

# 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 2 期 2021 年 1 月

## 目 录

总论 .....	1
我国“十四五”能源需求预测与展望报告发布 能源系统将加强清洁低碳高效转型.....	1
迈向能源高质量发展新阶段.....	1
生态环境部部长黄润秋：加快推动可再生能源发展.....	2
建设人与自然和谐共生的现代化.....	4
推动能源清洁低碳安全高效利用 .....	6
全面提高资源利用效率.....	7
为应对气候变化注入中国力量.....	9
全球能源大势回顾与展望.....	10
目标碳中和，英国启动“绿色工业革命”.....	17
瑞典向全球首个无化石燃料国家迈进 .....	18
2020 盘点   城市能源领域这十件大事须知晓.....	18
热能、动力工程 .....	23
节能诊断 让工业更绿色.....	23
页岩甲烷等温吸附国家标准发布.....	24
碳排放达峰行动有望近期启动 各地各部门加速部署能源消费结构转型.....	25
我国已启动碳排放达峰行动方案编制 .....	26
日本掀开脱碳新政轻纱一角.....	26
欧盟拟要求工业及汽车电池企业提供碳足迹声明 .....	27
温室气体控排责任压实到企业 全国碳市场第一个履约周期正式启动.....	28
绿色低碳改造，哪些行业将成为重点？ .....	29
碳排放权交易按下能源转型“加速键”.....	30
实现碳中和目标 中国如何演绎好新增长故事？ .....	31
垃圾焚烧发电步入深度整合期.....	31
行业洗牌加速 垃圾焚烧发电从规模到质量转变 .....	32
生态环境部：抓紧制定 2030 年前二氧化碳排放达峰行动方案.....	33
让能源结构更加绿色低碳.....	35
降碳减排在行动 我国森林植被总碳储量已达 92 亿吨.....	36
生态环境部：把降碳作为源头治理“牛鼻子” 协同控制温室气体与污染物排放.....	37
践行“碳中和”目标:加快构建绿电为核心的现代能源体系 .....	38
“十三五”以来，四川省绿色低碳发展取得积极成效.....	40
一次耗能实现全元素回收.....	41
2020 年成史上最热年份之一 二氧化碳浓度达 300 万年间最高.....	42
高性能新材料层出不穷 碳减排测氙水取得进展 .....	43



英国企业研发“牛用减排口罩”减少碳排放 “小题大做”还是确有必要？ .....	43
全新人造材料获突破 治理环境污染成重点 .....	46
国际合作研发新电池与新能源 利用废物制造替代塑料新材料 .....	47
材料研究硕果累累 未来减排任重道远 .....	47
新材料性能改进有方法有特点 新燃料开发瞄准极地实际应用 .....	48
成本低 寿命长 新型“空气电池”问世 .....	48
中外科学家合作发明全新中性锌空气电池 .....	49
复旦科学家发明全新“锌电池”，探索更安全的未来储能体系 .....	49
黑龙江大庆拟配套发展电蓄热储能及氢能储能调峰项目 .....	50
2020 盘点 城市清洁高效功能典型项目出炉！ .....	52
温室气体为何与污染物同根同源？ .....	56
碳交易如何实现全社会低成本减排？ .....	58
数字孪生技术助力高耗能企业提效降耗 .....	59
首个省际综合能效指数出炉!八大综合经济区四个梯队格局长啥样？ .....	60
北京城市副中心：行政办公区可再生能源达四成 .....	95
落实碳达峰要规避多重风险 .....	95
全国碳市场配额分配方案出台 .....	97
迈向“碳中和”，甲烷减排不容忽视 .....	97
日本“碳中和”路线图出炉 .....	99
多能互补破解供暖热源难题 .....	101
绿色技术是实现碳中和的根本途径 .....	102
全国碳市场终于来了 .....	103
全球碳市场 2021 年迎来“开门红” .....	105
工业尾气制乙醇 钢铁减排有新招 .....	106
储能短期难担“容量”重任 .....	108
地热能 .....	109
湖北黄石地热资源钻探取得新进展 .....	109
甘肃张掖临泽首次勘探出地热温泉 .....	109
又一机场采用地源热泵，年省电 400 万度 .....	110
生物质能、环保工程 .....	110
生物燃料乙醇在碳减排中的作用不容忽视 .....	110
固废处理新标准出台——工业固废处理标准再深化 .....	112
生物质供热潜力不应被忽视 .....	113
生物质能供热有望“热”起来 .....	114
太阳能 .....	116
减碳光伏无限好 .....	116
填补空白！国内首个国家光伏、储能实证实验平台（基地）落户黑龙江 .....	118
守住绿水青山打造民心工程 山东临沂创新守住绿水青山打造民心工程 .....	118
青海新能源装机占比超六成 .....	119
5.22GW！贵州 2020 年光伏竞价项目 全部实现并网发电 .....	119
广东省最大单体容量光伏电站落地农垦 .....	120
安徽合肥市：支持利用太阳能等可再生能源发展集中供热，2 月 1 日起正式实施 .....	120
中国太阳能光伏产业已走在世界前沿 做出非常大的贡献 .....	121
美媒：首款透明太阳能电池可让窗户发电 .....	122



光热发电重镇——甘肃酒泉正倾力建设千亿级清洁能源产业链.....	122
助力“3060”目标！光伏建筑为能源深度绿色转型提供现实路径.....	124
光伏制氢，消纳外送两头难.....	127
“吃辣”的电池“有能量”.....	128
一道新能引领 N 型电池技术，不断突破升级.....	129
光伏行业准备好了吗.....	136
海洋能、水能.....	138
河南首个南水北调调蓄工程开建.....	138
山东：能源绿色转型两项指标“全国第一”.....	138
三峡电站创造单座水电站发电量世界纪录.....	139
“十四五”抽水蓄能装机占比应明确.....	139
风能.....	140
英国风电或“挤压”太阳能？.....	140
地方“十四五”规划建议瞄准新能源，风光储氢备受期待.....	142
“十三五”风电发展综述.....	144
广东并网海上风电突破百万千瓦.....	145
氢能、燃料电池.....	146
我国首艘燃料电池游艇“蠡湖”号通过试航.....	146
德国重磅推出《国家氢能战略》 多主体行动致力环境保护.....	146
中国科大团队研制出一种新型燃料电池阴极催化剂.....	147
Nel 在 Fredericia 氢气项目中获得丹麦 Everfuel 公司 20MW 水电解设备合同.....	147
重磅！12 个城市、区组建京津冀氢能示范城市群通过评审，即将获批.....	148
氢能产业将在“十四五”迎来机遇期.....	148
示范城市群渐行渐近 氢能发展前景可期.....	149
德国政府投资七亿欧元大力发展氢能.....	151
智利要做“绿氢强国”.....	151
我国发布全球首个“绿氢”标准.....	152
电解水制氢产业链日渐打通氢能利用降本可期.....	153
光合生物制氢技术的成长史.....	154
氢能产业面临三大挑战.....	156
“绿氢”标准化建设迈出关键一步.....	157
核能.....	158
我国反应堆堆芯熔融研究获重大突破.....	158
高温气冷堆核电示范工程双堆开启热试.....	159

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

### 我国“十四五”能源需求预测与展望报告发布 能源系统将加强清洁低碳高效转型

昨天（1月10日），2021年能源经济预测与展望研究系列报告发布。报告显示，“十四五”时期将是我国能源发展的重要历史转型期，能源系统的安全高效清洁低碳转型有望取得重大进展。

最新发布的《我国“十四五”能源需求预测与展望》报告显示，“十四五”时期是我国提出努力争取2060年前实现碳中和目标后的第一个“五年”，我国能源系统的安全清洁低碳高效转型将进一步加强，智慧能源产业有望成为重要的经济增长点，国际能源建设合作将大幅提升。

北京理工大学副校长 能源与环境政策研究中心主任 魏一鸣：我们预计到2025年，非化石能源的占比将超过20%，跨区跨省的电力交易将得到大步迈进。

据了解，2021年能源经济预测与展望研究系列报告是国家重点研发计划项目“气候变化经济影响综合评估模式研究”的最新成果。该项目由北京理工大学牵头，联合国家信息中心、国家气候中心等多家单位共同承担。

北京理工大学教授 能源与环境政策研究中心副主任 余碧莹：为了实现我们国家碳中和的目标，能源系统的加速低碳转型是关键，但是如果仅仅只靠能源系统的话是不够的，我们还需要像产业结构调整、低碳技术的这种加速推广，群策群力才能实现我们碳中和的目标。

央视网 2021-01-11

### 迈向能源高质量发展新阶段

新时代我国的能源发展，既为国家经济社会持续健康发展提供了有力支撑，也为维护世界能源安全、应对全球气候变化、促进世界经济增长作出了积极贡献

坚持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，对于新时代做好能源工作、推动能源事业高质量发展具有重大指导意义

能源是人类文明进步的基础和动力，攸关国计民生和国家安全。2012年以来，我国以能源消费年均2.8%的增长支撑了国民经济年均7%的增长；水电、风电、太阳能发电累计装机规模均位居世界首位；2019年提前实现了2015年提出的碳排放强度下降40%至45%的目标……一个个可喜变化充分说明，新时代我国的能源发展，既为国家经济社会持续健康发展提供了有力支撑，也为维护世界能源安全、应对全球气候变化、促进世界经济增长作出了积极贡献。

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，开辟了中国特色能源发展新道路，推动中国能源生产和利用方式发生重大变革。不久前发布的《新时代的中国能源发展》白皮书指出：“中国坚持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，全面推进能源消费方式变革，构建多元清洁的能源供应体系，实施创新驱动发展战略，不断深化能源体制改革，持续推进能源领域国际合作，中国能源进入高质量发展新阶段。”能源发展取得历史性成就，为促进经济社会可持续发展、增进人民福祉打下坚实基础。

如今，我国已成为世界上最大的能源生产国，同时也是最大的能源消费国。要保障经济社会高质量发展，能源供应保障不仅要跟得上、能满足，而且要提品质、增效果。在服务经济高质量发展中，电力安全稳定运行达到世界先进水平，能源综合应急保障能力显著增强；在支持农村贫困地区发展上，实施光伏扶贫工程，建成了成千上万座遍布贫困地区的“阳光银行”；在促进生态文明建设，采煤沉陷区治理、绿色矿山建设取得明显成效，二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量大幅下降；

在保障和改善民生领域，完成全部人口都用上电的历史性任务，保障城乡居民获得基本能源供应和服务……实践表明，坚持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，对于新时代做好能源工作、推动能源事业高质量发展具有重大指导意义。

习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”这一重大宣示，彰显出促进全球能源可持续发展、应对气候变化挑战、建设清洁美丽世界的中国决心。面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题，我国积极参与全球能源治理，努力与各国一道寻求加快推进全球能源可持续发展新道路。比如，以共建“一带一路”倡议为引领，一批重大能源合作项目落地实施，能源合作多边、双边机制不断完善，能源政策和技术交流日益频繁。面向未来，中国将在更大范围、更宽领域、更高层次参与国际能源合作与竞争，推动全球能源可持续发展，为建设更加清洁、美丽的世界贡献力量。

“十四五”时期我国将进入新发展阶段，转型与变革同在，机遇与挑战交织，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系的需求更为迫切。比如，在冬季，如何平衡保障供电与节能减排？再比如，风电、光伏等新能源发展迅速，怎么解决消纳和接入问题？这些问题都需要进一步加强改革设计和创新探索力度。大力推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命，我国能源事业就能为国家发展提供更加坚实的保障。

盛玉雷 人民日报 2021-01-08

## 生态环境部部长黄润秋：加快推动可再生能源发展

2021 年是我国现代化建设进程中具有特殊重要性的一年。立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，党的十九届五中全会和中央经济工作会议对生态环境保护作出重要部署。就此，记者采访了生态环境部部长黄润秋。

记者：中央经济工作会议提出，要做好碳达峰、碳中和工作，继续打好污染防治攻坚战，实现减污降碳之间的协同效应。请介绍一下这项工作的意义？

黄润秋：应对气候变化、降低碳排放是我国可持续发展的内在要求，可以实现“一举四得”：第一，有利于推动经济结构绿色转型，加快形成绿色生产方式和生活方式，助推高质量发展；第二，有利于推动污染源头治理，我们的生态环境问题根子上还是高碳的能源结构及其支撑的高碳重化工业产业结构问题，降碳可以与环境质量改善产生显著的协同效应；第三，有利于保护生物多样性，提升生态系统服务功能；第四，有利于减缓气候变化带来的不利影响，减少对经济社会造成的损失。

记者：您刚才谈到降碳与污染治理、环境改善可以产生显著的协同效应。请问减污与降碳的协同点在哪里？如何推进这项工作？

黄润秋：首先，我们国家的能源结构是以高碳的化石能源为主，占比达到约 85%，其中煤的占比达到 57%。化石能源燃烧不但是二氧化碳等温室气体的主要来源，同时燃烧产生的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等也是当下大气污染物的主要来源。因此，调整能源结构、产业结构不仅可以减少碳排放，同时也可从根源上降低污染物排放。

其次，我们已经具备较好的减污降碳协同基础。我们有法治基础，2015 年修订的《大气污染防治法》增设专门条款，要求实施大气污染物和温室气体协同控制。我们有体制基础，2018 年党和国家机构改革，把应对气候变化职能调整至新组建的生态环境部，在体制机制上打通了大气污染物和温室气体的管控。我们有行动基础，近年来实施的《大气污染防治行动计划》《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，大力推进污染物减排和环境质量改善，协同推动能耗强度和碳排放强度下降，积累了不少经验。

下一步，我们将创新思路举措，统筹推进深入打好污染防治攻坚战和二氧化碳排放达峰行动。

一是强化顶层设计。抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，扭住以降碳为源头治理的“牛鼻子”，统筹谋划一批推动经济、能源、产业等绿色低碳转型发展的重点任务和重大工程。

二是强化政策协同。聚焦重点领域、重点行业，加强源头治理、系统治理、整体治理，突出精准、科学、依法“三个治污”。加快产业结构转型升级，严格控制高耗能、高排放项目建设。建设清洁低碳能源体系，把发展非化石能源、削减化石能源消费总量作为治本之策。加大交通运输结构优化调整力度，推动公转铁、公转水和多式联运。

三是强化工作统筹。统一政策规划标准制定、统一监测评估、统一监督执法、统一督察问责，为实现减污降碳协同效应提供支撑保障。

记者：中央经济工作会议指出，要抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，目前这项工作进展如何？

黄润秋：目前，我们已经启动了编制工作，并将进一步加快节奏。

开展二氧化碳排放达峰行动是推动经济高质量发展、实现生态环境高水平保护的内在要求，需要不断提高全社会绿色低碳发展的意识，充分调动部门、地方、行业的力量，各司其职、形成合力，在“十四五”“十五五”期间持续推动经济社会绿色低碳转型。

首先，我们将明确目标、压实责任、严格监督，明确地方、行业的达峰目标和实施方案，并做到积极而有力度，鼓励有条件的地方率先达峰。

其次，我们将采取更有力的措施控制化石能源消费，大力发展非化石能源，加快推动可再生能源发展；全面推进重点领域绿色低碳行动，大力发展低碳交通，积极发展绿色建筑，推动绿色低碳技术创新，推行绿色低碳生产生活方式。

另外，我们将进一步加快启动全国碳排放权交易市场，并逐步扩大覆盖行业范围，丰富交易品种和方式，实现全国碳市场的平稳有效运行和健康持续发展，切实提升气候治理能力。

记者：党的十九届五中全会提出，要深入打好污染防治攻坚战。“十四五”时期，如何深入打好污染防治攻坚战？

黄润秋：党的十九届五中全会提出要深入打好污染防治攻坚战，这里的“深入”我理解有两层含义：一是触及的矛盾和问题将层次更深、领域更宽，对生态环境质量改善的要求更高，攻坚战要延伸深度、拓展广度。二是要坚持方向不变、力度不减，要创新和探索攻坚战新的思路和举措。如何深入打好污染防治攻坚战，初步有以下几方面考虑。

一是要进一步强化源头治理、整体治理和系统治理。要坚持以生态环境高水平保护促进产业结构、能源结构、交通运输结构、农业结构等加快调整，更加注重源头预防和源头治理。要从生态系统整体性和流域系统性出发，追根溯源、系统治理，加强协同联动，强化山水林田湖草等各种生态要素的协同治理。

二是更加突出精准治污、科学治污、依法治污。科学是基础，精准是要求，依法是手段。要把握好环境治理的科学规律，提高治理的针对性有效性，做到问题、时间、区位、对象、措施“五个精准”，以法治的武器治理污染，以法治的力量保护生态环境。

三是推动攻坚战在关键领域、关键指标上实现新突破。这方面，我们总的思路是“提气、降碳、强生态，增水、固土、防风险”。

“提气”就是以细颗粒物（PM2.5）和臭氧协同控制为主线，进一步降低 PM2.5 和臭氧浓度，提升空气质量。“降碳”就是降低碳排放，制定二氧化碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。“强生态”就是统筹山水林田湖草系统修复和治理，强化生态监管体系，坚决守住自然生态安全边界。“增水”就是以水生态改善为核心，统筹水资源、水生态、水环境治理，继续增加好水，增加生态水，提升水生态，大力推进美丽河湖、美丽海湾建设。“固土”就是以土壤安全利用、强化危险废物监管与利用处置为重点，持续实施土壤污染防治行动计划。“防风险”就是牢固树立底线意识、风险意识，紧盯“一废一库一品”（危险废物、尾矿库、化学品）等领域，有效防范和化解生态环境风险。

四是大力推进生态环境治理体系和治理能力现代化，加快构建现代环境治理体系，形成导向清

晰、决策科学、执行有力、激励有效、多元参与、良性互动的“大环保”格局，实现从“要我环保”到“我要环保”的历史性转变。

下一步，我们将按照党中央、国务院决策部署，抓紧研究提出深入打好污染防治攻坚战顶层设计的顶层方案，持续改善生态环境质量，不断增强人民群众生态环境获得感幸福感安全感。

曹红艳 经济日报 2021-01-04

## 建设人与自然和谐共生的现代化

党的十九届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》（以下简称《建议》）提出，“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”。这为推动生态文明建设实现新进步，建设人与自然和谐共生的现代化指明了方向、明确了路径。

### 准确把握人与自然和谐共生现代化的科学内涵

习近平总书记指出：“我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化，既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要，也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。”这从理论和实践层面阐明了人与自然和谐共生的关系，进一步丰富和拓展了现代化的内涵与外延。

建设人与自然和谐共生的现代化，基于人与自然是生命共同体的马克思主义生态哲学理念，强调人类必须下决心抛弃工业文明以来形成的轻视自然、支配自然、破坏自然的观念，转向尊重自然、顺应自然、保护自然。在对自然资源 and 生态环境的利用上，需要自觉认识与遵循自然规律，既包括自然界物质运动与生态系统本身发展的规律，也包括人与自然、社会与自然之间相互作用的规律。新时代推进社会主义现代化建设，需要主动适应社会主要矛盾的变化，既努力创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要，又努力为人民提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。

《建议》贯彻落实党的十九大精神，对人与自然和谐共生的现代化作出进一步论述与阐发。在理念层面，强调坚持绿水青山就是金山银山理念，提出守住自然生态安全边界，即承认自然界存在人类经济社会发展不可逾越的界限，为准确把握人与自然的关系、建设人与自然和谐共生的现代化夯实了理论基础。在实践层面，把建设人与自然和谐共生的现代化与深入实施可持续发展战略、完善生态文明领域统筹协调机制、构建生态文明体系、促进经济社会发展全面绿色转型一同作为“十四五”时期以及更长时期生态文明建设的指导原则，阐明了当前和未来推动绿色发展、促进人与自然和谐共生具体需要做什么、怎么做的问题，为生态文明建设实现新进步指明了方向。

### 深刻认识建设人与自然和谐共生现代化的时代价值

坚持以习近平生态文明思想为指导，建设人与自然和谐共生的现代化，契合我国发展需要，为推动绿色低碳发展、广泛形成绿色生产生活方式、促进经济社会发展全面绿色转型明确了前进方向，必将有力推动生态文明建设实现新进步。

践行习近平生态文明思想的必然要求。党的十八大以来，习近平总书记站在历史和全局高度坚持绿水青山就是金山银山理念，提出尊重自然、顺应自然、保护自然，促进人与自然和谐共生，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，良好生态环境是最公平的公共产品、是最普惠的民生福祉，生态兴则文明兴、生态衰则文明衰等一系列标志性、创新性、战略性思想观点，深刻回答了为什么建设生态文明、建设什么样的生态文明、怎样建设生态文明等一系列重大理论和实践问题，形成了习近平生态文明思想。习近平生态文明思想为推进美丽中国建设，实现人与自然和谐共生的现代化提供了根本遵循。深入学习贯彻这一重要思想，内在要求建设人与自然和谐共生的现代化。《建议》提出加快推动绿色低碳发展，持续改善环境质量，提升生态系统质量和稳定性，全面提高资源利用效率，为贯彻落实习近平生态文明思想、推动实现人与自然和谐共生的现代化指明了实践路径。

促进经济社会发展全面绿色转型。《建议》提出，促进经济社会发展全面绿色转型。我们要加快形成绿色发展方式和生活方式，不断推进人与自然和谐共生的现代化，更好满足人民日益增长的优美生态环境需要。人与自然是生命共同体，人类善待自然，自然也会回馈人类；人类对大自然过度开发利用甚至造成伤害，最终会招致自然无情的报复。构建新发展格局、推动高质量发展、实现中华民族永续发展，迫切需要用绿色倒逼升级，彻底改变大量生产、大量消耗、大量排放的生产模式和消费模式，使资源、生产、消费等相匹配相适应，推动我国经济社会发展全面绿色转型，推动实现经济社会发展和生态环境保护协调统一、相互促进，推进人与自然和谐共生的现代化。实质上，促进经济社会发展全面绿色转型，本身就是建设人与自然和谐共生的现代化的重要内容；人与自然和谐共生的现代化不断推进，又会进一步促进经济社会发展全面绿色转型。

推动实现美丽中国建设目标。党的十九大报告将“生态环境根本好转，美丽中国目标基本实现”作为基本实现社会主义现代化的重要目标之一。《建议》对建设美丽中国作出更为详尽的战略部署，提出更为明确的具体要求，把广泛形成绿色生产生活方式、碳排放达峰后稳中有降、生态环境根本好转、美丽中国建设目标基本实现作为到 2035 年基本实现现代化的远景目标之一。在“十四五”时期，为全面建设社会主义现代化国家开好局、起好步，推动生态文明建设实现新进步，建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国，需要以建设人与自然和谐共生的现代化为重要抓手，坚定不移贯彻新发展理念，牢牢坚持生态优先、绿色发展，坚定不移走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，向着美丽中国建设目标砥砺前行。

#### 推动形成人与自然和谐发展现代化建设新格局

习近平总书记指出：“要建设资源节约、环境友好的绿色发展体系，实现绿色循环低碳发展、人与自然和谐共生，牢固树立和践行绿水青山就是金山银山理念，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局。”推动形成人与自然和谐发展现代化建设新格局，实现生态文明建设新进步，必须以贯彻落实《建议》为牵引，加快推动绿色低碳发展，持续改善环境质量，提升生态系统质量和稳定性，全面提高资源利用效率。

加快推动绿色低碳发展。“十四五”时期，推动绿色低碳发展需要强化国土空间规划与用途管控，减少人类活动对自然空间的占用。开展绿色生活创建活动，促进生产生活方式绿色转型，推动能源清洁低碳安全高效利用，降低碳排放强度，二氧化碳排放力争 2030 年前达到峰值，力争 2060 年前实现碳中和。实现这一目标，需要大力推进重点行业和重要领域的绿色化改造，进一步加强清洁生产、环保产业、绿色技术的创新发展，积极发展绿色金融，加快构建市场导向的绿色技术创新体系，为绿色发展提供坚强法律和政策保障。

持续改善环境质量。《建议》提出持续改善环境质量，要求基本消除重污染天气、基本消除城市黑臭水体、加强白色污染治理、加强危险废物医疗废物收集处理、完成重点地区危险化学品生产企业搬迁改造等，并提出制定实行多项重要制度机制，如建立地上地下、陆海统筹的生态环境治理制度，强化多污染物协同控制和区域协同治理，全面实行排污许可制等。这些制度举措必将推动我国环境质量持续改善，有力促进高质量发展。

提升生态系统质量和稳定性。生态文明建设实现新进步，一个重要方面体现为生态系统质量和稳定性的稳步提升。《建议》作出坚持山水林田湖草系统治理，构建以国家公园为主体的自然保护地体系。实施生物多样性保护重大工程。加强外来物种管控。强化河湖长制，加强大江大河和重要湖泊湿地生态保护治理，实施好长江十年禁渔。科学推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理，开展大规模国土绿化行动，推行林长制。推行草原森林河流湖泊休养生息，加强黑土地保护，健全耕地休耕轮作制度。加强全球气候变暖对我国承受力脆弱地区影响的观测，完善自然保护地、生态保护红线监管制度，开展生态系统保护成效监测评估。贯彻落实这些重要决策部署，必将为全社会提供更多优质生态产品，不断增强人民群众的生态环境获得感、幸福感、安全感。

全面提高资源利用效率。对资源的高效利用，是人与自然和谐共生的现代化的显著标识。“十四五”时期，全面提高资源利用效率，重在通过行政管理手段的不断完善和经济政策工具的科学运用，



按照《建议》决策部署，大力健全自然资源资产产权制度和法律法规，加强自然资源调查评价监测和确权登记，建立生态产品价值实现机制，完善市场化、多元化生态补偿，推进资源总量管理、科学配置、全面节约、循环利用。实施国家节水行动，建立水资源刚性约束制度。提高海洋资源、矿产资源开发保护水平。完善资源价格形成机制。推行垃圾分类和减量化、资源化。加快构建废旧物资循环利用体系，奋力实现经济社会发展和生态环境保护协调统一、相互促进。

郇庆治 人民日报 2021-01-11

## 推动能源清洁低碳安全高效利用

确立合理的能源结构，提高能源利用效率，是生态文明建设实现新进步的题中应有之义。党的十九届五中全会《建议》将推动能源清洁低碳安全高效利用作为加快推动绿色低碳发展的重要内容，强调深入实施可持续发展战略，促进经济社会发展全面绿色转型，建设人与自然和谐共生的现代化。这为我们推进生态文明建设注入了强大动力、提供了行动指南。

纵观人类发展史，从一定意义上可以说，能源革命是文明形态演进的重要基础和动力。化石能源的发现和利用极大提高了劳动生产率，推动人类由农耕文明进入工业文明。工业文明在推动人类社会实现巨大进步的同时，也导致严重的环境问题和发展的不可持续，迫使人们反思发展方式，摒弃只讲索取不讲投入、只讲发展不讲保护、只讲利用不讲修复的老路。能源科技的不断创新和蓬勃发展，为能源转型提供有力保障和重要支撑。目前，全球能源结构正处在以油气为主向以非化石能源为主加速转型的阶段，我国能源也处于化石能源与非化石能源多元发展、向非化石能源转型的阶段，能源开发和利用绿色低碳化进程进一步加快。这为实现经济社会高质量发展、可持续发展提供了强劲驱动力。

推动能源转型，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，事关经济社会安全运行、长远发展，是实现高质量发展、可持续发展的必由之路。习近平总书记高度重视能源清洁低碳安全高效利用问题，强调推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命，全方位加强国际合作，为推进能源转型发展谋篇布局。改革开放以来特别是党的十八大以来，我国能源事业发展成就显著，煤炭在一次能源消费中的比重持续下降，非化石能源发电量占比显著提升，能源转型稳步推进，能效不断提高。同时要看到，当前我国能源结构还不够完善，能源供应、结构格局、环境影响和管理体制等方面还有一些短板和弱项，与世界先进水平相比仍存在一定差距。补短板、强弱项，推动实现能源清洁低碳安全高效利用，需要明确能源转型方向，进一步加大能源转型力度，着力筑牢能源转型根基，切实推进能源转型落地见效。

过去，人们常用“富煤、缺油、少气”形容我国能源资源禀赋。在推动能源转型的背景下分析，就会发现情况正在发生变化。丰富的非化石能源资源，特别是可再生能源资源成为我国能源资源禀赋的重要组成部分。现在，我国风能和太阳能的开发潜力依然巨大，再加上可观的水能、海洋能、生物质能、地热能、太阳能热利用等，可再生能源资源基础十分丰厚。经济社会高质量发展、可持续发展的需求牵引，自然资源、技术能力、成本下降等的强力支撑，为可再生能源快速发展提供了重要动力和有利条件。推动能源转型，加大可再生能源开发利用，有利于提升我国能源的独立性和安全性，必将为推动绿色低碳发展提供充沛动能。

《建议》提出，支持绿色技术创新，推进清洁生产，发展环保产业，推进重点行业 and 重要领域绿色化改造。形成清洁低碳、安全高效的能源体系，实现能源清洁低碳安全高效利用，需要以先进的科学技术为支撑。近年来，大数据、云计算、区块链、人工智能等前沿技术日益融入能源产业，也重塑着能源业态。能源、电力与互联网、大数据相结合，正催生出能源物联网、节能的人工智能、综合能源服务业。当前，我国一些地方正在开展“智慧能源大脑”建设，推动能源系统与信息技术深度融合。这一创新举措将进一步拓展基于数据的能源服务，有力提高能源利用效率。

立足现实、放眼未来，能源清洁低碳安全高效利用是大势所趋。深入学习贯彻党的十九届五中

全会精神，到 2035 年广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，基本实现美丽中国建设目标，亟须理念提升、观念创新、结构调整、格局优化、技术融合、体制保障等多措并举、协同发力，在推进清洁能源转型中推动生态文明建设实现新进步。

杜祥琬 人民日报 2021-01-11

## 全面提高资源利用效率

党的十九届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出，“十四五”时期要“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”，强调“全面提高资源利用效率”。这既是破解保护与发展突出矛盾的迫切需要、促进人与自然和谐共生的必然要求，更是事关中华民族永续发展和伟大复兴的重大战略问题。

### 深刻认识全面提高资源利用效率的重要意义

处理好保护与发展的关系，处理好人与自然的的关系，是习近平生态文明思想的重要组成部分，既蕴含着发展理念的重大变革，又突出强调人与自然和谐共生的底线要求。

对生态环境造成破坏的原因，大都来自对资源的过度开发、粗放使用。必须从资源利用这个源头抓起，着眼中华民族永续发展和伟大复兴，站在统筹推进“五位一体”总体布局高度，正确处理保护与发展关系，正确处理人与自然关系，全面提高资源利用效率。既要考虑资源利用与发展的关系，坚持节约优先，不断提高资源本身的节约集约利用水平，满足经济社会发展合理需求；更要考虑资源利用涉及的人与自然关系，坚持生态保护优先，为资源开发利用划定边界和底线，控制人类向自然无度索取的不合理欲望，限制人们过度利用自然的不合理行为。

### 已取得的主要工作进展

党的十八大以来，在习近平生态文明思想的指引下，我国自然资源利用和生态保护取得重大进展。

生态文明理念不断深入人心。深入学习贯彻习近平生态文明思想，绿水青山就是金山银山、山水林田湖草是生命共同体、人与自然和谐共生等理念不断深入人心，广大人民群众节约资源和保护环境的意识不断增强。

资源管理制度体系加快形成。资源环境管理体制发生重构性重大变革，自然资源产权制度和全民所有自然资源有偿使用制度改革有序推进，不动产统一登记制度改革全面完成，“多规合一”的国土空间规划体系顶层设计和总体框架基本形成，永久基本农田保护、生态保护红线、城镇开发边界制度开始确立，以国家公园为主体的自然保护地体系加快构建。

资源利用水平稳步提升。“十三五”时期，全国新增建设用地总量控制在 3256 万亩以内，单位国内生产总值建设用地使用面积下降 20%。实行新的管理方式，2018—2019 年全国共消化处置批而未供建设用地 722.9 万亩，盘活利用闲置建设用地 169.7 万亩；单位国内生产总值水资源消耗 2018 年比 2015 年下降 29.8%；海洋生物、能源和海水资源开发取得积极进展；矿产资源开发利用水平持续提升，原油和煤层气采收率、有色金属矿产开采回采率和选矿回收率等重要指标显著提升，矿山规模化集约化程度提升，建成绿色矿山 953 家。

生态产品供给明显增加。印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》，实施 25 个山水林田湖草生态保护修复工程试点；开展三江源等 10 个国家公园体制试点，党的十八大以来新建国家级自然保护区 111 处；“十三五”以来天保工程累计完成公益林建设任务 1687 万亩，三北防护林工程完成造林 3413 万亩，2014—2019 年退耕还林还草 6683.8 万亩。沙化土地封禁保护面积 2610 万亩，全国荒漠化和沙化土地面积连续三个五年监测期“双减少”。开展“蓝色海湾”整治行动和渤海生态修复，已整治修复海岸线 220 公里、滨海湿地 10.5 万亩。

### 目前存在的突出问题

进入新发展阶段，构建新发展格局，我国自然资源利用和生态保护还存在一些突出问题。

人均资源不足的基本国情尚未改变。我国资源总量丰富，但人均资源占有量远低于世界平均水平。2017年，我国耕地保有量居世界第三位，但人均耕地面积不足1.5亩，不到世界平均水平的1/2；2019年，我国人均水资源量2048立方米，约为世界平均水平的1/4，且时空分布极不平衡；油气、铁、铜等大宗矿产人均储量远低于世界平均水平，对外依存度高；人均森林面积仅为世界平均水平的1/5。

资源粗放利用问题依然突出。城乡建设仍以外延扩张的发展模式为主，2018年全国人均城镇工矿建设用地146平方米、人均农村居民点用地317平方米，超过国家标准上限；2018年我国万元国内生产总值能耗0.52吨标准煤，明显高于世界平均水平；2017年万元工业增加值用水量45.6立方米，是世界先进水平的2倍。

资源过度开发导致生态系统退化形势依然严峻。海洋生态系统问题比较突出。上世纪50年代以来，我国滨海湿地面积消失57%，红树林面积减少40%，珊瑚礁覆盖率下降。海洋自然岸线占比明显下降。因环境污染和过度捕捞，渤海等近海区域大型鱼类资源大幅减少。水资源过度开发，水生态受到影响。洞庭湖、鄱阳湖等长江流域湖泊面积大幅萎缩，导致淡水蓄水能力明显下降，大量淡水直接入海。黄河流域水资源开发利用率高达80%，远超一般流域40%的生态警戒线，上游水源涵养能力不足、中游水土流失严重、下游河口自然湿地面积减少。华北地下水超采区面积18万平方公里。过度农垦、放牧导致草原生态系统失衡。2018年重点天然草原平均牲畜超载率达10.2%。2018年我国人工林面积12亿亩，超过森林总面积的1/3，且不少位于干旱、半干旱地区。不少农业开发和建设占用挤占或损毁生态空间。从历史上看，农牧交错带地区大量耕地是通过开垦优质草原、森林、湿地形成的。全国地理国情监测数据表明，2019年全国种植土地（含果树等经济作物）、建设用地（含设施农用地）均比2015年有所增加，全国草地面积有所减少。全国矿山开采占用、损毁土地问题比较严重。

#### “十四五”时期工作举措

“十四五”时期，必须坚持绿水青山就是金山银山的理念，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，完善市场化、多元化生态补偿机制，推进资源总量管理、科学配置、全面节约、循环利用。

健全自然资源资产产权制度和法律法规。开展全民所有自然资源所有权委托代理试点，建立健全全民所有自然资源资产管理体制。总结国家公园体制试点经验，对委托省级政府管理的国家公园，探索以地方为主、中央监管的总体路径。建立自然资源权利体系，推动国有森林、草原、农用地有偿使用改革取得进展。推进国土空间规划、自然保护地、土地等方面法律法规的立改废释。

加强自然资源调查评价监测和确权登记。以地球系统科学和自然资源科学为理论基础，以卫星、遥感等现代信息技术为支撑，建立以地下资源层、地表基质层、地表覆盖层和管理层为基础的自然资源调查监测体系，系统开展全国自然资源统一调查监测评价，查清我国土地、矿产、森林、草原、水、湿地、海域海岛等自然资源真实状况，揭示自然资源要素相互关系和生态系统演替规律。全面推开自然资源统一确权登记。

建立生态产品价值实现机制。按照突出安全功能、生态功能，兼顾景观的次序，坚持山水林田湖草系统治理，加强重要生态系统保护。构建以国家公园为主体的自然保护地体系。注重生态系统的水平衡，特别是降雨量、地下水和水蒸发之间关系，宜林则林、宜草则草、宜荒则荒，科学推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理，开展大规模国土绿化行动，继续实施退耕还林还草，通过整体保护和系统修复增加生态产品供给。完善生态保护补偿机制，提高生态保护补偿标准，鼓励探索有效吸引社会资金投入生态产品供给的政策措施、产权安排和运作模式。开展生态产品价值实现机制试点示范，加大理论研究、实践探索和制度创新力度。

加强国土空间科学管控。立足我国自然地理格局，编制并实施各级国土空间规划，科学划定并严守生态保护红线、永久基本农田和城镇开发边界等控制线。同时，为长远发展预留空间，按照科学、简明、可操作的原则调整优化自然保护地和生态红线管控规则。对生态保护红线内的核心保护

区，原则上禁止人为活动。对生态保护红线内的其他区域，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动；对铀矿、油气等特殊矿产勘查开发活动实施差别化管控政策。对生态红线以外的重要自然生态系统，按相关法律和规划明确管控规则。健全自然资源监管体制，强化监管和执法督察。

坚持最严格的耕地保护和节约用地制度。以国土三调摸清耕地资源家底，从自然地理格局、土壤条件等角度制定新的耕地质量评价标准。进一步明确耕地和永久基本农田不同的管制目标和管制强度，科学确定土地分类标准，减少地类内部交叉，既加强农用地向建设用地转化的用途管制措施，也加强农用地内部耕地向林地、园地、草地、农业设施建设用地等转化的用途管制措施，坚决制止“耕地非农化”“粮田非粮化”。继续盘活存量，加快处置批而未供和闲置土地。建设用地资源向中心城市和城市群倾斜，提高各类行业用地的节约集约标准，推进土地复合利用，深化土地计划、审批等管理制度改革，推进建立城乡统一的建设用地市场。

实施国家节水行动，建立水资源刚性约束制度。严格用水总量控制，加强水资源优化配置和统一调度，统筹生活、生产、生态用水，发挥水资源价格调节功能，大力推进农业、工业、城镇等领域节水。

提高海洋资源、矿产资源开发保护水平。科学合理有序开发海洋资源，编制实施海岸带保护和开发规划，健全海洋牧场建设标准，开展潮流能并网示范工程建设，推进海水淡化规模化应用示范，实施深海矿产开发重大科技专项。继续开展“蓝色海湾”工程，实施红树林保护修复专项行动，建立健全海洋氧气监测体系。建立健全矿业节约集约技术规范标准体系，完善绿色勘查和绿色矿山建设强制性标准，完善油气区块退出机制，实施新一轮找矿突破战略行动，加大对油气等战略性矿产资源勘查力度。

完善资源价格形成机制。健全主要由市场决定价格的机制，最大限度减少政府对价格形成的不当干预，建立健全充分反映市场供求和资源稀缺程度、体现生态价值和环境损害成本的资源价格机制。完善自然资源价格和税费政策，加大对节地、节水、节能、节矿的经济调节作用。

构建废旧物资循环利用体系，推行垃圾分类和减量化、资源化。推动餐厨废弃物、建筑垃圾、包装废弃物等资源化利用和无害化处置，加强生活垃圾分类回收与再生资源回收体系的有机衔接，推进生产和生活系统循环链接，因地制宜推动工业生产过程协同处理生活废弃物。

陆昊 人民日报 2021-01-15

## 为应对气候变化注入中国力量

生态兴则文明兴。面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题，中国秉持人类命运共同体理念，与其他国家团结合作、共同应对，特别是支持发展中国家提升应对气候变化的能力，积极推动能源绿色低碳转型。从2016年起，中国在发展中国家启动10个低碳示范区、100个减缓和适应气候变化项目及1000个应对气候变化培训名额的合作项目，帮助发展中国家能源转型，共同应对全球气候变化。

本地化设计提升适应气候变化能力

新年刚过，多米尼克人麦金太尔农场里的两个新大棚就投入了使用。“大棚材料是针对当地气候特制的，能抵御普通风暴，而且造价适中。”中国援多农业技术合作项目组组长孙浩杰告诉记者，“我们希望帮助多米尼克推广设施农业，降低暴雨、强光照和病虫害等气候环境因素给当地农业带来的风险。”

东加勒比岛国多米尼克是热带风暴的重灾区。2017年，罕见的超强飓风“玛丽亚”重创多米尼克后，该国提出要建设世界上第一个适应气候变化的国家。

中国援多医院改扩建项目负责人江威是“玛丽亚”飓风的亲历者。“飓风过后，我们已建成的两幢楼主体结构安然无恙。之后，我们进一步提高建筑抵御极端气候灾害的能力。”建设团队给房顶增加了钢筋混凝土屋面，大大提高了建筑结构的稳定性，又加强门窗防护，使用加厚玻璃，增加通风口

等。

2019年，医院第一阶段工程正式移交，并启用新名字“中多友谊医院”。医生玛利亚看到医院的新楼，感觉“开心又安心”。她说，中国通过援助农业技术、建设社区医疗中心等，积极支持多米尼克发展，“多米尼克人永远珍视与中国的友谊。”

产业化发展助力打造绿色经济

30多岁的奥斯曼来自埃塞俄比亚东部的本尚古勒—古马兹州。他参加了“东非竹业发展项目”培训，“以前我们只知道竹子能建房子、编篱笆，现在了解到竹子能做的可多了。竹竿可以加工成手工艺品，竹叶可以当作牲畜的饲料。”

这一项目成立于2016年，经过国际竹藤组织协调，中国、荷兰与埃塞俄比亚、肯尼亚和乌干达等东非三国开展国际合作，发展当地竹产业。竹子不仅可以制成竹炭，更可用于材料工业、建筑涂料加工、食品工业等，具有重要的生态和经济价值。埃塞俄比亚政府希望通过发展竹产业，促进绿色经济发展，应对环境退化和消除贫困。

中国积极推动竹产业发展，在竹价值链发展、产品设计、市场和标准化方面拥有丰富经验。埃塞俄比亚政策研究中心主任阿勒备尔·莫吉表示，“埃塞竹产业在促进经济发展、造福人民方面发挥着重要作用，这得益于国际竹藤组织和中国政府的支持。”

阿迪苏·海鲁是一名制作竹家具的工匠，也是竹产业发展的受益者。“我从中国的竹木工匠那里学到了不少新技术，对行业发展也更有信心了。”

据悉，埃塞政府正致力于开发出适合竹子种植的400万公顷土地，进一步推动竹产业发展。埃塞俄比亚环境森林气候变化委员会副专员阿托·凯贝德认为，竹资源的培育与利用对于帮助埃塞履行环保承诺具有重要意义。

保护式开发推进清洁能源转型

在广袤无垠的阿根廷南部巴塔哥尼亚平原，隆隆机器声中，工作人员正在紧张施工。这是中国能建葛洲坝集团承建的圣克鲁斯省孔多克里夫和拉巴朗科萨水电站项目（简称“孔拉水电站”）。这座位于世界最南端的水电站建成后，将为阿根廷清洁能源建设和当地绿色经济发展提供重要助力。

长期以来，阿根廷国内主要依靠火力发电，清洁能源发电占比偏低，给环境保护和生态发展带来巨大负担。为了摆脱对火电的过度依赖、改善能源供给结构，阿根廷政府积极推动本国可再生能源发展，力求实现2025年时可再生能源消费占比增加至20%的目标。

作为中阿最大的双边合作项目，孔拉水电站也是阿根廷迄今最大的能源建设项目，建成后年平均发电量将达49.5亿千瓦时，能满足150万户家庭的日常用电，可减少碳排放135万吨，每年还将为政府节约高达11亿美元的燃油进口外汇。

项目建设过程中，中方建设团队对环境和生态保护高度重视，严格履行水土保持及动植物保护责任，推行绿色设计，最大限度节能减排。“水电站建设时刻践行着绿色理念。”水电站技术代表埃德瓦多·维亚介绍道。在水电项目的运行和维护阶段，仍将持续实施相关环境监控机制，提升当地适应气候变化的能力。

朱东君 万宇 姚明峰 颜欢 人民日报 2021-01-17

## 全球能源大势回顾与展望

### 一、全球能源消费

国际能源署在10月发布的《世界能源展望2020》中指出，受新冠肺炎疫情影响，预计2020年全球能源需求同比下降5.3%。其中，石油、煤炭和天然气需求将分别下降8.5%、6.7%和3.3%，但清洁能源需求将增长0.9%。鉴于能源企业收入减少以及能源需求下降，预计2020年全球能源投资同比减少18.3%。

## 二、国际能源大事

### 1. 多国相继确立碳中和目标

为应对气候变化、减少温室气体排放，世界各国相继确立碳中和目标，引导经济绿色低碳发展。从全球范围来看，目前世界上已有 30 多个国家以政策宣誓或法律规定等不同方式设定了各自的碳中和目标时间。其中乌拉圭设定的碳中和目标时间最早，为 2030 年，其次是芬兰、冰岛、奥地利和瑞典，而

大多数国家则将碳中和目标时间设定在 2050 年，我国是 2060 年，新加坡则设定在了本世纪后半叶早期。在 2020 年 12 月 12 日的气候雄心峰会上，有 45 国提出了新的国家自主贡献计划，24 国概述了净零承诺，20 国制定了气候适应计划。

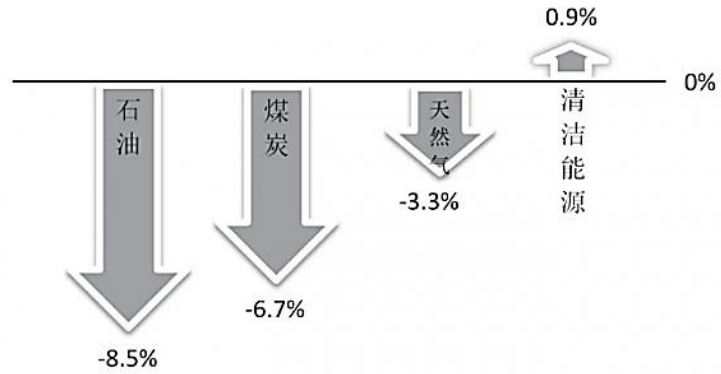


图7-1 2020年全球能源需求变化情况

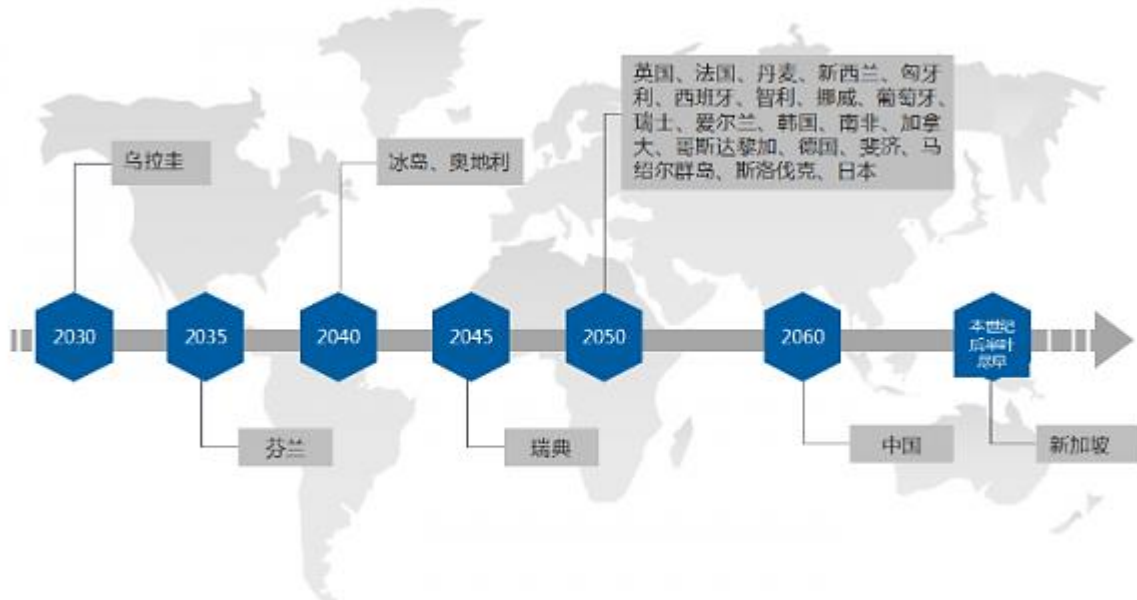


图7-2 多国设定碳中和目标时间

能源行业是二氧化碳排放的主要来源，能源系统转型被视为经济脱碳的关键驱动力。从各国能源转型的实践看，一方面是提高能源效率，减少化石能源消费总量；另一方面是发展可再生能源。2010~2019年这10年间，全球可再生能源装机容量翻了两番，从414吉瓦增至约1650吉瓦，投资额连续多年超过3000亿美元，如今可再生能源已超越传统化石燃料成为全球新增电力的最大主力军。绿色低碳发展成为全球共识，加快能源转型、发展清洁能源成为各国应对气候变化的重要选择。

### 2. 国际油价低位剧烈震荡，减产合作一波三折

#### 国际油价低位剧烈震荡

进入2020年以来，国际油价从1月初的60美元以上逐渐回调，随着2月多国相继暴发新冠肺炎疫情，市场对原油需求预期日益悲观，国际油价继续呈现下跌之势，到3月产油国减产谈判破裂、大幅增产，油价进入更深的下跌通道。同时，油价暴跌引发股市、金融市场连锁剧震。4月20日，WTI原油5月期货价格报收于-37.63美元/桶，历史上首次收于负值，跌幅305.97%，当天盘中最低曾达-40.32美元/桶，国际原油市场出现巨幅波动。随后史上最大规模减产协议开始执行，加之多国经济重启改善原油需求预期，国际油价逐步回升，但仍处于历史低位。

进入下半年，国际油价随着全球疫情反复而起落。截至12月10日收盘（北京时间12月11日凌晨），WTI原油2021年1月期货价格收于46.78美元/桶；布伦特原油2021年2月期货价格收于50.25美元/桶，站上50美元关口。国际油价创9个月以来新高。

引发上半年油价暴跌的原因多重，既有供需、库存、运输等市场因素，更有WTI原油期货市场价格运行机制等因素。然而从更深层次来看，在全球油气市场竞争格局不断演变的背景下，新冠肺炎疫情暴发并迅速在全球蔓延，导致世界经济进入速冻模式，能源消费需求大幅缩减，油气市场出现大规模的供应过剩，是油价暴跌的根本原因。

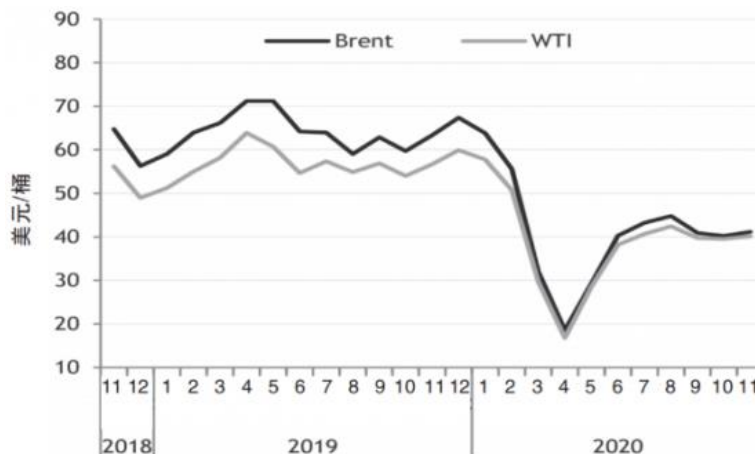


图7-3 国际原油价格月度数据

引发上半年油价暴跌的原因多重，既有供需、库存、运输等市场因素，更有WTI原油期货市场价格运行机制等因素。然而从更深层次来看，在全球油气市场竞争格局不断演变的背景下，新冠肺炎疫情暴发并迅速在全球蔓延，导致世界经济进入速冻模式，能源消费需求大幅缩减，油气市场出现大规模的供应过剩，是油价暴跌的根本原因。



图7-4 “欧佩克+”减产历程回顾

“欧佩克+”减产合作一波三折

2020年3月6日，俄罗斯拒绝了沙特提出的“在2019年12月已达成的170万桶/日减产额度基础上再减产150万桶/日至2020年底”的提议，“欧佩克+”未能达成新一轮减产协议。随后，沙特开启价格战，多个产油国大幅增产。4月13日，“欧佩克+”各方达成历史性减产协议。根据协议，减产从2020年5月开始实施，为期两年，并将在2021年12月由相关国家进行再次审核。6月6日，鉴于油价颓势仍然明显且新冠肺炎疫情态势仍不明朗，“欧佩克+”将最新减产协议中首阶段减产活动延长一个月至7月底，以进一步平衡国际油市。12月3日，“欧佩克+”第12届联合部长级监督委员会最终达成一致，“2021年起缓慢放松石油产量限制”，在现阶段770万桶/日和下阶段580万桶/日之间选取一个中间值，从2021年1月开始减产720万桶/日，随后基于市场走势随时调整减产额度。

总体而言，“欧佩克+”减产协议在一定程度上收紧供应侧产量、提振市场信心，但全球原油产量短期内较难恢复至疫情前水平。目前来看，“欧佩克+”联合行动会促进全球油气市场保持一种相对平衡的状态。然而下一步“欧佩克+”减产联盟是否继续合作，合作程度如何，各国减产策略和步骤是否一致和坚决，仍是原油市场面临的主要不确定因素之一。

### 3.区域天然气价格趋同，项目推迟影响后市

#### 全球天然气价格逐渐趋同

2020年，在本就供应过剩的天然气市场上，新冠肺炎疫情进一步削弱了需求，天然气现货价格几乎失去了所有支撑，同时国际原油价格下跌的影响逐渐反映到与油价挂钩的天然气中长期价格上。主要消费区域不同定价机制的天然气价格差距大大缩小。自4月30日以来，美国天然气价格连续多天高于欧洲基准价格，5月5日美国合约价格首次超过亚洲基准价格，这在近10年来还是首次。相比卡塔尔和俄罗斯的LNG产品，美国LNG产品已经不具备明显价格优势。受此影响，亚洲和欧洲的买家取消了原定6月从美国进口的约20艘LNG货物。美国墨西哥湾沿岸LNG出口商一度面临极大压力。

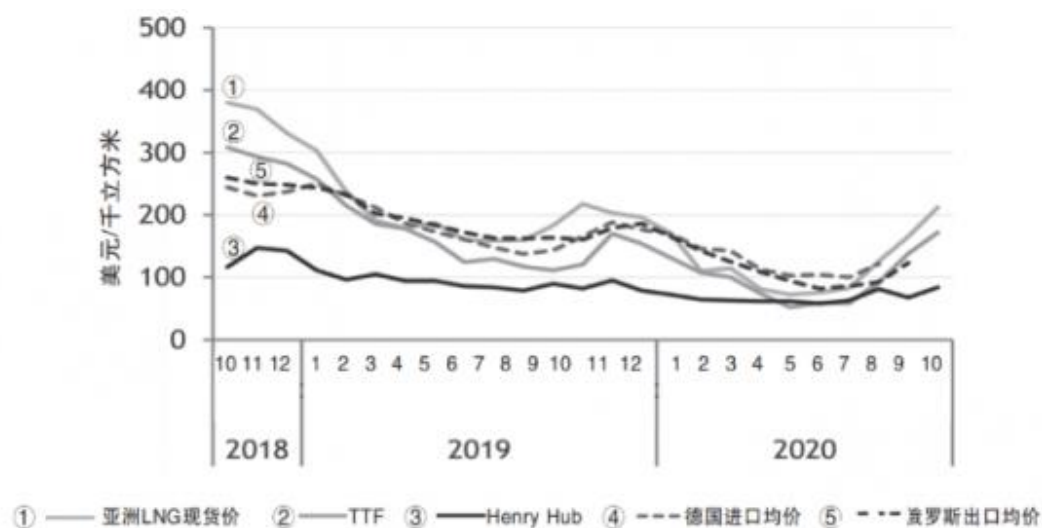


图7-5 区域天然气价格月度数据

一直以来，全球不同地区的天然气价格都存在差异。近年来，LNG供应激增，而需求相对疲软，市场供需基本面持续宽松，全球各区域天然气价格逐渐趋同。尤其是自2018年以来，尽管偶尔出现季节性波动，但欧洲和亚洲的现货价格总体呈下降趋势。但直至2019年，美国天然气价格依然具有比较优势，波动较小、处于全球最低位，当年均价低于3美元/百万英热单位，而亚洲天然气价格则仍高于全球其他地区。

尽管业界认为亚洲天然气基准价格低于美国基准价格只是短期现象，但这仍透露出全球主要消费区域天然气基准价格持续近十年的巨大差异格局或将终结。区域间天然气无价差或低价差将成为新常态，这也为天然气定价机制的创新和改进提供了条件和契机。



## 大量 LNG 项目推迟影响后市

2020 年，全球天然气市场供应过剩加剧，天然气价格跌至历史新低，本就受全球天然气需求增长预期推动的最终投资决定（FID）受到严重影响，再叠加油价下跌的影响，天然气行业投资决策更为复杂。一方面，低油价将使石油公司原油开发以及与油价挂钩的天然气销售收益明显降低，势必影响石油公司包括天然气开发在内的上游板块整体投资水平。另一方面，国际原油市场的频繁波动，加剧了投资者对油气行业发展前景的担忧，会在一定程度上导致企业融资困难。在投资信心下降的情况下，油气行业不可避免地要大幅度削减投资，推迟或取消一些投资决策，以弥补收入的严重不足。

大量 LNG 项目 FID 推迟将导致 LNG 行业发生结构性变化，有助于 LNG 供需逐步达到平衡。Wood Mackenzie 公司表示，国际油价在 2020 年内维持低迷，可能造成全球重大天然气项目投资明显下降，将对 2025 年前后全球天然气特别是 LNG 市场供给产生较大影响。此外，国际天然气联盟指出，考虑到天然气生产线上排放的二氧化碳以及甲烷，未来 LNG 工业发展将面临愈加严格的碳排放政策、碳税以及零碳目标等多重挑战，制度风险可能导致 LNG 新项目难以获得最终投资。针对化石能源的财政限制以及其他意外事件，很可能让 LNG 新项目前景堪忧。

## 4. 可再生能源逆势增长

国际能源署发布的《世界能源展望 2020》数据显示，受新冠肺炎疫情影响，2020 年全球石油、煤炭以及天然气需求均出现了不同程度的下降，而可再生能源则是唯一一个需求上涨的能源板块。较低的运营成本和许多能源系统的优先接入带动了可再生能源需求上升。其中，海上风电表现尤为突出。

彭博新能源财经发布报告称，尽管全球经济受到疫情重创，但海上风电领域投资却热度空前。2020 年 1~6 月，全球共投资新建 28 座海上风电场，投资额达到 350 亿美元，为 2019 年同期投资额的 4 倍有余，同时也超过了 2019 年全年的投资总额。海上风电投资大增，抵消了陆上风电和太阳能发电项目投资额的下降，上半年全球可再生能源投资额达到 1320 亿美元，较上年同期增长 5%。疫情暴发前，全球风能理事会预测 2020 年全球将新建 6.2 吉瓦海上风电。在最新的预测中，2020 年新增海上风电装机为 6.1 吉瓦，仅 100 兆瓦的微弱差别与其他能源系统受到的严重影响相比显得微不足道。根据全球风能理事会最新发布的《全球海上风电报告》，预计到 2030 年全球将新增海上风电装机 205 吉瓦，届时海上风电累计装机容量将暴涨至 234 吉瓦以上，其中亚太市场的发展势头最为迅猛。

## 5. 氢能发展备受关注，储能潜力可期

### 氢能发展备受关注

2020 年，许多国家加快布局氢能产业。3 月，荷兰政府公布氢能战略，表示将在 2025 年前完成 500 兆瓦可再生能源制氢项目。6 月，德国政府公布 1300 亿欧元规模的经济复苏计划，提出至少投入 90 亿欧元发展氢能。德国是欧盟首个确定氢能生产目标的国家，6 月发布的国家氢能战略明确将绿氢作为未来发展重点，计划在 2030 年前将国内的电解制绿氢产能提高至 5 吉瓦，使绿氢占德国工业用氢总量的 20%，2040 年前提高至 10 吉瓦。7 月，欧盟提出《气候中性的欧洲氢能战略》，将氢能作为推进气候和能源新政的重要组成部分与抓手，并计划从制定氢能发展路线图、建立产业发展联盟、加大政策扶植力度、加大基础设施投入、加强国际合作等方面推进氢能发展。目前，欧盟在建的或已经确定订立的可再生能源制氢项目产能达 1.5~2.3 吉瓦，规划的产能达到 22 吉瓦。

作为清洁能源供给体系的重要载体，氢能开发与利用成为世界新一轮能源技术变革的重要方向。虽然氢能距离大规模商业应用仍较为遥远，但氢能的基础技术储备和商业化应用探索正在不断加速。2020 年 4 月，汽车巨头戴姆勒与沃尔沃联合发布了氢燃料重卡研发计划，预计将在未来十年里将成果推向市场。7 月，沙特阿拉伯和美国 Air Products 公司达成投建巨型绿色制氢工厂的合作，预计项目总投资达 70 亿美元，可再生能源发电装机达 4 吉瓦，2025 年投产后氢产量达 650 吨/日，是目前全球最大的可再生能源制氢项目。有市场分析人士认为，当前氢能面临的发展环境和 21 世纪初可再

生能源极其类似，只需要 15 年的时间，氢能有望成为更加有竞争力的能源。

#### 储能潜力可期

越来越多的国家认识到，电池储能将在可再生能源扩张中发挥关键作用。2020 年，欧洲投资银行承诺对泛欧电池产业提供资金支持，据该银行预计，欧洲 2020 年在电池相关项目方面的投资将达到 10 亿欧元。在为储能技术提供资金支持的同时，各国政府还逐步消除监管壁垒，加大储能政策扶持力度。如意大利、葡萄牙和爱尔兰等国设计的容量市场中，储能运营商可以在拍卖中竞标合同。这为储能运营商提供了固定和可预测的收入流，以便其扩展储能容量。

虽然新冠肺炎疫情对 2020 年储能行业增长形成一定压力，但从长期来看，储能产业发展总体向好的态势并不会改变。据伍德麦肯兹对未来 5 年全球储能行业的发展预测，到 2025 年，全球储能市场累计装机规模将达到 230 吉瓦时，是目前装机总量的 13 倍。同时，全球储能市场年投资规模也将从 2019 年的 180 亿美元增长至 2025 年的 1000 亿美元。

#### 6.全球煤电装机首现净减，多国加快退煤进程

##### 全球煤电装机首现净减

根据研究机构全球能源监测（GEM）基于全球煤炭追踪数据发布的报告，2020 年 1 月 1 日至 6 月 30 日，全球新增煤电装机 18.3 吉瓦，退役煤电装机 21.2 吉瓦，退役装机超过新增装机，净减少 2.9 吉瓦。这是全球煤电装机首次在半年期内出现净减少。其中退役装机大部分出现在欧洲地区，欧洲是全球煤电装机下行的主要推手。

##### 多国加快退煤进程

2020 年上半年，葡萄牙、西班牙、德国的燃煤发电量分别下降了 95%、58%、39%；荷兰、奥地利和法国的燃煤发电量下降幅度均超过 50%；另有瑞典和奥地利于 3 月分别关闭了各自最后一家燃煤电厂。截至目前，欧洲共有 15 个国家先后宣布退煤计划。预计到 2025 年或更早，葡萄牙、法国、斯洛伐克、英国、爱尔兰和意大利等国将结束使用煤炭发电，随后到 2030 年，希腊、荷兰、芬兰、匈牙利和丹麦等国也将终止煤电。在已宣布退煤的欧洲国家中，德国是唯一一个计划在 2030 年后淘汰煤电的国家。德国是欧洲最大的经济体、最大的煤炭消费国，德国煤电发电量大约占全国发电量的 40%，煤电碳排放量占电力部门的 80%。2020 年 7 月，德国最终通过《逐步淘汰煤电法案》和《矿区结构调整法案》，规定最迟在 2038 年前逐步淘汰煤电，并就煤电退出时间表等问题给出了详细规划。

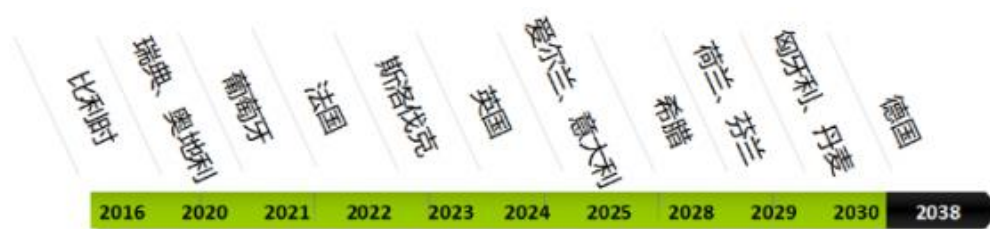


图7-6 欧洲各国退煤时间表

目前欧洲国家已明确在 2030 年或更早的时间节点关闭的燃煤电厂装机总计 35.4 吉瓦，相当于欧洲在运煤电装机的 21%，再加上 2030 年后德国计划关闭的燃煤电厂，欧洲煤电装机还将在此基础上减少 17 吉瓦。数据显示，尽管全球燃煤发电有所减少，但要实现全球气候目标，未来仍需加快退煤进程。

#### 7.各国核电发展态度不一

标普 Platts Analytics 预计，受亚洲国家带动，2020 年全球核电在运装机容量有望增加 10.7 吉瓦。其中，日本和韩国重新启动核电站将贡献大部分装机。5 月，俄罗斯建造的世界首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士”号在俄远东地区投入商业运营。该浮动核电站于 2019 年 12 月接入远东地区的楚科奇地区电网，实现并网发电。5 月，欧盟设立“公平过渡基金”，作为“可持续欧洲投资计划”的一部分，

用于支持高度依赖化石燃料行业的地区转型发展低碳产业。然而各成员国代表一致同意，设立的这项基金不应支持核电站的建设或退役。

事实上，自 2011 年日本福岛核事故之后，全球各国对待核电的态度都变得谨慎起来。近年来，全球核电业在低迷状态徘徊，欧洲等地更是大范围关停核反应堆，最新提出的资金支持计划也将核电排除在外。然而，国际原子能机构指出，核电对于全球电力系统实现低碳转型能起到重要助力作用。数据显示，2019 年，核电贡献全球约三分之一的低碳电力。国际能源署指出，新建核电站将进一步促进低碳电力的发展，延长现有核电站的使用寿命也将有助于减少化石燃料使用，同时预测称，到 2030 年，核电区域发展趋势的差别将越来越明显。

#### 8. 国际石油巨头发展战略差异渐显

新冠肺炎疫情暴发以来，为缓解油价、需求双重低迷现状下的财务压力，国际石油公司不得不收缩业务、优化资产。北美埃克森美孚和雪佛龙等大型石油公司采用削减投资、压缩成本、降低产量等传统保守做法，通过发行债券和取消股票回购等方式缓解现金流短缺的问题。同时，他们继续持有大量页岩油气资产，油气比重变化不大。

与北美两大石油公司不同的是，欧洲大型石油公司在削减传统业务投资的同时，仍坚持低碳领域和新能源项目投资。2020 年 6 月，道达尔、壳牌和挪威国家石油等公司携手做出最终投资决定，将投资 6.9 亿美元共同开发欧洲首个商业规模的碳捕集和存储项目--北极光项目。6 月底，BP 剥离旗下优质的化工业务、出售价值 50 亿美元的资产，并表示将大幅加大低碳项目资本投入。除了在欧洲境内开展碳捕集、利用和封存、氢能、风电、光伏，以及电池储能、电动车等新能源和低碳业务，2020 年以来，BP、道达尔和壳牌等石油公司陆续进军印度、卡塔尔、西班牙、澳大利亚、美国及北极地区的可再生能源市场。截至目前，挪威国家石油、BP、壳牌、道达尔、雷普索尔等欧洲石油公司已相继披露了各自的零碳排放计划，公布了 2050 年在自身生产和销售的油气产品碳排放上实现净零能源转型目标，形成了较为清晰的低碳发展战略。

此外，国家石油公司也纷纷开展低碳行动。如墨西哥国家石油公司宣布了 2021 年实现二氧化碳排放当量下降 25% 的目标。沙特阿美正在进入国际天然气领域，并发力清洁化工燃料。2020 年 9 月，沙特阿美出口了世界第一批用于零排放发电的蓝氨。

### 三、问题与趋势

#### 1. 全球能源转型趋势不会因疫情逆转

鉴于疫情对能源行业的影响，行业机构均不同程度地下调了短期内对能源行业各领域发展的预测。国际能源署指出，受新冠肺炎疫情影响，2020 年全球能源投资将出现历史最大降幅。能源领域投资减少会影响许多国家实现发展目标，减缓全球能源转型进程。国际可再生能源署表示，油价暴跌以及新冠肺炎疫情，拉低了部分地区的清洁能源投资吸引力。业内也有观点认为，如果油价长期低迷，可能会影响市场对清洁能源研发的投入，或者影响清洁能源需求。

但从长远来看，发展清洁能源产业，不仅是为市场提供一种新的选择，还有对环境、能源安全方面的考量。清洁能源产业长期发展趋势、能源行业清洁低碳转型趋势并不会因疫情等因素而改变。得益于技术进步、规模经济和激烈竞争，清洁能源成本不断下降，产业未来仍有很大增长空间。与此同时，民众对政府在疫情后通过实施经济复苏计划实现可持续发展的呼声越来越高，越来越多的国家和企业将投资清洁能源产业纳入了恢复经济的行动之中。

#### 2. 高比例可再生能源并网提出更高灵活性要求

随着技术进步与成本下降，高比例可再生能源并网成为趋势。然而高比例可再生能源并网势必会对电力系统的平衡和稳定运行产生诸多影响。2020 年上半年，受天气状况影响，欧洲风电光伏出力强劲，可再生能源超过化石能源，占到发电量的 40%，而同期欧洲各国电力需求在遭受疫情冲击大幅下滑之后恢复缓慢，加之传统发电机组启停灵活性有限，造成某些小时段的电力供给大于需求。以至上半年西欧各国现货电力市场约有 100~200 小时价格为负值，远高于往年负电价小时数，包括挪威在内的多个国家首次出现电价为负。

频繁发生的负电价反映了灵活性对电力系统的重要性，这是各国电力系统在高比例可再生能源并网过程中必须考虑的问题。随着与可再生能源相关的系统集成问题日益突出，对灵活性的需求比以往任何时候都更为迫切。未来电力系统发展过程中，需通过配置调节电源、负荷侧响应、储能、提升互联互通等技术解决方案重点提升系统灵活性。

### 3.实现碳减排仍需付出巨大努力

国际能源署在《世界能源展望 2020》中预计，2020 年全球能源相关二氧化碳排放量将下降 6.6%，相比 2019 年减少排放 24 亿吨，使二氧化碳排放量回到 10 年前的水平；未来全球排放量反弹速度将比 2008~2009 年缓慢，但世界在可持续复苏方面还有很长的路要走。根据国际能源署的既定政策情景，到 2030 年二氧化碳排放量仍将高于 2019 年水平，为 360 亿吨。只有加速世界能源生产和消费方式的结构变化，才能改变排放趋势。

BP 在其 2020 版《世界能源展望》中也表达了类似的观点，认为新冠肺炎疫情使得全球碳排放大幅减少，但世界仍处在一条不可持续发展的道路上，并指出目前急需实施以提高碳价为首的政策措施。除了进一步发挥政策措施的作用之外，消费者的行为和偏好也要发生转变。

