能 量 转 换

剪 报 资 料

总 56 期
8/2022.8

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. 智能电网，提供强劲电力支撑…… 5
2. 2030 年新增新能源、清洁能源动力交通工具比例达四成 …… 7
3. 广东发挥清洁能源调峰作用…… 8
4. 新能源成推动全球能源转型主力…… 9
5. 新研究让钙钛矿太阳能电池高效又稳定 …… 10
6. 广东 2025 年非化石能源装机占比将达 48% …… 11
7. 加快构建现代能源体系 …… 12
8. 南方电网上半年西电东送电量同比增长 9.5% …… 13
9. 国家能源局：上半年新增发电装机八成为可再生能源 …… 14
10. 新型电力系统技术创新蓄势待发…… 15
11. 美新法案力推能源研究…… 17
12. 不毛之地将成“绿电”热土 …… 18
13. 加快推进农村能源转型发展…… 20
14. 多层级智能控制技术筑牢大规模新能源电站安全防线…… 23
15. 牢牢抓住能源转型牛鼻子…… 23

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 全球储能步入高速发展期 …… 28
2. 全国盐穴资源调查和储能潜力评价项目实施 …… 29
3. 华东首台独立大型集中式储能电站并网 …… 30
4. 如何利用空气制造航空燃料 …… 30
5. 迄今最小流量驱动电机仅二十五纳米 …… 31
6. 法国确立电力储存招标机制 …… 32
7. 圆柱电池全球“开花” …… 33

8. 政策助力新能源汽车快速发展 …… 34
9. 世界首条稀土永磁磁浮轨道交通工程试验线竣工 …… 35
10. 欧洲电池商研发木质素动力电池 …… 36
11. 新方法让电动汽车 10 分钟充电 90% …… 38
12. 白光钙钛矿发光二极管制备成功 …… 39
13. 首个稀土磁浮列车“悬挂飞驰”的奥秘在哪儿 …… 39
14. 广东加速推进燃料电池汽车示范城市群建设 …… 41
15. 浙江最大绿电熔盐储能项目验收 …… 43
16. 新一代储能技术走向实用 …… 45
17.“神奇”电解质或攻克锂硫电池难题 …… 46
18. 科学家找到电动汽车快速充电方法 …… 47
19. 高性能质子陶瓷燃料电池研究获进展 …… 48
20. 全球首个二氧化碳 + 飞轮储能示范项目竣工 …… 48
三、碳达峰、碳中和
1. 利用大数据锁定“双碳”目标 …… 49
2. 国家自然科学基金委员会发布《“双碳”基础研究指导纲要》——“双碳”目标需在全社会生态系统中实现 …… 50
3. 全新设计海上制氢平台年产 8.5 万吨绿氢 …… 51
4. 上海推进碳监测评估试点工作 …… 52
5. 我国将建立统一规范的碳排放统计核算体系 …… 53
6.《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030）》印发——到 2025 年实现重点行业和领域低碳关键核心技术重大突破 …… 54
7. 中国 – 芬兰能源合作首个示范项目在广州落地投产 …… 55
8.“双碳”目标科技路线图聚焦十大行动 …… 57
9. 加快建立统一规范的碳排放统计核算体系以高质量数据支撑“双碳”目标实现 …… 59
10. 首个百万吨级固碳项目投运 …… 62
11. 以新发展理念推进碳达峰碳中和——正确认识和把握碳达峰碳中和（上） …… 63
12. 在“双碳”变局中开新局——正确认识和把握碳达峰碳中和（中） …… 68
13. 全国首个零碳未来城发展规划获批 …… 73
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）
1. 发现畜禽粪污净化与利用新机制 …… 74
2. 垃圾填埋场是甲烷“超级排放者” …… 74
3. 广州开展危险废物收集试点 …… 75
4. 德研究显示海洋的固碳能力被低估 …… 76
5. 上海首个“零能耗建筑”将建成 …… 77
6. 澳研究人员开发出两项垃圾回收新技术 …… 77

7. 广东将实施五大重点行动治理塑料污染 …… 78
8. 塑料垃圾经简单化学反应“变废为宝” …… 78
9.“废油”变“新油”循环再利用 …… 79
10. 有害“永久性化学品”处理获新突破 …… 80
11. 废塑料升级再造为燃料来源…… 81
12. 用特定微生物“吃掉”相应污染物工业废水污泥处理有了量身定制方案 …… 82
13. 干垃圾：可替代汽油的生态燃料…… 84
14. 变废为宝 赋能“双碳”生物合成技术助力绿色低碳 …… 85
五、太阳能
1. 石墨烯纳米袋显著减少氢燃料电池所需铂金 …… 87
2. 英国太阳能电池板热销 …… 88
3. 中国石油首台井口光电一体化加热炉试运成功 …… 88
4. 漂浮“人造树叶”可在水上生产清洁燃料 …… 89
5. 天然双层石墨烯内发现新奇量子效应 …… 90
6. 揭示铁电光催化反应新机制 …… 91
7. 三部委力促光伏产业链供应链协同发展 …… 91
六、地热能
1. 合理开发地热资源助力减碳 …… 92
2. 日本积极开发地热能源 …… 93
3. 第三届五台地学研讨会聚焦地热资源勘查开发 …… 95
4. 山西大力推进地热勘查开发利用 …… 95
七、海洋
1. 新型膜材料让海水淡化更快更节能 …… 96
2. 国内首台 10 兆瓦级海上半直驱传动系统下线…… 97
八、氢能
1. 广东到 2025 年布局 300 座加氢站…… 98
2. 世界首个含氢零碳分布式智慧能源中心投用 …… 99
3. 燃料电池技术革新推动氢能产业发展…… 100
4. 碱性电解水制氢具有良好应用前景…… 101
5. 为了摸清氢的“脾气” …… 103
6. 德国氢动力列车开始运营…… 105
7. 氢气隔膜压缩机大有可为…… 106
8. 我国制氢设备技术水平持续提升…… 108
9. 氢氨融合技术投入商用…… 110
九、风能
1. 法国启动“南大西洋”海上风电场项目 …… 112

2. 希腊批准首部《海上风电法》 …… 113
3. 风电叶片迎来“大”时代 …… 113
4. 国内陆上最大商业化风机吊装成功 …… 115
5. 广东打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地 …… 115
6. 澳大利亚公开六处海上风电场址 …… 118
7. 全国首台商用 11MW 海上风机完成吊装 …… 119
8. 美能源部发布新版《海上风电市场报告》 …… 119
9. 国内全容量最大海上风电升压站开工 …… 119
十、核能
1. 英国为何力推核聚变反应堆研发 …… 120
2. 高温气冷堆：自主创新铸就国之重器 …… 121
3. 美专家文章：中国大力发展核电保能源安全 …… 124
4. 2035 年我国核电发电量占比将增至 10% …… 124
十一、其他
1. 我国海上页岩油勘探获重大突破 …… 125
2. 关键技术创新让煤炭利用清洁高效 …… 126
3. 我国大型煤制天然气甲烷化技术获重大突破 …… 128
4. 我国最大超深凝析气田投入建设 …… 129
5. 中国海洋油气装备制造再获突破 …… 129
6. 欧洲转向煤炭以取代天然气 …… 132
7. 悬挂式“红轨”，刷新磁悬浮技术新高度 …… 133
8. 水电流域多能互补一体化推进正当时 …… 136
9.《中国天然气发展报告（2022）》发布 …… 138
10. 2025 年非化石能源消费比重升至 27.4% …… 139
11. 德国为“省气”重启燃煤电厂 …… 139
12. 海南：有序发展天然气发电 …… 140
行业动态
1. 中国新型储能产业创新联盟在京成立 …… 141
2. 国产化 N08120 冷氢化流化床反应器研制完成 …… 141
3. 兆瓦级波浪能发电无人值守平台开工建设 …… 142
4. 新疆兴建大型绿氢工厂 …… 142
5. 国内首台深远海浮式风电装备落户徐闻 …… 143
6. 全球单体规模最大煤炭间接液化项目通过验收 …… 144

一、总论

提升网络效益，向适应大规模高比例新能源方向转变

智能电网，提供强劲电力支撑

人民日报　2022.8.4

核心阅读

近年来，我国电力系统加快向适应大规模高比例新能源方向转变。面对能源低碳转型过程中的挑战，基础设施联网、补网、强链成为必然选择。未来，将进一步发展分布式智能电网，在关键技术、商业模式等多方面发力，促进源网荷储更加协调发展。

5月25日，粤港澳大湾区直流背靠背电网工程正式投产，今年预计将支撑“西电东送”电量不低于1883亿千瓦时；6月30日，华东地区最大抽水蓄能电站——浙江长龙山抽水蓄能电站全面投产，这一巨型“充电宝”承担起电网调峰、填谷等任务；7月1日，全长2080公里的白鹤滩至江苏特高压直流工程投产……

今年以来，我国电力基础设施建设有序推进。中央财经委员会第十一次会议指出，要加强交通、能源、水利等网络型基础设施建设，把联网、补网、强链作为建设的重点，着力提升网络效益。作为经济运行的重要动力、能源转型的关键环节，当前电力领域联网、补网、强链进展如何？接下来应从哪些方面重点发力？记者进行了采访。

电力供应保障基础不断夯实，基础设施联网、补网、强链成为必然选择

近年来，我国电力基础设施保持适度超前发展，加快推动电力系统向适应大规模高比例新能源方向转变。

电力装机和“西电东送”规模持续扩大。当前，我国全口径发电装机容量超过24亿千瓦，风电、光伏、水电、生物质发电装机规模连续多年稳居世界第一；全国建成33条交直流特高压线路，“西电东送”规模超2.9亿千瓦。

农村电力保障水平明显提高。2020年实现了全国县县通大电网、大电网覆盖范围内村村通动力电。农村供电能力和供电可靠性不断提升。

电力科技创新能力快速提升。目前我国已建立完备的水电、核电、风电和太阳能发电等清洁能源装备制造产业链。上半年，我国光伏产品出口总额约259亿美元，同比增长113.1%。

尽管电力供应保障基础不断夯实，部分时段、部分区域依然出现了供应偏紧的情况。“十四五”时期，我国用电负荷和用电量预计还将继续增长，需要进一步强化电力供应保障能力；与此同时，在能源低碳转型过程中，面临着新型电力系统尚处于发展初期、对大规模高比例新能源接网和消纳的适应性不足等挑战。要补齐这些短板，电力基础设施联网、补网、强链成为必然选择。

国家能源局相关司局负责人介绍，对于电力基础设施建设而言，联网主要包括发展特高压输电通道等；补网主要包括优化完善主干电网布局，加强城市配电网改造升级和坚强局部

电网建设，发展分布式智能电网，完善农村和边远地区电力基础设施；强链主要包括加强电力基础设施的安全和智能化水平等，让电力系统变得更加灵活智能，推动源网荷储协调互动。“加快电力基础设施联网、补网、强链，是保障国家能源安全，如期实现碳达峰、碳中和目标的必然要求。”

把联网、补网、强链作为建设的重点，也有助于发挥投资拉动作用。6 月，国家电网宣布今年电网投资 5000 亿元以上，达到历史最高水平，预计带动社会投资超过 1 万亿元。

提升电网智能化水平，保障电力可靠、稳定、低成本供应

在广东省云浮市新兴县太平镇，一座“白房子”矗立其间。这里是南方电网 10 千伏分布式电网的“智能大脑”——储能开关站，它能够使分布式电网在停运、并网运行、离网运行方式之间灵活转换，同时又像一个大“充电宝”，可以存储 2 兆瓦电能。据介绍，去年当地建成这种“源（水电）网荷储”中压分布式电网，能够实现小水电全额消纳，减少约 43% 的弃水电量。

中央财经委员会第十一次会议提出，发展分布式智能电网。如何理解分布式智能电网？它有什么作用？

国家能源局相关司局负责人介绍，分布式智能电网以电网为基础平台，通过提升电网智能化水平，主动适应大规模分布式新能源发展。

一方面在电源侧，能够支持分布式电源接入电网，就近满足用电需求，为用户持续提供可靠电力供应。

电力规划设计总院院长杜忠明介绍，我国新能源的开发与利用呈现集中式与分布式并举的态势。“大型清洁能源基地 + 大电网”方式，主要解决的是“电从远方来”，但长距离输送面临着投资成本、土地、环境等因素约束。要促进新能源大规模高比例发展，还需要依靠分布式电源，充分发挥其靠近负荷、就近消纳的优势，实现“电从身边取”。

另一方面在负荷侧，能够支撑电动汽车充电桩、新型储能、虚拟电厂等多种类负荷主体接入，满足多元化“即插即用”接入需求。

“新能源出力具有间歇性、波动性、随机性等特点，随着新能源占比不断提高，维持电力系统平衡的难度不断加大，传统电网灵活性调节资源缺乏的问题凸显。”杜忠明说，通过分布式智能电网精细调节用户用电，相当于再造一个“电厂”，这将成为保障新型电力系统电力可靠、稳定和低成本供应的关键手段。

“目前为电价尖峰期，建议在 12 时电价低谷期前来充电。”上午 10 时，国科大杭州高等研究院的教师张先生原计划给电动汽车充电，采纳充电应用提供的建议后，大约节省了 70% 的电费。去年，国网杭州供电公司在校区里投运“光储充一体化”智能协同项目，包含分布式光伏、储能电站、3 台快充桩、20 台慢充桩和一套光储充智能控制系统。

国家能源局提供的数据显示，近年来，我国配电网结构进一步优化、智能化水平大幅提高，分布式电源接纳能力稳步提升，充分保障了超过 1 亿千瓦的各类分布式电源灵活接入。

发展分布式智能电网，还需在关键技术、商业模式等方面发力

受访专家认为，发展分布式智能电网，要在完善关键技术的“硬件”、商业模式的“软件”等多方面共同发力。

在关键技术层面，杜忠明认为，亟须研究适应海量分布式电源和多元负荷接入的协调控制技术、智能化的电网调度运行技术，以及分布式智能电网数字化、智能化提升的关键技术。

截至今年6月底，全国纯电动汽车保有量达810.4万辆，分布式光伏发电装机1.27亿千瓦，相当于5个多三峡电站的装机规模。“电动汽车充电负荷具有较大随机性，白天的光伏发电量能够满足大部分电力需求，晚间光伏发电无出力，叠加电动汽车充电负荷激增，晚高峰的电力平衡和系统安全稳定运行将面临极大考验。”杜忠明建议，构建配电、用电一体化的技术支撑体系，打通配电网连接用户的“最后一公里”。

商业模式层面，需要完善“隔墙售电”（即分布式发电市场化交易）的价格机制和市场规则。“‘隔墙售电’有助于推动可再生能源就近消纳，但目前‘过网费’收取标准还不明确。如何平衡交易各方和电网企业的诉求，完善支持分布式清洁能源发电自发自用和就近利用的电价机制，需要进一步探索。”杜忠明说。

国家能源局相关司局负责人告诉记者，下一步，国家能源局将以构建新型电力系统为指引，推动传统电网的形态、技术、功能升级，显著提升分布式智能电网的电力供应保障和灵活互动能力，实现源网荷储更加协调发展。

一是发挥规划引领作用，加强分布式智能电网规划制定和顶层设计。二是在需求响应资源条件较好、新能源发电资源富集地区，以分布式智能电网为支撑，因地制宜通过需求响应促进分布式新能源电力消纳。三是加快分布式智能电网技术研究，汇聚科研院所、高校和企业等各方力量实现核心技术攻关。（丁怡婷）

2030年新增新能源、清洁能源动力交通工具比例达四成

羊城晚报　2022.8.3

8月1日，工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部印发《工业领域碳达峰实施方案》（以下简称《实施方案》）。《实施方案》指出，在交通运输领域绿色低碳产品供给方面，到2030年，当年新增新能源、清洁能源动力的交通工具比例达到40%左右，乘用车和商用车新车二氧化碳排放强度分别比2020年下降25%和20%以上。

《实施方案》提出，“十四五”期间筑牢工业领域碳达峰基础，目标到2025年，规模以上工业单位增加值能耗较2020年下降13.5%，单位工业增加值二氧化碳排放下降幅度大于全社会下降幅度，重点行业二氧化碳排放强度明显下降。“十五五”期间基本建立以高效、绿色、循环、低碳为重要特征的现代工业体系，确保工业领域二氧化碳排放在2030年前达峰。

针对“十四五”“十五五”期间的总体目标，《实施方案》提出将深度调整产业结构、深入推进节能降碳、积极推行绿色制造、大力发展循环经济、加快工业绿色低碳技术变革、主动推进工业领域数字化转型，并推动实施钢铁、建材、石化化工、有色金属、消费品、装备制造、电子等重点行业的达峰行动和绿色低碳产品供给提升行动。

羊城晚报记者注意到，在绿色低碳产品供给提升行动中，《实施方案》提出将大力推广节能与新能源汽车，强化整车集成技术创新，提高新能源汽车产业集中度。同时，在城市公交、出租汽车、邮政快递、环卫、城市物流配送等领域，将提高新能源汽车比例，并提升新能源汽车个人消费比例。

预计到2030年，当年新增新能源、清洁能源动力的交通工具比例达到40%左右，乘用车和商用车新车二氧化碳排放强度分别比2020年下降25%和20%以上。此外，还将开展电动重卡、氢燃料汽车研发及示范应用；加快充电桩建设及换电模式创新，构建便利高效适度超前的充电网络体系；对标国际领先标准，制修订汽车节能减排标准。

在其他出行交通运输领域，《实施方案》提出将大力发展绿色智能船舶，加强船用混合动力、LNG动力、电池动力、氨燃料、氢燃料等低碳清洁能源装备研发，推动内河、沿海老旧船舶更新改造，加快新一代绿色智能船舶研制及示范应用；推动下一代国产民机绿色化发展，积极发展电动飞机等新能源航空器。（许张超 孙晶）

广东发挥清洁能源调峰作用

经济日报　2022.8.2

大范围高温天气过程在广东已持续了20多天。记者从南方电网广东电网公司获悉，7月25日，广东统调最高负荷今年首次创历史新高，达1.42亿千瓦。为应对节节攀升的负荷趋势，7月以来，南方电网广东电网公司多举措保障电力供应。

为满足迎峰度夏期间电力需求，广东电网源网荷三侧共同发力，全力保障电力供应平稳有序。在电源侧，政企协同加强一次能源供应保障，督促属地发电企业保障一次能源供应储备和机组设备安全稳定运行。同时，协调增加气量供应，保障日内适时增开机组，挖掘地方电源潜力，将自备电厂纳入调度监控。

广东电网加快抽水蓄能电站提前投产，推进广东目标网架工程顺利投产，进一步提高广东电网东西部电力交换能力。充分发挥南网大平台作用，有效释放粤西清洁能源发电能力，保证全天电量的同时增加高峰电力。加快配网建设，促使分布式光伏、分散式风电、储能电站加速并网，依托基于海量分布式资源的虚拟电厂及平台，加大直控资源，提升新能源可观可测可控能力，全力迎战极端高温天气。

