

能量转换科技信息

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

第 21 期 2021 年 11 月

目 录

总论	1
“双碳”顶层设计文件落地 节约能源资源为何放在首位?	1
《2021 国家能源互联网发展年度报告》正式发布	3
《大气中国 2021》报告发布: 进一步推动减污降碳协同增效	4
贺克斌: 实现碳中和, 将给中国带来哪些变化?	5
加强能源互联 助力实现碳中和	9
美国四部门发气候变化报告: 各国竞争将加剧	10
降低成本是能源危机下我国新能源行业首要目标	12
凝聚全球气候治理合力 共筑人类命运共同体	14
欧盟围绕碳中和布局战略产业	16
抢抓碳达峰碳中和重大战略机遇 推动产业结构优化升级	18
全球变暖危及地球第三极	20
全球企业气候行动: 实现净零排放目标需要这四个步骤	22
碳市场机制问题仍是各方争议点	26
确保如期实现碳达峰碳中和	27
碳中和背景下的 转型风险	28
统筹推进气候立法, 助力实现“双碳”目标	29
透过“升降”, 看能源清洁低碳转型	30
我国为全球气候治理作出突出贡献	32
习近平生态文明思想对现代西方环境理论的超越	33
中国常驻联合国代表就气变问题阐述中方主张	35
中国出台碳达峰行动方案 十大行动划定减排路线图	36
热能、动力工程	38
2021 碳达峰碳中和烟台论坛	38
2045 年前实现碳中和, 澳门有何底气	41
城市密集型产业园区低碳发展“样板”	42
储能成本是实现“碳中和”的难点	44
风电配储政策为何响应者寥寥	45
高耗能行业, 诞生福建首个“零碳工厂”	46
共话城市节能降碳 为碳达峰碳中和贡献烟台智慧	47
共话碳达峰碳中和实现路径	49
广东省广州实现原生生活垃圾“零填埋”	50
湖南积极部署能源领域碳达峰工作	53
技术变革将赋能交通运输业减碳	54



减污降碳不是简单地拉闸限电	55
交通运输行业降碳如何少走弯路?	56
揭秘, 全国碳市场为何这么设计?	59
聚焦“双碳”目标 长江中游城市群探寻区域协作动力	60
全国碳市场“稳步走”更待“活水来”	61
美国科学家研发“木制电解质” 具有创纪录导电性	62
苹果扩大供应商减排承诺名单 过去五年碳排已减少 40%	63
全国碳市场满百日 CCER 可抵 5%配额影响几何	63
全球首个百兆瓦级多电源融合技术实验平台竣工	66
全球首个零碳产业园落地内蒙古	66
全球变暖下的世界能源支出变化报告发表	67
全球最大储能项目落地, 储能产业发展浪潮将至?	67
三菱将在 2030 年前投入 175 亿美元来推动脱碳	69
生态环境部: 2020 年中国碳排放强度比 2015 年降低了 18.8%	70
石油利用“去能源化”加速	71
首座商业化压缩空气储能调峰电站并网	72
双碳目标下 交通运输业如何推进低碳减排?	72
碳达峰碳中和需社会各界共同参与	74
碳中和世界大学联盟成立	75
我国削减氢氟碳化物有了法律依据	76
我国科学家实现废旧沥青“秒变”大型储能电池电极材料	77
我国研究人员提出颗粒细化诱导机制 提高电池容量	78
新型电力系统底层逻辑演进的十点思考	79
新型电力系统构建需要全新的底层逻辑	84
新疆沙漠固碳研究最新发现塔克拉玛干沙漠年固碳 160 万吨	85
烟台倡议	86
2021 碳达峰碳中和烟台论坛之城市能源变革与低碳发展分论坛圆桌对话发言摘编	87
中国工程院院士王金南: 工业将比电力先实现“碳达峰”	89
中国互联网货运平台降低“三空” 年减少碳排放超千万吨	91
中国节能发布碳达峰碳中和行动方案	91
中小城市如何面对大城市高碳产业的转移诱惑	92
主旨报告发言摘编	93
主旨报告发言摘编	96
地热能	100
世界首位! 中国地热直接利用装机容量占全球 38%	100
生物质能、环保工程	100
生物质发电遭遇绿电“政策歧视”?	100
120 万吨/年! 神木电石兰炭装置废水处理项目开工	101
应将沼气和生物天然气纳入碳交易体系	102
太阳能	102
安装光伏可否置换能耗减量?	102
25.82%! 隆基 HJT 电池效率再次打破世界纪录	103
改良还是革命? 光伏电池技术“兵分两路”	104
光伏建筑一体化经济性待提升	107



光伏发电：荒漠治理新路径	108
国家发改委党组书记、主任何立峰撰文指出加快推进大型风电光伏基地建设	109
全球最大储能项目有望落户印尼 以解新加坡电力供应困境	110
我国单体规模最大光伏治沙项目开工	111
天合光能发布 600 瓦+一体化交付解决方案	111
印尼计划大幅提升太阳能装机	112
朱云来：光伏可满足中国发电需求，碳价应高于新能源成本	112
海洋能、水能	114
高水位蓄水提升水库电站发电效益	114
世界在建最大抽蓄电站完成倒送电	115
风能	115
“十四五”风电下乡 50GW，海上风电力争 2024 年全面实现平价	115
东方电气发布 13 兆瓦海上风力发电机组	116
风电产业能否扛起“双碳”大旗	116
风电还有多少降本空间？	118
风电伙伴行动计划发布 “十四五”下乡 5000 万千瓦	119
国内首部《中国风电项目投资融资景气指数白皮书》发布	120
哈电风能重磅推出全新领航系列 4H 平台中速永磁风力发电机组	120
田庆军：绿电将成为未来城市发展的引擎	121
挖掘风光电力更大潜能	122
推动新能源建设提速 风光大基地更风光	123
氢能、燃料电池	124
德国推进海外氢能项目建设	124
德国将投入 3.5 亿欧元资助国际氢能项目	124
国产大型水电解制氢装置取得重大突破	125
挪威加大蓝氢开发力度	126
欧洲绿氢生产比蓝氢和灰氢更经济	126
燃料电池热电联产“破冰”	127
我国首台氢能源机车在内蒙古正式上线运行	128
五院士纵论氢能源：电解水制氢挑战何在、如何保障本质安全	128
新型催化剂 为氢能开发提供新思路	129
英力士将投资 23 亿美元建绿色氢电解厂	130
中国科大团队发明“高温固体胶” 降低氢燃料电池成本	130
核能	131
法国 计划投资 10 亿欧元发展核电产业	131
全国首个智慧核能综合利用示范项目投用	131
如何从核电走向核能综合利用	132
能源政策	134
国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知	134
国务院统筹推进风光水多能互补能源基地建设	143
湖北下发 2021 年平价新能源项目	143
湖南省集中式光伏配储不低于 5%	143
五部委联合发文力推节能降碳	144
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	144



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

“双碳”顶层设计文件落地 节约能源资源为何放在首位？

碳达峰碳中和“1+N”政策体系的“1”终于公布，社会期待已久的“靴子”落地了。

《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》）于24日发布。

国家发展改革委负责人在答记者问时表示，党中央、国务院印发的《意见》，作为“1”，是管总管长远的，在碳达峰碳中和“1+N”政策体系中发挥统领作用；《意见》将与2030年前碳达峰行动方案共同构成贯穿碳达峰、碳中和两个阶段的顶层设计。“N”则包括能源、工业、交通运输、城乡建设等分领域分行业碳达峰实施方案，以及科技支撑、能源保障、碳汇能力、财政金融价格政策、标准计量体系、督察考核等保障方案。一系列文件将构建起目标明确、分工合理、措施有力、衔接有序的碳达峰碳中和政策体系。

“实现碳达峰碳中和，决不是就碳论碳的事，而是多重目标、多重约束的经济社会系统性变革。”国家发展改革委党组书记、主任何立峰25日在《人民日报》撰文表示，这需要统筹处理好发展和减排、降碳和安全、整体和局部、短期和中长期、立和破、政府和市场、国内和国际等多方面多维度关系，采取强有力措施，重塑我国经济结构、能源结构，转变生产方式、生活方式。

把节约能源资源放在首位

《意见》明确，实现碳达峰、碳中和目标，要坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的工作原则。

《意见》强调，把节约能源资源放在首位，实行全面节约战略，持续降低单位产出能源资源消耗和碳排放，提高投入产出效率，倡导简约适度、绿色低碳生活方式，从源头和入口形成有效的碳排放控制阀门。

为何把节约能源资源放在如此重要的高度？对此，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告诉第一财经记者，事实上，节约能源理念一直是能源消费革命的核心。

郭焦锋表示，无论在过去、现在还是未来，节约理念都被摆在首要位置上。这背后主要有三个原因：一是，我国的能源消费总量大，且不断增加，给能源供给侧造成压力，要从需求侧进行调节。二是，我国能源消费总量大，意味着节约空间也很大。目前，我国粗放式的能源发展方式没有得到根本解决，能源利用效率存在很大的提升空间。三是，今后居民消费可能会成为能源消费主力之一，因此要倡导简约适度、绿色低碳生活方式。初步测算，通过增强公众的节能意识，可以减少20%的能源消费，即将近20%的二氧化碳排放。

“节约一定是在第一位的。节约能源资源，不仅是节能，也包括节水、节地、节材、节粮等等。先说节流，再说开源。”中国能源研究会能源与环境专业委员会秘书长王卫权对第一财经记者表示，目前我国单位GDP的能源、物耗，与发达国家相比仍有不小差距。碳达峰的峰值越高，碳中和的难度就越大。因此，如果要维持原有的经济增长速度，同时降低碳排放，必须贯彻节约理念。

王卫权认为，当前节能工作的难点在于，一方面，中小企业的生存压力比较大，部分节能改造工作的投入能力有限。因此，需要培育专业的第三方节能服务机构，合理创新商业模式，加大绿色金融支持力度，促进节能工作的开展。另一方面，许多机构和个人对于节能的意识淡薄、能力不足，导致节能工作开展受阻。为此，应该加强节能的宣传教育，形成崇尚节能、简约生活的良好氛围。

郭焦锋表示，既要认真落实能耗“双控”等管控机制，倒逼企业节能减排，也要让企业看到节能工作并非只有投入，没有产出。例如，当企业通过改造升级，省下了一定的碳配额，可以在碳市场上交易获取收益。

2060 年非化石能源消费达 80%以上

目标方面,《意见》提出了构建绿色低碳循环发展经济体系、提升能源利用效率、提高非化石能源消费比重、降低二氧化碳排放水平、提升生态系统碳汇能力等五个方面的主要目标。

根据《意见》,到 2030 年,经济社会发展全面绿色转型取得显著成效,重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。非化石能源消费比重达到 25%左右,风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。到 2060 年,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,能源利用效率达到国际先进水平,非化石能源消费比重达到 80%以上。

国家统计局数据显示,2020 年我国非化石能源消费比重占到了 15.9%。根据《意见》提出的目标,到 2030 年非化石能源消费比重要增加到 25%,增加近 10 个百分点。距离 2060 年比重达到 80%的目标,差距更大。这个数字是如何得出的?

华北电力大学经济管理学院教授袁家海告诉第一财经记者,尽管 2060 年的能源消费总量难以预估,但是非化石能源消费比重达到 80%以上却能提前锁定,因为这是根据碳中和的要求“倒推”出来的。

碳中和,即一定时间内,直接或间接产生的温室气体排放总量,通过植树造林、节能减排等形式,抵消自身产生的二氧化碳排放,实现二氧化碳的“零排放”。袁家海表示,目前看来,森林碳汇、CCUS(碳捕获、利用与封存)的技术难以大规模抵消二氧化碳排放,因此必须提高能源利用效率、调整能源消费结构。

他向记者算了一笔账:如果按照现在的能源效率水平,到 2060 年中国的一次能源消费量将突破 100 亿吨标准煤,哪来这么多一次能源?我们现在的终端能源消费量是 37 亿吨标准煤,根据测算,到 2060 年,我们的终端能源消费量只能控制在 25 亿吨以内。这其中 80%以上消费的都是电力,所以 2060 年全社会的发电量应该在 17 万亿度电左右。当前是 7.6 万亿度电,到 2060 年净增加 10 万亿度电。其中,多数是来自于以风电、光伏为主的可再生能源,以及水电、核电等有转动惯量的机组。

华北电力大学能源互联网研究中心主任曾鸣对第一财经记者分析,非化石能源消费大比例增长的难点在于,一方面,要构建以新能源为主体的新型电力系统,完成一系列的技术创新,包括电力调度、储能技术、智能电网等等。另一方面,要推进市场化机制建设,扩大市场化交易规模,依托市场这只无形的手,合理配置能源资源,形成有效激励约束机制。再者,政府要加强政策引导,强化顶层设计、压实各方责任。政府和市场两手发力,缺一不可。

“特别要注意的是,由传统的化石能源转变到以非化石能源为主,这是个很长的过程,对能源安全、能源经济会造成一定影响。所以,在这个过程中,一定要协调好经济合理、稳定安全和绿色低碳这三个目标之间的协同关系。不同的阶段,要对照这三个目标进行动态优化。只有这样,才能顺利实现 2060 年非化石能源消费占 80%的目标。”曾鸣说。

具有合理约束力的碳价机制

碳交易,是碳达峰碳中和路径中尤为引人关注的一环。

《意见》提出,加快建设完善全国碳排放权交易市场,逐步扩大市场覆盖范围,丰富交易品种和交易方式,完善配额分配管理。将碳汇交易纳入全国碳排放权交易市场,建立健全能够体现碳汇价值的生态保护补偿机制。加快形成具有合理约束力的碳价机制。

今年 7 月,中国碳市场上线交易正式启动,纳入发电行业重点排放单位超过 2000 家,覆盖约 45 亿吨二氧化碳排放量,成为全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。但是,围绕当前碳市场的合理交易价格,却一直存在不同观点。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强对第一财经记者表示,碳市场是对今后抑制碳排放的一个最有效的机制。如果碳价足够高,企业一定会降低碳排放的总量和强度。但是,如果碳价过高,成本无法传导到消费者,行业自身也不能完全承担。因此,这个机制必须与其他的电力市场改革措施相配合。

碳价维持在多少才是合理水平？

据清华大学能源环境经济研究所执行所长张希良此前测算，目前中国全经济尺度的边际减排成本大概是 7 美元。碳市场若要发挥有效作用，碳价应该大于或等于每吨 7 美元。迈向 2030 年碳达峰、2060 年碳中和目标，中国经济全尺度的碳减排成本也会有所增加，所以碳价还有上升空间。“十四五”期间，中国碳市场的碳价可能在每吨 8 美元至 10 美元左右。“十五五”期间，碳价可能进一步升至每吨 15 美元。

中国人民大学应用经济学院副院长、教授陈占明对第一财经记者分析，建立碳交易市场最主要的目的是发现碳价格。长期来看，碳价应该会介于现在的价格和欧盟的价格之间。今年 7 月，欧盟已经宣布推出全球首个“碳边境税”计划，对包括钢铁、水泥、化肥和铝在内的进口碳商品征收关税。在国内国际双循环的背景下，中国涉外贸易活动的碳价自然会传导到国内的碳市场，体现在碳价上。

针对《意见》提出将碳汇交易纳入全国碳排放权交易市场，陈占明表示，碳汇可以理解为“负的碳排放”，所以这项措施其实是从反面扩大了碳排放权的交易对象。一方面，可以避免因为信息不对称等原因，导致碳汇的贡献没有完全传导到碳市场。另一方面，可以让公众和机构明确意识到，碳汇是我们实现双碳目标的一个重要途径，被政府所认可和鼓励。

马晨晨 第一财经 2021-10-26

《2021 国家能源互联网发展年度报告》正式发布

本报讯 10 月 13 日，《2021 国家能源互联网发展年度报告》（以下简称“《报告》”）正式对外发布。能源互联网不仅可以助推系统性重构源网荷储以及风光水火等多元生产模式和消费模式，还能优化生产力和生产关系，促进能源系统高效低碳转型。为系统、全面展示我国能源互联网发展最新动态，清华大学受国家能源局委托，自 2018 年开始编制《报告》，系统梳理了我国能源互联网发展现状，旨在助推行业健康快速发展。

据清华大学能源互联网研究院院长康重庆介绍：“可以用一句话来描述能源互联网，即通过构建多能协同的能源网络，信息融合的能源系统，开放共享的能源市场，支撑经济社会的绿色、高效、协调发展。通过物理基础层、技术手段层和实现价值层来构建能源互联网体系。同时，又从能源的生产、储运、消费、运营等四个环节展现其清洁化、柔性化、高效化和市场化。”

报告从政策、产业、技术、创新、建设、公众生态及碳中和目标下的能源互联网等七个维度建立了指标体系。政策方面，2014—2020 年，国家共发布了 997 项能源互联网相关政策法规，涵盖国际条约、宏观战略、法律法规、标准导则、部门规章及规范性文件等多个层级。《报告》显示，顶层设计、源侧政策、荷侧政策和能源信息最受重视，源网荷储信息等各方面均受到政策关注。产业方面，行业快速发展，传统产业和新兴产业并举，能源互联网发展欣欣向荣。能源互联网相关企业数量从 2019 年底的 39174 家增加到 2020 年底的 66843 家，迅速增长 70.6%。《报告》显示，这些企业呈现出区域协同发展、特大都市群为中心的辐射分布特点，主要集中在粤港澳大湾区、长三角和京津冀三大区域，其中 2020 年长三角四省企业共计 10275 家，京津冀超过 3500 家。

资本市场同样青睐能源互联网。从 2014 年到 2020 年，能源互联网上市企业数量逐渐递增。2017 年，国家能源局公布的首批 55 个“互联网+”智慧能源示范项目撬动了市场对能源互联网企业的进一步投资。碳达峰、碳中和目标下，能源互联网产业通过 IPO、再融资、发行绿色债券、绿色信托、碳中和为主题激进等方式获得资本助力。截至 2020 年 12 月 31 日，总共有 332 支能源互联网相关概念股，总市值达 6.79 亿元。

《报告》显示，截至 2020 年 12 月，能源互联网相关研究机构增至 9921 家，广东省以 2373 家居首位，四川省、北京市位居二、三位，分别有 1221 家、1096 家。另外，江苏省、福建省、山东省、浙江省、湖南省、海南省的研究机构均超过百家。

吴晓雯 中国能源报 2021-10-18

《大气中国 2021》报告发布：进一步推动减污降碳协同增效

10月27日，亚洲清洁空气中心在“2021中国蓝天观察论坛”上发布最新报告《大气中国 2021：中国大气污染防治进程》（以下简称《报告》）。《报告》显示，我国整体空气质量实现七连升，“达标”成为主旋律。碳达峰、碳中和目标的提出，将对空气质量持续改善带来利好，建议“十四五”期间协同空气与气候目标与路径，启动《环境空气质量标准》修订，持续深化能源、交通、产业结构调整，助力实现清洁空气与碳达峰、碳中和目标。

《报告》显示，自2013年以来，我国空气质量已连续七年显著改善。2020年，全国六项污染物年评价浓度整体实现全面达标，空气质量达标城市数量增至202个。其中，全国PM_{2.5}年均浓度降至33μg/m³，首次迈入中国国家标准达标线；近年来有抬头趋势的臭氧，也实现年评价浓度首次同比下降。

亚洲清洁空气中心中国区总监付璐表示，空气质量持续向好，得益于重视结构调整、末端治理和科学支撑的组合拳。《报告》显示，2020年，煤炭消费占一次能源消费比重降至56.8%，煤电装机比重首次降至50%以下，煤电超低排放总装机容量达到88%。

“中国是全球人口最多的国家，更多‘蓝天’意味着对公众健康多一份保护。”付璐表示，“大气十条”、“打赢蓝天保卫战三年行动计划”等措施，同时推动能源、产业、交通结构优化，对“十三五”碳减排目标超额完成有着积极促进作用。

《报告》同时发布了“2021年蓝天百强城市榜”，这是亚洲清洁空气中心连续三年发布该榜单。与传统空气质量城市排名不同，“蓝天百强城市榜”评估的是城市三年滑动平均空气质量改善情况和政策措施，分别得到“成效分”和“努力分”，再加总得到综合评分，旨在鼓励城市加大措施力度不断改善空气质量。

在纳入评分的168个重点城市中，合肥市摘得综合评分排名桂冠。综合评分20强城市中，广东省占7席，浙江省占6席。与上一年榜单相比，安徽省城市进步明显。

榜单显示，“努力分”排名靠前城市均为一线或新一线城市，除了北上广深，还有成都、武汉、青岛、天津、郑州等，可见经济发达城市空气治理力度更大。“成效分”排名中，临汾和晋城因空气质量改善较大，摆脱了此前的垫底境况。成效分落后城市主要集中在河南省，鹤壁在成效分、综合评分排名中均垫底。

“从排名靠前的城市得分情况来看，‘努力’对城市‘蓝值’影响尤为重要。排名靠前的城市，大多建立了领先的科学决策基础和评估方法，这些城市也在能源、工业、机动车等领域采取了积极减排措施。”付璐表示。

付璐还称，10月24日最新发布的《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》，明确了碳达峰、碳中和路线图，为城市继续改善空气质量注入新动能。但要实现清洁空气与碳中和，目前仍有一些关键问题需要突破。

中国工程院院士，清华大学碳中和研究院院长、环境学院教授贺克斌指出，空气污染与气候变化同根同源，减污降碳可以协同增效。自2013年以来的大气污染防治措施，让公众收获了更多蓝天，也带来了可观的减碳效果。而实现清洁空气与碳中和，核心在于能源结构调整和产业结构转型。

《报告》提出，“十四五”是指导中长期协同规划的关键时期。如何将降碳目标、路径与清洁空气行动协同起来，需要统筹考虑。针对近期世界卫生组织在更新版《全球空气质量指南》加严了多项污染物的健康指导值，《报告》建议，在“十四五”期间适时考量修订国家标准，收紧包括PM_{2.5}和臭氧在内的污染物限值，并研究增设臭氧长期目标值。

北京大学环境科学与工程学院院长朱彤教授表示，空气污染与气候变化存在源头控制与健康效益“双协同”。在碳达峰、碳中和背景下，我国应加强代表中国人群特征的本地化科学研究，为推进空气质量标准的修订工作提供强有力的科学依据。

《报告》显示，我国结构调整任重道远，需要多部门统筹协作。当前，煤炭消费总量仍处于高

位平台期，去产能工作虽进展迅速，钢铁、水泥等行业产量仍在增长，过去三年交通运输结构调整进展也低于预期。付璐建议，“十四五”期间，应尽快建立多部门、多行业对空气与气候协同治理的共识、形成中长期各规划之间的协同，结构调整应采取总量控制与措施灵活并重的策略。有条件的城市，可通过包括成本-效益分析等多种政策分析手段，识别能够促进减污降碳协同增效的措施组合，优化减排路径。

朱妍 中国能源网 2021-10-29

贺克斌：实现碳中和，将给中国带来哪些变化？

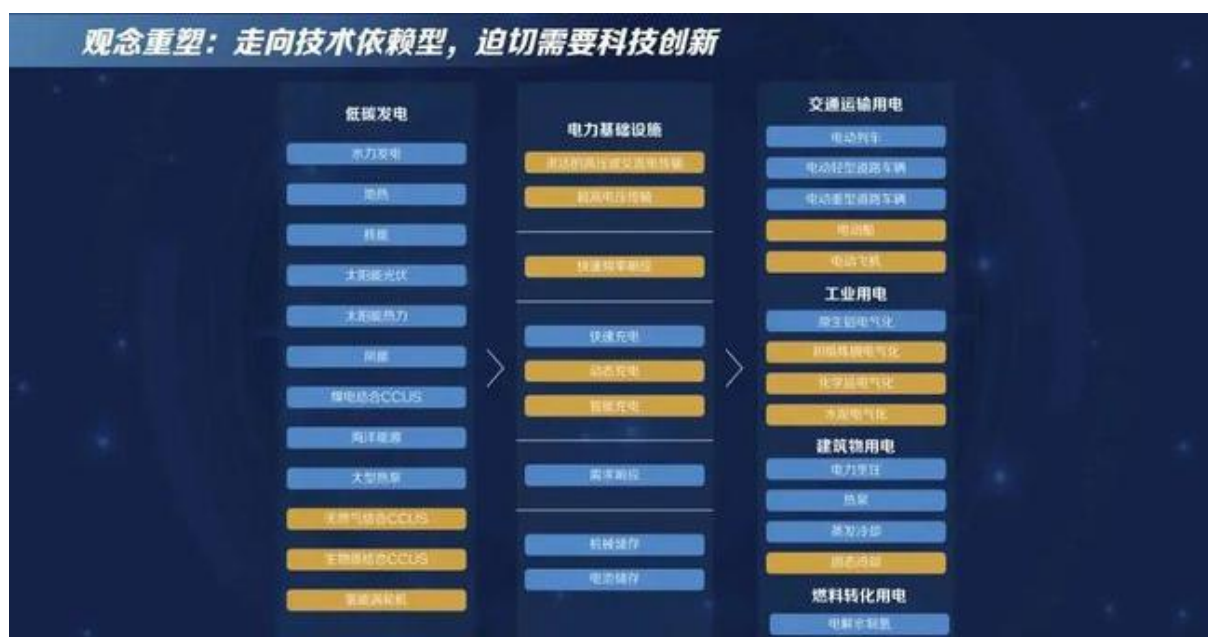
近日，中共中央、国务院印发正式公布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，这是中国碳达峰碳中和的顶层设计，提出了具体的目标和措施。碳达峰、碳中和再次成为各界热议的焦点。

如期实现碳达峰、碳中和目标，将给中国带来哪些深远影响？又将如何影响我们的日常生产和生活？思客邀请中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长、清华大学环境学院教授贺克斌聚焦这一话题。

实现碳达峰、碳中和目标会带来政府行为、企业行为和个人行为的根本变化，覆盖全社会方方面面，影响范围非常大。这是一场经济社会系统性的变革，涉及到观念重塑、价值重估、产业重构及广泛的社会经济和生活影响，这就是我们的未来之变。

首先是观念重塑。现在的全球经济高度依赖化石能源，但是化石能源在全球的地域分布极度不均匀，目前，煤炭储量最多的前五个国家占了全球煤炭 75%的储藏量；石油储量，前五个国家占了 62%；天然气储量，前五个国家占了 64%。

关于能源结构降碳，它的核心是要大幅度地提升可再生能源或者非化石能源的比例。非化石能源最典型的有四个，分别是风能、太阳能、水能、核能。其中风能、太阳能将来占的比例会更高。全球风、光资源分布相对更均匀，谁能够更好地掌握抓取风、光资源，即开发出大规模应用风电、光伏电的领先技术体系，谁就获得了长期经济发展支撑能力的提升。这是一个资源依赖型走向技术依赖型的过程，未来这个过程会使我们更多地关注关键技术。



国际能源署（IEA）给出的技术评估，分别对低碳发电、电力基础设施、交通运输用电、工业用电、建筑物用电、燃料转化用电等技术做了梳理分析，在低碳发电领域像太阳能光伏发电等技术已

经基本比较成熟，可以走向市场；在电力基础设施领域，智能充电等技术目前还需要进一步研发、竞争，才能推向市场。IEA2021 年的最新报告显示在全球能源行业的路线图里，2050 年实现净零排放的关键技术中，50%目前尚未成熟，需要进一步研发提升，可见走向技术依赖型经济发展模式对科技创新的需求更加迫切。

第二是价值重估。先看能源成本，目前风、光伏发电和火力发电的成本已经相近。但是如果加上并网成本，风、光伏电目前和火电来比还比较高。碳市场的建立健全和逐步完善会使碳价在全国或者全世界发挥作用，逐渐使技术的竞争优势发生变化，并网成本随着规模的应用将大大降低，因此风电、光伏电的价值和竞争力会被重新认识。

再看地域价值。我们国家东部是发达地区，中西部是欠发达地区，但是我们看到未来寄予很高希望的风、光资源恰恰比较集中在中西部欠发达地区，这会给这些地域带来新的发展机遇，一些耗能比较高的产业可能在那些供能比较密集的地域会有更多的发展机遇，一定程度上也能带动这些地区的经济发展，使发展不平衡的问题得到一定解决。举个例子，宁夏地域很广阔，但是沙地很多，一家企业做了大量的太阳能板，获得的太阳能用于发电，太阳能板造成大量的阴影，在阴影下种的宁夏特产枸杞，和没有太阳能板覆盖的枸杞有很大区别，它的水分保持时间更长。太阳能板到一定时候有污染，会影响吸收太阳能，需要冲洗，冲洗太阳能板的水可以用来灌溉下面的枸杞，实现循环利用。这个经济模式把原来比较荒的沙地大幅度改变为能源利用地和新的经济作物生产地，为发展带来了全新的机遇。

价值重估还有一个例子，光伏发电需要多晶薄膜材料，制造这种材料需要的关键稀缺元素如铟、碲等，这些元素如果以现有的资源量供给现有的用量没有问题，但是 2050 年光伏装机总量的目标是要比 2020 年增加 19 倍，因此这些稀缺元素的累计需求量会大幅度增加，物以稀为贵，这些稀缺元素的未来价值会更大提升。我们现在的固体废物里有这些元素，但是现在更多地把这些元素视为有毒有害物，想办法进行无害化处理，一旦它们的价值增加以后，可能就需要提高技术精打细算地从固体废物里把它们提取出来，这对它们的循环利用会有很大的推动，这也是价值重估推动技术变化的重要体现。



第三是产业重构。未来在减碳的推动下，传统的加油站会变成加能站，在我国这已不是概念式的未来构想，而是正在走向现实。中石化在“十四五”期间计划利用原有 3 万座加油站、870 座加气站的布局优势，建设 1000 座加氢站或油氢合建站，5000 座充换电站，7000 座分布式光伏发电站点。

供电系统也会发生变化。传统上，我们通过火电、核电、水电的电网系统满足生活、生产所需，但在未来，风和光这两种新能源会引入到新型的电力系统中，这个比例高了以后，有一个非常重要

的特点，就是它的波动性非人为可控，风、光是天上的天然资源，有季节性变化，甚至有日变化，波动性很大，不像火电烧煤、烧油、烧气那样可控。

这个情况下电力供需管理系统会催生新型产业——虚拟电厂。以前“以需定供”模式相对稳定，现在“供”的地方出现了不稳定，就要最大限度挖掘“需”的地方，找到它的调节能力，这个调节能力如果在建筑物里面，就是调节生活用能，比如洗碗机、洗衣机这些家用电器的生活用电，它们对时间不是特别敏感，早点干晚点干都行，放在什么时候洗由系统来控制，反正到时就洗干净，这是生活用能的一种做法。生产方面，比如水泥工业的一些研磨工艺、有色冶金电解铝工艺、钢铁行业的电炉用电等，在一定幅度里是可以调节的，这个调节通过智能系统就能控制在供需之间形成相对平衡。大规模的电动车应用，其充电也有较大的调节波动能力。

我们把未来发展中，这部分从调节“需”方来适应“供”方的波动的功能，叫做虚拟电厂。这是未来发展里非常值得期待的。现在我们国家在江苏等一些省份已经有这样的例子，水泥、有色冶金电解铝、钢铁行业那三种工业已经能够形成 2000 兆瓦的虚拟电厂，相当于十来个燃煤火电厂的发电量的供需调节能力。随着未来的发展，这部分新业态发挥的作用还会更大。



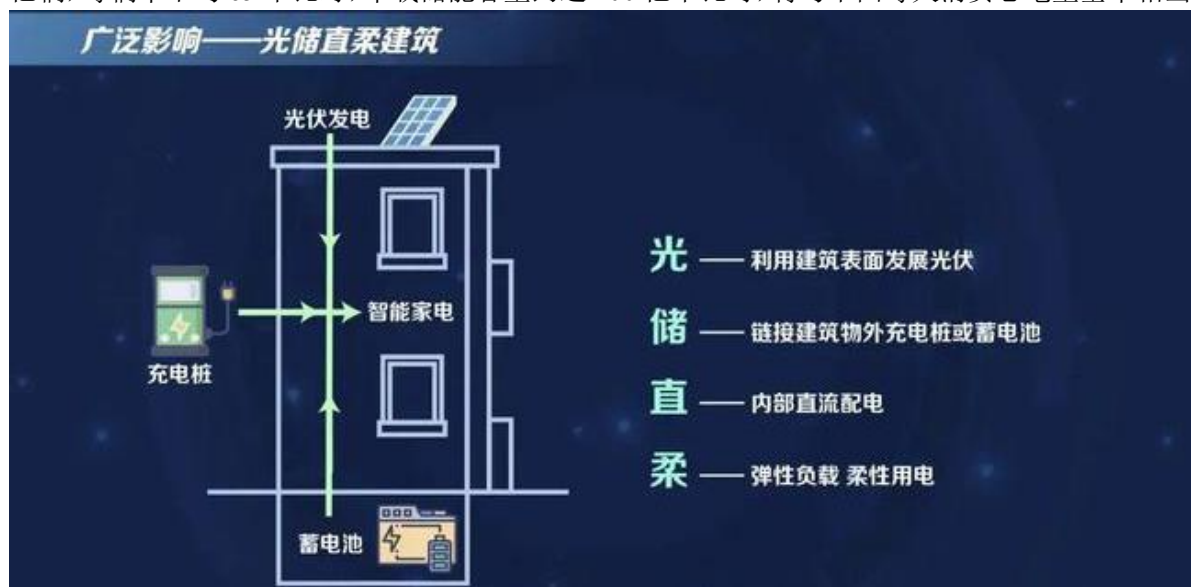
另外，产业重构方面，减碳压力的产业链传递也很突出。现在越来越多的全球性大公司自主承诺减排，原来对一家企业到底排多少碳主要看它的生产过程，但现在已经扩大到产业链。一个产业链包括上游的原料和下游产品的应用，把上下游综合考虑起来，就会形成减碳压力的产业链传递。比如，中国现在是世界上最大的小汽车生产和消费市场，每年产销 2500—3000 万辆，这个量是美国和日本加起来的总和，这么大的量，对钢材会有比较大的需求。一家承诺了整个产业链上要减碳的跨国公司在生产小汽车时，就会要求上游生产钢材的厂家也要跟着它减碳，这样会形成倒逼，炼钢厂如果达不到它的要求，它就会去找其他能达到要求的供应商，所以在自主减排的目标实现里会形成新的压力传递，这是未来产业重构里非常重要的驱动因素。

工业产业链也会发生重大变化，传统石油炼制形成汽柴油输送给燃油车，燃油车消费后会排放大量的二氧化碳，未来这一产业链的市场空间会被大大压缩。新能源大幅推广后，通过石油生产基础化工原料，产出橡胶、塑料、纤维这样的产品还有很大市场空间，而相关新材料还会进一步拓展市场空间。因此化工生产系统未来的主要方向会是燃料变成原料、能源变成资源，这样在终端产品里碳排放的压力会明显减少。

第四，除了观念重塑、价值重估和产业重构以外，碳中和对我们的社会生活会造成广泛的影响。

在出行方面，比如大幅度使用新能源汽车，特别是电动车，在全国会形成比较大的消纳风电、光伏电的能力，这些也是虚拟电厂的组成部分。一个电动小汽车的用户，可能根据充放电的过程做优化选择，未来可能会通过虚拟电厂的方式，在整个优化系统里发挥调节作用，当光伏电、风电特

别充足的时候，电价相对低，可把小汽车的电充满，就会形成一个分布式的储能系统。当风电、光伏电不足时，电价就会涨，那么小汽车用户可以去放电，相当于在卖电。国家电网在北京一个双向充放电互动桩试点，结果表明，一辆小汽车选择合适时段充放电，一度电能挣 4 毛钱，一年下来能挣 4000 块钱。此外，小汽车用户白天到单位上班，把车充满光伏高峰电，晚上回到家，停车位可以直接和家里的用电系统关联，晚上用的就是白天充的便宜电，将来怎么优化这个系统也是很有意思的课题。据《节能与新能源汽车技术路线图》研究报告预测，2040 年中国电动汽车保有量将达到 3 亿辆，每辆车平均 65 千瓦时，车载储能容量约达 200 亿千瓦时，将与中国每天消费总电量基本相当。



其次是住——建筑。现在有个概念叫“光储直柔建筑”，“光”指的是利用建筑的表面去发展光伏电，有研究表明，理论上如果把全北京的屋顶都装上光伏电，获得的电能可能是北京市用电量的 2 倍。“储”就是建筑物里可以链接建筑物外充电桩或蓄电池。“直”是内部直流配电。“柔”是弹性负载、柔性用电，直流和交流用电会有 15%左右效率的提升，同时如果用了柔性用电系统，建筑在用电上会有 15%-30%的调节能力，所以在适应未来高比例的风电、光伏电的时候，会成为非常重要的系统。如果是典型的住宅建筑和办公建筑群的组合，它可以消纳近百公里范围的光伏电，春夏秋三季基本可以实现供电平衡，冬季因为有供暖需要，供电量会有缺口。柔性用电是充分利用风、光这些非化石可再生资源。



再次对普通老百姓的个人行为也有影响。在上海已经开始实施碳普惠行动，无论是垃圾分类、绿色出行、节约用电，还是光盘行动等，方方面面都可以积分制，这个分叫做“碳币”，你可以在一定范围内使用它，购买一些你需要的其他商品、服务，这是鼓励简约生活，这使得人人都可以对减碳行动做出或大或小的贡献。

新华网 2021-10-28

加强能源互联 助力实现碳中和

本报讯 记者董欣报道：10月12—14日，2021国家能源互联网大会在山东省淄博市召开。“我国将陆续发布重点领域和行业的碳达峰实施方案以及一系列支持保障措施，构建起碳达峰、碳中和‘1+N’政策体系。”国家能源局能源节约和科技装备司副司长刘亚芳出席会议并表示，长期以来，国家能源局高度重视能源互联网建设，按照国务院关于积极推进“互联网+行动”的指导意见，会同国家发改委、工信部发布了指导意见，并开展了产业化示范，推动能源互联网新技术、新模式和新业态发展。下一步，将着眼保障能源安全和应对气候变化两大目标任务，继续多措并举，加快推动能源领域碳达峰、碳中和工作。她强调，今年是“十四五”开局之年，我国正奋力推动能源互联网、能源绿色低碳转型等技术的发展。

清华大学副校长曾嵘也表示，能源互联网产业及技术作为实现碳达峰、碳中和目标的关键核心技术来源和重要技术路径，正迎来难得的重大历史发展机遇。

据统计，截至2020年底，全球已有100多个国家提出了碳中和承诺，覆盖了占全球二氧化碳排放量73%以上和世界经济70%以上的国家。9月22号，清华大学正式成立了碳中和研究院，以打造碳中和创新战略的科技力量，攻克一批核心关键技术。中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长贺克斌表示，在他看来，我国的碳中和面临“三高一短”的挑战，即高碳的能源结构；高碳的产业结构；发展中国家，工业化、城镇化仍在进程中，碳增量高；同时，跟欧美相比，实现碳达峰、碳中和目标的时间短。

贺克斌强调，碳达峰、碳中和目标涉及生态文明、气候履约、美丽中国、产业竞争等多层面的战略意义，切入点是气候履约，最核心的是产业竞争。他认为：“从全球风光资源的分布看，世界经济正从资源依赖型走向技术依赖型。”全球风光分布较为均匀，谁能更经济更有效地利用好这些资源是关键。

贺克斌认为，从能源结构降碳讲，到2050年，我国非化石能源比例需超过85%，非化石电力在总电量中的比重需要超过90%，届时，风电、太阳能装机容量将超过60亿千瓦，约为2020年累计装机量的11倍。这个进程中，可再生能源经济性快速提升，1990年，光伏发电超过100美元/千瓦时，而到了2020年，已下降至约为1美分/千瓦时。在没有补贴的情况下，我国344个地级市的光伏发电已经可以实现比电网供电更低的价格。

“富煤、缺油、少气不能全面准确描述我国能源资源禀赋，丰富的可再生能源资源也是重要的组成部分。”贺克斌认为，高比例可再生能源需要系统性升级，可以分为如下四个阶段：第一阶段，通过电网调度基本可以解决；第二阶段，提高备用容量，挖掘系统现有灵活性潜力；第三阶段，需要整体系统的优化，提高整个源网荷储在内的系统灵活性；第四阶段，需要采取先进灵活性技术的保障。这期间，尤为重要是系统优化和规模集成技术，一是需要把握人工智能、互联网、信息通讯技术创新发展的有利契机，将需求减量、智能制造、系统集成、循环链等先进理念和技术融入生产、消费的全过程，从整体和系统的角度实现节能减排；二是大力发展“发、供、用、储”的新型电力系统优化集成技术，支持快速向高比例可再生能源转变的智能电网技术，支持可再生能源并网、分布式及微电网的规模化储能集成技术；三是加强设备智能化、管理精细化、资源循环利用等提高终端用能效率的系统优化技术。

国际能源署今年发布的《2050年净零排放：全球能源行业路线图》指出，2050年实现净零排放

的关键技术中，50%目前尚未成熟。其中，包括能源互联、氢能等 18 个子类。

根据统计，2021—2025 年间，绿色刺激措施和“十四五”规划的重点，已有累计 44.6 万亿元投资，涉及可再生能源友好的能源电力系统的约为 4.7 万亿元，其中大量资金投向能源互联网领域，人工智能和大数据中心约为 2 万亿元，工业互联网投资规模约为 8000 亿元。北京清能互联科技有限公司首席技术官赖晓文认为，在碳达峰、碳中和目标下，电力系统运行的技术体系也亟待全面革新，电力系统需要充分调动电源侧、负荷侧的多种能源形式协同互动，为新能源消纳提供基础，但实际仍面临着诸多挑战，急需创新技术手段和工具，优化源-网-荷-储系统中的资源配置。

中国能源报 2021-10-18

美国四部门发气候变化报告：各国竞争将加剧

联合国气候变化大会将于 10 月 31 日在苏格兰格拉斯哥召开。

在开会前一周，美国国家情报委员会、财政部金融稳定监督委员会、国防部以及美国白宫分别就气候变化发表报告，预测气候变化以及各国为应对气候变化所采取的措施将从政治、经济、军事、移民等各领域影响美国和全球。

在奥巴马执政时，美国政府已经提出气候变化威胁国家安全的说法。白宫称，最新公布的一系列报告是美国今后针对气候变化和随之产生的安全问题采取行动的基础。

在四份报告中，最全面的是国家情报委员会发布的《国家情报预测》。报告认为随着各国采取措施应对气候变化，到 2040 年，美国国家安全面临的威胁将加大。

报告预测了多个威胁点，包括各国将为谁需要在应对气候变化上承担更大责任发生分歧；地缘政治竞争加剧，比如对北极圈航路的开发、太阳能地球工程应用的分歧。

金融稳定监督委员会报告则警告，气候变化对美国金融系统稳定构成的威胁正在加大。

国家安全风险

《国家情报预测》是美国政府首次针对气候变化与国家安全之间的关系发布的报告。

报告认为，根据目前各国的政策和技术发展趋势，众多国家可能无法实现《巴黎气候协定》设置的目标。协定的主要目标是要较前工业化时期，将本世纪全球平均气温上升幅度控制在 2 摄氏度以内，并为把升温控制在 1.5 摄氏度之内而努力。

报告依照美国科学家的预测指出，到 2030 年全球升温幅度就将达到 1.5 摄氏度。随着气候问题更加迫切，各国将就谁应承担更大责任加快减排而产生分歧，“地缘政治紧张氛围上涨”。

预测认为，发达国家与发展中国家在减排上的矛盾将持续，中国和印度将在决定全球升温幅度上起到关键作用。由于印度没有公布净零排放目标年限，随着该国继续发展经济，“几乎可以肯定印度会增加排放”。

而进行能源转型之时，各国在关键新能源科技所需的矿产和资源上的争夺将加剧，比如制造风力发电机组和电动汽车所需的稀土、太阳能电池板所需的多晶硅、电动汽车电池所需的钴等金属材料。

报告预测，除了对材料的竞争，各国还会争先成为可再生能源技术的主要出口国，以占据更多的市场份额。

但对于以出口化石燃料为主要收入来源的国家，报告认为相关国家会出于政治、经济稳定考虑，抗拒快速能源转型。

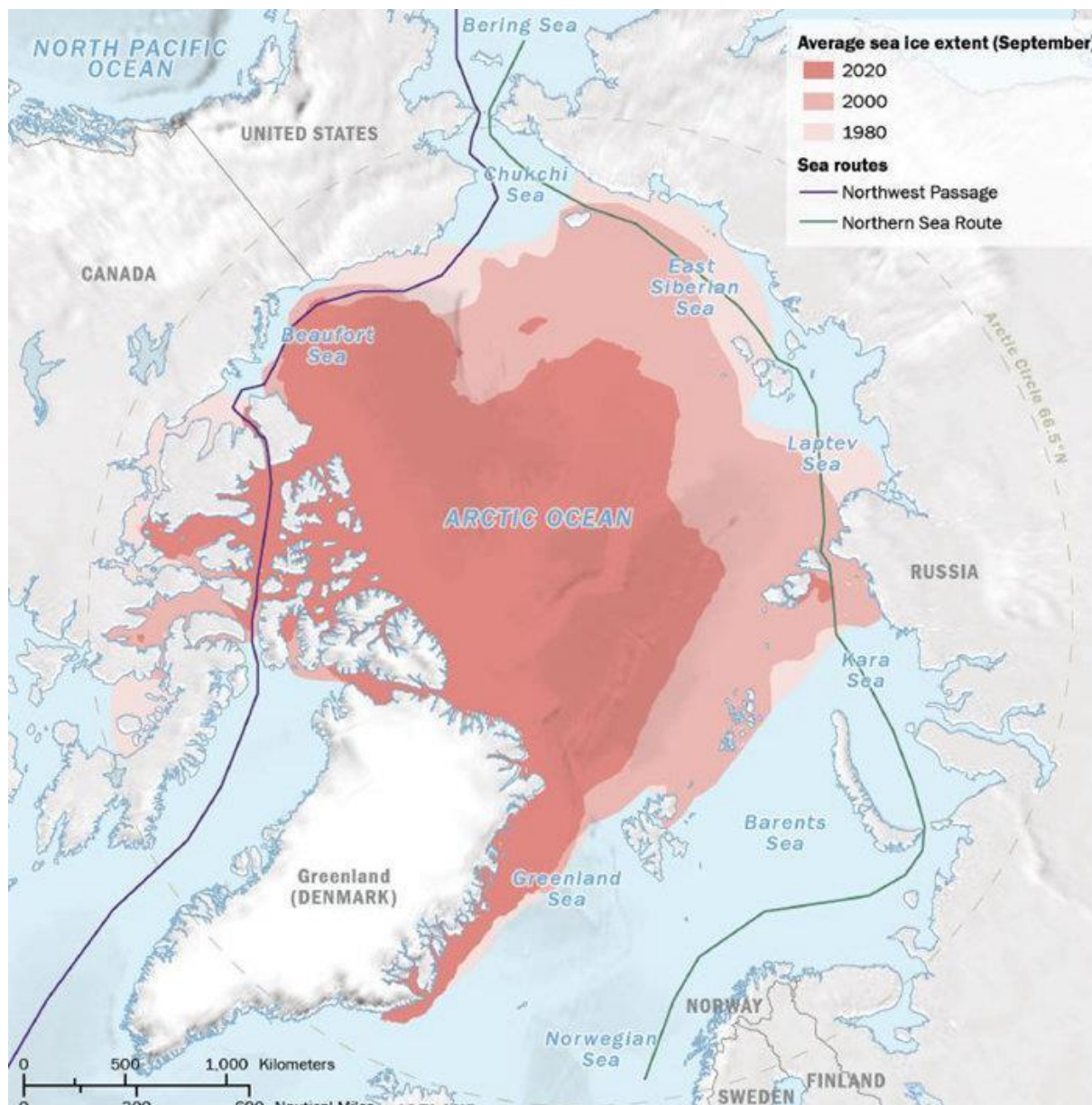
全球有超过 20 个国家的出口收入有 50%以上来自化石燃料，报告认为其中大部分国家对出口商品进行多元化改革时将面临难题。

如果化石燃料价格下跌，阿尔及利亚、乍得、伊拉克和尼日利亚将面临最大威胁；中东国家的困境也将进一步加剧。

在气候变化造成的直接影响方面，报告预测，随着极端天气增多，各国围绕水资源和移民发生

争端的风险将加大，特别在 2030 年以后。

在北极圈地区，由于温度上升带来的冰层融化，新出现的航道能将欧亚之间的航运时间缩短 40%。该地区还有预计价值 1 万亿美元的贵金属和矿产资源。



北极圈冰层范围变化。图片来源：《国家情报预测》

报告认为，“几乎能肯定”北极圈和非北极圈国家将加强在北极圈的竞争，竞争主要在经济领域。但到 2040 年，随着各国在北极圈的经济和军事活动增加，“误判”的风险也将有所增大。

除此之外，在新技术应用上，报告预测将来可能会有国家大规模使用太阳能地球工程技术，为完成减排目标而人为降低地球温度。报告认为，在没有就太阳能地球工程达成国际协议的情况下使用该技术，可能会产生反作用。

太阳能地球工程技术是将更多的太阳辐射反射到宇宙中，以降低地球温度，缓解气候变化。但这种技术没有被证明是现实可行的，科学界对此产生的影响也存在争议。有科学家认为，这种技术无法解决气候变化造成的海洋酸化，还可能产生不可预见的危险。

报告预测，大规模使用太阳能地球工程技术可能影响地球生物圈、改变全球气候系统，让部分地区气候变好的同时使得另一部分地区气候更加恶劣。

目前澳大利亚、俄罗斯、美国、英国、印度、中国等多国都在研究太阳能地球工程技术。报告认为各国应该就太阳能地球工程技术展开交流，或者设立机构制定规则以规范新技术的使用。

在气候变化的最大受害者上，报告认为，如果气候变化影响加剧持续到 2040 年及之后，则发展中国家将遭到最明显冲击。

报告预测有 11 个国家受到的威胁将最大：阿富汗、缅甸、印度、巴基斯坦、朝鲜、危地马拉、海地、洪都拉斯、尼加拉瓜、哥伦比亚和伊拉克。中非国家和太平洋岛国的动荡风险也可能加大。

金融和难民风险

与《国家情报预测》同时发布的金融稳定监督委员会报告则警告，气候变化对美国金融系统稳定构成的威胁正在加大。

气候变化本身带来的自然灾害以及为应对气候变化采取的能源转型政策都可能对美国家庭、企业和政府构成金融风险。

报告指出，过去 20 年，极端天气给美国造成的经济损失在不断上涨。2020 年，美国经历了“历史性”极端天气，造成的损失达到历史新高的 950 亿美元，是 2019 年的近两倍。

而在能源转型时，高排放领域包括交通、电力、重工业制造等可能出现生产方式改革，部分企业会遭遇严重亏损。而受减排措施影响最直接的领域可能将增加的成本转嫁到供应链，最终到消费者身上。

美国国防部的气候变化报告则指出，随着海平面上升和极端天气增多，国防部在“印太”地区的部分军事设施正面临直接威胁，比如关岛的军事设施。

国防部称其将采取相应措施，以在不断变化的气候条件中保持美军的行动能力，增加能确保美军胜利完成任务所需的自然和人力系统。

白宫发布的气候变化移民报告则引用预测模型警告，到 2050 年，气候变化将造成撒哈拉以南非洲地区、南亚和拉丁美洲的近 3% 人口，总数超过 1.43 亿人被迫迁徙。

而非国家行为者，包括极端组织、跨国犯罪集团和武装组织可能利用气候移民造成的矛盾和紧张气氛，推进该组织的政治、社会和经济目标。

对于美国政府发布的一系列报告，有分析人士指出，虽然报告列出了气候变化可能引发的各类问题，但并没有提供解决方案。

加州大学圣地亚哥分校经济学教授加格（Teevrat Garg）接受《纽约时报》采访时指出，报告应该解决更深层次的问题，即美国和其他发达国家应该做什么。

他表示，大部分二氧化碳排放都来自富裕国家，但后果却不成比例地由穷国承担。因此富国“有义务”帮助气候难民。

安晶 界面新闻 2021-10-25

降低成本是能源危机下我国新能源行业首要目标

当前，由于受到新冠肺炎疫情以及一系列供应链混乱的影响，全世界均出现不同程度的能源涨价的情况。欧洲电价一涨再涨，国内也出现了罕见的煤炭价格上涨的情况，中国煤炭价格在最近暴涨到了此前的两倍。

煤炭面临“双碳”和“保供”双重挑战

10 月 19 日，国家发展改革委负责同志主持召开煤电油气运重点企业保供稳价座谈会，研究安排人民群众温暖过冬各项重点工作。会议对下一步保供稳价工作提出了明确要求：一是进一步释放煤炭产能。二是稳定增加煤炭产量。三是引导煤炭价格回归合理水平。四是进一步落实发电供热企业煤炭中长期合同全覆盖。

“在疫情、安全生产、自然灾害、进口政策、各地开采限制政策等一系列因素的综合作用下，煤炭供需结构发生了变化。由此，引发了一系列的突发问题，例如电煤价格攀升、火电厂发电意愿不

强，导致当前能源保供任务重。”国务院发展研究中心企业研究所企业评价研究室主任、研究员周健奇在接受中国经济时报记者采访时表示。

在北京特亿阳光新能源总裁祁海坤看来，煤价不断上涨导致发电企业发得越多亏得就越多，发电企业缺少发电动力，所以电价改革就推出来了。动力煤的供需缺口也在进一步扩大，在煤炭价格高企不下、叠加“双碳”目标进程压力、国内煤炭资源开采受控、进口不太通畅的大背景下，煤炭价格大幅降价的可能性比较小。

10月11日，国资委党委委员、副主任袁野带队赴内蒙古宝日希勒矿区调研督导，督导企业尽快释放先进煤炭产能。

据记者了解，当前，有关方面有力有序推进落实能源保供稳价工作，已取得阶段性成效。9月底以来，已核增一批生产煤矿，日均产量已比9月份增加了120万吨以上，10月18日的日产量已超过1160万吨，创今年新高。

当前的实际情况是：一方面要求坚决落实“双碳”目标；另一方面又要将今年冬天明年春天能源保供任务纳入考核。

“一段时间内政府调控侧重于‘双碳’目标，现在要向‘双碳’目标和‘保供’并重转变，根本在于提升新时代政府对能源市场的治理能力。”周健奇表示。

在周健奇看来，对煤炭企业而言，虽然本身并不是典型的高碳行业，却是高碳链条的源头，属于被动的一方。在既要坚决落实“双碳”目标又要将今年冬天明年春天能源保供任务纳入考核的现实情况下，主要面临以下三个方面的挑战。

第一，正确领悟国家“三新一高”的发展思想，合理安排生产，做好稳产保供的本职工作。

第二，应对供应链溯源主动作为，切实强化供应链管理水平，与电厂合作共同降低电厂的燃煤发电成本，包括煤电低碳化成本，从中长期看稳定市场对双方有利。

第三，认清低碳化的大趋势，注重市场预测，做好市场风险防范。

此次调查结果显示，有342人认为当前煤炭供应模式不适应高质量发展新需求，278人认为市场煤、计划电短期内仍不会有大的缓解。

“向高质量发展的我国经济，不能再走以前的高耗能、低产出的资源廉价、低效利用的老路了，我国的燃煤火力发电效率也需要向国际上的发达国家水平努力，能源电力的生产和利用也需要由‘粗放型’向‘集约型’转变，这种能源消费转型带动和促进的就是要降低能耗、鼓励节能和产业升级，把GDP的单位能耗控制住然后再降下来，进而达到能源高效利用和高效产出的效果。”祁海坤表示。

风电、光电是构建新型电力系统的主体能源

近年来，随着风能、光伏技术发展的成熟，风电、光电已经成为我国优化能源消费结构和保障国家能源供应安全的战略选择。在“双碳”的目标下，我国能源结构将逐渐由化石能源为主导向清洁能源过渡，风电、光电的发展对于能源领域节能减排、深度脱碳、提高利用效率有着不可或缺的作用。

“应该看到风、光发电存在不稳定性，但相比传统能源的优势也很突出。能源供应依靠的不只是生产企业、电力企业，更是一张网。从理论上讲，节点多，类型多，散点分布广，其实是有助于网络的稳定性和柔韧性的，对市场主体也有利。”周健奇表示。

记者了解到，10月17日，“风电伙伴行动·零碳城市富美乡村”启动仪式在北京举办，活动共有118家城市政府代表，600多家风电企业参与，仪式上发布了风电伙伴行动具体方案，方案明确，力争2021年年底启动首批10个县市总规划容量500万千瓦示范项目。“十四五”期间，在全国100个县，优选5000个村，安装1万台风机，总装机规模达到5000万千瓦，为5000个村集体带来稳定持久收益，惠及农村300万人以上。

风电、光电是构建新型电力系统的主体能源，风电、光电不仅是零碳电力，也正在成为最具经济性的能源，在地方经济社会转型发展中发挥越来越重要的基础支撑作用。

在祁海坤看来，新能源要快速发展，国家最近也推出了“风光大基地”项目计划，发展力度空前强

大。新能源发电发展不能一蹴而就，稳步推进才是王道。电网的稳定性和新能源发电出力的友好性都需要一步一步地提升，是需要包括应用储能技术在内的多种电力调度管理方法和措施，来综合协调运行的。

有观点认为，为应对“双碳”目标，应大规模恢复对光伏等新能源行业的补贴以促进新能源等快速发展，对此观点应如何看待？

周健奇表示，涉及到补贴，未必是大规模恢复，可以适当提升分布式户用光伏的补贴，用以补贴市场，以市场化的方式释放消费潜力。我国家庭用电享受交叉补贴，补贴户用光伏很可能从整体上是降费的。

调查结果显示，有 231 人认为应在全国范围内推进分布式光伏，占比为 43.34%。

国家能源局发布的最新数据显示，2021 年 9 月新纳入国家财政补贴规模户用光伏项目总装机容量为 214.23 万千瓦。截至 2021 年 9 月底，全国累计纳入 2021 年国家财政补贴规模户用光伏项目装机容量为 1167.59 万千瓦。

“已经平价上网的光伏发电产业不能再向国家要补贴了，国家财政补贴了十年左右，力度和时间周期都已经很到位了。降低生产成本和提高发电效率才是包括风力发电在内的新能源行业的最基本的追求和行业发展的动力，不能再走向‘吃补贴’的老路了。”祁海坤表示。

吕红星 中国经济时报 2021-10-25

凝聚全球气候治理合力 共筑人类命运共同体

日前，太湖世界文化论坛第六届年会在安徽蚌埠召开。本届年会围绕“文明互鉴：共筑人类命运共同体”的主题展开深入讨论。论坛共设置 6 个主题论坛和 4 个专题对话，来自 30 多个国家和地区的近 500 位中外嘉宾通过线上与线下相结合的方式参会。

当前，面对世纪疫情和百年变局交叠，全球性挑战日渐凸显，更要促进文明互鉴，加强国际合作，携手应对全人类面临的共同挑战。对此，众多中外嘉宾在论坛上共商促进世界文明交流互鉴之策、共谋推动人类社会进步之道。其中，有关如何携手应对全球气候变化、加快绿色低碳发展、加大清洁能源利用、推进生态文明建设等相关话题引发热议。

全球气候状况仍然严峻

为联合应对全球气候变化，全球 100 多个国家共同签署了气候变化协议，2015 年 12 月 12 日在第 21 届联合国气候变化大会上通过了《巴黎协定》，并于 2016 年 11 月 4 日起正式实施。这是继《京都议定书》后第二份有法律约束力的气候协议，为 2020 年后全球应对气候变化行动作出了安排。长期目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2 摄氏度以内，并努力将温度上升幅度限制在 1.5 摄氏度以内。

时隔几年后，全球气候状况如何呢？

有与会人士指出，今年，世界各地遭遇了破历史纪录的可怕热浪和洪水，尤其是加拿大史无前例的热浪，西班牙、摩洛哥、挪威、芬兰、西伯利亚和马达加斯加也有类似的情况。德国、比利时、纽约等地都遭遇了破历史纪录的降雨和洪水、泥石流，恐怕这样的灾难还会增多，而造成这样极端气候的根本原因在于人类活动导致的碳排放。如果任由这个趋势发展，全球平均气温将上升 3 摄氏度，甚至更多，远超过《巴黎协定》共同商定的 2 摄氏度以内、并努力将温度控制在 1.5 摄氏度的目标。这些表明，气候变化不是明天的问题，而是今天已经存在的问题，这个问题关乎所有人，关乎行动。

《巴黎协定》发布至今，虽然全球对气候变化的意识有所提升，也采取了相应的措施和技术创新，但总体来看气候状况依然严重，必须各方共同努力，携手推进全球气候的改善。

科技部原副部长、国务院参事、国家气候变化专家委员会主任刘燕华也表示，伴随工业的不断进步和发展，也日渐暴露出一些问题。比如，过度资源开发造成的资源短缺问题日益严重，同时也

造成了严重的污染，威胁了生物多样性以及人类健康。经济发展与资源保护相矛盾为代表的这种发展模式已经不可持续，而且是过多的燃烧化石能源，引起的全球气候变化，已经造成了灾害频发。

刘燕华还说，世界人口已达到 70 亿，并且还在不断增长，对物质的需求也不断增加，对资源环境索取的愿望也在提高，如果我们按照发达国家曾经走过的道路延续下去，资源环境容量与增长的需求，矛盾会越来越突出，我们生存的地球将不堪负重。

凝聚全球治理合力

气候变化是人类过多排放温室气体而产生的，如果不加以控制，将对人类生存环境产生极大的危害。温室气体不是静止的，会随着大气环流在流动，没有任何一个国家能够在气候变化问题上独善其身，应对气候变化既关系经济发展，也关系人类的命运，每个国家都有责任和义务。

国家发改委原副主任、中国气候变化事务特使解振华表示，应对气候变化在于提高全社会对气候影响的减缓和适应能力，认识到要转变传统的发展方式和生活方式，必须节约资源、能源，调整产业结构，优化能源结构，提高经济增长的质量，改变不合理的消费模式，通过科技创新和制度创新，提高资源能源的利用效率，实现人与地球有序发展，这也是推进生态文明建设的必然要求，《巴黎协定》符合人类发展的大方向，其规定要求的气候行动，顺应了绿色低碳发展的大趋势。

在世界范围内，不同国家的历史背景、发展阶段，经济能力各不相同。因此，多位参会专家提出，共筑人类命运共同体，各国要在全球应对气候变化方面开展合作。

对此，刘燕华提出，首先，技术的合作和突破，是今后应对气候变化的一个重要方面。全球创新合作包括颠覆式技术，比如核聚变、碳的利用。这些都属于颠覆式技术，需要突破。其次，是对现有技术的完善和推广，比如绿氢、储能技术。同时，要加强对光能、风能、地热能及水电等技术的推广。第三，应通过提高能源利用效率和降低成本实现碳减排，同时要开发各个消费领域的低碳产品。还有其他一些合作的方向，比如，世界各国在污染治理，减排措施，能源高效利用以及立法、政策、市场机制等方面，都值得相互借鉴。

解振华说：“我国始终实施积极的应对气候变化的国家战略，2020 年与 2005 年相比，GDP 翻了两番，在基本消除了农村绝对贫困的同时，单位 GDP 二氧化碳的排放下降了 48.4%，非化石能源占能源消费总量的比重达到 15.9%，生态环境显著改善，提前完成了 2020 年气候行动的目标。初步走上了低碳发展的道路。2020 年，我国又进一步提出降碳目标，进一步强化了应对气候变化的行动，也成为我国国家发展战略的重要组成部分。”

解振华表示，为确保实现降碳目标，我国还专门成立了由近 30 个部门组成的相关工作领导小组，正在制定并将陆续发布 1+N 政策体系，将以能源绿色低碳发展为核心，通过优化能源结构，推动产业优化升级，推进节能低碳建筑，构建绿色低碳交通，发展循环经济，推动绿色低碳继续创新，发展绿色金融，建立完善的碳市场，实施基于自然解决方案等方面的举措。

解振华指出，尽管各国历史责任不同、起点不同、发展阶段不同，只要各国坚持《巴黎协定》的原则精神和制度安排，承担起与自己国情能力相符的责任与义务，遵循公开透明协商一致，聚焦落实有效行动，携手合作，今年的联合国气候变化大会将可以完成《巴黎协定》实施细则遗留问题的谈判，解决发展中国家关键的资金、技术、能力、适应等问题。建立政治互信，形成全球气候治理的合力，保障实现《巴黎协定》的全球升温控制目标。

全方位推进绿色低碳发展

实现绿色、低碳发展已是大势所趋。能源是实现低碳发展的主战场，减少传统化石能源消费占比、降低碳排放、探索新型替代产品、加快技术创新、推行绿色生产方式，从源头到终端、从生产到生活，全方位推动低碳发展，是多位与会者的讨论的重点。

多位参会者表示，化石能源在目前的能源消费结构中占比很高，未来这种趋势肯定要发生转变，需要提升新能源的占比。

以电力行业为例，清华大学能源环境经济研究所所长张希良说，从整个发电行业来看，化石能源占比仍然过高，但清洁能源增速非常明显，近几年风电太阳能装机增加明显，比重也不断增加，

对减排作用很大，虽然总体来看清洁能源占比仍然偏低，但未来发展前景非常看好。

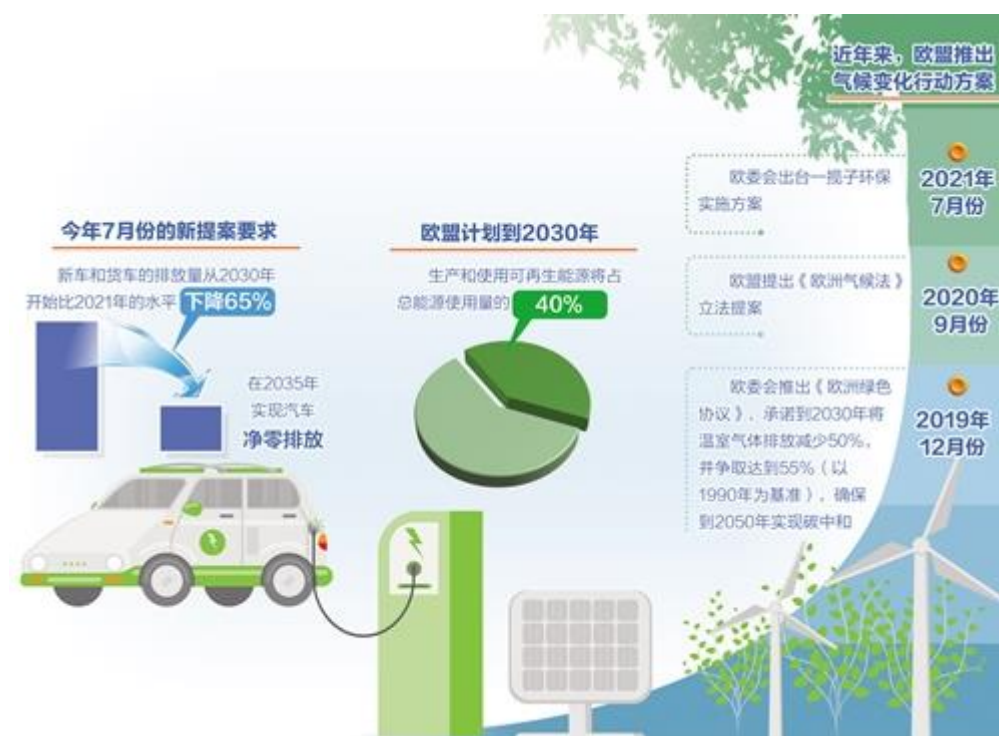
三峡大学党委书记何伟军在论坛上提出，应稳步推进以新能源为主体的发电结构的调整。有序推进火电的灵活性改造，积极发展风电和“分布式+集中式”模式的光伏发电；水电这几年总体开发已经到了高峰，抽水蓄能的建设也在进行布局。积极研发碳捕捉及封存技术、高效发电技术，通过碳捕集利用，大力发展多元化储能技术，通过财税价格政策的支持等措施来实现降碳。

碳市场建设和发展也是与会专家关注的热点之一。张希良说，未来将形成核算标准、注册登记系统等统一的全国碳市场。碳市场的总量设定也将和全国碳排放总量的控制相结合，碳市场的价格也将保持上升趋势，碳税等问题也应逐步实现。这些都将是有利于降低碳排放。

太湖世界文化论坛是中国创立的非官方的国际文化论坛。自 2008 年创立以来，已分别在苏州、杭州、上海、澳门、北京举办了五届年会。

孙文 中国能源报 2021-10-18

欧盟围绕碳中和布局战略产业



欧盟紧紧围绕战略布局稳步施行气候政策，分步骤分阶段实现碳中和目标，欧洲各国政府、企业与公民在促进碳中和上也起到了示范性作用。欧盟气候政策对于欧洲以及全球相关产业发展和技术趋势具有较大的推动作用，也提供了巨大商机。

欧盟紧紧围绕战略布局稳步施行气候政策，分步骤分阶段实现碳中和目标，欧洲各国政府、企业与公民在促进碳中和上也起到了示范性作用；同时，通过对应对气候变化相关的新兴产业投资和能源转型，有助于解决欧元区“饱和型”社会经济瓶颈问题，创造新的投资和市场机会。

近年来，欧盟紧锣密鼓地推出气候变化行动方案，一系列重大气候政策相继出台，而且保持连贯性、目标明确、措施针对性很强。例如，2019年12月份，欧委会推出《欧洲绿色协议》，这是针对气候变化、经济增长和可持续发展制定的纲领性政策文件。这也是欧盟向世界郑重承诺减排目标，即到2030年将温室气体排放减少50%，并争取达到55%（以1990年为基准），以确保到2050年实现碳中和。到了2020年9月份，欧盟提出《欧洲气候法》立法提案，并于今年6月份通过批准程序，以法律形式确立欧盟2030年减排目标和2050年碳中和目标。在完成立法程序基础上，今年7月份，

欧委会最终出台酝酿已久的一揽子环保实施方案，“Fit for 55”旨在推动欧盟经济、社会和工业领域的绿色转变。该一揽子提案是基于欧盟已有的政策和法律制定的，包括修订 8 部现有法律并提出 5 个新倡议，涉及气候、能源和燃料、交通运输、建筑、土地利用和林业领域。

从能源转型方面看，欧盟政策措施是一个不断升级换代的过程，同时，相应的产业政策也逐步明晰。早在 20 世纪 90 年代，欧盟制定了第一代能源改革方案，解决能源部门的分拆问题；随后在 2000 年年初制定了第二代改革方案，促进可再生能源发展和跨区电力交易；在 2009 年年底，第三代能源改革方案出台，为欧盟内部电力和天然气市场制定了规则；到了 2011 年，欧盟发布了《能源路线图 2050》，通过提高能源效率、新建能源基础设施、发展可再生能源、增加储能容量以及促进科研技术创新等措施，到 2050 年实现欧盟经济去碳化目标；2014 年，欧盟制定了《2030 年气候与能源框架协议》，要求到 2030 年实现可再生能源占比达到 27%，能源效率提高 27%，温室气体排放降低到 1990 年排放水平的 40%，欧盟内部电力市场互联比例达到 15%；2018 年 6 月份，该能源框架协议再次更新，将可再生能源占能源消费比例的目标定在 32%。

其中，欧盟设立了智能电网技术创新平台，针对输电网运营商制定了 5 类 21 项技术创新发展目标，并且明确规划了未来电池储能设备的装机容量，预计在分布式发电场景下，欧洲纯电动汽车数量将达到 7750 万辆，电热泵和混合动力热泵数量分别达到 3466 万台和 2167 万台。另外，欧洲可再生能源发电和核能发电增长较快，截至 2019 年统计，欧洲清洁能源装机新增容量为 3527 万 kW，总装机容量达到 5.73 亿 kW，占全球清洁能源装机容量的 22.6%。

能源的生产和使用占欧盟碳排放量的 75%，因此加快向更绿色能源系统的过渡和转型至关重要。欧盟计划到 2030 年，生产和使用可再生能源将占总能源使用量的 40%。

从发展新能源汽车方面看，欧盟把推动新能源汽车发展作为减排的主要抓手之一。今年 7 月份的新提案要求新车和货车的排放量从 2030 年开始比 2021 年的水平下降 65%，在 2035 年实现汽车净零排放，同时规定各国政府加强车辆充电基础设施建设。

