

能 量 转 换

总 45 期
9/2021.9

剪 报 资 料

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. 我国建成世界最大清洁发电体系 5
2. 绿色电力交易试点正式启动 6
3. 新能源场站需具备一次调频能力 7
4. 天津“2+1”源网荷储交直流绿色微能源网启用 8
5. 国家电投清洁能源装机占比升至 58.69% 8
6. 四川探路本地特色新型电力系统 9
7. 能源央企全力服务西藏清洁能源发展 11
8. 国家发改委：围绕新型电力系统持续深化电价改革 12
9. 配电网率先迎来技术革命 13
10. 一带一路绿色电力合作大有作为 15
11. 新技术助力能源更清洁更低碳 17

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 科学家构筑“一锅法”高效制备生物燃油新路线 19
2. 用科技助我国稀土抛光材料迈向高端 20
3. 能耗降至传统工艺的 60% 新材料凭多孔结构“吸”出丙烯 22
4. 复旦大学研发可“穿”在身上的电池 23
5. 开发高性能钙钛矿量子点并应用于发光二极管 23
6. 国家发改委：23 亿元资金支持节能减碳项目 24
7. 工信部：适时开展钠离子电池标准制定 24
8. 燃料电池汽车示范应用落地 26
9. 动力电池开启无钴时代 28
10. 化氮为氨：多路创新降能耗 30
11. 中国能源企业低碳发展贡献力研究报告发布 32

12. 华东理工与上海石化共建氢能联合实验室	32
13. 磷酸铁锂电池市场占有率回升	33
三、碳达峰、碳中和	
1. 全面实施绿色低碳电网建设和评价	34
2. 碳中和技术与绿色金融协同创新实验室在京启动	34
3. 火电等五行业纳入碳监测评估试点	35
4. 清华大学成立碳中和研究院	36
5. 汽车碳排放标准体系建设提上日程	36
6. 让城市健康可持续发展——国合会 2021 年会综述	38
7. 以城市为主体的碳达峰碳中和可分三步走	40
8. 碳达峰碳中和是中国经济高质量发展的综合引擎	41
9. 北京积极谋划“近零”碳排放城市建设	42
10. 构建安全可信的“双碳”数据体系——“生态环境双碳云图”正式发布	44
11. 农业既是温室气体排放源又是巨大碳汇系统	46
12. 韶关：努力创建“双碳”先行示范区	48
13. 全球能源转型及零碳发展白皮书	49
14. 电力碳排放核算与监测体系亟待升级	50
15. 全球最大空气 CCS 项目投运引关注——二氧化碳捕捉设备正式投运	52
16. 以“碳交易”引领企业节能变革	54
17. “双碳”目标下化石能源的选择——专家谈页岩气开发利用	55
18. 坚持全国一盘棋 找出碳达峰碳中和的科技“最优解”	57
19. 大力推动绿色低碳发展	58
20. 中国有望在 2028 年前碳达峰	59
21. “两个构建”是能源领域碳中和的根本路径	62
22. 地质储碳有奇招 土壤固碳见奇效	64
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 打通有害垃圾收运处置管理全链条	66
2. 德媒报道：中国用生物塑料应对“白色污染”	67
3. 再生水厂变身“水滴花园” 环岛碧道暗藏“生物密码”	68
4. 拟推动 100 个“无废城市”建设	69
5. 危废处置：化危为“绿”	70
6. 另辟蹊径“净化”农药废盐	71
7. 创新推广超净能源工厂 助力生物质能产业发展	73
8. 去除微塑料 还看甲壳素	78
9. 我国实现二氧化碳到淀粉的从头合成	80
10. 为“白色巨人”拆解“终极材料”	81

11. 以废治废，赤泥 + 秸秆化身印染废水处理利器·····	83
12. 我国生物质能源化利用潜力约 4.6 亿吨标煤·····	84
13. 铅炭电池理应成为大规模储能的首选·····	86
14. 下一代储备池计算速度提高百万倍·····	87
15. 广州实现原生生活垃圾“零填埋”·····	88
16. 英国推广电动汽车出新招·····	91
17. 储能产业政策要做到连贯融合·····	93
18. 动力储电池梯次利用步伐加快·····	95
19. 二氧化碳反应堆制造“火星燃料”·····	97
20. 纯硅阳极打造高性能全固态电池·····	98
21. 新一代隔空充电技术可为 3 米外 4 台设备充电·····	99
22. 《车用动力电池回收利用 梯次利用》国家标准正式发布·····	99
23. 一探全国首批整村被动房怎样建成的·····	101
五、太阳能	
1. 新疆首个光热发电项目实现全容量满负荷运行·····	103
2. 美能源部报告展望 2035 年太阳能将供应美国 40% 电力·····	104
3. 构建高功率分布式光伏新生态·····	104
4. 首创“光伏导航”挖掘减碳潜力·····	106
5. 赋能城市节能降碳，分布式能源“风”正足·····	107
6. 国家能源局答复分布式光伏安装问题·····	107
六、地热	
1. 因地制宜建设地热高效利用示范区·····	108
2. 2025 年地热能发电装机比 2020 年翻一番·····	110
3. 河北力捧地热开发井下换热用意何在·····	111
七、海洋	
1. 埃及计划投建绿色能源海水淡化厂·····	115
2. 为“中国天眼”存储海量数据·····	115
3. 能源金属开发挺进深海·····	116
八、氢能	
1. 圆桌对话：氢能产业高质量发展路径探讨·····	118
2. 拥抱“氢”时代，各国奋勇争先·····	120
3. 氢能业务成增收新引擎·····	122
4. 俄研发出从固体废物中制氢新技术·····	124
5. 雄安新区将打造全球知名氢能高质量发展样板·····	124
6. 垃圾制氢 前景可期·····	125

九、风能

1. 国内最长风电叶片下线····· 127
2. 风电行业首套国产主控一体化系统投运····· 127
3. 亚洲最大兆瓦等级直驱风机在汕头下线——发电量较上一代产品提升 40% ····· 128
4. 中国连续三年引领全球海上风电增长····· 128
5. 全球单机容量最大陆上风机亮相德国风能展····· 130
6. 壳牌将在韩国开发大型浮式海上风电场····· 131
7. 国内风轮直径最大 10 兆瓦海上风机下线 ····· 131
8. 我国大兆瓦海上风机关键技术取得新突破····· 131

十、核能

1. 人造太阳，点亮人类能源梦想····· 133
2. 核电标准要做好“出海”准备 ····· 136
3. 世界首座四代核电华能石岛湾高温气冷堆成功临界····· 137
4. 如何破解核技术利用负外部性难题? ····· 138
5. 全球第四代核电技术“中国引领” ····· 139

十一、其他

1. 抽水蓄能中长期发展规划发布····· 141
2. 气荒笼罩欧洲····· 142
3. 未来十五年抽水蓄能这么干——国家能源局印发《抽水蓄能中长期发展规划（2021 - 2035 年）》····· 143
4. 非常规油气是未来增储上产的战略接替领域····· 145

行业动态

1. 全球最大“吸碳”机器在冰岛启动 ····· 147
2. 《2021 全球新能源企业 500 强分析报告》发布····· 147
3. 我国首个海上二氧化碳捕集与封存全流程工程启动····· 148
4. 国内首个现代能源火风光储制研一体化项目开工····· 148
5. 首座高水平放射性废液玻璃固化设施正式投运····· 148
6. 国际首套 100 兆瓦先进压缩空气储能项目吊装成功····· 149
7. 整县屋顶分布式光伏开发试点启动····· 149
8. 已建成海上风电机组 100% 并网 ····· 150
9. 集六项世界之最于一身 140 米级海上风电打桩船下水····· 151
10. 我国大陆在运核电机组达 51 台····· 152
11. 煤气化技术首次用于煤制天然气领域 ····· 153
12. 我国首个海上油田群岸电项目成功投产 ····· 153

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

我国建成世界最大清洁发电体系

非化石能源发电装机容量 10.3 亿千瓦

人民日报 2021.9.5

本报北京9月4日电（记者丁怡婷、寇江泽）“华龙一号”核电机组投入商运、乌东德水电站全部机组投产发电、白鹤滩水电站首批机组投产发电……今年以来，清洁能源重大项目建设不断传来捷报。日前国新办举行的新闻发布会上，生态环境部负责人表示，我国建成了世界最大的清洁发电体系。

截至7月底，全国非化石能源发电装机容量10.3亿千瓦，同比增长18.0%，相当于40多个三峡电站的装机容量，占全国发电总装机容量的45.5%，同比提高3.3个百分点。我国清洁低碳化进程不断加快，水电、风电、光伏、在建核电装机规模等多项指标保持世界第一。

——清洁能源供给能力持续扩大。看装机规模，截至7月底，我国水电装机容量3.8亿千瓦，同比增长4.9%；核电装机容量5326万千瓦，同比增长9.2%；风电装机容量2.9亿千瓦，同比增长34.4%；太阳能发电装机容量2.7亿千瓦，同比增长23.6%；生物质发电装机容量3409万千瓦，同比增长31.2%。看发电总量，上半年，水电、核电、风电、太阳能发电累计发电量同比增长10.2%。看电力投资，前7月，水电、核电、风电等清洁能源完成投资占电源完成投资的91.7%。

——清洁能源利用水平不断提升。上半年，全国主要流域水能利用率98.43%，全国平均风电利用率96.4%，全国平均光伏发电利用率97.9%，分别较上年同期提高0.07、0.3、0.07个百分点。

——风电光伏装机布局不断优化。开发建设从资源集中地区向负荷集中地区推进，从集中连片为主向集中与分散发展并举转变。从上半年风电新增装机容量看，中东部和南方地区占比约59%，“三北”地区占比约41%。光伏方面，上半年新增装机容量较高的区域为华北、华东和华中地区，分别占全国新增装机容量的44%、22%和14%。户用光伏项目新增装机容量586万千瓦，占光伏新增装机容量的45%，成为一个亮点。

——煤电清洁高效利用有力推进。截至去年底，煤电装机容量占比首次降至50%以下，实现超低排放的煤电机组达到约9.5亿千瓦。今年前7月，全国供电煤耗率为303克/千瓦时，同比下降1克/千瓦时。

国家能源局负责人表示，接下来要加快煤炭减量步伐，严控煤电项目；加快发展风电、太阳能发电等非化石能源发电，不断扩大绿色低碳能源供给，“十四五”时期风电光伏要成为清洁能源增长的主力。

绿色电力交易试点正式启动

中国电力报 2021.9.8

本报讯（记者 朱怡 周妍 伍梦尧）报道 9月7日，绿色电力交易试点启动会在北京召开。会议在国家发展改革委、国家能源局的指导下，由国家电网有限公司和南方电网有限责任公司主办。这是继国家发展改革委、国家能源局批复《绿色电力交易试点工作方案》后，启动的首次绿色电力交易，共17个省份259家市场主体参与，达成交易电量79.35亿千瓦时。其中，国家电网公司经营区域成交电量68.98亿千瓦时，南方电网公司经营区域内成交电量10.37亿千瓦时。本次交易预计将减少标煤燃烧243.60万吨，减排二氧化碳607.18万吨。

为深入落实碳达峰、碳中和目标，建立有利于促进绿色能源生产消费的市场体系和长效机制，在国家发展改革委的指导下，国家电网公司、南方电网公司组织制定了《绿色电力交易试点工作方案》。绿色电力交易是以风电、光伏等绿色电力产品为标的物，在电力中长期市场机制框架内设立的交易品种，能够全面反映绿色电力的电能价值和环境价值，并提供相应的绿色电力消费认证。开展绿色电力交易，充分发挥市场在资源优化配置中的决定性作用，从供需双侧发力，精准匹配发电和用户需求，将有效促进新能源发展，推动全社会形成主动消费绿色电力、充分反映环境价值、促进新能源发展的良性循环，对于加快构建以新能源为主体的新型电力系统，助力碳达峰、碳中和目标实现具有重要意义。

首先，绿电交易有效满足了企业绿色转型的“刚需”，拓宽终端用户减排路径，引导推动全社会形成绿色生产生活方式。广大企业希望政府建立长效机制，可持续购买绿电，并愿意充分体现绿电的环境价值。开展绿电交易，电力用户通过双边交易方式从新能源企业直接购买绿电，既满足了生产清洁用能的需求，又能获得权威的绿色环境价值认证，实现经济、社会、环境效益的高度统一。远期看，采购绿色电力是企业清洁低碳转型的重要措施，将有力推动绿色电力市场建设，有利于引导全社会形成消费绿电、清洁低碳的新风尚。

其次，绿电交易通过机制创新为新能源产业打造稳定的“助推器”，形成长效市场激励，促进能源绿色低碳转型。“双碳”背景下的能源转型，将带来能源体系的系统性、根本性变革。新能源将逐渐替代化石能源，成为能源供应的主体。新能源大规模高比例并网后，需要增加储能等灵活调节资源投入，保障电力系统安全稳定运行和电力供需平衡。加之近年全国新能源已进入平价上网时代，推动新能源健康可持续发展，除了加大科技创新力度、突破关键核心技术之外，还需要由政策保障逐步过渡到市场驱动。开展绿电交易，能够增强绿电在市场中的竞争力，绿色电力在电力市场中所体现的环境价值，精准传导至新能源企业，引导新能源投资，并激励其加大投入，提升技术水平，有助于推动风电、光伏新能源成为新型电力系统的主体电源，有力推动我国“双碳”目标的实现。

此外，绿电交易系统提出了绿电消费的“中国方案”，是我国电力市场一项重大的机制

创新。坚持绿色优先，通过市场化手段提升绿色电力消纳水平，确保绿色电力交易品种优先组织、优先执行、优先结算；坚持系统设计，由交易中心按照统一标准、规范执行，实现意向申报、交易达成、合同签订、履约执行、计量结算、消费认证等全流程贯通一致，同步考虑绿色电力交易与绿证核发的有效衔接，避免了环境权益的重复计量问题；坚持透明可信，由交易中心依托区块链系统对绿色电力交易全环节数据进行记录，确保绿电生产、交易和消费的全环节溯源，从经济关系、发用电行为上保证了绿电生产与消费的匹配性；坚持试点先行，优先引导国际广泛公认的无补贴风电、光伏电量参与交易，优先组织绿电交易需求较为旺盛的地区开展，未来逐步扩展参与范围。

以本次绿电交易为契机，国家电网公司、南方电网公司将坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署，在国家发展改革委、国家能源局的指导下，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，汇聚社会各方力量，推动能源低碳转型，持续完善促进清洁能源消纳的市场机制，为构建以新能源为主体的新型电力系统，助力实现碳达峰、碳中和目标作出更大贡献。

新能源场站需具备一次调频能力

中国能源报 2021.9.6

本报讯 为深入贯彻落实国家碳达峰、碳中和决策部署，推动构建以新能源为主体的新型电力系统，保障电力系统安全、优质、经济运行，规范电力系统并网运行管理和辅助服务管理，8月31日，国家能源局综合司发布关于公开征求对《并网主体并网运行管理规定（征求意见稿）》《电力系统辅助服务管理办法（征求意见稿）》意见的公告，向社会公开征求意见。

《并网主体并网运行管理规定（征求意见稿）》对新能源场站技术指导和管理内容包括：新能源场站短路比应达到合理水平；新能源场站风机过电压保护、风机低电压保护、风机频率异常保护、光伏逆变器过电压保护、光伏逆变器低电压保护、光伏逆变器频率异常保护等涉网保护应满足国家和行业有关标准要求；应满足网源协调有关标准要求，应具备一次调频、快速调压、低电压/高电压穿越能力，电压和频率耐受能力原则上与同步发电机组耐受能力一致；新能源场站应具备无功功率调节能力和自动电压控制功能，按照电力调度机构要求装设自动电压控制子站，必要时应配置调相机、静止同步补偿器、静止无功补偿器等动态无功调节设备，并保持设备运行的稳定性；应按国家和行业有关标准要求开展涉网试验等，要求发生发电机组大面积脱网时，新能源场站应及时报告有关电力调度机构，未经允许不得擅自并网。

在储能方面，要求新型储能和负荷侧并网主体涉及的技术指导和管理工作的，按照有关规定参照发电侧并网主体技术指导和管理相关要求执行。技术指导和管理范围可包括：继电保护、调度通信设备、调度自动化设备、调频、调压等。新型储能调度技术指导和管理内容

可包括储能装置应向电力调度机构提供充放电时间、充放电速率、最大可调节能力等涉网参数、性能参数和运行是否达到国家和行业有关标准、规定的要求等。

《电力系统辅助服务管理办法（征求意见稿）》在电力用户参与辅助服务分担共享机制中明确，按照“谁提供，谁获利；谁受益、谁承担”的原则，逐步建立电力用户参与的辅助服务分担共享机制，因地制宜区分不同类别用电特性电力用户的分担标准。（宗合）

天津“2+1”源网荷储交直流绿色微能源网启用

科技日报 2021.9.14

科技日报讯（何铎 刘瀚冰 记者陈曦）9月11日，记者从国网天津市电力公司了解到，津门湖新能源车综合服务中心自7月30日投运以来，日最高服务充电车次559次，日充电量最高达1.299万千瓦时，达到设计日均充电量的89%。目前，已累计服务新能源车客户约10200余次，累计充换电量约25.79万千瓦时，日充电电量、充电车次在全天津市公共充电站中排名第一。后期随着充电电量增长，预计全年充电量将达到500万千瓦时。

据介绍，该中心建成的“光储充换”清洁充电系统、“冷热电”综合能源系统和绿色能源管控平台，形成了“2+1”的“源网荷储”交直流绿色微能源网，中心综合楼宇保持近零能耗运行，年消纳光伏发电45万千瓦时，每年预计可减少碳排放约4575吨，有力推动了节能减排。

据了解，设立在津门湖新能源车综合服务中心的电动汽车与能源互联网实验室已获得国网电动检测资质授权，完成了445台充电桩现场检测工作，并获得天津市科技局认定的天津市“一带一路”联合实验室称号。目前其正在开展天津市重点科技项目研发实施，科研创新功能将进一步放大。

截至目前，国网天津电力累计建设1084座充电站、8766台充电桩，日均充电量约75万千瓦时，持续提升充换电服务能力，推动能源绿色转型发展，助力天津市电力“双碳”先行示范区建设。

国家电投清洁能源装机占比升至58.69%

中国能源报 2021.9.13

本报讯 国家电投9月9日发布消息称，随着8月底陕西省黄龙县三岔镇100兆瓦平价光伏、湖北省浠水竹瓦50兆瓦农光互补项目等一批新能源项目投产，该公司新能源装机达到7021万千瓦，清洁能源装机达到1.09亿千瓦，在总装机中占比升至58.69%。

据了解，今年前8个月，国家电投新增清洁能源装机1100万千瓦，其中光伏新增装机572万千瓦，风电新增装机400万千瓦。截至8月末，该公司光伏发电总装机达到3533万千瓦，继续稳居全球第一；风电总装机3488万千瓦，居全球第二；水电总装机2399万千瓦，今年发电量为639.93亿千瓦时；随着红沿河核电5号机组商运，该公司核电装机达到809

万千瓦。

统计显示，国家电投前8个月累计发出清洁零碳电力1961.43亿千瓦时，完成年度目标的69.22%，超过时间节点2.64%，同比增长17.25个百分点，相当于减少碳排放1.54亿吨。国家电投产业协同与服务中心相关负责人介绍，目前该公司清洁能源装机占比较同类型能源央企清洁能源占比平均值高出约16个百分点。

积极布局清洁能源产业的同时，国家电投也在不断优化能源结构，通过对火电机组进行改造，降低碳排放总量。今年以来，该公司投入7.69亿元，用于12台火电机组的超低排放改造工作。目前，12台火电机组的超低排放改造工作正按节点有序推进，改造完成后可为国内同类型机组升级改造提供示范经验。（马景明）

四川探路本地特色新型电力系统

中国能源报 2021.9.20

从发起“绿色出行低碳一夏”活动到实施“林草碳汇行动方案”，今夏以来，四川积极推进政府、机构、企业多层面探索碳达峰碳中和路径，加快构建新型电力系统和经济社会绿色转型。

在受访的业内人士看来，构建新型电力系统的关键是电网，加快构建坚强智能电网至关重要。

率先实现高比例绿电

四川是工业经济大省和绿色能源大省，在全国低碳转型中扮演双重角色，既要在高于全国经济增速和城市化提升速度的进程中建成低碳经济大省，又要为全国迈向碳中和提供清洁能源支撑。

“总体来看，四川省对降碳与发展辩证关系的认识、机遇与挑战的把握是清晰的，坚持稳中求进的降碳基调，十分强调水风光耦合开发、产业绿色转型和区域梯次有序达峰。”四川省环境政策研究与规划院能源与气候变化研究中心工程师向柳对记者表示，不同于全国用能“一煤独大”、电力“一火独重”，四川非化石能源占比高于全国20个百分点，清洁能源占比超过一半，电力中绿电生产和消费占比均高于80%，在各经济大省中率先实现高比例绿电。

根据四川省碳达峰碳中和工作实施意见，该省将加快“三江”水电、凉山州风电和“三州一市”光伏基地建设，逐步实现从“以水电为主”向“水风光并举”转变。从全国层面来看，四川资源禀赋优势明显，是助力我国实现碳达峰碳中和目标的重要基地。

近年来，四川已构建成省内、省外两个“西电东送”电力格局。省内，建成八大500千伏电力汇集送出通道；省外，通过“五直八交”建成全国最大送端枢纽平台，四川外送绿电规模居全国第一，累计突破1万亿千瓦时，有力支撑了中东部地区经济社会快速发展。目前，四川已建成全国最大的清洁能源基地和清洁能源示范省，四川电网跨省电力输送能力

居国网第一。

消纳高比例绿电，需要电网发挥更大作用。记者从国网四川电力公司获悉，上半年，国网四川电力经营区新能源新增并网 43.9 万千瓦、增长 7.1%；完成电能替代 80 亿千瓦时、增长 38%；全社会充电设施用电量 5.3 亿千瓦时、增长 1.6 倍。

因地制宜探索新型电力系统

高比例绿电是构建新型电力系统的应有之义，而电网则是推动构建新型电力系统的关键环节。在新型电力系统下，发用电一体的“产消者”将大量涌现，呈现大电网为主导、多种电网形态相融并存的格局。

记者了解到，国网四川省电力公司以聚焦新型电力系统建设主题，围绕怎么建设符合四川省情、具有四川特色的等重点议题，进行了研究探讨。按照其规划，2035 年，四川将基本建成新型电力系统；2050 年，四川将全面建成新型电力系统。“目前，国网四川电力已提出以省为责任主体的实施路径，制定落实碳达峰碳中和行动方案任务清单。”国网四川电力公司相关负责人透露。

据悉，四川电网经过多年发展，形成了省内、省外两个“西电东送”格局，是典型的送受端并存、交直流混联的枢纽大电网。现实情况要求国网四川电力在构建新型电力系统过程中，既要注重省内能源电力供应和经济社会发展同频共振，又要注重与其他省份广泛互联、参与全国电力电量平衡，推动形成大电网为主导，微电网等多种电网形态并存的格局。

据介绍，目前，国网四川电力立足四川资源禀赋、能源结构、电网定位等特点，发挥数字化转型、产业变革等领域的优势，明确了“九个加强”工作任务：即加强各级电网协调发展、加强电网数字化转型、加强调节能力建设、加强电网调度转型升级、加强源网协调发展、加强全社会节能提效、加强能源电力技术创新、加强配套政策机制建设、加强组织领导和交流合作。

“今年下半年，国网四川电力将提前研究政策路径，推进试点示范建设，促进清洁能源消纳，推动电网升级发展，提升用能电气化水平，拓展数字化转型深度，走出符合四川省情、具有四川特色的新型电力系统构建之路。”上述相关负责人称。

加快构建坚强智能电网

采访中，多位业内人士表示，持续提升清洁能源的优化配置能力，需要在构建四川特色新型电力系统的同时，构筑坚强智能电网。

国网四川省电力公司党委书记、董事长谭洪恩表示，坚强智能电网是推进能源绿色转型、保障多元清洁供给的“发展之基”。国网公司提出，“十四五”期间，新增跨区输电通道以输送清洁能源为主，将规划形成 7 回特高压直流，并明确“加快推进西南水电开发”“加快构建川渝特高压交流主网架”等要求，从清洁能源优化配置的角度，为四川电网建设明晰了思路。四川省水力资源丰富、风光资源密集，水电经济可开发量居全国第一，清洁能源要实现大范围配置，需建立大容量、远距离的电力输送通道。“国网四川电力必须坚持强

健电网‘筋骨’，高质量做好电网规划建设，发挥大电网优化配置资源的核心功能，为清洁能源的开发、并网、传输、消费搭建可靠平台。”

谭洪恩表示，进入新发展阶段，国网四川电力将加快推进电网向能源互联网升级，进一步形成连接华东、华中、西北、重庆、西藏的全国最大枢纽电网，实现大规模开发、大范围配置。

在向柳看来，推进碳达峰碳中和目标和构建新型电力系统，电网将发挥更大作用。一要“建得起”。四川主干电源高度集中于地广人稀、山高谷深的川西，与全球人口最多的盆地逆向分布，电网通道必须经过盆西山缘生态红线密集区、地震滑坡泥石流分布区，建设考验大。因此，优化通道配置利用率的同时，也要兼顾电网韧性，考虑绕行、环线、多元等思路，着力构建川渝一体电网。二要“稳得住”。水电为主的电源，瞬时波动相对较小，但季节、年际波动较大，面临小概率严重枯水期、枯水年及日渐频繁的高温热浪的风险，亟需考虑大规模、分布式、多样化储能和调峰，维持一定规模的调峰备用机组。三要“高品质”。电力体制必须面向市场化，适应国际化营商环境构建的需要，为在川跨国企业、工商用户创造选购绿电的服务环境，打造更多100%绿电甚至零碳场景。

“未来，随着四川大量光伏、风电资源加快开发上网，电力系统‘双高双峰’特征将日益凸显，对确保电网安全运行和电力可靠供应提出了更高的要求。”谭洪恩表示，国网四川电力将加快建设物理信息深度融合、数字赋能的新型电力系统，深化先进信息通信技术、控制技术和能源技术融合应用，推动储能等电力技术难题科技攻关，推进源网荷储协同互动，提升四川清洁能源安全高效利用水平。（苏南）

能源央企全力服务西藏清洁能源发展

中国电力报 2021.9.24

本报讯（通讯员向桐 李叶 雷海超 沈亚东 朱岩 曾雪莹）报道9月17日，中央企业援藏工作会议暨国资央企助力西藏高质量发展会议在西藏拉萨召开。多家能源电力央企出席会议，并与西藏自治区政府签订合作协议。

其间，中国华能集团有限公司与西藏自治区政府签订合作协议。根据协议，西藏与华能集团将全力服务西藏清洁能源发展，加快推进能源生产和消费革命，做好碳达峰、碳中和工作。华能集团将充分发挥资金、技术、管理、人才等优势，在西藏项目建设、吸纳就业、乡村振兴、消费扶贫等方面持续加大投资力度，助力雪域高原长治久安和高质量发展。

一直以来，中国长江三峡集团有限公司结合工作实际助力西藏加快建设国家清洁能源基地，积极开展援藏惠民工程，助力巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接，加强基础设施建设，保护好西藏生态环境，为建设好社会主义现代化新西藏贡献力量。

根据国家能源投资集团有限责任公司与西藏自治区政府签署的协议，该公司将立足西藏自治区资源优势、文化特点、产业特色和政策优势，发挥其资金、技术、管理等优势，持续

做好聂荣县乡村振兴对口援藏工作，全力支持服务西藏水电、光伏、风电等清洁能源项目开发。

会议期间，中国电力建设集团有限公司表示，将一如既往地发挥自身优势，在水电规划建设、新能源投资建设、基础设施建设等领域，扎实做好建藏援藏等工作。

“十四五”时期，中国能源建设集团有限公司将不断加强与西藏自治区政府、企业的交流合作，充分发挥中国能建人才、技术、管理等方面优势，积极推动西藏国家清洁能源基地建设，持续加大对西藏能源电力等行业的投资建设，为西藏经济社会跨越式发展和长治久安作出积极贡献。

国家发改委：围绕新型电力系统持续深化电价改革

中国能源报 2021.9.20

本报讯（记者闫志强、李慧颖）报道：9月16日，国家发改委召开9月份新闻发布会，介绍宏观经济形势等情况。国家发改委价格司副司长、一级巡视员彭绍宗在新闻发布会上表示，国家发改委将围绕构建以新能源为主体的新型电力系统，持续深化电价改革。

据彭绍宗介绍，近期，新的跨省跨区专项工程输电价格定价办法已完成公开征求意见程序，即将出台。此外，国家发改委还正在加快研究健全绿色电价体系、完善核电价格形成机制、深化目录销售电价改革等措施，将抓紧完善政策并推动落实，进一步发挥电价信号和杠杆作用，优化电力资源配置，服务绿色低碳转型发展。

彭绍宗表示，今年以来，国家发改委加快推进电价改革：一是创新抽水蓄能价格机制。明确以竞争性方式形成抽水蓄能电量电价，将容量电费纳入输配电价回收，同时强化与电力市场建设发展的衔接，释放出清晰强烈的价格信号，给投资者吃下“定心丸”，为抽水蓄能加快发展注入了强劲动力；二是出台新能源平价上网政策。明确从今年开始新建风电、光伏发电进入平价上网阶段，今年执行燃煤发电基准价，能保障新建项目实现较好收益，将有力推动新能源产业加快发展；三是优化峰谷分时电价机制。对电力系统峰谷差超过40%的地方，明确峰段电价、谷段电价之比原则上不低于4:1，还要求各地建立尖峰电价机制，在高峰电价基础上对尖峰电价进一步加价20%。这就能充分发挥电价信号作用，引导电力用户削峰填谷，促进新能源消纳，推进储能在更大空间上发展，对保障用电高峰电力稳定供应、提升电力系统整体利用效率将发挥重要作用；四是实施更严格的电解铝行业阶梯电价制度。2025年前，对电解铝行业，分三步提高能效水平要求，对达不到要求企业的用电实行累进加价，向电解铝这个年耗电量超过5000亿度的高耗能行业发出明确警示信号，持续倒逼企业节能增效、降低碳排放。

彭绍宗指出，上述近期出台的一系列电价改革措施，对立足当前、着眼长远，加快构建以新能源为主体的新型电力系统，保障电力系统安全稳定经济运行具有重要意义。同时，这些电价改革措施将有效拉动抽水蓄能、风电光伏、新型储能建设和电解铝行业节能技改等领

域的投资，今后几年预计可带动上下游产业新增社会投资数万亿元，对经济平稳运行的作用也将逐渐显现。例如，新的抽水蓄能价格政策将引导“十四五”时期抽水蓄能新开工建设规模可能超过1亿千瓦，考虑上下游产业，将带动新增社会投资规模超过1万亿元。

此外，新闻发布会上，国家发改委新闻发言人孟玮介绍了有关发用电情况。从发电看，今年1—8月，全国规模以上工业发电量同比增长11.3%，比2019年同期增长11.6%，两年平均增长5.7%。8月份，全国发电量同比增长0.2%。其中，火电同比增长0.3%，核电同比增长10.2%，风电同比增长7.0%，太阳能发电同比增长8.5%，水电同比下降4.7%。从用电看，1—8月全国全社会用电量同比增长13.8%。其中，一产、二产、三产和居民生活用电量同比分别增长19.3%、13.1%、21.9%和7.5%。分地区看，18个省（区、市）用电增速超过13.8%，其中浙江、湖北、西藏、陕西4个省（区）增速超过18%。8月份，全社会用电量同比增长3.6%。

另据孟玮介绍，近日国家发改委向各地方和有关企业发出通知，就抓紧做好发电供热企业直保煤炭中长期合同全覆盖工作出安排：一方面，要求推动煤炭中长期合同对发电供热企业直保并全覆盖，确保发电供热用煤需要，守住民生用煤底线；另一方面，发电供热企业和煤炭企业在今年已签订中长期合同基础上，再签订一批中长期合同，将发电供热企业中长期合同占年度用煤量的比重提高到100%。这项举措既坚守民生用煤底线，又充分发挥煤炭中长期合同保供稳价的“压舱石”作用，有效降低社会用煤成本。

配电网率先迎来技术革命

中国能源报 2021.9.20

核心阅读

在碳达峰碳中和背景下，新能源发电接入电网的比例将不断提升，这将增加配电网系统的复杂程度，要求配电网逐步向供需互动的有源网络过渡。

“配电网是能源互联网建设的主战场，正面临保障电力持续稳定供应和加快清洁低碳转型的双重挑战。”这是记者在近日召开的“2021年第五届中国配电技术高峰论坛”上听到的声音。

在业内人士看来，配电网作为新型电力系统建设的排头兵，其终端智能化技术和物联网技术的应用已初见成效。但在新形势下，仍需推动其转型升级和创新发展。

向可控现代配电网演变

国家能源局能源节约和科技装备司副司长刘亚芳表示，实现碳达峰碳中和目标要求可再生能源必须成为主体能源。新型配电系统作为新型电力系统的重要组成部分，要具备足够的系统灵活调节能力，不断提高各类可再生能源开发和消费占比。未来的新型配电系统应该是多能互联互通、源网荷储深度融合的综合智慧能源系统，可支撑能源生产和消费做到清洁低碳、安全可靠、智慧灵活、经济高效。

南网专家委员会副主任余建国表示，在碳达峰碳中和背景下，新能源发电接入电网比例将不断提升，这将增加配电网系统的复杂程度，要求配电网逐步向供需互动的有源网络过渡。

“在配网从不可控的传统配电网向可控的现代配电网演变过程中，‘绿色低碳、智能可控、供需互动’等领域的先进技术研究及应用是基础性保障，是实现可靠、高效、优质配电网发展的唯一途径。”国网设备管理部配电处主管刘日亮表示。

在南网生产技术部副总经理李锐看来，建设新型配电系统就是要强化物理电网智能化改造，以先进配电技术装备和数字化技术推动生产服务效率提升，从能源生产、能源配送、能源存储、能源消费等环节助力构建以新能源为主体的新型电力系统。

发挥消纳新能源的容器作用

据了解，“十三五”以来，我国配电网建设取得长足进步。截至2020年底，国网经营区域供电可靠率、农网供电可靠率分别为99.970%、99.843%，城、农网综合电压合格率分别为99.995%、99.803%，配电自动化覆盖率90%，总计接入1.2万千瓦分布式清洁能源，超过100万个电动汽车充电桩。

记者采访发现，随着我国配电网的快速发展，不少省市已经开始探索低压直流微电网、低压直交流柔性电网等前沿技术。

冀北智能配网中心主任刘亚新向记者介绍，他们正在研究“低压配网交直流柔性组网技术”。通过深入分析5G基站、充电桩等多种直流负荷，以及光伏、储能等分布式能源的大量接入和应用实际，开展配网侧基于直流组网技术的交直流混合供电系统研究。

中国电力科学研究院有限公司副院长高克利表示，随着分布式电源的大量接入和配电网物联网建设的大力推进，配电网的安全运行面临更多不确定的安全挑战，中国电科院已着手将零信任架构技术引入配电网物联网安全防护体系，与此同时，正在积极推进数字化主动配电系统技术研究，切实提升配电系统源网荷储柔性互联、灵活控制和协调互动能力。

南网科学研究院配电技术研究所所长袁智勇认为，在新型电力系统建设背景下，配电网将发挥消纳新能源电力的容器作用，承载消纳远端集中接入的新能源和就地接入的分布式电源。大量分布式光伏、分散式风电、储能站将馈入配电网形成新型配电系统。新型配电系统将逐步采用交直流混合柔性供电、冷热气电多能耦合供能，在多市场主体博弈和差异性负荷需求环境下，成为结构复杂、设备繁多、技术庞杂的高维信息物理系统。南方电网公司已提出建设数字电网的战略部署，推动新一代数字技术与电网技术、业务、生态深度融合。

推进配套设备研发及基础性研究

在业内人士看来，新型配电网具有“四高”的特征，即高比例可再生能源、高比例电力电子设备、高度数字化、高度智能化。配电网的运行、分析、仿真等技术也将出现巨大改变，比如，配电网运行分析技术将向更深、更广的方向发展。随着配电网智能化程度不断提升，亟需加强基础研究。

国家电网有限公司设备管理部配电处处长宁昕表示，以新能源为主体的新型电力系统将逐渐改变传统配电网的形态，配网一次形态由典型的传统交流辐射网络，向微电网、交直流混联和柔性负荷的能源互联网转变。配网二次控制策略由集中控制，向集中控制与分布式控制就地相结合模式转变。此外，构建以新能源为主体的新型配电系统，还需进一步提升低压配网的透明化程度。

国网信通产业集团副总经理、北京智芯微电子科技有限公司执行董事赵东艳表示，新一代配电网的建设将加大电网智能终端部署、配电通信网建设和配电自动化实用化。因此，要提升配电设备状态感知能力与提高设备智能化水平，以保障电网安全稳定可靠运行。

“配电网领域涉及专业众多、技术繁杂。”国网上海能源互联网研究院有限公司双创运营中心总监韩筛根表示，配电网技术未来的发展方向，需要突破多学科融合难题，扎实推进基础性研究工作，特别是一二次设备深度融合后交互的反作用对设备安全性与可靠性的影响，加大对适应新型电力系统的配电装备关键基础性研究的投入。（苏南）

一带一路绿色电力合作大有可为

中国能源报 2021.9.27

大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建境外煤电项目，是我国为推动全球能源低碳转型发展自主采取的又一重要举措，为一带一路绿色电力合作进一步指明了方向。

绿色是高质量共建“一带一路”的本质要求

在全球加快低碳转型发展的背景下，中国始终秉持绿色发展理念，在做好自身绿色发展的同时，也在国际舞台上提出了切实可行的“中国方案”，用一系列实际举措推动强劲、绿色、健康的全球发展。

从2017年、2019年两届“一带一路”国际合作高峰论坛提出建设绿色“一带一路”、高质量共建“一带一路”要坚持“绿色”的理念，到2021年博鳌亚洲论坛明确提出要加强绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作，完善“一带一路”绿色发展国际联盟、“一带一路”绿色投资原则等多边合作平台，让绿色切实成为共建“一带一路”的底色，我国明确了“一带一路”绿色发展的总基调。

共建“一带一路”提出八年来，绿色发展理念贯穿始终，且不断深化发展，已成为我国深入参与全球环境治理、推动绿色发展理念的重要实践，也成为打造利益共同体、责任共同体和命运共同体的重要举措，将为推动“一带一路”国家经济绿色包容性复苏持续贡献力量。

绿色是全球能源低碳转型的必然趋势

能源电力行业是全球碳排放的主要来源，目前全球42%的碳排放来自电力和热能生产。为了应对气候危机，世界各国正携手共进，以空前的力度推动能源生产和利用方式的深度革新，“一带一路”绿色能源合作也因此迎来了全新的发展阶段。

首先，碳中和进程已成为世界各国共识和一致行动。包括中国、美国、欧盟、日本在内的超过 130 个国家和地区均表示有意愿在本世纪中叶实现碳中和，并提出碳中和目标国家碳排放量占全球总量的 70% 以上。另外，已有超过 160 个国家和地区制定了可再生能源发展规划，预计至 2050 年，全球可再生能源装机将超过 180 亿千瓦，约占全球电力总装机的 75%。

其次，新能源在电力市场竞争中更具优势。根据预测，到 2030 年，全球主要新能源技术平准化度电成本将持续下降，太阳能光伏发电、陆上风电和海上风电的平均成本将低于或接近 0.05 美元/度，光热项目平均成本将低于 0.1 美元/度。与此同时，大多数国家为了鼓励新能源发展，纷纷通过固定上网电价、电量电价补贴、绿证限额、贷款担保、税收优惠、招标补贴等方式对新能源给予补贴。此外，部分国家推动碳税和碳市场建设，为新能源发展进一步创造了有利条件。各国的规划发展目标、鼓励支持政策、日趋下降的电价等因素，使新能源在电力市场竞争中更具竞争优势。

最后，能源新技术和新业态的蓬勃发展进一步提升了新能源应用的广度和深度，能源产业发展已逐渐从“资源主导”“资本主导”向“技术主导”转型。新型储能、氢能、综合智慧能源等能源新技术的快速发展和规模化应用，有效提升了终端用能和新能源发电的匹配程度。同时，依托大数据、物联网、云计算、移动互联网、人工智能、区块链等信息新技术打造的智慧城镇、智慧交通、分布式 +、光伏 + 等新业态，极大地丰富了新能源的应用场景，为开展更多样、更灵活的绿色电力合作奠定了坚实基础。

绿色发展为一带一路电力合作带来新机遇

绿色发展将加强碳中和目标下共建低碳电力系统的多双边务实合作。中国与“一带一路”国家可围绕构建低碳电力系统，在技术交流、能力建设、技术创新、标准对接、产能合作、工程示范等领域全方位加强务实合作，力争推动一批高质量、可持续、抗风险、价格合理、包容可及的绿色电力合作项目落地，为推动各方构建新型电力系统、实现能源高质量发展奠定基础。

绿色发展将协助发展中国家提升能源绿色发展能力。在后疫情时代，很多发展中国家已将绿色能源发展作为经济复苏的重要动力，但部分国家在新能源规模化发展、氢能储能等创新技术应用、适应高比例可再生能源接入的电力系统建设等方面缺少经验。可以此为契机，加强与有关国家政府部门对接，协助其制定新能源发展路线图，联合开展新能源勘探开发规划研究，谋划新能源发展方案，同时积极开展技术合作、联合研究、人员培训等工作，助力相关国家新能源产业实现跨越式发展。

绿色发展将加快共同探索“新能源+”新业务模式的脚步。随着“一带一路”国家产业逐步升级和城镇化进程不断加快，同时伴随自身电气化交通、通讯大数据、人工智能等技术的快速发展，中国可与“一带一路”国家共同探索新能源与新型基础设施建设、与新型城镇化建设相结合的新业务模式，包括共同探索建设新能源产业园、面向城市的低碳智慧能

源系统、面向农村的分布式能源系统、面向交通的 V2G 等。

最后，要全面做好现有境外煤电的清洁运营和舆论引导工作。对已有煤电项目，要加强对环保工作的重视和投入，积极采用先进技术，对老旧机组开展高排放标准改造，同时可考虑配套建设风电、光伏等清洁能源项目，提升煤电项目的整体清洁运营水平。同时，进一步加强正面舆论宣传，加强沟通，打消当地民众的顾虑和疑问，充分树立中国品牌的良好形象和口碑。（杜忠明）

新技术助力能源更清洁更低碳

人民日报 2021.9.27

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

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

化石能源清洁利用既获得化学品，又尽量少排放二氧化碳

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

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

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

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

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

包信和解释，石油化工通过催化、蒸馏、裂解等方式，把大分子变成小分子，从而得到烯烃、芳烃等产品。这一过程就不需要很多水，也不会过多排放二氧化碳，即可将油分子“吃干榨净”。从分子式结构来看，煤和油的差别不大，区别主要在反应过程。如果能换一

种方式实现煤转化，即将煤中的大分子像石油炼制一样直接“剪开”，也可以在少用水、少排放碳的同时，拿到所需的产品。

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

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

推动氢能规模应用研究高效、便利、低成本获取“绿氢”的途径

“精准剪接”煤分子，完成煤炭清洁利用，实现这一构想离不开先进、高效的催化剂，同时还要摒弃传统的氧助气化过程，有“绿氢”的帮助才能做到。

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

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

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

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

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

中科院院士、中国科学院大连化学物理研究所太阳能研究部部长李灿介绍，经过多年攻

关，我国完成了全球首套直接利用太阳能“液态阳光甲醇”合成技术的规模化示范工程，正在推广 10 万吨级“液态阳光甲醇”合成技术的工业化应用。

支撑可再生能源并网探索大容量、安全、稳定的储能技术

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

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

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

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

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

中国工程院院士杜祥琬表示，从碳达峰走向碳中和，发达国家一般要用 45 年至 70 年，我国仅预留了 30 年时间，困难更大，富有挑战性，但也是一个发展的机遇。

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

二、热能、储能、动力工程

科学家构筑“一锅法”高效制备生物燃油新路线

中国科学报 2021.9.2

本报讯（记者卜叶）近日，中科院院士张涛、中科院大连化学物理研究所副研究员罗文豪团队和荷兰乌得勒支大学教授 Bert M. Weckhuysen 合作，设计并构筑具有金属—酸“限域毗邻”结构的分子筛双功能催化剂，实现了无溶剂体系下由纤维素醇解平台分子乙酰丙酸乙酯“一锅法”高效制备戊酸酯类生物燃油的新路线。相关成果发表于《德国应用化

学》。

非粮生物质是一种优质和丰富的可再生碳质资源，可替代传统化石能源生产燃料和化学品。木质纤维素衍生的戊酸酯类生物燃油因其优异的油品性能和兼容性，被认为是新一代高性能生物燃油。制备该生物燃油对减少传统非可再生化石能源的依赖和落实碳达峰、碳中和工作有重要意义。

双功能催化剂的精准构筑和活性位协同作用机制是生物质催化领域的研究前沿，但在应用方面仍有一些挑战。

该研究发展出 Y 型分子筛限域的钉基双功能催化剂，结合多种光谱和电镜表征、探针分子实验证实了金属—酸活性中心在分子筛内部“限域毗邻”结构的精准定制。在催化剂性能上，对比不具备金属—酸活性“限域毗邻”结构的其他金属/分子筛或金属—分子筛简单机械混合的双功能催化剂，优选催化剂在乙酰丙酸乙酯催化转化活性和戊酸酯的收率上呈现至少一个数量级以上的增长，并远远优于目前文献报道催化剂的性能最高值。

金属—酸活性位的“限域毗邻”结构是实现乙酰丙酸乙酯高效加氢脱氧制备戊酸酯的关键。此外，Y 型分子筛负载的钉钨催化剂中稀土钨的引入可进一步促进金属钉在分子筛孔道内分散，并且稳定分子筛的骨架结构，有效抑制了液相反应过程中的分子筛骨架结构坍塌，维持了分子筛内“限域毗邻”活性结构，实现该催化剂优异的稳定性。

该研究将分子筛催化中“越近越好”这一概念首次延伸至生物质催化领域，分子筛定制的“限域毗邻”结构实现“一锅法”高效耦合系列催化反应，将推动工业化生产生物燃油的发展。

用科技助我国稀土抛光材料迈向高端

科技日报 2021.9.8

为了改变稀土抛光材料落后的状况，我国编制了《稀土行业发展规划（2016—2020年）》。规划中明确指出：“要开发高性能稀土抛光粉和稀土抛光液，产品达到或接近国际先进水平，满足液晶、硅晶片、高档玻璃基片抛光等应用要求。”

近日，稀土高新区科技和信息化局开展了“企业青年科技创新‘1+1’行动计划”项目申报工作，通过评审，最终确定对包头稀土研究院、包头中科雨航抛光材料有限公司（以下简称中科雨航）等7家企业和单位予以立项支持。中科雨航今年初发布消息称，该公司已建成年产6000吨稀土抛光粉生产线，一举打破国外企业对高档抛光粉市场的垄断。

我国抛光材料亟待高端化

近年来，随着液晶显示器产业不断壮大，高性能液晶抛光粉得到了快速发展。我国知名稀土专家、中国科学院教授洪广言表示，稀土抛光材料在工业发达国家的稀土用量中占有很高的比例，已经广泛应用于光学玻璃、液晶玻璃基板以及触摸屏玻璃盖板的抛光。

抛光是指利用机械、化学或电化学方法，使工件表面粗糙度降低，以获得光亮、平整表

面的加工方法。化学与机械抛光，是目前公认的解决表面平坦化问题的理想技术。

据中科雨航总经理张海龙介绍，目前国内抛光粉每年使用量已从上世纪 80 年代的不足 40 吨增加到 2 万吨以上。

“现在日本和韩国的抛光粉企业购买中国的中低档抛光粉作为原料，再利用他们的技术生产高端抛光粉，出口到中国和欧美等国，赚取高额利润。中国所用的高档抛光粉大多从日本和韩国进口。”中科雨航研发部主任王红艳告诉记者。

为了改变稀土抛光材料落后的状况，我国编制了《稀土行业发展规划（2016—2020 年）》（以下简称《规划》）。《规划》中明确指出：“要开发高性能稀土抛光粉和稀土抛光液，产品达到或接近国际先进水平，满足液晶、硅晶片、高档玻璃基片抛光等应用要求。”

政策的导向性非常明显，但我国抛光材料的发展现状却不容乐观。洪广言介绍，我国绝大多数稀土抛光粉生产企业工艺简单落后，设备比较简陋，生产方法各异，难以满足国内对高性能稀土抛光材料需求。

“受我国稀土抛光粉生产工艺滞后的影响，我国稀土抛光粉在高端领域的发展严重滞后，稀土抛光粉产业以及下游产业的发展也受到制约。”洪广言说道，从总体上看，稀土抛光材料生产的多元化形态应得到进一步强化。

科技创新打造优质抛光材料

随着全球经济快速增长，我国稀土产业也得到了飞速发展，但作为北方轻稀土矿主要元素的镧、铈的应用一直未有突破性的进展，镧、铈产品价格一直在低位徘徊。

“目前镧、铈产品在国外的主要应用领域依然在玻璃研磨行业，从细分上可分为工业研磨及民用研磨。”王红艳介绍说。

“开发镧、铈稀土下游技术应用，拓宽稀土高端应用领域，促进我国半导体、信息化等产业发展，是我们的目标。”张海龙说道。

为此，内蒙古确立了稀土抛光材料研制及其产业化项目，该项目确定了以碳酸稀土为原料制备高性能氧化铈抛光材料的基本方法，并在此过程中添加适当的辅助材料来改善抛光材料的表面特征和球形度，外加适宜的后处理与表面修饰方法制备出具有优异抛光性能的新型高性能氧化铈抛光材料。

王红艳介绍，他们承担并完成了这一项目，首次采用前驱体粉体选择性球化技术，对颗粒的表面电位进行控制，同时改善了粉体的形貌和分散性。他们将水和碳酸铈直接作为原料，利用机械化学反应法改性，加入惰性盐类，制备出 20—50 纳米高性能研磨材料，成本低廉、易于操作，工业化前景广阔。

目前，一期项目投资 1.2 亿元，建设占地 40 亩，两条全自动生产线的抛光粉年产能达到 6000 吨。预计产值突破 1.8 亿元，利润突破 600 万元。“这也标志着我国高端稀土抛光材料正式进军国际市场，销售区域已经扩展到美国、日本、韩国、埃及、马来西亚等国。”张海军说。（张景阳 李宝乐）

能耗降至传统工艺的 60% 新材料凭多孔结构“吸”出丙烯

科技日报 2021.9.8

《自然》杂志曾刊出标题为“改变世界的七种化学分离”的文章，文章指出，全球在制备高纯度丙烯和乙烯过程中，一年的能源消耗量相当于新加坡全年的能源消耗量，可达 486 太瓦时（合 4860 亿度电）。其中丙烯和丙烷的分离，是最耗能的过程之一。

科技日报记者 9 月 6 日从浙江理工大学材料科学与工程学院获悉，该学院特聘教授高俊阔在化学顶级期刊《德国应用化学》上发表了一项研究成果，通过采用一种新型氢键—有机框架材料（HOF），对丙烯和丙烷气体分子进行吸附分离，可大幅降低丙烯/丙烷分离产生的能耗，为这项困扰全球化工行业半个多世纪的难题提供了一种新选择。

构筑多孔结构 高效吸附丙烯

丙烯是石油化工的主要原料，在化工、服饰、电器、建材、汽车等各个行业均有着广泛的应用。作为化纤大国，我国丙烯产能近年来不断扩大。据行业统计，2020 年，我国丙烯总产能增长至 4407 万吨，环比上涨 14.12%。

长期以来，传统的高纯度丙烯制备工艺主要是将丙烯/丙烷混合气体冷却降温到丙烷的沸点，从而将丙烷液化，使得丙烯气体分离出来。

“由于降温过程本身能耗巨大，并且丙烷、丙烯这两种气体分子具有非常相似的分子大小和相近的沸点，所以提纯的效率非常低。”高俊阔介绍，从原油里催化得出的并非化工产业所需的高纯度丙烯，而是丙烯/丙烷的混合物。通过低温精馏技术将丙烯从丙烯/丙烷的混合物中提取出来，是目前工业上最耗能的工艺之一。

近年来，采用多孔材料对目标气体分子进行选择吸附从而实现气体分离的吸附分离方法，因能耗低、流程操作简单等特点而备受学界、业界关注。

吸附分离技术是利用混合物中各组分在吸附剂表面吸附能力的差异来进行分离的操作技术。高俊阔介绍道，吸附分离技术的核心在于构建适合待吸附分子大小的微孔通道，或是在孔表面建立识别位点以此来筛分不同气体分子，该技术已成功应用于空气分离、天然气提纯等工业规模的任务中。

