

能 量 转 换

总 37 期
1/2021. 1

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. 迈向能源高质量发展新阶段 5
2. 2020 城市清洁高效供能典型项目 6
3. 推动能源清洁低碳安全高效利用 10
4. 大型能源设施辐射型园区尤应强规划引领 12
5. 可再生能源已成全球重要“电源” 14
6. 日本发布能源转型计划 15
7. 青豫特高压工程向河南输送 50 亿千瓦时“绿电” 15
8. 打造韧性能源是分布式能源使命 16
9. 2050 年先进能源技术将电力行业带来 470 亿美元收益 17

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 工信部推动新能源汽车电池回收利用 18
2. 多能互补破解供暖热源难题 18
3. 中外科学家合作发明全新中性锌空气电池 20
4. 我科学家开发自然光驱动催化剂 21
5. 俄罗斯：新材料性能改进有方法有特点 新燃料开发瞄准极地实际应用 21
6. 固态电池尚未走出实验室 22
7. 研制出新型氢氧燃料电池阴极催化剂 23
8. 广东：氢燃料电池汽车产业瞄准世界先进水平 24
9. “十四五”新能源汽车科技创新这样攻坚 25
10. 五方面推进新能源汽车产业高质量发展 27
11. 成功研发中国首艘燃料电池游艇 28

| | |
|--|----|
| 12. 5 分钟充满电 新型快充汽车电池亮相 | 28 |
| 13. 年衰减仅 0.5% 水系液流电池即将问世 | 29 |
| 14. 加上高温高压二氧化碳也能当发电“能手” | 30 |
| 15. 青海新建新投水电站配置新能源和储能系统 | 32 |
| 16. 未来五年：新能源汽车步入完全市场化攻坚期 | 33 |
| 17. 未来五年亚太储能系统成本将下降 30% | 35 |
| 18. 中英新能源汽车合作潜力巨大 | 36 |
| 19. 固态电池量产道阻且长 | 36 |
| 20. 锂电池回收有了新技术 | 38 |
| 21. 新能源汽车产业将步入更理性发展阶段 | 39 |
| 22. 制备出超高响应度光电探测器 | 40 |
| 三、生物质能、环保工程（污水、垃圾） | |
| 1. 生物质能供热有望“热”起来 | 41 |
| 2. 到 2025 年全国地级及以上缺水城市再生水利用率达 25% 以上 | 43 |
| 3. 科技部等 10 部门发文推进污水资源化利用 | 44 |
| 4. 英国：全新材料获突破 治理环境污染成重点 | 44 |
| 5. 以色列：国际合作研发新电池与新能源 利用废物制造替代塑料新材料 | 45 |
| 6. 日本：高性能新材料层出不穷 碳减排测氙水取得进展 | 45 |
| 7. 《碳排放权交易管理办法（试行）》正式出台 | 46 |
| 8. “十三五”期间我国工业固废综合利用成效显著 | 46 |
| 9. 推动区域再生水循环利用在黄河流域落地生根 | 47 |
| 10. 碳市场：低碳交通“新推手” | 48 |
| 11. 海草可清除废塑料 | 50 |
| 12. 来自玉米、秸秆的生物基材料 不只能做塑料，还能做衣服 | 51 |
| 13. 中国海油启动碳中和规划 | 52 |
| 14. 节水农业：向生物节水和工程节水要答案 | 53 |
| 15. 节能减排应成“碳中和”最重要手段 | 54 |
| 16. 天津扎实推进塑料污染治理 | 56 |
| 17. 打造污水处理的智慧工厂 | 57 |
| 18. 广汉农村污水治理走向无人化智能化 | 59 |
| 19. “鹏凯圆”开启工厂化预制污水处理系统新模式 | 61 |
| 20. 全国“一盘棋”积极主动作为推动碳达峰碳中和 | 64 |
| 21. 新分子铺就可再生塑料“变革”之路 | 67 |
| 22. 新材料能在低温下将 CO ₂ 转为资源 | 68 |
| 23. 光催化可高效降解沼液中的抗生素 | 68 |

四、太阳能

1. 用电化学方法处理富营养化河水..... 68
2. 首款透明太阳能电池可让窗户发电..... 69
3. 光伏驶入“异质结”新赛道 70
4. 贵州光伏产业再夺全国第一..... 72
5. 揭开钙钛矿薄膜“埋藏的秘密” 73
6. 中国光伏产业创新趋势报告发布..... 75
7. 中石化投资的光伏新材料到底是个啥? 75
8. 西安力促光伏储能系统发展..... 76
9. 曾庆洪：石墨烯基超级快充电池已进入实车测试..... 78
10. 实地探访国内首家户用光伏全直流微电网 80
11. 全球光伏融资大幅增加 81
12. 特斯拉跨界推出光伏逆变器 82
13. 太阳能发电成本有望再降 15% ~ 25% 83

五、地热

1. 油田地热开发利用前景可期..... 83
2. 辽河油田获评行业地热重点示范单位..... 85
3. 地热能迎空前发展机遇..... 86

六、海洋

1. 海洋观测原位供电技术迈出重要一步..... 87
2. 我国率先实现水平井钻采深海可燃冰..... 87
3. 青岛所研发海域天然气水合物控砂开采新方法..... 88

七、氢能

1. 广西首座商用加氢站竣工..... 89
2. 光合生物制氢技术的成长史..... 89
3. 我国发布全球首个“绿氢”标准 92
4. 电解水制氢产业链日渐打通 氢能利用降本可期 92
5. 可再生能源制氢势在必行..... 94
6. IRENA：绿氢 10 年内将具成本优势 95
7. 德国：重磅推出《国家氢能战略》多主体行动致力环境保护 96
8. “绿氢”标准化建设迈出关键一步 97
9. 全球氢能巨头项目落户广州..... 98
10. 百亿元融资拓宽氢能产业赛道 99
11. 氢能产业面临三大挑战..... 101
12. 各国氢能发展路线面面观..... 103

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 13. 广东佛山首座氢电光伏发电综合站试运行 | 105 |
| 八、风能 | |
| 1. 73 台风机全容量投产运行 | 106 |
| 2. 陕煤集团首个风电项目获核准 | 107 |
| 3. 全球海上风电突遇新“瓶颈” | 108 |
| 4. 智能化建设让风电场更“风光” | 109 |
| 5. 广东并网海上风电突破百万千瓦 | 111 |
| 6. 打造全球海上风电一体化基地 | 111 |
| 7. 国家级海上风电装备质检中心投入使用 | 112 |
| 8. 华能千万千瓦级海上风电基地落户漳州 | 112 |
| 9. 英国批准 2.4 吉瓦海上风电项目 | 113 |
| 九、核能 | |
| 1. 高温气冷堆核电示范工程双堆开启热试 | 113 |
| 2. 韩国：超高速电子衍射装置创世界之最 热核聚变试验持续时间刷新纪录 | 114 |
| 3. 我国反应堆堆芯熔融研究获重大突破 | 114 |
| 4. 全球首条高温气冷堆核燃料元件生产线产品启运 | 115 |
| 5. 三代核电站堆芯仪表系统实现国产化 | 116 |
| 十、其它 | |
| 1. “十四五”急需促进煤炭清洁化利用 | 116 |
| 2. “十四五”抽水蓄能装机占比应明确 | 117 |
| 3. 三峡发电创世界纪录 | 119 |
| 4. 国内首个页岩气三层立体开发获突破 | 119 |
| | |
| 行业动态 | |
| 1. 国内首个“黑黄金”48K 大丝束碳纤维项目开建 | 120 |
| 2. 锂电材料智能制造项目落地青海 预计年产值 200 亿元 | 121 |
| 3. 西安首座厂内污泥终端处置资源化综合利用项目投产运行 | 121 |
| 4. 四川最大垃圾发电项目点火试运行 | 122 |
| 5. 国内最大规模碳捕集示范工程进入调试阶段 | 122 |
| 6. 首台国产氢燃料电池混合动力机车下线 | 123 |
| 7. 总投资 170 亿元光伏项目动工 | 124 |
| 8. 东方风电海上大风机多功能吊具测试成功 | 125 |

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

迈向能源高质量发展新阶段

人民日报 2021.1.8

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

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

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

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

如今，我国已成为世界上最大的能源生产国，同时也是最大的能源消费国。要保障经济社会高质量发展，能源供应保障不仅要跟得上、能满足，而且要提品质、增效果。在服务经济高质量发展中，电力安全稳定运行达到世界先进水平，能源综合应急保障能力显著增强；在支持农村贫困地区发展上，实施光伏扶贫工程，建成了成千上万座遍布贫困地区的“阳光银行”；在促进生态文明建设中，采煤沉陷区治理、绿色矿山建设取得明显成效，二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量大幅下降；在保障和改善民生领域，完成全部人口都用上电的历史性任务，保障城乡居民获得基本能源供应和服务……实践表明，坚持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，对于新时代做好能源工作、推动能源事业高质量发展具有重大指导意义。

习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”这一重大宣示，彰显出促进全球能源可持续发展、应对气候变化挑战、

建设清洁美丽世界的中国决心。面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题，我国积极参与全球能源治理，努力与各国一道寻求加快推进全球能源可持续发展新道路。比如，以共建“一带一路”倡议为引领，一批重大能源合作项目落地实施，能源合作多边、双边机制不断完善，能源政策和技术交流日益频繁。面向未来，中国将在更大范围、更宽领域、更高层次参与国际能源合作与竞争，推动全球能源可持续发展，为建设更加清洁、美丽的世界贡献力量。

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

2020 城市清洁高效供能典型项目

中国城市能源周刊 2021.1.4

1▶▷助力生态脆弱区能源转型 全国首个“高原”氢燃料电池公交项目落地

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

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

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

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

2▶▷充电设施与数字经济相结合 国内最大电动汽车智能充电楼宇在南京投运

2020年6月，国内最大规模的电动汽车智能充电综合服务楼宇（南京电动汽车极客空间江北新区站）在南京江北新区投入运营。截至12月中旬，该站日均充电次数达百余次，日均充电电量约2000千瓦时，月均充电量约7万千瓦时。日均光伏发电600千瓦时，投运至今累计发电约9万千瓦时。

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

该楼宇总建筑面积达3万平方米，分为地下2层、地上8层，共配置430个停车位，其

中充电车位 390 个，总充电容量达 1.2 万千瓦，243 个快充桩都实现了“即插即充、无感支付”功能，并试点运用 V2G 技术实现了新能源汽车与电网的智能互动。

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

3▶▶引领绿色大数据中心建设 全国首个 100% 利用清洁能源大数据产业基地投运

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

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

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

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

4▶▶助力缔造“绿色新国门”大兴机场航企服务岛智慧能源项目开工

2020 年 6 月，北京大兴机场临空经济区（廊坊）航企服务岛（北区）智慧能源项目正式开工建设，从 2021 年开始陆续投产。项目达产后预计可实现节能 0.9 万吨标煤/年，SO₂ 减排量 292 吨/年，减排率为 27.6%；NO_x 减排量 284 吨/年，减排率为 28.0%；粉尘减排量 167 万吨/年，减排率为 27.3%。

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

项目结合区域内政务办公、总部经济、学校教育、高端居住、回迁安置等不同用能需求，近期（至 2025 年）采用集中式泛能站与分布式能源站相结合的方案，优先考虑可再生能源利用，打造多能互补的用供能一体化能源系统；远期考虑引入廊坊国电热电联产热源，

强化气热协同效应，提高区域整体能源利用效率，进一步降低区域碳排放量。

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

5►▷ 打造南方集中供暖 + 碳减排重要典范 长三角规模最大水源热泵区域能源站在江苏常州投用

2020 年 12 月下旬，江苏省常州高铁新城智慧综合能源站 1 期正式投运，常州迎来首个区域性集中“供暖季”。该项目为长三角地区规模最大的区域集中供能能源站项目，规划供能面积超 600 万 m²，主要为常州高铁新城重点区域内的政府办公、商办、住宅、酒店、医院、学校等业态提供冬季供暖和夏季制冷服务，服务人群超 20 万人。

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

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

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

6►▷ 打造藏区清洁能源基地 西藏最大光伏 + 储能综合能源示范项目并网发电

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

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

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

7►▷助力粤港澳大湾区建设 珠海横琴综合智慧能源项目一期四个能源站全面建成

2020年，珠海横琴综合智慧能源项目迎来标志性一年。作为引领未来大湾区能源革命的战略载体，项目一期四个能源站于这一年全面建成。项目同时圆满完成了庆祝澳门回归20周年之重要活动“横琴口岸通关仪式”、全国两会等重大政治保供工作。目前，已发展用户共计132家。

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

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

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

截至目前，项目已逐渐形成了可复制、可推广的综合智慧能源“横琴模式”，将有望为珠澳合作开发横琴，促进澳门多元化发展做出更大贡献。

8►▷气、电“双基”+标准化集成 国际高水准绿色低碳医院在湖南建成开诊

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

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

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

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

9►▷构建源网荷协同发展新格局 V2G智慧能源体系在山西率先建成

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

“新能源+电动汽车”智慧协同互动体系，是将新能源和电动汽车通过含V2G技术在在

的智慧能源系统有机结合，将电力平衡方式由“源随荷动”的单一方式转变为“源荷互动”的双向协同方式，实现了电力需求侧管理的进一步创新，构建“源—网—荷”互利共赢、协同发展的新格局。

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

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

10►▷能源数字化管理成大势 深圳首个商业分布式能源项目投运

2019年9月开工、2020年4月投运的深圳首个商业分布式能源项目——深燃大厦分布式能源站项目是港华能源“源—网—荷—储”一体化示范项目，年发电量约120.1万kWh，年供冷量约153.9万kWh，系统能源综合利用效率大于80%，每年可以减少CO₂排放约185.73吨，SO₂约0.39吨，NO_x约0.14吨。

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

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

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

推动能源清洁低碳安全高效利用

人民日报 2021.1.11

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

纵观人类发展史，从一定意义上可以说，能源革命是文明形态演进的重要基础和动力。化石能源的发现和利用极大提高了劳动生产率，推动人类由农耕文明进入工业文明。工业文明在推动人类社会实现巨大进步的同时，也导致严重的环境问题和发展的不可持续，迫使人

们反思发展方式，摒弃只讲索取不讲投入、只讲发展不讲保护、只讲利用不讲修复的老路。能源科技的不断创新和蓬勃发展，为能源转型提供有力保障和重要支撑。目前，全球能源结构正处在以油气为主向以非化石能源为主加速转型的阶段，我国能源也处于化石能源与非化石能源多元发展、向非化石能源转型的阶段，能源开发和利用绿色低碳化进程进一步加快。这为实现经济社会高质量发展、可持续发展提供了强劲驱动力。

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

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

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

立足现实、放眼未来，能源清洁低碳安全高效利用是大势所趋。深入学习贯彻党的十九届五中全会精神，到2035年广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，基本实现美丽中国建设目标，亟须理念提升、观念创新、结构调整、格局优化、技术融合、体制保障等多措并举、协同发力，在推进清洁能源转型中推动生态文明建设实现新进步。（杜祥琬）

大型能源设施辐射型园区尤应强规划引领

中国城市能源周刊 2021.1.18

大型能源设施辐射型园区通常有区域电厂、用户自备电厂、能源站等大型能源基础设施，同时，也是钢铁、化工、造纸等高耗能产业及其上下游产业的主要集聚区，是能源消费与温室气体排放的主力军。

此类园区经济基础好，负荷聚集且负荷类型多元，具有能源梯级利用的客观优势。立足园区产业发展和能源资源禀赋，统筹规划园区综合能源系统，是提升园区综合能效的重要途径。

强化规划引领，统筹规划园区电力、热力、余热、新能源等综合能源，优化能源生产与消费系统，保障园区高质量发展

协同规划电网、热网等能源传输网络，促进多种能源形态高效协同利用。做好余热资源梯级利用，重视能源生产、传输与消费的质量和效率，保障园区经济高效发展。发挥储电、储热、储冷等灵活资源的调节能力，挖掘需求侧响应潜力，抓住辅助服务市场、碳交易等新机遇，创造更多增值收益。

山西省晋中市太谷县采用热水型及乏汽型溴化锂热泵机组，提取电厂的乏汽及循环冷却水中的余热。以太谷恒达电厂提供的 0.98MPa、298⁰C 采暖抽汽经减温减压后作为热泵机组的驱动热源，回收利用一期汽轮机凝汽器循环冷却水以及二期空冷机组乏汽余热。将供热一次管网循环回水从 55⁰C 提升至 85⁰C，再利用热网加热器将热网水加热到 110⁰C 提供给市政供热。项目回收冷凝热供热 110MW，余热供暖面积 200 万 m²，项目每年可实现节约 4.35 万吨标准煤。

推动园区工业节能，制定合理的产业政策，优化能源资源利用

2016 年 7 月，国家工信部发布《工业绿色发展规划（2016—2020 年）》，将工业绿色发展作为重要战略。推动工业节能与绿色发展，按照“源头减排、末端治理、技术优化、全程监控”的系统性思维，重点做好工业能效提升、资源综合利用、清洁生产改造等工作。

明确产业转型升级途径，鼓励园区造纸、电力和热力生产企业、纺织业等重点用能行业积极使用新工艺、新技术、新设备，坚持生产集约化、高效化、绿色化、数字化发展。立足园区自身发展实际，将产业能耗指标纳入产业准入条件，实行工业园区绿色准入，有偿使用环境资源。

苏州吴江区是中国著名的 4 大纺织基地之一，仅盛泽镇就拥有纺织企业 5000 余家，年产各类布匹上百亿米。根据测算，一家小规模印染厂 1 天至少要产生 2000 吨左右废水和 10 吨左右废泥。为还太湖一湖清水，当地各级政府部门频出重拳治理污染。2018 年，苏州迪利安环保科技有限公司率先利用生态光电智能印染技术，真正做到了废水废气“零排放”，新工艺、新技术让盛泽镇的印染企业看到了新的生机。

推动园区交通节能，建设集约高效、智慧便捷的绿色交通体系

优先发展园区公共交通，推广使用节能交通工具，加大新能源和清洁能源在公共交通中的应用。

开展新能源汽车及加气站、充电站等配套设施的建设发展规划，做好充电设施预留接口与停车场区域总体布局；鼓励园区内部物流车、私家车使用电动汽车、液化天然气、油电混合动力等节能车辆；有港口的园区，大力推动岸电布局，推广靠港船舶使用岸电和装卸机械“油改电”；推广节能型路灯，提高园区照明系统节能水平；完善智能交通体系，及时更新园区道路基础数据和电子地图，推动智能化交通管理和智能化交通服务。

推动园区建筑节能，建设绿色节能、智慧宜居的特色建筑集群

2017年，我国建筑总能耗为9.47亿吨标准煤，约占全国能源消费总量的21.11%。据中国建筑节能协会《中国建筑能耗研究报告（2019）》预测，我国建筑部门总能耗将在2042年达峰。建筑能耗一直是能源消费的重要组成部分，加快推动园区建筑节能，是优化园区能耗指标的有效途径。

对既有建筑实行建筑能源审计，加快建筑节能改造，根据实际建筑负荷特性，充分利用园区本地工业余热、清洁能源，积极使用水源热泵、地源热泵、储能等技术，提升园区建筑能效。

苏州常熟滨江新城绿色能源站，项目总投资约4.2亿元，集中解决约200万平方米建筑冷暖空调及生活热水供应。该系统较传统空调系统年节约标煤3.5万吨，年减排二氧化碳约8.6万吨，年节省运行费用1300多万元。

对新建建筑，在土地出让、规划设计等环节严格把关，明确其绿色建筑星级及能耗标准要求，从源头上推进建筑节能。同时，打造一批“绿色工厂”“绿色园区”等示范项目，推动绿色建筑发展。

推动园区智慧平台建设，建设实时监控、协同管理的智慧管理平台

2016年2月，国家发改委、国家能源局、工信部联合制定的《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》开始实施，能源互联网新技术、新模式和新业态正在兴起。

加强对园区用能单位能耗监测系统建设，实现对重点工业用户、重点建筑、交通枢纽站等能耗监测，建立和完善能效测评、能源审计、节能服务等能源管理工作。长远考虑智慧管理平台对各类能源管理系统的兼容和扩展能力，为智慧园区、智慧城市建设做好技术准备。

可见，大型能源设施辐射型工业园区应从能源供应侧统筹规划优化电力、热力、燃气等能源系统，做好对工业余热资源梯级利用；重视能源传输网络协同规划，提升管廊等市政基础设施利用效率；在能源消费侧，提升工业、建筑、交通领域的用能效率，充分挖掘其节能潜力。此外，园区还应加快太阳能、地热能、生物质能、氢能等清洁能源和常规能源融合发展，积极利用柔性电力技术、热泵技术、储能技术、智能控制等技术，推动园区建设绿色高效的能源系统。（孙志凰）

可再生能源已成全球重要“电源”

在发电总量中的占比接近30%

中国能源报 2021.1.18

本报讯 日前，国际能源署（IEA）发布最新电力报告指出，虽然2020年受新冠肺炎疫情影响，全球电力市场需求明显下滑，但全球能源转型进程却呈加速之势，传统化石能源发电占比大幅缩减，可再生能源电力占比快速提升至近30%，成为全球最重要的电力来源之一。

据悉，这是IEA今年发布的首份电力市场报告。根据该报告，2020年，受新冠肺炎疫情影响，全球经济遭受重创，导致全球电力市场需求下降约2%，创下20世纪中叶以来的最大降幅。

从地区来看，2020年，传统电力消费大国美国、印度、日本、韩国等的电力需求普遍呈下滑态势。其中，欧洲整体的电力需求下滑约4%，美国下滑约3%。此外，东南亚众多新兴经济体的电力需求也明显下降。

值得注意的是，报告指出，由于疫情管控得力，中国成为唯一实现正增长的主要经济体，电力需求也维持稳定增长。统计显示，从2020年第二季度开始，中国每月的电力需求均高于2019年同期，2020年全年的电力需求增长了2%。

IEA表示，2020年，尽管经济衰退影响了电力市场的需求，但全球能源转型的进程并没有出现预想中的倒退。由于多数国家将经济复苏的希望寄托于可再生能源，促使可再生能源电力发展持续向好，清洁能源发电的比重反而进一步提升。

数据显示，2020年，全球包括水电、风电和光伏发电在内的可再生能源发电量较2019年增长了近7%，在全球发电总量中的占比也达到28%。相比之下，全球燃煤发电量下滑了5%左右，创历史上最大跌幅。

IEA署长比罗尔表示：“全球正加速向清洁能源转变，电力领域的清洁化趋势尤为明显。同时，受传统化石燃料需求和价格下滑、可再生能源逐渐成熟推动，2020年，全球平均电价也呈下滑趋势，降幅近30%，较2019年翻番。”

另据IEA预计，在全球转型加速的大背景下，即使今年全球电力市场需求回暖，也不会影响可再生能源发展进程，其影响力将进一步提升。

报告指出，随着全球经济的复苏，预计2021年全球电力需求将较去年小幅提升，涨幅约为3%。这一增长态势将主要受新兴和发展中经济体的带动。但IEA同时表示，与2010年7.2%的电力需求反弹相比，这一复苏幅度相对较小。

从电力结构上看，IEA预测，今年可再生能源电力将进一步挤占煤电市场，可再生能源发电量的增长将超过6%，在全球发电总量中的占比将进一步提升至29%以上。

另外，报告还特别肯定了核电的发展前景，预计今年全球核电发电量将增长2.5%。

（董梓童）

优化能源产业结构 致力于实现碳中和

日本发布能源转型计划

人民日报 2021.1.26

日本政府日前发布“绿色成长战略”，计划在海上风电、电动车、氢能源、航空业、住宅建筑等14个重点领域推进减排。据估算，到2030年，该战略将拉动日本经济增长90万亿日元（1元人民币约合16日元），到2050年，将拉动经济增长190万亿日元。

日本首相菅义伟去年10月底首次发表施政演说时宣布，日本将在2050年实现碳中和。此次“绿色成长战略”被认为是日本政府为实现碳中和目标所规划的路线图。日本希望在实现经济社会更加可持续发展的同时，推动加快优化产业结构、能源结构，实现经济发展与环境保护的良性循环。

日本环境省相关资料显示，日本能源行业的二氧化碳排放量占总排放的约40%，远远超过其他行业。2020年上半年，日本太阳能、水力、风力、地热、生物等可再生能源发电量约占总发电量的23.1%，核能发电占比只有约6%，剩下的约70%都来自煤炭、石油、天然气等化石能源。

根据“绿色成长战略”制定的目标，到2050年日本发电量的50%—60%将来自可再生能源。为此日本政府亟须修改能源基本计划。据悉，日本政府将继续减少火力发电，加快引进可再生能源，同时最大限度地利用核电。战略还提出，到本世纪30年代中期，新车销售将全部变为纯电动汽车和混合动力汽车，日本政府将支持动力电池开发，降低成本以减轻用户负担。

日本政府将把扩大海上风力发电作为实现碳中和目标的突破口。到2040年，预计海上风力年发电量达到最高4500万千瓦时，相当于45个核电机组发电量。日本政府还提出，到2030年将氢能源使用提高到300万吨，2050年提高到2000万吨，并将氢能源的成本降至每标准立方米20日元，推动氢能源在交通、发电等领域的普及应用。

日本《朝日新闻》表示，日本实现碳中和目标面临众多挑战，企业必须增加技术研发与设备投资。日本政府已在2020年财年（截至2021年3月底）第三次补充预算中列入2万亿日元创设基金，用于长期支持绿色经济领域的相关研发。（刘军国）

青豫特高压工程已向河南输送50亿千瓦时绿电

科技日报 2021.1.29

科技日报记者西宁1月28日电（记者张蕴 通讯员张璞 谢莉蓉）28日，世界首条新能源远距离输送大通道——青海—河南±800千伏特高压直流工程（简称“青豫特高压工程”）累计向中原地区输送“绿电”50亿千瓦时，相当于替代受端原煤225万吨，减排二氧化碳370万吨。

青豫特高压工程起于青海省海南藏族自治州，止于河南省驻马店市，是我国发展先进输电技术破解特大型新能源基地集约开发世界级难题的重要实践。

据了解，该工程双极低端系统于2020年7月先行投运，以 ± 400 千伏电压等级向中原地区送电。2020年，工程按期完成全部的建设、验收、调试任务，于同年12月30日实现全面投运，正式进入 ± 800 千伏全电压运行状态，宣告青海电网正式进入特高压时代。

一边是能源资源丰富的青海，一边是用能需求巨大的河南，青豫直流工程搭建起青海能源外送的桥梁。

截至2020年底，海西、海南千万千瓦级清洁能源基地全面建成，清洁能源装机占比超全网装机总规模的九成，全年发电量847亿千瓦时、占比89%；新能源装机占装机总规模61%，日最大发电量占比52%。

据了解，负责工程青海段运维的国网青海检修公司推动监控、运行、维护、检修各环节协作互进，全力做好特高压青南换流站、输电线路及其相关配套工程的运维工作，确保清洁能源可靠输送，全力支撑青海电网清洁低碳转型发展、打造“零碳电力系统”。

中国城市燃气协会分布式能源专业委员会主任方建平：

打造韧性能源是分布式能源使命

中国科学报 2021.1.25

“从我国低碳化、数字化能源发展方向来看，能源系统将由集中式向分布式转变，分布式能源优势会进一步凸显。”日前，中国城市燃气协会分布式能源专业委员会主任方建平在第二届分布式能源生态论坛上强调，未来，分布式能源将为解决韧性化能源扮演重要角色，成为新兴产业群。

在他看来，打造安全可靠、绿色低碳、高效经济的韧性能源应是分布式能源与智慧能源的战略使命。未来，我国分布式能源发展应把握数字化、智能化核心，向低碳化、数字化的综合智慧能源不断演进，为建设城市能源大脑提供基础应急安全保障能力。

当前，各国都提出了雄心勃勃的脱碳计划。为加快能源转型、提高能源安全以及减少对化石能源的依赖，各国均主要集中于发展太阳能、风能与生物质能，这与目前我国提出的能源战略不谋而合。

方建平表示，我国能源发展方向主要表现在：一是靠近终端的智慧化；二是低碳化。

在终端智慧化方面，由于政策要求逐渐趋严、能源供应多样化及技术装备不断进步，靠近终端的能源供需成本将不断降低、管理将趋于精细化，为分布式能源这种新型能源利用模式提供了广阔舞台。

而在低碳化方面，未来10年，伴随我国能源结构发生巨变及新型能源体系向绿色、韧性转型，其催生的绿色能源投资将达到现有GDP的4%，约4万亿元。在此过程中，能源行业特征与市场格局将有望得到重塑，能源政策、标准、行业协会、媒介等支持与服务体系将

同步发生巨变。

方建平称，从低碳化、数字化能源发展方向看，能源系统由集中式向分布式转变，大网与小网相组合是大势所趋。分布式能源也应把握“新基建”数字化、智能化的核心，向低碳化、数字化的综合智慧能源演进。

“智慧化的核心是贴近用户侧能源供应、重视用户体验。以物联网、互联网、大数据为核心推手的智慧能源，有望极大创新天然气的终端应用形式与商业模式。”方建平举例称，建筑物过去只是用能主体，按照新经济理论，未来其不仅是用能单位，还将是创造能源的单位，耗能和产能要进一步结合，从而推动能源企业由供应资源向提供服务转变。

截至目前，我国已构建完成基本的能源保障体系。方建平表示，伴随着能源结构低碳化与城市管理终端化、精细化发展，分布式能源技术借助可控可靠、启动快速的优势，有望在解决韧性化能源系统建设方面扮演重要角色，成为解决城市能源供应与管理痛点和难点的重要“抓手”，在城市能源大脑建设过程中提供基础应急安全保障。

此外，方建平认为，在国家能耗总量与排放控制要求下，可再生能源势必大规模发展。而助推城市能源绿色韧性转型，还应进一步推动传统能源与可再生能源有机结合，创新技术和商业解决方案。

“比如将富余可再生电力，首先通过电解，使氢气与沼气中的二氧化碳结合，形成代用天然气（人工甲烷），再注入到天然气管网。这方面欧盟已有广泛实践，我国也应该开展这方面的技术储备。”方建平举例说。（李惠钰）

2050 年先进能源技术将为电力行业带来 470 亿美元收益

中国科学报 2021.1.22

近日，未来资源研究所发表新闻称，该机构一项新研究发现，降低 5 种先进能源技术的成本，可在不影响美国联邦气候政策的情况下，每年提供高达 160 亿美元的社会收益，而如果制定新的国家清洁电力标准，每年可带来 470 亿美元的社会收益。

随着美国政府对清洁能源技术创新的支持日益增加，学者提出了有关先进能源技术的重大问题：通过创新而降低成本的技术能带来多大的收益？即便没有任何新的国家清洁能源或环境政策，这些降低的成本仍然有价值吗？

为此，研究人员研究了 5 项技术——天然气发电厂的碳捕获、核反应堆、地热发电、直接空气捕获和能量储存。研究表明，如果制定新的国家清洁电力标准，到 2050 年，降低这 5 项技术的成本每年可创造高达 470 亿美元的收益。其中大部分收益将来自于降低成本实现的联邦清洁能源目标。但是，即使没有联邦清洁能源目标或其他环境政策，研究发现，到 2050 年，这些技术每年仍可产生约 160 亿美元的社会收益。在这种情况下，大多数收益来自于消费者电力成本的节省和有害排放的减少。

这 5 项技术都列入了《美国能源创新法案》。研究人员表示，除非每种技术的成本达到

了具有广泛竞争力的水平，否则几乎没有收益。进一步降低成本将产生数十亿美元的收益，还可以产生良性循环，其中较低的成本带来更多的推广，进而通过效仿等方式进一步降低成本。（刘文浩）

二、热能、储能、动力工程

工信部推动新能源汽车电池回收利用

超 487 万辆新能源汽车纳入动力电池溯源管理平台

中国环境报 2021.1.12

本报综合消息 中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”列为 2021 年重点工作之一。工业是碳排放重要领域，实现工业低碳减排至关重要。

工信部部长肖亚庆日前介绍，5 年来，我国共建设 2121 家绿色工厂、171 家绿色工业园区、189 家绿色供应链企业，推广近两万种绿色产品，将超过 487 万辆新能源汽车纳入动力电池溯源管理平台，绿色制造体系初步形成。

2021 年，要全力做好工业领域节能减排。落实能耗“双控”政策，严控重化工业行业新增产能规模，坚决压缩粗钢产量，确保粗钢产量同比下降，并发布新版钢铁产能置换实施办法，完善产能信息预警发布机制。

与此同时，制定重点行业碳达峰行动方案和路线图，鼓励工业企业、园区建设绿色微电网，优先利用可再生能源，在各行业各地区建设绿色工厂和绿色工业园区。

发展新能源汽车是推进节能减排的重点。肖亚庆表示，将围绕碳达峰、碳中和目标制定汽车产业实施路线图，强化整车集成技术创新，推动电动化与网联化、智能化并行发展，同时通过制定配套法律法规、完善回收利用体系、发布相关标准等，推动新能源汽车动力电池回收利用。

清洁供暖需综合考虑技术经济可行性及资源供给持续性

多能互补破解供暖热源难题

中国能源报 2021.1.4

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

清洁能源“八仙过海，各显其能”

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

化趋势时，国家能源局原副局长吴吟指出。

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

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

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

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

技术、经济等因素需综合考虑

目前，我国虽然有各种各样的清洁能源。但是，反观现实，实现碳达峰的任务仍然十分艰巨。“我国供热能源结构仍以煤为主，占比接近 80%。绝大部分燃煤电厂在市区及附近，大量小机组尚存，燃煤锅炉效率低且排放高。当前的‘煤改电’‘煤改气’在执行过程中也存在一定问题，给清洁供暖带来了巨大的压力。”清华大学建筑学院教授付林表示。

“在我国承诺 2030 年实现二氧化碳排放达峰，2060 年实现‘碳中和’后，原来制定的能源转型目标势必做出调整。‘十四五’规划和中长期规划一定会对能源消费和排放指标做出更严格的约束。”中国建筑节能协会副会长、北京建筑大学教授李德英指出。

当前，我国已明确提出，到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

具体到清洁供暖热源的选择上，郑克桢认为，应该从技术和经济可行性以及资源的可持续供应等方面通盘考虑。

他进一步分析称，在市场经济环境下，推进重大项目不能不计成本。热源选择应该有技术和经济可行性评价报告作为依据，比较它们的技术成熟度、能源利用效益、使用寿命等。因此，从长远角度来看，必须考虑其利用成本。另外，还需根据当地的资源禀赋和条件，考虑供给的持续性和稳定性。

多能互补是今后创新方向

从用户侧来看，美好生活的目标必然对用能的多元化提出更高要求。业内专家表示，未

来，我国将迎来多能互补的多元化清洁供暖方式。

郑克桢通过回顾近几年各地清洁供暖项目的完成情况总结道：“从最初的天然气、空气源热泵和电蓄热为主，到现在的地源热泵逐步增多，可以看出，经济性好的供暖方式增长快。”

他以北京通州为例告诉记者，作为北京城市副中心，通州承载着北京未来发展。其城市绿心起步区地源热泵供热、供冷系统入列 2020 年重点新建能源项目。行政办公区启动区地热“两能”（地源热泵和中深层地热）供热、供冷热泵系统项目，总建筑面积 380 万平方米，其供热制冷以“浅层地热能为主，深层热能为辅，其他清洁能源调峰”的能源供给方案，为全国地热“两能”的规模化应用起到引领示范的作用。

那么，清洁供暖下一步的战略是什么？在郑克桢看来，应该创新更有发展优势的多能互补方案。“创新的宗旨应该是进一步提升效益、降低成本。只有降低了建设成本，拉低了用户费用，才会受到用户和政府的信赖。”郑克桢说，作为地方政府，执行清洁供暖的规划和实施，当然应该选取技术和经济可行性高的方法，提高民众满意度，减少财政支出。而用户有权选择时，也会选定技术和经济可行性高的方法，图的是舒适安全，又减少支出。

郑克桢认为，优秀方案值得推广应用，但也不应该停留在“保持”水平，应该不断改进、提高、创新，追求好上加好。同时，有一些优秀方案，可以考虑优、优之间的联合互补，使之更优秀。所以，要始终不断创新。“创新不是一句空话，最有潜力和前景的是多能互补。”他强调。（张胜杰）

中外科学家合作发明全新中性锌空气电池

中国科学报 2021.1.5

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

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

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

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

应，电池在空气中和氧气中均表现出稳定的长循环性能。

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

我科学家开发自然光驱动催化剂

人民日报 2021.1.12

本报合肥1月11日电（记者徐靖）近期，中科院合肥研究院智能所吴正岩研究员课题组与东华大学蔡冬清教授合作在光催化治理水体污染方面取得重要进展，该工作为解决水体环境中抗生素的污染提供了一种高效的解决方案。相关成果被环境催化领域权威期刊发表。

近年来，抗生素的大量使用使其在水体环境中泛滥，并引起大量耐药性微生物的繁衍，这导致水体环境中抗生素和微生物污染加剧。针对此类污染，课题组设计并开发了一种高效的碲化镉/钨酸铋复合材料作为光催化剂用于污染物治理。该催化剂利用了碲化镉和钨酸铋协同效应促进水体中活性氧的产生，从而高效降解抗生素和钝化细菌。

同时，该催化剂又展现出良好的循环利用率，多次催化后仍可保持较高的光催化效率，并且是直接利用太阳光作为光催化的驱动力，符合绿色环境可持续发展的需求。因此，该催化剂在水体抗生素污染治理方面展现出一定的应用前景。

俄罗斯：新材料性能改进有方法有特点

新燃料开发瞄准极地实际应用

科技日报 2021.1.12

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

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

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

俄托木斯克工业大学与中国和德国专家共同研发出一种特殊的纳米导线，可作为透明电

极用在柔性电子产品和太阳能产品上，且具有更高的电导率。

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

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

固态电池尚未走出实验室

科技日报 2021.1.14

虽然主流厂家的固态电池规模化量产还在蓝图中，但蔚来汽车放出的一则消息被市场解读为“搭载固态电池的汽车将迎来商用”，波及相关产业链资本市场表现。

1 月 9 日，蔚来汽车发布全新 150kWh 固态电池包，搭载这项技术的蔚来电动车预计于 2022 年第四季度交付，续航里程有望超过 1000 公里。

能称为下一代的电池技术不止一种，无论是技术还是应用，每次点滴进步总能搅动坊间关注，这次的焦点集中于，固态电池真的已走过重重难关进化到可规模量产于汽车了吗？

市场的误读在于，虽然在材料和工艺两个层面进行了技术创新，但蔚来此次发布的电池仍将使用隔膜、电解液等，应归类为“半固态电池”。

固态电池和传统锂电池最显著的区别在于电池内部的电解质的物理形态。国内新能源汽车装备的液态电池，使用的是液态电解质，而使用固态电解质的固态电池理论上具有电池寿命更长、同电容量下体积更小、安全性更高等优势，个个直击当前新能源汽车用户的痛点。

但是，即便固态电池已具备了量产的可行性，批量投产还需要技术提升及解决与液锂电池的成本较量。

蔚来创始人、董事长兼 CEO 李斌表示，固态电池量产的难度在于成本高，而蔚来的 BaaS 模式使他们更容易获得规模效应，以降低单件成本。

BaaS（Battery as a Service）是蔚来的电池租用服务，就像共享单车一样，它将电池的产权剥离到蔚来的电池资产有限公司，用户购买车辆后从电池资产公司租用电池。这种不将汽车与电池捆绑的“车电分离”模式有效解决了新能源汽车残值率大幅下跌的用户困扰，不仅让蔚来拥有了更大的竞争优势，也使得汽车电池可以独立迭代。

如李斌所言：“固态电池一直没有量产的机会，蔚来的商业模式让我们可以保证固态电池启动量产所必须的量，所以我们推动固态电池技术量产的动力比别人大得多。固态电池车用级规模的量产需要有人去启动它，我们全面评估后认为能做到量产。相信蔚来可以把整个

行业量产的时间至少提早 1—2 年。”

虽然固态电池也有自己的“焦虑”，但无论是产业层面还是政策层面均认可它的技术趋势和市场潜力，早早就开始了布局。

据 SNE Researchd 的测算，2025 年我国固态电池市场空间有望达 30 亿元，2030 年有望达到 200 亿元。

随着技术、工艺和成本等难题的解决，固态电池的商业化只是时间问题。

中科院物理所研究员李泓在国轩高科第十届科技大会上谈及固态电池产业化进度时表示，应该以 10 年时间作为发展尺度，才有可能形成一个比较高的市场占有率。

这与产业的判断基本一致，从国内动力电池龙头企业宁德时代的进度看，全固态电池还在开发中，预计 2030 年后才能实现商品化。

“未来的动力电池市场，是多元化的市场，固态电池还未跑出实验室，液态电池仍将是新能源汽车的长期配置。”汽车行业资深媒体人陈小兵说，“值得关注的是，动力电池虽然是整车成本最高的部件，但新能源汽车的竞争凭的仍是综合实力。”