政府间气候变化专门委员会警告称，一旦升温突破 1.5 摄氏度的临界点，气候灾害发生的频率和强度将大幅上升。根据联合国环境规划署 2020 年 12 月发布的《排放差距报告》，若要实现 2 摄氏度温控目标，各国的整体减排力度须在《巴黎协定》承诺基础上提升大约三倍，而要实现 1.5 摄氏度目标，则须将相关努力提升至少五倍。

能源情报研究中心 2021-01-05

## 目标碳中和，英国启动“绿色工业革命”

英国 2008 年正式颁布《气候变化法》，成为世界上首个以法律形式明确中长期减排目标的国家。英国也是世界上最早开始“碳中和”实践的国家，世界上第一个碳中和规范是英国标准局（BSI）2010 年发布的。

2019 年 6 月，英国新修订的《气候变化法》生效，正式确立到 2050 年实现温室气体“净零排放”，即实现碳中和的目标。

2020 年 11 月 18 日，英国政府宣布一项涵盖十个方面的“绿色工业革命”计划，包括大力发展海上风能、推进新一代核能研发和加速推广电动车等。英国政府表示，这项计划将带动 120 亿英镑（约合 160 亿美元）的政府投资，并有望到 2030 年创造并支撑多达 25 万个就业岗位。

同时，在支持电动车方面，英国计划 2030 年前停止销售以汽油和柴油为动力的新车，包括小汽车和厢式货车，2035 年前停止销售混合动力汽车。

2020 年 12 月 3 日，英国政府宣布该国最新的温室气体减排目标：与英国 1990 年的温室气体排放水平相比，计划到 2030 年将温室气体排放量至少降低 68%。

英国社会各界对气候变化十分重视，表现积极。汽车行业积极呼吁政府给予支持，尽快实现可替代燃料汽车转型目标。啤酒和薯片生产商表示，对原来容易产生二氧化碳的传统啤酒和薯片生产方式进行改革，将二氧化碳排放量大幅降低 70%。

同时，英国环保组织和相关人士非常活跃，他们十分关注能够影响气候变化的政府决策。针对一些政府通过的项目，例如高铁修建、机场跑道扩建等，环保人士甚至会上诉到最高法院。

专家认为，实现雄心勃勃的 2050 年温室气体“净零排放”目标绝非易事，因为涉及几乎所有行业，因此需要政府强力干预。英国帝国理工学院气候金融与投资中心执行主任查理·多诺万表示，必须从长期目标进行倒推，才能弄清楚未来五年或十年需要实现的目标。“当进行数学运算时，会发现必须从今天甚至昨天就进行巨大改变。”

多诺万认为，所有这一切的主要挑战是决策者。“他们必须为气候变化制定适当的成本价格，承担私营部门无法自行应对的风险，并为所有领域，尤其是基础设施领域提供战略方向。这不仅是长

期的，而且还需要采取大量的短期行动。”对于政府最新提出的十点“绿色工业革命”计划，多诺万认为，尽管这是个良好的开端，但政府的指导还不够深入，需要更多细节。

《卫报》等多家媒体的专栏作家罗斯·斯多克认为，为实现这一 2050 碳中和的挑战性目标，政府必须采取统一的跨部门协作。“就本质而言，这些目标既需要更新现有的基础架构，又需要技术创新与新系统开发齐头并进。”

中英两国是应对气候变化和环境治理的重要伙伴，双方合作大有可为。英国政府《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会区域大使布里斯托说，气候变化合作是英中关系的重要领域，其重要意义超越双边关系范畴，对应对全球性挑战具有重要影响。气候变化和生物多样性问题紧密关联，应协同解决。英中双方可加强绿色科技、太阳能、风能等领域合作。英国驻华大使吴若兰 2020 年 11 月访问广州及深圳，推动中英在气候变化领域的合作。她表示，希望推动英中海上风能技术实验室在广东落地。

孙晓玲 参考消息网 2021-01-08

## 瑞典向全球首个无化石燃料国家迈进

瑞典首相勒文在 2020 年 12 月气候雄心峰会上表示，瑞典将努力成为“全球首个无化石燃料的福利国家”。勒文表示，瑞典的国家长期战略是到 2045 年，实现温室气体净排放量为零。

为实现这一目标，瑞典不断发挥在环保领域的先行优势，在追求经济发展和社会福利的同时实现大幅节能减排。

瑞典是第一个建立环境保护机构的国家，瑞典环境保护局成立于 1967 年。瑞典也是最早实行碳税的国家之一，1995 年起就实行碳税，逐步降低对化石燃料的依赖。截至 2018 年，瑞典能源消费总量中的可再生能源份额接近 55%。瑞典预计，2030 年交通运输业摆脱对化石燃料的依赖，2045 年完全摆脱化石燃料，实现“碳中和”的目标。在不懈的努力下，瑞典是实现经济增长与降低温室气体排放并行的少数几个工业化国家之一。

瑞典首都斯德哥尔摩是欧洲城市化进程最快的城市之一。瑞典提出了建设气候智慧型城市的解决方案。早在 1995 年，斯德哥尔摩市就决定设立世界上第一个城市国家公园。老工业区正在被重新开发成高效的低能耗住宅区，城市中也扩展了有轨电车路线的覆盖范围。2019 年，斯德哥尔摩的“智能发展”项目赢得了“世界智慧城市奖”，被认为是“创新、开放和互联”的典范。

在绿色运输方面，斯德哥尔摩地下交通系统由绿色电力驱动，所有公交车均在 2017 年使用可再生燃料驱动，比预计时限提前了八年。

除了减少温室气体排放外，瑞典积极尝试利用自然过程来生产能源和工业产品等。这种“生物经济”不仅对环境更加友好，而且更具颠覆性意义。

去年秋天，瑞典第一家无化石燃料钢铁生产全球试点工厂投入运营。政府 2021 年预算案还包括高达 15 亿欧元的绿色信贷担保。在出口融资方面，除了禁止向燃煤电厂出口融资之外，2020 年底不再为与煤炭勘探、开采和运输相关的交易提供出口信贷担保；到 2022 年，瑞典将终止对化石燃料勘探和开采投资的出口信贷。

付一鸣 经济参考报 2021-01-14

## 2020 盘点 | 城市能源领域这十件大事须知晓

抗疫复工复产，电力大数据显效；  
“新基建”赋能新型智慧城市建设；  
城市“智慧能源大脑”多点开花；  
氢能示范城市群选拔赛“开锣”；

无废城市建设持续深入推进；

“碳中和”城市路径探索走向深入；

区域能源一体化新格局渐行渐近……

2020年，在这一全面建成小康社会、“十三五”规划收官与“十四五”规划开局的关键时间节点，城市亦迎来了向绿色、低碳、智能、安全、高效升级发展的提速之年。这一年乃至“十三五”时期的我国城市能源转型发展，可谓成绩斐然。

这一年，城市终端用能领域上下一心、攻坚克难，克服了新冠肺炎疫情的严峻考验，迎来了“新基建”与“碳中和”的发展“风口”，从而倒逼城市能源变革与高质量发展按下“快进键”。

这一年，在抗击新冠肺炎疫情过程中，借助能源大数据，城市能源安全观得以深度刷新；在部署“新基建”宏伟蓝图过程中，“数字经济”引领的新型智慧城市与智慧能源大脑建设全面提速；在持续推进大气污染治理与应对气候变化过程中，低碳能源导向、多能协同、一城一策的城市能源发展脉络进一步强化……

全世界80%的能源消耗集中在城市。伴随着“十四五”新征程开启，面临百年未有之大变局，推进“以人为核心的新型城镇化建设”重要性愈发凸显。在此背景下，“十四五”城市能源发展核心导向，当数“建设符合新型城市发展趋势的绿色低碳、安全高效现代能源生态系统”，而这也是城市实现可持续、高质量发展与兑现“碳中和”目标应有之义。

读懂过去才能看清未来。2021年开局之际，《中国城市能源周刊》特别策划，盘点既往一年城市能源大事要闻，鉴往知来、砥砺前行。

## 01 “碳中和”战略目标提出

### 城市可持续发展升级

2020年，“碳中和”成了能源行业内外的热词。从9月第七十五届联合国大会一般性辩论到12月举行的气候雄心峰会，我国多次表示，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。中央经济工作会议将做好碳达峰、碳中和工作列入2021年要抓好的8大重点任务之一。

点评：全球80%的能源消费在城市。占地球陆地面积3%的城市，却产生了全球72%的温室气体排放。这意味着“碳中和”的重点就在城市。

相关数据显示，2019年我国城市化率达到60.6%，2035年有望达到75%。未来，城市的可持续发展势必要与“脱碳”行动紧密联系在一起。

“碳达峰”“碳中和”目标的提出，不仅为我国应对气候变化、绿色低碳发展擘画了宏伟蓝图，更将成为城市用能文明、低碳文明和绿色文明的重要指引，倒逼我国城市能源变革进入全面加速时代。

事实上，在“碳中和”城市的路径探索方面，能源行业行动早已开始。但“碳达峰”“碳中和”目标的实现不仅需要坚定的决心，也需要庞大的资金和雄厚的技术，更需要有明确的时间表、路线图，统筹规划、分阶段实施亦必不可少。“十四五”期间，“碳中和”城市建设将以怎样的姿态起步，至关重要。

## 02 抗疫复工复产

### 电力大数据“显身手”

2020年年初，新冠肺炎疫情突袭全国。在这场抗疫攻坚战役中，各地能源管理部门和企业办公纷纷从线下转移到了线上，用好“高科技”指导复工复产成为各地指导经济运行与能源保供的重要抓手。

期间，以浙江、广东、湖南、四川等地为代表，在利用电力大数据开展防疫与平稳复工“两手抓”，开展了卓有成效的实践。

点评：浙江是首个“吃螃蟹”的省份。该省电力大数据复工分析报告已纵向涵盖全省各地市、县级层面，横向涵盖信息传输软件业、公共服务业、工业等国家规定的十大行业分类。通过分析报告，全省三十多万企业的复工情况一目了然，电力数据完整、准确、可靠，并且实现动态精准更新，高效支撑了政府对于复工复产政策的制定和复工复产审批节奏的把握。

电力大数据作为国家电网公司重要的要素资源，具有全面的覆盖领域、精细的颗粒度、灵活的时间尺度、准确的数据来源和多维的用户刻画等显著特征。

用好电力大数据，疫情防控、复工复产只是“牛刀初试”。电力大数据也只是众多能源大数据之一。伴随着人类逐步进入智能文明时代，以电力大数据为基础的能源大数据将成为重要的生产因素，海量能源数据的价值挖掘、运用，对于促进能源行业，乃至经济社会高质量发展均具有重要意义。

从各地近期工作看，或省级、或市级能源大数据平台建设均已在路上。

### 03 “新基建”集结号吹响

#### 城市“能源大脑”建设迎“风口”

“加强新型基础设施建设，发展新一代信息网络，拓展 5G 应用，建设充电桩，推广新能源汽车，激发新消费需求、助力产业升级。”这是 2020 年政府工作报告对“新基建”的表述，也是“新基建”概念首次出现在政府工作报告中。

在中央顶层设计推动下，作为稳增长的重要力量，“新基建”已成为当下最强劲的产业“风口”，各地纷纷响应布局，推动新型智慧城市建设不断提速。受益于此，城市智慧能源大脑建设也已开始“扬帆起航”。

点评：“城市大脑”即城市中枢神经系统，其不仅是面向政府的“城市大脑”决策指挥中心，也是面向企业、公众的公共服务系统。面对新型智慧城市众多的数字化智能化系统，特别是 2020 年严峻的疫情危机，“城市大脑”的“控制中心和指挥决策”作用进一步凸显。

2020 年以来，各地已将打造城市“智慧能源大脑”落实到实际工作中。粗略梳理，目前，上海、天津、湖南、安徽、山东等地均已开始积极探索打造城市“智慧能源大脑”。

从各地实践看，“新基建”推动能源数字化建设与智慧城市发展、加速城市能源数字化转型已成大势所趋。以“城市能源大脑”建设为目标导向，推动智慧能源成为城市的基础设施，解决城市能源应急管理痛点，应成为新型智慧城市建设与城市高质量发展的重中之重。

### 04 氢能再加码

#### 氢能示范城市群选拔赛“开锣”

2020 年 9 月，五部委联合发布《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，调整燃料电池汽车支持政策，提出将在四年示范期内，采取“以奖代补”方式，对符合条件的城市群开展燃料电池汽车关键核心技术产业化攻关和示范应用给予奖励，形成布局合理、各有侧重、协同推进的燃料电池汽车发展新模式。这标志着我国“氢能示范城市群”选拔大赛正式拉开序幕。

点评：氢能示范城市群建设，一方面可实现不同城市氢能产业互补、强强联合，合力构建完整产业链；另一方面可增加氢能应用场景和范围，加快关键技术突破与关键零部件产业化应用，避免低水平重复建设。

值得注意的是，凡事利弊兼有。氢能示范城市群在实际落地过程中，不同城市内部协同能力也将面临大考，要谨防出现“在每个城市都形成一个小而全的产业链，全国就会形成若干小全弱的产业链”，从而产生新的低水平重复建设和恶性竞争。

此外，此轮政策扶持导向在于技术突破与商业模式探索，长远看，各地与氢燃料电池企业必须要摆脱在心理上对补贴“拐杖”的依赖，只有这样，中国氢能和燃料电池产业才能真正迎来发展的春天。

### 05 国务院重磅文件升级

#### 西部大开发区域能源发展新格局将现

西部大开发战略实施近 20 年后，2020 年两会召开之际，中共中央、国务院发布了《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》，针对“优化能源供需结构”，明确提出要“加强可再生能源开发利用”“培育一批清洁能源基地”，以及加快风电、光伏就地消纳，继续加大西电东送等跨省区重点输电通道建设与电网调峰能力建设，有效解决西部地区的弃风、弃光、弃水问题。

点评：西北地区风光资源充沛，但新能源消纳难题至今并未得到彻底解决。西部地区风光电力

内用、外送受限与中东部电力能源短缺矛盾突出。

为解决上述问题，2020年两会期间，代表委员多次呼吁全国电力规划应“一盘棋”。

在此背景下，中央再次适时强化西部大开发，将为推动西部地区新能源产业发展与新能源消纳，以及东西部地区产业配置优化、区域经济发展与能源转型带来新契机。

值得注意的是，西部大开发不只关乎西北地区清洁能源消纳，还可助力脱贫攻坚，促进区域经济协调发展。

## 06 地热开发回归理性

关停、征税成热词

2020年以来，地热利用大省——河北省以空前力度对省内违法、违规地热井发起整治行动，无合法手续或无配套回灌设施的大量地热井被强令集中关停，引发了社会焦点关注。

无独有偶，2020年9月1日起施行的《中华人民共和国资源税法》明确提出将地热纳为要征税的矿种。

一方面是整治关停，一方面是征税加压，无疑为地热发展前景蒙上了阴影。

点评：近几年，国内地热开采是真的“热”起来了。“大火”的同时，“九龙治水”的管理弊端也更加凸显。

梳理河北乃至全国的地热开发现状可知，一旦政府配套管理、监管不能及时跟进，极易导致无证无序、违法违规开采，反而会使地热开发利用的现实成效与其初衷严重“背道而驰”。

从当前中央与各地推出的政策举措看，无论整治，亦或开征资源税，“尽快推动地热能资源开发走上科学、规范之路”已是当务之急。

除此之外，各地在整改过程中，亦不无强调“摸清地热资源家底、加快编制地热规划”的重要性。类似中科院于2020年7月启动的“长三角地区地热资源及其综合利用研究”之举应该成为常态。

可以预见的是，以2020年为转折点，我国地热事业将由之前的“一盘散沙”无序、无度发展，逐渐进入理性发展轨道。伴随着地热开发利用技术不断进步、标准体系逐步完善、政策管理短板逐渐补足，地热事业将有望真正走向发展的春天。

## 07 破解新能源配储成本难题

共享、租赁储能获认可

为解决储能建设投资难题，积极探索储能商业化推广“新出路”，2020年11月，国网湖南综合能源有限公司发布了储能设备租赁招标公告，正式拉开了新能源侧储能租赁“大幕”。

根据公告，国网湖南综合能源有限公司对其规划的四个合计60MW/120MWh新能源配套电化学储能电站工程，向储能企业提供核心设备租赁服务，租赁期限为10年。

点评：随着我国新能源发电规模持续扩大，消纳压力与日俱增，2020年以来，多地政策层面明确将配置储能的新能源项目列入优先支持范围。

但纵观各地近期实践，由于新能源配储成本偏高导致项目缺乏经济性，让新能源开发商陷入了进退两难的尴尬境地。

湖南储能租赁模式的成功实践被视为储能商业发展的“新出路”。事实上，租赁储能之外，青海省也突破性提出并成功实践了“共享储能”模式，即通过市场化交易，单一实体储能电站可在同一时刻为两个及两个以上发电企业、电网企业或电力用户提供储能服务。

二者异曲同工，均可发挥提升储能电站的利用率与电力系统灵活性、实现储能降本增效与促进新能源消纳之功效。租赁也好，共享也好，伴随着储能商业化应用路径逐渐成熟普及，全国储能行业发展，尤其是电源侧储能、电网侧储能，必将迎来建设高峰期。

## 08 V2G“多点开花”

电动汽车变身城市“移动储能宝”

2020年，V2G（车网互动）落地应用步伐明显加快。4月，国家电网华北分部在国内首次将V2G充电桩资源正式纳入华北电力调峰辅助服务市场并正式结算；5月，国网天津电力试点应用新型车网



互动充电桩；12月，山西省“新能源+电动汽车”协同互动智慧能源试点正式启动…… 点评：将电动汽车接入充电桩，不仅可以充电，还能向电网放电，让电动汽车参与电网调峰的同时，还可让车主通过峰谷电价差获得收益。

《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》已明确提出：鼓励地方开展V2G示范应用，实现新能源汽车与电网能量高效互动，降低新能源汽车用电成本，提高电网调峰调频、安全应急等响应能力。

从当前各地实践看，V2G让电动汽车由耗能产品升级成为移动的储能宝，已不再是梦想。

然而不可否认的是，V2G应用目前还处于早期阶段，未来发展仍面临诸多挑战，包括电网的大规模改造、电网云控平台的投入，智慧城市建设和智能汽车的发展，相关法规标准的健全，明确的盈利模式和资本驱动等。V2G实现产业规模化发展还有待时日，2020年，V2G应该是开了个好头。

### 09 首个燃气区块链落地上海

#### 智慧燃气建设大幕开启

2020年3月，上海燃气能源区块链项目一期成功落地。该项目实现了上海燃气下属五号沟LNG站的液化天然气（LNG）“储罐存储”“制定提货订单”“气站装载”业务流程中的关键数据上链，在城市燃气行业率先实现了信息数字化及区块链存证查询，初步打破了LNG产业链上中下游信息共享壁垒，迈出了城市燃气能源区块链建设的第一步。

点评：以上海燃气区块链项目落地为代表，标志着我国智慧燃气建设大幕已经开启。

北斗高精度燃气泄漏检测、激光巡检车检测、无人燃气场站建设、智慧燃气调度、人工智能服务、线上远程燃气缴费……事实上，纵观全国，伴随着城市燃气发展不断向信息化、数字化靠拢，2020年以来，智慧燃气在提升服务体验、降低交易成本、保障城市生命线安全运行方面成效已经凸显。

“新基建”国家战略部署的提出，更为智慧燃气带来了前所未有的发展机遇。业内普遍认为，智慧燃气建设即将进入爆发期。

据预计，未来十年，燃气行业围绕智能本质安全建设和燃气管网智能化改造的投入，将超过1500亿元。通过与5G、大数据、人工智能、区块链、北斗定位等技术融合发展，城市燃气信息化管理水平将得以大幅提升。城市燃气企业由单一能源供应商向城市公用事业服务提供商转变已成大势。

### 10 引领城市能源高质量发展

#### 首份清洁高效供能“百强”榜单发布

2020年12月，中国城市能源变革产业发展联盟重磅发布了城市能源领域首份“引领城市高质量发展·清洁高效供能项目100强”榜单，展示了多年来专注于推动城市高质量发展的诸多能源项目实践，为树立城市能源发展的良好正面形象开了个好头。

点评：围绕评价工作的开展，自2020年4月以来，中国城市能源变革产业发展联盟联合《中国城市能源周刊》通过采访调研、行业组织推荐、企业申报，同时结合大数据自动获取方式，着眼于“清洁能源利用比重、煤炭清洁化利用程度、单位GDP能耗下降率、综合能源利用效率”四个评价维度，经初评、网络公示与评选、终评三个环节，从近400个入库项目中遴选出183个项目，最终“100强”脱颖而出。

从评价结果看，“百强”项目广泛分布于东北、华北、华东、华中、华南、西南、西北全国七个大区，各区因经济发展水平、理念认识、百姓生活与用能习惯，以及政策引导与支持力度等方面差异，地域特色明显；“百强”项目中，所涉及清洁能源品类丰富多样，因地制宜与“去煤化”趋势显著；集中式与分布式齐头并进，充分体现出新形势下我国能源产业发展与城市终端用能结构优化的时代特色。

榜单同时针对当前制约城市清洁高效供能事业高质量发展的六大瓶颈问题，提出下一步工作推进建议。致力做强、做优、做大城市能源业务，树立行业典范、挖掘优秀技术、扫除发展掣肘、推动一城一策“碳中和”的“榜单效应”初显。

中国城市能源周刊编辑部 中国城市能源周刊 2021-01-05

## 热能、动力工程

### 节能诊断 让工业更绿色

#### 核心阅读

工业和信息化部发布的《工业节能诊断服务行动计划》，首次在全国范围内针对能源管理基础薄弱的企业和重点高耗能行业开展节能诊断服务行动。

由第三方专业机构对企业工艺技术装备、能源利用效率、能源管理体系开展全面诊断，并提出节能改造建议，这一过程便是节能诊断。开展工业节能诊断有利于提升工业能效水平、推动工业绿色发展。

深圳市坪山区恩达街8号，花木掩映间，矗立着一座占地120亩、以生产印制线路板为主的高科技企业——恩达电路。

生产电子信息产品工艺耗能大，随着产业技术革新与产品迭代速度加快，恩达电路的发展一度面临较大的能耗压力。但在2019年9月，作为重点用能单位，恩达电路却凭借绿色制造和低耗生产，入选工业和信息化部的绿色制造名单。

#### 节能诊断助力工业企业降本增效

“降耗增效来自一场节能诊断。”恩达电路研发部经理韩逸伟道出诀窍。

2019年5月，工业和信息化部发布《工业节能诊断服务行动计划》，首次在全国范围内针对能源管理基础薄弱的企业和重点高耗能行业开展节能诊断服务行动，以进一步提升工业能效水平、推动工业绿色发展。

韩逸伟告诉记者，近几年通过更换设备、提升管理，企业不断进行节能改造，但节能越到深处，挖潜空间越有限，迫切需要专家上门“诊断”。

2019年夏天，深圳市绿创人居环境促进中心成为恩达电路的节能诊断服务商。历时两个月，绿创开出的节能诊断包括压缩空气系统有待节能优化、锅炉加热设备余热利用效能不高等。

看到诊断书，韩逸伟算了一笔账，按照方案实施改造，公司年节能量可达270吨标准煤。如今，写在诊断书上的节能意见正逐项变为生产线上的改造实践。“综合来看，一年能为企业节约能源成本170万元，改造总投入190万元，两年内便可收回成本。”韩逸伟说。

近两年，节能诊断服务不断发展。“2019年，各行业各地区的200多家节能诊断服务机构总计为4400余家行业企业提供节能诊断服务，涉及能源消费总量约4.65亿吨标准煤，累计提出节能改造措施建议7930项，预期节能量约1400万吨标准煤，平均节能率约3.0%。”工信部节能与综合利用司有关负责人说。

#### 诊断建议落实为节能改造项目的转化率有待提高

尽管工业节能诊断预期效果显著，但“开出药方”后还需“按方抓药”，才能真正推动工业企业绿色发展。

“从当前实践看，节能诊断建议落实为节能改造项目的转化率有待提高。”在工信部节能与综合利用司有关负责人看来，一些工业企业改造资金不足、投资回收期较长、对稳定安全生产的担心等是诊断建议落地的主要障碍。

“节能是为了降低成本、提高经济效益，而为了节能又需要投入相应资金进行改造，会增加生产成本，节能改造中如何实现投入产出的平衡？”北京和碳环境技术有限公司副总经理于仲波认为，对不少企业而言，节能减排迫在眉睫，但投资回报最好也能有所兼顾。

一方面，需瞄准关键环节精准诊断，缩短企业投资回收期。“节能诊断不能贪大求全，而要瞄准企业能源利用薄弱环节和突出问题进行专项分析诊断。”广州赛宝认证中心服务有限公司有关负责人说。

2019年，该公司为全国73家企业开展节能诊断服务，按照3年内投资可回收的计划，提出190多条具有可操作性的节能管理和技术改造建议，如调节中央空调运行参数优化控制、设备冷凝水余热利用等。“能实实在在带来投资效益的节能诊断，企业接受度明显更高。”该公司有关负责人说。

另一方面，既“开方子”也“抓药”，拓展节能改造服务。“在依托‘供电+能效服务’体系，对14类行业共2017家企业开展工业节能诊断的基础上，我们针对钢铁、铸造、水泥等5个高耗能领域开展通用系统用能优化的研究与试点项目建设。”国家电网公司营销部副主任刘继东认为，通过为企业节能改造，既能真正为企业降本增效，也能使节能诊断方案在实践中得到充分验证，更好地解决企业节能难题。

加快节能诊断落地实施，更多政策举措在路上。工信部节能与综合利用司有关负责人透露，目前工信部正在积极探索搭建技术、服务、资金对接平台，努力满足工业企业节能改造的相关资金需求，以此平台为基础，还将形成咨询、诊断、改造、评估组成的节能服务闭环系统，从而推动更专业化的节能建议更好落地。

有企业建议将工业节能诊断转变为定期诊断

节能减排不仅能降本增效，更重要的是，随着全行业对节能环保需求的不断提升，持续节能改造将有效提升企业的市场竞争力。“受限于技术力量不足、管理体系不健全等因素，不少企业对节能改造心有余而力不足。”一位业内专家表示，节能诊断服务的推出，弥补了企业节能人才及技术的短板，从长远看，将有助于企业深挖节能潜力，进一步提升工业能效水平。

如何更好推进工业节能诊断服务，使其真正成为工业绿色发展的重要抓手？“当前，不同地区、行业间的企业能效水平差距依然较大，要通过地区阶梯化、行业差异化的资金支持原则，引导节能诊断资源向节能基础较为薄弱、节能服务市场化水平较低的地区和行业倾斜，拓展节能诊断服务的广度。”工信部节能与综合利用司有关负责人介绍，2020年以来，工信部已组织为万家工业企业提供公益性节能诊断服务，主管部门指导、诊断服务机构实施、工业企业积极参与的节能诊断服务机制正加快形成。

不少企业建议，随着节能技术的不断迭代升级，应将工业节能诊断转变为定期诊断，不断挖掘新的节能空间，助力企业实现绿色发展。

“下一步，将更加有针对性地衔接节能诊断服务机构、节能技术改造服务商以及重点用能设备供应商，在企业自愿前提下，推动企业实施节能技术改造，帮助企业将节能潜力转化为节能降本增效的实际效益。”工信部节能与综合利用司有关负责人说。

韩鑫 人民日报 2021-01-04

## 页岩甲烷等温吸附国家标准发布

近日，由中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所牵头制订的《页岩甲烷等温吸附测定方法第2部分：重量法》成为今年批准发布的中华人民共和国323项推荐性国家标准之一，推动实验室间数据的共享交流，填补了这一方法在国家标准方面的空白。

该标准是石勘院无锡所在页岩油气方面牵头制定并发布的首个国家标准。本标准公布后，国家能源局将择期在行业内组织标准宣贯，并于2021年7月1日起正式实施。

吸附气是页岩气的一种重要赋存形式，开展吸附-解吸机理研究对页岩气资源量计算、产出流动行为研究具有重要意义。随着国内页岩气研究向深层高温高压推进，如何精确表征页岩吸附行为面临较大挑战。本标准依托高精度磁悬浮天平的直接称量，可以实现高温高压下的甲烷气在页岩微纳米孔隙内吸附量的稳定测试，可以满足埋深5000米以内页岩吸附行为研究。

自2018年9月立项以来，在一年多的时间内，无锡所围绕前处理流程细化、测试条件优化、数学模型优选开展工作，并组织包括三大油公司研究院在内的6家单位12位技术人员进行重复性与再现性分析、实验室间系统比对，形成了业内广泛认可的技术流程并最终起草制订了该方法的国家标

准。2020年7月，能源行业标委会正式对本标准提请报批国家标准。本标准的出台使页岩高温高压吸附行为的表征方法具有更好的操作性，有利于统一国内外同行业间的数据可比性。

刘友祥 俞凌杰 中国能源网 2021-01-07

## 碳排放达峰行动有望近期启动 各地各部门加速部署能源消费结构转型

据中央广播电视总台中国之声《新闻纵横》报道，作为中央经济工作会议部署的重点工作之一，碳排放达峰行动有望近期启动。“碳达峰”作为我国全面加强应对气候变化工作，推动构建绿色低碳循环发展经济体系的重要举措，是指经济发展所需消耗能源排放的二氧化碳不再增长，总量达到峰值之后慢慢下降。

在“降碳”目标导向下，各地、各部门加速部署能源消费结构转型，促进碳减排的标准和政策体系将进一步完善。在未来十年减排目标关键期内，哪些关键领域将率先突破？碳达峰的路线图怎样谋划？

按照我国“二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，力争2060年前实现碳中和”的目标要求，到2030年，单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。国家发展改革委环资司二级巡视员文华表示，这些目标意味着，今年起我国必须加速推进产业发展和能源替代革命。

“现在风电、太阳能发电总装机容量是4.4亿，也就是说，2030年我们要实现现在的三倍左右。去年年底，火电装机容量大概11.9亿千瓦，到2030年，风电、光能发电总装机容量要超过火电。因此，要合理控制能源消费总量，重点控制化石能源消费，深入推进工业、建筑、交通、公共机构等重点领域节能。包括我们的氢能规模化储能，包括CCUS（减少二氧化碳排放以及碳捕获、利用和封存）等重要的脱碳技术，要加快推广应用，健全绿色低碳发展体制机制，同时涉及到电网的改革，包括价格改革，这是一个系统工程。”文华说。

国家气候变化专家委员会副主任、清华大学气候变化与可持续发展研究院学术委员会主任何建坤解释，碳达峰实际上也与2035年“生态环境根本好转、美丽中国建设目标基本实现”目标相吻合。在此过程中，大幅度降低GDP的二氧化碳排放强度，是实现二氧化碳排放达峰的主要政策抓手。他表示：“2030年前实现二氧化碳排放达峰，仍需要保持和进一步强化‘十三五’的节能降碳趋势，GDP二氧化碳强度下降幅度，‘十四五’期间不要低于19%到20%，‘十五五’要达到20%以上，单位GDP二氧化碳排放年下降率达到或超过GDP的年增长率，由于GDP增长带来的二氧化碳排放的增加，可由GDP的二氧化碳强度下降来抵消，从而实现二氧化碳排放零增长乃至负增长，实现二氧化碳排放达峰。”

据了解，2030年前碳排放达峰行动方案有望近期出台，目前各地、各部门正加紧制定碳达峰路线图。生态环境部明确，将持续推动绿色生产生活方式建立，在立法、标准等政策体系构建上加速推进，加快建设全国统一的碳交易市场。国家发展改革委要求，坚持和完善能源消费总量和强度双控制度，建立健全用能预算等管理制度，推动能源高效配置合理使用。央行明确，以促进实现碳达峰为目标完善绿色金融体系。工业和信息化部则继续关注钢铁行业等高耗能产业调整，将实施工业低碳行动和绿色制造工程。工信部节能司副司长尤勇说：“重点可能要放在钢铁、建材、化工等几个高耗能行业上，探索建立绿色工业低碳报告制度；协同推进汽车与能源、交通、信息通讯等产业的深度融合，完善绿色产品的标准体系，培育一批骨干企业，加大绿色产品的供应保障。”

交通同样是未来实现碳达峰需要重点突破的领域。公开数据显示，2013年—2019年，我国交通运输领域碳排放年均增速保持在5%以上，成为温室气体排放增长最快的领域之一。初步测算，交通运输领域碳排放占全国终端碳排放15%左右。交通运输部综合规划司环保处处长郑文英说：“交通运输行业处于能源消费的末端，尽早达峰的关键取决于电、氢等新能源装备的发展完成传统燃油装备

的替代任务。初步分析，相比于 2019 年，铁路、水路货运量要提升 15 亿吨以上，货运车辆能效提高 30%，新能源货车保有量从目前的 33 万辆、占比 1.6%提高到到 300 万辆、占比 10%。综合运用新能源运输装备替代，提升燃油效率以及运输结构调整措施，我们才能有可能达峰。”

按照中央经济工作会议要求，支持有条件的地方率先达峰。专家认为，目前我国低碳发展理念尚需深化，特别要针对地方低碳发展目标进行明确，优化碳排放峰值研判。中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南说，各地尤其要审慎发展高碳、高耗能产业。“还有些地方正在谋划一些煤电等高碳项目，这些企业要是上去，其排放将延续到 2050 年后，会给其他一些低碳行业的技术发展空间形成一定的压缩，所以地方必须摒弃当年的观念，全面鼓励技术创新。根据各个地方的情况，做一些碳预算工作，各尽其能。经济发展水平高，绿色发展基础比较好，生态文明建设积极性高的地区，要率先实现碳达峰。”

杜希萌 央广网 2021-01-03

## 我国已启动碳排放达峰行动方案编制

“十四五”大幕已经拉开。碳达峰、碳中和工作如何推进？生态环境部部长黄润秋在接受采访时表示，目前，我们已经启动 2030 年前碳排放达峰行动方案编制工作，并将进一步加快节奏，在“十四五”“十五五”期间持续推动全社会绿色低碳转型。

2011 年以来，我们在 7 个地方开展了碳排放权交易试点，共覆盖电力、钢铁、水泥等 20 余个行业近 3000 家重点排放单位，为全国碳市场建设积累了宝贵经验。

近期，我们将以发电行业为首批开展碳排放配额分配，启动全国碳市场第一个履约周期。

黄润秋表示，“十三五”时期，污染防治攻坚战交出了一份较好的答卷。下一步，将抓紧研究提出深入打好污染防治攻坚战的顶层设计，持续改善生态环境质量，不断增强人民群众生态环境获得感、幸福感、安全感。

高敬 河北日报 2021-01-03

## 日本掀开脱碳新政轻纱一角

日本政府近日公布实现 2050 年“碳中和”目标的工程表绿色增长战略。该战略对能源、运输、制造、居家及办公的 14 个重点领域提出了具体计划目标和年限，希望以低碳转型带动经济持续复苏。该战略的具体内容与日本政府此前透露的一系列“脱碳”政策可谓一脉相承。

期望带动经济复苏

2020 年前两个季度，日本经济按年率计算分别实际下滑 2.1%和 29.2%，二季度经济下滑幅度之深成为有可比统计以来最大降幅。第三季度日本经济虽然出现创纪录升幅，实际增长 22.9%，但预计接下来经济复苏的步伐会比较缓慢。因此日本政府期望借绿色增长战略能刺激民间技术革新和投资。

绿色增长战略预计使日本在 2050 年将再生能源发电占整体发电量比重提高至 50%~60%，占比将达现行 3 倍。据日本政府估算，至 2030 年该增长战略的经济拉动效果将达到年约 90 万亿日元，2050 年将达到年约 190 万亿日元。为实现这一目标，日本政府表示将向企业提供税收优惠和其他财务支持，并设立一个 2 万亿日元的绿色基金，以支持民营企业对绿色技术的投资。

日本首相菅义伟一直力推中长期增长战略，通过设立基金等一系列扶助手段引导和推动产业经济向零排放的绿色经济转型。在 2020 年 10 月菅义伟就承诺，到本世纪中叶，日本将实现温室气体零排放，强调在防止出现暴发性感感染新冠病毒的基础上重启社会经济活动，促进经济早日复苏。菅义伟认为，投资绿色经济是提振日本经济的第一要务。

低碳转型挑战重重

结构转型的推进势必艰难。

在汽车领域，日本的绿色增长战略提出，最迟至 21 世纪 30 年代中期，乘用车新车销售市场将禁售传统燃油汽车，新车全部变更为电动汽车、油电混合车、插电式油电混合车、燃料电池车等新能源汽车。争取到 2030 年将汽车电池成本削减一半以上，至每千瓦时 1 万日元甚至更低。

不过在日本这个每年仍生产数百万辆汽油车的国家，这一计划势必面临着来自汽车行业高管的阻力。此前，丰田汽车社长丰田章男表示，日本还没有条件在 2035 年停止销售燃油汽车，如果日本政府想要在 2035 年停止销售燃油车，那么就必须增加投资，增设基础设施，最重要的是保证电力。

在绿色增长战略里，日本政府也提出降低充电相关费用，使电动汽车用户的负担降至跟燃油车用户同样水平。不过日本政府此次暂时没有对此设定目标，表示将争取在 2021 年夏天前后提出目标。

再生能源部分将着重离岸风电。日本政府计划在 2030 年将离岸风电导入量提高至 1000 万千瓦，2040 年进一步提高至 3000 万~4500 万千瓦，以最高值 4500 万千瓦来看，相当于 45 座核电厂发电量。而为了要让 2030 到 2035 年的固定式离岸风电发电成本下降，日本政府也打算加速国产化进展，本土供应链的设备必须要占 60%。

尽管日本有大力发展可再生能源的决心，但也面临着可再生能源发展的困境，森林和多山的地形极大限制了日本太阳能和风电的发展空间，使得日本成为全球清洁发电成本最高的国家。因此，日本向清洁能源过渡是一项艰巨的挑战，不仅要在全国能源基础设施进行全面改革和升级，还需要在可再生能源政策方面予以更为明确的激励和支持。

#### 非化石能源时代渐近

“碳中和”意味着一个以化石能源为主的发展时代开始走向结束，一个向非化石能源过渡的时代来临，将对全球产业链的重组、重构产生深刻影响。2020 年 7 月，在欧盟宣布碳中和计划之前，已有 30 多个国家宣布碳中和目标。全球重要的经济体，也就是占全球 GDP 的 75%、占全球碳排放量 65% 的国家开始碳中和。

中国明确了 2030 年“碳达峰”、2060 年“碳中和”两大目标。拜登曾表示 2035 年在美国实现无碳电力，并在 2050 年之前使美国达到净零碳排放；欧盟还计划到 2050 年实现净零排放。在 2020 年 12 月，欧盟宣布到 2030 年将温室气体排放量至少减少到 1990 年的 55%。

亚洲发展中经济体新的煤电投资也正在迅速减少。从越南、印度尼西亚、菲律宾和孟加拉国的能源部门和政界人士所宣传的政策变化来看，2021 年仅有 25 吉瓦的新煤电项目仍处于开工前的规划阶段。这与 5 年前计划的 125 吉瓦相比减少了 80%。印度也大幅削减煤电项目，从 2015 年规划的 238 吉瓦降至 30 吉瓦。

如今全球在碳中和的大背景下，正在进行新的国际合作、国际分工、形成国际标准。

刘旭 国际商报 2021-01-04

## 欧盟拟要求工业及汽车电池企业提供碳足迹声明

欧盟委员会近日发布有关修订《电池指令》的法律草案，计划建立新的电池监管框架，确保欧盟市场上的电池在全产品周期内符合持续、高性能和安全标准。草案目前正在征求公众意见，2 月 24 日后将进入立法辩论程序。

这份法律草案是在欧盟 2006 年发布的《电池指令》基础上提出的，旨在加速绿色经济转型，提升欧洲电池产业竞争力。欧盟环境、海洋事务和渔业专员辛凯维奇斯表示，欧盟将确保关键原材料供应安全，在生产过程中使用清洁能源，限制使用有害物质，提高能源利用率和材料耐用度。欧洲环境公民标准化组织表示，电池制造是一种能源密集型产业，延长电池使用寿命、提高回收利用率、引入环保标准，可以减少能源浪费和环境污染，推动欧洲可再生能源发展和向清洁交通过渡，是欧盟实现气候中和目标的关键因素。

目前，欧盟的电池产业在全球电池制造市场的份额不到 5%。为了摆脱对进口电池的依赖，欧盟在 2017 年成立了由本土企业组成的欧洲电池联盟，计划由德、法两国牵头，在欧洲建立 10 到 20 个

大型动力电池工厂。欧盟希望到 2025 年，其电池产能将满足当地汽车行业需求，并成为全球第二大电池市场。

根据草案，从 2024 年 7 月起，工业及电动汽车电池制造商和供应商必须提供碳足迹声明。从 2026 年 1 月开始，必须按照碳强度性能类别为产品贴上相应标签，便于消费者了解电池生产过程中的碳排放量、电池容量、使用年限和回收方式、是否含有有害物质和安全风险等信息。草案计划到 2025 年将便携式电池的回收率从目前的 45% 提高到 65%，到 2030 年提高到 70%，其他类型的电池必须实现全部回收。提案对电池包含的可回收成分的含量也给出了强制性量化标准。

新的监管框架不仅将影响所有欧盟成员国的自产电池，还适用于进口电池。电池的碳足迹、可回收成分含量、原材料采购是否可靠等情况必须经过第三方强制验证。欧盟还将建立一个在线电池数据系统，让消费者能够了解和追踪市场上所有电池的全生命周期。

欧盟多国已立法要求生产商或零售商对其生产或销售的电池承担回收义务。荷兰规定，电池生产商和进口商对回收和处理其经营的产品负有全部责任，并且必须告知消费者回收地点。在德国，消费者有义务将废旧电池送交商店或废品回收站，后者必须无条件接收并转送至处理厂进行无害化处理，一些市政部门还会定期派出车辆上门回收废旧电池。瑞典不仅要求电池零售商回收废旧电池，还对电池销售征收特别销售税，税金用于支付回收、运输、处理电池的费用。

欧洲充电电池和锂电池协会对欧盟此举表示欢迎，认为其有助于推动欧洲电池行业朝着更可持续、更具创新活力和国际竞争力的方向发展。但该组织也担心，提案中的一些新规则相当复杂，增加了实施难度。

人民日报 2021-01-07

## 温室气体控排责任压实到企业 全国碳市场第一个履约周期正式启动

生态环境部 1 月 5 日公布了《碳排放权交易管理办法（试行）》，并印发配套的配额分配方案和重点排放单位名单，这意味着全国碳市场发电行业第一个履约周期正式启动。第一个履约周期从 2021 年 1 月 1 日到 12 月 31 日，2225 家发电企业将按照分到碳排放配额进行排放。

中央经济工作会议将做好碳达峰、碳中和工作作为 2021 年八项重点任务之一，提出“加快建设全国用能权、碳排放权交易市场”。生态环境部应对气候变化司司长李高表示，这对全国碳市场建设提出了新的更高要求。

碳排放权交易作为控制温室气体排放的一种市场化手段，相对于行政手段，具有减排成本较低、能够为企业减排提供灵活选择等优势。国际实践表明，碳市场是控制温室气体排放的有效手段之一。2011 年以来，我国在北京、天津、上海、深圳等 7 省市开展了碳排放权交易试点工作。截至 2020 年 11 月，试点碳市场共覆盖电力、钢铁、水泥等 20 多个行业近 3000 家重点排放单位，累计配额成交量约为 4.3 亿吨二氧化碳当量，累计成交额近 100 亿元人民币。

“作为全球最大的碳市场，中国的全国碳市场在进一步促进减排、降低相关成本的同时，将在全社会范围内形成碳价信号，为整个社会的低碳转型奠定坚实基础。”美国环保协会北京代表处首席代表张建宇说，全国碳市场还将成为助力中国实现“2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和”承诺的有力抓手。

《碳排放权交易管理办法（试行）》规定了温室气体重点排放单位、分配与登记、排放交易、排放核查与配额清缴、监督管理、罚则和附则等。

“该办法、配额分配方案和重点排放单位名单的发布，实际上是我国首次从国家层面将温室气体控排责任压实到企业。”李高说，“十三五”期间，碳减排责任是分解到地方政府的。启动全国碳市场，确认了企业是碳减排的主体，对我国绿色低碳发展具有重要意义。

李高也表示，配额方案不是一成不变的，将根据社会经济行业技术的发展及碳达峰、碳中和工作的推进，持续收紧配额。

这意味着技术先进、碳排放量少的企业在碳市场中将占据优势地位。碳排放量超出规定配额的重点排放单位，可通过发展可再生能源、植树造林增加碳汇等方式抵销超量排放的部分，但抵销比例不得超过碳排放配额的5%。李高说，碳市场将在推动行业减排、绿色低碳技术的创新和发展、引导全社会气候投融资等方面发挥更大的作用。同时，也将促进可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等温室气体减排项目的发展。

“一个行业成熟了纳入一个行业，在‘十四五’期间，会有新的行业进入全国碳市场。”李高说，以发电行业为突破口率先在全国开展交易，在发电行业碳市场稳定运行的基础上，逐步扩大市场覆盖行业范围，将丰富交易品种和交易方式，实现全国碳市场的平稳有效运行和健康持续发展，有效发挥市场机制在实现我国二氧化碳排放达峰目标、碳中和愿景中的重要作用。

李禾 科技日报 2021-01-07

## 绿色低碳改造，哪些行业将成为重点？

绿色低碳是工业高质量发展的关键词。中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”列为2021年重点工作之一。作为碳排放重要领域，工业绿色低碳改造引发关注。

绿色低碳改造，哪些行业将成为重点？

向绿色转型，重点行业设路线图

凛冬时节，中建三局北京公司4-1-01研发楼等43项项目工地施工在火热进行，沉淀池对用水进行回收，扬尘监测系统对粉尘等数据智能采集。

项目经理高春说，项目采用“智能废料池+智能盘点”系统，精准掌握消耗成本，并计划在施工现场与工人生活区安装智能路灯，实现绿色施工的目标。

人们传统印象中“暴土扬尘”的建筑业，正在进行改变。纺织、化工、钢铁等诸多行业，同样在向绿色低碳转型。

工信部数据显示，5年来，我国共建设2121家绿色工厂、171家绿色工业园区、189家绿色供应链企业，推广近2万种绿色产品，绿色制造体系初步形成。

工信部部长肖亚庆表示，要制定重点行业碳达峰行动方案和路线图，鼓励工业企业、园区建设绿色微电网，优先利用可再生能源，在各行业各地区建设绿色工厂和绿色工业园区。

严控粗钢产量 传统行业加快升级

工业领域绿色低碳，重在传统行业，关键是生产方式的变革。

“坚决压缩粗钢产量，确保粗钢产量同比下降。”肖亚庆说，钢铁行业作为能源消耗密集型行业，是制造业31个门类中碳排放量最大行业。2021年，要进一步加大工作力度，发布新版钢铁产能置换实施办法，完善产能信息预警发布机制。

严控重化工行业新增产能规模、加大落后产能淘汰力度、推进资源循环利用……工信部推出一系列举措。

一边是淘汰落后产能，一边是加快智能升级。国网浙江嘉兴供电公司通过能源数据增值服务、碳交易等手段，为高耗能企业提供节能降耗服务；一些钢铁企业引入智能化能源转换体系，实现资源循环利用……“智慧”节能在很多领域推开。

工信部日前发布一系列5G典型应用，并提出将加快大数据、工业互联网等技术在低碳节能领域融合应用，推动传统产业智能化、绿色化升级。

加速新能源汽车市场推广

发展新能源汽车是推进节能减排的重点。近年来，我国新能源汽车产业体系日趋完善，产业链上下游实现贯通。

天眼查专业版数据显示，2020年我国共新增新能源汽车相关企业超过6.8万家，较2019年同比增长85%。



记者从工信部获悉，2021年，工信部将围绕碳达峰、碳中和目标制定汽车产业实施路线图，强化整车集成技术创新，加强车用芯片、操作系统等关键技术攻关，推动电动化与网联化、智能化并行发展。

在新能源汽车市场推广方面，将进一步健全充电、停车等使用环节优惠政策，提高公共领域车辆电动化水平，开展新一轮新能源汽车下乡。

肖亚庆表示，工信部还将通过制定配套法律法规、完善回收利用体系、发布一批相关标准等，为动力电池规范回收利用提供政策、技术和标准保障。

张欣欣 新华社 2021-01-08

## 碳排放权交易按下能源转型“加速键”

《办法》明确指出温室气体重点排放单位以及符合国家有关交易规则的机构和个人是全国碳排放权交易市场的交易主体，并将确保碳排放数据真实性和准确性的责任压实到企业，力图通过市场倒逼机制，鼓励增加碳减排的投资，促进低碳技术的创新，形成经济增长的新动能。

全国碳排放权交易体系的启动只是第一步，未来仍要在《办法》的基础上加快制定细则，做好试点与全国碳市场的衔接工作。

1月5日，生态环境部官网正式发布《碳排放权交易管理办法（试行）》（以下简称《办法》），标志着中国全国碳排放权交易体系正式投入运行。

气候变化是人类面临的全球性问题。受资源禀赋的约束，中国的能源结构仍然以化石能源为主，能源改革任重道远。统计数据显示，2019年，中国煤炭消费占比57.5%，石油消费占比18.9%，天然气消费占比8.1%，化石能源消费总量占比接近85%。

我国高度重视气候变化问题，参与全球气候治理体系建设，积极发出中国声音、贡献中国方案和智慧。2020年9月，我国在第七十五届联合国大会上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。十九届五中全会设定了2035年能源远景目标，提出要广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降。2020年中央经济工作会议明确将“做好碳达峰、碳中和工作”确定为2021年八大重点任务之一，展现出大国责任和担当。

国际实践表明，建立碳排放权交易市场是控制二氧化碳等温室气体排放的有效手段。2011年以来，我国已经在北京、天津、上海等7个省市开展了碳排放权交易试点，累计配额成交量约为4.3亿吨二氧化碳当量，累计成交额近100亿元人民币。本次《办法》在国际和国内试点经验的基础上，对全国碳排放权交易及相关活动的规范管理做出明确规定，迈出了碳市场法规建设的重要一步，体现出我国降低碳排放强度的决心。全国碳市场的形成将进一步促进减排和降低相关成本，对于调整优化我国能源结构和产业结构，推动经济高质量发展具有重要意义。

《办法》共有八章四十三条，规定涵盖碳排放配额分配和清缴，碳排放权登记、交易、结算，温室气体排放报告与核查，碳排放交易权监督管理全过程，搭建了碳市场管理的基本框架。值得注意的是，《办法》明确指出温室气体重点排放单位以及符合国家有关交易规则的机构和个人是全国碳排放权交易市场的交易主体，并将确保碳排放数据真实性和准确性的责任压实到企业，力图通过市场倒逼机制，鼓励增加碳减排的投资，促进低碳技术的创新，形成经济增长的新动能。

此外，《办法》也提出排放配额分配初期以免费分配为主，适时引入有偿分配，并逐步提高有偿分配的比例，体现了循序渐进的改革策略，提高了市场主体的接受程度，为政策的优化也预留了一定的空间。

当然，全国碳排放权交易体系的启动只是第一步，未来仍要在《办法》的基础上加快制定细则，做好试点与全国碳市场的衔接工作，进一步推进全国碳排放权注册登记系统和交易系统建设，逐步扩大市场覆盖行业范围，不断丰富交易品种和交易方式。

姜珊 中华工商时报 2021-01-08

## 实现碳中和目标 中国如何演绎好新增长故事？

中国已经宣布，力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。在此背景下，“十四五”规划开局之年中国如何演绎好新的经济增长故事？能源基金会近日举办线上论坛，多名专家对中国的绿色发展给出了自己的见解。

清华大学气候变化与可持续发展研究院学术委员会主任何建坤直言，“碳达峰”时间越早，峰值排放量越低，对实现碳中和的长期目标就越有利。“十四五”要为实现碳排放在 2030 年前达峰奠定好基础。

他进一步称，除了控制二氧化碳排放，也要控制其他非二氧化碳温室气体的排放，争取实现全部温室气体同步达峰。此外，还要提高非化石能源占比，严格控制煤电产能的扩张和煤炭消费量的反弹，加强碳市场建设，用市场的手段来促进节能和减排。

能源基金会首席执行官、中国区总裁邹骥认为，尽早达峰、尽早进入排放的下行通道，下一代人实现碳中和目标会更容易，经济将避免巨大的浪费，同时会创造出更多商机和增长动力。为实现碳中和，工业、建筑、交通、电力等国民经济主要部门，应对树立起本部门“碳达峰”与碳中和的长远愿景、目标和路径。

低碳和发展对立的观点已是“过去式”。英国气候经济学专家尼古拉斯·斯特恩勋爵指出，旧的发展方式在中国正在走向终结，新的增长故事以创新作为驱动力，这将使中国发展更具竞争力、更清洁、更健康。

为了推动低碳转型和“碳达峰”，尼古拉斯·斯特恩勋爵表示，“十四五”期间，中国要促进电力行业改革，通过财政、货币政策和可持续金融调动对清洁能源行业的投资，明确新基建计划对绿色技术和绿色基础设施的支持程度等。

碳中和是对整体经济的挑战，必须在所有部门实现大幅度减排。马里兰大学全球可持续发展中心研究主任莱昂·克拉克表示，逐步淘汰燃煤发电等行动，可有效促进其他发展目标的实现，例如改善空气质量，促进更多劳动力在可再生能源行业的高质量就业等。

新的增长故事还与全球发展密切相关。作为全球最大的能源生产国和能源消费国，与会专家一致认为，中国的碳中和目标将会给自身乃至世界经济带来新机遇。

尼古拉斯·斯特恩表示，中国在推动全球后疫情发展的需求与复苏。在应对气候变化上，中国也将在国际社会上发挥引领作用，特别是中国与“一带一路”沿线国家的合作至关重要。

国务院发展研究中心资源与环境政策研究所所长高世楫指出，中国从发展中国家起步，推动达成了巴黎协定以及实施细则等一揽子成果，与其他国家一同积极实施“一带一路”应对气候变化的南南合作计划。中国有很多绿色低碳发展的经验可与其他发展中国家共享。

塔夫茨大学国际环境与资源政策研究中心主任凯莉·加拉格尔相信，“无论从发展金融机构、参与联合国气候变化框架公约、或建立未来机制，中国都将发挥重要作用。”

刘亮 中国新闻网 2021-01-11

## 垃圾焚烧发电步入深度整合期

垃圾焚烧发电是社会刚需，也是建设“无废城市”、解决垃圾围城的重要手段。但是，该行业一直备受争议，一方面，大城市焚烧需求迫切；另一方面，公众对焚烧厂避之不及。不过，经过生态环境部多年的专项整治，这种紧张的关系开始逐步缓和。

中国社会科学院环境与发展研究中心近日发布的《垃圾焚烧发电行业专项整治效果评估报告》（以下简称《报告》）显示，通过专项整治，企业对焚烧炉炉膛温度的控制能力提升，烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氯化氢五项污染物排放超标次数显著下降。2020 年前 9 个月，全部焚烧炉炉温五分钟均值达标率、五项污染物排放小时均值和日均值达标率均达到 99.99%以上。

目前，垃圾焚烧发电行业开始从注重规模到注重质量转变，企业开始不断开拓业务领域、提高发电效率。而随着环保监管的日趋严格以及国家补贴的退坡，“如何走出舒适区”也成为整个行业正在思考的问题。

对此，E20 研究院执行院长薛涛在“2020 第十四届固废战略论坛”上给出的答案是，一要开源、二要节流。开源方面，企业需拓展服务范围，开拓新市场或升级新模式；节流方面，企业需研究各种技术提高发电效率。

对于节流，瀚蓝环境股份有限公司总裁金铎还建议，要推进新技术的创新和应用，不断提升垃圾发电效率和垃圾焚烧炉的运营稳定性，缩短焚烧炉的停炉时间，降低故障发生率，以此降低运营管理成本。

“未来一段时间，垃圾焚烧发电行业的高速增长可能要‘踩刹车’。”绿色动力环保集团股份有限公司总裁乔德卫说，“垃圾分类对现有焚烧技术工艺和装备提出了新挑战，综合我国对垃圾焚烧补贴政策的调整以及各地垃圾焚烧项目的规划，垃圾焚烧发电行业可能会进入一个缓慢增长的阶段。”值得关注的是，国补退坡落地也将进一步加速行业洗牌。中国环境保护集团有限公司执行董事周康认为，垃圾焚烧发电行业将进入深度整合期，行业集中度呈上升趋势。随着环保标准的提高，部分小型企业难以达到环保要求而被相继淘汰，而规模大的企业受益于技术和规模而效率提升，其市场占有率将进一步提升。

为加强环保监管，《报告》认为，专项整治推出的自动监测数据用作执法证据和环境信息公开等创新举措具有较强的推广价值。《报告》指出，“十四五”期间，我国还应进一步做好环境信息公开工作，在自动监测数据公开网站增加二噁英类、重金属以及飞灰等危废等信息公开项目。此外，应聚焦行业监管薄弱环节，将环境监管重点转向中西部和中小城市、转向飞灰和炉渣等污染物。

李惠钰 中国科学报 2021-01-12

## 行业洗牌加速 垃圾焚烧发电从规模到质量转变

垃圾焚烧发电是社会刚需，也是建设“无废城市”、解决垃圾围城的重要手段。但是，该行业一直备受争议。一方面，大城市焚烧需求迫切；另一方面，公众对焚烧厂避之不及。不过，经过生态环境部多年的专项整治，这种紧张的关系开始逐步缓和。

行业报告显示，通过专项整治，企业对焚烧炉炉膛温度的控制能力提升，烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氯化氢五项污染物排放超标次数显著下降。2020 年前 9 个月，全部焚烧炉炉温五分钟均值达标率、五项污染物排放小时均值和日均值达标率均达到 99.99%以上。

目前，垃圾焚烧发电行业开始从注重规模到注重质量转变，企业开始不断开拓业务领域、提高发电效率。而随着环保监管的日趋严格以及国家补贴的退坡，“如何走出舒适区”也成为整个行业正在思考的问题。

对此，E20 研究院执行院长薛涛给出的答案是，一要开源，二要节流。开源方面，企业需拓展服务范围，开拓新市场或升级新模式；节流方面，企业需研究各种技术提高发电效率。

对于节流，瀚蓝环境股份有限公司总裁金铎还建议，要推进新技术的创新和应用，不断提升垃圾发电效率和垃圾焚烧炉的运营稳定性，缩短焚烧炉的停炉时间，降低故障发生率，以此降低运营管理成本。

“未来一段时间，垃圾焚烧发电行业的高速增长可能要‘踩刹车’。”绿色动力环保集团股份有限公司总裁乔德卫说，“垃圾分类对现有焚烧技术工艺和装备提出了新挑战，综合我国对垃圾焚烧补贴政策的调整以及各地垃圾焚烧项目的规划，垃圾焚烧发电行业可能会进入一个缓慢增长的阶段。”值得关注的是，国补退坡落地也将进一步加速行业洗牌。中国环境保护集团有限公司执行董事周康认为，垃圾焚烧发电行业将进入深度整合期，行业集中度呈上升趋势。随着环保标准的提高，部分小型企业难以达到环保要求而被相继淘汰，而规模大的企业受益于技术和规模而效率提升，其市场

占有率将进一步提升。

为加强环保监管，行业专家认为，专项整治推出的自动监测数据用作执法证据和环境信息公开等创新举措具有较强的推广价值。“十四五”期间，我国还应进一步做好环境信息公开工作，在自动监测数据公开网站增加二噁英类、重金属以及飞灰等危废等信息公开项目。此外，应聚焦行业监管薄弱环节，将环境监管重点转向中西部和中小城市、转向飞灰和炉渣等污染物。

中国科学报 2021-01-12

## 生态环境部：抓紧制定 2030 年前二氧化碳排放达峰行动方案

据生态环境部网站消息，生态环境部日前印发《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》(以下简称《指导意见》)，《指导意见》指出，抓紧制定 2030 年前二氧化碳排放达峰行动方案，综合运用相关政策工具和手段措施，持续推动实施。各地要结合实际提出积极明确的达峰目标，制定达峰实施方案和配套措施。鼓励能源、工业、交通、建筑等重点领域制定达峰专项方案。推动钢铁、建材、有色、化工、石化、电力、煤炭等重点行业提出明确的达峰目标并制定达峰行动方案。

《指导意见》提出了主要目标，“十四五”期间，应对气候变化与生态环境保护相关工作统筹协调的格局总体形成，协同优化高效的工作体系基本建立，在统一政策规划标准制定、统一监测评估、统一监督执法、统一督察问责等方面取得关键进展，气候治理能力明显提升。

到 2030 年前，应对气候变化与生态环境保护相关工作整体合力充分发挥，生态环境治理体系和治理能力稳步提升，为实现二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景提供支撑，助力美丽中国建设。

《指导意见》指出，抓紧制定 2030 年前二氧化碳排放达峰行动方案，综合运用相关政策工具和手段措施，持续推动实施。各地要结合实际提出积极明确的达峰目标，制定达峰实施方案和配套措施。鼓励能源、工业、交通、建筑等重点领域制定达峰专项方案。推动钢铁、建材、有色、化工、石化、电力、煤炭等重点行业提出明确的达峰目标并制定达峰行动方案。

同时，加快全国碳排放权交易市场制度建设、系统建设和基础能力建设，以发电行业为突破口率先在全国上线交易，逐步扩大市场覆盖范围，推动区域碳排放权交易试点向全国碳市场过渡，充分利用市场机制控制和减少温室气体排放。

《指导意见》要求，推动实现减污降碳协同效应。优先选择化石能源替代、原料工艺优化、产业结构升级等源头治理措施，严格控制高耗能、高排放项目建设。加大交通运输结构优化调整力度，推动“公转铁”“公转水”和多式联运，推广节能和新能源车辆。加强畜禽养殖废弃物污染治理和综合利用，强化污水、垃圾等集中处置设施环境管理，协同控制甲烷、氧化亚氮等温室气体。鼓励各地积极探索协同控制温室气体和污染物排放的创新举措和有效机制。

《指导意见》提出，积极推动部分地区和行业先行先试。支持有条件的地方和行业率先达到碳排放峰值，推动已经达峰的地方进一步降低碳排放，支持基础较好的地方探索开展近零碳排放与碳中和试点示范。选择典型城市和区域，开展空气质量达标与碳排放达峰“双达”试点示范。在钢铁、建材、有色等行业，开展大气污染物和温室气体协同控制试点示范。

同时，生态环境部综合司有关负责人就《指导意见》出台的背景目的、总体思路、重点举措等，回答了记者提问。

问：请问出台《指导意见》的背景和目的是什么？

答：气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战。积极应对气候变化是我国实现可持续发展的内在要求，是加强生态文明建设、实现美丽中国目标的重要抓手，是我国履行负责任大国责任、推动构建人类命运共同体的重大历史担当。习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布我国力争于 2030 年前二氧化碳排放达到峰值的目标与努力争取于 2060 年前实现碳中和的愿景，并在气候雄心峰会上进一步宣布国家自主贡献最新举措。

一直以来，我国坚定不移实施积极应对气候变化国家战略，参与和引领全球气候治理，应对气候变化工作取得明显成效，有力促进了生态文明建设和生态环境保护。同时也要看到，生态环保任重道远，实现二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景任务十分艰巨，应对气候变化与生态环境保护相关工作的统筹融合有待加强。

2018年党和国家机构改革，将应对气候变化职能调整至新组建的生态环境部，在体制机制上实现了应对气候变化与环境治理、生态保护修复等相关工作的协同管理。统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作，有利于加快推进生态环境系统相关职能协同和制度机制融合，有利于用好用足生态环境保护现有政策工具、手段措施、基础能力等方面优势，有利于形成应对气候变化与生态环境保护相关工作整体合力。

为坚决贯彻落实习近平总书记重大宣示，坚定不移实施积极应对气候变化国家战略，更好履行应对气候变化牵头部门职责，加快补齐认知水平、政策工具、手段措施、基础能力等方面短板，促进应对气候变化与环境治理、生态保护修复等协同增效，生态环境部组织制定了《指导意见》，明确了统筹和加强应对气候变化与生态环境保护的主要领域和重点任务，推进生态环境治理体系和治理能力稳步提升，为实现二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景提供支撑，助力美丽中国建设。

问：《指导意见》在统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的主要思路是什么？

答：《指导意见》遵循系统谋划、整体推进、重点突破的思路，从战略规划、政策法规、制度体系、试点示范、国际合作等5个方面提出了重点任务安排，着力推进统一政策规划标准制定、统一监测评估、统一监督执法、统一督察问责。

一是坚持目标导向。围绕落实二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景，统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作，加强顶层设计，着力解决与新形势新任务新要求不相适应的问题，协同推动经济高质量发展和生态环境高水平保护。

二是强化统筹协调。应对气候变化与生态环境保护相关工作统一谋划、统一布置、统一实施、统一检查，建立健全统筹融合的战略、规划、政策和行动体系。

三是突出协同增效。把降碳作为源头治理的“牛鼻子”，协同控制温室气体与污染物排放，协同推进适应气候变化与生态保护修复等工作。

问：请问《指导意见》在推动战略规划统筹融合方面确定了哪些重点任务？

答：《指导意见》从加强宏观战略统筹、加强规划有机衔接、全力推进达峰行动等3个方面，明确了推动战略规划统筹融合的工作任务。

一是加强宏观战略统筹，将应对气候变化作为美丽中国建设重要组成部分，作为环保参与宏观经济治理的重要抓手，系统谋划中长期生态环境保护重大战略。

二是加强规划有机衔接，编制应对气候变化专项规划，将应对气候变化目标任务全面融入生态环境保护规划，污染防治、生态保护等专项规划要体现气候友好理念。

三是全力推进达峰行动，抓紧制定2030年前二氧化碳排放达峰行动方案，支持和推动地方、重点行业和领域制定实施达峰方案，加快推进全国碳排放权交易市场建设。

问：请问《指导意见》在推动政策法规统筹融合方面确定了哪些重点任务？

答：《指导意见》从法律法规、标准体系、环境经济政策、减污降碳协同、适应气候变化与生态保护修复协同等5个方面，明确了推动法规政策统筹融合的工作任务。

一是协调推动有关法律法規制修订，加快推动应对气候变化相关立法，在相关法律制修订过程中推动增加应对气候变化相关内容，鼓励地方制定相关地方性法规。

二是推动标准体系统筹融合，加强应对气候变化标准制修订，构建应对气候变化标准框架体系，完善和拓展生态环境标准体系。

三是推动环境经济政策统筹融合，加快形成积极应对气候变化的环境经济政策框架体系，推动气候投融资与绿色金融政策协调配合。

四是推动实现减污降碳协同效应，推进工业、交通、农业等领域协同治理，鼓励各地积极探索

协同控制的创新举措和有效机制。

五是协同推动适应气候变化与生态保护修复，重视运用基于自然的解决方案减缓和适应气候变化，协同推进生物多样性保护、山水林田湖草系统治理等相关工作。

问：请问《指导意见》在推动制度体系统筹融合方面确定了哪些重点任务？

答：《指导意见》主要从统计调查、评价管理、监测体系、监管执法、督察问责等5个方面，明确了推动制度体系统筹融合的工作任务。

一是推动统计调查统筹融合，在环境统计中协同开展温室气体排放相关调查，健全国家及地方温室气体清单编制工作机制，推动建立常态化的应对气候变化基础数据获取渠道和部门会商机制。

二是推动评价管理统筹融合，将应对气候变化要求纳入“三线一单”生态环境分区管控体系，推动将气候变化影响纳入环境影响评价，组织开展重点行业温室气体排放与排污许可管理相关试点研究。

三是推动监测体系统筹融合，加强温室气体监测，逐步纳入生态环境监测体系统筹实施，在重点排放点源、区域和全国等层面，探索开展温室气体排放监测研究与试点。

四是推动监管执法统筹融合，加强全国碳排放权交易市场重点排放单位数据报送、核查和配额清缴履约等监督管理工作，加强自然保护区、生态保护红线等重点区域生态保护监管。

五是推动督察考核统筹融合，推动将应对气候变化相关工作存在的突出问题、碳达峰目标落实情况纳入生态环境保护督察范畴，强化控制温室气体排放目标责任制与考核工作。

问：生态环境部将采取哪些措施保障《指导意见》的顺利实施？

答：为强化实施保障，《指导意见》提出3个方面工作要求。一是加强组织领导，建立协调机制，定期调度落实进展，加强跟踪评估和督促检查。二是加强能力建设，着力提升积极应对气候变化的意识，加强人员队伍和技术支撑能力建设，强化资金保障，充分发挥专业智库的决策支持作用。三是加强宣传引导，统筹开展应对气候变化与生态环境保护宣传教育和科普活动，弘扬绿色低碳、勤俭节约之风。

中国新闻网 2021-01-14

## 让能源结构更加绿色低碳

碳达峰、碳中和不可能轻而易举实现，而是要付出持续艰苦努力，特别是要跑好能源结构优化这场“马拉松”

“要加快调整优化产业结构、能源结构，推动煤炭消费尽早达峰，大力发展新能源”。中央经济工作会议对碳达峰、碳中和工作作出明确部署。

近年来，为了应对气候变化挑战、减少碳排放，我国在能源绿色低碳发展方面做了许多努力：截至2019年底，我国可再生能源发电总装机7.9亿千瓦，约占全球可再生能源发电总装机的30%；碳强度较2005年降低约48.1%，非化石能源占一次能源消费比重达15.3%，提前完成我国向国际社会承诺的2020年目标，扭转了二氧化碳排放的增长势头。“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。”习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上作出庄严承诺。

走绿色低碳发展道路，我们决心坚定、目标远大，任务却也十分艰巨。目前，煤炭仍是保障我国能源供应的基础能源，占能源消费总量的比重超一半，要在较短时间内大幅降低其占比，需要克服不少困难。我国承诺从碳达峰到碳中和仅有30年，比不少发达国家少了几十年。总体看，碳达峰、碳中和不可能轻而易举实现，而是要付出持续艰苦努力，特别是要跑好能源结构优化这场“马拉松”。其中的关键，就是做好“一减”“一增”。

“一减”，即减少煤炭等化石能源消费。数据显示，煤炭燃烧产生的二氧化碳占我国二氧化碳排放总量的70%以上。这些年，我国在推进煤炭清洁高效利用的同时，大力推动北方地区冬季清洁取暖，

使农村居民不用家家烧煤，有效降低了碳排放。下一步，还要持续做好煤炭消费减量替代，开展好散煤综合治理，特别要盯紧工业领域中的小锅炉、小窑炉，以及民用生活散煤等。

“一增”，即以更大力度发展非化石能源，特别是可再生能源。近年来，随着风电、光伏发电等可再生能源技术不断进步、成本持续下降，其开发利用规模快速扩大。而要实现碳达峰、碳中和，今后每年风电、光伏发电的新增装机容量要比之前有更大幅度的增长。为此，要解决好技术、政策等方面问题，为其进一步发展铺好路。比如，要提升新能源发电的储能和调峰能力，实现高效消纳利用。又如，要完善环保、土地、金融等方面政策，使可再生能源开发范围得到更好拓展。

实现碳达峰、碳中和目标，时间紧、任务重，不能慢慢来，但也要防止“一刀切”。应当看到，压减化石能源消费是大势所趋，但要建立在能源供应安全稳定的基础之上，应当科学谋划、稳妥施策，有力有序地逐步压减。此外，我国幅员辽阔，不同地区的发展阶段、资源禀赋不同，用能结构也不尽相同，应当支持各地针对自身实际情况和特点，探索不同发展模式。各地区各部门共同努力、久久为功，相信一定能跑好这场“马拉松”，让能源结构更加绿色低碳。