欧盟各国制定了更为严格的汽车及货车排放标准，规定到 2035 年停止销售新的汽油、柴油和混合动力车型，这意味着最迟到 2035 年就将彻底淘汰汽车内燃机，传统车企因此纷纷转向。欧洲最大的汽车制造商大众表示，计划至 2030 年汽车销售额的 70%都来自电动车；宝马计划至 2025 年推出 25 款新能源汽车，其中至少包括 12 款纯电动汽车；奥迪则宣布未来将停止研发汽油或柴油发动机，并在 10 年到 15 年后彻底转向电动车的研发和生产，到 2025 年所售车辆的三分之一是新能源汽车。

除了整车以外，欧洲车用电池也迎来新气象，目前已有 38 家电池制造商，预计到 2025 年欧洲将成为全球第二大电动汽车电池供应地，其产能预计达到 460GWh，2030 年达到 1140GWh，可满足欧洲市场所售 90%的电动汽车需求。另据 6 月份统计，德国、法国、英国、挪威、瑞典、意大利和西班牙等 7 国的新能源汽车销量达到 19.1 万辆，环比增长 34.8%，一些国家单月销量创历史纪录，增长迅猛。

欧盟碳中和目标雄心勃勃，其减排路线图下的战略产业发展前景也颇具吸引力。据测算，如果欧盟想在 2030 年实现减排目标，仅清洁能源这一项就需要约 1.2 万亿欧元的投资。这块大蛋糕怎么分？此外，长期以来，欧盟正是利用碳市场，使碳价发挥作用，让传统行业尤其是电力、汽车行业的碳排放量迅速下降。例如新的“碳边界调整机制”，将于 2026 年起对碳排放限制相对宽松国家和地区的进口商品征收碳关税，涵盖水泥、钢铁、铝、肥料和电力五大行业。欧盟现有的碳配额总量管制和排放交易体系，已使企业为污染承担的成本升至创纪录水平，碳价格也在节节升高，未来围绕碳关税的博弈会更加激烈。危中寻机，欧盟气候政策对于欧洲以及全球相关产业发展和技术趋势具有较大的推动作用，也提供了巨大商机。

经济日报 2021-10-21

抢抓碳达峰碳中和重大战略机遇 推动产业结构优化升级

实现碳达峰、碳中和，是党中央作出的重大战略决策，对推动经济高质量发展、建设人与自然和谐共生的现代化具有重大战略意义。近日，中共中央、国务院印发《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》，把“深度调整产业结构”作为实现碳达峰、碳中和的重要途径和重大任务，对产业结构优化升级提出了明确要求。我们要抓住碳达峰、碳中和重大战略机遇，加快产业结构优化升级，推动形成绿色低碳的产业结构和生产方式。

一、实现碳达峰碳中和是产业结构优化升级的重大战略机遇

实现碳达峰、碳中和，是推动产业结构调整的强大推动力和倒逼力量，不仅对产业结构调整提出更加紧迫的要求，也为产业结构优化升级提供了重大战略机遇。

（一）我国产业结构调整 and 转型升级任务仍十分艰巨。改革开放以来，在加快推进工业化城镇化进程中，我国产业结构发生重大变化，2012年服务业比重首次超过第二产业，成为国民经济第一大产业，2020年第二产业比重比1978年下降近10个百分点。特别是近年来，我国加快淘汰落后产能，积极化解过剩产能，培育战略性新兴产业，发展现代服务业，为产业绿色低碳转型创造了有利条件。但也要看到，与实现碳达峰、碳中和的目标要求相比，我国产业转型升级的任务仍十分艰巨。我国单位GDP能耗仍然较高，为世界平均水平的1.5倍、发达国家的2倍至3倍，这与产业结构不合理是分不开的。从三次产业结构看，我国是世界第一制造大国，第二产业占国内生产总值比重长期稳定在40%以上，近年来虽有所下降，2020年仍高达37.8%。第二产业的万元产值能耗是第一、第三产业的4倍以上，这使得我国成为全球第一能源消费大国。2015年后第三产业占比首次超过50%，2020年提升到54.5%，但仍远低于欧美等发达经济体，也低于巴西、俄罗斯、印度、南非等新兴市场经济体。从第二产业内部结构看，制造业总体上处在价值链中低端，钢铁、有色金属、建材、石化化工等高能耗产业比重偏高，占制造业总能耗的85%，增大了节能降碳的压力。从产品结构看，产品能耗物耗高，增加值率低，与国际先进水平还有较大差距。

（二）碳达峰、碳中和对产业结构优化升级提出紧迫要求。碳达峰与碳中和既有区别又有内在联系。如果2030年前碳达峰峰值越高，则意味着2060年碳中和的压力越大。加快产业结构调整，不仅是降低碳达峰峰值的重要途径，也将为2060年实现碳中和创造条件。据有关研究测算，今后一个时期产业结构调整对碳减排的总体贡献度超过50%。实现碳达峰、碳中和，对产业结构优化升级提出紧迫要求。三次产业结构调整的重点是提高第三产业比重，逐步降低第二产业比重；第二产业内部结构调整的重点是在严格控制高耗能高排放行业增速的同时，提升低耗能低排放行业的比重；产品结构调整的重点是提升产品附加值，从而降低单位增加值能耗和碳排放强度。适应碳达峰、碳中和的要求，就要加快发展现代服务业，提升服务业低碳发展水平；运用高新技术和先进适用技术改造推动传统制造业水平提升，严控高耗能高排放行业产能，发展战略性新兴产业；提升产品增加值率，生产更多绿色低碳产品。

（三）碳达峰、碳中和为产业结构优化升级提供战略机遇。碳达峰、碳中和给我国产业结构调整带来前所未有的压力，也为产业结构优化升级创造了重大战略机遇。一是全社会形成绿色低碳发展的广泛共识。我国把生态文明建设纳入“五位一体”总体布局之中，确立绿色发展的新发展理念，坚定不移走生态优先、绿色发展的道路，政府、企业、社会对实现碳达峰、碳中和目标的共识将形成强大合力。二是传统产业能源效率提升空间巨大。我国传统产业规模庞大，能源结构中化石能源比重偏高，煤炭消费占比仍超过50%，能源利用效率偏低，减少对化石能源依赖、推动节能降碳的潜力巨大。三是绿色发展的“后发优势”。我国工业化城镇化起步较晚，新增的工业产能和城市基础设施需求可以通过发展绿色产能和绿色基建来实现，避免传统工业化城镇化带来的“锁定效应”。与此同时，随着以重化工业较快发展为重要特征的工业化接近尾声，传统制造业碳排放将陆续达峰并转入平台期，先进制造业和现代服务业的比重将持续提升，新一代信息技术和绿色低碳技术应用日益广泛并向各产业领域渗透，将为实现碳达峰、碳中和创造条件，并带来巨大的绿色低碳转型收益。

二、实现碳达峰碳中和目标下产业结构调整的主要任务

产业结构优化升级是实现碳达峰、碳中和的重要途径。《意见》提出了推进产业结构优化升级的主要任务，明确了在实现碳达峰、碳中和目标下，深化产业结构调整的基本路径。

（一）推动产业结构优化升级。从三次产业能耗和碳排放强度看，第一产业能耗和碳排放强度较低，但比重趋于下降；第二产业能耗和碳排放强度最高，明显大于第一、第三产业，是产业结构调整的重点；第三产业能耗和碳排放强度高于第一产业，但低于第二产业，是产业结构优化升级的主攻方向。为实现碳达峰、碳中和，《意见》提出加大第二产业节能降碳和绿色低碳转型；制定能源、钢铁、有色金属、石化化工、建材、交通、建筑等行业和领域的碳达峰实施方案，加快传统产业绿色转型，建设绿色制造体系；以节能降碳为导向，修订产业结构调整指导目录，提高能耗和碳排放的准入标准。这一系列政策措施将加快引导市场主体发展低耗能低排放行业，逐步降低经济增长对高耗能高排放发展路径的依赖。利用绿色制造技术和新一代信息技术对各产业进行全链条改造，将加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型，鼓励互联网、人工智能、绿色制造技术向各产业领域渗透。培育发展绿色金融、合同能源管理等生产性服务业，将加快商贸物流数字化绿色化转型，提升服务业节能降碳水平。

（二）坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展。坚决遏制“两高”项目盲目发展是从增量上控制能耗和碳排放的根本举措。盲目上马“两高”项目不仅浪费资金、侵占土地、消耗能源、破坏生态，还将损害国家、区域和行业可持续发展的基础和潜力。当前，各地区拟投产达产高耗能高排放项目数量较多，新增能耗量较大。把坚决遏制“两高”项目盲目发展作为碳达峰、碳中和工作的当务之急和重中之重，将倒逼地方政府加快转变发展方式，推动产业结构转型升级。为此，《意见》提出对“两高”项目实行清单台账管理，进行分类处置和动态监控。对于新建扩建钢铁、水泥、平板玻璃、电解铝等高耗能高排放项目，要严格落实产能等量或减量置换；对于煤电、石化、煤化工等项目，要加快出台产能控制政策；对于未纳入国家产业规划的，一律不得新建改扩建炼油和新建乙烯、对二甲苯、煤制烯烃项目。统筹保障国家能源安全要求，合理控制煤制油气产能规模。加强“两高”项目产能预警调控，定期调度各地区能耗量较大的项目特别是“两高”项目建设投产情况，发布能耗双控目标完成情况晴雨表，加强对地方能耗双控工作的窗口指导，建立通报批评、用能预警、约谈问责等工作机制。

（三）大力发展绿色低碳产业。加快重大技术突破和产业绿色低碳转型是碳达峰、碳中和工作主攻方向之一。要加快发展新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等战略性新兴产业，提高产业链供应链现代化水平。要加大太阳能、风能、氢能、生物质能等新能源技术研发和应用，提高能源产业中的新能源生产比重。要加快汽车电动化、智能化、网联化进程，推动氢燃料电池汽车产业化，大力发展新能源汽车产业。要加大煤炭清洁高效利用，发展节能和污染治理新技术，推动资源循环利用，壮大节能环保低碳产业。要推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信（5G）等新兴技术与绿色低碳产业深度融合，释放数字化智能化绿色化叠加倍增效应。要依托现有产业园区等平台，推动企业、科研单位等有效集聚，促进先进制造业集群发展，提高能源利用效率和循环经济发展水平。此外，要强化市场机制作用，引导企业以市场需求为导向，带动绿色技术突破和应用迭代升级，大力培育绿色制造新产品新模式新业态，为制造业绿色低碳转型注入新动力。

三、完善政策环境和保障措施，推动碳达峰碳中和工作取得积极成效

推动产业结构优化升级，推进实现碳达峰、碳中和，必须坚持系统观念，优化政策环境，建立健全保障机制。《意见》为此专门作了部署。

（一）完善财税、金融、投资、价格等政策机制。完善财税政策，推动各级政府加大对绿色低碳产业发展、技术研发的支持力度。加大绿色低碳产品采购力度。积极发展绿色金融，完善绿色金融标准体系。设立碳减排货币政策工具，支持清洁能源、节能环保、碳减排技术等领域发展。扩大绿色债券发行规模，支持符合要求的企业上市融资。鼓励社会资本设立绿色低碳产业投资基金。完善

投资政策，严控煤电、钢铁、电解铝、水泥、石化等高碳项目投资，加大对绿色环保、新能源、新能源汽车、碳捕集利用与封存等项目的支持力度。完善支持社会资本参与政策，激发市场主体投资绿色低碳项目的活力和内生动力。健全体现节能要求的价格形成机制，促进可再生能源规模化发展。完善差别化电价、分时电价和阶梯电价政策。加快形成具有约束力的碳价机制，促进碳排放权交易市场发展。

（二）加大科技创新和先进适用技术推广。过去一个时期，高耗能行业的节能降碳主要来自淘汰落后产能，随着落后产能逐步退出，节能降碳主要应来自对既有产能的技术改造和新增高效产能替代。为此，《意见》提出要加大对传统行业节能降碳的技术改造，强化节能降碳指标的硬约束，倒逼高耗能行业建立节能低碳的生产体系。抓紧部署绿色低碳前沿技术研究，加快研发支撑风电、太阳能发电大规模友好并网的智能电网技术，推进高效率太阳能电池、可再生能源制氢、零碳工业流程再造等低碳前沿技术攻关，加强新型储能技术攻关示范和产业化应用，加强氢能生产、储存、应用关键技术研发示范和规模化应用。要加快关键核心技术攻关，提高煤炭作为化工原料的综合利用效能，促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。

（三）加强法规标准、统计监测和考核体系建设。建立健全适应碳达峰、碳中和目标要求的法律法规、统计监测和考核体系，对推动产业绿色转型具有重要意义。要清理现行法律法规中与碳达峰、碳中和工作不相适应的内容，加强法律法规间的衔接协调，抓紧修订节约能源法等现行法律，体现对碳达峰、碳中和工作的推动作用。要加强节能降碳统计能力建设，建立健全重点行业重点领域能耗统计监测和计量体系。建立统一规范的碳排放统计核算体系。将碳达峰、碳中和工作相关指标纳入各地区经济社会发展综合评价体系，严格监督考核。

实现碳达峰、碳中和是一个长期过程，不可能一蹴而就。要坚持系统观念，尊重客观规律，把握工作节奏，在确保安全的前提下，抢抓碳达峰、碳中和重大战略机遇，不断优化产业存量，全面做优产业增量，走中国特色的新型工业化城镇化道路，推动我国产业结构全面优化升级，确保碳达峰、碳中和目标如期实现。（作者系国务院发展研究中心原副主任、研究员）

王一鸣 经济日报 2021-10-29

全球变暖危及地球第三极

青藏高原是世界屋脊、亚洲水塔、地球第三极，是中国乃至亚洲重要的生态安全屏障。青藏高原作为全球生物多样性最丰富、最洁净的地区之一，同样也是全球气候变化的敏感区、生态变化的脆弱区。

10月15日，在2020年联合国生物多样性大会生态文明论坛“青藏高原生态文明与生态安全”主题分论坛上，国内外专家学者齐聚一堂，围绕全球变暖与亚洲水塔安全、碳中和与应对气候变化、青藏高原可持续发展等内容，为青藏高原生态安全屏障建设建言献策，推动青藏高原生态文明高地建设。

多方努力，深入推进高原生态保护和高质量发展

“来自IPCC第六次评估报告证实，人类活动已改变了全球气候变化的性质和轨迹，这很危险。不仅如此，我们也面临复杂的生物多样性危机。”出席论坛的国际地理联合会理事长迈克尔·梅多斯指出，各方必须以合作、集成和全面的方式解决这些问题，中国的生态文明愿景为我们提供了努力目标，那就是共建地球生命共同体。

巴基斯坦科学院前院长、ANSO（“一带一路”国际科学组织联盟）副主席默罕穆德·卡西姆·詹表达了认同的观点。他说，如果不重视人与自然的和谐相处，世界上任何地方的生态进步和安全都无法持续。

“生态文明本质上是要调整人与环境、人与社会的关系，实现人与自然的和谐发展，最终达到生态环境和社会发展的双重可持续。”论坛上，中国科学院院士陈发虎指出，青藏高原生态文明建设取

得显著成效，促进了高原生态安全屏障功能的稳定和区域的可持续发展。

“但是我们也应该看到，青藏高原仍然面临挑战，如在全球变暖的情况下，冰川大规模后退，冻土在消融，带来一系列其他的潜在威胁。”陈发虎呼吁，建设美丽青藏高原，需要多方共同努力。

中科院水利部成都山地灾害与环境研究所研究员王小丹指出，近 20 年来，以西藏生态安全屏障建设为主的一系列重大生态工程实施，使青藏高原生态环境得到有效保护，综合效益显著。

肩负重任，青海省副省长刘涛表示，青海将把生态环境保护作为区域发展的基本前提和刚性约束，坚决扛起维护生态安全、保护三江源、保护中华水塔的重大使命。不断健全完善生态文明制度体系，系统实施生物多样性保护与生态环境恢复治理，在推动青藏高原生态文明与生态安全不断取得新成效。

聚力献策，科学研究为高原生态保驾护航

开展科学研究，是把握青藏高原生态文明与生态安全的必要手段。

记者从论坛上获悉，自中科院“丝路环境”专项和国家第二次青藏科考专项实施以来，“地球第三极”和“亚洲水塔”的阶段性系列科学成果丰硕，为支撑青藏高原高质量发展、推动我国生态文明建设和全球生态环境保护提供了重要的科技支撑。

第二次青藏科考队队长、中科院青藏高原研究所姚檀栋院士在论坛主旨报告中强调，在青藏高原生态系统规划中，除了山水林田湖草沙，还要特殊考虑“冰”，从地球系统整体观加强冰川变化综合观测体系和能力建设，推动“山水林田湖草沙冰一体化”的地球系统保护修复治理。

第二次青藏科考队选取雅鲁藏布江上游拉萨河典型流域，以“冰”为切入点，实施多圈层综合观测、预警与保护，一体化推进山水林田湖草沙冰保护修复治理的地球系统科考平台示范建设，为水资源与水安全战略服务。

姚檀栋院士表示，研究团队将继续融入“冰”过程的观测与管理，服务好青藏高原生态环境保护 and 可持续发展工作。

论坛上，ANSO 主席白春礼院士介绍，中国科学院牵头成立“一带一路”国际科学组织联盟（the Alliance of International Science Organizations, ANSO），发挥自身秘书处设立在中科院青藏高原研究所的天然优势，在推动青藏高原生态保护立法、第三极环境（TPE）国际计划等方面，做出了积极的努力和贡献。

此次论坛还发布了由 ANSO 组织编写的“一带一路”创新发展报告。

助力碳中和，气候变化背景下高原固碳潜力巨大

我国已经向世界承诺，力争 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和。从碳达峰到碳中和仅有 30 年，远短于发达国家承诺的时间，难度也远大于发达国家。

论坛上，陈发虎院士领导的团队展示的研究成果显示，从各个国家和地区对全球变暖的贡献图表中可以看出，美国对气候变暖的贡献最大，约占 22% 左右，欧洲是 14%，而中国的贡献只有 9% 左右。

在这样的背景下推进碳达峰碳中和，充分体现了我国的大国担当。

碳中和的目标如何实现？在陈发虎看来，可以从发展端、消费端及生态系统的固碳端共同发力。“从这三个方面来说，青藏高原将起到非常重要的作用。”

“青藏高原的碳中和现状与碳汇的巨大潜力，可以为国家实现碳中和目标及青藏高原的绿色发展与生态保护恢复提供科学依据。”陈发虎在发言中介绍，青藏高原土壤碳占全国 1/4，未来的升温可能促进植被生长，有利于增强碳汇功能。

陈发虎强调，青藏高原居民生活消费的碳排放量还有很大的优化空间。

“未来气候变化的背景下，高原固碳的潜力非常大。”陈发虎补充道，青藏高原草地生态工程增汇的潜力大，生态固碳能力将持续增加；此外，非化石能源开发具有可观的碳减排潜力，青藏高原的水能、风能、光能技术可开发量约为 44 亿千瓦，而目前开发的比例仅有 2% 左右。

“依托青藏高原先天优势，打造负排放的先行综合示范区和可持续发展典范区，建成具有全球示

范意义的生态文明高地愿景可期。”陈发虎如是说。

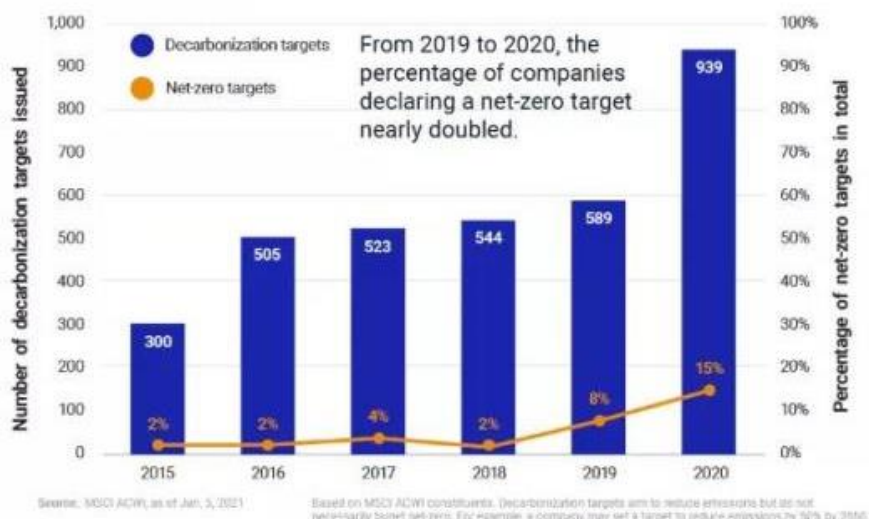
张黎 中国环境报 2021-10-18

全球企业气候行动：实现净零排放目标需要这四个步骤

据 visualcapitalist.com 网站报道，为了帮助防止气候变化的最坏影响，全球越来越多的公司承诺到 2050 年实现净零排放，从 2019 年到 2020 年全球宣布净零目标的公司比例几乎翻了一番。具体而言，企业和投资者可以采取四大步骤实现目标。



Decarbonization targets set by the world's publicly listed companies



1. 定义策略

首先，企业可以测量当前的排放量，并确定可以减少排放的优先领域。同样，投资者的财富和资产管理人 can 评估气候风险，制定出遏制气候风险的战略。



Steps to net-zero

1

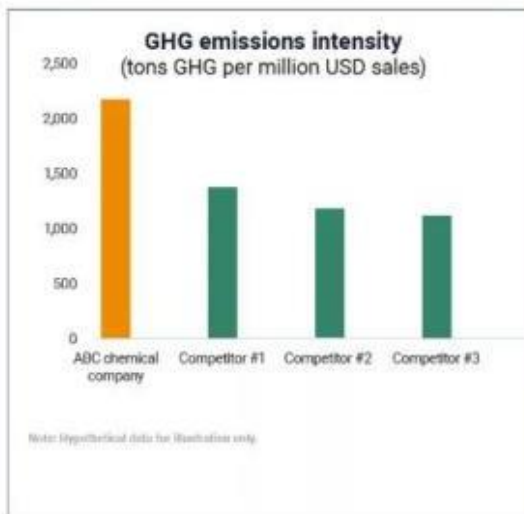
Define strategy

Companies

To begin, companies can:

-  **Measure current emissions**
-  **Identify priority areas where emissions can be reduced**

For example, ABC chemical company determines that its greenhouse gas (GHG) emissions far exceed those of its competitors.



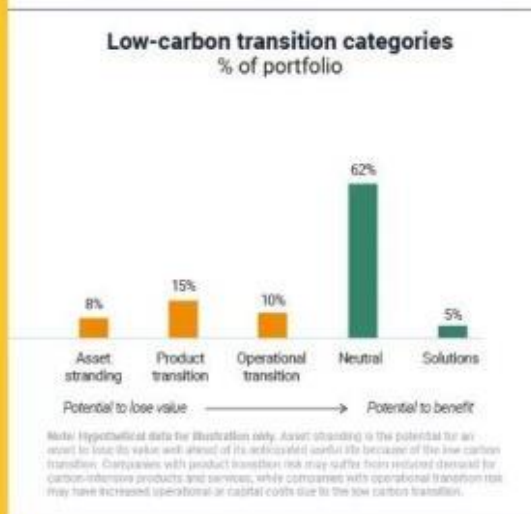
In response, ABC chemical company prioritizes reducing GHG emissions during material processing.

Wealth and asset managers

To begin, wealth and asset managers can:

-  **Assess climate risks**
 -  Risks of transitioning to a net-zero economy
 -  Risks of extreme weather events
-  **Map out a strategy to curb climate risk**

For example, XYZ asset manager determines that 33% of its portfolio may be vulnerable to asset stranding or some level of transition risk.



XYZ decides to lower its transition risk by aligning its portfolio with a 1.5°C warming scenario.

2. 设定中期目标

企业需要就净零排放承诺设定目标，并具体说明如何实现承诺。例如，某公司设定在 2050 年实现净零排放的目标，为了加强短期问责，他们设定了一个中期目标，即到 2035 年将碳排放量减半。

投资者的资产管理也可以设定目标和中期目标，例如到 2025 年将其投资组合脱碳 5%，到 2030 年脱碳 10%。



3. 实施

企业采取符合其中期目标的行动，可以从减少其工艺的碳足迹开始，并利用可再生能源和碳去除技术。

投资者的资产管理人可以通过重新分配资本来实现其脱碳目标，可能包括增加对清洁技术的投资，出售在风险敞口最大的公司持有的股份。



3

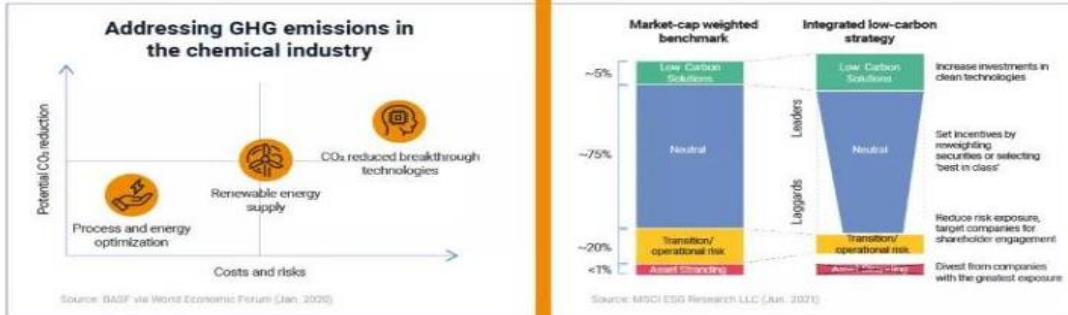
Implement



ABC chemical company takes immediate action consistent with its interim targets.

For instance, the company can start by reducing the carbon footprint of its processes. This approach carries the lowest risks and costs.

To move toward its decarbonization target, XYZ can adopt a benchmark index and reallocate capital based on its investment strategy.



4. 跟踪并发布进度

最后，企业和投资者需要衡量和监控净零排放目标的进展，及时向公众披露结果。



4

Track and report progress

Here the actions for companies and investors converge:



Measure and monitor progress

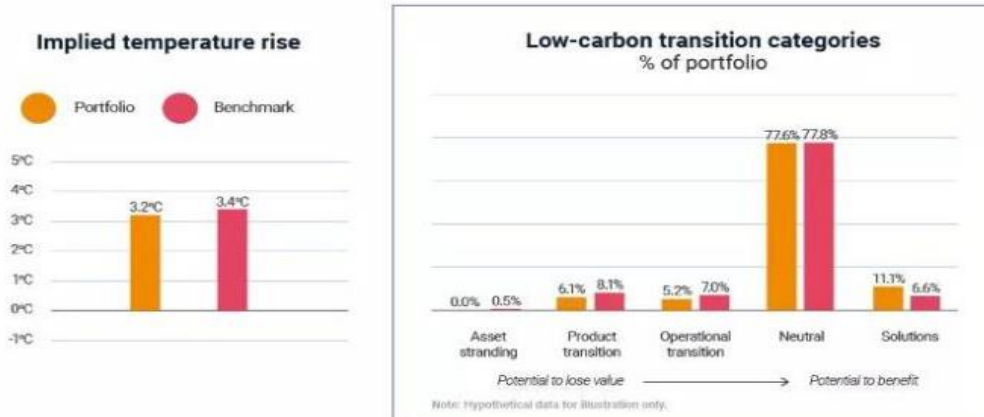


Disclose results



Adjust actions as necessary

For example, XYZ asset manager shares the following year-end results of its decarbonization strategy:



碳市场机制问题仍是各方争议点

据最新消息，本届联合国气候变化框架公约缔约方大会第 26 次会议（COP26）将比原计划提前 1 天，于 10 月 31 日正式开幕。

在过去的十几年，世界各国政府近乎每年都会举行缔约方大会，从而能及时地磋商并争取达成应对气候紧急情况的共识。今年的举办地在英国格拉斯哥，将由英国和意大利共同主办。

COP26 会前有哪些信息？

据最新信息披露，本届大会将有 120 多位世界领导人参会。然后，他们会将复杂的谈判任务交给一般由各国环境部长或高级别官员带领的各缔约方代表团成员们，预计 COP26 将会邀请约 25000 人参会。

本次大会将定于 11 月 12 日下午 6 点结束，但据缔约方大会以往经验，谈判大概率仍会保持“拖堂”的传统，会期可能会延期一两天。关于这点，不少经验丰富的代表已经有心理准备。

缺少面对面磋商的谈判，往往难以取得进展。因此，为了进一步敦促各国提高减排雄心，此次大会安排仍以线下会议为主。为了保证此次大会与会代表的安全，苏格兰政府、联合国和英国政府都参与了防疫等方面的筹备工作。

那么，关于这场备受各方关注的大会，有哪些问题亟待解决？业内专家告诉记者，国家自主贡献仍是本次大会谈判的核心部分。

联合国最近的报告指出，当前一些国家更新的国家自主贡献（NDC）仍旧不足，其中包括美国、欧盟、英国等新提交或修订的 NDC 距离预期仍存在一定差距。但有批评人士指出，这份“净零战略”没有提供足够的政策来推进实现净零排放所需的转型。

此外，澳大利亚、日本等发达国家，以及中国、印度、巴西、马来西亚、南非和墨西哥等发展中国家的立场和态度，也受到各方关注。

据英国当地媒体披露，东道国英国在本次大会上希望通过气候融资、逐步淘汰煤炭和基于自然的解决方案这 3 个领域来推动全球气候进程。

气候融资是关注点之一。为了实现全球气候目标，发达国家必须兑现每年筹集至少 1000 亿美元气候融资的承诺。国际金融机构必须发挥自己的作用，需要努力释放确保全球零净值所需的数万亿美元私人 and 公共部门融资。

但是，经济合作与发展组织（OECD）今年 9 月发布的最新报告显示，在过去的 2020 年，发达国家仅提供了约 800 亿美元的资金，仅完成了进度条的 80%。一些国家和地区仍然没有能力应对气候危机。目前，不少发展中国家已经表达了相关诉求：希望得到资金尽快到位的保证，并期待新的金融解决方案，确保他们能在 2025 年后得到更多的气候资助以抵御气候风险。

另外，逐步淘汰煤炭等传统化石能源对于温控目标的实现至关重要。当前，各国已经朝着这个方向迈进——例如，作为世界上主要的煤炭消费国之一，中国已承诺不再新建海外煤电项目。但其他煤炭生产大国和消费大国，是否有进一步的行动和举措，也同样值得关注。

这次大会的主要争议点可能会是什么？

两年前，COP25 之所以被称为“史上最长的联合国气候大会”，经历了四十多个小时的会议延长期，各方在关于《巴黎协定》第六条碳市场机制问题上未能取得共识，并决定在格拉斯哥大会上就此问题继续讨论。

因此，碳市场机制问题就是 COP26 各方利益的主要争议点。一名参与了 COP25 的缔约方谈判代表告诉记者，碳市场机制的争议点在于如何折算《巴黎协定》之前的碳排放权，以及发达国家如何向欠发达国家提供相应的资金援助。其中，最主要的争议体现在所谓“碳排放双重计算”问题上：如果某一发达工业国对某一非洲欠发达国家实施援助，建造了一座太阳能发电站或绿氢工厂，由此实现的温室气体减排，到底应当计作哪一方的碳减排量？

激烈争执出现在 COP25 的尾声。当时，为了避免谈判破裂，COP25 主席、智利环境部长卡洛琳

娜·施密特（Carolina Schmidt）特地与多国代表进行了一对一会谈，但仍未形成共识。

因此，不少缔约方对 COP26 能否解决这一争议点高度关注。但目前，据英国《卫报》披露，本次大会谈判中的主要参与方——联合国、英国和美国已经透露出 COP26 预计将很难达成各方期待。

气候变化资深观察员 Giselle 告诉记者，鉴于此轮谈判的复杂性，大概率不会出现令人满意的结果。哥本哈根大会当时备受争议，就是尽管大会达成了《巴黎协定》中基础的一部分，但各利益集团相互指责、不和争执的场面令人深刻，因此现在的关键问题之一是确保会谈本身能够顺利进行。当然，COP26 在一定程度上也可能出现进展。

Giselle 表示，中国如果能继续在 COP26 发挥积极的影响力，仍有希望同联合国、欧盟等一起，让全球应对气候变化保持在正确的道路上。

这场刚刚由中方主办的记者会回应了哪些关切？

10月19日，中国生态环境部与中国驻英国使馆联合举办了一场中外记者会，受到各界关注。在记者会上，中国气候变化事务特使解振华、中国生态环境部副部长赵英民、中国驻英国大使郑泽光也就生物多样性和应对气候变化问题回答了相关媒体的提问。

当前，新冠肺炎疫情、气候变化、生物多样性丧失等全球性挑战叠加，维护多边主义、加强沟通协作的呼声更加强烈。中方表示，即将召开的 COP26 是《巴黎协定》进入实施阶段以来的第一次气候大会，中方对 COP26 成果抱有高度期待：一要把完成协定实施细则谈判，特别是完成第六条等实施细则核心遗留问题作为大会的重点任务。二是应对发展中国家高度关切的资金、技术、能力等问题作出安排，均衡推进减缓、适应和支持方面的雄心。三要在 COP26 上突出“落实”，积极倡导各方切实落实目标，将目标转化为落实的政策、措施和具体行动。

此外，中方表示，气候变化和生物多样性丧失是全球面临的共同挑战，二者在成因和解决方案上密切相关，协同应对。

让 190 多个国家达成共识并非易事。发展中国家如何在发展和减排中找到合适的路径？发达国家如何承担相应的义务？这些问题还应摆到更长的时间轴上看，从历史责任、成本分担到科学研究，争论一直存在，并且一些国家的政府更迭也让进程发生了一些波动。

在 COP26 上，各方须最终确定巴黎规则手册（实施《巴黎协定》所需的规则）。这场有关全球气候危机的谈判，被普遍认为是推动世界走上“实现气候目标正轨的关键机会”。在 COP26 候任主席 Alok Sharma 看来，现有的努力是不够的。“风暴、洪水和野火正在全球多个地区加剧。同时，空气污染也影响了数千万人的健康，无可预测的天气也对千万家庭的生计造成了无法估量的损害。COP26 有着‘前所未有的紧迫性’，我们期待在格拉斯哥等来一份积极的成果。”

张倩 中国环境报 2021-10-22

确保如期实现碳达峰碳中和

近日，中共中央、国务院印发《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》），就确保如期实现碳达峰、碳中和作出全面部署，充分彰显了我国推进绿色低碳转型和高质量发展的巨大勇气、坚定信心和空前力度，充分展现了我国积极参与和引领全球气候治理的大国担当。

地球是人类赖以生存的唯一家园。人类需要一场自我革命，加快形成绿色发展方式和生活方式，建设生态文明和美丽地球。应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，是保护地球家园需要采取的最低限度行动，各国必须迈出决定性步伐。中国一直是生态文明的践行者，全球气候治理的行动派，为《巴黎协定》的达成和生效实施作出了重要贡献。在去年第七十五届联合国大会一般性辩论上正式宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”实现碳达峰、碳中和，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民

族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。此次印发的《意见》，为实现碳达峰、碳中和目标制定了“时间表”“路线图”，是我国推动高质量发展、加强生态文明建设、维护国家能源安全、构建人类命运共同体的重大举措。《意见》的实施，将为我国建设人与自然和谐共生的现代化作出更大贡献，也将为全球实现应对气候变化《巴黎协定》目标注入强大动力。

主席强调，应对气候变化是中国可持续发展的内在要求，也是负责任大国应尽的国际义务，这不是别人要我们做，而是我们自己要做。新发展阶段对生态文明建设提出了更高要求，必须下大气力推动绿色发展，努力引领世界发展潮流。实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会变革，绝不是轻轻松松就能实现的。我国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家所用时间，这意味着我国作为世界上最大的发展中国家，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。这无疑需要我们付出艰苦卓绝的努力。我们要深入贯彻生态文明思想，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，坚持系统观念，处理好发展和减排、降碳和安全、整体和局部、短期和中长期、立和破、政府和市场、国内和国际等多方面多维度关系，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局，按照《意见》要求做好碳达峰、碳中和工作，以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展为核心，加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，确保如期实现碳达峰、碳中和。

言必行，行必果。《意见》立足“十四五”时期以及2030年前、2060年前两个重要时间节点，明确提出了推进经济社会发展全面绿色转型、深度调整产业结构、加快构建清洁低碳安全高效能源体系、加快推进低碳交通运输体系建设、提升城乡建设绿色低碳发展质量、加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用、持续巩固提升碳汇能力、提高对外开放绿色低碳发展水平、健全法律法规标准和统计监测体系、完善政策机制等重点任务。要坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的工作原则，切实加强组织实施，强化统筹协调，形成工作合力，把《意见》提出的各项任务落到实处。

实现碳达峰、碳中和是一场硬仗，也是对我们党治国理政能力的一场大考。坚决扛起碳达峰、碳中和责任，拿出抓铁有痕的劲头，如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标，我们就一定能应对全球气候变化、实现人类可持续发展作出更大贡献，以生态文明之光照耀前行道路。

岳弘彬 牛镛 人民网 2021-10-25

碳中和背景下的 转型风险

要实现“30·60”双碳目标，中国的经济发展模式、能源结构、技术路径、生产和消费方式乃至居民的生活方式都将发生深刻的变化。

虽然转型进程中蕴藏着巨大的市场机遇，但对诸多企业和金融机构来说，也会带来冲击和挑战。一些权威的国际组织将此类向低碳经济转型进程中引发的风险界定为气候相关的转型风险（transition risks），主要体现在政策、技术、市场等几个方面。

就政策风险来说，为实现减碳目标，各国政府及相关监管机构都会出台政策措施，推动各行各业进行绿色低碳转型。这将影响企业的生产经营，尤其是给高排放、高能耗企业带来巨大压力。例如，碳排放配额制度的实行及碳排放权交易机制的建立将增加这类企业的排放成本，导致其利润下降，甚至出现亏损，引发财务风险。碳交易范围的扩大和标准趋严，有可能大幅推高碳排放权的价格，令控排企业面临更大的财务压力，迫使它们加速转向绿色低碳发展。目前，我国尚处在减碳的初期探索阶段，后续随着分地域、分行业政策措施的出台，政策要求将不断加码，企业将面临更严峻的气候相关政策风险。

就技术风险来说，在低碳转型的过程中，企业还面临着技术变革带来的不确定性。以交通运输业为例，发展新能源汽车、实现电气化、使用绿色电力是陆上交通业减排的主要路径。这一进程受

到清洁能源、电池、储能、智能驾驶等诸多新技术的影响，但未来的技术路径却存在高度不确定性。汽车生产商一旦掌握某些关键核心技术，就能大幅度增强其竞争优势和行业领先地位，反之则可能被淘汰，或面临投资新技术失败等难以预期的财务损失。中国光伏产业在 20 多年的发展历程中，经历了数次行业洗牌，其中有一批企业正是因为光伏技术的更新迭代和自身技术落伍而破产倒闭，退出了历史舞台。

就市场风险来说，低碳转型有可能导致市场偏好转向，推动资金流入适应气候变化的领域，流出高排放领域。投资者会对绿色、低碳的资产更为青睐，同时抛售化石能源等碳密集型资产，导致相关行业及供应链上下游企业的资产价格波动，甚至形成“搁浅资产”。在消费端，鉴于年轻一代对气候变化议题更为重视，以后可能会有越来越多的消费者更愿意支持气候友好的可持续品牌。若标明产品碳足迹的“碳标签”得以大范围推广，低碳消费品可能会挤压传统消费品的市场份额。例如，植物肉和植物奶有可能会替代相当一部分传统肉制品和乳制品，给后者的生产商造成财务压力。

上述气候风险对实体企业的影响，也会传导给与它们有资金往来的金融机构，演变为金融体系的风险。目前，各国政府和监管机构高度重视气候相关的金融风险。为更好地应对气候变化引发的系统性金融风险，英国、新西兰、新加坡等国已宣布将对相关企业实施强制性的气候信息披露制度，倒逼企业和金融机构识别、管理、缓释相关风险。中国央行行长易纲今年 6 月也表示，计划引入气候相关信息强制披露制度。鉴于气候风险的巨大威胁和监管趋势，企业和金融机构对于相关的转型风险应尽早关注、识别和防范。

（孙明春系海通国际首席经济学学家，夏韵系海通国际 ESG 专业分析师）

孙明春 第一财经 2021-10-25

统筹推进气候立法，助力实现“双碳”目标

9 月 21 日，国家主席出席第七十六届联合国大会一般性辩论并发表重要讲话，重申了“2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和”这一庄严承诺，认为“这需要付出艰苦努力，但我们会全力以赴”。如期实现碳达峰、碳中和目标离不开制度保障。当前，已有十余个国家制定了碳中和法案。借鉴他国有益经验统筹推进我国气候立法，将有利于我国在国际气候谈判中获得主动权，提升负责任大国形象，同时有助于将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，切实推动国内全面绿色低碳转型。

向国外气候立法借鉴有益经验

当前，欧盟和以德国、法国为代表的欧洲国家在气候立法方面走在世界前列，其他发达国家进展则较为迟缓，某些领域甚至出现倒退。与此同时，巴西、菲律宾、墨西哥等发展中国家成为推动气候立法发展的重要力量。梳理国外气候立法，有诸多值得借鉴的经验。

首先，气候立法需要系统谋划，统筹考虑相关领域立法。气候立法已成为推动各国可再生能源、节能、能源市场改革、生态环境保护等领域完善立法的重要推动力，且同相关领域立法修法形成同步进程。典型案例如欧盟《气候变化法》中就直接修改了《关于能源联盟与气候行动的欧盟 2018/1999 条例》的相关条款，欧盟委员会“Fit-for-55”一揽子计划也为能源、交通、建筑、农业、固废等领域完善立法做出了必要指引。

其次，气候立法并无统一模式，主要取决于各国法律体系结构。各国气候立法可概括为专门性立法和分散性立法两大模式，专门性立法又包括综合性立法和政策性立法两类。其中，综合性立法是指专门立法对气候变化相关问题进行全面规范，政策性立法是指专门立法对应对气候变化目标、原则、机构、资金等问题进行原则性规定，分散式立法则是指以应对气候变化的国家战略行动为指引，在能源、电力、财税等相关领域进行立法。立法模式本无优劣之分，一国应根据其法律体系框架及相关领域立法状况，合理选择气候立法模式。

再次，气候立法需明确若干核心要素，确保制度有效性。从内容上看，各国气候立法表现出一

定的趋同性。欧洲议会在有关报告中，总结其立法及其实施成功之处在于：清晰的量化和长期指标；强制性气候规划；定期（年度）报告和进度检查；向相关机构（部门和议会）分配职责；一个独立的科学咨询机构；公众参与等。无论采用何种立法模式，这些核心要素都应得到充分体现，否则法律实施效果将大打折扣。

我国气候立法宜实行“两步走”

鉴于统筹推进气候立法的重要性和复杂性，建议分两步开展相关工作。

第一步，尽快出台有关依法保障碳达峰、碳中和实施的决定。作为碳达峰、碳中和“1+N”政策体系中的“1”，《关于全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的指导意见》不久有望获得中央审议通过，立法也应及时跟进。但是，立法要综合考虑规范性、可预期性等诸多因素，需花费较长时间。为尽快将意见的相关决策部署制度化、法治化，建议由全国人大常委会通过一项依法保障碳达峰、碳中和实施的决定，对碳达峰、碳中和工作的目标、原则、重点任务、体制机制等重大内容予以立法确认，先行推动党的政策向国家法律有效转化。

第二步，研究出台强化碳达峰、碳中和法治保障立法修法工作方案。强化碳达峰、碳中和法治保障是一项系统工程，任何零敲碎打都是不可取的。为此建议出台强化碳达峰、碳中和法治保障立法修法工作方案，为建立健全以应对气候变化专门立法为核心的法律体系做好顶层设计。

一方面，方案应当明确制定框架性的气候变化应对法或者碳中和促进法。在当前形势下，采用专门立法模式更能有效整合制度资源，发挥立法功能。考虑到碳中和涉及广泛而持久的社会经济变革，制定一部包打天下、面面俱到的综合性法律并不现实，采用政策性立法模式制定一部框架性的气候法律不失为更优的选择。应当构建以碳排放总量控制制度为核心，以碳排放许可、碳排放权交易、碳排放信息披露、碳排放核算报告、碳排放监督检查、碳排放纠纷处理等配套制度为支撑，兼及清洁发展、自愿减排等灵活执行机制的法律制度体系。在此框架下，还应当立足制度实践制定完善的法规、规章以及相应的标准体系，同时鼓励地方依法开展先行先试，不断织密法治之网。

另一方面，方案应当为统筹推进相关立法制修订指明方向。其重点涉及：以调整优化能源结构为导向，统筹能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、节约能源法制修订；以提升应对气候变化与生态环境保护协同效应为导向，统筹环境法典、环境保护法、大气污染防治法等制修订；以促进资源循环高效利用为导向，统筹循环经济促进法、清洁生产促进法、资源综合利用法制修订；以提升自然保护地碳汇能力为导向，统筹自然保护地法、国家公园法、湿地保护法、自然保护区条例、自然公园条例等制修订；以强化区域流域综合治理为导向，统筹黄河保护法、国土空间规划法、国土空间用途管制法、城乡规划法等制修订等等。此外在制定修改知识产权、科技创新、农业、交通、建筑、教育、贸易、财税等方面法律时，也应当将碳达峰、碳中和相关要求融入其中。

（作者单位：中国科学院科技战略咨询研究院）

程多威 科技日报 2021-10-18

透过“升降”，看能源清洁低碳转型

近一段时间以来，国内煤炭、电力供需持续偏紧，多种因素导致一些地方采取有序用电措施，引发社会关注。我国是世界上最大的能源生产国和能源消费国，能源安全对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要。

最新数据显示，初步核算，今年前三季度，我国天然气、水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源消费占能源消费总量比重比上年同期提高 0.6 个百分点，煤炭消费所占比重下降 0.2 个百分点。

经过多年不懈努力，我国能源生产和消费结构不断优化，清洁能源和非化石能源消费比重加快提高，煤炭占能源消费总量比重总体呈下降趋势。专家认为，一“升”一“降”，释放了积极信号。透过“升降”趋势，可看出我国能源发展正向着清洁低碳方向迈进，进入高质量发展新阶段。

1、占比相对较高 煤炭仍是基础能源

【现状】

2020 年年底发布的《新时代的中国能源发展》白皮书称，煤炭仍是保障能源供应的基础能源，2012 年以来原煤年产量保持在 34.1 亿—39.7 亿吨。可再生能源开发利用规模快速扩大，水电、风电、光伏发电累计装机容量均居世界首位。

新中国成立初期，煤炭占全国能源消费总量的 90%以上。经过多年发展，我国能源生产和消费结构不断优化，基本形成了煤、油、气、电、核、新能源和可再生能源多轮驱动的能源生产体系。

中国宏观经济研究院能源研究所副所长张有生在接受本报记者采访时说，与世界能源结构相比，我国能源结构中煤炭占比相对较高，这是由我国能源资源禀赋所决定的。近十几年，特别是党的十八大以来，我国能源结构调整取得显著成效。我国实施大气污染防治行动和北方冬季清洁供暖，大力推进“电代煤”“气代煤”，煤炭消费占比明显下降。2020 年，煤炭在一次能源消费中的占比下降至 56.8%。

“我国电源结构调整步伐加快，火电占比持续下降，而非化石能源发电占比则快速提高。”张有生说，相较而言，我国是世界上能源结构调整最快的国家，已建成世界上规模最大的非化石能源开发利用体系。

然而，张有生也表示，当前我国火电占比仍然较高，意味着发电用煤量还将居高难下。面对以煤为主的能源禀赋，我国要持续优化能源结构，推动能源实现清洁低碳转型和高质量发展。

电力规划设计总院清洁能源研究院副院长王霁雪认为，在未来相当长的一个时期内，煤炭仍将是我国的主体能源，在国家能源供应中发挥着重要基础和兜底保障作用。同样，短期内，火电作为基础支撑性电源的地位也不会改变。

2、并非“避之不及” 清洁高效发展火电

【案例】

如今，越来越多煤矿用上 5G，变得更加“智慧”：工人们不再像以前那样“下井”了，而是坐在办公室里，远程操控相关机器设备进行井下采煤作业，开采、运输等画面实时、清晰地呈现在办公区大屏幕上，一目了然。

能源高质量发展，并不是意味着对煤炭“敬而远之”“避之不及”，而是要有序发展先进产能，加快淘汰落后产能，控制煤炭消费总量，推进煤炭清洁高效利用。

根据国家能源局印发的《2021 年能源工作指导意见》，2021 年我国煤炭消费比重将下降到 56% 以下。我国将加快煤矿机械化、自动化、信息化、智能化建设，推进大型煤炭基地绿色化开采和改造，全面提升资源综合利用水平。

与此同时，我国将清洁高效发展火电，实施节能减排升级与改造行动，执行更严格能效环保标准。

“我们必须高度关注火电行业绿色发展。”王霁雪说，在碳达峰、碳中和背景下，火电“压舱石”的作用应更多体现在保障电力安全、降低电力系统碳排放等方面，要在此基础上统筹实施火电改造，将火电升级为弹性保安电源。

在张有生看来，我国经济结构优化和产业持续升级，将推动能源需求结构升级，助推终端用能电气化水平提升。电力系统在未来能源系统中的地位将越来越重要，电力安全将成为未来我国能源安全的主要内容。

“电力结构调整不是一蹴而就之事。”张有生说，火电的发展定位出现重大调整，即由过去以基荷为主转向基荷与调峰并重。在电化学储能、虚拟电厂等新型储能调峰方式实现大规模商业化利用前，保持适度火电，既能发挥火电对电力安全供应的兜底作用，也能为新能源大规模发展保驾护航。

张有生表示，火电实现高水平绿色发展是新时代发展的必然要求。要继续挖掘节能减排潜力，进一步提升效率，降低各类常规污染物排放水平；加大碳捕获、利用与封存项目技术研发和工程示范，做好技术储备，推动火电低碳发展。

3、不能“因噎废食” 大力发展可再生能源

【案例】

近日，我国一大批大型风光基地项目陆续开工。10月15日，甘肃河西张掖武威150万千瓦光伏治沙项目等1285万千瓦项目集中开工，青海国家大型风电光伏基地海南基地项目、海西基地项目集中开工；10月16日，内蒙古库布其200万千瓦光伏治沙项目开工；10月19日，内蒙古大唐托克托200万千瓦外送项目开工……

记者从国家发展改革委获悉，大型风电光伏基地项目要具备资源禀赋优越、建设条件成熟、实现有效消纳利用等条件。第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目规模约1亿千瓦。

近年来，风电、光伏等可再生能源技术快速进步、成本持续下降，2021年起，国家已不再对新建项目给予补贴，这意味着风、光已完成平价上网，实现了与火电“同台竞技”。

王霁雪告诉记者，我国是可再生能源产业大国，风光电产业链相对齐全，产品技术指标和经济性均具有很强的国际竞争力，拥有多个世界级的行业头部企业。大力发展风光可再生能源是大势所趋。

“我国能源高质量发展，既不能‘因噎废食’，也不能‘顾此失彼’。”王霁雪说，受自身特性限制，风、光等可再生能源能够保证的供电能力较低，还需其他电源或储能提供平衡能力，以确保电力系统实时平衡，不发生失稳风险。“十四五”期间，要重点研究如何提供系统支撑，更好发挥风光电能源替代作用。

张有生建议，未来，要继续加大技术创新力度。在西部、北部等风能、太阳能资源富集地区加快发展集中式电站；在中东部及南方地区，加快发展分布式清洁能源项目。此外，要积极有序推进我国广东、福建、浙江、江苏、山东等沿海地区海上风电项目建设，支撑当地清洁低碳发展。

“水电是我国较成熟的非化石能源之一。”张有生说，今后要加快西南水电基地建设，加快发展抽水蓄能电站项目，提高电力系统的储能和灵活性调节能力，促进风、光等波动性电源发展和新型电力系统建设。

刘坤 光明日报 2021-10-23

我国为全球气候治理作出突出贡献

《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会即将在英国格拉斯哥召开。10月27日，国务院新闻办公室发布《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书，并举行新闻发布会介绍白皮书有关情况并答记者问。

“这是我国继2011年以来，第二次从国家层面对外发布的关于中国应对气候变化白皮书。”生态环境部副部长叶民表示，白皮书充分展示了我国应对气候变化的进展与成效，以及对全球气候治理所作出的突出贡献，系统反映了我国应对气候变化的主张、智慧和方案。

基本扭转二氧化碳排放快速增长局面

“作为气候行动的积极推动者和坚定践行者，近年来中国实施积极应对气候变化国家战略，采取调整产业结构、优化能源结构、节能提高能效、建立市场机制、增加森林碳汇等一系列政策措施，各项工作取得了积极进展。”叶民说。

温室气体排放得到有效控制。2020年中国碳排放强度比2015年降低了18.8%，比2005年降低48.4%，超过了向国际社会承诺的40%—45%的目标，基本扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。

能源结构优化取得成效。“2020年中国非化石能源占能源消费比重达15.9%，比2005年提升了8.5个百分点，对煤炭消费的依赖显著下降，能源结构优化取得明显成效。”叶民表示。

全国碳市场不断完善。今年7月16日，全国碳排放权交易市场正式启动上线交易，第一个履约周期纳入发电行业重点排放单位2162家，每年覆盖的碳排放量超过45亿吨，是全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。

此外，我国低碳试点示范工作不断推进，适应气候变化能力不断提高，全社会低碳意识也不断提升。在做好国内应对气候变化工作的同时，中国积极参与引领全球气候治理。在推动《巴黎协定》达成、生效和实施细则制定上发挥了历史性作用。

稳妥有序推动实现碳达峰、碳中和

白皮书指出，中国是拥有 14 亿多人口的最大发展中国家，面临着发展经济、改善民生、污染治理、生态保护等一系列艰巨任务。尽管如此，为实现应对气候变化目标，中国迎难而上，积极制定和实施了一系列应对气候变化战略、法规、政策、标准与行动，推动中国应对气候变化实践不断取得新进步。

叶民表示，采取更有力的行动应对气候变化，充分挖掘新经济、新技术、新业态发展以及制度政策创新、各领域改革带来的温室气体减排巨大潜力，是推动高质量发展的重要动力。

“我国计划以 30 年左右的时间实现从碳达峰到碳中和，比主要发达国家用时大大缩短，面临更艰巨的能源和产业转型任务。”叶民表示，在推动实现碳达峰、碳中和的过程中，要实事求是地立足我国国情、发展阶段和实际能力，坚持系统观念，处理好发展与减排、整体与局部、短期与中长期的关系，稳妥有序，科学部署，扎实推进。

下一步将进一步贯彻落实党中央、国务院决策部署，将“十四五”碳强度下降 18% 的约束性指标分解到地方加以落实；推进碳达峰、碳中和“1+N”政策体系落实；统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作；加强相关制度建设；继续完善全国碳市场；提升全民低碳意识。

推动共建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系

白皮书指出，作为负责任的国家，中国积极推动共建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系，为应对气候变化贡献中国智慧中国力量。

《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会，是《巴黎协定》进入实施阶段之后召开的首次缔约方大会，将完成《巴黎协定》实施细则遗留问题谈判。“我们期待各方相向而行，发达国家要充分展现积极建设性和灵活性，遵循共同但有区别的责任原则，坚持国别目标和政策的国家自主决定属性，避免在已经原则达成一致的问题上，再出现立场倒退，甚至重开谈判。”生态环境部应对气候变化司负责人孙桢表示。

“中方主张此次大会应当发出坚定维护多边主义、尊重多边规则强有力的政治信号，各方要落实《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》确立的共同但有区别的责任等原则和国家自主决定贡献制度安排，在尊重不同国情的基础上，为应对全球气候变化作出贡献。”叶民说。

孙桢表示，中方愿与大会主席国英国一道，坚持公开透明、广泛参与、缔约方驱动、协商一致多边议事规则，保持密切沟通协调，推动本次大会完成《巴黎协定》实施细则遗留问题的谈判。

寇江泽 人民日报 2021-10-28

习近平生态文明思想对现代西方环境理论的超越

习近平生态文明思想是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分，引领我国生态文明建设和生态环境保护取得历史性成就、发生历史性变革。习近平生态文明思想以一系列新思想新理念新观点对新时代我国生态文明建设进行顶层设计和全面部署，从本体论、认识论、方法论等多个维度超越了现代西方环境理论，为我国生态文明建设和全球环境治理提供了强有力的思想武器。

“人与自然是生命共同体”的重要理念对现代西方环境理论的超越

习近平总书记指出：“自然是生命之母，人与自然是生命共同体，人类必须敬畏自然、尊重自然、顺应自然、保护自然。”“人与自然是生命共同体”的重要理念，是习近平生态文明思想的重要组成部分。这一重要理念坚持和发展了马克思主义关于人与自然关系的思想，从本体论层面超越了现代西方环境理论。

马克思主义认为，“人靠自然界生活”，人类善待自然，自然也会馈赠人类，但“如果说人靠科学

和创造性天才征服了自然力，那么自然力也对人进行报复”。“人与自然是生命共同体”的重要理念，坚持辩证唯物主义和历史唯物主义的立场观点方法，科学运用系统科学理论看待和分析生态环境保护问题。这一重要理念表明，山水林田湖草是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在林和草，这个生命共同体是人类生存发展的物质基础。生态是统一的自然系统，是相互依存、紧密联系的有机链条，人类是在同自然的互动中生产、生活、发展的。人类对大自然的伤害最终会伤及人类自身，不能只讲索取不讲投入、只讲发展不讲保护、只讲利用不讲修复，必须敬畏自然、尊重自然、顺应自然、保护自然。“人与自然是生命共同体”的重要理念，科学揭示了人与自然之间、自然物之间的辩证统一关系，从本体论层面回答了新时代我国生态文明建设的根据和价值等重要问题，实现了对现代西方环境理论的超越。

现代西方环境理论流派众多，对人与自然关系的解读观点纷杂。比如，人类中心论者强调人在生态文明建设中的主体地位，提出为了人类自身利益，人类应该保护大自然。但其理论大都过于强调人的利益，保护自然仅仅是服务于人的需要，未能从理论层面深刻揭示人与自然的内在有机联系。再如，自然中心论者试图从生态科学和系统科学等角度解释自然界不同物种之间的相互联系，但又片面强调自然生态系统中不同物种的平等权利，忽视了人在保护自然生态中的主体作用，甚至将人类社会发展与生态环境保护割裂开来、对立起来。总体而言，现代西方环境理论在保护自然生态环境的必要性问题上能够形成基本共识，但未能从本体论层面揭示人与自然的内在联系，也未能从历史和现实相结合的角度阐明为什么要保护生态环境、建设生态文明的问题，进而指出人与自然和谐共生之道。这导致其往往囿于学术层面的争论，难以在理论与实践互动中有效保护生态环境，真正推动生态文明建设。

“绿水青山就是金山银山”的重要理念对现代西方环境理论的超越

习近平生态文明思想不仅从本体论层面深刻揭示了人与自然的关系，讲清楚了为什么要保护生态环境的问题，而且从认识论、方法论层面提出了“绿水青山就是金山银山”的重要理念，阐明了怎样在保护中发展、在发展中保护的问题，指明了实现人与自然和谐共生的路径和方法。

习近平总书记强调：“我们既要绿水青山，也要金山银山。宁要绿水青山，不要金山银山，而且绿水青山就是金山银山。”马克思主义认为，自然资源作为劳动资料，是构成生产力的基本要素。在社会生产中，人和自然是同时起作用的，没有自然界、没有感性的外部世界，就什么也不能创造。在认识论层面，“绿水青山就是金山银山”的重要理念表明，生态环境保护和发展不是矛盾对立的关系，而是辩证统一的关系。良好生态环境既是自然财富，也是经济财富，关系经济社会发展潜力和后劲。经济发展不是对资源和生态环境的竭泽而渔，生态环境保护也不应是舍弃经济发展的缘木求鱼。保护生态环境，就是保护自然价值和增值自然资本，就是保护经济社会发展的潜力和后劲。良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉，对于人的生存和发展来说，环境就是民生，青山就是美丽，蓝天也是幸福。在方法论层面，“绿水青山就是金山银山”的重要理念，要求正确处理好经济发展和生态环境保护的关系，坚定不移保护绿水青山这个“金饭碗”，利用自然优势发展特色产业，在山水上做文章、在生态上下功夫，壮大“美丽经济”。通过改革创新，让土地、劳动力、资产、自然风光等资源要素活起来，把绿水青山蕴含的生态产品价值转化为金山银山。“绿水青山就是金山银山”的重要理念，深刻揭示了保护生态环境就是保护生产力、改善生态环境就是发展生产力的道理，指明了发展和保护协同共生的新路径。

“绿水青山就是金山银山”的重要理念，从认识论、方法论层面超越了现代西方环境理论。受本体论层面缺陷的影响，现代西方环境理论在经济社会发展和生态环境保护、保护自然和利用自然等方面大多持非此即彼、二元对立的观点。比如，自然中心论者认为自然具有与人类平等的道德地位和道德权利，应当受到人类平等对待，差别对待自然与差别对待人类成员一样，是不道德的行为。他们认为，人类对自然资源的开发和利用，不可避免会造成生态环境问题，因而把经济社会发展和生态环境保护看作不可兼得的“鱼”与“熊掌”。在自然中心论者看来，人类没有权利干预和利用自然，也不能干预和利用自然，从而也就无法保护自然。更有极端的观点认为，人类应当通过“让位”给自然

“回归”自然，想要保护生态环境就必须放弃发展，退回原始的“自然”状态。按照这种观点，如果不放弃发展，就意味着生态环境问题无解。再如，持技术中心论的西方学者认为，既然生态环境问题源于人类对自然不当的开发和利用，那么生态环境问题就是一个方式方法层面的技术问题；随着现代科学技术手段的发展，生态环境问题就会迎刃而解。这种观点只是从技术层面，而没有从认识论的高度正确看待和分析发展与保护的关系，其主张单纯靠技术发展解决生态环境问题，在实践中只能是重蹈先污染后治理的老路。

“构建人类命运共同体”的重要理念对现代西方环境理论的超越

地球是人类赖以生存的唯一家园，顺应自然、保护生态，建设绿色家园是各国人民的共同梦想，也是全球可持续发展的大势所趋。习近平生态文明思想站在构建人类命运共同体的高度，提出生态文明建设关乎人类未来，建设绿色家园是人类的共同梦想，保护生态环境、应对气候变化需要世界各国同舟共济、共同努力，任何一国都无法置身事外、独善其身。这从全球生态文明建设和生态环境治理的维度超越了现代西方环境理论。

习近平总书记指出：“国际社会要加强合作，心往一处想、劲往一处使，共建地球生命共同体。”面对生态环境挑战，我国秉持人类命运共同体理念，坚决维护多边主义，建设性参与全球环境治理，主张加快构筑尊崇自然、绿色发展的生态体系，将生态文明领域合作作为共建“一带一路”重点内容，发起一系列绿色行动倡议，采取绿色基建、绿色能源、绿色交通、绿色金融等一系列举措，推动共同构建地球生命共同体，共同建设清洁美丽的世界。从非洲的气候遥感卫星，到东南亚的低碳示范区，再到小岛国的节能灯，我国应对气候变化南南合作成果看得见、摸得着、有实效。我国宣布将力争于 2030 年前实现二氧化碳排放达到峰值、2060 年前实现碳中和，这意味着我国作为世界上最大的发展中国家，将完成全球最大碳排放强度降幅，用全球历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和。承诺实现从碳达峰到碳中和的时间远远短于发达国家，充分体现了我国对于推动构建人类命运共同体和实现人类可持续发展的责任担当。

一些西方国家奉行单边主义，在全球生态环境建设中有利则合、无利则弃，在节能减排等问题上避重就轻，在资金、技术上对发展中国家的援助“缺斤少两”、口惠而实不至，动辄以“退群”“甩锅”推卸责任。一些西方环境生态学者出于本国利益，片面强调“平等”而忽视公平，为个别发达国家推卸对气候变化应负的历史责任提供辩护。当然，也有一些西方环境生态学者意识到全球生态环境建设的重要性，呼吁加强各国在全球生态环境治理中的合作，加强对发展中国家在技术和资金等方面的支持力度。但受种种因素制约，这部分学者的意见难以转化为具有操作性和实际影响力的全球生态环境治理行动方案。

在习近平生态文明思想指引下，在理论与实践的良性互动中，我国坚持生态优先，走绿色低碳的发展道路，积极主动承担同自身国情相符的国际责任，在推进自身绿色低碳转型发展的同时，不断推动应对气候变化领域的国际合作，在全球气候治理中着力发挥建设性作用，为实现全球可持续发展贡献了中国智慧和方案。这些努力和成就充分表明，我国是全球生态文明建设的参与者、贡献者、引领者。（作者单位：广东医科大学马克思主义学院）

王鹏伟 贺兰英 人民日报 2021-10-18

中国常驻联合国代表就气变问题阐述中方主张

第 76 届联合国大会 10 月 26 日举行气候变化问题高级别主题辩论会，中国常驻联合国代表张军在会上阐述中方主张。

10 月 7 日，在位于纽约的联合国总部，中国常驻联合国代表张军（屏幕上）在第 76 届联合国大会第三委员会一般性辩论中发言。（新华社记者王迎摄）

张军表示，中方高度重视应对气候变化。中国领导人多次强调，气候变化事关人类前途命运，需各国携手应对。《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方大会（COP26）召开在即，中方愿与

各方一道，推动 COP26 取得成功，促进《巴黎协定》全面有效持续实施。张军就全球应对气候变化合作提出 4 点建议：

一是维护制度规则。要坚持公约主渠道地位，全面均衡落实《巴黎协定》目标、精神和原则。各方应坚定维护多边主义，完成《巴黎协定》实施细则遗留问题谈判，筑牢全球气候合作的政治基础。

二是切实落实承诺。各方不能只停留在政治口号上，要在减缓、适应、资金、技术和能力建设方面采取行动，推动 COP26 在资金、适应等问题上取得显著进展。发达国家应率先大幅减排，并切实兑现向发展中国家提供资金、技术和能力建设支持的承诺。

三是坚持各尽所能。应尊重各自国情能力，遵循“国家自主决定贡献”安排，各尽所能展现最大力度。发展中国家面临新冠疫情严重冲击，面临减贫等艰巨任务，在减排问题上不能搞“一刀切”。

四是加速绿色转型。国际社会要大力推进经济、能源、产业、农林业结构转型升级，鼓励新技术、新业态创新，实现应对气候变化与经济社会可持续发展的双赢。为此，要为发展中国家提供有力支持，营造良好环境。

张军指出，中国在应对气候变化问题上言出必行，提前超额完成 2020 年气候行动目标，坚决遏制高耗能、高排放项目盲目发展，启动碳市场上线交易，积极开展气候变化南南合作，为全球应对气候变化作出重大贡献。

张军强调，中国领导人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，展现了气候行动的雄心。中国政府已成立碳达峰碳中和工作领导小组，采取涵盖所有重点领域和行业的政策措施和行动。中方将全力以赴实现所承诺目标，同各国一道保护好地球家园，共同建设一个清洁美丽的世界。

新华社 2021-10-28

中国出台碳达峰行动方案 十大行动划定减排路线图

10 月 26 日，国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》（下称《行动方案》），提出了包括能源绿色低碳转型、节能降碳增效、工业领域碳达峰、城乡建设碳达峰、交通运输绿色低碳、循环经济助力降碳、绿色低碳科技创新、碳汇能力巩固提升、绿色低碳全民、各地区梯次有序碳达峰行动等在内的“碳达峰十大行动”。

24 日发布的《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》）已经分别明确了 2025 年、2030 年和 2060 年的三个阶段需要完成的目标。《行动方案》主要聚焦于如何实现 2030 年前碳达峰目标，也就是 2025 年和 2030 年两个阶段，对推进碳达峰工作进行了总体部署。

总的来说，《意见》作为其中的“1”，从顶层设计上明确了三部分阶段性目标，对指导和统筹相关工作起到纲领性的作用。而《行动方案》作为“N”系列政策中的首要文件，将对未来计划出台的 30 多项“N”系列政策起到抓总和统领作用。

在 10 月公布的第二次中欧环境与气候高层对话联合新闻公报中，我国曾表示将在 COP26 前向《联合国气候变化框架公约》提交强化的国家自主贡献和本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略。正值第 26 届联合国气候变化大会（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在本周相继发布，也再次展现了我国气候治理的雄心。

目标具体详细，关键在落地 在国家应对气候变化战略研究和国际合作中心战略规划部主任柴麒敏看来，《行动方案》的核心主题是落地实施，并不是为了提新的目标。

根据《行动方案》，“十四五”期间要实现碳达峰奠定坚实基础，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%。而“十五五”阶段，则要确保如期实现 2030 年前碳达峰目标，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。

据柴麒敏分析，“十四五”时期的提法相对具体，这些目标大部分都已经体现在接下来要出台的其他重点领域、行业的“十四五”规划当中。“针对‘十五五’留有了一定的灵活性，大部分还没有出台、没有酝酿过的目标，基本都没有提。”

值得注意的是，相对《意见》提出的“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”20字工作原则，《行动方案》还专门提出了“稳妥有序、安全降碳”，要求稳妥有序、循序渐进推进碳达峰行动，确保安全降碳。

《行动方案》囊括十大行动与 30 多项具体条款，比较详尽地描述了碳达峰大概要做哪些工作、解决哪些重点问题，并在推行的力度上也有了更具体的表述。

从全国层面聚焦到区域的碳达峰行动上，《行动方案》分别对“京津冀、长三角、粤港澳大湾区”“长江经济带、黄河流域和国家生态文明试验区”“中西部和东北地区”指明了各自的行动主线。方案明确表示要避免“一刀切”限电限产或运动式“减碳”，并提出要选择 100 个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设。

柴麒敏表示，从整个《行动方案》的主要思路和逻辑来看，它更多地强调气候变化政策的主流化。“整个方案比较讲求平衡，即要求积极的达峰行动，在目标举措、制度创新、技术创新等方面有所突破，同时也强调安全问题，不要抢跑，不要运动式减碳，全国一盘棋上下统筹。”

针对碳排放量占到全国碳排放量 60%-70%的电力、钢铁、有色金属、建材、石化化工、交通等行业产业的布局，是《行动方案》较为核心的主线。

国家气候变化专家委员会委员、中国能源研究会副理事长周大地告诉 21 世纪经济报道，《行动方案》已经对各行业各领域在实现“双碳”目标过程中具体要做的事情指明了方向。“看下来总体是非常积极的，鼓励大家积极达峰。比如在供需问题上，在节约用能、发展循环经济，还有产业结构调整、‘两高’的过度扩张等方面的要求都非常明确。”不过未来仍需要相应行业制定各自具体的行动方案。

从表述上看，目标指标中有不少“以上”的字眼。周大地认为，目前所提出的阶段性目标应当看作一个“最低纲领”，“形势在变化，以往我们提出过的目标也有过随形势进行调整的情况。所以各行各业需要考虑如何在完成这些目标的同时，将绿色低碳转型做得更好。”

十大行动半数提及工业园区 在十大行动中，有五个都提到了“园区”的管理。

在节能降碳增效行动部分，提出要实施园区节能降碳工程，以高耗能高排放项目（以下简称“两高”项目）集聚度高的园区为重点；而在工业领域碳达峰部分，也总体提到要建设绿色工业园区。交通和循环经济方面也有关于园区管理的相关表述。循环经济部分要求到 2030 年，省级以上重点产业园区全部实施循环化改造。最后在各地区梯次有序碳达峰行动部分，重点提到要选择 100 个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设，在政策、资金、技术等方面对试点城市和园区给予支持。

我国在工业园区低碳发展方面早有布局，“十一五”以来陆续出台并实施了一系列工业园区低碳政策。目前，在全国设立有 50 余家国家级示范试点园区。中国能源政策研究院院长林伯强表示，这主要是因为园区比较容易统一配套，达到管理上的协同一致，做绿色低碳管理相对容易一些。

“园区是一个非常重要的单元，目前大量地鼓励高耗能产业，特别是石化化工必须要进园区，是因为它可以整体性地提供解决方案。”柴麒敏表示，诸如高比例地集中提供绿电、污染物排放的集中处理设施，还有电气化率整体提高、碳捕集、氢能、生物燃料替代等创新方面都可以以园区为单位。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。

集中化表述也出现在了针对钢铁、建材、建筑用能、交通、循环经济等部分。对此，周大地提醒，对这次提出来的“社会经济集团化发展”的总体要求，是需要从发展布局、土地利用、产业结构，还有区域性的能源低碳化等方面，进行综合考量。“不仅是工业园区，一些开发区和经济区，都应该将其作为重点内容。”

