

# 能 量 转 换

## 剪 报 资 料

总 51 期  
3/2022.3

中国科学院广州能源研究所 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

## 目 录

### 一、总论

1. 能源要点都有啥? .....	5
2. 新能源技术装备加速升级——多项新能源技术获中国电工技术学会科学技术奖.....	6
3. 政府工作报告中的能源视角.....	7
4. 我国能源结构“绿化”成效显著 .....	9
5. “十四五”末新能源装机占比超 50% .....	10
6. 电网仿真支撑新能源大规模接入 .....	10
7. 德国加快推进能源多元化 .....	12
8. 这些技术趋势引领全球新电网 .....	14
9. 新能源和可再生能源发电装机占比达到 38% .....	16
10. “三多”特征赋能新型电力系统建设 .....	16
11. 2021 年我国发电设备产量创近 10 年新高 .....	17
12. “十四五”现代能源体系这样建 .....	18
13. 推进工业园区能源结构转型的政策建议 .....	20
14.《“十四五”现代能源体系规划》发布——2035 年能源高质量发展取得决定性进展基本建成现代能源体系.....	22
15. 2022 年能源工作指导意见 .....	23

### 二、热能、储能、动力工程、节能

1. 完善新能源车电池回收利用 .....	28
2. 国家发改委、国家能源局印发实施方案——到二零二五年新型储能步入规模化发展阶段 .....	30
3. 新能源汽车换电站前景如何 .....	31
4. 国内首套 F 级燃气轮机控制系统 .....	34

5. 氢燃料电池车五年关键期来了 .....	35
6. 两部门印发《“十四五”现代能源体系规划》，到2025年——非化石能源发电量比重达39%左右 .....	37
7. 新型储能将步入规模化发展阶段 .....	38
8. 无烟煤让负极材料更“锂”想 .....	39
9. 广东燃料电池汽车示范城市群建设提速 .....	41
10. 《“十四五”新型储能发展实施方案》解读 .....	42
11. “十四五”节能减排工作如何落实？ .....	45
12. 微型无电池传感装置可随风飘浮 .....	47
13. 加入催化剂改变盐浓度锂电池的动力学速率提高数倍 .....	48
14. 新型储能发展大步提速 .....	49
15. 我国燃料电池汽车技术标准进一步细化 .....	51
16. 储能电站有了“CT扫描”——湖南电力创新集控模式发挥储能效益 .....	52
<b>三、碳达峰、碳中和</b>	
1. 天河CBD楼宇引领绿色风潮——《零碳数智楼宇等级规范》团体标准发布 .....	53
2. 瞄准“四个一”目标 中科院发布科技支撑“双碳”战略行动计划 .....	55
3. 实现“双碳”目标建污降碳协同增效是重点 .....	56
4. 正确认识和把握碳达峰碳中和 .....	57
5. 用好“蓝碳”这股宝藏力量 .....	59
6. 建议加速绿色低碳技术变革 .....	60
7. 最新研究表明我国陆地生态系统存在巨大碳汇 .....	61
8. 全球能源相关碳排放创新高 .....	62
9. 全球能源领域碳排放量再创新高 .....	63
10. 加快形成降碳减污扩绿增长协同机制 .....	64
11. 建筑业降碳难点多潜力大——住建部近日印发《“十四五”建筑节能与绿色发展规划》 .....	65
12. 建筑碳排放如何计算？这款软件让建筑耗材用之有据 .....	67
13. 科学有序推进“双碳”战略 .....	68
14. CCS商业化开发迎来突破 .....	69
<b>四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 广州力争2025年率先建成“无废城市” .....	71
2. 全过程全链条优化 规范餐厨垃圾处理 .....	74
3. 加大工业固废污染惩治力度 .....	74
4. 精准把握“无废城市”建设内涵和垃圾治理规律 .....	75
5. 持续提升园体废物与化学品环境治理能力 .....	76

6. 广州推进海绵城市建设方案出炉	79
7. 有效控制水环境中有毒有害污染物，保护水生生物多样性	80
8. 新污染物治理成为“十四五”生态环保工作重点	82
9. 推进农业废弃物综合利用	83
10. 3年要建200个以上“无废细胞”	84
11. 煤制油与生物质能融合发展潜力大	86
12. 绿色技术“嵌入”生产过程精化品制造实现“三废”近零排放	87
<b>五、太阳能</b>	
1. 光伏实现规模化发展	90
2. 光热产业迎来发展新机遇	90
3. 钙钛矿太阳能电池性能退化问题得解	92
4. 龙源电力研发分布式光伏监控系统	92
5. 分布式光伏配储大有前景	93
6. 65%！薄膜硅光伏电池光吸收率创新纪录	94
7. 国内单体容量最大光热储一体化项目开工	95
8. 建筑产电 屋顶外墙装机预计15亿	96
9. 新策略提升钙钛矿太阳能电池稳定性	97
10. “悬空”石墨烯，光电组“CP”	98
<b>六、地热</b>	
1. 加快研究地热发电扶持政策	100
2. 统筹协调，释放西部中高温地热资源开发潜力	100
<b>七、海洋</b>	
1. 发展海洋新兴产业 建设现代海洋城市	101
2. 首次发现一种大尺度湍流混合新路径	102
<b>八、氢能</b>	
1. 制氢加氢一体化取得突破	103
2. 脱碳倒计时开启 全球航空业能否“氢”装上阵	104
3. 氢能探索多元化应用	109
4. 将建大型绿氨项目	110
5. 国际可再生能源署：绿氢产业政策要“打补丁”	110
6. 氢能产业发展中长期规划出台	111
7. 国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021～2035）》	112
8. 氢能运输短板正在补齐	113
9. 投行：全球氢能市场规模2050年将超万亿美元	115

<b>九、风能</b>	
1. 发展深海风电，行稳方可致远	115
2. 全球海上风电业大“风”来袭	117
3. 海上风电运维船实现定制	118
4. 《“十四五”新型储能发展实施方案》提出——促进大规模海上风电开发消纳	120
5. 全球十大风电整机制造商排名出炉——中国企业占据六席	120
6. 2030年海上风电装机目标翻倍	121
7. 国内首个百万千瓦海上风场发电量过10亿	121
<b>十、核能</b>	
1. 欧盟开启核电不易	122
2. 国家发改委：积极推进气电、核电价改	124
3. 中国核电跻身世界第一方阵	126
<b>十一、其他</b>	
1. 在德阳建设清洁能源装备制造基地	128
2. 煤电保供转型齐头并进	129
3. 石油化工行业发展新能源大有可为	131
4. 3%~9%煤矿瓦斯直燃技术补齐甲烷全浓度利用短板	133
5. 煤炭清洁高效利用是根本出路	134
6. 大力推进“煤电+”耦合发电	136

---

<b>行业动态</b>	
1. 全球首列搭载二氧化碳空调地铁列车正线运营	137
2. 新建年处理5万吨废盐渣资源化利用处置工程项目	137
3. 英国拟建空间太阳能电站	138
4. 中国能建主编塔式太阳能热发电标准发布	139
5. 上海电气首个海外大型储能项目启动	140
6. 大型潮流能发电机组“奋进”号在浙江下水	140
7. 全球首套千吨级二氧化碳加氢制汽油示范装置开车成功	141
8. 首个工业规模绿氢项目投产	141
9. 新疆哈密打造风电装备全产业链	142
10. 法国将新建两座漂浮式海上风电场	142
11. 新疆首个“风光火储”清洁能源基地投建	143

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

## 一、总论

### 能源要点都有啥？

中国电力报 2022.3.1

2月22日，《中共中央国务院关于做好2022年全面推进乡村振兴重点工作的意见》即2022年中央一号文件发布。那么，党的十八大以来中央一号文件的农村用能工作要点有哪些？请往下看！

2013▶▷农村电网升级改造要注重改善农村居民用电和农业生产经营供电设施，中央投资继续支持农村水电供电区电网改造和农村水电增效扩容改造

2014▶▷因地制宜发展户用沼气和规模化沼气

2015▶▷继续实施农村电网改造升级工程

因地制宜采取电网延伸和光伏、风电、小水电等供电方式，2015年解决无电人口用电问题

完善农村沼气建管机制

2016▶▷加快实施农村电网改造升级工程，开展农村“低电压”综合治理，发展绿色小水电

发展农村规模化沼气

2017▶▷实施农村新能源行动，推进光伏发电，逐步扩大农村电力、燃气和清洁型煤供给

实施农村饮水安全巩固提升工程和新一轮农村电网改造升级工程

因地制宜推进平原地区农村机井油改电

2018▶▷加快新一轮农村电网改造升级，制定农村通动力电规划，推进农村可再生能源开发利用

推进北方地区农村散煤替代，有条件的地方有序推进煤改气、煤改电和新能源利用

2019▶▷全面实施乡村电气化提升工程，加快完成新一轮农村电网改造

2020▶▷完成“三区三州”和抵边村寨电网升级改造攻坚计划

国家支持家庭农场、农民合作社、供销合作社、邮政快递企业、产业化龙头企业建设产地分拣包装、冷藏保鲜、仓储运输、初加工等设施，对其在农村建设的保鲜仓储设施用电实行农业生产用电价格

2021▶▷实施乡村清洁能源建设工程。加大农村电网建设力度，全面巩固提升农村电力保障水平

推进燃气下乡，支持建设安全可靠的乡村储气罐站和微管网供气系统

发展农村生物质能源

加强煤炭清洁化利用

2022▶▷研发应用减碳增汇型农业技术，探索建立碳汇产品价值实现机制  
深入实施农村电网巩固提升工程  
推进农村光伏、生物质能等清洁能源建设  
巩固光伏扶贫工程成效，在有条件的脱贫地区发展光伏产业  
严格控制以玉米为原料的燃料乙醇加工  
加强农业面源污染综合治理，深入推进农业投入品减量化，加强畜禽污资源化利用，  
推进农膜科学使用回收，支持秸秆综合利用

## 新能源技术装备加速升级

### 多项新能源技术获中国电工技术学会科学技术奖

中国电力科技装备报 2022.3.3

日前，2021年度“中国电工技术学会科学技术奖”获奖名单正式出炉，共评出待授奖项目48项，其中一等奖12项、二等奖24项、三等奖12项。风电、光伏、新能源消纳等技术装备加速升级迭代，占据该名单半壁江山，新疆金风科技股份有限公司，明阳智慧能源集团股份公司、上海电气风电集团股份有限公司、浙江运达风电股份有限公司、思源清能电气电子有限公司、深圳市禾望电气股份有限公司（以下简称“禾望电气”）等设备企业榜上有名。

#### 风电领域关键技术加快产业化

近年来，我国风电产业朝着大功率、智能化、低成本方向快速发展，陆上风电主流机型从单机容量1.5兆瓦发展为3兆瓦~4兆瓦，海上风电从单机容量5兆瓦发展为10兆瓦批量应用，陆上风电机组不断挑战中低风速极限，大功率海上风电技术持续迭代优化，我国风电技术不断升级换代。

在此次获奖名单中，由华中科技大学、中国电力科学研究院有限公司、禾望电气、浙江运达风电股份有限公司、新疆金风科技股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、河北建投新能源有限公司、武汉大学、华北电力大学联合完成的《风电快速调频控制理论与关键技术及规模化应用》项目，荣膺2021年度中国电工技术学会科学技术奖一等奖。

该项目首创风电惯量与一次调频序贯协调的快速调频控制理论，突破了相关传统分析与控制技术的瓶颈，研发出系列独特的控制技术及装备，并开展了多场站示范，引领了风电主动调频的技术革新，对未来风电、光伏大规模发展和应用下的新型电力系统构建具有重要的启发意义。

在该项目中，禾望电气研制出具备自主惯量响应的风电变流器系列产品，可主动实现对接入电网的高速惯量支撑，从而提升风电机组大规模应用后的系统运行稳定性，同时兼顾了风电机组对调频载荷和发电效率的优化需求，所展示的动态响应速度和控制精度等性能指标远超相关标准要求，获得了市场的高度认可。

同时，禾望电气还研制出具备快速一次调频能力的风电场能量管理系统，聚焦改善风电场的涉网特性和场内各机组的利用效能。该系统除一次调频功能外，还包含场站无功调压功能和机端电压优化等功能，性能优异，部署、调试便利。

近年来，禾望电气已获得国家科学技术进步奖二等奖、中国可再生能源学会科学技术进步奖一等奖、深圳市科技进步奖一等奖、冶金科学技术奖一等奖等多项科学技术大奖。这些殊荣充分展示了禾望电气在科研创新和行业应用上的强劲实力，也是所在行业、专业对禾望电气长期投入前沿技术研发和在应用上深度耕耘的肯定。

### **新能源并网消纳技术备受瞩目**

新能源大规模发展是实现“双碳”目标的必然要求，电力系统低碳转型的关键在于高比例新能源的消纳利用。以新能源为主体的新型电力系统具备三高特征：一是高比例可再生能源，二是高比例电器电子设备，三是高比例分布式能源。由于新能源发电出力存在高度波动性和不确定性，对比传统的能源系统，新能源为主体的新型电力系统从发电、输电到配用电，都在发生巨大变化。

在发电侧，新能源不稳定性、用电负荷预测偏差使不确定性增大；在输电网，功角稳定性下降、电网惯量下降，让稳定性下降；在配用电，分布式能源规模应用、配电网的复杂度增加，又逼迫可靠性下降。

由中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司华北分部、国网新疆电力有限公司、清华大学、南京南瑞继保工程技术有限公司、国家电网有限公司西北分部、国网山西省电力公司电力科学研究院共同完成的《提升新能源消纳能力的交直流混联电网安全稳定控制关键技术及应用》项目；由清华大学、河海大学、特变电工新疆新能源股份有限公司、爱士惟新能源技术（江苏）有限公司共同完成的《基于直流母线电压信息的规模化光伏储能变换器控制关键技术及应用》项目；由清华大学、国网吉林省电力有限公司、北京清大高科系统控制有限公司、长春市热力（集团）有限责任公司、国网辽宁省电力有限公司联合完成的《高比例新能源电力系统多能协同调控技术及应用》项目，均荣获2021年度中国电工技术学会科学技术奖一等奖。

随着新能源装机规模逐步扩大，其出力波动范围和波动速率也将日益增大。因此，亟需多措并举提升系统灵活调节能力。在电源侧激发多元电源的协同调节潜能，在电网侧实现更加灵活优化的运行方式，在负荷侧推动需求响应常态化，在储能侧引导各类储能资源参与系统调节。新能源并网消纳技术必将成为构建新型电力系统的重要支撑。（于海江）

## **政府工作报告中的能源视角**

中国电力报 2022.3.6

透过政府工作报告的能源关键词，能拼出一幅怎样的能源高质量发展蓝图？

3月5日上午，第十三届全国人民代表大会第五次会议在北京人民大会堂开幕。国务院

总理李克强代表国务院，向十三届全国人大五次会议作政府工作报告。

今年的政府工作报告中，10余次提到能源电力领域，千余字涉及能源相关内容。落实碳达峰行动方案、确保能源供应、推动能源基础设施建设、保障民生和企业正常生产经营用电等任务清晰明了，需要扎实有力地推动落实。

### 关键词1 ▶▷ 碳达峰碳中和

“落实碳达峰行动方案。推动能源革命，确保能源供应，立足资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，推进能源低碳转型。”政府工作报告中“先立后破、通盘谋划”八个字，道出有序推进碳达峰碳中和工作的关键。

从《关于2030年前碳达峰行动方案的通知》强调“稳妥有序、循序渐进，确保安全降碳”，到中央经济工作会议提出“正确认识和把握双碳”“实现双碳不可能毕其功于一役”，再到对“碳冲锋”“一刀切、运动式减碳”等做法的纠偏，我国推进碳达峰碳中和工作的步伐越来越稳健、路径越来越清晰。

“建了新房子，才能把老房子拆掉。”中国能源研究会常务理事李俊峰表示，“先立后破”里的深刻辩证关系，需要在推进碳达峰碳中和工作的过程中深刻理解。

碳达峰碳中和工作涉及经济社会发展方方面面，除了立与破的关系，推进碳达峰碳中和工作，还要统筹处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，因此必须坚持通盘谋划，绝不能就碳论碳。

据了解，浙江、四川、宁夏、吉林、河北、成渝（成都、重庆双城联合行动方案）、江苏等地已出台碳达峰行动方案，多个省份政府工作报告明确2022年将制定完善碳达峰行动方案。

相信各省区市、各重点行业将在切实可行的碳达峰行动方案指导下，在明确能源安全和经济增长两大降碳底线的前提下，在多重目标与多重约束条件下扎实推进碳达峰碳中和工作。

### 关键词2 ▶▷ 确保能源安全

1万余字的政府工作报告里，“稳”被提及76次之多。

“今年我国经济面临需求收缩、供给冲击、预期转弱三重压力，必须爬坡过坎。”在3月5日下午国新办就政府工作报告有关情况举行的吹风会上，国务院研究室副主任向东表示，要把握好稳住宏观经济大盘的主要政策取向，确保粮食能源安全就是其中一项。

能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题，对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要。在不确定性加剧的2021年，全球天然气、煤炭、石油等价格加快上涨，我国加强大宗商品保供稳价，着力解决煤炭电力供应紧张问题。

作为世界最大的能源消费国，如何有效保障国家能源安全、有力保障国家经济社会发展，始终是我国能源发展的首要问题。政府工作报告明确，2022年将“确保粮食能源安全”“保障民生和企业正常生产经营用电”“增强国内资源生产保障能力，加快油气、矿产等资

源勘探开发”。

伴随着用能结构、产业升级乃至经济转型的重大变革，面向未来，能源领域要继续扎实提升能源供应的自主、可控能力，持续提升油气勘探开发力度，不断完善产供储销体系，增强生产供应及战略储备、应急能力，始终绷紧保障能源安全这根弦，让能源的饭碗稳稳端在自己手里。

### 关键词3 ▶▷ 保障民生有效投资

面对2022年的挑战，政府工作报告列出了今年解决民生和企业用能问题的政策清单：“保障民生和企业正常生产经营用电。”“清理转供电环节不合理加价。”“支持地方对特殊困难行业用电实行阶段性优惠政策。”“启动乡村建设行动，加强水电路气信邮等基础设施建设。”

一条条承诺背后所透露出的民生关切，是在严峻挑战下中央释放出千方百计保民生的强烈政策信号。值得注意的是，政府工作报告提出，今年要“围绕国家重大战略部署和‘十四五’规划，适度超前开展基础设施投资”。据了解，“十四五”规划确定的102项重大工程，目前已分解出2600多个项目，正在稳妥有序地推进实施。

“一段时期以来，基础设施的投资增长是比较低的，今年要加大这方面的支持力度。但现阶段扩大投资，并不是说像以前那样搞粗放式发展，我们扩大的是有效投资。什么叫有效投资？就是经济发展和民生急需的项目。”国务院研究室综合一司司长刘日红表示。

政府工作报告中提到，今年安排中央预算内投资6400亿元，比上年增加300亿元，将在“建设重点水利工程、综合立体交通网、重要能源基地和设施，加快城市燃气管道等管网更新改造，完善防洪排涝设施，继续推进地下综合管廊建设”等领域积极扩大有效投资。  
(支彤)

## 我国能源结构“绿化”成效显著

中国能源报 2022.3.7

国家统计局2月28日发布的《2021年国民经济和社会发展统计公报》显示，2021年我国能源消费结构持续优化，清洁能源消费量占比升至25.5%，较2017年大幅提高5个百分点，全年全国万元国内生产总值能耗和二氧化碳排放实现“双降”，标志着“十四五”开局之年能源产业绿色低碳转型成效显著。

### “风光”装机大增

2021年末，全国发电装机容量237692万千瓦，比2020年末增长7.9%。

火电装机容量129678万千瓦，增长4.1%；

水电装机容量39092万千瓦，增长5.6%；

核电装机容量5326万千瓦，增长6.8%；

并网风电装机容量32848万千瓦，增长16.6%；

并网太阳能发电装机容量 30656 万千瓦，增长 20.9%

#### 清洁能源消费量占比升至 25.5%

全国能源消费总量 52.4 亿吨标准煤，比 2020 年增长 5.2%。

煤炭消费量占能源消费总量的 56%，比 2020 年下降 0.9 个百分点。

天然气、水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源消费量占能源消费总量的 25.5%，比 2020 年提升 1.2 个百分点。

煤炭消费量增长 4.6%；原油消费量增长 4.1%；天然气消费量增长 12.5%；电力消费量增长 10.3%。

#### 能耗、二氧化碳排放“双降”

全国全年万元国内生产总值能耗比 2020 年下降 2.7%

全国万元国内生产总值二氧化碳排放下降 3.8%

## “十四五”末 新能源装机占比超 50%

中国能源报 2022.3.14

本报讯 日前，内蒙古自治区人民政府办公厅发布《内蒙古自治区“十四五”能源发展规划》（下称《规划》），提出在全国率先建成以新能源为主体的能源供给体系、率先构建以新能源为主体的新型电力系统，到 2025 年新能源装机规模达到 1.35 亿千瓦以上，新能源装机占比超过 50%，年减排二氧化碳 2 亿吨左右，为 2030 年前实现碳达峰做出贡献。

《规划》明确，内蒙古“十四五”期间将实现“一个目标”、推进“三个转型”、打造“四大产业”、实施“十大工程”。其中，“一个目标”就是要建成国家现代能源经济示范区；“三个转型”就是要着力推进绿色、数字、创新转型；“四大产业”就是着力打造风能、太阳能、氢能和储能等四大新型能源产业；“十大工程”就是着力实施新能源倍增、灵活电网、控煤减碳、源网荷储、再电气化、绿氢经济、数字能源、惠民提升、科技赋能、区域合作等十项工程。

此外，《规划》还提出立足“两个屏障”“两个基地”“一个桥头堡”的战略定位，到 2025 年煤炭产量稳定在 10.5 亿吨左右，发电装机达到 2.71 亿千瓦，原油、天然气产量达到 120 万吨、330 亿立方米以上。同时，深入实施能源惠民提升工程，到 2025 年城乡居民生活人均用电量提高到 900 千瓦时、年均增长 10% 以上，清洁取暖率超过 80%，管道天然气覆盖 66% 旗（县、区），蒙西地区基本实现“县县通气”、蒙东地区实现“市市通气”。

（肖明）

## 电网仿真支撑新能源大规模接入

中国电力报 2022.3.14

国家统计局近日发布的 2021 年国民经济与社会发展统计公报显示，2021 年全国发电装

机容量增长 7.9%，其中风电装机增长 16.6%，太阳能发电装机增长 20.9%。我国新能源装机规模已连续多年稳居全球首位。

高速增长的新能源装机背后，我国电网也成为全球接入新能源规模最大的电网。电力电子设备的广泛应用与电压等级最高、跨大区交直流混联等特点叠加，我国电网的复杂程度前所未有，电网发展与安全稳定运行面临严峻挑战。

“我们应对挑战的一个重要法宝是领先世界的电网仿真技术，利用该技术准确掌握新的电网系统特性，为电网发展建设、运行控制和安全防御策略提供有效决策支持。”国家电力调度控制中心系统处处长贺静波介绍。

依托国家 863 计划，国家电网开展重大科技项目“新一代特高压交直流电网仿真平台”建设，准确研判电网发展新形势，对仿真技术进行创新迭代。项目即将迎来投用 5 年的重要节点。历经 5 年的检验，新一代电网仿真技术愈发展现出不可或缺的作用，有力支持电网安全水平持续提升和电力绿色低碳发展。

### 电网仿真技术不可或缺，创新迭代不可迟步

电力系统是最复杂的人造动态系统，设备数量数以百亿计，与交通运输、水利、油气等系统不同，电能以光速传输，发输用电实时动态平衡，电网动态特性极难准确掌握。此外，时刻支撑各行业运转和千家万户用电的电网运行不能中断，这一方面对电网新技术、新装备、新策略的可靠性提出了极高要求，另一方面又不可能在实际电网中进行破坏性试验。仿真技术成为掌握复杂大电网特性的唯一有效手段。

“以张北柔直电网工程为例，工程创造了 12 项世界第一，核心技术和关键设备均为国际首创，实现了北京冬奥会场馆 100% 绿色电力供应。我们应用新一代仿真平台进行了 5800 个工况、8 万余次仿真计算，对工程并网特性、运行方式、控制保护策略、故障应对措施等进行了全方位的仿真分析和实验验证，保障了工程顺利投产和高质量服务冬奥绿电供应。”国家电网仿真中心数模混合仿真研究室主任朱艺颖介绍。

“正是始终瞄准实际电网发展需要，始终坚持创新迭代，我们的仿真技术才能有效支持像张北柔直工程这样的能源转型重大标志性工程，才能有力应对‘双碳’目标和新型电力系统建设给电网带来的新挑战。”国家电网仿真中心副主任李亚楼说。

随着直流输电和新能源的快速发展，电网电源结构发生深刻变化，传统的仿真技术出现了“仿不了”“仿不准”“仿不快”的问题，电网安全运行和清洁发展面临严峻挑战。

“我们从 2012 年开始新一代电网仿真平台的基础研发，2015 年国家电网公司组建专门团队集中进行攻关，2017 年末建成了世界上仿真规模最大的全电磁暂态实时仿真系统，实现对国家电网任一区域 220 千伏及以上电网的实时仿真，并在我国电网发展规划、调度运行、新设备研发等方面广泛应用。”李亚楼表示，“十年磨一剑，我们把准了行业发展的方向，踩准了节奏，科研攻关有的放矢，技术供需有效衔接。”

### 整体解决制约电网仿真规模、精度、效率的矛盾问题

在新一代大规模电磁暂态仿真系统问世前，电网仿真的规模、速度、精度是难以兼顾的矛盾问题：机电暂态仿真无法适应直流和新能源大规模接入的电网仿真需要；电磁暂态仿真常用于局部电网和具体工程，如果用于仿真较大规模的实际电网，计算耗时非常巨大；纯数字建模仿真难以准确模拟电力电子设备控制特性，必须依靠数模混合仿真提升仿真精度。

“新一代仿真平台整体解决了制约电网仿真规模、精度、效率的矛盾问题，将大电网仿真时间尺度由毫秒级细化至微秒级，仿真规模可以覆盖任一区域电网，计算效率提升 3000 倍以上，实现 10 回以上直流工程实际控保装置接入数字仿真电网的数模混合仿真，跨越式提升了大电网的仿真精度，各项主要指标均居国际领先水平。”贺静波介绍。

“我们完成了一个几乎不可能完成的任务。”朱艺颖回忆着新项目的攻关过程，“项目研发历经重重难关，例如大电网数模混合仿真，须在 50 微秒内完成万节点级电网模型在数百个 CPU 核上的并行求解，并与数十套实际物理装置接口完成输入输出信号的同步交互，这在世界范围内从未实现过。”

“2015 年立项时，一些国内外专家认为用电磁暂态仿真工具对大电网建模根本不可能，有的专家认为项目研发至少需要 25 年。事实证明，我们用 5 年时间就完成了项目攻关，实现了核心设备、技术和软件的国产化，并将项目成果融入生产环节和管理流程，形成对电网发展的有效支撑。”李亚楼说。

### 有力支撑高比例新能源接入电网的安全高效发展

新一代仿真平台投运的 5 年也正是我国电网发展突飞猛进的 5 年，平台始终瞄准实际电网发展需求，广泛应用于解决电网发展实际问题，支撑我国建成了众多开创性的重大输电工程，一次次推动我国电网输电能力和安全运行达到更高水平。

项目成果在西电东送、大区电网互联、特高压交直流输电工程、新能源集中外送、柔性直流电网等电网发展的每个关键时期都发挥了重大作用，在国家电网全部网省公司应用。新增经济效益超过 120 亿元，提高国家电网新能源送出及跨区、跨省消纳能力，年增清洁能源消纳电量超过 300 亿千瓦时，减排二氧化碳超过 3200 万吨。项目成果还在南方电网等国内数十家单位应用，并推广至巴西、巴基斯坦等海外工程。

贺静波表示：“目前，新一代仿真平台能够满足对新型电力系统建设的支撑需要。对电网仿真来说，技术创新没有尽头。我们将持续在提高精度、扩大规模、应用实用的路上探索追求，在电网科学规划、提升新能源并网占比、提高电力系统利用效率、提升电网安全稳定性等方面发挥更大作用。”（刘泊静）

## 德国加快推进能源多元化

经济日报 2022.3.18

随着乌克兰局势升级，国际能源市场连日来大幅波动。俄罗斯手中的能源一直被外界认为是左右地缘政治局势的一张“王牌”，包括德国在内的欧洲国家在能源领域高度依赖俄罗

斯。有数据显示，在消费方面，德国国内 50% 以上的天然气、45% 的硬煤以及 34% 的石油来自俄罗斯。

为加快能源来源多元化，减少对俄罗斯的依赖，日前德国政府推出了一系列新举措。

据德媒报道，近日，德国联邦经济与气候保护部（以下简称“联邦经济部”）提出《可再生能源法》（EEG）立法修正案草案，拟加速德国风能、太阳能等可再生能源基础设施建设，同时，将实现 100% 可再生能源供给并放弃化石燃料的目标提前至 2035 年，以尽快实现能源转型。

据了解，德国政府早在 2010 年就曾提出在 2050 年前完成 100% 可再生能源供给的目标，然而随着欧洲能源转型趋势愈演愈烈，其在 2021 年将目标提前至“2040 年放弃化石燃料”，此次修改使该时间进一步提前。

根据该草案，到 2030 年德国国内风能或太阳能供给份额占比应达到 80%。届时，德国陆上风能容量将翻一番，达到 110 吉瓦；海上风能将增加一倍以上，达到 30 吉瓦；太阳能将增加三倍以上，达到 200 吉瓦。到 2035 年，德国将实现 100% 可再生能源供给。

此外，该草案还规定德国将于今年暂停削减对屋顶新太阳能电池板的补贴，并将在 7 月初取消为扩大可再生能源而征收的税款。

联邦经济部部长哈贝克就该草案表示，能源政策就是安全政策，德国加速扩张可再生能源产能，是减少对俄罗斯化石燃料依赖的关键因素。

据联邦经济部人士透露，联邦经济部将加速推动该草案在联邦议会获得通过，以便使其在 7 月前正式生效。

为了弥补在足够可再生能源投入使用之前的能源供给差距，德国政府在短时间增加传统能源供给方面同样制定了多项措施。

一是加快液化天然气接收站建设。近日，德国联邦总理朔尔茨在联邦议会宣布，德国必须改变路线，以克服对个别能源供应商的依赖。因此德国将加快推动布伦斯比特尔港和威廉港两个液化天然气接收站的建设工作，同时该接收站未来还可用于进口氢气。此外，据德媒报道，德国政府目前已要求德国能源公司 Uniper 恢复其在威廉港建造液化天然气码头的计划。朔尔茨称，德国还计划将天然气的储存量增加到 20 亿立方米，同时将与欧盟协商，在世界市场上购买更多天然气。

二是延长煤炭发电的使用期限。目前，哈贝克在参加欧盟能源部长会前表示，可能会将德国煤电厂的使用期限推迟到 2030 年后。但他同时表示，最终目标仍是通过可再生能源来实现能源独立。据了解，德国政府此前计划在 2030 年逐步淘汰燃煤电厂。

三是不排除继续使用核电的可能性。哈贝克表示，德国正在权衡是否延长其剩余核电站的使用寿命，他不会在“意识形态上”拒绝在德国进一步使用核电。他表示，目前德国关闭核电站的准备工作已进行得很深入，核电站只能在最高的安全关切下继续运行。据了解，德国目前仍有 3 座核电站（Isar 2、Emsland 和 Neckarwestheim II）在继续运行，德国政府此

前宣布在 2022 年底前关闭所有核电站。

德国政府在能源领域推出的新举措显示出其摆脱对俄能源依赖的决心，但最终效果如何还有待观察，德国实现能源安全之路仍任重道远。

首先，德国在短时间内无法真正找到来源，以替代俄罗斯能源进口。3月3日，哈贝克明确表态，反对禁止从俄罗斯进口化石能源产品，称相关禁令将危及德国的社会和平。他表示，即使迅速采取行动，依旧无法改变德国当前高度依赖进口的现状，至少短期内，德国仍须从俄罗斯进口能源。

其次，建设液化天然气接收站等基础设施需较长时间。虽然德国政府规划的液化气接收站目前已进入建设期，但据德国能源公司 Uniper 表示，在威廉港建造液化天然气码头至少需要三年时间，而最终投入运营还需要通过德国政府长时间的审核。

最后，进口液化天然气并不能完全取代对管道天然气的需求。据联邦经济部透露，近日德国已与欧盟协商，加大在全球市场采购液化气的数量，并通过比利时或荷兰等现有终端运往德国。然而有分析指出，如果欧洲不再从俄罗斯进口天然气，即使所有液化气终端都得到充分利用，目前也只有 40% 的欧洲天然气需求可通过液化气来满足。（陈希蒙）

## 这些技术趋势引领全球新电网

科技日报 2022.3.21

随着技术的不断发展，各国的电网必须适应时代的需求并朝更现代化的方向迈进，以满足人们对更清洁、更可靠能源日益增长的需求。但自然灾害或安全事故会导致电网供应效率低下或者中断，各国管理机构和消费者也都在尽力寻找解决方案。

美国《福布斯》双周刊杂志网站在近日的报道中指出，2022 年，大数据和安全技术的有效利用，将有助于提升电网的安全性和配送效率。

### 实时数据提升电网效率

更强大的电网可以囊括地下敷设电线、更换故障设备、植被管理等。电力公司目前主要依靠监控和数据采集系统以及能源管理系统从网络中收集数据，但数据的上传和处理速度很慢。

更高效的电网需要获得实时数据，否则，电力公司就对电网的运营情况缺乏预见性和控制力，如果能更好地利用这些实时数据，电力公司可以让某些项目优先实现现代化，并为电网未来更好的运营提供基础。

2022 年，电力公司将优先考虑从家庭、企业或充电站获取实时数据，配电网中的线路传感器将为电力使用模式、线路干扰和电网稳定性提供信息，电力公司将能利用这些信息改善电网的使用效率。

此外，电力公司可以监控配电网的实时状态，使用数据预测故障，并在故障发生前主动修复故障。2022 年，电力行业将迎来充满活力和激动人心的时刻，数据和分析将在其中发

挥更关键的作用。电力公司将使用数据在其配电策略中建立更高的精度和控制力，以提高效率和可靠性。

### **优化能源分配**

由于可再生能源和电动汽车的出现，电网的变化需要运营商拥有更大的可视性和控制力，以促使电网更好地应对需求高峰以及电力的分配，但现在的大部分配电网年代悠久，在建成时并没有考虑到上述问题。

2020 年，并网屋顶太阳能发电量增加了 19%，预计将延续增加，以满足全社会对可再生能源的需求。目前有几家创新公司正在将屋顶风力涡轮机引入电网。电网必须更好地协调使用这些可再生能源产生的电力以及传统发电技术产生的电力，否则会影响电网的稳定性以及电压。

此外，电动汽车大规模出现，人们对充电桩的需求飙升，对电网的高效运营也带来不小的挑战，而且，未来随着电动汽车数量的激增，这一挑战将变得更加严重。2020 年，全球 0.7% 的轻型汽车采用电动汽车，到 2050 年，预计这一数字将增长到 31%。

2022 年，面对电网领域出现的这些变化，电力公司将重点关注电网的可靠性和恢复能力，为此他们需要获得大量数据，以确保电力供应的质量和可靠性。为了捕获和分析电网数据，电力公司将使用更多传感器，并进行复杂的分析，以防止干扰和停机。

### **多层次安全措施预防潜在威胁**

随着电力行业越来越依赖数据来进行高效运行，它也变得更容易受到网络威胁。与几乎所有其他经济部门一样，技术专家正在向电力行业引入更智能的多层安全策略。

这些安全措施包括：对控制系统的可信访问确保只有适当的用户和设备才能发送、分析和访问系统和数据。无论是使用网状网络技术、宽带通信、蜂窝还是传统的点对点通信环境，以及通信路径上的多层加密，数据的安全通信都可以确保只向授权人员和系统提供正确的数据，这也有助于确保居心不良者不会劫持数据或通信。

此外，隐私已成为电网安全的关键组成部分。由于电网融合了智能计量和边缘控制，用电模式是消费者和商业行为的重要指标。如果这些用电模式相关数据被访问或滥用，居心叵测者可以决定某人何时在家、工作或外出，以及一家企业何时全面运营或关闭。

2022 年，电力公司会将提升电网安全作为其主要目标之一。他们将与技术提供商合作，开发和部署广泛的计算机和通信基础设施增强功能，提供更强的态势感知，并实现对每个电网组件和操作过程的详细访问和控制。

### **刷新和提升工人的技能**

《福布斯》在报道中指出，电力公司需要关注的最重要趋势之一是提升和刷新该行业工人的技能，因为该行业已经由一个物理和系统工程占主导的领域演变为一个由数据驱动、高度技术化的环境。

目前，美国电力公司员工中，55 岁以上的员工占 25% 左右。尽管这些员工中有许多人

接受了培训，学习了工作所需的新技术和新方法，但他们对数字技术的拥抱热情并不高。而且，电力公司也必须雇佣和培训下一代员工。美国人口普查提供的数据显示，目前 50% 的美国人口是千禧一代或更年轻的一代，这些员工与数字技术的连接更加紧密，因此，电力公司应提升员工掌握数字技术的能力。

2022 年，前瞻性的电力公司将实施广泛的教育和再培训计划，帮助现有员工有效应对当今电力行业面临的各项挑战。他们还将雇佣更多数据科学家、分析师和数字技术人员，以提高他们在数据驱动环境中的操作能力。

## 新能源和可再生能源发电装机占比达到 38%

中国能源报 2022.3.14

本报讯 3 月 7 日，山东省能源局印发了《2022 年全省能源工作指导意见》，提出到 2022 年底，电力总装机达到 1.8 亿千瓦左右，其中新能源和可再生能源发电装机达到 7000 万千瓦以上，占比达到 38% 左右。

打造海上风电基地。组织实施山东省海上风电发展规划，规划总规模 3500 万千瓦。全面启动渤中、半岛南省管海域场址开发，开工规模 500 万千瓦以上。深化国管海域项目前期工作，争取 760 万千瓦场址纳入国家深远海海上风电规划。（李晓利）

## “三多” 特征赋能新型电力系统建设

中国电力报科技装备 2022.3.17

随着《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030 年前碳达峰行动方案》等重要文件的提出和贯彻落实，能源行业的改革如火如荼。与之相应，国家电网有限公司于 2021 年底发布了《构建以新能源为主体的新型电力系统行动方案（2021 ~ 2030 年）》，南方电网也发布了《建设新型电力系统行动方案（2021 ~ 2030 年）》等文件，全面推进新型电力系统建设，服务国家碳达峰、碳中和目标。总体而言，新型电力系统表现为“多能互补、多态融合、多元互动”三个特征。

### 多能互补：风光电热协同供能

在新型电力系统中，多能互补意味着电源侧由多种能源的简单叠加过渡为基于复杂多能流网络协同的多种能源联动性、系统性的大时空尺度优化配置，而负荷侧也变为了可满足用户电—气—热—冷多元化需求的区域综合能源系统。

就电源侧而言，在新型电力系统的多能互补体系下，水力发电的定位会由电量为主逐渐转变为容量支撑为主；光伏发电也向着发电主力军的身份转变；分布式和集中式并举的光伏布局方式，将大大提升东部及中部地区的电力负荷水平以及新能源消纳水平；分散式风电布局可突破土地资源稀缺、风速低以及环保等条件限制；积极稳妥地发展第四代核电技术，提高核能在新型电力系统中比重对保障电网系统的安全稳定具有重要且深远的意义；实现火电

机组的灵活性改造，以及碳捕获技术的开发和应用是保障电网韧性与可靠性的重要途径。

对于负荷侧而言，具有多能互补、源网荷储一体化特点的区域负荷综合能源技术对提高电能质量以及节约用户用电成本具有现实价值。电气热冷氢等各类能源融合互补，将有效解决新能源接入电网所带来的波动性与随机性问题，显著提高局部区域新能源供电的可靠性以及能源利用效率。

### 多态融合：源网荷储一体转变

在电网形态方面，新型电力系统电网形态呈现特高压主电网与微电网、局域网的融合发展，交流大电网与交直流配电网共存等显著特征。而传统电网调度所表现出的“源随荷动、只调整集中式发电”特征，也逐步转变为适应于新型电力系统的“源网荷储一体化转变”。

微电网可以将新能源电能以分散式、小容量的方式接入电网，并通过微电网内的电力负荷进行就地消纳，弥补大电网安全性不足的问题。主电网+微电网的建立，可以进一步提升电力系统对新能源的消纳能力，推动可再生电力的长远发展。

在源网荷储一体化融合发展下，电力行业也催生了“多站合一”“虚拟电厂”新的行业形态。“多站合一”以变电站传统结构为基础，通过充分利用现有密集变电站作为基本资源，实现储能电站、数据中心、光伏电站以及北斗地基增强站等功能单位的深度融合。

### 多元互动：多元负荷产销融合

“双碳”目标下，以电动汽车V2G以及分布式光伏产品将进一步占据能源市场，推动新型电力系统负荷的多元化发展。这些分布式负荷及能源的出现为提升用户侧对电网的调节能力，为实现源网荷储协同提供了重要契机，能源消费者的身份也从单纯的消费者转变为了具有电网双向调节能力的产销者。在能源互联网建设的背景下，多元互动、产销融合的全新模型将不断提升电网的网荷互动能力以及需求响应能力。

可再生能源所具有的波动性与随机性对电网的稳定控制与运行带来挑战，电网调峰调频所对应的辅助市场的形成对于调节电网出力，抑制可再生能源所造成的电网波动起到重要作用。电力辅助市场不仅能够促进可再生能源的深度消纳，也可以为相应的市场主体提供相应的经济补偿，提高社会效益。

未来，新型电力系统的构建要以确保能源电力安全为基本前提、以满足经济社会发展电力需求为首要目标，以坚强智能电网为枢纽平台，以源网荷储互动和多能互补为支撑，构建低碳清洁能源互联网，最终实现“双碳”目标。（林志波）

## 2021年我国发电设备产量创近10年新高

中国能源报 2022.3.21

本报讯（记者赵紫原）报道：中国机械工业联合会3月16日发布的《2021年我国发电设备行业发展情况及形势展望》（以下简称《展望》）显示，2021年我国发电设备产量达到1.35亿千瓦，同比增长17.2%，创近10年新高。其中，新能源和可再生能源设备产量占比

稳步提升，达到 57.6%，成为发电设备增长的重要支撑。预计今年全国发电设备生产完成约 1.33 亿千瓦。

《展望》显示，2021 年，全国水电机组产量 2017.8 万千瓦，同比增长 18.2%。其中，抽水蓄能机组产量占水电机组产量比重快速提高，由 2016 年不到 1% 提升至 2021 年的 32.7%。风电板块成绩“亮眼”，对新能源和可再生能源产量的贡献率为 72.2%。核电设备产量稳步恢复，主要供应机组有石岛湾 CAP1400 示范工程 1 号和 2 号，华龙一号机组漳州 1 号、防城港 3 号和 4 号、太平岭 1 号和 2 号、霞浦示范快堆 1 号等。

2021 年，我国发电设备出口规模保持稳定，可再生能源设备出口规模占比提高。全国出口发电机组 915.6 万千瓦，同比增长 0.1%，占发电设备产量的 6.8%，国内企业新接发机组出口订单 1095.5 万千瓦。其中，出口水电机组 181.2 万千瓦，同比增长 27.7%；出口火电机组 633.5 万千瓦，同比下降 8.1%；出口风电机组 100.9 万千瓦，同比增长 20%，可再生能源设备出口产量占比提高 6.1 个百分点。

肯定发电设备行业平稳增长、积极布局新产业、有序转型等成果的同时，《展望》也指出了行业短板：中小企业陷经营困境，转型升级难；核电设备研发成本高，国产化推广不顺利；原材料价格上涨，进一步影响企业盈利能力；国外疫情未得到有效控制，国际项目风险加大。

针对今年能源行业发展，《展望》预测，今年大型水电基地建设将稳步推进，抽水蓄能电站将加速发展；煤电发挥保底支撑作用，“三改联动”助力能源转型提速；风电机组大型化趋势明显，海上风电发展潜力大；核电在能源转型中将发挥更加重要的作用，核能综合利用成为发展新路径。

## 清洁低碳 安全高效

# “十四五” 现代能源体系这样建

人民日报 2022.3.24

近日，国家发展改革委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》（以下简称《规划》）。《规划》对“十四五”时期推动能源高质量发展作出哪些部署？有哪些亮点？记者采访了国家能源局有关负责人。

### 增强能源供应链安全性和稳定性

“清洁低碳、安全高效，是现代能源体系的核心内涵，也是对能源系统如何实现现代化的总体要求。”国家能源局有关负责人介绍，《规划》主要从 3 个方面推动构建现代能源体系。

增强能源供应链安全性和稳定性。“十四五”时期将从战略安全、运行安全、应急安全等多个维度，加强能源综合保障能力建设。《规划》提出，到 2025 年，国内能源年综合生产能力达到 46 亿吨标准煤以上，原油年产量回升并稳定在 2 亿吨水平，天然气年产量达到

2300亿立方米以上，发电装机总容量达到约30亿千瓦。

推动能源生产消费方式绿色低碳变革。“十三五”时期，我国能源结构持续优化，煤炭消费比重下降至56.8%，非化石能源发电装机容量稳居世界第一。“十四五”时期，重点做好增加清洁能源供应能力的“加法”和减少能源产业链碳排放的“减法”，推动形成绿色低碳的能源消费模式。

提升能源产业链现代化水平。进一步发挥好科技创新引领和战略支撑作用，增强能源科技创新能力，加快能源产业数字化和智能化升级，推动能源系统效率大幅提高，全面提升能源产业基础高级化和产业链现代化水平。《规划》提出，锻造能源创新优势长板，强化储能、氢能等前沿科技攻关，实施科技创新示范工程。

### 加强能源自主供给能力建设

“十三五”时期我国能源供应保障基础不断夯实，原油产量稳步回升，天然气产量年均增量超100亿立方米，油气管道总里程达17.5万公里，发电装机容量达22亿千瓦，西电东送能力达2.7亿千瓦。但还是出现电力、煤炭、天然气等供应时段性偏紧的情况。

国家能源局有关负责人分析，“十四五”时期，能源消费仍将刚性增长，能源保供的压力持续存在，“下一步将坚持‘立足国内、补齐短板、多元保障、强化储备’的原则，加强能源自主供给能力建设，确保能源供需形势总体平稳有序。”

一是着力增强能源供应能力。一方面做好增量，把风、光、水、核等清洁能源供应体系建设好，加快实施可再生能源替代行动。另一方面稳住存量，发挥好煤炭、煤电在推动能源绿色低碳发展中的支撑作用，有序释放先进煤炭产能，根据发展需要合理建设支撑性、调节性的先进煤电，着力提升国内油气生产水平。

二是加快完善能源产供储销体系。提升能源资源配置能力，做好电网、油气管网等能源基础设施建设，特别是加强电力和油气跨省跨区输送通道建设。建立健全煤炭储备体系，加大油气增储上产力度，重点推进地下储气库、LNG（液化天然气）接收站等储气设施建设，提升能源供应能力弹性。

根据《规划》，“十四五”期间，存量通道输电能力提升4000万千瓦以上。到2025年，全国油气管网规模达到21万公里左右；全国集约布局的储气能力达到550亿至600亿立方米，占天然气消费量的比重约13%。

三是加强能源应急安全保障能力。既要加强风险预警，建立健全煤炭、油气、电力供需预警机制，还要做好预案、加强演练，提高快速响应和能源供应快速恢复能力。

受能源资源禀赋影响，我国能源生产消费逆向分布特征明显。我国中东部地区能源消费量占全国比重超70%，生产量占比不足30%，重要能源基地主要分布在西部地区。长期以来，形成了“西电东送、北煤南运、西气东输”的能源流向格局。《规划》从推进西部清洁能源基地绿色高效开发、提升东部和中部地区能源清洁低碳发展水平等方面对能源生产布局和输送格局作出统筹安排。

西部地区化石能源和可再生能源资源比较丰富，要坚持走绿色低碳发展道路，把发展重心转移到清洁能源产业，重点建设多能互补的清洁能源基地，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设。以京津冀及周边地区、长三角等为重点，加快发展分布式新能源、沿海核电、海上风电等，依靠清洁能源提升本地能源自给率。

### 到 2025 年非化石能源发电量比重达到 39% 左右

《规划》提出，到 2025 年，非化石能源消费比重提高到 20% 左右，如何落实好这一目标？

能源消费侧看，《规划》着力推动形成绿色低碳消费模式。完善能耗“双控”与碳排放控制制度，严格控制能耗强度，坚决遏制高耗能高排放低水平项目盲目发展，推动“十四五”能源资源配置更加合理，利用效率大幅提高；实施重点行业领域节能降碳行动，着力提升工业、建筑、交通、公共机构、新型基础设施等重点行业和领域的能效水平，实施绿色低碳全民行动；大力推动煤炭清洁高效利用，严格控制钢铁、化工、水泥等主要用煤行业煤炭消费，大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，全面深入拓展电能替代，提升终端用能低碳化、电气化水平。

例如，《规划》提到积极推动新能源汽车在城市公交等领域应用，到 2025 年，新能源汽车新车销量占比达到 20% 左右。优化充电基础设施布局，全面推动车桩协同发展，开展光、储、充、换相结合的新型充换电站试点示范。

能源供给侧看，考虑到非化石能源主要以电的形式利用，为了支撑非化石能源消费比重 20% 左右的目标，《规划》提出，到 2025 年非化石能源发电量比重达到 39% 左右，“十四五”期间提高 5.8 个百分点。

展望 2035 年，《规划》还提出，非化石能源消费比重在 2030 年达到 25% 的基础上进一步大幅提高，可再生能源发电成为主体电源，新型电力系统建设取得实质性成效，碳排放总量达峰后稳中有降。（丁怡婷）