丁怡婷 人民日报 2021-01-13

## 降碳减排在行动 我国森林植被总碳储量已达 92 亿吨

应对气候变化，我国提出“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”“到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上”等目标承诺；中央经济工作会议也将“做好碳达峰、碳中和工作”作为 2021 年要抓好的重点任务。

即日起，本版推出“美丽中国·降碳减排在行动”系列报道，围绕森林碳汇、海洋固碳及工业节能减排、清洁能源发展等方面工作，展现我国为实现新的减排目标所做出的努力。

近日，国家林草局生态司气候处三级调研员张国斌既忙碌又兴奋：“应对气候变化，我国提出了到 2030 年的新目标，其中，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米。森林碳汇将在实现碳中和目标过程中扮演越来越重要的角色。”

张国斌说，林业和草原应对气候变化的地位和作用，被提升到新的高度，作为林业和草原工作者，他既感到责任重大，也感到使命光荣，“目前，围绕新目标，我们正从扩大森林面积、提升森林质量、科学保护和利用等方面研究制定方案、落实具体目标”。

森林固碳是减缓气候变化的主要途径之一，近年来我国开展了大规模国土绿化行动

当前，减缓气候变化有两大主要途径：一是工业和能源领域提高能效、降低能耗，减少二氧化碳排放，即减排；二是保护修复森林、草原、湿地等，增加对二氧化碳的吸收，即固碳。

“就像银行存储现金一样，森林可以通过植物光合作用存储二氧化碳。”中国林业科学研究院森林生态与环境保护研究所副研究员朱建华介绍，植物光合作用吸收二氧化碳后，并不能完全存储下来，有一部分会随着植物和土壤的呼吸释放出来；植物死亡以及火灾、病虫害、采伐等，也会导致森林释放一部分碳，剩余存储的二氧化碳就被称为碳汇。

森林作为陆地生态系统的主体，是系统中最大的碳库。森林碳汇也是应对气候变化经济有效的方式之一。朱建华介绍，森林固碳利用自然过程，不需要很高成本，同时具有保护生物多样性、涵养水源、防风固沙等生态效益。

我国高度重视森林碳汇在应对气候变化中的作用。早在 2009 年，我国就提出，到 2020 年森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿立方米；又于 2015 年提出，到 2030 年森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿立方米左右。

近年来，我国开展大规模国土绿化行动，全面保护天然林，扩大退耕还林还草规模。截至目前，全国森林覆盖率达 23.04%，森林蓄积量超过 175 亿立方米，比 2005 年增加超过 45 亿立方米。“森林蓄积量已超额完成 2020 年目标，2030 年增加 45 亿立方米左右的目标也已提前完成。”张国斌介绍。

我国森林面积和森林蓄积量连续 30 多年保持双增长

专家指出，森林固碳速率与其年龄组成密切相关。一般森林按照年龄可分为幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林和过熟林。幼、中龄林的固碳速率相对较快，而成、过熟林由于生长速率下降，对碳的吸收和释放基本平衡。

在全球森林资源总体在减少的大背景下，我国森林覆盖率从上世纪 70 年代初的 12.7% 提高到目前的 23.04%，森林面积和森林蓄积量连续 30 多年保持双增长。“通过大规模植树造林和植被恢复，目前我国森林整体处于以幼龄林和中龄林为主的阶段，生长较为旺盛，有助于提高我国陆地生态系统碳汇强度，在温室气体减排的多重举措中作用显著。”朱建华说。

中国科学院 2018 年发布的一项研究成果显示，我国陆地生态系统在过去几十年一直扮演着重要的碳汇角色。在 2001—2010 年期间，陆地生态系统年均固碳 2.01 亿吨，相当于抵消了同期中国化石燃料碳排放量的 14.1%；其中，森林生态系统是固碳主体，贡献了约 80% 的固碳量。

国家林草局配合生态环境部，结合我国国家温室气体清单编制工作，对碳汇情况进行了系统测算。国家林草局副局长刘东生表示，目前我国的森林植被总碳储量已达 92 亿吨，平均每年增加的森林碳储量都在 2 亿吨以上，折合碳汇 7 到 8 亿吨。

在我国新的气候行动目标中，2030 年森林蓄积量比 2005 年增加量从 45 亿立方米左右提高到 60 亿立方米。“经过测算，森林蓄积量每增加 1 亿立方米，相应地可以多固定 1.6 亿吨二氧化碳。”国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任徐华清表示，完成新的目标，我们要付出很多努力。

除扩大森林面积，还要提升质量、科学保护利用

如何完成新的森林蓄积量目标、增加森林碳汇能力？朱建华建议，扩大森林面积，还需提升森林质量，科学保护利用。

“根据评估，我国森林覆盖率最大潜力有可能达到 28%—29%，目前可用于造林的土地还有约 3000 万公顷，再加上退耕还林、退耕还草的土地，总共还有 4000 多万公顷土地可以用来扩大森林面积。”朱建华说，我国森林平均每公顷蓄积量只有 90 多立方米，要加强森林经营，采取森林抚育等措施，建立健康、稳定、高效的森林生态系统。

“要保护好现有的森林，减少毁林就是减少二氧化碳排放，包括减少火灾、病虫害等导致的森林死亡和森林退化，这也是增加森林碳储量的重要路径。”朱建华表示。

“应对气候变化是我国向国际承诺的一项重大事务，我们将把国土绿化与应对气候变化有机结合起来。”刘东生说，同时林草部门还将提升草原、湿地碳汇，大力发展生物质能源，为实现碳中和目标发挥越来越大的作用。

寇江泽 人民日报 2021-01-14

## 生态环境部：把降碳作为源头治理“牛鼻子” 协同控制温室气体与污染物排放

中国生态环境部 13 日消息表示，把降碳作为源头治理的“牛鼻子”，协同控制温室气体与污染物排放，协同推进适应气候变化与生态保护修复等工作，支撑深入打好污染防治攻坚战和二氧化碳排放达峰行动。

生态环境部日前印发《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》，要求围绕落实二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景，统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作，加强顶层设计，着力解决与新形势新任务新要求不相适应的问题，协同推动经济高质量发展和生态环境高水平保护。

中国生态环境部综合司有关负责人 13 日在北京对记者表示，气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战。积极应对气候变化是中国实现可持续发展的内在要求，是加强生态文明建设、实现美丽中国目标的重要抓手，是中国履行负责任大国责任、推动构建人类命运共同体的重大历史担当。

一直以来，中国坚定不移实施积极应对气候变化国家战略，参与和引领全球气候治理，应对气



候变化工作取得明显成效，有力促进了生态文明建设和生态环境保护。同时也看到，生态环保任重道远，实现二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景任务十分艰巨，应对气候变化与生态环境保护相关工作的统筹融合有待加强。

意见要求，全力推进达峰行动，尽快制定 2030 年前二氧化碳排放达峰行动方案，支持和推动地方、重点行业和领域制定实施达峰方案，加快推进全国碳排放权交易市场建设。

生态环境部表示，到 2030 年前，应对气候变化与生态环境保护相关工作整体合力充分发挥，生态环境治理体系和治理能力稳步提升，为实现二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景提供支撑，助力美丽中国建设。

阮煜琳 中国新闻网 2021-01-14

## 践行“碳中和”目标:加快构建绿电为核心的现代能源体系

### 核心阅读

2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第 75 届联合国大会一般性辩论中提出，中国的碳排放要力争在“2030 年前达到峰值”“2060 年前实现碳中和”这一目标；12 月 12 日，在气候雄心峰会上进一步明确了实现“碳中和”的 2030 年阶段性目标，在世界范围内引起了巨大反响。为了实现“碳中和”目标，我国急需加快摒弃原先粗放型、高污染的发展道路，加速推动能源领域深度变革，逐步构建绿电为核心的现代能源体系，走出能源转型升级的“中国模式”。

2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第 75 届联合国大会一般性辩论中提出，中国的碳排放要力争在“2030 年前达到峰值”“2060 年前实现碳中和”这一目标。2020 年 12 月 12 日，习近平主席在气候雄心峰会上进一步明确了实现“碳中和”的 2030 年阶段性目标，在世界范围内引起了巨大反响。为了实现“碳中和”目标，我国急需加快摒弃原先粗放型、高污染的发展道路，加速推动能源领域深度变革，逐步构建绿电为核心的现代能源体系，走出能源转型升级的“中国模式”。

### 提出“碳中和”目标的技术条件已经成熟

技术创新驱动能源领域加速变革。当前，以新能源、新材料、物联网等技术为主要驱动力的第四次工业革命重塑全球能源供需格局，新能源、智能电网、储能、电动车和氢能产业的发展和落地加速实现，传统能源生产和消费方式将发生革命性变革。

从供给侧看，风能驱动叶片做功产生电能，光伏通过半导体直接将光能转化成电能；从需求侧看，电动车、电制冷/热等电气化技术不断成熟推广。这是一个从量变到质变的过程，新能源替代化石能源，终端电气化水平不断提升，能源利用从“高碳”转向“无碳”、从“黑色”转向“绿色”，供需两端的能量转换都在逐步脱离“高温高压”，能源领域即将从“火药时代”迈入“冷兵器时代”，实现“碳中和”目标的蓝图已呈现在眼前。

能源供给侧加速无碳化进程。我国风、光等新能源装机已突破 4 亿千瓦，相当于英、法两国电力装机总和。青海、西藏、内蒙古等西部、北部地区风、光资源丰富。青海柴达木盆地 24 万平方公里的土地，理论上光伏装机可达 100 亿千瓦以上，年发电量可达 20 万亿千瓦时以上，完全可以满足全国终端能源需求（目前终端消费量约 7 万亿千瓦时，若交通、建筑用能等全部由电能替代，消费总量约 10 万亿千瓦时）。

目前，新能源装机年增量约为 6000 万千瓦。若增量按 10% 增速增长，到 2030 年，新能源总装机将达到 15 亿千瓦，可以超额完成 2030 年 12 亿千瓦目标；若随后 30 年保持年增量不变，到 2060 年新能源总装机约 60 亿千瓦，每年可提供 12 万亿千瓦时清洁电量。新能源装机以复利形式增长，“碳中和”战略目标可以加速实现。

能源消费侧加速电气化进程。电动车、氢能、储能、热泵、储热等技术快速发展，交通、供暖等用能终端电代油、代气、代煤的步伐不断加快。全面电气化进程将引起能源消费结构的巨大变革，是一场效率革命、成本革命，电力与传统化石能源相比，能效、成本和环保优势逐步显现。

同时，大数据、物联网、5G 等信息与数字技术不断进步，可以对每个发、用电单元进行精准控制，以数字化手段构建需求侧智慧能源管控系统，实现荷随源动、源荷互动的运行机制，提供了新能源间歇性问题的解决路径。

坚持系统思维，构建绿电为核心的现代能源体系

传统能源体系下，煤、油、气、电、核等各类能源形式相互割裂、各自为战，行业与行业之间壁垒严重，能源体系的整体布局还是脱离不了缺煤找煤、缺油找油、缺气找气的思维模式，造成了综合效率的低下。实现“碳中和”目标，急需打破行业壁垒，坚持系统思维，立足整个能源系统全局，统一谋划，全盘考虑，通过电的“空间转移”和“时间转移”，构建绿电为核心的“发输储用”一体化现代能源系统。

能源供应侧，构建清洁化的能源供应系统，以风、光等非化石能源取代油、气、煤等传统化石能源，逐步成为电力系统的主导一次电源。特别是在风、光资源优势突出的西部、北部地区建设清洁能源基地，将廉价清洁能源送出，实现我国清洁能源更大范围、更大规模的“空间转移”。

能源消费侧，构建高弹性的能源消费系统，加快推进能源消费终端的电气化进程，从需求侧改革做文章，通过合理电价机制引导需求侧可中断、可调节负荷有序调整，统一调度分布化的需求侧资源，变散兵游勇为集团军作战。加快储能、储热/冷、电动车及氢能的发展，在风、光等新能源出力高峰、电价较低时，将电能转化各种形式能源“储存”，在风、光等新能源出力不足、电价较高时，使用储存的能源供能，从而实现能源的“时间转移”。

此外，在推动新能源基地建设时，同样要坚持系统思维，统筹能源、经济、生态的协同发展。如在内蒙古地区发展新能源，1 亿千瓦的风电装机每年可提供 3000 亿千瓦时清洁电量，可替代 1.5 亿吨产能的煤矿，减排二氧化碳 2.3 亿吨。同步开发新能源基地与现代农牧业基地，开展荒漠治理、治沙，可以减轻草原放牧强度，变革农牧民生产生活方式，实现“生态优先、绿色发展”。

以绿电为核心，加速完成电力系统大变革

人类社会发展至今，已经经历了从薪柴到煤炭、从煤炭到油气两次能源革命，其间蒸汽机、内燃机、电气化等重大技术创新，直接驱动了能源行业发生变革。目前来看，第四次工业革命带来的新能源、新材料、物联网、5G 等重大技术革新，已经为实现“碳中和”奠定了基础。历史经验告诉我们，重大技术创新给行业带来的变革往往是渐进过程中的一个突变。我们要充分看到技术进步与创新给新能源、电气化发展带来的“加速度”。

绿电为核心的现代能源体系对传统“发输用”同时完成的电力系统而言是一次变革，将带来若干重大转变。

系统向“发输储用”转变。系统中的电制氢、电制热/冷、电动车充放电等不仅承担着替代煤、油、气等化石能源的作用，更是系统负荷调节的“蓄能器”，使电力系统由“发输用”向“发输储用”模式转变，需求侧的各个用能、储能单元可以实时响应发电侧出力，让负荷跟随发电侧调节，适应新能源出力特点，彻底解决间歇性问题。预计 2030 年，我国电动车保有量或超 1 亿辆，可达 50 亿千瓦时以上的储能规模，相当于北京市半个月的用电量，需求侧将拥有海量“储能”资源。

社会总体用能成本下降。电能替代增量可以通过“时间转移”实现在低谷时段消纳，不会过多新增电网投资成本。新能源的规模化发展带来供能成本的下降，终端电气化的推进带来能源利用效率的提升。这样，现代能源体系不会推高能源利用成本，社会总体用能成本会呈下降趋势。

变总量平衡为时空平衡。过去能源系统往往更关注能源供应与需求之间量的匹配问题，即发即用，就地平衡。现代能源体系将通过电的“时间转移”“空间转移”，打破原有能源供给的时空约束，推动多种能源互补利用，实现更大时间、空间尺度的系统性平衡。

从未来发展路径看，我国目前以煤为主、贫油少气的能源结构，决定了能源转型不可能像西方国家那样，依次完成由煤炭到油气，再到可再生能源的两次更迭，而应直接向可再生能源转变，实现跨越式、创造式发展。为此，应分两个阶段推进“碳中和”目标：第一阶段：到 2030 年，着力推动绿电对油、气等化石能源的替代，存量火电全面参与调峰，消费侧大量布局储热/冷、电动车、电制

氢等灵活性产业，可再生能源比例和终端电气化率继续快速提升，大幅减少对国际油、气资源依赖。第二阶段：到 2060 年，着力推动绿电对煤炭的替代，储能、氢能技术实现大规模成熟应用，绿电为核心的能源体系成为我国能源优化配置的主要平台，存量火电替换基本完成。

“碳中和”目标的实现过程就是我国能源革命逐步迈向深入的过程。加速构建“绿电为核心的现代能源体系”，对内而言，是解决我国能源安全和生态环保问题的重要举措，非化石能源将进入“倍速”发展阶段，带动新能源、储能、制氢等新技术、新产业发展进入“快车道”，加速完成能源领域新旧动能转换和产业升级，加快经济发展方式转变，逐步淘汰落后产能，拉动内需，扩大消费，为推动构建新发展格局注入新动能。对外而言，可以展示我国对全球生态环境及人类社会可持续发展的责任与担当，进一步增加在全球治理体系中的话语权，引领全球能源共同体建设。

（作者：时家林 来源：学习时报）

时家林 学习时报 2021-01-15

## “十三五”以来，四川省绿色低碳发展取得积极成效

●“十三五”前四年，四川人均碳排放为 3.2 吨，是全国最低的两个省份之一

●“十四五”期间，四川省将以碳中和愿景为引领，围绕 2030 年前达峰目标，积极探索符合四川战略定位、发展阶段、产业特点、能源结构和资源禀赋的低碳转型路径

●推动低碳发展试点示范，建设零碳、近零碳示范区，探索开展气候投融资试点

“十三五”以来，四川省按照高质量发展要求，持续深化供给侧结构性改革和国家清洁能源示范省建设，绿色低碳发展取得积极成效，初步形成四川特色路径。这是 1 月 15 日记者从四川省应对气候变化工作推进会上获悉的。

“未来五年是碳达峰、碳中和关键时期。”会上，省生态环境厅总工程师赵乐晨透露，面向“十四五”，四川省将树立全省一盘棋意识，科学编制二氧化碳排放达峰行动方案，强化分析研判，因地制宜确定梯次达峰时序、达峰水平和达峰路径。

碳排放强度显著下降

“十三五”期间，全省累计创建国家和省级绿色工厂 296 家，清洁能源消费占比达 50%以上。“十三五”期间，四川碳排放总量快增态势已基本扭转，碳排放强度显著下降。”省生态环境厅应对气候变化与对外合作处副处长王卓在会上介绍，根据 2005、2010、2012、2014、2016、2018 年度省级温室气体清单，全省二氧化碳排放总量（含土地利用变化和利用）总体稳定在 3 亿吨左右。其中，能源活动温室气体排放量占比最多，是温室气体排放的主要来源。但由于四川省能源结构中清洁能源占比较高、电力供应结构中可再生能源占比较高，因此能源活动产生的碳排放占比低于全国平均水平。

“十三五”前四年，在全省 GDP 年均增长 7.8%、城镇率年均提高 1.5 个百分点、能源消费年均增长 3.2%的情况下，四川人均碳排放为 3.2 吨，是全国最低的两个省份之一。

在碳排放强度显著下降的背后，是经济社会绿色转型的加快。数据显示，“十三五”期间，全省累计创建国家和省级绿色工厂 296 家，建设工程节能标准设计阶段执行率达 100%，新增和更新城市公交车中新能源汽车占比连续 3 年超过 90%，可再生能源电力装机占比突破 84%，清洁能源消费占比达 50%以上，化肥使用量连续 4 年负增长。

探索符合实际的转型路径

发挥清洁能源资源禀赋优势，统筹编制“十四五”应对气候变化、能源发展、绿色发展、节能减排、循环经济等规划和行动方案

尽管四川省在绿色低碳发展上成效显著，但作为经济大省、人口大省、资源大省，四川省下一步的碳达峰、碳中和仍面临诸多挑战。

在赵乐晨看来，挑战主要集中在三个方面，即思想认识不到位和能力薄弱与碳达峰、碳中和要

求存在巨大差距；发展阶段不平衡不充分，实现碳达峰、碳中和挑战十分巨大；碳达峰、碳中和纵深推进的发展基础和政策行动差距较大。

如何应对？据介绍，“十四五”期间，四川省将以碳中和愿景为引领，围绕 2030 年前达峰目标，积极探索符合四川战略定位、发展阶段、产业特点、能源结构和资源禀赋的低碳转型路径。

具体而言，四川省将树立全省一盘棋意识，科学编制二氧化碳排放达峰行动方案。强化分析研判，因地制宜确定梯次达峰时序、达峰水平和达峰路径。明确重大举措，发挥清洁能源资源禀赋优势，杜绝盲目推高峰值导致“高碳锁定”叠加放大和代际传递。统筹编制“十四五”应对气候变化、能源发展、绿色发展、节能减排、循环经济等规划和行动方案。

此外，四川省还将抓好碳排放权交易工作，加快提升企业碳排放碳资产管理能力和水平。推动低碳发展试点示范，建设零碳、近零碳示范区，探索开展气候投融资试点。统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作，推动降碳减污协同增效。

殷鹏 四川日报 2021-01-17

## 一次耗能实现全元素回收

2020 年处理钢铁固废 62.5 万吨，回收再生生铁 24.4 万吨、硅酸盐渣 17.6 万吨、氯化钾 1586 吨，全年实现收入 6.4 亿元。这是唐山鹤兴废料综合利用科技有限公司交出的成绩单。随着 2019 年底唐山鹤兴年处理 100 万吨钢铁固废项目的达产，钢铁行业含铁锌尘泥难处理这一难题得以彻底解决，开创了钢铁行业无固废的新天地。

鹤兴公司作为我国最早探索钢铁固废体外循环的企业，历经十年，自主研发《烟气磁化熔融炉处理钢铁尘泥及有价元素回收》新工艺体系，对钢铁行业含铁锌尘泥进行无害化、资源化处理，形成“资源-产品-再生资源”的经济闭环，建成工业资源综合利用国家级示范工程。

钢铁固废主要来源于钢铁行业冶炼、轧制、废水处理工序的除尘产物及污泥，产生量约为粗钢产量的 10%，具有来源多样、产生量大、成分复杂等特点，存在极大的污染隐患，若处理不当，会造成环境污染、资源浪费。

目前钢铁固废处理方法与现状，一是钢铁企业回吃自用，但只是回收了固废中的铁元素，未能回收的其他元素在炉内循环富集，破坏了高炉、转炉的稳定运行，缩短了高炉、转炉的使用寿命，也造成了资源浪费。二是利用其他传统工艺处理，例如物理法、湿法、火法等工艺，但不能做到全元素提取，而且会产生二次固废，回收的铁元素最终又回到钢铁企业的冶炼工序，钢铁企业的设备损耗、电和焦炭的消耗均未得到节省，造成重复耗能。

唐山鹤兴凭借自身的技术沉淀，与北京科技大学共同研发出“烟气磁化熔融炉处理钢铁尘泥及有价元素回收”新工艺体系，回收再生生铁、硫酸锌、氯化钾、氯化钠、贵金属合金、再生金原料、再生银原料、再生锌原料、硅酸盐渣等产品，实现了钢铁固废体外循环处理，一次耗能，全元素回收，且无二次固废产生。

鹤兴这一工艺以钢企含铁锌尘泥原料，经科学配比、热熔造块、熔融炉磁化分离富集，得到再生生铁、硅酸盐渣、氧化锌粉、稀贵金属合金等产品。

热熔造块时收集得到含银钾灰，经过水溶、蒸发结晶、水洗、化合、置换等工序，可得到氯化钾、氯化钠、再生金原料、再生银原料、再生锌原料等产品。

在熔融炉磁化分离富集时收集得到氧化锌粉，经过酸溶、压滤、蒸发结晶等工序，可得到硫酸锌产品。

鹤兴公司核心技术专利“一种熔融炉烟气磁化处理设备”“一种熔融炉处理钢铁厂固体废物工艺方法”，被鉴评为“国内领先、国际先进”，列入工信部《工业资源综合利用先进适用技术装备目录》、国家鼓励发展的重大环保装备目录等。还被评为工信部“京津冀及周边地区工业资源综合利用产业协同发展示范工程”。

当前，我国能源、资源、环境压力日益加大，国家推行“无废城市”，钢铁企业要实现绿色循环发展，寻求环保性更优、资源利用率更高、经济效益更好的钢铁固废资源化利用工艺技术迫在眉睫。鹤兴的处理工艺凭借自身五大优势，引起业界关注--

体外循环，专业处理。固废处理不再用钢铁企业冶炼生产设备，延长设备使用寿命 40%以上，保障高炉等冶炼设备稳定运行，降低冶炼能耗，提高钢铁企业经济效益，是一种为钢铁固废处理量身打造的创新工艺。

吃干榨净，无二次污染。固废中低含量有价元素在回收系统中循环富集，直至制得最终产品，无二次固废产生，废气、蒸汽完全回收利用，经济效益和环保效益突出。

原料适应性广，单体规模大。新工艺所需原料为钢铁生产全流程所有含铁固废；单体设备处理能力大，年处理量可达目前此领域最大。

一次资源的有效替代。将固废中各有价元素高效回收，减少相应一次资源的开采，有助于保障国家战略资源安全。

既循环又经济。一次耗能，全元素形成有价产品，独立建厂运行，经济效益明显。

效益是企业生存的根本。如果全国钢铁企业年产 1 亿吨的固废，采用鹤兴工艺处理，可创造四大效益。

在经济效益方面，年可回收再生生铁 3500 万吨、硫酸锌 150 万吨、氯化钾 47 万吨、氯化钠 24 万吨、再生金原料 60 万吨、再生银原料 1.2 万吨、再生锌原料 12 万吨、硅酸盐渣 2100 万吨，实现总产值 1500 亿元以上。

在资源效益方面，矿石中各元素得到有效利用，可减少一次资源矿石开采 2 亿吨。

在环保效益方面，可有效降低钢铁集聚区的大气、水体污染风险，进而改善地区的生态及生活环境。

在社会效益方面，可直接带动就业 8 万余人，产业辐射带动上下游物流、贸易、服务等就业人数达 10 万人，带动工业固废综合利用产业的快速发展，促进地方循环经济产业和环保产业的进步。

鹤兴公司深耕环保事业，将充分发挥新工艺的先进性和可复制性，协同有色、化工、城市固废，打造工业与城市固废共享处置基地，为国家建设“无废城市”添砖加瓦；通过配套于大型钢铁企业、布局到全国各钢铁聚集区，为钢铁企业绿色发展保驾护航。

米彦泽 河北日报 2021-01-17

## 2020 年成史上最热年份之一 二氧化碳浓度达 300 万年间最高

据美国中文网报道，当地时间 14 日，多个主要气温数据库进行了更新，2020 年和 2016 年并列成为有记录以来最热的年份。其中，四个数据库认为 2020 年比 2016 年略凉爽一些。2019 年则以微弱差距，成为史上第 3 热的年份。

数据显示，造成全球气候变暖的大气二氧化碳浓度，已经达到了至少过去 300 万年间从未有过的高水平。

而从 19 世纪以来，最热的七年都出现在过去十年中，2020 年的气温已经比 19 世纪的气温高出了约 1.2 摄氏度。

“这是全球平均水平。”美国国家海洋与大气的管理局(NOAA)的国家环境信息中心物理学家桑切斯-卢戈(Ahira Sánchez-Lugo)说，“有些地区的升温速度更快。”

她补充表示，1 摄氏度听起来可能很少，但“全球平均气温的一个小改变，可能会导致极端天气的重大变化。我们已经在看到这个情况。”

如同预期中的一样，从 1960 年代以来，每个十年都比前一个十年更加炎热。

2016 年创纪录的高温是因为厄尔尼诺现象的临时作用。2020 年的情况则有所不同。2020 年不仅没有出现不规则的变暖趋势，而且在 8 月份还出现了与厄尔尼诺相反的拉尼娜现象。

2020 年从 1 月到 11 月，每个月均排在该月的历史最热前四位，12 月则是史上第 8 热的 12 月，帮助降低了年平均气温水平。

根据本周发布的另一项研究，海洋温度也在 2020 年创下新高。

由于人类二氧化碳排放量巨大，虽然 2020 年因新冠病毒大流行导致了经济活动停滞，但相关的排放减少产生的作用仍然微乎其微。国际能源机构估计，2020 年全球二氧化碳排放量与 2019 年相比只下降了 8%，相当于 2010 年时的水平。研究公司荣鼎咨询(Rhodium Group)的数据显示，在美国，二氧化碳的排放量下降了 10.3%。英国气象局预计，到 2021 年，大气中的二氧化碳排放量将首次超过工业化前水平的 50%以上。

NOAA 已经做出预测，2021 年有 99.6%的几率排入史上最热的 10 年。但由于拉尼娜现象，2021 年只有 7.4%的几率，会超过 2020 年和 2016 年的最高气温纪录。

中国新闻网 2021-01-15

## 高性能新材料层出不穷 碳减排测氚水取得进展

日本金泽工业大学开发出新型碳纤维复合材料——高强度、高弹性且导电性优异。该材料有望应用于要求具备高比强度和高比弹性模量等机械特性的汽车及飞机相关构件和建材。

东京大学的研究团队在全球首次成功实现周期性嵌入氮原子的纳米管分子（氮掺杂型纳米管分子）的化学合成。

东京工业大学的研究团队发现最高水平氢离子传导率的新材料，燃料电池和氢传感器又将有进一步发展。此次发现的新型质子导体无需进行化学置换即表现出很高的质子传导率，因此不存在以往的材料稳定性和均匀性问题。

东北大学与东京大学的联合研究团队成功合成铈离子呈蜂窝晶格状排列的新型氧化物  $Mn-Ir-O$  的人工超晶格。这项成果不仅能为量子自旋液的物质开发提供新方法，还有助于利用薄膜样本开发功能元件。

早稻田大学和静冈大学共同开发出了碳纳米管的新生长方法，并成功制成了 14cm 的全球最长碳纳米管束。

在环境保护与新能源方面，大阪大学与日本食品化工公司合作，用淀粉和纤维素开发出高强度高耐水性的海洋生物降解塑料。东京大学的研究小组发现，利用硼作为催化剂，无需使用重金属就能在室温下进行连接一氧化碳形成烃链（石油成分）的反应。该发现意味着二氧化碳合成人造石油有望取得新进展。

九州大学与 Nano Membrane 公司联合研究发现，利用高分子分离膜性能，能通过多级膜分离技术，将空气中的二氧化碳最高浓缩 40%以上。利用分离膜从大气中回收二氧化碳，将为削减温室气体开辟新道路。

东京大学与科罗拉多州立大学组成的国际研究团队，在 2013 年至 2019 年期间，从福岛第一核电站南侧的地下水中持续检测出浓度超过天然存在标准的氚水，平均浓度约为 20Bq/L。这是从核电站周边的地下水中连续检测出含氚地下水的首份报告。

陈超 科技日报 2021-01-12

## 英国企业研发“牛用减排口罩”减少碳排放 “小题大做”还是确有必要？

近日，英国一家科技公司研发了一款专门为牛设计的“口罩”，以期减少牛打嗝产生的甲烷，进而减少碳排放。目前该项目还处于研发状态，研发团队的目标是实现减少 60%由牛产生的甲烷排放。

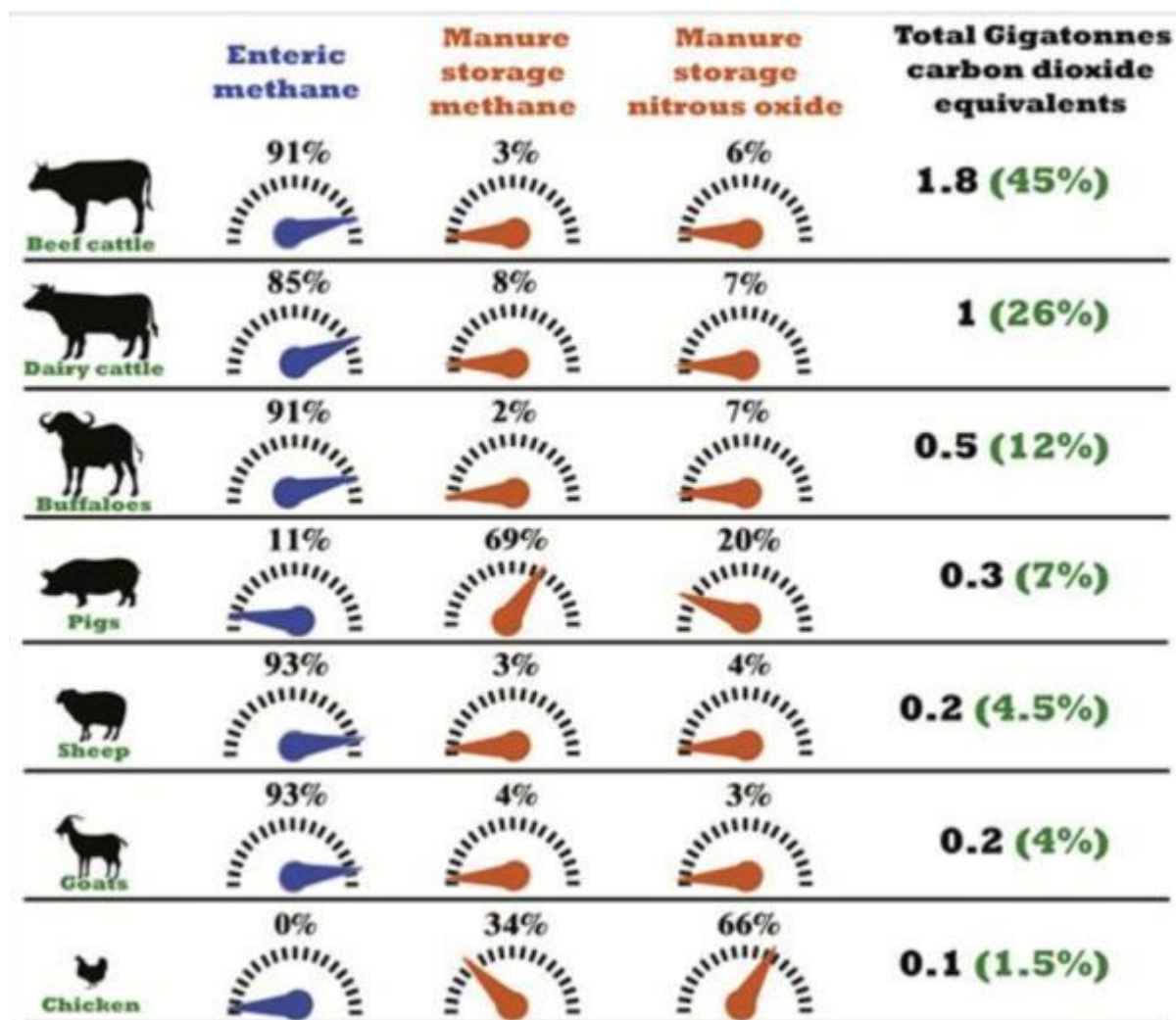
给牛戴口罩，“牛用减排口罩”究竟是什么？

据报道，这款口罩采用扎带绑定贴合在牛的头上，能够根据牛的品种调整大小。

口罩的前端设置有传感器，可以监测牛呼气排放的甲烷浓度。当甲烷含量过高时，面罩吸收牛呼出的气体，通过催化剂使甲烷发生氧化反应，进而转化为二氧化碳和水，最终实现减少甲烷排放的目的。根据该公司已经完成的试验，“牛用减排口罩”对牛的行为和摄食没有影响。公司负责人表示：“牛用减排口罩可以将甲烷引起的温室效应数值降低大约 1.5%。”

养牛产生多少碳排放，何必如此大费周章？

学术期刊《气候风险管理》2017 年发表的文章显示，全球牲畜的总排放量，占所有人为温室气体排放量的 14.5%。约有 44% 的牲畜排放物为甲烷 (CH<sub>4</sub>) 形式。其余部分几乎由一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O，占 29%) 和二氧化碳 (CO<sub>2</sub>，占 27%)。



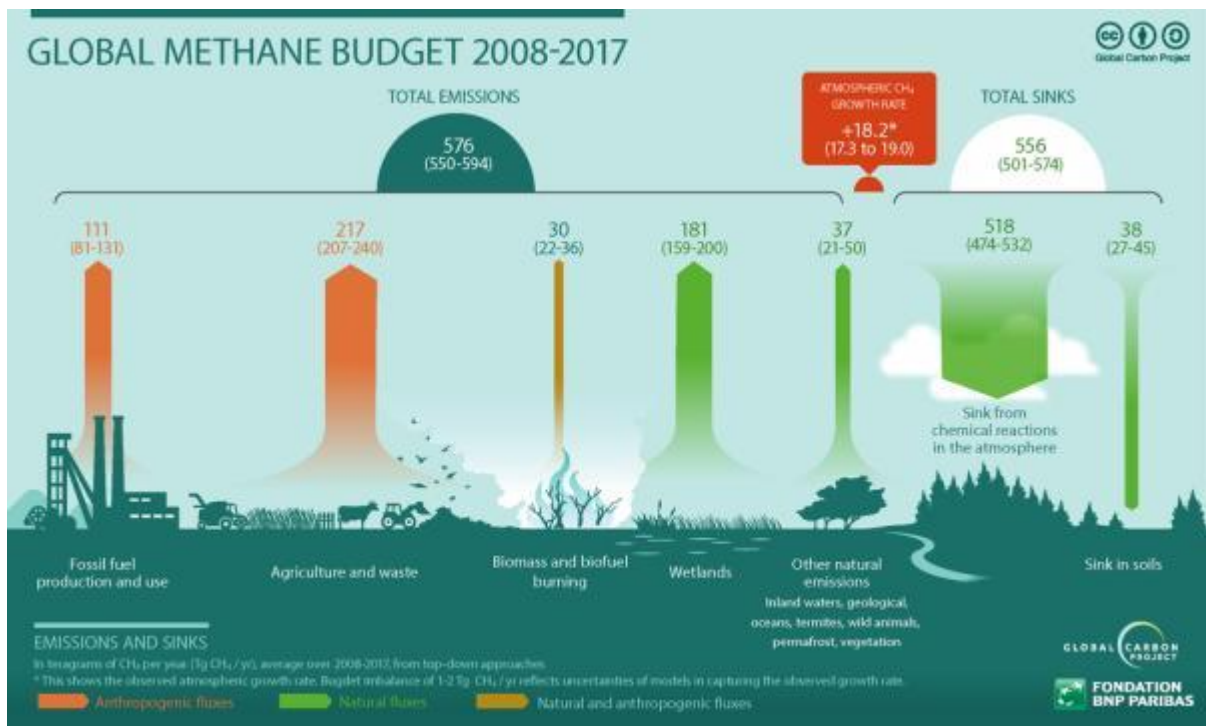
△部分牲畜肠道及粪便甲烷储存量及每千兆吨温室气体包含量（图片来自：联合国粮农组织）

如果以二氧化碳的释放量衡量，畜牧业比各种汽车产生的排放量要多 18%。

提问 1：口罩只是将甲烷变为二氧化碳，哪里减少碳排放了呢？

答：因为甲烷比二氧化碳引发的温室效应更严重。

研究显示，甲烷是比起二氧化碳更危险的温室气体，随着全球冻土的暖化，更多的甲烷进入大气中。虽然有很多封存二氧化碳的方法，但对付甲烷办法相对不多。目前最好的办法，是控制牛羊养殖和森林砍伐，从根本上削减甲烷排放。

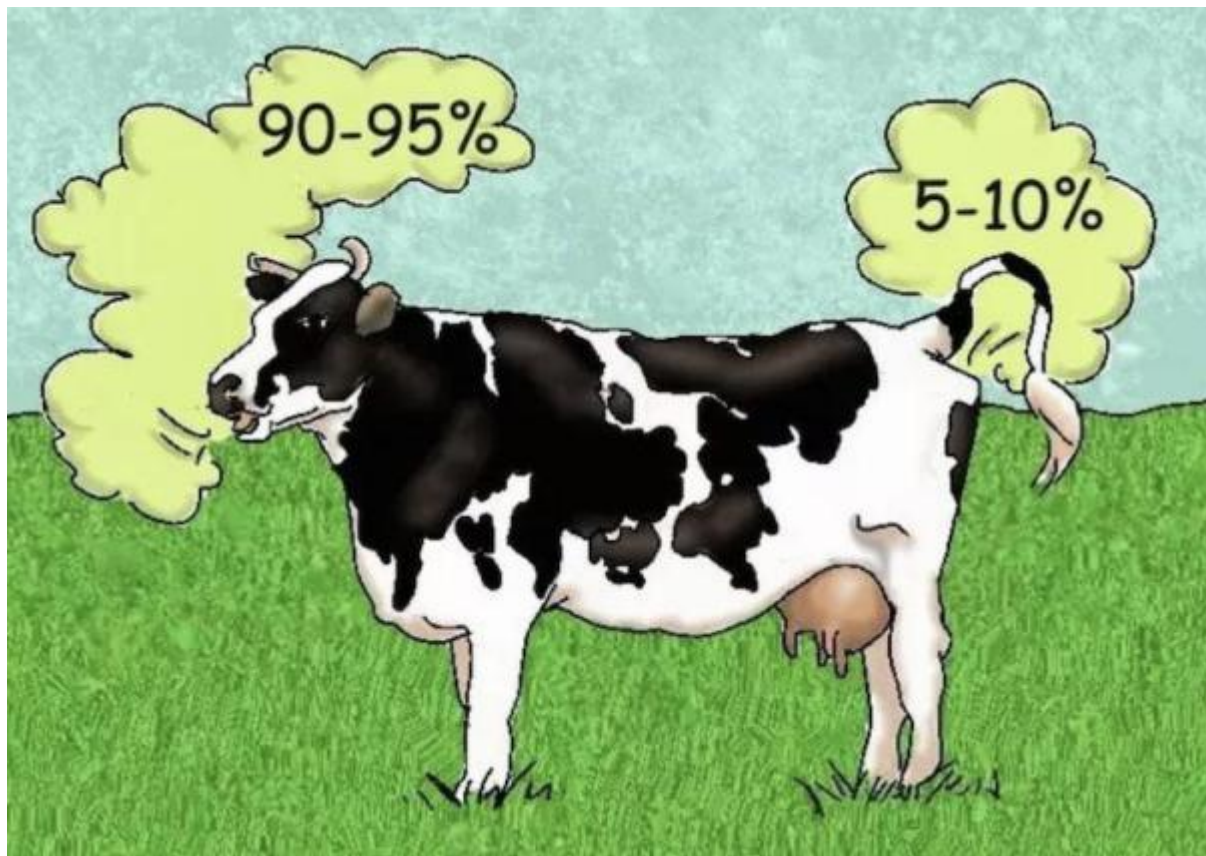


△2008 至 2017 年全球甲烷排放量表（图片来自 global carbon project）

美国环境保护署 2020 年发布的一项报告显示，牲畜最主要排放的温室气体——甲烷——产生的温室效应比二氧化碳高 28-36 倍。

提问 2：为啥非得戴口罩？

答：因为在牛的饲养过程中，大部分的甲烷是通过“打嗝”排放的。





事实上，牛释放的甲烷气体中，90%到95%通过口腔排出，而另外的5%到10%则是以粪便和放屁的形式释放。

牛、羊等反刍动物拥有多个胃室用以反刍，消化分解植物中的纤维素。反刍胃中的各类微生物在分解纤维素的同时，将会产生大量的副产品——甲烷。

据统计，一头奶牛每年的甲烷排放量可达110.7kg。在全世界范围内，每天都有十几亿头牛在排放甲烷，这对全球变暖的影响是可以预见的。

△一只奶牛的甲烷排放量相当于74只猪（图片来自网络）

食物碳排放也分高低？哪些食物最低碳？

国际著名学术期刊《清洁生产杂志》2016年刊登的论文章显示，在所有食品中，生产肉类所产生的碳排放量普遍高于植物。而肉类中鸡肉和猪肉较低，牛、羊肉较高；一个人如果一周内少吃1千克猪肉，转而食用蔬菜，将减少0.7千克二氧化碳排放，一年减少二氧化碳排放量将达到36.4千克。

我国不久前公布的《中国居民营养与慢性病状况报告（2020）年》显示，中国成年居民超重肥胖的比例超过50%，6—17岁的儿童青少年超重肥胖比例近20%，6岁以下的儿童该数值达10%。看来，营养学家建议正确合理地控制肉类食品摄入，增加蔬菜摄入，不止有减肥功效，还能减“碳”，健康环保两不误。

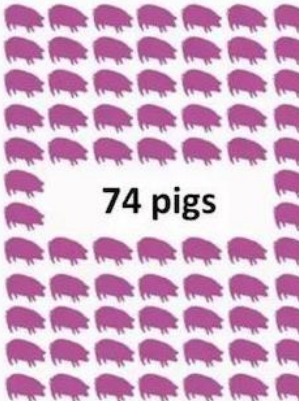
110 kg methane produced annually by

 1 dairy cow

 2 beef cows

 14 sheep

 22 goats

 74 pigs

唐怡 陆毅 央视新闻客户端 2021-01-04

## 全新材料获突破 治理环境污染成重点

伦敦帝国理工学院开发出一种全新材料，这种全新材料是利用多向晶格，并结合智能3D打印技术制成，其强度增加但质量依旧较轻。

为应对全球气候变化，实现2050年零排放的目标，英国首相鲍里斯·约翰逊公布了英国“绿色产业革命十大行动计划”，将停售汽、柴油汽车的时间提前到了2030年（混合动力车停售时间为2035年）。根据这一计划，英国将发挥传统海上风电优势，在未来10年里将风能装机容量翻两番；大力发展碳捕获、使用和储存技术，帮助那些难以脱碳的产业得以持续发展；在未来4年投入5亿英镑促进电动汽车电池的研发和大规模生产等。

根据该绿色产业计划，氢能和核能将成为英国未来能源供应的重要来源，为此将投入2.15亿英镑，从2021年开启建设小型核反应堆项目（共16个电站），希望在本世纪30年代上半期建成，以满足市场对清洁能源的需求。为支持此项目，英国研究与创新基金会（UKRI）已于2019年底开启相关研究课题招标，并得到大财团支持。

为治理海洋污染，英国人工智能团队研制了一种能检测海洋中大塑料（大于5毫米）漂浮垃圾带的新方法。研究人员利用欧洲空间局“哨兵2”号卫星数据，使用机器学习算法将塑料从其他材料中区分出来，平均准确率达86%，局部区域达到100%。这一新技术将有助于对海洋塑料垃圾的全球监测和处理。

为减少填埋和焚化带来的环境污染,寻找可再生塑料,解决令人头疼的塑料废弃物等问题,UKRI通过“产业挑战基金”对4个设备先进的垃圾处理厂投入2000万英镑研发资金,提高其对垃圾循环利用的处理能力;投入800万英镑,确定了10所高校作为研究项目支持单位,研发可再生塑料等技术;并向发展中国家投入2000万英镑帮助处理塑料废弃物。

田学科 科技日报 2021-01-12

## 国际合作研发新电池与新能源 利用废物制造替代塑料新材料

以色列理工大学和美国公司合作,利用锌和溴研发价格更低、效率更高的储能电池,以大规模存储太阳能和风能产生的电能,该研究有望帮助以色列在未来3年内处于世界可再生能源革命的前列。

以色列理工学院和德国波鸿大学研究小组将光合聚光复合物的光吸收能力与光系统II的电化学能力相结合,即利用光合作用获取可再生清洁能源。

UBQ材料公司利用居民生活废物生产出可替代塑料的创新型原材料,用于制造面板、垃圾桶、购物车、管道、3D打印材料和许多其他产品,并与其他公司签署了环保原材料的供应合同。

毛黎 科技日报 2021-01-12

## 材料研究硕果累累 未来减排任重道远

法国巴黎纳米科学与技术中心、意法半导体公司和格勒诺布尔公司等开发了一种可兼容CMOS的锗锡半导体激光器,效率可与传统砷化镓半导体激光器相媲美,向激光器与硅芯片的直接集成又前进了一步。

法国斯特拉斯堡大学和意大利研究团队首次通过实验观察到7个原子宽的石墨烯纳米带的高强度发光现象,强度与碳纳米管制成的发光器件相当,并且可以通过调节电压来改变颜色。这一重大发现有望极大地促进石墨烯光源的发展。

隶属于巴黎—萨克雷大学和法国国家科学研究中心的盖伦研究所开发出一种可用于治疗多种严重炎症的有效纳米颗粒。这些炎症出现在多种病理中,尤其是由于新冠肺炎引起的感染。法国团队在药理学中引入纳米技术,特别是通过矢量化原理,彻底改变了药物的管理方式。药物的矢量化是基于寻址原则,即将药物封装在纳米载体中(通常是脂质体或纳米颗粒)。此类载药颗粒的大小通常在20到300纳米之间,极小的尺寸可以保护活性成分、穿越某些生物屏障,从而将药物更有效地运载至体内。

欧盟石墨烯旗舰项目成员斯特拉斯堡大学和法国国家科学研究中心与新加坡南洋理工大学合作进行的一项研究表明,石墨烯量子点可被人体中发现的两种酶生物降解。石墨烯量子点通常是小于5纳米的微小薄片,其荧光、可穿透细胞的特性为生物成像等众多潜在应用开辟新路,但首先要确定它们是否可以生物降解,否则体外分子和物质在体内的积累最终会导致有害影响。法国、新加坡团队证明石墨烯量子点可被生物降解,这为其实际应用铺平了道路。

2020年是《巴黎协定》签署五周年,欧盟各国领导人通过决议,共同决定在2030年前将温室气体排放量较1990年减少至少55%。该目标将取代欧盟现有的目标,即到2030年将排放量减少40%。

为加速实现能源转型以达成欧盟最新减排目标,法国推出能源转型行动时间表2019—2028年《多年能源计划》,计划在2035年以前关闭14座核反应堆,并将核电占法国发电总量的比例降至50%。与此同时,到2028年底,可再生能源发电装机容量将较当前水平翻四番,新增装机主要来自风电和太阳能。

法国2020年9月发布“国家氢计划”,拟在10年内向氢能研发和相关工业投入72亿欧元,将法国打造为全球氢能经济的重要参与者。鉴于氢能相关技术逐步成熟,法国计划优先促进氢气供应,

为此后提振氢能需求打好供给基础。根据最新“法国未来能源”规划，到 2030 年，法国通过可再生能源与核能制得“清洁氢气”的产能要达到 60 万吨。根据法国和欧盟最新氢能发展规划，总部位于法国的空客集团计划于 2035 年推出氢能客机。

此外，位于法国的国际热核聚变实验堆（ITER）计划也于 2020 年迎来重要节点，ITER 重大工程安装启动仪式于 7 月在法国总部举行，标志着 ITER 进入安装阶段，由此前接收成员国部件等前期筹备工作正式转换到组装工作。完成主要部件安装后，计划 2024 年年底到 2025 年年底开始进行冷测试调试工作，并在 2025 年 12 月实现第一束等离子体，标志着 ITER 由安装阶段转入运行阶段。

李宏策 科技日报 2021-01-12

## 新材料性能改进有方法有特点 新燃料开发瞄准极地实际应用

俄罗斯南乌拉尔国立大学开发出在石墨、焦炭、聚合成分的基础上制造粉末复合材料的新方法，有助于减少原子能领域、航空领域、航天工业领域、冶金领域、电子交通领域的生产废料，改善电子技术产品质量，从而使生产经济成效提高 30%。俄国家科学技术大学研制出一种氧化铝陶瓷，可承受 4200 摄氏度高温，其耐高温和高硬度性能得到计算机建模预测确认。

俄国家研究型工艺大学开发出防止汽车和工具零件磨损、氧化和腐蚀的高效保护涂层。俄科学院结构宏观力学和材料学研究所改进了用碳化硅制造陶瓷零件的技术，可大大提高汽车、飞机和其他设备发动机性能。

俄托木斯克理工大学开发出一种生产碳化钨和其他超硬材料的独特方法，比同类技术简单、经济、可靠，同时，还允许使用含有相似材料的废物作为生产原材料。

俄托木斯克工业大学与中国和德国专家共同研发出一种特殊的纳米导线，可作为透明电极用在柔性电子产品和太阳能产品上，且具有更高的电导率。

俄罗斯托木斯克理工大学在能源环保科研领域是翘楚，共有 3 项科研成果问世。一是将工业和城市垃圾作为混合燃料成分，以燃烧的方式进行综合回收利用，比使用传统煤炭方法节省至少一半资金。二是找到无需更换燃料就能延长核反应堆 75% 运行时间的方法，可大幅提高安全性并降低偏远地区核电站的运行成本，为极北地区确保稳定能源供应找到解决方案。三是利用重型柴油馏分和低温添加剂的方法，开发出生产冬季北极用柴油燃料的方法，对北极开发具有实际意义。

另外，俄国立研究型技术大学与俄科学院生物化学物理研究所研发出可替代锂离子电池的钠电池，可广泛用于智能手机的新一代电池。

董映璧 科技日报 2021-01-12

## 成本低 寿命长 新型“空气电池”问世

近日，复旦大学材料科学系青年研究员王飞团队通过国际合作开发了一种可充电空气电池。1 日，相关研究成果发表于《科学》主刊。这一突破性工作对于开发更低成本、更安全的未来储能体系具有重要意义。

锌空气电池具有高理论能量密度、高安全性、低成本等优点，是一种具有前景的储能技术。目前的锌空气电池主要使用高浓度碱性溶液作为电解液，存在一系列问题：金属锌负极在碱性电解液中化学稳定性和电化学可逆性差，造成电池循环寿命短，锌的有效利用率低，实际容量远低于理论容量；需要复杂且昂贵的催化剂体系；电池无法在空气中长时间工作。

为此，王飞团队与美国、德国的研究团队合作，通过设计电解液的组成和调控电极表面双电层，首次探索并成功实现了一种全新的基于过氧化锌的可逆生成的反应机制，并利用该反应机制构建了新型的非碱性锌空气电池。通过使用以三氟甲磺酸锌为代表的具有疏水阴离子的锌盐作为电解液，在空气正极表面构筑了锌离子富集的特征双电层结构，从而实现了锌离子与氧气反应的 2 电子转移

反应，并有效抑制了水分子参与的 4 电子反应。这样一种全新的 2 电子转移反应，同时有望实现较快的动力学，为进一步加速空气正极反应的特征催化剂开发提供了新的研究平台。

与传统的碱性锌空气电池相比，这种非碱性锌空气电池具有明显优势：锌负极利用率高，从而大幅提高电池的能量密度，降低单位能量密度的电池成本；电池充放电反应可逆性高，具有长循环寿命；电池可以在空气中稳定地运行，简化了电池结构，降低电池组件的耐腐蚀性要求。

彭德倩 解放日报 2021-01-03

## 中外科学家合作发明全新中性锌空气电池

复旦大学材料科学系青年研究员王飞团队通过国际合作开发了一种可充电锌空气电池。日前，相关研究成果发表于《科学》。

锌空气电池具有高理论能量密度、高安全性、低成本等优点，是一种具有前景的储能技术。目前锌空气电池主要使用高浓度碱性溶液作为电解液，电池无法在空气中长时间工作。

王飞团队与美国、德国的研究团队合作，通过设计电解液的组成和调控电极表面双电层，首次探索并实现了一种全新的基于过氧化锌的可逆生成的反应机制，并利用该反应机制制备了新型的非碱性锌空气电池；通过使用以三氟甲磺酸锌为代表的具有疏水阴离子的锌盐作为电解液，在空气正极表面构筑了以锌离子富集为特征的双电层结构，从而实现了锌离子与氧气反应的 2 电子转移反应，有效抑制了水分子参与的 4 电子反应。

在三氟甲磺酸锌电解液中，空气正极双电层结构中的锌离子与水分子的比值明显高于硫酸锌电解液，锌离子直接参与的 2 电子转移反应更易发生。理论模拟之外，实验结果也证实了在三氟甲磺酸锌电解液中正极发生 2 电子转移反应。材料分析方法结合电化学测试确定了过氧化锌为正极放电产物。非碱性锌空气电池中，电解液不与空气中的二氧化碳发生副反应，电池在空气中和氧气中均表现出稳定的长循环性能。

与传统的碱性锌空气电池相比，该非碱性锌空气电池具有明显优势：锌负极利用率高，从而大幅提高电池的能量密度，降低单位能量密度的电池成本；电池充放电反应可逆性高，具有长循环寿命；电池可在空气中稳定运行，简化了电池结构，降低电池组件的耐腐蚀性要求。

黄辛 中国科学报 2021-01-05

## 复旦科学家发明全新“锌电池”，探索更安全的未来储能体系

近期，复旦大学材料科学系青年研究员王飞团队国际合作开发了一种可充电锌空气电池。1月1日，相关研究成果以《基于过氧化锌反应的可充锌空气电池》为题发表于《科学》(Science)主刊。

锌空气电池具有高理论能量密度、高安全性、低成本等优点，是一种具有前景的储能技术。目前的锌空气电池主要使用高浓度碱性溶液作为电解液，存在一系列问题：金属锌负极在碱性电解液中化学稳定性和电化学可逆性差，造成电池循环寿命短，锌的有效利用率低，实际容量远低于理论容量；碱性电解液中，空气正极的氧还原(Oxygen reduction reaction, ORR)反应为有水分子参与的 4 电子反应( $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ )，其动力学较差，需要复杂且昂贵的催化剂体系来加速此过程；碱性电解液易与空气中的二氧化碳反应，在正极表面生成不可溶的碳酸盐，阻塞空气电极的反应通道，电池无法在空气中长时间工作。

为此，王飞团队与美国、德国的研究团队合作，通过设计电解液的组成和调控电极表面双电层，首次探索并成功先实现了一种全新的基于过氧化锌( $\text{ZnO}_2$ )的可逆生成的反应机制，并利用该反应机制构建了新型的非碱性锌空气电池。通过使用以三氟甲磺酸锌( $\text{Zn}(\text{OTf})_2$ )为代表的具有疏水阴离子的锌盐作为电解液，在空气正极表面构筑了锌离子富集的特征双电层结构，从而实现了锌离子与氧气反应的 2 电子转移反应，并有效抑制了水分子参与的 4 电子反应。这样一种全新的 2 电子转移反

应，同时有望实现较快的动力学，为进一步加速空气正极反应的特征催化剂开发提供了新的研究平台。

为阐明这一全新的 2 电子转移机理，研究团队利用分子动力学模拟和密度泛函理论计算等方法解析了  $\text{Zn}(\text{OTf})_2$  电解液中的正极双电层结构和氧还原反应路径。在  $\text{Zn}(\text{OTf})_2$  电解液中，空气正极双电层结构中的锌离子与水分子的比值明显高于  $\text{ZnSO}_4$  电解液，锌离子直接参与的 2 电子转移反应更易发生。理论模拟之外，实验结果也证实了在  $\text{Zn}(\text{OTf})_2$  电解液中正极发生 2 电子转移反应。材料分析方法结合电化学测试，确定了过氧化锌 ( $\text{ZnO}_2$ ) 为正极放电产物。非碱性锌空气电池中，电解液不与空气中的  $\text{CO}_2$  发生副反应，电池在空气中和氧气中均表现出稳定的长循环性能。

与传统的碱性锌空气电池相比，这种非碱性锌空气电池具有明显优势：锌负极利用率高，从而大幅提高电池的能量密度，降低单位能量密度的电池成本；电池充放电反应可逆性高，具有长循环寿命；电池可以在空气中稳定的运行，简化了电池结构，降低电池组件的耐腐蚀性要求。

该项突破性工作为提高锌空电池的电化学性能、以及研发高可逆的二次金属空气电池提供了新的理解和研究思路，对于开发更低成本、更安全的未来储能体系具有重要意义。

彭德倩 上观新闻 2021-01-04

## 黑龙江大庆拟配套发展电蓄热储能及氢能储能调峰项目

今年是“十四五”开局之年，黑龙江大庆市将以打造转型发展重要接续产业为目标，统筹资源、电网、土地空间等要素，规模开发风能、太阳能等一次能源，高效利用氢、电、蒸汽等二次能源，配套发展天然气电站、电蓄热储能及氢能储能调峰项目。推动建设国家光伏、储能实证实验平台和新能源研发中心，打造具有国内、国际影响力的科创高地。全面实施绿色能源战略，积极拓展新能源汽车等应用领域，谋划建设规模化油气电氢综合服务终端和加氢站示范项目，加快新能源全产业链发展。

按照《大庆市实施产业链链长制推动产业高质量发展实施方案》，大庆市依托风能、太阳能、地热能、生物质能全面构建多能互补、组合开发、综合应用全产业链，确定了风力发电、光伏发电、生物质能开发、地热能开发、氢能开发五个产业主攻方向

“链”上发力 新能源产业加速发展

大庆市是黑龙江西部风电产业布局的重要领域。

2018 年 9 月，大庆获批可再生资源综合应用示范区；

2019 年 11 月，华锐风电投资 10 亿元建设大庆新能源综合产业园区；

2020 年 12 月，国内首个国家光伏、储能实证实验平台(基地)落户大庆。

新能源产业是助力大庆市转型发展的重要接续产业。在推进工业强市进程中，大庆市紧紧依托丰富的资源，大力发展新能源产业，为经济发展提供源源不断的清洁动力。

进入“十四五”，大庆市将进一步加大新能源开发力度，2025 年，新能源产业链实现主营业务收入 300 亿元，2030 年达到 500 亿元。

大庆市发展光伏产业优势明显

2020 年 10 月 30 日 15 点 35 分，省内首个“双 140 机组”风电场——大庆大岗风电场平桥项目一次并网成功。

大岗风电场位于大同区八井子乡，总装机容量为 96MW，采用金风 GW140-3.0 直驱型风电机组，单机容量 3.0MW，32 台风力发电机组。由于建设地区风能资源优质，年发电可达 3800 小时。项目成功并网标志着九洲集团在大庆地区的首个风电项目正式投入运营。

风力发电以蕴藏量大、可再生、无污染、占地少等特点，成为国家未来能源的开发和利用方向。上风力发电项目，大庆有独特的优势。

大庆地处举世闻名的敖古拉大风口，年有效风速持续时间长，年平均风速达 3.8 米/秒，是国家

九个千万千瓦级风电基地之一，风能总量 1790 万千瓦，蕴藏量居全省西部最大，是黑龙江西部风电产业布局的重要区域。同时，大庆雄厚的工业基础也为风电产业链发展提供了保证。

此外，大庆光照充足，年日照时数在 2600-2842 小时，总辐射量在 4800-5000mj/m<sup>2</sup>，是我国第二类太阳能资源区域。同时，大庆年平均温度较低，有利于提高光伏组件的效率，适合建设各类型光伏电站。

大庆地热资源埋层较浅，水质优良，出水压力大，温度高，可再生能力强，是国内罕见的大规模地热富集区，开发潜力巨大。

除优质的资源禀赋外，国家电网、油田电网结构完善，消纳空间具备存量、增量优势，也为新能源发展提供了雄厚的基础条件。目前全市已并网风电装机 143.25 万千瓦、光伏装机容量 720 兆瓦。2018 年，大庆市可再生能源综合应用示范区获得国家能源局支持，2019 年组织优选了 150 万千瓦第一批示范项目，目前正在加快推进。

#### 新能源产业链锁定五个主攻方向

2020 年 12 月 21 日，大庆沃尔沃汽车制造有限公司与国网黑龙江电力圆满完成全绿电交易。此次交易是黑龙江省内首笔全绿电交易，为龙江新能源就地消纳开创了新局面。

根据交易结果，大庆沃尔沃汽车制造有限公司分别与 4 家生物质发电企业和 3 家风电企业达成全绿电交易 3300 万千瓦时，预计全年交易电量达 5500 万千瓦时。此次交易不仅使大庆沃尔沃公司提前 4 年实现了 100%绿电供应的目标，更为进军欧盟市场提供了绿色通行证。沃尔沃也成为省内首个实现电能碳中和的企业基地。

近年来，“生态优先、绿色发展”的理念逐步深入人心，大力发展可再生能源、加快能源转型发展已成为全球共识。

今年是“十四五”开局之年，大庆市将以打造转型发展重要接续产业为目标，统筹资源、电网、土地空间等要素，规模开发风能、太阳能等一次能源，高效利用氢、电、蒸汽等二次能源，配套发展天然气电站、电蓄热储能及氢能储能调峰项目。推动建设国家光伏、储能实证实验平台和新能源研发中心，打造具有国内、国际影响力的科创高地。全面实施绿色能源战略，积极拓展新能源汽车等应用领域，谋划建设规模化油气电氢综合服务终端和加氢站示范项目，加快新能源全产业链发展。

按照 2020 年 12 月 15 日大庆市发布的《大庆市实施产业链链长制推动产业高质量发展实施方案》(以下简称《实施方案》)，依托风能、太阳能、地热能、生物质能全面构建多能互补、组合开发、综合应用等全产业链，确定了风力发电、光伏发电、生物质能开发、地热能开发、氢能开发等 5 个产业主攻方向，同时规划了近期和中期目标。

近期目标就是力争到 2025 年，新能源装机达到 800 万千瓦以上，销售收入达到 150 亿元以上。谋划实施国家光伏发电实证实验平台、百年油田能源转型绿色能源基地(含大庆油田生产区域分布式新能源示范工程)，促进能源领域改革提质增效，发挥对产业、经济发展的促进带动作用。新能源产业链实现主营业务收入 300 亿元。

中期目标就是力争到 2030 年，新能源装机达到 1500 万千瓦以上，土地综合利用达到较高水平，与农牧渔等产业实现综合开发，光伏屋顶等应用成为城镇建设的重要内容，带动关联产业能力不断增强。新能源产业链实现主营业务收入 500 亿元。

#### 新能源为企业带来发展新机遇

2020 年 12 月 31 日，独自坐在办公室，大庆辉谷能源科技有限公司董事长梁子辉写下了新年愿望：立志成为全球新能源行业伟大公司。

很多人了解“辉谷”，是因为疫情期间这个公司紧急上口罩生产线生产口罩，并免费赠送给急需的人，被纳入省疫情防控物质重点保障企业名单。但辉谷新能源板块有多强大，你知道吗？

据了解，辉谷新能源研发团队以上海交通大学为依托，具备完整的多功能快速充电桩及动力电池研发系统，掌握从单体电芯、电池模组、电池管理系统(BMS)到整车电池开发的核心技术，专注于电池应用技术研发及多功能快速充电桩、BMS、物联网、充电桩智能化平台等研发、管理、生产、

销售、服务于一体。辉谷已成功申请新能源领域 50 余项发明专利及知识产权，并将研发成果转为市场应用，建立了深圳研发生产基地、西安研发基地、大庆生产制造基地。

目前，公司已与中国铁塔公司、上海世贸、大润发超市、美团、饿了么等企业签订合作订单，并与北京至诚 5G 项目、山东圣泉、宁波瞬能等国内知名企业达成战略合作。大力开发新能源，让梁子辉看到新机遇，也让他更有信心把公司打造成为“全球新能源行业领军企业。”

按照《实施方案》，新能源产业链主要攻关新能源产业的技术研发、装备制造、组合开发和综合应用着力发展等 8 个细分领域。在风力发电方面，谋划叶片制造、风机整机制造等 6 个重点产业链节点项目；在光伏发电方面，谋划蓄电池制造、面板支架制造等 8 个重点产业链节点项目；在生物质方面，谋划生物质发电、生物质制天然气等 6 个重点产业链节点项目；在地热能开发利用方面，谋划地源热泵制造、地热能农牧利用等 10 个重点产业链节点项目；在氢能开发利用方面，谋划氢燃料电池汽车装备制造及加氢站等 4 个重点产业链节点项目。

大庆日报 2021-01-08

## 2020 盘点|城市清洁高效功能典型项目出炉！

党的十九大针对能源生产和消费革命提出，要“构建清洁低碳、安全高效的能源体系”，这是国家针对能源发展提出的宏观战略目标。

所谓“清洁”，是要优化能源消费结构，提升绿色低碳能源的使用比例；所谓“高效”，是要开展从能源生产到终端消费的全链条系统优化，实现提高全社会能源利用效率的目的，以此来满足日益增长的个性化用能需求，提升人民群众幸福生活指数。

伴随着经济社会发展，能源消费需求快速增加，各地环境质量改善亦进入攻坚期，能源发展强化“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线”原则比以往任何时候更加重要。在此背景下，“清洁、高效”供能成为各地高质量发展应有之义。

2020 年以来，在新冠肺炎疫情的严峻考验下，在各地密集部署“新基建”的发展当口，加之“碳中和”发展大势，城市在清洁高效供能方面收获了怎样的硕果，有哪些重大项目诞生？

《中国城市能源周刊》立足客观、公平视角，评选出 2020 年度突破性强、有行业重大影响力、有代表性或者先进示范意义的典型城市清洁高效供能项目。

梳理如下，以飨读者。

### 01 助力生态脆弱区能源转型

全国首个“高原”氢燃料电池公交项目落地

2020 年 11 月 30 日，东方电气(成都)氢燃料电池科技有限公司、成都客车与西昌月城公交成功签订四川省西昌市首批 10 台氢燃料电池公交车合同，预计将于春节前正式上线运营。这标志着全国首个“高原”氢燃料电池公交项目取得重大突破。

西昌市为四川省凉山彝族自治州首府，地处川西高原，全境海拔 1500 米以上，全市山地面积占 80%以上。独特的地形地貌对氢燃料电池产品的稳定性和高效性提出了严峻考验。

针对西昌市高海拔、空气稀薄的特点，东方电气率先自主研发出适应高海拔地区的燃料电池发动机，并对系统进行全面升级，保障燃料电池发动机在整体性能最优的情况下能在高海拔环境安全高效运行。系统效率最高达到近 60%，预期百公里氢耗低至 4kg，性能指标全国领先。

与之配套的国内首座高海拔区域固定式加氢站也将同步开通运营，届时将有力保障西昌市此类生态脆弱区能源转型和碳中和目标实现。

### 02 充电设施与数字经济相结合

国内最大电动汽车智能充电楼宇在南京投运

2020 年 6 月，国内最大规模的电动汽车智能充电综合服务楼宇（南京电动汽车极客空间江北新区站）在南京江北新区投入运营。截至 12 月中旬，该站日均充电次数达百余次，日均充电电量约

2000 千瓦时，月均充电量约 7 万千瓦时。日均光伏发电 600 千瓦时，投运至今累计发电约 9 万千瓦时。

该智能充电楼宇创新运用电动汽车智能充电综合服务楼宇模式，将充电设施与数字经济相结合，将充电桩由平面布局转向立体布局，大规模集中布置在城市核心地段楼宇内。

该楼宇总建筑面积达 3 万平方米，分为地下 2 层、地上 8 层，共配置 430 个停车位，其中充电车位 390 个，总充电容量达 1.2 万千瓦，243 个快充桩都实现了“即插即充、无感支付”功能，并试点运用 V2G 技术实现了新能源汽车与电网的智能互动。

同时该智能充电楼宇集大数据、云计算、综合能源等诸多新技术于一体，将充电桩作为能源网、交通网、信息网“三网融合”的重要载体，通过智慧能源协调控制系统，统一调配楼宇内的空调、照明、光伏、储能设备，实现楼宇用能智慧高效。未来，还有望通过融合能源互联网、车联网，智能识别周边驾驶新能源汽车的潜在充电客户，精准推送服务信息，促进新能源车出行效率、质量“双提升”。

### 03 引领绿色大数据中心建设

全国首个 100% 利用清洁能源大数据产业基地投运

2020 年 5 月 7 日，全国首个 100% 利用清洁能源运营的大数据产业示范基地——青海省海南藏族自治州大数据产业园（一期）投运。项目在为青海省清洁能源就地消纳提供巨大市场的同时，推动了青海省大数据产业和清洁能源产业绿色可持续循环高质量发展。

地处三江源地区的青海省海南州是我国重要的清洁能源基地，具备大数据产业巨大发展的电力成本优势，光伏、风电、光热总装机容量突破千万千瓦，占全省装机容量的 56%。

该大数据产业园坐落在海南州共和县塔拉滩，占地面积 1200 亩，主要包含大数据核心产业区和大数据产业创新区、大数据交易区、数字产业人才培育区、综合服务区。产业园于 2017 年 11 月启动，分三期建设，预计可引进相关企业 100 家，吸纳产业投资 80 亿元。目前已建成 5000 平方米的华为海南州大数据中心和 5000 平方米海南州智慧城市功能中心。其中，数据中心共 527 台机柜，可部署 6800 台标准服务器，成为青海最先进、等级最高的云计算数据中心。

在节能方面，海南州大数据中心采用密闭冷通道、近端制冷、高效模块化 UPS 等先进技术提升节能指标，实测 PUE（数据中心能效指数）达到 1.4 以下，相比传统数据中心，能效提高 30% 以上。

### 04 助力缔造“绿色新国门”

大兴机场航企服务岛智慧能源项目开工

2020 年 6 月，北京大兴机场临空经济区（廊坊）航企服务岛（北区）智慧能源项目正式开工建设，从 2021 年开始陆续投产。项目达产后预计可实现节能 0.9 万吨标煤/年，SO<sub>2</sub> 减排量 292 吨/年，减排率为 27.6%；NO<sub>x</sub> 减排量 284 吨/年，减排率为 28.0%；粉尘减排量 167 万吨/年，减排率为 27.3%。

