.....	85
德研发商用车载光伏发电模块.....	85
光伏开发开启“大基地时代”.....	85
中船新能源 100MW/1000MWh 光热储能项目通过国家示范性验收.....	86
光伏产业能否扛起能源转型大旗.....	87
柬埔寨加速发展太阳能发电 到 2023 年装机将达 495MW.....	89
纳米线技术能将太阳能电池效率翻倍.....	89
海洋能、水能.....	90
“十四五”南方五省区抽蓄装机将达 1400 万千瓦.....	90
风能.....	91
储能设施升级让风光发电“更可靠”.....	91



青海开工建设 1090 万千瓦大型风电光伏基地项目.....	93
我国海上风电迎来规模化发展黄金期	93
东营河口区“乘风破浪”，新能源产业“无中生有”	94
山东：“十四五”期间将建设千万千瓦级海上风电基地	95
风储深度融合，变亦是不变	96
中国海上风电四季度并网“冲刺”	97
海上风电快速平价：是技术创新还是市场策略使然？	98
青岛打造海上风电产业基地	100
南方电网：广东海上风电并网总容量突破 200 万千瓦	101
我国首个柔性直流海上风电项目首批机组正式并网发电	102
这项技术有多厉害？能让海上风电降本 30%	103
Q & A：关于海上风电平价，破冰者如是说！	105
揭开中国大兆瓦海上风电机组拓荒者的技术秘钥	107
钻井平台改装风电？国内首创！	108
中国海拔最高 西藏哲古风电场即将并网发电	109
氢能、燃料电池	109
英国预计到 2030 年氢需求将增长至 10 太瓦时	109
日本寻求突破氢能发展瓶颈	110
氢能潮涌 巨头并进	111
零排放！进博会上“氢”风徐徐	113
欧盟实现氢能目标面临巨大挑战	114
山东最大氢燃料电池供氢项目建成	115
外企布局中国氢能市场 预计 2025 年行业产值将达万亿	115
核能	116
核能在碳达峰中扮演什么角色，这份方案说清楚了	116
核能制氢初具产业化条件	117
今年核电累计发电量占比近 5%	118
核能供热迎来发展“窗口期”	119
能源政策	120
确保如期实现 2030 年前碳达峰目标	120
两部门发文 推进全国煤电机组改造升级	121
湖北省武汉出台推动降碳方案	121
武汉出台推动降碳方案	122
《浙江省温州市制造业千企节能改造行动方案（2021-2023）》政策解读	123

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

俄罗斯“稳扎稳打”寻求碳中和

日前，俄罗斯总统普京公开表示，俄罗斯的目标是在 2060 年前实现碳中和。“为了全球经济长期可持续发展，包括能源生产国和消费国在内的所有国家和市场，都必须采取负责任的行动，我们已经准备好进行更具建设性、更密切的合作。”

这是俄罗斯首次正式确认，将采取措施推动其经济逐渐远离化石燃料，但实现碳中和的过程将是“缓和且平稳的”。舆论一直呼吁俄罗斯强化气候行动，认为该国西伯利亚和北极地区被认为最容易受到气候变化影响。

循序渐进实现碳中和

“气候变化是一种威胁，但应对气候变化的措施和行动绝对不能政治化，向低碳经济过渡应该是一个平稳的过程。”普京表示，“我们正采取措施降低化石燃料生产和运输所造成的污染，在石油开采领域引入了现代高效系统并积累了相关经验。”

普京同时强调，天然气、氢气、氨气将在低碳能源结构中发挥更大作用，这意味着俄罗斯将继续开发庞大的能源资源储备。《金融时报》撰文称，普京的发言凸显了俄罗斯对气候变化危机的日益重视，俄北极地区当前变暖速度是全球平均水平的 3 倍。

作为全球主要油气生产国，俄罗斯的目标是“在实践中完成向经济碳中和过渡”。《莫斯科时报》指出，俄罗斯目前正积极开展工作，为低碳经济过渡创造条件，包括制定经济脱碳路线图、起草新的环境战略等。

据了解，俄罗斯经济脱碳路线图草案，重视地方经济技术更新和基础设施完善，鼓励地方政府与商业机构增加低碳能源比重，并考虑进一步强化俄罗斯森林的碳吸收能力，同时还希望推动与各国和地区进行对话和磋商，以共同寻求应对气候变化危机的措施和方案。

新的环境战略草案则以减排为主要目标，旨在通过更强有力的措施来减少温室气体排放。俄罗斯《生意人报》报道称，该战略有待俄罗斯内阁批准，目标是到 2030 年实现碳达峰、到 2050 年将二氧化碳排放量较 2019 年减少 79%，以期 2060 年实现碳中和。

俄罗斯将有计划地减缓石油和天然气出口，同时将具有更高附加值的产品纳入其中，使得其生产的碳氢化合物更具竞争力，本国电力行业则将通过制定更积极、更详实的措施，向气电、核电、水电、太阳能和风能发电转移。

“俄罗斯寻求碳中和转型，对全球迅速降低温室气体排放量进而避免更严重的气候变化危机具有重要意义。”世界资源研究所专家 Katie Ross 表示，“因为按照该国现有发展路径，到 2050 年排放量还将继续增加，而且从现在算起 80 年后才可能实现净零排放。”

完善立法以促进所有行业重组

俄塔斯社指出，俄罗斯需要重组所有行业和部门，才可能实现碳中和。“我们必须通过重修相关政策机制，才能实现所有经济部门重塑，进而在既定时间内实现碳中和。”俄罗斯国际组织关系特使 Anatoly Chubais 表示，“重大转型清单中，工业领域首当其冲。”

重修的政策机制涉及预算、税收、关税、对外经济策略等，旨在为多个当前还不健全但在不久的将来会很重要的行业奠定基础，比如氢能。今年 9 月，俄罗斯发布了一份氢能发展构想文件，旨在通过 3 个阶段发展氢能，目标是建成集生产、出口为一体的氢能项目产业集群，并于 2024 年实现氢气供应 20 万吨。

俄罗斯外贸银行表示，基于俄罗斯的能源技术和自然优势，如森林碳吸收能力，俄罗斯能够在能源结构转型中占据优势，包括实现突破性的技术创新和发展，如氢气生产和利用、新一代核电、

水电、煤化工技术，以及林业和农业气候项目等，但这些都需要相关政策的扶持和鼓励。

俄罗斯第一副总理 Andrey Belousov 坦言，俄政府将制定包括财政在内的支持政策机制，以促进绿色技术引入、敦促企业减排，“我们会持续推进并完善与全球能源转型相关的立法体系的建立”。

精准评估碳强度

值得一提的是，俄罗斯还计划开发一种高精度的温室气体排放和吸收记录系统，以便更好地评估本国产品碳强度，帮助俄产品可以达到国际层面的评估认可。俄罗斯联邦安全会议副主席梅德韦杰夫介绍称，到 2030 年，俄罗斯投向气候和环境发展研究与技术领域的资金有望达到近 340 亿卢布（约合 4.687 亿美元），其中最重要的一项措施是创建一个高效的气候变化监测系统，并尽可能地接受完整可靠的数据和信息。

“这个气候变化监测系统，可以为全球经济低碳转型和生态环境安全提供数据支撑。”梅德韦杰夫表示，“欧盟计划 2026 年起向进口商品征收碳边境税，考虑到我们和欧盟之间庞大的贸易额，势必需要提前做好准备，这个系统旨在对接国际碳强度评估标准。”

一直以来，俄罗斯都对征收碳税比较抗拒，但随着全球多国致力于碳排放交易、碳配额机制，该国似乎开始有所动摇。截至目前，俄罗斯政府内部仍在对此进行讨论。有部分俄企认为，碳税的制定和征收已经迫在眉睫，这不仅能够降低俄能源产品碳密集度，还能从一定程度上刺激行业和企业认真对待减排。

俄媒普遍认为，在全球致力于减排的大环境下，俄罗斯实施碳税只是时间问题。今年 5 月，俄罗斯公布了首部气候法草案，其中明确指出将引入碳交易、碳抵消、排放情况披露、污染者问责机制等，预计最早 2022 年开始生效。

本报记者 王林 中国能源报 2021-11-01

凛冬将至，全球能源危机会升级吗

近日，多国气象研究机构相继发布拉尼娜状态预警，称今年 10 月到明年初期间，北半球气温或较往年同期偏低，甚至可能出现极端严寒天气。当前，油气煤集体短缺、电力供应持续紧张、能源价格飞速飙升，能源危机正席卷全球，全球能源系统扛得住这个即将到来的寒冬吗？

寒冬预警来袭

美国国家海洋和大气管理局气候预测中心近日发布今冬气候展望称，今年，美国阿拉斯加东南部和西北太平洋地区气温将低于往年平均水平，未来数月内飓风、龙卷风等极端天气在美国发生的几率显著增大。与此同时，拉尼娜现象也将扰乱美洲地区的降水情况。美国西部的加州和南美地区极端干旱天气发生的几率也将增加，将导致这些地区粮食、水电减产风险增加。

东北亚的寒意更甚。日本气象厅发布最新预警称，今年秋冬季节出现拉尼娜现象的可能性为 60%，11 月，日本气温可能会低于往年的正常水平。韩国气象厅则表示，今年初雪较去年已早了半个月左右，冬季很可能更冷。另外，澳大利亚气象局也警告称，今年年底正是澳大利亚的夏季，该国降水量可能超出往年平均值，洪涝灾害的风险骤增。

据了解，全球上一次大范围出现拉尼娜现象是在 2020 年秋季，直至今年 5 月才消失。在业界看来，气候变暖正让极端天气出现得更加频繁，而今年再度出现的气候异常将带来“双峰型拉尼娜”，其对天气的影响可能会更加复杂。

油气煤齐涨价

面对“冷冬”预期，石油、天然气、煤炭等能源商品的价格快速上扬。自今年 1 月以来，全球原油价格一再上涨，截至 10 月下旬，WTI 原油价格已突破 85 美元/桶，创下自 2014 年以来的历史新高，而布伦特原油价格也突破了 86 美元/桶，较今年初涨幅已超过 60%。煤炭价格也呈类似暴涨趋势。澳大利亚纽卡斯尔港动力煤价格目前已涨至 269 美元/吨，较去年的最低价涨幅超 500%。

另外，日韩、欧洲等国的天然气贸易商为“锁定”货源一再竞价，今年 10 月初，亚洲液化天然气

(LNG) 的现货价格也创下历史新高，较去年同期价格翻了 5 倍以上。

高昂的大宗商品价格推高了居民用能成本。严重依赖天然气发电的欧洲国家，电价目前已涨至历史新高。标普全球普氏的数据显示，今年 9 月一个月内，英国电价就跳涨了 506.34 美元/千千瓦时，西班牙的电价则从夏季开始价格飙涨了 200% 以上。

在印度，由于电力供应中约有 70% 来自于煤电，近几个月来，印度公用事业公司的动力煤储量一再告急，频繁的降雨洪灾不仅导致印度本土煤炭减产，更对印度煤炭运输造成阻碍，印度已有多地出现长时间停电事故。

美国政府也在近期发布提醒称，取暖油、天然气等化石燃料价格高企将导致今冬美国居民取暖账单较去年上涨三成左右，最高涨幅甚至可能超过 50%。

印度高级经济师 Kavita Chacko 在接受路透社采访时表示，高昂的燃料价格让消费者承压，这一现状很可能为经济复苏带来下行风险。“尤其在交通领域，运输成本正急剧升高，这也将拖累整体社会消费能力。”他强调。

据路透社报道，截至今年 10 月中旬，印度汽油价格已突破 106.89 印度卢比/升，约合 1.43 美元/升，法国柴油平均价格达到了 1.55 欧元/升，均创下了历史最高纪录。今年 9 月英国也经历了“史上最严重”的燃料危机，无铅汽油平均价格达到了 1.41 英镑/升，较疫情封城时期上涨了 40% 左右，创下近 9 年来新高。有测算显示，这一数据意味着英国司机每加满 60 升油箱就需要多花费至少 15 英镑。

多国全力“囤气囤煤”

美国银行在近日发布的一份备忘录中指出，考虑到今年可能会出现一个异常寒冷的冬天，同时航空燃油需求有回暖，发电侧存在天然气石油转换过渡，这些因素都可能导致油价进一步上涨，今年冬季原油价格很可能会突破 100 美元/桶大关。

面对可能愈演愈烈的能源危机，“囤积”能源成为各国的普遍选择。路透社汇编行业数据显示，截至目前，日本、韩国进口自美国的 LNG 总量已经创下了历史新高，而欧洲国家更是在与东亚国家“争抢”天然气货船。

日本发布“冷冬”提醒后，日本经济产业省召集主要能源采购商、电力供应商等开会，要求他们为可能到来的极端事件做足准备，以避免日本再度出现全国范围内的严重电力危机。据日本经济产业省自然资源和能源厅厅长 Shin Hosaka 透露，截至 10 月，日本 LNG 库存较去年同期高出了 70 万吨左右，较近 4 年的平均库存高出了 24% 左右。同时，据路透社报道，随着冬日将近，欧盟 LNG 进口量较数月前也出现飙升，基本恢复至往年平均水平。

然而，即便如此，全球能源可能还是不够用。以欧洲为例，标普全球普氏援引 LNG 行业分析师 Luke Cottell 的话称，虽然欧洲能源贸易商正加紧进口天然气，比利时、法国、荷兰和英国每天的 LNG 进口总量已经达到 1.14 亿立方米，但这一数据仍低于去年同期的 1.16 亿立方米，在高涨的电力需求面前，目前的 LNG 供应可能仍然难以缓解欧洲紧张的电力供应局面。

美国行业媒体“能源环境新闻”撰文称，现在各类能源商品短缺很可能都归结于去年新冠肺炎疫情导致的大幅度减产或停产，当时石油、天然气以及煤炭价格的骤跌直接影响到了能源生产行业，如今，供应的短缺反过来又将推高能源成本，拖累经济复苏。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2021-11-01

碳中和是一场持久战

作为构建新发展格局的重要内容，碳中和是一场考验斗志和定力的关键战役，因此，要进一步统一思想，坚定战之必胜的信念信心。

当前，在对于碳中和进程的看法上，有的观点认为可以“速胜”，搞“运动式”降碳、“一刀切”式减排，对碳中和的科学性、系统性、复杂性的认识不足；有的观点对碳中和没有信心，没有看清我国

已具备的优势条件；有的则过于保守，对构建以新能源为主体的新型电力系统的革命性认识不够，局限于对现有能源体系和格局的分析。

碳达峰、碳中和目标将推动实现清洁能源对传统化石能源的替代，主要经历从以化石能源为主、清洁能源为辅到化石能源与清洁能源并重，再到以清洁能源为主、化石能源为辅三个阶段，是一场持久战。

技术进步是实现碳中和的决定力量

在碳中和进程中，技术革命将是制胜因素。

当前，第四次工业革命带来新能源、新材料、物联网等关键技术蓬勃发展，正在重塑世界能源供需格局。在技术创新的驱动下，这次能源革命将从化石能源通过燃烧产生高温高压做功发电的“火药时代”，迈向以风、光为主的非化石能源仅通过“捕获”风、光来产生电的“冷兵器时代”。目前，我国在新能源、特高压、智能电网、储能、电动车、5G 等领域已具备世界领先的技术、产业优势，覆盖能源供应、输送、消费、存储、转换、控制全过程。

传统电力系统有两个显著特点——“就地平衡”和“发输用”同时完成，而以新能源为主的清洁能源取代化石能源需要解决量价和不稳定性两个主要问题。对此，以新能源为主体的新型电力系统可以通过电的“空间转移”和“时间转移”，从根本上破解新能源和传统电力系统之间的时空矛盾，并实现对传统电力系统的变革。

我国能源资源丰富，随着新能源技术和装备制造能力不断提升，西、北部地区风、光资源富集区度电成本已低至 0.2 元。理论上，仅柴达木盆地 20 万平方公里土地可安装光伏 100 亿千瓦以上，年发电量达 20 万亿千瓦时，能满足未来全国的用电量（预计全国年用电量在 2035 年左右达最高值 15 万亿千瓦时），再通过特高压送到东部负荷中心。与当地火电相比，成本具备竞争优势，可以实现电的大范围“空间转移”。

在供需两侧大力布局储能资源，可以实现电力系统由“发输用”向“发输储用”转变。同时，信息技术进步和数字化进程加速，可对每个发、用电单元进行精准控制，以及实时调整用电出力，构建荷随源动、源荷互动的运行机制，实现电的“时间转移”，从而为新能源的间歇性问题提供解决路径。尤其在新的技术条件下，电动车充放电、热泵+储罐储冷/热等新模式，相较电池、抽蓄等传统储能方式，将大幅降低成本，更有利于发挥我国新能源资源禀赋和技术优势，预计可在不推高用能成本的情况下实现能源转型。

随着大容量储能、新能源材料、氢燃料电池、海水淡化等技术突破，电将与冷、热、氢等各类能源深度联系，与交通、制造、养殖等产业跨界融合，孵化出一批新模式、新业态，推动一场技术驱动、创新驱动下的全社会革命。同时，技术发展将与碳中和进程相互促进、相互提升，形成快速阶跃。

调动用户侧的“沉睡资源”

目前能源系统用户侧处于相对无序的状态，广大用户中蕴藏着大量的“沉睡资源”，需要被唤醒，因此，需打一场“人民战争”。

其中，在供给侧的“正面战场”，要发挥国企、大型民企等“正规军”的作用，利用西、北部闲置荒漠、戈壁等地区，规模化开发新能源基地，打造高产量、零污染的“电气田”，替代煤田、油田、气田，再通过特高压送出，替代传统铁路、公路、油气管道。近几年的实践已经证明了该方案的可行性、经济性。

在需求侧，我国有 14 亿人口、近 5 亿户家庭，居民用电量巨大，约占全社会用电量的 15%，要通过“人民战争”把大量需求侧资源有效组织起来，成为实现碳中和的有生力量。

在需求侧大力推广再电气化

电动车、储能、热泵、储热等技术快速发展，交通、供暖等用能终端再电气化进程加快，将是一场效率革命、成本革命。

其中，电动车能耗仅为燃油车的 1/4，使用低谷电充电时，成本仅为燃油车的 10%。热泵在提供

相同热量的情况下，能耗仅为燃气、燃煤锅炉的 30%；使用低谷电供热时，成本仅为燃气锅炉的 1/3，与燃煤锅炉相当。电力在能源终端需求侧的能效、成本和环保优势日益明显。

与欧美发达国家相比，我国居民用电增长空间大，需加快推进再电气化进程，实现终端用能去碳化。如民用交通、建筑用能等领域全部由电动车、热泵等方式实现电能替代（需替代 2 亿吨成品油、40 亿吉焦集中供热量、2 亿吨民用散煤、1000 亿立方米民用天然气），至少需增加 3-4 万亿千瓦时电量，约占当前终端消费电量 7.5 亿千瓦时的 50%。

充分挖掘需求侧的储能潜力

在未来的能源体系中，电是核心，储是关键。“储”不是简单的储电，而是综合利用储热/冷、电动车、氢能等多元化储能方式，充分挖掘现有需求侧的资源 and 潜力。广泛开展“人民战争”，关键在于发动每户推广再电气化，增强需求侧的弹性。

其中，家庭用能较大的电器都可以实现“时间转移”，即一天中某些时段集中使用就可以满足生活需要。如电动车可充可放，热水器、空调等设备可通过数字技术控制使用时间，匹配新能源的不稳定性。当新能源大发时，家庭用电设备大用或将电能“存储”；当新能源不足时，用电设备停用，电动车反向放电。此外，热泵配合储热罐实现供冷/热，新能源大发时制冷/热并用储罐“存储”，效率高，且具有经济性。

通过体制机制改革重塑能源体系

相关部门指出，要推动能源体制改革，还原能源的商品属性。在传统能源体制下，煤、油、气、电、热、核等各类能源相互割裂，无法做到在“大能源”格局下的全盘谋划、统一调度；省间资源配置和市场流通困难，市场作用无法充分发挥；福利性、民生性导向的电价体制无法还原居民用电的商品属性和供求关系，对用电行为的引导性不强。

因此，要实现碳中和，除在理念、行为上引导外，还需同步推进体制机制改革：打破省间壁垒，实现要素、资源在更大范围自由流动，发挥市场的主体作用；破除行业壁垒，重构我国的能源体系，明确以“电”为核心，对各行业、各领域做好规划，统筹推进；实施促进新能源消纳的价格政策，研究制定居民用电峰谷电价体系，制定电能替代的价格政策；实施促进商业模式创新的价格和补贴政策，鼓励 V2G（车网互动）、热泵、储冷/热、智慧控制技术应用，推动新技术、新产业、新模式快速发展。

我国幅员辽阔，资源分布和经济社会发展状况不均衡，决定了碳中和进程的高度不均衡性，因此，要在考虑全局性和科学性的前提下，让一些资源条件好、发展水平高、转型速度快的地域、城市和行业率先实现碳中和。如大唐集团正加快推动能源转型，业务覆盖从清洁能源供应到需求侧电气化替代的全过程，初步计划在内蒙古等省（区）推动大规模新能源基地建设，在北京等负荷中心开展清洁电代油、代气、代煤试点，积极探索实践一条能源转型的新路径，以“局部胜利”带动实现“全面胜利”。

碳中和是一场持久战，是能源革命逐步深入的过程，能源行业必然是主战场，要从发展全局出发，充分认识碳中和的复杂性、艰巨性。同时，也要看到，我国在资源、技术、市场等各方面均已建立优势，只要贯彻落实“四个革命、一个合作”的能源安全新战略，统一思想，坚定信心，找准科学的路径模式，集全社会之力共同推进，必定能打赢碳中和这场持久战。

（作者系中国大唐集团有限公司党组副书记、董事）

时家林 中国能源报 2021-11-01

中国基本扭转了碳排放快速增长的局面

本报讯 记者朱妍报道：国务院新闻办公室于 10 月 27 日发表的《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书（下称“白皮书”）指出，中国应对气候变化发生历史性变化，基本扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。2020 年中国碳排放强度比 2015 年下降 18.8%，超额完成“十三五”约束性目标；比

2005 年下降 48.4%，超额完成了中国向国际社会承诺到 2020 年下降 40%-45%的目标，累计少排放二氧化碳约 58 亿吨。在经济社会健康发展的同时，碳排放强度显著下降。据悉，这是继 2011 年之后，我国第二次发表白皮书。

白皮书指出，中国是全球能耗强度降低最快的国家之一，初步核算，2011-2020 年中国能耗强度累计下降 28.7%。“十三五”期间，中国以年均 2.8%的能源消费量增长支撑了年均 5.7%的经济增长，节约能源占同时期全球节能量的一半左右。其中，中国煤电机组供电煤耗持续保持世界先进水平。截至 2020 年底，达到超低排放水平的煤电机组约 9.5 亿千瓦，节能改造规模超过 8 亿千瓦，火电厂平均供电煤耗降至 305.8 克标煤/千瓦时，较 2010 年下降超过 27 克标煤/千瓦时。供电能耗降低，使 2020 年火电行业相比 2010 年减少二氧化碳排放 3.7 亿吨。

白皮书还称，能源生产和消费革命取得显著成效。2020 年，中国非化石能源占能源消费总量比重提高到 15.9%，比 2005 年大幅提升了 8.5 个百分点；非化石能源发电装机总规模达到 9.8 亿千瓦，占总装机的比重达到 44.7%，其中，光伏和风电装机容量较 2005 年分别增加了 3000 多倍和 200 多倍。非化石能源发电量达到 2.6 万亿千瓦时，占全社会用电量的比重达到三分之一以上。此外，中国新能源汽车生产和销售规模连续 6 年位居全球第一，连续 8 年成为全球最大新增光伏市场，新型储能装机规模位居全球第一。

同时，能源消费结构向清洁低碳加速转化。2020 年中国能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内，煤炭占能源消费总量比重由 2005 年的 72.4%下降至 2020 年的 56.8%。北方地区冬季清洁取暖率提至 60%以上，京津冀及周边地区、汾渭平原累计削减散煤约 5000 万吨，相当于少排放二氧化碳约 9200 万吨。

生态环境部应对气候变化司负责人孙桢表示，中国将继续控制煤炭消费增长，同时加大力度发展可再生能源，加快完善电力体制，构建适应高比例可再生能源的新型电力系统。同时，中国作为全球最大的清洁能源设备制造国家，将积极在全球推进清洁能源开发利用和国际合作，帮助发展中国家能源供给向高效、清洁、多元化的方向加速转型。白皮书明确，中国“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要将“2025 年单位 GDP 二氧化碳排放较 2020 年降低 18%”作为约束性指标，各省（区、市）均将应对气候变化作为“十四五”规划的重要内容，明确具体目标和工作任务。

孙桢还称，作为发展中国家，中国当前面临着发展经济、改善民生、维护能源安全等艰巨任务，调整能源结构仍然存在诸多的现实困难和挑战，不可能一蹴而就。对此要坚持系统观念，坚持防范风险，处理好当前与长远，减污降碳与能源安全、产业链供应安全、群众正常生活的关系，有效应对绿色低碳转型可能伴随的风险，确保安全降碳。

中国能源报 2021-11-01

中美推进零碳能源合作对世界有利

“纵观历史，2021 年被认为是全球人为造成的气候变化的转折点，因为公众已经认识到气候变化的现实。”著名气候学家詹姆斯·汉森（James E. Hansen）在接受新京报记者采访时表示。

詹姆斯·汉森是全球最有影响力的气候学家之一，被称为“全球变暖研究之父”。他对气候变化的相关研究提高了公众对全球变暖及其危害的认识。他于 1981 年在《科学》（Science）发表的文章首次使公众意识到了人为排放的温室气体对气候产生的重要影响，并预测了气候变化的趋势。

由于在气候变化领域的突出贡献，他于 1996 年被选为美国国家科学院院士，也曾担任美国宇航局（NASA）戈达德空间研究所主任 32 年。自 NASA 退休后，詹姆斯在哥伦比亚大学地球研究所任教，并主持气候科学、认识和应对项目，在 2015 年受邀来华分享其在气候变化方面的看法和建议。

温室气体至少在几十年内还会增加

记者：自上世纪 70 年代末以来，你的研究重点是地球气候，特别是人为造成的气候变化。你对人为造成的气候变化研究有什么发现？其中有多少是可以避免的？

詹姆斯：由于化石燃料（煤、石油和天然气）提供了世界上大约 80% 的能源，在未来几十年里，全球导致气候变暖的气体，尤其是二氧化碳（CO₂）的排放量将继续增加。全球逐步过渡到清洁能源至少需要数十年的时间。

现在，人为导致的大气成分变化比地球历史上的任何自然变化都快得多，但由于海洋和冰原的惯性，就是指地球海洋和冰川的热容量大大超过大气层，海洋暖化和冰川融化需要较长的时间，使得排放温室气体导致的气候变化后果不会很快显现出来。

几十年来，对科学家来说，全球变暖是显而易见的。对公众来说，全球变暖的实际影响现在也已变得更明显。因此，我们现在应开始大规模地改变能源的来源，这是稳定气候所必需的。

但这并不容易，由于海洋和冰原的缓慢反应，已经有更多的全球变暖“正在进行中”。具体来说，地球已经失去了能量平衡：由于二氧化碳和其他温室气体阻挡了向太空辐射的热能，吸收太阳光中的能量比辐射到太空的热能要多。另外，温室气体至少在几十年内还会继续增加。

我们现在面临的威胁是，全球气温可能达到一个点，使得冰盖分离，比如南极洲西南极冰盖和东南极冰盖因融化而分离，变得不可避免。如果这种情况发生，全球沿海城市最早将在本世纪后半叶消失。冰盖的形成需要上千年时间，全球气候变化正使得冰盖快速融化，其融化速度比形成速度要快。

还有些巨大的影响将比这发生得更早，也更为重要，包括有些区域极端气候正变得更加频繁，也更具危害性。夏季亚热带地区和热带地区正变得更加炎热，这种炎热能使人感到不舒服，更难在其中工作和生活。这最后可能导致低纬度地区和沿海城市将成为移民压力的来源，以至于地球变得几乎无法治理。

很明显，我们必须采取行动来避免这种情况的发生。幸运的是，海洋和冰原的巨大惯性造成的气候变化反应虽然缓慢，但已经引起公众的注意，这也有利于为我们采取行动争取时间。在未来几十年里，我们需要有序地过渡到清洁能源。

极端气候事件将更加频繁

记者：气候变化影响了全球多地的生产生活，普通民众的生活主要在哪些方面会受到气候变化的影响？哪方面受到的影响最大？影响程度如何？

詹姆斯：目前，全球变暖仍处于温和状态，2020 年地球的平均表面温度比 1850 年至 1900 年之间的全球平均温度高出 1.25°C。但这足以影响水文循环两端极端气候事件的频率和规模。这意味着在水文光谱的干旱端有更广泛的干旱和热浪，但在湿润的时间和地点也有更多的雨水和洪水以及更强烈的风暴。

这些看似矛盾的影响是很容易理解的。

温室气体产生更多热量，导致地表进一步加热和蒸发，从而增加了热浪和干旱的强度。另一方面，温暖的大气层含有更多水蒸气，更加极端的降雨事件将会发生，引发更大的洪水。雷暴、龙卷风和热带风暴都是由水蒸气的潜热驱动的，所以当大气变暖并且含有更多的水蒸气时，风暴会更强。

中美两国合作 世界将更快地转向零碳能源

新京报：全球各国政府应如何提高广大公众对气候变化的认识？

詹姆斯：气候变化的影响正变得越来越明显，现在也引起了人们的关注。如果现在问一些人他们能否看到气候变化的趋势，大多数人可能会给予你肯定的答复。当然，一般公众不能进行全面的科学分析，所以他们必须依靠政府和科学界的信息。

庆幸的是，中国政府认识到人类造成气候变化的现实，并意识到必须采取适当的行动。所需的行动将涉及持续的政策、如何有效利用清洁能源等。

但在美国，这就有点困难。美国政府摇摆不定，一方面声称气候变化是一个骗局，这明显是错误的；另一方面又表示我们必须在十年内减少 50% 的排放，但这没有经济或实际意义。

我曾在 2015 年 12 月到北京大学讲学，并分享了我有关气候变化的机遇与挑战的看法。在这之后，我与中美科学家促成了中美在清洁能源方面的合作，还与中国科学家曹军骥一起，在《科学》

杂志上发表了一篇文章，总结了中美合作建议。如果中美两国能够合作，世界将更快地转向零碳能源，这对两国和其他国家都有利。

记者：能列举一些公众可以改善气候变化问题的事情吗？

詹姆斯：个人可以采取一些行动来减少他们的“碳足迹”，许多地方都在讨论这个问题，但坦率地说，个人不能解决气候问题，它需要有效的政府政策，公众所能做的就是努力理解和支持有效的政府行动。

公众需要能源来帮助他们提高整体生活水平，目前这种能源主要来自化石燃料，但从长远来看，这种情况不能继续下去，否则我们将使我们的子孙后代处于一种日益恶化的局面。而我们向清洁能源的转变将需要几十年时间。在这段时间内，需要为工人过渡到新的工作岗位提供支持。

至少从 2008 年开始，我一直试图说服西方国家政府采取“碳费和分红”的政策，即政府向化石燃料公司收取碳费用，再分配给公众，这将鼓励人们控制他们的碳足迹。

马剑 新京报 2021-11-01

COP26 关系到未来十年全球气候行动成败

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 第 26 次缔约方会议 (COP26) 10 月 31 日至 11 月 12 日在英国苏格兰格拉斯哥召开，世界各国 120 多位领导人将出席大会。就在 10 月 31 日下午，为期两天的二十国集团 (G20) 领导人第十六次峰会在罗马落下帷幕。

作为 COP26 开幕之前最具分量的国际会议，G20 的重点议题之一便是更具意义的气候行动。G20 最终就气候部分达成协议，其中包括“承诺在本世纪中叶将气候中立和全球变暖限制在 1.5°C 以内”“承诺在 2021 年底前停止在国外兴建煤厂的进一步投资”“寻求加强全球供应链的方法，以增强应对气候变化、自然灾害甚至计划中袭击的复原力”等内容，但并未为实现净零温室气体排放设定时限。

对上述结果，联合国秘书长古特雷斯难掩失望：“我带着未实现的希望离开罗马，但至少这些希望还没被埋葬。”希望便集中于 COP26。在公众环境研究中心 (IPE) 创始人、主任马军看来，G20 结果寥寥的确会给 COP26 带来更大的谈判压力。

《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方会议 (COP26) 10 月 31 日至 11 月 12 日在英国苏格兰格拉斯哥召开。

提振气候雄心

国家主席习近平 10 月 30 日在北京以视频方式出席二十国集团领导人第十六次峰会第一阶段会议并发表重要讲话。他指出，二十国集团应该秉持共同但有区别的责任原则，推动全面落实应对气候变化《巴黎协定》，支持《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会和《生物多样性公约》第十五次缔约方大会取得成功。发达国家应该在减排问题上作出表率，充分照顾发展中国家的特殊困难和关切，落实气候融资承诺，并在技术、能力建设等方面为发展中国家提供支持。

习近平主席强调，中国一直主动承担与国情相符合的国际责任，积极推进经济绿色转型，不断提高应对气候变化行动力度。中国将力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和。我们将践信守诺，携手各国走绿色、低碳、可持续发展之路。

马军认为，虽然 G20 峰会结果并未达到期待，但中国做出的“力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和”的承诺，依旧对全球范围内的气候目标实现具有非常重大的意义。

全球 198 个国家于 1992 年共同签署《联合国气候变化框架公约》，并于 1995 年在柏林召开首次缔约方会议。作为气候变化领域最具分量的全球谈判，缔约方大会成为全球各国践行气候行动、明确目标与责任、协调合作的重要平台，与各国利益息息相关。在以往的 COP 会议中，还曾成功通过《京都议定书》和《巴黎协定》这种具有法律约束力的协议。

根据《巴黎协定》，各缔约方需要按时公布可体现其遵循减少温室气体排放目标雄心的国家自主

贡献行动计划（NDC, Nationally Determined Contribution），每五年对其进行一轮审核和评估。而今年的 COP26，恰恰就是约定的每五年更新一次 NDC 的时刻，所以今年的 COP26 尤为重要。

2015 年我国所提交的国家自主贡献（NDC）是二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值，2020 年 9 月提出“双碳”目标时，就已经转变为“力争 2030 年前实现碳达峰”。措辞上的转变，将 2030 年达峰转变为底线任务，减排雄心可见一斑。

“中国在 2020 年 9 月提出了碳达峰碳中和的承诺。而作为全球当前排放量最大的发展中的大国，中国提出的‘3060’目标，对于古特雷斯秘书长所说的‘未被埋葬’的希望，提供了最重要的支撑。”马军说道。

能源危机下仍需加速减煤

2021 年本应该是全球气候行动的关键一年。然而现实是，全球都面临前所未有的艰难局面，一方面需要应对全球持续的疫情风险，另一方面还发生了十多年来难得一见的全球能源危机，最终导致了部分煤炭产能的重新释放和煤电的重新启用，这直接导致今年全球的碳排放量不减反增。

10 月 25 日晚，联合国气候变化框架公约（UNFCCC）前执行秘书长菲格雷斯（Christiana Figueres）在参与一场以“G20 峰会及 COP26 大会气候亮点展望”为主题的线上研讨会时表示，本届大会最主要的任务是捍卫《巴黎协定》提出的将升温幅度控制在 1.5 摄氏度内的目标。

菲格雷斯强调，“1.5 摄氏度”不应当作为一个相对的参考目标，而应当转变为务必要达成任务。但根据 UNFCCC 秘书处同日发布的各国国家自主贡献（NDC）的最新情况，根据所有 192 个缔约方的所有可用国家自主贡献，预计 2030 年全球温室气体排放量与 2010 年相比将大幅增加约 16%。除非迅速改变这种局面，否则到本世纪末可能会导致气温上升约 2.7°C。这与防止全球气温上升超过 2 摄氏度（理想情况下为 1.5 摄氏度）的目标相去甚远。

对此，COP26 大会主席阿洛克·夏尔马（Alok Sharma）公开表示，“我们特别需要最大的排放国——G20 国家，做出更强有力的承诺，如果我们要在这个关键的十年保持 1.5 摄氏度的目标的话，格拉斯哥则必须启动一个雄心壮志不断增长的十年。”

G20 成员国在最终公报中呼吁所有国家采取有意义和有效的行动，使本世纪全球气温升幅控制在比工业化前水平不超过 1.5 摄氏度的目标得以实现。公报指出，成员国意识到“在本世纪中叶前后实现全球温室气体净零排放或碳中和的关键意义”。

为此，G20 成员国承诺在 2021 年底前停止在国外兴建煤厂的进一步投资，并加强与发展中国家的技术合作，帮助发展中国家尽快淘汰煤电。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强告诉 21 世纪经济报道，目前看来中国的煤炭消费是不可能根据 1.5 摄氏度目标来定，“中国要在 2030 年实现碳达峰目标，峰值并不是固定的。届时煤炭有多少，首先取决于可再生能源的装机量，其次还取决于能源需求量。现在看来还很难下定论。”

中国宣布停止海外煤电投资项目，对自身而言是放弃了巨大的经济利益的。“因为中国的火电制造力目前是全球最强的。”林伯强解释道，接下来中国在风电光伏短时间内难以非常大规模增长的情况下，就需要尽量使 GDP 增长与电力、能源需求脱钩。“这个只能通过需求侧进行更有力的产业结构调整，严格控制高耗能产业来实现。”

减排同时增强供应链韧性

全球在应对气候危机的过程中，还要面临来自供应链的压力。目前全球价值链重构加速，产业链供应链依然脆弱。习近平主席在重要讲话中提出的 5 点建议里提到，应该维护以世界贸易组织为核心的多边贸易体制，建设开放型世界经济，保障发展中国家权益和发展空间。要尽快恢复争端解决机制正常运转，维护产业链供应链安全稳定。中方倡议举办产业链供应链韧性与稳定国际论坛，欢迎二十国集团成员和相关国际组织积极参与。

IPE 长期关注国内企业的可持续供应链建设。在马军看来，目前全球的产业供应链或多或少都在承受着气候变化带来的压力。前段时间部分地区极端强降雨导致断电停工，就曾引发对热销产品供应链断供的担忧。

马军表示，气象条件不利的时候，还容易出现重污染天气，进而导致相关区域启动限停产措施，造成对供应链的影响。“气候变化导致的极端天气、热浪山火和降水规律变化，对涉及农业、畜牧业产品的供应链影响上，就体现得更为显著。而所谓‘韧性’，是要让供应链适应气候变化，提升对气候风险的预判能力，提高供应链对气候变化的抵御和恢复能力。”

这需要根据不同地区的情况构建起因地制宜的机制。比如日前发布的《2030年前碳达峰行动方案》就在城乡建设碳达峰行动部分提出“倡导绿色低碳规划设计理念，增强城乡气候韧性，建设海绵城市”。在节能降碳增效行动部分提出，基础设施节能升级改造；建立以能效为导向的激励约束机制，推广先进高效产品设备，加快淘汰落后低效设备。

平均来看，目前我国的高耗能企业平均能效与国际水平还存在一定的差距，相差10%~30%左右。今年以来我国也采取了所谓的“赛马机制”，也就是能效高的企业将能够获得更高的能源供给，生产更多产品，而能效低的企业则会受到诸多限制。

“赛马机制”也被看作是防止“一刀切”的有效方式。生态环境部有关负责人10月29日在10月例行新闻发布会上表示，攻坚行动将引入赛马机制，环保绩效好的企业可以错峰或者自主减排，绩效差要多错峰，不允许地方不分环保绩效水平，所有企业都搞平均主义。

在马军看来，除上述在能效、应对极端天气影响的措施之外，企业还应该加强对供应链监控和风险预警能力的建设。“已经有越来越多的大型金融机构、大型品牌对这方面不断增强关注度。”提升预警能力，规避气象风险，才能减少损失，在确保供应链的安全稳定的前提下实现绿色转型。

王晨 21世纪经济报道 2021-11-02

能源多元化并非化石燃料为零

近日，中共中央、国务院为进一步做好碳达峰、碳中和工作提出了纲领性意见及行动方案，要求各地各部门树立全国一盘棋意识，稳妥有序，统筹推进。这也对能源及石化企业低碳发展提出了进一步要求。

当前，能源及石化行业减排面临较大挑战。一是能源结构多元化不足，面临能源安全和降低排放双重挑战；二是部分企业虽然行动迅速，但仍未对“双碳”进行深入思考，个别地方或单位出现运动式减碳情况；三是创新意识不强，盲目追热点，对关键核心技术研究投入不足；四是全局意识不够，产业协同和循环化发展尚需完善。

事实上，能源及石化行业是实现碳达峰、碳中和目标的关键领域，目前我国碳排放来源里化石能源燃烧占比约84%，正确把握能源安全供给和中长期绿色转型的关系至关重要。应促进产业转型升级，创新引领技术发展，抓住产业发展新机遇，科学统筹，有序推进碳达峰、碳中和工作。

一是加速能源转型升级。我国在可再生能源的技术升级和经济性方面已经取得了长足进步，提升可再生能源等清洁能源比例，并深入发展与储能结合的电气化，是能源及石化企业在生产过程中降低排放的重要举措，预计到2060年，我国的非化石能源消费比重将提升至80%以上。同时要看到，能源结构的多元化并不是一味地将化石燃料比例降为零，这既不利于国家能源安全，也不符合我国目前国情。因此，能源及石化企业要做好系统性、战略性的工作布局，尽快制定企业的“双碳”规划及行动方案，平衡好传统能源与新能源转型之间的关系，处理好能源安全和低碳的协同发展。

二是坚持创新驱动为先。“双碳”目标下，中国的能源及石化企业要力争解决“卡脖子”问题。一是原料端上，在保持高价值化学品产量增长的同时，力争实现石化原料向低碳化、轻质化、多元化转变。二是产品端上，功能化及高端化材料将出现爆发式增长，新兴材料突破式发展有利于实现我国科技独立自主。三是能源利用端和技术降碳路线上，碳中和的实现还需要依靠目前并不存在或不成熟的颠覆性技术，低成本高效率储能、核聚变、生物质利用以及氢能利用等领域技术都可能根本性改变未来能源结构，为净零目标作出重要贡献。

三是塑造产业新格局。能源及石化企业生产过程复杂，内部纵向横向密切联系，如果分散布局

亦会提高资源消耗降低、污染排放改善的难度，集群化布局能使上下游企业合理布局、产品连接成链、关联产品复合成网，将有助于实现绿色低碳循环发展。而集群化布局发展，就更需要数字化赋能绿色低碳。据世界经济论坛评估，数字化技术有望将全球碳排放量减少 15%，物联网、大数据、云计算、移动互联网、人工智能和数字孪生等技术将有效推动能源及石化行业切实降低全产业链条的能耗及排放。若辅以红外摄像头技术、卫星、无人机、数字传感器等高新技术加强泄漏的检测和修复，也将切实保障集群化布局的能源和石化安全生产。

四是落实企业责任担当。“十四五”和“十五五”是我国实现“双碳”目标的关键时期，企业应该围绕非化石能源消费比重、提升能源利用效率、降低二氧化碳排放水平等方面的目标，落实能源绿色低碳转型行动，在综合能源管理、石化化工原料轻质化、产品结构优化、碳排放量降低和回收利用、碳资产运营等方面加大力度，迎难而上，实现绿色低碳发展。

徐青杨 中国经济网—《经济日报》 2021-11-02

加拿大宣布应对气候变化新计划 将对石油和天然气污染封顶

加拿大总理贾斯廷·特鲁多 11 月 1 日宣布加政府强化力度应对气候变化的若干新行动计划，其中包括，加拿大将在主要产油国中率先对石油和天然气行业的污染设限封顶，并到 2050 年减少至净零排放。

正在英国格拉斯哥出席联合国气候变化大会(COP26)的特鲁多公布相关计划。他表示，为有助于实现 2050 年净零排放目标，加政府将设定 5 年目标，以确保石油和天然气行业为实现该国 2030 年气候应对目标发挥其作用。加官方正在就如何以最佳方式落实其目标向净零排放顾问机构征求意见。

当地时间 10 月 31 日，在因新冠疫情延期一年后，第二十六届联合国气候变化大会(COP26)在英国格拉斯哥开幕。图为 COP26 开幕会现场。中新社发 《联合国气候变化框架公约》秘书处供图

同时，按照计划，加拿大将争取在不晚于 2030 年结束动力煤出口。此前，加政府已计划在 2030 年之前加速淘汰该国的传统燃煤发电，并斥资逾亿加元推动煤炭从业者向清洁能源领域转型。

加拿大目前是全球第四大石油生产国和第三大石油出口国。在加拿大温室气体总排放量中，石油和天然气产业的排放量约占 25%。

此外，加拿大还承诺向“气候投资基金加速煤炭转型投资计划”以及与世界银行合作的“能源产业管理援助计划”提供资金支持，以帮助发展中国家向清洁燃料替代品和清洁经济过渡。

特鲁多曾在今年 4 月下旬宣布，作为《巴黎协定》签署国之一，加拿大将提高其减排目标，到 2030 年将温室气体排放量降至 2005 年水平的 40%至 45%，并承诺在 2050 年实现净零排放。

本届联合国气候变化大会会期为 10 月 31 日至 11 月 12 日。这次大会是《巴黎协定》进入实施阶段之后召开的首次缔约方大会。

余瑞冬 中国新闻网 2021-11-02

如何加快绿色低碳科技革命？

《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》(以下简称《意见》)近日正式发布。《意见》指出，要强化科技和制度创新，加快绿色低碳科技革命，加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用。

科技创新是实现碳达峰、碳中和的关键。推进绿色低碳技术革命，以先进技术手段助力碳达峰、碳中和工作高效、高质推动，将为碳达峰、碳中和目标愿景提供强大驱动力。那么，目前我国在低碳技术领域发展情况如何、面临哪些挑战，碳排放较高行业应如何做到减污降碳协同？

哪些低碳科技已经领先全球？

动力电池、煤直接液化和间接液化技术等技术的开发与应用走在了世界前列

我国在多年前就曾已布局低碳科技产业。2010年，我国提出“战略性新兴产业”的概念，确定了培育和发展重点方向为节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车。

多年的技术积累使我国在一些低碳技术领域已然领先。

市场调研机构 SNEResearch 发布的今年 1 月-4 月全球动力电池装机量显示，中国动力电池供应商宁德时代在全球市场占有率位列第一。比亚迪排名第四，同比增长了 203.6%。

根据公安部公布的数据，截至 2021 年 6 月底，我国新能源汽车保有量 603 万辆，占全球新能源汽车保有量的 50%左右。我国新能源汽车保有量已至少持续 3 年约占全球“半壁江山”。

2020 年，我国光伏新增和累计装机容量继续保持了全球第一。

“这些年来，我国不断推动低碳科技革新，动力电池、煤直接液化和间接液化技术等技术的开发与应用走在了世界前列。”生态环境部国家生态环境科技成果转化综合服务平台相关负责人（以下简称成果转化平台负责人）说。

必须看到，技术创新并不是简单地从原理性发明突破到试验、产品、产业的过程，往往从实验可行到工程可行再到商业可行，还会出现反复，还会发生复杂的规模化验证和技术二次开发过程。整体来看，我国低碳科技创新仍存在一系列亟待攻克和解决的难关。低碳科技革命不只是工业、农业、交通、建筑哪一个领域的事情，而是一个系统工程，是一场广泛而深刻的社会经济大变革。

低碳科技领域短板应如何攻克？

科技创新与产业结构转型升级相结合，发展模式由要素驱动向创新驱动发展转变

“目前，我国低碳科技整体创新能力不足，重大关键、核心技术储备存在缺口，实现碳中和面临着多重挑战。”成果转化平台负责人表示，“长远技术部署缺乏、自主创新能力薄弱、技术推广机制不畅等问题，都是目前低碳科技发展的掣肘。”

清华大学生态文明研究中心博士后任亚楠认为，要持续强化绿色低碳技术自主创新，“加快部署减污降碳、化石能源清洁高效利用、绿色智慧能源基础设施建设、基于电力和氢能的低碳化工、基于原料替代的低碳水泥、碳捕集利用和封存等具有推广前景的低碳零碳负碳技术。”

由此可见，推动低碳成果的科技转化，既需要政策鼓励、市场引导、人才聚集，也需要企业认同、百姓意愿等诸多要素共同发挥作用。既要鼓励社会各方广泛参与，百家争鸣，又要注重因地制宜，稳步推进。

中国环境科学研究院院长李海生表示，打造低碳科技支撑体系，关键是把科技创新与产业结构转型升级相结合，助力发展模式由要素驱动向创新驱动发展转变。同时，他也提出了五个体系的建设，即关键领域碳减排技术创新体系、科学系统的碳排放核算体系、绿色低碳发展的生态环境标准体系、碳达峰碳中和基础研究科研体系以及技术研发的保障体系。

当前，全球经济下行，疫情后经济绿色复苏压力加大、污染防治攻坚战进入深水区，在这样的多重背景之下，地方控制碳排放的内生动力不足。

“因此，要避免将经济复苏的投资导向设定为‘两新一重’，即新基建、新型城镇化以及交通、水利等重大工程建设。同时，地方也不能因为‘抢头彩’心切，提出不切实际的减碳目标、发展目标，对正常项目搞‘一刀切’或者产业过剩导致更大规模的资源浪费。”成果转化平台负责人表示。

“碳达峰、碳中和的实现，绿色低碳科技创新至关重要，最终要落实到低排放、零排放和负排放技术在生产生活中的广泛应用。”在碳中和战略研究中心成立大会上，中国科学院科技战略咨询研究院碳中和战略研究中心主任王毅表示。

碳排放较高行业如何减污降碳？

持续推动结构、技术、管理的创新升级，多措并举

我国工业的二氧化碳排放量占比比较高，主要包括钢铁、有色、石化、化工、水泥等传统行业。钢铁工业属于传统化石能源消耗的密集型行业，消耗了全国 16%的能源，其中煤炭比例更是达到 70%。

中国钢铁工业协会科技环保部主任姜尚清此前在接受媒体采访时表示，近年来，钢铁行业突破

了一批关键产品的制约，带动并支持了下游用钢产业的发展和升级换代。

“钢铁工业的碳排放约占全国碳排放总量的 15%，在全国所有工业行业中处于首位。根据数据显示，我国粗钢产量已经突破 10 亿吨大关，占全球粗钢产量的近 60%。这也说明，钢铁行业是低碳转型发展的关键领域。”成果转化平台负责人说。

“十三五”期间，钢铁行业通过一批关键技术的研发应用，不仅进一步提升了我国钢铁制造水平，而且支撑了产业发展的转型升级。目前，我国钢铁工业基本实现了焦化、造块、炼铁、炼钢、连铸、轧钢等主要工序主体技术装备的国产化，大型冶金设备国产化率达 95%以上（按重量计算），吨钢投资额明显下降。

钢铁行业还只是传统行业之一。如何带动传统行业借力低碳科技，实现绿色转型，同样迫在眉睫。

“在碳达峰、碳中和的背景下，要建立具有中国特色的新能源体系。”在 2021 年度江苏青年智库学者沙龙上，中国工程院院士胡文瑞认为，目前，我国正在不遗余力地缩小传统化石能源产业的路径依赖，探寻到了具有比较优势发展新能源的路径，赶上了全球新能源发展“首班列车”，已进入新能源快速发展的大好全新时期。

可见，行业碳达峰、碳中和需要持续推动结构、技术、管理的创新升级，多措并举优化低碳转型的综合解决方案。

见习记者 于天昊 中国环境报 2021-11-02

以更加具体的“双碳”目标统筹可持续发展进程

许勤华 中国人民大学国家发展与战略研究院副院长，国际关系学院教授，国际能源战略研究中心主任

2021 年 9 月，中共中央、国务院正式公布的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（以下简称《意见》），对做好碳达峰碳中和工作作出总体战略部署，为“双碳”目标的实现绘制出了清晰的蓝图。《意见》是国家在“双碳”目标实现进程中的核心干线、宏观部署上的全面统领、和生态文明思想的生动体现。此外，2021 年 10 月，国务院新闻办发表《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书，指出中国高度重视应对气候变化，参与全球气候治理，为推动构建人类命运共同体作出更大努力和贡献。

《意见》是实现“双碳”目标的核心干线

《意见》以生态文明思想为指导，给“双碳”目标的实现设置了阶段性的明确目标，让“双碳”目标在不同阶段具有考核标准，成果有所体现。《意见》中对“3060”目标的实现进行了三个阶段的划分，对每个阶段都做出了具体的能源利用效率的要求。特别是 2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁能源安全高效的能源体系全面建立，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生的境界。这让“双碳”目标在实现的进程中，有了考核的依据和标准，使得阶段性的绩效有所体现。

《意见》在纵向在时间上为“双碳”目标明确了主要目标，起到了核心干线的作用，将各个阶段串联到总体进程和目标中。《意见》的出台将使得“双碳”目标沿着这一核心干线有序高效地推进。

《意见》是“双碳”目标宏观层面的全面统领

《意见》是“双碳”目标实现的顶层设计，对“双碳”目标的实现在宏观层面的各个领域做了全面统领，针对 10 个方面提出了几十余项具体任务，从国家经济转型、政策支持、技术发展和生态文明建设等方面作出了具体的部署。

在经济发展层面，《意见》指出推动经济社会发展全面绿色转型。为了“双碳”目标能够顺利实现，还在基础设施、科学技术和对外贸易方面进行了总体部署。《意见》指出应当加强低碳交通基础设施建设，从运输结构、交通工具和个人层面作出了具体要求；要加强绿色低碳重大科技的攻关和使用，要强化基础研究的布局和先进技术的推广，特别提到了要加速发展低碳零碳负碳、氢能、和碳捕捉

等技术；提高对外绿色发展低碳发展水平。《意见》特别强调要加快建设绿色贸易体系，推进绿色“一带一路”的建设。

在政策支持层面，《意见》中指出要健全碳达峰碳中和的法律法规标准和统计监测体系、完善相关政策机制、以及加强组织实施，从立法、监管、投资政策金融体制、市场机制和问责制度等方面进行统筹安排。

在生态文明建设方面，《意见》中有提到提升城乡绿色低碳发展质量，具体提到了城乡规划过程中如何落实低碳绿色的要求，涉及实施工程、绿色建筑和采暖用电等具体方面，多次强调了绿色建筑和绿色供暖用电的发展。《意见》明确指出要持续巩固提升固碳能力，巩固生态系统固碳能力，提升生态系统碳汇增量。

《意见》在横向层面上，涉及经济发展、政策支持和生态文明建设等多方面的部署，对“双碳”目标在宏观层面做了全面统领。

《意见》的出台是我国生态文明建设的生动体现，是生态文明思想作为指导来展开的，是思想在实践层面的生动映射，体现了我国推动构建人与自然生命共同体和人类命运共同体的大国担当。

《意见》出台之后，10月27日国务院新闻办发表了《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书，体现了我国对气候变化的高度重视，以及应对这一挑战的积极态度和政策自信，也体现了中国是全球生态文明建设的重要贡献者和引领者的角色和地位。在共建人与自然生命共同体和人类命运共同体的时代进程中，中国将发挥越来越大的示范性、引领性作用，中国角色也将受到国际社会的广泛关注。展望未来，在生态文明思想的指引下，中国建设美丽中国与美丽清洁世界的历史实践，将载入人类可持续发展事业的史册。

许勤华 中国网 2021-11-02

沙特加快能源转型步伐 承诺 2060 年实现“净零排放”

近年来，面对气候变化和新冠肺炎疫情的双重挑战，作为全球主要能源生产国，沙特将能源转型作为主要抓手，加大新能源领域投资力度，研发清洁氢能制造等高新技术，大力发展绿色经济。

“绿色”倡议雄心勃勃

今年3月，沙特提出“绿色沙特倡议”和“绿色中东倡议”，致力于推动清洁能源使用，降低化石燃料影响，强化地区国家多边合作，应对全球气候变化。

在10月23日举行的“绿色沙特倡议”论坛上，沙特王储穆罕默德·本·萨勒曼公布了“绿色沙特倡议”的行动路线图：一是到2030年实现每年减少2.78亿吨碳排放，到2060年实现温室气体“净零排放”；二是到2030年种植4.5亿棵树木，恢复800万公顷退化土地，减少2亿吨碳排放，并在未来几年宣布更多举措；三是进一步加强对陆地、海洋和沿海环境的保护，计划加入全球海洋联盟，建立海洋探索基金会等。

10月25日，“绿色中东倡议”峰会在沙特首都利雅得举行。穆罕默德提出，将打造落实碳循环经济理念的区域合作平台，分享经验技术，提高协调水平。同时，沙特将设立一只区域性碳循环经济技术解决方案投资基金，提出一项关于清洁燃料解决方案的全球性倡议，两项举措将耗资390亿沙特里亚尔（约665亿元人民币），沙特将贡献其中的15%，以延续其在全球能源市场发展中的主导作用。

能源转型多措并举

能源转型是沙特实现减排目标的主要途径。沙特始终将能源转型作为国家战略的重要组成部分，2016年发布的“2030愿景”就提出要大力发展天然气和包括太阳能、核能等在内的新能源。新冠肺炎疫情引发的油价波动进一步提高沙特对能源转型的重视程度，4月，穆罕默德对媒体表示，将重视本国经济对石油依赖的风险以及石油行业在未来四五十年面临的挑战。沙特能源大臣阿卜杜勒阿齐兹·本·萨勒曼6月表示，“沙特阿拉伯不再是一个石油国家，而是一个能源生产国”，再次强调了沙特

能源转型的坚定立场。

一方面，沙特将大力推动传统能源低碳化利用。阿卜杜勒阿齐兹 10 月 24 日表示，沙特计划将贾富拉（Jafurah）天然气田开采的大部分天然气用于制造蓝氢。蓝氢由天然气通过蒸汽甲烷重整或自热蒸汽重整制成，产生的二氧化碳被捕获储存，能有效减少碳排放。贾富拉气田是世界上最大的天然气项目之一，总估值超过 1100 亿美元，天然气蕴藏量预估达 200 万亿立方英尺（约 5.66 万亿立方米），预计将于 2024 年开始投产。此外，沙特政府将增加对本国市场的天然气供应，目标是到 2030 年底停止使用石油发电，使天然气发电量占全国电网供电总量的一半以上，切实减少碳排放。

另一方面，沙特将积极探索太阳能、风能等清洁能源的有效利用。沙特国际电力和水务公司去年与美国空气产品公司签署了一项 50 亿美元的合资协议，启动沙特太阳神绿色燃料项目。该项目利用太阳能和风能生产绿氢（使用可再生能源制造的氢气），计划于 2025 年投产，届时将实现 650 吨绿氢的日产量，为沙特北部新未来城提供清洁能源，并向全球市场出口。

沙特未来将积极推动清洁能源出口，加强国际合作。根据“2030 愿景”，沙特将推动氢能生产链本地化，并成为全球清洁氢能供应商，沙特阿美公司去年已向日本出口了世界首批 40 吨蓝氢。3 月，沙特阿美公司首席执行官阿敏·纳赛尔在中国发展高层论坛上表示，该公司计划扩大和加强与中国在天然气制氢和制氨、合成燃料以及碳捕获利用和储存方面的合作。

减排目标任重道远

沙特将氢能作为其能源转型的主要抓手，但鉴于全球氢能研究应用尚处于起步阶段，氢能产业开发仍面临一定困难。

在市场层面，虽然沙特有意开拓全球氢能市场，但传统化石能源仍占据主导地位。2019 年全球原油出口额为 9860 亿美元，氢气出口额仅为 100 亿美元。当前全球能源类基础设施基本围绕传统化石能源，若要大力推动氢能普及，各国政府和企业需在电网构建、港湾建设、管道铺设、补给站建造等诸多方面投入大量资金，培育巨大的全球氢能市场任重道远。