## 推进工业园区能源结构转型的政策建议

中国电力报科技装备 2022.3.24

工业园区作为未来产业发展所需生产要素集聚和技术创新的重要平台，在推动低碳经济发展以及实现“双碳”目标中将起到越来越重要的作用。工业园区在加快自身能源结构转型发展的过程中，亟需政府在绿色发展理念引导下，以碳达峰行动方案统领园区绿色转型的政策协同，完善政策保障体系、推动工业园区与城市同步绿色转型，为进一步推进工业园区的绿色发展转型提供保障。

### 完善园区绿色转型的政策支持体系和激励制度

目前，我国工业园区低碳产业所占比重普遍较低，未来产业的发展基础不足。在碳达峰碳中和战略目标已经明确的前提下，应在构建稳定、经济、清洁、安全能源供应体系的同

时，进一步完善能源体制改革，形成配套齐全的政策和法律保障体系。落实好《国务院关于推进国家级经济技术开发区创新提升打造改革开放新高地的意见》，加快推进园区绿色升级，综合利用金融、财税等政策支持手段，充分发挥政府引导、市场为主体的优势，加大园区绿色循环化改造力度，实施环境优化改造项目。落实《国务院关于促进国家高新技术产业开发区高质量发展的若干意见》，建设绿色生态园区，加大国家高新区绿色发展的指标权重，支持符合条件的国家高新区开发建设主体上市融资。鼓励金融机构进一步加大对低碳经济及低碳产业发展的信贷政策，为未来产业创造更好的投融资环境。鼓励园区作为低碳经济发展的重要引导力量，组建园区碳排放权交易机构和交易市场，提供市场服务信息，在创造市场交易机制和弥补市场失灵方面发挥积极作用，促进外部性内部化。

### **加强绿色技术深度应用和健全标准体系**

选择国内领先、成熟可靠、推广价值高的节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级等领域的相关技术，制定发布绿色技术推广目录、应用指南与典型案例等，为园区、企业绿色发展提供技术引导。以绿色技术为基础条件，提高园区工业行业绿色准入门槛，严格审核产业类型，引进的产业要符合园区的发展规划。制定合理的绿色产业支持政策，鼓励园区培育具有节能环保、高性能、高附加值的优质绿色产品，将新工艺、新技术、新流程、新设备应用于传统产品生产过程中，加强能源资源利用。建立园区绿色转型标准化工作，在工业园区设计、规划、建设及其运营管理推行全流程标准化，运用标准化手段对工业园区信息系统、公共基础设施等进行管理，支持园区绿色基础设施建设，达到园区公共服务统一、规范、有序，实现园区管理的集约化、精细化和标准化。按照行业种类和产业发展规律，促进园区内产业集聚及耦合共生，通过政策引导形成企业关联性强、专业化分工程度高的具有绿色共性的产业链。通过技术创新、生产工艺提升、标准化管理、产业结构优化等一系列举措，优化提升园区绿色转型的管理能力。

### **协同推进工业园区与城市能源绿色转型**

纵观国内外典型城市能源转型特点，清洁、低碳、高效、安全成为国际城市能源转型的共同发展理念，能源供应与环境治理相结合，碳排放、清洁能源占比、能源利用效率等指标统筹纳入城市未来发展规划。城市与工业园区具有互动共生关系，在推动“产城融合”的过程中，实现能源结构绿色转型是共同目标。统一部署能源革命相关工作，统筹能源供给和提高能效工作标准，充分挖掘风电、生物质、光伏等绿色清洁能源的潜力，以最大程度利用清洁能源。统筹考虑能源资源条件与可通过大电网等渠道获取的外部资源，优化平衡内外部资源搭配，在能源加工转换环节，推动电与热、气等能源系统的协同优化，科学规划热电联产、热泵、燃气三联供等多能耦合环节的规模和布局，建立城市综合能源系统，实现冷、热、电等多能协同互补，提高能源利用效率。在能源存储环节，根据城市能源利用特点，合理配置储电、储热、制氢等能量的多元存储方式，提高综合能源系统灵活性，促进清洁能源消纳。（董晓宇）

# 《“十四五”现代能源体系规划》发布

2035年能源高质量发展取得决定性进展基本建成现代能源体系

中国电力报 2022.3.23

本报讯（记者刘泊静）报道3月22日，国家发展改革委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》（以下简称《规划》）。《规划》阐明了我国能源发展方针、主要目标和任务举措，是“十四五”时期加快构建现代能源体系、推动能源高质量发展的总体蓝图和行动纲领。《规划》提出，2035年能源高质量发展将取得决定性进展，基本建成现代能源体系。

《规划》对我国能源发展新阶段作出重要判断，我国步入构建现代能源体系的新阶段，能源安全保障进入关键攻坚期，能源低碳转型进入重要窗口期，现代能源产业进入创新升级期，能源普遍服务进入巩固提升期。

《规划》提出要着力增强能源供应链安全性和稳定性，着力推动能源生产消费方式绿色低碳变革，着力提升能源产业链现代化水平，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，加快建设能源强国，为全面建设社会主义现代化国家提供坚实可靠的能源保障。

《规划》明确“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标是：

能源保障更加安全有力。到2025年，国内能源年综合生产能力达到46亿吨标准煤以上，原油年产量回升并稳定在2亿吨水平，天然气年产量达到2300亿立方米以上，发电装机总容量达到约30亿千瓦，能源储备体系更加完善，能源自主供给能力进一步增强。重点城市、核心区域、重要用户电力应急安全保障能力明显提升。

能源低碳转型成效显著。单位GDP二氧化碳排放5年累计下降18%。到2025年，非化石能源消费比重提高到20%左右，非化石能源发电量比重达到39%左右，电气化水平持续提升，电能占终端用能比重达到30%左右。

能源系统效率大幅提高。节能降耗成效显著，单位GDP能耗5年累计下降13.5%。能源资源配置更加合理，就近高效开发利用规模进一步扩大，输配效率明显提升。电力协调运行能力不断加强，到2025年，灵活调节电源占比达到24%左右，电力需求侧响应能力达到最大用电负荷的3%~5%。

创新发展能力显著增强。新能源技术水平持续提升，新型电力系统建设取得阶段性进展，安全高效储能、氢能技术创新能力显著提高，减污降碳技术加快推广应用。能源产业数字化初具成效，智慧能源系统建设取得重要进展。“十四五”期间能源研发经费投入年均增长7%以上，新增关键技术突破领域达到50个左右。

普遍服务水平持续提升。人民生产生活用能便利度和保障能力进一步增强，电、气、冷、热等多样化清洁能源可获得率显著提升，人均年生活用电量达到1000千瓦时左右，天然气管网覆盖范围进一步扩大。城乡供能基础设施均衡发展，乡村清洁能源供应能力不断增强。

强，城乡供电质量差距明显缩小。

展望 2035 年，能源高质量发展取得决定性进展，基本建成现代能源体系。能源安全保障能力大幅提升，绿色生产和消费模式广泛形成，非化石能源消费比重在 2030 年达到 25% 的基础上进一步大幅提高，可再生能源发电成为主体电源，新型电力系统建设取得实质性成效，碳排放总量达峰后稳中有降。

## 2022 年能源工作指导意见

中国电力报 2022.3.30

2022 年是进入全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年奋斗目标进军新征程的重要一年，是落实“十四五”规划和碳达峰目标的关键一年，做好全年能源发展改革工作至关重要。为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，持续推动能源高质量发展，制定本意见。

### 一、总体要求

#### （一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，深入落实中央经济工作会议和政府工作报告的部署，坚持稳中求进工作总基调，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，坚持系统观念，深入落实能源安全新战略，统筹能源安全和绿色低碳转型，全面实施“十四五”规划，深入落实碳达峰行动方案，以科技创新和体制机制改革为动力，着力提升能源供给弹性和韧性，着力壮大清洁能源产业，着力提升能源产业链现代化水平，加快建设能源强国，以优异成绩迎接党的二十大胜利召开。

#### （二）基本原则

保障供应，增强储备。统筹国内外能源资源，适应能源市场变化，充分考虑可能面临的风险和极端天气，适度超前布局能源基础设施，加大储备力度，保持合理裕度，化解影响能源安全的各种风险挑战。

绿色发展，平稳降碳。坚持以立为先，通盘谋划，加快发展非化石能源，夯实新能源安全可靠替代基础，加强化石能源清洁高效利用，推动煤炭和新能源优化组合，稳步推进能源绿色低碳发展。

创新引领，改革赋能。增强能源科技创新能力，狠抓绿色低碳技术攻关，加快能源产业数字化和智能化升级。深化能源体制机制改革，加快能源市场建设，完善市场监管体系。积极培育新增长点、新动能。

服务民生，共享发展。坚持以人民为中心，加快能源民生保障工程建设，持续优化营商环境，大力提升能源服务水平，推动能源发展成果更多更好惠及广大人民群众，为实现人民对美好生活的向往提供坚强能源保障。

强化预警，压实责任。加强各地区能源供需监测预测和风险预判，做好应对预案，压实能源保供地方政府属地责任和企业主体责任，充分发挥大型企业在能源保供中的支撑托底作用，特别是国有企业要带头做好保供稳价。

### （三）主要目标

增强供应保障能力。全国能源生产总量达到 44.1 亿吨标准煤左右，原油产量 2 亿吨左右，天然气产量 2140 亿立方米左右。保障电力充足供应，电力装机达到 26 亿千瓦左右，发电量达到 9.07 万亿千瓦时左右，新增顶峰发电能力 8000 万千瓦以上，“西电东送”输电能力达到 2.9 亿千瓦左右。

稳步推进结构转型。煤炭消费比重稳步下降，非化石能源占能源消费总量比重提高到 17.3% 左右，新增电能替代电量 1800 亿千瓦时左右，风电、光伏发电发电量占全社会用电量的比重达到 12.2% 左右。

着力提高质量效率。能耗强度目标在“十四五”规划期内统筹考虑，并留有适当弹性。跨区输电通道平均利用小时数处于合理区间，风电、光伏发电利用率持续保持合理水平。

## 二、夯实能源供应保障基础

以保障能源安全稳定供应为首要任务，着力增强国内能源生产保障能力，切实把能源饭碗牢牢地端在自己手里。

加强煤炭煤电兜底保障能力。统筹资源接续和矿区可持续发展，有序核准一批优质先进产能煤矿。加快推进在建煤矿建设投产，推动符合条件的应急保供产能转化为常态化产能。以示范煤矿为引领，加快推进煤矿智能化建设与升级改造。深化煤矿安全改造。科学规划建设先进煤电机组，按需安排一定规模保障电力供应安全的支撑性电源和促进新能源消纳的调节性电源，保持装机合理余量，新建项目要严格执行煤耗等最新技术标准。推动落实煤电企业电价、税收、贷款等支持政策，鼓励煤电企业向“发电+”综合能源服务型企业和多能互补企业转型。

持续提升油气勘探开发力度。落实“十四五”规划及油气勘探开发实施方案，压实年度勘探开发投资、工作量，加快油气先进开采技术推广应用，巩固增储上产良好势头，坚决完成 2022 年原油产量重回 2 亿吨、天然气产量持续稳步上产的既定目标。积极做好四川盆地页岩气田稳产增产，推动页岩油尽快实现规模化效益开发。以沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘煤层气产业基地为重点，加快煤层气资源探明和产能建设，推动煤系地层多气综合勘探开发。稳妥推进煤制油气战略基地建设。

积极推进输电通道规划建设。结合以沙漠、戈壁、荒漠等地区为重点的大型风电光伏基地规划开发及电力供需发展形势，积极推进规划已明确的跨省跨区输电通道前期工作，条件具备后，抓紧履行核准手续。加快建设南阳—荆门—长沙、驻马店—武汉、荆门—武汉、白鹤滩—江苏、白鹤滩—浙江等特高压通道。推进重点输电通道配套的电网、电源工程建设，着力提升输电通道利用效率和可再生能源电量占比。

### **三、加快能源绿色低碳转型**

坚持以立为先，深入落实碳达峰、碳中和目标要求，深入落实《“十四五”可再生能源发展规划》，大力发展战略性新兴产业，着力培育能源新产业新模式，持续优化能源结构。

大力发展风电光伏。加大力度规划建设以大型风光基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。优化近海风电布局，开展深远海风电建设示范，稳妥推动海上风电基地建设。积极推进水风光互补基地建设。继续实施整县屋顶分布式光伏开发建设，加强实施情况监管。因地制宜组织开展“千乡万村驭风行动”和“千家万户沐光行动”。充分利用油气矿区、工矿场区、工业园区的土地、屋顶资源开发分布式风电、光伏。健全可再生能源电力消纳保障机制，发布2022年各省消纳责任权重，完善可再生能源发电绿色电力证书制度。

有序推进水电核电重大工程建设。推动雅鲁藏布江下游水电开发前期工作，建成投产白鹤滩、两河口水电站全部机组，加快推动雅砻江孟底沟、黄河羊曲水电站建设，推进旭龙水电站核准，水电装机达到4.1亿千瓦。建成投运福清6号、红沿河6号、防城港3号和高温气冷堆示范工程等核电机组，在确保安全的前提下，积极有序推动新的沿海核电项目核准建设。

积极发展能源新产业新模式。加快“互联网+”充电设施建设，优化充电网络布局。组织实施《核能集中供热及综合利用试点方案》，推进核能综合利用。因地制宜开展可再生能源制氢示范，探索氢能技术发展路线和商业化应用路径。开展地热能发电示范，支持中高溫地热能发电和干热岩发电，积极探索作为支撑、调节性电源的光热发电示范。加快推进纤维素等非粮生物燃料乙醇产业示范。稳步推进生物质能多元化开发利用。大力发展战略性新兴产业，推动节能提效、降本降碳。

### **四、增强能源供应链弹性和韧性**

坚持底线思维和问题导向，加强能源储运、调节和需求侧响应能力，有力有效保障能源稳定供应。

加强能源储运能力。推进中俄东线南段、西三线中段、西四线、川气东送二线、龙口LNG-文23储气库等重大管网工程建设，加快管输瓶颈互联互通补短板和省际联通通道建设，加强油气管道保护，巩固跨境油气进口通道安全稳定运营水平。加快沿海LNG接收站及储气设施，华北、西北等百立方级地下储气库扩容达容等项目建设。加强煤炭产能储备，在煤炭消费集散地、铁路运输枢纽和重点港口布局建设一批煤炭储备基地。

加快电力系统调节能力建设。加快龙头水库建设，提升流域调蓄能力，缓解部分地区枯水期缺电量、汛期缺调峰容量的问题。推动制定各省抽水蓄能中长期规划实施方案和“十四五”项目核准工作计划，加快推动一批抽水蓄能电站建设。在保障电力稳定供应、满足电力需求的前提下，积极推进煤电机组节能降耗改造、供热改造和灵活性改造“三改联动”。落实“十四五”新型储能发展实施方案，跟踪评估首批科技创新（储能）试点示范项目，围绕不同技术、应用场景和重点区域实施试点示范，研究建立大型风电光伏基地配套储

能建设运行机制。扎实推进在沙漠、戈壁、荒漠地区的大型风电光伏基地中，建设光热发电项目。

提升能源需求侧响应能力。健全分时电价、峰谷电价，支持用户侧储能多元化发展，充分挖掘需求侧潜力，引导电力用户参与虚拟电厂、移峰填谷、需求响应。进一步优化有序用电及天然气“压非保民”的管理措施，加强可中断负荷管理，梳理业务流程及标准，精准实施用能管理。优化完善电网主网架，在关键节点布局电网侧储能，提升省间电力互补互济水平，鼓励用户投资建设以消纳新能源为主的智能微电网。统筹兼顾和综合利用源网荷储各类主体的调节能力，规划建设一批源网荷储一体化和多能互补项目。

## 五、提升能源产业现代化水平

加大能源技术装备和核心部件攻关力度，积极推进能源系统数字化智能化升级，提升能源产业链现代化水平。

加强能源科技攻关。加快实施《“十四五”能源领域科技创新规划》。继续抓好核电科技重大专项和《核电技术提升行动计划》，加快推进小型堆技术研发示范。以“揭榜挂帅”方式实施一批重大技术创新项目，巩固可再生能源、煤炭清洁高效利用的技术装备优势，加快突破一批新型电力系统关键技术。持续推动能源短板技术装备攻关，重点推动燃气轮机、油气、特高压输电、控制系统及芯片等重点领域技术攻关。推进深远海海上风电技术创新和示范工程建设，探索集中送出和集中运维模式。加快新型储能、氢能等低碳零碳负碳重大关键技术研究。

加快能源系统数字化升级。积极开展煤矿、油气田、管网、电网、电厂等领域设备设施、工艺流程的智能化升级。推动分布式能源、微电网、多能互补等智慧能源与智慧城市、园区协同发展。加强北斗系统、5G、国密算法等新技术和“互联网+安全监管”智能技术在能源领域的推广应用。适应数字化、自动化、网络化能源基础设施发展，建设智能调度体系，实现源网荷互动、多能协同互补及用能需求智能调控。实施“区块链+能源”创新应用试点。

推动完善能源创新支撑体系。开展能源领域碳达峰、碳中和标准提升行动计划，加快构建能源领域碳达峰、碳中和标准体系。围绕新型电力系统、新型储能、氢能和燃料电池、碳捕集利用与封存、能源系统数字化智能化、能源系统安全等6大重点领域，增设若干创新平台。开展创新平台优化整改工作，积极承担国家能源科技创新任务。开展2022年度能源领域首台套技术装备评定并推广示范应用。完善依托工程推动能源技术装备创新和示范应用的政策措施。

## 六、提高能源服务水平

持续优化营商环境，统筹安排好煤电油气运保障供应，加大民生用能保障力度，不断提升全社会用能水平。

持续深化“放管服”改革。推进能源领域许可告知承诺制，促进“证照分离”改革全

覆盖。全面提升“获得电力”服务水平，大力推广居民用户和160千瓦及以下小微企业用户报装“三零”服务和高压用户报装“三省”服务。出台《电力可靠性管理办法（暂行）》，促进可靠性工作向规划建设、设备制造、运行维护等环节深度延伸。优化涉企服务，打通堵点，为分布式发电就近交易、微电网、综合能源服务等新产业新业态新模式发展创造良好环境。

着力改善用能条件。继续实施农村电网巩固提升工程，提高农网供电保障水平。充分发挥可再生能源供暖作用，持续推进北方地区清洁取暖，做好清洁取暖专项监管。出台推进电能替代的指导意见，扩大电能替代的深度和广度。深入推进成品油质量升级国家专项行动，确保2023年1月1日全国全面供应国六B标准车用汽油。提升城镇电网智能化水平，满足分布式电源就地消纳与电动汽车充电设施、新型储能等多元化负荷的灵活接入。

## 七、增强能源治理能力

强化立法、规划、改革和监管的作用，加强能源形势监测预测，不断完善能源治理制度，增强能源治理效能。

加强能源形势分析和需求预测。推进能源供需分析体系建设，强化苗头性倾向性潜在性问题研判，健全能源数据信息报送机制。组织分省区滚动开展月度、季度能源需求预测，可能出现时段性、区域性供需紧张的地区，要从资源落实、基础设施布局、新建产能等方面提前谋划应对措施，保障能源稳定供应，防止市场供应和价格大起大落。

加大能源监管力度。深化电网、油气管网等自然垄断环节监管，加大公平开放、调度交易、价格成本、合同履约、电网代购电等方面的监管力度，加强电煤库存、非计划停机、机组出力受阻、有序用电的监管。强化能源行政执法工作，健全完善监管执法体系，严肃查处用户受电工程“三指定”、向虚拟货币“挖矿”项目违法供电等行为。充分发挥12398能源监管热线作用，畅通互联网等投诉举报新途径，及时研究解决人民群众反映的突出问题。

强化电力安全管控。贯彻“四个安全”治理理念，构建科学量化的监督管理指标体系，试点开展电力安全生产标准化建设，推动安全部新技术研究应用，开展安全文化建设，构建安全审计工作机制和培训体系。深化“季会周报”电力安全风险分级管控和隐患排查治理挂牌督办通报机制，推进能源重大基础设施安全风险评估，强化直流系统、重要输电通道安全风险管控，开展在建重点工程施工安全和新能源发电项目安全监管，加强水电大坝隐患排查治理。推进电力应急指挥中心、态势感知平台和网络安全靶场建设，组织开展关键信息基础设施安全保护监督检查，推进大面积停电事件应急演练。细化完善重大活动电力保供方案，确保党的二十大等重大活动用电安全。

加快能源立法和规划实施。推动能源法制定，推进电力法、可再生能源法、煤炭法、石油储备条例制修订。抓好《“十四五”现代能源体系规划》以及各分领域规划的实施，落实《推动能源绿色低碳转型做好碳达峰工作的实施方案》《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》明确的任务举措。加强规划政策衔接协同，强化能源规划、政策和

重大项目实施情况监管，推进政策落地见效。结合新形势新要求，加强落实能源安全新战略的政策储备研究。

深化重点领域市场化改革。推动全国统一电力市场体系建设，做好南方、长三角、京津冀等区域电力市场建设。健全中长期交易、现货交易和辅助服务交易有机衔接的市场体系，推动具备条件的电力现货试点转入长周期运行。积极推进分布式发电与用户就近直接交易。完善电力调度交易机制，推动电网和油气管网设施公平开放。支持引导省级管网以市场化方式融入国家管网，积极推进油气干线管道建设和互联互通，推动省级管网运营企业运销分离，鼓励用户自主选择供气路径和供气主体。

## 八、深入推进高质量能源国际合作

以高标准、可持续、惠民生为目标，巩固能源合作基础，拓展能源合作空间，扎实风险防控网络，努力实现更高合作水平、更高投入收益、更高供给质量、更高发展韧性。

扎实推进能源务实合作。在有效防范对外投资风险的前提下加强同有关国家的能源资源合作。大力支持发展中国家能源绿色低碳发展。巩固深化传统能源领域合作和贸易，务实推动核电领域海外合作，建设运行好海外能源合作项目，深化周边电力互联互通。加强与各国在绿色能源、智慧能源等方面的交流合作。建成一批绿色能源合作示范项目，让绿色切实成为共建“一带一路”的底色。

深化国际交流和合作。秉持共商共建共享原则，弘扬开放、绿色、廉洁理念，打造绿色、包容的“一带一路”能源合作伙伴关系。加强与能源国际组织交流与合作。积极为国际规则和标准制定贡献力量，推动建立公平合理、合作共赢的全球能源治理体系。

加强境外项目风险管控。落实风险防控制度，压紧压实企业主体责任和主管部门管理责任。统筹推进疫情防控和能源国际合作，全力保障境外相关资产和人员安全。规范各类企业境外经营行为，杜绝恶性竞争，维护国家利益和形象。

各省（区、市）能源主管部门、国家能源局派出机构和有关能源企业，要依据本指导意见，结合本地区和企业的实际情况，采取有力有效措施，全力抓好各项任务落实，保障能源安全稳定供应，推动物联网低碳转型和高质量发展，为全面建设社会主义现代化国家提供稳定可靠的能源保障。（来源：国家能源局）

## 二、热能、储能、动力工程

### 完善新能源车电池回收利用管理制度

广州日报 2022.3.4

2021年全国两会期间，全国人大代表张红伟等11名代表提出《关于加快完善新能源汽车配套措施的建议》（以下简称《建议》）。张红伟等11位代表在《建议》中指出，新能源汽车配套设施不足正抑制着人们的消费热情，建议丰富充电基础设施支持方式，建立汽车电池的统一技术指标，逐步推行电池更换代替充电，循环使用，系统性地解决新能源汽车使用

环节充电难的问题；建议完善突破汽车及零部件关键核心技术的支持政策措施。据悉，工信部和科技部分别对张红伟等 11 位代表提出的《建议》进行了答复。

工信部在答复中表示，近年来，工信部加快推进新能源汽车动力电池回收利用、换电模式发展等工作，不断加强顶层设计、完善标准体系、推进换电模式发展，将加快完善新能源汽车动力电池回收利用管理制度，加快推进梯次利用要求等重点标准制定工作，不断推进电池技术要求、规格尺寸的统一。

科技部在答复中表示，继续坚持“纯电驱动”发展战略，围绕新能源汽车产业链供应链关键环节、关键领域、关键产品布局创新链，从六大方面夯实基础研发能力，突破产业链核心瓶颈技术。

#### **工信部：积极为换电模式创新发展、电池循环利用等提供支撑**

工信部在答复中表示，近年来，工信部加快推进新能源汽车动力电池回收利用、换电模式发展等工作。

在顶层设计上，出台《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行规定》等政策，建成溯源管理国家平台，实施动力电池全生命周期溯源管理，推动动力电池回收利用体系建设。截至目前，有关企业已建成覆盖 31 个省份的回收网点 9000 余个。在完善标准体系上，已发布实施编码规则、规格尺寸、余能检测、拆解规范、包装运输、材料回收等 7 项国家标准，另有梯次利用、产品标识、放电规范等 3 项标准即将发布。组织动力电池联盟围绕梯次电池组检验方法、梯次电池管理系统要求等推进 20 多项团体标准的制定研究工作。同时，还配合商务部制定了强制性国家标准《报废机动车回收拆解企业技术规范》，明确动力电池拆卸、贮存等要求。在推进换电模式发展上，与公安、税务等部门沟通，打通了换电车型从生产到注册登记的全流程操作，制定发布《电动汽车换电安全要求》推荐性国家标准，会同国家能源局组织开展换电模式试点，不断完善换电模式政策支持。

下一步，工信部将加快完善新能源汽车动力电池回收利用管理制度，加快推进梯次利用要求等重点标准制定工作，不断推进电池技术要求、规格尺寸的统一，积极为换电模式创新发展、电池循环利用等提供支撑。

#### **科技部：从六方面突破产业链核心瓶颈技术**

科技部在答复中表示，科技部高度重视新能源汽车研发和产业化应用，“十五”以来确立新能源汽车“三纵三横”研发布局，实施“纯电驱动”技术转型战略。经过二十年努力，我国在混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车技术攻关和产品研发等方面取得重要进展，建立了产学研融合、大中小融通的研发体系，整车到零部件的产业链条基本形成，转型升级速度也在加快，培育了一批具有国际竞争力的整车及零部件企业，进一步提升了我国新能源汽车整个产业链的技术水平。特别是近五年来，在多部门积极努力下，我国新能源汽车在研发、产业、市场、政策创新和基础设施建设方面已呈现明显的综合优势，由产业培育期

迈入快速增长期，已成为全球最大的新能源汽车市场。

下一步，科技部将通过“十四五”国家重点研发计划“新能源汽车”重点专项组织实施，继续坚持“纯电驱动”发展战略，围绕新能源汽车产业链供应链关键环节、关键领域、关键产品布局创新链，从能源动力、电驱系统、智能驾驶、车网融合、支撑技术、整车平台等六大方面，夯实基础研发能力，突破产业链核心瓶颈技术，提升技术创新水平和产品市场竞争力，培育一批整车制造、核心关键零部件、充换电新基建等领域创新型国际领军企业。

#### **工信部等答复全国人大代表曾庆洪建议：加强对汽车报废回收溯源协同监管**

广州日报讯（全媒体记者申卉）2021年全国两会期间，全国人大代表、广汽集团董事长曾庆洪提出《关于促进报废汽车回收行业发展的建议》。曾庆洪代表在建议中提出，要进一步加强对报废汽车回收行业的规范管理，推动汽车零部件再造行业的发展。

工信部和国家税务总局分别对该建议进行了答复。工信部在答复中表示，当前在已有工作基础上，2021年启动了动力电池回收利用立法研究工作。落实汽车生产及梯次利用企业生产者延伸责任，推动建立回收利用体系，目前已建成覆盖31个省份的9000余个回收服务网点。

下一步，工信部将进一步完善相关规章制度，强化监督管理，由工信部联合有关部门建立信息共享机制，加强对新能源汽车生产（进口）、二手车流通、报废回收等环节的溯源协同监管。充分发挥地方主管部门的作用，加强对本地区相关主体的检查，遏制不规范回收利用渠道。同时，积极发挥汽车生产企业作用。组织开展汽车产品生产者责任延伸试点申报工作，遴选一批技术和资源优势明显的汽车生产企业作为试点单位，推动产业链上下游企业共建回收利用体系，加强信息共享，扩大再生材料、再制造产品和二手零部件使用，提高汽车资源综合利用效率。

国家税务总局在回复函中提到，经深入调研，国家税务总局会同财政部于2021年底制发了《财政部税务总局关于完善资源综合利用增值税政策的公告》对从事报废汽车回收的增值税一般纳税人销售其收购的再生资源，允许选择适用简易计税方法依照3%征收率计算缴纳增值税，从事报废汽车拆解的纳税人，如销售自产的利用“报废汽车、报废摩托车等产生或拆解出来的废钢铁”生产的“炼钢炉料”等，还可依照相关条件享受增值税30%即征即退政策。（邓潇丽 申卉）

## **国家发改委、国家能源局印发实施方案**

### **到二〇二五年新型储能步入规模化发展阶段**

#### **用电低谷时充电、高峰时放电**

人民日报 2022.3.22

本报北京3月21日电（记者丁怡婷）国家发展改革委、国家能源局近日印发《“十四五”新型储能发展实施方案》（以下简称《实施方案》）提出，到2025年，新型储能由商业30

化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。其中，电化学储能技术性能进一步提升，系统成本降低30%以上。到2030年，新型储能全面市场化发展。

新型储能和抽水蓄能是支撑新型电力系统的重要技术和基础装备，可以通俗理解为“充电宝”，用电低谷时充电、高峰时放电，既能平滑不稳定的光伏电和风电，提高可再生能源占比，也能配合常规火电、核电等电源，为电力系统运行提供调峰调频等辅助服务，提高电力系统的灵活性。

“十三五”以来，我国新型储能实现由研发示范向商业化初期过渡，实现了实质性进步。2021年底新型储能累计装机超过400万千瓦。国家能源局有关负责人介绍，随着电力系统对调节能力需求提升、新能源开发消纳规模不断加大，尤其是在沙漠戈壁荒漠大型风电光伏基地项目集中建设的背景下，新型储能建设周期短、选址简单灵活、调节能力强，与新能源开发消纳的匹配性更好，优势逐渐凸显，加快推进先进储能技术规模化应用势在必行。

《实施方案》聚焦六大方向，包括注重系统性谋划储能技术创新、强化示范引领带动产业发展、以规模化发展支撑新型电力系统建设、强调以体制机制促进市场化发展、着力健全新型储能管理体系、推进国际合作提升竞争优势等，明确了“十四五”新型储能发展的重点任务。

针对社会关注的新型储能安全问题，《实施方案》提出，建立健全新型储能技术标准、管理、监测、评估体系，保障新型储能项目建设运行的全过程安全。成本方面，通过加大“新能源+储能”支持力度、完善电网侧储能价格疏导机制、完善鼓励用户侧储能发展的价格机制等，合理疏导新型储能成本。

## 新能源车换电站前景如何？

中国环境报 2022.3.4.

2月21日上午10点20分，北京出租车司机梁伟忠将车驶入位于法华寺附近的北京新能源汽车充换电站。

即使是当地人，可能也很少有人知道，在天坛公园对面、著名的红桥市场大楼后面“隐藏”着一个小小的电动出租车换电站。

时间还早，前来换电池的出租车并不多。“12点以后，那得排大长队，有时候得等一两个小时。”梁伟忠掏出手机，在换电站门口扫了缴费二维码。

随着新能源车日益普及和相关技术的提升，新能源车换电模式和充电模式也随之进入试点。目前，记者跟随一位出租车司机，实地探访了“换电站”。

### 60块电池分仓式管理

在换电站，梁伟忠一边等待换电，一边告诉记者，“一公里0.35元，比烧油便宜多了。”据他介绍，燃油车一公里油费差不多是0.5元-0.6元。“我们公司可能出于公平起见，每个月电动车的份钱要比燃油车高1500元。”

但即使份钱高，电动车还是有一些优势的。梁伟忠觉得驾驶电动车要省很多力气，尤其是堵车的时候，“不用一直踩离合，觉得轻松了很多。”

2020 年，梁伟忠的燃油出租车到了报废期，由于北京市不再批准燃油出租车的牌照，他果断将车换成了电动车。

“如果在自己家充电，更便宜。差不多一公里只需要 0.1 元。”梁伟忠的车只跑白班，晚上回家充电。

天坛东门的这个换电站，梁伟忠经常来。“来晚了就得等。”梁伟忠说，半夜 12 点到早上 10 点，来这里换电池的车会少很多。

换电池的过程非常简单快捷。将车开到指定地点，会有电脑控制的设备将电池卸下来回收，新的电池自动装好。整个过程只需要 1 分钟。

记者现场看到，这个换电站储备了差不多 60 块电池，储存在两个巨大的集装箱里。身穿奥动新能源制服的工作人员告诉记者：“在集装箱里，换下来的电池将重新充电。充满一块电池至少需要半个小时。”

有时候，前来换电池的出租车太多，电池充电跟不上，司机们就不得不等待一会儿。

“前天我着急，但换电站的电池都没有充满，我就换了一块充得半满的电池。”梁伟忠说。

### 电量的囧事

对于新能源车的驾驶者而言，对电量的担忧总是如影随形，尤其是出租车司机。

按照设计，一块电池可支撑电动出租车行驶 350 公里。但实际上，电量会因各种原因损耗。这就非常考验司机的计算和规划能力。

半路电量耗尽，不得不叫拖车的囧事，北京新月联合汽车有限公司的出租车司机赵文军就曾经遭遇过。

去年 10 月，他接到一个去大兴机场的单子。“活是好活，就是当时已经出来了一阵，担心电量不够。”

一边开车，赵文军不时瞄着仪表盘上的电池电量。“我琢磨着，到大兴机场也就 65 公里，然后在附近找换电站或者充电桩应该没有问题。”

由于担心电量不够，赵文军一路非常小心地控制着车辆，尽量减少电量消耗。“我空调都不敢开。”

但让赵文军没想到的是，车辆显示的剩余电量并不准确，半路就抛锚了。前不着村后不着店，赵文军只能打电话叫救援。“一趟大兴机场的单，挣了 200 元，叫拖车花了 270 元，最后还赔了 70 元。”

不同的季节，电池电量的损耗也会有变化。冬天，电池的损耗尤为严重。出租车司机王保国告诉记者，满电的情况下，夏天能跑 250 公里，到冬天只能跑 200 公里。

王保国每次送孩子上学，会提前半小时到车里，打开暖风吹 20 分钟。“这 20 分钟原地

不动，就要损耗 30 多公里的里程。”

即使不开暖风，停在停车位不动，一夜过去，冬天的低温也会让电池损耗相当于跑近 10 公里的电量。

尽管设计续航里程达到 350 公里，但实际上很难达到。“刚换完电池，你看，显示是 290 公里。”王保国指着仪表盘上的剩余电量说。

对于换电池，王保国说，在城区还算方便，但是换电站经常排队。如果去郊区，由于数量少，找换电站就变得困难了。“换电站数量再多点就好了。”

为了省电，王保国在冬天尽量不开暖风，夏天少开空调。“剩余电量 100 公里，就得琢磨着找换电站了。”

只有刚换完电池，老王心里才会踏实，趁这个机会赶紧多拉几趟活。

### 为什么是换电站？

近年来，新能源和智能网联汽车保持快速发展。2021 年，我国新能源汽车销量达 352.1 万辆，同比增长 1.6 倍，占新车销售比例的 13.4%，同比增长 8 个百分点。新能源汽车保有量增至 784 万辆，占我国汽车总量的 2.6%，占全球新能源汽车保有量的一半左右。

迅速增长的新能源汽车急需充电、换电等配套设施。在能源补给效率和充电安全保障上，相比慢充甚至快充，换电都有明显优势。即便是目前充电速度最快的特斯拉车型，使用超级充电桩从零充到满电也需要将近 1 小时的时间。

中国汽车动力电池产业创新联盟副秘书长王子冬就曾指出，换电和充电是互为一体的关系。但与充电相比，换电能够保证电池的安全，同时减轻冬季里程缩水的影响。

中国乘用车联席会秘书长崔东树也认为，像北京这样的城市，很多家庭没有办法安装充电桩，在公共充电桩充电又不如换电模式相对那么快，所以换电模式有一定的生存空间。

截至 2021 年底，国内换电站前十地区共有 1298 座换电站，较 2020 年翻了一番。前三大运营商分别是蔚来、奥动和杭州伯坦，换电站主要位于公共停车场、矿区、港口等场所。

据奥动相关人员介绍，截至今年 2 月，奥动在全国共布局超过 600 座换电站，覆盖城市超过 26 个。仅在北京，就已建设超过 200 座换电站，为全市超两万台出租车提供换电补能服务。

与数百万新能源汽车保有量相比，目前换电站数量仍存在着不小的缺口。据各大权威机构预测，2025 年换电站的市场需求基本在两万个以上。

巨大的需求推动了换电站产业的发展。北汽、奥动新能源、蔚来、吉利、一汽等企业都投入了相当大的人力物力发展换电站。电池头部企业宁德时代近日也宣布切入换电赛道。

### 换电站发展遭遇哪些“拦路虎”？

尽管换电站的发展大跨步前进，但不容回避的是，其发展也面临一些瓶颈。目前，部分换电站只能针对某些特定品牌和型号的电动汽车，而终极目标应是能为不同品牌、型号的车辆提供电池服务。车企间没能共建出统一标准，也将影响换电模式后期大面积普及推广。

此外，除了安全方面的考虑，换电站还面临建设成本高、标准难统一、事故之后的权责划分等一系列问题。

其实早在 2013 年，特斯拉也曾短暂试水换电模式，但最终因为换电价格昂贵、操作不便等原因，宣告放弃。

奥动新能源提供的数据显示，以北京为例，一座换电站的建站成本约为 400 万 - 1000 万元人民币（含设备、电池、电力增容、土建等），为保证高峰期的服务质量，每站配备 4 名 - 6 名员工，24 小时分为四个班次运营，四班三运转。无论是运营车辆还是私家车，用车成本折合电价约为 1.75 元/度，北京市峰谷均价约为每度 0.60 元 - 0.70 元。目前，奥动新能源的主要收入是换电服务费。前期由于网络基础布局需求投资较大，需要等待用户逐步上量；后期随着换电网络的均衡发展，车与站配比提升，部分主力站点开始盈利，整体性盈利时机逐渐展现。

北京绿色智汇能源技术研究院副院长张昱昱建议，除了要依靠国家政策扶持、引导，企业之间也要强化协作，深入推进换电技术的发展。

崔东树认为，换电模式可以为高端用户以及特殊场景下的用户带来良好体验。但缺点也很明显，由于车辆设计时电池结构自由度几乎没有延展空间，所以要让所有车型适配非常困难。

为了破除换电站发展瓶颈，2021 年 5 月 20 日，国家发改委、国家能源局发布《关于进一步提升充换电基础设施服务保障能力的实施意见（征求意见稿）》，表示要优化城乡公共充换电网络建设布局、完善居住社区充电桩建设推进机制，加强充换电技术创新与标准支撑，加快换电模式推广应用。

2 月 10 日，国家发改委、国家能源局发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，其中要求完善交通运输领域能源清洁替代政策。推行大容量电气化公共交通和电动、氢能、先进生物液体燃料、天然气等清洁能源交通工具，完善充换电、加氢、加气（LNG）站点布局及服务设施，降低交通运输领域清洁能源用能成本。

政策的出台，极大地鼓舞了换电站产业的发展。“总体来看，随着新能源汽车高速发展，充换电领域潜藏很多新机遇。”崔东树说。（文雯）

## 国内首套 F 级燃气轮机控制系统

中国电力报 2022.3.16

本报讯（记者许盼）报道 3 月 11 日 10 时 47 分，中国华电集团有限公司自主研制的国内首套 F 级燃气轮机控制系统（TCS）在江苏华电戚墅堰电厂 2 号机组成功投运。这是继去年成功投运国内首套 E 级燃机 TCS 之后，华电再次取得燃机控制领域关键核心技术的重大突破，实现了从 E 级到 F 级的新跨越。

F 级燃机是目前国内燃气发电的主流机型。相较于 E 级燃机，F 级燃机容量更大、系统

更复杂、控制要求更高，控制技术长期被国外极少数厂家垄断。华电集团充分发挥央企在实施创新驱动战略、制造强国战略中的骨干和表率作用，在成功实现 E 级燃机 TCS 国产化和自主可控的基础上，组织下属国电南自（7.930, 0.04, 0.51%）、华电电科院（6.630, 0.03, 0.45%）、华电江苏公司及戚墅堰电厂等单位联合攻关，全力加快 F 级燃机 TCS 的国产化、自主化、产业化进程。

该攻关项目研制了基于国产先进 CPU 和操作系统等核心软硬件的全套芯片级一体化控制平台，并从 F 级燃机的热力学理论和控制理论、数据分析、机理研究等多角度出发，设计了基于燃机数字孪生雏形的应力计算、温升速率、温度匹配等核心模块，开发了集闭环控制回路、启停顺序控制逻辑、燃烧模式切换、保护回路等为一体的燃机控制策略，有效解决了信息交互系统通信协议兼容性、燃机—汽机同轴配置牵连控制等一系列技术难题，打通了主控系统与静态启动装置（SFC）等其他关键部件之间的通信壁垒，掌握了燃机—汽机同轴联合循环机组控制的核心技术，从而实现了 F 级燃机 TCS 的自主可控。

除 TCS 外，华电集团自主研制的全国产化发变组保护装置也实现了在 F 级燃机上的首次应用，有力促进了华电集团自主可控燃机控制整体解决方案的形成。

## 氢燃料电池车五年关键期来了

地方政府若急功近利会一地鸡毛

中国科学报 2022.3.9

近两年，氢燃料电池技术取得了重大突破，电动汽车产业化更是达到爆发节点。但氢燃料电池技术突破的节点比动力电池足足晚了十多年。

燃料电池是氢能产业的一部分，也是先导、引领甚至核心部分。现在，燃料电池已经进入成本下降的快速通道。

目前，氢燃料电池汽车已经进入大规模商业示范阶段。北京冬奥会就是全球最大的一次燃料电池汽车示范，约投入 1000 多辆燃料电池车，背后是 30 多个加氢站。

此外，财政部等 5 部委开展的氢燃料电池汽车示范工程也已启动，多个城市开展以燃料电池商用车为主体的多元场景商业化示范。

### 把握五年窗口期

中国氢燃料电池汽车技术路线图的原规划是，2025 年氢燃料电池汽车保有量为 5 万 ~ 10 万辆；2030 ~ 2035 年保有量增加到 80 万 ~ 100 万辆。这是以商用车为主体，我仍然维持这一预测。

至于燃料电池轿车，不太可能与纯电动轿车相竞争。现在，纯电动轿车市场已经爆发，中长期看，电能不太可能改变为氢燃料。但是性能较好的氢燃料电池轿车仍有局部市场，今后 5 年仍有可能卖出 1 万辆，毕竟此类轿车拥有不少粉丝。

总体来看，氢燃料电池汽车的关键期是未来 5 年，到 2025 年就可做出明确判断。今后

5年，整个商用车电动化会呈现出多元化趋势。到2025年，商用车电动化长期路线图也会相当明确。

观察纯电动汽车普及的地图可以发现，该市场大都集中在长城以南、中部及东部，其他地方相对很少，而那里就是氢燃料电池汽车的潜在发展区域。我们要努力利用这五年的窗口期，把氢能燃料电池车做起来。

### 从战略视角看问题

应当注意的是，纯电动只需要动力电池单点的突破，而氢燃料电池汽车不仅需要燃料电池技术，还涉及氢能的制、储、运、加及车载储氢问题。因此，必须从氢能的战略角度看问题。

第一，要清洁低碳、主攻“绿氢”，牢记发展氢能的初心和使命。有的人反问我：“纯电动车为何不一上来就说‘绿电’？”原因有二：一是时代不同了，当时还没有“双碳”目标；二是纯电动汽车与“绿电”是互动关系——光伏风电等波动性强、储能难，绿电规模上不去，而纯电动车大发展可以直接提供电池储能，电动车越多、绿电就越多，绿电越多、电动车就越绿色，二者是互动增强的关系。

从“碳中和”与新能源革命的角度，可再生能源的载体就两个——电和氢，二者在动力和储能应用方面是互补的。储能方面，氢能是集中式、长周期、大规模储能；电池是分布式、短周期、小规模储能。氢能的合理性主要取决于可再生能源大规模、长周期的能量储存和多元化利用需求。

氢能的关键是成本，这取决于“绿电”成本。如果“绿电”低于0.15元/千瓦时，氢能就可体现出经济性。但这在东部、中部、南部都不易实现，而在新疆、青海、西藏、内蒙古、四川等大规模可再生能源基地则容易实现，所以，要尽可能在这些地方发展氢能。

我国在“绿氢”方面有很大潜力，燃料电池也会拉动相应制造设备即电解槽技术的发展。有的燃料电池甚至既可发电又能制氢。我们应该利用四川的水电、新疆的光伏、内蒙古的风电等低成本“绿电”大规模制氢。

第二，要创新引领、自立自强，实现氢能科技的新突破。氢能与燃料电池不同于电能与动力电池，其链条长、难点多，急需在制氢、储氢、运氢、加氢、车载储氢、燃料电池动力、氢储能系统全链条技术上取得新突破。

这里要强调三个方面。一是当务之急要突破产业化“卡脖子”问题，如催化剂、质子膜、碳纸、高强度碳纤维、安全阀、加氢站离子压缩机等，这些很多仍需进口。二是针对氢安全技术要建立测试评价规范、安全监控平台、开展安全操作培训等。三是加强攻关中长期氢能前沿科技，如既可发电、又可制氢的可逆型固态氧化物燃料电池/电解装置等。

第三，市场主导、政府引导，遵循新兴产业发展规律。政府不可能像补贴纯电动车那样对氢能汽车进行全面补贴，只能选择重点。氢能产业发展与纯电动汽车产业类似，从孕育期到导入期、成长期再到爆发式增长期，都需要经历一个艰难的过程。

目前，氢能汽车正处于产品导入期，即将进入成本快速下降的产业成长期，我们应该有信心。但相比电池产业，氢能全产业链具有更大的复杂性和更加激烈的中外技术竞争性，我们不能盲目乐观，必须努力攻坚克难。

今后5年，政府的支持和引导非常重要，尤其在产业链的聚合、应用场景的规划等方面。但地方政府也要因地制宜、量力而行、放长线钓大鱼，如果急功近利将欲速不达，最后就是一地鸡毛。

氢能产业还需要坚持市场主导。长城以北、西部和西北部冬季温度低、能源基地多，同时对于可再生能源的集中度高，具有氢能生产和利用的场景，非常适合氢能全产业链发展。所以，今后5~10年，氢能市场的突破口就在可再生能源富余区域。对燃料电池汽车而言，最好是低成本、高安全储氢瓶能够覆盖的里程范围，能够在冬天利用燃料电池的余热给车内供暖。同时，地方政府和大型国有能源企业要有意愿建设加氢站。主要合适的车型是卡车、公路客车和重载货车等。（欧阳明高）

## 两部门印发《“十四五”现代能源体系规划》，到2025年

### 非化石能源发电量比重达39%左右

广州日报 2022.3.23

广州日报讯（全媒体记者 张露）3月22日，国家发改委网站发布了其与国家能源局关于印发《“十四五”现代能源体系规划》（简称《规划》）的通知。其中《规划》明确了，“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标。

#### 能源综合产能46亿吨标准煤

能源保障更加安全有力。到2025年，国内能源年综合生产能力达到46亿吨标准煤以上，原油年产量回升并稳定在2亿吨水平，天然气年产量达到2300亿立方米以上，发电装机总容量达到约30亿千瓦，能源储备体系更加完善，能源自主供给能力进一步增强。

能源低碳转型成效显著。单位GDP二氧化碳排放五年累计下降18%。到2025年，非化石能源消费比重提高到20%左右，非化石能源发电量比重达到39%左右，电气化水平持续提升，电能占终端用能比重达到30%左右。

能源系统效率大幅提高。节能降耗成效显著，单位GDP能耗五年累计下降13.5%。能源资源配置更加合理，就近高效开发利用规模进一步扩大，输配效率明显提升。电力协调运行能力不断加强，到2025年，灵活调节电源占比达到24%左右，电力需求侧响应能力达到最大用电负荷的3%~5%。

创新发展能力显著增强。新能源技术水平持续提升，新型电力系统建设取得阶段性进展，安全高效储能、氢能技术创新能力显著提高，减污降碳技术加快推广应用。能源产业数字化初具成效，智慧能源系统建设取得重要进展。“十四五”期间能源研发经费投入年均增长7%以上，新增关键技术突破领域达到50个左右。

## **人均年生活用电量达 1000 千瓦时左右**

普遍服务水平持续提升。人民生产生活用能便利度和保障能力进一步增强，电、气、冷、热等多样化清洁能源可获得率显著提升，人均年生活用电量达到 1000 千瓦时左右，天然气管网覆盖范围进一步扩大。城乡供能基础设施均衡发展，乡村清洁能源供应能力不断增强，城乡供电质量差距明显缩小。

展望 2035 年，《规划》表示，能源高质量发展取得决定性进展，基本建成现代能源体系。能源安全保障能力大幅提升，绿色生产和消费模式广泛形成，非化石能源消费比重在 2030 年达到 25% 的基础上进一步大幅提高，可再生能源发电成为主体电源，新型电力系统建设取得实质性成效，碳排放总量达峰后稳中有降。

### **《“十四五”新型储能发展实施方案》出台：**

## **新型储能将步入规模化发展阶段**

广州日报 2022.3.23

新能源的细分赛道：储能行业，迎来了一则重磅政策。3月21日，国家发展改革委在其官网上公布了该委与国家能源局联合印发的《“十四五”新型储能发展实施方案》（以下简称《方案》），其中明确提出，到2025年新型储能步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件；到2030年新型储能全面市场化发展，全面支撑能源领域碳达峰目标如期实现。机构认为，随着《方案》的逐步推进，产业链公司有望随之受益，产业链迎来加速发展期。