作为京津冀全面改革创新试验区核心区域，北京大兴机场廊坊临空经济区航空物流区是国家对外交往的新门户、北京发展的新引擎、京津冀协同发展的高地。航企服务岛（北区）是航空物流区的门户，为临空政府所在地。总建筑面积约 249.3 万平方米，预计总体热负荷需求为 110MW，冷负荷需求为 88.4MW。

项目结合区域内政务办公、总部经济、学校教育、高端居住、回迁安置等不同用能需求，近期（至 2025 年）采用集中式泛能站与分布式能源站相结合的方案，优先考虑可再生能源利用，打造多能互补的用供能一体化能源系统；远期考虑引入廊坊国电热电联产热源，强化气热协同效应，提高区域整体能源利用效率，进一步降低区域碳排放量。

项目将在全区域布局 LoRa（低功耗广域网）“物联网+互联网”，实现数据的共享、实时监控与智慧调度，并打通传统能源体系边界，实现跨时间空间、跨能源品类、跨设施主体的优化调配，统筹管理气、电、热、冷多种能源，达到系统能效最优，契合北京大兴国际机场临空经济区（廊坊）新型智慧城市“数化万物、智绘未来”的核心理念，对城市现代化能源体系建设具有很好的示范和推动作用。



## 05 打造南方集中供暖+碳减排重要典范

长三角规模最大水源热泵区域能源站在江苏常州投用

2020年12月下旬，江苏省常州高铁新城智慧综合能源站1期正式投运，常州迎来首个区域性集中“供暖季”。该项目为长三角地区规模最大的区域集中供能能源站项目，规划供能面积超600万m<sup>2</sup>，主要为常州高铁新城重点区域内的政府办公、商办、住宅、酒店、医院、学校等业态提供冬季供暖和夏季制冷服务，服务人群超20万人。

常州高铁新城智慧综合能源站项目，是常州高铁新城打造“智慧生态城”的重要能源基础设施项目。该项目继2019年被江苏省发改委列为“江苏省现代服务业发展重点项目”后，2020年又被国家住房和城乡建设部列为“科技示范工程”。项目采用了21项专有技术，9大技术创新，同时承担了1项国家重点研发计划。

项目采用能源母站+能源子站联合供能方式，规划建设3座能源站，建设换热站约40余个，敷设供热管网约35公里。主要以中水/河水源为主要冷热源，通过热泵+蓄能等可再生能源，按多能互补、集成优化的原则打造多源协调、多网融合的区域能源网。

项目是长江中下游地区清洁供暖的重要示范，既是“长江大保护”的实际行动，又是“碳达峰、碳中和”目标的典范。全部建成后，预计年节约碳排放8万吨，相当于再造了800公顷的宽叶林，将成为“碳中和”典型示范。

## 06 打造藏区清洁能源基地

西藏最大光伏+储能综合能源示范项目并网发电

2020年12月24日，西藏日喀则市50兆瓦“光伏+储能”综合能源示范项目并网发电。该项目占地面积约1600亩，建设配备了50兆瓦光伏系统和100兆瓦时储能系统，预计年发电量可达1亿千瓦时，年可节约3.06万吨标准煤。

项目总投资约4.5亿元人民币，是西藏自治区最大的光伏+储能综合能源示范项目，也是西藏自治区首个一次性并网发电的综合能源项目和国内罕见的高原高海拔大型综合能源项目。项目由水发集团投建，是山东省援藏工作二十多年来单体投资额最大的招商引资项目。项目每年可为日喀则市贡献税收500万元以上，建设期间带动就业300余人次。

日喀则市太阳能资源丰富，是国家光热资源分布一类地区，发展清洁能源前景广阔。项目投运对于优化日喀则电源供应结构、提高电力保障能力、推进清洁能源产业发展、巩固脱贫攻坚成果、助力全面推进乡村振兴，以及助力落实国家新能源战略、打造西藏清洁能源基地均具有十分重要的现实意义。

## 07 助力粤港澳大湾区建设

珠海横琴综合智慧能源项目一期四个能源站全面建成 2020年，珠海横琴综合智慧能源项目迎来标志性一年。作为引领未来大湾区能源革命的战略载体，项目一期四个能源站于这一年全面建成。

项目同时圆满完成了庆祝澳门回归20周年之重要活动“横琴口岸通关仪式”、全国两会等重大政治保供工作。目前，已发展用户共计132家。

横琴综合智慧能源项目规划分三期建设10个能源站，总装机容量为45万冷吨，供冷面积将达到2500万平方米。该项目致力于建设集电、热、冷、汽、储能及配套服务的综合智慧能源基地，是横琴助力澳门多元发展，推动粤港澳大湾区建设的重要能源依托。

项目作为国内目前最大的区域综合能源项目，标杆效应凸显，先后荣获了“中国区域能源示范项目”“综合智慧能源优秀示范项目”“中国城市能源变革十大样板工程”“国家级新区清洁能源示范工程”等荣誉称号。

尤为值得关注的是，项目在实施过程中，获得横琴政府层面大力支持，将项目与城市规划结合，进行提前布局，这为全球城市可持续发展提供了值得借鉴的经验。

截至目前，项目已逐渐形成了可复制、可推广的综合智慧能源“横琴模式”，将有望为珠澳合作开

发横琴，促进澳门多元化发展做出更大贡献。

#### 08 气、电“双基”+标准化集成

国际高水准绿色低碳医院在湖南建成开诊

筹备6年之久，占地129.99亩、总投资40亿元的三甲医疗机构——湖南妇女儿童医院于2020年7月29日正式开诊。

为达到该院按照国际JCI标准（全世界公认的医疗服务标准，医院服务和医院管理的最高水平——编者注）创建的高水准要求，远大能源利用管理有限公司通过提供投资、建设、运营一体化服务，以“高起点建设、高质量运营、高水平服务”打造了湖南省极具示范意义的分布式能源站。

该项目基于气、电双能源，将1套燃气分布式能源成套装置（1MW发电功率）、1台非电空调、2台节电空调、1台单热型直燃机以及一体化输配系统集成成标准化集成产品，以能控系统集中管理，遵循“余热优先，宜气则气、宜电则电”原则，为医院打造了量身定制的能源系统解决方案，实现了高效用能、智慧管理和清洁供能，并荣获“2020中国分布式综合能源项目一等奖”。

与传统“电空调+锅炉”方案相比，该技术每年可节省运行费用308万元，节能5600吨油当量，二氧化碳排放量减少17000吨，相当于种树93万棵。湖南妇女儿童医院项目俨然已成为引领绿色低碳医院建设的标杆。

#### 09 构建源网荷协同发展新格局

V2G智慧能源体系在山西率先建成

12月18日，山西省“新能源+电动汽车”协同互动智慧能源试点启动会召开，正式启动电力需求侧响应市场，在全国率先打造了“新能源+电动汽车”智慧协同互动体系。

“新能源+电动汽车”智慧协同互动体系，是将新能源和电动汽车通过含V2G技术在内的智慧能源系统有机结合，将电力平衡方式由“源随荷动”的单一方式转变为“源荷互动”的双向协同方式，实现了电力需求侧管理的进一步创新，构建“源—网—荷”互利共赢、协同发展的新格局。

本次启动会有6个试点参与，时长4个小时，最高响应负荷达到5兆瓦，可消纳弃风弃光电量18兆瓦时，预计可节约电动汽车用户成本约3600元。

试点项目将聚合全省各地市充电设施7300多个，负荷达43万千瓦，预计可为电网带来5万千瓦的调峰资源，不仅能够为电力系统提供低成本的灵活性资源，有效解决弃风弃光问题，还能够大幅降低电动汽车的全周期成本，使电动汽车可以通过电力市场交易获得额外辅助服务或峰谷差价的收益，有利于推动电动汽车产业发展及应用。

#### 10 能源数字化管理成大势

深圳首个商业分布式能源项目投运

2019年9月开工、2020年4月投运的深圳首个商业分布式能源项目——深燃大厦布式能源站项目是港华能源“源—网—荷—储”一体化示范项目，年发电量约120.1万kWh，年供冷量约153.9万kWh，系统能源综合利用效率大于80%，每年可以减少CO<sub>2</sub>排放约185.73吨，SO<sub>2</sub>约0.39吨，NO<sub>x</sub>约0.14吨。

该大厦供冷面积5万平方米。项目通过应用基于物联网的数字化技术，为深燃大厦提供了绿色能源综合解决方案服务，满足了大厦安全、清洁、高效、经济的用能需求。

项目将溴化锂机组有机地融入电制冷空调中，实现了溴化锂机组与深燃大厦原有电制冷空调的完美结合；并采用一体化的设计理念，以模块化的形式将设备集成在集装箱内，实现了集约优化，可节约占地面积40%以上。

项目基于云计算、物联网等技术，实现了全生命周期的能源数字化管理。并利用与清华大学联合研发的综合能源管理平台，全面实现了远程集控、数据自动化采集分析，构建了数字化运维管理系统，实现能效最高，经济效益最优，同时确保能源站零事故。投运以来，项目已先后荣获“2020年度中国分布式综合能源优秀项目特等奖”“年度绿色发展案例奖”“最具复制推广案例奖”等荣誉称号。

中国城市能源周刊编辑部 中国城市能源周刊 2021-01-05

## 温室气体为何与污染物同根同源？

开栏语

《碳排放权交易管理办法(试行)》将于今年2月1日起施行。1月1日,全国碳市场发电行业第一个履约周期已经正式启动。

碳排放权交易(简称"碳交易")作为运用市场机制控制温室气体排放、应对气候变化的有效手段,已经成为我国推动低碳经济转型的重要政策工具,与城市实现"碳达峰"、"碳中和"的有效市场手段之一。

我国自2011年起探索建立碳排放权交易市场(以下简称"碳市场"),并自2013年起,陆续启动了北京、天津、上海、重庆、湖北、广东和深圳等"两省五市"的试点工作。目前,试点地区已经建成制度要素基本齐全且具地方特色、初具规模、运行基本稳定、初显减排成效的试点碳市场。

根据生态环境部印发的《2019-2020年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案(发电行业)》,全国碳市场以试点为基础,现已成长为配额成交量规模全球第二大的碳市场。截至2020年8月,试点省市碳市场共覆盖钢铁、电力、水泥等20多个行业,近3000家企业,累计成交量超过4亿吨,累计成交额超过90亿元,碳排放总量和强度出现了双降的趋势。

现如今,伴随着"2030碳达峰""2060碳中和"国家战略目标的提出,我国碳市场又站在了一个新的发展当口。这一次,作为一国经济社会发展的牵引力量与能源消费的主体,城市势必要全面扮演"主角"。

那么,温室气体排放量是如何计算的?碳交易如何实现全社会低成本减排?即日起,《中国城市能源周刊》推出"碳交易微课堂"栏目,以科普形式向读者普及温室气体、碳交易与碳减排、林业碳汇、碳普惠等碳交易相关热词,传播碳交易新理念,以更好运用这一市场工具服务绿色低碳城市建设,助力美丽中国。

温室气体可以使地球表面变得更暖,类似于温室截留太阳辐射,并加热温室内空气的作用,这种温室气体使地球变得更温暖的影响称为"温室效应"。

温室气体的产生有自然因素,也有人为因素,研究发现人为因素是造成气候变化的主因,主要来源于能源活动、工业生产过程、农业活动、土地利用变化和林业、废弃物处理等五大领域。

类别	排放源	温室气体	
能源活动	化石燃料燃烧	固定源,如固定燃烧装置,如锅炉、各种炉窑; 移动源,各类交通工具,如汽车、飞机,工业各 类机械	二氧化碳、甲烷、氧化 亚氮
	生物质燃烧	同上	甲烷
	开采(煤炭、油气系统)逃 逸	矿坑、各类运输装置阀门	甲烷
工业生产过程	水泥、石灰、钢铁、电炉石 墨电极等	碳酸盐受热分解或含碳物质被氧化	二氧化碳
	己二酸、硝酸	含氮物质催化氧化(如氨气)	氧化亚氮
	铝、镁、电力设备、半导体 等	惰性保护气、副产品	氟化物
	其他化工产品,如丙烯腈	含碳物质被氧化,含碳物质分解裂解	二氧化碳、甲烷
废弃物处置	固废处理	固废中含有的碳被燃烧氧化或者降解及其他生化 作用	甲烷、二氧化碳
	废水污泥处理	废水中含有的碳、氮等物质发生化学反应	甲烷氧化亚氮

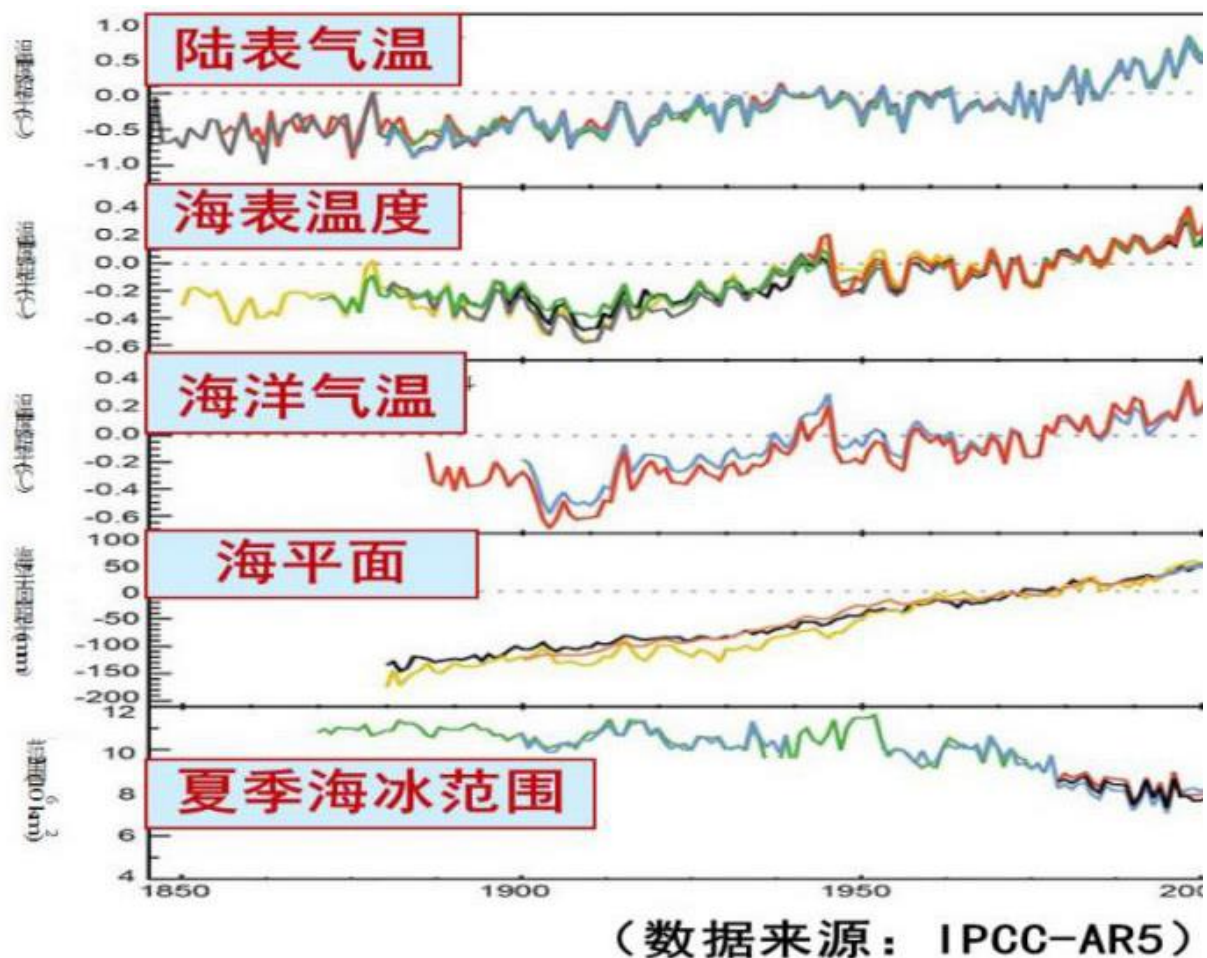
温室气体的产生来源

因为煤炭等化石燃料在燃烧过程中会排放颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等空气污染物,也会排放二氧化碳、黑碳等气候污染物,因此大气污染物和温室气体具有同根同源性。

[10.5], [7], [12] 秸秆因此,将大气污染物和温室气体进行协同控制,是大气污染防治和应对气候变化的有效途径。

根据相关测算,每减少一吨二氧化碳排放,会相应减少 3.2 公斤二氧化硫和 2.8 公斤氮氧化物排放。

因此,我国在推进应对气候变化工作的同时,也为大气污染防治作出了重要贡献。应对气候变化职能转入新成立的生态环境部,会为我国进一步加强应对气候变化和大气污染防治的统筹、协同、增效提供机制体制保障。



近百年来全球升温趋势

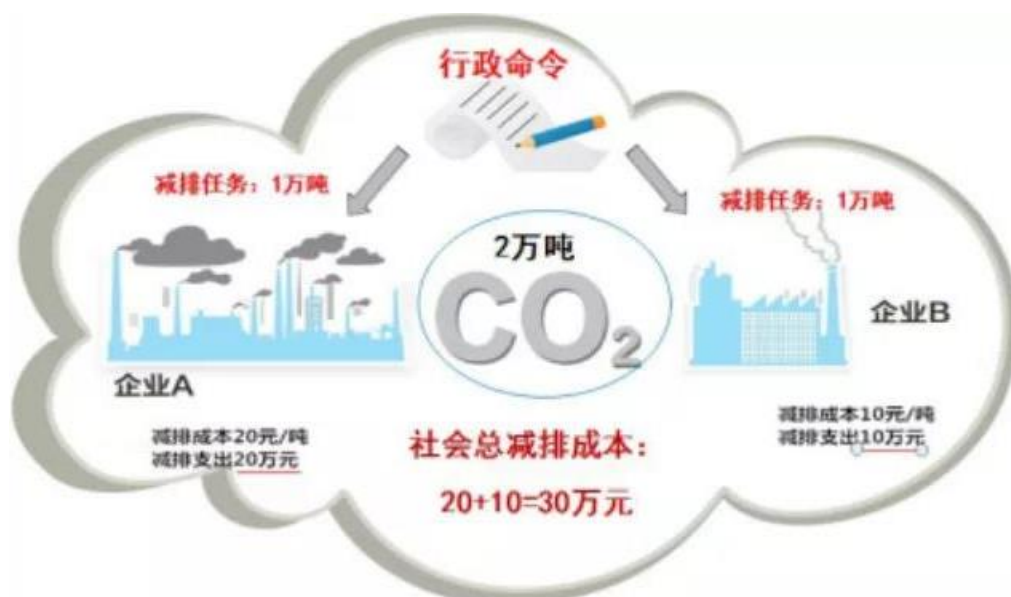
未来,我国在应对气候变化、温室气体排放控制、大气污染防治以及更广泛的生态环境保护工作中,在监测观测、目标设定、制定政策行动方案、政策目标落实的监督检查机制等方面,会进一步统筹融合、协同推进。

(本文摘编自清华大学中国碳市场研究中心及北京中创碳投科技有限公司联合发布的《地方政府参与全国碳市场工作手册》)

中创碳投 中国城市能源周刊 2021-01-11

## 碳交易如何实现全社会低成本减排？

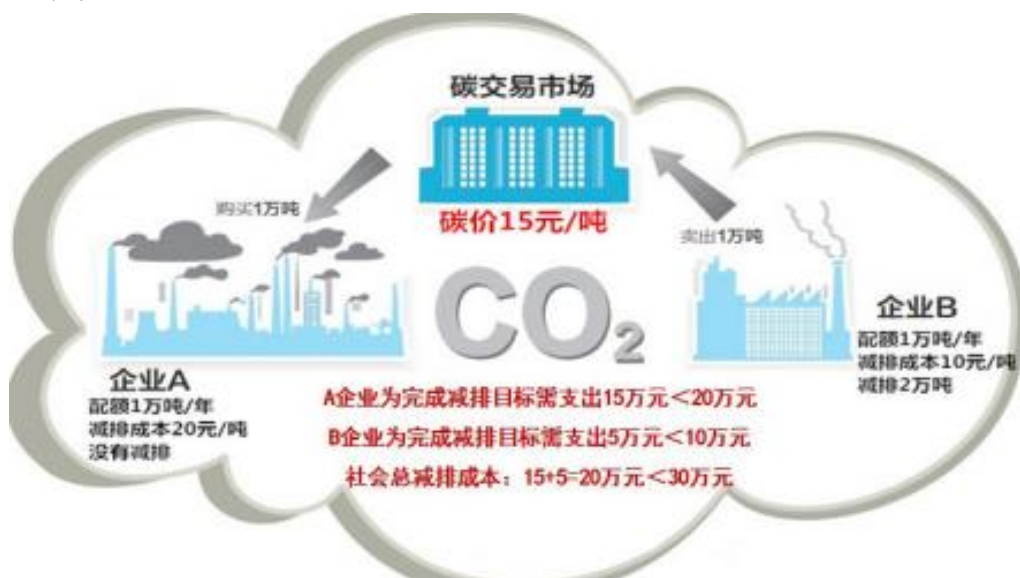
通过碳交易，如何实现全社会低成本减排？  
举个栗子就知道啦！



情景一：采用行政命令的减排成本

情景一：假定全社会减排目标是 2 万吨二氧化碳，有两个企业需要进行减排，A 和 B，两个企业的减排成本不同（假设 A 企业减排成本是 20 元每吨二氧化碳，B 企业是 10 元每吨二氧化碳）。

如果采用行政命令式，让两个企业分别完成 1 万吨的减排任务，那么 A 企业的减排成本是 20 万元，B 企业的减排成本是 10 万元，也就是说全社会完成这 2 万吨的减排任务，需要的成本一共是 30 万元。



情景二：采用碳交易机制的减排成本

情景二：如果采用碳交易，控排目标覆盖总量同样为 2 万吨二氧化碳，假设 A、B 两个企业各分得 1 万吨配额。（成熟的碳市场碳价应基本和社会平均减排成本持平，A 企业减排成本 20 元，B 企业减排成本 10 元，故全社会的平均减排成本为 15 元，也就是说碳价为 15 元。）由于 B 企业减排成本只有 10 元，低于碳价，可出售碳排放权获取利润，因此会有较强的减排动力。

假设 B 企业把 2 万吨的减排任务全部承担，那么付出的减排成本是 20 万元。A 企业的减排成本是 20 元，高于 15 元的碳价，因此不会考虑进行减排，而是选择购买碳排放权来完成减排任务。为完成履约，A 企业花费 15 万元从 B 企业处购买了 1 万吨配额，也就是说 A 企业的减排成本是 15 万元，相比行政命令手段下 20 万元的减排成本节省了 5 万元。对于 B 企业来说，完成 2 万吨减排支出 20 万，卖出了 1 万吨碳排放权获利 15 万，减排成本为 5 万。全社会的减排成本为 A 企业的 15 万加上 B 企业的 5 万，一共是 20 万元，远低于采用行政命令式的 30 万元。

通过碳交易，政府管理层面完成了减排目标，控排企业都节省了减排成本，形成多赢局面。

是不是有点恍然大悟的赶脚？！

(本文摘编自清华大学中国碳市场研究中心及北京中创碳投科技有限公司联合发布的《地方政府参与全国碳市场工作手册》)

中创碳投 中国城市能源周刊 2021-01-12

## 数字孪生技术助力高耗能企业提效降耗

在科学技术高速发展的今天，能源行业业务场景日趋多样化，业务数据海量，同时为了达到碳中和目标，能源行业企业数字化改造步伐也进一步加快，在众多数字化技术之中，数字孪生技术开始被人们所重视。

数字孪生技术是数字化转型的重要部分，在 2020 年 9 月国资委下发的《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》明确提出，运用数字孪生等新一代信息技术，探索构建适应企业业务特点和发展需求的“数据中台”“业务中台”等新型 IT 架构模式，建设敏捷高效可复用的新一代数字技术基础设施，加快形成集团级数字技术赋能平台，提升核心架构自主研发水平，为业务数字化创新提供高效数据及一体化服务支撑。

AVEVA 剑维软件大中华区总经理万世平表示，数字孪生的前景十分广阔，利用数字孪生技术，可实现全员赋能，能够为企业创造至关重要的价值。

据了解，数字孪生是指在信息空间构建一个可以映射表征物理设备的虚拟系统，二者之间的联系并不是单向和静态的，而是在整个产品的生命周期中都联系在一起。

以传统燃煤发电厂为例，通过燃烧煤炭将水转化为水蒸气，由水蒸气推动汽轮机发电。此时的煤炭经过多次能量转换成为电能，这期间存在一个能量转化比。随着我国社会高速发展，对电力的需求在不断的上涨，而我国又以煤电为主。势必会燃烧更多的动力煤，这就对碳排放指标的完成造成了一定的压力。

目前已经有了不少解决碳排放的技术，例如碳捕捉技术，就是捕捉释放大气中的二氧化碳，压缩之后，压回到枯竭的油田和天然气田或者其他安全的地下场所封存。但这是针对已排放的二氧化碳，真正解决碳排放问题还需要从源头入手。

AVEVA 剑维软件大中华区技术解决方案总监孙承武在接受记者采访时表示，对于传统燃煤电厂，针对锅炉燃烧过程中通过数字化技术，采用线性规划算法，用更少的煤释放出同等的能量，再去转化为电能。在此过程中，可以满足国家对于电能大规模需求的同时，通过能源转化率的提升，进而降低煤炭使用量。这就是数字化助力能源企业提效、降耗的典型表现。

还有同处于高耗能的水泥行业，在水泥生产线上的回转窑需要使用大量的煤将生料烧制成熟料，在此过程中可通过 AVEVA 剑维软件的数据分析技术，使用数字化解决方案，不断优化整个回转窑生产过程中的关键工艺参数和配比，进行调节，实现最优化一个控制平衡点。

与传统的手动调节模式相比，数字化调节的经济性会有很大提升。提升的表现在于在生产同量产品的同时，煤炭的消耗量减少，燃料成本降低，碳排放也随之减少。

孙承武表示，如果有更多像燃煤发电行业、水泥生产行业这样的行业使用数字化的手段来提升他们的工艺级别，那么一定会在能源消耗端降低消耗，同时在输出生产端，也不会降低目标产值，

保障其产量。

云计算、物联网、人工智能、数字孪生等先进技术对提高企业效率至关重要，目前国外已有不少企业数字化案例可供国内同行参考。

AVEVA 剑维软件大中华区技术服务总监胡明飞介绍说，BP（英国石油）公司利用 AVEVA 剑维软件的技术优化其整个供应链的生产规划，并将原油选择规划用时从 7 小时缩短至 3.25 分钟，通过商业优化提高盈利达 70 美分/桶。这对于 BP 公司的业务来说是一次彻底变革。意大利国家电力公司 ENEL 利用 AVEVA 的解决方案实现全自主式数字化电厂，融合了基于人工智能（AI）的数字孪生，极大地提升了运营效率。

在石油化工、能源行业，数字化转型应该是涵盖企业工程和运营全生命周期的。提升供应链、生产运营管理效率，加快企业决策将有助于提效降耗。

王长尧 中国能源网 2021-01-16

## 首个省际综合能效指数出炉!八大综合经济区四个梯队格局长啥样?

1 月 10 日，在 2021 年能源经济预测与展望研究报告发布会上，北京理工大学能源与环境政策研究中心发布了首个《中国省际能源效率指数（2010—2018）》（下称“报告”）。

报告提出了一种衡量和比较区域和行业综合能源经济效率的指数，测算了我国各地区 2010—2018 年的能源效率，分析比较了各地区能源效率的变化和差异情况，旨在为分析能源效率变动情况及识别重点节能地区和行业等工作提供参考。

根据报告，我国能效水平总体呈现“东部和南部较高、中部次之、西部和东北较低”的分布格局：能效指数的高值主要分布在江浙地区以及闽南地区，其中江苏 2010—2018 年的能效指数均位居全国前三位。东部沿海地区和南部沿海地区的能效指数整体高于其它地区，位于第一梯队；北部沿海地区和长江中游地区位于第二梯队；西南地区 and 黄河中游地区位于第三梯队；除个别省份外，西北地区和东北地区能源效率水平最为落后，位于第四梯队。

为分析各部门的节能潜力，确定各部门重点节能省份，报告还分别对各省农业、工业、建筑、运输、服务 5 个部门的能源消费量和单位能源消费量的增加值进行了分析。结果显示，农业部门的重点节能地区是广西、黑龙江，工业部门的重点节能地区是天津、内蒙古，建筑部门的重点节能地区是四川、辽宁，运输部门的重点节能地区是江苏、湖南，服务部门的重点节能地区是甘肃、广东。

基于各省级行政区的能效指数及五大部门能效指数测算结果，报告指出，我国八大综合经济区的能源效率水平极不均衡。2010—2018 年，我国的能源效率整体向好，但也存在如新疆、黑龙江等少数省份的能效指数逐年下降的情况。

目前，我国正处于履行二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值、2060 年前实现碳中和承诺的关键时期。综合上述结论，报告建议，实行能源消费总量和强度双控制度，为各级行政单位设定能源消费总量和强度控制目标，并进行严格的监督考核。把节能指标纳入生态文明、绿色发展等绩效评价指标体系，引导转变发展理念。

以下为报告全文：

能源经济预测与展望研究报告

FORECASTING AND PROSPECTS RESEARCH REPORT

CEEP-BIT-2021-008 (总第 56 期)



# 中国省际能源效率指数 (2010-2018)

2021 年 1 月 10 日

北京理工大学能源与环境政策研究中心

<http://ceep.bit.edu.cn>



## 特别声明

本报告是由北京理工大学能源与环境政策研究中心、能源经济与环境管理北京市重点实验室、北京经济社会可持续发展研究基地、北京理工大学管理与经济学院、中国“双法”研究会能源经济与管理研究分会和中国能源研究会能源经济专业委员会联合出版的系列研究报告之一。如果需要转载，须事先征得本中心同意并且注明“转载自北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告”字样。

## 中国省际能源效率指数（2010-2018）

执笔人：王科 李晨馨 魏一鸣

作者单位：北京理工大学能源与环境政策研究中心

联系人：王科

研究资助：国家自然科学基金项目（71871022，71521002），霍英东基金项目（161076），国家重点研发计划项目（2016YFA0602603）。



北京理工大学能源与环境政策研究中心  
北京市海淀区中关村南大街5号  
邮编：100081  
电话：010-68918551  
传真：010-68918651  
E-mail: wangkebit@bit.edu.cn  
网址：http://ceep.bit.edu.cn

Center for Energy and Environmental Policy Research  
Beijing Institute of Technology  
5 Zhongguancun South Street, Haidian District  
Beijing 100081, China  
Tel: 86-10-68918551  
Fax: 86-10-68918651  
E-mail: wangkebit@bit.edu.cn  
Website: http://ceep.bit.edu.cn

# 中国省际能源效率指数（2010-2018）

## 一、引言

近年来，中国坚定不移推进能源革命，能源发展取得历史性成就。首先，能源利用效率显著提高，2019年单位国内生产总值能耗较2012年降低24.4%，相当于标准煤的消费减少了12.7亿吨，2012年至2019年，以能源消费年均2.8%的增长支撑了国民经济年均7%的增长。其次，能源消费结构加快向清洁低碳转变，相较于2012年，2019年煤炭消费占能源消费总量比重降低10.8%，天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量比重提高8.9%，非化石能源占能源消费总量比重提高5.6%，已提前完成到2020年非化石能源消费比重达到15%左右的目标。此外，能源绿色发展对碳排放强度下降起到重要作用，2019年碳排放强度比2005年下降48.1%，扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。

我国能源革命取得了良好的开局，但接下来的工作依然任重道远。十四五时期是我国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和的关键时期，我国所贯彻的能源安全新战略中强调的抑制不合理能源消费，强化能耗强度控制等策略具有重大意义。

本报告提出了一种衡量和比较区域和行业综合能源经济效率的指数，测算了我国各地区2010年至2018年的能源效率，分析比较了各地区能源效率的变化和差异情况，该指数可以为分析能源效率变动情况及识别重点节能地区和行业等工作提供参考。

## 二、能效指数的构建和计算

参考国内外能源效率指数（下文简称能效指数）的相关文献及实际工作需求，本报告首先构建和计算各省级行政区的农业部门（农林牧渔业）、工业部门（采矿、制造、电热燃气水生产供应业）、建筑部门（建筑业）、运输部门（交通运输、仓储和邮政业）和服务部门（批发和零售业、住宿和餐饮业）的能效指数，再将部门能效指数聚合为地区能效指数。

本报告所涉及的部门能源消费量的数据来源于国家和地方能源统计年鉴。本报告将各部门对各种能源的终端消费实物量折算统一为标准煤单位。为缓解极端值的影响，保持指数的平稳性，本报告采取对数型功效函数法对相关数据进行标准化处理。

## 三、全国及 30 个省级行政区能效指数

本报告计算了我国 30 个省级行政单位的能效指数，考虑到我国区域间经济发展和能耗水平差异大，本报告按照国务院发展研究中心提出的八大综合经济区对 30 个省级行政单位的能效指数进行分类比较分析。八大综合经济区分别为：东北综合经济区（辽宁、吉林、黑龙江）、北部沿海综合经济区（北京、天津、河北、山东）、东部沿海综合经济区（上海、江苏、浙江）、南部沿海经济区（福建、广东、海南）、黄河中游综合经济区（陕西、山西、河南、内蒙古）、长江中游综合经济区（湖北、湖南、江西、安徽）、西南综合经济区（云南、贵州、四川、重庆、广西）、西北综合经济区（甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆）。

### （一）总体能源效率水平及地区差异

我国 2010-2018 年 30 个省级行政区的能效指数如表 3-1 所示,其中 2018 年能效指数分布情况如图 3-1 所示。能效指数的高值主要分布在江浙地区以及闽南地区,其中江苏 2010-2018 年的能效指数均位居全国前三位。根据图 3-1,我国能效水平总体呈现“东部和南部较高、中部次之、西部和东北较低”的分布格局:东部沿海地区和南部沿海地区的能效指数整体高于其它地区,位于第一梯队;北部沿海地区和长江中游地区位于第二梯队;西南地区和黄河中游地区位于第三梯队;除个别省份外,西北地区和东北地区能源效率水平最为落后,位于第四梯队。

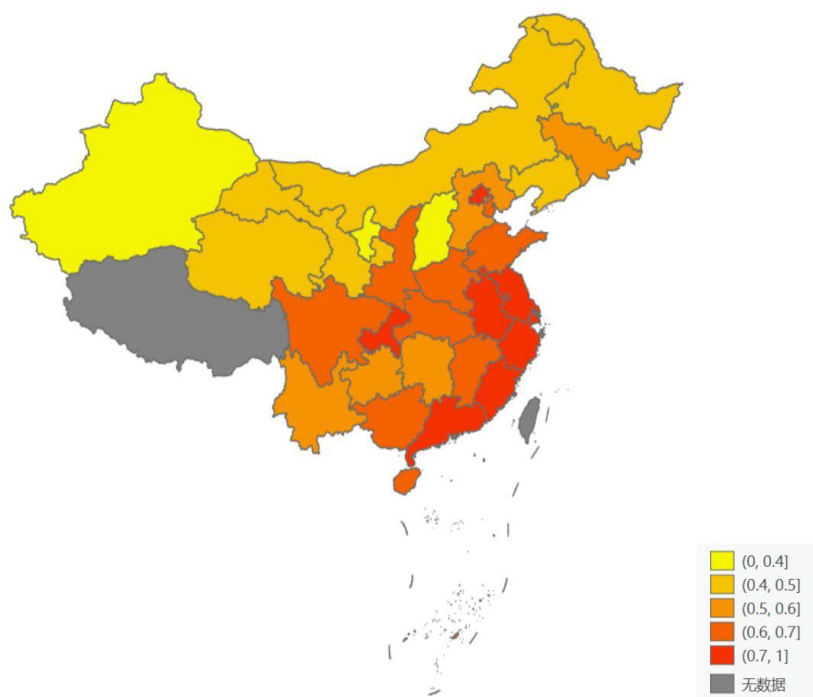


图 3-1 30 个省级行政区能效指数分布图 (2018 年)

表 3-1 2010 至 2018 年各省级行政区能效指数

排名	2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		2016 年		2017 年		2018 年	
	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数	省份	指数
1	江苏	0.714	江苏	0.710	江苏	0.706	福建	0.716	福建	0.722	北京	0.732	北京	0.758	北京	0.768	北京	0.775
2	江西	0.665	江西	0.676	江西	0.691	江苏	0.709	北京	0.722	江苏	0.729	福建	0.747	江苏	0.751	江苏	0.765
3	广东	0.652	北京	0.646	北京	0.658	北京	0.707	江苏	0.711	福建	0.726	江苏	0.745	福建	0.719	福建	0.761
4	北京	0.629	广东	0.638	广东	0.646	江西	0.683	江西	0.682	天津	0.685	广东	0.703	广东	0.709	重庆	0.720
5	安徽	0.622	天津	0.629	天津	0.640	天津	0.671	重庆	0.682	江西	0.683	重庆	0.694	天津	0.697	安徽	0.720
6	福建	0.621	福建	0.627	福建	0.639	广东	0.661	广东	0.677	广东	0.671	天津	0.689	重庆	0.691	上海	0.718
7	广西	0.619	广西	0.617	安徽	0.620	陕西	0.643	天津	0.670	重庆	0.664	江西	0.687	陕西	0.686	浙江	0.701
8	天津	0.614	安徽	0.617	浙江	0.616	广西	0.641	陕西	0.653	陕西	0.663	浙江	0.679	浙江	0.682	广东	0.701
9	浙江	0.607	浙江	0.610	陕西	0.614	重庆	0.639	浙江	0.649	浙江	0.656	陕西	0.676	上海	0.681	陕西	0.692
10	陕西	0.592	陕西	0.603	广西	0.608	浙江	0.632	山东	0.635	山东	0.654	山东	0.669	江西	0.679	江西	0.685
11	四川	0.586	上海	0.579	上海	0.590	山东	0.614	海南	0.634	上海	0.641	上海	0.662	山东	0.664	海南	0.660
12	海南	0.576	海南	0.578	吉林	0.581	安徽	0.611	安徽	0.625	安徽	0.631	海南	0.645	安徽	0.645	天津	0.659
13	上海	0.575	吉林	0.577	海南	0.577	海南	0.604	上海	0.612	海南	0.631	安徽	0.643	海南	0.643	湖北	0.653
14	吉林	0.556	四川	0.575	四川	0.567	上海	0.594	河南	0.612	河南	0.608	湖北	0.632	河南	0.639	山东	0.653
15	河南	0.554	重庆	0.554	山东	0.554	四川	0.585	广西	0.588	广西	0.591	河南	0.622	湖北	0.621	广西	0.649
16	山东	0.552	山东	0.538	河南	0.552	吉林	0.570	吉林	0.586	四川	0.590	广西	0.600	广西	0.604	四川	0.644
17	重庆	0.534	河南	0.537	辽宁	0.543	湖南	0.556	四川	0.584	吉林	0.590	四川	0.597	四川	0.599	河南	0.638
18	辽宁	0.528	辽宁	0.536	重庆	0.542	辽宁	0.542	湖南	0.566	湖北	0.583	吉林	0.595	吉林	0.582	湖南	0.573
19	河北	0.526	河北	0.509	河北	0.510	河南	0.534	湖北	0.560	湖南	0.579	湖南	0.579	湖南	0.567	云南	0.559
20	黑龙江	0.514	黑龙江	0.505	黑龙江	0.502	湖北	0.530	辽宁	0.548	辽宁	0.566	云南	0.540	贵州	0.566	贵州	0.549
21	青海	0.482	湖南	0.489	湖南	0.499	河北	0.522	河北	0.529	贵州	0.543	贵州	0.534	云南	0.532	河北	0.529
22	湖南	0.479	青海	0.467	湖北	0.474	云南	0.495	云南	0.515	河北	0.526	河北	0.527	河北	0.530	吉林	0.523
23	湖北	0.444	甘肃	0.457	青海	0.470	青海	0.485	贵州	0.496	云南	0.523	辽宁	0.504	辽宁	0.497	辽宁	0.464
24	甘肃	0.441	云南	0.450	云南	0.469	黑龙江	0.481	青海	0.491	青海	0.481	青海	0.478	青海	0.460	甘肃	0.457
25	云南	0.437	湖北	0.447	甘肃	0.459	贵州	0.467	甘肃	0.473	甘肃	0.473	甘肃	0.468	甘肃	0.448	青海	0.444
26	新疆	0.426	宁夏	0.420	贵州	0.433	甘肃	0.464	黑龙江	0.471	内蒙古	0.459	内蒙古	0.456	黑龙江	0.414	黑龙江	0.417
27	宁夏	0.411	新疆	0.412	宁夏	0.432	内蒙古	0.455	内蒙古	0.461	宁夏	0.442	宁夏	0.446	山西	0.407	内蒙古	0.404
28	内蒙古	0.400	山西	0.411	内蒙古	0.420	宁夏	0.445	宁夏	0.441	黑龙江	0.434	黑龙江	0.428	内蒙古	0.393	宁夏	0.395
29	贵州	0.398	贵州	0.407	山西	0.411	山西	0.403	山西	0.405	山西	0.406	山西	0.377	宁夏	0.389	山西	0.389
30	山西	0.389	内蒙古	0.405	新疆	0.403	新疆	0.369	新疆	0.385	新疆	0.362	新疆	0.323	新疆	0.333	新疆	0.360

## （二）各能源效率水平地区数量变化情况

进一步地，本报告将能效指数位于(0, 0.4]、(0.4, 0.5]、(0.5, 0.6]、(0.6, 0.7]和(0.7, 1]分别界定为低水平、较低水平、中等水平、较高水平和高水平的能源效率，2010-2018年各能效水平省级行政区数量统计结果如图3-2所示。

由图3-2可以看出，2010-2018年属于高能效和较高能效水平的省份数量整体呈上升趋势，中等和较低能效水平的省份数量整体呈现下降趋势，以上四个能效水平都在向积极的方向转变，但是低能效水平的省份数量却在2012年之后呈现上涨趋势。山西、内蒙古等地区的能效指数出现较大波动，新疆的能效指数出现持续下降的情况，这些省份未来能效提升的压力较大。总体来说，中等水平以上的省份数量逐年递增，中等水平及其以下的省份数量逐年减小，我国整体的能源效率水平在向积极的方向发展。

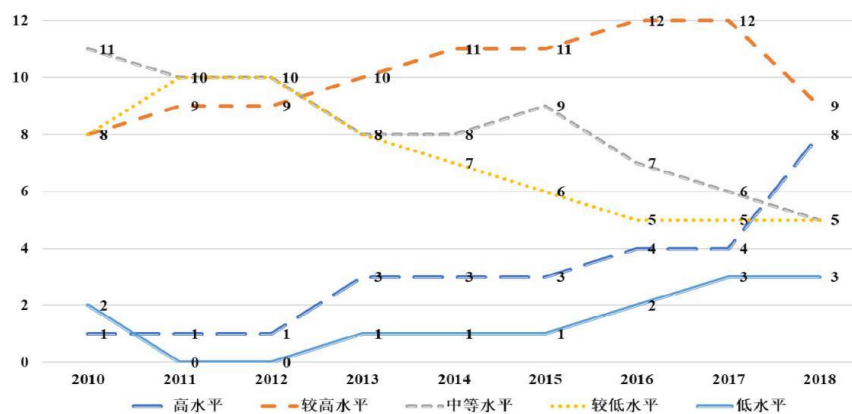


图3-2 各能效水平省级行政区数量变化趋势图

## 四、八大经济区能效指数

### （一）东北综合经济区能效指数

根据表 4-1，东北地区的能源效率在全国范围内是偏低的，吉林省 2018 年的能效指数位居东北地区的第一位，其次是辽宁省，最后是黑龙江省。

表 4-1 东北地区各省的部门增加值占比及能效指数

东北地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
辽宁	部门能效指数	0.527	0.439	0.341	0.390	0.596	0.464
	部门增加值占比	0.149	0.515	0.088	0.090	0.158	
吉林	部门能效指数	0.578	0.540	0.358	0.579	0.478	0.523
	部门增加值占比	0.188	0.482	0.106	0.088	0.137	
黑龙江	部门能效指数	0.405	0.530	0.553	0.329	0.134	0.417
	部门增加值占比	0.380	0.379	0.044	0.061	0.137	

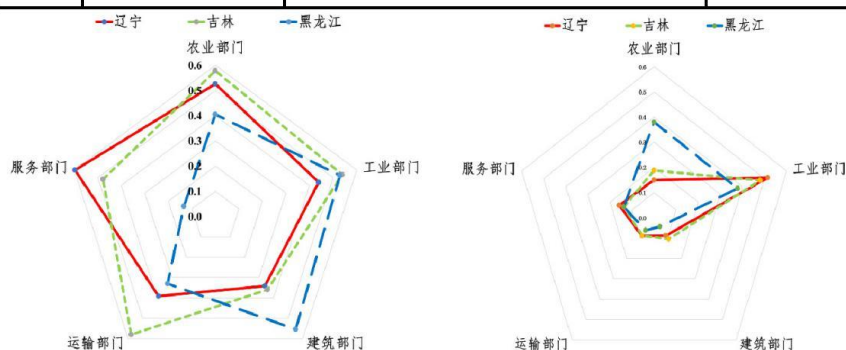


图 4-1 东北地区各省的部门能效指数 图 4-2 东北地区各省的部门增加值占比

辽宁省的能源效率处于较低水平。从图 4-1 和 4-2 可以看出，辽宁工业部门能效指数较低，而工业部门增加值占所有部门增加值之和的一半，主要创收部门能效较低直接导致了辽宁省整体能效水平的落后。此外，建筑部门和运输部门的能源效率也处于较低水准。辽宁省需重点关注工业、建筑、运输部门。

吉林省的能源效率处于中等水平。吉林省增加值占比前两位的是工业部门和农业部门，这两个部门的能效指数均为中等水平，导致吉

林省各部门的综合能源效率停留在中等水平。吉林省需重点关注工业部门和服务部门。

黑龙江省的能源效率处于较低水平，且为东北地区最低值。其原因为，黑龙江省增加值占比较高的农业和服务部门的能效指数均属于较低水平。黑龙江省需重点关注农业部门和服务部门。

## （二）北部沿海地区能效指数

根据表 4-2，北部沿海地区能源效率在八大经济区中处于第二梯队，北京市 2018 年的能效指数位居北部沿海地区的第一位，其次是天津市和山东省，最后是河北省。

表 4-2 北部沿海地区各省的部门增加值占比及能效指数

北部沿海地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
北京	部门能效指数	0.275	0.967	0.646	0.434	0.714	0.775
	部门增加值占比	0.013	0.415	0.128	0.105	0.340	
天津	部门能效指数	0.085	0.594	0.174	0.746	0.885	0.659
	部门增加值占比	0.022	0.494	0.072	0.097	0.315	
河北	部门能效指数	0.761	0.367	0.473	0.901	0.528	0.529
	部门增加值占比	0.168	0.489	0.083	0.121	0.140	
山东	部门能效指数	0.771	0.584	0.594	0.714	0.749	0.653
	部门增加值占比	0.121	0.489	0.100	0.076	0.215	

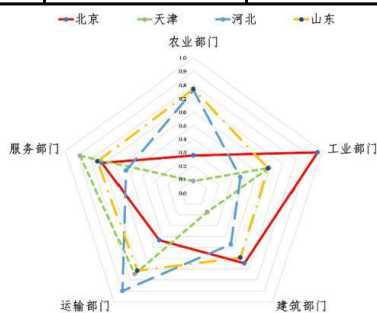


图 4-3 北部沿海各省的部门能效指数

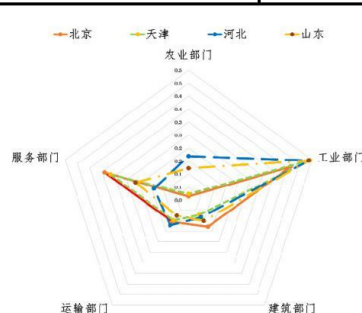


图 4-4 北部沿海各省的部门增加值占比



北京市的能源效率属于高水平，由图 4-3 和 4-4 可以看出，北京的工业部门能效指数非常高且增加值占比也比较高，这几乎决定了 2018 年北京的能效指数位居全国第一，增加值占比分居二、三位的服务部门和建筑部门能源效率都处于较高水平，农业部门的能效指数虽然较低但是增加值占比非常小，对北京市能源效率造成的消极效应微乎其微。北京市需重点关注运输部门和建筑部门。

天津市和山东省的能源效率属于较高水平，且差距非常小，两个省份增加值占比最高的工业部门能效指数比较高，天津增加值占比位于第二的服务部门能效指数非常高，山东增加值占比位于第二的服务部门能效指数比较高，而山东其它三个部门的能效都比较好，但是天津的农业部门和建筑部门的能源效率都属于低水平，所幸两个部门的占比之和非常小，所造成的消极效应有限。天津市和山东省都需重点关注工业部门。

河北省的能源效率属于中等水平，增加值占比最大的工业部门能效指数属于较低水平，直接导致了河北的能效指数不高，但由于运输部门的能效指数非常高，增加值占比位于第二的农业部门的能源效率也达到了较高水平，对河北的能源效率在一定程度上产生了积极影响。河北省需重点关注工业部门和服务部门。

### （三）东部沿海地区能效指数

根据表 4-3，东部沿海地区能效指数整体都属于高水平，江苏省 2018 年的能效指数位居东部沿海地区的第一位，其次是上海市，最后是浙江省。

表 4-3 东部沿海地区各省的部门增加值占比及能效指数

东部沿海地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
上海	部门能效指数	0.079	0.815	0.215	0.395	0.714	0.718
	部门增加值占比	0.007	0.555	0.036	0.095	0.308	
江苏	部门能效指数	0.635	0.731	0.725	0.661	0.966	0.765
	部门增加值占比	0.077	0.590	0.091	0.050	0.192	
浙江	部门能效指数	0.443	0.763	0.514	0.616	0.706	0.701
	部门增加值占比	0.058	0.583	0.093	0.052	0.215	

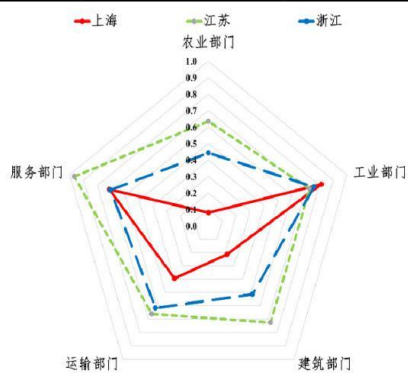


图 4-5 东部沿海各省的部门能效指数

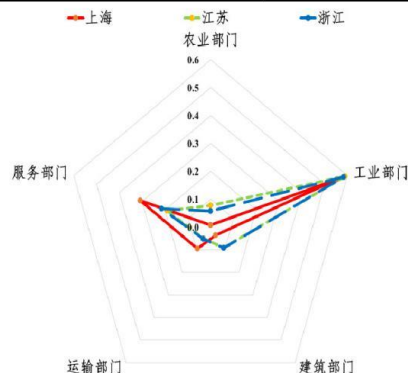


图 4-6 东部沿海各省的部门增加值占比

上海市的能源效率属于高水平，从图 4-5 和 4-6 可以看出，上海市的部门发展极不平衡，农业部门、建筑部门和运输部门的能效指数都非常低，但增加值占比也都非常低，增加值占比最大的工业部门能效指数处于高水平，增加值占比位居第二的服务部门能源指数也比较高，从而拉动提升了上海的能效指数。上海市需重点关注运输部门。

江苏省的能源效率属于高水平，增加值占比最大的工业部门能效指数比较高，增加值占比位居第二的服务部门的能效指数非常高，两者都对江苏省的能效指数产生了有力的积极影响，其余三个部门的部门能效指数都属于较高水平。江苏省需重点关注农业部门。

浙江省的能源效率属于高水平，增加值占比分居一二的工业和服务部门的能效指数都达到了较高水平，其余三个部门能效指数虽然表现一般，但是各自的增加值占比都非常小，对浙江省的能效指数影响不大。浙江省需重点关注建筑部门。

#### （四）南部沿海地区能效指数

根据表 4-4，南部沿海地区能效指数整体都在较高水平以上，2018 年福建省的能效指数位居南部沿海地区的第一位，其次是广东省，最后是海南省。

表 4-4 南部沿海地区各省的部门增加值占比及能效指数

东部沿海地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
福建	部门能效指数	0.765	0.758	0.693	0.597	0.874	0.761
	部门增加值占比	0.096	0.543	0.140	0.052	0.168	
广东	部门能效指数	0.645	0.809	0.322	0.535	0.546	0.701
	部门增加值占比	0.069	0.614	0.058	0.057	0.202	
海南	部门能效指数	0.763	0.543	0.599	0.458	0.702	0.660
	部门增加值占比	0.354	0.190	0.143	0.076	0.237	

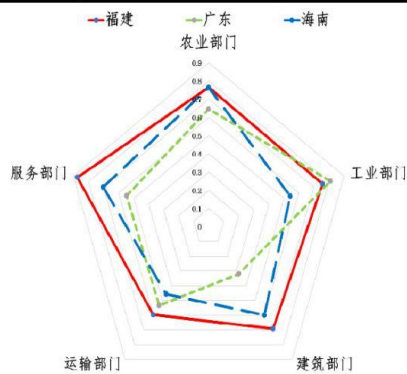


图 4-7 南部沿海各省的部门能效指数

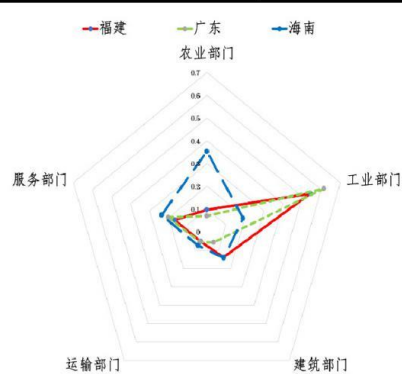


图 4-8 南部沿海各省的部门增加值占比

福建省的能源效率属于高水平，从图 4-7 和 4-8 可以看出，福建增加值占比最大的工业部门能效指数属于较高水平，增加值占比比较高的服务部门能效指数属于高水平，其余三个部门能效指数属于中高水平，这是福建的能效指数能够在全国位居第三的原因。福建省需重点关注建筑部门。

广东省的能源效率属于高水平，广东能跨进高水平能源效率省份之列的主要原因是增加值占比很高的工业部门的能源效率达到了高水平，而增加值占比第二大的服务部门能效只属于中等水平。广东省需重点关注服务部门。

海南省的能源效率属于较高水平，对于海南省来说，其增加值占比最大的并非传统意义上的工业部门，而是农业部门，它与增加值占比位于第二位的服务部门能源效率都处于较高水平，其它三个部门能效指数发展比较均衡，最后海南整体的能效也稳定在较高水平。海南省需重点关注工业部门。

#### **（五）黄河中游地区能效指数**

根据表 4-5，黄河中游地区各省能效指数差异比较大，2018 年陕西的能效指数位居黄河中游地区的第一位，其次是河南省，最后是内蒙古自治区和山西省，前两省的能效指数都属于较高水平，而后两省的能效指数只属于较低水平。

陕西省的能源效率属于较高水平，从图 4-9 和 4-10 可以看出，陕西省工业部门和农业部门的能效指数都比较高，而且两者的增加值占比之和超过了六成，这使得陕西的能源效率在黄河中游地区乃至全国

都处于领先之列。陕西省需重点关注服务部门。

表 4-5 黄河中游地区各省的部门增加值占比及能效指数

黄河中游地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
陕西	部门能效指数	0.787	0.733	0.613	0.588	0.555	0.775
	部门增加值占比	0.125	0.553	0.125	0.065	0.132	
山西	部门能效指数	0.250	0.364	0.350	0.578	0.457	0.659
	部门增加值占比	0.082	0.594	0.074	0.099	0.151	
河南	部门能效指数	0.671	0.630	0.647	0.777	0.541	0.529
	部门增加值占比	0.140	0.506	0.129	0.085	0.140	
内蒙古	部门能效指数	0.489	0.386	0.121	0.685	0.360	0.653
	部门增加值占比	0.172	0.463	0.103	0.106	0.157	

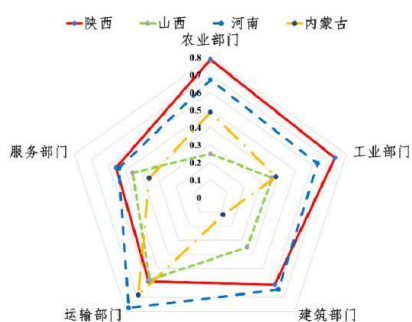


图 4-9 黄河中游各省的部门能效指数

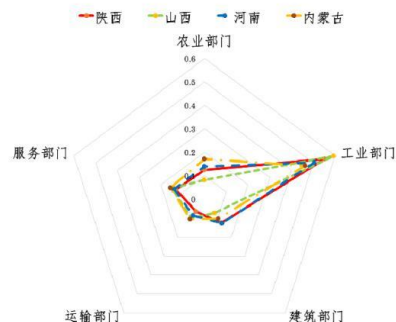


图 4-10 黄河中游各省的部门增加值占比

山西省的能源效率属于低水平，山西增加值占比最大的工业部门能效指数比较低，农业部门和建筑部门表现同样欠佳，运输部门的能效指数虽然达到中等水平，但是增加值占比非常低，能做出的积极影响微乎其微。山西省需重点关注工业部门。

河南省的能源效率属于较高水平，河南省增加值占比最大的工业部门能效指数属于较高水平，除服务部门之外的部门能效指数也都属于较高水平，这使得河南进入全国较高水平能源效率省份之列。与此

同时增加值占比位居第二的服务部门能效指数只属于中等水平。福建省需重点关注服务部门。

内蒙古自治区的能源效率属于较低水平，内蒙古的能源效率表现不佳的主要原因是由于增加值占比合计非常高的工业部门和服务部门的能效指数属于较低水平，而增加值占比位居第二的农业部门也只属于中等水平。内蒙古需重点关注工业部门。

#### （六）长江中游地区能效指数

根据表 4-6，长江中游地区能源效率在八大经济区中位于第二梯队，2018 年安徽省的能效指数位居长江中游地区的第一位，其次是江西省，最后是湖北省和湖南省。

表 4-6 长江中游地区各省的部门增加值占比及能效指数

长江中游地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
湖北	部门能效指数	0.670	0.730	0.444	0.588	0.529	0.653
	部门增加值占比	0.143	0.535	0.092	0.076	0.154	
湖南	部门能效指数	0.404	0.677	0.500	0.513	0.522	0.573
	部门增加值占比	0.149	0.463	0.123	0.067	0.198	
江西	部门能效指数	0.812	0.665	0.698	0.613	0.664	0.685
	部门增加值占比	0.134	0.535	0.109	0.068	0.154	
安徽	部门能效指数	0.822	0.651	0.674	0.751	0.854	0.720
	部门增加值占比	0.130	0.470	0.141	0.085	0.174	

安徽省的能源效率属于高水平，从图 4-11 和 4-12 可以看出，安徽增加值占比最大的工业部门能源效率只属于较高水平，并且是长江中游地区中最低的，省能效指数的拉动主要依靠增加值占比合计超过三成的农业部门和服务部门，两个部门能效指数均达到高水平。安徽省需重点关注工业部门。

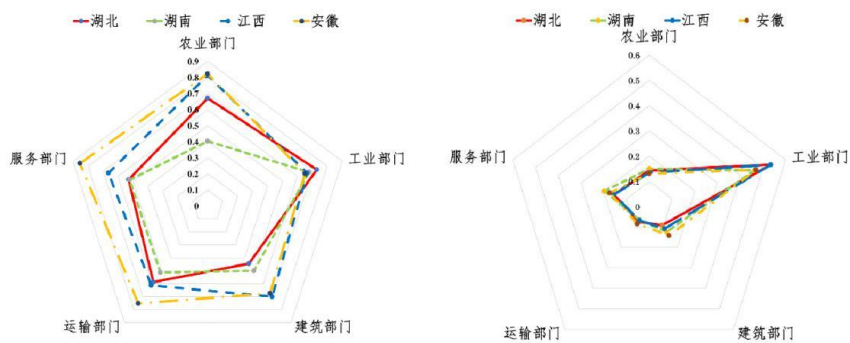


图 4-11 长江中游各省的部门能效指数 图 4-12 长江中游各省部的门增加值占比

安徽省的能源效率属于高水平，从图 4-11 和 4-12 可以看出，安徽增加值占比最大的工业部门能源效率只属于较高水平，并且是长江中游地区中最低的，省能效指数的拉动主要依靠增加值占比超过三成的农业部门和服务部门，两个部门能效指数均达到高水平。安徽省需重点关注工业部门。

湖北省的能源效率属于较高水平，湖北增加值占比非常大的工业部门能效指数属于较高水平且是长江中游地区的第一，这帮助湖北进入较高水平能源效率省份之列。但是由于增加值占比位居第二的服务部门能源效率只属于中等水平，对省能效指数产生了一定程度的消极影响。湖北省需重点关注服务部门。

湖南省的能源效率属于中等水平，湖南工业部门能效属于较高水平，但其部门增加值却未占到增加值总和的一半，没有充分发挥较高能效指数带来的优势，其余四个部门能效指数比较平均，没有极佳或者极差的部门。湖南省需重点关注农业部门。

江西省的能源效率属于较高水平，农业部门的能效指数达到高水平，其余四个部门能源效率都处于较高水平，发展均衡。虽然工业部

门增加值占比非常高，但是部门能效指数在省内的五个部门中表现一般。江西需重点关注工业部门。

### (七) 西南地区能效指数

根据表 4-7，西南地区能源效率都在中等水平以上，2018 年重庆市的能效指数位居西南地区的第一位，其次是广西壮族自治区、四川省和云南省，最后是贵州省。

表 4-7 西南地区各省的部门增加值占比及能效指数

西南地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
云南	部门能效指数	0.694	0.523	0.582	0.484	0.456	0.559
	部门增加值占比	0.218	0.394	0.174	0.086	0.127	
贵州	部门能效指数	0.698	0.627	0.518	0.498	0.166	0.549
	部门增加值占比	0.240	0.413	0.123	0.067	0.157	
四川	部门能效指数	0.791	0.682	0.393	0.502	0.623	0.644
	部门增加值占比	0.178	0.456	0.129	0.053	0.183	
重庆	部门能效指数	0.871	0.706	0.756	0.577	0.687	0.720
	部门增加值占比	0.110	0.461	0.174	0.068	0.186	
广西	部门能效指数	0.645	0.809	0.322	0.535	0.546	0.649
	部门增加值占比	0.260	0.399	0.116	0.070	0.155	

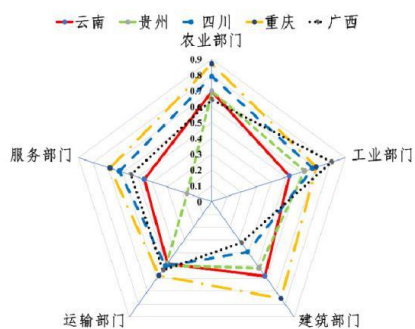


图 4-13 西南地区各省的部门能效指数

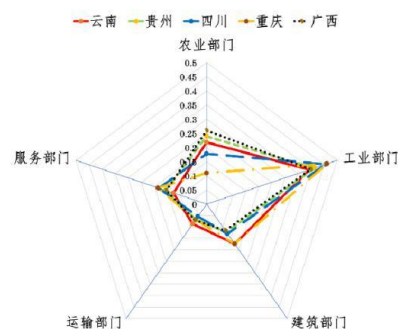


图 4-14 西南地区各省的部门增加值占比

云南省和贵州省的能源效率属于中等水平，从图 4-13 和 4-14 可



以看出，增加值占比分居一二的工业部门和农业部门能效指数都比较高，但是建筑部门和运输部门能源效率都属于中等水平，贵州服务部门能源效率非常低而且增加值占比也比较大，云南服务部门能源效率比较低而且增加值占比也比较大，这使得两个省份的能源效率只处于中等水平。云南省和贵州省需重点关注服务部门。

四川省的能源效率属于较高水平，四川增加值占比最大的工业部门能效指数较高，且增加值占比分居二三位的农业部门和服务部门的能效指数也都达到了较高水平，这是四川的能效指数能达到较高水准的主要原因。四川省需重点关注建筑部门。

重庆市的能源效率属于高水平，重庆市农业部门、工业部门、建筑部门的能效指数都很高，且增加值占比合计超过了七成，这直接帮助重庆市进入高水平能源效率省份之列。重庆市需重点关注服务部门。

广西壮族自治区的能源效率属于较高水平，广西工业部门的能效指数是西南地区中最高的，达到了高水平，但是增加值占比却并没有其它省份的高，而且建筑部门、运输部门和服务部门能效表现欠佳，使得工业部门所形成的高水平优势没有延续到省整体能效指数中。广西需重点关注建筑部门。

#### （八）西北地区的能效指数

根据表 4-8，西北地区的能效指数在全国处于末端，2018 年甘肃省的能效指数位居西北地区的第一位，其次是青海省和宁夏回族自治区，最后是新疆维吾尔自治区。

甘肃省的能源效率属于较低水平，从图 4-15 和 4-16 可以看出，甘肃的增加值占比大的工业部门能效指数比较低，这是致使甘肃能效指数较低的主要原因，建筑部门、运输部门和服务部门能效也都比较低，虽然单个部门增加值占比很小，但是累加起来也造成了一定程度的消极影响。甘肃省需重点关注工业部门。

表 4-8 西北地区各省的部门增加值占比及能效指数

西南地区		农业	工业	建筑	运输	服务	地区能效指数
甘肃	部门能效指数	0.508	0.443	0.344	0.498	0.480	0.457
	部门增加值占比	0.208	0.458	0.097	0.086	0.151	
宁夏	部门能效指数	0.800	0.367	0.407	0.384	0.326	0.444
	部门增加值占比	0.172	0.461	0.173	0.075	0.119	
青海	部门能效指数	0.579	0.311	0.367	0.594	0.452	0.395
	部门增加值占比	0.143	0.541	0.125	0.080	0.111	
新疆	部门能效指数	0.335	0.373	0.317	0.447	0.330	0.360
	部门增加值占比	0.231	0.455	0.110	0.091	0.112	

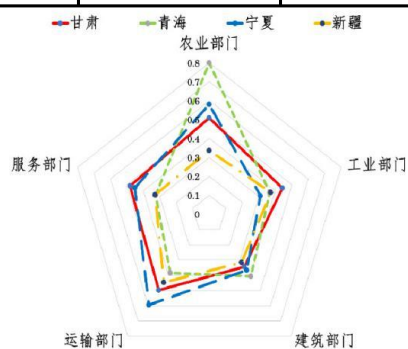


图 4-15 西北地区各省部门能效指数

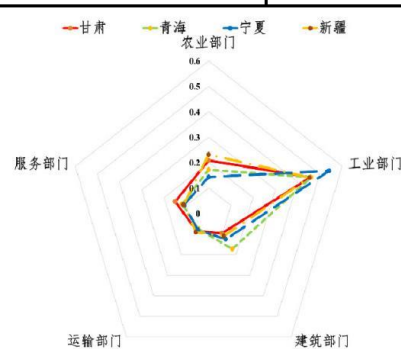


图 4-16 西北地区各省部门增加值占比

宁夏回族自治区的能源效率属于低水平，虽然农业部门和运输部门的能源效率达到了中等水平，但是无法消除增加值占比非常大、能效指数非常低的工业部门所产生的决定性影响，宁夏的省际能效仍处

于低水平之列。宁夏需重点关注工业部门。

青海省的能源效率属于较低水平，青海增加值占比最大工业部门能效指数处于较低水准，这是致使甘肃能效指数较低的主要原因，建筑部门、运输部门和服务部门的能效指数也都比较低。青海省需重点关注工业部门。

新疆维吾尔自治区的能源效率属于低水平，新疆除运输部门之外四个部门的能效指数都很低，这使得新疆的能源效率常年来在末位徘徊。新疆需重点关注工业和农业部门。

## 五、各地区能源效率和能源消费量变动

为了分析各省能效指数和能源消费量随时间的协同变化情况，本报告对各水平能效省份的能源消费量和能效指数进行二元分析，图 5-1 到 5-5 中横坐标是能效指数，纵坐标是能源消费量。

### （一）高水平能效地区代表：重庆，能效提高且能源消费量降低

在 2010-2018 年期间，高水平能源效率地区的能效指数逐年上升，但是能源消费量的变化却不一致。北京、上海、重庆的能效指数逐年上升，能源消费量可能在某一年有所上涨，但是大体上还是呈现逐年下降的趋势。福建、安徽、浙江、江苏、广东的能效指数逐年上升，能源消费量虽在少数几个年份有所下降，但大体上还是呈现逐年上涨的趋势。

具体来看，2010-2018 年期间，福建、安徽、浙江、江苏、广东的能源消费量均远超其他高水平能效省份的能源消费量，并且 2016-2018 年的能源消费量大于 2010-2012 年的能源消费量，即平均

能源消费量超过 6000 万吨标准煤的省份在近几年能源消费量都有所上升。

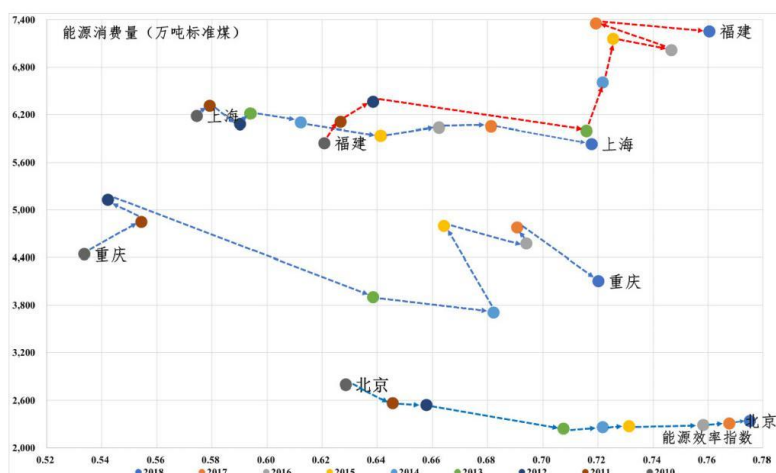


图 5-1 高水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况

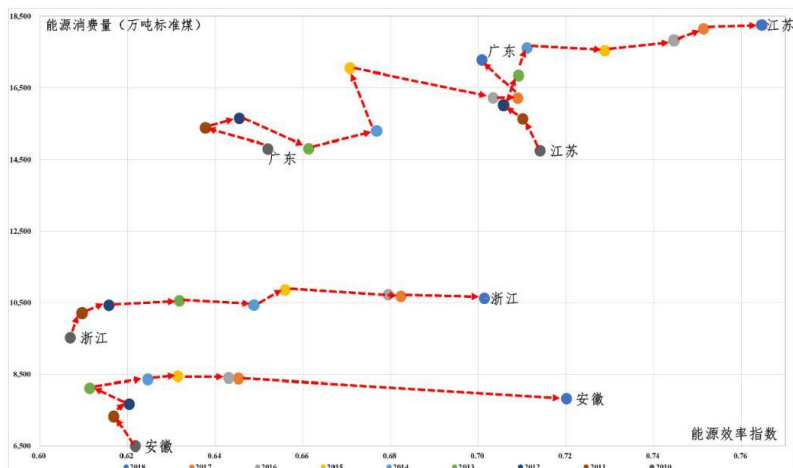


图 5-1 高水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况 (续)

(二) 较高水平能效地区代表：陕西，能效显著提高且能源消费增加

在 2010-2018 年期间，较高水平能源效率地区的能效指数都有所增加，能源消费量的变化却不一致。陕西、天津、广西等省份的能效指数和能源消费量整体上都呈现上升的趋势；四川省、山东省等省份