中国科学技术大学等

研制出新型氢氧燃料电池阴极催化剂

中国科学报 2021.1.13

本报讯 中国科学技术大学教授曾杰团队与国家同步辐射实验室教授鲍骏团队合作，研制出一种新型氢氧燃料电池阴极催化剂。该催化剂为超立方体框架结构，在氢氧燃料电池阴极反应中表现出高活性和高稳定性，为今后相关电催化剂的设计提供了新思路。该成果日前发表于《美国化学会志》。

燃料电池是一种化学电池，它利用物质发生化学反应时释放出的能量，直接将其转换为电能。当前，电池阴极氧还原反应的铂基催化剂活性和稳定性较低，制约了电池输出功率和充放电循环次数，从而增加了整个燃料电池的成本。因此，高活性、高稳定性的阴极催化剂制备，成为氢氧燃料电池研究的热点与难点。

中国科学技术大学团队受三维立方体向四维超立方体演变的启发，将钯铂均匀合金立方体进行氧化刻蚀，通过精准调控钯原子的去除和余下钯原子、铂原子的重排，得到钯铂合金超立方体框架结构。此外，通过调节初始立方体中钯、铂两种元素比例，还可以得到八足体和立方框架结构。

在电池阴极催化测试中，立方框架结构、超立方体结构和八足体结构的单位质量活性，分别达到商用铂碳催化剂的 4.1 倍、11.6 倍和 8.3 倍。理论计算表明，超立方体表面晶面的氧吸附能最接近于理论最优值，这一趋势与实际测试的氧还原活性顺序相一致。（桂运安）

广东：氢燃料电池汽车产业瞄准世界先进水平

羊城晚报 2021.1.20

作为国内新能源车中的新兴力量，如今依然处于萌芽阶段的氢燃料电池汽车，已经逐步走入了大众的视野。为贯彻落实《广东省人民政府关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》（以下简称《意见》），加快培育发展氢燃料电池汽车产业，持续增强新能源汽车产业核心竞争力，广东省发改委在去年11月也制定了广东省加快氢燃料电池汽车产业发展实施方案。

瞄准缺失环节和关键设备

按照这个实施方案，广东要鼓励省内氢燃料电池系统、电堆、膜电极等企业加强合作，加快开发具有自主技术的氢燃料电池高性能电堆，实现规模化生产。通过产业链上下游联动，支持氢燃料电池在商用车、应急电源、储能等领域的应用，通过规模应用降低电池电堆和系统制造成本。

然而目前制约氢能源和氢燃料电池产业发展的环节依然很多。为此，这个《意见》也提出了要瞄准缺失环节和关键设备，采用省内培育与招商引资引智相结合的方式逐步完善氢燃料电池汽车产业链，重点突破碳纸、催化剂、高压储氢瓶、加氢设备、高性能制氢设备等关键材料和设备。

此外，要依托自主化膜电极、电堆、系统等产品，加快开发形成全系列氢燃料电池物流车。支持省内整车龙头企业牵头制定氢燃料电池乘用车开发方案，力争在2020年开发出具有自主核心技术氢燃料电池乘用车。实际上，在去年年底，以广汽氢车为代表的氢燃料电池车已经在北京车展和广州车展亮相，成为让人期待的产品。

支持茂名发展氢能产业

为了解决氢燃料电池的来源问题，《意见》提出了要依托广州开发区、佛山南海高新区、佛山（云浮）产业转移工业园等产业园区推进氢燃料电池产业发展，支持茂名发展以氢源供应、氢气储运及设备等为特色的氢能产业，培育形成错位竞争的氢燃料电池产业集群，提高产业整体竞争力。

氢燃料电池的技术研发和创新，始终决定了氢能源车能走多远。为此，广东也提出了瞄准世界先进水平，组织编制氢燃料电池汽车、氢能技术创新路线图，制定近、中、远期技术创新目标。开展高性能氢燃料电池电堆和核心部件专项攻关，2020年-2021年，在新能源汽车重大科技研发专题中设立氢燃料电池专题，对氢燃料电池电堆、膜电极、DC/DC等关键部件，催化剂和碳纸（气体扩散层）等基础材料，以及燃料电池动力系统集成与控制、整车的重大研发项目实行悬赏式研发后补助。

商业车和专用车先行一步

氢燃料电池汽车首先会在哪些类型上突破并规模化推广，从《意见》看来，还是商用

车。比如以重载运营货车、中远程物流车、工程车、港口作业车为重点，加快氢燃料电池商用车和专用车推广应用。所以近期广东就会重点建设广州－深圳、广州－珠海、深圳－深汕特别合作区氢能运输走廊，逐步在沿海经济带打造氢能高速通道。

其次就是物流车，鼓励氢燃料电池汽车生产企业与省内重点物流企业合作，通过批量化集中采购，大幅降低氢燃料电池汽车购置成本，推动氢燃料电池商用车规模化使用。

到了第二阶段，才是乘用车的机遇，但也不是全面铺开，只能在省内两大城市能有更多的市场机会。所以《意见》提适时在广州、深圳、深汕特别合作区等地试点开展氢燃料电池乘用车示范运行，力争 2022 年实现首批氢燃料电池乘用车示范运行。

其实广东的目标还很宏伟，不但在汽车领域要实现氢燃料电池的应用，《意见》还提出了适时推进氢燃料电池在船舶、家用分布式热电联供、应急备用电源等方面的示范应用，力争 2022 年实现首台氢燃料电池示范船、首套家庭用热电联供示范应用。这样一来，就彻底将氢燃料电池的发展方向扩展了，不只是交通领域，也包括了家庭的应用。

鼓励加油站改建加氢站

按照适度超前原则，广东将会围绕氢燃料电池商用车和专用车规模化推广应用需要，组织编制加氢站布局方案，在珠三角核心区、沿海经济带布局建设约 300 座加氢站。各重点城市要结合本地示范应用需要，编制本地区加氢站建设方案。

加快完善加氢站设计、建设及运营的管理体制，重点支持油、氢、气、电一体化综合能源补给站建设，鼓励利用现有加油（气）站改扩建加氢站，现有加油（气）站在红线范围内改扩建加氢站可视为已纳入加氢站布点规划。依法对加氢站特种设备开展安全监察。

为了激发市场参与的热情，广东也提出要对加氢站建设给予一定补贴。自政策发布之日起，按照“总量控制，先建先得”原则进行补贴，省财政对 2022 年年前建成并投用，且日加氢能力（按照压缩机每日工作 12 小时的加气能力计算）500 公斤及以上的加氢站给予补贴。其中，属于油、氢、气、电一体化综合能源补给站，每站补助 250 万元；独立占地固定式加氢站，每站补助 200 万元；撬装式加氢站，每站补助 150 万元。

广东还提出，要围绕氢燃料电池、储氢、加氢等全产业链，开展氢燃料电池汽车标准体系研究，制订标准体系规划和路线图，重点围绕氢燃料电池产业基础与管理、氢气制备和加注等重点领域制订一批技术标准。

直里程焦虑、安全性等痛点

“十四五” 新能源汽车科技创新这样攻坚

科技日报 2021.1.21

针对冬季电动车续航里程“打折”现象，重点攻关全气候动力电池技术，布局整车一体化智能高效热管理技术；聚焦大众关心的新能源汽车安全性问题，重点攻关高安全动力电池技术和安全预警技术；围绕用氢成本偏高和重载燃料电池商用车商业化难的问题，推进大

功率长寿命燃料电池系统、高密度车载储氢与供氢技术攻关，强化氢的制—储—输用全链条技术研究……

日前，中国电动汽车百人会论坛（2021）高层论坛在线上举行，科技部部长王志刚演讲时指出，面向未来，我们要坚持问题导向，促进创新链和产业链融合发展，推动我国新能源汽车产业发展再上新台阶。

全球汽车的形态和格局正在重塑，“电动化、智能化、网联化、共享化”发展已是大势所趋。“要准确把握科技创新大势，布局抢占新能源汽车技术和产业发展新赛道。”王志刚强调，过去十多年间，我国电动汽车的发展特别是电动汽车科技创新取得了显著成绩，未来发展不要因为面临的问题和短板，特别是不能因为科技创新没有跟上而起大早赶晚集。

“围绕创新链布局产业链，科技创新在我国新能源汽车产业发展中发挥了关键作用。”王志刚说，通过政策引导、市场主导、科技先行等多方共同作用，我国形成了一批国际一流的技术成果，诞生了一批具有国际竞争力的新能源汽车企业，建立起了全球最完善的新能源汽车产业链。

事实证明，我国在新能源汽车科技发展方面是具有前瞻性和创造性的。从2001年起，科技部就设立了电动汽车重大科技专项，确立了以纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车技术为“三纵”，电池、电机、电控为“三横”的“三纵三横”总体研发布局。

此后三个五年计划中，新能源汽车产业化集中攻关，国家将新能源汽车确定为战略性新兴产业，逐步形成了以企业为主体、产学研联合攻关的组织模式，确立了“纯电驱动”战略，“新能源汽车”重点专项突破一批关键核心技术，进一步提升了新能源汽车产业链的技术水平。

刚刚过去的2020年，在新冠肺炎疫情蔓延全球的大背景下，我国新能源汽车产销量逆势上扬，产销量达到了136.6万辆和136.7万辆，连续6年位居全球首位。

不容忽视的是，我国新能源汽车科技创新仍然存在一些突出问题。比如，一些基础性问题 and 底层技术还没有完全搞清楚，具备性能跃升的前沿技术成果还不多；电动汽车冬季性能受限、整车安全、大功率燃料电池缺乏等核心技术瓶颈问题，严重影响我国新能源汽车产品竞争力和产业发展；关键核心技术短板明显，车规级芯片、车控操作系统、测试和验证装备等严重依赖国外；应用验证平台、条件和场景缺乏，部分关键技术突破后，在高度商业化与规模化汽车市场中难以快速落地推广。

直面难题，“十四五”新能源汽车科技创新如何发力？王志刚透露，科技部坚持围绕新能源汽车产业链部署创新链，坚持“纯电驱动”发展战略，坚持“电动化、智能化、网联化、共享化”的发展方向，按照新“三纵三横”总体布局，以国家重点研发计划“新能源汽车”重点专项为牵引，并行推进多条技术路线研发，围绕产业链、供应链关键环节、关键领域、关键产品，布局补短板 and 建长板并重的创新链，从能源动力、电驱系统、智能驾驶、车网融合、支撑技术、整车平台等方面支持新能源汽车关键技术研发。

“加强新能源汽车基础研究与前沿技术创新，把实现‘从0到1’的突破摆在更加突出的位置。”王志刚表示，前瞻探索全固态动力电池、基于新材料和新器件的电驱动系统等下一代动力电池、驱动电机核心关键技术，布局高安全自动驾驶类脑决策与人机共驾技术、车路云分层决策与网联控制技术智能驾驶技术，为产业未来发展奠定坚实的科技基础。

与此同时，提升新能源汽车关键核心技术自主化水平迫在眉睫。“十四五”期间，科技部将加强新能源汽车科技方面的顶层设计和多学科融合，将在一批关键核心零部件，如车规级智能驾驶芯片、第三代功率半导体器件、车载操作系统、线控底盘等方面加大支持力度，力争实现产业链关键环节的自主可控，在智能化、新能源汽车领域加快实现自立自强。

“持续优化新能源汽车科技创新体系。”王志刚说，科技部将积极推动构建以企业为主体、产学研深度协作的新能源汽车科技创新体系，为科技成果高效转化提供良好政策环境；充分发挥新能源汽车研发平台对多种变革性技术的集成、牵引、推动效应，加强新能源、互联网、人工智能等前沿新兴技术的研发布局，加强产业链和创新链的对接。同时，加强新能源汽车领域的国际科技合作，为畅通国内大循环、塑造我国在国际大循环中的主动地位筑牢创新根基。（刘垠）

五方面推进新能源车产业高质量发展

羊城晚报 2021.1.20

1月15日-17日，以“新发展格局与汽车产业变革”为主题的第七届中国电动汽车百人会论坛（2021）在北京召开。在这届百人会上，来自相关主管部门、主流车企、研究机构代表及行业专家纷纷建言献策。工业和信息化部、住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会、交通运输部、生态环境部等多个部委集体发声，助力新能源汽车产业上下游的全面发展。

工业和信息化部部长肖亚庆在本届百人会上表示，发展新能源汽车是汽车产业转型升级的主要方向，是推动绿色发展、保障能源安全的战略选择。当前，我国新能源汽车产业发展正处于滚石上山、爬坡过坎的关键时期。

肖亚庆说，工信部将从五方面加快推进新能源汽车产业高质量发展：一是实施强链补链行动。围绕补短板、锻长板，编制行动方案，全面提升产业链竞争力。二是加快核心技术攻关。围绕降低成本、提高安全及全气候适用等问题，支持开展技术攻关，加快车用芯片、操作系统等研发和产业应用。三是加大推广应用力度。推动提升公共领域车辆电动化水平，开展新一轮新能源汽车下乡活动，加快充换电基础设施建设，鼓励换电模式等创新发展。四是优化产业发展环境。深化放管服改革，有序开放代工生产，要用好市场规则，推动提升产业集中度。五是深化高水平开放合作。加强与各国和各方的开放合作，引导企业积极参与国际竞争，形成开放性产业发展新格局。

成功研发中国首艘燃料电池游艇

中国科学报 2021.1.13

本报讯（记者卜叶）日前，大连海事大学在绿色航运领域获新突破，该校新能源船舶动力技术研究院牵头建造的中国第一艘燃料电池游艇“蠡湖”号通过试航，标志着我国燃料电池在船舶动力上的实船应用迈出关键一步。

近年来，燃料电池在汽车上的应用发展迅猛，技术已经相对成熟，但想应用在船舶上，还需要解决诸多安全与技术问题。大连海事大学研究团队依托多年来的研究积累，先后突破了船舶氢气加注、氢气瓶组轻量化、涉氢安全设计、船用燃料电池系统设计、船舶混动系统设计等技术难关。在此基础上设计的燃料电池游艇船长13.9米，采用70千瓦燃料电池及86千瓦时的锂电池组成混合动力，设计船速18千米/小时，续航180千米，可载乘员10人。其船型及动力等接近于国外的对标船型，而在电动船最为关键的续航指标方面已略有优势。

“我们的测试验证了燃料电池作为船舶动力的实用性，船体运行过程平稳、安静、舒适，也证实其在游艇等对体验感要求较高的船型上具有独特的发展优势。”大连海事大学新能源船舶动力技术研究院教授杨国刚说。

据悉，燃料电池未来在船舶上大规模应用，还要解决成本、安全、系统船舶适用性等诸多问题。

充电5分钟，新型快充汽车电池亮相

参考消息 2021.1.22

【俄罗斯《专家》周刊网站1月20日报道】题：新型电动汽车电池5分钟就能充满电（记者谢尔盖·马努科夫）

以色列斯托多特公司（StoreDot）声称自己实现了电动汽车制造业的一次小型革命：它研制出一种只需5分钟就能充满的锂离子充电电池。

这款超快充电池是该公司与其中国合作伙伴亿纬锂能股份有限公司合作推出的。1月19日，斯托多特公司为新电池举行了推介会。不过在推介会上，电池被安装在双轮电动滑板车而非电动汽车上。

斯托多特公司表示，新型快充电池已经研制成功，剩下的工作是打造充电基础设施——电动汽车充电桩。

电动汽车可能很快克服阻碍自身发展的又一缺陷——充电时间过长。如果有关消息得到证实，那么在不久的将来，电动汽车的充电时间将从目前的几小时缩短到传统汽车加油所需的短短几分钟。

斯托多特公司发表的声明称，许多人希望购买电动汽车，但担心充电时间太长且续航里程太短。快充电池的问世将为这些人带来福音。专家认为，上述缺陷或许是阻碍电动汽车发

展的最严重问题。

然而，电动汽车的支持者不应高兴太早。这款快充电池应该不会很快投入工业生产并批量安装在汽车上。至少有一个因素会妨碍其快速投入实用——目前电动汽车充电基础设施的状况并不尽如人意。

不过，斯托多特公司的管理层较为乐观，他们希望克服所有障碍。公司首席执行官多龙·迈尔斯多夫表示，如果能找到合适的战略合作伙伴，公司计划于 2025 年开始大规模生产快充电池。

迈尔斯多夫在谈及公司新产品时表示，现在化学方面的问题已经解决，是时候研究基础设施方面的问题了。

他在产品推介会上乐观地说：“这不仅是实验室的试验品，也是一款可以规模生产的产品。我们把所有的力量都投入研制能 5 分钟充满电的电动汽车电池上。”

迈尔斯多夫还表示，他的公司愿意与潜在合作伙伴共享成千上万的电动汽车快充电池样品。

专注于电动汽车充电技术的英国 Ohme 技术有限公司首席执行官戴维·沃森表示：“这是对电动汽车制造业的重大利好，将大幅减少电动汽车怀疑论持有者的人数。不过，将这些电池投入汽车制造仍需时间。”

彭博新能源财经去年把斯托多特公司列入 2020 年低碳转型十佳公司之一。2018 年英国石油公司向这家以色列公司投资了 2000 万美元。此前，斯托多特公司还从戴姆勒等汽车制造商手中募集到 6000 万美元。

年衰减仅 0.5% 水系液流电池即将问世

中国科学报 2021.1.19

本报讯（记者温才妃）近日，西湖大学理学院王盼课题组及其合作团队发展了新型仿生设计水溶性吩嗪类化合物，赋予水系有机液流电池体系优异的稳定性（即极低的电池容量衰减）。该研究提供了一种新型高稳定性水系有机分子结构骨架设计策略，为进一步设计构建高性能水系液流电池提供了重要理论依据。这一成果作为封面文章发表于《德国应用化学》。

使用水作为介质的水系有机液流电池，是具有较高安全性的储能系统。在水系液流电池领域，一系列基于蒽醌、紫罗碱、二茂铁、氮杂芳环等有机结构骨架的分子，已展现了较为良好的性能和应用前景。然而，目前绝大部分研究工作都是基于商业可得的已知功能染料分子；基于吩嗪类有机结构骨架的衍生物，在前序报道仅有几个例子，均存在水溶性差和会发生化学分解（即不稳定）等问题，且该类化合物衰减机理尚不明确。

为改进现状，西湖大学研究人员将目光投向了自然界来源广泛的氨基酸。研究人员创新地使用氨基酸作为功能化基团（即官能团），引入到吩嗪骨架，通过简单的一步偶联反应，

利用氨基酸的水溶性特点及给电子特性，合成了一系列不同位置不同取代基功能化、具有双电子转移中心的水溶性吩嗪类衍生物（AFP）。

氨基酸的给电子特性，降低了电池氧化还原的电势，拓宽液流电池的工作电压范围。而氨基酸的天然水溶性特点，进一步提高了液流电池的能量密度。

课题组系统地探究了吩嗪衍生物“AFP 家族”的不同“成员”（即不同支链及不同位置的氨基酸），对水系液流电池性能的影响。结合核磁、高分辨质谱、CV 测试等分析手段，他们考察了该类化合物在氧化/还原状态下的稳定性。

研究表明，该液流电池具有极低的容量衰减（0.000002% 每圈，0.0015% 每天），在长时间充放电的状态下，仅表现出每年 0.5% 的衰减——这是目前所有报道中，有机液流电池低衰减的新纪录，在水系储能系统中具有较大应用价值。

加上高温高压二氧化碳也能当发电“能手”

科技日报 2021.1.27

在日前闭幕的中央经济工作会议上，“做好碳达峰、碳中和工作”被列为 2021 年的重点任务之一。

在国家重点研发计划专项成果中，就有一批煤炭清洁高效利用和新型节能技术。科技日报记者从科技部高技术研究中心获悉，国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”重点专项部署的“超高参数高效二氧化碳燃煤发电基础理论与关键技术研究”项目，由华北电力大学牵头，取得重要突破。超高参数二氧化碳（简称 sCO₂）燃煤发电系统采用高温高压二氧化碳代替水蒸气，实现动力循环和电力生产。项目最终完成发电效率 51% 的 1000 兆瓦（MW）级系统概念设计，为逐步推进大容量超高参数二氧化碳燃煤发电系统示范及应用奠定理论与技术基础。

与水蒸气发电相比，可实现快速升降负荷

为做好碳达峰与碳中和，中国承诺 2030 年左右使二氧化碳（CO₂）排放达到峰值，争取 2060 年前实现碳中和，这就需要大幅减少 CO₂ 排放。

“一方面，发挥煤炭‘压舱石’作用，支撑清洁煤炭发电。另一方面，大力发展可再生能源，实现多能源互补，保证能源安全。”项目负责人、华北电力大学教授、教育部重点实验室主任徐进良在接受科技日报记者采访时表示。

可再生能源发电时大时小、不稳定，“变脸变得快”，导致弃风弃光现象的发生。煤炭发电要跟上这种“变脸”，就需要快速变负荷。

“超高参数二氧化碳煤炭发电由于热源温度高，相比于水蒸气发电机组，具有明显效率优势，减少了 CO₂ 排放。同时，sCO₂ 发电机组设备少，体积小，机组惯性小，非常灵活，可实现快速升降负荷，这对于水蒸气发电来说是难以实现的。”徐进良说，sCO₂ 发电对于平衡电网负荷波动，保持供给侧和需求侧平衡，具有重要意义，是未来发展方向。

基于此，国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”重点专项中的“超高参数高效二氧化碳燃煤发电基础理论与关键技术研究”项目应运而生。

既考虑原始创新，又考虑工程落地需求

记者获悉，项目旨在研究解决超高参数二氧化碳燃煤系统能量梯级利用、热力学循环及热学优化理论，以及关键部件能质转换与传递机理的关键科学问题，突破锅炉燃烧及污染物控制、换热器、透平及一体化系统设计等关键技术。

为什么要设定如此的目标？

“在我国发展 $s\text{CO}_2$ 燃煤发电过程中，基于我国国情及自主创新指导思想，走与国外不同的技术路线。我们既考虑原始创新，又考虑工程落地需求。”徐进良说。

在目标方面，我们要梳理 $s\text{CO}_2$ 煤炭发电和水蒸气发电，在热力系统构建、关键设备机理、设计、制造及运行方面，哪些是相同的，哪些是不同的，重点要攻克哪些技术难题？

“针对关键技术突破，形成系统的热力系统构建、关键设备工作机理、以及经过实验验证的理论和方法，支撑我国 $s\text{CO}_2$ 煤炭发电事业的发展。”徐进良说，通过研究，需回答采用 $s\text{CO}_2$ 煤炭发电在节省煤炭资源、降低二氧化碳排放及经济性方面的优势，这些分析需建立在定量数据基础上。

在循环热力系统的构建上取得突破

徐进良介绍，项目实施分两个阶段，第一阶段是 2019 年的中期验收。第二阶段是从中期验收到目前。

第一阶段在 $s\text{CO}_2$ 煤炭发电循环热力系统的构建上取得突破性进展。

“超高参数二氧化碳循环最初不是针对煤炭发电提出的。这个循环要用到煤炭发电上，出现了许多新的问题。在项目第一阶段，围绕循环流量大，锅炉管堵塞引起机组效率下降，以及如何实现烟气热量‘吃干榨净’等关键问题，项目提出了锅炉模块化设计以及能量复叠利用原理，彻底解决了循环构建方面的难题。”徐进良说。

第二阶段在关键部件能量传递转化上取得突破。

“最典型的是发现超临界流体的不均匀物质结构，颠覆了超临界流体具有均匀流体结构的常规认知，这一发现对于发展关键部件设计及运行技术意义重大，大幅提高关键设备设计精度并保证安全。”徐进良说。

超临界态是物质的一种状态，超临界流体在自然界和工程上广泛应用。项目关于超临界不均匀物质结构的研究也引起国际学术界关注，美国学者在发表的论文中，长篇幅正面引用及评价了本项目工作。

“本项目的工作指导了工程实际，项目理论指导了在华北电力大学建立的超高参数二氧化碳实验设施的建设，该实验台压力高达 26 兆帕（MPa），而国际上超高参数二氧化碳数据集中在 8MPa 左右，难以满足工程实际的需求，该实验台的建立弥补了国际上超高参数二氧化碳传热数据的不足。”徐进良说，另外，本项目成果还指导了我国建设的小容量超临界二

氧化碳煤炭机组的研发。

以能解决关键科学技术问题为检验标准

在徐进良看来，项目取得关键突破有三个原因。

第一是“反四唯”的结果，项目实施不以发表论文和专利为指挥棒，而以能真正解决关键科学技术问题为检验成果的标准。为此，项目组克服困难，大胆创新，取得好的效果。

第二是管理体制的改革，使项目实施更顺利。科技部实行“放管服”改革，简化了项目管理，减少了各类表格的填写，科研人员有更多时间思考科学技术问题和做研究，提高了研发效率。

第三是项目组实行了“挂图施工”，项目负责人严格按时间节点，督促项目组成员完成研发任务，保证质量，保证各课题间的数据交汇等。

对于未来项目的攻关工作，徐进良认为，相比于水蒸气发电机组，sCO₂ 煤炭发电是颠覆性技术，涉及到许多关键技术的研发，商业化还需一段时间，但它代表能源动力行业的发展方向。

徐进良建议，我国“十四五”期间，应围绕 sCO₂ 煤炭发电，建设综合性关键技术及系统集成平台，验证已取得的 sCO₂ 煤炭发电理论和方法，取得运行数据，系统评估材料的耐久性，评估 sCO₂ 煤炭发电在经济及环保方面的优势，为建设商业化的 sCO₂ 煤炭发电机组进行技术储备和奠定基础。

“同时，着手进行大型 sCO₂ 煤炭发电机组发电的设计工作。地方政府和企业也积极加入 sCO₂ 发电技术的研发行列，并开辟 sCO₂ 太阳能发电、sCO₂ 中高温余热发电的新模式。”徐进良说。（马爱平）

青海新建新投水电站配置新能源和储能系统

中国能源报 2021.1.25

本报讯 青海省发改委、科技厅、工信厅、能源局日前联合下发《关于印发支持储能产业发展若干措施（试行）的通知》（以下简称《通知》）明确，将实行“新能源+储能”一体化开发模式，新建新能源配置储能容量原则上不低于10%，时长2小时以上。新建、新投运水电站也需同步配置新能源和储能系统，使新增水电与新能源、储能容量配比达到1:2:0.2。同时对“新能源+储能”、“水电+新能源+储能”项目中自发自储设施所发售的省内电网电量，给予每千瓦时0.10元运营补贴，经青海省工信厅认定使用本省产储能电池60%以上的项目，再增加每千瓦时0.05元补贴，补贴对象为2021、2022年投产的电化学储能项目，补贴时限暂定为2021年1月1日至2022年12月31日。

《通知》指出，鼓励各类市场主体投资建设和运营参与新能源调峰的储能系统，充分发挥储能对新能源消纳外送的支持能力；电网企业要与储能电站企业签订并网调度协议和购售电合同，确保“新能源+储能”、“水电+新能源+储能”项目和独立储能电站优先接入、

优先调度、优先消纳、优先外送，保证储能设施利用小时数不低于 540 小时；自发文之日起，新建投运的“新能源 + 储能”、“水电 + 新能源 + 储能”项目电化学储能设施所释放电量不再参与省内年度电力市场直接交易，按照新能源结算基价执行，提高发电企业储能收益水平。明确储能电站独立市场地位，鼓励储能电站参与辅助服务市场、省内现货市场，利用市场化手段充分发挥储能调峰调频作用。（青发）

未来五年：新能源汽车步入完全市场化攻坚期

中国能源报 2021.1.25

近年来，在一揽子扶持政策的培育下，我国新能源汽车技术不断进步、市场认可度持续提升，并在 2020 年实现逆势增长。但当前行业仍处于政策和市场双驱动阶段，如何突破一系列“卡脖子”难题，真正对燃油车形成替代优势，进而完全实现市场化，成为未来五年必须解决的问题。

数说新能源汽车

52% ▶▷ 目前我国动力电池单体能量密度已达 300 瓦时/公斤，较 2015 年提高了 52%

96% ▶▷ 我国驱动电机功率密度已达 4.9 千瓦/公斤，较 2015 年提高了 96%

300 - 500 公里 ▶▷ 国内纯电动主流车型续航里程达 300 - 500 公里甚至更高

15% ▶▷ 2020 年我国 L2 级智能网联乘用车市场渗透率达 15%

2020 年，新能源汽车产业经受住了新冠肺炎疫情冲击，逆势而上，在规模和质量上都交出了亮丽答卷。行业也由政策驱动，进入市场和政策双驱动的新阶段。

“未来 5 年，将是全球科技革命和产业变革的加速期，也是实现新能源汽车完全市场化的攻坚期。”在日前召开的中国电动汽车百人会论坛（2021）云论坛上，全国政协副主席万钢指出，进入新阶段，新能源汽车的产品和服务，企业的战略规划、团队建设等都将受到来自资本市场和商品市场的双重关注，企业要更加谨慎前行，把握住发展趋势。

发展势头良好 保持供应链畅通是关键

“2020 年新能源汽车市场呈 V 字型增长，和国家推出新的一系列支持政策密切相关。”万钢指出，国家发布了新一轮的新能源汽车中长期发展规划，鼓励创新驱动、产业升级，延长了补贴和免购置税政策，开展了“双积分”交易，加大了充换电和氢能基础设施建设投入。2020 年 7 月以后，新能源汽车形成了持续向上的增长趋势。

数据显示，2020 年我国新能源汽车产销量分别达到 136.6 万辆和 136.7 万辆，创历史新高。

骐骥千里，非一日之功。过去十多年来，通过政策引导、市场主导、科技先行等多方共同努力，新能源汽车产品越来越受到消费者喜爱，产业链突破了一批关键核心技术。科学技术部部长王志刚介绍，目前动力电池单体能量密度已达 300 瓦时/公斤，较 2015 年提高了 52%，达到国际先进水平；驱动电机功率密度达 4.9 千瓦/公斤，较 2015 年提高了 96%，成

本已降至 100 元/千瓦以下，与国外先进水平相当；纯电动主流车型的续航里程达到 300 - 500 公里甚至更高，支撑了电动汽车百万量级的市场规模；车用激光雷达、视觉传感器、自动驾驶计算平台、控制执行等智能网联技术取得了突破，支撑了 L2 级自动驾驶汽车的广泛应用。

在取得成绩的同时，行业也暴露出芯片、操作系统等“卡脖子”问题。在工业和信息化部副部长肖亚庆看来，如何优化产业布局，更好地保持供应链畅通，成为全行业必须回答的关键问题，也是未来 15 年我国新能源汽车产业能否再上新台阶的关键所在。

中国电动汽车百人会理事长陈清泰认为，汽车强国的基础应该是零部件强国，目前新型零部件技术壁垒尚未形成，给我国零部件企业带来了历史性机遇。行业要抓住时机，针对系统软件、车载芯片、功率半导体等环节，下大工夫，力争逐项突破，成长出一批实力强大的新型零部件公司，做到开放条件下的自主可控，筑牢我国新型零部件基础。

面临诸多问题 坚决遏制盲目投资现象

“虽然我国新能源汽车产业在某些领域具有先行优势，但面临的竞争也异常激烈。”王志刚提醒，欧美日韩汽车巨头正加速电动化转型，凭借其多年积累的技术和品牌优势奋起直追，甚至后来居上。他进一步指出，我国新能源汽车科技创新仍然存在一些突出问题，比如，电动汽车冬季性能受限、整车安全、大功率燃料电池缺乏等核心技术瓶颈严重影响我国新能源汽车产品竞争力和产业发展；应用验证平台、条件和场景缺乏，部分关键技术虽有突破，但在高度商业化与规模化的汽车市场中难以快速推广。

2020 年，受欧盟日趋严格的排放标准限制以及不断扩大的鼓励政策影响，欧洲新能源汽车销量逆势增长，增速超过我国。全国政协经济委员会副主任苗圩指出，2020 年前三季度，欧盟新能源汽车在新车销售量中占比达 9.9%，而我国这一数据仅为 5.4%，欧盟汽车市场结构调整的速度快于我国。

“要将先发优势继续保持下去，绝不能‘起个大早，赶个晚集’，在新一轮汽车产业深度调整和变革中落后。”王志刚提醒，行业要坚持问题导向，推动我国新能源汽车产业发展再上新台阶。

值得警惕的是，为抢占发展优势，一些地方、企业出现盲目投资、无序发展的乱象。交通运输部运输服务司副司长蔡团结指出，一些极寒的城市一味强调出租汽车电动化，但在冬季使用中出现了里程焦虑、充电焦虑等问题，服务质量受到一定制约，“特别是很多地方推广氢燃料电池汽车，先把车买了，但加氢设施却没有跟上。”他进一步强调，各地要根据当地情况和气候条件，结合群众的市场化选择来推动，不宜一味采用行政措施，且要坚持基础设施先行。

于变局中开新局 智能网联是战略方向

“汽车产业正处于激烈动荡变革中，只有深刻地认识和理解未来的汽车，才能把稳前进方向。”在陈清泰看来，电动化只是汽车革命的序幕，而未来造福社会，深度改变人们出行

体验的是数字化、网联化和智能化。

“2020年，我国L2级智能网联乘用车的市场渗透率达15%。部分车企正在加快推进特定场景下的L3以上测试验证和量产车的上市。”苗圩同样指出，不久的将来，智能网联汽车的重要性将更加凸显，成为新阶段产业发展的战略方向。同时，汽车电子电气架构持续演进，车载智能计算基础平台将成为竞争焦点。

据了解，随着智能网联汽车的发展，车辆需要更为强大的计算存储和通信等能力，软件也需要满足可移植、可迭代、可拓展的技术特征。智能网联汽车将尤为关注算力。达到L4级的自动驾驶，车辆的算力需要达到4000TOPS以上，但目前全球都还达不到这一能力。

“我国发展智能网联汽车有优势也存在挑战，目前在这方面走在前列的国家和企业会出手遏制，我们一定要早做准备。”苗圩表示，实现智能网联汽车的普及应用和规模化发展需要多维度整合资源，加速产业生态的建设。他建议，充分发挥企业在创新中的主体地位和主体作用，鼓励主机厂和互联网公司、软件公司跨行业合作，聚焦软件和安全，建立适应新能源汽车、智能网联汽车发展测试、验证、认证体系，提高技术能力。并适度超前建设5G网络，大力推动共建共享。

未来5年亚太储能系统成本将下降30%

中国能源报 2021.1.25

本报讯 据行业媒体《光伏杂志》报道，日前，伍德麦肯兹发布最新预测称，到2025年，亚太地区锂电池储能系统的成本将较目前下降30%，降幅远超其他地区，成为全球电化学储能产业发展较成熟的区域。

伍德麦肯兹的高级分析师 Mitalee Gupta 表示，亚太地区发展电化学储能产业有先天优势。“该地区锂电池制造工厂数量众多，是全球最大的锂电池生产基地，规模化和全产业链布局在促进锂电池储能系统降本方面发挥了巨大作用。”

与此同时，随着可再生能源电力装机规模不断提升，储能在稳定可再生能源电力输出和消纳可再生能源方面的作用不断得到重视。有统计数据显示，今年，亚太地区储能项目的开发进程将提速，招标数量大幅增加，预计总规模将超过7吉瓦。

从地区来看，澳大利亚、中国、韩国的锂电池储能系统成本下降幅度将高于其他亚太国家，在促进该地区电化学储能产业发展上发挥更大作用。

Mitalee Gupta 强调，现阶段，各国市场的竞争是促进储能产业不断进步的积极因素，不仅将推动产品效率的提升、成本的下降，还有助于产业有效整合，以及行业标准化。

Mitalee Gupta 认为，目前，锂电池储能系统成本的下降还主要靠锂电池成本下降的推动。随着锂电池在系统成本中的占比持续降低，成本下降空间将向系统协同和安装运维转移。（董梓童）

中英新能源汽车合作潜力巨大

中国能源报 2021.1.25

本报讯（记者卢奇秀）报道“英国正大力发展新能源汽车产业，中国是首选合作伙伴。”英国驻华贸易使节 John Edwards 日前在接受记者采访时表示，希望能够吸引中国投资者到英国投资建厂，通过共同努力，实现两国的新能源汽车发展目标。

全球汽车工业加速绿色发展和零碳排放，中英两国正引领这一变革。2020 年，中英两国新能源汽车都实现逆势增长。我国新能源汽车产销量分别为 136.6 万和 136.7 万辆，连续 6 年居世界首位。英国 2020 年新车销量为 163 万辆，虽较 2019 年的 230 万辆同比下降 29%，但纯电动和插电式混合动力汽车销量超 15 万辆，接近总销量的 10%。尤其是纯电动汽车的市场份额达 6.6%，销量相较于 2019 年实现了 186% 的增长。

英国国际贸易部副部长 Graham Stuart 在近日召开的第五届中英电动汽车创新论坛上介绍，英国到 2030 年将淘汰汽油、柴油和面包车，2035 年前停止销售混合动力汽车。英国政府同时计划将动用 120 亿英镑支持开发和大规模生产动力电池、推动充电设施建设、提供购车补贴等。

财政部国际经济关系司副司长张政伟指出，中英双方在新能源汽车制造和交通零排放领域有着共同的需求。英方在技术研发、创新和尖端制造方面具有世界领先的经验和实力，中方拥有超大规模的市场和全产业链优势，两国有条件、有能力、有空间进行优势互补。

“到 2040 年英国需要 140GW 的电池产能。未来 5 年，电动汽车的零部件需求也将达到 240 亿英镑。这对中国制造商来说，是非常重大的机会。”英国汽车制造商与贸易商协会 CEO Mike Hawes 称。

John Edwards 告诉记者，“目前已经有长安、吉利、上汽、比亚迪、蔚来汽车等中国厂商选择在英国建立研发中心，利用英国的技术优势进行汽车美学设计和车型技术集成。这一合作趋势还将延续下去。”

固态电池量产道阻且长

中国能源报 2021.1.25

在近日举办的蔚来 Nio Day 上，除了高调发布首款纯电动轿车蔚来 eT7 外，蔚来还发布了一款单体能量密度达 360Wh/kg 的 150kWh 固态电池产品。蔚来方面称，基于该能量密度的电池，蔚来 eT7 的 NEDC 续航里程可突破 1000 公里，并将于 2022 年四季度将该款固态电池装配到旗下的量产车上。蔚来 CEO 李斌表示，“技术验证、小规模量产已经都有了，车载大规模量产需要有人去启动，我们全面评估后，认为能够做到。”消息一出，迅速引发市场热议。

“固态”实为“半固态”

行业热议的焦点在于，固态电池究竟能否在 2022 年大规模商用。多位专家表示，固态电池大规模应用要在 2025 年后，其中的技术与成本问题仍待解决，不可能在短期内实现商业化。

中国汽车动力电池产业创新联盟副秘书长马小利表示，“固态电池的概念已经有很长时间了，但并没有在市场上看到进一步的扩展应用。”

国联汽车动力电池研究院董事长熊柏青认为，“全固态电池距商业化还很远，10 年内完全攻克全固态难度很大，5 年内更是没戏。”

此外记者注意到，此次蔚来只是公布了 70kWh 和 100kWh 两种三元锂电池包的售价，而对于 150kWh 的固态电池版本则没有给出价格，也未透露合作的电池供应商。对此，有不少业内人士质疑蔚来 150kWh 固态电池产品是否只是营销噱头。

此起彼伏的质疑声让李斌对 150kWh 固态电池进行了解释说明。他表示，蔚来采用的是半固态电池，内部带有少量液态电解液。“全固态电池的量产还很远，原因是目前固态电池的市场需求很低。”李斌坦言。

“虽然表述为固态电池，实际上是半固态电池，仍需使用电解液、隔膜。”蔚来汽车电池系统助理副总裁曾士哲解释称。

从蔚来官方的描述来看，其采用的是“原位固化固液电解质”，即本质上是同时含有固态电解质和液态电解质的锂电池。东吴证券发布的行业研究报告同样指出，蔚来搭载的 150kWh 电池或为半固态电池，属于液态至固态电池的过渡性技术。

成本过高阻碍产业化

此次关于固态电池的热议，也反映出了业内对于提升动力电池性能的期待。

据了解，固态电池是指采用固态电解质的锂离子电池，其本质上仍是锂电池，仅是将电解液与隔膜替换为固态电池质。但与传统锂电池相比，固态电池具备更高的能量密度以及更强的安全性，同时能够克服稳定性差和充电效率低等问题。