攻关低碳零碳负碳关键核心技术 针对电力、钢铁、有色金属、建材、石化化工、交通等重点

行业领域的行动，除了能源绿色低碳转型行动和工业领域碳达峰行动部分，节能降碳、科技创新、循环经济等方面也有所涉及。

总的来看，虽然氢能、CCUS、碳汇等深度脱碳和碳抵消途径均有所提及，但对于这些行业领域来说，现阶段的重点依旧聚焦在新能源替代化石能源、节能降碳增效和产业结构调整方面。

循环经济方面还专门提出，到 2025 年，废钢铁、废铜、废铝、废铅、废锌、废纸、废塑料、废橡胶、废玻璃等 9 种主要再生资源循环利用量达到 4.5 亿吨，到 2030 年达到 5.1 亿吨。这与今年早些时候发布的《“十四五”循环经济规划》的相关内容有所呼应。

柴麒敏表示，废钢、废铝等高耗能产品是循环经济发展重点，关系到排放占比较大的重点行业，能够很大程度上抑制排放、降低能耗，对限电限产等问题也有积极意义。

目前，我国再生金属领域还存在不少的技术问题有待攻克，诸如此类的绿色技术研发提升将在未来十年得到大力支持。《行动方案》明确要求要开展低碳零碳负碳关键核心技术攻关，并将绿色低碳技术创新成果纳入高等学校、科研单位、国有企业有关绩效考核。未来还将组建碳达峰碳中和相关国家实验室、国家重点实验室和国家技术创新中心，适度超前布局国家重大科技基础设施，引导企业、高等学校、科研单位共建一批国家绿色低碳产业创新中心。

具体到能源方面，主要是要减煤控油、增加非化石能源并且完善配套政策与市场机制。这些都是今年 3 月中央财经委员会第九次会议首次提出的“构建新能源为主体的新型电力系统”的主要内容，今年以来已经有相应的政策密集出台。多位专家向 21 世纪经济报道表示，对完成相关目标较为乐观。

柴麒敏预计未来我国电网的集中度将有明显的提高，并且由于电力需求和消费两侧都可能出现可变因素从而增加电网的复杂程度。这些都会体现在电网等相关基础设施的构建和建设上，除了对原有的能源基础设施进行改造和转型，还需要投入更多新设施的建设。“未来全国的能源生产中心可能会发生非常大的偏移，主要是向西北和西南两个方向。”

值得一提的是，在林伯强看来，电网的稳定安全、保障供应是未来能源行业需要面临的一个最大的问题。《行动方案》就技术方面首先提出了要“集中力量开展复杂大电网安全稳定运行和控制”。

“不论是从计划的新能源占比提高还是方案中提到的建筑、交通等领域用能的转变上来讲，电网稳定性都将是一个主攻方向。目前主要靠数字化的智能电网技术。未来储能则将发挥更重要的作用，但目前储能成本较高。同时电网还需要面临越来越不稳定的气候等因素带来的挑战。”林伯强说道。

针对电网稳定性、消纳能力不足等问题，周大地认为，需要调动供应方和需求方两方面的力量才能得以解决。

王晨 21 世纪经济报道 2021-10-28

热能、动力工程

2021 碳达峰碳中和烟台论坛

国际能源署首席能源经济学家 Tim Gould

各国气候行动重塑全球能源市场

目前，全球正处于能源和气候变革的关键时期。一方面，经济复苏及气候变化引发了天然气、煤炭和电力资源处于供应紧张的状态，能源行业面临的压力不容忽视；另一方面，风能、太阳能和新能源汽车等新能源经济正加快崛起。

过去几十年，全球碳排放量持续增长，直到去年新冠肺炎疫情暴发开始趋缓，但今年出现强劲反弹。事实上，自《巴黎协定》签署以来，很多国家出台了新政策，帮助清洁能源技术降低成本，中国在该方面发挥了重要作用，包括低碳技术尤其是太阳能技术，改变了很多国家对清洁能源的看法。

当前，在各国纷纷制定气候目标政策的背景下，全球能源市场正在重塑。其中，随着电动汽车

销售量日益增长，到 2025 年全球石油需求将趋向平缓，而后开始下滑。预计到 2030 年，电动汽车将占全球汽车总销量的 30%。同时，全球天然气需求将出现类似趋势。此外，由于很多国家新建燃煤电厂的数量快速减少，全球煤炭市场格局正在发生变化。

值得注意的是，目前存量燃煤电厂仍会产生大量排放，导致全球碳排放量仍将保持高位，因此需要额外的碳减排举措。要加快部署低成本风能、太阳能及包括核能在内的其他低碳能源，快速减少对燃煤电厂的依赖，减少碳排放。同时，要减少化石燃料作业产生的甲烷排放。

根据测算，如果世界在 2050 年实现净零排放，那么风力涡轮机、太阳能电池板、锂离子电池、电解槽和燃料电池制造商的累计市场将达 27 万亿美元。预计到 2050 年，上述五种设备的市场规模将与目前的石油市场相当。

当然，要实现能源系统脱碳，这些措施远不够。根据分析，2030 年后约一半减排将依赖目前尚未成熟的技术，特别是重工业、长途运输技术。同时，对低碳氢和碳捕获、利用及储存等技术的创新和研发仍必不可少。（仲蕊/整理）

中国工程院院士、清华大学教授 江亿

综合利用核能，助力山东实现零碳能源供应

综合利用核能，实现热电水三联供，对满足山东半岛电力、热力和淡水供应将发挥重要作用。

山东用电、用热需求旺盛。一方面，火电装机容量居全国首位，2019 年，山东煤炭消费总量达 4.3 亿吨，发电消耗一半燃煤，且热电机组装机占火电总装机的比例超过 85%，20 万千瓦以下小热电机组占比超过 30%，发电煤耗高、效率偏低，每年消耗约 8300 万吨燃煤；另一方面，山东集中供热面积达 20.5 亿平方米，其中青岛、烟台等城市供热以燃煤锅炉和小热电为主，能耗高、污染大，碳排放量也大，加上大量燃煤小热电同时为工业生产供热，致使非电燃煤中约 70%用于各类小锅炉。

水资源短缺也是山东面临的一大问题，如果该问题不解决，将无法实现可持续发展。

因此，核能的全面开发、综合利用可同时解决以上三大问题，即利用核能水热电三联产技术，以全面电气化的电力替代燃煤、燃气、燃油，以零碳热源满足冬季建筑供热和工业生产的热量需求，以足够的淡水资源确保安全可靠供水。

具体而言，核电机组运行会产生大量余热，充分利用余热，可进行海水淡化并制备淡热水，再通过单管“水热同送”系统送到城市周边；通过“水热分离”装置分离出热量和常温淡水，由此实现供水、供热。目前，已建成的海阳核电小型示范项目运行效果良好，综合效益显现。

在供热、供水的基础上，再增加一套跨季节储热装置，可实现系统全年连续运行，性能将更佳。水热联产等装置属于高投资项目，一旦建成需长期运行，且核电装置不希望季节性转换，而需要连续运行。因此，通过建设跨季节的蓄热装置，可实现连续制水、产热。届时，春夏秋冬热量转换到储热装置，连续供应常温热水，冬季则由系统和储热装置共同供热，并供应常温热水。

测算显示，“1000MW 机组+跨季节储热”全年连续运行 8000 小时，能发电 70 亿千瓦时，输出热量 4500 万 GJ，可为 1.5 亿平方米建筑供热，并产生淡水 1.5 亿吨/年。若有 30 台这样的机组，可满足山东半岛 35 亿平方米建筑供热、45 亿吨淡水供应，并提供 50%的电力。跨季节储热不仅使水热联产装置、水热同送系统实现全年连续运行，还能使核电通过改变抽气量而改变发电量，从而具有一定的灵活性，不再需要供热调峰热源，可完全根据天气决定供热侧热量，提高供热可靠性。

如前所述，综合利用核能，实现热电水三联供，将对满足山东半岛电力、热力和淡水供应发挥重大作用，是实现山东半岛零碳能源和可持续淡水供应的重大举措。要满足山东半岛热、电、水需求，需要有 0.3 亿千瓦装机的核电。因此，建议在“十四五”期间做好整体规划，为今后 20 年相关项目建设和改造提出“一张蓝图”，可先完成 1-2 个热电水三联供示范工程；到 2045 年，随着核电项目陆续完成，再分期分片完成配套工程。（朱妍/整理）

世界可持续发展工商理事会气候变化部总裁 Claire O'Neil

企业在全局低碳转型中发挥关键作用

中国是领先的可再生能源技术生产国和出口国，也是全球最大的风力发电国和太阳能发电国，

并提出了碳达峰碳中和目标,期待中国能将这种优势发挥在其他经济领域,包括降碳较困难的行业。

作为中国经济排名前三的省份,山东碳排放占全国碳排放总量的 10%。近年来,山东大力推进低碳转型,取得积极成效。烟台作为国家低碳城市试点、国家环境保护模范城市,核电、风电、光伏发电、生物质发电等产业正快速发展。

需要强调的是,企业在全球低碳转型中发挥了关键作用,在应对气候变化挑战的过程中,企业可通过合作促进创新,支持政府确立的宏伟目标。

世界可持续发展工商理事会不久前发布的《愿景 2050: 能源转型路线图(2020-2030)》阐述了能源的未来愿景,即到 2050 年,建成为所有人提供可靠且负担得起的可持续能源系统,同时提出了企业未来十年需重点关注的十个能源行动领域。其中,减少甲烷排放是世界可持续发展工商理事会重点关注的领域之一,致力于根据温室气体核算体系制定甲烷排放报告,并设立资金,提出减少甲烷排放的解决方案,投资甲烷捕获和利用技术。同时,探索在全球范围建设绿色电网,并希望尽可能减少和清除碳足迹。

在中国,世界可持续发展工商理事会和相关城市开展了城市低碳经济合作项目,为中国实现城市低碳发展贡献力量。

碳达峰、碳中和之路需要科学彻底的转型,这也是世界可持续发展工商理事会的职责和优势,期待能为山东尤其烟台的节能减排和零碳能源发展提供创新解决方案。(仲蕊/整理)

“华龙一号”总设计师、中国核电工程有限公司总工程师 邢继

“华龙一号”机型进入批量化建设阶段

今年 1 月 30 号,“华龙一号”首堆示范工程投运,标志着我国自主研发的核电技术进入世界先进行列。目前机组运行状态良好,各项指标均符合标准。

“华龙一号”独创采用了 177 堆芯设计,在提高发电功率的同时,增加反应堆安全设置,提高了核电站的安全性。同时,自主研发的 CF3 燃料组件能实现 18 个月换料的长周期运行,使“华龙一号”实现反应堆拥有“中国芯”。此外,“华龙一号”采用能动加非能动的安全设计,不断提高核电站整体的抗震能力,安全性大幅提升。

为提高工程项目管理效率,中核集团搭建了“信息化设计互联网加三维设计”的信息平台及“四柱一面”平台,创新风险管控模式及工程施工建设技术.....通过一系列创新应用,“华龙一号”首堆打破了三代核电首堆必拖的“魔咒”。目前,“华龙一号”机型已进入批量化建设阶段,国内外均有项目在建,同时有近 20 个国家表达了采用该技术的意向。

一台“华龙一号”机组每年发电近百亿千瓦时,减排二氧化碳超 800 万吨。截至目前,我国在运核电机组达 51 台,总装机容量达 5327 万千瓦,在建核电机组约 20 台。2020 年,我国核能发电量为 3662 亿千瓦时,占全国累计发电量的 4.94%,相当于减少 1.05 亿吨标准煤消耗,减排二氧化碳 20.7 亿吨。

未来,中核集团将持续优化升级“华龙一号”技术,进一步提升安全性、经济性和环境友好性。

(张金梦/整理)

国家电投总经理助理,国家核电(上海核工院)党委书记、董事长 卢洪早

我国三代非能动核电技术体系已全面建成

核电发电过程中排放的温室气体少,且具有能量密度高、安全性能高、经济性好、可利用率高等优势,是能源生产与消费革命的重要力量。作为当今世界先进核电技术的代表,我国三代非能动核电技术体系已全面建成,核电产业实现跨越式发展,其中重大专项标志性成果就是“国和一号”。

“国和一号”采用了国际最新的安全和环保标准,代表世界三代核电先进水平,是完全自主设计的我国三代核电技术品牌。目前,“国和一号”示范工程正在山东荣城稳步推进,批量化建设后,“国和一号”单位机组造价将不断降低。同时,国家电投正积极组建“国和一号”产业链联盟,通过做强设计研发、项目管理及优化运行服务等措施,确保机组高水平交付,全面提升“国和一号”的竞争力,强化机组安全性能、环境友好性和数字智能化水平。(张金梦/整理)

航天五院科技委常委、东方红卫星有限公司科技委主任 白照广
为碳达峰碳中和目标提供天基精准数据支持

2020年，全球平均地表温度比工业革命前（1750年）升温超过1.2°C，温度升高1.5°C、2°C，将对生态系统、人类健康、食品和水安全等造成诸多风险，且目前全球温室气体浓度和增速仍在上升。为应对气候变化，需做出很多努力，其中包括排放数据监测工作。

我国观测站点的数量有限且空间分布不均，难以满足高时空分辨率监测的要求。从国际趋势来看，天基碳排放高动态监测可弥补地基时空不均的问题，已成为必须手段。不同于地基可能存在测量规程不同、数据标准不同等问题，使用遥感的优势在于“一把尺子量天下”。因此，需建立“全球网格数据库+地面站网+遥感卫星”的监测体系，实现天地一体碳排放高时空动态监测。

我国现有天基手段缺乏碳源、碳汇高动态监测能力，我国卫星以碳总量缓慢变化监测为主，无法对短期碳排放变化进行动态监测，整体处于初级阶段。与国际上用于碳源、碳汇监测的重要卫星和手段相比，仍存在一定差距。如精准判断一个监测点的排污情况，在精度方面有所欠缺。相比之下，国外一些国家发射的甲烷探测卫星，可对石油、天然气管道排放及泄漏情况进行精准探测。

因此，为弥补短板，需建设面向碳达峰、碳中和目标的天基高动态监测系统。高动态全球温室气体综合监测星座由高动态碳排放详查星座和高效SIF详查星座组成，联合起来可共同补强我国已有的空间基础设施。面向人类活动的主要区域，采用高空间分辨率、高时间分辨率、多类型探测手段，实现点源碳排放活动及地表植被光合作用的高动态、高精度探测，为我国实现碳达峰、碳中和目标提供天基精准数据支持。有了这些数据，就可以“一把尺子量全球”，进而支持碳排放权交易等工作。（朱妍/整理）

中国能源报 2021-10-25

2045年前实现碳中和，澳门有何底气

“澳门在2017年就已经基本实现碳达峰，近两年受疫情影响，旅游业不景气，使得澳门总体能耗和碳排放出现大幅下滑，但随着疫情得到控制，澳门经济恢复，这一趋势将得以扭转，碳排放也将于2025年前再次达到峰值，之后将进入碳减排阶段，并在2050年、甚至2045年之前率先实现碳中和。”这是记者近日在2021全球能源转型论坛高层论坛获悉的信息。

在澳门大学校长、欧洲科学院院士、英国皇家工程院院士宋永华看来，澳门的低碳发展路径，对于沿海发达城市具有积极的借鉴意义。

经济发展不依赖能源

澳门陆地面积32.9平方公里，人口约68万，2019年人均GDP达54万人民币，是一个典型高度发展的小微城市。因其环境幽雅，终年绿树繁花，有“海上花园”之美誉。

宋永华指出，澳门总体的能耗特点是高GDP、高能耗密度、低单位GDP能耗、低人均能耗。

从能源消费结构看，澳门能源消费主要是以电力为主，占比约60%；柴油、汽油等石油类能源消费占比近25%，主要满足交通需求；天然气占约14%，主要用于发电。

从电力消费看，商业、政府等机构楼宇电力消耗约占澳门电力总消费量80%，居民用电仅占16%。

“随着城市化进程的加快，澳门的能源消费特点将在东南沿海发展城市中具有一定的代表性。”宋永华指出，与其他国家和地区相比，澳门人均GDP高于大部分发达国家和地区，但是人均能耗与发展中国家水平相近，与内地接近，这说明澳门的经济发展不依赖于能源消耗的增长，澳门能源消费相对于集约化、低碳化，这为澳门率先实现碳中和创造了良好的条件。

外购能源间接碳排放不容小觑

澳门的主要碳排放分为两个部分：一是本地直接碳排放，主要来自于化石燃料等的本地燃烧，如本地发电、海陆运输、商业、家庭及服务业等，碳排放量接近澳门碳排放总量的90%；

二是引入外部电力产生的间接碳排放。相关数据显示，澳门的电力消费主要以外购电力为主，

约占总电力消耗的 90%。外购电力的间接排放与澳门本地直接碳排放的总量相当。

随着澳门外购电力的增长，其带来的间接碳排放亦呈现上升趋势。“这说明，作为能源需求侧的城市，由于外购能源带来的间接碳排放，在城市总体碳排放中有举足轻重的地位。因此，城市不能仅着眼于本地碳排放，也应该着力促进本身外部能源的清洁低碳化。”宋永华说。

在他看来，对澳门而言，降低本地碳排放需要综合用电气化、清洁能源替代、低碳建筑等技术手段，减少本地直接能源消费；而降低外部间接碳排放，则需考虑通过电力市场等经济手段，促进澳门主动消费风电、太阳能等清洁电力。

有望在 2045 年前率先实现碳中和

谈及澳门打造零碳城市的具体措施，“澳门要实现碳中和，首先就要做好需求侧管理，通过电气化低碳节能技术等，一方面降低本地直接化石能源消耗，另一方面提高城市能源利用效率；其次，可大力推广分布式光伏，实现本地电力生产清洁化。最后还要关注外部电力，购买绿电，实现外购电能零碳化。”宋永华说。

记者获悉，在推动陆上交通电气化方面，目前，澳门大学正与澳门电力紧密合作，开展电动汽车基础设施规划、充电与管理运营、电动汽车技术研发应用，降低大规模电动汽车发展对电网的负面影响，促进电网与交通网良性互动，推动城市路上交通系统清洁化。

据预测，在一系列积极举措推动下，未来 15 年澳门电动车占比有望快速增长，在 2035 年左右基本停止燃油车，通过深度交通电气化预计将减少本地直接碳排放 19%。

作为一个海港城市，澳门海上交通占比显著。“由于海上交通具有长期续航里程要求，可以用氢动力船代替燃油船。”宋永华说，可利用广东沿海大量建设的海上风电制氢，提供氢动力燃料补助，既能促进清洁能源消耗，又有助于推进海上交通零碳化。“此项举措预计可减少 14% 的本地碳排放。”

降低本地碳排放的另一个举措是充分挖潜商业楼宇的建筑光伏资源，如推广应用薄膜太阳能技术、先进的光储配电技术等，扩大可再生电源推广普及规模，并结合节能建筑材料技术，打造低碳、零碳建筑，从而降低建筑领域的碳排放。

“澳门有大量的屋顶资源，如果加以合理利用，发展一定比例的光伏发电，每年将发 1.2 亿度电，至少可以替代 1/5 的本地发电，减少 7.5% 的本地直接碳排放。”宋永华说。

与此同时，澳门有大量的电动车、楼宇空调、储能系统等复合资源，在智能控制技术支撑下，有望为广东省电力系统提供灵活性资源及需求侧响应。通过这种间接方式，可以促进广东电网在清洁能源的消耗。

“通过以上几项措施，我们预测，澳门有望在 2045 年之前率先实现碳中和。届时，澳门将正式成为一个零碳城市。”宋永华说，期待中央和特区以政策为引领，以先进科技为驱动，将澳门打造成为具有世界影响力的碳中和先进示范城市。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-10-18

城市密集型产业园区低碳发展“样板”

位于北京市西二、三环路之间的北京丽泽金融商务区（下称“丽泽商务区”），是北京市三环内最后一块成规模的开发区域。其于 2009 年启动建设，是北京新兴金融产业集聚区、首都金融改革试验区，并正打造北京“第二金融街”。

作为金融产业新轴，丽泽商务区在建设伊始就秉承低碳生态建设理念，新建建筑 100% 为绿色建筑，园区内多能互补集成优化示范项目（能源站）也是国家能源局首批认定的多能互补集成优化示范项目、APEC 低碳示范城镇项目。正因此，园区于 2014 年、2019 年分别获得“北京市绿色生态试点区”“北京市绿色生态示范区”授牌，为城市密集型产业园区低碳绿色发展提供了可复制样板。

打造国内最大多能互补

区域集中供热供冷系统

走进丽泽商务区，高楼林立、绿植环绕，莲花河、丰草河蜿蜒其中。

“从丽泽商务区任何一栋楼出来，300米内都能到达一公顷以上绿地。”记者了解到，商务区占地面积共8.09平方公里，其中，规划集中绿地2800亩，包括核心区内的81亩中央公园、三环及丰草河健康生活带、金中都城遗迹文化带、莲花河滨水活力带三条绿化带，是名副其实的“生态示范区”。

商务区的“绿色”不仅体现在环绕四周的绿植上，更体现在低碳环保的多能互补集成优化示范项目中。

“多能互补集成优化示范项目，即‘1+4+N’的绿色低碳清洁能源系统。具体来讲，包括1套管网、4个能源站、N个用户服务站。”该项目相关负责人说，目前，商务区南北区各两座能源站完成立项批复，现南区2#能源站已建成投产供冷能力约130万平方米，为先期入驻的110万平方米建筑面积提供供冷服务的同时满足约220万平方米供热需求。南区1#能源站已启动建设，预计将于2023年建成，建成后将可满足135万平方米集中供冷需求。

记者了解到，根据丽泽商务区资源条件，目前已建成的南区都由南区2#能源站供能，采用热电联产供热方式，以草桥热电厂余热为主力热源，通过市政热力管网送至丽泽园区，可保障商务区供热，还利用夏季夜间谷电冰蓄冷。下一步利用北京市冬季夜间绿电蓄热，因地制宜采用污水源、中水源复合式热泵等多能源供能。“丽泽商务区多能互补集成优化示范项目打造了国内最大的复合式多能互补区域集中供热供冷系统。”该负责人表示。

“2021年，丽泽商务区夏季制冷用电中，78.3%的电量都来自电网谷电。”据他介绍，相较于传统燃煤供热+分散供冷的能源供给模式，商务区当年可减少碳排放0.4万吨。

除此之外，相较于传统的市政供热、电供冷，以10万平方米商业建筑为例，商务区现行能源供应系统可为其节省地下用地面积246平方米投入其他运营；每年可节省空调机房运行费用约90万元。

多项殊荣

擎起北京新地标

供能绿色，建筑用能要先绿。“按照绿色生态指标体系，丽泽商务区要求保障园区新建建筑100%为绿色建筑，二星级及以上星级占比达到80%。商务区新建建筑100%均为绿色建筑。”丽泽商务区工委书记韩晶说，位于丽泽商务区核心区的丽泽SOHO就是绿色建筑的典型。

走进丽泽SOHO，两栋塔楼盘旋交错，建筑双螺旋“DNA”结构造型别致，由玻璃幕墙构成的外墙结构蜿蜒缠绕，空间感十足。“整栋大楼设计追求环保可持续发展，玻璃幕墙采用双银LOW-E节能玻璃，在冬季，可将紫外线反射回室内，阻隔室内的热量不外泄；在夏季，又可阻止热量进入室内，减少空调制冷能耗，实现建筑绿色节能。”丽泽SOHO物业工程部经理周春华说。

“除此之外，丽泽SOHO还率先采用了商业建筑PM2.5空气净化系统，使室内新风过滤效率接近90%；照明及泛光系统全部采用LED节能灯具；室内外用水采用喷淋式节水器具和中水回收系统，分质供水，将办公区的直饮水全部回收再利用；建筑电梯选用高速双轿厢电梯，目的选层智能化控制，舒适高效的同时也能降低能源消耗。”周春华说。

绿色低碳的创新理念，使得这座高达近200米的丽泽SOHO，近几年陆续获得美国LEED金级预认证、北京市安全文明样板工地、全国建筑业绿色施工示范工程、建筑业“AAA”工地、全国建筑业新技术应用示范工程等多项殊荣，正逐渐成为北京新地标。

记者了解到，截至目前，丽泽商务区已累计14个项目取得绿色建筑设计标识，其中国家审计署、京能天泰大厦项目、金唐西联大厦项目均为绿色建筑设计标识三星级，新青海大厦项目为绿色建筑二星级运行标识，首创中心为绿色建筑二星级、LEED金级认证。

为城市密集型产业园区

提供清洁供能范本

“丽泽商务区的绿色低碳发展模式将为城市密集型产业园区的能源发展提供范本，可进一步促进区域内的节能减排和能源的梯级利用。”北京京能恒星能源科技有限公司相关负责人说。

据丽泽商务区工委相关负责人介绍,未来,为进一步提高能源的智慧调度和可再生能源利用率,丽泽商务区还将投资建设智慧调度指挥中心和综合能源中心。预计综合能源中心建成后将为商务区提供热冷供应服务,实现可再生能源和传统能源的集成优化与互补运行。

“下一步,我们拟在原有‘1+4+N’的能源体系基础上,持续建设智慧清洁能源系统,探索构建‘源网站户’一体化闭环控制的综合能源管理服务平台。实现监控管理‘实时化’、作业监护‘零距离’;生产运行分析‘智能化’;应急指挥‘直接化’;主动融入智慧城市管理系统,对丽泽商务区能源使用情况从不同角度做出分析展示,为政府管理部门宏观管理政策的制定与实施提供数据支撑和技术支持,进一步助推商务区实现低碳、绿色、可持续发展。”上述负责人表示。

本报记者 张金梦 中国能源报 2021-10-18

储能成本是实现“碳中和”的难点

世界上最大排碳是发电厂烧煤,第二大排碳是汽车烧油,所以“碳中和”就是“让车不烧油,电厂少烧煤”。“汽车不烧油”就是电动化,而“电厂少烧煤”需要风电、光伏、水电等清洁能源。

今日(10月17日),2021大梅沙碳中和国际论坛在深圳举办。在论坛上,中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南认为,“碳达峰”的路径是“国家-地方-企业”。

那么在“双碳目标”下,作为路径终端的企业应该怎么做?西门子(中国)有限公司执行副总裁、西门子大中华区智能基础设施集团总经理林斌认为,要从节能技术、供应链、用户端三条路径入手。

华为智慧光伏业务副总裁周涛表示,截至2021年6月30日,华为数字能源业务已经助力客户实现累计绿色发电4034亿度,累计减少碳排放2亿吨。

西安隆基新能源有限公司(以下简称隆基新能源)董事长唐旭辉认为,光伏发电将成为推动“碳中和”的主要措施,2050年光伏将成为我国第一大电力来源。特锐德(300001,SZ)董事长于德翔认为,“电动汽车+充电网”是实现2060“碳中和”的最佳路径。

企业的节能减排路径

林斌表示,西门子成立于1847年,企业的可持续发展一直是公司追求的目标。西门子早在《巴黎协定》签署之前就做出了承诺,要在2030年之前达到自己的“碳中和”。

林斌说,2014年西门子碳排放大概是220万吨,到了2017年(和2014年相比)减排了25%,到了2020年(相比2014年)减排了50%。

林斌认为,企业的节能减排要从三条路径下手:节能技术、供应链和用户端。

节能技术方面,林斌表示,西门子投入了超过1亿欧元进行节能改造,公司在中国运营的31个业务单元,包括工厂和办公楼,都有明确的节能减排投资和计划。比如北京总部的办公楼,对照明、暖通、水泵等等进行了节能改造。

节能改造的效果如何?林斌说,这些项目每年使北京总部节约122万千瓦的电,相当于减少二氧化碳排放超300吨。

其次是供应链。林斌认为,整个工业供应链产生的碳排放大概占全球社会(碳排放)90%,对供应链的管理非常重要。西门子采取了“强制性”措施,在全球建立了所有和西门子合作的供应链的系统数据,在中国针对9000家供应商建立透明的碳减排系统,从本财年开始(西门子财年为每年10月1日至次年9月30日),西门子将会把供应商的碳减排放入对供应商的考核当中。

最后是用户端。林斌称,有数据显示,在中国,楼宇(包括住宅、办公楼等)中的耗电占总耗电约27%,而未来楼宇对社会供电的消耗占比可能会提高到40%。如果能把开关、风控等硬件视作传感器,把传感器收集的信息整合起来,就能对整个用电提供较好的透明度,再通过人工智能方式进行优化,就能最大限度提高效率、降低成本。

储能成本是实现“碳中和”的难点

国内许多公司也在节能减排方面加大投入和布局,助力实现双碳目标。

周涛表示，想到华为，可能大家在脑海中的印象就是手机或 5G 网络，实际上这只是华为的一部分。华为也有数字能源业务板块，也是华为的战略板块，主要提供能源基础设施的产品研发和服务。据了解，华为数字能源业务涵盖智能光伏、站点能源、智能电动、数据中心电源等产品。

周涛称，华为从成立之初就投入了相关产品的研发，目前已应用于 170 多个国家和地区，服务于全球三分之一人口。截至 6 月 30 日，华为数字能源业务累计绿色发电 4034 亿度，累计节电 124 亿度，累计减少碳排放 2.0 亿吨，相当于植树 2.7 亿棵。

而隆基新能源则在光伏领域进行了探索，推出了光储充一体绿电车位等产品。公司董事长唐旭辉认为，光伏发电将成为推动碳中和的主要措施。

唐旭辉表示，能源结构转型对我国实现碳中和目标起决定性左右，如今光伏发电成本快速下降，已经成为最经济的电力来源。他引用国家能源署数据称，十年前硅片价格 100 元/片，如今约 3 元/片，十年前光伏组件 30 元/瓦，目前约 1.6 元/瓦。唐旭辉援引《中国光伏发电展望 2050》表示，2050 年光伏将成为我国第一大电力来源，占比将达到 39% 以上。

于德翔表示，世界上最大排碳是发电厂烧煤，第二大排碳是汽车烧油，所以“碳中和”就是“让车不烧油，电厂少烧煤”。“汽车不烧油”就是电动化，而“电厂少烧煤”需要风电、光伏、水电等清洁能源。但是风、光、水电存在巨大的波动性和无序性，所以必须配储能，但配上储能行业就“不赚钱”了，储能成本就成为了整个“碳中和”里的难点。

成本的下降需要规模化带动，而新能源汽车正是下游最重要的消费场景之一。据商务部数据，2021 年 1 月~9 月我国新能源汽车销量 215.7 万辆，同比增长 1.9 倍。于德翔认为，“电动汽车+充电网”将是实现 2060 年碳中和的“最佳路径”。

尽管在不同企业家眼中，实现碳中和目标有不同的路径，但达成这个目标显然无法依赖某条单一的路径。王金南表示，想实现碳达峰、碳中和，需要十大核心技术：气候模式和碳循环模拟预测技术、清洁能源和智慧储能技术、碳捕集和封存规模化技术、近零排放节能建筑技术、绿色低碳交通技术、现代农业与粮食减碳技术、工业行业零碳工艺变革技术、生态固碳增汇关键工程技术、温室气体排放检测核算技术、气候弹性和适应机制技术。

郭荣村 每日经济新闻 2021-10-18

风电配储政策为何响应者寥寥

继河南、山东、安徽等省份后，10 月 9 日，河北省能源局发布《关于做好 2021 年风电、光伏发电市场化并网规模项目申报工作的补充通知》，明确要求“原则上”南网、北网市场化项目配建一定的调峰能力。这也标志着河北成为最新一个提出新增风电项目配储要求的省份。

缺少盈利模式

据记者不完全统计，自 2020 年初至今年 10 月，全国已有十多个省份陆续发布了新能源强制配备储能的要求。从目前发布的文件来看，各省份配备储能的要求大致包括了“储能规模在项目容量的 10%—15%”“连续储能时长 2—3 小时”等条款，同时也要求配备的储能设备需具备调峰能力，并与市场化项目同步建成并网。

新能源项目强制配储的“大潮”基本已席卷全国，但主动响应的风电开发商却“寥寥可数”。“现在已经获得核准的陆上风电并网项目中，如果没有前期要求，开发商基本没有主动配备储能设施的。”一位不愿具名的风电业内人士在接受记者采访时表示。

截至 10 月 14 日，记者查阅了甘肃、广西等多省区发布的风电市场化项目公示，其中显示，配备有储能的项目仍只占少数，储能配备规模也大多仅在项目容量的 5%—10%。

“为什么不配储？不配肯定是因为增加了成本。今年陆上风电行业已经全面平价，开发商也大多相应调低了利润预期。”上述风电业内人士告诉记者。

中国科学院电工研究所教授陈永翀告诉记者：“从目前的成本来看，目前主流应用的电池储能系

统的成本普遍高于 0.5 元/千瓦时，成本较高，加之国内市场机制建设滞后，绝大部分缺少盈利模式，业主投资储能的收益无法保障，因此缺乏自愿安装的积极性。”

风电配储更难

据市场研究机构天风证券测算，一个风资源相对较好、度电成本相对较低的风电项目，配储后的成本将增加 30%—60%，而对于本身度电成本更高的风电项目来说，配储后度电成本很可能出现翻倍。

实际上，在业内专家看来，风电作为一种具有波动性的可再生能源，其配备储能的情况与光伏储能也有所不同。据陈永翀介绍，不像光伏发电因昼夜差异和短时波动存在更为明显的峰谷特性，风电消纳匹配性较差，可能存在连续数天大风或无风天气的情况。风储结合应用的关键应在于通过合理的容量配置和适当的运行策略，来抑制因波动性和间歇性引发的系统冲击。

据了解，为保证相对稳定的功率输出，国内主流整机厂商也采用了风机变桨系统，采用高功率电池或超级电容器作为功率型储能系统，以确保风机在风速波动的情况下保持相对稳定的功率输出，以及在风力过大时能够让风机桨叶恢复到空档，实现安全停机。然而，功率型储能系统具备一定的调频功能，但不具备调峰能力。

在此情况下，陈永翀指出，相对于光伏配储而言，理想的风电配储调峰对于储能时长的要求更长，连续储能时长或需达到 4—10 小时，这一要求对于储能系统的度电成本要求也将更为苛刻。

期待政策破局

面对各地的配储要求和相对高昂的配储成本，在业内看来，建立健全的储能价格机制以及有效的“新能源+储能”项目激励机制将成为未来破局关键。早在今年 7 月，国家能源局就曾发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，文件提出到 2025 年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，其中“建立电网侧独立储能电站容量电价机制、研究探索将电网替代性储能设施成本收益纳入输配电价回收”的表述一度振奋市场。

多位业内专家指出，目前风电配储主要仍是由各地政府与电网公司强制要求。要构建以新能源为主体的新型电力系统，还需要相应的政策支撑，同时也需要各利益相关方转变观念，共同探索可行的商业模式。

值得注意的是，随着可再生能源平价时代到来，多位业内专家也指出，技术的不断创新进步也将为风电配储带来新的市场空间。

上述风电业内人士指出：“今年以来风机设备价格快速下降，陆上风机单机功率也在持续提升，部分以前算不过账来的项目换上大机组后，现在也算得过来账了，开发商也有了一定的盈利空间。”

陈永翀也表示，随着可再生能源配备的电化学储能技术逐步走向成熟，安全性、成本和资源的可持续发展方面不断进步，未来 5—10 年内电池储能系统的度电成本将有望降至 0.2—0.3 元/千瓦时的水平。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2021-10-18

高耗能行业，诞生福建首个“零碳工厂”

10 月 24 日，在位于福州市的福建华港纺织有限公司厂区内，随着第一批分布式光伏发电设施开始安装，标志着福建省首个“零碳工厂”项目正式启动建设。作为高耗能行业的长乐纺织化纤产业，走在了响应国家“碳达峰、碳中和”政策的全省前列。

零碳工厂，是指企业通过节能改造、投资建设减排项目等方式，抵减自身的碳排放数额，使企业碳排放为零。华港纺织的“零碳工厂”项目，就是一项集合了分布式清洁能源服务、多能供应服务、绿色新兴用能服务、工业企业综合能效提升等内容的系统工程，得到了供电部门、能源企业的技术支持。

今年 9 月，华港纺织与国网长乐区供电公司、福州市综合能源公司签订“零碳智慧工业园区建设”

战略合作框架协议，内容包括清洁能源发电、电能质量治理、集中供热服务、能耗智能监测、绿色电力交易等。“我们作为纺织化纤领域的全省重点工业企业，积极响应国家‘碳达峰、碳中和’战略，树立了‘零碳工厂’目标。在电网公司的优质服务下，由综合能源公司给出了实现路径，三方一拍即合，合作共赢。”华港纺织负责人郑春光介绍。

利用华港纺织的厂房、办公楼屋顶建设分布式光伏发电设施，是打造“零碳工厂”的重点。按照“自发自用、余电上网”原则，华港纺织将优先使用分布式光伏设施所发电能，实现清洁能源供给。据测算，仅光伏发电一项，华港纺织的装机容量约 8MW，年发电量约 800 万 kWh，按工商业电价测算相当于每年节约电费约 440 万元，减排标准煤 2787 吨，减排二氧化碳 7968 吨，减排二氧化硫 238 吨，减排氮氧化物 120 吨，为企业节能减排作出实实在在的贡献。

同时，在融合物联网、大数据、云计算、人工智能等技术的基础上，“零碳工厂”项目的智慧化特点，还将给华港纺织带来更多收益。一方面，光伏发电加上动力设备节能、集中供热服务每年能给公司降本增效数百万元，省下真金白银；另一方面，能耗监测系统、楼宇用能优化系统部署后，为企业优化生产工艺、降低办公耗能提供数据基础，厂区能源智慧化水平显著提升。

今后，“零碳工厂”项目有望在福州更多企业落地。“华港纺织发展基础好、产业体系优势足、实现‘双碳’意愿强、经济实力有保障，我们将精诚合作、精益求精打造福建首个‘零碳工厂’，并作为‘碳达峰、碳中和’标杆示范企业，起到引领作用，推动更多企业智慧化、科学化、精细化用能，实现节能增效。”福州市综合能源公司负责人表示。

卞军凯 福建日报 2021-10-25

共话城市节能降碳 为碳达峰碳中和贡献烟台智慧

10月19—21日，由山东省发改委、烟台市人民政府、中国核学会、中国机械工业联合会、中国能源报社主办，烟台市发改委、烟台市新兴产业发展推进中心、烟台众创核电研发中心承办，以“绿色发展，低碳未来”为主题的“2021 碳达峰碳中和烟台论坛”在山东烟台举行。

10月20日，同步由烟台市发改委、烟台市新兴产业发展推进中心、烟台核电研发中心（国家级核电产业技术创新平台）、中国城市能源周刊、国网（苏州）城市能源研究院承办的“城市能源变革与低碳发展分论坛”，通过搭建多层次沟通交流平台，探讨新形势下城市能源转型与低碳发展所面临的机遇与挑战，为以城市为主体的碳达峰、碳中和大计建言献策。

碳达峰碳中和亟需创新的城市解决方案

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心战略规划部主任柴麒敏在会上介绍，面对全球性气候变化与能源资源危机，截至目前全球已有近 130 个国家提出碳中和目标，占全球 GDP 的 70%以上。“未来，碳中和会成为全球产业投资、能源市场、资金流动、国际贸易中一条新兴的全球性规则，甚至可能成为壁垒或门槛。”

公开资料显示，作为一个国家或地区经济发展牵引力量的城市，以约占地球陆地 3%的面积消耗了全球约 80%的能源，并贡献了全球超过 70%的温室气体排放。城市亟需创新的节能降碳解决方案。

就全球而言，“零碳”城市建设已纷纷开始行动。据不完全统计，全球有超 500 个城市已经或者正在提出碳中和目标，希望率先为全球共同迈向碳中和创造条件。除政府密集制定政策外，通过多元主体参与的新治理行动、绿色低碳行动正逐渐成为新时尚。

“我们测算，一位农民从农村进入城市，带来的隐含能耗大约增长 2.5 倍。”中国城市规划设计研究院生态市政院副总工程师魏保军指出，随着我国城镇化的持续推进，预计未来二十年，仍将有 2-3 亿人进入城市，城市必将面临巨大的减碳压力。

“‘十四五’时期是我国碳达峰的关键期和窗口期。这期间，除需推进重点领域、重点行业的二氧化碳排放达峰行动外，还要有序推进地方碳排放达峰行动。”柴麒敏如是说，碳达峰碳中和国家战略目标将会成为塑造我国城市未来形态的新力量。

未来 5-10 年城市迎节能降碳战略机遇期

“低碳城市建设，即在城市发展低碳经济，包括低碳生产、低碳消费，建立资源节约型、环境友好型社会，建设成一个良性的、可持续的能源生态体系。”中国核工业建设股份有限公司党委书记、董事长陈宝智在会上强调，因此，低碳城市与碳达峰碳中和目标、节能减排一脉相承。

有与会专家指出，伴随着城乡建设绿色发展上升为中央战略，并逐步落实，未来 5-10 年将成为我国城市节能降碳的战略机遇期。

“绿色低碳城市建设将成为‘十四五’及未来很长一段时间节能降碳的首要抓手。”中国城市科学研究所秘书长助理、生态城市规划建设中心副主任李海龙在会上进一步指出。

在此期间，来自市场、社会、政府的共同治理，毫无疑问将形成共同推动碳达峰、碳中和的巨大力量，成为未来技术变革、政策创新等方面的重要推动力。

但纵观当下，“规划缺少系统性、协同性”已成为生态城市建设的最突出制约。

在李海龙看来，部分生态城市规划建设理念及方法待提升，管理和保障机制仍滞后于发展速度，生态城市建设主要关注大城市而忽视中小城镇，注重新城建设而忽视建成区生态化改造等，均制约了生态城市建设与城市节能降碳的高质量推进。

对此，柴麒敏建议，我国应制订引领性城市达峰行动计划，战略性部署城市碳中和愿景目标，同时要注重运用经济政策、市场交易等激励约束手段，提供更多零碳公共服务产品。而在推动新型低碳基础设施建设方面，“应着力实现公正转型，共同分享低碳转型效益，并推动低碳零碳负碳技术和商业模式创新，动员全社会共同参与。”

李海龙同时建议，城市绿色低碳发展应聚焦主要领域，协同推进。应率先以实现碳达峰碳中和为主攻方向，全域推进、中心城区引领，狠抓可再生能源、建筑、环境质量、城市交通等关键领域，精准发力，展示未来绿色场景，形成全过程规划建设管理管控模式体制与机制。

明确排放清单、量化气候行动是基础

工业、交通、建筑和农业是我国碳排放的主要领域。从北京、上海、天津、重庆四个直辖市的能耗对比走势情况看，工业在我国碳排放清单的比重仍较大。

相关数据显示，2018 年，四个城市工业碳排放占比分别约为 20%、46%、69%和 46.5%。

“振兴城市经济、绿色城镇化、城市物质资源循环利用、产业及能源转型、发展绿色交通、修复生态环境等是城市实现碳达峰的主要路径。其中，产业结构与能源结构调整对城市减碳最直接、最有效。”魏保军称。

魏保军进一步指出，由于各城市发展阶段、产业水平、工业结构、居民生活习惯等不同，会带来城市碳达峰实施路径及指标的巨大差异。“从技术策略上讲，应在本市摸清碳排放家底、明晰碳排放清单的基础上，制定合理的控制指标体系与针对性行动方案。”

“城市节能降碳要量化气候行动，兼顾社会、经济和环境效益。”C40 城市气候领导联盟中国气候规划行动技术经理毕云青结合国际经验亦指出。

与此同时，绿色低碳发展必须紧紧抓住科技创新的“牛鼻子”。协鑫集团副总裁梁文章在会上介绍，“十三五”期间，协鑫集团通过以低碳、零碳科技构建产业新生态，助力减排二氧化碳超 1.75 亿吨，节省标准煤超 7000 万吨，相当于种植超 15 万平方公里的森林。

国网（苏州）城市能源院双碳协同技术创新中心主任查晓冬在会上介绍了该院今年 6 月首次推出的“电热协同、跨网互济”技术。围绕该技术形成的解决方案可实现城市内各种余热资源的“物尽其用”，并将其与新能源相结合，从而为电网提供大量灵活性清洁低碳甚至零碳资源。

“在碳达峰碳中和愿景下，立足于数字技术、需求侧响应技术、分布式架构技术、高弹性热电解耦技术以及集成式脱碳技术打造的电热协同网，将有助于实现区域内各行业协同、各类资源高度耦合与最优化配置，将对未来的城市能源转型与低碳发展转型起到推波助澜的作用。”查晓冬说。

本报记者 吴起龙 中国能源报 2021-10-25

共话碳达峰碳中和实现路径

2021 碳达峰碳中和烟台论坛 10 月 19 日在烟台开幕。在“碳达峰碳中和路径探讨”圆桌对话环节，与会嘉宾就能源安全、电力行业绿色转型、能源技术创新，以及风电、光伏发电、氢能产业助力降碳等话题展开了讨论。

中国工程院院士 于俊崇

实现碳达峰、碳中和目标，不能立刻弃煤

碳达峰、碳中和不是容易实现的目标。2020 年，我国煤炭消费量近 50 亿吨，目前还不具备依靠其他能源替代燃煤的能力。

能源安全是国家安全的重要组成部分，我国天然气、石油高比例依赖进口，所以这两种资源的替代路径不可行。我国风能、太阳能资源储量虽然丰富，开发量也相当可观，但其存在间歇性和不稳定性，必须配套发展柔性电网技术、区域电网技术和中小型储能技术。核电在我国能源结构中占比偏低，远期规划占比也仅能提升至 10%—15% 的水平，核电替代煤电也不现实。

构建以新能源为主体的新型电力系统，风能和太阳能是主力能源，但前提是保障国家能源的安全稳定供应。“减少用煤”的观点没错，但立刻停止用煤，会引发能源供应问题。事实上，我国在煤炭的清洁高效利用上成绩显著，煤炭清洗、高效利用、碳捕捉和煤气化、煤液化方面独树一帜，取得了很好的成绩。总之，我国要实现碳达峰、碳中和目标，其他能源要发展，煤炭也不能不用。

液化空气（中国）投资有限公司董事长 路跃兵

氢能在能源转型中将扮演重要角色

气候变化要求人类在尽短的时间内实现碳达峰、碳中和，有三大路径：从技术角度着手，提高能源效率；改变产业结构，降低高耗能、高污染、高排放行业的占比；改变能源结构，从高碳向低碳甚至零碳，从化石能源向非化石能源的转型，其中氢能将扮演重要角色。

从能源供给侧看，氢能能量密度高，作为能源介质可在不同能源形态中灵活转换，既可以大规模储能，又能提供分布式供能；从使用侧看，氢能可助力工业、交通、建筑等领域进行深度脱碳。

我们公司目前在全球拥有 50 多座大型制氢工厂、200 多座加氢站、2000 公里输氢管道。到 2035 年，我们在氢能方面的投资还将增加 80 亿欧元。中国发展氢能具有得天独厚的条件和优势，能够在风电、光伏、电动汽车之后再次引领世界。我们在中国有 120 多家企业，也正在与烟台市探讨利用当地的海上风电、核电资源制氢，应用在港口船舶、物流卡车等场景，形成良好的氢生态闭环。

协鑫(集团)控股有限公司副董事长、总裁 朱钰峰

碳达峰、碳中和带来发展机遇

碳达峰、碳中和打开了一个非常广阔的市场，推动整个能源产业链快速向前。降碳大背景下，协鑫也提出了发展方向——打造科技协鑫。

在碳达峰、碳中和过程中，风电、光伏成为主力增长能源。到 2030 年，我国“风光”总装机规模将超过 12 亿千瓦，大量装机将直接推动设备市场发展。经济投资回报是企业生产经营的重要推动因素，要实现上述规模，一定要推动行业持续降低成本。对此，协鑫愿意和全行业一起努力。

从当年的西门子法到今天的颗粒硅法，协鑫是目前唯一掌握硅烷流化床法（FBR）颗粒硅技术的企业，将大力推动光伏产业成本下降。未来，协鑫还要在技术研发上作更多努力和投入，致力于成为一家科技型企业。

原来的协鑫是一家电力生产商，未来的协鑫还将进行模式上的转变，向电力能源服务商转型。除了装机结构向清洁能源和新能源进行调整外，协鑫也在布局换电等新业务。

大金重工股份有限公司董事长 金鑫

中国风电装备制造业将走遍全球

去年，大金重工全程参与并主导了烟台风电母港产业园建设，产能进一步提升。预计今年，产业园内的塔架和海上风电滚装两个产品的产值将突破 40 亿元，其中 60% 的产品销往全球。未来，我

们在产业园的产能目标将从 50 万吨进一步提升至 70 万吨，不仅向全球销售风电塔架，还要由风电装备全球化走向风电海洋工程类业务全球化。

实现碳达峰、碳中和目标，非一家企业力所能及，应该是一个城市战略，是与产业、企业发展的结合体。最近有观点认为，海上风电成本和电价存在巨大落差，我认为这个矛盾最近两年就能解决。下一步，中国风电装备制造业也能走遍全球，我们对中国风电产业未来充满信心。

贝克休斯副总裁、中国区总裁 曹阳

现有技术难以实现碳中和

碳达峰、碳中和的挑战在于，既要不断增加能源供给，又要不断降低碳排放。就目前的技术水平来看，难以实现碳中和。现有技术仅能减掉大约 50% 多的二氧化碳排放，剩余部分只能依靠尽快推出的新技术。

我们认为，降碳行动离不开多方合作，跨行业、跨公司、跨政府携手同行才能实现。

贝克休斯已掌握二氧化碳捕集、封存及利用（CCUS）从早期的燃烧前、燃烧后捕集、压缩、输送到百年封存安全监测的全套技术概念，希望 CCUS、氢能等新技术能为能源保障保驾护航，为低碳减排作出贡献。

卢奇秀/整理 中国能源报 2021-10-25

广东省广州实现原生生活垃圾“零填埋”

垃圾吊指挥员将垃圾投入进料口，熊熊火光照亮了福山循环经济产业园资源热力电厂（二期）的焚烧炉……昨日，广州市资源热力电厂二期项目点火试烧垃圾。二期项目试烧让广州新增三个“全国第一”的标签：

国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一的城市；国内第一个实现原生生活垃圾“零填埋”的超大城市；国内第一个实现生活垃圾焚烧处理能力满足城市未来发展需求的城市。

广州，粤港澳大湾区的中心城市。超过 1800 万人在这里创造着财富与机遇，同时，每天也产生超过 2 万吨生活垃圾。然而，凭着国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一的硬实力，广州悄然实现了原生生活垃圾“零填埋”。

广州规划打破“填埋”为主的垃圾处理方式

随着社会经济发展及市场化水平的提高，广州的生活垃圾产生量剧增，垃圾正成为都市现代化过程中的沉重负担。

2002 年，广州兴建的亚洲最大生活垃圾填埋场投入使用。让人没有想到的是，7 年后的 2009 年日均垃圾接收量已经满负荷。据介绍，2009 年广州市日均产生生活垃圾 1.17 万吨，且每年以 5% 左右的速度增长。彼时，广州仅有一座生活垃圾焚烧发电厂，处理能力 1040 吨/日，生活垃圾焚烧率仅为 13%。

“广州的垃圾一天不处理，能铺满近 10 公里的东风路，厚度达 0.5 米以上；假如一年不处理，能堆成近三座越秀山！”广州市城管部门提交的一份报告，引起了广州市委、市政府领导的高度重视。如何按照生态环保、循环经济、绿色发展新思路，解决垃圾处理的问题？垃圾焚烧发电则是最为直观的碳减排路径。

经过反复研究，广州市做出了以循环经济产业园组团布局，在全市东、西、南、北、中五个方向布局统筹规划建设 7 个循环经济产业园的决定。这一决定将焚烧、生化、填埋等生活垃圾处理设施以组团的形式集中在一起，打造成为固废处理为主、资源共享、设施共用的绿色低碳环保园区。彻底打破“填埋”为主的垃圾处理方式，建设“焚烧为主、生化为辅、填埋兜底”的分类处理新格局，最终实现垃圾“零填埋”。

如何化解“邻避效应”？

决策透明、公示及时、广泛征求意见

实现“零填埋”，意味着广州需要建设更多的生活垃圾焚烧发电厂。然而，环保设施“邻避问题”向来突出，公众普遍有“不要建在我家后院”的心理。

早在 1991 年，广州就启动了生活垃圾焚烧发电厂的筹建工作，但直到 2005 年，广州第一个垃圾焚烧电厂才投产启用，环保设施“邻避问题”突出，全社会对“垃圾焚烧厂”的偏见让这把“变废为宝”的火迟燃了 10 多年。

通过深入调研，工作人员了解到，“邻避”项目引发的反对，主要源于信息公开不及时、决策过程不透明、建设手续不完备、科学宣传不到位等情况。

于是，广州市以充分尊重社会公众的知情权和表达权为原则，在热力电厂选址工作中，各区政府信息公开表示：对多个备选地址展开环评，综合公众意见、环评结果、专家意见确定选址，最终选址结果由公众决定。

为配合这项工作顺利进行，广州市城市管理和综合执法局作为行业主管部门，牵头建立五方党组织（市城管部门、区政府、镇政府、村委及广州环投集团），建立联络联动专项沟通协调机制，充分发挥基层党组织的战斗堡垒作用和引领力、凝聚力、战斗力，发挥党员的先锋模范作用，发动党员干部进入 7 个项目所在的社区、村户，通过个别谈话、走访慰问等形式，摸清村民思想动态及村干部真实想法，及时协调解决工作推进中遇到的困难和阻碍，最大限度减少外在因素对项目建设的干扰和影响，确保社会大局稳定。

“资源热力电厂的得名就是本着为人民着想的。”垃圾焚烧电厂的承建单位广州市环保投资集团有限公司（下简称“广州环投集团”）党委副书记、副董事长、总经理李水江说，“起初，公众环保知识有限，不了解垃圾焚烧电厂的处理工艺和‘减量化、资源化，无害化’处理结果，很多老百姓错误认为垃圾焚烧电厂是‘环境污染设施’。于是，广州市将‘垃圾焚烧发电厂’更名为‘资源热力电厂’，以缓解公众对‘垃圾焚烧’的反感与恐慌。”在党员干部一次次的耐心解释下，项目选址周边群众逐渐走出了对“垃圾焚烧发电厂”妖魔化认识。

为增加“沉浸式体验”，广州市还多次组织项目周边群众赴国内外先进地区考察调研，并在已建成运营的第一资源热力电厂设立公众开放日制度，组织社会各界代表开展“万人行”参观活动，通过参观对比，越来越多的市民开始接纳垃圾焚烧的理念。

经过几年的努力，广州在全市初步形成了对垃圾处理的社会共识。

2010 年，广州陆续启动了第三、第四、第五、第六、第七资源热力电厂一期项目的选址工作，2015 年开始同步建设，创造了全部项目两年半左右建成投产的广州速度。2019 年底，广州又同步建设五个垃圾焚烧电厂和四个生物质处理项目，全部项目平稳落地，实现项目实施“零纠纷”。

此外，广州建立相应的生态补偿机制，按照产废者付费的原则，建立生态补偿机制，本区垃圾焚烧发电厂处理外区垃圾时，按有关标准为属地居民发放生态补偿金。

如何让生活垃圾“变废为宝”？

100 户家庭中有 2 户在用垃圾焚烧发的电

走进福山循环经济产业公园，眼前的美景，就颠覆了人们印象中垃圾处理厂的固有印象。碧空万里无垠，绿树掩映着青山，从空中俯瞰，福山循环经济产业公园藏在一片青山的怀抱之中，在蓝天和绿树的掩映下，仿佛一个神秘的城堡。沿着小路蜿蜒而上，灌木点缀在舒缓的山坡，精心布置的园艺景观、色彩鲜艳的慢行步道，岭南园林景观移步换景，仿佛山丘之间长出的一个花园。

如今，七大循环经济产业园摇身一变成为环保公园，在全国首创了“循环经济产业园+环保主题公园”模式。其中，福山循环经济产业园、仙村循环经济产业园还被评为国家 AAA 级旅游景区。

福山循环经济产业园，还与白云山、华南植物园、海珠湿地公园共同入选广州生态文明建设的四张环保名片，向世界展示广州生态文明建设高质量发展成果和花城人民高品质幸福生活。

这些循环经济产业园不仅拥有“颜值”，还拥有变废为宝的黑科技。

“现在，广州市平均每一百户家庭里，就有 2 户在使用的是生活垃圾焚烧发电。”在广州环投旗下的福山循环经济产业园的环保科教展厅里，讲解员介绍，以福山循环经济产业园内的广州市第三

资源热力电厂为例，项目一期生活垃圾日处理能力 4500 吨，年发电量可达 5.4 亿度，可满足 20 万户家庭一年的用电需求。

“第三资源热力电厂二期项目配有 6 台日处理能力 800 吨的焚烧炉、3 台 50 兆瓦汽轮发电机组。”李水江表示。

在垃圾焚烧处理中，烟气的排放是市民最为关心的问题之一。广州市第六资源热力电厂以及各二期项目的烟气处理采用世界领先的“双脱酸双脱硝”烟气处理技术，排放指标不仅优于国标 2014，还优于欧盟 2010 排放标准。同时，项目还首次采用超高压带内再热参数机组，是世界生活垃圾焚烧领域最高参数机组，发电效率比一般垃圾焚烧电厂高出 10% 以上，具有里程碑式的意义。

数据显示，2019 年-2020 年，广州无害化处理垃圾总量从 668 万吨增长至 734 万吨，其中，焚烧处理由 312 万吨增长至 512 万吨，焚烧占比由 47% 增长至 70%；填埋处理由 339 万吨下降至 209 万吨，填埋占比由 51% 下降至 28%。2021 年项目建成后，广州无害化处理垃圾总量预计将达 893 万吨，其中，焚烧处理 748 万吨，占比 84%；生化处理占比 16%，完全实现原生生活垃圾零填埋。

如何让周边群众从中受益？

热力电厂建设带动乡村振兴，实现双赢

随着各资源热力电厂一期投产启用，在城市生活垃圾悄悄地进入循环经济产业园的同时，项目周边群众的生活也在悄悄改变。

按照规划，广州市对位于各循环经济产业园周边共 6 条村的数十个经济社实施了环保搬迁，在广州市制定的“为民谋利，共建共享”思想指导下，全市各级各部门始终把群众利益放在首位，认真解决项目所在地群众的每一项诉求，在政策允许范围内让更多群众得实惠，实现“双赢”。

据介绍，广州市修订完善《广州市生活垃圾终端处理设施区域生态补偿办法》。每年全市安排专项生态补偿费拨付到属地政府，直接用于项目周边环境整治改善、市政配套改造升级、集体经济扶持发展、居民体检和生活补助等，真正让周边群众从中受益。

为村民提供了不少就业岗位，发展了乡村经济。据介绍，通过乡村振兴、千企帮千村等行动，广州环投集团成立帮扶工作领导小组，帮助产业园周边的乡村巩固脱贫攻坚成果，改善美化村容村貌和居住环境、吸纳周边村民到项目就业，投入帮扶资金支持村集体经济发展。

在距离鳌头循环经济产业园一公里外的潭口村，记者看到，在广州环投旗下的环投从化公司的帮扶下，潭口村民乐中学一改校园路面泥泞、基础设施落后的情况，如今，民乐中学的 70 余处设施在环投从化公司的帮助下完成提升改造，学校还有了属于自己的校园舞台，帮扶成果获得了潭口村干部群众的一致好评。而今后，随着产业园打造为公园和旅游景区，前来观景游玩的游客也将为周边乡村带来经济效益。

广州国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一

五大资源热力电厂二期项目点火试烧，加上此前已建成的资源热力电厂处理能力，广州生活垃圾焚烧设计处理能力达到 3.3 万吨/天，生化设计处理能力达到 0.61 万吨/日，已基本形成了“焚烧为主、生化为辅、循环利用”的生活垃圾分类处理新格局，不但让广州创造了三个“全国第一”：

国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一的城市；国内第一个实现原生生活垃圾“零填埋”的超大城市；国内第一个实现生活垃圾焚烧处理能力满足城市未来发展需求的城市，还为满足城市未来 15 年发展提供了垃圾处理的坚实保障。

“根据测算数据，将完全满足‘十四五’期间以及未来一段时期广州市生活垃圾日产生量的处理需求。”广州市城市管理和综合执法局党组书记、局长陶镇广表示，“在以后的生活垃圾分类工作中，只要市民群众‘分得出来’，我们的终端设施就能够‘处理得掉’。”

中国城市建设研究院有限公司总工徐海云表示，如今广州市建成的垃圾焚烧处理能力不仅着眼于现有生活垃圾及时处理，还统筹考虑旧垃圾填埋场存量垃圾的处置，必将为国内推进“双碳”目标做出典范。

程尔凡 工人日报 2021-10-18

湖南积极部署能源领域碳达峰工作

10月8日,《湖南省能源发展报告2020》(下称《报告》)正式发布。根据《报告》,2020年,湖南省能源消费总量达到约1.6亿吨标准煤,单位GDP能耗持续下降,已顺利完成了“十三五”能源消费双控目标。

记者了解到,湖南属一次能源资源匮乏省份,能源是湖南省经济社会发展较为明显的短板和弱项,能源保障长期承压。

《报告》显示,2020年湖南一次能源生产总量达到3056万吨标准煤,同比下降1.4个百分点。其中煤炭占一次能源生产总量比重为24.6%,下降了7.3个百分点;一次电力占一次能源生产总量比重为75.4%,同比提升7个百分点。

受能源禀赋限制和煤炭去产能影响,2020年,湖南对外依存度延续了近年来高位运行态势,达到81.2%。

记者了解到,当前湖南省一次能源资源严重匮乏、全国能源流向末端的基本省情没有变,供应保障能力偏低、用能成本偏高、供需结构不平衡等一些长期存在的结构性矛盾和深层次问题仍然凸显,亟待破局。

根据《报告》,面对上述困局,“十三五”期间,湖南省在超额完成国家下达的煤炭去产能任务(完成煤炭产能退出2161万吨,占比近六成)基础上,加快提升能源供给能力。

其中,电网建设进入快车道,完成电网投资超过918亿元,为“十二五”时期的2.1倍;同时加快构建以新能源为主体的新型电力系统,2020年,湖南省风电、光伏并网突破1千瓦,装机比重超两成,新能源发电占比显著提升;2020年,湖南省新能源装机达到1144万千瓦,发电量为168亿千瓦时,占全省发电量比重首次突破10%。与此同时,天然气管道里程倍增,从1380千米增加至2890千米,管道气化人口从900万人增加到2000万人。

《报告》预测,根据经济发展和能源消费最新情况,预计2021年湖南省能源消费总量将达到1.67亿吨标准煤,同比增长2.6%,较2020年提高0.9个百分点。

从供应方面看,预计2021年湖南省能源生产总量将达到2900万吨标准煤,同比下降5.1%,外部调入1.38亿吨标准煤,能源对外依存度将进一步上升至82.6%。

为解决“十四五”时期湖南能源供应不应求的问题,未来五年,湖南将继续坚持源网荷储协调发展,重点加快已核准的660万千瓦火电厂建设,力争新增600万千瓦以上煤电;加快构建以新能源为主体的新型电力系统,预计到2025年,湖南省新能源装机占比将提升至33%;同时加快电能替代,降低碳排放强度,推进零碳示范区建设;加快“宁电入湘”特高压直流工程落地;大力引入优质低价外来能源,重点推进南昌—长沙,荆门—长沙特高压交流和雅江支流建设;新建燃气电厂也被列入下一步湖南能源发展规划中。

与此同时,在全国碳达峰、碳中和目标背景下,瞄准碳中和、推动能源领域碳达峰,将成为湖南省未来十年内的重要任务。

2020年,湖南省能源活动碳排放量约3亿吨,其中煤炭碳排放占比最高达到78%,石油碳排放占比约19%,天然气占比最低,仅3%。

据介绍,未来,湖南围绕构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系,将从能源供给侧、消费侧、固碳侧三方面联动协同发力——加快构建以新能源为主体的新型电力系统,加快实施电能替代,推进零碳示范区建设。

根据《报告》,未来五年,湖南省将强化节能增效,力争到“十四五”末,长株潭地区及其他有条件地区实现垃圾全量低碳处理;着力加强建筑从用能者向供能者转型;转变煤电功能布局,完成从电量供应主体向应急保障调峰电源的定位转变,力争实现煤电消费在2025年前后达峰,峰值控制在5000万吨左右;扩大可再生能源供给,到2025年,力争实现光伏发电规模翻两番;不断提升终端用能电气化水平,加快“双高型”电力系统技术、低成本高安全性新型储存技术与可再生能源等技术的

进一步发展。

《报告》预测，湖南将在“十五五”期间实现能源活动碳达峰，预计到2025年、2030年、2035年，能源活动碳排放量将分别达到3.26亿、3.35亿和3.31亿吨。其中，煤炭碳排放将在“十四五”时期达峰；石油碳排放将在“十五五”时期达峰，而天然气碳排放将在历经快速上升后，也将有望于“十六五”时期达峰。

本报记者 张金梦 中国能源报 2021-10-18

技术变革将赋能交通运输业减碳

近日，能源基金会和南方周末联合举办“高效、创新、零排放：双碳目标之下的交通运输行业”活动。与会专家指出，“碳达峰”、“碳中和”不止是中国向世界做出的庄严承诺，更是一场影响深远的社会变革，汽车技术变革将助力中国不会重复发达国家交通碳排放之路，中国未来的交通运输业将走出不一样的碳达峰与碳中和路径。

当2020年我国正式提出“双碳”目标之后，“碳达峰”与“碳中和”成为社会各界讨论的热点，而关于交通运输业这一“排放大户”将要给全国按时实现碳达峰“拖后腿”的讨论一直未停歇。

据生态环境部于2021年6月发布的《数字出行助力碳中和》研究报告，交通行业二氧化碳排放量约占全国总碳排放量的10%左右。在过去十五年里，我国交通碳排放的比重翻了一倍。

“不是别人让我们去做，而是我们自己需要去做。”在交通运输部科学研究院综合运输研究中心主任李忠奎看来，“双碳”目标是一场广泛和深刻的经济社会系统性变革，要有政策合力推动交通运输在产业结构、生活方式、生产方式、空间格局的变化，相关研究要结合实际，平衡发展与减排的关系，通过科学的方法，研究和判断可能出现的政策发展路径，提出符合现实的政策体系、技术方案和工作措施。

李忠奎指出，交通运输行业要实现碳达峰和碳中和面临严峻考验，首先，未来我国交通运输需求仍将保持中高速的发展，其次，货物运输结构仍不尽合理，而将来为改变交通运输结构而建设铁路货运专线、集疏港码头、综合枢纽则带来巨大的财政压力，另外，传统能源运输装备能效水平有限，低碳技术装备发展路线也仍不明确。

对此，他提出了节能提效、多种方式推广新能源车辆、调整运输结构、建设低碳基础设施和创新低碳技术等实现“双碳”目标的实施路径。李忠奎建议称，调整运输结构需推动大宗货物和中长距离货运“公转铁”“公转水”，推进港口或物流园区铁路专用线建设，发展以铁路、水路为骨干的多式联运，推广高效运输组织模式，并根据不同规模的城市采取多样化的绿色出行方案，推动低碳交通发展。

在中国城市规划设计研究院城市交通研究分院院长赵一新看来，交通运输结构性的转变，相比其他许多路径，可能对能耗的改变更大。据了解，目前，水运和铁路运输能耗低，但现实中我国货物运输仍以公路运输为主。赵一新认为，这背后有许多原因，涉及到很多行业，需要发挥政策合力，从多个行业领域综合推进交通运输结构转变。

交通运输部水运科学研究院首席研究员彭传圣则表示，从供给侧角度调整交通运输结构的减排效果或许并不一定有效。“公路运输转到水路运输，两者的周转量不一样，而且市场会根据成本做出自己的选择。”他认为，水运燃油油品污染及碳排放更高，水运可能并非更低碳。因此，他更青睐从需求侧角度出发，从市场需求来调整交通运输结构。

值得注意的是，在会议中，能源基金会交通项目组高级项目主任龚慧明指出，新能源汽车市场发展超出了我们的预期，新能源汽车技术的突破或将助力我国交通运输行业提前达峰。

龚慧明认为，发达国家交通领域实现碳达峰相较于其他领域较晚，在一定程度上受到此前交通供能局限于石化燃料和内燃机动力技术限制的影响。而中国未来的交通排放将会受到新能源动力的影响而产生不一样的路径，“我们需要在新的情况下对交通碳达峰进行新的探讨”。

同时，龚慧明提出，“碳中和”必须建立在技术突破的基础上，毫无疑问汽车行业是具备突破性的重点行业之一。“国家碳中和目标的实现需要汽车行业先行，新能源汽车技术的突破能够支持交通提前达峰，并为国家碳中和目标作出积极贡献，同时促进经济高质量增长和转型。”他建议，中国急需出台更加积极的中长期电动化目标，考虑 2035 年左右实现全面电动化，引领各利益相关方形成合力。“在这一目标实现后，我们就有可能在 2050 年实现道路交通零排放。”

中国生态环境部固体废物与化学品管理技术中心总工程师韦洪莲认为，我国交通行业实现碳达峰、碳中和压力较大，但已经找到一条比较切实可行的路线。他提出，以前我们通过选择氢燃料电池或替代能源等方式实现交通零排放，但目前走得最快最广的是纯电动的技术路线。“关键问题是我們是不是需要多样化的能源路线，未来，我们需要在发电体系和储电体系上做的更多。”

在基础设施规划和城市建设促进减碳方面，赵一新认为，城市需要形成政策合力，真正地在减碳上做文章。城市不同的交通出行方式、不同的基础设施供应情况、公共交通的投资力度和如何使用低碳方式的比例会很大程度上影响城市的碳排放。

从整体来看，龚慧明认为，“双碳”目标给中国交通运输业的相关各行业都带来了巨大的挑战。他指出：“但我国强国战略和经济高质量转型都需要汽车行业做出非常积极、尽快的贡献，这既是压力，也是挑战，反过来说更是未来的机遇。中国汽车产业是有可能走向全球、走向世界的，未来取决于今天我们的共同努力。”

李丽旻 中国能源网 2021-10-19

减污降碳不是简单地拉闸限电

正值秋冬季，大气污染防治进入一年之中的攻坚期。记者了解到，多地治理虽取得实效，但空气质量改善成果还不稳定，尤其是京津冀及周边、汾渭平原等重点区域重污染天气仍高发频发，PM2.5 浓度分别为全国平均水平的 1.5 倍、1.3 倍，直接影响“十四五”空气质量改善任务的完成。此外，上半年“两高”行业产品产量、煤炭消费量等出现明显反弹，进一步加剧治理压力。

如何寻求突破？中国工程院院士、原副院长杜祥琬向记者表达了他的观点。

减污与降碳尚未实现协同增效

我国产业结构偏重、能源结构偏煤、运输结构偏公路等问题尚未根本改变，导致大气污染防治形势依然严峻。以 2020 年为例，全国仍有 37% 的城市 PM2.5 浓度超标，其中 24 个城市超标 50% 以上；77% 的重度污染由 PM2.5 引起，个别城市重污染天数超过 40 天。

与之形成对比的是，末端治理空间和减排潜力越来越小，一味延续传统方式不再适用。杜祥琬提出，以降碳为重点战略方向，减污与降碳需协同增效。“减污针对二氧化硫、氮氧化物、细颗粒物等污染物排放，降碳是以二氧化碳为代表的温室气体减排。二者概念不同，但是同根同源，在工作方向上高度一致。大部分大气污染物及二氧化碳排放，均来自煤炭、石油等化石能源的燃烧。”

“目前，减污取得阶段性进展，但大气环境尚未实现根本性好转，PM2.5 浓度还处于高位。”杜祥琬坦言，已有成效主要是靠末端治理，诸如燃煤电厂脱硫脱硝、工业尾气减排等方式，作为根本之道的源头治理措施却占少数。“近两年，我国煤炭消费占一次能源消费的比重逐年下降，但煤炭消费总量并没有下降。从绝对量来看，整个化石能源消费是在上升的。”

杜祥琬还注意到，我国碳排放强度明显降低，二氧化碳排放绝对值却未减少。“今年上半年，全国碳排放量较去年、前年同期，分别增加了 11% 和 8%。减污与降碳协同治理了吗？还有观点认为，碳中和就是让碳汇量等于排放量。这样说有点简单，一定要通过二氧化碳绝对量减少，使减排后的剩余排放量与人类活动增加的碳汇、碳吸收利用量相对平衡。”