的能效指数呈现上升的趋势，而能源消费量逐年递减。

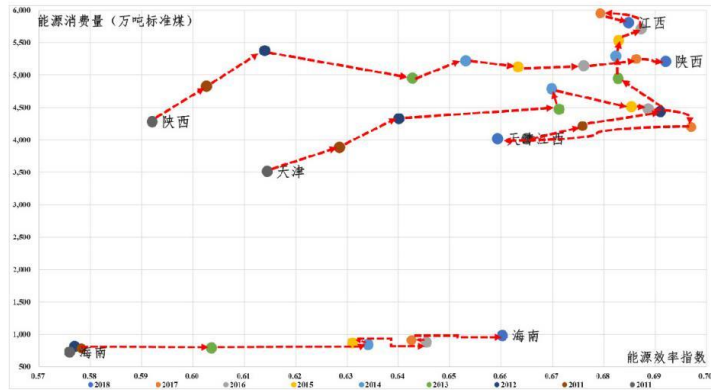


图 5-2 较高水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况

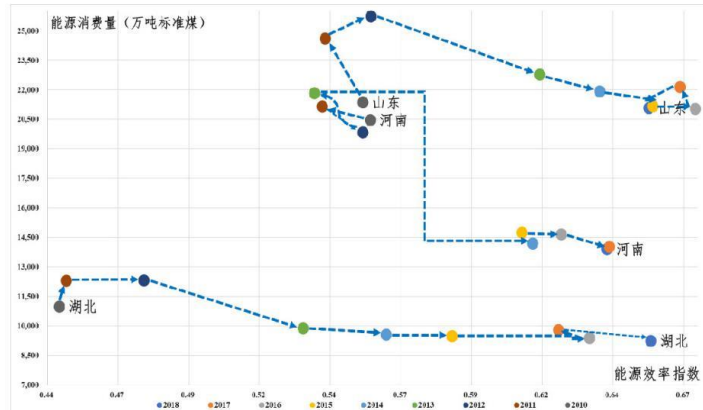


图 5-2 较高水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况 (续 1)

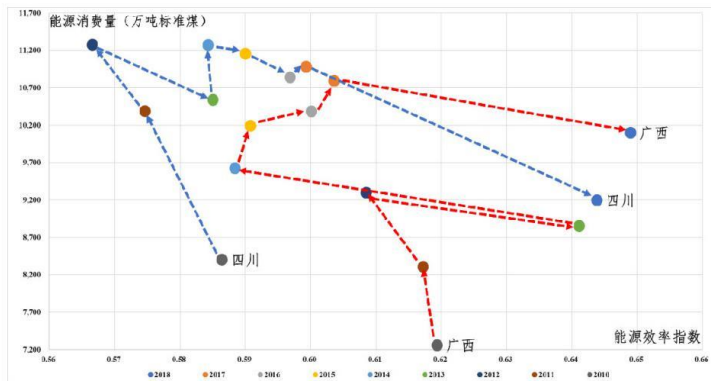


图 5-2 较高水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况 (续 2)

(三) 中等水平能效地区代表：河北，能效没有明显提升且能耗增加

2010-2018 年期间，中等能源效率水平地区的能源效率和能源消费的协同变化比较单一。湖南、云南、贵州的能源消费量和能效指数整体上呈现递增趋势，其中贵州和湖南近一两年能源消费量有所减少，但这一趋势是否能保持目前尚不明确；河北省的能源消费量总体上呈上涨趋势，但能效指数却没有明显提升；吉林省的能源消费量在 2012 年之后逐年下降，能效指数 2016 年以来却快速减小。

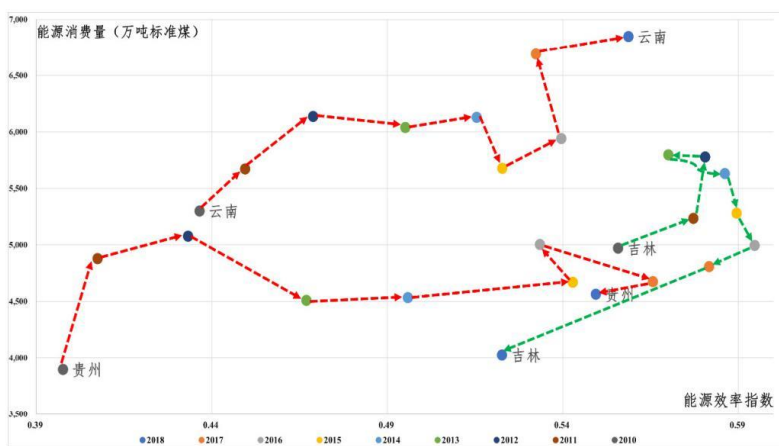


图 5-3 中等水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况

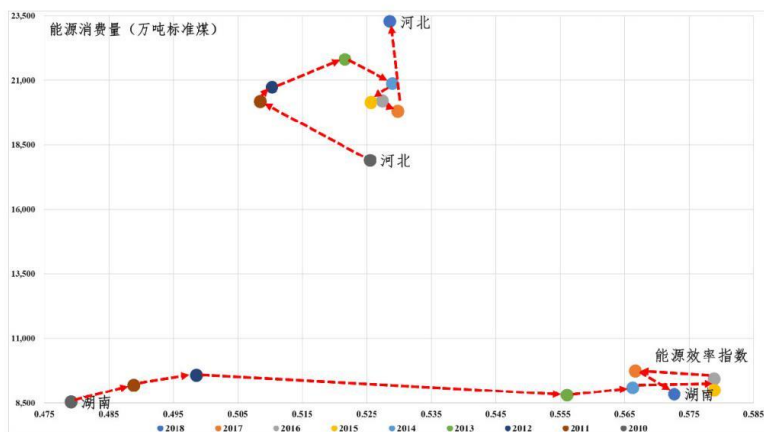


图 5-3 中等水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况 (续)

#### （四）较低水平能效地区代表：黑龙江，能源消费减少但能效降低

2010-2018 年期间，较低水平能源效率地区的能源消费量和能源效率变化差异比较大。辽宁、青海、甘肃、内蒙古的能源消费量总体上为增长趋势，能效指数都存在先增加后减小的现象，区别在辽宁和青海 2018 年的能效指数低于 2010 年，而甘肃和内蒙古 2018 年的能效指数高于 2010 年；黑龙江省能源消费量总体上处于减小趋势，而能效指数几乎常年持续递减。

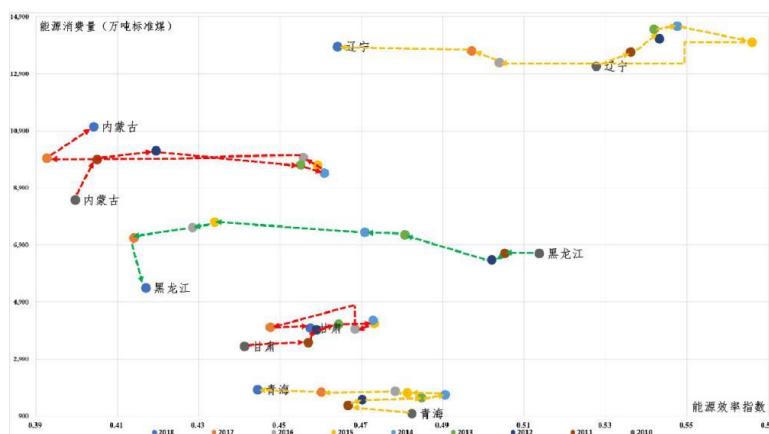


图 5-4 较低水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况

#### （五）低水平能效地区代表：新疆，能源消费增加且能效明显下降

2010-2018 年期间，低水平能效地区的能源消费量逐年上升，但是能效指数的变化却不一致。新疆和宁夏的能源消费量逐年上升，能效指数却下降明显，常年处于低水平能效省份之列；山西的能源消费量逐年上涨，但是能效指数在一定区间内波动，没有出现明显的提升。

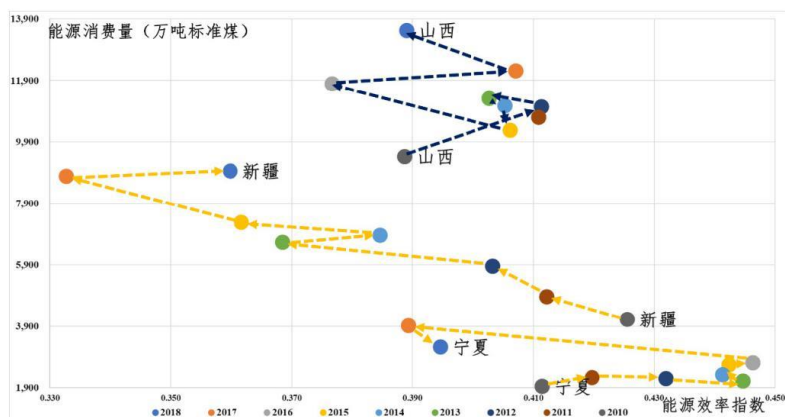


图 5-5 低水平能效地区能效指数和能源消费的变动情况

## 六、各部门能源效率和能源消费量变动

为了分析各部门的节能潜力，确定各部门重点节能省份，并对各省的各部门在 2010 年和 2018 年的表现进行对比，本报告分别对各省农业、工业、建筑、运输、服务 5 个部门的能源消费量和单位能源消费量的增加值进行二元分析。

### （一）农业部门：60%地区的能源消费量增加，其中仅一半地区的能源效率有所提升

在图 6-1 中，位于第四象限的省份，例如黑龙江、湖南、新疆、浙江等省份，农业部门的能源消费量很高，但是单位能源消费量的增加值很低，这些省份是提高我国农业部门能源效率的关键所在，也是进一步开展农业部门节能工作的重点地区。

2010-2018 年，60%地区的农业部门能源消费量增加，这其中仅 50%地区的农业部门单位能源消费量的增加值有所提升，提升比较明显的有四川、贵州等地区，而新疆、广西等地区农业单位能源消费量的增加值降低得比较明显。农业部门单位能源消费量的增加值提高的



同时能源消费量减少的地区约占 37%，重庆、福建等地区的单位能源消费量的增加值提升明显，仅上海在减少农业部门消费量的同时降低了部门单位能源消费量的增加值。

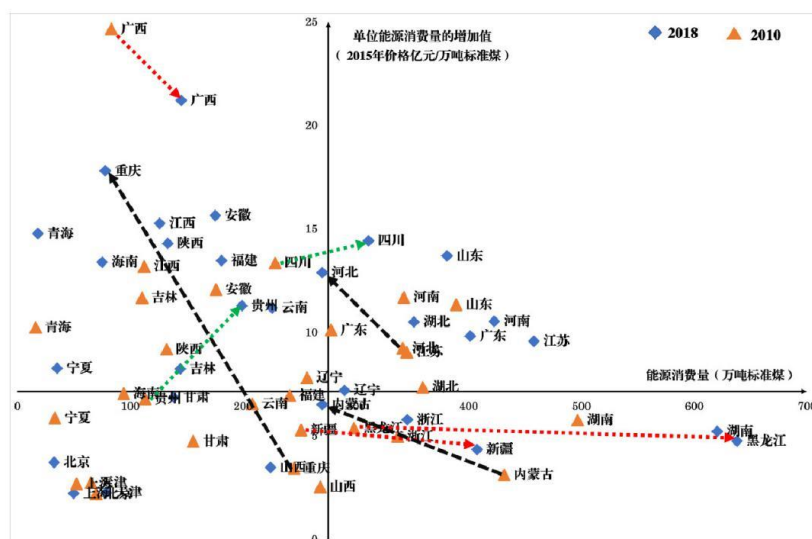


图 6-1 各省农业部门能源消费量及单位能源消费量的增加值

(二) 工业部门：65%地区的能源消费量增加，其中能源效率提升的地区刚超过一半

在图 6-2 中，位于第四象限的省份，例如山西、广西、辽宁等省份，其工业部门的能源消费量很高，但是单位能源消费量的增加值很低，这些省份是提高我国工业部门能源效率的关键所在，也是进一步开展工业部门节能工作的重点地区。

2010-2018 期间，约 65%地区的工业部门能源消费量增加，其中单位能源消费量的增加值提升的地区约占 58%，江苏、广东等地区单位能源消费量的增加值提升比较明显，而内蒙古、天津等地区单位能源消费量的增加值有所下降。工业部门单位能源消费量的增加值减少

增加的同时能源消费减少的地区约占 37%，北京、湖北等省市工业部门单位能源消费量的增加值提升得非常明显，仅上海在减少工业部门消费量的同时降低了部门单位能源消费量的增加值。

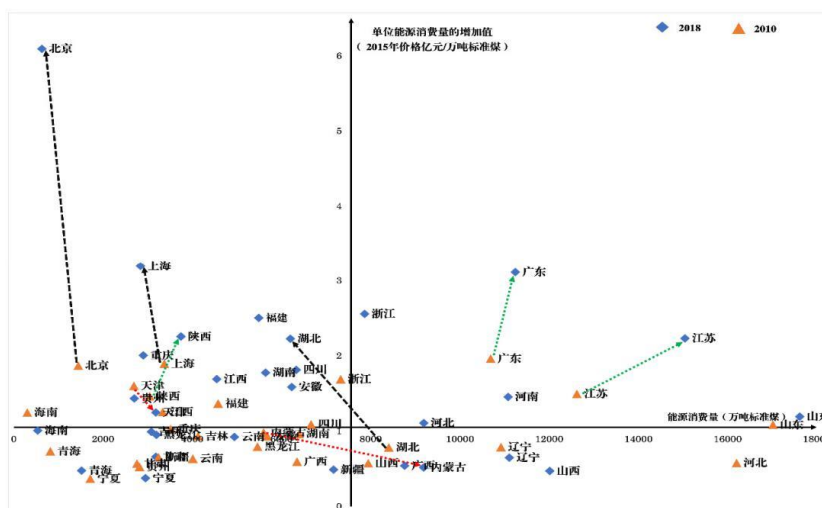


图 6-2 各省工业部门能源消费量及单位能源消费量的增加值

### (三) 建筑部门：90%地区的能源消费量增加，其中有六成地区的能源效率出现提升

在图 6-3 中，位于第四象限的省份，例如河北、四川、内蒙古等省份，其建筑部门的能源消费量很高，但是单位能源消费量的增加值很低，这些地区是提高我国建筑部门能源效率的关键所在，也是进一步开展建筑部门节能工作的重点地区。

2010-2018 年，90%地区的建筑部门能源消费量增加，其中约 60% 地区建筑部门的单位能源消费量的增加值有所提升，提升比较明显的有山东等，而黑龙江、四川等省市的单位能源消费量的增加值有所降低。建筑部门单位能源消费量的增加值提高的同时能源消费量减少的地区仅有北京和山东，减少建筑部门能源消费量的同时降低了部门单

位能源消费量的增加值的只有上海。

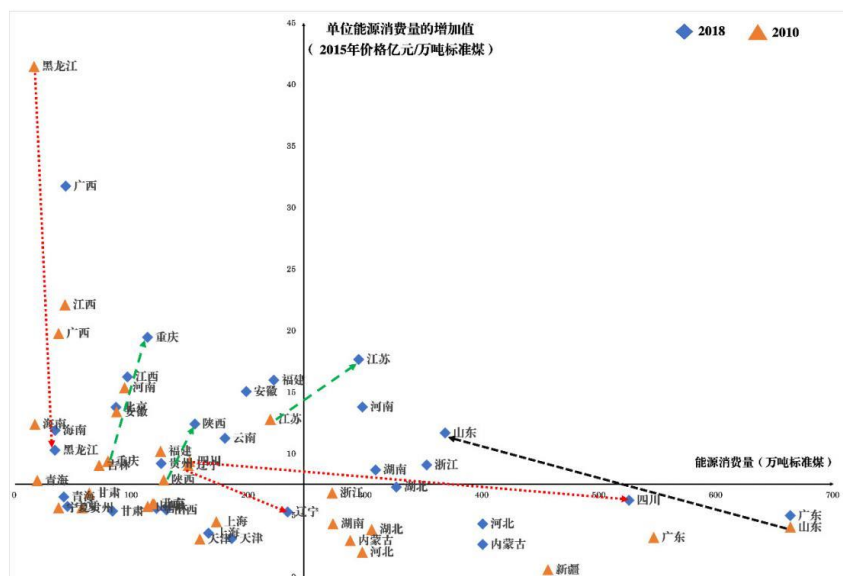


图 6-3 各省建筑部门能源消费量及单位能源消费量的增加值

(四) 运输部门：87%地区的能源消费量增加，其中近六成地区的能源效率有所提升

在图 6-4 中，位于第四象限的省份，即上海、辽宁、北京，其运输部门的能源消费量很高，但是单位能源消费量的增加值比较低，这些地区是提高我国运输部门能源效率的关键所在，也是进一步开展运输部门节能工作的重点地区。

2010-2018 年，约 87%地区的运输部门能源消费量增加，其中约 58%地区的部门能效提升，提升比较明显的有河南、安徽等地区，而黑龙江、湖南等省市的单位能源消费量的增加值有所降低；运输部门单位能源消费量的增加值提高的同时能源消费量减少的地区有河北、内蒙古等省市，没有出现减少运输部门消费量的同时降低部门单位能源消费量的增加值的地区。

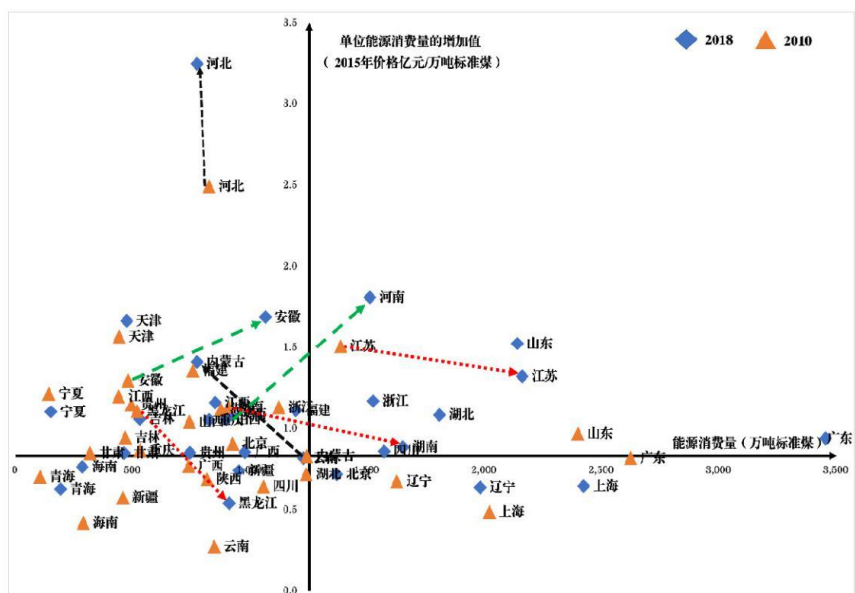


图 6-4 各省运输部门能源消费量及单位能源消费量的增加值

**(五) 服务部门：73%地区的能源消费量增加，其中仅三成地区的能源效率得到提升**

在图 6-5 中，位于第四象限的省份，例如贵州、黑龙江、广东等省份，其服务部门的能源消费量很高，但是单位能源消费量的增加值比较低，这些地区是提高和改善我国服务部门能源效率的关键所在，也是进一步开展服务部门节能工作的重点地区。

2010-2018 年，约 73%地区的服务部门能源消费量增加，其中仅有约 32%地区的单位能源消费量的增加值能效提升，提升比较明显的有四川、安徽等地区，而黑龙江、广东等省市单位能源消费量的增加值降低得比较明显；服务部门单位能源消费量的增加值提高的同时能源消费量减少的地区有上海、天津等省市，以天津市为例，天津市 2018 年服务部门的单位能源消费量的增加值是 2010 的 1.5 倍，能源

消费量也有所减少；只有吉林减少运输部门能源消费量的同时降低了部门单位能源消费量的增加值。

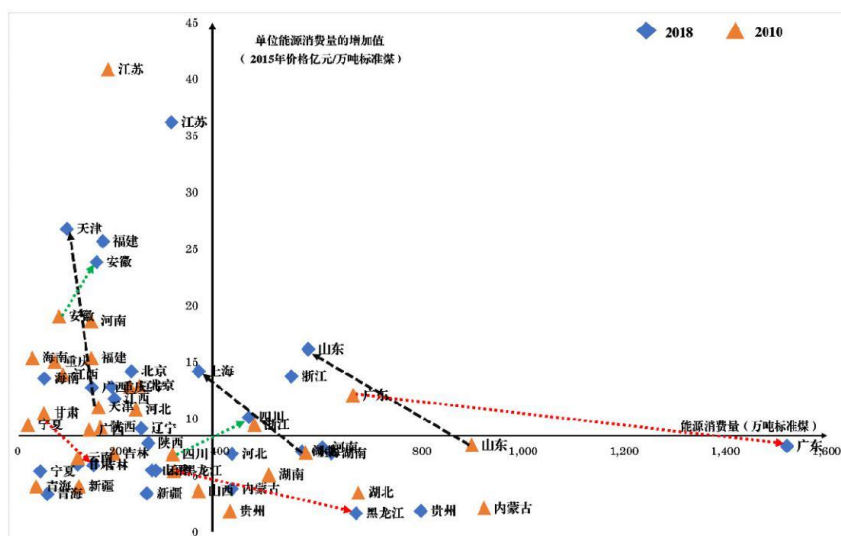


图 6-5 各省服务部门能源消费量及单位能源消费量的增加值

## 七、总结

基于各省级行政区的能效指数及五大部门能效指数测算结果，本报告得出以下主要结论：

第一，我国八大综合经济区的能源效率水平极不均衡。能效指数较高的省份主要集中在东部以及南部沿海地区，北部沿海地区和长江中游地区位于第二梯队，西南地区 and 黄河中游地区位于第三梯队，西北地区 and 东北地区整体能源效率水平最为落后。2018 年位居第一的北京市的能效指数约是最后一位新疆维吾尔自治区的 2.1 倍。

第二，2010 至 2018 年，属于高、较高以及低能效水平的省份数量整体呈现增长趋势，属于中等、较低能效水平的省份数量整体呈现下降趋势，我国的能源效率整体向好，但也存在如新疆、黑龙江等少

数省份的能效指数在逐年下降的情况。

第三，本报告对各省份能源消费量和能效指数的协同变化进行了分析，以重庆为代表的高水平能效地区能效提高的同时能源消费有所减少，以陕西为代表的较高水平能效地区能效显著提高的同时能源消费有所增加，以河北为代表的中等水平能效地区能源消费增加的同时能效没有明显的提升，以黑龙江为代表的较低水平能效地区能源消费减少的同时能效有所降低，以新疆为代表的低水平能效地区能源消费增加的同时能效明显下降。

第四，本报告分别对五个部门展开能源消费量和能源效率的二元分析，归纳整理出了各部门的重点节能地区和协同变化情况：农业部门的重点节能地区是广西、黑龙江，工业部门的重点节能地区是天津、内蒙古，建筑部门的重点节能地区是四川、辽宁，运输部门的重点节能地区是江苏、湖南，服务部门的重点节能地区是甘肃、广东。此外，60%地区的农业部门能源消费量增加，而其中仅一半地区的能源效率有所提升；65%地区的工业部门能源消费量增加，其中能源效率提升的约占58%；90%地区的建筑部门能源消费量增加，其中60%地区的能源效率有所提升；87%地区的运输部门能源消费量增加，其中58%地区的能源效率有所提升；73%地区的服务部门能源消费量增加，其中只有32%地区的能源效率有所提升。

我国正处在二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和的关键时期，根据上述结论，本报告提出以下几点建议：

第一，实行能源消费总量和强度双控制度，为各级行政单位设定

能源消费总量和强度控制目标，并进行严格的监督考核。把节能指标纳入生态文明、绿色发展等绩效评价指标体系，引导转变发展理念。

第二，积极优化产业结构，大力发展低能耗的先进制造业、高新技术产业、现代服务业。工业、建筑以及运输部门是节能的重点关注部门，所以需推动其智能化、清洁化改造。加速推动工业绿色循环低碳转型升级，建立健全节能监察执法和节能诊断服务机制。提升新建建筑节能标准，优化建筑用能结构。构建节能高效的综合交通运输体系，推进交通运输用能清洁化。

第三，实行促进节能的企业所得税、增值税优惠政策，鼓励进口先进节能技术、设备，控制出口耗能高、污染重的产品。推动全民节能，倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，反对浪费和不合理消费。

## 北京理工大学能源与环境政策研究中心简介

北京理工大学能源与环境政策研究中心是 2009 年经学校批准成立的研究机构，挂靠在管理与经济学院。能源与环境政策中心大部分研究人员来自魏一鸣教授 2006 年在中科院创建的能源与环境政策研究中心。

北京理工大学能源与环境政策研究中心（CEEP-BIT）面向国家能源与应对气候变化领域的重大战略需求，针对能源经济与气候政策中的关键科学问题开展系统研究，旨在增进对能源、气候与经济社会发展关系的科学认识，并为政府制定能源气候战略、规划和政策提供科学依据、为能源企业发展提供决策支持、为社会培养高水平专门人才。

### 中心近期部分出版物

Yi-Ming Wei et al. Energy Economics: Understanding Energy Security in China. Emerald Publishing Limited, 2019.

Yi-Ming Wei et al. Energy Economics: Understanding and Interpreting Energy Poverty in China. Emerald Publishing Limited, 2018.

魏一鸣，廖华等. 能源经济学（第三版）. 北京：中国人民大学出版社，2019.

魏一鸣. 中国能源经济数字图解 2014-2018. 北京：经济管理出版社，2019.

魏一鸣，廖华，余碧莹，唐葆君等. 中国能源报告（2018）：能源密集型部门绿色转型研究. 北京：科学出版社，2018.



## 中心近年“能源经济预测与展望”报告

总期次	报告题目	总期次	报告题目
1	“十二五”中国能源和碳排放预测与展望	29	2017年我国碳市场预测与展望
2	2011年国际原油价格分析与走势预测	30	新时代能源经济预测与展望
3	2012年国际原油价格分析与趋势预测	31	2018年国际原油价格分析与趋势预测
4	我国中长期节能潜力展望	32	2018年石化产业前景预测与展望
5	我国省际能源效率指数分析与展望	33	新能源汽车新时代新征程:2017回顾及未来展望
6	2013年国际原油价格分析与趋势预测	34	我国电动汽车动力电池回收处置现状、趋势及对策
7	2013年我国电力需求分析与趋势预测	35	我国碳交易市场回顾与展望
8	国家能源安全指数分析与展望	36	新贸易形势下中国能源经济预测与展望
9	中国能源需求预测展望	37	2019年国际原油价格分析与趋势预测
10	2014年国际原油价格分析与趋势预测	38	我国农村居民生活用能现状与展望
11	我国区域能源贫困指数	39	高耗能行业污染的健康效应评估与展望
12	国家能源安全分析与展望	40	我国社会公众对雾霾关注的热点与展望
13	经济“新常态”下的中国能源展望	41	我国新能源汽车行业发展水平分析及展望
14	2015年国际原油价格分析与趋势预测	42	2019年光伏及风电产业前景预测与展望
15	我国新能源汽车产业发展展望	43	经济承压背景下中国能源经济发展与展望
16	我国区域碳排放权交易的潜在收益展望	44	2020年光伏及风电产业前景预测与展望
17	“十三五”及2030年能源经济展望	45	砥砺前行中的新能源汽车产业
18	能源需求预测误差历史回顾与启示	46	2020年国际原油价格分析与趋势预测
19	2016年国际原油价格分析与趋势预测	47	二氧化碳捕集利用与封存项目进展与布局展望
20	2016年石油产业前景预测与展望	48	2020年碳市场预测与展望
21	海外油气资源国投资风险评价指数	49	我国“十四五”能源需求预测与展望
22	“十三五”北京市新能源汽车节能减排潜力分析	50	基于行业视角的能源经济指数研究
23	“十三五”碳排放权交易对工业部门减排成本的影响	51	全球气候保护评估报告
24	“供给侧改革”背景下中国能源经济形势展望	52	全球气候治理策略及中国碳中和路径展望
25	2017年国际原油价格分析与趋势预测	53	新能源汽车产业2020年度回顾与未来展望
26	新能源汽车推广应用:2016回顾与2017展望	54	碳中和背景下煤炭制氢的低碳发展
27	我国共享出行节能减排现状及潜力展望	55	2021年国际原油价格分析与趋势预测
28	我国电子废弃物回收处置现状及发展趋势展望	56	中国省际能源效率指数(2010-2018)

(报告全文授权转载自北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告)

王科 李晨馨 魏一鸣 北京理工大学能源与环境政策研究中心 2021-01-13

## 北京城市副中心：行政办公区可再生能源达四成

来到北京城市副中心行政办公区，这里没有锅炉房和烟囱，没有中央空调巨大的室外机，能量传输都在地下悄然进行。据悉，副中心已建成全球范围内单批次最大规模地热“两能”利用系统，将率先创建全国首个“近零碳排放区”示范工程。目前，行政办公区使用可再生能源的比重已达40%。

地热“两能”指的是浅层地热能 and 深层地热能，是可再生的绿色能源，具有本地化、储量大、零排放、可持续的特点。记者昨天从北京市地质矿产勘查院华清地热集团获悉，行政办公区地下铺设了44公里长的管线。管线与河道、绿地下1.1万多组换热孔汇集交错，形成了两座巨型区域能源站，组成了贯穿办公区建筑群的“绿色空调”。

行政办公区全部应用了以浅层地热能为主、深层地热能为辅、其他清洁能源为补充的能源供给方案，地热“两能”占设计热负荷的60%，实际能源贡献率接近系统的90%。地下管廊能源舱中布设的400至1000毫米直径管线总长达44公里，单批次规模创世界最大。地热“两能”的开发利用和规划建设涉及地质、暖通、设备、安装、市政等多学科的交叉匹配，任何一项工程都极具挑战性。例如，能源站中建有3万立方米的蓄能水池，容量相当于16个标准游泳池。站内安装的核心设备都是量身定制，单台10兆瓦的热泵机组共有5台套，在此类项目单体能源站中规模最大。

行政办公区还建立了地上、地下立体监测、联调的智慧能源控制系统，通过各种先进监测技术和方法监管着地下热源的“峰谷变化”，即地温场的动态变化情况。能源管控平台根据地上、地下的大量云数据分析，自动调节系统运行，达到最高效节能的目标。在硬件、软件均创世界一流的背景下，副中心行政办公区地热“两能”利用系统的综合效益也做到了世界领先。据悉，1号、2号能源站每年可为副中心节约2.2万吨标准煤，减少二氧化碳排放4.8万吨。

据悉，北京深层地热能可在平原区深度3500米以内，井出水温度大于50°C区域的面积约2760平方公里，储存的地热量为180亿立方米，可为约3亿平方米建筑供暖。北京浅层地热能仅平原区资源量可为大约7.21亿平方米建筑供暖。据统计，截至2018年底，全市共竣工地热及热泵项目超过1300个，总应用面积约5554万平方米，仅占全市供暖总面积的6.9%，应用前景巨大。副中心的成功实践，将为北京推进能源消费就地化供应提供宝贵经验。

鹿杨 北京日报 2021-01-12

## 落实碳达峰要规避多重风险

“目前，我国尚处于工业化后期，经济发展仍有较高预期。在此情况下，能源需求将缓慢增长，直至2030年后才有可能趋缓、达到峰值。以化石能源为主的结构，导致二氧化碳排放仍会有增长。为实现碳达峰，要大幅降低单位GDP碳排放强度，以此抵消经济增长带来的新排放。换句话说，单位GDP碳强度的下降率要高于GDP的增长率。”在近日举行的“中国电力圆桌”2020年四季度会议上，中国国家气候变化专家委员会副主任何建坤表示。

一边是经济持续发展，一边是控制碳排放增量，如何兼顾？与会专家普遍认为，以碳达峰为目标导向，关键在于推进单位GDP能耗强度下降，控制能源消费总量。但在此过程中，一系列潜在风险必须引起警惕。

减少化石能源消费就是减碳

根据最新目标，到2030年，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。“由此可使能源总需求的增量，基本依靠增加非化石能源供应来满足，从而实现碳达峰。”何健坤称。

在此之前，大量化石能源何去何从？何健坤表示，以长期碳中和目标为导向，必须严控煤电、钢铁、石化等高耗能产业扩张，注重以电能利用取代煤炭、天然气等化石能源的直接燃烧利用，用智能化、电气化推进终端消费的脱碳化。尤其要避免近期高碳基础设施和产能扩张的技术锁定效应，

以及高碳产能提前退役带来的搁浅成本。

在中国能源研究会副理事长吴吟看来，尽可能减少化石能源消费就是减碳。“为实现碳中和目标，节能比以往任何时候都更为重要。节能是第一清洁低碳经济能源，不是面向单一领域或某一地区，而是要推进系统节能、形成节能氛围。”

以碳基能源利用为例，吴吟表示，我国煤电装机容量 10.1 亿千瓦，发电煤耗若能达到 289 克标准煤/千瓦时，可节煤 4.17 亿吨；钢铁、建材、化工单位产品煤耗若都达到国际先进水平，可节煤 4.2 亿吨；燃煤工业锅炉若采用高效、低排放的煤粉炉，热效率由 65%提至 90%，可节煤 1.4 亿吨；居民和服务业燃煤炉灶采用热效率 70%的新型炉灶，可节煤 2.1 亿吨。“这几项加起来的节煤量，相当于 8.5 亿吨标准煤。按照 2019 年能源消费总量 48.6 亿吨标准煤计算，在非化石能源用量不变的情况下，其比重可由原本的 15.3%提高到 18.6%，节能潜力巨大。”

#### 警惕转型带来的安全风险

除了化石能源带来的高碳风险，可再生能源发展也面临值得警惕的问题。

中国电力企业联合会专职副理事长王志轩指出，碳中和目标掀起能源电力系统转型的新热潮，但其中，存在大概率且影响巨大的“灰犀牛”事件，以及小概率、高风险的“黑天鹅”事件。具体而言，分别指风电、光伏等新能源发电波动性、不确定性、随机性对电力系统安全稳定造成的影响，和由小概率自然现象引起的能源安全大风险。

“传统电力供应安全体系，建立在以煤电、水电、气电、核电为基础的‘源随荷动’模式上。‘源’供应的安全性稳定，决定了电力系统的整体安全性。过去 10 年，可再生能源发展虽快，但占比依然不大，电力系统仍以煤电为主体，后者起到兜底保障作用。而在碳中和目标下，可再生能源将大规模、大比例进入电力系统，使得能源安全问题的性质发生新的重大变化。”王志轩表示，目前对“灰犀牛”已有高度认知，处于破解难题阶段，但对“黑天鹅”的认识远远不够，应对几乎处于空白。“比如，大面积、长时间的阴雨天、静风天，对光伏、风电为主体的电力系统将造成重大电力断供风险。虽是小概率事件，一旦发生破坏性很大，对经济社会和日常生活将带来灾难性风险。”

这一观点，得到中国能源研究会特邀副理事长韩水的赞同。“新能源在较长时间内不发电，并不是偶然事件。调研显示，西北地区连续 4 天无风的情况常有发生，将来若有超过 80%的新能源进入系统，对电网而言是极大考验。今后输送新能源还要不要发展火电？备用电源如何配置？持续 4-5 天甚至跨季节的储能如何发展？”

#### 重视风险防范成本的传导

面对上述问题，与会专家进一步提出建议。何健坤认为，“十四五”应确立积极的节能降碳指标，力争单位 GDP 能耗强度下降 14%，非化石能源比重达 20%左右，并将能源消费总量控制在 55 亿吨标准煤以内。“十四五”期间，力争实现煤炭消费达峰甚至负增长；“十五五”期间，石油消费量争取达峰。期间天然气消费增长产生的碳排放，必须由煤炭消费量下降所减少的碳排放来抵消。

韩水也称，能源消费总量越大，对实现碳中和提出的要求就越高。但目前，我国单位 GDP 能耗仍是发达国家的 2 倍左右，部分行业甚至存在高用能、低贡献的情况。“比如，工业用能占比约为 66%，对 GDP 的贡献却只有 32%；交通用能占比在 9.2%，在 GDP 贡献中仅占 4.3%。为有效控制能源消费总量，这些行业应该加速转型。”

同时，“不能把所有注意力全部压在风电、光伏身上。核能、氢能等，对于电网运行安全控制有好处的非化石能源，以及煤电机组耦合生物质发电等低碳发展方式，同样值得关注。”韩水表示。

王志轩提出，实现碳中和目标的过程，是以电价为引导的能源电力转型过程，各种风险控制成本就是能源转型成本，最终必然传导至终端用户。“没有将电能全成本传导到终端用户，不利于用户认识低碳发展的艰巨性，也会间接影响碳价，以及碳市场正常运行。因此，电价政策改革要以电能商品属性为依据逐步完善，政府要高度重视系统支撑和风险防范的成本传导。可再生能源即便发展到比煤电更便宜的阶段，是否就能构建一个百分之百的可再生能源系统，仍是一个需要思考的问题。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2021-01-04

## 全国碳市场配额分配方案出台

本报讯 记者朱妍报道：2020年12月30日，生态环境部印发《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）》（下称《方案》），并在此基础上汇总形成《纳入2019-2020年全国碳排放权交易配额管理的重点排放单位名单》（下称《名单》），标志着全国碳市场建设迈出关键一步。

作为一项基础性工作，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二氧化碳排放和净购入电力所产生的间接二氧化碳排放。根据《方案》，发电行业及其他行业自备电厂，2013-2019年任一年排放达到2.6万吨二氧化碳当量及以上的企业，即纳入2019-2020年重点排放单位名单，折合综合能源消费量约1万吨标准煤。据此，《名单》首批纳入2225家重点排放单位，要求1月29日前完成配额预分配工作。

《方案》提出，先由省级生态环境主管部门核定省级行政区域配额总量，再进行总量加总，最终确定全国配额总量。目前，对2019-2020年配额实行全部免费分配，采用基准法核算重点排放单位所拥有机组的配额量，配额量为其所拥有各类机组配额量的总和。

记者了解到，生态环境部正在推进2030年前二氧化碳排放达峰的行动方案，其中加快建设碳交易市场是重点内容。全国碳市场以试点为基础，自2013年7个试点碳市场启动以来，现已成长为配额成交量规模全球第二大的碳市场。截至2020年8月末，试点碳市场配额累计成交量为4.06亿吨，累计成交额约92.8亿元，共有2837家重点排放单位、1082家非履约机构和11169个自然人参与交易。

据生态环境部应对气候变化司司长李高表示，“十二五”是试点先行，“十三五”是为全国碳市场打基础，“十四五”是我国碳市场发展具有里程碑意义的时期。“我们将实现从试点先行到建立全国统一市场、从单一行业突破到多行业纳入、从启动交易到持续平稳运行。”

中国能源报 2021-01-04

## 迈向“碳中和”，甲烷减排不容忽视

### 核心阅读

控制甲烷排放，不仅具有减缓短期气候升温速度的气候效益，协同控制空气污染的环境效益，还具有提早收获天然气作为替代燃料和工业原料所产生的经济效益。

### 控制甲烷排放

兼具气候、环境和经济效益

从率先签署《巴黎协定》到近期宣布“争取2060年前实现碳中和”，我国应对气候变化的国际承诺和一系列积极举措受到国际社会的广泛关注与赞誉，充分体现了以实际行动积极应对气候变化、实现绿色低碳发展、助力全球气候治理体系和治理能力建设的决心。

甲烷（CH<sub>4</sub>）是仅次于二氧化碳（CO<sub>2</sub>）的全球第二大温室气体，比二氧化碳在大气中更加活跃。全球大气中的甲烷属于痕量气体，其排放量的微小增加将会导致大气中甲烷浓度的明显升高。甲烷的人为排放源主要包括煤炭开采、石油和天然气泄漏、水稻种植、反刍动物消化、动物粪便管理、燃料燃烧、垃圾填埋、污水处理，等等。在过去的两个多世纪，大气中的甲烷浓度增加了两倍多，其中人为源甲烷排放的大幅增加是主要成因。根据政府间气候变化专门委员会（以下简称IPCC）的第五次评估报告，甲烷20年水平的全球增温潜势（或称暖化效应）是二氧化碳的84倍，100年水平则是二氧化碳的28倍。甲烷对当前经历的全球变暖的贡献率约为四分之一，仅次于二氧化碳。由于甲烷在大气中的寿命较短（12年左右），大气中甲烷浓度可以相对迅速地对甲烷减排活动做出响应，而二氧化碳在大气中存留时间很长（50-200年），减少大气中二氧化碳则需要更长时间才能见效。

《巴黎协定》设定了本世纪后半叶实现温室气体净零排放的目标，而减少甲烷排放是二氧化碳

减排的重要补充，也是短期内减缓气候变暖速度的最直接和有效的途径。IPCC 第五次评估报告中明确指出，非二氧化碳温室气体（尤其是甲烷）的深度减排是将全球平均升温控制在 1.5°C 以下的必要条件。与二氧化碳减排不同的是，减少甲烷排放不仅具有气候效益，还可能产生重要的经济效益和环境效益。这是由于甲烷是优质气体燃料，被回收后可以作为清洁能源利用；甲烷也是制造合成气和许多化工产品的重要原料；甲烷还是对流层臭氧的前体物，会引发严重的健康问题。因而，控制甲烷的排放，不仅具有减缓短期气候升温速度带来的气候效益，协同控制空气污染的环境效益，还具有提早收获天然气作为替代燃料和工业原料所产生的经济效益。

#### 各国积极关注甲烷减排

近年来，国际社会对全球甲烷减排的关注程度明显增强，越来越多的国家正在将其转化为国家战略，一些国家和国际组织已经提出或倡议具体的减排行动。欧美发达国家已经出台多项专门性的甲烷减排战略或油气行业甲烷减排等专门性的行动计划，并不断更新相关减排目标。例如，2018 年，加拿大和墨西哥已将控制油气行业甲烷排放纳入实现本国国家自主贡献中的甲烷减排承诺。2020 年 10 月，欧盟委员会发布了《欧盟甲烷战略》（EU Methane Strategy），明确了在欧盟和国际范围内减少甲烷排放的措施，重点覆盖能源、农业和废弃物处理行业，其中特别提出“欧盟与中日韩三国建立买家联盟，推动建立国际甲烷 MRV（即监测、报告与核查）标准”。欧盟委员会将于 2021 年推动立法，强制石油和天然气企业 MRV，开展泄漏检测与修复，并考虑禁止甲烷放空及火炬点燃。此外，联合国环境署和欧委会正加快推进独立的国际甲烷排放观测站的规划，以监控全球范围内甲烷排放或泄漏情况。

我国不仅是全球最大的二氧化碳排放国，而且是最大的甲烷排放国，甲烷在我国温室气体排放总体构成中占有重要地位。根据《中华人民共和国气候变化初始信息通报》提供的国家温室气体排放清单，1994 年我国甲烷排放总量为 3428.7 万吨。2005 年国家温室气体清单中，我国甲烷排放总量为 4445.5 万吨。《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》显示，2014 年我国甲烷排放量已经高达 5529 万吨，其中能源活动排放占比 44.8%。仅按照较低的全球增温潜势计算，我国 2014 年的甲烷排放总量相当于 12 亿吨二氧化碳（包括土地利用变化和林业），超过诸多发达国家当年的温室气体排放总量。鉴于我国突出的甲烷排放现状，仅考虑二氧化碳，不关注甲烷，已经不能全面反映我国不同尺度温室气体排放的总体格局。加强我国重点行业的甲烷排放控制，有助于实现甲烷资源化利用、甲烷与其他气体排放的协同控制，率先示范温室气体减排行动，助力实现温室气体全面减排，从经济、环境和社会等不同层面看皆具有重要意义。因此，甲烷减排是实现全面温室气体减排的需要，更是积极履行国际承诺的一种体现。

#### 推动甲烷减排要从三方面发力

基于此，无论从国家能源战略和应对气候变化的角度，还是从技术经济可行性的现实考虑，能源活动、农业活动、废弃物处理等主要领域的甲烷减排问题应引起高度重视。然而，我国当前关于甲烷减排的顶层设计严重不足，仅在一些政府文件中有所提及，现有的甲烷管控措施主要是出于安全和能源利用的角度考虑，缺乏促进甲烷减排积极行动的纲领性、可操作性的制度安排，亟需加快相关制度设计与激励机制建设，夯实科学基础，推动各领域甲烷减排的技术创新与工程实践。

一是建议制定我国中长期甲烷减排行动计划和指导性政策。将甲烷减排纳入我国“十四五”及今后较长时期的相关发展规划，并出台专门性的指导政策，明确甲烷减排的阶段性行动目标以及具体的实施计划，将甲烷减排列入各级政府部门应对气候变化行动方案，强化考核与监管。设计甲烷纳入碳交易市场的相关制度，强化金融财税政策支持。积极推进温室气体自愿减排交易机制改革，修订《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》，强化甲烷减排进入全国碳排放权交易体系或自愿减排交易体系的相关内容，鼓励政府资本和社会资本合作推进甲烷排放控制工作。

二是建议推进各行业及部门甲烷排放现状与减排能力评估。甲烷排放来源复杂多样，涉及的行业差异较大，准确的甲烷排放数据是有效治理甲烷的重要前提，扎实、可靠的清单数据也是甲烷利用与减排政策制定和技术路径选择的基础。目前，我国人为源甲烷排放的认识仍不完整，基础数据

不确定性普遍较大。完善清单编制方法学，深入开展排放因子研究以及基于实测的计算方法和其他方法学研究，开发稳健的大数据分析模型，建立独立、可靠的实地监测机制。从重点行业部门、重点企业入手，制定甲烷排放的测量与 MRV 的具体要求。基于国家级、省市级、企业级清单编制方法，结合“自上而下”和“自下而上”测量方法，整合不同层级甲烷清单数据并互相验证，形成完整、准确的清单数据库和分析平台，提高数据透明度，积累甲烷排放监测、报告与核查经验。推动甲烷减排领域的气候投融资，利用市场机制推动甲烷的减排工作。相对于量大面广且分散的农业排放源，能源行业和固废处置、污水处理等行业的甲烷排放更易治理且具有较高的减排效益，减排潜力巨大，应作为前期减排对象与能力建设的关注重点。

三是建议加强甲烷减排相关科技支撑与国际交流合作。我国甲烷相关基础研究较为薄弱，缺乏自主检测分析技术装备，难以为不同尺度清单编制提供精准的公开数据支持，且与甲烷减排相关的工程实践经验不足。除自下而上的统计测算以外，无人机和飞机监测、固定连续监测、卫星高精度监测等自上而下监测方法的使用，将提高甲烷监测的速度与及时性，使更多的甲烷泄漏能够被发现和处置。应借鉴国外经验的基础上，结合现代信息技术，加强大气级、场地级和设备级甲烷排放监测、统计、校验、模拟等基础研究。支持自主可控的甲烷监测与控制技术装备的研发，制定完善甲烷排放技术标准。开展广泛的工程实践，充分验证甲烷减排技术的可行性，识别具有成本效益的减排与利用技术。引导更多企业通过技术手段创新，鼓励测量和减排新技术的研发与利用，推广最佳减排实践。通过国际合作与交流，充分掌握国际研究动态，强化大气甲烷观测数据的分析解译、甲烷减排技术经济评估等不同交叉学科的研究工作，建立全国自上而下和自下而上的数据资料库，将使得我国的甲烷减排行动更为主动。

“十四五”时期，我国应对气候变化事业将进入新的历史时期。将甲烷排放管控纳入到应对气候变化国家战略中，强化国家层面的顶层设计，制定具体的甲烷减排行动计划，将有利于合理开发和有效利用甲烷资源，助力实现全面系统性的温室气体减排。与此同时，积极倡议和参与全球甲烷减排行动，将扩大我国在全球应对气候变化领域的国际影响与话语权，进一步提升我国负责任的国际形象。

（张博系中国矿业大学（北京）管理学院教授；唐旭系中国石油大学（北京）经济管理学院教授）

张博 唐旭 中国能源报 2021-01-04

## 日本“碳中和”路线图出炉

2020 年底，日本政府公布了脱碳路线图草案。其中不仅书面确认了“2050 年实现净零排放”，还为海上风电、电动汽车等 14 个领域设定了不同的发展时间表，旨在通过技术创新和绿色投资的方式加速向低碳社会转型。

### 总纲领

#### 绿色投资为第一要务

根据日本经济产业省发布的路线图草案，绿色投资被视为日本疫后重塑经济的重点，以及引领日本远离化石燃料、加速清洁能源转型的关键。日本政府将投入大量资金，鼓励 14 个行业的技术创新和潜在增长，包括海上风电、氢氨燃料、核能、汽车、海运、农业、碳循环等。

据了解，日本经济产业省将通过监管、补贴和税收优惠等激励措施，动员超过 240 万亿日元（约合 2.33 万亿美元）的私营领域绿色投资，力争到 2030 年实现 90 万亿日元（约合 8700 亿美元）的年度额外经济增长，到 2050 年实现 190 万亿日元（约合 1.8 万亿美元）的年度额外经济增长。

此外，日本政府还将成立一个 2 万亿日元（约合 192 亿美元）的绿色基金，鼓励和支持私营领域绿色技术研发和投资。不过，上述规划和目标仍然是暂定计划，具体实施措施仍将取决于日本国家整体能源投资组合。预计日本内阁将在 2021 年 6 月前对这份路线图草案进行二次修订。

## 目标一

### 15年内淘汰燃油车

日本在草案中确定，将在15年内逐步停售燃油车，采用混合动力汽车和电动汽车填补燃油车的空缺，并将在此期间加速降低动力电池的整体成本。

据日本经济新闻社报道，为了加速电动汽车的普及，日本政府计划到2030年将电池成本“砍半”至1万日元/千瓦时（约合96.9美元/千瓦时），同时降低充电等相关费用，使电动汽车用户的花费降至燃油车用户相当的水平。

不过，有业内人士指出，对日本而言，全面淘汰燃油车还面临极大挑战。目前，该国6000多万就业人口中，超过500万从事汽车制造、销售、服务行业，大型汽车公司又关联着众多零部件供应商，停售燃油车无疑将引发严重的失业问题。此外，日本电动汽车的发展环境尚不完善，充电站数量严重不足制约着电动汽车的普及。有数据显示，目前，日本全国仅有3万个电动汽车充电桩。

据悉，草案中并未提及上述细节问题的解决之策。业内预计，2021年6月，该草案二次修订之后将对此予以说明并制定明确目标。

## 目标二

### 清洁发电占比过半

草案中还对日本清洁电力发展进行了明确规划，目标是到2050年，可再生能源发电占比较目前水平提高3倍，达到50%-60%，同时还将最大限度地利用核能、氢、氨等清洁能源。此外，海上风电也将是日本未来电力领域的发力重点，目标是到2030年将海上风电装机增至10吉瓦、2040年达到30-45吉瓦，并在2030-2035年间将海上风电成本削减至8-9日元/千瓦时（约合0.08-0.09美元/千瓦时）。

日本政府表示，由于工业、交通和家庭加速电气化，预计到2050年，日本国内电力需求将激增30%-50%，届时一半左右的电力将由可再生能源满足，10%的电力将由氢和氨提供，剩余30%-40%的电力则由核能以及配有碳捕捉技术的燃煤电站满足。

另据行业资讯机构标普全球普氏报道，在核能领域，日本将推动开发新的小型反应堆，预计2040年实现规模化发展；氢能领域的目标则是到2030年将电力和运输领域的氢消费量提高至1000万吨，到2050年提高至2000万吨。

不过，要实现上千万吨氢气的消耗目标，必须大幅削减成本。日本政府表示，将向氢能行业提供2万亿日元（约合192亿美元）的资金支持，同时还将予以一定的税收优惠。

日本经济产业大臣梶山弘志透露，计划在2030年前后建成一条商业化的氢能源供应链，将在下一财年申请一项8亿美元的氢能源预算，较本财年增加了20%。

不过，日本可再生能源研究所所长Mika Ohbayashi表示：“日本政府的可再生能源发展目标仍然不够积极，目标应该定为到2030年可再生能源发电占比达50%-60%，而不应该等到2050年。”

## 目标三

### 引入碳价机制

据日本共同社报道，日本政府还计划引入碳价机制来助力减排，将在2021年制定一项根据二氧化碳排放量收费的制度。2020年圣诞节前后，日本首相菅义伟要求日本相关部门详细讨论碳定价的问题。

据了解，碳定价是根据二氧化碳排放量要求企业与家庭负担经费的机制，旨在通过定价减少二氧化碳排放。目前，日本国内东京都、埼玉县地区正在实施碳排放交易，但由于业内在存在意见分歧，担心增加经济负担，使得政府对于全国引入碳定价机制仍然持谨慎态度。

国际能源署指出，日本作为二氧化碳排放大国，自2011年福岛核事故后，就严重依赖进口煤炭和LNG。根据该国原定的减排目标，即到2030年实现碳排放比2013年减少26%，根本无法实现2050年碳中和目标，因此全面引入碳定价机制是必须之举。

本报记者 王林 中国能源报 2021-01-04

## 多能互补破解供暖热源难题

时值隆冬，天寒地冻，“清洁供暖”的话题再次“热”了起来。“多能互补是今后创新的方向，应大力发展。”在近日举办的第四届“热电+清洁供暖”产业发展高峰论坛暨新技术新产品展示会上，多位专家呼吁。

清洁能源“八仙过海，各显其能”

“随着经济发展和社会进步，供暖主要有这些变化：供暖面积将不断扩大，建筑用能最终将大于工业用能；供暖质量将不断提高，要求用能少、更舒适、更智能、更经济；供暖环境友好水平将不断提升，最终要求污染物和温室气体零排放。”近日，在谈起清洁供暖的变化趋势时，国家能源局原副局长吴吟指出。

记者了解到，近几年通过清洁供暖，可以实现高能效性、高生态性、高便捷性、高舒适性的取暖方式。中国能源研究会地热专业委员会学术委员会主任郑克棧打了一个形象的比喻，“现在的清洁能源可谓‘八仙过海，各显其能’。”他所说的八仙，即天然气、电能、生物质、太阳能、风电、空气源热泵、地源热泵和地热。

郑克棧举例说，生物质能是“碳中性”能源，光合作用将大气中的碳转化为有机质，生物质燃烧利用后二氧化碳回归自然，十分环保；利用风电，可以发挥出高品质电能极寒地区优势；而利用热泵技术，抽取地下水、地表水或在地埋管中充满自来水，可以循环提取热量。“综合来看，地源热泵在单项技术中能效系数最高，其机组的 COP（能效比）可达到 4，系统的 COP 亦能达 3—3.5。”他强调。

对此，吴吟也表示认同，他说：“如今，清洁供暖更加注重低碳能源、废弃资源和低谷蓄能。比如，可利用太阳能集热器、生物质木屑片、锅炉、空气源热泵、地源热泵、水源热泵等多种方式实现供暖。”

记者了解到，山西古交综合利用电站、古交电厂至太原供热管道 1#泵站、煤矿乏风瓦斯、矿井水水源热泵供暖制冷，将废弃的资源充分利用，极大地提高了能源的利用效率。

技术、经济等因素需综合考虑

目前，我国虽然有各种各样的清洁能源。但是，反观现实，实现碳达峰的任务仍然十分艰巨。“我国供热能源结构仍以煤为主，占比接近 80%。绝大部分燃煤电厂在市区及附近，大量小机组尚存，燃煤锅炉效率低且排放高。当前的‘煤改电’‘煤改气’在执行过程中也存在一定问题，给清洁供暖带来了巨大的压力。”清华大学建筑学院教授付林表示。

“在我国承诺 2030 年实现二氧化碳排放达峰，2060 年实现‘碳中和’后，原来制定的能源转型目标势必做出调整。‘十四五’规划和中长期规划一定会对能源消费和排放指标做出更严格的约束。”中国建筑节能协会副会长、北京建筑大学教授李德英指出。

当前，我国已明确提出，到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

具体到清洁供暖热源的选择上，郑克棧认为，应该从技术和经济可行性以及资源的可持续供应等方面通盘考虑。

他进一步分析称，在市场经济环境下，推进重大项目不能不计成本。热源选择应该有技术和经济可行性评价报告作为依据，比较它们的技术成熟度、能源利用效益、使用寿命等。因此，从长远角度来看，必须考虑其利用成本。另外，还需根据当地的资源禀赋和条件，考虑供给的持续性和稳定性。

多能互补是今后创新方向

从用户侧来看，美好生活的目标必然对用能的多元化提出更高要求。业内专家表示，未来，我国将迎来多能互补的多元化清洁供暖方式。



郑克棬通过回顾近几年各地清洁供暖项目的完成情况总结道：“从最初的天然气、空气源热泵和电蓄热为主，到现在的地源热泵逐步增多，可以看出，经济性好的供暖方式增长快。”

他以北京通州为例告诉记者，作为北京城市副中心，通州承载着北京未来发展。其城市绿心起步区地源热泵供热、供冷系统列入 2020 年重点新建能源项目。行政办公区启动区地热“两能”（地源热泵和中深层地热）供热、供冷热泵系统项目，总建筑面积 380 万平方米，其供热制冷以“浅层地热能为主，深层热能为辅，其他清洁能源调峰”的能源供给方案，为全国地热“两能”的规模化应用起到引领示范的作用。

那么，清洁供暖下一步的战略是什么？在郑克棬看来，应该创新更有发展优势的多能互补方案。“创新的宗旨应该是进一步提升效益、降低成本。只有降低了建设成本，拉低了用户费用，才会受到用户和政府的信赖。”郑克棬说，作为地方政府，执行清洁供暖的规划和实施，当然应该选取技术和经济可行性高的方法，提高民众满意度，减少财政支出。而用户有权选择时，也会选定技术和经济可行性高的方法，图的是舒适安全，又减少支出。

郑克棬认为，优秀方案值得推广应用，但也不应该停留在“保持”水平，应该不断改进、提高、创新，追求好上加好。同时，有一些优秀方案，可以考虑优、优之间的联合互补，使之更优秀。所以，要始终不断创新。“创新不是一句空话，最有潜力和前景的是多能互补。”他强调。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-01-04

## 绿色技术是实现碳中和的根本途径

“要实现碳中和目标，从根本上来讲要靠绿色技术驱动，大规模地‘换技术’，推动社会由传统工业发展方式走向可持续的生态文明。”

在近日于北京召开的“美丽中国百人论坛 2020 年会”（下称“论坛”）上，全国政协经济委员会副主任、中国发展研究基金会副理事长刘世锦指出，要实现碳中和目标，从根本上来讲要靠绿色技术驱动，大规模地“换技术”，推动社会由传统工业发展方式走向可持续的生态文明。

需平衡碳减排与经济的关系

2020 年 9 月，我国向国际社会宣布，将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

在刘世锦看来，碳达峰和碳中和目标的提出，具有重要的现实意义。“碳中和目标是一个量化指标，也是中国对国际社会的一个承诺，强有力的预期引导和带动效应，将推动技术结构、产业结构、发展方式的重大变革，因此我们必须从现在做起。”

在多位与会专家看来，要实现碳排放和碳中和目标，需要付出艰苦卓绝的努力。

“当前距离实现碳排放达峰目标已不足十年，从碳达峰到实现碳中和愿景也仅有 30 年，从欧盟本世纪中叶实现碳中和目标历经 60 年的情况看，我国将面临比发达国家时间更紧、幅度更大的减排任务，应对气候变化将成为基本实现美丽中国建设目标必须跨越的一道重要关口。”生态环境部部长黄润秋在论坛上指出。

刘世锦表示：“中国和发达国家在碳减排方面有一个很重大的区别，发达国家现在主要就是一个碳减排问题，但我们的经济还要保持相当快的增长，同时我们的环境污染、生态破坏问题依然突出，这就需要平衡生态修复、污染防治、碳减排和经济增长的关系，四件事情协同推进。”

绿色技术推广是关键

多位专家指出，现有的技术结构、产业模式并不适应我国绿色低碳转型的需求。

“这从根本上来讲要靠绿色技术驱动，大规模‘换技术’。我们不可能退回到农耕文明，传统的工业文明也不可持续，只有进化到更高生产率且可持续的生态文明。”刘世锦表示。

刘世锦所指的绿色技术，应具有三个特点：一是高技术含量和生产率；二是少排放或零排放；三是与传统产业相比有竞争力的低成本。比如光伏发电就是一个有标志性意义的案例。

据悉，中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）组织专家开展深入研究，提出了城镇化进程中水、能源、交通、建筑、土地利用和规划、食物六大领域共 20 项重大绿色技术。比如，在水环境领域，提出污水处理与厂网河一体提质增效技术、再生水系统水质保障技术等；在能源领域，提出微电网技术、工业余热集中供暖技术、中深层地热利用技术等；在交通领域，提出氢能源车辆技术、智能充电系统技术等；在建筑领域，提出建筑立体绿色技术、“钢结构+模块化内部空间”技术等。

刘世锦建议，“十四五”期间应向全社会推广较为成熟、能够产生明显经济社会效益的重大绿色技术。

这与中国工程院院士杜祥琬的观点不谋而合。在杜祥琬看来，节能、提效是降碳的一大举措，而这其中技术节能非常重要。“以钢铁行业为例，如果把现在的高炉炼钢技术改成电炉技术，把长流程进步到短流程，碳强度会大大降低。再进一步，如果以绿氢直接还原铁可以实现钢铁生产零碳化。我们工业还是要的，钢铁业还是要的，但是美丽中国工业零碳是有路可走的。”

需建立生态责任账户

绿色技术推动实现绿色低碳转型，但仍有一个基础性的前提条件，即绿色核算。

“我们这么多年一直在搞碳市场，虽然有发展，但并不及预期，原因是什么？碳可以量化，但为什么交易不起来呢？因为它有很强的外部性，一般人不愿意搞交易，不愿意受到限制，这其中的关键就在于没有界定它的产权和责任，导致大家没有动力去交易。所以在绿色发展过程中，转型后新的发展方式，必须是市场在绿色发展中起决定性作用。”刘世锦指出。

在刘世锦看来，绿色发展缺少微观基础，现阶段减排的驱动力仍然是靠政府政策推动和道德感召，缺少可持续的机制。要使市场在绿色发展中起作用，必须具备三个条件：一是要做好绿色核算；二是要建立生态责任账户，界定产权和责任；三是要有市场交易。

“可以选择一个条件适合的城市或其中的一个区开展试点工作，引入区块链等相关技术，建立政府、企业和个人的生态责任账户，并设立交易机制，开展碳或生态元等的交易。这使得相关主体明确减排责任并在一定时期内平衡账户，国家层面的碳中和目标通过各相关主体减排责任分解落地，推动绿色转型取得实质性进展。”刘世锦表示。

本报记者 李玲 中国能源报 2021-01-04

## 全国碳市场终于来了

1月5日，生态环境部正式发布《碳排放权交易管理办法（试行）》（下称《管理办法》），对全国碳排放权交易及相关活动进行了规定，包括碳排放配额分配和清缴，碳排放权登记、交易、结算，温室气体排放报告与核查等。该《管理办法》将于2月1日起正式施行。

与此同时，生态环境部首先将发电行业纳入全国碳排放交易市场，并印发了配套的配额分配方案和2225家重点排放单位名单。

作为推动我国碳减排工作的重要抓手，我国碳市场自2011年在北京、上海等七个省市启动试点以来，进行了大量的探索实践。在业内人士看来，此次一系列文件的正式发布，是我国碳市场建设的重要“里程碑”，标志着全国碳排放权交易体系建设向前迈了实质性一步。

全国碳市场加速推进

《管理办法》指出，属于全国碳排放权交易市场覆盖行业且年度温室气体排放量达到2.6万吨二氧化碳当量的单位，应当列入温室气体重点排放单位名录。重点排放单位应当控制温室气体排放，报告碳排放数据，清缴碳排放配额，公开交易及相关活动信息，并接受生态环境主管部门的监督管理。

生态环境部根据国家温室气体排放控制要求，综合考虑经济增长、产业结构调整、能源结构优化、大气污染物排放协同控制等因素，制定碳排放配额总量确定与分配方案。碳排放配额分配以免费分配为主，可以根据国家有关要求适时引入有偿分配。

“下一步，生态环境部将加快推进全国碳排放权注册登记系统和交易系统建设，逐步扩大市场覆盖行业范围，丰富交易品种和交易方式，有效发挥市场机制在控制温室气体排放、促进绿色低碳技术创新、引导气候投融资等方面的重要作用。”生态环境部应对气候变化司司长李高指出。

在对外经济贸易大学国家对外开放研究院研究员董秀成看来，碳排放权交易市场的加速推进，具有标志性意义。“一系列文件的出台，主要是基于我国‘二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和’的目标，通过市场化的手段，使企业化被动为主动，助力我国碳中和目标的实现。”

#### 仍存诸多挑战

事实上，我国已经开展了近 10 年碳排放权交易市场的探索工作，为在全国范围内推进碳市场建设积累了宝贵经验。其中，2011 年以来，我国在北京、上海、天津、重庆、湖北、广东和深圳等 7 省市开展碳排放权交易试点；2013 年，深圳碳排放权交易平台启动，拉开了中国碳市场的帷幕。

“我国碳市场的试点工作很有成效，首先证明了碳市场的政策体系在中国是可以实施的。”北京中创碳投科技有限公司高级咨询顾问陈志斌表示，“另外，无论是在制度上还是在人才上，试点都为全国碳市场做了比较好的示范和积累，包括地方的管理架构、第三方机构以及一批人才队伍，我认为能够支撑全国碳市场建设的。”

不过，在多位受访者看来，从地方试点到全国碳市场体系，其中的复杂程度和面临的挑战不容小觑。

“在试点地区进行碳交易时，主管部门地区内的企业相对比较熟悉，并且有一系列行政手段对企业行为加以规范，但上升到全国体系后，需要更加完整的政策体系。比如全国各省的碳排放数据质量是否具有均衡性，全国碳排放配额的流转会对各省碳管理带来怎样的挑战，这是在地方试点层面没有遇到过的。”美国环保协会北京代表处首席代表张建宇表示。

在清华大学能源环境经济研究所副所长段茂盛看来，无论是配额的分配还是碳排放数据的相关核算，都需要根据后续的实际运行情况进一步调整和完善。“全国碳市场和地方有不一样的地方，现在只是刚开始进行配额分配等工作，真正的交易还没开始。另外，企业的碳排放数据也受很多因素影响，比如是实测数据还是用排放因子或含碳量测算的数据，这里面存在太多不确定性，需要等到实际运行之后才能判断。”

#### 碳资产管理成企业必修课

可以预见的是，在发电行业首先被纳入全国碳排放权交易市场后，接下来钢铁、水泥、化工等其他重点行业也将会被加快纳入。企业作为市场的主体，无疑同样面临不小的挑战，如何做好碳资产管理成为企业必修课。

“有了碳交易市场，碳就变为企业竞争力中的一个重要指标。”陈志斌说，“企业的日常经营管理需要把碳这个因素考虑进去，做好排放数据的报告、配额管理，履约以及碳交易等，这是最基本工作。长期来看，还要把碳减排、碳中和目标引入到企业发展战略中，生产的产品除了原来考虑的性能外，还要考虑碳排放因素。”

“未来更多行业被纳入碳市场交易体系中来，这将会对企业产生结构性的影响，比如企业要考虑能否更进一步提高生产效率；是否要进行燃料更替，更多地用清洁能源加以替代；是否要通过购买配额抵消碳排放。”张建宇指出，“对于那些暂时未被纳入的行业来说，碳市场的此次进展是很好的机遇，他们可以根据碳价格的信号来判断自己的发展方向，把碳价纳入到生产决策中。”

董秀成表示：“大家可能会认为被纳入碳市场后生产成本会上升，压力会增大，但反过来讲，企业通过技术改造，投入成本，降低碳排放后，剩下的配额可以在碳市场上交易。比如石油企业开发地热资源，减少的碳排放就可以通过市场进行交易或者抵消其他炼化板块的碳排放，这反倒是一种创收手段。”

本报记者 李玲 中国能源报 2021-01-11

## 全球碳市场 2021 年迎来“开门红”

2021 年伊始，全球碳市场可谓好消息不断：中国生态环境部发布《碳排放权交易管理办法（试行）》，正式开启了全国性碳市场；欧盟排放交易体系启动第四交易阶段，欧盟碳价随即再创历史新高。业界普遍认为，受这些利好因素的推动，2021 年全球碳市场或将迎来新一轮发展高潮。

### 中国碳市场全面开启

1 月 1 日，中国碳市场第一个履约周期正式启动，首个履约周期到 2021 年 12 月 31 日截止，涉及 2225 家发电行业重点排放单位。1 月 5 日，国家生态环境部正式发布《碳排放权交易管理办法（试行）》（以下简称《管理办法》），进一步加强了对温室气体排放的控制和管理，为新形势下加快推进全国碳市场建设提供了有力的依据。

能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥指出，全国碳市场的启动既是我国碳市场建设的阶段性进展，也是近一段时间以来我国在减排领域的又一重要举措。“此前，我国已经在多地开展了碳排放交易的试点，为开启全国性的碳市场做了大量准备工作。”邹骥向记者表示，“对于碳市场管理方面的基础设施建设始终在向前推进。此次《管理办法》的发布，可以看作我国碳市场建设过程中的一个里程碑。一方面，《管理办法》的出台令碳排放交易有章可循；另一方面，虽然现在《管理办法》的法律效力层级还不是此前所期待的更高或最高效力，但这是一个开端，为未来进行相关立法打下了良好的基础。”

据了解，2011 年以来，我国已经在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东、深圳 7 个省市开展了碳排放权交易试点工作。有统计数据显示，截至 2020 年 11 月，试点碳市场共覆盖电力、钢铁、水泥等 20 余个行业近 3000 家重点排放单位，累计配额成交量约为 4.3 亿吨二氧化碳当量，累计成交额近 100 亿元人民币。

邹骥强调，我国全国性碳市场的启动不仅利好国内减排的进一步推进，同时也向国际社会释放了积极信号，为全球减排提供了新的支持。

### 欧盟碳价再创历史新高

1 月 4 日，随着欧盟排放交易体系（ETS）第四交易阶段的启动，欧盟碳价一度突破 34 欧元/吨。数据显示，2020 年 12 月 31 日，欧洲 ICE 期货交易所的碳交易收盘价为 32.72 欧元/吨，而 1 月 4 日，该交易所的碳交易价格一度达到 34.25 欧元/吨（约合 41.37 美元/吨）的历史新高位。

行业分析机构标普全球普氏撰文指出，欧盟碳价开年再攀高位，主要因为此前欧盟碳市场暂停了部分交易配额的供应，导致短期内没有新增碳排放配额进入市场交易，市场上的碳排放配额供不应求，碳价因此“水涨船高”。

事实上，自 2020 年下半年以来，尽管受到新冠肺炎疫情的冲击，欧盟碳价却持续上涨，并多次突破 30 欧元/吨的关口。

伍德麦肯兹碳市场研究负责人 Amy Bowe 认为，2020 年欧盟碳价上涨的原因有很多。“其中包括疫情暂时缓解带来的经济回暖，欧盟将 2030 年的减排量从此前的 40% 提升至 55%。另外，由于今年开启的第四交易阶段的排放配额不能用于清偿第三阶段的减排义务，因此，大量交易商希望赶在 2020 年 12 月 31 日前购得碳排放配额，这使得市场需求短期内大幅攀升，进而带动碳价上涨。”

根据欧盟委员会气候行动总司官网的信息，欧盟排放交易体系的第四交易阶段为 2021-2030 年，在此阶段内，免费的碳排放配额将以每年 2.2% 的速度削减，但将继续为那些减排困难的工业部门提供一定的免费配额，以确保其在国际市场的竞争力；并将通过分配免费的排放配额来鼓励技术创新；同时，还将巩固“市场稳定储备”（该机制旨在帮助减少碳市场上的排放配额过剩，以及提高欧盟排放交易体系抵抗未来冲击的能力——编者注）；另外，将通过若干低碳融资机制，帮助工业和电力部门应对低碳转型的创新和投资挑战。