业内专家普遍认为，固态电池的优点体现在安全性和能量密度提升上。全固态电池不含电解液，安全性较高。同时，固态电池使用锂金属负极可显著提升能量密度，可将现有 300Wh/kg 的能量密度提升至 500Wh/kg。同时，固态电池可抑制锂枝晶的生长，使锂金属负极运用成为可能，同时降低非活性物质，可省去冷却系统，也能够提升能量密度。

但据了解，技术无法突破和成本过高始终是固态电池发展的痛点。

中科院一位不愿具名的固态电池专家表示，在电池循环过程中，固态电池的固界面容易接触不良，导致固态电池量产难度加大，不能像锂离子电池一样迅速产业化。“像现在电导率最高的固态电池材料硫化物体系和锂金属负极、氧化物正极材料都不兼容稳定。另外，固态电池制备工艺是全新的，没有产业链，面对产业链上各环节的缺失，固态电池生产成本比较高，产业化远未到来。”

有推算显示，同样采用石墨负极的固态电池总成本为 158.8 美元/kWh，比总成本为

118.7 美元/kWh 的液态电池高出 34%。

对于蔚来的半固态电池，中俄新能源材料技术研究院院长王庆生认为，半固态电池的应用设计和材料技术仍需时间检验。“产品技术不是做拼盘，需要科学理论的支撑和具体有效的工艺配合，我们要科学理性地面对技术和产品。”

未来电池企业“必争之地”

但具备种种优势的固态电池仍被认为是动力电池的研究方向。中国工程院院士陈立泉近日表示，“新一代电池就是要发展固态电池，或逐渐过渡到全固态锂电池。”

华安证券的行业研报显示，尽管研发历史悠久且困难重重，但由于固态电池出色的安全性和高能量密度的潜力，仍在世界范围内被各种研究机构及企业广泛研究。另外，固态电池已经成为部分非传统电池企业进军锂电行业的重要突破口。

资料显示，中日韩欧美共有 53 家企业布局研发固态电池。目前，丰田、日产雷诺、通用等车企都在加紧研发布局固态电池，而三星 SDI、SKI、LG 新能源、麻省固能、Quantum Scape 等电池企业在固态电池领域也不断取得新突破。国内宁德时代、蜂巢能源、清陶能源、卫蓝新能源等企业均公开表示正在开发半固态电池。

市场研究机构 SNE Research 的测算显示，2030 年全球固态电池需求有望接近 500GWh，2025 年固态电池全球市场空间有望达到 60 亿元，而 2025 年我国固态电池市场空间有望达 30 亿元，2030 年将达到 200 亿元。

业内人士认为，虽然当下固态电池的技术水平和成本问题都制约了其大规模商用化，但固态电池长期看具备广阔的前景，而且很可能成为未来的主流电池，或将是未来企业的必争之地。（杨梓）

中科院过程工程研究所

锂电池回收有了新技术

中国科学报 2021.1.22

本报讯（记者甘晓）近日，记者从中科院过程工程研究所（以下简称过程所）获悉，该所“锂电池废料短程利用与污染全过程控制技术”日前获得生态环境部 2020 年度环境保护科学技术奖一等奖。

据介绍，这项技术已实现锂电池废料中锂选择性回收和介质的短程循环，相关废水减排 40% 以上，为锂电池废料的短程清洁利用提供了技术支撑。目前，相关研究成果在广东邦普循环科技有限公司等企业落地，建成行业首套锂电池废料短程清洁利用与污染控制示范工程，并已推广应用到 10 余套产业化工程，累计形成知识产权 44 项。

科研人员告诉《中国科学报》，锂电池生产废料和退役电池在含有锂、钴、镍等有色金属的同时，还含有有机溶剂、含氟/磷有机物等有毒有害物质，处理不当将严重危害环境安全和人类健康，退役动力电池的安全、高效、绿色回收处理已成为必须攻克科学难题。

过程所研究人员在对锂电废料高效处理的长期攻关基础上，通过对现有锂电池废料的污染源解析，揭示污染物释放及转移转化规律，提出以“清洁生产源头减排—介质内循环—废水近零排放”为核心的废料高效处理新方法，突破了选择性提锂、萃余液除油、含重金属氨氮废水处理、放电废水处理等关键技术，攻克了退役动力电池短程利用难题。

新能源汽车产业将步入更理性发展阶段

科技日报 2021.1.28

1月19日，节能与新能源汽车产业发展部际联席会议明确今年新能源汽车产业发展四项重点工作。由此，2020年10月国务院办公厅正式印发的《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》（以下简称《规划》）正式落地实施。

汽车是历次工业革命技术进步的重要应用载体，发展新能源汽车是党中央、国务院作出的重大战略决策。

此前，国务院发布的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》，发挥了至关重要的统领性作用，推动我国新能源汽车产业从培育期进入成长期。

作为我国工业领域第一个面向“十四五”及更长一段时期的发展部署，《规划》又给出了未来十五年我国新能源汽车产业发展的全面系统谋划。

据中国汽车工业协会数据，2020年，我国新能源汽车产销分别完成136.6万辆和136.7万辆，同比分别增长7.5%和10.9%，销量创历史新高。

中国汽车工业协会副总工程师许海东判断，2021年新能源汽车有望达到180万辆，同比增长40%。

但如该联席会议召集人、工业和信息化部部长肖亚庆日前在中国电动汽车百人会论坛（2021）上发表讲话时所言，“我国新能源汽车产业发展正处于滚石上山、爬坡过坎的关键时期。”

该联席会议指出，经过多年持续努力，我国新能源汽车产业发展取得显著成效，但发展基础还不牢固、竞争优势还不明显，还面临新形势新问题新挑战，需要创新思路、持续推动。今年是“十四五”规划的开局之年，也是《规划》启动之年，迈好第一步要重点抓好四项工作。

首先，要增强产业链供应链自主可控能力，统筹推进补短板 and 锻长板，增强产业链韧性和竞争力。

其次是要完善基础设施体系，破解充电桩“进小区难”等问题，提升互联互通水平，提高充电便利性和产品可靠性。

再次，要加大推广应用力度，实施推动公共领域车辆电动化行动，开展新一轮新能源汽车下乡活动，出台更多使用环节优惠政策，进一步拉动私人消费。

最后是要优化产业发展环境，研究制定汽车产业落实碳达峰、碳中和行动路线图，加强

项目投资和生产准入管理，坚决遏制盲目投资现象，推动提高产业集中度，强化质量安全监管，切实提升新能源汽车安全水平。

《规划》发布后，中国汽车工业协会副秘书长叶盛基在接受记者采访时曾表示，新能源汽车在产业链成熟度上难免有一些瑕疵，和传统汽车相比，产品可靠性、产品性价比等还有一定的距离，基础设施和使用环境上亦有诸多需要改进之处。

北京市政协委员陈小兵说：“四项重点工作不仅对行业成长中暴露的痛点及未来长期发展的瓶颈制约对症下药，也指向盲目投资等市场乱象，大势已成的新能源汽车产业将步入更理性的发展阶段。”（刘艳）

中科院大连化学物理研究所

制备出超高响应度光电探测器

中国科学报 2021.1.29

本报讯（记者卜叶 通讯员杨斌）近日，中科院大连化学物理研究所研究员韩克利团队报道了一系列新型非铅四重卤化物钙钛矿纳米晶的发光增强机制，并依此制备高性能光电探测器。相关研究结果发表于《先进材料》。

全无机 CsPbX₃ 型钙钛矿纳米晶体已在光电子器件领域中得到了广泛研究。由于铅的高毒性，人们一直在寻找铅的替代元素。非铅卤化钙钛矿型纳米晶因其低毒性、高稳定性和化学多样性而受到越来越多的关注。韩克利团队前期已开发一系列非铅钙钛矿纳米晶并揭示了其发光动力学机理。然而，基于这些非铅钙钛矿型纳米晶的光电子器件研究进展有限。因此，通过揭示新型非铅钙钛矿纳米晶的载流子动力学，并依此将其有效地应用在光电子器件领域具有重要意义。

此次，该团队首次报道了一系列空位有序的四重钙钛矿型胶体纳米晶，通过对纳米晶合金化，可将其荧光量子产率提高近 100 倍。载流子超快动力学研究发现，在该纳米晶中，自由激子迅速自捕获为“自陷激子”，进而发生自陷激子辅助的给体—受体能量转移过程。合金化可以消除与能量转移相互竞争的超快缺陷态捕获过程，并可提升纳米晶的结晶度，进而大幅度提升发光效率。基于合金化的四重钙钛矿纳米晶具有结晶度高、载流子寿命长等特性，该团队还制备了基于该纳米晶的光电探测器。该探测器具有超高响应度，灵敏度远高于以往报道的基于非铅钙钛矿纳米晶的光电探测器。



三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

国家能源局回复《清洁供暖大力推进“煤改生”》建议——

生物质能供热有望“热”起来

中国能源报 2021.1.4

近日，国家能源局对第十三届全国人大代表姜希猛《清洁供暖大力推进“煤改生”》建议进行了回复（简称《回复》）。国家能源局明确表示，将会同有关部门不断完善生物质能利用支持政策，加大支持力度，加快推进生物质能清洁供暖工作。

记者了解到，自2016年底起，旨在削减燃煤、清洁供暖的“煤改电”“煤改气”拉开帷幕。但是，受农村当前经济能力、技术可行性、取暖效果等因素影响，“煤改气”“煤改电”推行之路困难重重。

有业内人士指出，我国生物质能具有极大的发展潜力，利用生物质能供热的“煤改生”是农村替代散煤供暖的更好选择。如今，作为县域及农村更有优势的燃煤供暖替代方案，“煤改生”开始受到重视。

推动优惠政策向“煤改生”延伸

国家能源局在《回复》中表示：“下一步，将加强调查研究，推动将‘煤改气’‘煤改电’优惠政策向‘煤改生’延伸，因地制宜发展生物质能清洁供暖。”

据统计，当前，我国农村地区可能源化利用的秸秆约有1.2亿吨、林业剩余物约有2亿吨。不同于秸秆焚烧对环境产生污染，生物质资源若作为燃料高效清洁利用，可就地取材，兼具经济性和环保性。

同时，“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值、努力争取2060年前实现碳中和”目标的提出，意味着节能减排、开发利用清洁能源将成为我国发展重点。“在此大背景下，‘十四五’、‘十五五’肯定会加大‘煤控’力度。与‘煤改气’和‘煤改电’相比，生物质能供热成本更接近燃煤成本。因此，‘十四五’期间生物质能清洁供热规模将大幅增长。”中国产业发展促进会生物质能产业分会秘书长张大勇在接受记者采访时表示。

“前些年，‘煤改电’‘煤改气’之所以改不动，核心原因在于成本过高。个别地区‘煤改电’‘煤改气’后，老百姓用不起，所以又改为烧煤了。”张大勇向记者透露。

据了解，国家能源局综合司曾发布《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（简称《通知》）称，优先开发当地分散式和分布式可再生能源资源，大力推进分布式可再生电力、热力、燃气等在用户侧直接就近利用，结合储能、氢能等新技术，提升可再生能源在区域能源供应中的比重。

一位中国农村能源行业协会相关人士告诉记者，现阶段，农村地区推广分散式生物质能取暖，既符合有关规划“坚持因地制宜、居民可承受”原则，又符合《通知》的要求，是实现农村地区清洁取暖的现实选择。

“‘十四五’期间，如果北方尤其是农村地区大面积推进清洁取暖，那么，生物质能肯定是首选。”张大勇表示，如果把优惠政策向“煤改生”延伸，将对整个生物质能产业发展和农村地区碳减排作出巨大贡献。

应鼓励农林剩余物收储体系建设

姜希猛建议，鼓励秸秆等农林剩余物收储体系建设；鼓励生物质成型燃料产业发展，对农村生物质成型燃料企业及相关产业链企业实施减免税收。

《回复》表示：“下一步，农业农村部将按照相关要求，加快扶持培育一批秸秆燃料清洁供暖的实施主体，鼓励相关主体建立收储运体系，配套设施设备，不断提升秸秆燃料清洁供暖产业化发展水平。国家发展改革委将继续通过生态文明建设专项资金支持秸秆综合利用工作。”

张大勇认为，农村地区建立原料收储商业模式非常重要。“如果国家政策延伸到乡村这一级，在乡镇建立生物质成型燃料加工点，老百姓拿上柴禾，拉到那里加工成型燃料，付些加工费。这样，使用生物质燃料的成本就比煤便宜得多，生物质能在农村地区替代燃煤将发生质的飞跃。”

前些年，国家对于成型燃料加工设备、秸秆收储给予了一定的补贴支持。张大勇表示，未来加工生物质成型燃料若采用农用电，会有效降低生物质燃料加工成本，也有利于农村地区“煤改生”，能够让更多企业专注于生物质成型燃料加工。

记者还注意到，在鼓励生物质成型燃料发展方面，《回复》表示将进一步研究调整完善农业生产用电范围。

对此，张大勇建议：“生物质成型燃料加工、生物质清洁供热、生物质天然气都应纳入农村用电支持范畴。”他认为，这样更能促进我国农村实行能源革命、改变生产收购方式、推行生物质能为主要利用方式的绿色低碳、循环发展模式。

建筑节能对农村清洁取暖至关重要

姜希猛建议：“要积极贯彻中央关于涉农及中小型企业发展的鼓励政策，将农村建筑保暖改造和生物质供热改造列入与房贷同等优惠条件的金融服务项目中。”对此，《回复》表示，下一步，国家发改委将配合金融管理部门积极落实好中央关于涉农、民营及中小微企业发展的金融支持政策。

张大勇认为，国家绿色金融政策应对农村建筑保暖改造和生物质供热改造给予支持，并在农村低碳能源战略实施过程中加大支持力度。“国家绿色金融政策支持范围不应局限在‘煤改电’‘煤改气’，把建筑节能和‘煤改生’纳入支持范畴非常必要。”他强调。

有专家曾指出，要通过既有农村住房节能改造，实现农房建筑能效水平提升，降低供暖系统运行成本，从根本上解决建筑本体用户侧与供暖能耗需求的协调发展，降低“返煤”风险，形成清洁取暖可持续发展的长效机制。

据了解，同等面积的农村建筑、城市建筑，供暖能耗相差2-2.5倍。“因为建筑不保

暖，跑风漏气严重，所以农村的能耗较高。”张大勇认为，降低农村清洁取暖能耗，对推动农村地区清洁取暖非常重要。“我们也在做这项工作，最近与世界银行、华夏银行绿色金融中心进行沟通，希望他们能够用更多的资金来支持农村地区清洁取暖，同时与农村建筑节能改造相结合。”

同时，为加快推进农村地区分散式生物质取暖工作，中国农村能源行业协会向国家能源局建议，将农村生物质能源资源调查评估、农村分散式生物质取暖技术装备研发纳入清洁取暖“十四五”规划范畴，并予以立项支持。（姚美娇）

到 2025 年全国地级及以上缺水城市再生水利用率达 25% 以上

人民日报 2021.1.12

新华社北京1月11日电（记者安蓓）记者11日从国家发展改革委了解到，我国将系统开展污水资源化利用，到2025年，全国污水收集效能显著提升，县城及城市污水处理能力基本满足当地经济社会发展需要，水环境敏感地区污水处理基本实现提标升级；全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上，京津冀地区达到35%以上。

根据国家发展改革委等10部门联合发布的《关于推进污水资源化利用的指导意见》，到2025年，工业用水重复利用、畜禽粪污和渔业养殖尾水资源化利用水平显著提升；污水资源化利用政策体系和市场机制基本建立。到2035年，形成系统、安全、环保、经济的污水资源化利用格局。

污水资源化利用是指污水经无害化处理达到特定水质标准，作为再生水替代常规水资源，用于工业生产、市政杂用、居民生活、生态补水、农业灌溉、回灌地下水等以及从污水中提取其他资源和能源，对优化供水结构、增加水资源供给、缓解供需矛盾和减少水污染、保障水生态安全具有重要意义。2019年，我国城镇污水排放量约750亿立方米，但再生水利用量不足100亿立方米，利用潜力巨大。

意见指出，要着力推进重点领域污水资源化利用。加快推动城镇生活污水资源化利用，因地制宜实施差别化分区提标改造和精准治污，推进区域污水资源化循环利用，推广再生水用于工业生产、市政杂用和生态补水。积极推动工业废水资源化利用，推进企业内部工业用水循环利用和园区内企业间用水系统集成优化，完善工业企业、园区污水处理设施建设。稳妥推进农业农村污水资源化利用，积极探索符合农村实际、低成本的农村生活污水治理技术和模式，推广种养结合、以用促治方式，促进畜禽粪污资源化利用，鼓励渔业养殖尾水循环利用。

意见部署实施污水收集及资源化利用设施建设、区域再生水循环利用、工业废水循环利用、农业农村污水以用促治、污水近零排放科技创新试点、污水资源化利用试点示范等重点工程，提出从健全法规标准、构建政策体系、健全价格机制、完善财金政策、强化科技支撑等五方面健全污水资源化利用体制机制。

科技部等 10 部门发文推进污水资源化利用

科技日报 2021.1.13

科技日报北京 1 月 12 日电（记者刘园园）12 日，国家发展改革委官方微信平台公布了国家发展改革委、科技部、工业和信息化部等 10 部门联合印发的《关于推进污水资源化利用的指导意见》（以下简称《意见》）。

《意见》指出，污水资源化利用是指污水经无害化处理达到特定水质标准，作为再生水替代常规水资源，用于工业生产、市政杂用、居民生活、生态补水、农业灌溉、回灌地下水等，以及从污水中提取其他资源和能源，对优化供水结构、增加水资源供给、缓解供需矛盾和减少水污染、保障水生态安全具有重要意义。

在总体目标中，《意见》要求，到 2025 年，全国污水收集效能显著提升，县城及城市污水处理能力基本满足当地经济社会发展需要；全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到 25% 以上，京津冀地区达到 35% 以上。

《意见》从多个方面提出了十几项具体举措，强化科技支撑列于其中。《意见》提出，推动将污水资源化关键技术攻关纳入国家中长期科技发展规划、“十四五”生态环境科技创新专项规划，部署相关重点专项开展污水资源化科技创新；引导科研院所、高等院校、污水处理企业等组建污水资源化利用创新战略联盟，重点突破污水深度处理、污泥资源化利用共性和关键技术装备。

英国：全新人造材料获突破 治理环境污染成重点

科技日报 2021.1.12

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

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

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

为治理海洋污染，英国人工智能团队研制了一种能检测海洋中大塑料（大于 5 毫米）漂浮垃圾带的新方法。研究人员利用欧洲空间局“哨兵 2”号卫星数据，使用机器学习算法

将塑料从其他材料中区分出来，平均准确率达 86%，局部区域达到 100%。这一新技术将有助于对海洋塑料垃圾的全球监测和处理。

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

以色列：国际合作研发新电池与新能源 利用废物制造替代塑料新材料

科技日报 2021.1.12

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

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

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

日本：高性能新材料层出不穷 碳减排测氙水取得进展

科技日报 2021.1.12

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

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

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

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

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

球最长碳纳米管束。

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

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

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

《碳排放权交易管理办法（试行）》正式出台

中国科学报 2021.1.11

本报讯 1 月 5 日，生态环境部官网正式发布《碳排放权交易管理办法（试行）》（以下简称《办法》），对全国碳排放权交易及相关活动进行规范管理，《办法》自 2 月 1 日起施行。这标志着中国碳排放权交易体系正式投入运行。

《办法》明确，全国碳排放权交易市场的交易产品为碳排放配额；温室气体重点排放单位以及符合国家有关交易规则的机构和个人，是全国碳排放权交易市场的交易主体。《办法》指出，生态环境部按照国家有关规定，组织建立全国碳排放权注册登记机构和全国碳排放权交易机构，组织建设全国碳排放权注册登记系统和全国碳排放权交易系统。

《办法》还规定了温室气体重点排放单位应当控制温室气体排放，报告碳排放数据，清缴碳排放配额，公开交易及相关活动信息，并接受生态环境主管部门的监督管理。《办法》还特别强调，碳排放配额分配以免费分配为主，可以根据国家有关要求适时引入有偿分配。（盛夏）

“十三五”期间我国工业固废综合利用成效显著

综合利用产品日益丰富

人民日报 2021.1.14

本报北京 1 月 13 日电（记者韩鑫）“十三五”期间，我国工业固废综合利用取得显著成效，据行业估算，2016—2019 年大宗工业固废综合利用量累计达到 69 亿吨；2019 年大宗工业固废综合利用量约 18 亿吨，产值约 1.2 万亿元，相关企业数量已超过 3 万家。

2017 年，工业和信息化部制定发布《国家工业资源综合利用先进适用技术装备目录》，

加大力度推动技术装备推广应用。全固废胶凝材料、尾矿交接充填等工业固废规模化应用技术得到产业化应用。

另一方面，综合利用产品日益丰富。再生砂石骨料、再生砂浆、混凝土掺和料、微晶材料、陶瓷材料、水处理剂、装配式墙板等新型建筑材料及金属、金属精矿等工业固废综合利用产品种类越来越丰富，品质越来越高，市场认可度越来越高。“十三五”期间，工业和信息化部选择工业资源综合利用基础好、特色鲜明的地区培育了60家工业资源综合利用基地，探索形成一系列典型工业资源综合利用模式。同时，工业和信息化部于2015年实施工业资源综合利用产业协同发展行动计划，并于2020年又启动实施产业转型提升计划，聚焦区域典型固废，以技术支撑、模式创新、示范基地建设和龙头企业培育为抓手，有效推动区域工业固废综合利用产业协同发展。

据介绍，工业固废是除建筑垃圾、农业固废、生活垃圾之外的重要固体废物，年产生量超过30亿吨，占我国全部固体废物产生量的1/3左右。集中产生于钢铁、有色、化工、煤电、采矿等重化工业，主要分布于京津冀、黄河流域、长江经济带等重点地区。目前，全国工业固废累计堆存量超过600亿吨，占地超过200万公顷，不仅占用大量土地，还对生态环境造成威胁。开展工业固废综合利用已成为提高资源利用率、缓解生态环境风险、促进生态文明建设的重要举措。

推动区域再生水循环利用在黄河流域落地生根

中国环境报 2021.1.13

黄河是中华民族的母亲河，在我国经济社会发展和生态安全方面具有十分重要的地位。当前，黄河流域水环境污染、水资源短缺、水生态退化问题交织，已成为制约高质量发展的瓶颈。区域再生水循环利用是缓解水资源供需矛盾、提升水生态环境质量、切实转变高耗水发展方式的重要举措，为黄河流域水生态环境保护提供了新思路。

黄河流域自古良田棋布、资源丰富，发展基础雄厚。但随着人口、产业加速聚集，水资源短缺、水环境污染、水生态退化问题逐渐凸显。目前，流域整体为轻度污染，人均水资源量不足全国平均水平的1/3，水资源开发利用率高达80%，工农业生产、生活用水严重挤占生态用水，沁河、大汶河等主要支流常年无法达到最小流量控制指标。

区域再生水循环利用是在重点排污口下游、河流入湖口、支流入干流等流域关键节点，因地制宜建设人工湿地水质净化工程，对处理达标后的污水或微污染河水进一步净化后，纳入区域水资源调配管理体系，作为区域内生态、生产或生活用水。对处理达标后的污水或微污染河水经人工湿地系统提质后，存储于天然河道、坑塘等“水盆”中，既补充了生态水量，又为生产、生活提供了水源，是污染治理、水资源补给、生态恢复的有机结合，实现了水的社会循环和自然循环和谐共生。

良好的污水收集处理体系为区域再生水循环利用提供了可靠的水源保障。黄河流域内

600余座城镇污水处理厂八成以上执行一级A及以上标准，出水水质满足回用水基本要求。一些地区还率先开展了区域再生水循环利用实践，如宁夏银川市、石嘴山市以入黄排水沟综合整治为契机，在实施沿线污水截污纳管、城镇及工业园区污水处理厂提标改造等工程基础上，充分利用现有河道、废弃坑塘或洼地，在河流汇口、污水处理厂下游等关键节点建设潜流或表流人工湿地，净化微污染河水水质，目前入黄排水沟水质基本达到Ⅳ类或以上标准。再如内蒙古包头市二道沙河生态治理及南海湿地修复保护工程，将污水处理厂尾水利用湿地系统处理后，回用于城市景观补水、市政绿化、道路浇洒及工业用水等，以再生水取代黄河水和地下水，既减少了黄河水取水开支，又涵养了地下水资源。

结合流域上中下游特点，分区布局区域再生水循环利用。黄河流域上游分布内蒙古和宁夏两大引黄灌区，农田灌溉用水占地表水总取水量的78%，农田退水污染普遍，宜充分借助各级排水沟，布局表流—潜流相结合的人工湿地，同步实现水质净化和生态景观修复，使农田退水污染水体水质提升后，回用于周边农业生产、生态用水。黄河流域中游汾河流域等地区水质污染问题突出，石川河等重要支流生态水量不足，山西介休等地地下水严重超采，可在充分控源截污的基础上，在污水集中处理设施入河排污口下游建设人工湿地，对达标排放的污水处理厂出水进一步净化，回用于河道生态补水及周边生产、生活用水，减少地下水开采量。黄河流域下游大汶河等支流生态水量不足，可通过在重要入河排污口下游及各级河道建设人工湿地，以提质后的河水补给生产生活用水需求，缓解生态水量侵占。

推进区域再生水循环利用还应注重制度保障。区域再生水循环利用涉及生产、调蓄、使用等多个环节，生态环境部门要保障区域再生水循环利用的环境安全，水利部门要推动将再生水纳入水资源管理体系，住建部门要统筹城镇污水处理和再生水回用需求，合理布局污水收集处理、再生利用基础设施建设，发改、财政、税务部门要加强财政资金、融资、税收保障。只有各部门分工负责、协调联动，才能保证区域再生水循环利用长期稳定发挥实效。在区域再生水循环利用的实施过程中，还要充分发挥市场作用，通过理顺水资源价格体系，激发用水户的消费活力，形成高水高用、低水低用，以用定质、以质定价的分配格局，推动区域再生水循环利用良性发展。（彭硕佳 张文静 张鹏 叶维丽）

碳市场：低碳交通“新推手”

专家呼吁，将道路交通纳入全国碳市场，实现碳减排与新能源汽车发展双赢

中国能源报 2021.1.18

2021年1月1日起，全国碳市场发电行业第一个履约周期正式启动。这将为其他领域利用碳市场开展碳减排提供重要参考。其中，碳减排形势日益紧迫的交通领域就在近日举办的新能源汽车国家大数据联盟2020年会上引发了热议。

众所周知，2021年，新能源汽车财政补贴即将结束。作为交通领域碳减排的“新势力”，新能源汽车今后将如何持续快速发展？碳市场是否可成为新能源汽车的“新推手”？

对此，中国工程院院士、北京理工大学教授孙逢春在会上指出，碳交易可能是替代新能源汽车补贴非常有效的措施。建立一套符合我国道路交通行业发展现状的碳交易体系，是我国汽车行业可持续发展的迫切需求。

道路交通碳市场体系亟待建立

“交通运输行业既是能耗大户，也是碳排放大户，减排需求巨大。”交通运输部科学研究院副院长、总工程师王先进在北京理工大学近日举办的 2021 年能源经济预测与展望研究报告发布会上表示。

相关材料显示，当前，我国碳排放总量居全球第一，其中道路交通占交通部门总碳排放高达约 74.5%，是交通领域实现碳减排的主力。

“随着我国城镇化推进，道路交通碳排放未来一段时间内还有呈增长的趋势。”孙逢春认为，在我国强调兑现碳达峰、碳中和目标的当下，交通部门利用碳市场实现碳减排是非常有效、也是符合国际惯例的措施。市场机制可促使控排企业低成本、高质量地完成控排目标，提升减排动力和市场活跃度。

目前我国七个碳市场试点中，虽已涉及钢铁、电力、水泥等 20 多个高排放行业，但道路交通行业并未被全部纳入。

对此，孙逢春解释，我国碳市场还处于初级阶段，针对道路交通行业，碳交易体系尚未建立，缺乏系统研究和顶层设计，配额分配技术方法支撑不足，道路交通运输行业能耗统计与碳排放核算基础薄弱，碳交易体系管控与节能减排工作目标协调性有待提升。

反观国外，美国加州是为数不多的将交通纳入碳市场的地区。欧盟也在考虑将道路交通领域纳入碳市场。

剑桥大学能源政策研究小组 2020 年 12 月中旬发布的报告《欧盟碳市场扩容：纳入道路交通与建筑采暖》显示，若将道路交通与建筑供暖两部门纳入，欧盟碳市场覆盖全部温室气体排放量的比例将从目前的 45% 提高到近 80%，减排效果将十分显著。

“建立一套符合我国道路交通行业发展现状的碳交易体系，已成为我国政府及汽车行业可持续发展的迫切需求。”孙逢春特别强调。

“四管齐下”构建道路交通碳交易制度体系

值得注意的是，国家发改委办公厅早在 2016 年就发布了《新能源汽车碳配额管理办法（征求意见稿）》，拟于 2017 年开始试行，2018 年正式实施。然而至今并未正式发布。

截至目前，我国只于 2018 年 4 月起实施了旨在提升汽车节能水平、建立节能与新能源汽车管理的长效机制的《企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理暂行办法》，即“双积分”政策。

尽管碳配额管理顶层设计政策并未能如期落地，业界对道路交通参与碳交易的研究却并未停止。

据中国工程院副院长钟志华介绍，2020 年 6 月 30 日，中国工程院重点咨询研究项目

“中国节能与新能源汽车可持续发展与碳交易战略研究”启动。该研究项目旨在针对我国汽车领域国家级碳交易体系及平台建设开展系统研究，提出政策建议。

关于道路交通碳交易体系的构建思路，孙逢春指出应从以下四个方面具体入手，具体建立交通行业的碳排放税形成机制、合理的碳减排奖励机制、双积分为基础的碳抵消机制，以及以市场为主导的碳积分交易机制。

在碳税方面，孙逢春同时建议将燃油税调整为碳税。记者了解到，德国目前已经开始对燃油汽车征收 25 欧元/每吨二氧化碳的排放税。

大数据有望成核心支撑

碳排放和碳交易机制构建离不开碳排放的精准测算和统计。然而交通运输行业面临车辆数量巨大、排放源多而杂、难以统计等问题。在此背景下，车辆网联化和大数据技术将有望使新能源汽车纳入碳交易体系成为可能。

“应以数据驱动的碳排放核算方法为基础和重点，建立新能源汽车碳交易体系。”孙逢春强调。

“道路交通碳交易机制的基本原则就是要是基于车联网与实时运行的大数据排量，进行精准统计和核算。”孙逢春进一步向记者介绍，大数据可从车辆生产、使用、报废回收三个阶段估算汽车全生命周期温室气体排放量。大数据平台可以作为重要的数据支撑，进行交易信息登记、碳配额核查，弥补双积分只交易到企业端的不足，并实现对终端用户的低碳出行奖励。

生态环境部机动车排污监控中心相关负责人表示，大数据是支撑交通领域碳排放的核算的重要手段。在运输行业中，道路交通特别是重型商用车是二氧化碳减排的重要领域。在该领域，依托实时大数据支撑碳排放核算方法体系的建立和校核非常关键。

王先进亦建议，应加快建立公路水路交通运输能耗和碳排放监测评价体系，编制交通运输企业温室气体排放核算方法指南，加快建设交通运输领域能耗与排放在线监测平台。（齐琛同）

海草可清除废塑料

中国科学报 2021.1.18

本报讯 一项研究近日指出，水下海草场可以捕获、提取海洋塑料废弃物，并将其带到岸边，从而帮助清除海洋里的塑料垃圾。相关论文刊登于《科学报告》。

此前研究显示，大部分塑料最后都沉到了海底，但有一些被冲回岸边，不过，人们尚不清楚为何会出现这种情况。科学家猜测，海草场广泛分布在浅海水域，能帮助捕获并缠住来自海床的沉积物颗粒。

为了评估海草在捕获和清除海洋塑料中的作用，西班牙巴塞罗那大学的 Anna Sanchez - Vidal 和同事，对 2018 年至 2019 年在西班牙马略卡岛 4 个海滩的海草垃圾中收集的塑料废

弃物进行了测量。

马略卡岛有大面积的海草场，同时近岸处有大量塑料。在 42 个松散的海草叶样本中，其中 50% 发现了塑料废弃物；在 198 个海草纤维球中，17% 的海草纤维球上缠绕着塑料废弃物。研究人员表示，在每公斤散叶和海草纤维球中发现的塑料制品最多分别达 613 个和 1470 个。

利用这一数据以及对地中海海草纤维产量的估计，Sanchez - Vidal 等人认为，地中海海草场的海草纤维球每年或能捕获多达 8.67 亿个塑料制品，不过，能被带到岸边的塑料制品数量以及冲上岸的塑料制品命运尚不知晓。

该研究表明，海草场或有助于对抗海洋塑料污染。此前有研究发现，地中海海草区从 1960 年以来减少了 13% 到 50%，专家认为应将海草场保育放在首位。（唐一尘）

来自玉米、秸秆的生物基材料 不只能做塑料，还能做衣服

科技日报 2021.1.20

玉米、秸秆与服装、家居，听上去似乎并不相关，但正在悄悄进行关联。将玉米甚至秸秆加工成新型生物降解材料，可以纺成纱线制作衣服，也可以加工成日用品、板材。

记者从第二届中国生物基材料产业发展大会上获悉，我国企业“跑通”了从玉米到聚乳酸、纤维全环节，并在家纺、服装等领域展开实践，制成购物袋、餐具和运动服。这个新材料，正走进你我生活。

限塑让这个材料走入大众视野

2020 年初，国家发改委和生态环境部印发《关于进一步加强塑料污染治理的意见》，明确一系列限塑“时间表”。以玉米、秸秆加工制成的聚乳酸材料为代表，具备可降解功能的生物基材料快速走入大众视野。

何为生物基材料？中国纺织工业联合会的一位专家用“从环保到环保”来进行描述。以聚乳酸为例，从玉米出发，进行纤维提取、生产、应用，既是循环经济，也有效发挥了材料抑菌等特点。

“与其他转化为微塑料颗粒不同，聚乳酸纤维废弃物可降解为二氧化碳和水，是完全生物降解，真正环保。”中国化学纤维工业协会专家李增俊说，中央经济工作会议将做好碳达峰、碳中和工作列入 2021 年要抓好的重点任务之一，生物基材料对环保意义重大。

前景有多大？“2020 年我国合成树脂略有增长，2019 年五大通用树脂比上年增长 7.2%，塑料工业快速发展是大趋势。”中国塑料加工工业协会副理事长马占峰说，禁塑并非禁止整个塑料工业，而是通过可降解材料对部分不可降解进行替代和改善。一定程度上，有多大的产业空间，就有多大的新材料空间。

多位专家认为，日常生活中使用不少石油基化纤、膜制品，在自然环境中很难分解。推进生物基材料标准化、产业化，适逢其时。

技术已逐步具备产业化基础

发展以聚乳酸为代表的生物基材料，对增加绿色产品供给、降低石化资源依赖等有较大帮助，但也一度面临丙交酯生成技术难、生产成本高等问题。

不过，在有关部门、科研机构、一线企业实践中，难题正在破解。记者调研发现，一些企业已开始布局，部分国内企业贯通了低成本生产聚乳酸原材料的全线技术。

12月26日，安徽丰原集团第二模块年产50万吨乳酸、30万吨聚乳酸项目开工。此前，年产5万吨聚乳酸项目已经投产。为争取原材料稳定供应，山东正凯新材料、江苏悦达家纺等十多家企业纷纷规划在该生产基地附近建厂。

“目前生物基材料产业标准化、产业化推进很快，近期全国多地发布了限塑具体期限和产品目录，为生物基材料产品的发展创造了市场空间。”马占峰说，这些都让生物基材料逐步具备了大规模产业化的基础。

“以聚乳酸为代表的生物基材料产业取得突破性进展，进一步推动我国生物基材料产业高质量发展。”中国工程院院士王安说。

市场还需多方合力培育

产业要发展，市场很关键。业内专家认为，一方面，要进一步加强技术攻关和生产、质量等稳定性提升，另一方面，也应加强市场对新材料的认知，让其走入市场、经受市场的检验。

“通俗地讲，以玉米、秸秆制作的聚乳酸材料大致有两个方向，一个是塑料，一个是布料。”安徽蚌埠市发改委有关负责人告诉记者，近年来，蚌埠在政策、资金、平台等领域提供支撑，全面推广使用可循环、易回收、可降解的膜袋。

在布料方面，专家认为，聚乳酸纤维具有与人体肌肤相近的弱酸性，在内衣、家纺等领域应用具有优势，但与化纤产品相比，规模化还不够。

“聚乳酸纤维价格要高于人们常用的涤纶纤维。涤纶纤维是千吨级的，聚乳酸目前是数吨级。”李增俊认为，提升产能和降低生产成本非常重要。

从工厂走入市场，也要更好发挥政策协同、标准引领等作用，正确引导生物基材料推广应用。

“30至40根纤维相当于一根头发的粗细，可见制作工艺的精良。目前是从玉米中提取，下一步由秸秆制造，还需要提升工艺。”中国化学纤维工业协会有关负责人说，发展新材料要有耐心，做好精细化布局，并借助新商业模式更好向消费者推广。（张欣欣）

中国海油启动碳中和规划

中国能源报 2021.1.18

本报讯（记者吴莉）报道：1月15日，中国海油宣布正式启动碳中和规划，将全面推动公司绿色低碳转型。

中国海油董事长汪东进表示，绿色低碳是中国海油五大发展战略之一，中国海油将统筹做好碳达峰和碳中和顶层设计，积极构建绿色低碳发展体系，以更大决心、更强力度、更实举措助力我国全面实现“碳达峰、碳中和”目标。

据悉，目前，中国海油已成立由多部门组成的专项研究机构，展开碳达峰和碳中和顶层设计，研究制订公司碳减排路线图和碳中和目标方案。同时将围绕国家最新政策要求，进一步完善“十四五”规划和新能源相关专项规划，完善公司绿色发展行动计划，推动公司绿色低碳管理迈上新台阶。

“十四五”时期，中国海油将以提升天然气资源供给能力和加快发展新能源产业发展为重点，依托两个市场、两种资源，推动实现清洁低碳能源占比提升至60%以上。天然气方面，通过加快南海万亿方“大气区”建设、积极发展非常规天然气和加快推动LNG（液化天然气）全产业链建设等举措，大幅提升天然气供给能力。新能源方面，将充分发挥海洋工业比较优势，发展以海洋资源为主体的新能源产业，在2020年实现首个海上风电项目并网发电的基础上，加快推动海上风电产业化、规模化发展，探索海洋能源综合利用，积极推进公司从传统油气向新能源的跨越。

同时，中国海油将全面推进绿色低碳生产进程，加快“绿色油田”“绿色工厂”建设。加强碳排放源头管控，全面强化节能管理和技术改造，逐步实现常规天然气“零燃除”，大力推动电力改造及清洁能源替代，降低生产过程的二氧化碳排放。例如改变原有海上平台用能模式，探索利用陆地大电网为海上油田生产供电，以提高发电效率，减少海上油气田能源消耗，削减海上温室气体和污染气体的排放。率先试点的渤海秦皇岛和曹妃甸油田在引入岸电工程后，整个区域将年均节约能源约6.47万吨标煤，相当于减少二氧化碳排放17万吨，减排二氧化碳相当于植树1700万棵。其它海上油田的岸电改造也已在规划中。

中国海油表示，还将积极主动参与碳排放权交易市场建设，着力提升公司碳资产管理能力，并已尝试开展“碳中和”LNG交易。2020年，中国海油通过购买碳汇实现了单船LNG资源在全产业链的“净零碳排放”，开创了中国天然气行业碳中和实践的先河。近期，又分别从壳牌、道达尔共采购5船“碳中和”LNG，碳信用额约为112万吨二氧化碳当量。用于中和LNG碳排放的碳信用额主要来自新疆、青海的林业碳汇项目。

节水农业：向生物节水和工程节水要答案

中国科学报 2021.1.14

本报讯（记者郑金武）刚刚过去的2020年是《国家农业节水纲要（2012—2020年）》实施的最后一年。近日，中国工程院院士山仑在接受《中国科学报》采访时表示，我国农业节水已取得初步成效，下一步农业节水要向生物节水和工程节水要答案。