煤耗空间密度大导致高碳排放

在杜祥琬看来，减污降碳仍需克服巨大困难，为此首先要充分认清当前形势。

从大气污染排放来看，各种污染物来源多样、成分复杂。“但多项研究一致表明，源于煤炭、石

油等燃烧产生的一次颗粒物、二次颗粒物，占到 PM2.5 排放的 2/3 以上，包括移动源、工业源、生活源等。”杜祥琬表示，这是下一步减污的重点与难点。

再看碳排放情况，历经本世纪初的陡坡期，我国新增排放已进入趋缓期。总体来看，我国人均碳排放量并不算高，但单位 GDP 碳排放强度仍高于世界平均水平。“现在就是要通过碳排放强度的降低实现碳达峰，让排放量不再升高且开始下降。”杜祥琬向记者举例说明问题的严峻性，“我国胡焕庸线以东地区，国土面积约为全球陆地面积的 1/30，在这块土地上，每年消耗了全球煤耗的 50% 左右。单位国土面积消耗的煤炭，即煤耗空间密度是全球平均值的 15 倍。如果单独计算京津冀地区，排放数据更为严重，这也就不难理解京津冀及周边污染一度那么严重。”

杜祥琬进一步表示，高碳排放背后主要包括 4 个因素叠加影响。“一个是我国人口密度高，这是基本国情；二是我国单位 GDP 能耗强度依然偏高；三是在我国一次能源消费结构中，煤炭占比高，与欧美国家油气比例高的情况不同；四是在煤炭使用中，非发电燃煤比例较高。发达国家即使用煤，主要也是发电。我们除了发电外，接近一半的煤用于工业等领域，包括污染程度最高、最低效的散烧煤仍未完全消除。”

协同增效着力点在于源头治理

结合现状，杜祥琬提出，减污降碳是一个复杂的系统工程，应把握好节奏、积极稳妥发展。“既要防止‘一刀切’，比如以为简单地拉闸限电就是低碳，同时要防止转型不力带来的落后、无效投资。协同增效着力点在于源头治理。”

具体而言，一是节能提效，产业结构调整潜力最大，扭转产业偏重、能源偏煤、效率偏低现状，进而减少工业等领域用煤。“技术进步也会带来显著的节能效果。比如改变工艺流程，一部分用煤环节改成用电或用氢，制造业生产的装备和产品采用低碳技术，采用数字技术提高生产和管理效能等。”杜祥琬提醒，重视固废资源化利用的价值。“提高资源化比例，可减少垃圾填埋所产生的甲烷等温室气体。实施垃圾焚烧发电或制沼气，能够增加可再生电力或生物质气。固废中含有有色金属等多种再生资源，加以合理利用，有助于大幅降低冶金煤耗。”

二是大力推进能源清洁化、低碳化，提高电力在终端能源消费中的比例，构建以新能源为主体的新型电力系统。杜祥琬认为，在稳妥减少煤炭消费、清洁高效利用煤炭的同时，要注重回归科学产能，减少煤炭非发电用途。“非化石能源的发展还离不开储能技术支撑。未来 5 年，电化学储能成本有望降低 1/3，未来 10 年再降 66%-80%，由此带来的节电成本可抵消储能设备成本。”

杜祥琬预测，全国煤炭消费量可在“十四五”期间达峰，石油和天然气将在“十五五”“十七五”期间梯次达峰。“我们有望在 2027-2028 年实现碳达峰，峰值在 105 亿-110 亿吨二氧化碳，其后采取更有力的措施，进入实现碳中和目标的阶段。在此驱动下，全国 PM2.5 平均浓度有望从 2020 年 33 微克/立方米降至 2030 年 30 微克/立方米以下，进而产生更强的协同效应，2060 年进一步到 15 微克/立方米。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-10-18

交通运输行业降碳如何少走弯路？

我们对待双碳目标尽量不要用静止、冒进的方式去看，交通行业未来 15 年到 20 年都会是一个快速增长的行业，需要我们以一种稳健的方式对待，打的是持久战，所以现在最大的挑战其实是心态。

交通运输部科学研究院交通发展研究中心主任 李忠奎

碳达峰碳中和是系统工程，涉及行业的方方面面，不只是二氧化碳减排，还包括氮氧化物减排，所以要考虑整体和局部、短期和长期的关系，通过科学的方法研究和判断未来可能出现的政策发展路径，供政府决策和企业发展参考。

并且，应该结合不同区域、不同层面的实际情况开展工作，不能盲目跟随、层层加压，应该深

入研究，提出符合现实的政策体系、技术方案和工作措施。

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心总工程师 韦洪莲

现在只有 20%左右的新能源车电池由企业回收，大部分都在地下拆解流通。目前政策法规体系标准已经有了，监管和补贴政策制度还不太明朗，在实用环节达到减排的效果，不能在回收环节反弹回去。

我们面临最大的问题就是电池标准不统一，造成后端利用、拆解难度比较大，未来新能源电池的标准化、通用化也是下一步我们面临的挑战。

城市规划设计研究院交通研究分院院长 赵一新

最关键的还是要稳一点，虽然说发达国家从碳达峰到碳中和，欧盟是 71 年，美国是 43 年，日本是 37 年。中国给自己规定的时间是 30 年，最短，但也还有 30 年，不是明天就要实现。所以不能做成“运动式”的“毕其功于一役”，事情还是要一点一点地做，不要把马拉松跑成百米冲刺。

中共中央、国务院近日印发《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》，提出加快推进低碳交通运输体系建设。优化交通运输结构。加快建设综合立体交通网，大力发展多式联运，提高铁路、水路在综合运输中的承运比重，持续降低运输能耗和二氧化碳排放强度。推广节能低碳型交通工具。加快发展新能源和清洁能源车船，加快淘汰高耗能高排放老旧车船等。

交通运输行业与公众的生活、出行以及旅游休闲等密切相关，交通运输业这样的碳排放大户在尝试实现双碳目标过程中会如何影响上下游，其减排又将面临怎样的机遇和挑战？这些受到业内外广泛关注。

交通运输行业降碳挑战不小

“彩色电视对黑白电视的替代周期，是 9 年；液晶电视对传统电视的替代也是 9 年；每个人都在使用的智能手机，用了近十年时间达到了 90%的替代率；新能源车从 2015 年左右真正发展起来，那么再过 5 年情况如何呢？”

在由能源基金会和南方周末联合举办的“高效、创新、零排放：双碳目标之下的交通运输行业”的媒体工作坊上，能源基金会交通项目组高级项目主任龚慧明向听众抛出了一个很有意思的问题。

“国际能源署统计显示，交通出行在全球各能源消耗部门中占比居前。‘十四五’期间仍是交通大建设、大发展时期，我们要建设交通强国，实施国家综合立体交通网发展规划，发展任务繁重。”交通运输部科学研究院交通发展研究中心主任李忠奎说。

“双碳工作与交通发展目标并不矛盾，可以借此实现行业转型发展。”李忠奎表示，但是，交通运输行业绿色发展面临的挑战和问题不小，首先是交通运输需求仍然保持上升态势，其次是货物运输结构仍不合理。

价格成为横亘在推进货物运输结构调整之路上的一只“拦路虎”。

“理论上，铁路运输应该比公路运输成本低。但目前我们调研发现，在有的地方，有的企业货物运输由公路转向铁路后，成本反而增加了。”交通运输部规划研究院环境资源所所长徐洪磊说。

这背后的原因较复杂，一方面是有的地方或企业还未实现铁路“门对门”运输，需要增加短驳运输；另一方面是我国目前存在公路运输不正当竞争的情况。

与此同时，一二线城市的移动源排放对 PM2.5 的贡献占比越来越高。

北京第三轮细颗粒物来源解析显示，移动源在全年不同时段和空间范围内均是本地大气 PM2.5 第一大来源，占比达 46%。并且，各城市针对六类污染物的监测数据中，路边站的浓度都显著超过其他站点，这也是交通运输行业实施大气污染防治的重要性所在。

一边是包括碳在内的排放大户，一边是潜在的增量，交通运输行业减碳这个话题似乎怎么看都不会轻松。

清华大学环境学院副院长吴焯给出一组数据：就千人汽车拥有量而言，美国大概是 700-800 辆，欧洲是 500-600 辆，我们现在刚刚达到 200 辆。今后，我国汽车总量可能还会接近翻一番。

我们是否有条件走得更快？

有压力，也有机遇。

目前来看，纯电动技术路线已经趟出了一条路，全国新能源车产销量继续刷新着记录，龚慧明用了“超出预期”一词来描述。

据中国汽车流通协会乘用车市场信息联席会统计数据，今年 1-9 月全国乘用车零售量累计达到 1448.6 万辆，同比增长 12.0%，同比增量 155 万辆中的新能源车增量为 139 万辆，占总增量 94%，对 1-9 月同比增速贡献了 11 个百分点。

仅在 9 月，新能源车产销再创新高，产销均超过 35 万辆。产销两旺提振销量预期，多方机构预测，今年新能源车销量有望突破 320 万辆。

从不同车型电动化的发展情况来看，公交车已经基本上实现全面电动化，出租车和网约车也在快速电动化。

“深圳在 2015 年以后二氧化碳非常明显地降下来，这归功于深圳当时公交车百分之百纯电动化。这些车辆虽然占比只有 20% 左右，但因为单车行驶的里程特别长，走走停停，所以排放量并不小。”吴焯表示。

货车电动化是当前车辆电动化中碰到的最大挑战，涉及长距离运输的续航里程等问题。

对此，龚慧明建议：“交通行业在推进双碳工作中要尽快跟国际对比评估，出台更积极的中长期发展目标。一是充电基础设施的保障，让每个人真正用起来；二是重型货车已经在短途应用场景使用，下一步要对中长途的应用需要开展试点和示范；三是出租车、网约车加速实现电动化。”

将这部分未来交通的增量排放控制好，即使车辆数量会翻番，二氧化碳增幅也是可控的，同时给电动车、氢燃料车、生物燃料车以及公共交通等的发展提供了一个机遇期。

排放趋近于零真的好吗？

吴焯最近发现了一个很有趣的现象。

“现在你很少见到纯汽油车的车型，很多保守人士也不会选择纯电动车，所以结合各种清洁能源技术、混动技术的车辆成为了市场和车主的新选择。”

对此，他解释道：“在环保领域，我们很喜欢‘零’这个数字，因为排放越趋近于零，就意味着越清洁。但是在经济学领域，零排放会让边际成本极大地上升。”

任何一个新生事物就像孩子一样，随着孩子长大，所有呵护都会慢慢退出，“补贴和禁售时间表对于新能源车发展都不是一种长期的刺激方式，不管是手机还是黑白电视抑或彩色电视，都是通过技术突破实现市场碾压的。”吴焯说。

最近，国庆假期出行大潮中“一桩难求”的话题很火，服务区里往往是“充电一小时，排队五小时”。对于大多数纯电动汽车来说，几百公里路程往往要中途充电数次，堪称“车在囧途”。

这从一个侧面反映出新能源车近年来保有量飙升的事实，令人欣慰，但带来更多的是警醒。《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》提出，到 2035 年，纯电动汽车成为新销售车辆的主流。

这意味着，新能源车的技术突破已经不仅局限于电池续航方面，还在于它使用过程中的安全性和便捷性，这需要运输组织开展信息化技术、智慧交通技术创新。

“没有哪个车主愿意把时间都耗在排队等待充电上。安全性、便捷性等都是新能源车的竞争力。有了竞争力，市场和公众就会进行自主选择。”吴焯认为。

高速出行要避免“车在囧途”，城市出行则将重点放在“慢一点”。

到 2035 年，我国城镇化率将达到 75% 左右，大量的人住在城市，不同的交通出行方式、基础设施供应情况、公共交通投资力度和使用低碳方式的比例会很大程度上影响城市的碳排放。

所以从基础设施规划和城市建设的角度来说，要减少碳排放，还是倾向于发展公共交通、轨道交通和慢行交通。

现在很多城市在建设慢行系统，如《北京市慢行系统规划（2020 年-2035 年）》提出，推动水、路、绿三网融合，腾出骑行空间，露出水边美景。城市规划设计研究院交通研究分院院长赵一新表示，出行结构转变对于碳中和十分重要，若 1 名小汽车使用者转而采用自行车出行，一年能够减少

1 吨的碳排放量，从个体角度就基本实现了碳中和的目标。

本报记者王珊 中国环境报 2021-10-26

揭秘，全国碳市场为何这么设计？

“全国碳排放权交易市场（以下简称全国碳市场）发展主要有三大方向，一是尽快扩大全国碳市场的行业覆盖范围，二是将全国碳市场总量设定与全国碳排放总量控制制度有机结合起来，三是开展碳市场与碳税两种政策工具的协同研究，积极发挥碳税的重要补充作用。”参与全国碳交易市场设计的清华大学能源环境经济研究所所长、教授张希良在全国工商联环境商会第十九期总裁论坛圆桌会议上表示。

今年 7 月 16 日，全国碳市场正式启动了第一个履约期。从 2011 年部署 7 个地方碳市场试点至今，我国碳市场建设经历了 10 年的探索历程。此次全国碳市场的建立背后有哪些设计要点和原则，未来发展方向是什么，工业碳排放进程如何？会上，专家进行了“揭秘”。

为什么选择碳市场手段？

考虑到预先设定一个合理有效的碳税比较困难、减排量不确定性等问题，现阶段采用碳市场政策更加可行

碳定价机制包括碳排放权交易系统(ETS)和碳税，二者都有明确的碳价。目前国际上共有 61 个国家和地区采用或计划采用碳定价工具，其中 31 个采用碳交易、30 个采用碳税。我国为什么选择碳市场手段？

张希良说，采用碳税政策，相当于政府给定碳价，市场决定减排量。而在碳市场政策下，政府可以设定碳减排量，市场决定碳价格。在理想的完全市场条件下，碳税应该与碳市场价格有统一的效果，但考虑到政府预先设定一个合理有效的碳税比较困难、减排量不确定性等问题，现阶段采用碳市场政策更加可行，未来将探索碳市场与碳税结合，积极发挥碳税的重要补充作用。

他认为，全国碳市场的建立意义重大。一是实现碳达峰碳中和目标的重要政策手段，以最低的社会成本控制碳排放总量，为经济和行业转型升级提供有效激励，促进经济增长新动能的形成，同时促进可再生能源和核能的开发利用。

二是节能减排政策重要创新。从“行政措施+财政补贴”转到基于市场的政策手段，测量、报告和核查制度（MRV）和有效的违约经济惩罚还将助力能效标准落地。

“目前世界上尚没有一个发展中国家建立了成熟稳定的碳市场。尽管目前只有一个发电行业参加交易，中国的碳市场已经是全球规模最大的碳市场，将为广大发展中国家碳市场建设和区域碳市场连接提供借鉴，引领未来全球碳市场发展。”张希良表示。

为何选择基于强度的碳市场？

将分阶段完善全国碳市场的设计，配额以免费分配为主，同时探索有偿分配方法

“有效的碳市场应具备碳价水平合理、减排激励有效、市场参与度和活跃度高、市场秩序良好、碳泄漏风险较小、对企业和行业竞争力影响小等特征。”张希良认为。

相对于欧盟和美国采用基于总量的碳市场，我国碳市场设计时做了整体考量，选择基于强度的碳市场。目前全国碳市场采用的配额分配方法主要是基于碳排放强度和实际产量的免费配额分配方法。这样的分配方法下，企业获得的配额取决于企业履约期的实际产出量和国家设定的行业碳排放基准值，配额量可以根据经济环境调整，避免过紧或过松。

张希良透露，目前我国也在探索有偿分配方法，将分阶段完善全国碳市场的设计，把全国碳市场总量设定与全国碳排放总量控制制度有机结合起来，不断提高行业碳排放基准的严格性，尽快引入配额有偿竞买，并引入第三方投资主体，提高碳市场的参与度和流动性。

他说，我国碳市场设计时主要是立足于我国经济发展阶段、减排承诺、排放结构、市场化条件等国情，统筹近期与长远、效率与公平的关系，坚持碳市场建设与宏观经济政策一致，统筹全国碳

市场与电力市场化改革进程间的关系，以及与地方试点和国际碳市场发展的关系。

上述原则下，全国碳市场的设计覆盖范围包括 8 大行业 20 个主要子行业，排放类型为企业现场的直接二氧化碳排放和因为使用电热导致的间接排放。企业门槛为年 1 万吨标准煤（2.6 万吨二氧化碳排放），企业数量约 8000 家，全国碳市场最终控制的碳排放总量可达约 67 亿吨。

碳减排为何注重发电和工业企业？

“十四五”高耗能行业有望纳入全国碳交易市场，工业绿色低碳转型将加快

“超出 70%能源相关的碳排放来自能源和制造业等工业部门，超过 70%的电力用在工业部门，约 50%的煤用在发电供热部门。”张希良介绍，全国碳市场建设时充分考虑了我国国情，以电力行业为突破口，首批 2162 家发电行业的重点排放单位被纳入到全国碳市场中，开展履约和线上交易。

生态环境部已经连续多年组织开展了全国发电、石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、航空等高排放行业的数据核算、报送和核查工作。“‘十四五’期间，力争做到对八大高耗能行业的全覆盖，尽快增加水泥和电解铝两个行业上线运行。”张希良表示，未来碳减排责任将压实到电力和工业部门、发电和工业企业。

中国电子信息产业发展研究院副院长刘文强介绍，我国目前钢铁、水泥、电解铝等 3 个行业碳排放占工业碳排放一半左右，这些行业应尽快加快绿色低碳技术产业化，在 2025 年前后依次达峰。2030 年前，我国工业要总体达峰，2035 年前开启工业脱碳进程，全面建设现代化绿色低碳工业体系。

“工业领域碳排放总量控制迫在眉睫，应尽快开展低碳工艺、技术创新与产业化，加快氢基工业级制氢行业碳排放管理。同时，重点工业行业应开展碳捕集、利用与封存技术推广示范，工业产品碳足迹管理要加强。”他表示。

崔煜晨 中国环境报 2021-10-19

聚焦“双碳”目标 长江中游城市群探寻区域协作动力

10 月 21 日下午，长江中游城市群碳达峰碳中和市长圆桌论坛在湖南省长沙市召开。来自长江中游城市群、长三角地区等近 20 个城市的市长代表团以线上和线下的方式，共同描绘长江中游城市群绿色发展美好未来。

这是长江中游城市群首次以“双碳”为议题聚首长沙，也是中国首个区域性以“双碳”为主题开展的高规格交流论坛。本场论坛是将于 22 日开幕的 2021 长江中游城市群碳达峰与碳中和峰会的重要活动，也是该峰会的首场交流论坛。

中国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表示，从城市群和流域的角度，减碳、降污、节能、节省资源是绿色发展实施的路径，要以行业+区域+流域+城市群的模式，立足于生态环境保护基础，依托产业特色、基础和优势，制定碳达峰和碳中和的路线图，并重点加强产业的转型升级与技术革新，减少排放。

长江中游城市群作为长江经济带的重要组成部分和“两型”社会建设引领区，探寻“双碳”目标下的发展是必由之路，也是必解之题。近年来，长江中游城市群各城市聚焦绿色低碳产业做文章，在突破绿色低碳技术上下工夫，在完善绿色低碳政策上出实招，推动产业转型、城市高质量发展。

作为中国第三批低碳试点城市，长沙将“低碳”战略扎根城市发展理念，在能源、产业、建筑、交通、生活等方面多措并举，城市绿色高质量发展取得明显成效，为落实“双碳”目标奠定了坚实基础。

湖北省武汉市在绿色发展答卷上，紧盯排放减量，推动发展方式转型；围绕碳汇增量，抓好生态文明建设；聚焦关键变量，加大科技创新力度；壮大产业体量，打造全国碳金融中心，取得了一定成效。

“加强绿色发展新征程，根本在于深化大合作。”江西省南昌市发改委副主任钟坚认为，长江中游各城市间区位条件、资源禀赋、产业发展存在差异，要加强基础构建，强化科技共创、金融互助和政策互通，有效破除区域差异障碍，推动构建公平畅通的市场环境。

中国国家发改委能源研究所原所长、中国能源研究会常务副理事长周大地，瞄准碳中和实现的关键词之一“能源”，提出了能源系统实现碳中和的四条途径：能源消费向绿色低碳转型；能源从化石能源转变为非化石能源；通过碳捕集与封存，保留部分化石能源，达到零碳排放；增加碳汇，中和部分碳排放。

“实现‘双碳’目标是长江中游城市群必须完成的历史使命和时代担当。”长沙市委副书记、市长，湖南湘江新区党工委书记郑建新希望，各城市以此次论坛为契机，在推动区域产业协同发展、基础设施协同配套、能源结构协同转型、交易市场协同运行、技术创新协同共享等方面精准发力，携手共进，让“双碳”宏伟目标变为美好现实。

鲁毅 肖婉怡 中国新闻网 2021-10-22

全国碳市场“稳步走”更待“活水来”

10月23日，全国碳排放权交易市场正式启动上线交易满一百天。自今年7月16日开张以来，截至10月22日，全国碳市场累计成交额超8亿元。站在百日的新起点上，随着机制的完善与活力的点燃，我国碳市场未来发展空间值得期待。 稳！百日累计成交额超8亿元

记者从全国碳市场的交易运营和维护单位——上海环境能源交易所了解到，截至2021年10月22日，全国碳市场共运行64个交易日，碳排放配额（CEA）累计成交量1911.06万吨，累计成交金额8.63亿元。挂牌协议交易最高成交价61.07元/吨、最低成交价41.00元/吨。

回顾百日，全国碳市场呈现的几个“稳步走”态势令人欣喜。

总体运行平稳有序。自开市以来，全国碳市场每个交易日均有成交，单日最高成交量为847.44万吨，日均成交量约30万吨，挂牌协议交易和大宗协议交易均有成交。目前，全国碳市场约九成的重点排放单位已完成交易账户的开立。

价格发现功能稳步显现。全国碳市场配额价格以48元/吨开盘，目前最高成交价格61.07元/吨，最低成交价格41.00元/吨，成交均价约45元/吨。总体来看，全国碳市场尚处于起步阶段，交易价格呈现一定波动，重点排放单位碳交易意识不断提高，碳市场价格发现功能稳步显现。

服务水平稳固提升。开市以来，分别负责全国碳排放权注册登记系统和交易系统的湖北碳排放权交易中心与上海环境能源交易所，在做好注册登记、交易组织、保障市场平稳有序的同时，持续开展重点排放单位碳交易能力建设，全力推进市场规则体系完善和机构组建工作，不断提升全国碳市场服务水平。

业内人士指出，对于刚满百日的全国碳市场来说，起步阶段能做到“稳”字已是初步成功，随着未来分阶段的完善和发展，全国碳市场交易空间值得期待。

最大碳市场引领低碳转型新赛道

发电行业是首个纳入全国碳市场的行业，市场启动初期，只在发电行业2000多家重点排放单位之间开展配额现货交易。根据生态环境部的相关测算，纳入首批碳市场覆盖的企业碳排放量超过40亿吨。这意味着，我国碳市场一经启动就成为全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。

“随着‘十四五’期间，全国其他高耗能行业如石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、航空等逐步纳入全国碳交易市场，意味着中国这个全球规模最大的碳市场将变得更大。”光大期货研究员柳浠说。

作为实现“双碳”目标的重要抓手，“已然最大，还能更大”的中国碳市场正为全球低碳转型注入新的活力。上海财经大学上海国际金融中心研究院荣誉院长赵晓菊说，我国市场经济主体多，全国碳市场的运行，能有效促进这些市场主体增强节能减排意识、加快低碳转型，这无疑为全球合作应对气候变化增添新的活力和信心。

行至百日，尽管目前全国碳市场的交易规模尚不算大，但其倡导的低碳理念已然激“活”了市场，不少传统的高耗能企业已经在积极布局绿色转型的赛道。

今年9月，一船原产自安哥拉的3万吨原油，行程9300余海里抵达舟山港。上海环境能源交易所为这船油颁发了我国首张碳中和石油认证书。中国石化、中远海运、中国东航通过实施节能减排策略及购买国家核证自愿减排量（CCER）来抵消石油全生命周期的碳排放。国内石油业、航运业和航空业的这次合作，实现了覆盖海陆空全领域的石油碳中和，具有示范效应。

不止于此，湖北能源集团下属的鄂州发电有限公司表示正加大依靠技术手段降低能耗、减少碳排放；上海石化目前正积极推进碳纤维在储氢领域的技术研发，推动“新材料”与“新能源”携手并进；不少工业生产企业将是否重视可持续发展作为选择上游供应商时的重要参考标准……像是一股强劲的新风，碳市场带来的低碳理念正迅速向产业链上下游传导。

百日尚早 未来更待“活水来”

作为刚刚起步不久的交易市场，全国碳市场的发展仍然面临着艰巨的建设和完善任务。“稳”字之后，“活”字将成为全国碳市场最重要的课题。

“目前的碳定价仍然无法为节能减排技术的研发和投资提供足够的激励，未来存在较大的上升空间。”湖北经济学院低碳经济学院常务副院长孙永平表示，可从4方面推动增加碳市场的流动性和碳定价的权威性，包括增加拍卖量，活跃一级市场；扩大行业覆盖范围，增加交易主体；引入机构和个人投资者，增加市场流动性；引入碳期货、期权等衍生品交易，提高企业履约组合的灵活性。

据了解，为提高交易规模和活跃度，上海环交所接下来将推出相应措施，包括推动更多企业入市，提高交易频率，稳步推进产品创新，形成多层次产品市场等。

上海环境能源交易所董事长赖晓明此前也表示，目前全国碳市场增加交易主体、扩大交易范围的各项举措都在推进中。其中，有色冶炼、水泥、钢铁等行业都有望在明年底前纳入全国碳市场。同时，机构投资者入市也在加快推进中。

王默玲 陈云富 徐海波 田中全 经济参考报 2021-10-28

美国科学家研发“木制电解质” 具有创纪录导电性

如今的锂电池通常使用液体电解质在两个电极之间携带离子，但着眼于固体替代品的科学家们近期看到了一些令人兴奋的机遇。其中一项新研究的作者使用从木材中提取的纤维素作为固体电解质的基础，这种固体电解质像纸一样薄，可以在电池循环时弯曲以吸收压力。

如今锂电池中使用的电解质的一个缺点是，它们含有挥发性液体，如果设备短路，就有起火的风险，并且会促进被称为枝晶的形成，从而影响性能。与此同时，固体电解质可以由非易燃材料制成，使设备不容易形成枝晶，并可能围绕电池结构开启全新的可能性。

其中一种可能性与阳极有关，它是两个电极中的一个，在今天的电池中，它是由石墨和铜混合制成的。一些科学家认为，固体电解质是使电池用纯金属锂制成的阳极工作的关键垫脚石，这可能有助于打破能量密度瓶颈，并使电动汽车和飞机在不充电的情况下行驶得更远。

到目前为止，许多固体电解质都是由陶瓷材料制成的，陶瓷材料在导电离子方面非常有效，但由于其脆性，在充电和放电期间并不能很好地承受压力。布朗大学（Brown University）和马里兰大学（University of Maryland）的科学家们寻找了一种替代方法，并以木材中发现的纤维素纳米纤维为起点。

这些木材制成的聚合物管与铜结合，形成了固体离子导体，其导电性与陶瓷类似，比其他聚合物离子导体好10到100倍。根据研究小组的说法，这是因为铜的加入在纤维素聚合物链之间形成了“离子高速公路”的空间，这使得锂离子能以创纪录的效率移动。

“通过将铜与一维纤维素纳米纤维结合，我们证明了通常离子绝缘的纤维素在聚合物链中提供了更快的锂离子传输，”研究作者 Liangbing Hu 说，“事实上，我们发现这种离子导体在所有固体聚合物电解质中实现了创纪录的高离子电导率。”

由于这种材料像纸一样薄且有弹性，科学家们相信它能更好地承受电池循环时的压力。他们还

说，它具有电化学稳定性，可以容纳锂金属阳极和高压阴极，或者可以作为一种粘结材料，在高密度电池中封装超厚的阴极。

研究人员表示，“锂离子通过我们通常在无机陶瓷中发现的机制在有机固体电解质中移动，使离子电导率达到创纪录的高水平。使用自然提供的材料将减少电池制造对我们环境的整体影响。”这项研究已于近期发表在了《自然》杂志上。

黄君芝 财联社 2021-10-23

苹果扩大供应商减排承诺名单 过去五年碳排已减少 40%

苹果公司正在与供应商共同推动碳中和。在即将召开的联合国气候谈判会议前夕，苹果公司更新了全球加入其减排承诺的供应商名单，总共达到 175 家，包括韩国 SK 海力士和意法半导体在内的多家半导体厂商加入。苹果公司还称，转向 100% 可再生能源的中国供应商数量实现翻倍，目前达到 50 家。

根据苹果公司更新的中国供应商名单，过去 6 个月内新加入承诺的中国供应商包括东山精密、维信电子、山东创新金属科技、深圳长盈精密、舜宇光学科技等。

苹果公司表示，在《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方会议 (COP26) 即将召开之际，公司加快步伐推进环保举措，将与供应商一起在全球范围内提供 9 吉瓦清洁能源。这些举措每年可避免排放超过 1800 万吨二氧化碳当量，相当于每年减少近 400 万辆汽车在道路上行驶。

苹果此前已经与富士康母公司鸿海精密和台积电等主要供应商签署了 2019 年的清洁能源承诺。苹果公司表示，自从 2015 年推出苹果供应商清洁能源项目以来，苹果在中国的供应商转用清洁能源的势头就一直在稳定增强，这些公司遍布山东、浙江、福建和广东等多地。

苹果公司表示，过去五年中苹果的碳排放量总共已减少了 40%。到 2030 年底前，苹果销售的所有产品都将实现净零环境影响。为了实现这一目标，公司还增加了产品中可循环材料的使用。

苹果公司还宣布设立 2 亿美元的投资基金，旨在消除碳排放并支持林业的可持续发展。据晨星公司 (Morningstar) 数据，去年年底，全球的可持续基金资产达到了创纪录的 1.65 万亿美元规模，同比增长近 30%。

目前苹果在加州所有设施都由太阳能提供能源。苹果公司还将在美国加州中部的一个太阳能装置附近建造一个基于电池的可再生能源存储设施。

拜登政府希望到 2030 年将美国的碳排放量削减 52%，并提出了一项 2 万亿美元的立法计划，其中包括数十亿美元的清洁能源项目。

中美也已经承诺共同应对气候变化。今年早些时候，中美两国发表联合声明，计划在格拉斯哥联合国气候公约第 26 次缔约方大会之前，制定各自旨在实现碳中和、温室气体净零排放的长期战略，并尽可能扩大国际投融资支持发展中国家从高碳化石能源向绿色、低碳和可再生能源转型。

为此，双方将讨论具体的减排行动，包括制定工业和电力领域脱碳的政策、措施与技术，包括通过循环经济、储能和电网可靠性、碳捕集利用和封存、绿色氢能，并增加部署可再生能源、绿色和气候韧性农业、节能建筑、绿色低碳交通等。

第一财经 2021-10-29

全国碳市场满百日 CCER 可抵 5% 配额影响几何

目前全国碳市场增加交易主体、扩大交易范围的各项举措都在推进中。其中，有色冶炼、水泥、钢铁等行业都有望在明年底前纳入全国碳市场 新华社图

[当前全国碳市场活跃度普遍不高，究其原因，一是市场主体相对单一，只有电力行业参与碳市场，钢铁、有色金属、石化、化工、建材、造纸和航空等高耗能行业还未参与。二是当前碳配额的发

放较为宽松，企业缺乏紧迫感。三是尚未接近履约周期截止时间，控排企业存在观望情绪。]

全国碳排放权交易市场 7 月 16 日开市交易以来，至今已满百日。

上海环境能源交易所的公告显示，截至 10 月 22 日，全国碳市场共运行 64 个交易日，碳排放配额（CEA）累计成交量 1911.06 万吨，累计成交金额 8.63 亿元。挂牌协议交易最高成交价 61.07 元/吨、最低成交价 41.00 元/吨，成交均价约 45 元/吨。

据清华大学能源环境经济研究所执行所长张希良此前测算，目前中国全经济尺度的边际减排成本大概是 7 美元。碳市场若要发挥有效作用，碳价应该大于或等于每吨 7 美元。换算下来，目前碳价已经高于这个水平。

然而，对比坚挺的交易价格，碳交易量却持续萎缩。第一财经记者查阅发现，全国碳市场首日成交 410 万吨后，交易量持续走低，连续多日无大宗交易。

中国人民大学环境学院教授庞军对第一财经记者表示，当前全国碳市场活跃度普遍不高，究其原因，一是市场主体相对单一，只有电力行业参与碳市场，钢铁、有色金属、石化、化工、建材、造纸和航空等高耗能行业还未参与。二是当前碳配额的发放较为宽松，企业缺乏紧迫感。三是尚未接近履约周期截止时间，控排企业存在观望情绪。

业内认为，随着首个履约周期截止时间的迫近，第四季度全国碳市场有望进入交易活跃期。

专家建议适当收紧配额

发电行业是首个纳入全国碳市场的行业。

启动初期，全国碳市场只在发电行业 2000 多家重点排放单位之间开展配额现货交易。根据生态环境部的相关测算，纳入首批碳市场覆盖的企业碳排放量超过 40 亿吨。这意味着，我国碳市场一经启动就成为全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。

其中，配额是碳市场的核心环节之一。

根据《2019~2020 年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》，碳排放配额是指重点排放单位拥有的发电机组产生的二氧化碳排放限额，包括化石燃料消费产生的直接排放和净购入电力所产生的间接排放。

采用基准法核算机组配额总量的公式为：机组配额总量=供电基准值×实际供电量×修正系数+供热基准值×实际供热量。

清华大学能源环境经济研究所副教授张达对第一财经称，由于我国电力、热力等能源市场尚在改革进程中，碳价无法完全通过市场从生产端传导到消费端。为了体现消费者的减排责任，释放消费端的减排潜力，全国碳市场目前不仅纳入了化石燃料燃烧产生的直接碳排放，也纳入了电热使用产生的间接碳排放。

可以发现，配额的松紧程度、发放方式直接决定了碳市场的活跃程度以及碳价水平。因此，配额是否会进行调整，成为当下碳市场关心的焦点问题。

中国人民大学应用经济学院副院长、教授陈占明对第一财经记者分析，国际上主流的碳配额分配方式有三种：基准线法、历史强度法和拍卖法。其中，基准线法是以行业平均排放效率为基准线，对排放技术先进的企业更有利。相反，历史强度法更照顾历史排放量较大的企业，而他们很可能就是过去技术水平落后于行业平均的企业。基准线法和历史强度法都基于政府免费分配的原则，而拍卖法不同在于，初始的排放权归政府所有，企业只有通过市场上的有偿购买行为才能获得碳排放权，政府则可统筹拍卖收益用于绿色发展。当前，中国主要采取的是基准线法，少数地区试点了历史强度法。

陈占明认为，从经济学的角度出发，采取任何一种配额分配方式，只要搭建起一个有效的碳市场，都不会影响总量控制的效果和市场效率，企业可以通过自发的交易实现有效的减排。但是，政府必须做好两点：一是配合总量的配额设计。过高的总量配额会导致市场的闲置，过低的配额则会给企业造成较大的成本负担。二是降低交易成本。无论交易量是高是低，每个企业都有一个初始的固定成本投入。如果交易量过低，平摊下来交易成本就会相对高。因此要通过政策鼓励，提升交易

的活跃程度。

张达表示，之所以目前全国碳市场的配额总量没有采取一个固定值，而是通过“自下而上”与“自上而下”相结合的方法设定，形成具有一定灵活性的总量，这是由我国的国情决定的。当前，我国经济仍处于中高速发展时期，区域和行业发展不平衡。经济发展阶段特征和电力市场化条件，决定了全国碳市场在初期总体上是一个基于强度的碳市场，实质上是一个多行业的可交易碳排放绩效基准，兼具碳税和补贴两种政策激励效果。

张达认为，“十四五”期间，全国碳市场建设应力争实现对八个重点高耗能高排放行业的全覆盖，按“严控增量”的原则，设定全国碳市场配额总量和确定行业碳排放基准，积极发挥全国碳市场建设在实现 2030 年前碳达峰目标中的作用。“十五五”期间，应进一步扩大全国碳市场行业参与程度和覆盖企业数量，按“稳中有降”的原则，设定全国碳市场配额总量和确定行业碳排放基准，逐步扩大配额有偿分配比例，进一步提高全国碳市场建设在双碳目标中的地位和作用。

CCER 可抵 5%，冲击几何

全国碳市场首个履约周期于今年 1 月 1 日启动，到今年 12 月 31 日截止。涉及的重点排放单位需要完成一系列工作，包括数据报告核查和配额清缴履约等。

10 月 26 日，生态环境部网站发布《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》，明确全国碳市场第一个履约期，控排企业可使用 CCER（国家核证自愿减排量）抵消碳排放配额清缴。

根据规定，用于配额清缴抵消的 CCER，应同时满足两个要求：一是抵消比例不超过应清缴碳排放配额的 5%；二是不得来自纳入全国碳市场配额管理的减排项目。

约一个月前，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》，明确提出：健全以国家温室气体自愿减排交易机制为基础的碳排放权抵消机制，将具有生态、社会等多种效益的林业、可再生能源、甲烷利用等领域温室气体自愿减排项目纳入全国碳排放权交易市场。

庞军表示，上述政策可以通过市场化的手段，刺激林业碳汇、可再生能源的发展。但是，CCER 可能会对全国碳市场造成一定程度的冲击。由于目前 CCER 的交易价格相对较低，企业势必会降低购买碳排放权的意愿，从而影响碳价和碳交易量。

值得注意的是，自 2017 年 3 月起，温室气体自愿减排相关备案事项已暂缓。全国碳市场第一个履约周期可用的 CCER 均为 2017 年 3 月前产生的减排量。

国泰君安研报显示，根据中国自愿减排交易信息平台，首批纳入碳交易的电力企业和其他行业自备电厂排放总量超过 33 亿吨二氧化碳当量，按照使用 CCER 抵消碳排放配额的比例不超过 5%来计算，首批交易主体对 CCER 的需求量将达 1.65 亿吨/年，而目前减排量备案 0.51 亿吨，备案项目总计 1.3 亿吨/年。因此，全国碳排放交易正式开展以后，短期内 CCER 将是供不应求的状态。

既然 CCER 和碳市场都是服务于同一个碳中和目标，为何要予以区分对待，设定 5%的抵消限制？

庞军解释，碳市场的一个重要目的是通过设定合理的碳配额总量来削减控排企业的碳排放量，并利用市场机制将碳排放的外部环境成本内部化，鼓励企业通过技术升级等方式，逐步降低碳排放。虽然 CCER 从另一个角度实现了整体降碳，但是 CCER 的引入相当于增加了碳配额供给总量，从而改变了碳配额供求关系：CCER 抵消比例过大将会对碳市场价格及碳减排效果产生较大影响，这就违背了政策设计的初衷。因此，CCER 只能作为碳市场的一种有益补充，并严格限制其抵消比例。

张达认为，虽然 CCER 可抵消清缴相当于提供了额外的碳配额，但这种冲击是相对可控的。一方面，目前规定抵消比例不超过应清缴碳排放配额的 5%，比重不高。另一方面，碳配额的供给主要取决于基准线的划定，未来有可调整的空间。

针对后期碳市场的发展问题，上海环境能源交易所董事长赖晓明日前表示，目前全国碳市场增加交易主体、扩大交易范围的各项举措都在推进中。其中，有色冶炼、水泥、钢铁等行业都有望在

明年底前纳入全国碳市场。同时，机构投资者入市也在加快推进中。

第一财经 2021-10-28

全球首个百兆瓦级多电源融合技术实验平台竣工

本报讯 10月20日，全球首个百兆瓦级多电源融合技术实验验证平台，在常德经开区竣工并运行。据悉，这一项目在多电源融合控制技术和大规模电池储能系统管控技术方面，达到国际领先水平。

该项目依托中科院技术成果，由中国科学院上海高等研究院、富能宝能源科技集团公司、北京中科科仪股份公司、常德经开区共同建设。项目占地70亩，总投资1.6亿元，于去年5月18日开工建设。该平台系统可实现对新能源设备、储能设备、储能监控系统BMS、EMS、多电源无缝切换、黑启动、微电网设计组网、储能电站设计搭建等进行实验、运行和验证，为储能和多电源互补及微电网项目投资，提供科学有效支撑和前期评价与实证，填补国内外大规模储能技术和方案实验验证平台空白。

据介绍，该平台创新的新能源设备、储能设备、多电源无缝切换等相关技术支撑，将吸附一大批设备生产类企业在常德形成产业集聚，带动投资75亿元的储能微电网产业，形成年产值120亿元、税收6亿元的产业园。

胡娟 中国能源报 2021-10-25

全球首个零碳产业园落地内蒙古

近日，全球首个零碳产业园——远景零碳产业园在“煤炭大市”内蒙古自治区鄂尔多斯市落地。

据悉，该产业园基于鄂尔多斯当地丰富的可再生能源资源和智能电网系统，旨在实现高比例、低成本、充足的可再生能源生产与使用，规划建设形成围绕动力电池与储能、电动重卡、电池材料、绿色制氢等上下游集成产业链，实现碳排和能耗指标的可跟踪、可分析、可视化，统一管理碳数据、碳指标以及能耗数据指标，并实现零碳闭环，为区域碳中和转型与高质量发展，以及全球的零碳工业转型提供经验。

据介绍，为了实现“零碳”目标，在这个产业园中，生产用电将100%采用绿色电力，生产供暖系统将采用绿电采暖；高炉焦炭炼钢将转向绿色氢气炼钢；汽车船舶的燃油系统将被动力和氢燃料电池所取代；绿电制氢生物合成技术将取代使用化石原料的传统化工，生产出零碳并可回收的材料。此外，当地还于同日发布了全球首个“国际零碳产业园标准”，涵盖零碳能源、智能管理、产业循环与社会减碳四方面的要求。

鄂尔多斯位于黄河几字弯河套腹地，地处内蒙古自治区西南部，拥有丰富的能源、化工、建材资源，号称“塞外宝库”。

内蒙古是国家重要能源和战略资源基地，探明煤炭储量2102亿吨，约占全国的1/6，其中鄂尔多斯是中国最大的煤炭城市，有“煤炭之都”之称；探明天然气储量近5万亿立方米，占全国的1/3，是国家“西气东输”的主要气源地之一。

内蒙古还拥有丰富的可再生能源资源。2020年，内蒙古太阳能发电量全国第一，累计为131.58亿千瓦时，占全国太阳能发电量的9.26%。目前，内蒙古三分之一的电力装机和五分之一的全社会用电量来自新能源。同时，内蒙古是中国碳排放大省，在“能耗双控”约束和双碳发展目标的指引下，内蒙古亟需实现零碳工业转型。

富丽娟 人民网 2021-10-18

全球变暖下的世界能源支出变化报告发表

英国《自然》杂志 10 月 13 日发表的一份研究报告指出，到 21 世纪末，气候变化或使全球年度能源净支出适度下降。不过，不同地区的支出变化会因当地气候和经济状况而异，部分热带和亚热带地区的支出预计将大幅增加。

此前估算的气候变暖对能源支出的影响显示，能源成本将大幅增加，但作出这些预测的模型对相关数据的考虑可能并不充分。美国加州大学伯克利分校研究团队将全球能耗、能源成本、历史气候数据，以及温室气体中等排放和高排放情景下的人口收入预测和气候预测相结合，估算了能耗和能源支出的未来变化。

研究人员估计，到 21 世纪末，在高排放和中等排放情景下，气候变化使能源支出节省的净成本或分别占全球 GDP 的 0.17% 和 0.08%。他们的计算发现，当前进入大气的每一吨二氧化碳，或让 2099 年的年度能源支出下降 1—3 美元。由于使用空调等制冷设备，热带和亚热带中等收入地区的电力支出预计将增加，比如印度、墨西哥的部分地区。但研究结果也显示，这一支出或能被更寒冷的国家在煤和天然气等燃料上减少的支出抵消。包括撒哈拉以南非洲大部分地区在内的地区，在制冷设备上的投入可能不如另一些地区，但这些地区在供暖上的支出预计也会下降。

美国加州大学伯克利分校科学家康提那·杰斯欧以及弗朗西斯·摩尔在一篇同时发表的“新闻与观点”文章中写道，这项研究对全球年度能源支出下降的预计并非好消息。评论文章指出，如果成本下降、基础设施改善，一些国家或比预计时间更早加大空调使用。另一方面，气候变化可能还会影响能源系统，提高供电成本。

评论文章最后写道，“量化气候变暖对能源基础设施以及能源供给成本的影响，是我们了解气候变化对能源领域影响的至关重要的一步”。

张梦然 科技日报 2021-10-18

全球最大储能项目落地，储能产业发展浪潮将至？

日前，在迪拜召开的 2021 年全球数字能源峰会上，华为宣布成功签约沙特红海新城储能项目，该项目储能规模达到 1300MWH，是迄今为止地球规模最大的储能项目，也是全球最大的离网储能项目。据华为分析，储能系统整体的生命周期度电成本低于 10 美分。

在近期全球能源转型的风潮下，以新能源为主体的新型电力系统在全球范围内成为主流趋势，然而风电、光伏的间歇性、波动性的特点导致以新能源为主的电网发电不稳定，从而间接地导致了近期的全球电力紧缺问题。电力储能系统的配置，成为新能源电力稳定运行的必要条件，其发展状况被摆上日程。储能发展近况如何？又有哪些机会可以布局？

01、储能发展需求加速提升

在能源转型的过程中，随着更依赖于环境因素的可再生能源占比不断提高，电力系统的稳定性受到的挑战也在不断提高。在业内人士的观点中，一个电网具有 15% 的非稳定能源，就会有崩溃的危险，拿现在常见的风电，光伏来说，碰上无日照、无风的日子，大面积停电的可能性就非常高。

而储能系统的本意则是调节可再生能源的发电不稳定，平滑风电、太阳能发电的波动，提高能源利用效率从而达到电力系统的相对稳定。根据非稳定能源在电网中的占比，储能系统可能需要配置双倍于该比例的储能，才能维持电网的稳定运行。

根据伍德麦肯齐出具的数据显示，截至 2020 年，全球储能市场累计部署的容量为 29249 千兆瓦时。根据该数据的后续预测，到 2030 年，全球累计储能部署规模预计将达到 740712 千兆瓦时。且预计到那时，美国的累计能源储存能力将至少占全球总量的一半。



以中国来说，目前中国的主要的储能项目仍旧以抽水储能为主。截至2020年，抽水储能占据了国内储能市场比率的86.9%。且抽水储能需要天然的地势支撑，且容易受到降雨量的影响，作为稳定的储能项目来说并不是理想的模式。在目前常见的储能模式中，电化学储能成为国家主要支持的储能建设方向。



电化学储能指的是利用化学电池将电能储存，并在需要的时候进行释放的储能技术。相较于抽水储能以及空气压缩储能，化学储能由于其受环境、地理的影响因素小，应用场景灵活，除了成本相对较高外没有明显的缺点。随着成本的持续下降和商业化的成熟，电化学储能或将成为储能新增装机的主流。

02、锂电池或成储能系统主流

根据数据显示，2020年，全球电化学储能累计装机量占比为7.5%，中国、欧洲和美国为电化学

储能最大的市场，其中中国以 33% 的储能市场占比排名第一。在全部的电化学储能装机类型中，锂电池占比达到 92%，是目前电化学储能的主流模式。2020 年，中国新增投入运行的储能系统共计 1.56GW，其中电化学储能大约占比为 50%。

对于储能系统来说，成本问题是电化学储能难以绕开的挑战，电化学储能的大规模商用会涉及到度电成本的规划。在目前众多的电化学储能模式中，锂电池依旧是性价比最高的选择，电池成本约为 1.2-1.5 元/Wh，虽然相较于新能源发电的度电成本依旧有一定的距离，但随着政策推进，锂电池成本的进一步下降，储能系统有望进一步扩大部署规模。

技术参数	铅蓄电池	锂离子电池		液流电池		超级电容
	铅炭电池	磷酸铁锂	三元	全钒液流	锌溴液流	超级电容
能量密度(Wh/kg)	25-50	120-159	180-240	7-15	65	5-10
功率密度(W/kg)	150-500	500-15000	1000-2000	10-50	100-500	1000-5000
能量转换效率	80-85%	88-92%	88-92%	70-75%	75-80%	0.9
服役年限(年)	5-10	8-12	8-12	15-20	15	15
启动时间	<1s	<1s	ms 级	秒级	<1s	<1s
响应速度	<10ms	<10ms	ms 级	ms 级	ms 级	ms 级
能量成本(元/kWh)	1100-1530	1600-2300	2300-2500	4500-5000	2500-3000	9500-13500
功率成本(元/Wh)	9600-12000	3200-5800	4000-5000	18000	12500-15000	400-500
度电成本(元/kWh)	0.5-0.7	0.6-0.8	1.0-1.5	0.8-1.3	0.7-1.0	-
技术成熟度	商用	商用	商用	示范	示范	示范
安全性	优	中	中	优	优	优
环保	中	中	中	良	良	良

(图片来源: CESA, 浙商证券研究所)

公开信息显示，截至 2020 年底，中国部分区域的储能系统突破了 1500 元/kWh 的系统成本的关键拐点，当成本降至 1500 元/kWh 时，国内大部分地区用户侧储能可实现平价。以此为信号，新建大规模储能项目明显增加。据 CNEESA 统计，在 2020 年年底全球只有 9 个百兆瓦级储能项目，在建的百兆瓦级项目超过 60 个。

根据 IRENA 发布的《电力储存与可再生能源：2030 年的成本与市场》认为，到 2030 年，储能电池成本将降低 50%~70%，全球储能装机将在 2017 年基础上增长 42%~68%。综合能源服务、智能电网、智能终端等电力新业态将提高电力服务质量，提升终端能效。

需要指出的是，尽管现在锂电池占据了储能系统的主流模式，但这并不代表其他的储能模式将失去发展空间。目前储能行业尚处于摸索阶段，路径繁多，未来哪一种储能路径会成为主流还尚未可知。未来的储能系统或将包罗万象，因地制宜，在不同的场景使用不同的储能方式。

但无论最终成为主流的储能系统是哪一种，随着风电、光伏等新能源的快速发展，储能行业发展的确定性非常之高。能源问题的本质就是调整能源的生产和使用结构，而储能作为最直观的调节模式，在未来能源系统中的战略地位不言而喻。在低碳发展成为全球潮流的当下，储能相关的企业也将乘风起，随行业一同踏入高速发展时期。

界面新闻 2021-10-23

三菱将在 2030 年前投入 175 亿美元来推动脱碳

据烃加工新闻 10 月 18 日消息称，日本三菱公司周一表示，到 2030 年，该公司将在可再生能源和氢气等替代能源领域投资 2 万亿日元(合 175.4 亿美元)，以推动其脱碳和减排努力。

三菱公司是一家贸易公司和矿产资源公司，在全球拥有能源和金属资产。该公司在一份声明中

表示，其目标是到 2030 年将温室气体排放量在 2020 年的水平上减半，并在 2050 年实现净零排放。

此举出台之际，全球石油和煤炭生产商及消费者正通过投资于更清洁的能源和开发消除气候变暖气体的技术，加速远离化石燃料。

在三菱 2 万亿日元的预算中，大约一半将用于扩大其可再生能源资产，主要是风力发电，其余将用于氢和氨、液化天然气(LNG)以及用于电气化和电池的金属。

这家日本公司将继续投资液化天然气，因为它认为液化天然气作为一种过渡性能源将发挥重要作用，但计划在液化天然气供应链中使用碳捕获和存储等技术来减少二氧化碳排放。

三菱还在考虑增持铜等用于电气化的贱金属。

该公司还在考虑进一步投资锂等电池金属，以及与绿色经济相关的其他材料，包括铝土矿。铝土矿是铝的原材料，可用于减轻汽车重量，减少二氧化碳排放。

中国石化新闻网 2021-10-24

生态环境部：2020 年中国碳排放强度比 2015 年降低了 18.8%

10 月 27 日，国新办就《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书有关情况举行发布会。生态环境部副部长叶民在发布会上介绍，要统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作，实现减污降碳协同增效，加紧编制出台《减污降碳协同增效实施方案》。

据叶民介绍，近年来，我国实施积极应对气候变化国家战略，采取调整产业结构、优化能源结构、节能提高能效、建立市场机制、增加森林碳汇等一系列政策措施，各项工作取得了积极进展。主要体现在这样几个方面：

一是温室气体排放得到有效控制。2020 年中国碳排放强度比 2015 年降低了 18.8%，比 2005 年降低 48.4%，超过了向国际社会承诺的 40%-45% 的目标，基本扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。

二是能源结构优化取得成效。2020 年我国非化石能源占能源消费比重达 15.9%，比 2005 年提升了 8.5 个百分点，对煤炭消费的依赖显著下降，能源结构优化取得明显成效。

三是全国碳市场不断完善。2021 年 7 月 16 日，全国碳排放权交易市场正式启动上线交易。全国碳市场第一个履约周期纳入发电行业重点排放单位 2162 家，每年覆盖的碳排放量超过 45 亿吨，是全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。

“此外，我国低碳试点示范工作不断推进，适应气候变化能力不断提高，全社会低碳意识也不断提升。在做好国内应对气候变化工作同时，我们还积极参与引领全球气候治理。”叶民说。

下一步，我国如何应对气候变化？

叶民表示，主要包括以下八方面：一是积极落实“十四五”应对气候变化目标任务，将“十四五”碳强度下降 18% 的约束性指标分解到地方加以落实。

二是推动开展碳达峰行动，推进碳达峰碳中和“1+N”政策体系落实。推动构建绿色低碳循环发展的经济体系。

三是统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作，实现减污降碳协同增效，加紧编制出台《减污降碳协同增效实施方案》。

四是继续完善全国碳市场，会同有关部门推动《碳排放权交易管理暂行条例》尽快出台，在发电行业碳市场运行良好的基础上，逐步将市场覆盖范围扩大到更多高排放行业。

五是加强相关制度建设，实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度。推动建立温室气体数据统计核算、数据管理及履约长效机制。

六是提升全民低碳意识，持续开展“全国低碳日”活动，推动形成绿色低碳的生产生活方式。

七是做好《国家适应气候变化战略 2035》的编制落实工作，提升城乡建设、农业生产、基础设施等适应气候变化能力，加强观测和评估。

八是继续积极参与气候变化国际谈判，推动构建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系，持

石油利用“去能源化”加速

“当前全球能源正处于油气时代，但碳达峰碳中和目标下，油气时代将逐步走向终结。而中国能源目前仍处在煤炭时代，油气时代尚未到来，因此必须走出一条‘跨越式’的转型道路，直接由煤炭时代走向非化石能源时代。在这种背景下，石油石化行业将面临前所未有的严峻形势和巨大的转型压力。”在近日举办的中国石油流通行业年会暨发展高峰论坛上，对外经济贸易大学国际商务战略研究院执行院长董秀成指出。

今年7月份，随着全国碳排放权交易市场正式开启，首批2000多家发电企业被纳入碳市场交易。作为传统化石能源的重要组成部分，石油石化行业的降碳形势同样严峻。在此次会议上，多位专家针对石油石化行业的降碳问题进行探讨，指出碳减排将加速石油利用方式变革，并就石油企业降碳路径给出建议。

石油石化行业碳排放占比较高

国家发改委能源研究所日前发布的《2020年中国可再生能源展望报告》显示，为了实现巴黎协定将温度变化控制在2°C的目标，中国非化石能源比重未来会持续高速增长，在“十四五”期间达到25%，“十五五”期间达到34%，“十六五”期间达到42%。最终到2050年，中国非化石能源比重将提升至78%。

但在多位与会专家看来，当前我国仍面临着产业结构偏重、能耗强度偏高、能源结构偏炭、非化石能源占比较低的问题，严重制约着碳减排进程。

中国石油大学（北京）经济管理学院教授孙仁金指出，2000年到2020年的20年间，我国化石能源消费占比由92.7%降至84.1%，仍占绝对优势地位。2020年，来自石油、天然气行业的碳排放量占全部碳排放量的20.8%，占比较大。

在孙仁金看来，石油石化产业链的上、下游碳排放占比较高，减排压力大。“在上游，石油开采过程中的提取和钻孔、主动燃烧、气体逃逸均会产生碳排放，在整个环节的碳排放占比分别为10%、14%、40%；在下游的炼油和化工领域，炼厂热力和电力系统用能也会产生较大碳排放，还有生产中的逃逸气体，这些分别占到整个环节碳排放量的10%、8%。”

董秀成称：“碳达峰碳中和目标背景下，油气上游产业面临的转型压力有限，保证国内油气勘探开发和供应将依然是未来的工作重点，这是确保国家能源安全的关键，但必须通过包括CCUS在内的技术努力实现减排。而石油炼化产业将遇到前所未有的严峻形势，挑战远远大于机遇，一方面面临较大的减排压力，另一方面面临产品结构和产业结构调整的巨大压力。”

由“能源化”转向“材料化”

基于上述事实，多位专家指出，碳达峰碳中和目标将加速石油利用方式的变革。

中石油经济技术研究院石油市场研究所主任工程师王利宁指出：“新世纪以来，中国交通用油需求突飞猛进，从2000年的1.1亿吨增加到2020年的3.5亿吨，年均增幅达6.2%。其中公路用油是交通用油的主力，占八成左右。在新能源汽车快速发展及‘公转铁’‘公转水’政策下，公路用油需求及其占比将不断下降，带动交通用油总体在2025年达峰，峰值3.7亿吨左右，这是改变石油需求轨迹的主要因素。汽、柴油需求达峰则基本与交通用油达峰同步，2025年汽柴煤油需求将达峰，约3.9亿吨，之后将回落至2060年的0.8亿吨。”

“随着能源消费由燃料向电气化发展，电力来源向低碳化发展，未来石油在终端消费中的燃料属性将被大幅弱化，交通用油等传统石油利用模式将逐步被电气化方式所替代。随着我国工业结构向低能源强度、高附加值快速转型，化工品需求正逐年递增，炼化向化工转型成为必然趋势。石油消费将由‘能源化’时代迈入‘材料化’时代。”孙仁金表示。

孙仁金进一步指出：“传统的原油下游应用中，化工品比例占比较低，一般不到 20%。由于未来成品油的需求减弱，原油在炼制环节应尽大可能地增加化工品的比例。以生产化工品为主的民营炼化企业，受成品油需求减缓的影响较小，因此少油多化的民营大炼化龙头企业有望进一步增强化工品的研发实力，稳固行业龙头地位，向平台型化工巨头迈进。”

加快向综合型能源公司转型

事实上，碳达峰碳中和目标背景下，未来对石油需求的预期急剧下降，这也使得国际石油公司不得不减少化石能源的资本支出，加快由传统油气公司向综合型的能源公司转型。

比如，BP 在低碳活动上投资了近 10 亿美元，并扩大了其低碳业务，包括提高在太阳能领域的投资及公司持股比例、组建生物燃料和生物能源合资公司等。BP、壳牌、道达尔、挪威国家石油公司等企业都明确表示，要大力发展可再生能源发电。道达尔公司宣布到 2025 年新能源发电装机规模将达到 25 GW，到 2040 年，低碳电力销售额将占公司销售总额的 15%—20%。

“碳达峰碳中和目标下，中国大型油气企业必将面临地位下降、资产缩水、市场萎缩等各方面的巨大挑战，必须尽快出台顶层设计和转型路径，积极主动，大胆创新，发挥优势迎接挑战。”董秀成表示。

对于石油企业的转型路径，孙仁金也给出了自己的建议：“首先，应实施创新驱动战略，加大低碳技术研发力度。加强油气资源的低碳、高附加值转化技术的开发和利用，提高资源和能源综合利用率；加快新能源和可再生能源技术的研发，促进技术进步，强化自主创新能力，培养具有自主知识产权核心技术，加快清洁能源、储能、负排放等关键技术突破，提高经济性和可靠性。此外，传统主业应尽快进行调整结构，形成多能互补综合能源业务能力。重点布局风电、氢能、地热能等新能源开发，妥善布局太阳能发电、风力发电等与油气业务协同发展的新能源业务，推进光伏、生物燃料、充电站等新能源业务的有序发展。”

本报记者 李玲 中国能源报 2021-10-25

首座商业化压缩空气储能调峰电站并网

本报讯 日前，位于山东省泰安市肥城经济开发区的 10 兆瓦压缩空气储能电站向国家电网发出第一度电，标志着全国首座商业化运行的压缩空气储能调峰电站成功并网投产，同时也意味着盐穴压缩空气储能发电技术正式投入商业运行。该项目由中科院工程热物理研究所研发，项目一期全部完成后发电运行效率可达到 70%，高于国外同等功率等级压缩空气储能电站 20%。

据了解，该项目充分利用泰安市大汶口盆地丰富的盐穴资源，在电网负荷低谷时通过压缩机将空气压进盐穴腔体，电网负荷高峰时排气驱动膨胀机做功并带动发电机发电，实现电网“削峰填谷”。

项目一期投资 16 亿元，建设规模 310 兆瓦，采取县级国资参与开发控股的运营模式，第一阶段已建成 10 兆瓦。“传统压缩空气储能系统依赖化石能源，不仅污染高，效率也低。我们将空气压缩时产生的热量回收，进行空气再热发电，无污染，效率高。”中科院工程热物理研究所项目负责人李文介绍，310 兆瓦项目全部建成后，一小时能发 31 万度电，相当于一个中型抽水蓄能电站的规模。

该项目成功并网发电，是我国盐穴压缩空气储能领域的重要里程碑，推动了我国压缩空气储能技术迈向新的台阶，对解决新能源消纳难题，助力国家碳达峰、碳中和目标的实现具有重要意义。

宋冠州 中国能源报 2021-10-18

双碳目标下 交通运输业如何推进低碳减排？

“根据发达国家经验，中国交通运输业将比全国实现碳达峰更晚一些？”“汽车技术变革将改变中国重复发达国家交通碳排放之路，中国未来的交通运输业将走出不一样的碳达峰与碳中和路径。”

10 月 15 日，在由能源基金会和南方周末联合举办的“高效、创新、零排放：双碳目标之下的交

通运输行业”的媒体工作坊上，与会专家共同探讨中国交通运输行业未来发展机遇与挑战，探索各行业为推进“双碳”目标需要做出的努力，从而进一步推动交通运输行业低碳发展的结构性变革。

探寻交通运输行业“双碳”实践路径

“碳达峰”“碳中和”不止是中国向世界做出的庄严承诺，更是一场影响深远的社会变革。在交通运输部科学研究院综合运输研究中心主任李忠奎看来，“双碳”目标是一场广泛和深刻的经济社会系统性变革，要有政策合力推动交通运输在产业结构、生活方式、生产方式、空间格局的变化，相关研究要结合实际，平衡发展与减排的关系，通过科学的方法，研究和判断可能出现的政策发展路径，提出符合现实的政策体系、技术方案和工作措施。

交通运输部科学研究院综合运输研究中心主任李忠奎

“交通运输行业要实现碳达峰和碳中和面临严峻考验。比如，我国交通运输需求仍将保持中高速的发展；货物运输结构不合理，调整交通运输结构将带来巨大的财政压力；传统能源运输装备能效水平有限，低碳技术装备发展路线仍不明确。”他提出，节能提效、多种方式推广新能源车辆、调整运输结构、建设低碳基础设施和创新低碳技术等，是实现“双碳”目标的实施路径。其中，在调整运输结构方面，需要推动大宗货物和中长距离货运“公转铁”“公转水”，推进港口或物流园区铁路专用线建设，发展以铁路、水路为骨干的多式联运，推广高效运输组织模式，并根据不同规模的城市采取多样化的绿色出行方案，推动低碳交通发展。

不过，在交通运输部水运科学研究院首席研究员彭传圣看来，从供给侧角度调整交通运输结构的减排效果或许并不一定有效。“公路运输转到水路运输，两者的周转量不一样，而且市场会根据成本做出自己的选择。”他认为，水运燃油油品污染及碳排放更高，水运可能并非更低碳。因此，他更青睐从需求侧角度出发，从市场需求来调整交通运输结构。

交通运输部水运科学研究院首席研究员彭传圣

新能源汽车技术突破助力提前达峰

事实上，自“双碳”目标提出后，社会各界关于交通运输行业这一“排放大户”的技术改革路径的讨论从未停歇。

在能源基金会交通项目组高级项目主任龚慧明看来，目前，新能源汽车市场发展已超出预期，而新能源汽车技术的突破将助力我国交通运输行业提前达峰，并为国家碳中和目标作出积极贡献，促进经济高质量增长和转型。同时，他建议，中国亟需出台更为积极的中长期电动化目标，考虑 2035 年左右实现全面电动化，引领各利益相关方形成合力，从而助推中国在 2050 年实现道路交通零排放。

能源基金会交通项目组高级项目主任龚慧明

中国生态环境部固体废物与化学品管理技术中心总工程师韦洪莲也认为，我国交通行业实现“双碳”目标的压力虽大，但中国已经找到比较切实可行的路线。可以看到，在氢燃料、替代能源等多元化路线中，纯电动技术路线走得最快最广，未来仍需在发电体系和储电体系上持续发力。

清华大学环境学院研究生院副院长吴焯

与会期间，各位专家一致认为，我国交通领域碳减排刻不容缓。其中，清华大学环境学院研究生院副院长吴焯认为，未来中国汽车保有量的增长对交通运输业的碳减排来说是一个巨大挑战，但如何有效控制未来中国汽车数量增多和人们出行需求增加导致的碳排放增量，对氢燃料等新能源车、生物燃料的推广使用，甚至公共交通出行都是非常大的机遇。

动力电池回收体系化、城市低碳基础设施供给是巨大挑战

不容忽视的是，随着越来越多新能源汽车电池寿命到达上限，动力电池报废、回收、利用的问题也愈加凸显。对于动力电池回收现状，韦洪莲这样描述，一方面动力电池回收的政策体系、回收体系和回收能力等不断加强，相关回收利用规范不断完善，但另一方面，目前仍有 80% 的废电池在非正规回收体系中运转，造成环境污染，也不利于碳排放。目前，相关部门正在参考其他国家通过补贴和环保法规定等形式加强对动力电池回收的监管，但效果一般。

韦洪莲认为，在动力电池报废、回收、利用过程中，最大的难题是电池标准不统一，导致后端

利用难度和拆解难度比较大，回收成本高。“电池的标准化、通用化，和建立高效的回收运转体系巩固新能源汽车在使用环节达到的减排效果是我们下一步面临的挑战。”

中国生态环境部固体废物与化学品管理技术中心总工程师韦洪莲

在基础设施规划和城市建设促进减碳方面，赵一新认为，城市需要形成政策合力，真正地在减碳上做文章。城市不同的交通出行方式、不同的基础设施供应情况、公共交通的投资力度和如何使用低碳方式的比例会很大程度上影响城市的碳排放。

中国城市规划设计研究院城市交通研究分院院长赵一新

龚慧明认为，从整体来看，“双碳”目标给中国交通运输业的相关各行业都带来了巨大的挑战，“但我国强国战略和经济高质量转型都需要汽车行业做出非常积极、尽快的贡献，这既是压力，也是挑战，反过来说更是未来的机遇。中国汽车产业是有可能走向全球、走向世界的，未来取决于今天我们的共同努力。”他说道。

李亚楠 中国汽车报 2021-10-18

碳达峰碳中和需社会各界共同参与

“实现碳达峰、碳中和需社会各界共同参与”“需拿出抓铁有痕的劲头”“科学制定碳目标和行动措施是实现‘双碳’目标的关键”“企业是实现‘双碳’目标的关键主体”，这是记者 10 月 20 日参加中国节能环保集团有限公司（简称“中国节能”）《中国节能碳达峰碳中和行动方案》（简称《方案》）发布会时听到的与会专家声音。

发挥企业排头兵作用

中国节能党委书记、董事长宋鑫表示，绿色低碳转型已经成为全球大势所趋和未来竞争高地，碳中和也不再是温室气体减排事务，而是各国之间技术和经济的竞争。实现碳达峰、碳中和目标，涵盖能源、经济、社会、气候、环境等众多领域，涉及政府、企业、公众等多个层面，是一项长期的、高度综合的系统工程，需要从国家到区域、地方，再到行业、企业乃至个人参与其中，协同发力贡献智慧和力量。

在中国节能党委副书记、总经理余红辉看来，现阶段，生态文明建设从认识到实践都发生了历史性、转折性、全局性的变化，“十四五”时期，我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。

“碳达峰、碳中和绝不是就碳论碳的事情，实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，需要社会各界共同参与。”国家发展改革委环资司副司长赵鹏高表示，当前我国经济结构不合理，产业结构偏重、能量结构偏煤，局部区域性结构性污染问题仍然突出，随着工业化、城镇化深入推进，我国能源消费仍将刚性增长。我国要在 10 年内实现碳达峰，经济结构、能源结构、生产方式、生活方式全面重构，面临前所未有的困难和挑战。

赵鹏高指出，全面深入推进碳达峰、碳中和工作，倒逼传统高耗能、高污染高碳排放的粗放式发展方式，加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系，国有企业要做落实新发展理念的排头兵。

摸清碳资产家底

记者采访获悉，为加快形成服务国家“双碳”目标实现的能力，中国节能在体制机制上率先成立了集团公司层面的碳达峰碳中和事业部和二级公司层面的中节能碳达峰碳中和研究院，形成两级“双碳”组织管理体系。

相比于能源、钢铁、有色、建材等相对高排放特征行业的企业集团，中国节能属于典型的中低排放型企业。为引领中低排放型企业更好地实现节能低碳、绿色发展，中国节能自发地从 2015 年起定期组织对全集团系统性碳盘查，建立了“十三五”时期温室气体排放清单。2021 年 3 月，中国节能对全系统 700 多家各级子公司开展了新一轮的碳盘查。

余红辉介绍：“碳盘查结果呈现出三大鲜明的‘双重’属性特征：一是绝大多数排放来自于服务社会减污降碳的业务，二是排放量显著小于减排量，三是减排量的增速大于排放量的增速。”

数据显示，截至 2021 年上半年，中国节能累计实施节能环保和清洁能源项目超过 4000 个。“十三五”期间，中国节能累计生产绿色电力 694 亿千瓦时，相当于减排二氧化碳 5360 万吨，节约标煤 2150 万吨；累计处理固体废弃物 5423 万吨，继续稳居行业前列；累计处理污水 40 亿吨，制供水 42 亿吨，COD 总削减量 91 万吨；同期减排量超过 7000 万吨二氧化碳当量，累计减排贡献达排放的 6 倍以上。

发挥价值赋能作用

宋鑫表示，中国节能作为一家以节能减排与环境保护为主业的中央企业，是服务社会减污降碳的生力军、排头兵。中国节能在尽早实现自身碳达峰、碳中和目标的同时，致力打造成为绿色产业高质量发展领军者以及低碳零碳负碳原创技术策源地。

“中国节能做好顶层设计，规划好方向和目标，构建“1+3+3”双碳战略部署。”宋鑫介绍，“1”是“以成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商为宗旨”的双碳愿景，在尽早实现自身碳达峰碳中和目标的同时，致力打造成为绿色产业高质量发展领军者以及低碳零碳负碳原创技术策源地，着力提升技术创新能力、智力供给能力以及示范带动能力，力争成为国家实现碳达峰碳中和的重要参与者、突出贡献者和积极引领者。

第一个“3”是中国节能将分三个阶段逐步推动双碳愿景的实现，第一步：力争到 2028 年实现二氧化碳排放达峰。到 2030 年，“成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商”的目标基本实现，服务对象从传统领域扩展到新基建等新兴领域，旗下绿色产业服务社会减碳的贡献在“十三五”的基础上翻两番；第二步：努力争取到 2040 年左右实现运营碳中和。力争在重点细分领域掌握 1-2 项世界领跑、世界并跑的低碳零碳负碳技术；第三步：力争到 2050 年实现供应链碳中和，力争到 2060 年消除历史化石燃料碳排放。

第二个“3”是中国节能将从产业发展、技术创新和自身减排三大角度做出具体工作部署，构建服务国家“双碳”战略的业务布局，持续迭代创新涉碳技术服务方案，积极引领中低排放型企业“双碳”行动，确保如期实现碳达峰碳中和目标。