据了解，用电大户广州供电局会同广州市工信局多次赴煤电企业督查电煤中长期合同签订落实情况，督促燃气发电企业积极落实顶峰气源。加强与相关电厂、上游燃气供应商的协调联动，密切跟踪一次能源供应情况，确保度夏期间电网保持全接线运行，关键机组全开满

发。同时，主动对接大客户，紧密跟踪大项目投产进度，协调解决客户困难，争取早投产、早用电。

广东电网公司客户服务中心业务受理部副经理谭火超介绍，7 月以来，广东电网公司客户服务中心单日最高话务量已超 17 万宗。为应对剧增的话务量，广东电网公司优化调整了客服排班，将客服人员的单日排班人数最大化。同时，启动智能机器人协助客户报障，对未能及时接通来电的客户也通过分流短信，引导客户通过微信服务号查询，尽可能受理客户诉求。

为应对用电负荷不断攀升带来的影响，广东电网公司所属各单位组织运维人员开展巡视测温工作、消除故障缺陷。针对应急抢修需求，不断提升 24 小时值班响应速度。7 月以来，南方电网广东电网公司各单位累计出动 2.26 万人次，开展 4549 回次线路、3 万余台次配变等设备特殊巡视及红外测温。（张建军）

新能源成推动全球能源转型主力

经济日报　2022.8.5

主持人：国际上新能源开发利用情况及发展趋势如何？我国与之比较有哪些优劣势？

时璟丽（国家发展改革委能源研究所研究员）：大力发展新能源和可再生能源成为全球能源革命和应对气候变化的主导方向和一致行动。2019 年以来中国、欧盟、美国、日本等 130 多个国家和地区提出碳中和目标，以风电、光伏发电为代表的新能源呈现性能快速提高、经济性持续提升、应用规模加速扩张态势，尤其是近一年来国际煤油气等化石能源价格高企，再加上俄乌冲突影响，形成新能源加快替代传统化石能源的趋势。

新能源尤其是新能源电力成为推动全球能源转型主力。2015 年至 2020 年，全球风光水等可再生能源在新增发电装机中占比约 70%，在发电量增量中占比约 60%，2021 年分别提升到 84% 和 70% 以上。根据国际机构“21 世纪可再生能源网络”今年 6 月发布的《2022 全球可再生能源报告》，2021 年全球可再生能源投资 3659 亿美元，较 2019 年增长 27%；风电新增装机 1.02 亿千瓦，累计装机 8.45 亿千瓦；光伏发电新增装机 1.75 亿千瓦，累计装机 9.42 亿千瓦；2021 年全球风电和光伏发电量在全部发电量中占比首次超过 10%（10 年前仅为 2%）。作为本地供应能源，风光电量近一年来对缓解许多地区能源和电力供应紧张、价格高涨问题起到了一定作用。

以高比例新能源为特征之一的能源低碳转型将推动全球能源格局重塑。今年 5 月，欧盟公布预期投资 2100 亿欧元、名为“REPowerEU”的能源计划，提出将欧盟“减碳”55% 的组合政策中的 2030 年可再生能源占比目标从 40% 提高到 45%，大幅提高风光开发规模，2025 年光伏发电量在 2021 年基础上翻倍，新战略总体目标是在 2027 年前摆脱对俄罗斯化石能源的依赖。能源结构上，全球呈现向电力持续转变态势，国际能源署预计，到 2050 年全球电力需求将为目前的 2 倍，电力、氢和合成燃料占能源结构的 50%，可再生能源满足

80%至90%的能源供应。要达成目标，风光年新增装机规模在2030年需接近6亿千瓦，是2021年的2倍多，在2050年需超8亿千瓦。风光产业市场规模快速增加，以及今后广阔的应用前景，带动了各类储能、氢能和合成燃料、精准天气预测、柔性输电、智能配电网和微电网、负荷侧响应等技术持续进步。

新能源大规模应用促使能源系统形态迭代演进。从全球看，分散化、扁平化、去中心化趋势特征日益明显，传统能源生产和消费之间的界限正在打破，能源生产向集中式与分散式并重转变，系统模式由大基地大网络为主逐步向与智能微网并行转变，为新能源发展营造更加开放多元的发展环境。

与欧美日等发达国家相比，我国风光等新能源市场起步相对较晚，但通过产业链建设和项目开发相互促进，风电和光伏发电制造业产能、新增和累计装机规模在近10年保持世界第一。2021年可再生能源发电量在全部发电量中占比29.7%，风光电量占比11.7%，均略高于世界平均水平。但新能源电力方面电力系统对大规模高比例新能源接网消纳适应性不足。与欧美国家相比，我国电网技术水平和网架结构条件好，电网支撑能力较强，但风光所需要的灵活调节电源少，欧洲很多国家气电、水电、生物质热电联产等可以支撑较高比例风光融入。非电利用方面，我国新能源供热、供气、固液燃料市场增长缓慢，有效商业模式普及度不高，其能源替代作用尚未充分显现，而2021年全球新能源供热和生物液体燃料在全部新能源贡献中比重分别为56%和12%，新能源替代作用体现在终端用能的各个方面。

我国新能源发展一个明显优势是建立了完整产业链及配套设施，并带来新能源开发成本优势，2021年除户用光伏外，风光全面实现平价上网，部分竞价和基地项目实现低价上网。光伏制造业从上游到下游的多晶硅、硅片、电池片和组件生产四个主要环节，2021年全球市场占有率分别达83.6%、97.3%、88.4%和82.3%，在整个产业链中形成压倒性优势，光伏已成为我国最具有代表性的出口高技术产业之一，今年上半年出口额超过200亿美元，光伏电池技术水平和效率不断提升，各环节产能不断扩大。风电制造业建立全产业链，整机和零部件制造、安装施工能力等可支撑年新增装机6000万千瓦以上，低风速风机技术国际领先，智慧风电场得到广泛应用。

新研究让钙钛矿太阳能电池高效又稳定

中国科学报　2022.8.3

本报讯 近日，中科院半导体研究所（以下简称半导体所）研究员游经碧带领团队在《科学》发表的研究发现，通过在钙钛矿材料中引入少量氯化铷（RbCl），可将常见的引起钙钛矿不稳定的二次相PbI_2转化成为全新的热稳定性和化学稳定性好的（PbI_2）2RbCl（简称PIRC）。该研究实现了85摄氏度条件下钙钛矿材料热稳定性大幅度提升，同时钙钛矿材料的离子迁移势垒提高了3倍，离子迁移得到有效抑制。

光电转换效率是太阳能电池的核心指标之一，为实现高效率的钙钛矿太阳能电池，常采

用可与钙钛矿形成 I 型异质结能级结构的二次相碘化铅（PbI_2）来阻挡载流子在多晶钙钛矿晶界或表面缺陷处复合。此前，半导体所发现基于二次相 PbI_2 的钙钛矿电池较难兼顾效率和稳定性，原因在于 PbI_2 二次相的存在或提供了钙钛矿分解以及离子移动通道，使钙钛矿材料以及电池器件长期稳定性较差，且易产生较大的电滞。因此，如何设计稳定的二次相，既能实现钝化钙钛矿缺陷，又能获得稳定的钙钛矿吸光材料，从而实现既高效又稳定的钙钛矿太阳能电池是当前该领域的重要课题之一。

此外，游经碧团队在研究中发现，通过抑制 PbI_2 消除了钙钛矿/PbI_2 界面的强限域导致的能带变大问题，减小了钙钛矿材料的带隙，扩展了对太阳光吸收的范围。基于获得的高稳定性、光吸收扩展的钙钛矿材料，该团队研制出认证效率为 25.6% 的钙钛矿太阳能电池，为目前公开发表的单结钙钛矿太阳能电池世界最高效率。对电池器件分别进行 1000 小时放置和 85 摄氏度加速老化，结果保持初始效率的 96% 和 80%。

该研究同时实现了钙钛矿太阳能电池的高光电转换效率和高稳定性，为钙钛矿电池的进一步发展以及产业化奠定了坚实基础。（柯讯）

广东 2025 年非化石能源装机占比将达 48%

中国能源报　2022.8.1

本报讯 7 月 25 日，中共广东省委、广东省人民政府印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念推进碳达峰碳中和工作的实施意见》。

《意见》提出，到 2025 年，绿色低碳循环发展的经济体系基本形成，单位地区生产总值能耗、二氧化碳排放完成国家下达的目标；非化石能源装机比重达到 48% 左右；备条件的地区、行业和企业率先实现碳达峰，为广东省实现碳达峰碳中和奠定坚实基础。

《意见》提出，到 2030 年，经济社会发展绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平；单位地区生产总值能耗、二氧化碳排放的控制水平继续走在全国前列；非化石能源消费比重达到 35% 左右，非化石能源装机比重达到 54% 左右；2030 年前实现碳达峰，达峰后碳排放稳中有降。

《意见》透露，到 2050 年，以新能源为主体的新型电力系统全面建立，能源利用效率整体达到国际先进水平，生态系统碳汇能力持续提升，低碳零碳负碳技术得到广泛应用。到 2060 年，绿色低碳循环的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建成，非化石能源消费比重达到 80% 以上，碳中和目标顺利实现，生态文明高度发达，开创人与自然和谐共生新境界。

据悉，广东将严格控制化石能源消费。积极稳妥推进煤炭消费减量替代，“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少。持续淘汰煤电落后产能，适度提高电煤占煤炭消费比重。大力遏制油品消费过快增长，油品消费“十五五”时期达峰并稳中有降。发挥天然气在能源低碳转型过程中的支撑作用，提升天然气供给能力和利用水平。

强化风险管控，做好能源低碳转型过程中安全稳定供应和平稳过渡，在新能源安全可靠替代基础上推动传统能源逐步退出。与此同时，规模化开发海上风电，打造粤东粤西两个千万千瓦级海上风电基地，适度发展陆上风电。坚持集中式与分布式开发并举，积极发展光伏发电。在确保安全的前提下，积极有序发展核电。积极接收省外清洁电力。因地制宜发展生物质能。（李凤珍）

加快构建现代能源体系

人民日报　2022.8.2

能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题，对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央统筹两个大局、统筹发展与安全，提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推进能源消费革命、供给革命、技术革命、体制革命，全方位加强国际合作，推动我国能源生产和利用方式发生重大变革，能源生产和消费结构不断优化，能源利用效率显著提高，生产生活用能条件明显改善，能源安全保障能力持续增强，为打赢脱贫攻坚战和全面建成小康社会提供了重要支撑。

当今世界，新冠肺炎疫情影响广泛深远，百年未有之大变局加速演进，新一轮科技革命和产业变革深入发展，全球气候治理呈现新局面，新能源和信息技术紧密融合，生产生活方式加快转向低碳化、智能化，能源体系和发展模式正在进入非化石能源快速发展的新阶段。加快构建现代能源体系是保障国家能源安全的内在要求，也是推动高质量发展的重要支撑。党的十八届五中全会提出“建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系”，“十四五”规划纲要提出“推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系”，为加快构建现代能源体系明确了方向和路径。面对新形势新任务，加快构建现代能源体系，必须坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略。

稳妥有序利用化石能源。习近平总书记指出：“能源结构、产业结构调整不可能一蹴而就，更不能脱离实际。”我们要立足以煤为主的基本国情，坚持先立后破、通盘谋划。我国煤炭等化石能源主要以清洁高效开发利用为发展方向，要推动煤炭生产向资源富集地区集中，推进煤电灵活性改造。做好煤制油气战略基地规划布局和管控，加大国内油气勘探开发力度。加强煤气油储备能力建设，推进先进储能技术规模化应用，增强快速调配和运输能力，为经济平稳发展提供能源保障。

大力发展清洁能源。习近平总书记指出：“要把促进新能源和清洁能源发展放在更加突出的位置”。要加快培育壮大清洁能源产业，实施可再生能源替代行动。加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设。在确保

安全的前提下，积极有序推动沿海核电项目建设。推进生物质能多元化利用。构建新型电力系统，加强源网荷储衔接，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。

积极推进能源技术创新。习近平总书记强调：“推动能源技术革命，带动产业升级。”要充分发挥社会主义市场经济条件下的新型举国体制优势，加强能源技术创新平台建设，发挥企业创新主体作用，打通能源、电力等领域的产学研用各环节，着力解决关键核心技术“卡脖子”问题。瞄准新型电力系统、安全高效储能、氢能、新一代核能体系、二氧化碳捕集利用与封存、天然气水合物等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技示范项目。完善重大自主可控核心技术成果推广应用机制，推动首台（套）重大技术装备示范和推广，促进能源新技术产业化规模化应用。

加快完善能源市场体系。习近平总书记强调：“构建有效竞争的市场结构和市场体系，形成主要由市场决定能源价格的机制，转变政府对能源的监管方式”。要坚持市场化改革方向，持续深化能源领域“放管服”改革。建立完善公平开放透明的市场规则，不断激发市场主体活力，进一步减少社会资本市场准入限制。深化电力体制改革，加快构建和完善中长期市场、现货市场和辅助服务市场有机衔接的电力市场体系。聚焦系统灵活调节能力、绿色能源消费、综合能源服务和新模式新业态发展等方面，推动机制建设取得新突破。加快建立健全能够充分反映市场供求和资源稀缺程度、体现生态价值和环境损害成本的能源价格形成机制，完善有利于绿色发展的价格政策。

深入推进国际能源合作。习近平总书记指出：“在主要立足国内的前提条件下，在能源生产和消费革命所涉及的各个方面加强国际合作，有效利用国际资源。”要坚持在开放条件下保障能源安全，以共建“一带一路”为引领，巩固和拓展与主要能源资源生产国的务实合作，加强与周边国家在能源基础设施方面的互联互通。深化与发展中国家绿色产能合作，积极推动风电、太阳能发电、储能、智慧电网等领域合作。加强与有关国家在先进能源技术和解决方案等方面的务实合作，积极参与能源国际标准制定。加强能源领域应对气候变化国际合作，积极参与并引导在联合国等多边框架下的能源合作，推动全球能源互联网发展合作组织等我国发起的国际能源组织在全球能源治理体系改革和建设中发挥更大作用，不断提升国际合作能力和影响力。（程志强）

南方电网上半年西电东送电量同比增长9.5%

中国能源报　2022.8.1

本报讯 最新数据显示，上半年，南方电网西电东送累计完成送电量963亿千瓦时，超计划94亿千瓦时，同比增长9.5%。其中，二季度西电东送电量创历史同期新高，达660亿千瓦时，超计划101亿千瓦时，有力支撑了南方区域经济稳增长对能源电力的迫切需求，切实保障了广东、广西、云南、贵州、海南等南方五省区电力安全稳定供应。

按照1匹的空调1小时约消耗1千瓦时电计算，上半年963亿千瓦时的西电东送电量，

可供东部地区 1 亿台空调持续 24 小时运行 40.125 天，相当于帮助数亿人清凉度过 40 天“三伏”盛夏。

今年以来，南方电网公司坚决落实党中央、国务院部署，牢牢守住不发生拉闸限电底线，充分发挥西电东送主网架在促进省间余缺调剂和资源优化配置的平台优势，多措并举确保南方区域电力安全可靠供应。一方面，积极应对年初贵州缺煤少水严峻形势，全力统筹南方五省区能源资源保障贵州电力供应，上半年累计调减贵州西电东送电量 105 亿千瓦时，确保贵州电网不发生拉闸限电现象；另一方面，最大限度消纳西部清洁能源，通过采取优化跨流域水电调度、深挖低谷消纳空间、加大西电东送力度等措施，上半年累计增送云南和广西清洁能源电量 125 亿千瓦时，西电东送非化石能源电量占比约 88%，即约 847.44 亿千瓦时清洁电量，相当于减少标煤燃烧 2400 万吨、二氧化碳 6500 万吨，减排二氧化硫 47 万吨，为东部地区蓝天白云、空气良好天数的增加作出了重要贡献。（陈云亭 杨俊）

国家能源局：上半年新增发电装机八成为可再生能源

中国能源报　2022.8.8

本报讯（记者姚金楠）报道：8 月 2 日，国家能源局召开三季度新闻发布会。国家能源局新能源和可再生能源司副司长王大鹏在会上表示，上半年我国可再生能源发电新增装机达到 5475 万千瓦，占全国新增发电装机的 80%。

王大鹏介绍，上半年，在新增可再生能源发电装机中，水电新增 941 万千瓦、风电新增 1294 万千瓦、光伏发电新增 3088 万千瓦、生物质发电新增 152 万千瓦，分别占全国新增装机的 13.6%、18.7%、44.7% 和 2.2%。

截至 6 月底，我国可再生能源发电装机达 11.18 亿千瓦。其中，水电装机 4.0 亿千瓦（抽水蓄能 0.42 亿千瓦）、风电装机 3.42 亿千瓦、光伏发电装机 3.36 亿千瓦、生物质发电装机 3950 万千瓦。

水电方面，上半年全国新增装机 941 万千瓦，全国水电平均利用小时数为 1691 小时，同比增加 195 小时。全国主要流域水能利用率约 98.6%，同比提高 0.2 个百分点。

风电方面，上半年全国新增并网装机 1294 万千瓦，其中陆上风电新增装机 1206 万千瓦、海上风电新增装机 27 万千瓦。

从新增风电装机分布看，“三北”地区占比约 72.5%，中东部和南方地区占比约 27.5%。截至 6 月底，全国风电累计装机中陆上风电累计装机 3.16 亿千瓦、海上风电累计装机 2666 万千瓦。全国风电利用小时数 1156 小时，利用小时数较高的省区中，福建 1599 小时、四川 1309 小时、黑龙江 1270 小时。全国风电平均利用率 95.8%，同比降低 0.6 个百分点；青海、新疆风电利用率同比显著提升，分别达到 93.5%、93.8%，同比分别提升 5.3 个、1.5 个百分点。

光伏发电方面，今年 1 月 -6 月，全国新增装机 3088 万千瓦，其中光伏电站 1123 万千

瓦、分布式光伏1965万千瓦。

据了解，从新增装机布局看，装机占比较高的区域为华北、华东和华中地区，分别占全国新增装机的27%、27%和20%。全国光伏发电利用小时数623小时，同比增加7小时；利用小时数较高的地区为东北地区819小时、西北地区694小时，其中利用率最高的省份为黑龙江879小时、吉林834小时。上半年，全国光伏发电利用率97.7%，同比降低0.2个百分点。

生物质发电方面，上半年新增装机152万千瓦，累计装机排名前5位的省份是山东、广东、江苏、浙江和黑龙江。

新型电力系统技术创新蓄势待发

中国能源报　2022.8.15

“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，着力构建新型电力系统引起了全社会的广泛关注。电力工业是国民经济发展中最重要的能源基础产业，电力系统转型升级势必涉及诸多领域，影响广泛，且尚无成熟经验可供借鉴。因此，构建协同机制，激发创新活力，是构建新型电力系统的重要抓手。