在技术层面，当前制氢过程仍易引发环境问题。绿氢生产依赖纯净水或去离子水电解，沙特淡水资源匮乏，需利用淡化海水为绿氢生产提供原料。沙特海水淡化仍依赖传统化石能源，且过程中产生的高盐废水易引发海洋环境问题，如何实现倡议中提到的陆地、海洋和沿海环境的保护仍需进一步探索。

值得注意的是，沙特在推动能源转型的同时，仍将扩大其石油和天然气产能，保持其在全球石油市场安全和稳定方面的领导作用。阿敏·纳赛尔指出，随着全球经济复苏，石油需求将逐步回升，阿美石油将在维持 1200 万桶日产量的基础上增加 100 万桶产能。他认为，温室气体“净零排放”的目标与沙特阿美增加石油产量的战略并不矛盾，沙特阿美原油的污染程度低于其他类型的石油。他指出，将石油产业“妖魔化”只会适得其反，实现减碳目标需要全球各方共同努力。

罗怀伟 中国经济网—《经济日报》 2021-11-04

警惕！各地碳减排不能单打独斗

“碳中和必须坚持全国一盘棋，因为不同地区资源禀赋不同，在全国性大市场中的功能定位也不同，比如西部地区煤炭丰富，输送火电到东部，并不应该把这部分碳排放算到西部账上，对一些高排放领域如钢铁、建材、有色、化工等，也是这个道理。从这样的角度出发，我们就会发觉，像镇江这样的城市，非碳能源并不丰富，能源、上游材料等都得由区域外供给，如何在碳中和全国一盘棋中起到作用？”在近日举行的第五届国际低碳（镇江）大会上，全国人大常委会副委员长丁仲礼抛出上述问题。

实现碳达峰碳中和，需统筹处理好整体和局部的关系。每个地方都是参与者，既要结合自身实际推进减排，也不能单打独斗、各行其是。地方该如何作答？

因地制宜是难点

“我国仍然处于工业化、现代化进程中，在现有技术条件下，钢铁、水泥等大宗工业产品的需求和生产，决定了我国经济高碳特征明显。资本密集、高碳排放的重化工项目，仍是部分地方经济增长的主要支撑。”国务院发展研究中心资源与环境政策研究所所长高世楫坦言。

然而，这些高碳产品并非全由产地自己消费。“像内蒙古、山西、河北等地，化石能源生产较为集中，在为其他省份提供能源密集型产品时，碳排放量随着生产而增加。广东、江苏、浙江等调入地区，为维持经济增长，需要大力购买能源、原材料等产品，由于自己无需从事生产，无形中把碳排放留在了产地。”中国人民大学环境学院教授庞军说，若不能站在全国一盘棋角度考虑问题，地方各行其是极易加剧“排放转移”风险。

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告诉记者，按照国际通用规则，调出、调入两方均要分摊生产所排放的二氧化碳，但目前，这笔帐究竟如何计算暂无明确说法。“考虑到种种实际，不可能要求各地减排‘齐步走’。诸如北京这样的城市，碳排放量基本稳定，重点是要巩固减排成果，进一步降低排放。而像内蒙古、新疆等资源型地区，产业结构偏重、能源结构偏煤，先要把节能降碳摆在突出位置，大力优化调整能源结构。”

高世楫也称，各地资源禀赋、经济基础、发展阶段等条件差异较大，部分地区节能降碳目标与经济发展存在较大矛盾。“从地理位置来看，我国人口分布在东南沿海地区，能源资源及生产与消费结构存在一定错配。我国经济发展空间结构正在发生深刻变化，区域经济分化、极化现象突出，区域一体化发展成为新特征。基于此，结合区域实际情况，因地制宜做好地方减排规划部署是一大难点。”

警惕非系统减碳风险

记者了解到，部分地区已出现与“全国一盘棋”定位相违背的苗头，值得警惕。

“国家提出的完整口号是力争 2030 年前实现碳达峰，努力争取 2060 年前实现碳中和，大家可以看看，现在有多少地方已经不提‘力争’或‘努力争取’的说法了。”中国工程院院士谢克昌直言，部分地区正在快马加鞭，借碳达峰多上项目，而人为制造一个峰值的做法并不可取。“碳达峰碳中和是一项系统工作，如果不用系统思维和方法，将引起系统性破坏。我们要警惕不切实际的能源转型可能带来的能源危机，警惕急功冒进非系统减碳操作引发的经济刚性破坏，警惕无视科学性的摊派式减碳。”

冯相昭称，最新印发的《2030 年前碳达峰行动方案》提出“确保如期实现 2030 年前碳达峰目标”，这是针对全国层面的碳排放总量达峰要求。“《方案》同时强调，各地区因地制宜、分类施策，明确既符合自身实际又满足总体要求的目标任务，各地区梯次有序推进碳达峰。在实际工作中，不乏有地区承诺在 2025 年甚至更早时间达峰。先是跃跃欲试，后来又纷纷调整，将缺乏依据的过早达峰时间点往回收了收。”

除了“抢跑”，还有喊口号、不作为等“拖后腿”现象。国务院发展研究中心资源与环境政策研究所副所长常纪文举例说，一些地方在遏制“两高”项目方面行动乏力，口号喊得响、行动跟不上。有的市县对碳达峰碳中和目标缺乏了解，该由哪些部门来落实工作心里没底，既不组织学习也不集体研究，生态环境保护工作以前怎么干，现在还是怎么干。“地方缺乏必要的思想准备和工作基础，坐等上级部署行动，容易导致平时不用功、到时‘一刀切’等情况。部署过急、过严或过慢、过宽，都会损害经济和社会可持续发展的基础和能力。”

循序渐进布局减排

丁仲礼进一步透露，中国科学院正在研究我国实现碳中和的框架路线图。其中一个重要判断就是，碳中和从逻辑上讲是一个“三端共同发力”的体系。即在发电端，要用非碳能源替代火电并大幅度增加电力装机，形成新型的电力体系；在能源消费端，需要由绿电、绿氢、地热在工业、交通、建筑等部门取代煤、油、气使用；在固碳端，需要通过生态建设、碳捕集利用技术等方式，把“不得不排放”的那部分二氧化碳固定在地表、产品甚至地层之中。

在抓住“共同点”的同时，各地也要有所侧重。常纪文表示，各地应树立碳达峰碳中和工作的全局观，立足于本地经济和社会发展实际分类施策，出台自己的实施方案，协同做好产业发展的加法和

碳排放、污染物排放的减法。“有多深基础就盖多高的楼，有多强能力就干多大的事。”

高世楫建议，可构建匹配发展定位、灵活互补的区域减碳空间格局。具体包括，综合考虑各地区发展阶段、资源禀赋，建立完善差异化的减碳责任目标分解机制，体现区域间不同主体功能定位；在一体化发展重点地区及空气重污染区域，允许跨省（区、市）共同承担减碳任务，在任务分解方面采取新思路，鼓励东西部结对帮扶省份间开展协同减碳探索；完善区域间生态补偿制度和转移支付安排，平衡资源供应地区和消费地区之间的利益。

谢克昌提醒，要加强基础研究，为全国一盘棋、全省一盘棋提供依据。“应针对我国地域差异大、发展不平衡的现状，挖掘全空间高分辨碳排放、能源产业链、经济民生、生态环境等图谱，探索建立碳排放综合模型，构建区域融合协调发展的模型算法、指数体系等。要尊重技术成熟的客观规律及实际水平，注重考虑节能措施的综合性能，循序渐进布局减排，按照地区实际研究各自的碳排放规律及减排路径。”

朱妍 中国能源网 2021-11-05

全球能源危机的根源是气候政策过于激进吗？

正在英国格拉斯哥召开的《联合国气候变化框架公约》第26次缔约方大会（COP26）被广泛视为2015年敲定《巴黎气候协定》之后最重要的一场气候大会。

但考虑到近几个月全球范围内遭遇的能源短缺与电力供应危机，讨论向清洁能源转型的气候大会似乎来得不是时候。

身为气候大会主办国的英国正是这一轮能源短缺的代表国家。该国国家电网警告称冬天停电的可能性上升；8月以来已有至少17家能源供应商倒闭；英国的加油站也因为货车司机短缺而排起长队。

在北半球冬季用电需求高峰来临之际，受今冬潜在的极寒天气影响，能源价格高企的趋势暂时可能无法得到缓解。气候政策和能源转型进程是否会受到影响？

气候政策是元凶？

造成全球能源危机的主要原因包括疫情后需求迅速回升，极端天气和意外事故影响能源生产等多种因素。但在遏制气候变化的政策中，过快向不够稳定的可再生能源转型的话题也成为舆论焦点。例如今年6月以来，欧洲的风力与往年相比就大幅下降，使得欧洲不得不增加火电以填补电力缺口。

匈牙利总理维克多·奥尔班将天然气价格飙升归咎于欧盟的碳税制度，即欧盟用来降低二氧化碳排放量的政策工具。

美国哥伦比亚大学气候学院创始院长博尔多夫也指出，气候政策本身正在推高欧洲能源价格。受欧洲削减碳排放许可证数量的改革影响，欧盟碳排放配额价格创下新高。较高的天然气价格刺激向煤炭转型，由此需要更多碳许可证，形成一个推高电价的恶性循环。

参加格拉斯哥气候大会前夕，美国总统拜登还敦促石油生产商开采更多的化石燃料。他强调：“事实是——你们每个人都知道——我们能够在一夜之间转向可再生能源的想法是不合理的……它只是表明，我们应该更快地转向可再生能源。”

拜登政府有关气候和社会支出的计划尚待国会通过。值得一提的是，该计划没有取消美国政府对化石燃料的200亿美元补贴。

解决方案是加快转型

另一方面，欧盟能源专员卡德里·西姆森表示，欧洲的能源危机与依赖进口化石燃料关系更大，价格上涨和气候政策没有联系。且加大可再生能源利用，提高能源效率，才是危机的解决方案。

联合国助理秘书长徐浩良撰文指出，能源转型代价高昂是一种误解。可再生能源面对化石燃料是具有竞争性的替代品，尤其是煤炭。太阳能可以提供有史以来最便宜的电力，风能价格也在过去十年中下降50%。2020年，清洁能源公司的公开融资首次超过化石燃料公司。到2030年，可再生

能源和提高能源效率领域将创造 6000 万个就业机会。

西班牙一直是加快向可再生能源过渡的倡导者。该国相信这能让欧洲摆脱受制于天然气市场起伏的局面。西班牙副总理特里萨·里贝拉表示：“现在和未来属于可再生能源，我们无法通过回顾过去来解决依赖化石燃料所造成的危机……过渡必须加快，而不是放慢。”

国际能源机构（IEA）报告发现，如果各国希望保持全球平均气温不高于工业化前水平 1.5 摄氏度，就必须立即停止新开发石油、天然气和煤炭等传统能源。研究人员称，如果超过这一阈值，地球将面临不可逆转的损害。

气候大会期间，超过 40 个国家已签署能源转型声明，承诺将停止对国内和海外新煤电项目的所有投资，加快清洁能源使用。签署声明的主要经济体承诺在 2030 年代逐步淘汰煤电，其余经济体则将在 2040 年代逐步淘汰煤电。有 18 个国家是首次做出淘汰煤电的承诺，包括越南、智利、波兰。

11 月 4 日，美国、加拿大和其他 18 个国家还同意到 2022 年底前终止对海外化石燃料项目的融资。这不仅包括煤炭投资，还包括天然气和石油投资。欧洲气候智库 E3G 气候金融专家伊斯坎德·埃尔兹尼·韦诺伊特对 CNN 表示：“这是一个历史性的突破，在几年前是不可能的”，“这个由国家组成的领导小组展示了能源规范变化的速度。”

民众更易接受补贴

在长期转型策略方面，E3G 天然气顾问拉斐尔·哈诺托对美国《时代》强调，实现“平稳转型”的秘诀不在于更加缓慢地淘汰化石燃料，而在于迅速增加可再生能源的供应和系统的灵活性。这需要加大对储能设施的投资，通过政府援助帮助最贫困的群体应对能源价格上涨。

荷兰国际集团研究报告指出，英国消费者最担心的是能源价格飙升，而不是替代能源投资。美国宾州州立大学研究人员也发现，美国人更喜欢强调替代能源的政策，而不是注重节能的政策。受访者更希望气候政策针对企业，而非个人。

受近期能源短缺和电力价格上涨影响，意大利正考虑在今明两年花费 50 多亿欧元（相当于 GDP 的 0.3%）为消费者降低天然气和电力价格。法国也将把家庭天然气价格上限延长到明年年底。西班牙在推动欧盟组织一个购买天然气的平台，类似于欧盟成员国联合起来商讨新冠病毒疫苗价格的方式。但许多成员国对这种做法仍持怀疑态度。

哥伦比亚大学的博尔多夫还指出，西班牙将消费者电费税率从 21% 下调至 10%。碳许可证价格上涨产生的额外收入也可以回馈给消费者。快速部署更多可再生能源也可以降低价格波动。此外，提高能源效率，扩大使用生物甲烷和氢气等可以利用现有天然气基础设施的低碳燃料，不仅可以减少排放，还可以减少天然气需求，降低天然气价格波动的风险。

田思奇 界面新闻 2021-11-06

“能源大脑”如何赋能新型电力系统

近两小时采访，因来电中断数次。坐在记者对面的王海，最后将手机扣在桌上，快速切回主题并再次解释：“短短三年，一件事从无做到有，确实不易。也正因为难度大，我们紧盯着每个环节，紧盯着自己手里的电话，不放过任何一次协调和落地实施的机会。”停顿片刻，他紧握双手说道：“这件事所发挥的作用和将要产生的价值，对当下和未来中国的能源安全和能源转型意义重大，必须全力以赴。”

王海话语所指，正是被喻为“能源大脑”的国家级能源工业互联网平台（以下简称“平台”）。

三年前，在国企改革和数字化浪潮推动下，国务院国资委同多部委共同打造能源类国有企业“共商、共建、共享”的国家级能源工业互联网平台，旨在以智能化、信息化推动能源行业加快转型，保障国家能源安全。在此背景下，15 家能源央企和 1 家民企出资组建国有资本控股、民企参股、市场机制运作的混合所有制企业——中能融合智慧科技有限公司（以下简称“中能融合”），作为建设运营平台的主体。电力工程行业出身的王海随即受命，由山东赶赴北京，就任这家新公司的董事长，

掌舵能源行业一次“跨界”式创业。

在我国加快构建清洁低碳安全高效的能源体系、建设新型电力系统的背景下，平台建设运营三年取得了哪些成果？目前还面临哪些障碍？平台如何应对能源电力行业的新挑战，并赋能新型电力系统？面对记者提问，王海逐一解答。

汇集数据，率先“透视”电力系统

王海办公室的墙上，挂着一张特殊的地图，我国能源资源分布情况、能源生产和消费结构、增长趋势等信息一目了然。创业三年，这些数据他早已熟谙于心。

“作为国家级能源工业互联网平台的建设运营主体，中能融合的主要任务是在安全可靠前提下，推动能源行业关键设备上‘云’，最终实现‘电煤油气’等领域安全、生产、经济和消费数据的汇集和开发利用，为国家能源行业管理决策提供支持，为行业提质增效和节能减排提供服务。”王海说。

据记者了解，基于初始参股企业以电企为主，中能融合率先在电力行业实现了安全类、经济类、消费类及生产类数据的汇集和分析工作，累计接入 3600 多个场站的安全数据，实现国有发电企业规模以上场站、“风光水火核”五大发电品种、31 个省级行政区域全覆盖，占全国装机容量的 74% 以上。同时，安全类数据采集目前正在向煤炭、石油、天然气领域和水务领域延伸，已开展 10 个煤矿、4 个炼厂（油田）和 4 个水处理厂试点工作。

“另外，我们已与 11 家能源央企开展了电力经济类数据试传输，覆盖场站约 2500 个，目前平台已汇集 4 家电力企业的部分历史数据。”王海透露，消费类数据方面，目前正与有关企业进行对接，同时也在推动生产数据采集试点，已接入生产控制系统和监控信息系统实时采集的部分指标数据。

“目前收集经济类、消费类数据仍有很大困难，很多企业认为这些数据是商业机密，不愿分享。但实际上，这些数据是通过专线从央企数据中心送到相关部委监管平台，经过数据清洗、模型搭建、隐私计算脱敏后，再将结果送至中能融合。”王海坦言，平台本身不归集企业自身的原始数据，归集的都是经过脱敏的“大颗粒”数据。

感知短板，确保电力系统安全

随着以新能源为主体的新型电力系统加快构建，新能源大规模开发和高比例并网，以及新能源发电设备的低抗扰性和弱支撑性短板，将对电力系统的功率平衡、抗冲击能力以及电网安全和运行控制带来严峻挑战。而从能源工业互联网角度审视，新型电力系统的工控安全也正面临风险。

“通过已有数据分析发现，几乎所有发电场站存在不同程度的网络安全问题，尤其是新能源发电企业的工控网络安全形势异常严峻。”王海表示，风电和光伏场站的各类数据很多都是通过公网传输，相当于“裸奔”状态，一旦集中式场站出现较大的网络安全风险，将对整个电力系统的安全造成严重影响。

王海表示，能源工业互联网是能源行业内网，目的是打通能源场站、能源企业集团、数据平台公司、国家相关单位，建立能源行业专属网络连接，以安全可靠、经济高效的方式为平台连接主体提供安全接入服务。

“内网纵向覆盖至各能源场站，实现场站边缘节点数据上传、应用下发和远程管理等功能，横向实现主体间互联互通。借助全天候全方位工控网络安全态势感知服务，确保场站安全运行，而且在满足电力工控系统网络安全监管要求的同时，提高机组可利用率，提升新能源消纳水平，增加场站的经济效益。”王海告诉记者。

此外，新型电力系统中，煤电将更多扮演调节性电源角色，机组深度调峰频度增加、技改投资减少、人员流失等问题将逐渐凸显，给机组安全运行、设备可靠性埋下隐患。

“这些问题两三年内就会凸显，并给电力系统造成影响。”王海说，“我们可以搭建专属互联网，把主要设备制造企业全部拉进来，通过他们已有和我们新建的预防性维护及远程诊断预警模型，帮助电厂实施设备远程维修维护，确保机组安全运行。”

预测预警，护航电力供需平衡

今年以来，叠加气候变化、能源资源价格高企，国内煤炭和电力供应紧张，多地实施限电和有

序用电政策。中电联近日发布报告预测，今年迎峰度冬期间全国电力供需总体偏紧，部分地区电力供需形势紧张。其中，燃料供应保障和冬季气候情况是影响电力供需形势的主要不确定因素。

“在多种因素综合影响下，今年能源行业保供压力较大，远远超出政府和行业预期。”有业内分析人士表示，燃料、气候变化等不确定因素影响依然存在，需要积极应对。“凡事预则立，能源供需两侧的预测预警诉求已经变得十分急迫。”

对此，王海表示，经济运行数据、消费数据和工控安全数据，都是为国家能源行业管理提供决策，对国家能源安全做预警预测预报。“目前，电力侧能源工业互联网平台已初步建成，平台覆盖发电厂站占全国规模以上厂（场）站装机容量 74%，具备向其他能源领域复制推广的条件。我们计划今年年内实现能源工业互联网平台在石油、天然气、煤炭等领域全覆盖，全面实施平台安全管理体系，同时建立、发布大数据分级分类管理标准。”

“以新能源为主体的新型电力系统，应急是很大的课题。”王海直言，中能融合能做的，就是利用数据为城市、区域和某种能源的发展趋势做“画像”，提前分析，发现漏洞，做出预测，为应急提供可行方案，确保供需平衡。“比如某个城市的能源消费趋势，中、东、西部产业转型用能情况，局部地区局部时段的用能诉求等，以及不同气象条件下新能源的发电功率预测，都可以做后台分析。”

王海解释，新型电力系统意味着新能源发电量占比将达到 50%以上，但受制于“风光”间歇性、波动性特点，一旦负荷达不到，整个系统如何应急兜底，都需要配套数据支持。“能源工业互联网平台的潜力正在逐步释放，未来不管是电力生产、消费，还是电力交易，都可以借力‘能源大脑’实现高效运转，继而为企业和社会降本增效、节能降碳发挥支撑作用。”

本报记者 朱学蕊 中国能源报 2021-11-08

湖北：未来新能源发电挑大梁

湖北首个风电项目——九宫山风电厂自 2007 年 11 月投运，揭开能源结构新篇。至今，新能源已是全省能源结构中不可忽视的部分。

圣境山地处荆山山脉与江汉平原交会处，风向稳定、风力均衡，是得天独厚的风力发电场。2017 年以来，协合新能源集团有限公司在此安装了 24 台风力发电机组，装机容量达到 48 兆瓦。

“单台风机满发电状况下一小时可以发电 2000 千瓦时，平均每年单机上网量 550.8 万千瓦时。”协合新能源集团湖北分公司生产部经理徐锦介绍。为完美接收这股“绿色”风能，国网荆门供电公司架设了 110 千伏圣姚线，“圣境好风”接入荆门电网。风电场年均上网电量 1.3 亿千瓦时，每年可节约标准煤约 4.23 万吨。

圣境山的变化，是湖北省新能源项目建设的一个缩影。近年行进在荆楚大地上，大片的风力发电机、太阳能光伏板越来越常见。据统计，“十三五”期间，湖北省新能源装机容量年均增长 38%。2020 年，湖北新能源发电量 183.5 亿千瓦时，占全社会用电量的 6.46%。连续多年，省内新能源实现全额消纳。今年夏季用电负荷尖峰时段，全省风电、光伏发电最大出力达到 803 万千瓦、日最大发电量达到 1.37 亿千瓦时，为全省能源保供作出了积极贡献。

在局部地方、部分时段，新能源还挑大梁。如荆门地区的风电装机总容量已达到 77.45 万千瓦。“近几年，新能源在保障电力供应方面的作用越来越大。”国网荆门供电公司电力调度控制中心相关负责人介绍。10 月 4 日，天热风大，荆门电网用电负荷 146 万千瓦，新能源最大出力首次突破了 100 万千瓦。

随着我国加快构建以新能源为主体的新型电力系统，新能源装机容量和发电量将进一步提升。虽是清洁能源，但相比火电，风电、太阳能要“靠天吃饭”，灵活性不足。为弥补先天不足，抽水蓄能电站的建设悄然加快。这种电站在用电高峰时，水库放水发电，用电低谷时，将水抽上山顶蓄能，是新能源发展的重要组成部分，可帮助电力系统完成调峰、填谷、紧急备用等任务。眼下，在通山、巴东、五峰等地，一批抽水蓄能电站新项目已开始启动。

风电、光伏、蓄能一体的项目也出现了。7月18日，荆门市百万千瓦级水风光一体化重大基地项目举行开发协议签约仪式。该项目包括光伏、风电、抽水蓄能等多种可再生能源。项目建成后，荆门地区新能源装机容量将翻倍，预计平均每年可提供约35亿千瓦时的绿色电能，减少二氧化碳排放273万吨。

“这就好比一个超级大的蓄电池，是荆门电网一个重要的后备力量。”国网荆门供电公司发展策划部电网规划管理专责胡鹏飞介绍，项目计划在“十四五”期间建成。届时，当地新能源的就地消纳、抽蓄储能系统调峰能力、负荷侧响应能力都将得到大幅提升。

除了大型新能源项目，分布式新能源项目也迎来发展机遇。9月，国家能源局正式公布整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点名单，共676个县，湖北省有19个县（市、区）入列。其中，秭归县率先开始建设，利用县域内公共建筑、工商业厂房等屋顶资源，建设分布式光伏发电系统，装机容量超过50兆瓦，该项目还将配套建设风力发电、分布式抽水蓄能、压缩空气储能、电化学储能和氢储能电站，构建以新能源为主体、源网荷储协同控制的新型电力系统。

未来，新能源发电将逐渐成为电力电量供应的主体。据了解，国网湖北电力将围绕构建以新能源为主体的新型电力系统目标，开展技术攻关，打造示范工程，加快构建新型电力系统，探索能源转型发展的湖北之路。

彭一苇 龙群 华尔丹 吴征宇 湖北日报 2021-11-08

警惕美欧借“全球甲烷承诺”转嫁温室气体减排责任

《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会（COP26）召开期间，美国与欧盟发起了由105个国家共同签署的“全球甲烷承诺”，参与承诺的各方同意采取自愿行动，共同努力，到2030年将全球甲烷排放量在2020年水平的基础上至少减少30%，预期在2050年可减少超过0.2摄氏度的温升。

同时，各方还承诺朝着使用最高层级的联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）良好做法和清单编制方法的方向迈进，不断提高《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》下各国温室气体清单报告的准确性、透明度、一致性、可比性和完整性，在甲烷排放的关键领域提供更高的透明度。

对于美欧联合发起“全球甲烷承诺”这一行为，本报记者采访了国家应对气候变化战略研究和国际合作中心助理研究员李湘、研究实习员高敏惠。

中国环境报：美国和欧盟为何要发起“全球甲烷承诺”？

李湘：关于“全球甲烷承诺”，要充分考虑以下形势和背景。

一是1990年-2019年近30年间，美国国家清单报告的甲烷排放量仅下降了15.4%，2005年以来下降速度明显放缓且2016年至今呈反弹态势。2019年，美国甲烷排放量为2640万吨，占美国当年温室气体排放总量（不包括LULUCF，即土地利用、土地利用变化及森林）的10%，1990年-2019年间美国甲烷排放总量下降了15.4%，其中2005年以来下降幅度相对较低，仅为4.1%，而2016年以来，美国甲烷排放甚至出现了反弹的趋势，天然气行业、农业、废弃物处理等的甲烷排放增长4%-7%不等，其中天然气行业增长最多，2019年比2016年增长了7%。2015年底《巴黎协定》通过后，美国奥巴马政府与加拿大政府曾经发表了关于“减少甲烷排放的联合声明”，提出了到2025年要将油气系统甲烷排放放在2012年水平上减少40%-45%的目标，而实际上从2012年到2019年美国油气行业甲烷排放不降反升了3%。

二是美国大规模页岩气开采活动导致全球甲烷排放快速增长，备受质疑下急于转移舆论目标。近十几年来，随着美国水平钻井和水力压裂等页岩气开发技术的突破，世界石油天然气生产格局发生了较大的变化，2011年，美国超越俄罗斯成为全球最大的油气生产国，页岩气的大规模开采导致美国石油天然气行业甲烷排放显著增加。近年来，学术界针对全球大气中甲烷浓度排放变化的研究频频指向美国页岩气开采活动，一些研究机构学者也多次在《自然》（Nature）、《科学》（Science）等

重量级期刊上指出通过卫星监测和地面测量结果显示的甲烷排放比美国环保局排放清单中报告的甲烷排放高出 1.5 倍-2 倍，这些学术声音让美国页岩气开采活动的甲烷排放备受各方质疑。

中国环境报：美国在“全球甲烷承诺”中，扮演了什么角色？

高敏惠：美国在“全球甲烷承诺”发起过程中积极斡旋，强势引领并高调表态。近期 IPCC 第六次评估报告、联合国环境规划署（UNEP）《排放差距报告》都提出要实现《巴黎协定》下将全球升温控制在低于 2 摄氏度内、并努力限制在 1.5 摄氏度之内的目标，需要全球在 2030 年前大幅削减甲烷排放。尽管欧盟去年发布了“甲烷减排战略”意欲引领全球甲烷减排，但美国重返《巴黎协定》后，主动联合欧盟共同起草了“全球甲烷承诺”草案，并对各国发出书面邀请，美国总统气候问题特使克里在 COP26 召开之前多方斡旋并号召尽可能多的国家加入承诺。同日，美国环保局（EPA）还高调提议新规，旨在从严要求现有与新建油气设施强化甲烷减排，预计将减少开采源头、设备和加工过程中甲烷排放的 75%。

中国环境报：目前来看，美国与欧盟发起的“全球甲烷承诺”基本情况如何？

高敏惠：“全球甲烷承诺”已有 105 个国家和地区签署，并得到多家国际组织和慈善机构的响应。除美欧之外，加入承诺的国家还包括其传统盟友加拿大、英国、日本、新西兰等国，经济总量占全球经济总量的 70%，甲烷排放量占全球 50% 左右。多家国际组织和慈善机构也积极响应“承诺”，包括 UNEP、国际能源署（IEA）、气候与清洁空气联盟（CCAC）等国际组织，相关慈善机构同时还承诺提供 3.28 亿美元资金，用于支持在全球范围内扩大甲烷减排。欧洲复兴开发银行、欧洲投资银行和绿色气候基金也承诺通过技术援助和项目融资支持“全球甲烷承诺”。

不过，由于“全球甲烷承诺”对煤炭、油气、农业生产等存在潜在影响，部分化石能源生产大国和农业大国对承诺的参与意愿较低，俄罗斯、澳大利亚、印度、南非等国均未签署承诺，现任澳大利亚国家党领导人、副总理巴纳比·乔伊斯声称“签署这项承诺将是煤矿开采和农业的一场灾难”。

中国环境报：如何看待美国和欧盟发起的这场“全球甲烷承诺”？

李湘：对于欧美这次发起的“全球甲烷承诺”，我们要看清楚其中的本质。

一是美国重返《巴黎协定》后，急需在全球应对气候变化治理体系中重新找回主导权和话语权。美国特朗普政府无视国际规则及全球多年的谈判成果任意退出《巴黎协定》，严重耽搁全球应对气候变化多边进程。虽然拜登政府上台后重返了《巴黎协定》，但任意“退群”导致其在全球气候谈判和气候治理体系中的信誉度和话语权都大打折扣，同时也让长期追随其步伐的盟友深感“失望”。重返《巴黎协定》后美国急需在全球气候治理体系重立姿态，重掌“大局”，重搭“平台”，这也是“全球甲烷承诺”被美国总统拜登称赞为“改变游戏的承诺”的真实理由。

二是欧盟去年 10 月发布“甲烷减排战略”矛头直指进口天然气，美国急需稳固和扩大其作为欧盟液化天然气（LNG）最大“供货商”的地位。2020 年 10 月，欧盟委员会向欧洲议会、欧盟理事会提交了“甲烷减排战略”，旨在减少各领域甲烷排放，助力其顺利实现到 2030 年比 1990 年温室气体减排 55% 的更新国家自主贡献（NDC）目标。欧盟认为其消耗的化石燃料（主要是天然气）在欧盟界外的排放是界内的 3 倍-8 倍，未来将在欧盟和国际上编制并发布“甲烷供应指数”，以此引导天然气生产端的甲烷排放控制。美国和俄罗斯目前分列欧盟 LNG 供货商的第一位和第二位，美国主动开展甲烷减排的承诺有望使其国内能源生产巨头借机扩大其在欧盟 LNG 进口的市场份额，今年 9 月埃克森美孚就宣布将对其二叠纪盆地的天然气生产进行“甲烷排放指数”认证并应用到其天然气出口贸易中。

三是美欧等急需在气候变化问题上强化对发展中国家施压，并转嫁温室气体减排责任。《巴黎协定》第四条第四款中明确规定：“发达国家缔约方应当继续带头，努力实现全经济范围所有温室气体绝对减排目标。发展中国家缔约方应当继续加强它们的减缓努力，鼓励它们根据不同的国情，逐渐转向全经济范围减排或限排目标。”去年 9 月 22 日，中国国家主席习近平郑重宣布中国“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”的目标，近期中国又陆续发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030 年前碳达峰行动方案》，既展现了作为负责任大国言出必行的决心，也符合中国的国情和发展阶段。而重返《巴黎协定》的美

国，其国内甲烷减排成效乏善可陈，意欲借助“全球甲烷承诺”，成为转嫁减排责任和施压发展中国家的平台和工具。

牛秋鹏 中国环境报 2021-11-08

南非高调谋划能源转型

南非总统府日前发布了总统拉马福萨致全体国民的公开信，表示南非将加速推动能源转型，积极减排温室气体，提高空气质量，为应对全球气候变化作出应有的贡献。

2020年的数据显示，南非电力供给中煤电占比高达90%，是全球最为依赖煤电的国家之一。作为非洲最大的温室气体排放国，南非此次对抗气候变化的承诺引起了国际社会的广泛关注。

调高减排目标

在此次发布的公开信中，南非政府强调，已制定了针对减少温室气体排放方面的相关政策，南非各地方政府也将积极响应，在城市规划、新能源、垃圾回收以及废水利用等领域制定工作计划。

早在今年9月，南非政府向联合国气候办公室通报称，到2025年，南非将其温室气体排放量控制在5.1亿吨以内；到2030年，将温室气体排放量维持在4.2亿吨内。这已是近5年来南非第二次提出温室气体减排目标，同时此次提出的2030年限排目标较2016年首次提出的目标已降低了1亿吨左右。

智库机构世界资源研究所称，南非逐步调高减排目标表明，该国的温室气体排放量将在2025年起出现下降，这比原计划提早了10年。

为达成这一目标，南非最大的公用事业机构南非电力公司已公布了明确的控煤目标。今年8月，该公司曾宣布，将在未来10年内关停至少800万千瓦装机的煤电设施，关停产能规模占南非总体煤电产能的30%左右。同时，南非电力公司也将大力开发可再生能源，光伏、风电都将是其中的重点。

据了解，南非本土风光资源丰富，该国最近一次可再生能源开发采购计划结果显示，南非风电招标最低价格达0.02279美元/千瓦时，光伏价格则低至0.02481美元/千瓦时，均低于目前煤电的度电成本。

能源转型仍存挑战

虽然目标远大，但在业内看来，南非要真正达成气候目标还需要克服多重挑战。《日本时报》援引非洲能源商会顾问成员Rolake Akinkugbe-Filani的话称：“虽然我们知道需要减排，但实际上当前仍有大量人口无法获取能源供给，解决贫困仍是非洲的主要任务。”

根据国际能源署公布的数据，非洲撒哈拉沙漠以南地区是全球能源利用率最低的地区，约有6亿人、也就是约一半人口无法获得电力供应。与此同时，这一区域也是气候相对脆弱的地区。据Rolake Akinkugbe-Filani表示，非洲撒哈拉以南地区每年的温室气体排放量虽然仅占全球的2%左右，但却承担了巨大的气候风险。

拉马福萨在公开信中指出，由于气候变化，南非人民正在经受着极端天气带来的各种不利影响，这也将直接影响到南非的可持续发展。

据了解，南非是全球排名第12的温室气体排放国，南非电力供应中约有90%来自于煤电，同时南非煤电业雇佣人数高达40万，也是该国重要的经济支柱。

实际上，南非的现状也是许多非洲国家面临的共同困境。比如，在东非地区，肯尼亚、埃塞俄比亚等国目前都面临极端天气、破坏性飓风和水资源短缺等问题。

呼吁发达国家给予更多资金支持

面对眼前的困境，南非政府已多次呼吁，希望发达国家为其绿色转型提供帮助。路透社援引南非环境部部长Barbara Creecy的话称：“希望发达国家能够尊重并帮助贫困国家实现绿色转型，为其绿色发展提供一定的资金。”

在拉马福萨的公开信中，他也指出，包括南非在内的广大发展中国家致力于为应对全球气候变

化做出贡献，发达国家有责任为这些发展中国家提供必要的援助。“我们做出的每一个决定都会对环境产生影响。南非希望在应对气候变化的过程中发挥应有的作用。”

路透社报道称，南非政府测算认为，该国要达成能源转型目标，至少需要 270 亿美元资金，但目前全球气候投资基金仅承诺为其提供 5 亿美元资金，这在南非看来只是“杯水车薪”。另外，根据 2009 年哥本哈根气候大会达成的协议，自 2020 年，发达国家应向发展中国家每年至少提供 1000 亿美元的援助，但实际上这一目标至今尚未达成。时至今日，欧盟等发达国家仅承诺为南非提供 85 亿美元的资金援助，与南非的需求相差甚远。

南非总工会的工作人员 Pamla 在接受采访时表示，要更快实现能源转型，南非需要的是“真正的资金”，而不是“提供资金的承诺”。

另据英国《金融时报》报道，南非电力公司首席执行官 André de Ruyter 也多次在公开场合表示希望获得更多资金支持。“未来 15 年内，南非电力公司需要 300 亿至 350 亿美元的资金支持。另外，为了将大量可再生能源电力接入电网，南非电网基础设施也需要巨大的资金投入。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2021-11-08

如何理解“双碳”目标带来的挑战和机遇

“碳达峰”“碳中和”关系到整个人类的命运。在过去 170 年当中人类活动给大气层增加的二氧化碳浓度，相当于工业革命之前的 147%，这比自然环境当中两万年时间增长的浓度还要多，所以全球气候变暖的趋势是不争的事实。气温的上升带来的影响不是渐进的、温和的，它是逐渐累积而且往往会出现不均衡、非线性，甚至是激烈的变化。当气温上升到一定程度以后，维持地球平衡的一些临界点将被触发，可能会引发一些难以预测、不可逆的突变和持久的影响。我们认为气候临界点不可逆性和难以预测性将造成人类赖以生存的环境发生不可预知甚至是颠覆性的改变。

从中国的角度来讲，我们的目标是通过“碳达峰”“碳中和”来提高中国经济发展的质量。为什么这么说？因为我们知道二氧化碳排放的浓度也就是产生一亿美元的 GDP 需要排放多少万吨的二氧化碳。这是一个非常重要的指标，全球的平均二氧化碳排放浓度是 3.9 万吨，中国是 6.9 万吨，换句话说中国二氧化碳排放的强度是全球平均水平的 1.8 倍，所以我们要提高经济发展的质量，最重要一点就是要降低二氧化碳的排放强度。这是第一点。

第二点，中国目前是全球第二大经济体，应该承担相应的责任。我们今天生活在一个互联互通的地球村里面，气候变化是人类面临的共同挑战，关系着整个人类的前途和未来，任何一个国家都没有办法独善其身或自己解决这个问题。所以我们一定要和全球合作，一起来应对这个问题。中国主动参与“碳中和”，是我们强化和国际社会战略合作一个重要的手段。今天“碳中和”已经成为了一个新的外交语言和政治语言。同时，我们也知道，中国的石油和天然气资源相对来讲是比较匮乏的，原油和天然气高度依赖于进口，去年原油对外依存度是 73%，天然气对外依存度是 43%。要保证中国经济平稳的发展，首先要解决能源安全问题。最近许多媒体报道，一些企业因为缺少能源而停产，但我们在清洁能源方面是有相对优势的，比如陆上风能、太阳能、光伏、水电都居全球前列。推动能源结构从石化能源向可再生能源转化，有助于提升中国能源的安全性和独立性。

第三点，中国经济发展不均衡，东部比较发达，西部相对落后。有种理论认为中国地理上有一条线，叫做胡焕庸线，这条线把中国分成东部和西部。东部占国土面积的 43%，养育了全国 94% 的人口，而西部占国土面积的 57%，仅占全国人口的 6%。要使东西部经济发展比较平衡，一个重要战略就是实现“碳达峰”“碳中和”目标，因为在“双碳”战略下，可再生能源比较丰富的地方是在西部，随着它的能源发展会影响到整个中国经济版图从东部向西部的迁移。

“碳达峰”“碳中和”给中国带来了挑战，同时也给我们带来了机遇。为什么说是挑战？因为像美国、日本、法国，他们从“碳达峰”到“碳中和”可能中间相隔 50 年到 60 年甚至更长的 80 年，而中国只有 30 年时间，2030 年“碳达峰”，2060 年“碳中和”，时间非常短，这个难度就很高。但这同时也给

我们带来巨大机会。为什么这么说？一方面这可以带来巨大的投资，也会创造很多的就业。国际能源署（IEA）首席经济学家预测，光伏、风能等再生能源就业创造率是传统化石能源就业创造率的 1.5 倍到 3 倍。另一方面它可以帮助中国实现产业升级。我们以光伏产业为例，一般来讲，中国的制造业处在产业“微笑曲线”的中间，两头是在外面的。但是中国的光伏产业已经占据了“微笑曲线”有利的位置，我们在原材料多晶硅、硅片、电池组件甚至是光伏电站，都处于全球领先地位。而在新能源汽车市场，今年 1 月到 8 月中国新能源汽车的消费总计是 178 万辆，而欧洲七个国家同期累积注册是 107 万辆，美国累积注册量为 33 万辆。从数据可以看到，我们在很多新能源领域都是在全球领先的。

实现“双碳”目标还能给我们带来很多新的机遇，比如说推动中国绿色工业的升级，对钢铁、石化、化工、有色等传统产业进行绿色改造，再比如加快绿色农业的发展，还可以提高中国正在高速发展的服务业的绿色水平，比如说我们绿色出行、绿色建筑等共享经济可以更好地发展闲置资源的利用和交易。另外还可以扩大绿色环保的产业，打造绿色物流，加强再生资源的循环利用，还可以建立绿色贸易体系。

本文根据作者在中欧国际工商学院、法国巴黎大区工商会法中交流委员会、法国中国工商会联合主办的“中法新能源产业合作：开启新篇章 共享新机遇”第七届中法投资对话论坛上的讲话记录整理。

芮萌 中国经营报 2021-11-08

沙特“循序渐进”实施能源转型

面对国际社会持续推进的能源转型和减排压力，此前对此一直略显消极的全球最大产油国沙特，日前公开作出了“2060 年净零排放”的承诺，表示将通过碳循环经济的方式来实现这一目标。不过，沙特同时表示，接下来将继续提高石油产量，未来将提供更为清洁的油气产品。

■承诺 2060 年净零排放

综合外媒消息，沙特王储穆罕默德·本·萨勒曼日前在一个论坛上公布了沙特“碳中和目标”，承诺将通过碳捕捉和封存技术、氢能产业等碳循环经济的方式，到 2060 年实现净零排放。海湾新闻网撰文指出，沙特寻求的碳循环经济战略，旨在紧紧围绕二氧化碳的循环利用、综合利用以及碳去除措施等。

据穆罕默德·本·萨勒曼表示，沙特将斥资 7000 亿沙特里亚尔（约合 1870 亿美元）推进一系列新的气候目标，包括到 2030 年每年减少 2.78 亿吨碳排放量，同时将甲烷排放量较目前水平减少 30%。有数据显示，沙特当前每年排放约 6 亿吨二氧化碳。

植树造林也将是沙特碳循环经济战略的一部分。该国计划未来几十年种植十亿棵树，首阶段从现在到 2030 年，将栽种 4.5 亿棵树、修补近 2000 万平方英尺的土壤。“我们计划将沙特建设成世界上最具可持续性的国家和地区之一。”穆罕默德·本·萨勒曼称，“在此过程中，沙特阿美也将于 2050 年成为一家碳净零排放的企业。”

■油气领域将逐步减排

不过，据《金融时报》报道，沙特虽然做出了净零排放承诺，但仍然强调会继续保持主要油气生产国的地位。

沙特方面表示，不会缩减油气生产计划，但是会降低油气生产过程中的排放量。据《华尔街日报》报道，除沙特外，科威特、阿曼、尼日利亚等产油国也反对大幅减少油气领域的新投资。沙特能源部长阿齐兹亲王表示，任何要求降低对油气领域投资的呼吁，都将推高能源价格，并导致物价加速上涨，从而进一步拉大富国和穷国之间的差距。

事实上，海湾产油国普遍认为，不应减少对油气领域新增投资。“对新的油气开发实行如此严格的零投资目标，将导致供应减少，从而引发油价飙升。”阿齐兹亲王称，“投资禁令对那些过度依赖石

油和天然气进出口的经济体也不公平。”

在沙特看来，对于未来几十年仍然需要大量油气资源的地球而言，新增油气领域的投资至关重要。欧佩克在一份声明中表示，当前的能源危机已经为全球敲响了“警钟”，世界仍然需要油气资源。由于需求激增和供应趋紧，欧洲和亚洲的天然气价格已飙升至一年前水平的 5 倍以上。

同时，沙特也不认可国际能源署“2050 年全球石油日需求量仅为 2400 万桶”的预测，认为全球石油需求依然强劲，今年底预计将达到 9900 万桶/日，2022 年将超过 1 亿桶/日。沙特阿美首席执行官 Amin Nasser 表示：“石油领域上游投资周期很长，石油行业在新的供应方面投资不足，未来几十年全球仍将需要新的石油供应。到 2027 年，沙特的石油产能会从目前的 1200 万桶/日提高到 1300 万桶/日。”

■斥巨资打造制氢基地

如何在保证油气地位的同时完成净零排放目标，沙特将目光聚焦于氢能。据路透社报道，沙特计划将价值 1100 亿美元的 Jafurah 天然气田，打造成一个大型的蓝氢生产基地，该气田产出的大部分天然气都将用于制氢。

“Jafurah 气田将成为一个极好的制氢基地，我们愿意把钱砸在这上面。”阿齐兹亲王称。

据了解，Jafurah 天然气田位于全球最大油田加瓦尔和海湾之间，靠近沙特能源工业中心，被认为是沙特最大的非常规气田，估计蕴藏着约 200 万亿立方英尺的天然气资源，由沙特阿美负责开发和运营。该公司去年 2 月获得了开发批准，预计 2024 年项目首阶段将投产，到 2036 年，产量将逐步提高到 2.2 万亿立方英尺。

沙特阿美表示，Jafurah 气田的开发活动，将为沙特每年带来 320 亿沙特里亚尔的收入，并为沙特 GDP 贡献 750 亿沙特里亚尔。打造 Jafurah 制氢基地，凸显了沙特推进氢能经济战略的决心，该国还在规划绿氢生产和出口业务，并强调沙特可以生产出全球最便宜的绿氢。

据悉，目前，沙特阿美正考虑向外国投资者开放 Jafurah 气田的参与权，旨在获得更多融资，为制氢基地的打造奠定资本基础。沙特能源部预计，大规模蓝氢出口活动可能在 2030 年后启动，鉴于沙特拥有全球最低的油气生产成本，该国计划成为全球最大的蓝氢和绿氢出口国，这将为沙特实现碳中和目标提供更多助力。

本报记者 王林 中国能源报 2021-11-08

中美达成强化气候行动联合宣言！

11 月 10 日，中国和美国在联合国气候变化格拉斯哥大会期间发布《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》。双方赞赏迄今为止开展的工作，承诺继续共同努力，并与各方一道，加强《巴黎协定》的实施。在共同但有区别的责任和各自能力原则、考虑各国国情的基础上，采取强化的气候行动，有效应对气候危机。双方同意建立“21 世纪 20 年代强化气候行动工作组”，推动两国气候变化合作和多边进程。

具体来看：

双方计划在 5 方面开展合作：（一）21 世纪 20 年代减少温室气体排放相关法规框架与环境标准；

（二）将清洁能源转型的社会效益最大化；

（三）推动终端用户行业脱碳和电气化的鼓励性政策；

（四）循环经济相关关键领域，如绿色设计和可再生资源利用；

（五）部署和应用技术，如碳捕集、利用、封存和直接空气捕集。在甲烷排放方面，两国特别认识到，甲烷排放对于升温的显著影响，认为加大行动控制和减少甲烷排放是 21 世纪 20 年代的必要事项。为此：（一）两国计划合作加强甲烷排放的测量；交流各自加强甲烷管控政策和计划的信息；并促进有关甲烷减排挑战和解决方案的联合研究。

（二）美方已经宣布美国甲烷减排行动计划。

(三) 考虑到上述合作, 双方将视情在《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方会议前采取以下行动:

1. 双方计划在国家和次国家层面制定强化甲烷排放控制的额外措施。

2. 中方计划在其近期通报的国家自主贡献之外, 制定一份全面、有力度的甲烷国家行动计划, 争取在 21 世纪 20 年代取得控制和减少甲烷排放的显著效果。

(四) 中美计划在 2022 年上半年共同召开会议, 聚焦强化甲烷测量和减排具体事宜, 包括通过标准减少来自化石能源和废弃物行业的甲烷排放, 以及通过激励措施和项目减少农业甲烷排放。此外, 在减少二氧化碳排放方面, 美国制定了到 2035 年 100% 实现零碳污染电力的目标。中国将在“十五五”时期逐步减少煤炭消费, 并尽最大努力加快此项工作。两国还计划在 4 方面开展合作: 1. 支持有效整合高占比、低成本、间歇性可再生能源的政策;

2. 鼓励有效平衡跨越广阔地域电力供需的输电政策;

3. 鼓励整合太阳能、储能和其他更接近电力使用端的清洁能源解决方案的分布式发电政策;

4. 减少电力浪费的能效政策和标准。

附: 中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言

一、中美回顾 2021 年 4 月 17 日发表的《中美应对气候危机联合声明》。两国致力于该声明的有效实施, 赞赏迄今为止开展的深度工作和持续讨论的意义。

二、中美在 2021 年 8 月 9 日发布的政府间气候变化专门委员会第六次评估报告第一工作组报告等的警示下, 进一步认识到气候危机的严峻性和紧迫性。两国承诺通过各自在 21 世纪 20 年代关键十年采取加速行动, 并在包括《联合国气候变化框架公约》在内的多边进程中开展合作来应对气候危机, 以避免灾难性影响。

三、中美回顾两国坚持携手并与其他各方一道加强《巴黎协定》实施的承诺, 同时回顾《巴黎协定》目的是根据协定第二条将全球平均气温升幅控制在低于 2°C 之内, 并努力限制在 1.5°C 之内。为此, 双方承诺作出努力, 包括在《巴黎协定》框架下在 21 世纪 20 年代采取提高力度的强化气候行动, 以使上述温升限制目标可以实现, 并合作识别和应对相关挑战与机遇。

四、走向未来, 中美欢迎世界范围为应对气候危机做出的重大努力。但也认识到, 这些努力及其总体效果与为实现《巴黎协定》目标所需努力之间仍存在显著差距。双方强调, 尽快弥补这一差距至关重要, 特别是要通过提升的努力。两国宣布计划在此决定性的十年, 根据不同国情, 各自、携手并与其他国家一道加强并加速旨在缩小差距的气候行动与合作, 包括加速绿色低碳转型和气候技术创新。

五、双方计划抓住这一关键时刻, 投身于扩大各自和共同努力, 以加快向全球净零经济转型。

六、双方回顾两国计划在《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方会议前后, 继续讨论 21 世纪 20 年代的具体减排行动, 以确保《巴黎协定》相符的温升限制目标可以实现。秉承此清晰目的, 并预期包括制定具体目标、指标、政策和措施等形式在内的特定合作形式将显著促进减排, 双方计划开展以下行动与合作。

七、双方计划在以下方面开展合作:

(一) 21 世纪 20 年代减少温室气体排放相关法规框架与环境标准;

(二) 将清洁能源转型的社会效益最大化;

(三) 推动终端用户行业脱碳和电气化的鼓励性政策;

(四) 循环经济相关关键领域, 如绿色设计和可再生资源利用;

(五) 部署和应用技术, 如碳捕集、利用、封存和直接空气捕集。

八、两国特别认识到, 甲烷排放对于升温的显著影响, 认为加大行动控制和减少甲烷排放是 21 世纪 20 年代的必要事项。为此:

(一) 两国计划合作加强甲烷排放的测量; 交流各自加强甲烷管控政策和计划的信息; 并促进有关甲烷减排挑战和解决方案的联合研究。

(二) 美方已经宣布美国甲烷减排行动计划。

(三) 考虑到上述合作，双方将视情在《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方会议前采取以下行动：

1. 双方计划在国家层面制定强化甲烷排放控制的额外措施。
2. 中方计划在其近期通报的国家自主贡献之外，制定一份全面、有力度的甲烷国家行动计划，争取在 21 世纪 20 年代取得控制和减少甲烷排放的显著效果。

(四) 中美计划在 2022 年上半年共同召开会议，聚焦强化甲烷测量和减排具体事宜，包括通过标准减少来自化石能源和废弃物行业的甲烷排放，以及通过激励措施和项目减少农业甲烷排放。

九、为减少二氧化碳排放：

(一) 两国计划在以下方面开展合作：

1. 支持有效整合高占比、低成本、间歇性可再生能源的政策；
2. 鼓励有效平衡跨越广阔地域电力供需的输电政策；
3. 鼓励整合太阳能、储能和其他更接近电力使用端的清洁能源解决方案的分布式发电政策；
4. 减少电力浪费的能效政策和标准。

(二) 美国制定了到 2035 年 100% 实现零碳污染电力的目标。

(三) 中国将在“十五五”时期逐步减少煤炭消费，并尽最大努力加快此项工作。

十、两国认识到，消除全球非法毁林将有助于实现巴黎目标，欢迎格拉斯哥领导人森林和土地利用宣言。双方计划通过有效执行各自关于禁止非法进口的法律，共同支持消除全球非法毁林。

十一、双方回顾各自关于终止对未加装减排设施的国际煤电支持的承诺。

十二、关于《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方会议，两国支持在减缓、适应和支持方面取得有力度、平衡、具有包容性的成果，须发出清晰的信号，即《巴黎协定》缔约方：

(一) 承诺通过加强《巴黎协定》的实施来应对气候危机，体现共同但有区别的责任和各自能力原则，考虑不同国情；

(二) 回顾《巴黎协定》目的在于将全球平均气温升幅控制在低于 2°C 之内，并努力限制在 1.5°C 之内，承诺作出努力，包括在这关键十年采取有力度的行动，以使上述温升限制目标可以实现，包括必要时通报或更新 2030 年国家自主贡献和长期战略；

(三) 认识到适应对于应对气候危机的重要性，包括进一步讨论全球适应目标并促进其有效实施，以及扩大对发展中国家适应行动的资金和能力建设支持；

(四) 决心保证其集体和各自努力参考了包括现有最佳科学等。

十三、两国重视发达国家所承诺的，在有意义的减缓行动和实施透明度框架内，到 2020 年并持续到 2025 年每年集体动员 1000 亿美元的目标，以回应发展中国家需求，并强调尽快兑现该目标的重要性。

十四、两国将在《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方会议上合作完成《巴黎协定》第 6 条、第 13 条等实施细则，以及国家自主贡献共同时间框架等问题。

十五、两国计划在 2025 年通报 2035 年国家自主贡献。

十六、双方计划建立“21 世纪 20 年代强化气候行动工作组”，该工作组将定期举行会议以应对气候危机并推动多边进程，聚焦在此十年强化具体行动。这可能包括继续开展政策和技术交流、识别双方感兴趣领域的计划和项目、举行政府间和非政府专家会议、促进地方政府、企业、智库、学者和其他专家的参与、交流各自国家努力的最新进展、考虑额外努力的需要，并评估联合声明和本联合宣言的实施情况。

证券时报 2021-11-11

实现“双碳”目标，亟须多种技术“抱团”发力

地下空间开发利用可以与交通碳减排、人工碳汇、建筑碳减排、能源的绿色转型“组团”，为实现碳达峰碳中和提供解决方案。

钱七虎

中国工程院院士、陆军工程大学教授

“现在城市的交通拥堵还很普遍，带来的交通污染怎么解决？其中一个办法是把货运转到地下去，建设城市的地下智慧物流运输系统。这个系统如果建成，人们购买任何商品都只需要点一下鼠标，所购商品就像自来水一样通过地下管道很快‘流入’居住小区的自动提货柜……”

近日，在江苏省科协主办的2021年江苏科技论坛的报告中，国家最高科学技术奖获得者、中国工程院院士、陆军工程大学教授钱七虎用这番畅想，分享地下空间开发利用与交通碳减排的远景。

钱七虎认为，地下空间开发利用可以与交通碳减排、人工碳汇、建筑碳减排、能源的绿色转型“组团”，为实现碳达峰碳中和（以下简称双碳）提供解决方案。

能源变革要循序渐进

中国工程院院士、上海交通大学碳中和发展研究院院长黄震建议，要从供给侧和需求侧探索电力零碳化、燃料零碳化、再电气化、智慧化、高效化等方面，促进能源变革。

中国科学院院士、西安交通大学教授郭烈锦则建议，以大规模低成本清洁发电制氢、二氧化碳还原与碳高值化循环利用，构建五位一体的能源体系。

“当前，中国二氧化碳排放的最大来源是化石能源的燃烧。”作为深耕能源领域几十年的资深从业者，国家能源集团科学技术研究院有限公司副总经理朱法华认为：“控制二氧化碳排放，首当其冲的是要控制煤炭消费。中国煤炭约一半用于燃烧发电，减少电力行业的煤炭消费是减少二氧化碳排放的有效手段，但中国富煤贫油少气的资源禀赋，使得电力行业很难离开煤炭。”

“面向碳中和的能源变革，要循序渐进，先立后破，先把新能源为主的新型电力系统建立起来，再逐渐减少化石能源比例。作为保障型能源，化石能源还会继续为国民经济作贡献，当然也要达到零碳的排放。”中国工程院院士、上海交通大学碳中和发展研究院院长黄震认为，迎接能源变革，需要同时在能源供给侧和需求侧推进革命。

“重中之重是电力的脱碳和零碳化。”黄震解释，电力脱碳与零碳化，核心是构建以新能源为主体的新型电力系统。对此，德国的经验或有借鉴意义。

此前，德国宣布将在2022年全面弃核，2038年前关闭所有煤电厂，2050年构建全部100%采用可再生能源的用能体系。

德国在推进可再生能源发展中立法先行，建立起遍布全国的分布式光伏发电、风电、生物质发电及储能机组；通过基于大数据的电力供给侧和需求侧的预测与管理，以及基于互联网的电力交易和服务平台，有效促进可再生能源消纳，提高电网的供需平衡。在德国，高比例的可再生能源已使常规火电从基荷电力转变为调峰电力，成功实现了能源结构转型。

“市场化的电价、电力系统的调节、基于互联网的电力交易等都是值得我们借鉴的。”黄震说。

可再生能源制取助力零碳化

电力的脱碳和零碳化，离不开燃料零碳化。燃料零碳化是以太阳能、风能等可再生能源为主要能量制取可再生燃料，包括氢、氨和合成燃料等。

郭烈锦认为，发展大规模低成本的可再生能源的转化存储技术大有可为。

“例如，太阳能光/热耦合制氢及碳氢燃料，以水为基，构建光/热催化耦合制氢、制碳氢燃料的碳氢循环，实现太阳能到燃料化学能的能量与物质的耦合转化。”郭烈锦解释。

碳中和是一场绿色革命，如果没有颠覆性、变革性的技术突破，不可能实现碳中和，黄震认为，助推能源利用高效化、再电气化、智慧化也势在必行。

黄震认为，在加速零碳电力供给的基础上，加快工业、建筑、交通等领域的再电气化，是提高

能源利用效率、实现能源利用脱碳和零碳的重要途径。而如何通过互联网、物联网、人工智能、大数据、云技术等信息与控制技术，将人、能源设备及系统、能源服务互联互通，使电源、电网、负荷和能源存储深度协同，也值得深思。

将碳“围剿”在城市地下空间

“要实现‘双碳’目标，一定要聚焦城市。”钱七虎说，有数据显示，全球碳排放的三分之二或者四分之三来自城市，而中国三线以上城市总面积占到了国土面积的 1/6。全球变暖的罪魁祸首是碳排放，应对之策是碳减排与碳汇。

钱七虎解释，碳汇有生态碳汇和人工碳汇。生态碳汇是发展绿水青山的生态建设。而人工碳汇可以利用地下空间的封闭性、稳定性等优势，把捕捉到的二氧化碳永久封存地下。

如果说地下空间是尚待开发的固碳“潜力股”，对建筑业和交通业的绿色转型，地下空间同样大有可为。

钱七虎表示，交通的碳减排有两个途径：“一个是零碳燃料，最好用氢，但是氢要解决运输和储存的问题。另一个是交通转地下，用电动交通，不用直接燃料的交通，发展地铁为主的城市地下轨道交通、地下低真空高速磁悬浮的城际交通、发展地下物流系统。当然，光有轨道交通不够，还要有城市地下快速路系统，发挥私家车‘门对门’的优势。”