### **新政策 加大关键技术装备研发力度**

“新型储能是构建新型电力系统的重要技术和基础装备，是实现碳达峰碳中和目标的重要支撑，也是催生国内能源新业态、抢占国际战略高地的重要领域。”《方案》一开始就说道。

在技术攻关方面，《方案》强调要加大关键技术装备研发力度，推动多元化技术开发。其中包括，开展钠离子电池、新型锂离子电池、铅炭电池、液流电池、压缩空气、氢（氨）储能、热（冷）储能等关键核心技术、装备和集成优化设计研究，集中攻关超导、超级电容等储能技术，研发储备液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池等新一代高能量密度储能技术。

《方案》还表示，突破电池本质安全控制、电化学储能系统安全预警、储能电站整体安全性设计等关键技术，支撑大规模储能电站安全运行。

### **新风口 储能产业链迎来加速发展期**

“中国新型储能的技术这两年发展很快，特别是锂电池储能，这是产业驱动的电动车产业化带来整个市场的技术进步。我们如果抓住这个机会，中国就能在低碳社会的发展过程中占据先机。”广东中广储能源科技有限责任公司总裁张波接受广州日报全媒体记者采访时表示，新型储能指的是除抽水蓄能之外的所有蓄能方式，有物理储能、化学储能，储能解决的

是电力的匹配问题，解决的是电力的使用效率的问题，在构建新型电力系统中占有重要地位，“而储能的风口，早在去年的下半年开始打开，有储能则可以解决高峰期用电等问题。”

据光大证券预测，到 2025 年，我国储能投资市场空间将达到 0.45 万亿元，2030 年增长到 1.30 万亿元左右。

安信证券认为，从国家顶层设计到地方省市出台的政策来看，储能成为目前解决能源变革的重要手段。2022 年是储能的订单放量年，率先拿到订单的企业有望占据先发优势。具备订单获取能力及规模扩张能力的企业，有能力迎接市场进一步扩容。

机构认为，随着《方案》的逐步推进，产业链公司有望随之受益，产业链迎来加速发展期。中信证券认为，新型储能行业的发展以锂离子电池为代表的电化学储能为主，包括阳光电源、德业股份、宁德时代、苏文电能、许继电气等将迎来更大的市场发展空间。（张露）

## 无烟煤让负极材料更“锂”想

中国科学报 2022.3.21

新能源汽车如何才能拥有快速充电、续航给力两大超能力？负极材料被认为是“赋能”的关键。

如果把动力电池比作蓄水池，那么，“锂”想的负极材料就能容纳更多的锂离子，让水池更深。正因如此，2021 年我国仅负极材料的市场规模就达到 159.1 亿元。

中国科学院山西煤炭化学研究所 709 课题组早已将目光锁定在负极材料上。不同于国内外使用针状焦系、石油焦系制造负极材料的传统方法，该课题组独辟蹊径，使用无烟煤制造锂电池人造石墨负极材料，并完成煤基快充负极材料的成套技术研发，不久前建成了国内首条吨级试验示范线。

“这是一条没有人走的路，第一步就花了我们 5 年时间。”709 课题组组长陈成猛说。

### 快充快放看负极

锂电池是动力电池界的绝对主角。它拥有正极材料、负极材料、隔膜、电解液四个组成部分。国内外科学家都在围绕这四大组成部分开展科学研究。

目前，正极材料体系主要分为钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂和三元材料等多种技术路线，负极材料则相对单一，虽然技术路线众多，但人造石墨技术仍是主流技术。

实际上，锂电池最为人诟病的充电慢、续航差等问题，与正极材料、隔膜、电解液都有关系，而负极材料是其主要因素，更需要突破，潜力也更大。

传统的人造石墨算是第二代商业化负极材料，它是石油焦或针状焦经过包覆造粒、碳化及石墨化加工等一系列工艺制造而成。相较于第一代天然石墨等材料，人造石墨循环性能好、高低温性能优、安全性高且工艺成熟，是非常理想的选择。

不过，技术路线越成熟，前路就越狭窄。目前，行业头部公司的负极材料各项指标已逼

近理论极限，未来的提升空间十分有限。由于针状焦、石油焦制成的人造石墨自身的局限，锂电池厂商正在研发第三代技术。

2016 年，709 课题组在省内资金的支持下，尝试探索无烟煤制造人造球形石墨的技术路线，历经 5 年时间，掌握了煤基人造石墨的基础理论知识、工程化经验，为煤基负极材料快速开发和应用于锂电池打下了基础。

如今，这项科技成果已具备了从实验室走进工业示范线的必要条件。传统的针状焦、石油焦系负极材料理论容量为 372 毫安小时每克（mAh/g），而 709 课题组研发的煤基快充负极材料可以超出这一理论值，独特的结构让锂电池快充快放变成现实。

### 层间距“广纳宾客”

充电过程就如汽车驶入高速公路的“隧道”。如果锂离子在传统人造石墨这条旧高速上行驶，由于其层间距小，很容易在“隧道”口形成拥堵。而锂离子堆积过多，就会在负极表面形成“锂枝晶”，严重影响离子的行驶速度，甚至引发“安全事故”。

而要想实现快充，锂电池就要抗得住大电流。充电时，离子要通过隔膜快速到达负极材料表面，并进一步嵌入内部。

“传统人造石墨原料在高温热处理过程中，分子会重新排列组合，微晶层间距会缩小；煤基人造石墨质地偏硬，具有微孔、微晶层间距适宜等特点，这是无烟煤天然的优势。这样有利于锂离子的嵌入，而不会引起结构显著膨胀，具有很好的快速充放电性能。材料表面的中孔和贯穿孔就像扩张的‘隧道’，不会让锂离子拥堵，因此加快了充放电的过程。”709 课题组研究员孙国华介绍。

不仅是嵌入速度有所提升，负极材料的容量也有了扩充。“传统的针状焦、石油焦系人造石墨就像一本书，规则的石墨就像纸张，中间可以嵌入一层锂离子；而煤基人造石墨就像零散的纸张，每一片纸张可以双面嵌入锂离子，不同纸张之间的孔隙也可以存储锂离子，因而容量更大。”孙国华形象地描述了煤基人造石墨的结构。

经过评测，709 课题组研制的煤基快充负极材料初始存储容量突破了 372mAh/g 的理论比容量，还可满足在 5C（C 表示电池充放电时电流大小的比率）条件下快速充电。首次比容量可达 365 ~ 375mAh/g，比市面快充产品提升 5% ~ 10%；在同等的大倍率下容量保留率比市售产品提升 10% ~ 20%；可使充电时间缩短至 20 分钟以内，不足 3000 元/吨的无烟煤摇身一变，身价涨了 20 余倍。

### 工程化之路并非易事

由于煤炭成分复杂多变，由复杂的有机质和 120 多种矿物质组成，因此所有的煤基新材料面临的首要工程问题就是原材料的提纯——掌握高效低成本除灰除杂技术。

传统的煤炭洗选技术只需要把灰分控制在 8 ~ 11 重量百分比（wt%）。煤基快充负极材料需要将灰分指标控制在极低的水平，这其中的固液分离、高效脱灰技术等没有先例可循。

原料不纯就没有研究的基础，原料不过关还会导致材料品质难控制、设备寿命缩短，甚

至“蹿火炸炉”等安全事故。陈成猛带领团队常驻母校中国矿业大学开展实验研究，经过长达半年的技术攻关取得了突破，经过极限粉碎至微米级甚至能够得到灰分小于2wt%的煤。

另一项关键技术就是煤炭石墨化，需要在3000℃的高温下对煤炭进行热处理，并且50~100小时不间断运行。在此期间，团队成员收集了山西、云南、河南、北京等地20种无烟煤，反复试验上百次，最终掌握了这项核心技术。

相比其他领域10~20年才能形成一条扎实的技术路线，709课题组能够在短时间内完成突破，主要依托于三大优势——扎实的基础理论、工程化经验、完整的创新链。

据介绍，709课题组多年来将研究方向集中布局在生物质基、煤基、高分子基先进炭材料上，对电容炭、石墨烯和人造石墨三个方向均有深入研究。前两个方向起步早、经验多，在炭材料热处理方面积累了很多经验，而且课题组从针状焦系、石油焦系的人造石墨生产工艺中得到了不少借鉴，因此，少走了许多弯路。

依托于以往的中试项目，709课题组组建了一支工程化水平较高的工程师队伍，学科种类齐全、执行力强。科学家一边在基础研究方向探索，一边带领工程师协调解决工艺技术难题，最后把整套技术成功在生产线上放大。

“这种组织能力是我们课题组的强项，也是很多科技成果难以转化的痛点。”709课题组成员、碳基新材料技术负责人李晓明表示。

跑上游、跑下游，进企业、进博会……即便煤基人造石墨在性能上有着不俗的优势，但作为切入新市场的外来“物种”，获得市场青睐并非易事。

按照709课题组以往的经验，一个自己眼中成熟的材料拿到客户眼前，无论介绍得如何天花乱坠，也很难打动人。对此，709课题组开发了一套独特的应对策略。

“负极材料还是要放在锂电池身上才能展现优势，我们购买了正极材料、隔膜自制了锂电池，无论是调试还是试验，第一手数据总能迅速掌握，客户的认可度也很高，而且我们还在自制隔膜方面进行了理论探索。”李晓明介绍，“课题组的科学家们花费大量精力，频繁与锂电池及负极材料龙头企业保持密切接触，了解最前沿的下游需求，针对性地改进指标。”

随着锂电池市场规模的急剧扩张，行业技术日新月异，更新极快，行业龙头企业都在紧锣密鼓布局下一代负极材料，709课题组也把产业化提上了日程。

“探索研究煤炭原料化、材料化低碳发展路径符合国家的布局，希望通过新一代的负极材料技术，给电动汽车产业更大的信心。”陈成猛表示。（李清波）

## 广东燃料电池汽车示范城市群建设提速

中国能源报 2022.3.28

本报讯（记者仲蕊）报道：近日，广东省人民政府印发了《关于印发2022年省政府工

作报告重点任务分工方案的通知》，提出将出台交通运输领域碳达峰行动方案，加快建设燃料电池汽车示范城市群，在高速公路服务区、客运码头、公交站等场地加快建设充电站、加氢站。记者了解到，2022年是燃料电池汽车示范城市群项目落地执行之年，我国燃料电池示范城市群建设将进一步提速。

在碳达峰、碳中和目标下，我国燃料电池汽车产业加快发展。中国汽车工业协会数据显示，2021年全国氢燃料电池汽车产销数据分别为1777辆和1586辆，同比增加48.2%和34.7%。燃料电池汽车示范城市群建设，将进一步带动燃料电池汽车发展，根据已公布的车辆规划，北京、上海、广东、河北4个城市群计划推广燃料电池汽车的数量分别为5300辆、5000辆、1万辆和7710辆。

《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》提出，到2025年基本掌握核心技术和制造工艺，燃料电池车辆保有量约5万辆，部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到10万—20万吨/年，实现二氧化碳减排100万—200万吨/年。

业内普遍认为，国家顶层规划的发布将改变此前缺乏统筹协调、各部门九龙治水的局面，指明了我国氢能产业的发展方向、应用前景及核心目标，极大提振了产业发展信心。资深从业者郑贤玲表示，在此背景下，我国氢能产业基础设施、关键零部件国产化，以及制氢环节等将迎来大发展，产业将释放更多潜力；燃料电池汽车示范城市群将持续利好产业发展，带动氢能全产业链协同共进，推动氢能在工业、民用等领域广泛应用，在能源转型中发挥更大作用。

国际氢能协会副主席、清华大学核能与新能源技术研究院教授毛宗强认为，目前的燃料电池汽车示范城市群在氢能产业链布局上各具特色，对全国燃料电池产业以及氢能应用发展都将起到很好推动作用。不过从最初规划来看，燃料电池汽车示范城市群还存在规划较为分散、一个城市同时加入两个城市群等情况，在此背景下，示范期结束时如何核算示范成果，考验着城市群未来的具体政策制定和合作分配能力。

毛宗强进一步强调，要真正实现氢能产业发展，不仅有赖于示范应用，还需要技术进步、商业模式探索及政府支持。另外，燃料电池汽车的示范应用只着眼于政府补贴将会造成产业“虚假繁荣”，必须算清经济账。

## 《“十四五”新型储能发展实施方案》解读

中国电力报 2022.3.22

新型储能是建设新型电力系统、推动能源绿色低碳转型的重要装备基础和关键支撑技术，是实现碳达峰、碳中和目标的重要支撑，为推动“十四五”新型储能高质量规模化发展，国家发展改革委、国家能源局近日联合印发了《“十四五”新型储能发展实施方案》（以下简称《实施方案》）。

### 《实施方案》出台背景

(一)“十三五”以来，我国新型储能实现由研发示范向商业化初期过渡，实现了实质性进步。电化学储能、压缩空气储能等技术创新取得长足进步，2021年底新型储能累计装机超过400万千瓦，“新能源+储能”、常规火电配置储能、智能微电网等应用场景不断涌现，商业模式逐步拓展，国家和地方层面政策机制不断完善，对能源转型的支撑作用初步显现。

(二)“十四五”时期是我国实现碳达峰目标的关键期和窗口期，也是新型储能发展的重要战略机遇期。随着电力系统对调节能力需求的提升、新能源开发消纳规模不断加大，尤其是在沙漠戈壁荒漠大型风电光伏基地项目集中建设的背景下，新型储能建设周期短、选址简单灵活、调节能力强，与新能源开发消纳的匹配性更好，优势逐渐凸显，加快推进先进储能技术规模化应用势在必行。我国在锂离子电池、压缩空气储能等技术方面已达到世界领先水平，面向世界能源科技竞争，支撑绿色低碳科技创新，加快新型储能技术创新体系建设机不容发。新型储能是催生能源工业新业态、打造经济新引擎的突破口之一，在构建国内国际双循环相互促进新发展格局背景下，加速新型储能产业布局面临重大机遇。

(三)《实施方案》是推动“十四五”新型储能规模化、产业化、市场化发展的总体部署。2021年，国家发展改革委、国家能源局联合印发了《加快推动新型储能发展的指导意见》(以下简称《指导意见》)，提纲挈领指明了新型储能发展方向，要求强化规划的引领作用，加快完善政策体系，加速技术创新，推动新型储能高质量发展。本次在《指导意见》的基础上，《实施方案》进一步明确发展目标和细化重点任务，提升规划落实的可操作性，旨在把握“十四五”新型储能发展的战略窗口期，加快推动新型储能规模化、产业化和市场化发展，保障碳达峰、碳中和工作顺利开局。

### 《实施方案》主要内容和政策亮点

《实施方案》分为八大部分，包括总体要求、六项重点任务和保障措施。其中，六项重点任务分别从技术创新、试点示范、规模发展、体制机制、政策保障、国际合作等重点领域对“十四五”新型储能发展的重点任务进行部署。

(一) 总体要求。一是指导思想中明确坚持以技术创新为内生动力、以市场机制为根本依托、以政策环境为有力保障，稳中求进推动新型储能高质量、规模化发展的总体思路。二是基本原则中充分体现了以规划为引领、以创新为驱动、以市场为主导、以机制为保障、以安全为底线的发展思路，明确统筹规划、因地制宜，创新引领、示范先行，市场主导、有序发展，立足安全、规范管理四项发展原则。三是在发展目标中，更注重通过支持技术和商业模式创新、健全标准体系、完善政策机制等措施，充分激发市场活力，推动构建以需求为导向，以充分发挥新型储能价值为目标的高质量规模化发展格局。

(二) 主要任务。《实施方案》聚焦六大方向，明确了“十四五”期间的重点任务。

一是注重系统性谋划储能技术创新。《实施方案》对新型储能技术创新加强战略性布局和系统性谋划，从推动多元化技术开发、突破全过程安全技术、创新智慧调控技术三个层面

部署集中技术攻关的重点方向，提出研发储备技术方向，鼓励不同技术路线“百花齐放”，同时兼顾创新资源的优化配置；强调推动产学研用的融合发展，以“揭榜挂帅”等方式推动创新平台建设，深化新型储能学科建设和复合人才培养；建立健全以企业为主体、市场为导向、产学研用相结合的绿色储能技术创新体系，充分释放平台、人才、资本的创新活力，增加技术创新的内生动力。

二是强化示范引领带动产业发展。《实施方案》聚焦新型储能多元化技术路线、不同时间尺度技术和各类应用场景，以稳步推进、分批实施的原则推动先进储能技术试点示范，加快首台（套）重大技术装备等重点技术的创新示范，以工程实践加速技术迭代和更新，促进成本下降；推动重点区域开展区域性储能示范区建设，结合应用场景积极推动制定差异化政策，在一些创新成果多、体制基础好、改革走在前的地区实现重点突破。结合新型储能处于商业化初期阶段实际，《实施方案》鼓励各地在新型储能发展工作中，坚持“示范先行”原则，避免“一刀切”上规模，积极开展技术创新、健全市场体系和政策机制方面的试点示范。通过示范应用带动技术进步和产业升级，推动完善储能上下游产业链条，支持储能高新技术产业基地建设。

三是以规模化发展支撑新型电力系统建设。《实施方案》坚持优化新型储能建设布局，推动新型储能与电力系统各环节融合发展。在电源侧，加快推动系统友好型新能源电站建设，以新型储能支撑高比例可再生能源基地外送、促进沙漠戈壁荒漠大型风电光伏基地和大规模海上风电开发消纳，通过合理配置储能提升煤电等常规电源调节能力。在电网侧，因地制宜发展新型储能，在关键节点配置储能提高大电网安全稳定运行水平，在站址走廊资源紧张等地区延缓和替代输变电设施投资，在电网薄弱区域增强供电保障能力，围绕重要电力用户提升系统应急保障能力。在用户侧，灵活多样地配置新型储能支撑分布式供能系统建设、为用户提供定制化用能服务、提升用户灵活调节能力。同时，推动储能多元化创新应用，推进源网荷储一体化、跨领域融合发展，拓展多种储能形式应用。

四是强调以体制机制促进市场化发展。《实施方案》提出明确新型储能独立市场主体地位，推动新型储能参与各类电力市场，完善与新型储能相适应的电力市场机制，为逐步走向市场化发展破除体制障碍。面向新型储能发展需求和电力市场建设现状，分类施策、稳步推进推动新型储能成本合理疏导。对发挥系统调峰作用的新型储能，经调峰电源能力认定后，参照抽水蓄能管理并享受同样的价格政策。努力拓宽新型储能收益渠道，助力规模化发展。拓展新型储能商业模式，探索共享储能、云储能、储能聚合等商业模式应用，聚焦系统价值、挖掘商业价值，创新投资运营模式，引导社会资本积极投资建设新型储能项目。

五是着力健全新型储能管理体系。《实施方案》强化标准的规范引领和安全保障作用，完善新型储能全产业链标准体系，加快制定安全相关标准，开展多元化应用技术标准制修订。要求加快建立新型储能项目管理机制，规范行业管理，强化安全风险防范。鼓励各地加大新型储能技术创新和项目建设支持力度，完善相关支持政策。加快建立新型储能项目管理

机制，强化安全风险防范，规范项目建设和运行管理。

六是推进国际合作提升竞争优势。《实施方案》提出完善新型储能领域国际能源合作机制，搭建合作平台，拓展合作领域；推动新型储能技术和产业的国际合作，实现新型储能技术和产业的高质量引进来和高水平走出去。

（三）保障措施。为保障《实施方案》有效落地，提出系列具体保障措施。在协调保障方面，提出建立包含国家发展改革委、国家能源局与有关部门的多部门协调机制，做好与各项规模统筹衔接；在行业管理方面，提出建设国家级新型储能大数据平台，开展实施方案各项重点任务监测，提升行业管理信息化水平；在责任落实方面，要求各省级能源主管部门编制新型储能发展方案，明确各项任务进度和考核机制。同时，国家能源局根据监督评估情况，适时对实施方案进行优化调整。（国家能源局）

## “十四五”节能减排工作如何落实？

综合考虑地区差异、环境质量状况等因素，因地制宜确定各地减排任务

中国环境报 2022.3.14

2022年1月，国务院印发了《“十四五”节能减排综合工作方案》（以下简称《方案》）。《方案》提出，要按照可监测、可核查、可考核的原则，将重点工程减排量下达地方，污染治理任务较重的地方承担相对较多的减排任务。

“十一五”以来，国务院在每个五年规划期均制定节能减排综合工作方案，对加快经济社会绿色转型发挥了重要作用。此次《方案》明确了“十四五”推进节能减排的总体要求，为助力实现碳达峰碳中和目标提供了重要支撑。

那么，污染物减排作用如何？应如何正确理解和把握污染重、减排多这一要求，以开展污染总量控制工作？污染较轻的地方减排任务量会少吗？记者为此采访了相关专家。

### 污染物大幅减排有力支撑了环境质量改善

事实上，污染治理任务重的地方承担相对较多的减排任务，是“十一五”以来4个节能减排综合工作方案一以贯之的要求。

“原则上环境质量超标、有环境质量改善目标和污染治理任务重的地方承担相对较多的减排任务，通过污染减排约束性作用，与污染防治攻坚战等形成合力共同推进环境质量的持续改善。”生态环境部环境规划院总量控制与排放交易中心副主任蒋春来告诉记者，重点工程减排量下达地方时，综合考虑地区差异、环境质量状况、污染治理现状、污染密集型行业比重、环境容量等因素，因地制宜地确定各地重点减排工程任务。

之所以持之以恒推进节能减排尤其是污染物减排，与其所获成效关系密切。

自“九五”以来，我国实施污染物排放总量控制制度，经过长期努力，主要污染物排放总量有效降低。党的十八大以来，大气、水、土壤3个污染防治行动计划陆续出台，污染防治攻坚战全面打响。同时，实施《“十三五”节能减排综合工作方案》，污染减排工作取

得显著成效。

主要污染物的大幅减排有力支撑了环境质量改善。

生态环境部环境规划院院长王金南表示，与 2015 年相比，2020 年二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮排放总量分别下降 25.5%、19.7%、13.8%、15.0%。

污染减排对产业、能源、交通运输结构调整亦起着积极作用。

“十三五”期间，我国累计淘汰过剩钢铁产能两亿吨、水泥产能 3 亿吨、平板玻璃产能 1.5 亿重量箱。京津冀及周边地区、汾渭平原完成散煤替代超过 2500 万户，全国煤炭消费占比从 2015 年的 63.8% 下降至 2020 年的 56.8%；全国累计淘汰黄标车、老旧车 2460 多万辆，大力推广应用新能源汽车，环渤海、长三角等地区沿海主要港口以及唐山港、黄骅港的煤炭集港全部改为铁路和水路运输，进一步提升了交通运输绿色化水平。

### 污染轻的地区如何把握减排尺度

污染相对不重、环境质量较好的地区如何把握减排尺度？

“对于环境质量较好的地区，应加强指导，强化环境基础设施建设，持续提高地区环境治理水平。鼓励地方政府选择污染物类型进行自主减排，实施特征性污染物总量减排和自行安排其他减排工程。”蒋春来表示。

以目前已成为空气质量达标和持续改善重要制约因素且具有明显区域性污染特征的 O<sub>3</sub> 为例，华南理工大学环境与能源学院钟美芳等人在“十四五”我国 VOCs 排放总量控制方案研究与建议中认为，基于“十四五”时期 VOCs 排放的预测结果，VOCs 重点减排区域主要分布在东南沿海地区，其次是东北、华北和中部地区，西部地区是 VOCs 削减率最低的地区。

其中，上海、北京和天津 3 个直辖市虽然面积较小，VOCs 排放总量较低，但其单位国土面积 VOCs 排放量大，且其处于 O<sub>3</sub> 重度控制区，空气质量改善需求大，减排潜力较大。

广西、黑龙江、云南、海南、甘肃、贵州、青海以及西藏等省份均处于 O<sub>3</sub> 达标区，环境空气质量达标天数比例较高，且单位 VOCs 排放量小、排放强度低，承担 VOCs 排放削减的责任小，削减力度和削减空间小，削减率均低于 5.5%。

蒋春来表示，“十四五”时期会更加注重减排工程形成的实实在在的减排能力。一是基于减排能力测算重点减排工程减排量，并制定核算技术指南，进一步指导和规范各地开展减排量核算工作。

二是强化过程管理。建立减排工程调度机制，加强与排污许可、环评审批等制度衔接，定期对各地重点减排工程落实情况进行调度跟踪，全面掌握各地进展。

三是发挥总量减排考核作用。建立重点减排工程审核机制，强化对重点减排工程落实情况的监督。推动总量减排工作继续纳入污染防治攻坚战相关考核，强化总量减排考核的刚性约束。

### 污染物排放总量大依旧是导致各类环境问题的根本原因

“十四五”时期是实现生态环境质量改善由量变到质变的关键期，污染减排也面临着新形势新要求。

“我国现阶段生态环境质量的改善还是中低水平上的提升，与人民群众的期待仍有不小差距。”王金南表示，主要污染物排放总量依旧是导致各类环境问题的根本原因，只有污染物排放大幅降下来，生态环境质量才能明显好上去。

当前，我国化学需氧量和氮氧化物排放总量仍在千万吨级别，挥发性有机物减排相对缓慢并成为短板，必须采取更有力的措施抓污染减排，使主要污染物排放总量下降到与生态环境承载力基本适应的范围，才能支撑生态环境质量持续改善。

需要注意的是，污染减排虽然是实现减污降碳协同增效的关键举措，却不能简单设置统一目标值，这在《方案》中也有所体现。例如对“十四五”时期区域差异性减排目标任务的设定，京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降10%、5%左右，而汾渭平原煤炭消费量要实现负增长。

大气污染防治重点区域、珠三角地区、成渝地区，推进挥发性有机物和氮氧化物协同减排，加强细颗粒物和臭氧协同控制；长江流域重点推进城镇污水垃圾处理和工业、农业面源、船舶、尾矿库等污染治理工程；黄河流域重点推进深度节水控水行动和重要支流污染治理等。

此外，《方案》还牢牢把握经济社会发展客观规律，在巩固拓展“十三五”污染减排成果的基础上，进一步优化减排管理制度，即“明确污染治理任务较重的地区承担更多的减排任务”。

国家城市环境污染控制技术研究中心研究员彭应登认为，“这能够提升环境治理效能，实现最佳‘投入产出比’，起到事半功倍的效果。”（王珊）

## 微型无电池传感装置可随风飘浮

科技日报 2022.3.18

科技日报北京3月17日电（记者张梦然）受蒲公英利用风来传播种子的启发，美国研究团队开发了一种微型传感器便携装置，当它向地面翻滚时可被风吹走。一旦落地，该装置至少可容纳4个传感器，使用太阳能电池板为其负载电子设备供电，并且可共享最远60米外的传感器数据。研究成果发表在16日《自然》杂志上。

该传感装置的重量约为1毫克蒲公英种子的30倍，经由无人机释放后，可在微风中行进100米，大约相当于足球场的长度。

“你可使用无人机一次性释放数千个这样的装置，它们都会被风吹走。”论文资深作者、华盛顿大学计算机科学与工程学院教授洗穆·高拉克塔说，这对于传感器部署来说是惊人和变革性的，因为现在手动部署这么多传感器可能需要几个月的时间。

由于这些装置上负载有电子设备，因此要使整个系统像真正的蒲公英种子一样轻，是具

有挑战性的。研究人员开发出一种形状，使系统能慢慢地落到地上，这样它就可被微风摇晃。研究人员测试了 75 种设计，以确定什么会导致最小的“终端速度”或装置在空中落下时的最大速度。

蒲公英种子结构的工作方式是它们有一个中心点，绒毛伸出来减缓它们的下落。研究人员对其进行二维投影，为装置结构创建了基础设计。当增加重量时，装置的刷毛开始向内弯曲。然后，研究人员添加了一个环形结构，使其更硬，并占用更多的面积来帮助减慢它的速度。

为了保持轻盈，研究团队使用太阳能电池板而不是笨重的电池来为电子设备供电。这些设备在 95% 的时间里太阳能电池板都直立着陆。它们的形状和结构使它们能够像蒲公英种子一样以始终直立的方向翻转和掉落。

然而，如果没有电池，系统就无法存储电量，这意味着太阳下山后，传感器就会停止工作。当第二天早上太阳升起时，系统需要一点能量才能启动。研究团队设计的电子设备包括一个电容器，这种设备可在夜间储存一些电荷。

传感装置使用反向散射（一种通过反射传输信号来发送信息的方法）将传感器数据无线发送回研究人员。装置可测量温度、湿度、压力和光，在日落关闭时发送数据。第二天早上，当这些装置重新启动时，数据收集就恢复了。

### 总编辑圈点

所谓无电池装置，其实是使用太阳能电池板为其电子设备供电，而除了文中所述优点，这一系统还有个巨大好处，就是整个装置上没有任何东西会耗尽电量，装置可以一直运行，直到发生无法挽回的物理故障直接废掉。不过它也有缺点，那就是电子产品会分散在系统中，未来彻底废弃后的降解是个难题。不过据说研究人员正在努力克服这一问题。

## 加入催化剂改变盐浓度锂电池的动力学速率提高数倍

科技日报 2022.3.30

科技日报讯（记者金凤 通讯员周伟 王洪洲）在目前研究的新型二次储能系统中，锂—氧电池是理论上比能量最高的电池体系。但其放电产物过氧化锂的绝缘性，阻碍了锂—氧电池的发展进程。日前，南京工业大学陈宇辉教授课题组联合上海大学施思齐教授以及奥地利科学家，发现通过改变锂盐浓度或者溶剂，就可以让绝缘体的电化学速率提高数倍。研究成果近日发表在国际权威期刊《自然·催化》上。

与锂离子电池等插层电池主要依靠离子脱出或嵌入来平衡混合导电固体的氧化还原电荷不同，未来电池技术如锂—氧电池、锂—硫电池会产生绝缘物质。锂—氧电池在放电或充电期间将溶解在电解质中的氧气转化为固态绝缘物质过氧化锂。锂—硫电池可将固态绝缘物质硫和硫化锂相互转化。电极与绝缘、不溶性、固体存储材料之间会发生电荷转移，即使在低倍率下也会导致高过电位和不完全转化。

“我们通过实验发现，用碘化锂作为氧化还原媒介体的催化剂，在与绝缘物质比如过氧化锂反应时，存在一个突变电位。”论文第一作者、南京工业大学博士生曹德庆介绍，当媒介体电位低于突变电位时，氧化还原媒介体在与绝缘物质反应的动力学较慢，当电位仅高于突变电位少许时，氧化还原媒介体与绝缘物质反应的动力学会突然加快。而通过改变锂盐浓度或者改变溶剂，就可以调节媒介体电位的变化。

“经过深入研究，我们发现这个现象不仅在碘化锂中存在，在其他媒介体与过氧化锂反应过程中也存在，这个结论还可以延伸到除了锂—氧电池的其他电池体系，比如锂—硫电池。”陈宇辉说，他们发现突变电位存在的原因，其实是与绝缘物质的晶面有关。因为绝缘物质比如过氧化锂等是多晶面的，媒介体的电位应该超过主导晶面所需的最低过电势。

“这一研究成果为锂—氧和锂—硫电池体系选择媒介体提供了一种新的思路，为未来研究媒介体催化剂提供了一个新的依据。”陈宇辉表示，该研究也会促进锂—氧电池和锂—硫电池的工业化进程，为替代目前商业化的锂离子电池提供了更多选择，将进一步加快大型储能系统例如新能源电动车等的发展。

《“十四五”新型储能发展实施方案》定调，2025年新型储能具备大规模商业化应用条件，其中电化学储能系统降本超三成——

## 新型储能发展大步提速

中国能源报 2022.3.28

储能产业再迎重大政策利好。

国家发改委、国家能源局3月21日印发的《“十四五”新型储能发展实施方案》（以下简称《实施方案》）提出，到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。其中，电化学储能技术性能进一步提升，系统成本降低30%以上。

新型储能是建设新型电力系统、推动能源绿色低碳转型的重要装备基础和关键支撑技术，更是实现“双碳”目标的重要支撑，《实施方案》从技术创新、试点示范、商业模式创新、风险管理、国际合作等方面进一步明晰了“十四五”期间我国新型储能的发展路径，引发行业热议。中关村储能产业技术联盟理事长陈海生表示，作为今年针对新型储能的首个国家级重磅文件，《实施方案》为我国新型储能勾画出了高质量、规模化发展的精准“路线图”，产业发展将顺势步入“快车道”。

### 电化学储能系统降本超三成

《实施方案》明确，到2025年，新型储能要具备大规模商业化应用条件，技术创新能力显著提高，核心技术装备自主可控水平大幅提升，标准体系基本完善，产业体系日趋完备，市场环境和商业模式基本成熟。其中，电化学储能系统成本降低30%以上；火电与核电机组抽汽蓄能等依托常规电源的新型储能技术、百兆瓦级压缩空气储能技术实现工程化应用；兆瓦级飞轮储能等机械储能技术逐步成熟；氢储能、热（冷）储能等长时间尺度储能

技术取得突破。

“《实施方案》从技术创新、试点示范、商业模式创新等不同方面对储能行业作出了全方位说明，为从业者明确了产业优化方向和操作路径。”北京泓慧国际能源首席运营官沈庆生告诉记者。

记者注意到，截至 2021 年底，我国新型储能装机中锂离子电池占比达 89%。中关村储能产业技术联盟副秘书长李臻就此表示，“十四五”期间新型储能技术应用还将以锂离子电池为主。“目前以锂离子电池、全钒液流电池为主的电化学储能产业链相对完善，具备降本基础和空间。”

陈海生进一步指出，2021 年以来，上游原材料涨价直接影响了储能项目的经济性。“目前国家层面正积极研究制定稳定原材料价格的方案，随着技术进步和产业规模的进一步扩大，锂离子电池价格将逐步回落，‘十四五’期间还有持续下降的空间。”

#### “十四五”装机目标未提及引热议

值得注意的是，国务院 2021 年 10 月印发的《2030 年前碳达峰行动方案》以及国家发改委、国家能源局 2021 年 7 月发布的《关于加快推动新型储能发展的指导意见》均明确提出，2025 年新型储能装机容量达到 30GW 以上。但《实施方案》并未提及具体装机目标，引发行业热议。

有观点认为，因为超过 30GW 的目标完成起来有难度，所以政策在“踩刹车”。对此，陈海生予以否定：“新型储能‘十四五’期间的发展规模不再设定具体目标，可以充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，主管部门将以市场需求为导向，进一步完善市场机制建设，为储能发展营造良好的市场环境，推动行业健康有序发展。”

据中国能源研究会储能专委会不完全统计，截至 2021 年底，我国已投运的储能项目累计装机容量（包括物理储能、电化学储能以及熔融盐储热）达到 4593GW，同比增长 29%。其中，抽水蓄能新增规模居首，为 8.05GW；电化学储能紧随其后，投运规模达 1.87GW/3.49GWh，规划在建规模超过 20GW。新能源配置储能以及独立储能是新增装机的主要支撑。

据了解，目前仅青海、山东、湖南、浙江、内蒙古五省区以及南方电网明确的“十四五”期间储能规划目标就达 39GW，已高于国家规划目标。根据中关村储能产业技术联盟 2021 年发布的《储能产业研究白皮书 2021》，2025 年我国储能市场规模保守场景下将达 35.5GW，理想场景下将达 55.9GW。这意味着未来 4 年，储能将以年均 72% 以上复合增长率持续高速增长。

“相信通过政策激励和市场驱动，我国将成为全球第一大储能市场。”陈海生表示。

#### 储能技术和应用场景更加多元

《实施方案》的另一大亮点在于强调储能技术“百花齐放”，不仅部署了不同技术类型、不同时长尺度的储能技术发展，而且首次提出了火电抽汽蓄能、核电抽汽蓄能的示范应用。

沈庆生指出，《实施方案》给予各类新型储能技术多元应用场景和发展空间，并通过示范项目的先行先试，为后续规模化发展打好“前站”。“未来新型储能定会呈现‘百花齐放、多能互补’的局面，《实施方案》对电源侧、电网侧、用户侧储能都给予同等鼓励，而非延续以往侧重支持电源侧储能的思路，此举将缓解不同应用场景配储发展不平衡的问题。”

在李臻看来，“十四五”期间新型储能发展的关键之处，在于解决“构建完善的产业体制机制”和“确保产业安全发展”两大核心问题。

李臻提出的两大核心问题，《实施方案》均有强调和说明。

《实施方案》要求，加快推进新型储能作为独立主体参与各类电力市场的进程，研究制定准入条件、交易机制、调度、结算细则以及技术标准等。鼓励新能源电站以自建、租用或购买等形式配置储能，以此来发挥储能“一站多用”的共享作用。积极支持各类主体开展共享储能、云储能等创新商业模式的应用示范，试点建设共享储能交易平台和运营监控系统。此外，《实施方案》要求突破储能电池智能传感、储能电池热失控阻隔、电池本质安全控制、基于大数据的故障诊断和预警等全过程安全技术，支撑大规模储能电站安全运行。

(卢奇秀)

## 我国燃料电池汽车技术标准进一步细化

中国能源报 2022.3.28

本报讯（记者仲蕊）报道：工信部近日发布的《2022年汽车标准化工作要点》提出，加快修订燃料电池汽车碰撞后的安全要求标准，全面推进燃料电池汽车能耗及续驶里程、低温起动性能、动力性能试验方法等整车标准及燃料电池发动机性能试验方法、车载氢系统等关键部件标准研究，支撑燃料电池汽车关键技术研发应用及示范运行。这标志我国燃料电池汽车相关标准体系将逐步细化。

“氢能产业链分为上游制氢、中游储氢和下游应用三大环节，产业链长且分布广泛。经过数年的技术积累与政策扶持，氢燃料电池汽车已成为氢能应用的重要方向之一。”航天科技集团一院十五所研究员、全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会委员靳殷实介绍，虽然氢发展较快，但其可燃易爆、易泄漏扩散等特性没有根本改变，使得氢在运输、储存等环节仍被作为危险化学品管理。因此，燃料电池汽车安全标准制定工作十分重要。

据记者不完全统计，目前我国已出台氢能与燃料电池相关国家标准超过100项；整车级燃料电池、车用燃料电池系统、车载氢系统等氢能汽车方面的标准已超30项。

靳殷实介绍：“在燃料电池汽车产业化与氢能基础设施建设方面，美国、日本、欧盟起步较早，相关标准已陆续出台。”因此，我国在制定氢能及燃料电池汽车相关标准时借鉴了发达国家的先进经验。

值得注意的是，尽管我国燃料电池汽车标准数量可观，但由于氢能产业受政策重视，越来越热，行业发展不断提速，因此需更新或制定新标准。靳殷实举例称，燃料电池汽车标准

制定早在十多年前就已经启动，但目前还停留在术语、供氢系统、燃料电池发动机、加氢口、安全要求等领域。随着近年来燃料电池汽车规模不断增长，标准制定工作才开始向空压机、加湿器等关键零部件延伸。

据了解，2009年—2017年发布的燃料电池汽车相关标准主要聚焦车载氢系统、运行技术规范等方面。2017年—2021年，燃料电池汽车相关标准新增了加氢枪、氢气排放方式等内容，标准不断得到细化。

“一般情况下，先有产品后有标准，但标准应紧跟市场需求，紧跟市场发展水平，不能脱节。而且，好的标准可以推动市场发展，促进社会进步。”靳殷实强调。

## 储能电站有了“CT扫描”

### 湖南电力创新集控模式发挥储能效益

中国电力报 2022.3.30

“各储能电站的运行数据正常，现场作业及站内设备情况正常。”3月21日10时，国网湖南省电力有限公司储能集控中心值班员吴涛通过远程监控查看长沙、郴州、邵阳等5个地市7座储能电站的运行情况。此时正处于储能电站集中放电时段，值班员需要实时掌握电站运行情况。而刚建成的储能集控中心让值班员在线上就可以完成监测任务。

从2018年开始，湖南电力全面推进储能电站建设，到2021年已在长沙、郴州等5个地市建成了7座储能电站。为了实现储能系统及资源的可观、可测、可控、可调，2021年8月份，湖南电力组织相关专业部门及国网湖南综合能源公司启动了储能集控中心建设。今年2月，储能集控中心建成投运，目前已具备储能电站线上监测运维、在线诊断电芯安全、聚合分布式储能资源等功能，为储能电站及移动式储能发挥更大效益提供技术支撑。

“有了集控中心，我们将储能电站多人值班变成少人值守，需要操作或特殊巡查时，工作人员才前往储能电站。”湖南电力储能集控中心技术负责人李宁介绍道，储能集控中心接入了各储能电站的各类信号数据，能够通过大数据分析计算工单数据，就储能电站存在的设备隐患提前告警。

据了解，电芯是储能电站电池内部的关键单元。监测电池电芯的实时状态，及早发现隐患，对于储能电站安全运行非常重要。2021年10月，湖南电力与中国电科院组建了储能技术共享实验室，联合电网输变电设备防灾减灾国家重点实验室开展技术创新。目前，两个实验室在储能电池单体、模组和系统三级检测试验保障体系以及电池本质安全、设备早期诊断预警、分区灭火、灾害管控等技术领域取得了突破。电芯在线诊断系统就是其中一项研究成果。

“打个比方，之前对储能电站的线上实时监控，就好比是在检查心率、血压和体温，而电芯在线诊断系统则是‘CT扫描’，可以深度剖析储能电池内部健康状况，做到提前预判、

精准定位。”集控中心值班员丁春说。电芯在线诊断系统能针对每一颗单体电芯及模组的实时温度、电压、电流进行统计分析，运用大数据技术、3D 数据可视化技术，实现单体电芯实时数据分析和预警。

截至 3 月 21 日，电芯在线诊断系统已接入长沙延农、榔梨两座储能电站 19.08 万颗电芯，可实时分析电池电压、温度等 38 万个测点数据，精准识别与定位异常电芯，提前预判储能电站存在的安全隐患。

下阶段，湖南电力将继续探索实践新型储能技术和创新储能集控模式，拓展储能集控中心“平台自动巡检”等其他功能，进一步提升储能电站安全管控水平，促进分散储能资源聚合，推动湖南储能产业发展。（柴黎）

### 三、碳达峰、碳中和

《零碳数智楼宇等级规范》团体标准发布 从 50 个细项 3 个方面评判等级

## 天河 CBD 楼宇引领绿色风潮

广州日报 2022.3.1

绿色、环保、低碳成为生产和生活方式转型的风向标。天河中央商务区曾是广州人眼中的“东郊”菜地，如今已成为广州经济发展的强劲引擎和展示城市门面的名片。在高楼林立的天河中央商务区，集聚亿元税收楼宇 71 栋，其中十亿元税收楼宇 17 栋。在发展能级和区域影响力不断提升的同时，数字化、绿色化、国际化转型成为大课题。

国家“双碳”战略的提出，对商业地产运营提出了更高的要求。向低碳可持续发展转型，不仅是企业面向未来的责任，也是绿色经济时代的一次历史机遇。

### 零碳楼宇团标正式发布

日前，由广州市楼宇经济促进会发起，在社会各界的积极支持下，正式发布的《零碳数智楼宇等级规范》团体标准，将为楼宇建设和载体运营的零碳数智化提供清晰的标准指引。

据了解，该指引主要适用于广州市范围内的商务办公楼宇、产业园区、城市综合体、公寓、酒店、购物中心等非住宅用途的以经营为目的建筑，整体上从减碳节能、智能化、现代物业管理水平三个方面、50 个细项将楼宇划分为“五星级零碳数智楼宇”“四星级零碳数智楼宇”“三星级零碳数智楼宇”三个等级。

从评分标准来看，减碳节能评价项中环境保护评分占比最高，包括水环境保护、声环境、热湿环境、光环境、空气质量、风环境、垃圾分类、餐饮用能设备，其次则是建筑节材及利用、节地、节能方面的评分项。

在智能化评价项中，信息化应用系统、信息设施系统各项评分占比较高。据介绍，以团标普及和推广工作为契机，可以积极开展楼宇经济标准化创新实践，不断提升楼宇软硬件环

境，增强招商引资载体功能，吸引优质企业加速向零碳数智楼宇集聚。

### 拥抱“双碳”从生产、生活方式转变

放眼天河中央商务区，不少楼宇引领绿色办公新模式，领跑商业地产可持续发展的全新赛道。

“建筑作为能耗与碳排放的重要载体，绿色健康的空间离不开业主方、管理方、租户方的共同努力。”广州国际金融中心副总物业经理倪青山表示，广州国际金融中心通过精细化能源管理体系、冷凝水回收系统、照明节能改造、推行绿色管理计划、积极推广绿色宣传，将低碳环保理念潜移默化植入楼内每位客户心中。

同时，广州国际金融中心推行华南地区首个 IAQ 室内空气质量管理体系，覆盖空气检测系统改造、大厦空气循环系统改造，到装修管理、客户活动宣传等组织工作。同时，凭借先进设备保障——四大空气系统的并行运作，与空气设备清洁维护，严格的二次装修空气管理并倡导绿色采购，为楼内办公人士提供安全舒适的办公环境。

广州环贸中心与入驻企业、商户、消费者共同营造节能低碳的商办环境，如签订绿色公约，以及通过“都市农场”有机蔬菜种植体验、节能登高挑战趣味运动会、“变废为宝”等一系列健康社群活动，共同践行对环境保护的承诺。

### 雨水回收水质净化 商户和消费者拥抱“双碳”

广州环贸中心自 2021 年 9 月落成以来，通过大力引入数字经济、科技金融以及高端服务产业，引领“双碳”风潮。据广州环贸中心物业总经理陈文锋介绍，广州环贸中心在洁净的水源供应方面，所有供水均经过 UV 杀毒净化处理，并利用 RO 反渗透滤膜的过滤设备，可高效去除水中微生物、溶解金属、有机污染物、细菌、水垢、挥发性物质等，保证饮用水的安全。在水质维护方面，采用智能化技术对水环境进行实时监测及集成管理，每月一次冷却塔清洗，每月两次水质分析，每半年聘请第三方机构进行水质军团菌监测，公开透明记录，让使用者用水更安心。

广州国际金融中心注重以“实现可持续发展的理想经济模式”理念推行绿色可持续发展工作，强调以循环生产模式替代线性增长模式。广州国际金融中心在水环境保护、空气环境、垃圾分类等减碳节能方面采取了多种措施。节能方面从“节电”“节水”着手。国金中心 2021 年总用电量约 2610 万 KWH，比 2015 年减少 296 万 KWH，降幅 10.19%。同时，国金中心通过现有冷凝水回收系统，将回收后的冷凝水用作冷却塔补水，每年可回收冷凝水约 8500 立方米。

越秀金融大厦亦在减碳节能方面采取大量措施：从照明、空调、电梯三大主要能耗系统入手开展节能改造。其中，值得一提的是“雨水回收”——越秀金融大厦采用埋地式雨水收集箱，有效容积 160 立方米。雨水回收主要用作 11 层及以下卫生间冲厕用水、车库冲洗用水、景观补水。此外还有回收空调冷凝水，主要用作冷却塔补水及屋顶绿化用水。据了解，越秀金融大厦非传统水源利用占比达 4.82%。（陈钧圣）

# 瞄准“四个一”目标 中科院发布科技支撑“双碳”战略行动计划

科技日报 2022.3.3

“我们希望通过这项计划的实施，拿出一张路线图，解决碳达峰碳中和的实现路径问题；提出一批新理论，突破降碳固碳的原理问题；攻克一批新技术，解决减排增汇的工艺和装备问题；算好一本收支账，解决碳源碳汇的监测核算问题。”中科院副院长张涛在3月2日的发布会上称。

当天，中科院公布“中国科学院科技支撑碳达峰碳中和战略行动计划”（以下简称行动计划）。

“作为国家战略科技力量主力军，作为‘国家队’‘国家人’，必须心系‘国家事’肩扛‘国家责’。”张涛说，为深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的重大决策部署，中科院强化顶层设计，充分发挥多学科建制化优势，组织院士专家经过近半年的研讨和凝练，形成了行动计划。

中科院重大科技任务局局长丁赤飚院士介绍道，行动计划系统布局了科技战略研究、基础前沿交叉创新、关键核心技术突破、新技术综合示范、人才支持培育、国际合作支撑、创新体系能力提升、双碳科普等八大行动，实施18项重点任务。

行动计划明确了近期、中期、远期不同阶段的发展目标：到2025年，突破若干支撑碳达峰的关键技术，促进经济社会低碳绿色转型，探索支撑碳中和目标的颠覆性、变革性技术。明确碳汇机理，形成碳源碳汇监测、核算的科学方案，为国家相关决策提供科学依据；突破化石能源、可再生能源、核能、碳汇等关键技术；推进重点行业低碳技术综合示范，支撑产业绿色转型发展。

到2030年，支撑碳达峰的关键技术达到国际先进水平，有力支撑碳达峰目标实现；支撑碳中和的科学原理和关键技术取得重大突破，为碳中和目标提供科技储备和解决方案。提出并验证一批原创性新原理和颠覆性技术；构建以新能源为重点的多能融合技术体系和生态系统增汇技术体系；形成重点行业低碳转型发展系统解决方案，为碳中和示范区提供系统性技术支撑。

到2060年，突破一批原创性、颠覆性技术并实现应用，有力支撑碳中和目标实现。为构建绿色低碳、循环发展的经济体系和清洁低碳、安全高效的能源体系，实现碳中和战略目标提供科学基础、关键技术和系统解决方案，碳减排和固碳增汇等技术达到国际领先水平。

此前，有关部门和各地陆续出台支持“双碳”的相关措施，中科院此次发布的行动计划有何特点？

“实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，涉及到社会生产、生活方式的变革，需要各个领域、各个行业协同完成。”丁赤飚阐述道，此次发布的行动计划充分发挥国家科技智库作用，强化顶层战略研究。

“我们也建立了专门的战略研究团队，做了一些前期工作，如提出了多能融合技术路线图和能源与工业流程再造技术路线图等，并对数百项技术进行了初步分析。这都将会为行动计划的实施提供强有力的支撑。”丁赤飚说。