近日，随着21家单位新晋加入，由国家电网有限公司（以下简称“国家电网”）今年4月22日发起成立的新型电力系统技术创新联盟（以下简称“联盟”）成员单位增至52家。至此，汇聚了国家电网、发电企业、石油石化企业、装备制造企业、规划设计企业、新能源企业、高等院校、社会团体等单位的联盟，将在集聚优势科研力量、建立协同创新网络、共同开展基础前瞻理论研究、联合攻关关键核心技术难题的基础上，高质量统筹联动推进新型电力系统加快构建。

国家电网牵头推动构建新型电力系统是重要使命

国家电网董事长、党组书记辛保安在联盟成立大会上表示：“这是落实党中央决策部署、推动电力系统转型升级的担当之举，是发挥新型举国体制优势、推动实现高水平科技自立自强的创新之举，是保障产业链供应链安全稳定、提升电力产业竞争力的必由之路。”辛保安同时倡议，联盟各方应本着共商共建、互利共赢的原则构建协同机制，激发创新活力，强化联合攻关，突破关键技术，培养领军人才，打造创新团队；坚持示范引领，加快成果转化。

辛保安的倡议契合了联盟成员单位的共同心声。中国华能、中国大唐、中国华电、国家电投、国家能源集团、清华大学、西安交通大学、华北电力大学、电规总院等单位均认为，新型电力系统建设必须加强合作，开展关键问题研究。同时，这些单位对联盟的定位和主要工作提出了建议。

其中，中国华能建议，应重点研究新型电力系统的方向、路径、重大技术、市场机制等问题，可通过组建创新联合体的方式开展具体的合作研究；中国大唐认为，国家电网在电力

生产运营中具有核心关键作用，对于构建新型电力系统、组建创新联盟具有天然属性优势；国家电投建议，可在技术层面、政策层面、重大事项协调层面分别成立工作机构，建立定期会商机制，每年确定一批重大课题开展合作研究；中国华电建议，联盟要对共性问题发声，一同与有关部门沟通交流；国家能源集团认为，要共同加快推进新型电力系统建设。

此外，一些高等院校和科研院所也从各自角度对联盟发挥平台作用提出了具体想法。

清华大学建议，联盟的研究内容可以“先收后放”，在目前还没有形成共识的一些技术路径和方向上，应广泛吸收各成员单位的意见和建议，多方研讨、论证，逐步凝聚共识；西安交通大学表示，要发挥高校人才和专业优势，依托联盟深入推动产学研合作，合力解决新型电力系统前瞻性技术难题；华北电力大学认为，要充分发挥各成员单位的优势，在构建新型电力系统的一系列重大研究上有所建树、有所贡献；电规总院认为，规划设计领域的技术创新、长周期大规模新型储能、传统电源挖潜改造等内容可作为联盟的合作内容，建议重点针对2030年前能够推广应用的关键技术加快研发。

迫切需要联合推进重大科技项目攻关

7月23日，国家电网在第五届数字中国建设峰会上发布了《新型电力系统数字技术支撑体系白皮书》，从背景意义、目标原则和体系框架等方面全面阐述了新型电力系统数字技术支撑体系，展示了国家电网以数字技术支撑新型电力系统建设的路径方案。其中，国网信通产业集团结合能源数字化技术成果，创新性地提出“电力数字空间”技术方案，为构建数字化新型电力系统提供了借鉴和参考。

当然，应用数字技术只是新型电力系统建设所需技术的一个方面，能源电力技术的创新升级也十分重要。为此，5月19日，国家电网召开了新型电力系统科技攻关行动计划2022专项重大科技项目责任状签订视频会，确定了十大重点科技项目，安排研发投资2亿元。据了解，这些科技项目覆盖煤电与新能源发电协调优化调度、提升电力系统应急保供能力等关键核心技术领域，整合汇聚了国家电网系统的30家单位和高等院校、发电企业、新能源企业等16家外部单位的优势创新资源。

辛保安表示：“推进重大科技项目攻关，是加快构建新型电力系统的迫切需要。要发挥集中力量办大事的体制优势，注重统筹科技攻关与人才培养，着力打造一批科技领军人才和创新团队。要深化协作，充分发挥联盟作用，有效对接技术、资本、知识等创新要素，推进产学研用深度融合。”

据了解，联盟已发布了《新型电力系统重大技术联合创新框架（草案）》，相关成员单位围绕新型电力系统构建过程中共同关注的发展方向、发展路径、技术攻关、市场机制和示范应用等五大合作方向，签署了合作意向书，全面启动了新型电力系统实施路径研究、大型风光电基地输电通道电源优化和示范研究、服务新型电力系统构建的电力市场设计关键技术研究等技术合作项目。

技术先行，样板引路。可以预见的是，随着能源电力技术、数字技术等创新突破、融合

应用，新型电力系统建设将大幅提速。

将持续加强技术服务和交流平台的作用

据国家电网科技创新部相关人士介绍，联盟成立后，不少成员单位纷纷表示，希望通过该平台加强沟通交流，解决发展过程中遇到的技术瓶颈等问题。以石油石化企业为例，海上钻井平台用电主要靠柴油机发电，加入联盟后，有望借助电网企业的技术优势，优化海上钻井平台的电力解决方案。近期，数十家单位申请加入联盟。其中，华为数字能源技术有限公司刚进入能源行业，有望借助联盟平台，实现对能源电力行业的数字赋能。

中国工程院院士杜祥琬指出，构建新型电力系统不是一蹴而就，而是一个过程。他预计，碳达峰以后，新型电力系统将进入成熟发展期，这个阶段要能够经济性地解决各种转型成本，深入研究和防范风险，使之成为与各种基础设施融合的新型国家综合基础设施。

中国工程院院士汤广福表示，新型电力系统建设需要全社会的广泛参与。电力企业要瞄准卡脖子问题攻关，集中优势科技资源补短板，确保安全生产，稳定供给。

为此，联盟正推动成立专家委员会，并将召开专家委员会主任委员会议，共同研究推动新型电力系统关键核心技术研究工作纳入国家级科技攻关任务或部委项目，并将组织联盟成员单位积极承担相关重大项目研发、重大装备研制、重大示范工程验证和成果转化推广应用工作。同时，联盟将针对新型电力系统的主要研究方向举办新能源主动支撑、新型储能、火电与新能源综合调节等技术方向的专题研讨会或高端论坛。

此外，联盟还将持续加强技术服务和交流平台的作用，通过不定期征集发布重大技术联合创新需求、制修订重大技术联合创新框架等方式，为技术需求方、成果供给方提供对接服务和专家咨询服务，推动科技创新合作项目立项与实施，促进科技成果转化应用，共同打造新型电力系统技术创新合作生态圈。（仲国旺）

美新法案力推能源研究

中国科学报　2022.8.11

本报讯 8 月 7 日，美国参议院通过了《降低通胀法案 2022》，该法案将会对美国和全球新能源产业产生很大影响。该法案呼吁美国在应对全球变暖影响方面进行有史以来最大规模的投资，3690 亿美元用于促进清洁能源的使用，鼓励美国人购买电动汽车，并到 2030 年将温室气体排放量减少 40%。

据《科学》报道，本周晚些时候将由众议院最终通过这一法案。根据该法案，美国能源部（DOE）的科学项目将在未来 5 年内获得 15 亿美元的巨额资助。这笔钱主要用于 DOE 科学办公室的新设施建设和重大升级。

新法案是美国总统拜登去年提出的 3.2 万亿美元的社会、环境和经济改革蓝图的精简版。这项议程被称为“更好的重建法案”，其中包括为 DOE 科学办公室提供近 130 亿美元，以及为其他联邦研究机构提供数百亿美元。

这个数字是美国国家实验室在经过多次迭代和命名的立法中的最高水平。即便如此，该法案仍保留了对能源部实验室基础设施的大量投资。

例如，根据该法案，高能物理研究将获得额外的 3.04 亿美元资助，核物理研究将获得 2.17 亿美元资助。高级科学计算研究，包括能源部的超级计算机将获得 1.64 亿美元，聚变能源科学研究将获得 2.8 亿美元。基础能源科学（为化学、凝聚态物理和材料科学的研究提供资金，并运行 DOE 的 X 射线和中子源）研究将增加 2.95 亿美元。

最大的赢家将是 DOE 的同位素研发和生产项目。该项目提供了从考古学到量子物理学，以及工业过程和国家安全领域的研究人员使用的各种稀有同位素。

费米国家加速器实验室是 DOE 唯一的高能物理实验室，那里正准备建立一个大规模的中微子实验，其费用已经翻了一番，达到 30 亿美元，因此更需要加以资助。同样，这笔额外的资金也可以启动布鲁克海文国家实验室拟建的电子—离子对撞机，成本在 17 亿到 28 亿美元之间。（辛雨）

不毛之地将成“绿电”热土

科技日报　2022.8.19

近日，国家能源局把以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地的建设作为“十四五”新能源发展的重中之重，全力推动以上述地区为重点的大型风光电基地建设。

在西安隆基清洁能源有限公司（以下简称隆基清洁能源）副总经理李壮东看来，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠为重点，建设大型风电、光伏发电基地项目，不仅能够推动风电光伏大规模、高水平发展，还能为经济社会发展提供稳定优质的绿色电力支撑，推动我国能源绿色低碳转型。

独特自然条件带来新能源发展潜力

“十四五”期间，我国将新建 9 个大型清洁能源基地。其中，新疆、黄河上游、河西走廊和黄河几字湾的 4 个清洁能源基地，均建立在沙漠、戈壁、荒漠地区。

该类地区风能、太阳能资源丰富、建设条件好、受土地因素影响小，可充分结合电网建设情况和特高压输电工程，全面推进风电、光伏资源的大规模开发和高质量发展。

除西藏以外，我国光照资源最好的地区大部分都位于“三北”地区。其中，西北地区更是我国沙漠、戈壁、荒漠分布的主要区域。如果将我国最大的沙漠——塔克拉玛干沙漠全部建设成光伏电站，全年发电量可以达到 13.86 万亿度。按照 2020 年我国全社会总用电量约 7.5 万亿度计算，该电站一年的发电量可以承包 1.8 个中国全社会的用电量。这样做，可减少二氧化碳排放 79.97 万亿吨。

甘肃河西走廊沿线古浪、凉州、民勤、金川等县（区）均处于腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠的边缘，是甘肃省太阳能、风能资源最为丰富的区域之一。国网甘肃电科院新能源所新能源消纳技术分析室主管王定美说：“该地区年均日照时间长，风能资源丰富，面积广阔，

电网及外送通道基础良好，是建设风电光伏基地的优选区域。”王定美表示，河西走廊区域内已建成自西向东的三回750千伏线路。祁韶直流、哈郑直流、吉泉直流三条特高压直流输电工程，是河西新能源“西电东送”的重要保障通道。当前依托河西走廊沿线古浪、凉州、民勤等地，谋划实施的陇电入浙直流工程已纳入国家电力规划；依托敦煌等区域规划建设的陇电入沪特高压直流工程也正在积极开展前期研究。

此外，在沙漠、戈壁、荒漠地区建设风电光伏基地还有利于改善当地生态环境、带动地区产业的发展。

王定美说，在沙漠、戈壁、荒漠地区，要探索开展风电光伏治沙、防风、固草、生态系统保护和修复，构建新能源发电、生态修复、帮扶利民、生态旅游、荒漠治理等多位一体的循环发展模式，提高新能源发电项目适应性和社会收益率。通过土地综合利用，助力土地沙漠化的治理，让荒漠化土地变身新能源“蓝海”，改善当地生态环境和人居环境，带动产业发展，创造更多就业机会。

在内蒙古库布齐沙漠，隆基清洁能源实施的“光伏治沙”项目就是在荒漠化地区进行“板上发电、板下种植、板间养殖”等绿色生态发展模式的积极探索。该项目是国内首个规模化应用双面组件的光伏电站，通过光伏电站建设将阳光转化为电能，在满足荒沙治理灌溉等设备用电需求的同时，余电接入国家电网。该项目不仅是库布齐光伏治沙模式的典范，更为全球荒漠化治理的多样化发展提供了重要借鉴。

复杂地理环境导致挑战机遇并存

李壮东告诉记者，沙漠、戈壁、荒漠光伏电站项目的推进中，需要面对施工条件差，施工场地实现“三通一平”（即水通、电通、道路通和场地平整）难度较大；部分场地地形复杂，设备基础施工难度较大；一些场地气象条件复杂，需要考虑季节性防洪需求、季节性冻胀等问题。

但最大的技术挑战，还是电网接入距离较远和电网运行稳定性的问题。当地电网条件薄弱，大规模新能源电站并网后又要承担较高的系统稳定风险。

作为全球领先的太阳能科技公司，早在2013年，隆基清洁能源便开始尝试探索在沙漠、戈壁和荒漠地区建设光伏电站。在宁夏银川市兴庆区黄河东岸的滨河新区，一片片太阳能光伏板整齐排列，如守卫疆土的铠甲，坐落在广袤无垠的河套平原上。这是隆基清洁能源在宁夏开发建设的兵沟200兆瓦光伏发电项目，占地面积6355亩，于2021年11月全容量并网，是典型的荒漠型电站。

隆基清洁能源在充分考察、合理规划的基础上，设计了一条从电站出发、取径内蒙古，最终接入银川甘露330千伏变电站的输电线路。线路全长21公里，有效解决了电站的送出消纳问题。在组件选择上，项目采用了隆基单晶双面半片Hi－MO5系列组件，转换效率达21.1%。该组件基于最优尺寸理念而设计，具有很高的机械与电气可靠性。运营和维护方面，隆基清洁能源的运维人员定期采用无人机对全厂组件、电缆节点进行热斑检测，发现问

题及时处理。截至2022年7月31日，兵沟电站本年度已完成上网电量24124.32万千瓦时，预计本年度发电小时数将高出宁东地区同等规模电站近150小时。

智能化或成后期运维发展方向

在王定美看来，为促进沙漠、戈壁、荒漠地区大型风光基地项目建设，还需要在规划建设配套储能装置、制定投资激励性政策、统筹就地消纳与外送比例、完善市场交易机制等多方面持续发力。

沙漠、戈壁、荒漠地区作为新能源建设的“主战场”，自然环境相对复杂，常常面临着高海拔、低气温、强风沙等特殊恶劣环境，建设大型风光基地设备运维成本相对较高。“对风电、光伏以及储能等设备在环境适应性、可靠性、智能化等方面，需要提出更高要求。”王定美说。

“荒漠电站的后期运维，建议向智能化运维发展。”李壮东说，通过后台大数据的计算和评估，优化运维工作安排，变传统的被动巡检、消缺，为针对性、计划性的主动检修。

同时，还应该借助智能化巡检和智能诊断系统等技术手段，提高运维工作效率，有效降低光伏电站故障，降低后期的运维成本。运维公司也应突破场站限制，主动支持电网，在电力市场化交易、碳交易、绿电交易等方面积极探索，主动参与，进一步挖掘绿色电力的附加值，为电网提供支持，同时为光伏电站自身带来更高的市场化收益。（颉满斌）

加快推进农村能源转型发展

经济日报　2022.8.22

能源是经济命脉，也是民生保证。作为我国能源体系的重要组成部分，农村能源是实现能源低碳转型、推进乡村振兴战略落地实施的主要抓手，也是我国能源工业实现高质量发展的重要引擎。

“多年来，我国农村经济快速发展，无论是消除绝对贫困、脱贫攻坚取得决定性胜利，还是全面建成小康社会，都离不开能源的坚强支撑。”在近日举行的2022（首届）农村能源发展大会暨清洁能源装备展上，中国能源研究会理事长史玉波表示，要高度重视农村能源的转型发展，把其发展潜力充分开发出来，让农村能源在保证能源自给自足中发挥重要作用。

发展成效显著

当前，农村经济社会持续稳定发展，农村能源消费总量不断增长，新场景不断涌现，农村能源发展呈现出一些新特点。在史玉波看来，这些新特点主要体现在农村能源的生产供给方式、消费结构以及在农业生产中的地位作用上。

“比如，风、光、水、地热等可再生资源在农村发展中获得较大规模开发，农村正成为重要的能源生产基地；再如，农村能源消费结构正经历从传统的新采能源向商品能源升级，从低效、高污染能源向高效清洁能源升级，从固态能源向液体和清洁能源转型，电能比重将稳步提升。”史玉波举例说。

国家能源局新能源和可再生能源司副司长熊敏峰表示，党的十八大以来，我国农村能源绿色低碳发展取得积极进展，农村电力保障能力和电气化水平明显提升，可再生能源开发利用规模不断扩大，农村能源高质量发展稳步推进。

据介绍，过去10年，我国全面完成无电地区电力建设工程，4000万无电人口的用电问题得到有效解决，在发展中国家率先实现了“人人有电用”。“十三五”期间，随着新一轮农网改造升级工程推进，全国农村地区基本实现了稳定可靠的供电服务全覆盖，农村生产生活用电条件明显改善。

2021年，我国全面启动整县屋顶分布式光伏开发试点工作，试点地区累计备案容量超过6600万千瓦，累计电网容量突破2100万千瓦，有效推动了农村分布式光伏规模化、规范化开发。

截至今年6月底，我国累计建成风电装机3.42亿千瓦，光伏发电装机3.36亿千瓦，生物质发电装机3950万千瓦，且大部分建于广大农村地区，有力带动了农村地区能源结构优化和产业结构升级。

“在看到可喜变化的同时，我们也要清醒地看到，新一轮科技革命和产业变革深入发展，全球气候治理呈现新局面，我国农村能源发展不平衡、不充分的问题仍然突出，转型发展之路还很长，构建现代能源体系仍将面临新的机遇和挑战。”史玉波说。

发挥试点作用

浙江省宁波市海曙区龙观乡李岙村有着“全国第一光伏村”的美誉，早在2017年就完成了整村362户屋顶光伏全覆盖。如今，李岙村每年光伏发电收益有60多万元，每户村民每月还可免费使用50千瓦时的电量。

光年（宁波）能源管理有限公司首席运营官王华军告诉记者，从2015年开始参与建设李岙村光伏发电项目，公司研发的“寓建光伏”光伏村集成系统，让屋顶光伏板把阳光变成真金白银，“在李岙村等农村光伏发电项目的运营中，我们在光伏如何适应农村建筑形态、农村光伏发电如何并网等方面积累了经验，也为乡村能源低碳转型提供了可供复制的实践路径”。

今年年初，国家能源局、农业农村部、国家乡村振兴局共同印发《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》，提出到2025年，建成一批农村能源绿色低碳的试点，风能、太阳能、生物质能、地热能等占农村能源的比重持续提升。加快形成绿色、多元的农村能源体系，实现农村能源绿色转型。

熊敏峰表示，广大乡村地区风能、太阳能、生物质能等可再生能源资源丰富，是落实“双碳”目标、大力发展新能源的重要增长极。加快发展农村能源，加大农村地区清洁能源建设力度，有助于促进农村产业提档升级，带动产业链延伸，支持生态宜居、美丽乡村建设。

中国工程院院士杜祥琬表示，农村地区分布着大量可再生能源，包括风能、水能、太阳

能、生物质能等，因地制宜开发分布式能源尤其重要。据农业农村部估算，全国农村地区可再生能源每年可获得相当于73亿吨标准煤的能量，相当于目前全国农村能源总量的12倍。