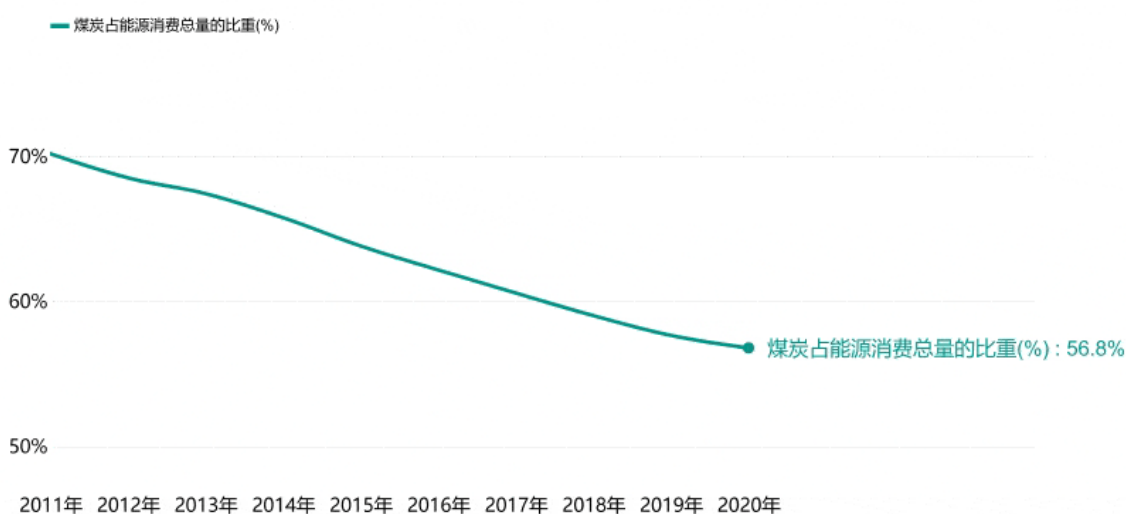
金 凤 科技日报 2021-11-12

国际观察：以实则治 应对气候变化中国在行动

近日，美国总统拜登在《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会期间甩锅指责中国称，中方在应对全球气变问题上“一走了之”是“很大的问题”。事实上，对于这种荒谬的指责，中国的实际行动是最有力的反驳。

积极应对气候变化是中国的国家战略。从碳达峰到碳中和，发达国家普遍将用 40 至 70 年。中国作为世界上最大发展中国家，向世界做出 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的郑重承诺，间隔只有 30 年。这意味着中国将完成全球最高碳排放强度降幅，用全球历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和。

2011年-2020年煤炭占中国能源消费总量的比重(%)



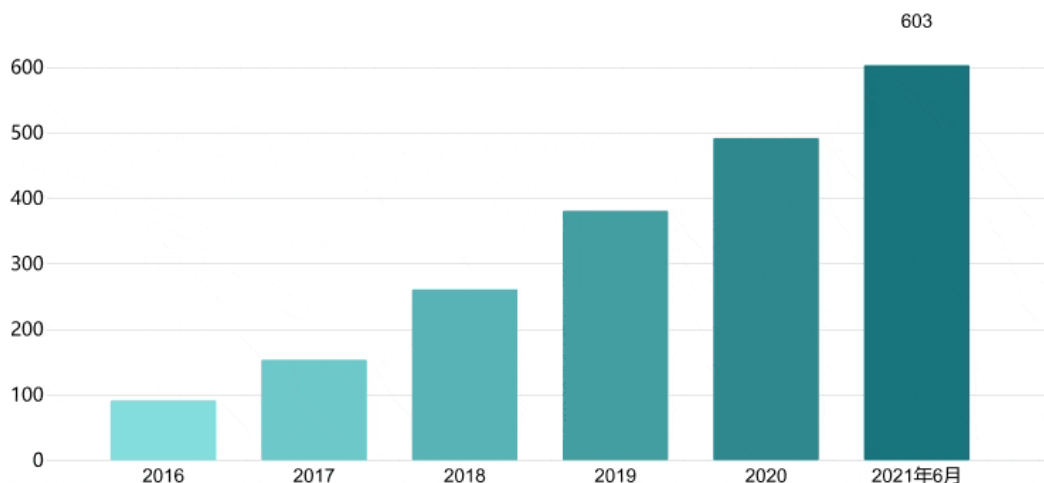
数据来源: 国家统计局

2011年-2020年煤炭占中国能源消费总量的比重(%)。制图: 崔译戈

中国以切实行动践行着承诺，中国提出一系列国家自主贡献目标及具体政策举措，制定明确“时间表”“路线图”和“施工图”，先后密集发布一系列纲领性政策文件，明确阶段目标，并提出“碳达峰十大行动”，加快构建碳达峰碳中和“1+N”政策体系。近期集中组织开工的一批大型风电光伏项目，总规模近 3000 万千瓦，拉开第一批装机容量约 1 亿千瓦项目开工的序幕。

2016年-2021年6月中国新能源汽车保有量（万辆）

单位: 万辆



数据来源: 中华人民共和国国务院新闻办公室《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书 (2021年10月)

2016年-2021年6月中国新能源汽车保有量（万辆）。制图：崔译戈

国际能源署指出，如果要在 2050 年达到净零碳排放，那么全球 90%的发电应该来自可再生资源。在这方面，中国已成为全球表率。中国生产的太阳能光伏和风力发电机比任何一个国家都多，2020 年光伏和风电装机容量较 2005 年分别增加了 3000 多倍和 200 多倍。2020 年，中国碳排放强度比 2005 年下降 48.4%，超额完成到 2020 年下降 40%—45%的目标，累计少排放二氧化碳约 58 亿吨，非化石能源发电量占全社会用电量的比重也达到三分之一以上……作为气候治理的“行动派”“实干家”，中国不断自我加压，提高应对气候变化行动力度，取得实实在在的成绩，赢得国际社会广泛赞誉。

2020年三次产业增加值占国内生产总值的比率

单位: %



数据来源: 国家统计局

2020年三次产业增加值占中国国内生产总值的比率。制图：崔译戈

气候变化是全球面临的共同挑战，终究需要全人类的共同努力以寻求解决之道。作为当今时代的“根本性问题”，应对气候变化是推动构建人类命运共同体的责任与担当。中国一直主动承担与国情相符的国际责任，同时践行真正的多边主义，不断推进全球气候治理体系向更加公平合理、合作共赢方向发展。

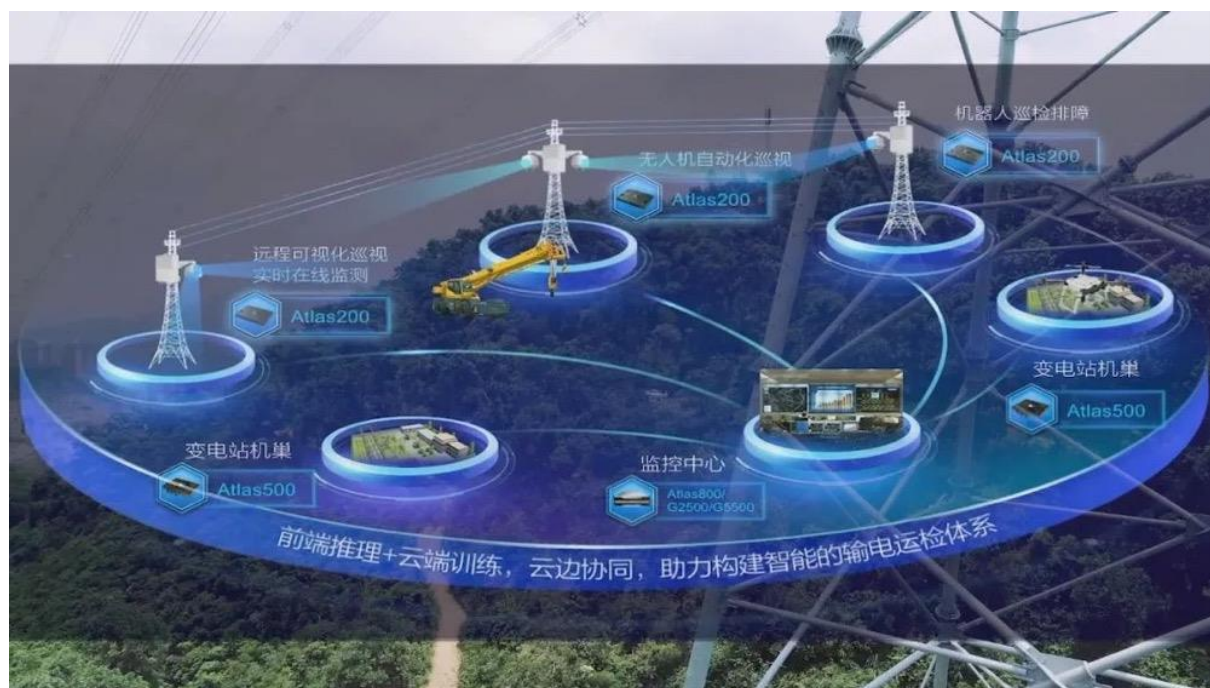
《巴黎协定》是继《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》之后，人类历史上应对气候变化的第三个里程碑式的国际法律文本，其意义之重大不言而喻。中国不仅直接推动了《巴黎协定》的签署和生效，为协定完善不断贡献中国智慧，还在美国退出之后对执行协定发挥着关键作用。

中国主动引导多边合作形式创新，大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，持续开展气候变化南南合作。近年来，中国积极在气候变化南南合作框架下为其他发展中国家提供力所能及的帮助和支持，向近 40 个国家赠送节能和新能源产品与设备，帮助有关国家发射气象卫星，为 120 个发展中国家培训近 1500 名相关领域的官员和技术人员。

作为全球最大的发展中国家，中国克服自身经济、社会等方面困难，为推动全球气候治理、应对气候变化作出了实实在在的贡献。在应对气候变化问题上，到底是中国，还是美国“一走了之”，不言而喻。

高歌 人民网 2021-11-11

首创！能源行业自己的数据资产管理体系来了



“作为能源行业首创的数据资产管理体系，南方电网公司围绕数据‘要素化、资产化’相关的创新实践非常富有开创性，对落实党中央实现碳达峰、碳中和目标、培育数据要素市场、发展数字经济等战略具有较好的示范推动作用，达到了国内数据管理领域的领先水平，并在能源行业数据资产管理领域达到了国际领先水平，对央企的数字化转型具有引领性和示范性。”11月9日，《南方电网公司数据资产管理体系建设研究报告》（以下简称“研究报告”）评审会在广州举行。评审专家组听取了汇报，并审阅材料、开展质询，在对研究报告进行严谨、认真的综合评审后，评审专家组组长、中国工程院院士、湖南工商大学党委书记陈晓红代表评审专家组宣布：专家组一致同意通过评审。

研究报告结合中央关于实现碳达峰、碳中和目标，培育数据要素市场发展，推动数字经济健康

发展和南方电网公司数字化转型战略落地的需要，提出了“责权利、量本利”的研究主线，构建了适应数据要素化、资产化的数据资产管理体系框架，创新性地提出了能源行业电力数据要素的相关理论概念，同时，立足公司、面向行业，围绕数据要素流通面临的法律、财务、安全等重点难题，提出了可行策略及解决方案。

开辟能源行业数据资产管理体系建设“策源地”

“开展本次研究，创建数据资产管理体系，我们就是要落实党中央战略部署和南方电网公司‘三商’战略转型要求，建立统一的理论认知体系，拓展完善数据管理职能，突破数据要素发展的关键瓶颈。为此，我们还创建了以数字化部牵头，计财部、新兴业务部、法规部等业务部门深度参与的数据资产管理协同机制。”据南方电网公司数字化部相关人员介绍，研究报告在基于国际数据管理协会（DAMA）发布的 DM-BOK 和国家数据管理能力成熟度模型（DCMM）的数据管理体系的基础上，首次提出了“责权利、量本利”的指导思想与策略路径，率先构建了基于数据要素化、资产化特征的数据资产管理体系框架并推动落地。

今年以来，南方电网公司积极响应国家关于大力推动数字经济发展，培育数据要素市场等战略部署，在全国发布首个公共数据资产凭证，在行业内发布首个发布电力数据定价方法，首次将数据资产纳入公司资产会计科目，在公司首次制定了符合法律依据的数据处理风险管控机制等，在推进数据要素化、资产化的创先进程中打造了南网范本，也为国家数据相关政策实施、行业落地起到了突出的示范性效果。

“从数据战略、数据治理、数据运营和数据流通等各个层面搭建研究框架进行全方位研究，目前来讲我还没有见到其他企业有这么完整的框架，南方电网公司的这份报告确实走到了前沿。”中山大学管理学院教授、中国信息经济学会副秘书长兼数字经济创新专业委员会主任肖静华说。

南方电网公司高度重视数据管理工作，从 2010 年开始探索、实践至今，构建了相对完备的数据资产管理框架体系，建立健全相关制度和数据标准规范，底座式数据中心采集、存储、计算、服务全栈式能力基本构建，数据协同和融合得到深化，数据供给能力显著增强，有序满足公司内外部对数据的应用需求，形成了形式丰富、渠道多样、内容创新和安全有序的数据管理与运营格局，数据价值进一步得到释放，为公司开展数字化转型和数字电网建设，实现“三商”战略转型提供了坚强的数据保障。经过多年的努力，公司数字化转型和数字电网建设成果显著，电网数字化、企业数字化、服务数字化和产业数字化稳步推进，同时通过不断实践，总结了一套切实有效的数据资产管理体系，取得了累累硕果。南方电网数据资产管理体系实践先后获得了工信部大数据产业发展示范项目、国家 DCMM 最佳实践案例、DAMA 中国数据管理最佳实践、中国信通院星河奖最佳数据管理实践等一系列奖项，受到了行业内外的广泛肯定。

先行先试 促数据要素价值加速释放

数据要素是指生产和服务过程中作为生产性资源投入，创造经济价值的数据、数字化信息和知识的集合。数据要素可以是原始的数据对象、经拓展和加工处理后的衍生数据，也可以是包括数据模型、数据产品和服务等。“数据要素”作为我国首创的概念，在此之前有各种定义和解析，南方电网结合行业业态和企业实际的生产经营特征，首次对能源行业电力数据要素进行了概念定义。

“结合数据要素的概念，给电力数据要素下了明确的定义，这确实让电力数据要素有了更加清晰的表达。”腾讯云计算（北京）有限公司技术总监、首席数据架构师蔡春久说。

在明确了数据要素定义的基础上，研究报告在现有管理体系框架基础上将管理对象从数据资源拓展到数据资产，在包括数据规划、创建、传输、存储、加工、发布、使用、归档 8 个环节的数据资产全生命周期管理业务过程中增加了要素化、资产化的管理元素。

“关于数据资产上财务报表，这绝对是一个开创性的举措。”评审会上，南方电网公司对数据资产的价值计量与定价研究得到了国际数据管理协会中国区主席汪广盛的充分肯定。在数据资产的计量与定价方面，南方电网公司在公司财务会计科目中首次设置了“数据资产科目”，并在行业首发了《电力数据定价方法》，为数据资产价值市场化奠定了基础，突破了数据资产市场化的价值判定等约束。

“数据的价值，除了考虑变现的价值，建议还要考虑社会价值，尤其是电力数据关系国计民生，价值很大，对国家治理、对社会经济发展有重大意义。”清华大学大数据系统软件国家工程实验室总工王晨对数据价值评价作出了建议。

“仅就前段时间广东发布的全国首张公共数据资产凭证其实体凭证是由南方电网公司出具这一点来看，南方电网公司就走在了全国前列，因为你们不仅在做研究，还在很多领域开始了先行先试。”华东政法大学知识产权学院院长高富平说。

行稳致远 共筑数据融合新生态

“数据安全是根本，只有在安全的前提下，发展才有根基。”“数据分类分级非常重要，是《国家数据安全法》的重要基础，分类和各行各业有重叠，难度较大，但分级一定要先开展。”评审会上，华为公司资深数据专家陈实和上海观安公司创始人张照龙对南方电网公司数据资产管理体系建设的数据安全工作提出了建议。

“南方电网公司今年也编制了《数据安全分类分级工作指引》，也通过数据资产目录的方式进行固化和应用，像全生命周期的数据认责体系已经初步构建，实现网省地县四级认责到岗。在安全可靠的基础上，全网利用数据开发的数据产品规模也大幅增加，但我们还需要不断实践，以用促建，才能不断完善数据资产管理体系，进一步释放数据价值，进而助力数字经济发展，助力‘数字中国’建设。”南方电网公司数字化部相关人员表示。

下一阶段，南方电网公司将结合专家和各方提出的意见和建议，在数据安全合规的基础上，进一步推动电力数据要素价值向多领域拓展，打造国家数字经济合作样板工程，助力开放共享、合作共赢的能源数字生态系统加快形成，为国家碳达峰、碳中和目标实现、数据要素市场培育、推动国家数字经济健康发展提供“南网样本”，贡献“南网力量”。

专家有话说：

中国工程院院士、湖南工商大学党委书记 陈晓红：

南方电网公司的数据资产管理体系建设工作确实走在了前面，而且在数据要素化、市场化及体系建设、数据资产全生命周期管理等以及你们提出的“责权利”“量本利”等等，有非常清晰的数据资产管理体系建设思路，并且很多内容都已经在实施，值得大家学习。

清华大学大数据系统软件国家工程实验室总工程师 王晨：

南方电网公司在做国家数据管理能力成熟度（DCMM）评估的时候，我当时就是协会的评估专家，这个评估能达到四级，评审是非常严格而且谨慎的，今天又参与了研究报告评审，再次印证了南方电网公司具备达到这样一个级别的实力。

华东政法大学知识产权学院院长 高富平：

仅就前段时间广东发布的全国首张公共数据资产凭证其实体凭证是由南方电网公司出具这一点来看，南方电网公司就走在了全国前列，因为你们不仅在做研究，还在很多领域开始了先行先试。

中南财经政法大学教授、数字经济研究院执行院长 盘和林：

这是一个全新的面向数据资产的管理体系，尤其是在能源行业，南方电网公司应该是第一个系统提出管理体系的企业，它确实具有首创性，同时，它对数字经济包括能源结构的改革，碳达峰、碳中和目标的实现也具有非常重大的价值。

中山大学管理学院教授、博士生导师 肖静华：

南方电网公司做这样一项前瞻性和前沿性的探索工作，它的意义不局限于自己，对整个现代化国家数字经济的发展战略也意义非凡，我认为这对整个行业、对其他的企业，包括对我们做数字经济研究的都具有巨大意义的，这个意义不容忽视。

国际数据管理协会中国区主席 汪广盛：

最近我们搞了一个调研，从数据为业务赋能角度来讲，国内 90%的企业已经开始在做，但是从数据作为一种资产这种生产要素进行交易的角度来讲，目前的企业占比不到 10%。所以我觉得南方电网公司在这方面确实是走出了非常领先的一步。

华为数据管理部资深专家 陈实：

我觉得南方电网公司数据资产管理体系建设研究报告这个课题，非常的体系化，很有特点，和正在开展的工作高度契合。我结合华为方面的数据资产管理经验提一点建议，就是严格遵循《国家数据安全法》和《个人信息保护法》，在提供数据服务时，要确保数据处于可控状态，更加注重数据安全。

腾讯云计算（北京）有限公司技术总监、首席架构师 蔡春久：

在我看来，在国内，在所有的央企行业，南方电网公司的整个资产管理建设体系都是比较前沿的，作为第一个吃螃蟹的企业，我觉得一方面要探索完善，另一方面还要加大实践的力度，通过实践来检验，争取更大的突破。

上海观安信息技术股份有限公司创始人，数据安全知名专家 张照龙：

从数据资产、数据要素和数据交易以及数据本身来讲，安全是根本。很高兴在研究报告里看到了针对安全进行的研究，并且已经把它融入到了各个环节，让我们在数据生命周期里都有相应的组织、架构、策略和体系，这个做的非常好。

李文华 中国能源网 2021-11-12

热能、动力工程

建设多元互补能源体系助力碳达峰碳中和

“为了实现我国未来经济社会发展的目标，能源产业仍然要继续发展。今年多地出现的拉闸限电现象，提醒我们能源安全与电力系统稳定的重要性。能源电力系统必须发展，能源安全必须重视。”中国社会科学院数量经济与技术经济研究所能源安全与新能源研究室主任刘强在接受中国经济时报记者采访时表示，新能源比例逐渐提高之后，如何实现电力系统的稳健性，如何为经济发展提供绿色和成本可接受的能源服务，是未来碳达峰碳中和工作的重点。

能源稳定供给和抵御市场风险的能力需要加强

数据显示，目前，我国石油、天然气的进口依存度已经很高，分别超过了 70%和 40%，同时煤炭需求每年也有 8%左右需要进口。今年以来，国际石油、天然气、煤炭价格全面上涨的同时，国际海运价格也疯狂上涨，增加了我国经济的对外支付，提高了经济发展的成本，再次体现了我国在大宗商品价格问题上缺乏话语权和应对能力。

在刘强看来，发展风电、太阳能发电等新能源和非常规能源，是提高我国能源安全保障水平的重要方面，将可以减少对煤炭资源的过快消耗和对进口煤炭的需求。但是风电、光伏发电有明显的稳定性问题，电力系统需加强波动性能源的管理能力。此外，应对国内燃料市场的波动也需要引起重视。例如，今年出现的煤炭价格快速上涨与以往有所不同，短期性的市场波动特点更为明显。

我国已经是世界上最大的电力生产国、消费国。随着经济发展，电力需求不可避免地会遇到资源上限、电网调度规模与难度上限、环境容量上限。按照国家电网的规划，到 2060 年我国将达到 14 万亿千瓦小时的电力消费量，相当于 2020 年的两倍。

“水电除了西南地区有可能增加一部分发电装机外已经没有更多的资源保障。燃煤电厂是碳中和的重点领域，很难增加煤电装机。风电和光伏发电等新能源电力的生产同样有环境容量问题。与环境约束相比，我国资源的约束是更大的问题，需提前谋划。”刘强说。

刘强认为，能源系统的灵活性、抗冲击性、稳健性是未来能源工作的重点。“伴随着波动性的可再生能源比例的提升，维护能源系统的稳定运行，提升问题与风险的预测能力和应对能力，成为实现碳达峰碳中和目标和经济稳定发展的关键能力。”

建设多元互补的综合能源供给体系

“通过建立多元互补的综合能源供给体系，可以实现不同形式的能源相互支撑、互为补充。当少数能源形式出问题时，其他形式的能源可以及时补充，这是实现能源系统稳健性的必然途径。”刘强认为，在现代技术条件下，综合能源供给体系除了传统的煤炭和石油及其相应制品之外，还包括液体燃料体系、电力系统和应急电力体系、天然气、氢能、生物质能源等子系统。

电力系统是能源系统的关键，也是保证经济社会稳定运行的基础。刘强认为，建立一个稳定可靠、具有足够抗风险能力的电力系统非常重要。在兼顾可靠性与碳中和两个目标的要求下，关键是间歇性电力的比例问题，因此，要建设以合理结构的稳定性能源为依托的新型电力系统。

美国、日本、欧洲和德国的发电结构显示，各经济体都有很高的稳定性电能比例，即煤电、气电、核电、水电等非间歇性的电力。与这些国家相比，我国的不同点是，我国的燃煤发电比例明显高于其他经济体。

“对于我国的电力生产结构来说，要转变稳定性电能生产的结构，要用非煤的稳定性电能生产来逐渐替代接近服役期的燃煤电力，通过有序的结构调整，实现先立后破的能源变革。”结合我国的自然环境和资源特点，刘强建议优先在有条件的地区发展天然气发电和抽水蓄能电站，在条件有保障的条件下发展核电。在技术没有明显突破的情况下，天然气发电、水电、核电等稳定性电能的比例不应低于 64%的水平。同时，为了加强我国电力系统的灵活性，建议要加强对气象预测能力的建设；逐步建立灵活的电力交易市场。

郭锦辉 中国经济时报 2021-11-01

数字电网赋能新能源高比例应用

“南方电网正加快建设承载新型电力系统的数字电网，着力打造原创技术策源地，大力推动能源清洁低碳转型发展，持续提升电力供应能力和服务水平。”10月28日，南方电网公司董事长孟振平在博鳌新型电力系统国际论坛致辞中表示，“十四五”期间，南方电网将推动广东、广西、云南、贵州、海南等南方五省区新增新能源装机1亿千瓦以上，到2025年非化石能源装机占比超过60%、电量占比达到55%。

电力系统向适应高比例新能源方向演进

“加快构建新型电力系统，是满足高比例新能源和多元负荷高效灵活接入的必由之路，是保障电力系统安全稳定运行、电力可靠供应的必然要求，是一次深刻的电力技术和体制机制变革，将有效促进能源领域生产力解放和发展。”国家能源局副局长余兵表示，国家能源局将全面推进能源绿色低碳发展，积极推动构建以新能源为主体的新型电力系统，加强技术和政策支持保障，加快推动电力系统向适应高比例新能源方向演进。

数据显示，在南方五省区，南方电网可再生能源利用率已达99%以上。依托西电东送工程消纳大规模清洁水电，非化石能源装机和电量占比高于全球和全国平均水平。未来，南方电网将全力支持区内新能源加快发展，同时积极引入区外清洁电力，2030年前争取新增受入2000万千瓦区外电力，新增区外送电100%为清洁能源。

“深化电力体制改革，推动完善电价和电力调度交易机制，加强电力辅助服务市场建设，推进电力市场化交易，不断完善符合新型电力系统运行的配套机制和市场模式。”余兵强调，未来将大力提升电力系统灵活调节能力，加强抽水蓄能、天然气发电等调峰电站建设，推进煤电灵活性改造；加强电网建设，优化全国电网络局，完善区域主网架，开展配电网智能化升级改造；加强源网荷储协同发展，推动多品种新能源与常规能源互补，推进新能源与电网、负荷、储能协调互动，充分发挥储能系统双向调节作用。

全面推进海南新型电力系统建设

“‘十四五’之前海南电源布局以煤电为主，辅以核电、抽蓄及小规模气电，并适当增加新能源装机。”南方电网海南电网公司创新管理部宁光涛在接受采访时表示，下一步，将充分利用新能源的聚

合效应，按照一定的比例配置风、光新能源发电容量，使电源侧出力特性与负荷特性尽量耦合，提高电力系统的经济性。

“从现阶段技术看，发展抽水蓄能电站和新型储能是提升系统调节能力、促进新能源消纳的重要举措，是建设新型电力系统不可或缺的重要组成部分。海南将推动光伏、风电等新能源厂站配置一定比例的储能设施，并逐步引导储能规模化应用，适应储能调峰、调频等不同应用场景。”宁光涛说。

为服务支撑海南自贸港经济社会发展和助力实现“碳达峰、碳中和”目标，南方电网将加快海南新型电力系统建设，“十四五”计划投资约 270 亿元提质升级海南电网，启动 500 千伏网架建设，全面打造安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化电网，覆盖海南全省范围内电力发、输、变、配、用各环节，为我国构建新型电力系统探路。

据了解，为全面推进海南新型电力系统建设，南方电网在五指山市依托小水电、光伏等分布式电源，打造具有离网独立运行功能的城市型微电网；在洋浦工业园区推动建设液化天然气冷能及分布式能源综合利用项目，打造海南自贸港重点园区及博鳌东屿岛近零碳排放示范区；在文昌、东方等可再生能源资源丰富的地区，搭建示范区气象信息应用决策支持系统、新能源运行管理平台等。

新型电力系统发展形态的最佳载体

记者从会议中获悉，以风电、光伏为主的新能源电力随机波动性强，大规模并网将给电网运行带来挑战。南方电网将在“十四五”全面建设安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化电网，以数字化、智能化手段推动传统电网改造升级，增强电网对高比例新能源的接纳、调控和优化配置能力，以数字电网推动构建以新能源为主体的新型电力系统。

对此，南方电网数字电网研究院有限公司总经理李鹏认为，新型电力系统萌发于“数字中国、智慧社会”的时代发展大局，将逐步演进成为具有典型代表性的物理-信息-社会系统，能量流、数据流、业务流并存将成为新型电力系统的典型特征、研究对象和工作目标，也将成为未来社会大工业系统的新标志。

“数字电网完整覆盖电网、数字和社会系统，成为全面描述新型电力系统发展形态的最佳载体。发展以数字技术为核心的新型电力系统理论方法、研究模型和算力算法，将孕育出我国自主可控的新一代电网技术，成为电力系统研究范式的重要补充或全新方案，成为我国在能源电力领域创新发展、引领世界的重大机遇。”李鹏坦言。

据了解，在供给侧，南方电网将在终端能源消费环节持续推进电能替代，计划“十四五”实现电能替代 1800 亿千瓦时，电能占终端能源消费比重由 2020 年的 32% 力争提升至 35%，支撑南方五省区单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65% 以上。

本报记者 李文华 中国能源报 2021-11-01

地方碳减排如何融入“全国一盘棋”

“碳中和必须坚持全国一盘棋，因为不同地区资源禀赋不同，在全国性大市场中的功能定位也不同，比如西部地区煤炭丰富，输送火电到东部，并不应该把这部分碳排放算到西部账上，对一些高排放领域如钢铁、建材、有色、化工等，也是这个道理。从这样的角度出发，我们会发觉，像镇江这样的城市，非碳能源并不丰富，能源、上游材料等都得由区域外供给，如何在碳中和全国一盘棋中起作用？”在近日举行的第五届国际低碳（镇江）大会上，全国人大常委会副委员长丁仲礼抛出上述问题。

实现碳达峰碳中和，需统筹处理好整体和局部的关系。每个地方都是参与者，既要结合自身实际推进减排，也不能单打独斗、各行其是。地方该如何作答？

因地制宜是难点

“我国仍然处于工业化、现代化进程中，在现有技术条件下，钢铁、水泥等大宗工业产品的需求和生产，决定了我国经济高碳特征明显。资本密集、高碳排放的重化工项目，仍是部分地方经济增

长的主要支撑。”国务院发展研究中心资源与环境政策研究所所长高世楫坦言。

然而，这些高碳产品并非全由产地自己消费。“像内蒙古、山西、河北等地，化石能源生产较为集中，在为其他省份提供能源密集型产品时，碳排放量随着生产而增加。广东、江苏、浙江等调入地区，为维持经济增长，需要大力购买能源、原材料等产品，由于自己无需从事生产，无形中把碳排放留在了产地。”中国人民大学环境学院教授庞军说，若不能站在全国一盘棋角度考虑问题，地方各行其是极易加剧“排放转移”风险。

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告诉记者，按照国际通用规则，调出、调入两方均要分摊生产所排放的二氧化碳，但目前，这笔帐究竟如何计算暂无明确说法。“考虑到种种实际，不可能要求各地减排‘齐步走’。诸如北京这样的城市，碳排放量基本稳定，重点是要巩固减排成果，进一步降低排放。而像内蒙古、新疆等资源型地区，产业结构偏重、能源结构偏煤，先要把节能降碳摆在突出位置，大力优化调整能源结构。”

高世楫也称，各地资源禀赋、经济基础、发展阶段等条件差异较大，部分地区节能降碳目标与经济发展存在较大矛盾。“从地理位置来看，我国人口分布在东南沿海地区，能源资源及生产与消费结构存在一定错配。我国经济发展空间结构正在发生深刻变化，区域经济分化、极化现象突出，区域一体化发展成为新特征。基于此，结合区域实际情况，因地制宜做好地方减排规划部署是一大难点。”

警惕非系统减碳风险

记者了解到，部分地区已出现与“全国一盘棋”定位相违背的苗头，值得警惕。

“国家提出的完整口号是力争2030年前实现碳达峰，努力争取2060年前实现碳中和，大家可以看看，现在有多少地方已经不提‘力争’或‘努力争取’的说法了。”中国工程院院士谢克昌直言，部分地区正在快马加鞭，借碳达峰多上项目，而人为制造一个峰值的做法并不可取。“碳达峰碳中和是一项系统工作，如果不用系统思维和方法，将引起系统性破坏。我们要警惕不切实际的能源转型可能带来的能源危机，警惕急功冒进非系统减碳操作引发的经济刚性破坏，警惕无视科学性的摊派式减碳。”

冯相昭称，最新印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出“确保如期实现2030年前碳达峰目标”，这是针对全国层面的碳排放总量达峰要求。“《方案》同时强调，各地区因地制宜、分类施策，明确既符合自身实际又满足总体要求的目标任务，各地区梯次有序推进碳达峰。在实际工作中，不乏有地区承诺在2025年甚至更早时间达峰。先是跃跃欲试，后来又纷纷调整，将缺乏依据的过早达峰时间点往回收了收。”

除了“抢跑”，还有喊口号、不作为等“拖后腿”现象。国务院发展研究中心资源与环境政策研究所副所长常纪文举例说，一些地方在遏制“两高”项目方面行动乏力，口号喊得响、行动跟不上。有的市县对碳达峰碳中和目标缺乏了解，该由哪些部门来落实工作心里没底，既不组织学习也不集体研究，生态环境保护工作以前怎么干，现在还是怎么干。“地方缺乏必要的思想准备和工作基础，坐等上级部署行动，容易导致平时不用功、到时‘一刀切’等情况。部署过急、过严或过慢、过宽，都会损害经济和社会可持续发展的基础和能力。”

循序渐进布局减排

丁仲礼进一步透露，中国科学院正在研究我国实现碳中和的框架路线图。其中一个重要判断就是，碳中和从逻辑上讲是一个“三端共同发力”的体系。即在发电端，要用非碳能源替代火电并大幅度增加电力装机，形成新型的电力体系；在能源消费端，需要由绿电、绿氢、地热在工业、交通、建筑等部门取代煤、油、气使用；在固碳端，需要通过生态建设、碳捕集利用技术等方式，把“不得不排放”的那部分二氧化碳固定在地表、产品甚至地层之中。

在抓住“共同点”的同时，各地也要有所侧重。常纪文表示，各地应树立碳达峰碳中和工作的全局观，立足于本地经济和社会发展实际分类施策，出台自己的实施方案，协同做好产业发展的加法和碳排放、污染物排放的减法。“有多深基础就盖多高的楼，有多强能力就干多大的事。”

高世楫建议，可构建匹配发展定位、灵活互补的区域减碳空间格局。具体包括，综合考虑各地

区发展阶段、资源禀赋，建立完善差异化的减碳责任目标分解机制，体现区域间不同主体功能定位；在一体化发展重点地区及空气重污染区域，允许跨省（区、市）共同承担减碳任务，在任务分解方面采取新思路，鼓励东西部结对帮扶省份间开展协同减碳探索；完善区域间生态补偿制度和转移支付安排，平衡资源供应地区和消费地区之间的利益。

谢克昌提醒，要加强基础研究，为全国一盘棋、全省一盘棋提供依据。“应针对我国地域差异大、发展不平衡的现状，挖掘全空间高分辨碳排放、能源产业链、经济民生、生态环境等图谱，探索建立碳排放综合模型，构建区域融合协调发展的模型算法、指数体系等。要尊重技术成熟的客观规律及实际水平，注重考虑节能措施的综合性能，循序渐进布局减排，按照地区实际研究各自的碳排放规律及减排路径。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-11-01

全球首次实现规模化一氧化碳合成蛋白质

中国农业科学院饲料研究所与北京首钢朗泽新能源科技有限公司 10 月 30 日联合宣布，经多年联合攻关，全球首次实现从一氧化碳到蛋白质的一步合成，并已形成万吨级工业产能。此举突破了天然蛋白质植物合成的时空限制，在我国饲用蛋白原料对外依存度长期保持在 80%以上、大豆进口最高年份已超过 1 亿吨的大背景下，对弥补我国农业短板及对促进国家“双碳”目标达成具有深远意义。

该项目首席科学家、中国农科院饲料所研究员薛敏博士介绍，蛋白质的天然合成通常要在植物或植物体内具有固氮功能的特定微生物体内通过自然循环实现，过程中涉及复杂的遗传表达、生化合成、生理调控等生命过程，反应缓慢，物质和能量的转化效率较低，最终积累的蛋白质含量低。而人工利用天然存在的一氧化碳和氮源（氨）大规模生物合成蛋白质，则不受此限。故人工合成蛋白长期以来被国际学术界认为是影响人类文明进程和对生命现象认知的革命性前沿科学技术。

首钢朗泽经六年多攻关，突破了乙醇梭菌蛋白制备核心关键技术，大幅度提高反应速度（22 秒合成），创造了工业化条件下一步生物合成蛋白质获得率最高 85%的世界纪录，并成功实现工业化应用；与中国农科院饲料研究所合作开展乙醇梭菌蛋白效价系统评定，共同在国家重点研发计划——蓝色粮仓项目框架内推广应用，已于 2021 年 8 月获得全球首份饲料和饲料添加剂新产品证书。

该项研究以含一氧化碳、二氧化碳的工业尾气和氨水为主要原料，“无中生有”制造新型饲料蛋白资源，将无机的氮和碳转化为有机的氮和碳，实现了从 0 到 1 的自主创新，具有完全自主知识产权。

以工业化生产 1000 万吨乙醇梭菌蛋白（蛋白含量 83%）计，相当于 2800 万吨进口大豆（蛋白含量 30%）当量，“不与人争粮、不与粮争地”，开辟了一条低成本非传统动植物资源生产优质饲料蛋白质的新途径，可减排二氧化碳 2.5 亿吨。

瞿剑 科技日报 2021-11-01

新型用电侧碳排放因子体系亟待建立

实现碳中和的根本在于减少碳排放，即为碳减排提供相应的政策支撑，碳排放的统计核算则是重要依据。这直接关系碳减排政策是否合理、相应管理和运作机制是否有效，并最终决定碳达峰、碳中和目标能否真正实现。2021 年 9 月，国家碳排放统计核算工作组成立，负责组织协调全国及各地区、各行业的碳排放统计核算等工作，彰显了我国对碳排放数据核算及数据质量的高度重视。

随着以新能源为主体的新型电力系统建设目标的提出，新能源占比将不断提升，终端用能电气化将不断深入，电力在推进碳达峰、碳中和目标的过程中将扮演越来越重要的角色。对电力行业而言，用电侧碳排放因子是连接电力消费与碳排放量的关键桥梁，其计算方式是否合理、取值是否准

确，对于能否精准评估各地区、各行业、各企业的碳排放量，制定合理可行的碳达峰、碳中和路径均具有重要意义。

用电侧碳排放因子可用于核算温室气体排放等领域

目前，国内主要有两大类用电侧碳排放因子，第一类排放因子用于计算每消费 1 千瓦时电产生的碳排放，被称为电网用电排放因子或耗电排放因子；第二类排放因子用于计算新能源电力设施每发 1 千瓦时电对应减少的碳排放。作为经济活动最重要的二次能源，用电侧碳排放因子应用广泛，主要包括以下三个方面：

用于编制温室气体清单。2010 年，国家发改委气候司发布了《省级温室气体清单编制指南》，采用 2005 年区域电网平均碳排放因子作为核算电力调度产生碳排放的依据。同时，部分省市积极推进温室气体清单编制工作。如 2020 年 6 月，广东省生态环境厅发布了《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南》，采用了广东全省及各地级市 2015-2018 年的电网平均碳排放因子。由此可见，用电侧碳排放因子有助于地方政府制定科学合理的碳减排规划。

用于制定企业温室气体排放的核算方法。从 2013 年开始，国家发改委先后出台 24 个行业的企业温室气体排放核算方法与报告指南。除发电企业和电网企业外，钢铁、化工、电解铝等重点高排放行业也涉及用电产生的二氧化碳排放，指南帮助上述行业的控排企业核算自身的碳排放量，以应对碳配额履约、参与碳市场交易。

用于制定产品碳足迹的核算方法。碳足迹是指产品全生命周期产生的碳排放，其中用电产生的碳排放是重要组成部分。近年来，国内产品碳足迹的核算通则逐渐完善，尤其核算方法的不断完善为产品碳标签认证及未来应对欧美国家的碳关税均具有重要意义。

传统的平均碳排放因子无法满足降碳新要求

我国碳排放交易权中的碳排放总量由体系碳减排目标要求的碳排放绩效基准和实际的经济产出共同决定，不仅要控制化石能源燃烧产生的直接碳排放，也要控制电力和热力使用产生的间接碳排放，这与欧美国家和地区已建成的碳排放交易只控制直接碳排放不同，使得我国在客观上具备通过合理机制促进“电-碳联动”的条件。精确的用电侧碳排放因子是实现“电-碳联动”的关键，而现有碳排放因子存在以下三个方面的问题：

数据过于陈旧。电网平均碳排放因子在 2012 年后便未更新，已不具有时效性。这既不利于各省（市）制定碳达峰、碳中和规划，也不利于控排企业的碳配额履约和参与碳市场交易。

没有反映时空特性。传统的电网平均碳排放因子无法区分不同行业、企业的用电特征，如季节特性、分时特性、区域聚集特性等。实际上，这些区别将对各行业企业的碳排放计量产生显著影响。

无法促进多市场协调发展。传统电网平均碳排放因子的取值相对固定，无法影响企业的用电行为及其在电力市场、碳市场的交易行为，难以有效促进“电-碳”联动，也难以促进碳交易市场与电力交易市场（包括绿电交易市场）的有机结合与协调发展。

建立新型碳排放因子体系的关键是追踪用电来源

随着以新能源为主体的新型电力系统建设目标的提出，未来风电、光伏占比将大幅提高。与传统电力系统相比，新型电力系统电源出力的间歇性、随机性将显著增加，不同地区、不同季节、不同天气、不同时段发电结构将存在较大差异，传统的电网平均碳排放因子无法满足精准计量用电侧碳排放的要求，因此有必要建立新型用电侧碳排放因子体系。

电网企业具有海量的发用两侧分时段电量数据，也有较全面的发电企业能耗数据，可充分利用这些数据，计算出准确的具有时空特性的用电侧碳排放因子。同时，可根据应用场景的不同，构建基于电力流的电网碳排放因子体系。

电网企业应充分发挥“电-碳平台”的作用，助力构建基于电力流的用电侧碳排放因子体系，关键是计量企业用电碳排放因子，难点是追踪企业的用电来源。目前，可通过两种方法对企业的用电来源进行追溯，一是通过电力潮流追踪，该方法可有效反映不同时间、不同节点的电力碳排放情况，且计算过程较为清晰，通用性好；二是通过电力交易形成的虚拟电力交易流实现对企业用电来源的

溯源，该方法可有效促进碳交易市场与电力交易市场的联动，引导用电侧在市场中积极寻找低碳甚至零碳电源，推动用电侧通过参与绿电交易减少碳排放，体现清洁能源的环境价值。

如前所述，电网企业具有海量丰富的发电企业电力数据和发电企业能耗数据、电力潮流分布数据，无论采用哪种方法，均可充分利用这些数据，协同绿电交易市场和碳交易市场，实现各地区用电碳排放的精准计量，为政府合理制定碳达峰方案、对重点控排企业的碳排放数据进行准确计算与核查提供支撑，从而发挥新型电力系统在全社会降碳减排过程中的核心枢纽作用，助力国家碳达峰、碳中和目标顺利实现。

（代姚、别佩供职于南方电网公司创新部，陈政供职于南方电网公司能源发展研究院）

代姚 别佩 陈政 中国能源报 2021-11-01

支撑可再生能源并网 探索大容量、安全、稳定的储能技术

碳中和，是指人类活动排放的二氧化碳被人为作用和自然过程所吸收。研究显示，当前全球每年排放约 400 亿吨二氧化碳，其中 14%来自土地利用，86%源于化石燃料利用。这意味着，实现碳中和，必须变革以化石能源为主导的能源体系，构建以风、光、水、核等为主体的非碳能源新结构。

碳中和硬约束下，并非摒弃化石能源。为降低化石能源使用过程中的碳排放，科研人员正在探索清洁化利用技术。同时，在交通、工业等领域，研究用氢能、电能等替代化石能源，多管齐下，支撑减排降碳。

化石能源清洁利用既获得化学品，又尽量少排放二氧化碳

据统计，我国一次能源消费中，非碳能源只占 15%，另外 85%主要是煤、油、气。其中，煤炭在一次能源消费中占比接近 60%。

近年来，煤炭占我国一次能源消费的比重持续下降，但未来一段时间内，煤炭在能源结构中依旧重要。在此情况下，有必要研究煤炭清洁利用，减少二氧化碳排放，煤化工被认为是一条路径。

中科院院士、中国科技大学校长包信和介绍，现阶段，我国煤炭有两种主流利用方式，一是大量作为能源，直接燃烧发电；二是作为原料，通过煤化工等手段，制备化学品。我国对化学品需求量很大，又不可能像国外一样，完全依赖石油化工来生产，因此，利用煤炭转化制备化学品比较现实、可靠。

以煤为原料制备化学品，离不开碳、氢、氧三个元素的反应变换。因此，煤的结构及反应过程，决定其燃烧一定会产生二氧化碳。据测算，燃烧 1 吨煤大约排放 3 吨二氧化碳，且煤化工项目往往又是用水大户，煤气化、合成及后续产品纯化、分离等环节，均离不开水。

有没有一种方法，既能实现煤转化的目的，又不用排放大量二氧化碳？朝着这个方向，科学家正在探索新的化学反应方式。

包信和解释，石油化工通过催化、蒸馏、裂解等方式，把大分子变成小分子，从而得到烯烃、芳烃等产品。这一过程就不需要很多水，也不会过多排放二氧化碳，即可将油分子“吃干榨净”。从分子式结构来看，煤和油的差别不大，区别主要在反应过程。如果能换一种方式实现煤转化，即将煤中的大分子像石油炼制一样直接“剪开”，也可以在少用水、少排放碳的同时，拿到所需的产品。

国家能源集团宁夏煤业有限公司 400 万吨煤制油项目深加工产品芳纶

化石能源对一个国家来说，是珍贵的资源，但直接燃烧，二氧化碳的排放量比较大。科学家正在努力，把化石能源更多当原材料来利用，从而加工成产品。

比如，“吃干榨净”石油，科研人员创新了比较精准的炼油方法，一些“分子炼油”技术大大提高了石油资源的利用效率。有专家设想，未来 80%的原油可以变成烯烃、芳烃，进而生产合成塑料、橡胶、纤维等材料，作为工业生产化学原料，减少石油的直接燃烧。

推动氢能规模应用研究高效、便利、低成本获取“绿氢”的途径

“精准剪接”煤分子，完成煤炭清洁利用，实现这一构想离不开先进、高效的催化剂，同时还要摒

弃传统的氧助气化过程，有“绿氢”的帮助才能做到。

氢气在自然界不存在，需要人工获取，还要储存、转换和应用。所谓“绿氢”，是指通过风能、太阳能等可再生能源发电，再用清洁的电力分解水制备出的氢气。这被认为是未来获取氢能的主要方式。但电解水制氢的成本比较高，全球每年消耗的 5000 万吨左右氢气中，仅有 4%来自电解水，而且所用电量也非全部来自可再生能源。大多数氢气来自化石能源，其中又以煤制氢价格最便宜。但以煤制氢，又免不了排放二氧化碳。

科研人员正在开发高效、便利、低成本获取“绿氢”的途径。比如，发展大规模、低能耗、高稳定性的电解水制氢新技术，通过材料和过程的创新降低能耗和成本等。专家认为，如果人们能够比较经济地获得“绿氢”，未来就能形成一条比较完善的氢能产业链，推动氢能在各个行业的应用，最终甚至会形成一套独立于石油天然气和电力的新体系。

氢气的价值远不止助力煤炭清洁利用。包信和认为，氢能利用效率高、无污染，还能与多种能源耦合，可以说是实现碳中和目标的关键。当今能源体系是由化石能源产生电力、液体燃料，再到达最终用户。在未来能源构架中，氢能将与电力一起居于核心位置，为终端用户供能。

在能量释放效率上，氢燃料电池技术比内燃机更高，氢气有潜力取代汽油，在交通领域有广阔的应用前景。又如，传统的炼钢方式，主要通过焦炭燃烧提供还原反应所需要的热量，并产生还原剂一氧化碳，将铁矿石还原得到铁，再把铁炼成钢，整个过程会产生大量的二氧化碳；氢能炼钢则利用氢气替代一氧化碳做还原剂，其还原产物为水，从而极大降低炼钢的二氧化碳排放。“以氢代煤”有望引领钢铁行业绿色转型。

氢能要想大规模使用，除了需降低制备成本外，储存和运输也是必须克服的难题。针对这一痛点，我国科研人员探索“液态阳光甲醇”技术路线，即将“绿氢”与二氧化碳结合制成液态甲醇。将太阳能等可再生能源储存在甲醇中，提供了一条可再生能源储存和运输的新模式。这样不仅可以解决氢气储运问题，还能中和二氧化碳。此外，甲醇使用后分解得到的二氧化碳和水，又是下一轮循环的载体。

中科院院士、中国科学院大连化学物理研究所太阳能研究部部长李灿介绍，经过多年攻关，我国完成了全球首套直接利用太阳能“液态阳光甲醇”合成技术的规模化示范工程，正在推广 10 万吨级“液态阳光甲醇”合成技术的工业化应用。

支撑可再生能源并网探索大容量、安全、稳定的储能技术

我国太阳能资源十分丰富。据专家测算，在我国有条件的农村屋顶都装上光伏，初步估计将有 20 亿千瓦的安装容量。这意味着一年能发电 3 万亿千瓦时，占到未来全国总电力需求的 20%左右。

实现碳中和，必须构建以风、光、水等为主体的非碳能源新结构。然而，风、光等为代表的可再生能源，有发电波动性和间歇性等短板，如果规模化并网，会影响电网稳定运行。为支撑大规模并网，可再生能源必须与有效的储能结合起来。作为能源存储转换的关键，储能系统能够提高多元能源系统的安全性、灵活性和可调性。

专家介绍，在电源侧，储能技术可联合火电机组调峰调频、平抑新能源出力波动；在电网侧，储能技术可支撑电网调峰调频，在系统发生故障或异常时，保障电网运行安全；在用户侧，储能技术可实现用户冷热电气等方面综合供应。

目前，大规模储能技术也存在一些缺陷。除了成本比较高之外，安全也是储能产业的瓶颈。针对这些痛点，科技界和产业界正在探索大容量、安全、稳定的储能技术。比如，在储能材料上，朝着低成本、高储能密度、高循环稳定性、长周期存储的方向发展；在储能装置上，正从关注单体设备效率、成本，转向满足差异性需求的高品质供能、储用协调方向。

业内专家表示，近年来，各种新型储能技术不断有突破，且尝试了一些场景实现示范应用，包括氢储能技术、电磁储能和飞轮储能等等。储能技术路线不同，适合的场景也不一样，未来还需进一步研究，综合考虑技术成熟度与场景匹配度。

中国工程院院士杜祥琬表示，从碳达峰走向碳中和，发达国家一般要用 45 年至 70 年，我国仅

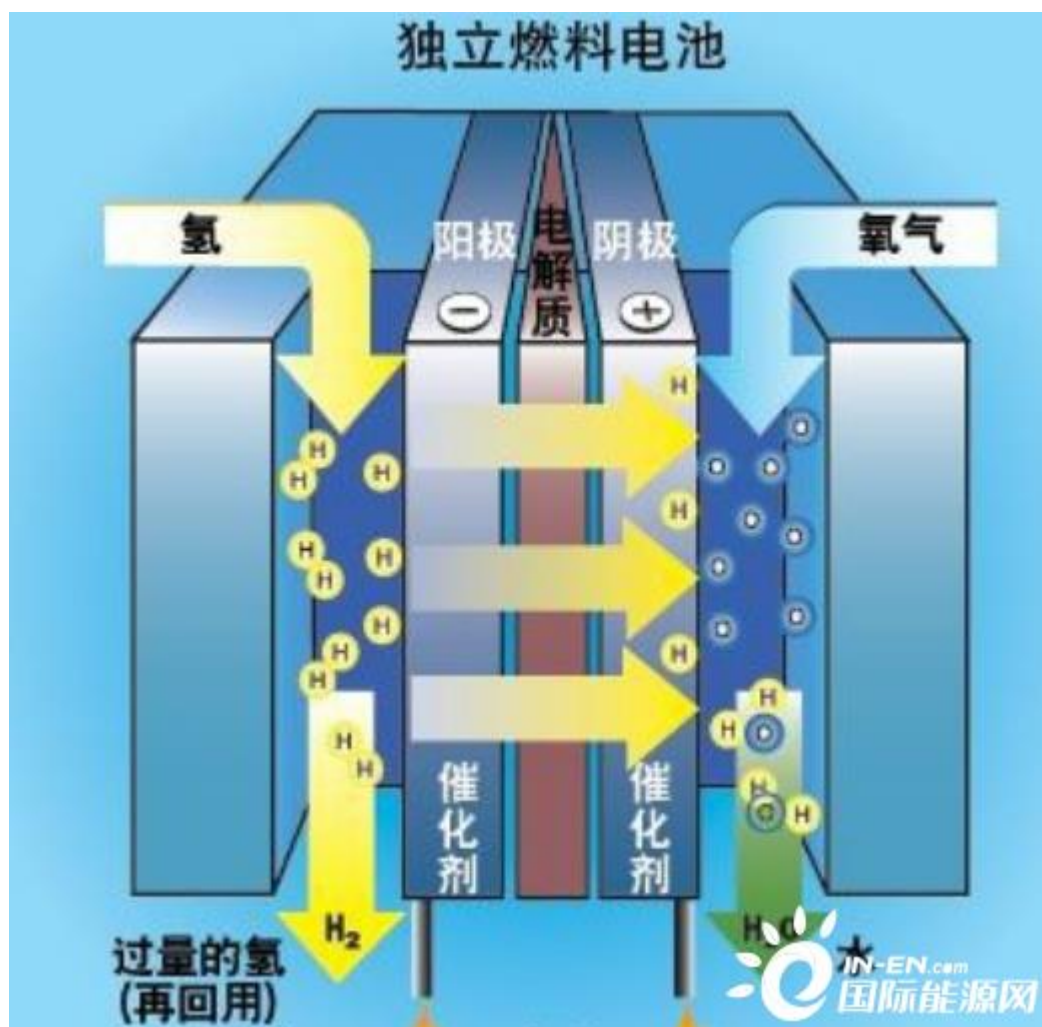
预留了 30 年时间，困难更大，富有挑战性，但也是一个发展的机遇。

“‘碳中和’将是一次经济社会的大转型，是一场涉及广泛领域的大变革，谁在技术上走在前面，谁将在未来国际竞争中取得优势。”中科院院士丁仲礼表示，我国需要积极研究与谋划，谋定而动，系统布局，力争以技术上的先进性获得产业上的主导权。

人民日报 2021-11-04

开辟高性能氢离子电池研发新途径

近日，海南大学教授文伟团队及合作者的研究成果以海南大学为第一单位发表于刊物《Nano Letters》（纳米快报）。该研究成果开辟了高性能氢离子电池研发新途径。



水系氢离子电池成本低、储量丰富、不可燃、安全性好、可快速充放电，适合于电网级大规模储能。在所有电荷载体中，氢离子具有最小的质量和离子半径，但在水溶液中通常以半径较大的水合离子形式存在，小尺寸优势丧失，导致电荷存储过程困难。克服极高的水合氢离子去溶剂化是开发高性能水系氢离子电池的关键，也是目前的主要挑战。

文伟团队及合作者的研究成果，揭示了表面诱导水合氢离子去溶剂化现象，发现低成本的锐钛矿二氧化钛的（001）高能表面可促进水合氢离子的去溶剂化，实现“近零应变”的体相氢离子存储，以此构筑的全电池兼具高的比能量和比功率，为目前已报道氢离子电池中的最高值。该机制的发现进一步丰富了电荷载体与电极之间的作用机制，为开发高性能电池提供了新思路。

海南日报 2021-11-05

“双碳”带来百万亿级市场

11月3日,在21世纪经济报道举办的“碳中和主题论坛:‘双碳’目标下的绿色转型发展”活动上,21世纪经济研究院碳中和课题组推出《首席气候官·碳中和先锋企业竞争力报告(2021)》,分析“双碳”目标及相关政策对企业的影响,以及企业在应对气候变化方面所做的努力,并对在中国大陆地区运营的企业(包括中国企业,以及跨国公司及其中国子公司、合资公司等)在降碳减排方面做出的典型案例进行梳理和分析。

报告将企业类别分为一般企业、低碳环保企业、高耗能企业以及金融企业四大类,兴业银行、中国太保集团、马上消费金融、美团、中国飞鹤、通威集团、中国绿发、优衣库、霍尼韦尔、伊利10家代表性企业收入碳中和先锋企业年度案例,希望借此为广大企业绿色转型提供重要的参考样本,也为政府部门制定低碳相关政策提供实践依据。

我国已宣布,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。

“双碳”目标的宣布,体现了中国气候治理的雄心,一年以来密集的政策发布、实施行动,也正在稳步推动气候雄心转化为实际行动。COP26召开前夕,碳达峰碳中和“1+N”政策体系的两项关键性文件——《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》(下称《意见》)与《2030年前碳达峰行动方案》(下称《行动方案》),在10月底相继发布,再次展现了我国气候治理的雄心。

2021年初,21世纪经济研究院就开始组建跨部门的碳中和课题组,就一系列重大事件组织专题报道、系列报道,并推出首席气候官、碳中和周报、净零碳城市等一系列产品和研报。在前期一系列的努力与积累的基础上,课题组推出《首席气候官·碳中和先锋企业竞争力报告(2021)》(下称“报告”)。

报告显示,碳中和所带来的不仅仅是能源结构的变化,更是中国经济社会发展模式的全面转型,对整个生产方式产生颠覆性的影响,同时也将改变我们的生活方式,这将从供需两侧同时影响企业的发展。



“双碳”带来百万亿级市场

21世纪经济报道 记者|王晨 编辑|王峰 设计|陈珊 数据来源|《首席气候官·碳中和先锋企业竞争力报告(2021)》

政策锚定重点行业,政企“双轮驱动”

能源领域是上述文件首先提出的具体领域,在2025年、2030年、2060年三个阶段都有明确的目标。其中《意见》首次提出了2060年的具体目标:绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全

高效的能源体系全面建立，非化石能源消费比重达到 80%以上。

报告显示，全球范围内的能源危机，也在一定程度上与各国推进煤电机组关停淘汰进程有关。即便是在减煤上非常激进的欧洲，仍有相当比例的成员国将错过原定“2030 年退煤”的目标时间。《意见》通过“非化石能源消费比重达到 80%以上”这一目标，明确了我国“减煤不退煤”的整体规划。这一方面体现了以可再生能源为主的新型电力系统中煤炭的调峰价值，另一方面则通过“推进规模化碳捕集利用与封存技术研发、示范和产业化应用”进行兜底。

在工业方面，《行动方案》的十大行动中，有五个都提到了“园区”的管理。报告分析认为，中国的工业园区产业集中，在减排降碳管理上容易做到协同一致，因此成为碳达峰破局的重要落脚点。作为工业领域绿色低碳管理一个非常重要的单元，园区可以整体性地提供解决方案。一方面有利于减少建设、运维成本，另一方面更方便进行监管。目前，国家鼓励高耗能产业进园区，特别是石化化工产业。

集中化表述也出现在了钢铁、建材、建筑用能、交通、循环经济等方面。例如推动钢铁行业碳达峰部分要求推进钢铁企业跨地区、跨所有制兼并重组，提高行业集中度等。

而利用市场机制对经济发展过程中的生产消费活动进行低碳“塑形”这一思路，几乎贯穿了一年来所有低碳政策。

实现“双碳”目标所带动的投融资规模无疑是巨大的，私营部门的资金现阶段并未达到实现“双碳”目标所需的规模，而为了撬动私营部门资金投入绿色产业技术发展，2021 年最重要的举措就是全国碳市场的上线。

据报告分析，与欧洲碳市场和美国的区域碳市场相比，中国全国碳市场目前碳价较低。碳定价需要反映碳排放的外部性成本，完善碳定价机制、明确碳价信号，是全国碳市场下一步的建设重点，碳排放统计核算则是基础。

金融支持绿色发展成必答题 如果说 2016 年被誉为中国绿色金融元年，那么 2021 年可谓绿色金融崛起之年。2021 年政府工作报告提出，实施金融支持绿色低碳发展专项政策。作为实现“双碳”目标的时间表、路线图顶层设计的“1+N 政策体系”，《意见》提出积极发展绿色金融，建立健全绿色金融标准体系。

2021 年，央行将“落实碳达峰碳中和重大决策部署，完善绿色金融政策框架和激励机制”列为重点工作之一，排位甚至在宏观审慎和防范风险之前，并提出绿色金融体系的“三大功能”“五大支柱”，明确了绿色金融发展政策思路。“双碳”顶层设计政策体系提出要建立健全绿色金融标准体系。绿色金融标准体系也是央行提出的绿色金融体系“五大支柱”之一。

报告认为，要实现“双碳”目标所需的百万亿元以上的投资规模，目前还存在很大的资金缺口。巨大的资金需求，更多要靠市场资金弥补，这就需要建立、完善绿色金融政策体系，引导和激励金融体系以市场化的方式支持绿色投融资活动。

不过，一方面，实现“双碳”目标的资金缺口较大；另一方面，我国绿色金融产品和服务整体上还处于起步阶段。

在政策支持下，绿色转型发展将进入新的发展阶段，与此相关的绿色信贷、绿色债券、碳交易碳期货等领域，都将存在丰富的投资机遇。在绿色信贷方面，央行的重视程度不断提升，在最近两次金融机构贷款投向统计报告中，单独列示了绿色贷款的规模和投向。

报告认为，将绿色信贷纳入宏观审慎评估框架后，如何引导银行等金融机构为绿色低碳项目提供长期限、低成本资金才是关键。

如何推动作为碳减排主力的能源企业成功转型，助力迅速发展的新能源企业抓住发展机遇，也成为金融机构面临的一大考验。

报告认为，随着绿色经济的发展提速，单一的绿色信贷已经不能满足需要，市场和产业都呼唤金融机构加快创新多元化融资途径。中国实现碳中和目标需要巨大的资金投入，应激励民间、金融机构等资本力量进入，并有效投向关键领域。

不同类别企业减排各有其术 当前，全球主要经济体都在向绿色低碳转型，对于企业来说，这也是新一轮产业和科技革命的重大机遇，如何在其中找到新的业务发展方向，抓住技术变革新趋势，事关企业发展的成败。

报告将能耗水平不属于国家界定的六大“高耗能行业”，以及产品、业务与低碳/减碳等不直接相关的企业定义为“一般企业”，包含了诸多的制造企业、服务企业等。

尽管包括 ESG、企业价值链碳核算等理念、机制还未在我国形成完整体系，但未来，中国将会大力发展高质量、高技术、高附加值绿色产品贸易，加强节能环保产品和服务进出口。这对外向型企业来说，也将带来新的发展空间。

报告分析认为，对于诸多一般企业而言，参与碳达峰、碳中和的关键在于，在全面盘查的基础上识别企业主要能耗环节及重点排放源，并采取一系列有针对性的减排措施，尽可能减少因企业生产自身运营活动中所产生的碳排放。这一过程主要通过道与术两个方面来实现，即“治理”和“技术”。

而绿色低碳产业将会在“双碳”目标下，近水楼台先得月，获得更多机遇。

报告认为，中国由传统的发展方式转向绿色发展方式，从根本上说要靠绿色技术驱动，新的技术既需要提高生产率降低排放，同时也在成本上也要有竞争力。这些创新包括多个方向，比如深度节能降碳和清洁生产、系列高效节能装备与工艺、工业余能深度利用、智能建造、绿色低碳交通技术、工业行业零碳工艺变革技术、生态固碳增汇关键工程技术等。

与低碳环保产业迎来极大的机遇相比，高耗能产业正在面临前所未有的约束。除了政策“叫停”之外，高耗能产业在市场中也将面临更高的成本，包括更高的电力成本，以及未来碳市场配额趋紧、碳价上涨预期带来的成本等。

在全国碳市场建设的过程中，又提出八大高排放行业的概念。在《2030 年前碳达峰行动方案》的工业领域碳达峰行动中，还专门提及钢铁、有色金属、建材、石化化工几个行业的碳达峰路线。

报告认为，目前可以明确的是，未来高耗能、高排放企业面临的各种政策法规约束将越来越强，同时逐步纳入全国碳市场后，也面临配额收紧、碳价上涨等压力。不过，在控制产能、淘汰落后产能等之外，借助技术创新、流程优化等手段，高耗能企业还有其他减排的空间。

在全球应对气候变化实现绿色复苏政策和行动的推动下，世界将迎来一场绿色低碳技术革命和产业变革。数字技术创新为企业的快速发展带来机遇，各类应用场景层出不穷。对于企业而言，如何抓住“双碳”目标所带来的科技创新和产业机遇，打造新的增长点，也是一个挑战。

王晨 21 世纪经济报道 2021-11-04

历史人均累计碳排放最多的 10 个国家：加拿大、美国、爱沙尼亚排在前三

气候变化国家责任的概念是一个有争议的问题，包括当今人口和前几代人口的不平等规模、财富和碳强度的不同，这些问题在国家内部和国家之间都适用。同时，由于历史、地理和政治的偶然性，国家本身在某种程度上是武断的边界，历史责任的排序会大相径庭。解决这一问题的一种方法是根据各国的人口总量，将各国对累积二氧化碳排放量的贡献标准化。

人均排放量高的小国对全球变暖相对不重要。因此，在计算人均累计排放量没有包括目前人口低于 100 万的国家（例如排除了卢森堡、圭亚那、伯利兹和文莱等国。）

Carbon Brief 以两种不同的方式探讨了相对人口规模的计算问题，这些方法给出了明显不同的结果，突出了解释累积人均排放量的挑战。第一种方法是将一个国家每年的累积排放量除以该国当时的人口数量，隐含地将过去的责任分配给今天活着的人。左下表显示了截至 2021 年在此基础上排名前 20 的国家。第二种方法是将一个国家每年的人均排放量加起来，得出截至 2021 年的结果（如右下表所示），这使得过去和现在的人口人均排放量具有同等的重要性。

Rank	Country	Cumulative emissions per population in 2021, tCO2	Rank	Country	Cumulative per capita emissions, tCO2
1	Canada	1,751	1	New Zealand	5,764
2	United States	1,547	2	Canada	4,772
3	Estonia	1,394	3	Australia	4,013
4	Australia	1,388	4	United States	3,820
5	Trinidad and Tobago	1,187	5	Argentina	3,382
6	Russia	1,181	6	Qatar	3,340
7	Kazakhstan	1,121	7	Gabon	2,764
8	United Kingdom	1,100	8	Malaysia	2,342
9	Germany	1,059	9	Republic of Congo	2,276
10	Belgium	1,053	10	Nicaragua	2,187
11	Finland	1,052	11	Paraguay	2,111
12	Czechia	1,016	12	Kazakhstan	2,067
13	New Zealand	962	13	Zambia	1,966
14	Belarus	961	14	Panama	1,948
15	Ukraine	922	15	Cote d'Ivoire	1,943
16	Lithuania	899	16	Costa Rica	1,932
17	Qatar	792	17	Bolivia	1,881
18	Denmark	781	18	Kuwait	1,855
19	Sweden	776	19	Trinidad and Tobago	1,842
20	Paraguay	732	20	United Arab Emirates	1,834

The top 20 countries for cumulative emissions 1850-2021 weighted by population in 2021 (left), versus the top 20 countries for cumulative per-capita emissions 1850-2021 (right). The ranking excludes countries with a population in 2021 of less than 1 million people.