我国是一个水资源短缺，且水资源利用效率低下的国家，超过60%的水资源作为农业用水使用。中国科学院院士刘昌明曾在接受《中国科学报》采访时表示，我国目前有巨大

的节水潜力，其中农业节水潜力约为30%。

“此前，我国在农业节水方面比较注重农艺节水、耕作节水，对工程节水、生物节水的关注不够。”山仑说。

事实上，早在上世纪90年代，山仑就提出了“生物节水”的理念。他指出，生物节水措施是按照作物需求规律采取对策，例如根据不同作物的需水量、需水临界期制订灌溉计划，进行作物布局；从长远来看，通过研究需水规律提高植物本身的水分利用效率这一途径十分重要，是农业节水增产的最大潜力所在。

具体而言，要实现生物节水，一是要加强培育抗旱节水小麦、抗旱节水水稻等品种；二是利用作物可以自我补偿的特点，从栽培学角度出发，在半旱地农业中仅用少量水进行灌溉。

中国工程院院士尹伟伦也曾表示，我国应该将节水战略转移到生物节水的道路上来。一是建立定量评价植物生命忍耐干旱能力的技术，以便从生命本质上科学、量化、可靠地筛选出抗旱优良品种；二是从植物生命需水信号研究入手，实现农林业按植物需水信号及时灌水和停水，实现节水精准灌溉技术的新突破；三是开发利用植物耐旱基因资源，通过生物工程技术培育耐旱植物新品种。

此外，工程节水也是农业节水的重要方向。山仑指出，在灌溉水利用系数方面，发达国家达0.7以上，以色列达到0.8，而我国只有0.5左右。

据介绍，灌溉水利用系数，是指灌入田间的有效水量与渠首引进的水量之比。灌溉水利用系数是评价灌溉渠系的工程状况和管理水平的一个重要指标，系数越高，说明水资源利用率越高。

山仑指出，农业工程节水方面，以色列的经验值得借鉴。“以色列农业的输水已经实现管道化，且输水管网控制得非常好，农业、园林中，基本上都实现了滴灌。而我国农业生产中，只有10%左右实现了滴灌。”

山仑表示，要提升工程节水，既要加强农业工程节水技术研究，也要加强工程节水设施的投入，实现统筹发展。

节能减排应成“碳中和”最重要手段

中国城市能源周刊 2021.1.18

近年来，节能一直是我国落实节约资源与保护环境两项基本国策的重要抓手，也是我国能源发展战略的核心内容。

记者了解到，我国节能潜力巨大，仅在建筑节能领域，如果城镇建筑全部达到节能标准，每年就可节省二氧化碳排放逾亿吨，空调高峰负荷可减少约8000万千瓦，相当于4.5个三峡大坝的发电能力。

对此，北京国际能源专家俱乐部总裁陈新华比喻道，我国的节能潜力好比“沙特大油

田”的节能“矿藏”，有待新的技术和新的商业模式来开发。

然而，在我国节能工作具体实施过程中仍存交易成本高、融资难等难题。“十四五”期间，我国节能工作开展应采取何种机制与商业模式？节能领域如何形成新思路、新模式？就在不久前由北京国际能源专家俱乐部、亚洲开发银行、北京大学能源研究院联合举办的建言“十四五”能源发展系列活动——节能工作的新思路、新模式、新举措研讨会上，节能相关行业专家对我国“十四五”期间的节能工作提出了建议。

节能是实现“碳中和”目标最重要、最经济的手段

根据建言“十四五”能源发展系列活动发布的《节能新思路、新模式、新举措总结报告》（下称《报告》），我国提出努力争取在2060年前实现碳中和目标，这将意味着从2020年到2060年40年间，我国各行业二氧化碳排放的总量应从2019的每年约115.35亿吨（包括能源领域和工业过程如水泥制造过程的排放）减少到接近零，而无法减排的部分则应通过增加再造林、碳捕获、利用与封存（CCUS）等在内的各种碳汇措施来实现碳中和。

《报告》同时指出，能源行业的碳中和任务（包括碳汇抵消量）约为每年100亿吨，从欧盟实现2050碳中和目标50%需要依靠节能来完成的基准情景来看，节能也应成为我国实现能源领域碳中和目标的最重要手段。

陈新华指出，节约下来的能源也是最清洁最安全的能源。与可再生能源、核能，以及CCUS等减排技术相比，节能手段也是最为经济的。“节能一直是我国能源发展的优先战略，但在实施过程中面临两大悖论：一是很多节能潜力大、回收期短的技术无法大规模推广；二是节能优先的国家战略因为没有好的商业模式而贯彻不到位。节能市场存在量大面广、专业技能缺乏、综合服务能力有限、成本高、融资难、恶性竞争严重等问题。”陈新华表示。

节能减排工作推进需实现两个转变

“应充分利用数字技术推进节能工作。数字技术可以更加精准地把握用能方的能源需求，鉴别可能挖掘的节能潜力，实时对接能源供应侧而形成需供互动。”上海慧著智能科技有限公司总经理李艳兵表示。

上述《报告》指出，我国节能工作的推广要实现两个转变：一是实现从节能公司推销节能产品到耗能企业主动寻找解决方案的转变。“在这方面需要通过政策法规和财政激励给耗能企业一定的压力和动力，使企业有积极性和主动性；与此同时，也需要为耗能企业提供能够自我发现问题的技术。”陈新华表示。

对此，上海市能效中心借鉴国内外节能诊断方法提炼总结出TERR（Time, Efficiency, Requirement and Recycle，分别代表能耗的时序控制、能效等级、需求分析和废能再用）方法论。“该方法论总结出了一套综合性诊断企业的节能思路，充分挖掘出了企业节能的巨大潜力。”上海市质量管理科学研究院行政主任魏玉剑表示。

第二个转变就是实现节能服务公司从卖产品到为客户提供整体解决方案的转变。“节能工作不是为了节能而节能，而是要回归到客户的需求本身，并以此为导向，让节能成为客户

综合能源服务解决方案的一部分，为客户提供方便，节约成本，创造价值。”山东鲁控能源发展有限公司总经理余俊说。

应加强协同引导用户节能鼓励人人参与的“文化节能”

与会专家指出，节能减排属边际效益，但各个企业、能源之间节能工作开展缺乏协同，因此，未来我国节能减排发展应进一步加强不同区域、领域联动。

除此之外，节能减排还应因地制宜、尊重中国特色与国情。具体到建筑节能领域，丹佛斯（中国）公司副总裁车巍建议，在楼宇节能方面，应继续推广使用热计量，引导用户节能行为，倡导人人参与节能的氛围。

“如果在采暖季能够像用水、用电一样按量收费，全面推行普及热计量，我国北方的建筑能耗就可以降低30%；且如果对所有的楼宇进行热效率评估，公开房屋热运行数据，建立能源地图，给每栋楼贴上能效标识和能效系数，并对效率低的集中供热楼宇按照其能效系数多收取取暖费，使能效成为衡量楼房价格的一个重要参照因素，从而实现建筑能耗大幅降低。”车巍说。

“资源节约与环境友好型社会国家的建设离不开14亿人的努力。应在传统的结构节能、技术节能、管理节能的基础上，高度重视‘文化节能’，即社会氛围和每个人素养对节能工作的重要性。”“十四五”国家能源规划专家委员会组长吴吟表示。

吴吟进一步指出：“要将节能文化渗透到全社会的每个角落，渗透到生产部门、制造单位、设计院、物业公司，渗透到每个用能单位、每个人，使节能工作成为大众的潜意识行为，利用社会监督机制杜绝资源浪费，并通过激励机制，加强节能减排的荣誉感。”（全晓波 张金梦）

天津扎实推进塑料污染治理

全市范围内禁止生产和销售超薄塑料购物袋

中国环境报 2021.1.19

本报记者郭文生 见习记者任效良天津报道 记者日前从天津市生态环境局、市发展和改革委员会、农业农村委员会、商务局、文化和旅游局、市场监督管理委员会、邮政管理局联合召开的塑料污染治理新闻发布会上获悉，天津市塑料污染治理工作正在扎实推进中，下一步，全市将以现阶段使用量大、问题相对突出、社会反映强烈的部分一次性塑料制品为重点加大治理力度。

据天津市生态环境局二级巡视员邵玉林介绍，接下来，全市将聚焦一次性塑料制品生产、流通、使用、回收处置环节，开展4方面工作。

一是推广应用替代产品。在商场、超市、药店、书店等场所，推广使用环保布袋、纸袋等非塑制品和可降解购物袋。在餐饮外卖领域推广使用替代产品。开展可降解地膜试验示范。

二是培育优化新业态新模式。以连锁商超、大型集贸市场、仓储、电商快递等为重点，积极推广可循环、可折叠包装产品和物流配送器具。鼓励企业建设可循环包装跨平台运营体系，使用商品和流通一体化包装，建立可循环物流配送器具回收体系。

三是增加绿色产品供给。要求塑料制品生产企业严格执行有关法律法规，生产符合相关标准的塑料制品。推行绿色设计，提升塑料制品的安全性和回收利用性能。积极采用新型绿色环保功能材料，加强可降解替代材料和产品研发，有效增加绿色产品供给。

四是加强日常管理和监督检查。严格落实禁止、限制生产、销售和使用部分塑料制品的政策措施，严厉打击违规生产销售国家明令禁止的塑料制品，加强塑料废弃物回收、利用、处置等环节的环境监管。

“同时，我们还将持续加强塑料废弃物回收和清运，推进资源化能源化利用，完善支持政策，强化科技支撑，系统推进全链条、全生命周期管理，分阶段推进塑料污染治理工作。”邵玉林说。

今年，天津市生态环境局、市发展和改革委员会联合制定印发了《天津市进一步加强塑料污染治理工作实施方案》，明确全市范围内禁止生产和销售厚度小于0.025毫米的超薄塑料购物袋、厚度小于0.01毫米的聚乙烯农用地膜；禁止以医疗废物为原料制造塑料制品。全面禁止废塑料进口；禁止生产和销售一次性发泡塑料餐具。到今年年底，禁止生产和销售一次性塑料棉签；禁止生产含塑料微珠的日化产品。到2022年底，禁止销售含塑料微珠的日化产品。到2025年，塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，塑料污染得到有效控制。

发布会还分别通报了各相关部门落实塑料污染治理工作实施方案的进展情况。其中，市生态环境局加强了医疗机构管理，禁止医疗废物作为原料进入塑料制品行业；与天津海关通力合作，禁止废塑料进口；组织各区强化塑料制品生产以及废塑料回收、利用企业的环境监管，查处环境违法行为。市发展和改革委员会将塑料污染治理工作纳入绿色生产和消费法规政策体系建设、“十四五”循环经济发展规划、绿色生活创建等工作之中，作为推动天津绿色发展的工作内容，同时在规划引领、项目支撑、资金支持等方面，充分发挥职能作用。

打造污水处理的智慧工厂

——记“全国劳动模范”王佳伟

中国水利报 2021.1.21

一身白大褂，一排实验瓶，这是王佳伟工作的日常。从清华大学环境科学与工程专业博士毕业后，王佳伟在北京城市排水集团一干就是18年，如今已成长为集团科技研发中心主任，2020年荣获“全国劳动模范”荣誉称号。

经过生产一线的充分锻炼，王佳伟在研发岗位多年致力于科技创新以及技术转化工作的落地。他带领研发中心团队通过反复论证，提出了建设“全国水环境科创中心”、北京方庄

“未来水厂”等具体实施规划方案，完成了一批科技项目。王佳伟坚定创新与实践的执着信念，成为北京污水处理行业里一名技术能手。

污水处理提档升级

2003年，王佳伟进入北京排水集团，当时正值新的科研项目研发——沼气脱硫，这是北京第一家大规模排水企业采用厌氧消化处理污水。

“厌氧消化在当时是非常先进的技术，但在处理污水过程中，会产生有毒有害气体，所以研究沼气脱硫专门成立了课题组，集团给出的实验时间是4个月。”王佳伟回忆道。

时值酷暑。白天，全副武装的王佳伟跟同事们一起在现场做实验，一次、两次、一百次……晚上，又进入实验室检测分析数据。经过大家不懈努力，2003年11月10日，实验终于取得了稳定成果，集团建成了自主研发的第一个沼气脱硫装置，同时也开启了王佳伟将污水资源化的新征程。

北京是典型的资源型缺水城市，将污水资源化是解决城市缺水至关重要的手段，可是当再生水回补至河湖时，水体富营养化很难避免。如何避免回补时出现水体富营养化，提升河湖水质，是王佳伟一直努力的方向，也是他研究脱氮除磷技术的根本目的。

为了打破技术壁垒，他学习了自动控制原理、数学建模和互联网知识，结合污水处理的专业知识，开发了一套实验装置。实验的过程漫长而艰辛，他带领团队每天24小时值守，分时取样进行数据分析，就这样“盯”了一年半的时间。除了每天“泡”在实验室，他还经常到生产一线了解情况，探索将控制系统的指令设计与生产实践结合的有效途径。

经过缜密的实验与分析，王佳伟的研究思路不断成熟，最终开发了基于脱氮除磷原理的前馈模型和反馈调节相结合的优化控制技术，并结合互联网实现了工业化和信息化在污水处理行业的融合，形成了具有污水处理行业特色的污水处理厂动态调度控制系统，这也是国内首次实现污水处理技术从单一污染物减排到多元综合利用的转变。

科学精神引领向前

由于脱氮除磷处理工艺相对复杂，王佳伟带领团队建立了一个每天可处理300吨污水的实验装置，以此模拟和实验在各种条件下对污染物去除的影响。

在研究的过程中需要反复进行实验，不断调整工艺，每一个环节，他都秉持严谨求实的科学精神进行探索研究，有时为了保证数据的科学性和连续性，需要进行至少十几个小时的测试实验。

终于，在团队的不懈努力下，在一次次的实验和数据分析中，实现了在合理范围内的精准脱氮除磷，使再生水水质稳定达标。仅脱氮一项，应用新技术就将污水中氮的数值降低了一半以上。

“这项生物处理工艺高效脱氮除磷节能控制技术在排水集团的‘三年行动计划’中得到推广应用，再生水水质得到了进一步提升。”王佳伟说。

技术创新实现双赢

随着再生水水质变好，出水稳定达标，王佳伟又开始琢磨新的研究方向。结合自己在北京高碑店污水处理厂工作8年的实践积累，他始终认为，污水处理厂在运行方面还有进一步优化的空间，为此他开始积极探索水厂的自动化、智能化运行。

“污水处理是一个复杂的微生物过程，由于污水本身具有腐蚀性，所以一些设备设施不太容易实现自动化。”王佳伟表示，研究自动化、智能化运行技术具有重要意义，可在合理能耗水平下，尽量减少人工干预，以此实现能耗和物耗的双节约。

面对此项研究涉及的环境工程、自动控制技术、通信工程技术和数学建模技术等多学科知识，王佳伟不断充实自己，一边加强自身学习，掌握自动控制原理、数学建模等相关知识，一边统筹精干力量，聚力开展研究。他带领团队建立了实验模型预测和计算药物的投加量及参数，做好实验参数的记录和分析，查看数据变化趋势是否与预测预想的相符合，并根据实际情况不断调整参数。

王佳伟为了将实验成果与现有工艺更好地结合，带着技术实施方案来到了再生水厂，积极推动技术成果的应用转化，希望技术可以更好地服务基层。“通过再生水厂的升级改造，实现了精准曝气，加药除磷、脱氮等正在逐步实现智能化。”

作为技术骨干，王佳伟先后承担了国家高技术研究发展计划、国家科技支撑计划、北京市科技计划等近十项省部级课题的研究工作，解决了国内污水处理厂处理设施能耗高、达标不稳定等一系列问题，研究成果获得了国家科技进步奖1项，国际水协会全球项目创新奖1项，省部级科技进步奖5项。在科技创新领域的辛勤耕耘，也让他获得了“首都劳动奖章”“全国水业杰出青年”等荣誉称号。

王佳伟经常嘱咐团队中的年轻人，科研要有前瞻性，“未来要继续朝着让再生水厂智慧化、资源化、生态化的方向，打通技术研发、产品开发、市场推广应用的创新链，让科技创新真正应用到实际当中。”（张爽 康琪）

广汉农村污水治理走向无人化智能化

已建设10个智能污水集中处理站，实现终端自主、远端调控的管理模式

中国环境报 2021.1.21

“我们很满意。”看着矗立在家门口的农村生活污水集中处理站，住在四川省广汉市高坪镇白里村聚居点的刘大姐很开心。以前，这里堆满了建筑垃圾，臭气熏天，现在则变成了有着潺潺水流、种着金钱草的生态小湿地。

让刘大姐高兴的污水集中处理站，其实是一种创新的蜂窝式智能化污水集中处理站。相较传统的污水处理设施，其投入经济、安装简单，还能实现远程控制、无人化运行管理。这种全新的农村污水处理模式，是广汉市生态环境局实施乡村振兴战略，解决农村污水问题的一次探索。

因地制宜，建立智能污水集中处理站

“别小看这个占地不足 10 平方米的不锈钢体设施，它能解决白里村聚居点大约 260 人、20m³/天的生活污水处理问题。”成都双流至成水务有限公司的项目经理简哲说。

何为“蜂窝式”？“顾名思义，就是像蜂巢一样，可以独立成为空间，也可以合并形成整体。”如果这一聚居点用户增加，可以增加模块数量来扩大污水处理量。如果聚居地要迁移，模块化设备也可以随着进行分解、组合。

这一功能得以实现，主要基于现代信息技术的应用。这家水务公司建立了云管理平台，通过采集运行及视频数据传输至云平台，实现终端自主、远端调控的管理模式。

这样不仅能减少人力投入，也可以随时对其功能进行调整。“以前每个污水处理站，至少需要 2 到 3 人进行管理。现在 10 个污水处理站，也只需要几个人就可以完成。”简哲说，工作人员的主要任务是从事环保物流——就是物料、药剂配送或配件检修等。“就算污水处理站点位增加，人员也不需要增加。”

简哲当场算了一笔账：与修建传统污水处理厂相比较，从日常运维来讲，蜂窝式智能污水集中处理站每一立方米的污水处理成本只有前者的几分之一；从建设成本来讲，蜂窝式智能污水集中处理站不仅节约了大量的管网建设投入和土地资源，还大大节省了全系统维护成本，可谓一举多得。

实现站点自主运转、远程云端调控管理

在广汉生态环境局局长曾勇看来，这款蜂窝式智能污水集中处理站，解决了困扰他多年的难题。

“乡村振兴，生态先行，农村生活污水治理首当其冲。”曾勇一直在思考、在探索农村污水治理。“广汉人口密度大，地势平坦，土地资源紧张，可利用的自然资源有限，完全靠自然条件解决这一问题几乎不可能。”

农村污水治理是一座必须要走的桥。要走过这座桥，曾勇必须带着队伍跨过农村生活污水点位分散、难收集、难管理、后期运维成本高等多个坎。而这，也是农村污水处理一直亟待解决的“病灶”。

“传统的污水处理方式，要花几年时间修建基础设施，前期投入大不说，一到夏天就恶臭难闻，下大力气好不容易治理好的黑臭水体，第二年可能又臭了。这无异于拿钱往水里砸，看个水花就没了。”曾勇说，“水污染，污染在水里，病根在岸上，控源截污才是根本。”

必须要走出一条新路子，选择适合的技术、装备，配套高效的管理模式，让污水处理设施不仅能建成，还要管理好，确保充分发挥其环境效益和社会效益。

2020 年初，广汉市农村污水治理项目公开招投标，蜂窝式智能污水集中处理项目第一次走进广汉生态环境局的大门，其智能污水集中处理设施也走进了曾勇的视线。

至成水务公司针对乡村生活污水点位分散、专业人员少、污水水质波动大、运行管理难度大等问题，通过物联网技术，建立云平台，实现站点自主运转、远程云端调控管理；针对乡村污水站规模小，运输条件差的问题，通过处理设备模块化，根据水质、水量和处理标准

灵活搭配、组装的方式来解决；针对污水处理设备离居民点近的问题，改版工艺模式，采用活性生物膜处理系统，减少噪声和气味的产生。

短短几个月，广汉农村生活污水处理的诸多问题迎刃而解。

水质可达四川省农村污水排放一级标准

“曾经也担心这个设备到底行不行，是不是说得天花乱坠，结果却不如意，所以我们一直派专人不定期对白里村站点出水水质进行检测。”曾勇说。

几个月暗查下来，白里村生活污水处理站总排口的水质，均达到了《四川省农村污水处理设施水污染排放标准》一级标准。同时，建设方将站点周围地块进行了平整和绿化，修建了一个小小的生态湿地公园，成为聚居点一处亮丽的风景。

走访时，曾勇听到当地群众对施工单位的人员说：“感谢你们建设的治污设施，为你们点赞。”至此，曾勇终于放下了心。

好事传千里。白里村的实践，引来了绵竹市、什邡市、罗江、德阳旌阳区等周边生态环境部门前来学习参观。截至目前，类似高坪镇白里村聚居点的智能污水集中处理站，广汉市已经修建了10个，部分处理站已经正常运行，其余处理站处于调试阶段。

曾勇建议，下一步，周边居民可以利用至成水务公司远程对话系统，对污水治理情况随时进行监督。同时，还能举报反映其他生态环境问题，成为生态环境部门的“水质监测员”“网格员”。他说，“相信这样的新技术在广汉、德阳以及更大范围的推广和应用，将不仅使我们加快建设更清、更美、更兴旺的乡村，而且能促进完善更准、更广、更有效的监督管理系统。”

“不仅如此，最终我们将要把污水处理站点变为信息服务终端，未来将为周围老百姓提供物流、天气、地震预警等信息服务，对乡村实行精准化管理，由生态振兴服务产业振兴，从而实现乡村振兴。”简哲说。

“鹏凯圆”开启工厂化预制污水处理系统新模式

中国环境报 2021.1.22

“污水处理产业链有点像过去的医药行业，有人生病了，就找老中医开个药方，病人拿着药方去抓药，回家以后煎药喝；而污水处理的流程十分相似，有污水处理需求的地方找到设计院，设计院负责出具图纸，相关单位按照图纸建造施工后投入运营。”

深谙污水处理行业规律的王国彬，是广州鹏凯环境科技股份有限公司（以下简称“鹏凯环境”）的总经理。他们要做的就是将“老中医”的药方制成“中成药”，即推出装配式污水处理系统——鹏凯圆，直接供有污水处理需求的城镇使用。

鹏凯环境是一家专注于水环境技术研究、水环境综合治理和水处理设备专业制造的集团公司，于2016年成功挂牌新三板，总部位于广州番禺天安节能科技园，在肇庆市建设了近3万平方米的生产基地，配备一系列先进精密的生产设备，如自动数据激光切割机、全自动

钢板喷丸除锈防腐设备、自动焊接设备等，并在湖南、海南、贵州等地方设立多家分公司，具有环保工程专业承包资质、市政公用工程施工总承包资质、钢结构工程专业承包资质，是国家级高新技术企业，还获得第六届中国创新创业大赛优秀企业等多项荣誉证书。

工程设备化、设备标准化、运维智能化

近年来，随着社会经济的快速发展，我国城镇污水处理需求大涨。在政策驱动和需求升级的双重加持下，加快城镇污水处理厂提标扩容改造迫在眉睫，传统污水处理厂建设周期长、占地面积大、污水处理效率不高等问题亟待解决。

“装配式污水处理系统就是将产业链条上的一个一个工程打包，变成一个标准化的产品。”在王国彬看来，鹏凯环境的装配式污水处理系统开启了工厂化预制污水处理系统的新模式。“我们提出的‘工程设备化、设备标准化、运维智能化’理念，更能适应生态环境政策和社会的快速发展要求。”

“通俗地说，这个超级大设备，只需像搭积木一样就能建成，复制性强，行业聚集度高。”王国彬表示，装配式污水处理系统的核心技术之一，就是预制装配式结构，这个结构既能大幅提高生产质量，又能大大缩短建设周期。同时，系统能够破解污水处理厂建设工程属性的一些弊端，刨除工程建设中人员、资金、地域等因素，未来甚至能够推动整个污水处理产业链条的改变。

王国彬对装配式污水处理系统的信心来源于扎实的数据支撑和丰富的工程案例。他一连用了五个“更”——与传统的污水处理厂建设相比，装配式污水处理系统更省地（30% 占地面积）、更省钱（投资减少 30%）、更快捷（1/4 建设周期）、更节能（能耗降低 30%）、更智慧（搭载智能云平台）。

除了建设模式的改变，从水处理技术层面来看，鹏凯环境也有过硬的技术模式和优势。

“装配式污水处理系统的集成化设计，能够从工艺上承载更加精细化的模块设计方案。”王国彬作出进一步解释，系统外圈吸收氧化沟工艺，结合精准分段曝气技术，能够实现 AO 工艺段柔性控制，根据不同的进水水质调整工艺参数；分区域投加 MBBR 填料，采用生物膜工艺，为实现同步硝化反硝化提供条件；采用专利结构设计，实现无动力污泥回流。

卫星式污水处理系统为城市治水作加法

作为污水处理的新模式，装配式污水处理系统凭借其建设周期更短、占地更小、投资更省等优势，已经在城镇污水厂的新建、扩建、提标改造，应急污水处理厂的建设以及水环境治理项目等领域实现了广泛应用。尤其是近年来，随着城市化进程的加快，城镇污水量剧增，不少地区的污水厂及污水管网难以承载其负荷，这为不少城市出了一道难题。

鹏凯环境适时推出的卫星式污水处理系统，在污水干管沿途建设小型污水处理厂，抽取干管污水进行处理后，再生水就近回补城市内河涌，可科学有效地处理增量的生活污水，助力城市可持续发展。

据王国彬介绍，卫星式污水处理系统拥有六大特点：一是采用就近取水原则，能够分担

污水总量，减轻管网压力；二是卫星分布模式建设，能够合理利用稀缺土地；三是更少管网投入，可实现污水就地资源化；四是采用鹏凯圆工艺，占地小，选址灵活，建设周期短；五是污水就地处理、回用，可补充河道生态基流、绿化灌溉；六是通过智能 APP 运营管理系统，确保水质稳定，并实现无人值守。

目前，鹏凯环境运用鹏凯圆工艺，已承建了多个污水处理项目，如肇庆四会市碧海湾污水处理站项目（处理水量：1 万吨/天）、广州市黄埔区沉水园污水处理项目（处理水量：2 万吨/天）、广州市荔湾区沙洛片区污水处理项目（处理水量：1 万吨/天）、惠州大亚湾石头河宝山支流污水处理项目（处理水量：2000 吨/天）等。

“我们当前最有优势的污水处理体量是 1000 吨到 2 万吨。”王国彬指出，这样的污水处理项目规模不大，用建设工程的方法去做，成本会比较高，用装配式污水处理系统更为合适。除了应用于消纳增量的生活污水，装配式污水处理系统在乡镇、县城等也有着广阔的市场。

“以人为本、智能制造”的污水治理优秀伙伴

在鹏凯环境 3 万平方米的标准生产厂房里，先进的制造设备、监测系统一应俱全。鹏凯环境严格执行高标准的生产管理模式，坚持“以人为本、智能制造”的原则，为客户提供最优质的服务和高质量的产品。

“设计标准化、产品模块化、生产自动化、施工装配化”，是鹏凯环境装配式污水处理系统的“四化”建设模式。

据王国彬介绍，鹏凯环境形成了一套标准化的设计实施技术规范文件，就其关键的结构及条件参数都作了明确规定。其中，针对小规模水量及水质特征较为接近的一类纳污水体处理，鹏凯环境开发出了一种用于设备快速计算、选型的 APP 软件，同时以标准化的思维将污水处理系统划分成具有不同功能的三维空间集成模块，涵盖了主体结构、围板、其他辅助功能和管线电气等系统部件。

生产线上，建立模块装配式污水处理集成系统的自动化生产线，由主体结构（主要为钢结构）加工预处理生产线以及部件制作生产线两条自动化生产线组成。集成模块经工厂预制完成后运输至项目现场，按照规范组装方式装配连接，最终形成完整的污水处理集成系统。模块化系统建成后，实施“互联网+大数据”智能管理，可实现项目现场实时监控和监管中心实时响应。

先进的自动化数控生产线背后，是一支专业齐备、标准统一、具有超强执行力的技术团队。“我们是一家很年轻的公司，公司成立之初就率先设立了鹏凯环境技术研究院，研究院依托鹏凯环境持续增长的综合竞争力，着眼于‘产学研用’技术攻关，不断为经济建设和社会发展服务。”王国彬表示，研究院目前具有水处理工艺与设备、水环境污染控制与修复、水环境模拟与综合整治等三个研究方向，取得了多项国家专利和高新技术产品认证。

王国彬常常将自己比作开拖拉机的人。“开着拖拉机上高速，其他车子肯定跑得都比我

快。但如果换一条崎岖的赛道，结局就未可知了。”

在污水处理这个传统行业里，鹏凯环境另辟蹊径，选择不一样的打法，提出装配式的概念，想法很冒险，但好在很多技术创新经过了市场的检验，已得到了广泛应用。王国彬坚信，装配式污水处理设备由于可以复制，未来体量可以无限放大。“拖拉机跑着跑着可能就装上了履带，像坦克一样，说不定还可以装上螺旋桨，飞起来。”（丁瑶瑶）

全国“一盘棋”积极主动作为推动碳达峰碳中和 《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》解读之二

中国环境报 2021.1.25

生态环境部近日发布了《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（以下简称《指导意见》），从战略规划、政策法规、制度体系、试点示范、国际合作等领域提出了坚决贯彻落实习近平总书记重要宣示、以更大力度推进应对气候变化工作的体制机制性安排。

自2020年9月22日习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布新达峰目标与碳中和愿景以来，在短短数月时间内，生态环境部就通过反复的酝酿讨论和充分的意见征询，针对目前有关应对气候变化的认知水平、政策工具、手段措施、基础能力等还存在欠缺和短板的问题，编制起草了相关的指导意见。

我们充分地认识到，要实现新达峰目标与碳中和愿景，使命光荣、任务艰巨，需要全社会共同付出艰苦卓绝的努力。这当中，最为紧迫的就是练好应对气候变化牵头部门的“内功”，实现全国“一盘棋”，充分发挥牵头协调作用，更好履行主体责任。

一、实施积极应对气候变化战略需要调动更多的政策资源

坚决贯彻落实习近平总书记重大宣示和决策部署，需要统筹谋划，从战略全局认识和把握应对气候变化目标任务。

2020年9月22日以来，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布“中国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”；随后，在联合国生物多样性峰会、第三届巴黎和平论坛、金砖国家领导人第十二次会晤和二十国集团领导人利雅得峰会“守护地球”主题边会等多个国际重要场合重申新达峰目标与碳中和愿景，并强调“我们将说到做到”，“中国言出必行，将坚定不移加以落实”。在2020年12月12日的气候雄心峰会上，习近平主席进一步明确了国家自主贡献最新举措，在党的十九届五中全会、中央经济工作会议上对落实工作作出部署安排。

我国历来重信守诺，这一系列重大宣示和决策部署，充分彰显了我国积极应对气候变化的坚定决心，体现了推动构建人类命运共同体的责任担当，获得了国际社会的广泛认同和高度赞誉，也明确了我国绿色低碳发展的时间表和路线图。我们要进一步提高政治站位，加强宏观战略统筹和规划衔接，坚定不移把降碳作为促进经济社会全面绿色转型的总抓手。

《指导意见》提出，要突出以降碳为源头治理的“牛鼻子”，推动将应对气候变化要求融入国民经济和社会发展规划，以及能源、产业、基础设施等重点领域规划，从而更好推动经济高质量发展和生态环境高水平保护的协同共进。

实施积极应对气候变化国家战略，提高行动力度，需要全面加强应对气候变化与生态环境保护相关工作统筹融合。

当前，我国温室气体排放与其他环境污染物存在较强的排放同源性和控制措施的同效性，两者的统筹和协同既是老话题，也是新挑战，更是新机遇，需要立足现有工作基础，相互借力，实现“1+1>2”的作用。

目前，应对气候变化工作中仍然存在与新形势、新任务、新要求不相适应的问题，有必要加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的统筹考虑、协同推进、综合施策，要在战略层面将应对气候变化作为美丽中国建设重要组成部分，作为环保参与宏观经济治理的重要抓手，形成相互协调的监测、统计、报告、核查体系，形成源头减排和末端治理相结合的政策措施，形成全国统一的交易监管平台，形成基于综合生态环境绩效的评估考核方法，“打通”应对气候变化与生态环境立法、规划、环境影响评价、环保督察、执法等领域的界限。

《指导意见》提出，要在“十四五”期间尽快做到“四个统一”，到2030年逐步建立起统筹融合的战略、规划、政策和行动体系，这样才能更好保障更高强度的应对气候变化政策部署和责任落实。

二、更大力度推动气候变化工作需要建立坚实的保障基础

提高国家自主贡献力度，实现长期低排放和适应型发展，需要加强应对气候变化的高位立法和制度保障。

当前，国家应对气候变化立法仍然空位，这使得加快实施采取更加有力的政策和措施往往缺乏法律依据，惩戒和威慑作用极为有限。应该把加强应对气候变化的相关立法作为形成和完善中国特色社会主义法律体系、加快推进生态文明法制体系的一项重要任务，尽快纳入立法工作议程，加强立法研究和论证。

《指导意见》提出，加快推动应对气候变化相关立法，推动碳排放权交易管理条例尽快出台，在生态环境保护、资源能源利用、国土空间开发、城乡规划建设等领域法律法规修订过程中，推动增加应对气候变化相关内容，有助于形成决策科学、目标清晰、市场有效、执行有力的国家气候治理体系，将为加快建立温室气体排放总量控制及碳预算分配制度提供坚实的法律保障。

提出有力度的、与重大宣示相衔接的“十四五”应对气候变化目标任务，需要建立有效的统计考核机制。当前，我国尚未建立常态化的应对气候变化基础数据获取渠道、部门会商机制及信息披露制度，气候变化领域的数据获得相对滞后，难以形成实时、灵活且有效的支撑。应该进一步健全国家及地方温室气体清单编制工作机制，完善国家、地方、企业、项目碳排放核算及核查体系。

《指导意见》提出，在环境统计工作中协同开展温室气体排放相关调查，完善应对气候变化统计报表制度，加强消耗臭氧层物质与含氟气体生产、使用及进出口专项统计调查，推动建立加强与能源消费统计工作的协调，提高数据时效性，同时加强高耗能、高排放项目信息共享，这将为“十四五”目标任务分解落实，建立有效的监督考核机制，从而提高各级党委、政府落实应对气候变化目标任务的主动性和自觉性，提供扎实的基础和依据。

三、实现新达峰目标与碳中和愿景需要广泛动员地方参与

地方应对气候变化队伍是一支年轻的铁军，在制定和实施碳排放达峰行动方案时需要知道怎么干、怎么办。

2018年应对气候变化及减排职责划入新组建的生态环境部，并成立了新的国家应对气候变化及节能减排工作领导小组，但地方应对气候变化的机构建设、队伍建设和能力建设仍是一大挑战，在气候变化领域培养一支政治强、本领高、作风硬、敢担当的生态环境保护铁军，形成上下联动、实干有效的良好工作局面还需要一个过程。

面临贯彻落实党的十九届五中全会以及中央经济工作会议提出的“抓紧制定2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰”，地方生态环境系统非常急迫想知道应该如何开展具体工作。

《指导意见》提出，在有关省份实施二氧化碳排放强度和总量“双控”，各地要结合实际提出积极明确的达峰目标，并提出从能源、工业、交通、建筑等重点领域，钢铁、建材、有色、化工、石化、电力、煤炭等重点行业入手制定达峰实施方案和配套措施。

《指导意见》还为地方工作提供了“牙齿”和“抓手”，提出将应对气候变化要求纳入“三线一单”生态环境分区管控体系，通过规划环评、项目环评推动区域、行业和企业落实煤炭消费削减替代、温室气体排放控制等政策要求，推动将气候变化影响纳入环境影响评价，同时推动将应对气候变化相关工作存在的突出问题、碳达峰目标任务落实情况等纳入生态环境保护督察范畴，紧盯督察问题整改。

全面实现碳中和愿景并非一蹴而就的，需要在重点领域和区域先行先试，开展自下而上的探索与创新。我国在过去一段时期区域低碳转型持续推进，各类低碳试点示范持续开展，各具特色的地方低碳发展模式已经初步显现。

《指导意见》一方面提出要逐步推进生态示范创建、低碳试点、适应试点等生态环境领域试点示范工作的融合与整合，形成政策合力和集成效应；另一方面则强调要支持有条件的地方和行业率先达到碳排放峰值，推动已经达峰的地方进一步降低碳排放，支持基础较好的地方探索开展近零碳排放与碳中和试点示范。特别是选择典型城市和区域，开展空气质量达标与碳排放达峰“双达”试点示范，这为地方进一步探索协同控制温室气体与污染物排放、协同推进适应气候变化与生态保护修复等工作，支撑深入打好污染防治攻坚战和二氧化碳排放达峰行动提供了很好的工作指导和实施途径。

《指导意见》的适时出台是统筹推进应对气候变化与生态环境保护相关工作新征程的第

一步，碳达峰、碳中和以及美丽中国建设任重道远，统筹融合的格局总体形成有助于推动形成应对气候变化工作的强大合力，从而切实提升气候治理能力。

“十四五”期间，我们将以新发展理念为引领，以更加积极的应对气候变化行动，脚踏实地落实上述目标，推动地方和行业共同汇聚成疫后“绿色复苏”的蓬勃力量，推动生态文明建设实现新进步，为建设美丽中国和推动人类命运共同体作出更大的、更积极的贡献。（柴麒敏）

新分子铺就可再生塑料“变革”之路

科技日报 2021.1.29

科技日报北京1月27日电（记者冯卫东）随着地球上橡胶和塑料垃圾负担持续增加，科学家们期待能以闭环回收的方式减少垃圾数量。据最新一期《自然·化学》杂志报道，美国研究人员发现了一种可能改变游戏规则的新分子——低聚环丁烷，对实现这一目标具有广泛意义。

普林斯顿大学化学系研究人员表示，该分子以一种极不寻常的方式连接成正方形的重复序列，并能在一定条件下逆转，即可将分子“压缩”变成用于制造塑料的新聚合物，然后将其“解压”（解聚）变回原始单体，以备重复使用。

过去，需要昂贵的专用聚合物和多道工序才能将类似材料恢复为原始状态，从来没有使用丁二烯这样普通的原材料。该新分子是聚丁二烯的一种形式，聚丁二烯已有一百多年的历史，广泛用于制造轮胎和鞋底等橡胶和塑料制品。其母体丁二烯是一种丰富的有机化合物，是化石燃料开发的主要副产品。

研究人员表示，采用人们已经研究和聚合了数十年的一种真正通用的化学物质，从中制造出一种全新的材料，而且该材料还拥有有趣的特性，是在可持续化学方面迈出的一大步。

研究人员用铁作为合成新分子的催化剂，可将丁二烯单体“点击”在一起，从而形成低聚环丁烷。铁“诱使”单体相互叩击，以形成正方形聚合物。通常，单体通过S形结构的简单重复连接形成聚合物。但是在本研究中，这些单体会以正方形链的形式串在一起。

为了将其解压，在铁催化剂的条件下将分子暴露于真空中，将逆转“压缩”过程并回收原始材料，这使其成为闭合化学循环的一个罕见例子。

该材料还具有令人着迷的特性。例如，它可以远距离操纵，这意味着该链的两端均已功能化。此属性可以使其本身用作构建基块，充当聚合物链中其他分子之间的桥梁。此外，它是热稳定的，这意味着它可以加热到250℃以上而不会迅速分解。

即使在低分子量为1千克/摩尔的情况下，它也表现出高结晶度，这表明它能在更轻的情况下实现其理想物理性能（如结晶度和材料强度）。

研究人员称，用这种单体制成的材料非常坚硬，并不像一般的再生塑料那样脆弱不耐用。

新材料能在低温下将 CO₂ 转为资源

科技日报 2021.1.28

日本早稻田大学的一个研究团队发现了一种新材料，能在低于 500℃ 的温度下，将二氧化碳（CO₂）转化为有用的资源。他们利用新发现的 Cu - In₂O₃，通过化学循环进行了逆向水气转换反应，在低于 500℃ 的温度下，以 10 毫摩尔/克/小时的高速度将 CO₂ 有效转化成了一氧化碳（CO）。各种分析表明，在 Cu - In₂O₃ 上的反应源自 Cu - In₂O₃ 与 Cu - In 合金之间的氧化还原。

研究发现，铜和铟组合形成的氧化物，也具备通过氧化还原将 CO₂ 转化为资源的高性能。今后，通过组合太阳热和电解氢等，有望有选择地将 CO₂ 高效转化为资源。

光催化可高效降解沼液中的抗生素

中国科学报 2021.1.29

本报讯（记者王方）华中农业大学工学院教授袁巧霞团队在沼液中实现了抗生素的高效降解，解释了沼液理化特性与抗生素降解的相关性，为沼液中污染物的去除提供了理论依据和参考数据。相关成果近日发表于《化学工程杂志》。