此外，行动计划发挥体系化建制化优势，加强团队协同攻关；发挥全链条科技布局优势，聚焦关键技术突破。

值得一提的是，行动计划除了部署基础前沿和关键核心技术突破的任务以外，还非常强调新技术的综合示范。

“在過去的研究攻关中我们发现，仅有单项关键核心技术的突破还难以支撑经济社会的整体性、系统性发展，必须要将多项技术或者一套技术推向市场、推向产业化，才能最大程度发挥科技支撑经济社会发展的目标。”丁赤飚说，为此，本次行动计划将双碳技术综合示范作为一项独立的任务，统筹选取一批具有典型特征的区域，针对各典型区域的主要问题和问题的主要方面，开展“多能融合”技术的集成示范，并以点带面，带动全国同类型区域绿色低碳发展，促进全国整体“双碳”目标的实现。（操秀英）

## 实现“双碳”目标 减污降碳协同增效是重点

科技日报 2022.3.5

生态环境部综合司司长孙守亮近日表示，2022年，生态环境部将扎实有序推动绿色低碳发展，做好全国碳排放权交易市场第二个履约周期管理，健全碳排放数据质量管理长效机制；深入打好污染防治攻坚战、持续强化生态保护监管、确保核与辐射安全、加快构建现代环境治理体系，强化生态环境领域科技支撑。

2022年全国生态环境保护工作会议指出，“十四五”时期，我国进入以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。

在“十四五”开局之年，我国在推动绿色低碳发展方面就取得新成效。孙守亮说，2021年，通过推进“放管服”改革、重大项目和能源保供项目落地实施，助力释放合法煤炭产能1.4亿吨/年；遏制“两高”项目盲目发展，支持配合出台碳达峰、碳中和“1+N”政策体系，启动全国碳排放权交易市场上线交易，全国碳市场第一个履约周期顺利结束。

碳排放权交易市场被认为是推动绿色低碳发展的一项重大制度创新，是实现碳达峰碳中和的重要政策工具。

生态环境部提供的资料显示，2021年，全国碳排放权交易市场第一个履约周期顺利收官，纳入发电行业重点排放单位2162家，碳排放配额累计成交1.79亿吨，累计成交额76.61亿元。同时，持续推进排污权有偿使用和交易试点工作，全国14个试点地区排污权有偿使用和交易总金额超10亿元。

减污降碳协同增效是我国“十四五”时期的重点工作。

生态环境部环境规划院副院长严刚说，我国生态环境问题，本质上是高碳能源结构和高能耗、高碳产业结构问题，污染物与二氧化碳排放呈现显著的同根同源性，即“碳污同源”，因此，我国生态文明建设面临协同推进生态环境根本好转和碳达峰碳中和的战略任务，需发挥后发优势，实施减污降碳协同治理，统筹推动生态环境保护和应对气候变化工作，实现环境效益、气候效益、经济效益多赢。比如水泥行业同时是减污和降碳的重点行业，通过水泥窑协同处置生活垃圾和工业固体废物，能有效激发行业技术变革和绿色低碳转型。

严刚说，推动减污降碳协同增效，还需强化源头防控协同，推动资源能源节约高效利用和低碳转型，加快形成有利于减污降碳的产业和能源结构、生产和生活方式。相关部门应加强措施优化协同，增强生态环境改善目标对能源和产业布局的引导约束，加大环境污染严重、生态环境敏感地区的结构调整和布局优化力度。同时，还应推进政策创新协同，建立健全统一推进减污降碳的管理制度、基础能力和市场机制，如在环境影响评价中开展碳排放评价，严把新上项目碳排放关等。

“为推进实现减污降碳协同增效，生态环境部组织开展了环境污染物与温室气体统计核算，在国家统计局批准实施的排放源统计调查制度中，已将二氧化碳等温室气体排放情况纳入其中。”生态环境部新闻发言人刘友宾说。（李禾）

## 正确认识和把握碳达峰碳中和

经济日报 2022.3.11

习近平总书记在主持中央政治局第三十六次集体学习时强调，实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策。今年政府工作报告提出，有序推进碳达峰碳中和工作。落实碳达峰行动方案。参加全国两会的代表委员表示，必须深入分析推进碳达峰碳中和工作面临的形势和任务，充分认识实现“双碳”目标的紧迫性和艰巨性，研究需要做好的重点工作，统一思想和认识，扎实把党中央决策部署落到实处。

### 先立后破推进能源转型

减碳一定要把握好先立后破这个原则。积极稳妥推进碳达峰碳中和工作，必须立足富煤贫油少气的基本国情。

全国人大代表、淮北矿业集团煤电技师学院高级工程师杨杰表示，传统能源逐步退出必须建立在新能源安全可靠的替代基础上。现阶段，要抓好煤炭清洁高效利用，同时增加新能源消纳能力，推动煤炭与新能源优化组合。

杨杰代表认为，应加大煤炭清洁高效低碳利用关键技术攻关和成果转化力度。鼓励开展煤炭清洁高效低碳利用基础理论与关键技术攻关，将碳捕捉、碳封存、碳循环利用等关键性技术攻关项目列入国家科技支撑计划、能源重点创新领域和重点创新方向，推动煤炭清洁高

效利用示范工程建设，重点突破煤炭清洁高效低碳利用关键核心技术。

全国政协委员、红杉中国创始及执行合伙人沈南鹏表示，布局要做好“全国一盘棋”，要算好“西能东输”的经济账，把西部地区的清洁能源优势转变成经济优势。目前，跨区域消纳不足、电网调节等仍制约西部资源优势向经济优势转化，要研究如何破解西部有电发不出、发出卖不掉等难题。还应算好“产业转移”效益账，不让西部在“存量减碳、增量避碳”的产业发展中掉队；算好“固碳增汇”生态账，打通西部“点绿成金”转化通道。

沈南鹏委员建议，加大跨区可再生能源配置建设，落实东中西部地方政府合理承担相应清洁电力发展责任。同时，以单位GDP碳排放考核带动换道领跑。此外，做实碳贡献的量化和补偿。扩大西部地区风光电发展的土地供给，让西部减碳贮碳固碳地区得到更多实惠。

### 加快推广绿色低碳技术

“有研究数据表明，仅靠自然系统实现碳中和几乎是不可能完成的任务。”关于技术赋能“双碳”，全国政协委员、苏州科技大学城市发展智库（高级研究院）副院长宋青认为：“自然系统无法‘消化’的碳排放量，就要交给科技来解决。”

在碳排放的全链条全环节中，绿色低碳技术发挥着不可替代的作用。在源头上，可再生能源、氢能等关键技术可推动传统化石能源的应用向新能源转换；碳排放过程中，低碳技术、低碳工艺对工业流程的再造和提升将大大地降低碳排放量；碳排放后，碳捕获等负碳技术的应用成为降低大气二氧化碳浓度的关键。

全国政协委员、华中师范大学城市与环境科学学院教授龚胜生告诉记者，三氧化硫的限排和治理更为迫切。三氧化硫是大气中二次“气溶胶”的重要组成，燃煤电厂因烟气中的三氧化硫生成的凝结物，会加剧空气预热器的腐蚀和堵灰，使能耗增加，影响电厂安全运行。龚胜生委员建议，加快制定三氧化硫排放限值政策，加强燃煤电厂提标改造的政策支持，加大燃煤电厂三氧化硫治理技术试点推广力度，建设三氧化硫污染物排放监测信息平台。

全国政协委员、北京英视睿达科技股份有限公司总裁陈宗表示，当前，我国碳监测与评价体系面临二氧化碳排放数据缺乏、监测网络薄弱等问题。建议加强二氧化碳监测技术与标准研究，既要建立全国性、高密度、网格化的地面监测体系，也要加强二氧化碳卫星遥感技术研究，并建立自主研发、自主发射、自主运行的卫星监测体系。在实现监测数据覆盖性、连续性、独立性的基础上，加强二氧化碳排放精细化监管方法与体系研究。

针对绿色低碳技术的研发应用，全国政协委员，中国船舶工业集团有限公司原党组书记、原董事长董强表示：“氢燃料是可以实现零碳排放的清洁燃料，但现阶段大规模氢气的安全获取、安全储存、安全运输、安全使用等仍是全球性难题，相关技术、标准都是攻关重点。”

如何突破绿色低碳技术的现有瓶颈？董强委员建议，强化基础科学研究，提升原创能力，加强绿色能源、绿色工业、绿色消费等环节的重大战略技术支撑，通过技术不断改进迭代，提升绿色低碳技术的成熟度。

“实现‘双碳’目标迫切需要发挥科技创新的引领和支撑作用。”全国人大代表、中国移动浙江公司董事长郑杰说，以数据中心、5G为核心的“新基建”是实现“双碳”目标的重要基础。目前，数字“新基建”的能耗与碳排放量问题不容忽视，要有序推动新型基础设施绿色高质量发展。

郑杰代表建议，加快数字“新基建”的能耗评价和碳排放标准建设，建立更科学合理的数字“新基建”单位GDP能耗和单位GDP碳排放评价体系；加快推进能耗智控建设，积极鼓励能源管理领域5G、物联网等数智技术的应用，鼓励搭建满足区域性、行业性发展特征需求的管理平台，实现数智析碳、精准降碳。

### 完善激励约束机制

中央经济工作会议强调，要创造条件尽早实现能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。今年政府工作报告也提出，推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，完善减污降碳激励约束政策。宋青委员说：“这是立足国情，基于我国‘产业结构偏重、能源结构偏煤’的客观实际，将有效遏制‘运动式’减碳和‘一刀切’控碳等现象。”

宋青委员认为：“这是重要转变，意味着更有弹性的能源管理机制正在构建，更有利于能源行业发展空间拓展。”

全国人大代表、中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南表示，能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变是制度调整的正确方向，碳达峰碳中和的核心是排放总量控制，应尽快建立起国家层面的排放总量控制制度。建议选择有条件的地方和行业开展二氧化碳排放增量控制试点，为全面建立“双控”制度，最终实施碳总量控制提供实践经验。加快扩大碳市场规模和市场基础能力建设，与碳排放总量控制制度相融合。（王晋 刘瑾 吴佳佳 李子娇 原洋）

## 用好“蓝碳”这股宝藏力量

中国自然资源报 2022.3.11

低碳、双碳、蓝碳，今年的全国两会上频繁响起“咏碳调”。对于蓝碳，有代表委员建议，以蓝碳助力碳中和与海洋生态文明建设；还有的建议，开展大湾区蓝碳生态建设，探索蓝碳定价机制，支持海洋碳汇交易等等。

我们知道，推进实现“双碳”目标，需要我们人类大力减少碳排放，也需要大自然来帮忙。陆地和海洋作为地球重要的碳汇，每年吸收全球约一半的碳排放量，若能设法固定更多的碳，尤其是海洋碳汇——蓝碳，将会分担不少减排压力。

有研究认为，相比陆地生态系统，海洋的固碳能力毫不逊色，甚至可以达到陆地碳汇的三倍。中国海域辽阔、海岸线绵长，红树林、盐沼和海草床三类蓝碳生态系统广泛分布，具有发展蓝碳的先天优势，碳汇的增汇潜力巨大。发展蓝碳可以为中国温室气体减排、海岸带生态系统保护和发展低碳海洋经济提供新的途径。

可以说，蓝碳是实现碳中和的一股宝藏力量。然而，当前针对陆地生态系统固碳能力和潜力开展的科学的研究较多，对海洋碳汇的储量、功能和过程机制尚缺乏足够了解。

去年，自然资源部针对红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统，组织开展了碳储量调查评估试点。同时，启动了红树林碳汇项目的开发研究，并鼓励社会资本积极参与红树林的生态保护修复。这些都有助于全社会一步步加深对蓝碳的认知。

但不可否认，从理念到行动，当前要真正有效发挥蓝碳的作用仍面临不少挑战。推动蓝碳成为实现碳中和的新兴力量，还需要“政产学研”各界群策群力，不断加深对蓝碳的认知，提高海洋资源开发能力，用好蓝碳这股宝藏力量。

## 建议加速绿色低碳技术变革

中国环境报 2022.3.7

2022年全国两会期间，全国政协委员、红杉中国创始及执行合伙人沈南鹏带来了5份提案，涉及绿色低碳技术变革、发掘农业微生物应用潜力、药物创新能力提升、加大脑科学的研究应用力度、制造业“数智化”转型等热点话题。

据了解，沈南鹏是一位来自创业投资领域的全国政协委员。在关于《夯实“双碳”目标科学基础 加速绿色低碳技术变革》的提案中，沈南鹏认为，基础科学的研究的突破是我国实现“双碳”目标、推动社会经济绿色转型的必要条件。结合“双碳”目标需求，需要进一步加快绿色能源、绿色工业、绿色消费等各环节的重大战略技术研发储备。

### 必须依靠深度技术变革引领“绿色革命”

“强化创新能力，加快绿色低碳科技革命，必须强化应用基础研究和加快先进适用技术研发。”沈南鹏表示。

从能源领域来看，他认为必须依靠基础研究突破来应对能源结构重大调整带来的挑战。首先，要实现大比例可再生能源发电，进一步降低风、光等清洁能源的发电成本，必须依靠异质结、钙钛矿、高温超导材料等基础结构和基础材料的突破创新。其次，当风光等不稳定电源成为供电主力时，要保障电网系统的安全稳定，必须将现在的“坚强电网”改造成“智能柔性电网”，通过大量基础研究和科技创新，引入AI和能量路由器，增加多维度的储能单元，实现源网荷储各环节的智能、柔性调节。最后，要实现未来的碳中和愿景，必然需要更多元化、更高承载能力的新能源技术，如氨基、氨基能源技术等。这些技术的商业化都有赖于长期、持续的基础研究投入。

从工业领域来看，必须依靠深度技术变革来引领“绿色工业革命”。作为能源消费和碳排放大户，未来高耗能工业的基础逻辑会将低碳甚至“零碳”作为主要目标，这将直接颠覆工业体系的各环节：在原材料方面，碳纤维、新型合金等高性能材料及大量可再生、可降解材料将为工业生产提供巨大的节能降耗空间；在工业用能方面，功率半导体等新一代电力电子技术可有效支撑从煤到电驱动的再电气化改造；在绿色工艺方面，国内一线钢厂已开始

布局氨基竖炉，基于生物合成技术，绿氢、绿氨等原材料的绿色化工和冶金工艺都在快速发展中；在工业装备方面，物联网、AI 等技术未来将迎来在工业领域的发展热潮。

从消费领域来看，必须依赖新技术的发展，为消费者提供经济和社会价值双满意的选 择。新能源汽车的发展提供了很好的例证，即低碳、“零碳”技术可在降低排放的同时， 提供更好的体验和更低的成本。未来随着智能网联、V2G 等新技术的应用，绿色能源和消费 场景互动的空间将进一步拓展。而在绿色建筑、可降解塑料等消费领域，基础研究和科技创 新也会在未来助力找到低成本和低碳的最优组合。

### 建议加快设立国家低碳转型基金

沈南鹏建议，首先应面向碳中和需求找准科学问题来切入，增设研发专项加强基础前沿 探索。健全基础研究任务征集机制，地方政府组织产学研共同研判前沿技术方向，形成符合 属地产业目标的科学问题库；在国家重点研发专项基础上增设子专项，支持面向工业应用 的首发场景、示范推广、流程再造、共性支撑等技术突破；碳中和课题立项和结题中将 ESG 理念作为重要考量标准，引导研究成果关注环境社会影响。

其次，完善碳中和技术投入各级保障，夯实低碳技术创新资金基础。加快国家低碳转型 基金设立，以母基金形式为主带动更多市场化机构参与，撬动社会资金投向清洁低碳能源各 环节的关键技术研究领域；各级政府结合产业禀赋设立碳中和技术创新引导基金，通过政府 绿色投资信用担保等方式，吸引多元化资金投资低碳项目；鼓励有条件的重点企业与政府共同 制定科技计划，联合出资资助关键技术工程化验证、户外可靠性等产业界关注的应用研究。

最后，沈南鹏建议应畅通基础成果转化通道，以市场应用带动技术研发加速。扩大 可再生能源分布式发电市场化交易试点，促进绿电应发尽发，带动前端清洁电力技术应用扩 大；加强柔性输变电和多场景储能标准制定完善，增强同现行电力系统的适配性，以标准统 一促进技术规范和推广应用；支持工业化关键脱碳技术的中试项目，优化对企业设立中试项 目的审评审批；推动更多行业主体纳入碳交易体系，支持各地碳交易所在配额分配、履约、 企业所持配额结转等方面逐步做好与全国碳市场的规则统一和低成本衔接。（徐卫星）

## 最新研究表明我国陆地生态系统存在巨大碳汇

中国科学报 2022.3.23

本报讯（记者高雅丽）“碳中和”“固碳端”的主要贡献者为陆地生态系统碳汇。近 日，中科院大气物理研究所研究员刘毅团队在《自然》发表短文，以“中国陆地生态系统 存在巨大碳汇”的结论回复国际同行研究观点。

2020 年 10 月，刘毅团队在《自然》发文指出，我国陆地生态系统巨大的固碳能力在以 往研究中被低估。这个结论引起国际上多个研究团队的关注，这些团队向《自然》提交了 不同研究观点和结果。

《自然》从中筛选出两篇有代表性的国际同行研究观点文章和原文作者刘毅研究团队的

回复文章同期发表。

刘毅团队针对化学传输模式分辨率、站点观测数据代表性等问题进行了深入研究，回复文章的结论依旧表明中国陆地生态系统具有巨大碳汇。

国际上普遍认为中国陆地生态系统碳汇在 2.7 亿吨 ~4.6 亿吨碳之间，但由于观测信息较少，不同团队在计算中国地区陆地生态系统碳汇时，差异较大。

文章第一作者、中科院大气物理研究所博士王婧向《中国科学报》表示，尽管不同化学传输模式间存在一定的系统性偏差，但结果均表明中国陆地生态系统存在巨大碳汇。

“化学模式传输误差来源一方面是模型的输入数据，比如环境因子气象场等驱动数据、不同来源的碳排放清单，等等；另一方面是模型的生物、物理、化学相互作用机制过程的考虑，对这些过程的参数化描述仍然存在较大的不确定性。”王婧说。

刘毅团队将化学传输模式分辨率从原来的  $4 \times 5$  度经纬度格点增强到  $2 \times 2.5$  度，分辨率提升了 4 倍。以 2015 年为例，团队分别采用卫星和地面观测数据进行计算，中国陆地系统碳汇约为 6.2 亿吨 ~8.1 亿吨碳，基本在原研究的不确定度范围之内。同时，考虑侧向传输的影响，中国陆地生态系统碳汇约为 4.7 亿吨 ~6.6 亿吨碳，最新第 10 版 OCO -2 卫星数据的计算结果也支持这一结论。

在最新研究中，团队增加了不同数据处理方式的敏感性试验，可以帮助分析变量的影响。敏感性试验分析发现，不同团队计算结果的差异可能主要来自先验通量不确定性或观测数据处理方式的差异。

刘毅表示，未来随着观测数据的增加以及模式计算系统的改进，特别是更多团队的深入研究，计算结果的不确定性可以进一步降低；同时，基于大气浓度观测反演计算的生态系统碳汇同清单法计算的碳汇之间的差距也会逐渐缩小。

## 全球能源相关碳排放创新高

参考信息 2022. 3. 10

【法新社报 3 月 8 日电】国际能源署 3 月 8 日说，2021 年全球能源相关二氧化碳排放量增长 6%，达到 363 亿吨，创历史新高。

国际能源署说：“全球二氧化碳排放量增长超过 20 亿吨，增量创历史新高，超过了 2020 年新冠病毒大流行期间减少的量。”

国际能源署指出，随着世界经济从新冠疫情中恢复，煤炭被大量消费，用于推动经济增长。

该机构说：“2021 年，全球能源需求复苏，再加上恶劣天气和能源市场环境（尤其是天然气价格飙升），导致煤炭消耗量上升，尽管可再生能源发电量创下有史以来最大增幅。”

国际能源署说：全球二氧化碳排放量高于疫情前水平。中国是主要推手。

该机构说：“中国是 2020 年和 2021 年经济均有所增长的唯一主要经济体。中国在这两

年增长的排放量超过了同期世界其他地区减少的排放量总和。”

仅在 2021 年，中国的二氧化碳排放量上升到 119 亿吨以上，均占全球总排放量的 33%。

## 全球能源领域碳排放量再创新高

中国能源报 2022.3.14

本报讯 国际能源署（IEA）日前发布《全球能源回顾：2021 年二氧化碳排放》报告指出，2021 年，全球能源领域二氧化碳排放量达到 363 亿吨，同比上涨 6%，超过了新冠肺炎疫情暴发前的水平，创下历史最高纪录。IEA 认为，2021 年飙涨的天然气价让燃煤发电强势复苏，成为能源领域碳排放量“强劲反弹”的主要原因。

根据上述报告的数据，2021 年，全球能源领域的二氧化碳排放量较 2020 年上涨了 20 亿吨以上，增长幅度创下了历史新高同时，也抵消了新冠肺炎疫情以来因经济活动减弱带来的碳排放下降。其中，电力和供热两大板块的碳排放量涨幅最为明显，均较 2020 年增长了 9 亿吨。此外，工业和建筑领域的碳排放量也已反弹至 2019 年的水平。

业界分析认为，2021 年，全球能源需求大幅反弹，叠加恶劣天气、能源市场震荡等，这些因素都推高了碳排放量，其中，各国燃煤发电量的反弹也是一个重要原因。

IEA 指出，过去的一年里，全球天然气价快速攀升，直接导致许多国家“回头”使用相对更具有经济性的煤电。统计数据显示，2021 年，全球范围内煤炭领域的二氧化碳排放量达到了 15.3 亿吨，较 2014 年的排放峰值高出了 2 亿吨。

IEA 的报告还发现，2021 年的大多数时间内，美国和欧洲很多国家的燃煤发电成本都显著低于天然气发电，天然气到煤炭发电的转变直接导致这些地区的碳排放量增加了 1 亿吨以上。其中，美国燃煤电厂的碳排放量在 2021 年里同比增长了 17%，欧盟燃煤电厂的碳排放量增幅也达到了 16%。

除发达国家外，2021 年，印度的碳排放量也出现了明显上涨，超过了 2019 年的水平。IEA 认为，其主要推因也是大规模使用煤电。报告数据显示，去年印度碳排放量同比涨幅达到 13%，同时，印度还面临清洁能源替代推进不力的挑战，去年可再生能源装机新增速度降至过去 5 年平均增速的 1/3 左右。

另外，IEA 统计指出，同期内天然气领域的二氧化碳排放量也出现了明显上升，总排放量达到了 75 亿吨，同样超过了 2019 年水平。而在石油方面，由于全球交通、航空、物流活动水平尚未恢复至正常水平，2021 年该领域的二氧化碳排放量约为 107 亿吨，仍低于疫情前水平。

不过，IEA 的报告也显示，2021 年，全球可再生能源和核能发电量也都出现了一定的增长，整体上看，这些低碳电力在电力供给中的占比已经超过了燃煤发电。统计数据显示，2021 年，全球可再生能源发电量超过了 8000 太瓦时，较 2020 年上涨了 500 太瓦时，创下历史新高。其中，风力发电量同比增长了 270 太瓦时，光伏发电量则增长了 170 太瓦时。但受

北美地区极端干旱天气影响，去年水力发电量却有所下降。

虽然低碳能源占比增长明显，但从各国经济增长数据来看，业界普遍认为，目前全球经济仍高度依赖化石燃料。数据显示，2021年全球GDP同比涨幅约为5.9%，基本与碳排放量涨幅持平，这也意味着，全球经济复苏与碳排放量紧密关联。

IEA指出，疫情期间全球经济显然并未实现“可持续复苏”，现在全球应确保2021年全球碳排放量的反弹是暂时的，加快能源转型的步伐并保障能源安全在当下更凸显其必要性。

然而，根据美国能源信息署公布的数据，虽然2021年美国风电和光伏装机大增，但按照这一速度，即使到2050年也无法满足美国电力需求，届时美国将仍有44%的电力供给来自于煤炭和天然气发电。与此同时，欧洲能源危机愈演愈烈，德国作为欧盟国家中最早实施弃煤政策的国家，近日也表示有意重启已经关停的燃煤发电设施。德国能源领域相关官员在日前召开的一场新闻发布会上表示：“如果德国要继续推进能源独立，将不得不重启煤电。”

(李丽旻)

## 加快形成降碳减污扩绿增长协同机制

中国环境报 2022.3.14

今年全国两会期间，习近平总书记在内蒙古代表团参加审议时提出，要积极稳妥推进碳达峰、碳中和工作，坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进。这为我们做好“双碳”工作、促进绿色转型提供了重要指导思想和工作方针。

推进碳达峰、碳中和工作，既是实现高质量发展的必然要求，也是展现中国负责任大国形象的重大战略举措。降碳、减污、扩绿、增长不是各自孤立的四项工作，而是密不可分、相辅相成的有机整体，不能单打一，必须协同推进。

我国的生态环境问题，本质上是高碳能源结构和高能耗、高碳产业结构问题，污染物与二氧化碳排放呈现出显著的同根同源性。无论是能源企业还是传统能源地区，降碳和减污，方向是一致的。

从能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，能倒逼各地各部门将“扩绿”作为必要的手段，增加经济社会发展的绿色底色和质量成色。相关考核目标将有力推动地方政府把绿色低碳的要求全面融入经济社会发展各方面，比如严控“两高”项目盲目上马，大力发展战略性新兴产业，转变粗放型的发展方式。同时，也将激发行业技术创新变革，在市场竞争中赢得发展先机，促进经济的健康、可持续增长。

从另一个方向看，扩绿、增长能为降碳提供源源不竭的动力，让降碳工作更科学、更持久。这其实就是“双碳”工作的方法论。

从山东东营胜利油田，到陕西榆林化工企业，再到山西晋中热电公司，最近几个月，习近平总书记多次走进能源企业，频频谈及“双碳”工作的认识论和方法论。今年的全国两会上，总书记再次强调，“绿色转型是一个过程，不是一蹴而就的事情。要先立后破，而不

能够未立先破”。

先立后破，就是要立足国情，坚持稳中求进、逐步实现“双碳”目标，不能脱离实际、急于求成、搞“运动式”降碳、踩“急刹车”。富煤贫油少气是我国的基本国情，短期内不能放弃传统化石能源，更不能背离经济发展这条主线。关键是做好减排降耗，走出一条生态优先、绿色低碳的发展道路。

一方面，清楚认识煤炭“压舱石”的作用，推进煤炭清洁高效利用，推动煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展，实现煤炭从原料到材料、由低端到高端的产业升级。

另一方面，把促进新能源和清洁能源发展放在更加突出的位置，探索能源生产和消费新模式，促进能源结构调整。同时，要一手做“减法”，坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展；一手做“加法”，加快培育战略性新兴产业，推动传统产业转型升级。

绿色低碳政策是实现降碳减污的重要举措。中国人民银行在去年11月创设了一种新的货币政策工具，即煤炭清洁高效利用专项再贷款，专门对煤炭相关产业的低碳转型提供资金支持。这种新型绿色金融体系，不再仅仅对新能源行业提供支持，而是着眼传统化石能源的低碳转型。

推进“双碳”工作，目标上要坚定不移，策略上要稳中求进。降碳、减污、扩绿、增长，必须在全国层面上统筹考虑、协同推进，决不能偏重某一方。

各地区各部门要提高战略思维能力，把系统观念贯穿“双碳”工作全过程，科学把握节奏，稳妥有序实现降碳、减污、扩绿、增长协同推进。（宋杨）

**住建部近日印发《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，明确“十四五”末既有建筑节能改造面积、城镇建筑可再生能源替代率、建筑能耗中电力消费比例等具体目标——**

## 建筑业降碳难点多潜力大

中国能源报 2022.3.21

### 核心阅读

标准体系是指导标准化工作的有效手段，但目前我国建筑节能和低碳建设的标准化工仍处于“进行时”，各地在构建适宜城乡建设各领域、各层级的碳排放核算标准方面缺乏统一的指导依据。

住房和城乡建设部近日印发的《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》（以下简称《规划》）提出，到2025年，完成既有建筑节能改造面积3.5亿平方米以上，城镇建筑可再生能源替代率达到8%，建筑能耗中电力消费比例超过55%。

就上述目标，业内专家表示，建筑领域全过程碳排放约占我国碳排放总量的50%以上，开展该领域碳排放达峰行动，加快推进建筑能效提升、绿色建造试点、建筑电能替代、绿色

建材与资源循环利用、绿色生态城区建设等工作，对推进环境与城市可持续发展、降低建筑领域碳排放以及我国“双碳”目标实现都具有深远意义。那么，建筑行业实现碳减排当前面临哪些堵点？行业该如何落实《规划》目标？

### 多环节存在明显短板

“当前，我国建筑领域在碳排放数据量化方面存在明显短板，碳排放核算方法和建筑节能低碳建设标准体系也不完备，亟需建立健全该领域的碳排放核算体系。”广西壮族自治区建筑科学研究院副院长朱惠英近日表示。

在朱惠英看来，标准体系是指导标准化工作的有效手段，但目前我国建筑节能和低碳建设的标准化工作仍处于“进行时”，各地在构建适宜城乡建设各领域、各层级的碳排放核算标准方面缺乏统一的指导依据。

朱惠英在调研中还发现，以数据为导向的建筑能耗统计制度也不完善。“目前各地或多或少都存在能耗统计获取数据规模和范围有限的问题，且获取渠道系统性、可持续性不强，数据统计大部分只强调电耗，而对燃气、供热、水资源消耗等其他基础数据的统计收集重视不够。另外，实施能耗统计的制度动力不足，目前该工作仍由政府主导，建筑业主体参与的主动性和积极性明显不足。”

此外，中国建筑业协会工程项目管理与建造师分会会长陈华元指出，由于建筑业具有体量大、链条长、环节多、精细管理难等特点，在碳减排目标约束下，其工业化、数字化、绿色化和国际化程度还不高，低碳化发展刻不容缓却又面临不少难题。

### 多层次碳排放监控亟待到位

面对上述难点，建筑行业如何开展行之有效的减排工作？

朱惠英建议，要尽快构建城乡建设各领域各层级碳排放核算标准体系。在她看来，建立健全碳排放核算方法和标准体系，亟需构建装配式建筑部件碳排放标准、建筑和市政设施等项目层面碳排放核算标准、建筑业企业和房地产行业企业等组织层面碳排放核查核算报告标准，以及城市及省级层面城乡建设领域碳排放核算标准等各类标准。“由此进一步提升各地建筑节能服务产业的水平，构建节能降碳量核定制度，引导地方成立节能降碳量核定机构，并对核定结果承担主体责任。”

陈华元对此表示认同：“建立健全建筑碳排放监测与核算制度迫在眉睫，应加快完善各级碳排放统计核算工作的组织建设和运行机制。”他指出，需制定“覆盖全面、边界清晰、科学合理”的建筑碳排放统计核算工作基本框架。“同时，运用物联网、可视化等多种技术，制定全国建筑碳排放监测、核算统一标准，开发多层次建筑碳排放监控系统，实现建筑碳排放‘可监测、可追踪、可考核’。”

朱惠英呼吁，要搭建城乡建设领域碳排放数据共享机制，通过多种手段发布能耗信息，提高建筑能耗数据透明度，提升可视化水平和数据应用效率。

### 可再生能源应用潜力大

记者注意到，《规划》明确了“十四五”期间建筑节能与绿色建筑发展9项重点任务：提升绿色建筑发展质量、提高新建建筑节能水平、加强既有建筑节能绿色改造、推动可再生能源应用、实施建筑电气化工程、推广新型绿色建造方式、促进绿色建材推广应用、推进区域建筑能源协同、推动绿色城市建设。

据了解，目前国内已有利用太阳能实现建筑内全部能源供给的成熟案例——位于中新天津生态城惠风溪智慧能源小镇的“0+小屋”项目，借助60片共20千瓦光伏板，顺利实现了全屋包括采暖等在内的清洁供能。

“项目充分考虑了屋顶结构、光照角度和周边环境，光照充足的情况下，光伏系统每天可发60度电，全年发电20000度以上，还可实现余电上网，成为区域分布式电源。”“0+小屋”建设者之一、国网天津滨海公司营销部工作人员贺瑞告诉记者。

利用光伏技术开展建筑节能的，不只天津。宁波市近日发布的《关于大力推进建筑屋顶分布式光伏发电系统应用工作的若干意见》明确提出，2025年底建筑屋顶安装分布式光伏发电工作全面推进，力争15%以上的建筑屋顶设置分布式光伏发电系统，90%以上新建建筑全面落实分布式光伏发电系统，建筑领域分布式光伏装机容量占全社会累计光伏并网容量超过60%。

“考虑到大面积推广使用清洁能源将受到区域人口、工业规模限制，大量清洁能源需要进行储能、调峰及调配，建议以大型园区、社区为载体，鼓励代建代管代营一体化的承接模式，探索完善区域分布式清洁能源投建管相关立法和管理模式。”陈华元建议。（张胜杰）

## 建筑碳排放如何计算？这款软件让建筑耗材用之有据

科技日报 2022.3.28

在建筑生产阶段，岩棉吸音板、不锈钢镜面板等建筑耗材的总碳排放量及排放强度是多少？就建筑能耗而言，建筑的热水、照明、电梯、暖通、天然气、光伏系统、太阳能热水系统的总碳排放量及排放强度又是多少？3月25日，东南大学正式发布“东禾建筑碳排放计算分析软件2.0版”软件。想了解一栋建筑全生命周期的碳排放情况，可以从这款软件中得到答案。

今年4月1日起，国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（以下简称《规范》）GB 55015-2021将正式生效，《规范》明确“建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑碳排放分析报告”。

对建筑物碳排放的关注势在必行。《中国建筑能耗与碳排放研究报告（2021）》显示，2005—2019年间，全国建筑全过程碳排放由2005年的22.34亿吨二氧化碳，上升到2019年的49.97亿吨，年均增长5.92%。其中，2019年建筑全过程碳排放总量占全国碳排放总量的50.6%。

“此前，尚缺乏明确的建筑碳排放计算分析报告内容要求及相应的编制导则，相应的建

筑碳排放计算分析软件仍处于起步阶段，专用工具少、使用门槛高、覆盖周期短、分析功能弱、数据溯源难等成为行业普遍面临的痛点和难点。”东南大学副校长、东南大学智慧建造与运维国家地方联合工程研究中心主任吴刚介绍。

2021年8月，东南大学推出了全国第一款具有完全自主知识产权、轻量化的建筑碳排放计算分析软件，即“东禾建筑碳排放计算分析软件1.0版”，并通过中国质量认证中心（CQC）认证。

2021年12月，该校与中建集团签订战略合作协议，开启了低碳等领域的全面产学研合作，同时与其下属子企业中建生态环境集团有限公司共建“东南大学—中建生态环境低碳建造先进技术联合研发中心”，共同推动东禾建筑碳排放系列软件的研发。

“相较于1.0版，2.0版除了将碳排放因子库的容量提升一个数量级，还对软件架构和建筑碳排放计算分析功能进行了重大升级。”东南大学土木工程学院副院长李德智举例，二氧化碳是看不见摸不着的，但是，系统可以细化到根据每根钢筋的重量，每块混凝土的体积，结合相应的碳排放因子，计算出钢筋混凝土的碳排放量。

吴刚介绍，团队引入区块链技术，保证碳排放计算分析的真实可靠与不可篡改，并通过区块链技术特有的智能合约、精准溯源等功能创新碳排放计算分析的业务流程。同时，升级版的软件采用准稳态模拟思路计算建筑运行能耗和相应的碳排放，提升计算结果的精细度；引入Web-BIM技术，在网页端进行可视化的建筑碳排放计算分析，构建BIM模型解析一步到位、结果可循可视的碳排放计算分析新模式，并能自动生成建筑碳排放计算分析报告，明晰展示建筑全生命周期各阶段活动数据及碳排放量。

据悉，软件还推出《民用建筑碳排放计算导则》，精准支撑《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021，提供可适应建筑全生命周期不同阶段的碳排放预测、估算、精算和核算等功能，满足不同类型用户的差异化碳排放计算分析需求。（金凤 唐瑭）

## 科学有序推进“双碳”战略

科技日报 2022.3.27

对煤炭产能空前压减，骤然对煤电等项目抽贷断贷……“双碳”目标提出后，各地陆续出现了一些急功近利的运动式“降碳”现象。近日召开的煤炭清洁高效利用工作专题座谈会强调，坚持从国情实际出发推进煤炭清洁高效利用，切实发挥煤炭的兜底保障作用，确保国家能源电力安全保供。

推进“双碳”目标实现，需要科学认识。众所周知，煤炭在我国能源消费结构中占据绝对主体地位。长远来看，实现碳达峰碳中和，逐步减少煤炭使用量是大势所趋。但“减碳”并非简单退煤。一方面，可再生能源发电特别是风电和光伏发电，因为“靠天吃饭”存在着随机性、波动性等缺陷，需要煤电灵活“调峰”，为其并网消纳保驾护航；另一方

面，现有技术条件下，肩负我国能源转型重任的可再生能源还面临大规模储能和发电成本高效率低等一系列挑战。此外，我国“富煤、缺油、少气”的资源禀赋、较高的能源对外依存度等复杂现实决定：实现“双碳”目标，去煤不可操之过急，需要统筹推进。

推进“双碳”目标实现，需要科技创新。当“双碳”提上议事日程，如何统筹做好煤炭清洁高效利用这篇大文章，是当务之急。近年来，瞄准化石能源高效清洁利用，一批科研成果脱颖而出，如煤制油实现百万吨级工业化应用、煤制乙醇开启大规模工业化生产时代、煤制烯烃战略性新兴产业快速形成……一项项重大突破，有效推进了我国能源绿色低碳转型，也为“双碳”目标的实现提供了强有力的科技支撑。

未来，如何深入开展煤炭清洁燃烧与灵活发电，煤与生物质、光热、新型储能耦合发电，煤制清洁燃料与高值化工品，以及煤炭、天然气工业锅炉窑炉低氮高效燃烧等关键技术攻关，实现煤炭等化石能源的高效清洁利用，还须久久为功，做好技术攻关。

推进“双碳”目标实现，需要系统支撑。“双碳”目标的实现是一个循序渐进的过程，也是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，其中不仅涉及能源结构，还涉及工业过程、交通运输以及生态系统碳汇、工程碳汇等各个领域，迫切需要跨领域综合交叉，进一步加强与国内外科研院所、高校、行业部门、企业的紧密合作，形成全面支撑我国实现“双碳”目标的体系，推动“双碳”目标早日变成现实。（沈慧）

## CCS 商业化开发迎来突破

中国能源报 2022.3.28

多家行业研究机构指出，在各国减碳压力增加、碳价不断增长的情况下，碳捕捉与封存（CCS）商业模式、应用场景都逐步呈现出多元化的发展势头，在此情况下，未来数年里CCS上下游产业链服务规模将迎来大爆发。

近日，荷兰最大的在建碳捕捉与封存（CCS）项目 Porthos 公布最新招标信息，将在海上建设约 20 千米运输管道，用于从荷兰鹿特丹港口运输二氧化碳至北海海底的储存库。据了解，Porthos 项目是欧洲规划的多个 CCS 项目中的一个，因其为共享互联项目，一旦建成，英国、挪威以及欧盟成员国的高碳排放行业都将受益。

### 130 个项目在运或正在开发

行业研究机构睿咨得能源在近日发布的研究报告中称，2022 年，全球范围内已经公布建设计划的 CCS 商业项目投资总额有望达到 44 亿美元，远高于去年的 28 亿美元，涨幅超过 50%，随后的 2023 年 - 2025 年期间，全球范围内 CCS 领域内投资总额将分别达到 110 亿美元、180 亿和 190 亿美元，3 年总投资将有望达到 520 亿美元。

睿咨得能源的统计显示，截至目前，全球范围内总计有 56 个商业化运营的 CCS 项目，另外，各国已经公布了 84 个 CCS 商业化开发项目计划，其中 63 个位于欧洲和北美地区。

仅在今年 3 月，全球范围内就有多个 CCS 项目获得了投资进展。3 月 22 日，挪威政府

宣布，与多个私募基金等合作伙伴一道收购芬兰公用事业公司 Fortum 的部分股权，并承诺将在 2026 年前，投资至少 60 亿挪威克朗在首都奥斯陆建设 CCS 项目，以降低奥斯陆主要排放源 Klemetsrud 垃圾焚烧厂的温室气体排放量。

据了解，该 CCS 项目是挪威政府制定的跨国 CCS 项目 Longship 中的一环，将为欧洲多国高排放行业提供海底二氧化碳封存服务。据了解，该项目早在 2017 年就获得了积极的试验结果。

与此同时，位于美国北达科他州的 CCS 项目也迎来了投资突破，该项目计划每年捕捉 8 亿吨二氧化碳，美国能源供应商 Continental Resources 宣布将为其投资至少 2.5 亿美元，用于捕捉与封存美国乙醇生产厂家和其他工业来源排放的二氧化碳。

### 应用场景日益广泛

值得注意的是，从目前已经公布的 CCS 项目来看，CCS 的应用已经不再仅限于化石燃料领域，而是涵盖了其他高碳排放领域。根据行业研究机构伍德麦肯兹的统计，今年全球范围内预计将有 15 个大型 CCS 项目迎来最终投资决定，涉及领域包括了天然气生产运营、甲醇生产、蓝氨生产等不同应用场景，按照目前发布的数据，如果全部投建，每年的减碳量有望超过 3500 万吨。

业界普遍认为，催生各场景下 CCS 应用需求、推动 CCS 领域投资额不断上涨的主要因素，是各国不断推进的碳交易市场。近几个月里，欧盟碳价一再突破历史新高，今年 2 月，欧盟碳价最高突破 95 欧元/吨，较去年初翻了两倍以上。去年底，加拿大政府宣布将上调碳价，将每吨二氧化碳交易价格上调至 50 加元。同时，作为全球主要化石燃料出口国的印尼，也在去年 11 月宣布启动本土碳交易，以推动燃煤电厂减排。

Fortum 公司奥斯陆 CCS 项目主管 Jannicke Bjerkas 指出：“虽然 CCS 技术目前成本仍居高不下，但这是一项非常有效的减排手段。碳价的高涨有望让 CCS 项目的商业价值更加凸显。”

国际能源署（IEA）指出，截至 2021 年底，全球范围内针对碳捕捉、封存、利用的项目层出不穷，商业模式已经从此前大型独立的减碳设备转变为具有共享功能、共建储存基础设施的二氧化碳工业中心，能够利用规模化效应而降低商业风险，全新的商业模式也正不断涌现。同时，部分国家针对 CCS 相关技术提供了税收抵免等支持措施，这些因素都让 CCS 投资氛围变得更加友好和多元。

### 上下游市场投资同步增加

在业内看来，随着 CCS 行业逐步走出试验阶段、进入大规模发展时期，碳捕捉乃至碳去除领域相关上下游服务市场规模也逐步显现。

睿咨得能源高级分析师 Lein Mann Hansen 在该机构最新发布的研究报告中指出：“CCS 技术是全社会脱碳的基本组成之一，近两年间，全球的 CCS 规划项目数量大幅增加，相关服务领域投资预计将在未来几年里出现暴增。”

睿咨得能源认为，CCS 相关服务业务包括了二氧化碳封存设施安装、项目运维、二氧化碳运输、设备采购、储气建设等多个上下游业务板块，其中，二氧化碳捕集设施和运维服务投资将占整体服务市场规模的 2/3，预计到 2025 年，该领域投资需求将达到 550 亿美元。另外，二氧化碳运输、储存设备建设、海底管道建设、海上安装工程等领域的需求也将出现增长。

不过，尽管 CCS 行业发展迅速，但 IEA 也提醒称，最终落地的项目数量目前仍不确定。为尽量确保项目顺利实施，各国政府应及时为 CCS 项目提供相应支持，同时加速开发可封存二氧化碳的区域。（李丽旻）

#### 四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

**落实碳达峰、碳中和目标任务，加快推动城乡建设绿色发展**

### **广州力争 2025 年率先建成“无废城市”**

南方日报 2022.3.11

绿色是高质量发展的底色。近日，广州市住房和城乡建设局发布《广州市关于推动城乡建设绿色发展的实施意见（公开征求意见稿）》（下称《公开征求意见稿》），提出将坚持生态优先、节约优先、保护优先的城市发展准则，建设美丽中国广州样本。

到 2025 年，广州城乡建设绿色发展体制机制和政策体系基本建立，城市病问题缓解，城市整体性、系统性和生长性增强。城市人均绿地公园面积将达 18 平方米，城镇新建绿色建筑比例达 100%，绿色出行比例不低于 70%，率先建成“无废城市”，努力成为超大城市现代化治理新范例。

#### **一盘棋统筹规划绿色发展**

六脉皆通海，青山半入城，广州本就是一座风光秀丽的山水城市。坚持生态优先、绿色发展理念，广州将落实碳达峰、碳中和目标任务，与提升超大城市社会治理能力紧密结合，从垃圾分类、碧道建设、污染防治，到打造绿色社区、绿色廊道、美丽乡村，广州正不遗余力推动城乡发展全面绿色转型。

2022 年广州市政府工作报告指出，过去五年，全市城市治理扎实推进：空气质量全面达标，PM2.5 平均浓度保持国家中心城市最优；16 个国考、省考断面水质全部达标；海珠湿地二期、三期建成开园，海心桥、“空中云道”对外开放；建成碧道 821 公里……广州将城乡建设绿色发展作为实践以人民为中心的城市建设的重要途径。

面向未来，广州以《公开征求意见稿》为绿色发展新纲领，更加注重城市整体性、系统性、生长性增强，以及城市发展质量和资源环境承载能力提升。接下来，广州将以推进城乡建设一体化发展、转变城乡建设发展方式、创新规划、建设、管理方法等方面为抓手，逐步实现城市绿色发展近、远景目标。

《公开征求意见稿》明确提出，到 2025 年，广州市城乡建设绿色发展体制机制和政策体系基本建立，城乡环境质量整体改善，城市管理、社会治理“一网共治”，绿色生活方式普遍推广。其中，生活垃圾资源化利用比例将提升至 85%，率先建成“无废城市”，光伏覆盖率达到 50%，成为超大城市现代化治理新范例。

到 2035 年，城乡建设全面实现绿色发展，碳排放达峰后稳步下降，人居环境更加美好，人与自然和谐共生格局和绿色生产生活方式基本形成，广州建成全球超大城市绿色发展标杆城市。

根据《公开征求意见稿》，广州市城乡建设绿色发展将以“一盘棋”统筹规划、设计、管理，形成城市绿色发展、现代化治理“组合拳”。文件从构建大湾区绿色发展协作机制、建设人与自然和谐共生的美丽花城、建设岭南特色生态宜居的美丽乡村等方面，全面解构广州城乡建设绿色发展路径。

同时，《公开征求意见稿》将建设高品质绿色建筑、提高基础设施建设水平、建设绿色智慧韧性交通体系、实施工程绿色建造等为重点突破口，提出不断完善城市体检评估制度，加强绿色低碳技术支撑，推进城市信息模型（CIM）基础平台建设，实现城市管理、社会治理“一网共治”。

近年来，结合城市建设领域相关切入点，广州市住建局持续探索绿色社区建设，严格规范大型公共建筑能源消耗，提升绿色建筑覆盖比例，从社区营造、工程施工、建筑设计、城市运营等方面多管齐下，推动城市建设绿色转型发展，为宜居花城增添了高质量发展的绿色动能。

### 今年目标创建超千个绿色社区

一进到白云区黄石街高尔夫花园社区，满眼皆见绿意盎然的植被，它们在小区中见缝插针式的生长，让城市建设的留白区域充满生命力。结合自身实际，高尔夫花园社区积极开展“绿色社区”创建工作，从社区空间布局、环境美化、物业服务等方面，以服务社区居民需求为导向，将绿色发展理念贯穿绿色社区创建全过程，不断提升社区品质和人居环境。

道路路面平整、社区商业发达、垃圾分类有序，高尔夫花园社区通过完善“软”“硬”件设施，建立起整治与提升结合的完善社区管理体系，先后获得容貌示范社区、宜居社区等称号，成为绿色社区的典型实例。

绿色社区倡导环境保护和居民共同缔造，去年广州市以 1594 个社区为基数，按照到 2022 年底 70% 以上社区达标绿色社区的要求，全市要逐步创建 1124 个以上绿色社区，其中 2021 年、2022 年两个年度分别应创建 736 个、388 个以上。根据广州市住建局公示结果显示，去年广州市共认定创建绿色社区 787 个，超额完成了当年任务。

绿色社区将生态、节能、环保的生活方式带入千家万户，广州市结合垃圾分类、设计师下沉社区、老旧小区改造、便利生活圈打造等统筹推进，致力形成“政府治理、社会调节、居民自治”的绿色社区创建模式。《公开征求意见稿》提倡因地制宜推进社区环境品质、功

能设施、便民服务水平综合提升，完善“家门口”服务体系。

从城市整体环境层面来看，广州将加大力度推广绿色建筑，鼓励建设绿色农房。一方面对既有建筑实施绿色化改造，推进节能宜居综合改造模式；另一方面，广州正积极推动《绿色建筑三年行动计划》《绿色建筑十五年规划方案》出台，进一步探索建筑全生命周期能源消耗约束机制，推广发展低能耗、零碳建筑。《公开征求意见稿》提出，到2025年，广州城镇新建绿色建筑比例将达100%，星级绿色建筑比例超50%。

事实上，早在2021年3月，广州市住建局便依据《广州市能源资源节约总体方案》，对大型公共建筑能耗进行限额管理。

值得期待的是，目前，广州已制定完成大型公共建筑能耗限额确认指引，正同步分批次开展大型公共建筑节能诊断工程，依据每个公共建筑用户年度耗能，规范并明确其耗能限额和压减任务量。

对此，广州市城市规划勘测设计研究院低碳生态规划研究中心主任李晓晖认为，一部分人错误地将绿色发展与经济发展相对立，过度强调城市运营成本的提升，诚然，绿色化转型在短期内或将造成维护运营成本提升，但从城市全生命周期运营来看，综合考虑建筑运营期降低的能源成本、节约碳排放治理等成本，前期增加的转型成本可以实现平衡。