在上表中，无论哪种方法，累积排放总量前十名的几个国家，如中国、印度、巴西和印度尼西亚都没有出现。虽然这些国家对全球累积排放量做出了巨大贡献，但它们的人口也很多，人均影响要小得多。事实上，这四个国家占世界人口的42%，但仅占1850—2021年累计排放量的23%。

相比之下，前十名中的其余国家，即美国、俄罗斯、德国、英国、日本和加拿大，占世界人口的10%，但占累计排放量的39%。这反映在左上表中当前人口的权重中，加拿大排名第一，其次是美国、爱沙尼亚、澳大利亚、特立尼达和多巴哥以及俄罗斯。

国际能源小数据 2021-11-04

南瑞集团牵头的“复杂电网差动保护关键技术及应用”获国家技术发明二等奖

11月3日，2020年度国家科学技术奖励大会在京召开，南瑞集团牵头的“复杂电网差动保护关键技术及应用”获国家技术发明二等奖。

电网日趋复杂，“贴身保镖”亟需升级

随着“西电东送”战略实施，清洁能源大规模开发和外送，我国逐步建成世界上电压等级最高、输送距离最远、交直流混联的特大型复杂电网。

复杂电网“故障全局化”特征凸显。以华东电网为例，多达234条线路单一故障若不能及时切除，极易引发连锁反应，近4000万千瓦功率冲击将瞬间波及多个跨区电网，造成灾难性后果。因此，快速、灵敏、可靠切除故障成为保障复杂电网安全最迫切的要求。

作为电网安全第一道防线中的主保护，差动保护设备担负着第一时间快速切除故障的重任，是电网和各类电气设备的“贴身保镖”。随着电网电压等级不断提升、规模和复杂度持续加大，呈现线路分布电容电流成倍增长、大容量变压器励磁涌流与故障电流波形更趋相似、故障暂态电流幅值大衰减慢等特征，多次造成差动保护误动或慢动，导致电网事故扩大和设备损坏，差动保护精准快速辨识故障难度愈加凸显，面临严峻挑战。

针对上述问题和挑战，项目组在国家科技攻关计划、自然科学基金等多个项目支持下，创新实现了复杂电网差动保护关键技术和装置的重大突破。

突破核心技术，让保护动作“快、准、稳”

项目成功突破输电线路、大容量变压器、发电机、母线等成套保护装置关键核心技术，大幅提升故障识别能力、缩短动作时间、提升动作可靠性，推动我国电网完成以差动保护为主保护的升级换代。

1.突破线路保护传统技术思路，提出了不受分布电容电流影响的线路差动保护技术、电气和通信参量协同辨识信道对称性技术，解决了线路电容电流影响保护性能、信道异常伴随线路故障同步发生导致线路差动保护不正确动作的难题。

2.揭示了变压器铁芯磁链与电压变化特征参量的定量关系，提出铁芯饱和快速判别、不经励磁涌流闭锁的差动保护技术，构建解耦相-相影响、强化波形间断特征的涌流按相判别方法，解决了变压器励磁涌流影响保护精准快速辨识故障的难题。

3.揭示了故障相电流互感器饱和时保护动作轨迹的动态演化规律、非故障相互感器饱和产生机理，通过饱和轨迹包络逼近、超短数据窗线性区判别、故障相制动非故障相等差动保护技术解决了互感器饱和导致保护误动的难题，同时又不牺牲内部故障时的快速性和灵敏性。

权威认证鉴定，成果整体国际领先

项目构建了复杂电网差动保护技术体系，自适应于不同保护对象、不同应用场景、不同故障演化过程，解决了差动保护快速性、灵敏性、可靠性难以兼顾的难题。基于上述成果，研制的系列继电保护装置通过德国TUV等5家权威机构检测认证。获授权发明专利59项，出版专著4部，发表SCI/EI论文97篇。牵头制定《1000kV电力系统继电保护技术导则》等国家标准。多位院士专家组成的鉴定委员会一致认为，项目成果整体技术处于国际领先水平。

有效助力“不停电”，实现从进口替代到出口

项目成果已广泛应用于我国220kV~1000kV各电压等级电网，涵盖新一代调相机组工程、海上风电工程以及川藏联网等重要工程。对不满足我国复杂电网要求的进口保护进行了批量替换，带动我国高压电网新投运设备100%配置国产差动保护，产品出口至数十个国家和地区。依托项目成果，建设智能电网保护和运行控制国家重点实验室，主办的国际学术研讨会被纳入中国工程院国际高端论坛。

多年来我国未发生类似美国、印度等国家影响千万至数亿人口的大停电，项目成果发挥了重要作用，创造了巨大的经济和社会效益。随着新型电力系统建设、新能源的规模化持续开发利用、“一

带一路”建设的深入推进，成果具有广阔的应用前景。

卢媛迪 中国能源网 2021-11-05

“电热协同网”是城市节能降碳的现实必然选择

城市中具有大量没有得到充分利用的热能，尤其是广泛存在的太阳能、地热、污水、江河水、空气中的低品位热能，以及钢铁、化工等工业过程中的热能。以工业热能利用为例，据估计，我国工业生产过程中排放的低品位热量（低于 100℃）达到 5 亿吨标准煤以上，但利用率仅不足 3%，由此带来的资源浪费与减排压力不容忽视。

城市作为能源的主要消费市场，有必要尽可能挖掘低品位热力资源利用潜能，这正应是城市节能降碳的必要路径。

而以“电热协同、跨网互济”为核心理念的城市清洁电热协同网解决方案，致力于通过一系列电热转换先进低碳技术的聚合建立新型电热互动关系，在打破热能产-用时空障碍、获取低成本灵活性资源、实现城市热能“应用尽用”的同时，有效提升城市能源系统平衡能力与综合能源利用效率，助力城市优化能源结构，最终支撑以可再生能源为主体的新型电力系统构建，服务碳达峰碳中和目标。

低品位热能高质量利用迫在眉睫

工业部门是城市低品位热能资源最为丰富的领域。据国外研究机构统计，工业部门对化石能源的利用过程中，被有效利用的能源量仅占 40%，其余 60%都最终转化为了余热。

目前，热力供给中煤炭、天然气占比超过 90%。由于大量低品位工业热能利用长期得不到重视，造成了大量的能源资源浪费与高碳、高污染物排放，也带来了环境治理成本的居高难下。

建筑用热和工业过程用热各占热力消费总量约 50%。化石能源作为约束逐渐趋紧的高品位能源，用来供给建筑和非能源密集型行业所需的低品位热力无疑是能源品位上的浪费。因此，低品位热能利用已迫在眉睫。

从热力需求侧看，随着我国城镇化工作持续推进，城镇集中供暖建筑面积仍将不断增加，这正意味着未来巨大的热力消费增量市场。

但在供给侧，在我国存量煤电到期关停、严控新建煤电的发展战略下，仅依靠热电联产供热将较难以满足用热需求。与此同时，煤电转向电力灵活性调峰主体可能同时带来热力供应的波动性，使得电与热矛盾凸显，这就需要从目前的“以热定电”模式转向“电热协同”的多种制热蓄热协同互补模式。

不仅如此，未来，随着以新能源为主体的新型电力系统构建，以及供热电气化的逐步普及，热力消费的巨大需求和周期性变化意味着简单的电能替代将大大增加电力峰谷差，给电力稳定供应带来较大冲击的同时，也将带来用热成本的大幅上升。因此，有必要探索供热电气化支撑新型电力系统构建、协同降低用能成本的新路径。

笔者认为，随着技术进步，充分利用工业余热、太阳能、地热能等低碳的低品位能源供应低品位热力需求，是城市节能降碳的现实必要路径，将成为我国实现碳达峰碳中和目标的重要突破口。

“城市清洁电热协同网”正获得共识

虽然低品位热能利用存在较大复杂性，但以电力驱动为基础的新一代供热技术已经能够将这些低品位热能整合到热网中。

事实上，当下，以实现低品位余热“应用尽用”为目标的城市清洁电热协同网解决方案正形成多方共识。由于其在工业生产过程中适用范围广泛，可以说是一项具有颠覆性意义的技术革命。

所谓“城市清洁电热协同网”，是以数字化为引领，以高质量电气化为基础，以 5D 低碳技术（数字化管理、需求管理、分布式、热电解耦协同、脱碳）为驱动，实现对低品位热能高质量利用，提升能源综合利用能效的城市新型能源基础设施。

这里“电热协同”体现在，对于热网系统，在热用户终端采用电力驱动的高效热泵，以热网介质为

热源制热，供热参数可以通过调节热泵的变频灵活调整；对于电网系统，依托热力系统的大惯性，为电力系统提供大量灵活性负荷，帮助可再生能源的消纳。

其具体包括以下三个层面：一是通过电力驱动为基础的新一代供热技术，将低品位热能整合到供能系统中；二是以“电制热+蓄热蓄冷”为补充，实现供能稳定的同时提供更低成本的电力灵活性资源；三是利用热系统的大惯性，结合直流柔性网关、“光储直柔”建筑，实现与建筑热系统协同互补，有力支撑分布式光伏就地平衡和友好并网。

我们测算，城市清洁电热协同网解决方案通过实现城市各种低品位热力资源的物尽其用，将有效推动行业节能增效，可望使区域电气化水平提升约 20%、降低区域负荷峰谷差率下降 5%以上，同时帮助企业降低用能成本 10%以上，并催生百亿级城市绿色新兴经济落地，对于城市发展绿色经济、降低区域碳排放、改善人民生活品质等都有非常好的应用价值。

全面商用条件已具备

可以说，在碳达峰碳中和目标已成全国各地发展硬约束的情况下，推动以低品位热能利用为代表的新一代节能技术应用向纵深迈进，必将成为各地寻求经济绿色、低碳、高质量发展的现实选择。

从当前实践看，清洁电热协同网解决方案已正逐步在苏州、天津等地探索落地示范项目。经过大量可研工作，我们认为项目投资运营模式清晰，投资回收期可低至五年以内，已具备全面商用条件。

以重工业城市——江苏省张家港市为例，我们经过调研发现，在张家港高铁新城具有低品位热能高质量利用技术系统级应用的巨大潜力。

张家港高铁新城周边永钢、沙钢等工业企业有大量低品位热能尚未被利用，如能在高铁新城规划的同时，统筹考虑低品位热能利用基础设施的建设及新技术的利用，则能够产生巨大的节能效益，助力当地节能降碳目标的实现。

经测算，在充分利用低品位热能的供热方案实施后，可使高铁新城区域能源系统运行成本降低 20%，碳排放总量降低 45%，同时为电网提供 200MW 功率调节资源，协助消纳 1000MW 光伏、风电资源。

但纵观全国，当前，低品位热能利用总体规模较小，目前的落地项目基本以单个企业级项目为主，缺乏系统统筹与规划。虽然城市清洁电热协同网建设已不存在技术上的障碍，但要真正落地实现还有待各方的有效协同。

在此笔者建议，相关部门积极组织展开广泛调研，尽快出台针对各行业的低品位热能利用指导性意见，加强政策引导，鼓励技术创新与试点示范，集聚产、学、研、政、融、协等各方力量，共同推动清洁电热协同网落地实践，并在实践中不断提升改进，使之更好服务碳达峰碳中和目标、助力我国经济社会高质量绿色低碳发展。（作者系国网(苏州)城市能源研究院院长）

李伟阳 中国能源报 2021-11-08

“电热协同网”为城市能源革命提供新思路

城市碳达峰碳中和愿景下，基于工业低品位余热构建城市清洁电热协同网，实现“电热协同、跨网互济”，为城市能源革命探索新路径。

其关键在于：一是电热转化。在新一代电热转化技术支撑下，将以往废弃的工业低温余热等低品位热能进行整合，变成可用资源；二是电热协同。以电热转化技术为核心、以智慧化手段为支撑实现电热之间的协同互补，将在提高供能稳定性的同时有望为构建新型电力系统提供低成本灵活性资源。

（一）挖掘工业低品位余热价值，基于电力驱动开展新一代供热技术应用。

在电热协同网场景中，当前最新的工业电热泵技术 COP 能达到 8 以上，远高于空气源热泵，在工业、建筑供热中有巨大应用价值。

然而，目前我国电热泵在工业中应用极少，以空气源热泵、地源热泵等为主。主要原因：一是技术限制。纺织等行业余热理论上可回收后使用电热泵升温实现现场再利用，但所需要的高温电热泵技术难度较高，以往技术不成熟而限制了其应用；二是缺少在工业余热再利用的有力推动。在不能就地利用的场景中，由于余热与终端用户存在距离、余热波动性等因素，需要跨主体协作，难度较大。

清洁电热协同网在已经掌握了工业高温电热泵等核心技术的基础上，除了加强工业余热现场回收利用，还将建设低温热网实现低品位热能的输配，打破余热“产”-“用”空间障碍，在热网终端为用户提供个性化、高质量的供热服务。对于工业用户可考虑配置高温电热泵，以此为主要热源生产蒸汽供工业使用；对于建筑用户，可采用高效电热泵技术，实现高效低碳化供热。

（二）结合蓄热技术，实现供能稳定的同时提供更低成本的电力灵活性资源。

工业余热的波动性是其难以应用的重要因素。对此，应用电蓄热技术，利用低谷电价电力制热，并储存在蓄热装置中，从而为电热协同系统的稳定运行提供重要保障。

选择电制热主要是考虑到未来可再生能源发电的低边际成本和高消纳成本，这一方式将能够在使用零碳能源的同时为电网提供低成本的灵活性资源，实现用户和发电侧的双赢。

（三）基于建筑热惯性，结合直流柔性网关技术实现用户接纳度更高的柔性源网荷储互动需求响应。

对于保温良好的建筑来说，其温度的动态响应时间常数较大，使得建筑电热系统具备较大的电力灵活性资源基础条件。然而，传统“0-1”式建筑需求响应仍然具有较低接受度，频繁开关电器设备不仅带来寿命损耗提高，也会导致频繁启停过程的能耗显著增高，功率柔性调控的节能效果难以实现。

清洁电热协同网采用直流柔性网关可有效解决这一问题。相比交流网关，直流柔性网关能够实现设备运行的无级调节，实现不间断运行，从而降低设备频繁启停带来的损耗；同时，光储直柔系统可进一步挖掘建筑热惯性潜力，通过协同光伏与热泵、蓄热机组等设备运行策略，将热惯量转换为电惯量，实现光储直柔低碳建筑的友好并网，平抑分布式光伏功率波动，缓解配网末端大量光伏接入导致的电压波动等问题。

（四）综合应用智慧化、数字化技术，进一步提高系统可靠性、经济性。

由于城市低品位热能资源分散、供给波动，设备单机容量低，如果像传统热能利用项目那样专人现场值守运行，则项目的可靠性和经济性都很难保证。

通过系统的高度数字化、智慧化，使热泵、储热罐等能源设备实现分散式自治运行，并借助通信技术实现全域设备运行状态的采集、远程监测和集中管理，实现供需资源实时匹配和优化，能够在保证可靠性的同时大大降低项目后期的运维成本。

供热技术的清洁化和低碳化，将在实现碳达峰碳中和的过程中发挥关键作用。“电热协同、跨网互济”的目标实现，关键在于热网能否形成对电网的支撑。在实际实施过程中需做好多种相关技术的评估对比，才能为电热系统的协同稳定运行提供坚强支撑。

（作者分别系国网(苏州)城市能源研究院城市能源产业技术中心、战略中心研究员）

殷俊平 史文博 中国能源报 2021-11-08

城市能源系统“碳中和”离不开建筑供暖电气化

城市能源系统实现碳中和的重要路径之一是建筑供暖电气化，即建筑供暖的去煤和去天然气化。国际能源署（IEA）在其发布的全球能源部门2050年净零排放路线图中提出，在“1.5摄氏度”温控目标要求下需要从2025年起在全球建筑领域禁止新增化石燃料锅炉。这对中国而言是巨大的挑战。

一方面，在我国不少寒冷和严寒地区，住宅集中供暖能源仍主要以燃煤为主；另一方面，由于历史原因，我国夏热冬冷地区并没有住宅集中供暖。随着老百姓生活水平的提高和气候频繁极端变

化（虽然越来越多地出现暖冬，但也越来越多地出现气温骤降的极端严寒），夏热冬冷地区对住宅供暖的需求越来越大，呼声越来越高。因此，笔者认为建筑供暖既有燃煤替代工作任务艰巨，新增建筑供暖的低碳能源需求市场空间广阔。而煤改电，正是建筑领域降碳的关键环节，也是中国实现碳达峰碳中和目标的重要组成部分。

现实中不乏这样的观点：“煤改电”都用热泵供暖不就行了，很简单！此类观点未免过于低估了现实困难。首先，我国目前的电源结构仍以煤电为主。以我国电网的平均碳排放因子测算，如果电力驱动热泵的供暖性能系数低于 2.5，其间接碳排放量与效率 90%的天然气管道供暖基本持平，没有任何减碳优势。而普通空气源热泵的供暖季节性能系数甚至低至 1.9。这就需要提高热泵的供暖效率。

IEA 曾提出，空气源热泵供暖效率要在现有最好的产品基础上再提高 50%。这对相关制造厂商和研发单位而言，无疑是一个巨大考验。现实要求更加严酷，其要发挥实际功效就不能仅限于试验台上的样机，而是能够量产的、消费者负担得起的产品。实际上，即便空气源热泵性能可有大幅度提升，由于原理上的先天不足，在我国严寒地区应用基本上还是无法满足需求。

提高热泵效率的另一条路径是为热泵配置合适的热源（取代空气），近年来也涌现了一批成功项目，用地表水、用土壤换热、用中深层地热、用工业余热等。其热泵性能系数可以提高到 3.0 以上，但要推广和普及也存在许多障碍。作为热源，首先，因其不只是简单的家用电器，而要涉及取热、换热等全过程，是一套完整的“系统”，技术含量要求高；其次，正因为其是一项系统工程，在我国高密度城市的现实国情下，很难找到合适的热源，尤其是针对我国北方大量既有住宅集中供暖的改造，不仅所需投资巨大，而且工程实施难度很高。

更大的挑战在于如何降低我国电力结构中的煤炭比例。今年我国遇到的缺煤缺电现象，给我们很大的警示是：改变以煤为主的发电结构，不可能一蹴而就。笔者认为，碳达峰碳中和不能“一刀切”，但更不能“一刀不切”。这离不开各参与方的协同发力，只有脚踏实地，才能行稳致远。

（作者系国际制冷学会终身名誉会员、同济大学高密度智能城镇化协同创新中心特聘教授）

龙惟定 中国能源报 2021-11-08

储能步入规模化发展新阶段

据中关村储能产业技术联盟（以下简称“CNESA”）数据，截至 10 月底，我国储能项目规划建设规模已达 2170 万千瓦/4340 万千瓦时。2020 年，我国新型储能新增装机首次超百万千瓦后，上半年新增装机 30.22 万千瓦/62.33 万千瓦时，同比增长 95%。

“随着政策支持力度的不断加大，我国储能产业完成了从研发示范向商业化初期的过渡，具备了向规模化发展的基础，装机规模快速增加，商业模式逐步建立。”CNESA 高级研究经理宁娜说。

具备规模化发展基础

在光伏、风电等可再生能源快速发展的带动下，储能一直深受市场和产业的关注，但没能摆脱新增装机容量较小的情况。

根据可再生能源发电占比的不同，国际能源署（以下简称“IEA”）将电力系统对灵活性资源的需求分成了六个阶段。截至 2019 年底，在 31 个省市区中，北京、重庆两市可再生能源占比在 0%—3%，处于第一阶段；广东、上海等 20 个省市为 3—13%，处于第二阶段；新疆、吉林等 8 个省区为 13%—24%，处于第三阶段；青海占比在 23%—50%，处于第四发展阶段。

IEA 指出，在第三阶段，电力供需平衡难度加大，需要增加对电力系统灵活性改造的投资。第四阶段时，可再生能源也需要提供频率响应服务。

“过去 10 年，储能产业通过实施科研计划等方式，实现了技术验证。同时还开展了一批示范项目，探索了用户侧、发电侧、电网侧不同应用场景。随着新型电力系统对灵活性资源需求逐步提升，储能步入规模化发展阶段。”宁娜介绍。

新增项目呈倍数增长

随着我国可再生能源装机规模不断扩大，可再生能源发电量占比持续提高，储能产业发展按下加速键。

“截至2020年底，我国已投运储能规模约达3560万千瓦，抽水蓄能占比首次低于90%。新型储能特别是电化学储能，成为市场增量的主要贡献方。”宁娜表示，今年以来，电化学储能也延续了稳定增长的发展趋势。

上半年，国内新增新型储能（包含规划、在建和已运行）项目257个，规模超1180万千瓦，数量和规模分别是去年同期的1.6倍和9倍；10万千瓦以上规模的项目数是去年同期的8.5倍，百万千瓦级别项目也被列入开发日程。

5月，国家能源局发文，首次将新型储能作为市场化并网条件之一。今年以来，已有21个省份分布了风电、光伏开发建设方案；14个省市明确了2021年风电、光伏指标，合计容量约为1.28亿千瓦，若这些可再生能源电站均以10%/2小时的规模配置储能，则装机规模将达到1278万千瓦/2556万千瓦时。

据记者统计，前10月，已有贵州、甘肃、河南等12个省市对可再生能源项目配置储能提出明确的规模要求，预计上述规划将支撑未来国内2170万千瓦/4340万千瓦时的储能装机容量。

能源咨询公司伍德麦肯兹表示，未来10年，中国储能市场将领跑全球。2021年，中国新增储能装机规模将增长129%；2021—2030年，将增加约1.7亿千瓦的储能装机。

商业模式逐步建立

储能商业模式不健全一直为人诟病，随着政策的完善，问题正逐步缓解。

7月，国家发改委发布《关于进一步完善分时电价机制的通知》，提出峰谷电价价差原则上不低于4:1，尖峰电价在峰段电价基础上上浮比例不低于20%。截至10月，贵州、宁夏、安徽、云南等13个省区先后出台了完善分时电价的相关政策，通过拉大峰谷价差、优化峰谷时段来调节用电负荷。

CNESA测算，若用户侧储能系统一天两充两放，且峰谷价差在0.6元以上，可以基本实现盈亏平衡。在上述13个省区中，11个省区的最大价差均高于0.6元。其中，2个省区价差在0.7—0.8元之间，3个省区价差在0.8—0.9元之间，广东价差甚至超过1元。

为应对夏、冬两季的电力紧张，各地政策也越发重视对需求响应、虚拟电厂、可调负荷等资源的整合与支持。如安徽出台的《关于试行季节性尖峰电价和需求响应电价的通知（征求意见稿）》，制定了分钟、秒级的需求响应补偿标准，并提出对可调容量进行补贴。此外，一些地区还专门提出对储能项目进行资金补贴。

在此背景下，资本市场对储能领域的关注度也不断提高。“一方面，国内储能产业相关投融资金额正持续增加。另一方面，储能产业投融资资金来源也在扩大，包含大型电力集团、民营光伏企业、地方政府、IPO上市、风险投资等。这些资金大多用于锂电池扩产、更多商业模式的探索和钠离子电池等新兴技术的市场化。”宁娜说。

本报记者 董梓童 中国能源报 2021-11-08

电热协同、跨网互济，系统统筹不可或缺

城市清洁电热协同网是适应我国国情而提出的一种综合能源基础设施形态。其作为一种新兴模式，具有长产业链、强专业性、相关要素高度集成的特点，实践落地还有待加强战略规划与系统统筹。而构建“政产学研用协融”多方协作的城市清洁电热协同网推进体系，对于打造具有高经济性的城市低碳能源发展新路径具有积极现实意义。

城市清洁电热协同网解决方案致力于实现低品位余热“应用尽用”，通过一系列电热转换低碳技术的聚合，将以往这些或被忽视、或较难利用的低品位能源有效整合到供能系统中，大幅提高化石能源利用效率。更进一步讲，清洁电热协同网在提高供热领域电气化率的同时，通过建立新型电热互动关系，将为构建新型电力系统提供灵活性资源支撑。

在近日发布的《2030年前碳达峰行动方案》中，“余热”一词在不同章节共出现5次，可见我国在战略层面已经对余热利用的巨大价值予以重视，清洁电热协同网作为一种实现低品位余热高质量利用、助力构建资源循环型产业体系的新兴模式也将迎来重要发展机遇。但目前，其发展还面临以下挑战：

一是专项规划和政策体系尚未形成。虽然目前我国明确支持低品位余热发展，但由于缺乏专项规划和系统统筹，具体落地中仍存在较多障碍。例如，对工业低品位余热资源量、供需适配情况目前掌握信息还较少，缺乏下一步开展工作的基础。在项目规划建设中，是否在园区规划中将余热资源化利用作为重要考虑、政府在项目审批上如何界定、对所需土地资源规划的支持等均对落地进程具有重要影响。此外，对于电热协同网收费模式的明确、与传统能源基础设施的融合与公平竞争、对利益相关者的统筹协调、提高公众的了解度等问题也需要着重考虑；

二是整合相关技术与管理要素的工程应用模式尚未建立。技术上，尽管清洁电热协同网的核心技术已较为成熟，但要实现涉及电力、热力、建筑、生产工艺、数字技术等领域的一系列新兴技术的工程集成应用，还需要加强多主体跨领域协作研发。管理上，由于清洁电热协同网相比传统供能模式具有用能成本低和节能减排效益好、但初始投资成本高的特点，需要创新投资建设运营模式。此外，由于清洁电热协同网将大量具有波动性的低品位能源整合到系统中，并开展电热协同互补，将带来运营管理上的复杂性。如何在保证供给稳定的同时提高效率，并在热力交易、电力交易、碳市场交易等多种交易中实现收益模式最优化，需要数字化支撑和运营模式优化，有待进一步的实践探索。

为此，笔者建议：

首先，应通过试点示范先行探索清洁电热协同网模式，在条件成熟后出台城市清洁电热协同网专项规划。应充分重视电热协同网在工业领域的巨大应用价值，在园区循环化改造等工作中加以应用。此外，也可选取火力发电厂、能源密集型企业与工业园区临近地区开展试点工作。注重构建“政产学研用协融”联调联动的推进体系，疏通电热协同网在技术应用、运营监管相关方面的难点堵点，采用EMC、BOT、PPP等投资建设运营模式，加大绿色金融支持力度，探索形成可复制可推广的应用模式；

其次，加快低品位热能资源量和供需适配方面的摸底，并着手制定近邻计划。低品位热能供给侧与需求侧的空间距离对于清洁电热协同网成本具有重要影响。工业发达地区应尽早开展相关摸底，并在国土空间规划、城乡建设规划、园区规划、招商引资等方面将低品位热能利用因素纳入其中，以系统性的供需资源优化配置为清洁电热协同网落地创造良好条件。

（作者系国网（苏州）城市能源研究院 战略中心研究员）

史文博 中国能源报 2021-11-08

叫停又重启，CCER这次能行吗

生态环境部近日发布《关于做好全国碳排放权交易市场第一个履约周期碳排放配额清缴工作的通知》，开启全国碳市场首轮履约工作。对照初期分配的碳排放配额，二氧化碳实际排放超量，企业就要花钱“买碳”。《通知》明确，控排企业也可使用国家核证自愿减排量（CCER），按照相关程序完成购买，用以抵销碳配额清缴。对此，北京、上海、广州等地纷纷开通CCER注册登记、交易账户开立，CCER关注度随之持续上升。

CCER并非新鲜事物，其项目申请始于2012年，后又在2017年3月被国家发改委叫停签发，新项目不再审批、老项目仍可运行。彼时，全国已有2871个审定项目、861个备案项目，以风电、光伏发电、甲烷利用等类型居多。作为一项重要减排工具，CCER当初为何突然暂停？而今重启信号释放，将对降碳行动带来什么影响？CCER本身还需要实现哪些突破？

激励可再生能源项目

主动参与减排

依据 2020 年底发布的《碳排放权交易管理办法（试行）》，CCER 是指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。今年 9 月，中办、国办印发的《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》明确，将林业、可再生能源、甲烷利用等领域的 CCER 项目纳入全国碳市场。

“如果说，火电、石化等传统行业，可以通过全国碳市场的力量倒逼减排，风光等可再生能源发电本身并不排碳，能不能参与减排？CCER 就是一条兼具生态、经济效益的途径。”碳排放权交易湖北省协同创新中心专家黄锦鹏说，CCER 是一种经官方审定、由减排项目业主主动创造的温室气体减排量，对可再生能源项目尤为利好。“比如一个风电项目运行一年相当于减排 10 万吨二氧化碳，那么业主就可以手握 10 万吨的 CCER 进入市场，卖给需要排放配额的企业，即可获得收益，由此激发主动减排的积极性。”

中国自愿减排交易信息平台公布的数据也显示，可再生能源企业参与热情高涨。据记者了解，CCER 在运项目中，风电、光伏发电项目分别有 947 个、833 个，加上水电、生物质、地热，可再生能源项目比重约为 76%；从实际减排情况来看，可再生能源项目所带动的减排量，超过 CCER 交易减排量的 60%。

对此，越来越多企业表达兴趣。金风科技相关负责人表示：“CCER 需要在规定时间和平台上进行注册申请，公司正积极关注 CCER 未来开放注册的相关进展。”中国天楹也在投资者互动平台称，公司从事的生活垃圾焚烧发电业务可参与 CCER 交易，正在持续关注相关政策并将积极参与。

尚缺乏清晰的政策引导

及规范操作

既然多方利好，为何中途叫停？

国家发改委公告显示，之所以“暂缓申请受理”CCER，是因为存在“温室气体自愿减排交易量小、个别项目不够规范等问题”。

黄锦鹏称，截至 2017 年暂停签发，市场可流动的 CCER 存量约为 6000 万吨。由于在全国碳市场启动之前，各个试点碳市场配额分配较为宽松，控排企业可以“轻松过关”，无需花费过多代价购买配额，所以 CCER 交易量上不去。“按照现行政策，CCER 抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%。即便只有电力一个行业纳入全国碳市场，以每年 40 亿吨碳排放量计算，对应 2 亿吨的 CCER。从体量、技术来看，运行已不存在难题。”

“实际上，缺的是清晰的政策引导。”黄锦鹏说，当前只允许存量项目参与全国碳市场，CCER 发展路径是什么、如何融入降碳目标等方向性问题，以及新项目如何申请等操作细节，暂无明确说法。“比如，绿证、绿电交易与 CCER 存在一定重叠。政策工具之间同质交叉，对项目形成双重激励、重复考核，类似的现实问题亟待解决。”

中国人民大学环境学院教授庞军认为，CCER 的本质是鼓励多发展可再生能源电力、少用化石能源发电，助力推动全社会整体减排。但目前，其价格仍然偏低，并不能反映真实减排成本。“全国碳市场尚处启动初期，交易量暂未上来，碳价还在低位徘徊，CCER 交易价格偏低将对碳价进一步造成冲击。如何真正释放发现碳价的功能是完善 CCER 机制的重要内容。”

黄锦鹏称，CCER 项目还存在与碳配额“等量不等价”问题：1 吨 CCER 和 1 吨碳配额，同样都能抵销 1 吨二氧化碳，但二者买卖价格却不一样。“目前来看，CCER 的价格明显低于碳配额。之所以出现这种情况，还是因为 CCER 价格形成机制等没有理顺，缺乏标准化的、规范的操作。”

理性研判，

提前规避市场风险

在多位业内人士看来，CCER 是全国碳市场中必不可少的一环，理应重启。可再生能源项目在积极筹备申请 CCER 的同时，也要保持“冷思考”。

“现阶段，CCER 交易还只面向存量项目，新的项目如何申请参与尚不清晰。”中国新能源电力投

融资联盟秘书长彭澎判断，未来究竟参与 CCER 还是绿电交易，企业很有可能面临“二选一”的状况。“一个电站既卖 CCER 又卖绿电，目测可能性很小。如果选择参与 CCER，项目需要额外投入成本，加上当前政策不明，还有可能面临价格不及预期甚至卖不出去等问题。短期内，建议项目先以出售绿电为主。”

长远来看，从碳市场中分一杯羹也非易事。“表面上看，只要经过审定备案、核证减排量等手续的项目就能参与 CCER 交易，但实际操作起来还有很多前置条件。在各个试点碳市场，地方对具体的项目类型、行业、时限等条件均有详细规定。CCER 在全国碳市场的交易规则虽未出台，但可以肯定，项目要想参与并获益，必将面临一定门槛。因此，相关企业尤其是新的开发企业需要进行理性研判。”庞军说。

黄锦鹏表示，一个可交易的 CCER 项目，从最初设计到进入市场有着严格程序，签发审批的时间较长、流程复杂。“短则 1 年左右，长要接近 2 年，一个项目才能真正实现获益。也就是说，今年申请的项目最快要赶到下一年才能参与碳市场履约，期间充满变数。比如碳市场抵销细则一旦发生变化，签发出来的减排量有可能卖不了，或者只能出售一部分，进而给企业造成损失。一方面，政策体系要更规范、申请流程要更优化；另一方面，参与企业也要多方规避风险，如果对这项工作不熟悉，可以请有经验的第三方机构进行开发。总之，企业一定要谨慎，综合考虑多方面因素，切忌轻举妄动。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-11-08

炼化行业拉开降碳大幕

国家发改委、生态环境部等 5 部门近日联合发文指出，为贯彻落实党中央、国务院碳达峰碳中和相关工作部署，坚决遏制“两高”项目盲目发展，推动炼油、乙烯等重点行业绿色低碳转型，确保如期实现碳达峰目标，特制定《石化化工重点行业严格能效约束推动节能降碳行动方案（2021-2025 年）》（下称《行动方案》）。

《行动方案》提出，到 2025 年，通过实施节能降碳行动，炼油、乙烯等行业达到标杆水平的产能比例超过 30%，行业整体能效水平明显提升，碳排放强度明显下降，绿色低碳发展能力显著增强，并具体制定了十大重点任务。在业内人士看来，作为国家首个面向炼化行业的、较为具体的碳排放行动指南，《行动方案》的发布正式拉开了炼化行业降碳大幕。

严禁新建 1000 万吨/年以下炼油项目

《行动方案》强调，要引导低效产能有序退出。严格执行《产业结构调整指导目录》等规定，推动 200 万吨/年及以下炼油装置、天然气常压间歇转化工艺制合成氨、30 万吨/年及以下乙烯装置淘汰退出，加大闲置产能、僵尸产能处置力度。

除了要求加快低效产能退出外，在产能方面，《行动方案》还指出，严禁新建 1000 万吨/年以下常减压、150 万吨/年以下催化裂化、100 万吨/年以下连续重整（含芳烃抽提）、150 万吨/年以下加氢裂化、80 万吨/年以下石脑油裂解制乙烯装置，新建炼油项目实施产能减量置换。

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，《行动方案》对于炼化产能的明确规定，非常重要且有力度。“我国炼油能力过剩的状况已经延续好多年了，目前已过剩 1 亿多吨。炼厂平均开工率基本在 70%左右，与国际 80%—85%的开工率相差较大，说明好多炼油能力并没有充分发挥出来。从这个角度看，淘汰落后炼油产能、严禁新建 1000 万吨/年以下炼油产能的政策是非常有价值的。这样可以进一步优化炼能结构，推动供给侧结构性改革，使得炼化产业真正走向‘减油增化’的大炼化一体化发展道路，对石油化工领域是一个很重要的产业导向，意义很大。”

中国石油大学（北京）经济管理学院教授孙仁金指出：“《行动方案》对于新上炼油、乙烯等项目都规定了较高的规模下限，这样可以限制一些中、小项目的上马。因为行业目前的产能本身就过剩，如果规模达不到，不光效益不行，而且单位排放、能耗相对来说也都会更大。大型化、一体化、

园区化才是行业未来的发展方向。”

发力节能低碳技术升级改造

对新上产能做出严格规定的同时,《行动方案》重点提及,要引导企业做好节能低碳技术改造,建立企业装置能效清单,并明确指出,到2025年,行业达到标杆水平的产能比例应超过30%。

“目前来看,一些千万吨级的大型炼化一体化企业的能效水平已经比较高,单位能耗达到标杆水平,但稍小一些企业的能耗可能比大炼化高20%—40%不等。如果‘十四五’期间能把小炼油的发展势头抑制住,同时对现有企业实施节能技术升级改造,能效水平的目标还是可以达到的。”郭焦锋说。

郭焦锋表示:“一方面,可以通过技术手段实现节能减排。炼化行业的很多环节都可以做节能改造,比如能量的循环利用、梯级利用,充分利用余烟、余热和废气,以及不同装置的按需用电、按需用电。此外,目前一些炼化企业正在由煤电改为燃气发电或新能源发电,也是很好的尝试。另一方面,可以通过市场手段,把碳配额市场化,让企业意识到节能减排对节约综合成本的重要性,有利于推动炼化企业用能结构的调整。”

“还可以尝试能源合同管理,从管理的角度进行流程优化。不改变生产工艺,只通过对生产流程的改良,改变装置的位置或流程,让装置之间的热量、能量交换更充分,这样也能实现节能。另外,炼化行业的智能化转型也是节能降碳的重要手段。”孙仁金说。

碳排放监测与评价体系亟待建立

炼化行业节能降碳行动正式开启,配套监督管理也必不可少。《行动方案》指出,要加大配套监督管理力度,加强源头把控,建立炼油、乙烯等行业企业能耗和碳排放监测与评价体系,稳步推进企业能耗和碳排放核算、报告、核查和评价工作。强化日常监管,建立健全通报批评、用能预警、约谈问责等工作机制,完善重点行业节能降碳监管体系。

多位受访者指出,碳排放核算体系、标准的建立和统一,是行业实现降碳目标的前提条件。目前来看,炼化行业的碳排放核算仍有许多工作要做。

“从十多年前开始,重点炼化企业都是国家重点的节能减排考核对象,有一整套污染物监测的相关措施。但目前对碳排放的监测措施是没有的,具体到炼化企业的碳排放核算标准也还没有。”郭焦锋表示,“现在污染物的监测应该实现在线实时监测,借此形成一个行业通用的数据,进行碳排放的方法学研究,形成不同类型炼化企业、不同装置碳排放的核算标准,在这个基础上用计算的方式来解决碳排放的监测问题。另外,也要加强队伍建设,提高监管能力和水平。”

孙仁金也表示:“具体到炼化行业全产业链,碳排放核算方法和标准还有待统一。炼化产业链比较长,装置比较复杂,按照一个生命周期来看,如果一些标准不统一,将来进行碳排放核算,甚至后面纳入全国碳市场交易,难度就很大。这是一个很重要的问题。”

本报记者 李玲 中国能源报 2021-11-08

辽宁谋划建设超大容量储能系统等重点实验室

本报讯 近日,国家发改委发布《辽宁沿海经济带高质量发展规划》。文件提出积极创建重大科技创新平台,谋划布局重点实验室、大科学工程等重点项目,支持优势科研力量参与相关国家实验室建设,谋划建设超大容量(吉瓦)储能系统、分离测量化学、高端精密制造、无人船舶系统及设备关键技术等重点实验室。

同时,文件提出推动核电、风电、太阳能、氢能等新能源产业和配套装备制造业实现跨越式发展。科学合理开发海上风能资源和沿海光伏资源,加快5兆瓦及以上风机整机设计研发,建设风电装备核心零部件研发基地。开工建设庄河、兴城抽水蓄能电站,提升清洁能源消纳能力。积极发展氢能产业,加快制氢装备、储运装备技术研发应用,加强氢燃料电池关键零部件技术攻关。

中国能源报 2021-11-08

配电网运控面临新挑战

刚刚发布的《2030年碳排放达峰行动方案》明确了风电、光伏、新型储能、氢能等行业发展目标，这意味着未来将有大量分布式电源接入配网。随着大量分布式电源采用逆变器等与配电网相连，在提高配电网灵活性的同时也加大了其运行控制难度。

在业内人士看来，新参与者的出现，使得电力调度需从传统的“源随荷动”转变为“源荷互动”，而协调控制这些众多的分布式电源，需要通过技术不断升级改造配电网，以确保源网荷储多要素协调互动。

分布式电源支持力度加大

今年是我国支持分布式电源发展最有力的一年，一系列支持分布式发展的政策紧锣密鼓地出台。4月发布的《2021年能源工作指导意见》中提出，推动分布式能源、微电网、多能互补等智慧能源与智慧城市、园区协同发展；6月《能源领域5G应用实施方案》明确重点开展分布式能源管理、虚拟电厂等典型业务场景5G深度应用；7月下发的《“十四五”循环经济发展规划》中重点工程之一是园区循环化发展工程，积极利用余热余压资源，推行热电联产、分布式能源及光伏储能一体化系统应用；尤其是今年6月发布的《关于报送整县(市、区)屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，更是直接引爆分布式光伏的发展。

除了政策频出外，今年与分布式电源有关的项目也密集涌现。例如，山东启动整县分布式光伏规模化开发、江苏59个县(市、区)入选全国屋顶分布式光伏开发试点、北京国电电力秦皇岛海港区域整区屋顶分布式光伏项目入选国家试点、国家能源集团浙江舟山电厂两处分布式光伏项目开工建设、国能津能热电公司31.7兆瓦屋顶分布式光伏发电项目取得行政审批局备案证明等。

受访的业内人士认为，政策频出和项目层出不穷均表明，在实现碳达峰碳中和目标的大背景下，分布式电源正成为我国电力系统的一块重要“拼图”，将在电力结构中发挥至关重要的作用。

分布式交互设备大量接入配网

随着风电“下乡”、光伏整县推进，“十四五”分布式电源占比将大幅增加。最具代表的是分布式光伏，今年1-9月我国分布式新增光伏并网容量超过集中式。以山东为例，近年来分布式光伏发电接入数量呈“井喷式”增长。截至目前，山东全省分布式光伏总数量60.49万户，较2020年底增长了23%，总容量18051兆瓦，较2020年底增长了20.5%。“随着整县分布式光伏工作的启动，未来一段时间，将有更大规模的分布式光伏接入配电网，传统的无源配电网成为有源配电网。”国网设备管理部配电处主管刘日亮表示。

在中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿看来，通过发展建筑光储直柔，可助力零碳电力系统建设。以建筑光伏为例，我国城镇屋顶光伏预测总装机容量为8.3亿千瓦，预测发电量为1.23万亿千瓦时，是未来建筑运行和私家车用电量的1/3。“我国农村屋顶光伏预测装机总量为19.7亿千瓦，预测发电量为2.95万亿千瓦时，可满足生活、生产、交通用能，且余1万亿千瓦时。农村光伏+直流微网可实现85%农村的电气化，替代燃煤、燃油、燃气和秸秆，每年剩余的1万亿千瓦时可根据电力系统供需平衡状况，作为调峰电力送入电网。”

分布式电源爆发式增长面临一个不容忽视的问题，即大量光伏逆变器、储能变流器、柔性开关、固态变压器、能源路由器等电力电子装备并网，容易引起电网电压暂降、波动与闪变、电压越限等电能质量问题，而配电网的实际情况又是覆盖面广、专业多、基础差异大，如何构建一个适应分布式交互式设备大量接入的配电网，是电网企业亟需探索的领域。

构建适应大量分布式电源的配网

国网经济技术研究院有限公司总工程师李敬如认为，分布式电源大规模接入给配电系统带来更多不确定性、随机性，系统运行方式更复杂，传统确定性规划难以适应新型电力系统构建，配电网规划需要向多场景概率性规划转变。“分布式电源单体规模较小、数量多、建设周期短，这就要求配电网提前开展升级改造和技术升级，紧密跟踪分布式光伏发展形势，优化并网服务、交易结算、运

维调控等方面的管理模式。”

“以云边协同核心理念为基础，构建支撑分布式电源接入中低压一体化是未来分布式电源接入的解决方案。”珠海许继电气有限公司副总经理张维认为，与此同时，需同步考虑分布式电源接入配电网的影响，利用 5G 网络开展微网的自主运行，实现“计划性孤岛”。此外，配电系统还要具备区分电网侧故障以及分布式电源侧故障的能力，实现毫秒级故障快速处理，全面支撑分布式电源消纳及管理。

业内人士认为，应对大量分布式电源并网，区域多层次微电网群可提升供电可靠性、灵活性与经济性。未来，微电网将从单一微电网向多微电网集群形态转变，形成群观群控，从交流为主微电网向直流、交流混合微电网的形态转变。构建适应大量分布式电源的配网，目前亟需建立分布式电源规划、接入、运维管理标准及测控管理手段。

本报记者 苏南 中国能源报 2021-11-08

全球淘汰煤电现实吗？

在英国举行的《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方大会（COP26）期间，40 多个国家签署声明，承诺将停止对国内和海外新煤电项目的所有投资。

签署声明的主要经济体承诺在 2030 年代逐步淘汰煤电，其余经济体则将在 2040 年代逐步淘汰煤电。在各国中，有 18 个国家首次做出淘汰煤电的承诺，包括制造业大国越南。

煤电再次成为关注焦点。

国际能源署（IEA）数据显示，到 2019 年，全球电力有 36.7%来自煤炭，煤炭依然是最重要的供电来源。除了提供电力，煤炭也是钢铁和水泥行业的关键燃料来源。

IEA 同时指出，煤电厂是与能源相关二氧化碳排放的最大单一来源。要想在 2050 年实现净零排放，发达经济体需要在 2030 年逐步淘汰所有无排放控制的燃煤发电，全球则需在 2040 年逐步淘汰。

对于英国、德国等发达国家而言，淘汰煤电的工作已经完成了大半。英国计划于 2024 年 10 月前停止燃煤发电；煤炭生产大国德国将在 2038 年停用煤电，正在进行组阁谈判的新执政联盟还计划提前到 2030 年。

但对于处于全球制造业中心的亚洲发展中国家而言，煤炭目前依然是大规模生产最稳定的电力来源。印度有 33 吉瓦的煤电项目正在建设中，该国还有约 2%人口没有通电，30 万人在国有煤矿公司工作。

中国能源网首席信息官韩晓平接受界面新闻采访时指出，欧美国家和大部分亚洲国家处于不同经济发展阶段，欧美是将制造业的“烟囱”搬到了亚洲。因此在新能源技术问题尚未解决之前，比如太阳能储存，不应在淘汰煤电上过于激进。

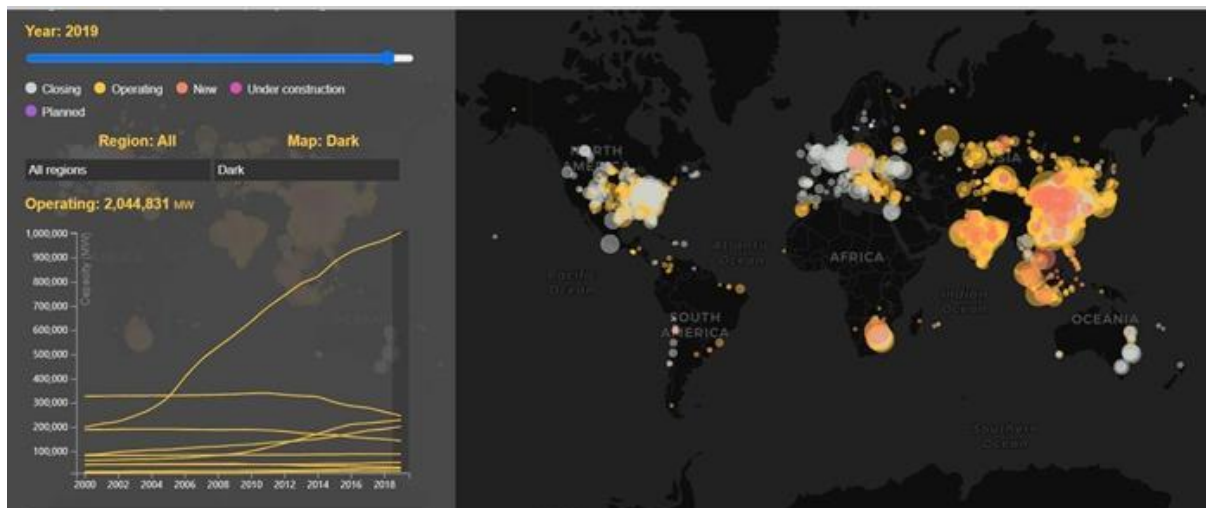
煤电依赖

英国能源研究机构 Carbon Brief 对全球煤电厂的追踪显示，截至新冠疫情前的 2019 年，全球的煤电装机容量达到 2045 吉瓦，为 2000 年的两倍。

2000 年，全球有 66 个国家使用煤电；到 2019 年涨至 80 个，还有 13 个国家计划启用煤电。世界银行数据显示，在此期间，全球 GDP 总量从 2000 年的 33.7 万亿美元上涨到 2019 年的 87.4 万亿美元。

钢铁是建筑、汽车、基础设施、通讯、化工、武器等各领域的重要原材料。2019 年，全球有 70% 的粗钢在亚洲生产。只有亚洲和中东地区的粗钢生产同比增长，欧盟和北美的粗钢生产均在下降。

与之相对应的，全球煤电厂追踪显示，到 2019 年，处于运行中、新建以及在建的煤电厂集中在亚洲；淘汰的煤电厂主要在北美和欧洲。



全球煤电厂。图片来源：Carbon Brief

韩晓平解释，出现这种情况一方面是因为地区的经济发展阶段不同，欧洲北美发达国家的天然气发电、核电和其他新能源发电发展了很长时间。欧洲还占据地理优势，北海的风电资源非常丰富。

IEA 还指出，美国和欧盟的煤电厂修建时间早，美国煤电厂的平均使用年限在 42 年，部分已经超过服役年限。而亚洲国家的煤电厂“年轻”，平均年限为 12 年，意味着之后还有几十年的服役时间。

韩晓平认为，第二个原因则是在全球承担的责任不同。中国是全球最大制造业国，大量商品在中国制造，“而商品本身就要载能。”韩晓平表示，相比在其他国家生产，中国的系统化更高，虽然使用煤电，但总体排放上更有竞争力。

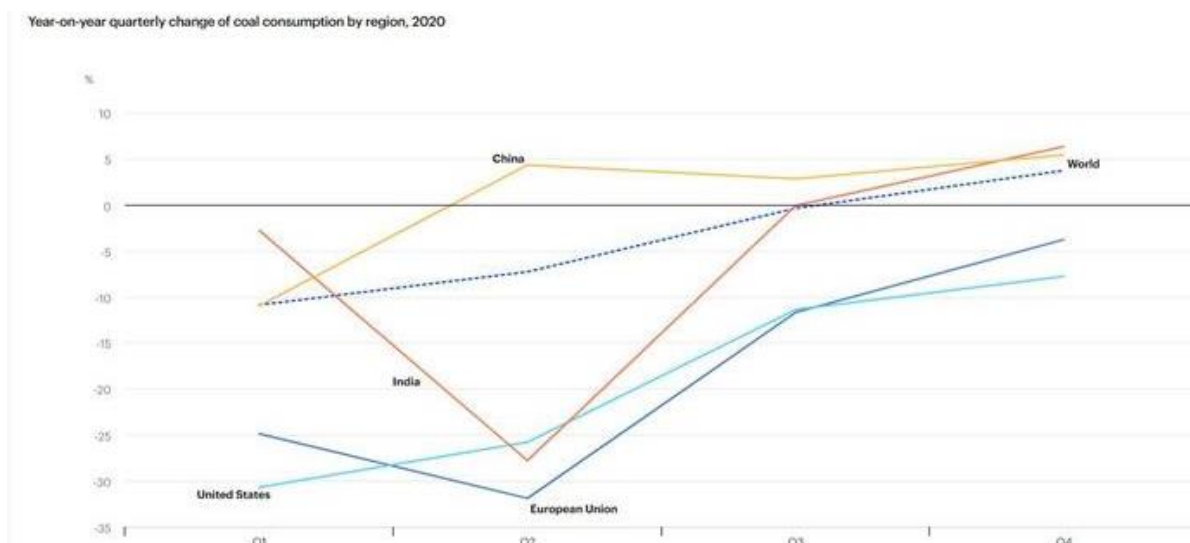
10 月 27 日发布的《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书显示，2020 年中国碳排放强度比 2015 年下降 18.8%，比 2005 年下降 48.4%，超额完成了中国向国际社会承诺的到 2020 年下降 40%-45% 的目标，累计少排放二氧化碳约 58 亿吨，基本扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。

与此同时，中国的煤炭消费占比持续明显下降。2020 年中国能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内，煤炭占能源消费总量比重由 2005 年的 72.4% 下降至 2020 年的 56.8%。

在亚洲的制造业大国之中，除了日本和韩国外，印度也与中国一样同属发展中国家。虽然近几年推广水力发电、太阳能等新能源发电，但目前印度依然有 70% 电力来自煤炭。

席卷全球的新冠疫情再一次凸显了全球生产需求与煤电的紧密联系。

根据 IEA 报告，受防疫封锁措施影响，2020 年全球煤炭消费下跌 4%，是二战后的最大跌幅。但下跌只出现在 2020 年前两个季度。



煤炭消费。图片来源：IEA

随着经济复苏、天然气价格上涨，到今年第三季度，全球的煤炭消费几乎回升到 2019 年水平；到第四季度，随着多地遭遇寒冬，全球煤炭消费已经比 2019 年同期高出 3.5%。而煤炭消费的三分之二都用于发电。

IEA 报告指出，对煤炭需求的回升，再次证明了煤炭在电力领域的重要性以及其重要性给能源转型带来的巨大挑战。

德国和印度

德国是全球最大的褐煤生产国。褐煤是污染最严重的煤炭，褐煤产生的碳排放量占到德国碳排放量的 20%。

但德国政府已经宣布将在 2038 年淘汰煤电。正在进行组阁谈判的社民党、绿党和自民党还提出要淘汰煤电提前到 2030 年。到 2022 年，德国将关闭国内所有核电站。

煤炭和核能都曾是德国的主要电力来源，但 2020 年，该国有 44.9% 电力来自风能、太阳能等可再生能源。褐煤仅提供 16.2% 电力，天然气 16.1%，核能 11.3%。

Energy sources	2018		2019		2020 ²	
	Billion kWh	%	Billion kWh	%	Billion kWh	%
Gross electricity production, total	637.3	100	603.8	100	567.4	100
Lignite	145.6	22.8	114.0	18.9	91.7	16.2
Nuclear energy	76.0	11.9	75.1	12.4	64.3	11.3
Hard coal	82.6	13.0	57.5	9.5	42.5	7.5
Natural gas	82.5	12.9	90.5	15.0	91.6	16.1
Mineral oil products	5.2	0.8	4.9	0.8	4.2	0.7
Renewable energy sources	224.8	35.3	242.4	40.1	254.7	44.9
Wind power	110.0	17.3	125.9	20.9	134.5	23.7
Water power ³	18.0	2.8	19.7	3.3	18.7	3.3
Biomass energy	44.7	7.0	44.4	7.4	44.4	7.8
Photovoltaic energy	45.8	7.2	46.4	7.7	51.0	9.0
Household waste ⁴	6.2	1.0	5.8	1.0	5.9	1.0
Geothermal	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
Other energy sources	20.6	3.2	19.5	3.2	18.4	3.2

德国电力生产。图片来源：德国联邦统计局

当可再生能源没有成为全球关注热点时，德国已经在 2000 年颁布了《可再生能源法案》，从投融资、技术等各方面推动可再生能源电力发展。

法案推出后，运营商被要求必须以固定上网价购买一定比例的可再生能源电能，这也产生了可再生能源附加费，导致德国电价上涨。

受可再生能源附加费影响，德国的电价为全欧洲最高。去年，德国普通家庭的平均电价为 34.3 欧分/千瓦时（约合人民币 2.5 元一度电），欧盟的平均电价为 21.26 欧分/千瓦时。部分行业享受可再生能源附加费豁免。

除了高电价，为在 2038 年淘汰煤电，德国去年宣布将投入 400 亿欧元巨资，以补偿将下岗的煤矿工人、关门的煤矿公司和煤电厂，协助四个产煤大州发展经济，同时创造新工作岗位。德国的《矿区结构调整法案》草案还提出，政府需要向年龄在 58 岁以上的下岗煤矿和煤电厂雇员提供最高总额为 50 亿欧元的生活补助，直到雇员领到退休金。

为淘汰煤电，德国在政策和资金上做出了长期规划和巨额投入。但相比煤炭，风力和太阳能发

电存在不稳定性，受气候和环境因素制约。今年欧洲经历的风速下降就影响了英国等国的风能发电。韩晓平指出，对于德国而言，弥补再生能源发电不稳定的办法之一是进口。

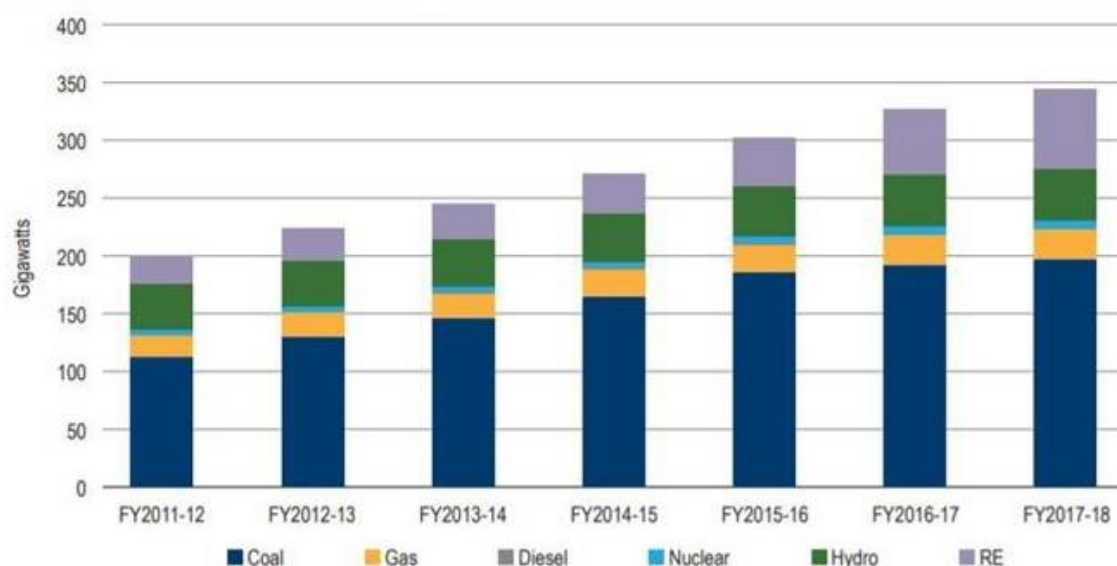
一方面，德国正在准备加大从俄罗斯进口天然气，“北溪 2 号”管道已经建设完成，正等待德国审批。韩晓平指出，“北溪 2 号”管道每年能输送 500 亿立方米的天然气，相当于 5000 万吨燃油、1 亿吨煤炭，“量非常大”。

另一方面，韩晓平表示，关掉国内核电厂后，德国还可以继续从法国进口核电。法国有 70% 电力来自核电。2019 年，德国从法国进口了 11.9 亿千瓦时电量，当年德国电力总进口量为 24.2 亿千瓦时。

去年，德国电力出口量为 52.5 亿千瓦时，比上一年下降 11.6%；进口升至 33.6 亿千瓦时，上涨了 38.8%。

与高度发达的德国不同，在预计贫困人口超过 1.3 亿的印度，煤电是经济发展的关键。2019 年，印度煤炭储量达到 1060 亿吨，排名全球第五。

Figure 2: India's gross electricity capacity by type



India does not classify large hydroelectric power (hydro) as RE. RE includes wind, solar, biomass, and mini-hydro.
Source: Central Electricity Authority (CEA) March Monthly Reports Executive Summaries, 2012-18.