不仅如此，农村发展可再生能源还具有经济性好的显著特征，就地生产，就地消费，分布式发展效率高。“以光伏为例，可以把光伏和农业种植、畜牧养殖、林业治沙等结合起来，实现土地综合利用，发展新业态。而太阳能供热采暖，加上风光、蓄热电锅炉、地热、热泵等，可以解决农村清洁供暖和热水的需求，尽早完成对散烧煤的替代。”杜祥琬说。

河南兰考县是当地农村能源革命的示范县，自2017年开展试点以来，全面淘汰了薪柴和散烧煤的使用，清洁取暖普及率从14%提高到99%，新能源发电量占到全社会用电量比重从原来的21%提高到90%，畜禽粪便资源化利用率达到90%以上。

“推进我国农村能源革命，选择化石能源基础比较薄弱的农村入手，代价相对来说比较小。”杜祥琬表示，通过现代工业手段实现对风、光、水、生物质、地热等资源的利用，对于解决农村能源散烧煤、生物质利用粗放、固废物资源化利用不足这三大短板，不仅十分必要，也是非常可行的。

加快能源转型

“未来，要提升农村能源革命的战略定位，把农村能源发展纳入国家生态文明建设、能源革命和乡村振兴的战略框架。”杜祥琬说，中央提出了将农村能源发展纳入各级部门及各级政府的议事日程，引导各级联动，全力改善农村能源发展面貌。要立足城乡融合发展视角，统筹考虑城乡能源的共性特征，以实现资源均衡配置、城乡经济社会全面协调可持续发展为目标，建立城乡一体化能源体系。

加快农村能源转型发展，还需要全社会共同参与。为此，中国能源研究会向业内外发出了《奉献清洁能源 服务乡村振兴》的倡议书，呼吁推动农村能源变革，助力乡村振兴发展。

“比如，扎实开展农村能源‘双碳’行动，结合当地自然资源打造县域特色低碳能源产业，构建多能互补、低碳分布式能源网络；再如，转变乡村的能源方式，提升农村电气化水平，共同建设美丽新乡村。”中国能源研究会副理事长兼秘书长孙正运说。

联合优势企业和社会主体，参与农村能源市场建设，开展能源服务，完善市场机制，培育产业模式，是加快农村能源转型发展的重要路径。国家电网有限公司副总经理陈国平表示，近年来，国家电网持续推动农村电网改造升级，大电网已延伸覆盖至全部县城，实现村村通动力电，农村地区综合电压合格率、供电可靠率达到99.8%以上，安全可靠的电力供应为农村地区高质量发展提供了不竭动力。

“农村清洁发展是实现‘双碳’目标的重要路径，是全面实施乡村振兴战略的重要动力和支撑，也是建设美丽中国的题中应有之义，事关我国能源安全和农村未来的长远发展，事关亿万农民对美好生活的新期待、新追求。”陈国平说，将继续做好农村能源绿色发展的引领者、农村能源协调发展的推动者，带动产业链、供应链上下游发展，建设新型电力系统，加快农村电网向能源互联网转型升级。（顾阳）

多层级智能控制技术 筑牢大规模新能源电站安全防线

科技日报　2022.8.26

科技日报讯（记者颉满斌 通讯员何文）如何解决大规模新能源并网导致的电站运行状态感知难、场站源网协调控制难、电力电量平衡难等一系列难题？国网甘肃电科院对此进行了历时7年的研究。近日由该院牵头的“大规模新能源电站多层级智能化运行控制关键技术研究及应用”项目获甘肃省2021年度科技进步奖一等奖。

“甘肃新能源装机技术高速发展，截至2021年12月底，甘肃新能源并网装机容量已达2897万千瓦。大规模的新能源并网将使场站层级多、通信不规范、设备协调控制难度大、功率响应慢等问题更加突出，对新能源发电高占比下的大电网安全稳定性的影响日益加大。”国网甘肃电科院新能源技术研究所功率预测与储能室主管吕清泉介绍说。

针对上述问题，国网甘肃电科院研发团队开展了新能源发电统一信息建模及信息交互技术、基于多源数据融合的大型新能源电站有功分层控制技术和动态无功控制技术研究，自主研发了大规模新能源电站多层级智能化运行控制系列装置和系统，实现了新能源电站运行控制响应时间小于4秒，有功/无功控制误差小于1%，有效解决了大规模新能源电站的组件/发电单元/场站不同层级设备运行控制的通信标准化、响应快速化、控制智能化技术难题，降低了大规模新能源接入的电力系统运行风险。

该成果通过自动发电控制、自动电压控制以及调频控制等功能一体化集成，有效提升新能源电站运行控制水平，实现电站智能控制；支撑新能源电站开展功率控制、调频等试验，支撑电网安全稳定运行；通过对光伏电站关键设备进行性能评估与分析，为各设备厂商改进产品技术，促进行业技术进步。

五个重大理论和实践问题深度探析

牢牢抓住能源转型牛鼻子

——正确认识和把握碳达峰碳中和（下）

经济日报　2022.8.31

“双碳”目标的提出，意味着我国能源结构将发生一次彻底洗牌。在能源结构重塑的进程中，绿色低碳转型被明确为首要任务、摆在更为突出的位置，对推进“双碳”发挥着基础性和关键性作用。

作为全球最大的能源生产和消费国，我国要在推进现代化进程中实现“双碳”目标，更好完成保障能源安全与推动绿色低碳发展两大任务，必须在能源转型过程中，坚定不移贯彻新发展理念，坚持稳中求进，聚焦重点关键，做到先立后破、有序进退、加减并用。

能源转型中的“破”与“立”

富煤贫油少气是我国的国情，以煤为主的能源结构短期内难以根本改变。实现“双碳”目标，必须立足国情，坚持稳中求进、逐步实现，不能脱离实际、急于求成，搞运动式“降碳”、踩“急刹车”。正如习近平总书记强调的，绿色转型是一个过程，不是一蹴而就的事情。要先立后破，而不能够未立先破。“不能把手里吃饭的家伙先扔了，结果新的吃饭家伙还没拿到手，这不行。”

推进能源转型首先要明确方向性问题，解决好“立什么”“破什么”。

——立系统。

以新能源为主体的新型电力系统是能源绿色低碳转型的关键支撑。电能在能源系统中居于中心地位，经济效率最高，有研究表明，到2060年电力占能源消费比重将超70%，绿色电力将是减排的主要途径。

目前，我国已建成全球规模最大、安全可靠的电网，得益于输电技术的进步和快速发展，我国电网是过去20多年来唯一没有发生大面积停电事故的特大型电网。但在“双碳”目标下，这张“网”将面临巨大考验。按照2060年非化石能源消费比重超过80%测算，风电、太阳能发电等新能源发电装机将达到数十亿千瓦，成为电力供应主体。

大规模高比例的新能源并网，给电力系统带来全新挑战：电能是一种特殊商品，发用需实时平衡，而新能源发电“靠天吃饭”，大幅增加系统运行风险。着力提升新能源消纳和存储能力，积极构建功能更加强大、运行更加灵活的新型电力系统迫在眉睫。

——立市场。

能源市场化改革是解决能源转型过程中各类主体间利益矛盾的重要手段。随着社会主义市场经济体制不断完善，放开能源价格、还原能源的商品属性已成为必然趋势。

经过多年探索创新，我国油气勘探开发市场有序放开，油气管网运营机制改革取得关键进展，全国统一电力市场体系建设积极推进。能源体制改革“四梁八柱”主体框架基本确立，体制机制初步完善，但总体上仍跟不上能源转型变革的步伐。

2021年10月，“市场煤”“计划电”的价格机制导致飙涨的煤价无法有效传导至电力终端用户，煤电企业陷入大面积亏损，部分地区电力紧张。历史上，我国也出现过油荒、气荒、电荒、煤荒等紧急情况。近年来新能源大规模发展后，又出现过严重的“弃风”“弃光”问题，这些现象几乎都与能源价格形成机制密切相关。“双碳”目标下，如何把市场组织好，合理高效配置能源资源显得尤为迫切。只有发挥好市场的基础作用，才能在能源转型中充分调动各类市场主体积极性，全面提升能源治理效能。

——立技术。

科技创新是推动低碳转型、降低用能成本、保障能源安全的根本动力。石油和天然气是第二次、第三次工业革命的主要能源，由于世界能源消费中心与能源资源富集区域的失衡和错配，历史上围绕油气资源争夺的地缘政治冲突不断。而全球可再生能源富足、分布均衡，开发潜力巨大，只要有技术就可以稳定经济地利用这些资源。从某种意义上说，碳中和时代

就是要从过去的资源依赖走向未来的技术依赖。

在国家能源科技政策的支持和引导下，我国清洁能源开发利用技术水平明显提升，水电、风电、光伏、核电、输变电等技术达到世界先进水平，但关键核心技术自主化水平仍有待提升，支撑碳达峰碳中和的能源技术尚未取得突破。比如，风电主轴轴承、氢燃料电池多项核心部件严重依赖进口。

中央财经委员会第九次会议强调，要推动绿色低碳技术实现重大突破。在碳中和时代引领全球能源转型、提升全球竞争力，我国必须在绿色技术上有更大作为，亟需谋划布局、实施一批具有前瞻性、战略性国家重大前沿科技项目，聚焦化石能源绿色智能开发和清洁低碳利用、可再生能源大规模利用、新型电力系统、氢能、储能等重点技术，深化应用基础研究。只有从国家能源安全和经济可持续发展的战略高度，强有力推动绿色技术创新和推广，才能在新一轮科技革命中抢占主动权。

——破传统化石能源结构。

全球能源低碳转型是摆在所有国家面前的共同挑战。2021 年全世界化石能源占一次能源的比重是 82%，化石能源占比高是共同问题。对我国而言，难在能源结构中煤炭比重超过一半。

数据显示，使用煤炭产生的二氧化碳排放比石油高 30%，比天然气高 70%，我国能源系统产生的碳排放超过 70% 来自使用煤炭。近年来，我国大气污染环境治理推动煤炭消费加快集中化和清洁化利用步伐，但煤炭仍是主体能源，是碳排放量巨大的首要原因。

实现碳中和，最重要的路径就是用低碳能源和零碳能源替代高碳化石能源。“一煤独大”的能源结构，决定了我们必将为此付出艰苦努力，推进煤炭消费替代和转型升级，加快煤炭减量步伐，合理调控油气消费的部署要加快落地。控制新增煤电项目、推动重点用煤行业减煤限煤、有序推进散煤替代等减煤举措也要坚决有力，以实现“十四五”时期严控煤炭消费增长，“十五五”时期煤炭消费逐步减少的目标。

能源转型中的“进”与“退”

能源转型要从供给侧发力，这是对习近平总书记关于能源供给革命重要论述精神的具体遵循。中央经济工作会议提出，传统能源逐步退出要建立在新能源安全可靠的替代基础上。要立足以煤为主的基本国情，抓好煤炭清洁高效利用，增加新能源消纳能力，推动煤炭和新能源优化组合。如何推进新能源加速发展，如何实现传统化石能源有序退出，都必须处理好“进”与“退”的关系。

能源是工业的血脉，社会经济持续发展离不开能源。能源转型能否成功，关键看新能源能否大规模替代。要在能源低碳化过程中，保障经济合理增长，核心就是要把风电、光伏等新能源安全可靠地发展起来。

党的十八大以来，我国坚定不移推进能源革命，可再生能源发展取得巨大成就。截至 2021 年 10 月，我国可再生能源发电累计装机容量突破 10 亿千瓦，占全国发电总装机容量

比重达43.5%。其中，水电、风电、太阳能发电和生物质发电装机均持续保持世界第一。

雾霾少了、天更蓝了，这是老百姓近年来的真切感受，这方面可再生能源功不可没。2020年，我国可再生能源开发利用规模达到6.8亿吨标准煤，相当于替代煤炭近10亿吨，减少二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物排放量分别约达17.9亿吨、86.4万吨与79.8万吨，为打好大气污染防治攻坚战提供了坚强保障。

不过，可再生能源尤其是光伏、风电等新能源的大规模并网，给电力系统的稳定运行带来了巨大考验。2021年9月，我国东北多地由于风电骤减，电力供应缺口一度增加至严重级别，电网运行面临事故风险，为保证电网安全运行，不得已拉闸限电。如不下大力气解决新能源大规模并网的安全性问题，在遭遇极端天气时，新能源的脆弱性会加剧能源系统的安全风险，类似的安全事件将继续上演。

推动新能源加速替代的“进”，必须坚持底线思维，注重安全可靠性。要大力推动可再生能源大规模、高比例、高质量、市场化发展，着力提升新能源消纳和存储能力，积极构建新能源为主体的新型电力系统，健全完善有利于全社会共同开发利用可再生能源的体制机制和政策体系，有力推动可再生能源从补充能源向主体能源转变，为构建清洁低碳、安全高效的能源体系提供坚强保障。

推动传统化石能源的“退”，不能搞“一刀切”。我国能源转型的关键是如何看待煤炭。减煤被视为能源绿色低碳转型的主要措施，但煤炭在我国能源安全中发挥着主体作用。减煤速度过快、力度过大，将削弱煤炭对保障能源体系安全运转的“托底保供”作用。2021年下半年以来，我国多个省份重现供电紧张，采取“有序用电”“拉闸限电”等应急手段。如果煤电退出操之过急，今后更大范围、更深程度的缺电现象和电力价格波动可能会频频出现。

保障能源安全，推动经济社会可持续发展，须扎实做好煤炭资源高质量开发利用。我国能源禀赋具有富煤贫油少气的特点，已探明煤炭储量占我国化石能源的90%以上。同时，我国煤炭产量连续多年位居世界第一，煤炭在一次能源结构中仍处主导地位。考虑到煤炭生产消费数量大、比重高，大规模替代并不容易。再者，去煤不可能一蹴而就，并且新能源的发展也需要煤炭助一臂之力，应务实推动二者优化组合。由此，在相当长一段时间内，如何利用好煤炭这一稳定、经济且自主保障程度较高的能源，对我国能源转型、经济发展同样具有重要意义。

习近平总书记强调，煤炭作为我国主体能源，要按照绿色低碳的发展方向，对标实现碳达峰、碳中和目标任务，立足国情、控制总量、兜住底线，有序减量替代，推进煤炭消费转型升级。为此，在合理有序推动煤炭消费减量的同时，应抓住煤炭清洁高效利用的重点，尤其在燃煤发电领域推动提效升级，在现代煤化工领域推动产品高端化、高值化。此外，要稳定石油消费规模，提高自产原油占比，增强天然气勘探开发和规模化生产能力，将其作为减煤过渡期的重要支撑性能源。

能源转型中的“加”与“减”

推进“双碳”背景下的能源转型是一项系统工程，应从供需两端发力。推动能源消费革命作为重要方面，既要“减”得下去，大力推进节能提效；又要“加”得上来，不断增加绿色能源消费，并保障原料用能。

——做好“减法”，节能是能源消费革命的核心。

节能在减碳中的作用不可替代，其一，我国能源消费总量大，且仍在不断增长，能源供给存在压力，要从需求侧进行调节。目前我国能源消费总量在52.4亿吨标准煤左右，如按现有能效水平，2060年该数字将突破100亿吨。如果敞开口子消耗能源，不仅无法实现碳达峰碳中和，也将超出我国资源环境承载上限。其二，我国能源消费总量大，节约空间也很大。2020年我国单位GDP能耗是世界平均水平的1.5倍，能源效率仍然偏低。终端环节节能具有极强的放大效应，终端设备每提高1%的相对效率，就相当于能源生产环节提高5%左右的相对效率，节约1千瓦时电能相当于节约3倍左右的一次能源，可以创造比电自身价值高44倍的产值。因此，要维持原有经济增长速度，同时降低碳排放，必须贯彻节约理念。

一直以来，我国坚持节能优先的长期战略，能源利用效率显著提高。2012年以来，单位GDP能耗累计降低24.4%，相当于减少能源消费12.7亿吨标准煤。2012年至2019年，以能源消费年均2．8%的增长支撑了国民经济年均7%的增长。

考虑到我国实现“双碳”目标的紧迫性，我们需进一步落实节能优先方针，将节能贯穿于经济社会发展全过程各领域。做好这一工作，必须坚持工业和居民部门“两手抓”。

首先，要深度推进工业部门节能提效。当前，工业部门能源消耗占能源消费总量比重在70%左右，是碳排放的主要来源。要通过产业结构调整和技术创新激活节能内生动力。通过合理规划产业布局，大力压减高耗能高碳排放能源消费，遏制钢铁、建材、化工等高耗能行业过快增长，促进产业结构优化升级，并通过技术创新提高能源利用效率。

其次，需提升对居民部门节能的重视度。目前我国居民生活用电量远低于三大产业用电量，但参考发达国家经验，随着经济发展和生活水平提高，居民将成为能源消费主力。必须着力提高居民节能意识，加强清洁低碳生活方式宣传，并通过制度设计鼓励居民积极参与节能减排，形成崇尚节能的良好氛围。

——做好“加法”，增加绿色能源消费是关键。

当前，我国经济增长尚未与能源消费增长完全脱钩，实现第二个百年奋斗目标仍需要大量能源支撑。控制能源消费总量和控制能源消费强度是实现“双碳”目标的重要手段，但要处理好减碳与发展的关系，避免限产式能耗“双控”，让经济进一步承压，确保低碳转型可持续。

在不大幅影响经济增速的前提下推进能源转型，要更加注重增加绿色能源消费满足新增用能需求。在消费环节给一个“增”的空间，扩大可再生能源供给和消费，既是合理控制能源消费总量的体现，也是确保安全降碳的要求。

推动煤炭、石油、天然气等化石能源向原料利用转变也是重要路径。2021 年 9 月中旬，全国多个省份出现限电，尤其是重工业。一些地方对于“双控”政策的把握不到位，部分化工企业正常运行受到冲击，由于管控方面无法将燃料用能和原料用能加以区分，“一刀切”地削减用能总量，导致企业生产停滞，产品无法被生产出来。这种将原料用能纳入全部能源消费的统计，既不科学，也不合理。原料用能是将煤化工、石油化工等材料转换为原料进入工厂生产环节，并不是直接将所有的二氧化碳排放出去，而是二次利用转化为原料投入生产。按照中央关于原料用能不纳入能源消费总量控制的要求，各地政府应当根据企业实际情况差别化管理，正确反映行业发展和能源利用情况，做到科学考核，保障企业原料用能，充分发挥化石能源原料功能，进一步拓宽化石能源利用方向、途径和范围。

“吾心信其可行，则移山填海之难，终有成功之日”。能源转型意义重大、任务艰巨，只要坚持走中国特色的能源转型新路，下好先手棋，打好主动仗，以强烈的创新信心和决心，勇于攻坚克难、赢得胜利，中国能源安全、低碳、高效转型的道路就一定是康庄大道。（曹红艳 周雷 齐慧 王轶辰）