抗生素被广泛使用以预防和治疗动物疾病。然而，大量抗生素在动物体内难以吸收消化而随粪尿排出体外，并在厌氧发酵后仍部分残留在沼液中。从生态环境和人类健康角度来看，去除沼液中的抗生素对沼液的安全利用至关重要。

研究人员以 TiO₂ 为催化剂，探究了光催化降解沼液中抗生素的最佳工艺参数，并对不同预处理后的沼液中的抗生素降解进行了研究。结果表明，高压汞灯对沼液中抗生素降解具有显著效果，降低沼液处理深度能有效提高抗生素降解率。最佳工艺条件下，四环素类抗生素的平均降解率达到 93.14%。絮凝预处理能有效降低沼液的颜色、浊度和总固体含量，进而提高抗生素降解率。

沼液中抗生素的迁移和转化途径主要包括 3 个阶段：沼液中有机物等对抗生素的吸附、催化剂对抗生素的吸附以及抗生素的光催化降解。研究人员分析发现，沼液的 pH 值与浊度对抗生素的吸附阶段影响较大，抗生素去除率与沼液浊度、色度等呈正相关。沼液的颜色和 pH 值对抗生素的光催化阶段影响较大，抗生素去除率与沼液色度、浊度等呈负相关。

四、太阳能

用电化学方法处理富营养化河水

中国科学报 2021.1.11

本报讯（记者朱汉斌 通讯员刘华清）广东省科学院生态环境与土壤研究所研究员孙蔚

旻团队和广东省科学院化工研究所合作，创新性地提出了一种利用原位电化学强化处理富营养化河水的新方法。相关研究近日发表于《整体环境科学》。

河流生态系统是地表最重要的淡水资源之一，但河水经常受到氮、磷等营养物质的冲击，导致水体富营养化现象频发。由于河水体量较大，迫切需要一种高效、经济的水处理技术以实现富营养化河水的同步脱氮除磷。

研究人员在受污染河段原位实施了一种太阳能驱动的电化学水处理技术，用以强化富营养化河水中氮、磷污染物的去除。该原位电解设备阳极和阴极为铁板组合电极，电极电势为 $10 \pm 0.5\text{V}$ ，单个电解设备能耗约 $1.2 \pm 0.1 \text{ kWh/day}$ ，电解能耗完全由太阳能电板供给，并由控制器调控。

该研究对电解实施前后不同河段位置的水质和微生物群落结构进行了连续监测，发现该电解技术实施后，受污染河段的总氮和总磷平均去除效率分别达到了 72.4 ± 11.7 和 $13.8 \pm 5.3 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，较未处理阶段分别提升了 3.7 倍和 4.7 倍。其中，80% 以上的总氮去除提升体现为硝态氮的削减，氢自养反硝化细菌在河流沉积物—水界面和悬浮沉积物中皆得到了富集，表明电解阴极作为电子供体可能同时促进了沉积物和悬浮沉积物介质上微生物驱动的氢自养反硝化过程。

此外，电解处理显著增加了河水中颗粒态磷的比例，溶解态磷的比例和含量大幅降低，阳极释放的铁离子同时强化了磷与悬浮沉积物的共沉淀作用。

该研究表明太阳能驱动的原位电解是一种经济有效的脱氮除磷技术，为富营养化河水的处理提供了新的技术手段。

首款透明太阳能电池可让窗户发电

参考消息 2021.1.13

【美国每日科学网站 1 月 5 日报道】题：在通隐形太阳能电池板的道路上，明天的窗户将如何发电

研究人员展示了首款透明太阳能电池。他们的创新技术依赖于太阳能电池的一个特定部分：由吸光薄膜材料制成的异质结。通过结合二氧化钛和氧化镍半导体的独特特性，研究人员得以制造出一种高效、透明的太阳能电池。

在巴黎气候协定签署 5 年后，所有人都在关注世界在通往无碳未来道路上的进展。这一目标的一个关键部分是实现从化石燃料到太阳能、水能、风能和潮汐能等可再生能源的能源转型。其中，太阳能作为地球上最可靠、最丰富的能源，一直被科学界寄予最大的希望。近几十年来，太阳能电池变得更便宜、更高效、更环保。然而，目前的太阳能电池往往不透明，这阻碍了它们的广泛应用和融入日常材料，而只限于排列在屋顶和偏远的太阳能发电场。

但是，如果下一代太阳能电池板能够被整合到窗户、建筑物甚至手机屏幕上会怎样呢？

这是韩国仁川国立大学电气工程系金仲东（音）教授的希望。在最近发表在《电源杂志》上的一项研究结果中，他和同事详细介绍了自己的最新发明：一种完全透明的太阳能电池。金仲东说：“透明光伏电池的独特特性可能在人类技术中有各种各样的应用。”

透明太阳能电池的想法是众所周知的，但科学家能够将这一想法付诸实践的这项新应用是一项至关重要的新发现。目前，使太阳能电池不透明的材料是负责捕获光并将其转化为电流的半导体层。因此，金仲东及其同事研究了两种可能的半导体材料，之前的研究人员认为它们具有理想的特性。

第一种是二氧化钛，这是一种已经广泛用于制造太阳能电池的众所周知的半导体。除了其优良的电性能，二氧化钛也是一种无毒的环保材料。这种材料可以吸收紫外线，同时让大部分可见光通过。他们研究的第二种制造异质结的材料是氧化镍，它也是一种已知的具有高透光的半导体。镍是地球上含量丰富的元素之一，其氧化物很容易在工业低温下制造出来，因此氧化镍也是一种制造环保电池的绝佳材料。

研究人员制备的太阳能电池由玻璃基质和金属氧化物电极组成，上覆半导体薄层（先是二氧化钛，然后是氧化镍），最后是银纳米线涂层，作为电池中的另一个电极。研究人员进行了多次测试，以评估该装置的吸光度和透光率，以及其作为太阳能电池的有效性。

他们的发现令人鼓舞：这款太阳能电池的能量转化效率为 2.1%，性能相当不错，因为它只瞄准光谱中的一小部分。电池的反应也很灵敏，并能在低光照条件下工作。此外，超过 57% 的可见光可以通过电池的半导体层，因此电池是透明的。在测试的最后一部分，研究人员演示了如何利用他们的装置驱动一台小型发动机。金仲东说：“虽然这种创新式太阳能电池仍处于起步阶段，但我们的研究结果有力地表明，通过优化这款电池的光学和电性能，进一步改进透明光伏电池是可能的。”

光伏驶入“异质结”新赛道

中国科学报 2021.1.11

提升电池转化效率、降低发电成本一直是光伏企业的必修课题。不久前，爱康科技长兴基地第一片异质结电池试样生产正式下线，电池片转换效率达 24.59%，高于目前光伏主流技术产品 PERC（发射极和背面钝化电池）近 2 个百分点。

异质结电池全称晶体硅异质结太阳电池，由于其在晶体硅上沉积了非晶硅薄膜，因此具备晶体硅电池与薄膜电池的双重优势，从而具有较高的转换效率和发电量，被认为是继 PERC 之后的下一代主流技术。

近日，国家能源局公布了第一批能源领域首台（套）重大技术装备项目，异质结太阳能电池生产线被列入其中。业内认为，2021 年将是异质结技术大发展元年。

竞争优势明显

当前，PERC 电池转换效率已经逼近 24% 的极限，异质结电池因具备更高转换效率，成

为越来越多光伏企业押宝的新赛道。

“爱康科技异质结电池流片下线具有标志性意义。”在日前召开的首届中国泰兴“太阳谷”异质结国际论坛上，中泰证券分析师王可表示，这意味着异质结电池已经具备了量产条件。他预计，2021年国内异质结电池产能将达到15吉瓦，2022年扩张至30吉瓦，2025年达到100吉瓦。

异质结电池之所以在众多光伏储备技术中脱颖而出，主要因为其具有工艺简单、效率高、发电量大、弱光发电性能好等诸多优势。并且，异质结电池能更好利用结合超薄硅片，还可以与钙钛矿等电池技术形成叠层电池，增大光谱吸收范围，效率有望突破35%，甚至更高。

“异质结电池是超高效电池的发动引擎，未来超高效率的电池技术，全部建构在异质结电池的基础之上。”捷佳伟创副总经理陈麒麟说。

目前，国内光伏企业不断刷新异质结电池最高效率。中国科学院电工研究所太阳电池技术部主任王文静提供的数据显示，截至2019年，汉能创造了国际最高效率25.11%；中智异质结双面电池量产平均效率已达24.0%以上，电池效率最高可超24.3%；均石能源500兆瓦异质结生产线实证数据超过24.1%平均转化效率；中威新能源异质结电池效率提升至24.5%。

即使在相同转换率下，异质结电池的发电效率也明显高于PERC。根据实测数据，在使用同是22%效率的PERC电池组件和异质结电池组件的情况下，异质结双面组件发电量比高效单晶PERC单面组件发电量高20%~30%，比高效单晶PERC双面组件发电量高10%。

不仅如此，“异质结技术结合了薄膜与晶体硅技术，具有N型双面电池结构，结构对称可使电池的工艺步骤降至四步。同时，其整线采用约200℃低温制程工艺，不仅节约能源还能有效降低成本。”晋能科技总经理杨立友介绍说。

而异质结电池完美的对称结构和低温工艺也使其非常适于薄片化。目前PERC电池所用硅片主流厚度为170~180微米，异质结电池所用硅片厚度则降至160微米以下，且仍有较大薄片化空间。

啃下“国产化”硬骨头

虽然“炒热”的异质结今年有暴发的趋势，但很多专家对该技术产业化发展仍持谨慎态度。王文静表示，“成本、效率、寿命”构成了异质结发展的三要素，目前效率和寿命异质结均有优势，但成本还需要进一步降低。

据记者了解，与PERC电池相比，异质结电池银浆、靶材等材料成本及设备成本都比较高。另外，由于异质结电池尚处于规模化初期，其设备及关键材料也大多依赖进口。虽然异质结电池转化效率高，但目前并未与量产的PERC技术拉开较大差距，这也导致其性价比没有太大优势。

国务院原参事石定寰就曾表示，异质结技术发展的薄弱环节是装备国产化程度较低。没

有可靠的国产化设备，成本自然很难下降。

目前，异质结生产设备占异质结生产成本的大头。以核心装备 PECVD 为例，一直以来，该设备的主要生产厂家是德国梅耶博格等国外企业，这无疑增加了国内企业推广异质结技术的压力。

中银国际证券此前在研报中指出，异质结电池效率进步和降本速度、辅材与设备降本进度不达预期将成为推进该技术产业化面临的风险。同时，单晶 PERC 电池效率进步或降本速度超出预期，也将给异质结技术产业化带来影响。

因此，啃下设备国产化这块“硬骨头”，就成为降本的关键突破口。近几年，国内设备厂家陆续对整个电池产线生态加大研发投入，促进异质结电池的技术发展。

本次论坛期间，爱康科技就先后发布了 iCell 高效电池和 iPower 高效组件。该公司异质结电池项目负责人易治凯表示，随着异质结设备成本、非硅成本快速下降，电池成本在未来 3 年可降至 0.8 元/瓦，产品效率大幅提升，将凭借更高性价比赢得更高市场份额。

“异质结电池生产成本会伴随规模增长逐步下降。以 100 兆瓦产线和 1 吉瓦产线为例，按照现在的技术、价格水平，后者的非硅成本只要 0.38 元/瓦，比前者低 0.11 元/瓦；电池成本只要 0.93 元/瓦，比前者低 0.13 元/瓦。”易治凯表示，随着设备国产化的推进，今年异质结电池产线设备成本可降至 4.8 亿元/吉瓦，到 2025 年有望降至 4 亿元/吉瓦。

“目前，异质结电池银浆耗量大约是传统电池的 3 倍，因此，降低低温银浆成本变得尤为重要。”杨立友建议，首先引入多主栅技术降低银浆的使用量；其次从推动银浆的国产化入手，促进银浆价格降低，同时还可以开发贱金属混合浆料，进一步降低银浆价格。预计未来银浆价格降幅可达 50% ~ 70%。（李惠钰）

2020 年 522 万千瓦光伏竞价项目 100% 并网——

贵州光伏产业再夺全国第一

中国能源报 2021.1.11

本报讯（记者苏南）报道：从贵州省能源局日前获悉，贵州省 2020 年 57 个、522 万千瓦光伏竞价项目全部实现并网发电，连续两年成为全国光伏竞价项目规模最大、建设速度最快、并网率最高的省份。

数据显示，贵州全省光资源比国内同类山区平均低 20%、比北方地区低 40%，光资源是国内最差省份之一。2019 年前，因资源开发难、项目选址难、争取指标难和施工建设难，贵州光伏发电装机仅有 170 万千瓦。为全力推动光伏产业发展，贵州省委、省政府成立了由省领导挂帅，省、市、县、乡、企业五级联动的光伏项目推进联动机制。在参与 2019 年全国光伏指标竞争中，获得了 360 万千瓦光伏竞价项目，一举夺得当年全国光伏竞价项目第一名，并在短短 3 个半月时间里，创下了建设速度全国第一的成绩。2020 年在全国光伏指标竞争中，贵州省再次以 522 万千瓦的规模领跑全国。

贵州省能源局有关负责人介绍，在参与全国光伏项目竞价竞争中，贵州省能源局联合气象部门和设计院开展全省光照资源精细化评估，从 88 个县（市、区）中选取 22 个作为重点突破，因地制宜优化设计布置“山地光伏”，精心指导每个项目差异化制定具有竞争力的电价，从而破解光照资源的“先天不足”。

据了解，贵州光伏项目多处于偏远山区，施工不便，建设成本比全国平均高出 10% 以上。在项目施工建设阶段，贵州推行项目批量备案，协调开辟林业、自然资源等绿色通道，压缩了近 80% 的项目各项手续办理时间。此外，贵州通过利用水电、火电等输电线路，统筹关岭、安龙等 21 个项目打捆建设减少成本 5.5 亿元。打造威宁、关岭百万千瓦光伏基地，提升单个项目规模，建设成本平均减少 10%。

光伏项目建设的快速发展，使贵州收到了产业效益、经济效益、扶贫效益、生态效益等方面的显著成效。截至 2020 年底，贵州省光伏累计装机达 1056 万千瓦，是 2018 的 6 倍。如今，全省可再生能源装机占比突破 50%，年提供清洁电力 120 亿千瓦时，年节约标煤 383 万吨，减排二氧化碳等 1076 万吨，有力助推了贵州省清洁高效电力产业发展。

揭开钙钛矿薄膜“埋藏的秘密”

中国科学报 2021.1.18

面对可再生能源需求，钙钛矿太阳能电池凭借低成本、高转换效率优势成为下一代光伏技术研究热点。近日，北京大学与英国萨里大学团队合作论文在《先进材料》刊发并引发业界广泛关注。

“该成果为认知钙钛矿埋底界面提供了高效研究平台，为发展钙钛矿高效钝化技术提供了新的研究思路，同时也为提升钙钛矿电池性能提供了先进的理论指导。”论文通讯作者、中国科学院院士、北京大学博雅讲席教授龚旗煌告诉《中国科学报》。

“这是首次对钙钛矿底界面性质的全面深入研究，将更新整个领域对多晶钙钛矿薄膜的理解，并推动领域对钙钛矿底界面性质进行充分挖掘探索。”提及论文贡献，通讯作者、英国萨里大学教授张伟评价道。

攻关：打开埋底界面的“黑匣子”

高效率钙钛矿太阳能电池通常以钙钛矿多晶薄膜作为光活性层，而钙钛矿多晶薄膜上下两个界面通常被认为是缺陷富集区域，是限制钙钛矿光伏器件效率提升的主要因素。

在过去十多年的发展中，大量研究工作集中在钙钛矿薄膜上表面性质及优化上，对薄膜上表面的认知也逐渐完善成熟；而对于隐埋的、非暴露的底界面则缺乏更加深入的认识与理解。同时，对于溶液生长的多晶钙钛矿化合物半导体薄膜，大量研究都是用薄膜上表/界面表征结果间接推断底界面性质，缺乏严谨的科学性。

“相对于成熟的上表/界面研究，钙钛矿薄膜的埋底界面面对广大研究者来说仍然是一个深埋的、没有打开的‘黑匣子’。”论文通讯作者、北京大学物理学院现代光学研究所研究

员朱瑞介绍了领域内有关钙钛矿底界面研究的滞后情况。

基于多年来对高性能钙钛矿太阳能电池及钙钛矿多晶薄膜性质积累的扎实研究基础与丰富研究经验，北京大学团队联合萨里大学团队对此难题展开攻关。他们首先通过“反溶剂牺牲聚合物传输层+金属软模板支撑”的方式将已沉积的钙钛矿多晶薄膜底界面暴露出来，借助系列表面表征，首次真正“看清”了底部的细节。

该团队又进一步发展了一种底面原位荧光成像技术，可视化发掘了薄膜底界面非辐射复合损失来源，并首次建立起底部“微结构—光电性质”关系，最终得到了一幅完整清晰的钙钛矿底界面物化图像。

朱瑞表示，他们通过对钙钛矿光伏器件“埋底界面”开展系统深入研究，阐明了“埋底界面”中“微结构—化学分布—光电功能”的科学关系，建立起钙钛矿光伏器件“埋底界面”可视化研究平台，为钙钛矿多晶薄膜未来钝化技术发展和钝化分子设计提供了指导。

剖析：“上下贯通”的表面钝化

确定钙钛矿底界面损失来源，进一步消除底界面损失从而改善整个钙钛矿薄膜质量，是制备高效率电池的必经之路。

“2018年，我们联合团队通过卤化铵上表面钝化技术创造了反式结构钙钛矿太阳能电池效率的世界纪录。”朱瑞介绍说，“基于对这项工作的深入理解，我们想尝试一下，通过卤化铵上表面钝化技术，能否对钙钛矿薄膜底界面有改善作用。”

借助于系列底面研究技术，该团队进一步对经过卤化铵上表面钝化后的多晶薄膜进行分析，发现上表面钝化后的薄膜，其底界面的损失来源几乎全部钝化消失，呈现出一个非常“干净”的底界面。

“上表面钝化后，薄膜底界面竟然发生了明显变化。”论文作者之一、北京大学博士研究生杨晓宇说，“我们的实验结果与卤化铵上表面钝化的常规机理认知有较大偏差，钙钛矿薄膜上表面的钝化处理原来不仅仅只停留在上表面。”

研究人员进一步设计了时间分辨底面原位荧光成像实验，证明卤化铵上表面处理后，溶剂与退火等作用导致卤化铵分子从表面自上而下逐渐扩散进入钙钛矿多晶薄膜体相，并最终到达底界面，形成上下贯通的薄膜钝化。该团队也将这一全新机理命名为“分子辅助微结构重构”，进一步完善了对卤化铵表面钝化技术本质及高效性的理解。

朱瑞认为，“分子渗透现象进一步反映了钙钛矿薄膜软晶格的性质，这一结论将进一步为高效钙钛矿钝化材料的设计提供灵感。”

展望：“底部大有可为”

早在1959年，诺贝尔物理学奖得主、理论物理学家理查德·费曼在美国物理学会会议上首次提出：“底部大有可为。”自此，纳米领域研究开启了飞速发展的模式。

谈及未来钙钛矿光电器件的发展，龚旗煌说：“我们同样相信在钙钛矿光电器件领域，底界面研究大有可为。”他认为，底界面还有更多秘密等待科学家发掘探索，这将是未来研

制高效稳定钙钛矿器件的重要发展方向之一。

然而，目前对于薄膜底界面的认知仍远远落后于上表面，不同体系、制备方法的钙钛矿薄膜也可能存在不同底界面性质，建立起一个成熟完善的底界面知识体系仍旧需要大量研究数据以及成熟的研究方法。

北京大学团队自 2013 年开始，一直在高效钙钛矿光伏器件及薄膜表界面表征优化方面进行研究探索。

杨晓宇介绍，自 2017 年加入团队以来，就专注于钙钛矿底界面的研究与优化。“在对底界面的研究中，还发现了很多新奇的、与传统认知不同的现象，这也促使我们不断向更深层次的钙钛矿底界面性质进行探索。”谈及未来的研究计划，杨晓宇充满信心。

“本研究工作仅是钙钛矿薄膜底界面研究的开端，希望基于我们提出的方法，能够揭示更多钙钛矿薄膜‘埋藏的秘密’。”朱瑞希望，该工作能够给更多领域内外的研究者以启发，发展更加先进有效的底界面研究手段，促进新型钙钛矿光伏技术基础研究更加完善。（崔雪芹）

中国光伏产业创新趋势报告发布

中国科学报 2021.1.18

本报讯 近日，国际环保组织绿色和平能源创新实验室发布了《助力碳中和，阳光下的机遇——中国光伏产业创新趋势报告》（以下简称《报告》）。《报告》指出，光伏全产业链的协同技术创新将在“十四五”乃至未来占据重要战略地位。

《报告》从硅料、硅片、电池、组件回收、光伏支架、光伏建筑一体化、清洗机器人、运维无人机 8 个不同领域对创新科技新机遇进行了详细梳理，并介绍了潜在市场空间、核心技术要点等内容。《报告》指出，光伏硅料、硅片、电池片、组件、逆变器、电站运维等各个环节，都在技术创新与迭代上有着优秀表现与储备。以技术创新实现高效、高功率、低成本，将是光伏产业未来发展方向。

截至目前，中国企业在硅料、硅片、电池片、组件等上中游环节占据了全球的龙头位置，优势明显。《报告》提出光伏下游电站运维、末端光伏板回收等环节上的技术依然有所欠缺。因此，为了实现真正意义上的全产业链协同发展，中国光伏产业在下游有着更为巨大的创新空间。（李惠钰）

中石化投资的光伏新材料到底是个啥？

科技日报 2021.1.20

不久前，中国石化集团资本有限公司（以下简称中国石化资本）宣布投资入股常州百佳年代薄膜科技股份有限公司，全面布局光伏发电新材料领域。这一消息让光伏胶膜材料产业引发高度关注。

光伏胶膜材料在光伏产业中主要用来做什么，国产化情况如何？带着这些问题，科技日

报记者走访了相关业内专家。

“合格的光伏组件要求在户外工作 25 年后，还能保持初始值 80% 的最大输出功率，并且还要能有效抵抗外力的冲击。因此，为了延长光伏组件的使用寿命，在组件中增加了封装材料对其进行封装保护。”江苏理工学院材料工程学院教授欧军飞说。

典型的光伏组件由太阳能电池、背板、光伏玻璃、接线盒、边框、封装材料等组成。封装胶膜材料位于光伏玻璃与太阳能电池之间，能够将太阳电池、铜锡焊带、背板及光伏玻璃等黏结在一起，是光伏组件的关键组成部分。“光伏电池中的乙烯 - 醋酸乙烯酯共聚物 (EVA) 封装胶膜，是一种热固性并有黏性的胶膜。”常州天合光能有限公司相关专家介绍，由于 EVA 胶膜在黏着力、耐久性、光学特性等方面具有特殊优点，因此被广泛应用于光伏组件以及各种光学产品中。

背板为塑料、正面为玻璃的单玻光伏组件，主要使用的是 EVA 封装胶膜，由于其常温下无黏性，在一定条件下可发生熔融黏结与交联固化，并变得完全透明，与玻璃黏合后能提高玻璃的透光率，起着增透的作用。

而对于两面都是玻璃的双玻光伏组件，POE（一种乙烯 - 辛稀共聚物）胶膜是目前市场上常用的封装材料。相对于 EVA 胶膜，POE 胶膜的安全性及耐老化性等性能更胜一筹。但这种材料比 EVA 胶膜贵 30%—50%。

“双玻光伏组件玻璃的厚度现已从 2.5 毫米降到 2.0 毫米，未来估计会降到 1.6 毫米。”欧军飞说，随着双玻光伏组件玻璃厚度的下降，EVA 胶膜也可对双玻组件边框进行密封，未来，EVA 胶膜在双玻光伏组件中也会获得广泛应用。

欧军飞告诉记者，用于生产光伏封装胶膜的 EVA 原料要求 VAc（醋酸乙烯酯）含量在 28% 以上，目前主要由釜式法生产。伴随着中国光伏市场的快速发展，EVA 胶膜市场也得到了快速增长。2013 年之前，EVA 胶膜一直被国外垄断，目前国内企业在国内胶膜领域占有率超 90%，实现了国产替代。

记者了解到，目前，国内北京有机化工厂、华美聚合、联泓、宁波台塑、上海石化、扬子石化等采用釜式工艺生产的 EVA 胶膜都占有一席之地。江苏斯尔邦是国内唯一一家能用管式法生产 EVA 胶膜的企业，生产的产品自 2019 年 9 月推出后，受到市场认可。

在相关专家看来，生产国产 EVA 胶膜的原料与国际先进水平还存在一定差距，未来数年还将从新加坡、韩国等邻国进口 EVA 胶膜以补足光伏市场需求。（过国忠 张羽程 许琳）

首提“储能系统按实际充电量”为标准进行补贴

西安力促光伏储能系统发展

中国能源报 2021.1.18

核心阅读

从征求意见稿设置的补贴标准来看，相较大型地面电站，补贴的力度和强度更适合分布

式光伏的发展，预计“分布式光伏+储能”的应用发展将迎来新机遇。

近日，西安市工业和信息化局发布了《关于进一步促进光伏产业持续健康发展的意见（征求意见稿）》，明确表示支持光伏储能系统应用，并为配置储能的光伏电站提供补贴。

近年来，可再生能源装机规模不断上涨，为了促进风光消纳，提升电网友好性，越来越多的省市区出台了鼓励可再生能源电站配置储能的文件。其中，对光伏储能系统提供补贴是支持力度较大的政策。

在业内人士看来，直接的资金补贴无疑是推动、鼓励可再生能源企业进入市场的有效途径，但目前征求意见稿中设定的具体补贴标准存在一定局限性。

■补贴缓解企业投资压力

在征求意见稿中，西安市工业和信息化局指出，要支持“光伏+”应用，其中，拓展“光伏+储能”应用是重点方向之一。

中关村储能产业技术联盟高级政策研究经理王思指出，在国家《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》中，储能是加快新能源产业跨越式发展的重要技术支撑。储能与新能源的协同发展已成大势所趋，集中式新能源和储能配套是项目应用的主要形态，储能在稳定新能源输出和消纳新能源方面的作用不断得到重视。

近年来，越来越多的省市区明确支持“光伏+储能”产业发展。记者发现，和其他省市区不同的是，目前西安提出的对光伏储能系统的补贴政策，是2020年以来首个以“储能系统按实际充电量”为标准的补贴政策。

“资金到底哪方出一直是光伏电站配置储能的障碍。近两年来，江苏、山东、山西等省份先后出台政策文件，对光伏电站的储能配置提出了明确要求，鼓励项目开发企业自行安装储能系统，但现阶段电化学储能成本还维持高位，如果仅靠光伏电站收益无法在短期内回笼投资，企业经营风险也将升高。”一位光伏企业高管告诉记者，“西安对储能的直接补贴在一定程度上缓解了这一问题。”

王思强调，储能是提升新能源效益的重要技术手段，而不应成为新能源发展的负累，只有二者在技术层面和商业应用层面形成一致，产业化发展才能相辅相成。

■政策利好容量较小项目

据征求意见稿，“对2021年1月1日至2023年12月31日期间建成运行的光伏储能系统，项目中的组件、储能电池、逆变器采用工信部相关行业规范条件公告企业产品，自项目投运次月起对储能系统按实际充电量给予投资人1元/kWh补贴，同一项目年度补贴最高不超过50万元。”

在补贴的支持下，配置储能盈利难或将成为过去时。华西证券分析认为，假设项目开发企业安装了1Wh的储能系统，按照1年660次充放电计算，1Wh的储能系统可以完成充电约0.66kWh，即可获得补贴0.66元/Wh，结合目前市场上储能的每Wh直流侧成本约1.2元的数据测算，项目2年即可收回成本，如果项目在今年初就享受补贴至期满，那么仅依靠

补贴就完全可以实现收益。

不过，和近两年的同类政策相比，西安的年度补贴上限设置稍低。2018年9月，合肥市政府发布《关于进一步促进光伏产业持续健康发展的意见》，其他标准要求与西安相同，而同一项目年度最高补贴为100万元，是西安的两倍。

华西证券指出，由于设置了“同一项目年度补贴最高不超过50万元”的年度补贴上限，预计这一政策无法让项目规模较大的光伏企业产生积极性，而只能促进容量较小的光伏电站配置储能。

隆基新能源董事长唐旭辉对此表示认同。他认为，从征求意见稿设置的补贴标准来看，相较于大型地面电站，补贴的力度和强度更适合分布式光伏的发展，预计“分布式光伏+储能”的应用发展将迎来新机遇。

■ 补贴只是过渡性措施

为了解社会各界反馈信息，记者联系了西安市工业和信息化局技术进步处，但工作人员以该文件“尚处于公开征求意见阶段，还未最终发布”为由婉拒了记者的采访。

某位不愿具名的业内专家认为，现阶段，部分省市通过地方财政补贴可再生能源储能系统，是希望以此形式快速扩大“可再生能源+储能”市场。根据各地方经济能力的不同，补贴标准自然有差异。随着可再生能源电力全面实现平价上网，以及电化学储能成本的不断下降，其配置储能系统的成本压力也将逐步减小，对补贴的依赖性也将逐步降低，因此设置补贴可以看作是促进产业发展的过渡措施。

王思则提出，虽然补贴有利于推动新技术的商业化应用，但要确保有效监管。“因为光储配套应用的价值完全可以通过电力市场体现，即通过电能量价格或辅助服务补偿体现，这需要一个完备的市场机制并做好相应成本和价值的疏导。虽然补贴的发放有利于推动新技术的商业化应用，但毕竟补贴并不是长期的，需要适时退坡，最终用市场化机制推动产业健康可持续发展。”

上能电气解决方案事业部总经理王跃林预计，若光伏发电叠加储能后仍能实现平价，光伏电力的竞争力将不断凸显。而要达成这一目标，则需要促技术创新、产业升级，同时不断开拓多能互补等新型模式。

唐旭辉强调了光储技术的重要性。他认为除了抽水蓄能和电化学储能外，光伏和氢燃料电池，以及光伏和储能以及氢能的融合将在未来为绿色电力系统提供有力支撑。（董梓童）

曾庆洪：石墨烯基超级快充电池已进入实车测试

羊城晚报 2021.1.20

1月15日-17日，中国电动汽车百人会论坛上，广汽集团董事长曾庆洪出席会议，并在16日下午的高层论坛上发表题为“新发展格局下加快汽车产业创新变革”的主题演讲。

曾庆洪认为，新发展格局给汽车产业带来全新变革要求，应以创新变革推动智联新能源

汽车产业发展，并建议发展新能源车应立足市场实际，坚持多能源结构、分步走的方针，此外，应加快培育自主“明星”ICT和汽车企业，尽早补强“卡脖子”技术短板，确保产业链安全。

现阶段，中国正构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。由于新技术、新消费和新市场的快速变化，汽车产业在经济、技术消费等驱动下发生重大变革，汽车产业形态、商业模式和企业组织形态等面临重大变化。中国汽车产业或将有机会脱颖而出，这也是中国品牌成长的最后机遇。

曾庆洪认为，目前中国新能源汽车保有量超过400万辆，占全球50%，产销量连续五年居世界第一。曾经，汽车改变了世界，但如今，拥有百年历史的汽车正在被改变，以电动化、智能化、网联化、数字化、共享化为趋势的“新五化”正在推动汽车产业迎来一场深刻变革。

面对新发展格局要求，广汽集团“十四五”期间，将全面实施1615战略，力争“十四五”期末挑战汽车产销350万辆，营业收入超6000亿元。其中，自主品牌智能网联新能源汽车年产销超35万辆。

据介绍，近期，广汽集团在石墨烯电池以及硅负极高能量密度电池研发方面都取得了进展。广汽石墨烯基超级快充电池目前已经进入实车测试阶段，首款搭载车型为AION V，目前正在黑河做冬季试验，初定今年9月可以批量生产。石墨烯快充电池具备6C快充能力。广汽目前掌握创新的石墨烯制备技术，制备生产成本降低90%以上，使整体电芯成本与目前市面上常规动力电池成本相比较，略高5%—8%，大幅提升动力电池系统性价比。同时还在开发结合硅负极材料，能量密度可达280wh/kg，续航里程达1000km的新型电池。

此外，在氢燃料电池车方面，广汽首款面向示范运行、基于产品流程自主正向开发的燃料电池乘用车AION LX FUEL CELL，部分性能达到国际先进水平，量产车已正式下线。

广汽集团还围绕智能网联核心技术，完善智驾技术、智联终端、云平台、智慧座舱及电子电器架构5大支撑平台。目前L3级技术大已经开始应用，2024年实现基于全新电子电器架构的L4级汽车的生产，2025年实现特定场景下L4级智能驾驶商业运营，并实现自主品牌全面电气化。

曾庆洪还就中国发展智联新能源汽车提出三条建议：

一是新能源车发展方面，要立足市场实际，坚持多能源结构、分步走的方针。进一步扩大新能源汽车充电基础设施规模，聚焦大功率快速充电技术，适度超前，新建、配建大功率快充站。

二是智能网联方面，政府各部门协同合作、统一目标、统筹资源，推动完善智能驾驶相关法规尽快出台；加快规划和建设路侧智能网联基础设施；简化相关审批流程、降低测试成本，有序逐步扩大无人驾驶示范运行范围。

三是核心零部件方面，制定长期、有效的扶持政策，向车规芯片、操作系统等重点领域

倾斜资源，加快培育自主“明星” ICT 和汽车企业，尽早补强“卡脖子”技术短板，确保产业链安全。

实地探访国内首家用光伏全直流微电网

中国城市能源周刊 2021.1.18

楼顶上整齐地分布着两排湛蓝色的光伏板，楼下窗台边整齐摆放着两组回收利用的汽车动力电池组和两个氢气瓶，书房兼实验室里还安装有各种直流家电和一个低压转换站……近日，记者慕名来到上海电力大学太阳能研究所名誉所长、中国可再生能源学会理事赵春江所居住的二层小楼里，感受这座私人住宅如何演绎成为了“上海电力大学太阳能研究所实验基地”。在他家大门口，一块印有“上海电力大学太阳能研究所实验基地”的黄色金属门匾格外醒目。

作为太阳能发电的技术专家，2006年，赵春江成为了国内在私人住宅安装并网型户用光伏的第一人。随着技术的进步和时代的变迁，该系统已演变成了光伏全直流微网。

赵春江家光伏直流微电网系统由发电主体光伏方阵、光伏发电控制器、储能主体磷酸铁锂离子电池组、氢燃料电池应急电源、电动车反哺电源以及电力控制中心构成，为日常生活提供可靠低成本稳定电能，所用负载全部为直流电器。

所谓“光伏全直流微电网”，就是以光伏为电源主体，发、供、用电全部采用直流形式。谈及研究光伏全直流微电网的目的，赵春江对记者说：“其中之一就是要让农民既买得起车也跑得起车，并且不增加碳排放，不污染大气环境。利用自家屋顶的光伏系统给电动汽车充电，不仅能解决充电难问题，还可让农民用上低成本电力。”

“现在，我家的这辆新能源汽车，可以实现一车两用，不仅是普通的代步工具，还可作为一个可移动的储能装置，来反哺微电网。”赵春江一边操作给电动汽车充电，一边向记者介绍。

这只是赵春江家建成的户用光伏直流微电网组成部分之一。

在赵春江的带领下，记者爬上他家楼顶，看到上面布局着一排建筑一体化光伏方阵，仔细一数，整个楼顶一共安装了30块光伏板，受光面积约50平方米，共计7.95kW，其中13块共4kW构成独立的全直流微电网用于实验，其他17块3.95kW通过逆变器并入电网运行。

当微电网发的电用不完时，该如何处理？赵春江指着两组锂离子电池组说：“我采用了退役的磷酸铁锂离子电池作为储电单元的主体。根据上海地区的太阳辐照量和平均阴雨天持续天数及电动车的反哺能力，以1kW光伏配5kWh储能的比例，配备了20kWh容量的24V蓄电池组。”

当微电网发的电不够家里用时，也不用担心，氢燃料电池则扮演了后备电源的角色。“目前，我配备了两个20升140公斤压力的气瓶，功率达500W。按每天补电4小时，可维

持3—4天。”赵春江对记者说，今后拟采用40升350公斤压力的碳纤维增强高压气瓶，届时可维持10天以上阴雨天的补电。

谈及该套系统的经济性，赵春江向记者介绍，目前，光伏电池和退役锂电池的价格已经完全可以接受，可以规模化应用。燃料电池因氢气的生产、输送、供气站的建设、应用成本等诸多课题，实现规模化应用预计至少需要3年。

“没有燃料电池做后备电源的微电网仍然可以维持运行。若阴雨天气持续时间较长，在后期可关掉一部分次要负载，并通过电动车反哺电能来维持最低限度的用电量。事实上，这种不用燃料电池的微电网因摆脱了无氢气供应的窘境，应用场景更广。由于各地区太阳辐射量和气候有很大差异，配备的储能容量比例也不同，所需投资还要视用户需求定。”赵春江说，由于系统并不复杂，故障率较低，后期的运维费用几乎可以忽略。

记者了解到，全直流微网是一种独立性很强的分布式电源网络。该网络可由太阳能光伏发电、生物质发电、燃料电池发电等直流发电方式同蓄电池组等储能装置进行耦合，再加入计量和控制装置，自成系统，可独立于大电网，也可以并入大电网，成为智能电网终端用户侧的独立单元。

由于采用直流方式，因此对于供电侧可省去逆变环节，对于用电侧则可省去整流环节。用电侧采用直流负载后，可大大改善整个网络从发电到用电的综合效率。“这种方式非常适合用于离大电网较远的农舍、农村个体养殖场、山区养殖场、环保型农业项目（通常远离生活区）和通信基站等，还可以作为应急电源用于疫情隔离区、方舱医院和野战医院等。”赵春江说。

另外，赵春江还坦言，系统的推广应用有待成本的进一步下降，犹如当年的户用光伏系统，微电网同样离不开政策扶持。“建议国家像当年的并网型户用光伏一样，对家庭储能系统也给予一定补贴，随着全直流微电网+储能系统技术进步和市场应用规模扩大，其成本会逐渐下降，最终也会在未来能源系统占有一席之地。”（张胜杰）

全球光伏融资大幅增加

中国能源报 2021.1.25

本报讯 根据能源研究机构 Mercom Capital 发布的最新报告，2020年，全球光伏业的融资总额达到145亿美元，较2019年的117亿美元增长24%。

报告数据显示，2020年上半年，受新冠肺炎疫情影响，全球光伏业融资同比下降25%，但下半年，在一些光伏上市企业的推动下，总体融资量迎来迅速反弹和复苏。

Mercom Capital 首席执行官 Raj Prabhu 表示：“光伏资产的收购潮在新冠肺炎疫情肆虐的这一年达到了历史最高水平。在目前全球经济大受打击的环境中，一些上市的光伏企业反而成为备受欢迎的投资‘避风港’。”

根据该报告，2020年，全球风险投资和私募股权针对光伏行业的交易达41笔交易，累

计规模 12 亿美元。其中，有 11 亿美元投向了 27 家太阳能产业下游企业，占 2020 年该领域风险投资总额的 90%。

此外，去年光伏公开市场融资同比也暴涨 101%，达到 51 亿美元；全球总共宣布的债务融资为 83 亿美元，同比增长 6.4%。2020 年，全球光伏产业完成了 8 笔证券化交易，涉及资金总计 22 亿美元。报告称，这是有史以来光伏证券化融资的最大金额。（仲蕊）

特斯拉跨界推出光伏逆变器

中国能源报 2021.1.25

本报讯（记者姚金楠）报道：日前，特斯拉宣布正式推出首款自主研发的光伏逆变器。至此，特斯拉光伏系统结束了完全采购第三方逆变器产品的历史。

此前，特斯拉光伏系统使用的逆变器多来自 Delta 和 SolarEdge 两家企业。此次特斯拉自主研发的逆变器产品效率达到 97.5%，在效率方面，虽然距离 SolarEdge 99% 的效率还有一定差距，但却足以替代 Delta 产品。

据悉，本次特斯拉发布的光伏逆变器基于第二代 Powerwall 储能方案，共有 3.8kW 和 7.6kW 两种功率可供选择，产品可与特斯拉 Solar Roof 光伏屋顶装置同步安装，并可和 Tesla Powerwall 以及 Tesla 应用程序集成。