据了解，中国节能将积极牵头、参与中央企业碳达峰碳中和路径研究，积极协助国资委开展中央企业“双碳”相关工作。同时，积极参与国家、地方“双碳”相关标准、规范和机制建设，推动生态环保、节能和清洁供能等主业领域的碳排放核算、自愿减排方法学、行业与企业碳中和等相关行业、团体和国际标准体系建设，努力在部分细分领域成为国际标准规划的主导者。

苏南 中国能源网 2021-10-22

碳中和世界大学联盟成立

10 月 27 日晚，由东南大学和英国伯明翰大学共同倡议发起的碳中和世界大学联盟成立仪式在南京举行。该联盟汇聚了东南大学、北京航空航天大学、天津大学、大连理工大学、英国伯明翰大学、美国肯塔基大学、俄罗斯国立南乌尔大学等国内外近 30 所高校，是全球首个聚焦碳中和和技术领域人才培养和科研合作的世界大学联盟。

成立仪式上，中国工程院院士、东南大学校长张广军表示，碳中和已经在全球范围掀起一场涉及人类共同命运的大规模运动，倡导建立碳中和世界大学联盟，就是为了充分发挥大学基础研究深厚和学科交叉融合的优势，加快构建大学碳中和人才培养体系和科技创新体系，深入推进世界大学之间的合作交流，全面开展碳中和科技领域高水平人才联合培养和科学研究，并主动加强应对气候变化的国际合作。

张广军介绍，作为联盟秘书处中方高校，东南大学将以该校长三角碳中和战略发展研究院为载体，汇聚全校资源，倾力为联盟建设做好服务、搭好桥梁，努力助推联盟高质量发展。

英国伯明翰大学校长大卫·伊斯特伍德（David Eastwood）在仪式上表示，气候变化是现代社会面临的巨大挑战之一，消极影响着全球每个地区和生态系统。碳中和世界大学联盟的成立，将为成员大学和研究机构提供跨越地理界限共同合作的机会和能力。伯明翰大学将与联盟成员一道，通过科研合作、进取创新，为实现联盟的发展目标提供可持续能源解决方案，共同应对全球气候变化挑战。

江苏省副省长马欣对联盟未来发展提出了三点期待，一是期待联盟能够发展成为全球碳中和领域科研合作的重要平台，激发绿色技术创新活力，强化关键前沿技术联合攻关，推动国际产能和装备制造合作，促进科研成果转化和产业化，助力形成以市场为导向的绿色低碳技术创新体系；二是期待联盟能够发展成为全球碳中和领域人才协作培养的重要平台，共建碳中和相关学科专业，加强师生学术交流与联合培养培训，努力造就更多具有国际视野、前瞻思维的碳中和领域专业化、高层次人才；三是期待联盟能够发展成为全球碳中和领域决策咨询的重要平台，充分发挥研究优势、学科优势、人才优势和对外开放优势，积极开展前瞻性、针对性、储备性的碳中和政策研究，为政府提供高水平决策咨询服务。

东南大学能源与环境学院院长肖睿介绍，未来，联盟计划举办国际大学生碳中和知识竞赛、碳中和主题国际学术会议、高层次人才联合培养、成果转化推荐展等多种活动。

金凤 科技日报 2021-10-29

我国削减氢氟碳化物有了法律依据

近日，生态环境部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部修订发布了《中国受控消耗臭氧层物质清单》（2021年第44号公告，以下简称《清单》）。生态环境部大气环境司有关负责人就《清单》有关问题回答了记者的提问。

问：《清单》发布的背景是什么？

答：2010年，国务院出台《消耗臭氧层物质管理条例》（以下简称《条例》），为我国履行《保护臭氧层维也纳公约》《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（以下简称议定书）和开展消耗臭氧层物质（ODS）淘汰管理工作提供了法律依据。同年，原环境保护部会同国家发展和改革委员会、工业和信息化部，根据《条例》要求制定并公布了《中国受控消耗臭氧层物质清单》。原清单作为《条例》实施的规范性文件，将当时议定书列明的受控物质转化为国内清单，从而明确了我国根据议定书要求须淘汰和削减的八大类受控物质及相应的履约目标，为我国在受控物质的生产、销售、使用、进出口等环节实施管控和制定相关政策措施提供了依据。

2016年10月，议定书第28次缔约方大会达成了《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》（以下简称《修正案》），18种氢氟碳化物（HFCs）被纳入议定书管控范围，成为第九类受控物质。经国务院批准，2021年9月15日，《修正案》对我国正式生效。我国在议定书框架下履行HFCs管控的新要求，须将HFCs纳入《清单》，作为我国逐步实施HFCs削减的法律依据。此外，鉴于十多年来我国涉ODS有关行业的发展，以及履约要求的不断提高和细化，也有必要修订完善原清单，确保对议定书受控物质的全口径管控。

问：《清单》修订的依据是什么？

答：《消耗臭氧层物质管理条例》第一章第二条规定，《条例》所称消耗臭氧层物质是指列入《中国受控消耗臭氧层物质清单》的化学品，《中国受控消耗臭氧层物质清单》由国务院生态环境主管部门会同国务院有关部门制定、调整和公布。据此，生态环境部联合国家发展和改革委员会、工业和信息化部共同修订了《清单》。

问：此次修订内容有哪些？

答：此次修订主要包括以下两方面内容：

（一）进一步完善《清单》的管理范围。

一是增补新的受控物质。根据《修正案》履约要求，纳入18种HFCs，并注明其主要用途和削

减义务。二是明确“受控物质”的定义。将议定书第 1 条第 4 款“受控物质”定义以脚注形式纳入《清单》，进一步明确了受控物质是指议定书附件所载单独存在的或存在于混合物之内的物质。除非特别指明，应包括该类物质的异构体，但不包括制成品内所含此种受控物质或混合物，而包括运输或储存该物质的容器中的此种物质或混合物。

(二) 使《清单》和议定书附件所载内容保持一致。

一是针对原清单 CFC-113 和 CFC-114 因中文化学名称未包括其异构体的情况，将 CFC-113 (化学式 C₂F₃Cl₃) 的中文化学名称由“1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷”修改为“三氯三氟乙烷”，将 CFC-114 (化学式 C₂F₄Cl₂) 的化学中文名称由“1,2-二氯-1,1,2,2-四氟乙烷”修改为“二氯四氟乙烷”，从而相应地将异构体 CFC-113a、CFC-114a 等纳入《清单》，与议定书附件所载受控物质保持一致。二是按照现行议定书附件内容，增列部分受控物质的全球升温潜能值 (GWP)，以确保《清单》与议定书的内容一致。

问：如何对新纳入《清单》的 HFCs 类物质实施管控？

答：根据《修正案》履约要求，我国须自 2024 年起将 HFCs 生产和使用冻结在基线水平 (基线是 2020 至 2022 年 HFCs 平均值加上含氢氯氟烃基线水平的 65%，以二氧化碳当量为单位计算)，2029 年起 HFCs 生产和使用不超过基线的 90%，2035 年起不超过基线的 70%，2040 年起不超过基线的 50%，2045 年起不超过基线的 20%。

下一步，生态环境部将会同有关部门根据履约要求研究制定并出台 HFCs 有关政策措施。一是开展《中国履行蒙特利尔议定书国家方案》修订工作，研究 HFCs 削减整体战略，提出未来优先实施削减的领域、路线图、政策管理措施等。

二是根据议定书要求，会同商务部、海关总署于 2021 年 12 月 15 日前对 HFCs 进出口实施许可证管理。

三是制定出台 HFCs 化工生产建设项目管控政策，以明确的生态环境要求和产业政策指引，表明我国切实履行《修正案》的态度。

四是深入研究并适时对 HFCs 的生产、销售、使用等实行配额、备案管理，以确保我国顺利实现 2024 年及其后各年度的 HFCs 生产和使用履约目标。

五是已于 2021 年 9 月 10 日印发《关于控制副产三氟甲烷排放的通知》(环办大气函〔2021〕432 号)，明确了议定书对副产 HFC-23 履约要求及相关监管措施。

中国环境报 2021-10-18

我国科学家实现废旧沥青“秒变”大型储能电池电极材料

10 月 20 日，记者从长沙理工大学获悉，该校贾传坤教授团队，通过对道路材料中废旧沥青进行高效分离、回收及资源化利用等研究，成功制备出一种具有高比表面积的介孔碳材料。以该材料做为锂离子电池负极材料，比容量比现有商用石墨可提高近 52%。研究同时发现，介孔碳材料作为电极，在钠离子电池、钾离子电池和大规模储能液流电池中均可表现出优异的电化学性能。这一将废旧沥青变废为宝，作为储能电池负极材料的重大成果一旦实现产业化落地，有望大幅度降低负极材料成本，助力新能源存储，及碳达峰碳中和目标的达成。日前，研究成果在线发表在国际知名能源期刊《电源杂志》(《Journal of Power Sources》)上。此外，该团队“一种基于废旧沥青的离子电池负极材料的制备方法”和“一种液流电池用改性电极及其制备方法和液流电池”等两项重大成果，在 3 个月内便获中国发明专利授权。

大力发展并高效利用太阳能、风能等新能源，是实现“碳达峰碳中和”的有效途径之一。但众所周知，太阳能、风能等新能源的利用，存在不稳定、不连续的问题，须为其配备适合的储能装置。电化学储能，因不受地域限制、响应快、使用方便等优点，成为发展迅速、产业化应用潜力大的热门技术之一。决定电化学储能电池性能的重要因素之一，就是电极材料。不过，现有的碱金属离子电池

负极碳基材料，存在比容量较低、原料来源成本上涨等问题。大规模储能用液流电池电极材料，也存在电导率低、比表面积低及催化活性差等问题。研发价廉物美的新电极材料，对推动电化学储能商业化进程尤为关键。

沥青是广泛应用的道路材料，我国公路每年因路面维护所产生的废旧沥青混合料就有近 2 亿吨。这些废旧沥青混合料不仅造成极大的资源浪费，还占用大量土地，处理过程会带来环境污染。因此，亟需开发新的废旧沥青回收资源化方法。

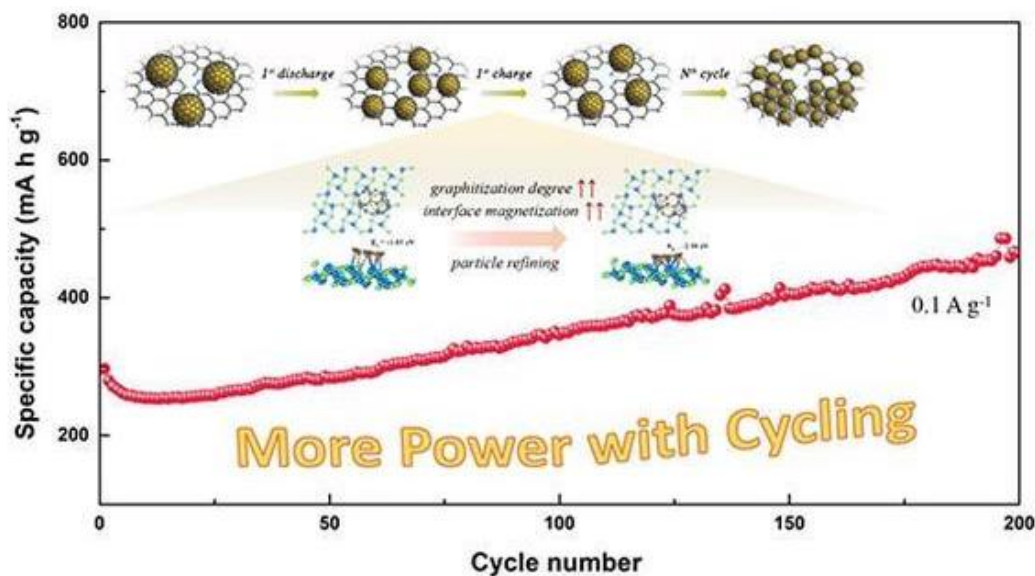
为此，贾传坤团队着力于将废旧沥青混合料的再利用，和价廉物美的电极材料两项研究进行“混搭”探索。经过近两年探索，团队在国际上首次实现以废旧沥青为碳源，制备出具三维孔状结构和高比表面积的介孔碳材料。研究表明，由废旧沥青得到的碳材料用作储能电池电极材料，能表现出较高的稳定性和电池性能。

“废旧沥青在储能中的资源化利用，不仅有效解决了废旧沥青带来的环境污染和回收成本高等问题，也为研发低成本高性能的锂/钠/钾离子电池负极材料和液流电池电极材料提供了新思路，一举两得。同时，回收处理用的样机，我们也已研发和制造出，这项成果正在洽谈落地产业化阶段。”贾传坤说。

俞慧友 科技日报 2021-10-22

我国研究人员提出颗粒细化诱导机制 提高电池容量

近年来，钠离子电池备受关注，因为钠储量丰富，而且这种电池的成本较低。具有较高的 Na^+ 存储能力和循环稳定性的电极，对提高钠离子电池的能量密度和倍率性能至关重要。



(图片来源：中科院)

据外媒报道，最近，中国科学院大连化学物理研究所研究员李先锋、副研究员郑琼团队和燕山大学教授唐永福团队合作，提出了钠/锂离子电池电极储能的新机制。

研究人员设计了一种珊瑚状 FeP 复合材料，可锚定 FeP 纳米颗粒，并将其分散在氮掺杂的三维碳骨架上 (FeP@NC)。珊瑚状 FeP@NC 复合材料具有较短的电荷转移路径和较高的导电氮掺杂碳网络，改善了该复合材料的电荷转移动力学。

此外，由于 FeP 纳米颗粒周围具有高度连续的 N 掺杂碳骨架和弹性缓冲的石墨化碳层，基于 FeP@NC 复合材料的钠离子电池表现出超稳定的循环性能，在 10A/g 下经过 10000 次循环后，其容量保持率为 82.0%。

更重要的是，研究人员将电化学研究和原位电子显微镜表征分析结合起来，确定了一种独特的

颗粒细化机制，可在循环过程中诱导容量增加，这种容量增强效果在小电流下更加明显。

研究发现，FeP 纳米颗粒在第一个循环中经历了细化-复合过程，经过数十个循环后，呈现出全区域细化的趋势。这导致石墨化程度和界面磁化强度逐渐增加，为 Na⁺存储提供了更多的额外活性位点，并有助于提升循环容量。这种容量提升现象也可以扩展至锂离子电池，在 10A/g 下循环 5000 次后，锂离子电池的容量保持率为 90.3%。

盖世汽车 2021-10-19

新型电力系统底层逻辑演进的十点思考

科学的政策设计是高质量构建新型电力系统的基本保障。有专家一针见血地提出“既要发挥好政策在促进新型电力系统发展中的‘推动’而不是‘冲动’作用，又要发挥好‘阻尼’而不是‘阻力’作用”。保证政策设计在方向和原则上的稳定性、长期性，以及具体内容和出台时机上的灵活性、针对性有机统一，需要深刻理解新型电力系统演进的底层逻辑。

本文从基本进程，经济性，安全性（物理系统安全性、国家经济安全性），运行逻辑（运行要素、运行特征），建设定位（新型国家综合基础设施、新型产业能源综合协同系统、新经济），发展道路等六个方面出发，对新型电力系统演进的底层逻辑谈十点具体思考。

一、构建新型电力系统是一个新能源逐步发展为主体能源的动态过程，不同发展阶段要重点解决不同的基本矛盾。

在新能源逐步发展为主体能源中的各个不同阶段，政策设计上要统筹兼顾好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，在充分考虑煤电有序转型和气电适度发展需要的同时，积极推动和友好消纳不同分布形态的新能源发展，并与其不同发展阶段的技术特征、成本特性相适应。

构建新型电力系统，持续推动新能源成为主体能源，大致可分为三个阶段：第一阶段，推动新能源发展成为电力装机主体；第二阶段，推动新能源发展成为电量、电力供应主体，新能源不仅是电力供应数量的主体，而且是能够保障新型电力系统安全稳定运行的功能主体与责任主体；第三阶段，推动新能源发展为全社会的产用能主体，新能源利用与工业、建筑、交通等各行各业的产用能方式深度耦合，形成“新能源+”“数字+”“交易+”等产业能源融合的各种新形态，支撑未来社会发展高度电气化、低碳化、数字化、智能化、交互化，高质量实现国家碳中和目标。

构建以新能源为主体的新型电力系统是一个不断动态演化的过程，在不同发展阶段，都要围绕积极推动和友好消纳不同分布形态的新能源发展进行针对性的政策设计。无论是集中开发，亦或分布式利用，还是光伏整县开发等集中规划与分布式利用并存的融合形态，都要根据新能源利用的技术特征与成本特性的变化，不断迭代优化新能源发展模式，并对政策作出相应调整。

二、决定新型电力系统演进方向与进程根本特征的决定性因素，是统筹兼顾社会用能阶段性的承受能力和安全约束条件下的长期经济性。构建新型电力系统，若着眼经济视角，必然表现为是一个能够在不同发展阶段高经济性地解决能源转型成本、新增系统成本和产业低碳零碳用能成本的动态过程。

不同发展阶段的政策设计，要抓住确保长期经济性这一主要矛盾，寻求对能源转型成本、新增系统成本和产业低碳零碳用能成本的高经济性解决方案。

在不同发展阶段，针对构建新型电力系统的政策设计，都要聚焦解决特定发展阶段的主要成本增长难题。

总体上，要从初始阶段的重点解决新能源发电成本，转向综合解决煤电转型成本、新增系统成本与产业低碳零碳用能成本等成本增长难题。

过去 10 年，得益于产业政策扶持、技术资源聚集以及资本持续投入，新能源发电成本显著降低。

研究表明，2026 年前后，中国的光伏、陆上风电的平准化度电成本将低于煤电成本。

但是，新能源接入电网节点时的成本并不是终端用户电能成本。实践表明，新能源电量渗透率

超过 15%后，系统成本将明显上升。同时，未来的发展必须同步考虑煤电逐步退出与现有煤电机组利用小时大幅下降等能源转型成本，以及双碳背景下各行各业产业加速升级的成本。各行各业从高碳技术路线切换到低碳、零碳技术路线，需要投入大量的技术创新成本与用能方式转换成本。

比如，就解决新能源高渗透率条件下的新增系统成本而言，未来的政策设计，要坚持政府和市场两手发力。

一方面，要充分考虑能否有效激励新型电力系统通过分层分区，将大系统划分为若干自治小系统，利用高精度预测技术、灵活市场机制等方式实现局部自平衡，减少大系统需要的平衡功率，从而降低增量成本投入；

另一方面，要充分考虑能源电力与产业系统的高度耦合，激励推动系统平衡手段从利用抽水蓄能、电化学储能等电力灵活性资源向储冷储热、电热协同、电氢耦合等综合能源跨网互济、多能互补方向发展，以电为载体，以数字化为支撑，以高度发达的市场交易为手段，最大限度利用广泛分布在工业、建筑、交通等领域的灵活性资源，低成本解决未来电力系统的平衡难题，支撑经济社会的电气化、低碳化、数字化、智能化转型。

三、构建以新能源为主体的新型电力系统面临着全新的物理系统安全挑战。确保物理系统安全韧性是影响新型电力系统的演进进程与成本特征的重要决定因素。

不同发展阶段的政策设计，要主动适应电力系统不断演进的物理特性变化与新的安全规律约束，目的就是要建设一个具有强系统安全韧性，能够应对极端天气、灾害、各种局部袭击和数字化网络攻击挑战的能源电力物理系统。

确保物理系统安全一直是电力系统发展的底线和首要责任。与传统电力系统相比，确保以新能源为主体的新型电力系统物理安全韧性的内涵和内容都在出现方向性的变化。

现有研究表明，预计到 2060 年，风电光伏装机占比将超过 85%，发电量占比近 70%。新能源发电的随机性、波动性、间歇性引发的电力供应安全稳定问题全面升级，需要同步深化新型风险研究和防范，重构电力安全理论和防范风险体系。

比如，新能源出力受天气因素影响明显，随着新能源渗透率的不断攀升，即便是现在看来习以为常的气候现象（如南方的梅雨季），未来也将导致电网出现较大功率缺额的风险，更不必说极端天气、灾害、局部袭击带来的风险。同时，在数字化、智能化平台之上建立的电力控制及运行系统，被黑客和敌对方攻击的风险也是重大新型电力安全风险，二者叠加更具有破坏性。

四、构建以新能源为主体的新型电力系统面临着全新的国家经济安全挑战。

不同发展阶段的政策设计，要立足国家经济安全的高度，坚持系统观念，坚持以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进，坚持高水平的科技自立自强，统筹考虑不同发展阶段的资源安全、科技安全、产业安全、数据安全。

资源安全方面，一方面要看到构建以新能源为主体的新型电力系统有助于国家能源安全新战略的落实，降低油气行业的对外依存度（目前我国原油对外依存度超过 70%，天然气对外依存度超过 40%），有利于增强我国能源资源的供应韧性；另一方面也要看到新能源大规模发展所带来的矿产资源供应挑战。

研究表明，清洁能源技术的部署依赖于充足的关键矿物供应，如锂、钴、铜、镍等关键矿物是制造各种清洁能源设备的基础。据 IEC（国际电工委员会）的有关研究，一辆普通的电动汽车对矿物的需求量是普通汽车的 6 倍；建造陆上风力发电厂所需要的矿物是同等容量燃气电厂的 9 倍。关键矿物的供应短缺和市场价格波动，将严重影响新能源的大规模发展。

目前我国铜、锂、钴、镍、锰等原材料对外依存度高达 70%。一方面，与国际相比，我国新能源产业发展有高国产化率的巨大优势，以光伏产业为例，国内企业在上中游产业均在全球占据龙头位置。另一方面，我国在关键装备、关键技术方面还存在着不小差距，如风电大兆瓦级主轴承，IGBT，CCUS、氢能利用、气候预测、灵活性资源、数字化等核心装备技术都需要高水平的科技自立自强。

与此同时，数据作为新型生产要素，在构建新型电力系统中将发挥牵引力与推动力的双轮驱动

作用。一方面，新型电力系统可以实现物理系统与数字化技术的深度融合，有效防范信息网络攻击所产生的安全风险；另一方面，确保能源电力数据、社会生产数据、经济数据等数据安全与数据的高质量分析应用，将会日益成为影响国家经济安全和提升国家竞争力的重大发展因素。

五、新型电力系统将日益演变为一个主要由技术、数据、算力、算法驱动的能源流、电力流、稀缺性灵活性资源流、信息流、碳流、资金流高度耦合和高效运行的能源电力资源配置系统。

不同发展阶段的政策设计，要围绕新型电力系统运行要素的巨大变化，聚焦多流的相互作用与高度耦合，促进能源电力资源优化配置，服务能源电力经济与产业经济的高质量发展，推动国家碳达峰碳中和进程。

新型电力系统是数字化技术与物理系统深度耦合的系统，以技术+数据+算法+算力为驱动力，以现代能源网络体系、信息支撑体系、国家碳交易体系和能源电力市场为载体，赋能能源行业全要素优化配置，实现能源流、电力流、碳流、稀缺性灵活性资源流、信息流、资金流的高度耦合和高效运行，推动能源电力经济与产业经济的高质量发展。

因此未来的政策设计，一方面，要高度重视培育技术、数据、算力、算法等新型驱动要素，加快发展“大云物移智链”等新一代数字技术，发挥数据的新型关键生产要素作用，依托强大的算力和算法，通过海量信息数据分析和高性能计算技术，打通源网荷储各个环节信息，与技术、知识等其他生产要素有效融合，全面提升能源电力系统的运行效率，服务产业能源融合发展的全新生态；另一方面，要全力推动包括能源流、电力流、碳流、稀缺性灵活性资源流、信息流、资金流在内的多流高度耦合。在技术驱动赋能的基础上，推动构建新型电力系统以数字电网为枢纽，以数据流和信息流的有序流动，将电力用户、电网企业、发电企业、供应商等在内的设备、人和物连接起来，同时与其他能源系统有机融合，打通电力流和能源流。

柔性、平衡的电力系统使高比例新能源特别是风能、太阳能和智能电网以及各种储能等灵活性资源相互集成。随着区块链等数字技术和数据要素在碳市场交易中的推广应用，碳市场、电力市场协同发展，承载着碳计量与交易信息的碳流汇入到能源流、电力流，通过去中心化的新机制、新模式与新业态，打通系统中各节点、各主体间的服务流、信息流、碳流、资金流，实现能源电力与社会资源的优化配置。

六、新型电力系统将日益演变为一个多元计量无处不在，多元交易无处不在，多元创新无处不在，多元力量全域泛在，促使各种社会资源，特别是各方闲置资源能够得到最广泛调动和优化的配置。

不同发展阶段的政策设计，要围绕新型电力系统运行特征的巨大变化，着眼实现社会资源特别是闲置资源得到广泛调动和优化配置。

新型电力系统是能源-信息-社会深度耦合的系统，连接着能源主体、用户主体、产业主体和政策主体，是实现能源与用户高效互动，能源与产业协调升级、能源与政策高度匹配的重要枢纽。构建新型电力系统的核心目标是为了实现高投入产出比，旨在以更高效率的方式广泛调用全社会的产业生态资源，以更经济的方式为经济社会发展和国家碳达峰碳中和目标提供高质量的能源电力保障。

不同发展阶段的政策设计，要适应其核心运行特征的巨大变化。一要适应多元计量无处不在的发展要求。随着新型电力系统对数据的及时性、真实性、广域性和互联性要求不断提高，传感基础设施将作为新型电力系统中信息采集和边缘处理的核心支撑底座，对大、中、小、微型源、网、荷、储多端的传感和计量无处不在；二要适应多元交易无处不在的发展要求。随着生态文明、数字文明和能源革命的相融并进，新型电力系统的构建要有利于将能源活动、生产活动和生活活动，并将碳足迹、电足迹等全部纳入交易体系中，基于电力+算力+算法挖掘数据价值，建立可测量、可报告、可核定的碳排放信息体系，推动形态各异的交易实时化、常态化、多样化和去中心化发展，促进电力交易和碳交易模式的不断迭代升级，实现各种社会资源的优化配置；三要适应多元创新无处不在的发展要求。大力鼓励技术创新、模式创新、机制创新和管理创新等多元创新发展，创新能源产品，推动数字能源发展，形成新技术、新产业、新业态、新模式；四要适应多元力量全域泛在的发展要

求。推动政府和社会各方以更便捷、更经济和更低碳的方式参与能源电力的生产交易活动，系统运行动力由“主要依靠大引擎拉动”逐步变成“更多依靠引擎集群合力推动”，全域泛在合力促进，构建一个全民参与、资源得到充分利用的新生态，打造社会资源优化配置的新格局。

七、新型电力系统会逐步发展成为一个融合能源基础设施、数字基础设施、计量基础设施、交易基础设施、安全基础设施、应急基础设施，以及制度基础设施的国家综合基础设施系统。

不同发展阶段的政策设计，要立足创新建设国家新型基础设施，聚焦融合创新与综合建设，构建以新能源为主体的新型电力系统。

新型电力系统作为高度融合型、创新型的国家综合基础设施系统，包含了能源基础设施、数字基础设施、计量基础设施、交易基础设施、安全基础设施、应急基础设施，以及背后隐含的制度基础设施等，将发展成为国家数字转型、智能升级、融合创新、协同发展的重要基础设施支撑单元。

不同发展阶段的政策设计，都要坚持系统观念，推动综合发展、融合创新，符合建设国家融合基础设施和综合基础设施的客观规律。

一是要有利于推动能源基础设施的融合。传统能源基础设施之间由于体制机制、管理模式、技术等原因存在明显割裂，随着能源技术与信息数字技术的深度融合，多种能源基础设施将突破物理形态上的壁垒，通过数据的自由流动实现多种能源互济互补和高效利用；

二是要有利于推动数字基础设施的融合。要积极推动通信网络基础设施、新型技术基础设施、算力基础设施之间的融合，促使 5G 技术、大数据中心、云计算等数字基础设施加速成为能源数据信息传输、存储、计算、处理的一体化载体，服务构建数据驱动的新型电力系统；

三是要有利于推动计量基础设施和交易基础设施的融合。多元计量无处不在和多元交易无处不在是新型电力系统建设的重要特征。要积极推动大、中、小、微型源、网、荷、储多端传感和计量，加快建设多元化的交易基础设施，支撑形式多样的交易场景和交易市场的融合；

四是要有利于推动安全基础设施和应急基础设施的融合。安全的不确定风险在新型电力系统中体现地更加明显，同时产业链各环节的安全应急能力也将呈现为基础设施建设中的“木桶效应”。为保证网络安全、数据安全、技术安全、系统安全，应对各种紧密情况，需要建立起能够保障各环节之间的协同联动，具备提前预防、快速感知、快速响应、快速处置和快速恢复等功能的融合型安全基础设施和应急基础设施；

五是要有利于推动制度基础设施的融合。新型电力系统的建设不仅需要技术上的创新应用，新交易、新业态、新模式也需要配套制度作为基础保障。因此，新型电力系统的建设绝不仅是能源电力行业的范畴，而是立足国家新型基础设施全局。

八、新型电力系统会逐步发展成为一个能够与各行业由高碳技术路线转向低碳、零碳技术路线相适应、始终有助于各行业实现产业跨越式升级的产业能源综合协同系统。

不同发展阶段的政策设计，要立足构建能源产业新型协同关系，聚焦服务国家产业加速升级和经济高质量发展，构建以新能源为主体的新型电力系统。

国家碳达峰碳中和战略背景下，各行业技术和产业的跨越式升级，必然体现在用能效率提升、用能结构调整以及低碳清洁发展方式上。未来我国产业发展必然走向高度电气化、低碳化、数字化、智能化的道路。构建新型电力系统天然具有与行业技术进步、产业升级协同发展的特性。

因此，不同发展阶段的政策设计，要充分认识新型电力系统所具有的能源要素属性和能源产业属性，积极推动构建产业能源新型协同关系，服务国家产业升级和经济高质量发展。

各行业的技术升级和低碳、零碳转型，需要清洁高效、智慧互动、开放共享的能源系统相支撑。要充分发挥能源要素功能，着眼打通产业能源壁垒，加强产业能源协同，匹配各行业低碳、零碳技术发展需求，实现发输配用各领域、源网荷储各环节、电力与其他能源系统之间、能源系统与其他产业之间的协调联动，不断贯通国民经济循环的各个环节，提高各行业的社会资源配置效率。

九、新型电力系统会发展成为一个能够持续创造新技术、新装备、新业态、新模式、新产业，从而不断形成新经济的新社会价值创造系统。

不同发展阶段的政策设计，要立足积极构建新型电力系统的产业孵化功能，高质量培育新产业、新经济，为中国经济高质量发展创造更多社会价值。

新型电力系统是能源系统与社会系统的协同发展、交互发展的载体，在国家碳达峰碳中和目标落地以及高度电气化、数字化、智能化的催化下，将诞生高质量的新社会价值创造系统。

不同发展阶段的政策设计，一要有利于装备、技术的创新。推动我国加速突破新能源发电、高韧性电网、高效率安全大容量储能、氢能及燃料电池、高效率光伏发电材料、新型绝缘材料、超导材料、宽禁带电力电子器件等一批关键技术，重点攻关 CCUS、高效率低成本新能源发电、大规模海上风电、虚拟电厂、源网荷储协调运行、主动需求响应、电氢技术、综合能源系统、数字化技术、市场交易技术、碳技术等新技术、新装备，畅通能源经济在生产、流动、分配和消费等各环节的发展堵点，加快低碳技术示范、应用和推广，有助于能源电力行业清洁低碳发展和产业跨越升级加快储能技术与数字孪生、人工智能技术融合，中国超大规模的市场优势和资源优势可以为新技术的应用、推广、迭代、创新提供更加有利的条件；

二要有利于持续催生创造新模式、新业态。分布式与集中式并举成为未来能源供需的典型模式，各类风光水火电源的互动模式，电源与电网的互动方式，大电网与配电网、微网的互动模式都将实现“量变”到“质变”的突破，各类 V2G、V2H 等具备双向互动功能的电动汽车上路，将更大范围更高效实现灵活性资源的建设、聚合与应用。积极推动现有电力系统以电力供应+可靠性为目标函数的发展模式加速向多市场主体互动、生态化共存的共赢模式转变。新型电力系统在规划建设、运行维护、资源互济、多能互补等方面将重塑能源电力的产业链供应链格局，实现新能源发电与用户直签、园区社区微网运营、节能创新型产业集群、能源数字化产业的规模化发展；

三要有利于持续高质量培育新产业、新经济。充分认识构建新型电力系统的产业孵化属性和数字化经济属性，持续创造新产业、新经济。随着新型电力系统的数字化属性日渐加深，将逐步形成随时随地利用资源、跨时间空间调配资源、容纳海量市场主体创造价值的能源数字经济新形态，相对于传统经济形态，能源数字经济将成为迸发出更多数字经济、网络经济、平台经济特征的能源新经济业态，为我国经济社会高质量发展注入能源与数字双引擎。

十、新型电力系统必然会发展成为一个具有显著中国特色，能够灵活适应国家碳达峰碳中和的不同发展阶段需要，持续满足生态文明建设、共同富裕和国家能源安全新战略要求的新时代中国电力系统。

不同发展阶段的政策设计，要立足中国国情和国家重大战略选择，符合中国经济社会高质量发展的内生需要，坚持走中国特色新型电力系统构建之路。

构建以新能源为主体的新型电力系统，是党中央立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，在加快推进生态文明建设和人类命运共同体建设、深入贯彻落实国家能源安全新战略的背景下，提出的新思想、新论断，具有鲜明的中国特色。

不同发展阶段的政策设计，都要坚持走具有中国特色的新型电力系统构建之路。一要坚持符合我国国情。要充分考虑我国的发展阶段，统筹兼顾产业发展进程、技术进步进程、市场培育进程和能源结构调整节奏；要充分考虑国际竞争格局；要符合我国源荷分布、能源禀赋与体制机制现实；

二要满足我国经济社会高质量发展的内生需要。能够积极推动我国企业抢占产业升级和能源转型发展的制高点，争取全球产业竞争的主动权；能够积极推动高水平的科技自立自强；能够积极推动实现经济社会环境的创新协调可持续发展；

三要适应国家重大战略发展道路选择。构建新型电力系统与我国生态文明建设、共同富裕、国家能源安全新战略、创新驱动发展等重大战略息息相关，既是这些重大战略的有机组成部分，也要按照国家持续出台的重大战略部署不断迭代优化路径与策略。

（作者系国网（苏州）城市能源研究院院长）

李伟阳 中国能源报 2021-10-18

新型电力系统构建需要全新的底层逻辑

2020年，我国二氧化碳排放总量约110亿吨，其中能源行业约占80%，电力行业碳排放占能源行业的比重超过40%。这使得“能源行业是我国实现碳达峰碳中和目标的主战场，电力行业是实现碳达峰碳中和目标的主力军”的说法深入人心，在一定程度上导致了地方政府将实现碳达峰碳中和目标的责任主体锁定在能源电力行业上，将发展重点聚焦于超常规大规模发展新能源上。同时，多数发电企业也提出了宏伟的新能源发展目标，对风光等新能源资源新一轮跑马圈地成为有关各方的首要任务，致使能源电力企业主动或被动承担了实际上可能无法承受的发展责任。

需要注意的是，我国碳达峰碳中和目标具有鲜明的国家基础战略特征，这既是我国积极应对全球气候变化挑战，构建人类命运共同体的大国担当和实际行动，更是我国在新发展阶段构建“以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进”的新发展格局，推进经济社会高质量发展、人民生活品质持续提升与社会全面转型发展，积极适应全球市场竞争规则的重大变化，以及全面提升国家竞争力的战略决策部署。因此，绝不能因为能源电力行业担任碳减排的主要角色，就将碳达峰碳中和目标单一或主要理解为能源革命。因此，笔者认为，在当前的实际工作中，应坚持系统观念，透彻研究碳达峰碳中和目标与我国经济高质量发展的底层逻辑，科学推进并不断迭代优化。同时，也需将碳达峰碳中和目标下的新型电力系统演进的底层逻辑研究提上日程。

产业系统与能源系统的关系

由“保障供能型”变为“互驱发展型”

碳达峰碳中和目标是推动我国经济高质量发展的基础逻辑，是通过推动各行业加速从高碳排放的技术路线转换到低碳、零碳排放的技术路线，实现技术与产业的跨越式进步。这将推动各行业生产用能方式发生根本性转变，由主要消耗化石能源变为全面使用可再生能源，由较低的能效水平变为更高的能效水平，产业系统与能源系统的关系也将由“保障供能型”变为“互驱发展型”。同时，用能方式的转变将推动我国能源结构根本性调整。

也就是说，包括能源电力在内的各行业跨越式、压缩型的产业升级，会经由生产用能方式的根本性变化传导到能源电力行业，通过用能方式和能源资源配置方式的根本性变化，自然形成“能源行业是我国实现碳达峰碳中和目标的主战场，电力行业是实现碳达峰碳中和目标的主力军”的能源发展新格局。

需要强调的是，碳达峰碳中和目标推动经济高质量发展是“源”“目标”和“产出”，经济高质量发展引导和推动能源高质量发展是“流”“手段”和“成本”。

我国碳达峰碳中和目标的初心和使命是推动包括能源电力行业在内的产业升级和经济高质量发展，而不能单一理解为推动能源电力行业加快构建清洁低碳安全高效的能源体系和以新能源为主体的新型电力系统。

事实上，构建清洁低碳安全高效的能源体系和新型电力系统不仅是能源电力产业升级和高质量发展的具体内容，也是我国产业升级和经济高质量发展的有机组成。同时，只有深刻理解各产业升级的经济和技术规律、产业和能源的新型互动关系，才能真正做到构建清洁低碳安全高效的能源体系和新型电力系统的有效路径。

能源结构调整

需最大限度通过“电为载体”实现

碳达峰碳中和目标推动的经济高质量发展和能源高质量发展，呼唤构建以新能源为主体的新型电力系统。

碳达峰碳中和目标将推动我国各产业的核心技术路线从高碳排放转换到低碳、零碳排放，这要求必须实现能源消费结构的根本性转变，即由主要消耗化石能源转变为全面使用可再生能源，这种能源结构调整需要最大限度通过“电为载体”实现。

同时，要实现综合能效水平的持续大幅提升，需要最大限度通过“电为载体”实现；产业系统与能

源系统的关系由“保障供能型”转变为“互驱发展型”，也需要最大限度通过“电为载体”实现。

技术进步的低碳化、零碳化，必然导致全社会生产用能方式高水平、高质量的广泛电气化。同样，可再生能源的大规模、高比例开发与高水平、高质量使用，以及不同能源的多元发展、协调互济和源网荷储的协同发展、优势互补，都离不开高水平、高质量的广泛电气化。如此构建以新能源为主体的新型电力系统势所必然。

离不开全新的技术创新、
政策安排和激励机制

与现有的以化石能源为主体的电力系统相比，构建以新能源为主体的新型电力系统的目的是电能生产和消费系统实现零碳（近零碳）排放，技术、经济约束将发生根本性变化。

从生产用能特性来看，因为各产业都需要广泛使用可再生能源、持续提升能效，同时能源电力行业需要大规模开发可再生能源，这使得能源开发与利用必然是分布式与集中式并重，“电从节约来、电从远方来、电从身边来”三者并举。相比之下，分布式更为基础和广泛，集中式则更能保证数量贡献。因此，从提升综合能效与系统能效入手实现节约能源、控制能源消费总量，将成为政策研究的重点、亟待解决的问题。

从安全特性和技术约束来看，随着以新能源为主体的进程演进，电力供应安全和运行安全特性将发生质的变化。随着新能源占比提高，供给将出现电量充裕而部分时段电力紧缺的情况，因此，需加快发展有效的电量“搬运”技术。同时，现有电力系统快速扩张发展取得的增加系统惯量、缩短电气距离（提升短路容量）、增加动态无功补偿能力的作用将被新能源大规模接入逐渐“中和”，同样需要发展新技术去“补偿”。

与现有电力系统相比，新型电力系统的技术体系将由以源、网技术创新为主向源、网、荷、储全链条技术创新全面延伸，由以电磁输变电技术为主向电力电子技术、数字化技术全面延伸，由单一的能源电力技术向跨行业、跨领域的技术协同转变。

从成本特性和经济约束来看，随着以新能源为主体的进程演进，我国经济发展合理的综合用能成本将需要全新的控制策略。虽然光伏、风电的成本显著下降，在发电上网环节可以与化石能源同台竞争，但新能源接入电网的成本并不是终端用户的电能成本。当新能源成为主体时，快速上升的系统平衡成本、安全保障成本等将逐渐成为主要的增量成本。

由此可见，新型电力系统的成本变化将对市场调节和政策调节提出更高要求，要从总量和结构两方面着手，找到经济、安全、清洁三者的平衡点。因此，要保证能源安全约束条件下的社会用能经济性，需要全新的技术创新支撑、政策安排和激励机制。

（作者系国网（苏州）城市能源研究院院长）

李伟阳 中国能源报 2021-10-18

新疆沙漠固碳研究最新发现塔克拉玛干沙漠年固碳 160 万吨

日前，中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所（以下简称“沙漠所”）一项最新研究显示，塔克拉玛干沙漠具有不容忽视的固碳能力。

沙漠所副研究员杨帆在研究中首次发现，由土壤热量波动引起的含二氧化碳的土壤空气膨胀/收缩对流沙二氧化碳交换总量的贡献，出人意料地强烈。这一长期的隐匿过程与土壤盐/碱的化学固碳作用结合，分别主导了流沙中二氧化碳的释放和吸收过程。在释放和吸收的动态平衡中，吸收相对较强，使沙漠生态系统展现出固碳功能。

研究显示，当前，塔克拉玛干沙漠每年以 160 万吨的稳定速度吸收大气中的二氧化碳，呈现出稳定的固碳效应。这相当于每年吸收我国 1.54% 的二氧化碳排放量。如果考虑全球所有流动沙漠，且以塔克拉玛干沙漠的固碳速率代表平均状态，那么预计全球流动沙漠生态系统每年可固定大气二氧化碳约 2.125 亿吨。这相当于 16 座 630 兆瓦燃煤电厂的全年碳排放量。

杨帆认为,沙漠生态系统在全球碳循环中的地位不容忽视。尽管相比于森林和草地等生态系统,塔克拉玛干沙漠的固碳能力相对较弱,但在我国西北干旱区以荒漠为主要生态系统的大背景下,也为减少碳排放、减缓气候变化发挥了积极作用。

研究同时发现,气候变化导致塔克拉玛干沙漠碳汇能力衰减。随着气候变化,沙粒孔隙中的空气热膨胀作用不断加剧,促使更多的土壤二氧化碳随膨胀的空气泵入大气。释放作用逐渐增强,导致塔克拉玛干沙漠流沙固碳能力每年以 0.43%的速度减弱。如果对气候变化完全不加遏制,塔克拉玛干沙漠流沙固碳能力将以每年 1.2%的速度快速减弱,预计在 2100 年左右二氧化碳吸收/释放将达到平衡。这些过程将通过气候变化下的正反馈效应不断加速。在削弱人类抑制未来大气二氧化碳排放优势,加剧气候变暖的同时,促使干旱地区背负更大的气候变化压力和风险,引发一系列生态环境问题,阻碍我国西北干旱地区可持续发展。

为了研究上述问题,杨帆自 2017 年在兰州大学黄建平教授的指导下,带领团队在塔克拉玛干沙漠气象野外科学试验基地开展沙漠固碳机理观测试验。相关成果发表在《Science Bulletin》和《Geoderma》上,引起广泛关注。

中国气象报社 2021-10-22

烟台倡议

2021 年 10 月 19 日至 21 日,由山东省发展和改革委员会、烟台市人民政府、中国核学会、中国机械工业联合会、中国能源报社主办的 2021 碳达峰碳中和烟台论坛在烟台举办,并发表如下倡议—

建设清洁美丽世界,以“碳达峰、碳中和”目标愿景为引领,我们郑重宣布,并付诸积极的行动。

一、倡导低碳理念,凝聚广泛共识

生态文明建设关乎人类社会永续发展,加快绿色低碳转型、共建清洁美丽世界,是人类共同的责任与担当,呼吁全球树立节能减排、绿色低碳意识,共同推动“碳达峰、碳中和”目标实现。

二、坚持可持续发展,推进非化石能源迭代发展

坚定不移发展可再生能源,积极构建以新能源为主体的新型电力系统建设,稳步加快可再生能源替代力度和节奏,推动化石能源向非化石能源质的飞跃,切实让绿色低碳发展的成色更足、份量更重。

三、坚持创新驱动,加强技术支撑保障

科技发展和技术创新是走向碳中和的终极解决方案。坚持以科技创新赋能绿色低碳转型发展,积极开展多方面的技术突破和技术体系整体转型,以技术创新加速推动碳中和目标实现。

四、加强国际交流合作,共同应对气候变化

推动构建人类命运共同体是时代要求、历史必然,我们将秉持共商、共建、共享原则,加强国际合作,助推转型发展,共同加强气候变化应对措施,制定适应和减缓气候变化的行动方案。

五、引导社会公众参与,发挥企业核心力量

践行绿色生活,守护美好家园,需要全社会共同付出实际行动和努力,从我做起、从身边做起,把绿色理念转化为实际行动,推动形成节能减排、绿色低碳的生活方式和消费模式。企业作为践行绿色低碳发展的重要主体,是实现零碳排放和绿色转型创新的核心推动者,要主动承担社会责任、树立系统思维,加强彼此协作、携手并进,推动人类共同目标的实现。

六、布局清洁能源发展,为碳中和贡献烟台方案

烟台坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路,努力当好碳达峰碳中和的先行者、引领者,用足用好清洁能源和绿色低碳产业优势,积极探索创新,奋力打造清洁能源示范城市、全国双碳发展示范区,为碳中和贡献烟台方案。

绿水青山就是金山银山。让我们携起手来,共同努力,以新发展理念为引领,在共建清洁美丽

2021 碳达峰碳中和烟台论坛之城市能源变革与低碳发展分论坛圆桌对话发言摘编

10月20日，在2021碳达峰碳中和烟台论坛之城市能源变革与低碳发展分论坛期间，与会嘉宾围绕“零碳导向的城市能源转型与低碳城市项目”实践经验与掣肘展开圆桌分享讨论。本刊摘录嘉宾主要发言观点，以飨读者。

中国城市发展研究会副理事长、山东地矿新能源有限公司董事长 李振函：

低碳城市建设要着力“四个转型”

在碳达峰碳中和愿景下，城市的减碳模式各不相同，但基本的原则是一致的。

城市绿色低碳发展首先要建立一套规划体系，重点在城市建筑、城市交通、城市公共设施等领域加强减碳工作。

城市在能源消费、能源产品方面实现转型，具体有以下几种方式：

一是增长方式的低碳转型。通过改变产业发展方式，靠技术进步和创新驱动产业增长，促进传统产业的低碳转型，大力发展新型绿色低碳经济。

二是能源系统的低碳转型。通过实施能源生产和消费革命，构建以清洁、低碳为特征的能源供应体系，合理控制能源需求总量，大幅提升能源利用效率和管理水平。

三是消费模式的低碳转型。通过转变市民生活和消费方式，在满足合理消费需求和提升生活品质的同时，通过广泛的宣传教育和积极的政策引导，形成绿色、低碳、节约的消费理念和生活消费方式，逐步实现消费增长和碳排放的脱钩。

四是城市化模式的低碳转型。通过改变城市形态、加强低碳基础设施建设，改善对土地利用模式与公共交通体系的设计和规划以实现低碳转型。

碳达峰碳中和目标在为政府、企业、社会带来挑战的同时，也带来了机遇：

一是以风光电力、地热能源、氢能等清洁能源产品制造为主营业务的规模性生产型企业将获得进一步发展空间。

二是围绕风光发电设备、地热能源、氢能及燃料电池、储能、能源传输、智能化分布式能源、能源大数据、碳减排、碳捕集、碳封存等领域的研发和技术将获得更大的资金和市场关注。

三是碳排放权、绿证、碳金融产品等交易市场将更加成熟与活跃。

四是绿色金融、绿色债券等将进一步为清洁能源企业融资带来便利。

城市构建清洁、低碳、安全、高效新能源体系，离不开低碳能源的开发。实际上，山东省地热能源资源丰富，省政府亦重视对地热能的开发利用，要求地热能源开发“以灌定采”，只取能源不取水。

近20年来，山东地矿新能源有限公司立足地热新能源开发利用，在地热发电、地热供暖、温泉勘探与开发等方面形成了具有自主知识产权的科研成果和专利技术60余项，每年服务的地热供暖面积达1800万平方米，每年减少二氧化碳排放165万吨，经济效益和社会效益显著。地热供暖实行“以灌定采，采灌均衡，取热不取水”的原则，实现了绿色环保零碳排放的可持续循环利用。

当然，目前地热能源绿色发展也存在诸如政策层面不健全，管理部门分散，缺乏具体指导政策法规；取水许可证、采矿许可证办理难度较大的掣肘。因此，建议简化管理部门，下放管理权限，取消取水许可证和采矿许可证。（吴起龙/整理）

中石化绿源地热能（山东）开发有限公司总经理助理 李圣杰：

为低碳城市建设贡献地热“能量”

中石化绿源地热能开发公司成立于2006年，是中石化集团下专业从事地热资源开发利用的公司，目前业务已遍及陕西、河北、山东、山西等多个省市，供热能力达5000万平方米，年可替代标准煤130万吨，减排二氧化碳320万吨，相当于植树3000万棵树。

截至目前，我们已与河北省雄县政府共同打造出了地热开发的“雄县模式”，成功打造了中国第一个地热供暖“无烟城”，开创性形成了“政企合作、市场运行、统一开发、技术先进、环境保护、百姓受益”地热资源开发的“雄县模式”，成为“十二五”期间中国地热产业发展的亮点，引领和推进了中国地热产业的快速发展。这一模式得到了国家能源局、原国土资源部等部委、地方政府、业界的认可，具有广泛的借鉴和推广性。

雄县政府由于在环境治理上的作为，在 2015 年以“推进绿色发展 构建生态友好”荣膺了“全国创建绿色化示范城市”称号。

在开发地热绿色清洁能源过程中，我们始终秉承“在保护中开发，在开发中保护”理念，积极勘探开发深部灰岩热储，实现尾水回灌，达到循环利用，在雄县地热项目成功实现 100%同层回灌，真正做到了“取热不耗水”，经测算，雄县地热开发项目年可替代标煤 16 万余吨，减排二氧化碳为 40 余万吨。

目前，我们正围绕雄安的地热能开发，着力打造“雄县模式”的升级版——“雄安模式”，将助力雄安新区打造地热产业高质量发展样板，为“十四五”地热产业发展奠定坚实基础，努力打造“世界品牌、中国第一”的地热公司。

同时我们也提出“地热+”的解决方案，在中石化集团“一基两翼三新”（即以能源资源为基础，以洁净能源和合成材料为两翼，以新能源、新经济、新领域为重要增长点）的产业格局引领下，在上级单位中石化新星公司构建“热氢风光”新能源产业体系的指导下，充分利用深浅层地热、工业余热、污水源、天然气等多种清洁能源、实现多能互补、集成利用，提高系统效率和安全性，降低运行能耗。

聚焦山东，经过十年的耕耘，我们的地热开发利用业务已经遍及济南、德州、菏泽、聊城等多个地市，供暖能力达到 700 万平方米，有效解决了碳排放的问题。通过与青岛能源集团、聊城市国资委的合作，在“地热+”的基础上，又增加了风电、光伏等新能源领域的全面合作，为山东发展低碳经济，促进节能减排，建设资源节约、环境友好、可持续发展的和谐社会作出贡献。

国家在政策层面一直积极支持地热能开发利用。9 月 10 日，国家发改委、能源局、财政部等八部委联合出台了“关于促进地热能开发利用的若干意见”，其中提到到 2025 年，各地基本建立起完善规范的地热能开发利用管理流程，全国地热能开发利用信息统计和监测体系基本完善，地热能供暖（制冷）面积比 2020 年增加 50%，在资源条件好的地区建设一批地热能发电示范项目，全国地热能发电装机容量比 2020 年翻一番；到 2035 年，地热能供暖（制冷）面积及地热能发电装机容量力争比 2025 年翻一番。这是国家在顶层设计层面再次肯定了地热的发展方向。

地方政府层面对地热开发同样持积极支持态度。比如在 9 月 17 日，陕西省人民政府发布了《加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系若干措施》的通知，其中在推动能源体系绿色低碳转型方面，提出到 2025 年地热供暖面积要增加到 7000 万平方米。

通过我们了解，除了陕西省之外，不少地方政府近期都酝酿出台地热开发的支持政策。

地热资源的开发利用是一项新兴的能源产业，目前处在起步阶段。地热供暖项目由于初始投资大、回收期长、技术难度大等特征，产业发展仍有很多问题需要解决。如何保障地热资源实现“又好又快”的开发，更好服务于低碳城市建设，仍需要得到政策层面的支持和扶持，也需要行业共同努力。我们相信，科学、合理、有效的开发利用地热资源一定能够为城市生态文明治理，与实现碳达峰碳中和伟大目标贡献重要力量。（张胜杰/整理）

杭州市燃气集团有限公司党委委员、副总经理 胡裕民：

立足天然气“一盘棋”助力低碳杭州

作为天然气行业的下游企业，目前，杭燃集团正致力于减碳事业，通过煤改气、车改气、区域供暖等多项工作，逐步实现减碳。比如伴随杭州管道天然气的建设，杭州热电厂已从“煤燃料”时代过渡到了“天然气”时代。

新能源发展时期，加大天然气利用是必然趋势。目前，我们已与华电集团在杭州下沙、江东建

立了两个天然气热电厂；车改气方面，不断拓展天然气汽车业务；区域供暖方面，与新奥集团积极洽谈泛能网等相关业务；成立科技研发应用中心，布局加氢站建设；分布式能源方面，我们也正在各综合体、科技园、产业园区建立分布式能源基地。其中，作为亚运会配套保障项目的杭州萧山国际机场三期能源中心天然气分布式能源项目也即将投入使用。

就今冬天然气行业气价而言，亚洲地区上涨 6 倍，欧洲地区上涨 10 倍，这对城市燃气行业发展来说是个挑战。

我认为，在用能方面，应首先保证供应，保障企业正常生产运营；价格方面要形成联动机制，打造多气源、一体化的格局，在保证满足用气的条件下，降低用能成本，满足城市低碳的需求。

在碳达峰碳中和愿景下，杭燃集团围绕一去三化一提升（一去即去除供应中间环节，三化即扁平化、均等化、规模化，一提升即提升城市燃气应急调峰的能力）原则，坚持杭州天然气“一盘棋、一张网、一体化”。

当前，杭燃集团业务服务区域已辐射到杭州市 11 区 3 县（市）。下一步，要着重加强高压管网、区县区域性合作。（张金梦/整理）

烟台卓越新能源科技股份有限公司董事、总经理 王擎：

固体电储热服务城镇清洁供暖仍待政策助力

当前，新能源配储能政策背景下，为储热发展带来了新机遇。常用的电化学储电成本是储热的 15 倍以上，烟台卓越新能源科技股份有限公司自主研发的新型电储热系统——电加热式固体蓄热设备可利用低谷电、风电、光伏发电等清洁能源将固体蓄能物质加热并储存起来，在供电高峰期停止加热，将储存的热能持续向采暖系统或生活热水系统释放，实行分布式清洁能源供暖。

通过源网荷储项目形式，结合储热技术，不仅可以解决项目弃光弃电的消纳难题，还可为城镇清洁供暖提供新方案。

除此之外，目前，综合能源管理也是我们的业务亮点。以烟台蓝色智谷综合能源管理项目为例，该项目由 16 栋单体建筑及配套商业用房构成，合计 11 个功能分区，总建筑面积 29.5 万平方米，其中地上建筑面积 23.5 万平方米。是山东省内在建体量最大的“互联网+”主题综合体。

项目冬季供热由固体蓄热、空气源模块热泵机组、水源热泵共同承担，夏季供冷由空气源模块热泵机组、水源热泵机组承担。通过多种能源的搭配互补协同，利用低谷时段低价电，并发挥各种能源设备优势，有效实现能源的综合利用。

与此同时，项目通过远程智能监控系统，实现了系统的远程监控模式，时时掌控现场设备运行情况、设备运行参数等信息，确保系统始终处于最佳状态运行。

项目自 2016 年投入运行以来，系统运行稳定可靠，运行费用相比常规能源系统节约 40% 以上。

目前，国家于 7 月份出台了进一步完善分时电价机制的政策，其中提到当最大系统峰谷差率超过 40% 时，谷电价与峰电价价差原则上不低于 1:4，其他时段原则不低于 1:3。若低谷电未得到完全消纳，则会自行在电网发热消散，造成电力大量损失。虽然国家在电价方面出台了一系列指导政策，但就目前而言，政策落地还有待时日。（张金梦/整理）

中国能源报 2021-10-25

中国工程院院士王金南：工业将比电力先实现“碳达峰”

今日（10 月 17 日），2021 大梅沙碳中和国际论坛在深圳举办。

不同地区、行业和领域的碳达峰时间是否会同步？工业与电力哪个领域会先达峰？在论坛上，中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南提出了这些问题。

王金南预测，钢铁、水泥、有色等行业与建筑领域的直接排放将在“十四五”期间达峰，早于电力行业。

不同地区的“碳达峰”时间不一致

2020年，我国首次提出：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。“碳达峰”“碳中和”也被写入“十四五”规划，作为我国“十四五”污染防治攻坚战的重要目标。

那么，对于不同的地区、不同的行业和领域来说，碳达峰的进度又是否会一致呢？

在节能减排方面，不同地区其实面临着不同的情况。王金南提供的数据显示，2020年山东直接二氧化碳排放量8.15亿吨，为全国最高，之后是内蒙古的7.97亿吨，河北的7.86亿吨，江苏的6.99亿吨，广东的6.72亿吨。

王金南统计中国各省2005年~2020年二氧化碳直接排放路径后发现，二氧化碳直接排放已达峰的省份，其排放从峰值年开始都已经出现明显下降，未达峰省份的增长也逐渐进入平台期。

不仅如此，许多城市还推出了自己的碳达峰“时间表”。王金南统计了全国主要城市承诺实现“碳达峰”的时间：广州等城市承诺2020年提前实现碳达峰、成都等城市计划2025年实现碳达峰……

主要城市提出“碳达峰”时间表

从全国情况来看，王金南认为，“十四五”是实现2030年前碳达峰的关键时期，全国排放达峰后将进入3年~4年的峰值平台期，年均排放量仅减少几千万吨，容易因重大项目集中布局建设而导致排放量波动。

工业领域将比电力先“达峰”

据了解，目前已有多个行业公布了碳达峰和碳中和相关目标，一些行业还申明了达峰时间。

2021年1月15日，17家石油和化工企业、化工园区及中国石油和化学工业联合会在北京联合签署并共同发布《中国石油和化学工业碳达峰与碳中和宣言》。

2021年1月16日，中国建筑材料联合会发布《推进建筑材料行业碳达峰、碳中和行动倡议书》，表示建筑材料行业要在2025年前全面实行碳达峰，水泥等行业要在2023年前率先实现碳达峰。

2021年2月10日，中国钢铁协会发布《钢铁担当，开启低碳新征程——推进钢铁行业低碳行动倡议书》。

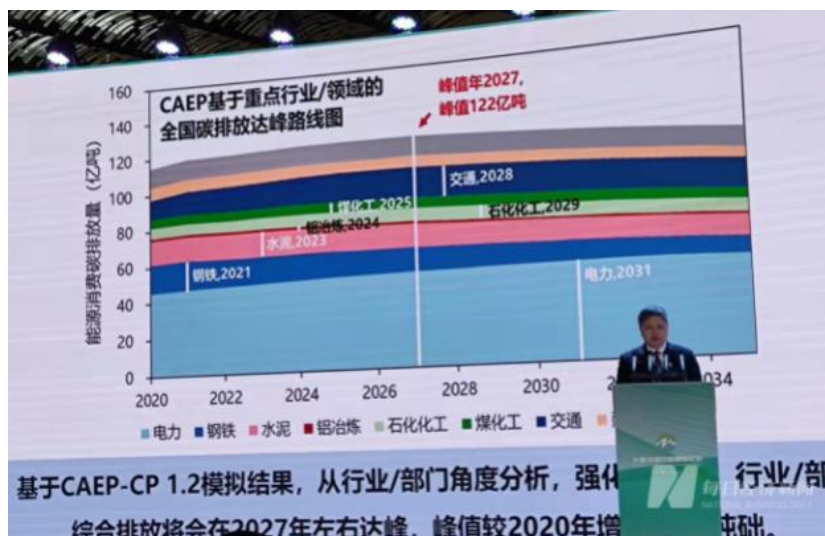
一些企业也推出了“时间表”：河钢集团有限公司计划2022年实现碳达峰、通威集团有限公司计划2023年实现碳中和、中国长江三峡集团公司计划2023年实现碳达峰……

王金南预测，钢铁、水泥、有色等行业与建筑领域的直接排放将于“十四五”期间达峰，石化化工、煤化工与交通领域将在“十五五”末期达峰，电力行业将在“十五五”末、“十六五”初期进入峰值平台期。

王金南表示，根据CAEP-CP 1.2（CAEP是中国工程物理研究院的缩写）模拟结果，从行业/部门角度分析，行业/部门综合排放将会在2027年左右达峰，彼时全国碳排放峰值将达到122亿吨。

上述模拟结果显示，钢铁行业的达峰时间将是2021年，水泥行业将为2023年，铝冶炼行业为2024年，煤化工行业为2025年，交通行业为2028年，石化化工行业为2029年，电力行业为2031年。

各行业碳达峰时间预测
实习记者 安宇飞 摄



郭荣村 每日经济新闻 2021-10-18

中国互联网货运平台降低“三空” 年减少碳排放超千万吨

中国互联网货运平台——满帮集团和中国交通运输部规划研究院共同合作开展的《我国碳达峰碳中和背景下互联网道路货运平台发展战略与路径》课题研究结果显示，在碳减排的不同方式和路径中，互联网货运平台利用大数据等技术，降低公路货运空驶、空载、空置，切实推动公路货运行业节能减排、绿色发展。

记者 10 月 18 日从满帮集团获悉上述消息。

此课题研究旨在系统研究中国互联网货运平台在碳达峰碳中和背景下的价值贡献和发展路径，为海内外交通运输绿色转型和可持续发展提供有益参考。

课题研究指出，公路运输是中国交通运输领域碳排放的重要领域，碳排放占交通运输行业排放总量的 80% 以上。在公路运输中，公路货运是碳排放的重点领域，碳排放占比超过 60%，其中重型货车占公路货运碳排放总量超过 85%。

课题研究结果表明，将数字化等技术应用到公路货运领域，可以有效提升交通运输系统效率，进而降低车辆能耗和碳排放。如果中国车辆空驶率从 45% 降至 25%，每年可以减少无效行驶里程 1472 亿公里，减少二氧化碳排放 6951 万吨。从发达国家发展经验来看，公路货运利用数字经济和平台经济发展智慧物流，已成为碳减排的重要手段之一。

中国互联网货运平台满帮集团通过车货智能匹配完成货主与司机的无缝连接，实现货主高效找车、司机快速找货，有效解决互联网货运平台配载效率低、行驶线路缺乏规划等问题。通过将线下供需匹配数字化、标准化、智能化，提升大数据算法的匹配效率，满帮平台大幅降低公路货运的空驶、空置、空载“三空”情况，助力提升运营效率，推动节能减排。

研究报告发布的数据显示，满帮平台通过向货车司机提供的回程货源以及多货源点之间的网状路径规划，有效降低返程车空驶率，2020 年累计减少碳减排 1168 万吨。通过降低车辆在装卸货点之间车厢利用不足的空置率，2020 年累计减少碳减排 170 万吨。

此外，满帮集团充分发挥数字平台的网络效应和规模效应，通过零担拼车业务，降低车辆空载率。折算年减少碳排放 82 万吨。

满帮集团还将通过建立碳排放管理平台、深挖降低“三空”潜力、探索多式联运数字化场景、推广新能源汽车等措施，助力行业实现碳达峰碳中和目标。

张伟 中国新闻网 2021-10-19

中国节能发布碳达峰碳中和行动方案

作为以节能减排、环境保护为主业的央企，中国节能环保集团有限公司（以下简称中国节能）发布《中国节能环保集团有限公司碳达峰碳中和行动方案》（以下简称《方案》）。近日，中国节能在京举行碳达峰碳中和行动方案发布会，除发布《方案》外，还发布了《中国节能“1+4”双碳行动方案编制指南》、《中国节能员工绿色低碳行为倡议》，并成立中国节能双碳指导委员会。

中国节能党委书记、董事长宋鑫在致辞中指出，“中国节能做好顶层设计，规划好方向和目标，构建‘1+3+3’碳达峰碳中和战略部署。”

“1”是“以成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商为宗旨”，在尽早实现自身碳达峰碳中和的同时，致力打造成为绿色产业高质量发展领军者以及低碳零碳负碳原创技术策源地，着力提升技术创新能力、智力供给能力以及示范带动能力，力争成为国家实现碳达峰碳中和的重要参与者、突出贡献者和积极引领者。

第一个“3”是将分 3 个阶段逐步推动实现碳达峰碳中和。第一步：力争到 2028 年实现二氧化碳排放达峰。到 2030 年，“成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商”的目标基本实现，服务对象从传统领域扩展到新基建等新兴领域，旗下绿色产业服务社会减碳的贡献在“十三五”的基础上翻两

番；第二步：努力争取到 2040 年左右实现运营碳中和。力争在重点细分领域掌握 1-2 项世界领跑、世界并跑的低碳零碳负碳技术；第三步：力争到 2050 年实现供应链碳中和，力争到 2060 年消除历史化石燃料碳排放。

第二个“3”是将从事产业发展、技术创新和自身减排 3 大角度做出具体工作部署，构建服务国家碳达峰碳中和战略的业务布局，持续迭代创新涉碳技术产品服务方案，积极引领中低排放型企业碳达峰碳中和行动，确保如期实现目标。

目前，中国节能已形成了以节能与清洁供能、生态环保、生命健康为主业，以绿色建筑、绿色新材料、绿色工程服务为重点发展业务，以战略支持为强力支撑的“3+3+1”的业务格局，基本覆盖了节能环保领域主要细分市场，累计实施节能环保和清洁能源项目超过 4000 个。

“十三五”期间，中国节能累计生产绿色电力 694 亿千瓦时；累计处理固体废弃物 5423 万吨，继续稳居行业前列；累计处理污水 40 亿吨，制供水 42 亿吨，COD 总削减量 91 万吨；同期减排量超过 7000 万吨二氧化碳当量，累计减排贡献是排放的 6 倍以上。

相比于能源、钢铁、有色、建材等相对高排放特征行业的企业集团，中国节能属于典型的中低排放型企业。从 2015 年起，中国节能定期组织对全集团系统性碳盘查，建立了“十三五”时期温室气体排放清单。今年 3 月，中国节能对全系统 700 多家各级子公司开展了新一轮的碳盘查，进一步夯实了碳排放管控与碳资产管理能力。

中国节能总经理余红辉指出，中国节能的碳盘查结果呈现出三大鲜明的“双重”属性特征：一是绝大多数排放来自于服务社会减污降碳的业务，二是排放量显著小于减排量，三是减排量的增速大于排放量的增速。

从排放情况看，根据国家已发布的碳排放核算指南，2020 年中国节能实现自愿减排量超过 2100 万吨二氧化碳当量，“十三五”期间累计排放量约 1135 万吨二氧化碳当量，同期实现减排量超过 7000 万吨二氧化碳当量，累计减排贡献达到排放量的 6 倍以上。

值得一提的是，中国节能已成立碳达峰碳中和领导小组，设立碳达峰碳中和事业部，组建中国节能碳达峰碳中和研究院，保障集团绿色低碳转型各项决策部署的落地实施。未来，在中国节能，还将搭建首席气候官体系，落实各部门和子公司责任分工。

班健 中国环境报 2021-10-26

中小城市如何面对大城市高碳产业的转移诱惑

中小城市如何在中长期的低碳发展目标和短期的 GDP 增长目标之间做好平衡？

10 月 23 日，国信中小城市指数研究院等机构发布的《中国中小城市发展报告（2020~2021）》（下称《报告》）指出，我国中小城市实现脱碳发展面临着重大挑战。中小城市的经济增长和碳达峰、碳中和平衡难度大，吸引投资是未来中小城市实现碳达峰、碳中和的瓶颈，这些城市还面临着大城市高碳产业的转移诱惑。

这与记者近日在中部某省采访时注意到的现象相印证，该省多个中小城市高碳产业所占比重较大，而进入“十四五”想大上、快上高碳项目的热情不减。

中国社会科学院学部委员潘家华年初曾表示，一些地方将碳达峰理解成了攀高峰，争空间、摸高峰。而多位专家表示，不少地方还是按照惯性思维，每到五年规划初期，就开始“大胆”谋划上项目，把能耗控制目标抛在脑后。

南开大学环境学院教授、循环经济与低碳发展研究中心主任王军锋在报告中分析称，我国幅员辽阔，数量众多的中小城市之间资源禀赋差异极大。发展经济、扩大就业、提高人民生活水平仍然是广大中小城市面临的首要问题。但许多中小城市高碳产业所占比重比较大，往往会带来较高的化石能源使用和碳排放水平。因此，实现经济增长方式的低碳转型是目前中小城市实现低碳发展的一大重要挑战。

王军锋在调研中发现，在中小城市推进碳达峰、碳中和过程中，示范项目的建设十分重要。但这些示范项目建设与实施存在成本和收益平衡的问题，项目巨大的投入成本与其前期运行带来的微薄收益存在突出的运营矛盾。

王军锋认为，利用低碳技术引领能源利用方式的转变，是中小城市低碳发展的关键手段，而在中小城市，大规模推广应用低碳清洁技术的经济条件并不具备。地方政府用于双碳发展的财政资金相对于所需的巨大资金而言，仍然比较有限。如果没有建立低碳清洁技术的创新、转移和扩散的相关融资机制，可能会导致低碳清洁技术无法在中小城市中得以广泛应用。

多位专家在调研中还发现，随着大城市碳减排压力越来越大，将迫使许多企业逐步搬迁到中小城市。这些从发达城市搬迁来的产业，大部分属于能源、原材料初级加工业等，其中有很多都是高碳排放量的产业。但在经济增长的强烈需求下，很多中小城市乐于“承接”。

同时专家们介绍，在城市中，建筑能耗占了很大比重，而由于历史发展的局限性，中小城市基础设施建设的低碳改造任务繁重。尤其是北方地区，以化石能源为主的冬季采暖能源系统转变成以清洁能源为主的供热方式需要巨大的资金投入。目前，降低污水处理各环节的能耗、逐步采用碳中和的处理工艺等来减低碳排放，也是中小城市亟待解决的问题。并且中小城市在“双碳”技术人才引进方面也存在挑战。现有的城市碳达峰、碳中和路径研究适宜于大城市低碳转型场景，无法有效对接中小城市的发展实际，也无法指导中小城市低碳发展战略。

对此王军锋等专家建议，要建立健全用能预算等管理制度，推动能源资源高效配置、高效利用。促进高新技术产业向交通发达的中小城市发展，形成完整的产业链，带动县域经济的发展。鼓励中小城市结合本地实际，选择具有减碳潜力、可复制推广的领域开展碳普惠建设，出台实施方案，搭建碳普惠制度实施平台。部分中小城市天然气、地热、风能、水能、农村沼气等清洁资源丰富，可因地制宜逐步推进生物质耦合供热。增加中小城市绿色碳汇。

中小城市研究院院长、中国社会科学院原城市发展与环境研究所所长牛凤瑞表示，中小城市必须根据不同类型和特点采取差异化的发展战略，根据城市特点推动城市特色发展，彻底改变资源型产业“一业独大”的格局，增强资源型城市抵御风险的能力。

第一财经 2021-10-25

主旨报告发言摘编

中国核建党委书记、董事长 陈宝智：

积极参与低碳城市建设 共筑美好未来

自 2010 年来，我国共开展了三批低碳城市试点，并取得了良好效果。

如河北保定的中国电谷，已形成光伏发电、风力发电、新型储能、高效节能、输变电及电力自动化等六大产业；山东烟台正积极创建国家级碳达峰碳中和示范区，大力推动清洁能源开发利用，打造全国清洁能源桥头堡；四川成都以构建绿色低碳制度、产业、城市、能源、消费、碳汇体系和提升低碳发展基础能力为重点，大力践行低碳城市理念。