图片来源：布鲁金斯学会

印度的煤电装机容量在 20 年内翻了两番，达到目前的 295 吉瓦。现在还有 33 吉瓦在建设中，另有 29 吉瓦在前期准备中。但世界银行 2019 年的数据显示，印度还有 2.2% 人口，约 2700 万人无电可用。

印度已经对煤炭造成的空气污染有切身体会。2020 年，IQAir 将印度评为全球空气污染第三严重国家。近年来，印度减少新建煤电厂，从 2016 年的新建 18965 兆瓦项目，下降至 2019 年的新建 8635 兆瓦。

为减少对煤炭的依赖，印度计划到 2030 年，实现可再生能源发电能力达到 450 吉瓦，让可再生能源成为主要电力来源。目前，印度的可再生能源装机容量已经突破 100 吉瓦。

但要想实现 2030 年目标，新能源技术，特别是太阳能存储技术是印度面临的重大难题之一。

印度能源暨资源研究所负责人马思尔（Ajay Mathur）去年接受当地媒体采访时指出，太阳能电力是印度目前最便宜的电，但“只是在有太阳的时候”，“晚上，煤电是最便宜的电”。

马思尔表示，只有当印度有了足够便宜的电池来存储太阳能、生产和存储太阳能的成本低于煤电，投资者才会停止投资煤电厂。塔塔电力公司的 10 兆瓦电池储能系统是印度目前唯一投入使用的

电网规格电池系统。

除技术问题外，煤炭开采事关成千上万人的饭碗，印度有近 400 万人的生计直接或者间接依靠煤炭。国有煤矿公司印度煤炭公司是全球最大的煤炭商，为印度提供了 82% 的煤炭。该公司有超过 33 万雇员，是印度的第五大雇主。

韩晓平指出，印度目前遭遇的太阳能存储问题也是美国等国前期遇到的难题。新能源技术目前依然处于发展阶段，很多问题有待解决。

他认为，部分人带有“理想主义”，比如想提前淘汰煤电的德国绿党；但有些问题很现实，“没有电能不能生活？能不能接受只用太阳能电池板，有太阳的时候就用电，没有太阳就不用电。”

韩晓平表示相比淘汰煤电，碳中和的重点是减排。在解决二氧化碳排放上，如果印度、越南等国能扩大植被，也能增加对二氧化碳的吸收。

而在全球范围内，如果新能源技术发展成熟，新技术能够取代煤炭以合适的成本为大规模生产提供稳定的电力，则完全淘汰煤电将成为可能。“但目前我们还看不到这些技术。”韩晓平说。

安晶 界面新闻 2021-11-08

热电协同的区域能源何以“畅行”丹麦？

区域能源技术的广泛使用，是丹麦在过去几十年里提高能源效率减少碳排放的主要原因之一，也是被誉为“丹麦能源童话”的重要基石。

国际能源署（IEA）报告显示，线上区域能源中能效提高对于能源相关的减排贡献度达 40% 以上。

自 1980 年初遭受全球能源危机的重创之后，丹麦根据自身资源特点，大力发展以风能和生物质为主的绿色能源，逐渐形成一个联合可再生能源、各种废热余热、能源综合利用和优化的区域能源体系。

丹麦纬度与我国北方传统供热地区相当，丹麦全年供热，没有采暖季，供热是全民刚需。虽然大部分丹麦居民散居在大大小小的北欧乡镇，但截至目前 63% 的丹麦居民的供暖和生活热水来自于区域供热，主要以区域能源和热电联产为主要热源。

区域能源系统成为丹麦从依赖化石能源进口向相对独立的能源体系转型的重要措施之一。

从丹麦实践看，更低的供热温度不仅可节约能源、减少对化石燃料的依赖，增加能源的来源和途径，也可大大提高区域供热的品质和水准。例如，成立于 1964 年的丹麦区域供热公司 Albertslund，采用区域能源技术后，所运行的区域供热管网供应温度由 110℃ 已经降低约 90℃ 左右，新建的低温区域供热系统更将供热温度进一步降低至 55℃。较低的供热温度意味着管网中较少的热损失与热电联产的高效运行，也便于整合各种余热、废热，以及可再生能源制取的热能，全面优化热量传递和转换过程，逐步摆脱化石燃料热源的依赖。

储热装置是实现供热系统优化运行的重要技术之一。丹麦的热电厂既是电力公司又是供热公司，其通过利用大型储热罐等进行智能调控实现电热协同供应，依据北欧电力市场波动的情况设定调控策略，在电价低时减少发电，进行储热；在电价高时多发电，减少储热，通过储热罐的方式实现供热的稳定和优化运行。

分析近年来丹麦区域能源技术创新的典型案例可知，通过耦合不同的传统能耗部门、充分利用本地余热废热资源是丹麦区域高效供热的一大特点，如将超市余热与城市污水处理过程等产生的余热引入能源利用系统，大大减少用能单位的能耗和运营成本，实现“产、供、消”一体化，变“消费者”为“产消者”。

供热技术的数字化和智能化进一步提升了区域能源系统的整体效率。比如建筑供热系统通过安装在室内的物联网传感器感知建筑内环境参数，借助大数据、人工智能实时获取并分析预测能源需求，将其反馈到生产端，结合储热等装置，在多热源情况下，根据电价、余热资源的实际情况，实现

对电和热的灵活调节与供需精准匹配，从而实现系统的高效运行与低成本经济供热。

而基于智慧热表和热计量的按计量收费体系，也成为了鼓励培养用户和消费者行为节能的基础，进而从源头上确保了区域能源系统的高效节能。

在可再生能源占比中不断提升的背景下，丹麦区域能源的发展演进过程，对于优化中国区域能源系统、实现“碳达峰碳中和”和能源“双控”目标，有着积极的借鉴意义。丹麦区域供热技术和理念，有利于以需求为导向综合利用余热、废热、可再生能源制热等热源，助推中国提高能源利用效率、降低能源成本、减少二氧化碳排放。

为此，笔者提出以下几点建议：

一是结合区域供热技术进行综合、合理和整体的能源规划，充分利用本地绿色能源，因地制宜，优化能源结构。通过创新改造，耦合传统用能部门，实现城市余热废热资源的变废为宝；

二是在供热系统精细化发展背景下，以建筑供暖和生活用水需求为导向，大力谋划低温供热。越来越低的供暖温度将更有利提升能源综合利用效率，降低碳排放；

三是尽可能实现可再生能源热源的接入，并优先使用可再生能源，将有利于节能减排；

四是结合互联网、人工智能、数字化等技术，通过精细化的智慧供热控制技术，发展以用户需求为导向的区域供热系统，从传统依赖供应侧的“推动模式”向注重需求侧的“拉动模式”转变，探索更高效、节能和优化的供热系统整体解决方案。（作者系丹佛斯中国副总裁）

车巍 中国能源报 2021-11-08

有必要尽快启动热电协同试点示范

大气污染防治与碳达峰碳中和发展要求下，我国实施严控新增煤电的发展战略。在此背景下，一方面，火电厂正逐渐转型为调峰电站，为可再生能源发电让路或提供必要保障，也使得供热电气化成为未来发展大势；另一方面，近年来各地纷纷加大了火电纯凝机组和热电联产机组技术改造力度，将纯凝火电改造为热电联产并回收余热热量成为未来热电联产的主要发展模式。

但在热电联产机组“以热定电”的运行模式下，尤其是在冬季用电高峰时期，电、热矛盾愈发凸显。热电机组若发挥最大供热能力，发电出力不可调节；若为了满足电力调峰需求而降低发电出力，供热能力则随之下降。

有没有既满足电力调峰需求，又能有效保障热网供暖的方法？谈及这一话题，近日，清华大学建筑节能研究中心付林教授在接受本报记者专访时“开”出了发展热电协同集中供热新模式的“药方”。“热电厂必须改变现有运行模式，走热电协同之路，如此既可以按照改造前纯凝电厂的方式承担原有的发电调峰职责，又不降低电厂的供热能力，可谓一举两得。”

电厂既供热又调峰难兼顾现行改造手段高能低用弊端明显

火力发电目前仍是我国发电的主体，且短期内地位难以改变。我国火力发电厂约一半以上集中在北方地区，其中 80%以上的火力发电厂属于热电联产厂，发电的同时兼具保障供热功能，热电厂其实是火力发电厂灵活性调节的主力。

“火电未来的定位是同时满足北方地区供热和为可再生能源调峰，然而热电联产‘以热定电’运行模式，热电输出相互耦合、相互制约。因此需要找到一种解耦热电联产的热电输出，使得热电机组在满足供热负荷时，发电还能在大范围内进行调节的方式。”付林指出。

目前，不少热电联产厂正在研究、实施灵活性改造，通过“热电解耦”给电网调峰。但在付林看来，现行主要热电联产调峰手段在实际操作中存在诸多制约，或影响总供热能力，或存在不可逆损失，在提高电厂灵活性的同时会降低能源利用效率。

如通过电热锅炉解耦，需要在热源侧设置电热锅炉，电负荷低谷期时消耗过剩电力供热。此方法对原系统改造小，热电解耦能力强，甚至可以实现机组零上网或负上网，但高能低用、系统低效的缺点也十分明显。

而在汽轮机旁通主蒸汽对外供热解耦这一方式虽然改造简单，热电解耦能力强，不降低电厂供热出力，但与电锅炉类似，都是将低谷期的电直接转化为热，系统能效低下。

“以电热锅炉为例，虽然1度电可转变成1份热，但1份热只能转换为0.4度电，能量转化效率非常低。”付林对记者直言，用电热锅炉为热电解耦，整个过程相当于先将之前的1份热转变为0.4度电，之后又将这0.4度电转化为0.4份热，换言之最终是将1份热降低为了0.4份热，无疑是一种能源资源的极大浪费。

热电协同为北方地区提供大型“储能宝” 每年可释放2亿千瓦调峰能力

“热电厂必须改变现行‘以热定电’的运行方式。为解决这一问题，我们提出了热电协同的集中供热系统新模式，基于电厂余热回收集中供热，可兼顾提高热电联产的能源利用效率与灵活性。”付林强调，通过热电协同，热电厂仍可按照改造前纯凝电厂的方式承担原有发电调峰职责，且不降低电厂的供热能力。

付林介绍，在热电协同模式下，电负荷高峰期时，热电厂需要发更多电量，此时可在系统设置一个低温蓄热罐，用系统无法回收的余热加热蓄热罐里的低温水，将热储存起来，并将高温蓄热罐已储存好的热水置换出来，以维持系统供热能力；而电力负荷低谷期，则少发电多供热，或者用热泵制备热水，并储存在高温储罐里用于电力高峰期供热。

这样一来，在电力负荷高峰期，热电厂也能多发电，热网供热能力却不会降低，从而突破了电厂余热回收系统的发电功率调节范围限制，实现了热电协同，大大提高了系统能效。

“与热电联产电厂相比，该模式相当于是一个储电厂、抽水蓄能电站，或者说是超大号的储电池，而且效率高、成本低。”付林说，若该系统作为调峰使用，并在全国推广，估计每年可为北方地区释放约2亿千瓦的调峰能力，这相当于2亿千瓦的电力储能。

经济技术可行 建议政府主导启动试点示范

在付林看来，未来北方地区冬季清洁取暖“煤改电”规模持续扩大，以及热力行业整体电气化逐步推进，冬季电力负荷无疑将逐年增长，这意味着冬季热、电需求将同步迎来高峰。

以北京为例，随着农村地区大范围推进煤改电，导致当地电力负荷冬夏基本一致。不仅如此，未来，随着可再生能源发电高比例增长，系统不稳定性增加，也会让原本缺电的冬季“雪上加霜”。

“如果采用固有方式，则需要多建火力发电厂，但这一模式虽然可以满足冬季需求，在夏季却造成浪费，从而推高成本。”付林坦言，对热电联产厂进行热电协同改造是能解决燃眉之急的方法。

以北方地区某热电厂2×300MW湿冷机组组成的供热系统为例，对电厂进行热电协同改造，实现供暖期发电负荷调节范围14%—91%，所需核心设备为400MW热泵和10万立方米蓄热罐，共约需投资4亿元。

“电厂采用热电协同系统后，可增加供暖季低谷期机组供热量和高峰期机组发电量，每个采暖季可获得收益约0.5亿元，热电协同系统投资回收期约为8年。”付林指出。

“热电协同系统推广应用已经具备技术可行性，从长远看社会、经济、环境效益兼具。但因其毕竟属于新兴事物，初期所需投资相对较高，目前遗憾还没有找到落地场景。”付林坦言，因为现行上网电价机制，并不鼓励高峰期多发电，反而鼓励了不少地方更多采用低效消耗低谷电的方式，从而导致了能源浪费，也不能解决高峰期电力短缺的问题。

“但如果可以享受与抽水蓄能电站相同的电价，热电协同系统比抽水蓄能电站的投资更小、成本更低。在保持总发电量不减小的情况下，如果将低谷期上网电价降低50%，而高峰上网电价提高50%，上述热电协同系统的增量回收期降可低至4.9年，经济性进一步大幅提升，如此电热协同才有望真正实现。”付林进一步建议，政府有关部门积极牵头开展试点示范，取得一定经验成效后再适时鼓励推广应用。

本报记者 仝晓波 吴起龙 中国能源报 2021-11-08

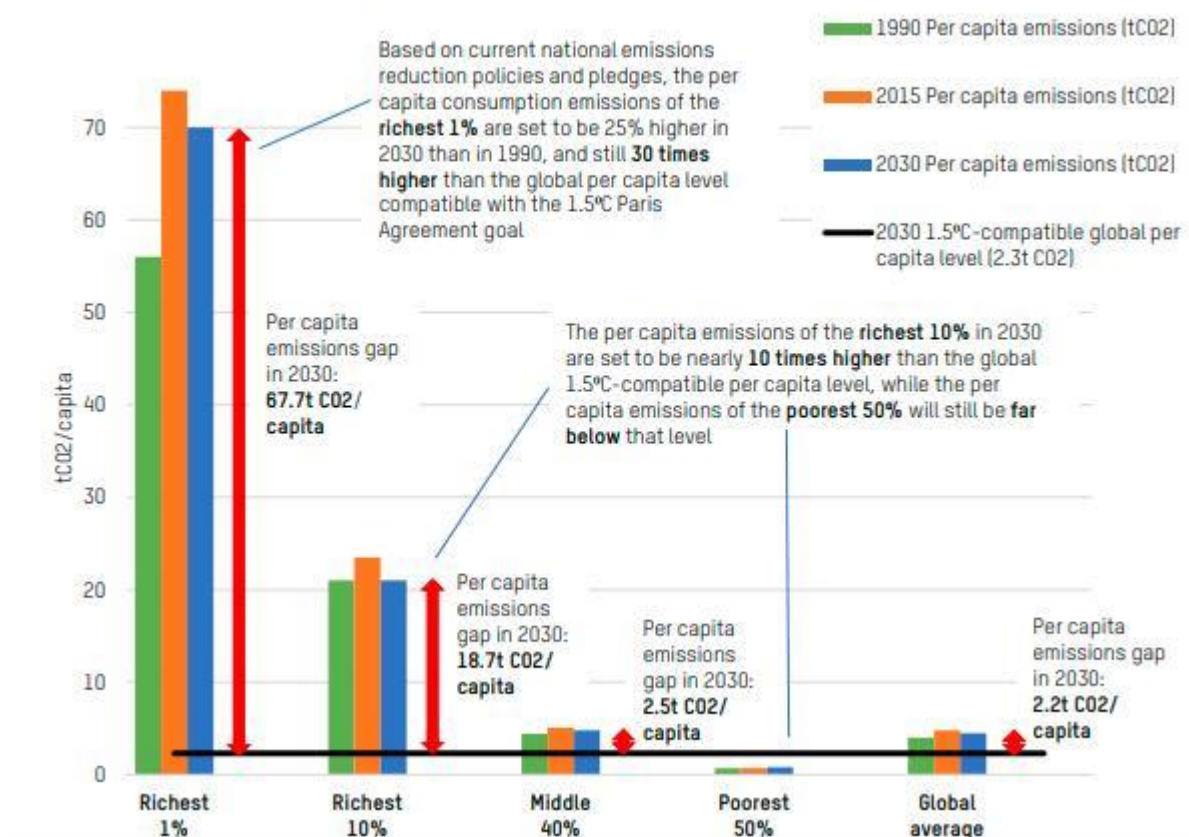
碳中和下的不平等：到 2030 年 前 1%富豪人均碳排放量将是气候目标的 30 倍

正如同近年来越拉越大的全球贫富差距一样，在眼下全世界试图共同作出减排努力的气候领域，类似的不平等现象也正逐渐引发人们的重视。

地球上最富有的人群只占总人口的一小部分，但他们排放二氧化碳的速度，却正在危及将全球升温保持在 1.5°C 以下的努力，这促使人们再次呼吁各国政府采取行动，控制“奢侈”污染，并应对这场财富不平等和气候变化相互交织的危机。

由欧洲环境政策研究所(IEEP)和斯德哥尔摩环境研究所(SEI)进行的一项研究显示，到 2030 年，要想实现《巴黎协定》的目标——让地球升温幅度控制在 1.5 摄氏度以内，全球人均的年碳排放量需要低于 2.3 吨。

Figure 1: Per capita consumption emissions of global income groups 1990–2030 and the 2030 1.5°C-compatible global per capita goal



然而，如果按照当前的趋势，届时最富有 1% 人群的人均年碳排放量将达到 70 吨，几乎是上述目标水平的 30 倍。同时，这一人群到 2030 年将占全球碳排放总量的 16%。

Global income groups	Estimated consumption emissions per person in 2030 (tons CO2 per year)
Richest 1%	70
Richest 10%	21
Middle 40%	5
Poorest 50%	1

与此同时，全球最贫穷的一半人口的人均年碳排放量则将远远低于上述 2.3 吨的红线水平。

发布此份研究报告的非营利组织乐施会气候政策负责人 Nafkote Dabi 表示，“亿万富翁一次太空飞行排放的温室气体，就将超过地球上最贫穷的 10 亿人一生的碳排放量。一小部分精英阶层似乎拥有污染排放的‘自由通行证’。他们过度的碳排放加剧了世界各地的极端天气，也正危及限制全球变暖的国际目标。”

Dabi 还补充称，“仅最富有的 10% 人群的碳排放量，就可能使我们在未来 9 年内超过目前商定的排放限额。而这将给地球上一些最脆弱的人群带来灾难性的后果，他们已经面临致命的风暴、饥饿和贫困。”

由 IEEP 低碳和循环经济项目负责人 Tim Gore 撰写的这项研究论文还指出，“虽然碳不平等通常在全球层面最为严重，但各国内部的不平等形势同样也严峻。全球碳排放不平等程度的日益加深，可能对各国减排努力的政治和社会可接受性产生更大的影响。”

该如何做？

为了削减全球富豪那些超常规的温室气体排放，该研究呼吁政策制定者对巨型游艇、私人飞机和娱乐性太空旅行进行限制。

在上个月发表的一篇文章中，法国经济学家 Lucas Chancel 曾估算称，“如果将间接排放计算在内，一次 11 分钟的(太空)旅行每位乘客的碳排放量不会少于 75 吨(更有可能是 250-1000 吨)。”

而在另一边，Chancel 观察到，“大约有 10 亿人每人每年的碳排放量不会超到一吨。这 10 亿人中的许多人，终其一生碳排放量可能都不会超过 75 吨。换言之，在太空旅行短短几分钟所排放的碳，甚至相当于底层这十亿个体一生的碳排放量。”

除了限制上述“奢侈碳消费”的源头，IEEP 和 SEI 的研究还建议限制“气候密集型投资”，如持有那些化石燃料行业的股票。

Gore 在一份声明中指出，“巴黎协定 1.5°C 气候变化目标与目前全球碳排放实际进展间的差距，并不是世界上大多数人消耗造成的，而是反映了地球上最富有的人群的过度排放。政府有必要针对最富有、排放量最高的人群采取措施——气候危机和不平等危机应该一起解决。”

SEI 科学家 Emily Ghosh 同意这一观点，她认为“消除碳不平等必须迫切地摆在政府减排努力的中心位置。”

Ghosh 指出，“我们的研究强调了确保更公平地分配剩余的和迅速减少的全球碳预算的挑战。如果我们继续延续今天的轨迹，全球人口在收入和排放方面的明显不平等将继续存在，并挑战《巴黎协定》核心的公平原则。”

财联社 2021-11-08

园区节能降碳应以电热协同为主抓手

园区作为我国经济发展的增长极，既是“能耗大户”，也是“碳排大户”，仅工业园区碳排放就已达到全国排放总量的 31%。

园区大多具有用能密度高、网络强度高、智慧化水平高和用能形态场景多的特点，是适合能源互联网创新应用的试验田、示范地和样板间。

依托电热协同技术建设园区级能源互联网，可有助于整合园区分散式能源电力资源和社会闲置资源，支撑新型电力系统消纳新能源，保障新型电力系统建设的低碳性、安全性和经济性，推动园区绿色转型。

电热协同是

园区能源互联网建设主抓手

园区能源互联网以电网为枢纽，集成三联产机组、热泵、储能、可再生能源发电/供热等物理技术，综合利用物联网、大数据、云计算、5G 技术等信息技术，推动园区综合供能、电能替代、需求

响应、市场交易等综合能源服务发展，实现园区电、热/冷、燃气、氢气等多能源协调发展，从而支撑园区能源供应清洁化、能源消费电气化、能源配置智慧化、能源利用高效化、能源服务多元化、能源产业集聚化发展。

多能协同利用是园区能源互联网建设的核心，也是园区能源互联网综合利用物理技术、信息技术和创新服务模式的重要方向。电热协同、电气协同、电氢协同是多能协同利用的主要模式。

其中，电热协同是现阶段支撑园区能源互联网建设的关键：

一方面，园区终端能源消费以电热为主，电热协同对园区能效提升影响大；另一方面，电热协同贯穿园区能源互联网能源供应、传输配送和消费优化各个环节，电热协同应用场景多；此外，电热协同能够综合利用太阳能、余热废热等可再生能源，实现各类清洁能源梯次综合利用，推动园区用能成本下降、碳排放量减少、电气化水平提升，实现节约型、低碳型和智慧型园区建设。

要坚持规划先行、系统谋划

园区电热协同建设涉及技术数量多，包括太阳能发电供热技术、各种热泵利用技术、储能技术等；系统运行复杂，需要优化各种耦合设备的运行出力，满足用户高质量的用能需求；参与主体类型丰富，有设备供应商、系统运营商、用户业主、电网企业、供热企业、政府等。

因此，园区电热协同应坚持规划先行，做好顶层设计，明确各种技术的应用场景和运行方式，厘清参与主体的利益诉求和合作模式。园区电热规划应统筹园区定位、空间规划、产业规划、资源禀赋、技术应用等因素，优化园区发展的综合目标体系与发展战略，给出整体性、系统性、基础性、长远性的实施方案。

园区电热协同应做好系统综合化、智慧化和多元化。综合化是指综合利用各种电热技术和储能技术，搭建协同耦合的综合能源系统；智慧化是指综合利用各种信息化技术，实现电热系统设备感知、数据采集、优化分析和应用等功能，搭建设备检测、智能运维、智慧运营、风险评估的智慧能源管理平台；多元化是指综合利用市场化手段，发挥资源优化配置能力，推动需求响应、削峰填谷、可再生能源消纳等能源服务发展，实现电热系统能源要素的最大化利用。

仍待政策、市场、技术协同发力

目前园区电热协同工程仍处于示范应用阶段，距离大规模推广应用还有很长的路要走。

新兴技术的健康有序发展离不开政府监管、行业自律、企业治理和用户参与。园区电热协同落地实施也需要多方主体共同努力。

一方面，需要有效市场和有为政府相结合，建立互动融合的多层次治理体系，纵向建立国家-省-市-区县-园区政策传导、实施和反馈机制；横向建立好园区政府、能源供应商、企业用户等不同行为主体间的沟通机制，打造园区电热协同建设的互动、共享、共赢的生态圈，保障园区电热规划成果的快速有效落地。

另一方面，需要政策、市场、技术协同发力。其中政策方面，要加强各能源主管部门的沟通协调，建立联合工作小组机制，推动电热协同工作有序安全开展；完善政策和标准建设，鼓励园区开展电热协同等多能互补系统建设，健全电热协同建设标准，推动园区能源清洁、安全、高效、创新发展；

市场方面，完善峰谷电价机制，推动园区电热协同削峰填谷业务发展，增强园区电热协同盈利能力；健全园区参与 CCER 的碳交易机制，提高园区节能减排的积极性，拓展园区电气热协同盈利渠道；

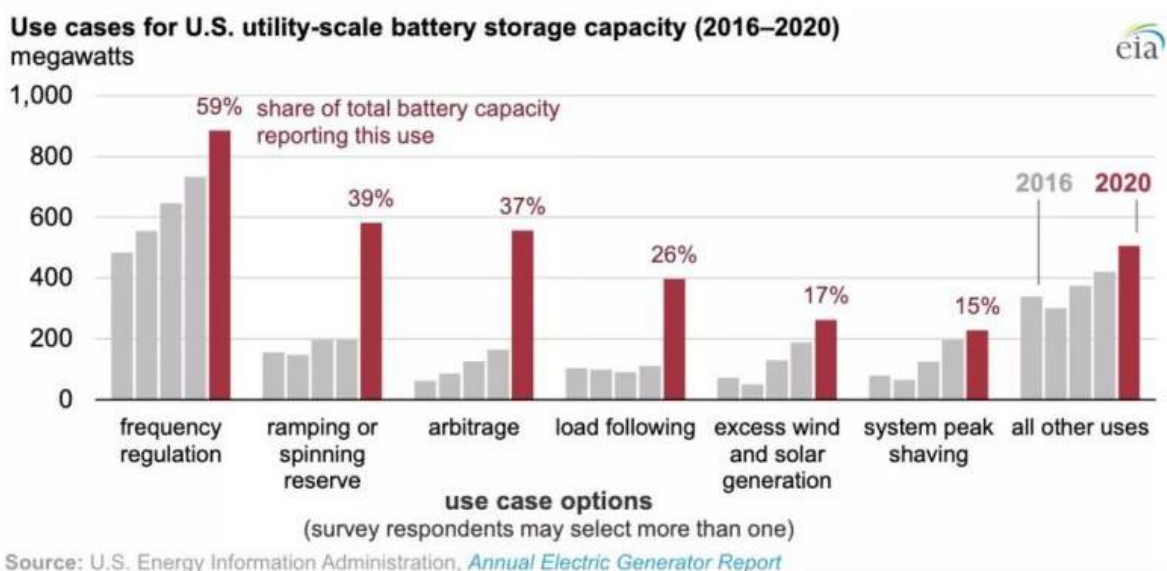
技术方面，加强园区电热协同中数字化技术、需求侧管理技术、分布式技术、解耦协同技术和脱碳技术等低碳技术的研究；统筹研究园区电热协同规划、建设、运行中的关键问题，创新研究工具。（作者系国网(苏州)城市能源研究院规划中心研究员）

陈杰军 中国能源报 2021-11-08

美国电网侧电池储能都有哪些应用？

据美国能源信息署报道，美国大多数公用事业规模（容量大于 1 兆瓦）电池存储应用中，频率调节是最常见的用途，但其他用途，如爬坡、套利和负载跟踪也变得越来越普遍。

Battery storage applications have shifted as more batteries are added to the U.S. grid



最常见的电池应用是频率响应。频率响应是一种将电网频率尽可能合理地保持在接近 60 赫兹 (Hz) 的服务。低于 60 Hz 的偏差会导致保护性发电机跳闸，电池特别适合频率调节，因为它们的输出不需要任何启动时间，可以快速吸收浪涌。到 2020 年底，美国已经有 885 兆瓦的电池存储容量（占公用事业规模电池总容量的 59%）用于频率响应。

爬坡或备转容量的辅助服务，可以快速响应系统中断，例如突然断电或需求的快速变化。风能和太阳能等能源发电比例相对较高的地区，其输出会随着风速或云层的变化而波动，往往需要能够快速响应的资源。到 2020 年底，美国电网已经有 583 兆瓦的电池存储容量（占总数的 39%）用于爬坡或备转容量。

套利是一种在低价期间购买电力并在高价期间出售的策略。电池存储通过在电价低时充电并在电价高时放电来支持这一策略。从 2019 年到 2020 年，美国电网这一用途增加了 390 兆瓦，增长幅度最大。到 2020 年底，586 兆瓦的电池存储容量（占总数的 37%）用于套利。

负载跟踪是一种运行策略，其中发电机改变其输出以匹配电力需求或负载的变化。电池用于负载跟踪，因为它们的输出可以进行数字控制，因此可以以比机械系统更小的应力响应负载变化。2020 年美国电网将有近 400 兆瓦的电池存储容量用于负载跟踪。

国际能源小数据 2021-11-09

山东新型储能示范项目建设进入快速推进阶段

近日，华能济南黄台发电有限公司 100 兆瓦/200 兆瓦时储能电站项目施工现场，一台台工程车不停穿梭，一个个储能基础模板排布整齐，一簇簇钢筋基础稳扎稳打……这是继今年海阳、庆云、滕州储能项目之后，山东开工建设的第 4 个调峰类储能示范项目。以此为标志，山东新型储能示范项目建设进入快速推进阶段。

近年来，山东锚定“3060”双碳目标，坚持把“发展绿色能源，助力动能转换”作为核心任务，大力实施“四增两减一提升”工程，能源结构绿色转型成效显著。截至今年9月底，全省新能源和可再生能源总装机容量达到5466.6万千瓦，同比增长33.1%，占总装机比重达到32.9%；1至9月份，全省新能源和可再生能源发电量829.1亿千瓦时，同比增长35.8%，占全社会用电量15.1%；累计接纳省外来电920.6亿千瓦时，同比增长6.2%，占全社会用电量16.7%。

“加快储能技术研发应用，可为电网调峰填谷、调频调相、事故备用、黑启动、需求响应等提供多种保障，更能有效提升风、光、氢、核等新能源消纳的灵活性、经济性和安全性，是能源结构绿色转型的重要支撑。”省能源局能源节约和科技装备处负责人介绍，截至目前，山东已建成投运总装机规模145兆瓦/289兆瓦时电化学储能项目19个，总装机规模10兆瓦压缩空气储能项目1个，在建海阳、庆云、滕州、黄台总装机规模402兆瓦/804兆瓦时电化学储能项目。

据悉，华能济南黄台储能电站项目，总投资约4.23亿元，占地面积1.4万余平方米，采用世界领先的磷酸铁锂储能技术，建成容量100兆瓦/200兆瓦时电化学储能系统，包括储能电池集装箱、PCS集装箱、干式变压器集装箱、高压开关柜集装箱及110千伏升压站1座，设计年限25年，计划今年年底投运。目前，项目已顺利完成新线路隔离开关、断路器和电流互感器等220千伏设备安装调试，3个地块储能电池区基础施工接近尾声。

该示范项目坚持“以试点促推广应用、以示范促深化发展”，全力打造储能示范新样板。在技术应用上，采用国际领先的电池储能系统分散控制技术，通过模块化PCS对单个电池簇进行精细化管理，实现电池簇间虚拟并联和簇间解耦，有效解决电池簇之间的并联失配、并联环流等问题，大幅提高系统可用度。在安全保障上，创新应用全氟己酮灭火方案，设置可燃气体探测器、火灾探测器、可燃气体排放装置等设施，实现电站与消防水泵、轴流风机、电池仓内气体灭火系统智能联动，全面保障电站安全运行。

下一步，山东将坚持以市场化为导向，科学合理选择经济技术可行的路线，优先发展大容量、高效率、长时间储能设施。鼓励新建集中式风电、光伏项目按照一定比例配建或租赁储能设施。支持建设运营共享储能设施，建立健全储能配套政策，完善储能市场化交易机制，加强储能关键技术、单元模块和控制系统研发、成果转化及产业化步伐。力争2025年，建设450万千瓦左右的储能设施。

张文婷 大众日报 2021-11-09

央行重磅“上新” 创设推出碳减排支持工具

注重稳步有序精准直达，支持清洁能源、节能环保、碳减排技术等重点领域发展

千呼万唤始出来。11月8日，人民银行公告称，已创设推出碳减排支持工具这一结构性货币政策工具，以稳步有序、精准直达方式，支持清洁能源、节能环保、碳减排技术等重点领域的发展，并撬动更多社会资金促进碳减排。

随着这一工具落地生效，符合条件的金融机构将获得低成本资金，向具有显著碳减排效应的重点领域释放优惠利率融资，撬动更多社会资金参与碳减排市场。

碳减排支持工具“揭开面纱”

碳减排支持工具如何运作？

人民银行表示，将通过碳减排支持工具向金融机构提供低成本资金，引导金融机构在自主决策、自担风险的前提下，向碳减排重点领域的各类企业一视同仁提供碳减排贷款，贷款利率应与同期限档次贷款市场报价利率（LPR）大致持平。碳减排支持工具发放对象暂定为全国性金融机构，人民银行通过“先贷后借”的直达机制，对金融机构向碳减排重点领域内相关企业发放的符合条件的碳减排贷款，按贷款本金的60%提供资金支持，利率为1.75%。

“此前市场普遍预期央行或推出绿色再贷款工具，而本次推出的是单独的碳减排支持工具，更凸显其重要性和长期性。”中国民生银行首席研究员温彬表示，该工具没有作为再贷款项下支持绿色发

展的专项工具出现，而是作为一个结构性货币政策工具提出，体现其重要性。同时，由于双碳目标是一个长期目标，工具的推出也着眼于长期发展。

温彬说，此前的支农支小再贷款都是在一定阶段设定额度，而碳减排支持工具没有明确的上限要求。这反映出碳减排是未来发展的一个大方向。同时，利率为 1.75% 有助于使银行保持一定合理的利差水平，加大对碳减排领域的支持力度，有助于碳减排领域企业的融资成本保持在一个较低的、适宜的水平。

光大证券首席固收分析师张旭认为，碳减排支持工具具备中长期以及调结构的基本属性，不宜简单地将其理解为短期促进信贷总量增长的逆周期调节手段。

重点投向三大领域

碳减排支持工具是“做加法”

碳减排支持工具重点将投向哪些领域？

人民银行有关负责人表示，重点支持清洁能源、节能环保和碳减排技术三个碳减排领域。初期的碳减排重点领域范围突出“小而精”，重点支持正处于发展起步阶段，但促进碳减排的空间较大，给予一定的金融支持可以带来显著碳减排效应的行业。

具体而言，清洁能源领域主要包括风力发电、太阳能利用、生物质能源利用、抽水蓄能、氢能利用等；节能环保领域主要包括工业领域能效提升、新型电力系统改造等；碳减排技术领域主要包括碳捕集、封存与利用等。

“符合低碳领域、清洁能源领域的大型企业，也在本次碳减排支持工具的面向范围之内。”江苏银行绿色金融与 PPP 事业部总经理董善宁表示，与此前的再贷款工具有所不同，本次推出的碳减排支持工具拓宽了支持对象，是一大突破。

央行有关负责人说，碳减排支持工具是“做加法”，用增量资金支持清洁能源等重点领域的投资和建设，从而增加能源总体供给能力，金融机构应按市场化、法治化原则提供融资支持，助力国家能源安全保供和绿色低碳转型。

温彬认为，强调增量资金意味着，一方面，银行依然要向传统能源领域提供必要的金融支持，确保能源安全；另一方面，用碳减排支持工具这一创新的、结构性货币政策工具，来鼓励引导金融机构加大对碳减排领域的支持力度，更好地发挥结构性货币政策工具的引领作用。

确保资金精准支持碳减排

央行 8 月份在二季度货币政策执行报告中就透露，正有序推动碳减排支持工具落地生效，并梳理了工具设计思路，明确了精准性和直达性，以及“可操作、可计算、可验证”的特征。

如何实现碳减排支持工具的减排效果？如何确保这一工具“可操作、可计算、可验证”？

人民银行有关负责人表示，金融机构向人民银行申请碳减排支持工具时，需提供碳减排项目相关贷款的碳减排数据，并承诺对公众披露相关信息。

“金融机构参考碳减排项目可行性研究报告、环评报告或市场认可的专业机构出具的评估报告，以及贷款占项目总投资的比例，计算贷款的年度碳减排量。”上述负责人称。

该负责人强调，金融机构获得碳减排支持工具支持后，需按季度向社会披露碳减排支持工具支持的碳减排领域、项目数量、贷款金额和加权平均利率以及碳减排数据等信息，接受社会公众监督。人民银行将会同相关部门，通过委托第三方专业机构核查等多种方式，核实验证金融机构信息披露的真实性。

业内人士普遍认为，该工具在实际落地过程中，还需要关注碳减排信息披露、碳减排效益追踪等方面的问题。

董善宁认为，“可计算性”是该工具在落地执行过程中最关键的一环——要准确评估并核算碳减排效果。“需要建立起一套明确的、量化的核算过程，对支持企业和项目的碳减排效果评估。”董善宁说。

“相关项目的碳减排效益必须是可核查、可认定、可量化，要确保以二氧化碳减排量为代表的环

境效益是可以展现并经得起考验的。”安永大中华区金融服务气候变化与可持续发展合伙人李菁表示，金融机构采用支持碳减排货币政策工具后，应该在授信前对授信项目进行评估；在贷后管理中，不仅要看项目是否正常运行，还要关注项目是否符合相关减排要求，项目业主的碳排放履约能力是否在合理范围内，以及项目的碳减排表现能力、相关环境社会风险管理能力是否可控等方面问题。

人民银行有关负责人表示，通过明确碳减排重点领域、强化金融机构对碳减排的信息披露等制度安排，碳减排支持工具将发挥政策示范效应，引导金融机构和企业更充分地认识绿色转型的重要意义，鼓励社会资金更多投向绿色低碳领域，向企业和公众倡导绿色生产生活方式、循环经济等理念，助力实现碳达峰、碳中和目标。

范子萌 张琼斯 上海证券报 2021-11-09

全国首座“零碳”供暖城市出炉

国家电投9日宣布，2021年—2022年供暖季即将到来之际，其“暖核一号”——国家能源核能供热商用示范工程二期450万平方米项目在山东海阳提前6天投运，供暖面积覆盖海阳全城，惠及20万居民。此举使海阳成为全国首个“零碳”供暖城市；同时，海阳居民住宅取暖费每建筑平方米较往年下调一元钱。

国家电投表示，该项目投运后，海阳核电1号机组成为世界最大热电联产机组，替代了当地12台燃煤锅炉，每个供暖季预计节约原煤10万吨，减排二氧化碳18万吨、烟尘691吨、氮氧化物1123吨、二氧化硫1188吨，相当于种植阔叶林1000公顷，同时减少向环境排放热量130万吉焦，有效改善区域供暖季大气环境和海洋生态环境。

国家电投山东核电介绍，其早在2018年海阳核电1号机组商运当年，就提出了核能供热的构想，在国内率先开展大型压水堆热电联产研究与实践。2019年，70万平方米供热项目作为我国首个核能供热商用工程投运，被国家能源局命名为“国家能源核能供热商用示范工程”，独立第三方评价“清洁、安全、稳定、高效，具有大规模推广应用价值”。目前，单台核电机组供热3000万平方米的科研工程正在推进，供热范围可覆盖方圆130公里区域。

据悉，核电厂热电联产主要是从核电机组抽取高压缸排汽作为热源，通过换热站进行多级换热，最后经市政供热管网，将热量传递至用户。在此过程中，只有热量的传递，没有水的交换，确保核能供热安全可靠。

海阳核能供热还有效提高了能源利用效率和资源利用率：70万平方米供热项目实施后，全厂热效率由36.69%提升为37.17%；此次450万平方米供热项目投运后，热效率更提高至39.94%；而3000万平方米供热项目可将热效率提升到55.9%，是原来的1.5倍。若海阳核电两台机组同时开展3000万平方米供热，能源贡献力相当于再造一个百万千瓦级核电机组。

科技日报 2021-11-10

大数据分析表明昆虫多样性与碳排放密切相关

目前人为的全球变暖与毁林事件导致森林昆虫多样性不断下降，历史上有没有发生过类似的事情呢？中国科学院南京地质古生物研究所科学家通过建立全球甲虫化石形态数据库，深入研究了二叠纪末大灭绝前后森林变化与甲虫演化的关系，为我们提供了新的见解。研究成果发表于最新一期英国综合性学术期刊eLife上。

昆虫作为现今地球上多样性最高的生物，自石炭纪开始繁盛，在二叠纪已成为陆地生态系统中的重要角色。二叠纪末发生了地质历史上规模最大的生物灭绝事件，导致了陆地生态系统的崩溃。迄今学界对此时期昆虫的演化过程争议颇大，进而导致我们对于昆虫对大灭绝的响应机制知之甚少。

科学家在中科院南京地质古生物所大数据中心建立了全球甲虫（昆虫纲：鞘翅目）化石形态数

数据库，在此基础上，利用多种数学模型对早二叠世至中三叠世甲虫的分类多样性、形态歧异度、系统发育和生态习性进行了综合分析，重建了甲虫的早期演化历史。研究发现，大灭绝事件（特别是去森林化）明显影响了甲虫的早期演化历程。

研究表明，随着早、中二叠世甲虫干群的辐射，其多样性与形态歧异度同步增加。在二叠纪末大灭绝事件后，早三叠世的甲虫蛀食性干群近乎完全灭绝，多样性、形态歧异度皆明显降低。早三叠世蛀食性甲虫化石记录的空白与森林生态系统的崩溃时间（即无煤期）大致吻合，表明蛀食性甲虫的灭绝可能源于去森林化作用所造成的栖息环境的消失。中三叠世甲虫类群明显恢复，新的蛀食性甲虫类群再次广泛出现，这也与森林生态系统的恢复时间相一致。

现代自然界中，昆虫在陆地碳循环中扮演着重要的角色。森林是陆地生态系统中最大的碳储库，植食性昆虫通过分解木质组织，将光合作用固定的碳以二氧化碳形式返回于大气。现今昆虫对森林枯木分解贡献率平均为 29%。甚至在短时间内，植食性甲虫的爆发足以让森林从碳汇转变为碳源。

古生代陆生植物大辐射伴随着巨量碳储存和氧气释放，这被认为是同期大气氧含量上升的主导因素。在二叠纪，蛀食性甲虫成为重要的木材分解者。这些甲虫通过与微生物的相互作用显著提高了木材的降解速率。因此，二叠纪蛀食性甲虫的辐射可能是二叠纪大气氧含量下降的一个主要驱动力。

当今，人类造成的全球变暖与毁林事件导致森林昆虫多样性不断下降，与二叠纪末期灭绝事件十分相似。本研究或许有助于我们更好地了解未来昆虫将如何响应全球气候的变化。

张晔 科技日报 2021-11-11

世界最大新能源分布式调相机群“安家”青海

11月8日，在青海海南千万千瓦级新能源基地，随着首批11台新能源分布式调相机全部投入使用，世界最大规模的新能源分布式调相机群正式形成，可带动当地新能源消纳能力提升185万千瓦。

值得一提的是，这也是世界上首次探索在电源侧大规模安装分布式调相机。

新能源分布式调相机为何物？它的作用和意义是什么？在“能源保供”背景下，新能源分布式调相机群的落地，又将聚合哪些能量？对此，科技日报记者连线了相关专家。

目前，青海省正加快清洁能源示范省建设步伐。青海电网是全国新能源装机占比最高的省域电网，国网青海省电力公司相关负责人介绍，最新统计显示，截至10月底，青海电网全网总装机4061.5万千瓦，其中新能源装机2507.4万千瓦，占比达到61.7%。

资源禀赋优势显著，产业发展却面临技术难题。青海省海南藏族自治州地区新能源装机规模大、占比高，常规电源装机规模较小、电压支撑能力相对薄弱等问题，制约着新能源大规模开发利用。

在此背景下，为推动能源资源高效开发利用，2019年，国家电网有限公司组织专项攻关，国家电力调度控制中心会同规划设计部门、国网西北分部、国网青海电力、有关科研院所、新能源场站业主及厂家，经过反复开展技术研讨论证，提出了在青海海南地区昕阳、夏阳、旭明、珠玉4个新能源汇集站安装21台分布式调相机的解决方案，旨在确保在电网安全稳定运行的前提下，大幅提升新能源送出水平。

此外，国网青海省电力公司调度控制中心处长陈春萌向科技日报记者表示，青海至河南±800千伏直流工程于2020年投产后，由于配套水电、光热滞后，新能源装机占比较高，送端暂态过电压成为抑制青豫直流输电能力和新能源消纳的主要因素。

“此次安装的分布式调相机，是一种布置在新能源发电站内的高度集成化的小容量同步调相设备，用于加强送端近区系统的电压支撑，具备优异的暂态稳态特性和无功调节能力，对维持电力系统电压稳定起到重要作用，同时可提高系统短路容量和短路比，有力支撑新能源大规模外送，为大电网安全稳定运行保驾护航。”陈春萌说。

陈春萌还介绍，当前正值电力供应高峰期，分布式调相机投产后，可有力支撑青海至河南±800千伏直流午间运行功率提升，大幅提高青海新能源发电能力和直流利用小时数，缓解全网电力供给压力。

“这是世界上首次探索在电源侧大规模安装分布式调相机，对于推动新能源大规模开发利用、构建清洁低碳安全高效的能源体系具有重要的示范引领价值。”国家电力调度控制中心专责张怡介绍，相比传统无功补偿装置，分布式调相机具有故障瞬间电压支撑能力强、暂态响应速度快等优点，可作为电力系统电源侧的稳定器，未来将是高比例新能源电力系统的重要组成部分。

记者了解到，青海海南分布式调相机工程自2021年5月起正式启动设备安装，国网青海省电力公司积极协调各方，全方位推进分布式调相机涉网、调试、并网试验及运行管理等工作，保障首批11台分布式调相机群的顺利并网。前期试运行过程中，调相机机组各项技术指标均满足标准要求，对青豫电网电压支撑效果显著，为我国新能源占比较高区域的直流特高压安全运行提供了良好示范。

2021年底，21台分布式调相机计划全部投产，届时可将青海海南地区新能源送出能力提高350万千瓦，预计年均增发新能源电量70.2亿千瓦时，相当于减少燃煤318.9万吨，减排二氧化碳574.2万吨，节能减排效应显著。

张蕴 科技日报 2021-11-11

用植物根部储能？经特殊溶液浇灌“变身”超级电容还不影响生长

据报道，瑞典林雪平大学（Linköping University）近期开展了一个有趣的新研究项目，并得出“植物的根部竟可以被用作能量存储设备”的意外结论。

科学家们发现，通过给豆类植物浇灌一种特殊溶液（含有共轭低聚物），植物的根部可以具有导电性并储存能量。这是基于植物根部的超级电容的概念验证，也是将生物过程与电子功能相结合的生物混合系统的概念验证。

有机电子实验室电子植物组副教授兼首席研究员 Eleni Stavrinidou 博士在2015年时曾表明，可以在玫瑰的维管组织中制造电路。导电聚合物 PEDOT 被植物的血管系统吸收，形成可用于制造晶体管的电导体。在2017年后期的一项工作中，她证明了一种共轭低聚物 ETE-S 可以在植物中聚合并形成可用于储存能量的导体。

Stavrinidou 说，“我们以前研究过植物插枝，它们能够吸收并组织导电聚合物或低聚物。然而，插枝只能存活几天，植株就不再生长了。在这项新研究中，我们使用了完整的植物，一种由种子生长而成的普通豆科植物，我们证明，当用含有低聚物的溶液浇灌这些植物时，它们就会导电。”

研究小组实验中使用的豆科植物叫做菜豆，它能将水中含有的共轭低聚物 ETE-S 作为自然过程的一部分进行聚合。它会在植物根部形成一层聚合物导电膜，将整个根系变成了一个导体网络，并能保持四个多星期的电活性。

科学家们将其用作超级电容器，在充电和放电期间，根部充当系统的电极。他们发现，该系统可以存储100倍于之前只使用植物茎的系统的能量，而且这似乎对植物本身的健康没有什么影响，使这个系统可以长期使用。

Stavrinidou 说，“这种植物形成了更复杂的根系，但其他方面都没有受到影响：它可以继续生长并产出豆子。”在研究人员看来，这项工作提出了一个很有前景的途径，在不损害植物生物功能的情况下将能源系统整合到植物体内。

上述研究结果已于近期发表在科学期刊 *Materials Horizons* 上，不仅对于可持续能源存储的发展，而且对于功能材料和复合材料等新型生物混合系统的开发都具有重要意义。

黄君芝 财联社 2021-11-11

新能源项目建设进入新阶段 首批 1 亿千瓦项目密集开工

在前不久举行的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上，我国提出将大力发展可再生能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。一批大型新能源项目启动，不仅能进一步满足快速增长的清洁能源需求，助力碳达峰、碳中和，还能够促投资稳增长，带动西部地区产业发展，助力乡村振兴。

首批 1 亿千瓦项目密集开工

我国地域辽阔、风光资源富集，相较于“零敲碎打”的分布式新能源建设，基地化、规模化建设大型风电光伏基地项目更利于短期放量，将成为未来一段时期重要的新能源开发方式。

近期，第一批装机容量约 1 亿千瓦的大型风电光伏基地项目已有序开工。从已开工的大型风电光伏基地项目看，甘肃规模最大，青海次之。10 月 15 日，甘肃省举行新能源项目集中开工仪式，开工规模在国家确定的集中开工 855 万千瓦基础上，还将酒泉、金昌、张掖、武威、嘉峪关 5 市具备开工条件的新能源项目纳入集中开工范围，总规模达到 1285 万千瓦。

同日，国家大型风电光伏基地项目在青海省海南藏族自治州和海西蒙古族藏族自治州集中开工建设，总装机容量达 1090 万千瓦，包括 8 个就地消纳项目和 7 个青豫直流工程二期外送项目，总投资逾 650 亿元。

内蒙古大基地项目更注重生态效益。10 月 16 日，内蒙古蒙西基地库布其 200 万千瓦光伏治沙项目开工建设。该项目是我国单体规模最大的光伏治沙项目，标志着“光伏+治沙”生态综合治理进入新阶段。

宁夏大基地项目则更突出智能化。10 月 21 日，总投资超 100 亿元的国家能源集团宁夏电力公司 200 万千瓦光伏项目开工建设。与传统光伏电站不同的是，该光伏电站结合了矿区地质条件，采用“地上”“地下”和“设备”三个维度数字化设计，以无人机巡检系统、自动清洗系统、智能故障诊断系统等智能设备为支撑，实现无人值班、少人值守、智慧运维。

大基地项目逐步落地，有望为我国经济发展及“双碳”目标实现提供有力支撑。光照强、风力大，沙漠、戈壁、荒漠地区是我国风能、太阳能资源富集地区。以青海为例，该省可用于光伏发电和风电场建设的荒漠化土地达 10 万平方公里以上，光伏资源理论可开发量 35 亿千瓦，风能技术可开发量 7555 万千瓦。

缓解电力供应紧张局面

当前，能源已成为全球最短缺的大宗商品之一，能源革命呼吁更多清洁能源供给。国际能源署发布报告称，全球清洁能源转变进展“过慢”，无法按时完成气候变化相关承诺，其中也隐藏着更大的能源价格波动风险。因此，国际能源署呼吁各国加大对清洁能源转变的投资。

“继续推动各类电源项目建设和投产，推动具备条件的支撑性电源投产，以缓解电力供应紧张。”针对目前紧张的能源形势，国家能源局副局长余兵表示，结合“十四五”期间可再生能源发展规划，会同有关方面加快推进大型风电、光伏基地建设，推动具备条件的应急储备电源和热电尽快投产。前 9 个月，风电投产超过 1400 万千瓦，光伏投产超过 2200 万千瓦，能够适当缓解电力供应紧张的局面。

近期，我国大型风电光伏基地项目加快推进。据不完全统计，9 月份多个基地招标优选，共披露 2000 万千瓦招标规模。目前已招标的基地大多要求年内开工，2023 年年底并网，成为明后年新增装机主力。

国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军表示，综合来看，“十四五”期间可再生能源发展将进入一个新阶段，将通过加快构建以新能源为主体的新型电力系统提升新能源消纳和存储能力，既实现可再生能源大规模开发，也实现高水平消纳利用，更加有力地保障电力可靠稳定供应，实现高质量跃升发展。

“从新能源发展形势看，‘十四五’作为新能源发展新阶段和窗口期，国家的定位是大规模、高比

例、市场化、高质量。近期出台的能耗双控、电力市场化交易等宏观政策，都将对新能源发展带来积极促进作用，未来 10 年将迎来超 10 亿千瓦的风光新增装机。”国家发展和改革委员会能源研究所可再生能源研究中心研究员时璟丽说。

助力构筑生态安全屏障

值得注意的是，将风光大基地建设与沙漠、戈壁、荒漠地区结合起来，还有助于生态环境治理。以库布其沙漠为例，这是内蒙古乃至全国沙漠化和水土流失较为严重的地区之一，也是京津冀地区三大风沙源之一。此轮开建的库布其光伏治沙项目总占地面积 10 万亩，包括周边荒漠修复整治区 2.2 万亩和光伏发电核心区 7.8 万亩。项目建成后，该区域沙漠植被覆盖率有望由不足 3% 升至 60% 以上，将有效构筑北方生态安全屏障，保障黄河和京津冀生态安全，综合提升碳中和贡献水平。