“光伏逆变器可以搜集和分析数据，进而实现整个系统的优化运行和管控。”有行业分析师指出，特斯拉在这一环节进行自主研发，除了拓展产品链以外，更重要的是通过软件同步和系统集成实现对发电和用电模式的监控。

自 2016 年 6 月特斯拉收购 SolarCity 正式布局光伏产业链以来，随着产品结构不断完善升级，特斯拉光伏和储能业务持续扩张。据能源市场调研咨询机构集邦新能源统计数据，2020 年第三季度，特斯在拉光伏和储能领域装机量均达到历史新高，其中光伏装机量 57MW，同比增长 32.56%。储能装机量 759MWh，同比增长 59.12%。2020 年前 9 个月，特斯拉光伏和储能装机量分别达到 119MW 和 1.44GWh。

需求激增，价格便水涨船高。去年 10 月，特斯拉将 Powerwall 储能产品的价格从 6500 美元上调到 7000 美元。日前，特斯拉又再度调价，Powerwall 价格现已攀升至 7500 美元。目前，特斯拉尚未公布新款逆变器产品的销售价格。

按照特斯拉官方规划，此次特斯拉推出的逆变器叠加 Powerwall 储能和屋顶光伏系统，将形成一套完整的家庭用能解决方案，并将自 2021 年起在美国部分城市进行销售，随后计划在欧洲和中国市场进行推广。

“同行业整体水平相比，特斯拉逆变器 97.5% 的效率其实并不算很高，但特斯拉卖的从来不是产品，而是生活模式、商业模式。”但对于中国市场，SOLARZOOM 新能源智库分析指出，特斯拉在美国的商业模式完全无法复制到中国。“中国是全球主要经济体中唯一一个居民电价显著低于工商业电价的国家。同时，城市的低密度住宅很少，而农村的低密度住宅

空置率又很高，住宅主体的风险也非常大。在这双重因素的影响下，特斯拉家庭用能解决方案很难在中国赢得像美国一样的市场局面。”

太阳能发电成本有望再降 15% – 25%

中国能源报 2021.1.25

本报讯 根据国际研究机构伍德·麦肯兹（Wood Mackenzie）最新的报告，在过去的二十年中，太阳能的成本已经下降了 90%，并且在未来十年内可能还会再下降 15%—25%。到 2030 年，太阳能将成为中国、美国、加拿大和其他 14 个国家中最便宜的新能源电源。

伍德·麦肯兹研究总监 Ravi Manghani 表示：“随着世界努力从新冠肺炎疫情大流行所造成的经济衰退中恢复过来，同时为达到《巴黎协定》的气候和环境目标，太阳能在促进低碳排放方面具有独特的作用不可忽视。”

太阳能已经是美国 16 个州以及西班牙、意大利和印度等国家和地区最便宜的新能源发电方式。即使新冠肺炎疫情大流行，但 2020 年全球安装量仍超过 115 吉瓦，而 2006 年仅为 1.5 吉瓦。

尽管太阳能达到如此规模的增长，离不开政府补贴和环境目标的推动，但仅从价格成本来看，太阳能发电现在很有吸引力。“太阳能变得越来越有竞争力，不仅是企业买家的脱碳手段，而且是降低企业能源成本的一种方式。”

在接下来的十年中，伍德·麦肯兹预计市场将通过双面面板、更大的太阳能组件模块以及太阳能追踪技术的发展来进一步降低成本。

伍德·麦肯兹强调，其前景目前只考虑了已经在商业开发渠道中可实现的技术改进。若出现颠覆性的下一代太阳能技术，则可能带来进一步的上行空间。

伍德·麦肯兹提醒说，这不意味着没有风险。随着成本下降和太阳能装机容量的增加，上网价格也可能进一步下降，从而降低盈利能力。但从另一个方面来看，这将加速太阳能替代煤炭和其他清洁能源技术。（王博晗）

五、地热

油田地热开发利用前景可期

中国能源报 2021.1.4

在加大大气污染治理、应对全球气候变暖、承担温室气体减排责任的大环境下，中国致力于低碳清洁能源发展。作为一种可再生清洁能源，地热能利用率达 73%，是太阳能和风能发电的 5.2 倍，风力发电的 3.5 倍，优势明显。

中国工程院院士、国家地热能中心指导委员会主任曹耀峰在日前举办的“2020 年第三届全国油田地热资源开发与利用研讨会”上指出，随着顶层设计日趋完善、科技攻坚实现

突破，国家连续出台优惠政策推进地热能开发利用，中国地热产业正步入快速发展的轨道。

“我国地热能开发利用已步入战略机遇期。其中，油田区蕴藏着大量的地热资源且有开发利用的需求，节能减排的同时有助于环境治理。但目前油田地热资源总体开发利用程度仍待加强，亟待科学、合理地开发利用。”曹耀峰说。

与会专家均表示，进一步扩大地热资源利用，可有效降低企业生产成本，同时探索形成油田新的经济产业链，为油田实现绿色发展、可持续发展奠定基础。

油田地热资源潜力巨大

我国含油气盆地不仅富含油气，更富含水热型地热资源。油田企业可将地热能用于原油集输、建筑物采暖、热洗油管等，不论是替代燃油、燃气和燃煤还是节能减排都能在油田生产和生活中发挥重要作用。

从历次评价结果来看，位于中国东部地区渤海湾盆地和松辽盆地的油田，地热赋存条件好、资源量大。据估算，大庆油田所在的松辽盆地北部地热资源总量为 2.9×10^{21} 焦耳，折算标准煤 988×10^8 吨，地热能可采资源量 8.9×10^{19} 焦耳，折合标准煤 3.04×10^9 吨。而位于渤海湾盆地的华北油田，其潜山热储的温度高、水质好，是资源量最丰富、开发潜力最大的地区。

但目前我国东部含油气盆地多已步入“老年期”，油气开采含水率多在 90% 以上。随着东部油区含水率持续增高，油田水的利用受到了重视。

因此，东部地区多个油田已实施油田地热利用项目，包括原油管道加热、油管清洗、油水分离、房屋采暖、温室大棚以及中、低温地热发电等。这些项目集中在渤海湾盆地的华北油田、胜利油田、中原油田、辽河油田、冀东油田以及松辽盆地的大庆油田。

中国科学院院士汪集暘指出，在油田含税率不断升高的同时，油田开采至中后期还会留存大量的闲置井。这些井虽然不具备油气生产条件但却可以用来实现地热资源开发利用。长停井大部分可以直接通过改造用于地热资源开发，废弃井中部分可改造为地热井。

“一些油田的井口温度可达 100 摄氏度以上，且水量丰沛。像这样的油田，比起增产改造，完全可以逐步转变为‘地热田’，效益更客观。”汪集暘说。

摸清“家底”因地制宜开发

油田地热开发利用潜力巨大，油田区也有中低温热水发电、伴热输油、冬季供暖夏季调温和四季用热水的“三联供”等发展绿色能源的需求。“目前油田地热整体面临开发利用率不高、经济性差距大等问题”成为与会专家共识。

在汪集暘看来，一些油田地热利用初具成效，但整体利用率不高的制约因素之一就是“家底”数据不够清晰。

“首先要摸清各个油田地热资源家底，哪些热水能开哪些不能，哪些近期不可以远期可以动用。”汪集暘指出，“排个队，算下地热资源明细账。”

汪集暘建议，按各油田需求及地热资源具体情况，还有必要再算下经济账。摸清哪些项

目收益最大收益最高，对油田长远开采最有利。项目开展的先后顺序也要以经济性为准，要“油、气、水”开发统筹安排，就各地油田不同情况而定。

有业内人士建议，综合分析区域地温场、热储分布和地热资源的形成与富集特点，考虑油田的用热需求，应优先开发利用温度场高、资源量最为富集的东部地区含油气盆地地热田。例如，渤海湾盆地华北油田的地热资源量最为丰富，开发经济性最好；中部地区鄂尔多斯盆地、柴达木盆地和四川盆地的资源量次之；西部地区塔里木盆地、准噶尔盆地、吐哈盆地尽管资源量较大，但地温梯度和资源丰度较低，开发利用的经济性低于东部地区。

汪集暘指出，目前，地热资源开发利用在各油田没有统一、固定模式可循，必须具体情况具体处理。要群策群力找准各油田“切入点”，即短期内能见效、能产生社会、经济效益的“闪光点”。因地制宜发展，建立更多的地热开发利用的示范区起到引领带动作用。

具备规模化发展基础

在《地热能开发利用“十三五”规划》中提出，地热能的增长量预期达 7000×10^4 吨/年标准煤发热量，增幅占“十三五”所有非化石能源的 30%，期望地热能在环境治理和能源结构调整中发挥重要作用。

曹耀峰认为，地热产业具备规模化发展基础，“十四五”期间地热产业将迈入高质量发展阶段，要理顺管理机制，做好地热开发规划。

地热能专业标准化技术委员会秘书处首席专家赵丰年建议，地热规划是地热资源勘查、开发利用与保护的指导性文件，是依法审批和监督管理地热资源勘查和开发利用活动的重要依据，要做好地热资源保护与开发利用规划编制，并纳入当地城市基础设施专项规划。

同时，明确管理部门职责，能源管理部门负责协调发改、规划与自然资源、水利、住建、财政等相关部门推动地热能产业的规划、价格和财税政策制定工作；自然资源主管部门负责地热探矿权、采矿权审批；水行政主管部门负责地热水取水权审批。

“建议打通部门间审批通道，自然资源主管部门出让地热采矿权时与水行政主管部门联合论证和审批，同时办理取水许可证和采矿许可证，简化办事程序，提高地热矿权的办理效率。”赵丰年指出。

曹耀峰指出，若能在油田的重视和参与下，科学、合理地开发利用这一巨量的绿色可再生能源，将对油田的长远发展产生巨大影响。（渠沛然）

辽河油田获评行业地热重点示范单位

中国能源报 2021.1.25

本报讯 日前从第三届全国油田地热资源开发利用研讨会传出消息，中国石油辽河油田被评为石油石化行业油田地热重点示范单位，专家组对辽河油田地热综合利用的技术竞争力和行业影响力给予了肯定。

地热是一种清洁可再生新能源，具有显著的社会、经济和环境效益，开发应用前景广

阔。目前，地热资源开发已被辽河油田列为新能源业务板块的重要攻关方向。辽河油田早在2005年就组织开展了辽河油区地热资源调查，摸清了地热资源家底。

通过10多年持续的科技创新，辽河油田逐步完善了地热资源开发工艺，掌握了废弃井改造、地热高效综合利用等完整的地热开发技术体系，形成了热泵利用、同层回灌、废弃井改造、深层地热井采输工艺四大技术成果，废弃井利用供热、深层地热资源直接利用等五大应用成果，并获得9项发明专利。（雷凤颖）

地热能迎空前发展机遇

中国科学报 2021.1.6

“十三五”期间，国家出台了首份“地热能开发利用规划”，推动了地热能产业的发展。现在，我国拥有世界上规模最大的地热能产业，地热供暖面积超过11.4亿平方米，加上温泉、旅游、康养等的折算，我国已经拥有人均一平方米的地热清洁供暖。

科技研发不断转化为现实生产力，使地热产业逐步走上高质量发展的道路。目前，我国正在筹办2023年世界地热大会，国际影响力不断提升，海外地热能市场也在逐步打开。这些都表明，地热能“十三五”规划的目标已基本实现。

今年是“十四五”开局之年。我们面对的是国家实现“2030年前碳达峰”“2060年前碳中和”两个新的奋斗目标。我国能源发展由清洁高效进入了降碳节能的新阶段。而作为清洁、零碳能源的地热能，迎来了空前的发展机遇。

我国地热能在“十四五”的发展，有以下几个看点。

一是城镇地热供暖（制冷）产业发展迅速。基于大型优质层状碳酸盐岩热储，中深层地热能实现了地热供暖规模化。其中，雄安新区的雄县打造了堪称世界样板的“无烟城”。浅层地热能更是向江湖河海的“水空调”技术方向迈出了一大步。在江苏南京的江北新城，长江水空调项目规模达到千万平方米，发展很快。根据最新调研，长三角地区这类资源潜力巨大，在未来地热能产业中将占据重要份额。

二是从事能源生产的大型央企普遍投资地热能。这些企业在清洁高效和降碳节能双重压力下，试图借助地热能实现能源结构转型。煤炭、石油、核能等大型国有企业在资源、基础设施和技术上拥有多重优势，已经成为地热能产业的领头羊。例如，中核集团在西藏谷露成功打出高温地热井，正在推进地热发电项目；中国石油计划在大庆油田大规模开发利用地热能。

三是地方政府在政策上加大了对地热能的扶持。结合当地的国民经济和社会发展规划，在建筑节能、文化旅游和康养医疗等方面，支持地热能的发展。以河南省为例，为了扭转“火电围城”的被动局面，近年来该省出台了大量优惠政策，同时在科技转化上下功夫，大大推动了地热能产业发展。大湾区的广东等地发挥财政和技术方面的优势，近几年在地热能技术研发上的投入增加很快。如果能够抓住“建筑制冷”这个现实需求，也可以实现快速

发展。

应该看到，制约地热能发展的因素仍然存在，政府可以做的事情还有很多。

“十四五”时期，在体制和政策方面，建议要解决好五大问题。第一，把“政策供暖线”边界由黄河为界调整到以长江为界。第二，推广“特许经营权”等有效的市场准入模式，基于开放提高产业发展质量。第三，为地热发电提供电价补贴，改变我国地热发电的落后局面。第四，基于地热能的可再生能源本质属性，落实免税政策。第五，改革地热矿权管理机制，形成适合地热流体矿产的新机制。

在科技研发方面，“十四五”要面向未来，支持新的研究方向。在风光电力快速发展的背景下，重点支持地下“储能”等技术研发，更好地发挥地热能作为连续稳定基础负荷的作用。同时，发展优势互补的综合能源系统。为此，需要加大财政投入，搭建更好的研发平台，壮大地热能战略科技力量。（庞忠和 汪集暘）

六、海洋

波浪能浮标“海聆”无故障运行一周年 海洋观测原位供电技术迈出重要一步

中国自然资源报 2021.1.5

本报讯（记者朱或 通讯员王振鹏）近日，记者从中国科学院广州能源研究所获悉，我国首个波浪能供电观测浮标“海聆”在开阔海域实现全系统无故障运行一周年，标志着我国海洋观测原位供电技术迈出重要一步。

据了解，浮标“海聆”由中国科学院广州能源研究所自主研发，于2019年12月25日投放于广东珠海大万山海域，该浮标搭载了多种海洋观测仪器，至今已在开阔海域全系统无故障运行一周年。

据介绍，“海聆”通过锚泊系统与海底连接，科研人员在浮标上安装了60瓦气动式波浪能发电机、30瓦太阳能发电板和多能互补管理系统，搭载了海洋环境观测、数据与视频采集、远程传输与控制等系统。一年来，“海聆”经历了多种海况和台风考验，传回了数百万条重要实测数据，验证了标体与锚泊系统的安全性、波浪能发电系统的可靠性、海上监测与岸基系统的稳定性。

我国率先实现水平井钻采深海可燃冰

中国科学报 2021.1.21

天然气水合物通常称为可燃冰。3月26日，自然资源部召开视频会透露，在水深1225米的南海神狐海域的试采创造了“产气总量86.14万立方米、日均产气量2.87万立方米”两项新世界纪录。此次试采中，研究人员还自主研发了一套实现天然气水合物勘查开采产业

化的关键技术装备体系，创建了独具特色的环境保护和监测体系，自主创新形成了环境风险防控技术体系。此次试采攻克了深海浅软地层水平井钻采核心技术，实现了从探索性试采向试验性试采的重大跨越，在产业化进程中取得标志性成果。我国也成为全球首个采用水平井钻采技术试采海域天然气水合物的国家。

青岛所研发海域天然气水合物控砂开采新方法

获得美国国家知识产权局授权

中国自然资源报 2021.1.11

本报讯 近日，由中国地质调查局青岛海洋地质研究所申报的专利技术“海域泥质粉砂天然气水合物砾石吞吐置换开采装置与方法”获得美国国家知识产权局授权，标志着青岛海地所在天然气水合物开采新方法研究领域再次取得新进展。

海域天然气水合物的安全高效开采技术与方法创新是实现其产业化开采的必然需求。全球历次海域天然气水合物试采结果表明，采用传统降压法能够获得短期内试采成功，但降压法开采海域天然气水合物过程中仍然面临着地层失稳、大面积出砂导致的长期开采提产难度大等关键问题。尤其是对我国海域大面积分布的粉砂质水合物储层而言，储层沉积物粒径小、粘土含量高，属于极弱固结的低渗或超低渗储层，开采过程中如果按照常规油气储层防砂的思路进行严防死堵，必然会对生产井产能产生严重影响；反之，稍微放大井筒挡砂精度，则近井地层的细颗粒或泥质颗粒会很容易流入井筒，长期开采必然会导致近井地层的亏空。当地层细组分产出造成的亏空和水合物分解造成的亏空叠加，将会使储层面临严重的稳定性问题。

基于上述难题，青岛海洋地质研究所创新融合常规稠油蒸汽吞吐开采理念、天然气水合物 CO₂ 置换开采理念、以及团队在基础研究领域形成的“防粗疏细”控砂精度设计理论，提出了有限控砂开采、砾石回填亏空的开采新思路，通过设计特殊的井身结构和循环通路，在砾石充填控砂完井基础上依次开展有限控砂降压开采轮次和砾石回填轮次的更替，最终在生产井段形成高效密实填充的高渗透砾石层。一方面疏通近井堵塞物质，有效降低近井地层泥堵表皮；另一方面，补充由于水合物分解产出和泥质产出导致的近井眼亏空，维持地层稳定。

据悉，青岛海洋地质研究所天然气水合物团队以储层出砂管控基础理论研究为依托，目前已经形成了以砾石吞吐置换开采技术和多分支井有限控砂开采技术为核心的两类新型控砂开采方法体系。其中后者已所获得的日本专利和中国的国家发明专利，并完成相关附属专利技术 7 项，依托该技术获得了青岛海洋科技与技术试点国家实验室开放基金等研究课题，研发了系列基于该技术的室内基础研究装备，获得了对有限控砂多分支井开采机理、开采效果评价方面的新认识。（李彦龙）

七、氢能

广西首座商用加氢站竣工

中国能源报 2021.1.

本报讯 近日，中国石化柳州博园加油加氢站在广西柳州市建成落户，这是中国石化在桂建成的首座加氢站，也是广西第一座集加油、加氢、购物等功能于一体的综合服务站。

“目前，我们已经和东风柳汽达成了定点加氢合作，明年生产下线的几十辆氢能源车也会在这里定点加氢，目前，单日加氢量在 60kg 左右。”博园加油加氢站站长胡鑫介绍说，根据柳州市氢燃料电池汽车示范运营项目计划安排，近五年内将分布投营 100 台氢燃料电池汽车，届时博园加油加氢站的加氢量也会随之提升。

据悉该站是在原加油站的基础上利用现有土地，通过科研创新成果转化，建设成为油氢一体化的能源综合站，不仅将靠近氢能源电池汽车试点示范基地的地理优势充分运用好，有效节约土地资源，更是为新能源设施布点减少了风险源点，提高了经营创效增量点。（刘彬彬）

光合生物制氢技术的成长史

——河南农业大学废弃物资源化利用团队发展侧记

中国能源报 2021.1.4

“科技发展，关键在人。这是河南农业大学废弃物资源化利用团队不忘初心，攻坚克难的基本遵循。”作为享受国务院特殊津贴专家、教育部首批“国家级优秀骨干教师”和河南省特色骨干学科（农业工程）的学术带头人，农业农村部可再生能源新材料与装备重点实验室主任、河南农业大学原副校长张全国教授从开始的常规能源煤炭及煤矸石和粉煤灰的清洁高效利用，到顺应国家碳中和潮流，深入开展生物质能领域的科学技术研究，利用专业知识解人民之所需，为可再生能源开发利用，尤其是为太阳能光合生物制氢提供了重要技术参考。

率先开启国内光合生物制氢研究先河

改革开放之初，国家启动了对农民家庭用能状况的调查，广大农民普遍存在的“夏无三炊薪，冬无御寒柴”的现状。河南农业大学在老校长张百良教授带领下，克服一缺知识、二缺技术、三缺人才的重重困难，率先开办了全国第一个农村能源工程专业，并建立了以农村可再生能源为主要研究方向的实验室。张全国毅然投入可再生能源领域的研究中，不断学习国内外先进知识，锐意进取、攻坚克难。

氢能因其能量密度高，燃烧无污染、应用形式多样等被认为是矿物燃料最理想的替代能源。目前，大家所能看见的氢动力汽车已经开始试运行。然而传统的化学法制氢，不仅消耗化石能源，还会造成环境污染。生物制氢是利用微生物自身的新陈代谢途径，在常温常压下

生产氢气。国内外最初关于生物制氢的研究，主要集中在光解水制氢和暗发酵制氢两种，而对光发酵制氢的研究还比较少。河南农业大学废弃物资源化利用团队，率先开始了光合生物制氢的科学研究。

光合生物制氢有较高的理论产氢量，但光发酵制氢过程中的光转化效率普遍低、反应成本远远高于其他方法的制氢成本，张全国教授团队根据光合产氢菌吸收光谱特性和太阳能辐射特性，提出了利用太阳能为光源的光合生物制氢体系及其光谱耦合理论，设计了具有自动跟踪太阳能接收装置、可改变太阳光波长的光生化制氢装置。这种可选择光谱的滤光技术装置的改进，得到了光合产氢菌吸收光谱特性随太阳能辐射波长的变化规律，不仅极大的减少了制氢成本，还提高了光转化效率。

针对光合细菌代谢制氢过程中存在的大量热物理问题，会直接影响光合生物制氢体系的能量消耗、产氢酶活性、产氢速率等，研发团队首次提出光合生物产氢热效应理论，揭示生物制氢体系的温度场变化规律，开发出生物制氢反应器内部的温度场分布数值模拟方法，提高产氢菌活性，构建与高效光合产氢菌群热力学特性相耦合的绿色光合制氢体系。随后，团队开始转向以农业废弃物为底物的光合生物制氢研究。同时创制了世界上最大的秸秆类生物质光合生物制氢试验系统及其成套装置，优化设计了折流式联合制氢反应器内部结构，实现了太阳能光生化反应器的连续稳定运行，构建了高效节能型绿色光合制氢体系。

团队围绕光合生物制氢研究进展出版的《光合生物制氢光热质传递理论与数值分析》和《光合生物制氢理论与技术》等著作在 2017 年科学出版社农林专著销售排名中分别位列第一、第二名，《农业废弃物光生化制氢热效应理论与应用》专著于 2020 年获得国家科学技术著作出版基金资助。团队在秸秆类生物质光合生物制氢光谱耦合理论、热效应理论、多相流理论及光热质传输规律等关键科学问题取得了一系列成果，明晰了对秸秆类生物质光合生物制氢中的生物质多相流光热质传递特性及其稳定高效产氢体系，张全国教授及其团队于 2019 年获得“国际生物过程学会 PANDEY 突出成就奖”，研究成果“秸秆类生物质光合制氢光热质传递理论与调控机制”于 2020 年获得河南省自然科学二等奖，成功主办了第四届国际生物过程学会学术年会和第十三届亚洲生物制氢和生物炼制学术年会，并分别担任这两个高规格国际学术会的会议主席。

“三化”协同开创农业废弃物综合利用新途径

截至目前，研发团队在太阳能光合生物制氢方面的研究已有 20 年。以解决实际问题出发，从开始提出的光谱耦合、热效应、多相流等理论，到现在的规模化实验，一步一个脚印，逐步阐释了光合生物制氢体系内部机理，突破了光合生物制氢技术上的瓶颈，并实现了中试规模化应用，引领了基于农业废弃物的太阳能光合生物制氢科学研究与技术发展，为农业废弃物高效梯级利用的绿色生物制氢工业化应用提供科学参考。

2019 年 3 月，中国和意大利签署了 19 份政府间双边合作文件，进一步深化了中意双方全面战略伙伴关系。在中意双方政府间全面合作的背景下，张全国团队与意大利国家研究委

员会大气污染研究所签署了“基于农业废弃物的生物氢气和生物甲烷及缓释营养剂联产技术研究”合作研究协议，并达成“中意农业废弃物资源化利用技术联合研究中心”的共建意向，深入开展合作研究，共同努力为“一带一路”沿线国家提供农业废弃物资源生态安全利用的新理论与新方法，开创农业废弃物综合利用的新途径。

除了生物制氢，团队也一直在对废弃物资源化清洁利用方面进行研究。农业废弃物量大面广，且能量低，如何能将农业废弃物转化为高品质能源和肥料等产品，使其产生显著的社会、经济和环境效益。目前，较为成熟的厌氧发酵产出沼气的同时，还会产生大量的发酵尾液（沼渣、沼液等），尾液中含有丰富的氮磷钾等营养元素，尾液的随意排放不仅浪费资源，还会造成环境污染。

针对以上问题，团队提出了农业废弃物燃料化、肥料化、基料化于一体的“三化”协同多联产技术，实现了“三化”系统中物质和能量的二元循环高效清洁利用，研究成果分别获得中国专利优秀奖、中国沼气学会科技创新一等奖、河南省科技进步一等奖等多项奖励。同时根据不同区域特征和用户需求，研制了一系列多联产装备，如辅热集箱式和双效增温式等，产生了显著的社会经济效益。

建立资源节约型绿色消费体系是当务之急

“我们要做的，就是让学生们进入社会后，充分运用所学的专业知识，能为社会发展贡献智慧。”张全国教授坦言。正是这样朴素的坚守，为实施国家碳中和战略和可再生能源发展输送了一批又一批新鲜血液。

科学研究，最终要为生产实践服务。作为中国科协首席科普专家、“科创中国”农业科技服务团副团长，张全国教授率领团队，积极服务乡村。2020年，举办科普讲座5场，同时还创办微信公众号、做客直播间、出版科普读物，尤其结合团队研发成果“农业废弃物二元循环多联产资源化技术及应用”，在南阳、驻马店等科普实践基地进行宣传推广，创建了农业废弃物全方位高值化利用新模式，于2017年获河南省科普成果一等奖，为乡村振兴和脱贫攻坚提供了新途径。

多年担任十一和十二届全国政协委员、十二届全国政协教科文卫体委员会委员、民革中央委员、农业农村部科技委农业工程学部委员、中国农业工程学会副理事长、中国高等教育学会工程热物理专业委员会副理事长和河南省党外知识分子联谊会副会长等社会职务的经历，让张全国教授对民之所需、民心所向有很深刻的认识。自2008年任全国政协委员以来，他就一直集中选题调研，建言献策。

其中，他提交的关于减免农业高等教育涉农专业学生学费、家电下乡的农村能源供需、新农村人才队伍建设、粮食核心产区的低碳农业发展、农村沼气科技推广能力建设、涉农专业学生素质教育、提高涉农专业学生创新就业能力、建立资源节约型绿色消费体系等提案，都取得了较好的效果。其中，关于建立资源节约型绿色消费体系的提案得到了国家发改委和财政部的高度重视，该提案还被评为十一届全国政协优秀提案。（仲国彬）

我国发布全球首个“绿氢”标准

中国能源报 2021.1.4

本报讯 为推动我国氢能产业高质量发展，践行“碳达峰和碳中和”愿景，2020年12月29日，由中国氢能联盟提出的《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》正式发布实施。

通过标准形式对氢的碳排放进行量化在全球尚属首次。该标准运用生命周期评价方法建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系，从源头出发推动氢能全产业链绿色发展。标准指出，在单位氢气碳排放量方面，低碳氢的阈值为 $14.51 \text{ kgCO}_2\text{e/kgH}_2$ ，清洁氢和可再生氢的阈值为 $4.9 \text{ kgCO}_2\text{e/kgH}_2$ ，可再生氢同时要求制氢能源为可再生能源。

该标准对标了欧洲依托天然气制氢工艺为基础推行的 Green Hydrogen Certification 项目，并对我国氢气供应情况进行了系统摸底，深入调研了国家能源集团等单位的制氢项目，创新性提出了“两线三区间”范式——既从方法论和清洁氢指标方面与国际接轨，又立足国情充分考虑我国当前煤制氢为主的客观现实。标准的发布实施有利于引导高碳排放制氢工艺向绿色制氢工艺转变，并有助于打通碳市场和氢市场。（卢常佳）

电解水制氢产业链日渐打通氢能利用降本可期

中国能源报 2021.1.4

“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”，这一减碳目标甫一发布，就迅速化身能源领域的一道“动员令”。能源电力系统的清洁、低碳发展的大方向愈发明晰，氢能作为可以衔接能源生产消费低碳化、电力系统灵活性调节、绿色交通等多个领域的“桥梁”，如何对其进行高效、经济开发及利用，无疑是实现减碳目标的“必答题”。

“绿氢”经济性有望提升

根据氢气制备消耗的能源形式不同，业内普遍将氢能分为“绿氢”“蓝氢”“灰氢”，但“蓝氢”“灰氢”本身仍需消耗化石能源，碳排放的问题难以得到经济、有效的解决；“绿氢”利用可再生能源电力电解水产生氢气，在三类制氢路线中最为理想，但受制于电价，现阶段成本仍高于其他两者。

有业内专家直言，可再生能源制氢的经济性如何，仍需具体问题具体分析，不能一概而论。“西部地区在研究用富余的风、光发电制氢，但这种‘弃电制氢’的模式目前缺乏大规模推广应用的现实条件。”该专家指出，“弃风、弃光、弃水反映出电力难以消纳，用这些电制备出的氢气，其实同样受制于消纳，即氢的生产地和消费地逆向分布的问题。如果离城市、氢能项目距离足够近，运输成本可以接受，富余可再生能源制氢的模式是可以实现的。”

作为我国唯一一家水电解制氢技术研究的国家级科研院所，中国船舶集团有限公司第七一八研究所（以下简称“中船七一八所”）是国内最大的水电解制氢设备研发和生产基地，水电解制氢设备在国内市场占有率达到60%以上。中船七一八所一位工程师指出，随着可再生能源制氢成为新发展趋势，目前经济性较好的碱性水电解制氢技术正逐步向大容量发展，伴随可再生能源电价进一步降低，可再生能源电解水制取的氢气成本也有望下降。

“根据测算，当电价低至0.3元/千瓦时，电解水制氢成本可低至1.5-2.0元/立方米。基本与其他技术路线相当，且工艺过程简单，无污染排放。”该工程师进一步指出：“随着可再生能源发电成本不断降低，碳排放的要求和成本越来越高，可再生能源电解水制氢成本将逐步低于传统化石燃料制氢。在氢能经济发展的中后期阶段，可再生能源制氢将成为氢能的主要来源。”

氢能产业链初步构建

有分析指出，未来氢能源产业链下游储运等环节一旦取得突破，氢能应用的成本会进一步降低，氢能领域全产业链市场将出现大幅增长。作为目前电解水制氢技术领域的“龙头”，中船七一八所也逐渐将业务领域从制氢向加氢站、车载氢系统、工业尾气提氢设备等领域延伸。

一位业内专家表示，与国际先进水平相比，我国氢能产业链整体的技术水平仍存在一定差距，而外资企业正在通过收购、兼并及业务分拆等方式开始涉足国内氢能领域。在此背景下，各大央企、国企、上市公司等积极布局氢能产业，从资本、技术等层面共同开展氢能产业链构建。

据统计，截至目前，国内已有30多个省、市、自治区等出台了明确的氢能产业发展规划和指导意见，给予氢能产业相关政策鼓励和引导。尤其在一些重点地区，例如广东、山西等10个省份已将发展氢能写入政府工作报告，山东、河北、浙江等省份陆续发布本地氢能产业发展规划。仅2020年上半年，重庆、天津、宁夏、山东、吉林白城、广东佛山、河北张家口、内蒙古乌海等地就各自制定了氢能产业规划。

据了解，目前我国氢能产业已初步形成“东西南北中”五大发展区域。从燃料电池电堆、重要零部件及整车研发，到燃料电池车大规模示范和加氢网络规划，再到探索可再生能源制氢，全国多个省份、地区根据自身资源、市场等优势确定了各自的主攻方向。

氢能多元利用市场前景广阔

由于能源生产、消费结构的限制，氢能的利用面临很多现实挑战。除了燃料电池汽车，氢能在消费利用方面还有哪些发展空间？

“现在一些地区要求新建可再生能源项目要搭配储能，氢能也有望成为解决这一问题的可选方案。”中船七一八所相关负责人指出，“制备氢气、氢气发电这两个过程结合，可以把氢作为一种储能形式，和新能源发电作为一个整体去保证电源出力曲线相对平稳。随着技术的改造升级，我们现在的制氢设备本身也可以适应电力波动，新能源出力水平的不稳定不

会对设备运行造成障碍。”

此外，该负责人指出，未来天然气掺氢将在氢能利用中占据很大的市场空间。

他表示，在工业生产领域，如果仅仅依靠部分化工厂、医药厂来消费氢气，局限较大，企业分布范围有限，而且又涉及和风电、光伏发电等“绿氢”产地之间距离的问题。如果能将氢气掺入天然气管道一起输送，将给氢能消费利用带来极大想象空间。“目前国际上已经可以做到在天然气管道中掺入 20% 的氢，在此比例下天然气的各种输送、利用设施不需要做任何的调整和更换。如果天然气掺氢可以得到推广应用，不仅能对氢能消费形成巨大拉动，也能相应为降低化石能源消耗、清洁低碳发展提供助力。”

该负责人也坦言，目前我国在天然气掺氢方面已经展开了一些探索，但在相关的标准制定、技术规范方面，还处在起草阶段，仍未最终落地。“在这些标准规范落地之前，这一路线还只能停留在示范工程阶段，暂不具备大面积推广的条件。但是其市场前景十分广阔，也应该成为未来政策、规划努力的一个方向。”（卢雯）

可再生能源制氢势在必行

中国科学报 2021.1.6

氢被誉为未来世界能源架构的核心，也被认为是最洁净的燃料。不过，如果氢气来自于化石燃料，则其制备过程并不“洁净”。目前，商用氢气 96% 以上是从化石燃料中制取，制氢过程中会排放大量二氧化碳，这类氢气也被称为“灰氢”。

发展氢能不可以偏离初衷。从环境和生态的角度来看，通过风电、光伏等可再生能源制氢，不仅能够实现“零碳排放”，获得真正洁净的“绿氢”，还能够将间歇、不稳定的可再生能源转化储存为化学能，促进新能源电力的消化，由此带来的生态环境效益和经济效益是难以估量的。

我国可再生能源十分丰富，开发力度也位居世界前列，新能源新增及累计装机容量均排名世界第一。为落实“2030 年前碳达峰”和“2060 年前碳中和”的目标，“十四五”时期还需要进一步加大力度发展可再生能源，进而进行可再生能源制氢，这将是碳减排的重要途径之一。

实际上，包括海水在内的水资源是地球上最大的“氢矿”，电解水制氢被认为是制备氢气的有效方法。但是，可再生能源电解水制绿氢能否实际解决并应用于规模化减碳，还需要克服三大难题：电解水的大规模、低能耗和高稳定性。笔者认为，这应该是“十四五”需要重点解决的工程技术难题。

要实现这三者的统一，首先需要研发新型电极催化技术、先进的隔膜和电解槽组件技术及其系统工程技术，才能克服电解水电极催化剂活性低、能量转化效率低等关键技术问题。例如，在低电压下增大产氢电流密度、降低制氢能耗，提升稳定性、扩大单体电解槽设备制氢规模等。

目前，电解水制氢均采用纯度较高的淡水为原料，若全球需氢量剧增，用丰富的海水资源直接制备氢气将是一种途径。电解海水更须具备“大规模”“低能耗”和“高稳定性”才能实现工业化应用。目前，淡水条件下的电解水技术将为电解海水制氢奠定基础，从原理和技术发展的态势看，实现电解海水制氢技术上也完全可行。

“十四五”要想把氢能产业做强、做大，可再生能源电解水制氢势在必行。一方面，可再生能源电解水制得的绿氢不仅可以直接作为燃料电池的燃料，另一方面，将其与二氧化碳相结合还可以合成甲醇。甲醇是液体燃料。它可以像汽油一样运输、储存，被输送到加氢站后再转化成氢。这样就可以缓解氢燃料电池“制、储、运、加”的安全性和成本问题。

以甲醇为氢源的氢加气站的方案具有多项优点，建议“十四五”时期进行推广。与传统的氢气加气站不同，新方案既可以解决高压运输、储存和加氢的安全问题，还能够实现二氧化碳回收和用氢全过程清洁的目标，可以形成油、醇、氢共站的新局面。

用绿色氢能转化二氧化碳合成的甲醇被称之为“太阳燃料”或“液态阳光”甲醇。“液态阳光”甲醇是一种零碳排放液态燃料，也是一种重要的绿色化工原料。若“液态阳光”甲醇能够实现大规模使用，有望替代部分由煤炭、石油、天然气等化石能源合成的甲醇，建立新型绿色低碳、高效的能源系统，催生新兴的能源经济产业。（李灿）

IRENA：绿氢 10 年内将具成本优势

中国能源报 2020.12.28

本报讯 国际可再生能源署（IRENA）日前发布最新报告称，到 2030 年，随着太阳能、风能等可再生能源成本的下降，以及电解槽的规模经济效应显现，可再生能源制备的绿氢将在成本上更具竞争力。

报告指出，绿氢的生产成本由可再生能源电价、电解槽投资成本和电解槽的运行时间决定。目前，在世界许多地区，可再生能源发电已经成为最经济的电力来源，因此可再生能源电力制备的绿氢成本下降大有空间。

IRENA 统计的数据显示，随着技术的不断突破，太阳能和风能的发电成本已大幅下降。其中，2020 年，全球太阳能发电的平均成本有望下降 13%，陆上风电的平均成本将下降 8%，全球有超过 3/4 的陆上风电、1/5 的太阳能发电项目价格低于最便宜的燃煤、石油和天然气发电。

不过，IRENA 同时表示，虽然低成本的电力是绿氢提升成本竞争力的必要条件，但电解成本也需要大幅降低。IRENA 指出，降低电解成本，需将电解槽从目前的兆瓦级提升到吉瓦级，同时提升电解槽机组的标准化和大规模生产、操作效率以及供应链优化。

IRENA 预计，如果在未来 10 年间迅速扩大规模并积极部署电解槽，到 2030 年，绿氢在价格上将开始具有竞争力，在 2040 年前，绿氢将比其他低碳替代能源更便宜。（仲蕊）

德国重磅推出《国家氢能战略》多主体行动致力环境保护

科技日报 2021.1.12

能源方面，2020年德国高度重视“绿色氢能源”，将氢视为德国能源转型成功的关键原材料，发布总投资90亿欧元的《国家氢能战略》，推出38项具体措施，涵盖氢的生产制造和应用等多个方面。

在生产领域，致力于对传统电解氢生产方式的革新。亥姆霍茨柏林研究中心太阳能燃料研究所正在开发可廉价生产的新型光电极和催化剂，把电解槽和太阳能电池集成为一个整体，以此把太阳光直接用来分解水。该技术目前尚处于实验阶段，能够把约8%的太阳能转换成氢。

在存储领域，研究氢的各种存储与运输可能性，比如地下储氢、利用现有天然气管网储氢、固态储氢等。亥姆霍茨盖斯特哈赫特研究中心利用粉状金属有效提高储氢效能，在室温和10至50巴的压力下实现储氢。目前在研的紧凑型金属氢化物储氢器，体积只有同类气罐的十分之一。

在运输领域，除了关注利用德国发达的天然气管网传输气态氢外，还根据氢可与不饱和有机化合物反应形成能量丰富液体的特点，正在开发有机液体氢化物储氢技术，使氢能像石油一样存储或运输。

在应用领域，德国专注于改善氢燃料电池的效率、寿命和性能。此外，德国还从系统分析视角把氢技术整合入能源系统。弗劳恩霍夫算法和科学计算研究所成功开发软件，可以使电力公司能够分析和转移负载，并将存储设施集成到城市基础设施中，通过交叉能源管理提高效率。

太阳能方面，亥姆霍兹柏林能源与材料中心研发新型钙钛矿—硅—串联太阳能电池功效高达29.15%，成为新的太阳能电池功效世界纪录。马克斯·普朗克聚合物研究所发现，钙钛矿晶体中的微观结构会影响电子移动的速度，这些电子通道的巧妙排列可以使钙钛矿太阳能电池更加高效。

环保方面，德国阿尔弗雷德·韦格纳研究所—亥姆霍兹极地和海洋研究中心领导的“北极气候研究多学科漂移观测站”成功对北极进行为期一年的全面研究。研究人员搜集了150万亿字节数据和1000多份冰样本，通过一周年的北极地区观测数据，加深理解北极中央海域大气—海冰—海洋—生态系统间的耦合过程，提高北极天气预报、海冰预报和气候预测的能力。