其中，HOF 作为一类新兴的晶态多孔材料，由有机配体分子通过氢键作用构筑形成多孔结构，在气体吸附和分离领域展现出广阔的应用前景。

显著降低能耗 助力“双碳”目标

历经 6 年多的研究，高俊阔团队借助晶体工程和溶剂诱导自组装的方式，制备出一种新型的孔道中裸露羧基的微孔 HOF（以下简称 HOF-16），实现了丙烯/丙烷混合物的有效分离。

“这种新型材料的优点在于，它能在室温条件下吸附丙烯，保留丙烷，并通过简单的真空抽气、吹入氮气等方式，将吸附在材料里的丙烯迅速释放还原。”高俊阔解释说。

他告诉记者，团队成员经过实验检测，将丙烯/丙烷混合气体充进封闭容器，仅吸附一次后的丙烯气体纯度即可达 95%，吸附两三次后就可以提纯到 99% 以上。

气体吸附和分离结果显示，得益于合适的孔道尺寸和功能吸附位点形成的孔道限域效应，HOF-16 对丙烯/丙烷的选择性远优于一些典型的羧酸类 HOF。

“HOF-16 的制备非常简单。只需把低成本的原材料三苯胺三羧酸在甲醇溶剂中进行重结晶，在实验室条件下就可以方便地获得 20 克级的 HOF-16。”高俊阔表示，无论是原材料还是制备过程，都无须苛刻的实验条件和昂贵的实验器材。更为重要的是，这项研究成果在实验条件下可以将制备丙烯的总体能耗降至传统工艺的 60%。

“我国已明确碳达峰、碳中和目标，一场广泛而深刻的系统性变革已在能源、材料等领域拉开序幕。通过优化制备工艺从而降低能耗，是实现碳中和、碳达峰目标的有效途径。”高俊阔表示，接下来，团队将致力于研究 HOF 的孔道尺寸和孔吸附位点的调节，进一步实现丙烯/丙烷的高效分离，推进这一新型材料的量产和工业化应用。（洪恒飞 石丛珊 江耘）

复旦大学研发可“穿”在身上的电池

科技日报 2021.9.8

科技日报讯（记者王春）出门不需要带充电器和充电宝，通过身上穿的衣服，就可以对手机进行无线充电。这听起来像科幻片的场景，正在逐步成为现实。

近日，复旦大学高分子科学系彭慧胜团队通过系统揭示纤维锂离子电池内阻随长度变化的规律，有效解决了聚合物复合活性材料和纤维电极界面稳定性难题，连续构建出兼具良好安全性和综合电化学性能的新型纤维聚合物锂离子电池。

9月1日，相关研究成果发表于《自然》主刊。审稿人评价这项工作是“储能领域和可穿戴技术领域的里程碑研究”和“柔性电子领域的一个里程碑”。

该纤维锂聚合物离子电池表现出了良好的综合性能，显示了广阔的应用前景。长度为 1 米的电池可以为智能手机、手环、心率监测仪、血氧仪等可穿戴电子设备长时间连续有效供电；纤维锂离子电池还具有良好的循环稳定性，循环 500 圈后，电池的容量保持率仍然达到 90.5%，库伦效率为 99.8%；在曲率半径为 1 厘米的情况下，将纤维锂离子电池弯折 10 万次后，其容量保持率仍大于 80%；甚至在重复水洗、挤压等严苛环境下也可以保持较为稳定的电化学性能。通过纺织方法，团队已经获得了高性能的大面积电池织物。

广东省科学院半导体研究所等

开发高性能钙钛矿量子点并应用于发光二极管

中国科学报 2021.9.8

本报讯（记者朱汉斌）广东省科学院半导体研究所新型显示团队与中科院长春应用化

学研究所相关团队合作，开发出高性能钙钛矿量子点并成功应用于发光二极管。相关研究近日发表于 Journal of Materials Chemistry C。

钙钛矿量子点是近几年发展起来的新型光电材料，由于其具有荧光量子效率高、亮度高、缺陷容忍度高以及色域满足 BT. 2020 标准等优点，在发光二极管和新型显示领域具有广阔的应用前景。但钙钛矿量子点表面缺陷和表面有机配体的绝缘特性对其荧光量子效率、光电器件性能等具有显著影响。

研究人员利用高价金属镓离子对全无机钙钛矿量子点 CsPbBr₃ 表面进行钝化修饰，制备出具有高光电效率的 CsPbBr₃ 电致发光器件。该工作重点研究了金属镓离子源对 CsPbBr₃ 量子点的表面钝化机制和性能影响。

研究结果表明，金属镓离子的修饰显著降低了 CsPbBr₃ 量子点表面缺陷态密度，提高了荧光量子效率，同时镓离子对量子点表面有机配体的部分替代提高了载流子传输能力。与没有经过镓离子修饰的量子点器件相比，基于该量子点材料制备的电致发光器件最高亮度提高了 2 倍，电流效率提高了 9 倍以上，器件寿命提高了 7 倍以上。

该方法解决了量子点表面缺陷对器件性能影响的问题，发展了该体系量子点缺陷钝化的方法。

国家发改委：23 亿元资金支持节能减碳项目

中国能源报 2021.9.13

本报讯（记者贾科华）报道：国家发改委官方消息称，根据《污染治理和节能减碳中央预算内投资专项管理办法》（发改环资规〔2021〕655 号）规定，近日，国家发改委下达中央预算内投资 23 亿元，支持重点行业领域节能减碳改造、产业园区能源利用优化、减碳技术创新示范、城乡建设低碳转型、资源再生减碳以及海水淡化等重点项目建设，助力实现碳达峰、碳中和目标。

本次投资计划紧紧围绕落实碳达峰、碳中和工作的决策部署，坚持“一钱多用”，优先向京津冀地区、长江经济带、黄河流域、粤港澳大湾区、国家生态文明试验区等重点区域倾斜，引导带动社会资本参与节能减碳项目建设，促进能源节约，提高能源利用效率，降低二氧化碳排放量，推进海水淡化规模化利用。

下一步，国家发改委将加大工作力度，督促各地加快中央预算内投资计划项目实施和建设进度，尽快形成实物工作量，争取早日建成，发挥中央预算内投资效益。

工信部：适时开展钠离子电池标准制定

中国能源报 2021.9.6

近日，工信部发布《关于政协第十三届全国委员会第四次会议第 4815 号（工交邮电类 523 号）提案答复的函》，提出将适时开展钠离子电池标准制定，并在标准立项、标准报批

等环节予以支持。同时，根据国家政策和产业动态，结合相关标准研究有关钠离子电池行业规范政策，引导产业健康有序发展。

锂离子电池、钠离子电池等新型电池作为推动新能源产业发展的压舱石，是支撑新能源在电力、交通、工业、通信、建筑、军事等领域广泛应用的重要基础，也是实现碳达峰、碳中和目标的关键支撑之一。在此背景下，国家有关部门高度重视新型电池产业发展，从加强行业管理、统筹产业规划、支持技术创新、加快标准建设等角度出发，采取一系列措施促进新型电池产业健康有序发展。

规模化发展的关键时期

工信部在答复函中表示，将在“十四五”相关规划等政策文件中加强布局，做好顶层设计，健全产业政策；科技部将在“十四五”期间实施“储能与智能电网技术”重点专项，并将钠离子电池技术列为子任务；有关部门将支持钠离子电池加速创新成果转化，支持先进产品量产能力建设。

“‘十四五’是钠离子电池规模化发展的关键时期。”中国科学院物理研究所研究员胡勇胜在接受记者采访时指出，“钠离子电池将在此期间实现产品化，各方面性能得到进一步完善和提升。”

记者了解到，目前国内外有近 20 家企业布局钠离子电池产业化生产。国外企业主要包括英国 FARADION 公司、美国 Natron Energy 公司、法国 NAIADES 公司、日本岸田化学、松下、三菱等，国内的钠创新能源、中科海钠、宁德时代亦有布局。今年 7 月，宁德时代正式推出钠离子电池，开发出第一代钠离子电池。

“接下来，钠离子电池发展将更侧重于解决产业发展过程中的工程技术问题，开发符合目标市场需求的产品。”胡勇胜说，“根据钠离子电池的现有技术成熟度和制造规模水平，将首先从各类低速电动车应用领域切入市场，随着产品技术的日趋成熟，会逐步切入到各类储能应用场景，如可再生能源存储、数据中心、5G 通讯基站等。”

实现商业化应用的重要支撑

据了解，当前钠离子电池已在各目标领域陆续开展示范应用，相关产品也在逐步面向市场推开，与钠离子电池关联的产业蓄势待发，制定钠离子电池相关标准的需求日益迫切。

在胡勇胜看来，标准的制定是钠离子电池实现产品化的重要支持环节之一。“目前暂无任何正式的有关钠离子电池的标准和规范发布，这不仅影响钠离子电池制造工艺的规范化及产品质量的一致性，也会导致不同企业之间的产品难以统一和标准化，不利于产品的市场推广和成本降低。”

同时，针对钠离子电池标准的制定，胡勇胜给出三点建议：“第一，在无钠离子电池产品相关标准的情况下，当钠离子电池产品开始进入市场推广应用时，应由相关企业根据产品特点并结合低速电动车、储能等目标应用领域的使用要求制定钠离子电池产品的企业标准，并上报有关行政主管部门审核、备案；第二，建议各级有关部门将钠离子电池的标准研究列

入科技计划，给予科研经费支持；第三，根据产业和技术的进一步发展，逐步细分并详细制定钠离子电池的各类标准，覆盖其产业链和生命周期。同时根据钠离子电池的技术发展状态与时俱进，适时开展相应标准的制修订工作。”

“此外，制定钠离子电池相关标准要基于未来电池回收利用等方面进行考虑；加强标准数据库及共享体系的建设，成立公开、透明、关联的标准共享平台，并适时推进钠离子电池标准的国际化，争取在全球钠离子电池产业中掌握优先权和主动权。”胡勇胜进一步表示。

应在市场端给予更多机会

针对初期进入市场的钠离子电池产品或企业给予扶持的建议，工信部在答复函中表示，将梳理能源电子产业链，统筹资源支持钠离子电池等新型储能电池发展；大力支持相关领域科技创新，通过建立良性发展机制解决产业发展过程中面临的共性问题。

“希望政府除了给予资金支持以外，在市场端也能够多给钠离子电池一些示范应用的机会。如果在政策上给予一些引导，而不是完全依靠市场行为进行推进，我相信钠离子电池能够更快地切入市场。”胡勇胜表示。

另外，全球钠离子电池的产业化进程目前尚处于导入期，从产品参数上看，我国处于领先地位。“从竞争格局来看，我国钠离子电池无论从技术水平还是产业化推进速度在国际上都处于前列，且拥有钠离子电池核心技术和自主知识产权。”胡勇胜说，“现阶段，优先支持部分性能优异的钠离子电池产品进入国家或地方电池类产品目录，可尽快推动钠离子电池的市场化应用，为促进我国新能源电池行业的发展作出贡献。”（姚美娇）

燃料电池汽车示范应用落地

中国能源报 2021.9.6

近日，财政部、工信部、科技部、国家发改委、国家能源局五部委联合发布《关于启动燃料电池汽车示范应用工作的通知》（下称《通知》），批复同意北京市、上海市和广东省报送的城市群启动实施燃料电池汽车示范应用工作。

首批示范城市群的明确，不仅为我国氢能及燃料电池汽车产业提供了“舞台”，也为氢燃料电池汽车推广应用及电堆技术攻关创造了机遇。但同时，业界也担忧，在尚未完全攻克氢能储运技术的背景下，较分散的示范城市群如何实现资源有效利用？在氢燃料电池电堆核心零部件及材料仍有部分依赖进口的情况下，技术攻关如何顺利推进？在“以奖代补”政策框架内，氢能供应体系能否建立健全？

跨地区城市群组团 引导资源优化配置

《通知》显示，北京市、上海市、广东省城市群燃料电池汽车示范应用的示范期为4年；城市群示范应用工作将按照《燃料电池汽车示范城市群考核评价规则》予以考核，考核结果作为中央财政对示范城市群安排奖励资金的依据。

记者注意到，3个示范城市群中的城市在地理位置上并非完全聚集，如在上海城市群中

还包括了淄博、鄂尔多斯、宁东能源化工基地等离沪较远的地区。那么，在氢能储运技术尚不成熟的背景下，如何实现远距离协作和资源分配？

“如果以城市为单位，全国各地的氢能产业链将呈现小而全、小而弱的样貌，重复建设、恶性竞争等问题将无法避免。基于此，《通知》鼓励在更大范围内构建氢能全产业链，这样的政策设计将为更多具备产业优势的城市提供组团机会，同时，跨越地域限制，将有效提高示范城市群资源配置效率。”中国国际经济交流中心科研信息部副部长、研究员景春梅表示。

景春梅认为，氢能产业链分为制储运加用、零部件制造及原材料供给等多个环节。由于目前最常用的高压气氢长管拖车运输经济半径仅为 150 - 200 公里，因此制氢、用氢、加氢环节需要聚集发展。同时，燃料电池电堆原材料等可以相对独立地进行布局，“卖全国”甚至“卖全球”，不一定非得与产业链其他环节扎堆聚集。这就赋予了六安、淄博等在某一方面有突出优势的城市更多的发展机遇。

因此，示范城市群的表现形式既可以是空间上的产业聚集，也可以是核心企业跨区域合作。“将产业链分解，‘全国一盘棋’，引导资源优化配置，更符合经济规律，有利于打破地域和行政限制，发挥各地优势，进而有利于形成全国氢能大市场。”景春梅指出。

将考核车辆应用、关键零部件产业化、氢能供应

《通知》明确，考核评价结果将量化为综合评分。考核内容包括“燃料电池汽车推广应用”“关键零部件研发产业化”和“氢能供应”三部分。多位专家一致认为，考核最终是为了实现氢能自主技术进步，进而初步构建车用氢能和燃料电池汽车产业体系。

《氢能汽车蓝皮书》主编张长令认为：“通过 4 年的示范，各城市群应努力实现燃料电池汽车大规模推广应用，带动全国燃料电池汽车推广量达万辆级甚至十万辆级规模。同时，实现关键技术与关键部件自主化、燃料电池关键部件及整车和车用氢气成本降低，助推车用氢能与燃料电池汽车产业从‘起步期’迈向‘成长期’。”

景春梅强调：“对目前氢能产业发展而言，财政补贴的目的是以实现核心关键技术可控为目标，在此基础上，逐步推广终端应用，实现车站数量规模化增长。”目前，国内燃料电池堆的核心零部件、加氢设备，以及催化剂、碳纸等原材料和国外相比均有不同程度的差距。技术进步将带来电堆铂载量不断降低，推动电堆成本下降。“随着市场应用扩大，终端市场要和前端自主技术可控节奏适应，我国氢能市场应为自主技术迭代做试验场，而不应形成进口依赖，为他人‘做嫁衣’。”

“对示范城市群而言，还应摒弃传统的产业发展路子，无论示范推广还是产业培育，应着眼全国产业发展与示范推广的大循环；积极培育龙头企业，鼓励各种形式的技术、产品和商业模式创新，同时，应取消参与示范企业本地建厂等不合理要求，避免低水平重复建设。”张长令表示。

那么，没有进入本次示范城市群名单的地区应如何应对？多位专家指出，要鼓励未进入

名单的城市以示范和产业为纽带，与获批复示范城市群开展合作，鼓励其结合本地优势，聚焦氢能产业具体环节，做好产业培育。

张长令进一步介绍：“以山东和四川为例，山东有优良的工业基础和丰富的氢气产能，也不乏兖矿集团、潍柴动力等龙头企业，同样，四川也有丰富的绿氢资源和扎实的产业基础，在燃料电池汽车示范推广方面已走在前列。因此，基于这些优势，山东、四川等地将有可能在全国燃料电池汽车示范及氢能产业发展中占据一席之地。”

需加强自身“造血”能力 补贴终将退坡

根据《通知》里的积分政策，每个城市群最高可获得17亿元奖励，如果再加上额外奖励，上限为18.7亿元。这意味着平均每个城市最终能拿到的补贴仅一亿多元，补贴力度并不大。对此，多位业内专家均强调，补贴仅是国家对产业发展的引导，并不能产生决定性作用。

景春梅认为，行业应当充分认识到，国家的财政资金只起到引导作用，补贴最终都会退坡，因此对氢燃料电池汽车产业而言，要持续加强自身的“造血”能力，吸引更多市场化融资，为商业化、市场化发展奠定坚实的基础。

张长令指出：“结合《通知》，各示范城市群应明确目标，完善相关支持措施。在示范方面，找准适用于燃料电池汽车的应用场景，制定妥善的示范方案，加快推进示范应用；在产业方面，应加强技术创新、关键零部件自主化攻关，形成与国内外优势领先企业合作的开放局面。”各示范城市群要针对本地区资源禀赋和应用场景特点，发挥优势，并结合燃料电池汽车和氢能特点，探索面向未来的大规模应用的商业模式，健全氢能供应体系。在此基础上，才有可能逐步摆脱对财税激励政策的依赖，实现产业的市场化拉动。

“在执行国家政策的同时，示范城市群更需适应新发展格局，积极响应碳达峰、碳中和目标要求，加快培育国家重大战略导向的产业。鉴于氢能及燃料电池汽车的新兴产业特征，主管部门有必要紧密结合示范推广和产业发展的最新进展，及时调整政策和对应考核机制。”张长令补充说。（仲蕊）

动力电池开启无钴时代

中国能源报 2021.9.13

科技部高新技术司副司长续超前近日表示，“十四五”期间，科技部将前瞻部署新体系动力电池、全固态金属锂电池等前沿技术，开展无钴动力电池、固液混合态高品能锂离子电池等共性关键技术研发。

电池无钴化是业界长期以来热议的焦点话题之一。今年7月，蜂巢能源首款无钴电池走出实验室，成为全球首款实现量产的无钴电池；8月29日，蜂巢能源宣布其开发的全球首款无钴电池包，正式搭载长城欧拉首款SUV车型樱桃猫并实现量产装车，引发广泛关注。

蜂巢能源率先实现无钴电池产业化

近年来，“去钴化”已成为越来越多电池厂商的选择。如特斯拉曾于去年2月表示，将自主研发新电池，含钴量可能为零；宁德时代曾在2019年业绩说明会上表示，公司有无钴电池技术储备，研发进展顺利，正想办法完善供应链；日产汽车则计划在2025年左右开始在其电动汽车上使用无钴电池。

“无钴电池之所以成为趋势，一方面是因为目前钴矿和钴材料资源有限，且回收循环利用困难；另一方面，虽然有钴的三元锂电池能量密度较高，但活性过强会造成安全性差。因此，有钴电池供应不安全、使用也不安全。”新能源与智能网联汽车研究者曹广平告诉记者。

蜂巢能源董事长兼CEO杨红新指出：“作为全球最大的钴产品消费国，中国已探明的钴储量仅有8万吨，占全球总储量的1.14%，这意味着如果没有解决钴资源的有效方案，想要大力发展新能源汽车产业只能依赖进口，这也是目前我国锂电池行业面临的最大的资源‘卡脖子’难题。”

据了解，作为全球首家实现无钴电池产业化的电池企业，蜂巢能源在2018年就已投入研发无钴电池；去年9月，蜂巢能源在北京车展发布无钴电池两大产品平台；去年12月，蜂巢能源宣布无钴电池正式接受全球预订；今年4月8日，蜂巢能源常州工厂无钴正极材料量产下线。

电池装机量提升前提是无钴整车获认可

目前蜂巢能源无钴电池共规划4款量产产品，分别为无钴H系列115Ah电芯、155Ah电芯；H Plus系列157Ah电芯；无钴E系列115Ah电芯，覆盖全部车型超长续航里程。同时，蜂巢能源在德国斥资20亿欧元建设欧洲工厂，在国内长三角、华南和西南三大区域布局。尤其是2021年上半年，蜂巢能源已在四川遂宁、浙江湖州、安徽马鞍山等地投资建设生产基地与智能化工厂。蜂巢能源方面表示，预计到2025年，全球总产能将突破200GWh。

据杨红新介绍，目前长城汽车已确定两款搭载无钴电池的车型，分别为欧拉和沙龙品牌。同时，吉利商用车一款皮卡将搭载蜂巢能源无钴电池，另有两家新造车企业也在沟通中。“无钴电池量产将帮助全球动力电池行业摆脱对钴资源的依赖，避免其掣肘新能源汽车规模化发展，而且，‘去钴’将助力新能源汽车企业降低成本。”

业内人士认为，随着搭载无钴电池的整车面世，无钴材料各项性能得到用户认可后，才会有更多上下游企业加入该技术路线，行业协同效应逐步显现，大规模应用也就有了可能。

能量密度高但安全性、价格等有待市场检验

“未来规划的无钴产能是10GWh，明年实际交付2-3个GWh。”杨红新介绍，“同时，我们也在开发无钴快充，届时，无钴电池应用场景会进一步拓宽。”

那么，从实验室到落地，无钴电池在发展中还将遇到哪些难题？杉杉股份副总裁孙晓东介绍：“从技术角度讲，在镍钴锰的比例为8:1:1时，电池300瓦时/公斤的能量密度已经达到‘天花板’，可能未来10年都无法突破。”由此可见，即使无钴电池研发成功，未来能

否大规模商用尚未可知。

“蜂巢能源的无钴电池实际上是在三元锂电池的基础上不使用或极少使用钴元素，目前可能与松下、特斯拉一样实现了钴用量 3% 以下，但要完全突破三元锂电池中镍钴锰的协同效应非常难。虽然无钴电池能量密度可以维持高位，但安全性、价格能否超过磷酸铁锂的无钴技术路线，还需经过市场检验。”曹广平指出。（姚美娇）

化氮为氨：多路创新降能耗

中国科学报 2021.9.6

氨是所有含氮化学品的源头化合物，对社会运行和发展至关重要。豆科植物向根瘤菌寻求帮助，可以轻松将氮转化为氨，但人类从第一次在实验室制取氨到工业化生产氨，却整整花了百余年。

合成氨工业的成功，改变和重塑了历史。2019 年，氨全球总产量达到 1.5 亿吨，成为世界上产量第二大的化工商品，而幕后英雄正是工业制氨技术 Haber - Bosch (H - B)。然而，H - B 生产过程条件苛刻，需要消耗大量能源，同时排放上亿吨二氧化碳，改进传统合成氨工艺势在必行。

对此，基于可再生能源的“绿色”合成氨新技术、新工艺成为研发热点。“该技术有望为当前可再生能源并网发电难，弃风、弃光、弃电等问题提供解决方案。”中国科学院大连化学物理研究所研究员陈萍说，“氨的化学合成是实现可再生能源制氨的关键。”

传统方法具有局限性

氨气、铵盐是肥料、饲料的重要成分，联合国粮农组织统计，化肥在对农作物增产的总份额中约占 40% ~ 60%。同时，氨还是现代工业的重要原料，医药、人造皮革、尼龙、塑料、氨基酸等有机化合物的合成都离不开它。

此外，氨产量大、易于储存运输、含氢量高、能量密度大，同时分解产物不含一氧化碳、二氧化碳，在绿色能源载体和燃料方面具有潜在价值。

当前，世界各国合成氨生产仍采用发展了一百多年的 H - B 工艺，这也是目前最成熟和具有经济性的工艺路线。H - B 合成氨反应过程以氮气和氢气为原料，在 300 ~ 500 摄氏度高温、200 ~ 300 标准大气压下进行反应，整个合成氨工业能耗巨大。同时，该过程所需要的氢气主要来源于天然气或煤的重整，每年排放超 6.7 亿吨二氧化碳。

以我国为例，约 90% 合成氨以煤为原料，年产氨 5600 万吨，主要采用铁基催化剂。传统铁催化剂的优势是成本较低，但合成压力与反应温度高，且氨生成率不高，导致吨氨能耗高达约 1.5 吨标准煤，同时伴随大量二氧化碳排放。

氮转化为氨的过程为何如此艰难？陈萍表示，氮气分子惰性极强，其惰性在于具有较强的键能，不易吸附和活化，还原为氨或氧化为氮氧化物皆需要克服较大的动力学阻力。

福州大学副研究员江莉龙认为，一方面，合成氨反应是体积缩小、可逆的放热反应，原

理上，提高反应的压力、降低反应温度是有利于合成氨反应进行的；另一方面，合成氨反应在温和条件下难以进行，必须依靠高效的催化剂才能提高反应效率，但因现有合成氨催化剂在温和条件下难以达到需要的反应效率，必须大幅度提高反应压力和温度实现高效合成氨。

“开发基于可再生能源的低能耗、低碳甚至零碳排放的合成氨过程迫在眉睫，也是百年来催化研究工作者梦寐以求的目标。”江莉龙说。

改进 H-B 法很难

现阶段，工业合成氨催化剂主要是以铁和钨为活性金属元素。

陈萍表示，传统铁基催化剂的优势是成本较低，但却存在氨级数较负、操作温度及压力较高的问题。与铁相比，钨基催化剂活性较高，但成本也较高，需要催化剂制备技术的创新，如合成具有特定形貌与尺寸的过渡金属及载体，精细调控金属与载体、助剂之间的相互作用，以达到降低钨金属负载量，并提高催化剂活性及稳定性的目的。

“改进该工艺可以从开发新型高效催化剂、设计制造新型高效反应器和配套工艺，以及开发新一代氨分离技术 3 方面入手。”江莉龙说。

他解释，开发新型高效合成氨催化剂降低合成氨的反应压力和温度是关键，另一个重要方面就是氨分离。氨与未反应的氢气、氮气的分离与反应压力成正比，也就是说，压力越高，氨越好分离，分离的能耗就越低。

事实上，研究人员不断开发新型高效催化剂降低反应压力，但同时也增加了氨分离的难度。现有的氨分离技术仍然采用梯级冷冻分离技术，增加了氨分离的能耗。

长期坚守，偶有收获。目前，浙江工业大学开发出新型铁基低压高活性氨合成催化剂；福州大学等开发出新一代钨基合成氨催化剂，降低了我国合成氨的反应压力、温度、吨氨煤耗，减少了二氧化碳排放。

主导新型铁基低压高活性氨合成催化剂研发的浙江工业大学研究员刘化章表示，改进工艺的难点还在于既要解决新型催化剂在工业应用中遇到的系列关键工程技术问题，又要解决工业实践中发现的新技术、新问题。

新技术路线在路上

针对这一重大社会需求，基于可再生能源的“绿色”合成氨新技术、新工艺成为研发热点。太阳能、风能、海洋能等可再生能源产生的能量，可通过氨的热、光、电等化学合成过程储存起来；而后借助氨的易储运优势，将其输送至终端用户，再通过氨的分解或转化技术将能量以电、热或氢气形式释放出来。

此外，近年来，研究人员在多相催化、电/光催化、化学链合成氨等领域取得了诸多进展，提出了许多新思路。

陈萍表示，为了实现“温和条件下氨的高效合成”这一终极目标，需要对合成氨反应有更加深入的认识，其中关键的科学问题包括氮的活化解离机制、吸附物种及其过渡态能量的优化、固体催化剂表面性质的调控、活性中心的精确构筑与合成等。

“催化科学技术的发展及其与纳米技术、先进材料表征技术、量子化学计算等其他学科的交叉融合，有可能为实现这一目标反应提出更加有效的策略。”陈萍说。

在众多技术路线中，江莉龙认为，电化学氮气还原合成氨是一个很好的革新性途径，但目前效率低，尚未有工业前景或价值。即使未来大幅度提高了合成氨效率，在温和条件下高效实现氨分离也面临巨大挑战。

光催化固氮也不可忽视。该反应所需条件温和，不需要还原剂或额外能源，是一种有潜力的可持续固氮途径。“光催化固氮效率普遍较低，设计出活性中心促进氮活化、提高催化效率，是目前光催化面临的巨大挑战。”陈萍说。

她表示，这些研究存在很大挑战，各技术路线实现产物定量分析较为困难，文献报道的结果往往存在一定的准确性与可重复性问题，急需一套标准化、统一的实验方法与技术标准，用于规避假阳性实验结果，从而确保研究方向的正确性。（卜叶）

中国能源企业低碳发展贡献力研究报告发布

中国科学报 2021.9.6

本报讯 9月3日，在2021年太原能源低碳发展论坛上，由中国能源报社、北京零碳未来研究院、清华大学、中国能源经济研究院4家单位编制的《中国能源企业低碳发展贡献力研究报告》首次发布，该报告研究了中国能源企业对碳达峰、碳中和目标的贡献，评估能源企业相关行动的积极性和实施效果。

报告依据能源企业营收、社会影响力、数据披露程度以及行业性质比对筛选，选取50家能源企业进行评估及排行，这50家企业以石油、煤炭、天然气等传统能源行业，光伏、核能、风电、光电、生物质能等新能源行业，能源数字经济、储能等能源产业链行业为主。

报告也为能源企业提出建议，包括积极部署能源转型，重视低碳技术研发；制定清晰的碳达峰、碳中和行动方案并付诸行动；积极参与碳市场，将碳成本纳入生产决策考虑；明确战略布局，加强碳排放信息的披露。（李清波）

华东理工与上海石化共建氢能联合实验室

中国科学报 2021.9.6

本报讯 近日，华东理工大学与中国石化上海石油化工股份有限公司新一轮战略合作签约暨氢能联合实验室揭牌仪式在上海举行。双方将充分发挥各自资源优势，打造“产—学—研—用”深度合作的科研团队，为中国氢能行业发展贡献科技力量。

华东理工大学校长轩福贞指出，围绕“双碳”战略目标，产业链、创新链、人才链均需经历一场广泛而深刻的变革与重构。此次双方战略合作选择氢能作为突破点和发力点，正是瞄准了这一新的战略发展机遇。他希望校企双方以氢能联合实验室的建立为契机，聚焦制氢、储氢、运氢、用氢等关键技术和基础科学问题，发挥双方优势，尽快制定“近、中、

远”发展目标和路线图，把联合实验室做实做强，多出成果、出好成果。

上海石化董事长吴海君则希望双方发挥各自优势，进一步强化在人才培养、科技创新、成果转化等方面的交流与合作，真正做到各取所长、各有所为、各有所获，努力取得互利共赢的合作成果。（黄辛）

磷酸铁锂电池市场占有率回升

中国能源报 2021.9.13

近日，美国预订标准续航增强版特斯拉 Model 3 的用户收到邮件，如果想要提前拿到车，可以选择磷酸铁锂电池。特斯拉 CEO 马斯克称，磷酸铁锂和三元电池的体验大致相同，他更倾向于可充电到 100% 的磷酸铁锂电池。

目前，电动汽车存在使用三元锂电池还是磷酸铁锂电池之争。中国汽车动力电池产业创新联盟数据显示，7 月，我国动力电池装车量 11.3 吉瓦，同比上升 125.0%，其中，三元电池共计装车 5.5 吉瓦，同比上升 67.5%，环比下降 8.2%；磷酸铁锂电池共计装车 5.8 吉瓦，同比上升 235.5%，环比上升 13.4%。

据了解，特斯拉未来将会逐步转向采用磷酸铁锂电池方案，2/3 的特斯拉电池将使用磷酸铁锂，1/3 可能采用三元电池。实际上，已有部分车企开始在供给端推出磷酸铁锂车型，如比亚迪旗下王朝系列车型以及出租车型全部切换为磷酸铁锂“刀片电池”，零跑 T03、荣威 eRX5 和荣威 ei6 MAX 等上汽集团几款车型，以及长城欧拉猫系列，小鹏 G3 和 P7 也推出了磷酸铁锂版本。

“车企在电池选择上主要还是基于价格做选择，目前磷酸铁锂电池价格相对便宜。”伊维经济研究院研究部总经理吴辉在接受记者采访时表示，“在三元电池价格高于磷酸铁锂电池的情况下，未来还会有更多车企选择磷酸铁锂电池。”

伴随着磷酸铁锂电池市占率的持续回升，各家动力电池厂商纷纷扩大产能。据高工锂电不完全统计，上半年，锂电产业链新增项目达 123 个，总投资已超 5332 亿元（不含开工项目）；作为锂电池产能扩张主力，动力电池新增规划产能达 745 吉瓦，投资总额超 2587 亿元，超百亿项目占 5 成，单个项目平均投资超 92 亿元。从产能规模看，扩产规模超 100 吉瓦的就有宁德时代、中航锂电、亿纬锂能、瑞浦能源等多家公司。

“为了控制成本，现在很多电池厂都在向上游布局原材料。目前磷酸铁锂的涨价是不可持续的，在产能扩张后，价格也会出现下降。”吴辉指出。

另外，吴辉认为，磷酸铁锂电池逐渐“回春”并不意味着三元锂电池已经逐渐失宠。“这是一个动态的变化，只能说就两种电池目前的成本来看，磷酸铁锂电池暂时占优。对电动汽车而言，无论选择哪种电池，都要求高能量密度、长循环寿命、低成本、高安全性。随着技术进步，未来还可能出现其他技术路线的动力电池。”（姚美娇）

三、碳达峰、碳中和

全面实施绿色低碳电网建设和评价

中国能源报 2021.9.20

本报讯（记者李文华）报道：近日，《南方电网公司关于推动绿色低碳发展转型的意见》（以下简称《意见》）正式印发，旨在全力推进南网绿色低碳发展，加快构建以新能源为主体的新型电力系统等相关工作落实，服务经济社会发展全面绿色转型。

《意见》明确了未来两个阶段的工作目标：到2025年，南方五省区新能源新增装机1亿千瓦左右，非化石能源装机占比提升至60%；到2035年，在2025年基础上再新增装机1.5亿千瓦以上，非化石能源装机占比提升至70%。

《意见》立足当好国家战略承接者、实施者和推进者，从对内对外两个角度制订了5个方面共28项重点举措。

在打造绿色低碳的电网基础设施方面，《意见》提出加快电网数字化智能化，全面实施绿色低碳电网建设和评价、加强建设项目全过程生态环境保护，构建服务乡村振兴的现代农村电网，推广应用绿色低碳技术装备。

在大力倡导绿色低碳的生产、办公、生活方式方面，《意见》提出开展绿色低碳调度和交易，继续深挖电网节能降碳潜力，构建绿色供应链，加强再生资源回收利用，大力发展绿色低碳建筑，形成崇尚节约、厉行节约的办公模式，倡导绿色低碳生活方式。

在积极发展绿色低碳的新技术、新产业、新业态方面，《意见》提出支持绿色低碳技术创新及成果转化，健全完善绿色低碳标准和支撑体系、完善绿色低碳发展指标体系，支持绿色低碳新产业发展，积极开展绿色金融产品开发和融资，积极融入绿色“一带一路”建设。

在推动构建绿色低碳的能源供给体系方面，《意见》明确通过大力支持清洁低碳能源发展，着力提高电力系统灵活性，推动构建清洁能源高效利用平台，健全完善清洁能源消纳保障体系等举措。

在助力形成绿色低碳的生产消费模式方面，《意见》明确以数字技术助推能源消费革命、服务产业绿色低碳发展、提升终端能源消费绿色低碳水平，助力交通运输业绿色低碳发展、积极发挥市场配置资源作用、拓展碳排放监测分析能力等举措。

碳中和技术与绿色金融协同创新实验室在京启动

中国环境报 2021.9.28

本报记者鲁昕北京报道9月25日，碳中和技术与绿色金融协同创新实验室在北京召开启动仪式。实验室由清华苏州环境创新研究院、清华大学、国家开发银行研究院、中国循环经济协会、北京大学、中国环境报社、金融时报、中国人民大学、中国标准化研究院、北京工业大学等单位共同支持，吸收多家研究单位、金融机构和骨干企业作为理事共建。

博鳌亚洲论坛副理事长周小川向实验室发来贺信。中国气候变化事务特使解振华通过视频发表致辞，对实验室的启动表示祝贺。

致辞强调，绿色低碳转型是大趋势，技术创新是核心竞争力。谁能够率先突破关键技术、形成制度优势，谁就会取得绿色低碳发展规制的主导权，抢占国际市场的先机。

致辞表示，绿色低碳市场潜力巨大，绿色金融是重要的推动力。金融机构积极参与和支持绿色低碳科技发展，助力技术迭代与升级，促进模式创新提升常规技术碳绩效、推动硬科技研发填补应用空白。

致辞指出，实现碳达峰碳中和目标是一项系统性的工程，实验室要主动担当、积极作为，聚焦绿色低碳技术的标准化识别与验证体系，致力于推动循环经济助力碳减排以及脱碳技术的资本对接与产业推广，开发特色绿色金融工具和产品，努力成为我国碳中和技术与绿色金融的桥梁和纽带。

据介绍，实验室将基于技术视角，推动产业端与消费端实现绿色低碳转型，为技术方和资本方搭建对接平台。

全国人大常委会、国家发展改革委、生态环境部、科技部相关司局单位，中国科学院、北京大学、中国人民大学、中央财经大学、中国宏观经济研究院、北京工业大学等国内高校有关科研机构代表与会。

火电等五行业纳入碳监测评估试点

中国能源报 2021.9.27

本报讯（记者朱妍）报道：9月23日，记者从生态环境部9月例行新闻发布会上获悉，为支撑减污降碳协同增效，《碳监测评估试点工作方案》（下称《方案》）于近日发布，旨在对碳监测评估试点工作进行部署。在行业层面，选择火电、钢铁、石油天然气开采、煤炭开采和废弃物处理五类重点行业，国家能源集团、中国宝武、中国石油、中国石化、光大环境等11个集团公司开展温室气体试点监测。

除了重点行业，《方案》还聚焦区域、城市两个层面。基于现有国家环境空气质量监测网背景站及地基遥感站，结合卫星遥感手段，进一步完善监测网络，开展区域大气温室气体浓度天地一体监测、典型区域土地利用年度变化监测和生态系统固碳监测。综合考虑城市的能源结构、产业结构、城市化水平、人口规模、区域分布等因素，选取唐山、太原、上海、杭州、盘锦、南通等16个城市，分基础试点、综合试点和海洋试点三类，开展大气温室气体及海洋碳汇监测试点。

据了解，生态环境部在碳监测方面具有一定工作基础。一是环境浓度监测。从2008年起，国家陆续建成16个大气背景值监测站，其中部分站点能够实时监测二氧化碳和甲烷，部分省份还开展了城市尺度温室气体试点监测。二是点源排放监测。电力等重点行业骨干企业，在现有废气连续自动监测系统的基础上，开展了温室气体排放监测试点，与核算结果进

行比对。三是遥感监测。针对温室气体，初步形成不同尺度温室气体空间分布、碳排放反演等业务化遥感监测评估能力。

据介绍，生态环境部将加强对试点工作的统一组织协调，指导有序开展试点，组织做好试点工作的经验交流和成果应用。到2022年底，探索建立碳监测评估技术方法体系，发挥示范效应，为应对气候变化工作提供监测支撑。

清华大学成立碳中和研究院

中国科学报 2021.9.27

本报讯 近日，清华大学宣布正式成立碳中和研究院。中国工程院院士、清华大学环境学院教授贺克斌担任碳中和研究院院长。

据贺克斌介绍，作为清华校级实体科研机构，碳中和研究院未来将围绕碳中和打造技术创新中心、高端智库战略中心、高层次人才培养基地、合作交流传播平台。在低碳发电与动力、新型电力系统、零碳交通、零碳建筑、工业深度减排、减污降碳协同增效、CCUS与碳汇、气候变化与碳中和战略等方向重点发力，力争在碳中和主战场与关键技术突破方面发挥引领作用。

据悉，碳中和研究院将转变学科单一发展的惯性，发挥学校基础研究深厚和学科交叉融合的优势，实现多院系多学科联合创新，集中优势资源，加快突破碳中和领域关键核心技术。同时积极参与创新联合体建设，形成跨行业、跨领域、跨区域碳中和关键技术合作集成平台，不断深化校地合作，对接地方低碳发展与企业转型需求，合作共建绿色低碳示范企业、示范城市（群），促进科技成果转化。（陈彬）

汽车碳排放标准体系建设提上日程

中国能源报 2021.9.6

8月24日，工信部答复政协第十三届全国委员会第四次会议第1259号提案称，将联合相关部门加快建立健全汽车碳排放标准体系建设，探索建立包括汽车整车、重点零部件、车用材料、燃料、资源综合利用等在内的全生命周期碳排放标准体系。这意味着，建立健全汽车碳排放标准体系已正式提上日程。

汽车碳减排不等于电动化

中国汽车技术研究中心发布的2021年度《中国汽车低碳行动计划研究报告》（下称《报告》）显示，2020年我国乘用车全产业链碳排放总量约为6.7亿吨二氧化碳，其中74%的碳排放来自汽车使用环节，26%的碳排放来自制造环节。在燃料周期所产生的碳排放中，绝大部分碳排放来自汽油车，占98%，相比于传统汽油车，纯电动车减排40%。

除了燃油乘用车，商用车也是排放大户。数据显示，商用车保有量虽仅占我国汽车保有量的10.9%，却制造了道路交通碳排放的56%。乘联会秘书长崔东树表示：“商用车碳排放

较高，且电动化难度较大。”

据了解，汽车碳排放约占我国交通领域碳排放的75%，其生产使用涉及钢铁、油气等众多产业，产业链较长。值得注意的是，《报告》指出，面向全生命周期，仅靠车辆电动化及使用能效的提升不足以使汽车行业实现碳中和，需要探寻汽车全生命周期的碳减排措施及负碳技术。

“汽车行业降碳不能简单等同于电动化，汽车驱动系统电动化只是其中一部分。因为车辆结构不仅有动力系统，还有底盘、车身、转向、制动、附件及充电基础设施等各个子系统及各大生产工艺等，即使仅从动力系统的变化考虑，还包括燃油发动机、代用燃料发动机、混合动力以及电能、氢能等外部能源构成上的诸多技术路线变化。”新能源与智能网联汽车独立研究者曹广平表示。

车企应承担降碳主体责任

业内人士认为，车企在推动行业实现降碳目标过程中扮演着重要角色。记者了解到，目前奔驰、奥迪、丰田等已提出碳中和时间表，而国内只有少数车企提出。

究其原因，曹广平认为：“一是目前国内行业政策以双积分、新能源汽车补贴为主，并已起到降碳效果，且正在实施和优化过程中。二是车企碳中和时间表属于战略规划，要以产品、技术规划为依据，需要先进技术支撑才能实现。三是车企降碳和经营效益密切相关，在保证降碳时需考虑企业经济效益、社会贡献。”

中国汽车工业协会副秘书长何毅表示，车企可以从“三节”着手脱碳，即“节油”“节能”“节材”。“节油”指在产品层面，燃油车持续降低油耗，电动车大幅降低电耗；“节能”指制造过程低碳，包括广泛应用数字化、智能化、网联化，打造精益、智能、低碳的制造过程；“节材”指节约材料与资源，应用增材制造、铸铝车身等新技术和回收再利用技术。

有业内人士指出，一旦汽车行业全生命周期碳排放标准体系建成，则要求汽车产业链各环节减少碳排放，对汽车产业供应链是不小的挑战。对于降碳可能导致的成本增加，曹广平认为，车企要承担社会责任，提供低碳产品，政府也应以多种形式加以鼓励。

应制定汽车行业专属碳排放标准

记者了解到，生态环境部已组织开展交通领域碳排放趋势及控制碳排放相关措施研究，同时以2015年印发的《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》为指导，研究汽车碳排放核算问题。

目前，汽车行业尚未纳入全国碳市场交易。对此，崔东树表示，在碳排放核算与管理相关法规制定过程中，应对汽车行业制定更严格、独立的体系，一味效仿碳市场交易模式可能对汽车行业无明显效果。“尤其在制造环节加强碳减排，提升燃油车生产制造水平，继续大力推广电动汽车。”

“简单地将汽车行业的积分等同于碳配额是不科学的，二者的计算方法、标准等存在较大区别。汽车的碳排放标准体系要立足于行业实际，既满足减碳需求，也服务产业发展。”

曹广平认为。

《报告》指出，基于研究结果，2025年前，应着力建立健全汽车行业碳排放标准体系、建立完善汽车行业碳排放管理制度、加快推动汽车行业的消费新型模式。2025—2030年，应促进低碳材料的应用、推动低碳技术的研发、提高汽车电动化比率、促进出行方式的转变。2030—2060年，应加快我国电网清洁化转型、推动电动时代平稳过渡、促进零碳燃料电池车和负碳技术的研发。

此外，工信部还表示，下一步，将通过“大气与土壤、地下水污染综合治理”重点专项，开展自主可控的汽车尾气后处理技术研究，建立机动车超低排放与近零排放技术体系，并开展面向机动车国 VII 标准的预研工作。（杨梓）

让城市健康可持续发展

——国会二〇二一年年会“碳中和背景下中国城市低碳转型与社区绿色技术创新”主题论坛综述

中国环境报 2021.9.8

从全球视野来看，城市创造了全球 80% 的 GDP，同时排放了全球 70% 的温室气体。

同样，城市也是中国气候行动的主战场之一。到 2025 年，中国城镇化率将接近 65%；预计到 2050 年，将达到 80%。在这个过程中，中国的城市转型，面临着摆脱化石燃料快速增长、向碳中和以及经济高质量发展转变的战略机遇。

如何让城市在走向碳中和进程中健康可持续发展，是中国面临的课题。9 月 7 日，在中国环境与发展国际合作委员会 2021 年年会“碳中和背景下中国城市低碳转型与社区绿色技术创新”主题论坛上，中外专家就相关议题进行了深入探讨。

城市更新要采取绿色方式

中国的城市化进程到什么时候可以达到峰值？中国城市规划设计研究院院长王凯给出的预测是 2030 年前后。

“2030 年左右，中国的城镇化水平大概会到 75% 左右，刚好是国家碳排放的达峰期。到那个时候，我们的人均 GDP 大约在两万美元，这个过程中中国的经济发展还有很大空间。”王凯表示。

国际经验表明，人均 GDP 达到一万美元以后能源资源消耗增长最快，这意味着未来新的需求可能带来更多的消耗与碳排放。

经济发展过程中面临的碳排放压力和挑战，是全球面临的问题。

“从经济发展进程中来看，全球有一半的人生活在城市当中，并排放了 70% 以上的二氧化碳。城市居民也受到了气候变化的影响。包括热岛效应、极端天气等，都告诉我们要做出改变。”世界经济论坛气候行动负责人、全球公共产品中心副主任安东尼娅说。

中国的城市化进程，在现阶段也有着明显的特点。国合会“重大绿色创新技术及实现机制”专题政策研究报告指出，中国的城镇化方式正在从扩张发展转向城市更新。

“相比扩张发展模式，以存量资源利用为主的城市更新模式可以减少资源能源消耗，更加绿色低碳。城市更新也更需要采取绿色方式。”研究报告指出。

“所以，生态文明视角下的城市更新，要对城市进行创新定义。”国合会特邀顾问、中国社会科学院生态文明研究所所长张永生说。

张永生表示，要将碳达峰、碳中和目标作为绿色城镇化的重要战略抓手，推动城市有序率先实现碳达峰、碳中和，并将城市更新作为绿色城镇化转型的重大契机，避免以传统工业时代的旧思维进行生态文明时代的城市更新，跳出传统的城市大小之争。

同时，要避免用传统概念和城市视角进行“乡村振兴”，用全生命周期和多维度可持续视角重新考虑城市基础设施和城市建筑的生态环境效应。

脱碳路径与技术至关重要

“社区和街区更新将成为我国城市更新的主要方式。社区是城市生活、居住的主要场所。从国际经验来看，居民生活品质的提高普遍会提高人均碳排放。”研究报告指出。

在发展过程中，欧洲、北美的一些城市在绿色发展与零碳社区发展方面有不少成功案例，也探索出了成熟的治理机制，值得中国借鉴和学习。

结合国际经验，与会专家在能源、交通、建筑、水务、土地利用和食品领域提出了城市和社区的脱碳路径。

这其中，绿色技术至关重要。

“绿色技术要力争实现三个目标。首先是高生产率和高附加值，第二是必须实现低碳或者零碳，第三是必须是低成本的。”国合会中方首席顾问、全国政协经济委员会副主任刘世锦说。

对于成本问题，壳牌（中国）有限公司国际新业务开发总经理兼 CCUS 中国区负责人朱长龙以 CCUS 技术的应用和推广分享了创新经验。

“从技术成本上，我们的任务是开发出企业可以负担得起的 CCUS 技术。从商业模式上，我们正在推广工业集群的概念，以一个工业园区为统一规划，集中式收集、运输、封存二氧化碳，建设公共设施解决大部分园区的二氧化碳排放问题，将风险和成本都大幅降低。”朱长龙说。

而从经济发展的角度，在城市转型发展过程中，绿色技术的创新将成为中国经济的重要增长动能之一。

“以碳中和为目标的绿色转型过程中，绿色技术是实质性的硬核内容。绿色技术从研发到推广会产生新的消费，甚至会带动吸引绿色的创新和投资等。”刘世锦说。

数字化将助力绿色技术推广与应用

近几十年来，绿色和可持续城市转变与数字转型或第四次工业革命两个全球大趋势正在

融合。而在绿色技术的推广过程中，数字化的助力作用也不容忽视。

“这将影响到全球的可持续发展。德国政府也是在历史上第一次将数字战略和环境以及气候变化结合起来考虑。我们希望在绿色转型的过程当中，充分依靠数字技术实现目标。”国合会委员、德国联邦环保署署长梅森纳说。

“推进绿色城镇化战略和数字化策略，需要落实碳达峰、碳中和国际承诺，推进自然环境、人工建成环境和社会人文环境的绿色品质提升，构建一个绿色城乡开发和保护的格局，并且通过绿色资本的投资，促进空间、产业、交通和建筑等领域低碳技术的集成，建设一个绿色的城市。”王凯说。

除了技术创新，城市的低碳发展和转型还离不开绿色生活方式的推广。

“我们分析了国外大量的先进案例，真正要实现零碳社区，仅仅靠绿色技术远远不够，必须通过绿色生活方式的共同参与。”国合会“重大绿色创新技术及实现机制”专题政策研究中方组长、中国城市规划设计研究院原院长李晓江说。

李晓江表示，根据分析，绿色技术能够降低 30% - 40% 左右的碳排放，绿色生活方式可以实现 10% - 30% 之间的碳减排。所以只有两者相加，才可以实现 60% 左右减碳的目标。（童克难）

以城市为主体的碳达峰碳中和可分三步走

中国城市能源周刊 2021.9.13

作为一个国家或地区经济发展的牵引力量，城市是人为温室气体的主要排放者。根据联合国相关数据，城市所造成的温室气体排放占到排放总量的 75%。

因此，我国碳达峰、碳中和目标的提出，势必将推动城市低碳转型进入全面加速时代。那么，如何加速构建以城市为主体的碳达峰、碳中和战略？近日，在由国际绿色经济协会主办的“低碳城市建设与低碳产业峰会”上，国际欧亚科学院院士、住建部原副部长、中国城市研究会理事长仇保兴指明了方向。

相较于西方国家的城市管理仅限制于城市建成区，我国的城市管理范围包括了农村和原野，着眼城市制定碳达峰、碳中和路线图，有利于使各个城市根据自身资源禀赋整体布局可再生能源和碳汇基地。

仇保兴指出，碳达峰、碳中和愿景下，我国城市间的竞争可由“单轨”的 GDP 竞争转向 GDP 与减碳的“双轨”竞争。我国的碳达峰、碳中和路线图如果以城市为主体，通过城市内各主体的创新就能形成一个自下而上的“碳中和”体系，这与我国对主要行业的管理施行从上到下的“碳中和”顶层设计战略是互补的，有利于生成全国协同的韧性碳中和体系。

在仇保兴看来，从城市角度看实现碳达峰、碳中和行动方案，首先要制定好路线图。那么，这个路线图应该具备哪些特征？

仇保兴认为，第一要突出安全意识。特别要将能源安全放在首位；第二成本要趋降；第

三技术要非常可靠；第四要结合中国实际情况，当前我国煤电厂数量占到全球的 50%，这些大量的煤电厂显然不能盲目“一刀切”被抹除，而是应该关注“灰色”和“绿色”能够兼容并存、平稳切换；第五，要考虑进口替代性。

“如果这几个特征都满足了，我认为这个路线图大体上就是合格的。”仇保兴说。

在仇保兴看来，以城市为主体的碳达峰、碳中和路线图制定，需要城市重新制定减碳模式，可将复杂的城市分为五个模块，即碳汇与农业农村、建筑、交通、废弃物处理与市政，以及工业制造业。

“城市‘碳中和’最大的难点在于如何突破工业文明的惯性思维锁定。”仇保兴坦言，不同的城市在制造业领域千差万别，但在碳汇和农村农业、建筑、交通、废弃物处理和市政这四个领域的差异性是不太大的。

当前，全球正处于信息技术迅猛发展的时代，尤其是数字技术的创新应用，可使城市碳排放做到“可检测、可公布、可回溯”的三可原则。围绕碳汇和农村农业、建筑、交通、废弃物处理和市政领域的碳减排工作，城市之间完全可以通过竞争合作，共学共创，以促进新技术和新变革措施落地，防止错误路线锁定，进而确保合理性和投资效益。