在“库布其沙漠生态太阳能光伏光热治沙发电综合示范项目”上，亿利集团成功探索了“光伏+”立体化治理新模式。记者在当地看到，挑高近 3 米的光伏支架形成“棚”状，板下地面大多已被苜蓿、甘草等地被植物所覆盖，板间还不时跑动着鸡鸭等家禽。这种复合生态与循环经济的立体光伏发电模式，不但获取了清洁能源，而且还通过植物改良土壤、根据载畜量散养家禽的方式，形成生态系统良性循环，加速了治沙改土进程。

从企业角度看，最大限度使用戈壁、荒漠、荒草地等未利用土地建设光伏电站，合理控制成本，是当前应对土地成本高企的主要措施。亿利集团董事长王文彪接受记者采访时表示，沙漠发展光伏具有得天独厚的土地资源优势和光照时长优势，但前提是将沙漠治理好。“没有治理的沙漠无法发展光伏发电，光伏板一个晚上就被沙子盖上了。”

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心研究员李俊峰表示，采用“板上发电、板下种植、板间养殖、治沙改土、产业扶贫”五位一体循环产业发展模式，同时利用源网荷储和电解水制氢等增加就地消纳的创新技术方案，符合我国能源绿色转型发展战略，可以实现绿色能源、减排、治沙一举多得的效应。

王轶辰 经济日报 2021-11-11

海量分布式电源接入，配电网怎么办？

近日发布的《2030 年碳排放达峰行动方案》明确了风电、光伏、新型储能、氢能等行业发展目标，这意味着未来将有大量分布式电源接入配网。随着大量分布式电源采用逆变器或与配电网相连，在提高配电网灵活性的同时也加大了其运行控制难度。

在业内人士看来，新参与者的出现，使得电力调度需从传统的“源随荷动”转变为“源荷互动”，而协调控制这些众多的分布式电源，需要通过技术不断升级改造配电网，以确保源网荷储多要素协调互动。

01. 分布式电源支持力度加大

今年是我国支持分布式电源发展最有力的一年，一系列支持分布式发展的政策紧锣密鼓地出台。

4 月发布的《2021 年能源工作指导意见》中提出，推动分布式能源、微电网、多能互补等智慧能源与智慧城市、园区协同发展；6 月《能源领域 5G 应用实施方案》明确重点开展分布式能源管理、虚拟电厂等典型业务场景 5G 深度应用；7 月下发的《“十四五”循环经济发展规划》中重点工程之一是园区循环化发展工程，积极利用余热余压资源，推行热电联产、分布式能源及光伏储能一体化系统应用；尤其是今年 6 月发布的《关于报送整县(市、区)屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，更是直接引爆分布式光伏的发展。

除了政策频出外，今年与分布式电源有关的项目也密集涌现。例如，山东启动整县分布式光伏规模化开发、江苏 59 个县(市、区)入选全国屋顶分布式光伏开发试点、北京国电电力秦皇岛海港区域整区屋顶分布式光伏项目入选国家试点、国家能源集团浙江舟山电厂两处分布式光伏项目开工建设、国能津能热电公司 31.7 兆瓦屋顶分布式光伏发电项目取得行政审批局备案证明等。

受访的业内人士认为，政策频出和项目层出不穷均表明，在实现碳达峰碳中和目标的大背景下，分布式电源正成为我国电力系统的一块重要“拼图”，将在电力结构中发挥至关重要的作用。

02. 分布式交互设备大量接入配网

随着风电“下乡”、光伏整县推进，“十四五”分布式电源占比将大幅增加。最具代表的是分布式光伏，今年 1-9 月我国分布式新增光伏并网容量超过集中式。以山东为例，近年来分布式光伏发电接入数量呈“井喷式”增长。截至目前，山东全省分布式光伏总数量 60.49 万户，较 2020 年底增长了 23%，总容量 18051 兆瓦，较 2020 年底增长了 20.5%。“随着整县分布式光伏工作的启动，未来一段时间，将有更大规模的分布式光伏接入配电网，传统的无源配电网成为有源配电网。”国网设备管理部配电处主管刘日亮表示。

在中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿看来，通过发展建筑光储直柔，可助力零碳电力系统建设。以建筑光伏为例，我国城镇屋顶光伏预测总装机容量为 8.3 亿千瓦，预测发电量为 1.23 万亿千瓦时，是未来建筑运行和私家车用电量的 1/3。“我国农村屋顶光伏预测装机总量为 19.7 亿千瓦，预测发电量为 2.95 万亿千瓦时，可满足生活、生产、交通用能，且余 1 万亿千瓦时。农村光伏+直流微网可实现 85%农村的电气化，替代燃煤、燃油、燃气和秸秆，每年剩余的 1 万亿千瓦时可根据电力系统供需平衡状况，作为调峰电力送入电网。”

分布式电源爆发式增长面临一个不容忽视的问题，即大量光伏逆变器、储能变流器、柔性开关、固态变压器、能源路由器等电力电子装备并网，容易引起电网电压暂降、波动与闪变、电压越限等电能质量问题，而配电网的实际情况又是覆盖面广、专业多、基础差异大，如何构建一个适应分布式交互式设备大量接入的配电网，是电网企业亟需探索的领域。

03. 构建适应大量分布式电源的配网

国网经济技术研究院有限公司总工程师李敬如认为，分布式电源大规模接入给配电系统带来更多不确定性、随机性，系统运行方式更复杂，传统确定性规划难以适应新型电力系统构建，配电网规划需要向多场景概率性规划转变。“分布式电源单体规模较小、数量多、建设周期短，这就要求配电网提前开展升级改造和技术升级，紧密跟踪分布式光伏发展形势，优化并网服务、交易结算、运维调控等方面的管理模式。”

“以云边协同核心理念为基础，构建支撑分布式电源接入中低压一体化是未来分布式电源接入的解决方案。”珠海许继电气有限公司副总经理张维认为，与此同时，需同步考虑分布式电源接入配电网的影响，利用 5G 网络开展微网的自主运行，实现“计划性孤岛”。此外，配电系统还要具备区分电网侧故障以及分布式电源侧故障的能力，实现毫秒级故障快速处理，全面支撑分布式电源消纳及管理。

业内人士认为，应对大量分布式电源并网，区域多层次微电网群可提升供电可靠性、灵活性与经济性。未来，微电网将从单一微电网向多微电网集群形态转变，形成群观群控，从交流为主微电网向直流、交流混合微电网的形态转变。构建适应大量分布式电源的配网，目前亟需建立分布式电源规划、接入、运维管理标准及测控管理手段。

苏南 中国能源网 2021-11-12

全国碳排放权交易市场配额累计成交额突破 10 亿元

中国生态环境部 12 日消息，全国碳排放权交易市场(以下简称全国碳市场)自 2021 年 7 月 16 日启动上线交易以来，总体运行平稳有序。截至 2021 年 11 月 10 日，全国碳市场共运行 77 个交易日，配额累计成交量达到 2344.04 万吨，累计成交额突破 10 亿元(人民币，下同)。

2021 年 7 月 16 日，全国碳市场上线交易正式启动。纳入发电行业重点排放单位 2162 家，覆盖约 45 亿吨二氧化碳排放量，是全球规模最大的碳市场。

全国碳市场自启动上线交易以来，总体运行平稳有序。随着全国碳市场第一个履约周期截止日

期的临近，重点排放单位交易意愿上涨，交易活跃度逐步上升。截至 2021 年 11 月 10 日，全国碳市场共运行 77 个交易日，配额累计成交量达到 2344.04 万吨，累计成交额突破 10 亿元，达到 10.44 亿元。

全国碳排放权交易市场是利用市场机制控制和减少温室气体排放、推动绿色低碳发展的重大制度创新，也是落实中国二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景的重要政策工具。

生态环境部表示，下一步，还将推动《碳排放权交易管理暂行条例》出台，逐步扩大碳市场覆盖的行业范围，丰富交易品种和交易方式，充分发挥碳市场在应对气候变化，推动实现碳达峰、碳中和方面的重要作用。

阮煜琳 中新网 2021-11-12

“十四五”期间，南方五省区推动新能源配套储能 2000 万千瓦

据预测，“十四五”期间，南方五省区将新增风电、光伏规模 1.15 亿千瓦，抽水蓄能 600 万千瓦，推动新能源配套储能 2000 万千瓦，到 2025 年，南方五省区电源装机总规模达到 6.1 亿千瓦，非化石能源装机和发电量占比分别提升至 60%、57%。

日前，南方电网公司印发《南方电网“十四五”电网发展规划》(以下简称《规划》)提出，“十四五”期间，南方电网电网建设将规划投资约 6700 亿元，以加快数字电网建设和现代化电网进程，推动以新能源为主体的新型电力系统构建，支撑公司基本建成具有全球竞争力的世界一流企业，助力广东、广西、云南、贵州、海南等南方五省区和港澳地区碳达峰、碳中和，促进南方五省区和港澳地区经济社会高质量发展。

《规划》紧紧围绕以新能源为主体的新型电力系统展开，明确了南方电网“十四五”电网发展总体架构，围绕支撑绿色低碳的清洁发电、建设安全高效的智能输电、建设灵活可靠的智能配电、建设开放互动的智能用电、推动多能互补的智慧能源、全面提升电网数字水平、建设安全贯通的通信网络、建设统一协同的调控体系、创新技术保障和市场机制等 9 大领域提出了 38 项重点任务。

打造更坚强的配电网 服务国家新型城镇化战略和乡村振兴战略

据预测，到 2025 年，南方五省区全社会最大负荷将达到 29500 万千瓦，较 2020 年增加 7960 万千瓦。

根据“十四五”负荷增长情况，为满足经济社会发展的需要，《规划》提出，“十四五”及中长期网架规划为：着力深化西电东送、拓展北电南送、接续藏东南、融合粤港澳、联通东南亚，实现更大范围资源优化配置大平台。推动柔性互联主网架技术路线，新建直流受端以柔性直流为主，存量直流逐步实施柔性直流改造，逐步构建“合理分区、柔性互联、安全可控、开放互济”的主网架形态。

南方电网将配电网建设列入“十四五”工作重点，规划投资达到 3200 亿元，几乎占到了总投资的一半。

“配电网是能源生产、转换、消费的关键环节，更是可再生能源消纳的支撑平台、多元海量信息数据平台、多方市场主体的交易平台。在以‘碳达峰’‘碳中和’国家战略性减碳目标为牵引的能源革命大背景下，配电网正逐渐成为电力系统的核心。”南方电网公司规划部相关人员介绍。

在配电网建设方面，将持续加强城镇配电网建设，使高可靠性示范区和高品质供电引领区客户年平均停电时间都不超过 5 分钟，达到国际领先水平，配电自愈达到 100%，达到高电能质量保障、高品质客户服务体验双领先的国际顶尖水平。

同时，巩固提升农村电网，服务国家新型城镇化战略和乡村振兴战略。推进新型城镇化配电网示范区、现代化农村电网示范县等建设。加强配网智能化建设，以区县为单位开展规模化改造升级。

到 2025 年，全网客户年均停电时间降至 5 小时/户以内，其中中心城区降至 0.5 小时/户，城镇地区降至 2 小时/户，乡村地区降至 7.5 小时/户，保持国内领先水平。

以数字化促智慧化 全力提升用户获得感

“十四五”期间，南方电网公司将进一步加快电网数字化转型步伐，加强智能输电、配电、用电建设，推动建设多能互补的智慧能源建设，以电网的数字化、智能化建设，促服务智慧化，全力提升用户获得感。

在智能输电建设方面。在持续优化主网架的同时，推动与周边电网互联互通，深化保底电网(坚强局部电网)建设，持续提升电网防范安全风险能力。加快提升输电智能化水平，推进输电线路智能巡视和智能变电站建设。到 2025 年，35 千伏及以上线路实现无人机智能巡检全覆盖。

在智能配电建设方面。全面推进以故障自愈为方向的配电自动化建设，有效实现配网状态监测、故障快速定位、故障自动隔离和网络重构自愈。逐步延伸自动化覆盖面，推进智能配电站、智能开关站、台架变智能台区建设，推进微电网建设，推广应用智能网关，开展配电网柔性化建设。

在智能用电方面。加快推动“新电气化”进程，促进电能占终端能源消费比重和能源利用效率持续提升。积极推进电力需求响应，促进电动汽车充电基础设施发展及车网互动，推动智能家居与智能小区建设。到 2025 年，获得电力指数广州、深圳达到国际领先，广东达到世界一流，海南核心区、西部省会达到国内一流。

同时，推动多能互补的智慧能源发展。推进综合能源服务业务，积极拓展节能服务和分布式能源业务，建设综合能源系统平台，服务低碳新模式、新业态发展。推动基础设施智慧融合发展，促进变电站、充换电站、储能站、数据中心、5G 基站、北斗基站等“多站合一”融合建设。到 2025 年，力争多站融合变电站达到 100 座，打造广州南沙、珠海横琴、东莞松山湖等一批智慧能源示范区。

加快建设新型电力系统 服务“双碳”目标实现

据预测，“十四五”期间，南方五省区将新增风电、光伏规模 1.15 亿千瓦，抽水蓄能 600 万千瓦，推动新能源配套储能 2000 万千瓦，到 2025 年，南方五省区电源装机总规模达到 6.1 亿千瓦，非化石能源装机和发电量占比分别提升至 60%、57%。

《规划》以国家碳达峰、碳中和目标为导向，推动支撑新能源加快发展，着力提升系统调节灵活性。根据《规划》，“十四五”期间，南方电网公司将按照集中开发与分散开发并举、就近消纳为主的原则，大力支持新能源发展，推动加快构建以新能源为主体的电源结构。推动西南水电深度开发、沿海核电安全发展、气电合理发展、煤电清洁高效发展。按需建设抽水蓄能，推动电化学储能加快发展，着力提升系统灵活性。

为加快推进以新能源为主体的新型电力系统建设，《规划》提出将全面推进省级新型电力系统建设。“十四五”期间，将在全面推进各省区新型电力系统建设基础上，因地制宜打造 9 个地市级新型电力系统示范区、9 个县区级新型电力系统示范区以及 7 个园区及镇村级新型电力系统示范区。

数字电网依托强大的“电力+算力”，使电网具备超强感知能力、智慧决策能力和快速执行能力，对清洁能源的消纳和消费而言，数字赋能也为高效消纳清洁能源提供了核心算法，数字电网也就成为了承载新型电力系统的最佳形态。《规划》提出，到 2025 年，全面建成数字电网，充分发挥能源电力大数据“生产要素”和“算力+算法”叠加倍增效应，赋能新型电力系统建设。

更高标准融入和服务区域协调发展大局

“十三五”期间，南方电网公司积极融入和服务国家区域协调发展战略，制定出台融入和服务粤港澳大湾区、深圳先行示范区、海南自由贸易港、新时代西部大开发等重点举措并开展卓有成效的工作，充分发挥“国家队”“主力军”的作用，保障区域经济社会高质量发展。

为持续融入和服务国家区域协调发展战略，《规划》提出，将积极融入和服务粤港澳大湾区、深圳社会主义先行示范区建设，建设粤港澳大湾区新型电力系统、深圳现代化城市新型电力系统先行示范区，加快构建“基于湾区外环的柔直互联”广东电网目标网架，开工建设藏东南至粤港澳大湾区直流工程，2025 年粤港澳大湾区停电时间降至 1 小时以内，深圳停电时间降至 15 分钟以内，支撑大湾区充满活力的世界级城市群、具有全球影响力的国际科技创新中心发展，助力深圳创建社会主义现代化强国的城市范例。

在服务海南自贸港建设方面，《规划》提出继承我国首个省域智能电网示范成果，建设海南自贸

港新型电力系统，升级建设海南 500 千伏主网架，打造新能源汽车充换电全岛“一张网”，2025 年海南全省停电时间降至 3 小时以内，新型电力系统示范核心区停电时间降至 30 分钟以内，支撑建设自由贸易试验区和中国特色自由贸易港。

在融入和服务新时代西部大开发战略方面，《规划》提出，将加快构建适应大规模新能源的主网架，支撑云贵新能源快速发展，积极规划“风光水火储一体化”建设，巩固云贵能源基地地位。

杨彬 南方电网报 2021-11-13

以色列公司研究用气球高空捕碳！还能这样净化环境？

随着时代的不断进步，我们的日常生活中出现了手机、电脑、冰箱、汽车等一系列电器产品。虽然这些电子产品给我们的生活带来了巨大的改变，但是我们的地球也为之付出了代价！此前，比尔盖茨就称：虽然我们一直在控制全球气温，但是能否将全球变暖幅度控制在 1.5°C 以内，这是值得怀疑的。全球气温升高的主要原因之一，就是地球上的二氧化碳排放过多。

二氧化碳气球

11 月 11 日，CNMO 了解到，以色列一家公司研发出了一项可以捕捉二氧化碳的技术。详细来看，该技术和气球有关，简单一点说，就是利用气球去捕捉二氧化碳。详细来看，我们只需要将特制的气球释放到距离地面 50 公里的高空，用气球携带的碳捕捉装置捕捉空中结冰的二氧化碳，随后这些冻结的二氧化碳就会被送回地面，人们还可以把这些二氧化碳重新回收。最后，该公司的负责人表示：我们的目标是在两年内建造更大的气球，每个气球每天可以捕捉一吨碳。我们的气球成本很低，只需要 100 美元就可以媲美一些昂贵的地面设施。

腾讯网 2021-11-14

地热能

汪集旸：地热要结合其他新能源和可再生能源

在日前于北京举办的中关村论坛平行论坛——“智能+能源”论坛上，中国科学院院士、中科院地质与地球物理研究所研究员汪集旸表示，地热是地球本土的未来能源，也是智慧能源，因具有清洁、高效、无碳等特点，将对实现碳达峰、碳中和起到很大作用。“同时，我国长期实践已经证明，地热能在城市供暖、大气污染治理方面起到非常大的作用。”

据国家地热能中心第四届指导委员会、技术委员会全体会议透露，截至 2020 年底，我国地热能供暖制冷面积累计达到 13.9 亿平方米，居世界第一。这相当于我国人均使用地热能面积约 1 平方米。

汪集旸认为，我国具有相当丰富的地热资源，将地热能用于清洁供暖，可以节省很多传统能源，减少大气污染。此外，我国还是建筑大国，随着生活水平的提高，建筑能耗占社会总能耗的比例还会继续上升。在这样的背景下，地热能将对实现“双碳”目标起到很大作用。

会议上，汪集旸还强调了“地热+”的思维和应用。他表示，地热一定要与其他新能源、可再生能源联合起来，例如核能、水电、太阳能、风能等。在地热能缺少的地方，加入太阳能、风能、核能等；反之，在其他新能源、可再生能源短缺的地方，也可以加入地热能。“新能源和可再生能源一定要搞‘五湖四海’，联合起来共同推进碳达峰、碳中和。”

在汪集旸看来，地球不但是一个庞大的热库，还是庞大的储热库。近年来，他多次在不同场合提及“地球充电宝”的概念，这是指以地球介质为载体的“地热+”多能互补储/供能系统。该系统可将各种形式的能量储存于地下并按需求取出加以利用，是地热开发利用的一条新途径。

汪集旸认为，我国西北、东北、华北地区还存在十分严重的弃风、弃光现象，如果将地球作为

储热器，它将比传统储能技术规模更大、成本更低。

田瑞颖 中国科学报 2021-11-02

生物质能、环保工程

从“天生丽质”到“可堪大用”，保供促产为什么更要大力发展生物质能？

当下，由于煤炭去产能引发的能源电力紧张、拉闸限电频繁，可以预见，今冬明春能源电力保供压力非常大。那么在这样的关键时期，充分发挥生物质能源在民生用能保障及县域经济社会发展中的作用，不仅关乎乡村振兴战略落地，关乎构建以新能源为主体的新型电力系统，还有利于提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力，为保供大局提供坚强的服务。另外，大力发展生物质能源立足本国资源，是把“能源饭碗端在自己手里”的现实做法。集众多优点与一身的生物质能源可谓“天生丽质”，但从“天生丽质”到真正发挥潜质，成长为可堪大用之才，生物质能源发展过程中还缺少哪些因素呢？本文试着给出解答。

我国生物质能资源丰富、分布广泛

生物质能源是一种清洁可再生能源，可灵活转化为电能、热能、冷能或其他固体燃料（直接燃烧）、液体燃料（生物乙醇、生物柴油等）和气体燃料（沼气、生物天然气、生物一氧化碳和生物氢气等）。

同时生物质能源贮存吸收自然界中的二氧化碳，是唯一的可再生碳源。我国生物质资源主要为各类剩余物和废弃物（被动型生物质资源），主要包括农业废弃物、林业废弃物、畜禽粪污、生活垃圾、污水污泥等。

我国生物质资源可开发空间巨大。每年产量约为 36 亿吨，可替代 10 亿吨标煤。我国生物质资源分布与用能集中区域重合。秸秆资源主要分布在东北、河南、四川、湖南等产粮大省。林业剩余物资源集中在我国东北林区、广西、云南、福建、广东、湖南、四川等省山区。

我国生物质能源开发潜力巨大但陷于困境

自 2006 年《可再生能源法》实施以来，我国生物质能利用主要集中在电力生产应用方面，目前我国生物质发电装机容量连续三年居全球第一。我国生物质发电主要包括农林生物质发电、垃圾焚烧发电、热解气化发电和沼气发电等。截至 2021 年 10 月，我国已投产生物质发电项目为 1360 个，发电并网装机容量 2976 万千瓦，装机容量同比增长 24%，占可再生能源装机总量的 3.35%，年提供的清洁电力 1150 亿千瓦时，占可再生能源发电总量的 6%。我国生物质发电装机量前几位的省份分别为山东、广东、江苏、浙江、安徽，装机量分别为 369、285、242、240、217.3 万千瓦。

国家电网公司旗下的国能生物发电集团公司，已经发展成全球最大的生物质直燃发电集团，生物发电能源站分布在 13 个省区，建成生物质天然气能源站年产高品质生物天然气 1100 万立方米、1.6 万吨高品质生物 CO₂；拥有 44 台生物质发电机组，装机容量 1201 兆瓦，发电设备平均利用小时数在 7800 小时以上，平均锅炉热效率 90%以上、设备等效可用系数 90%以上、发电秸秆单耗折合标煤约 430 克 / 千瓦时，年发电量 86 亿千瓦时，多项经济技术指标达到了国际先进水平。年消纳 1000 万吨生物质剩余物，直接向群众支付约 30 亿元，惠及产业链上下游约 160 万人（含 1.5 万收储运加工经纪人），解决 25 万农村人口脱贫，替代化石能源折标煤约 400 万吨，减排 CO₂ 约 720 万吨，在发展县域循环经济、提升农村能源安全、助力乡村振兴战略实施、防治秸秆露天焚烧、大气污染治理和土地保护等方面发挥了不可替代的作用。

但是 2020 年以来，全国生物质直燃发电行业一半机组受政策、疫情及燃料恶性竞争等因素叠加影响被迫停产或转让。其中光大集团受影响机组约 10 台次，凯迪集团受影响机组约 45 台次，长青集团受影响机组约 17 台次，国能生物发电集团受影响机组约 11 台次。2021 年以来，全国生物质行

业受影响机组共减少发电量约 400 亿千瓦时。今冬明春保供期间，如果得到重新启动，这些机组共可减少标煤消耗约 1720 万吨，其中中国能生物发电集团将增加发电量 18.4 亿千瓦时，可减少标煤消耗约 79 万吨。

生物质发电具有巨大发展潜力。尽管生物质发电成本受收储加工运输制约，远高于风电、光伏等其他可再生能源发电成本，但是生物质发电输出稳定、品质优良，能够参与电网调节，如果与储热结合，更能参与电力市场的深度调峰，未来在电力交易市场获取辅助服务、备用容量等受益的同时，能够灵活参与热力市场，提供清洁热力、工业蒸汽。预计到 2030 年我国生物质发电总装机容量达到 5200 万千瓦，提供的清洁电力超过 3300 亿千瓦时。到 2060 年，我国生物质发电总装机容量达到 1 亿千瓦，提供的清洁电力超过 6600 亿千瓦时。

生物质能是落实多项国家战略的交集

生物质能是实现碳达峰碳中和、乡村振兴、构建新型电力系统战略目标的重要途径。

生物质能具有天然碳中和属性。与森林碳汇、碳捕捉封存利用技术结合是实现碳中和的重要手段。在农村地区因地制宜利用生物质资源，为开展农村能源生产和消费革命、构建农村清洁能源体系、推进农村地区降碳减排，是我国应对气候变化行动的重要支撑。

完全符合乡村振兴战略发展理念，在实施乡村振兴战略过程中，将薪柴、秸秆等传统生物质资源就地转化为清洁高效的现代生物质电、热、气等高品质能源，对建设美丽乡村具有重要现实意义。近年来，全国年消纳约 1.2 亿吨农林剩余物，整个行业每年支付给农户的燃料款约 350 亿元左右，对促进县域循环经济发展效益显著。

发电是生物质能利用的主要形式，生物质分布广泛、资源丰富，生物质发电技术是目前农业生产剩余物、养殖废弃物、城市垃圾大规模处理最具性价比的技术，从这个角度讲，该技术不可或缺，与此同时，由生物质能综合利用将成为国家开展碳中和战略、乡村振兴战略和构建新型电力系统战略的投资载体；发展生物质能源综合利用产业，是实现县域资源循环利用的唯一手段，它的战略价值，是任何能源都无法替代的。

构建县域新型电力系统中支撑力量。生物质能源与分布式光伏等清洁能源末端融合，将助力县域新型电力系统建设，对灵活、高效、弹性的电网构建具有重要推动作用。在供给侧（源），生物质能源是全球唯一具有减碳、负碳、碳中和功能的能源，是可再生能源当中唯一具备多元化利用的能源品类，生物质发电是可再生能源中唯一一种具备高质量电能输出的发电技术，同时作为一种可控电压源为区域综合能源电网提供稳定支撑，可作为灵活调节电源为局域电网提供调峰、调频、调压服务。可作为电源、热源、冷源提供绿色电、热、冷，可以实现与多种能源互补优化。

在县网侧（网），可在维持大电网有序运行的基础上，围绕生物质能源站，因地制宜、因时制宜、因势制宜构建若干个智慧微电网、智能微能网，与分布式光伏、分布式风电、小水电、储能、沼气等清洁能源末端融合，与大网、气网互济共生，更可为县域工农业生产、生活提供安全、优质、稳定的能源服务，将助力县域新型电力系统建设，民生能源保供社会效益、经济效益显著。

在消费侧（荷），可以实现电、热、冷、气多元深度融合，满足用户多种用能需求，实现电从远方来与能就地取融合，就地生产，就地消纳，就地平衡，可逐步替代县域化石能源使用，助力碳中和、乡村振兴快速实现。目前我国生物质清洁供暖面积超过 3 亿平方米，约占全国总供热面积的 4%，全国生物质供热量超过 4 亿吉焦，每年消耗生物质成型燃料产量超过 1500 万吨。到 2025 年，形成可再生燃气新兴产业，年产量超 150 亿立方米，年替代县域及农村散煤约 2500 万吨；到 2030 年，实现稳步发展，年产量超 300 亿立方米，年替代县域及农村散煤超过 5000 万吨。2019 年 12 月十部委出台的《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》，提出到 2030 年，生物天然气年产量超过 200 亿立方米的发展目标，届时将在天然气消费量中占比达到 5%左右，到 2060 年生物天然气产量达到 1000 亿立方，极大的缓解我国天然气的紧张局面。

在储能侧（储），生物质能源是具有天然储能特性的清洁能源，是一种可实现长时空能量储存和转换的能源，类比于跨季节储热技术，生物质发电技术更是可将不同季节的太阳能搜集，在不同季

节、不同区域内发电供热，可规模化制备高能量密度固体生物燃料，气体生物燃料（沼气与车用天然气、生物绿氢）、液体生物燃料（燃料乙醇、甲醇、生物柴油、BTL）以及替代石油基产品生物基乙烯及乙醇衍生物等。

（作者系国能生物发电集团有限公司副总经理）

朱建军 中国能源网 2021-11-04

河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心

上海国惠环境科技股份有限公司（以下简称“国惠环境”）是一家集研发、设计、工程、技术服务于一体的综合性高新技术企业，专注于环保领域新材料、新技术的研发及应用，致力于为社会提供生态环境综合治理的系统解决方案。

作为目前国内较早具备污泥资源化处置全链条技术和产业化能力的公司，国惠环境拥有较高的技术壁垒和丰富的项目经验。公司自主投资建设的河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心系内地首例纯污泥焚烧发电项目，作为企业背景的生态治理组织的优秀典型案例被写入中国首部《生态治理蓝皮书：中国生态治理发展报告（2019-2020）》。

截至目前，已有更多的污泥焚烧发电厂以“河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心”为蓝本，在山东、安徽、河南、四川等地进行复制推广。

■ 项目概况及规模

河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心（即辛集市污泥资源化综合利用项目）位于河北省辛集市制革工业区，占地 34 亩，总投资 3.5 亿元，设计产能为日处理含水率 97% 污泥 8720 吨，总装机容量为两台 35t/h 循环流化床污泥焚烧炉配两台 6MW 中温中压抽凝式汽轮发电机组，年发电量 8640 万千瓦时。

本项目采用国惠环境自主研发的污泥资源化处理技术，对辛集市制革工业区、城市污水处理厂产生的工业污泥和市政污泥进行焚烧处置，在完成污泥减量化、无害化、资源化的同时，对外输出电力、蒸汽和建材，从而实现污泥的“转废为能”，成为城市能源工厂。

■ 项目优势及工程创新

河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心是我国内地首个纯污泥焚烧发电项目，也是继国际水务巨头威立雅集团的香港 T·PARK 项目之后世界第二个纯污泥焚烧发电项目。

本项目着眼于污泥的全生命周期管理，采用覆盖污泥处理处置全链条的污泥资源化处理技术，将污泥变为焚烧发电的燃料，焚烧炉渣则进行建材利用，整个技术路线具有闭合性、经济性，实现了污泥的资源化、价值化利用。与传统技术相比，项目改性环节不添加生石灰、铁盐、铝盐，脱水环节不利用外部热源进行热干化，最大程度地保留了污泥所含的热值，所制作的燃料低位热值在 1600 大卡左右，相当于标煤的 1/3，可实现自持燃烧。在氧化焚烧环节，项目采用“三 T”控制技术，确保污泥燃烧充分、彻底，飞灰产生量小，烟气在焚烧炉中停留时间为 4~6 秒，焚烧温度为 850℃ 以上，从源头上有效控制二噁英的产生。污泥焚烧后剩下的灰渣，体积只剩原污泥量的 9% 左右，可用于制备 3D 打印“油墨”，从而形成了良性的污泥闭环处理处置。

■ 效益分析

本项目采用污泥资源化处理技术，通过污泥改性、浓缩、脱水、燃料化、焚烧和灰渣利用等环节，实现了污泥的无害化处理和资源化利用。河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心每年平均运行 300 天，每年可处理污泥 261 万吨，经过处理后减量 90% 以上，每年减少污泥填埋用地约 100 亩，彻底解决了“北方皮都”辛集市面临的“污泥围城”问题，有效缓解了辛集及周边市县的生态环境压力，推动辛集传统支柱产业进入了绿色发展新时代。

河北省辛集污泥集中焚烧发电处置中心以污泥取代传统煤炭进行焚烧发电，具有明显的能源替代效应。每年可节约标准煤 2.84 万吨，每年发电量达 8640 万千瓦时，可满足约 25000 户家庭的日

常用电需求，每小时可产生蒸汽 50 蒸吨，每年可减少 CO₂ 排放超 10 万吨。此外，每年减少排放 SO₂573 吨、NO_x230 吨，提高了当地的生态环境容量，拉动了当地的经济的发展，改善了当地的招商引资环境，对当地经济社会可持续发展起到了重要的促进作用，社会效益显著。

中国环境报 2021-11-01

芬兰生物质能扩大认证范围

日前，芬兰经济事务和就业部能源部门高级专家 Annukka Saari 透露，2022 年起，在芬兰可再生能源发电领域广泛应用的“原产地证书”（GOs）制度将进一步扩大适用范围，沼气发电、制冷和供热领域都将纳入其中。

Annukka Saari 指出，原产地证书是芬兰可再生能源电力唯一的“身份标签”。只有获得证书，相应主体才能在电力市场上交易可再生能源。据她介绍，当前，芬兰的风电、太阳能发电、水电、生物质能（农林生物质）发电等品类均可获得对应的证书。

有行业专家指出：“从广义上讲，沼气也属于生物质能的一部分，将沼气纳入‘原产地证书’适用范围，也在一定程度上证明芬兰对生物质能的认可程度进一步提升。”

记者注意到，与我国现行的绿色电力证书制度和绿电交易的应用范围不同，在芬兰，生物质能发电已被正式列入原产地证书制度。有行业专家表示：“不同国家的实际情况不同，在很多北欧国家，生物质发电在本国的可再生能源发电中占比较高，公众对生物质能的认知和认可程度也比较高，所以，在相应的制度设计中，生物质发电就顺理成章地进入可再生能源电力交易中。”

不仅是芬兰，丹麦王国驻华大使馆能源与海事行业参赞安慕然（Emrah ?ztunc）也表示，在丹麦，生物质发电与风电和光伏发电一样，享有“可再生能源产地证明”的认证。

安慕然强调，虽然在丹麦生物质能被归类为可再生能源，同样具有“身份认证”，但生物质能并不享受与风电、光伏同样的激励政策。“生物质能作为可再生能源的分类并不像风能、太阳能和其他可再生能源那样简单明了。在丹麦，生物质能只是被作为替代煤炭的一种关键性过渡燃料，从长远来看，生物质能的使用会受到遏制。因此，丹麦的政策既支持生物质能的使用，又对其使用的方式进行战略的管理。过去，丹麦曾经对生物质能发电有 0.15 丹麦克朗/千瓦时的补贴，但现在已经没有单纯针对生物质发电的普遍性支持政策。”

虽然发电补贴已经取消，但安慕然告诉记者，在丹麦，如果生物质能被用于供暖或者热电联产，相应企业则可以享受税收减免待遇。“丹麦对生物质能实行的政策，是想确保在生物质能的使用过程中，尽可能实现有效利用，从而促进以煤为燃料的热电联产向以生物质为燃料转换。”

在安慕然看来，生物质能产业的各项支持和监管往往与土地使用、农林业法规相关。“例如，在丹麦，农田秸秆作为生物质能发电原料的发展，源于政府的秸秆禁烧令，这一方面保证了生物质资源可以被用于能源供给，另一方面，也是为了有效防治当地的空气污染，解决土壤管理问题。”

事实上，在芬兰，生物质能的生产也与林业发展息息相关。“近年来，来源于木材的生物质能约占芬兰能源消耗总量的 1/4。林业加工的废弃物和残留物，包括制浆过程中产生的黑液，以及伐木过程中产生的锯末、树皮和其他林业加工产生的木材残留物都可用于生物质能的生产。2019 年，芬兰来源于木材的生物质能的总消耗量就高达 105 太瓦时。”

本报记者 姚金楠 李慧 中国能源报 2021-11-01

太阳能

德研发商用车载光伏发电模块

近日，德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所（ISE）发布公告称，其与合作伙伴共同研发的一辆配备 3.5 千瓦光伏系统的 18 吨电动卡车已获准在德国的道路上行驶。预计这辆带有集成高压光伏系统的卡车可以通过太阳能满足自身能源需求的 5%到 10%。

近年来，与商用车辆有关的车载集成光伏在科学和工业领域越来越受到关注。相关模块不仅需要轻薄的光伏组件，以免限制车辆的有效载荷，还要求整个高压光伏系统满足光伏和车辆的安全要求。现在，ISE 与工业合作伙伴和弗劳恩霍夫交通和基础设施系统研究所一起开发了可集成在车顶面积较大的车辆（例如卡车和公共汽车）上的太阳能模块和相关电力电子设备。

ISE 的项目负责人克里斯托夫·柯特解释说：“随着高压光伏系统的成功调试，我们实现了自己的目标，即展示重型电动汽车车载光伏发电的可行性。”为确保较高的发电量，车顶的太阳能组件通过串联连接，产生的高达 400 伏的电压可能在发生事故时构成安全风险。为了防止这种风险，ISE 开发了一种分离装置，它位于每个光伏模块的接线盒中，能够在发生事故的几毫秒内自动断开电源连接，确保整个系统中只有安全超低电压。

ISE 开发的轻便且坚固的太阳能模块原型由 Sunset 能源技术公司制造。另一个合作伙伴 TBV 冷藏车公司将这些模块集成到一辆 Framo 电动卡车的车厢顶部。与光伏模块一样，电力电子设备也针对商用车的要求进行了研发。合作伙伴 M&P 公司开发了一种直流电源控制器，该控制器通过 CAN 总线与车辆控制进行通信，并集成到车辆的安全概念中，使得来自车顶的光伏电力可以直接输入商用车的车载网络。

该车将在弗莱堡的 Alexander Bürkle 公司日常使用，计划定期检查一年，以验证预测的发电量并监控实际应用条件下的组件状况。此外，该车还配备了来自弗劳恩霍夫交通和基础设施系统研究所的能源预测模型。它可以根据车辆的消耗量和日照量预测各种路线的续航里程、充电时间和发电量。

作为研究项目的一部分，ISE 为几辆大小不同的卡车配备了辐射传感器，以记录商用车领域太阳能发电量的真正潜力。结果显示，一年内平均发电量为 150kWh/m²，模块效率约为 18%。这意味着一辆拥有约 38m² 光伏面积的电动卡车（40 吨）每年可以使用自己的光伏发电行驶约 5000 公里。

李山 科技日报 2021-11-01

光伏开发开启“大基地时代”

日前，国家能源集团宁夏电力公司 200 万千瓦光伏项目在宁夏宁东能源化工基地正式开工建设。该项目是我国首批在沙漠、戈壁、荒漠地区建设的 1 亿千瓦大型风电、光伏基地项目之一，预计投运后，每年可节约标准煤约 96 万吨、减少二氧化碳排放约 262 万吨。

这是 10 月中旬以来，继青海、内蒙古、甘肃三省区后，又一省区宣布启动大型光伏基地项目建设。在政策支持下，我国大型光伏基地项目正有序推进，业内人士认为，光伏产业将随之步入“大基地时代”。

大项目开发大步提速

10 月 24 日，国务院正式发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，其中明确提出，到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上；大力发展风能、太阳能等，不断提高非化石能源消费比重；坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就近开发利用。

国家发改委主任何立峰撰文指出，要扎实推进碳达峰、碳中和重点工作，就要有力有序调整能

源结构，加快推进大型风电、光伏基地建设，鼓励就地就近开发利用。

“早在3月份公布的‘十四五’规划纲要就曾提出，推进现代能源体系建设工程，推进大型清洁能源基地的建设工作。预计未来10年，我国风电、光伏发电新增装机规模或超10亿千瓦，这需要大型光伏基地的有效支撑。从目前的实施情况看，近期大型风电、光伏基地项目建设进程明显在加快。”国家发改委能源研究所可再生能源中心研究员时璟丽强调了大型光伏基地对我国实现碳达峰、碳中和目标的重要意义。

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳也表示：“首批装机容量约1亿千瓦的大型风电、光伏基地项目已于近期有序开工。相信未来政策会持续向好，光伏产业将迎来最好的历史发展时期。”

综合效益显著

据时璟丽介绍，最近一个月，就有多个省份公布了超2000万千瓦的大型光伏基地招标情况。按照计划，已开工项目将于2023年前并网投运，成为未来两年光伏新增装机规模的主要贡献力量。

值得注意的是，目前已开展建设的大型光伏基地项目多选址于沙漠、戈壁、荒漠地区。水电水利规划设计总院新能源部太阳能处处长王昊轶说，这是由于沙漠、戈壁、荒漠地区具有光照强、风力大、降水少、蒸发量大等特点，是太阳能资源富集地区。要开发基地化、规模化的大型地面光伏电站，此类地区是首选。

以青海为例，有测算显示，该地区新能源发展优势明显，可用于建设光伏电站和风电场的荒漠化土地规模在10万平方公里以上，理论上光伏发电可开发量达35亿千瓦，风电可开发量约7555万千瓦。

此外，和传统地面光伏电站不同的是，部分项目还兼具生态功能。比如刚开工的宁夏200万千瓦光伏项目，将利用煤炭备采区、采空区、沉陷区及荒山荒坡土地资源。项目建成后，将提高该地区的土地保水率和植被生长率，助力生态环境改善与荒漠化土地治理。

外送问题受关注

上海电力设计院有限公司新能源部综合发电室殷仁豪提醒，碳达峰、碳中和目标让新能源拥有了更广阔的发展空间，但也要认识到，要发展大型光伏基地，还要做好特高压外送通道建设、提高土地利用率、多元化发展等方面的工作。

国网能源研究院新能源与统计所所长李琼慧说，预计“十四五”期间，我国将新建14个大型风电、光伏基地项目，其中包括9个大型清洁能源基地项目和5个大型海上风电基地项目。其中存量项目很少，八成以上为新增项目，要让这些项目切实发挥作用，就要考虑外送能力的问题。

在此背景下，外送项目也成为大型光伏基地项目的规划重点。位于青海海南藏族自治州和海西蒙古族藏族自治州的大型风电、光伏基地项目中，就包括7个青豫直流工程二期外送项目。宁夏200万千瓦光伏项目也将配套建设1座20万千瓦/40万千瓦时的储能电站，并通过灵绍±800千伏特高压直流输电工程外送至浙江。这些配套工程将为大型光伏基地的并网投运保驾护航，有效提高外送通道的绿电占比，提升清洁能源利用率。

也有业内人士建议，若大型光伏基地选址地已具备跨省区送电能力，还可以通过资源优化配置，充分利用剩余输电线路空间，以提高通道利用率，降低平均输电成本。

本报记者 董梓童 中国能源报 2021-11-01

中船新能源 100MW/1000MWh 光热储能项目通过国家示范性验收

记者从内蒙古巴彦淖尔市政府获悉，作为我国同纬度下第一个满负荷发电的光热项目，中国船舶集团新能源有限责任公司（乌拉特中旗）100MW/1000MWh光热储能电站近期通过国家示范性验收。

据该光热储能电站总经理朱胜国介绍，该电站是国家首批光热示范项目中单体规模最大、储能容量最大的槽式光热发电项目，由中国船舶集团新能源有限责任公司（简称中船新能）设计、建设、

调试和运维。自 2018 年 6 月动工以来，他们克服疫情和冬季停工影响，仅用 2.5 年完成建设。自 2021 年 7 月熔盐储能系统全面投运以来，电站实现连续稳定、高负荷运行，各项指标达到甚至超过设计值。今年前 10 个月，电站已累计发电约 2.2 亿千瓦时，其中连续 5 天累计发电量超过 1000 万千瓦时，单日最高发电量达 212.8 万千瓦时。

该电站集光热发电与储能为一身，可以给电力系统提供基础负荷和调峰负荷，在电网晚高峰结构性缺电的情况下能够提供稳定、高负荷的电力和电量保障，可替代煤电承担电力系统基础负荷。

朱胜国说，由于光热电站具有集热场拦截阳光的特性并建有防风墙，能够降低项目场址的蒸发量、减小风沙移动速度，有利于改善生态环境。

据了解，该电站每年发电量将超过 4 亿千瓦时，可实现每年节省标准煤炭 12 万吨和减排二氧化碳 30 万吨、硫氧化物 9000 吨、氮氧化物 4500 吨的目标。

目前，该电站可实现 24 小时连续满负荷发电，在每天日落后仍能够满足 30 万户家庭的夜晚用电需求。

记者李云平 新华社 2021-11-02

光伏产业能否扛起能源转型大旗

在业内专家看来，光伏产业一方面能够在很大程度上缓解不可再生能源短缺的现状，进一步保障中国能源供应的安全问题；另一方面，它对中国实现“碳达峰、碳中和”目标也有重要意义。

一边是国内部分地区出现电力供应紧缺，另一边是全球多个国家能源告急、加油站大排长龙，“能源荒”这个已经稍显陌生的词语，重新出现在人们的视野中。

据不完全统计，今年 1-9 月，欧洲批发电价已经上涨 200%。此外，不少国家的石油和天然气价格也飙升至多年罕见的高位。

“随着北半球冬季到来，整体用电季节性回升，叠加传统能源品供应难问题将日益凸显，几乎蔓延全球的能源供应危机或将进一步发酵。”正如浙江大学国际经贸研究中心研究员张铭贤所说，当“能源荒”危机逐步逼近，出行行业能否加快绿色转型，最终达成“碳中和”和“碳达峰”的目标，显得格外重要。

近日，针对上述问题，能镜与商业周刊 BLOOMBERG GREEN 联合以“无革新·不绽放”为主题，举办了一场光伏产业沙龙，探讨光伏行业如何在新形势下扛起发展大旗。

光伏的发展空间还有多大

10 月 24 日，国务院发布的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》提出，到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上；大力发展风能、太阳能等，不断提高非化石能源消费比重；坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就地就近开发利用。

国家发改委主任何立峰撰文指出，要扎实推进“碳达峰、碳中和”重点工作，就要有力有序调整能源结构，加快推进大型风电、光伏基地建设，鼓励就地就近开发利用。

“中国总发电量中的 60.7% 依然来自煤电，其他能源发电量占比则普遍较低，其中作为可再生能源重要组成部分的太阳能，其发电量只占 3.4%。”在本次沙龙上，中国科学院微电子研究所研究员、太阳电池及系统应用研究中心主任贾锐介绍说。

贾锐表示，从目前的能源构成情况下看，可再生能源替代传统煤电还需很长的路要走，但实现“碳达峰、碳中和”目标的大势不可逆转，“它是可持续发展的需要，更是国家意志的体现”。

国家能源局的统计情况同样可以佐证这一观点。全国光伏发电量 1576.4 亿千瓦时，同比增长 23.4%；全国光伏新增装机 1301 万千瓦。其中，光伏电站 536 万千瓦、分布式光伏 765 万千瓦。

“中国光伏装机量，实际每年都在递增，去年是 48.2GW，相比前年几乎增长了 10GW。因此我们可以判断，这个行业在未来二三十年甚至更长远的时间里，都会有充分的施展空间和施展舞台。”

贾锐分析说。

在他看来，光伏产业一方面能够在很大程度上缓解不可再生能源短缺的现状，进一步保障中国能源供应的安全问题；另一方面，它对中国实现“碳达峰、碳中和”目标也有重要意义。

“早在3月公布的‘十四五’规划纲要就曾提出，推进现代能源体系建设工程，推进大型清洁能源基地的建设工作。预计未来10年，我国风电、光伏发电新增装机规模或超10亿千瓦，从目前的实施情况看，近期大型风电、光伏基地项目建设进程明显在加快。”中国光伏行业协会副秘书长刘译阳介绍说。

据记者了解，目前中国首批装机容量约1亿千瓦的大型风电、光伏基地项目已于近期有序开工。随着未来政策会持续向好，光伏产业或将迎来最好的历史发展时期。

不过，随着光伏产业发展脚步的提速，一些没有被发现的问题也初见显现了出来。“在‘双碳’背景下，光伏产业链能耗大的问题逐渐被人们重视。”凯辉智慧能源基金投资总监赵晶介绍说。

赵晶及其团队曾经做过计算，若从碳排放角度看，单晶的电能消耗很大，早期做单晶硅的电能大概一公斤需要300多度电，现在这个数字降到了60度电左右，但依然很高。

“此外，中国的电力结构大部分还是煤炭，生产过程中有大量碳排放，这也是为什么国外会认为中国的硅产业链‘脏’的重要原因。”赵晶解释说，可持续发展的清洁能源是指整个产业链都具有可持续性，所以从上游解决高能耗问题，变得尤为重要。

另外，土地利用被认为是光伏产业发展的“硬伤”。赵晶表示，未来如果大面积铺设光伏，可能会碰触一些环保及生态问题，光伏未来如要成为新型能源的主力能源，这也是需要思考和解决的。

光伏如何与出行行业更好融合

去年以来，全球电动汽车市场继续保持蓬勃发展状态。EVolumes 公布最新数据显示，去年全球电动汽车年度销量达到了324万辆，相比2019年（226万辆）同比增长了43%，创下了历史新高。

今年以来，中国新能源汽车发展的势头更加迅猛，这也让更多企业开始关注新能源汽车领域的技术和产品。

中国新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)提到，到2025年，新能源汽车销量占当年汽车总销量的20%；到2030年，新能源汽车销量占当年汽车总销量的40%。而德国作为欧洲新能源车市场的领头羊，预计在2030年累计将有超过1000万辆电动汽车，在整个欧洲市场，这一数字有望达到3000万辆。

不过，在很多专业人士眼中，虽然电动汽车在行驶过程中是零排放，但是鉴于目前的能源结构，各国主要电力生产来自于煤炭等化石能源，电动汽车充电过程中仍然会间接的产生碳排放。

因此，利用光伏发电来给电动汽车充电，可以真正实现零碳出行。同时，目前绝大多数地区光伏发电的成本已经比用户终端用电价格要低，使用光伏发电为电动汽车充电也是更为经济的选择。

正因如此，近年来不少汽车企业开始进军光伏产业。尤其是光伏进入“平价时代”后，光伏产业的争夺与竞赛愈发激烈起来。

其中，大众汽车宣布将在2025年前投入4000万欧元，在欧洲建立太阳能及风力发电厂。对此，大众汽车CEO布兰德斯塔特表示，此举主要是为了满足电动汽车对可再生能源的额外需求。

根据大众汽车此前公布的规划显示，将在未来10年内推出70款电动汽车（包括奥迪、保时捷等车型），自然要涉及到电动汽车的补能问题。作为全球最大的车企之一，大众其实早已在光伏领域展开布局。

早在2017年，亚洲洁能资本就跟大众一汽发动机（大连）有限公司签署4.3MW分布式光伏发电系统服务协议。前者将负责光伏发电项目投资、建设和运维，后者将以协议价格进行购买，以求更好地实现节能环保。

在新能源汽车领域起步较早的中国自主品牌同样开始了布局。比亚迪旗下的光伏产品晶硅太阳能电池，早已上市销售多年，并受到了市场的认可和喜爱。

据能源研究机构Greener公布的数据显示，2020年巴西光伏组件进口量排名统计中，比亚迪排

名第五，超过隆基和晶澳科技等龙头企业。

新造车势力阵营中的小鹏汽车近日宣布，旗下位于广州肇庆的分布式光伏项目顺利并网。

据悉，该项目的建设范围为小鹏汽车肇庆工厂建筑物屋面和停车场，使用中国电科集团湖南红太阳品牌 540Wp 单晶硅组件，采用“自发自用，余电上网”的模式。

数据显示，项目装机容量达 20.73 兆瓦，预计年均发电量 2133 万千瓦时，每年可节约标准煤约 6515 吨，减少二氧化碳排放 1.75 万吨，减碳降耗效果显著。

“近年来，中国光伏产业目前已经形成了从高层硅材料、硅片、电池片组件、光伏制造设备到系统集成和应用，形成最完善的光伏产业，中国的光伏产业已基本满足全球供应链。”中国光伏行业协会理事长曹仁贤坦言，“中国已经具备完整的科研能力、供应链能力、工业化能力以及产品化能力，这些利好因素，将持续推进光伏领域新力量的发展。”

新华网 2021-11-04

柬埔寨加速发展太阳能发电 到 2023 年装机将达 495MW

柬埔寨矿物与能源部 8 日表示，将加速发展太阳能发电站，到 2023 年，柬埔寨太阳能发电项目装机容量将达到 495 兆瓦(MW)。

据柬埔寨矿物与能源部国务秘书英帕林在一项能源会议上披露，再生能源已成为柬埔寨主要电力来源，其中水力发电占 88%，太阳能发电占 9%。

英帕林指出，柬埔寨能源发展计划(2020 年至 2040 年)主要目标，包括全国电气化、提供可靠和可负担电力、保障国家能源安全，同时对应对气候变化作出贡献。

在柬埔寨政府鼓励投资再生能源政策及相对廉价的土地成本等因素推动下，近年来柬埔寨吸引多个太阳能发电项目。截至今年 3 月，已竣工和并网国家电网的太阳能发电站共有 4 个，装机容量为 155 兆瓦，其中两个位于柴桢省巴域市(10MW 和 5MW)、实居省(80MW)和磅清扬省(60MW)。

据介绍，预计到今年底，将有另外 4 个太阳能发电站落成和并网，装机容量为 170 兆瓦，分别位于柴桢省(20MW)、卜迭棉芷省(30MW)、马德望省(60MW)和菩萨省(60MW)。

目前，柬埔寨能源供应中，60%是来自化石燃料(煤炭和石油)，其余 40%则来自再生能源(水力、太阳能和生物质)。2019 年，柬埔寨电力需求量为 1200 万度(kwh)，年增长率高达 23%。柬埔寨雨季能源供应量为 3000MW，而干季则为 2200MW。

欧阳开宇 中国新闻网 2021-11-09

纳米线技术能将太阳能电池效率翻倍

挪威科技大学(NTNU)研究小组开发了一种使用半导体纳米线材料制造超高效率太阳能电池的方法。如将其用于传统的硅基太阳能电池，这一方法有望以低成本将当今硅太阳能电池的效率提高一倍。该研究论文发表在美国化学学会期刊《ACS 光子学》上。

新技术主要开发者、NTNU 博士研究生安詹·穆克吉表示，他们的新方法以非常有效的方式，利用砷化镓材料以及纳米结构完成，因此可以仅使用常用材料的很小一部分，就提高太阳能电池的效率。

砷化镓因其非凡的光吸收和电气特性而成为制造高效太阳能电池的最佳材料，通常用于制造太空太阳能电池板。然而，高质量砷化镓太阳能电池组件的制造成本相当高。近年来人们意识到，与标准平面太阳能电池相比，纳米线结构可潜在地提高太阳能电池的效率，所用的材料却更少。

NTNU 研究人员黑格·威曼称，团队找到了一种新方法，通过在纳米线结构中使用砷化镓，制造出效率比其他任何太阳能电池高 10 倍以上的超高功率太阳能电池。

砷化镓太阳能电池通常生长在厚且昂贵的砷化镓基板上，几乎没有降低成本的空间。新方法则

在廉价的硅平台上使用垂直站立的半导体纳米线阵列结构来生长纳米线。威曼教授解释说，最具成本效益和效率的解决方案是生长双串联电池，顶部的砷化镓纳米线电池生长在底部的硅电池上，从而避免使用昂贵的砷化镓衬底。

研究人员使用分子束外延的方法来生长纳米线，通过适当的投资和工业规模的研发，这项技术可具有直接成本效益。研究人员表示，将该产品集成在硅电池之上，可将太阳能电池效率提高到 40%，与当今商用硅太阳能电池相比，这意味着效率翻了一番。利用新方法进行调整，使纳米线在不同的基板上生长，还可能为许多其他应用打开大门。

研究人员表示，他们正探索在石墨烯等原子级的二维基板上生长这种类型的轻量级纳米线结构。在自供电无人机、微型卫星和广大其他空间应用上，其都将拥有巨大潜力。

总编辑圈点

具有实用价值的科学发现，往往都是极致的简单。简单，也是一种美。砷化镓是个好材料，可以制造高效太阳能电池。但是，它太贵，得省着点用，不然不经济，也限制了太阳能电池的推广。这次，科研人员找到了一种方法，让砷化镓纳米线生长在底部便宜的硅电池上。也就是说，纳米线无需在同样材料的基板上生长，泥地里也能开出花来。如此一来，成本降低，效率提高，美事一桩。而且，让纳米线在不同基板上生长，也让人们畅想更多其他应用的可能性。

张梦然 科技日报 2021-11-09

海洋能、水能

“十四五”南方五省区抽蓄装机将达 1400 万千瓦

本报讯 记者李文华报道：南方电网公司 10 月 24 日召开的抽水蓄能建设动员会透露，该公司正在加快推进广东肇庆浪江、惠州中洞、广西南宁等一批抽水蓄能电站建设，有力支撑以新能源为主体的新型电力系统构建。据悉，上述三个抽水蓄能电站总装机 360 万千瓦，总投资约 240 亿元，年设计发电量共 48 亿千瓦时，建成投运后可实现与广东、广西区域新能源联合协调运行，有效支撑新能源接入与消纳。加上已在建的广东梅州和阳江两个抽水蓄能电站，到 2025 年，南方五省区抽水蓄能电站装机容量将达到 1400 万千瓦。

国务院 10 月 24 日印发的《2030 年前碳达峰行动方案》明确提出，要加快建设新型电力系统，制定新一轮抽水蓄能电站中长期发展规划，完善促进抽水蓄能发展的政策机制。到 2030 年，抽水蓄能电站装机容量达到 1.2 亿千瓦左右。

据记者了解，“十四五”和“十五五”期间，南方五省区将分别新增新能源装机 1 亿千瓦以上，大规模新能源接入电网，对电网的消纳能力和调节能力提出了新的更高要求。南方电网公司目前正在积极推动抽水蓄能发展，未来十年，将建成投产 2100 万千瓦抽水蓄能，同时开工建设“十六五”投产的 1500 万千瓦抽水蓄能，总投资约 2000 亿元，加上合理规模的新型储能，满足 2030 年南方五省区约 2.5 亿千瓦新能源的接入与消纳。

“新型电力系统以新能源为主体，以风电、光伏等为主体的新能源输出电力不稳定，具有波动大、随机性等特点。”南方电网战略规划部总经理郑外生介绍，抽水蓄能作为新型电力系统的调节器和稳定器，新能源大规模发展的助推器，可有效提升电力供应保障能力、电网安全运行水平，促进新能源消纳，推动构建清洁低碳安全高效的能源体系。

近年来，我国抽水蓄能装机规模显著增长，已建和在建规模均居世界首位。但目前，我国抽水蓄能在电力系统中仅占比 1.4%，与欧美发达国家占比相比仍有较大差距。其中，南方五省区抽水蓄能装机 788 万千瓦，占比为 2.1%。

国家能源局今年 9 月发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》明确提出，加快发展

抽水蓄能，是构建以新能源为主体的新型电力系统的迫切要求，是保障电力系统安全稳定运行的重要支撑，是可再生能源大规模发展的重要保障；到 2025 年，我国抽水蓄能投产总规模 6200 万千瓦以上；到 2030 年我国，投产总规模 1.2 亿千瓦左右。

南方电网公司印发的《公司关于推动绿色低碳发展转型的意见》提出，未来十五年将加快抽水蓄能建设，“十四五”新增装机 600 万千瓦，“十五五”“十六五”各新增装机 1500 万千瓦，未来十五年增长 4.6 倍。到 2030 年，大约相当于新增 1 个三峡水电站的装机容量，支撑 2.5 亿千瓦以上新能源接入和消纳。

据了解，此次加快推进的三个抽水蓄能电站均为国家“十四五”规划重点建设项目。其中，广东肇庆浪江、惠州中洞抽水蓄能电站为南方五省区首次应用可变速机组，相对于定速抽水蓄能机组，能够提供更为灵活、快速、高效、可靠的调节能力，能更好适应新能源波动特性。广西南宁抽水蓄能电站是广西境内首座抽水蓄能电站。此外，在建的广东梅州和阳江 2 个抽水蓄能电站装机容量均为 120 万千瓦，首台机组将于今年年底前投产，可大幅提升粤港澳大湾区电网调节能力，缓解高峰时段用电紧张问题。

面对当前电力供应紧张局面，南方电网公司调峰调频电站发挥削峰填谷作用，全力保障电力生产。据统计，已投运的 5 座抽水蓄能电站今年 9 月总调峰时间 8541 小时，是今年平均水平的 125%，比去年同期增长 38%，有效提升了南方五省区电力供应能力。

中国能源报 2021-11-01

风能

储能设施升级让风光发电“更可靠”