二、热能、储能、动力工程

全球储能步入高速发展期

经济日报　2022.8.1

近几年，为应对气候变化、实现能源转型，许多国家大力发展可再生能源。相比于传统化石能源，可再生能源发电普遍存在间歇性、波动性问题，需要依靠储能技术来进行调节，发展储能成为各国能源转型的重要一环。

从全球来看，储能市场正以前所未有的速度增长。据不完全统计，截至 2021 年底，全球已投运储能项目累计装机规模约 209.4 吉瓦（GW），相比 2020 年同期增长 9%。中国也实现了储能装机的高速增长。截至 2021 年，我国已投运储能项目累计装机规模 46 吉瓦（GW），2021 年新增装机 10.5 吉瓦（GW），接近此前 4 年的新增装机总量。根据国际能源署数据，预计未来 5 年全球储能装机容量将增长 56%，到 2026 年达到 270 吉瓦（GW）以上。

储能行业由商业化初期进入规模化发展阶段。一方面，随着技术进步与产能扩张，近年来风电、光伏的发电成本和锂离子电池的制造成本显著下降，在上网侧平价的基础上，当前全球储能行业正朝着“新能源 + 储能”平价的方向快速前进。另一方面，经过前期探索与实践，储能的定位与商业模式日益清晰。目前美国、欧洲等发达地区储能市场化发展的机制已基本建立，新兴市场的电力系统改革亦持续加速，储能行业规模化发展的条件已经成熟。

虽然储能发展已逐步进入快车道，但储能安全也不容忽视。今年初，发生在韩国 SK 能源公司电池储能大楼的火灾，再次给市场敲响了警钟。据不完全统计，从 2011 年至 2021 年 9 月份，全球储能安全事故已发生 50 余起，储能安全问题成为全球共同面对的难题。

要克服当下的安全隐患，必须在安全防范上多下功夫。应明确储能安全主体责任。自上而下地开展储能电池系统级别的火灾防控及处置研究，形成可被市场接受的安全应用方案，出台相关安全标准和规范，有效降低系统应用安全风险并确保环保可靠。同时，建立储能技术应用的标准体系。为保证项目高质量可靠应用，应在各应用领域建立储能技术标准体系，避免低价低质量竞争干扰市场正常秩序的情况出现，依照应用效果设计付费补偿机制。只有推动储能向更安全的方向发展，才能打造可持续的新能源产业生态，实现新能源产业高质量发展。（孙昌岳）

全国盐穴资源调查和储能潜力评价项目实施

中国自然资源报　2022.8.1

本报讯（记者于德福 通讯员宋英霞）目前，中国地质调查局地球物理地球化学勘查研究所（以下简称物化探所）与中国盐业集团有限公司（以下简称中盐集团）合作开展的全国盐穴资源调查和储能潜力评价项目，在中盐集团常州金坛盐矿区有序实施中。

围绕国家能源安全战略和“双碳”目标任务要求，物化探所和中盐集团于6月22日在北京签署了合作框架协议，旨在通过开展战略合作与创新攻关，全面掌握我国盐穴资源现状、盐穴地下空间储能潜力、盐穴储库适宜性、开发测腔技术装备及相关技术标准体系等。双方希望通过合作，解决盐穴综合利用领域的关键地质科技问题，在支撑中盐集团形成战略性新兴业务的同时，加强专业领域人才培养，增强地质调查服务国家能源储备和绿色低碳发展的能力与作用，谋划共建盐穴资源领域科技创新平台。

协议签署后，物化探所立即组织研究团队从三方面开展了盐穴资源调查和储能潜力评价工作：一是选择工作程度高、资料全、盐腔结构清楚的中盐集团常州金坛盐矿区，开展盐穴地下空间综合地球物理调查工作，力求通过方法技术调查试验，总结出适用、经济的专业调查技术体系；二是与中盐集团相关部门联合开展盐穴综合利用技术标准制订工作，对盐腔精细结构探测技术标准初稿编写进行启动部署；三是谋划盐穴地下空间精细探测技术攻关合作，加强盐腔探测技术与装备研发，为下一步开展盐腔精细探测提供技术装备。

相关链接：

什么是盐穴？

盐穴是地下盐层被开采后形成的矿洞，具备特有的蠕变性，是天然的能源存储密封罐，可用于气、油、氢等能源储备。随着我国制盐技术的快速发展，我国井矿盐已突破市场份额的50%以上。

为此，中盐集团将推进盐穴综合利用列为“十四五”期间一项重要战略安排，把创新盐行业价值作为新时期主要任务。其突破口之一，就是充分发挥盐穴在储油储气储能等方面的作用，为国家能源储备战略实施提供基础支撑。

华东首台独立大型集中式储能电站并网

中国电力报工程周刊　2022.8.30

本报讯（陈其春）近日，浙江省重点建设工程，中国能建设计承建的华东地区首台独立大型集中式储能电站——萧山电厂电化学储能电站首次并网成功。

该工程总装机规模为发电功率10万千瓦、电池组容量20万千瓦时，分两个阶段实施。此次实施的是第一阶段工程，为发电功率5万千瓦和电池组容量10万千瓦时，采用电力用磷酸铁锂电池储能系统，主要利用电厂一期关停后既有线路设施和场地建设独立大型集中式储能电站。该工程由中国能建中电工程浙江省电力设计院设计，中国能建浙江火电建设有限公司承建。

该工程建成后，将为杭州当地的电网起到快速灵活调峰、调频、调相等作用，对电网供电能力的提升，延缓输变电升级改造起到重要作用。

如何利用空气制造航空燃料

参考消息　2022.8.1

【美国《科学新闻》双周刊网站7月26日报道】题：如何利用阳光、空气和水蒸气制造航空燃料

航空燃油现在可以从空气中“抽取”，或者至少在西班牙莫斯托莱斯是这样。那里的研究人员证明，能够通过一种户外系统生产煤油，用作航空燃料，该系统使用三种简单的成分——阳光、二氧化碳和水蒸气。

研究人员在7月20日的《焦耳》杂志上报告说，由太阳能产生的煤油可以取代由石油产生的航空燃料，并有助于稳定温室气体排放。

瑞士苏黎世联邦理工学院的工程师奥尔多·斯坦菲尔德说，燃烧由太阳能产生的煤油会释放二氧化碳，但二氧化碳的排放量与制造煤油所使用的二氧化碳量相同。“这让这种燃料碳平衡，特别是如果我们使用直接从空气中捕获的二氧化碳的话。”

煤油是航空业的首选燃料，而航空业会带来较多的温室气体排放。美国亚利桑那州立大学的化学物理学家埃伦·施特歇尔说，找到可持续的替代品是困难的，尤其是对长途航空来说，因为煤油含有大量能量。施特歇尔并未参与这项研究。

2015年，斯坦菲尔德及其同事在实验室中合成了由太阳能产生的煤油，但没有人在野外完全用一个单一系统生产出这种燃料。

因此，斯坦菲尔德及其团队在15米高的一个塔顶放置了169面太阳追踪镜，反射和聚焦太阳辐射到一个太阳能反应器中。这个反应器有一个可以让光线照进来的窗口、提供二氧化碳和水蒸气的通道以及用于催化化学反应的材料——多孔二氧化铈。

当受到太阳辐射加热时，二氧化铈在反应器中与二氧化碳和水蒸气反应，产生合成气

——一种氢气和一氧化碳的混合物。然后，合成气通过管道输送到塔底，在那里，机器将其转化为煤油以及其他碳氢化合物。

在历时 9 天的运行过程中，研究人员发现，该塔将使用的太阳能的约 4% 转化为约 5191 升合成气，用于合成煤油和柴油。斯坦菲尔德说，这个装置每天产生了约一升煤油。

施特歇尔说：“这是一个重要的里程碑。”尽管要让这项技术对工业有用，效率还需要得到提高。举例来说，一架波音 747 客机在起飞和上升到巡航高度期间大约消耗 1.9 万升燃料。

研究人员说，回收系统未使用的热量，再加上改善二氧化铈的吸热能力，可以提升该塔的效率，令其在经济上切实可行。

DNA 折叠术造出“荷兰风车”

迄今最小流量驱动电机仅二十五纳米

科技日报　2022.8.8

科技日报北京 8 月 7 日电（实习记者张佳欣）荷兰代尔夫特理工大学研究人员制造出世界上最小的流量驱动电机。受荷兰标志性风车和生物马达蛋白的启发，研究人员构建出一种通过 DNA 自我配置的流动驱动转子，可将电能或盐梯度的能量转化为有用的机械功。这一成果为在纳米尺度上设计主动机器人开辟了新的途径。相关论文发表在最近的《自然·物理》杂志上。

几千年来，旋转电机一直是人类社会的动力源。从荷兰及世界各地的风车和水轮，到今天代表绿色能源未来的先进的离岸风力涡轮机。这些由水流或风力驱动的旋转马达在生物细胞中也有突出的应用，FoF1 – ATP 合成酶就是一个例子，它能产生细胞运行所需的燃料。但到目前为止，要制造纳米级的合成结构仍然很难。

此次制造的流量驱动电机是由 DNA 材料制成的。这种结构与薄膜中的纳米孔（一个微小的开口）对接。在电场作用下，只有 7 纳米粗细的 DNA 束自组织成转子状结构，随后进入每秒 10 转以上的持续旋转运动。

7 年来，研究人员一直在尝试自下而上地综合制造这样的旋转纳米电机。他们使用 DNA 折叠技术，利用互补 DNA 碱基对之间的特定相互作用来构建 2D 和 3D 纳米物体。通过施加电压等方式形成离子流产生能量，使转子旋转。其旋转方向由转子的手性设定，左旋顺时针旋转；右旋则逆时针旋转。研究人员还展示了这种“纳米涡轮机”承载负荷的能力。

研究人员表示，这一成果是一个里程碑，因为它是迄今为止首次在纳米尺度上实现的流量驱动有源转子实验。这项工作的重要性并不仅限于这个简单的转子本身，它背后的技术和物理机制为制造合成纳米电机开辟了一条全新途径——流量驱动的纳米涡轮机，这是一个尚未被探索的领域。

研究人员表示，他们制造出第一个纳米级涡轮机，再现了美丽的荷兰风车，但这一次它

只有25纳米，相当于体内一个蛋白质的大小。

【总编辑圈点】

一般来说，无论是极大尺度还是极小尺度，都会对科学研究带来许多全新的挑战。就拿风车和涡轮机来说，它们的结构和原理早已被人所熟知，在生活中也比较常见，所以会被看作平平无奇。可是说起用DNA材料研制成的纳米尺度的涡轮机，那就进入了被探索的科学前沿。有人可能好奇，做这么迷你的涡轮机有啥用？不用担心，在医药研发、医疗手术等领域，纳米级机器人大有用途。

法国确立电力储存招标机制

经济日报　2022.8.1

在近年法国储能行业特别是电池储能领域发展迅猛的趋势下，法国政府瞄准时机，确立了法国整个电力储存领域的招标机制。尽管目前尚无法知晓该机制的首次招标何时到来，但可以确定法国已然在加快储能行业发展脚步。

在全球气候变化挑战日益严峻的大背景下，欧洲迎来绿色转型大潮，其中以法国为代表的部分国家将发展可再生能源作为减少碳排放的重要举措。随着风电、太阳能等可再生能源装机容量增加，其随机性、波动性与间歇性的弊端逐渐显现，亦对电力供应的稳定性带来冲击，做好储能则成为相关国家的必选项。

欧盟委员会2016年启动关于新能源市场设计的公众咨询时便强调："储能已成为电力行业完全脱碳、完全零排放的基础。"虽然该理念亦是法国政府的主张，但法国储能行业近年的发展可谓是"摸索前进"，较英国、德国等欧洲储能大国尚有差距。

由于近年来法国政府对储能项目并未有统筹性的支持计划，行业发展受到了部分限制。比如法国抽水蓄能电站技术已较为成熟，但受到水电设施总体框架与某些特许权协议的约束，程序的限制加之施工时间较长，此类项目开发难度较大。

抽水蓄能电站项目使得大多数法国企业望而却步，电池储能项目却成为法国储能行业的"香饽饽"，发展势头强劲。储能咨询公司Clean Horizon数据显示，2019年法国商业电池储能容量仅为几兆瓦（MW），过去3年商业电池储能容量已超过300兆瓦（MW）。根据目前公布数据，截至2023年底，法国商业电池储能市场将达到约900兆瓦（MW），其中包括道达尔公司在敦刻尔克部署的法国最大规模电池储能项目。2019年，法国能源监管委员会建议法国公共电力传输系统运营商公开其电力运输欠缺的地段与节点，启动了储能容量的长期招标机制（AOLT），调动储能市场的活力。2019年AOLT机制招标项目容量共377兆瓦（MW），其中253兆瓦（MW）为电池储能项目，直接推动了法国商业电池储能项目的发展。

在近年法国储能行业特别是电池储能领域发展迅猛的趋势下，法国政府瞄准时机，确立了法国整个电力储存领域的招标机制。法国2019年颁布的《气候与复原力法案》规定：在

储能容量不满足多年能源计划目标的情况下，可通过招标来开发电力储存能力。今年5月6日，马克龙政府颁布法令，确定了《气候与复原力法案》所提及电力储存招标机制的实施方式。具体而言，法国公共电力传输系统运营商根据法国生态转型部长提供的指导方针制定招标标准，包括储能技术、合同时间等，随后在欧盟范围内发布招标公告，并向部长提供中标建议清单。该机制作为法国政府层面的首个系统性电力存储招标政策，与上述的AOLT机制相比更为全面、更为官方。一个面向市场的组织电力储存招标的法律框架已然就位，尽管目前尚无法知晓该机制的首次招标何时到来，但可以确定的是，法国已然在加快储能行业发展脚步。（钱通）

圆柱电池全球“开花”

中国能源报　2022.8.1

本报讯（实习记者姚美娇）报道：近日，由大众、高盛等参股的欧洲本土电池企业瑞典Northvolt公司宣布，成功开发出2170圆柱电池（即直径为21毫米、高度为70毫米的圆柱电池——编者注），并准备量产。业界普遍认为，未来2170圆柱电池的量产将有助于减轻欧洲汽车公司对亚洲动力电池厂商的依赖，Northvolt公司的加入也意味着圆柱型电池领域的竞争将加剧。

据了解，凭借高能量密度、高安全及低成本优势，圆柱电池已经成为动力电池企业当前攻坚的重要技术方向之一。早在2017年，特斯拉和松下就已联合研发并推出了2170圆柱电池，应用于Model 3车型。

不过，目前，头部动力电池厂商普遍侧重在电池直径更进一步增加的4680圆柱电池的研发和量产上。4680圆柱电池的最大特点在于取消了极耳设计，提高了制造效率，降低了成本，同时减少了充电所需的时间。“与目前用于Model 3和Model Y车型的2170圆柱电池相比，4680圆柱电池的能量密度整体提升了5倍，同等电池包下整车续航里程提升了16%，成本下降了14%。”特斯拉表示。

目前，越来越多的国际车企跟进大圆柱技术路线，众多国际电池企业也不断加码圆柱电池，圆柱电池阵营不断“扩军”。例如，宝马日前透露，将于2025年在其新一代电动平台上采用大圆柱电池。另外，江淮、东风岚图、保时捷、路虎等车企也相继释放出明确的应用大圆柱电池的信号。

基于下游车企的旺盛需求，电池企业还纷纷加速扩产大圆柱电池产能。LG新能源于今年6月宣布，将投资5800亿韩元，扩大4680圆柱电池产能，预计在2023年下半年开始大规模生产。三星SDI则已经在韩国建立了一条4680圆柱电池测试产线，相关测试工作将于今年完成。松下则计划投资约40亿美元，在美国建立其第二家电池工厂，为特斯拉生产4680圆柱电池。

松下方面表示，公司预定在日本和歌山县工厂进行量产的全新车用4680圆柱电池，目

前已经完成送样，预计自2023年开始供货。

国内方面，亿纬锂能、比克电池、宁德时代等头部企业均是圆柱电池的主要生产者。例如，亿纬锂能已经布局了4680和4695两款大圆柱电池型号，并已规划了200吉瓦时的大圆柱与方形电池产能，预计2022年建成。比克电池目前主要有46系和26系两个系列产品，预计将于2024年量产能量密度达285Wh/kg的大圆柱电池。

“目前圆柱电池、大圆柱电池成为‘行业王者’已经初露曙光。46系列的电池具备突出的安全性和经济性，并且不易变形，正在成为动力电池的终极技术方向。”惠州亿纬锂能股份有限公司董事长刘金成认为。

比克电池副总裁樊文光表示，据比克已收到的客户需求结合行业信息判断，到2025年，大圆柱电芯至少占全球动力电池30%以上的市场份额，超过2021年全球动力电池的总需求量。“目前有很多大型新能源车企已经敲定了经济型采用方壳/刀片磷酸铁锂电池，中高端采用三元+硅大圆柱电池的布局。未来几年，比克将分两个阶段在海内外增加80吉瓦时的电池产能。”

中金公司研报指出，从圆柱电池的终端需求来看，特斯拉为短期主要推动者，中长期有望逐步应用至宝马、戴姆勒等汽车公司。2025年，预期4680圆柱电池渗透率有望达到70%，对应装机需求有望超150吉瓦时。SNE Research预测，今年，圆柱电池在全球电动汽车电池市场的份额将达19%，到2030年将增加到26%。

有观点认为，2025年到2030年期间，在中高端市场上，大圆柱电池会占据绝对的统领地位。作为电动汽车渗透率的突破口，大圆柱电池将加速电动汽车取代燃油汽车的进程，在能源转型进程中扮演重要角色。“不过，未来以方形电池为主的格局还将持续很长时间，圆柱电池规模化发展还需继续完善产业链。”一位业内人士表示。

也有观点认为，在目前的技术条件下，圆柱电池与方形电池均有各自适用的场景，未来有望长期共存，共同成为主流。

政策助力新能源汽车快速发展

广州日报　2022.8.9

据新华社电（记者张辛欣）提高城市公交、出租汽车、邮政快递、环卫、城市物流配送等领域新能源汽车比例，开展电动重卡、氢燃料汽车研发及示范应用，构建便利高效适度超前的充电网络体系……在工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部近日联合印发的《工业领域碳达峰实施方案》中，对大力推广新能源汽车作出明确部署。

从加强产业链数字化水平，到完善产业配套设施、促进新能源汽车消费，连日来，支持新能源汽车产业的一系列举措加密出台。这些措施有利于提振生产制造、全面释放市场潜力，传递了大力推动产业发展的积极信号。

新能源汽车产业发展，保障产业链供应链稳定很关键。连月来，工信部联合各地各部门

搭建汽车产业链供应链协调平台，建立汽车企业零部件库存“红灯”预警、大宗原材料供应“红黄蓝”预警协调机制。在各地区、各部门的共同努力下，产业链供应链日益畅通。

工信部总工程师田玉龙表示，目前，汽车产业链的产能正全面恢复。“我们正加强运行情况监测，在重点产业链供应链‘白名单’企业基础上，抓实抓细各项服务保障，同时加强汽车芯片供给，推动区域间、上下游协调联动。”