仇保兴认为，着眼城市视角，我国可分三个阶段实现碳中和，即在 2021—2030 年为碳达峰阶段，通过开展建筑、交通以及市政的低碳竞赛，大部分城市需要实现人均碳达峰的目标；2030—2050 年为碳中和关键期，此期间城市的碳中和可重点围绕电力系统碳中和展开；而在 2050—2060 年的碳中和决胜期，城市则需要实现交通和工业制造业的碳中和。（张胜杰）

碳达峰碳中和是中国经济高质量发展的综合引擎

中国能源报 2021.9.27

能源系统的碳排放占比约 80%，是实现碳达峰、碳中和目标的主战场。电力行业的碳排放占整个能源行业碳排放的 40% 以上，可以说，电力行业是实现碳达峰、碳中和目标的主力军。

着眼碳达峰、碳中和目标，其实就是聚焦 4 个“何处去”、4 个“中国怎么办”，即面对全球气候变化的人类共同挑战，地球生态何处去、中国怎么办；面对全球量化宽松政策的货币超发挑战，超发货币何处去？中国怎么办；面对全球市场竞争规则的重大变化，长期国家竞争力何处去、中国怎么办；面对不同社会制度选择的制度竞争，不同国家的制度自信何处去、中国怎么办。

碳达峰、碳中和这一国家战略决策具有定位全局性、方向长期性、政策基本性、挑战综合性、问题复杂性、进程不确定性等特征，是中国经济高质量发展的综合引擎。

首先，它可以改变社会生产函数。倒逼各行各业实现根本性转变，推动技术实现跨越式升级。

其次，它可以改变行业竞争态势和格局。通过内生成本压力和外生的市场竞争格局，加

速产业升级，同时助推我国实现高水平的科技自立自强。

我国经济的高质量发展之路是一条经济自主、均衡、包容、绿色的可持续发展之路。我国经济的可持续发展将对能源高质量发展提出新要求。因为各行业技术进步、产业升级都将直接影响用能方式的转变，低碳化、鼓励可再生能源的新用能方式将更符合经济高质量发展的要求。

再次，经济的高质量发展将直接带动能源效率提升，能源系统低成本、高质量建设，灵活性资源的发展需求，也必然导致以电力为载体的能源系统的发展。

所以，各行业技术的跨越式进步，产业跨越式、压缩式的升级，催生了如今的碳达峰、碳中和战略目标，中国经济高质量发展和中国能源高质量发展催生了以新能源为主体的新型电力系统的发展。

以新能源为主体的新型电力系统可着眼多维度描述。其既能够大力推动和友好消纳超低成本新能源发展，也能够高经济性地解决新增系统平衡成本指数级增长难题；既能够与各行各业技术跨越式进步，产业跃升性升级实现高质量协同，也是电力流、碳流、稀缺性灵活性资源流的高度耦合。

新型电力系统的计量无处不在，交易无处不在，创新无处不在、人人都可参与。它是一个持续创造新技术、新装备、新业态、新模式、新产业、新经济的系统，也是一个融合计量基础设施、交易基础设施、类货币基础设施、制度基础设施，以及融合基础设施（能源、数字、安全、应急）的综合能源系统；具有显著中国特色，能够灵活适应我国节能降碳不同发展阶段需要，满足生态文明建设和共同富裕要求和能源安全新战略的系统。（李伟阳）

北京积极谋划“近零”碳排放城市建设

中国城市能源周刊 2021.9.13

9月6日，记者从“2021年北京国际大都市清洁空气与气候行动论坛”上了解到，当前，北京市正积极谋划碳中和，提出“两步走”战略，远期目标为建成近零碳排放城市。

近年来，北京市全力推动大气污染防治工作，持续推动产业结构优化和能源清洁转型，在低碳绿色发展领域取得积极进展，燃煤消费大幅下降，清洁能源占比不断攀升。根据北京市人民政府官网发布的消息，2020年，北京万元GDP二氧化碳排放量仅为0.41吨，比2015年下降了26%以上，在全国省级地区最优，超额完成国家下达的20.5%的“十三五”任务。

这一亮眼成绩的背后离不开北京市节能降碳举措的积极推进与试点碳市场的有力支撑。作为全国首批低碳试点城市与首批开展碳排放交易的试点城市，近年来，北京市在“双控”机制建立完善、碳市场运行机制、管理体系建设等多方面的创新探索，为全国各地低碳城市建设贡献了“北京经验”。

率先实行碳排放总量和强度“双控”机制

在构建绿色经济体系，实现低碳绿色发展方面，北京市“下了大功夫”。

记者了解到，继成立“北京市应对气候变化及节能减排工作领导小组”之后，北京市又着力构建支撑减污降碳组织体系，将二氧化碳强度下降率和碳排放总量达峰目标纳入规划约束性指标体系，在全国率先实行碳排放总量和强度“双控”机制，并相继发布《企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南》等多项地方标准及碳排放权交易规则。

据北京市生态环境局应对气候变化处处长明登历介绍，为积极谋划碳中和，北京市提出“两步走”战略：第一步，到2035年，碳排放率先达峰后实现持续下降；基于现有基础和发展阶段特征，北京将建立健全机制和政策，强化推动节能、新能源和可再生能源、机动车“油换电”等措施，实现碳排放持续下降；第二步，将着力打造近零碳排放城市，依托技术进步全面推进，实现碳排放迅速下降。

明登历表示，为落实碳达峰、碳中和目标，北京市还制定了“十四五”时期重点领域的降碳措施。如新能源和可再生资源占比提高到14%，外调绿电力争达到300亿千瓦时；城市供暖领域，鼓励多能互补的新型供热模式，推动供热系统重构；交通领域中心城绿色出行比例达到76.5%，新能源车力争达200万辆，加强充电桩等基础设施建设；建筑领域，持续推进既有建筑节能改造，推广超低能耗建筑500万平方米。

以市场化机制开创绿色低碳发展新局面

碳市场是利用市场机制控制和减少温室气体排放，实现碳达峰、碳中和的重要政策工具。北京市生态环境局应对气候变化处副处长李春梅在接受记者采访时介绍，自2013年正式启动以来，截至2020年底，北京市试点碳市场范围已延伸至发电、石化、水泥、热力、其他工业、交通、服务业以及航空等8大行业，800余家纳入北京市试点碳市场管理的重点碳排放单位100%实现履约，2020年全年试点碳市场配额成交538万吨，交易额达2.74亿元，市场保持总体供需平衡，碳价在全国8个试点碳市场中保持领先水平，对“十三五”期间北京超额完成减碳目标发挥了重要作用。

碳市场的稳定运行得益于北京市试点碳市场完善的碳排放权交易政策、法规。“目前已经形成了‘1+1+N’的碳交易法规体系。”北京市应对气候变化管理事务中心副主任于凤菊表示。

第一个“1”代表人大立法，第二个“1”代表政府部门管理。所谓“1+1+N”体系，即北京市人大立法、地方政府规章，以及北京市发展改革委员会会同有关部门出台的配额核定方法、核查机构管理办法、交易规则及配套细则、公开市场操作管理办法等20余项配套政策文件与技术支撑文件，为试点建设各项工作规范有序和碳市场健康发展提供了基础保障。

于凤菊进一步介绍，北京市还形成了完善的监测报告和证体系，建立了碳排放数据电子报送系统，发布了六个行业排放核算与报告指南、监测指南、核查程序指南、核查报告编写指南以及核查机构管理办法，开创了利用市场化手段促进首都绿色低碳发展的新局面。

“伴随全国碳市场的深入推进，本市将按照规定，逐步将相关行业的重点排放单位纳入

全国碳市场管理。与此同时，我们将持续做好试点碳市场政策、方法学优化，修订碳市场管理办法，适时出台重点碳排放单位管理办法，让试点碳市场继续助力本市碳减排。”李春梅表示。

发力自愿减排为应对气候变化做出北京示范

相关材料显示，在试点碳市场有力推动下，“十三五”时期，北京以较低的能源消耗承载了较高的经济增长。

2020年，碳强度预计比2015年下降23%以上，超额完成“十三五”规划目标。与此同时，北京市燃煤消费量从峰值的3000余万吨降至2020年的173万吨；电力、燃气等清洁优质能源占比提高到98.1%。

《北京市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出，“十四五”时期，北京市碳排放稳中有降，碳中和迈出坚实步伐；到2035年，碳排放率先达峰后持续下降，碳中和实现明显进展。

记者了解到，目前，北京市已经开展了碳达峰评估工作，评估结果将按照国家的相关规定向社会发布。

作为全国碳市场建设的重要组成部分，“支持设立全国自愿减排等碳交易中心”任务已经列为中国（北京）自由贸易试验区和国家服务业扩大开放综合示范区建设中一项创新政策任务。“后续我们会持续与生态环境部沟通，对接需求，做好服务中央工作。”李春梅说，同时继续深化本地碳市场建设，结合本市业态特点，为本地区产业结构调整、经济高质量发展服务。

“北京碳中和要路径是实现终端消费电气化、电力供应脱碳化。”李春梅指出，为此，北京市将着力做好能源、产业、建筑、交通等重点领域碳减排工作，并依托科技创新和全民行动，为应对气候变化做出北京示范。（张金梦）

构建安全可信的“双碳”数据体系

“生态环境双碳云图”正式发布

中国科学报 2021.9.13

作为中国国际服务贸易交易会的重要活动之一，“2021中国碳中和发展论坛”近日在北京召开。会上，由中华环保联合会、北京绿色交易所、罗克佳华科技集团（以下简称佳华科技）等联合推出的“生态环境双碳云图”正式发布。

生态环境双碳云图是将历年来和生态环境及碳排放息息相关的人口、经济、农业、交通、建筑、能源结构等数据和实时监测的物联网数据相结合，建立起的多元数据系统。

“建立一套全社会、多维度、立体化、动态化的数据体系，势在必行。”国家生态环境部工业污染源监控工程技术中心主任、佳华科技董事长李玮在接受《中国科学报》采访时说，提升数据质量和碳资产管理水平，将助推各类用户实现“双碳”目标。

夯实数据“底座”

中华环保联合会副主席兼秘书长谢玉红在论坛上表示，随着“双碳”时代到来，碳排放目标正逐渐变成具体行动。目前，全国各地陆续发布了多个行业企业温室气体排放核算方法和报告指南、温室气体自愿减排方法学，碳数据管理体系不断完善。

“能源是温室气体排放的主要行业，对能源行业的监测或核算统计是非常重要的，但也存在核算统计不全面、不合理等问题。”中国社会科学院数量经济与技术经济研究所能源研究室主任刘强表示，要推动中国能源转型及碳市场发展，能源核算非常重要。

据李玮介绍，生态环境双碳云图是从工业化和工程化的视角，基于数据安全、可信和隐私保护，建立的数据平台。

今年8月，佳华科技在智博会上发布的“工业互联网标识解析二级节点”已正式上线，这为生态环境双碳云图提供了坚实的数据标识“底座”。佳华科技先期也获得了国家互联网信息办公室区块链平台运营许可，可对每一条平台数据进行身份标识和可信存证，为数据建立“身份证”，为用户提供更清晰、更严谨的数据来源。

“凭借佳华科技多年来在生态环境和能源监测方面的技术积累和工程积淀，生态环境双碳云图建立了一套针对生态环境、碳排放、碳资产管理的监测、量化、智能分析体系。”李玮说。

据了解，生态环境双碳云图囊括了从2007年起，全国各省、市、区、县的碳排放数据、空气质量数据、企业排放数据、人口数据、交通数据、车辆数据、能源消耗数据、产业结构数据等，并由此建立大数据库，实时接入气象数据、碳排放数据、企业用能数据、排放数据等动态数据。

在应用层面，各个省、市、县及行业管理部门、行业企业都可以依据“生态环境双碳云图”的可信数据资源，建立最适合自己的“生态环境双碳数据平台”，实现双碳目标下的时间表、路线图、施工图的长期规划、阶段分析和实时管控。

强化推广应用

李玮指出，生态环境双碳云图将物联网时序数据库、区块链+工业互联网标识双重存证、碳数据监测、碳数据比对、AI算法有机结合，动态接入实时数据；依托可信存证技术、国密传输通道技术，建立了安全可信的生态环境及双碳领域数据体系；为终端用户量身打造各类应用服务，例如快速生成排放清单、远程诊断、合同能源管理、低碳环保管家服务等。

同时，该双碳云图为业内专家的“工作室”提供各类数据资源，提供安全存证存储的办公环境及专业化的数据工具，为需求方远程提供比市面上通用聊天工具更专业的“把脉就诊”服务。

李玮表示，生态环境双碳云图将联合更多的生态合作伙伴，依法依规地共建共赢，在经过标识和存证的海量多源数据基础上，为政府、企业、民众提供更多的应用服务，助力国家双碳政策落地，加速绿色经济建设，为全社会双碳目标的实现提供有力的技术支持。（郑金武）

农业既是温室气体排放源又是巨大碳汇系统

专家建议，加快构建农业碳排放核算的方法学，积极发展农业碳市场

中国环境报 2021.9.17

“种植西红柿需要投入一定量的肥料和农药，这些会产生碳排放，但西红柿生长的光合作用是碳汇的过程，之后的采摘、收储、转运直到最后售卖，也会产生一定量的碳排放。很难准确地说一公斤的西红柿会对应产生多少碳排放，这与运输的距离远近、损耗与浪费以及人们购买的方式，都有关系。”

在国家会议中心近日举办的“遏制气候变化 呵护地球家园”公众沙龙上，观众提了这样的问题，“一颗西红柿，从土壤到餐桌，会产生多少碳排放？”对此，农业农村部农村经济研究中心农业绿色发展团队副研究员胡钰提出了自己的看法。可见，农业活动中既有碳排放又有碳汇。

农业减排潜力大，也具有不确定因素

从源头追溯，农业既是全球温室气体重要的排放源，同时又是一个巨大的碳汇系统。因此，在实现碳达峰碳中和的道路上，农业减排可以说是机遇与挑战并存。

据联合国粮农组织 FAO 的数据统计，农业用地释放出来的温室气体超过了全球人为温室气体排放总量的 30%，但同时农业生态系统也可以抵消掉 80% 的因农业导致的温室气体排放。

“所以说实现碳达峰，农业减排是重要的技术手段并且有着巨大的潜力。”胡钰说道。

农业农村部农村经济研究中心农业绿色发展团队研究发现，近 60 年以来，中国农业碳排放总体上经历了平稳增长、快速增长和趋近达峰 3 个阶段，这与我国农业农村发展经历的自然增长、改革开放、绿色转型 3 个阶段高度契合。

现场，胡钰给记者看了一张图，图中显示，从 1979 年开始，随着化肥农药的投入，农业产出不断增加，与此同时，碳排放也逐渐提高，环境问题凸显。

为解决这一问题，专家提出：“要发挥农户的主体作用，推广节约型农业技术，鼓励开发农村可再生资源，推进农业农村废弃物的资源化利用。”这样才能构建稳定、节约的农村生产生活方式，切实提高节能减排效率。

农业结构性减碳初见成效，化肥利用率提高起了关键作用

近年来，我国为促进农业低碳发展做出了巨大努力，尽管农业减排有许多不确定因素，但我国在化学投入品减量、农业废弃物综合利用方面取得了显著成效。

截至目前，我国农业碳排放强度呈现逐步下降的趋势。2005 年，农业万元 GDP 温室气体排放量为 3.416 吨，到 2010 年，下降到 2.043 吨，2014 年进一步下降到 1.423 吨。2014 年农业温室气体排放量占全国排放总量的 7.4%，比 2005 年下降 3.4 个百分点。联合国粮农组织公布的数据也显示，我国农业碳排放强度从 1978 年开始至 2018 年呈现下降趋势。

“这充分证明我国农业减排空间大，其中，化肥利用率提高起了关键作用，这使得结构性减碳初见成效。”胡钰重点介绍了化肥的使用情况。

根据农业农村部公布的数据，2013年中国水稻、玉米、小麦三大粮食作物化肥利用率为33.6%，此后，逐步提高到2015年的35.2%、2017年的37.8%、2019年的39.2%和2020年的40.2%。相同用量化肥，被作物有效吸收的比例高了，排放自然就少了。

“十三五”期间，我国实施了化肥农药零增长计划，全国农药化肥使用量明显下降。

农业农村部农村经济研究中心农业绿色发展团队做过计算，“十三五”期间，累计减少化肥需求量达到了1200多万吨，如果按照2015年的排放强度，仅化肥减量这一项带来的碳减排就能够达到4200多万吨。

除此之外，农药累计减量超过100万吨（制剂）；农业废弃物管理水平稳步提升，这些化学投入品的减量和废弃物利用都将带来可观的温室气体减排量。

贵州、浙江等地的试点减排不失为一种方向

“在实现碳达峰、碳中和的过程中，碳排放权交易是不可忽视并值得重视的关键路径，将农业纳入碳交易市场为大势所趋。”在谈到制度创新和政策创新时，有专家提出了这样的看法。

2020年12月，为响应国家碳达峰、碳中和行动战略，贵州喀斯特山区决定先行试点，充分发挥政府扶持与引导作用，把种树和脱贫攻坚连在一起。政府给予补贴，鼓励种树，提高农民低碳、减碳意识。

贵州的试点减排不失为一种方向，像贵州这样做出创新和尝试的地方比比皆是。

比如浙江省平湖农业经济开发区和国网平湖市供电公司共同打造“负碳”农业硅谷战略联盟，为企业提供清洁能源，并且通过植物光合作用消纳二氧化碳年排放量；湖北省支持设立“全国农业碳交易中心”和规模不少于5亿元的“国家农业碳汇基金”，构建多层次农业碳市场体系，增强农业碳交易流动性。

现在有不少人关心：“如果自己家里有林场或果园，是否可以作为农业碳汇参与到碳交易平台中？”

专家表明，理论上家里有树是可以参与碳交易的。目前可以参与的项目是核证自愿减排量（CCER），但需要进行登记，限制条件较多，流程较复杂，而且现在拥有碳排放交易所的省份不多，部分省份碳交易所的交易流程也没完全建立好。但等发展模式逐渐成熟后，实现的可能性还是很大的。

尽管我国一直大力推进农业绿色转型，对碳减排的协同效应已经初步显现，但农业要实现碳达峰仍然需要解决许多现实问题。目前，我国农业经营规模比较小，过程复杂且涉及面广，要进行农业碳排放的系统核算比较困难，这也成为农业碳汇进入政策议程和交易市场的障碍。

“我国现在已经进入整体低碳化的进程中，农业也不能置身事外。”胡钰说，如果要促

进农业低碳可持续发展，还需要做更进一步的努力。

值得关注的是，农业农村部、生态环境部等5部门近日联合印发《“十四五”全国农业绿色发展规划》（以下简称《规划》），这是我国首部农业绿色发展专项规划，对“十四五”农业绿色发展工作作出系统部署和具体安排。

《规划》聚焦绿色发展关键领域和薄弱环节，提出加强农业资源保护利用、加强农业面源污染防治、加强农业生态保护修复、打造绿色低碳农业产业链等重点任务。

“在未来，我国要坚持以低碳带动农业绿色转型，实现经济低碳化、生产绿色化、产品优质化，在‘十四五’发展中增加碳约束指标，加快构建农业碳排放核算的方法学，积极发展农业碳市场，用好财政手段推广低碳农业技术。”胡钰总结道。（童克难 何佩佩）

韶关：努力创建“双碳”先行示范区

科技日报 2021.9.17

“紧紧围绕碳达峰、碳中和‘3060’目标，践行新发展理念，积极参与推动经济社会发展全面绿色低碳转型。”

“加强科研机构与转化平台支撑，引进先进技术成果、科技产品及模式经验，推动韶关应用示范。”

……

9月16日，在广东省韶关市第一届碳达峰碳中和“丹霞论坛”上，来自高校、科研院所、行业组织、金融机构及企业的近200名与会者发出了《碳达峰碳中和丹霞倡议》。

作为一个地级市，韶关为何能发出“双碳”强音？科技在韶关的“双碳”目标中将发挥怎样的作用？

扬长避短，向“双碳”要优势

韶关地处广东北部，是粤港澳大湾区辐射内陆腹地的桥头堡。韶关生态环境优美、自然资源丰富，被誉为“地球同纬度上保存最为完整的一块绿洲”，森林覆盖率达74.43%、森林储碳量约5000万吨，是国家重要的生态功能区、国家生态文明建设试点地区、全国产业转型升级示范区，也是广东省首批碳中和试点示范市。

同时，韶关也是“华南重工业基地”，曾建立起韶关钢铁厂、韶关冶炼厂、韶关挖掘机厂、凡口铅锌矿、大宝山矿等大批重化工企业。

“韶关是一个重化工比较偏重的城市，但是又有很好的自然条件、资源优势。”中国工程院院士干勇表示。

如何扬长避短是韶关一直思考的问题。

中央提出“双碳”目标后，韶关看到了更清晰的未来。韶关主动作为、先行先试，先后举办新能源产业韶关对接大会、制造业高峰论坛，邀请多位知名院士专家围绕生态文明建设和碳达峰、碳中和授课。

8月6日，韶关与中国三峡新能源（集团）股份有限公司、明阳智慧能源集团股份有限公司正式签约，共同开发利用新能源资源，将丰富的新能源资源转变为产业发展优势。9月16日，碳中和产业园正式开工。

干勇院士认为，韶关在绿色风电、光伏，在碳达峰、碳中和技术领域，与国内外相关研究院、高校进行合作，做得非常好。

下先手棋，科技大显身手

记者在韶关发现，科技支撑碳达峰、碳中和，韶关迈出了坚实的步伐。

9月15日，广东碳中和研究院（韶关）召开第一届理事会。中国工程院院士、广东省科协主席陈勇，欧亚科学院院士、中国科学院深圳先进技术研究院院长樊建平，中国科学院院士、中国科学院深圳先进技术研究院碳中和研究所所长成会明等院士专家出席。

广东碳中和研究院（韶关）由韶关市人民政府发起成立，中国科学院广州能源所、中国科学院深圳先进技术研究院作为主要承担和支持单位，参与研究院管理与建设。

“研究院将大力推进技术研发、科技孵化和成果转移转化，在韶关打造碳中和领域专业园区和专项产业基金，与广东碳交所合作打造碳汇交易平台，建立服务全广东的人才智库，实现产业、技术、资本有机促进。”中国科学院广州能源所副所长孙永明说。

此外，韶关市政府与中国发明协会共建韶关市中发科技成果转化研究院，通过“示范带头—行业借鉴”的方式推动各个产业实现“双碳”目标。

9月16日，韶关市人民政府还与中科院北京电工所签订了创建科技支撑碳达峰、碳中和先行示范区合作协议。

韶关市委书记王瑞军说，韶关努力打造以创建韶关碳达峰、碳中和先行示范区为目标，以一个碳中和研究院、一个碳中和产业园、一个碳中和产业基金、一个碳中和智库、一个碳中和交易平台、一个以新能源为主体的新型电力系统示范区“六个一”为实施路径的碳达峰、碳中和“韶关模式”。（龙跃梅 杨长虹）

全球能源转型及零碳发展白皮书

中国电力报 2021.9.25

本报讯（通讯员 晓汤）报道 9月23日在华为 HC 大会上，华为联合德勤在中国发布《全球能源转型及零碳发展白皮书》。

白皮书通过对能源转型及零碳发展的现状和趋势分析，描绘了未来能源发展的方向，即构建包括“三个目标、一张蓝图、五大特征、三元转型、四流融合”的零碳智慧能源体系，提出电力、油气和煤炭行业的能源转型路。

白皮书通过构建能源数字化转型方法论、能力框架及支撑体系，提出零碳智慧园区场景化解决方案，为践行绿色可持续发展提供有价值的参考与建议。华为企业 BG 全球能源转型（碳中和）首席代表胡浩表示：“能源数字化转型需方法论先行，体系化构建能力，实现数

字技术和能源技术深度融合，为零碳转型和能源转型铺设一条数字之路。”

德勤中国华北区能源与资源行业领导合伙人金小筠提出：“能源转型和零碳发展是复杂的系统性工程，涉及能源战略调整、能源结构转变、能源体系优化、能源业务变革及节能减排行动，应兼顾社会经济发展、能源供应安全与碳中和目标实现。”

电力碳排放核算与监测体系亟待升级

中国能源报 2021.9.20

7月16日，全国碳排放权交易市场正式启动，标志着我国碳达峰、碳中和目标落实进入新阶段。目前，首批纳入全国碳排放权交易市场的2000多家企业均为发电企业，电力作为我国碳排放占比最大的单一行业，减排效果对实现碳达峰、碳中和目标至关重要。2020年电力行业碳排放总量约36亿吨，预计未来将达45亿-50亿吨，在碳达峰、碳中和目标下，需要更有效地推进可再生能源对化石能源的替代，降低电力行业碳排放。其中，电网是连接发电侧与用电侧的枢纽，在推动新型电力系统建设和电力行业低碳转型中将发挥越来越重要的作用。

可分别从发电侧、电网侧、用电侧降碳

发电侧碳减排。过去10年，单位火电发电量二氧化碳排放强度约下降至838克/千瓦时，可再生能源装机占比达40%左右，发电行业低碳转型成果显著，但减排潜力仍很大。为此，一是通过化石能源节能减排创新技术开发与应用实现降碳减排；二是通过提升对可再生能源的消纳，推动可再生能源对化石能源的替代。据统计，2020年南方电网通过可再生能源发电增量与节能发电调度产生的环境效益相当于减排二氧化碳约2.2亿吨，未来可通过新型电力系统建设更有效地推进可再生能源对化石能源的替代，进一步挖掘发电侧减排潜力。

电网侧碳减排。电网企业自身碳排放主要来自于两方面：一是广泛应用于断路器、电流互感器等开关设备的六氟化硫，其温室效应相当于二氧化碳的23900倍，现阶段主要通过建设六氟化硫气体回收和净化设施进行回收处理，作为替代的氟酮混合气体也正在部分电气设备中推广；二是电能输送产生的线路损耗，这是电网碳排放的主要来源，也是电网企业自身低碳转型的重点。

目前南方电网线损率为5.59%，2020年通过降低线损率实现二氧化碳减排约1050万吨。此外，电网企业在低碳智慧园区、低碳节能建筑、低碳数据中心等方面的探索和实践，也能促进自身碳减排。

用电侧碳减排。构建清洁低碳、安全高效的能源消费体系，是推动能源系统低碳转型发展的重要内容。我国终端能源消费中化石能源占比高，清洁低碳转型压力大，因此，需高度重视能源的高效利用，充分发挥电力在能源转换利用、传输分配和高效配置中的关键作用，通过“以电代气”“以电代油”等方式大力提升能源消费侧电气化水平和节能降耗水平，促

进终端用户消费的可再生能源替代和以电为中心的能源系统转型。

前提是做好电力碳排放核算与监测

由此可见，电力行业低碳转型是一项具有宏观性、全局性的战略工作。要顺利推进能源低碳转型与电力碳减排，前提是扎实做好电力碳排放核算与监测，主要包括以下内容：

选用适合实际情况的电网碳排放因子。电网碳排放因子是指电网覆盖区域单位电量的碳排放水平。显然，区域内的火电比例越高，碳排放因子越大；可再生能源比例越高，碳排放因子越小。

目前我国采用的区域电网因子，是由国家发改委应对气候变化司组织国家应对气候变化战略研究和国际合作中心根据 2012 年的发电量、发电燃料消费量及发电燃料平均低位发热值等数据加权测算得到的，经过“十三五”期间可再生能源的大幅增长与传统火电企业的降碳改造，该数值与实际情况已有较大差异。如南方电网的非化石能源装机量占比从 2017 年的 50.2% 提升到 2020 年的 55.6%，2018 - 2020 年通过西电东送累计减少超过 1.6 亿吨标煤燃烧，平均每年减少约 1.4 亿吨二氧化碳排放。如何选用适合实际情况的碳排放因子，以尽可能及时、准确、客观评估电力行业碳排放水平，是亟待解决的问题。

科学评估电网碳减排成效。根据《中国电网企业温室气体排放核算办法与报告指南（试行）》，电网企业碳排放主要在于六氟化硫排放和输电线损。实际上，电网企业的六氟化硫回收和循环利用率不断提升，可进一步挖潜的空间有限；电网线损率已接近甚至达国际领先水平，且随着我国工业化、城镇化进一步发展，全社会用电量将进一步提升，通过技术和管理手段降低线损的难度也越来越大。

同时，电网在消纳可再生能源方面发挥着不可替代的作用，对风电、光伏发电等出力具有随机性、波动性、间歇性的新能源而言，电网需配套建设送出工程、提升智能化水平和运行灵活性及配置储能等灵活性调节资源。在这种情况下，如何在电网碳排放的核算边界中明确由此产生的减排成效，值得进一步探讨。

电网碳减排方法学的适用性。随着全国碳市场启动，与电网企业相关的 CCER（核证自愿减排量）方法学再度受到关注。现有的 CCER 方法学大部分源于《京都议定书》中引入的清洁发展机制，与国内实际情况存在一定差距。以可再生能源并网发电的 CCER 方法学（CM - 001 - V02）为例，一方面，该方法学形成的减排碳资产全部归属于可再生能源发电端，没有考虑电网在输电中发挥的作用；另一方面，由于风电、光伏发电的成本大幅降低，可再生能源发电项目将产生一定收益，导致 CCER 项目的额外性论证存在困难。因此，需选用更科学、适用的方法学，开展电网碳减排核算，以利于电网企业通过全国碳排放权交易市场提升碳资产的管理和运营能力，进而推进电网对可再生能源的消纳。

需充分发挥电网的平台、网络效应

由此可见，电网企业降碳减排将对整个电力行业低碳转型产生显著的综合作用，有必要优化当前电网的碳排放核算体系，充分发挥电网在电力行业低碳转型过程中的平台效应与网

络效应，以提高可再生能源消纳、推动绿色生产生活方式作为电力行业实现碳达峰、碳中和的路径与抓手。具体应从以下三个方面入手：

构建适用于电力碳排放的核算标准与方法学。新的核算标准与方法学应聚焦三个方面：一是充分体现电网对发电侧可再生能源消纳的贡献，以及对用电侧电能替代的引导效果，合理划分电力碳资产的核算边界；二是基于可再生能源装机容量的实际情况，重新测算区域电网碳排放因子，并逐步精确到省、市，以便为各地方政府制定更加科学的碳减排规划提供依据；三是改良 CCER 方法学中的额外性认定，减少项目可行性与额外性的论证矛盾，使 CCER 项目更符合电网实际。

发挥电网大数据优势，构建电力碳监测与追踪平台。电力碳排放核算是一项系统工程，基础在于准确掌握电力系统实时的碳排放数据，因此需通过大数据、云计算、物联网、人工智能等数字技术赋能电网，对风、光、水、火、气等不同能源发电、输电、用电全环节的碳排放数据精准进行监测与追踪，以实现电力系统碳排放趋势的预测、碳达峰路径的评估。目前，南网电网已启动该项工作，将在电力碳足迹的数字化平台建设方面率先突破。

探索建立碳排放权交易市场、可再生能源绿证交易市场、电力交易市场的联动机制。从欧美国家节能减排发展历程来看，可再生能源配额与碳配额、绿证市场与碳市场应形成相辅相成的联动机制。目前国内可再生能源绿证交易市场尚未完全形成，电网对可再生能源的超额消纳不能直接核算为电网企业的碳资产，可再生能源配额与碳配额可能会对发电企业形成重复约束。未来应着力探索上述市场的联动机制，使发电企业、电网企业的碳资产核算更合理、碳配额与 CCER 的交易价格更准确，并通过多个市场的联动促进可再生能源并网消纳，进而推动整个电力行业低碳转型。（马溪原 陈彬 盘和林 黄彦璐）

全球最大空气 CCS 项目投运引关注

二氧化碳捕捉设备正式投入

中国能源报 2021.9.20

近日，由从事碳捕捉技术应用的瑞士 Climeworks 公司和冰岛 Carbfix 公司共同设计建设的二氧化碳捕捉设备正式投入使用。根据项目设计，该装置预计每年能够从空气中吸收 4000 吨二氧化碳，是目前全球规模最大的、直接从空气中捕捉二氧化碳并进行封存的碳捕捉及封存（CCS）项目。

变二氧化碳为“石头”

综合《卫报》等外媒报道，此次投运的 CCS 项目名为“Orca”，位于冰岛西南部地区 Hellisheidi 地热电站附近。

据该项目设计方介绍，这套 CCS 设备利用风扇将空气吸入装有过滤材料的收集器，当过滤材料“吸饱”二氧化碳后，设备将进行升温，最终将从空气中“吸取”的二氧化碳注入到地下 1000 多米处，在高压下二氧化碳能够在两年内转化为石头状固体，在地下实现永

久封存。

据了解，Orca 项目始建于 2020 年 5 月，总投资额在 1000 万至 1500 万美元之间，经过了长达 15 个月的建设和调试。

实际上，Climeworks 公司已在欧洲全境安装了 16 个类似的 CCS 设备，根据 Climeworks 公司发布的计划，该公司将在 2030 年前实现每年吸收 50 万吨二氧化碳的目标。Climeworks 公司的创始人之一 Jan Wurzbacher 透露：“未来三年内，公司将继续扩大 CCS 项目规模，将二氧化碳吸收产能扩大到当前的 10 倍以上。”

脱碳目标下 CCS 项目需求巨大

联合国政府间气候变化专门委员会在其发布的报告中指出，面对全球气候变化，CCS 将是一种起到重要作用的脱碳技术。如果要达成全球温升不超过 1.5℃ 的气候目标，各国不仅需要尽力达成减排目标，更需要每年至少捕捉并封存数十亿吨二氧化碳。

市场研究机构伍德麦肯兹公布的数据显示，截至今年 5 月，全球 CCS 项目的总产能约为 4100 万吨/年，其中约有一半位于北美地区。据了解，目前美国、英国、中国、阿联酋等国家也都有在规划、在建或已建成的 CCS 项目。

伍德麦肯兹研究人员 Zoe Sutherland 预测认为，全球碳捕捉、封存与利用市场有巨大的发展潜力，各国政府部门出台的监管政策、碳交易市场以及可抵消的碳交易业务都可能为这一领域带来巨大的投资。

值得注意的是，目前，全球绝大多数 CCS 项目都被应用于发电、天然气处理、钢铁业等高排放领域，直接从空气中吸取二氧化碳的 CCS 项目数量屈指可数。与动辄每年吸收上百万吨二氧化碳的油气行业配套 CCS 项目相比，直接从空气吸取二氧化碳的项目规模也相对较小。

据了解，今年 7 月，美国工程公司 Black&Veatch 宣布，获得了来自美国能源部的 250 万美元投资，并将与 Global Thermostat 公司合作，建立年捕捉量达 10 万吨的 CCS 项目。另一从事空气捕捉二氧化碳的公司 Carbon Engineering 也宣布，将在 2025 年完成 100 万吨二氧化碳吸收产能，该项目预计将在美国西南部地区付诸实施。

成本高、争议大

虽然 CCS 项目需求巨大，也有多元的应用场景，但多家市场研究机构也指出，目前 CCS 技术在实际应用方面还存在诸多瓶颈，包括成本高昂、缺乏政策指导及监管、二氧化碳运输基础设施匮乏等。

以 Orca 项目为例，有外媒对 Orca 项目成本进行了简单测算，目前该项目每吸收一吨二氧化碳至少需要花费 1200 美元，按照这一成本计算，Orca 项目很难实现大规模应用。同时，CCS 项目也需要消耗大量的电力。据悉，Orca 项目所消耗的电力大多来自于邻近的地热电站，在电力方面并没有引发更高排放，但在业内看来，对于其他国家的 CCS 项目来说，如果未能使用可再生能源电力进行供电，CCS 项目很可能失去其绿色价值。

另有数据显示，2014年至2016年间，全球范围内公布的CCS项目，仅有4%顺利实现了投产，CCS技术本身也远未达到成熟阶段。

不仅如此，部分CCS项目的开发初衷也引发了业内人士质疑。据欧洲媒体Euractiv报道，部分CCS技术反对者认为，不论是应用于高排放的工业界，还是从空气中直接捕捉，CCS项目都很可能变成化石能源等高排放公司的“洗绿”工具。

标普全球普氏援引美国能源部化石能源与碳管理部门官员Jennifer Wilcox的话称，目前市面上存在的CCS技术确实能够让化石燃料尽可能地减少排放，但需要注意的是，要避免让CCS技术被用作肆意使用化石燃料而不顾碳排放的借口。“CCS技术的应用仍需要一定的策略，航空、农业、海运等减排脱碳难度较高的产业应该率先使用CCS技术。”（李丽旻）

以“碳交易”引导企业节能变革

羊城晚报 2021.9.29

媒体报道，9月27日，全国首个省级碳达峰碳中和标准化技术委员会在广州成立。该委员会将成为“双碳”标准的“加工厂”和标准化活动的“连接器”。另据报道，广州碳交所配额现货交易量累计成交突破1.91亿吨，排名全国首位。

所谓的碳交易是碳排放交易的简称，就是把二氧化碳排放权作为一种商品，进行二氧化碳排放权的交易，是推动实现“双碳”目标的重要抓手，具有总量控制碳排放的优势。

现阶段，碳交易的减排运作机制已成为低碳发展的有效工具。以政策手段和市场手段共同作用，推动企业节能变革，实现高质量低碳发展，是建立碳交易的根本目的所在。

第一，碳交易可通过明晰产权、动态调整碳排放定价促进碳减排。从产权理论看，市场失灵的根本原因在于产权失灵。碳排放属于公共物品范畴而具有外部性，自发价格机制无法解决经济活动过程中产生的环境污染外部不经济性问题，这也是政府出台环境政策工具的理由。碳交易制度的推行可通过产权的明确界定，实现外部成本内部化，使碳排放成为非公共物品。在总量控制下，如果企业碳排放的需求越多，碳排放配额价格也就越高，那么企业所支付的成本也就越高。

第二，碳交易可以通过推动企业技术进步促进碳减排。从微观市场主体视角来看，“双碳”对中国经济高质量发展也是一个积极促进因素，带来了绿色低碳市场及相关产业新的发展机遇。理论上，庞大的市场潜力将引导投资进入绿色低碳领域，政策倒逼和市场激励将扩大企业对节能减排技术的强大需求，推动企业创新、产业转型，还会培育形成新的产业集群，催生绿色低碳产业，成为新的经济增长点。

仅以新能源汽车为例，据天眼查数据的不完全统计，在2006年-2021年间，新能源汽车领域共发生约550起融资事件，总金额超3200亿元。其中，超7成融资时间发生在2015-2020年，融资金额总计超2500亿元。可见新能源汽车格外地受资本市场青睐，近些年，从舆情来看，新能源汽车似乎到了发展的瓶颈期，资本也开始更加理性，行业进入调整阶

段，但数据证明，新能源汽车投融资热情依旧不减。截至2021年8月，2021年已有50余起融资事件，涉及金额超560亿元，已超之前该行业年度全年融资金额总数。

第三，碳交易刺激企业能源结构升级优化促进碳减排。数据显示，在碳交易体系中，电力行业贡献了超过50%的碳减排。目前我国的发电结构中，火电占据绝对比重，装机容量占比超55%，年发电量占比超75%。从成本端看，根据欧盟的经验，未来我国碳交易市场碳配额总量控制将趋严，且电企获取免费碳配额的难度将加大，一些火电企业需要通过拍卖的方式购买配额，提升了成本。基于此，发电企业就需要权衡碳价格和边际减排成本，在使用碳强度更低的燃料（例如天然气）作为燃料替代品，与使用煤并购买更多的配额间做出选择。

目前的一种担忧是，我国碳交易尚处于试点地区的起步阶段，与欧美等国家相比制度顶层设计尚不完备，政策效果对企业刺激作用的持续性还不能保证，易引发碳交易不活跃，碳价偏低，甚至二级市场停滞不前等现象。但也有另一种声音，随着我国“双碳”目标的推进，一场能源革命不可避免。对碳减排权价格上涨的预判，可能引发投机行为，甚至出现倒计时式上马“高耗能”“高排放”项目，这些都将有损市场驱动减排计划目标的实现。

所以在当前阶段，无论针对哪一种担忧，都应积极吸收试点阶段经验教训，尽快总结整改，继续通过合理定价、分配配额，提高企业参与积极性。同时应统筹协调碳交易市场和和其他相关政策工具，联合多项环境保护政策共同协作、相互补充，有效加以引导，发挥出碳交易制度的最大效果。（盘和林）

“双碳”目标下化石能源的选择

——自然资源首席科学传播专家包书景谈页岩气开发利用

中国自然资源报 2021.9.21

9月14日，中国地质大学（北京）综合教学楼304教室内，来自能源学院的120余名同学聆听了自然资源部自然资源首席科学传播专家、中国地质调查局油气资源调查中心教授级高级工程师包书景带来的《利用清洁化石能源推动碳达峰、碳中和》科普讲座。

实现碳减排亟待改善能源消费结构

“能源是人类赖以生存的要素之一，也是推动人类文明进步的动力。”包书景说，但随着人类能源消费规模的不断扩大，碳排放量也逐年攀升，进而在地球上形成了温室效应，影响到人类今后的可持续发展。

“碳达峰是指二氧化碳的排放量达到一定量后不再增长；碳中和是指通过节能减排、植树造林等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳‘零排放’。”包书景介绍说。目前，我国还是能源消费和二氧化碳排放大国，且总体发展处于工业化和城镇化进程中，经济发展和民生改善的任务还很重，实现“双碳”目标任务艰巨。

那么，如何完成这一艰巨任务？包书景认为，要全面打通碳减排、碳替代、碳封存、碳

循环四大路径。“碳减排就是大力发展天然气等低碳清洁能源，节约能源和提高效能；碳替代就是广泛应用电能、热能、氢能、核能等无碳新能源替代传统化石能源；碳封存就是捕获碳并将其安全封存于油藏储层、废弃的油气层、无开采价值的深煤层、盐丘、深部咸水含水层等内部；碳循环就是通过森林植被等将二氧化碳吸收并固定，或将二氧化碳当成生产要素转化为化学品或燃料。”

“其中，实现碳减排最为关键的是改善能源消费结构。”包书景从化石能源的碳排放量和能源组成类型两方面对此进行了解释。

中国当前的能源消费结构仍以煤为主，煤炭、石油、天然气等化石能源消费所排放的二氧化碳量分别占总排量的44%、34%、21%。有研究显示，当为人类贡献10000千卡热量时，煤炭所排放二氧化碳的量是天然气的两倍还多。“这主要是因为天然气的主要成分是小分子烷烃——甲烷，而石油的主要成分是大分子碳链的烷烃、环烷烃和芳香烃等，煤炭的主要成分则是有机物和无机物组成的复杂混合物。化学研究表明，相同质量的小分子烃类物质相较于大分子烃类物质完全燃烧时产生的能量更多，而产生的二氧化碳却更少。”包书景解释道。“由于页岩气中甲烷的含量达95%以上，因此，可以说页岩气是最清洁的化石能源。”

页岩气是助力碳减排的主力军

页岩气是一种以吸附、游离、溶解方式自生自储在富有机质（黑色）页岩中的天然气，属于非常规天然气资源，一般无自然产能，需要通过水力体积压裂改造获得工业气流。美国能源信息署（EIA）评价并公布，全球目前已拥有页岩油气资源的46个国家的页岩气技术可采资源量达214.56万亿立方米，全部开采出来可供全世界使用100年以上。美国通过“页岩气革命”，由过去天然气进口国变成了出口国，从而实现了能源独立，2020年其页岩气产量7330亿立方米，占天然气总产量的80%。

我国页岩气资源潜力巨大，技术可采资源量为31.57万亿立方米，占全球总量的15%，居世界第一。我国页岩气勘查开发起步较晚，但发展迅速。截至2020年底，中国石油和中国石化累计探明页岩气地质储量超过2万亿立方米，累计生产页岩气698亿立方米；2020年产量达201亿立方米，占天然气总产量的10.64%。

中国地质调查局高度重视页岩气资源调查工作，自2012年成立油气资源调查中心以来，系统开展了全国页岩气资源调查评价工作，基本摸清了这一清洁能源的资源家底，为利用页岩气助力碳减排奠定了基础。

据包书景介绍，我国页岩气待探明资源量大，目前探明率仅1.89%，还有巨大的开发利用空间。尤其是深层资源潜力大、试采效果好，埋深大于3500米的深层和超深层页岩气待探明地质资源量有55.45万亿立方米，占比达52.9%，是未来我国页岩气调查勘查的主要领域。四川、鄂尔多斯、松辽等盆地由于其海陆过渡相、陆相页岩气资源前景好，是重要的资源接续区。

目前，中国地质调查局发挥引领和带动作用，经过积极探索实践，总结提出了“深水

沉积优质页岩是物质基础，适当热演化程度是必要条件，良好的保存条件是关键”的复杂构造区页岩气地质理论认识，研究提出“高中找低，强中找弱”的页岩气调查思路，指导开展盆外复杂构造区页岩气有利区评价，实现了页岩气调查的重大发现和突破。

“我国页岩气资源丰富，发展前景广阔，通过中央、地方、企业密切合作，发挥集中一切力量办大事的制度优势，一定会迎来一个页岩气大发展阶段，使之成为我国实现‘双碳’目标的主力清洁能源。”包书景充满信心地说。（于德福）

坚持全国一盘棋 找出碳达峰碳中和的科技“最优解”

科技日报 2021.9.27

“表面看，碳达峰碳中和与能源有关系，我国的能源结构不理想，但由于能源跟国民经济的各个行业都有关系，所以碳达峰碳中和是一个综合性的跨行业、跨领域的事情，是国家层面的涉及各个方面的大事情。”9月26日，在2021中关村论坛碳达峰碳中和科技论坛上，中国工程院院士刘中民说道。

碳中和是2021中关村论坛的核心议题之一。碳达峰碳中和科技论坛聚焦碳中和科技创新路径，旨在理清双碳目标下我国未来经济社会发展需求和科技路线布局，实现跨领域综合交叉，突破技术瓶颈。论坛上多位院士专家从科学技术、产业转型出发，结合具体国情为双碳目标建言献策。

碳达峰碳中和要发挥科技创新的支撑作用

在论坛致辞中，中国科学院院长、党组书记侯建国指出，实现双碳目标需要经济社会发展的全面绿色转型，涉及能源结构、工业交通、生态建设等领域，迫切需要发挥科技创新在其中的引领和支撑作用。

刘中民也持有类似的看法。“我们要坚持全国一盘棋，调动各方面积极性，打破行业壁垒来实现碳达峰碳中和。科技创新对实现碳达峰碳中和至关重要。”刘中民说，没有科技创新，碳达峰碳中和很难实现，必须要有新技术来支撑碳达峰碳中和。

“碳达峰碳中和，对我们国家确实是一个极大的挑战。”刘中民坦言。但是，挑战里也有机遇。实现碳达峰、碳中和，是我国新一轮产业结构升级的机会。

“如果我们抓住机遇，把我国的能源结构和工业结构调整到位，我相信我们将比西方发达国家的工业结构更先进更合理。”刘中民强调。

因此，侯建国强调，要拿出一张路线图，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；记好一本收支账，解决碳源碳汇的监测核算问题。

在刘中民看来，在实现碳中和、碳达峰的过程中，必须重视一些具有战略意义的新技术发展，比如人工智能、信息技术和数字技术等。

同时，刘中民认为，我国需要大力发展储能和氢能技术。“发展储能平台，以汇聚不稳

定的可再生能源，如果能够建立起国家级的储能平台，让可再生能源平稳地进入国家电网系统，这将在很大程度上帮助可再生能源的发展。”刘中民说，我国也需要发展产氢和用氢的氢能平台，氢与能源产业链上游产生二氧化碳的环节进行耦合，可以实现碳减排；直接与二氧化碳反应，可以生产能源产品或载能产品。

“一盘棋式”组织全国研发力量

在主旨报告中，中科院院士丁仲礼指出，碳中和目标对科技界提出了新考验。实现碳中和，要从能源生产、能源消费和固碳“三端发力”，“技术为王”是鲜明特征；要从“引进、吸收、再创新”的传统创新模式向原始创新、颠覆性创新转变，勇于针对未来需求，主动开展有较高失败风险的探索。

丁仲礼表示，要“一盘棋式”组织全国研发力量，建立技术联盟，明确责任体系，开展技术攻关，支撑产业先进性，形成强大的国家竞争力。同时，要与乡村振兴、美丽中国等国家战略相结合，通过生态建设提升我国固碳能力；要深入研究碳排放相关的核心科学问题，争取“固碳量”和“碳中和”的话语权；要关注并算清全球以及各国的“收支账”，为我国在全球气候变化的国际合作和谈判提供有力支撑。

中国科学技术协会党组书记、分管日常工作副主席、书记处第一书记张玉卓在致辞中指出，在碳达峰碳中和进程中，工业转型是关键，需要实现能源和产业结构系统性变革。一是要有序减碳，确定碳排放的顶点和峰值，从国家层面研究能源结构；二是要大力发展CCUS技术，促进二氧化碳的资源化利用；三是树立全民低碳意识，汇聚建设美丽中国的强大合力；四是要推进全球气候治理科技合作，主动参与制定国际标准，发起国际科技合作，共促世界可持续繁荣。

论坛上，中国工程院院士杜祥琬从构建以新能源为主体的新型电力系统的角度，为碳达峰碳中和出谋划策。

杜祥琬认为，构建以新能源为主体的新型电力系统是完全可能的。“概括起来说，纵向的发、输、配、用和源、网、荷、储协调规划，横向多能互补，发展多种类型的商业化的储能技术，调动各种灵活性资源，建设新能源为主体的新型电力系统是完全可能的。”杜祥琬说，它的目的在于安全、可靠、灵活的供电，在极端情况下，包括极端天气情况下，要保证供电的安全，在常态下确保我们经济社会的正常运行。（陆成宽）

大力推动绿色低碳发展

人民日报 2021.9.27

助力实现“双碳”目标，必须主动把发展建立在资源高效利用和绿色低碳的基础之上

我国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和，是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。作为我们党执政兴国的重要支柱和依靠力量，国有企业特别是中央企业，必须勇担重任，在推动绿色低碳发展、助力实

现碳达峰碳中和目标中彰显责任担当。

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实习近平生态文明思想和习近平总书记关于碳达峰碳中和工作的重要指示精神，对于企业将“双碳”目标要求纳入发展规划具有重要导向作用。深刻领悟“双碳”目标这一重大战略决策的意义，对“国之大者”做到心中有数，完整准确全面贯彻新发展理念，是企业走稳走好生态优先、绿色低碳高质量发展道路的前提和基础。

助力实现“双碳”目标，必须主动把发展建立在资源高效利用和绿色低碳的基础之上，为国家建立健全绿色低碳循环发展经济体系做出贡献。在行业内率先实现100%绿色建筑认证，大力发展科技创新型绿色能源，全面导入绿色开发运营标准体系，在吉林长白山、四川九寨沟、海南文昌等地开展生物多样性保护、生态复育等工作，打造“绿水青山就是金山银山”示范项目……近年来，我们聚焦“双碳”目标，突出生态优先、绿色发展，在有效构筑绿色发展优势的同时，以优质绿色服务满足了人民群众对美好环境的向往。

随着“双碳”目标的提出，一场广泛而深刻的经济社会变革正全面展开，这既对企业发展提出了更高要求，也提供了重大机遇。大力提升产业链供应链聚集整合能力，牵头开展低碳、零碳、负碳等重大技术攻关，助力建设低碳城市、近零碳城市；推动海上风电、多能互补等业务领先发展，锻造长板技术优势，服务构建清洁低碳、安全高效的能源体系；积极开展先进储能、地热能、氢能等前沿技术研发和商业模式研究，前瞻性布局未来产业，积极争取国际话语权和影响力……我们聚焦绿色低碳转型发展，不断提升核心竞争力，努力在以绿色低碳为主业的综合型行业中保持领军地位，更好实现经济发展与环境保护的有机融合、良性互动。

实现“双碳”目标是一场硬仗，也是一场大考。我们将认真落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的决策部署，切实增强责任感使命感紧迫感，把握好“十四五”碳达峰关键期、窗口期。拿出抓铁有痕、踏石留印的劲头，强化党建引领，深化创新驱动，增强开放合作，大力推进绿色低碳转型发展，我们就一定能推动减污降碳协同增效，为如期实现碳达峰碳中和目标做出新贡献，促进高质量发展和生态文明建设实现新进步。（刘宇）

中国有望在2028年前碳达峰

——专访能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥

中国城市能源周刊 2021.9.27

中国气候变化事务特使解振华近日公开表示，作为世界上最大的发展中国家，碳达峰、碳中和目标意味着，中国将完成全球最高的碳排放强度降幅，用全球历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和。

宏伟目标的实现意味着艰苦卓绝的努力。中国该如何迈好步？从现在开始到2030年碳达峰无疑是爬坡迈坎的关键期。谈及这一话题，能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥在