气候保护方面，德国致力于到2050年实现欧盟范围内气候中和的目标，到2030年温室气体排放量与1990年相比至少减少55%。未来几年德国预算的23%—31%将分配给与气候相关的领域，包括削减增值税、下调电价以及对面向未来的技术创新提供补贴等措施。

企业行动方面，2020年11月，德国汉莎航空公司从法兰克福飞上海的波音777货机，

完成了首次“碳中和”货运航班飞行。该航班往返行程都使用由动植物油脂制造的可持续航油，比使用传统航油减少了约80%的碳足迹，而剩余的20%碳足迹将通过植树造林进行抵消。（李山）

首次通过标准量化氢的碳排放—— “绿氢”标准化建设迈出关键一步

中国能源报 2021.1.11

核心阅读

氢能产业目前处于“从无到有”的商业化初期阶段，而实现“从有到优”则需要进一步从产业用氢源头上对制氢工艺路线进行界定，更加凸显氢能的绿色环保属性。

近日，由中国氢能联盟牵头制定的《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》正式发布实施，首次通过标准形式对氢的碳排放进行量化。

据悉，该标准建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系。业内分析认为，这一标准的出台填补了国内制氢环节从碳足迹的角度界定标准的空白，有利于从源头上推动氢能全产业链绿色发展。

为氢源提供界定依据

根据标准的征求意见稿，氢气分为低碳氢、清洁氢、可再生氢气三种类型。标准明确指出了在单位氢气碳排放量方面低碳氢、清洁氢和可再生氢的具体阈值，可再生氢同时要求制氢能源为可再生能源。

同时，该标准运用了生命周期评价方法建立了低碳氢、清洁氢和可再生氢的量化标准及评价体系，这意味着包括氢气生产原料的获取、运输、氢气生产制造及现场储运等四个阶段都将纳入评价体系。

一直以来，氢气按照生产来源分为“灰氢”“蓝氢”和“绿氢”三类。TüV南德意志大中华地区氢能业务拓展经理姚健表示，目前产业用氢仍以石化能源来源（含工业副产氢）的“灰氢”为主，但“绿氢”缺少定量标准，用可再生能源制取的“绿氢”较少，且各种来源的氢气之间缺乏从碳足迹角度出发的定量界定标准。同时，如何从生产“灰氢”过渡到“绿氢”缺乏一定引导，此次出台的“绿氢”标准用更为严谨的量化方式对氢源进行界定，有利于从源头推动氢能产业的绿色发展。

“与此前考察氢气纯度和品质的标准不同，此次‘绿氢’标准从制氢过程中碳足迹的角度考察制氢过程的工艺去碳程度，且只和上游制氢环节相关，标准的认定范围到氢气产品出厂为止。”姚健补充称。

弥补“碳足迹”核查空白

氢的核心优势是无污染、零排放，而氢的来源是决定氢能产业能否实现零排放的关键，但事实上，相关专家均表示，在现阶段的氢能产业链中，制氢环节远未受到足够的重视。

日前，工信部原部长、中国工业经济联合会会长李毅中在公开场合表示，“绿氢”是产业发展的方向，在氢能产业链中，制氢是源头，需相关部门组织调研，并编制合理、务实的规划，同时根据应用场景、市场需求制定相应标准、规范。

姚健表示，氢能产业目前处于“从无到有”的商业化初期阶段，而实现“从有到优”则需要进一步从产业用氢源头上对制氢工艺路线进行界定，更加凸显氢能的绿色环保属性。此前行业对氢的来源关注较少，而是更关注用氢环节的应用，“绿氢”标准的出台对制氢绿色工艺路线的形成、可再生能源制氢项目的推进、以及推进石化制氢添加 CCUS 装置方面起到关键支撑作用。

“本次‘绿氢’标准的制定，弥补了国内制氢环节碳足迹核查的空白，不仅为实现‘碳达峰’和‘碳中和’目标提供支撑，同时也将制氢的来源界定清楚，明确氢的低碳属性，引导高碳排放制氢工艺向绿色制氢工艺转变。后续标准也会在各参编单位的合作下，以一些示范项目的认证为模板，为氢能产业提供实际参考。”姚健表示。

将获“政策+市场”双重鼓励

记者查阅资料发现，事实上，在去年9月五部委发布的燃料电池汽车产业补贴政策中，对氢源的碳排放量就做出了相关政策鼓励。在补贴政策附件《燃料电池汽车城市群示范目标和积分评价体系》中，氢能供应及经济性关键指标明确鼓励清洁低碳氢气的制取，争取实现每公斤氢气的二氧化碳排放量小于15公斤。其中，每公斤氢气的二氧化碳排放量若小于5公斤，将给予3分/百吨的奖励。

一位氢能行业资深专家对记者表示，“绿氢”标准的出台为上述政策中的鼓励举措提供了更好的执行支撑，让制氢企业有明确、科学的生产依据，同时为“绿氢”的规模化发展奠定理论基础。

在采访过程中记者了解到，实现氢能产业的持续高质量发展，不仅要充分发挥“绿氢”的能源价值，对“绿氢”碳交易价值的挖掘也尤为重要。

日前，生态环境部宣布自2021年2月1日起施行《碳排放权交易管理办法（试行）》，碳排放权交易已成为控制温室气体排放的重要市场化手段。姚健认为，随着氢能产业的发展及“绿氢”规模的增长，“绿氢”或将成为碳排放市场中重要的交易内容。生产低碳氢的企业既能拿到国家直接给予的政策补贴，生产过程中的碳排放配额还可以进行交易，清洁氢和可再生氢的制取将获得“政策+市场”的双重鼓励，绿色低碳氢能将迎来更好的发展环境。（仲蕊）

全球氢能巨头项目落户广州

广州日报 2021.1.16

广州日报讯（全媒体记者缪璟、何瑞琪 通讯员黄嘉庆、范敏玲）昨日，广州开发区与世界500强企业现代汽车集团签订投资合作协议，后者在该区成立现代汽车氢燃料电池系统

(广州)有限公司,建设氢燃料电池系统项目。

据悉,现代汽车氢燃料电池系统(广州)有限公司由现代汽车集团100%持股。新工厂将于今年2月末正式奠基,计划将于2022年下半年投入批量化生产,初期规划年产能6500套,该工厂将主要生产搭载在现代氢燃料电池车NEXO上的氢燃料电池系统,并视市场情况扩大供应能力。

作为全球氢能源汽车领域的巨头之一,这是现代汽车集团在全球建立的首个海外氢燃料电池生产基地及销售法人,现代汽车集团也成为首家在华建立氢燃料电池系统生产基地的全球汽车厂商。以现代汽车氢燃料电池系统项目为龙头,广州开发区加速氢能全产业链布局,打造千亿级规模的氢能产业大区。

广州开发区是国家新能源综合利用示范区,被列为广东省氢燃料电池汽车商业运营示范区。目前,广州开发区已引进20多个氢能产业项目,积极推进湾区氢谷和黄埔氢能创新创业中心建设,引进了100多位氢能专业人才,同时建成投运多个加氢站及氢能车示范运营线。区内已形成涵盖燃料电池催化剂、质子交换膜、膜电极、电堆系统、车载氢系统与加氢设备、整车装备制造、检验检测、示范应用等环节的氢能产业链,产业生态完备活跃。随着现代汽车氢燃料电池系统项目这一龙头项目的落户,预计到2025年,全区行业产值可望突破200亿元。

去年氢能及氢燃料电池产业一二级市场融资超过100亿元

百亿元融资拓宽氢能产业赛道

中国能源报 2021.1.11

核心阅读

对于一级投资人而言,一方面看到氢能产业大有可为,并且国家鼓励支持;另一方面氢能企业上市通道打开,一级投资的退出通道明确,投资意愿增强。

去年底,国内最大汽车零部件企业集团潍柴动力披露《2020年度非公开发行A股股票预案》,拟采用定向增发方式募集资金不超过130亿元,其中20亿元将投向燃料电池产业链建设项目。这仅是行业发展的一个缩影。业内认为,近来,氢能行业融资力度逐年增加,整体发展向好,但仍需技术攻关,进一步实现降本增效。

产业融资活跃

潍柴动力在公告中表示,本次募集的资金将有20亿元用于加速燃料电池产业链的研发能力和制造能力提升,建立差异化的技术优势,并结合2030年“碳达峰”和2060年“碳中和”目标,建成全球领先的燃料电池产业链基地。

相关业内人士表示,作为柴油机产销巨头,潍柴动力亟待加速布局燃料电池产线。“目前,燃料电池主要应用场景在商用车领域,这一领域可直接替代柴油发动机,因此对于潍柴而言,如果不尽早布局燃料电池产业,在能源转型的大背景下,未来业务发展与盈利将受到

负面影响。”

事实上，潍柴动力在氢燃料电池领域的布局由来已久，投资金额也与日俱增。先后与英国锡里斯动力、加拿大巴拉德等公司进行合作，购买巴拉德电堆技术和股权，以期掌握氢燃料电池关键技术资源，建立氢燃料电池商用车完整产业链。

记者查阅资料发现，除了二级市场融资外，氢燃料电池企业在一级市场融资同样表现活跃。

据行业研究机构统计，包括潍柴动力在内，2020年共有6家上市公司定增募资投向氢燃料电池业务，共募集资金86.15亿元。截至2020年11月中旬，氢能行业当年共发生31起融资事件，融资金额预计超15亿元。这意味着，氢能及氢燃料电池汽车产业2020年一级市场和二级市场共融资超过100亿元。

业内普遍认为，氢燃料电池行业2020年的百亿元大融资，将氢燃料电池这个细分赛道空间进一步打开。

亟待推动全产业链盈利

国元证券电力设备与新能源首席分析师彭聪表示，融资金额的增加受多种因素驱动。首先，燃料电池快速降本，商业模式逐渐清晰，应用领域涵盖交通、储能、发电等，远期可成为万亿元产业；其次，2020年9月出台的示范城市奖补政策，传递出国家明确支持发展氢能产业的信号，且有4年的示范期，保障了补贴的连续性；最后，燃料电池龙头企业亿华通上市，意味着燃料电池公司未来在科创板上市将有先例可循。对于一级投资人而言，一方面看到产业大有可为，并且国家鼓励支持，另一方面氢能企业上市通道打开，一级投资的退出通道明确，投资意愿增强。

企业的积极布局和融资也为产业降本提供了“加速度”。在产业链各环节中，电堆的降本尤为显著。研究机构数据显示，截至2019年5月，国内氢燃料电池电堆价格区间为5000-8000元/千瓦，截至2020年8月，国内百台级以上电堆的价格区间已下探到3000-4000元/千瓦，对比2019年国内电堆的价格水平，降幅达33%以上。

从2020年10月开始，电堆迎来新一轮降价潮。国鸿氢能将电堆价格拉低到1999元/千瓦，随后，氢璞创能进一步把价格降至1699元/千瓦，2020年12月，雄韬股份电堆产品报出1199元/千瓦的低价。

对此，彭聪直言，产业的降本增效体现出产业的发展潜力，有利于国家进一步推出支持政策，但在发展过程中，提升电堆可靠性和寿命等技术攻关仍尤为关键。事实上，随着产业规模化，整车领域的燃料电池及其供应链降本相对容易实现，但上游氢气的制储运成本高昂问题，需要产业链协同解决。

彭聪表示，氢气制储运成本居高不下，进一步影响了加氢站的盈利能力，是限制行业发展的一大难点。他认为，中小企业缺乏资金推动加氢站建设运营规模化，亟需能源巨头及产业龙头主导加氢站等基础设施建设，打破行业发展桎梏。

适度补贴有利于可持续发展

有观点认为，潍柴动力等企业在氢燃料电池领域的布局投资，有加剧产业无序竞争及产能过剩的风险。

中汽协数据显示，2020年11月我国燃料电池汽车产销分别完成288辆和290辆，同比分别增长7.2倍和28倍。2020年1-11月，燃料电池汽车产销分别完成935辆和948辆，同比分别下降34.4%和29.1%。

纵观2020全年燃料电池汽车市场，自示范城市奖补政策发布后，市场迎来小幅回暖，但未出现以往的年底抢装热潮，各地仍在等待示范城市群具体名单出台，观望情绪浓厚。加之上半年新冠肺炎疫情的影响，2020全年氢燃料电池汽车整体产销量“腰斩”，业内普遍预测为1400辆，同比下降48.8%。

对此，彭聪表示，虽然目前氢燃料电池汽车产销量不及预期，但五年后，氢燃料电池汽车有望达到5-10万辆的产销量规模，因此现在定义产能过剩为时过早。

业内认为，产业目前最需要降低氢气制储运成本和提升燃料电池可靠性。

“国家奖补政策补贴规模适中，行业应借此契机充分利用社会资本及企业投资，努力提升技术并降低成本，使得氢能产业能够更加健康并且快速发展。”彭聪坦言。

上述业内人士也表示，在产业还未形成一定规模时，国家的大笔投资将带来产业急功近利等乱象，现阶段，规模适度的补贴金额更利好产业发展。在实现技术攻关及降本增效后，国家加大补贴力度更容易撬动产业化发展。（仲蕊）

氢能产业面临三大挑战

中国能源报 2021.1.11

氢能作为全球能源转型的重要探索方向，产业发展势头强劲。当前，全球氢燃料电池汽车保有量已超过2.7万辆，2019年销售量较2018年翻一番。全球在运行的加氢站约500座。其中，日本约占四分之一，其次分别是德国、美国和中国。随着全球能源转型与清洁能源发展，国内氢能产业发展也迎来重要机遇期。国家层面出台了许多政策培育和发展氢能产业，地方政府也在积极出台相关政策引导和支持氢能及燃料电池发展。在政策利好与支持下，我国已成世界第一产氢大国，氢气年产量约2000万吨，加氢站数量80余座。虽然国内氢能产业发展取得积极进展，但仍面临巨大挑战：

一是技术装备对产业发展的支撑不足。目前，我国的氢气储运仍是短板。质子交换膜虽已进入中试阶段，但导电性能还有待提升；高强度缠绕碳纤维、聚合物气瓶内胆、气氢密封材料，以及催化剂等关键原材料基本依靠进口。加氢机、氢气压缩机，包括膜电极喷涂设备、循环泵、空压机，以及电池系统检测和氢气检测等关键技术装备与核心零部件等与国外先进水平相比，仍存在较大差距。在用燃料电池电堆的耐久性、低温性能与应用情况等方面与国际一流水平仍有一定差距。

二是氢能产业链体系尚不完备。制氢、储氢、运氢及应用尚未形成完备高效的产业链。在产业上游，我国煤制氢技术成熟、成本低，但化石能源紧缺，加之排放量高、杂质多需要提纯，或将逐步被可再生能源制氢技术所取代，但后者基础相对薄弱，利用清洁能源制氢的效率较低。在产业中游，现阶段主要是气态储氢，在国内车载高压储氢以及运氢方面均比较薄弱，基础设施缺口较大，加氢站数量少且储氢量小。在产业下游，氢能当前的应用范围比较窄，主要以燃料电池形式应用于交通领域，且技术瓶颈导致较高的成本，燃料电池汽车的产业化应用推广仍存在一定难度。

三是相关政策和标准体系仍不健全。国内已有 30 多个省市发布了氢能产业发展规划，但多数缺少系统性的配套政策和产业发展路线图，不利于氢能产业快速培育和布局。加之氢能项目成本高、技术水平不足、涉及面广，还存在跨领域协作不足，跨部门协调机制不够完善等问题。此外，氢能领域相关国家标准已 80 余项，行业标准、地方标准 40 余项，但部分标准已显滞后，许多标准还未制定。特别是关于产品安全可靠、持久性等方面的要求还有所欠缺。

针对上述情况，提出如下几点建议：

一是强化顶层设计，推进氢能产业均衡发展。氢能产业链长，关联性强，制氢、储氢、运氢与应用环环相扣、紧密相连，必须要全产业链统筹考虑与布局。结合实际、因地制宜，科学有序制定氢能产业发展战略与路线图、时间表。统筹兼顾，既承接优势产业，推动氢能产业发展，又防止盲目扩张，避免未来出现产能过剩问题。不仅在市、省域范围，甚至要区域乃至全国范围内合理进行产业布局与规划，实现氢能产业规模化、商业化健康发展。

二是加大支持力度，鼓励创新。加大资金投入力度，支持氢能和燃料电池核心关键技术攻关、创新平台搭建、应用示范与推广。完善激励措施，创新金融产品和服务，加大对氢能基础设施建设、氢能与燃料电池产业研发实验与检验检测技术服务平台，以及氢能企业等提供融资担保力度，构建政府作引导、企业为主体、社会广泛参与的多元化投资体系。

三是完善氢能与燃料电池技术标准体系。健全氢能生产、储运、应用，以及燃料电池的安全、性能、安装及试验方法等领域的相关规范与标准，为基础设施、技术、管理、评价、服务等提供支撑。建立健全检测体系，为燃料电池的技术进步与产品应用提供保障。积极参与氢能领域国际标准化工作，促进技术交流与进步，不断提升我国氢能装备与产品的质量、市场竞争力与影响力。

四是加强氢能领域国际合作。随着新冠肺炎疫情得到阶段性控制，多国政府将清洁能源等绿色投资作为恢复经济的重要抓手。如欧盟正加大对氢能、碳封存等技术研发的支持，并提出消除可再生能源领域的非关税壁垒；“一带一路”共建国家也在凝聚共识推动绿色复苏。这些将为我国氢能领域国际合作带来新机遇。我国构建以国内国际双循环相互促进的新发展格局，在开拓合作共赢新局面下，也必将实现更多领域、更广范围、更高层次的双边、多边合作。

五是强化人才支撑。加强氢能产业人才队伍建设，加快关键材料与部件的科研攻关，培育人才。通过柔性引进、创新人才交流合作等方式，支持和鼓励企业和科研院所引进领军人才。并以重大项目为依托，加强产、学、研和用合作，吸引、集聚高精尖技术人才、管理运营人才，以及专业技术人员等。（王颖 崔志广）

各国氢能发展路线面面观

中国能源报 2021.1.25

编者按

氢能成为当前炙手可热的“终极能源”，世界各国正积极布局。但不同国家和地区对于各自氢能发展的重点又有所不同。分析这些特点，发现其中规律，有助于推动我国氢能产业更好地找准国际市场，实现健康有序发展。

氢能可实现跨部门、跨时间和跨地点的灵活转移能源，减少弃风、弃光、弃水，在向可再生能源转型中发挥系统性作用。日本、韩国、欧盟的氢能路线图均对氢能在移动端和固定端的应用、加氢站建设和氢气供应作了规划。氢燃料电池汽车（FCV）是氢能应用领域最为重要的一环。但各国（组织）燃料电池汽车的总量目标，车型选择，配套加氢站建设，以及氢气供应策略和固定端氢能应用重点方向各不相同。

表1 燃料电池汽车总量目标对比

| | FCV 累计产量目标（万辆） | FCV 累计产量目标/当前各类汽车年产量 |
|-----------|----------------|----------------------|
| 日本（2030年） | 80 | 24% |
| 韩国（2040年） | 620 | 154% |
| 欧盟（2030年） | 420 | 22% |
| 欧盟（2040年） | 2130 | 113% |
| 欧盟（2050年） | 5270 | 281 |

注：当前各类汽车年产量日本、韩国为2018年数据，欧盟为2017年数据。

表2 加氢站规划情况对比

| | 加氢站数量 | 国土面积（万 km ² ） | 均站车辆数#（辆/个） | 加氢站密度（个/百 km） |
|-----------|-------|--------------------------|-------------|---------------|
| 日本（2030年） | 900 | 37.8 | 889 | 0.1 |
| 韩国（2040年） | 1200 | 10.0 | 2417 | 1.1 |
| 欧盟（2030年） | 3750 | 4380 | 1120 | 0.1 |
| 欧盟（2040年） | 15000 | | 1420 | 0.3 |
| 欧盟（2050年） | 33000 | | 1597 | 0.6 |

注：#为燃料电池汽车保有量除以加氢站数量。

燃料电池汽车►►欧盟规模最大，韩国最重视

日本、韩国、欧盟在路线图中均提出了FCV累计产量目标，它们之间存在数量级差异。

其中，欧盟目标最为宏伟，计划至 2050 年累计生产 5270 万辆；韩国次之，计划至 2040 年累计生产 620 万辆；日本最低，计划至 2030 年累计生产 80 万辆。

同时，日本与欧盟 2030 年 FCV 累计产量分别相当于当前汽车年产量的 24% 和 22%，在本国（组织）汽车工业中的重要性相近；韩国与欧盟 2040 年的这一比例分别为 154% 和 113%，韩国 FCV 的重要性高于欧盟。但韩国 FCV 严重依赖出口市场，2040 年累计 620 万辆的 FCV 产量中有 330 万辆计划用于出口，其总量目标能否实现与国际 FCV 市场的发展息息相关。

总的来说，燃料电池汽车产量规模欧盟 > 韩国 > 日本，燃料电池汽车在本国（组织）汽车工业中的重要性韩国 > 日本 ≈ 欧盟。

车型 ▶▷ 日韩侧重乘用车，欧盟商用车优先

日本、韩国、欧盟均以汽车作为氢燃料电池在移动端应用最重要的领域，但选择的汽车类型各有侧重。燃料电池乘用车是日本和韩国的重点发展对象，丰田 Mirai、本田 Clarity 和现代 NEXO 三款 FCV 已实现量产和商业化；而欧盟认为燃料电池乘用车与纯电动车竞争无优势，汽车领域应该优先发展行驶里程更长、负载更重的商务车、出租车、卡车等。

从燃料电池汽车保有量在同类型汽车中的份额来看，日本虽然看好燃料电池乘用车的发展，但目标相对保守，规划 2030 年燃料电池乘用车保有量份额仅为 1%；韩国目标相对激进，2040 年燃料电池乘用车保有量份额为 11%，且韩国更重视氢燃料电池在出租车、公交车、卡车市场的应用；而欧盟对各类型 FCV 的发展都很乐观，提出了较高的 FCV 保有量份额目标。值得注意的是，日本不断调整其氢能战略目标，以往对氢能的定位是“未来能源的终极解决方案”，但近来提“氢电共存”更多。

此外，叉车是日本应用氢燃料电池的一大特色领域，2030 年日本将累计生产 1 万台燃料电池叉车，占叉车保有量的 8%。此外，日本、韩国和欧盟都计划研发氢燃料电池火车和船等，欧盟将率先于 2030 年替换 570 列柴油火车。

加氢站规划 ▶▷ 韩国遥遥领先

日本、韩国和欧盟国土面积差异较大，从加氢站密度来看，日本和欧盟相近，2030 年加氢站规划密度均为 0.1 个/百公里；而韩国远大于欧盟，2040 年韩国和欧盟加氢站规划密度分别为 1.1 个/百公里和 0.3 个/百公里。从加氢站服务能力来看，欧盟略高于日本，2030 年欧盟和日本均站服务车辆数分别为 1120 辆/个和 889 辆/个；韩国远高于欧盟，2040 年韩国和欧盟均站服务车辆数分别为 2417 辆/个和 1420 辆/个。综合来看，加氢站规划韩国 > 欧盟 > 日本。

然而，与加油站相比，加氢站规划数量还远远不够。日本、韩国和欧盟加油站密度分别为 2.8 个/百公里、11.3 个/百公里和 2.2 个/百公里，与加氢站规划密度存在数量级差异。

氢气供应 ▶▷ 日韩依赖进口，欧盟青睐本土制氢

日本、韩国和欧盟氢气供应策略存在差异。日本和韩国能源匮乏，未来氢能应用成规模

后，氢气很大程度依赖海外供应。日本计划在 2030 年左右建成商业化规模化的国际氢供应链，年生产能力约 30 万吨（如果 30 万吨氢气全部用于发电，相当于一台核电机组的装机容量）。川崎重工已在澳大利亚投资试点褐煤制氢项目。与此同时，日本将在本土发展电解水制氢，充分利用正在快速扩张的可再生能源电力。韩国目前 99% 的氢气来源为化石燃料制氢，未来将大力发展工业副产制氢、高效电解水和氢气国际贸易。而欧盟选择本土电解水制氢和蒸汽甲烷重整/自热重整。具体采用哪种技术取决于技术发展和成本下降情况，并且因项目而异。

若可再生能源电力和电解水系统成本大幅下降，则氢气来源以电解水为主；若碳捕集封存技术成熟且政策允许，则以蒸汽甲烷重整/天然气自热重整为主。

氢能固定端应用 ▶▷ 日韩“偏爱”发电，欧盟全面发展

固定端氢能应用主要包括固定式燃料电池、氢气热电联产发电、供热以及作为工业原料等。日本在家庭燃料电池方面取得了较大进展，已开展商业化应用多年，预计 2020 年达到盈亏平衡。同时，日本也在积极探索氢气热电联产和工商业燃料电池发电；韩国紧跟日本，计划大力发展氢能发电和家庭建筑燃料电池，提出了 2040 年实现工商业氢能发电装机量 15 GW（相当于 2018 年韩国 133 GW 发电总量的 11%）、家庭建筑燃料电池装机量 2.1 GW（约 94 万户）的宏伟目标；欧盟则采取了全面发展的策略，到 2050 年，氢能应用中交通运输领域仅占 30%，发电、建筑供电供暖、工业能源、工业原料占比将分别达到 5%、25%、11%、29%。

对我国启示 ▶▷ 因地制宜制定氢能发展策略

我国氢能源丰富、市场空间广阔、新能源汽车推广经验丰富，在发展氢能与燃料电池方面优势显著。但同时也存在技术工艺水平较低、产业链建设薄弱、技术标准/检测体系滞后等短板。我国发展氢能与燃料电池要稳步推进、扬长补短、因地制宜，有针对性地制定发展策略。一是加强顶层设计，推动编制氢能发展路线图，健全产业标准体系和监管体系，引领产业健康可持续发展；二是攻克关键核心技术难关，建立完整的氢能与燃料电池产业链；三是实施试点示范工程，开展燃料电池汽车区域示范应用，推进储能、分布式能源等多领域氢能示范。（李欢）

广东佛山首座氢电光伏发电综合站试运行

中国能源报 2021.1.25

本报讯 1 月 18 日，由佛燃能源打造的佛山市首座集加氢、充电、光伏发电功能于一体的顺德区顺风加氢站正式进入试运行。

据了解，顺风加氢站总投资超过 1300 万元，日加氢 1000kg，每天可为 80 辆氢燃料电池公交车提供加氢服务。同时，该站还配套有光伏发电装置及充电桩，光伏发电电量优先用于站内自用及充电桩，多余部分电量将上传至电网。

顺风加氢站是在原顺风加气站基础上改建而成的三级加氢站，该站具有功能集约、旧站改造再利用、建站快、可复制性强的优点，可在佛山现存闲置 CNG 加气站、LNG 加注站上推广。

佛燃能源相关负责人表示，目前佛山已在氢能产业培育、示范应用、技术标准构建和发展环境优化方面取得了显著成效，布局了佛山南海“仙湖氢谷”、佛山高明“现代氢能有轨电车修造基地”、佛山云浮两市共建氢能产业基地三大氢能产业基地，形成了从氢气制备、储运、氢燃料电池电堆，到整车制造、商业化示范的完整产业链。

据悉，该站的建设对佛山市氢能产业链中加氢环节进行了持续补强，不仅可以促进佛山氢能产业良性、高质量发展，同时还能助力佛山申报国家燃料电池汽车示范城市。同时，顺风加氢站的建设完成，为全国城镇燃气企业参与氢能产业的发展开辟了新路径，而后续佛燃能源也将进一步利用原有的 CNG 加气站、LNG 加注站等基础设施资源，因地制宜建设氢、气、油、电一体化综合能源供应站，为佛山市氢能产业发展提供基础设施配套保障。（韩林）

八、风能

中广核阳江南鹏岛 40 万千瓦海上风电项目创造多项国内第一

73 台风机全容量投产运行

南方日报 2021.1.5

不久前，中广核新能源广东阳江南鹏岛 40 万千瓦海上风电项目实现 73 台风机全容量投产运行。该项目年上网电量达 10.15 亿千瓦时，可节约标煤 31.15 万吨，减少二氧化碳排放 82.88 万吨。

经过近年来的不懈努力，我省海上风电取得较快发展。近海浅水区海上风电项目已基本实现全部开工，开工建设规模超过 900 万千瓦，建成投产南网珠海桂山示范、粤电湛江外罗、中广核阳江南鹏岛、三峡阳西沙扒等项目，装机容量近 150 万千瓦，项目累计完成总投资超过 600 亿元，风电产业基地实现产值超过 400 亿元。

刷新多项海上风电建设纪录

中广核阳江南鹏岛海上风电项目位于广东省阳江市东平镇南侧、海陵岛东南侧海域，水深在 22 至 31 米之间，离岸最近距离约 19.5 公里，最远距离约 35 公里，项目使用的 5.5 兆瓦风机全部来自我省本土风机制造企业——明阳智慧能源集团，同时配套建设 1 座 220kV 海上升压站和 1 座陆上集控中心，总装机容量 40 万千瓦，是国内首个单体大容量在运海上风电项目。

该项目创造了多项国内第一，刷新了我国海上风电建设多项纪录，项目首次采用四桩导管架基础型式、首次成功完成 30 米水深基础导管架水下灌浆作业，同时创造了完成首套国

内最大海上风机导管架以及国内首次超大直径单桩施工等多项行业之最。

2018年10月15日，阳江南鹏岛海上风电项目海上主体工程开工，该项目所处海域属于淤积地形，海底淤泥悬浮层就有数十米深，工程建设难度非常大。面对难题，中广核不断优化施工工艺、抢抓窗口期施工，于2019年11月1日完成了项目首批机组并网带电。面对新冠肺炎疫情影响，项目建设团队以4天安装1台风机的速度全力推进工程建设复工复产。

广东海上风电发展再提速

从2018年起，广东海上风电产业发展步入快车道。截至2019年底，全省海上风电项目累计完成投资约227.9亿元；截至2020年底，广东近海浅水区海上风电项目已基本实现全部开工，开工建设规模超过900万千瓦；2021年底前22个项目将建成并网，预计建成规模占全国约1/5，带动相关产业集群规模或将超万亿元。

预计到2030年底，全省建成投产海上风电项目装机容量超过3000万千瓦，总投资约5400亿元，相当于替代1800万千瓦煤电机组的发电量，每年可节约标煤约2603万吨，可减少二氧化碳排放约6920万吨，污染减排效益显著，成为拉动广东经济高质量发展的新引擎。

新能源助力新产业，在海上风电项目建设顺利推进的同时，全省海上风电产业取得良好进展，产业的聚合度和竞争力不断提升。目前，全省已形成超过500套5.5兆瓦及以上风电机组整机、叶片及塔筒产能，产品销售辐射东南亚等国家。（刘倩）

陕煤集团首个风电项目获核准

中国能源报 2021.1.11

本报讯 日前，府谷能源榆林配售电有限公司负责建设的分散式风电场——长安电力皇甫川、清水川50MW分散式风电项目正式核准获批，项目风场位于陕北榆林市府谷县清水镇。

该项目风场海拔高程在1110-1230米之间，总占地面积43.5平方公里，规划总装机容量50.4MW，拟安装18台型号为GW2.8-150的风力发电机组，风机呈分散式布置，计划2021年底前全部并网发电。“该项目以2回35kV架空线路接入风电场内规划的110kV升压站，风场内90米高度，风功率密度等级为1级，预计年上网电量为10727.0万kW·h，年可利用小时数达到2128.4小时。”榆林配售电公司技术开发部经理郝慧春介绍。

该项目是陕煤集团首个风电项目，项目建成后将进一步丰富陕煤集团电源类型，届时将形成集火力发电、低热值煤综合利用发电、余热余气发电以及太阳能、风力发电等传统能源与新能源为一体的电力产业格局，对陕煤集团电力事业发展具有重要的工程示范意义。

“与同规模火电厂相比，该项目投运后，每年可减少消耗标准煤约3.38万吨，减少排放二氧化硫378.3吨，减少排放二氧化碳10.132万吨、二氧化氮390吨、烟尘约457吨，真正意义上为陕北地区经济发展和生态文明走出一条相辅相成、相得益彰的新路。”榆林配

售电公司执行董事介绍。该分散式风电项目将作为榆林配售电公司后期建设运营增量配网的电源点之一，为实现陕煤集团资源优化配置及增量配网布局奠定坚实基础。（张智泉）

施工船供不应求制约行业成本下降

全球海上风电突遇新“瓶颈”

中国能源报 2021.1.4

2020 年是全球海上风电业飞速发展的一年，装机量突飞猛进，单机容量不断增长。然而，繁忙的海上施工却为产业链带来了新的压力，全球海上风电施工船订单一度“爆满”。行业研究机构雷斯塔能源最新发布报告预测，随着各国陆续出台海上风电规划，2025 年后，全球海上风电施工船将严重短缺，甚至将成为未来制约海上风电产业发展的重要因素。

施工船供不应求

根据彭博新能源财经统计的数据，2020 年，全球风电新增装机预计将首次突破 70 吉瓦，创下历史新高，同时，2021 年后，海上风电将成为各国风电新增装机的主要推动力。

雷斯塔能源在其报告中指出，根据此前的发展状况，在 21 世纪的前 10 年里，全球海上风电产业发展应该相对缓慢，因此海上施工船市场供应也相对充足。然而，2020 年全球多国把“绿色能源转型”设定为未来经济发展的重点，导致在建以及待建的海上风电项目数量骤然增加，让海上风电施工船市场一时“措手不及”。

据船舶经纪公司 Clarksons Platou AS 海上可再生能源业务部门主管 Frederik Colban - Andersen 预计，2020 - 2023 年期间，全球每年新增的海上风机数量将从 600 座上涨至 1000 座左右，涨幅达 67%，但在此期间，全球海上风电施工船的数量却仅能增长 44% 左右。

雷斯塔能源的报告显示，目前，全球的海上风电施工船平均能在 3 - 4 天内完成一座海上风机的吊装工作，鉴于海上风电项目的平均规模，海上风电施工船的作业周期通常要持续数月，这导致市场上的施工船经常供不应求，往往需要提前数月预定。

数据显示，截至 2020 年底，欧洲地区海上风电施工船的租赁价格已高达每艘每天数十万欧元，并呈现上涨态势。在中国，由于风电行业正值“抢装期”，此前也有多位行业内人士透露，2020 年海上风电施工船也供不应求，施工价格更是居高不下。

“大风机”带来新挑战

施工船紧缺并不是海上风电遇到的唯一问题。统计数据显示，2005 年，全球海上风机的平均单机容量仅为 3 兆瓦；但从 2014 年起，欧洲等地的海上风电开始加速进入“大风机”时代，海上风机的单机容量逐年递增，到 2022 年预计平均单机容量有望攀升至 6.1 兆瓦。

在海上风机“越来越大”的发展趋势下，超大风机的海上运输、安装也成为了更大的难题。据了解，目前全球主要风电整机生产商大多已开启大兆瓦机组的研发，10 兆瓦以上海上风电机组规模化生产已为期不远。截至目前，由通用电气（GE）研发的 Haliade - X 12

兆瓦风机叶片长度已达到 107 米。但数据显示，目前全球范围内仅有四艘海上风电施工船能够完成这款风机的安装作业。据了解，该型号风机将在 2021 年开始大规模量产，安装需求已迫在眉睫。

欧洲风电行业机构 Wind Europe 曾发布预测称，全球至少需要新增 10 艘海上风电施工船，才能满足现有项目的安装需求。另外，用于深水区域的新式重型浮式施工船的需求也将不断增长。

雷斯塔能源分析认为，从市场现状来看，目前全球现有的海上风电施工船很大一部分来自于油气行业，此前从事海上油气平台的安装与拆卸，对于重型设备的海上吊装较为有利，但在灵活性方面却显不足，难以满足海上安装风机连续快速移动的需求。

行业降本“受拖累”

另外，有数据显示，在海上风电场的建设过程中，风机安装成本占总资本支出的 20% - 30%。以总装机量 1 吉瓦、有 100 座风机的海上风电场为例，建设成本通常可高达 8 - 10 亿美元。

据雷斯塔能源海上风电领域产品经理 Alexander Flotre 预计，自 2025 年开始，重型吊装船舶的短缺很可能成为制约海上风电业发展的主要瓶颈，海上风电整体的降本速度也很可能受此拖累。“未来，海上风电施工船不仅将用于风电场建设初期的安装作业，还将在项目后期运维以及周期性更换设备等方面有所应用。未来海上风电产业的需求将越来越多元化。”

在海上风电施工船市场快速发展的当下，部分船舶企业已“嗅到”先机并开始了船舶改造工作。2020 年，欧洲海上船舶运营商 Esvagt 宣布，将其业务重心从油气领域更多转向海上风电，同时也将更加关注海上风电安装领域的人才培养。另一船舶公司 Scorpio Bulkers 也宣布，将定制一艘大型海上风电施工船，总造价在 2.65 亿至 2.9 亿美元，2023 年完成交付。

不过，在业内人士看来，船舶业的创新速度仍需大幅提升，才能跟上海上风电领域设备更新换代的步伐。（李丽旻）

智能化建设让风电场更“风光”

科技日报 2021.1.6

很长一段时间以来，风电场的日常运维都是一件大工程。风电场多建设在人迹罕至的荒郊野岭，相隔数百米的风电机组，叶轮机舱高达几十米，一旦出现问题就要花费巨大的人力物力，部分大部件的更换作业甚至需要花费上百万元。恶劣的环境、高昂的检修成本，一度让风电行业的精益化发展成为不小的难题。

2020 年 12 月 29 日，记者从国家能源投资集团有限责任公司获悉，该集团在龙源电力集团股份有限公司（以下简称龙源电力）安徽公司开展智能风电场样板试点，通过三期项目建设，大力推动生产数字化转型升级，目前这一现代化智能风电场建设已初见成效。

智能化让野外风电场不再是信息孤岛

伴随我国能源转型升级的日渐深入，风电规模飞速提升，如何实现风电机组的高效稳定运行，如何在日常维护方面降本增效，成为风电产业实现新一轮腾飞前必须解决的问题。

面对发展挑战，龙源电力选择以推动新能源场站信息化、自动化、可视化、智能化管理为目标，利用3年时间启动三期智能化建设，实现新能源生产数字化转型。

风电场信息管理平台成为了这场变革的有力法宝。龙源电力安徽公司龙湖风电场场长陈峰介绍，通过风电场信息管理平台及配套App，在巡检过程中，巡检人员就可实时更新巡检记录、缺陷记录、维护记录等信息，并同步上传至信息管理平台，参与运行数据统计分析。将所有风电场运营数据统一接入集中监控中心的“省级监控、区域运维”模式有效整合了风电场运营数据，风电机组工作现场与升压站不再是信息孤岛。

借助全场覆盖的机组环网光纤和无线网络，作业现场的巡检员可以通过智能安全帽上配备的摄像头和通讯设备进行“场外求助”，让巡检人员成为监控中心技术人员的“眼睛”，实现对巡检现场的实时查看和远程故障诊断。

陈峰说，现在只需要轻轻点击鼠标，从实时发电情况、运行状态监测，到功率预测、绩效配置，风电场的运行状态都能在监控中心的大屏幕上一览无余。一些曾经需要耗费工作人员很多时间、精力的工作，现在足不出户就可快速完成，场站运营效率大大提升，运维成本显著降低，为风电场的智能化建设奠定重要基础。

会思考的“大脑”为风电场立大功

风电场巡检实现智能化以后，龙源电力安徽公司智能化建设2019年又实施了二期工程。这一次，建设的任务是让风电场真正拥有能思考、会分析的“大脑”。

龙源电力安徽公司党委书记、副总经理王芳表示，二期工程建设让风电场真正变得智能了。在这次建设中，每台风电机组都在塔基、机舱等位置安装了智能摄像头和功能复杂的传感器，并与后台的软件共同构成智能分析预警系统。摄像头能够支持监控中心随时查看机组运行情况，传感器能够对机组齿轮箱、发电机、叶片等重点位置的振动、噪音等各类信号进行监测、分析，提前判断机组故障，并向监控中心发送预警信息。

“这一系统建设完成的当年，就为风电场运行立了大功。”陈峰说，2019年，系统通过对风电机组叶片振动频率的对比分析，判断出一支叶片可能出现了裂纹，并立刻向监控中心发送预警提醒。

经过运维人员38小时的紧急处理，故障最终转入日常检修环节，处理过程有惊无险。这一故障如果放在以前，直接维修成本会达到数十万元，更不要说非计划停机带来的发电量损失，以及巨大安全风险。