目前，中国核工业建设股份有限公司（下称“中国核建”）正致力于以核之力，推动实现碳达峰碳中和目标，推进全产业链绿色发展。

同时，我们还正积极研究碳达峰碳中和目标背景下集团公司非核产业发展新机遇，并正致力于大力发展可再生能源发电——集中式大能源基地、分布式发电、储能、综合智慧能源、氢能、开拓碳资产管理业务。

在低碳实践方面，我们大力发展新型能源、三废处理、环境整治、资源综合利用、城市集中供热、综合能源服务。

比如，集团投资设立了新型能源平台公司。以吉林省辽源市低温泳池堆项目作为示范工程，项目工程总投资 20 亿元，年供热量 522 万吉焦，预计每年减少碳排放 50 万吨。

同时，集团还致力于以“特许经营”方式提供“城市燃气集中供热服务”，拓宽民生供热领域，通过供热系统智慧化、集成化升级，实现智慧能源管理，提高能源使用效率。

截至目前，我们已在青海、甘肃、陕西、江苏等 4 个地区规划并建设供热项目，成为能源供热领域高效梯级利用和洁净化利用方面的践行者。如今，项目总供热面积达 420 万平方米，已实现运营收入 3.02 亿元，通过后期持续建设开发，在运营的 5 个供热项目最终可达到 2022 万平方米供热面积，实现年均收入 7.45 亿元。

在综合能源方面，以大连长兴岛综合能源项目为例，我们正在进行大连市长兴岛经开区项目的统一能源规划，推动建设园区综合性能源站，实现冷、热、电、蒸汽、氢五联供，并提供海水淡化、风电光伏联动、岛上污水处理等一体化服务，助力产业基地的低碳环保生产与能源高效利用。

未来，我们将围绕建筑业数字化、工业化、绿色化、智能化、信息化趋势，谱写绿色发展新篇章，充分利用自身及中核集团的技术优势和投资、建造、运营一体化产业优势，积极参与低碳城市建设，服务地方经济，共筑美好未来。（张胜杰/整理）

国网（苏州）城市能源院双碳协同技术创新中心主任 查晓冬：

热电协同+核电余热利用 助力城市能源转型

低品位热能供应和需求在城市中广泛存在，如传统电厂废热占比高达 60%—70%；占全社会用电总量 2%的数据中心用电全部转化为热量，但现有利用水平整体较低。从目前城市低品位热能供需现状看，大概只有不到 1/3 真正得到了利用，2/3 的热量以排放形式浪费了。

经多年研究，于今年 6 月首次推出了“电热协同、跨网互济”技术，致力于将核电、火电余热，以及城市各种余热等与新能源结合利用，提供一套完整的解决方案。

今年，清华大学、国电投山东核电针对核电余热利用联合建设的世界首个“水热同产同送”科技示范工程成功投运，其原理就是利用电厂余热，通过海水淡化，产生温度在 90°C 左右的热淡水，实现水热同产。同时通过单管输送热淡水实现水热同送，大幅度降低水和热的输送成本，显著提高了长距离供热、供水的经济性。

那么，非冬季热水和热量究竟该如何利用，其与以新能源为主的新型电力系统是否有结合的机会，与产业、城市能源转型又应如何结合？

以海边百万千瓦级的火（核）电厂为例，一般每秒需冷却水量约 30—40 立方米，按照余热利用率 70% 计算，若通过“水热同传”技术提升到 90 摄氏度淡水供应，可供应热量 360 万千瓦热量。工业加热中，140 摄氏度即可满足食品、饮料、轻工业的加热需求，也可通过热泵对热量的梯级利用实现 90—160 摄氏度的不同温度工艺要求。这类加热采用传统电加热效率 COP 仅为 1.0 瓦/瓦，而高效电热泵效率 COP 值可高达 3.5 瓦/瓦。

可以说，电与热的协同，既能提升化石燃料的发电系统综合能效提升，也可为新能源电力的波动性提供“储能”场所，为电网提供灵活性调节资源，并为电厂周边的工业提供发展机会。

我国要大力发展风光发电，提高终端电气化水平，就必须大幅提升电力灵活性资源规模，推动供热领域高质量电气化。

电热协同、跨网互济有助于实现钢厂等工业余热、城市废热资源的物尽其用，对于未来城市发展绿色经济、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。

未来，在碳达峰碳中和目标下，电热协同跨网互济技术的核心价值不是简单的为了电力系统达峰而达峰，而是有助于提升区域经济总量、拓宽未来绿色场景。与此同时，打造新型电力系统，必然要立足于各行业协同、各类资源高度耦合，实现社会资源的最优化配置。立足 5D 低碳技术（Digitalization 数字化管理、Demand 需求管理、Distribution 分布式、Decoupling 热电解耦协同、Decarbonization 脱碳——编者注）打造的电热协同网，将对未来的城市能源与低碳发展转型起到推波助澜的作用。（张胜杰/整理）

眉山加州智慧小镇投资开发有限公司品牌推广副总监 杨梦滢：

探索“定制城市”，建设“产城人” 融合发展新型示范城

美国加州是世界第五大经济体，也是推行可再生能源的先行者，是全美清洁能源的创新和研发高地。加州在全球气候环境治理方面一直在行动，今年5月，加州州长加文·纽森（Gavin Newsom）签署了《2021年通过环境领导力促进就业和经济发展的法案》，其中就提到“推进清洁能源、低碳和环保项目，并且创造清洁能源就业机会”。

与此同时，作为美国第一个实施逐步淘汰燃油汽车计划的州，加州计划在2045年前实现碳中和目标，部署36.75亿美元用于三年气候恢复计划，包括应对极端高温、海平面上升和环境正义等气候问题。

碳达峰碳中和背景下，四川亦在积极部署。当前四川正不断完善碳中和政策标准体系，建立碳中和公共服务平台，设立“碳中和”产业功能区和国内首个碳中和景区青城山—都江堰风景名胜区，且目前已发布8个“碳惠天府”机制碳减排项目方法学。

2017年，四川与加州结为友好省州，签署《四川省眉山市人民政府与美国成都加州中心友好合作备忘录》，将眉山加州智慧城项目纳入其中。

眉山加州智慧城于2018年8月正式落户国家级新区——天府新区眉山片区，规划用地3000亩以上。其融合行业基因、眉山基因、加州基因三大特色，以清洁能源、全球应对气候变化为主旋律，凭借眉山“3135”产业（到2025年，眉山将重点培育电子信息、新能源新材料、农产品及食品加工3个千亿产业，及机械及高端装备制造、绿色化工、医药3个五百亿产业）以及加州在清洁领域领先的产业发展和规划管理经验，践行产城融合，率先探索“定制城市”理念，围绕清洁能源、智慧城市、加州风情、森林硅谷，建设“产城人”融合发展的新型示范城。

当前，眉山加州智慧城正着力打造储能依赖性智能制造产业园、储能技术应用及转化产业园、产品中试和测试认证基地、清洁能源技术创新园和电池技术创新园五大园区。（张金梦/整理）

特斯联科技集团综合能源服务高级专家 综合能源业务总经理 杨锦成：

构建平台化解决方案是智慧城市低碳发展大势

智慧城市低碳发展的挑战涉及基础设施建设、城市运营管理，以及城市生产生活等方方面面。目前我国的城市化率接近60%，城市消耗的能源约占全国能源消耗问题的85%。因此智慧城市低碳发展主要内生动力就是调整能源结构、调整经济发展模式。

碳达峰碳中和目标驱动下，要通过结构转型促进成本降低、支撑高质量发展。而在发展过程中，要实现安全、清洁、经济必然会带来一些新的矛盾，如电力短缺等现象。这就使得智慧城市低碳发展对能源的总量保障、低碳高效、安全柔性、便捷便利等方面均提出越来越高的要求。

在碳达峰碳中和目标提出后，能源企业的项目建设模式已由单一的工程建设转变为更加注重服务。

业务和技术的融合模式也发生了变化，比如由单项业务拓展到平台化业务，由单一主体演变为多主体协作的生态化业务模式，建立以业务资源导入和核心产品能力相互支撑，能环管家服务和整体解决方案相互协同的业务闭环，以实现规模和效益的双重目标。这一转变支撑了科技型、创新型企业和实力雄厚的民营企业越来越多涌入。

特斯联作为光大集团旗下的科技创新企业，自2015年成立以来，经过几个阶段的发展后，已开始从平台化产品支撑，向平台化解决方案拓展迈进。并通过建立战略合作，助力各地城市智能化升级转型。

智能建筑是智能城市的骨架，智慧建筑综合能源服务是智慧城市转型的基础，特斯联环控事业部以“碳中和”在智能楼宇的应用为业务主线，设有（2+N）AI系列产品及解决方案矩阵，结合特斯联平台化产品及解决方案即TACOS及AI能源云核心算法，对新建和既有建筑的综合能效提升、能源消费数字、环境数字监测、碳足迹跟踪等综合能源服务提供全生命周期管理。

目前，特斯联已在重庆新区打造了整体开发样板。重庆之外，在武汉、天津等都在积极开展低碳智慧城市示范园区建设。另外，特斯联作为迪拜世博会在中国唯一的官方合作伙伴，一方面提供一系列服务于世博会的机器人，包括人机交互引导等一系列工作；另一方面将参与世博会后区域的

再开发、再利用，方向就是智慧城市的模式整体开发、整体推进。（吴起龙/整理）

烟台东昌供热有限公司董事长 杨永业：

分布式输配改造趟出城镇供热节能降碳路径

集中供热是我国北方建筑能耗的主要部分。伴随我国城镇化高速推进，北方城镇供热面积快速增加。截至 2019 年，我国北方供暖面积已达 152 亿平方米，占全国建筑总能耗的 25%—30%。供暖行业的节能减排无疑是建筑领域实现碳达峰碳中和目标的关键一步。

在我国碳达峰碳中和目标愿景下，烟台东昌供热积极响应国家号召，致力于通过分布式输配技术在供热系统中的应用和推广，达到减排、节煤、节能的目标，实现供热系统的低能耗、高效率运行。

我们自 2009 年开始对分布式输配系统理论进行系统研究，并于 2011 年完成了对烟台东昌分布式系统的设计和改造，形成了独有的分布式输配改造运行体系。通过实施分布式输配改造，可大大降低循环水泵装机功率，运行后设备可实现节电 30%—50%、节热 3%—5%。

相较于传统供热系统，分布式输配供热系统解决了水力失调带来的供热不平衡问题，可满足系统远近端用户供热需求，节热节电效果突出，并可提高系统安全性及稳定性。

通过分布式输配系统改造，烟台海阳丰源热力有限公司覆盖的 46.5 万平方米供暖面积，煤耗下降了 4%，电耗由 2.05kwh/平方米下降至 0.97kwh/平方米；烟台海阳宏峰热力有限公司覆盖的 150 万平方米供暖面积，煤耗下降了 4%，电耗由 2.84kwh/平方米下降至 1.27kwh/平方米。

在 2016-2019 年期间，我们以合同能源管理模式对秦皇岛市富阳热力公司进行分布式输配技术改造。改造前热水锅炉共 5 台合计 330t/h,供热面积 500 万平米、46 个换热站（126 套系统），已无法满足下个采暖季面积增长，面临锅炉扩容难、热源厂配电容量不足、投诉率上升等一系列问题，改造后以上问题都得到了解决。经过 4 年运行，综合节能效益 5000 万元以上。

目前，我们已经创建了一套基于物联网基础上的智慧供热管理系统，并申请了包括分布式输配技术在内的 17 项国家专利。截至目前，已累计服务供热公司 10 余家，涉及热力站 400 余个，实际供暖面积达 2000 万平方米。（张金梦/整理）

中国能源报 2021-10-25

主旨报告发言摘编

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心 战略规划部主任 柴麒敏：

碳达峰碳中和正成为城市发展的新标尺

对我国而言，“十四五”是碳达峰的关键期和窗口期。除推进重点领域、重点行业二氧化碳排放达峰行动外，要推进地方排放达峰行动，如各地结合实际提出明确的碳达峰目标，制定碳达峰实施方案和配套措施；支持有条件地区率先达峰，推动已达峰地区进一步降低碳排放；支持基础较好地区探索开展近零碳排放与碳中和试点示范。

从地方行动看，城市正成为碳达峰的先锋，碳达峰、碳中和也将成为城市发展的新标尺。

截至目前，北京、天津、山西、海南、重庆、云南、甘肃、新疆 8 省（区、市）在各自的“十三五”控制温室气体排放工作方案，山东和江苏在低碳发展工作方案/发展报告，以及上海在其城市总体规划方案中，均提出了明确的碳排放达峰目标；27 个低碳城市通过省级“十三五”控制温室气体工作方案、城市“十三五”规划、第一届中美气候智慧型/低碳城市峰会领导宣言、城市的低碳试点工作方案等公开文件，提出了碳达峰的具体年份。未来可能还要与国家联动，全国一盘棋共同推动有条件地方先达峰，如同先富带动共同富裕，一部分地区先达峰后各地梯次有序达峰，最后实现全国整体如期达峰。

如果用碳指标来衡量各地创新，特别是产业和制度创新，就会发现两者之间吻合度较高。碳达峰、碳中和往往会带来很多溢出效应，可产生新的土地价值、提升人力资源的健康价值，以及催生

出产业投资的新维度等。

总之，碳中和总体上已越来越成为绿色低碳生活新时尚，成为塑造城市未来形态的新力量，特别是未来的组织形态，如交通、建筑、工业将会使得城市发展越来越与自然和谐共生。

城市接下来应如何更好应对气候变化？个人建议，首先应制订引领性的城市碳达峰行动计划，战略性部署城市碳达峰碳中和愿景目标；其次，注重运用经济政策、市场交易等激励约束手段，提供更多零碳公共服务产品；再次，推动新型低碳基础设施建设，实现公正转型，共同分享低碳转型效益；最后，特别是在“十四五”期间应该谋划一批有特色亮点的零碳智慧示范工程项目，来推动整体城市的低碳零碳负碳技术模式创新，动员全社会共同参与碳中和行动。（张胜杰/整理）

中国城市科学学会秘书长助理 生态城市规划建设中心副主任 李海龙：

建立可操作可管控指标体系是生态城市建设首要任务

随着国家碳达峰碳中和目标的提出，中国城市发展的约束发生了根本性转变，减碳成为硬约束。低碳绿色城市建设，将成为“十四五”及未来很长一段时间降碳减排的首要抓手，要在解决好社会主要矛盾的同时完成减碳控排目标。可以说，中国的城市绿色低碳发展具有世界级意义的示范样板作用。

过去 30 多年，国家各部委一直持续推进低碳生态城市建设相关的试点示范与技术标准体系建设工作。日前，中央发布的《城乡建设绿色意见》将进一步强化全国各地开展低碳绿色发展行动。

卓有成效的国际合作对推进低碳绿色城市也起到重要促进作用。如中新天津生态城通过 10 多年不懈努力建设，已成为一座在盐碱荒滩上茁壮成长、生机勃勃的生态城市。截至目前中德生态城市国际合作项目也已经在中国 20 多个城市落地。

近年来，地方省市的体系性探索为国家推动城市领域绿色低碳发展方向提供了有力支撑。如北京市自 2008 年奥运会后，就把绿色发展作为重要目标，之后陆续出台了系列绿色生态发展相关政策，已形成一套涵盖规划建设导则、评估方法、试点示范项目管理的绿色生态示范区评选工作体系。目前北京市正努力将城市副中心建设成为国家绿色发展示范区，并在绿色建筑、绿色能源、绿色科技创新等领域率先开展示范。

未来如何真正系统性的把城市绿色低碳发展目标落实到城市规划建设管理各项工作中去？建议从以下几个方面发力：

一要制定一套可操作、可管控的低碳绿色指标体系。以降碳为主线，兼顾城市科技创新、经济发展、安全韧性、活力宜居等领域，制定一套低碳绿色指标体系，并完善配套监管体系，通过定指标、分任务、年度考核等工作机制，确保各项工作落到相关部门工作流程中。

二是在各层次国土空间规划与管理过程要纳入低碳绿色相关内容。可通过低碳绿色技术导则等形式，弥补国土空间规划与管控对绿色低碳技术考虑不足等问题。

三是应从低碳绿色城市、城区、社区、乡村、建筑等多个维度协同推进，争取让各个绿色单元覆盖城市全域。

四是制定面向城市的碳减排技术实施路径与管控机制，统筹考虑空间布局、生态环境、交通能源、水资源利用、固废利用、绿色建筑、绿色社区、绿色人文等方面的技术与管控路径。

五是狠抓关键领域、关键环节，精准发力，突出展示未来绿色创新技术应用场景。如未来污水处理厂、近零能耗建筑、零碳社区、正能建筑示范、立体园林技术等。

六是形成全过程规划建设管理管控模式体制与机制。建立项目立项、土地使用方案报批、规划许可、建设施工以及竣工验收等全过程管控流程，融入低碳绿色指标。

七是发动全社会共同参与，以智慧化手段促进绿色低碳生活，并通过机制设计和有效实施，确保机构和个人自愿、积极、主动参与到其中。（张胜杰/整理）

C40 城市气候领导联盟、中国气候规划行动技术经理 毕云青：

量化气候行动 促“近零”排放城市建设

C40 城市气候领导联盟（下称“C40”）是一个致力于让城市更好应对气候变化的国际组织，目标

是建立城市间的联盟，帮助城市制定气候行动目标和气候行动规划。

在 2016 年的 C40 市长峰会上，C40 启动了“期限 2020”项目：确定了在 1.5 摄氏度升温和 2 摄氏度温升两种情境下，C40 城市在 2100 年之前全球碳排放预算中的比例；解答了以“巴黎协定”为目标，C40 城市作为整体和个体，需要落实哪些努力；并明确为了将全球气候温升控制在 1.5 摄氏度，城市需要在 2020 年碳排放达到峰值，在 2030 年将人均碳排放从 5 吨以上降到 3 吨，进而在 2050 年达到碳中和。

目前 97 个 C40 成员城市中，已有 73 个（含 5 个中国城市）签署“期限 2020”倡议书，这意味着到 2050 年，有 4 亿人口将额外减少 11 亿吨二氧化碳当量的温室气体排放。

为了落实“期限 2020”目标行动，C40 对城市的支持分两步。第一步，从 2016—2019 年间，致力于帮助城市建立碳排放清单和编制减排路线规划；

第二步，从 2017-2020 年间，实施 C40 气候行动规划项目。目前，已有 40 多个会员城市发布了与巴黎协定目标以及与 C40 框架相符的气候行动规划。

城市间温室气体的排放源、减排的需求，存在很大相似性，比如重点领域和路径有很多相似点，但也有一些差异，主要体现在碳达峰的年代，比如很多 C40 城市 2014 年之前已碳达峰，蒙特利尔最早 1990 年就已经达峰，雅典则是 2014 年达峰。

就气候行动规划来看，我们总结了一些经验教训：

一是要量化气候行动，兼顾社会、经济和环境效益。诸如纽约市利用减污降碳和健康的协同模型（即温室气体排放清单数据、大气污染物排放源数据、公共健康数据），把三项数据放入模型算出减污降碳的协同策略；对于健康收益，纽约也制定了以温室气体减排为导向的建筑部门提升策略，该策略同时协同了健康和环境效益。

二是要气候减缓和适应并重，且考虑二者相互影响。如今提及碳达峰碳中和关注点集中于如何减缓，对气候适应的关注则相对被动。那么，城市要如何适应洪涝、干旱等气候灾害？两者截然不同，但会相互影响，因此有必要合在一起综合考虑。比如荷兰鹿特丹的多功能屋顶就同时解决了洪水、热浪问题，以及制冷需求，同时还可不断提高光伏发电的系统效率。

三是清楚认识城市政府的管辖范围和影响力，调动全社会参与。城市的增量领域最大的往往是交通与建筑，其碳减排有效途径就是改变人们的生活方式，推动市民行动。比如哥本哈根倡导公众骑自行车等。

此外，政府部门间的协作也非常重要，比如奥斯陆气候行动规划的亮点之一就是建立了与财政预算相似的模式以控制碳排放，每个部门每年有精准的温室气体减排目标需要完成。（吴起龙/整理）

中国城市规划研究院生态市政院副总工程师 魏保军：

城市节能降碳 首先要明晰清单

从四个直辖市情况看，上海、天津、重庆工业领域碳排放分别达到了 46%、69%、64%。北京是 20%。这与城市的经济结构有较大关系。工业碳排放占比高，是我国多数城市的特点。

国际经验表明，城镇化及工业化是引起能源消费增长及碳排放增加的原动力。之前的 40 年，中国的城镇化率由不到 20% 增长到 60%，人均能耗增长了 5.4 倍。未来的 15 年，中国的城镇化率要达到 75% 左右，能源需求与碳排放还面临巨大的增量。

研究表明，经济增长和碳排放呈倒 U 关系，我国城市出现拐点的区间是人均 GDP 达到 10-18 万元。我国多数城市还未达到这个区间。在此之前，伴随经济增长，人均能耗及碳排放一般处于快速增长期。我国要实现共同富裕，经济增长是第一位的，低碳不能以牺牲经济发展去换取。这就需要经济与能耗脱钩。

国外城市的路径可以给我们提供一些参照。哥本哈根减碳的重点是能源生产行业（贡献 74% 的减碳量）及智慧化应用（贡献 8% 的减碳量）；东京则致力于重构城市经济体系，建筑去碳，发展新能源等，并提出 2050 年所有建筑均零排放；纽约则提出，2040 年电力系统实现碳中和，并在建筑、交通及工业领域推行节能增效及能源替代措施。中国香港也提出了净零发电、节能绿建、绿色运输

等措施。

那么，未来城市实施碳达峰碳中和的路径与措施有哪些？个人认为可主要关注 8 个方面，包括振兴城市经济、绿色城镇化、产业结构调整及产品结构调整、能源转型、城市物质代谢转型、低碳交通与低碳物流、保护与修复生态环境、养成绿色健康生活方式等。其中，产业结构调整及能源结构调整对城市减碳最直接、最有效。

由于各城市发展阶段、产业水平、工业结构、居民生活习惯等不同，会带来城市碳达峰实施路径及指标的巨大差异。各城市应在明晰本市碳排放清单的基础上，制定因地制宜的碳达峰行动方案。碳排放清单，摸清家底很重要，需要弄清楚各类温室气体类别、来源、数量、排放源所属部门或产业类别、生产能力、景气指数等，这是制定合理的控制指标及针对性行动方案的依据。

最后，城市碳达峰碳中和行动方案要深入至企业、至社区等基层实施单位，才能发挥最好效果。

（张胜杰/整理）

协鑫集团副总裁 梁文章：

全方位发力，以绿色科技推动低碳城市发展

构建以新能源为主体的新型电力系统是实现碳达峰碳中和的关键举措，可以说，碳达峰碳中和给新能源发展带来了前所未有的机遇。

多年来，我们一直深耕光伏材料。致力于将半导体级高纯多晶硅、FBR 硅烷流化床法颗粒硅、CCZ 连续直拉单晶等前沿科技投入产业化应用，让光伏科技造福清洁能源生态；

与此同时，我们不断推动氢能布局。立足规模化成本优势、平台优势与技术优势，开展“蓝氢战略”、“绿氢战略”，在东部、南部等负荷中心发展蓝氢；在中西部地区等新能源大基地发展绿氢，以风光储氢推动能源变革，向氢能源时代迈进。

此外，我们也正积极进军移动能源。随着“十四五”规划绿色发展的持续深入和碳中和目标的推进，新能源汽车迎来高速发展，换电模式成为风口。集团依托协鑫能科自身具备发展换电业务的优势基因，率先进军能源服务领域，进行资产减负，在新能源汽车换电赛道上拓展清洁能源版图。

在打造碳中和示范城市方面，近期我们正在内蒙古、新疆布局零碳产业园。围绕这项工作我们带来的解决方案是，一是有效利用风电、光伏发电、储能等，为颗粒硅、钙钛矿组件、储能电池、制氢装备等绿色科技产业保驾护航，打造零碳产业园，实现产业链深度脱碳，降低产品碳足迹，响应国家政策，形成绿色循环经济；二是建设城市超级电港，并将超级电港融入新型电力系统实现发电、配电、换电、充电全场景的应用，以港-车-站为关键节点构建“风光储充换氢”零碳产业生态。

我们正利用自身优势与园区（开发区）政府及企业合作，共同为区域内用户提供经济便捷的绿电服务，有效降低用户用能成本，提供多种形式的分布式能源作为补充电源点，打造“源-网-售-用-云”体系，形成供需互动、有序配置、高效低碳节能的智能化微能网系统。

目前，通过智慧微网，我们已完成多项“零碳工厂”改造项目。比较典型的“零碳”城市解决方案之一就是在苏州工业园区的一个智慧微网“零碳”工厂改造项目，该项目由苏州尚美、协鑫港华、港华燃气、华衍环境共同合作，利用苏州工业园区餐厨垃圾和园林绿化垃圾产生沼气为原料进行分布式供能，并结合风电、分布式光伏等，满足企业生产办公的电、热、冷能需求。

站在碳达峰碳中和的新风口，协鑫集团秉承将绿色能源带进生活的理念，将持续为低碳城市提供解决方案、贡献协鑫智慧。（吴起龙/整理）

中国能源报 2021-10-25

地热能

世界首位！中国地热直接利用装机容量占全球 38%

记者从第六届世界地热大会上获悉，2020年，中国地热直接利用装机容量占全球的38%，连续多年位居世界首位。

世界地热大会10月24日到27日，在冰岛采用线上和线下结合的方式举行。会议发布的数据显示，截至2020年底，中国地热直接利用装机容量达40.6吉瓦，占全球38%，连续多年位居世界首位。其中，地热供暖装机容量7.0吉瓦，地热热泵装机容量26.5吉瓦，分别比2015年增长138%、125%。据了解，此次北京冬奥会场馆也采用空气能热泵机组进行供暖。

地热能是一种储量丰富、分布较广、稳定可靠的可再生能源。10月26日，国务院发布的《2030年前碳达峰行动方案》提出，要探索深化地热能以及波浪能、潮流能、温差能等海洋新能源开发利用，进一步为地热能开发利用高质量发展提供了坚强的政策保障。

央视新闻 2021-10-29

生物质能、环保工程

生物质发电遭遇绿电“政策歧视”？

“翻看绿色电力交易方案的时候，我就在想，怎么风电和光伏发电后面连个‘等’字都没有，哪怕有个‘等’，生物质发电也是可以争取一下参与交易的，现在就没办法了，感觉自己被歧视了。”被“绿色电力”拒之门外后，一位生物质发电从业者向记者吐露了他的看法。

今年9月初，我国绿色电力交易正式开市，首批绿色电力交易达成交易电量79.35亿千瓦时。根据《绿色电力交易试点工作方案》，绿色电力产品主要为风电和光伏发电企业上网电量，条件成熟时，可逐步扩大至符合条件的水电。

作为绿色可再生能源，为何生物质发电没能成功入围“绿色电力”？在国家一系列针对可再生能源的支持和鼓励政策中，生物质能又经历了怎样的境况？

认定范围存在分歧

“目前，全球范围内对可再生能源的认定范围还有一定的分歧，但光伏发电和风力发电作为可再生能源是全世界公认的。当前，我国绿色电力的认购对象很多是外向型企业，其产品出口过程中，进口方往往要求生产用电必须是绿色电力，所以在现阶段，我们希望认购企业使用的绿色电力是全球通行的。”有组织绿色电力交易工作的相关人士透露，未将生物质能纳入交易范围的原因正在于此。

根据绿色电力交易试点的相关规定，购买绿色电力的用户将获得“绿色电力消费证明”。同时，国家发改委有关负责人指出，当前，相关主体机构已经做好绿色电力交易和绿证交易的有效衔接，即依据绿色电力的实际交易结果，核算后将绿证划分给购电用户。

生物质发电交易既然无法被认定为绿色电力交易，自然不能获得相应证明。不仅如此，由于生物质发电此前并未被纳入国家可再生能源信息管理中心绿色电力证书交易平台，生物质发电量的相关交易也无法获得绿证。换言之，无论是刚刚开市的绿色电力交易，还是2017年起试行的绿证交易，生物质能发电都无法参与其中。

并不存在政策歧视

现阶段的绿色电力交易是为了“全球通行”。那么，在施行已久的绿证交易中，为何生物质能发电也没能获得一席之地呢？

“其实，2017年绿证在国内问世时，即便是光伏和风电也没有完全纳入其中，分布式光伏、海上风电等都不在其列。而最近几年，绿证交易实际上一直处于停滞状态，交易规模上不来，相关机制也没有捋顺，即便是已经纳入绿证交易范围内的项目都少人问津，就更谈不上再扩充其他品类了。”国家发改委能源研究所可再生能源发展中心副主任陶冶说。

陶冶表示，在绿证交易相关政策制定之初，绝不是想把生物质能发电排除在外。“只是希望一步步来，从规模化的风电、光伏入手，把一些单体规模较小、申报和交易成本过高的能源品类排在第二步。但问题是第一步先哑火了，自然也就没有第二步什么事了。”

不仅仅是一个能源问题

据陶冶介绍，目前，在我国可再生能源电力消纳保障机制实行的过程中，生物质能发电是被明确计入的。“消纳生物质发电，就是消纳可再生能源，就会纳入当地的配额考核。”

中国电力企业联合会统计数据显示，截至去年底，我国生物质发电装机容量为2952万千瓦，全国发电装机总容量约为22亿千瓦。陶冶表示：“在这样的数字对比下就能看出，生物质在发电层面的占比还相对较小。所以在绿电或者绿证交易的过程中，特别是针对一些非能源领域来说，大家一提起新能源，自然先想到的还是风电和光伏发电，如果要花钱去买新能源电力，也更容易选择风电和光伏。”

有行业专家指出：“归根结底，生物质能的发展不仅仅是一个能源问题，还涉及到民生、农业、城市垃圾处理等多个环节，依靠能源政策的鼓励和支持，力度和效果都是有限的，还是需要各相关部门形成合力，共同推动。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2021-10-18

120万吨/年!神木电石兰炭装置废水处理项目开工

10月18日，神木市电石集团能源发展有限责任公司120万吨/年兰炭装置有机废水处理项目在陕西榆林锦界高新区开工。这是国内首个短流程全兰炭废水处理项目，由中化化工科学技术研究总院有限公司EPC总承包，主体设备采用天津市创举科技股份有限公司的专利产品，组合新技术将使兰炭废水实现近零排放标准。

中化科技总院公司党委书记、总经理杨林表示，该公司研发团队将传统的蒸氨脱酚工艺和高COD污水深度氧化工艺进行优化整合，综合化工方法和生化方法，形成了一套完整的兰炭废水处理创新技术。即兰炭废水经除油、蒸氨脱酚后，脱除有机废水中的悬浮物、油、氨、酚类等杂质，降低对生化菌种有害的酚氨含量，再进入生化处理单元，实现达标回用。

“兰炭废水是一种成分复杂、毒性高、难降解的煤化工废水，此前国内尚没有成熟的全兰炭废水处理工艺，属世界性难题。”神木电石公司总经理助理李煌校介绍说，本次开工建设的兰炭废水处理装置是该公司120万吨/年电石资源循环利用工程的子项目，总投资8525万元，采用先进的工艺技术处理兰炭装置产生的废水，处理后的废水全部循环利用，将从根源上解决兰炭废水污染问题，对兰炭行业绿色高质量发展具有引领示范作用。该项目包括45m³/h兰炭有机废水处理除油、蒸氨脱酚单元和60m³/h生化处理及配套附属设施，预计2022年7月竣工投产。

天津创举科技公司总经理商恩霞告诉记者，该项目采用单塔脱酸脱氨+单级萃取+溶剂回收+溶剂汽提工艺，具有投资少、运行费用低、自动化程度高等特点。蒸氨、脱酚、萃取塔器等主要设备均采用该公司开发的CJVP、CJST系列高效喷射态塔板和鸟巢网格填料专利产品，具有传质效率高、抗堵能力强、处理能力大、便于安装检修等优点，最大程度延长了塔的抗堵周期，确保系统安全稳定运行。

目前，我国兰炭年产能约1亿吨，每年产生的废水约为3000万立方米。随着国家环保政策要求越来越严，如何有效处理兰炭废水成为行业亟待解决的问题。

支拴奇 秦选红 中国能源网 2021-10-22

应将沼气和生物天然气纳入碳交易体系

本报讯 实习记者杨梓报道：日前，中国沼气学会发布《中国沼气行业“双碳”发展报告》（下称《报告》），分析了畜禽粪便、农作物秸秆、城市污泥、垃圾填埋气、餐厨及厨余垃圾、工业废水等有机废弃物对沼气行业未来发展趋势与生产潜力的影响，并建议将沼气和生物天然气纳入碳交易体系。

推广沼气工程是实现绿色能源利用和减缓气候变化的重要举措之一，在推动社会经济绿色循环发展、农业废弃物资源化、无废城市建设和工业减污降碳等方面发挥了重要作用。《报告》显示，当前可用于沼气生产的农业农村有机废弃物、城市有机废弃物、工业废水资源量分别约为 42.7 亿吨、3.6 亿吨、65.4 亿吨。如果将上述资源全部用于沼气高效生产，可产生沼气的最大潜力超过 5000 亿立方米，可实现温室减排潜力 9.6 亿吨二氧化碳当量，减排潜力巨大。但是，目前用于生产沼气的有机废弃物占比不足 10%左右，资源沼气化利用率仍然处于一个较低的水平。

《报告》预测，到 2030 年可获得沼气生产潜力约 1690 亿立方米，实现温室气体减排量为 3.0 亿吨二氧化碳当量。到 2060 年，可获得沼气生产潜力 3710 亿立方米，实现温室气体减排量为 6.6 亿吨二氧化碳当量，相当于可以替代 2020 年全国 68%的天然气消费量，或 2020 年天然气进口量的 1.5 倍以上；如果全部用于发电，可形成 7420 亿千瓦时发电量，相当于 2020 年全国用电量的近 10%；若折算成能源，则相当于 2020 年全国近 6%的能源消费量。这不仅可以为我国有机废弃物资源化综合利用、生态环境保护作出贡献，还可以为我国能源安全提供充分保障。

《报告》建议，明确沼气及生物天然气的环境保护、循环利用和能源替代的“三重功能”定位，以及与环境综合整治、有机废弃物资源化利用和固碳减排的“三个结合”，确定牵头组织单位，并协调发展改革、农业农村、生态环境、能源等有关部门，共同做好顶层设计和中长期规划，明确发展思路和目标，逐步整体推进；同时，建议对电网企业和燃气管网企业提出明确的绿色电力、绿色燃气配额指标，在沼气发电上网和生物天然气入网时要享受全额保障性收购政策。在国家碳交易体系中，尽快将沼气和生物天然气纳入其中。对于沼气和生物天然气生产企业，应落实其在用地和用电方面享受农业设施用地和农业生产用电优惠政策。此外，建议明确所有出台的政策，有效实施时间至少保持 15 年，以确保沼气和生物天然气生产企业可稳定获得投资回报，形成健康持续发展能力。

中国能源报 2021-10-25

太阳能

安装光伏可否置换能耗减量？

日前，浙江省金华市金东区印发《金东区整区推进光伏规模化开发试点工作方案（征求意见稿）》（以下简称《征求意见稿》）。园区屋顶光伏是金东区整区推进光伏规模化开发四大工程之一，《征求意见稿》提出，在满足安全生产的前提下，现有年综合能耗超过 1000 吨标准煤且具备建设屋顶光伏发电条件的企业（项目），原则上都要利用屋顶配套建设光伏发电项目，进行能耗减量置换。

分布式光伏对于能耗减量的置换作用有多大？在全国范围内光伏规模化开发的进程中，此举是否又具备全国推广的价值？

给高能耗企业再敲警钟，推动当地可再生能源发展

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳指出，根据国家发改委的最新规定，市场交易电价上下浮动的范围已经从原来的上浮不超过 10%、下浮原则上不超过 15%，扩大为上下浮动原则上均不超过 20%，而且，高耗能企业市场交易电价不受上浮 20%限制。对于屋顶有条件的企业，尤其是高耗能企业而言，安装分布式光伏不仅能进行能耗减量置换，还能够切实解决自身的用电成本问题。

记者注意到，《征求意见稿》同时明确，对于新建项目屋顶面积超过 1000 平米的，需按照同步

设计、同步实施的要求安装分布式光伏，否则新增用能指标不予优先考虑。零土地技改项目屋顶面积大于 1000 平以上的也需安装分布式光伏，否则节能审查时，对新增用能指标不予优先考虑。

刘译阳强调，当前，国家发改委和国家能源局每年都会滚动发布各省可再生能源电力消纳责任权重，对各省的非水可再生能源消纳进行考核评估。“国家考核各省，各省也会考核市、县，最终落到用能企业上。此前，很多高能耗企业对于如何用电、用什么电并不重视。现在，通过地方政策明确了具体要求，也是给高能耗企业再提个醒、敲个警钟。同时，也起到了在当地推动可再生能源发展的作用。”

政策本身值得肯定，但还得分析不同企业的不同用能结构

“让企业在保障安全生产的前提下安装可再生能源发电装置，这样的做法是推广新能源过程中的一种新尝试。”生态环境部环境与经济政策研究中心能源环境政策研究部副主任冯相昭表示，“政策本身还是值得肯定的。但是否应该鼓励，还得分析不同企业的不同用能结构。”

“比如一些水泥生产企业，综合能耗虽高，但实际上电耗只占其中的 10%左右，安装光伏其实对于降低整体能耗而言，只是杯水车薪。”冯相昭强调，尤其是在一些光照资源不好、利用小时数不高的地区，屋顶光伏能发挥的只是非常有限的辅助作用，解决不了根本性问题。按照目前我国屋顶光伏的常规施工水平，1000 平方米左右的屋顶一般可以安装约 100 千瓦分布式光伏电站。在江浙地区，一年的发电量约为 10 万千瓦时。

不仅如此，有行业专家指出，企业大面积安装分布式光伏，必然涉及源网荷储一体化建设，尤其是电网的智能化改造要与之相匹配。“方方面面权衡下来，将是一笔不小的投入。”

冯相昭认为，对于一些以电气化改造为未来方向的企业，更加适合通过安装光伏发电系统来降低综合能耗。

针对《征求意见稿》对企业安装屋顶光伏的年综合能耗要求为 1000 吨标准煤以上的约束，有行业专家表示：“这是一个很低的门槛，并不属于高能耗的重点排放企业。可能一个家庭作坊式的小规模制造企业，年综合能耗都要超过这个数值。把能耗标准降到如此低的程度，可能当地是为了大面积建光伏，并没有考虑很多实际情况。”

具体执行需做好配套政策，否则清单容易流于表面

记者注意到，此次金东区的《征求意见稿》还提出了光伏规模化开发的负面清单制度，涉及住建、水务、农业等多个相关领域。

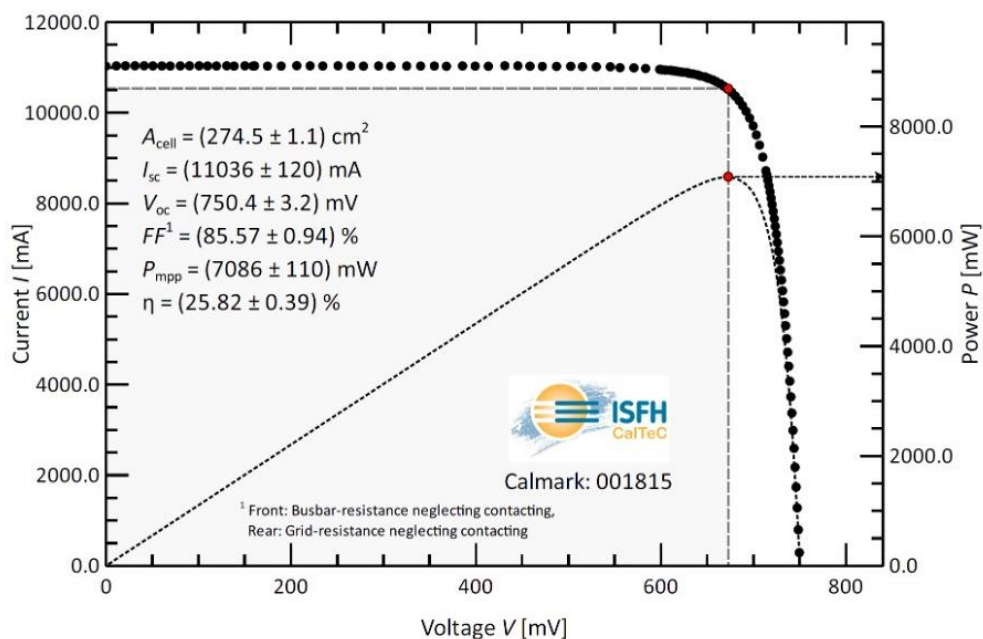
有光伏开发企业相关负责人向记者透露，其实国内已有部分省份在可再生能源开发的过程中施行了负面清单制度。“有的可能没有成文对外公布，有的可能是制度名称不同，但本质上都是‘负面清单’。”该负责人认为，负面清单在一定程度上给开发企业提供了便利，明确了开发“禁区”，“但在具体执行的过程中，还需要相关部门做好配套政策，否则清单很容易流于表面，陷入难执行的困境。”

“有的省份将古村、古镇列入分布式光伏开发的‘负面清单’，作为开发企业，我们也认可这样的要求。但是，具体执行过程中，‘古村’到底是什么样，具备多少年历史，属于哪些特殊的建筑风格？一些商业用途的‘仿古村’想要安装光伏能不能批？”上述负责人指出，对于类似问题，很多地区还没有清晰界定。“‘负面清单’想要真正发挥作用，还要多方配合，出台相应的配套细则。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2021-10-25

25.82%! 隆基 HJT 电池效率再次打破世界纪录

近日，隆基的商业尺寸 HJT(M6 硅基异质结)太阳能电池经 ISFH (德国哈梅林太阳能研究所)测试，转换效率达 25.82%，再次打破世界纪录。就在今年 6 月，隆基曾以 25.26%的转换效率创造了该电池技术的新世界纪录，短短四个月后，这一数据被隆基再次刷新。研发 HJT 技术是隆基践行以技术创新引领全球能源转型的重要实践，半年内连续两次突破 HJT 电池效率世界纪录，标志着隆基实现新型太阳能高效电池技术的全面领先，为全球光伏产业持续快速发展带来强大动能。



隆基电池研发中心坚持自主原创，立足于产业化新型高效电池技术，推动光伏产业技术升级。此次 HJT 电池效率纪录的再次突破，显示出隆基技术研发团队卓越的技术实力。作为全球领先的太阳能科技公司，隆基一直“咬定”研发不放松，凭借高比例的研发投入（每年不低于营收 5%），隆基对各项先进电池与前沿电池技术的研发均保持全球领先地位。深入的技术研究与全面的产品分析不断驱动隆基高效产品迭代升级，保障隆基在一定的市场环境下推出更多更低度电成本的产品，持续引领产业进步。

隆基自成立以来，始终将技术创新作为驱动公司发展的核心动力。2019 年 1 月，隆基电池研发中心单晶双面 PERC 电池正面转换效率达到了 24.06%并保持至今；在 N 型 TOPCon 电池领域，隆基电池研发中心在 6 月份公布经世界公认权威测试机构认证的 25.21%的世界最高转换效率；在 P 型 TOPCon 电池领域，隆基于今年 7 月实现了 25.19%的效率转换世界纪录……

这些不断被打破的世界纪录充分展示出隆基强大的核心竞争力，有效保障隆基技术产品的行业领先性，助力隆基的跨越式发展。

创新，是隆基产品战略的内核与灵魂，未来隆基还将不断加码技术创新，用更加优质可靠的高效产品为市场终端创造更大价值，为国家双碳目标的实现贡献更多的“隆基力量”。

*注：德国哈梅林太阳能研究所(ISFH)是权威的第三方测试机构，所测试的效率纪录被马丁·格林教授的《太阳能电池效率纪录表》认可

中国能源网 2021-10-22

改良还是革命？光伏电池技术“兵分两路”

HJT

□ 具有高双面率、低衰减、低温度系数等技术特征，全生命周期的发电效率较 PERC 高出 7%至 15%

□ 面临难以逾越的“成本关”，目前 HJT 电池的设备价格约 4.5 亿元/吉瓦

□ 忠实拥趸者：爱康科技、通威股份、晶澳科技、阿特斯、天合光能、明阳智能、金刚玻璃、润阳集团等

TOPCon

□ 可谓 PERC 的“全面增强版”，发电效率比主流 P 型双面组件高约 3%；在量产方面可充分利用

PERC 电池片现有生产线，仅需增加部分工艺

- 降本空间会受到 PERC 电池产线的主导，目前 TOPCon 电池设备的价格约 3 亿元/吉瓦
- 忠实拥趸者：晶科能源、隆基股份、中来股份、国家电投、聆达股份、无锡尚德等

纵观光伏发展历史，技术革命带来行业洗牌，龙头之位几经更迭。大浪淘沙之中，降本增效是永远的主线，但具体“选哪条路”却是群雄逐鹿、各有筹谋。

10 月 13 日，爱康科技发布投资者调研纪要，宣布公司整体上已具备将近 6GW（吉瓦）的异质结电池（HJT）设备安装硬件条件，已签订意向设备采购订单共约 4.8GW，计划今年底或者明年一季度进入安装期。

同日，在美股上市的晶科能源控股披露了其在大面积 N 型单晶钝化接触（TOPCon）技术上取得的重大突破，经日本 JET 检测实验室标定全面积电池最高转化效率达到 25.4%。

在当前主流发射极和背面钝化电池（PERC）转化效率始终难以突破 24%的背景下，关于 HJT 和 TOPCon 谁才是光伏电池未来之争，已逐渐从“口舌之战”步入了“实战对垒”。

从技术角度而言，两种路线各有利弊，都是在光伏电池“低成本、高效率、长效”的“不可能三角”之间寻找平衡。而从布局战略来看，各厂商的选择则纳入了现有产能和改造成本等实际因素，需在原有技术路径和新发展方向之间作出取舍。

在明晰的技术路线浮出水面之前，一场新旧势力的“混战”在所难免。

HJT 崛起？看成本能降多少

近来在资本市场风头正盛的 HJT，在产业领域却并非“生面孔”。早在 2018 年，就有钧石、晋能、中智、汉能、通威、爱康等厂商陆续发布 HJT 布产计划。不过“光伏 531 政策”（即 2018 年 5 月 31 日发布的《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》）一出，以 PERC 为代表的 P 型电池凭借价格优势一骑绝尘，迅速占据主流。

电池片技术迭代的实质，是取性价比更优者。“性价比”则具体反映在电池的转化效率、制造和使用成本上。当前，业已成熟的 PERC 技术，因电池片的转化效率接近天花板而陷入发展瓶颈。这让具备较高的光电转化效率和降本潜力的 HJT 再度“探头”，成为下一代光伏电池的“种子选手”。

从制备流程看，HJT 的步骤仅需 6 步（其中核心步骤 4 步），工业结构简单，人力成本低。另外，因具有高双面率、低衰减、低温度系数等技术特征，HJT 全生命周期的发电效率较 PERC 高出 7%至 15%，可大幅度拉低平准化度电成本。

但在落地中，HJT 目前仍面临难以逾越的“成本关”。如清洗制绒环节对洁净度要求较高，且工艺复杂；非晶体硅沉积所需 PECVD 设备较多，镀膜速度较低；此外，双面银丝印与烧结用量大于高温银浆，银粉成为 HJT 降本的关键。

量产成本的居高不下，让光伏厂商此前对 HJT 的动作多落于“技术储备”与“纸面规划”。最近爱康科技的“真刀真枪”，则重新点燃了市场对于 HJT 的热情。

资料显示，2020 年，爱康科技投建浙江湖州长兴基地，为国内首个异质结 GW 级基地，第一条高效异质结电池生产线已于今年 4 月正式量产。除了计划到 2022 年底完成安装江苏泰州和浙江湖州长兴基地的 6GW 外，公司正在紧锣密鼓启动长兴基地二期项目。

“我们的整体规划是 22GW，但需要分阶段执行。因为异质结的技术还未到头，还在持续改进中，设备也在持续修改。”爱康科技相关人员表示，“未来如果 HJT 组件价格能与 PERC 持平，毛利润大概能达到 20%至 22%。”

“需要注意的是，HJT 电池和 PERC 电池的设备兼容性小，产线具有很大的独立性，其降本程度更依赖于本身产能的增长。”业内人士表示，目前 HJT 电池的设备价格约 4.5 亿元/吉瓦，而产能仅达到 2GW 至 3GW。“应该说 HJT 规模化后降本空间还是比较可期的。”

由于“历史包袱”较轻，众多“新玩家”展露出对 HJT 路线的浓厚兴趣。如安徽华晟现拥有 500MW 量产线，明阳智能规划 5GW 产能、金刚玻璃规划 1.2GW 产能、润阳集团规划 5GW 产能。

在传统电池片厂商中，亦有部分公司由“观望”转向“探索”，低调开始了从 PERC 向 HJT 的转型

“试水”。

以业内龙头通威股份为例，公司于2019年投产400MW异质结试验线，最高转换效率已达25.18%，量产转换效率达到24.66%。今年上半年，通威新增建设1GW异质结中试线，目前相关设备已调试完毕，产线处于产能爬坡阶段。此外，晶澳科技、阿特斯、天合光能等同样在HJT路上迈出审慎步伐。

TOPCon 过渡？看效率能提多高

相较于HJT对光伏电池产线的革命性颠覆，接棒PERC的另一热门“选手”TOPCon则显得温和许多。

对于TOPCon电池的研究自上世纪80年代已经起步，2010年后该技术开始逐步应用于光伏行业。从性能、功率、能量密度和可靠性方面来看，TOPCon电池可谓PERC的“全面增强版”。理论上，其宣称“可提供30年质保”，保证30年后输出功率不低于原始输出功率的87.4%。此外，TOPCon组件具有更优的温度系数，发电效率比主流P型双面组件高约3%。

更“诱人”的是，TOPCon在量产方面具备非常明确的技术路线，可充分利用PERC电池片现有生产线，仅需增加部分工艺，而非像HJT一样需要投建全新生产线。

业内人士告诉记者：“二者设备之间可能有80%的部分都是重合的。”但他同时表示，这也意味着，TOPCon设备降本的空间会受到PERC电池产线的主导。目前TOPCon电池设备的价格大概3亿元/吉瓦，和大尺寸PERC电池设备2.5亿元/吉瓦的成本已经比较接近。

在设备上不需要“大换血”的TOPCon，发展的关键就落在了转换效率能够提升多少上。近日，晶科能源控股旗下晶科能源股份有限公司即将亮相科创板，并带来了其在TOPCon效率探索领域的最新突破。根据招股书，截至今年6月，该公司大面积N型TOPCon电池转换效率达25.25%，N型单晶组件最高转换效率达23.01%。

时隔4个月，晶科能源控股再度刷新了这一数据，近一年来第四次创造大面积N型单晶钝化接触电池转化效率世界纪录，达到25.4%。

“TOPCon不再说‘未来会有优势’，而是现在已经进入到‘具有明显的产业优势’阶段。”晶科能源一位高管在接受采访时表示，“TOPCon和HJT都属于优于PERC的先进技术，但先进技术还需将其转换成生产优势。很多人认为未来随着规模起来，HJT国产的设备成本会降低，但是这个未来是指哪一年？成本角度看，目前HJT较TOPCon还是显著偏高。”

除了晶科能源是TOPCon技术的忠实拥趸外，包括隆基股份、中来股份等在内的多家光伏企业也正向这一阵营靠拢。

今年5月，隆基股份宣布TOPCon商业尺寸电池实现25.02%的电池效率，解决了LPCVD绕镀问题，电池良率可与PERC相当水平。公司拟在西咸乐叶和宁夏乐叶分别投建年产15GW和5GW高效单晶电池项目，布局下一代电池技术。

与此同时，中来股份亦于5月宣布拟在山西投建16GW高效单晶电池项目。公司近期在回复投资者提问时表示，上述项目一期8GW预计明年完成全部投产，公司将根据项目需求择机启动二期建设。

据不完全统计，今年以来，中来股份、国家电投、聆达股份、无锡尚德等光伏公司共发布了约15GW的TOPCon电池组件扩产计划。

商业博弈？最后还看“性价比”

HJT与TOPCon到底谁才是光伏电池的未来？电池厂商之间各执一词、未有定论。而设备商们的公开动作则透露出他们的“内心倾向”。

近期爱康集团异质结设备招标第二批结果出炉，其中，迈为股份中标600MW高效异质结整线设备采购项目及1.8GW后期采购意向，捷佳伟创中标了500MW高效异质结整线设备采购项目及1.5GW后期采购意向。

另据迈为股份官方微信信号，日前，经权威测试机构德国哈梅林太阳能研究所（ISFH）认证，迈

为联合澳大利亚公司 SunDrive，在全尺寸（M6 尺寸，274.5cm）单晶 HJT 电池上的光电转换效率达到 25.54%，创造了新的世界纪录。

捷佳伟创则更像是“端水大师”。公司 10 月 14 日在投资者互动平台表示：“将始终围绕着降低投资成本、提高转换效率这一目标，通过持续的研发创新开展 TOPCon 和异质结设备的研发工作。目前设备的研发及验证正按照计划推进中。” “表面上看，这是两种技术的高下之争。更深层来看，是厂商希望延续现有产线寿命和设备商想要加速设备更新频率之间的一种商业博弈。”某光伏行业分析师向记者直言，“设备商的模式决定了，技术不停迭代才能让设备变成易耗品。某种程度上说，在技术进步方面，电池企业与设备企业的利益是冲突的。”

该分析师认为，当前 PERC 技术还有一定优化的空间，性价比仍然具备相对优势。而 HJT 即使乐观发展，也还需要一个逐步降低成本的过程，加之 TOPCon 等技术的互补，“可以说在未来 5 年以内，光伏电池领域会出现多种技术并存的格局。”

在此背景下，电池新势力“弯道超车”的迫切愿望，与老牌厂商谨慎观望、保持跟随的姿态形成鲜明对比，显示出两种不同立场下的选择逻辑。

“和过去不一样，随着光伏产业资本化的推进，大家都不缺钱，都有实力对多种技术同时投入研发和提前布局，只是说龙头对规模化量产会更加严谨。”一位深耕光伏多年的业内人士向记者表示，“最终行业对技术路线选择的唯一标准就是综合性价比。这种力量是势不可挡的，是非所谓头部企业一己之力所能抗衡的。这也是光伏行业 20 多年来不断洗牌、持续前进的内生动力。”

林淙 上海证券报 2021-10-21

光伏建筑一体化经济性待提升

“叫好不叫座”一直是光伏建筑一体化（以下简称“BIPV”）项目的真实写照。虽然早在十几年前，我国第一个 BIPV 就已建成落地，但截至目前，该类型项目仍没有迎来大爆发。

今年以来，分布式光伏、“整县推进”项目如火如荼，作为分布式光伏的分支之一，BIPV 的呼声也越来越高。仅 9 月以来，就有河南、广东、内蒙古等省区相继发布了鼓励性政策，明确表示支持 BIPV 项目的发展。同时，隆基股份、天合光能、晶科能源等光伏头部企业也纷纷发布 BIPV 产品，抢占市场。

但在一些业内人士看来，BIPV 到底能否获得市场认可，实现商业化运营，其关键在于经济性。有多重选择的情况下，消费者无疑倾向于“物美价廉”的一款。在价格方面，BIPV 还不具备成本优势。

成本高于安装型光伏建筑

BIPV 一直被视为光伏产业的小众，然而受欢迎程度却不可小觑。不管是早前试水的英利集团、汉能集团，还是近年才高调入局的隆基股份、晶科能源，都不曾忽略这一市场。

根据中国建筑科学研究院太阳能应用研究中心的测算，我国既有建筑面积可安装光伏 4 亿千瓦，每年竣工建筑面积可安装 4000 万千瓦，潜在市场空间达千亿元。开发潜力巨大，但要想打开新的市场大门并不容易。

中国光伏行业协会光电建筑专委会副主任委员何涛指出，目前，与建筑相结合的分布式光伏项目主要以安装型光伏建筑（BAPV）为主，BIPV 还是少数。BAPV 即在原有建筑物上安装光伏组件，组成小型光伏系统。BIPV 则是光伏组件和建筑材料结合，安装该产品后，既有建筑材料的作用，又可以达到发电的目的。

“虽然业内流传着‘BAPV 和 BIPV 各有千秋，共享市场’的观点，实际上还是 BAPV 竞争力更强。”一家上市 BIPV 企业的高管告诉记者，“一是因为这两种安装模式要达成的目的是一致的，也就是说可以互相代替。相较于 BIPV 这种更麻烦、复杂的新模式，BAPV 和大型地面电站的区别并不大，技术也更加成熟。二是 BIPV 的应用场景有一定限制，更适用于新建建筑，若应用于存量建筑上则需要较大的改动，而 BAPV 两者通吃。”

华创证券的报告显示，相较于 BAPV，由于 BIPV 产品还要考虑防水、钢板、檩条等建筑工程费用，项目的成本要高出 6%—7%左右。

半数省市区投资回收期超 10 年

此前，多家券商曾测算称，虽然 BIPV 项目的单瓦成本投资较高，但总体维持在 4.5 元/瓦左右。与约 4 元/瓦的大型地面电站以及大型分布式光伏项目平均中标相比，差距不大。加之户用光伏项目仍享有补贴，经济性和收益率比较可观。然而，从今年 BIPV 项目的中标价格来看，现实很骨感。

9 月底，中国石油化工股份有限公司天津石油分公司公示了 2021—2023 年光伏发电项目框架协议招标工程施工一标段中标候选人。其中，BIPV 项目三个候选人中标价格分别 6.5 元/瓦、6.98 元/瓦和 6.8 元/瓦，中标均价为 6.76 元/瓦。而 BAPV 的报价分别为 5.75 元/瓦、6.28 元/瓦和 5.95 元/瓦，中标均价为 5.99 元/瓦。以中标均价计算，BIPV 较 BAPV 高出 12.8%。若以今年地面光伏电站以及大型分布式光伏项目的较低中标价格 3—4 元/瓦相比，BIPV 价格翻了一番。

在高成本的推动下，BIPV 项目投资回收期也明显延长。据申港证券，在不考虑补贴的情况下，目前，全国 BIPV 项目的平均投资回收期在 9—10 年。具体来看，在全国被统计的 30 个省市区中，仅有吉林、内蒙古、天津等 10 个省市区 BIPV 项目投资回收期在 10 年以下，最短的吉林省在 7.8 年。湖南、青海、福建等 12 个省市区甚至超过 12 年，重庆 BIPV 项目投资回收期长达 23.5 年。

申港证券认为，若组件价格持续下降，BIPV 项目投资回收期也将缩短。同时，在收益方面，BIPV 项目如果可以参与碳交易，则可以在一定程度上降低成本。

政策体系需要进一步细化

国家住宅工程中心太阳能建筑技术研究所所长鞠晓磊此前公开表示，建筑集成光伏系统的商业模式没有建立，产业还需要解决成本与效益的问题。光伏系统价格进一步下降，建筑光伏系统综合效益才能进一步提升。

另有业内人士认为，BIPV 项目没有迎来爆发的根本原因在于对政策依赖性较强。虽然国家和地方层面对 BIPV 的鼓励和支持态度鲜明，但政策体系整体建设还存在很多不完善之处。国务院原参事石定寰曾向本报记者指出，现阶段我国 BIPV 支持政策导向更趋于宏观性、号召性，缺少具体操作指南。

据记者不完全统计，今年以来，河南、江苏、广东、河北等 10 个省市区在发布的相关政策中明确提及了 BIPV。但多数都使用了“积极推广”“优先”“支持”等字眼，涉及财政补贴和具体装机目标的较少。即使设置了具体装机目标，其容量也不大。比如，江苏在今年 4 月发布的《关于推进碳达峰目标下绿色城乡建设的指导意见》中提出，到 2025 年，全省新增太阳能光电建筑一体化应用装机容量仅为 50 万千瓦。

值得注意的是，有地区已经先行试水，提出了较为丰厚的补贴政策。北京市顺义区发布的《关于进一步支持光伏发电系统推广应用的通知》明确，对全部实现 BIPV 的项目，补贴标准提高至 0.4 元/千瓦时。在券商看来，若 BIPV 项目有补贴支撑，则可以有效提升收益率，补贴或成 BIPV 发展的重要因素。

本报记者 董梓童 中国能源报 2021-10-18

光伏发电：荒漠治理新路径

10 月 12 日召开的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会透露出强烈的信号，中国将持续推进产业结构和能源结构调整，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，第一期装机容量约 1 亿千瓦的项目已于近期有序开工。

在碳达峰、碳中和目标的驱动下，我国正加速构建以新能源为主体的新型电力系统，光伏发电在各类生态场景下的应用探索逐渐增多，将光伏产业与沙漠风情旅游有机结合逐渐成为新的投资热点。

根据美国 NASA 的研究，沙漠每年接收的太阳能约为 2000—3000 千瓦时/平方米。如果这些太阳能全部转化为电能，足以让 1 千瓦的电器使用 3000 个小时，按照我国家庭年均用电量 6000 瓦计算，只需 2 平方米沙漠就能满足一个家庭一年的用电量。仅我国的塔克拉玛干沙漠总面积约为 33 万平方公里，大部分区域人迹罕至，可开发潜力巨大。

在拥有巨大发电潜力的同时，荒漠光伏产业还具有多种生态功能。“光伏电站可以防风防沙，实践经验表明，安装光伏板后，大量荒漠逐步变成了草地，生态环境修复的效果非常好。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎指出，“荒漠光伏几乎不涉及拆迁等成本，还具备土地价格优势。”

当前，荒漠光伏产业已成为继造林治沙、沙障压沙之后的第三条防沙治沙新途径。“以前的治沙只有投入没有产出，现在产业融合发展思路之中，引入光伏企业治沙，在保护光伏场区的同时，还能选用适合沙漠生长的经济植物，利用沙漠发展有机农牧业，利用沙漠旅游带推动沙漠风情旅游，将沙害变为沙利，提升沙漠荒地利用价值。”内蒙古达拉特旗能源局副局长刘贵文指出。

虽然我国荒漠光伏未来发展前景广阔，但我国沙漠化地区恶劣的自然环境对光伏设备提出了挑战，尤其是沙尘暴对电站运维及项目综合发电效益的影响不容忽视。如果清扫不及时，灰尘带来的发电损失可能会高达 30%-40%，将成为技术攻关的重点方向。

“荒漠化地区分很多类型，一些是暴晒但没有风沙，一些是暴晒且风沙严重，情况各有不同。设备企业应该拿出针对性的方案，在设备选型方面做好充足准备。”彭澎说，“此外，荒漠光伏普遍远离用电区域、城市以及电网线路，需要重视消纳问题。”

本报实习记者 姚美娇 中国能源报 2021-10-18

国家发改委党组书记、主任何立峰撰文指出加快推进大型风电光伏基地建设

10 月 24 日，《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》发布。国家发改委党组书记、主任何立峰 25 日撰文指出，把坚决遏制“两高”项目盲目发展作为碳达峰碳中和工作的当务之急和重中之重，严控增量项目。严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少。加快推进大型风电、光伏基地建设。在交通运输领域，加大对新能源车船的支持推广力度。统筹推进绿色电力交易、用能权交易、碳排放权交易等市场化机制建设。

坚持先立后破

何立峰表示，《意见》明确了我国实现碳达峰碳中和的时间表、路线图，围绕“十四五”时期以及 2030 年前、2060 年前两个重要时间节点，提出了构建绿色低碳循环经济体系、提升能源利用效率、提高非化石能源消费比重、降低二氧化碳排放水平、提升生态系统碳汇能力等五个方面主要目标。

何立峰指出，为确保碳达峰碳中和目标如期实现，要把握好五项原则，即坚持全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险。

在坚持双轮驱动方面，他强调，坚持政府和市场两手发力，是实现碳达峰碳中和的重要保障。一方面，要充分发挥市场配置资源的决定性作用，引导各类资源、要素向绿色低碳发展集聚，用好碳交易、绿色金融等市场机制，激发各类市场主体绿色低碳转型的内生动力和创新活力。另一方面，要切实发挥政府作用，深化能源和相关领域改革，敢于打破利益藩篱，大力破除制约绿色低碳发展的体制机制障碍；要构建新型举国体制，强化科技和制度创新，加快绿色低碳科技革命。

在坚持防范风险方面，他指出，当前，我国仍处在工业化、新型城镇化快速发展的历史阶段，产业结构偏重，能源结构偏煤，时间窗口偏紧，技术储备不足，实现碳达峰碳中和的任务相当艰巨。做好碳达峰碳中和工作，必须坚持实事求是、一切从实际出发，尊重规律、把握节奏。要强化底线思维，坚持先立后破，处理好减污降碳和能源安全、产业链供应链安全、粮食安全和群众正常生活的关系，有效应对绿色低碳转型过程中可能伴生的经济、金融、社会风险，防止过度反应，确保安全降碳。

有力有序调整能源结构

何立峰表示，实现碳达峰碳中和是一场硬仗，也是对我们党治国理政能力的一场大考。要充分发挥我国的制度优势，抓住“十四五”开局起步关键期，围绕能源、工业、城乡建设、交通运输等重点领域，扎实推进各项重点工作，确保碳达峰碳中和工作取得积极成效。

他指出，一是大力推进产业结构转型升级。把坚决遏制“两高”项目盲目发展作为碳达峰碳中和工作的当务之急和重中之重，严控增量项目，实施用能预警，加强督促检查，建立长效机制。切实开展钢铁、煤炭去产能“回头看”，坚决防止落后产能和过剩产能死灰复燃。

二是有力有序调整能源结构。深化能源体制改革，稳妥有序推进能源生产和消费低碳转型，逐步提升非化石能源消费比重，加快构建清洁低碳安全高效能源体系。坚持节能优先，落实好能源消费强度和总量双控措施，统筹建立二氧化碳排放总量控制制度。推进煤炭消费转型升级，有序减量替代。严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少。加快推进大型风电、光伏基地建设，鼓励就地就近开发利用。因地制宜开发水能。在确保安全的前提下有序发展核电。

三是加快城乡建设和交通运输绿色低碳转型。在交通运输领域，加大对新能源车船的支持推广力度，构建便利高效、适度超前的充换电网络体系，加快交通运输电动化转型。优化公共交通基础设施建设，鼓励绿色低碳出行。

四是加强绿色低碳科技创新和推广应用。用好“揭榜挂帅”“赛马”机制，有序推动以“军令状”方式开展低碳零碳负碳新材料、新技术、新装备攻关，加快智能电网、储能、可再生能源制氢、碳捕集利用与封存等技术研发示范和推广。

五是巩固提升生态系统碳汇能力。以森林、草原、湿地、耕地等为重点，科学推进国土绿化、实施森林质量精准提升工程、加强草原生态保护修复、强化湿地和耕地保护等，不断提升碳汇能力。鼓励海洋等新型碳汇试点探索。

六是健全法规标准和政策体系。加快建立统一规范的碳排放统计核算体系，完善碳排放数据管理和发布等制度。完善投资政策，构建与碳达峰碳中和相适应的投融资体系。积极发展绿色金融，设立碳减排货币政策工具，有序推进绿色低碳金融产品和服务开发。加大财政对绿色低碳产业发展、技术研发等的支持力度。统筹推进绿色电力交易、用能权交易、碳排放权交易等市场化机制建设。

七是加强绿色低碳发展国际合作。加快共建“一带一路”投资合作绿色转型，支持“一带一路”沿线国家开展清洁能源开发利用，深化与各国在绿色技术、绿色装备、绿色服务、绿色基础设施建设等方面的交流与合作。

刘丽靓 中国证券报·中证网 2021-10-26

全球最大储能项目有望落户印尼 以解新加坡电力供应困境

随着光伏在全球逐步推广，这种可再生能源发电模式已备受市场欢迎。拥有丰富镍储量的印度尼西亚也不甘示弱，并大力发展其光伏产业，新加坡太阳能开发商 Sunseap Group Pte 宣布一项计划，在印尼廖内群岛区域开启大规模光伏项目，届时其储能工厂将达到全球最大规模。

新加坡太阳能开发商 Sunseap 的联合创始人兼首席执行官 Frank Phuan 表示，该公司计划在印尼廖内群岛区域开展 7 千兆瓦的太阳能发电和 12 千兆瓦的电池存储。如果计划实现，其储能项目规模将远超目前世界最大的储能工厂——美国 Vistra 公司旗下莫斯兰丁(MossLanding)。

Sunseap 是新加坡的一家清洁能源公司，主要采用通过太阳能屋顶的形式为政府机构和公司提供清洁能源，其客户包括亚马逊、苹果和微软等。

除了 Sunseap 之外，部分企业已关注印度尼西亚的光伏资源，例如，总部设在阿布扎比的可再生能源集团 Masdar 和印度尼西亚能源公司 PT PJB 正在印尼筹建浮式光伏电站，预计到 2022 年第四季度完工，届时或将成为该国及东南亚地区规模最大的浮式光伏电站。

值得关注的是，印度尼西亚具备较好的先天条件，可再生能源方面，印尼地热、水电、太阳能

及生物燃料潜力巨大。在太阳能方面，印度尼西亚地处东南亚热带地区，非常接近赤道，太阳能辐射资源平均约为 4.8KWh/m²，光伏发电潜力巨大。

根据印度尼西亚智库的数据，印尼理论上可以产生近 2 万吉瓦的太阳能发电能力，这相当于世界上所有发电厂的总发电量的两倍多。同时该国政府于近期表示，计划到 2025 年将实现 23% 的电力来自于可再生能源，并且在 2030 年时将这一比例提高到 31%。

目前，新加坡和其他国家一样，正在处于能源转型阶段，该国于近日表示，计划到 2035 年进口近三分之一的电力来自低碳来源，以帮助实现气候目标。

事实上，新加坡电力供应均来自外界，这也导致该国的电力价格受制于市场波动。例如今年世界许多地区出现全球能源紧缩和电力短缺的现象已严重影响了新加坡电力市场。与此同时，马来西亚能源和自然资源部于近期表示，只允许向新加坡出口不可再生能源，而通过清洁能源电力则禁止新加坡出售，这将加剧供不应求的新加坡电力市场。

阿荣 财联社 2021-10-28

我国单体规模最大光伏治沙项目开工

本报讯 记者董梓童报道：日前，内蒙古蒙西基地库布其 200 万千瓦光伏治沙项目（以下简称“库布其光伏治沙项目”）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，也是目前我国单体规模最大光伏治沙项目。

据悉，库布其沙漠是我国第七大沙漠，位于河套平原黄河“几”字弯里的黄河南岸，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。

库布其光伏治沙项目由亿利洁能和三峡能源联合投资建设，总投资金额尚未最终确定；总占地面积 10 万亩，包括周边荒沙修复整治区 2.2 万亩和光伏发电核心区 7.8 万亩。

上述项目将采用“板上发电、板下种植、板间养殖、治沙改土、带动乡村振兴”五位一体循环产业发展模式，统筹对荒漠的资源化利用与生态功能改善，实现对荒漠的“一地多用”立体生态修复，形成“光、电、蔬、草、药、畜、禽”一体化全面循环发展格局。

据介绍，由于光伏组件铺设密度大，项目能够有效挡风防风，阻止沙尘飞扬与沙丘移动。同时，组件吸收光照后，可有效降低土地温度，减少土壤水分蒸发，增加土壤水分累积。此外，组件还具有遮阴的效果，植物生长环境也可以得到明显改善。

预计库布其光伏治沙项目建成投产后，年上网电量将达 41 亿千瓦时，可满足超 160 万户家庭年用电量，与同等规模的燃煤电厂相比，每年可节约标准煤约 126 万吨、减排二氧化碳约 321 万吨。同时，该区域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。

胡娟 中国能源报 2021-10-25

天合光能发布 600 瓦+一体化交付解决方案

日前，在第六届新能源电站设计、工程与设备选型研讨会上，天合光能对外发布了 600 瓦+至尊组件一体化交付解决方案。该方案的主要变化是，在组件集装箱运输上，将传统的横式包装改为立式包装，使装载量增加了 10%，空间利用率从 87% 提升至了 92%，增长了 5%，同时节约运费 2 分钱/瓦。

据了解，这一包装方式的改变源自于高功率、大尺寸组件的流行。2020 年 7 月，天合光能发布 600 瓦+至尊组件，光伏产业正式步入 600 瓦时代。而 600 瓦+组件带来的不仅是功率的大幅提升，还有尺寸的变化。

受集装箱 2.58 米的门高所限，按照传统的横式包装方式，产业内部认为组件宽度将被限制在 1.135 米以内，而 210 尺寸组件的宽度则超过 1.3 米。因此有不少组件企业认为，210 尺寸组件一定

会牺牲集装箱的空间利用率，影响装载量，增加运费。该尺寸并不是组件的最优尺寸。

“长期以来，不管是行业内部还是市场都对组件企业存在一个刻板印象，即‘卖完就算’。但事实并不是如此。组件最终要达成的目的是发电，而在一个光伏电站正式安装、落成前，还要经过包装、运输、存放、二次转运及拆包等多个环节才能抵达现场。”天合光能产品战略与市场负责人张映斌表示，为此，天合光能将目光瞄向包装、运输等环节，重新审视此前或曾忽略的因素，这也成为组件企业构建一体化交付方案的重要部分。

经过近一年的摸索，天合光能借鉴家电行业的冰箱运输方式，提出了立式包装。“虽新包装方法挑战不小，一是稳定性没有传统的横式包装好，二是可能提升搬运的难度。但我们利用标准靠架解决了这一问题，这也是借鉴了工地的经验。”张映斌说。

同时，为证明立式包装在项目存放、拆箱等环节的可靠性，天合光能还进行了风洞测试。实验结果显示，在存放环节，立式包装可通过 12 级强风测试；而在拆箱环节，无论是横放还是竖放的零散组件都可通过 6 级大风的考验。

在张映斌看来，天合光能提出一体化交付方案，是对高功率、大尺寸组件的有力支撑。根据光伏行业协会测算，未来 210 组件市占率将不断提升。在此背景下，210 尺寸组件的发展关乎的不单是组件企业本身，还包括支架、逆变器等全产业链上下游，以及包装、运输、存放、拆箱等全过程和所有环节。

董梓童 中国能源网 2021-10-26

印尼计划大幅提升太阳能装机

本报讯 据行业研究机构阿格斯报道，印尼政府日前宣布，到 2030 年，印尼将增加 470 万千瓦的太阳能装机容量，其可再生能源发电占比将提高至 51.6%。

印尼官方数据显示，截至今年 6 月，印尼的总发电能力为 7334 万千瓦，其中，煤电占 47%，气电占 28%，不包括水电在内的可再生能源发电占比仅为 3%。印尼计划大幅提升可再生能源在其能源结构中的占比，到 2025 年，实现可再生能源占比 23%，到 2030 年，将这一比例进一步提升至 25%。

可再生能源和气候变化专家 John Yeap 表示：“印尼将需要平衡其净零承诺与满足电力增长的需求。通过增加可再生能源而不是化石能源发电，有助于降低碳排放，但要在化石能源发电占比较大的背景下实现净零排放，将需要实施碳汇等其他碳减排项目。”

仲蕊 中国能源报 2021-10-18

朱云来：光伏可满足中国发电需求，碳价应高于新能源成本

10 月 24 日，在第三届外滩金融峰会“多边合作应对气候变化”的圆桌讨论会上，中国金融四十人论坛常务理事、金融专业人士朱云来发表了演讲。

朱云来表示：“科学界越来越意识到人类活动对环境的影响和冲击，我们不得不改变过去历史上形成的一些做法，比如能耗的不断增长、排放的持续增加。”但他也提及，调整过程中的风险可能会暂时影响生产、生活的正常进行，所以要科学有效地把握一个平稳、渐进的新旧更迭过程。

为了解释碳排放攀升的问题，朱云来分享了两张图表。“第一张图上的蓝线是对环境长期的观测，即二氧化碳浓度水平。在夏威夷的莫纳罗亚岛，从 1958 年开始有持续性的观测，在此之前通过南极冰雪的资料，可以一直追溯到 1850 年（当时的二氧化碳水平是 285PPM）。有意思的是，1851 年全世界第一次工业博览会在伦敦召开，也是一个工业时代到来的标志。经过这么长时间的工业革命，现在二氧化碳水平已经达到 417PPM。底下的这条红线是自工业革命以来的全球碳排放，增速明显加快。”朱云来称。

世界碳排及行业分布时图 (1850-2020)

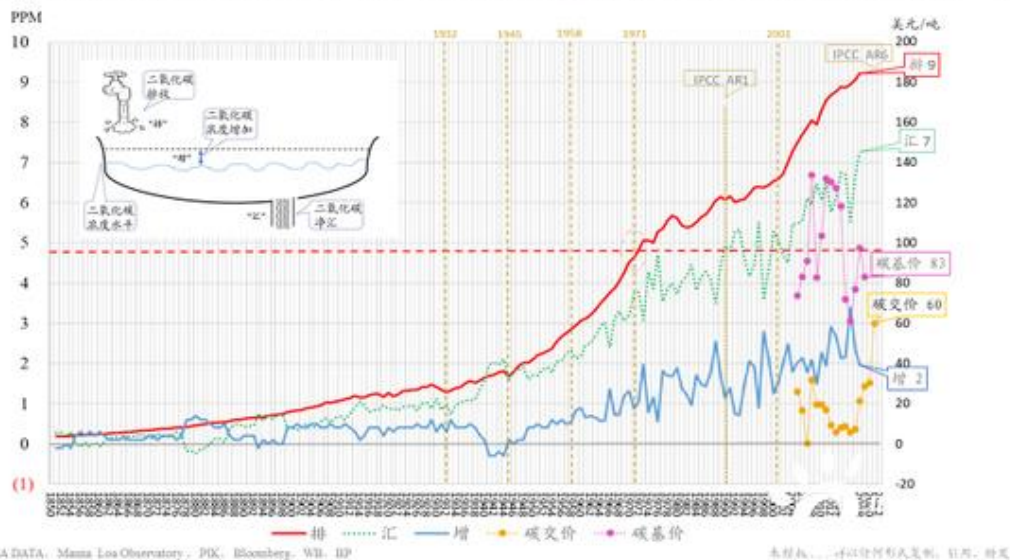
- 1850-2018, 全球二氧化碳排放从2.24亿吨增长到364亿吨, 总增162.5倍, 年增3.1%.
- 1850-1971, 全球碳排均增3.6%, 碳浓0.1%.
- 1971-2018, 全球碳排均增1.7%, 碳浓0.5%.