接受本报记者专访时指出，全国一盘棋、重绘能源版图，是当下中国在顶层设计层面的当务之急。

“‘达峰’时间越早、峰值水平越低，就能为‘中和’争取更多时间、创造更好条件。”邹骥结合自身团队的研究进一步认为，中国现在正以渐弱的排放增长率整体步入准达峰的平台期，“中国将在2028年之前，甚至更早实现碳达峰。”

补齐认识短板重绘中国能源版图是当务之急

中国城市能源周刊：不久前召开的中央政治局会议提出，要纠正近期各地出现的“运动式减碳”之风，您如何解读这一政策指示？

邹骥：虽然时下各地对于碳达峰、碳中和的路径规划还在设计布局过程中，但由于认识不到位，“一刀切”的思维是存在的，很可能出现“运动式减碳”。从这个角度看，中央政治局会议的指示是非常及时的。反观当前实际，各方仍需要加强学习，补齐认识短板。

从另一个角度理解，碳达峰、碳中和的时间跨度为10年和40年，其中包括实现我国第二个百年目标的30年时间。因此，要避免运动式、一刀切和简单化的节能降碳做法，强有力的指导必不可少，这就对决策者、管理机构和智库提出顶层设计层面的更高要求。要在正视新技术从开发到应用客观规律的基础之上，立足当下、着眼长远、系统谋划、循序渐进，既不冒进又不懈怠，瞄准方向，向碳达峰、碳中和稳步迈进。

中国城市能源周刊：在您看来，要如期实现碳达峰、碳中和目标，我国在能源领域的顶层设计层面，需要遵循什么原则，当务之急是什么？

邹骥：今年3月召开的中央财经委员会第九次会议在部署实现碳达峰、碳中和的基本思路 and 主要举措时提出，要构建清洁低碳安全高效的能源体系，构建以新能源为主体的新型电力系统。那么，具体怎么落地？

以风光为例，去年底我国宣布，到2030年实现碳达峰既定目标之时，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。截至2020年底，全国风电、光伏累计装机分别达到2.81亿千瓦、2.53亿千瓦，二者合计5.34亿千瓦，也就是说要实现上述目标，未来10年风光装机增长要超过6亿千瓦，年均超过6000万千瓦。根据目前态势，有可能超额实现这一装机目标。

要实现这一目标，我认为不仅要做好时间轴的节奏部署，还要立足各地资源禀赋，做好地理空间的供需配置与协同。以此为指引，改变传统思维，全国一盘棋，重绘中国能源版图应该是当下我国在顶层设计层面需要着力解决的重要问题。只有基于空间分布的定量评估，才有可能真正避免运动式的节能降碳。

借助绿电跨区协同构建能源经济大循环新格局

中国城市能源周刊：在您看来，构建以新能源为主体的新型电力系统对我国能源版图的重新规划提出了怎样的新指引？

邹骥：能源基金会近期已启动这方面工作，基本思路是基于对中国960万平方公里不同

地区气候条件、风光资源情况和区位、发展水平的全面评估，重新定义中国的能源资源禀赋。

众所周知，我国地势“西高东低”，被誉为“中华水塔”的重要水源地——三江源区就位于青海南部，这意味着我国水能资源分布自西向东传递；而风光资源则主要分布在东北、华北、西北“三北”地区，如内蒙古、冀北、新疆、青海、甘肃、宁夏等地区都拥有大量的风光资源。尤其在西北地区，戈壁滩、沙漠等土地空间资源广袤，拥有大规模、经济性开发风光资源的天然禀赋，在这些地区完全有条件通过构建风光水互补集成能源系统，将区位优势和资源转化成具备技术经济性的能源经济优势是可期的。

比如青海就已经在技术上实现了包括龙羊峡水电站在内的黄河上游水电站与风光资源的匹配，满足电网平稳供电要求的同时，对用户而言供电质量也更好，对储能的诉求也会相对降低。金沙江沿岸也具备这一风光水互补的资源禀赋，加之中国已经拥有成熟领先的特高压长途输电技术，东西能源经济大循环的格局即可形成。

同时，东部沿海密集用能地区发展海上风电、分布式可再生能源也大有可为。

基于这一思想重新绘制中国能源版图，未来新能源项目在哪，融资方向在哪，投资回报如何等也就一一勾画出来了。

中国城市能源周刊：各地在践行碳达峰、碳中和目标行动时，应如何处理节能和能源结构转型的优先级关系，如何统筹兼顾发展、减排与能源安全？

邹骥：不同的地区资源禀赋、产业结构、能耗水平等千差万别。就某一地区或者某一城市而言，通过节能和能效提升尽可能降低碳排放是第一位的；第二才是能源结构的优化，或最大限度挖掘本地可再生能源，或直接引入绿电；第三则是利用碳交易、碳汇、CCUS、碳税等各种近远期手段尽可能移除二氧化碳。

其中，跨区的绿电协同输送将是非常重要的举措。设想一下，如果让经济发达的东部地区到可再生能源丰富但经济欠发达的西部、北部地区大规模投资绿电项目，然后通过特高压输电大通道实现绿电调入，改善自身能源结构，如此全国一盘棋，会出现怎样的新变化？

借助能源市场的调节剂，无疑将形成在市场经济条件下的东部发达地区通过大量购买绿电反哺西部、北部欠发达地区的发展格局，而西部、北部欠发达地区则利用自身的可再生能源优势满足东部发达地区的节能降碳需要，从而实现在不增加国家财政负担的情况下，缩短东西部地区的经济不平衡差距，真正兼顾减排和发展。

籍此，中国的能源版图和经济版图也会发生巨大的变化，一个新的大循环格局将由此而诞生。我们测算，以到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量要达到12亿千瓦以上为目标，仅绿电跨区交易一项所产生的现金流就可望占到西部、北部相对不发达省份GDP的近10%，非常可观。加之东部地区的大量投资，以及新增就业机会等，现金流可能还会翻倍。

平台期已至，中国有潜力在“十四五”末或“十五五”初碳达峰

中国城市能源周刊：中央在分解任务目标，以及各地在制定碳达峰、碳中和路线图时要

如何兼顾区域间以及城市间发展的不平衡？如何体现因地制宜？

邹骥：中国在分解任务目标时：首先，要坚持“全国一盘棋”思路。评价标准就是要费用效果最优，即在成本最小的前提下实现既定目标；

其次，要坚持比较优势原则。即分解任务目标时要着眼于不同地区的经济发展水平、资源禀赋、文化和政治意愿，以及营商环境等的比较优势统筹考量。

最终有些地方需要领先实现碳达峰、碳中和，甚至负碳排放，而有些地方只需将碳排放降到最低即可。也就是说，要注重系统最优，而不是每个个体都要碳中和。

中国城市能源周刊：有专家提出我国半数以上省市应在“十四五”期间实现碳达峰，从而为“十五五”期间全国碳达峰创造条件，对此您如何看？

邹骥：我们判断，中国已开始进入到碳达峰平台期，或者说已非常接近碳达峰状态。换句话说，中国的碳排放可能还在微量上升，但大幅度上升的条件已不具备。

据测算，中国有13个省市的碳排放约占当前排放量的40%，已大体实现碳达峰；还有10个省市的碳排放约占当前排放量的40%，接近碳达峰；只有7个省市的碳排放还在继续增长，约占当前排放量的20%。

在未来五年，中国的经济增长率如能保持在6%左右，我们认为到“十四五”末或“十五五”初，中国有实现全国碳排放达峰的潜在可能性。当然，现实中一些不可抗力虽无法预测，但即便如此，在2027年、2028年中国大概率可以提前实现碳达峰目标。（仝晓波）

“两个构建”是能源领域碳中和的根本路径

中国能源报 2021.9.27

◆构建清洁低碳安全高效的能源体系

◆构建以新能源为主体的新型电力系统

“构建清洁低碳安全高效的能源体系和以新能源为主体的新型电力系统，是我国未来能源转型和实现碳中和目标的重中之重。”在9月23日召开的中国电力规划第八届论坛上，中国科学院院士周孝信说，我国拥有多项降碳技术，如何将其组合起来应用到工程实践中，是未来发展的重点。

那么，在碳达峰和碳中和目标之下，能源转型如何实现？新型电力系统的主要特征、核心指标和关键技术有哪些？会议间隙，记者就上述问题采访了周孝信。

释放数字化转型红利

最新数据显示，2020年我国煤电装机占整个电力系统装机容量的49.1%，年发电量占比保持在60%。预计到2030年，煤电装机占比将下降到32.3%，但发电量占比仍维持在46%左右。

对此，周孝信提出，我国能源转型战略的目标是实现碳达峰和碳中和，而实施路径就是“两个构建”：首先是构建清洁低碳安全高效的能源体系，其次是构建以新能源为主体的新

型电力系统。

对于如何落实“两个构建”，周孝信提出了自己的看法：“首先，要大力开发利用可再生能源，发展核能、生物质、地热等非化石能源的综合利用，在电力系统中实现以非化石能源为主的电源结构，这是实现能源转型的关键；其次，要积极推动煤电灵活性转型，为高比例可再生能源电力系统运行提供灵活调节能力，探索煤电资源的综合利用，实现煤电向低碳无碳化转型；再次，要持续推进终端用能的电气化以及加强电力电子和储能等关键技术创新；最后，还要完善各项政策，坚持市场化改革方向，加快完善碳交易市场，助力国家应对气候变化目标的实现。”

周孝信表示，要通过数字化转型，推动新一代输配电网和能源互联网建设，适应高比例可再生能源电力消纳，确保电力系统安全稳定运行。

注重电力系统的整体效率

在周孝信看来，新型电力系统有几大特征属性：高比例可再生能源电力系统、高比例电力电子装备电力系统、多能互补综合能源电力系统、数字化智能化的智慧能源电力系统、低碳零碳的电力系统。

这就意味着，要形成以清洁为主导，以电为中心的能源供应和消费体系，同时新能源要具备主动支撑能力，大电网要做到规模合理，构建安全防御体系。同时，还要做到高度的数字化、智慧化、网络化，实现对海量分散发供用电对象的智能协调控制，实现“源网荷储”各要素友好协同。

“非化石能源在一次能源消费中的比重、非化石能源发电量在全部发电量中的比重、电能终端消费中的比重、系统总体能源效率、能源电力系统中二氧化碳的总排放量，是考核新型电力系统是否合格的核心指标。”周孝信表示。

周孝信解释称，在以电力为核心的能源系统中，非化石能源占一次能源消费的比重，体现了其对电力系统的贡献；电能终端消费中的比重，决定了终端消费中到底有多少能源由电力供应；对于系统总体能源利用效率来说，单纯提高能源的利用效率并非最重要，而是要注重核算电力系统的整体效率。

实现多种关键技术融合发展

无论是构建清洁低碳安全高效的能源体系，还是构建以新能源为主体的新型电力系统，都需要技术“底座”的支撑。

周孝信认为，对能源电力系统全局产生影响的关键技术包括：高效低成本的电网支持型新能源发电和综合利用技术、高可靠性低损耗率新型电力电子元器件装置和系统技术、新型综合电力系统规划运行和控制保护技术、清洁高效低成本氢能生产储运转化和应用技术、安全高效低成本寿命新型储能技术、数字化智能化和能源互联网技术、新型输电和超导综合输能技术、综合能源电力市场技术等。

这些关键技术如何共融发展，形成合力？对此，周孝信提出了综合能源生产单元

(IEPU) 解决方案，即利用燃煤电厂或者燃煤混烧生物质电厂进行二氧化碳捕集，利用火电或者新能源电力进行电解水制氢，利用生产出来的二氧化碳和氢合成甲烷或甲醇，从而解决氢气储运安全性的难题。

“综合能源生产单元解决方案具有高灵活调节能力，可作为火电低碳零碳转型的一种路径，助力构建零碳电力系统，支撑高渗透可再生能源电力系统安全可靠运行。”周孝信说，“综合能源生产单元解决方案与数字化智能化技术相结合，可构成未来能源基地的智慧型基本单元，这将对电网的灵活性及调度模式产生重要影响。”（韩逸飞）

地质储碳有奇招 土壤固碳见奇效

——访中国地质环境监测院高级工程师程国明

中国自然资源报 2021.9.29

日前，在2021年全国科普日自然资源部主场活动现场，自然资源首席科学传播专家、中国地质环境监测院教授级高级工程师程国明以“地质固碳与生态碳汇”为题，向观众普及“双碳”知识，讲解地质固碳的技术方法和土壤固碳的能力。

二氧化碳与变暖的地球

随着近年来越来越明显的气候变暖，北极地区很多原本被冰层覆盖的地方逐渐露出“真实面目”，过去永久冰封的地区，居然开出了漫山遍野的鲜花。在俄罗斯北极海岸部分地区，气温自1998年以来上升了近5℃，远超《巴黎协定》中将全球气温升高幅度控制在1.5℃内的底线。

2020年2月9日，南极半岛附近西摩岛上记录到的最高温度为20.75℃，这是南极气温首次突破20℃大关。该气温相当于3月的上海，5月的北京。根据联合国世界气象组织的数据，在过去的50年里，南极半岛的温度上升了近3℃。

在青藏高原，冰川融化使湖水上涨，冻土融化使原本封冻的水从地面冒了出来，它们都在威胁着高原居民的正常生活。

程国明介绍，地球的三极就像是地球的温度计，它们对温度的变化极为敏感，现在以雪线上升、冰川与冻土融化的方式告诉人类，地球正在变暖。

“大家都知道，以石油、煤炭和天然气为代表的化石能源，是现代工业的基础，它们都是由古代生物的遗骸经历一系列复杂变化形成。”程国明介绍，这些深藏地壳深处、花费成千上万年完成转化的富碳资源，在过去不到一百年的时间，被人类挖出、提炼、转化、焚烧，驱动人类文明走向物质繁盛，也成为二氧化碳的主要来源。

“自工业革命以来，大气中二氧化碳含量增加了25%，而且尚无减缓的迹象。”程国明说，人类燃烧煤、油、天然气和树木，产生大量二氧化碳、甲烷等温室气体，温室气体进入大气层后使地球升温，使碳循环失衡，改变了地球生物圈的能量转换形式。

把二氧化碳“埋”入地下

碳中和是指国家、企业、产品、活动或个人，在一定时间内直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排等形式，自己抵消自己产生的排放量，实现正负抵消；达到相对“零排放”。

在众多碳中和技术路径中，有一个治理思路，因其可高效降低大气二氧化碳浓度的前景而格外引人注目、那就是碳捕捉及封存技术。那么，排出去的二氧化碳，怎么能捕捉回来呢？又怎样“埋”入地下呢？

“碳捕集与封存技术是一种将大型发电厂等排放所产生的二氧化碳收集起来，并用各种方法储存以避免其排放到大气中的一种技术”。这种技术被认为是未来大规模减少温室气体排放、减缓全球变暖最经济、可行的方法。程国明谈到，封存二氧化碳的方法之一是地质封存。地质封存一般是将超临界状态（气态液态的混合物）的二氧化碳注入深层地质结构中，常见的适宜碳封存的地质结构包括油田、气田、咸水层、不可开采的煤矿等。此外，地下深部咸水层具有分布广泛、储存量大等特点，也被视为二氧化碳长期封存的最优场地。

截至2020年底，全球目前共有26个正在运行的商业项目，合计捕集二氧化碳规模约4000万吨/年。就深部咸水层储集介质来看，截至2020年底，全球拟建和在建的地质封存项目超过了12个，且正在逐步从小规模示范向大规模集成过渡。

另据程国明介绍，自然资源部中国地质调查局在伊金霍洛旗实施了我国首个二氧化碳捕集、运输与深部地质封存全流程示范工程；建立了“大气—地表—地下”立体化监测系统。

该示范工程于2011年5月9日开始实施二氧化碳灌注实验，初步形成了10万吨/年的二氧化碳地质封存技术体系，同时为每年百万吨级规模化封存工程和产业化实施储备了一批关键技术。

土壤固碳：基于自然的解决方案

中国陆地生态系统占全球陆地面积的6.40%，是全球和区域碳循环及其模式研究的重点地区。因此，开展中国陆地生态系统碳源、碳汇研究是国家改进生态系统管理、保障生态安全的急迫需求。其中，土壤固碳减排已成为全球气候变化研究热点之一。

“在光合作用下，植物吸收空气中的二氧化碳，将其转化为糖和其他碳分子，再通过根系和枯枝落叶等将碳传递给土壤。植物给土壤微生物输送碳，土壤微生物则会给植物带去矿物质营养。”程国明说，这就是碳被固定在土壤中的一种方式，换句话说，土壤有独特的能力，可以封存空气中的二氧化碳。

然而，农业文明的出现打乱了古老的土壤结构。人们开始排水，翻耕表土层，这就使得土壤中的碳与空气中的氧结合产生了二氧化碳，排入大气中。而饲养动物让情况更糟，家畜啃食了草原，甚至使地面完全裸露，植物消失了，光合作用停止了，土壤中的二氧化碳也就没有了。今天，农业和其他土地利用方式的改变排出的温室气体占世界温室气体排放量的1/3。“所有使用化肥的传统农业下的土壤几乎不含微生物。”程国明说。

不过，人们已经意识到这个问题，而利用土壤固碳，目前也有了更多有益的尝试。例如施用有机肥可改善土壤结构，使用多种管理方法，如免耕、秸秆还田、种植覆盖作物、轮作等，可以促进增加土壤中的有机质含量，使更多的碳返回土壤，不仅有助于提高土壤碳储存，还可提高生产率。

程国明以东北黑土地为例介绍。黑土地因含碳量高、土壤质地疏松、适耕性好，是世界上最肥沃的土壤之一，也是国家粮食安全的“压舱石”。但是传统的翻耕技术，破坏了地表秸秆保护层，改变了土壤微生物的分布，使土壤的生态和生产功能退化。

经过十余年科研攻关，中国农业大学等研发并创建了适合我国国情的玉米秸秆覆盖栽培技术，即“梨树模式”。该模式是以玉米秸秆覆盖为核心，建立秸秆覆盖、免耕播种、施肥、除草、防病及收获全程机械化技术体系，解决了东北黑土区玉米秸秆移除导致土壤退化的关键问题，用秸秆覆盖还田的自然解决方案有效保护了黑土层。

据测定，秸秆全覆盖免耕5年后，土壤有机质可增加20%左右，减少化肥使用量20%左右。同时，梨树镇高家村十余年的定位试验结果表明，一般平均产量比对照高出5%~10%。

“面对粮食安全、气候变化、温室气体排放带来的越来越严峻的挑战，科学家们已经开始探索学习和模仿自然的方式解决多重危机。”程国明建议，未来还应强化中国农田土壤固碳与相关政策之间的反馈研究，为我国土壤资源可持续利用管理提供强大的战略决策支撑。（王自堃）

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

打通有害垃圾收运 处置管理全链条

南方日报 2021.9.2

南方日报讯（记者/张婧媛 通讯员/梁学浩）近日，江门市有害垃圾临存中心启用，签约4家危废处理企业，打通有害垃圾收运处置管理全链条。今后，江门各地产生的废电池、废灯管、医药用品、杀虫剂、含汞产品、油漆、胶片相纸7类家庭源有害垃圾有了专门去处。经各市区环卫部门收集后，它们将被统一运送到该临存中心分类贮存，再由有资质的终端处理企业进行无害化处理。

据了解，江门市有害垃圾临存中心位于江门市固体废物处理有限公司厂区内，有害垃圾总设计周转量达490吨/年。目前，该临存中心已通过生态环境部门的环境影响评价，符合环保相关要求并具备运作条件。

集中贮存后，有害垃圾最终如何处置？此前，江门积极协调市内、外有资质的危险废物处理企业，利用危险废物处理设施协同处置江门市各类有害垃圾。

其中，废弃的荧光灯管将交由广州市环境保护技术有限公司处置；废镍镉电池交由东莞中普环境科技有限公司处置；废铅蓄电池交由肇庆市定江康宇有色金属再生资源公司处置；废弃医药用品及其包装物、杀虫剂、油漆、胶片相纸交由江门市崖门新财富环保工业有限公

司处置。

近年来，江门市生态环境局、江门市城市管理和综合执法局积极践行“我为群众办实事”实践活动，全力推动有害垃圾收运处置体系建设，联合印发《江门市有害垃圾收集处置工作指引（试行）》，对全市有害垃圾收集处置全流程管理进行规范，并协调市内、外危险废物处理企业，利用危险废物处理设施协同处置各类有害垃圾。当前，江门基本建立了分级管理、多方配合、集中贮存、统一处理的有害垃圾工作模式，有害垃圾全链条管理体系正式打通。

德媒报道：中国用生物塑料应对“白色污染”

参考消息 2021.9.6

【德国“中国平台”网站9月3日报道】题：用生物塑料应对“白色污染”（作者为克里斯蒂亚娜·屈尔）

中国有塑料问题。垃圾无处不在，现代化的废物和回收管理系统才刚刚建立。北京想用生物塑料来应对。

蚌埠丰原集团是这方面的先行者。据《日经亚洲评论》杂志报道，该公司计划大规模扩大其基于玉米淀粉或甘蔗的新型产品的产能。该集团打算从2023年开始生产比目前整个世界市场上更多的聚乳酸产品，即每年生产70万吨。丰原集团董事长李荣杰说：“我们要对白色污染问题给出答案。”

“白色污染”是指中国郊区、路边和村庄随处可见的大量废弃塑料垃圾。随着该国消费量的增长，塑料消费量也在增加。垃圾收集、回收管理和环保意识无法跟上步伐，结果是食品包装袋被随意丢弃，塑料袋挂在树上，垃圾堆满了乡村。多年来，只有在大都市的内城区，政府才更加注重清洁并在人行道上放置垃圾桶。回收尚处于起步阶段。40%的用过的塑料最终被填埋或作为公共场所的废物。

然而，根据澳大利亚明德鲁基金会5月份发布的塑料垃圾制造者指数，中国每年人均制造的一次性塑料垃圾明显少于澳大利亚（59公斤）、美国（53公斤）和韩国（44公斤）等国家。中国排在第45位（18公斤），德国排在第35位（22公斤）。

北京希望通过禁止某些一次性塑料产品、更好地回收利用和推广可生物降解塑料来解决这个问题。今年年初，中国主要城市开始禁止使用塑料水杯、一次性餐具、塑料袋和类似产品——前提是它们不是由可生物降解塑料制成。甚至一次性塑料吸管也在全国被禁止使用。其他政策将于2025年跟进。

目前还没有关于该措施成功与否的详细数据，但在日常生活中可以观察到某些变化。“大多数购物中心、超市或网上杂货店已经改用聚乳酸袋子。”英国埃伦·麦克阿瑟基金会的塑料专家莫莉·贾（音）对本网站说，但在集市上仍然可以找到传统的塑料袋。贾说：“总的来说，该规定在大城市比在小城市执行得更好，在城市比在乡村执行得更好。”

丰原集团的宏伟计划从目前的水平来看似乎很荒谬。然而，竞争对手日本预计，由于限塑令，中国地方政府将为有机替代品提供大量资助。据《日经亚洲评论》杂志报道，巨额补贴可能会导致中国生物塑料产能大幅扩张和价格走低。因此，一些日本企业没有按计划在该领域进行大量投资，而是暂时等待。

再生水厂变身“水滴花园” 环岛碧道暗藏“生物密码”

羊城晚报 2021.9.8

羊城晚报讯（记者侯梦菲、柳卓楠，通讯员焦婵娟、范敏玲）报道：会呼吸的环岛碧道，“长”出科普花园的地下污水处理厂……近日，广州国际生物岛（以下简称“生物岛”）再生水厂上部景观提升工程及黄埔区水系展馆完工，并对外开放。这个在全球生物医药领域享有盛名的小岛，已成为点缀在珠江之心的一叶生态绿洲。

花园原来是再生水厂

生物岛的西南端，坐落着一个“水滴花园”。市民可以踩在细密碎石铺成的步径上，聆听脚下的沙沙作响；登上脚踏水车，体验水循环的乐趣；俯身观看脚边的小喷泉水，感受夏日难得的清凉。

走进水滴花园，清新、大气、简约的INS风扑面而来。不过，水滴花园的下面大有乾坤！“生物岛再生水厂是2010年建成的国内首个全地埋式再生水厂，水滴花园相当于建在再生水厂的‘房顶’。”生物岛再生水厂副厂长邝文杰介绍，该厂占地约1万平方米，所有污水处理设备和构筑物都在地下，采用超滤膜为核心的深度处理工艺，将岛上的污水收集处理达到回用水标准，主要用于岛上的生态补水和厂内的绿化、道路冲洗等，实现水资源的循环利用。

今年3月，黄埔区启动了生物岛再生水厂变身“水滴花园”的建设，将原先封闭的再生水厂上部空间进行改造提升，打造开放共享的绿色活动空间和水环境治理科普教育基地。同时，利用再生水厂综合楼原有大厅，改造成黄埔区水系展览馆。项目经过4个多月的施工建设，目前已完工。

“我们希望能通过这座花园给大家带来一种全新的水生态、水循环的直观体验。”邝文杰表示，新建成的“水滴花园”整体保持了原有地形，通过强化水滴形态，增强视觉及游览体验，对开放的公园活动区域和生产管理区域重新进行合理布局，共享活动区分为水滴草坪、水森迷雾等7个区域，分别结合水文化、水科学、水生态的内容进行艺术小品及铺装细节定制。

“水滴花园”内以“黄埔·智水”为主题的水系展览馆，则集中展示黄埔区、广州开发区近年来的治水工作成果，市民也可预约参观。

“会呼吸”的环岛碧道

生物岛再生水厂变身以“水再生”为主题的共享科普花园——“水滴花园”，只是生物

岛 6.6 公里环湖碧道的一个新节点。

作为广州市 6 条重点碧道示范段之一，生物岛环岛碧道结合自身亲水性的自然属性和生物医药高科技的产业特色，立足打造“岛、水、天、树、花”的自然格局，在原有绿道基础上，构筑了滨水道、缓跑道、骑行道和游憩带的“三道一带”碧道空间，串联起水墨园、揽胜园、叠翠园等三园，以及陈氏大宗祠、官洲生命科学创新中心和 8 个滨水广场等岛内建筑设施，沿线还增设生物科普节点和可供休息的驿站，提升了碧道的趣味性，丰富了游憩体验。

记者关注到，生物岛的 8 个滨水广场也都暗藏着“生物密码”。在疫苗广场，滨水护栏上的图案是天花疫苗细胞放大后的图像和玫瑰花的“组合体”；在细胞广场，双螺旋状结构状的扶手可以让市民触摸“细胞的形状”……行走在天蓝色的步道上，随处可见带有生物科技元素的小景，步道两侧的植物错落有致，成荫的绿树遮挡了夏日的炎热，成为年轻人定格打卡“森系”照片的新去处。

值得一提的是，环岛碧道采用的是具有“海绵”特性的铺装材料，不仅渗水、抗压、耐磨、防滑性能好，还能吸音减噪，环保美观且舒适易维护，有效缓解了城市热岛效应。同时，碧道两边建有多处雨水花园、下沉绿地，用草皮、卵石铺设的生态边沟等，便于雨水的自然存积、渗透、净化，实现“大雨不积水，小雨不湿鞋”。“碧道串联了岛上最好的山水、产业和人文景观，让生物岛更具生命活力，给在这里工作的人们带来‘慢生活’的幸福感。”黄埔区水务局相关负责人介绍说。

拟推动 100 个“无废城市”建设

中国城市能源周刊 2021.9.27

本报讯（记者张胜杰）报道：近日，生态环境部发布了关于公开征求《“十四五”时期深入推进“无废城市”建设工作方案（征求意见稿）》（下称《工作方案》）和《“无废城市”建设指标体系（2021 年版）（征求意见稿）》（下称《指标体系（2021 年版）》）意见的通知，向社会公开征求意见，截止时间为 9 月 26 日。

生态环境部在《工作方案》中提出，推动 100 个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设。到 2025 年，城市固体废物产生强度稳步下降，综合利用水平和比例大幅提升，区域处置设施缺口基本补齐，减污降碳协同增效作用明显，基本实现固体废物管理信息“一张网”，“无废”理念得到广泛认同，固体废物治理体系和治理能力得到明显提升。

《工作方案》提出，将“无废城市”建设目标任务纳入城市或者区域国民经济和社会发展规划“十四五”规划及其他相关专项规划，持续推进；因地制宜编制“无废城市”建设实施方案，与碳达峰碳中和、乡村振兴等国家重大战略以及城市建设管理有机融合，明确任务措施，一体推进，协同增效；建立完善“无废城市”建设评估机制，推动将建设成效纳入当地党委、政府绩效考核。

而《指标体系》（2021 版）则与《工作方案》中的任务相适应：

在碳核算方面新增“重点行业工业企业开展碳排放清单编制的数量占比”等指标，鼓励重点碳排放行业的工业企业开展碳排放清单编制，为科学核算和评估“无废城市”建设对城市碳达峰、碳中和的贡献提供基础支持；

在降碳方面新增“建筑垃圾资源化利用率”等指标；将必选指标“实施清洁生产工业企业占比”调整为“通过清洁生产审核验收工业企业占比”，推动钢铁、建材、有色、化工、石化、电力、煤炭等重点行业通过清洁生产降低能耗，减少碳排放；将可选指标“开展绿色矿山建设的矿山数量”调整为必选指标“绿色矿山建成率”，强化矿山生态修复对增加碳汇的作用。

危废处置：化危为“绿”

广州日报 2021.9.9

广州市废弃物安全处置中心是确保城市环境安全、服务经济社会发展的重要环境服务基地。位于白云区钟落潭镇良田村的处置中心二期项目今年6月正式投入运营，补齐广州危险废物处置能力短板的同时，还致力打造成为“国内领先、优于欧标”的综合性危险废物处置示范基地。

广州日报讯（全媒体记者杜娟）站在广州市废弃物安全处置中心（下称“处置中心”）今年新建成的焚烧炉前，眼前的整个设备有四五层楼高，一字排开有100多米长。各种设备在嗡嗡运转，最终排放的烟囱却不见冒烟。处置中心技术人员告诉记者：“这是处置中心高水平的烟气处理技术，采用三级脱酸+两级脱硝+两级除尘+烟气消白的工艺组合，净化后的烟气透明无色，可以达到远超国标优于欧标的排放指标。”

“5道安全门”层层检查检测

广州市生态环境局的数据显示，2020年，广州市共产生危险废物35大类63.50万吨，安全无害化处置率100%。广州市废弃物安全处置中心是广州唯一集焚烧处置、物化处理和填埋“三位一体”的综合型危险废物处理处置基地，具备32大类312小类危险废物经营范围，同时拥有广东省唯一的可在全省范围开展收集贮存业务的经营许可证。

危险废物成分复杂、情况多变，综合危险指数高于一般化工行业，因此危险废物处置必须全过程精细化管理。作为广州市废弃物安全处置中心的运营方，广州市环境保护技术有限公司为确保规范管理、稳定高效运行，引入了“安全门”管理理念。

广州市环境保护技术有限公司负责人介绍：“‘安全门’管理是从危险废物预接收到最终完成安全处置的全物料流路径上设定5道重要管理控制节点，分别是预接收、进厂、入库、预处理、处置，每道‘安全门’层层检查检测、环环相扣、相互监督，并设置相应管理文件及表格进行把控。”

排放标准严于国家标准

为了最大限度减少对周边环境的影响，处置中心设计排放标准严于2020年11月26日

颁布的国家标准，主要排放指标如二噁英类、一氧化碳、氮氧化物、颗粒物等分别比国家标准严格5倍、6.7倍、2.5倍、2倍；排放指标总体均优于欧盟标准，如颗粒物、氮氧化物分别比欧盟标准严格3倍、2倍，实现烟气超低排放。

危险废物经过焚烧处置后，剩余的炉渣再经过专门预处理，最终到填埋区进行填埋。整个处置中心设计处理规模为18.3万吨/年，其中焚烧处置3.3万吨/年，物化处理15万吨/年，可应急协同焚烧处置医疗废物。处置中心负责人表示，项目的发展规模和功能定位将与广州市现代化中心城市的地位及社会经济发展速度相适应，致力打造成为“国内领先、优于欧标”的综合性危险废物处置示范基地。

生态文明建设取得新进步

2020年，广州空气质量首次全面达标并在国家中心城市中最优，PM_{2.5}浓度再创新低，实现连续4年稳定达标；147条黑臭水体全部消除黑臭、13个国省考断面全达标、劣V类水体全清零。为坚决打赢蓝天保卫战，关停广州发电厂等煤电机组9台81.5万千瓦时、燃煤锅炉1300余台；累计推广应用纯电动公交车1.25万辆、纯电动巡游出租车1.3万辆，强化监管营运柴油车用车大户1700余家。

另辟蹊径“净化”农药废盐

中国科学报 2021.9.14

提及农药，即使不是专业人士，也能谈上一两句。提及农药废盐，了解的人就不多了。农药废盐是农药生产过程中的副产物，污染物以有机物为主、含盐量高，不妥利用或处置环境风险极大。

随着环保政策趋严趋紧，农药废盐的利用处置和污染控制越来越受重视。近日，中国环境科学研究院固体废物污染控制技术研究所黄启飞、徐亚团队在环境领域国际著名期刊《清洁生产杂志》发表研究论文，为农药废盐资源化利用前的预处理提供了关键依据和方法基础。

农药废盐资源化利用

“开展农药废盐高效利用和无害化处置技术研究极为必要。”该论文通讯作者黄启飞在接受《中国科学报》采访时表示。

他用一组数据说明了农药的重要性——我国是世界上最大的农药原药生产国，农药原药产量近400万吨，占世界总产量1/3以上；同时还是最大的农药使用国。“农药行业健康可持续发展对保障国家粮食安全具有重要意义。”

农药废盐主要来源于农药及中间体生产和固液分离、溶液浓缩结晶及废水处理等过程。“农药废盐的无害化处置是农药产业链的重要环节，利用处置受阻将反向制约行业健康可持续发展，进而影响到国家的粮食安全。”黄启飞说。

然而，废盐由于产生量大、处置难、环境风险高，是危险废物环境管理的重点和难点。

其中，农药废盐是产生量最大、特性最复杂的一类。“以其作为研究对象，对于突破废盐高效利用技术瓶颈、破解废盐利用处置难题具有重要意义。”该论文通讯作者徐亚向《中国科学报》介绍。

固体废物主要利用处置方式包括填埋、焚烧以及资源化利用等。由于废盐具有高含盐量、低熔点等特点，填埋处置容易诱发导排系统堵塞、堆体沉降等事故，焚烧处置容易造成炉体腐蚀、结构堵塞等故障，农药废盐的特点使得传统处置方式受限。

那么，是否可以资源化利用可回收农药废盐中的有益成分？答案是肯定的。但农药废盐中含有多种有毒有害物质，如卤代烃类、苯系物类等，毒性大、积累性强、难降解，利用过程环境风险大，成为制约其高效利用的技术瓶颈。

通过预处理，去除废盐中的有毒有害物质，能够防控后续利用过程的环境风险。可问题又出现了。“传统高温热处理存在设备腐蚀问题，深度氧化技术难以适用不同类型的废盐。我们的研究另辟蹊径，探索中低温去除废盐中有机物的可行性和普适性。”徐亚说。

中低温去除废盐中有机物

研究团队选择了8种农药生产过程产生的废盐为研究对象。徐亚解释说：“从用途上来看，涵盖了除草剂、杀菌剂和杀虫剂等主要用途的农药；这8种农药也是中国目前产量大、登记品种多、使用最广泛的品种，合计产量占我国农药总产量的80%左右，基本能够代表农药废盐的利用处置特性。”

例如，草甘膦是全球第一大除草剂品种，也是我国产能最大的农药品种，每年总产量可达88万吨；咪鲜胺主要用以防治23种病害，是我国目前登记最广泛、全面的杀菌剂品种之一。

在技术路线上，该研究综合运用热重实验、热动力学模拟和实验室模拟以及高精度检测技术，首先通过热重实验和热动力学模拟揭示废盐中有机有害组分的热动力学分解过程，识别显著失重的温度区间和控制机制。基于此，开展室内仿真模拟实际工况，检测预处理后的有机有害组分残留，评估去除效率和残留风险。

“关键点一是预处理温度的准确识别，在解决融盐问题的同时实现有机有害组分的高效去除；二是揭示有机组分的残留水平和形态，以准确评估预处理后的环境风险特征。”徐亚表示。

团队通过热重实验与热动力仿真模型耦合分析发现，8种不同废盐的明显失重温度区间都在350℃到700℃。“这表明超过一定温度后，农药废盐中有机组分去除率对温度不敏感，中低温预处理在大部分条件下可达到高温预处理的效果。”他说。

从废盐中有机有害组分的残留特征和去除效率来看，8种废盐的特征 OTPs 去除率约为80%，农药残留量均小于1μg/g，去除率均高于95%，表明中低温预处理后环境风险大幅降低。有机碳的平均去除率约为50%，远低于特征 OTPs 的去除率，说明废盐中除了可检测到的特征 OTPs 外，还有部分复杂的固定碳可能融入到盐粒结构中以阻断热传导。

固体废物是源又是汇

该研究阐明了中低温条件下农药废盐复杂有毒有害组分降解的热动力学机制，揭示了不同废盐中有毒有机组分的共性去除规律和残留风险特征。

“从实践角度来说，本研究希望通过上述科学问题的解决，掌握中低温预处理的适用废盐类型和工艺参数，为后续中低温热处理的工程应用提供指导。”徐亚表示。

相关成果有望推动废盐资源化利用，助力废盐利用处理、降污减碳协同增效。此外，项目团队受生态环境部委托，目前正在承担农药废盐利用处置污染控制技术规范制定工作，研究成果也将为该规范的制定提供科学依据。

不只是农药废盐，研究团队关注多种危险废物和大宗工业固体废物的污染控制技术和环境管理。专家表示，固体废物已成为我国目前最重要的污染源之一，必须引起广泛重视。

“固体废物同其他污染物不同，它既是源，又是汇：废水废气处理以及工业生产过程中的副产物等污染物高度富集形成固体废物；与此同时，若处置不当，固体废物又会通过各种形式和途径污染土地、大气和水。”黄启飞说。

近年来，我国固废利用处置技术实现了多项突破，固体废物利用处置能力和水平取得了长足进步，但依然存在减污降碳协同增效的高值利用技术缺失、固废末端处置和利用产物全寿命周期环境风险不明，以及信息化智能化监管技术手段缺失等技术瓶颈。

黄启飞表示，团队将围绕国家固体废物环境管理的需求，面向国际固体废物环境风险控制学科前沿，重点突破固体废物环境资源属性识别、固体废物利用处置污染物协同控制、智慧填埋技术、工业窑炉协同处置技术等关键技术，构建支撑固体废物环境管理的技术和标准体系，助力提升我国固体废物污染治理能力和治理体系现代化水平。（王方）

创新推广超净能源工厂 助力生物质能产业发展

中国能源报 2021.9.13

经历了从“十一五”到“十三五”的发展，当前，我国生物质能源正处于产业升级的关键期。此时，需要认真总结我国生物质能源产业发展所取得的成绩和面临的挑战，进行技术创新、业态创新和模式创新，实现产业转型升级和高质量快速发展。

我国生物质能源产业取得了巨大成绩，但发展不平衡不充分

我国生物质能源产业历经了约15年时间的发展，取得了巨大成绩。截至2020年底，全国利用农林业废弃物为燃料，总投资规模约人民币1330亿元，建成投产的直燃式生物质发电厂452座，总装机容量约为1330万千瓦，年发电量约510亿千瓦时，年上网电量约为446.2亿千瓦时，年利用原料约7000万吨，年为农民增收约为人民币200亿元；截至2020年底，我国利用城镇居民生活垃圾为燃料，总投资规模约为人民币3250亿元，建成投产的直燃式生活垃圾发电厂约631座，总装机容量约为1533万千瓦，年发电量约为778.3亿千瓦时，年上网电量约为642.9亿千瓦时，年处理垃圾量约为1.4亿吨。由此可见，我国生物

质能源产业发展在精准扶贫、生态环境治理和温室气体减排等方面作出了巨大贡献。

成绩的背后，我国生物质能源产业也明显存在发展不平衡、不充分的矛盾。一方面，我国生物质电厂投资主要集中在长江中下游省份，而生物质资源丰富的东北三省和新疆等重要产粮、产棉基地，存在投资不足问题。另一方面，我国对居民生活垃圾发电厂的投資主要集中在大中型城市，对县域居民生活垃圾发电厂投資严重不足。

同风电和光伏产业相比，生物质能源不仅投資不足，而且市场开发力度弱、产业规模小。与西方发达国家相比，我国生物质能源在可再生能源中的占比明显偏低，更加显示出我国生物质能源产业发展不平衡不充分。

国家调整财政补贴政策，有力助推生物质发电创新发展理念

当前，国家相关部委收紧对生物质能源发电项目的财政补贴，对利用农林业废弃物直燃式发电项目，享受财政补贴政策年限为项目投产后 15 年。对此，全行业要正确理解并积极迎接挑战。

其一，西方发达国家生物质能源产业发展的成功经验值得借鉴。对于世界领先水平的创新示范项目，其政府不仅安排财政专项资金支持，而且还会安排国有担保平台为项目融资提供担保，项目建设期间与投产后一定年限内税收减免；要求售电企业用特别电价保障性全额购电；对利用农林业废弃物进行能源加工的企业给予原料收购补贴等等。这些政策与措施都有时效性，最终目标是将生物质能源产业培育扶持到持续健康发展轨道，形成竞争优势。得益于此，西方国家的生物质能源产业在可再生能源中始终占据重要地位。

其二，当前，我国生物质能源产业已进入成熟稳定阶段，行业领军企业阳光凯迪新能源集团有限公司（以下简称“凯迪集团”）是国家创新示范的重点高新技术企业，拥有生物质热化学技术国家重点实验室、研发形成 15000 余项专利和 60000 余项专有技术，重大创新成果位居世界领先水平，是全球唯一一家有能力利用非粮生物质生产“电、热、油、气、冷”等五种高清洁高品质能源商品的企业，是该领域最高标准制定者，这些都已为产业转型升级做好技术支撑准备。此时，适时调整补贴政策，有利于倒逼行业加快创新并应用新技术、新标准推动转型升级，实现高质量发展。

我国风电和光伏产业，已有类似成功先例：国家持续收紧财政补贴，不断下调新目标标杆电价，倒逼产业推进技术创新、优化管理，现在，我国风电和光伏产业已形成明显的国际竞争优势。

我国生物质能源产业发展在面临挑战的同时，也迎来了重大发展机遇。国家对利用农林业废弃物直燃式发电项目附加电价补贴政策的调整，直接驱动了创新发展。特别是行业开拓者如国能生物、中节能、凯迪生态等早期投产的生物质发电厂，面临的是限时三年左右必须采用新技术、新标准、新模式、新业态，改造升级，提升管理，继而带动全行业转型升级，打造竞争优势。

生物质能源产业现在迎来了前所未有的重大历史机遇。我国能源基础设施建设最具发展

潜力的是农村，我国农村对“电、热、油、气、冷”等五种能源商品的消费需求将会长期呈强劲增长态势。在可再生能源中，唯有生物质能源才能生产出五种高清洁高品质能源商品，满足农村消费市场的刚性需求。因此，我国农林业废弃物和县域居民生活垃圾是宝贵的绿色低碳资源。在资源基础上，利用大功率等离子顶尖技术，大力发展多元多态联合超净能源工厂，构建我国农村能源分布式分散式运营管理体制机制，将是实施乡村振兴战略，让百姓消费现代能源商品的必然结果，可以催生我国农村能源万亿级刚需消费市场。

多元多态联合超净能源工厂具有技术可行性

凯迪集团已拥有全球最先进的大功率等离子技术，该技术在我国、日本、印度等全球多个国家成功示范将固废危废垃圾无害化资源化利用。该技术核心工艺是在缺氧超高温环境下，提供足够强大的能量，将固废危废垃圾物质含有机物分子结构化学键瞬间予以切断，生产出可燃气体，主要是一氧化碳、氢气、甲烷等，无机矿物质或碱性金属氧化物等则出现相变生成成为液态晶体物质，无论是气态物质还是晶体物质均为有利用价值的资源。气态物质是有商业价值的可燃气体，既可以直接做为能源商品提供给用户，也可以用于发电或合成燃油商品，晶体物质是有商用价值的环保型建筑材料，此处理过程无二次污染。

有别于传统能源工厂原料选择和产品产出的单一化，多元多态联合超净能源工厂业态是将居民生活垃圾、污水处理厂的污泥、农林业废弃物、餐饮厨余垃圾和养殖业的畜禽粪便等作为原料，产出“电、热、油、气、冷”五种高清洁高品质能源商品，实现原料多元化、产品多态化。

大功率等离子技术，能够支撑将我国现在已投产运营的452家生物质发电厂，升级改造为利用居民生活垃圾、农林业废弃物和餐饮厨余垃圾、污泥、畜禽粪便等多种原料，进行热、电、冷等联产的超净能源工厂，实现生物质能源产业新技术、新标准、新业态、新模式的成功实施。

多元多态联合超净能源工厂的能效，高于目前直燃式垃圾发电厂和生物质发电厂的能效，我国生物质发电行业，不仅拥有大量的高温高压机组电厂，而且拥有部分30兆瓦高温超高压机组电厂。由于大功率等离子技术处理生活垃圾气化炉的能源净损失低于5%，即使将高温下的可燃气体进行能源二次转化，也能保障能效高于中温中压机组的生活垃圾发电厂。由此可见，无论是将我国已建成投产的生物质发电厂改造升级，还是直接新建多元多态联合超净能源工厂，都是践行环境友好和资源节约的发展理念。

多元多态联合超净能源工厂具有商业竞争优势

在商业价值上，生物质能源创新多元多态联合超净能源工厂新项目的投资收益，要优于已投产运营升级改造的项目。因为新项目易于实施工程优化，其技术标准和管理标准均会高于已投产运营的项目。故此，下面仅分析投产的生物质发电厂改造升级为多元多态联合超净能源工厂商业价值。

我国生物质发电龙头企业凯迪生态环境科技股份有限公司（以下简称“凯迪生态”）旗

下 47 家生物质发电厂曾为 47 万农户增收约 200 亿元，助力实现脱贫奔小康，期待未来继续携手更多农户前进在共同富裕的康庄大道上。选用凯迪生态投产运营的中温次高压循环流化床锅炉配置 2×12 兆瓦机组和全球最高技术水准自主研发的高温超高压循环流化床锅炉配置 1×30 兆瓦机组，两种不同类型的生物质发电厂，将其升级改造为多元多态联合超净能源工厂，主要财务指标与我国生活垃圾发电厂平均水平的相关财务指标进行对标，从而获得商业价值判断。

首先，分析 2×12 兆瓦生物质发电厂升级改造为多元多态超净能源工厂的商业价值。凯迪生态 10 年前投资建设的 2×12 兆瓦生物质发电厂，其动态总投资约为人民币 1.9 亿元，现在资产价值约为人民币 8000 万元，工厂设计寿命为 30 年，电厂能源效率为 26%，场用电设计值为 10%。将其改造升级为多元多态联合超净能源工厂，用大功率等离子技术气化炉，日气化居民生活垃圾量为 600 吨生产可燃气，并以此替代 50% 左右生物质燃料，大功率等离子技术气化岛投资约为人民币 9000 万元，电厂配套技术改造约为人民币 1000 万元，总投资约为人民币 1 亿元，日处理同等规模的生活垃圾发电厂其投资总额约 3 亿元。

鉴于生物质电厂配置是抽凝机组，改造升级为多元多态能源工厂可实现电、热、冷三联产，不仅销售收入大幅增加，而且极大提升能源效率，运营成本大幅下降，经济效益显著，能源工厂年实现净利润超过人民币 3500 万元，年实现碳汇减排量超过 15 万吨。另外，1×30 兆瓦生物质发电厂为抽凝机组，电厂能源效率为 34%，场用电设计为 8%，将其升级改造为电、热、冷三联产能源工厂，年创净利润超过人民币 6000 万元，年实现碳汇减排量超过 20 万吨。

其次，对标分析两种类型工厂的财务指标，形成商业价值判断。我国投产运营的生活垃圾发电厂平均水准若干财务指标，与生物质电厂改造为多元多态能源工厂相应指标作对比分析：

单位平均造价。垃圾发电厂比生物质发电厂升级改造为兼顾处理垃圾超净能源工厂造价高出约三倍；

场用电率。垃圾发电厂平均水平 21% 比生物质发电厂升级改造的超净能源工厂指标高出约一倍；

能源转化净效率。直燃中温中压机组垃圾发电厂比中温次高压生物质电厂升级改造为超净能源工厂能效低 30% 以上，比高温超高压生物质发电厂改造升级的能源工厂低约 50%；

产出商品及销售收入。直燃垃圾发电厂多数为生产单一能源商品，多元多态联合超净能源工厂生产多种能源商品，其销售收入远大于同规模垃圾发电厂；

营运耗材。直燃垃圾发电厂环保设施运营耗材大、成本高，而多元多态超净能源工厂，环保耗材量小，营运成本低。鉴于两者最大耗材是燃料，等离子气化炉和循环流化床锅炉对燃料的适应性宽，尤其是能直接使用污泥及餐饮厨余垃圾干化燃料棒，而污泥和餐饮厨余垃圾的补贴费用远高于生活垃圾补贴费用，因此，多元多态联合超净能源工厂的燃料成本有更

大的竞争优势；

盈利能力。上述 5 项财务盈利指标因素分析，多元多态联合超净能源工厂均优于生活垃圾发电厂，鉴于我国垃圾发电厂普遍实现盈利，可推断多元多态能源工厂不仅会有很好的盈利，而且具有绝对竞争优势；

综上所述，我国投产的 452 座生物质发电厂，升级改造为多元多态联合超净能源工厂商业价值巨大，具有可行性。

多元多态联合超净能源工厂，将成为实现乡村振兴和碳中和的重要力量

我国应用大功率等离子技术对县域居民生活垃圾无害化资源化利用，投资建设运营多元多态联合超净能源工厂，不仅能够治理环境污染，提高资源利用效率，减排温室气体，保护地球生命价值，还能促进社会公平，兼备生态和社会效益。

乡村振兴必须治理好生态环境，实现建设美丽乡村、生态乡村、健康乡村、文明乡村、幸福乡村，只有大力加快发展我国生物质能源创新多元多态联合超净能源工厂，才能实现根治我国县域的居民生活垃圾白色污染和农林业废弃物黄色污染，守住 18 亿亩耕地红线，保障我国粮食安全。

加快发展我国多元多态联合超净能源工厂，不仅能将我国农林业废弃物和县域居民生活垃圾无害化资源化利用，生产出农村刚需五种能源商品，而且能实现年减排二氧化碳温室气体数亿吨，助力早日实现碳达峰、碳中和目标。

全力推进多元多态联合超净能源工厂，将我国每年农林业废弃物、污泥、餐饮厨余垃圾、畜禽粪便及县域居民生活垃圾等无害化资源化利用生产能源商品，其产业带动社会劳动就业超过千万人，为百姓增收超过千亿元。

综上所述，生物质能源产业高质量发展，必将成为实现碳中和和乡村振兴的重要力量。

我国现行政策法制环境有能力护航生物质能源产业转型升级，实现高质量发展

我国已制定并实施相关法律法规，明确要求对固废危废垃圾无害化资源化利用，生物质能源创新多元多态联合超净能源工厂实现产业升级高质量发展，具有政策法制环境的支持与保障。

国家已出台政策，支持新建直燃式农林业废弃物生物质发电厂，其投资总额的 30% 可享受财政专项补贴，助推建设美丽乡村、生态乡村。“十四五”规划明确规定我国县域居民生活垃圾严禁填埋处理，必须即时进行无害化资源化利用。

特别需要说明的是，我国农林业每年产生的废弃物约 12.5 亿吨，虽然有原料化、基料化、肥料化、材料化等相关产业的资源化利用，但年利用总量不到 6 亿吨。因此，生物质能源产业必须承担每年资源化利用农林业废弃物约 5.5 亿吨的任务，现在我国生物质能源产业年利用量约 1 亿吨，远未达到目标。

另外，我国每年污水处理厂产生约 1 亿吨污泥、城市居民餐饮厨余垃圾年产生量约 3000 万吨、养殖业的畜禽粪便超 10 亿吨，这些污染物对我国生态环境保护造成巨大压力。

实施乡村振兴战略，将推动我国生物质能源产业超过万亿级刚需市场兴起。鉴于我国有近60%行政县的人口数量在30万左右，这意味着按目前行业技术水准，这些县的垃圾资源量不具备建设标准的生活垃圾发电厂，建议将两县以上垃圾资源量合并建设联合超净能源工厂，有利于行业健康发展。据此估算，“十四五”期间，我国需要投资建设约1500座多元多态联合超净能源工厂。（陈义龙）