王芳介绍，目前龙源电力安徽公司已经启动了智能化三期工程，通过在风电场升压站入口、开关室、二次室、一次设备区等区域部署人脸识别装置、定点音视频采集装置、红外在线测温监测装置、环控设备等，打造升压站人员安全管控、设备智能辅助巡检及智能消防报

警等功能，建立升压站智能监管 24 小时预警机制，为实现安徽公司所有风电场的无人值守提供重要技术支撑。（陆成宽）

广东并网海上风电突破百万千瓦

中国能源报 2021.1.11

本报讯 2020 年底，随着珠海金湾海上风电 8 台风机成功并网发电，广东海上风电并网容量达到 101 万千瓦，较上年同比增长 259.34%。海上风电并网容量突破 100 万千瓦，这是广东发展清洁能源进程中的重要节点，也标志着海上风电发展速度进一步提升。

珠海金湾海上风电项目是粤港澳大湾区重点海上绿色能源项目，也是广东省第二批核准海上风电中首个实现并网发电项目。该项目风力资源丰富，总装机容量 30 万千瓦，预计年上网电量超 7.29 亿千瓦时。

广东海岸线长，风力发电蕴藏量大。目前，广东海上风电在建装机达 800 多万千瓦，位居全国之首。截至 2020 年底，广东海上风电项目中，湛江外罗一期、阳江南鹏岛已实现全容量并网，珠海桂山一期、阳江沙扒一期、珠海金湾等部分容量并网发电，实现了风电投产即并网消纳。（罗景）

打造全球海上风电一体化基地

钦州千万千瓦级海上风电开发按下加速键

中国环境报 2021.1.14

本报讯 近日，广西钦州国际海上风电产业园暨海上风电示范性项目开工仪式在广西钦州市举行，钦州市、华能集团、西门子三方将在钦州携手打造标准化、规模化的千万千瓦级海上风电全产业链基地。这将是我国在开发海上风电的一次创新。

项目为 2020 年 11 月 11 日由广西钦州市政府、华能集团、西门子能源共同签署的《华能西门钦州千万千瓦海上风电产业大基地合作开发框架协议》的具体落地项目。协议主要包括 5 个方面：1000 万千瓦标准化海上风电场（含 100 万千瓦实验风场）；高端海上风电产业链装备制造基地；北部湾海上风电研发中心（包括智能化远程集控中心、大数据中心、国家级海缆监测中心等）；海上风电延伸产业（包括海上制氢、海上风电牧场及旅游等）。项目将把钦州港打造为全球海上风电施工运维一体化基地，引领北部湾数千万千瓦级海上风电的合理科学开发。

此举将为能源转型做出贡献。1000 万千瓦海上风电按照粗略计算，年发电量将达近 350 亿千瓦时（约占广西 2020 年全社会用电量的 17.5%），每年可节约标煤 1000 万吨，减少二氧化碳排放超 2700 万吨。

“十四五”期间，华能拟分步建成 300 万千瓦海上风电，同步在建 500 万千瓦；初步建

设海上风电装备制造基地、海上新兴产业培育基地，海上风电一体化运维中心、高标准研发中心、海上风电大数据中心为主要内容的“两基地、三中心”。

项目还计划以海上风电产业园为平台，把国内先进海上风电设备推向“一带一路”沿线国家，加深与各国的深度合作。（郭薇）

国家级海上风电装备质检中心投入使用

中国能源报 2021.1.18

本报讯 日前，从广东阳江高新区的国家海上风电装备质量监督检验中心获悉，作为我国目前唯一一个国家级海上风电装备检验检测公共服务平台近日已正式投入使用。一期工程已经建成叶片全尺寸结构实验室、化学实验室和大数据分析中心，可对风电叶片的设计与试验参数进行预判，为风电叶片的生产、使用提供设计依据。

据国家海上风电装备质量监督检验中心实验室副部长吕路勇介绍，叶片检测中心能够满足150米风电叶片的全尺寸结构试验，从长度、功率、质量、载荷等方面通过设计参数的相关性分析，构建了叶片关键参数的预期评估模型，对风电叶片的设计与试验参数进行预判，模拟风电叶片在实际运行中的状态，为项目建设提供设计依据。

据了解，阳江国家海上风电装备质量监督检验中心计划总投资3.5亿元，是国内最大、检测能力最强的风电设备检验检测基地，也是目前国内市场上唯一一个可以开展150米叶片全尺寸试验的风电叶片检测中心。目前，中心组建了由30名核心技术人员组成的检测团队，已收到全国多地的检测订单。

据悉，下一步，国家海上风电装备质量监督检验中心将建设轴承、齿轮箱、发电机、变流器等关键零部件测试系统以及整机传动链测试平台与并网测试平台，努力形成覆盖风电全产业链的风电装备检测认证与质量监督检验体系。（梁运龙）

华能千万千瓦级海上风电基地落户漳州

中国能源报 2021.1.25

本报讯 1月21日，福建省漳州市政府与华能集团签署战略合作框架协议。

根据协议，华能集团计划在漳州投资1000亿元，发挥在产业链上下游影响力，引进海上风电装备制造龙头企业入驻该市，建设漳州外海千万千瓦级海上风电能源基地和古雷开发区综合能源基地等。其中，计划投资50亿元建设新能源装备产业园区，着力引进海上风电、氢能应用等相关装备制造龙头企业，打造集新能源技术研发、装备制造、生产运维等一体化运营基地，达产后年产值可达500亿元，同时集中连片开发漳州外海千万千瓦级海上风电资源。古雷开发区综合能源基地的建设，将推进古雷石化基地热电联产二期项目加快实施，并开展垃圾及污泥掺烧耦合发电、天然气应急调峰燃气发电等综合能源服务，保障石化基地能源供应安全。

此外，华能集团还将在绿氢产业、地热开发、抽水蓄能电站等领域深化与漳州市的交流合作，助力漳州建设东南沿海重要的清洁能源基地。（苏奕斌）

英国批准 2.4 吉瓦海上风电项目

中国能源报 2021.1.11

本报讯 据能源信息网站 REVE 报道，经过两年多的等待，英国海上风电项目 Hornsea - III 终于获批。

近日，英国商业、能源和产业战略大臣阿洛克·夏尔马公开表示，同意建设 Hornsea - III 海上风电场。

据悉，该项目临近英国北诺福克海岸，计划装机规模为 2.4 吉瓦，风机数量将达 300 台以上。建成后将成为英国装机容量最大的海上风电项目。早在 2018 年英国相关部门就收到了 Hornsea - III 海上风电项目的开发申请。

项目开发商丹麦能源巨头沃旭能源表示，Hornsea - III 海上风电项目将促进英国的碳减排进程。据测算，若满负荷运行，Hornsea - III 海上风电场可以满足逾 200 万英国家庭的日常电力需求。在其使用寿命内，将减少约 1.3 亿吨的二氧化碳排放。（董梓童）

九、核能

高温气冷堆核电示范工程双堆开启热试

中国能源报 2021.1.4

本报讯 2020 年 12 月 30 日 20:12，石岛湾高温气冷堆核电站示范工程两台反应堆完成加热除湿，反应堆回路温度均稳定在 250℃，压力均稳定在 7MPa，标志着示范工程继双堆冷试之后，全面开展双堆热态功能试验（以下简称“热试”）且进入最后阶段。

示范工程 2020 年 7 月 25 日全面进入调试阶段，先后于 10 月 19 日和 11 月 3 日完成双堆冷试，于 11 月 25 日和 12 月 14 日启动热试抽真空除湿。经科学设计调试程序、有效组织资源，双堆由“串联”优化为“并联”调试，大幅提高了试验验证效率。

热试时长约 2 个月，共分为抽真空除湿、加热除湿、热态功能试验三个阶段。其中，热态功能试验主要项目包括主氦风机热态性能试验、燃料装卸系统热态性能试验、控制棒及其驱动机构热态性能试验、氦净化系统热态性能试验、吸收球系统热态性能试验等，主要目的是在氦气气氛下对堆内陶瓷构件和预装石墨球进行初步除湿，同时按照核电厂实际运行参数，验证系统的各项功能和性能指标与设计规定的一致性。

据华能石岛湾核电公司介绍，此次双堆热试为世界首座球床模块式高温气冷堆示范工程积累了宝贵经验，为充分验证系统的功能、可靠性以及后续装料、并网发电等工程目标奠定了坚实基础。（潘鲁达 彭帅）

韩国：超高速电子衍射装置创世界之最 热核聚变试验持续时间刷新纪录

科技日报 2021.1.12

韩国研究团队利用纳米多孔性沸石制造出铂和稀土金属结合的高效催化剂，将显著提高丙烯的生产效率。

韩国基础研究院多维碳材料研究中心和蔚山科学技术院自然科学部研究团队，研发出一种在常温常压条件下，通过简单工序将石墨烯转换成超薄膜金刚石的高新技术。

韩国原子能研究院研究团队成功研发最能捕捉原子运动的超高速电子衍射装置。作为电子照相机的超高速电子衍射装置可以观测分子中原子的运动，实时捕捉分子结构的变化。该研究团队研发的超高速电子衍射装置的时间分辨能力为 32fs，创下世界之最。

韩国国家核聚变研究所在 KSTAR 试验装置内保持等离子体 1 亿度温度长达 8 秒，成为全球首个维持 5 秒以上的热核聚变试验。2018 年的试验实现了 1 亿度温度下维持约 1.5 秒，而此次试验成功地将超高温等离子维持时长提高了 5 倍。（记者 邵举）

我国反应堆堆芯熔融研究获重大突破

中国能源报 2021.1.4

本报讯 日前，由上海核工院、中核北方核燃料元件有限公司、中国科学院金属研究所共同开展的百公斤级反应堆原型材料熔融及反应试验完成试验装置研制及首炉超高温熔融物试验。据悉，该试验为国内首创，填补了国内空白，多项指标处于国际领先水平，其成功实施对于核电厂严重事故研究具有里程碑式意义，并进一步验证了国和一号严重事故缓解措施的有效性。

上海核工院介绍，此次试验熔融物采用二氧化铀、二氧化锆、铁、锆等堆芯材料，可真实反映核反应堆原型条件。试验技术取得多项国际第一：超高温熔融物试验装置最大装料量可达 200 kg 以上，具备同时熔炼氧化物和金属的能力，以更好研究堆芯熔融的整体情况；通过合理的电磁感应控制和屏蔽技术，首次实现了对熔炼工质的精准定位加热，准确模拟熔融物衰变热分布；使用二次投料设备及控制理论首次模拟并真实反映了堆芯熔化、坍塌过程中的熔融物瞬态现象，并可对熔融物液面进行精确测距定位。

据了解，核电中的严重事故专指核电厂堆芯发生明显损伤的事故，简单而言就是堆芯由于种种原因冷却不足，在衰变热的作用下发生熔化。而一旦堆芯熔化，核燃料棒内大量放射性裂变产物将丧失包容而进入反应堆和安全壳内，如若这两道屏障也发生失效，则放射性物质将进入环境。

2011 年福岛核事故后，反应堆堆芯熔化的严重事故迅速成为国际核能界的研究热点。但是，核反应堆严重事故机理现象复杂，涉及到多流场、多相变、多种材料组分，特别是堆

芯熔融物处于超高温条件且含有大量铀材料，试验研究难度极高。

此前，试验研究通常采用模拟工质代替堆芯原型材料，存在较多局限性，例如无法模拟超高温的含铀堆芯熔融物各组分之间的化学反应，而且国际上仅经济合作与发展组织（OECD）组织开展过百公斤量级的采用堆芯原型材料的熔融物反应试验（MASCA 项目），由于受当时技术条件限制，试验在加热、测量等方面的不足，导致业内对试验结果有较大争议。并且，由于我国并非 OECD 成员国，无法获得相关试验数据。

国和一号作为我国自主研发、具有完全自主知识产权的大型先进压水堆核电型号，必须攻克这项难关。据了解，在国家大型先进压水堆科技重大专项的支持下，上海核工院联合国内顶尖核工程、材料学等跨学科、多专业的研究机构和专家，组成了反应堆堆芯熔融的联合研究团队，整体策划、分步实施。其中，第一阶段课题研究从 2009 年开始，为后续原型材料试验积累了充足的技术储备。第二阶段课题研究从 2018 年开始，2020 年 6 月 8 日在国内率先完成 10 公斤级含铀熔融物热力学试验，获得了评审专家的高度认可，为百公斤级熔融物试验打下坚实基础。

后续，研究团队将利用该试验平台继续开展试验研究和数据分析，获得更多创新成果。（郭禾）

全球首条高温气冷堆核燃料元件生产线产品启运

科技日报 2021.1.18

科技日报呼和浩特 1 月 17 日电（记者张景阳）记者 17 日从内蒙古科技厅获悉，4 辆满载球形核燃料元件的集装箱运输车从内蒙古正式启运，元件被发往世界首座我国拥有自主知识产权的山东荣成石岛湾高温气冷堆核电站。这是全球首条高温气冷堆核燃料元件生产线产品首次发运，标志着我国高温气冷堆元件制造水平已走在世界前列，具备了持续向核电站提供稳定供货的能力。

作为国家科技重大专项——大型先进压水堆及高温气冷堆示范工程的配套建设项目，中核北方高温气冷堆核燃料元件生产线是全球首条工业规模高温气冷堆核燃料元件生产线，其设计能力为年产 30 万个核燃料球。该生产线于 2013 年开工建设，2016 年 3 月建成投产，2017 年达到设计产能，实现了连续稳定生产，截至目前已完成 72 万个球形核燃料元件的生产。

该生产线核心技术以清华大学核能与新能源技术研究院具有自主知识产权的 10MW 高温气冷实验堆的球形燃料元件制造技术为技术基础，并顺利实现工程放大，生产线包含了化工转化、核芯制备、包覆颗粒制备、球形燃料元件制备、基体石墨粉制备，以及废液处理和固体废料回收等技术流程。

据介绍，高温气冷堆以其固有的安全性和高温热能的多用途性，被国际上认为是第四代核能系统的优先研究开发对象，并被认为是可最先进入商业化的第四代核电技术。球形燃料

元件是高温气冷堆固有安全的重要基础，其制造技术是高温气冷堆发展的主要技术挑战。

为实现由科研向生产的转化，中核北方联合清华大学对设备进行了工程化改造，共计280项，完成了燃料球压制、车削等7个工艺，18台套设备的自动化改造，实现生产线自动连续生产，并申请了多项专利。为后续我国高温气冷堆产业体系的建立及产业化应用奠定了坚实的基础。

三代核电站堆芯仪表系统实现国产化

中国能源报 2021.11.2.18

本报讯 近日，国核自仪联合国内相关制造单位，成功完成国和一号示范工程核电站堆芯仪表系统的国产化攻关任务，相关设备均通过堆上试验和我国核安全设备监管要求的全部鉴定试验，标志着我国具备了该系统的国产化制造供货能力。

堆芯仪表系统用于测量反应堆堆芯内部三维中子注量率分布，从而实现堆芯三维功率分布监测。堆芯仪表系统由信号处理机柜、矿物绝缘电缆组件和布置在反应堆压力容器内的堆芯探测器组件组成。该系统作为核电站反应堆安全运行监测的关键设备，其探测器组件安装在核电站反应堆堆芯中，需承受反应堆的高温、高压和高辐照，运行环境苛刻，测量信号弱、容易受到干扰、技术要求高，研发难度大。在我国目前运行的49台核电机组中，探测器组件均由国外公司供货，是我国三代核电自主化关键设备的技术难题之一。

据了解，三代核电堆芯仪表系统均使用在线式的自给能探测器测量堆芯功率分布。因自给能中子探测器具有寿命长、体积小、结构可靠和不需要外部电源供电的优点，在线式堆芯测量仪表将成为今后反应堆装置监测的主流趋势。上世纪60年代，国外就已开始研发并投入使用自给能中子探测器，其中俄罗斯、法国和加拿大生产的自给能探测器制造工艺较成熟、性能较稳定，而我国的相关研究起步较晚。据悉，国产化堆芯仪表系统将在国和一号等新一代核电站堆型上投入工程使用，同时也具备为我国在运非能动核电站进口堆芯仪表系统实现国产化替代或改造升级的能力，对提升我国三代核电国际竞争力具有重要意义。（张悦文）

十、其它

第十三届中国能源环境高峰论坛举行

“十四五”急需促进煤炭清洁化利用

中国环境报 2021.1.8

本报见习记者乔建华北京报道 近日，由中国能源环境研究中心、对外经济贸易大学中国国际低碳经济研究所主办的第13届中国能源高峰论坛在北京召开。记者获悉，“十三五”期间，我国煤炭减量7.5个百分点，年平均下降1.5个百分点。同时，非石化能源上升3.7

个百分点，年平均增长 0.61 个百分点。

论坛指出，我国多煤、贫油、少气，石油和天然气对外依存度高。随着我国清洁能源转型，天然气对外依存度将进一步提高。同时，我国煤炭在能源消费中的比重较长时间内不会快速下降，“十四五”期间，推进能源革命与能源转型仍任重道远。

“‘十三五’期间，我国淘汰、关闭、置换 30 万吨/年以下的煤矿 800 处，去产能 24.3 亿吨。建成千万吨级煤矿 52 处，核定产能 8.21 亿吨/年，占产能 1/5；煤电控制在约 11 亿千瓦，清洁能源替代 1.3 亿吨燃煤；散煤治理方面，淘汰 35 吨/时以下燃煤锅炉，提高了 65 吨/时的燃煤锅炉的能效。煤炭减量取得了一定成绩。”全国能源基础与管理标准化技术委员会名誉委员张管生表示。

他说：“煤炭减量途径已从总量去产能进入到结构去产能的新阶段。提高清洁利用水平难度较大，要求更高。未来要实现可再生能源、新能源与传统能源的包容式发展。在传统能源方面，煤电、煤化工和散煤是煤炭使用的主要方面，其中散煤占煤炭消费总量的 1/3，因此煤炭清洁化利用成为急需解决的问题。”

元方泰（北京）科技发展有限公司创始人、董事长乔海涛介绍了煤炭清洁化利用的一种新途径。“醇氢能源燃料是以煤炭为原料的一种清洁燃料。醇氢燃气是国家清洁能源的补充能源，具有与天然气相当的热值（为 8100 大卡），价格更低更环保。使用醇氢燃气一个采暖季的费用为 20 元/m² ~ 28 元/m²，燃烧后主要产生二氧化碳和水。”

相关专家还提出几点建议：一是未来需要按照能源革命的要求，尽快建立、实施、改进、完善现代能源系统；二是加强供给侧改革，使能源高质量发展；三是重视消费侧改革，加快能源消费方式转变，大幅提高能源利用效率；四是突出科技创新，占领能源发展制高点。

截至“十三五”，我国抽水蓄能装机刚刚超过 3000 万千瓦，远低于《电力发展“十三五”规划》要求目标。“十四五”期间，电力系统对储能设施的需求将更强烈，业内专家建议——

“十四五”抽水蓄能装机占比应明确

中国能源报 2021.1.11

作为电力系统安全稳定经济运行的重要调节工具，抽水蓄能将迎来全新的发展机遇。

不久前召开的“2021 年全国能源工作会议”划出了今年能源工作的八大重点，并明确提出，要大力提升新能源消纳和储存能力，大力发展抽水蓄能和储能产业。国家能源局总工程师向海平也于日前公开表示，抽水蓄能电站对优化电网电源结构、缓解电网调节压力、提高各地“风光”等新能源消纳具有重要作用。

据了解，截至 2020 年底，我国抽水蓄能装机刚刚超过 3000 万千瓦，远低于《电力发展

“十三五”规划》提出的4000万千瓦目标。业内专家指出，过去十年，我国抽水蓄能规划装机目标先后两次下调，却依然未完成目标。“十四五”期间，电力系统对储能设施的需求将更强烈，抽水蓄能电站规模化储能的优势也将有更大的发挥空间。

深度互补新能源

业内人士建议，“十四五”时期，要合理确定抽水蓄能与电化学储能发展方向，将储能纳入电力与电网发展统筹规划，推动协调发展。但据记者了解，国内抽水蓄能的资源总量有限，化学储能的安全性、经济性都还难以满足大规模应用的需要。

当前，大规模化学储能主要存在成本及安全两方面问题。“相较而言，似乎氢能储能更有前景，因为氢能现有障碍只是成本问题。然而，水电在制氢方面具有很大优势，根据现有技术，水电制氢成本较低，大约与天然气制氢处在同一水平。”中国水力发电工程学会副秘书长张博庭告诉记者。

随着我国提出“碳达峰”“碳中和”目标，电力低碳转型正全面提速，为“十四五”能源发展注入新动能，同时提出新要求。

中关村储能产业技术联盟理事长俞振华表示，“十四五”可再生能源装机规模将实现跨越式发展，“可再生能源+储能”已成能源行业的共识，也成为支撑可再生能源稳定规模化发展的关键和当务之急。

国家电网公司总经理辛保安日前指出，随着新能源更大规模、更高比例接入电网，迫切需要提高电网平衡调节能力，确保电力安全稳定可靠供应。抽水蓄能作为最成熟的储能技术，具有超大容量、系统友好、经济可靠、生态环保等优势，是目前公认的保障高比例新能源电力系统安全稳定运行的有效途径。

常规水电抽蓄改造潜力大

记者了解到，过去数年电力结构失衡导致抽水蓄能没有市场，建设缓慢。对此，张博庭认为，虽然电网公司可以建一些大规模的抽水蓄能电站，但总量有限，只能集中在大负荷区，供主网调峰使用。“如果常规水电站进行抽水蓄能改造，就可以分布在各地，这样投资不大，还可以作为一个方向。所以，‘十四五’抽水蓄能着重往这方面发展比较可行。”

“特别是，我国还有大量分布于各地的小水电站，如果对其中有条件的水电站进行增加抽蓄功能的改造，将有助于未来我国分布式可再生能源的发展。尤其是枯水季，很多水电站几乎失去了发电功能，但经过改造也可以发挥蓄能电站的作用。”张博庭强调说。

水规总院副院长易跃春曾表示，2020年及未来，中国可再生能源呈现的发展趋势之一，是在生态优先前提下积极推进大型水电基地建设，未来水电开发潜力主要在西藏，伴随着新能源大规模开发，“水风光”一体化发展将成为推动能源转型发展的重要路径。

据了解，国内外大量实践已充分证明，“水风光”互补发电的优势明显，三种资源的发电峰值自然分布互补性较好，水库周边也往往具有较大空间，可布局建设“风光”项目。

“若再加上常规水电站的蓄能改造，以及水电制氢储能，形成以水电资源为中心的水、

风、光、储四位一体的可再生能源发电系统，将大幅提高我国可再生能源发电的规模和利用水平。”张博庭指出，一些大型水电基地可支撑起大电网的用电负荷，小水电站也能形成可靠的分布式可再生能源发电系统，满足周边区域的用电需求。

装机占比应升至 3.5% 左右

记者注意到，《水电发展“十三五”规划》明确提出“十三五”新开工抽水蓄能达到 6000 万千瓦的目标。在中国水力发电工程学会副秘书长陈东平看来，“十四五”规划应制定抽水蓄能装机规模在系统中的占比，不应只制定一个简单的装机规模。

“‘十四五’应将抽水蓄能装机规模在电力系统中的占比从目前的 2% 左右提升 3.5% 左右，再以此来衡量到底应该建设多少抽水蓄能电站。”陈东平表示，“‘十四五’规划还应强调抽水蓄能规划目标的重要性，比例实际上是结构调整非常重要的一个参数。比如，要达到其占比 3%—3.5%，用这个来推算到底要做多少装机容量，不然几年后其比例依然不变，对系统结构调整没有任何作用。抽水蓄能电站要超过常规水电站的发展速度，才能发挥出结构调整的作用。”

“理念上的变化可以引起实际操作中的巨变。”陈东平直言，“十四五”要在规划思路做出调整，使抽水蓄能的建设真正为系统结构调整发挥作用，而非仅仅跟跑。

“抽水蓄能的发展还存在体制问题，应该利用市场经济的办法来解决。”陈东平补充道，“抽水蓄能应该建设有限公司，而非电网的独资公司。”（姚美娇）

三峡发电创世界纪录

参考消息 2021.1.9

【法国《费加罗报》网站 1 月 7 日报道】坐落在长江上的中国三峡大坝长度超过 2000 米，高 185 米，是全球最大的水利工程。中国长江三峡集团有限公司近日宣布，三峡电站 2020 年打破世界纪录，累计生产清洁电能 1118 亿千瓦时。仅这一个水电站的发电量接近法国全国核电站发电量的三分之一。

法国电力公司运营的发电站经历非常糟糕的一年，中国三峡电站却几乎没受到疫情干扰。相反，2020 年丰沛的雨水注入长江，蓄满了大坝拦截形成的巨型水库，三峡电站之所以能打破 2016 年南美洲伊泰普水电站创造的世界纪录都要归功于此。

国内首个页岩气三层立体开发获突破

中国科学报 2021.1.18

本报讯 近日，国内首个页岩气三层立体开发评价井组——江汉油田涪陵页岩气田焦页 66 号扩井组的 4 口气井连续试气获高产，各井测试产量合计达 67 万立方米/天，实现了气田“十四五”良好开局。

为进一步提高气田采收率和产量，涪陵页岩气田优选焦石坝区块的焦页 66 号扩平台作

为开发试验平台，尝试对上、中、下三层气层进行精细开发，相当于把地下井网由“二层楼”变成“三层楼”，最大程度提高储量动用率和页岩气产量。

施工过程中，技术人员通过优化地质导向方案，实现钻井“快、准、稳、佳”，目的层穿行率达到100%。采用“井工厂”交叉压裂，应用国产装置装备，确保压裂施工高效快捷。

业内人士表示，国内首个页岩气三层立体开发井组的试验成功，为页岩气高效开发探索了新技术，也为国内页岩气充分动用提供了新思路。据悉，在新技术的加持下，三层立体开发区采收率将进一步提高，涪陵页岩气田有望新建产能15亿立方米、新增经济可采储量70亿~80亿立方米。（计红梅）

行业动态

国内首个“黑黄金”48K大丝束碳纤维项目开建

中国能源报 2021.1.11

本报讯 记者从中国石化新闻办获悉，中国石化上海石化“1.2万吨/年48K大丝束碳纤维”项目日前正式开工建设。这标志着中国石化所属上海石化成为国内第一家率先突破48K大丝束碳纤维产业化技术的企业，我国大丝束碳纤维从研发试产成功走上规模化生产之路，达到国际先进水平。

在碳纤维行业内，国内每束碳纤维基本处于0.1万根-1.2万根之间，称为小丝束碳纤维，而将每束碳纤维根数大于4.8万根（简称48K）的称为大丝束碳纤维。48K大丝束最大的优势，就是在相同的生产条件下，可大幅度提高碳纤维单线产能和质量性能。上海石化研发试产的大丝束碳纤维，破炉而出时一身黑亮，是一种含碳量在95%以上的高强度新型碳纤维材料。其力学性能优异，比重不到钢的四分之一，强度却是钢的7至9倍，并且还具有良好的耐腐蚀特性，被称为“新材料之王”，也被称为“黑黄金”，可广泛应用于飞机部件、轨道交通原材料、车身制造等，在各行各业有着广泛的应用前景。

该项目包括1.2万吨/年48K大丝束碳纤维、2.4万吨/年原丝等，总投资35亿元，是上海市重大产业项目，计划至2024年全部完成。项目采用自主开发的一步法聚丙烯腈基生产技术，采用先进工艺路线，项目投产后，将一举改变我国大丝束碳纤维全部依赖进口、长期供不应求的局面，有力推动国产碳纤维产业发展，助力中国制造。

碳纤维技术有着森严的技术壁垒，迄今为止只有日本、美国等少数发达国家拥有并掌握。上海石化联合上海石油化工研究院、上海工程公司等，并在上海市的大力支持下，联合复旦大学等10余家高校、科研院所、企业，走出了一条以企业为主体的“产、学、研、

用”相结合的协同创新之路，在 2018 年取得重大突破，成功试制出 48K 大丝束碳纤维，并贯通工艺全流程。截至 2020 年，上海石化共获得碳纤维相关专利 165 项。经过十余年努力，我国碳纤维实现了从 12K 到 48K 的重大突破，成功实现研发生产技术从量变到质变的飞跃。

上海石化是我国大型合成纤维生产基地之一，其腈纶纤维的生产技术能力居全国之首，服装用纤维产品的品种开发及生产技术均达到世界先进水平。（石力）

锂电材料智能制造项目落地青海 预计年产值 200 亿元

科技日报 2021.1.8

科技日报讯（记者张蕴）2020 年 12 月 22 日，青海泰丰先行锂电科技有限公司年产 16 万吨高能密度锂电材料智能制造基地项目签约仪式在西宁市举行。该项目总投资 30 亿元，一期建设年产 16 万吨高能密度锂电材料智能制造基地，项目建成达产后，预计可实现年产值 200 亿元，此举为青海省打造千亿锂电产业基地迈出坚实一步。

“美国麦肯锡等研究机构研究认为，2025 年，全球动力锂电池的出货量达 1160 亿瓦时，而储能电池则需要几个亿千瓦时。可以预见，未来 5 到 10 年，锂电行业将进入一个爆发式增长期间，世界将进入亿千瓦时时代。乐观估计，全球每年锂电池需求量将达到 3—5 亿千瓦时。按照测算，1 亿千瓦时将需要 220 万吨正极材料，需要碳酸锂 80 万吨。而 2019 年全球正极材料产量仅 80 万吨左右，碳酸锂产能仅 30 万吨左右，正极材料和碳酸锂缺口巨大，这将带来上游材料的爆发式增长。中国力争将二氧化碳排放于 2030 年前达到峰值，2060 年前实现碳中和。这意味着化石能源为主的时代开始消退，新能源时代已经来临。此次项目的签约，恰逢这一历史机遇。”在签约仪式上，泰丰先行公司董事长高力说。

当前，全球新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展，未来很长一段时间，锂电等一批新能源制造项目将是驱动我国能源发展的中坚力量。该项目建设实现了与南川工业园区时代新能源、比亚迪等上下游企业产业间循环绿色发展和资源综合节约利用，对进一步发挥青海省资源优势，推动供给侧结构性改革，完善锂电产业链条，增强锂电产品竞争力，促进锂电产业高质量发展具有重要意义。

西安首座厂内污泥终端处置资源化综合利用项目投产运行

日处理市政污泥约 30 吨，整个过程没有任何异味

中国环境报 2021.1.4

本报记者王双瑾西安报道 提到污水处理厂产生的污泥，大家的第一印象绝对是臭。可是，在陕西省西安市蓝田滋川水质净化厂，这臭臭的污泥竟然成了宝。

走进厂内，记者首先看到的是 3 个格外醒目的白色“大罐子”。“这就是新型智能高温好氧生物发酵设备。”陕西正和盛坤环境科技有限公司总经理张炳坤介绍，吃进去“惹人

嫌”的污泥，吐出来的是“营养土”。

通过引进日本高温好氧生物发酵技术，并改进研发出适用于陕西本地市政污泥处理设备，将污水处理厂产生的污泥和禽畜粪便、餐厨垃圾、农田秸秆等按照比例搅拌，投入设备后，经过7至12天的发酵，黑色的“营养土”便可从成品仓库出料口出料并装包，用作市政道路绿化、土壤改良、花卉种植、经济林木栽种等。

跟随张炳坤的脚步，记者来到干净明亮的厂房内。在这里看不到污泥，也闻不到臭味，监测“大罐子”的智慧显示屏实时显示着罐内温度变化等信息。张炳坤告诉记者，3台新型智能高温好氧生物发酵和配套设施组成的厂内污泥终端处置资源化综合利用项目是完全密闭式的，加之采取先进的处置工艺，整个过程并没有产生任何异味。处理过程中产生的废水也在污水处理厂厂内实现循环利用。

目前，这一项目已通过环保验收且投产运行，日处理市政污泥量约30吨，可从根本上解决蓝田县城区污水处理厂污泥处置难的问题。同时，项目协同处置了禽畜粪便、餐厨垃圾、农田秸秆等城市有机废弃物，实现一站三用的多元化资源化处置利用新途径。

四川最大垃圾发电项目点火试运行

中国能源报 2021.1.4

中新社电 四川最大垃圾焚烧发电项目——万兴环保发电厂（二期）项目2020年12月30日点火试运行，项目每天能够处理3000吨生活垃圾，可发电144万度。

据成都环境集团所属再生能源公司相关负责人介绍，万兴环保发电厂（二期）项目每年可以处理生活垃圾109.5万吨，湿污泥13.86万吨。项目建设4条生活垃圾炉排炉焚烧线和5条污泥干化生产线，配套安装2台额定30MW的凝汽式汽轮发电机组。

根据《成都市大型生活垃圾焚烧发电设施专项规划（2013—2020）》要求，项目采用国内国际先进、成熟、可靠技术。项目烟气净化与焚烧线相对应，配置4套烟气净化系统，采用“SNCR+半干法+干法+活性炭喷射+布袋除尘+SCR”组合净化工艺，净化处理后烟气的环保排放指标优于现行的国家标准和欧盟标准。

据了解，该项目建成投运后，成都环境集团垃圾发电处置规模将达到6900吨，可有效缓解成都市生活垃圾处理压力，为污染减排、节能降耗、环境改善起到极大的促进作用。另外，万兴环保发电厂（三期）项目前期工作也在紧锣密鼓开展，项目垃圾处理规模为每日3000吨。（徐杨祎）

国内最大规模碳捕集示范工程进入调试阶段

中国能源报 2021.1.25

本报讯 1月21日，国内最大规模15万吨/年二氧化碳捕集和封存全流程示范工程（以下简称“CCS示范工程”）在国华锦界电厂正式受电一次成功，标志着该项目已完成安装建

设工作，全面进入调试阶段。

CCS 示范工程是陕西省 2018 年重点建设项目和国家能源集团重大科技创新项目，同时获得国家重点研发计划“用于 CO₂ 捕集的高性能吸收剂/吸附材料及技术”的支持。为顺利完成该工程建设，国华电力多次优化设计方案，采用先进化学吸收法工艺，集成了级间冷却、分流解吸、MVR 等多种高效节能工艺，创新应用了高效低端差换热器、超重力反应器、改性塑料填料等设备及材料。

据悉，CCS 示范工程投运后可实现二氧化碳捕集率大于 90%、CO₂ 浓度大于 99%、吸收剂再生热耗低于 2.4GJ/tCO₂，整体性能指标达到国际领先水平，为我国燃煤电厂大规模碳捕集提供技术支撑。（郭华）

首台国产氢燃料电池混合动力机车下线

科技日报 2021.1.28

1 月 27 日，首台国产氢燃料电池混合动力机车在中国中车大同电力机车有限公司（以下简称中车大同）下线。这是我国氢能源在铁路机车领域产业化应用的最新成果，标志着我国氢能利用技术取得关键突破，中国铁路机车装备驶入全球氢能技术高地。

这款氢燃料电池混合动力机车有什么特点？

“氢燃料电池混合动力是继内燃机组与锂电池组组成的混合动力之后又一新的重大技术跨越，具有显著的绿色环保和节能高效等特点。试验运行数据显示，氢燃料电池的能量转换效率大幅高于传统的内燃机组，同时运用再生制动技术，机车在制动时可以吸收回馈能量，通过制定合理的能量管理策略，完全能够实现最优的能量输出。”中车大同副总经理兼总工程师赵明元说，该机车设计时速 80 公里，持续功率 700 千瓦，满载氢气可单机连续运行 24.5 小时，平直道最大牵引载重超过 5000 吨。

中国科学院院士、西南交通大学首席教授翟婉明表示，这种不需要通过燃烧即获得能量的方式，安全可靠，不仅运行噪声小、成本低、维护便捷，且排出物只有水，完全实现了碳和污染物的零排放。

为什么要研究氢燃料电池混合动力机车？

氢在元素周期表中位于第一位，构成了宇宙质量的 75%。在地球上，氢主要以化合物的形态贮存于水中，而水是地球上最广泛的物质。“作为重要的清洁能源，对氢燃料的合理利用是世界各国竞相研究的重要科技高地，特别是在交通领域，氢能开发已经成为重要的产业发展方向，得到了普遍应用。”赵明元说，目前，氢燃料在我国已成功实现了在航天、汽车、城市有轨电车等领域的应用。

目前，我国铁路机车动力约分为非电力和电力两种类别。

非电力机车发展历程为蒸汽（煤）、燃油，以及最新的氢气。其中，燃煤和燃油均存在因排放造成的空气污染，燃油还有一定的噪声；电力机车发展历程为直流、交流，以及最新

的永磁直驱。机车效率提升依次为 80%、85% 和 90%。

初步统计，目前中国国家铁路集团有限公司保有 20000 台机车，其中内燃机车 7000 台，直流电力机车 2800 台，交流电力机车 10200 台，2019 年机车能源消耗 1634 万吨标准煤。

2020 年初，中车大同立项氢燃料电池应用技术研究机车研制项目，也是中国中车重大项目“燃料电池混动调车机车动力系统匹配及整车关键技术研究”重要课题，并于 6 月申请了山西科技重大专项。项目于 2020 年 5 月完成方案设计，6 月完成技术设计，9 月开始试制，12 月完成样车调试。

专家认为，氢燃料电池混合动力机车经济效益良好。相较传统燃油和电力机车，氢燃料电池混合动力机车没有任何污染物的排放，也不用重新架设取电网，在相对密闭的地铁、隧道、矿山等环境下使用优势更加明显，应用和维护成本也更低；整车采用了模块化设计，包括司机室在内的全部设备都实现了模块化安装，这也使氢燃料混合动力机车能够依据客户的实际需求和应用条件，进行不同功率等级和传统 + 新能源等不同动力方式的灵活搭配。（矫阳）

珠海培育千亿级新能源产业集群迈出重要一步

总投资 170 亿元光伏项目动工

南方日报 2021.1.31

南方日报讯（记者/董谦君）1 月 29 日，总投资约 170 亿元的广东高景太阳能科技有限公司（下称“高景太阳能科技”）50GW 大尺寸单晶硅片项目在珠海市金湾区开工奠基，珠海培育千亿级新能源产业集群迈出了重要一步。

据介绍，高景太阳能科技由业内资深技术团队联合珠海龙头国企华发集团、知名投资机构 IDG 资本共同创立，主要开展光伏大尺寸硅片及硅棒研发制造业务。当天动工的 50GW 大尺寸单晶硅片项目，在技术、品质、规模、成本等方面均属全球领先水平。

上述项目全部达产后，预计年产值将达 270 亿元，年净利润约 23.5 亿元，年贡献税收超过 7 亿元，并为珠海创造 6000 个就业岗位。其中，项目第一期产能 15GW，启动施工建设后，计划在今年 7 月进入投产阶段，于今年 9 月满产；项目第二、三期产能共 35GW，目前已在加快推进中，预计在 2023 年底实现满产。

光伏产业是基于半导体技术和新能源需求而兴起的朝阳产业，硅片是光伏产业的重要材料之一。当天开工建设的 50GW 大尺寸单晶硅片项目，正是以 210mm 等大尺寸硅片作为优势新一代产品，在未来市场竞争中具有强大竞争力。

当前，珠海提出加快培育以集成电路、生物医药、新材料、新能源、高端打印设备为重点的五大千亿级产业集群。该项目的落地将助力珠海加快构建千亿级新能源产业集群，有力提升珠海在全国光伏新能源产业布局中的战略地位，进一步壮大实体经济。

东方风电海上大风机多功能吊具测试成功

中国能源报 2021.1.18

本报讯 1月14日，东方风电10MW海上风机多功能吊具在山东蓬莱测试成功，这是目前国内大兆瓦海上风电机组叶片吊装的优异解决方案，创新性的解决了非平衡状态下超大扭矩的风轮盘车给单叶片吊装技术应用带来的行业难题，打破了盘车装置的国际垄断，让海上风机单叶片吊装更加便捷高效。东方风电在海上风电单叶片吊装技术领域取得重大突破，牢牢将目前国际领先水平的单叶片吊装核心技术掌握在自己手里。

10MW海上风机的问世，刷新我国海上风电机组单机容量新纪录，有力促进了我国海上风电的发展，但因其超大的单机容量和叶轮直径，给海上吊装作业也带来了前所未有的挑战。为更好适应大兆瓦海上风力发电机组的安装需求，东方风电技术团队深入研究单叶片吊装技术，立足于国内现有吊装船资源，不断论证单叶片吊装工艺流程，全力攻克技术难关，最终，适用于大兆瓦海上机组的单叶片吊具测试成功落地。

东方风电10MW海上风机单叶片多功能吊具，可适应 $+30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 大角度区域安装，可满足45吨叶片吊装。单叶片吊装方案将叶片吊装的安全临界风速从8m/s提高到了15m/s，大幅延长了吊装作业的窗口期，突破了海上吊装作业风速边界限制。（王效宇）