他表示,目前的二氧化碳排放量与1850年相比,增加了40%,温度升高了约1.3度。同时,“根据第二张图片,虽然我们每年排放了近9个单位的二氧化碳,但真正大气里的含量只增加了约3个单位,也就是说地球系统存在自然的‘碳汇’,能把碳吸走,大概可以吸走6个PPM左右。”基于这个概念,“我们至少要每年减少3个PPM的排放,才能够保证净碳增长能实现‘净零’的状态。据此测算,目前全世界在用199亿吨标煤的能源,因而要减掉约30%。”

世界年计碳排汇增量和历史碳价和加价

- 全球碳排放与植物碳汇等作用抵消后,大气中碳质量从1850年到2018年大约增长了43%。同时,地球碳汇能力可能也在增长。



值得一提的是,新能源在助力能源转型方面大有可为。朱云来表示,中国的光伏潜力巨大,理论上可以开发的潜在光能储量是141万亿千瓦时,去年中国一年发电量是7.2万亿千瓦时,这是它的20倍,“可是光能利用率相对较低,保守估计是10%,也就是14万亿千瓦时,但它仍是中国总用电量的2倍。”

另外,虽然风能要比光伏少很多,“大概理论每年发电量可达到5000亿千瓦时,但风能可以作为光伏发电的补充。”他称。

碳价问题也是能源转型过程中的关键。朱云来认为，“要限制碳排放量必须把碳价提高，现在并没说清楚碳价应该在什么水平。但有一个参考，即如果知道光伏现在的成本是什么，就要把碳的价格提到比光伏还要高的水平，这样才能鼓励社会更多运用光伏或其他清洁能源发电，因为煤电价格变得很贵。”

朱云来还提到，提高碳价的另一个好处在于，对于传统能源企业而言，传统能源价格的提升也会提高它们的收入，这在传统能源被逐步淘汰的过程中，实则可以起到缓冲作用，因为短期这些公司还是可以回收更高的价值，这有助于企业逐步推进资产转型、资本回收。

第一财经 2021-10-25

海洋能、水能

高水位蓄水提升水库电站发电效益

本报讯 记者苏南报道：日前从水利部获悉，今年秋季因雨水陡增，小浪底水库水位10月9日20时创1999年水库蓄水以来历史最高水位，汉江丹江口水库10日14时首次蓄至正常蓄水位170米，海河流域的漳河岳城水库10月10日7时出现建库以来最高水位。今年秋汛中，高水位蓄水不仅使水库大坝的防汛作用得到充分体现，而且显著提高了水电站发电效益。

水利部表示，为确保骨干水库持续高水位运用期间的防汛安全，水利部等相关各级部门密切关注汛情，做好防汛会商、精准调度等工作，充分发挥水库防洪和经济效益。

记者随后从丹江口水电厂了解到，利用今年来水较多时机多发满发，截至10月7日，丹江口水电站累计发电量41.85亿千瓦时。预计今年全年，该电站发电量约49.5亿千瓦时，超多年平均发电量15.7亿千瓦时，为南水北调中线一期工程通水以来最大年发电量，相当于替代标准煤153万吨，减排二氧化碳400万吨、二氧化硫1.3万吨、氮氧化物1.13万吨。

“丹江口水电站是湖北电网的主力调频电站，承担了湖北电网重要的调峰、调相和事故备用任务，对保证电网安全运行、改善供电质量和提高电网经济效益发挥着重要作用。”汉江集团公司总经理何晓东告诉记者。

高水位蓄水可以显著提升水库的发电效益，但秋汛累计来水量较常年同期偏多也给黄河、长江流域带来了水量级大、延续时间长、水库快速上涨、调度难度大等挑战。

数据显示，今年8月下旬以来，黄河中下游累积降雨量389毫米，较常年同期118毫米偏多2.3倍；长江支流汉江上游降水量520毫米，较常年偏多1.5倍；丹江口水库秋汛累计来水量约340亿立方米，较常年同期偏多约4倍。

“受华西秋雨持续影响，黄河中下游干支流发生秋汛，支流渭河、伊洛河、沁河均发生有实测资料以来同期最大洪水。”水利部黄河水利委员会水文局副局长袁东良告诉记者。

小浪底管理中心水量调度处处长李鹏介绍：“小浪底水库持续拦洪，拦截第1号洪水的同时还要拦截第3号洪水，防汛形势严峻。不过，截至目前，小浪底水库运行平稳，库周无大的地质灾害发生。”

据了解，目前水利部已全面摸清晋陕甘宁豫五省区降雨区135个县1.3万座的大中型淤地坝分布。水利部黄河水利委员会已督促各地全面摸清摸准病险水库分布及数量以及山洪沟分布、危险区村庄和人员情况，逐库逐沟落实防御措施。河南、山西省防指已做好小浪底水库274米以下、故县水库544.2米以下、河口村水库280米以下高水位运用准备。

“实施长河段、干支流水库群联合调度，最大限度减轻下游漫滩和防守压力。黄河水利委员会组织工作专班，以每半小时50立方米每秒为调度单元，滚动修订水库调度方案，精准调控花园口站流量。”黄河水利委员会防御局副局长张希玉介绍。

小浪底管理中心开发公司运行部副部长鲁锋告诉记者，与以往调度均是几百流量调度相比，今年调度精准到 50 立方米/秒，水电机组运行管理难度加大，机组随时需要按照指令下泄流量。

水利部长江水利委员会防御局副局长郑静表示，科学调度汉江流域水库群，有效应对了汉江 7 次 10000 立方米每秒以上的丹江口水库入库洪水过程，极大减轻了汉江中下游地区的防洪压力。“若没有水库群拦蓄，汉江中下游将全线超保，部分河段洪峰水位将超堤顶高程。通过水库群拦洪、削峰、错峰，有效控制汉江中下游水位，防洪效益十分显著。”

中国能源报 2021-10-25

世界在建最大抽蓄电站完成倒送电

本报讯 日前，世界上目前在建装机容量最大的抽水蓄能电站——河北丰宁抽水蓄能电站 500kV 系统倒送电圆满完成，并入华北电网，同时接入世界首个±500kV 柔性直流环网。

丰宁抽水蓄能电站总装机 360 万千瓦，安装 12 台机组，是支撑服务北京 2022 年冬奥会全绿电供应、保障张北柔直工程可靠运行、促进华北新能源有效消纳的重要工程。该电站也是世界上首家两期工程同期建设同步倒送电的抽蓄电站，500kV 系统 6 进 4 出，采用 4 个完整 3/2 断路器串和 2 个双断路器串接线，两条母线各设 1 个分段断路器，共 18 个断路器间隔，断路器间隔数量、规模均列世界抽蓄首位，在本次受电过程中，更是实现了 18 个断路器间隔一次带电运行。

作为世界上首家 500KV 出线采用 4 回线路的抽蓄电站，丰宁电站建成后接入张北柔性直流环网中的丰宁换流站，线路总长 26.2 公里，共建设 110 基高压铁塔。

陈云霞 陈宝云 中国能源报 2021-10-18

风能

“十四五”风电下乡 50GW，海上风电力争 2024 年全面实现平价

自“双碳”目标确立后，作为构建新型电力系统的主体能源、推动全社会实现碳中和的主力军，风电产业的战略方向已调整为高质量、大规模发展。未来，为持续提升产业发展质量，风电必须进一步扩大“朋友圈”。

在此背景下，10 月 17 日，来自 118 个城市与 600 多家风电企业的代表齐聚北京，共同发起了“风电伙伴·零碳城市富美乡村”活动。这意味着，风电企业将与地方政府、工业园区、高耗能产业、金融机构等各行各业建立广泛的合作关系，通过政企合作的机制助力地方经济社会转型。

国华能源投资有限公司董事长刘小奇表示，此次“风电伙伴”活动方案涉及“支持城市工业领域零碳化进程”“助力乡村振兴”“开发平价海上风电”“建设 100%绿色电力消费示范城市”“构建健康发展新生态”五方面重点计划。其中，工业领域的零碳化及风电下乡行动为两大行动主线。

《中国经营报》记者了解到，为加快城市工业领域零碳化进程，风电产业将通过上下游协同和技术创新的方式，持续降低成本，以绿色电力支援出口产业园区、高载能工业区、加工制造、数据等产业向内陆地区转移。

行动方案明确表示，风电行业力争在 2025 年将陆上高、中、低风速地区的度电成本分别降至 0.1 元、0.2 元和 0.3 元。

对于目前仍未摆脱补贴的海上风电领域，行动方案表示，行业力争海上风电在 2024 年全面实现平价，在 2025 年将近海和深远海风电度电成本分别降至 0.4 元和 0.5 元。并且，在“十四五”期间，除高质量推进广东、浙江、江苏等地海上风电开发建设之外，还着力推动山东北部、闽南外海、广西北部湾以及海南省的海上风电规划建设。

此外，地方政府拟与风电行业携手开展“千乡万村驭风计划”，在条件较好地区率先启动“百县千村万台示范工程”，力争在 2021 年年底启动首批 10 个县市总规划容量 500 万千瓦示范项目。“十四五”期间，在全国 100 个县，优选 5000 个村，安装 1 万台风机，总装机规模可达 5000 万千瓦（50GW），为 5000 个村集体带来稳定持久收益，惠及农村人口 300 万以上。

未来，对于拥有更多产业落地场景的风电行业而言，市场的增量有了新的想象空间。但值得注意的是，中国可再生能源学会风能专业委员会委员李鹏指出，

未来风电究竟有多大的市场空间，增量究竟是一年 2000 万千瓦还是 5000 万千瓦，完全取决于行业自身的创新，包括科技创新和商业模式创新，只有在政策端、产业端和用户端形成合力，风电产业才能行稳致远，最终拥有一个光明的未来。

宋琪 吴可仲 中国经营网 2021-10-18

东方电气发布 13 兆瓦海上风力发电机组

东方电气集团官方微信公众号 10 月 18 日发布消息，在当日举行的 2021 北京国际风能大会暨展览会上，东方电气旗下东方电气风电有限公司（简称“东方风电”）举办 13 兆瓦等级海上风电机组发布会。北京鉴衡认证中心有限公司向东方风电颁发设计认证证书。

此次发布的 13 兆瓦等级海上风电机组，是基于东方电气已批量投运、技术成熟的 10 兆瓦海上直驱平台开发，拥有完全自主知识产权，是东方电气应对海上平价，针对福建、广东等 I 类风区推出的一款旗舰产品。目前，该型机组已投入生产制造，首台机组将于今年年底下线，是目前亚洲地区在制的单机容量最大、叶轮直径最大的永磁直驱海上风电机组。

东方电气表示，13 兆瓦海上风电机组的投入应用可大幅降低基础、征海、安装、海缆及后期运维成本，促进海上风电度电成本降低，有利于减少风电场用海面积，提高海洋利用率，促进海上风电高质量发展，带动风电全产业链升级，促进大型国产吊装设备、安装运维等发展，促进我国能源结构调整转型。

当天上午，中国电力科学研究院还向东方风电颁发了 6.25 兆瓦永磁直驱风力发电机组型式认证证书，该证书的取得标志着目前正在运行的东方风电 6.25 兆瓦风力发电机组的稳定性、可靠性和卓越的发电性能得到了权威机构的认可和充分肯定。该款产品适用 I、II、III 类风区，以及高温、低温、除冰、高原、超高海拔等全气候环境，可以最大程度扩展应用场景，实现海陆通用。

康曦 中国证券报·中证网 2021-10-19

风电产业能否扛起“双碳”大旗

自 2008 年首次举办以来，北京国际风能大会暨展览会已经走过十余个年头，成为观察风电产业的“风向标”和“晴雨表”。“双碳”目标下，风电产业如何重新定位？在以新能源为主体的新型电力系统构建中，风能又将扮演何种角色？本届大会都将给出答案。

制造企业实力大幅提升

风电是构建新型电力系统的主体能源，是支持电力系统率先脱碳，进而推动能源系统和全社会实现碳中和的主力军。风电产业大规模、高质量发展是落实“双碳”目标任务的重要战略选择。

在去年召开的北京国际风能大会上，来自全球 400 余家风能企业的代表共同签署并发布了《风能北京宣言：开发 30 亿风电，引领绿色发展，落实“30·60”目标》，提出在“十四五”规划中，须为风电设定与碳中和国家战略相适应的发展空间：保证年均新增装机 5000 万千瓦以上。2025 年后，中国风电年均新增装机容量应不低于 6000 万千瓦。按照上述目标，风电年平均装机将呈现倍增局面。

时过一年，这一看似难以完成的目标逐渐得到落实。数据显示，2020 年，我国风电新增并网装机容量高达 7167 万千瓦，创历史新高。今年前 8 个月，我国风电新增并网装机容量达 1463 万千瓦，

同比增加 459 万千瓦，业内预计今年全年风电并网装机容量有望达到 4000 万千瓦左右。

技术创新为行业快速发展插上了腾飞的翅膀。近年来，得益于政策推动和行业共同努力，我国风电产业技术创新能力和速度正在稳步提升，不仅具备大兆瓦级风电整机自主研发能力，还形成了完整的风电装备制造产业链，制造企业的整体实力与竞争力大幅提升，达到了具有较高国际竞争力的风电机组技术研发水平。

展览会上，瓦房店轴承集团有限责任公司首次展示了其研制成功的我国首个陆上 4 兆瓦级风力发电机组的单列圆锥结构主轴轴承，标志着我国大功率风力发电装备技术取得关键性进展。瓦轴集团风电轴承事业部总经理助理张丽娜介绍，近年来，公司重点加强了包括大功率风力发电机组核心部件在内的关键技术研发，目前已具备国际领先的设计、试验一体化和研发、制造一体化能力。

此前，西门子歌美飒再生能源(上海)有限公司曾透露，公司有意调整全球风机销售市场布局，考虑退出包括中国在内的多个市场。在巅峰时期，西门子曾独占全球 14.5% 的风电市场份额。西门子萌生退意的重要原因便是中国企业不断崛起，导致其中国市场份额不断压缩，逐渐丧失先发优势。

风电能源更具竞争力

风电不仅是零碳电力，随着技术进步，风电也正成为最具经济性的能源，在地方经济社会转型发展中发挥着越来越重要的基础支撑作用。

扛起“双碳”大旗，在经济性上，风电行业已经做好了充足准备。业内人士透露，“十四五”期间，在我国高速风资源区，风电度电成本有望降低至 0.1 元，即使加上配置储能的成本，仍然比煤电更具竞争力。

即便是成本最高的海上风电，成本也随着技术进步大幅下降。不久前，中广核汕尾甲子 50 万千瓦海上风电项目 20 号风机基础开始沉桩作业，这是全国首个实现海上主体工程开工的平价海上风电项目，拉开了广东省乃至全国平价海上风电项目建设的序幕。预计到 2024 年，我国海上风电有望实现全面平价。

再看两个风电发展案例。广东省阳江市发展和改革局党组书记苏玉均介绍，阳江市将在“十四五”期间完成 1000 万千瓦海上风电场的建设和投产，落实新增项目，推动集风力开发、装备制造、研发设计、运维管理等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。

不同于中西部地区，江苏省江阴市人口密度大，可利用资源少，在规划、国土、环保方面都有非常严格的规定和限制。尽管如此，江阴市依然投资了 14 台风机，大力发展分布式风电，服务港区和周边企业。目前，江阴市两个码头所用的风电占码头总用电量近 50%。

事实上，无论从风资源、气象还是建设条件，阳江市都不是我国最适合发展海上风电的区域，江阴市同样如此。

“这两个案例充分说明，在中国发展风电，可能更需要解决的是认识问题。”远景能源高级副总裁田庆军说。

风电产业渴望“破圈”

“从今年前三季度国内新增发电量数据，以及风能、太阳能全年发电量的预估数据看，距离‘十四五’期间新增能源大部分由非化石能源满足的构想仍有很大差距。”中国能源研究会常务理事李俊峰坦言。

未来，风电产业要持续提升发展质量，必须进一步扩大“朋友圈”，与地方政府、工业园区、高耗能产业、金融机构等各行各业建立广泛的合作关系，成为它们实现碳中和的“伙伴”。

10 月 17 日，北京国际风能大会召开前夕，118 个城市与 600 多家风电企业共同发起了“风电伙伴行动·零碳城市富美乡村”计划。计划提出，伙伴城市和风电企业要形成面向未来的全方位伙伴关系。

行动计划目标之一是助力乡村振兴。将风电与新能源特色小镇建设、区域旅游开发等工程相结合，壮大村集体经济。在条件较好地区率先启动“百县千村万台示范工程”。力争 2021 年年底启动

首批 10 个县市总规划容量 500 万千瓦示范项目。“十四五”期间，在全国 100 个县优选 5000 个村安装 1 万台风机，总装机规模达到 5000 万千瓦，为 5000 个村集体带来稳定持久收益，惠及农村人口 300 万人以上。

行动计划的另一重要方向是支持城市工业领域零碳化进程。打造零碳电力基地，助力东北再振兴和西部大开发，缓解中东部减排压力。风电产业通过上下游协同和技术创新，持续降低成本，以最具市场竞争力的绿色电力支援出口产业园区、高载能工业区、加工制造、数据等产业向内陆地区转移。

“希望政府机构与开发、制造及风电相关企业能拧成一股绳，共同建设零碳社会。”新疆金风科技股份有限公司董事长武钢表示，推进行动计划还须着力解决行业痛点，一是要提高申请土地使用流程效率；二是为高能耗企业使用绿电建立评价标准，运用市场机制为企业建立“碳账簿”。

经济日报 2021-10-26

风电还有多少降本空间？

近期，中广核云南曲靖市文兴 48 万千瓦风电场、麻栗坡大王岩 18 万千瓦风电场机组采购开标结果显示，上海电气投标报价达 3.4028 亿元，折合每千瓦单价为 1880 元，创下风电行业历史新低。参与投标的东方电气、运达股份、金风科技等风机报价也维持在 2200 元/千瓦左右。

今年是我国风电行业平价的首年，风机价格的大幅下降引发了广泛关注，风电度电成本的降低空间还有多少？

平准化度电成本持续下行

据记者了解，风电平准化度电成本是衡量风电经济性的关键指标之一，主要影响因素包括初始投资成本、运行成本、维护成本、故障成本以及残值收益等。在过去的十年里，随着我国陆上风电开发规模不断扩大，设备国产化率逐步提高，我国陆上风电风机价格总体呈现下降态势，风电平准化度电成本也正处于持续下降阶段。

根据国际可再生能源署（IRENA）发布的数据，在 2010—2019 年间，我国陆上风电平准化度电成本从 0.91 元/千瓦时降至 0.32 元/千瓦时左右。一些业内人士认为，随着平价时代到来，陆上风电上网电价要对标当地传统燃煤标杆电价，如果要实现 6% 左右的项目盈利，需要进一步降低风电平准化度电成本。

根据行业最新估算，目前公开进行风机招标的项目中，整机商主流报价维持在 2200-2400 元/千瓦水平范围内，与年初 2800 元/千瓦左右的价格下降幅度约 20%，较去年“抢装”高峰期一度超过 4000 元/千瓦的价格相比，更是下降了约一半。

“通常情况下，风电项目初始成本包括有风机、塔筒等相关设备成本，同时也包括风机基础、升压站、风场维护以及财务成本等费用，风机等设备成本约占总投资成本的 40%-50%。理论上，风机价格大幅下降，风电项目的初始投资也会降低。”某业内人士在接受记者采访时表示。

风机大型化趋势明显

一位不愿具名的新能源行业研究人员告诉记者：“现阶段，我国陆上风机每千瓦成本还没有达到千元水平，整机招标过程中出现的偶发低价，实际上并不能完全反映实际风机成本。尤其是在全球大宗商品原材料价格走高的情况下，国内外整机商以及风电零部件供应商利润已经承压。不过，今年以来，风电项目招投标中，风机大型化趋势已经十分明显。”

记者查阅主流整机商半年报以及招标文件等资料了解到，今年以来，4-6 兆瓦陆上风电机型市场份额正逐步扩大。多位业内人士也向记者表示，平价时代，国内风机产业技术迭代已明显加快，技术创新带来的降本效应已开始凸显。

据金融机构平安证券公布的数据，今年以来，4 兆瓦及以上机型已经成为“三北”地区和西南地区风机招标的主流机型，在风机价格贴近 2200 元/千瓦的情况下，“三北”地区风电投资成本已低至 6000

元/千瓦以下，部分项目投资成本甚至可低至 5000 元/千瓦左右。

就在今年 8 月，某新能源企业也发布消息称，该公司在“三北”地区打造的 20 万千瓦风电场项目建成后，有望成为我国首个度电成本低于 0.1 元/千瓦时的风电项目。根据该公司的测算，该项目采用的风电机组单机容量预计为 6.25 兆瓦，平准化度电成本有望达到 0.098 元/度，或刷新行业最低纪录。

需全产业链协同降本

风机的大型化不仅可以降低自身生产成本，还能摊薄塔筒、基座等投资成本。另外，随着风机更高、叶片更大，风电项目的可开发容量也将提升。在此情况下，风机价格下降引发的初始投资下降、规模化开发带来的运维成本下降，以及风机可靠性提升带来的发电量上升等因素，都将有助于降低风电度电成本。

值得注意的是，除风机本身外，风电项目成本还包括了产业链物流运输、安装、运营等多方面成本。上述业内人士也表示，目前国内风电项目平准化度电成本的最终测算情况在不同地区仍有所不同，主要影响因素包括当地上网电价和风电消纳情况，风电输出通道建成与否、储能设施是否配套等。

4 月，美国劳伦斯伯克利国家实验室曾发布最新全球风电度电成本预测报告，称技术进步和商业化开发有望继续降低风电成本，预计到 2035 年，全球风电成本有望再降低 17%-35%，到 2050 年降幅有望达到 37%-49%，成本的下降将为风电领域带来新的发展动力。

平安证券的报告显示，从当前的风机技术储备以及可预期的关键材料国产化等角度看，风机单机容量还有进一步提升的空间，风机大型化的趋势仍可持续。

“发展到一定阶段，风电需要与其他新能源进行竞争，度电成本的下降将提高风电行业竞争力。从短期来看，风电行业内部竞争激烈会在一定程度上挤压利润，但长远来看，降本将打开更大的市场空间，有利于行业走得更远。”上述业内人士表示。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2021-10-25

风电伙伴行动计划发布 “十四五”下乡 5000 万千瓦

10 月 17 日，历时 4 天的 2021 北京国际风能大会暨展览会（CWP2021）拉开帷幕。当日上午，118 个城市与 600 多家风电企业共同发起了“风电伙伴行动·零碳城市富美乡村”计划，提出支持城市工业领域零碳化进程，助力乡村振兴、促进共同富裕，开发平价海上风电、助力沿海城市碳中和，探索绿色发展新路径、携手建设 100%绿色电力消费示范城市以及构建健康发展新生态五大重点任务。

该计划明确，助力乡村振兴，将风电与新能源特色小镇建设、区域旅游开发等工程相结合，壮大村集体经济。在条件较好地区率先启动“百县千村万台示范工程”，加快推进“直接惠民”样板工程建设。力争 2021 年年底启动首批 10 个县市总规划容量 500 万千瓦示范项目。“十四五”期间，在全国 100 个县，优选 5000 个村，安装 1 万台风机，总装机规模达到 5000 万千瓦，为 5000 个村集体带来稳定持久收益，惠及农村人口 300 万以上。

该计划提出，支持城市工业领域零碳化进程。打造零碳电力基地，助力东北再振兴和西部大开发，缓解中东部减排压力。风电产业通过上下游协同和技术创新，持续降低成本，以最具市场竞争力的绿色电力支援出口产业园区、高载能工业区、加工制造、数据等产业向内陆地区转移。各地方充分认识到风电巨大的经济带动作用，为风电营造良好的市场环境，助其降低非技术成本；风电力争在 2025 年将陆上高、中、低风速地区的度电成本分别降至 0.1 元、0.2 元和 0.3 元，将近海和深远海风电度电成本分别降至 0.4 元和 0.5 元，对地方经济发展形成强有力支撑。

该计划还称，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，海上风电力争在 2024 年全面实现平价。“十四五”期间，在高质量推进广东、浙江、江苏等地海上风电开

发建设的同时，着力推动山东北部、闽南外海、广西北部湾以及海南省的海上风电规划建设。

近年来，我国风电行业产品和技术创新步伐明显加速，大兆瓦机型推陈出新，智能化水平加速提升，配套产业不断完善。与此同时，今年以来风机投标价格不断创造新低纪录，风电度电成本稳步下降，竞争力进一步凸显。

王璐 经济参考报 2021-10-18

国内首部《中国风电项目投融资景气指数白皮书》发布

10月18日，华能天成融资租赁有限公司与鉴衡认证中心在北京国际风能大会（CWP）创新剧场联合发布《中国风电项目投融资景气指数白皮书（2021）》，这是我国首部由金融机构与风电第三方联合编制的风电项目投融资指导白皮书。

据了解，该书以中国风电产业市场发展趋势及前景、风电资产投融资舆情分析、投融资政策及措施、多元化风电资产投融资实施路径等为核心内容，全方位地解读了我国风电投融资发展行情。

在业内看来，白皮书的发布不仅是风电跨行业合作模式创新的成果，更将加深融资机构对风电产业项目收益及风险的认知程度，为行业各方参与风电开发提供实质性的指引和帮助。

华能天成租赁总裁高波表示，华能天成租赁自2015年开始进入风电领域，截至目前已对超过30GW风电项目进行了跟踪、尽调、审查，积累了较为详实的一手数据和信息，这是本次白皮书发布的信心和底气所在。此外，公司坚守产业金融的战略定位，始终专注于清洁能源领域，公司的目标从来不局限于提供融资、获取项目，而是定位于促进行业长期健康发展的贡献者和影响者。和鉴衡合作首次发布风电行业投融资景气指数白皮书，是华能天成租赁履行促进行业发展责任的一次尝试，期待这份白皮书能够对我国风电投资业务的发展起到建设作用。

鉴衡认证中心主任秦海岩则指出，风电的定位已经从补充能源向主力能源转变，而要面对平价、要长远的发展，唯一的办法是靠行业自己的努力，不断的技术进步、追求创新。

“资金是风电行业的一个重要环节，我国的风电融资还存在很多现实困境，未来风电开发要多元化，社区风电、微小项目的开发，会更加重视项目的质量。这就需要金融机构更加深入产业，与行业内的角色更密切地配合。今天发布的投融资景气指数报告，是一次尝试，目前看来这个方向是可行的。”秦海岩表示，“鉴衡是风电行业第三方，天然的使命就是要创新产业链的合作模式，研究、制定更多适用于产业发展的实用工具，我们希望跟华能天成租赁的合作能长期做下去，也希望更多企业能够关注进来，真正成为行业的一份子，共同推动行业的进步。”

李丽旻 中国能源网 2021-10-20

哈电风能重磅推出全新领航系列 4H 平台中速永磁风力发电机组

2021年10月19日北京国际风能大会暨展览会的风电机组技术创新论坛上，由哈电风能有限公司(以下简称哈电风能)潜心研制，匠心打造的全新领航系列 4H 平台中速永磁风力发电机组隆重登场。领航系列风力发电机组是哈电风能继2021年5月份推出 HE 大功率、高端风电机组系列后的又一全新力作，是哈电风能积极响应国家 30.60 碳达峰，碳中和政策下，又一项重大技术创新。

领航系列风力发电机组是一款以业主需求为导向，集高可维护性、高智能性、高通用性、高可靠性、高扩展性于一体的新生代中速永磁风电机组，基于模块化，平台化设计理念，形成了积木式传动部件拼装、全集成式传动系统、一体式联接底座、独立式分体冷却四大特性，能够满足从中高风速到超低风速的多场址、差异性地域的覆盖。

领航系列风力发电机组采用的全集成式主传动链结构形式，在与直驱同等水平的扭转刚度和扭转频率，解决主齿轮箱带来的主传动链扭振风险，全螺栓连接的集成装配方式，打造极简的装配制造工艺以及极高的部件可维护性（免对中），同时保证齿轮箱、发电机承受纯扭矩载荷，部件扭矩功

率密度高。

多点位喷油式润滑圆锥滚子主轴承，配合独立式润滑冷却系统，主轴承具有高承载性能以及良好的温升控制特性。基于哈电风能在 3-CRB 轴承的长期应用经验，对领航系列风力发电机组主轴承创新性减去了过盈安装的内圈，解决了内圈微动磨损的风险，且采用的一体式低摩擦系数保持架、无软带表面淬火滚道、超精细滚道表面处理，充分挖掘轴承高可靠性要求。

配备的高抗疲劳特性的三排柱变桨轴承以及高阻尼、高承载性能的滑动式偏航轴承，实现不同变桨、偏航控制算法下的机电系统完美融合，满足高发电性能，低动态载荷冲击、更紧凑特性的结构设计要求。

搭载的全集成式齿轮箱技术，配合柔性销均载技术，弥补主轴承传递弯矩引起的行星轮系偏载，齿间、齿宽均载性能更优，形成的太阳轮与行星销轴的双浮动机构，振动噪音更低，运行更平稳，采用的全直齿传动技术，轮系及轴承装配精度及可靠性高，传动效率达 98.5%以上。建立的半实物仿真耦合模型，打通从气动分析、机电控制、动力学分析以及结构分析为一体多物理场仿真计算。

发电机采用的风循环冷却、轴向与径向混合通风及智能防潮装置相结合的高效冷却技术，全新轴电流抑制技术，搭载高轴系刚度的轴承配置，并配合定转子配合分离系统，满足产品高可靠性、高可维护性要求。

领航系列风力发电机组将搭载哈电风能最新的 smart-control 控制技术，配合先进的前馈控制技术、IPC 独立变桨技术、螺栓状态监测技术、主轴承状态监测技术、集成润滑冷却控制技术、净控控制技术以及智能偏航控制技术，实现机组全方位的智能性控制。

在做好做优 4H 平台中速永磁风力发电机组基础上，哈电风能将持续布局对该新技术领域的应用和探索，加快推进对新一代领航系列 7H 平台研发。在未来风电市场上，哈电风能恪守初心，坚持技术创新，不断为新能源行业高质量发展贡献哈电力量。

哈电风能 廖建敏 中国能源网 2021-10-19

田庆军：绿电将成为未来城市发展的引擎

2021 年 10 月 17 日上午，“风电伙伴行动·零碳城市 富美乡村”启动仪式在北京举办。118 个城市与 600 多家企业共同发起了此次活动，并一致表示将以实际行动推进风电伙伴行动计划落地，携手促进风电发展，合作打造零碳工业，共同构筑零碳经济体系，将风电打造成为发展零碳经济、实现乡村振兴和共同富裕的可靠依托。

远景能源高级副总裁田庆军应邀出席启动仪式并作为企业家代表发言。

“海上风资源和建设条件在中国处于中等偏下水平的阳江都可以大规模开发海上风电，中国还有哪片海域不能？80 米高空风速不到 5 米/秒，土地获取条件最严苛的江阴都能做陆上风电，中国还有哪个地区不能？”目前江阴投资了 14 台分散式风机，码头总用电量近 50%来自风电。田庆军认为，风电在中国发展所面临的不是技术问题、土地问题和资源问题，本质上是我们对绿电开发的认识问题。

田庆军认为，双碳目标可能会诱发能源革命，能源革命又将进一步引领新工业革命，这是一个连锁反应。在这样的大背景下，绿电很有可能成为区域未来招商的基础。“我相信中国任何一个城市都不会缺席，也不可能缺席。”田庆军说。

首先，城市和企业的发展需要绿电支撑。最近，由于“双控”需要，中国一些经济发达省份如江苏、浙江等地，都实行了拉闸限电，对企业影响非常严重，能源不足已经给企业造成很大困扰。而绿电作为可再生零排放能源，国家正在考虑不计入能耗考核，未来，预计国家还会出台进一步政策，把可再生能源彻底放在能耗双控目标之外，给绿电应用打开广阔空间。

第二，企业的成本和形象需要绿电保证。中国一些领先的企业以及在中国投资的世界五百强外企纷纷制定了碳中和时间表，希望能逐步减少碳排放，但中国很多沿海地区绿电资源有限，再加上

现在绿证在中国还没有推广开，他们无法买到更多绿电。因此，田庆军认为，未来如果区域不能解决企业的绿电需求问题，很有可能会对招商引资带来巨大的挑战，甚至面临企业留不住的被动局面。

第三，目前氢产业正呈现井喷式发展，各级政府对氢能产业高度关注。氢不仅可以作为燃料，还可以作为化工产品以及生物合成原料，产业链十分丰富，而绿氢又是以绿电为基础的，如果不在本地区发展绿电，或将错失绿氢产业的盛宴。

“有很多地区希望借助于特高压购买来自“三北”地区的绿电，而随着社会对绿电重视程度的提高，绿电的价值和意义将变得不一样，可能会出现买不到、买不起绿电的情况。”田庆军表示，在城市的一定范围内实现一部分绿电供应将变得十分必要。绿电开发权就是城市的发展权。

通过阳江和江阴的模式可以看到，其实每个地区都可以实现绿电的自给自足。现在风电经济性有了大幅提升，中国绝大部分地区都可以实现风电平价。在过去不到一年的时间里，风机价格下降了近一倍，也就是说，同样的资源，风电度电成本在原来基础上下降了一毛到两毛钱，为大规模推广风电带来了经济上的保障。

与此同时，随着风电机组大型化发展，风电项目集约化开发成为一种可能。在很多人口密集和耕地密集地区，如果通过技术创新将风机单机容量做到 5 兆瓦以上，绿电生产能力将提升 2-3 倍，实现风电经济性和土地集约化生产的双赢。

最后，田庆军为风电发展提出三点建议。

第一，风电开发要在更大范围去统筹规划，做好顶层设计，建议进行“整市推进”。田庆军认为，不应再简单区分分散式风电和集中式风电。如果把每个城市作为负荷中心，城市外围的乡村就是绿电生产中心。在城市周边的乡村开发风电，以满足城市的用电需求。

第二，在电网侧给风电更多的发展空间。现在国家严格限制分散式风电送出范围，希望电网能够给予一些支撑，让分散式风电在开发过程中把规模空间扩大，送的更多、更远。

第三，在风电开发过程中，建议实现土地以租代征。采用备案制可以让风电建设周期大幅缩短。

远景能源 中国能源网 2021-10-18

挖掘风光电力更大潜能

进一步推动风电、光伏发电等新能源发电的大规模利用，积极引导新能源进入电力交易市场，意义重大。首先，要加快完善绿电交易市场，大规模开展跨区域绿电交易。其次，要确立新型储能市场主体地位，健全新型储能价格体系。同时，要进一步挖掘“源、网、荷、储”全链条新型灵活性资源。此外，还要完善绿色低碳发展配套机制。

9 月以来，“拉闸限电”现象波及一些省份。其主要原因是煤炭价格持续走高，导致煤电面临“发电即亏损”的窘境。10 月 17 日，118 个城市与 600 多家风电企业共同发起“风电伙伴行动·零碳城市富美乡村”计划，并发布风电伙伴行动方案，提出在 2025 年将陆上高、中、低风速地区的度电成本分别降至 0.1 元、0.2 元和 0.3 元。据相关机构测算，“十四五”期间，光伏发电度电成本将下降至 0.25 元到 0.38 元。这意味着风电、光伏发电的度电成本将与燃煤发电基本持平甚至更低，在煤炭价格居高不下的背景下，挖掘风电、光伏发电等新能源“替补”潜力，发挥其更大作用，将成为缓解电力供应紧张形势的重要选择。

截至 9 月底，全国发电装机容量 22.9 亿千瓦，同比增长 9.4%。其中，风电装机容量约 3.0 亿千瓦，同比增长 32.8%。太阳能发电装机容量约 2.8 亿千瓦，同比增长 24.6%。随着风电、光伏发电的技术规模效应显现，其度电上网电价逐步降低，与煤电上网电价相比，已基本能够实现平价上网甚至低价上网，可更好满足用户的低成本、清洁化、可持续的用电需求。目前，相关新能源政策的落实将有效推动风电、光伏发电项目发展，扩大产业规模，降低新能源单位发电成本，提升市场竞争优势，有利于促进国家电力能源结构转型，减小发电侧对单一煤炭资源的依赖，缓解火力发电不足导致的大规模限电压力。平价风电、光伏发电参与电力市场，有利于推动电力系统清洁低碳转型，

保障煤炭、石油、天然气与可再生能源等多能源类型间耦合互补，形成整体优势的发展需求和巨大技术创新空间。

进一步推动风电、光伏发电等新能源发电的大规模利用，积极引导新能源进入电力交易市场，意义重大。未来，应实施更有针对性的激励措施和健全发展配套保障机制。

首先，要加快完善绿电交易市场，大规模开展跨区域绿电交易。打破跨区域绿电交易壁垒，将“三北”地区丰富的绿电外送至中东部地区，实现跨区域资源配置，保障绿电消纳，推动原有绿证替代电价补贴模式向绿电直接交易转变。

其次，要确立新型储能市场主体地位，健全新型储能价格体系。大规模风电、光伏发电等新能源发电接入电网，提高了对系统灵活性的要求，亟需挖掘新型储能关键技术，丰富峰谷分时电价、季节性电价及差异化电价体系。

同时，要进一步挖掘“源、网、荷、储”全链条新型灵活性资源，支撑新能源发电大规模并网。传统火电灵活性改造难以适应风电、光伏发电等新能源发电的调节性需求，必须深度挖掘“源、网、荷、储”全链条的电动汽车、需求侧管理、配置储能等电力系统灵活性资源，通过与之相匹配的灵活性资源发展激励政策明确其市场交易机制。

此外，还要完善绿色低碳发展配套机制，推动高新技术成果应用。发挥绿色金融引导和服务双重作用，加强对绿色低碳项目开发的金融支持；推进人工智能、大数据、物联网等高新技术在新能源发电预测、调控等方面成果应用，实现新能源利用全过程的智慧化、智能化。

（作者单位：华北电力大学经济与管理学院）

鞠立伟 刘 力 经济日报 2021-10-28

推动新能源建设提速 风光大基地更风光

受能源革命和经济复苏不均衡影响，全球主要发达国家都陷入能源短缺状态。我国加快发展风光大基地项目，正是要推动新能源建设提速，还可进一步摊薄新能源建设投资成本。当前，项目建设务必警惕大而无当，让滥竽充数者无空可钻。

10月12日举行的《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。适时启动风光大基地项目，在给新能源行业注入新动力的同时，也彰显我国大力推进碳中和、促进人类可持续发展的信心和担当。

“双碳”目标提出以来，我国密集出台了一系列扶持政策，以风电、光伏为代表的新能源产业取得了飞速发展。为何现阶段要加快建设风光大基地？首要原因是新能源建设规模仍无法满足能源转型对清洁能源的巨大需求。近段时间各地出现“拉闸限电”，原因之一也是新能源供给不足。受硅料、硅片、光伏玻璃等上游材料价格快速上涨影响，今年上半年，我国光伏新增装机速度大幅放缓。据中国光伏行业协会年初预测，2021年国内光伏全年新增装机数量为6000万千瓦左右，而根据国家能源局数据显示，今年前9个月光伏投产仅2200万千瓦，实际装机进度与预期有较大差距。

受能源革命和经济复苏不均衡影响，全球主要发达国家都陷入能源短缺状态。国际能源署近日发布《2021全球能源展望》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。

加快发展风光大基地项目，正是要推动新能源建设提速。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、规模化建设风光大基地更利于短期放量，将成为未来一段时期重要的新能源开发方向。近日，第一期装机容量约1亿千瓦的大型风电光伏基地项目已有序开工，仅以此规模计算，便相当于新建5个三峡水电站。且从实施情况看，近期风光大基地项目推进节奏明显加快。据不完全统计，9月份有多个基地招标优选，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甚至更早开工，2023 年底前并网，成为明后年新增装机主力。

加快发展风光大基地项目，还可进一步摊薄新能源建设投资成本。随着风电光伏逐步迈入平价时代，规模效应在项目开发中的价值日益凸显。加快发展风光大基地项目不仅可以降低建设和设备采购成本，在现有跨省区通道送端地区建设风光大基地项目，亦可充分利用剩余输电通道空间，提高通道利用率，降低平均输电成本，实现大范围资源优化配置。同时，在新能源进入主力电源替换阶段下，大基地内不同类型电源之间还可实现技术互补，保障电网安全。

此轮风光大基地项目建设地点首次锁定沙漠、戈壁、荒漠地区，区域意义重大。相较火电、核电而言，由于发电效率更低，同样装机规模的电站，风电光伏通常需要占用更多土地。沙漠、戈壁、荒漠地区不仅风能、太阳能资源丰富，还可为项目建设提供大量土地资源。此举或将解决我国远期新能源建设用地不足以及资源开发问题。此外，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，改善当地生态环境和人居环境。

风光大基地将成为下一阶段新能源建设的主力模式，项目建设务必警惕大而无当。大的前提是高质量发展，项目建设要选择更先进的技术、更高效的组件、更稳定耐用的产品，让滥竽充数者无空可钻。当然，由于外送能力等限制，“十四五”期间新能源增量光靠风光大基地项目依然不足，还需要分布式电源、微电网等共同支撑发展。未来，中国新能源须坚持大基地和分布式建设并举，两条腿走路才能行稳致远。

王轶辰 中国经济网—《经济日报》 2021-10-22

氢能、燃料电池

德国推进海外氢能项目建设

德国联邦经济和能源部与德国联邦教研部日前发布《国际氢能项目资金资助指南》，以加快氢能经济发展并为德国氢能进口做好准备。到 2024 年底，德国政府将为此提供共计 3.5 亿欧元。

这份资助指南通过对工厂设施的投资资助，专门支持在欧盟以外国家的氢生产和加工，以及氢能的储存、运输和使用项目。此外，企业和研究机构也可以为相关研究项目、研究培训措施等提交资助申请。

具体来看，对于商业公司项目和申请人而言，通过申请可为每个项目获得最高 1500 万欧元的资助，研究和科学机构的每个项目申请资助最高为 500 万欧元。商业公司和研究机构之间的联合项目也有资格申请。

德国政府在去年 6 月推出《国家氢能战略》，计划投资 90 亿欧元促进氢的生产和使用，其中 70 亿欧元用于国内的氢能研发，另外 20 亿欧元在海外用于氢能项目，以期成为绿色氢能技术领域的全球领导者。长期来看，德国希望氢能可以成为其应对气候变化的脱碳战略的核心组成部分，在大量进口氢能的同时，把德国的氢能技术发展成为重要的出口核心业务。

张雨花 新华社 2021-10-23

德国将投入 3.5 亿欧元资助国际氢能项目

记者 21 日从德国联邦外贸与投资署获悉，德国联邦经济部和德国联邦研究部已正式发布了“国际氢能项目资金资助指南”。到 2024 年底，共有 3.5 亿欧元资金可供使用。

据悉，这是德国加快氢能经济发展的最新一项重要步骤。资助指南通过对工厂设施的投资资助，专门支持在欧盟以外国家的绿色氢生产和加工以及氢能的储存、运输和使用的的项目。公司和研究机构也可以为伴随的研究项目、研究和培训措施提交资助申请。

据了解，新资助指南的目的是促进德国技术在海外的使用，为全球绿色氢市场的及时和有针对性的发展做出贡献，并为进口氢能做好准备。对于商业公司，以不用偿还赠款形式提供的资金可高达 1500 万欧元/每个项目和申请人。来自研究和科学机构的项目每项最多可获得 500 万欧元的资助。商业公司和研究机构之间的联合项目也有资格申请。

德国联邦外贸与投资署表示，促进绿色氢能在国际市场的发展和在海外使用德国技术是德国国家氢战略的重要组成部分。氢能被认为是实施能源转型的核心要素，尤其是在一些二氧化碳排放量难以减少的工业和运输部门。

“新的资助以‘德国制造’的新技术促进绿色氢能的国际基础设施。德国对绿色氢能的需求将急剧上升。这将为许多国际公司在德国使用并从德国向国际销售这些技术开辟了可能性。”德国联邦外贸与投资署专家 Tobias Rothacher 向中新网记者分析。

彭大伟 中国新闻网 2021-10-22

国产大型水电解制氢装置取得重大突破

近日，大连化物所燃料电池系统科学与工程研究中心研制的兆瓦级质子交换膜水电解制氢（以下简称“PEM 水电解制氢”）系统，在国网安徽公司氢综合利用站实现满功率运行。经专家现场测试，该系统额定产氢 220 标准立方米/小时，峰值产氢达到 275 标准立方米/小时。

大连化物所方面告诉记者，这是 PEM 水电解制氢系统首次突破兆瓦级。随着技术进步，成本进一步下降，PEM 水电解制氢将与碱性水电解制氢成为主要制氢技术。业内分析认为，国产大型 PEM 水电解制氢装置取得重大突破，将进一步为大规模可再生能源制氢示范奠定技术基础。

重要技术路线

目前，制氢方式分为化石能源制氢、工业副产制氢以及可再生能源制氢三大类，化石能源制氢和工业副产氢仍是主要应用方向，可再生能源制氢则是未来趋势。

根据电解槽隔膜材料的不同，理论上通常将水电解制氢分为碱性水电解（AE）、质子交换膜（PEM）水电解以及高温固体氧化物水电解（SOEC）。据专家介绍，高温固体氧化物水电解制氢，对设备要求高，技术难度更大，且工作环境苛刻，目前技术成熟度不高，未走向工业应用。

中船重工集团 718 研究所工作人员介绍称，目前工业化应用的电解槽主要分两种技术路线，第一种是碱性电解槽、第二种是 PEM 电解槽。“我国目前最成熟的电解水制氢技术是碱性电解水技术，在上世纪八九十年代就已开始研发应用，不过随着 PEM 电解制氢的逐渐成熟，渗透率有望快速提升，预计未来两种制氢方式二分天下。”

今年以来，国内水电解制氢设备需求迎来大幅上涨，PEM 水电解制氢技术进展迅速。目前，国内有中科院大连化物研究所、中船重工集团 718 研究所等单位开展 PEM 水电解制氢技术研究，其设备订单同比都有明显增长，但当前国内交付应用的设备大多是小型电解槽。

具备独特优势

中科院大连化物所一位水电解制氢技术研究员告诉记者，碱性水电解制氢综合成本低，但存在碱液流失、腐蚀、能耗高等问题，适应波动性较差，与风光结合时需要配备储能。与之相比，PEM 水电解制氢技术的运行电流密度高、能耗低、产氢压力高，适应可再生能源发电的波动性特征，易于与可再生能源消纳相结合。

质子交换膜制备曾长期被杜邦、戈尔等美国和日本少数厂家垄断，目前，国内东岳、科润等企业正积极布局，东岳 150 万平米质子交换膜生产线一期工程已投产，科润 100 万平米质子交换膜项目也已开工。随着国内技术的不断突破，国产质子交换膜实现进口替代的空间巨大。

在投资成本方面，目前 PEM 电解的投资体量是碱性电解的 5-10 倍，PEM 电解成本投入也比碱性电解水至少多一倍。上述研究员认为，可再生能源快速发展的背景下，PEM 水电解制氢具有独特优势，值得发展，目前需要攻克贵金属催化剂成本过高、质子交换膜国产化等问题。

“碱性水电解设备单位造价低但开机速度长，PEM 水电解设备单位造价高，但开机速度快，因此对于可再生能源发电制氢而言，需要寻求功率稳定和波动较小。事实上，这两种水电解制氢技术并不矛盾，考虑到经济性、适应性，未来应用方向应以碱性设备结合 PEM 设备为主。”中船重工集团 718 研究所工作人员告诉记者。

市场空间广阔

国际能源署（IEA）统计数据显示，近年来全球电解水年新增装机容量快速增长。2014 年，全球电解水新增装机仅 9100 千瓦，到 2019 年，全球电解水装置当年新增规模达 25400 千瓦。同时，IEA 预测，2020-2023 年，电解水年新增装机容量将呈现高速增长，到 2023 将达 143.31 万千瓦，较 2014 年相比，年均复合增速将高达 75.44%。

PEM 电解制氢技术因可以快速启停，能匹配可再生能源发电的波动性，提高电力系统灵活性，正逐渐成为可再生能源发展和应用的重要方向。中国氢能联盟的数据显示，2020 年，我国氢气年需求量为 3342 万吨，主要供应来源于化石能源制氢和成本较低的工业副产制氢，可再生能源电解制氢仅占总供应量的 1.52% 左右，约 51 万吨。

在碳达峰、碳中和目标下，我国氢气年均需求将达 3715 万吨，煤制氢结合碳捕捉和封存(CCS)技术和可再生能源电解制氢将成为有效的供氢主体，可再生能源电解制氢占整体的比例将提升至 15%。申万宏源证券的报告显示，届时，水电解制氢设备需求量将持续提升，市场巨大。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2021-10-18

挪威加大蓝氢开发力度

本报讯 据世界石油网报道，近日，挪威国家能源公司宣布，计划投资数十亿美元用于蓝氢的生产开发。

由于生产过程中会释放出二氧化碳和甲烷，一直以来，蓝氢的开发备受争议。挪威国家能源公司表示，由于其在蓝氢生产过程中排放的甲烷更少，因此，该公司在蓝氢的商业化竞争中具有显著优势。

据了解，挪威国家能源公司计划到 2035 年，在氢能领域投资约 117 亿美元。该公司低碳技术部门副总裁 Andersen 表示，挪威国家能源公司所使用的技术要求具有高效率和高捕获率，公司目前有 40 人在其低碳解决方案部门从事蓝氢研究。与此同时，挪威国家能源公司还计划开发绿氢，但在所需基础设施完善之前，其开发速度和规模都要比蓝氢慢。

Andersen 说：“只要存在天然气以及捕捉封存二氧化碳的技术，蓝氢就会被持续开发。此外，挪威拥有丰富的天然气资源，开发蓝氢可能成为挪威勘探更多天然气的驱动力。”

仲蕊 中国能源报 2021-10-25

欧洲绿氢生产比蓝氢和灰氢更经济

据氢能新闻 10 月 19 日消息称，天然气和碳的高价格使得使用可再生能源生产氢气的成本更低。

随着二氧化碳价格达到创纪录水平，天然气价格继续上涨，在欧洲，绿色氢生产比蓝色和灰色氢更便宜。

新的计算表明，捕获和储存比排放更便宜。

虽然造成二氧化碳空气污染的费用从未如此之高，但天然气的价格已经达到了使用可再生能源生产绿色氢气是一种相对负担得起的选择。

欧盟的碳价格为创纪录的每吨 60 欧元（69 美元），这使得使用天然气制造的灰色氢在没有任何碳捕获的情况下制造的成本将大大高于蓝色氢气，它也是由天然气制成的，但它使用碳捕捉和储存

来减少温室气体的排放。也就是说，欧洲还没有任何蓝色氢生产。

澳大利亚的 Keynumbers 和 Energy Flux 服务计算出，在实际使用情况下，目前制造绿色氢气的平均成本约为每公斤 4.18 欧元。相比之下，根据他们在通讯中公布的计算结果，目前灰色氢气每公斤售价为 6.55 欧元，蓝色氢气每公斤价格为 6.21 欧元。

中国石化新闻网 2021-10-21

燃料电池热电联产“破冰”

近日，科技部发布《国家重点研发计划“氢能技术”重点专项 2021 年度定向项目申报指南》，要求结合副产氢、绿氢在工业园区内加注、供热、热电联产需求，打造“氢能园区”试点工程。值得一提的是，指南要求低碳氢能工业园区替代天然气供热、燃料电池热电联产的氢气使用量不低于 1 万吨。

实际上，燃料电池热电联产，指的是利用燃料电池发电技术，同时向用户供给电能和热能的生产方式。用燃料电池运行过程中产生的余热供热，具有提高能源利用效率、减少二氧化碳和其他有害气体排放、提高供热质量等多重优势。

近年来，我国氢能产业迎来快速发展，已实现效率提升、成本下降及更大规模的应用。事实上，氢能应用不仅局限于交通领域，还可应用于热电联产。

有业内人士告诉记者：“燃料电池热电联产是一种极具潜力的、环保高效的联合生产方式，主要使用质子交换膜燃料电池和固体氧化物燃料电池作为发电系统，发电效率可达 40%，废热利用达 40%，能源综合利用率超过 80%，与传统的火力发电输电相比，总效率可提高 2 倍左右。”

“由于燃料电池电气效率高、低噪声、低排放，电力供应不足时，其可作为多联产系统的理想原动机，提供高品质的供暖或降温服务。采用燃料电池热电联产系统作为主要的能源系统，并以电网和区域供冷作为备用，这种方案将大大增加系统的电力和降温供应量。”上述人士称。

同时，燃料电池热电联产也是未来建筑领域内不可或缺的应用系统，不仅可以为建筑提供热能、电能，还能通过制冷机等设备对废热回收利用，为建筑制冷、控湿，有利于减少建筑能耗、实现建筑节能，更快转向低碳经济。

现阶段，我国燃料电池热电联产还处于研发示范的初步阶段，但国外热电联产的产业发展形势较好，为国内燃料电池热电联产市场的激活注入强心剂。

今年 5 月，由东方电气（成都）氢燃料电池科技有限公司自主研发的 100 千瓦级商用氢燃料电池冷热电联产系统正式发运交付。据了解，这套 100 千瓦级的商用氢燃料电池冷热电联产系统，由可再生能源制氢与固态储供氢耦合、燃料电池冷热电联产几部分组成，系统发电效率大于 52%，热电联产总效率超过 90%，支持离网并网、孤岛运行和黑启动，同时对外提供 65 摄氏度的热水。

东方氢能人士表示，该系统将打通水电制氢、氢气发电、供热制冷等环节，进一步拓宽氢能示范应用领域，开辟可再生能源制氢及氢能综合利用的新路径。

此外，以天然气重整制氢装置和电堆为核心的氢燃料电池热电联产系统，也取得了突破。今年 7 月，江苏铨德氢能源科技有限公司与江苏科技大学（苏州理工学院）联手打造的天然气重整制氢型的分布式氢燃料电池热电联产示范项目完成交付。该套系统对原有浴室热水供应形成补充，系统所发电量供给校园电力系统，在实现能源高效利用的同时，降低了校园能源费用。

4 月 16 日，科技部与山东省政府签署“氢进万家”科技示范工程框架协议，山东成为全国首个也是目前唯一一个氢能大规模推广应用的示范省份。山东省在“氢进万家”示范项目中提出，要通过氢燃料电池向城市社区供热、供暖，建设超过 10 万户的氢能社区。

事实上，早在 2020 年 7 月，《山东省氢能产业中长期发展规划（2020—2030 年）》就明确提出，要合理布局氢能装备制造产业，培育氢能热电联产及固定式、分布式电源研发应用基地，全力打造“东方氢岛”。

氢能产业发展领先的佛山，同样开启了燃料电池热电联产的示范。今年 2 月，佛山南海区人民

政府、中科润谷资产管理有限公司和中科润谷航天氢能系统(泰安)有限公司三方签订了合作协议,将共同打造全国首个“氢能进万家”智慧能源示范社区,推广可再生能源互联互通智慧能源城市工程,推动氢能住宅和建筑国家标准及规范的试行。根据今年7月的招标信息,该项目拟采购商用燃料电池分布式热电联产设备4套。

“当前,由于投资高,运维成本高,燃料电池运行寿命短,使得燃料电池热电联产系统的经济可行性较差。在未来应着力于燃料电池运行寿命的延长及成本下降,以实现燃料电池热电联产系统的大规模生产应用,从而给该系统带来更可观的经济效益和更广泛的市场需求。”一位研究热电联产的工程师强调称。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2021-10-25

我国首台氢能源机车在内蒙古正式上线运行

10月29日,全国首台氢燃料电池混合动力机车在内蒙古锦白铁路正式上线运行,标志着我国轨道交通装备在新能源领域实现了由产品开发到实践应用的重大跨越,开创了国内氢能机车上线试运行的先例。

锦白铁路全长627公里,是内蒙古煤炭东运出海的重要通道。该车采用的氢燃料电池排放物为水,采可实现零污染、零排放,在绿色环保方面较内燃机车有突出优势。据测算,相较内燃机车,该机车每万吨公里减少碳排放约80千克,锦白铁路全部干线使用该型机车后,每年可减少碳排放量约9.6万吨,相当于种植600多万棵树。

氢燃料电池混合动力机车项目是国家电投内蒙古公司在路港板块结合铁路机车装备更新换代需求,与中车大同公司、国家电投氢能公司以战略合作的形式共同推动,由中车大同公司研制机车,核心动力使用国家电投氢能公司研制的“氢腾”燃料电池,国家电投内蒙古公司依托自有铁路率先投入应用,实现从国产研发到应用的全闭环。通过央企间的强强联合,使氢能机车制造从核心动力到主要零配件首次全部实现国产化。

国家电投内蒙古公司作为国有大型综合能源企业,是集煤炭、火电、电解铝、新能源、铁路、港口等产业一体化协同发展的大型综合能源企业。该公司按照“建设世界一流清洁综合能源企业”战略要求,以能源新技术、新装备、新产业、新业态、示范工程和试验项目为重点,在路港板块、煤炭板块、火电板块、铝业板块等领域,近年来科技创新成果不断涌现。

新华网 2021-10-30

五院士纵论氢能源：电解水制氢挑战何在、如何保障本质安全

“随着‘双碳’目标牵引、国家政策支持、技术日趋成熟、成本大幅下降,氢能正迎来快速发展的战略机遇期。”10月19日,中国石化在上海举办“双碳”背景下的氢能产业发展高端论坛,中国石化集团公司董事、党组副书记赵东在致辞中作出上述表述。他表示,氢能具有能量密度高、来源多样、终端零排、用途广泛等多重优势,被广泛认为是一种终极能源,发展前景十分光明,“但氢能产业发展方向如何选择、发展路径如何优化、发展时机如何把握,仍需深入研究和探索实践。”

围绕双碳背景下氢能的发展机遇、技术创新及安全应用等热点问题,多位院士在论坛上建言献策。

中国工程院院士王基铭表示,为有效应对气候变化和保护生态环境,绿色低碳发展已经成为国际社会的普遍共识。绿色低碳经济的快速发展,氢能、生物基液体燃料、新能源汽车迅速发展,石油的需求明显放缓,已临近需求峰值,原油的需求峰值预计在2030年至2035年出现。作为实现“双碳”目标的重要举措,电力绿色化是必然的发展趋势。“要大力布局风光电项目,有条件地区要充分利用水电、核电,最大限度地实现电力的绿色化。就氢来讲,现在主要还是灰氢,我们要的应该主

要是绿氢。”

“电力行业脱碳和零碳是实现碳中和目标的关键之关键。”中国工程院院士黄震认为，如果没有能源变革，没有系统性、社会性的变革，没有一场绿色革命，就不可能实现碳中和。面向碳中和的未来能源一定是有一系列颠覆性、变革性的技术作为战略支撑。未来能源变革的方向可概括为“五化”：在能源供给侧方面，包括电力零碳化和燃料零碳化，比如用零碳绿色电力制氢等；在能源需求侧方面，主要方向是电气化、智慧化和高效化。？”

中国工程院院士曹湘洪表示，我国燃料电池汽车处于起步阶段，未来将呈现以下发展趋势：商用燃料电池汽车为主用户；液氢、氢气管道运输会得到发展；燃料电池工业发电将得到重视；氢储能会成为主要储能方法；近期以灰氢为主，中远期向蓝氢、绿氢方向发展；难以减排领域氢能逐渐开发利用。

中国工程院院士涂善东在谈及“氢能的本质安全利用”时说，氢能经历了从科幻设想到社会产业的浪潮。1776年发现了氢，美国先行布置了氢能战略，2014年，首款氢燃料电池车问世，2019年以后各国纷纷仿效。但在初期发展阶段，安全至关重要，是影响技术进步和产业发展的关键因素。他认为，保障氢能本质安全的基础是材料。“当前，我们迫切需要抗氢损伤的高强材料。其研究方向的第一个方法是用涂层覆盖，第二个方法是阻止氢在材料内部的扩散，第三个方法是在微结构调控引入抗氢的成本。”

加拿大工程研究院院士、上海大学特聘教授张久俊认为，电解水制氢优势与挑战共存。其主要优势表现在原料水及太阳能风能发电取之不竭，用之不尽；可利用用电低谷期剩余电力制氢，以便能源存储；可得到高纯度的产物氢（>99.999%）；反应速度可以通过槽电压进行控制。其主要挑战表现为催化剂的活性和稳定性低、能量效率低（<50%），制氢成本高、对水的纯度要求高，电能消耗高等。

中国石化是目前在氢能关键技术研发、推广应用等方面布局最为积极的能源央企。据赵东介绍，近年来中国石化加快氢能全产业链布局，积极推进氢能“制储输用”全链条发展，努力争当绿色低碳可持续发展排头兵。目前，中国石化拥有国内最大的制氢能力，年产量390万吨，占全国氢气产量11%，“十四五”期间计划建成1000座加氢站，让加氢像加油一样方便。正积极布局新疆、内蒙古等地的光电、风电制氢项目，建成后有望成为世界上最大的同类绿氢生产项目。同时，作为2022年北京冬奥会战略合作伙伴，中国石化将为北京和张家口冬奥会氢燃料电池车提供氢气供应、车辆加氢和加氢站运营保障。

澎湃新闻 2021-10-23

新型催化剂 为氢能开发提供新思路

记者近日从哈尔滨工业大学获悉，该校材料科学与工程学院周玉院士团队李保强教授课题组与浙江农林大学孙庆丰教授、李彩彩副教授等人首次将钌（Ru）与富含空位的碳点（CDs）结合，构建了钌/富空位碳点电催化剂（Ru@CDs），并揭示了强电子结合提高电催化析氢活性机制。该材料有效地拓宽了碳点的应用范围，为新型高效析氢电催化剂设计提供了新思路。相关研究成果发表在材料领域重要学术期刊《小》杂志上。

据李保强介绍，当今世界开发新能源迫在眉睫，氢能是目前公认清洁能源。而作为二次能源，氢气的制备依赖于高性能的电催化剂。钌由于其金属—氢键强度与铂（Pt）相似且成本低廉（价格仅为铂的5%），被认为是铂基电催化剂的理想替代品，但钌的电催化活性仍有待提高。此外，钌自身较高的内聚能易造成团聚，从而导致其电催化活性下降。具有调节纳米材料的物理化学和电子特性的空位工程为改善电催化剂的催化活性提供了解决方案。

针对这些问题，该团队通过空位工程的策略，利用富含空位的碳点构建了高性能的钌/富空位碳点析氢催化剂。该材料在钌复合结构中巧妙地引入空位，有效地降低了钌纳米颗粒的不稳定性和团

聚性，同时能够显著提高其电催化活性。实验结果表明，Ru@CDs 表现出优异的催化性能。此外，该研究通过理论计算揭示了空位的存在以及钌与 CDs 之间的电子相互作用协同降低了析氢反应的中间能垒，因此使 Ru@CDs 电催化活性最大化。

据介绍，Ru@CDs 催化剂可与商业铂碳催化剂以及最近报道的钌基电催化剂相媲美甚至更优越。该研究不仅成功构筑了高性能的碳点基析氢电催化剂，还揭示了钌纳米颗粒与 CDs 之间的相互作用以及与空位协同提高催化性能的机理，为开发和设计新型碳点基催化剂提供了新思路。同时为氢能的生产提供了助力。

李丽云 科技日报 2021-10-21

英力士将投资 23 亿美元建绿色氢电解厂

据离岸工程网 10 月 18 日报道 欧洲最大的氢气生产商英力士 (INEOS) 周一表示，将投资 20 多亿欧元 (23 亿美元) 建设电解厂，在欧洲各地生产零碳绿色氢气。

该公司在一份声明中表示，未来 10 年，首批工厂将在挪威、德国和比利时建造，其他工厂计划在英国和法国建造，但没有具体说明投资的总期限。

该公司表示，打算与欧盟各国政府密切合作，欧盟已将氢作为到 2050 年消除温室气体排放计划的关键部分。

欧盟计划在本十年内安装容量为 40 吉瓦的电解槽 (利用水和可再生能源生产无排放氢气的设备)，虽然目前还处于不足 0.1 吉瓦的水平。

上个月，英力士表示，将以超过 10 亿英镑 (14 亿美元) 的成本，将其位于格兰杰默斯的苏格兰石化厂和炼油厂改造为使用氢气，以使其在 2045 年实现净零碳排放。

(1 美元=0.8621 欧元)

中国石化新闻网 2021-10-19

中国科大团队发明“高温固体胶”降低氢燃料电池成本

记者 22 日从中国科学技术大学获悉，该校梁海伟教授课题组与北京航空航天大学水江澜教授等合作，发明了“高温固体胶”。

该成果 10 月 22 日发表在国际权威期刊《科学》(Science) 杂志上。据介绍，该项研究对降低氢燃料电池成本，推动其大规模产业化具有重要意义。

氢燃料电池是一种高效、清洁、无碳的发电装置，其工作原理是氢气和空气中的氧气分别在电池的阳极和阴极发生氢氧化和氧还原两个电化学反应，从而高效地将化学能转变成电能。然而，氢燃料电池阴极需要使用大量铂基催化剂来催化氧还原反应。铂是一种贵金属，这就使得氢燃料电池的造价非常昂贵。发展高活性催化剂、减少铂使用量，是氢燃料电池大规模商业化的关键所在。

梁海伟教授联合团队通过高温“硫固体胶”的合成方法，利用硫原子与铂原子之间强烈的相互作用，如固体胶般将铂基合金纳米颗粒在高温下“粘”在碳载体上，有效防止了纳米颗粒在高温下尺寸变大，成功制备了 46 种铂基合金(金属间化合物)燃料电池催化剂。基于构建的庞大催化剂“家族”，他们研究发现铂基合金催化活性与其表面应力存在强关联性。基于该发现，他们预测若能通过减小铂合金催化剂的晶格参数增大压缩应变，有望将催化性能进一步推向峰值。

研究人员从合成的 46 种催化剂“家族”中筛选出数种高活性催化剂，使得氢燃料电池性能达到了目前世界先进水平。和商业铂碳催化剂相比，他们所合成的铂镍合金催化剂的活性高 5 倍以上。当铂的使用量只有商业铂碳催化剂的十分之一时，他们所合成的铂钴合金催化剂表现出与商业铂碳催化剂相当的燃料电池性能。

审稿人认为，“这项研究展示的尺寸小于 5 纳米的金属间化合物纳米颗粒对催化应用至关重要。

作者向我们展示了系列二元和多元铂基金属间化合物的尺寸控制合成，令人印象深刻。”