在稳定产业链供应链的同时，完善配套设施、鼓励新能源汽车消费的措施不断推出，进一步释放市场潜力。

工信部数据显示，上半年新增建设充换电设施130万台，同比增长3.8倍。全国已累计建成1万多个动力电池回收服务点，配套体系加快完善。工信部装备工业一司有关负责人说，今年，工信部加快充换电基础设施建设，持续开展换电模式试点工作。“我们正进一步加快换电模式创新，构建便利高效适度超前的充电网络体系，也希望各地出台更多停车、充电等使用环节的优惠政策，为促进新能源汽车消费创造良好环境。”

延续免征新能源汽车购置税政策，取消二手车迁入限制……政策支持下，汽车市场逐步活跃。天眼查数据显示，今年5月以来，全国下沉市场新增汽车销售相关企业3200余家。

“我们正会同相关部门进一步扩大新能源汽车推广规模。”田玉龙说，工信部鼓励有条件的地方出台含金量高的促消费政策，并组织实施公共领域全面电动化城市试点，推动电动化与智能网联技术融合发展，开发更多适合消费者的服务功能，持续提升驾乘体验，催生更多购买需求。“下一步，还将提高城市公交、出租汽车、邮政快递、环卫、城市物流配送等领域新能源汽车比例，提升新能源汽车个人消费比例。”

世界首条稀土永磁磁浮轨道交通工程试验线竣工

零功率悬浮 低功耗运行 5G通信 北斗定位

科技日报　2022.8.10

8月9日9时30分，一列披着56颗星星的红白空轨列车悬浮在蓝色的轨道下缓缓驶出，由江西理工大学牵头，与兴国县人民政府联合中铁六院、中铁工业、国家稀土功能材料创新中心等单位共同完成的永磁磁浮轨道交通工程试验线——“红轨”在赣州市兴国县正式竣工。

“红轨”是迄今为止建成的世界首条永磁磁浮轨道交通系统工程试验线，试验线的建成标志着一个安全、便捷、高效的中低速、中低运量的新制式轨道交通系统诞生，具有完全自主知识产权。

创新“红轨”新在哪儿

“作为国际稀土永磁磁浮轨道系统的开拓者、永磁磁浮技术与轨道交通相结合的探索者，‘红轨’有望成为一种全生命周期成本低、性价比优的品质化、个性化、智能化交通运输系统，‘红轨’涵盖新材料、轨道交通、人工智能、无线通信、智能制造、电机驱动等多

个战略性新兴产业。”竣工现场，江西理工大学党委书记、红轨技术首席专家杨斌介绍道。

据了解，“红轨”由稀土永磁悬浮系统、直线电机牵引驱动系统、智能定位与通信信号系统、运行控制与安全保障系统、轨道支撑与牵引供电系统、车辆装备系统等六大部分组成。“红轨”实现了零功率悬浮、低功耗运行；运行过程中不产生废气排放和电磁辐射，对人体和环境无伤害；应用5G通信、北斗定位、智能传感等信息技术，深度互联和智能融合列车、乘客、环境、设备等实体信息；有独立路权，不受其他交通工具的干扰；系统能耗和运维成本小，90%的材料可以循环利用。

此次建成的试验线正线长度约800米，均为钢构高架线。磁浮列车采用2辆编组，载客能力为坐席32个、定员88人，最高设计运行速度为80千米每小时。

新一代交通运输系统前景在哪儿

记者了解到，该试验线因处于革命老区“将军县”——兴国县，被誉为“红轨”。磁浮列车命名为“兴国号”，两侧车头标有56颗星星，寓意为向“将军县”56位开国将军致以崇高的敬意。

中铁科工集团空轨事业部总经理徐国学告诉记者，从“空轨”到“红轨”，转向架由轮胎变成永磁铁，无需耗费电能，通过永磁特性即可实现车辆悬浮，零摩擦运行。为了解决列车行驶过程中永磁悬浮高度不断变化的关键难题，研发团队研制出可浮动偏心轴导向轮结构，让永磁悬浮空轨更安全、更智能。

中国中铁股份有限公司党委常委、副总裁李新生表示，中国中铁为“红轨”项目的勘察设计、装备制造、工程施工和运行维护提供了一揽子综合解决方案。“‘红轨’试验线的竣工不仅是项目各方深入贯彻国家‘交通强国’战略的积极探索，而且为我国构建多层次、一体化、智能化、现代化轨道交通网开启了新的里程碑，也为革命老区的发展增添了新动能。”李新生说道。

“‘红轨’将引领绿色交通与低碳出行，重构高质量发展新产业生态，具有广阔发展前景。”杨斌说道。

据介绍，科技部在“十四五”“交通载运装备与智能交通技术”重点专项中，将“低成本中小运量磁浮客货运输系统技术与装备”项目列入了项目指南，计划于2024年启动。（魏依晨 吴纯新 洪小莹 曹泽 潘万齐）

欧洲电池商研发木质素动力电池

中国能源报　2022.8.15

随着全球电动汽车及储能需求高速增长，电池全产业链不断承压。为缓解上游矿产资源供给紧张，电池生产商已明显加快了探寻新材料的步伐。

欧洲急于建立本地电池产业链

近日，欧洲电池制造企业Northvolt宣布，与芬兰纸浆巨头Stora Enso合作研发基于木材

的可持续电池技术，此举不仅有望降低电池生产中的碳足迹，更是有助于欧洲建立本土电池工业上下游产业链。

根据 Northvolt 和 Stora Enso 发布的声明，此次计划研发的电池将采用木质素生产电池阳极。由于木质素取材于森林，而不是依赖源自于石油的原材料，有助于电池生产降碳。

据了解，Stora Enso 在欧洲拥有大量的森林资源，早在 2015 年就在芬兰建成了一座生物源碳材料试验工厂。Northvolt 是欧洲主要电池生产商之一，7 月初，该公司获得了超过 11 亿欧元的注资，投资者包括大众、高盛资产管理公司等，同时也先后获得了沃尔沃、宝马、大众等多个欧洲汽车厂商的合作订单，总合作金额超过 550 亿欧元。该公司于近日表示，正在欧洲布局电池超级工厂，并尽快为欧洲汽车生产商提供动力电池。

Northvolt 首席环境官 Emma Nehrenheim 表示：“通过这一合作，我们不仅将探索新的原材料，会延长欧洲电池产业价值链，同时找到一种成本更低的电池生产工艺。”该公司称，将持续推动木质素电池的结构设计、生产流程以及规模化生产。

两家公司在其声明中强调，此次合作的目的是为了工业化生产首款原材料全部源于欧洲本土的电池阳极。据 Stora Enso 生物材料执行副总裁 Johanna Hagelberg 透露，使用来源于木质素的硬碳，将能够保障欧洲阳极原材料供应安全，同时能够为移动和固定储能系统提供可持续电池。

通常情况下，动力电池的阳极材料往往是经过处理的石墨，但有数据显示，欧洲电池生产中约有 3/4 的石墨原料都依赖进口。随着木质素硬碳阳极的问世，欧洲电池制造商可能在一定程度上缓解材料进口压力。

据了解，在下游需求高企的情况下，欧洲汽车生产商正饱受“电池供应焦虑”。此前，沃尔沃首席执行官 Jim Rowan 曾表示，未来几年内，电池可能会变得稀缺。大众首席执行官 Herbert Diess 也曾指出，未来 5 至 10 年内，电池很可能是持续制约电动汽车增长的因素。

为满足欧洲本土电池需求，据弗劳恩霍夫系统与创新研究所统计，目前欧洲已有至少 15 个国家开始布局电池生产工厂，预计到今年底，欧洲电池产能将达到 1.24 亿千瓦时，到 2025 年，这一数据将增长三倍以上，达到 5 亿千瓦时。除 Northvolt 外，获得梅赛德斯奔驰等汽车品牌投资的电池企业 ACC 也规划了百万千瓦时级的动力电池生产产能。

新技术或破解原料紧张之困

各大电池企业不断扩产的背后，实际上还隐藏着矿物原材料的“供应焦虑”，欧洲企业探寻的木质素电池正是电池行业寻求新材料行动的一大缩影。

根据国际能源署发布的最新数据，2021 年，全球电动汽车销量达到 660 万辆，今年第一季度电动汽车销量出现了 75% 的攀升，高达 200 万辆。目前，全球最为主流的电池技术仍是以钴、镍、锂为主的三元锂电池和铁、锂等金属为原料的磷酸铁锂电池。业界普遍认为，在全球电动汽车需求不断高涨的情况下，各国对于钴、镍乃至锂等不可再生矿产的竞争正日趋激烈，为保障电池原材料供应链安全，全球电池行业不得不寻求新的电池材料，拓宽

动力电池的可选技术。

电池行业龙头企业宁德时代开发的钠离子电池就主打“成本更低”“性能更佳”等特性，相较于传统锂电池，钠资源储量明显更为丰富，同时也不再需要大规模开发矿产。与此同时，钾离子电池技术也日益受到业界关注。美国初创技术公司 Group1 近日就宣布，将加入钾离子电池生产行列，该公司认为，钾的来源广泛、成本低廉，钾离子电池很可能成为下一代的高能电池，是电动汽车电池的未来。

不过，在业内人士看来，虽然使用低成本、高储量新材料的电池不断推陈出新，但最终哪些技术路线能够“杀出重围”，尚需要市场来验证。（李丽旻）

新方法让电动汽车 10 分钟充电 90%

科技日报　2022.8.23

科技日报北京 8 月 22 日电（记者张梦然）尽管电动汽车越来越受欢迎，但许多消费者仍在犹豫是否要换车。一个原因是，电动汽车的充电时间太过漫长，但加快充电过程可能会损坏电池并缩短其使用寿命。研究人员 22 日在美国化学学会秋季会议上报告说，他们设计了一种超快充电方法，可在 10 分钟或更短的时间内为不同类型的电动汽车电池供电而不会造成伤害。

研究人员表示，快速充电是提高消费者信心和全面采用电动汽车的关键，这将使车辆充电非常类似于在加油站加油。

为电动汽车锂离子电池充电过程是一种微妙的平衡行为。当电池充电时，锂离子从设备的一侧（阴极）迁移到另一侧（阳极）。只要锂离子迁移得快，电池充电就更快，但有时锂离子不会完全移动到阳极中。在这种情况下，锂金属会堆积起来，这可能会引发电池早期故障，还可能导致阴极磨损和破裂。所有这些问题都将缩短电池的使用寿命和车辆的有效续航里程。

这一难题的一个解决方案是以优化速度的方式改善充电协议，同时避免损坏目前在车辆中使用的许多不同类型的电池。但开发最佳协议需要大量数据，了解各种方法如何影响这些设备的寿命、效率和安全性。

为了应对这些挑战，美国爱达荷国家实验室的研究团队使用机器学习技术整合充电数据来创建独特的充电协议。通过输入许多锂离子电池在充电和放电循环期间的状况信息，科学家们训练机器学习分析来预测电池寿命以及不同设计最终会失败的方式。然后，该团队将数据反馈到分析中，以识别和优化随后在真实电池上测试的新协议。

研究结果显示，新方法在短时间内显著增加了进入电池的能量。研究人员观察到电池在 10 分钟内充电到 90% 以上，且没有锂电镀或阴极开裂。而目前的方法充其量只能在大约半小时内让电动汽车充满电。机器学习模型的一个优势在于它将协议与电池中实际发生的物理现象联系起来。

研究人员计划使用他们的模型开发更好的方法，并帮助设计经过优化以进行快速充电的新型锂离子电池。研究人员表示，他们的最终目标是让电动汽车能够“告诉”充电站如何快速安全地为其特定电池供电。

白光钙钛矿发光二极管制备成功

科技日报　2022.8.26

科技日报合肥8月25日电（记者吴长锋）记者25日从中国科学技术大学获悉，该校物理学院肖正国教授课题组与化学与材料学院陈涛教授课题组合作，利用表面能很低的聚二甲基硅氧烷（PDMS）衬底，实现了钙钛矿薄膜的巨量转移，并基于此成功制备出白光钙钛矿发光二极管。相关成果日前发表在《先进材料》杂志上。

金属卤化物钙钛矿是新一代的明星半导体材料，它具有优异的光电特性，在太阳能电池、发光二极管、X射线探测器等领域都具有非常广阔的应用前景。但是在之前的研究中，钙钛矿薄膜只能够沉积在刚性平面衬底上，这远远无法满足实际应用中的很多需求。

为此，肖正国教授课题组使用表面能很低的PDMS衬底进行钙钛矿薄膜和微纳结构的巨量转移。在不改变钙钛矿薄膜的表面形貌、成分和光电性能的前提下，成功将钙钛矿薄膜转移到柔性衬底上。他们在器件制备过程中，使用一层超薄的支化聚乙烯亚胺作为钙钛矿与传输层之间的化学结合层，从而大大增强转移器件界面处的电接触。膜转移方法制备的钙钛矿发光二极管具有与优化的旋涂器件相同的外量子效率。另外，使用该方法还能够制备高分辨率、大面积钙钛矿微纳结构。在此基础上，通过将红光钙钛矿条纹与天蓝光钙钛矿条纹交替排列，成功制备出了白光钙钛矿发光二极管。

这一成果提供了一种在多种衬底上制备钙钛矿薄膜或微纳结构的可行方法，用于实现全彩色显示、白光钙钛矿发光二极管和激光器等实际应用。

首个稀土磁浮列车“悬挂飞驰”的奥秘在哪儿

中国科学报　2022.8.15

8月9日，一辆红头白身的空轨列车——“红轨”平稳驶出江西兴国县永丰站。它悬浮在蓝色轨道之下，一路向北至静调库。这条看似“镜像”翻转后的列车线路，正是世界首条稀土永磁磁浮轨道交通工程试验线。

到目前为止，全球所有的悬挂式导向运输系统都采用胶轮进行承载和导向，“红轨”则完全采用稀土永磁材料实现悬浮和导向。这是“红轨”和现有磁浮交通系统最大的区别，其也在世界范围内丰富了导向运输系统谱系。

市场前景巨大

说起磁浮列车，大家并不陌生。早在2003年，我国首列也是世界首列商用高速磁浮列车在上海浦东机场线运行。由于完全克服机械摩擦阻力，磁浮列车高速、平稳运行，被称为

21 世纪理想的超级特别快车。中、日、德、英、韩、美等国在不同时期都非常重视磁浮交通系统的发展。

磁浮列车依靠磁极相斥或相吸机理，克服重力，产生悬浮效应。采用电生磁性磁体产生悬浮效应的磁浮列车一旦断电，磁体磁性就会消失；磁体磁性强弱随励磁电流大小变化，且耗能较大。另外，电磁悬浮（如上海悬浮交通、日本超导悬浮列车方案）是不稳定悬浮，要靠复杂的控制技术实现悬浮，将增大技术和运维难度。

而永磁悬浮是利用非电励磁的永久磁体（能够长期保持其磁性的磁体）来产生悬浮效应，即永磁体与轨道（由电磁轨道或导磁材料）相斥并保持在槽口中线悬浮运行，电磁导向和悬浮可实现零机械摩擦运行。因此，寻找磁性稳定、密度足够高，磁力足够强，且满足列车悬浮需求的永磁体，一直是科技界孜孜以求的替代方案。

稀土永磁磁浮列车的出现，解决了这一难题。

目前的研究结果表明，借助稀土元素的合金材料，可以制造出体积小、磁性密度高、有足够悬浮力的永磁体。这是天然磁铁矿石材料难以做到的。“红轨”永磁磁浮交通系统采用的永磁体是钕铁硼合金，具有磁性强、磁性稳定、磁能分布合理等特点，且稀土元素钕、硼自然储量丰度高，因而成本低。它是一种适用于磁浮交通系统的稀土永磁合金材料。

用稀土材料制造永磁体，江西有着得天独厚的优势。江西赣州号称“稀土王国”，是我国三大稀土生产基地之一，年产出全球 70% 的中重稀土。稀土永磁磁浮列车的应用，让更多人看到了稀土产业的未来发展。如果其能够在交通上实现规模化发展，对于我国稀土产业的应用模式、市场推广很有意义。

稀土永磁磁浮列车特别适合于中小运量的旅客、货物运输。同时，它也是干线交通网络的有力补充，能够解决“最后一公里”的交通运输和主干运输系统的接入问题，实现机场、景区、园区载客等场景应用。初步估计，我国类似的接入运输系统需求在 100 万公里左右。稀土永磁磁浮列车有显著的节能效应，且噪声低，对环境友好，还可根据实际应用需求进行定制，对运输需求的适应性非常强。

此外，和地铁、城际铁路及其他悬挂式系统相比，其成本优势明显。稀土永磁磁浮列车的成本仅为轻轨的 1/2 左右，每公里建设成本小于 1 亿元，是如今中高速磁浮交通系统成本的 1/3，规模化应用之后，成本还会进一步降低。其未来的应用潜力、科技产业化规模不容小觑。

技术上有四大看点

由江西理工大学主导研发的“红轨”稀土永磁磁浮交通系统，在技术上有四大亮点。

一是磁浮列车载人后所需的悬浮力巨大。制造体积小、磁能密度大、有足够悬浮力且经济性好的永磁体，在材料领域是一项挑战。在“红轨”中，这一技术问题得到了很好的解决。

二是从前的悬挂式交通系统，列车和轨道通过车轮实现支撑和导向。而“红轨”没有轮子，采用独创的列车走行系，克服了缺少硬约束和永磁体悬浮力不可控的难题，实现了列

车行走过程中悬浮导向的平稳协同控制。

三是列车采用了轻型材料、结构和轻量化设计，在既定能量消耗下，可以最大程度提高运输效率。

四是列车大量采用新兴信息技术，如人工智能、5G、智能控制、机器学习、多目标智能规划等，在实现无人驾驶的同时可以给乘客提供丰富的在途信息服务。

对于公众来说，最关心的是稀土永磁磁浮列车的安全问题。其实，这在前期的设计中已有充分考虑。

比如，采用了封闭箱梁包裹走行系统，轿厢悬挂在走行系之下，列车永远不会出轨。一旦列车出现故障，通过类似于高层建筑救援的弹性管道，乘客可在第一时间内离开列车逃生。车与车之间通过通信实现智能控制和运行调度，从根本上避免了追尾的发生。如果一节车厢内发生火灾，并不会波及整车，因为厢体采用了阻燃材料，具有很强的防火功能。

作为一种全新的中低运量导向运输系统，“红轨”经过技术验证、工程验证，已经具备了规模化推广和产业化的条件。接下来，需要加紧建设运营示范线，同时进一步加强标准体系建设，把“红轨”可按需求定制、应用广泛、需求适应性强、技术经济性好的潜力通过规模化应用充分挖掘出来，使之成为“源于中国、普适全球”的高效、绿色、经济、智能的新型交通系统的典范。（贾利民）

广东加速推进燃料电池汽车示范城市群建设

中国能源报　2022.8.22

近日，广东省发改委等7部门联合发布《广东省加快建设燃料电池汽车示范城市群行动计划（2022－2025年）》（以下简称《行动计划》）。《行动计划》立足广东省燃料电池汽车产业基础与发展潜力。同时，提出着力提升八大关键零部件技术水平、进一步加强燃料电池汽车规模化推广应用、着力保障低成本氢气供应，并提出以广州、深圳、佛山、东莞、中山、云浮为重点，建设燃料电池汽车产业创新走廊。