李晓晖举例说明：“城市片区新型综合能源网络建设，可以使能源使用效率从50%提升至70%—80%，提升效益较为可观。”他认为，后期通过技术进步和市场规模效益的推动，更低成本、更成熟的绿色技术将进一步降低城市绿色运营的成本。

### 构建多中心组团式发展格局

在城市，绿色建筑、绿色社区在“双碳”背景下遍地开花，广州以推广绿色设计、采用BIM（建筑信息模型）、发展装配式建筑等技术为支撑，对绿色建造实施优化升级，全面提升城市空间资源承载力。

在乡村，花都区赤坭竹洞村发动乡贤回村投资，引进了逸翠园、满春园、怡翠园等一批高端盆景龙头企业，造就高端苗木种植、展销集聚规模，成为华南地区颇具影响力的高端种植展销基地。

深入践行绿水青山就是金山银山的生态理念，以竹洞村为典型的美丽乡村，让绿色化发展成为缝合城乡二元结构的粘合剂。《公开征求意见稿》强调，推进城乡建设一体化发展，打造一批岭南特色美丽乡村，同时，加快中新广州知识城、南沙明珠湾横沥岛尖片区等绿色生态新区建设，推动开发强度合理、各具功能特色的多中心、组团式发展格局。

当前，广州高标准打造城市新区，致力塑造现代城市自然山水格局。通过高品质的城市规划、人性化的城市设计，引导明珠湾起步区和中新知识城建成生态友好型新区，使这两个区域成为广东省仅有的两个国家绿色三星级生态城区。

中新知识城规划二星级及以上高星级绿色建筑比例85%以上，三星级绿色建筑比例40%，针对能耗较高的公共建筑，提高建筑星级要求，高星级绿色建筑比例不低于90%；

明珠湾起步区则利用蓝绿空间基础条件，提出城市总体绿地率不低于30%的控制指标，打造人与自然和谐共存的滨水开放空间，全面提升区域活力。

“多组团发展有利于优化广州超大城市空间结构，通过加快新区建设可有效应对因城市规模增加而带来的集聚不经济等‘城市病’，探索产城融合、职住平衡、生态宜居的新城建理念。在合理的空间布局中，适度规模、紧凑发展的城市绿色运营效率将得到体现，可持续优化城市空间结构，营造活力人居环境。”李晓晖说。（郎慧）

## 全过程全链条优化 规范餐厨垃圾处理

中国环境报 2022.3.7

**本报记者王琳琳北京报道** 全国两会期间，全国人大代表黄细花建议，将餐厨垃圾处理与执行《反食品浪费法》、推行垃圾分类、提倡“光盘行动”等结合起来，打好源头杜绝浪费、过程加强监管和终端废物再利用组合拳。

黄细花指出，我国餐厨垃圾存在数量庞大、危害巨大，合法收运处理占比低，相关政策标准不够完善等问题。据统计，我国餐厨垃圾产生量预计已突破1.2亿吨/年，但餐厨垃圾合法收运处理率截至2019年也仅10%左右，大量餐厨垃圾通过非法渠道处理。此外，因为垃圾分类尚未完全落实，餐厨垃圾中夹杂其他垃圾，自动化处理程度难以提高。部分省市虽然出台了地方性餐厨垃圾管理办法，但未将居民日常生活产生的厨余垃圾纳入，餐厨垃圾的收运与集中处置也缺乏收运服务标准、资源化产品标准及环境卫生标准等统一的标准规范。

黄细花建议，加强源头治理。用好法律约束、道德教育、舆论监督等力量，深入开展“光盘行动”，通过开展讲座、新闻宣传、严格执法、加强监督等方式从源头上减少餐厨垃圾总量；加强顶层设计。结合我国实际和探索实践，出台全国性的餐厨垃圾管理办法或指导意见，建立餐厨垃圾全流程跟踪处理的制度体系。

在产业扶持和全程监管方面，黄细花建议，出台政策引导和支持餐厨垃圾回收处理产业发展，如给予资金和土地等适当政策，探索对餐厨垃圾回收处理终端产品补贴等；开发餐厨垃圾全过程监管信息平台，实现餐饮企业管理、餐厨垃圾源头计量、运输过程GPS及视频监控、餐厨垃圾处理工厂生产及产物监管，对相关监管数据（如计量数据、环保数据等）进行实时采集、传输、统计、分析，实现餐厨垃圾产生、收集、运输和处置台账的电子化，提高餐厨垃圾处置监管水平。

## 加大工业固废污染惩治力度

中国能源报 2022.3.7

**本报讯（记者朱妍）报道：**最高人民法院3月1日举行新闻发布会，通报了一批依法审理的固体废物污染环境典型案例，涉及非法处置新能源汽车电池、废油回收加工厂非法倾

倒废渣、非法掩埋废酸废油脂污染环境等案件。最高人民法院环资庭庭长刘竹梅表示，通过依法惩处非法处置固废污染环境违法犯罪，服务绿色低碳发展，将推动资源节约集约循环利用。为此，要进一步加大司法惩治力度，提升全社会生态环境法治意识。

刘竹梅举例指出，其中一起案件为非法处置新能源汽车锂电池材料生产过程中的毒性工业固废，后果特别严重。四名被告人均已构成污染环境罪，被判处有期徒刑五年至一年八个月不等，并处罚金，追缴、没收违法所得。作为新能源汽车核心部件之一的电池材料，在生产中会产生固体废物，若因违法处置造成污染，与为了环保目的而推动新能源汽车产业发展的初衷相悖。本案涉案固体废物数量巨大、毒性强、污染地域横跨两省多地、环境污染损害后果严重。人民法院在判断被告人是否具有污染环境的主观故意时，参考被告人的职业经历所体现的正常认知水平，认为作为运输行业经营者，对固废具有危害性及随意倾倒会污染环境应有一定认知，并负有核实了解的义务。“该案的处理，对于防范环保产业发展过程中的污染环境风险，推动环保产业绿色健康发展，具有重要意义。”刘竹梅称。

## 精准把握“无废城市”建设内涵和垃圾治理规律

中国环境报 2022.3.28

依据《“无废城市”建设试点工作方案》，“无废城市”建设要“持续推进固体垃圾源头减量和资源化利用，最大限度减少填埋量”，即建设一个“源头减量与排放控制、综合利用、填埋处置”三位一体的垃圾治理体系，实现“减量、循环”的资源保护目标、“环保、低碳”的环境保护目标和“正义、公平”的社会治理目标。

垃圾源头减量有两种途径。一是减少单位城市生产总值的垃圾产量，即减小垃圾产量的平均基数。比如从原来的100kg/万元GDP减小到80kg/万元GDP。主要是提高原材料的利用标准和产品的使用寿命，避免在生产过程中原材料以边角料形式直接变成垃圾。还要避免原材料以过度包装物等形式不必要地附加在产品上，把这种“垃圾”转移给消费者，以及避免在使用过程中因人为因素缩短使用寿命而使产品过早地变成垃圾。

二是削减城市生产总值增长所引起的垃圾增量，即降低垃圾产量的增长速度。主要是推进绿色生产生活方式，利用大数据、人工智能技术赋能城市发展和建设，创新生产生活的应用场景、技术、工艺、设备和产品，推广增材制造方式，增强人民群众的绿色生产生活意识，发展新业态、新生态链和经济生态圈，提高城市发展与生产过程的管理水平、规模效应和科技水平。

总体来看，垃圾源头减量，就是要求在源头用好原材料和产品，尽量减少提高产品产量时所增加的原材料投入，以及提高产品的使用寿命。

垃圾源头减量应促成垃圾产量的增长率低于城市生产总值的增长率。城市生产总值的增长率与垃圾产量的增长率之比，即垃圾产量弹性，反映垃圾产量增长对城市生产总值增长的依附程度，是一个较好的垃圾源头减量效果的衡量指标。源头减量应促成垃圾产量弹性大于

1，即城市生产总值的较大增长只引起垃圾产量较小的增大。而且，这种效果随垃圾产量弹性增大而越加显著。

除了重视源头减量外，“无废城市”建设还应重视原材料或垃圾材质的选择，以利于垃圾的综合利用。除考虑生产需要外，原材料的选材要便于垃圾的分类、转化、利用效率提高等，尽可能采用利废产品，促进生产生活与垃圾处理低碳化。“无废城市”建设宜提倡“源头减量与排放控制”。

垃圾源头减量不一定减少垃圾产生的绝对量，而且，垃圾产量一般随城市生产总值增长而增加。此时，如果要减少垃圾填埋量，就务必加强已排放垃圾的综合利用。“无废城市”建设需要“源头减量”与“综合利用”双管齐下，缺一不可。各地应根据自身情况合理安排“源头减量”与“综合利用”的力度，以期得到最佳的与城市生产总值增长相应的垃圾填埋曲线。经济欠发达地区以“填埋达峰”为建设目标，经济较发展地区以“原生垃圾零填埋”为建设目标。像广东省广州市这类经济发达地区，已接近原生垃圾零填埋水平，应聚力推进垃圾综合利用的高质量发展，促使“无废城市”建设目标向零填埋迈进。总之，各地应量力而行推进“无废城市”建设。

“无废城市”并非无废，而是尽可能减少生产生活源头产生的垃圾量，以及实现生产生活源头排放的垃圾可用尽用，从而最大限度地减少填埋处置的垃圾量。需要指出的是，鉴于经济、技术、应用等原因，存在或多或少的不能利用的垃圾需要填埋处置，即垃圾零填埋是一个理想目标，“无废城市”建设是在现实中追求垃圾零填埋理想。

要精准把握“无废城市”建设的内涵和垃圾治理规律，建立健全“源头减量与排放控制、综合利用、填埋处置”的垃圾治理体系，稳步推进“无废城市”建设。（熊孟清）

## 持续提升固体废物与化学品环境治理能力

中国环境报 2022.3.17

固体废物污染防治一头连着减污，一头连着降碳，是生态文明建设的重要内容，也是实现美丽中国建设目标的重要方面。

党中央、国务院高度重视固体废物污染防治工作，习近平总书记多次主持召开会议，研究部署生活垃圾分类、固体废物进口管理制度改革、塑料污染治理等工作。今年，国务院总理李克强在作《政府工作报告》时指出，加强固体废物和新污染物治理，推行垃圾分类和减量化、资源化。

2022年是全面落实“十四五”时期生态环保各项决策部署的关键之年，固体废物与化学品环境管理有哪些重点？本报近日采访了生态环境部固体废物与化学品司负责人。

### 全面加强固体废物和新污染物治理

2021年11月印发的《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（以下简称《意见》）明确要求加强固体废物和新污染物治理，推动在重点区域、重点领域、关键指

标上实现新突破。

“《意见》为‘十四五’做好固体废物与化学品环境管理工作指明了方向、提供了遵循。”生态环境部固体废物与化学品司负责人表示，2022年全国生态环境保护工作会议也明确，强化固体废物和新污染物治理，对重点工作进行了专门部署安排。

上述负责人介绍说，从工作思路上来看，今年是全面落实“十四五”时期生态环保各项决策部署的关键之年，全国固体废物与化学品环境管理工作将坚持更加突出“三个治污”的工作方针，围绕“无废城市”建设和新污染物治理两条主线，突出重点工作方案与文件和重点专项工作的落地见效，以及重点制度和重要工程的建设，持续提升固体废物与化学品环境治理体系和治理能力。

从重点任务上来看，一是以“无废城市”建设为引领，提升固体废物环境管理水平，如强化固体废物污染防治、深化巩固“禁止洋垃圾入境”改革成效以及扎实推进塑料污染治理。二是以新污染物治理为抓手，强化化学物质全生命周期环境风险管理，如建立健全新污染物治理工作推进机制等。三是以关键制度和重点项目建设为着力点，夯实治理基础，提升治理能力，如完善配套法规制度建设等。

“一方面，有效防治固体废物与有毒有害化学物质环境污染，改善生态环境质量，充分发挥减污降碳协同增效作用，助推绿色低碳发展；另一方面，有效防控‘一废一库一品’生态环境风险，切实维护人民群众健康和生态环境安全。”上述负责人表示。

### 推进落实100个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设

开展“无废城市”建设，是推动减污降碳协同增效的重要举措。《意见》明确提出，“十四五”时期将推进100个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设。

上述负责人介绍说，去年年底，生态环境部会同多部门联合印发了《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》，进一步细化“十四五”时期“无废城市”建设的总体思路、建设目标与主要任务。

目前，“无废城市”建设有五方面工作：一是择优筛选城市名单。会同有关部门，根据各省份推荐情况，综合考虑城市基础条件、国家相关重大战略安排等因素，确定“无废城市”建设名单。具有重大示范意义的县级行政区、开发区等，可参照“无废城市”建设要求一并推进。

二是指导编制实施方案。研究制定相关技术指南，组织开展专题培训，指导将“无废城市”建设与深入打好污染防治攻坚战和碳达峰碳中和战略有机融合，明确建设任务、科学设置目标指标及工程项目，高水准编制符合城市实际的实施方案。

三是压实地方主体责任。推动城市党委、政府建立相关工作领导体制机制，完善保障措施，制定责任清单、任务清单和项目清单，逐级细化分解各项任务，明确时间表、路线图，加强工作调度、督导和考核，稳步推进“无废城市”建设。

四是强化指导帮扶和资源要素集聚。国家和省级层面将分别建立工作推进机制、技术帮

扶机制，加强工作调度和指导帮扶。围绕建设过程中的共性关键问题加强统筹协调，促进政策、资金、技术等相关资源要素集聚，形成工作合力。

五是抓好宣传引导。将提高“无废城市”知晓度和民众参与度作为重点，加大宣传力度，扩大宣传范围，创新宣传方式，加强教育培训，努力营造全社会广泛认同、广泛参与的良好氛围。

### **推动危险废物监管和利用处置能力改革**

2022年全国生态环境保护工作会议提出，要“持续推动强化危险废物监管和利用处置能力改革，着力提升危险废物环境管理信息化水平”。

上述负责人介绍说，一方面，要深入落实《强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案》，加快补齐医疗废物、危险废物收集处理能力短板，推动建设国家和6个区域性危险废物风险防控技术中心、20个区域性特殊危险废物集中处置中心。

根据工作安排，生态环境部将深入开展危险废物专项整治三年行动，推动各地按时完成补充排查发现问题整改，适时开展“回头看”巡查。开展危险废物规范化环境管理评估，抽取部分省份开展现场评估。

此外，在新冠肺炎疫情影响下，还要持续强化医疗废物环境监管，持续紧盯重点地区疫情医疗废物处置，指导督促各地严格落实“两个100%”工作要求。

另一方面，要大力推进危险废物全过程信息化监管，全面应用并建设完善全国固体废物管理信息系统，加快构建危险废物信息化管理全国“一套数”“一张网”“一张图”。

例如，实行危险废物电子转移联单统一管理，推行危险废物跨省转移线上办理，推广应用危险废物电子管理台账、转移轨迹跟踪等新功能。

制度建设是重中之重。上述负责人表示，将持续完善危险废物环境管理制度。例如，动态研究修订国家危险废物名录和排除管理清单，加快制修订《危险废物贮存污染控制标准》、危险废物管理计划和台账制定等标准。

“今后还将推进铅蓄电池生产企业集中收集和跨区域转运制度试点工作，探索‘无废集团’建设和小微企业危险废物收集试点。”上述负责人表示。

### **新污染物治理要开好局起好步**

新污染物治理是污染防治攻坚战延伸深度、拓宽广度的具体体现，是深入打好污染防治攻坚战的重要内容之一。

上述负责人认为，新污染物治理是在风险“筛查”和“评估”的基础上，实行全过程管控，包括对有毒有害化学物质的源头禁限、过程减排、末端治理，即“筛、评、控”，体现化学品环境管理对环境污染治理的“牵引驱动”作用。

“今年是新污染物治理行动方案实施的第一年，要开好局，起好步。”上述负责人表示，应着眼国家生态环境保护工作大局，紧扣当前面临的新形势和党中央、国务院的新要求，在污染防治攻坚战延伸深度、拓宽广度上发力。一方面，要建立健全横向协调、纵向联动和技

术支持的工作推进机制，加强法规和标准体系建设，健全有毒有害化学物质环境风险管理体制，构建新污染物治理长效机制；另一方面，要扎实抓好新污染物环境风险评估、新化学物质环境管理登记和国际公约履约等重点工作，为高质量完成“十四五”新污染物治理工作任务奠定坚实基础。

首先，建立健全新污染物治理工作推进机制。实施新污染物治理行动方案，做好宣传解读和培训工作，建立新污染物治理跨部门协调机制，督促指导各省份制定新污染物治理工作方案，建立国家新污染物治理专家委员会。

其次，加强新污染物治理法规和标准体系建设。建立健全有毒有害化学物质环境管理制度，加强化学物质环境风险评估与管控技术标准体系建设，编制化学物质环境危害评估技术导则、化学物质生态毒性测试方法等技术文件。

再次，开展新污染物环境风险评估。制定重点化学物质环境信息调查工作方案，开展化学物质环境风险筛查，发布第一批优先评估计划。强化源头准入，印发实施首批《重点管控新污染物清单》及其禁止、限制等环境风险管控措施。制定实施新污染物治理先行示范区试点方案，推动有条件的地方开展新污染物治理试点工作。

最后，全面落实新化学物质环境管理登记制度，持续加强新化学物质环境管理的日常监督和执法。此外，还要持续推动国际公约履约工作。（崔煜晨）

## 广州推进海绵城市建设方案出炉

2023年底，不少于四成建成区面积达海绵城市建设要求

信息时报 2022.3.13

信息时报讯（记者 黄熙灯 通讯员 赵雪峰）近日，经广州市人民政府批准，《广州市系统化全域推进海绵城市建设示范工作方案》（以下简称《方案》）印发实施。《方案》提出，到2030年底，广州市城市累计有80%以上建成区面积达到海绵城市建设要求。

《方案》明确要开展“加强流域区域生态环境治理、城市水系统建设、项目全流程管控、信息化能力建设”等4大方面11项主要工作任务，包括完善责任体系、加强立法保障、完善机制体制等保障措施，为全市系统化全域推进海绵城市建设提供强力支撑。

《方案》提出，到2023年底、2025年底、2030年底，广州市城市分别累计有不少于40%、45%以上、80%以上建成区面积达到海绵城市建设要求。

《方案》指出，广州开展海绵城市建设主要有三大指导方针。

一是坚持问题导向，对照推进海绵城市示范建设要求，充分认识超大城市建设的复杂性，认真反思并着力解决城镇化过程中硬底化较多、洪涝灾害风险较大、水环境遭到破坏等突出问题，深刻剖析、精准施策、举一反三，将海绵城市建设理念融入新型城镇化建设全过程。

二是坚持系统治理。广州要探索适合超大城市的海绵城市系统化全域建设顶层技术体系

和与之配套的行政管理体系，构建“流域一片区（排水分区）—建设项目”多层次体系。统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，实施源头减排、过程控制、系统治理，切实提高城市排水、防涝、防洪和防灾减灾能力。

三是坚持以人民为中心。将改善群众的直观感受作为系统化全域推进海绵城市建设的出发点，集中力量解决好影响群众生产生活的水安全、水生态问题，充分发挥社会监督、舆论监督的作用，确保海绵城市建设各项措施落到实处，提高城市人居环境水平，实现海绵城市“共建、共享、共治”。

## 有效控制水环境中有毒有害污染物，保护水生生物多样性 ——专家解读《淡水生物水质基准推导技术指南》（HJ 831—2022）有关问题

中国环境报 2022.3.17

**本报讯** 为进一步规范淡水生物水质基准的推导，生态环境部组织修订了《淡水水生生物水质基准制定技术指南》（HJ 831—2017），并于2022年3月10日印发《淡水生物水质基准推导技术指南》（HJ 831—2022）。这是HJ 831—2017发布以来的首次修订。有关专家就相关问题进行了解答。

问：作为HJ 831—2022的主要起草人，请您谈谈，为什么要进行此次修订，以及修订的主要内容有哪些？

**中国环境科学研究院研究员闫振广：**HJ 831—2017是我国颁布的首批水质基准推导技术指南之一，对我国水生态环境基准的发展具有重要意义。通过实践应用，我们对HJ 831—2017中一些原则性规定有了进一步的认识，能够将其细化为更加明确的技术要求，使指南更具科学性和可行性。此次修订由生态环境部法规与标准司组织领导，修订的主要内容如下：

在整体框架上，删除了部分与基准推导关系不紧密的章节，增加了“方案制定”“质量保证与质量评价”“不确定性分析”和“报告编制”章节，对附录也进行了优化。调整情况大家可以看细化的基准推导流程图。

在数据处理上，充分反映了国际毒理科学最新进展，如：引入同效应毒性值的概念，明确了毒性数据筛选的优先序，将最大容许毒物浓度（MATC）作为最优先的慢性毒性数据，对10%效应浓度（EC10）和20%效应浓度（EC20）等指标也统一了优先性排序；优化了“最少毒性数据需求”的要求。

在模型应用上，根据统计学原理，删除了对毒性数据进行正态分布检验的要求，以及不适用的极值拟合模型和急慢性毒性比基准推导方法，开发了基准计算软件。

问：作为参与HJ 831—2022论证的主要专家，请您谈谈本标准中对于基准推导时采用的受试物种是怎么考虑的？

**中国水产科学研究院研究员刘英杰：**HJ 831—2022强调以分布在我国境内、能反映我国

淡水生物区系特征的水生生物为受试物种的优选对象，提出了在水质基准研制时推荐采用的敏感受试物种。另外，由于本土物种准确界定的复杂性，弱化了本土物种的说法，同时规定不能采用外来入侵物种作为受试物种。

问：HJ 831—2022 对于毒性试验暴露时间的规定更加多样化，请问在编制时是怎么考虑的？

**国家海洋环境监测中心研究员王莹：**水生态环境基准是基于急、慢性毒性数据推导的，一般来说，急性试验暴露时间相对较短，慢性试验暴露时间相对较长，但对于不同的受试生物来说，由于生命周期和繁殖特性等的不同，暴露时间并不统一。HJ 831—2022 依据国家和国际标准毒性测试方法以及毒性试验的普适性原理，对不同门类的生物规定了不同的毒性试验暴露时间，这样使得对于毒性数据的选择更加精准，提升了基准推导的科学性。

问：基准推导过程中涉及一些统计学问题，作为参与 HJ 831—2022 论证的主要专家，请问在本标准中对于统计学问题有哪些考虑？

**北京师范大学教授童行伟：**基准推导过程中需要进行模型拟合，在部分文献中，习惯于在拟合前先对毒性数据进行正态分布检验，这是不恰当的，因为对于符合其他分布规律的毒性数据也是可以进行拟合计算的。因此，在 HJ 831—2022 中没有再要求对于毒性数据进行正态分布检验。另外，针对毒性数据可能分布较为离散的特点，HJ 831—2022 规定需要对原始的毒性数据取常用对数后再进行拟合。

问：本次修订推出了国家生态环境基准计算软件，作为主要研发专家，请您介绍一下，研发这款软件有什么特别的意义？

**中国环境科学研究院研究员冯承莲：**HJ 831—2022 规定的基准推导方法是“物种敏感度分布法（SSD 法）”。SSD 法是生态环境基准推导的国际主流方法，一些国家也研发了自己的 SSD 计算软件。我国学者之前在推导水质基准时，多采用一些数理统计的通用软件，这可能导致由于软件和模型选择上的不同造成基准推导结果的差异。因此，配合本次指南的修订，同步研发了 SSD 方法的基准计算标准化软件，为国家生态环境基准工作的标准化提供技术保障。

问：HJ 831—2022 的颁布对开展流域水生态环境质量监测评价有何积极意义？

**中国环境监测总站高级工程师金小伟：**我国地表水监测正在由水质监测逐步向水生态监测转变，HJ 831—2022 在受试物种的筛选时明确要求应能反映我国淡水生物区系特征，以分布于我国境内的淡水生物为优选对象。HJ 831—2022 的颁布对于建立我国以保护水生生物为核心的水环境质量标准体系，有效控制水环境中有毒有害污染物，保护水生生物多样性，以及水生态系统完整性都具有重要意义。

问：新标准对淡水生物水质基准推导的科学性、规范性提出了更高的要求，请问您认为目前我国相关的工作基础距离新标准的要求在哪些方面还有差距？

**中国科学院生态环境研究中心副研究员许宜平：**关于淡水生物水质基准研制，目前在生

态毒理试验技术标准和毒性数据积累方面与新标准的要求存在一定差距。一是受试生物的代表性和生态关联性等，需要充分的生态毒理试验技术标准作为判断依据，目前，我国在无脊椎动物和部分底栖动物毒性试验标准化方面仍然存在不足。二是目前我国基准研制时，毒性数据的获取仍然主要依靠国外数据库和文献，这些毒性数据对我国生物区系特征体现不足，需要加大力度开展我国水生生物毒性测试，夯实我国毒性数据基础。

问：目前，我国已经发布了保护淡水生物的镉、氨氮、苯酚水质基准。作为国家生态环境基准专家委员会主任委员，请您谈一谈，本次修订工作后，水质基准领域还将推进哪些工作？“十四五”时期，如何更好地发挥基准委员会的作用？

**中国环境科学研究院院士吴丰昌：**HJ 831—2022 制订过程中，我们同步组织了十余项淡水生物水质基准的研制工作，也在推动海洋生物水质基准的研制。HJ 831—2022 发布后，我们计划组织全国性的技术培训，让更多的科研院所、科研人员了解生态环境基准，加入到基准研制的工作队伍中。

国家生态环境基准专家委员会是连接环境科研与管理应用之间的桥梁，是我国生态环境基准研究、评价、成果应用转化和国内外学术交流的智库。目前，我们正在积极谋划“十四五”阶段水、土壤、大气等领域的基准工作目标和重点任务，为国家生态环境基准工作可持续发展提供依据。

“十四五”时期，国家生态环境基准专家委员会将团结全社会优秀科研力量，发布一批水生态环境基准，在探索实践中进一步深化有关大气、土壤生态环境基准的理论和方法学，丰富技术储备，推动我国生态环境基准工作向“国际一流”水平迈进，发挥基准在国家生态环境保护工作中的基础性、支撑性和引领性作用。

## 新污染物治理成为“十四五”生态环保工作重点

科技日报 2022.3.31

新污染物治理已成为“十四五”生态环境保护工作重点。3月30日，在生态环境部举行的新闻发布会上，生态环境部固体废物与化学品司司长任勇说，从改善生态环境质量和环境风险管理角度看，新污染物是指具有生物毒性、环境持久性、生物累积性等特征的有毒有害化学物质，这些物质对生态环境或人体健康存在较大风险，但尚未纳入环境管理或现有管理措施不足。

目前国际上广泛关注的新污染物有四大类，即持久性有机污染物、内分泌干扰物、抗生素和微塑料。“这四类被界定为新污染物，前提是排放到环境中。”任勇说。

### 新污染物特征决定其治理难度高

今年的政府工作报告强调，加强固体废物和新污染物治理。中共中央、国务院印发的《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》也提出，到2025年，固体废物和新污染物治理能力明显增强。

“新污染物新在哪？可以从两方面来理解，一是相对于大家熟知的二氧化硫、氮氧化物、PM2.5 等常规污染物而言；二是新污染物种类繁多，随着对化学物质环境和健康危害的认识不断深入、环境监测技术不断发展，被识别出的新污染物可能还会持续增加。”任勇说，新污染物治理之所以难，在于其所具有的五大特征，即危害比较严重、风险比较隐蔽、环境持久性、来源广泛性和治理复杂性。

我国是化学物质生产使用大国，生产和使用的化学物质有数万种，每年还新增上千种新化学物质。任勇说，新污染物具有持久性和生物累积性，即使以低剂量排放到环境中，也可能会危害环境、生物和人体的健康。新污染物涉及行业众多，产业链长，替代品和替代技术研发较难，需要多部门跨领域协同治理，实施全生命周期环境风险管控。

### 治理重在“筛、评、控”和“禁、减、治”

按照党中央、国务院决策部署，生态环境部会同国家发改委等 13 个部门正在研究制定《新污染物治理行动方案》。

任勇说，开展新污染物治理是污染防治攻坚战向纵深推进的必然结果，是生态环境质量持续改善的内在要求。治理的总体思路概括为“筛、评、控”和“禁、减、治”。即通过对有毒有害化学物质环境风险筛查和评估，“筛”“评”出需要重点管控的新污染物，然后对重点新污染物实行全过程管控，包括对生产使用的源头禁限、过程减排、末端治理等。

近年来，生态环境部会同相关部门，在有毒有害化学物质环境风险管理方面开展了多项工作，为新污染物治理打下较好的基础。其中包括推动有毒有害化学物质环境风险管理立法，修订《新化学物质环境管理登记办法》等。持续开展新化学物质环境管理登记，加强源头准入管理，防范具有不合理环境风险的新化学物质进入经济社会活动和生态环境。例如 2021 年，共批准登记 564 种新化学物质，提出 500 多项环境风险控制措施。开展化学物质环境风险评估，印发两批《优先控制化学品名录》，列入共计 40 种应优先管控的化学物质；在履行《斯德哥尔摩公约》行动中，已淘汰了 20 种持久性有机污染物。（李禾）

## 推进农业废弃物综合利用

人民日报 2022.3.24

促进农业资源保护和可持续利用，是实现农业现代化的重要内容。作为农业大市，安徽省阜阳市深入贯彻习近平生态文明思想，以推进现代生态农业产业化建设为契机，以实施阜南县生物天然气开发利用项目为切入点，探索农业有机废弃物全利用、县域利用全覆盖、复合利用全循环的工作机制，走出一条“农业—环境—能源—农业”的低碳循环发展之路。

树牢生态观念，推进减污降碳。阜南是农牧大县，以往大量畜禽粪污、农作物秸秆等农业废弃物，要么被丢弃，要么被焚烧，造成资源浪费、导致环境污染。为解决这一问题，阜阳积极构建县乡村三级秸秆收储运网络，以县为单位推进规模养殖场畜禽粪污处理与资源化利用提升配套工程，对畜禽粪污、秸秆、餐厨垃圾等有机废弃物进行全量化处理。目前，阜

南县畜禽粪污综合利用率达 90.4%，秸秆资源化利用率达 98.48%，提高了农业有机废弃物资源化利用率，有效降低了碳排放。

加强技术创新，实现变废为宝。推进农业有机废弃物综合利用，关键是技术上的突破。阜阳与同济大学等高校开展合作攻关，利用相关技术优势，将有机废弃物转化为生物天然气，并通过营养回收和达标处理工艺，将尾水中的作物养分提取出来，生产有机复合肥，形成循环产业链，达到变废料为原料、变资源为产品的效果。据测算，在阜南，相关技术全面应用后，每年可消耗 177 万头猪产生的畜禽粪污、25 万吨秸秆，年产生生物天然气 5000 万立方米、有机肥 20 万吨；每年可减少 32 万吨污水化学需氧量排放，可中和 5.5 亿千瓦时的燃煤电厂碳排放。实践证明，发展农业技术，既能给农业生产插上科技翅膀，也能提升农业废弃物资源化利用水平，实现生产与生态的双赢。

坚持县域统筹，强化科学布局。在阜南，我们建设了覆盖全县乡镇的“站田式生产网络”，建立粮食秸秆、畜禽粪便等有机废弃物收储运网络，按照政府主导、市场运作、企业经营原则，实行畜禽粪污处理、病死动物处理、生物天然气项目营建、全域燃气供应等项目联动，同时与现有天然气管网并网运行，构建有机废弃物收集和生物天然气供应“双网络”。如此，在确保服务农业生产活动前提下，通过发挥企业力量、政策效应，做到合理规划、协调配合，让企业有所得、经营可持续，进而助推生物天然气产业化健康发展。

强化利益共享，促进农民增收。推进农业废弃物综合利用，涵盖多方主体。在这个过程中，土地、劳动力、资本、技术等生产要素都要流动起来，涉及生物天然气公司、收储运经纪人、种养企业和一般农户等利益相关方。从实践中看，阜南每年在实现减碳 17 万吨的基础上，拉动了地方特色种养业循环发展，较好促进了企业发展、群众就业，这对群众增收、产业振兴大有裨益。

生产发展、生态宜居、生活富裕，是一个有机整体。以推进农业废弃物综合利用为抓手，做好县域人居环境整治、清洁能源供应、现代循环农业发展等工作，就能实现生态效益、经济效益和社会效益的统一。未来，阜阳将继续总结经验、完善机制，实现以点带面、市县联动，争取在推广应用中形成发展新优势，让产业基础更牢、发展底色更绿。（孙正东）

## 行行参与，人人行动，杭州富阳区打造“无废城市”建设新模式

### 3 年要建 200 个以上“无废细胞”

中国环境报 2022.3.21

垃圾分类写入村规民约，每月每户最高可获 100 元奖励；快餐连锁店餐盒统一回收变废为宝；学生喝完牛奶将纸盒洗净晾干压扁再扔进学校的环保小屋……这些渗透进生活方方面面的点滴，凝成了浙江省杭州市富阳区持续推进“无废城市”建设的缩影。

近年来，富阳区深入打好固体废物污染防治攻坚战，2021 年，全区围绕工厂、学校、医院、工地、园区、乡村、景区、酒店八种类型，先后启动 86 个“无废细胞”创新项目，

到 2023 年间要完成“无废细胞”建设 200 个以上。

### 变废为宝，生活垃圾回收利用率超过 60%

喝完的咖啡纸杯、用过的一次性餐盒、废弃的塑料袋……这些常人会丢弃的垃圾，在羊军眼里都是“宝贝”。

作为杭州富伦生态科技有限公司（以下简称富伦）董事长，早在 2004 年，羊军就带领企业通过技术突破，成功将废弃牛奶盒分离成“纸、塑、铝”。

在富伦的工厂里，一堆堆废弃牛奶盒通过碎解、纸塑分离、除杂、净化、提纯等工艺，就能“变身”成为铝塑复合物和用于生产纸张的原料——纸浆。“我们将纸浆拿来造纸，下游厂家再用这些成品纸制作笔记本、书签、手提袋等纸制品。”富伦副总经理羊孙飞介绍说。

经过第一道纸、铝塑分离工序后留下的铝塑复合物，当然也不会浪费。经过铝屑提炼、烘干打包后的金属铝，可以被下游工厂加工成名片盒、铝罐等铝制品。剩余塑料膜则经过清洗、挤干、造粒等工序后，被打包成一袋袋塑料颗粒，送至下游加工厂，用于加工制造塑料垃圾桶等塑料制品。

“全过程只需大约三个半小时，废弃牛奶盒就可‘再生’。”羊孙飞说，事实上不只是牛奶盒，突破了技术难题后，大部分废品都能变废为宝。

如今，托盘纸、汉堡包装盒、塑料奶茶杯、速冻食品包装等，都能在富伦实现“变废为宝”的蝶变。富伦建立起国内领先的低附加值废弃包装物循环利用产业链体系，废弃包装物年处理量达 20 万吨。

在变废为宝“无废细胞”渗透下，运用数字“智治”，富阳建成“无废工厂”5 家。同时，随着富伦的触角逐渐延伸到住宅小区、火车站、连锁餐饮店等地，越来越多的人参与进来，用行动助力固废资源转化利用。截至目前，富阳区城乡“互联网+再生资源”回收模式覆盖率达到 90%，年生活垃圾回收利用率超过 60%。

### 将“无废细胞”渗透到具体单位

富阳区八一村是富春湾新城建设唯一整体保留的行政村，开展“无废乡村”建设以来，八一村以垃圾分类和智慧农田建设为抓手，深入推进创建工作，努力争创“无废乡村”样板。通过村企合作模式引入“帮猫回收”，设立垃圾分类激励金等方式，坚持每月对 531 户农户垃圾分类质量等进行督导、检查，对优秀家庭每月每户奖励 100 元，力争分类参与率与准确率保持“双百分”。

近年来，富阳区梳理绘制出“固废处置体系框架图”，打通全域各类固废回收、转运、处置全过程，将“无废细胞”渗透到具体单位。

基于“无废细胞”建设，杭州市生态环境局富阳分局组织市民、学生开展了系列体验学习活动，通过与无废工厂、无废学校等“零距离”接触，营造“无废城市”建设行行参与、人人行动的良好氛围。

富春第三小学实行文件网上流转，学校设置专门的公共文档，便于教师存放资料，大大减少了纸张的浪费。学生和教职工一律使用自带水杯，不允许使用一次性杯子。同时，学校提倡利用废旧报纸、旧挂历、牛皮纸等包书皮，既锻炼了学生的动手能力，又减少了资源浪费。学校还组织师生环保志愿者队伍，在社区开展“红领巾跳蚤市场义卖”活动，以旧物义卖方式，向居民宣传环保知识。

“富阳人民都在用实际行动，为碳达峰、碳中和贡献力量。”杭州市生态环境局富阳分局相关负责人说，固体废物污染防治“一头连着减污，一头连着降碳”，目前富阳全域除渣土外，基本实现固体废物“零填埋”。(周兆木 余威 沈菲 吴超)

## 煤制油与生物质能融合发展潜力大

中国能源报 2022.3.28

俄乌冲突导致油价大涨，各国开始担忧以原油为基础的供油体系，煤制油及生物质液体能源再次受到重视。2021年，我国原油对外依存度超过70%，煤制油具有保障能源安全的重要作用。

煤制油主要有两种生产路径，一种是煤加氢直接液化，再合成油品，即将煤制成煤浆，在高温、高压、催化条件下与氢气反应，通过催化加氢、溶剂萃取、裂解等工艺，将煤转化为烃类液体，然后再加氢精制，去除油中的氧氮。另一种是煤间接液化，先将煤气转变为合成气（一氧化碳+氢气），在催化剂的作用下经费托合成转化为烃类，再经过深加工得到油品。

截至2020年，我国建成投运7个煤制油项目（含1个煤油共炼项目），总产能约700万吨/年，除鄂尔多斯直接液化项目外，其余6个均为煤间接液化项目。生物质能主要包括生物质固体能源、生物质液体能源、生物质气体能源等，其中生物质液体能源主要包括生物乙醇、生物甲醇、生物柴油、生物质（秸秆）裂解油品等。

煤制油亟需技术进步与升级。煤基费托合成油的柴油组分达到《GB/T29720-2013 煤基费托合成 柴油组分油》要求，可作为中间产品出售，但达不到《GB19147 车用柴油》和《GJB3075 军用柴油规范》要求，不能作为成品油出售。目前只能依据《GB/T32066-2015 煤基费托合成 液体蜡》，将煤制柴油作为液体蜡销售。

煤制油与生物质能融合发展，可弥补油品短板。以煤间接液化油品为例，该油品的组分磨痕直径为600微米-700微米，而《GB19147 车用柴油》规定，柴油磨痕直径不能大于460微米。生物质能可生成脂肪酸酯型抗磨剂，敏感性强，可有效改善煤间接液化烃类组分，同时针对煤基费托合成烃类组分产品直链烃类含量高、芳烃环烷烃含量低、硫氮含量低等特点，在加剂量0.02%-5%范围内，可将煤基费托合成油烃类馏分磨痕直径指标降至340微米以下，大幅提高油品的润滑性能，优于《GB19147 车用柴油》相关要求。

煤制油与生物质能融合发展，可有效解决油品密度低的问题，并改善油品运动粘度、闪点、馏程等指标，不仅能满足车用柴油要求，还可拓展到坦克、舰船等用油。

煤间接液化油品经过改善提质，可作为优质汽柴油调和组分，获得市场认可，同时可通过调整其工艺参数，生产凝点 -50℃ -0℃ 的柴油组分，但无法作为单独油品销售。目前生物质能行业已开发出凝点为 -30℃、-40℃、-50℃ 的生物柴油，按照国六柴油标准要求，可根据凝点（包括冷滤点）将生物柴油分为凝点不高于 0℃、-10℃、-20℃、-35℃、-50℃ 6 个标号，均可对标石化柴油。

为完善生物柴油标准，中国石油和化学工业联合会将《生物柴油（B100）》《生物调和燃料（B10、B20、B30）》《脂肪酸酯型柴油抗磨剂》列入 2020 年第一批团体标准计划项目。上述标准明确提出，生物柴油与煤基费托合成油组分调和，可得到凝点不高于 0℃、-10℃、-20℃、-35℃、-50℃ 6 个标号的 B5 柴油，符合《GB25199 B5 柴油》要求，且比该标准增加 -20 号、-35 号、-50 号 3 种柴油。

值得一提的是，中央军委后勤保障部立项支持的《军队后勤开放研究项目》，包括《煤基军舰用柴油关键技术研究》《加氢工艺军用柴油与武器装备适应性研究》等相关课题。该课题提出，推动煤间接液化与生物质能融合发展，开发军用舰船用油及 -60 号柴油。我国自主研发的“煤间接液化油品 + 脂肪酸酯型抗磨剂调和”工艺，实现煤基费托合成油提质转化，达到《GJB3075 军用柴油规范》《GB19147 车用柴油》《GB25199 B5 柴油》等标准要求，不仅能作为车用柴油，还可作为坦克、舰船用油，其动力性、经济性与石化柴油相当，润滑性更优。同时，坦克、舰船使用煤基合成油，不仅有利于扩大装备用油范围，提高燃料保障能力，还能加强军用、民用技术双向转移，完善军民融合科技成果共享机制。（冀星）

## 绿色技术“嵌入”生产过程 精化品制造实现“三废”近零排放

科技日报 2022.3.30

如今，在中盐常州新东化工发展有限公司厂区，安装在氯代苯甲醛系列产品生产装置中的“洁净芯”，让这里不再有往昔化工厂中刺鼻的异味。

“用了新型催化剂和临氧裂解工艺后，不仅排放的挥发性有机化合物少了，而且使用的原材料和辅助用料也少了，生产成本每年可以减少上千万元，固体废弃物也减少了近 80%。”中盐常州新东化工发展有限公司副总经理陶文平所说的技术革新，是来自南京工业大学校长乔旭教授团队的“嵌入临氧裂解过程的‘三废’治理与化学品生产耦合关键技术”。

通俗地说，这项技术是在氯代苯甲醛系列产品生产过程中，采用催化剂和新工艺，让原材料充分反应，提高产品出产率，减少“三废”排放，实现绿色友好。

为解决化工行业污染治理效果差、过程集成度弱和资源利用率低这三大问题，近年来，乔旭团队发明了废气废水废渣（“三废”）临氧裂解一体化净化、新型反应—分离集成、分子筛催化原子经济反应等技术，将临氧裂解净化与化工生产深度融合，实现醛酯胺类精细化产品的绿色制造。

近两年内，成果应用企业取得了新增销售额 20.57 亿元、新增利润 2.83 亿元的经济效益，同时减排废气 13.51 亿立方米，减排精馏釜残等有机危废 5156 吨。

日前，2021 年度江苏省科学技术奖正式发布，乔旭领衔完成的项目“嵌入临氧裂解过程的‘三废’治理与化学品生产耦合关键技术”，获得一等奖。

### 发展空间大，污染治理效果亟待提高

制造染料、香料、医药等用品的苯甲醛，用作抗氧化剂、水果清洁剂原材料的二苯胺，用作大宗基础化工原料的“三烯三苯”……

现实生活中，精细化学品广泛应用于医药、农药和日化用品等与百姓衣食住行密切相关的各类用品中，其应用面广、专用性强、附加值高。

“目前，欧美等发达国家化工产品精细化率已达到 60%—70%，我国化工产品精细化率虽已提高到 45%，但仍有很大发展空间。”南京工业大学绿色化工实验室骨干成员、化工学院教授汤吉海向科技日报记者介绍，目前国内精细化工行业的整体技术水平较低，特别是由于精细化工行业产品种类繁多、工艺流程长、生产技术精密，生产企业往往呈现出“产品分散生产，污染集中治理”或“重产品生产，轻污染治理”的粗放型发展模式。

“在化工产业投资强度大、准入门槛高、安全环保要求严的形势下，精细化工行业发展瓶颈更加突出。”汤吉海表示，这主要集中在三个方面，首先是污染治理效果差，原有的化工污染治理技术有的难以达到国家排放标准，或者为了满足排放标准，化工污染处置成本急剧增加；其次是精细化学品生产过程中，各种装置产生的废气、废水等废弃物大多直接进入“三废”处理系统混合处理，缺少高效循环利用的新技术，处理效率也不高；第三是资源利用率低，精细化学品制造涉及的反应步骤多、工艺流程长，副产物排放量可以达到最终产品的 10—100 倍，这不仅造成原料成本增加，还额外增加了废弃物处置的费用。

基于这些技术难题，乔旭团队提出“源头绿色、原位减量、嵌入治理”的理念，构筑起一套精细化学品绿色制造技术新体系。

### 将化工废弃物“化整为零”，各个击破

“当塑料和橡胶燃烧时，会冒黑烟，这是因为燃烧不充分所致，化学大分子或者碳粒，经过燃烧又变成了一种污染物。”汤吉海以这番场景列举目前化学品生产流程中造成的污染。

他介绍，一般来说，不少化工企业，会同时运行很多套生产装置，生产不同产品。但不同装置产出来的废气废水等污染物会集中汇总到统一的“三废”处理设施，导致处理不充分，缺乏针对性。

“不同的生产原料，决定废弃物的分子结构不同，所以处理的原则和方法就应该不同，如果其中有难以降解的化学物质，按照常规的处理方式，就会影响整体的‘三废’治理成效。”

基于这个问题，团队研发出“三废”临氧裂解一体化净化技术。“我们利用大分子有机

物裂解和气态有机小分子深度氧化的耦合反应机理，通过临氧裂解热量传递过程的调控，实现系统自热平衡。”乔旭解释，这种方法将化学废弃物或污染物中的大分子，输入临氧裂解反应器，在裂解、催化燃烧双功能催化剂作用下，裂解氧化成二氧化碳和水，而且，这套反应器嵌入在化工生产装置中运行，可以实现精细化产品制造过程废弃物近零排放。

“这个过程的难点在于制备临氧裂解和催化燃烧的催化剂。”汤吉海解释，因为这项技术要面向工业化应用，所以要降低能耗，团队创造性地用氧化反应中产生的热能，为反应器中的气化、裂解过程供能，既节省了能耗，又顺利完成化学反应。

汤吉海说，利用这套技术，最终排放的尾气中，挥发性有机物含量低于 10 毫克/立方米 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )，废水化学需氧量低于 40 毫克/升 ( $\text{mg}/\text{L}$ )，远远低于国家和地方标准的排放限值。

### 开发算法、优化工业化过程变废为宝

如果说“三废”临氧裂解一体化的净化理念，能让污染物被精准锁定，那么，降低它们的污染指数甚至变废为宝，则让处理“三废”有了灵魂。

汤吉海介绍，团队有针对性地发明了反应—分离耦合技术，开发全局寻优的增强型“蝙蝠”算法，最大限度降低过量组分逃逸量。

“我们优化反应—分离装置的结构，并用先进算法来优化反应器的大小、温度、压力、流量等参数，找到最优设计方案；同时创制功能化分子筛催化剂，通过调控反应网络、提高原料利用效率，减少废弃物排放，实现精细化产品生产源头绿色。”汤吉海说。

针对原料利用率低导致废弃物量大的问题，团队还发明了（氯代）苯甲醛生产水解反应与液液分离耦合的过量水原位循环技术，实现工艺水 100% 循环利用；针对醇酯十二、乙氧基丙酸乙酯等生产过程中产生的高浓度异丁酸盐、乙氧基丙酸盐废水，团队发明了废水酸化反应与液液分离耦合技术，有机酸回收率达到 90% 以上。

“采用绿色反应工艺，才能使精细化产品在工业生产中真正实现‘源头绿色、原位减量、嵌入治理’。”团队成员、南京工业大学化工学院教授陈献介绍，针对精细化产品合成副产物量大的问题，团队设计出系列提高原子利用率的绿色反应工艺，构筑磷酸等有机官能团、过渡/碱金属均匀分布的分子筛催化剂，首次用于加成、缩合等高原子经济性反应，实现多点位协同的高效催化效应。

团队成员、南京工业大学化工学院教授崔咪芬介绍，利用这些方法，他们构建了羧酸特种酯、烷氧基丙酸酯、二苯胺、（氯代）苯甲醛的绿色催化合成工艺，原料转化率与目标产品选择性均远高于传统工艺，杜绝了废水产生。“原料吃干榨净了，工艺水循环利用了，‘三废’自然不存在了。”

科研成果只有走出实验室，才能释放科技势能，服务经济社会发展。经过十余年的研究，“嵌入临氧裂解过程的三废治理与化学品生产耦合关键技术”经中国石油与化学工业联合会专家组鉴定，达到国际先进水平，其中临氧裂解技术达到国际领先水平，对推动精细化

学品绿色制造具有很好的示范效应，具有很好的产业推广应用前景。

技术成果在产业的应用，也为精细化学品的绿色制造提供了现实可行性。据悉，团队的这套专利技术已经入股孵化出南京资环工程技术研究院有限公司，相关产品技术独家转让给中盐常州新东化工发展有限公司、江苏飞亚化学等企业，助力企业建成全国首套化工“三废”临氧裂解一体化净化撬块装置和全球最大4.5万吨/年二苯胺、1.2万吨氯代苯甲醛（含氯代氯苄）等工业装置，打破了国际行业寡头的垄断地位。（金凤 杨芳）

## 五、太阳能

### 光伏实现规模化发展

中国能源报 2022.3.7

**本报讯** 日前，比利时可再生能源协会（APERe）公布数据称，截至2021年底，比利时境内光伏发电累计装机规模突破700万千瓦，去年全年光伏发电量达850亿千瓦时，占全部电力供应的8%，比利时光伏产业已进入规模化发展阶段。

据APERe相关负责人透露，比利时光伏产业发展没有受到新冠肺炎疫情的影响，市场仍然保持了较高的装机热情，2018—2021年，光伏发电新增装机规模总体延续了上涨趋势。按装机类型来看，分布式光伏发电项目是比利时光伏发电新增装机的主要贡献方。