去除微塑料 还看甲壳素

中国科学报 2021.9.13

“微塑料”是指粒径小于5毫米的塑料碎片和颗粒。与普通塑料相比，微塑料因其颗粒直径微小难以去除，对环境和生物体的潜在危害更大。如今，微塑料污染已引起全球关注。其中，水体中微塑料的去除成为确保水质和水生态安全亟须解决的难题。

近日，中国海洋大学教授李锋民团队与国外合作者成功制备出可降解、能重复利用的甲壳素/碳质纳米材料复合材料，实现了对水环境中微塑料的高效去除，并揭示了吸附的主要作用机制，对于研究水环境中微塑料的环境行为、定量测定和污染控制有重要科学意义。

相关研究成果已发表于《化学工程学报》和《有害物质学报》等期刊。

以废治废 聚焦甲壳素

“目前，针对水体中微塑料的分离、去除方法主要是离心、密度浮选、过滤等。”李锋民告诉《中国科学报》，“以过滤为例，在分级过滤过程中，水中的各类杂质会堵塞滤膜，操作复杂且选择性差，一般只能实现直径大于30微米的微塑料检测。”

吸附法是去除水体污染物相对简单高效的方法，但现有的吸附材料无法实现对水生生物危害性更大、直径小于3微米的小粒径微塑料的高效去除，且吸附选择性较弱。

能否研制一种针对直径小于3微米微塑料的高吸附性、高选择性、可循环利用的吸附材料，成为科学家面临的一道难题。

通过分析研讨和广泛比对，李锋民团队将目光聚焦于甲壳素。

甲壳素是自然界中存量仅次于纤维素的一类天然多糖，是自然界中唯一含有氮元素的多糖，广泛存在于各类软体动物的骨骼，以及真菌和藻类的细胞壁中，在甲壳类动物如虾蟹等外壳中含量尤为丰富。全球每年废弃的虾蟹壳高达800万~1000万吨，大部分被丢弃大海或作为垃圾填埋，这些虾蟹壳中甲壳素的含量约为15%~40%。

“开发利用废弃虾蟹壳中的甲壳素，既解决了废物处理问题、防止环境污染，又为合成高价值聚合物基质提供了一种低成本且可持续的原材料，这将会产生巨大的生态效益和经济效益。”李锋民说。

分子量较高以及分子间氢键的存在，使甲壳素难溶于水、稀酸、稀碱和大多数有机溶剂，碱/尿素水体系能够通过破坏甲壳素分子内的氢键相互作用实现低温条件下的快速溶解，为甲壳素在生物工程、医学、水处理等领域的应用提供了可能。

通过对甲壳素中的功能基团进行衍生化改性后可以显著增加其吸附能力。李锋民团队利用这种特性，启动开展了小粒径微塑料吸附材料的科学研究。

千挑万选终于找到它

为了实现对水中聚苯乙烯等小粒径微塑料的选择性吸附，基于聚苯乙烯分子中的苯环结构及已有研究中关于吸附机制的探究，李锋民团队以甲壳素为原料，掺杂能够通过 $\pi - \pi$ 作用吸附聚苯乙烯的碳质纳米材料，如氧化石墨烯（GO）和氧改性石墨相氮化碳（O-C₃N₄），构建双交联网络，成功制备出高强度、可压缩的多孔甲壳素基复合材料。

李锋民介绍，相较于其他已有材料，GO 和 O-C₃N₄ 的掺杂显著改善了该复合材料的机械性能，有利于吸附中的再生和循环应用。同时其对聚苯乙烯微塑料的吸附性能也得到显著提升，去除率最高可达 92%，实现了小粒径微塑料吸附材料的重要突破。

实验过程中，微塑料的检测也是一大难点。

目前，微塑料的计数方法主要通过显微镜观察，操作复杂且误差大。为了实现实验中聚苯乙烯微塑料的快速大批量检测，团队成员在实验中选择负载了荧光的聚苯乙烯微球，通过前期预实验，确定了荧光分光光度计快速准确定量的方法，为吸附实验的顺利进行提供了必要保障。

在甲壳素基复合材料制备过程中，需要反复调整交联过程中交联剂的用量、反应温度、GO 添加量等，从而最终确定具备最优机械性能的复合材料中的甲壳素和 GO 等的最佳配比，以及最佳反应时间和温度。同时，复合材料孔径是吸附微塑料过程中至关重要的因素，研究人员通过尝试多种造孔剂及调整交联剂的添加量，对制备的材料进行表征和性质对比，最终确定了最佳的材料制备方案。

团队成员、中国海洋大学环境科学与工程学院博士后孙翠竹自 2018 年赴加拿大阿尔伯塔大学学习，推进这项课题的研究。从查文献、预实验尝试各种甲壳素改性方法，到确定方法之后不断调整和优化不同物质的掺杂量、反应时间、温度等，前后耗时近 1 年。

“在吸附实验中，水中微塑料浓度前期需要半小时检测一次，样品多、工作量大，每次实验要连续进行至少 14 个小时，经常半夜才能回家。”她清楚地记得实验获得成功的那一刻，“以往无数次实验获取的材料都像凉粉，缺乏弹性，而那次实验获取的复合材料水凝胶就像乒乓球一样，弹性十足，总算找到它了！”

控制微塑料任重道远

记者了解到，目前与该技术相关的系列论文已经发表，专利正在撰写和申请中，但尚未大规模应用。不过，基于甲壳素基复合材料组装的简易装置，经测试能够实现不同粒径的聚苯乙烯微塑料的高效去除。

李锋民表示，微塑料在水环境中的污染已经引起关注，且已经证实会对各类水生生物产生毒性效应。该技术中甲壳素基复合材料实现了小粒径聚苯乙烯微塑料的选择性吸附，为分析、监测水环境中微塑料的分布提供了简单高效的方法，同时，也对控制水环境中微塑料污

染具有重要意义。

尽管目前尚未实现大规模实际应用，但李锋民希望后续能够跟企业或其他机构合作，制作相应的检测设备或仪器，应用于水环境中微塑料的检测和污染控制。

李锋民表示，下一步，团队将对甲壳素基复合材料做进一步的改性和优化，以期实现材料制备工艺的简化和吸附性能的提升，同时降低制备成本。通过对该材料进行改性，团队将制备和开发对水环境中其他污染物如抗生素、持久性有机污染物等具有选择性吸附能力的复合材料。

此外，基于甲壳素基复合材料，团队还将进一步开展关于海洋环境中微塑料、增塑剂等污染物的环境行为研究。“前期我们已经调研和检测了青岛近岸、黄海、东海表层水中微塑料和增塑剂的分布，接下来想通过甲壳素基复合材料对实际样品中的微塑料进行富集、回收和检测，从而验证其在实际应用中的潜力。”李锋民说。（廖洋 李华昌）

我国实现二氧化碳到淀粉的从头合成

中国科学报 2021.9.24

本报讯（记者倪思洁）9月24日，《科学》刊发中国科学院天津工业生物技术研究所（以下简称天津工业生物所）在淀粉人工合成方面取得的重大突破性进展。该研究在国际上首次实现了二氧化碳到淀粉的从头合成。

淀粉是粮食最主要的成分，也是重要的工业原料。中国科学院副院长、中国科学院院士周琪表示，当今世界正面临全球气候变化、粮食安全、能源资源短缺、生态环境污染等一系列重大挑战，科技创新已成为重塑世界格局、创造人类美好未来的关键因素。二氧化碳转化利用与粮食淀粉工业合成，正是应对挑战的重大科技问题之一。

论文通讯作者，天津工业生物所所长、研究员马延和介绍，天津工业生物所从头设计了11步主反应的非自然二氧化碳固定与淀粉合成新途径，在实验室中首次实现了从二氧化碳到淀粉分子的全合成。研究团队采用了一种类似“搭积木”的方式，联合大连化学物理研究所，利用化学催化剂将高浓度二氧化碳在高密度氢能作用下还原成碳一化合物，然后通过设计构建碳一聚合新酶，依据化学聚糖反应原理将碳一化合物聚合成碳三化合物，最后通过生物途径优化，将碳三化合物又聚合成碳六化合物，再进一步合成直链和支链淀粉。这一人工途径的淀粉合成速率是玉米淀粉合成速率的8.5倍，向实现设计自然、超越自然的目标迈进了一大步，为创建新功能的生物系统提供了新的科学基础。

论文第一作者、天津工业生物所副研究员蔡韬介绍，如果未来该系统过程成本能够降低到与农业种植相比具有经济可行性，将会节约90%以上的耕地和淡水资源，避免农药、化肥等对环境的负面影响，提高人类粮食安全水平，促进碳中和的生物经济发展，推动形成可持续的生物基社会。

国内外领域专家评价认为，该成果是“典型的0到1原创性突破”，“扩展并提升人工

光合作用能力前沿研究领域的重大突破，是一项具有‘顶天立地’重大意义的科研成果”；“不仅对未来的农业生产特别是粮食生产具有革命性的影响，而且对全球生物制造产业的发展具有里程碑式的意义”；“将给下一代生物制造和农业生产带来变革性影响”。

该研究工作获得了中国科学院重点部署项目、天津市合成生物技术创新能力提升行动等项目前瞻性的资助和支持，是国家合成生物技术创新中心的重点研究方向。

为“白色巨人”拆解“终极材料”

中国科学报 2021.9.13

风力发电机也被称为“白色巨人”，它们高高耸立在荒野、山巅和海岸线，源源不断地将风能转化为电能。最令人瞩目的就是其巨大的叶片——这些长达上百米、重达数十吨的庞然大物，不仅造价高昂，且难以回收利用。

从风电机组服役年限来看，到2025年，我国将迎来一大波风机叶片报废潮；到2030年，我国将有超过3万台风电机组面临换新；而到2035年这一数字将超过9万台。

过期的预浸料、制造过程中产生的下脚料、测试材料以及达到使用寿命的材料，全都面临着回收难题。如何实现风机叶片全生命周期的绿色化、无害化，一直困扰着整个风电行业。

中国科学院山西煤炭化学研究所（以下简称山西煤化所）研究员侯相林团队经过十多年研究，终于掌握了“拆解”风机叶片主要材质——热固性碳纤维树脂复合材料的办法，让这种最“顽固”的固体废料回归本源，补齐了风机叶片绿色回收最关键一环。

“终极材料”坚不可摧

叶片是风力发电机的核心部件之一，占风机成本的20%~30%，所用的复合材料既有较轻的重量，也有较高的强度，还具有抗腐蚀、耐疲劳等优异性能。

风机厂商在叶片外壳上通常采用玻璃纤维增强树脂，叶尖、叶片主梁则采用强度更高的碳纤维。这些复合材料结构极其坚固，而且空气动力性好，可以使叶片更轻、更长，让风机吸收更多的风能。

热固性树脂在叶片中占比超三成，相当于混凝土建筑中的填充物，碳纤维、玻璃纤维等材料则相当于混凝土中的钢筋，占比约七成。两者结合，坚不可摧。

其中，热固性树脂有个外号——“终极材料”。它是一种高分子聚合物材料，在聚合过程后，这种交联结构不能重复加工成型，所以回收利用几乎是不可能完成的任务。

侯相林举例说，普通的热塑性塑料，如农田里的地膜，自然降解需要200~400年，其分子链为线型结构，而热固性树脂的分子链为体型网状结构，是一个刚性的三维网络结构。前者像竹竿，是线性的；后者像不锈钢梯子，是立体的。以热固性树脂为基础制成的复合材料单位的密度只有钢铁的1/4，同等重量的材料的力学性能却是金属的好几倍。

“终极材料”的“实力”可见一斑。

回收技术需求高涨

风机叶片的寿命约为 20 ~ 25 年，我国本世纪初新建的一批风电机组即将面临退役，加之受风电抢装潮影响和原材料的限制，今年叶片市场甚至供不应求，回收这种高价值材料的技术需求越来越大。

对于这种材料，由于不可降解，填埋会向环境缓慢释放少量芳烃物质，焚烧更不可取，会产生有毒气体，唯有走绿色回收利用这一途径。有的企业尝试用热塑性树脂代替热固性树脂制造复合材料，有的企业只能回收复合材料里的一部分玻璃纤维。但风电作为一个新兴行业，风机叶片实际处理经验很少，真正做到产业化，至少还需 20 年。

记者采访了解到，国内诸多风电机组制造企业为了处理好生产加工叶片产生的废料，会拿出 3000 元/吨左右的处理费给专业公司，而后者只是将固废切割破碎，将树脂和木质粉料按一定比例混合后经热挤压成型，制成板材，用于公园的板凳、围栏。热固性树脂并没有因此消失，所谓的“专业处理”也仅仅是半处理，而且给今后的回收造成了更大困难。

2020 年 9 月 1 日，《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》颁布实施，要求产生工业固体废物的单位应当根据经济、技术条件对工业固体废物加以利用。愈发收紧的固废处理政策，给专业从事固废研究的侯相林团队提供了一个契机。

“这几年，国内在本世纪初装机的一大批风电机组面临集中退役，回收风电叶片里的复合材料应该提上日程了。”侯相林说，“国外研究团队也在紧锣密鼓开展相关研究，特别是风电技术很强的大公司，明知道叶片有很高的价值，但对回收却一筹莫展。”

实际上，侯相林开展叶片材料回收研究远远早于叶片大规模退役的时间。他所负责的山西煤化所 311 课题组多年来瞄准热固性树脂开发利用方向，产出一系列研究成果及专利，蕴含了多项国际领先技术，形成了一套极具竞争优势的化学降解综合开发工艺，生产出大量高价值化学品。

这无疑使教科书里的“终极材料”从此不再“终极”。

从暴力破解到精巧拆除

从 2019 年开始，侯相林团队成员、山西煤化所研究员邓天昇和在读博士生武少弟从十余种催化剂中挑选出性能最优的，全新的催化体系在 10 千克级别的高压反应釜中连续运行超过 300 小时，得到了试验关键数据。今年，“碳纤维增强环氧树脂回收利用”项目获北京地区高校大学生优秀创业团队三等奖。这项技术就是降解碳纤维增强环氧树脂复合材料，致力于从风机叶片中回收高价值的碳纤维。

碳纤维增强环氧树脂的优点多、品质好，但是回收时，优点全部变成“绊脚石”。

侯相林团队采用定向解聚法处理复合材料，通过特定溶剂及催化体系，在较温和的条件下将高分子在特定的键位“拆解”开，形成长链热塑高分子或树脂合成单体。这一方法国内首创，也是学术界普遍承认的实现循环经济的好方法。

不同于传统以小分子降解产物为目标的“以破为主”的回收思路，该团队提出选择性断键降解回收热固性树脂的新思路，并利用配位不饱和或弱配位的金属离子选择性地断裂树

脂化学键，实现了热固性树脂基复合材料的高效降解和全成分回收。例如，利用水相体系配位不饱和的锌离子，选择性地断裂环氧树脂的碳氮键，实现了碳纤维增强环氧树脂的高效降解及循环利用。

回收高价值碳纤维最重要的一步是降解或溶解碳纤维增强复合材料中的聚合物组分，回收高价值化学品。“我们在实验室阶段取得了一部分成绩，现在准备进行中试放大。从数据指标看，环氧树脂降解率大于99%，回收率大于95%，碳纤维回收率大于96%，纤维强度损失小于5%，回收的碳纤维单丝强度指标、模量与原丝相差无几。”侯相林表示。

据介绍，回收的树脂产物可制成环氧沥青，进一步处理可以得到双酚A等，每吨市场售价数千至上万元。高价值化学品使得回收技术“含金量十足”，预期经济效益十分可观。

邓天昇评价道，这套技术有两大优点，较温和的条件下实现树脂降解，耗能少；特定位点选择性断键，产物可控，价值更高。其他回收方法与这种方法相比，前者是暴力破解，后者是精巧拆除。

从废弃PET到纤维增强环氧树脂，从纤维增强不饱和树脂到乙烯基树脂，从聚氨酯材料到密胺树脂，以热固性树脂为主要回收对象的环保技术，在侯相林团队的系列技术加持下，已经可以通过化学回收制备十余种高价值化学品。

“经过十多年的专注科研，我们有信心与企业合作扩大生产规模，早日‘变废为宝’，提取出更多有价值的化学品，创造更大的环保效益和经济效益。”侯相林说。（李清波）

以废治废，赤泥 + 秸秆化身印染废水处理利器

科技日报 2021.9.22

赤泥是铝冶炼工业中产生的一种碱性工业固体废物；玉米秸秆是一种农业固体废物，课题组将二者混合热解，制备出一种新型功能生物炭复合材料。研究发现，玉米秸秆上产生的多孔结构，使功能生物炭复合材料具有去除酸性印染废水中染料的能力。

记者9月20日从中国科学院合肥物质科学研究院获悉，该院研究员吴正岩和张嘉团队，利用固体废物赤泥和玉米秸秆研制出一种新型功能化生物炭，并将其应用于酸性印染废水的治理工作。相关成果已被环境科学与工程领域核心期刊《清洁生产杂志》接收发表。

印染废水是加工棉、麻、化学纤维及其混纺产品为主的印染厂排出的废水。每印染加工1吨纺织品耗水100—200吨，其中80%—90%的水会成为废水。纺织印染废水具有水量大、有机污染物含量高、碱性大、水质变化大等特点，属于难处理的工业废水之一。

用热解法将两种固体废物制成功能材料

“这完全是课题组的一个突发奇想，把碱性废物和酸性污染物放在一起，既去除了污染，又中和了二者的酸碱性。”兼任安徽省环境毒理与污染控制技术重点实验室副主任的吴正岩告诉科技日报记者。

吴正岩向记者解释道，赤泥是铝冶炼工业中产生的一种碱性工业固体废物。据统计，我

国赤泥年产量约 8000 吨，全球库存赤泥超过 20 亿吨。赤泥大多被堆积储存在铝土矿废渣处置基地中，造成大量土地资源浪费，对周边的土壤和水体也会形成一定的危害。而玉米秸秆也是一种农业固体废物，具有量大价廉的特点。

“针对这两种常见的固体废物，我们课题组采用二者混合热解的方法，制备出一种新型功能生物炭复合材料，并将其应用于酸性印染废水的处理。”吴正岩表示，制备过程中的热解温度“很关键”。“课题组在实验室里对其结构转变机理进行了研究，充分表征了不同热解温度下功能复合材料制备过程中形貌和组成的变化，以及热解过程中气态产物的变化。”吴正岩说，通过研究发现，在玉米秸秆上产生的多孔结构，使功能生物炭复合材料具有去除水中染料的能力。此外，在约 700℃ 的赤泥中，碳酸钙分解生成了氧化钙，这就表明功能生物炭复合材料可用于中和酸性废水。

实现废物回收与废水处理双赢

“通过进一步的研究，我们确认了功能生物炭复合材料在处理酸性染料废水中表现出了良好的性能。”吴正岩说，此外，这种功能生物炭复合材料还具有磁性，这是因为在高温热解条件下，玉米秸秆产生的还原性气体将赤泥中的铁氧化物还原为带有磁性的单质铁。

“我们把这种功能生物炭复合材料简称为生物炭。”吴正岩说，生物炭不但可吸附印染废水中的染料，同时由于其本身具有磁性，使用完毕后可进行磁回收，避免了对环境的二次污染。此外，该材料还有较强的碱性，在处理酸性印染废水的过程中，既可中和废水的酸性，又可消除材料本身的碱性。

吴正岩表示，热解法制备生物炭的操作过程简单、成本低廉，只需一步就可以直接完成。而且制备时间短，主体材料制备过程仅为 3 个小时左右。“我们的制备方法所用的设备也很简单、成本不高，中间仅需要极少的人力成本投入。由于我们的原料来源是固体废物，原料成本仅仅为材料的运输成本，所以整体成本仅为 2500—3500 元/吨。”

“与其他的酸性染料废水处理方式相比，我们使用固体废物制备的生物炭能保证废水处理效果，并且将固体废物变废为宝，既解决了其堆放导致的环境问题，又创造了一定的经济收益，实现了固体废物回收与酸性染料废水处理的双赢。”吴正岩说。

“未来，我们将对该生物炭集中进行两个方向的探索：一是探索该材料更加广阔的应用场景。二是对处理后的废旧污泥进行开发与应用。”吴正岩说。（吴长锋）

我国生物质能源化利用潜力约 4.6 亿吨标煤

中国能源报 2021.9.20

本报讯（记者姚金楠）报道：9 月 15 日，中国产业发展促进会生物质能产业分会发布《3060 零碳生物质能发展潜力蓝皮书》（下称《蓝皮书》）。《蓝皮书》显示，我国生物质资源作为能源利用的开发潜力约为 4.6 亿吨标准煤。若结合生物能源与碳捕获和储存（BECCS）技术，到 2060 年各类生物质能利用将为全社会减碳超 20 亿吨。

《蓝皮书》指出，当前，我国主要生物质资源年产生量约为 34.94 亿吨，生物质资源作为能源利用的开发潜力为 4.6 亿吨标准煤。截至 2020 年，我国秸秆理论资源量约为 8.29 亿吨，可收集资源量约为 6.94 亿吨，其中，秸秆燃料化利用量 8821.5 万吨；我国畜禽粪便总量达到 18.68 亿吨（不含清洗废水），沼气利用粪便总量达到 2.11 亿吨；我国可利用的林业剩余物总量 3.5 亿吨，能源化利用量为 960.4 万吨；我国生活垃圾清运量为 3.1 亿吨，其中垃圾焚烧量为 1.43 亿吨；废弃油脂年产生量约为 1055.1 万吨，能源化利用量约 52.76 万吨；污水污泥年产生量干重 1447 万吨，能源化利用量约 114.69 万吨。

清华大学教授杨旭东指出，虽然我国生物质资源的开发潜力达到 4.6 亿吨标准煤，但当前实际被转化为能源进行应用的尚不足 6000 万吨，其间存在巨大浪费，对生物质资源的能源化利用要引起足够重视。同时，杨旭东预测，到 2050 年前后，除电力消费外，我国每年仍需约 18 亿吨标准煤的燃料保障工业、交通等领域的用能需求。生物质能作为零碳能源，将拥有广阔的市场空间。

《蓝皮书》预测，通过提供清洁电力、燃气，替代化石燃油、化肥以及 BECCS 技术的应用，到 2030 年各类生物质能利用将为全社会减碳超过 9 亿吨，到 2060 年将实现减碳超过 20 亿吨。

《蓝皮书》同时提出，在碳达峰、碳中和目标下，生物质行业的发展依旧面临巨大挑战。其中，首要问题便是社会对生物质能的认识仍有待提高。受传统生物质能（土灶台燃烧薪柴）“脏乱差”影响，整个社会，特别是各级政府对发展生物质能的重要性认识不足，甚至个别地方把生物质燃料当作仅次于散煤的高污染燃料，采取限制发展政策。

对此，国家发改委能源研究所可再生能源发展中心研究员任东明表示，要想充分激发生物质能的发展潜力，根本上要在国家层面将生物质能纳入实现降碳目标的具体行动中，将生物质能放在和光伏、风电同等重要的战略位置上来。

《蓝皮书》建议，要提升对生物质能绿色零碳属性的认识。生物质能是重要的可再生能源，具有绿色、低碳等优势，是我国可再生能源体系中的重要组成部分。与许多北欧国家不同，我国主要是生物质废弃物的能源化利用，环境效益和零碳效益更为突出。需要加强宣传新技术下生物质能利用成效，破除生物质能利用高污染的误区，普及生物质能作为零碳能源的作用，在更多场合为生物质能发声，让公众重新认识生物质能。同时，要完善生物质能产业发展顶层设计。加快制定出台“十四五”生物质能发展规划，从国家层面明确生物质能发展在推动乡村振兴、保障国家能源安全中的定位，推动各地进一步提高认识。建立健全有关部门分工负责、协同推进生物质能发展的工作机制，构建政策支持体系，形成工作合力，促进生物质能可持续健康发展。

此外，《蓝皮书》强调，当前我国生物质发展还面临部门协调不充分、责任主体不明确、补贴支持乏力、相关标准不健全、监测体系不完善、产品消纳途径不畅通等一系列问题，需要在政策、技术和市场等多个层面逐一破解。

铅炭电池理应成为大规模储能的首选

中国能源报 2021.9.13

目前有消息称，美国得克萨斯州 El Paso 将建设一个大型光伏电站、储能和电网共同支撑的并离网切换项目，用于为一大型数据中心服务器供电。其中计划光伏部分为 60 万千瓦，储能部分为 400 万千瓦时，定于 2021 年 -2025 年分阶段实施，而储能部分 400 万千瓦时全部采用南都电源的铅炭电池。在全球电化学储能电站中锂离子电池约占 90%，拥有绝对优势，以及特斯拉以其锂离子电池高调介入储能领域的形势下，美国却有人选用铅炭电池，其意义值得分析。

尽管当前全球化学储能电站纷纷采用锂离子电池，但锂离子电池储能电站燃烧爆炸的事件时有发生。出于安全考虑，之前推崇锂离子电池用于大规模储能的人中，部分人开始或怀疑，或举棋不定。而上述得克萨斯州的项目，特立独行地采用被冷落了几年的铅炭电池，看来已将安全性放在第一重要位置。

有必要透过上述项目重新认识铅炭电池在规模储能中的优势。一是安全性高。铅炭电池无易燃物，是确保高安全性的基础。过去的铅酸电池在充电后期的高电压下同时电解水，积累氢气、氧气而发生爆炸。现在铅炭电池已妥善解决这一隐患。前些年我国已建成铅炭电池储能电站十余座，最大容量达 30 万千瓦时，此外还出口德国建成 5 万千瓦/7.5 万千瓦时调频电站，多年来这些电站运行正常。二是规模大。上述 400 万千瓦时的储能电站 24 小时为数据中心供电时，平均功率为 16.7 万千瓦。如果调整为供电 4 小时，功率则是 100 万千瓦，是典型的抽水蓄能电站规模，这是对“化学蓄电规模做不大”论点的直接挑战。三是用途新。大数据时代的数据中心犹如雨后春笋，且耗电量很大，用光 - 储联合供电，对这种稳定负荷尤为适合。四是颜色绿。该微网建成后将摆脱对电网的依赖，独立运行。这是实现低碳、绿色能源的重要一步；如能广泛推广，不仅可以减轻电网的负担，而且可以直接为碳达峰碳中和作出很大贡献。五是价格不高。据了解，项目总融资金额为 15 亿美元，约合人民币 100 亿元。结合其规模来看是可接受的，且其能量转换效率高于抽水蓄能至少 10 个百分点，有利于提高经济效率。

在我国储能界，关于何种类型的电池适用于储能，看法不一。其中很多人支持锂离子电池，认为其优点不少，尽管有安全隐患，但难言舍弃，处于进退两难境地。笔者认为，完全可以换一种思路。首先，储能前景非常广阔，能够容纳各类电池路线各显神通，因而要从政策、舆论等各方面为它们创造公平的、开放的应用条件和氛围。其次，要把安全性放在第一重要位置。力推使用安全性高的电池，立马起到节能减排的实效；容许安全性不高的电池进行持续改进，不要急于“带病上阵”；同时鼓励发展安全性高、性能更好的新型储能电池，给予真实的创新条件。最后，要由市场来选择储能技术路线，放手让企业自主发展、决定使用何种电池。

笔者认为，铅炭电池主要是在铅酸电池负极中加入了特种活性炭（或称特种多孔炭，这也是铅炭电池一词中“炭”的来历），解决了硫酸盐化问题（即硫酸铅结晶颗粒长大而失去充放电可逆性），使电池寿命延长了若干倍。再加上原有的安全、廉价、易于再生等优点，铅炭电池理应成为目前大规模储能的首选。现在美国出于安全考量重新重用铅炭电池，相信全球包括中国将有更多的企业加入到使用行列，铅炭电池生产也将回归到正常的发展轨道。

但也要看到，我国铅炭电池生产水平参差不齐。不是添加了任何含碳元素的材料（如石墨、炭黑、普通活性炭等）的铅酸电池都是铅炭电池，因为这些材料的比表面、孔分布、电导率、纯度等指标均与抑制硫酸盐化的要求相距甚远，尽管节省了生产成本，但电池的长寿命却难以保证。因此要呼吁铅炭电池生产企业要讲诚信、做真货；储能应用企业也不要贪图便宜买劣质产品。（杨裕生）

下一代储备池计算速度提高百万倍

可用于解决目前信息处理难题

科技日报 2021.9.23

科技日报北京9月22日电（记者刘霞）储备池计算是一种模仿人脑工作方式的计算方法。美国科学家在最新一期《自然·通信》杂志上撰文称，他们找到了一种新方法，将储备池计算的速度提高33到100万倍，而所需的计算资源和数据输入却大大减少，新一代储备池计算有助于解决一些最困难的信息处理问题，比如预测流体的动态等。

事实上，在一次测试中，研究人员在台式计算机上用不到一秒钟的时间就解决了一个复杂的计算问题。研究主要作者、美国俄亥俄州立大学物理学教授丹尼尔·高蒂尔说，同样的问题需要超级计算机来解决，而且需要更长时间。

高蒂尔解释称，储备池计算是21世纪初出现的一种机器学习算法，用于解决“最难”的计算问题，如预测动力系统（比如天气）随时间的演化情况。以前的研究表明，储备池计算非常适合学习动力系统并准确预测它们未来的行为。

它使用类似人脑的人工神经网络实现这一点。科学家将动态网络上的数据输入网络中随机连接的人工神经元组成的储备池内。网络产生有用的输出，科学家可对其进行解释并输入网络中，从而对系统未来的发展作出越来越准确的预测。系统越大、越复杂，科学家们希望预测得越准确，为此人工神经网络就必须越大，完成任务所需的计算资源和时间也就越多。

在最新研究中，高蒂尔及其同事对整个储备池计算系统进行了简化，从而显著减少了所需的计算资源并节省大量计算时间。结果表明，在不同的测试中，新系统比当前系统可以快33到100万倍。而且，与当前一代模型需要4000个神经元相比，新一代计算仅需28个神经元就达到了同样的精度。

高蒂尔进一步指出：“科学家目前必须输入1000或10000个数据点或更多数据点对储备池计算机进行预热——对需要输入储备池计算机的数据进行训练，但新系统只需要输入两三个数

据点。”在测试中，他们用400个数据点获得了与现在使用5000或更多数据点相同的结果。

总编辑圈点

储备池计算被认为是神经网络的一种拓展框架，或者说，一种新的神经网络训练方法。有意思的是，我们一直以为计算系统中的人工神经元是越多越好，但实际上，越多的神经元当然能解决越复杂的问题，但同样会带来对庞大资源的消耗，如果能“缩减开支”——以更少的神经元解决同样精度的问题，则是一个非常值得努力的方向。现在储备池计算的新成果，就让人们看到了这样的曙光。

广州实现原生生活垃圾“零填埋”

广州日报 2021.9.24

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

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

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

广州规划打破“填埋”为主的垃圾处理方式

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

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

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

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

如何化解“邻避效应”？决策透明、公示及时、广泛征求意见

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

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

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

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

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

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

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

经过几年的努力，广州在全市初步形成了对垃圾处理的社会共识。

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

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

如何让生活垃圾“变废为宝”？100户家庭中有2户在用垃圾焚烧发的电

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

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

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

这些循环经济产业园不仅拥有“颜值”，还拥有变废为宝的黑科技。

“现在，广州市平均每一百户家庭里，就有2户在使用的是生活垃圾焚烧发电。”在广州环投旗下的福山循环经济产业园的环保科教展厅里，讲解员介绍，以福山循环经济产业园内的广州市第三资源热力电厂为例，项目一期生活垃圾日处理能力4500吨，年发电量可达5.4亿度，可满足20万户家庭一年的用电需求。

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

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

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

如何让周边群众从中受益？热力电厂建设带动乡村振兴，实现双赢

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

按照规划，广州市对位于各循环经济产业园周边共6条村的数十个经济社实施了环保搬迁，在广州市制定的“为民谋利，共建共享”思想指导下，全市各级各部门始终把群众利

益放在首位，认真解决项目所在地群众的每一项诉求，在政策允许范围内让更多群众得实惠，实现“双赢”。

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

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

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

广州国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一

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

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

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

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

英国推广电动汽车出新招

中国能源报 2021.9.13

9月5日，英国能源监管机构英国天然气电力市场办公室（Ofgem）表示，为了鼓励更多消费者购买电动汽车，将采取措施让电动汽车变得更加“实惠”，包括启动“智能充电”机制，取消充电站接入当地电网的费用等。

英国《卫报》指出，Ofgem的提议旨在改变英国现有电网运营规则，不仅可以节省更多

税金，降低消费者能源支出，还将极大提高国民电气化社会的参与度，即便是没有电动汽车的家庭也能因此受益，这将推动电动汽车加速进入普及化阶段。

充电“盲区”还有很多

虽然英国确定了2030年起禁售燃油车的目标，但迄今该国电动汽车充电仍然存在很多“盲区”。英国智库“政策交流”调查发现，除伦敦等大城市外，英国大部分小镇和农村地区充电设施并不充足。

英国竞争和市场管理局指出，需要10倍于当前数量的公共充电站点，才能够支撑英国向电动汽车转型，尤其是在住宅街道和超市等地点也应投建充电站。有统计数据显示，截至5月底，包括插电式混合动力汽车在内，英国约有53.5万辆电动汽车，到2030年该国电动汽车数量预计将激增至1400万辆，这大概需要数十亿美元的投资来升级电网系统及其相关电力基础设施。

“政策交流”指出，2021至2030年间，英国充电桩投建数量必须从过去3年的每年约7000个，增加到每年3.5万个，到2030年总数应至少达到40万个，但截至今年初只建成3.5万个。

启动“智能充电”

与此同时，英国大部分民众仍然对电动汽车持观望态度，原因是电动汽车购买和使用成本较为昂贵，且充电基础设施数量太少、位置不便、不完善等。

Ofgem对此提出了“智能充电”机制，旨在允许车主将电动汽车充当成一个“移动电站”来盈利，即鼓励车主在电网需求低且电力便宜时为电动汽车充电，在电网需求达到峰值时将储存在汽车电池中的多余电力回输电网。“电动汽车可以改变我们使用能源的方式，尽可能降低成本的同时还能为消费者提供新的赚钱机会。”Ofgem战略和脱碳总监Neil Kenward表示。

Ofgem估计，基于当前英国电动汽车保有量，电动汽车变身“移动电站”的构想，可激发相当于10个大型核电站的发电能力。

在英国国家电网市场部门负责人Graeme Cooper看来，上述做法可以解锁大量“智能充电”能力。“从本质上而言，这将允许电动汽车与电网进行‘对话’，利用大数据来评估何时是充电的最佳时间。”他说，“这将是一种更便宜、更节能、可持续的电动汽车充电方式。”

取消电网接网费

此外，Ofgem还针对高速公路充电成本高的问题建议，取消电网接网费，通过配电系统所有用户支付的网络费用来平摊，这将极大缓解高速服务运营商的压力，为投建更多充电站点奠定基础。

同时，Ofgem还承诺，将帮助高速公路服务站和地方为电动汽车安装集线器，以进一步扩大网络的传输距离。英国高速公路服务运营商Welcome Break首席执行官John Diviney表示，庞大的电网接网费用一直是充电设施难以大规模扩张的障碍之一，如果真的取消，无疑

是一个非常积极的发展方向。

《金融时报》指出，燃油车车主可以驾车旅行数百公里，因为他们知道每隔一段路程就会遇到一个加油站，但电动汽车显然远不具备这样的设施条件，只有充电可以随时随地、自由自在地实现，英国才做好了彻底抛弃燃油车转而使用电动汽车的准备。

电力增容难题待解

不过，英国竞争和市场管理局警告称，电力增容难题才是影响英国高速公路网络充电能力最主要的障碍，同时也会让车主对于电动汽车续航里程焦虑更加严重。

英国首座电动汽车充电站运营商 Gridserve 创始人兼首席执行官 Toddington Harper 表示：“实现在英国任何一个角落都能够方便地找到充电站，这才是根本问题，在英国某些地区给电网增容非常昂贵，这使得推行具备大功率充电技术的电动汽车较为艰难。”

事实上，随着电动汽车保有量快速提升，如不能解决大量动力电池的充电需求，英国电网的平衡性、弹性都将会受到影响。高速公路服务集团 RoadChef 表示，任何可以加快、简化和降低获取大功率电动汽车充电成本的举措，都将有利于电动汽车革命。（王林）

储能产业政策要做到连贯融合

中国能源报 2021.9.13

碳达峰、碳中和目标和构建以新能源为主体的新型电力系统的核心之一，是通过储能解决电力供需时间与空间上的极度不平衡。新能源出力具有波动性等特点，要在保证电网可靠、经济的前提下，实现更高比例、更大规模新能源并网消纳，需要促进储能或调峰资源协调发展，这有赖于政策的有效实施与市场机制的完善。

储能产业政策密集出台

7月15日，国家发改委、国家能源局出台了《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，明确了加快推进储能产业发展的原则和目标，提出到2025年新型储能装机规模达3000万千瓦以上，接近当前装机规模的10倍，极大提振了行业信心；7月29日，国家发改委发布了《关于进一步完善分时电价机制的通知》，将进一步拉大峰谷电价差，建立健全尖峰电价、季节性电价等机制，为储能设施商业价值的实现提供空间，目前已有广东、江苏等8个地区响应，如广东最大峰谷电价差将达1.1735元/度；8月10日，国家发改委、国家能源局发布了《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，鼓励新能源发电企业通过自建或购买的方式配置储能或调峰能力。

同时，电力现货市场已在首批8个试点地区深入推进，全部启动结算试运行，第二批6个试点也在紧锣密鼓地推进，为储能设施实现商业价值提供了机制平台。

相关政策密集出台，体现了国家大力发展储能产业的决心，但同时，各项政策、机制之间有效协同、提高效率、降低成本成为储能产业健康发展的关键。

“自建或购买调峰能力”有效性低

新型电力系统要逐步实现可再生能源对化石能源的替代。2020 年底，我国并网风电装机容量达 28153 万千瓦，同比增长 34.6%；并网太阳能发电装机容量达 25343 万千瓦，同比增长 24.1%。新能源的快速增长增加了电力系统消纳难度。在此背景下，为保障电力系统安全稳定运行，减少弃风、弃光，有效促进新能源消纳，国家发改委、国家能源局发布了《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，规定新能源发电企业通过自建、合建或购买服务等方式配置储能或调峰资源后，由电网企业予以并网，要求挂钩比例达功率的 15%（4 小时以上），挂钩比例达 20% 以上的新能源项目优先并网。

《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》调动了新能源发电企业配置储能或调峰资源的积极性，并向储能产业释放出利好信号，也为电网调度保障供给安全、消纳新能源提供了更多空间，但政策的有效性值得商榷：

加重了新能源发电企业的负担。在尚未建立容量电价补偿机制的情况下，要求 4 小时的储能能力，显著提高了新能源发电企业配置储能设施或调峰资源的固定成本，且该成本缺少回收途径。单个新能源发电企业配置的储能或调峰设施规模较小，在运营过程中难以产生规模效应，将出现运营成本高、效率低等问题。

按照与单个新能源发电企业并网功率挂钩的方式配置储能或调峰能力，缺乏对全网的统筹优化，效率较低。事实上，不同新能源发电企业的出力曲线因地域分布、能源类型而异，其波动性可在一定程度上相互抵消。全网对新能源发电出力聚合后所需的储能或调峰资源，远小于单个新能源发电企业所需储能或调峰资源的简单叠加，因此后者的储能或调峰资源配置规模将远大于前者，降低了投资的经济性。

分散配置储能或调峰资源将增加电网调度成本和难度。电网调度需与多个分散的储能或调峰设施分别建立调度通信通道、开展安装和调试等工作，物资和人力成本较高；需在较短时间内完成多个分散设施的调度，实际操作复杂、难度大；并网规模较小的新能源发电企业按照挂钩比例配置的储能或调峰设施，可能尚未达到电网调度门槛，储能的运行不能与系统配合，只能简单地削峰填谷。

储能设施充放电电量安排与新能源发电企业实际利益密切相关，电网调度在峰谷电价机制下对储能设施进行调度，除考虑电网安全等因素外，还需兼顾公平性，实际操作难度较大。这一政策本质是管制微观投资行为，无形中降低了政策的有效性。

“分时电价新政”引导储能配置更有效

相比之下，《关于进一步完善分时电价机制的通知》比《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》更有效，尽管采用了政府直接定价的方式，但不是微观管制，而是价格引导，向市场化方向迈出了重要一步。

通过峰谷电价、尖峰电价等价格信号，激励市场成员自发配置储能或调峰资源，将是更有效的资源配置方式。新能源发电企业可根据价格信号，将储能或调峰设施与原有发电出力整合，形成新的出力曲线参与竞价。综合考虑投资、运营成本，在有利润的情况下，新能源

发电企业将自发配置储能或调峰设施。

同时，在价格信号引导和利益驱动下，第三方将自发建设大型储能或调峰设施，并根据市场价格信号充放电获利。在这种方式下，市场成员由经济利益驱动，自发实现了分散和集中相互协同的储能设施配置方案，保障了新能源企业的利益，降低了电网调度成本和难度，发挥了储能设施的规模效应，提高了集中与分散储能或调峰资源配置的有效性。

但值得注意的是，在信息不对称的情况下，由政府定价配置资源的效率远低于市场方式：峰平谷电价对应的时段不固定，将随着不同时段供需平衡的情况应时而变；各时段的价格没有体现供需双方的意愿。

事实上，只有电力现货市场才能精细刻画每一时段的电能价值。日前市场分时的价格信号能够激励储能、需求侧响应、调峰资源交易，同时，激励电化学储能平抑新能源发电短时间尺度的波动性；实时市场的尖峰电价能够激励储能套利行为和需求侧动态响应；调频市场的价格信号能够激励储能以更快速的方式确保电力在更细的时间尺度内供需平衡，这将有效解决高比例新能源电力系统惯性下降的问题。由此可见，电力现货市场能够通过不同类型、更细时间尺度的价格信号引导储能、调峰资源优化配置。

《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》《关于进一步完善分时电价机制的通知》和电力现货市场建设均是国家有关部门出台的政策与市场机制。或许是电力现货市场不尽如人意，只能依靠计划手段配置资源，但政策应充分协同，以提升有效性。此外，还应加快电力现货市场建设，对储能等新型市场主体参与交易进行深入研究，才能推动储能产业健康有序发展。（夏清 武丹琛 陈雨果）

动力蓄电池梯次利用步伐加快

中国能源报 2021.9.13

8月27日，工业和信息化部、科技部、生态环境部、商务部、市场监管总局印发《新能源汽车动力蓄电池梯次利用管理办法》（以下简称《管理办法》），鼓励梯次利用企业与新能源汽车生产、动力蓄电池生产及报废机动车回收拆解等企业协议合作，加强信息共享，利用已有回收渠道，高效回收废旧动力蓄电池用于梯次利用。

业内人士指出，《管理办法》是国家层面首次针对动力蓄电池梯次利用出台的专门文件，有利于行业良性发展。

明确产品安全责任

业内数据统计，2020年我国累计退役动力电池25万吨，到2025年这一数字将提升至78万吨。退役后到的动力电池通过必要的检验检测、分类、拆分、修复或重组为梯次产品，应用到储能电站、通信基站、低速电动车等场景，可实现资源的充分利用，具有较大的经济价值和社会价值。

近年来，动力蓄电池回收再利用颇为火热，但诸如废旧电池在运输、贮存、示范应用中

的起火爆炸事件却屡见不鲜。规模庞大的退役动力蓄电池若不能得到有效规范，将带来巨大的安全隐患。

为促进产业有序发展，主管部门近年来相继出台了《废旧电池回收技术规范》《新能源汽车废旧动力蓄电池综合行业利用规范条件》《新能源汽车动力蓄电池回收服务网点建设和运营指南》等相关管理条例，均涉及电池梯次利用管理。2020年10月，工信部发布《新能源汽车动力蓄电池梯次利用管理办法（征求意见稿）》，梯次利用管理成为重点方向。

经过近一年的酝酿，《管理办法》正式出台，明确了梯次利用企业从事废旧动力蓄电池梯次利用活动，应依据国家有关法规要求，与新能源汽车、动力蓄电池生产企业协调、厘清知识产权和产品安全责任有关问题。

“动力蓄电池梯次利用仍处于初级阶段，发展速度较快，《管理办法》的及时出台，一开始就从源头进行管控，为行业发展起到保驾护航的作用。”北京赛德美资源再利用研究院董事长赵小勇称。

强调产业链协同

尽管动力蓄电池梯次利用受到多方重视，但目前市场上多数动力蓄电池没有进入正规回收渠道，而是流入小作坊拆解处理，行业整体面临着回收难、盈利难等困境。

《管理办法》鼓励企业协议合作，利用已有回收渠道，高效回收废旧动力蓄电池用于梯次利用，不仅对企业提出了明确要求，还就产品和回收利用制定了详细规则，有望进一步强化产业链纵向深度整合。

据了解，车企是回收动力蓄电池的主要责任方，但在电池拆解回收利用上并无优势，目前整车企业通常授权给电池企业或通过第三方回收企业来回收废旧电池，车企通过控股或参股的方式进入该领域，如宝马、上汽集团与宁德时代、邦普循环合作；比亚迪与格林美合作，建立“材料再造—电池再造—电池回收”的协同制造循环产业链。

“此举可以有效避免重复建设，节省建设和物流成本。目前动力蓄电池回收利用规模还没有起来，大部分企业尚未实现盈利。”赵小勇认为，随着《管理办法》的落地，法律法规趋于严格，小作坊生存空间将受到挤压直至退出市场，有技术、有实力的企业才能在行业长久生存。届时，动力电池回收再利用将快速增长，预计到2030年，行业规模将达到千亿元。

落地效果有待检验

《管理办法》的出台，能否破解当前行业“痛点”？

当下动力蓄电池信息普遍以孤岛形式存在，无法互联互通，不少梯次利用产品信息不清楚，比如电池退役的年份、退役之前的容量、电池厂家等信息并不完整，给电池拆解再利用增加难度，数据共享被认为是解决动力蓄电池困境的主要手段。

“鼓励新能源汽车、动力蓄电池生产企业与梯次利用企业协商，共享动力蓄电池的出厂技术规格信息、充电倍率信息，以及电压、温度等国家规定的监控数据信息。”《管理办法》提出，梯次利用企业应按照《车用动力电池回收利用余能检测》（GB/T 34015）等相关标准

进行检测，结合实际检测数据，评估废旧动力蓄电池剩余价值，提高梯次利用效率，提升梯次产品的使用性能、可靠性及经济性。

“如果没有数据支持，后端的检测效率提升和再生利用可能是一句空话，但车企和动力电池企业开放数据意愿不高，相关部门应强制要求相关企业放开非核心技术的基础数据。”业内人士称。

此外，《管理办法》鼓励动力蓄电池生产企业参与废旧动力蓄电池回收及梯次利用，对梯次产品的设计提出“采用易于维护、拆卸及拆解的结构及连接方式，以便于其报废后的拆卸、拆解及回收”的要求。“早期动力电池普遍使用螺栓固定，由于质量和控制问题容易松动，后面改用了焊接、灌胶工艺，这对售后维修和梯次利用都很麻烦。若没有强制要求，电池设计恐难以改变”。此外，赵小勇坦言，《管理办法》缺少惩处措施，其落地执行还存在一定难度。（卢奇秀）

二氧化碳反应堆制造“火星燃料”

新方法有望让人类在火星上生活

参考消息 2021.9.25

【美国《科学日报》网站9月23日报道】题：二氧化碳反应堆制造“火星燃料”

为了应对气候变化和前往火星的宇航员返回地球，美国辛辛那提大学的工程师们正在开发将温室气体转化为燃料的新方法。

辛辛那提大学工程与应用科学学院副教授吴敬杰（音译）和他的学生在一个反应器中使用碳催化剂，将二氧化碳转化为甲烷。这一过程因法国化学家保罗·萨巴捷而被称为“萨巴捷反应”。国际空间站利用该反应来清除宇航员呼出空气中的二氧化碳，并产生火箭燃料，以便让空间站持续在高轨道上运行。

但吴景杰想得更远。

火星大气几乎完全由二氧化碳组成。吴敬杰说，若宇航员在抵达火星后能在火星上生产他们所需的燃料，就能省出返程所需燃料的一半。

吴景杰说：“这就像在火星上的建个加气站。你可以轻松的将二氧化碳输送这个反应堆，然后生成供火箭使用的甲烷，”

该研究论文发表在英国《自然通讯》上。与辛辛那提大学团队合作开展该研究的人来自美国赖斯大学、中国上海大学和华东理工大学。

吴景杰说：“我认识到，温室气体将成为社会的一个大问题，很多国家都意识到，二氧化碳是我们社会可持续发展面临的大问题。这就是为什么我认为我们需要实现碳中和。”

拜登政府设定的目标是，到2030年将温室气体排放量减少50%，到2050年让经济靠可再生能源运转。

吴景杰说：“这意味着我们将不得不回收二氧化碳。”

吴景杰及其学生——包括研究论文主要作者、辛辛那提大学博士研究生张天宇（音）——正在用各种可提升甲烷产量的催化剂做实验，比如石墨烯量子点。

吴景杰说：这一过程有望帮助缓解气候变化。它在生产燃料（作为副产品）方面也拥有巨大的商业优势。

吴景杰说：“这个过程的生产力是 10 年前的 100 倍。因此，你可以想象，取得进展的速度将越来越快。在未来 10 年里，会有很多初创公司将这项技术商业化。”

吴景杰的学生正在使用不同的催化剂来生产甲烷和乙烯。乙烯被称为世界上最重要的化学物质，用于制造塑料、橡胶、合成服装和其他产品。

吴景杰说：在用二氧化碳生产燃料方面取得的进步令他更加确信：人类将在他的有生之年登陆火星。他说：“我们还可以用二氧化碳生产甲醇，然后利用它们生产其他下游材料。那么也许有一天我们能在火星上生活。”

纯硅阳极打造高性能全固态电池

科技日报 2021.9.27

科技日报北京 9 月 26 日电（实习记者张佳欣）美国加州大学圣地亚哥分校的纳米工程师们与韩国电池制造商 LG 能源解决方案公司的研究人员合作，使用固态电解质和全硅阳极，创造了一种新型的硅全固态电池。最初的几轮测试表明，新电池安全、持久且能量密集，可提供 500 次充放电循环，室温容量保持率为 80%，为使用硅等合金阳极的固态电池开辟了一个新领域，有望用于从电网存储到电动汽车的广泛领域。相关研究日前发表在《科学》杂志上。

具有高能量密度的下一代固态电池一直依赖金属锂作为阳极。但这对电池充电率和充电过程中需要升高温度（通常是 60 摄氏度或更高）带来了限制。硅阳极克服了这些限制，在室温到低温下允许更快的充电速率，同时保持高能量密度，比当今商业锂离子电池中最常用的石墨阳极高 10 倍。然而，研究人员表示，硅阳极最大的问题之一是液体电解质界面的不稳定性，这使全硅阳极无法用于商用锂离子电池。

此次，研究人员采取了一种不同的方法：他们消除了全硅阳极附带的碳和黏合剂。此外，研究人员使用了微硅，比更常用的纳米硅所需加工更少，价格也更低。

研究人员还去除了液体电解质，取而代之的是使用了一种基于硫化物的固体电解质。实验表明，这种固体电解质在全硅阳极电池中非常稳定。

通过上述方法，研究人员避免了电池运行时阳极浸泡在有机液体电解质中出现的一系列挑战。

同时，通过消除阳极中的碳，该团队显著减少了阳极与固体电解质的界面接触，避免了液体电解质通常发生的连续容量损失，充分发挥了硅的低成本、高能量和环境友好特性。

“固态硅方法克服了传统电池的许多局限性。”研究人员说，“这为我们提供了更多机会，

能满足市场对更高体积能源、更低成本和更安全电池的需求，特别是在电网储能方面。”

总编辑圈点

更安全、续航更持久、能量密度更高、成本更低，这是应用市场对电池提出的重要需求，也是电池研究人员孜孜不倦的追求方向。举例而言，目前新能源汽车普遍应用的是液态电池，虽然近年来液态电池性能不断提升，但与满足消费者需求仍存在一定距离。固态电池是下一代动力电池的发展方向之一，它的迭代升级有望让更强大的电池走向现实。

新一代隔空充电技术可为 3 米外 4 台设备充电

中国科学报 2021.9.16

本报讯（记者赵广立）你还在为“每逢出差要塞各种电线”而烦恼吗？近日，摩托罗拉推出新一代隔空充电技术。该技术已实现单台设备 3 米、角度不超过 100° 范围内，同时给 4 台设备充电，并可穿过纸张、皮革等障碍物为手机充电。同时，考虑到用户安全性问题，隔空充电设备内置的生物监测技术识别人体后，会避开/停止遮挡部分的充电波束。

据介绍，相较于前一代技术，摩托罗拉新一代隔空充电技术不仅在集成度、散热、半导体材料、转化率等方面提升明显，还具备更稳定、更聚焦的充电体验。充电设备内部不仅拥有由 1600 根天线组成的相位阵列，还配备了独立充电管理芯片与摩托罗拉隔空充电算法。此外，摩托罗拉还通过进一步优化性能、应用更精确的算法，提升了充电效率。