Amy Bowe 告诉记者，相比第三交易阶段，欧盟排放交易体系第四交易阶段免费碳排放配额的削减速度更快了。“同时，欧盟将在 2026 年后逐步取消一些免费配额，并且，《京都议定书》框架下

的国际碳排放额度也不能再用于履约欧盟排放交易。这些也在一定程度上助推了碳价的进一步提升。”

不过，能源服务公司 Volue Insight 的分析师 Espen Andreassen 表示，鉴于 2013 年-2020 年的欧盟排放交易体系第三交易阶段主要实现了发电原料从煤炭到天然气和可再生能源的转变，因此，欧盟未来还有减排空间的只剩下各个工业领域。

“从目前的情况来看，氢能利用尚不成熟，而根据我们对欧盟 27 国和英国 2019 年温室气体排放总量的估算来看，工业领域需要在 10 年内减少约 13 亿吨二氧化碳当量的排放，才能实现 2030 年的减排目标。”Espen Andreassen 说。

另据标普全球普氏的估算，欧盟排放交易体系只涵盖了欧盟温室气体排放总量的 40% 左右，因此要实现 2030 年的减排目标，整个欧盟还需要更多的减排量。雪上加霜的是，据普氏分析公司预计，一旦此前被暂停供应的排放配额重回市场，欧盟的碳价又将面临下行压力。

#### 全球减排前景明朗

根据行业组织“全球碳项目”的最新统计数据，2020 年，全球二氧化碳排放量下降了 7% 左右，是有史以来最大的绝对排放量降幅。与此同时，全球在碳减排领域的积极性也在不断提升。去年，包括我国在内的多个国家明确了“碳中和”目标、提升了原有的减排力度，诸多传统化石能源企业也设定了净零排放目标。

对此，邹骥表示：“从全球范围来看，减排正在进入一个新的阶段。中国、欧盟都有积极的减排目标和举措。业界对下一步全球减排的预期也较为乐观。以我国为例，去年在减排政策层面上上了一个新台阶，提出了‘碳中和’目标、新的风光发电占比等，将减排放在了优先发展的位置。这些都为全球气候进程提供了新的推动力。”

不过，邹骥同时指出，从利好政策的陆续推出到最终实际的减排，其间仍有许多工作要做。“政策最终还要落实到行动中，这其中包括如何持续调动政府、企业的减排积极性、相关的科技研发是否到位、投融资的力度等等。”

本报记者 李慧 中国能源报 2021-01-11

## 工业尾气制乙醇 钢铁减排有新招

近年来，车用乙醇汽油正在全国范围内推广。然而，当前我国生物燃料乙醇近九成的原料是玉米。近日发布的《新时代的中国能源发展》白皮书要求，坚持不与人争粮、不与粮争地的原则，严格控制燃料乙醇加工产能扩张，推进非粮生物液体燃料技术产业化发展。

那么，燃料乙醇和钢铁工业减排有什么关联？记者了解到，全国唯一一家气体生物发酵制燃料乙醇的企业——北京首钢朗泽新能源科技有限公司（以下简称“首钢朗泽”）将钢铁行业等工业尾气转化为燃料乙醇、蛋白饲料、天然气，年产 4.5 万吨燃料乙醇项目，每年可实现二氧化碳减排 15.3 万吨。

记者近日走进河北首朗新能源科技有限公司（下称“首钢朗泽河北公司”）的全球首套钢铁尾气大工业化项目，一探究竟。

#### 用菌体将工业尾气“吃干榨净”

在位于河北唐山曹妃甸的首钢朗泽河北公司厂区，6 个巨大的罐体比肩矗立，管道穿梭其间。“这里面流动的是一氧化碳。发酵罐里的菌体‘吃’的是钢铁尾气中的一氧化碳，产物为乙醇，不但反应速度快，而且反应条件温和。”首钢朗泽河北公司总经理莫志朋告诉记者。

据莫志朋介绍，首钢京唐公司的工业尾气经过预处理后送至首钢朗泽的生物发酵装置，经发酵、蒸馏脱水后产出浓度大于 99.5% 的燃料乙醇，同时分离出高品质的菌体蛋白，可作为高端水产蛋白饲料原料；产生的污水还可用于生产沼气，再经提纯后用于生产压缩天然气（CNG）。整个工艺流程所产生的废水还可处理回用，发酵尾气变成蒸汽用于蒸馏，从而实现钢厂废气资源的综合利用。

这样“吃干榨净”式的循环模式来自于先进的气体生物发酵技术。据了解，2011 年，首钢朗泽引

进世界最为先进的气体生物发酵技术，并获得国家环保部技术转化专项资金支持，从实验室走向中试。2013年1月，全球规模最大、流程最全的300吨中试装置首次试验成功，同年8月，项目通过国家环保部组织的专家组验收。

在中试成功的基础上，首钢朗泽河北公司全球首套钢铁尾气大工业化项目年产4.5万吨燃料乙醇项目于2016年获得河北省发改委立项核准后，2018年5月建成投产，燃料乙醇产品目前已稳定供应河北的中石油、中石化等企业。同年8月，国务院常务会确定钢铁工业尾气制乙醇项目进入国家生物燃料总体布局，并开展产业化示范。

成功运行后的大工业化项目也得到了行业和专家的认可。2020年8月，中国循环经济协会组织以中国工程院院士金涌为组长的专家组对“钢铁工业尾气生物发酵法制燃料乙醇系统工艺集成研究及其工业化应用”在科技成果评价会上做出结论：项目“在工业尾气利用方面属国际首创”；9月，北京金属学会组织以清华大学教授胡山鹰为组长的专家组对该项目的科技成果进行评价，一致认为项目成果总体达到国际领先水平。

“截至目前，首钢朗泽共拥有自主知识产权近100项，其中发明专利50余项，项目获得了2018—2019年度国家优质工程奖。”莫志朋说。

能源利用效率可提升1倍

据了解，钢厂尾气中，转炉煤气一氧化碳含量高达50%，钢铁企业要么用于发电，要么直接燃烧供热，利用方式较为单一，产品价值低不说，还带来环保压力。相比之下，工业尾气用于制乙醇、蛋白粉等，产品附加值高于前者。

然而，工业尾气制燃料乙醇此前在全国没有规模化生产先例，究竟划不划算？

“传统粮食发酵方法，大约3吨粮产1吨燃料乙醇。受制于粮食原料不足以及粮价攀升，粮食燃料乙醇生产成本居高不下。首钢朗泽气体生物发酵制燃料乙醇与粮食制燃料乙醇相比，综合成本降低约30%。”首钢朗泽河北公司常务副总经理宋庆坤介绍。记者还了解到，与钢铁工业尾气燃烧发电相比，生物发酵制乙醇产值是发电的2倍以上，经济效益是发电的3倍，能源利用效率提高1倍以上。

再来算算环保账，用工业尾气制燃料乙醇，对碳减排的贡献有多大？

据了解，我国钢铁工业碳排放量约占全球钢铁工业碳排放超过50%，占全国总碳排放量的15%左右，在国内所有工业行业中位居首位。

而利用钢铁工业尾气每生产1吨燃料乙醇可实现二氧化碳减排1.9吨，燃料乙醇产品应用到汽油中还可实现二氧化碳二次减排1.5吨，综合二氧化碳减排量为3.4吨/吨乙醇。该公司年产4.5万吨燃料乙醇项目年可利用转炉气约3.6亿标立方米，这也意味着，年实现二氧化碳减排15.3万吨。

将在西部地区重点推广

在碳减排成为国家承诺的当下，持续增长的车用乙醇汽油市场需求对燃料乙醇的产量带来了挑战。

我国是全球第三大燃料乙醇生产大国，但年产燃料乙醇不足300万吨。国家发改委、国家能源局等15部委2017年联合发布《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》指出，到2020年在全国范围内推广使用车用乙醇汽油，基本实现全覆盖。据预计，未来全国的生物燃料乙醇需求量将达到1300余万吨。

一方面是燃料乙醇的巨大缺口，另一方面，我国工业尾气资源丰富，钢铁冶金（铁合金）、石化炼油、电石、磷化工等行业每年产生1.2万亿立方米含一氧化碳工业尾气，若利用10%进行高效清洁利用，每年即可生产燃料乙醇约1000万吨。

“尤其在钢铁冶金工业密集的西北、西南地区，原料气、电、水、土地成本均低于河北地区，用生物发酵工艺生产燃料乙醇，优势将更加明显。”莫志朋表示。

据悉，首钢朗泽已在宁夏、贵州等地与当地钢铁、冶金相关企业合作，其中首钢朗泽宁夏公司的全球首套铁合金尾气年产4.5万吨燃料乙醇项目目前已进入单机调试阶段，预计2021年4月投产。

“十四五”期间，首钢朗泽将以西北、西南为重点，在全国快速推广复制，促进区域二氧化碳排放强度不断降低，为实现我国 2030 年碳达峰、2060 年碳中和目标做出积极贡献。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2021-01-11

## 储能短期难担“容量”重任

煤电、水电机组能在宽时间尺度里提供有效容量，而电化学储能更多发挥的是平抑系统短时波动的作用，很难在高比例新能源发电的系统中完美切换充、放电状态。

数九寒天，全国多地受寒潮侵袭，北方地区更是创下低温纪录。1月6日，华北电网负荷一度达到 27355 万千瓦，刷新最高负荷纪录，最高负荷较去年同期增长 17.4%。持续强降温天气拉高了全社会用热、用电需求，也给电力系统尤其是电网安全稳定运行带来考验。

近年来，电力系统绿色转型步伐加快，“风光”装机均已达到 2.3 亿千瓦。然而，“绿”电装机占比持续攀升，将使电力系统波动性、不稳定等问题更加凸显。业内专家指出，随着“碳达峰”“碳中和”目标提出，煤电进入控量增效阶段，新能源势必得到迅猛发展，高比例新能源电力系统更加离不开调节、备用性电源的支撑。在此背景下，储能可否为电力系统提供可靠的容量支撑？

### 无法完全替代煤电

发电设备可以通过发电量体现其电量价值，而不发电时为系统提供备用的发电能力，便是发电设备的容量价值。在我国，抽水蓄能电站、燃气电站的“两部制”上网电价中，就包括了这些机组在电力、电量调节之外的容量价值。而随着近年来煤电逐渐从电量供应转向电力支撑，为煤电建立容量电价机制的呼声愈发强烈。

那么，与可再生能源发电搭配的储能，能否发挥与传统电源相似的作用？

对此，清华大学能源互联网智库中心主任夏清表示：“目前电力系统对容量的需求主要还是体现为对煤电、水电等机组的需求，这些机组能够在宽时间尺度里提供有效容量。电化学储能无法代替这部分功能，其更多发挥的是平抑系统短时波动的作用。”

国家发改委一位研究人员也指出，储能与传统意义上用作备用容量的煤电机组的保障、调节场景并不相同，难以进行代替。“锂电池储能投资成本高，需要高频率的充、放电才能较好回收成本，更适合 2 小时、4 小时这种级别的短周期响应与调节。如果一个系统需要 10 小时以上甚至季节性的容量资源，即便有相应的价格补偿机制，储能作为容量资源的竞争力也弱于传统电源。”

一位电网企业人士则认为，新能源发电在系统中占比的大幅提升将使其波动性产生“质变”。“储能很难在高比例新能源发电的系统中完美切换充、放电状态，从保障安全运行的角度，电力系统很难不靠煤电等基础性电源兜底。”

### 商业模式难落地

电化学储能并非储能技术的唯一路径。“未来可借助谷期的‘绿电’制氢，以氢为介质满足电能较长周期内的充、放，储能也有能力发挥容量备用的作用。”夏清指出，制约储能发展的瓶颈并非技术，主要在于仍没有可实现盈利的商业模式。

“目前峰谷电价差还不够大，没有反映出每度电在不同时段的真实价值和稀缺性。”夏清说，“需要让电价能够反映出真实的电力供需关系，反映出发电资产的利用率，同时能够让用户根据价格信号来主动调整用电行为，这既是各市场主体实现共赢的条件，也是储能健康发展的关键。”

对此，上述国家发改委研究人员认为，价格机制和技术路线是两个层面的问题，在价格机制捋顺之后，究竟采用何种技术路径，仍需取决于各电力系统的实际需求。“单就储能而言，电化学储能、氢储能、需求侧资源、V2G 等不同技术路线的运行和调度方式差异巨大，还是要根据不同地区的实际情况具体分析。究竟传统容量电源、各项储能路线如何配比最优，也需要由各地根据需求来设计，通过市场来检验。”

### 电网调度潜力待深挖

事实上，目前无论是储能商业模式，还是传统煤电渴望的容量补偿机制，都处于探索阶段。“若要建容量市场，最终容量电源的成本需由电力用户买单。但目前的经济形势和政策环境下，这种成本传导很难实现。”某发电央企负责人直言，“现在煤电企业呈现电价降、电量减的趋势，希望享受容量补偿机制，但由此带来的成本增加目前能否承受？”

在探索储能、传统电源技术路线与容量机制的同时，是否还可采取其他成本压力较小的手段，保障电力系统安全运行？

夏清表示，未来随着新能源装机占比提升，新能源发电随机性、波动性以及“东边日出西边雨”等问题带来的影响将愈发突出，造成的区域间不平衡将会加剧，电网公司需要担负起更多责任。“‘能源互联网’的表现形式之一，就是聚集新能源发电，并通过合理调配实现不同地区、不同时段互补，这在电力系统下一阶段发展中十分重要。”

上述电网企业人士对此表示赞同：“各省级电网通过互济保障运行、提高效率，我国的体制优势一定程度上也保障了这种互济的纠错能力。以此来提升电力系统安全可靠运行的潜力还很大，例如跨区大通道的利用率有待进一步提升。”

本报记者 卢彬 中国能源报 2021-01-11

## 地热能

### 湖北黄石地热资源钻探取得新进展

记者1月5日获悉，日前，湖北省地质局第一地质大队发布太子庙-道士湾地热钻探最新成果。经勘查，该区域深部有地热资源，具备地热开发前景。

太子庙-道士湾地区位于黄金山南麓，区内受地层、构造等控制，是黄石地区地热资源集中分布区域。前期，该大队通过野外地质调查，在区内发现地热水出露点1处。

鉴于巨大的地热资源潜力，2019~2020年期间，湖北省地质局和湖北省地质勘查基金管理中心先后安排“黄石市清洁能源调查”及“黄石市太子庙-道士湾地热预可行性勘查”两个地热勘查项目，湖北省地质局第一地质大队负责实施，重点在汪仁镇章畈村附近部署了地热钻探工作。

研究发现，以大冶湖断陷盆地北缘深大断裂为界，往南随热储埋藏深度的增加，热储温度逐渐升高，找热潜力巨大。同时，抽水试验显示，水头降深约42.10米，孔口水温约36.7℃，属低温地热资源，兼具理疗效果。

有分析指出，以该项目成果为试点，预期可带动黄金山南麓地热资源勘查与开发，引领黄石温泉旅游产业发展，助力黄石转型发展。

荆楚网 2021-01-07

### 甘肃张掖临泽首次勘探出地热温泉

日前，甘肃省地矿局第三地质矿产勘察院在张掖市临泽县丹霞生态康养谷勘探发现了地热温泉，目前井深2100米。这也是临泽县境内首次发现的温泉。

该处温泉勘探于2020年5月30日开始，设计井深2300米，目前正在进行抽水试验工作，出水温度达50℃，含有硫、氟、锶等微量元素，其中氟、锶、锂、偏硅酸达到了矿水浓度标准。

临泽县丹霞生态康养谷钻探的一口含硫地热井成功出水。

每日甘肃网 2021-01-07



## 又一机场采用地源热泵，年省电 400 万度

2020 年，芜宣机场首次迎来“空中来客”，进入试飞“倒计时”，宣城没有机场的历史行将结束。眼下，芜宣机场已经进入试飞“倒计时”，预计于 2021 年一季度通航。

芜湖宣州机场辐射范围为安徽经济发展最为活跃的皖东南地区。据介绍，“芜宣机场”被列入长三角世界机场群重点工程。在安徽省内，芜宣机场的廊桥数仅次于合肥新桥机场。

如何把机场建成芜湖等高对接长三角一体化发展、打造内陆开放新高地的“羽翼”？芜湖宣州机场在规划建设时，在对标国家民航局“四型机场”的建设要求下，打造融平安、绿色、智慧、人文为一体，又具有芜湖自身特色的中小型机场样板。

据介绍，整个机场建设瞄准平安、绿色、智慧、人文的四型机场定位：航站楼建设荣获“中国钢结构金奖”；制冷制热采用节能 60%、年省电 400 万度的地源热泵系统；设置人脸识别、自助值机、自助安检、自助登机、智慧航显等诸多功能；计划引入网约车为旅客提供“从家门到舱门”服务。

“我们机场采用的地源热泵系统为航站楼制冷供热，相比于传统空调系统，节能可达 50%以上。”机场运行保障部能源设备科动力保障员介绍说。

而体验感最强的，莫过于从进入机场大门一排而立的“自助值机”开始，自助行李托运、自助安检、自助登机到行李追踪等，可以说，在这里登机全流程可以实现自助完成。

“芜湖宣州机场在机场项目建设上有‘两个创新’：即地下人防工程与航站楼进出港分流结合、在同类型机场中创新建设机坪管线加油；‘两个同步’：即地源热泵建设与绿色机场规划同步、弱电系统建设与智慧机场谋划同步。”机场建设投资有限公司董事长孙跃进说道。

国家发改委网站于 2020 年 4 月公布了《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》全文。规划提出，长三角地区机场群重点工程包括新建嘉兴、丽水、芜湖宣城、亳州、蚌埠、宿州、滁州等机场。机场的地热能应用是减少温室气体排放的主要原因之一，相信地热能技术在未来机场建设中会得到越来越多的应用。

芜宣机场分别从智慧管理、智慧生产、智慧服务、智慧安全四个方面打造“智慧机场”，提升机场的信息化水平，突出数据的复用和共享，满足旅客对机场服务与运营越来越高的要求。通过智慧建设，提升机场核心竞争力，配合芜湖“智慧城市”战略，为实现机场远期战略目标提供有力支撑。

芜湖日报 2021-01-07

## 生物质能、环保工程

### 生物燃料乙醇在碳减排中的作用不容忽视

日前，纪念《巴黎协定》达成五周年气候雄心峰会召开，全球 70 多个国家的首脑共同参与。各国履行《巴黎协定》承诺的成果在会议上得到检阅，一些国家也在这次大会上确立了应对气候变化的新目标。

其实，自上世纪以来，人类就开始不断追求平衡环境保护和经济发展，并试图寻找可持续发展之路。在众多环境保护议题中，减少二氧化碳排放一直是世界各国的主要目标之一。比如，《巴黎协定》就将减少温室气体排放，控制全球变暖及气候变化作为其主要任务之一。

在此背景下，乙醇汽油作为一种清洁燃料已成为可再生能源的发展重点之一。乙醇是一种在常温常压下易燃、易挥发、无色透明的有机化合物，俗称酒精，可与汽油混合后或单独用做内燃机燃料。根据生产原料来源及生产工艺，乙醇可大致分为生物制乙醇和化工制乙醇。目前全球乙醇生产主要应用生物制乙醇法。

生物燃料乙醇是可再生能源的重要分支，主要以农产品及农林废弃物为原料，如玉米、甘蔗、

秸秆等。目前，全球有超过三分之一的国家正在推广使用燃料乙醇。自 2000 年以来，全球生物燃料乙醇产量快速增长，近十年来，年均增长率超过 18%，预计 2020 年全球生物燃料乙醇产量将超过 1 亿吨。可以说生物燃料乙醇已经成为世界新能源产业发展的新生力量并被寄予厚望。世界各国发展生物燃料乙醇主要基于拉动农业、保护环境、实现能源替代等国家战略考量，本文将主要介绍生物燃料乙醇对于碳减排的贡献。

美国政府制定可再生燃料标准，推广燃料乙醇

美国是全球最大的燃料乙醇生产国和消费国。为了保护环境及保障能源安全，美国于上世纪 80 年代开始大力发展燃料乙醇。为了保证乙醇消费增长，美国国会根据《2005 年能源政策法案 (Energy Policy Act of 2005)》及《2007 年能源独立及安全法案 (Energy Independence and Security Act of 2007)》制定了可再生燃料标准 (Renewable Fuel Standard, RFS)。标准规定了美国每年需要使用的燃料乙醇量，并根据每家炼油厂在上一年度的炼油量,将这些乙醇使用量作为指标分配。

按照目前的可再生燃料标准 (RFS II, RFS 的修订版本) 规定，生物燃料的全生命周期温室气体排放必须比可替代的化石燃料排放至少低 20%，才能被称为可再生燃料。标准以法律形式，确定了生物燃料乙醇的全生命周期排放必须远低于其替代的化石能源，并保证每年有相应的生物燃料乙醇被切实添加至汽油中并使用。

玉米乙醇温室气体排放全生命周期碳减排分析

相较于使用以汽油、柴油为代表的非可再生能源，使用以玉米乙醇为代表的可再生生物燃料乙醇可大幅减少燃料全生命周期的温室气体排放。其最基本原因是种植玉米等农产品的过程中，农作物吸收了大量二氧化碳，农作物被制成乙醇后，其燃烧所排放的二氧化碳大致相当于被吸收的二氧化碳，达到了碳排放平衡，实现了碳中和。

美国农业部曾于 2018 年 8 月 8 日发布过相关报告“玉米乙醇的温室气体效益-评估最新的证据 (The greenhouse gas benefits of corn ethanol-assessing recent evidence)”。该报告根据美国多年来使用生物燃料乙醇的数据，从多个维度，如土地用途改变、农场运营、燃料生产等，对美国使用燃料乙醇对温室气体排放的影响进行分析，结论是目前美国玉米基生物燃料乙醇全生命周期的温室气体排放比使用等热值汽油的温室气体排放减少 39%，而来自使用天然气为动力的燃料乙醇工厂的燃料乙醇温室气体排放比等热值汽油减少 43%。据目前美国燃料乙醇厂的减排措施和发展趋势，美国玉米基乙醇温室气体减排有望在未来几年达到 47%—70%。

该报告将众多因素纳入考量，比如土地用途改变包括：将土地从其他用途转为玉米生产的直接相关排放，因农民将更多现有农田用于种植玉米导致非玉米作物产量下降，开发新农田对这些作物进行补充所产生的间接排放等；燃料和原料运输包括：生产乙醇过程中使用的化石能源排放；副产品贡献包括：生产乙醇的副产品干玉米酒糟 (DDGS) 作为动物用高蛋白饲料替代了部分玉米及其他农作物从而减少农田使用等。

基于目前的玉米乙醇排放概况，美国农业部设定了 2022 年的两个预计排放情景。第一个被称为常规场景 (Business as usual, BAU)，预测目前的趋势将一直持续到 2022 年：一是每公顷玉米单产 (每年增产 125.7 千克/公顷)；二是精炼厂用天然气替代煤作为工艺燃料；三是提高重型柴油卡车的燃油效率。BAU 方案反映了在精炼厂没有采取措施减少排放的情况下，预计 2022 年玉米乙醇的温室气体排放的改善情况。第二个预测是高效高节能场景 (High efficiency-high conservation, HEHC)，它在 BAU 场景的基础上增加了精炼厂可能采取的一些行动，以降低玉米乙醇的温室气体强度。这些措施包括与农场协定用低排放方式种植玉米 (减少耕作、覆土作物和养料管理)，改用可持续生产的生物质作为工艺燃料，并在精炼厂附近开展封闭式禽畜饲养业务等。

根据以上数据，不论是在 BAU 场景，还是在 HEHC 场景，使用玉米乙醇的排放都远少于使用乙醇所取代的汽油带来的排放。

前不久，第三方评估机构应国家能源局委托对中国燃料乙醇试点情况进行了评估。评估结果显示，我国在论证是否使用乙醇汽油时确定的提升农业经济、合理利用人畜不可食用粮食、替代能源、

保护环境等目标均已实现，效果显著。我国燃料乙醇生产技术在近十多年的发展过程中已基本达到世界先进水平，下一步推广计划安全可行。进一步在全国范围内使用燃料乙醇，对优化我国能源结构、改善大气环境质量、减少机动车尾气排放和促进经济社会可持续发展具有重大意义。

可见，生物燃料乙醇可有效减少全生命周期碳排放，将会帮助我国早日实现《巴黎协定》中做出的减排承诺，为低碳绿色事业贡献力量。

陆斯达 中国能源网 2021-01-11

## 固废处理新标准出台——工业固废处理标准再深化

目前，我国一般工业固体废物产生量巨大，工业固废和危险废物存在较高环境危害特性，是环境风险防控的重要领域。同时，新冠肺炎疫情防控形势仍然严峻，为医疗废物的无害处理带来新的要求。近日，生态环境部与市场监管总局联合发布《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484-2020)和《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB 39707-2020)(以下分别简称《一般固废标准》《危废标准》《医废标准》)3项国家环境保护标准。新标准适时制订、量力而行，为我国进一步规范工业固废处理处置提供新的规范。针对3项标准的制修订情况，生态环境部固体废物与化学品司有关负责人进行了介绍。

### 新标准修订适逢其时

该负责人表示，现行《一般固废标准》《危废标准》自2001年实施以来，对一般工业固体废物和危险废物处置污染控制和环境风险防控发挥了重要作用。但随着技术进步以及生态环境质量改善要求提高，现行标准已难以适应当前生态环境质量改善和精细化环境管理要求；另外，医疗废物焚烧处置污染控制执行《危废标准》，消毒处理污染控制参照相关技术规范，缺乏专项标准。为落实新修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，完善固体废物尤其是危险废物环境标准体系，加强危险废物医疗废物收集处理，修订《一般固废标准》《危废标准》。

据悉，本次标准制修订坚持3个主要原则：一是坚持与管理体系相协调原则。基于我国颁布的一系列针对固体废物处理处置的相关法规、政策、标准等，结合我国国情和国际先进管理经验，弥补现行标准与固体废物环境管理法规标准体系衔接不协调的缺陷。二是坚持与发展水平相适应原则。根据国内外固体废物处理处置污染控制可行技术，结合我国实际经济、技术发展水平，并参照国内外相关标准和技术规范的规定，制定切实可行的污染物控制要求，保证标准执行的可操作性。三是坚持与环境要求相匹配原则。综合考虑我国新时代生态环境质量改善要求和环境管理能力提升要求，指导标准的制修订工作，以促进处理处置技术进步，推动固体废物利用处置，助力“十四五”社会经济高质量发展和生态环境高水平保护。

### 修订聚焦社会关切

记者了解到，《一般固废标准》修订的主要内容包括3点。一是聚焦环境标准定位，进一步强化一般工业固体废物贮存、填埋全过程污染控制技术要求，加严了防渗技术规定，增加了废物入场有机质含量控制、封场后渗滤液处理及地表水、土壤自行监测等要求。二是为推动大宗一般工业固体废物综合利用，明确了充填及回填料条件，并增加了相应污染控制技术要求。三是明确历史堆存一般工业固体废物场地的环境管理要求。针对历史堆存一般工业固体废物的场地，按照风险管控的思路，明确经评估后确保风险可控条件下可进行封场或土地复垦作业。

《危废标准》修订的主要内容包括：一是因同步新制定了《医废标准》，《含多氯联苯废物污染控制标准》也已发布，因此调整了标准适用范围，删除含多氯联苯废物和医疗废物焚烧有关内容。二是强化污染控制技术要求，加严了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、重金属等污染物排放限值，并增加了助燃、一氧化碳控制等技术要求。三是为推动淘汰落后小型设施，提升焚烧设施技术管理运行水平，不再按规模设定排放限值。四是增加了在线自动监测等有关规定。

另外，为强化标准落实，指导地方生态环境管理部门的监管和执法，《危废标准》《医废标准》

均进一步明确了有关污染物达标判定的规定。此外，本次修订完善了一般工业固体废物贮存和填埋的运行环境管理要求。也完善了危险废物和医疗废物焚烧设施的烟气污染物的排放要求。

积极作用可以期待

生态环境部有关负责人表示，本次制修订基于我国危险废物和医疗废物处理处置环境管理需求和技术发展水平，进一步完善了危险废物和医疗废物处理处置污染控制管理要求。

他还表示，新标准将完善我国危险废物和医疗废物环境管理标准体系，完善危险废物焚烧污染控制管理要求，实现了与现行相关标准和技术规范协调统一，共同完善了我国危险废物环境管理的标准体系；有利于提高危险废物和医疗废物处理处置行业水平，通过完善设施技术性能指标及提升污染物排放控制要求，将有效推进技术进步并加速老旧设施淘汰；有利于控制危险废物和医疗废物处理处置环境风险，通过加严焚烧烟气污染物排放浓度限值，明确消毒处理污染控制要求，强化监测和监督管理要求，将会显著提升危险废物和医疗废物处理处置全过程的污染控制效果，降低环境风险。

袁允斌 中国化工报 2021-01-08

## 生物质供热潜力不应被忽视

天然气难堪保供暖大任

据华能北京热电厂官方微信“华能北热直通车”发布的消息，华能北京热电厂3号、4号燃煤机组相继于2020年12月26日、28日应急启动，应对寒潮天气。据相关报道，北京此前已关停市内所有燃煤电厂，替换为燃气热电，仅留华能北京热电四台燃煤机组备用。从2017年北京关停燃煤机组以来，2018年至今连续三个采暖季，华能热电四台燃煤机组全部应急启动。

天然气能否“代煤”保供？据2019年数据，全球天然气贸易总量为1.29万亿立方米，我国天然气消耗总量为3067亿立方米，占能源消耗总量的8.1%，其中进口1352亿立方米，占全球天然气贸易总量的10.5%。我国天然气储量世界第十，人均储量仅为世界平均水平的1/15，属于贫气国。从总量看，即使全球天然气贸易全部给中国，按热值折算也只能解决燃煤替代的一半。

“被忽视的可再生能源巨头”

在污染物减排和碳减排的双重约束下，该选用何种能源方式解决供热问题？国际共识是生物质能。据IEA（国际能源署）数据，现代生物质能在可再生能源终端市场占比超过50%，是风能、太阳能、水能、地热能的总和。2018年，全球能源消费总量142.8亿吨石油当量，其中，生物质能消费13.27亿吨石油当量，约占9.5%，生物质能中78.27%用于供热。欧盟可再生能源供热中生物质供热占比达86.6%，2018年欧盟因发展生物质供热，减排二氧化碳2.96亿吨，占欧盟排放总量的近10%。欧盟因此制定了供热领域2040年实现“碳中和”的目标，比能源领域2050年实现碳中和目标早了10年。

全球每年再生的生物质资源量是人类目前能源消耗总量的10-15倍，但目前能源化利用量仅占1%。因此，IEA可再生能源部主任Paolo Frank说：“现代生物质能是被忽视的可再生能源巨头。”

生物质能源是世界公认的继煤、油、气后第四大能源库，正成为国际上替代化石能源的主要选项，更是未来供热市场的主角。究其原因：一是生物质供热接近零碳排放，污染物排放可达天然气标准；二是生物质是唯一的可再生燃料，可储存、可运输，适应供热市场多样化、多元化的需求，并与生态系统相容，资源量大，可获得性强；三是经济性好。生物质作为燃料虽然比燃煤价格更高，但燃煤系统特别是散煤供热考虑排放之后的综合成本更高。采用专业化设计和智能化装备的生物质供热拥有与燃煤接近的经济性和综合比较优势。国际供热市场采用生物质取代化石能源已成为一种趋势。

我国生物质供热产业日臻成熟

我国生物质供热产业已经日臻成熟，并与国际接轨。成功案例遍布吉林、山东、河北、湖北、广

东等地。最近河北、山东生物质供热项目已达当地重点地区排放标准，并都实现了污染物与碳排放的双减。但为什么生物质没能进入北京供热市场？究其原因，一方面生物质供热给人门槛较低的印象，使得大批非专业企业前来淘金，造成众多失败案例；同时，由于发展初期缺乏行业标准、规范，导致鱼龙混杂，劣币驱除良币现象时有发生。另一方面，基础研究缺乏，对支撑产业发展所必须的基础研究缺乏投入和耐心。一些研究机构在缺乏足够数据和实验支撑的前提下轻率下结论，导致对行业产生误导和伤害。

减污降碳的核心是要改变经济产业结构，其中的重点是发展可再生能源，这也是未来国际间竞争的焦点，过早关闭一种国际上主流的可再生能源大门，对于产业结构调整无疑失去了一次宝贵机会。相较之下，上海、天津等地都出台了生物质燃料的排放标准，引导产业发展，值得借鉴。与此同时，大片农村地区的农林剩余物和大量城市园林剩余物，没有能源用户市场，产业链无法形成，农村供热市场却采用“煤改气、煤改电”，甚至补贴使用高价格的所谓“洁净煤”，百姓难以负担高额成本，生物质能“空有一身本领却无处施展”着实令人惋惜。

三措并举推动生物质供热

要推动生物质零碳供热，需多措并举。

首先是开放合作，多规统筹。今年是“十四五”规划开局之年，重点城市将率先启动“碳达峰、碳中和”规划制定，建议以此为契机，广泛借鉴吸收国际生物质供热成功经验和做法，以“能源革命”为目标，大力开展国际合作。整合全球先进技术和理念服务于供热市场，并为低碳产业转型创造市场化条件。要清理和废除制约生物质供热产业发展的政策文件。污染物控制与碳排放控制规划相统筹、乡村振兴规划与新能源规划相统筹、城市有机废物处理与能源利用规划统筹，形成规划统筹，政策合力。

其次是宣传引导，市场调控。建立碳市场是国际上还原化石能源真实成本、建立可再生能源市场竞争力的机制安排。需要继续加大宣传，推动控排企业尽早选用生物质供热取代化石能源供热，并使全社会形成“零碳供热”共识。在产业层面促进生物质供热的发展，建立在未来新能源领域的产业竞争力。

最后是试点示范，建标立制。因地制宜，依托北京这类大城市丰富的生物质资源和广阔的供热市场，整合国内外先进技术和装备，率先开展“零碳（供热）小镇、零碳（供热）园区、零碳（供热）城市”试点示范。并借助人才优势，扶持生物质供热产业的第三方机构，着手制定和完善相应标准，以零碳供热实践引领全国供热行业低碳转型发展。

（作者系国际生物质协会副主席，本文仅代表作者个人观点）

洪浩 中国能源报 2021-01-11

## 生物质能供热有望“热”起来

近日，国家能源局对第十三届全国人大代表姜希猛《清洁供暖大力推进“煤改生”》建议进行了回复（简称《回复》）。国家能源局明确表示，将会同有关部门不断完善生物质能利用支持政策，加大支持力度，加快推进生物质能清洁供暖工作。

记者了解到，自2016年底起，旨在削减燃煤、清洁供暖的“煤改电”“煤改气”拉开帷幕。但是，受农村当前经济能力、技术可行性、取暖效果等因素影响，“煤改气”“煤改电”推行之路困难重重。

有业内人士指出，我国生物质能具有极大的发展潜力，利用生物质能供热的“煤改生”是农村替代散煤供暖的更好选择。如今，作为县域及农村更有优势的燃煤供暖替代方案，“煤改生”开始受到重视。

推动优惠政策向“煤改生”延伸

国家能源局在《回复》中表示：“下一步，将加强调查研究，推动将‘煤改气’‘煤改电’优惠政策向‘煤改生’延伸，因地制宜发展生物质能清洁供暖。”

据统计，当前，我国农村地区可能源化利用的秸秆约有 1.2 亿吨、林业剩余物约有 2 亿吨。不同于秸秆焚烧对环境产生污染，生物质资源若作为燃料高效清洁利用，可就地取材，兼具经济性和环保性。

同时，“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”目标的提出，意味着节能减排、开发利用清洁能源将成为我国发展重点。“在此大背景下，‘十四五’、‘十五五’肯定会加大‘煤控’力度。与‘煤改气’和‘煤改电’相比，生物质能供热成本更接近燃煤成本。因此，‘十四五’期间生物质能清洁供热规模将大幅增长。”中国产业发展促进会生物质能产业分会秘书长张大勇在接受记者采访时表示。

“前些年，‘煤改电’‘煤改气’之所以改不动，核心原因在于成本过高。个别地区‘煤改电’‘煤改气’后，老百姓用不起，所以又改为烧煤了。”张大勇向记者透露。

据了解，国家能源局综合司曾发布《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（简称《通知》）称，优先开发当地分散式和分布式可再生能源资源，大力推进分布式可再生电力、热力、燃气等在用户侧直接就近利用，结合储能、氢能等新技术，提升可再生能源在区域能源供应中的比重。

一位中国农村能源行业协会相关人士告诉记者，现阶段，农村地区推广分散式生物质能取暖，既符合有关规划“坚持因地制宜、居民可承受”原则，又符合《通知》的要求，是实现农村地区清洁取暖的现实选择。

“‘十四五’期间，如果北方尤其是农村地区大面积推进清洁取暖，那么，生物质能肯定是首选。”张大勇表示，如果把优惠政策向“煤改生”延伸，将对整个生物质能产业发展和农村地区碳减排作出巨大贡献。

#### 应鼓励农林剩余物收储体系建设

姜希猛建议，鼓励秸秆等农林剩余物收储体系建设；鼓励生物质成型燃料产业发展，对农村生物质成型燃料企业及相关产业链企业实施减免税收。

《回复》表示：“下一步，农业农村部将按照相关要求，加快扶持培育一批秸秆燃料清洁供暖的实施主体，鼓励相关主体建立收储运体系，配套设施设备，不断提升秸秆燃料清洁供暖产业化发展水平。国家发展改革委将继续通过生态文明建设专项资金支持秸秆综合利用工作。”

张大勇认为，农村地区建立原料收储商业模式非常重要。“如果国家政策延伸到乡村这一级，在乡镇建立生物质成型燃料加工点，老百姓拿上柴禾，拉到那里加工成型燃料，付些加工费。这样，使用生物质燃料的成本就比煤便宜得多，生物质能在农村地区替代燃煤将发生质的飞跃。”

前些年，国家对于成型燃料加工设备、秸秆收储给予了一定的补贴支持。张大勇表示，未来加工生物质成型燃料若采用农用电，会有效降低生物质燃料加工成本，也有利于农村地区“煤改生”，能够让更多企业专注于生物质成型燃料加工。

记者还注意到，在鼓励生物质成型燃料发展方面，《回复》表示将进一步研究调整完善农业生产用电范围。

对此，张大勇建议：“生物质成型燃料加工、生物质清洁供热、生物质天然气都应纳入农村用电支持范畴。”他认为，这样更能促进我国农村实行能源革命、改变生产收购方式、推行生物质能为主要利用方式的绿色低碳、循环发展模式。

#### 建筑节能对农村清洁取暖至关重要

姜希猛建议：“要积极贯彻中央关于涉农及中小型企业发展的鼓励政策，将农村建筑保暖改造和生物质供热改造列入与房贷同等优惠条件的金融服务项目中。”对此，《回复》表示，下一步，国家发改委将配合金融管理部门积极落实好中央关于涉农、民营及中小微型企业发展的金融支持政策。

张大勇认为，国家绿色金融政策应对农村建筑保暖改造和生物质供热改造给予支持，并在农村低碳能源战略实施过程中加大支持力度。“国家绿色金融政策支持范围不应局限在‘煤改电’‘煤改气’，把建筑节能和‘煤改生’纳入支持范畴非常必要。”他强调。

有专家曾指出，要通过既有农村住房节能改造，实现农房建筑能效水平提升，降低供暖系统运行成本，从根本上解决建筑本体用户侧与供暖能耗需求的协调发展，降低“返煤”风险，形成清洁取暖可持续发展的长效机制。

据了解，同等面积的农村建筑、城市建筑，供暖能耗相差 2-2.5 倍。“因为建筑不保暖，跑风漏气严重，所以农村的能耗较高。”张大勇认为，降低农村清洁取暖能耗，对推动农村地区清洁取暖非常重要。“我们也在做这项工作，最近与世界银行、华夏银行绿色金融中心进行沟通，希望他们能够用更多的资金来支持农村地区清洁取暖，同时与农村建筑节能改造相结合。”

同时，为加快推进农村地区分散式生物质取暖工作，中国农村能源行业协会向国家能源局建议，将农村生物质能源资源调查评估、农村分散式生物质取暖技术装备研发纳入清洁取暖“十四五”规划范畴，并予以立项支持。

本报实习记者 姚美娇 中国能源报 2021-01-04

## 太阳能

### 减碳光伏无限好

在浙江省衢州市江山市的低丘荒坡坐落着 200 兆瓦地面电站，这是由浙江正泰新能源开发有限公司投资建设运营的国内最大林农光互补地面电站，这个投资近 20 亿元，占地 6300 亩，装机 200MW 的地面电站年均发电量 2 亿度，可满足江山市居民一年的用电需求，运营 25 年，可减少碳排放 453 万吨，节约标准煤 163 万吨。

正泰江山 200MW 林农光互补电站是国内分布式光伏的典范。在二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和的背景下，风电、光伏再次站上高点，成为环保领域的先锋队与主力军。2021 年全国能源工作任务上也定调，“要加快风电光伏发展，风电、光伏发电新增装机总量较‘十三五’有大幅增长。”

#### 政策红利

风电、光伏的发展离不开政策的持续利好。碳达峰、碳中和以及 2030 年非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右的目标，明确了光伏、风电等未来在碳减排中将发挥重要作用。

2020 年 12 月 12 日，中国主要领导人在联合国气候雄心峰会上发表重要讲话并宣布，到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。而此前中国官方指出，中国将力争在 2030 年达到二氧化碳排放峰值，努力在 2060 年实现碳中和。

12 月 16 日至 18 日中央经济工作会议在京举行，会议明确 2021 年要抓好八项重点任务，其中第八项指出要做好碳达峰、碳中和工作。

根据截至 2020 年 9 月底数据显示，中国风电、光伏并网装机距离 12 亿千瓦还有近 7.5 亿千瓦的差额，推动风电和光伏加速发展，将成为中国实现能源结构调整的关键。

政策屡屡释放“大红包”，风电、光伏行业也纷纷应和。

国家能源局新能源司副司长任育之日前透露，初步预计 2020 年光伏新增装机可能达到 35GW 左右，持续 8 年全球第一，光伏的利用率保持高水平。任育之还预测 2020 年年底光伏发电的累计装机将达到 2.4 亿千瓦，年底光伏发电从规模上将超过风电，成为全国第三大电源。

光伏行业协会预计“十四五”期间，中国年均新增装机有望达 70-90GW，全球年均有望达 222-287GW，远超目前水平。

2020 北京国际风能大会暨展览会上，风电行业设定了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。

作为风电行业最大的整机厂商，金风科技总裁曹志刚 2020 年 10 月 15 日在接受《华夏时报》记者采访时表示，现在方向已经明确，就是要将可再生能源的规模，从原来占比不高的主力能源发展成为真正的主力能源。

“对比中国和德国的可再生能源发电数据后可以发现，2019 年的可再生能源中，风电在全网发电量中占 5.5%，光伏占 3%，合计 8.5%。而德国 2019 年的风电在全网容量中占 24.67%，光伏占 9%，合计超过了 33%，接近三分之一来自于可再生能源，从定位的角度看，我们期望风电可以变成真正的主力能源。”曹志刚还表示。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩撰文指出，“中东南部地区完全可以大规模开发本地风能资源，实现‘电从身边来’，落实中东南部地区的碳达峰和碳中和目标。”

站上风口

“碳中和”引爆市场，风电、光伏产业链企业在二级市场被点燃，更有光伏企业获得了资本青睐。

2020 年以来，隆基股份从 1 月 2 日开盘 24.7 元/股，到 12 月 29 日收盘报 88.4 元/股，近一年时间，隆基股份大涨 257.9%，市值早已突破 3000 亿元，坐上光伏产业链头把交椅；另一家获得高瓴资本投资的光伏企业通威股份市值则也早已突破 1500 亿元，从 1 月 2 日开盘 13.11 元/股，到 12 月 29 日收盘报 36.95 元/股，股价大涨 181.85%；光伏逆变器龙头阳光电源市值也一度达到 1000 亿元，坐上第三把交椅。

与此同时，诸多风电、光伏产业链公司也在 2020 年 IPO。上能电气、赛伍技术、天合光能等在内超 10 家光伏企业上市；风电企业也不落后，12 月 17 日，中国三峡新能源（集团）股份有限公司 IPO 首发过会。

为了实现“碳中和”战略目标，国家相关能源企业积极响应，纷纷调高了“十四五”期间相关的新能源发展计划。各大央企表示未来可再生能源将“倍速”增长，并调高了光伏等可再生能源的“十四五”装机规模。

此外，油气公司、核电公司也加速入场新能源领域。近日，中国石化集团资本有限公司宣布投资入股常州百佳年代薄膜科技股份有限公司，布局光伏发电新能源、新材料领域。

中海油与中广核则更“偏爱”海上风电。自 2019 年初以来，中海油重新按下开启海上风电业务的按钮。中海油董事长汪东进在 2020 年上半年曾透露，目前中海油正在商谈的风电项目，主要有广东沿海地区、江苏沿海地区和山东沿海地区。

12 月 16 日，随着最后一台机组的并网，中广核新能源广东阳江南鹏岛 40 万千瓦海上风电项目实现 73 台风机全容量投产运行。“阳江南鹏岛海上风电项目顺利投运，为即将到来的海上风电建设高潮树立了行业标杆。”中广核新能源执行董事、总经理李亦伦表示。

发展闯关

政策利好归政策利好，但是要政策真正落地，风电、光伏才能长久发展，这其中最主要解决的则是消纳这个“老大难”问题。

国家能源局法制和体制改革司司长朱明 12 月 21 日在接受媒体公开采访时表示，“十三五”新能源发展面临的最大的问题就是消纳的问题，“十四五”面临消纳和接入两个问题并存，所以说要解决消纳问题，首先要加快构建适应高比例可再生能源发展的新型电力系统，也就是新一代电力系统；另一方面，切实完善和落实可再生能源电力消纳的保障机制。

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎在接受《华夏时报》记者采访时表示，在平价上网的情况下，风电和光伏的发展瓶颈主要是在消纳，消纳问题比较复杂，如果按照三大电网[国家电网、南方电网、内蒙古电力（集团）有限责任公司]2020 年给光伏、风电消纳空间（装机量）约在 83GW 左右，是超过了风电与光伏新增装机量，但电网给出的消纳区域与适合新能源装机的区域匹配程度有一定的差异。

“比如电网给江苏省、浙江省的消纳空间不小，但由于土地等问题，这些省份并不能做很多风电、光伏项目，内蒙古、新疆土地资源、风光资源丰富，但是消纳又压力很大。这就需要新的技术手段，



比如电网通过增加灵活性、新的电价机制、可再生能源配额制等政策来解决这个问题。”彭澎认为。

而对于消纳问题存在区域性匹配错位的问题，新能源+储能被视为一个好的解决方案，但目前储能成为发电企业的标配，平价下突增的成本也让发电企业吃不消。

对此，彭澎认为，发电企业直接增加储能的社会效率比较低，建议有独立的第三方储能，但储能成本有相应的分担机制，新能源发电企业、用户与电网共同分担，最大价值发挥储能作用。

华夏时报 2021-01-04

## 填补空白！国内首个国家光伏、储能实证实验平台（基地）落户黑龙江

记者从大庆市发改委（能源局）获悉，日前，经国家能源局批复同意，国内首个国家光伏、储能实证实验平台（基地）落户大庆，以下简称“实验平台（大庆基地）”。

该平台将填补国内光伏、储能行业户外实证实验空白。

我国是全球最大的光伏制造和应用国，储能产业发展潜力巨大。建设光伏、储能实证实验平台，开展光伏、储能关键设备、产品、系统的户外实证、实验、检测工作，可为新技术、新产品、新方案实际应用效果提供科学的检测对照数据支撑，为国家制定产业政策和技术标准提供科学依据，对于推动行业技术进步、成果转化、产业发展具有重要意义。

“十四五”期间，“实验平台（大庆基地）”拟投资约 56 亿元，规划布置实证实验方案约 640 种，折算规模约 105 万千瓦。项目建设逐年分期实施。为发挥“实验平台（大庆基地）”的带动引领作用，拟在大庆同步建设实证实验智慧管理及展示平台、新能源科技研发中心和新能源科普教育基地。

近年来，大庆把新能源产业作为十大“雁阵式”产业板块之一加快推进，2018 年获批国家可再生能源示范区。“实验平台（大庆基地）”落户大庆，有利于推进示范区高质量建设，将新能源打造成为大庆转型发展的重要接续产业、可再生能源综合应用的国家示范。开展新技术、新产品实证实验，同步组织推动新能源科技研发，有利于进一步提升科创软实力，为新能源行业发展贡献大庆力量。

戴小民 刘楠 赵吉会 黑龙江日报 2021-01-07

## 守住绿水青山打造民心工程 山东临沂创新守住绿水青山打造民心工程

投资 9.15 亿元建设分布式光伏发电，项目总装机 218.81 兆瓦，预计发电 2.95 亿兆瓦时，每年可带动 1218 个村集体增收 1902 万元、1.36 万农户增收 1160 万元，连续 20 年可为村集体和农户提供帮扶资金约 6.12 亿元……近年来，临沂市积极探索、创新实践、综合施策，凝聚组织部门、国有企业、电力公司、金融机构等各方力量，引导支持临沂财金集团等国有平台发挥资金技术等综合优势，在农村大力投资建设户用分布式光伏项目，走出一条光伏产业脱贫致富新路子。

据了解，临沂市坚持“整体规划、科学布局、试点先行、适时推广”项目建设原则，围绕“六个统一”运营模式，积极用好国家户用光伏补贴政策，全面推动光伏扶贫在 8 个县 1218 个村落实、落地。统一查勘选址。各单位通力协作、广泛发动、实地调查，科学选择一批面积适宜、光源充足农户房顶作为建设点，确保选址符合技术和备案要求，优先选择符合建设条件的贫困户屋顶。统一申请备案。乡镇政府根据实际情况，合理确定光伏电站建设规模，并负责申报材料的收集、审核工作，光伏企业负责统一申请备案。统一招标实施。遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则，通过公开招标方式，选择实力雄厚、服务良好的光伏企业建设运营。统一验收并网。电站建设完成后，由光伏企业对发电指标及安全防护措施等技术要求进行内部验收，验收合格后由县供电公司统一验收并网。电站验收合格、并网发电后，纳入市财金集团国有资产统一监管。统一补贴结算。县供电公司可将光伏项目补贴需求列入年度计划，优先保障光伏项目补贴结算，实行一户一卡、一月一结算，项目收益优先支持集体经济薄弱村，剩余部分用于弥补项目建设成本。统一运营维护。光伏企业在项目所在地建立售后服务中心，保障光伏电站顺利运行，委托有能力的担保公司为光伏电站运营维护

提供担保服务；村集体负责光伏设备日常管理，防止人为损坏；建立光伏资产运营维护信息化平台，实时监督、严格监管，确保电站持续、正常运营。截至 11 月底，临沂财金集团所有光伏扶贫项目已全部竣工、实现并网发电。

“我们致力于将光伏扶贫项目打造成民心工程、环保工程和样板工程，实现民生改善、生态环保和经济发展多方‘共赢’新局面。”临沂财金集团相关负责人介绍。

百姓钱袋子鼓起来。根据国家户用光伏电站补贴政策，光伏项目可持续享有 20 年的电力收益和财政补贴。临沂市 2019 年户用分布式光伏项目账面累计发电收益约 6011 万元，每年增加农户收入 475.49 万元，增加村集体收益 1215 万元，谱写了绿色能源致富篇。2020 年户用分布式光伏项目，预计每年账面累计发电收益 9105 万元，年分别可为农户和村集体增加收入 687 万元。

生态环境美起来。光伏发电作为清洁可再生能源，可有效减少煤炭资源消耗，减少温室气体排放，保护生态环境，守住绿水青山。根据临沂市 9.15 亿元光伏项目年发电量 2.93 亿度测算，每年可节约 8.1 万吨标准煤，减排二氧化碳 20 万吨。

脱贫成果实起来。该项目收益后期设备产权及发电收益归农户所有，以现有的技术手段，光伏电站的使用寿命可在 30 年以上，这意味着电站到期后农户还可继续享受 10 余年的发电收益，保障农户特别是贫困群众持续增收。

下一步，临沂市将持续推进光伏项目建设，预计到 2025 年投资总规模达到 20 亿元，装机容量达到 550 兆瓦，年可增加村集体收入约 3387 万元、农户收入约 2647 万元；发挥光伏资产运营维护信息化平台作用，建立多方沟通协调机制，完善运营维护制度，不断提高光伏扶贫产业在乡村振兴的参与度和受益面。

左丰岐 大众日报 2021-01-07

## 青海新能源装机占比超六成

本报西宁 1 月 7 日电（记者贾丰丰）截至 2020 年底，青海电网总装机规模达到 4030 万千瓦，其中新能源装机 2445 万千瓦，占比超过全网总装机规模的 60%，达到 60.7%，光伏超过水电成为省内第一大电源。与此同时，随着新能源装机规模的扩大，青海电网清洁能源装机规模已达到 3638 万千瓦，占比超九成。

2020 年，青海清洁能源发电量达到 847 亿千瓦时，相当于替代原煤 3811 万吨，促进减排二氧化碳 6268 万吨。

贾丰丰 人民日报 2021-01-08

## 5.22GW！贵州 2020 年光伏竞价项目 全部实现并网发电

2020 年 12 月 31 日 20 时 25 分，随着晴隆阳光电源安谷光伏项目成功并网，贵州省 2020 年 57 个、522 万千瓦光伏竞价项目全部实现并网发电。至此，已连续两年创下全国争取国家光伏竞价项目规模最大、建设速度最快、并网率最高省份的成绩。

2019 年，贵州抢抓国家实行全国范围公开竞争择优配置光伏指标的机遇，获得了 360 万千瓦光伏竞价项目，夺得全国光伏竞价项目规模第一的成绩，并在三个半月时间里，创下了全国光伏发展史上建设速度第一的好成绩。2020 年在全国光伏指标竞争中，贵州再次以 522 万千瓦的规模领跑全国。

作为清洁能源，光伏发电对贵州优化能源结构，促进生态文明建设，助力脱贫攻坚等意义重大。数据显示，到 2020 年底，全省光伏累计装机达 1056 万千瓦，是 2018 年的 6 倍。贡献投资 400 亿元，创造产值年均 45 亿元、利税 4.5 亿元，每年获得国家财政补贴 9 亿元，持续 20 年约 180 亿元。贵州光伏竞价项目全部位于乌蒙、滇黔桂集中连片贫困地区和石漠化严重地区，开辟了产业扶贫新

途径。贵州可再生能源装机占比突破 50%，年提供清洁电力 120 亿千瓦时，年节约标煤 383 万吨，减排二氧化碳等 1076 万吨，有力助推了全省清洁高效电力产业发展。

据了解，在参与全国光伏项目竞价竞争中，针对全省光资源比国内同类山区平均低 20%、比北方低 40%，光资源是国内最差省份之一的“短板”，贵州开展了光照资源研究，联合气象部门和设计院开展全省光照资源精细化评估，并从 88 个县(市、区)中选取 22 个重点突破，积极推广应用大功率高效先进组件，因地制宜优化设计布置“山地光伏”，精心指导每个项目差异化制定具有竞争力的电价，破解了光照资源的“先天不足”。

贵州日报 2021-01-11

## 广东省最大单体容量光伏电站落地农垦

日前，广东能源葵潭农场光伏复合项目在揭阳市惠来县开工。该项目由广东省能源集团有限公司、广东省农垦集团公司共同出资建设，位于广东省葵潭农场、东埔农场范围内，占地面积 6146 亩，采用分块发电、集中并网发电系统方案，规划建设容量 500 兆瓦，投资总额约 25 亿元。

该项目已列入 2020 年国家能源局光伏平价上网项目清单，申报列入广东省 2021 年度重点建设项目和“十四五”规划重大项目，是目前广东省单体容量最大的光伏发电站和最大的平价上网光伏复合项目。

项目建成后 25 年内平均发电量可达约 5.4 亿千瓦时，年可节约标煤超 16 万吨、减排二氧化碳近 54 万吨、二氧化硫 9742 万吨、氮氧化物 8118 万吨，助力早日实现碳达峰、碳中和。项目使用农场土地上方空间建设，不改变土地使用性质和耕作功能，不需要额外占用土地资源。

据悉，该项目预计年均营业收入约 2.7 亿元(含税)，年均缴纳增值税约 2200 万元，年均缴纳营业税金及附加约 260 万元，年均缴纳企业所得税约 1700 万元，合计每年可为当地带来税收约 4200 万元。项目同时可为葵潭农场、东埔农场每年带来约 750 万元土地收入。

项目采用光伏发电与农业开发相结合的方式，上方发电、下方种养，一地多用、收益倍增，实现了光能、土地资源的立体高效利用。2015 年以来，广东省农垦集团公司与广东省能源集团不断深化合作，发挥各自领域的资源和专业优势，先后成功合作开发了织箕、丰收、东方红、火炬等一批光伏农业综合开发项目，探索出了“光伏+”剑麻、水果、养鸡、养猪等复合农业光伏新模式，大大提高了土地空间利用率和产出效益，实现了互补互促、互利共赢。

农民日报 2021-01-11

## 安徽合肥市：支持利用太阳能等可再生能源发展集中供热，2 月 1 日起正式实施

1 月 7 日，记者从合肥市城乡建设局获悉，《合肥市城市集中供热管理条例》(以下简称《条例》)将于 2 月 1 日起正式实施。按照要求，合肥市将优先发展热电联产集中供热，并逐步发展城市集中制冷。如果室内温度达不到标准，应减收相应的费用。

### 支持可再生能源发展集中供热

所谓“集中供热”，是指利用热电联产、区域锅炉、工业余热、地热、分布式能源等集中热源所产生的热水、蒸汽，通过管网向用户有偿提供生产和生活用热或者用冷的行为。

根据《条例》，合肥市将优先发展热电联产集中供热，推广先进、节能、环保的供热用热技术，支持利用太阳能、地热能、生物质能等可再生能源发展集中供热。热电联产规划应当以供热为主要任务，逐步发展城市集中制冷。在集中供热管网覆盖地区，禁止新建、扩建分散燃煤供热锅炉；已建成的不能达标排放的燃煤供热锅炉，应当依法限期拆除。

新建、改建、扩建的城市道路应当按照集中供热专项规划的要求同步建设供热管道。城市道路建有地下综合管廊的，应当将供热管网纳入综合管廊。新建建筑需要集中供热的，应当将集中供热

项目纳入配套建设，与项目主体工程同时设计、同时施工、同时交付使用。集中供热既有管线改造计划应当与老旧小区改造计划对接，同步实施。鼓励建设单位委托供热企业对新建建筑供热设施统一建设、统一管理和维护。

#### 室温不达标需减收供暖费

按照《条例》，合肥的供热企业一般应当自每年 12 月 5 日至次年 3 月 5 日向居民用户供热；每年 6 月 5 日至当年 9 月 5 日向居民用户供冷。在供热期间，供热企业应实行 24 小时不间断服务，对巡检发现或者用户反映的供热设施异常问题应当及时处理。供热企业不得无故推迟、中止供热或者提前结束供热；确需暂停供热的应当提前 3 日通知用户。

用户自测室温达不到标准的，可以向供热企业或者供热设施管理单位提出测温要求，供热企业或者供热设施管理单位应当及时派员到达现场进行测温。因供热企业或者供热设施管理单位原因导致室内温度达不到标准的，供热设施管理单位或者供热企业应当及时采取措施，保证室温达到规定标准，并减收相应的费用。用户擅自改变房屋结构，拆改或者遮挡室内供热设施，排放、取用供热设施的热、冷水或者室内供热设施老化、损坏等，导致室内供热、供冷温度达不到标准或者造成损失的，由用户承担责任。

安徽新闻网-安徽商报 2021-01-11

## 中国太阳能光伏产业已走在世界前沿 做出非常大的贡献

过去 10 多年，全世界太阳能光伏产业取得快速发展，年安装量增长了 40 倍左右。2007 年，全世界安装了 2.9GW；到 2019 年，全世界安装了 114.9GW，年均增长率超过了 30%，成为国际上发展得最快的高科技行业之一。欧盟展望，2050 年，光伏发电将占有所有能源的 30%左右，而到 2100 年，将占到 70%。由此可知，太阳能作为一种新型可再生能源，在全世界具有非常好的发展前景。

太阳能主要分为晶体硅太阳能电池、非晶硅薄膜太阳能电池、化合物薄膜太阳能电池三大类，而非晶硅薄膜太阳能电池由于成本、效率的原因，已在产业界消失了。目前几乎所有的太阳能电池即 97.5%的太阳能电池是建立在硅材料基础上的，因此，可以说太阳能光伏产业是硅的产业。

太阳能光伏的产业链，涵盖了从硅石，到金属硅（二氧化硅经过冶炼以后变成），到高纯多晶硅，再到直拉单晶硅或铸造多晶硅，之后做成太阳能电池，再把电池组合起来形成太阳能电池板，最后用在电站上。在过去的 15 年当中，中国为全世界太阳能光伏发电做出了非常大的贡献，中国金属硅产量大概占了全球的 78%，多晶硅占了 67%，晶体硅占了 98%，太阳能电池占了 79%，组件占了 71%，电站占了 26%。从产业链上看，太阳能光伏产业已经成为为数不多的能够在全世界走在前沿的中国高科技产业。

在过去的 10 年中，中国的多晶硅材料发展非常迅速，全世界前 10 家多晶硅企业中，有 6 家是中国企业。高纯度多晶硅生产工艺，主要包括三氯氢硅工艺和硅烷工艺。三氯氢硅工艺，具有产量大、成本低的特点，占市场的 98%，未来它的发展方向是大规模、低能耗、综合利用；硅烷工艺，具有工艺简单、能耗低、尾气容易处理等优势，占市场的 2%，未来将向低能耗流化床工艺发展。

直拉硅单晶，具有晶格完整、质量好、太阳能电池转换效率高等特点。到目前为止，全世界太阳能电池约 65%采用了这种技术。2019 年，全球前 10 的晶体硅企业全部来自中国。未来，单晶铸造技术将应运而生。它利用籽晶，通过铸造（定向凝固）生长硅单晶，兼具直拉硅单晶和铸造多晶硅的优点。

总体而言，到目前为止，硅材料仍是光伏材料的主要基础材料，目前乃至将来可能都没有任何一种材料能替代它。希望国内企业低成本、高质量的硅晶技术取得进一步突破，使太阳能光伏的成本进一步降低，成为今后新能源的主要形式。

中国电子报 2021-01-08

## 美媒：首款透明太阳能电池可让窗户发电

据美国每日科学网站 1 月 5 日报道，研究人员展示了首款透明太阳能电池。他们的创新技术依赖于太阳能电池的一个特定部分：由吸光薄膜材料制成的异质结。通过结合二氧化钛和氧化镍半导体的独特特性，研究人员得以制造出一种高效、透明的太阳能电池。

报道称，在巴黎气候协定签署 5 年后，所有人都在关注世界在通往无碳未来道路上的进展。这一目标的一个关键部分是实现从化石燃料到太阳能、水能、风能和潮汐能等可再生能源的能源转型。其中，太阳能作为地球上最可靠、最丰富的能源，一直被科学界寄予最大的希望。近几十年来，太阳能电池变得更便宜、更高效、更环保。然而，目前的太阳能电池往往不透明，这阻碍了它们的广泛应用和融入日常材料，而只限于排列在屋顶和偏远的太阳能发电场。

但是，如果下一代太阳能电池板能够被整合到窗户、建筑物甚至手机屏幕上会怎样呢？这是韩国仁川国立大学电气工程系金仲东(音)教授的希望。在最近发表在《电源杂志》上的一项研究结果中，他和同事详细介绍了自己的最新发明：一种完全透明的太阳能电池。金仲东说：“透明光伏电池的独特特性可能在人类技术中有各种各样的应用。”

报道称，透明太阳能电池的想法是众所周知的，但科学家能够将这一想法付诸实践的这项新应用是一项至关重要的新发现。目前，使太阳能电池不透明的材料是负责捕获光并将其转化为电流的半导体层。因此，金仲东及其同事研究了两种可能的半导体材料，之前的研究人员认为它们具有理想的特性。

第一种是二氧化钛，这是一种已经广泛用于制造太阳能电池的众所周知的半导体。除了其优良的电性能，二氧化钛也是一种无毒的环保材料。这种材料可以吸收紫外线，同时让大部分可见光通过。他们研究的第二种制造异质结的材料是氧化镍，它也是一种已知的具有高透光的半导体。镍是地球上含量丰富的元素之一，其氧化物很容易在工业低温下制造出来，因此氧化镍也是一种制造环保电池的绝佳材料。

研究人员制备的太阳能电池由玻璃基质和金属氧化物电极组成，上覆半导体薄层(先是二氧化钛，然后是氧化镍)，最后是银纳米线涂层，作为电池中的另一个电极。研究人员进行了多次测试，以评估该装置的吸光度和透光率，以及其作为太阳能电池的有效性。

报道指出，他们的发现令人鼓舞：这款太阳能电池的能量转化效率为 2.1%，性能相当不错，因为它只瞄准光谱中的一小部分。电池的反应也很灵敏，并能在低光照条件下工作。此外，超过 57% 的可见光可以通过电池的半导体层，因此电池是透明的。在测试的最后一部分，研究人员演示了如何利用他们的装置驱动一台小型发动机。金仲东说：“虽然这种创新式太阳能电池仍处于起步阶段，但我们的研究结果有力地表明，通过优化这款电池的光学和电性能，进一步改进透明光伏电池是可能的。”

新华社 2021-01-14

## 光热发电重镇——甘肃酒泉正倾力建设千亿级清洁能源产业链

酒泉市可以说是中国光热发电重镇，已投运与在建光热发电项目规模均处于国内领先地位。截至目前已有首航敦煌 100MW 熔盐塔式光热电站、大成敦煌 50MW 熔盐菲涅尔光热电站建成投运，阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热示范项目、玉门鑫能 50MW 二次反射塔式光热电站、首航玉门 100MW 塔式光热电站等首批示范项目则正在积极推进建设……

“酒泉市作为全国重要的新能源基地和开发利用示范区，已建成全国首个千万千瓦级风电基地和百万千瓦级光电基地，为国家能源安全和绿色发展作出了积极贡献。‘十四五’期间，酒泉市依然是全国清洁能源开发的主阵地、主战场。”酒泉市委书记吴仰东日前表示。

近年来，酒泉市装备制造业和新增企业持续快跑。酒泉市抢抓弃风、弃光率低于国家红色预警

限制水平的机遇，加快推进风、光、水、火、核“五位一体”绿色能源体系建设，加快建设酒湖配套风电一期 100 万千瓦、50 万千瓦光伏、50 万千瓦光热和常乐电厂、河西 750 千伏第三加强通道等重大项目，启动实施风电二期 400 万千瓦、常乐电厂二期 200 万千瓦和昌马 120 万千瓦抽水蓄能电站项目。稳步开展增量配售电改革试点和大用户直购电交易，谋划争取以玉门为起点的第二条特高压直流外送通道。“十四五”期间，酒泉市将建成千亿级规模的清洁能源产业链，推动新能源产业再次驶入发展“快车道”。

### “输血”迎来大逆转

2020 年 9 月 30 日，酒泉市新能源产业传来一条好消息：近 6 亿元“输血”，让阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热示范项目重启建设。

甘肃省绿色生态产业发展基金工作协调领导小组办公室下发《关于省绿色生态产业发展政府引导基金对阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热发电项目进行增资扩股的通知》。在天津滨海光热发电投资有限公司董事长官景栋团队锲而不舍努力下，自 2018 年 5 月因资金链断裂停工至今的阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热示范项目终于复工。

随后，甘肃省绿色生态产业发展政府引导基金管理有限公司向该项目的业主公司甘肃光热发电有限公司发函，将对该项目进行增资扩股，最高投资额按《金钒能源甘肃阿克塞太阳能热发电站预可行性研究报告》中项目总投资额的 30% 计算，这意味着阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热示范项目将获得近 6 亿元“输血”。

《通知》明确，甘肃省绿色生态产业发展政府引导基金管理公司将积极推动甘肃光热发电有限公司与金融机构和投资企业的合作谈判，争取以银团投贷联动、在建项目融资等方式优化、盘活并全面、全程支持甘肃光热公司阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热发电项目于 2021 年 12 月建成运营、并网发电。

酒泉阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热示范项目是我国首批 20 个光热示范项目之一，自 2017 年 5 月开建至 2018 年 5 月停工期间，累计建成熔盐槽式 500 米回路先导工程，完成集热场及组装车间建设等部分工程，完成投资 9.64 亿元，占计划总投资额的 48.2%。

2018 年，甘肃光热发电有限公司的母公司天津滨海光热发电投资有限公司深陷债务泥沼，资金链断裂，阿克塞 50 兆瓦熔盐槽式光热发电项目中止，停建至今。在官景栋团队锲而不舍的努力下，迎来了大逆转。

另一个好消息是，中国科学院决定成立中科储能产业技术创新研究院，由中科院上海应用物理研究所和天津滨海光热技术研究院有限公司合作创建。该研究院将重点推进熔盐和氢储能技术的研发，这对推动熔盐储能技术的研发应用意义重大。

“甘肃省政府在甘肃光热发电有限公司债务纠纷缠身、处境艰难的情况下，仍给予直接而有效的支持，足以证明对阿克塞国家光热示范项目的重视。甘肃省政府和中科院的此番行动，对槽式高温熔盐技术的验证推广具有重大的推动作用。”官景栋说。

### 打破红色预警魔咒

“面对新能源红色预警，我们一手抓电网项目争取，改善网架结构，增强电力送出能力；一手抓风光电项目指标争取，确保投资支撑有力。”玉门市发展改革局局长鲁强说。

近年来，玉门市不断加强电网项目建设、指导风光电企业参与电力交易、拓宽省内外电力送出渠道，大力提升新能源电力送出能力，有效解决弃风弃光限电问题，促进新能源产业可持续发展。

2020 年，玉门市着力培育新能源及装备制造业增长点，实现产业升级新突破。以建设大基地、布局大电网、走向大市场为发展目标，将发展光热发电、调峰电源、装备制造作为培育新动能的主攻方向，着力打造千万千瓦级风电基地、百万千瓦光伏基地和百万千瓦调峰电源基地、清洁能源示范区和综合能源示范区。重点围绕红柳泉、黑崖子、宽滩山风电场和东镇光电产业园、风光互补项目区、花海光热基地谋划包装了一批综合能源、多能互补项目和大规模平价风电、光伏、光热等项目，加快推进玉门 120 万千瓦抽水蓄能项目建设，谋划启动了一批储能、制氢、“光热+”等调峰电源

项目，全力争取在玉门布点建设 750 千伏变电站，力争布点建设第二条特高压输电线路及配套电源项目，进一步完善电网网架结构，优化电力输出环境，建成以凯盛大明聚光材料项目为龙头的硅基产业链，建成辐射西北、全国领先的新能源装备制造基地，建成全国新能源产业创新示范区。

到 2021 年，玉门市经济开发区及新能源产业产值预计突破 50 亿元。

新能源“洼地”变经济增长极

未来城市的供热能源如何解决？用三个季度的阳光换一个冬季的温暖，在敦煌光电产业园展示厅，这个前沿构想为未来城市充分利用光热带来启迪。作为全国首批高比例新能源示范城市之一，光热能源正在改变着敦煌市的能源结构，也成为当地推动高质量发展与保护环境并行的有益尝试。

“用清洁能源代替传统能源，敦煌正在努力实现新能源装机，城市公交、旅游交通、冬季供暖 4 个领域新能源应用 100%。”敦煌市发展改革局负责人说。

敦煌市全年日照时数 3257.9 小时，年太阳辐射量 6882.57 兆焦耳/平方米，属于国内太阳能资源丰富的一类地区，适宜风光电项目建设的戈壁达 4000 平方公里以上，潜在装机容量达 1.2 亿千瓦。2009 年，全国首个 10 兆瓦并网光伏发电特许权示范项目在敦煌开工建设。不断提高光热效能，降低光热成本，成为敦煌探索新能源普遍利用的必由之路。

在敦煌首航节能 100 兆瓦熔盐塔式光热发电项目现场，1.2 万面定日镜如向日葵一般追逐阳光。作为全国首个百兆瓦级熔盐塔式光热电站，该项目试图破解光伏发电“看天吃饭”的局面，从而通过光热转化来实现稳定发电。

“敦煌首航节能 10 兆瓦熔盐塔式光热电站是全球第三座、亚洲第一座可实现 24 小时连续发电的光热电站。光热发电是将光能转换成热能，之后的程序原理和火电厂一样，但不产生污染。”敦煌首航节能新能源有限公司董事长黄文博说。

敦煌 50 兆瓦线性菲涅尔式熔盐光热发电示范项目基地，是探索如何更好地利用新能源途径，将热能收集到集热管中来发电，相对来说成本较低。

栽下梧桐树，引得凤凰来。优质的资源和优越的发展条件已经吸引了 30 多家大型企业在敦煌光电产业园投资建设新能源项目，上下游产业链也初步形成。敦煌光电产业园已经成为敦煌可持续发展的优势产业区。同时，敦煌市光电产业园区还是国家 3A 级旅游景区，通过将新型工业与旅游业融合发展，戈壁的阳光带来全新的发展动能。

酒泉日报 2021-01-11

## 助力“3060”目标！光伏建筑为能源深度绿色转型提供现实路径

绿色生态发展已经成为全球共识。当前，生态文明写入宪法，“两山论”纳入党章，我国向世界作出郑重承诺，二氧化碳排放力争 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

深入实施可持续发展战略，构建生态文明体系，需要全民共同努力。光伏建筑一体化研究院(简称“BIPV 研究院”)成立于 2017 年，以产、学、研、用四位一体为核心主导思想，定位于标准制定及政策研究、技术研究及成果转化推广、人才培养及合作交流的综合平台机构，系统深入探索经济社会发展全面绿色转型的理论、路径和实践参考。

位于英利集团国家重点实验室的 BIPV 研究院

近日，记者走进 BIPV 研究院，对其骨干团队进行了专访，深入了解光伏绿色建材助力能源“十四五”开好局、起好步的现实意义和实现路径。

一、我国一系列前瞻性政策密集出台，为推动经济社会发展全面绿色转型奠定基础

记者：第 75 届联合国大会期间提出，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。12 月 21 日，国务院新闻办公室发布《新时代的中国能源发展》白皮书，系列动作引发世界瞩目和国际国内的热切反响。众所周知，传统建筑行业是耗能大户，那么，我国在推动其绿色转型方面都出台了哪些相关政策？

张翼飞(BIPV 研究院院长): 近两年国务院、国家发改委、国家能源局等各有关部门发布一系列能源转型利好政策, 仅从绿色建筑相关领域来说, 国家先后出台《中共中央、国务院关于进一步加强的城市规划建设管理工作的若干意见》、《绿色建筑评价标准》、《近零能耗建筑技术标准》、《绿色建筑创建行动方案》等一系列利好政策, 推动绿色建筑、光伏建筑的发展。

国家政策对推动经济社会发展全面绿色转型意向明显, 目前, 国内现状如何? 我们面临哪些难题和挑战?