上述负责人指出：“越来越多的居民住宅业主希望安装屋顶光伏系统。在电价维持高位的情况下，选择光伏电力意味着减少1/3或以上的生活开支，居民将视此为一种新的投资方式。”

APERe预测，随着光伏电力的接受度不断提升，预计今年，比利时光伏新增装机规模将创新高。（董梓童）

### 光热产业迎来发展新机遇

#### 专家建议进一步完善电价机制

中国能源报 2022.3.14

**本报讯（记者苏南）报道：**近期，甘肃省明确提出光热发电装机量由2020年的16万千瓦增长至2025年的100万千瓦，年均增长44.27%的目标。实际上，伴随一批风光热互补新能源项目陆续启动建设，我国光热行业迎来了新的发展机遇。

在受访人士看来，我国光热行业有市场、有需求、有技术、有装备，但“缺政策”，现有电价政策难以体现出光热项目的价值。为理顺光热发电电价机制，今年2月10日，国家发改委、国家能源局联合发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，提出“完善支持太阳能热发电和储能等调节性电源运行的价格补偿机制”。

长期以来，我国电源上网电价形成机制基本上是按照不同种类电源的投资基准收益率确  
90

定，这一机制的出发点是保障投资者的合理收益。“这种电价形成机制没有反映供求关系，也没有体现市场竞争。因此，对电源上网电价形成机制进行市场化改革是非常必要和迫切的。”电力规划设计总院高级顾问、中国电机工程学会太阳能热发电专委会副主任委员兼秘书长孙锐接受记者采访时表示。

记者梳理信息了解到，2020年初，财政部、国家发改委、国家能源局联合发布的《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》明确：2021年12月31日以后新增的光热发电项目不再纳入中央财政补贴范围。国家发改委发布的《关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》明确自2021年起，新核准的光热发电项目上网电价由当地省级价格主管部门制定，上网电价高于当地燃煤发电基准价的，基准价以内的部分由电网企业结算。

孙锐表示，由于光热发电在我国起步较晚，整个产业处于初级发展阶段，边际成本较高，发电成本远高于当地的燃煤发电。另外，光热发电项目均位于我国西部地区，地方政府财力有限。“目前电网公司只支付当地燃煤发电基准电价部分，致使光热发电项目的发电成本无法向后端传导，投资方无法实现投资回报，制约了光热发电行业的发展。”

目前，我国在售电侧已经开展了市场化改革，大部分省份出台了峰谷分时电价，减少了电力负荷的峰谷差，提高了电力系统的设备利用率，降低了电力系统成本。“如果将这种定价模式向电源上网侧传导，使电源的上网电价与售电侧联动，具有灵活调节功能电源的价值可以在电价中得以体现，电源参与调峰的积极性也将提高，储热型光热发电项目将会得到合理的经济回报。”孙锐表示。

储热型光热电站内的系统配置对机组的年发电量和灵活调节功能会产生重大影响，也就是说，相同容量的光热发电机组由于系统配置不同，年发电量和灵活调节功能差别很大，工程投资和发电成本的差异也很大。“在组织光热发电项目开发商招标前，要对拟招标项目机组在电力系统中必须具备的功能进行深入研究，提出详细的技术要求。”孙锐直言，通过市场化确定的上网电价，应该列入长期购电合同中，并向后端进行传导。由于能源转型带来的用电成本上涨，地方政府可以根据电力用户的类别和自身的财力，对需要给予补贴的用户进行补贴，也可以申请国家的可再生能源资金给予部分支持。

业内人士认为，光热发电集发电和储能为一体，电力输出稳定可靠，是新型电力系统不可或缺的灵活调节电源。“十四五”期间需要保持光热产业足够的市场规模，为后续发展提供基本条件。在特高压外送、多能互补基地建设中，配置一定规模的光热发电项目，既可以利用光热发电的灵活调节功能，还能提高可再生能源电力的占比。

中电联标准化管理中心主任汪毅对记者表示：“塔式、槽式光热项目前景广阔，可规模化、模块化建设，将有效降低成本。”在浙江可胜技术股份有限公司董事长兼总工程师金建祥看来，考虑到光热发电成本仍旧较高，建议在沙漠、戈壁、荒漠大型风光基地中持续安排一定容量的光热发电，平滑风电光伏发电出力，提供调峰服务，实现风电、光伏、光热、水电等多种可再生能源互补。

## 钙钛矿太阳能电池性能退化问题得解

科技日报 2022.3.18

科技日报北京3月17日电（记者刘霞）钙钛矿太阳能电池有望提高光电转换效率，但其存在一个最大的缺陷——在阳光的照射下，其性能会随着时间的流逝而退化。来自美国、中国和韩国的科学家团队在最新一期《自然》杂志撰文指出，他们对钙钛矿太阳能电池的表面进行了简单的处理，解决了退化问题，扫清了薄膜太阳能电池技术应用道路上的最大障碍。

钙钛矿是一组与矿物质钙钛氧化物拥有相同原子排列（晶体结构）的材料，“家族成员”之一金属卤化物钙钛矿因在高效节能薄膜太阳能电池领域极具应用潜力而备受关注。钙钛矿太阳能电池的制造成本比硅基太阳能电池低得多，但其存在一个最大的缺陷——长期暴露在光照下，其性能退化，如果能妥善解决这一问题，将有助于太阳能技术“飞入寻常百姓家”。

最新研究负责人、美国加州大学洛杉矶分校材料科学与工程教授杨阳解释称，针对太阳能电池缺陷，科学家们目前常见的处理方法是在其表面沉积一层有机离子，使表面带负电。虽然这种处理方法旨在提高钙钛矿太阳能电池的能量转换效率，但它也使得电池表面堆积了太多电子。而这会破坏原子有序排列的稳定性，随着时间的推移，钙钛矿太阳能电池的效率会越来越低，最终使其无法商业化。

鉴于这一发现，团队找到了解决电池性能退化的方法，让带正电的离子与表面带负电的离子配对，这使表面电子变得更中性且稳定。

团队测试了经过处理后的太阳能电池在能加速电池老化的条件下以及模拟阳光全天候照明情况下的耐久性。结果表明，这些电池能在2000多个小时内保持最初光电转化效率的87%。相比之下，在同样条件下，经历相同时间后，未经处理的太阳能电池性能下降到原来的65%。

研究人员表示：“我们的钙钛矿太阳能电池是迄今为止报道的效率最稳定的电池之一，我们的最新研究为钙钛矿太阳能电池技术商业化和广泛采用奠定了基础，业界人士可以在此基础上进一步开发和完善这一技术，以设计出更稳定的钙钛矿太阳能电池。”

## 龙源电力研发分布式光伏监控系统

中国电力报 2022.3.21

本报讯（通讯员丁中旭）报道3月16日，龙源电力中能公司自主研发的分布式光伏监控系统成功上线试运行，实现了分布式光伏项目统一监视和运行管理，解决了大量分散的分布式光伏项目统一运营监视困难的痛点问题。

分布式光伏监控系统采用全栈国产的底层开发环境，完全自主可控。系统采用接收层、  
92

数据层、交互层、展示层、用户层五层架构设计，并引进基于 MQTT 协议的实时数据推送技术，相较于传统的数据传输协议，具有实时性高、信息展现及时准确等特点。针对分布式光伏项目灵活、分散的情况，用户可利用系统根据并网点配置为“虚拟电站”进行监控设计管理，实现逐级分层直至县域、层层穿透到设备级的可视化监控，为生产相关人员提供设备监视、运行分析、故障安全等全要素、全过程的管控手段。

## 分布式光伏配储大有前景

中国能源报 2022.3.21

储能是电力系统不可或缺的灵活性调节资源。储能系统如何建设、使用，在一定程度上影响着电力结构调整进度。近年来，分布式光伏发展势头迅猛，装机量迅速攀升，推动分布式光伏和分散式储能相结合，“散”可在用户端构建小型微电网，成为大电网的有效补充；“聚”可成虚拟电厂，通过综合调度、控制管理，使电力系统更富有弹性和灵活性。同时，分布式光伏和储能相结合，在用户侧可以发挥保电、降低用能成本、降碳减排等功能，进而疏导储能成本，促进储能产业健康发展。

国家能源局的最新统计数据显示，2021 年全国光伏发电新增并网容量达 5488 万千瓦，同比增长 88.39%，在新增电源装机中的占比提升至 55%。其中，集中式光伏新增并网容量达 2560 万千瓦，分布式光伏新增并网容量达 2927.9 万千瓦。至此，国内分布式光伏累计装机量达 1.08 亿千瓦，占光伏并网装机容量的 1/3。

众所周知，新能源发电具有波动性、间歇性、不稳定性，随着并网新能源装机规模不断增长，电网对灵活性调节资源的需求也越来越迫切。国家电网公司的最新研究结果显示，在充分考虑全国电力平衡、电量平衡、新能源消纳、极端天气等因素的影响下，以及在火电机组灵活性改造应改尽改、抽水蓄能电站应建尽建且只考虑日内调节的前提下，到 2030 年，新型储能装机规模需达 1.5 亿千瓦。因此，全国有超过 20 个省（区）出台相关政策，要求新建大型新能源场站必须配置 5% - 20% 的储能，时长 1 - 4 小时不等。然而，从 2021 年各地配建的储能项目来看，效果不尽如人意。部分投资者坦言，新建新能源场站按政策配建储能，只是为了拿到发电项目并网指标，并不考虑储能电站功能和质量好坏。至此，强配储能的问题逐渐暴露：

强制配建的储能电站增加了新能源项目的投资成本，拉低了项目的经济性，影响了投资者的积极性，进而延缓了项目落地执行进度，降低了新能源产业发展速度，不利于碳达峰碳中和目标实现。

强制配建的储能电站没有明确的收益来源，建设成本无法有效疏导，导致储能设备招标时易引发恶性市场竞争，甚至“价低者得”。投标方为降低成本，会降低配置，甚至采用库存电池、退役电池，出现“良币驱逐劣币”的现象，带来安全隐患，不利于储能产业健康有序发展和技术提升。

此外，强制配建的储能电站建设完成后，没有明确的调用机制和合理的价值评定办法，储能调用次数得不到保障，设备利用率不高，造成灵活性调节资源浪费和资产浪费。

相比之下，分布式光伏配建分散式储能有以下优势：

分布式光伏配建储能可在用户端构建小型微电网系统，增强光伏并网友好度，提升光伏自发自用率。在用户遭遇限电、断电、自然灾害等电力供给异常的情况下，可开启离网状态，保障重要或基本的负荷需求。分布式光伏配建储能有利于疏导储能系统建设成本，让投资者更关注储能本身的碳减排、削峰填谷、紧急备电、黑启动、供电末端“电能质量治理”等功能价值，帮助用户节省用能成本及其他电力设备的投入成本。

同时，分布式光伏配建储能可以结合售电、充电、换电、负荷管理等业务场景，实现用户侧源网荷储一体化发展，实现区域内能源自耦合，有利于盘活社会资本，培育新场景下的新型商业模式，促进能源消费高质量发展。

此外，分布式光伏配建储能有利于提升电网弹性和安全性，促进“以可再生能源和清洁能源发电为主（占 70% - 80% 以上）、骨干电源与分布式电源相结合、主干电网与局域配电网和微电网相结合”的电力系统构建和发展。通过聚合大量分布式光伏、储能等灵活性调节资源，构建虚拟电厂，通过市场化手段激励用户挖掘用能弹性和需求响应的积极性，增强电力系统的调节能力，节省电网投资，并可为电网做好补充，构建起“打不垮、摧不毁、经济坚强”的新型电力系统。

分布式光伏配建储能得到部分地方的明确支持。2021 年底，广东省能源局在《关于征求广东省市场化需求响应实施方案及交易细则意见的函》中，明确赋予了负荷聚合商包括售电公司和第三方独立主体聚合商的市场主体地位。该文件规定，对于储能资源聚合成的直控虚拟电厂，原则上按照不低于“两充两放”安排每日调度计划、每日顶峰时长不低于 4 小时，并明确了各种情况下的交易价格，这在一定程度上保障了虚拟电厂的收益。2022 年 1 月，山东省枣庄市能源局、枣庄市行政审批局和枣庄供电公司联合下发的《枣庄市分布式光伏开发建设规范》明确提出，新建分布式光伏要“按照装机容量的 15% - 30%、时长 2 - 4 小时配置储能设施，或者租赁同等容量的共享储能设施”，为分布式光伏配套建设储能的规模提供了政策依据。

可以预见的是，随着部分地区试点先行，成效显著后再进行推广，分布式光伏配建储能将有广阔的市场空间。

## 65%！薄膜硅光伏电池光吸收率创新纪录

接近 70% 理论极限 有望催生轻质高效硅光伏电池

科技日报 2022. 3. 30

科技日报北京 3 月 29 日电（记者刘霞）荷兰和英国科学家借助一种纳米纹理结构，使薄膜硅光伏电池变得不透明并因此增强了其吸收太阳光的效率。实验结果表明，采用新方法

设计出来的薄膜电池能吸收 65% 的阳光，是迄今薄硅膜表现出的最高光吸收率，接近约 70% 的理论吸收极限，有望催生柔性、轻质且高效的硅光伏电池。研究发表在《美国化学会·光子学》杂志上。

硅太阳能电池效率高，且原材料为地球上储量丰富的硅，被认为是高效的光伏技术。但它们需要用到厚、硬、重的晶圆，因此用武之地有限。使用薄膜能将硅的使用量降低 99%，并使电池更轻且坚固耐用，很容易地集成到城市建筑物甚至小型日常设备内。但薄硅膜只能吸收 25% 的太阳光。鉴于此，荷兰原子分子国立研究所（AMOLF）、英国萨里大学和帝国理工学院的研究人员对其进行了改进。

研究人员解释说，他们利用新方法设计出的纳米结构表面有一种超均匀分布图案，可将直射太阳光限定于一个角度范围内，从而将更多光捕获在硅膜内。被捕获的光越多，被吸收的几率也越大。研究显示，超均匀分布图案能更好地限定太阳光的入射角度，使更多太阳光被吸收。

此外，将太阳光捕获到薄硅内面临两大关键挑战：太阳光包含多种颜色，而硅膜的尺寸有限，且硅对每种颜色光的吸收能力不一样。研究发现，表面镀有金字塔形状且图案尺寸与光的波长类似的厚硅太阳能电池能解决这一问题。

最新研究负责人、AMOLF 的埃丝特·阿拉肯·拉多说：“我们估计 1 微米厚的碳—硅电池的光电转化效率可达到 20% 以上，这是柔性轻质碳—硅光伏电池的重大突破。研究还发现，高效薄硅电池可由低品质的硅制成，如此可降低净化原硅的能源需求，并缩短能源回收时间。”

研究人员指出，尽管这种高效薄膜电池距离应用还有一段距离，但超均匀图案薄膜光伏电池极具潜力。

## 国内单体容量最大光热储一体化项目开工

中国电力报 2022.3.25

本报讯（记者徐小舒 通讯员 朱德豪）报道 3 月 23 日，中国广核集团（以下简称“中广核”）德令哈 200 万千瓦光热储一体化项目举行开工活动，标志着国内目前单体容量最大、储能配比率最高的多能互补新能源发电项目正式开工。

该项目位于青海省海西州德令哈市光伏（光热）产业园区，规划面积约 5.3 万亩。项目总装机容量 200 万千瓦，其中光伏 160 万千瓦、光热熔盐储能 40 万千瓦，储能配比率 25%、储能时长 6 小时。项目采用了光伏发电、光热熔盐储能相结合的可再生能源发电技术，通过塔式聚光集热、产业园内弃风弃光余电利用，实现熔盐热能的高比率存储，并经盐水换热装置产生高温蒸汽推动汽轮发电机组发电，建成投产后年上网电量可达 36.5 亿千瓦时。该项目具有较好的生态适应性、电网友好性、技术安全性和科技示范性，将实现光伏、光热、储能协同发电技术的科技创新与示范应用。

据悉，2021年11月27日，中广核与青海省签署了《青海省人民政府、中国广核集团有限公司深化战略合作框架协议》。中广核积极践行央企使命，推动德令哈200万千瓦光热储一体化项目落地。

此外，目前中广核在德令哈拥有一座在运5万千瓦光热发电示范电站，该项目是国内首个开工建设、首个并网投运的大型商业化槽式光热发电示范项目，为我国光热行业发展提供了工程建设、运营维护和项目管理等经验。同时，依托由中广核建设管理的国家能源太阳能热发电技术研发中心，中广核已基本掌握了光热熔盐储能的核心技术，将在青海省科技创新领域发挥积极示范效应，同时也将为我国“十四五”期间新能源行业高质量、多元化发展提供有益示范和引领。

## 建筑产电 屋顶外墙装机预计15亿

——访中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟

中国电力报 2022.3.28

日前，住建部连发两份发展规划。其中《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》中提出：开展高效智能光伏建筑一体化利用、“光储直柔”新型建筑电力系统建设、建筑—城市—电网能源交互技术研究与应用；另一份《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》指出：到2025年，基本形成绿色、低碳、循环的建设发展方式，为城乡建设领域2030年前碳达峰奠定坚实基础。

政策加码有望让光伏建筑一体化行业迎来新的发展机遇。就此，中国电力报记者采访了中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟，探讨“双碳”背景下的光伏建筑一体化发展面临的问题及未来趋势。

**中国电力报：**我国建筑光伏领域的应用发展情况如何？

**徐伟：**总体来讲，我国建筑光伏领域的应用发展还属于初级阶段。为什么叫初级阶段呢？这跟我国整个建筑的体量和规模有关，就我国建筑每年的新建量来讲，建筑光伏的占比还是非常小的。但建筑光伏的发展增速很快，形式愈发多样，呈现出潜力巨大的态势。再加上光伏系统自身的技术进步，尤其是在薄膜型光伏材料诞生以后，让光伏在建筑上的应用更加多样化。

目前，国内在光伏建筑一体化建设方面初现成果，已成功建成众多示范工程，为推进太阳能光伏技术在建筑领域的应用和发展奠定了基础。光伏技术的创新发展，也让越来越多的建筑师对光伏的了解加深，并愿意在建筑工程中投入使用。

**中国电力报：**在“双碳”目标下，建筑实现碳中和已成为重点任务，光伏建筑一体化将迎来哪些新发展？

**徐伟：**终端的能源消耗可以分为三部分，工业用能、建筑用能和交通用能。建筑用能约占到我们全社会的20%左右。随着我国经济社会的发展，未来建筑用能的占比还会增加。

建筑用能占比增加的原因，一是我国城镇化进程不断发展，仍然有很多农村人口进入城市，城乡建设对建筑有很大需求。二是人民生活水平的提高，居民生活对建筑用能有刚性需求。三是南方自采暖的需求，也会让建筑用能提升。从这几个方面分析来说，今后我国建筑用能占比大致要接近全社会用能的30%左右。发达国家的建筑用能普遍占全社会用能的40%左右，所以说建筑的能源消耗、能源需求，未来仍然有一个很大的上升空间。

由此而言，要满足建筑能源消耗带来的节能减排新要求，实现建筑领域碳达峰碳中和目标，一是要“节流”，注重建筑节能，发展负碳技术用以吸收建筑全过程中产生的二氧化碳。二是要“开源”，增强建筑自身产出电能的能力，实现建筑的电力能源系统由可再生能源产电。

积极发展分布式建筑光伏系统，通过可再生能源的利用，提升建筑产电能力，是建筑领域实现碳达峰碳中和目标的重要途径。考虑到随处可见的太阳光和广阔的建筑屋顶和外墙，打造光伏发电组件与建筑完美融合的光伏建筑一体化，推动建筑从传统的耗能型到符合可持续发展的产能型转变，保守估计未来建筑光伏的装机容量将达到10亿千瓦到15亿千瓦甚至更高。光伏建筑一体化势必成为绿色建筑走可持续发展道路的选择方向。

**中国电力报：**目前制约光伏建筑一体化发展的主要问题有哪些？应如何解决建筑与光伏行业间的割裂问题？

**徐伟：**首先，光伏建筑一体化发展在体制机制上仍然存在障碍，涉及不同的行业，没有做到协调联动。其次，还有光电建筑本身的技术问题。从建筑的角度来讲，如何跟光伏契合好，也涉及建筑内的各个工种、各个专业。从光伏企业来讲，光伏产品能不能适应建筑，建筑的结构安全性、防火性，还包括它的适应性和便利性也都不是一蹴而就的。从电力行业来讲，分布式光伏发电有随机性、不确定性特点，电网系统应该如何去适应也是光电建筑发展需要考虑的问题。

我国在解决这些问题上，近两年也做了很多尝试。例如我们研究院去年编制的光电建筑案例集，就是把国内优秀的光电建筑结合案例的经验整理分享给大家。

在当前背景下，结合我国已有典型光伏建筑一体化优秀示范工程所沉淀的经验，积极推进行业相关政策法规、技术标准和认证体系的建立和完善，同时不断加强光伏生产企业的创新研发能力，将是我国光电建筑的重要发展方向，也是建筑领域实现碳达峰碳中和长远目标势必要走的道路。

## 新策略提升钙钛矿太阳能电池稳定性

中国科学报 2022.3.22

**本报讯（记者张晴丹）**近日，美国加利福尼亚大学洛杉矶分校杨阳课题组与中国西湖大学工学院王睿课题组以及韩国成均馆大学Jin-Wook Lee课题组合作，就传统提升钙钛矿电池光电转换效率的表面处理策略所导致的能级不匹配问题进行了深入探索，并设计了全新

的表面处理策略，实现了具有高光电转换效率、长期稳定性的钙钛矿太阳能电池。在经过 2000 小时全天候加速光照测试后，钙钛矿电池仍然保持着超过 87% 的原始光电转换效率，展现出其在未来光伏领域中的巨大潜力。该研究成果近日发表于《自然》。

基于钙钛矿结构的材料是近年来兴起的新型太阳能电池材料，其晶体结构为  $ABX_3$ ，与传统的钛酸钙 ( $CaTiO_3$ ) 结构类似，其中 A 位通常为一价有机或无机阳离子、B 位为二价金属阳离子、X 位为卤素阴离子。目前钙钛矿太阳能电池的光电转换效率从初始的 3.8% 提升到了目前的 25.7%，已逼近硅太阳能电池的实验室最高效率 (26.7%)。然而其较差的工作稳定性，依旧是制约其商业化的主要因素。

基于此，科研团队通过对传统意义上有效且简单的钙钛矿电池效率提升的策略——表面处理进行深入探索，发现尽管表面处理材料中的有机阳离子可以实现有效的表面缺陷钝化，但被忽视的卤素阴离子会导致表面电势的改变，不利于电池的长期稳定性。科研人员通过引入有机阴离子替换卤素阴离子，减少了表面电势的偏移，在实现了超过 24.4% 的光电转换效率的同时，保持了超过 2000 小时的长期工作稳定性。

总的来说，尽管常规的表面钝化具有增益效果，但可能会对钙钛矿表面电势造成影响，从而对钙钛矿器件工作稳定性产生副作用，限制了这些处理策略的进一步发展。科研团队引入有机阴离子，可减弱其负面影响，从而实现最大化的稳定性改进。此外，有机阴离子的设计多样性，为发展提升钙钛矿太阳能电池稳定性的更有效策略开辟了新路径。

## “悬空”石墨烯，光电组“CP” 科学家用悬空石墨烯实现高性能光学等离激元模式

中国科学报 2022.3.30

高性能、小尺寸的高速光电子器件是信息时代的“未来之星”，其利用电运算、光传输技术，使得信息处理能力大幅提升。

然而，微纳尺度的光电“联手”，实现起来却没那么简单。日前，国家纳米科学中心研究员戴庆团队采用新颖方法成功“悬空”石墨烯，获得高质量的纯净“等离激元”，为实现纳米级光电互联提供了新的结构基础。

这项研究近日在《自然—通讯》在线发表。

### 等离激元“放大招”

作为下一代光电子器件的发展方向，微纳光电子器件由于光的“衍射极限”，正面临发展瓶颈。衍射极限是一种物理上的障碍，指的是一束光照射在物体上的焦点不可能无限小，始终具有一定直径。

正因衍射极限的存在，微纳电子器件的晶体管尺寸在足够小的情况下，会导致光变“糊”。这意味着，光信号难以与微纳电子器件互联。

论文通讯作者戴庆告诉《中国科学报》，科学家曾提出采用一些新材料的等离激元效应

来突破衍射极限。“等离激元效应作为桥梁实现光电互联，可以大幅压缩器件尺寸，一旦实现可以使器件性能实现数量级提升。”

等离激元是纳米光子学材料中存在的一种独特的物理现象。入射激光沿着材料的表面传播，光子可以和材料中的电子形成混合谐振的电磁模式，将入射光波进行纳米尺度的压缩，从而与光电器件实现片内互联。也就是说，等离激元好比在材料表面开辟一条通道，引导光子和电子组成“CP”并肩前行。

科学家认为，因具有高波长压缩和强电场增强效应，等离激元在诸多微纳光电子器件中具有重要作用，包括微型波导器件、高灵敏分子传感器和光电探测器等。

### 衬底“巨坑”

由于优异的电学性质，单原子层结构石墨烯支持的等离激元正在成为研究热点。论文第一作者、国家纳米科学中心副研究员胡海向《中国科学报》介绍，与传统金属材料相比，石墨烯等离激元具有更高的压缩模式和独特的电学可调等优势。

实际操作中，单原子层的石墨烯需要支撑基底才能进行实验。不过，衬底为石墨烯提供稳定性的同时，也是一个困扰研究者多年的“巨坑”。

在研究者看来，衬底带来的问题包括介电损耗、声子杂化和杂质散射等，既损害石墨烯等离激元的传输性能，也限制其调控性能。就像你试图把一张保鲜膜贴在案板上时，却找不到一块绝对平整的地方，要么有毛刺、要么有气泡、要么保鲜膜皱了。

戴庆课题组前期通过栅极介电层和面内微纳结构设计系统，研究了石墨烯等离激元的性能调控规律，并利用原子级平整的氮化硼和无声子的氟化钙纳米薄膜对其性能进行了优化。相关研究分别在2016年和2019年发表于《先进材料》和《自然—通讯》。

### 室温最高纪录

在上述研究的基础上，该团队近期又与国内外多个研究小组合作，进一步成功通过悬空石墨烯结构获得高质量的本征等离激元，彻底解决基底引入的额外损耗和限制调控等问题。

虽然通过悬空结构提高石墨烯等离激元的性能是理论预测的一项有效路径，但想要真正实现悬空器件，还面临极高的技术要求。

“这不仅需要制备不同形状的单晶以及高质量、大面积、悬空的单层石墨烯结构，而且需要对悬空石墨烯实现高效的载流子掺杂，最后还要解决大面积单层结构在测试过程中容易破损的问题。”胡海说，“一开始很难完整设计出一套装置和步骤。”

最新发表的这项研究中，研究人员在实验室经过多年探索，开发出机械剥离单层悬空石墨烯、气体分子电荷转移高效掺杂和气体鼓泡提高悬空结构稳定性的方法。

实验中，他们将氮气充在单层石墨烯下方，让气泡成为衬底，解决了“保鲜膜”平铺的种种问题。随后，他们又将单层石墨烯放置于二氧化氮的氛围中，完成气体掺杂，解决了悬空结构难以进行高费米能掺杂的问题。最终，研究人员利用近场光学显微镜对悬空石墨烯结构上的高质量纯净等离激元模式实现了高分辨成像表征。

研究结果证实，悬空石墨烯提供了特殊的不受干扰的等离激元环境。“高品质因子”和“长传输距离”这两项代表等离激元性能的数据分别达到33、大于3微米，是迄今为止室温下等离激元的最高纪录，实现同等条件下氧化硅基底上石墨烯等离激元性能一个数量级以上的提升。

此外，悬空高度还可以作为一种全新的等离激元调谐手段，研究团队利用这个新的调控优势，开发出一种新型等离激元开关器件。

审稿人认为，这项研究在基础科学层面证实了石墨烯等离激元的应用潜力，为基于等离激元的原理设计新型的光电子器件提供了有价值的指导。（甘晓）

## 六、地热

### 加快研究地热发电扶持政策

中国电力报 2022.3.8

**陶光辉** 全国人大代表，中国石化河南石油勘探局有限公司总经理、党委副书记  
建议加大地热资源勘查投入，完善政策支持地热产业发展。

#### 背景

地热能是储量丰富、分布较广、稳定可靠的可再生能源，大力开发利用地热能，对实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。“双碳”目标的出台以及相关举措的跟进，使地热开发利用空间理论上被拓宽。但地热能项目一般投资额较大、补贴落实不到位、持续盈利模式尚需完善、经济效益不明显，一些地方政府地热管理部门审批难、不同的地区管理办法也存在较大差异，一定程度上制约了地热产业的发展。

#### 建议

加大地热资源勘查投入，支持相关地热开发企业开展中深层地热资源和浅层地热能的调查、勘查、评价工作；加快研究出台地热发电扶持政策，参考风电、光电等新能源产业发展起步初期的扶持政策，对地热发电产业起步初期也给予电价补贴政策，以吸引国内企业的资金投入；开展地热资源税减免，对于按要求实现“取热不耗水”的水热型地热能项目给予税收优惠，鼓励可再生能源利用的规模化发展。

### 统筹协调，释放西部中高温地热资源开发潜力

中国自然资源报 2022.3.10

**本报讯（记者 罗会江）**建立统筹协调机构、强化财税政策支持、加大开发利用监督力度、加快推进资源勘探、加强资源勘查开发技术攻关……今年全国两会期间，全国政协委员、四川省地质矿产勘查开发局局长王建明就我国西部中高温地热资源的规模化开发利用提出建议。

我国地热资源类型多样，目前已发现的中高温地热资源主要分布在西部地区，具有储量大、分布广、质量优等特点。王建明调研发现，目前我国中高温地热发电装机容量仅为几十兆瓦，中高温地热资源的开发利用潜力远未充分挖掘和释放。同时，中高温地热资源存在勘查投入少、家底不清，基础理论、关键技术和成套装备的科研投入不足，多头管理、鼓励与约束的协调性矛盾仍未解决，地热田化整为零、圈而不探、待价而沽的功利行为突出等问题，严重制约了我国西部中高温地热资源的规模化开发利用。

王建明建议：一是建立中高温地热资源开发利用统筹协调机构。目前，国家相关部门对中高温地热资源开发利用的约束性管理制度明显多于实质性鼓励措施，亟需建立一个全国中高温地热资源开发利用机构，统筹协调各部门的制度与政策。建议由国家能源主管部门负责全国中高温地热资源开发利用的统筹协调、规划管理，建立健全全国统一的上下联动机制，有序推进我国中高温地热资源高效开发利用。同时结合我国中高温地热资源主要分布在西部地区的实际，组织编制我国西部地区中高温地热资源开发利用规划，进一步明确勘查开发利用与环境保护等相关工作任务、考核指标、职责分工和保障措施。

二是加大中高温地热资源开发利用财税政策支持力度。由于我国中高温地热资源主要分布在西部经济欠发达地区，建议研究出台地热资源开发利用的资源税暂缓征收、价格补贴、金融扶持等有关政策；依据《中华人民共和国可再生能源法》设立的“可再生能源发展专项资金”，进一步加大对西部中高温地热资源探采技术科研、装备研发和开发利用示范项目的资金支持力度，助力西部地区中高温地热资源开发利用。

三是加大中高温地热矿业权清理、配置和开发利用监督力度。开展西部地区中高温地热矿业权清理与整合专项工作，依法依规清退失信矿业权人，整合矿业权，提高矿业权准入门槛。同时，加大中高温地热资源勘查与开采投入监督力度，杜绝“炒买炒卖”矿业权行为。

四是加快推进西部地区中高温地热资源勘探。采用部省合作模式，在西藏、四川、青海、云南等省（区）开展1:5万地热地质调查，摸清西部地区水热型中高温地热田的地质条件、热储特征、地热能资源的质量和数量，为合理开发利用提供地质依据。

五是加强中高温地热资源勘查开发关键技术攻关。在可再生能源技术领域设置“中高温地热资源综合开发利用示范工程”科技攻关重大专项，鼓励科技创新团队开展中高温地热能发电关键技术和成套装备攻关，提高中高温地热资源开发利用技术水平。

## 七、海洋

### 发展海洋新兴产业 建设现代海洋城市

中国自然资源报 2022.3.14

本报讯（特约记者冯建奎）近日，《珠海市海洋经济发展“十四五”规划》由广东珠海市政府正式印发实施。规划明确了珠海打造现代海洋城市的新格局、新动能、软硬实力及新使命，提出发展海洋高端装备、海洋生物、海洋新能源、海水综合利用四大海洋新兴产业。

《规划》提出，至 2025 年，全市海洋生产总值达到 1530 亿元，年均增速达到 8% 左右，海洋生产总值占全市地区生产总值比重达到 25.5% 左右，全力构建高质量现代海洋产业体系，打造具有国际影响力现代海洋产业集群。“十四五”期间，珠海将力争实现海洋经济质量效益更高、海洋科技创新能力更强、海洋生态环境质量更优、海洋开放合作水平更高和海洋综合管理能力更强的发展目标。到 2025 年，实现形成两个超五百亿级产业集群（海洋旅游业、海洋油气化工），一个超三百亿级产业集群（海洋高端装备），两个超百亿级产业集群（海洋生物、海水利用业），打造 1~2 个海洋经济高质量发展示范区等 15 项主要指标。

《规划》明确，“十四五”时期珠海市海洋经济发展五大重点任务：优化创新海洋经济布局，塑造现代海洋城市新格局；构建现代海洋产业体系，强化现代海洋城市硬实力；完善海洋科技创新体系，塑造现代海洋城市新动能；建设海洋经济支撑体系，增强现代海洋城市软实力；实施近中期战略性行动，落实现代海洋城市新使命。

其中，在优化创新海洋经济布局中，《规划》提出重点建设一批高质量海洋经济发展示范区和特色化海洋产业集群。在构建现代海洋产业体系中，《规划》提出要突破发展海洋高端装备、海洋生物、海洋新能源、海水综合利用四大海洋新兴产业，巩固提升海洋旅游、海洋油气化工和海洋交通运输业三大海洋优势产业，加快发展海洋金融和航运服务两大海洋高端服务业，打造具有国际影响力现代海洋产业集群。

“十三五”期间，珠海市着力推进海洋资源利用和海洋生态保护协调统一，在海洋经济稳增长、调结构、促创新等方面成效显著。2016 年 ~ 2020 年，全市海洋生产总值从 687.9 亿元增加到 854.6 亿元。2020 年，海洋生产总值占全市地区生产总值 24.5%。目前全市规模以上海洋企业超过 500 家，海洋经济成为珠海国民经济的重要组成部分。

## 首次发现一种大尺度湍流混合新路径

中国科学报 2022.3.14

本报讯（记者廖洋 通讯员王敏）近日，由中科院海洋环流与波动重点实验室领衔的一项研究基于观测和数模实验，在国际上首次揭示了存在于赤道太平洋温跃层内的一种大尺度海流能量耗散和驱动湍流混合的新路径，在气候变化认知和预测方面将产生显著影响。相关研究成果发表于《通讯—地球与环境》。

大部分海洋动能蕴含在大、中尺度（水平尺度百公里以上）环流中，而大、中尺度环流蕴含的动能如何耗散进而驱动湍流混合目前仍不清楚。已有研究表明，水平尺度在百米到 10 公里范围是亚中尺度，亚中尺度不稳定过程可以作为大尺度海流向更小尺度的运动传递能量的重要媒介，其中对称不稳定是可有效实现该能量正向级串的一个重要途径。对称不稳定过程通常被认为发生在海表面或地形边界附近，因为在这两种区域风应力和地形摩擦作用可提供其所需的反气旋式位涡。

论文第一兼共同通讯作者、中科院海洋研究所周慧博士告诉《中国科学报》，这项新研  
102

究发现了一种不同于传统认知的能量耗散新路径，即存在于赤道海洋温跃层内、远离了海面或地形边界区域的对称不稳定过程诱发的强湍流混合现象。该发现基于 2017 年国家自然科学基金委西太平洋开放共享航次在西太平洋 130°E 断面北赤道流与北赤道逆流交汇区获取的上 500 米微尺度湍流观测，并利用高分辨率数值模式成功再现了观测结果。

周慧表示，新发现的这一大尺度能量耗散混合的机制在于，2017 年拉尼娜期间，新几内亚沿岸潜流的增强导致其携带更多的次表层南太平洋负位涡水跨过赤道后，进一步被较强的哈目黑拉涡携带到达 5°N 附近的北赤道逆流区，在此处较强的垂向地转剪切作用下，产生对称不稳定诱发湍流混合。该成果也是大尺度环流—中尺度涡旋—亚中尺度过程—小尺度湍流之间能量级串的一个典型例证。美国布朗大学教授 Baylor Fox – Kemper 在评审意见中认为，这个发现非常新颖且有很大的应用价值，特别是对粗分辨率气候模式模拟具有重要参考价值。

尽管该发现是基于在赤道西太平洋区域的湍流观测并利用高分辨数值模式在该区域进行了成功再现，但周慧等认为，有理由推测这一能量耗散路径普遍存在于地球上其他赤道海洋区域。

鉴于赤道海洋占据海洋很大面积且在气候变化中起着举足轻重的作用，该发现对人们理解气候变化并对其进行准确预测具有重要参考价值。同时，这一过程与海洋在不同厄尔尼诺状态有紧密联系，将有助于进一步理解厄尔尼诺现象。该成果也是观测驱动认知的典型代表，体现了海洋观测对于拓宽人们对海洋动力过程的认知起着重要作用。

## 八、氢能

### 制氢加氢一体化取得突破

中国能源报 2022.3.7

本报讯（记者仲蕊）报道：近日，上海市发布《中国（上海）自由贸易试验区临港新片区条例》，鼓励可再生能源制氢加氢一体化建设。记者了解到，制氢加氢一体化被视为推动氢气利用降本、解决部分地区用氢荒问题的有效路径。近年来，我国在制氢加氢一体化的标准制定和实际落地方面均有突破。

“目前，加氢站所用氢源一般都是采用长管拖车运输。由于氢气密度小，导致其运输成本高，引发其终端售价高，这是发展氢燃料电池汽车产业的瓶颈之一。以氢气售价 40 元/千克为例，其中制氢成本约为 20 元/千克，运输成本约为 10 元/千克，加氢站约为 10 元/千克。如果将制氢加氢结合起来，将减少约 10 元/千克的运输成本，制氢成本也将减少约 5 元/千克，极大地解决了氢气储运带来的成本偏高的问题。”四川博能燃气股份有限公司总工程师彭雪峰表示，建设车用制氢加氢一体站，可以实现氢气自给自足，有效降低车用加氢站氢源成本，降低氢燃料电池汽车用氢价格。

燃料电池汽车等氢能应用领域大规模增长，大幅推动了用氢需求，制氢加氢一体化建设

迎来更多机遇。彭雪峰表示，以四川省为例，根据该省氢能产业发展规划，到2025年燃料电池汽车应用规模将达6000辆，建成多种类型加氢站60座，按此规模氢气需求将达到6万千克/天，目前全省能直接应用于燃料电池车用氢气的产能为5000千克/天。

2016年3月，国家发改委和国家能源局发布了《能源技术革命创新行动计划》（2016—2030年），将制氢加氢一体化列为氢能与燃料电池领域技术创新的战略发展方向。全国多省区也陆续出台了相关政策鼓励制氢加氢一体化建设。

记者了解到，2021年，广东省共有两座制氢加氢一体站投入运行，分别为佛山市南庄制氢加氢一体化站和韶关制氢加氢一体站，深圳也开始在妈湾电厂建设制氢加氢一体站。

在标准方面，2020年9月，四川省经信厅印发《四川省氢能产业发展规划（2021—2025年）》，明确提出探索加氢站商业模式示范工程，开展制氢加氢一体化综合能源站建设。2月28日，广东省安全生产标准化技术委员会印发了关于征求《制氢加氢一体站安全技术规范》（征求意见稿），作为全国首份关于制氢加氢一体站安全技术规范的地方标准，或将在全国起到示范作用。

“广东省在制氢加氢站建设上走了一条‘先行先试’的道路，在政策审批上给予了极大的支持。”彭雪峰介绍称，四川省成都市郫都区正在建设的制氢加氢一体化综合能源示范站，也采取了“特事特办”的模式进行审批。他建议有关部门尽快明确车用制氢加氢一体化站属于“资源类和为其他行业配套的危险化学品建设项目”，不受“危险化学品生产项目进入化工园区”的限制，以便制氢加氢一体化更快落地实施。

## 脱碳倒计时开启全球航空业能否“氢”装上阵

科技日报 2022.3.15

2021年，在新冠肺炎疫情冲击下，全球航空业经历了连续两年史无前例的重创，同时也在苦苦寻找新的发展方向。美欧作为航空业的两大“引擎”，都不约而同将航空业减排目标大幅提前：明确到2050年实现净零排放。由于航空业具有跨境属性，必然涉及国际协商，欧美在确立新目标后随即会着力向全球推广……

3月22日至23日，首届国际清洁航空论坛将在比利时布鲁塞尔举行，论坛的主题是“清洁航空起飞”。如何能飞得更清洁，已经成为航空业发展的核心问题。

联合国将本世纪中叶实现全球净零排放作为当前全人类最为紧迫的使命。2018年，一场名为“飞行耻辱”的运动自瑞典发起并很快席卷欧洲，越来越多的人开始选择更加绿色的出行方式。大势所趋，浩浩汤汤。航空业如果不能革新转型，迎来的将是淘汰降级，而由此引发的新一轮技术革命和全球竞争已然拉开序幕。

### 航空脱碳势在必行

2050年前碳排放要比2005年减少50%

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）报告指出，要保持全球升温较工业化前水

平控制在 1.5 摄氏度内，在 2050 年实现二氧化碳净零排放的目标至关重要。2015 年《巴黎协定》签署以来，尽快实现碳中和正在全球范围取得共识，主要行业在本世纪中叶实现净零排放已是大势所趋。作为全球经济活动重要组成和支撑的航空业，必然要积极变革，主动作为。

早有远虑的航空业自 2007 年就已经开始探索全行业减排，很多民航相关的国际机构和组织都制定了相应规划，其中最为重要的是国际民航组织（ICAO）在 2016 年通过的国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA），由此形成了第一个全球性行业减排市场机制，航空业也由此成为世界上第一个由各国政府协定实施全球碳中和增长措施的行业。根据该计划，全球航空业 2050 年前碳排放要比 2005 年减少 50%。

2021 年，在新冠肺炎疫情冲击下，全球航空业经历了连续两年史无前例的重创，同时也在苦苦寻找新的发展方向。与此同时，欧盟和美国先后确定了 2050 年实现碳中和目标。欧盟委员会于 7 月提出“Fit for 55”法规以确保 2050 年实现碳中和。美国紧随其后，在 11 月发布《迈向 2050 年净零排放的长期战略》，公布了实现 2050 碳中和目标的时间节点与技术路径。美欧作为航空业的两大“引擎”，都不约而同将航空业减排目标大幅提前：明确到 2050 年实现净零排放。

由于航空业具有跨境属性，必然涉及国际协商，欧美在确立新目标后随即会着力向全球推广。

2021 年 10 月，代表全球航空运输业的航空运输行动小组（ATAG）敦促国际民航组织成员国根据行业承诺，支持在 2022 年第 41 届国际民航组织大会上通过一项长期的减排目标。

在 2021 年 11 月召开的第 26 届联合国气候变化大会（COP26）上，英、美、法等 23 个国家组成“国际航空气候雄心联盟”，签署《国际航空气候宣言》，旨在加强政府间合作，为国际航空排放设定具有雄心的长期目标。特别提出支持国际民航组织通过雄心勃勃的长期目标，敦促 ICAO 做出 2050 年实现净零排放的具体承诺。与此同时，成员包括 290 家航空公司的国际航空运输协会（IATA）对 2050 年净零碳排放飞行计划表示支持。

时间转入今年 2 月，在欧盟轮值主席国法国主持下，42 个发达国家于欧洲航空之都图卢兹签署《关于航空可持续发展和脱碳的图卢兹宣言》，呼吁全球采取措施，到 2050 年实现航空业脱碳目标，以遏制全球变暖。欧美等国希望通过这一不具约束力的倡议引发连锁反应，从而推动在第 41 届国际民航组织大会上通过全球航空运输脱碳承诺。该倡议同时得到空客、法荷航、达索等 146 家行业公司的支持。各方强调，在 ICAO 框架下开展国际合作对于保证全球公平竞争至关重要。

国际民航组织理事会主席萨尔瓦托雷·夏基塔诺出席了此次活动，他强调，尽管疫情及其影响仍在持续，但各国政府及航空业仍做出了雄心勃勃的决定，采取了实际行动以促进实现国际航空脱碳。

以上种种，最终都“剑指”国际民航组织即将在9月召开的大会。该组织正紧锣密鼓开展国际航空二氧化碳减排长期全球目标（LTAG）的研究和磋商。3月底至4月初，该组织将就此召开全球航空对话，相关协商进展将提交LTAG高级别会议，最终将在9月大会上做出表决。2050年实现航空业脱碳无疑将是一个极具雄心的目标，无论国际民航组织最终做出何种承诺和约束，航空业开展脱碳都已经箭在弦上。

### 航空技术酝酿巨变

要实现航空脱碳，技术上能否取得突破是关键

虽然航空业并非碳排放的超级大户，但绝对是碳减排的“困难户”，主要原因在于长途飞行还显著依赖于化石燃料，要实现航空脱碳，技术上能否取得突破是关键。

法国《回声报》认为，当前航空业即将迎来第三次航空革命。第一次航空革命是20世纪初莱特兄弟的第一架飞机成功试飞；第二次革命是上世纪50年代，涡轮式风扇发动机的问世宣告航空业进入黄金时代。那么第三次航空革命究竟是什么？

德国西门子电力飞行技术负责人弗兰克·安东博士对此毫不犹豫地给出他的答案：电。安东指出：“电力推进技术是航空业的发展方向，否则航空业将没有未来可言。”西门子团队已初步完成了油电混合推进系统的设计、研发与试飞工作。2015年，西门子推出的电动飞机电机，重量仅为50公斤，但功率却高达260千瓦，实现了全球首架250千瓦级电动飞机的首飞。未来，通过电力系统的不断优化和电池技术的进步，西门子希望研发出满足100座的混合动力航空装置。

对于法国同行，该问题的答案同样是一个字：氢。法国民用航空研究委员会（Corac）今年1月发表了航空运输脱碳技术路线研究报告。该报告认为，未来需要通过不断提升氢能飞机所占比重来实现行业脱碳。在其规划的路线图中，法国可在2030年推出新一代中短途飞机，利用降低油耗和生物燃料实现碳中和；2035年推出短途氢能飞机；2045年推出中程氢能飞机；至2050年，氢技术可为航空业全部碳中和贡献29%。在另外一项更为激进的欧洲联合研究报告则指出，用氢代替燃油可将航空运输对气候的影响降低50%到70%。

电和氢是目前两个主要的推进技术研发路线。

法国蒙田研究所报告对此指出，考虑到储电池和燃料电池的能量密度，纯电力推进的应用将主要是小型飞机。对于大型飞机，混合电动推进可作为实现完全电气化的过渡技术。混合电力推进可以通过将传统发动机与电力推进串联或并联组合。这一概念已在汽车行业长期应用。

根据目前的技术展望，100座以上的全电动飞机难以在2050年前投入使用。19座以下的小型飞机业务正在增长，但目前仅占全球航空总排放量的不到1%。对于中远程大型飞机，更为现实的技术选择似乎只有氢气和可持续航空燃料（SAF）。这里的氢推进与依靠氢气发电的燃料电池不同，氢推进飞机是将氢气燃烧作为发动机燃料。

目前，欧美主要国家都将氢推进视为飞机脱碳的最佳候选者，也是2035年可实现的主

要技术解决方案之一。氢燃料的优势在于燃烧温度高，可以提高发动机的热效率，并且是零碳排放。从发动机制造商的角度来看，用氢代替燃油并不困难，主要是解决氢燃烧带来的材料耐高温问题。即使有必要进行调整，发动机的 90% 都可能保持不变。选择氢的主要困难在于飞机上的存储问题，相同的机载量下，氢燃料的重量是传统燃油的三分之一，但所占体积是燃油的 4 倍，这需要对飞机结构做出调整。且液态氢需要在零下 253 摄氏度低温储存，储罐材料对隔热、抗振动和冲击、承重、密封有很高要求，需要专门开发一种能够在飞机应用要求下承受热循环和压力循环的液氢储罐。

根据法国蒙田研究所的预测，为了实现 2050 年脱碳目标，目前占全球航空排放约 3%—4% 的区域航班（主要为 100 座以内小飞机）可以基于混合电力推进和氢燃料电池实现脱碳；占航空排放约 67% 的中短途航班（主要为 100 至 250 个座位的中型客机）可以主要依靠氢推进技术；占航空排放约 30% 的长途航班（主要为 250 座以上的大型客机）还需要依靠可持续航空燃料。

除了推进技术外，航空脱碳还需要在改善空气动力学，优化引擎性能，增加数字化等渐进性技术领域取得进展。

### 航空巨头纷纷入场

#### 欧美航空企业加快研制氢能飞机

在欧洲，2020 年 9 月，空客推出了 ZEROe 零排放商用飞机项目，公布了三款混合氢能概念飞机，分别用涡轮螺旋桨、翼身融合和涡轮风扇三种类型的发动机，利用燃烧氢气作为燃料，暂定于 2025 年原型机试飞，2035 年投入使用。

今年 2 月，在公布氢能飞机项目 20 个月后，空客宣布与通用和赛峰的平股合资公司 CFM 国际公司强强联合，双方决定于 2025 年左右共同启动氢能飞机示范项目。该项目旨在对氢燃料发动机进行地面和飞行测试，为 2035 年推出第一款零排放飞机做好准备。该示范项目将使用 A380 测试飞机作为飞行测试平台，配备由空客在法国和德国的工厂准备的液氢罐。从 2026 年开始，空客将在 A380 巡航期间对氢燃料发动机进行测试。