业内认为，《行动计划》极具地方特色，在保证政策思路灵活的同时，极大释放了氢能应用潜力，契合广东当地氢能企业期望，广东燃料电池汽车示范城市群建设有望进一步提速。

3年内将新增万辆燃料电池汽车

《行动计划》提出，到示范期末，也即2025年末，广东省将实现电堆、膜电极、双极板、质子交换膜、催化剂、碳纸、空气压缩机、氢气循环系统等八大关键零部件技术水平进入全国前五，形成一批技术领先并具备较强国际竞争力的龙头企业，推广1万辆以上燃料电池汽车，年供氢能力超过10万吨，建成加氢站超200座，车用氢气终端售价降到30元/公斤以下。到2025年末，关键零部件研发产业化水平进一步提升，建成具有全球竞争力的燃料电池汽车产业技术创新高地。

相比京津冀、上海示范城市群提出的目标，广东此次的量化指标目标更大，也更具突破

性。佛山清极能源董事长钱伟认为，广东氢能产业基础足以支撑《行动计划》提出的氢能发展目标。佛山作为广东燃料电池汽车示范城市群牵头城市，早在2009年就积极谋划布局氢能产业，在政策制定、产业推进、基础设施建设等领域具备优势。目前，广东的氢能车、站保有量在全国处于领先位置，未来2—3年，随着更多政策细则的落地施行，《行动计划》提出的车、站目标有望进一步突破。

清能股份销售总监钱继冉表示，此次发布的《行动计划》符合在广东有所布局的氢能公司及市场的预期。清能股份将以南海基地为中心，扎根广东，服务好广东及周边市场客户，力争技术不断创新的同时，助力广东成为世界领先的燃料电池汽车产业技术创新高地。

制氢、加氢环节获政策松绑

此前，广东氢能产业一度面临氢源供应短缺难题。《行动计划》提出，允许站内制氢，进一步放宽对加氢站建设的限制。这无疑将有利于解决氢源短缺的症结，加速广东氢能产业发展。

《行动计划》提出，允许在物流园区、露天停车场、港口码头、公交站场和燃料电池汽车运行比较集中的路线，利用自有土地、工业用地、集体建设土地、公共设施用地等土地，在满足安全规范要求的前提下，建设自用加氢站（限于对自有车辆、租赁车辆等特定车辆加氢），不对外经营服务。加氢站参照城镇燃气加气站管理，不核发加氢站的危化品经营许可证。住房城乡建设部门作为加氢站行业主管部门，牵头制定加氢站建设管理办法。

“事实上，广东省此前并非‘缺氢’，而是由于政策原因，氢气无法走出化工园区进行运输供应。”钱伟表示，现在，制氢端获政策突破，如果将广东省工业副产氢全部有效利用起来，完全可以满足该省燃料电池汽车产业对氢气的需求。

值得注意的是，加氢、制氢环节限制放宽的背后，离不开对氢能安全的持续重视。钱伟强调，目前，相关安全标准已基本覆盖氢能产业各个环节，只要企业按照标准规范进行生产运营，各类氢能装备严格按照用氢、制氢标准生产制造，氢能的安全性、可靠性将更有保障。

钱继冉认为，《行动计划》中对加氢站规划，尤其是场内站、制氢等方面的大胆突破，充分考虑了企业诉求，补齐了氢气生产和供应的短板，有利于广东氢能企业更好地进行商业化运营和市场推广。

各地产业分工更明确

为进一步破除发展障碍，广东对该省六地进行了明确分工，充分释放地方产业发展潜力。

《行动计划》提出，广州、深圳、佛山、东莞、中山、云浮重点建设燃料电池汽车产业创新走廊，重点支持电堆、膜电极、双极板、质子交换膜、催化剂、碳纸、空气压缩机、氢气循环系统等八大关键零部件企业，以及制氢、加氢、储运设备企业在省内进一步扩大生产能力，建设高水平自主化生产线，加快相关技术成果在省内形成产业化能力。

同时，《行动计划》进一步明确了未来广州、深圳、佛山、东莞、中山、云浮六地的产业布局，提出以广州、深圳、佛山燃料电池技术创新和产业高地为引擎，联动东莞、中山、云浮等关键材料、技术及装备研发制造基地，依托东莞、珠海、阳江等氢源供应基地，加快产业项目布局，推动形成产业集群。

“产业化走在全国前列的佛山，将继续发挥产业基础优势；深圳可充分利用人才优势，为产学研提供支撑；东莞拥有巨正源等化工企业，具备工业副产氢生产能力；阳江海上风电资源充沛，拥有生产绿氢的基础。”钱伟表示，对每个城市赋予清晰定位，不仅能够为广东氢能产业提供丰富的应用场景，还有利于形成产业集群，实现氢能产业链的高效、全面发展。（仲蕊）

浙江最大绿电熔盐储能项目验收

中国能源报　2022.8.22

“天圣集团熔盐储能项目顺利通过初验，已基本具备送电条件。”8 月 15 日，浙江省内最大熔盐储能项目于绍兴天圣集团天实园区完成验收。据测算，该项目建成后，每年可发电 3200 万千瓦时，年供蒸汽量 42 万吨。

熔盐储能成新型储能佼佼者

今年以来，正打造国家电网新型电力系统省级示范区的浙江，积极探索新型储能发展模式，努力激活储能资源价值，保障大电网安全稳定运行和能源安全供给。6 月，浙江省发展改革委、浙江省能源局联合发布《浙江省“十四五”新型储能发展规划》，其中天圣集团绿电熔盐储能项目被列入首批示范项目，在探索新型储能发展领域上迈出了坚实的一步。

据悉，浙江天圣控股集团有限公司坐落于浙江绍兴柯桥印染集聚区，近年来成功探索并形成了“化纤 + 印染”一体化循环能源产业园经营模式。目前，天实产业园具备年产 130 万吨差别化纤维的生产能力，产能占全国化纤全拉伸丝产量的 10% 左右，规模处于全国行业前 10 位，因此蒸汽用热需求量十分庞大。

“我们之前都是用煤炭等化石燃料供热，但现在全球燃料产能下降，国内煤炭价格暴涨，叠加能耗“双控”政策影响，原先所采用的燃煤锅炉、热电厂管道蒸汽和天然气等主要热源已无法保障蒸汽供应，所以必须寻求全新的破局之道。”天圣集团熔盐项目负责人俞建强介绍道。

随着建设成本不断下降、市场机制日趋完善，新型储能或将迎来大规模发展的机遇期。而熔盐储能作为新型储能界的佼佼者，是仅次于抽水蓄能、电化学储能的第三大储能技术，在助力打造零碳产业园的同时，可为高能耗用户提供绿色能源解决方案，解决企业的燃眉之急。

助力清洁电力消纳

熔盐储能打破了传统燃煤供汽、发电模式，通过高效利用西部地区的风电、光伏等可再

生能源电力并在廉价谷电时段对熔盐罐进行加热，实现能量存储，存储的热量通过蒸汽发生系统产生蒸汽，可实现清洁供热，也可推动汽轮发电机再次输出持续、稳定的电能。

“这是全国首个利用谷电进行发电的熔盐储能项目，是规模化熔盐储能在用户侧的示范性尝试。通过在西部地区建设大型风光电基地，助力远方清洁能源消纳，让用户享受绿电权益、抵扣能耗指标的同时，还为企业免去了配建储能设施的额外投资成本。”国网绍兴供电公司客户经理孙季俭说道。

随着国家双碳目标的提出，清洁电力占比将越来越高，短时缺电力与全年富电量、系统灵活性不足与新能源消纳受限等问题将更加突出，而储能技术则成了破解能源发展三元悖论的金钥匙。

国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华表示，熔盐储能可在低谷时段消纳富余电能，尖、高峰时段对外供热、供电，为保障民生可靠用电安上“双保险”。同时，该熔盐储能项目能以 1 万千瓦的功率运行 12 小时，可全负荷支持削峰填谷，有效平抑电网负荷峰谷差，为电力系统提供百兆瓦级灵活调节能力。这么一来，既提升了新能源消纳能力又平滑了电网负荷曲线，支撑能耗“双控”和“双碳”目标，减碳效益显著、投资效益可观。此外，其灵活稳定的消纳和输出能力使得企业生产在时间安排上更加灵活，创造出额外的时间价值，可谓一举多得。

据测算，熔盐储能供蒸汽项目建成后蒸汽成本可低至 210 元/吨。“我们大致算了一下账，假设投资一套年供蒸汽量为 100 万吨左右的熔盐储能装置，预计 2 至 3 年就可收回成本。从长远来看，这对我们企业发展来说是一笔稳赚的买卖。”俞建强对企业未来发展充满了信心。该熔盐储能电站建成后，产业园全年可节约动力煤 13.9 万吨，全年减排二氧化碳 36 万吨，为企业节能低碳转型插上“双翼”。

值得一提的是，该熔盐储能项目在绿电凭证上有着大量的刚性需求，借助绿电交易市场这一“枢纽”进行传导，促进光伏等新能源电站平价上网积极性，其优良的储能特性也有助于绍兴地区新能源的集中消纳。

据国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华介绍：“由于受到疫情等因素影响，为了不影响工程进度，我们采用 110 千伏移动预装式变电站代替传统变电站，有效缩减变电站建设工期，确保该项目能够如期投运。”

一直以来，国网绍兴供电公司强化储能电力系统平衡调节功能，助力各类新型储能领跑“双碳赛道”，在新型储能领域做出许多大胆的尝试与探索。6 月 17 日，全国首个 35 千伏中压直挂式储能电站在绍兴并网运行，进一步增强了电网支撑能力，并作为大型备用电源，有效提升故障后恢复能力，减少停电经济损失。此前，新凤凰公司新型复合储能项目，创新性地采用锌镍空液流电池，储能电池原料成本低、使用寿命更长。而在整合储能设备的基础上，国网绍兴供电公司通过“云储能”交易平台充分调动储能资源，带动更多市场及用户参与储能建设并享受红利，既满足企业用能需求，又降低用电成本。（严璐瑶 王未央）

新一代储能技术走向实用

参考消息　2022.8.31

【《日本经济新闻》网站8月16日报道】题：用空气和重力蓄电，成本能减半？

利用空气和重力来储存太阳能及风能等可再生能源的新一代技术离实用化越来越近。日本住友重机械工业出资的英国初创企业将于2024年使首座储能设施投入使用，该设施将利用可再生能源把空气变成液态，发电时再将其变回气态带动涡轮机工作。设备寿命长，费用最多可比蓄电池缩减六成。随着储能选项的增加，或将促进脱碳社会的实现。

可再生能源大多容易受到天气和自然条件的影响。若要大量引入可再生能源，供求必须达到平衡，要实现这一点，储能技术不可或缺。目前主要使用锂离子电池等蓄电池来储能，但其寿命只有10年，长期来看成本较高。

在储能领域，备受关注的企业是住友重机于2020年出资4600万美元的英国初创企业Highview Enterprises。该公司拥有的技术是，利用可再生能源产生的剩余电力将空气压缩至20个大气压，冷却到摄氏零下160度以下，使其变成液态，发电时再对液态空气进行加热使其膨胀，由此带动涡轮机工作。

该公司将于2024年内在英国建设商用设施。储能规模达到30万千瓦时，相当于日本70个家庭一年的用电量。建设费用约合150亿日元，虽然比同等规模的锂电池设备高一些，但使用年限为40年，比锂电池长30年，从长期来看，费用较为便宜。据推算，每千瓦时的蓄电成本约为110欧元，该公司表示“比锂电池便宜六成”。

空气变成液态之后，体积只有气态时的1/300，因此也便于在土地面积有限的城市地区使用。据称，电能到电能的转换效率为55%到60%，虽然逊色于蓄电池的70%到80%，但在废热利用等方面还有改进的余地。

Highview Enterprises还计划在西班牙建设这样的设施。每处设施的容量为30万千瓦时以上，预计西班牙的总容量将达到210万千瓦时以上。日本国内方面，将于2022年开始与住友重机共同建设试验设施，最早于2024年启用。

初创企业Hydrostor则大力开发压缩空气储能技术。该公司将于2025年在澳大利亚建设最大储能容量为160万千瓦时的设施，2026年还将建设最大储能容量达到400万千瓦时的设施。压缩空气与液态空气相比，需要更大的空间，Hydrostor设想把地下洞窟等用作储能场所。该公司表示：“相较于大规模蓄电池设备性价比高得多，寿命可达到50年以上。”

还有的企业还在推进另一种举措，类似使用夜间电力的抽水蓄能发电，但使用的不是水，而是预先把“块状物”提升到高处，需要电力时再把其放下来发电。在这方面走在前列的是软银集团和沙特阿美等出资的瑞士初创企业Energy Vault。该公司已于2月在纽交所上市。

Energy Vault使用了高度超过100米的塔，利用可再生能源电力驱动起重机，将使用土、

灰烬、废弃物等制成的每个重35吨的砖块提升至高处进行堆放。需要电的时候，再把砖块放下去，利用此时的推动力来驱动马达发电。据悉抽水蓄能发电的发电效率为70%，而该技术的发电效率高达80%以上。Energy Vault表示“成本是锂电池的一半”。据估算，在塔高120米、使用约6000个砖块的情况下，可以储存3.5万千瓦时的能量。Energy Vault还开发出了类似于集装箱仓库的新一代设备。据悉可以实现数百万千瓦时的高容量。

此外，储能领域还出现了使用高层建筑电梯的举措。奥地利国际研究机构“国际应用系统分析研究所”的技术是，利用剩余电力将载有重物的集装箱运送到高楼层，需要电力时，再用电梯将重物移动到低层，利用此时的能量进行发电。该机构估算称，每千瓦时的蓄电成本为21到128美元。

在超导磁铁的磁力作用下处于悬浮状态的“飞轮”，能够以旋转动能的形式把能量储存起来，相关技术也在开发之中。飞轮可持续旋转，因此能够减少能量损失。JR东日本设想回收电车的再生能量，目前正在使用重达15吨的飞轮进行实证试验。该公司表示该技术也可以应用于可再生能源储存用途。

“神奇”电解质或攻克锂硫电池难题

参考消息　2022.8.29

【西班牙《公众》日报网站8月20日报道】题：告别锂电池？“神奇”电解质攻克硫难题（记者贡萨洛·加西亚）

虽然锂基电池已经成为电动汽车和移动设备的标配，但它的性能受到环境条件的严重限制。研究人员现在研发出一种液体电解质，能够使一种高能量密度的锂硫电池在极端温度下也能高效运行。

研究人员称，得益于这项工作，无论在何种气候条件下，电动汽车的续航里程都有可能得到提升。另一个优点是，制造商可以降低生产成本，因为可能不再需要防止电池过热的冷却系统。节省下来的这部分成本将直接体现在汽车的零售价格上，从而造福消费者。

加利福尼亚大学圣迭戈分校纳米工程教授陈政解释说，由于电动汽车的电池组通常位于底盘，直面炎热道路的“烤验”，这就需要“在环境温度可达三位数的地区也能照常工作”。他进一步说，电池在运行过程中会因电流通过而升温，“如果电池不能忍受这种高温，那么它的性能将迅速下降”。

新设计方案的关键在于陈政团队研发的一种新型电解质，可以在较大的温度范围内发挥最佳性能。这种电解质由二丁醚与锂盐混合而成。

这项研究已经发表在《国家科学院学报》周刊上。二丁醚的独特之处在于其分子与锂离子的结合较弱，这意味着在电池运行时，电解质分子能轻易地释放锂离子。以往的研究发现，这种微弱的分子相互作用可以提高电池在零摄氏度以下温度的性能。此外，这种电解质在极端高温下也表现良好，因为二丁醚的沸点较高，在高温下也能保持液态。

虽然在极端温度下工作的能力是一大优点，但如果这种电解质不能与锂硫电池兼容，那么它就没有用武之地。

锂硫电池由锂金属阳极和硫基阴极制成。锂硫电池每公斤存储的能量是当今锂离子电池的两倍，对于电动汽车来说，这意味着在电池组不增重的情况下，续航能力提升一倍。

但锂硫电池本身也存在缺点。硫阴极在电池运行过程中容易溶解，在高温下问题更加严重。锂金属阳极容易长出枝晶，可能引起短路甚至造成灾难性事故。

研究人员介绍说，由该团队研发的二丁醚电解质就避免了这些问题，即使是在高温和低温条件下。该团队还通过将硫阴极接枝到聚合物上来设计更稳定的硫阴极，从而防止更多的硫溶解到电解液中。

在实验室测试中，这种电池能够承受比传统锂硫电池更多的充放电循环。具体来说，原型电池在零下 40 摄氏度和零上 50 摄氏度下分别保留了 87.5% 和 115.9% 的能量容量，库伦效率分别为 98.2% 和 98.7% 。

科学家找到电动汽车快速充电方法

参考消息　2022.8.31

【美国《华盛顿邮报》网站 8 月 27 日报道】题：不久电动汽车充电速度可能快过你的 iPhone（记者曾兰舒·维尔马）

对许多人来说，电动汽车一直具有诱惑力，直到他们考虑将其用于漫长的道路旅行。

在本周公布的一份报告中，研究人员说，他们发现了一种在短短 10 分钟内为电动汽车电池充电高达 90% 的方法。科学家们说，这种方法进入市场可能还需要 5 年时间，但其标志着一种根本性转变。

这项研究的主要作者、爱达荷国家实验室科学家埃里克·杜费克说：“目标是非常非常逼近你在加油站看到的（加油时间）。”

目前，汽车制造商和公共充电站使用多种充电器，这些充电器提供不同水平的充电时间。

交通部门称，最慢的充电器——被称为一级充电器——能在 40 至 50 个小时内为电动汽车电池充满电。其中一些速度最快的充电器——被称为直流充电器——能够在 20 分钟到 1 小时内为电池充电高达 80% 。

特斯拉公司称，该公司庞大的超级充电网络可以在 15 分钟内为电池充上足够行驶 200 英里（约合 320 公里）的电量。但该充电网络所使用的设备使其无法被其他电动汽车使用。

但过去十年，对超级充电电动汽车的追逐一直面临障碍。问题在于如何取得一种微妙平衡：努力更快地为电动汽车电池充电，但同时又不能充电太快，以防对电池造成长期损害或促使电池爆炸。科学家们说，给电池充电太快会造成破坏，缩短电池寿命并降低电池性能。

马里兰大学能源研究机构马里兰能源创新研究所主任埃里克·瓦克斯曼说：“有一些电池，

当你刚拿到手时，它们很棒，但经过几年或几个充电周期，它们的性能就不如从前了。”

为解决这一问题，杜费克及其团队利用机器学习查明电池在快速充电时的老化情况。研究人员训练他们的算法分析 2 万至 3 万个数据点，这些数据点显示电池的充电情况以及电池是否老化或退化。