据悉，未来，摩托罗拉将继续提升隔空充电的硬件参数指标，逐步加入多尺寸天线、多设备组网、人工智能调频等全新特性；兼容 Qi 无线充电协议，为隔空充电技术的商用与普及铺平道路。摩托罗拉还将深度参与相关技术行业标准的制定，通过联袂产业链上下游伙伴共同推进隔空充电的商业化。

有专家评价称，充电距离和设备支持数量等主要指标上的表现，使新一代隔空充电设备可无缝衔接、替换到当前的家庭、工业生产等环境，进一步叩开了未来智慧家庭生态的大门，同时为其他创新技术的落地与应用提供更多可能。

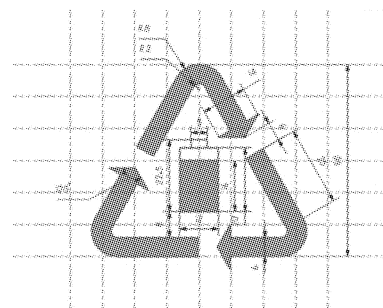
《车用动力电池回收利用 梯次利用》国家标准正式发布

中国环境报 2021.9.27

日前，国家市场监督管理总局（标准委）重点围绕公共安全、绿色可持续以及高新技术相关领域，集中发布一批重要国家标准，充分发挥标准在经济社会发展中的支撑作用。在公共安全领域，发布《一次性口罩制造包装生产线 通用技术要求》等 10 项国家标准；在绿色可持续领域，发布《车用动力电池回收利用 梯次利用》等 11 项国家标准；在高新技术领域，发布《汽车驾驶自动化分级》等 7 项国家标准。

随着新能源汽车产业的快速发展，我国已成为世界第一大新能源汽车产销国，新能源汽车产销量逐年攀升，截至 2020 年年底，我国新能源汽车保有量已接近 500 万辆。国务院办

公厅印发的《新能源汽车产业发展规划（2021 - 2035 年）》规划“到 2025 年，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20% 左右”，因此，新能源汽车的产销量在未来仍将快速增长。



动力电池作为电动汽车的关键部件之一，随着新能源汽车产业的高速发展得到了广泛应用，动力电池将进入大规模退役期，对动力电池开展回收利用已迫在眉睫，引起了国家、社会的高度关注。《新能源汽车产业发展规划（2021 - 2035 年）》提出，要完善动力电池回收、梯级利用和再资源化的循环利用体系；加强动力电池全生命周期监管；支持动力电池梯次产品在储能、备能、充换电等领域创新应用；加强余能检测、残值评估、重组利用、安全管理等技术研发。

动力电池退役后，部分动力电池仍具有很好的电性能，其剩余容量可以满足储能、备电等应用场景的需求。一般情况下，动力电池包由若干个模块或单体组成，即使电池包由于内个别模块或单体损坏而不能继续使用，电池包内的其他模块与单体仍具有很大的二次使用空间。在废旧车用动力电池回收利用的过程中，若直接将废旧动力电池进行材料再生利用，将造成极大的资源浪费。因此，从资源利用最大化原则出发，废旧车用动力电池的梯次利用很有必要。

但是，由于退役后的动力电池技术状态差异较大，并非所有的退役电池均能用于梯次利用，之前行业内没有相关标准可以依据。通过梯次利用环节生产的电池，与新品电池相比，应该要有所不同，并且在产品上面要有明确的区分标识。国家市场监督管理总局（标准委）认为：有必要尽快制定规范动力电池梯次利用要求和梯次利用产品标识的标准。

在绿色可持续领域，新出台的《车用动力电池回收利用 梯次利用》国家标准包括《车用动力电池回收利用 梯次利用 第 3 部分 梯次利用要求》（GB/T 34015.3 - 2021）以及《车用动力电池回收利用 梯次利用 第 4 部分：梯次利用产品标识》（GB/T 34015.4 - 2021）两项标准。

《车用动力电池回收利用 梯次利用 第 3 部分 梯次利用要求》（GB/T 34015.3 - 2021）规定了车用动力电池梯次利用的总体要求、外观及性能要求和梯次利用产品一般要求，标准适用于退役车用锂离子动力蓄电池单体、模块和电池包或系统的梯次利用，退役车用镍氢动力蓄电池单体、模块和电池包或系统的梯次利用参照执行。标准依据电池处置程序规定了分类、拆解、报废等一般要求，要求企业获取电池数据并根据梯次利用场景应用需求制定安全性评估规范和性能评估规范，并规定了梯次利用产品余能、循环寿命、安全性等基本性能要求。标准从不同梯次利用场景出发规定了单体、模块、电池包各层级梯次利用的最低余能要求，并给出终止梯次利用的余能要求。

《车用动力电池回收利用 梯次利用 第 4 部分：梯次利用产品标识》（GB/T 34015.4 -

2021) 规定了车用动力电池梯次利用产品标识的构成、标志要求、标示位置、标示方式以及标示要求,适用于对退役车用动力蓄电池的梯次利用产品进行标识。标准规定了梯次利用产品标识应包括梯次利用产品标志、产品中文名称、梯次利用生产企业名称或注册商标、梯次利用产品生产日期、规格型号、执行标准以及梯次利用产品编码等信息。对于标识中的梯次利用产品标志,明确了标志的一般要求、相关的样式和尺寸要求。同时,规定了梯次利用产品标识的标示位置、标示方式以及标示要求。

这两项标准作为汽车行业在车用动力电池梯次利用领域制定的国家标准,解决了开展梯次利用生产及其产品的标识无标准可依的紧迫问题。能够指导企业开展动力电池梯次利用和规范梯次利用产品的标识,促进了资源最大化高效利用,延长了产品的寿命周期,避免了新品电池制造带来的资源消耗、能源消耗和环境负荷物质、温室气体排放,有利于促进新能源汽车产业健康可持续发展,同时完善了车用动力电池回收利用标准体系。

基于车用动力电池回收的全过程,制定了车用动力电池回收利用标准体系,体系由“通用要求”“管理规范”“梯次利用”“再生利用”“温室气体”“绿色生产”“安全要求”等7个分领域组成。本次发布的两项标准属于车用动力电池回收利用标准体系中“梯次利用”的子标准体系。目前,“梯次利用”子体系已经发布了《车用动力电池回收利用 余能检测》(GB/T 34015-2017)和《车用动力电池回收利用 梯次利用 第2部分:拆卸要求》(GB/T 34015.2-2020)。(闵婕)

一探全国首批整村被动房怎样建成的

中国城市能源周刊 2021.9.27

“我家新房宽敞又明亮,住起来冬暖夏凉,和之前比,真是天壤之别。这要在以前,想都不敢想!”近日,当记者走进北京市昌平区延寿镇沙岭新村王玉兰的家中,她正精心地给月季花修建枝丫,说起这几年住进新房子的感受,60岁的她脸上笑开了花儿。

王玉兰家的房子正是近年来建筑界颇为时髦的“被动房”。青瓦、白墙、马头墙……在沙岭新村,这种徽派建筑风格的农房有十几栋,其掩映在群山绿树环抱间,宛如一幅极具人文气息的田园水墨画。

这是由北京市和昌平区两级政府批准建设的全国首批整村超低能耗项目、国内被动式低碳农房建设的先行者。截至目前,已经交付使用了4个年头。

经济又舒适,农民日子“抖起来”

王玉兰说:“以前,家里冬天取暖靠烧柴,再后来家里装了空调。电费高不说,而且还不舒服。现在住到被动房里,室温能稳定在二十四五摄氏度,而且早上起来鼻子也不会干,一年四季体感都很好。这几年来,我几乎没怎么感冒过。”

王玉兰还给记者算了一笔账:“现在,我家一个月的水、电、气差不多150块钱左右,一天只合到5块钱。对比之下,以前一到冬天,一个采暖季,大概都得三四千块钱。”用她

的话说：“如今，老百姓的日子也抖起来啦！”

漫步在沙岭新村，一排排被动房布局井然有序。蓝天、日光映照下，白墙灰瓦格外醒目。据该村支部书记韩志明介绍，现在沙岭新村共 18 栋 36 户、总建筑面积 7200 平方米。项目坚持“安全实用、节能减排、经济美观、健康舒适”的绿色农房建设和农村居住建筑节能发展的要求，于 2017 年 10 月整体验收合格并交付使用。

为何全国第一个超低能耗整村农宅项目能在这么偏远的山村建起来？面对记者的疑问，韩志明说，沙岭老村坐落在距离新村两公里左右的山脚下，是地质灾害易发区，且村民居住分散、交通不便。2010 年 6 月遭遇的一次特大泥石流，让村民的房子受损特别严重。在沙岭村重建之际，恰逢住建部在北京试点推广被动房民宅，经过村民代表的几轮探讨，2016 年 11 月，这一项目作为北京市和昌平区两级政府批准建设的全国首批整村超低能耗项目正式启动。

根据当时的预算，如果完全按照当地普通民房的原有设计要求，每平方米的建设成本在 1800 元左右；而按照被动房设计要求，增加成本约 1300 元/平方米。对此，北京市住建委补贴 1000 元/平方米，剩余部分由昌平区政府补贴。最终让百姓基本不用多出钱，就住上了设计先进、节能降耗、美观舒适的绿色建筑。

对标国际，节能率高达 91%

实证表明，该项目通过采用先进的建筑节能理念与技术，整体实现节能率高达 91%，远高于普通建筑 75% 的节能标准要求。

具体是怎么做到的？据该项目总指挥——北京北方京航铝业有限公司董事长林宝成介绍说：“项目在执行标准上，对标国际最高标准；在施工过程中，采用了大量新技术、新材料，比如在地面铺设了 250 毫米厚挤塑板做保温层，外墙和屋顶保温层则选用石墨聚苯板；门窗采用了德国新型聚酯合金塑料型材；玻璃采用了传热系数 0.6 以下的三层充氩气 Low - E 玻璃，整窗传热系数在 0.9 以下，属于高性能节能保温窗。”

林宝成特别指出，被动房的关键核心是保证气密性良好和避免热桥效应。只有真正做到这些，才能达到节能的效果。

记者注意到，沙岭新村每处被动式农房的卫生间都设置了独立的排风设备，用以自然补风，并在排风管道上设置密闭型电动风阀，与排风设备联动，关闭时可确保房间气密性；厨房则采用机械排风、自然补风的通风方式，也设有密闭型电动风阀，并与排油烟系统联动，确保系统关闭时房屋严密、不会漏风。

为保证室内通风换气质量，所有农户还都安装了新风系统。通过这套系统，可实时向室内输送新鲜空气，保持室内二氧化碳含量常年控制在 1000ppm 以下，室内的 Pm2.5 小于 30；即便在重度雾霾的天气里，室内空气仍可保持优质水平。

质量为王，农宅被动房北京样本获点赞

说到被动房质量的关键，在林宝成看来，“三分在设计，七分在施工。”

林宝成进一步称，施工环节中稍有不慎，被动房的两个关键地方——“保证气密性良好”和“避免热桥效应”就会大打折扣。

比如，在房间结构的拐角处、门窗与墙不达标，或者热桥没处理好，都会导致能源损耗增加以及材料结露、脱落等情况发生。因此，在施工准备期及施工期间，必须组织施工人员进行系统培训。监理人员随时检查，发现不符合标准的立即返工。

回想起当时施工的8个月，林宝成每天都在工地上盯着，有时候，由于和别人的理念不一致，还难免反生“争执”。如今，再次走进沙岭新村，他再次感慨：“我们追求的是质量和节能效果，而不是速度和数量。我希望建成的每一栋被动房，既能合乎节能降耗标准，又能让住户住得舒服。”

项目建成后，北京康居认证中心一直对该项目进行室内环境和能耗的测试跟踪。数据表明，农宅被动房不仅极大改善了农民的居住环境，同时大大降低了使用能耗，带来了良好的经济效益和社会效益。住建部科技与产业化发展中心下属北京康居中心认证中心董事长、教授级高工张小玲说：“推广农宅被动房是功在当代、利在千秋的伟大事业，也是农民脱贫致富和农村振兴的有效手段，北京昌平沙岭新村被动房使农民走上了健康富裕，使村庄人口回流，使干群关系更加融洽，使绿水青山得以保护，使农民的幸福感获得极大提高。”

谈及被动房的“北京经验”，林宝成指出，被动房不仅适合独栋民宅，也适合大型公共建筑和高层住宅楼，而且由于规模效应，大型公共建筑和高层住宅楼的增量成本可控制在800元/平方米之内。虽然初始费用高一点，但使用周期可达几十甚至上百年，且仅3—5年就足以收回成本。

既然优势明显，那么今后如何推广普及？“首先，要加大宣传力度，让更多人认识到超低能耗被动房的优势；其次，希望政府部门给予一定优惠政策和补贴；最后，有必要从立法上保障超低能耗被动房的建设实施。”林宝成告诉记者。（张胜杰）

五、太阳能

新疆首个光热发电项目实现全容量满负荷运行

中国电力报工程周刊 2021.9.14

本报讯（通讯员 刘增辉）报道 9月6日16时10分，由中国能建投资公司投资，中国能建规划设计集团西北电力设计院参股投资并总承包建设的中国能建哈密光热发电项目实现全容量满负荷运行，机组各系统的状态、参数正常，运行平稳。这也是该电站继6月18日成功实现夜间无光稳定并网发电之后的又一里程碑。

中国能建哈密光热发电项目是新疆首个光热发电示范项目，规划容量为2×5万千瓦机组，本期建设1台5万千瓦熔盐塔式太阳能热发电站，由14500面定日镜组成，静态总投资15.8亿元。该项目采用塔式熔盐发电技术，选用国际首创的五边形巨蜥式定日镜，配置大容量、高参数、高效率自主集成设计的储换热系统，可实现24小时连续不间断发电。

美能源部报告展望

2035 年太阳能将供应美国 40% 电力

科技日 2021.9.17

科技日报讯（记者刘霞）据物理学家组织网近日报道，美国能源部下属能源效率和可再生能源办公室发布最新报告说，2035 年太阳能将供应美国 40% 的电力，2050 年这一比例将进一步提升至 45%。不过，要实现这些目标，美国的能源政策需要发生巨大变化，政府也需要投入数十亿美元，以实现国家电网的现代化。

这份报告名为《太阳能未来研究报告》，详细阐述了太阳能在美国电网脱碳中的重要作用。报告显示，到 2035 年，在不提高电价的情况下，太阳能有可能供应全国 40% 的电力，并创造多达 150 万个就业机会。

美国能源部表示，2020 年美国太阳能发电量达到创纪录的 15 吉瓦，但太阳能发电目前仅占当前电力供应的 3% 多一点。到 2035 年，美国太阳能年发电量需要增加四倍，并向以可再生能源为主导的电网提供 1000 吉瓦的电力。到 2050 年，太阳能将提供 1600 吉瓦电力，超过美国目前所有住宅和商业建筑所消耗的电力。此外，由于交通、建筑和工业部门电气化程度提高，到 2050 年，整个能源系统脱碳可产生多达 3000 吉瓦太阳能。

报告称，要实现 40% 的目标，从现在到 2025 年，美国必须每年平均安装 30 吉瓦的太阳能发电设备；从 2025 年到 2030 年，每年必须安装 60 吉瓦的太阳能发电设备。

该研究的模型进一步显示，无碳电网的其余部分主要由风能（36%）、核能（11%—13%）、水力发电（5%—6%）和生物能源与地热（1%）提供。

构建高功率分布式光伏新生态

适配高功率组件的大电流组串式逆变器已全面上市

中国电力报电气周刊 2021.9.16

自去年，光伏组件功率迈入 5.0 时代，“500 瓦+”超高功率组件的降本增效优势明显，市场接受度高。产业链上下游也看好高功率组件的前景，逆变器制造端为了满足高功率组件对大电流逆变器的需求，主流逆变器厂商已紧跟组件主流趋势，发布多款适配大功率组件产品。截至 8 月 26 日，阳光电源、古瑞瓦特、锦浪科技、华为、爱士惟、固德威、禾望、科华多家全球主流分布式逆变器品牌发布声明，应用于分布式场景的大电流组串式逆变器已全面上市，携手超高功率组件提速分布式光伏项目度电成本降低，构建全新的超高功率分布式生态。目前，国内外共计 15 家逆变器厂商均已匹配 210 高功率组件的分布式逆变器在供。

“550 瓦+”超高功率组件正在成为分布式主流

2020 年 7 月，继“600 瓦+”光伏开放创新联盟成立以来，包括东方日升、天合光能

在内的主流组件企业悉数推出超高功率组件产品，标志着整个光伏行业迈入了全新的超高功率时代。高功率组件在大型电力企业招标书中已经成为单列项，在各大央企今年第一批的光伏组件设备招标中，对超高功率组件的需求已经进入爆发阶段。随着 BOS 和度电成本优势显著的 550 瓦、600 瓦和 670 瓦超高功率组件逐渐成为应用主流，分布式项目也快速切换为全新一代“550 瓦+”超高功率组件，根据客户需求，“600 瓦+”和“670 瓦+”组件也可应用于分布式。

在组件技术进步、功率提升的同时，作为光伏产业链中重要环节，逆变器产品已全面升级进入超高功率时代，配套协同更无缝、使得“600 瓦+”产业链更成熟、生态更完备。

6 月 21 日~8 月 26 日，阳光电源、古瑞瓦特、锦浪科技、华为、爱士惟、固德威、禾望和科华等全球主流分布式逆变器品牌均已发声明，发布了分布式场景适配大电流组串式逆变器解决方案及全新产品，充分发挥高功率组件 BOS 和度电成本优势，实现系统更稳、发电更多，构建全新的超高功率分布式生态。

东方日升市场部负责人表示，继 3 月全球三大逆变器企业华为、上能、阳光电源早先发布声明，适配 210 超高功率组件产品全面上市后，目前全球主流逆变器已全面适配 210TITAN 全系列组件，在地面电站、工商业分布式、农光渔光和户用场景的应用都得到了坚实保障。

逆变器 + 超高功率组件分布式价值显著

随着全球主流逆变器厂商的正式声明，大电流逆变器和高功率组件产品不光能够匹配，而且配套应用更具优势。经过针对分布式光伏项目的测算，相同的装机功率下，210 超高功率“550 瓦+”组件可有效减少组件块数及组串数量，进而大幅减少支架、线缆、辅材等使用量，显著降低 BOS 成本、降低 LCOE，提高项目的投资收益率，缩短项目回收期。

210 超高功率组件中，东方日升 TITAN 系列拥有“20.8%~21.3%+”超高效率，分布式产品覆盖 410 瓦~550 瓦功率区间，应用方案高效灵活，可完美应对下沉市场复杂的屋顶环境，更便于实际安装落地。产品搭载多主栅、无损切割、半片、高密度封装等先进技术，功率稳步提升的同时良率与可靠性也进一步提高，显著减少后期运维成本。“600 瓦+”联盟持续优化 210 技术生态，产品运输效率与系统适配性领先行业，在上下游近百家企业联手推动下，210 产品提效降本成果显著，正在逐步成长为市场主流。

正是基于 210 超高功率“550 瓦+”组件显著的 BOS 和度电成本优势，大电流逆变器和超高功率组件的强强组合逐渐成为整县推进更优的解决方案。升级匹配“550 瓦+”和“600 瓦+”超高功率组件已经成为逆变器厂家共同的选择。

随着平价光伏时代的到来，新建项目的投资收益率挑战也更高了，因此降低光伏系统成本，提高发电量势在必行。6 月 20 日，国家能源局正式发布《关于整县屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，这标志着我国分布式（工商业）及户用光伏正在迎来新的发展周期和机遇。而在整县推进的热潮中，更高功率段的产品将更具优势，在逐渐严苛的屋顶项目投资

环境下，能够最有力地保障项目投资的收益。

超高功率组件分布式应用全面开启，“600瓦+”开放创新生态联盟积极助力整县推进。在“600瓦+”联盟中，以天合光能为代表的组件企业于8月18日发布了《整县推进白皮书》，“600瓦+”联盟成员将携手超高功率组件助力分布式跨越发展，进一步助力碳达峰、碳中和实现。（简悦）

首创“光伏导航”挖掘减碳潜力

中国电力报工程周刊 2021.9.14

“原来我们村的光伏发展潜力排全区第11名，到2025年可以发展光伏发电的地块有15个，可挖掘的总容量达到5兆瓦。根据这份结果我们可以‘按图索骥’推动新能源落地，实现我们村的‘双碳’目标。”9月7日，浙江杭州市余杭区百丈镇半山村村委书记洪秋平收到了一份“光伏导航”结果。

在碳达峰碳中和的变革浪潮下，各地正大力推动分布式光伏发展。针对当前光伏领域追溯手段缺乏的情况，国网杭州供电公司搭建了集全景感知、分析评价、预警预测、辅助决策于一体的数字化“光伏导航”工具。

国网杭州供电公司在浙江省首个“双碳地图”电力大数据产品的基础上，借助电网资源与土地控规“多规合一”的技术创新手段，率先推出“光伏导航”。这套“光伏导航”具有找资源、算潜力、晒排名、做评估四大功能。依据土地规划，“光伏导航”筛选出适合发展分布式光伏的地块资源，建立专业分析模型，以聚合计算方式评估出到2025年、2035年和2050年每一个行政村和供电网格的光伏发展潜力值，晒出在区域内的排名，并判断每个供电网格的光伏消纳平衡能力，再以红、橙、黄、绿四种颜色标示出所在区域的光伏消纳能力级别。

“光伏导航”从“地块—村庄—网格—区县”四个层级开展分布式光伏资源评估，针对每个网格具体情况开展配电网规划，确保新能源光伏发电100%全消纳。以杭州临平新城为例，“光伏导航”扫描发现全区可以发展光伏发电的屋顶资源为154.4万平方米，其中96%目前仍待开发利用。“小至一幢楼，大到一个县域，‘光伏导航’都能评估出能建多少容量光伏电站，并定位出区域内哪个位置最适合发展光伏发电。”该项目开发负责人、国网杭州供电公司发展部杨翹介绍。

除此之外，“光伏导航”的核心还在于为全社会算清一本“减碳账”。在一张“双碳地图”实现市、县、镇碳排放“全景看，一网控”的基础上，“光伏导航”进一步指导每一个行政村把“减碳账”算清、算精、算透，为杭州3117个村提供一个治碳、管碳、减碳的数字化工具。不久的将来，在建设全域美丽大花园背景下，杭州未来乡村的绿色用能图景越见清晰。（富岑滢 宓振航）

赋能城市节能降碳，分布式能源“风”正足

掣肘凸显仍需加强制度建设与模式创新

中国城市能源周刊 2021.9.27

多位与会专家同时指出，分布式能源在快速推进的过程中，因其分布广泛、资源分散、单体规模小、开发建设协调工作量大等特点，导致的标准体系建设不完善、质量参差不齐、安全管理风险增加等一系列发展掣肘无疑也将愈发凸显。

以分布式光伏为例，“目前，我国分布式光伏发展仍存在项目选址不当、设备选型不合理、从业人员专业能力不足、施工建设及运营维护不到位，以及缺乏第三方监管和验收与安全教育培训，安全风险难以规避……等一系列困扰可持续发展的难题。”戴思源直言。

对此戴思源建议，未来，分布式光伏产业发展应进一步明确行业强制标准及规范要求，因地制宜制定符合本区域分布式光伏发展的相关标准和规范，建立完善分布式光伏安全管理体系和保障体系，可考虑建立安全验收制度和施工质量验收制度，加强分布式光伏安全教育和专业人才培养，增加从业人员的专业素质和业务能力。

而就微能源网而言，徐杰彦亦建议，建立健全微网顶层设计、管理规范及相关技术标准体系制定，推动微网关键技术创新，引导合理布局；创新商务模式、强化产业协同，提升微网运营水平；以及结合综合能源项目典型场景开展微网示范项目建设，打造可复制推广的微网试点示范，探索市场化建设和运行机制。

国家能源局答复分布式光伏安装问题

中国能源报 2021.9.27

本报讯（记者贾科华）报道：9月14日，国家能源局发布消息，对于“分布式光伏已超局部电网的承载能力，如何规范光伏安装”的咨询予以答复。

消息显示，7月29日，国家能源局收到留言，咨询分布式光伏已超局部电网的承载能力时如何规范光伏安装的问题。留言称，因受前期光伏补贴政策的影响，供电辖区内群众投资建设分布式光伏项目积极性高涨，光伏电站扎堆新上，造成35kV变电站接入光伏容量严重超标，已造成上级电源220kV变电站出现反向供电。为保障辖区内广大居民的可靠安全有序用电，是否可以依据国家能源局发布的《分布式电源接入电网承载力评估导则》（DL/T2041-2019）第9条“电网承载力等级划分”中9.4评估区域内因分布式电源导致向220kV及以上电网反送电，该区域评估等级应为红色及表1评估等级划分中红色建议：在电网承载力未得到有效改善前，暂停新增分布式电源项目接入的相关要求，暂停35kV变电站供电范围内新建分布式光伏电站（包括村集体分布式光伏电站、工商业分布式电站及用户分布式光伏电站）项目备案的办理和接入工作？随着光伏安装容量的增大，变电站变压器出现故障的可能性升高，出现大面积停电的概率增大，因此光伏的并网接入应在满足广大居

民安全有序用电的基础上进行。目前国家政策是光伏安装按照“应接尽接”的原则，但是部分地区电网已达到承受极限，如何规范地方光伏安装目前没有任何针对性的政策；同时，电网建设需要相关部门审批周期较长，在保证居民正常用电和光伏并网应接尽接中存在矛盾，如何选择现在相关部门存在争议。在地区电网无法承载光伏并网的情况下，是否可以按照《分布式电源接入电网承载力评估导则》中的规定：在电网承载力未得到有效改善前，暂停新增分布式电源项目接入？

国家能源局回复称，分布式光伏有利于消减电力尖峰负荷，有利于节约优化配电网投资，有利于引导居民绿色消费，国家积极支持开展相关工作。电网企业应充分考虑分布式光伏大规模接入的需求，加强配电网升级改造，努力做到应接尽接。分布式光伏接入电网可参考《分布式电源接入电网承载力评估导则》（DL/T 2041 - 2019）（以下简称《导则》）。根据《导则》规定，“……因分布式电源导致 220kV 及以上电网反送电”的，评估等级为红色。应“在电网承载力未得到有效改善前，暂停新增分布式电源项目接入”。对于在附近台区有消纳条件的，电网企业可增容或新建配电变压器；对于装机超过局部电网承载能力的，电网企业可采取适当反送电措施，为分布式电源提供并网服务。同时，根据《国家发展改革委 国家能源局关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》（发改运行〔2021〕1138 号），对超过电网企业保障性并网规模以外的新增装机，也可配建或购买调峰和储能能力，以提升新能源并网规模。

六、地热

广东地热资源储量全国第三，但开发总量 92% 用于温泉旅游，省政协委员建议：

因地制宜建设地热高效利用示范区

南方日报 2021.9.2

广东地热资源储量占全国的 10%，但开发总量 92% 用于温泉旅游，普遍存在地热资源浪费严重等问题。在“碳达峰、碳中和”的双碳目标下，如何高效开发利用地热资源，推动能源结构转型？

8 月 31 日，广东省政协召开“加强我省地热资源综合开发利用情况”对口协商会。此前，省政协人资环委员会组织调研组，近年多次赴惠州、河源、梅州等市开展专题调研，并形成调研报告。会上，政协委员们从不同角度交流研讨广东地热资源开发利用的现状与前景，并针对相关热点和难点积极建言献策。

地热资源遍及 21 地市但开发利用单一

地热能是蕴藏在地球内部的热能，是一种安全优质、清洁低碳的可再生资源。省政协调研组当天发布的专题调研报告显示，广东地热资源储量巨大，仅次于西藏和云南，居全国第三位，约占全国总数的 10%，目前已发现地热点 328 处，遍及全省 21 个地市。

省政协委员、省地质局党组书记黄德发在会上透露，全省地热田以韶关最多（78处），其次为河源（39处）、梅州（32处）。全省地热温度介于25.0℃ - 127.7℃之间，其中大于90℃的共14处，分布在河源、惠州、梅州、潮州、揭阳、阳江、中山等地市。

虽然广东地热资源储量巨大，但开发利用方式较为单一。“广东地热开发利用存在分散、低端、利用率低等问题。”省政协委员，中国科学院广州分院副院长、党组成员马隆龙表示。

调研报告显示，当前我省地热资源利用主要以温泉开发为主，已开发的155处地热田中，用于温泉旅游方式的达143处，占92%以上。

虽然“温泉经济”带动相关产业蓬勃发展，“但将宝贵的地热资源只作为旅游开发，普遍存在地热资源浪费严重问题。”省政协委员、人口资源环境委员会专职副主任季海军指出，有的地方为使高温地热水达到人体泡温泉适宜的“38℃ - 42℃”范围，采取管道过冷水池或自然冷却的办法降温；有的地方将大量超过90℃的高温地热水直接排放。

调研报告还显示，广东对地热资源开发利用规划不够，目前地热开发以社会资金投入为主，涉及的利益主体多；各地温泉度假景区建设存在同质化问题。“应高度重视地热资源的利用开发，把它作为促进能源革命、减少温室气体排放、促进碳达峰和碳中和，改善生态环境的重要一环。”省政协委员、省地震局巡视员梁干呼吁。

广东干热岩资源折合标煤20万亿吨

委员们对广东地热开发利用的关注，还源于干热岩的巨大开发潜力。有增强型地热系统之称的干热岩，是温度一般大于200℃，埋深数千米的一种高温岩体。广东干热岩资源超过东南沿海的1/3，折合标准煤20万亿吨。

黄德发表示，干热岩资源有望成为战略性接替能源。“利用干热岩发电的成本仅为风力发电的一半，只有太阳能发电的十分之一”。他强调，在广东，惠州、中山、江门和阳江一带都具有良好的干热岩资源勘查开发前景。

梁干建议，规划的重点应要摸清浅层地热能、干热岩分布区地质条件、热储特征、地热资源的质量和数量，并对其开采技术经济条件作出评价，为合理开发利用提供依据。

省政协常委、华南师范大学地理科学学院教授徐颂军表示，干热岩型地热能的开发利用是全球性的难题。“广东省的干热岩型地热能丰富，但干热岩型地热能开发利用难度大、成本高。”他建议，要基于广东条件因地制宜，综合考虑浅层地温和水热型地温的适宜性，从浅层地热资源开发逐步深入。同时，建议加大科技投入，推动干热岩型地热能利用技术取得突破。马隆龙亦建议，组织科研院所开展地热资源勘查与高效利用科技攻关，以解决地热开发利用的技术瓶颈。

对此，广东省财政厅二级巡视员曾彦回应，省财政、自然资源等部门正参与制定《广东省实施绿色矿业发展五年行动方案》，将全力对地热资源的勘查做好资金保障。

建议将地热能利用 纳入补贴范围

广东地热资源开发利用时间早，曾走在全国前列。1970年，丰顺邓屋是我国第一个利用地热流体进行发电的试验电站，但由于发电效益不高等问题，于2016年停运。

如何吸取技术未及时更新、缺乏成熟的商业模式带来的地热开发利用教训？

因地制宜、先试先行培育建设地热发电及高效利用的高质量发展示范区，是各政协委员建议的焦点。如建立惠州 MW 级中深层地热发电及高效开发利用示范区，在中山等沿海地区探索“温泉疗养”和“海洋经济”为主题的多元化地热资源综合梯级利用模式，以梅州丰顺县、河源和平县等为示范区，建设以地热能为主的梯级开发利用清洁能源特色小镇。

此外，委员们还建议政府研究出台完善的地热资源开发利用管理流程，参照风电、光伏等可再生能源的财政、税收和金融等支持政策，对地热能勘探开发利用给予支持，将地热能利用纳入可再生能源基金补贴范围。

对此，省能源局副局长郑良辉回应，抓住应用示范、建立模范的商业模式对于地热资源的开发应用具有重要意义。（谢庆裕 姚昱旻）

国家发展改革委、国家能源局等 8 部门联合发布《关于促进地热能开发利用的若干意见》，明确 5 项重点任务推进地热能开发利用

2025 年地热能发电装机比 2020 年翻一番

中国电力报 2021.9.28

本报讯（记者 支彤）报道 9 月 26 日，国家发展改革委、国家能源局等 8 部门联合发布《关于促进地热能开发利用的若干意见》（以下简称《意见》），明确未来 5 年推进地热能开发利用的 5 项重点任务，并提出全国地热能发电装机容量比 2020 年翻一番等目标。

《意见》明确阶段性目标，到 2025 年，各地基本建立起完善规范的地热能开发利用管理流程，全国地热能开发利用信息统计和监测体系基本完善，地热能供暖（制冷）面积比 2020 年增加 50%，在资源条件好的地区建设一批地热能发电示范项目，全国地热能发电装机容量比 2020 年翻一番；到 2035 年，地热能供暖（制冷）面积及地热能发电装机容量力争比 2025 年翻一番。

《意见》明确 5 项推进地热能开发利用的重点任务，包括深化地热资源勘查工作、积极推进浅层地热能利用、稳妥推进中深层地热能供暖、鼓励地方建设地热能高质量发展示范区、稳妥推进地热能发电示范项目建设等。

5 项重点任务中，分地域提出推进地热能开发利用的方式：在京津冀晋鲁豫以及长江流域地区，结合供暖（制冷）需求因地制宜推进浅层地热能利用，建设浅层地热能集群化利用示范区；高质量满足不断增长的南方地区供暖需求，推进云贵高寒地区地热能利用；对地表水资源丰富的长江中下游区域，积极发展地表水源热泵供暖供冷；在京津冀、山西、山东、陕西、河南、青海、黑龙江、吉林、辽宁等区域稳妥推进中深层地热能供暖；适时研究出台支持政策，在西藏、川西、滇西等高温地热资源丰富地区组织建设中高温地热能发电工程。

技术层面，出台井下换热工程技术地方标准；政策层面，明确井下换热无需办理取水许可和采矿许可，同时享受可再生能源与清洁取暖等税费优惠政策……

河北力捧地热开发井下换热用意何在

中国城市能源周刊 2021.9.13

作为走在全国前列的地热开发大省，去年底以来，河北省关于规范化管理本省地热开发事业的激励政策力捧举措接连出台……

继2020年12月29日，河北省水利厅发布《关于严格地下水取水管理有关事项的通知》（冀水资〔2020〕80号，下称“80号文”），以及今年6月28日，河北省水利厅、自然资源厅联合发布《关于规范抽采地热水管理的通知》〔冀水资函〔2021〕50号〕（下称“50号文”），进一步明确加强地热抽采水规范化管理的之后，8月27日，河北省住建厅又发布了省级地方标准——《中深层地热井下换热供热工程技术标准》（下称“标准”），该标准将自2021年12月1日起实施。

因地热开发利用无序问题突出，以及地下水超采严重等问题，去年河北省曾一度“一刀切”叫停、依法查处省内所有违法开采的地热井。此举因涉及面广，且存在巨大的清洁采暖接续隐忧，而引发广泛讨论。

综合解读上述三项政策释放出的信号，河北省在力推地热开发规范化的同时，还在政策支持层面由传统的采灌结合、取热不耗水（下称“地面换热”）开发模式向井下换热倾斜，在工程技术标准层面也为井下换热“搭好了台”，这无疑是为中深层地热开发“开辟了一条新路”。

在地热开发专家、中国科学院地质与地球物理研究所研究员庞忠和看来，河北《中深层地热井下换热供热工程技术标准》作为目前国内出台的第一个井下换热地方技术标准，先于国标出炉，将对京津冀等华北地区、陕西乃至全国的地热开发产生深远影响。

监管趋严“地面换热”遇冷

近年来，随着我国北方地区清洁取暖工作的大规模推进，地热能作为一种可再生的清洁能源，被视为传统化石能源的重要替代方式而受到热捧。

相关材料显示，我国地热能直接利用量已连续多年稳居世界第一位。根据国家地热能中心统计，截至2019年底，北方清洁供暖地区中深层地热能供暖总面积已达到3.82亿平方米。

国家能源局于今年4月发布的《关于促进地热能开发利用的若干意见（征求意见稿）》更将“大力开发利用地热能”视为我国实现碳达峰、碳中和的重要举措。并提出，到2025年，我国地热能供暖面积要比2020年增加50%；到2035年，在2025年基础上再翻一番。

记者了解到，目前我国中深层地热能开发利用技术主要是以河北雄县为代表的取热不耗水、完全同层回灌的换热技术为主。

然而长期以来，由于地热开发存在的“九龙治水”管理漏洞使得地热无证开采、地热

水乱排问题难以得到有效治理，从而成为制约行业有序发展的最大“绊脚石”，这一问题在河北表现尤为突出。

仅以河北保定为例，根据本刊此前公开报道，该市 300 余口地热井中 2/3 属于缺乏完善手续的问题井。

为促进地热资源科学合理开发利用，进一步规范抽采地热水管理，河北省“50 号文”本着妥善处理历史遗留问题的原则，对现有地热井地热尾水同层回灌量不低于 95%，且已取得探矿权证的，按照相关规定补齐手续；对于以抽采地热水方式开发利用地热的新建井，“50 号文”却是给予了从严管理。该文件明确，除山区自流温泉外，这类模式开发的新建井原则上不再新批取水许可证和采矿许可证。

“今后，以地面换热模式开发的新建地热井基本在河北不允许了。‘50 号文’在解决历史问题的基础上，对于地热水抽采管理更加严格。在这种情况下，估计河北省最终能取得合法资质的地热井，不超过 30%，而且后续的监管过程中还要继续趋严。”一位不愿具名的接近河北省政府部门人士向记者说。

“也就是说，从目前河北的政策导向看，主流的地面换热开发模式今后在河北可能将寸步难行。”亦有河北地热开发企业人士向记者补充说。

而在河北省地源热泵技术检测中心主任刘自强看来，“只有采取强力措施先将当前地热开发中存在的不正之风‘刹住’，才便于后续能够针对性的治理”。

“从这个角度看，地面换热开发模式或只是短期遭遇的阵痛。”中石化新星新能源研究院副院长李瑞霞对记者说。

另觅新途“井下换热”获力捧

然而这并不意味着河北地热开发事业会因此而陷入绝境。从“50 号文”与河北省刚刚发布的上述标准透露的信号看，河北省将转而支持地热开发的另一种模式，即完全不开采地热流体、闭式循环取热的“井下换热”技术。

对此，“50 号文”指出，采用深层地下换热方式开发利用地热能的（只取热不取水），无需办理取水许可和采矿许可，同时可按照国家相关政策规定，享受可再生能源税收和收取采暖费等方面的优惠政策，鼓励各市、县出台具体支持政策。

而此次技术标准的发布更是为支持“井下换热”技术在河北的推广应用做好了铺垫。从记者拿到的报批文件看，本标准共分为 10 章和 2 个附录，从地热地质条件调查，井下换热系统，辅助热源及地热梯级利用，供热站建设，监测与控制系统，系统调试与质量验收，运行维护以及系统评价等各环节对“井下换热”工程实施作出了详尽规定。

“上述标准的出台无疑是让中深层地热开发利用多了一项技术选择，也为地质条件类似的广大北方地区地热能开发提供了技术参照。这对地热开发项目的审批、施工、后期管理，以及环保监督等都有帮助，并在一定程度上纠正一些错误概念，有利于地热行业规范化健康发展。”庞忠和分析称。

另有受访专家指出，由于井下换热项目不涉及取水许可与采矿许可办理，相当于简化了政府的管理流程。尤其是在地下水超采严重的河北省，该模式无疑会让监管变的更容易。

“一刀切”不可取地热开发要因地制宜

记者了解到，井下换热技术，起步于 20 世纪 90 年代的欧洲，2015 年左右开始在国内得以发展。

“作为一项中深层地热能开发利用技术，通过钻凿地热井并下入取热管，注入软化水在井内循环流动提取地层热量，井壁与地层隔绝，保证地热井与地层间只能进行热交换；因该技术对地层干扰较少，又被称为‘中深层地热能无干扰供暖技术’。”李瑞霞介绍。

然而在庞忠和看来，新时期，虽在不同地质条件、不同工况、不同运行方式下对该项技术进行研发，但与上世纪 90 年代相比，目前的井下换热技术在换热效率、投入产出比等方面均未有变革性发展。

“核心还在于经济性。”李瑞霞指出，由于井下换热是通过热传导从地层提取热量，受传热效率的天然限制，其取热量远低于地面换热技术，主要受控于地下热储温度，且循环取水温度一般低于 30 度，后续供暖需要热泵提温，运行成本很高。

相关材料显示，“取热不取水、同层回灌”地面换热技术，一对抽灌井可实现供暖面积约 8.5 - 24 万平方米。而井下换热技术，垂直单井仅可实现供暖面积约 0.8 - 1.3 万平方米；U 型井只能实现供暖面积约 4 - 5 万平方米。

李瑞霞以河北雄县为例测算，如果将目前供应全县 700 万平方米面积的地热井全部由‘地面换热、同层回灌’模式改为井下换热模式，也只能供应约 100 万平方米。

“地面换热与井下换热的钻井成本基本相同，换言之要满足同样的供暖面积，井下换热在钻井方面的成本就达到井上换热的 7 倍。”中石化绿源地热能开发公司财务总监赵鑫指出。

不仅如此，二者相比后续运行成本差距也很显著。“地面换热供暖建设投资单位建筑面积造价约 100 - 130 元，每个供暖季每平方米电耗约 8 - 12 度；而井下换热单位建筑面积造价约 250 - 350 元，每个供暖季每平方米电耗约 15 - 30 度。对比之下，井下换热建设和运行成本要达到地面换热的 2—3 倍。”李瑞霞说。

多位受访专家一致认为，从截至目前陕西西咸新区、河南郑州的先进实践看，采用井下换热技术开发地热一定离不开政府补贴，大规模开展难度还很大。如若现在一味强力推广这一技术，不仅将为政府财政带来巨大压力，同时也将为用户带来沉重负担。且从长远看，其经济性想要达到媲美地面换热技术的可能性也不大。

“就河北省而言，目前还没有出台井下换热规模化发展的配套政策措施。”刘自强对记者表示，一般来说技术标准先行，其次试点推广，然后再配套政策。目前看来，井下换热技术尚处于制定标准、开展示范项目的技术储备阶段。

“地热开发利用在技术选择上应因地制宜，根据当地的地质条件、实际需求来定，至于最后技术好不好需交由市场来验证。”庞忠和如是说，因为地质条件是天然存在的，地热开

发一定要因地制宜，地面换热与井下换热模式二者可互为补充，政府主导的“一刀切”并不可取。

“河北政策力捧的井下换热技术之举虽然一定程度上可推动该技术的落地实践与快速进步，但长远看，其或终将只能与地面换热技术补充发展，并不能成为主流的地热开发模式。”亦有受访专家直言，从这一角度看，“地面换热技术也只是短期政策遇冷，是其由之前的无序无度迈向科学规范化发展之路遭遇的一个阶段性历程。”

隐忧仍存警惕“返煤”苗头

采访过程中，亦有专家对河北省此次严管地热水抽采，严控“地面换热”，鼓励“井下换热”的举措可能引发的隐忧提出警示。

“从近期河北省出台的一系列政策文件看，虽地热开发逐步被规范化，但对于中深层地热开发井上换热模式的近乎一刀切式‘封堵’仍不尽合理。”一位不愿具名的业内人士直言，目前河北省标准虽简化了管理流程，但井下换热的配套政策尚未出台，下一步还需警惕地热监管由之前的“九龙治水”转变为“放任自流”。

“即便走井下换热之路，实际上也并不意味着政府就可以放松、甚至不需要监管了。若监管不跟上，很可能会再次导致地热开发利用的混乱。”庞忠和强调。

庞忠和进一步指出，如果钻井施工监管措施不到位，迫于单井供暖效率，部分企业可能会为追求井口出热量，而不规范操作干扰含水层，此举亦可能造成对地下水的破坏。

与此同时，对于那些因种种客观因素不能够补齐合法资质的地面换热地热井，如果井下换热之路走不通，无疑将陷入清洁采暖接续困境。

对此，有专家就坦言，就目前而言，井下换热尚缺乏实际应用场景，国际上也无成功经验可供借鉴，要解决大规模应用的居民采暖问题，对很多地方并不现实。

“河北的地热发展已经到了一个关键节点，如果完全摒弃传统开发模式，全面走向井下换热，那么由于经济性和应用场景受限，可能会将整个行业带进‘死胡同’，大量的政府补贴无疑不可持续。”一位不愿具名的地热企业人士说。

亦有受访专家指出，一条技术路线是否可行，最终要看市场是否认可。就地热开发而言，河北省需要警惕的是，大规模的井下换热行不通怎么办？”

采访中，记者了解到，在河北省个别地区地热开发特许经营区内已经出现了“返煤”的苗头。有的地方因为无法按规定为地热井补齐手续，开始考虑接续邻近地区火电厂热源，无疑将增加火电厂所在地的燃煤消耗，这又何尝不是另一种形式的“返煤”。

刘自强坦言，“河北的地热开发可谓任重而道远，既要关闭不合规的热力井，还要兼顾老百姓的民生供暖，现在是夹缝中寻找解决方案。”（仝晓波 吴起龙）

七、海洋

埃及计划投建绿色能源海水淡化厂

人民日报 2021.9.15

据《今日埃及》杂志近日报道，埃及政府计划到2025年投资25亿美元，新建17座由可再生能源驱动的海水淡化厂，以缓解饮用水短缺问题。埃及主权基金首席执行官萨利曼介绍说，新建的海水淡化厂将由太阳能和其他绿色能源驱动，埃及主权基金将与当地及外国投资者合作建造运营，届时可实现每天生产280万立方米淡化水的目标。

埃及95%的国土面积是沙漠，一年四季干旱少雨。目前，埃及人均年用水量仅560立方米，是全球最缺水的国家之一。预计到2050年，埃及人口将增长至1.5亿至1.8亿，缺水问题更加严峻。由于地下水开采成本高企，90%以上的用水都依赖从境外流入的尼罗河，扩大海水淡化规模成为埃及拓展饮用水来源和确保用水安全的重要途径。

埃及现有的76家海水淡化厂均由传统化石燃料驱动，每天供应超过83万立方米淡化水。由于能耗高、造价贵，淡水价格居高不下。埃及总统塞西8月下旬专门召开会议，讨论“从最新海水淡化技术中受益的机会”。相关职能部门展示了海水淡化新技术的细节，特别是在经济可行性、水量和水质、产能效益、生产工艺和电力消耗等方面，而由太阳能等可再生能源作为海水淡化厂“主要引擎”，成为各方共识。

当地媒体分析，利用太阳能发电将大大降低电力价格，降低海水淡化设施及技术的运行成本，缓解终端消费者的经济压力，体现环保和绿色可持续发展理念。

萨利曼表示，该项目将受益于埃及在开发可再生能源方面的成本优势，还将借助绿色融资进一步降低成本。目前，埃及正加大力度开发太阳能、风能、氢能等可再生能源项目，计划到2022年将可再生能源发电量占比提高到20%，到2035年这一比例将再提高一倍以上。（黄培昭）

浪潮持续研发，高端存储技术取得突破

为“中国天眼”存储海量数据

人民日报 2021.9.27

近日，在知名评测机构存储性能委员会公布的最新评测榜单中，浪潮高端全闪HF18000G5以每秒读写操作次数超过2300万和0.294毫秒延时的性能评测值，位居性能总榜全球第一，标志着浪潮存储在集中式全闪、分布式全闪等高端存储技术上取得突破。

数字经济高速发展，带来数据的爆发式增长，如何高效储存、处理、应用这些数据日益重要。传统存储很难满足数据的急剧增长，必须采用新技术来应对挑战。

近年来，浪潮瞄准高端存储技术研发，使产品性能、可靠性、稳定性等均达到业界领先

水平。“我们从多个技术方向上发力，打造真正的全闪存存储系统。”浪潮存储产品线总经理李辉所指的“多个技术方向”，包括打造一套极简架构，支持所有数据类型、所有存储应用；开发全闪存软件栈，实现多核多线程性能优化，支持实时压缩重删；智能加速引擎实现性能优化等。

“比如，当闪存介质达到一定数量时，CPU 就容易成为性能瓶颈，我们通过多核多线程性能优化，充分发挥 CPU 的作用，从而进一步拔高存储的极限性能。”李辉举例，“再比如，如今的存储系统普遍没能发挥处理器的核数和主频性能优势，我们研发出智能加速引擎，优化了对多核的利用，实现了对多核的智能调度，当发现有应用对性能有更高要求时，可以为应用绑定对应的 CPU 资源，能定向提升性能。”

浪潮存储凭借“接得住、存得下、用得快”优势，在科技创新领域发挥了重要的支撑作用。比如，“中国天眼”是目前世界上最大、最灵敏的单口径射电望远镜，今年，浪潮存储为“中国天眼”提供了分布式存储高密度节点，采用业界首个“多合一”极简架构，最高可承载 1PB 数据，提供上百 GB/秒的带宽，还可以随着观测和研究任务持续推进，灵活、在线扩展容量和性能。

在脑成像研究领域，由中国工程院院士、清华大学教授戴琼海领衔的团队，研制出新型超宽视场高分辨率实时显微成像仪器，将活体动物脑神经观测数据通量由 1000 万像素/秒提升至 50 亿像素/秒，每天需要处理 2.7PB 左右数据。浪潮分布式存储平台为该项目提供 40 个节点的存储服务，应用于控制 28 台高灵敏度相机，进行高通量数据的并发采集和存储，满足了每秒拍 30 帧、连续 72 小时拍摄不丢帧的拍摄需求。

浪潮存储还在多个行业的核心业务中实现规模化部署。最新调研数据显示，浪潮存储市场销量进入全球前五，成为全球增长最为强劲的存储厂商之一。（谷业凯）

能源金属开发挺进深海

对环境的影响引发社会担忧

中国能源报 2021.9.27

今年以来，应用于新能源汽车以及可再生能源等领域的金属矿产持续供不应求，价格也一路飞涨，拥有丰富钴、镍、锂等矿藏的深海海床成为业界新的关注热点。

近日，市场研究机构“趋势市场研究”发布研究报告称，到 2030 年，全球深海采矿市场规模预计将从 2020 年的 6.5 亿美元上涨至 153 亿美元，年复合增长率将高达 37.1%。

向深海“要”资源

近年来，受到全球能源转型推动，锂、铜、镍、钴、铝等金属需求快速上涨，各种金属价格也水涨船高。以铜为例，今年，全球铜市出现明显供不应求局面，高企的新能源需求和铜生产国的政策波动持续推高铜价。截至今年 8 月，全球期货铜价格已超过 9 万元/吨，较去年同期上涨幅度达 40%。

陆上资源出现不足，人们便将目光投向了海底。据了解，深海矿物通常以多金属结核的方式存在于海床之上，往往在海水与岩浆相互作用的情况下形成，多以硫化物的形式存在，也被称为“黑烟”，大多分布于海底火山附近。

联合国公开信息显示，深海海床金属矿物种类十分丰富，通常富含钴、锰、锂、铁、镍、铜等金属矿物，甚至还有金、银等贵金属。以太平洋东部的克拉里昂-克利珀顿区为例，该区域水深3500-5500米，测算显示，仅仅这一处矿床所含的镍、锰和钴，就多于陆地上这三种矿产资源的总和。另外，具有开发潜力的地区还包括中印度洋盆地以及库克群岛、基里巴斯和法属波利尼西亚的专属经济区。

根据挪威科学技术大学研究学者发布的研究，挪威海洋大陆架区域内铜的储量甚至超过了目前每年全球生产的铜总量。挪威科学技术大学助理教授 Steinar Loeve Ellefmo 称，虽然挪威海洋中的铜很难完全替代陆上资源量，但这一数目已足够为满足日益增长的铜需求作出贡献。

多国拟加大深海采矿投入

深海采矿市场需求应运而生。今年1月，挪威政府宣布新派遣一个研究小组，专门研究公海区域海床上矿产的开采和生产可行性。在此之前，挪威曾派出了深海矿产勘探队，并发现了挪威附近海域海床上存在大量铜、锌、钴、金、银等金属矿物。

据路透社报道，挪威政府已有意为深海采矿企业提供许可，该国最早或在2023年开始深海采矿工作。据挪威油气与能源部透露，为了满足电动汽车动力电池、风机和光伏设备等的需求，挪威计划成为全球最早几个开始深海采矿的国家之一。

不仅挪威，一家估值达到29亿美元的加拿大矿业公司TMC于今年9月正式在美国上市。作为深海采矿业的新晋巨头，该公司表示，海底钴、镍、铜等金属资源丰富，将有效解决未来可能出现的能源金属短缺问题。据了解，TMC目前已获得了太平洋海床部分地区的勘探许可证，预计将在海底开采富含电池金属的岩石矿物。