全球风光资源分布极不均匀，未来电力系统的“零碳排放”如果要高度依赖这两种资源，哪种配置更加稳定、可靠？

近日，清华大学地球系统科学系助理教授同丹等人发表在《自然—通讯》的一项研究发现，要想回答这一问题，储能系统十分关键。在配备和不配备储能系统的情景中，风光能在更可靠的新能源电力系统中占比多少会发生显著变化。

研究人员利用 39 年全球逐小时再分析气象数据集，对全球 42 个主要国家的风光资源满足逐小时电力需求的能力进行了评估，认为风光能最优组合模式国家尺度存在显著差别，并提出了提升风光互补发电系统可靠性的区域资源共享方案。

国土面积大 风光能可靠性更高

在各国减排“路线图”中，首先都是发展清洁能源，降低化石能源发电供应。据国际能源署（IEA）统计，2020 年可再生能源电力占比快速提升至近 30%，其中风光资源作为重要电力来源之一，占比已达到 10%。

我国可再生能源发展水平与国际并驾齐驱。据国家能源局统计，去年，我国可再生能源发电量达到 2.2 万亿千瓦时，占全社会用电量的 29.5%，其中风光发电量占全社会用电量的比重约为 10%。

“我国已明确提出大幅提升风电、光伏发电规模，构建以新能源为主体的新型电力系统，同时提高电网系统灵活性，提升电网消纳可再生能源的能力。”中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长贺克斌在接受《中国科学报》采访时说，“因此，未来应当优化新型电力系统建设，加强间歇性可再生能源发电并网，助推零碳能源体系构建。”

随着可再生能源的规模化发展以及电力系统低碳转型的推进，深入理解自然资源禀赋对全球风光互补发电系统可靠性的制约具有重要科学指导意义，有助于对未来电力系统进行优化配置，提升稳定性和灵活性。然而，现有研究对区域尺度风光互补发电系统的可靠性及大规模储能部署尚缺乏

系统评估。

在此背景下，研究人员通过数值模拟方法评估了 100%风光互补发电系统完全满足逐时电力需求的能力，定量分析了不同装机发展规模、风光混合比例、储能系统容量、区域共享方案等，对风光互补发电系统完全满足全球逐时电力需求的影响。

他们发现，风光能组合最优模式与风光能装机发展规模、储能系统容量、国土面积和中心经纬度等均有一定关系，并且国家尺度最优模式存在显著差别。从满足逐时发电需求能力来看，中国、俄罗斯、加拿大、美国等国土面积较大的国家具有较好的表现，发电系统的可靠性可达到 90%左右。

风光能组合优化 储能设施很关键

研究人员利用 1980 年至 2018 年近 40 年的全球逐小时再分析数据集，基于对可再生能源发展规模、不同比例风光混合系统和储能系统容量的大量数值模拟，评估了全球 42 个主要国家的风光资源满足逐小时电力需求的能力。他们发现，这些国家的风光能资源现状（研究聚焦 100%风光互补发电系统）满足电力需求供应的能力可达 70%以上。

在无储能条件下，可靠性高的风光互补发电系统更依赖风电，其比例为 65%~85%。42 个主要国家发电系统可靠性（即发电系统完全满足逐时电力需求的能力）为 72%~91%。

扩大太阳能和风电装机规模或配备储能系统，均可有效提升发电系统可靠性。例如，配备 12 小时长时储能系统可将发电系统的可靠性提升至 83%~94%。不过，这时高可靠性组合发电系统的“主角”发生了反转：更多依赖太阳能发电，且比例可达 70%。

研究同时发现，扩大 10%的风光能装机规模与增加 3.9 小时储能系统容量，对发电系统可靠性的提升能力相当。

那么，中国的情况又如何呢？“与国际上类似。”论文第一兼通讯作者同丹在接受《中国科学报》采访时说，中国可靠性高的无储能风光互补发电系统也更依赖风电，最优配置的风电比例为 80%；而配备 12 小时储能系统时，可将发电系统的可靠性提升 5%。同样，高可靠性发电系统可更多依赖太阳能发电，比例为 55%。

“也就是说，最优的风光结构或是组合需要根据我国对于储能系统的配置和风电光电发展规模的规划科学确定，实际建设中会考虑更多因素，如占地性质等。”她补充道。

同丹表示，由于成本高、技术仍不成熟，目前长时储能系统在全球风光发电系统中应用很少，多以短时储能（小于 5 小时）为主，甚至在某些区域的风光发电系统还未配置储能设备。而无储能最大的问题是弃风弃光，当前虽有改善但仍不同程度地存在，成为制约可再生能源发展的最大障碍，这些都期待长时储能技术的突破。

她还指出，新能源供给最大的挑战是遇到极端天气事件。即使在可靠性超过 90%的风光互补发电系统中，每年仍可能有数百小时的电力需求不能得到完全满足，出现连续长时间（>24 小时）电力供应缺口。

区域资源平衡 有待大尺度合作

“我们的研究提供了进一步的证据，表明储能本质是平抑电力供需矛盾，它将成为国家电网提升平衡调节能力的重要手段。”同丹对记者说，“区域储能平衡对于实现电力供应可靠性影响巨大。资源可利用性与电力需求在时空上的不匹配可能威胁整个电力系统运行的稳定性和可靠性。”

研究指出，12 小时长时储能系统可有效弥合中国、美国等国土面积较大国家的电力缺口，提升发电系统可靠性。相比之下，国土面积相对较小的国家构建 100%风光互补发电系统将面临更为严峻的挑战。

同丹表示，以英国、韩国等国家为例，即使配备 12 小时储能容量的风光互补发电系统，仍会有约 2000 小时的电力需求不能得到完全满足，表明储能系统有效消纳更多波动性风光电力的能力十分有限。

不过，跨区域的大尺度合作则有助于解决这一问题。数据分析发现，区域资源共享方案可有效消纳各国不均匀的太阳能和风电资源，如整合调度弃掉的部分风电光电，国家尺度风光互补发电系

统可靠性可从最低的 57%提升至近 90%。

“这是一项对所在领域有深刻贡献的有趣研究。”审稿人 Jesse D. Jenkins 写道，研究揭示了基于自然资源禀赋约束的全球不同时空尺度的风能和太阳能变异性，“这本身就很有见地”。

贺克斌表示，资源组合、发电需求和储能系统等对保障电力供应可靠性、灵活性和经济性均至关重要。随着有越来越多可再生能源发电并网、尖峰负荷不断增长以及气候变化导致的极端天气的增多，电力系统可靠性面临着前所未有的挑战。不过，就其关键性和迫切性而言，灵活性电力调配系统和储能设备，对于发展高比例可再生能源发电系统更加重要。

中国科学报 2021-11-01

青海开工建设 1090 万千瓦大型风电光伏基地项目

国家大型风电光伏基地项目日前在青海省海南藏族自治州和海西蒙古族藏族自治州集中开工建设。这批新能源项目总装机容量达 1090 万千瓦，是我国近期开工建设的首期 1 亿千瓦大型风电光伏基地项目的一部分，项目建设对青海加快打造国家清洁能源产业高地具有重要意义。

据了解，此次开工建设的大型风电光伏基地项目包括 8 个就地消纳项目和 7 个青豫直流工程二期外送项目。按能源类别分，光伏 800 万千瓦，风电 250 万千瓦，光热 40 万千瓦。这批项目总投资逾 650 亿元，将在 2023 年底前陆续建成。

国家电投黄河上游水电开发有限公司董事长谢小平介绍，本次集中开工项目中，公司负责开发建设青海-河南±800 千伏特高压直流工程二期外送项目 2 标段。他们将在电站建设中落实生态保护的理念，将公司多年来的创新成果集成应用到电站的设计和设备制造中，推进电站建设标准化，保护高原生态环境。

青海光照强、风力大，沙漠、戈壁、荒漠地区是我国风能、太阳能资源富集地区。青海新能源发展优势显著，可用于光伏发电和风电场建设的荒漠化土地 10 万平方公里以上，光伏资源理论可开发量 35 亿千瓦，风能技术可开发量 7555 万千瓦。

骆晓飞 解统强 经济参考报 2021-11-01

我国海上风电迎来规模化发展黄金期

国内首部《海上风电工程期风险评估指南》发布、国内首艘 30 米级专业风电运维船“中国海装 001”正式下水、国内首个规划建设的风电城——《广东（阳江）国际风电城规划》通过评审……近期，海上风电捷报频传。受访者告诉记者，近两年，我国海上风电发展驶入快车道，进入规模化发展黄金期。

开发潜力巨大

我国海上风电资源丰富，靠近东部用电负荷中心，便于就近消纳，海上风电容量急速上涨，开发应用潜力巨大。国际可再生能源署发布的报告显示，2030 年海上风电总装机将达 1 亿千瓦。中国海上风电连续三年领跑全球，2020 年海上风电新增装机量超过 300 万千瓦，占全球新增装机量的 50.45%。这也是我国海上风电总容量超过德国，仅次于英国，成为全球第二大海上风电市场。截至 2021 年 8 月，全国在建海上风电项目 43 个，装机规模近 1500 万千瓦。

“最新评估显示，我国海上风能可开发技术潜力巨大，超过 35 亿千瓦。50-100 米的近海固定式风电储量 2.5 亿千瓦，50-100 米的近海浮动式风电储量 12.8 亿千瓦，远海风能储量 9.2 亿千瓦。”据海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司董事长徐伟介绍，台湾海峡是中国近海风能资源最丰富的地区，风能资源等级在 6 级以上；广东、广西、海南近海海域的风能资源等级在 4-6 级之间，从福建往北，近海风能资源逐渐减小，渤海湾的风能资源又有所加强。

在上海电气风电集团股份有限公司叶片卓越能力中心主任王国军看来，碳达峰、碳中和目标，

更是为风电发展注入了强劲动力。

多地积极开发

一些业内人士告诉记者，近几年我国海上风电开发步子迈得很大，要实现高质量发展，就需要通过宏观统筹和整体规划，推进海上风电规模化、集约化开发，推动我国从海上风电大国迈向海上风电强国。

实际上，不少省市已经着手统筹开发海上风电，广东、浙江、江苏、山东北部、闽南外海、广西北部湾以及海南均出台了相关规划。以广东为例，截至目前，我国海上风电先行者——广东阳江，已有 1000 万千瓦海上风电项目通过核准，国内首个近海深水区海上风电项目正在建设中，国内首个漂浮式海上风电机组已完成安装。“十四五”期间，阳江市将打造集风力开发、装备制造、研发设计、检测认证、运维管理于一体的风电全产业链生态体系，加快建设世界级风电产业基地和国家新能源基地。”阳江市发改局党组书记苏玉均表示。

山东省乳山市也在积极布局。“近年来，乳山市以海上风电装备制造为主导产业，规划了占地面积 1 万余亩的山东海上风电装备制造产业乳山基地，全力打造全产业园海上风电装备制造基地，同步发展海上风电综合商务及金融服务产业。”乳山市副市长许鹏说。

多位业内人士一致认为，“十四五”期间，我国海上风电成规模化发展迎来黄金期，2020-2029 年，我国海上风电新增装机预计 4500 万千瓦，平均每年约新增装机 500 万千瓦。

“十四五”期间平价可期

如何降低海上风电建设和运维成本是业内最关心的话题。“十四五”初期，海上风电进入补贴退坡。以技术进步为核心，在政策支持下，海上风电有望在 2024 年全面实现平价。多位受访者告诉记者，海上风电降价空间在于研发高可靠、大功率的定制化海上风电机组。

纵观我国海域，从南到北资源禀赋各异。广东、福建是典型的高风速区域，水深不浅；山东、广西以及江苏，海域特点则是水不深、大陆架下降趋势比较缓，但是风速不太高。“面对多样性的海域，要想获得最大发电能力，企业就需要深入研究风资源状况、海文海况、海底实地等不同情况，定制化风机产品以及解决方案。”远景能源有限公司海上解决方案负责人王祖明说。

除了“个性定制”，降本增效也是目前风电全产业链需要共同面对的课题。上海电气风电集团股份有限公司叶片卓越能力中心主任王国军认为，以风机叶轮为例，叶轮直径成为产品差异化竞争的核心，降低海上风机成本，要从整机系统优化角度对叶片气动布局、载荷、整机性能等进行综合提升。与此同时，要考虑迭代速度，快速推出平价叶片和整机。

在中车株洲电机有限公司授级高级工程师李进泽看来，海上风电技术发展的趋势是“六化”，即大型化、模块化、集成化、中高压化、中低速化、智能化，海上风电发电机关键技术转向高性能、长寿命、高可靠性、低成本的设计方向。

本报记者 苏南 中国能源报 2021-11-01

东营河口区“乘风破浪”，新能源产业“无中生有”

日前，由中车永济电机有限公司自主研发的功率 13.X 兆瓦紧凑型半直驱永磁风力发电机在山东省东营市河口经济开发区成功下线，标志着我国大功率海上风力发电机的自主研发能力再上一个台阶，实现了 13 兆瓦以上风力发电机整机和部件关键技术的突破，推动了我国风电行业技术的提升和海上风电产业持续稳定发展，对进一步提高我国海上风电装备研制能力具有重要意义。

据了解，该紧凑型半直驱永磁风力发电机具有可靠性、耐久性、产品质量控制、电机温升控制、电能质量控制的技术特点，大大提升了发电机的可靠性。

“2021 年，河口区与中车永济电机有限公司达成战略合作，共同打造渤海海上风电产业基地。此次下线的 13.X 兆瓦紧凑型半直驱永磁风力发电机配套明阳智慧能源集团股份有限公司，将有力带动关联配套产业发展，为河口区做大做强风电高端装备制造产业奠定坚实基础。”河口经济开发区党工委书

记、管委会主任牟焕民介绍。

近年来，河口区深入贯彻新发展理念，聚焦高质量发展、加速新旧动能转换，紧紧围绕“3+3+3”现代产业体系，大力开展“双招双引”，先后引进中车电机、瑞致新材料、捷安电器等风电发电设备制造及配套企业，初步形成了资源开发、装备制造、运营维护于一体的全产业链发展体系。

2017年到2021年，山东（河口）风电产业园首批机组下线、10兆瓦上半直驱永磁同步风力发电机下线、13.X兆瓦紧凑型半直驱永磁风力发电机下线……河口区风力发电产业正在从“无中生有”到发展壮大，从小有名气到蓬勃崛起。

面对黄河流域生态保护和高质量发展及碳达峰、碳中和两大国家战略，山东省提出在“十四五”期间大力开发建设海上风电，规划布局了渤中、半岛北、半岛南3处海上风电基地，并配套建设河口、蓬莱、乳山三个海上风电装备制造产业基地。

河口区位于渤中海上风电产业基地的核心区域，除拥有产业基础，还具备海港码头、腹地、路由、接入消纳等优势，为河口区建设“海上风电装备制造产业园”奠定了基础。在新的发展形势下，河口区科学谋划，乘势而上，以风、光、地热等资源禀赋为基础，大力发展新能源产业。

“今年初我们就成立新能源产业发展专班，坚定不移推进海上风电产业园项目，现已完成产业园项目立项、初步规划设计及可研报告编制，预计基础设施投资18.66亿元，其中一期投资预计11.08亿元。目前，产业园入驻意向企业已有金风、中车、大金重工、金雷科技、中船等国内知名头部制造装备厂商。”东营鼎乘招商服务有限公司董事长兼总经理杜建英说。

牟焕民介绍，河口区将全力推进新能源产业全链条发展，以资源带产业，加强产业招商，高标准规划建设集海上风电装备及海洋工程装备制造、智能运维、新兴产业培育及大数据平台、科技研发于一体的大型海上风电产业基地，打造双千万千瓦级风光氢储牧多能互补、示范性国家级新能源大基地。

长江日报 2021-11-02

山东：“十四五”期间将建设千万千瓦级海上风电基地

11月2日上午，山东省政府新闻办召开新闻发布会，解读《2020年山东省海洋经济统计公报》。“十四五”期间，山东省将培育壮大海洋新兴产业，建设世界领先的现代海工装备制造基地，打造世界一流的海洋生物医药产业集群，建设一批海水淡化示范工程，建设千万千瓦级海上风电基地，拓展海洋新材料应用领域。

具体来看，“十四五”期间，山东省将围绕以下五个方面推动海洋经济发展。

（一）着力建设世界一流的港口。加快沿海港口及相关资源整合，推动向枢纽港、贸易港、金融港升级，实施新一轮港口基础设施提升工程，健全完善现代化港口基础设施体系。实施绿色港口行动计划，提升港口安检查危能力，建设智慧绿色平安港口。打造日韩、东南亚、中东、印巴、欧美五大优势航线组群，拓宽跨境货物集散和过境运输渠道。建设一批综合竞争力强、地域优势明显、产业特色突出的融合发展示范区域。

（二）着力建设完善的现代海洋产业体系。优化提升海洋传统优势产业，高水平建设“海上粮仓”，建设世界领先的现代船舶制造基地，打造绿色、集聚、高端海洋化工产业基地。培育壮大海洋新兴产业，建设世界领先的现代海工装备制造基地，打造世界一流的海洋生物医药产业集群，建设一批海水淡化示范工程，建设千万千瓦级海上风电基地，拓展海洋新材料应用领域。加快发展现代海洋服务业，构筑多元化的涉海金融服务体系。推动海洋产业与数字经济融合发展，构建山东海洋立体观测网，建设海洋智能超算平台，打造国际一流的海洋数据信息产业集群，建成全球海洋大数据中心，大力发展智慧渔业、智慧港口等“智能+”海洋产业。

（三）着力建设全球海洋科技创新高地。推动青岛海洋科学与技术试点国家实验室正式入列，推进国家海洋综合试验场（威海）、国家深海基因库、国家深海大数据中心、国家深海标本样品馆建

设。加快突破海洋核心关键技术，抢占全球海洋科技制高点。实施一批标准化攻坚研发项目，加强地方标准研制，扩大海洋标准有效供给。加快完善政产学研金服用协同推进的体制机制，促进海洋科技成果高效转化。培育壮大创新型涉海企业，实施海洋高层次人才引进行动，打造海洋科技人才集聚区。

（四）着力维护绿色可持续的海洋生态环境。加强海洋生态保护修复，高标准建设黄河口国家公园，创建长岛国家海洋公园。持续开展入海河流“消劣行动”、海陆结合部“净滩行动”，全面落实“湾长制”“河长制”，构建跨区域海洋生态环境共保联治机制。加强行业用海精细化管理，严控海域开发规模和强度，严格围填海管控。严格执行伏季休渔制度，加大减船转产力度，开展限额捕捞和海域轮作试点。建立健全海洋生态补偿政策，大力发展海洋循环经济，加快海洋负排放研究中心、黄渤海蓝碳监测和评估中心等平台建设。加快“陆海空天”一体化水上交通安全保障体系建设，提升海洋灾害应急响应和海上救助能力。

（五）着力拓展海洋经济开放合作空间。围绕构建互利共赢的蓝色伙伴关系，深度融入“一带一路”、区域全面经济伙伴关系（RCEP），拓展涉海开放合作领域。充分发挥中国（山东）自由贸易试验区制度创新优势，高标准推进中日（青岛）、中韩（威海）地方经济合作示范区，高质量建设中国—上合组织地方经贸合作示范区，建设上合组织国家面向亚太市场的“出海口”。办好东亚海洋合作平台青岛论坛、世界海洋科技大会、国际海洋动力装备博览会等各类涉海论坛展会，推动山东全方位、多层次、宽领域的海洋对外开放合作。

上海证券报·中国证券网 2021-11-02

风储深度融合，变亦是不变

国家“十四五”规划以来，随着碳达峰、碳中和目标的逐步推进，能源结构的转换是短中期脱碳进程中的决定因素。以风电、光伏为代表的清洁电力，在装机总量以及发电量上逐年攀升，新能源发电的量变将彻底改变传统电力系统“源随荷动”的电力生产方式。

在此过程中，新能源电能生产的波动性、间歇性也成为亟待解决的问题之一，当电网无法保证足够强壮的调整能力时，电力安全供应将面临严峻的挑战。在此背景下，国家相关部门和地方政府相继持续加强对新型储能发展目标、产业布局、政策机制的部署，全面推动“风电+储能”发展成为产业趋势之一。

然而，面对集中式、分布式风电等不同应用场景，风电+储能应该如何建设？作为国内最早涉足风电变流器及电网储能的企业之一，阳光电源针对集中式、分散式风电配置储能的需求提供不同侧重点和解决方案。目前，其风电全场景的储能解决方案在辅助风力发电并网、电力调频调峰、需求侧响应等场景中已得到广泛应用和认可。

当前，在风电场电源侧升压站集中接入电网的集中式储能是风储融合的主要形式，储能系统按照风电场容量的一定比例配置，以储能电池舱与储能变流升压舱为基本单元集中化布置，统一接受电网的集中调度运行。集中式储能在规模上集聚了储能系统的容量，能够充分发挥储能系统能量吞吐的优势。

集中式储能中最需要关注的是储能安全性。针对安全性需求，阳光电源率先在行业推出“防、护、消、泄”的四层储能系统安全设计理念，从预防激源产生，避免热失控诱发、扩散等多举并行，协调控制、全面管理，杜绝储能电站安全隐患。阳光电源储能电池系统采用高效能智能化散热设计，根据电芯温度，甚至结合系统外部输入、运行工况、气象数据等，更好预测维持整个储能系统持续运行在最佳的温度区间，有效延长电池寿命，让储能系统更安全、更稳定的运作。

在分布式应用场景中，分散式风电储能系统是以风电机组为单元的风电联合储能的应用型式，储能变换单元与风电变流器在风电机组侧集中配置，电池系统根据实际场景灵活采用“一机一储”或者“多机一储”布置，实现风电变流发电和储能系统的联合运行和统一调度。

虽然集中式风电场储能和分散式风电机组储能在广义上具有一致性，从电网角度，也可以将分布在每个接入点的集中式储能看做分散式储能系统。但在场景应用上，两者仍然存在差别——集中式储能的调度和运行既要考虑电网的需求，同时也要考虑风电场的运行特性，集中式储能系统在小时电量的配置上会随着电网的发展呈现更大差异化的需求。

这就需要更加灵活的储能配置方式来进一步释放风储不同的应用场景，“风储融合”也就成为创新性解决方案，以及行业发展的趋势之一。

可以说，分散式风电储能是风电变流和储能变换深度融合，从根本上深刻改变了风电机组的运行特性，风储联合运行控制简化了电网调度难度，有望在分散式风电场、功能性风电机组接入等场景上发挥更大的作用。同时，风电机组匹配储能系统，弥补了风电机组无持续可备用能量的短板，在辅助风电变流运行的同时，显著提升风电接入电网友好性。

2021年CWP国际风能展中，阳光电源发布风储一体变流器，该变流器由6.6MW双馈风电变流器直流侧配比10%功率的储能变流单元，通过风电变流与储能变换一体化控制，深度融合风电变流与储能功能的场景化应用。

阳光电源风储变流器储能变换单元采用模块化紧凑型设计，具备毫秒级快速功率响应，兼容电池能量管理，适配多种类型电池，直流侧耦合具有更高电能转换效率。驱动以风电机组为单元的风电联合储能的应用型式，使风电机组惯量与调频、风电消纳及并网电能质量等方面得到优化。

因地制宜、科学设计、高效利用、电网友好是风电场配置储能系统的关键技术，更是风电在实现碳中和进程中的高质量发展需求。在2030年碳达峰目标下，阳光电源将持续推进风储融合创新，全面引领风电转换技术发展和革新，致力于成为全球一流的风电技术及设备供应商，持续为客户提供更多风电增值服务。

阳光能源 中国能源网 2021-11-04

中国海上风电四季度并网“冲刺”

最新数据显示，今年三季度海上风电新增并网167万千瓦，同比增长227%。截至9月底，全国海上风电累计并网装机达到1319万千瓦，同比增长75.7%。

目前，多个海上风电项目陆续传来并网消息。有报告预计，受海上风电并网电价政策影响，沿海地区四季度海上风电并网规模将会增长。

海上“抢装”促企业业绩提升

受益于最后一年海上风电补贴带来的抢装影响，多家风电上市公司今年前三季度的净利润大幅增长。

明阳智能披露的业绩预告中显示，前三季度净利润18.5亿元至20.5亿元，同比增加98.33%至119.77%，原因之一即海上项目交付规模的上升。电气风电前三季度净利润4.83亿元，同比增长252.2%。电气风电称，海上风机交付规模较上年同期上升使得公司营业收入增加。

据全国新能源消纳监测预警中心最新数据，今年三季度海上风电新增并网167万千瓦，同比增长227%。截至9月底，全国海上风电累计并网装机达到1319万千瓦，同比增长75.7%。海上风电装机占全部风电装机的比重达到4.4%，与去年同期相比提升1.0个百分点。

海上风电并网规模预计有所增长

根据国家发展改革委《关于完善风电上网电价政策的通知》，2019年1月1日至2020年底前核准的陆上风电项目，2021年底前仍未完成并网的，国家不再补贴。

今年以来，国内海上风电持续“抢装”。随着补贴最后期限的临近，并网项目消息仍陆续释放。全国新能源消纳监测预警中心分析认为，受海上风电并网电价政策影响，沿海地区四季度海上风电并网规模预计有所增长。

中国海洋石油集团有限公司首个海上风电项目——江苏海上风电场10月19日实现全容量投产

运行。继9月12日华能山东半岛南4号发出海上“第一度电”后，国家电投山东半岛南3号海上风电项目首批机组近日顺利并网发电。

国家电投集团海阳海上风电有限公司总经理陈立志介绍，截至2021年4月底，我国海上风电并网容量达1042万千瓦，已超过英国2020年底海上风电1021万千瓦的装机容量。预计到今年年底国家电投共将建成投运海上风电401万千瓦，占国内装机总容量的20%以上。

年内装机总量或超英国成全球最大

我国海上风电装机增速尤为引人瞩目，去年以年增300万千瓦的速度连续第三年成为全球最大的海上风电市场。全球风能理事会预测，今年内，中国海上风电装机总量很可能将超过英国，成为全球海上风电装机容量最大的国家。

中国可再生能源学会风能专委会秘书长秦海岩认为，未来几年是我国海上风电技术创新和变革的关键期，新型大容量机组的应用，专业化施工船舶和设备的投用，数字化技术手段的普及等，都将带动全生命周期成本的下降。预计在未来3年内，我国海上风电有望实现平价上网。

也有行业人士认为，尽管当前我国海上风电成本已降至原来的一半，且仍有一定的边际改善空间，但我国海上风电项目造价仍难以做到平价上网，整机成本短期大幅下降希望也不大，这一市场未来仍有考验。

李苑 上海证券报 2021-11-04

海上风电快速平价：是技术创新还是市场策略使然？

国家补贴最后一年，海上风电不仅立足“抢装”当下，更在谋划“平价”未来。近期两个海上风电项目，主机开标曝出低价，不足4000元/千瓦的报价，与去年同期相比几乎腰斩。

“平价和降本应是产业研发创新和技术迭代的自然结果，而不应是一些企业市场竞争的价格策略。如何保证25年甚至更长的生命周期内，风机设备的安全性和可靠性，是海上风电降本的前提和基础。”在不久前举行的2021北京国际风能大会高峰论坛上，业内对当前的海上风电快速降本，持谨慎观望态度。

有观点认为，在保证全产业链健康发展的前提下，海上风电真正进入全面平价仍需3—5年。

个别项目风机低价，

不代表全行业进入平价

近期，开标或开工的项目，印证了海上风电平价的大趋势，给人海上风电实现平价近在咫尺的既视感。然而，据业内人士介绍，这些项目有其特殊性，有的项目属于重新招标，有的项目离岸较近、工程造价低，有的项目能享受地方补贴。

中国船舶集团海装风电股份有限公司总经理助理、研究院院长张凯表示，中国海装在探索海上风电平价上先行一步，但他同时表示，不仅要实现设备降本，安装成本、运维成本更要同步下降，才能支撑整个行业迈入平价时代。

业界认为，当前风电整机环节承受较多降本压力，而在工程等其他环节缺少降本驱动力。哈电风能总经理谭文理表示，海上风电基础设施建设刚性较强，很难在短期内大幅度降低成本。

从几家上市整机商的财务报表分析，海上风机业务基本处于微利水平。如果没有合理的毛利率支撑，持续的研发投入将会成为无源之水。

中国海岸线长，海床地质条件和风资源条件差异较大，实现平价的边界条件各不相同。“个别项目可以实现平价，不代表整个风电行业已经进入平价。”业内人士称。

降价是技术创新所致，

还是市场策略使然

没有人怀疑，持续降本是海上风电行业的唯一选择。问题是，如何降本才是可持续的。

有整机商认为，当前海上风机价格的下降，是技术创新的结果。不过，这一观点并未获得业内

广泛认同。

“创新是有的，但如果短短几个月，海上风机的单位千瓦造价下降 2000 元，说成是技术创新的结果显然是避重就轻。”风电行业相关技术人士告诉记者，“眼下海上风电的大幅降本，与其说是技术创新的结果，不如说是整机商为了获得市场订单，消化去年以来富裕产能的结果，同时也是占据更大话语权的开发商施压的结果。”

整机商不想方设法降本，就无法获得市场订单，将直接导致在市场份额排名中掉队。

对于整机商而言，面临着大宗商品原材料上涨等刚性成本支出，整机商有限的毛利率很可能被原材料吃掉。如果整机商没有合理的利润率，技术研发投入就不可持续，最终反而拖了技术降本的后腿。

在一位风电业内人士看来，风电行业肉眼可见的最明显技术创新，就是风机容量的大型化。国内整机厂商的海上风机产品线，已经从 5、6 兆瓦步入到 10 兆瓦以上。

之所以整机商如此热衷于大兆瓦机型，也正是因为机组大型化是当前摊薄海上风电成本的一个主要途径。随着风机容量的增长，其成本并不会等比例增长，同时，大机组还能减少机位点，显著降低风场初始投资。

明阳智能总工程师贺小兵认为，海上风电只靠大机组或者仅通过降低机组的成本达成平价，并不现实。还需合理分摊海上风电送出工程成本，降低海工建设成本等多环节的配合。

“目前，风电降本速度太快，整机商被迫降价。虽然在个别项目上实现了降本，但包括主机厂、零部件厂等整个产业链，都需要为此付出一两年的疗伤过程。”弗兰德中国区董事长兼 CEO 勾建辉表示，“降成本是可行的，但技术迭代不是一夜之间实现的，需要时间和过程。”

是激活降本潜力还是带来价格博弈

当前，我国海上风电的单位千瓦平均造价约为 15000 元左右，此前开标的浙江象山、苍南海上项目约为 12000 元。据测算，海上风电若要实现平价上网，综合开发成本仍需在当前基础上再下降 40% 左右。

如果以陆上风电为参照，目前，陆上风电单位千瓦造价已降至 4000 元左右，按照海上风电造价是陆上风电造价两倍的规律，未来，海上风电单位千瓦造价有望降至 8000 元左右。

在金风科技总工程师翟恩地看来，风电降本是趋势，但要有个过程。到 2024 年或 2025 年我国海上风电实现平价，是比较理性的目标。

业内的共识是，海上风电最大的风险是设备的可靠性。随着风机大型化发展，对其可靠性的要求将大幅提高。因此，要更加重视产业链的平稳、安全、可靠。

翟恩地坦言，行业还有很多技术难关没有攻克，例如，叶片、轴承、PLC 芯片等，再如，怎样把机组的重量降下来。

国家能源集团联合动力技术有限公司产品开发分公司总工程师王小虎呼吁，海上风电不应只关注初始投资，也应关注运营期成本，突破海上风电卡脖子技术，保障风机安全性、稳定性，才能降低运维成本。

勾建辉举例说，复兴号高铁采用标准动车组后，成本下降了约 40%。同理，风电也可以进一步实现标准化、系列化。在供应链方面，降本的重要措施是规模效应，产业链上下游不能相互挤压，而要共同向外。

显然，在海上风电领域还存在一系列技术掣肘。是应该等技术实现了突破，再去降本实现平价，还是应该通过去补贴、平价，倒逼行业创新技术，提质增效，这似乎是个“先有鸡还是先有蛋”的问题。对此，业内的看法并不一致。

不过，不能忽视的一个事实是，当前，海上风机降价较猛的多为第二梯队整机商，而传统的第一梯队整机商在价格上则较为谨慎，是否跟进仍有待观察。

翟恩地认为，由于竞相降价，当前风机行业已经没有品牌溢价。“就像宝马车和夏利车，没有了区别”。

价格策略激进的厂商是真正发挥出鲶鱼效应，激活全行业的降本潜力，还是把整个行业带入价格博弈的往复循环，需要市场进行检验，需要时间给出答案。

张子瑞 中国能源网 2021-11-05

青岛打造海上风电产业基地

进入四季度，海上风电建设到了冲刺阶段，青岛盘古智能制造股份有限公司近 300 名员工开足马力生产，董事长邵安仓几乎每周都要出差。这家“隐形冠军”企业生产的风机集中润滑系统，虽然对于大众来说还是个陌生词，但在行业内鼎鼎有名，国内细分市场占有率超过了 40%。

一台徐徐转动的“海上大风车”，年发电量能满足上万户家庭的年用电需求。全球风能理事会 GWEC 最新发布的“全球海上风电报告”预计，未来十年海上风电新增装机容量将达到 235 吉瓦，大约是当前市场规模（35 吉瓦）的七倍。

作为最具脱碳潜力的清洁能源技术，海上风电的发展速度超乎想象，也给了盘古智能这样的青岛风电产业链企业巨大的成长空间。记者了解到，青岛已经形成较为完整的海上风电产业体系，涵盖塔筒、发电机、传动系统、变桨系统、润滑系统、风电箱变、海底电缆、整机制造、风电场运营等环节，向着世界级海上风电产业基地迈进。

“隐形冠军”辈出

海上风电的背后，是一条庞大而精密的产业链，上游包括齿轮箱、发电机、叶片、塔筒等核心部件，中游是相当于风电心脏的整机制造，下游主要是风电场投资运营。

海上风电的技术壁垒较高，部分青岛企业已经成为细分领域的“隐形冠军”，盘古智能就是其中的代表。

“风机大多位于人迹罕至的海上或者戈壁滩，维护成本高、作业条件差、劳动强度大，靠人去加注润滑油完全不现实。”邵安仓介绍，风机集中润滑系统安装在风电机组中的偏航、变桨、主轴和发电机等核心部位，可以定时、定量地将润滑油脂自动加注到上述关键部位，减少风机运转时的摩擦损耗，对延长风机使用寿命至关重要。

这个风电核心部件曾长期依赖进口，属于典型的“卡脖子”技术。2015 年之前，风机集中润滑系统主要由美国、德国等国外品牌提供，直到盘古智能实现国产替代后，中国企业才终于有了话语权。目前，盘古智能开发了金风科技、远景能源、上海电气、东方电气、西门子歌美飒、维斯塔斯等国内外知名风机厂客户，基本覆盖了国内前十大风机制造厂商。

从名不见经传到世界领先，盘古智能经过近十年的积累才有了今天的爆发。在邵安仓看来，正是踏实做事、潜心耕耘，成就了盘古智能如今的行业“黑马”地位。

而这样的“隐形冠军”故事，在青岛企业中还有很多。从事风电偏航摩擦片的研发和制造近 20 年的华瑞丰，累计装机 5 万台风电机组，国内市场占有率达到 50%；国内风机塔架龙头企业天能重工，2016 年上市后提出二次创业规划，实现了风机塔架业务和新能源业务双轮驱动的战略格局；华通集团旗下的青岛造船厂转型海上风电产业，发展塔筒、管桩等海上风电配套业务，打造山东最大的风电配套项目制造基地……

国内投资焦点区域

青岛海上风电产业的异军突起，与具备完备的上下游产业配套能力，拥有钢结构、电力装备、海工装备等传统优势产业密不可分。

除了盘古智能、华瑞丰等中小企业外，东方铁塔、特锐德、汉缆股份等多家青岛上市公司都将产业触角延伸至海上风电。

有多年的风力塔生产制造经验的东方铁塔，正积极拓展海上风电业务，提高在中高端塔筒制造领域的地位和市场竞争能力。研发智能一体化风电箱变的特锐德，中标大唐、华电、国家电投等项目。汉缆股份进军海上风力发电不可缺少的海底电缆业务，为明阳阳江沙扒 300 兆瓦科研示范项目、大

唐汕头南澳勒门 I 海上风电场项目提供了海底电缆。

更为重要的是，青岛作为中国北方最重要的港口城市和制造业高地，本身在海上风电场的安装建设、设备供应、物流运输、电力就地消纳等方面具有天然优势。

这也是青岛成为国内海上风电投资焦点区域的重要原因。上海电气、通裕重工等国内行业龙头企业，德枫丹、埃斯倍等外资风电企业都已经在青岛投资建厂，形成了海上风电产业加速集聚发展的态势。

在上合示范区，上海电气集团投资 100 亿元的上海电气风电装备产业园项目将于年底竣工，打造亚洲最大、具有世界顶尖水平的高端风电装备全产业链示范基地。在即墨区女岛船舶工业功能区，通裕重工通过全资子公司青岛宝鉴科技，投资建设大型海上风电产品配套能力提升项目，项目建成后预计将形成年产 360 套大型海上风电结构件的生产能力以及配套机加工能力。在蓝谷，山东中能融合公司落地了青岛深远海 200 万千瓦海上风电融合示范风场项目，布局更适合深远海的漂浮式风电技术。

“海上风电+”模式

山东海岸线长达 3345 公里，拥有 15.9 万平方公里海域，港口周边往往是临港产业的集聚地，海上风电紧邻电力负荷中心，消纳前景广阔。对青岛而言，采用“海上风电+海洋牧场”“海上风电+海水淡化”“海上风电+制氢储能”等产业融合发展模式，将产生可观的经济效益和社会效益。尤其是利用海上风电进行海水制氢，既可以推动交通终端用能清洁化，还可与炼化、钢铁、制造等行业有机融合，有效减少碳排放。

今年 6 月，山东省港口集团与国家能源投资集团签署战略合作协议，共同建设山东省海上风电产业经济带，打造国际化海上能源母港，推动山东省千万千瓦级海上风电大基地建设，联合探索“海上风电+海洋牧场+海水制氢”融合发展模式。

在上个月于青岛举办的第二届“一带一路”能源部长会议上，上海电气风电集团股份有限公司总裁缪骏也提出了海上风电场同步建设海洋牧场、休闲旅游、海上救助平台的构想。

“青岛向海而生，有着非常深厚的海洋基因。作为海上风电行业第一的上海电气风电，已经开始探索海上风电和海洋牧场融合发展，推进漂浮式风电场和海洋深水养殖相结合，可以有效降低综合成本，孵化出一条海上风电、海水养殖、海水制氢的全新产业链。”缪骏表示。

青岛日报 2021-11-08

南方电网:广东海上风电并网总容量突破 200 万千瓦

近日，500 千伏阳江沙扒三期海上风电接入系统工程顺利建成投产，投运后每年将新增约 160 万千瓦新能源送出。截至 10 月底，广东海上风电并网接入总容量累计达 230 万千瓦，广东海上风电年度并网进入最后关键的冲刺期。

南方电网广东电网公司多措并举，大力支持新能源发展，努力推动新能源“能并尽并”，在构建以新能源为主体的新型电力系统中打造广东样板，助力广东在实现碳达峰碳中和目标方面走在全国前列。

海上风电接入按下“快进键”

广东电网阳江供电局发挥“党建+基建”优势，以党建引领工程建设，统筹做好前期规划，科学安排施工工期，500 千伏阳江沙扒三期海上风电接入系统工程提前一个月投产。湛江 500 千伏安澜（湛南）输变电工程、湛江 220 千伏徐闻海上风电接入系统工程等关键工程也都按下了“快进键”。

目前，广东海上风电并网项目的工程建设全面提速，项目建设进度从工程建设期向并网调试期过渡。其中，广东粤电湛江外罗海上风电项目、中广核阳江南鹏岛海上风电项目、珠海金湾海上风电场项目、三峡新能源阳西沙扒 300 兆瓦项目已全容量并网，其余海上风电在建容量超过 300 万千瓦。广东电网一方面主动梳理广东省能源局 2021 年底确保全容量并网项目清单，常态化掌握工程项

目进度，滚动更新，确保海上风电项目做到“能并尽并”。另一方面，积极与海上风电投资主体对接，了解诉求，准确掌握项目建设进度，超前谋划接入系统及并网调试事宜，全力推进海上风电送出工程建设。

广东电网将海上风电送出工程 7 项 500 千伏及 220 千伏交流工程列为重点工程，建成投用后可满足 2021 年广东海上风电约 700 万千瓦送出需求。

全力构建新型电力系统

除了海上风电，光伏、陆上风电、生物质发电等新能源也是服务广东碳达峰碳中和的生力军。“十四五”期间，广东省风电、光伏等新能源将加速发展。截至 10 月底，广东新能源装机 1997 万千瓦，其中，海上风电 230 万千瓦、光伏发电 897 万千瓦、生物质装机容量 331 万千瓦。

为全力服务新能源计入和消纳，持续推进能源绿色低碳转型，今年 9 月，广东电网成立广东电网新能源服务中心（简称“新能源中心”）。新能源中心将作为广东电网服务政府、新能源投资主体的技术咨询与业务办理窗口以及市场化业务撮合与交流联络平台，促进新能源科学发展和全社会资源集约利用，并面向新能源投资主体做好一站式服务，实现新能源“能并尽并”。

此外，作为支撑电网灵活调节、全面消纳风光新能源、为用户提供安全稳定供电保障的关键技术，储能是南方电网广东电网公司推动构建新型电力系统的关键环节，目前，广东储能并网容量达 40 万千瓦，为构建新型电力系统奠定坚实基础。

数据来源：广东电网有限责任公司

人民日报 2021-11-09

我国首个柔性直流海上风电项目首批机组正式并网发电



三峡能源江苏如东海上风电项目-国内首个柔直海上风电项目-胡德芳

11月8日20时08分，在江苏如东海域离岸直线距离约50公里的海面上，随着7号风电机组叶轮缓缓转动，三峡集团江苏如东海上风电项目（简称三峡如东项目）首台机组正式向江苏电网送电，标志着我国首个柔性直流海上风电项目首批机组成功并网。

三峡如东项目位于江苏省如东县黄沙洋海域，是亚洲首个采用柔性直流输电技术的海上风电项目，所发电能通过柔性直流输电工程（简称如东柔直工程）输送至电网。该工程主要由两座海上升压站、一座海上换流站、一回直流海缆、一座陆上换流站组成。

如东柔直工程海上换流站由三峡集团联合产业链相关单位组织科研攻关，完成首台套建设任务，是目前世界容量最大、电压等级最高的海上换流站。平面面积近乎一个标准足球场，高度约等于15层居民楼，是名副其实的“大块头”。负责汇集输出三峡如东H6、H10项目（共80万千瓦）以及中广核如东H8项目（30万千瓦）总计110万千瓦容量生产的电能，可有效解决海上风电场大容量、远距离输电问题。

直流海缆是输送电能的“动脉”。如东柔直工程采用的±400千伏直流电缆，共分为两极，每极包括99千米海缆和9千米陆缆，是目前国内电压等级最高、输送距离最长的柔性直流输电电缆。三峡集团支持电缆制造单位率先研发成功±400千伏柔性直流海缆系统，突破了低交联体系软接头等技术瓶颈，达到国际领先水平。

如东柔直工程在三峡集团已有项目国产化探索基础上，进一步推进设备国产化，海、陆换流站联接变、GIS、电抗器、站用变等主要电气设备均采用国产品牌，为主电气设备国产化迈出重要一步。除此以外，IGBT作为柔性直流技术的核心部件，长期受国外垄断，项目首次批量使用国产IGBT部件，为打破国外企业对柔性直流IGBT部件长期垄断奠定坚实基础。

今年以来，三峡如东项目团队克服疫情、抢装、寒潮天气等多重影响，提前谋划、统筹协调各方资源，稳步推进风机机组黑启动、集电线路倒送电等工作，在地方各级政府的关心指导下，在华东网调和国网江苏电力公司的有力支持下，顺利完成此次首批机组并网发电。

三峡如东项目将在今年12月整体投运，届时年上网电量将达24亿千瓦时，可满足约100万户家庭年用电量，与同等规模的燃煤电厂相比，每年可节约标准燃煤约74万吨、减排二氧化碳约183万吨，为优化当地能源结构和今冬明春的电力保供再添动能，有效助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。

近年来，三峡集团围绕“海上风电引领者”战略，积极应对国家政策导向和能源市场形势新变化，大力开发建设海上风电项目，并在探索和实践过程中，实现了“投产一批、建设一批、核准一批、储备一批”滚动开发海上风电的发展目标。

王亚琼 许嘉言 中国能源网 2021-11-09

这项技术有多厉害？能让海上风电降本30%

11月2日，山东省政府新闻办召开新闻发布会，解读《2020年山东省海洋经济统计公报》，提出“十四五期间，将培育壮大海洋新兴产业，建设世界领先的现代海工装备制造基地，建设千万千瓦级海上风电基地”，这也是继江苏、广东等省份后，又一沿海省份宣布发力海上风电。

风电是构建新型电力系统的主体能源，海上风电的重要性也日益凸显，但在业界看来，海上风电面临的降本挑战也不容小觑。今年以来，大兆瓦、半直驱等技术创新不断推动国内海上风电项目整机投标价格下降，与之配套的接网输电系统又将如何降本？

系统降本压力大

10月，118个城市与600多家风电企业共同发起“风电伙伴行动”计划，提出大力开发平价海上风电，以技术进步为核心，在地方积极的规划政策、并网政策和金融政策支持下，力争在2024年全面实现海上风电平价。

距离海上风电平价“时限”还有三年，海上风电项目的降本压力也逐步来袭。经过了2020年如火

如茶的“抢装潮”，今年下半年终于迎来了少有的两个海上风电项目整机招标，随后的中标结果显示，中广核象山涂茨海上风电场项目和华润电力苍南 1 号海上风电项目整机采购的整机中标价屡破纪录，测算显示，投标企业给出的平均单价（含塔筒）分别为 4352 元/千瓦、4563 元/千瓦，较去年降幅达到了 40%左右。

“海上风电主要成本构成可以分成两部分，一个部分是风机，另一个就是输变电接入电网部分，这一方面包括了海上平台、输电海缆、变压器、换流装置等。”特变电工西安柔性输配电有限公司总工程师盛俊毅在接受记者采访时表示，“除海上风机和施工安装等方面外，输变电接入系统总体成本占整体海上风电成本的 30%左右，如果海上风电要实现平价的话，需要从输电设备接入系统一起降本。”

盛俊毅算了一笔账。“现在国内发展较为成熟的海上风电开发市场成本大概在 0.6 元/千瓦时，要达到 0.4 元/千瓦时的目标，降本幅度大概在 30%左右，这也是目前的发展目标。”

柔直技术带来更高经济性

“实际上，从技术上来说，目前国内海上风电输变电系统具备在 2-3 年内降本 30%的能力。”在盛俊毅看来，为实现海上风电的大规模接入，柔性直流输电将成为未来中、远海海上风电接入的关键技术。



据记者了解，目前我国海上风电开发仍是以近海、浅海为主，离岸距离大多在 50 公里以内，但随着各沿海省份发布海上风电发展规划，业界普遍认为，深远海已成为了我国未来海上风电发展的必然趋势。柔性直流输电技术是以全控型电力电子器件、电压源换流器和新型调制技术为突出标志的新一代直流输电技术，能够将多个大型新能源基地接入直流系统，也能够接入常规直流系统，通过改造完成新能源接入，以利用传统的直流系统资产，提升系统效益。

“在海上风电这一领域，尤其是深远海、距离海岸 70 公里开外的海上风电场，柔性直流输电技术有较大的优势。”盛俊毅说，“一旦海上风电进入深海、远海，如果使用传统电压、交流电输送，海缆输电这一领域的投资占比将快速提升，系统传输效率也会降低。从经济性的角度来看，70 公里开外的海上风电项目利用直流输电将更加具有优势。”

在业内人士看来，对于长距离大规模外送新能源来讲，传统的交流和直流输电方式已经不能完全满足要求，而柔性直流输电技术的突破，可有效解决新能源远距离、大规模外送仅能依靠与火电打捆外送或就地近距离消纳的瓶颈问题。

亟待标准化设计

早在 2013 年，柔性直流输电技术发展就进入起步阶段，在国家“十四五”柔性直流输电重大专项

项目中，特变电工首次提出了无闭锁架空柔直技术，研制了世界首套±800 千伏/5000 兆瓦特高压柔性直流输电换流阀。2020 年 12 月 27 日，昆柳龙直流工程±800 千伏特高压柔性直流输电工程正式投运。截至目前，设备持续稳定运行。

在盛俊毅看来，与海上风电相比，我国陆上风电整体产业链已进入成熟阶段，陆上风电大基地等项目应用柔性直流输电技术将新能源电力大规模外送的同时，也已经具备培育出标准化设备的市场潜力。这也意味着，同等电压等级下的陆上风电配套设备部分也可应用于海上风电，产业链上配套设备的标准化、规模化生产也将有效助力海上风电实现降本。

“以前都觉得柔输技术可能不太成熟，经过了多年示范后，现在技术基本上已经成熟了。未来柔性直流输电技术的应用就是要逐步推进国产化、紧凑化、轻量化，降本也都是时间问题，技术上已经没有什么壁垒。”盛俊毅表示。

在盛俊毅看来，正是平价压力为企业带来了创新的内驱力。“今年以来，全球原材料价格上涨明显，但在新能源平价的压力下，很多生产制造厂家的利润已经很薄，但这也是为企业带来了内驱力，推动技术创新。虽然成本压力很大，但现在步子迈得小一些，步子也会稳健一些，走得更加长远。”

李丽旻 中国能源网 2021-11-09

Q & A：关于海上风电平价，破冰者如是说！

近日，中国船舶集团海装风电股份有限公司（下称“中国海装”）中标中广核象山涂茨 280MW 项目。至此，中国海装在首批平价海上风电项目中连中三元。而作为引领海上风电平价时代的破冰者，中国海装有着什么样的“秘诀”，成为业内多方关注和热议的话题点。

从行业交流的内容可以看出，关注点少有重合，且侧重不一，但有一个明显的共性——希望通过探讨和交流，推动海上风电高质量发展。面对前所未有的时代机遇，中国海装躬身入局，通过对国家海上风电平价时代战略的深刻领会，同时结合过去十年积攒的一些实践经验，有几个观点，与风电从业者共同探讨。

Q：行业担忧：低价对海上风电行业犹如慢性自杀

A：海装观点：平价是趋势，降本共识

价低不会杀死行业，故步自封才会止步不前。

众所周知，当前国内陆上风电已进入平价时代，行业平均投标价在不到一年时间内降幅超过 50%，2000 的心里防线岌岌可危。而海上风电将在 2022 年也正式步入平价。面对超 50% 的上网电价降幅，中国海上平价之路该如何起步，各方虽然一直争论不休，但已明确达成基本共识——降本是十四五期间海上风电发展的核心因素。

整机设备占据着海上风电投资成本的半壁江山——约 40%，为此，面对第一批平价海上风电招标项目，行业从业者交出了第一份答卷，结果高度一致——平均报价较去年同期降幅超 40%，大量超大型海上风电机型参与投标，平均风轮直径超过 200 米，单机平均额定功率超过 8MW。

Q：行业担忧：中标全靠最低价

A：海装观点：度电成本是王道，高可靠性是根本

1. 度电成本是王道。中国海装通过建立市场引导的产品开发模式，依托国家海上风力发电工程技术研究中心和国家企业技术中心，结合目标市场资源现状，打造全新的整体解决方案体系。

在具体项目分析上，针对两个项目特点，以成熟产业配套、先进技术集成、综合效益最优、平价建设适宜的思路，采取“全要素耦合整机一体化设计技术”，对机组进行风轮、传动链、塔筒、地基一体化建模，可以充分计算风浪对机组各个部件产生的耦合效应，在保障安全性前提下最大程度减轻塔筒和基础重量，可节约工程建造成本约 15%-25%。

同时，配置了多型号产品的混装方案，并定制了配套全域轻量化单桩基础，在整场平均单位 kW

扫风面积 3.63 下，可综合节约机位 36%。投标技术方案以详实的数据、详尽的专题、详细的论证征服了评委，树立了平价海上风电整体解决方案的新标杆。

中国海装投标的 210 平台机组是唯一一款看得见摸得着的，超 200 米级的大型海上风电机型。

2. 高可靠性是根本。中国海装始终坚信，可靠性是设计出来的，可靠性是验证出来的，只有通过市场运行验证的海上风电产品才是检验先进性和可靠性的唯一标准。中国海装在产品的设计、制造、试验、运维的全生命周期内，坚持以高可靠性为目标，以产品设计目标为牵引，建立起“高利用率、低风险”的可靠性体系。

系列海上风电机组从样机到大批量应用，覆盖 III 类到超 I 类风区，并先后经历了十余次台风，近年典型代表有“玛莉亚”、“利奇马”、“灿都”、“罗莎”、“玲玲”等，最大中心风力达 16 级，期间，未出现任何安全问题，机组运行情况良好，整体可利用率超 99%；在江苏如东批量化应用的海上风电大兆瓦机组连续 5 年高效安全运行，年年全场第一；充分展现超强运行稳定性和超高可靠性，得到众多业主、业内人士的认可和好评。

从 2008 年至今，中国海装已深耕海上风电十三载，中国海装成作为国内唯一持续且稳步推进大型海上风电机组研制、示范、应用的整机企业。带动了大型海上风电产业链的发展，有力促进了国家海上风电发展战略的落实落地，充分诠释了央企的责任和担当。

Q：行业担忧：供应链能否适应这么低的价格

A：海装观点：科技创新是引领之源，国产化是掘金之地，供应链管理是可持续发展之路

1. 科技创新是引领之源

目前，机组大型化降本优势明显。为此，中国海装主动出击，紧紧把握海上风电机组“大型化、高可靠、轻量化、一体化、国产化、智能化”的技术趋势，并以“高可靠性、高发电量、低度电成本”为产品研发目标，接连向海上风电市场打造了一款款平价利器。

2. 国产化是掘金之地

向海图强，从 2008 年到 2021 年，从机组研制到示范运行，从认证测试到牵头制定国家标准，在海上风电领域，中国海装始终以自主可控作为核心，创造了一项项全国和全球记录，打破了国外的技术的垄断，引领了国内海上风电行业的发展方向。在碳达峰、碳中和目标的指引下，中国海装以自主可控为核心，始终把创新作为引领行业发展的第一动力，大胆假设，小心求证，不断突破技术瓶颈，解决了海上风电装备领域的“卡脖子”难题。

2021 年 5 月 22 日，国内首台部件国产化率 100%，元器件级国产化率超过 95% 的大型化海上风电机组在江苏并网，带领产业链打破了欧美国家的零部件级关键技术垄断，行业关联带动效应显著，实现了中国风电行业从“中国制造”到“中国创造”的完美转型。

3. 供应链管理是可持续发展之路

中国海装依托集团公司船海产业优势，在集中采购方面进行有益探索和大胆实践，与中船物贸开展全面深度合作，充分发挥物贸集团化采购平台优势、资源优势，降低综合采购成本，有效控制采购风险。为获取性能价格比最优、质量有保障的物资，中国海装通过与行业领先、对市场有重要影响力的供应商，建立长期稳定的合作伙伴关系，实施战略采购，实现资源整合、优势互补、共同发展。同时，中国海装始终坚持开放的供应链管理理念，开发新供应商，引入竞争，扶优汰劣，有效增强平价时代中国海装的成本管控力度。

写在结尾

主旋律才是市场主流。作为央企，中国海装坚信，任何一个行业都是朝着高质量、低成本的方向发展，风电也不例外。因为，市场是检验竞争力的最终标准，所有产业的发展都必须符合市场导向和商业规律。

党中央、国务院站在全局高度对碳达峰、碳中和工作进行系统谋划和总体部署，明确总体要求，提出主要目标，部署重大举措，明确实施路径。

面对碳达峰、碳中和目标牵引下快速发展的海上风电市场，包括开发商、设计院以及中国海装

在内的众多央企，准确把握国家大政方针，充分理解中国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段的目标和要求，在进入海上平价的历史关口，充分履行了各自的央企担当。

在贯彻国家战略的基础上，中国海装深入贯彻落实集团公司对“风电+”清洁能源产业的战略部署，确立了“创新引领，海陆并举，向海图强”的发展思路，切实把创新作为引领发展的第一动力，提出贯彻海洋强国战略，依托中国船舶集团强大的海工能力优势，以自身海上风电先发优势为基础，以海上风电装备为核心，集中优势力量，突破关键核心技术。

平价，着眼点不仅仅是成本的降低，更应该是全行业的技术进步。纵观十四五期间的海上风电，发展势头强劲，还会蕴藏着哪些可能性不得而知，但随着碳达峰、碳中和目标的持续推进，随着行业从业者对风电发展的理性回归，对于市场发展的渴望愈发旺盛，抛开所谓的经验和捷径，回归行业本身，输出更优质的产品和服务，是颠扑不破的发展“秘诀”。

中国能源网 2021-11-10

揭开中国大兆瓦海上风电机组拓荒者的技术秘钥

在碳达峰、碳中和目标下风电行业迎来时代性的发展机遇，其中海上风电更是迎来了巨大的市场发展潜力。然而，海上恶劣的自然环境条件给海上风电机组设备带来了严峻挑战，以及海上风电施工建设、并网和安装、维护等方面的一系列难题。迎难而上，哈电风能有限公司(以下简称哈电风能)自主研发的高可靠直驱海上风电系列机组在攻克上述难题方面给出了优秀的解答，其风电机组的关键性指标“可利用率”始终稳定在 99%以上。

哈电风能作为中国最早开始大兆瓦风机研发制造的先行者，于 2009 年正式成立了欧洲海上风电研究中心，持续进行海上风力发电机组的深入研究，并于 2010 年成功下线国内首台 5MW 海上风力发电机组，并先后在荷兰、福建、河北等地进行了样机运行测试。

2014 年，哈电风能成功中标国内首个自主研发的商用海上风电项目-莆田平海湾海上风电场，安装 10 台单机容量 5 兆瓦的哈电 XE128-5000 海上风电机组，总装机容量 50 兆瓦。

自 2016 年 1 月 26 日首台机组并网发电以来，哈电风能海上风电机组连续数年多次提前完成年度发电任务，年可利用率达 99.65%，远超平海湾一期项目可研满发小时数（3760h）。在运行期间，哈电风电机组多次正面迎接台风登陆（机组测风的最高风速达 47 米/秒）的考验，已经累计安全运行超 5 年。

福清兴化湾海上风电场一期（样机试验风场）项目总装机容量为 77.4 兆瓦，单机容量为 5 兆瓦至 6.7 兆瓦，共选用了 8 家国内外品牌主流整机厂商的产品。在这个被誉为“海上风电竞技场”的项目上，哈电风能大显身手，据 2018 年并网至 2021 年 4 月以来的统计显示，该公司机组在机位风资源相对较弱的情况下仍以发电量 53799.35MW/h、平均年发电小时数 4165h 的数据交出了漂亮的成绩单；自并网以来，该机组一直保持高稳定，高可靠运行状态，最大程度降低了运维成本。此后，哈电风能继续落地中广核岱山项目、浙能嘉兴 1 号海上风电项目共计 56 台海上风电机组，得到业界好评。

优异成绩的取得离不开哈电风能高可靠海上风电机组的六大技术秘钥：

首先，哈电风能高可靠海上风电机组平台系列机型涵盖了中国海上所有可开发利用风资源区域，其年等效可利用小时数在 4000 小时以上，在保障高效率、高可靠性、高安全性、低维护成本及环境友好性的同时具有高经济回报率。

其次，采用经过各种复杂环境风场考验可靠稳定运行逾 10 年以上的超紧凑、可定制个性化的风电机组主传动链结构，同步配置高可靠性智能润滑系统用于保障主轴承的良性管理，从而最大程度规避了机组主传动链高故障率、核心传动部件提前失效导致的长时停机和昂贵运维的种种风险。