在美国，今年 2 月，普惠公司被美国能源部高级能源研究计划署选中，为商业航空开发新型、高效的氢燃料推进技术。

普惠公司参与的“氢气蒸汽喷射、间冷涡轮发动机”项目将使用液态氢燃料，通过回收水蒸气大大减少飞机凝结尾迹，从而实现零温室气体排放飞行，并将氮氧化物的排放减少 80%。该项目采用的半封闭系统架构将比燃料电池具有更高的热效率，相比使用“滴入式”的可持续航空燃料，总运营成本可能进一步降低。这是普惠公司和高级能源研究计划署之间的首次直接合作，以支持航空业在 2050 年实现飞机二氧化碳净零排放这一战略目标。根据法国《回声报》报道，波音似乎仍然对 2035 年实现氢动力飞机的可行性持保留态度，波音更倾向于优先考虑使用替代燃料运行的传统机型。

在俄罗斯，俄罗斯国家技术集团（Rostec）2021 年 7 月宣布启动一项为航空和地面应用

开发氢动力发动机的计划。俄罗斯联合发动机公司首席设计师尤里·什莫廷称：“为了减少航空业的碳足迹，氢燃料的使用是最有前途的发展领域之一。我们正在考虑两种主要技术：在改进的燃气轮机中直接燃烧氢燃料，以及使用氢燃料电池发电。”

### 对中国而言机遇和挑战并存

零碳飞机涉及新技术的开发，大家都在同一个起跑线上

法国《费加罗报》文章称，多位国际航空观察家认为，零碳排放飞机的竞赛对中国来说是一个最终打入商用航空市场的历史性机遇。全球咨询公司 AlixPartners 董事总经理尼古拉斯·博格兰和帕斯卡·法布尔相信：“零碳飞机涉及新技术的开发，长期投资的中国当然有牌可以打。”正如另一位专家总结的那样：“大家都在同一个起跑线上。”

中国旅法航协会长叶伟明博士在接受科技日报记者时表示：“在氢能飞机的研发方面，各国都在同一起跑线上。这对中国来说是一个重要的机会。”叶伟明称，中国航空业和能源工业必须抓住第三次航空革命的历史机遇，尽快起步。中国在经典航空发动机领域仍处于追赶阶段，建议中国航空制造尽早向新能源技术方向跨越，大胆转型。

中国旅法航协副会长、空客研发工程师丁一对记者表示：“空客零碳大飞机已经明确氢能技术路线。对于中国民机事业，氢燃料等新能源飞机架构和发动机，可能是弯道追赶上机遇，同时仍然是需要积累沉淀的长期挑战。零碳飞机这一新赛道的本质还是航空制造业，需要立足我国型号任务稳中求进，在设计理念、制造工艺和测试手段等方面努力缩小差距。”

半个多世纪以来，空客和波音通过技术进步不断取得领先，但在变革之下，曾经的“巨无霸”并不能保证在未来持续领先。对于是否选择氢能，空客和波音已经分道扬镳，一个满怀壮志，一个保守观望。航空业要在不到 30 年内实现脱碳，必须依赖颠覆传统的科技突破。未来航空业能否“氢”装上阵，取决于大胆创新，也取决于胆识和远见。

### 相关链接

#### 氢燃料与交通运输

作为一种绿色、高效、可持续的二次能源，氢用于燃料由来已久。

当世界上第一台内燃机投入使用时，它所采用的燃料并非汽油或柴油，而是氢气。1804 年，法国、瑞士发明家艾萨克·德·里瓦兹在成功地设计了几辆以蒸汽为动力的汽车后，开始尝试使用具有爆燃特性的燃料来取代蒸汽。他的第一个试验就是研究发动机气缸内燃料爆燃膨胀后推动活塞运动的基本原理。当时，他使用氢气和氧气混合点火驱动内燃机运转，试验取得了初步成功。1807 年，他将试验原型发动机安装在一架四轮马车上，驱动马车行驶了一段距离，此举使这辆马车获得了“世界第一台由内燃机驱动的汽车”的殊荣。

在 20 世纪，汽车企业、大学、发明家和爱好者都在进一步测试由氢驱动内燃机的可行性。在 1970 年，发明家保罗·迪格斯为燃气动力内燃机的改进申请了专利，他的设计让汽油发动机可以依靠氢气运行。如今，氢燃料发动机已经被证明具有向从小轿车到公共汽车等各种车辆提供动力的能力。

几十年来，航天工业一直在使用液体氢作为氢氧火箭发动机的推进剂，为太空探索提供燃料。

氢作为飞机燃料的研究同样有相当长的历史。早在 1957 年，美国国家航空咨询委员会（NACA）利用氢作为燃料让马丁 B - 57 轰炸机飞行了 20 分钟。1988 年，世界上第一架使用液态氢作为燃料的实验性商用飞机升空。这架由苏联研制的图 - 155 共进行了约 100 次试飞。30 多年后的今天，航空业再次将注意力转向氢燃料商用飞机。

## 氢能探索多元化应用

中国能源报 2022.3.14

**本报讯（记者仲蕊）报道：**日前，深圳龙华区人民政府发文表示，国内首个氢能电动（美团）外卖车商业化应用示范场景预计年内建成引发行业关注。记者注意到，近年来，氢能除了在客车、物流车及重卡等场景受到高度重视外，在氢能自行车、燃料电池观光车/船、燃料电池无人机以及燃料电池叉车等中小型应用领域的尝试也越来越多。

受访专家认为，燃料电池在中小产品上的应用有望率先实现商业化。“目前，政策引导更偏向大功率燃料电池应用，因为大功率更能发挥燃料电池的优势，且重卡车辆尾气排放量较大，亟需清洁化转型。”喜玛拉雅公司副总裁葛荣军表示，不过由于大功率氢能重卡属于资金技术密集型产业，包括加氢站、氢储运设备等在内的运营场景较难打造，因此不少相关企业开始将目光投向中小型氢能产品，探索多元化应用。

今年 2 月，佛山市攀业氢能源科技有限公司成功中标佛山仙湖氢谷特色小镇氢交通示范运营服务项目，服务内容包括 70 辆氢能自行车、2 艘氢能船舶、1 辆氢能环卫车和 1 套储加注一体化撬装装置及相关运营服务；2021 年 12 月，全国首个大规模氢能自行车在江苏常州市投运，规模达到 1000 辆，储氢 0.5 立方米续航 70 公里；在叉车领域，从 2021 年开始，燃料电池叉车以百辆级规模开始在天津、佛山、上海等地陆续试点示范。

除此以外，中小型燃料电池应用也陆续进入相关产业重大课题研究目录。2021 年 11 月，中国自行车协会印发《关于发布 2021 年度中国自行车电动自行车行业“十项重大技术研究课题”的公告》，由江苏省无锡市检验检测认证研究院主要承担的“燃料电池电动自行车的技术研究”入选年度十项重大技术研究课题。

中小型燃料电池车辆具有续航里程长、耐低温、燃料加注快等特点。受访专家认为，中小型燃料电池车辆由于应用场景较为固定，有望率先实现商业化发展。

“对于中小企业而言，一开始就投身于大功率重卡将面临资金短缺、技术实力欠缺等困境，在此情况下，中小型氢能车辆应用可以成为中小企业的研发生产突破口。”葛荣军表示。

英飞腾（上海）氢能源发展有限公司总经理胡泉对记者表示，由于基础设施配套要求较低、集约化利用程度高、规模化速度快，在全球范围内，氢燃料电池叉车已成为率先实现

商业化的氢能细分市场。

此外，上述专家还表示，自行车等轻量级燃料电池应用具有投入资金低、试错成本低、市场推广更容易等特点，在市场推广过程中更容易贴近大众，从而提高普通消费者对氢能车辆的接受度。

但受访专家也提醒称，相较大功率重卡、船舶等，中小型燃料电池产品的总体市场规模较小，如果不解决成本高、加氢不便利等固有难题，将难以与同等类型的电动产品相竞争。

“事实上，叉车等中小型燃料电池产品并没有难以克服的技术瓶颈。”浙江锋源氢能科技有限公司董事长王海峰表示，难点在于给客户一个整体的解决方案，比如帮助客户解决氢源问题，建设厂内加氢装置，提供车辆维护保养服务等。

## 将建大型绿氨项目

中国能源报 2022.3.14

**本报讯** 据行业媒体《光伏杂志》报道，近日，可再生能源公司 ACME 集团与挪威可再生能源开发商 Scatec 签署了一项协议，双方将在阿曼共同投资、开发和运营一个大型绿氨工厂。

据了解，ACME 集团去年与阿曼政府签署了一份土地协议，将在该国投建一个绿氨工厂，一旦完工，有望成为全球最大的绿氨工厂，预计每天可以生产 2400 吨合成氨，年产量预计为 90 万吨。Scatec 公司加入该项目后，预计绿氨年产量将扩大到 120 万吨。（仲蕊）

## 国际可再生能源署：绿氢产业政策要“打补丁”

中国能源报 2022.3.21

**本报讯** 国际可再生能源署（IRENA）近日发布报告称，在全球各国争相寻求实现净零排放目标的背景下，预计未来绿氢需求将大幅增长，但目前绿氢市场仍处于初级阶段，政策制定主要集中于交通运输领域的应用，对化工和钢铁制造等难以减排的行业关注较少，因此，需通过完善绿氢产业政策，最大程度发挥绿氢的脱碳价值。

IRENA 知识、政策和金融中心主任 Rabia Ferroukhi 表示，根据测算，全球氢能项目将为《巴黎协定》的气候目标贡献约 10% 的温室气体减排量，因此，需要更多的政策支持助推绿氢项目进一步发展。

报告认为，全球范围内，海运、钢铁、化工等不同工业部门对绿氢愈发重视，氢能的终端用户规模正在迅速扩大。除了交通运输部门，工业脱碳也是当今绿氢发展的重要领域。

IRENA 技术专家 Emanuele Bianco 表示，目前，工业已经成为氢能的主要消费领域，但需要注意的是，从基于化石燃料制备的灰氢转向可再生能源制取的绿氢，需要进一步的产业政策支持。

报告以欧盟为例指出，欧盟已将氢能视为帮助重工业脱碳和摆脱天然气进口依赖的关键

键，这将催生出巨大的绿氢需求。然而，绿氢在工业领域的应用仍受到成本、技术壁垒、缺乏市场和目标政策缺失等因素阻碍。

报告估计，现阶段，绿氢的生产成本约为每公斤 4 美元 - 6 美元，而灰氢仅为每公斤 1 美元 - 2 美元。与此同时，传统氨气价格在 250 美元/吨 - 450 美元/吨左右，而用绿氢合成氨的生产成本大约为每吨 500 美元 - 625 美元，制甲醇的成本约为每吨 100 美元 - 400 美元，均高于采用传统方法制氨和制甲醇。

绿氢和绿色产品的高成本意味着，如果想在 2050 年前实现净零排放，政策制定者需要推出一整套完善的措施，帮助绿氢产业降低生产成本，提高绿氢竞争力。

对此，IRENA 在报告中建议，应尽快制定绿氢在工业领域应用的相关政策目标，明确脱碳战略路线，同时，还应变革税收制度，加大拨款和资金支持力度，激励绿氢产业发展。

此外，报告强调，随着绿氢需求在世界不同地区涌现，绿氢工业应用规模将持续增长，在此基础上，需要建立一个全球性跟踪认证机制，进一步促进全球绿氢市场的可持续发展。

(仲蕊)

## 氢能产业发展中长期规划出台

科技日报 2022.3.24

科技日报北京 3 月 23 日电（记者刘园园）23 日，国家发展改革委公布该委与国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》（以下简称《规划》）。当天，国家发展改革委召开新闻发布会，对《规划》有关情况进行介绍。

“《规划》明确了氢的能源属性，并从三方面阐述氢能产业的发展定位。”国家发展改革委高技术司副司长王翔在发布会上介绍，这三大定位包括：氢能是未来国家能源体系的重要组成部分；氢能是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体；氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。

王翔介绍，氢能产业“十四五”时期的发展目标是，初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系；燃料电池车辆保有量约 5 万辆，部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到 10 万—20 万吨/年，实现二氧化碳减排 100 万—200 万吨/年。到 2030 年，形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢以及供应体系。

“《规划》将创新摆在产业发展的核心位置，聚焦氢能制备、储存、运输、应用全链条，突破关键核心技术，提升装备自主可控能力，促进产业链创新链深入融合发展。”王翔说。

在持续提升关键核心技术水平方面，《规划》强调，加快推进质子交换膜燃料电池技术创新，开发关键材料，提高主要性能指标和批量化生产能力，持续提升燃料电池可靠性、稳定性、耐久性。支持新型燃料电池等技术发展。着力推进核心零部件以及关键装备研发制造。加快提高可再生能源制氢转化效率和单台装置制氢规模，突破氢能基础设施环节关键核心技术等。

# 国家发展改革委、国家能源局联合印发 《氢能产业发展中长期规划（2021～2035年）》

中国电力报 2022.3.24

本报讯 3月23日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021～2035年）》（以下简称《规划》）。

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，对构建清洁低碳安全高效的能源体系、实现碳达峰碳中和目标，具有重要意义。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》要求，统筹推进氢能“制储输用”全链条发展，推动加氢站建设，推进可再生能源制氢等低碳前沿技术攻关，加强氢能生产、储存、应用关键技术研发、示范和规模化应用。《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》明确，加快氢能技术研发和示范应用，探索在工业、交通运输、建筑等领域规模化应用。“十四五”规划《纲要》提出，在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业。为促进氢能产业规范有序高质量发展，经国务院同意，国家发展改革委、国家能源局联合印发《规划》。

《规划》明确了氢的能源属性，是未来国家能源体系的组成部分，充分发挥氢能清洁低碳特点，推动交通、工业等用能终端和高耗能、高排放行业绿色低碳转型。同时，明确氢能是战略性新兴产业的重点方向，是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点。

《规划》提出了氢能产业发展基本原则：一是创新引领，自立自强。积极推动技术、产品、应用和商业模式创新，集中突破氢能产业技术瓶颈，增强产业链供应链稳定性和竞争力。二是安全为先，清洁低碳。强化氢能全产业链重大风险的预防和管控；构建清洁化、低碳化、低成本的多元制氢体系，重点发展可再生能源制氢，严格控制化石能源制氢。三是市场主导，政府引导。发挥市场在资源配置中的决定性作用，探索氢能利用的商业化路径；更好发挥政府作用，引导产业规范发展。四是稳慎应用，示范先行。统筹考虑氢能供应能力、产业基础、市场空间和技术创新水平，积极有序开展氢能技术创新与产业应用示范，避免一些地方盲目布局、一拥而上。

《规划》提出了氢能产业发展各阶段目标：到2025年，基本掌握核心技术和制造工艺，燃料电池车辆保有量约5万辆，部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到10万～20万吨/年，实现二氧化碳减排100万～200万吨/年。到2030年，形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系，有力支撑碳达峰目标实现。到2035年，形成氢能多元应用生态，可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升。

《规划》部署了推动氢能产业高质量发展的重要举措：一是系统构建氢能产业创新体系。聚焦重点领域和关键环节，着力打造产业创新支撑平台，持续提升核心技术能力，推动专业人才队伍建设。二是统筹建设氢能基础设施。因地制宜布局制氢设施，稳步构建储运体

系和加氢网络。三是有序推进氢能多元化应用，包括交通、工业等领域，探索形成商业化发展路径。四是建立健全氢能政策和制度保障体系，完善氢能产业标准，加强全链条安全监管。

《规划》要求，国家发展改革委建立氢能产业发展部际协调机制，协调解决氢能发展重大问题，研究制定相关配套政策。各地区、各部门要充分认识发展氢能产业的重要意义，把思想、认识和行动统一到党中央、国务院的决策部署上来，加强组织领导和统筹协调，压实责任，强化政策引导和支持，通过采取试点示范、宣传引导、督导评估等措施，确保规划目标和重点任务落到实处。

**氢能是未来国家能源体系的组成部分**

**氢能是战略性新兴产业的重点方向**

**氢能是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点**

**目标**

**. 到 2025 年**

基本掌握核心技术和制造工艺，燃料电池车辆保有量约 5 万辆

部署建设一批加氢站，可再生能源制复量达到 10 万 ~20 万吨/年

实现二氧化碳减排 100 万 ~200 万吨/年

**到 2030 年**

形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系

**到 2035 年**

**. 形成氢能多元应用生态**

可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升

**如何推动氢能产业高质量发展？**

●系统构建氢能产业创新体系。聚焦重点领域和关键环节，着力打造产业创新支撑平台，持续提升核心技术创新能力，推动专业人才队伍建设

●统筹建设氢能基础设施。因地制宜布局制氢设施，稳步构建储运体系和加氢网络

●有序推进氢能多元化应用，包括交通、工业等领域，探索形成商业化发展路径

●建立健全氢能政策和制度保障体系，完善氢能产业标准，加强全链条安全监管（国家发改委）

## 氢能运输短板正在补齐

中国能源报 2022.3.28

3月23日，国家发改委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》（以下简称“《规划》”）。《规划》提出因地制宜布局制氢设施，稳步构建氢能储运体系。

多位业内专家告诉记者，过去行业内普遍认为“发展氢能”就是“发展氢燃料电池汽车”，在氢能风口之下纷纷布局车用燃料电池电堆、系统及上下游基础材料及核心部件，导致我国氢能运输体系建设滞后于燃料电池产业发展，不过随着《规划》的出台，这一问题有望得到解决。

### 氢能商用的重要一环

有观点认为，氢能产业发展的重要条件之一是良好的氢能储运体系。一位发改委专家告诉记者：“随着氢能产业的爆发式发展，未来氢能必须要实现制氢、储氢、运氢和用氢环节的循环与快速匹配。我国现在面临的主要挑战并不是燃料电池，氢源问题也不大，经济可行的氢源可以来自弃风弃光弃水，还有副产氢。我国制氢、加氢、用氢比较容易实现规模化发展，整个氢能产业的短板在于氢能储运，降低储运环节的成本是推动氢能产业商业化的重要一环。”

佛山环境与能源研究院副院长王子缘表示，过去氢能产业链都将关注点放在燃料电池、氢能车和加氢站上，在氢能要大规模推广时，才意识到氢能储运是大问题。“目前只有长管拖车的运输方式，综合运输效率只有1%，其成本却占加氢站综合成本的1/3左右。”

### 多措并举推进基础设施建设

王子缘认为：“因为过去行业内没意识到氢能储运会是卡脖子的问题，在发展中存在一个误区，认为燃料电池技术做好了、产品做好了，车有了、加氢站也有了，产业就起来了。但我国目前不允许在加氢站内直接制氢，必须解决好氢能储运问题。”

氢能不仅易燃易爆，在高压下还会发生氢脆反应，使得储运十分棘手。无论是气态、液态还是固态，氢能的运输成本都很高。

上述发改委专家直言，由于氢能本身的特性，加上我国相关技术处于起步阶段，像油罐车运输石油一样，将氢气存储供应到不同地区的加氢站尚不现实。“我国液氢的储运技术相对落后，缺少大容量、低蒸发率的液氢存储设备，研究多聚焦在高压气态储氢方面，与下游氢能源汽车发展与基础配套设施发展进度不匹配。”

国家发改委高技术司副司长王翔在《氢能产业发展中长期规划（2021－2035年）》新闻发布会答记者问环节表示，近几年中国氢能产业基础设施发展迅速，但跟国际先进水平仍然存在着一定的差距，下一步将加强统筹谋划，推进国内氢能基础设施建设。一是因地制宜布局制氢设施。二是稳步构建储运体系。强调安全可控原则，支持开展多种储运方式的探索和实践，逐步构建高密度、轻量化、低成本、多元化的氢能储运体系。在高压气态储运方面，致力于提高储运效率、降低储运成本，有效提高商业化水平；在低温液氢储运方面，积极推动产业化发展；同时，探索固态、深冷高压、有机液体等储运方式应用，开展掺氢天然气管道、纯氢管道等试点示范。三是统筹规划加氢网络。强调需求导向原则，统筹布局建设加氢站，有序推进加氢网络建设。在保障安全的前提下，节约集约利用土地资源，支持依法依规利用现有加油加气站的场地设施改扩建加氢站，探索站内制氢、储氢和加氢站一体化的

加氢站等新模式。

随着国家越来越重视氢能储运问题，并支持发展多种新型储运关键技术，一批央企国企也开始增加相应的研发投入。“政府和行业越发关注制氢加氢一体化、油氢合建站等综合能源站建站模式，一体化站其实就是为了实现现场制氢加氢，减少氢气运输环节的成本，推动破解氢能储运难题。”王子缘称。

#### 延伸阅读：

氢能现有的储运方式有高压气态储氢、低温液态储氢、有机液态储氢、固态储氢。在应用层面，只有高压气态储氢和低温液态储氢已经实现了商业化，而在我国则主要是高压气态储氢、低温液态仅应用在航空航天领域。由于液态储氢和固态储氢大部分还都处于实验和示范阶段。从储氢成本、技术、安全性等方面来看，高压气态储氢仍是当下储氢方式的最优选择，短中期高压气态储氢仍是主流。但从长期来看，若液态储氢和固态储氢技术和成本在未来有所突破，将有可能取代高压气态储氢成为主流。

## 投行：全球氢能市场规模 2050 年将超万亿美元

中国能源报 2022.3.7

**本报讯** 投行高盛近日发布报告称，目前，全球氢能市场的总价值约为 1250 亿美元，预计到 2050 年，氢能市场的总规模将超过 1 万亿美元。

该报告表示，在全球各国的低碳转型过程中，氢能都将发挥重要作用。一旦清洁能源制氢的技术发展成熟，氢能将在全球能源市场的占比将达到 15%。

高盛自然资源研究主管 Michele Della Vigna 指出，目前，投资氢能有两种方式，一种是收购纯电解槽公司，另一种是投资已将氢能作为其主要业务的企业，包括能源服务公司、工业天然气公司和石油和天然气公司。

报告认为，近年来，氢能行业的投资显著增加，特别是在生产技术方面。“要想在 2030 年实现净零排放，全球需要在绿氢供应链上投资 5 万亿美元。”报告称，“另外，随着可再生能源项目开发成本下降，氢能的成本也将随之下降，产业将拥有更大的增长潜力。”（仲蕊）

## 九、风能

### 发展深海风电，行稳方可致远

中国自然资源报 2022.3.1

近日有报道称，彭博新能源发布了 2021 年全球海上风电报告。报告显示，2021 年全球新增海上风电装机容量约 13.4 吉瓦，最大的贡献来自中国，占 3/4 强，约 10.8 吉瓦。事实上，我国海上风电已发展十余个年头，近几年装机规模更是增长迅速。2018 年新增装机容量达到 165 万千瓦，到 2021 年底，国内多个海上风电项目集中并网，我国海上风电装机规

模已跃升至世界第一。但随着海上风电的发展，新的挑战又摆在面前。如沿海及近海风能资源不平衡，近海风电发展几近饱和，总体成本偏高……于是，走向深水远海，发展深海风电成为破题之解。

发展海上风电有其必要性和迫切性。

在我国首次对外发布的国家革命能源战略——《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》中，提出到2050年，非化石能源占比超过一半的长期目标。在2020年9月22日召开的第75届联合国大会上，中国政府也承诺将提高国家自主贡献力量，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。海上风电是实现以上两项能源战略的有效途径——有数据显示，2020年全球海上风电新增装机6.1吉瓦，截至2020年底，全球海上风电总装机量为35吉瓦，每年可实现二氧化碳减排6250万吨，相当于在道路上减少了2000万辆汽车。

相较于沿海、近海风电，深海风电优势明显。

我国虽然海域辽阔，风资源丰富，但沿海及近海的风资源分布不均，季节性变化较大，在用电高峰的夏季风速低，冬季反而风速较高，电力的消纳和储存都存在负担。而深远海范围广，风能资源丰富，风速更为稳定。同时，深海风电风机可以不占据海岸线和航道资源，减少或避免对沿海工业生产和居民生活的不利影响。

发展多年的沿海、近海风电为深海风电发展提供了必要的经验积累和技术储备。近年来，我国海上风电机组技术已有长足发展，主力机型已由以往的3~5兆瓦提高到5~8兆瓦，不仅单机容量提升，总体的经济性也有所提高。而且发展深远海风电的必要技术——浮式风机吉利申请呈现快速增长态势，我国的浮式风机技术已经进入了发展期。我国海上风电产业规模不断扩大，许多技术实力雄厚的企业纷纷投身其中，加快了海上风电核心技术的研发以及配套产业链的发展。

在深远海风电发展的优势背面，我们也应当看到挑战。

深远海海上环境复杂，风险大、难度大、成本高。目前我国现有的海上风机基本都安装在浅海区域，水深不超过40米。然而，随着海上风机走向深海，通常水深超过50米，自然环境复杂，施工窗口期短，建设难度大。远离陆地造成通讯困难，提升整体调度的复杂性。而且可用于深远海风机安装、运维的配套运输吊装船舶较少，施工建设、设备维护成本大，海上远距离的输电技术也存在挑战。

我国深海风电的步子要走得稳、走得远。要靠整体规划，依据新形势、新规划指导推进深海风电有序发展。要继续完善产业链标准体系，提高设备科技含量，延长使用寿命，减少运维成本，提高经济效益，从制造、安装、运维等多个环节保障深海风电安全可靠发展。要加大研发投入，打破技术壁垒，以产业协同发展撬开降低成本的突破口。任何一项产品和服务都不是一个人、一家企业能单独完成的，需要产业链上下游企业联动起来协同发展。

（纪岩青）

# 全球海上风电业大“风”来袭

科技日报 2022.3.22

长期以来，海上风力发电场一直受到欧洲人的青睐。第一个风力发电场是1991年在“风能之都”丹麦的海岸外建造的。在欧洲水域，超过5400台并网涡轮机的发电量约为25千兆瓦，占目前全球海上风电发电量的70%以上。

到2025年，海上风电将占全球风能总量的1/5。不仅仅在欧洲，世界各地越来越多的国家正在制定海上风电发展计划新愿景。

根据全球风能委员会（GWEC）的数据，去年，海上风能投资首次超过海上石油和天然气。

据世界风电权威媒体《风能月刊》去年9月发布的一份报告，预计2021年至2025年间，全球将安装超过70吉瓦（GW）的海上风电装机容量，这意味着其在所有风能中的份额将从目前的6.5%飙升至21%。

## 越南漫长海岸线带来风力发电优越性

越南是亚洲极有潜力的海上风能市场之一，其3000公里的漫长海岸线可带来的风力资源估计为475GW。据越南媒体23日报道，根据《第八个电力规划草案》，到2030年，越南将海上风电容量从1GW增加到4GW。

根据世界银行的越南海上风电路线图，到2030年，越南的海上风电装机容量将达到5—19GW，为国家创造约600亿美元的总附加值。

越南希望根据《第八个电力规划草案》在未来大幅削减燃煤发电量，而风力发电被认为是填补这一空白的理想选择。

此外，在亚洲，被GWEC预测为快速增长的海上风电市场也包括日本，该国在2020年安装了65兆瓦（MW）的海上风电场。政府和业界在2020年底就其海上风能愿景达成一致，计划在2030年将国内海上风电装机量扩大至10GW，到2040年达到45GW。

## 美国首个大型海上风电场开工建设

虽然美国拥有发达的陆上风电产业，但其首个海上风电设施——30MW的布洛克岛风电场直到2016年底才开始商业运营。

据美国消费者新闻与商业频道近日报道，被称为美国“第一个商业规模的海上风电场”的项目已于18日破土动工，标志着美国刚刚起步的海上风电行业又向前迈进了一步。

据报道，这一名为Vineyard Wind1的海上风电场，位于马萨诸塞州科德角附近的玛莎葡萄园岛24公里外的水域，预计发电量达800MW，将在2023年开始向电网供电，每年估计可减少超过160万吨碳排放量，相当于每年减少32.5万辆道路汽车的排放量。

2021年3月，美国能源部、内政部和商务部表示，希望到2030年推出30GW的海上风电，希望此举能创造数千个工作岗位并释放数十亿美元的投资。

## 海上风电场建设挑战与机遇并存

事实上，海上风电场虽然具有不受陆地土地面积限制、风力资源丰富等众多优点而受到各方追捧，但其建造和运营并非易事。沿海深海床、不规则的冰川和其他自然障碍阻碍了海上风电场的扩建，从准确测量海底到在深水中建造浮动式基础，重重挑战正考验着科学家和工程师的勇气。

美国伍兹霍尔海洋研究所的地球物理学家丹·利扎拉德表示，风力发电场不在海岸上，房屋大小的巨石和像大峡谷一样深的海底沟渠使安装涡轮机不仅具有挑战性，而且往往变成“不可能”。声呐可以发现海底裸露的巨石，但却很难探测到埋藏在地下的物体，它们的存在可能会严重阻碍涡轮机的安装。

美国马萨诸塞大学阿默斯特分校土木工程教授桑贾伊·阿尔韦德说，除了密切关注岩石，开发商还必须调查海底本身的特性，比如它的坡度和成分。大多数海上风力涡轮机通过基础与海底刚性连接，基础的设计取决于当地情况。常见的设计包括所谓的单柱（插入海底的一根长长的中空管道）、导管架基础（固定在海底的三条或四条腿的结构）和重力底座（位于海底的一个大质量，通常是一块混凝土）。因此，有必要对地质情况和岩土特性进行现场勘查，以保证设计工程师顺利工作。

此外，海洋环境也带来其他挑战。在海上安装和维护风力涡轮机需要一艘船、专门的设备和专业的潜水员。海浪对涡轮机基础施加压力，而风暴，如东北风和飓风，可能激起更大的海浪，从而冲击发电设备，这会增加材料和人力的成本。

尽管如此，随着科学家和工程师们的共同努力，克服海洋地形和新技术所带来的问题之后，海上风力发电的进步必定是突飞猛进的。（张佳欣）

## 海上风电运维船实现定制

中国能源报 2022.3.14

3月9日，上海电气风电集团股份有限公司（下称“电气风电”）宣布审议通过了《变更募集资金投入方式的议案》，同意募集资金投资多个风电项目，其中包括“投资定制深远海运维母船项目”，这也是我国首个风电整机厂商投建的海上风电运维母船项目。

我国海上风电行业蓬勃发展，专业运维船舶的需求与日俱增，推动海上风电运维船制造不断迈向专业化。

### 运维市场成“香饽饽”

根据电气风电发布的公告，该公司海上风电业务逐年增加并逐步向深远海扩展，为保证未来能够快速、高效、安全地满足海上风电运维服务需要，定制运维母船成为必要。根据计划，电气风电将定制两艘海上运维母船，计划建设周期分别为25个月和23个月。

海上风电运维母船能够将大量零部件和运维人员运送到海上风电场，在海上连续停留时间可达1个月，即使在恶劣复杂的海况下，也能够保证运维人员和风电零部件从船上到风机

的安全转移。

近几个月来，海上风电运维船也成为了运维市场的“香饽饽”。去年10月，中国船舶集团海装风电投资建造的专业风电运维船下水，这是我国首艘正式投入使用的专业风电运维船，可搭乘12名运维人员和6名船员，能够实现山东、江苏、浙江、福建等不同海域的运维。同年11月，国电电力自主设计的、针对舟山群岛附近海域环境定向开发的首艘专业运维巡检船也投入使用。

“我国沿海省份海况不同，为了保证海上风电运维工作的安全性和通航的经济性，专业的海上风电运维船已经成为刚需。”中国海装旗下工程技术公司重庆海装风电工程技术有限公司海上运维中心副总经理温树森在接受记者采访时表示。

### 直击行业痛点

多位业内人士告诉记者，与欧洲国家相比，我国海上风电行业发展时间相对较短，运维经验存在明显不足，海上风电运维行业尚处于起步、探索阶段，面临可达性弱、安全风险大等行业痛点。据财通证券测算，海上风电运维成本在我国海上风电项目总投资中的占比相对较高，可达近20%，是同等装机容量陆上风电场的2倍以上。

某船舶设计企业高管公开表示，目前国内运维船市场中，六级以上风力情况下可用的风电运维船数量很少，风电运维船的舒适性较差、运维人员晕船情况频出，船舶配套装备也存在更新不及时的问题。

有业内人士向记者透露，过去数年里，我国海上风电多使用钢制的普通运维船，效率低下、抗浪性能较弱，缺少配套设备。随着我国海上风电装机快速扩张，福建、江苏等省针对海上风电相关船只出台了管理条例，提出了更高要求，专业化的海上风电运维船应运而生。

“经过了‘抢装潮’以后，整个海上风电运维船的市场趋于规范。随着政府部门监管力度不断加强，专业运维船经济性凸显，更多厂家将目光投向了这个领域。”温树森表示，“尤其在广东、福建等海况相对复杂的区域，当地风电厂家正加大相关投资布局。”

### 精细化运维成为共识

2021年10月，我国首次超过英国，成为全球最大的海上风电市场，业界普遍认为，我国海上风电的市场空间已经打开，海上风电运维船舶的需求快速上涨。

行业研究机构克拉克森研究发布的预测显示，到2025年末，全球将有超过9000台风机的吊装需求，其中有超过2000台将被放置在离岸40公里以外的海域，风电安装船和运维母船的需求将在几年内持续增长。截至去年12月，新造运维母船的投资额已达到6.67亿美元，同比增长幅度高达143%。

2021年10月，我国风电安装船利用率达到98%，在风场作业的船舶数量达到69艘/月，同比增长幅度为183%。

业界普遍认为，面对庞大的市场空间和愈加严格的管理条例，精细化运维已经成为了我国海上风电运维市场的共识。利用专业化定制的海上风电运维船，确定标准化、高效率的运

维流程，利用智能运维平台形成有效的故障预警机制，同时不断优化运维策略，已经成为海上风电运维行业的重要发展方向。

## 《“十四五”新型储能发展实施方案》提出

### 促进大规模海上风电开发消纳

中国自然资源报 2022.3.28

本报讯（记者周飞飞）3月21日，国家发改委、国家能源局印发《“十四五”新型储能发展实施方案》，强调要加大力度发展电源侧新型储能，促进大规模海上风电开发消纳。

新型储能是构建新型电力系统的重要技术和基础装备，是实现碳达峰碳中和目标的重要支撑，也是催生国内能源新业态、抢占国际战略新高地的重要领域。

目前新型电力系统正在经历从“源—网—荷”到“源—网—荷—储”的变化。《实施方案》明确，“十四五”时期将持续优化建设布局，促进新型储能与电力系统各环节（发电侧、电网侧和用户侧）融合发展，支撑新型电力系统建设。

《实施方案》提出，要推动规模化发展、支撑构建新型电力系统，加大力度发展电源侧新型储能，其中，强调了要促进大规模海上风电开发消纳：结合广东、福建、江苏、浙江、山东等地区大规模海上风电基地开发，开展海上风电配置新型储能研究，降低海上风电汇集输电通道的容量需求，提升海上风电消纳利用水平和容量支撑能力。同时，做好政策保障，健全新型储能管理体系，聚焦新能源配套储能，加快开展储能系统技术要求及并网性能要求等标准制修订，规范新增风电等配置储能要求。

另悉，在3月22日国家发改委、能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》中，也强调了要加快发展风电发电，鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。

## 全球十大风电整机制造商排名出炉——中国企业占据六席

中国能源报 2022.3.28

本报讯（记者李丽旻）报道：3月23日，行业研究机构彭博新能源财经（BNEF）公布了《2021年全球风电整机制造商市场份额排名》，全球前十大风电整机制造商中，中国企业占据六席。同时，中国企业在海上风电整机领域表现尤为亮眼，位居全球海上风电整机制造商前四。

《2021年全球风电整机制造商市场份额排名》显示，2021年全球风电新增装机容量达到了9920万千瓦，连续第二年接近1亿千瓦水平，刷新了历史最高纪录。其中全球陆上风电新增装机达到8230万千瓦，在整体装机中占比83%，海上风电新增装机为1680万千瓦，同比增长幅度高达161%。

统计显示，2021 年中国仍是全球最大风电市场，在全球风电新增装机总容量占比超过一半，美国和越南则分别以 1300 万千瓦、360 万千瓦的新增装机容量位列第二、第三。

在全球前十大风电整机制造商中，金风科技、远景能源、运达风电、明阳智能、上海电气、东方电气 6 家本土风电整机商分列第二、四、六、七、九、十位，其中金风科技全年新增装机容量为 1204 万千瓦，仅较排名第一的丹麦风机制造商维斯塔斯相距约 300 万千瓦，市场份额占比约为 12%。

尤为值得关注的是，2021 年我国海上风电新增装机容量同比增长幅度高达 251%，电气风电、明阳智能、金风科技和中国海装 4 大海上风电整机企业成为了全球前四大整机制造商，雄踞全球海上风电整机制造商龙头地位 4 年的西门子歌美飒则排名下滑至第六。

## 2030 年海上风电装机目标翻倍

中国能源报 2022.3.28

**本报讯** 据能源资讯网站 Recharge 报道，荷兰政府日前宣布，未来 10 年内，要致力于海上风电建设，要将此前制定的装机目标翻一番。

据了解，荷兰政府近期在北海地区新确认了 5 个区域建设海上风电，计划在 2030 年前，在北海新增装机容量为 1070 万千瓦的风力发电场，这将使荷兰的海上风力发电能力从之前的约 1000 万千瓦，增加到 2100 万千瓦。预计到 2030 年，海上风能将成为荷兰最大的电力来源。

荷兰政府在今年 1 月曾宣布，将大幅增加能源转型支出，并设立 350 亿欧元的基金，为相关项目提供资金。

荷兰气候和能源部长 Rob Jetten 在一份声明中表示，新增的风力发电将帮助化工厂和钢铁厂等重工业用户转向使用清洁能源，例如利用风能生产绿氢。（仲蕊）

## 国内首个百万千瓦海上风场发电量过 10 亿

中国电力报科技装备 2022.3.31

**本报讯（通讯员王璐 马晓晴）报道** 截至 3 月 25 日 11 时 52 分，国内首个百万千瓦级海上风电场——三峡阳江沙扒海上风电场已累计安全生产清洁电能 10 亿千瓦时，可替代标准煤 30.76 万吨，减少二氧化碳排放 84 万吨，相当于种植 33 平方千米阔叶林，为粤港澳大湾区建设再添绿色发展动能。

三峡阳江沙扒海上风电场是中国长江三峡集团有限公司在粤首个海上风电项目，由三峡集团所属中国三峡新能源（集团）股份有限公司（以下简称“三峡能源”）投资建设。项目位于广东省阳江市沙扒镇海域，总装机容量 200 万千瓦，共布置 315 台海上风电机组、4 座海上升压站以及近 1000 千米的海底电缆。每年可为粤港澳大湾区提供约 56 亿千瓦时的清洁电能，可满足约 240 万户家庭年用电量，减排二氧化碳约 480 万吨。

该项目创下国内单体容量最大的海上升压站、国内同等容量下重量最轻的海上升压站等多个“全国之最”和全球首台抗台风型漂浮式海上风电机组的“世界之最”，为探索更适合南海海域海上风电建设施工技术方案积累了宝贵经验。

广东省推动海上风电开发，完善海上风电产业链。海上风电的发展，可直接带动钢铁生产加工、电力设备制造、船舶工业等产业，可促进海洋经济与地方经济的发展。

## 十、核能

### 欧盟重启核电不易

经济日报 2022.3.19

欧盟能源转型讨论已久，俄乌冲突无疑将加速欧盟能源自主路线图的制定。出于尽快向清洁能源转型和寻找俄气替代品的考虑，核电成为欧洲实现能源自主的重要选项。但是，欧盟想通过重启核电度过眼前的能源危机也非易事。说到底，俄乌冲突并非决定欧盟成员国核电去留的关键因素，各成员国还需算清改造账、成本账和投资账。

俄乌冲突以及带来的欧洲能源安全问题成为3月份刚刚闭幕的欧盟峰会非正式会议重要议题之一，欧盟成员国同意“尽可能快地逐步摆脱”对俄罗斯天然气、石油和煤炭的依赖。欧盟委员会主席冯德莱恩更是建议，欧盟要在2027年之前停止使用俄化石燃料。

欧盟约40%的天然气、27%的石油和46%的煤炭都要从俄罗斯进口，目前欧盟虽然还未就如何在5年内“逐步摆脱”俄能源达成共识，但核电作为能源发展中的一个可选项，毫无疑问已从大力发展清洁能源背景下被逐渐边缘化的境地重回欧盟决策者的面前。

#### 核电政策展露曙光

核电一直是欧盟发电的主力军。欧盟统计局2022年数据显示，包括法、德在内的欧盟13个成员国建有核电站，核能发电量约占欧盟总发电量的25%。欧盟运行中的核反应堆共计109个，其中最大的核电生产国为法国，其核能发电量约占欧盟核能总发电量的52%；其次为德国、西班牙和瑞典，上述四国核能发电量共占欧盟核能总发电量的四分之三以上。中东欧的斯洛伐克、匈牙利、保加利亚和捷克等国也都建有核电站。

在欧盟有核电的国家，核电也在国民经济中占有重要地位。法国和斯洛伐克发电量的一半以上由核电构成，比例分别达67%和54%，匈牙利和保加利亚约为41%，比利时、斯洛文尼亚、捷克均约为38%。

但在2011年日本福岛核事故后，欧盟发展核电的势头被生生地踩了刹车，不少欧盟国家由此看到核电站存在无法掌控的危险而对现有核电站安全产生质疑，减少或停建了新建核电项目。

同时，2019年针对气候变化、经济增长和可持续发展等议题，欧盟曾推出《欧洲绿色协议》，承诺到2050年实现碳中和的碳减排目标，计划到2030年将可再生能源发电量占比提升至65%以上。但是，欧盟的共识是绿色清洁能源并不包括核电，欧盟核电行业跌到低

谷。

直到新冠肺炎疫情暴发，能源价格飞涨引发通货膨胀加剧，2021年欧盟对核能态度大转弯，认为“如果将利用核能排除在外，世界将不能实现已经商定的二氧化碳减排目标”。2022年1月，欧盟不得不采取务实态度，重新评估绿色投资战略，宣布将核电和天然气重新纳入欧盟的“可持续融资类别”，旨在通过划定真正绿色的“黄金标准”，为金融市场重新定义可持续的投资方向。

而俄乌冲突让欧盟不得不把目光重新聚焦在核电上，在推动实现欧盟气候变化目标、加强欧盟能源安全、助力以可承受的价格提供清洁电力这三者之间寻找新的平衡点。

### 内部分歧难消

欧盟能源转型讨论已久，俄乌冲突无疑将加速欧盟能源自主路线图的制定。

俄乌冲突爆发前，欧盟中一些无核电国家，如奥地利、卢森堡、爱尔兰、希腊和丹麦等，因核电带来的不安全感，及不满核电能够获得欧盟巨额贷款和政策支持而坚决反对发展核电。

德国态度则是逐步淘汰核电。德国原计划在2022年关闭最后3座核电站，为风能和太阳能等可再生能源让路，使可再生能源的电力份额增长到46%。当时预计“北溪2号”天然气管道能够开通，俄气将为德国确保一半以上的年天然气消费量，让德国能够完成到2038年淘汰煤电的雄伟目标，并让德成为西方工业大国里第一个全面弃核的国家。

法国、荷兰、波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利六国为应对天然气等化石能源价格不断攀升的状况，则开始积极调整核电政策。

2021年12月，荷兰提出核能可有效补充太阳能、风能和地热能，通过核电站建设，减少天然气进口依赖，计划新建两座核电站，并让现有核电站在保证安全的前提下运行更长时间，同时2025年前将为新核电站建设提供5亿欧元财政支持。

法国发展核电的步子则迈得更大。2022年2月11日，法国宣布重新发展核电计划，将新建6座新型欧洲压水核反应堆，预计第1座将在2035年投入使用。同时研究再修建8座核反应堆的可行性计划，并且要在保证安全性基础上，将现有核反应堆的使用年限都提升到50年以上，只要安全条件允许，法将不再关闭现有核反应堆。

俄乌冲突为欧盟能源自主加入了新的变量，让欧盟能够以能源“去俄化”视角重新审视各自的能源政策，并最终决定核电在本国能源结构中的比例，而不仅仅出于环境安全和国内绿色环保压力考虑“无核”或“去核”，但之前存在的分歧也不可能被欧盟倡导的能源自主所完全消化和统一，相信反对、赞同、逐步取消核电的声音将在不同的欧盟成员国并存。

### 还需算清“三笔账”

核电和天然气虽被欧盟贴上可被市场投资的准入“绿标”，但欧盟同时规定，满足了特定条件的核电和天然气属于可持续投资的“过渡”能源。无疑，俄乌冲突让欧盟核电再次得以“续命”，这也是当下欧盟加快向清洁能源转型和寻找俄气替代品的无奈之举，但想重

启核电帮助欧盟度过眼前的能源危机也非易事。

即使加入俄乌冲突因素，德国去核化的态度并没有根本动摇。2022年3月，德国再次审查核电发展项目，认为现阶段不建议让剩余的3座核电站继续运营，现在对即将关闭的核电站进行改造为时已晚。

匈牙利的态度则完全不同。保克什核电站是匈境内唯一一座核电站，承担着全国近一半的电力供应，设计年限到2037年，因此匈积极着手进行改扩建工程，此前已同俄罗斯签订协议，拟新建两台发电机组。俄乌冲突后，匈政府顶着巨大压力，强调保克什核电站对本国经济发展的重要作用，并仍坚持交由俄罗斯建造。

所以，俄乌冲突并非决定欧盟成员国核电去留的关键因素，如果以下“三笔账”算不清楚，各成员国不会轻易重启核电。

一是改造账。欧盟核电站“老龄化”问题严重，改造不易。据评估，目前欧盟境内的大部分核电站即将达到当初的设计年限，预计到2050年，欧盟90%的核电站面临退役或改造，而改造核电站需要巨大投入。

二是成本账。与欧盟运行多年的风能、太阳能等可再生能源比，核电维护费、保障安全性能方面的研发费用高，经济上并不划算。

三是投资账。在欧盟成员国中，只有近一半的成员国使用核能发电，即使考虑俄乌冲突让部分成员国再对发展核电产生兴趣，但欧盟如仍像解决新冠肺炎疫情一样让欧盟27国以债务形式共同承担扶植核电基金，那么其中一部分无核电国家肯定不支持。解决不了巨额的资金投入，就无法真正激活核电市场。

因此，欧盟对于俄气完全可以做到“一关了之”，但欲部分借助核电实现欧盟能源自主，恐怕仍有很长的路要走。

## 国家发改委：积极推进气电、核电价改

中国能源报 2022.3.14

本报讯（记者赵紫原）报道：国家发改委3月5日提请十三届全国人大五次会议审查的《关于2021年国民经济和社会发展计划执行情况与2022年国民经济和社会发展计划草案的报告》指出，要深化重点领域体制改革，推进燃气发电、核电上网电价形成机制改革。业内解读指出，此举释放出国家积极推进气电、核电发展，以适应新形势下电力系统高质量发展需要的信号。未来随着气电、核电装机规模持续扩大与市场化价格机制的深入推进，将进一步倒逼相关企业提升自身技术水平，降低建设成本、燃料成本，来保证自身经济优势，实现可持续发展。

电力工业作为基础产业，是国民经济发展和人民生产生活的重要能源保障，电价作为电力供需的“风向标”和“晴雨表”，是本轮电改的核心和先决条件，也是倒逼体制改革的利器，将直接影响电力行业的发展格局。

据悉，从我国电价政策机制发展历程看，我国电价政策机制发展历程大致可以分成四个阶段：计划管理阶段（1949—1985年）、电价政策改革和调整阶段（1985—2002年）、电力市场化改革过渡阶段（2002—2015年）和全面深化电力改革阶段（2015年至今）。

2015年3月，《中共中央 国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（中发〔2015〕9号）明确提出，“有序推进电价改革，理顺电价形成机制”，并具体部署了单独核定输配电价、分步实现公益性以外的发售电价格由市场形成和妥善处理电价交叉补贴三项任务。

新一轮电力体制改革7年来，我国电价改革工作取得了显著成效，初步建立了输配电价成本监审机制，燃煤发电上网电价市场化改革不断深化，发用电计划加速放开。去年10月，国家发改委印发《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》，电价市场化改革迈出关键一步。

随着全国统一电力市场体系加速推进，燃气发电和核电上网电价亟需深化改革。相关数据显示，截至2021年底，全国全口径发电装机容量23.8亿千瓦，其中燃气装机1.09亿千瓦、核电5326万千瓦，分别占比4.6%、2.2%。

占比虽小，但重要性不容忽视。燃气机组启停灵活且几乎不排放二氧化硫及烟尘，占地面积小，作为灵活性电源将发挥重要作用；核能作为近零排放的清洁能源，发展空间同样不可小觑。

中电联2020年底发布的《当前电价政策机制相关问题调研报告》指出，目前天然气发电燃料成本仍较高，燃气发电经营困难。

业内普遍认为，一方面，上游的天然气成本难以通过电价顺利传导，遏制了企业投资积极性；另一方面，地方政府补贴力度退坡，电网公司的收购压力加大，燃气机组的生存空间将被进一步挤占。此外，现有的价格机制无法体现气电调峰价值，制约了其健康可持续发展。

“长期以来由于我国‘缺油少气’，加之燃机设备及备件进口价格昂贵，导致气电成本高、经济性差、成长性不强，依靠财政补贴、两部制电价，或转让发电合约生存，无法与煤电、水电甚至风光电同台竞争。”中国能源研究会理事陈宗法指出，目前，气电的综合价格高达0.62元/千瓦时，几乎是平价风光电的2倍。“十三五”已在广东开展部分电量的竞价交易，交易单价只有0.47元/千瓦时。“十四五”预计将在浙江、江苏等省扩大竞价范围，来自市场竞争的压力将显著增加。此外，天然气对外依存度持续增高，“有气用、用得起”的问题至今没有根本解决。

核电方面，继2015年新一轮电力市场化改革启动后，核电电价逐步引入双边协商定价和市场竞价机制，对核电经济性提出更高要求。自2020年起，煤电价格联动机制取消，定价机制由标杆上网电价改为“基准价+上下浮动”的市场化机制，一定程度上影响了核电上网电价的定价机制。