据TMC透露，该公司旗下矿产资源已探明有大量高纯度镍、铜、钴、锰等矿物，能够满足至少2.8亿辆电动汽车对金属的需求。该公司称，预计最早在2022年完成海床金属矿物收集试验工作，到2023年后逐步从海底勘探阶段走向正式开发阶段。

联合国消息显示，截至目前，法国、德国、俄罗斯等主要经济体以及瑙鲁、库克群岛、基里巴斯等太平洋岛国都已参与到印度洋、太平洋和大西洋的海底矿产勘探工作当中，在深海采矿领域都有布局。

环保问题引发持续争议

尽管需求持续上涨，但深海采矿尚属新兴产业，实际经验以及相关配套政策的缺失让其商业化之路仍显漫长。油价网报道称，虽然国际海底管理局为TMC提供了采矿许可，但该机构尚未就如何管理和监督海底矿物的勘探和开采的相关条例达成协议。

在此情况下，全球多个环保组织以及学术机构已呼吁应暂停深海采矿。

在海洋矿商看来，深海采矿在远海地区作业，对人类社会环境造成的不利影响远低于陆上采矿活动，避免了因采矿破坏当地生存环境甚至危及居民健康的问题。同时，TMC 主席 Gerard Barron 也表示，深海采矿正是为了解决全球气候危机，生产电池金属将有效减少化石燃料的使用。

然而，在环保人士看来，深海采矿业的“环保属性”可能没有表面上这么好。据路透社报道，在挪威政府公布深海采矿计划后，多个环保组织表示强烈抗议，认为人们对深海采矿为海洋生态系统可能带来的危害知之甚少，深海采矿可能带来的环境影响也并没有具有结论性的研究结果，相关部门应尽快叫停所有深海采矿项目。

路透社援引卑尔根大学教授 Peter Haugan 的话称：“我们并不是对海底采矿完全彻底地说不。但显然，深海采矿对海底生物栖息地的影响远比海上油气开采更大。”

去年 12 月，由来自全球 15 个国家的海洋专家发布一份报告称，在开始工业规模的深海采矿业务之前，社会各界应该对环境影响有更多的了解，并尽力将这些负面影响降低到可接受的水平，确保深海采矿不会为全球带来得不偿失的后果。（李丽旻）

八、氢能

圆桌对话：氢能产业高质量发展路径探讨

中国能源报 2021.9.6

西门子能源股份公司新能源业务全球首席战略官兼亚太区业务负责人 赵作智

氢能产业“热”发展需要“冷”思考

氢能在中国是危化品，就像一个“钟摆”，安全问题时刻引起警觉。从技术上说，安全没有问题，但不代表不出事故，出事原因往往来自人的意识。氢能技术成熟度不及其他能源，如果最低价中标，可能会用便宜材料代替来压缩成本，一旦出事将冲击整个行业，因此氢能安全生产必须摆在第一位。

西门子正在全球范围内加速发展氢能，目前已在英国、意大利、智利、奥地利等地布局了相关业务，西门子的目标是致力于成为氢能领域的全方位解决方案提供者，将推广面向未来的多维能源转换系统并提供系列产品，推动绿色氢能发展和全球降碳进程。

意大利国家天然气管网公司中国董事兼高级副总裁 彭宁科

天然气管道掺氢是氢气运输的可行办法

第一，发展氢能应以绿氢为终点，但发展绿氢最大的瓶颈是电解槽装置的成本。第二，商业模式的问题，氢能下游应用场景广泛，如果专门新建运氢管道成本高昂，可行的办法是天然气管道掺氢。目前欧洲试点天然气管道掺氢 10% 已不存在技术问题。

意大利国家天然气管网公司，是欧洲最大的独立天然气基础设施运营商，占有欧洲 20% 的产能，还有 LNG 接收站。未来，公司将成为氢能基础设施运营商，从氢能上游到下游扮演赋能者的角色，给上中下游氢能产业的运营商提供合作机会，比如通过管线来运输氢等。

协鑫（集团）控股有限公司氢能事业部执行总裁 周振声

推动氢能发展需要“三合一”的协同

第一是行业化。氢的应用，尤其是降碳背景下氢的应用，在各行各业都会是新的增量，当然还有更大的存量。所以在各个行业的应用，根据区域特点和行业结构要有不同布局，上到顶层的政府，下到各行各业的关联体系，都应该有协同。

第二是规模化。目前来看，北京、上海、广州已经宣布了“十城千辆”的目标，基于碳市场交易下的规模化，不管是制氢、储运还是消纳，应该会有比较好的新的发展通道和趋势。

第三是区域的生态化。我之前看过两个案例，尤其今年德国汉堡有一个案例，德国整个北部把汉堡港作为枢纽，联动了十多家企业，包括燃料电池商、装备商、钢铁商等，政府统一进行布局，形成了规模化的示范体系。

这“三化”如果能以省为单位进行区域协同，对将来整个氢能市场的推广会有战略性的价值。

上海博氢新能源科技有限公司董事长 沈建跃

不解决“储、运、加”三大问题 氢燃料电池产业化无从谈起

现在全球的大事是在做新的能源平台，以氢作为能源平台，重构产业链，把制、储、运、加整个产业链做起来，需要有技术突破、有完善的法规规定，这是一个很缓慢的过程。

我看到国内现在很多企业都在这方面布局，但是对安全问题有点忽视。现在氢燃料电池最大的问题，一个是安全，另一个就是成本。当前很多光伏企业都在进入制氢领域，对制氢非常重视，很关注成本。但是氢燃料电池最大的问题不在制氢，而在储、运和加氢，不解决这三大问题，氢燃料电池的产业化无从谈起。国内都在重点做交通领域的氢利用，这就需要把氢运到客户手上。但我国所有的光伏都在北部、西部有大量资源的地方，怎么把它运到客户手中？这是需要克服的问题。在储氢、运氢、加氢各环节，应该以什么样的思路来解决这个问题？在今天我没听到这样的探讨，这是需要重视的。

另外，氢燃料电池是多样化的技术，不单单是在交通领域，在发电领域和其他领域里也是非常有用的。

隆基氢能副总经理 王英歌

氢能发展的根本问题是成本问题

我认为发展氢能的本质就是要解决降碳的问题，绿氢在脱碳的过程中将会发挥非常重要的作用。而目前氢能发展的根本问题就是成本问题，比如说用光伏电解水制氢，在制备环节，就是光伏的电价加上电耗再加上电解槽系统的成本。

第一个是光伏电价。光伏的技术路线是非常清晰的，在过去10年下降了100%，现在很多地方可以做到0.2—0.3元/千瓦时的电价。光伏一度电，技术成本只有0.06—0.07元，电网的过网费、土地税费、融资成本等非技术成本比较高，可能超过0.2元。如果能降低非

技术成本，就可以降低光伏进行电解水制氢的成本。第二个是电耗，通过技术方面的努力，包括材料方面和系统工艺方面的优化，来降低电耗成本。电解槽成本在过去十年降低了60%，未来还会继续降低。未来如果要降本的话，就要大规模、标准化制造。

在政策方面，我呼吁借鉴光伏和风电政策发展路径。中国在2014年推出了光伏标杆电价政策，如果是鼓励绿氢的发展，可以在绿氢价格方面进行政策考虑，比如说给绿氢定价。

总体上，绿氢迎来风口，如果在政策方面稍加支持，就能更好腾飞。

美锦集团副总裁 姚锦城

以焦化行业为切入点广泛布局氢能

美锦五年前开始布局氢能，以山西特有的、发达的焦化行业为切入点，现已建成焦化工业尾气制氢和提氢，成本约12元/公斤，远低于常规制氢成本。五年来，美锦氢能发展形成了以“点、线、网和平台”为格局的全产业链的生态闭环。

美锦根据“产业链+区域+综合能源站网络”的总体布局，目前已经搭建了氢气的“制储运加”氢能供应体系、“膜电极-燃料电池电堆-燃料电池动力系统-燃料电池商用车整车”氢能车辆制造体系，以及氢能示范应用三大体系，并复制成熟的广东氢能发展模式，在山西晋中、山东青岛、浙江嘉兴积极落地氢能产业园。（赵紫原 李玲/整理）

拥抱“氢”时代，各国奋勇争先

参考消息 2021.9.15

所有国家在“氢”领域都仍处于起步阶段。如果没有氢，能源转型将无法完全成功。这种气候中性气体——无论是用绿色电力、煤炭还是天然气制备的——应用于哪些领域和相关计划实施速度因国家而定。打造“氢经济”，每个国家都有自己的战略。把目光投向外国可能是值得的

【德国《商报》网站9月8日文章】题：围绕小小的氢分子的炒作：德国能从其他国家学到什么（作者 该报企业与市场版主编卡特琳·维奇）

在通往“氢经济”的道路上，其他国家已经远远领先于德国。但是，德国企业仍能从这种发展中受益。

不单是欧盟制定了更高的气候目标——在全球范围内，越来越多的国家正致力于让本国经济脱碳。

在上述过程中，“氢”这一话题变得越来越受关注。

小分子能起大作用

据世界能源理事会分析，占全球经济总量近一半的至少20个国家，目前已经或即将批准本国的氢战略。日本、法国、韩国、荷兰、澳大利亚、挪威、西班牙和葡萄牙尤其处于领先地位，但俄罗斯、中国、摩洛哥和美国也在制定本国的相关战略。

西门子能源股份公司新能源业务执行副总裁阿明·施内特勒在接受《商报》采访时说：

“德国曾长期领先，但其他国家现在追了上来。”他尤其强调了澳大利亚和中国取得的进展，但同时指出，欧洲和中东也在行动。他说，氢在许多国家已经是重要议题。

这并不那么令人惊奇，因为到目前为止，如果没有这种无色气体，几乎不可能真正实现能源转型。尤其在让钢铁和化工等能源密集型行业实现脱碳方面，借助电解技术、利用绿色电力制备的氢将扮演关键角色。

对于巴斯夫、科思创、蒂森克虏伯和萨尔茨吉特等公司而言，小小的氢分子将是它们减少化石能源消耗的唯一途径。例如，蒂森克虏伯打算从2030年起用氢能取代焦煤来加热炼钢炉。

与此同时，在航空和重型货物运输领域，也可能用含氢的混合燃料取代煤油和柴油。

绿氢之所以是能源转型的重要工具，还有一条原因：可以利用多余的风电和光电来电解制氢；如有需要，也可以再逆向转换为电能并储存在电网上。

灰氢、蓝氢与绿氢

德国在2020年6月制定氢战略已经有些晚了。日本、法国、韩国、荷兰、澳大利亚和挪威等国有的早在几年前就制定了战略。世界能源理事会预计，到2025年，占全球经济总量80%的国家将为发展“氢经济”制定本国的战略。

德国致力于在工业和运输部门使用氢能，并且重点关注用可再生能源制备的绿氢；中国和日本等国则希望在电力和建筑部门也越来越多地利用这种气候中性气体。

与在德国相比，交通在这些亚洲国家也扮演着更重要的角色。施内特勒说：“德国在氢能汽车问题上比较保守。”他还说：“中国在该领域非常活跃，韩国和日本也是。德国必须注意不要掉队。”

但是，国家战略的差别不仅表现在哪些领域使用氢，还与氢的“颜色”有关：灰氢是用天然气制取的；蓝氢同样是用天然气制取的，但制取过程产生的二氧化碳会被储存和处理。对多数国家而言，这两种氢仅仅是使用绿氢之前的过渡。2030年之后，尤其瑞士、阿联酋和摩洛哥将只使用利用可再生能源制取的绿氢。

而在2030年之后，英国、挪威、日本、韩国、中国和澳大利亚等国除了扩大绿氢利用范围，还将大量使用蓝氢。俄罗斯和韩国在各自的战略中甚至还打算继续使用灰氢。

绿氢市场前景广阔

到目前为止，德国已与荷兰、摩洛哥、澳大利亚、智利、阿联酋和沙特阿拉伯建立了氢能国际伙伴关系。德国企业也能从中获益。

咨询企业利特尔公司的马蒂亚斯·冯贝希托尔斯海姆说：“这不仅涉及蒂森克虏伯等设备制造商，也涉及电解器的膜技术创新，德国在这方面实力很强。”他说，日本、英国、德国和美国是氢能领域的技术领头羊。

西门子能源等大型企业认为，全世界对小小的氢分子的炒作首先是一个重大机遇。根据波士顿咨询公司的一项研究，到2050年，绿氢市场规模可能增长至1万亿美元。许多企业

希望从中获益。

就在几天前，英国与荷兰合资的石油巨头壳牌公司和德国能源企业尤尼珀公司宣布，双方计划共同推动建设一座氢能基础设施。

即便如此，专家仍一再批评德国发展“氢经济”的进展太慢。施内特勒说：“在这方面，国外密切关注德国的进展，对我们的研究非常深入。现在，我们必须设法收获自己的成果。”冯贝希托尔斯海姆也说：“我们距离成果转化还很遥远，目前还没有完整的价值创造链。”

氢能业务成增收新引擎

中国能源报 2021.9.20

主要涉氢上市企业营收及利润对比

企业名称	营收总收入	同比增长	归母净利润	同比增长
美锦能源	88.93 亿元	69.55%	超 10 亿元	1909.35%
东方电气	227 亿元	28.07%	超 10 亿元	41.72%
中材科技	93.59 亿元	22.76%	超 10 亿元	103.2%
大洋电机	46.5 亿元	32.66%	2.4 亿元	213.95%
潍柴动力	1263.9 亿元	33.8%	64.32 亿元	37.42%
厚普股份	3.6 亿元	119.7%	1668 万元	156.07%

近日，氢能概念股上市企业陆续发布 2021 年上半年财报。据统计，在已发布的半年报中，氢能业务营收普遍迎来大幅上涨。业内分析认为，虽然大部分涉氢上市公司主要利润来源仍然依赖传统主业，但氢能业务对企业的业绩贡献能力已开始凸显，氢能有望成为未来企业增收的新引擎。

营收普遍上涨

目前，鸿达兴业、厚普股份、潍柴动力、大洋机电等涉氢企业半年报相继发布。报告期内，美锦能源、东方电气、中材科技营收均大幅增长，归母净利润均超过 10 亿元，较去年同期分别上涨 1909.35%、41.72%、138.39%。

布局燃料电池的欣悦科技、先导智能归母净利润较去年同期涨幅均超过 100%。从传统家电行业进入新能源汽车领域的大洋电机，上半年营业收入 46.5 亿元，同比增长 32.66%；净利润 2.4 亿元，同比增长 213.95%。大力布局燃料电池产业链的潍柴动力半年报显示，上半年公司实现营业收入 1263.88 亿，同比增长 33.75%；净利润 64.32 亿，同比增长 37.42%。研究机构分析认为，潍柴动力是我国重卡行业的龙头企业，碳达峰、碳中和目标下，氢能重卡有望进入发展轨道，并成为潍柴动力未来的业绩增长驱动力。

值得注意的是，氢能板块中，大多涉氢企业主要营收和产品结构均依赖其传统主业，以氢能为核心业务的企业仅有亿华通等少数企业。

面对传统能源巨头的竞争，以及氢能行业增长远未达到商业化的产业环境，亿华通发布的 2021 年半年报，则显示出燃料电池产业在收入和利润方面的增长潜力。财报显示，该公司上半年实现营业总收入约 1.18 亿元，同比增加 367.28%。公告显示，这主要得益于氢燃料电池行业的发展及“以奖代补”政策的影响，报告期内，公司实现了批量销售订单的交付。与此同时，亿华通也在加大技术研发力度，上半年研发投入 7916.8 万元，同比增长 117.75%。

利润贡献翻倍

目前涉氢企业发布的半年报显示，氢能业务的业绩贡献能力呈上升趋势，增长潜力不容小觑。

厚普股份半年报显示，2021 年上半年营业收入约 3.57 亿元，同比增加 119.68%；归属于上市公司股东的净利润约 1668 万元，同比增长 156.07%。其中氢能业务营收占据厚普股份总营收的 2.74%，达 978.75 万元。值得注意的是，厚普股份的氢能业务在去年全年收入仅 226 万元，这意味着，该公司上半年氢能业务营收增长了 3 倍多。

相关分析认为，厚普股份建立的氢能产业链一体化优势已成为核心竞争力之一。公告显示，厚普股份与液化空气先进技术有限公司合资成立的液空厚普，氢能业务实现销售收入 4439 万元；公司新签订单 1300 万元，液空厚普新签订单 2000 万元。报告期内，公司及液空厚普完成了中国电力延庆园加氢站二期项目，北京大兴氢能科技园加氢站、宁夏宝廷子母加氢站等的建设并投入使用。

鸿达兴业的氢能业务涉及制氢、运氢、加氢等多个环节，上半年氢能业务营收 5167 万元，营收占比虽然只有 1.46%，但该业务与上年同期相比营收增长了 3238.58%，是该公司增幅最大的业务。同时，公司氢能业务毛利率也保持在较高水平，达 47.16%。

把氢燃料电池视为战略发展方向之一的雄韬股份，2021 年上半年燃料电池相关业务营收 3280 万，营收占比 2.26%，该项业务同比增长了 17.79%。公告显示，虽然燃料电池业务营收占比小，雄韬股份在燃料电池业务上的投入却在持续增加。

产业潜力巨大

根据中汽协发布的数据。今年 7 月，燃料电池汽车产销分别完成 32 辆和 196 辆，同比分别增长 3.6 倍和 48 倍。1-7 月，燃料电池汽车产销分别完成 664 辆和 675 辆，同比分别增长 48.5% 和 47.7%。

多家研究机构认为，从盈利能力和业务占比看，氢能在业绩中的影响力目前仍较弱，但与此前相比，氢能业务存在感进一步增强，企业布局力度不降反升。

根据德勤与巴拉德联合发布的《氢能源及燃料电池交通解决方案白皮书系列》报告的测算，预计到 2027 年，燃料电池车的总拥有成本将会开始低于燃油车，未来 10 年内氢燃料电池车的总拥有成本预计将下降 50%，其中氢燃料电池系统的成本和氢气价格的下降是主要驱动因素。

相关业内人士表示，目前，氢能产业政策利好不断，首批燃料电池汽车示范城市群名单已于近日明确，燃料电池产业迎来更大发展舞台。为期四年的燃料电池补贴期正式启动，将助力产业成本迅速下降，有利于相关企业铺开规模，带动成本再次下降形成良性循环。在此背景下，氢能业务规模和经济性将持续增长，有望成为涉氢企业业绩增长的新推动力。（仲蕊）

俄研发出从固体废物中制氢新技术

科技日报 2021.9.23

俄罗斯托木斯克理工大学开发出可以从固体废物（木屑、煤粉、煤泥、旧轮胎）中获得高含氢量（20%—40%）合成气体的技术。此项技术是以蒸汽热转换法为基础。原始产品在高温（500—1200℃）下受蒸汽影响，具体取决于材料种类。

“我们在此次研究及其他研究中追求的全球目标是找出真正有效的方法，用无人需要的、在能源方面无论如何都无法使用的废物制造出高边际利润产品，同时最大限度地做到环保。我们的目标不是废物的处理而是再加工。”托木斯克理工大学能源工程学院负责发展事务的副主任弗拉基米尔古宾说，“我们在研究木屑、旧轮胎以及煤炭工业废物，即炉渣、煤泥和煤粉。实验表明，从煤炭工业废物中获得的合成气体含氢量最高。”

在托木斯克理工大学研发的装置中，压实形态的原始材料被水蒸气破坏，无论有氧或无氧，取决于材料本身。过程中只有材料的有机部分被破坏。古宾解释称：“最终，我们在不同阶段获得了3种产品。在固态阶段获得炭屑，可用于路面或作为过滤物质用于进一步清洁。如果原始材料是松木屑，经加工可获得优质生物质炭，用于食品制造。在液态阶段，可以获得液态烃燃料，可作加热之用。在气态阶段可获得合成气体，由氢气以及最低比例的二氧化碳和氮化合物组成。合成气体可以很好地燃烧，因此也可用来供热、重返技术循环以及从中提取氢气。”

下一步研究人员计划找到最有效的方法来分离氢气，减少二氧化碳含量或对其进行环保处理。古宾说：“热转化是从固体材料中获取合成气体的主要方法。目前美国和中国在积极发展这种技术，在使用规模上俄罗斯仍然处于落后状态。但我们的基础研究水平远超外国，这给我们带来了实际优势：我们得到更多有用的产品。”

雄安新区将打造全球知名氢能高质量发展样板

中国科学报 2021.9.27

本报讯（记者李惠钰）为加快构建雄安新区氢能示范应用场景，打造国内领先的氢能高质量发展样板，9月24日，由河北雄安新区管理委员会、中国石化集团公司主办的雄安新区氢能产业发展合作论坛在雄安新区召开。

本届论坛以“绿色雄安、氢启未来”为主题，旨在助力雄安新区构建“蓝绿交织、清新明亮、水城共融、多组团集约紧凑发展”的生态城市布局，促进雄安新区氢能全产业链

发展，将雄安新区打造成为全球知名、全国领先的氢能高质量发展样板。论坛期间，雄安新区管委会改革发展局还与中国石化集团发展计划部共同签署了战略合作备忘录。

国家能源局能源节约和科技装备司副司长刘亚芳在致辞中表示，氢能是可再生能源规模化高效利用、用能终端实现绿色低碳转型的重要载体。作为战略性新兴产业，氢能产业是未来产业重点发展的方向。近年来，我国氢能技术与产业蓬勃兴起，国家能源局一直高度关注并积极研究推动我国氢能产业高质量发展。下一步，国家能源局将全力支持雄安新区加快部署新型储能、氢能等关键技术的研发、推广和应用。

雄安新区管委会副主任吴海军表示，雄安新区设立以来，始终围绕构建清洁低碳、安全高效的能源体系，加速推进能源基础设施与城市建设融合发展，能源结构不断优化，能源发展质量持续提升。他希望通过本次论坛，吸引氢能领域领军人才和技术团队聚集雄安，为雄安这座未来之城蓄势赋能。

吴海军表示，雄安新区下一步将认真落实国家“双碳”战略目标的决策部署，大力推动能源结构转型，在搭建氢能示范应用场景、探索可持续发展模式、支持氢能关键技术突破、构建绿色交通服务平台等方面有序推进“无煤区”和“无石化能源区”建设，谋划氢能产业发展路径，着力打造全国“双碳”城市样板。

“雄安新区设立后，作为能源领域国有重要骨干企业的中国石化集团积极参与新区规划建设，与新区有着深厚的合作基础和广阔的合作空间。”中国石化集团公司党组成员、副总经理凌逸群表示，下一步，中国石化集团将把推进能源绿色低碳转型、助力实现“双碳”目标作为义不容辞的政治责任，把氢能作为新能源业务主攻方向，全面推进氢能全产业链建设，为把雄安新区建设成新时代高质量发展的全国样板作出新的更大贡献。

垃圾制氢 前景可期

中国能源报 2021.9.27

核心阅读

垃圾发电耦合制氢，是在处理垃圾的过程中，直接对其进行热解气化，获得氢气。目前，我国原生生活垃圾的平均含水量为50% - 60%，不仅增加了企业烟气治理的成本，还降低了发电量。

垃圾气化制氢过程中，原生垃圾的含水量不影响物料气化，反而能够帮助提高合成气中有效气的含量。此外，形成规模效应后，垃圾热解气化制氢的成本有望降到20元/千克以下，与天然气等化石能源制氢技术成本相当。

9月14日，东方电气集团东方锅炉股份有限公司（下称“东方锅炉”）与重庆市潼南区人民政府签订垃圾发电耦合制氢及氢能示范项目合作意向书。东方锅炉方面告诉记者，垃圾发电耦合制氢并非是通过电解水制氢，而是直接对垃圾进行热解气化获得氢气，此举不仅能提升垃圾处理经济效益及环保效益，还能为氢能产业提供低碳清洁的氢源保障。

变废为宝新途径

目前，垃圾处理方式主要是填埋或者焚烧发电，我国城镇生活垃圾焚烧最主要的技术是炉排炉和循环流化床炉焚烧，这类设备具有投资大、运行成本高的特点，多用于规模较大的城镇生活垃圾处理。东方电气负责垃圾发电耦合制氢及氢能示范项目的工作人员介绍，炉排炉焚烧和循环流化床焚烧过程中产生的化合物以及飞灰，容易对环境造成二次污染，项目选址落地越来越困难，垃圾如何实现低碳化处理尤为关键。

在此背景下，热解气化技术作为一种新型的生活垃圾处理技术，逐渐受到重视。上述人士表示，对垃圾进行热解气化具有优异的环保特性，可以有效降低化合物生成量并减少飞灰排放量，有机物分解为简单的气体分子形成一氧化碳和氢气，用作燃料或化工原料，实现生活垃圾处理的无害化、减量化和资源化。

据介绍，我国目前原生生活垃圾的平均含水量为 50% - 60%，过高的含水率不仅增加了垃圾焚烧企业后续烟气治理的成本，还降低了垃圾的发电量。而在垃圾气化制氢过程中，原生垃圾的含水量不影响物料气化，反而能够帮助提高合成气中有效气的含量。此外，城市生活垃圾中含有大量的碳氢化合物，是一种比煤等化石能源更适合气化制氢的原料来源。

他指出，目前国内已有许多地方在生活垃圾处理技术选择时指定采用热解气化技术。在碳达峰、碳中和背景下，伴随着我国氢能产业的发展，低碳清洁氢将迎来大规模应用需求，基于此，垃圾制氢的应用场景也日渐清晰。

经济、环保效益显著

垃圾制氢的经济效益如何？上述人士给记者算了一笔账：垃圾制氢的经济性评价包括制氢成本、设备折旧、税金、人工以及各项税费、合理利润，目前每千克氢气生产成本在合理的原材料价格和电价的前提下，煤制氢约 10 元/千克，天然气、石脑油、重油、甲醇制氢约 17 元/千克，工业副产氢回收提纯 21 元/千克，电解水制氢约 30 元/千克。

“在不计算垃圾处理补贴的情况下，合成气净化、制备高纯氢工段氢气的制备成本为 14.94 元/千克，而在垃圾气化工段，纯氢制造成本为 13.80 元/千克。因此，生活垃圾制备高纯氢气的总生产成本约为 28.74 元/千克。在计算垃圾处理补贴的情况下，垃圾制氢的成本还会进一步下降。形成规模效应后，垃圾热解气化制氢的成本有望降到 20 元/千克以下，与天然气等化石能源制氢技术成本相当。由此可见，生活垃圾热解气化制氢技术很有应用潜力。”上述人士表示。

另外，相较化石能源制氢，生活垃圾制氢的碳排放更低，环保效益显著。上述人士表示：“利用垃圾制氢，每吨氢气减少的二氧化碳排放量约为 23—31 吨。垃圾制氢研发工作的开展，有望为垃圾处理技术开拓一条新的路径，也将成为垃圾填埋场区域环境综合治理的关键核心技术。”

有效提升企业收益

2019 年 7 月，财政部表示，一方面，拟对已有项目延续现有补贴政策；另一方面，考

虑到垃圾焚烧发电项目效率低、生态效益欠佳等情况，将逐步减少新增项目纳入补贴范围的比例，引导通过垃圾处理费等市场化方式对垃圾焚烧发电产业予以支持。

据了解，我国垃圾焚烧企业主要收益由两部分组成，一是垃圾处理费，即每处理一吨垃圾，政府需要支付费用，业内平均价格在 50 - 80 元不等。二是上网电价收入，数据显示，2018 年垃圾焚烧发电企业吨垃圾平均上网电量均值为 283 千瓦时，执行统一标杆电价 0.65 元/千瓦时。这意味着即吨垃圾的处置收益除了补贴以外，不到 200 元。面对补贴逐步退坡，垃圾发电企业亟待提升垃圾处理效益，以应对生存困境。

“目前，正常情况下燃料电池用高纯氢气的价格在 55 - 60 元/千克，因此，与垃圾焚烧相比，利用热解气化技术处理城市生活垃圾不仅能对城市生活垃圾进行大规模减量化，还能在处理垃圾的同时生产附加值高的燃料电池用氢气，有效提升垃圾发电企业收益。”上述人士表示。

值得注意的是，在德国、日本、美国等国家，生活垃圾热解气化技术的应用已经从中温气化发展到了环保性更好的高温气化，而热解气化技术在国内还不够成熟，产业化应用仍处于起步阶段，需要持续关注。（仲蕊）

九、风能

国内最长风电叶片下线

中国电力报 2021.9.4

本报讯 9 月 1 日，上海电气风电集团自主研发的百米以上级海上风电叶片 S102 顺利下线。该叶片长达 102 米，按照 GL2015 和 IEC61400 - 5 标准进行设计，满足海上 I 类台风风区。该叶片的下线，标志着电气风电正式进入海上风电百米级叶片时代。

S102 叶片的研发采用多种高精尖技术，极大限度保证和提升了叶片的工作效率与稳定性，体现出电气风电强大的技术研发能力。该叶片采用高升阻比/低粗糙度敏感性的翼型族，从源头保证优异的叶片发电效率，并最大限度降低环境影响；采用平台化整体设计优化方法，运用自主开发的数字化技术，使整机效率和载荷达到最优平衡；采用弯扭耦合设计技术，将叶片动态变形作为关键设计因素，动态迭代叶片气动和结构，保证发电量和载荷的高稳定性；对标最新的国际标准，对叶片进行全方位安全校核，并且通过结构创新，将叶片重量降至最轻，使整机的成本及可靠性能达到最优。

风电行业首套国产主控中控一体化系统投运

中国电力报 2021.9.13

9 月 8 日，风电行业首套国产主控中控一体化系统在国家能源集团龙源马鞍山风电场成功投运，标志着国家能源集团继实现火电 DCS 国产化后，在能源控制核心系统领域再次实

现关键核心技术自主、可控。

该系统采用自主研发的 PLC 控制器及其卡件，自主可控率达 100%，风电机组主控控制逻辑与控制策略具有 100% 的知识产权，可满足国内与国际通用标准对主控系统安全性和功能性的需求。该系统搭载 Linux 实时操作系统，符合国家对电力系统信息安全要求，可彻底解决故障参数、配置参数设置不合理等问题。

亚洲最大兆瓦等级直驱风机在汕头下线

发电量较上一代产品提升 40%

南方日报 2021.9.29

南方日报讯（记者/余丹）9月28日，“零碳时代”海上风电论坛暨上海电气风电集团 Petrel 平台发布仪式在汕头举行。会上发布了“Petrel”平台首款产品 SEW11.0—208 海上风力发电机组。该机组是具备完全自主知识产权的亚洲最大的直驱海上风电机组，标志着我国海上风电领域自主创新取得新突破，全面步入 10 兆瓦（MW）以上的时代。

据介绍，“Petrel”是电气风电在“双碳”目标下，为应对竞价时代的广东和福建等高风速海域而推出的最经济的直驱平台产品，采用了全新一代的数字化、智能化技术，产品叶轮直径已经达到 208 米，单机容量达到 11 兆瓦，发电量较上一代产品提升了 40%，单位千瓦基础造价降低了 20%。

大力发展绿色低碳能源尤其是发展海上风电，是汕头推动实现碳达峰、碳中和目标的重要举措。得益于独特的港口资源、海洋资源、风力资源，上海电气风电主机厂等 12 个项目相继落户汕头，完善了汕头的海上风电全产业链。

中国连续三年引领全球海上风电增长

2020 年全球新增装机容量 610 万千瓦，中国占比近五成

中国能源报 2021.9.20

近日，全球风能理事会发布报告指出，尽管去年受新冠肺炎疫情影响，全球海上风电新增装机容量增速有所减缓，但预计今年内，全球海上风电新增装机容量将在去年基础上增长一倍以上，有望创下历史最高纪录。其中，中国海上风电装机增速尤为引人注目，去年以年增 300 万千瓦的速度连续第三年成为全球最大的海上风电市场。

中国又一次领跑

在今年 9 月刚刚发布的《2021 全球海上风电报告》（下称“报告”）中，全球风能理事会称，2020 年，中国海上风电新增装机并网容量达到了 300 万千瓦，占去年全球海上风电新增装机总量的 49%。全球风能理事会预测，今年内，中国海上风电装机总量很可能将超过英国，成为全球海上风电装机容量最大的国家。

报告数据显示，2020年，荷兰是全球海上风电新增装机排名第二的国家，去年海上风电新增装机近150万千瓦；排名第三的是比利时，新增装机70.6万千瓦。从区域来看，2020年欧洲市场保持稳定增长，而北美地区装机增长相对较慢，总计仅有4.2万千瓦海上风电并网。全球风能理事会预计，北美海上风电市场规模将在2023年后快速扩张。

从全球范围来看，2020年全球海上风电新增装机容量为610万千瓦，略低于2019年的624万千瓦，年度新增装机容量创历史上第二高。而今年，全球海上风电新增并网容量有望超过1200万千瓦，中国仍将是贡献最多增量的国家。全球风能理事会预测，由于业界普遍认为海上风电电价补贴明年后将取消，今年中国海上风电将进入“抢装期”，新增装机有望超过750万千瓦。

全球风能理事会的数据显示，在过去的10年里，全球海上风电市场的年增速约为22%，截至2020年底，全球海上风电总装机量为3500万千瓦，其中，欧洲装机容量占比达70%。与此同时，亚洲海上风电装机在去年底迎来了“里程碑”式突破，总量超过1000万千瓦。

降本压力推动风机创新

全球风能理事会首席执行官 Ben Backwell 表示，全球海上风电产业未来将维持高速增长，并将继续“降低价格、突破风机高度和海洋深度”，同时也将带来较高的社会经济效益。

不过，报告也指出，海上风电产业目前仍面临较大的成本压力，新一代海上风机技术成为行业降本的关键。其中，大兆瓦机组是当前行业内普遍认可的降本利器。全球风能理事会分析指出，大兆瓦机组将利用更大叶片、更高塔筒提高风机单机功率，大规模应用大兆瓦机组还将有助于减少基座、海底电缆等基础设施建设的投资，从整体上降低海上风电度电成本。

全球风能理事会在报告中指出，1991年，全球首座海上风电机组的装机容量仅为450千瓦，时至今日，海上风机单机容量已大幅提升，西门子歌美飒、维斯塔斯等国际风机制造商已陆续推出了15兆瓦的海上风机机型。今年8月，中国整机商明阳智能更是推出了16兆瓦海上风机，创下当下全球海上风机单机容量之最。

值得注意的是，报告指出，除大容量机组外，另一值得关注的海上风机创新技术是直驱中速传动风电机组，这一技术在10兆瓦及以上的大兆瓦风机中有较大的应用前景。

全球风能理事会海上风电专家 Henrik Stiesdal 预测，下一代海上风机单机容量有望达到20兆瓦，转子直径或将达到275米。同时，报告预测，单机容量为17兆瓦、转子直径超过250米的海上风电场有望在2035年前后正式投入使用，一旦达成，海上风电的成本将进一步下降。

然而，Henrik Stiesdal 也指出，海上风机技术目前仍面临着发展瓶颈，现存海上风电供应链以及基础设施不足、原材料短缺、物流运输存在短板等因素都可能限制海上风机技术的

发展。

现有规划难以满足降碳需求

据报告预测，在各国现有的海上风电政策框架下，未来 10 年，全球将新增海上风电装机 2.35 亿千瓦，相当于在现有规模上翻七倍以上。与去年该机构发布的报告相比，本次预测将未来十年的装机预期上调了 15%。

虽然海上风电装机规模增速可观，但报告同时指出，目前这一增速尚难以满足既定的气候目标。

根据国际能源署及国际可再生能源署发布的最新测算，如果要达到将地球温升控制在 1.5℃ 以内的目标，全球海上风电装机需要在 2050 年达到 20 亿千瓦，但根据全球风能理事会的估算，现在全球装机量还不到这一目标的 2%，即使到 2030 年，全球海上风电预测装机量也只能达到这一目标的 13%。

为此，全球风能理事会呼吁，尽管过去一年中，全球海上风电装机保持稳定增长势头，但各国仍需要更积极地推进海上风电发展以帮助实现碳减排目标。

西门子歌美飒可再生能源海上业务部门首席执行官 Marc Becker 建议，不论是成熟还是新兴的海上风电市场，需要更加明晰的海上风电产业政策指导和监管框架，各国政府应与业界合作，降低海上风电项目的建设周期，同时成熟市场应该更多分享实践经验和教训，帮助新兴市场建立一个合理且最优的海上风电市场机制。

该报告同时强调，为实现零碳目标，各国政府需要改善海上风电产业发展的政策环境，简化规划审批流程，创造良好的市场环境，并加强对电网等相关基础设施的投入。（李丽旻）

全球单机容量最大陆上风机亮相德国风能展

中国电力报电气周刊 2021.9.23

本报讯（通讯员李志恒）报道 近日，西门子歌美飒可再生能源公司（简称“西门子歌美飒”）在 2021 年德国胡苏姆国际风能大会上推出两款陆上风电新机型：SG 6.6—155 和 SG 6.6—170 陆上风电机组。两款新机型由 5.X 兆瓦平台升级而来，已经在风能展上亮相。这两款风电机组额定功率为 6.6 兆瓦，这也是目前已发布的全球单机容量最大的陆上风电机组。

据了解，此次提升将优化西门子歌美飒 5.X 平台在高、中和低风条件下的性能。两台涡轮机现在都可以提供更高的年发电量和优化的项目资本支出。两款涡轮机都具有 5.6 兆瓦至 6.6 兆瓦的灵活额定功率以及市场上两个最大的转子直径，分别为 155 米和 170 米。

“西门子歌美飒 5.X 平台的接受表明这是一项具有竞争力的技术，可为我们的客户提供有吸引力的 LCoE。” 西门子歌美飒陆上业务首席执行官 Lars Bondo Krogsgaard 表示：“像这样的技术帮助西门子歌美飒通过增加涡轮机的功率输出来释放风能的全部潜力，并在陆上领域提供更多开创性的解决方案。”

壳牌将在韩国开发大型浮式海上风电场

中国能源报 2021.9.13

本报讯 近日，油气巨头壳牌宣布，与韩国 Coens Hexicon 公司成立合资公司，致力于在韩国近海水域开发总装机容量为 140 万千瓦的大型浮式海上风电场。

壳牌在一份声明中表示，该项目水深在 120 至 160 米之间，预计落成后年发电量可达 46.5 亿千瓦时，能为 100 万户家庭供电。该项目正处于可行性评估阶段，未来将分阶段开发。

据了解，韩国此前曾公布计划，希望到 2030 年，将可再生能源发电比例从 2017 年的 7.6% 提升到 20%，并计划在 2030 年之前开发 1200 万千瓦的海上风电产能。

壳牌海上风电业务亚太区总经理 Joe Nai 表示：“无论是对韩国还是全球而言，海上风电都是实现净零排放的关键环节。”（仲蕊）

国内风轮直径最大 10 兆瓦海上风机下线

中国电力报电气周刊 2021.9.23

本报讯（通讯员夏晗） 报道 9 月 17 日，中国船舶集团海装风电股份有限公司（简称“中国海装”）H210—10 兆瓦海上风电机组下线仪式在大连庄河举行。该机组的下线创造了一个国内之最，两个全球第一：国内风轮直径最大；全球单位千瓦扫风面积最大、全球唯一适应我国平价海上风电市场的 10 兆瓦级别机型。

据了解，该机组的面世填补了我国在功率超 10 兆瓦、叶片超 100 米的海上风电机组方面的研制空白，提升了我国海上风电领域自主创新与国际技术引领能力，加速了我国海上风电大规模平价上网的早日实现，对促进国家能源结构转型、加快实现“3060”目标具有深远意义。

在 H210—10 兆瓦海上风电机组产品发布环节，中国海装副总经理黄卫民从研发背景、研制基础、机组优势等对机组进行了详细介绍。中国海装设计研发的 10 兆瓦平台还具有超强的扩展性，在适应性修改的基础上风轮直径可提升至 270 米，功率等级兼容 6~16 兆瓦，基础型式兼容固定式和漂浮式，实现我国滩涂、近海、深远海等各类风区海域的全覆盖。

我国大兆瓦海上风机关键技术取得新突破

中国能源报 2021.9.27

近日，我国大兆瓦海上风机关键技术取得新突破，中国船舶集团海装风电股份有限公司（以下简称“中国海装”）H210—10 兆瓦海上风电机组顺利下线，这也标志着江苏省重点研发计划“10 兆瓦级中速传动海上风电机组轻量化设计及状态评估关键技术”（简称“10 兆瓦”重点课题）取得突破进展。

记者了解到，H210-10兆瓦机组采用了高可靠、高承载、易拆卸中速传动链集成式结构，提升了机组可利用率、可制造性、可维护性；机组通过先进的电动双驱变桨技术，提高了变桨系统驱动能力和安全水平，采用了智能降载减振与稳定运行控制技术，实现了机舱轻量化设计目标，持续引领国内海上风电整机装备技术的发展趋势，实现了多项技术突破。

业内人士认为，H210-10兆瓦机组代表并持续引领了国内海上风电技术的发展方向，加速我国海上风电大规模平价上网的早日实现。

实现技术突破，填补国内空白

“10兆瓦”重点课题是华能江苏清洁能源分公司牵头，依托华能海上风电科学技术研究有限公司，联合中国海装、华能清洁能源技术研究院和东南大学开展的江苏省重点研发项目，将通过研究形成整机、部件和基础的轻量一体化设计技术；轻量化易拆卸中速传动链机-电-控耦合系统设计方法；基于多源信息融合与数据驱动的关键部件状态评估方法等关键技术。H210-10兆瓦机组搭载课题多项先进研究成果，填补了我国在功率超10兆瓦、叶片超100米的海上风电机组方面的研制空白，提升了我国海上风电领域自主创新与国际技术引领能力，是目前国内风轮直径最大、功率最大的增速型海上风电机组。在年平均风速10米/秒条件下，H210-10兆瓦比H151-5兆瓦机组发电量提升了98%。

谈及H210-10兆瓦机组在海上风电领域取得的技术突破，中国海装相关人士在接受本报记者采访时表示，该机组在研发过程中秉承平台化、模块化设计理念，相继攻克了100米级超长柔性碳纤维叶片的气弹稳定性设计、整机-部件-基础一体化建模仿真计算、智能传感降载减振设计、易拆卸集成式传动链设计、双驱电动变桨设计、超大型机组运输吊装等多项关键技术难题。在基础结构设计方面，华能清洁能源技术研究院相关人士介绍，10兆瓦级单桩基础应用整机-部件-基础一体化建模仿真计算技术可以实现基础重量大幅降低，进一步压缩建设成本。

同时，该人士透露，中国海装还在加紧研制更大兆瓦海上风电机组，其中16兆瓦机组采用第三代中速集成技术路线，攻克高功率密度传动链技术，具有度电成本低、吊装难度低和周期短、可靠性高等优势。该人士表示：“中国海装开展16兆瓦海上风电机组的开发与研制，将抢占风电产业的制高点；同期，我们还在开展16兆瓦海上风电机组集团内产业链布局，形成以大型海上风电机组批量应用效应，预计‘十四五’末带动风电装备达到300亿产值。”

依托科技创新，助力平价上网

我国海上风电中央财政补贴将于2022年全部取消，如何降低全生命周期的度电成本、提升发电量成为行业关注的焦点，降低整机装备成本、助力海上风电尽快实现平价上网将成为海上风电行业的主要发展方向。在业内人士看来，当前机组大型化成为了推动海上风电降本的技术手段之一。

此次下线的中国海装H210-10兆瓦机组核心零部件除轴承外均实现国产化，在整机国

产化率方面也实现了新突破，是未来支撑我国海上风电平价上网的重要机型。“10兆瓦机组秉承平台化、模块化设计理念，在适应性修改的基础上风轮直径可提升至270米，功率等级兼容6-16兆瓦，基础型式兼容固定式和漂浮式，可实现我国滩涂、近海、深远海等各类风区海域的全覆盖。”上述人士说，“该机组将有力支撑我国海上风电大规模平价上网，对促进国家能源结构转型，加快实现碳达峰、碳中和目标具有深远意义。”

今年5月22日，中国华能牵头，与中国海装联合研制的国内首台华能-海装H171-5兆瓦型国产化高速永磁式海上风力发电机组在江苏如东基地成功生产下线，标志着国内首次全面掌握了海上风电机组关重部件的核心技术，打破了国外的技术垄断和封锁，对实现海上风电全产业链国产化，实现海上风电平价意义重大。

上述人士表示：“另外，政策层面建议国家推出更加积极的中长期产业发展规划，释放出加快风电发展的强烈信号，以此提振市场信心，吸引更多的资金投入其中；另一方面，建议尽快推行强制性的可再生能源电力配额制、绿色电力证书交易等配套机制，不断提高各个领域的绿色电力消费比重，为产业发展打开新的空间。”

坚持自主创新，提升技术引领能力

记者了解到，中国华能与中国海装在风电整机自主研发和科技创新方面有着广泛和深入的合作。华能江苏清洁能源分公司坚定实施华能集团东线战略，始终聚焦海上风电重大发展战略，结合重大工程建设和生产运维需求，布局海上风电领域前沿科技项目，着力解决海上风电核心技术“卡脖子”问题。今后华能江苏清洁能源分公司将持续加强与中国海装等行业内优秀企业、科研院所的合作，共同推进前瞻性技术统筹研发和规模化资源优化开发，依托华能集团产业链“链长”作用，助力行业提升海上风电国产化、定制化水平，在海上风电科技创新道路上走向深入。

据上述人士介绍，中国海装坚持按“一个中心（国家海上风力发电工程技术研究中心）和三大板块（制造板块、工程板块、新能源应用系统集成板块）”的产业布局，以创新引领的模式带动了全产业链发展。“未来，中国海装将依托国家海上风力发电工程技术研究中心和国家企业技术中心，以技术创新为引领，将技术进步作为降低整机装备成本的核心关键要素，实施降本工程；实施‘穿透式’供应链管理战略，降低关重零部件成本。”（姚美娇）

十、核能

人造太阳，点亮人类能源梦想

人民日报 2021.9.14

万物生长靠太阳。科学家们长期致力于利用太阳发光发热的原理，为人类开发一种源源不断的清洁能源。因此，在地球上以探索清洁能源为目标的受控核聚变研究装置又被称为“人造太阳”。聚变燃料氘可以从海水中提取，一升海水中的氘发生聚变反应释放的能量相当于燃烧300升汽油。有人甚至说，聚变能一旦实现，人类的文明发展将不再受制于能源。

我们可以在寒冷的冬天种植热带水果，全天候不间断地为粮食作物提供光源，星际旅行也将不再是梦想。

2020年中央经济工作会议提出：“我国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，力争2060年前实现碳中和。”能源安全、环境问题和气候变化等问题日益突出，成为21世纪人类社会面临的最严峻挑战之一。核聚变能以其资源丰富、环境友好和固有安全性等优势将成为人类未来的理想能源，是目前认识到的解决人类社会能源与环境问题的终极途径之一，是实现碳中和目标的有效技术方案之一。我国核能发展“热堆—快堆—聚变堆”三步走战略中，将聚变能作为解决能源问题的终极目标。

“人造太阳”从“核”而来

众所周知，原子能的利用包括核裂变和核聚变。核裂变是将较重的原子核分裂为较轻的原子核并释放出能量。而核聚变则是将较轻的原子核聚合反应而生成较重的原子核，并释放出巨大能量。太阳等恒星之所以发光发热，正是因为其内部持续不断地进行着轻核间的核聚变反应。人类在上世纪50年代初成功试爆了第一颗氢弹，但氢弹爆炸是不可控的核聚变反应，不能作为提供能源的手段。自那以后，人类便致力于受控核聚变研究。

受控核聚变实现的方式主要有两种——磁约束核聚变和惯性约束核聚变。其中磁约束核聚变是用强磁场来约束高温核聚变燃料。实现受控核聚变的条件十分苛刻，一是燃料需达到极高的温度（1亿摄氏度以上），但极端高温下的燃料无法用普通固体容器来盛装，为此，科学家们提出用强磁场的方式来约束处于极高温下的聚变燃料；二是具有足够的密度，从而提高燃料原子核之间碰撞而发生核聚变反应的概率；三是具备足够长的能量约束时间，将高温高密度的核反应条件维持足够长的时间，才能使核聚变反应得以持续进行。也就是说，燃料离子温度、密度、能量约束时间，这三个参数的乘积（“聚变三乘积”）必须达到一定值，才能满足聚变“点火”条件，实现受控核聚变。因此，核聚变原理虽然简单，但聚变能开发却面临一系列科学技术挑战。

国际磁约束受控核聚变研究始于上世纪50年代，经历了从最初的少数几个核大国进行秘密研究、技术解密，再到世界范围内开放合作、共同参与的研究阶段。在研究进程中，也先后探索了箍缩、磁镜、仿星器、托卡马克等众多途径，目标都围绕如何提高等离子体的关键参数，最终满足受控核聚变反应的条件。从上世纪70年代开始，托卡马克途径逐渐显示出独特优势，成为磁约束核聚变研究的主流途径。国际磁约束聚变界通过几十年努力，在核聚变研究领域取得了重大进展，装置的“聚变三乘积”提升了几个数量级，但要实现受控核聚变，关键技术仍存在很大挑战，需凝聚全世界之力共同攻克。1985年，国际热核聚变实验堆（ITER）计划提出，其目的就是希望通过国际合作，建造一座核聚变反应堆，以验证核聚变能和平利用的科学可行性和工程技术可行性。

2006年11月，中国、欧盟等七方签署启动国际热核聚变实验堆计划协定。目前，该计划是全球规模最大、影响最深远的国际科研合作项目之一，将集成当今国际上受控磁约束核

聚变的主要科学技术成果，解决大量技术难题。首次建造可实现大规模聚变反应的聚变实验堆，是实现“人造太阳”能源梦想的关键一步，因此备受各国政府与科技界重视和支持。

我国核聚变技术取得一系列突破

我国的受控核聚变研究几乎与国际同步。1956年，正值我国制定“十二年科技规划”之际，钱三强、李正武等科学家倡议在我国开展“可控热核反应”研究，以探索核聚变的和平利用。1965年，我国成立聚变能开发专业研究基地，并于1984年建成我国核聚变领域第一座大科学装置——中国环流器一号托卡马克装置。它是我国核聚变研究史上的一个重要里程碑，其成功建造与运行，为我国自主设计、建造、运行核聚变实验研究装置积累了丰富经验，培养了人才队伍。

自2008年我国科学技术部成立国际热核聚变实验堆核聚变中心以来，我国陆续承担了18个采购包的制造任务，共有上百家科研院所、企业直接参与。在核聚变中心的领导和组织协调下，核工业西南物理研究院及中科院等离子体物理研究所等单位，充分发挥在聚变实验研究装置和聚变堆关键技术研发方面的优势，联合国内相关院校及企业展开了技术攻关。

我国承担的国际热核聚变实验堆采购包任务进展顺利，取得了一系列技术突破。比如，我国研发的第一壁采购包半原型部件在2016年成功通过高热负荷测试，在世界上率先通过认证，同时也带动了我国其他相关领域技术发展。2019年9月，中核集团牵头的中法联合体与国际热核聚变实验堆组织签订了ITER主机安装一号合同，这是有史以来中国企业在欧洲市场中竞标最大核能工程项目合同。该合同的签订标志着我国核聚变技术与人才积累、核电建设能力获得国际认可。

参与国际热核聚变实验堆计划10多年来，我国在聚变领域的科研实力大幅提升，在聚变等离子体物理、聚变堆材料、加热与控制技术等领域的研发能力和技术水平取得长足进步，中国核聚变技术由跟跑转向并跑，部分技术实现领跑。

此外，中国在托卡马克实验和物理研究方面也取得了一系列创新性成果，多个装置为前沿聚变物理研究提供了重要平台。比如，中国环流器二号A装置实现由低约束模式到高约束模式运行，使我国跻身成功实现高约束模式运行的少数国家之一；东方超环装置率先实现了百秒量级高约束模式运行。

力争本世纪中叶实现聚变能应用

国际热核聚变实验堆计划是聚变能发展中的关键一步，也是各国聚变能发展路线图中的关键设施。计划一旦达到目标，人类将在本世纪中叶实现聚变能的应用。

当前，相关国家正集中力量完成该计划采购包等任务并保障资源，确保国际热核聚变实验堆的成功建设与运行。一方面利用现有不同规模的磁约束聚变研究装置，开展聚变等离子体物理与相关技术研究，尤其是与ITER计划相关的先行物理实验及有关技术研发。2020年，我国新一代“人造太阳”——中国环流器二号M装置在四川成都建成，它是我国目前规模最大、参数最高的先进托卡马克装置，将为我国深度参与国际热核聚变实验堆计划及未

来自主设计、建造聚变堆提供重要技术支撑。

另一方面，积极谋划并开展未来聚变堆关键技术的研发。当前聚变能研发已逐步进入聚变堆核工程可行性阶段。在参加国际热核聚变实验堆计划同时，我国聚变研究应以未来建堆所涉及的前沿科学技术为攻关方向，开展聚变堆总体设计、聚变堆芯关键技术等研发，发展聚变能开发核心技术，加强国内与 ITER 计划相关的聚变能技术研究和创新。培养一支稳定的高水平核聚变能研发队伍，培育和带动一批企业全面参与聚变堆关键技术攻关与部件设计制造，建设和完善国家聚变能研发体系，建立国际一流研究平台。