再者，采用基于“机电热磁”多物理场耦合优化设计、高可靠性绝缘工艺制造及高精度气隙优化装配的永磁同步发电机，在维持一贯的高效率、轻量化、高功率密度等优良特性的同时，匹配高可

靠性中压 3000V 变流系统，确保主发电系统的高效稳定性。

第四，机组环控系统中的通风换热系统设计基于主发电系统及内部电控系统等内生热源分布的 CFD 流场数值模拟技术，并结合整机动态热损耗自适应控制策略，在有效解决特定高湿热、高盐雾腐蚀海域机组的温控及腐蚀难题的基础上最大程度降低机组的自耗电能。

第五，机组沿用可靠安全运行的台风生存智能控制策略技术，该生存策略具有 10 年以上强台风区域运行经验，同时优化了台风过境前后大风穿越策略，保证风机持续高风速满功率运行，有效兼顾了高产能和高可靠安全性的统一。

第六，机组内部结构及各子系统的布局基于人机工程学设计，有效保证了机内维护的高可达性、安全性和便捷性的同时，开发了海上风电机组独有的可预防性维修管理工具，极大程度降低了海上风电机组的运维成本。

未来，哈电风能将继续以“互联网+”思维，以数字化、智能智慧化为驱动，从技术研发、市场拓展、用户体验等各层面推动风电产业转型升级，为持续推动碳达峰、碳中和目标的实现和经济发展贡献哈电力量。

刘芳 中国能源网 2021-11-10

钻井平台改装风电？国内首创！

11 月 7 日，国内首艘由钻井平台改造的“护卫”号海上风电施工安装平台顺利完成首台风机安装工作，这是中海油服与广东火电海上风电建设团队在华电阳江青洲三 500MW 海上风电项目上进行的首次尝试，为国内深水区海上风电风机安装施工提供了创新性案例。

近年来，国内海上风电产业迅速发展，沿海省市相继拥有了海上风电场。相较于陆上，海上风电的安装难度要高很多，必须拥有专门的海上风电安装装备。而随着海上风电的快速发展，海上风电安装资源供不应求。将钻井平台改造变身为海上风电安装平台，成为缓解安装资源紧张的一条新路，将推进海上风机安装的建设。



李春喜/摄

“护卫”号海上风电安装平台由钻井平台改造而成，配置有“DP1”动力定位系统、650吨全回转海工吊及双台舷边辅助吊，吊高105米，作业半径20-60米，具有操作稳定性强、作业效率高、抗风能力强等优点。

该平台拥有近128米桩长，桩靴面积大、单位预压载荷低，在入泥表现方面优于大部分风电安装平台，桩腿利用于水深及提升吊高的区间更大，可服务于更深更高的海上风机吊装施工，可满足大于50米水深及8.0兆瓦以上海上风机安装。

本次华电阳江青洲三500MW海上风电项目上风机吊装，采用国内首创的“回转海工吊+叶轮组装机”的创新方案。该方案突破了国内以往风机吊装采用双机抬吊的固有思路，创新提出了塔筒、叶片的单机起吊以及叶轮整体舷外翻身的吊装技术方案，极大地优化了改造平台风机施工的效率。为深水风电安装平台风机吊装施工提供了经验借鉴，也为项目后续风机高效安装提供了坚实保障。

目前，中国海油正积极推进新能源产业“二次创业”。海上风电，是与作为中国最大海上油气生产运营商的中国海油契合度最高的领域，其丰富的海上工程资源和生产作业经验均可以应用到海上风电领域。这次试水海上风电安装产业，是继今年10月中国海油位于江苏的首个海上风电场实现全容量并网发电以来的又一举措。

吴莉 中国能源网 2021-11-11

中国海拔最高 西藏哲古风电场即将并网发电

中新网拉萨11月12日电(记者江飞波)日前，由中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司设计、建设的全球海拔最高风电项目——西藏哲古风电场10台机组基本建设完成，计划近期全容量并网发电。该项目位于西藏自治区山南市措美县哲古镇，地处海拔4850米至5500米之间，机舱最高海拔达5139.1米。

该项目由中国三峡集团投资开发，总装机22兆瓦，包含5台单机容量为2.2兆瓦的直驱机组，5台单机容量为2.2兆瓦的双馈机组，配套建设1座110千伏升压站。中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司总经理郝元麟介绍，该项目是中国超高海拔风电科研示范项目，为今后提供建设运行数据支撑，推动风电行业在超高海拔区域进行技术探索。

项目所在地属高寒气候，夏季时间短，冬春季时间长，气温低、风速高，氧气稀薄、气候条件恶劣。项目负责人蒋建红介绍，团队攻坚克难，充分发扬“老西藏精神”，克服恶劣自然条件，从机组生产制造、超长距离大件运输、机组基础施工、吊装作业等多环节精细组织。严守安全底线，科学安排工期，最终圆满完成全部风电机组建设任务。

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司董事长黄河表示，该项目可有效带动当地经济社会发展，在改善当地能源结构的同时，丰富旅游资源，为振兴乡村经济提供新路径。(完)

中新网 2021-11-12

氢能、燃料电池

英国预计到2030年氢需求将增长至10太瓦时

据世界天然气10月28日消息称，到2030年，英国工业的低碳氢需求将达到10太瓦时，到2050年将增加到37太瓦时。根据Cornwall Insight的一份新报告，工业脱碳是英国低碳氢的关键。

Insight论文研究了目前消耗氢气或有可能增加低碳氢气使用的行业。

到2030年，英国工业的低碳氢需求将达到约10太瓦时

到2050年，这一数字可能会增加到37太瓦时。

最大的需求（36 太瓦时）预计来自高温工业过程，氢将替代天然气和其他化石燃料。

根据英国商业、能源与工业战略部(BEIS)和国际能源署(IEA)提供的电解器和海上风能的资本支出值，我们估计建立这些基础设施的投资约为 230 亿英镑。

Cornwall Insight 的建模分析师 Deva Devaraj 说：

“英国工业为 GDP 贡献了 3310 亿英镑(17%)，同时也占了 18%的碳排放，这可以通过多种脱碳途径来减少。例如，使用化石燃料发电和发热的工业过程可以转换为可再生资源，需要化石燃料发电的过程也可以电气化。然而，氢在工业脱碳中有重要作用。

“氢是万能的；它可以作为原料，还原剂，并产生热量。在工业中使用低碳氢将是扩大其生产的催化剂，并导致氢技术在其他最终用途部门的采用。”

中国石化新闻网 2021-11-02

日本寻求突破氢能源发展瓶颈

作为日本新版能源基本计划草案的重点领域，氢能源战略备受各界关注。按照计划，未来液态氢价格将大幅下降，最终与汽油、液化天然气等价格基本持平。目前来看，虽然日本氢能源技术已基本成型，但从实验转向全面普及仍面临不少瓶颈：一是成本过高，二是缺乏规模效应，三是仍有技术难题亟待解决，需要日本政府从财政、行政等方面加大对氢能源产业的全方位支持力度。

不久前，日本能源资源厅出台了新版能源基本计划草案，以求实现经济与环境的良性循环。

事实上，从去年开始，日本在新能源领域就多有动作。

去年 10 月，时任日本首相菅义伟在国会施政演说中首次宣布 2050 年碳中和目标。他说：“应对全球变暖不应成为经济发展的制约因素，积极应对全球变暖可以带动产业结构和经济社会变革，并带动日本经济实现更大的发展。政府将通过技术革新加快研究成果转化速度，通过放宽行政限制等政策总动员促进绿色投资的普及，实现脱碳。同时，日本还要通过环境领域的数字化革命提高绿色转型发展效率，从而引领世界绿色产业发展，创造经济与环境的良性循环。”

今年 4 月，日本政府公布了新的温室气体减排目标，力争到 2030 年比 2013 年减排 46%。目前，日本经济产业省已经以此为目标着手制定新产业政策。有消息称，该绿色成长战略设定了 14 个领域的最高目标，并从预算、税收、放宽政府限制、制定产业标准、加强国际合作等角度提出了促进战略落地的具体建议。

在众多领域中，氢能源战略是重点之一。氢能源战略包括 2050 年远景目标和 2030 年前的行动计划，其目标是使每立方纳米液态氢的价格从目前的 100 日元（1 日元约合人民币 0.056 元）降至 2030 年的 30 日元，未来还将进一步降至 20 日元，与汽油、液化天然气等价格基本持平。为降低成本，日本政府提出从供给和消费两方面施策，包括加大生产力度，增加进口，构建制造、运输一体化的产业链，完善运输船、管道、加氢站建设，同时促进汽车、发电、炼铁等产业的氢气消费，力争使氢消费量于 2030 年达到 300 万吨，2050 年达到 2000 万吨。为此，日本还修订了氢燃料电池路线图，并制定了氢燃料电池技术开发战略。

多年来，日本政府为氢能源开发提供了巨额财政支持，仅经济产业省对氢燃料电池项目的财政补助就从 2020 年的 700 亿日元增至 2021 年的 848 亿日元。此外，环境省、文部科学省及地方政府的补助金额也相当可观。

截至 2020 年底，日本国内已建成氢加气站 162 座，2030 年目标是建成 900 座，使氢燃料电池汽车从目前的 3800 台增加到 80 万台，同时增加新能源公交车 1100 台，产业用叉车 1 万台。未来，家庭用氢发电机组将从目前的 33 万台增加到 530 万台。

2020 年 3 月，为开发氢能源国际市场，日本三菱商事等民间公司与 5 家新加坡公司签订了新加坡氢能源经济发展合作备忘录。同年 10 月，日本住友商事与马来西亚多家公司签订氢能源产业链合作备忘录。

虽然日本氢能源技术已基本成型，但从实验转向全面普及仍面临不少瓶颈。一是成本过高，如丰田汽车公司最先开发的“未来号氢燃料电池汽车”每台售价比油电混合汽车高 300 万日元。新战略路线图提出，到 2025 年将其价差压缩到 70 万日元以内，但如何降低技术和原材料成本仍然困扰着厂商。二是缺乏规模效应，目前每座加氢站建设成本为 3.5 亿日元，每年的运营费用约为 3500 万日元。即便按照计划，到 2030 年建成 900 座加氢站，其建设及运营成本仍远高于目前加油站水平，短期内难以实现市场化独立自营。三是仍有不少工业用氢能源的相关技术亟待解决。

日本新当选首相岸田文雄 10 月 8 日在国会发表施政演说表示，将科技立国作为经济增长战略的重要内容。他强调，要在绿色能源、人工智能、量子计算机、宇宙等尖端科技领域大胆增加研究开发投资。为实现 2050 年碳中和目标，应把应对地球变暖作为经济增长的动力，制定新能源战略并强力推进落实。评论认为，日本产业界正期待着日本政府从财政、行政等方面加大对氢能源产业的全方位支持力度。

苏海河 经济日报 2021-11-03

氢能潮涌 巨头并进

与前三届进博会相比，今年的技术装备展区，发生了一个细微的变动。

该展区节能环保专区更名为“能源低碳及环保技术专区”，并将主题定为“低碳发展，绿色复苏”。

“对中国各产业而言，低碳和数字化两大转型是挑战更是机会。”施耐德电气高级副总裁、工业自动化业务中国区负责人庞邢健告诉 21 世纪经济报道记者。

事实上，随着“碳达峰”“碳中和”的目标推进，低碳以及零碳发展已经成为全球的共识。包括氢能等在内的绿色能源，当仁不让地受到追捧。21 世纪经济报道记者在进博会现场注意到，本届展会上，围绕氢能源的展示已经不单单只是终端应用场景的独享，整个产业链各环节都有相应企业参展。

“目前，中国正迎来氢能发展重要机遇期，氢能相关技术装备加快发展，技术不断突破。”TüV 南德大中华区工业服务总监 Simon Lemin 对 21 世纪经济报道记者表示。

巨头掀起进博“氢”风 “中国市场氢能方面的潜力非常大，国内已经有 36 个省、市针对氢能的普及和推动推出政策。我们一定要及时响应号召，对中国氢能市场的发展充满信心。”

虽然是首次参加进博会，合斯康新能源中国及东南亚地区首席执行官李伍兹 11 月 7 日在接受 21 世纪经济报道记者采访时表示，“我能观察到的是，除了贸易之门进一步开放外，关于‘双碳’目标、节能减排在本届进博会上得到充分演绎，这对于我们这样的外资新能源企业而言，是非常积极的信号。”

氢能产业链包括制氢、储氢、运氢、加氢以及终端应用等核心环节。这其中，由于氢气主要以高压气态、低温液态等方式进行存储、运输，其危化品的属性，使得储运成为“卡脖子”环节。

作为储氢环节的头部企业，合斯康新能源在本届进博会上展示的是最新一代高压气态储氢容器——IV 型储氢瓶，具有质量更轻、循环寿命更长、全生命周期成本更低等特点。截至目前，该公司已有超过 60 万 IV 型储氢瓶投入全球市场运行。

氢能潮涌的中国市场，使得包括合斯康新能源等在内的外资企业，加快氢能相关技术、产品在国内的落地。

“我们在南京建立了一个研发中心，从事贵金属新材料及氢燃料电池等领域研究。”贺利氏大中华区总裁艾周平告诉 21 世纪经济报道记者。

在本届进博会上，这家来自德国的科技企业重点展示在集成电路领域的关键材料和技术，此外还覆盖贵金属循环利用、光伏导电浆料等。

谈及低碳、可持续发展，艾周平滔滔不绝。他对 21 世纪经济报道记者表示，贺利氏向氢燃料电池领域的延伸并非偶然，“我们在贵金属领域的积累，尤其是铂族催化剂，恰好是燃料电池的重要一环，这有助于我们水制氢业务的深入开展。”

实际上，制氢是不少企业涉足氢能领域优先选择的环节。

当前，制氢方式主要有四种：化石燃料制氢、工业副产物制氢、电解水制氢、生物质制氢及其他。而为了区分制氢途径的清洁度（碳排放量），上述四种方式又可以归类为“绿氢”——可再生能源制氢和电解水制氢；“灰氢”——以化石能源为原料，通过甲烷蒸气重整或自热重整等方法制造的氢气；“蓝氢”——虽然用天然气等化石燃料制取，但同时使用碳捕集和碳封存（CCUS）。

在西门子展台，该公司展示了与国内公司共同推动氢能产业发展的案例。今年6月份，西门子与协鑫集团签署战略合作，推进“蓝绿同行”的绿色气体业务。“我们跟西门子的合作重点是两块，一个方向是零碳化，另一个方向是智能化。”11月6日，氢能事业部执行总裁、协鑫新能源副总裁周振声在接受21世纪经济报道记者采访时表示，在绿氢方面，该公司已经启动相关项目，在洽谈和进入规划设计的规模已超百兆瓦。

同样加快中国氢能业务布局的还有霍尼韦尔。今年7月份，该公司与宝武集团旗下氢气气体公司达成合作，将为其提供一套高纯氢产量为6000标准立方米/小时的制氢站。

本届进博会上，霍尼韦尔展出了30余项产品和解决方案，这其中包括该公司在氢能、储能、生物燃料，碳捕获、使用和储存（CCUS）等方面的低碳技术。霍尼韦尔特性材料和技术集团副总裁兼亚太区总经理刘茂树告诉21世纪经济报道记者，氢能对于“碳中和”而言，是一个重要的解决方案。“未来，中国完全脱离煤炭需要一定的时间。在此期间，如果我们能解决好二氧化碳的分层问题，使得‘灰氢’变成‘蓝氢’，并利用于诸多使用场景，待到‘绿氢’成本大幅下降代替‘蓝氢’，实现逐步过渡。”

产业成熟亦需携手推进 被称作“二十一世纪终极能源”的氢能，正在成为巨头们的“宠儿”。

11月7日，在工业气体供应商空气产品公司的展台上，国内快递龙头企业中通快递与空气产品公司签署战略合作协议，双方将在快递业的运营场景中推广新能源物流车辆的应用，并基于中通转运中心布局和空气产品公司加氢站点布局，联合产业链上下游企业，共同打造低碳绿色物流示范运营场景。

在快递运输环节，是柴油车应用的主要场景之一。针对此次合作，中通快递副总裁金任群告诉21世纪经济报道记者，“现在我们主要还是在氢燃料的加注这个环节如何进行全国性规划布局，做一个深入的探讨。我们需要连接氢能产业链的上下游，形成整个产业链、生态链的集合，未来会看到更多的相关方加入。”

在本届进博会上，如中通快递和空气产品公司这样在氢能领域达成的合作并不少见。氢能热潮背后，一些传统能源设备公司正在紧握这个转型的抓手。

全球范围内的能源转型大势所趋，作为跨国油气行业全产业链设备及服务巨头贝克休斯，亦在本届进博会上展示了氢能领域的相关技术。

“如何去使用氢能，是我们将来要重点去发力的方向。”贝克休斯旗下北京安珂罗工程技术有限公司副总经理陈红榜向21世纪经济报道记者介绍，贝克休斯目前可以实现从上游补给、中间管道运输、加压，到下游分层。据悉，早在1962年，该公司建造了第一台氢气压缩机。目前，该公司正在与合作方一起探索固体氧化物燃料电池与燃氢燃机集成技术的开发。

巨头们的合作表明，推动氢能产业链走向成熟，是一个需要相互协同共进的过程。不可否认的是，目前氢能源距离大规模商用化还需要很长一段路要走。

中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟预计，到2025年，我国氢能产业产值将达到1万亿元；到2050年，氢气需求量将接近6000万吨，氢能在我国终端能源体系中占比超过10%，产业链年产值达到12万亿元。但作为新兴产业，氢能还面临标准体系不成熟、产业链和配套设施不完善等问题，技术、成本、安全等问题，都在制约着氢能产业链的发展。

21世纪经济报道记者注意到，在本届进博会上，安捷伦展示了今年新推出的PDHID-GC应用方案，这套解决方案可以将氢气中敏感杂质的浓度控制在ppb水平，因此被业界认为完善了氢能源分析的最后一环。安捷伦全球副总裁、大中华区业务总经理陈亮对21世纪经济报道记者表示，随着“双碳”目标的推进，国内对于高纯氢、超高纯氢杂质检测的需求愈发旺盛，该公司也正在与客户一起攻

关包括氢能源、锂电、光伏多晶硅等各种清洁能源实用化的问题。

“近年来氢能安全问题并未被准确地反映在社会关注的问题上。而激发人们对氢能产品的信任，让公众了解他们所购买的氢能产品是安全、可靠、可持续性的，正是我们需要努力的方向。”TüV 南德大中华区工业服务总监 Simon Lemin 向 21 世纪经济报道记者介绍，在中国，该公司目前一是聚焦拓展现有的氢能相关测试产品组合，通过整合实验室网络提供更多氢能服务；二是与行业协会及一些政府组织合作，全面制定标准，以安全、可持续的方式促进氢能行业的发展。

曹恩惠 21 世纪经济报道 2021-11-09

零排放！进博会上“氢”风徐徐

“加氢 5 分钟，续航 1000 公里”“真正实现零排放”……近年来，作为新能源汽车的主要技术路径之一，氢汽车正带给人们无穷的想象空间。

本届进博会上，低碳、绿色几乎是全场的关键词，而汽车展区更是以“绿色、创新、科技引领”为主线，相较时下主流新能源车型所采用的能源解决方式，展区内不少氢汽车同样令人关注。氢汽车，离我们的生活越来越近了么？

展区内“氢”车众多

米其林带来了 Mission H24 氢能源赛车，该车是本届进博会首件通关展品，也是首次在亚洲与观众见面，由米其林和佛吉亚合资公司 Symbio 提供氢能源燃料系统，除了水蒸气之外没有其他排放，是名副其实的零排放赛车。

现代汽车也成了氢燃料电池汽车的忠实拥趸，展台中央几乎“清一色”全是与氢相关的展品，包括氢燃料电池专用 SUV 车型 Nexo、氢动智能无人运输车、应急救援车和城市空中出行模型等未来氢能移动出行产品。

作为氢燃料“铁粉”，丰田首发了适用于中国市场的高功率、长寿命氢燃料电池系统，并展示了在海外好评如潮的氢能源汽车 Mirai。值得一提的是，丰田将为 2022 年北京冬奥会赛事提供交通服务用车，其中就包括 Mirai。

搭载 49 吨燃料电池的智能重卡“星索一号”也是一大亮点。实际运营中，只需加氢 10 多分钟，即可实现续航里程近 1000 公里。另外，配合车辆的 L4 级自动驾驶技术和智能网联技术，车队运营实现优化、提升效能。

按照我国《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》规划，预计到 2025 年，我国氢燃料电池汽车保有量达到 10 万辆左右，加氢站数量达到 1000 座；到 2035 年，氢燃料电池汽车保有量达到 100 万辆左右，加氢站数量 5000 座。

上下游供应商发力

在实现“双碳”目标的征途上，只依靠整车企业的努力还远远不够。本次进博会，有许多优秀的上下游供应商参展，也带来令人眼前一亮的创新成果。

作为储氢环节的头部企业，合斯康新能源展示的是最新一代高压气态储氢容器——IV 型储氢瓶，具有质量更轻、循环寿命更长、全生命周期成本更低等特点。杜邦也展示了新能源汽车全方位材料解决方案，其中包括氢燃料电池、储氢罐等应用领域。

不久前，上海首座能够同时满足 35 兆帕、70 兆帕氢燃料电池汽车加注需求的油氢一体化综合能源供给站——中国石化上海石油青卫油氢合建站建成。对于氢能源汽车来说，70 兆帕的高压储氢罐在同等体积下可以储存更多氢气，从而带来更长的续航里程。以一辆普通氢燃料电池汽车为例，当加注压力为 35 兆帕时，可以行驶 320 公里，而当加注压力为 70 兆帕时，续航里程可以增至 600 余公里。目前，70 兆帕氢能源汽车主要应用于载人乘用车。

业内人士表示，氢能的产业链非常长，上游的氢气制备、储运等基建环节无法仅通过几家企业就能完成，如果整个社会都可以加入到获取氢、使用氢、运输氢的链条中来，那么，氢的成本也会

大大降低，最终氢能源还是会在民用车上应用。

“非传统车展”亮点多

事实上，对于各家车企而言，面向全球最大、增长最快的中国汽车市场，不光是氢汽车扎堆登场，智慧、环保的未来出行形态也已呼之欲出。进博会汽车展区更像是一个“非传统”的A级车展。

记者在福特汽车展台看到，福特智慧模拟平台通过模拟中国特有道路状况，以及AR技术等创新出行手段可以有效提升交通效率，比如在城市搭建自动驾驶车道、增加更多搭载车路协同技术的车辆、智能网联及自动驾驶车辆等。

同样针对智能网联汽车，此次进博会上，上海市交通委在拓展智能网联汽车开放测试道路及示范应用场景等方面发布了一系列创新推进举措，提出开放嘉定新城全域、临港新片区386区块全域共372条722.60公里道路用于智能网联汽车测试，新增7000余个可测交通场景。其中，临港新片区新四平公路至老港种源基地路口28.4公里路段的开放，标志着上海准许智能网联汽车可在城市快速路开展道路测试活动。

对此，博泰车联网创始人、董事长应宜伦表示，伴随着智能化水平不断提高，汽车的身份加速转变，从传统交通工具变成出行第三空间，车从A点到B点的出行属性逐渐降低，体验、交互、科技的属性逐渐增强。

张晓鸣 文汇报 2021-11-10

欧盟实现氢能目标面临巨大挑战

本报讯 据可再生能源资讯网站 Recharge 报道，市场咨询机构 ICIS 近日表示，因资金和可再生能源规划不足等原因，欧盟到2024年安装600万千瓦容量氢电解槽的计划或无法实现。

据了解，2020年7月，欧盟委员会在其《欧盟氢能战略》中提出，计划在2024年之前，安装至少600万千瓦的电解槽容量。但根据已经宣布的项目容量预测，到2025年，欧洲氢能行业部署的电解槽容量只能达到270万千瓦。

欧盟氢能行业组织 Hydrogen Europe 的部门经理 Alexandru Floristean 表示，通过与欧洲各国的可再生能源开发商的交谈，他了解到，预计只有5000-2万千瓦的小型电解槽项目将在2024年左右投产。而且，根据欧盟各成员国制定的氢能战略，大多数氢能项目的产能目标时间节点主要设在2030年，因此现在来看，600万千瓦的电解槽装机目标很难实现。

此外，欧洲氢能政策负责人 Constantine Levoyannis 提醒称，电解槽可以在一年之内投入使用，但可再生能源的产能建设需要更长的时间，基于此，到2024年，欧洲的可再生能源将没有足够的市场渗透率满足电解槽部署容量所需的电力。

Floristean 解释称，在欧洲，项目开发商部署电解槽的同时，需要提供匹配的可再生能源电力产能。在可再生能源未能实现大规模供给的背景下，这意味着原本计划在2024年前上线的电解槽开发项目，需要更多的资金支出和规划时间，一定程度上阻碍了项目顺利实施。

Floristean 进一步表示：“除非允许市场通过电力购买协议(PPA)等方式增加并网小型电解槽项目，否则2024年的目标将不会实现。”

除此之外，相关调研还显示，到2024年，电解槽技术的成熟度和资本支出也可能影响欧盟实现目标。ICIS 的数据显示，电力价格大约占电解水制氢成本的75%，业内专家指出，在没有政府激励措施的情况下，为支持近期电解槽的部署，平均电力成本将需要介于20-30欧元/兆瓦时之间。

实现电解槽装机目标同样需要更大规模的资金支持。Hydrogen Europe 的数据显示，欧盟有大约120亿欧元的资金可以用于直接的氢能项目，当资金拨款扩大到包括氢燃料电池汽车基础设施等联合项目时，氢能支出可能攀升至540亿欧元。德国蒂森克虏伯集团绿氢部门负责人 Christoph Noeres 表示，需要增加对电解槽的投资，以帮助降低成本，否则原定的目标将无从实现。

仲蕊 中国能源报 2021-11-08

山东最大氢燃料电池供氢项目建成

11月10日，据中国石化新闻办消息，近日由中国石化所属青岛炼化承建的山东省最大氢燃料电池供氢项目——青岛市氢能资源基地项目建成。该项目氢气年产能力为2250吨，预计今年12月底投产。投产后，将彻底解决青岛市燃料电池用氢来源问题，有效提高山东省氢气生产和供应能力，促进山东氢能产业快速发展，助力打造“东方氢岛”。

青岛市氢能资源基地项目是山东省“十四五”氢能重大示范试点项目，总投资近4700万元，由设计规模为3000标准立方米/小时的氢气纯化单元，以及1500标准立方米/小时的氢气充装站组成，于今年7月开工建设。项目采用中国石化自主开发的专利技术建设，具有占地面积小、动力消耗低等优点。目前，该项目已转入单机试车等生产准备阶段。据悉，项目二期工程建设也在加紧推进，预计2023年氢气年产能力将达4500吨，届时将满足青岛市“十四五”期间规划建设的全部加氢站供氢需求。

中国石化是国内最大的氢气生产企业，目前氢气年产能力超390万吨，占全国氢气产量的11%左右。已在燕山石化、广州石化等企业建成7套氢气纯化装置，在广东、浙江等17个省区市建成加氢站31座。中国石化将持续加大氢能领域投资力度，加快推进能源转型、产业升级，全面推进氢能全产业链建设，“十四五”期间规划建设1000座加氢站，努力打造中国第一氢能公司，引领我国氢能产业高质量发展。

新华网 2021-11-10

外企布局中国氢能市场 预计2025年行业产值将达万亿

[运用氢能的场景其实非常广泛，在欧美的公交车、长途客车、商用车、轨道交通、水上交通，甚至是航空航天领域中都能见到氢能的身影。今年8月，美国首艘氢燃料电池船搭载着75名乘客在加利福尼亚湾区下水成功。除了交通领域，挪威、日本都尝试在钢铁冶炼以及取暖供暖设备中使用氢能。]

技术装备展区，是历届中国国际进口博览会（下称“进博会”）最“重磅”的区域。在这个世界制造业巨头汇聚的展区，各种高大的机械设备比比皆是。但第一财经记者在这个展馆的一角发现了一家挪威企业，他们仅带来了一件展品，与周遭“重磅”出展的企业反差巨大。

据记者了解，这家名为合斯康新能源（Hexagon Purus）的挪威企业是第一次参加进博会，而他们这次带来的唯一一件展品，便是目前氢能领域最新一代在高压气态下储氢的装置：IV型储氢瓶。

合斯康新能源中国及东南亚地区首席执行官李伍兹（Urs Laeuppi）用流利的中文告诉第一财经记者，合斯康新能源不仅是第一次参加进博会，而且进入中国市场才几个月。“在进博会上，我们看到了很多低碳、节能减排的信号，感觉非常‘正能量’；同时我们也注意到，中国的氢能产业正在快速发展，中国市场蕴含广阔的机遇和前景。”

我国《节能与新能源汽车技术路线图2.0》预计，到2025年，我国氢燃料电池汽车保有量达到10万辆左右，加氢站数量达到1000座；到2035年，氢燃料电池汽车保有量达到100万辆左右，加氢站数量达到5000座。

与此同时，国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》再度确立了氢能在未来能源结构发展中的重要地位。

储氢是连接制氢和用氢的桥梁，由于氢气主要以高压气态、低温液态等方式进行存储、运输，其危化品的属性使得储运成为“卡脖子”环节。如何打造安全的气瓶，已成为氢能产业链中不可忽视的问题。

李伍兹表示，在经历了前三代氢瓶后，目前IV型储氢瓶因其重量轻、耐疲劳等特点，正成为全世界的研究热点。在氢能研究、发展领域走在世界前沿的日本、韩国、美国与挪威等国的IV型储氢

瓶均已实现量产。

“IV型储氢瓶利用的是塑料内胆、外部缠绕碳纤维的技术，可承受更高的压力。正由于是塑料内胆，气瓶的循环寿命会更长，相较于铝内胆的III型储氢瓶寿命能至少延长25%，比如从15年可以延长到20年，甚至在一些轨道交通、运输装备的运用上时间更长。”李伍兹表示，“而且，就密封性而言，IV型储氢瓶目前是最好的。”

李伍兹认为，在普及氢能汽车方面，IV型储氢瓶将起到关键作用，“技术上的优势能带来更长的续航里程、更轻的车辆重量、可靠性与寿命的提高，因此可以全方位提高电动汽车的使用率。”

那么，在氢能研究处于第一梯队的欧美国家，除了电动车领域，氢能还能用在哪儿？

李伍兹举例道，运用氢能的场景其实非常广泛，在欧美的公交车、长途客车、商用车、轨道交通、水上交通，甚至是航空航天领域中都能见到氢能的身影。今年8月，美国首艘氢燃料电池船搭载着75名乘客在加利福尼亚湾区下水成功。除了交通领域，挪威、日本都尝试在钢铁冶炼以及取暖供暖设备中使用氢能。

在李伍兹看来，在氢能上下游产业链中比较关键关节除了储氢外，还需有配套的基础设施，比如加氢站的建设。此外，绿氢的生产、普及也是需要各方协力来推广的。

在西门子展台，第一财经看到该公司展示了与国内公司共同推动氢能产业发展的案例。今年6月，西门子与协鑫集团签署战略合作，推进“蓝绿同行”的绿色气体业务。

美国企业霍尼韦尔也加快了在中国氢能市场的布局。今年7月，霍尼韦尔与宝武集团旗下氢气气体公司达成合作，将为其提供一套高纯氢产量为6000标准立方米/小时的制氢站。

中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟预计，到2025年，我国氢能产业产值将达到1万亿元；到2050年，氢气需求量将接近6000万吨，氢能在我国终端能源体系中占比超过10%，产业链年产值达到12万亿元。

“我们之所以选择当前加入中国市场，因为政府的号召很明确，有明确的双碳目标和时间表。”李伍兹说道，“除了宏观政策层面，从氢能产业而言，IV型储氢瓶在技术方面的进展也使得我们未来有信心为中国的能源转型贡献一分力量。”

潘寅茹 第一财经 2021-11-11

核能

核电在碳达峰中扮演什么角色，这份方案说清楚了

10月26日，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》（以下简称《方案》），提出“积极安全有序发展核电”“积极稳妥开展核能供热示范”。

这是自今年三月政府工作报告中首次提出“在确保安全的前提下积极有序发展核电”以来，中央第二次提到“积极安全有序发展核电”。

《方案》明确，能源是经济社会发展的重要物质基础，也是碳排放的最主要来源。要坚持安全降碳，在保障能源安全的前提下，大力实施可再生能源替代，加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。到2030年，非化石能源消费比重达到25%左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上，顺利实现2030年前碳达峰目标。

这意味着核电或将迎来新一轮发展机遇期。截至目前，我国在运核电机组51台，总装机容量达5327万千瓦，规模位居世界第三。

业内人士认为，核电是未来新增非化石能源中最具竞争力的重要组成部分，可以减少污染物的排放，减缓地球温室效应，有利于改善环境，实现能源与环境协调发展，兑现我国减排承诺。

同时，《方案》提出“积极推动高温气冷堆、快堆、模块化小型堆、海上浮动堆等先进堆型示范工

程，开展核能综合利用示范”。目前，相关示范工程均有序推进。华能石岛湾高温气冷堆核电站首堆于8月成功装料；霞浦核电600MW示范快堆工程2号机组于今年1月正式开工建设；7月，中核集团海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（小堆示范项目）在海南昌江核电现场正式开工，成为全球首个开工的陆上商用模块化小堆……

此外，《方案》明确，“积极稳妥开展核能供热示范，因地制宜推行热泵、生物质能、地热能、太阳能等清洁低碳供暖。”

针对核能供热，在10月召开的2021碳达峰碳中和烟台论坛上，山东省烟台市给出了新样本。

10月21日，在海阳核电员工宿舍区，清澈温暖的淡化海水从水龙头汩汩流出，员工和家属交口称赞：“口感很好，没有咸味儿，也没有杂质。”

作为世界首个核电水热同传实践工程，海阳示范项目面积达1万平方米，为宿舍区内2000余名员工及家属同时供热供水。

近年来，山东在加快推进核电建设的同时，积极探索核能综合利用。2019年11月，国内首个核能供热项目落户海阳市，被授予“国家能源核能供热商用示范工程”。记者从能源主管部门获悉，目前，海阳70万平方米核能供热已运行两个供暖季。今年供暖季，将实现海阳城区450万平方米核能供热全覆盖，打造全国首个核能供暖“零碳”城市。

除山东外，我国其他省份也在布局核能综合利用项目。例如，今年秦山核电和海盐县共同启动核能供暖节能项目，总投资约9.4亿元，力争到2025年，核能供暖面积达到400万平方米，覆盖海盐县主城区，将成为南方冬季集中供暖首例样板。

核安全是核事业发展的生命线，多年来，我国始终保持良好的核安全记录，坚持采用最先进的技术、最严格的标准发展核电。

我国核电始终保持高水平安全运行业绩，从未发生国际核事件分级（INES）2级及以上运行事件，总体安全水平位居国际先进行列。

孙浩 中国环境报 2021-11-01

核能制氢初具产业化条件

本报讯 记者仲蕊报道：近日，广东省发布《广东省科技创新“十四五”规划》，提出全面推进氢能技术的发展和运用，开展大规模风光电制氢、核能制氢等前沿技术研究，突破氢能成本瓶颈。

氢能是推动传统化石能源清洁高效利用和支撑可再生能源大规模发展的理想工具，也是实现交通运输、工业和建筑等领域大规模深度脱碳的最佳选择。核能作为安全、经济、高效的清洁能源，以及应对气候变化、实现碳达峰、碳中和目标的重要路径，其综合利用相关问题近年来颇受关注。业内专家指出，核能制氢可实现氢的大规模、持续、稳定生产，且不产生温室气体，可以满足化工、钢铁等行业的庞大用氢需求。

“2019年，我国煤、天然气制氢占比达77.4%。目前，我国氢气生产仍主要以石化原料制取的灰氢为主，不能满足氢气制备无碳排放的需求。”中核能源科技有限公司市场开发部副经理王毅说。

国家能源局发布的《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》指出，要开展规模化可再生能源制氢示范，在可再生能源资源丰富、现代石油化工产业基础好的地区，可重点开展能源化工基地绿氢替代。王毅认为，加速发展绿氢制取、储运和应用等氢能产业链技术装备，是未来我国能源发展的重要路径之一。

根据中国氢能联盟的预测数据，到2050年，我国氢气需求量将达到6000万吨，其中绿氢将达到70%，换言之，绿氢产量要达到4200万吨。王毅认为，如此巨大的绿氢需求量下，核能制氢发展空间广阔。

据介绍，高温气冷堆是我国拥有自主知识产权、具有第四代核能特征的先进反应堆技术，具有安全性好、堆芯出口温度高等特点，被认为是目前最适合核能制氢的堆型。

据了解，国家重大专项高温气冷堆核电站示范工程目前已在山东荣成开展，预计今年底可以实现并网发电。据王毅介绍，高温气冷堆技术现已具备产业化条件。

此前，利用核能发电电解水制氢也是核能制氢的技术路线之一，但由于这一路线的制氢效率仅有 30%，并不适用于规模化制氢。现阶段，我国高温气冷堆制氢技术已有较好的研发基础，具备开展中试的技术条件，支持热化学循环和耦合生物质同时，制氢效率超过 45%，与高温堆热匹配性好且成本较低，适合大规模制氢。

此外，耦合生物质制氢成为近期核能制氢的新研究路径。据介绍，以甲烷为中间体的生物质核能制氢技术，由生物质加氢气化制甲烷、甲烷水蒸气重整制氢、重整反应高温气冷堆供热三部分组成，重整过程由高温气冷堆供热。优势在于生物质是唯一含碳的可再生资源，以甲烷为中间体，可解决氢的储运难题以及生物质分散和核能高集中的矛盾，这一技术路径预计将于 2025 年具备产业化条件。

碳达峰、碳中和目标下，化工和钢铁等行业背负着减碳重任，一方面这些行业碳排放强度较大，另一方面较难实现电气化。王毅认为，绿氢可以和这些行业结合，实现深度脱碳。他认为，以核能制氢为核心的高温气冷堆综合利用，将在我国多个工业行业降低污染、减少碳排放等方面发挥重要作用。

王毅表示，高温气冷堆与化工、冶金等工业行业的用氢需求十分匹配，其制氢目标市场将锁定在炼钢、石油精制、煤化工等用氢需求量大的领域。

数据显示，我国钢铁行业碳排放占总排放量的 13%-15%，按照全球平均水平，每吨钢将产生 2 吨二氧化碳排放。王毅举例称，一台 60 万千瓦高温气冷堆机组可满足 180 万吨钢对氢气、电力及部分氧气的能量需求，每年可减排约 300 万吨二氧化碳，减少能源消耗约 100 万吨标准煤，可有效缓解我国碳排放压力。

中国能源报 2021-11-01

今年核电累计发电量占比近 5%

本报讯 记者赵紫原报道：中国核能行业协会 10 月 29 日发布的《全国核电运行情况（2021 年 1-9 月）》显示，截至 9 月 30 日，我国运行核电机组共 52 台，装机容量为 53485.95 兆瓦，全国共有 3 台核电机组首次装料；全国运行核电机组累计发电量为 3027.09 亿千瓦时，同比上升 12.11%，占全国累计发电量的 4.99%。

经营发展方面，中国核电、中国广核、中国核建近日陆续发布的今年三季度财报显示，三家公司业绩稳步向好，前三季度分别实现营收 461.21 亿、591.35 亿、642.55 亿元，同比增长 21.70%、18.52%、20.68%；分别实现归母净利润 65.07 亿、87.11 亿、10.41 亿元，分别同比增长 29.73%、6.43%、9.56%。

今年 3 月发布的《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确指出，“积极有序推进沿海三代核电建设。推动模块式小型堆、60 万千瓦级商用高温气冷堆、海上浮动式核动力平台等先进堆型示范”“核电运行装机容量达到 7000 万千瓦”。今年 4 月，国家能源局印发的《2021 年能工作指导意见》提出，在确保安全的前提下积极有序发展核电。

中国核电、中国广核积极发展主营业务，核电发电量均实现增长。

前三季度，中国核电累计上网电量 1275.13 亿千瓦时，同比增长 23.53%。“玲龙一号”（ACP100）全球首堆——海南昌江多用途模块化小型堆科技示范工程于 7 月 13 日正式开工。7 月 28 日，秦山核电与浙江海盐县政府合作的核能供暖节能工程示范项目开工。另外，经国家核安全局批准，秦山核电厂 1 号机组运行许可证获准延续，有效期至 2041 年 7 月 30 日。

中国广核方面，7 月 31 日 21，红沿河核电厂 5 号机组完成 168 小时试运行试验后，具备商运条件。1—9 月，中国广核运营管理的核电机组总发电量约为 1586.43 亿千瓦时，较去年同期增长 6.83%；

总上网电量约为 1490.54 亿千瓦时，较去年同期增长 6.77%。

券商分析称，“十四五”及中长期，核能在我国清洁能源低碳系统中的定位将更加明确，核电建设有望按照每年 6-8 台持续稳步推进，中国核建在国内核电建设市场长期占据绝对主导地位，降碳背景下非碳能源建设迎来机遇。

多元化布局方面，自中国核电收购中核汇能后，新能源装机容量大幅增长，一批自建及收购的风电、光伏项目陆续投产，发电量大幅增加。财报显示，中国核电前三季度新能源发电量 70.42 亿千瓦时，同比增长 118.01%；上网电量 68.69 亿千瓦时，同比增长 118.13%。其中光伏、风电发电量分别为 37.43 亿、32.99 亿千瓦时，分别同比增长约 167.09%、80.41%。

中国广核则积极拓宽市场化交易渠道。该公司表示，截至 10 月中旬，已在核电机组所在省份不同程度参与电力市场化交易，将紧跟电力市场改革形势和相关政策，充分发挥核电边际成本低等优势，加强电力市场营销能力建设，及时调整电力营销策略，争取更多电量和更优电价。

中国能源报 2021-11-08

核能供热迎来发展“窗口期”

继山东海阳核电建成投运国内首个核能商业供热项目后，核能供热逐渐走进公众视野。作为清洁供暖的实现途径之一，核能低碳供暖的优势也正在显现。据了解，在我国核电起步之地浙江省海盐，以秦山核电站为依托的海盐县核能供暖节能工程示范项目目前也正在推进建设。

此外，黑龙江、吉林、辽宁等地小型模块化供热堆、大型热电联产核电项目也在开展项目前期工作。业内分析人士认为，随着我国降碳和清洁取暖进程加快，核能供热正迎来全新发展“窗口期”。

清洁供暖需求增多，核能供热进入“赛道”

中国核电清洁供暖示范工程筹备组组长陈仁宗日前介绍：“我国冬季供暖面积以年均约 10% 的增速增长，截至 2019 年底，全国集中供热面积已达 110 亿平方米，北方城镇供暖能耗为 1.91 亿吨标煤，约占建筑总能耗 1/4。北方供暖需求增长快，但热源在减少，需要大力发展包括核能供暖在内的清洁能源供暖。”

国家发改委、国家能源局等 10 部委于 2017 年联合印发的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》指出，加强清洁供暖科技创新，研究探索核能供暖，推动现役核电机组向周边供暖，安全发展低温泳池堆供暖示范。

核能供暖在山东率先落地。山东省人民政府 2018 年发布的《山东省冬季清洁取暖规划（2018-2022）》明确，积极推进核能取暖示范项目研究论证。2019 年 11 月，国家电投依托海阳核电项目开展核能供热试点，核能供热首期项目第一阶段正式投运。

公开信息显示，海阳核电核能供热项目一期供热 70 万平方米，两个供暖季对外供热累计约 58.2 万吉焦，节省原煤 3.2 万吨，减排二氧化碳 5.5 万吨。“今年 11 月，海阳核电核能供热二期 450 万平方米工程将建成投运。投产后，将替代海阳市现有的 10 台燃煤锅炉。”山东核电有限公司设计管理处副处长程昭介绍。

浙江省发改委此前发布的《海盐县集中供热规划（2021-2030 年）》明确，由秦山核电基地以及规划建设的核设施，近期对中心城区和澉浦镇进行集中供暖，中远期拓展至海盐县全域，规划至 2030 年集中供暖面积达到 1000 万平方米。

据业内人士介绍，目前核电企业已在河北、贵州、山东、吉林、黑龙江、青海、甘肃、辽宁、内蒙古、陕西等省区开展了厂址普查、初可、可研和前期对接等工作，以期推动核能供热实现产业化发展。

供热可靠性已有验证，我国将继续优化设计方案

安全是核电产业的生命线，亦是核能实现综合利用的生命线，核能供暖的安全性因此备受关注。

大型电站供暖方面，程昭介绍，其供热原理是从核电机组二回路抽取蒸汽作为热源（热源没有

放射性),通过厂内换热首站、厂外供热企业换热站进行多级换热,经市政供热管网将热量传递至最终用户。“多级换热过程中没有介质交换,因此不用担心会发生放射性物质泄漏等问题。”

对于中核集团的“燕龙”池式反应堆,陈仁宗介绍:“池式反应堆热容量大,即使不采取任何余热冷却手段,池水可确保堆芯不会裸露。严重事故下,反应堆可实现自动停堆,即使无任何干预,也可实现26天堆芯不熔毁。而且池式反应堆的放射性源小,系统简单,退役时间短。”

据了解,核能供暖在国际上已有不少先例。资料显示,目前全球约有57座商用反应堆发电的同时,产生热水或蒸汽用于区域供热,主要分布于东欧。这些项目超过1000堆年的运行经验验证了核能供热的安全性与可靠性。

中国电力发展促进会核能分会副会长田力认为,基于我国核电和反应堆技术基础,核能供热技术是可行的,安全也有保障。“不同的堆型技术方案各有特点,设计内容总体符合核安全要求和发展方向,各单位今后将继续优化设计方案,进一步分析技术可行性和经济性。”

核能供热是复杂的系统性工作,经济性短板待补

核能供热要想实现产业化推广,经济性是必不可少的条件。

小型堆方面,田力表示,根据设计单位提供的初步投资估算和财务分析,一座40万千瓦热功率的池式堆厂界内总投资为16.3亿元,建设周期约2—3年,投产后每年运行成本约11800万元,其中燃料成本4000万元。

田力进一步指出,池式堆的设计运行寿命可达60年,按照折旧年限30年、供暖期150天、满负荷运转前提下初步计算,热源部分包括燃料、设备折旧和人工在内的不含利润的纯运营成本不超过25元/吉焦,单纯燃料成本不超过10元/吉焦。相比之下,燃煤锅炉约30元/吉焦,燃气锅炉约110元/吉焦。“若由相同规模燃煤锅炉供热,年消耗煤炭约40万吨,以5500大卡动力煤500元/吨的价格为参考,供热期150天/年计算,燃煤费用高达2亿元。”

对于大堆供热的经济性,一位核电设计单位人士表示,大型堆长距离大温差供热短期难以实现盈利,60千米以上供热成本超过40元/吉焦,按目前热价盈利较难。“超远距离输送蒸汽,35公里以上会距离存在到户温度不足问题,而且汽水接力供热需考虑汽、热负荷的季节性不同步问题。”

业内专家认为,核能供热市场是一项复杂的系统性工作,涉及供给侧和需求侧的市场、技术和经济的分析研究。深入细致做好核能供热市场及适配性分析研究,对于优化区域能源结构、区域清洁供暖及零碳供热有重要作用。“目前核电企业也在呼吁,希望政策能给予核能供热价格更多支持。”

本报记者 赵紫原 中国能源报 2021-11-01

能源政策

确保如期实现2030年前碳达峰目标

本报讯 记者朱妍报道:国务院于10月26日印发《2030年前碳达峰行动方案》(下称《方案》)提出,“确保如期实现2030年前碳达峰目标”。到2025年,非化石能源消费比重达到20%左右,单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%,单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%,为实现碳达峰奠定坚实基础;到2030年,非化石能源消费比重达到25%左右,单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上,顺利实现2030年前碳达峰目标。

能源是经济社会发展的重要物质基础,也是碳排放的主要来源。《方案》要求,坚持安全降碳,在保障能源安全的前提下,大力实施可再生能源替代,加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。

其中,“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长,“十五五”时期逐步减少。严格控制新增煤电项目,新建机组煤耗标准达到国际先进水平,有序淘汰煤电落后产能,加快现役机组节能升级和灵活性改造,积极推进供热改造,推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。严控跨区域外送可

再生能源电力配套煤电规模，新建通道可再生能源电量比例原则上不低于 50%。推动重点用煤行业减煤限煤。大力推动煤炭清洁利用，合理划定禁止散烧区域，多措并举、积极有序推进散煤替代，逐步减少直至禁止煤炭散烧。

同时，合理调控油气消费。保持石油消费处于合理区间，逐步调整汽油消费规模，大力推进先进生物液体燃料、可持续航空燃料等替代传统燃油，提升终端燃油产品能效。加快推进页岩气、煤层气、致密油（气）等非常规油气资源规模化开发。有序引导天然气消费，优化利用结构，优先保障民生用气，大力推动天然气与多种能源融合发展，因地制宜建设天然气调峰电站，合理引导工业用气和化工原料用气。支持车船使用液化天然气作为燃料。

《方案》还明确，到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。“十四五”“十五五”期间分别新增水电装机容量 4000 万千瓦左右，西南地区以水电为主的可再生能源体系基本建立。到 2025 年，新型储能装机容量达到 3000 万千瓦以上。到 2030 年，抽水蓄能电站装机容量达到 1.2 亿千瓦左右，省级电网基本具备 5% 以上的尖峰负荷响应能力。

中国能源报 2021-11-01

两部门发文 推进全国煤电机组改造升级

记者 11 月 3 日获悉，为进一步降低煤电机组能耗，提高清洁高效水平，促进电力行业绿色低碳转型，国家发展改革委、国家能源局近日印发《全国煤电机组改造升级实施方案》（以下简称《方案》），结合不同煤耗水平煤电机组实际情况，分类提出改造实施方案。其中，对供电煤耗在 300 克标准煤/千瓦时以上的煤电机组，要求“十四五”期间改造规模不低于 3.5 亿千瓦。

《方案》指出，目前我国发电和供热行业二氧化碳排放量占全国排放量的比重超过 40%，是全国二氧化碳排放的重点行业。进一步推进煤电机组节能降耗是提高能源利用效率的有效手段，对实现电力行业碳排放达峰，乃至全国碳达峰、碳中和目标具有重要意义。

《方案》明确，统筹考虑大型风电光伏基地项目外送和就近消纳调峰需要，以区域电网为基本单元，在相关地区妥善安排配套煤电调峰电源改造升级，提升煤电机组运行水平和调峰能力。按特定要求新建的煤电机组，除特定需求外，原则上采用超超临界、且供电煤耗低于 270 克标准煤/千瓦时的机组。设计工况下供电煤耗高于 285 克标准煤/千瓦时的湿冷煤电机组和高于 300 克标准煤/千瓦时的空冷煤电机组不允许新建。到 2025 年，全国火电平均供电煤耗降至 300 克标准煤/千瓦时以下。

根据《方案》，在节煤降耗改造方面，对供电煤耗在 300 克标准煤/千瓦时以上的煤电机组，应加快创造条件实施节能改造，对无法改造的机组逐步淘汰关停，并视情况将具备条件的转为应急备用电源。“十四五”期间改造规模不低于 3.5 亿千瓦。

在供热改造方面，鼓励现有燃煤发电机组替代供热，积极关停采暖和工业供汽小锅炉，对具备供热条件的纯凝机组开展供热改造，在落实热负荷需求的前提下，“十四五”期间改造规模力争达到 5000 万千瓦。

此外，加快淘汰煤电落后产能。《方案》要求，淘汰关停的煤电机组“关而不拆”，原则上全部创造条件转为应急备用和调峰电源，确有必要进行拆除的，需报国家发展改革委和国家能源局同意。淘汰关停的煤电机组，可用于容量替代新建清洁高效煤电机组。

经济参考报 2021-11-04

湖北省武汉出台推动降碳方案

湖北省武汉市近日出台《武汉市推动降碳及发展低碳产业工作方案》（以下简称《方案》），进一步深化国家低碳城市试点示范建设，围绕调整优化能源结构、推动重点领域重点行业率先实现碳达峰碳中和目标、打造全国碳金融中心和营造全社会低碳新风尚等 4 方面，制定了 18 条工作任务。《方

案》明确组建市级碳达峰碳中和工作专班，统筹总体谋划、政策制定、定期调度、推进落实等工作。

《方案》要求，压减煤炭消费总量，加快推进用煤单位改电、改气或改生物质工作，到 2025 年，除钢铁、电力、石化行业以及水泥熟料企业外，其他行业用煤单位全部清零。加大风能、太阳能(9.420, 0.00, 0.00%)、生物质能、地热能等可再生能源利用，构建清洁低碳型能源消费结构，到 2025 年，全市非化石能源占比达 20%以上。

《方案》提出，推动全市能源、工业、交通、建筑等重点领域制订碳达峰碳中和专项方案，鼓励钢铁、建材、化工、石化、电力等重点行业率先提出明确的碳达峰碳中和目标并制订有关行动方案。同时，加大钢铁、电力、石化、建材等传统产业的节能减碳技术改造，组织实施重点行业能效、碳排放对标行动，推进传统产业向高端化、智能化、绿色化发展。在各行业、各区域创建碳中和工厂、碳中和工业园区，通过绿色升级、循环化改造、公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等方式打造示范产业园区。强化重大工程项目碳评估，将碳排放指标作为新建项目审批的重要考量，严格实行能耗门槛管理“两高”（高耗能、高排放）项目控制。

《方案》还就交通、建设等多个领域低碳化工作进行部署安排，提出到 2025 年，全市绿色出行比例达到 75%以上；加快发展地铁、轻轨和公交等大容量公共交通，实现覆盖公交、地铁、自行车、步行全绿色出行方式的低碳出行模式；提高全市清洁能源车船比例。大力推广超低能耗建筑和可再生能源技术等绿色建筑应用。

围绕碳市场建设，《方案》提出，在现行基础上推动将全市能耗范围在 5000 至 1 万吨标煤的企业、建筑、交通、大数据中心等非工业行业纳入湖北省碳排放权交易范围，充分利用市场机制调整优化产业结构、控制碳排放。同时，加快发展碳金融市场，引入碳市场研究机构、碳资产管理服务机构、第三方审核认证机构、碳金融产品创新与投资机构等进驻碳汇大厦。鼓励数字技术与碳金融深度融合，打造以气候投融资为核心的绿色金融体系，开发与碳排放权相关的金融产品和服务，增强碳市场服务实体经济的能力。

中国环境报 2021-11-12

武汉出台推动降碳方案

湖北省武汉市近日出台《武汉市推动降碳及发展低碳产业工作方案》（以下简称《方案》），进一步深化国家低碳城市试点示范建设，围绕调整优化能源结构、推动重点领域重点行业率先实现碳达峰碳中和目标、打造全国碳金融中心和营造全社会低碳新风尚等 4 方面，制定了 18 条工作任务。《方案》明确组建市级碳达峰碳中和工作专班，统筹总体谋划、政策制定、定期调度、推进落实等工作。

《方案》要求，压减煤炭消费总量，加快推进用煤单位改电、改气或改生物质工作，到 2025 年，除钢铁、电力、石化行业以及水泥熟料企业外，其他行业用煤单位全部清零。加大风能、太阳能、生物质能、地热能等可再生能源利用，构建清洁低碳型能源消费结构，到 2025 年，全市非化石能源占比达 20%以上。

《方案》提出，推动全市能源、工业、交通、建筑等重点领域制订碳达峰碳中和专项方案，鼓励钢铁、建材、化工、石化、电力等重点行业率先提出明确的碳达峰碳中和目标并制订有关行动方案。同时，加大钢铁、电力、石化、建材等传统产业的节能减碳技术改造，组织实施重点行业能效、碳排放对标行动，推进传统产业向高端化、智能化、绿色化发展。在各行业、各区域创建碳中和工厂、碳中和工业园区，通过绿色升级、循环化改造、公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等方式打造示范产业园区。强化重大工程项目碳评估，将碳排放指标作为新建项目审批的重要考量，严格实行能耗门槛管理“两高”（高耗能、高排放）项目控制。

《方案》还就交通、建设等多个领域低碳化工作进行部署安排，提出到 2025 年，全市绿色出行比例达到 75%以上；加快发展地铁、轻轨和公交等大容量公共交通，实现覆盖公交、地铁、自行车、步行全绿色出行方式的低碳出行模式；提高全市清洁能源车船比例。大力推广超低能耗建筑和可再

生能源技术等绿色建筑应用。

围绕碳市场建设,《方案》提出,在现行基础上推动将全市能耗范围在 5000 至 1 万吨标煤的企业、建筑、交通、大数据中心等非工业行业纳入湖北省碳排放权交易范围,充分利用市场机制调整优化产业结构、控制碳排放。同时,加快发展碳金融市场,引入碳市场研究机构、碳资产管理服务机构、第三方审核认证机构、碳金融产品创新与投资机构等进驻碳汇大厦。鼓励数字技术与碳金融深度融合,打造以气候投融资为核心的绿色金融体系,开发与碳排放权相关的金融产品和服务,增强碳市场服务实体经济的能力。

通讯员杨海垚 中国环境报 2021-11-12

《浙江省温州市制造业千企节能改造行动方案(2021-2023)》政策解读

方案由总体目标、重点领域、主要任务、保障措施和附则等 5 个部分构成。

总体目标,明确到 2023 年,实施 1000 项以上节能改造项目,腾出用能空间 25 万吨标煤以上,单位规上工业增加值能耗下降 9%,新建工业厂房安装分布式光伏比例达到 100%,新增光伏并网 40 万千瓦以上装机容量。

重点领域,包括淘汰高耗、产线节能、清洁能源、储能应用、配套升级等 5 方面,通过结构节能、技术节能、管理节能的共同发力,实现节能减碳。

主要任务,分为 12 项具体举措。目标是淘汰落后产能企业 1000 家以上,每年完成节能改造项目 350 个以上,“一对一”入户诊断咨询 500 家以上,节能改造方案设计 500 家以上,认定 50 个的市级节能改造试点示范项目;新建园区(含小微企业园)分布式储能项目 5 个以上;举办各类节能改造供需对接活动 10 场以上。到 2023 年,建成整县(市、区)分布式光伏试点 3 个以上,基本形成光伏项目碳资产评估体系,支持企业参与碳交易。同时,引进一批优质节能改造服务公司,推广合同能源管理。

保障措施,分为组织领导、政策引导、服务保障等 3 方面,重点是政策引导。

第 1 条明确光伏项目层高,坡屋面不超过 30cm,平屋面不超过 2.6m(企业关注的重点条款);

第 2 条推动光伏项目参与电力市场交易,按照实际发电量,给予 0.1 元/千瓦时的补贴;

第 3 条对企业分布式储能项目,按照实际放电量给予储能运营主体 0.8 元/千瓦时的补贴(储能设备现一般可使用 6-7 年,超期后能源损耗极大,按该标准补贴,5 年可收回成本);

第 4 条优化产线节能改造,明确节能改造项目政策兑现门槛,分档予以补助,最高给予 22%,总额不超过 500 万元的补助;

第 5 条绿色金融支持,新增节能改造贷款最低利率可在同期 LPR 利率基础上下调 20 个基点;

第 6 条绿色创建,在现有政策基础上,增加市级绿色工厂,每家奖励 5 万元;

第 7 条节能改造诊断,对验收通过的节能诊断报告,按每份 5000 元的标准,给予服务机构相应补助;

第 8 条推广合同能源管理,对节能服务机构为温州市制造业企业提供合同能源管理模式,项目年节能量达 50 吨标准煤以上的,可参照本方案“产线节能改造资金补助”相关标准,对实际投资额给予分档补助。希望以此吸引更多优质服务商落户温州,为制造业企业服务。

附则部分,主要为更好地推动工作开展,明确了各条款的解释单位,对需要制定实施细则的,由牵头部门负责制定明确。

温州市政府网 2021-11-14