相关信息显示，随着电力市场的逐步推进，核电市场化交易规模占比近年来逐渐扩

大，截至去年底已有近 40% 的核电通过市场化交易形成价格。

有专家分析指出，虽然目前细则尚未出台，但可以预见的是，推进燃气发电、核电网电价形成机制改革，均旨在适应新型电力系统，为建设全国统一电力市场体系奠定基础。“值得注意的是，目前天然气发电环保、辅助服务价值没有完全体现等问题，应该成为下一步电价体制改革的重点发力点。核电在上网电价方面也应统筹与后端产业的协调发展，制定纳入外部性成本因素的定价机制，科学平衡经济发展与污染治理的关系。”

## 中国核电路跻身世界第一方阵

经济日报 2022.3.30

近日，从福建福清传来好消息，我国自主三代核电华龙一号示范工程第 2 台机组——中核集团福清核电 6 号机组正式具备商运条件，至此，华龙一号示范工程全面建成投运。

消息一出，世界瞩目。作为我国核电走向世界的“国家名片”，华龙一号是当前核电市场接受度最高的三代核电机型之一，其全面建成是新时代我国核电发展取得的重大成就，标志着我国核电技术水平和综合实力跻身世界第一方阵，有力支撑我国由核电大国向核电强国跨越。

### 三代核电优选方案

“华龙一号是当前核电市场接受度最高的三代核电机型之一，是中核集团在总结 30 余年核电科研、设计、建设、运行和管理经验的基础上，研发设计的具有完全自主知识产权的三代压水堆核电创新成果，满足国际最高安全标准，完全具备批量化建设能力，已成为中国为世界贡献的三代核电优选方案。”中核集团相关责任人介绍。

什么是三代核电站？各代核电站是如何划分的？自 1954 年前苏联建成电功率为 5 兆瓦的实验性核电站以来，核电技术的发展可以划分为四代。

第一代核电站是指各国在 20 世纪 50 年代开发建设的实验性原型核电站，证明了利用核能发电的技术是可行的。第二代核电站是指 20 世纪 70 年代至现在正在运行的大部分商业核电站，证明了发展核电在经济上是可行的。第三代核电站是指满足《美国用户要求文件（URD）》或《欧洲用户要求文件（EUR）》，具有更高安全性的新一代先进核电站技术。第四代核电技术是在反应堆和燃料循环方面有重大创新的核电站，它着眼于核能更长远的发展，但最快也要在 2030 年后才能开始商业应用。

据中核集团“华龙一号”总设计师邢继介绍，华龙一号在采用经工程验证的成熟技术基础上，独创性地采用“177 堆芯布置”和“能动与非能动相结合”的安全设计理念，首堆设备国产化率达 88%，还运用了单堆布置、双层安全壳等先进设计理念，具备完善的严重事故预防与缓解措施、强化的外部事件防护能力和改进的应急响应能力等先进特征，经过充分分析试验和工程验证，充分保证了电厂安全性、经济性和先进性。

中核集团党组书记、董事长余剑锋说，从秦山到福清，我国核电从技术上“一穷二白”

起步，到自主设计、建设百万千瓦级核电站，我国已成为世界上少数几个具有完整的核工业体系的国家之一，并在此基础上形成了完整的核电产业链，实现了核电的规模化发展。

### 产业带动作用显著

华龙一号“走出去”的底气何来？华龙一号具有完整自主知识产权。中核集团协同国内17家高校、科研机构，联合58家国有企业与140余家民营企业，共同突破了包括反应堆压力容器、蒸汽发生器、堆内构件等核心设备在内的411台设备的国产化，共获得700余件专利和120余项软件著作权，覆盖了设计技术、专用设计软件、燃料技术、运行维护技术等领域，满足核电“走出去”要求。

“目前，华龙一号机型已进入批量化建设阶段，国内外均有项目在建，同时还有近20个国家表达了采用该技术的意向。”邢继介绍。

据介绍，中核集团积极响应“一带一路”倡议，落实国家核电“走出去”战略，推动海外华龙一号项目落地，与巴基斯坦、沙特、阿根廷、巴西等20多个国家和地区形成核电项目合作意向。华龙一号海外示范工程——巴基斯坦卡拉奇核电2号机组已投入商运，3号机组已发电。其中2号机组创造了全球三代核电海外建设的最短工期，荣获能源国际合作最佳实践案例；2022年，华龙一号阿根廷核电项目总承包合同签订。

对于中国而言，积极发展核电可有效带动出口，助力经济稳增长。据预测，到2030年，仅“一带一路”沿线国家就将新建上百台核电机组，共计新增核电装机1.15亿千瓦。每出口1台核电机组需要6万余台套设备，有200余家企业参与制造和建设，可创造约15万个就业机会，单台机组投资约300亿元。华龙一号的建设就带动上下游产业链5300多家企业，为我国高端装备制造业带来了巨大的经济效益和转型升级机遇。

### 迎来更大发展空间

在碳达峰碳中和的战略目标下，我国经济社会迎来一场广泛而深刻的系统性变革，构建清洁低碳安全高效的能源体系，成为推动能源革命的重要要求，也是我国经济社会转型发展的迫切需要。

《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》提出，积极安全有序发展核电。《2030年前碳达峰行动方案》也要求，合理确定核电站布局和开发时序，在确保安全的前提下有序发展核电，保持平稳建设节奏。

当前，我国煤炭消费占比较高、可再生能源稳定性弱等特点，给能源结构调整带来较大挑战。专家表示，核能以安全、高效、清洁的方式发电，运行稳定、可靠，为应对全球气候变化问题提供了现实的选择。

以华龙一号为例，华龙一号示范工程全面建成，两台机组年发电能力近200亿千瓦时，相当于每年减少标准煤消耗624万吨、减少二氧化碳排放1632万吨，相当于植树造林1.4亿棵，经济社会和环保效应显著，对优化我国能源结构、推动绿色低碳发展、助力实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。

对此，中国科学院院士陈和生指出，核能的综合利用对碳达峰、碳中和具有十分重要的战略意义，是国家实现可持续发展能源战略的关键领域，需要制定科学规划，加大投入，努力推动相关领域的科学研发和产业化。一方面，继续大力发展战略性新兴产业，不断提高安全性，减少排放；另一方面，利用核能进行供热。随着技术发展，特别是第四代核能系统技术的逐渐成熟，核能供热、海水淡化等将在能源和水安全的可持续发展方面发挥更大作用。

在“双碳”目标大背景下，核电已成为能源转型重要选项，各级政府也加大了对核能的关注和投入。在广东、福建、海南、江苏、浙江、山东等省份今年的《政府工作报告》中，核电均被列为2022年工作重点，我国核能发展将迎来更大的发展空间。

## 十一、其它

### 在德阳建设清洁能源装备制造基地

——全国人大代表、东方电气集团东方电机有限公司水轮机装配高级主任操作师崔兴国

中国电力报科技装备 2022.3.10

“四川德阳作为中国最大的能源装备制造基地对服务成渝地区建设世界级先进装备制造产业集群，促进能源绿色低碳转型具有举足轻重的作用。”今年全国两会，全国人大代表、东方电气集团东方电机有限公司水轮机装配高级主任操作师崔兴国建议在德阳建设清洁能源装备制造基地，加大对清洁能源装备制造的财政投入和研发投入的退税力度，让企业有更多的资金加大研发、更新设备、提升职工技能水平，努力占领世界制高点、掌控技术话语权。

**中国电力报：**今年全国两会，您建议在四川德阳建设清洁能源装备制造基地是基于怎样的考虑？

**崔兴国：**能源装备是装备制造业的核心部分，对于优化能源结构、实现“双碳”目标具有重要意义。德阳作为中国重大技术装备制造业基地，始终把清洁能源装备作为重要产业，矢志不移推动能源产业转型升级和结构调整，成德高端能源装备产业集群于今年入选全国先进制造业集群，形成了坚实的清洁能源产业基础。

希望相关部门在充分调研德阳制造能力的基础上，解决好四个方面的问题。一是聚焦创新引领发力，积极争创一批战略科技创新平台，突破一批卡脖子关键核心技术，建设世界清洁能源装备创新高地；二是聚焦智能制造发力，建设一批智能生产线、智能车间、智能工厂，推动清洁能源装备制造企业智能化改造和数字化转型；三是聚焦产业基础发力，突破一批关键基础材料、核心基础零部件工程化产业化瓶颈；四是聚焦制造服务发力，培育一批“研发+制造+运营”的集成解决方案提供商，推动生产型制造向服务型制造转变。

**中国电力报：**我国水电装备制造行业登顶世界“水电之巅”经历了哪些发展阶段？还有哪些不足之处？

**崔兴国：**我国水电装备行业发展经历了跟跑、并跑再到领跑的三级跳。打造了三峡、溪

洛渡、白鹤滩一个又一个大国重器。全球单机容量最大功率白鹤滩百万千瓦水轮发电机组，实现了我国高端装备制造的重大突破。已系统构建起了高水平的抽蓄机组研制和调试技术体系，研制水平整体上达到世界领先水平。

目前，国内发电设备制造企业与国外知名的水电设备制造公司还存在一些差距，主要体现在大型冲击式水轮机转轮的制造、维修技术，多极抽水蓄能水轮机的开发、柔性加工系统在水轮机转轮制造中的应用，先进高效的切削刀具等。希望国家进一步加大科研支持力度，在政策与资金上给予扶持，可在科研环境、资金激励、股权激励、金融等多方面建立健全扶持制度，全面加快自主创新的步伐。

**中国电力报：**您认为水电装备制造企业数字化转型的难点在哪？

**崔兴国：**绿色低碳转型、数字化转型是“十四五”两个重要的发展方向。如何走好数字化转型之路是摆在面前的巨大难题。主要应该做好以下几个方面工作：

首先要坚定信念、同心协力。应坚持技术创新，实事求是地制定适合自身发展的数字化转型之路。其次要广纳贤才、尊重人才、用好人才。数字化转型不仅是工业技术、信息技术、管理技术、数据技术等的融合，更要从设计、制造、安装、服务全过程转变。所以，广纳贤才只是第一步，尊重人才、用好人才才是真正的关键。最后，在转型的过程中应加强核心技术的创新和积累。数字化转型不能仅仅依靠企业自身的力量，需要和外部的企业合作，协同发展。

## 煤电保供转型齐头并进

中国能源报 2022.3.14

“实现‘双碳’离不开煤电长效互保机制”“壮大能源绿色低碳技术及关联产业”“优化煤电营商环境对维护国家能源安全具有重要意义”“加快建设全国统一电力市场，助力能源绿色低碳转型”……在“稳中求进”发展基调下，电力行业代表委员直面煤电转型难题，就煤炭煤电长效互动、煤电清洁低碳改造、煤电如何适应电力市场等问题建言献策。

2021年下半年以来，由于电煤价格持续大幅上涨，煤电企业出现大规模亏损，全行业经营发展面临困难。严峻的保供任务也让能源行业清晰认识到，“十四五”及更长一段时期内，煤电仍将在电力兜底保供方面发挥关键作用。

### 煤电发电量占比仍达六成

今年政府工作报告明确提出坚持“稳中求进”的工作总基调，呼应2021年中央经济工作会议对今年经济工作“稳字当头、稳中求进”的总体要求。电力行业代表委员的提案议案，由此指向能源电力保供话题。

全国政协委员，中国大唐党组书记、董事长邹磊指出，能源安全不仅是一个国内保障供应的经济问题，也是关乎国际能源供求和可持续发展的战略问题。“基于降碳目标，端牢端好电力这一‘能源饭碗’，给电力行业带来前所未有的机遇和挑战，也赋予了电力行业在立

足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局中更加清晰的时代定位。”

作为保障电力安全和能源安全的“压舱石”，煤电发电量目前占我国总发电量的比重高达60%。

全国政协委员，中国华能党组书记、董事长舒印彪认为，当前煤电行业落实“双碳”目标，还面临着煤电上下游矛盾、煤电调峰和辅助服务定价机制等方面的问题，需统筹考虑，通过科学有序的改革，逐步加以研究解决。“为更好发挥煤电兜底保供作用，应加快建立煤炭电力长效互保机制。可建立以5年或10年为周期的煤电长协机制，确保煤炭、电力行业均有合理稳定的利润水平。”

全国政协委员、中国矿业大学（北京）原副校长姜耀东建议，建立上下游产业合作共赢长效机制，鼓励煤炭和发电企业通过资本融合、相互参股、换股、兼并重组等多种形式发展煤电联营。

### 清洁转型离不开科技支撑

近年来，我国煤电清洁高效发电技术迅猛发展，超超临界发电技术已达到世界先进水平，但煤电二氧化碳排放仍占能源行业排放总量的40%以上。煤电如何从高碳走向低碳、零碳？业内人士认为，关键要在科技自立自强中赢得发展主动权。

国务院去年10月印发的《2030年前碳达峰行动方案》明确提出，严格控制新增煤电项目，新建机组煤耗标准达到国际先进水平，有序淘汰煤电落后产能，加快现役机组节能升级和灵活性改造，积极推进供热改造，推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。国家发改委、国家能源局去年11月印发《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》，提出全国各地在推进煤电机组改造升级工作过程中，需统筹考虑煤电节能降耗改造、供热改造和灵活性改造，实现“三改”联动。

“建议国家加强煤电清洁低碳技术研发。”舒印彪指出，积极发展电热汽水联供技术，提高生物质掺烧、劣质煤发电、垃圾和污泥耦合发电技术水平；加快推进多污染物一体化近零排放等技术创新与工程应用，持续推动煤电向低碳、零碳乃至负碳转变。

全国人大代表，特变电工股份有限公司党委书记、董事长张新表示，“双碳”目标带动新型电力装备发展，传统电力装备亟需升级。“清洁能源建设需求大幅提升，传统电力装备及再电气化设备等亟需向智能化、绿色化、低碳化升级，以满足新型电力系统建设的需求。”

全国人大代表、山东淄博原山林场发展战略委员会主任孙建博呼吁，深化“双碳时代”下煤电与新能源互补发展，加大对燃煤机组低碳改造的支持力度，支持燃煤机组与新能源发电耦合发展。

### 借力电力市场保障合理收益

若煤电经营状况得不到明显改善，那么企业的降碳技术研发就将心有余而力不足。相关测算显示，煤电二氧化碳捕集利用与封存全流程成本约400元/吨—500元/吨，生物质能源

与碳捕获和储存成本达950元/吨。煤电安装二氧化碳捕集装置后，发电成本将提高0.26元/千瓦时—0.4元/千瓦时，大大超出企业承受范围。

业内人士指出，在清洁转型的趋势下，煤电只有通过“能涨能跌”的电力市场，才能保障其合理收益，并由电量型电源逐步、稳步向调节性电源转变。

舒印彪建议，加速形成合理的电价机制，尽快出台容量电价办法，加快辅助服务市场建设，完善容量成本回收机制，实现各能源品种之间利润的公平分配。“另外，在国家层面加快研究煤电机组延寿政策，出台机组寿命评价和延寿运行管理办法，推动低排放、高效率煤电机组到期继续发挥存量价值。”

代表委员同时建议，应建立充分调动灵活调节资源的市场机制。舒印彪认为，有必要将快速爬坡、备用等纳入辅助服务市场，促进煤电由电量收益向电力调节收益转变。积极推进用户侧参与现货市场，激发用户参与系统调节和保障供需平衡的潜力。另外，应完善需求侧响应价格机制，调动需求侧可调节负荷积极性。

## 石油化工行业发展新能源大有可为

中国能源报 2022.3.14

### 核心阅读：

传统的石油化工行业不仅能生产绿色能源，也可消纳绿色能源，具备发展新能源的条件。目前，不少石油化工企业已开始在此领域实践。但因成本、规模等因素限制，石油化工企业发展新能源动力不足，需要更多支持政策。

今年两会期间，全国政协委员、中国石化北京化工研究院首席专家张明森围绕“发挥传统能源化工企业在新能源发展和‘双碳’中的作用”提出了建议。他指出，传统能源化工企业具备很好的生产绿色能源的基础，同时又可大量接纳绿电、绿氢、地热等绿色能源，应研究制定相应政策，支持相关企业在低碳能源生产和消纳中发挥应有的重要作用。

多位业内人士对记者表示，传统石油化工行业与新能源产业有着天然的结合点，若能充分挖掘利用，未来对于传统能源企业转型乃至助力碳达峰碳中和目标的实现，均具有重要意义。

### 与新能源有天然结合点

张明森表示，传统能源化工企业由于体量大、发展历史长、中间变化过程多等特点，往往积累了相当体量的可利用土地、建筑屋顶、废旧厂房、废旧装置等资源，为绿色能源的生产提供了很好的基础。张明森指出，以中国石化为例，其旗下适宜于建设新能源项目的低效利用土地、各种建筑屋顶、废旧装置顶面等面积多达10万亩以上。此外，一些装置、油田和企业，比如塔里木油田等，位于偏远甚至沙漠地区，周边可用的沙漠或荒原面积丰富。

具备优良的生产绿色能源基础的同时，传统石油化工企业也能大量消纳绿色能源。

“传统的石油化工企业从勘探开发到工程技术服务再到炼油化工，这些过程中都要消耗

大量电力。比如油田和炼厂这些地方的自备电厂，一般都是用化石能源发电，若能与光伏或风电结合，接入绿电，能大大降低碳排放。”中国石油大学（北京）经济管理学院教授孙仁金表示。

下游炼油化工领域同样与绿色能源有很好的结合点。“一是炼油化工生产过程中需要一种比较关键的原料——氢气，可以通过发展新能源产业为化工生产过程提供绿氢，这样就可以降低在原料端对化石能源的消耗和二氧化碳排放；二是炼油化工生产过程中还会消耗大量能源，用以提供动力和热源。如果能够大规模发展新能源产业，就可以置换出这部分化石能源，让炼油化工在生产过程中尽可能使用可再生能源产生的热和电。”石油和化学工业规划院院长助理王钰说。

### 践行者众多

事实上，一些传统石油化工企业已开始探索利用自身优势，布局新能源产业。

去年底，中国石油首个集中式光伏电站——玉门油田 200 兆瓦光伏示范项目正式并网发电，树立了中国石油老油田清洁转型的示范标杆。

据了解，玉门油田利用酒泉地区丰富的风光资源，优化风光电开发布局，打造中国石油西部新能源示范基地。2020 年 11 月，该油田第一座太阳能综合利用试点示范项目——老君庙采油厂太阳能综合利用试点示范项目建成投运。该项目总装机容量为 887 千瓦，年发电总量达 155 万千瓦时，可减少碳排放 1545 吨，节约标煤 626.2 吨。这是玉门油田向新能源业务发展迈出的第一步，为后期光伏项目建设积累了宝贵经验。

去年 5 月，由中国石化西北油田自主研发的首座移动式光伏发电站正式投运。该站年发电量可达 11.68 万千瓦时，年碳减排量预计 90.7 吨。西北油田前线地处塔克拉玛干沙漠，太阳能资源丰富，且地域辽阔，光伏发电具有得天独厚的优势。

另外，目前传统的加油站行业也正在运用光伏电站提升自身效率，中国石油、中国石化等大型石油公司都已经参与其中。例如，于 2020 年 8 月投产的中国石化海口龙桥高级旅游服务区加油站光伏项目，利用加油站闲置屋顶资源生产绿色电力，在加油站罩棚与配电室屋顶安装了 257.92 千瓦的光伏电站，不仅能全部满足加油站的用电需求，多余电量还能供给服务区其他业态。一年可节约标准煤 222.84 吨，减排二氧化碳 579.38 吨。

“目前一些传统石油化工企业都在进行相关布局，但规模并不大，不过可为今后大规模应用提供经验和参考。”孙仁金表示。

### 规模化发展需政策支持

多位专家指出，与新能源结合是传统石油化工行业绿色转型的必由路径，但目前看来，由于诸多条件限制，需要多方面支持。

“传统石油化工企业现在都在布局新能源，但往往因为成本、规模等限制，企业自身的动力并不足。”孙仁金说。

“从技术层面和实施环节来看，传统石油化工行业与新能源结合的难度不大，现在主要

面临经济性问题。”王钰坦言，“比如，用可再生能源发电制出来的氢，价格可能是用化石能源制出来的3—5倍，用作化工原料太贵了，需要克服成本高的问题。目前仅可以小规模地试点、探索，但长远看肯定是传统石油化工行业绿色发展的大方向。”

张明森建议，有关部门要高度重视这些传统大型能源化工企业在降碳减排中的作用，主动与企业对接，了解企业在“双碳”发展中的计划、规划，以及在发展过程中遇到的各种困难瓶颈，研究制定相应的政策，支持这些企业实现低碳能源生产和消纳，发挥应有的重要作用。

“建议相关部门制定和完善相关政策，将相关能源化工类企业利用自有工矿区、闲置场地、建筑屋顶等建设光伏发电项目纳入‘整县屋顶分布式光伏’的政策范畴，同等程度推进实施，并享受同等优惠政策。对于企业利用附近沙漠、荒原、山地等发展的风电、光伏等绿色能源项目，在投资、税收、自建电网等方面给予一揽子政策支持。”张明森指出。

## 3% ~9% 煤矿瓦斯直燃技术补齐甲烷全浓度利用短板

中国科学报 2022.3.14

本报讯（记者李惠钰）“加强煤炭行业‘双碳’技术研究，推动甲烷全浓度利用。”在国家“双碳”目标背景下，两会期间，全国人大代表、安徽理工大学校长袁亮院士提出这样的建议，被媒体广泛关注与报道。袁亮建议聚焦煤炭行业的“双碳”工作推进，从政策引导、加强技术研究、推动甲烷全浓度利用三个角度提供了解决思路。他多次提到，必须重视甲烷的利用，补齐甲烷全浓度利用短板，减少资源能源浪费。

甲烷浓度3% ~9% 煤矿瓦斯直燃技术的成功与工业化应用案例，填补了该技术领域的国际空白，补齐了甲烷全浓度利用的技术短板。

据了解，我国每年随煤矿开采的抽排瓦斯利用率仅为41.5%，造成资源的极大浪费，导致了严重的温室效应。针对煤矿瓦斯综合利用率低的现状，北京君发与安徽理工大学合作，由袁亮挂帅，共同组建了跨学科多专业的专家学者研究团队，通过不懈的实验研究，建立了低浓度瓦斯安全稳定燃烧的理论体系，科学地解决了低浓度瓦斯遇到明火就会发生爆炸的世界性难题，成功研发出“浓度3% ~9% 煤矿瓦斯安全稳定燃烧技术”，同时在技术的工业化应用方面取得了重大进展，将瓦斯资源利用率提升约36%，并申请发明专利及多项实用新型专利。

2020年8月，在中国煤炭工业协会组织下，由中国工程院蔡美峰院士任主任委员的十一位业内专家组成专家委员会，对该技术进行了鉴定。鉴定委员会一致认为，该研究成果达到国际领先水平，同意通过鉴定，并建议加大成果推广应用力度。同年，该技术申报了安徽省科技成果。第一套利用该技术的低浓度瓦斯供热工业化装置于2018年10月在山西省长治市七一煤矿瓦斯发电站建成并投用，在2019年12月被山西省列为山西省瓦斯综合利用试点示范项目。

“该技术的推广与应用，必将推动山西乃至全国能源革命。”袁亮对这项技术寄予厚望，“我们的研究目标是，实现瓦斯利用浓度全覆盖，煤矿瓦斯零排放，打造零碳矿井。”

2021年12月，国家能源局公布了《2021年度能源领域首台（套）重大技术装备项目名单》，山西君柳低浓度瓦斯直燃发电厂的“煤矿低浓度瓦斯安全稳定燃烧装置”入围，这套装备是全球第一套可利用浓度3%~9%的煤矿瓦斯直燃带动蒸汽轮机发电的技术装备。

山西君柳低浓度瓦斯直燃发电厂于2021年12月25日并网发电，装机容量3兆瓦。它利用山西吕梁寨崖底煤矿瓦斯泵站抽采出的5%~8%低浓度瓦斯，通过安全输送系统，进入热能岛安全稳定燃烧产生高温烟气，再经过余热锅炉产生中温中压蒸汽推动汽轮发电机组发电。该装置年可发电量2160万度，折合节约标准煤5698吨，年销毁甲烷1200万立方米，折合减排二氧化碳19.22万吨，热能岛尾部排放烟气氮氧化物小于20毫克。

项目顺利并网发电，北京君发科技集团董事长杨君廷表示，“我们的研究从理论层面做出了创新突破，这套装置可以对这个浓度段的瓦斯进行直接安全稳定燃烧应用，并且比以往的技术设备具有对气源条件的适应范围宽、瓦斯资源利用率高、综合热效率高、年运行时间长、尾部烟气氮氧化物少、工程造价和运行成本低等优势。”

他还给记者算了一笔效益账。“我国每年在采煤的同时排放的纯瓦斯近370亿立方，其中，浓度≥3%的煤矿瓦斯约占53%，这部分瓦斯如果得到充分的利用，采用热电联供模式：冬季供热，其余季节发电，按照供热量折合天燃气价值计算，年可节省天燃气成本约312亿元；年发电量270亿kw·h，产值121亿元，合计每年创造经济价值433亿元。按照联合国大气污染排放标准（CH<sub>4</sub>的温室气体效应是CO<sub>2</sub>的21~28倍）折算，每年可以减少温室气体排放约3.3亿吨（折合CO<sub>2</sub>量）。随着不远的将来甲烷减排纳入碳交易市场，这一项的收入也将计入经济效益当中。”

## 煤炭清洁高效利用是根本出路

经济日报 2022.3.24

煤炭的未来必须走出一条清洁高效利用的新路。实现低碳化利用需要变革性技术创新。要依靠科技进步，着力推进煤炭安全、高效、绿色、智能化开采，清洁、高效、低碳、集约化利用。在控制煤炭退出节奏的同时，提升煤炭清洁高效利用水平，有助于保持国民经济高质量发展。

近段时间，在石油、天然气供应危机倒逼下，不少西方国家重新向煤炭“求援”。德国宣布，让燃煤电厂处于待命状态。意大利宣称，可以重新开放7家燃煤电厂。法国和西班牙也因能源涨价出台了类似政策。实际上，2021年整个欧洲的煤电发电量都处于增长之中，逆转了长期下降趋势。作为曾经去煤化的“急先锋”，欧洲主要国家重启煤电，意义深远。

中央经济工作会议提出，要立足以煤为主的基本国情，抓好煤炭清洁高效利用，推动煤炭和新能源优化组合。在3月22日召开的煤炭清洁高效利用工作专题座谈会上，中共中央

政治局常委、国务院副总理韩正再次强调，要坚持从国情实际出发推进煤炭清洁高效利用，切实发挥煤炭的兜底保障作用，确保国家能源电力安全保供。要加强统筹谋划，聚焦重点领域，整合各方面资源，形成推进煤炭清洁高效利用的合力。中国作为世界上最大的能源消费国，要有力保障能源安全，推动经济社会可持续发展，同样必须高质量做好煤炭这篇大文章。

我国能源禀赋具有“富煤贫油少气”的特点，已探明煤炭储量占我国化石能源的90%以上，占世界煤炭储量的33.8%。同时，我国煤炭产量连续多年位居世界第一，煤炭在一次能源结构中仍处主导地位。考虑到煤炭生产消费数量大、比重高，大规模替代不容易。因此，在相当长一段时间内，如何利用好煤炭这一稳定、经济且自主保障程度较高的能源，对我国能源转型、经济发展具有重要意义。

站在向着全面建成社会主义现代化强国的第二个百年奋斗目标迈进的重大历史关头，用好煤炭至少能发挥三大效用：其一，助力实现“双碳”目标，保持经济高质量可持续增长。目前，我国处于工业化、城镇化快速发展阶段，能源需求仍将保持增长。从目前的技术路线、资源禀赋、成本收益等方面综合来看，清洁能源尚无法在短时间内满足较高的电力消费增长。大幅压减煤炭消费虽能快速减碳，但对能源供需关系和经济发展影响较大。在控制煤炭退出节奏的同时，提升煤炭清洁高效利用水平，有助于保持国民经济高质量发展。

其二，为能源安全兜底。我国能源安全突出表现为油气安全，石油、天然气对外依存度分别高达70%、40%以上。受国际局势影响，2021年国际能源供应反复收紧、能源价格大幅波动，让我们深刻感受到，保障国家能源安全刻不容缓。煤炭既是燃料也是工业原料，在今后较长时期内，煤炭仍是我国自主可控、具备储量优势的一次能源，也是我国确保能源安全稳定供应和国际能源市场话语权的根基，作为兜底保障能源的作用不可替代。

其三，保障新能源大规模发展。煤炭和新能源既是替代关系，也是辅助关系，关键看如何推动二者优化组合。新能源发电需要“看天吃饭”，大规模并网存在一定难度。未来，风电、光伏大规模入网消纳和电网稳定运行都离不开煤电的调峰匹配。

煤炭的主体地位短期内无法动摇，但并不能高枕无忧，煤炭的未来必须走出一条清洁高效利用的新路。煤炭本质上是高碳能源，实现低碳化利用需要变革性技术创新。要依靠科技进步，着力推进煤炭安全、高效、绿色、智能化开采，清洁、高效、低碳、集约化利用。

从利用环节来看，减少排放的一种方式是提高电厂效率，即用较少的燃料产生同样多的电力。应推动煤电机组节能提效升级和清洁化利用、开展煤电机组供热改造，以及加快实施煤电机组灵活性制造和改造。未来，CCUS（碳捕集、利用和封存）技术的突破，能够从根本上解决煤电的排放问题，帮助煤电摆脱碳排放目标的约束。

同时，对于冶金焦化、水泥建材和散煤燃烧等高耗煤领域，也应加大政策支持力度。鼓励开展煤炭清洁高效利用基础理论与关键技术攻关，推动煤炭清洁高效利用示范工程建设，促进煤炭消费转型升级。

推动煤炭向原料利用转变也是一大思路。中央经济工作会议明确，原料用能不纳入能源消费总量控制。近10多年来，随着煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇等现代煤化工技术快速发展，煤炭作为工业原料属性越来越突出。将煤炭转化为工业原料，一般只有20%的二氧化碳排放到空气中。因此，要在水资源有保障、生态环境可承受的地区，开展煤制油、煤制天然气、低阶煤分质利用、煤制化学品等通用技术装备升级示范，支持在主要产煤地区建设大型煤化工产业园区，加强先进技术攻关和产业化，充分发挥煤炭的原料功能，进一步拓宽煤炭利用方向、途径和范围。

## 大力推进“煤电+”耦合发电

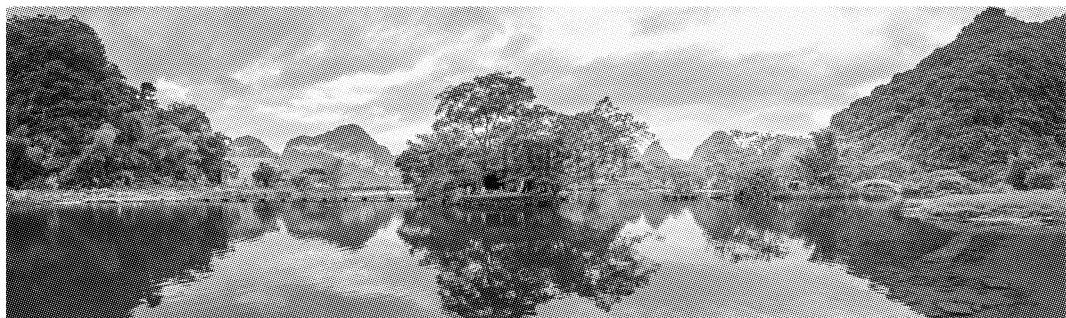
中国能源报 2022.3.7

**本报讯** 近日，国家能源局在其发布的《关于政协第十三届全国委员会第四次会议第1904号（经济发展类248号）提案答复的函》中表示，高度重视“煤电+”固废耦合发电的科技创新和产业链优化升级，会同科技部拟将燃煤耦合生物质（包括农林废弃物、市政污泥、生活垃圾）发电技术列入《“十四五”能源领域科技创新规划》，作为煤电绿色低碳转型的一个技术方向。同时，支持并积极鼓励各地结合自身发展实际，研究出台补贴等地方性支持政策，推动当地耦合发电行业加快发展。

国家能源局指出，“十四五”期间将牵头会同相关部委，组织相关企业、科研机构、高校和国家能源研发平台，积极推动上述规划落地。科技部将协同有关部门部署开展包括煤与生物质耦合发电、煤与光热耦合发电等技术在内的煤炭耦合发电技术研究。

国家能源局表示，下一步将在落实好现行政策基础上，积极会同有关单位健全完善相关制度、政策和措施，进一步推动后续工作。

此外，工业和信息化部也将继续推动工业生产系统协同处理城市废弃物，加大煤电、水泥等工业窑炉协同处置城市废弃物力度，推动煤电、水泥等行业窑炉协同处置城市固体废物先进适用技术装备研发和推广应用。（仝晓波）



## 行业动态

### 全球首列搭载二氧化碳空调地铁列车正线运营

中国科学报 2022.3.2

本报讯（记者陈彬）近日，中车齐车集团石家庄公司旗下国祥公司自主研制的二氧化碳空调在石家庄地铁3号线列车装载正线运行。这也是全球正线运营的首列搭载二氧化碳空调地铁列车。

据介绍，国祥公司于2016年开展二氧化碳跨临界循环制冷技术研究，并在空调自主研制方面取得技术突破，针对轨道车辆运动过程的振动环境、跨临界二氧化碳制冷系统中的超高运行压力，以及车辆运行过程中变工况等特点，采用新型密封材料和工艺降低二氧化碳制冷剂泄漏量，保证了空调的安全可靠运行。

目前，该公司通过技术调研与方案论证，已经完成了轨道车辆跨临界二氧化碳空调系统集成技术研究、空调结构设计、样机生产地面试验验证、超高压变工况密封技术、关键部件可靠性研制及系统开发等，并进行了空调样机装车应用。两台空调机组正线运行后，通过服务人员分析运行数据、跟车观测空调机组运行状态等，至今运行平稳，未发现任何异常故障。

### 新建年处理5万吨废盐渣资源化利用处置工程项目

中国环境报 2022.3.9

绍兴越信环保科技有限公司（以下简称“越信环保”）是德创环保（股票代码：603177）的全资子公司，坐落于浙江省绍兴滨海新区，占地100亩。

越信环保固废综合技术中心占地面积近一千平方米，设有有机分析室、无机分析室、中央实验室、研发实验室等功能科室，配备检测、试验仪器逾40台，拥有专业人员逾20名，具备从事固体废弃物、废水、大气、土壤及环境监测等领域检测分析和研发能力。

公司拥有浙江省工业废盐资源化危废处置牌照（3306000291），并出任浙江省固废利用处置与土壤修复行业协会副会长单位。公司致力于危废资源化处置和无害化协同处置工艺的研发建设，通过不断开拓创新和稳固的产业布局，将越信环保打造为危废资源化处置和协同处理的综合服务者。

#### ■项目概况

越信环保新建年处理5万吨废盐渣资源化利用处置工程项目是浙江省绍兴市打造“无废城市”建设的重点工程之一。项目总投资5亿元，位于浙江省绍兴市滨海新区百川路与海天路交叉口厂房，面积约4.8万平方米，购置了两套热处理系统，项目建成后，形成年处置废盐渣5万吨的生产能力，通过除去废盐中有害杂质的成分后重结晶，实现废盐的资源化循环利用。

#### ■技术特点

废盐资源化工艺路线中，原废盐物料经热解去除有机物类污染物后作为本工艺进料，主要工艺路线为：溶解—絮凝沉淀—SMF 浸没式超滤—低温催化氧化—特种纳滤—MVR 蒸发结晶—母液 MED 三效蒸发结晶。污泥经缓冲罐后进入板框压滤机，产生的泥饼和杂盐委托具有相关资质的第三方单位处理。

本工艺适用于高含盐量混盐溶液或固体混盐，以往常规工艺多为结晶蒸发后作为固体废物处理，形成大量的固废及相对较低浓度的含盐废水（蒸发冷凝液）。本工艺通过对技术路线的优化、新型设备的引入，解决了结晶盐固废的大量排放问题（通过特种纳滤进行盐分离，制得相对单一品种工业级结晶盐）。蒸发系统冷凝水回用配制溶液，解决了传统工艺中，相对较低浓度含盐冷凝水还需进行膜系统分离后才能回用的问题。

### ■工程创新

设置内热式二段结构热解炉有效去除废盐物料中的有机物类污染物；高含盐量溶液经一体化处理装置除去非目标杂质，经特种纳滤设备进行目标盐的分离，实现混盐单品化，减少含盐废水排放量，实现节水减排、废物资源化；蒸发系统冷凝水回流至前段工艺作为固态废盐溶解用水，避免了含盐废水的排放对厂区杂用冲洗水、事故应急排放等进行综合收集、高压喷雾，以雾化喷射的方式进入回转窑内，避免了废水排放，并起到调温作用。

### ■效益分析

本项目收入主要包括固废处理费用及处理后成品盐销售收入。按照市场调研结合当地实际情况，达产后公司每年可处理 5 万吨危废，并生产 4 万吨工业盐。

## 助力 2050 年实现净零排放

### 英国拟建空间太阳能电站

参考消息 2022.3.23

【据澳大利亚“对话”网站 3 月 17 日文章】题：太空中的太阳能发电站？它将如何运作，又能带来哪些好处？

据报道，英国政府正在考虑建设空间太阳能电站的计划，该计划将耗资 160 亿英镑（约合 210 亿美元）。

空间太阳能电站是英国政府“净零创新组合”项目将投资的技术之一。与其他技术一样，它被视为可以帮助英国到 2050 年实现净零排放的潜在解决方案。

但是，空间太阳能电站将如何运转？这项技术又有哪些优势和弊端？

空间太阳能发电需要在太空收集太阳能并将其传送到地球上。尽管这一设想本身并不新鲜，但最近的技术进步使这一前景更有可能实现。

空间太阳能发电系统需要一个太阳能卫星，即一台装有太阳能电池板的巨型航天器。这些电池板可以发电，然后通过高频无线电波将能量无线传输到地球。一种名为硅整流二极管天线的地面天线将把无线电波转换成电力，再将其传送至电网。

轨道上的空间太阳能电站一天 24 小时都可以接收太阳光，因此可以持续发电。这比地球上的太阳能发电系统更具优势，后者只能在白天发电，并且受天气影响。

全球能源需求预计到 2050 年将增长近 50%，因此，空间太阳能发电可能是帮助满足全球能源部门日益增长的需求和应对全球气温上升的关键。

空间太阳能电站基于模块化设计，大量太阳能组件要在轨道上由机器人来组装。把所有这些组件运入太空难度大、成本高，而且对环境有害。

首先需要解决的一个问题是太阳能电池板的重量。但这一问题已经通过开发超轻太阳能电池得到了解决。

空间太阳能发电被认为具有技术可行性，主要是因为一些关键技术取得了进展，包括轻型太阳能电池、无线能量传输和太空机器人技术。

重要的是，仅组装一个空间太阳能电站就需要进行多次太空发射。飞船目前无法重复使用，不过，像美国太空探索技术公司这样的公司正在努力改变这种状况。如果发射系统可以重复使用，那将大大降低空间发电成本。

即使我们成功建造了一个空间太阳能电站，其运行也面临若干实际挑战，例如太空碎片可能会破坏太阳能电池板。

另一个问题是无线能量传输效率。从太阳能卫星向地面传输能量难度很大。依据目前的技术，只有一小部分收集到的太阳能可以到达地球。

弗雷泽 - 纳什咨询公司最近的一份报告认为，在英国投资 100 多亿英镑建设空间太阳能电站是一个可行的概念。该项目预计将从小规模试验开始，2040 年建成并投入使用。

这颗太阳能卫星的直径将达到 1.7 公里，重约 2000 吨。地面天线的占地面积约为 87 平方公里。考虑到英国的土地可用情况，它更有可能被设置在海外。

这颗卫星的发电能力将达到 2 吉瓦。虽然这已算是不小的容量，但对英国的总发电能力（76 吉瓦）贡献并不大。

空间太阳能发电能否帮助我们在 2050 年前实现净零排放还有待观察。其他技术，比如多元化灵活储能、氢的使用和可再生能源系统的发展，更容易被接受和应用。

尽管存在上述挑战，空间太阳能发电仍有可能带来激动人心的研发机会。未来，这项技术有可能在全球能源供应中发挥重要作用。

## 中国能建主编塔式太阳能热发电标准发布

中国能源报 2022.3.26

本报讯（通讯员李鸿飞）报道 近日，从国家标准委获悉，由中国能建工程研究院主编的两项国家标准《塔式太阳能热发电站吸热器技术要求》（GB/T 41303 - 2022）和《塔式太阳能热发电站吸热器检测方法》（GB/T 41307 - 2022）正式发布，将于 10 月 1 日起开始实施。

该两项标准是中国能建工程研究院牵头的国家重点研发计划“太阳能光热发电及热利用关键技术标准研究”的关键任务之一，标准基于塔式太阳能热发电站吸热器的发展现状和趋势，本着长期安全可靠运行的原则，规定了塔式太阳能热发电站吸热器应满足的技术要求和相应的检测方法。

编制组由中国能建工程研究院牵头，汇聚了行业优势机构和知名专家，历时3年，系统性地提出了结构参数、功能性能等关键技术指标，以及配套的出厂检测和现场试验方法。

该两项国家标准的发布，填补了国内外塔式太阳能热发电站吸热器技术标准的空白，达到国际领先水平，有效引导了吸热器技术的规范化和标准化，对促进太阳能热发电行业发展具有重要意义，为国家“双碳”目标的实现贡献能建智慧。

## 上海电气首个海外大型储能项目启动

中国电力报科技装备 2022.3.31

本报讯（通讯员许婷）报道3月28日，上海电气国轩新能源科技有限公司与美国上市公司太平洋绿色技术公司就英国REP1&2储能项目举办线上签约仪式，宣告项目正式启动。

英国REP1&2储能项目位于英国肯特郡里奇伯勒能源园区，分为两个站点，总容量为100兆瓦/100兆瓦时，电气国轩作为储能集成商为该项目提供全套储能系统解决方案。目前，双方团队已经启动设计工作，预计今年第三季度完成首批供货。自电气国轩与太平洋绿色技术公司于2021年1月签订《电池储能系统战略制造框架谅解备忘录》以来，双方团队就英国市场多个储能项目进行了配合跟踪，共同探讨具有竞争力的合作方案和模式。

该项目作为上海电气电站集团首个海外大型储能项目，同时也是太平洋绿色技术公司首个自主开发储能项目，对于双方均具有重要里程碑意义。双方相关负责人在签约仪式上表达了对该项目的高度重视，决心投入最优资源，努力克服新冠肺炎疫情所带来的困难挑战，确保项目能够顺利按时完成。

## 大型潮流能发电机组“奋进”号在浙江下水

中国自然资源报 2022.3.2

本报讯（记者郭媛媛通讯员张佳楠）近日，大容量潮流能发电机组“奋进”号在浙江省舟山市秀山岛海域成功下水。该机组是潮流能第四代单机兆瓦级机组，总重325吨，额定功率1.6兆瓦，设计年发电量200万度。经一个月的试运行，该机组输出的电量将并入国家电网，届时LHD林东大型潮流能发电站装机容量将达3.3兆瓦。

潮流能是重要的可再生能源，具有储量大、清洁无污染、发电装置占用陆地资源少等特点。目前，位于秀山岛的LHD林东大型潮流能发电站在连续并入电网运行时间、潮流能发电量等方面位于世界先进水平，已完成了3代机组并网发电，总装机容量1.7兆瓦，累计上网电量超167万度，连续并网运行超57个月。

据了解，由于清洁能源具有间歇性、不稳定性等特点，并网运行对常规电网安全运行的冲击与风险较大。为解决潮流能机组发电的并网消纳问题，舟山市建成了五端柔直示范工程项目，提高电力系统稳定性，增加新能源消纳能力，实现了清洁能源“应纳尽纳、应输尽输”的目标。同时，舟山市还开展了适应海岛大规模新能源并网等关键技术研究，构建全天候预测预警技术支撑服务系统等。

“奋进”号试运行期间，技术人员将实时采集潮流能汇流站、潮流能升压站、潮流能海上平台的相关数据，检查维护发电设备与供电网络，为“奋进”号投运并网提供技术保障，为我国新型电力系统建设提供新路径。

## 全球首套千吨级二氧化碳加氢制汽油示范装置开车成功

中国能源报 2022.3.14

本报讯 中国科学院大连化学物理研究所（下称“大连化物所”）日前发布消息称，由该所和珠海市福沺能源科技有限公司联合开发的全球首套 1000 吨/年二氧化碳加氢制汽油中试装置，近日在山东邹城工业园区开车成功，生产出符合国 VI 标准的清洁汽油产品。

近日，该技术在上海通过了由中国石油和化学工业联合会组织的科技成果评价。评价专家组专家一致认为，该技术成果属世界首创，整体技术处于国际领先水平，同意通过科技成果评价。

大连化物所研究员孙剑介绍，该技术可实现二氧化碳和氢的转化率达到 95%，汽油在所有含碳产物中的选择性优于 85%，显著降低了原料氢和二氧化碳的单耗，整体工艺能耗较低，生成的汽油产品环保清洁，经第三方检测，辛烷值超过 90，馏程和组成均符合国 VI 标准。

目前，该技术已形成具有自主知识产权的二氧化碳加氢制汽油生产成套技术，为后续万吨级工业装置的运行提供了有力支撑。（王明）

## 首个工业规模绿氢项目投产

中国能源报 2022.3.21

本报讯 据行业资讯网站 Recharge 报道，西班牙首个工业规模绿氢项目——马略卡岛绿氢项目近日投产。该项目由西班牙天然气运营商 Enagas 和可再生能源公司 Acciona Energia 合作打造，于 2020 年启动，预计投产后每年可生产 330 吨绿氢。

Acciona Energia 公司在一份声明中表示，马略卡岛绿氢项目每年可以减排二氧化碳 2.1 万吨，生产出的绿氢将广泛用于马略卡岛的燃料电池汽车、发电和供热，以及港口辅助用能等领域。此外，部分绿氢还将接入岛上的燃气管网，供岛上居民使用。

据了解，西班牙于 2020 年通过了国家氢能战略，计划到 2030 年绿氢项目装机规模达到 400 万千瓦。（仲蕊）

## 新疆哈密打造风电装备全产业链

经济日报 2022.3.20

本报乌鲁木齐讯（记者乔文汇）从风到风电，从风电到风电装备，新疆哈密持续将资源优势转化为产业优势，打造和完善风电装备全产业链。今年，当地在实现主要大部件本地化生产基础上，将重点引进风机轮毂等配套企业，补齐产业链短板。

目前，哈密市并网电力总装机达2274万千瓦，其中风电过半；风电产业加速扩容，又带动了风电装备制造业崛起。

哈密高新技术产业开发区是风电装备产业集聚区，已引进金风科技、中车能源、海装风电等一线企业入驻。高新区管委会主任蒋忠良介绍，哈密建成了新疆规模最大、产业链最全，集设计、生产到运营维护于一体的风电装备制造业基地。

目前，哈密已实现风机机组、塔筒、叶片、机舱罩、发电机等主要大部件本地化生产。蒋忠良表示，将着眼于补链、延链，大力引进小部件生产企业，构建全产业链条的同时，提高产业链韧性和整体竞争力。

随着风电装机规模的扩大，运营维护作用日益突出，蕴藏巨大商机，哈密风电装备产业链也由此进一步延伸。新疆金风科技股份有限公司瞄准这一市场，在哈密设立了新能源共享服务中心，为风电场安全可靠运行提供技术支撑。

同时，哈密风电装备产业链也不断提质增效。去年，哈密中车新能源电机有限公司完成首条3兆瓦风力发电机生产线改造，今年计划进一步提升大功率风力发电机产能。

## 法国将新建两座漂浮式海上风电场

中国科学报 2022.3.17

据新华社电 法国总理卡斯泰3月14日宣布，启动在地中海沿岸建设两座漂浮式海上风电场的招标程序。这两座风电场项目预计将于2023年定标，2030年前投入使用。

法国生态转型部14日发表新闻公报说，这两座海上风电场装机容量均为250兆瓦，各占约50平方公里的面积。两座风电场附近还将分别建设500兆瓦装机容量的扩建项目，扩展部分占地各约100平方公里。两座风电场及扩建项目的总发电量将可满足约290万居民用电。

公报说，这两座风电场位置分别确定在奥德省纳尔博纳区附近海域和罗讷河口省滨海福斯市附近海域，距离海岸线均超过22公里。法国政府正在进行相关环境评估，特别是罗讷河口省滨海福斯市附近海域风电场项目对海湾候鸟的影响，如果环评结果不通过，这个风电场将不得不改建到其他位置。

根据“法国2030”计划，法国将投入3亿欧元专项资金用于发展漂浮式海上风电行业。法国海上风电发展目标是，从2025年起每年新增部署容量2吉瓦，到2050年可用容量达到40吉瓦。（陈晨）

## 新疆首个“风光火储”清洁能源基地投建

中国能源报 2022.3.21

本报讯 3月17日，新疆首个将“风能、光伏、火电、储能”集于一身的多功能清洁能源基地——华电乌鲁木齐100万千瓦风光基地项目开工建设。

该项目总装机100万千瓦，总投资约65亿元，引入光伏治沙及“沙漠土壤化”生态恢复技术，系统保护和修复沙漠、戈壁、荒漠地区。据华电新疆发电有限公司副总经理常家星介绍，项目采用6兆瓦等级风机，是国内当前最大的陆上风力发电机。在光伏项目中采用“光伏+”方案，实现新能源与生态融合发展。按照国家发改委“三改联动”要求，项目通过对乌鲁木齐周边4个电厂、10台火电机组实施灵活性改造，增加调峰深度，为新能源发展腾出空间。项目建成后，每年将新增绿电25亿千瓦时，节约标准煤83万吨，减少二氧化碳排放量210万吨。（阿尔达克）