梁海伟表示，他们制备高性能铂合金氢燃料电池催化剂的方法是一种普适性方法，有望大幅降低铂使用量，从而降低燃料电池成本。

吴兰 中国新闻网 2021-10-22

核能

法国 计划注资 10 亿欧元发展核电产业

本报讯 据油价网报道，法国总统马克龙日前公布了“法国 2030 计划”（以下简称“计划”）。在未来 5 年内，法国将投入高达 300 亿欧元的政府资金用于再工业化，其中，拟将 80 亿欧元用于助力能源转型和经济脱碳。具体来看，20 亿欧元将投入氢能领域，10 亿欧元将投入核电产业，两者将成为法国实现零碳目标的重要推手。

值得注意的是，截至目前，欧盟对能否将核电视为绿色能源的争议尚无定论。在此背景下，法国称，打出“亲核牌”是实现气候目标的必经之路，“要赢得气候战，我们需要核电”。马克龙表示，虽然预计到本世纪末，法国将成为绿氢生产的领先国家，但欧洲的可再生能源电力远不能满足绿氢生产的需求，核电将会是生产绿氢的关键。

事实上，核电一直是法国的主要电力来源，占比高达 70%。同时，法国还是世界主要的核电出口国，包括英国在内的国家均是法国核电的主要购买方。英国《金融时报》曾形容法国是欧洲核电的“堡垒”。

然而，在能源转型、核电反应堆技术等多种因素的影响下，近年来，法国核电政策摇摆不定。据了解，早在 2018 年，法国政府就曾提出，到 2035 年，要将核电在总发电量中的占比降至 50%，关闭核反应堆十余座。当时，法国政府并未公布拟关闭反应堆的名单，只是要求法国最大核电运营商法国电力公司将关闭重点放在初代核反应堆上。此外，法国政府还要求法国电力在 2021 年之前提出新的核电发展建议。

2019 年，法国电力公司运营的核电反应堆技术问题频发，一时引起社会各界的关注。法国政府曾一度重申了上述削减核电的态度，并强调到 2035 年，法国核电占比将减少一半。但与此同时，法国政府却仍有意要求法国电力公司在 3 个地点筹备新建 6 座核反应堆。

如今，在马克龙提出的计划中，核电再次被放在法国未来能源发展的核心位置。另有知情人透露称，预计短期内，法国政府将重提新建核电站计划，在法国国内建设 6 座核反应堆，情况基本与 2 年前一致。

油价网撰文称，在日本福岛核事故发生后，全球各国对核电的讨论从未终止。和德国全面弃核的选择不同，法国不曾放弃核电。而在欧洲天然气和电力价格不断上涨、屡创新高的情况下，一些公共事业单位甚至被迫启动了已经退役的煤电厂，相比之下，或许法国的决定是正确的。

董梓童 中国能源报 2021-10-18

全国首个智慧核能综合利用示范项目投用

本报讯 10 月 16 日，在山东荣成国家重大科技专项“国和一号”示范工程现场，全国核电行业首个智慧核能综合利用示范项目——“国和一号+”智慧核能综合利用示范项目一期工程正式进入运行阶段。

国核示范电站有限责任公司（以下简称“国核示范”）介绍，该项目一期工程完成建设装机容量为 1182 kWp 分布式光伏发电系统，分布于国家电投新能源科技馆、国和一号仿真国际交流中心技能培

训楼、模拟机教学楼等主要子项屋顶以及光伏车棚，并涵盖垂直轴风机、智慧路灯、电动汽车充电桩、锂电池储能系统及“天枢一号”综合智慧能源管理系统。

“国和一号+”智慧核能综合利用示范项目今年4月13日正式启动实施，是国核示范与国家电投商业模式创新中心联合承接的创新实证重点战略任务，依托国家重大科技专项“国和一号”平台，打造的集核能供热、海水淡化、核风光储综合智慧能源系统、智慧多能管控平台等于一体的“核能+”商业模式创新项目。“国和一号+”建成投运后，平均每年可增加发电量600万度，节约标准煤约1889吨，减排二氧化碳5167吨。

“国和一号”是我国在引进消化吸收三代非能动压水堆核电技术的基础上，通过大型先进压水堆及高温气冷堆核电站国家科技重大专项开发的、具有自主知识产权的大型先进压水堆核电型号。机组设计寿命60年以上，安全水平相比二代核电机组提高了100倍；单台机组年发电量大约120亿千瓦时，可满足超过2200万居民的用电需求，每年可减少温室气体排放超过900万吨。

“国和一号”研发工作自2008年正式启动，历时12年完成。国家电投集团作为牵头单位，组织全国600多家单位、31000余名技术人员参与，累计形成知识产权成果超7611项，建成了具有国际先进水平的三代核电自主创新体系和产业链供应体系，标志着我国核电技术实现了从“二代”到“三代”的跨越，具备先进核电自主化、批量化、规模化建设能力。

郝明 祝华伟 中国能源报 2021-10-25

如何从核电走向核能综合利用

2021碳达峰碳中和烟台论坛10月19日在烟台开幕。在“从核电走向核能综合利用”圆桌对话环节，与会嘉宾围绕核能多元化利用、聚变能、核电经济性、模块化小型堆及先进核电技术等话题展开研讨。

中国工程院院士 叶奇蓁

核能多用途发展前景广阔

大型“风光”基地远距离输电，如果能配套核电作为稳定支撑电源，长距离输送便不会出现空载或低负荷运行的情况。核电在自身节能减排的同时，还能为不可调度的“风光”提供有力支持。

海阳核能供热和余热淡化海水，以及荣成高温气冷堆示范工程余热利用等，说明核能多用途发展前景广阔。再者，如果利用核能制氢，比电解氢、天然气制氢效率高，还可减少碳排放。一旦核能多用途发展的经济性提高，其规模化、标准化发展也会逐步完善，继而充分发挥出潜力，进一步提高经济性。

中国广核集团党委常委、副总经理 施兵

三代核电经济性会不断提升

核电一次性投入大、建设周期长、零排放，三代核电的成本未来会随着技术改进和批量化建设不断降低，对应的电价竞争力和经济性也会提升。另外，我国核电本身要带基荷运行，但前几年有些机组出现了发电小时数降低的情况。过去两年，国家专门关注这个问题，加之电力市场发生变化，核电逐渐实现带基荷运行，经济性和发挥作用得到了保障。

核电本身的属性是发电，如果实现满发，那么对供热、制氢以及海水淡化可能更经济，也能进一步凸显出核能综合利用的竞争力和市场前景。另外，各方目前都在研发小堆、高温气冷堆等更新的技术，随着技术进步，在城市周边可以实现供热供汽等。所以，核电在未来碳达峰、碳中和目标实现中一定能发挥越来越大的作用。

西屋亚洲在役电站服务总裁 刘信刚

核电发展需兼具安全性和经济性

中国核能行业协会去年发布的《中国核能发展报告(2020)》显示，预计“十四五”及中长期，中国有望按照每年6—8台机组的节奏持续稳步推进核电建设。对中国的经济体量和电力需求而言，

核电未来发电量占比虽然仅会升至 10%—15%左右，但这样的建设能力和速度也是全球领先的。

安全是核电的生命线，在安全前提下，核电发展必须兼具经济性。上世纪末和本世纪初，核电的经济性有待提高，西屋从建设、制造、运维成本等方面不断精细优化，以提高核电经济性。

目前，我们在中国的 AP1000 核电项目上看到了初步效果。经济性对整个核电供应链和后续服务链是个考验，中国的核电产业链将不断助力核电项目经济性实现提升。

中国科学院院士 陈和生

核能高效综合利用任重道远

要实现碳达峰、碳中和目标，核能及其综合利用非常重要。一方面，继续大力发展新一代核电技术，不断提高安全性、减少排放；另一方面，利用核能进行供热。随着技术的发展，特别是第四代核能系统技术逐渐成熟，核能供热、海水淡化等将在能源和水安全的可持续发展方面发挥更大作用。

核能的综合利用对碳达峰、碳中和具有十分重要的战略意义，是国家实现可持续发展能源战略的关键领域，需要制定科学规划，加大投入，努力推动相关领域的科学研究和产业化。利用高温气冷堆制氢，对替代化石燃料制氢意义重大，但这些尚属科技发展前沿，有大量技术、产业问题需解决，需要国家政策大力推动，核能高效综合利用任重而道远。

中国工程院院士 邓建军

核能利用“中国方案”有助于降碳

核聚变对未来能源保障和人类社会发展意义重大，但其经济性目前看不具备太多优势，所以，我国创新性地提出了核能利用的“中国方案”。

核聚变安全性高、可持续性非常强，对核燃料的利用率在 90%以上，产生的核废料非常少而且对环境友好。如果能够实现核聚变，那么整个聚变、裂变、混合堆就能为人类社会所用。

我国一直重视核聚变领域的技术突破，进行了很大投入。目前而言，我国有望实现创新的核能利用解决方案，如果能实现在城市建设、热电联供等方面的综合利用，对降碳目标的实现将大有裨益。

国家电投集团核能部主任，核能有限公司董事、总经理 郝宏生

希望政策给予核能供热更多支持

去年，全国首个核能商业供热项目在海阳核电首开先河，一期工程为 70 万平方米。今年冬天，海阳将迎来 450 万平方米的核能供热面积，意味着海阳市城区将实现“零碳”供暖全覆盖，海阳将成为全国首个“零碳”供暖城市。

核能供热得到了国家部委和地方政府的指导支持，接下来需要企业“一张蓝图绘到底”，提前规划核能供热区域方案。希望政策给予核能供热价格更多支持，鼓励更多企业积极参与。同时，也呼吁更多科研机构、设备制造商共同提高核能供热的科学性，以推广更多的“零碳”经验。

中国工程院院士 樊明武

核技术应用场景广泛

核技术在节能方面应用前景广阔，它对分子进行改造，从而获得更好的材料。比如应用于汽车轮胎，不仅可以节省 20%的橡胶，而且还能延长轮胎寿命。在工业、农业、能源等方面，都有广泛的应用场景。

如果相关技术能解决储能问题，那么“风光”问题就会迎刃而解。每个家庭的屋顶都可以安装太阳能光伏板实现发电，自给自足还能实现余电上网。同时，核技术还可以应用到碳捕获和封存技术，以及大数据、区块链、人工智能等一些前沿技术的交叉结合领域。所以，如果有效利用好核技术和相关资源，最大化提高能源效率，就能真正助力碳达峰、碳中和目标的实现。

中核集团总经理助理，

中国核能电力股份有限公司

党委书记、董事长 卢铁忠

核能多用途发展迎来契机

7月13日,中核集团海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程在海南昌江核电现场正式开工。至此,该项目成为全球首个开工的陆上商用模块化小堆。

区别于传统核电技术,模块式小型堆技术具有小型化、模块化、一体化、非能动特点,安全性高、建造周期短且部署灵活,可以作为清洁的分布式能源,供电的同时可满足海水淡化、区域供暖供冷、工业供热等多种用途,适用于园区、海岛、矿区、高耗能企业自备能源等多种场景应用。除了玲珑一号,中核集团还瞄准了三北、华北、西北等地的冬季供暖。在碳达峰、碳中和目标下,核能多用途发展迎来了发展契机。

中核能源科技有限公司党委书记、
董事长 张国华
核能综合利用方兴未艾

实现碳达峰、碳中和目标的关键是能源的绿色低碳发展,当前最紧迫的任务是加快科技创新。核能是安全高效的清洁能源,核能利用产业是高科技产业,在能源转型中发挥着不可替代的作用。近十年来,国家确定了在安全前提下积极有序发展核电的政策,同时,核能在供暖、工业蒸汽、海水淡化等领域的综合利用方兴未艾。

未来,以大型压水堆为大型基荷,形成规模发电、工业蒸汽、海水淡化、供暖制冷、规模制氢等多种终端能源产品的综合利用,再辅以“风光储”等,提供智慧能源的解决方案,将助力烟台市加快实现碳达峰、碳中和目标。

赵紫原/整理 中国能源报 2021-10-25

能源政策

国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知

国务院关于印发 2030 年前碳达峰
行动方案的通知

国发〔2021〕23号 各省、自治区、直辖市人民政府,国务院各部委、各直属机构:

现将《2030年前碳达峰行动方案》印发给你们,请认真贯彻执行。

国务院

2021年10月24日

(本文有删减) 2030年前碳达峰行动方案 为深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的重大战略决策,扎实推进碳达峰行动,制定本方案。

一、总体要求

(一)指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神,深入贯彻习近平生态文明思想,立足新发展阶段,完整、准确、全面贯彻新发展理念,构建新发展格局,坚持系统观念,处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系,统筹稳增长和调结构,把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局,坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的总方针,有力有序有效做好碳达峰工作,明确各地区、各领域、各行业目标任务,加快实现生产生活方式绿色变革,推动经济社会发展建立在资源高效利用和绿色低碳发展的基础之上,确保如期实现2030年前碳达峰目标。

(二)工作原则。

——总体部署、分类施策。坚持全国一盘棋,强化顶层设计和各方统筹。各地区、各领域、各行业因地制宜、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。

——系统推进、重点突破。全面准确认识碳达峰行动对经济社会发展的深远影响,加强政策的

系统性、协同性。抓住主要矛盾和矛盾的主要方面，推动重点领域、重点行业和有条件的地方率先达峰。

——双轮驱动、两手发力。更好发挥政府作用，构建新型举国体制，充分发挥市场机制作用，大力推进绿色低碳科技创新，深化能源和相关领域改革，形成有效激励约束机制。

——稳妥有序、安全降碳。立足我国富煤贫油少气的能源资源禀赋，坚持先立后破，稳住存量，拓展增量，以保障国家能源安全和经济发展为底线，争取时间实现新能源的逐渐替代，推动能源低碳转型平稳过渡，切实保障国家能源安全、产业链供应链安全、粮食安全和群众正常生产生活，着力化解各类风险隐患，防止过度反应，稳妥有序、循序渐进推进碳达峰行动，确保安全降碳。

二、主要目标

“十四五”期间，产业结构和能源结构调整优化取得明显进展，重点行业能源利用效率大幅提升，煤炭消费增长得到严格控制，新型电力系统加快构建，绿色低碳技术研发和推广应用取得新进展，绿色生产生活方式得到普遍推行，有利于绿色低碳循环发展的政策体系进一步完善。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。

“十五五”期间，产业结构调整取得重大进展，清洁低碳安全高效的能源体系初步建立，重点领域低碳发展模式基本形成，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重进一步提高，煤炭消费逐步减少，绿色低碳技术取得关键突破，绿色生活方式成为公众自觉选择，绿色低碳循环发展政策体系基本健全。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。

三、重点任务

将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面，重点实施能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动等“碳达峰十大行动”。

（一）能源绿色低碳转型行动。

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。

1. 推进煤炭消费替代和转型升级。加快煤炭减量步伐，“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。

2. 大力发展新能源。全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地。加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气。探索深化地热能以及波浪能、潮流能、温差能等海洋新能源开发利用。进一步完善可再生能源电力消纳保障机制。到2030年，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。

3. 因地制宜开发水电。积极推进水电基地建设，推动金沙江上游、澜沧江上游、雅鲁藏布江中游、黄河上游等已纳入规划、符合生态保护要求的水电项目开工建设，推进雅鲁藏布江下游水电开发，推动小水电绿色发展。推动西南地区水电与风电、太阳能发电协同互补。统筹水电开发和生态保护，探索建立水能资源开发生态保护补偿机制。“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。

4. 积极安全有序发展核电。合理确定核电站布局和开发时序，在确保安全的前提下有序发展核电，保持平稳建设节奏。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。加大核电标准化、自主化力度，加快关键技术装备攻关，培育高端核电装备制造产业集群。实行最严格的安全标准和最严格的监管，持续提升核安全监管能力。

5. 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。

6. 加快建设新型电力系统。构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，推动清洁电力资源大范围优化配置。大力提升电力系统综合调节能力，加快灵活调节电源建设，引导自备电厂、传统高载能工业负荷、工商业可中断负荷、电动汽车充电网络、虚拟电厂等参与系统调节，建设坚强智能电网，提升电网安全保障水平。积极发展“新能源+储能”、源网荷储一体化和多能互补，支持分布式新能源合理配置储能系统。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。加快新型储能示范推广应用。深化电力体制改革，加快构建全国统一电力市场体系。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。

（二）节能降碳增效行动。

落实节约优先方针，完善能源消费强度和总量双控制度，严格控制能耗强度，合理控制能源消费总量，推动能源消费革命，建设能源节约型社会。

1. 全面提升节能管理能力。推行用能预算管理，强化固定资产投资项目节能审查，对项目用能和碳排放情况进行综合评价，从源头推进节能降碳。提高节能管理信息化水平，完善重点用能单位能耗在线监测系统，建立全国性、行业性节能技术推广服务平台，推动高耗能企业建立能源管理中心。完善能源计量体系，鼓励采用认证手段提升节能管理水平。加强节能监察能力建设，健全省、市、县三级节能监察体系，建立跨部门联动机制，综合运用行政处罚、信用监管、绿色电价等手段，增强节能监察约束力。

2. 实施节能降碳重点工程。实施城市节能降碳工程，开展建筑、交通、照明、供热等基础设施节能升级改造，推进先进绿色建筑技术示范应用，推动城市综合能效提升。实施园区节能降碳工程，以高耗能高排放项目（以下称“两高”项目）集聚度高的园区为重点，推动能源系统优化和梯级利用，打造一批达到国际先进水平的节能低碳园区。实施重点行业节能降碳工程，推动电力、钢铁、有色金属、建材、石化化工等行业开展节能降碳改造，提升能源资源利用效率。实施重大节能降碳技术示范工程，支持已取得突破的绿色低碳关键技术开展产业化示范应用。

3. 推进重点用能设备节能增效。以电机、风机、泵、压缩机、变压器、换热器、工业锅炉等设备为重点，全面提升能效标准。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。加强重点用能设备节能审查和日常监管，强化生产、经营、销售、使用、报废全链条管理，严厉打击违法违规行为，确保能效标准和节能要求全面落实。

4. 加强新型基础设施节能降碳。优化新型基础设施空间布局，统筹谋划、科学配置数据中心等新型基础设施，避免低水平重复建设。优化新型基础设施用能结构，采用直流供电、分布式储能、“光伏+储能”等模式，探索多样化能源供应，提高非化石能源消费比重。对标国际先进水平，加快完善通信、运算、存储、传输等设备能效标准，提升准入门槛，淘汰落后设备和技术。加强新型基础设施用能管理，将年综合能耗超过 1 万吨标准煤的数据中心全部纳入重点用能单位能耗在线监测系统，开展能源计量审查。推动既有设施绿色升级改造，积极推广使用高效制冷、先进通风、余热利用、智能化用能控制等技术，提高设施能效水平。

（三）工业领域碳达峰行动。

工业是产生碳排放的主要领域之一，对全国整体实现碳达峰具有重要影响。工业领域要加快绿色低碳转型和高质量发展，力争率先实现碳达峰。

1. 推动工业领域绿色低碳发展。优化产业结构，加快退出落后产能，大力发展战略性新兴产业，加快传统产业绿色低碳改造。促进工业能源消费低碳化，推动化石能源清洁高效利用，提高可再生能源应用比重，加强电力需求侧管理，提升工业电气化水平。深入实施绿色制造工程，大力推行绿色设计，完善绿色制造体系，建设绿色工厂和绿色工业园区。推进工业领域数字化智能化绿色化融合发展，加强重点行业和领域技术改造。

2. 推动钢铁行业碳达峰。深化钢铁行业供给侧结构性改革，严格执行产能置换，严禁新增产能，推进存量优化，淘汰落后产能。推进钢铁企业跨地区、跨所有制兼并重组，提高行业集中度。优化生产力布局，以京津冀及周边地区为重点，继续压减钢铁产能。促进钢铁行业结构优化和清洁能源替代，大力推进非高炉炼铁技术示范，提升废钢资源回收利用水平，推行全废钢电炉工艺。推广先进适用技术，深挖节能降碳潜力，鼓励钢化联产，探索开展氢冶金、二氧化碳捕集利用一体化等试点示范，推动低品位余热供暖发展。

3. 推动有色金属行业碳达峰。巩固电解铝过剩产能成果，严格执行产能置换，严控新增产能。推进清洁能源替代，提高水电、风电、太阳能发电等应用比重。加快再生有色金属产业发展，完善废弃有色金属资源回收、分选和加工网络，提高再生有色金属产量。加快推广应用先进适用绿色低碳技术，提升有色金属生产过程余热回收水平，推动单位产品能耗持续下降。

4. 推动建材行业碳达峰。加强产能置换监管，加快低效产能退出，严禁新增水泥熟料、平板玻璃产能，引导建材行业向轻型化、集约化、制品化转型。推动水泥错峰生产常态化，合理缩短水泥熟料装置运转时间。因地制宜利用风能、太阳能等可再生能源，逐步提高电力、天然气应用比重。鼓励建材企业使用粉煤灰、工业废渣、尾矿渣等作为原料或水泥混合材。加快推进绿色建材产品认证和应用推广，加强新型胶凝材料、低碳混凝土、木竹建材等低碳建材产品研发应用。推广节能技术设备，开展能源管理体系建设，实现节能增效。

5. 推动石化化工行业碳达峰。优化产能规模和布局，加大落后产能淘汰力度，有效化解结构性过剩矛盾。严格项目准入，合理安排建设时序，严控新增炼油和传统煤化工生产能力，稳妥有序发展现代煤化工。引导企业转变用能方式，鼓励以电力、天然气等替代煤炭。调整原料结构，控制新增原料用煤，拓展富氢原料进口来源，推动石化化工原料轻质化。优化产品结构，促进石化化工与煤炭开采、冶金、建材、化纤等产业协同发展，加强炼厂干气、液化气等副产气体高效利用。鼓励企业节能升级改造，推动能量梯级利用、物料循环利用。到 2025 年，国内原油一次加工能力控制在 10 亿吨以内，主要产品产能利用率提升至 80% 以上。

6. 坚决遏制“两高”项目盲目发展。采取强有力措施，对“两高”项目实行清单管理、分类处置、动态监控。全面排查在建项目，对能效水平低于本行业能耗限额准入值的，按有关规定停工整改，推动能效水平应提尽提，力争全面达到国内乃至国际先进水平。科学评估拟建项目，对产能已饱和的行业，按照“减量替代”原则压减产能；对产能尚未饱和的行业，按照国家布局和审批备案等要求，对标国际先进水平提高准入门槛；对能耗量较大的新兴产业，支持引导企业应用绿色低碳技术，提高能效水平。深入挖潜存量项目，加快淘汰落后产能，通过改造升级挖掘节能减排潜力。强化常态化监管，坚决拿下不符合要求的“两高”项目。

（四）城乡建设碳达峰行动。

加快推进城乡建设绿色低碳发展，城市更新和乡村振兴都要落实绿色低碳要求。

1. 推进城乡建设绿色低碳转型。推动城市组团式发展，科学确定建设规模，控制新增建设用地过快增长。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。推广绿色低碳建材和绿色建造方式，加快推进新型建筑工业化，大力发展装配式建筑，推广钢结构住宅，推动建材循环利用，强化绿色设计和绿色施工管理。加强县城绿色低碳建设。推动建立以绿色低碳为导向的城乡

规划建设管理机制，制定建筑拆除管理办法，杜绝大拆大建。建设绿色城镇、绿色社区。

2. 加快提升建筑能效水平。加快更新建筑节能、市政基础设施等标准，提高节能降碳要求。加强适用于不同气候区、不同建筑类型的节能低碳技术研发和推广，推动超低能耗建筑、低碳建筑规模化发展。加快推进居住建筑和公共建筑节能改造，持续推动老旧供热管网等市政基础设施节能降碳改造。提升城镇建筑和基础设施运行管理智能化水平，加快推广供热计量收费和合同能源管理，逐步开展公共建筑能耗限额管理。到 2025 年，城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准。

3. 加快优化建筑用能结构。深化可再生能源建筑应用，推广光伏发电与建筑一体化应用。积极推动严寒、寒冷地区清洁取暖，推进热电联产集中供暖，加快工业余热供暖规模化应用，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。引导夏热冬冷地区科学取暖，因地制宜采用清洁高效取暖方式。提高建筑终端电气化水平，建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑。到 2025 年，城镇建筑可再生能源替代率达到 8%，新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到 50%。

4. 推进农村建设和用能低碳转型。推进绿色农房建设，加快农房节能改造。持续推进农村地区清洁取暖，因地制宜选择适宜取暖方式。发展节能低碳农业大棚。推广节能环保灶具、电动农用车辆、节能环保农机和渔船。加快生物质能、太阳能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用。加强农村电网建设，提升农村用能电气化水平。

（五）交通运输绿色低碳行动。

加快形成绿色低碳运输方式，确保交通运输领域碳排放增长保持在合理区间。

1. 推动运输工具装备低碳转型。积极扩大电力、氢能、天然气、先进生物液体燃料等新能源、清洁能源在交通运输领域应用。大力推广新能源汽车，逐步降低传统燃油汽车在新车产销和汽车保有量中的占比，推动城市公共服务车辆电动化替代，推广电力、氢燃料、液化天然气动力重型货运车辆。提升铁路系统电气化水平。加快老旧船舶更新改造，发展电动、液化天然气动力船舶，深入推进船舶靠港使用岸电，因地制宜开展沿海、内河绿色智能船舶示范应用。提升机场运行电动化智能化水平，发展新能源航空器。到 2030 年，当年新增新能源、清洁能源动力的交通工具比例达到 40% 左右，营运交通工具单位换算周转量碳排放强度比 2020 年下降 9.5% 左右，国家铁路单位换算周转量综合能耗比 2020 年下降 10%。陆路交通运输石油消费力争 2030 年前达到峰值。

2. 构建绿色高效交通运输体系。发展智能交通，推动不同运输方式合理分工、有效衔接，降低空载率和不合理客货运周转量。大力发展以铁路、水路为骨干的多式联运，推进工矿企业、港口、物流园区等铁路专用线建设，加快内河高等级航道网建设，加快大宗货物和中长距离货物运输“公转铁”、“公转水”。加快先进适用技术应用，提升民航运行管理效率，引导航空企业加强智慧运行，实现系统化节能降碳。加快城乡物流配送体系建设，创新绿色低碳、集约高效的配送模式。打造高效衔接、快捷舒适的公共交通服务体系，积极引导公众选择绿色低碳交通方式。“十四五”期间，集装箱铁水联运量年均增长 15% 以上。到 2030 年，城区常住人口 100 万以上的城市绿色出行比例不低于 70%。

3. 加快绿色交通基础设施建设。将绿色低碳理念贯穿于交通基础设施规划、建设、运营和维护全过程，降低全生命周期能耗和碳排放。开展交通基础设施绿色化提升改造，统筹利用综合运输通道线位、土地、空域等资源，加大岸线、锚地等资源整合力度，提高利用效率。有序推进充电桩、配套电网、加注（气）站、加氢站等基础设施建设，提升城市公共交通基础设施水平。到 2030 年，民用运输机场场内车辆装备等力争全面实现电动化。

（六）循环经济助力降碳行动。

抓住资源利用这个源头，大力发展循环经济，全面提高资源利用效率，充分发挥减少资源消耗和降碳的协同作用。

1. 推进产业园区循环化发展。以提升资源产出率和循环利用率为目标，优化园区空间布局，开展园区循环化改造。推动园区企业循环式生产、产业循环式组合，组织企业实施清洁生产改造，促

进废物综合利用、能量梯级利用、水资源循环利用，推进工业余压余热、废气废液废渣资源化利用，积极推广集中供气供热。搭建基础设施和公共服务共享平台，加强园区物质流管理。到2030年，省级以上重点产业园区全部实施循环化改造。

2. 加强大宗固废综合利用。提高矿产资源综合开发利用水平和综合利用率，以煤矸石、粉煤灰、尾矿、共伴生矿、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废为重点，支持大掺量、规模化、高值化利用，鼓励应用于替代原生非金属矿、砂石等资源。在确保安全环保前提下，探索将磷石膏应用于土壤改良、井下充填、路基修筑等。推动建筑垃圾资源化利用，推广废弃路面材料原地再生利用。加快推进秸秆高值化利用，完善收储运体系，严格禁烧管控。加快大宗固废综合利用示范建设。到2025年，大宗固废年利用量达到40亿吨左右；到2030年，年利用量达到45亿吨左右。

3. 健全资源循环利用体系。完善废旧物资回收网络，推行“互联网+”回收模式，实现再生资源应收尽收。加强再生资源综合利用行业规范管理，促进产业集聚发展。高水平建设现代化“城市矿产”基地，推动再生资源规范化、规模化、清洁化利用。推进退役动力电池、光伏组件、风电机组叶片等新兴产业废物循环利用。促进汽车零部件、工程机械、文办设备等再制造产业高质量发展。加强资源再生产品和再制造产品推广应用。到2025年，废钢铁、废铜、废铝、废铅、废锌、废纸、废塑料、废橡胶、废玻璃等9种主要再生资源循环利用量达到4.5亿吨，到2030年达到5.1亿吨。

4. 大力推进生活垃圾减量化资源化。扎实推进垃圾分类，加快建立覆盖全社会的生活垃圾收运处置体系，全面实现分类投放、分类收集、分类运输、分类处理。加强塑料污染全链条治理，整治过度包装，推动生活垃圾源头减量。推进生活垃圾焚烧处理，降低填埋比例，探索适合我国厨余垃圾特性的资源化利用技术。推进污水资源化利用。到2025年，城市生活垃圾分类体系基本健全，生活垃圾资源化利用比例提升至60%左右。到2030年，城市生活垃圾分类实现全覆盖，生活垃圾资源化利用比例提升至65%。

（七）绿色低碳科技创新行动。

发挥科技创新的支撑引领作用，完善科技创新体制机制，强化创新能力，加快绿色低碳科技革命。

1. 完善创新体制机制。制定科技支撑碳达峰碳中和行动方案，在国家重点研发计划中设立碳达峰碳中和和关键技术与示范等重点专项，采取“揭榜挂帅”机制，开展低碳零碳负碳关键核心技术攻关。将绿色低碳技术创新成果纳入高等学校、科研单位、国有企业有关绩效考核。强化企业创新主体地位，支持企业承担国家绿色低碳重大科技项目，鼓励设施、数据等资源开放共享。推进国家绿色技术交易中心建设，加快创新成果转化。加强绿色低碳技术和产品知识产权保护。完善绿色低碳技术和产品检测、评估、认证体系。

2. 加强创新能力建设和人才培养。组建碳达峰碳中和相关国家实验室、国家重点实验室和国家技术创新中心，适度超前布局国家重大科技基础设施，引导企业、高等学校、科研单位共建一批国家绿色低碳产业创新中心。创新人才培养模式，鼓励高等学校加快新能源、储能、氢能、碳减排、碳汇、碳排放权交易等学科建设和人才培养，建设一批绿色低碳领域未来技术学院、现代产业学院和示范性能源学院。深化产教融合，鼓励校企联合开展产学研合作协同育人项目，组建碳达峰碳中和产教融合发展联盟，建设一批国家储能技术产教融合创新平台。

3. 强化应用基础研究。实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大前沿科技项目，推动低碳零碳负碳技术装备研发取得突破性进展。聚焦化石能源绿色智能开发和清洁低碳利用、可再生能源大规模利用、新型电力系统、节能、氢能、储能、动力电池、二氧化碳捕集利用与封存等重点，深化应用基础研究。积极研发先进核电技术，加强可控核聚变等前沿颠覆性技术研究。

4. 加快先进适用技术研发和推广应用。集中力量开展复杂大电网安全稳定运行和控制、大容量风电、高效光伏、大功率液化天然气发动机、大容量储能、低成本可再生能源制氢、低成本二氧化碳捕集利用与封存等技术创新，加快碳纤维、气凝胶、特种钢材等基础材料研发，补齐关键零部件、

元器件、软件等短板。推广先进成熟绿色低碳技术，开展示范应用。建设全流程、集成化、规模化二氧化碳捕集利用与封存示范项目。推进熔盐储能供热和发电示范应用。加快氢能技术研发和示范应用，探索在工业、交通运输、建筑等领域规模化应用。

（八）碳汇能力巩固提升行动。

坚持系统观念，推进山水林田湖草沙一体化保护和修复，提高生态系统质量和稳定性，提升生态系统碳汇增量。

1. 巩固生态系统固碳作用。结合国土空间规划编制和实施，构建有利于碳达峰、碳中和的国土空间开发保护格局。严守生态保护红线，严控生态空间占用，建立以国家公园为主体的自然保护地体系，稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用。严格执行土地使用标准，加强节约集约用地评价，推广节地技术和节地模式。

2. 提升生态系统碳汇能力。实施生态保护修复重大工程。深入推进大规模国土绿化行动，巩固退耕还林还草成果，扩大林草资源总量。强化森林资源保护，实施森林质量精准提升工程，提高森林质量和稳定性。加强草原生态保护修复，提高草原综合植被盖度。加强河湖、湿地保护修复。整体推进海洋生态系统保护和修复，提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力。加强退化土地修复治理，开展荒漠化、石漠化、水土流失综合治理，实施历史遗留矿山生态修复工程。到2030年，全国森林覆盖率达到25%左右，森林蓄积量达到190亿立方米。

3. 加强生态系统碳汇基础支撑。依托和拓展自然资源调查监测体系，利用好国家林草生态综合监测评价成果，建立生态系统碳汇监测核算体系，开展森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等碳汇本底调查、碳储量评估、潜力分析，实施生态保护修复碳汇成效监测评估。加强陆地和海洋生态系统碳汇基础理论、基础方法、前沿颠覆性技术研究。建立健全能够体现碳汇价值的生态保护补偿机制，研究制定碳汇项目参与全国碳排放权交易相关规则。

4. 推进农业农村减排固碳。大力发展绿色低碳循环农业，推进农光互补、“光伏+设施农业”、“海上风电+海洋牧场”等低碳农业模式。研发应用增汇型农业技术。开展耕地质量提升行动，实施国家黑土地保护工程，提升土壤有机碳储量。合理控制化肥、农药、地膜使用量，实施化肥农药减量替代计划，加强农作物秸秆综合利用和畜禽粪污资源化利用。

（九）绿色低碳全民行动。

增强全民节约意识、环保意识、生态意识，倡导简约适度、绿色低碳、文明健康的生活方式，把绿色理念转化为全体人民的自觉行动。

1. 加强生态文明宣传教育。将生态文明教育纳入国民教育体系，开展多种形式的资源环境国情教育，普及碳达峰、碳中和基础知识。加强对公众的生态文明科普教育，将绿色低碳理念有机融入文艺作品，制作文创产品和公益广告，持续开展世界地球日、世界环境日、全国节能宣传周、全国低碳日等主题宣传活动，增强社会公众绿色低碳意识，推动生态文明理念更加深入人心。

2. 推广绿色低碳生活方式。坚决遏制奢侈浪费和不合理消费，着力破除奢靡铺张的歪风陋习，坚决制止餐饮浪费行为。在全社会倡导节约用能，开展绿色低碳社会行动示范创建，深入推进绿色生活创建行动，评选宣传一批优秀示范典型，营造绿色低碳生活新风尚。大力发展绿色消费，推广绿色低碳产品，完善绿色产品认证与标识制度。提升绿色产品在政府采购中的比例。

3. 引导企业履行社会责任。引导企业主动适应绿色低碳发展要求，强化环境责任意识，加强能源资源节约，提升绿色创新水平。重点领域国有企业特别是中央企业要制定实施企业碳达峰行动方案，发挥示范引领作用。重点用能单位要梳理核算自身碳排放情况，深入研究碳减排路径，“一企一策”制定专项工作方案，推进节能降碳。相关上市公司和发债企业要按照环境信息依法披露要求，定期公布企业碳排放信息。充分发挥行业协会等社会团体作用，督促企业自觉履行社会责任。

4. 强化领导干部培训。将学习贯彻习近平生态文明思想作为干部教育培训的重要内容，各级党校（行政学院）要把碳达峰、碳中和相关内容列入教学计划，分阶段、多层次对各级领导干部开展培训，普及科学知识，宣讲政策要点，强化法治意识，深化各级领导干部对碳达峰、碳中和工作重

要性、紧迫性、科学性、系统性的认识。从事绿色低碳发展相关工作的领导干部要尽快提升专业素养和业务能力，切实增强推动绿色低碳发展的本领。

（十）各地区梯次有序碳达峰行动。

各地区要准确把握自身发展定位，结合本地区经济社会发展实际和资源环境禀赋，坚持分类施策、因地制宜、上下联动，梯次有序推进碳达峰。

1. 科学合理确定有序达峰目标。碳排放已经基本稳定的地区要巩固减排成果，在率先实现碳达峰的基础上进一步降低碳排放。产业结构较轻、能源结构较优的地区要坚持绿色低碳发展，坚决不走依靠“两高”项目拉动经济增长的老路，力争率先实现碳达峰。产业结构偏重、能源结构偏煤的地区和资源型地区要把节能降碳摆在突出位置，大力优化调整产业结构和能源结构，逐步实现碳排放增长与经济增长脱钩，力争与全国同步实现碳达峰。

2. 因地制宜推进绿色低碳发展。各地区要结合区域重大战略、区域协调发展战略和主体功能区战略，从实际出发推进本地区绿色低碳发展。京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域要发挥高质量发展动力源和增长极作用，率先推动经济社会发展全面绿色转型。长江经济带、黄河流域和国家生态文明试验区要严格落实生态优先、绿色发展战略导向，在绿色低碳发展方面走在全国前列。中西部和东北地区要着力优化能源结构，按照产业政策和能耗双控要求，有序推动高耗能行业向清洁能源优势地区集中，积极培育绿色发展动能。

3. 上下联动制定地方达峰方案。各省、自治区、直辖市人民政府要按照国家总体部署，结合本地区资源环境禀赋、产业布局、发展阶段等，坚持全国一盘棋，不抢跑，科学制定本地区碳达峰行动方案，提出符合实际、切实可行的碳达峰时间表、路线图、施工图，避免“一刀切”限电限产或运动式“减碳”。各地区碳达峰行动方案经碳达峰碳中和工作领导小组综合平衡、审核通过后，由地方自行印发实施。

4. 组织开展碳达峰试点建设。加大中央对地方推进碳达峰的支持力度，选择 100 个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设，在政策、资金、技术等方面对试点城市和园区给予支持，加快实现绿色低碳转型，为全国提供可操作、可复制、可推广的经验做法。

四、国际合作

（一）深度参与全球气候治理。大力宣传习近平生态文明思想，分享中国生态文明、绿色发展理念与实践经验，为建设清洁美丽世界贡献中国智慧、中国方案、中国力量，共同构建人与自然生命共同体。主动参与全球绿色治理体系建设，坚持共同但有区别的责任原则、公平原则和各自能力原则，坚持多边主义，维护以联合国为核心的国际体系，推动各方全面履行《联合国气候变化框架公约》及其《巴黎协定》。积极参与国际航运、航空减排谈判。

（二）开展绿色经贸、技术与金融合作。优化贸易结构，大力发展高质量、高技术、高附加值绿色产品贸易。加强绿色标准国际合作，推动落实合格评定合作和互认机制，做好绿色贸易规则与进出口政策的衔接。加强节能环保产品和服务进出口。加大绿色技术合作力度，推动开展可再生能源、储能、氢能、二氧化碳捕集利用与封存等领域科研合作和技术交流，积极参与国际热核聚变实验堆计划等国际大科学工程。深化绿色金融国际合作，积极参与碳定价机制和绿色金融标准体系国际宏观协调，与有关各方共同推动绿色低碳转型。

（三）推进绿色“一带一路”建设。秉持共商共建共享原则，弘扬开放、绿色、廉洁理念，加强与共建“一带一路”国家的绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作，提高境外项目环境可持续性，打造绿色、包容的“一带一路”能源合作伙伴关系，扩大新能源技术和产品出口。发挥“一带一路”绿色发展国际联盟等合作平台作用，推动实施《“一带一路”绿色投资原则》，推进“一带一路”应对气候变化南南合作计划和“一带一路”科技创新行动计划。

五、政策保障

（一）建立统一规范的碳排放统计核算体系。加强碳排放统计核算能力建设，深化核算方法研究，加快建立统一规范的碳排放统计核算体系。支持行业、企业依据自身特点开展碳排放核算方法

学研究，建立健全碳排放计量体系。推进碳排放实测技术发展，加快遥感测量、大数据、云计算等新兴技术在碳排放实测技术领域的应用，提高统计核算水平。积极参与国际碳排放核算方法研究，推动建立更为公平合理的碳排放核算方法体系。

（二）健全法律法规标准。构建有利于绿色低碳发展的法律体系，推动能源法、节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法、清洁生产促进法等制定修订。加快节能标准更新，修订一批能耗限额、产品设备能效强制性国家标准和工程建设标准，提高节能降碳要求。健全可再生能源标准体系，加快相关领域标准制定修订。建立健全氢制、储、输、用标准。完善工业绿色低碳标准体系。建立重点企业碳排放核算、报告、核查等标准，探索建立重点产品全生命周期碳足迹标准。积极参与国际能效、低碳等标准制定修订，加强国际标准协调。

（三）完善经济政策。各级人民政府要加大对碳达峰、碳中和工作的支持力度。建立健全有利于绿色低碳发展的税收政策体系，落实和完善节能节水、资源综合利用等税收优惠政策，更好发挥税收对市场主体绿色低碳发展的促进作用。完善绿色电价政策，健全居民阶梯电价制度和分时电价政策，探索建立分时电价动态调整机制。完善绿色金融评价机制，建立健全绿色金融标准体系。大力发展绿色贷款、绿色股权、绿色债券、绿色保险、绿色基金等金融工具，设立碳减排支持工具，引导金融机构为绿色低碳项目提供长期限、低成本资金，鼓励开发性政策性金融机构按照市场化法治化原则为碳达峰行动提供长期稳定融资支持。拓展绿色债券市场的深度和广度，支持符合条件的绿色企业上市融资、挂牌融资和再融资。研究设立国家低碳转型基金，支持传统产业和资源富集地区绿色转型。鼓励社会资本以市场化方式设立绿色低碳产业投资基金。

（四）建立健全市场化机制。发挥全国碳排放权交易市场作用，进一步完善配套制度，逐步扩大交易行业范围。建设全国用能权交易市场，完善用能权有偿使用和交易制度，做好与能耗双控制度的衔接。统筹推进碳排放权、用能权、电力交易等市场建设，加强市场机制间的衔接与协调，将碳排放权、用能权交易纳入公共资源交易平台。积极推行合同能源管理，推广节能咨询、诊断、设计、融资、改造、托管等“一站式”综合服务模式。

六、组织实施

（一）加强统筹协调。加强党中央对碳达峰、碳中和工作的集中统一领导，碳达峰碳中和工作领导小组对碳达峰相关工作进行整体部署和系统推进，统筹研究重要事项、制定重大政策。碳达峰碳中和工作领导小组成员单位要按照党中央、国务院决策部署和领导小组工作要求，扎实推进相关工作。碳达峰碳中和工作领导小组办公室要加强统筹协调，定期对各地区和重点领域、重点行业工作进展情况进行调度，科学提出碳达峰分步骤的时间表、路线图，督促将各项目标任务落实落细。

（二）强化责任落实。各地区各有关部门要深刻认识碳达峰、碳中和工作的重要性、紧迫性、复杂性，切实扛起责任，按照《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》和本方案确定的主要目标和重点任务，着力抓好各项任务落实，确保政策到位、措施到位、成效到位，落实情况纳入中央和省级生态环境保护督察。各相关单位、人民团体、社会组织要按照国家有关部署，积极发挥自身作用，推进绿色低碳发展。

（三）严格监督考核。实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度，对能源消费和碳排放指标实行协同管理、协同分解、协同考核，逐步建立系统完善的碳达峰碳中和综合评价考核制度。加强监督考核结果应用，对碳达峰工作成效突出的地区、单位和个人按规定给予表彰奖励，对未完成目标任务的地区、部门依规依法实行通报批评和约谈问责。各省、自治区、直辖市人民政府要组织开展碳达峰目标任务年度评估，有关工作进展和重大问题要及时向碳达峰碳中和工作领导小组报告。

中华人民共和国中央人民政府 2021-10-26

国务院统筹推进风光水多能互补能源基地建设

本报讯 日前，国务院印发《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》，在强化能源保障方面，《规划纲要》提出，优化区域电力供给。稳步推进金沙江、雅砻江、大渡河水电基地开发，优先建设具有调节能力的水库电站。

统筹推进风光水多能互补能源基地建设，积极推广分布式能源发展，研究开展氢能运营试点示范，建设优质清洁能源基地。优化川渝电力资源配置，完善川渝电网主网架结构，优化重庆都市圈500千伏目标网架。研究论证疆电入渝工程。推进白鹤滩水电站留存部分电量在川渝电网消纳。培育发展电力现货市场和川渝一体化电力辅助服务市场。

《规划纲要》还提出，要构建绿色产业体系，培育壮大节能环保、清洁生产、清洁能源产业，打造国家绿色产业示范基地；要倡导绿色生活方式，推动可再生能源利用，支持能源互联网创新，统筹布局电动汽车充换电配套设施。

曹华 中国能源报 2021-10-25

湖北下发 2021 年平价新能源项目

本报讯 10月18日，湖北省能源局正式公布2021年平价新能源项目名单，明确2021年湖北省安排新能源项目总容量为1227.9万千瓦。

其中，百万千瓦基地10个、2021年安排容量400万千瓦，平价风电项目9个、容量96.4万千瓦，平价光伏发电项目75个、容量731.5万千瓦。安排集中式（共享式）化学储能电站（不含基地配置的化学储能电站）37个、容量2536兆瓦/5372兆瓦时。

百万千瓦基地先期均按照100万千瓦规划，根据项目进展情况，分年度配置建设规模。2021年每个基地配置建设规模40万千瓦，配置的建设规模应在2023年底前全容量并网发电。对建设进展快且有建设空间（规模超过100万千瓦）的基地，后期可适当增加建设规模。燃煤电厂机组灵活性改造用于配套基地的，其单个电厂所有新增灵活调节能力必须优先满足基地项目灵活调节配置要求。

为有序推进储能电站建设，切实提高储能电站利用效率，鼓励企业按2021年配套的新能源项目建设规模减容建设（调减后的单个储能电站容量不得低于50兆瓦/100兆瓦时），鼓励1个企业集团的多个储能电站，或多家企业的储能电站，采取共享或购买服务方式合并集中建设。对未列入2021年建设计划的化学储能电站不得自行建设。

江临秋 中国能源网 2021-10-25

湖南省集中式光伏配储不低于 5%

本报讯 10月13日，湖南省发改委下发《关于加快推动湖南省电化学储能发展的实施意见》，明确以发展电网侧独立储能为重点，集中规划建设一批电网侧储能电站，力争到2023年建成电化学储能电站150万千瓦/300万千瓦时以上。

《实施意见》提出建立“新能源+储能”机制。风电、集中式光伏发电项目应分别按照不低于装机容量15%、5%比例（储能时长2小时）配建储能电站，新增项目配建储能电站应与主体工程同步投产使用，存量项目应于2022年底前落实配建储能容量。没有条件配建储能电站的项目，可通过市场租赁方式按上述比例落实储能容量。强调以建设大规模集中式共享储能为主，优先在新能源资源富集的地区建设一批电网侧独立储能项目。

江临秋 中国能源报 2021-10-18

五部委联合发文力推节能降碳

本报讯 记者贾科华报道：10月21日，国家发改委、工业和信息化部、生态环境部、市场监管总局、国家能源局5部委联合发布《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》（发改产业〔2021〕1464号）（下称《若干意见》）。目标到2025年，通过实施节能降碳行动，钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石等重点行业 and 数据中心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。到2030年，重点行业能效基准水平和标杆水平进一步提高，达到标杆水平企业比例大幅提升，行业整体能效水平和碳排放强度达到国际先进水平，为如期实现碳达峰目标提供有力支撑。

《若干意见》对重点行业分别研究制定了具体行动方案，明确了节能降碳主要目标和重点任务。其中，《石化化工重点领域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》）明确，到2025年，通过实施节能降碳行动，炼油、乙烯、合成氨、电石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。

《行动方案》指出，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、单台炉容量小于12500千伏安的电石炉及开放式电石炉淘汰退出。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，固定层间歇气化技术制合成氨装置。新建炼油项目实施产能减量置换，新建电石、尿素（合成氨下游产业链之一）项目实施产能等量或减量置换，推动30万吨/年及以下乙烯、10万吨/年及以下电石装置加快退出，加大闲置产能、僵尸产能处置力度。

此外，《行动方案》还对“建立技术改造企业清单”“制定技术改造实施方案”“稳妥组织企业实施改造”“推广节能低碳技术装备”等作了部署。

中国能源报 2021-10-25

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

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

（2021年9月22日）

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。为完整、准确、全面贯彻新发展理念，做好碳达峰、碳中和工作，现提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持系统观念，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局，以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展为核心，加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，确保如期实现碳达峰、碳中和。

（二）工作原则

实现碳达峰、碳中和目标，要坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”原则。

——全国统筹。全国一盘棋，强化顶层设计，发挥制度优势，实行党政同责，压实各方责任。根据各地实际分类施策，鼓励主动作为、率先达峰。

——节约优先。把节约能源资源放在首位，实行全面节约战略，持续降低单位产出能源资源消

耗和碳排放，提高投入产出效率，倡导简约适度、绿色低碳生活方式，从源头和入口形成有效的碳排放控制阀门。

——双轮驱动。政府和市场两手发力，构建新型举国体制，强化科技和制度创新，加快绿色低碳科技革命。深化能源和相关领域改革，发挥市场机制作用，形成有效激励约束机制。

——内外畅通。立足国情实际，统筹国内国际能源资源，推广先进绿色低碳技术和经验。统筹做好应对气候变化对外斗争与合作，不断增强国际影响力和话语权，坚决维护我国发展权益。

——防范风险。处理好减污降碳和能源安全、产业链供应链安全、粮食安全、群众正常生活的关系，有效应对绿色低碳转型可能伴随的经济、金融、社会风险，防止过度反应，确保安全降碳。

二、主要目标

到2025年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比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%；非化石能源消费比重达到20%左右；森林覆盖率达到24.1%，森林蓄积量达到180亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。

到2030年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。单位国内生产总值能耗大幅下降；单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上；非化石能源消费比重达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上；森林覆盖率达到25%左右，森林蓄积量达到190亿立方米，二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降。

到2060年，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，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到80%以上，碳中和目标顺利实现，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生新境界。

三、推进经济社会发展全面绿色转型

（三）强化绿色低碳发展规划引领。将碳达峰、碳中和目标要求全面融入经济社会发展中长期规划，强化国家发展规划、国土空间规划、专项规划、区域规划和地方各级规划的支撑保障。加强各级各类规划间衔接协调，确保各地区各领域落实碳达峰、碳中和的主要目标、发展方向、重大政策、重大工程等协调一致。

（四）优化绿色低碳发展区域布局。持续优化重大基础设施、重大生产力和公共资源布局，构建有利于碳达峰、碳中和的国土空间开发保护新格局。在京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展、黄河流域生态保护和高质量发展等区域重大战略实施中，强化绿色低碳发展导向和任务要求。

（五）加快形成绿色生产生活方式。大力推动节能减排，全面推进清洁生产，加快发展循环经济，加强资源综合利用，不断提升绿色低碳发展水平。扩大绿色低碳产品供给和消费，倡导绿色低碳生活方式。把绿色低碳发展纳入国民教育体系。开展绿色低碳社会行动示范创建。凝聚全社会共识，加快形成全民参与的良好格局。

四、深度调整产业结构

（六）推动产业结构优化升级。加快推进农业绿色发展，促进农业固碳增效。制定能源、钢铁、有色金属、石化化工、建材、交通、建筑等行业和领域碳达峰实施方案。以节能降碳为导向，修订产业结构调整指导目录。开展钢铁、煤炭去产能“回头看”，巩固去产能成果。加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型。开展碳达峰试点园区建设。加快商贸流通、信息服务等绿色转型，提升服务业低碳发展水平。

（七）坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展。新建、扩建钢铁、水泥、平板玻璃、电解铝等高耗能高排放项目严格落实产能等量或减量置换，出台煤电、石化、煤化工等产能控制政策。未纳入国家有关领域产业规划的，一律不得新建改扩建炼油和新建乙烯、对二甲苯、煤制烯烃项目。合理控制煤制油气产能规模。提升高耗能高排放项目能耗准入标准。加强产能过剩分析预警和窗口指导。

（八）大力发展绿色低碳产业。加快发展新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装

备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等战略性新兴产业。建设绿色制造体系。推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信（5G）等新兴技术与绿色低碳产业深度融合。

五、加快构建清洁低碳安全高效能源体系

（九）强化能源消费强度和总量双控。坚持节能优先的能源发展战略，严格控制能耗和二氧化碳排放强度，合理控制能源消费总量，统筹建立二氧化碳排放总量控制制度。做好产业布局、结构调整、节能审查与能耗双控的衔接，对能耗强度下降目标完成形势严峻的地区实行项目缓批限批、能耗等量或减量替代。强化节能监察和执法，加强能耗及二氧化碳排放控制目标分析预警，严格责任落实和评价考核。加强甲烷等非二氧化碳温室气体管控。

（十）大幅提升能源利用效率。把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域，持续深化工业、建筑、交通运输、公共机构等重点领域节能，提升数据中心、新型通信等信息化基础设施能效水平。健全能源管理体系，强化重点用能单位节能管理和目标责任。瞄准国际先进水平，加快实施节能降碳改造升级，打造能效“领跑者”。

（十一）严格控制化石能源消费。加快煤炭减量步伐，“十四五”时期严控煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少。石油消费“十五五”时期进入峰值平台期。统筹煤电发展和保供调峰，严控煤电装机规模，加快现役煤电机组节能升级和灵活性改造。逐步减少直至禁止煤炭散烧。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。强化风险管控，确保能源安全稳定供应和平稳过渡。

（十二）积极发展非化石能源。实施可再生能源替代行动，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，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。因地制宜开发水能。积极安全有序发展核电。合理利用生物质能。加快推进抽水蓄能和新型储能规模化应用。统筹推进氢能“制储输用”全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。

（十三）深化能源体制机制改革。全面推进电力市场化改革，加快培育发展配售电环节独立市场主体，完善中长期市场、现货市场和辅助服务市场衔接机制，扩大市场化交易规模。推进电网体制改革，明确以消纳可再生能源为主的增量配电网、微电网和分布式电源的市场主体地位。加快形成以储能和调峰能力为基础支撑的新增电力装机发展机制。完善电力等能源品种价格市场化形成机制。从有利于节能的角度深化电价改革，理顺输配电价结构，全面放开竞争性环节电价。推进煤炭、油气等市场化改革，加快完善能源统一市场。

六、加快推进低碳交通运输体系建设

（十四）优化交通运输结构。加快建设综合立体交通网，大力发展多式联运，提高铁路、水路在综合运输中的承运比重，持续降低运输能耗和二氧化碳排放强度。优化客运组织，引导客运企业规模化、集约化经营。加快发展绿色物流，整合运输资源，提高利用效率。

（十五）推广节能低碳型交通工具。加快发展新能源和清洁能源车船，推广智能交通，推进铁路电气化改造，推动加氢站建设，促进船舶靠港使用岸电常态化。加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系。提高燃油车船能效标准，健全交通运输装备能效标识制度，加快淘汰高耗能高排放老旧车船。

（十六）积极引导低碳出行。加快城市轨道交通、公交专用道、快速公交系统等大容量公共交通基础设施建设，加强自行车专用道和行人步道等城市慢行系统建设。综合运用法律、经济、技术、行政等多种手段，加大城市交通拥堵治理力度。

七、提升城乡建设绿色低碳发展质量

（十七）推进城乡建设和管理模式低碳转型。在城乡规划建设管理各环节全面落实绿色低碳要求。推动城市组团式发展，建设城市生态和通风廊道，提升城市绿化水平。合理规划城镇建筑面积发展目标，严格管控高能耗公共建筑建设。实施工程建设全过程绿色建造，健全建筑拆除管理制度，杜绝大拆大建。加快推进绿色社区建设。结合实施乡村建设行动，推进县城和农村绿色低碳发展。

(十八) 大力发展节能低碳建筑。持续提高新建建筑节能标准, 加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展。大力推进城镇既有建筑和市政基础设施节能改造, 提升建筑节能低碳水平。逐步开展建筑能耗限额管理, 推行建筑能效测评标识, 开展建筑领域低碳发展绩效评估。全面推广绿色低碳建材, 推动建筑材料循环利用。发展绿色农房。

(十九) 加快优化建筑用能结构。深化可再生能源建筑应用, 加快推动建筑用能电气化和低碳化。开展建筑屋顶光伏行动, 大幅提高建筑采暖、生活热水、炊事等电气化普及率。在北方城镇加快推进热电联产集中供暖, 加快工业余热供暖规模化发展, 积极稳妥推进核电余热供暖, 因地制宜推进热泵、燃气、生物质能、地热能等清洁低碳供暖。

八、加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用

(二十) 强化基础研究和前沿技术布局。制定科技支撑碳达峰、碳中和行动方案, 编制碳中和技术发展路线图。采用“揭榜挂帅”机制, 开展低碳零碳负碳和储能新材料、新技术、新装备攻关。加强气候变化成因及影响、生态系统碳汇等基础理论和方法研究。推进高效率太阳能电池、可再生能源制氢、可控核聚变、零碳工业流程再造等低碳前沿技术攻关。培育一批节能降碳和新能源技术产品研发国家重点实验室、国家技术创新中心、重大科技创新平台。建设碳达峰、碳中和人才体系, 鼓励高等学校增设碳达峰、碳中和和相关学科专业。

(二十一) 加快先进适用技术研发和推广。深入研究支撑风电、太阳能发电大规模友好并网的智能电网技术。加强电化学、压缩空气等新型储能技术攻关、示范和产业化应用。加强氢能生产、储存、应用关键技术研发、示范和规模化应用。推广园区能源梯级利用等节能低碳技术。推动气凝胶等新型材料研发应用。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。建立完善绿色低碳技术评估、交易体系和科技创新服务平台。

九、持续巩固提升碳汇能力

(二十二) 巩固生态系统碳汇能力。强化国土空间规划和用途管控, 严守生态保护红线, 严控生态空间占用, 稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用。严格控制新增建设用地规模, 推动城乡存量建设用地盘活利用。严格执行土地使用标准, 加强节约集约用地评价, 推广节地技术和节地模式。

(二十三) 提升生态系统碳汇增量。实施生态保护修复重大工程, 开展山水林田湖草沙一体化保护和修复。深入推进大规模国土绿化行动, 巩固退耕还林还草成果, 实施森林质量精准提升工程, 持续增加森林面积和蓄积量。加强草原生态保护修复。强化湿地保护。整体推进海洋生态系统保护和修复, 提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力。开展耕地质量提升行动, 实施国家黑土地保护工程, 提升生态农业碳汇。积极推动岩溶碳汇开发利用。

十、提高对外开放绿色低碳发展水平

(二十四) 加快建立绿色贸易体系。持续优化贸易结构, 大力发展高质量、高技术、高附加值绿色产品贸易。完善出口政策, 严格管理高耗能高排放产品出口。积极扩大绿色低碳产品、节能环保服务、环境服务等进口。

(二十五) 推进绿色“一带一路”建设。加快“一带一路”投资合作绿色转型。支持共建“一带一路”国家开展清洁能源开发利用。大力推动南南合作, 帮助发展中国家提高应对气候变化能力。深化与各国在绿色技术、绿色装备、绿色服务、绿色基础设施建设等方面的交流与合作, 积极推动我国新能源等绿色低碳技术和产品走出去, 让绿色成为共建“一带一路”的底色。

(二十六) 加强国际交流与合作。积极参与应对气候变化国际谈判, 坚持我国发展中国家定位, 坚持共同但有区别的责任原则、公平原则和各自能力原则, 维护我国发展权益。履行《联合国气候变化框架公约》及其《巴黎协定》, 发布我国长期温室气体低排放发展战略, 积极参与国际规则和标准制定, 推动建立公平合理、合作共赢的全球气候治理体系。加强应对气候变化国际交流合作, 统筹国内外工作, 主动参与全球气候和环境治理。

十一、健全法律法规标准和统计监测体系

（二十七）健全法律法规。全面清理现行法律法规中与碳达峰、碳中和工作不相适应的内容，加强法律法规间的衔接协调。研究制定碳中和专项法律，抓紧修订节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法等，增强相关法律法规的针对性和有效性。

（二十八）完善标准计量体系。建立健全碳达峰、碳中和标准计量体系。加快节能标准更新升级，抓紧修订一批能耗限额、产品设备能效强制性国家标准和工程建设标准，提升重点产品能耗限额要求，扩大能耗限额标准覆盖范围，完善能源核算、检测认证、评估、审计等配套标准。加快完善地区、行业、企业、产品等碳排放核查核算报告标准，建立统一规范的碳核算体系。制定重点行业和产品温室气体排放标准，完善低碳产品标准标识制度。积极参与相关国际标准制定，加强标准国际衔接。

（二十九）提升统计监测能力。健全电力、钢铁、建筑等行业领域能耗统计监测和计量体系，加强重点用能单位能耗在线监测系统建设。加强二氧化碳排放统计核算能力建设，提升信息化实测水平。依托和拓展自然资源调查监测体系，建立生态系统碳汇监测核算体系，开展森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等碳汇本底调查和碳储量评估，实施生态保护修复碳汇成效监测评估。

十二、完善政策机制

（三十）完善投资政策。充分发挥政府投资引导作用，构建与碳达峰、碳中和相适应的投融资体系，严控煤电、钢铁、电解铝、水泥、石化等高碳项目投资，加大对节能环保、新能源、低碳交通运输装备和组织方式、碳捕集利用与封存等项目的支持力度。完善支持社会资本参与政策，激发市场主体绿色低碳投资活力。国有企业要加大绿色低碳投资，积极开展低碳零碳负碳技术研发应用。

（三十一）积极发展绿色金融。有序推进绿色低碳金融产品和服务开发，设立碳减排货币政策工具，将绿色信贷纳入宏观审慎评估框架，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。鼓励开发性政策性金融机构按照市场化法治化原则为实现碳达峰、碳中和提供长期稳定融资支持。支持符合条件的企业上市融资和再融资用于绿色低碳项目建设运营，扩大绿色债券规模。研究设立国家低碳转型基金。鼓励社会资本设立绿色低碳产业投资基金。建立健全绿色金融标准体系。

（三十二）完善财税价格政策。各级财政要加大对绿色低碳产业发展、技术研发等的支持力度。完善政府绿色采购标准，加大绿色低碳产品采购力度。落实环境保护、节能节水、新能源和清洁能源车船税收优惠。研究碳减排相关税收政策。建立健全促进可再生能源规模化发展的价格机制。完善差别化电价、分时电价和居民阶梯电价政策。严禁对高耗能、高排放、资源型行业实施电价优惠。加快推进供热计量改革和按供热量收费。加快形成具有合理约束力的碳价机制。

（三十三）推进市场化机制建设。依托公共资源交易平台，加快建设完善全国碳排放权交易市场，逐步扩大市场覆盖范围，丰富交易品种和交易方式，完善配额分配管理。将碳汇交易纳入全国碳排放权交易市场，建立健全能够体现碳汇价值的生态保护补偿机制。健全企业、金融机构等碳排放报告和信息披露制度。完善用能权有偿使用和交易制度，加快建设全国用能权交易市场。加强电力交易、用能权交易和碳排放权交易的统筹衔接。发展市场化节能方式，推行合同能源管理，推广节能综合服务。

十三、切实加强组织实施

（三十四）加强组织领导。加强党中央对碳达峰、碳中和工作的集中统一领导，碳达峰碳中和工作领导小组指导和统筹做好碳达峰、碳中和工作。支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先实现碳达峰，组织开展碳达峰、碳中和先行示范，探索有效模式和有益经验。将碳达峰、碳中和作为干部教育培训体系重要内容，增强各级领导干部推动绿色低碳发展的本领。

（三十五）强化统筹协调。国家发展改革委要加强统筹，组织落实 2030 年前碳达峰行动方案，加强碳中和工作谋划，定期调度各地区各有关部门落实碳达峰、碳中和目标任务进展情况，加强跟踪评估和督促检查，协调解决实施中遇到的重大问题。各有关部门要加强协调配合，形成工作合力，确保政策取向一致、步骤力度衔接。

（三十六）压实地方责任。落实领导干部生态文明建设责任制，地方各级党委和政府要坚决扛起碳达峰、碳中和责任，明确目标任务，制定落实举措，自觉为实现碳达峰、碳中和作出贡献。

（三十七）严格监督考核。各地区要将碳达峰、碳中和相关指标纳入经济社会发展综合评价体系，增加考核权重，加强指标约束。强化碳达峰、碳中和目标任务落实情况考核，对工作突出的地区、单位和个人按规定给予表彰奖励，对未完成目标任务的地区、部门依规依法实行通报批评和约谈问责，有关落实情况纳入中央生态环境保护督察。各地区各有关部门贯彻落实情况每年向党中央、国务院报告。

新华社 2021-10-25

图解 | 《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》



总体要求

● 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神,深入贯彻习近平生态文明思想,立足新发展阶段,贯彻新发展理念,构建新发展格局,坚持系统观念,处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系,把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局,以经济社会发展全面绿色转型为引领,以能源绿色低碳发展为核心,加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局,坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路,确保如期实现碳达峰、碳中和。

● 工作原则



主要目标

2025年



- 绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升
- 单位国内生产总值能耗比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%**
- 非化石能源消费比重达到**20%**左右
- 森林覆盖率达到**24.1%**，森林蓄积量达到**180亿**立方米

2030年

- 经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平
- 单位国内生产总值能耗大幅下降
- 单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降**65%**以上
- 非化石能源消费比重达到**25%**左右，风电、太阳能发电总装机容量达到**12亿**千瓦以上
- 森林覆盖率达到**25%**左右，森林蓄积量达到**190亿**立方米

2060年

- 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，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到**80%**以上



ON

OFF

03

推进经济社会发展全面绿色转型

● 强化绿色低碳发展规划引领

将碳达峰、碳中和目标要求全面融入经济社会发展中长期规划
加强各级各类规划间衔接协调

● 优化绿色低碳发展区域布局

构建有利于碳达峰、碳中和的国土空间开发保护新格局
在区域重大战略实施中,强化绿色低碳发展导向和任务要求

● 加快形成绿色生产生活方式

大力推动节能减排,全面推进清洁生产,加快发展循环经济,
加强资源综合利用,不断提升绿色低碳发展水平

倡导绿色低碳生活方式,加快形成全民参与的良好格局



04

深度调整产业结构

● 推动产业结构优化升级

加快推进农业绿色发展,促进农业固碳增效
加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型
加快商贸流通、信息服务等绿色转型,提升服务业低碳发展水平

● 坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展

相关高耗能高排放项目严格落实产能等量或减量置换
提高耗能高排放项目能耗准入标准
加强产能过剩分析预警和窗口指导

● 大力发展绿色低碳产业

加快发展战略性新兴产业
建设绿色制造体系
推动新兴技术与绿色低碳产业深度融合



● 强化能源消费强度和总量双控

严格控制能耗和二氧化碳排放强度,合理控制能源消费总量
统筹建立二氧化碳排放总量控制制度
强化节能监察和执法

● 大幅提升能源利用效率

持续深化重点领域节能
提升信息化基础设施能效水平
加快实施节能降碳改造升级,打造能效“领跑者”

● 严格控制化石能源消费

加快煤炭减量步伐,“十四五”时期严控煤炭消费增长,“十五五”时期逐步减少
石油消费“十五五”时期进入峰值平台期
严控煤电装机规模,加快现役煤电机组节能升级和灵活性改造
强化风险管控,确保能源安全稳定供应和平稳过渡

● 积极发展非化石能源

实施可再生能源替代行动,不断提高非化石能源消费比重
提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力

● 深化能源体制改革

全面推进电力市场化改革,扩大市场化交易规模
推进电网体制改革
从有利于节能的角度深化电价改革



06

加快推进低碳交通运输体系建设

● 优化交通运输结构

加快建设综合立体交通网,大力发展多式联运
优化客运组织,加快发展绿色物流

● 推广节能低碳型交通工具

加快发展新能源和清洁能源车船
加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系
健全交通运输装备能效标识制度

● 积极引导低碳出行

加快大容量公共交通基础设施建设
加强自行车专用道和行人步道等城市慢行系统建设
加大城市交通拥堵治理力度

07

提升城乡建设绿色低碳发展质量

● 推进城乡建设和管理模式低碳转型

在城乡规划建设管理各环节全面落实绿色低碳要求
推动城市组团式发展
严格管控高能耗公共建筑建设
实施工程建设全过程绿色建造,杜绝大拆大建

● 大力发展节能低碳建筑

持续提高新建建筑节能标准
加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展
大力推进城镇既有建筑和市政基础设施节能改造
全面推广绿色低碳建材

● 加快优化建筑用能结构

深化可再生能源建筑应用
开展建筑屋顶光伏行动
因地制宜推进热泵、燃气、生物质能、地热能等清洁低碳供暖



加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用

● 强化基础研究和前沿技术布局

制定科技支撑碳达峰、碳中和行动方案
开展低碳零碳负碳和储能新材料、新技术、新装备攻关
建设碳达峰、碳中和人才体系

● 加快先进适用技术研发和推广

加强智能电网、新型储能、氢能、园区能源梯级利用、气凝胶等
新型材料、碳捕集利用与封存等技术研发、示范和产业化应用
建立完善绿色低碳技术评估、交易体系和科技创新服务平台



持续巩固提升碳汇能力

● 巩固生态系统碳汇能力

强化国土空间规划和用途管控
稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用

● 提升生态系统碳汇增量

实施生态保护修复重大工程
深入推进大规模国土绿化行动
实施森林质量精准提升工程
加强草原、湿地、海洋等生态系统保护和修复



10

提高对外开放绿色低碳发展水平

● 加快建立绿色贸易体系

持续优化贸易结构,大力发展高质量、高技术、高附加值绿色产品贸易

● 推进绿色“一带一路”建设

加快“一带一路”投资合作绿色转型
深化与各国在绿色技术、绿色装备、绿色服务、绿色基础设施建设等方面的交流与合作

● 加强国际交流与合作

积极参与应对气候变化国际谈判,坚持共同但有区别的责任原则、公平原则和各自能力原则,维护我国发展权益

积极参与国际规则和标准制定,推动建立公平合理、合作共赢的全球气候治理体系



11

健全法律法规标准和统计监测体系

● 健全法律法规

研究制定碳中和专项法律,抓紧修订节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法等,增强相关法律法规的针对性和有效性

● 完善标准计量体系

建立健全碳达峰、碳中和标准计量体系
加快节能标准更新升级
建立统一规范的碳核算体系
加强标准国际衔接

● 提升统计监测能力

健全能耗统计监测和计量体系
加强二氧化碳排放统计核算能力建设
建立生态系统碳汇监测核算体系



12

完善政策机制

● 完善投资政策

充分发挥政府投资引导作用,构建与碳达峰、碳中和相适的投融资体系

完善支持社会资本参与政策,激发市场主体绿色低碳投资活

● 积极发展绿色金融

有序推进绿色低碳金融产品和服务开发

设立碳减排货币政策工具

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

研究设立国家低碳转型基金

● 完善财税价格政策

各级财政要加大对绿色低碳产业发展、技术研发等的支持力

研究碳减排相关税收政策

建立健全促进可再生能源规模化发展的价格机制

● 推进市场化机制建设

加快建设完善全国碳排放权交易市场

加强电力交易、用能权交易和碳排放权交易的统筹衔接

推行合同能源管理,推广节能综合服务



13

切实加强组织实施

● 加强组织领导

加强党中央对碳达峰、碳中和工作的集中统一领导,碳达峰碳中和工作领导小组指导和统筹做好碳达峰、碳中和工作

组织开展碳达峰、碳中和先行示范,探索有效模式和有益经验

● 强化统筹协调

国家发展改革委要加强统筹,组织落实2030年前碳达峰行动方案,加强碳中和工作谋划

各有关部门要加强协调配合,形成工作合力

● 压实地方责任

地方各级党委和政府要坚决扛起碳达峰、碳中和责任,明确目标任务,制定落实举措,自觉为实现碳达峰、碳中和作出贡献

● 严格监督考核

强化碳达峰、碳中和目标任务落实情况考核,对工作突出的地区、单位和个人按规定给予表彰奖励,对未完成目标任务

的地区、部门依规依法实行通报批评和约谈问责



监制:国家发展改革委环资司

制图:中国环境报

编辑:甄敬怡

设计:喻筠雅