张翼飞: 从整体来看, 我国人口基数大, 各地能耗不同, 各地所采取的绿色转型方案都不相同, 与此同时, 我国还处在高速发展阶段, 如何在兼顾发展与环境保护, 不走西方的先污染后治理的老路, 也是一项巨大的挑战。

记者: 对此您有什么建议或破局之策?

张翼飞: 据统计, 建筑与施工占据了全球能源消耗的 36%, 建筑能耗减排成为全球可持续发展的重要举措手段之一。面对气候危机与政府主导的能源转换行动, 降低建筑能耗成为能源转型的首要任务。未来建筑的发展是绿色节能建筑, 而绿色节能建筑的最高形态是零能耗被动式建筑和正能源建筑, 也就是建筑物的能耗能够靠自身生产的能量相抵消, 甚至自身生产的能量多于建筑物的能耗。而这就需要不仅屋顶能够发电, 墙体也要发电, 而光伏建筑恰恰就是这种形式, 不占资源创造资源, 这将是未来建筑的主要形式之一。

二、我国光伏产业国际领先优势, 为光伏建筑一体化发展应用产生深远积极影响

记者: 作为全球最大的光伏制造国和应用国, 在探索绿色建筑这条道路上, 中国有哪些先试先行?

张翼飞: 中国的绿色建筑发展工作从上世纪 80 年代开始延续至今, 其发展历程可分为四个阶段。

第一阶段是 1986 年之前的理论探索阶段, 其标志是颁布了中国第一部建筑节能标准——《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》。

第二阶段是 1987~2000 年的试点示范与推广阶段。其间, 中国颁布了第一部部门规章——《民用建筑节能管理规定》建设部令 76 号, 第一次把建筑节能工作纳入到政府监管当中。

第三阶段是 2001~2008 年的承上启下的转型阶段。2006 年, 住建部颁布了第 143 号部令, 以此为标志将中国所有地区的节能工作都纳入到监管当中。在此基础上, 2008 年节约能源法和《民用建筑节能条例》相继颁布, 强化了将绿色节能工作纳入法制轨道。

第四阶段是 2008 年至今的全面开展阶段。把建筑领域节能绿色纳入国家经济社会发展规划和能源资源、节能减排专项规划, 作为国家生态文明建设和可持续发展战略的重要组成部分。

记者: 我国在 BIPV 建筑领域的发展历程?

邸丽梅(英利嘉盛光电董事长): 我国的光伏建筑行业于 2007 年开始萌芽发展, 2008 年英利嘉盛光电建成我国首座光伏建筑, 同时也是全球首个应用了光伏建筑技术的五星级酒店——电谷国际酒店。此后, 我们联合不断进行技术升级、产品升级, 陆续推出十一代光伏建筑及光伏建材产品。

全球首个应用了光伏建筑技术的五星级酒店——电谷国际酒店

记者: 近年来, 中国光伏产业已发展成为具备国际领先竞争优势的产业, 无论从产能、应用还是成本、技术, 都已连续多年引领全球行业发展。光伏产业的发展为光伏建筑一体化发展应用带来了哪些积极影响?

邸丽梅: 首先是成本的连年下降, 使得光伏建筑大规模应用和发展具备了现实的市场化基础。如今光伏建材成本较 10 年前下降了至少 50%; 其次是技术升级, 发电效率不断提升, 也提高了光伏建筑的整体发电量, 提高了业主收益率, 使得有越来越多的业主愿意采用光伏建筑一体化技术。同时, 生产工艺的不断升级, 一方面使得光伏建材从外观上来看更时尚美观, 色彩更多样, 更加适合建筑的美观要求; 另一方面, 在安全性、可靠性和寿命方面也更符合建筑的实用要求。

三、十五年基础研究积累, 英利绿色光伏建材在科技领先性、政策领先性已站在行业前沿

记者: 近两年, 我国光伏建筑一体化技术及产品有哪些新的进展? 跟之前相比, 有什么进步?



张翼飞：随着光伏产业链成本快速降低，光伏建筑一体化具备商业化应用价值。区别于普通光伏分布式产品，BIPV 融合了建筑和光伏多个学科领域。以前建筑设计师不愿意在建筑立面使用光伏的很大一部分原因是因为光伏产品的颜色和外观。我们通过技术创新，在色彩化技术上进行攻关，满足颜色需求的同时，保证了光伏发电效率。此外，在色彩和尺寸上技术的突破，使 BIPV 能够超越目前对建筑师的技术限制，成为一种真正的建筑原材料。

结合多种光伏绿色建材建设的英利嘉盛光电绿色智慧生态小镇示范项目

作为创新的建筑外表皮材料，我们改变了传统光伏方方正正的统一样式，从屋面到立面都有产品形式创新，并与建筑不断融合。从普通玻璃幕墙，非透光部位的彩色铝板，甚至是石材幕墙，都可以做出一样的外观效果。同时，琉璃瓦，石板瓦、金属彩钢瓦等传统屋面瓦形式的 BIPV 产品也不断创新出来，满足不同建筑形式的需求。

记者：你们的光伏发电建材产品在满足建筑相关要求方面，做了哪些工作和技术创新？在产品、技术及应用场景上有哪些优势？

周海亮(BIPV 研究院首席工程师)：我们掌握三大核心技术：一是高透纳米膜色彩化技术--自主研发工艺配方制备的高透纳米级色彩透光膜层，均质化色彩外观，满足建筑对色彩的特殊设计要求；良好的热稳定性，耐老化性能，绝缘性能和粘接性能，使产品与建筑同寿命；发电功率达到 140 瓦/平米，表面反光率低至 3%-6%，适用各种主流建筑风格。二是建材级光伏发电制备工艺技术--光伏发电材料与建材玻璃相结合的跨界创新技术。三是基于 PVB 材料的光伏芯片与建筑玻璃复合制备工艺技术——解决晶硅芯片在 PVB 胶膜热熔产生流体和弹性形变应力作用下发生移位和破碎问题；成品率达 99%，远远高出行业 70% 的平均水平。

英利嘉盛光电第十一代 BIPV 绿色建材产品——青砖、黛瓦、琉璃

我们拥有产品设计、系统设计、应用研发设计综合能力，可以根据建筑需求定制化开发。首先材料选型更加严格，BIPV 产品材料与建筑同寿命，满足建筑标准；其次产品标准更高，可以满足建筑的各项性能指标，能够在恶劣的气候环境中始终保证安全稳定，具备防火、防雨、防雷抗风能力，并取得了光伏 TUV 与建材 CTC 两个行业的认证；三是应用更广泛，产品尺寸可定制，颜色更丰富，呈现形式上，仿琉璃瓦片、仿铝板、仿石材发电建材……能更充分的表达建筑设计语言。在设计时充分考量产品应用场景和维护需求，具有良好的保温性能，具有强大的荷载能力，能够踩踏、便于维护，使其应用范围更广泛。

记者：很多人都说，2020 年是光伏建筑一体化的发展元年，很多光伏知名企业都快速加入到这一领域，与之相对应的是目前产业发展刚起步，仍面临挑战，产品质量问题、技术标准、规范与检测认证体系以及后续施工运维等一系列问题，对于市场规范层面和公众接受度上您有什么看法？

周海亮：绿色能源是解决建筑行业能耗问题的重要手段。我们从 2008 年就开始进行光伏建筑一体化技术研究和先进技术的示范建设，建成光伏建筑项目 70 余座，BIPV 产品建筑应用时间超过 10 年，充分验证了产品质量，同时也参与国家规范与标准的制定。BIPV 领域的发展需要光伏行业、建筑行业、政府及行业协会等更广泛的参与，营造良好积极的政策环境和市场环境，行业才能健康发展。

英利嘉盛光电建设的大连国际会议中心 BIPV 项目

国内最大规模直流微网 BIPV 建筑项目——同煤集团“双创”中心光伏建筑一体化及直流智能微网项目

四、顺应绿色生态发展浪潮，加强对外合作，为实现碳达峰、碳中和目标提供绿色解决方案

记者：绿色生态发展浪潮、新型城镇化建设背景下，未来绿色建筑发展和革新的方向是什么？

张翼飞：对照发达国家发展历程，城镇化加速会大大提高建筑用能在全社会终端用能的比例。新型城镇化背景下，城镇能源消耗增加，环境资源压力加剧，建筑能源供给和消费存在较为突出的结构性矛盾，能源结构进行优化和调整是国家能源战略的首要任务，也是未来建筑绿色发展节能减排的重要方向。未来针对建筑绿色设计、新型节能设备、节能墙体、光伏发电绿色建筑材料等相关

的关键技术将是未来建筑革新的重要方向。

记者：助力实现碳达峰、碳中和目标，在实现路径上可以提供哪些绿色解决方案？实体企业可以做哪些工作？

张翼飞：实现这两个目标，需要推动经济结构、产业结构、能源结构发生深层次变革，以更大的决心和更强有力的举措推进能源生产和消费革命，持续推动经济和产业的绿色低碳转型和可持续发展。

坚持低碳发展战略，大力调整能源结构。实现碳减排目标，不只是光伏企业，能源企业的事情，需要全社会参与。城市建筑屋面、墙体的业主，闲置屋顶工厂厂房，都可以建设绿色光伏电站，产生清洁电力，一方面可以减少企业的能耗，同时多余的电能还可以为企业带来收益。随着碳达峰和碳中和目标设立，碳交易市场作为不可或缺的基础交易设施，对实体企业发展有着积极的意义。

记者：您对我国光伏绿色建材产业高质量发展有什么建议？

张翼飞：2030年前碳达峰和2060年前碳中和，在这个目标下，如何以光伏为主体构建一个低碳、无碳的世界。要实现这个目标，需要更多新技术、新产品、新模式和新经济形态。例如光伏/风力发电、智能电网、先进储能、零碳建筑、新能源汽车充电桩、电气化高速铁路等新型低排放基础设施建设，将成为未来重要的发展方向。

未来的能源革命不仅是从石油、煤、天然气等有碳能源走向太阳能、风能等无碳能源的改变，也是信息技术和能源深度融合的一个过程。建立一个以数据、智能互联为基础的共享机制，形成能源市场和共享经济下的新能源体系，彻底颠覆过去能源生产和能源消费之间的界限，未来每栋建筑，每一个用户既是能源生产者，又是能源消费者。可以说，以光伏、风能等清洁能源为核心的新能源革命已经开启，一个全新的低碳、无碳的新世界已经到来。

中国山东网 2021-01-14

## 光伏制氢，消纳外送两头难

### 核心阅读

我国大规模光伏发电集中在“三北”地区，可以通过电解制氢解决“三北”的弃电问题，但如何把“三北”地区的氢气外送，这个环节没有打通。

日前，我国发布了全球首个“绿氢”标准《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》，使得“绿氢”的产业化更加有章可循。

作为实现“绿氢”的一种途径，光伏制氢也日益受到业内关注。

### 光伏+氢催生新“蓝海”

当前，光伏产业已经迈入平价时代，并向“1毛钱1度电”的目标继续前进。预计在“十四五”期间，光伏将拉开替代化石能源的大幕，光伏装机量将迎来新一波高峰，但随之而来的消纳问题，需要引起重视。

与此同时，正值氢能产业爆发之际，氢气的绿色高效制取是一个让行业头疼的问题。

由2008年中科院启动的太阳能制氢计划获得灵感，不少专家提出，可将光伏发电用于制氢，这样既解决了光伏的消纳问题，平价的光伏电价也解决了制氢价格昂贵的问题。

当光伏遇见氢能，又一个全新的新能源应用“蓝海”诞生了。国家能源局新能源司副司长任育之曾在“2020中国光伏行业年度大会”上公开表示，随着光伏发电成本的进一步下降，许多过去受经济性限制的光伏发电应用场景不断变成现实，可以考虑在西部资源和土地资源丰富地区，建设大型的光伏发电基地用于制氢。

阳光电源副总裁兼氢能事业部总裁程程向记者表示，光伏与氢能的结合，可以理解为将光通过中间体——电，转化为氢能，两者的结合效果是1+1>2。“并不是为了简单地解决光伏消纳，而是两者之间的相互成就，拓展出绿色清洁能源在更多领域应用。”

外送是产业化瓶颈

据氢云链统计，目前我国的光伏制氢项目已有近 30 项。其中阳光电源在合肥“阳光电源产业园”自主开发、设计、建设的光伏+储能+电网多能互补变功率制氢系统示范站已于 2020 年 6 月建成、投运。

据了解，就目前情况来看，光伏制氢还存着一系列影响其大规模应用的问题。程程告诉记者，在制氢环节，光伏开发规模和产能每年均在扩大，但氢能产业链下游应用场景的开发尚未与其匹配。

“在经济性方面，光伏制氢所带来的后续氢气储存、运输环节，成本也比较高，同时整体项目的经济性并不突出。在光伏制氢全产业链上，一些关键技术和应用，尚有很大的进步空间。”程程表示。

上海舜华新能源系统有限公司总工程师阮伟民提出，在所有制氢方法中，可再生能源制氢的成本最高，再考虑到光伏制氢所产生的的氢气消纳问题，让这个产业面临重重困难。“我国大规模光伏发电集中在‘三北’地区，解决‘三北’的弃电可以靠电解制氢，但如何把‘三北’地区的氢气外送，这个环节没有打通。”

“就地全额消纳可能性不大，若是外送，则寄希望国家尽快出台管道输氢细则，加快液氢运输落地。运输成本与运量成反比，运输的氢气越多，运输成本就越低，只有实现规模化的氢气外送，才能彻底解决消纳问题。”阮伟民指出。

新业态提升消纳空间

未来，随着氢燃料电池汽车示范城市群的推进，氢能将会获得更大的消纳空间。同时，光伏发电成本进一步降低，可为新能源的微电网、分布式多能互补项目提供新模式、新业态，促进氢能消纳。

任育之表示，在“十四五”期间，国家将推动一批示范项目建设，促进光伏加储能、光伏治沙、光伏制氢等新产业新业态的成熟，并实施行动计划，促进光伏发电多点开发。

程程指出，从光伏制氢产业内部来看，想要大规模发展，首先要做到技术创新，其次要从商业模式上做出改变，通过金融模式的创新，让光伏制氢迅速跨过起步阶段的门槛；从产业外部来看，需要社会认同“绿氢”的环保价值，在工业、交通、建筑与电力领域培养使用“绿氢”的习惯，拓展更多的氢能的应用场景，让“绿氢”以净零碳排放的承载方式，通过光/风/水等可再生能源电力制取，将大量可再生能源电力转移到较难实现去碳化的用能领域，从而解决好氢能消纳之忧。

本报实习记者 韩逸飞 中国能源报 2021-01-11

## “吃辣”的电池“有能量”

华东师范大学物理与电子科学学院教授保秦焯课题组把天然分子辣椒素作为添加剂引入到钙钛矿半导体，在国际上首次直接观察到软物质钙钛矿半导体表面电子结构从 P 型转变成 N 型的新现象。相关论文 1 月 14 日发表于《焦耳》。

保秦焯向《中国科学报》介绍，“使用绿色、可持续的基于森林系生物添加剂，并与无毒无铅钙钛矿半导体结合，最终可以实现完全绿色的钙钛矿电子器件。我们希望以此改变钙钛矿半导体表面电子结构与电荷传输层实现匹配的界面电子结构，从而减少器件能量损失。”

研究人员发现辣椒素化合物天然易获取、价钱便宜、性质相对稳定，将其作为添加剂引入到钙钛矿半导体，利用自行设计、定制的高分辨、高精密光电子能谱原位分析系统，发现钙钛矿半导体表面电子结构经历了从原先的 P 型到 N 型的完全转变，霍尔效应测量进一步证实了这一新现象。探索发现这种转变源于钙钛矿半导体表面区域自发形成的 P-N 同质结，证实了该同质结结构位于薄膜表面以下大约 100 纳米处。这一转变与顶部电子传输层（N 型）更加匹配，促进界面电荷传输，减少界面处电荷非辐射复合损失。

课题组构建了功率转换效率为 21.88%和填充因子为 83.81%的钙钛矿光伏器件，均是已报道的多晶甲基铵铅三碘化物钙钛矿的 P-I-N 结构器件的最高值。

“光电转换动力学综合分析表明，器件中的能量辐射损失得到了有效抑制。”论文第一作者熊少兵表示，该工作为深入理解软物质半导体界面电子结构特性与器件能量损失机制提供了思路。

张双虎 《中国科学报》 2021-01-14

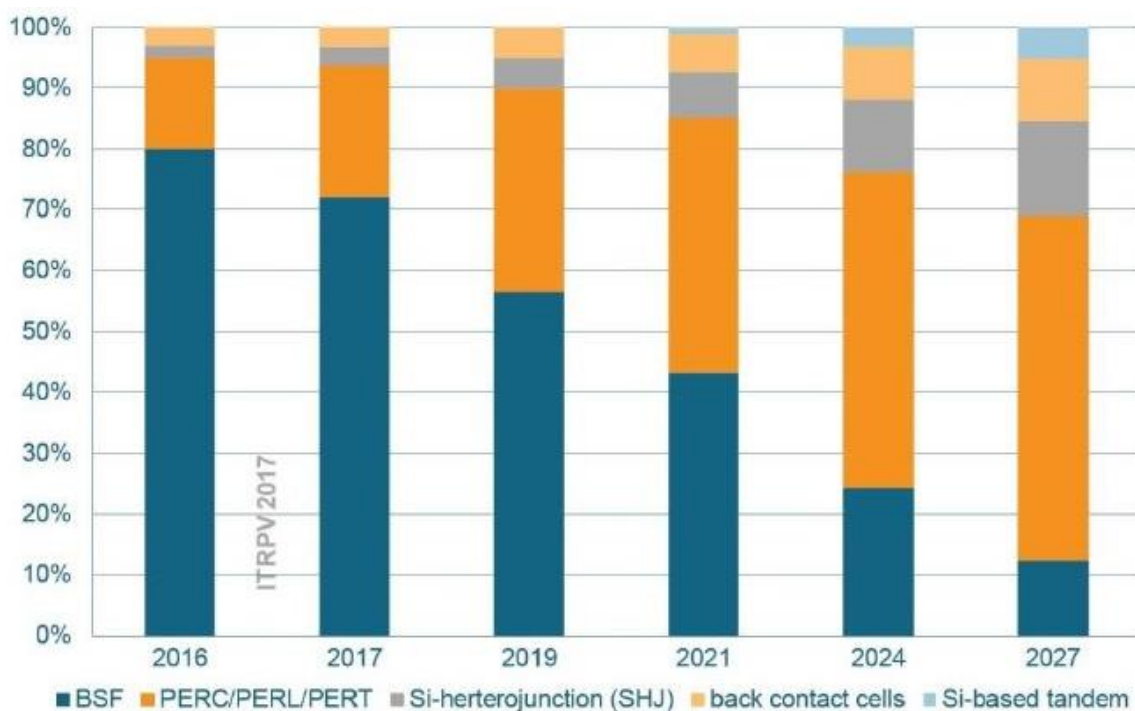
## 一道新能引领 N 型电池技术，不断突破升级

载流子选择性钝化接触是提高太阳能电池效率的重要途径之一，在隧穿氧化钝化接触（Poly Passivated）太阳电池中，可以通过生长一层超薄氧化硅（SiO<sub>x</sub>）加上磷重掺杂的多晶硅（n<sup>+</sup>-poly-Si）用于电子选择性接触或者加上硼重掺杂的多晶硅（p<sup>+</sup>-poly-Si）用于空穴选择性接触。Poly Passivated 结构钝化接触太阳电池采用了与 PRRC（钝化发射极背场点接触电池）电池技术兼容的高温工艺，电池效率已达到 25.7%，有望实现大批量生产线。

### 背景介绍

当前，市场上晶体硅太阳电池大多以 P 型的单、多晶常规铝背表面场电池为主，其制备工艺相对简单、成本低廉。但由于 P 型硅电池光电转换效率难以达到 23.5% 以上，并且未能彻底解决以 P 型硅片为基底的电池所产生的光衰现象，这些因素都成为其进一步量产推广的障碍。与 P 型硅相比，N 型硅体少子寿命更长，对 Fe 等金属有更高的容忍度，不易发生由于 B-O 复合体导致的 LID（Light Induced Degradation）光致诱导衰减现象；以 N 型硅为基底的电池片转换效率更高，可以相对降低光伏发电的制造成本，这使其成为高效晶体硅太阳电池的必选材料。

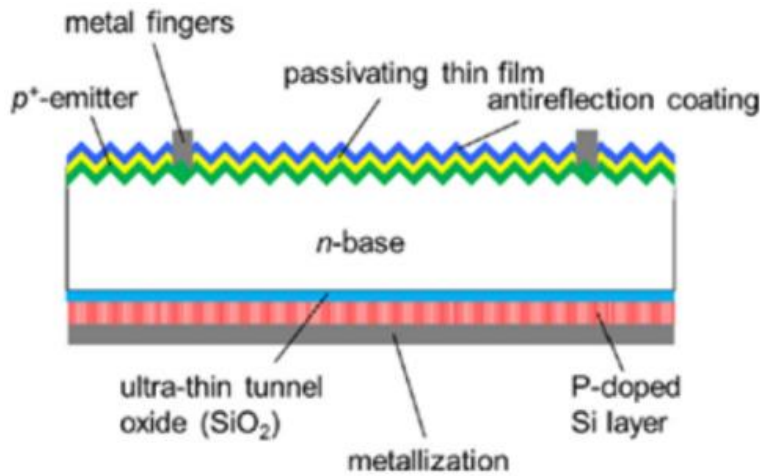
下图所示为德国机械设备制造业联合会 VDMA 最新发布的第八版 ITRPV-2017（International Technology Roadmap for Photovoltaic，国际光伏技术路线图）的电池技术的市场份额及未来十年的预测。



从图中可以看出，常规 p 型单、多晶背表面场（BSF）电池技术的市场份额在逐年降低，而高效背面钝化技术电池（包括 PERC、PERL 及 PERT）、硅异质结电池（SHJ）、背接触电池（BCC）等技术市场份额在逐年升高，2020 年前后高效电池技术将超过常规电池技术，成为市场主导。这主要归结于高效晶硅电池制造技术的成熟，光电转换效率升高及硅材料及辅料等制造成本的降低。

### Poly Passivated 简介

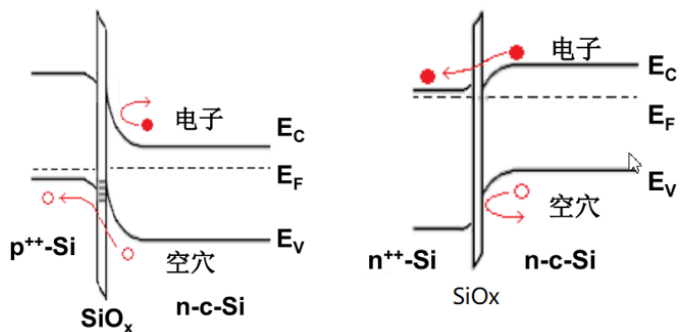
Poly Passivated 太阳能电池（隧穿氧化层钝化接触）是一种使用超薄氧化层作为钝化层结构的太阳能电池。2013 年德国 Fraunhofer 研究所的 Frank Feldmann 博士在 28th EU-PVSEC 首次报道了 Poly Passivated 电池概念，该电池的结构如下：



### Poly Passivated 电池结构

电池基板以 N 型硅基板为主，使用一层超薄的氧化层与掺杂的薄膜硅钝化电池的背面，其中背面氧化层厚度 1.4nm，随后在氧化层之上沉积 50~200nm 非晶硅并掺磷，之后经过退火重结晶加强钝化效果。

Poly Passivated 电池的载流子运输机制  
钝化介质通常不导电，因此在有效钝化和电流导出之间存在矛盾，解决方案：使用非晶硅作为钝化层，非晶硅异质结钝化结构（HIT），或使用超薄氧化层作为钝化层，隧穿氧化层钝化接触结构（Poly Passivated）。

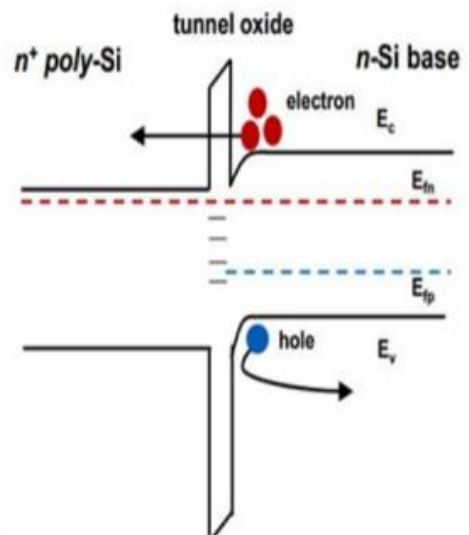


在电池背面制备一层超薄的隧穿氧化层和一层高掺杂的多晶硅薄层，二者共同形成了钝化接触结构，该结构为硅片的背面提供了良好的表面钝化，超薄氧化层可以使多子电子隧穿进入多晶硅层，同时阻挡少子空穴复合，进而实现电子在多晶硅层的横向传输并被金属收集，极大地降低了金属接触复合电流，提升了电池的开路电压和短路电流。

### 隧穿原理示意图

#### 氧化硅薄层的作用

氧化硅薄层对 Poly Passivated 钝化效果的影响，混合型硅薄膜结构能有效改善电池背表面的钝化效果，有较低的缺陷态密度，提高了其开路电压。



Symmetrical structure	Details	$iV_{oc}$ [mV]	$J_{ob}^*$ [fA/cm <sup>2</sup> ]
TOPCON	Si(n <sup>+</sup> ) / SiO <sub>x</sub> / c-Si(n) / SiO <sub>x</sub> / Si(n <sup>+</sup> )	728	4.4
without tunnel oxide layer	Si(n <sup>+</sup> ) / c-Si(n) / Si(n <sup>+</sup> )	604	1030
without n <sup>+</sup> poly-Si layer	SiO <sub>x</sub> / c-Si(n) / SiO <sub>x</sub>	655	90

Poly Passivated 电池优势:

优良的界面钝化能力; 有效的掺杂使得硅衬底中费米能级分离 (高 Voc); 很强的多子输运能力 (高 FFs)。

Poly Passivated VS HIT 对比:

光的寄生吸收损失降低; Si 薄膜电阻降低, 缺陷态密度也较低; Si/TCO 的接触电阻降低。

研究进展

晶体硅(c-Si)是光伏应用的首选半导体材料, 占光伏市场的 93%, 其中 3/4 属于多晶硅(Bridgman 工艺), 1/4 是单晶硅(Czochralski 工艺)[6]。太阳能电池的高效结构设计是提升电池性能的关键因素, 目前已成为光伏太阳能电池产业化的重要研究方向。

作为高效电池的一个典型代表——钝化发射极及背表面电池 (Passivated emitter and rear cell, PERC), 它改善了电池背面的钝化性能, 在器件制备工艺中引入了背钝化及开槽接触, 电池的转换效率可达 25.0%。目前, PERC 太阳能电池已经进入产业化, 但是激光开槽工艺的复杂性在很大程度上限制了器件的规模化。

带有本征薄膜异质结 (Heterojunction with Intrinsic thin film, HIT) 太阳能电池是目前另一种高效率的太阳能电池器件, 它通过加入本征薄膜非晶硅来达到提升单晶硅的表面钝化质量, 使表面复合电流大幅度减小, 电池的最高转换效率已经达到 25.1%。

HIT 结构电池与 IBC 结构电池结合而成的异质结背接触 (HBC) 电池已经实现 26.7%的转换效率。HIT 电池具备比 PERC 电池更好的钝化性能, 且制备过程中对温度要求更低, 但制备工艺比传统晶硅电池复杂, 导致 HIT 太阳能电池的制造成本偏高。

为了让电池制备工艺简单的同时可获得较好的表面钝化质量, 德国 Fraunhofer ISE 研究所设计了一种新型的电池结构, 即隧穿氧化物钝化接触 (Tunnel Oxide Passivated Contact solar cell, Poly Passivated) 太阳能电池, 该结构电池由掺杂的多晶硅 (poly-Si) / 氧化硅 (SiO<sub>x</sub>) 堆叠组成。SiO<sub>x</sub> 层的厚度小于 1.5 nm, 以允许光载流子的隧穿传输。超薄 SiO<sub>x</sub> 层可以由湿化学氧化法, 干燥氧化法或 UV-O<sub>3</sub> 制备, 实现表面的良好钝化效果。氧化硅层的化学钝化和多晶硅层的场钝化作用, 可以显著降低衬底表面的复合程度。同时, 超薄氧化硅还可以保证多子的有效隧穿, 高掺杂的多晶硅层可显著改善多子的传导性能, 因此, Poly Passivated 电池的开路电压和填充因子系数都很高。

2017 年, 德国 Fraunhofer ISE 研究所制备出的 Poly Passivated 电池转换效率已经达到 25.7%, 2019 年另一个德国研究所 Solar Energy Research Hamelin ISFH 通过把 Poly Passivated 结构与 IBC 结构结合而成的电池最高转换效率可达到 26.1%。

目前的 Poly Passivated 结构大部分还是应用于太阳能电池的背面, n-Poly Passivated 结构在电池背面作为单面钝化层, 前表面通常采用扩硼技术。尽管是单面钝化, 但是 n-Poly Passivated 结构钝化目前已获得非常优秀的钝化质量。2015 年, 美国乔治亚理工学院制备的双面 n-Poly Passivated 结构,  $iV_{oc}$  达到 730 mV。2020 年德国 Wilhelm-Johnen-Strasse 制备的  $\eta$ -c-SiC:H(n)/SiO<sub>x</sub> 结构, 其  $iV_{oc}$  达到 742 mV。

产业界+一道新能情况

鉴于 N 型钝化接触电池具有少子寿命高, 无光致衰减, 弱光效应好, 温度系数小等优点, 一道新能源科技(衢州)有限公司(以下简称“一道新能”)于 2019 年 8 月开始进行 N 型双面钝化接触电

池的研发工作，电池背面采用绒面结构，颜色均匀，并跟电池正面颜色一致，能够实现双面发电，双面率达到 87%。

不同于 PERC 电池需要通过背面激光开槽来实现浆料与硅基体的接触，PPCell 可以实现全背面钝化并促进多数载流子传输，从而实现同时提升电池开路电压与填充因子的作用，获得更高的转换效率，目前 P 型 PERC 电池叠加 SE 技术电池平均量产效率 22~23%，N 型 PPCell 量产效率可以达到 23.5~24.5%。

与 P 型 PERC 电池相比，N 型单晶硅片无 B-O 复合体，光衰低，其中，PERC 电池首年光衰 2.6%，年均光衰 0.75%，而 PPCell 首年光衰低于 1%，年均光衰不超过 0.4%，因此 PPCell 可以获得更高的长期发电量。

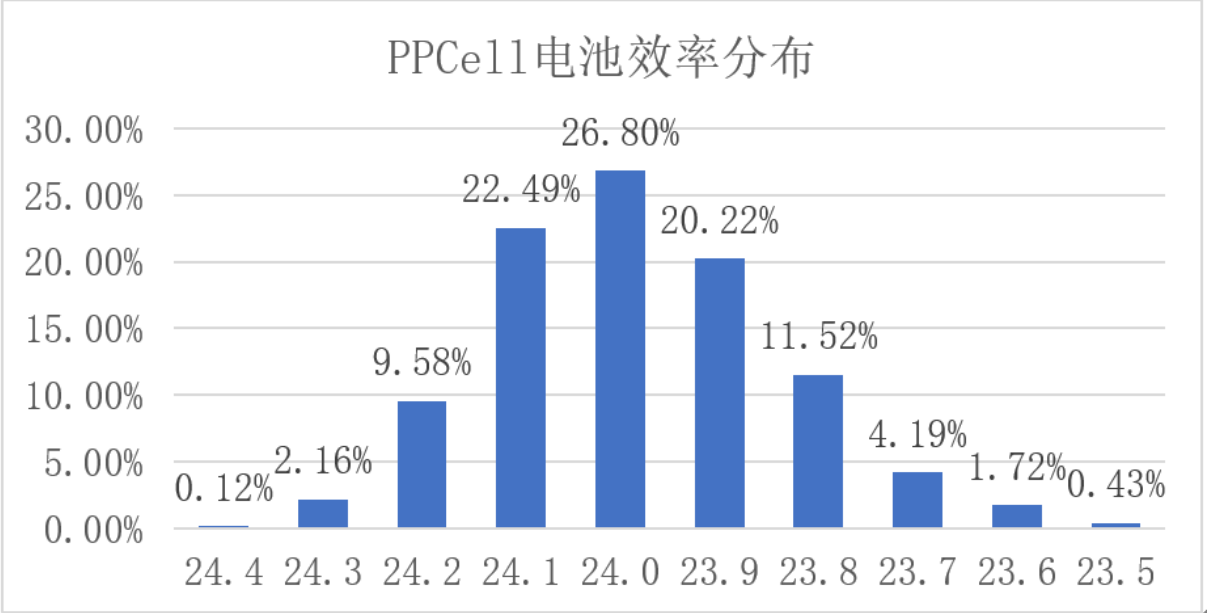
PPCell 电池背面绒面结构，采用银栅线，与 P 型电池铝背场相比，PPCell 电池背面遮光面积更小，光响应效率更高，具备更高的双面率。PPCell 电池温度系数低于 P 型 PERC 电池，更适合温度较高的应用场景，在一些低纬区域如中东、巴西、非洲等具备天然的使用倾向性与发电收益。下表给出了 PPCell 与 PERC 电池的各项参数对比情况：

PPCell 与 PERC 电池性能参数表

电池类型	电池效率	功率温度系数	双面率	弱光响应 (200W/m <sup>2</sup> )	光衰
P型PERC	22.0~23.0%	-0.38%	70~75%	≥95%	≤2.5%
N型PPCell	23.5~24.5%	-0.35%	≥85%	≥97%	0%

从总体来看，PPCell 电池与 PERC 电池相比，可以实现更高转换效率，同时在双面率与温度系数方面具备比 PERC 电池更明显的优势，从而使 PPCell 度电成本明显降低。

2019 年末，一道新能 N 型 PPCell 电池的研发平均转换效率达到 22.6%，2020 年 6 月完成现有产线的改造，建成产能为 100 MW 的 N 型双面钝化接触电池生产线。2020 年 8 月完成背面磷扩工艺优化与量产，N 型双面钝化接触电池量产的平均转换效率达到 23.5%，到目前为止，该电池研发转换效率已经达到 24.0%。以下为一道新能 N 型 PPCell 电池的效率分布图与电性能参数：



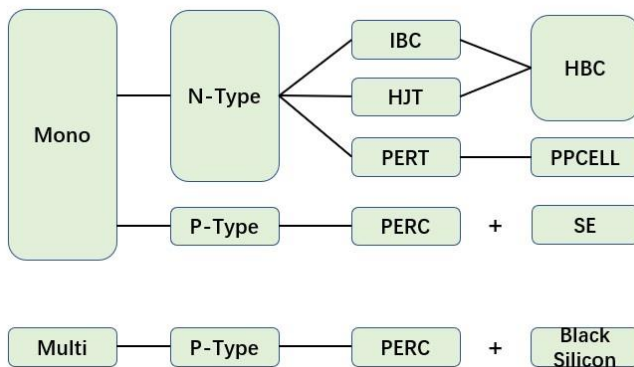
PPCell 电池的效率分布图  
PPCell 电性能参数

Eff (%)	P <sub>mp</sub> (W)	U <sub>mp</sub> (V)	I <sub>mp</sub> (A)	U <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	FF (%)	效率分布比例
24.4	6.15	0.617	9.965	0.709	10.41	83.31	0.12%
24.3	6.12	0.616	9.941	0.708	10.386	83.27	2.16%
24.2	6.1	0.615	9.916	0.707	10.375	83.14	9.58%
24.1	6.07	0.614	9.891	0.706	10.362	83.01	22.49%
24	6.05	0.613	9.866	0.705	10.35	82.88	26.80%
23.9	6.02	0.612	9.841	0.704	10.346	82.69	20.22%
23.8	6	0.611	9.816	0.703	10.342	82.49	11.52%
23.7	5.97	0.61	9.79	0.702	10.338	82.29	4.19%
23.6	5.95	0.609	9.765	0.701	10.334	82.09	1.72%
23.5	5.92	0.608	9.74	0.7	10.33	81.89	0.43%

后续还可以进一步优化前期工艺，产线平均量产效率可以达到 24.5%以上。

光伏电池技术路线：

目前晶硅类电池的技术方向包括单晶和多晶。多晶电池逐渐向黑硅方向升级，单晶包括 P 型和 N 型，P 型电池中 PERC 技术逐渐成为主流，叠加 SE（选择性发射极）技术，电池效率逐渐提升。但 P 型电池有其转换效率的极限，而 N 型电池成为未来高转换效率的方向，目前包括 PERT、PPCELL（隧穿氧化钝化接触）、IBC（全背电极接触）、HJT（异质结）四种技术路径。



硅电池技术路线

1) PERC 目前技术比较成熟、性价比高，技术相对容易，设备完成了国产化，量产效率达到 22.5% 以上，成为这两年高效电池主要扩产的技术，叠加 SE（选择性发射极）技术，目前依然是光伏电池主流技术。

2) N-PERT 可实现量产，技术难度容易，设备投资较少。但是与双面 P-PERC 相比没有性价比优势，已经证明为不经济的技术路线。

3) HJT 效率可达 24.5%，工序少、可实现量产，但是其设备贵、投资成本高，成为阻碍其大规模产业化的重要限制因素。

4) PPCELL 背面收光较差，量产难度高，一道新能针对这一问题进行了背面形貌优化与 poly 层改进，目前已经实现量产，后续还可以进一步改善升级。

5) IBC 效率最高，可以达到 23.5%-24.5%，技术难度极高，设备投资高，成本高，国内尚未实



现量产。

PPCELL 电池基于 N 型硅衬底，前表面采用叠层膜钝化工艺，背表面采用基于超薄氧化硅和掺杂多晶硅的隧穿氧化层钝化接触结构，得益于超薄氧化硅和掺杂多晶硅的隧穿氧化层钝化接触结构的应用，两者形成接触钝化结构，可以大幅提升 N 型电池片的开压和转换效率。高转换效率有望持续降低度电成本，光伏发电最终以实现平价上网为目标，产业降本是必经之路，其中转换效率的提升是电池降本的核心，也是主要竞争力。

从技术路线发展来看，由于 P 型电池片的转换效率提升存在瓶颈，P 型电池片向 N 型电池片转型或势在必行。下表是一道新能 PPCELL 电池与当前市场上常规电池的成本对比情况：

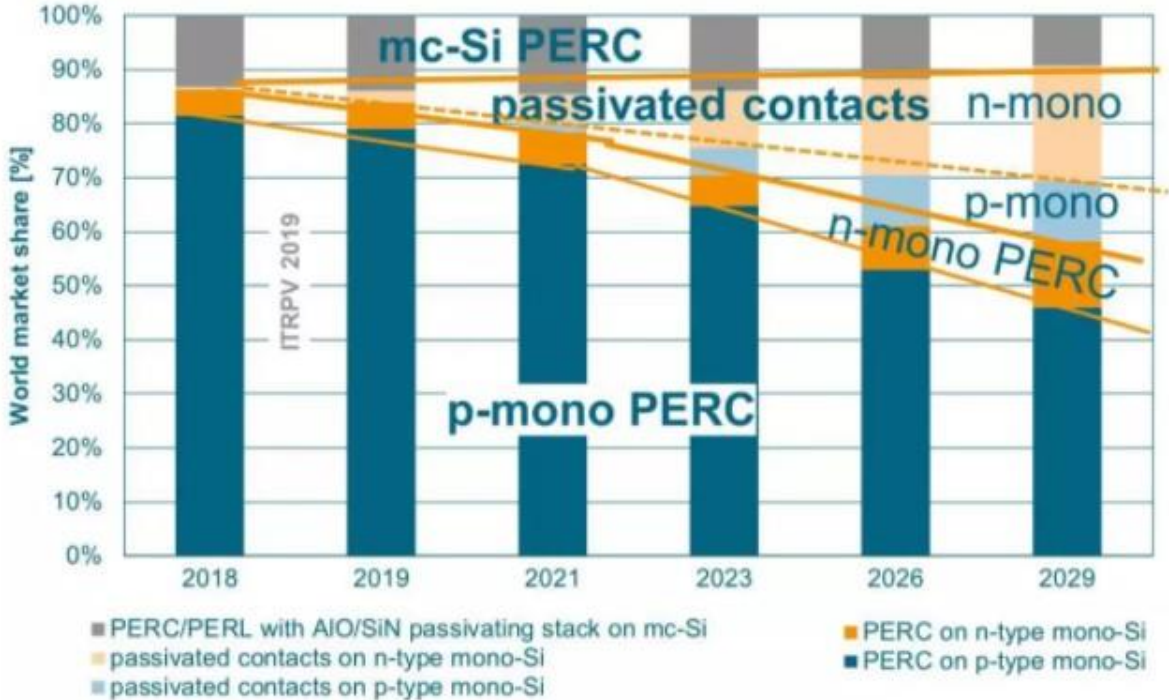
技术类型	单位	单晶PERC	PP CELL
电池效率	%	22.80%	23.80%
电池尺寸	mm	158.75	158.75
组件功率（72片）	W	415	430
双面率	%	NA	85%
电站寿命年限	年	25	30
首年功率	%	2.00%	1.00%
余下年功率衰减	%	0.55%	0.40%
组件材料成本	%	基准0	-3.50%
逆变器	NA	组串逆变器	组串逆变器
支架	NA	跟踪支架	跟踪支架
地表反射率	%	70%	70%
电站BOS成本	%	基准0	-3.50%
电站发电量增益	%	基准0	15.80%
LCOE（假设PP cell组件单瓦贵0.1元）	%	基准0	-13.00%

为了降低光伏度电成本，一道新能通过技术升级，完成了 N 型 PPCell 与 P 型电池度电成本同价的目标，后续 PPCell 还存在很大的提效空间，具备更强的市场吸引力，未来将从 P 型向 N 型跨越迎来下一次光伏技术革命。从历史发展来看，得益于单晶硅片取代多晶硅片的大趋势，单晶硅片厂商过去几年的产能和销量增长远高于行业新增装机增长。从当前产能布局来看，单晶产品渗透率或即将达到瓶颈，后续单晶硅片渗透率提升所带来的超额收益或将减少，N 型产品占比提升将会带来新一轮新的超额收益。

相对于单面电池，双面电池背面可以充分利用大气散射及地面反射的太阳光，若对地面进行反射处理，如白漆、白膜等，增加组件背面的反射，可以显著提升组件的发电效果。依靠双面发电特性，双面组件在土地、沙地和草地上增益发电 21%-23%，在水泥地面上增益发电 28%，在白漆地面上增益发电 36%。

2019 年 ITRPV 预测双面电池市场份额发展趋势如图 8 所示，双面电池的市场份额将逐渐增加，

2019 年的占比达到~15%，将在 2029 年有望达到 60%[11]，表明双面电池是未来电池技术发展的趋势。根据国家能源局公布的数据，2018 年 10 个运用领跑基地（5 GW）项目中，双面技术占比为 53%，3 个技术领跑基地（1.5 GW）项目中，双面技术占比高达 66%，可以预见双面电池技术是未来领跑基地项目的必然选择。



ITRPV 2019 预测各类太阳能电池市场份额发展趋势

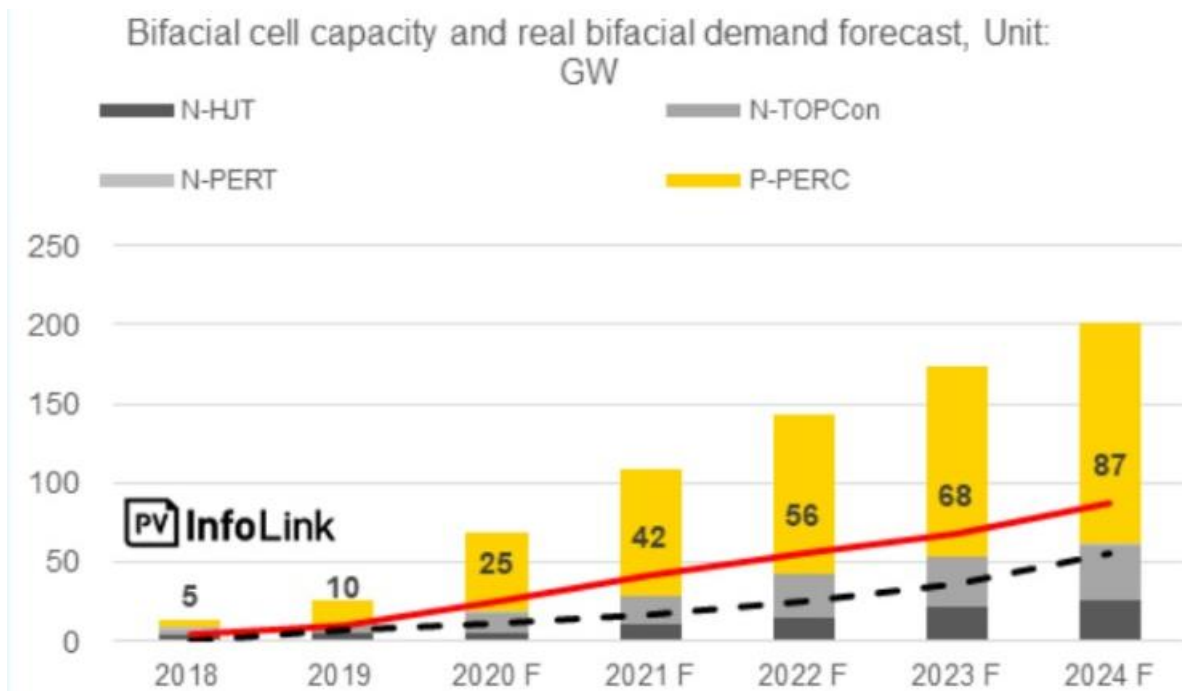
ITRPV 2019 预测不同高效太阳能电池的市场份额发展趋势如图 9 所示，图中可以看出，无论对于 P 型单晶 PERC 还是多晶 PERC 电池，市场份额的占比会呈现出逐年下降的趋势，N 型单晶 PERC 电池的市场份额在 2023 年之前将维持稳定，2023 年之后会缓慢增长；而采用钝化接触技术的电池将呈现逐年迅速增长的态势，尤其是采用钝化接触技术的 N 型电池，将在 2029 年有望达到 20% 的市场份额，是 P 型钝化接触电池的 2 倍。

观察全球制造商 N 型产能利用率，IBC、PERT、Poly Passivated、HJT 都在 50% 以下。深究其原因，IBC 因为技术难度较高，跨入门坎不易，实际产出仍有待考验。

PERT 仅有少数厂家稳定生产，待 Poly Passivated 技术成熟后，预估将由 PERT 进行转换。Poly Passivated 的发展虽在今年不如预期，也出现稳定产出的一线厂家开始转往 HJT 进行研究，但仍有大厂释出 GW 的扩产消息，今年至明年许多 PERC 扩产也为 Poly Passivated 预留空间，因此预估 1-2 年 Poly Passivated 产能扩充与产出都将超越 HJT。HJT 因在降本、订单上尚未乐观，明年产出并不看好，但部分大厂及设备商仍在筹备 HJT 的扩产，未来依旧可期。

整体而言，2021 年 Poly Passivated 与 HJT 对全球的 N 型产能占比达到 88%，两大技术为 N 型主流趋势，而预计明年 Poly Passivated 产出将由 2.6GW 成长至 4.9GW，HJT 产出将由 1.9GW 成长至 3.2GW，对比两种 N 型技术产出数据，预估 Poly Passivated 产出将领先 HJT。

总体而言，中国设备厂家的投入让设备成本逐渐下降，技术也不断成熟，双面电池的市场需求日益成长，这让 2021 年 N 型产能扩张将比往年更加明显。



### 双面电池及组件的产能及实际需求

目前有越来越多的厂家加入 N 型产品的研究，起初由于成本考虑，Poly Passivated 有较多的垂直整合厂投入，考虑到技术、成本、双面市场以及一线厂家对 N 型技术的投入进度，预估明年 Poly Passivated 有较多扩产落地。

### 总结

1. 钝化接触电池可以实现优异钝化性能与接触性能，其中，化学钝化终止了界面缺陷，电场效应使少数载流子远离缺陷界面区域 实现载流子一维纵向运输的同时能降低金属与硅基底的复合，兼顾开路电压与填充因子，能有效提高太阳能电池的转换效率。

2. 与 P 型 PERC 电池相比，N 型单晶钝化接触电池具备更高效率与使用寿命、弱光响应好与无 LID 等优势，电池工艺可以与常规电池工艺兼容，可以在现有产线上进行升级，获得效率大幅提升的条件下有效控制成本。

3. 根据 ITRPV 2019 预测，双面电池技术是符合市场发展的趋势，市场份额将逐渐增加；同时，双面电池技术也是未来领跑基地项目的必然选择。钝化接触技术与双面电池技术的结合，是未来单晶太阳能电池技术发展的主流趋势。

能源杂志 2021-01-11

## 光伏行业准备好了吗

### 核心阅读

“十四五”初期，虽然电网给出的消纳空间较大，但消纳仍是制约光伏发展的一大瓶颈。面临即将到来的巨大增量，如何保证全额消纳存在较大不确定性。

新年伊始，风电、太阳能行业向着年增 1.2 亿千瓦装机的目标进发。

中国光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华此前预计，“十四五”期间，中国年均光伏新增装机规模将达 70-90 吉瓦。据此推算，未来 5 年，光伏新增总装机量将达 350-450 吉瓦。

面对如此巨大的增量，光伏行业是否做好了准备？

产业链将回归理性

据初步统计，我国 2020 年光伏装机有望超过 42 吉瓦。国家能源局数据显示，受益于政策利好，

2020年前三季度全国新增光伏装机18.7吉瓦，而第四季度新增装机将显著超过前三季度总和。

智汇光伏创始人王淑娟表示，尽管新冠肺炎疫情对产业有一定影响，但去年国内外光伏新增装机量仍均超预期。“2020全年组件出口超过70吉瓦，预期全球2020年新增装机量在135吉瓦以上。2021年从中央到地方，都在积极发展可再生能源，国内新增装机量不会比2020年低。”

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎告诉记者，从光伏开发企业来看，目前开发商的整体战略已经彻底从火电转移到新能源领域。虽然在发展过程中，光伏行业会面临产业链价格的波动，但最终会回归到成本加利润的合理空间。

“光伏的技术成本具备持续下降的空间，2020年下半年玻璃价格开始下降，同期硅料价格由于没有新产能面临上涨风险，但是2021年，硅料的产能会释放，这意味着产业链各方面的成本都有可能降低。”彭澎表示。

在王淑娟看来，产能和价格好比跷跷板的两端，总是一上一下。如果市场预期好，光伏产能足够大，组件价格就会降下来。“‘十四五’期间，我认为硅料价格有可能冲上100元/千克，而硅片、电池片和组件企业利润将进一步下降，2020年炙手可热的玻璃，价格也将回归理性。”

提升消纳能力是首要任务

业内预计，今年光伏+风电的发电量将超8600亿千瓦时，到2025年将超14500亿千瓦时。另外，从累计装机量来看，预计2021年到2025年光伏累计装机量的年均复合增长率约为18.9%，到2025年累计装机将达600吉瓦左右。巨大的增量，让人担心产业链是否做好了准备。

彭澎指出，未来光伏发电的主要难题在于，如何适应电力市场的规则。“光伏正朝着‘一毛钱一度电’的方向发展，再加上技术进步，价格肯定会低于火电。需要注意的是，光伏如何进入电力市场，仍是一片制度空白。”

另外，在“十四五”初期，虽然电网给出的消纳空间较大，但消纳仍是制约光伏发展的一大瓶颈。如此大的增量，如何保证全额消纳存在较大不确定性。“同时，在没有补贴的情况下，消纳能力和光照土地资源较好的地区，存在一定错配，如何解决这个问题，也是重中之重。”彭澎补充说。

王淑娟同样指出，未来，光伏发电将实现市场化，剔除补贴因素后，土地和消纳问题将成为难点。“最大的问题是消纳。电网是用户与发电企业的中间枢纽，只有终端用户有需求，才能将电消纳掉。否则，电网也无能为力。”

需拓宽光伏应用场景

业内专家指出，可以通过为分布式光伏、光伏与建筑相结合等方式解决土地问题。但是，消纳问题则需要通过多种途径来共同解决。

王淑娟指出，在电网方面，需要加大投资建设送出线路，或借用一些光伏项目附近线路将发电送到用户端。另外，从政策制定角度看，可以利用政策撬动用户消纳绿电的积极性，提高配置额度。“当前，风电与光伏发电量占比约为8%，如果政策有所倾斜，对光伏发电量占比提出更高要求，将会进一步提升企业的投资热情。”

业内专家认为，解决光伏的消纳问题，要利用我国光伏发电在不同应用场景下的跨界融合优势，实现水光互补、农光互补、渔光互补等应用模式。

“目前最理想的光伏发电消纳方式是光伏制氢，既实现了能源全生命周期清洁化，同时也有效解决了光伏发电的应用问题。其次，是光伏与5G通讯的融合，当前国内至少有1400万个基站需要新建或改造，5G基站全网功耗是4G的4.62倍。光伏发电能有效降低电力基础设施投资建设成本，实现‘双赢’。”上述专家指出。

本报实习记者 韩逸飞 中国能源报 2021-01-11

## 海洋能、水能

### 河南首个南水北调调蓄工程开建

据新华社郑州电（记者张浩然）记者从河南省水利厅获悉，河南省首个南水北调调蓄工程——观音寺调蓄工程已于近日开工建设。

据介绍，观音寺调蓄工程位于新郑市南部约 9 公里处，处于沂水河上游，距南水北调中线工程总干渠左岸 2.5 公里。工程主要包括上、下调蓄水库和抽水蓄能电站，规划总库容 3.28 亿立方米，规划抽水蓄能电站装机规模 800 兆瓦，工程静态总投资约为 175 亿元。

人民网—人民日报海外版 2021-01-05

### 山东：能源绿色转型两项指标“全国第一”

近日，泰安二期抽水蓄能电站正式开工，这个总投资 101.86 亿元的重大工程，是山东省 2020 年开工建设的第 125 个、也是最后一个新能源重大项目。

泰安二期抽蓄电站作为国家《可再生能源发展“十三五”规划》和《水电发展“十三五”规划（2016-2020 年）》重大项目，成功入选山东省“十三五”现代能源体系推进重点能源保障工程和新旧动能转换重大工程实施规划的能源基础设施重点建设项目库，承担着山东电网调峰、调频、事故备用等重大任务。

“目前，山东省已建成投产泰安抽水蓄能电站 1 座，装机容量 100 万千瓦，核准在建沂蒙、文登、潍坊以及泰安二期抽水蓄能电站 4 座，全部建成后，抽水蓄能电站装机容量将达到 700 万千瓦，成为新能源和可再生能源领域参与全省能源结构调优的重要力量。”省能源局主要负责人表示，受能源资源禀赋和偏重产业结构影响，山东省煤炭消费占比高、煤电装机占比高的“两高”问题突出。在“十三五”收官之年，山东省抢抓机遇、乘势而上，加速推进新能源和可再生能源项目建设，风光核储氢、生物质能、抽水蓄能等产业强势崛起，能源结构绿色低碳转型交出亮眼成绩单。

去年以来，全省新能源项目遍地开花。全省光伏发电装机达到 2134.7 万千瓦，同比增长 14.2%，居全国第一；生物质发电装机达到 329.4 万千瓦，同比增长 11.6%，也居全国第一；23 个风电项目建成投运，风电装机达到 1583.5 万千瓦，同比增长 10.5%，居全国第四……这得益于山东省加快新能源和可再生能源重大项目的建设，一批大项目好项目相继上马运行。截至 2020 年 11 月底，山东省已有 46 个新能源项目建成投运。

2020 年 7 月 20 日，华能德州风光储一体发电项目中的 10 万千瓦风电项目全部并网发电，风机单机容量为 4 兆瓦，创国内陆上风电单机容量之最。该项目还包括水上光伏 20 万千瓦、储能装置 8 兆瓦，风光储共用一个升压站、一套送出设备，为山东省新能源项目发展起到示范带动作用。

山东省积极抢占能源领域发展高地，推动核能、氢能以及储能综合利用。全省在运在建核电装机达到 570 万千瓦，建成加氢站 9 座，示范运营燃料电池汽车 260 余辆。2020 年 9 月底，山东省在济南莱芜建成投运全国首个利用退运电池建设的独立储能电站，随后德州、泰安、滨州、烟台等市相继建成 4 个电化学储能项目，装机规模达 2.3 万千瓦。

“我们大力实施‘四增两减一提升’工程，因地制宜推进新能源和可再生能源发展，产业总体呈现出发展快、结构优、后劲足的特点。”省能源局主要负责人介绍，截至去年 11 月底，全省新能源和可再生能源发电量 747.8 亿千瓦时，同比增长 10.1%，占全社会用电量的 13.0%；累计接纳省外电量突破千亿千瓦时，同比增长 24.2%，占全社会用电量的 18.4%，提前完成 2020 年“外电入鲁”目标。

张思凯 大众日报 2021-01-04

## 三峡电站创造单座水电站发电量世界纪录

本报讯 三峡集团近日发布消息称，截至 2020 年 12 月 31 日 24 时，世界装机规模最大水电站——三峡水电站全年累计生产清洁电能 1118 亿千瓦时，打破了南美洲伊泰普水电站于 2016 年创造并保持的单座水电站年发电量世界纪录。

据悉，1118 亿千瓦时清洁电能，可供上海市用电（按 2019 年用电量计算）约 8 个月；与燃煤发电相比，可替代标准煤约 3439 万吨，减排二氧化碳约 9402 万吨、二氧化硫 2.24 万吨、氮氧化物 2.12 万吨。

防洪方面，三峡集团严格落实 2020 年汛期三峡工程各项风险管控措施，优化三峡水电站机组运行工况，为电站防洪度汛和安全发电打下坚实基础，机组设备可控，三峡工程始终处于安全稳定运行状态。

2020 年 12 月以来，受寒潮影响，三峡水电站部分受电区域气温偏低，采暖用电负荷加速释放，电力供应缺口大，该电站 12 月 12 日至 30 日紧急调整运行方式，合理安排机组检修，高峰期增开机组 8 台，出力最大达 1411 万千瓦，日均出力较寒潮前最大增加 329 万千瓦，累计发电量超过 37 亿千瓦时；12 月全月发电量较去年同期增加约 4.9 亿千瓦时，及时弥补了用电缺口。

梁锡 朱静霞 中国能源报 2021-01-11

## “十四五”抽水蓄能装机占比应明确

作为电力系统安全稳定经济运行的重要调节工具，抽水蓄能将迎来全新的发展机遇。

不久前召开的“2021 年全国能源工作会议”划出了今年能源工作的八大重点，并明确提出，要大力提升新能源消纳和储存能力，大力发展抽水蓄能和储能产业。国家能源局总工程师向海平也于日前公开表示，抽水蓄能电站对优化电网电源结构、缓解电网调节压力、提高各地“风光”等新能源消纳具有重要作用。

据了解，截至 2020 年底，我国抽水蓄能装机刚刚超过 3000 万千瓦，远低于《电力发展“十三五”规划》提出的 4000 万千瓦目标。业内专家指出，过去十年，我国抽水蓄能规划装机目标先后两次下调，却依然未完成目标。“十四五”期间，电力系统对储能设施的需求将更强烈，抽水蓄能电站规模化储能的优势也将有更大的发挥空间。

### 深度互补新能源

业内人士建议，“十四五”时期，要合理确定抽水蓄能与电化学储能发展方向，将储能纳入电力与电网发展统筹规划，推动协调发展。但据记者了解，国内抽水蓄能的资源总量有限，化学储能的安全性、经济性都还难以满足大规模应用的需要。

当前，大规模化学储能主要存在成本及安全两方面问题。“相较而言，似乎氢能储能更有前景，因为氢能现有障碍只是成本问题。然而，水电在制氢方面具有很大优势，根据现有技术，水电制氢成本较低，大约与天然气制氢处在同一水平。”中国水力发电工程学会副秘书长张博庭告诉记者。

随着我国提出“碳达峰”“碳中和”目标，电力低碳转型正全面提速，为“十四五”能源发展注入新动能，同时提出新要求。

中关村储能产业技术联盟理事长俞振华表示，“十四五”可再生能源装机规模将实现跨越式发展，“可再生能源+储能”已成能源行业的共识，也成为支撑可再生能源稳定规模化发展的关键和当务之急。

国家电网公司总经理辛保安日前指出，随着新能源更大规模、更高比例接入电网，迫切需提高电网平衡调节能力，确保电力安全稳定可靠供应。抽水蓄能作为最成熟的储能技术，具有超大容量、系统友好、经济可靠、生态环保等优势，是目前公认的保障高比例新能源电力系统安全稳定运行的有效途径。

常规水电抽蓄改造潜力大

记者了解到，过去数年电力结构失衡导致抽水蓄能没有市场，建设缓慢。对此，张博庭认为，虽然电网公司可以建一些大规模的抽水蓄能电站，但总量有限，只能集中在大负荷区，供主网调峰使用。“如果常规水电站进行抽水蓄能改造，就可以分布在各地，这样投资不大，还可以作为一个方向。所以，‘十四五’抽水蓄能着重往这方面发展比较可行。”

“特别是，我国还有大量分布于各地的小水电站，如果对其中有条件的水电站进行增加抽蓄功能的改造，将有助于未来我国分布式可再生能源的发展。尤其是枯水季，很多水电站几乎失去了发电功能，但经过改造也可以发挥蓄能电站的作用。”张博庭强调说。

水规总院副院长易跃春曾表示，2020年及未来，中国可再生能源呈现的发展趋势之一，是在生态优先前提下积极推进大型水电基地建设，未来水电开发潜力主要在西藏，伴随着新能源大规模开发，“水风光”一体化发展将成为推动能源转型发展的重要路径。

据了解，国内外大量实践已充分证明，“水风光”互补发电的优势明显，三种资源的发电峰值自然分布互补性较好，水库周边也往往具有较大空间，可布局建设“风光”项目。

“若再加上常规水电站的蓄能改造，以及水电制氢储能，形成以水电资源为中心的水、风、光、储四位一体的可再生能源发电系统，将大幅提高我国可再生能源发电的规模和利用水平。”张博庭指出，一些大型水电基地可支撑起大电网的用电负荷，小水电站也能形成可靠的分布式可再生能源发电系统，满足周边区域的用电需求。

装机占比应升至3.5%左右

记者注意到，《水电发展“十三五”规划》明确提出“十三五”新开工抽水蓄能达到6000万千瓦的目标。在中国水力发电工程学会副秘书长陈东平看来，“十四五”规划应制定抽水蓄能装机规模在系统中的占比，不应只制定一个简单的装机规模。

“‘十四五’应将抽水蓄能装机规模在电力系统中的占比从目前的2%左右提升3.5%左右，再以此来衡量到底应该建设多少抽水蓄能电站。”陈东平表示，“‘十四五’规划还应强调抽水蓄能规划目标的重要性，比例实际上是结构调整非常重要的一个参数。比如，要达到其占比3%—3.5%，用这个来推算到底要做多少装机容量，不然几年后其比例依然不变，对系统结构调整没有任何作用。抽水蓄能电站要超过常规水电站的发展速度，才能发挥出结构调整的作用。”

“理念上的变化可以引起实际操作中的巨变。”陈东平直言，“十四五”要在规划思路做出调整，使抽水蓄能的建设真正为系统结构调整发挥作用，而非仅仅跟跑。

“抽水蓄能的发展还存在体制问题，应该利用市场经济的办法来解决。”陈东平补充道，“抽水蓄能应该建设有限公司，而非电网的独资公司。”

本报实习记者 姚美娇 中国能源报 2021-01-11

## 风能

### 英国风电或“挤压”太阳能？

英国政府宣布，作为清洁能源计划的一部分，将对风力发电进行了大量投资，这使人们对太阳能在英国清洁能源结构中的未来产生了疑问。

2020年6月，气候变化委员会发表了相关报告，强调英国在确保经济增长的同时，在实现净零排放方面取得的一些进展。2008年至2019年间，英国国内二氧化碳排放量下降了30%，而经济增长了15%。此外，从1990年到2017年，英国对海外温室气体排放的依赖度下降了近20%，这一数字对可再生能源行业来说是一个令人鼓舞的数字。

随着英国在实现其环境目标方面取得稳步进展，人们的注意力正从对可再生能源(单一、同质能源)投资的普遍兴趣转向对特定能源的投资。例如，英国政府宣布投资6000万英镑提升该国的海上

风力发电能力，到 2030 年将目标发电量从 30GW 提高到 40GW，这一变化将使英国从海上风力发电产生足够的电力，为该国每个家庭供电。

然而，英国政府在风力发电方面的投资与其他形式的清洁能源(尤其是太阳能)之间的差距，引发了人们对英国致力于多样化可再生能源组合的质疑。2019 年第三季度，在这些最新公告发布之前，风能占全国能源结构的 20%，而太阳能仅占 6%。

#### 宏伟且有意义的目标

根据《巴黎气候协议》，英国到 2050 年要实现温室气体净零排放。在宏观层面上，这包括对可再生能源的大量投资，以及在 Covid-19 大流行之后政府所称的“绿色经济复苏”。英国承诺向其绿色家园拨款 20 亿英镑，这将补贴“节能家居改善”的成本，同时向可持续创新基金拨款 1.91 亿英镑，以鼓励该行业的技术发展。

咨询公司 BJSS 的顾问温恩说：“委员会气候变化报告中提出的一些关键点涉及到风力发电以及到 2030 年将其发电能力再扩大 10 千兆瓦至 40 千兆瓦。”“这符合政府提出的到 2030 年停止内燃机车销售的倡议，这反过来又将提高对电力及其基础设施的需求，以支持混合动力和电动汽车的增加使用。与此同时，政府正计划在未来 10 年内关闭煤炭发电，而要用其他能源取而代之，他们迫切需要投资于替代能源。我相信风可能是最好的选择，或者至少是这里最可行的路线之一。因此，提高英国增加风力发电的目标，以替代煤炭的使用并产生额外的电力，似乎是一个自然的步骤。”

#### 公用事业规模的风能和社区规模的太阳能

为了实现这一有意义的变化，英国必须决定投资哪些能源。这一决定必须基于每个能源的环境认证和潜在的财政收益，因为该国希望平衡经济可行性和环境责任。至少在短期内，这似乎意味着以太阳能为代价投资风力发电。

温恩解释说：“虽然风能和太阳能各有利弊，但从地理角度来看，风能非常适合英国的气候，而太阳能在更热、阳光更充足的气候下表现最好。太阳能发电可以按公用事业规模建设，但由于英国的日照和太阳辐射水平比较热的国家要低，你预计投资回报期要长得多，在英国的投资需要 30 年左右才能收回。但在沙特阿拉伯，由于有可用的太阳能资源，只需要 10 年左右；而风电场估计需要 15 到 20 年才能实现收支平衡。”

风电的公用事业规模潜力在英国对电源的承诺和高容量中显而易见。2018 年，英国可再生能源贸易协会的数据显示，英国在海上风电装机容量方面处于世界领先地位，其发电量为 35.2GW，远远超过排名第二的德国的 23.4GW。该行业还将在 2016 年至 2021 年间获得近 190 亿英镑的投资，这是对风力发电的巨大承诺，其规模是其他清洁能源无法复制的。

然而，这并不是说太阳能并非没有优点，温恩强调太阳能更灵活的性质是一个关键优势。他说：“风力涡轮机面临的挑战是，首先是建造这些农场所需的巨额资本支出，其次是持续的大规模维护成本。相比之下，太阳能更灵活、更灵活，因此可以由个人购买，也可以由较小的社区购买，以建立自己的公用事业规模或农场设施，或支持一个群体或街道的居民。”

这种灵活性导致了許多太阳能项目的发展，例如由 Solarsense 开发的英格兰西南部的一些新建住宅，这些住宅由屋顶太阳能供电，每年可节省超过 4000 公斤的二氧化碳。事实上，随着太阳能电池板的价格在过去六年中下跌了 25%，也许从来没有一个比现在更好的时机投资于小规模太阳能发电，无论是在单个家庭和建筑物的规模上，还是作为更大社区的一部分。