我们将发扬协同创新精神，夯实自立自强根基，实现“人造太阳”在本世纪中叶闪耀世界的能源梦想。（段旭如）

核电标准要做好“出海”准备

中国能源报 2021.9.13

行业标准是什么？是一道门槛，一把标尺，你定了高度和尺寸，大家遵守，话语权在你手里；别人定了规则和玩法，你跟着跑，这个过程中要么“陪跑”，要么“打酱油”，要么适应不了提前“出局”。在竞技场上，标准是胜负成败的关键；在产业领域，标准决定了你是领跑还是跟跑，具不具备独立掌控自身发展的能力。

几天前，“朋友圈”一条关于行业标准的消息，令人振奋：上海核工院主导编制的国际标准《核电厂—安全重要仪表和控制系统—地震停堆系统准则》（IEC 63186：2021）由国际电工委员会（IEC）正式发布。标准编制单位的官方表述为：这是我国核电领域首个正式发布的 IEC 国际标准，也是我国核电领域最早立项的国际标准，实现了历史性突破。

先说为什么振奋。2018 年 5 月，这个标准在 IEC 立项时，笔者曾采访过项目负责人，当时的新闻标题是《参与国际标准制定，提升中国话语权》。回想当时的行业背景，着眼核电标准的中国“话语权”，应该说是产业发展的核心诉求。彼时，国内各种堆型的三代核电都处于建设阶段，引进国外技术建设的机组，自然倚重国外标准；自主三代核电华龙一号和国和一号都尚在“孕育”阶段，华龙一号首批示范项目开工刚三年，国和一号处于核准开工“倒计时”。这样的情景下，拿什么谈自己的三代核电标准。

其实，早在 2017 年 3 月，国家能源局就发布《关于开展“华龙一号”国家重大工程标准化示范的复函》，原则同意依托华龙一号示范工程开展核电标准化示范，并利用四年左右时间，健全一套自主涵盖核电全生命周期的压水堆核电标准体系。所以，我们的三代标准，需要在建设探索总结经验，同时要尽快跳出其他国家经年累月搭建起的标准体系，实现自立门户，绝非易事。

再说历史性的突破。从字面上看，“IEC 63186：2021”是核电厂仪表和控制系统方面的标准，属于核电“中枢神经”领域取得的突破，项目负责人与笔者交流时，用“摸索”“不容易”形容过程的艰辛。他也透露，这次突破让他感觉到中国核电已经在国际舞台上崛起，

而这次发布后，后续还有其他国际标准会由中方人员主持编制。

不做永远无法追赶！多年来，自主标准短板卡着中国核电产业自主化的脖子，掣肘了发展，更阻碍了我们在国际市场“亮相”“发声”。因为，核电产品所采用的标准体系是其国际市场定位的基础，其广泛适用性、成熟性和权威性是促成核电产品“出海”的保障和砝码。没有配套的标准体系，自主核电技术和装备产业“走出去”就会受阻。

眼下，自主三代核电已从项目示范转轨批量化建设，整个产业链在能源产业绿色转型的大背景下，将迎来新的发展机遇。而放眼国际，核能产业越来越多的新课题、新问题亟待解决，需要中国同行分享经验、贡献智慧，我们也因此有更多空间去争取标准话语权，也有更多机会实现领跑。所以，自主创新和自我突破的脚步不能停，必须时刻做好中国标准“出海”的准备！（朱学蕊）

世界首座四代核电华能石岛湾高温气冷堆成功临界

科技日报 2021.9.13

科技日报北京9月12日电（记者瞿剑）据中国华能最新消息，12日9时35分，国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程1号反应堆首次达到临界状态，机组正式开启带核功率运行。这一我国具有完全自主知识产权、世界首座具有第四代先进核能系统特征的球床模块式高温气冷堆，继今年完成双堆冷试、双堆热试、首次装料之后成功临界，向着年内并网发电再进一步。

中国华能介绍，临界是反应堆带核功率运行的起点，相当于发动机点火。示范工程此次是通过球形燃料元件数量和控制棒“双调节”的操作方式达到临界状态的，从首次装料到临界共历时23天。

该示范工程由中国华能牵头，联合清华大学、中核集团共同建设，装机容量20万千瓦，是我国落实核电“走出去”战略的优选堆型之一。高温气冷堆安全性好、发电效率高、环境适应性强、用途广泛，在核能发电、热电冷联产及高温工艺热等领域商业化应用前景广阔，是我国优化能源结构、保障能源供给安全、实现“双碳”目标的重要路径。

示范工程设备国产化率达到93.4%。作为世界首座球床模块式高温气冷堆，示范工程仅首次使用的设备就有2000多套，创新型设备600余套，其中包括全球首台高温气冷堆螺旋盘管式直流蒸汽发生器，首台大功率、高温热态电磁轴承结构主氦风机，世界最大、重量最重的反应堆压力容器等，对推动我国在第四代先进核能技术领域抢占全球领先优势具有重要意义。

下一步，示范工程还将进行零功率物理试验，验证堆芯性能、控制棒价值及核仪表监测系统设备的可用性。中国华能将持续规范开展示范工程后续调试和试运行等工作，确保2021年内首堆并网发电。

如何破解核技术利用负外部性难题？

中国环境报 2021.9.13

负外部性是一个经济学常用术语，大致含义为个人或企业做出决策，但不必承担决策的全部成本或结果，决策的一部分成本会转嫁他人或整个社会。核技术利用中也存在负外部性，主要表现在废旧放射源送贮和放射性工作场所退役上。

按照《放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，废旧放射源需返回原生产国、交回生产单位或送交城市放射性废物库收贮；存在污染的放射性工作场所需进行退役。场所退役或废源收贮的费用，应由核技术利用单位负担。《关于清理规范一批行政事业性收费有关政策的通知》（财税〔2017〕20号）发布后，城市放射性废物送贮费停征，但根据《关于做好放射性废物（源）收贮工作的通知》（环办辐射函〔2017〕609号），废旧放射源的包装、整备责任，仍应由核技术利用单位承担。

监管实践中，存在不少核技术利用单位不履行废源送贮责任的情况。例如个别民营医院因经营不善濒临破产，无力或拒不承担废伽玛刀源送贮责任。尽管根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理条例》第五十九条，若核技术利用单位拒不履行场所退役和废源送贮义务，监管部门可指定第三方履行，所需费用由业主单位承担，并处以罚款。但此条罚则对于濒临破产的单位威慑不大，他们既无意愿也无能力支付罚款和代履行费用。况且，破产后监管部门的罚款、第三方的代履行费用仅能作为普通破产债权申报，考虑到比较低的普通债权清偿比例，恐怕没有第三方愿意代履行场所退役或废源送贮义务。最后，往往是政府基于防范社会风险和辐射安全风险的考虑，承担废源送贮或场所退役的费用。这样一来，本应由核技术利用单位自己承担的废源送贮义务，变成了政府（全体纳税人）为其埋单，这就是核技术利用负外部性的一个典型表现。

生态环境领域不止核技术利用存在负外部性。乏燃料处理、核设施退役、危险废物处置设施退役也有类似的负外部性问题。为防止责任转嫁，保证“谁污染、谁治理”，国家已在法律层面对上述问题做出规定。《核安全法》第四十八条第一款规定核设施营运单位应当按照国家规定缴纳乏燃料处理费用，第二款规定需预提核设施退役费用、放射性废物处置费用，《固体废物污染环境防治法》第八十八条规定营运单位需预提资金，专用于危险废物处置场所的退役。

实践层面，2010年7月，《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》出台，投入商业运行5年以上压水堆核电机组需按0.026元每度电标准缴纳乏燃料处理费用；2021年7月，《重点危险废物集中处置设施、场所退役费用预提和管理暂行办法（征求意见稿）》发布；核设施退役费用预提办法处于酝酿中。以上规定和实践可作为解决核技术利用负外部性问题的一个参考。

从国际视角看，美国退役财务保障制度也为我国解决核技术利用负外部性问题提供了借

鉴。美国财务保障制度的基本要求主要见于美国联邦法规第 10 章（10 - CFR）第 30 部分第 35 节，更详细的内容见美国核管会技术文件系列（NUREG）第 1557 号第三卷。

这一制度的核心要求是核技术利用单位要在开始辐射活动前，通过信托、外部偿债基金、担保、保险等金融工具预先备足退役资金，资金数额应满足第三方代为履行退役责任时的资金需求。这一制度有以下几个特点：一是预先备足退役资金。财务保障与许可证申请挂钩，未按照要求准备好规定的退役费用，许可证申请不予审批。即业主单位合法开展辐射工作前，这一部分资金必须到位。二是所有权与控制权分离。资金和收益仍旧属于核技术利用单位，但核技术利用单位无法自由支配，只能用于退役。三是资金数量需满足第三方（而非业主单位）履行退役责任时的需要。四是资金数额需随核技术利用活动的变化而动态调整。

预提、财务保障哪种方法更适合核技术利用？笔者认为，与核设施、危险废物处理等相比，核技术利用有自己的特点。一是多样性。从大科学装置、辐照装置、甲级场所，到一枚小小的 V 类源，都是核技术利用的范畴。二是多层次。少部分单位的主营业务活动即与辐射有关，如辐照单位、放射性同位素生产单位，而在大多数核技术利用单位中，核技术仅作为一种辅助角色存在，比如化工厂、钢铁厂等各种工厂。考虑上述因素后，要求所有核技术利用单位设专用账户、预提资金的必要性、可行性值得商榷。

更值得借鉴的是退役财务保障制度：可利用的金融工具多种多样，金额也可根据许可的活动范围与种类的不同灵活设定。财务保障制度建立后，即便核技术利用单位拒不承担退役责任，第三方仍可利用核技术利用单位预先准备的退役基金，完成废源的妥善处理或者场所退役。

市场经济下，逐利是企业存在的主要目的。若不在制度层面建立有效的“谁污染，谁治理”机制，废源送贮或场所退役责任转嫁给全社会的现象将层出不穷。随着我国金融市场的发展、可利用金融工具的完善以及对生态文明建设认识的不断加深，有必要、有条件建立起一套适合我国国情的废源送贮或场所退役财务保障制度，以化解核技术利用负外部性困境，实现“污染者治污”的目标。（张琪）

全球第四代核电技术“中国引领”

中国电力报电气周刊 2021.9.23

9 月 12 日 9 时 35 分，国家科技重大专项——哈尔滨电气集团有限公司（简称“哈电集团”）参与研发制造的华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程 1 号反应堆首次达到临界状态，标志着机组正式进入带功率运行状态，向建成投产迈出了重要一步。这是我国具有完全自主知识产权、世界首座具有第四代先进核能系统特征的球床模块式高温气冷堆。

华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程从 2004 年开始筹备，历经 16 年的开发建设历程，哈电集团作为重要参建单位，突破了大量的技术和工艺难题，研发制造了全球首台高温

气冷堆螺旋盘管式直流蒸汽发生器和全球首台大功率、高温热态电磁轴承结构主氦风机等重要关键设备，对推动我国在第四代先进核能技术领域抢占全球领先优势具有重要意义。

我国核电技术自主创新的新标杆

作为第四代核电技术的先进代表堆型，华能石岛湾高温气冷堆核电站具有固有安全性好、发电效率高、用途广泛、小容量模块化建造等特点，是我国最新设计和开发的第一座具有完全自主知识产权、具备商用规模的模块式高温气冷堆示范型核电站，也是我国落实核电“走出去”战略的优选堆型之一，与探月工程、北斗导航一并被列入十六个国家科技重大专项。走出了我国先进核能技术从跟跑、并跑到领跑世界的成功之路，是我国核电技术自主创新的新标杆。

该示范工程由中国华能牵头建设，装机容量 20 万千瓦，从 2004 年开始筹备，经过了 16 年的开发建设历程，设备国产化率达到 93.4%。蒸汽发生器作为高温气冷堆核电系统中最关键的设备之一，其作用是将核反应堆的热量转换成接近 600 摄氏度的水蒸气，推动汽轮发电机组产生电能，业内称之为“核电之肺”。

面对这个设计新、材料新、工艺新的全新核电装备，哈电集团携手清华大学核能与新能源技术研究院、中核能源科技有限公司、华能山东石岛湾核电有限公司，四方协同创新一切从零开始，十年磨一剑，将 2461 张设计图纸打造成又一个大国重器。

据介绍，高温气冷堆蒸汽发生器采用螺旋管换热结构，换热效率更高、结构布置更紧凑，设备总高约 25 米，最大外径约 4.5 米，总重接近 500 吨。项目执行过程中，哈电集团重装公司不断推动技术创新，攻克一项项世界级制造难题，攻克了多项关键工艺技术，其中高精密换热管对接焊工艺、镍基合金环缝内孔全位置自动 TIG 焊接工艺等 18 项重大工艺技术均为国内首创，达到国际先进水平。哈电集团成为国内首个完全掌握第四代核岛主设备蒸汽发生器制造技术的企业。

实现多项关键设备国产化

2008 年 7 月，哈电集团哈尔滨电机厂有限责任公司（简称“哈电电机”）与中国华能山东石岛湾核电有限公司签订《高温气冷堆核电站示范工程常规岛发电机设备采购合同》。针对示范工程设备要求，哈电电机积极应用成熟制造技术和经验，实现了示范工程发电机设备的国产化制造。

2009 年至 2011 年期间，哈电电机研制了空冷 200 兆瓦汽轮发电机 VPI 真机定子线棒，并对其性能从截面状态观测、介质损耗、局部放电量、电晕性能、击穿性能、电老化试验等进行了全面测试。结果证明，哈电制造的空冷 200 兆瓦汽轮发电机 VPI 定子线棒各项性能指标均达到或超过国外进口线棒，实现了空冷 200 兆瓦汽轮发电机 VPI 定子线棒国产化。

接下来，哈电电机还陆续攻克了转轴、定子冲片、控制系统等部件的生产难关，成功制造了示范工程常规岛汽轮发电机。2017 年 10 月，哈电电机提供的发电机顺利完成现场安装并进入调试阶段，为电站机组联合调试创造了有利条件。

该示范工程主氦风机设备是我国具有完全自主知识产权的具备第四代核能系统安全特性的高温气冷堆核心设备。哈电集团佳电股份为高温气冷堆核电站主氦风机设备的总包单位，其中驱动电机为哈电集团佳电股份自主研制。

通过对产品方案内容不断进行验证、优化，解决了多个重大技术难题，如电磁悬浮轴承力学分析、电机转子加工制造技术、大功率高速高压变频电机电磁设计等，先后完成了滑动轴承结构驱动电机原理试验样机、国产化电磁轴承铸铝转子结构驱动电机工艺验证样机、国产化电磁轴承铜条转子结构驱动电机试验样机和进口电磁轴承结构驱动电机工程样机的试制、主氦风机用驱动电机产品制造等诸多课题，确保了国家科技重大专项、全球首台四代核电“心脏”装备——高温气冷堆核电站示范工程主氦风机研制成功，最终完成了主氦风机设备出厂试验。主氦风机的成功研制，打破了国外技术垄断，攻破了多项关键技术难题，并填补了多项国内技术空白，为世界首台高温气冷堆核电站早日投产发电奠定了基础。

核电站核反应堆临界类似常规火电厂锅炉的点火过程，也如同心脏起搏，临界后，作为反应堆的“心脏”——堆芯将开始持续“跳动”，反应堆处于带核平衡运作状态。下一步，各参建单位将继续为关键节点保驾护航，确保 2021 年内实现首堆并网发电，不断加快其商业化推广应用，努力实现全球第四代核电技术的“中国引领”。（于海江 李天彪 宋新宇 王学善）

十一、其它

抽水蓄能中长期发展规划发布

二〇三〇年投产总规模将达一点二亿千瓦左右

人民日报 2021.9.10

本报北京 9 月 9 日电（记者丁怡婷）近日，国家能源局发布《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》（以下简称《规划》）提出，到 2025 年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到 6200 万千瓦以上；到 2030 年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到 1.2 亿千瓦左右。

用电低谷时通过电力将水从下水库抽至上水库，用电高峰再放水发电，抽水蓄能电站好比大型“充电宝”，有利于弥补新能源存在的间歇性、波动性短板，是当前技术最成熟、经济性最优、最具备大规模开发条件的电力系统灵活调节电源。

国家能源局新能源和可再生能源司副司长任育之介绍，看总量，目前我国已投产抽水蓄能电站总规模 3249 万千瓦、在建总规模 5513 万千瓦，均居世界首位；但看比例，我国抽水蓄能在电力系统中的比例仅占 1.4%，与发达国家相比仍有较大差距。按照此前一轮的规划，目前剩余抽水蓄能项目储备仅有约 3000 万千瓦，难以有效满足新能源大规模高比例发展和构建以新能源为主体的新型电力系统的需要。

各省（区、市）能源主管部门根据《规划》，结合本地区实际情况，统筹电力系统需求、新能源发展等，按照能核尽核、能开尽开的原则，在规划重点实施项目库内核准建设抽水蓄能电站。

根据《规划》，到 2035 年，要形成满足新能源高比例大规模发展需求的，技术先进、管理优质、国际竞争力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。

气荒笼罩欧洲

中国能源报 2021.9.27

受天然气库存趋紧、供应短缺等因素影响，今年以来，欧洲天然气价格持续上涨。在此背景下，欧洲国家的电力价格也屡创新高。

多家研究机构日前预测，欧洲天然气供应短缺问题短时间内难以解决，即将到来的冬季将进一步推高天然气需求，欧洲本已高企的天然气价格可能会再创新高。

天然气库存吃紧

数据显示，在今年冬季来临之际，欧洲的天然气储备仅为去年同期水平的 75%，是 2013 年以来的最低水平。

与此同时，欧洲自身的天然气产量也一直处于下降状态。欧洲三大天然气生产国——挪威、英国和荷兰的天然气产量均已开始下降。2020 年，荷兰和英国的天然气供应量比此前的峰值水平分别下降了 75% 和 65%；挪威的天然气产量已连续第四年下降，尤其今年夏天，对设备的大量维护工作也影响了挪威天然气产量。

除了天然气储备及自身产量的大幅下降，欧洲天然气进口也面临挑战。据咨询公司雷斯塔塔能源电力和天然气市场主管 Carlos Torres - Diaz 表示，今年，来自俄罗斯的天然气供应减少，导致整个欧洲的库存减少，在此背景下，不少欧洲国家转而寻求进口美国天然气，以解决燃料供应问题。但是，在对美国天然气的竞购中，欧洲买家出价又不占优势，使得欧洲无法通过进口美国天然气解决问题。

天然气供应趋紧直接导致欧洲天然气价格持续上涨，并引发业内对未来几个月电力短缺和停电的担忧。

近日，国际能源署署长比罗尔也公开表示，随着欧洲即将进入冬季供暖时段，预计欧洲天然气价格可能会持续走高。

多国紧急应对电价飙升

据了解，欧洲大多数国家均严重依赖天然气发电，在天然气价格持续上涨的背景下，欧洲各国电价水涨船高。行业分析机构标普全球普氏的数据显示，9 月 10 日 - 14 日，短短几天内，英国电价就跳涨了 506.34 美元/千千瓦时。西班牙的电价则从夏季开始价格飙涨 200% 以上。

据《卫报》报道，随着整个欧洲的天然气价和电价都达到历史高点，已有小型能源供

应商因承受不了巨额能源账单，开始停止交易甚至面临倒闭。根据英国能源监管机构 Ofgem 发布的声明，由于英国天然气市场价格创下新高，两家天然气和电力供应商 Pfp Energy 和 Moneyplus Energy 已停止交易。而在这两家供应商之前，另一家电力供应商 Hub Energy 早在 8 月就宣布退出市场。

对此，英国商务大臣 Kwasi Kwarteng 日前表示，英国正在考虑向能源公司提供国家贷款，以帮助它们接收因天然气批发价格飙升而破产的公司客户。

与此同时，欧洲其他国家也紧急制定相关计划，应对不断攀升的能源价格。意大利正在考虑重新评估电费的计算方式以抑制电价。西班牙则将采取一系列措施遏制飙升的电价，如限制天然气价格、削减税收、调整能源公司的利润等。西班牙政府表示，将于今年年底前暂停征收 7% 的发电税，并从能源公司的超额利润中提取 26 亿欧元重新分配给消费者。希腊近日宣布，计划在今年年底前向大多数希腊家庭提供补贴，包括对每月使用超过 300 千瓦时电力的用户提供 9 欧元的补贴，对低收入者提供更高的一次性补贴等。

在 9 月 22 日举办的欧盟各国能源部长会议上，欧盟能源专员 Kadri Simson 表示，欧盟将尽快制定指导方针，帮助各国应对天然气及电力价格飙升。预计各国政府将在欧盟规则范围内，通过调整增值税和消费税，或利用直接支持措施保护消费者免受高成本能源价格的影响。

天然气供应短缺将持续

据了解，来自俄罗斯的管道天然气占欧洲天然气进口的一半以上，在此背景下，俄罗斯增加天然气供应被视为缓解欧洲天然气供应紧张及电价飙涨的重要解决方案。

据路透社报道，俄气子公司北溪公司近日已完成“北溪 2 号”管道的建设，并表示将努力在今年年底前启动该管道的商业运营，以解决欧洲天然气短缺的燃眉之急。

然而，多家研究机构认为，“北溪 2 号”能否顺利通气尚存多个不确定因素。德国监管机构日前表示，“北溪 2 号”已提交所有必要的文件，审查报告将于 4 个月后将提交给欧盟。这可能意味着，未来四个月内，“北溪 2 号”无法正常通气。

油价网撰文指出，即便“北溪 2 号”投入使用，今年对欧洲将额外输送 56 亿立方米天然气，这一数字在欧洲天然气短缺面前仍然是杯水车薪。

市场咨询机构 Engie EnergyScan 在一份报告中表示：“在‘北溪 2 号’商业启动具体日期尚不明确的情况下，欧洲天然气价格可能会进一步上涨。”（仲蕊）

国家能源局印发《抽水蓄能中长期发展规划（2021 - 2035 年）》

未来十五年抽水蓄能这么干

中国能源报 2021.9.13

国家能源局近日印发《抽水蓄能中长期发展规划（2021 - 2035 年）》。根据《规划》要求，到 2025 年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到 6200 万千瓦以上；到

2030年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到1.2亿千瓦左右。

面对1.2亿千瓦的装机目标，在9月9日国家能源局召开的媒体吹风会上，国家能源局新能源司相关负责人指出，从设计、施工，到相关装备制造，我国都有足够的产业能力支撑起庞大的新增装机需求。

“具有广阔的市场空间和强劲的发展动力”

水电水利规划设计总院规划部主任严秉忠表示：“无论是对标国际还是立足国内，我国抽水蓄能发展都具有广阔的市场空间和强劲的发展动力。从国际方面看，欧美国家建设了大量抽水蓄能电站和燃气电站，其中美国、德国、法国、日本、意大利等国家发展较快，抽水蓄能和燃气电站在电力系统中的比例均超过10%。但目前我国抽水蓄能和燃气电站占比仅为6%左右，其中抽水蓄能占比仅1.4%。考虑到我国天然气资源相对匮乏，天然气消费对外依存度较高，燃气电站发展空间受限，与发达国家相比，抽水蓄能仍有较大发展空间。”

在国内发展基础方面，《规划》指出，我国开展了全国性的抽水蓄能站点资源普查。综合考虑地理位置、地形地质、水源条件、水库淹没、环境影响、工程技术及初步经济性等因素，在全国范围内普查筛选资源站点，分布在除北京、上海以外的29个省（区、市）。

“丰富的站址资源、广泛的地域分布为产业发展奠定了基础。”严秉忠表示，不仅如此，从行业需求出发，到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上，到2035年，我国电力系统最大峰谷差预计将超过10亿千瓦，“新能源占比的大幅提升迫切需要灵活调节电源来保持电网的安全稳定运行，加快抽水蓄能电站建设是构建以新能源为主体的新型电力系统的内在需求。”

“明确了抽水蓄能产业未来发展的工作重点”

立足发展目标，《规划》还提出了做好资源站点保护、加强规划站点储备和管理、积极推进在建项目建设、加快新建项目开工建设、因地制宜开展中小型抽水蓄能建设、探索推进水电梯级融合改造、加强科技和装备创新、建立行业监测体系的重点任务。

“八大任务的提出，明确了抽水蓄能产业未来发展的工作重点。”严秉忠表示，在重点任务的设计中，《规划》更加强调了抽水蓄能的多元化灵活性布局。“例如，明确抽水蓄能电站重点布局在新能源快速发展和电力系统调峰需求大的区域；在核电和新能源基地化发展的区域，重点布局一批大型抽水蓄能电站，形成互补共赢、打捆开发的新模式；在负荷中心和大规模受电区域，布局抽水蓄能电站以服务电力系统需要。”

此外，通过重点任务，《规划》共提出了总装机规模约3.05亿千瓦的储备项目。严秉忠强调，这是我国首次提出抽水蓄能项目储备库的概念，为抽水蓄能电站加快建设提供了保障。“同时，这也是我国首次将中小微抽水蓄能和常规水电项目融合改造纳入国家级规划，为抽水蓄能产业的全面和创新发展创造了条件。”

“发展目标不仅在于装机量的增长”

就产业定位而言，国家能源局总工程师向海平强调，抽水蓄能具有调峰、填谷、调频、

调相、事故备用等多种功能，是目前最成熟、最可靠、最安全、最具大规模开发潜力的储能技术，对于维护电网安全稳定运行、建设以新能源为主体的新型电力系统具有重要支撑作用。在全球应对气候变化与能源低碳转型压力不断增加，我国全力以赴实现碳达峰碳中和目标的背景下，抽水蓄能产业将迎来快速发展机遇期。

“此前，抽水蓄能的相关规划都是和常规水电合并发布。此次是第一次将抽水蓄能作为一个独立、完整产业发布全国性的发展规划，从产业资源、产业能力、产业目标和产业管理等方面进行了系统分析和阐述。其发展目标不仅在于装机量的增长，更要形成技术先进、管理优质、国际竞争力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。”严秉忠认为，这对于加快抽水蓄能产业发展具有里程碑作用。

在自身发展的基础上，抽水蓄能产业的壮大也将带来一系列综合效应。《规划》分析指出，抽水蓄能电站是生态环境友好型工程，将支持新能源大规模发展和消纳利用，减少化石能源消耗，降低二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物的排放，有利于应对气候变化和生态环境保护。

严秉忠强调，抽水蓄能电站与风电、光伏等新能源打捆开发的新模式将很大程度解决出力不稳、消纳困难等困扰新能源发展的难题，推动有条件的地区实施大规模清洁能源基地建设，带动当地绿色能源产业发展。

此外，国家能源局新能源司副司长任育之指出：“从价格方面，国家发改委今年发布的《关于进一步完善抽水蓄能价格形成机制的意见》已经健全了抽水蓄能电站费用分摊疏导方式。从政策层面，抽水蓄能也将作为实现碳达峰碳中和目标的重要方式，获得更多的金融和财政支持。从投资主体的市场定位而言，国家也已经逐步放开，不仅仅是电网企业，很多发电企业也开始参与到抽水蓄能项目的建设。这些都将有力调动和激发市场对抽水蓄能电站的投资热情和信心。”（姚金楠）

非常规油气是未来增储上产的战略接替领域

中国能源报 2021.9.27

本报讯（记者李玲）报道：近日，自然资源部发布《全国石油天然气资源勘查开采通报（2020年度）》（下称《通报》）称，2020年，自然资源部积极推进油气探采一体化、探矿权竞争出让等勘查开采管理制度改革措施落地，全国油气勘查取得多项重要突破。其中，油气探明储量增加，新增2个亿吨级油田、1个千亿方级天然气田、1个千亿方级页岩气田；油气开采继续呈现“油稳气增”态势，石油产量连续两年稳步增长，天然气产量较快增长；油气地质调查工作取得重要进展。另外，非常规油气资源潜力大，是未来增储上产的战略接替领域。

《通报》指出，2020年全国油气（包括石油、天然气、页岩气、煤层气和天然气水合物）完成勘查投资710.24亿元，同比下降12.0%。石油新增探明地质储量13.22亿吨，同

比增长 17.7%，2018 年以来保持持续增长。天然气新增探明地质储量 10514.58 亿立方米，同比增长 30.0%。页岩气新增探明地质储量 1918.27 亿立方米，同比下降 74.9%，新增探明储量来自四川盆地涪陵页岩气田。煤层气新增探明地质储量 673.13 亿立方米，同比增长 950.5%，新增探明储量来自沁水盆地和鄂尔多斯盆地东缘。

截至 2020 年底，全国已探明油气田 1060 个（其中油田 771 个，天然气田 289 个），页岩气田 7 个，煤层气田 28 个，二氧化碳气田 3 个。累计探明石油、天然气、页岩气和煤层气地质储量分别为 422 亿吨、16.88 万亿立方米、2 万亿立方米和 7259.11 亿立方米。

2020 年全国油气完成开采投资 2249.48 亿元，同比下降 11.0%；完成开发井 17297 口、3579.70 万米，同比分别下降 26.1% 和 31.1%。石油产量 1.95 亿吨，连续 2 年稳步增长，同比增长 2.1%。全国常规天然气产量 1618.22 亿立方米，连续 2 年超过 1500 亿立方米，同比增长 7.2%。全国页岩气产量 200.55 亿立方米，同比增长 30.4%，产量主要来自四川盆地及周缘。2020 年地面开发煤层气产量为 57.67 亿立方米，同比增长 5.6%，产量主要来自沁水盆地和鄂尔多斯盆地东缘。

截至 2020 年底，全国累计生产石油 73.50 亿吨，累计生产天然气 2.38 万亿立方米，累计生产页岩气 691.30 亿立方米，累计生产煤层气 288.66 亿立方米。

《通报》指出，全面分析总结“十三五”全国油气资源评价结果，得出以下几点认识：一是陆上油气资源具备加大勘探开发力度的基础；二是大盆地仍是陆上油气勘探主战场；三是陆上剩余油气资源品质总体偏差，增储上产难度大，深层是重大发现主阵地；四是海域常规油气资源品质较好，近海是常规油气增产的现实领域；五是非常规油气资源潜力大，是未来增储上产的战略接替领域，技术突破是关键；六是常规和非常规油气资源经济性评价实现了地质资源与经济性可采资源对应衔接，技术创新和提高经营管理效率是降本增效、实现规模效益勘探开发的关键。

《通报》还指出，2020 年油气资源管理规范有序，管理改革取得实质性进展。明确探矿权人发现可供开采油气资源可通过自然资源部门门户网站进行报告的办法，划定可互相抵扣区块面积的“同一盆地”的边界范围；明确特殊海域油气探矿权到期延续不扣减面积、免缴探矿权使用费；指导山西自然资源厅制定山西省煤层气勘查开采管理办法、“三气”综合开发试点工作方案等改革试点工作。持续推进油气勘查区块竞争出让，筛选出贵州省 6 个页岩气区块开展油气矿业权竞争出让试点。持续推进油气勘查开采示范区建设，积极推进川南、黔北、鄂西等地页岩气勘查开采，研究湖北省等页岩气区块出让，联合国家能源局设立了新疆吉木萨尔国家级陆相页岩油开发示范区。

全球最大“吸碳”机器在冰岛启动

科技日报 2021.9.17

科技日报讯（实习记者张佳欣）综合英国《每日邮报》和《卫报》近日报道，一款名为 Orca 的“直接空气捕集器”在冰岛的 Hellisheiei 地热发电站投放市场。

这款号称是减缓气候变化的工具由瑞士和冰岛的两家公司建造，耗资 1500 万美元，在满负荷运转时，每年将捕获 4000 吨二氧化碳。

Orca 由一堆金属“空气洗涤器”组成，内部是化学过滤材料，这些空气洗涤器用风扇从周围空气中吸入二氧化碳，然后用化学过滤器将其抽走。过滤器一旦二氧化碳饱和，收集器就会关闭，将没有更多的空气进入。

接下来，发电站的电力将会对收集器的内部以及捕获的二氧化碳进行加热。这会从过滤器中释放出二氧化碳并以浓缩形式将其提取出来。

与水进行混合后，二氧化碳可以被永久储存在深层地质层中，以用于制造燃料、化学品、建筑材料和其他产品。据报道，通过自然矿化，二氧化碳会与玄武岩反应并在几年内变成石头。

参与建设的瑞士 Climeworks 公司联合首席执行官兼联合创始人詹·伍兹巴赫表示，Orca 是直接空气捕获行业的里程碑。“实现全球净零排放还有很长的路要走，但我们相信就 Orca 而言，已经向实现这一目标迈出了重要的一步。”

碳捕获和储存的支持者认为，这项技术可以成为应对气候变化的重要工具。然而，批评人士认为，该技术仍然非常昂贵，可能需要数十年才能大规模运行。

《2021 全球新能源企业 500 强分析报告》发布

中国科学报 2021.9.27

本报讯 近日，《2021 全球新能源企业 500 强分析报告》在“2021 氢能产业发展论坛暨第十一届全球新能源企业 500 强峰会”上正式发布。

报告显示，2021 全球新能源企业 500 强总营业收入实现逆势增长，达 4.41 万亿元，比 2020 年的 4.22 万亿元增加 1845 亿元，同比增长 4.50%。风电三巨头 Vestas Wind Systems A. S.、Siemens AG 和 General Electric Company 占据了“500 强”前三的位置，且营业收入均超过了 1000 亿元，创造了新的历史纪录。

榜单显示，风能产业快速发展、中游制造业占比超五成、中国一枝独秀带领亚洲引领全球新能源产业发展成为新看点。其中，中国有协鑫集团有限公司、中国电力建设集团有限公司、晶科能源有限公司、新疆金风科技股份有限公司、隆基绿能科技股份有限公司、天能控股集团有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司等 214 家企业入围榜单，数量排全球第一。（李清波）

我国首个海上二氧化碳捕集与封存全流程工程启动

中国电力报 2021.9.1

本报讯 8月28日，中国海油宣布，在珠江口盆地启动我国首个海上二氧化碳封存示范工程，每年可封存二氧化碳约30万吨。

海上二氧化碳封存项目距深圳东南约200公里，所在海域平均水深80多米，是恩平15-1油田群开发的环保配套项目。恩平15-1油田群是我国南海首个高含二氧化碳的油田群。项目通过将油田群开发过程中伴生的二氧化碳进行捕集、处理后，再回注到海底地层中进行封存，实现二氧化碳的零排放和海上油田的绿色低碳开发。

据了解，二氧化碳封存工程实施后，预计高峰年可封存二氧化碳30万吨，累计封存二氧化碳146万吨以上，相当于植树近1400万棵。

国内首个现代能源火风光储制研一体化项目开工

中国电力报 2021.9.1

本报讯 日前，国内首个现代能源火风光储制研一体化示范项目——奈曼旗300兆瓦风电工程正式开工建设，为加快推进我国大规模储能配套新能源一体化奠定了坚实基础。

据了解，该项目一期建设风电90万千瓦，投产运营后年发电量约为30亿千瓦时，到2021年可满足近4成新增负荷的用电需求，缓解当地供电紧张形势。其中奈曼旗300兆瓦风电工程是一体化示范项目的重要组成部分，共计37台风机。

现代能源火风光储制研一体化项目是内蒙古投资超100亿元的清洁能源和智慧能源“新基建”标杆工程，将新建170万千瓦风电、30万千瓦光伏，同步配套建设32万千瓦储能，在全国率先开展定制化风机应用示范、大规模电网调峰储能示范和无补贴的风电竞价上网及储能补偿机制示范。

首座高水平放射性废液玻璃固化设施正式投运

中国科学报 2021.9.14

据新华社电 记者从国家原子能机构获悉，9月11日，我国首座高水平放射性废液玻璃固化设施在四川广元正式投运。这标志着我国已实现高放废液处理能力零的突破，跻身世界上少数几个具备高放废液玻璃固化技术的国家，对我国核工业安全绿色发展具有里程碑意义。

项目联合指挥部经验证评估认为，自8月27日工程启动热试车、生产出第一罐放射性废液固化而成的玻璃体以来，产品质量可控，设施运行稳定，相关技术指标达到国际先进水平，设施已具备运行条件，可转入正式投运。

放射性废物处理是核能安全利用的最后一环，放射性废液玻璃固化是在1100摄氏度以

上将放射性废液和玻璃原料混合熔解，冷却后形成玻璃体。玻璃体浸出率低、强度高，能够有效包容放射性物质并形成稳定形态，是目前国际上先进的废液处理方式。因需要强大的工业与制造业基础做支撑，此前世界上仅美、法、德等国家掌握了相关技术。

该项目 2004 年由国家原子能机构批准立项，采用国际合作模式，由中国、德国联合设计，中国核工业集团所属中核四川环保工程有限责任公司负责建设，多家单位协同攻关，在玻璃固化关键特种材料、关键设备等方面积累了丰富的丰富经验。

设施投运后，预计每年可安全处理数百立方米高放废液，产生的玻璃体将被埋于地下数百米深的处置库，达到放射性物质与生物圈隔离的目标。（谢佼 胡喆）

国际首套 100 兆瓦先进压缩空气储能项目吊装成功

中国电力报 2021.9.13

9 月 8 日 15 时，经过 8 个小时的连续奋战，位于张家口市张北县的国际首套 100MW 先进压缩空气储能国家示范项目的主要核心设备发电机定子顺利吊装就位。据悉，该项目是国家发改委立项支持的国家可再生能源示范区重大示范项目，是国际首套 100MW 先进压缩空气储能示范电站，建设规模为 100MW/400MWh，系统设计效率 70.4%，此次定子吊装的顺利完成，标志着张家口国际首套 100MW 先进压缩空气储能国家示范电站进入核心设备安装的关键阶段。

整县屋顶分布式光伏开发试点启动

六百七十六个县（市、区）入围名单

人民日报 2021.9.15

本报北京 9 月 14 日电（记者丁怡婷）我国建筑屋顶资源丰富、分布广泛，开发建设屋顶分布式光伏潜力巨大。国家能源局近日公布整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点名单，676 个县（市、区）列入其中。从名单中看，数量位列前三的省份分别为山东（70 个）、河南（66 个）、江苏（59 个）。

“国家能源局启动整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点工作，主要目的就是充分调动和发挥地方积极性，引导地方政府协调更多屋顶资源，进一步开拓市场，扩大屋顶分布式光伏建设规模。同时，也有利于削减电力尖峰负荷，节约优化配电网投资。”国家能源局新能源和可再生能源司副司长王大鹏介绍。

国家能源局发布通知要求，试点工作要严格落实“自愿不强制、试点不审批、到位不越位、竞争不垄断、工作不暂停”的工作要求。各试点地区要改善新能源开发建设营商环境，降低屋顶分布式光伏开发建设非技术成本，减轻投资开发企业负担。

试点过程中，不得以开展试点为由暂停、暂缓其他项目立项备案、电网接入等工作。对

于试点过程中不执行国家政策、随意附加条件、变相增加企业开发建设成本的，将取消试点资格。

同时，各地电网企业要在电网承载力分析的基础上，配合做好省级电力规划和试点县建设方案，充分考虑分布式光伏大规模接入的需要，积极做好相关县（市、区）电网规划，加强县（市、区）配电网建设改造，做好屋顶分布式光伏接网服务和调控运行管理。

已建成海上风电机组 100% 并网

中国电力报 2021.9.6

天刚刚破晓，伴随着阳东县的海浪声，南方电网电力科技股份有限公司新能源装备事业部项目经理杜胜磊已经在前往中广核阳江南鹏岛海上风电项目的大船上，准备开始调试工作。一望无际的大海上，远处的风机正在缓缓旋转……在 8 月 28 日播出的大型纪录片《活力密码》第三集，收录了南方电网员工实现“双碳”目标不懈奋斗的故事，讲述南方电网践行新发展理念，优化调整能源结构的具体举措。

实现“双碳”目标，能源是“主战场”，电力是“主力军”。南方电网广东电网公司围绕碳达峰、碳中和战略部署，全面承接南方电网公司的重点举措，出台了构建新型电力系统服务碳达峰、碳中和行动方案、加快推进新型电力系统示范区建设行动方案、落实清洁能源消纳专项行动方案。目前广东实现全省已建成海上风电机组 100% 并网。

加快构建坚强电网 提升清洁能源资源优化配置能力

8 月 12 日晚上，阳江市规模最大的 GIS 变电站（气体绝缘变电站）——220 千伏汇能变电站正式投运。这是继 110 千伏螺岛智能变电站和 220 千伏薄荷变电站投产后，阳江供电局在半个月內投产的第三座变电站。至此，阳西片区再增一个 220 千伏电源点，进一步满足海上风电等新能源的电力送出，为阳江市打造国家新能源基地提供强有力的支撑和保障。

在湛江，500 千伏安澜输变电工程目前已进入“百日奋战”时期。该工程建成后，能有效完善粤西网架结构，解决新能源送出卡脖子问题。2025 年，安澜站最大可送新能源容量约 147 万千瓦，将极大满足粤西新能源送出增长需求，带动湛江地区社会经济发展，助力实现碳达峰、碳中和目标。为按期完成项目建设任务，湛江供电局积极发挥“党建 + 基建”机制作用，持续攻破人员、物资、工期等方面难题。“现在项目最困难的是物资设备能否按时到达以及剩余安装调试时间十分紧迫，我们积极组织各参建单位做好应对措施，及时调整施工工序，确保项目有序推进。”湛江供电局项目经理吴畅培说，“我们有信心，能够按时保质、安全地完成投产任务。”

支持新能源发展，硬件是不可或缺的部分。广东电网将加快构建适应大规模新能源发展的坚强主网架，加快推进保障广东电力供应重点工程建设，加快可再生能源送出通道建设，提升新能源消纳能力。

“可观、可测、可控”促进新能源有序高效发展

2021年2月国务院印发了《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》。近年来，国家和地方层面出台多个文件，鼓励新能源项目配置储能设施。但对于储能应用海上风电侧，现阶段的政策还处于探索和研究阶段。

2021年上半年，由广东电网牵头编制的两项行业标准《参与辅助调频的电厂侧储能系统并网管理规范》《电厂侧储能系统调度运行管理规范》获国家能源局批准正式发布，将于今年10月26日正式实施。据悉，两项行业标准是国内首批电厂侧储能标准，填补了国内电厂侧储能并网和调度运行管理标准的空白，有助于引导推动储能产业链健康可持续发展，对实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义。

数字技术的广泛应用，让新能源“可观、可测、可控”。广东电网积极试水新技术，推动风电等新能源加快发展。今年3月，在广东珠海三角岛桂山二期风电场，由广东电网自主研发的8兆瓦级大容量海上风电机组一体化测试平台正式投运。日前该测试平台完成了首台6.45兆瓦海上风机并网检测。

全力服务清洁能源并网消纳 为海上风电并网提供“一站式”服务

大力发展海上风电，是广东实现碳达峰、碳中和的必然选择。为更好地服务海上风电项目并网运行，广东电网依托“三个平台”加强政企联动、源网协调，加快有序并网、技术创新，发挥广东海上风电产业发展优势，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。为主动融入和服务海上风电发展，从新能源机组并网管理到新型海上风机技术创新，广东电网牵头搭建技术引领和服务产业的新能源联合实验室，通过政企联合建设广东省“1+N”统一海上风电试验场，设立海上风电服务中心专门机构，积极为构建以新能源为主体的新型电力系统提供强有力的支撑。

随着广东加快海上风电、分布式光伏等新能源开发利用，广东电网融入和服务新能源高质量发展，以大规模可再生能源并网消纳为总抓手，优化省区能源资源配置，持续推动新型电力系统建设，为稳步实现“双碳”目标积极行动。（许浩然 许潞予 韩梦圆）

集六项世界之最于一身 140米级海上风电打桩船下水

科技日报 2021.9.24

科技日报讯（记者张晔 通讯员张京）打桩架高度最高、打桩能力最大、抗风浪能力最强……近日，中交一航局投资建造的140米级打桩船“一航津桩”，在江苏启东顺利下水。

大型打桩船用于海上风电场及跨海大桥水域作业。由于作业地点一般都在外海，属于无遮蔽的开敞水域，受潮汐涌浪影响尤为明显。即使是海面平静如镜，水面以下也依然暗潮涌动，一般常规打桩船很难作业，安全方面也同时存在极大隐患，且施工作业窗口期短，费用高，效率低。目前，国内大型打桩船较少，全国100米桩架以上的打桩船仅7艘。

为适应国家海洋经济战略与海上风电能源的开发，中交一航局瞄准风电及大桥等大型桩基生产经营需要，研发建造这艘具备良好耐波性能及抗风能力的140米级大型打桩船。

“一航津桩”建成后将是全世界范围内桩架高度最高、吊桩能力最大、施打桩长最长、桩径最大、抗风浪能力最强、综合效率较高的专用打桩船。

据悉，“一航津桩”船长124米，型宽39米、型深8米，桩架高142米。建成后，“一航津桩”最大可打桩长118米+水深、重700吨、直径6米的桩基，适应外海恶劣海况下施工要求，用于海上风电高桩承台桩、导管架桩以及大型梁桩基等施工，在无限航区封舱拖航。

该船是国内首艘具备全回转舵桨和侧推辅助定位、DPO动力定位系统的超大型打桩船。动力定位系统（DPO）通过控制全回转舵桨和侧推，设置船舶任意点为中心点，实现船舶原地定位、原地转向、定向航行等功能。可实现施工区域内船舶自航移泊驻位，船舶安全性和灵活性大大提高。可以大幅度减少施工现场拖轮、锚艇等辅助船舶的使用数量和频率。

同时，该船设置船舶综合施工管理系统，可以实现船舶运转状态的自动监测管理和船舶打桩过程的实时记录控制以及全船数据的采集、共享与应用，最终实现智能船舶和数字船舶。

该船还采用了先进的智能船舶和数字船舶设计理念，通过专项研发的施工管理控制系统，可实现船舶智能化、数字化施工。

我国大陆在运核电机组达51台

科技日报 2021.9.29

科技日报北京9月28日电（记者陈瑜）中核集团总工程师雷增光在28日举行的中核集团首届科技创新发展论坛上介绍，截至2021年8月底，我国大陆在运核电机组有51台，装机容量为5326万千瓦；在建核电机组数为18台，装机容量为1902万千瓦，在建机组数保持全球领先。

“核科技创新在经济主战场大有可为。”雷增光介绍，经过三十多年的自主创新，我国核能发展实现了长足进步，截至2020年底，我国大型先进压水堆及高温气冷堆核电重大专项继续稳步推进；自主三代核电型号取得重大进展，“华龙一号”首堆示范工程并网发电，“国和一号”正式发布，示范工程建设进展顺利；小型反应堆示范项目前期工作有序推进；第四代核能技术的研发正在加紧布局。2021年，党中央正式提出“在确保安全的基础上，积极有序发展核电”，核能发展正式迈进了新的历史阶段。

中核集团总经理、党组书记顾军强调，我国要实现2030年前碳达峰、努力争取2060年前实现碳中和这一宏伟目标，必须依靠科技创新，并且是全行业、高质量、高速度的科技创新。核能在这个背景下的重要性更加突显，在“双碳”攻坚战中将大有可为，发展核能不是我们应该做好的事，而是我们必须要做好的事。他指出，中国核工业必须快马加鞭赶上这一轮科技革命、工业革命，让中国核工业真正实现由跟跑向并跑领跑的转变。

目前，中核集团已经建立起了完整的核工业科技创新体系，拥有23家科研院所，15万

余名核工业人战斗在科研、生产一线。硬件设施方面，经过多年来国家投入以及集团公司自主投入，目前已拥有 16 个国家级研发平台，8 个部委级研发平台以及近 50 个集团级研发平台，拥有一批国际先进的大型科研设施。

煤气化技术首次用于煤制天然气领域

中国科学报 2021.9.15

本报讯 近日，内蒙古煤制天然气项目工程现场传来消息，华东理工大学和兖矿集团有限公司（山东能源集团有限公司）共同开发的单炉日处理煤 4000 吨级超大型多喷嘴对置式水煤浆气化装置首次投料成功。该装置设计最大产气量 $247500\text{Nm}^3/\text{h}$ （ $\text{CO} + \text{H}_2$ ），是目前国际在运行的单炉最大产气量的气化炉。

此次煤制天然气项目的顺利投运，实现了华东理工大学煤气化技术在煤制天然气领域的首次应用。项目共建设 3 台（2 开 1 备）6.5MPa、直径 4000mm 的多喷嘴对置式水煤浆气化炉。该炉型是华东理工大学和兖矿集团有限公司承担的国家“十三五”重点研发计划项目课题开发的超大型气化炉（单炉日处理煤 4000 吨级），是目前世界上在运行的单炉规模最大的水煤浆气化炉。

自 2005 年首套多喷嘴对置式水煤浆气化千吨级示范装置运行至今，华东理工大学先后实现了从单炉日处理煤 1000 吨级到 2000 吨级、3000 吨级和 4000 吨级的跨越。截至目前，已累计推广应用 66 个项目 197 台气化炉，已运行项目达到 37 家，投入运行气化炉 102 台，有力推动了我国能源化工的转型升级。

据了解，该煤制天然气项目位于鄂尔多斯市伊金霍洛旗圣圆煤化工基地。项目以煤为原料生产合成天然气及液化天然气，是全国首个由民营企业投资建设的煤制天然气示范性项目。项目建设分两期，一期工程已于 2014 年 10 月试车投产，4 亿立方米天然气全部液化；二期工程天然气液化项目属于负荷型天然气液化工厂，新增煤制天然气生产规模 16 亿立方米并全部液化，处理天然气 270 万立方米/日。（黄辛 王兴军）

我国首个海上油田群岸电项目成功投产

中国能源报 2021.9.27

本报讯 9 月 23 日，渤海海域秦皇岛—曹妃甸油田群岸电应用示范项目成功投产，这是我国首个海上油田群岸电应用项目，也是世界海上油田交流输电电压最高、规模最大的岸电项目，标志着我国海洋石油工业向绿色开发、高效开发、智能开发又迈出了历史性变革的一步。

岸电是指从陆地电网引电的模式。一直以来，全球海洋油气开发通常都利用油田开发的伴生天然气或原油自发电供平台使用，但此类平台自发电存在效率低、能耗高、供电不稳定等不足。渤海油田是我国重要的能源生产基地，2021 年预计将实现原油产量 3000 万吨，建成国内最大油田。渤海油田现有发电机组 145 台，装机容量近 1300 万千瓦，相当于一个中

等城市的用电水平。

为寻找增储上产和绿色减排之间的最优方案，从2018年起，中国海油联合国家电网开展技术攻关，探索建设模式、商业模式等创新，实现将陆上电网的电通过海底高压电缆传输至海上油田使用。原来发电消耗的原油和天然气将得到更好利用，同时也将大幅降低二氧化碳等温室气体和污染物的排放。

据了解，岸电的使用取决于油气田的规模和离岸距离等先决条件。规模较大、形成集群、离岸距离近的近海油气田，其海底电缆费用低；而平台规模小、比较分散的远海油气田，岸电输电线路投资大、费用高。渤海各油气田的离岸距离在20—80km以内，离岸距离较近，且渤海海域已建设有近14个区域电网，形成集群，有应用岸电的先天优势。

按照规划，该岸电应用工程分三期实施，将在河北、山东、辽宁建设5个陆地开关站、8个海上供电枢纽平台，搭建起总接入规模达980兆瓦、覆盖渤海7个油田区域150余座生产设施的电力网格。该项目将于2023年全部投产。秦皇岛32-6油田群和曹妃甸11-1油田群25个在生产平台是岸电的首批受益用户。

据中海油天津分公司副总经理赵春明介绍，岸电工程全部投用后，渤海油田用电高峰每年可降低原油消耗17.5万立方米，降低天然气消耗23.8亿立方米，相当于新增一座大中型油气田。同时，相比自发电，可年节能99.5万吨标煤，减排二氧化碳近175万吨，相当于植树1.75亿棵。而且随着可再生能源上网比例的不断提升，减碳效果将更加明显。

据悉，使用岸电后，平台不再需要建设发电机组，将精简平台规模，降低对进口发电机组的依赖，有效缩短海上油田工程建设周期和调试周期，从而降低边际油田的开发经济“门槛”，加快油气产能建设速度。

中海油开发生产部副总经理王建丰表示：“渤海油田未来70%—80%的新油田都将利用岸电进行开发，这将为渤海油田上产4000万吨油当量奠定坚实基础，对于提高国内原油供给能力、保障国家能源安全具有重要意义。”

据悉，与岸电同步推进的还有海上油田数字化、智能化、无人化建设。光纤通讯网络与海底电缆一起铺设，将使渤海油田接入信息高速公路，解决海上通讯难题，加快数字化建设。（侯瑞宁）