#### 政府开创先例

尽管有这些优势，而且全国普遍转向更大的可再生能源投资，但对于许多可再生能源发电项目来说，财务可行性仍然是一个限制因素。虽然清洁能源在经济上越来越有利可图，但温恩承认，对许多人来说，省钱是第一位的，环保是第二位的。

然而，英国政府承诺为清洁能源提供切实的财政支持，有助于实现这些目标。例如，政府的目标是到 2030 年创造 200 万个绿色就业岗位。如果其所有远大抱负都能实现，到 2050 年，新的可再生能源开发可以通过国内活动为英国经济贡献 270 亿英镑，通过出口再贡献 260 亿英镑。



由于政府的支持有助于抵消可再生能源投入的部分初始成本，这可能会创造一种环境，鼓励私营企业投资清洁能源，并有助于为整个英国带来变革。

温恩解释说：“政府已经制定了一项减少碳排放、远离化石燃料的倡议。”通常，这些政府举措开始推动私营企业在这一领域投资。例如，英国石油公司在 2017 年收购了太阳能发电公司 Lighthouse，不久前又收购了电动汽车充电公司 BP Chargemaster，使其完全有能力应对柴油和汽油汽车销量减少和最终在 2030 年被禁止的需求激增。

索比光伏网 2021-01-04

## 地方“十四五”规划建议瞄准新能源，风光储氢备受期待

近日，各地陆续发布的《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中，清洁能源、可再生能源、光伏、风电、氢能、新能源汽车均成为“高频词汇”。地方“十四五”规划建议聚焦新能源，正在为能源行业的长远发展奠定主基调。

在业内看来，地方政府对新能源产业的支持，与我国碳达峰、碳中和承诺密切相关。中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩接受记者采访时指出，以风电、光伏为首的可再生能源是实现碳中和目标的主力军，在能源转型期间必将担当大任。他表示，“未来，可再生能源的发展将只有下限，没有上限。”

### 地方规划聚焦新能源

在地方发布的规划建议中，以技术和机制创新推动新能源发展成为重点。其中，北京市提出大力发展新能源和可再生能源，支持绿色技术创新，壮大绿色节能、清洁环保等产业，建立生态产品价值实现机制，同时创建绿色金融改革创新试验区。海南省则旨在建设清洁能源岛，大力推进产业、能源和交通运输结构绿色低碳转型，大幅提高可再生能源比重。

与此同时，可再生能源的消纳继续成为各省关注的焦点。作为“三北地区”重要省份的黑龙江，明确表示优化电力生产和输送通道布局，提高新能源消纳和存储能力，争取建设以该省为起点的特高压电力外送通道，实现 500 千伏电网市（地）全覆盖、220 千伏电网县（市）全覆盖，完善电网网架结构。云南省也提出，加快布局绿色智能电网、能源互联网等能源基础设施建设，实施“源网荷”一体化建设，促进能源就地消纳，完善能源产供销储体系。

此外，山东、陕西、辽宁、广西、吉林等多省份明确对氢能等新兴产业的支持。山东省指出，要大力发展新能源和可再生能源、氢能，拓展外电入鲁通道，稳步推动核电、海上风电项目建设，完善油气储输网络；陕西省提出加快陕北风光储氢多能融合示范基地建设，高水平建设榆林国家级能源革命创新示范区和延安综合能源基地；吉林省则明确培育壮大战略性新兴产业，创新发展氢能、风能、太阳能、生物质能等新能源。

“在中央‘3060 目标’的背景下，近期出台的地方规划建议都显示了各地支持新能源发展的热情，将给光伏等新能源发展带来很大的机遇。”中国光伏行业协会副秘书长刘译阳认为，未来，地方政府需要进一步科学规划，并通过政策机制的保障以及在新能源并网方面予以支持来推动新能源更好地发展。他表示，地方政府要把一些痛点、难点解决掉，比如光伏用地政策，“土地使用税和耕地占用税是横亘在光伏行业发展面前的重要的拦路虎，也是造成光伏非技术成本比例不断提高的重要因素，建议地方政府对光伏用地政策进行明确，并尽可能降低光伏的土地使用成本。”

在秦海岩看来，“十四五”时期，要向地方、行业明确传导压力、传导任务，明确地方和重点行业的达峰目标、路线图、行动方案和配套措施。他强调，应将配额制纳入地方政府考核指标，并逐年提高消纳权重。建议参照节能减排指标考核办法，把非水可再生能源消纳责任指标与节能减排指标进行强挂钩，并纳入地方政府经济社会发展考核指标，地方应将配额制层层分解到县市级政府。

### 风光储氢前景受期待

从我国长远的“碳达峰、碳中和”目标，到近期地方提出的“十四五”规划建议，都被业内视为新能

源发展的重大机遇，风、光、储、氢等行业发展前景备受期待。在风电领域，秦海岩表示，“根据清华大学气候变化与可持续发展研究院的研究成果《中国低碳发展战略与转型路径研究》，为实现碳中和目标，‘十四五’时期需新增风电装机 2.5 亿千瓦，这是实现碳中和目标的最低要求。”

秦海岩告诉记者，当前我国已具备实现新增风电装机 2.5 亿千瓦的条件，中国风电技术可开发量超过 55 亿千瓦，技术开发量不存在“天花板”；高比例可再生能源接入电网技术经济可行、实践经验成熟，因此并网技术问题不构成对“十四五”新增风电装机目标的制约；此外，我国风电产业基础足以支撑上述“十四五”新增装机目标。

对于光伏行业，刘译阳告诉记者，“按照‘碳达峰’目标测算，‘十四五’期间，每年光伏新增装机应达到 70GW 左右，‘十五五’期间应达到 100GW 左右，才能满足到 2030 年达峰的要求和 2025 年非化石能源占比达到 25% 的目标，而历史上最高年装机量为 53GW，所以未来光伏增长空间将十分明显。”

随着风电、光伏发电等可再生能源的进一步发展，同时随着储能成本的下降和氢能产业的发展成熟，未来可再生能源与储能和氢能的融合也成为发展趋势。中国石化集团经济技术研究院产业发展研究所所长刘潇潇认为，当前，风电、光伏技术的进步已推动了成本的大幅下降，而智慧能源也跨入了实践阶段，为未来更长期的发展奠定了良好的基础。中长期来看，随着新能源行业瓶颈的破解，我国将进入新能源大幅替代化石能源阶段，未来将需要可再生能源制氢、储能等技术来发挥更大的作用。

在刘译阳看来，目前“光伏+储能”已经成为发展趋势，随着电化学储能发展规模的扩大、成本的降低和应用场景的增多，预计在“十四五”末期，成本进一步下降并与储能发展相结合的光伏，将不仅在发电价格方面，还可以在发电质量方面与传统能源媲美。他同时表示，随着氢作为储能介质的成熟，风电、光伏等可再生能源制氢将成为未来能源发展的解决方案。

#### 转型加速助力“碳中和”

从更长远的视角来看，我国向世界作出的“碳中和”承诺，将是我国未来能源转型最核心的任务。秦海岩向记者表示，实现“3060”目标，不仅是一个环境治理问题，也是未来中国向绿色发展转型的经济问题，更是一个关乎推动构建人类命运共同体的大国担当的政治问题。

秦海岩进一步表示，为实现该目标，需要国家立刻围绕电力、建筑、工业、交通等行业展开具体行动，一方面优化产业结构，提高电气化水平和资源利用效率；另一方面快速、大规模地推广低碳能源和脱碳技术，构建规模更大、更清洁化的电力系统。他指出，随着能源转型进入快车道，各方应形成新的认识，以新思维看待可再生能源产业。

为推动可再生能源在“碳中和”目标实现的进程中发挥更大的作用，秦海岩表示，应建立稳定持续的绿色电力消费市场。通过政策引导和舆论宣传，激活绿色消费市场，并通过消费侧带动绿色能源生产，是可再生能源电力市场保持稳定增长的动力源泉。还需建设 100% 绿色能源消费城市试点。结合“能源双控”“绿色制造”“绿色金融”等现有机制，打造绿色园区、绿色工厂、绿色产品、绿色社区等。

为此，秦海岩建议，在工信部领导下制定绿色制造标准体系，在全国推广绿色产品标签认证，建立绿色信用体系，给予绿色产业和企业适当的荣誉和税收优惠等政策。结合国家提出的《绿色生活创建行动总体方案》，倡导全社会使用绿色电力。推行绿色电力消费标识，参考能效标识，引导和帮助消费者选择使用绿色电力生产的产品，对购买具有绿色电力消费标识产品的单位和个人给予适当补贴。

“实现‘碳中和’的手段无外乎三条——提高能效、能源结构调整和增加碳汇。”刘潇潇表示，“在 2060‘碳中和’目标召唤之下，开启‘十四五’能源转型发展大幕的关键在于‘两个统筹、三项布局’，即统筹好经济发展和转型之间的关系，统筹好各个能源品种之间的关系；做好需求侧改革布局，技术攻关布局和市场机制建设布局。”

中国改革报《能源发展》周刊 2021-01-05

## “十三五”风电发展综述

在十几年前，如果有人说风电等新能源行业会在我国能源发展中挑大梁，相信连风电人自己都不会相信。时至今日，不仅是在中国，推进风电等可再生能源发展已成为有序推进能源转型的全球共识。

“‘十三五’以来，我国风电等新能源发展迅速，已成为可再生能源发展主体。”2020年10月21日，国新办“十三五”生态环境保护工作新闻发布会指出，“十三五”期间，我国可再生能源新增装机年度占比超过50%，总装机占比稳步提升，已成为能源转型的重要组成和未来电力增量的主体。

据国家能源局提供的数据，截至2020年10月底，我国风电累计装机已达2.29亿千瓦，2020年前10月累计发电量3722亿千瓦时、同比增长14.7%，行业发展又进一步。

持续创新不断突破，达成行业发展里程碑

回望一路历程，总会让人颇多感慨。“十三五”的这5年，我国风电行业坚持创新、持续突破，从累计装机突破2亿千瓦、年度发电量突破4000亿千瓦时，到酒泉、哈密、百里等大型风电基地雄踞全球风电市场，注定要在发展史卷上留下浓墨重彩的一笔。

“十三五”之初，国家能源局即印发《风电发展“十三五”规划》（以下简称《“十三五”规划》），明确要求到2020年底风电累计并网装机容量确保达到2.1亿千瓦以上，为行业开启新一轮腾飞指明方向。

令人意想不到的是，仅用4年时间，风电行业在2019年底就完成了“十三五”装机任务，累计装机达到2.1亿千瓦。同样在这一年，受到三北地区弃风限电情况改善、补贴抢装、海上风电提速等多重因素的影响，我国风电行业完成了“十三五”时期的单年最大新增装机规模，年度并网装机2574万千瓦，呈现爆发式增长态势。

还有一个指标或许更能展现我国风电行业发展的“势如破竹”——“十三五”期间，风电行业由单纯追求装机量转向提升发电量，利用水平实现了质的飞跃。

“十二五”末年，我国风电消纳形势十分严峻。根据国家能源局公布的数据，2015年，我国风电行业全年弃风电量339亿千瓦时，平均弃风率15%，弃风情况较为严重的甘肃、新疆、吉林三地弃风率更超过了30%，严重掣肘行业发展，提升风电利用水平成为当务之急。

在这一关键时刻，消纳利用能力被列为各地区风电开发建设管理的铁门槛。为改善风电消纳情况，国家能源局等能源主管部门扎实推动一连串政策落地见效，每年如期下达的年度风电投资监测预警结果、年度项目建设方案以及定期发布的风电并网运行情况，为引导风电企业理性投资、推动产业健康发展发挥了积极作用。

“坚持消纳优先，加强就地利用”，持续向好的电力消纳形势成为了最好的嘉奖。2019年，我国风电年度发电量首次突破4000亿千瓦时、达到了4057亿千瓦时，占全部发电量的5.4%。曾困扰行业发展的弃风限电情况明显改善，弃风电量和弃风率持续多年“双降”，终于在2020年全面解除红色预警地区，甘肃、新疆（含兵团）等多地区风电行业在停滞多年后重新启动，为地区能源结构调整作出积极贡献。

即将于2021年正式迈入平价时代的陆上风电行业，其表现同样引人关注。得益于规模效应、竞争性配置和技术革新等措施，2019年我国风电行业单位平均造价约为7000元/千瓦，部分地区更达到了5500元/千瓦左右，较2015年下降了1000-2500元/千瓦，工程造价明显降低，为“十四五”期间陆上风电全面实现平价上网贡献重要力量。

与此同时，为助力行业顺利跨越平价门槛，2017年以来，国家能源局已多次组织开展风电平价上网项目建设，仅2020年就新增平价项目1140万千瓦，相当于半个三峡大坝，为引导行业健康有序发展奠定坚实基础。

全面发力多点开花，蓄力迎接新发展

近年来，当你行走在江苏、广东、福建等省份的海岸线上，在海风吹动下缓缓旋转的白色风机，

已成为见证地区发展最靓丽的一道风景线。作为风电行业中起步相对较晚的“小兄弟”，“十三五”期间，我国海上风电行业发展欣欣向荣。

稳定的海上资源及沿海地区发达的经济，为我国海上风电发展营造了良好环境。作为全球首个国际化大功率海上风电试验场，2018年完成建设的三峡兴化湾试验风电场项目，可容纳八家企业14台机组同台竞技，被业内视为我国海上风电产业迈向成熟的重要标志。2019年9月底，我国海上风电行业实现累计并网容量503.54万千瓦，提前15个月完成了“十三五”装机目标。同时，2019年度新增装机规模250万千瓦，是2015年年度新增容量的近7倍，占全球海上风电年度新增装机比重约40%，我国海上风电行业已成为全球行业发展的重要力量。而此时，距离我国建成第一个真正商业化的海上风电场——东海大桥风电场项目，不过10年时间。

被视为我国风电行业未来发展新蓝海的，还有平原风电。面对平价上网的“压力”，毗邻负荷中心的中东南部平原地区可以大大降低千里送电的成本付出，开始获得风电行业的更多青睐。

为适应平原地区风速随高度正比增加的高切变特点，风电企业不断增高塔筒、拉长风机叶轮直径，以扩大风机千瓦扫风面积，提高风机效益。据了解，2020年已有企业推出了塔高150米、直径叶轮150米的“双150”平原风机，在河南的年发电量预计可达到3000小时，每年纯利润接近150万元，经济效益十分可观。

“平原地区，将会是我国风电产业走向平价后的发展蓝海。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩表示，我国有500多个平原县域，初步估算可为风电平价上网项目提供1亿千瓦以上的装机容量，发展潜力十分可观。

而平原风电的发展，其实只是我国风电行业技术进步的一个缩影。事实上，伴随我国风电产业技术创新能力和速度的持续提升，新产品研发和迭代速度不断加快，产业表现日新月异。尤其是龙头企业在大容量风电机组的研发制造和应用、海上风电全产业链技术发展及智慧风电产业体系等方面，均取得较好成绩，为我国风电抢占全球市场奠定重要基础。

身处转型发展重要时期，风电行业肩负的不仅是推进能源清洁转型的历史重托，还担负了“要温暖也要蓝天”的责任担当。2017年，国家能源局通过构建“政府+电网+发电企业+用户侧”的四方协作机制，在河北张家口的尚义县、怀来县、崇礼区、经开区正式启动风电清洁供暖试点。经过3年建设，如今，张家口风电清洁供暖面积已达800万平方米，替代本地燃煤锅炉效果良好，四方协作机制更已扩大至京津冀区域，为绿色能源跨区域联动建立良好典范。

在发展中转型，在转型中跨越。“十三五”时期，我国风电行业实现了自身发展的华丽转身，持续积累，坚持突破，从迅猛发展走向高质量发展，达成了一个又一个发展的里程碑，为“十四五”乃至更长阶段地新一轮腾飞积蓄强大动能。

中国电力报 2021-01-10

## 广东并网海上风电突破百万千瓦

本报讯 2020年底，随着珠海金湾海上风电8台风机成功并网发电，广东海上风电并网容量达到101万千瓦，较上年同比增长259.34%。海上风电并网容量突破100万千瓦，这是广东发展清洁能源进程中的重要节点，也标志着海上风电发展速度进一步提升。

珠海金湾海上风电项目是粤港澳大湾区重点海上绿色能源项目，也是广东省第二批核准海上风电中首个实现并网发电项目。该项目风力资源丰富，总装机容量30万千瓦，预计年上网电量超7.29亿千瓦时。

广东海岸线长，风力发电蕴藏量大。目前，广东海上风电在建装机达800多万千瓦，位居全国之首。截至2020年底，广东海上风电项目中，湛江外罗一期、阳江南鹏岛已实现全容量并网，珠海桂山一期、阳江沙扒一期、珠海金湾等部分容量并网发电，实现了风电投产即并网消纳。

罗景 中国能源报 2021-01-11

## 氢能、燃料电池

### 我国首艘燃料电池游艇“蠡湖”号通过试航

我国首艘燃料电池游艇“蠡湖”号。图片由受访单位提供

日前，大连海事大学在绿色航运领域又传来好消息，学校新能源船舶动力技术研究院牵头建造的中国第一艘燃料电池游艇“蠡湖”号通过试航，标志着我国燃料电池在船舶动力上的实船应用迈出关键一步。

近年来，燃料电池在汽车上的应用得到迅猛发展，技术已经相对成熟，但想应用在船舶上，还需要解决诸多安全与技术问题。大连海事大学的研究团队依托多年来的研究积累，先后解决了船舶氢气加注、氢气瓶组轻量化、涉氢安全设计、船用燃料电池系统设计、船舶混动系统设计等技术难关。在此基础上设计的燃料电池游艇船长 13.9 米，采用 70KW 燃料电池及 86KWH 的锂电池组成混合动力，设计船速 18km/h，续航 180km，可载乘员 10 人。船型及动力等接近于国外的对标船型，而对于电动船最为关键的续航指标已略有优势。经过半个多月的海上调试，该船各项指标达到设计要求，顺利通过试航。“我们的测试验证了燃料电池作为船舶动力的实用性，船体运行过程平稳、安静、舒适，也证实其在游艇等对体验感要求较高的船型上具有独特的发展优势。”大连海事大学新能源船舶动力技术研究院杨国刚教授说。

燃料电池未来在船舶上大规模应用，还要解决成本、安全、系统船舶适用性等诸多问题。杨国刚呼吁更多的人关注燃料电池船舶，共同推动我国燃料电池船舶的发展。

谢小芳 大连日报 2021-01-12

### 德国重磅推出《国家氢能战略》 多主体行动致力环境保护

能源方面，2020 年德国高度重视“绿色氢能源”，将氢视为德国能源转型成功的关键原材料，发布总投资 90 亿欧元的《国家氢能战略》，推出 38 项具体措施，涵盖氢的生产制造和应用等多个方面。

在生产领域，致力于对传统电解氢生产方式的革新。亥姆霍茨柏林研究中心太阳能燃料研究所正在开发可廉价生产的新型光合电极和催化剂，把电解槽和太阳能电池集成为一个整体，以此把太阳光直接用来分解水。该技术目前尚处于实验阶段，能够把约 8% 的太阳能转换成氢。

在存储领域，研究氢的各种存储与运输可能性，比如地下储氢、利用现有天然气管网设施储氢、固态储氢等。亥姆霍茨盖斯特哈赫特研究中心利用粉状金属有效提高储氢效能，在室温和 10 至 50 巴的压力下实现储氢。目前在研的紧凑型金属氢化物储氢器，体积只有同类气罐的十分之一。

在运输领域，除了关注利用德国发达的天然气管网传输气态氢外，还根据氢可与不饱和有机化合物反应形成能量丰富液体的特点，正在开发有机液体氢化物储氢技术，使氢能像石油一样存储或运输。

在应用领域，德国专注于改善氢燃料电池的效率、寿命和性能。此外，德国还从系统分析视角把氢技术整合入能源系统。弗劳恩霍夫算法和科学计算研究所成功开发软件，可以使电力公司能够分析和转移负载，并将存储设施集成到城市基础设施中，通过交叉能源管理提高效率。

太阳能方面，亥姆霍兹柏林能源与材料中心研发新型钙钛矿—硅—串联太阳能电池功效高达 29.15%，成为新的太阳能电池功效世界纪录。马克斯·普朗克聚合物研究所发现，钙钛矿晶体中的微观结构会影响电子移动的速度，这些电子通道的巧妙排列可以使钙钛矿太阳能电池更加高效。

环保方面，德国阿尔弗雷德·韦格纳研究所—亥姆霍兹极地和海洋研究中心领导的“北极气候研究多学科漂移观测站”成功对北极进行为期一年的全面研究。研究人员搜集了 150 万亿字节数据和 1000 多份冰样本，通过一周年的北极地区观测数据，加深理解北极中央海域大气—海冰—海洋—生

态系统间的耦合过程，提高北极天气预报、海冰预报和气候预测的能力。

气候保护方面，德国致力于到 2050 年实现欧盟范围内气候中和的目标，到 2030 年温室气体排放量与 1990 年相比至少减少 55%。未来几年德国预算的 23%—31%将分配给与气候相关的领域，包括削减增值税、下调电价以及对面向未来的技术创新提供补贴等措施。

企业行动方面，2020 年 11 月，德国汉莎航空公司从法兰克福飞上海的波音 777 货机，完成了首次“碳中和”货运航班飞行。该航班往返行程都使用由动植物油脂制造的可持续航油，比使用传统航油减少了约 80%的碳足迹，而剩余的 20%碳足迹将通过植树造林进行抵消。

李山 科技日报 2021-01-12

## 中国科大团队研制出一种新型燃料电池阴极催化剂

记者 11 日从中国科学技术大学获悉，该校曾杰教授团队与国家同步辐射实验室鲍骏教授团队合作，研制出一种新型氢氧燃料电池阴极催化剂。

该催化剂为超立方体框架结构，在氢氧燃料电池阴极反应中表现出高活性和高稳定性，为今后相关电催化剂的设计提供了新思路。该成果日前发表于《美国化学会志》。

燃料电池是一种化学电池，它利用物质发生化学反应时释出的能量，直接将其变换为电能。当前，电池阴极氧还原反应的铂基催化剂活性和稳定性较低，制约了电池输出功率和充放电循环次数，从而增加了整个燃料电池的成本。因此，高活性、高稳定性的阴极催化剂制备，成为氢氧燃料电池研究的热点与难点。

中国科大团队受三维立方体向四维超立方体演变的启发，将钌铂均匀合金立方体进行氧化刻蚀，通过精准调控钌原子去除和余下钌原子、铂原子重排，得到钌铂合金超立方体框架结构。此外，通过调节初始立方体中钌、铂比例，还可以得到八足体和立方框架结构。

在电池阴极催化测试中，立方框架结构、超立方体结构和八足体结构的单位质量活性，分别达到商用铂碳催化剂的 4.1 倍、11.6 倍和 8.3 倍。理论计算表明，超立方体表面晶面的氧吸附能最接近于理论最优值，这一趋势与实际测试的氧还原活性顺序相一致。

吴兰 中新网 2021-01-11

## Nel 在 Fredericia 氢气项目中获得丹麦 Everfuel 公司 20MW 水电解设备合同

2020 年 12 月 30 日 Nel 氢气公司(奥斯陆股票市场代号：NEL)已与 Everfuel 公司（如下简称 Everfuel）签订了一份 20 MW 水电解制氢设备合同，用于丹麦 Fredericia 炼油厂附近的绿色制氢设施。

Nel 首席执行官 Jon André Løkke 表示：“Everfuel 的雄心是将绿色氢气的价值链商业化，以支持欧洲实现碳中和的目标。这是第一个重要步骤，我们很自豪地宣布这一位于丹麦 Fredericia 的绿色制氢设备合同，它把我们的合作伙伴 Everfuel 定位在将氢气不断发展，作为关键能源载体的中心位置。”

Nel 公司已与 Everfuel 签订了一项协议，以交付一台 20 兆瓦的大型水电解设备。Fredericia 工厂将拥有高达 8 吨/天的绿色氢气生产能力，基于可再生风力发电制氢，现场储存能力为 10 吨。该水电解制氢设备将于 2021 年交付，并于 2022 年年中全面投入使用。

“这是我们与壳牌（Shell）炼油厂密切合作，通过 Fredericia 的 HySynergy 水电解项目建立自己的绿色制氢的一个重要步骤。它将把氢气直接送入 Everfuel 的价值链，将可再生能源生产的水电解氢气，通过大运量氢气管束车配送到加氢站和其它最终用户。这是我们将绿色氢气价值链商业化以实现交通运输零排放的核心。”Everfuel 首席执行官雅各布·克罗斯加德（Jacob Krogsgaard）表示。

Everfuel 合同尚须经董事会批准，价值 720 万欧元。

另外，2020 年 11 月 25 日曾有新闻报道，Everfuel 和 Nel 已签署了建立合资公司，共同开发挪

威氢气零售和卡车运输客户的最终协议。Everfuel 将拥有 H2 Fuel Norway 公司（简称 H2Fuel）51% 的股权，自 2021 年初起，该公司将更名为 Everfuel Norway Retail 公司。Nel 将持有 Everfuel Norway Retail 剩余的 49% 的股份。

中国能源网 2021-01-07

## 重磅！12 个城市、区组建京津冀氢能示范城市群通过评审，即将获批

日前，记者获悉，北京市大兴区五届人民代表大会第七次会议上获悉，全球范围内日加氢量最大的加氢站（日加氢量 4.8 吨）和总面积 4888 平方米的国际氢能交流中心，即将在北京中日创新合作示范区投入使用，园区科研楼及厂房将于 2021 年 6 月底前全部建成。

与此同时，该报道还指出，2020 年大兴区还代表北京市作为牵头城市，联合海淀、昌平等六个区，以及天津滨海新区、河北省保定市、唐山市、山东省滨州市、淄博市等共 12 个城市（区）组成京津冀燃料电池汽车示范城市群，共同参与国家燃料电池汽车城市群申报工作。

据悉，京津冀燃料电池汽车示范城市群已顺利通过五部委组织的专家评审，该示范群将纳入首批国家燃料电池汽车示范城市群名单，并且即将获得批复。下一步将充分发挥示范区的引领作用，带动京津冀能源绿色转型发展。

从目前公开信息的情况来看，已经有广东、山东、湖北、江苏、内蒙古等省市区已经官宣自己申报的城市名单。而之前在网络渠道上流出了第一次评选结果：北京城市群、上海城市群、广东城市群、河北城市群、河南城市群在资料评选阶段名列前茅；不过记者认为，无论最终花落谁家，按照政策精神，大部分城市群都将无缘第一批示范城市名单。此前有消息认为，燃料电池版“十城千辆”首批将有 6 个城市群获得审批，且最终结果或在春节前公布。

北京日报 2021-01-07

## 氢能产业将在“十四五”迎来机遇期

隆冬很冷，但是氢能很热。截至目前，全国已有 18 个省份，超过 50 个城市和地区出台了氢能发展规划和相关产业激励政策。与此同时，产业链企业也是动作不断，签约合作或是新品发布等利好消息接踵而至。

作为世界领先的活塞式和隔膜式压缩机制造商之一，诺曼艾索集团（NEA）近日收购了 HYTRON Energy & Gas（HYTRON）。据悉，HYTRON 在 PEM 和碱性电解槽、天然气和乙醇重整器的工程与系统集成领域已成为领先的解决方案提供商，未来，HYTRON 将作为独立公司和品牌并入新成立的诺曼艾索集团能源解决方案部门。

“收购 HYTRON 使我们能够为客户提供完整的成套设备，即从电解、压缩、罐装到供给的一站式服务，可满足快速增长的世界市场需求。”NEA 集团管理合伙人 Alexander Peters 表示。

利好不止于此。近日，NEA 集团旗下的高端品牌 HOFER 压缩机与中集安瑞科和其他几个新客户签署了战略供应商协议。据了解，NEA 集团的成员 Andreas Hofer 高压技术有限公司（HOFER），2020 年已向中集安瑞科集团交付了共 11 台隔膜式及活塞式压缩机。高质量的压缩机作为加氢站的核心组成部分，有助于进一步加快传统能源向氢能源的过渡。

HOFER 相关负责人表示，“2019 年中集安瑞科的大批量订单表明对我们技术和压缩机质量的认可。”HOFER 的专业知识和德国制造对中国的另外三个新客户也起到了决定性作用。“我们将在 2020 年向中国交付 20 台各型号的压缩机。”

HOFER 在韩国已是加氢站设备市场的领头羊。自 2017 年以来，HOFER 已收到来自韩国的大量订单。如今 HOFER 的干式压缩机用于首尔国会大厦对面的加氢站以及该国最大的汽车制造商的测试中心。与此同时，韩国公司委托 HOFER 公司研发最新一代的活塞式压缩机。中国与韩国氢能市场

一样，液压驱动的干式活塞压缩机以及两级 MKZ 隔膜压缩机应用最多。

华创证券认为，在低碳发展和能源转型的大背景下，“十四五”期间，氢能产业将迎来重要的机遇期。

国务院新闻办公室近日发布的《新时代的中国能源发展》白皮书提出，将面向重大共性关键技术，部署开展新能源汽车、智能电网技术与装备、可再生能源与氢能技术等方面的研究。此外，还将加速发展绿氢制取、储运和应用等氢能产业链技术装备，促进氢能燃料电池技术链、氢燃料电池汽车产业链发展等。

业内人士认为，“面对能源安全、环境保护等压力，我国发展氢能的热情更加高涨，地方纷纷提出要建设氢谷、氢都、氢城、氢产业园等。”

《世界能源发展报告 2020》认为，我国氢能发展已经进入关键期，我国的氢能发展应做好以下工作：加强“全国一盘棋”的统筹规划；要警惕盲目扩张、重复建设和无序竞争的现象，切忌技术空心化、产业概念化，切忌在应用市场壮大后被卡住技术脖颈；加大产学研投入与基础教育研究。

国际氢能委员会预测，到 2050 年，全球氢能占能源比重约为 18%，氢能产业链产值将超过 2.5 万亿美元，且随着技术研发和产业资本的持续投入，未来 10-20 年全球氢能产业将迎来快速发展的重大机遇期。《世界能源发展报告 2020》显示，全球氢能布局加速，从能源发展规律和影响变量来看，氢能产业已进入新发展阶段。各国开始从多个角度推动氢能发展，包括深度评估挖掘氢能潜力、全面促进氢能技术研发、系统规范氢产业国际标准、协调推进氢能供应链建设、持续扩大世界氢能合作等。

王彩娜 中国经济时报 2021-01-08

## 示范城市群渐行渐近 氢能发展前景可期

在未来城市群的发展过程中，氢能产业的制、储、运、加各个环节，均需要“多元化”的发展路径。

随着燃料电池汽车示范城市群渐行渐近，氢能行业对即将入选城市群名单的关注度日渐提升，对未来四年示范期内产业的发展寄予厚望。

“此次示范城市群政策有三大要点，即自主创新、龙头企业和优势区域。”在 1 月 6 日召开的“2020 势银氢能与燃料电池产业年会”上，佛山环境与能源研究院院长赵吉诗指出，示范城市群的目标在于自主创新，在优势区域打造相对完善的产业链，扶持一批龙头企业。在他看来，在未来城市群的发展过程中，氢能产业的制、储、运、加各个环节，均需要“多元化”的发展路径。

### 绿色氢能潜力巨大

作为清洁、高效的二次能源，氢能制取与可再生能源大规模开发的结合被视为未来能源转型的重要趋势，以及我国实现碳达峰、碳中和的重要路径。华润智慧能源有限公司副总经理赵雅文指出，“十四五”期间，在“碳中和”目标下，新能源将迎来大规模发展，但在风、光等资源条件优越且土地成本较低的区域，考虑到新能源发电面临的送出和消纳问题，发展氢能将非常重要。

对此，考克利尔竞立（苏州）氢能科技有限公司董事长张碧航表示：“我们‘十三五’期间已经实现了可再生能源占比 15% 的目标，‘十四五’期间占比要达到 20%。而根据习总书记的指示要求，到 2030 年还要达到 25%，从这些目标看，未来绿氢的发展速度将不断加快。”他指出，未来利用风电、太阳能、水能制氢将作为储能的重要手段被广泛应用，同时还能起到调节平衡电网负荷的重要作用。

在张碧航看来，国内大规模可再生能源制氢已进入示范商业化阶段，从技术性到经济性已经逐步走向成熟。电解水是目前为止可再生能源转化为绿氢的唯一途径，具有安全可靠、洁净环保、布点方便的特点。他强调，电解水制氢过程中没有任何污染的排放，同时，只要有电能的地方就可以通过电解水生产氢，且副产物也可以利用。

长期来看，可再生能源制氢的“绿氢”路径被业内视为主流发展方向，但近期，多种制氢方式并行



的路径仍被看好。“制氢要有多元化的技术路径，要因地制宜，根据资源禀赋和技术的性价比来考虑制氢的方式。”在赵吉诗看来，目前，电解水制氢、天然气制氢都值得推广和鼓励，“我们支持多元化的制氢方式，目的是降本增效，实现低碳、可持续发展。”不过，他同时表示，从“碳中和”目标出发，长远来看，还是要大力发展可再生能源制氢。

“当下氢源仍以副产氢为主，但未来将逐步向可再生能源制氢过渡。”江苏国富氢能技术装备股份有限公司战略与研发总监魏蔚表示，中国目前太阳能仅占可开采量的 2.5%，风能为 5%，未来开发潜力巨大。发展“可再生能源+氢储能”对于替代进口石油天然气，2030 年实现“碳达峰”、2060 年实现“碳中和”意义重大。她预计，到 2035 年，氢能在中国终端能源消费占比将达到 20%。

#### 储运方式并行发展

在氢能产业链中游，储、运、加等环节的发展正在呈现出多样化的路径。安瑞科（廊坊）能源装备集成有限公司氢能事业部总经理李怀恩指出，氢能的储运目前主要有管道输送、高压氢气储运和液氢储运等方式。虽然高压氢储运成本较高，但目前仍然是最成熟最可靠的方式，液氢和管道输氢仍有较长的路要走。

在魏蔚看来，液氢作为燃料，具有规模化降低燃料成本、提高储氢密度、减少加注时间的优势，同时液氢罐箱不仅可以公路运输，还可实现水陆联运。她表示，随着燃料电池汽车规模化应用，储氢方式将从单一的气态储氢向气氢、液氢等并行发展。未来，氢能在陆地的长途高效储运，将依靠液氢、管道氢、50MPa 高压氢相结合的方式，而氢能的全球贸易和海上运输，将依靠液氢运输船和液氢海上接收站。

“示范城市重要任务之一是构建完善产业链，目前来看，储运环节是较大短板。”赵吉诗表示，当前，氢储存有很多技术，应用较多的压缩气体运输存在效率低、成本高的问题，而液氢又受制于法规、标准的缺失，成为发展的重要瓶颈。

赵吉诗表示，“要探索多元化的储氢方式，降低氢能储运成本，首先要提高气氢储运压力，同时，液氢和固态储氢等路径也都要完善，尤其是液氢的标准和规范应尽快出台。”此外，对于加氢站建设，他强调，要支持多元化建站的模式，例如制氢-加氢子母站、油氢合建站以及燃料电池汽车运营平台自建站。

液空厚普氢能装备有限公司总经理刘兴认为，未来，加氢站将呈现多样化的发展。为了解决运输问题，根据车辆应用的差异，将产生不同的加氢方式。他表示，随着氢气大规模应用，液氢的经济性将大幅提升，有机储氢和固态储氢的加注方式也有着较大的发展前景。

#### 应用场景多元开拓

业内普遍认为，在氢燃料电池车的发展前期，商用车将扮演“主角”。“纯电动车最初发展也是从商用车开始，但目前是纯电动乘用车主导天下。”深圳市氢雄燃料电池有限公司 CEO 熊云表示，氢能作为能源革命的口号提出，瞄准的目标绝对不仅仅是商用车，目前氢能产业已到了新的拐点，产业化的场景和产业启动的速度超出想象。

对此，英飞腾（上海）氢能源发展有限公司总经理胡泉认为，从长远来讲，很难说燃料电池商用车与燃料电池乘用车谁更快商业化，“因为两个产业完全不是一个量级，商用车是百万级的量级，乘用车是千万级的量级，当乘用车抓住了关键时间点，它的发展速度会比商用车更快。”他表示，氢燃料电池叉车非常具备成本优势，从全生命周期的角度来讲成本可以做到最低，未来在中国潜力巨大。

赵吉诗指出，“燃料电池汽车的发展应创新商业模式，可以探索融合发展的模式，如支持将燃料电池汽车的推广与本地传统行业发展融合，鼓励传统能源汽车开展与氢燃料电池车辆运营一体化的模式。”他表示，“到目前为止，车辆出售基本局限于公交车，也就是政府买单，这种以公交车为主要应用场景的模式是不可持续的。”

据中国改革报、改革网记者了解，氢能应用市场潜力巨大，在能源、交通、工业、建筑等领域都有着广阔的发展前景，仅在交通领域，也有船舶、航空等诸多非汽车应用场景。“氢动力在航空领域

的应用有着明显的技术优势，氢本身就是为飞行而诞生的。”浙江氢航科技有限公司董事长刘海力表示，氢有较高的能量密度，用于航空的氢动力成本将有巨大的下降空间。

在刘海力看来，工业无人机是一个巨大的领域，在应急、高原巡检等方面都将有广阔的应用场景，在长距离、长时间应用的领域，氢能无人机都有着明显的优势。他强调，“能源的发展，从来都是因地制宜，氢能时代不只是氢能车时代，应支持多样化的氢能应用，除道路车用这一应用方向外，还应向航空等其他方面发展。”

焦红霞 中国改革报 2021-01-15

## 德国政府投资七亿欧元大力发展氢能

德国联邦教研部 1 月 13 日宣布，将投入约七亿欧元资金资助该国三个氢能示范项目，以落实该国制定的《国家氢能战略》。

德国于 2020 年 6 月通过了《国家氢能战略》，希望将德国打造为氢能领域的全球领头羊。

德国联邦教研部 13 日公布的这一计划将资助从去年夏天举行的“德国：氢能共和国”竞赛中脱颖而出三个项目。参与角逐的 32 个项目都是在业界具有领先地位、且与科技界和经济界达成合作关系的大型项目。

赢得德国政府资助的三个项目分别为：致力于水电解槽批量生产技术的“H2Giga”；研究借助风力涡轮机直接在海上生产氢能及其衍生物的“H2Mare”；研发和测试不同距离下氢气运输技术的“TransHyDE”。从今年上半年起，这些项目预计将携手超过 200 家合作伙伴，在未来四年时间内为德国研发面向未来的氢能技术。

“氢工业下一步发展的关键在于降低生产成本，使得将来能够生产和运输大量氢能。这正是这些研究项目的重点。”，德国联邦外贸与投资署氢能专家施陶比茨(Heiko Staubitz)向中新社记者分析，随着德国根据其《国家氢能战略》实施若干大型项目，今后亦将为国际企业在氢能领域提供众多机遇。

彭大伟 中国新闻网 2021-01-15

## 智利要做“绿氢强国”

2020 年 11 月，智利宣布了酝酿已久的国家绿氢战略，致力于发展绿氢产业，助推智利 2040 年前转变为“绿氢强国”。

有分析认为，智利拥有巨大的可再生能源发展潜力，其氢能源产业发展前景广阔。

据了解，智利拥有丰富的太阳能、风能资源，目前在建的发电厂中有 20%是太阳能发电厂，占到当前拉美地区太阳能发电厂总数的 2/3。

行业数据分析与咨询公司 GlobalData 预计，到 2030 年，可再生能源发电有望占智利发电总量的 50%。

据智利能源部长 Juan Carlos Jobet 表示，截至 2020 年 9 月，智利已经在可再生能源发电领域投资 200 亿美元。同时，智利还承诺到 2040 年关停所有燃煤发电厂。

有分析认为，近年来，智利的太阳能和风能虽已取得长足发展，但仍有巨大潜力可挖。据悉，智利北部的阿塔卡马沙漠拥有超强的太阳辐射，而最南端则有持续不断的风力，如果都加以利用有望将智利当前的可再生能源发电量提升数十倍。

基于上述基础条件，智利推出了国家绿氢战略，目标是到 2025 年实现 5 吉瓦的可再生能源发电制氢装机；到 2030 年，可以生产世界上最便宜的绿氢；到 2040 年，使智利跻身全球氢能出口国行列。

据能源信息网站“国际智慧能源”报道，如果该计划得以实现，绿氢将使智利的温室气体排放量

减少 25%。同时，据智利政府估计，氢能行业的发展可在未来 20 年内创造近 10 万个就业岗位，带动约 2000 亿美元的投资。

为了推动绿氢战略更好地实施，智利开始加大力度支持发展可再生能源电力。绿色能源机构 ACERA 的统计数据显示，智利可再生能源电力的总装机量已经从 2018 年的 5.08 吉瓦，增至 2019 年的 5.9 吉瓦，占比已达 19.4%。

另据清洁能源资讯网站 Recharge 报道，智利国家能源委员会计划于 2021 年 5 月启动新一轮可再生能源电力招标。

据了解，2017 年 11 月，智利曾举行了 2.2 太瓦时可再生能源电力招标，24 家公司参与竞标，其中意大利能源巨头 Enel 的子公司 Enel Generación 提交了 21.48 美元/兆瓦时的最低报价，最终整体招标的平均电价为 32.50 美元/兆瓦时，是智利自 2006 年开始进行可再生能源电力招标以来的最低价。

业界普遍认为，在可再生能源电力装机逐年快速增长、可再生能源电价不断下降等条件下，智利的绿氢产业将有非常广阔的发展前景。

据麦肯锡咨询公司预测，到 2030 年，智利的绿氢价格有望与天然气发电生产的灰氢展开竞争。

路透社援引智利天主教大学矿业工程学教授 Lillo 的话称，目前绿氢的生产成本是其他途径制氢的 3-4 倍，基于智利可再生能源发电成本不断下降，智利政府制定的目标是到 2030 年，绿氢价格低于 1.5 美元/千克，到 2050 年进一步降至 0.8 美元/千克。

此外，Jobet 还表示，智利将抓住机遇，吸引全球投资发展绿氢产业。据麦肯锡咨询公司预计，到 2030 年，全球对绿氢的投资可达 5000 亿美元，到 2050 年将进一步增至 2.5 万亿美元。“智利必须抓住这一机遇，吸引更多投资发展绿氢。”Jobet 说，“为此，智利将为投资者营造良好的环境，帮助其尽早获得经济回报。”

根据世界银行发布的《2020 年营商环境报告》，智利的营商环境在全球 190 个经济体中排名第 59，有一定投资吸引力。事实上，得益于丰富的可再生能源资源和积极的投资政策，智利已经吸引了全球多家大型能源企业前来寻找绿氢投资机会。

据路透社报道，2020 年 10 月，西门子能源、保时捷公司联合意大利国家电力公司、智利电力公司 AME 以及智利国家石油公司，共同在智利开发建设了一个生产绿氢的工厂。德国经济部也为该绿氢工厂提供了 820 万欧元的资金。该工厂预计将于 2022 年投产，届时将成为智利首个绿氢工厂，也是拉美地区最大的制氢工厂之一。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2021-01-04

## 我国发布全球首个“绿氢”标准

本报讯 为推动我国氢能产业高质量发展，践行“碳达峰和碳中和”愿景，2020 年 12 月 29 日，由中国氢能联盟提出的《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》正式发布实施。

通过标准形式对氢的碳排放进行量化在全球尚属首次。该标准运用生命周期评价方法建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系，从源头出发推动氢能全产业链绿色发展。标准指出，在单位氢气碳排放量方面，低碳氢的阈值为 14.51 kgCO<sub>2</sub>e/kgH<sub>2</sub>，清洁氢和可再生氢的阈值为 4.9 kgCO<sub>2</sub>e/kgH<sub>2</sub>，可再生氢同时要求制氢能源为可再生能源。

该标准对标了欧洲依托天然气制氢工艺为基础推行的 Green Hydrogen Certification 项目，并对我国氢气供应情况进行了系统摸底，深入调研了国家能源集团等单位的制氢项目，创新性提出了“两线三区”范式——既从方法论和清洁氢指标方面与国际接轨，又立足国情充分考虑我国当前煤制氢为主的客观现实。标准的发布实施有利于引导高碳排放制氢工艺向绿色制氢工艺转变，并有助于打通碳市场和氢市场。

卢常佳 中国能源报 2021-01-04

## 电解水制氢产业链日渐打通氢能利用降本可期

“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”，这一减碳目标甫一发布，就迅速化身能源领域的一道“动员令”。能源电力系统的清洁、低碳发展的大方向愈发明晰，氢能作为可以衔接能源生产消费低碳化、电力系统灵活性调节、绿色交通等多个领域的“桥梁”，如何对其进行高效、经济开发及利用，无疑是实现减碳目标的“必答题”。

### “绿氢”经济性有望提升

根据氢气制备消耗的能源形式不同，业内普遍将氢能分为“绿氢”“蓝氢”“灰氢”，但“蓝氢”“灰氢”本身仍需消耗化石能源，碳排放的问题难以得到经济、有效的解决；“绿氢”利用可再生能源电力电解水产生氢气，在三类制氢路线中最为理想，但受制于电价，现阶段成本仍高于其他两者。

有业内专家直言，可再生能源制氢的经济性如何，仍需具体问题具体分析，不能一概而论。“西部地区在研究用富余的风、光发电制氢，但这种‘弃电制氢’的模式目前缺乏大规模推广应用的现实条件。”该专家指出，“弃风、弃光、弃水反映出电力难以消纳，用这些电制备出的氢气，其实同样受制于消纳，即氢的生产地和消费地逆向分布的问题。如果离城市、氢能项目距离足够近，运输成本可以接受，富余可再生能源制氢的模式是可以实现的。”

作为我国唯一一家水电解制氢技术研究的国家级科研院所，中国船舶集团有限公司第七一八研究所（以下简称“中船七一八所”）是国内最大的水电解制氢设备研发和生产基地，水电解制氢设备在国内市场占有率达到 60% 以上。中船七一八所一位工程师指出，随着可再生能源制氢成为新发展趋势，目前经济性较好的碱性水电解制氢技术正逐步向大容量发展，伴随可再生能源电价进一步降低，可再生能源电解水制取的氢气成本也有望下降。

“根据测算，当电价低至 0.3 元/千瓦时，电解水制氢成本可低至 1.5-2.0 元/立方米。基本与其他技术路线相当，且工艺过程简单，无污染排放。”该工程师进一步指出：“随着可再生能源发电成本不断降低，碳排放的要求和成本越来越高，可再生能源电解水制氢成本将逐步低于传统化石燃料制氢。在氢能经济发展的中后期阶段，可再生能源制氢将成为氢能的主要来源。”

### 氢能产业链初步构建

有分析指出，未来氢能源产业链下游储运等环节一旦取得突破，氢能应用的成本会进一步降低，氢能领域全产业链市场将出现大幅增长。作为目前电解水制氢技术领域的“龙头”，中船七一八所也逐渐将业务领域从制氢向加氢站、车载氢系统、工业尾气提氢设备等领域延伸。

一位业内专家表示，与国际先进水平相比，我国氢能产业链整体的技术水平仍存在一定差距，而外资企业正在通过收购、兼并及业务分拆等方式开始涉足国内氢能领域。在此背景下，各大央企、国企、上市公司等积极布局氢能产业，从资本、技术等层面共同开展氢能产业链构建。

据统计，截至目前，国内已有 30 多个省、市、自治区等出台了明确的氢能产业发展规划和指导意见，给予氢能产业相关政策鼓励和引导。尤其在一些重点地区，例如广东、山西等 10 个省份已将发展氢能写入政府工作报告，山东、河北、浙江等省份陆续发布本地氢能产业发展规划。仅 2020 年上半年，重庆、天津、宁夏、山东、吉林白城、广东佛山、河北张家口、内蒙古乌海等地就各自制定了氢能产业规划。

据了解，目前我国氢能产业已初步形成“东西南北中”五大发展区域。从燃料电池电堆、重要零部件及整车研发，到燃料电池车大规模示范和加氢网络规划，再到探索可再生能源制氢，全国多个省份、地区根据自身资源、市场等优势确定了各自的主攻方向。

### 氢能多元利用市场前景广阔

由于能源生产、消费结构的限制，氢能的利用面临很多现实挑战。除了燃料电池汽车，氢能在消费利用方面还有哪些发展空间？

“现在一些地区要求新建可再生能源项目要搭配储能，氢能也有望成为解决这一问题的可选方案。”中船七一八所相关负责人指出，“制备氢气、氢气发电这两个过程结合，可以把氢作为一种储能

形式，和新能源发电作为一个整体去保证电源出力曲线相对平稳。随着技术的改造升级，我们现在的制氢设备本身也可以适应电力波动，新能源出力水平的不稳定不会对设备运行造成障碍。”

此外，该负责人指出，未来天然气掺氢将在氢能利用中占据很大的市场空间。

他表示，在工业生产领域，如果仅仅依靠部分化工厂、医药厂来消费氢气，局限较大，企业分布范围有限，而且又涉及和风电、光伏发电等“绿氢”产地之间距离的问题。如果能将氢气掺入天然气管道一起输送，将给氢能消费利用带来极大想象空间。“目前国际上已经可以做到在天然气管道中掺入 20%的氢，在此比例下天然气的各种输送、利用设施不需要做任何的调整和更换。如果天然气掺氢可以得到推广应用，不仅能对氢能消费形成巨大拉动，也能相应为降低化石能源消耗、清洁低碳发展提供助力。”

该负责人也坦言，目前我国在天然气掺氢方面已经展开了一些探索，但在相关的标准制定、技术规范方面，还处在起草阶段，仍未最终落地。“在这些标准规范落地之前，这一路线还只能停留在示范工程阶段，暂不具备大面积推广的条件。但是其市场前景十分广阔，也应该成为未来政策、规划努力的一个方向。”

卢雯 中国能源报 2021-01-04

## 光合生物制氢技术的成长史

“科技发展，关键在人。这是河南农业大学废弃物资源化利用团队不忘初心，攻坚克难的基本遵循。”作为享受国务院特殊津贴专家、教育部首批“国家级优秀骨干教师”和河南省特色骨干学科（农业工程）的学术带头人，农业农村部可再生能源新材料与装备重点实验室主任、河南农业大学原副校长张全国教授从开始的常规能源煤炭及煤矸石和粉煤灰的清洁高效利用，到顺应国家碳中和潮流，深入开展生物质能领域的科学技术研究，利用专业知识解人民之所需，为可再生能源开发利用，尤其是为太阳能光合生物制氢提供了重要技术参考。

率先开启国内

光合生物制氢研究先河

改革开放之初，国家启动了对农民家庭用能状况的调查，广大农民普遍存在的“夏无三炊薪，冬无御寒柴”的现状。河南农业大学在老校长张百良教授带领下，克服一缺知识、二缺技术、三缺人才的重重困难，率先开办了全国第一个农村能源工程专业，并建立了以农村可再生能源为主要研究方向的实验室。张全国毅然投入可再生能源领域的研究中，不断学习国内外先进知识，锐意进取、攻坚克难。

氢能因其能量密度高，燃烧无污染、应用形式多样等被认为是矿物燃料最理想的替代能源。目前，大家所能看见的氢动力汽车已经开始试运行。然而传统的化学法制氢，不仅消耗化石能源，还会造成环境污染。生物制氢是利用微生物自身的新陈代谢途径，在常温常压下生产氢气。国内外最初关于生物制氢的研究，主要集中在光解水制氢和暗发酵制氢两种，而对光发酵制氢的研究还比较少。河南农业大学废弃物资源化利用团队，率先开始了光合生物制氢的科学研究。

光合生物制氢有较高的理论产氢量，但光发酵制氢过程中的光转化效率普遍低、反应成本远远高于其他方法的制氢成本，张全国教授团队根据光合产氢菌吸收光谱特性和太阳能辐射特性，提出了利用太阳能为光源的光合生物制氢体系及其光谱耦合理论，设计了具有自动跟踪太阳能接收装置、可改变太阳光波长的光生化制氢装置。这种可选择光谱的滤光技术装置的改进，得到了光合产氢菌吸收光谱特性随太阳能辐射波长的变化规律，不仅极大的减少了制氢成本，还提高了光转化效率。

针对光合细菌代谢制氢过程中存在的大量热物理问题，会直接影响光合生物制氢体系的能量消耗、产氢酶活性、产氢速率等，研发团队首次提出光合生物产氢热效应理论，揭示生物制氢体系的温度场变化规律，开发出生物制氢反应器内部的温度场分布数值模拟方法，提高产氢菌活性，构建与高效光合产氢菌群热力学特性相耦合的绿色光合制氢体系。随后，团队开始转向以农业废弃物为

底物的光合生物制氢研究。同时创制了世界上最大的秸秆类生物质光合生物制氢试验系统及其成套装置，优化设计了折流式联合制氢反应器内部结构，实现了太阳能光生化反应器的连续稳定运行，构建了高效节能型绿色光合制氢体系。

团队围绕光合生物制氢研究进展出版的《光合生物制氢光热质传递理论与数值分析》和《光合生物制氢理论与技术》等著作在 2017 年科学出版社农林专著销售排名中分别位列第一、第二名，《农业废弃物光生化制氢热效应理论与应用》专著于 2020 年获得国家科学技术著作出版基金资助。团队在秸秆类生物质光合生物制氢光谱耦合理论、热效应理论、多相流理论及光热质传输规律等关键科学问题取得了一系列成果，明晰了对秸秆类生物质光合生物制氢中的生物质多相流光热质传递特性及其稳定高效产氢体系，张全国教授及其团队于 2019 年获得“国际生物过程学会 PANDEY 突出成就奖”，研究成果“秸秆类生物质光合制氢光热质传递理论与调控机制”于 2020 年获得河南省自然科学二等奖，成功主办了第四届国际生物过程学会学术年会和第十三届亚洲生物制氢和生物炼制学术年会，并分别担任这两个高规格国际学术会的会议主席。

### “三化”协同开创

#### 农业废弃物综合利用新途径

截至目前，研发团队在太阳能光合生物制氢方面的研究已有 20 年。以解决实际问题出发，从开始提出的光谱耦合、热效应、多相流等理论，到现在的规模化实验，一步一个脚印，逐步阐释了光合生物制氢体系内部机理，突破了光合生物制氢技术上的瓶颈，并实现了中试规模化应用，引领了基于农业废弃物的太阳能光合生物制氢科学研究与技术发展，为农业废弃物高效梯级利用的绿色生物制氢工业化应用提供科学参考。

2019 年 3 月，中国和意大利签署了 19 份政府间双边合作文件，进一步深化了中意双方全面战略伙伴关系。在中意双方政府间全面合作的背景下，张全国团队与意大利国家研究委员会大气污染研究所签署了“基于农业废弃物的生物氢气和生物甲烷及缓释营养剂联产技术研究及示范”合作研究协议，并达成“中意农业废弃物资源化利用技术联合研究中心”的共建意向，深入开展合作研究，共同努力为“一带一路”沿线国家提供农业废弃物资源生态安全利用的新理论与新方法，开创农业废弃物综合利用的新途径。

除了生物制氢，团队也一直在对废弃物资源化清洁利用方面进行研究。农业废弃物量大面广，且能量低，如何能将农业废弃物转化为高品质能源和肥料等产品，使其产生显著的社会、经济和环境效益。目前，较为成熟的厌氧发酵产出沼气的同时，还会产生大量的发酵尾液（沼渣、沼液等），尾液中含有丰富的氮磷钾等营养元素，尾液的随意排放不仅浪费资源，还会造成环境污染。

针对以上问题，团队提出了农业废弃物燃料化、肥料化、基料化于一体的“三化”协同多联产技术，实现了“三化”系统中物质和能量的二元循环高效清洁利用，研究成果分别获得中国专利优秀奖、中国沼气学会科技创新一等奖、河南省科技进步一等奖等多项奖励。同时根据不同区域特征和用户需求，研制了一系列多联产装备，如辅热集箱式和双效增温式等，产生了显著的社会经济效益。

### 建立资源节约型

#### 绿色消费体系是当务之急

“我们要做的，就是让学生们进入社会后，充分运用所学的专业知识，能为社会发展贡献智慧。”张全国教授坦言。正是这样朴素的坚守，为实施国家碳中和战略和可再生能源发展输送了一批又一批新鲜血液。

科学研究，最终要为生产实践服务。作为中国科协首席科普专家、“科创中国”农业工程科技服务团副团长，张全国教授率领团队，积极服务乡村。2020 年，举办科普讲座 5 场，同时还创办微信公众号、做客直播间、出版科普读物，尤其结合团队研发成果“农业废弃物二元循环多联产资源化技术及应用”，在南阳、驻马店等科普实践基地进行宣传推广，创建了农业废弃物全方位高值化利用新模式，于 2017 年获河南省科普成果一等奖，为乡村振兴和脱贫攻坚提供了新途径。

多年担任十一和十二届全国政协委员、十二届全国政协教科文卫体委员会委员、民革中央委员、

农业农村部科技委农业工程学部委员、中国农业工程学会副理事长、中国高等教育学会工程热物理专业委员会副理事长和河南省党外知识分子联谊会副会长等社会职务的经历，让张全国教授对民之所需、民心所向有很深刻的认识。自 2008 年任全国政协委员以来，他就一直集中选题调研，建言献策。

其中，他提交的关于减免农业高等教育涉农专业学生学费、家电下乡的农村能源供需、新农村人才队伍建设、粮食核心产区的低碳农业发展、农村沼气科技推广能力建设、涉农专业学生素质教育、提高涉农专业学生创新就业能力、建立资源节约型绿色消费体系等提案，都取得了较好的效果。其中，关于建立资源节约型绿色消费体系的提案得到了国家发改委和财政部的高度重视，该提案还被评为十一届全国政协优秀提案。

仲国彬 中国能源报 2021-01-04

## 氢能产业面临三大挑战

氢能作为全球能源转型的重要探索方向，产业发展势头强劲。当前，全球氢燃料电池汽车保有量已超过 2.7 万辆，2019 年销售量较 2018 年翻一番。全球在运行的加氢站约 500 座。其中，日本约占四分之一，其次分别是德国、美国和中国。随着全球能源转型与清洁能源发展，国内氢能产业发展也迎来重要机遇期。国家层面出台了许多政策培育和发展氢能产业，地方政府也在积极出台相关政策引导和支持氢能及燃料电池发展。在政策利好与支持下，我国已成世界第一产氢大国，氢气年产量约 2000 万吨，加氢站数量 80 余座。虽然国内氢能产业发展取得积极进展，但仍面临巨大挑战：

一是技术装备对产业发展的支撑不足。目前，我国的氢气储运仍是短板。质子交换膜虽已进入中试阶段，但导电性能还有待提升；高强度缠绕碳纤维、聚合物气瓶内胆、气氢密封材料，以及催化剂等关键原材料基本依靠进口。加氢机、氢气压缩机，包括膜电极喷涂设备、循环泵、空压机，以及电池系统检测和氢气检测等关键技术装备与核心零部件等与国外先进水平相比，仍存在较大差距。在用燃料电池电堆的耐久性、低温性能与应用情况等方面与国际一流水平仍有一定差距。

二是氢能产业链体系尚不完备。制氢、储氢、运氢及应用尚未形成完备高效的产业链。在产业上游，我国煤制氢技术成熟、成本低，但化石能源紧缺，加之排放量高、杂质多需要提纯，或将逐步被可再生能源制氢技术所取代，但后者基础相对薄弱，利用清洁能源制氢的效率较低。在产业中游，现阶段主要是气态储氢，在国内车载高压储氢以及运氢方面均比较薄弱，基础设施缺口较大，加氢站数量少且储氢量小。在产业下游，氢能当前的应用范围比较窄，主要以燃料电池形式应用于交通领域，且技术瓶颈导致较高的成本，燃料电池汽车的产业化应用推广仍存在一定难度。

三是相关政策和标准体系仍不健全。国内已有 30 多个省市发布了氢能产业发展规划，但多数缺少系统性的配套政策和产业发展路线图，不利于氢能产业快速培育和布局。加之氢能项目成本高、技术水平不足、涉及面广，还存在跨领域协作不足，跨部门协调机制不够完善等问题。此外，氢能领域相关国家标准已 80 余项，行业标准、地方标准 40 余项，但部分标准已显滞后，许多标准还未制定。特别是关于产品安全可靠、耐久性等方面的要求还有所欠缺。

针对上述情况，提出如下几点建议：

一是强化顶层设计，推进氢能产业均衡发展。氢能产业链长，关联性强，制氢、储氢、运氢与应用环环相扣、紧密相连，必须要全产业链统筹考虑与布局。结合实际、因地制宜，科学有序制定氢能产业发展战略与路线图、时间表。统筹兼顾，既承接优势产业，推动氢能产业发展，又防止盲目扩张，避免未来出现产能过剩问题。不仅在市、省域范围，甚至要区域乃至全国范围内合理进行产业布局与规划，实现氢能产业规模化、商业化健康发展。

二是加大支持力度，鼓励创新。加大资金投入力度，支持氢能和燃料电池核心关键技术攻关、创新平台搭建、应用示范与推广。完善激励措施，创新金融产品和服务，加大对氢能基础设施建设、氢能与燃料电池产业研发实验与检验检测技术服务平台，以及氢能企业等提供融资担保力度，构建

政府作引导、企业为主体、社会广泛参与的多元化投资体系。

三是完善氢能与燃料电池技术标准体系。健全氢能生产、储运、应用，以及燃料电池的安全、性能、安装及试验方法等领域的相关规范与标准，为基础设施、技术、管理、评价、服务等提供支撑。建立健全检测体系，为燃料电池的技术进步与产品应用提供保障。积极参与氢能领域国际标准化工作，促进技术交流与进步，不断提升我国氢能装备与产品的质量、市场竞争力与影响力。

四是加强氢能领域国际合作。随着新冠肺炎疫情得到阶段性控制，多国政府将清洁能源等绿色投资作为恢复经济的重要抓手。如欧盟正加大对氢能、碳封存等技术研发的支持，并提出消除可再生能源领域的非关税壁垒；“一带一路”共建国家也在凝聚共识推动绿色复苏。这些将为我国氢能领域国际合作带来新机遇。我国构建以国内国际双循环相互促进的新发展格局，在开拓合作共赢新局面下，也必将实现更多领域、更广范围、更高层次的双边、多边合作。

五是强化人才支撑。加强氢能产业人才队伍建设，加快关键材料与部件的科研攻关，培育人才。通过柔性引进、创新人才交流合作等方式，支持和鼓励企业和科研院所引进领军人才。并以重大项目为依托，加强产、学、研和用合作，吸引、集聚高精尖技术人才、管理运营人才，以及专业技术人员等。

（作者均供职于赛迪智库节能与环保研究所）

王颖 崔志广 中国能源报 2021-01-11

## “绿氢”标准化建设迈出关键一步

### 核心阅读

氢能产业目前处于“从无到有”的商业化初期阶段，而实现“从有到优”则需要进一步从产业用氢源头上对制氢工艺路线进行界定，更加凸显氢能的绿色环保属性。

近日，由中国氢能联盟牵头制定的《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》正式发布实施，首次通过标准形式对氢的碳排放进行量化。

据悉，该标准建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系。业内分析认为，这一标准的出台填补了国内制氢环节从碳足迹的角度界定标准的空白，有利于从源头上推动氢能全产业链绿色发展。

### 为氢源提供界定依据

根据标准的征求意见稿，氢气分为低碳氢、清洁氢、可再生氢气三种类型。标准明确指出了在单位氢气碳排放量方面低碳氢、清洁氢和可再生氢的具体阈值，可再生氢同时要求制氢能源为可再生能源。

同时，该标准运用了生命周期评价方法建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系，这意味着包括氢气生产原料的获取、运输、氢气生产制造及现场储运等四个阶段都将纳入评价体系。

一直以来，氢气按照生产来源分为“灰氢”“蓝氢”和“绿氢”三类。TüV 南德意志大中华地区氢能业务拓展经理姚健表示，目前产业用氢仍以石化能源来源（含工业副产氢）的“灰氢”为主，但“绿氢”缺少定量标准，用可再生能源制取的“绿氢”较少，且各种来源的氢气之间缺乏从碳足迹角度出发的定量界定标准。同时，如何从生产“灰氢”过渡到“绿氢”缺乏一定引导，此次出台的“绿氢”标准用更为严谨的量化方式对氢源进行界定，有利于从源头推动氢能产业的绿色发展。

“与此前考察氢气纯度和品质的标准不同，此次‘绿氢’标准从制氢过程中碳足迹的角度考察制氢过程的工艺去碳程度，且只和上游制氢环节相关，标准的认定范围到氢气产品出厂为止。”姚健补充称。

### 弥补“碳足迹”核查空白

氢的核心优势是无污染、零排放，而氢的来源是决定氢能产业能否实现零排放的关键，但事实



上，相关专家均表示，在现阶段的氢能产业链中，制氢环节远未受到足够的重视。

日前，工信部原部长、中国工业经济联合会会长李毅中在公开场合表示，“绿氢”是产业发展的方向，在氢能产业链中，制氢是源头，需相关部门组织调研，并编制合理、务实的规划，同时根据应用场景、市场需求制定相应标准、规范。

姚健表示，氢能产业目前处于“从无到有”的商业化初期阶段，而实现“从有到优”则需要进一步从产业用氢源头上对制氢工艺路线进行界定，更加凸显氢能的绿色环保属性。此前行业对氢的来源关注较少，而是更关注用氢环节的应用，“绿氢”标准的出台对制氢绿色工艺路线的形成、可再生能源制氢项目的推进、以及推进石化制氢添加 CCUS 装置方面起到关键支撑作用。

“本次‘绿氢’标准的制定，弥补了国内制氢环节碳足迹核查的空白，不仅为实现‘碳达峰’和‘碳中和’目标提供支撑，同时也将制氢的来源界定清楚，明确氢的低碳属性，引导高碳排放制氢工艺向绿色制氢工艺转变。后续标准也会在各参编单位的合作下，以一些示范项目的认证为模板，为氢能产业提供实际参考。”姚健表示。

将获“政策+市场”双重鼓励

记者查阅资料发现，事实上，在去年 9 月五部委发布的燃料电池汽车产业补贴政策中，对氢源的碳排放量就做出了相关政策鼓励。在补贴政策附件《燃料电池汽车城市群示范目标和积分评价体系》中，氢能供应及经济性关键指标明确鼓励清洁低碳氢气的制取，争取实现每公斤氢气的二氧化碳排放量小于 15 公斤。其中，每公斤氢气的二氧化碳排放量若小于 5 公斤，将给予 3 分/百吨的奖励。

一位氢能行业资深专家对记者表示，“绿氢”标准的出台为上述政策中的鼓励举措提供了更好的执行支撑，让制氢企业有明确、科学的生产依据，同时为“绿氢”的规模化发展奠定理论基础。

在采访过程中记者了解到，实现氢能产业的持续高质量发展，不仅要充分发挥“绿氢”的能源价值，对“绿氢”碳交易价值的挖掘也尤为重要。

日前，生态环境部宣布自 2021 年 2 月 1 日起施行《碳排放权交易管理办法（试行）》，碳排放权交易已成为控制温室气体排放的重要市场化手段。姚健认为，随着氢能产业的发展及“绿氢”规模的增长，“绿氢”或将成为碳排放市场中重要的交易内容。生产低碳氢的企业既能拿到国家直接给予的政策补贴，生产过程中的碳排放配额还可以进行交易，清洁氢和可再生氢的制取将获得“政策+市场”的双重鼓励，绿色低碳氢能将迎来更好的发展环境。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2021-01-11

## 核能

### 我国反应堆堆芯熔融研究获重大突破

本报讯 日前，由上海核工院、中核北方核燃料元件有限公司、中国科学院金属研究所共同开展的百公斤级反应堆原型材料熔融及反应试验完成试验装置研制及首炉超高温熔融物试验。据悉，该试验为国内首创，填补了国内空白，多项指标处于国际领先水平，其成功实施对于核电厂严重事故研究具有里程碑式意义，并进一步验证了国和一号严重事故缓解措施的有效性。

上海核工院介绍，此次试验熔融物采用二氧化铀、二氧化锆、铁、锆等堆芯材料，可真实反映核反应堆原型条件。试验技术取得多项国际第一：超高温熔融物试验装置最大装料量可达 200 kg 以上，具备同时熔炼氧化物和金属的能力，以更好研究堆芯熔融的整体情况；通过合理的电磁感应控制和屏蔽技术，首次实现了对熔炼工质的精准定位加热，准确模拟熔融物衰变热分布；使用二次投料设备及控制理论首次模拟并真实反映了堆芯熔化、坍塌过程中的熔融物瞬态现象，并可对熔融物液面进行精确测距定位。

据了解，核电中的严重事故专指核电厂堆芯发生明显损伤的事故，简单而言就是堆芯由于种种原因冷却不足，在衰变热的作用下发生熔化。而一旦堆芯熔化，核燃料棒内大量放射性裂变产物将丧失包容而进入反应堆和安全壳内，如若这两道屏障也发生失效，则放射性物质将进入环境。

2011年福岛核事故后，反应堆堆芯熔化的严重事故迅速成为国际核能界的研究热点。但是，核反应堆严重事故机理现象复杂，涉及到多流场、多相变、多种材料组分，特别是堆芯熔融物处于超高温条件且含有大量铀材料，试验研究难度极高。

此前，试验研究通常采用模拟工质代替堆芯原型材料，存在较多局限性，例如无法模拟超高温的含铀堆芯熔融物各组分之间的化学反应，而且国际上仅经济合作与发展组织（OECD）组织开展过百公斤量级的采用堆芯原型材料的熔融物反应试验（MASCA项目），由于受当时技术条件限制，试验在加热、测量等方面的不足，导致业内对试验结果有较大争议。并且，由于我国并非OECD成员国，无法获得相关试验数据。

国和一号作为我国自主研发、具有完全自主知识产权的大型先进压水堆核电型号，必须攻克这项难关。据了解，在国家大型先进压水堆科技重大专项的支持下，上海核工院联合国内顶尖核工程、材料学等跨学科、多专业的研究机构和专家，组成了反应堆堆芯熔融的联合研究团队，整体策划、分步实施。其中，第一阶段课题研究从2009年开始，为后续原型材料试验积累了充足的技术储备。第二阶段课题研究从2018年开始，2020年6月8日在国内率先完成10公斤级含铀熔融物热力学试验，获得了评审专家的高度认可，为百公斤级熔融物试验打下坚实基础。

后续，研究团队将利用该试验平台继续开展试验研究和数据分析，获得更多创新成果。

（郭禾）

中国能源报 2021-01-04

## 高温气冷堆核电示范工程双堆开启热试

本报讯 2020年12月30日20:12，石岛湾高温气冷堆核电站示范工程两台反应堆完成加热除湿，反应堆回路温度均稳定在250℃，压力均稳定在7MPa，标志着示范工程继双堆冷试之后，全面开展双堆热态功能试验（以下简称“热试”）且进入最后阶段。

示范工程2020年7月25日全面进入调试阶段，先后于10月19日和11月3日完成双堆冷试，于11月25日和12月14日启动热试抽真空除湿。经科学设计调试程序、有效组织资源，双堆由“串联”优化为“并联”调试，大幅提高了试验验证效率。

热试时长约2个月，共分为抽真空除湿、加热除湿、热态功能试验三个阶段。其中，热态功能试验主要项目包括主氦风机热态性能试验、燃料装卸系统热态性能试验、控制棒及其驱动机构热态性能试验、氦净化系统热态性能试验、吸收球系统热态性能试验等，主要目的是在氦气气氛下对堆内陶瓷构件和预装石墨球进行初步除湿，同时按照核电厂实际运行参数，验证系统的各项功能和性能指标与设计规定的一致性。

据华能石岛湾核电公司介绍，此次双堆热试为世界首座球床模块式高温气冷堆示范工程积累了宝贵经验，为充分验证系统的功能、可靠性以及后续装料、并网发电等工程目标奠定了坚实基础。

潘鲁达 彭帅 中国能源报 2021-01-04