杜费克说，他们找到的方法可以在 10 分钟内为电动汽车电池充电高达 90%，但他们希望做得更好。在接下来的 5 年里，杜费克团队将努力找到一种方法，使得每分钟的充电量足够电动汽车行驶长达 20 英里，这远远超过目前性能一流的超级充电器的表现。

杜费克说：“我认为我们可以实现该目标。”

高性能质子陶瓷燃料电池研究获进展

中国科学报　2022.8.24

本报讯（记者朱汉斌）近日，广州大学黄埔氢能源创新中心教授叶思宇团队等，基于质子陶瓷燃料电池（PCFC）最新发展，指出了质子传导对于构建高性能质子陶瓷燃料电池阴极材料的重要性。相关论述以封面论文形式发表于《先进能源材料》。

氢能的高效利用，有助于双碳目标的有效实现。燃料电池作为直接使用氢能发电而不产生任何碳排放的器件备受青睐。目前，常见的燃料电池按照工作温度可分为低温质子交换膜燃料电池和高温固体氧化物燃料电池。

然而，这两类燃料电池均存在短板。由于工作温度较低，低温质子交换膜燃料电池通常需要使用大量贵金属催化剂；高温固体氧化物燃料电池工作温度较高，不需要使用贵金属催化剂，但其寿命受到严重制约。可在中温区域（400 摄氏度到 700 摄氏度）工作的质子陶瓷燃料电池既不需要贵金属催化剂，又可实现较高的能量转换效率（热电联供等）和长寿命，因此近年来备受瞩目。

与低温质子交换膜燃料电池和高温固体氧化物燃料电池不同，质子陶瓷燃料电池阴极三相界面的构筑需要同时实现质子、氧离子和电子的传导。早期氧离子/电子传导型氧化物被用作质子陶瓷燃料电池阴极材料，但由于其不能实现质子传导，很快便被淘汰。随后的阴极材料研究主要集中在如何实现并不断提高质子传导能力。

在该研究中，研究人员揭示了质子传导在质子陶瓷燃料电池阴极材料中的重要性，强调了质子/氧离子/电子传导型氧化物的重要意义。此外，该研究系统比较和分析了阴极材料在实际质子陶瓷燃料电池器件中的电化学性能，并提出了质子陶瓷燃料电池及其阴极关键材料面临的挑战，以及将“大数据 + AI 技术”应用至质子陶瓷燃料电池及其关键材料开发的愿景。

全球首个二氧化碳 + 飞轮储能示范项目竣工

中国能源报　2022.8.29

本报讯 8 月 25 日，在东方电气集团东方汽轮机有限公司（以下简称“东方汽轮机”）

厂区项目现场，全球首个二氧化碳 + 飞轮储能示范项目成功竣工，标志着我国这一新型储能技术实现了工程应用的巨大飞跃。据悉，该项目也是全球单机功率最大，储能容量最大的二氧化碳储能项目，以及全球首个二氧化碳 + 飞轮储能综合能源站。

作为 2022 世界清洁能源大会示范应用场景之一，全球首个二氧化碳 + 飞轮储能示范项目由东方汽轮机、百穰新能源科技（深圳）有限公司、西安交通大学能源与动力工程学院、北京泓慧国际能源技术发展有限公司共同打造。项目储能规模 10MW/20MWh，能在 2 小时内存满 2 万度电，并在热力系统集成及优化、透平设备研制、经济性设计等方面取得了一系列研究成果，突破了储能系统及动力装备的多项核心技术，具有完全自主知识产权。

结合二氧化碳储能时间长规模大、飞轮储能响应速度快的优势，该项目可有效平滑电网波动性，解决间歇性问题，实现电网安全运行，整个充放电过程不会使用化石燃料，也不会产生固体废弃物。

同抽水蓄能、压缩空气相比，二氧化碳储能系统不需要不受地理条件的限制，可以建在任何地方，建设周期不到 2 年；同电化学储能相比，其且工况稳定，在长达 30 年的使用寿命中，循环效率始终直保持在 60% 以上。而且，二氧化碳具有无毒、不易燃、易于获取的优势，常温下可液化，可方便实现液态存储，存储成本低且安全可靠。

二氧化碳储能系统具有广泛的功率等级、容量和地域适应性，在大容量长时储能方面有较好的经济效益，尤其适合 10MW 级、100MW 级和 1000MW 级长时储能系统。该系统不仅可与太阳能、风电等新能源配套，也可与传统火电配套使用，作为传统火电灵活运行时小负荷工况的功率补偿，可大幅提升机组调峰能力和能量综合利用效率，应用前景广阔。（黄飞翟璇）

三、碳达峰、碳中和

利用大数据锁定“双碳”目标

经济日报　2022.8.3

日前，碳达峰碳中和工作领导小组办公室召开联络员会议，指出我国碳达峰碳中和“1 + N”政策体系已基本建立。下一阶段，应抓紧完善相关政策措施，推动各项工作落实落细，同时加强调查研究和形势研判，密切跟踪“双碳”领域出现的新形势、新情况、新动向，及时研究提出政策建议。这些表述表明，未来政策的完善与实施将更加强调科学性、协调性，通过能源大数据促进“双碳”目标的实现。

当前，我国的经济发展模式与能源供应结构，正逐步向绿色低碳循环发展的经济体系、清洁安全高效的能源体系转型。不过，转型过程漫长且复杂，需要考虑行业、政策、资源等各方面因素的动态变化。因此，及时、准确了解实施情况，对调整把握各项政策至关重要。如今，依托大数据技术，发挥能源大数据作用，可以提高能源生产、调度、使用和分析的效率，减少中长期能源政策与短期政策衔接的障碍，降低结构性能源政策与系统性能源政策协

同的摩擦成本。

具体而言，应以“双碳”为目标协同各类能源政策。能源大数据的采集、存储、开发和共享，可以提高能源的使用和分析效率，帮助国家或地区建立开放、透明的能源综合管理系统，为国家制定和实施各类能源政策提供客观依据。

应以“双碳”为目标引导能源供需偏好。一方面，能源大数据可反映出不同行业、不同企业和不同人群的能源需求，国家可以通过补贴等政策引导有关行业或相关群体树立低碳消费偏好；另一方面，可通过分析和研判各类能源供给端大数据，制定长期稳定的政策，引导并激励人才、资金等要素，为低碳、非碳能源供给创新服务，进而提高低碳、非碳能源供给比例。

应以“双碳”为目标促进创新体系建设。能源大数据能够有效分析“卡脖子”技术难题，从而加速政策、人才、资金向核心技术领域聚集，建立起创新技术体系、评价体系和科技资源分配体系。

在宏观层面，能源大数据可在一定程度上引导各类能源政策协同推进，与“双碳”目标相匹配；在微观层面，也能引导能源消费者和供应主体的部分行为。下一步，一是要关注各类电力数据。电网汇集了电力供应端与消费端的重要数据，根据这些数据可以动态监测电力市场供求、成本构成、价格调整等多方面情况。二是要重视能源管理数据。各级政府在编制用能预算管理方案过程中，采集了大量居民生活、服务业、高技术产业、先进制造业及其他产业的用能数据。可利用大数据技术分析、研判各地区能源消费总量及弹性，避免政策实施出现急刹车。三是要利用煤炭周期数据。煤炭作为我国占主导地位的一级能源，多年来各项数据十分完整，包括煤炭消费结构数据、煤炭消费占能源消费总量比重等。应利用这些数据建立动态的煤炭应急储备管理体系，保障国家能源安全。此外，还应注意数据使用安全问题，发挥好能源大数据作用，助推“双碳”目标实现。（刘冰）

国家自然科学基金委员会发布《“双碳”基础研究指导纲要》——

“双碳”目标需在全社会生态系统中实现

中国能源报　2022.8.1

本报讯（实习记者林水静）近日，国家自然科学基金委员会发布《“双碳”基础研究指导纲要》（以下简称《纲要》）。《纲要》指出，实施“双碳”战略，将引发广泛而深刻的系统变革，在最大化发展和最小化排放两个临界点之间实现各要素全方位平衡和协调，需要处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场四个基本关系；需要厘清气候－生态系统、能源结构、产业结构、科技发展和社会经济等多要素互动的复杂网络关系，优化“双碳”战略布局，重塑自然－社会－经济系统的相互关系，提高“双碳”目标与经济社会发展目标的协调优化能力。

华北电力大学能源互联网研究中心主任曾鸣表示，实现“双碳”目标要研发实用技术，

而在此之前，必须先做应用基础研究。《纲要》除涵盖技术研究方向外，也涉及如路径、管理模式、政策等方面的支撑，对找准实现“双碳”目标路径具有重要意义。

与传统能源独立发展不同，在“双碳”目标下，能源需综合发展。“这就需要智慧能源。”曾鸣表示，当前，行业迫切需要数字技术和能源技术相融合，把成本目标、市场目标、安全目标、能效目标、双碳目标等多个目标协同优化，从而使能源更加智慧，以支持综合能源实现“双碳”目标。

曾鸣进一步表示，“如果没有目标协调，就找不准实现‘双碳’目标的路径。如前段时间，为增加可再生能源比例、降低碳排放，化石能源发电量骤减，导致出现能源安全问题，供电紧张、拉闸限电、停电，甚至有些地方经济发展受到极大影响，这是没有将目标协调好，路径走不通。”

与此同时，实现“双碳”目标不仅需要技术研究，更需要在政策和管理方面多下功夫。《纲要》指出，要围绕实现碳中和的成本、效益、风险及激励约束机制等关键科学问题，研究不同“双碳”战略路径下优化经济社会发展和保障国家安全的政策与管理体系，探索贯彻人类命运共同体理念的全球气候治理机制，提升基础治理能力。

当前，我国围绕“双碳”目标已具备一定的技术基础和实际应用的技术装置，不过，离实现“双碳”目标仍有一定距离。“未来‘双碳’目标的主要发展方向，第一，需思考数字技术与能源技术如何融合；第二，‘双碳’目标发展方向要整体统筹，需多个目标动态协调优化；第三，电力和碳排放密切相关。电力市场经多年建设与推进，碳交易市场和绿证市场也已开启。目前，把电碳两个市场融合是关键。”曾鸣说。

值得注意的是，“双碳”目标需放到全社会生态系统中来实现，不仅涉及碳，还涉及产业结构、能源结构、人类健康和社会活动等方方面面。“总的来说，‘双碳’目标的实现一定要放在整个社会经济系统、生态系统来考虑。在管理、政策方面，涉及到中央与地方之间管理的关系；在行业角度，涉及到各行各业与碳排放相关技术、管理模式的创新和整体的协调，如降碳的先后应如何排序。最有效的降碳方式，是在不影响安全甚至提高安全性，不影响经济甚至提高经济性，不影响能效甚至提高能效，进一步保护资源、节约资源这些大前提下，可持续的降碳。为此，必须在整个生态系统当中实现优化，国家也需在整个生态系统角度上出台相关的政策和管理模式、运作机制。”曾鸣说。

全新设计海上制氢平台年产 8.5 万吨绿氢

中国能源报　2022.8.22

本报讯 近日，总部位于荷兰的工程公司 Iv – Offshore & Energy 推出了一款最新设计的海上制氢平台，利用海上风电每年可出产绿色氢气 8.5 万吨。

根据 Iv – Offshore & Energy 公司发布的信息，该平台长 80 米、宽 40 米、高 30 米，整体重量约 2.1 万吨，可安装在水深 45 米的海域。总装机容量为 500 兆瓦，每小时可出产 10 吨

绿色氢气，平台在一天内生产的绿色氢气，可为超过 30 万辆氢燃料汽车提供动力，供其行驶至少 100 公里。

目前，Iv－Offshore & Energy 已完成了海上制氢平台的完整设计，从工艺设计、电解槽系统的集成到设备平衡、导管架和辅助系统设计。该公司表示，现在海上风电场离岸越来越远，海上风电场产生的大量电力不能简单地在高峰时段输入陆上高压电网。（宗合）

上海推进碳监测评估试点工作

搭建天空地一体监测体系 多维度监测温室气体

中国环境报　2022.8.8

本报记者丁波上海报道 生态环境部去年确定了 16 座城市试点开展碳监测评估，作为综合试点的上海推进情况如何？

记者日前从上海市生态环境局了解到，上海已于 3 月份完成碳监测试评估试点方案的编制报送，目前正在按计划全力推进，将建立多维度温室气体监测体系，为长期跟踪评估提供数据支撑。

搭建天空地一体监测体系

2021 年，生态环境部发布《碳监测评估试点工作方案》，聚焦区域、城市和重点行业 3 个层面，开展碳监测评估试点，探索建立碳监测评估技术方法体系。根据对城市能源结构、产业结构、城市化水平、人口规模、区域分布等因素的综合考虑，上海成为全国 16 座碳监测评估试点城市之一，也是 8 座开展综合试点的城市之一。

目前，在充分考虑周边地理环境、排放特点、基础设施等因素的基础上，上海已经初步确定了“7＋1”个温室气体监测站，其中 7 个分别位于嘉定外冈、宝山杨行、静安国媒（上海国际新媒体产业基地）、青浦金泽、松江车墩、浦东张江和奉贤海湾，1 个温室气体背景监测站位于崇明东滩，作为参照。这些站点的设置充分考虑了上海的地形地貌、气象等综合环境因素，以及能源结构、产业布局等社会经济特点。

上海已搭建天空地一体监测体系，通过多种渠道和方式监测大气环境中的温室气体。据上海市生态环境局环境监测处盛涛介绍，除了布局上述监测站以外，无人机、卫星遥感和车辆走航等都加入了监测队伍。

今年 2 月，技术人员使用移动测试车搭载专业温室气体分析仪、气象仪、GPS 定位仪等设备，在上海主要道路上对二氧化碳和甲烷进行监测，已经覆盖道路长度约为 1750 公里，获得了冬季上海主要道路上的二氧化碳和甲烷空间分布特征。

在提升监测精度与核算准度上下功夫

“完善监测体系是为了提升监测精度。”上海市环境监测中心大气室副主任刘启贞指出，相对于 PM2.5 等常规污染物的监测，碳监测技术难点主要在于对监测数据的准确度要求非常高。一般情况下，二氧化碳在环境中的实际浓度在 400ppm 左右。

据介绍，根据相关国际标准，对背景空气二氧化碳的在线监测可比性要求为0.1ppm，是目前所有环境监测项目中，对监测数据准确度要求最高的一类。

同时，温室气体的排放十分复杂，有别于常规污染物主要关注排放浓度是否超标，温室气体更关注排放总量，要求能够准确测定气体流量，这些因素都非常考验监测的准确性。

探索开展碳排放核算校验体系也是上海开展碳监测试点的工作内容之一。

“建立碳监测体系，很重要的一点是取得国际话语权。”上海市环境监测中心副主任伏晴艳介绍，国际上对温室气体排放量通用的是“自下而上”的核算方法，即基于活动水平和排放因子的乘积计算温室气体排放量。

据介绍，这种核算方法很经典，但不同地域、行业、企业的实际情况千差万别、瞬息万变，核算结果难保精确。碳监测能结合大气中温室气体浓度监测数据和同化反演模式等来计算温室气体排放量，是对传统核算方法的有效补充和校核，相关数据拿到国际上，也将更有说服力，更令人信服。

据了解，上海还在同步推进温室气体源排放手工及在线监测技术规范编制研究工作和生态碳汇研究工作。

我国将建立统一规范的碳排放统计核算体系

科技日报　2022.8.23

科技日报北京8月22日电（记者刘园园）记者22日从国家发展改革委获悉，该委与国家统计局、生态环境部联合印发了《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》（以下简称《方案》）。《方案》提出，到2023年，各行业碳排放统计核算工作稳步开展，统一规范的碳排放统计核算体系初步建成。

“碳排放统计核算是做好碳达峰碳中和工作的重要基础，是制定政策、推动工作、开展考核、谈判履约的重要依据。”国家发展改革委有关负责同志表示。

“碳排放统计核算是一项复杂而庞大的系统工程，涉及多个层级、多类主体、多种维度。不同对象、不同用途的碳排放核算边界和方法也不同。”上述有关负责同志解释说，为了保证碳排放统计核算工作始终服务“双碳”工作大局，必须用统一的规范在“不同”中实现统计核算体系的指向明确、导向一致、权责清晰、程序规范。

《方案》明确，由国家统计局统一制定全国及省级地区碳排放统计核算方法，明确有关部门和地方对能源活动、工业生产过程、排放因子、电力输入输出等相关基础数据的统计责任，组织开展全国及各省级地区年度碳排放总量核算。

国家有关部门还将组织制修订电力、钢铁、有色、建材、石化、化工、建筑等重点行业碳排放核算方法及相关国家标准，并研究制定重点行业产品的原材料、半成品和成品的碳排放核算方法。同时，还将完善国家温室气体清单编制机制。

国家发展改革委有关负责同志介绍，为建立统一规范的碳排放统计核算体系，《方案》

部署了多方面保障措施，包括建立国家温室气体排放因子数据库；加强碳排放统计核算信息化能力建设，加快推进5G、大数据、云计算、区块链等现代信息技术的应用；鼓励高校、科研院所、企事业单位开展碳排放方法学研究等。

《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》印发

到2025年实现重点行业和领域低碳关键核心技术重大突破

科技日报　2022.8.18

科技日报北京8月17日电（记者刘垠）记者17日从科技部获悉，科技部、国家发展改革委、工业和信息化部等9部门近日印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》（以下简称《实施方案》），统筹提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备。

如何处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系？文件给出了答案：坚持创新驱动作为发展的第一动力，坚持目标导向和问题导向，构建低碳零碳负碳技术创新体系。

通过实施方案，到2025年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破，支撑单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放比2020年下降18%，单位GDP能源消耗比2020年下降13.5%；到2030年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系，有力支撑单位GDP二氧化碳排放比2005年下降65%以上，单位GDP能源消耗持续大幅下降。

科技支撑碳达峰碳中和如何实现？《实施方案》提出了10大行动，具体包括：能源绿色低碳转型科技支撑行动，低碳与零碳工业流程再造技术突破行动，城乡建设与交通低碳零碳技术攻关行动，负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动，前沿颠覆性低碳技术创新行动，低碳零碳技术示范行动，碳达峰碳中和管理决策支撑行动，碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动，绿色低碳科技企业培育与服务行动，碳达峰碳中和科技创新国际合作行动。

聚焦能源绿色低碳转型科技支撑行动，《实施方案》提到，构建适应碳达峰碳中和目标的能源科技创新体系，加强基础性、原创性、颠覆性技术研究，为煤炭清洁高效利用、新能源并网消纳、可再生能源高效利用以及煤制清洁燃料和大宗化学品等提供科技支撑。到2030年，大幅提升能源技术自主创新能力，带动化石能源有序替代，推动能源绿色低碳安全高效转型。

“针对钢铁、水泥、化工、有色等重点工业行业绿色低碳发展需求，以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，深度融合大数据、人工智能、第五代移动通信等新兴技术，引领高碳工业流程的零碳和低碳再造和数字化转型。”《实施方案》明确，到2030年，形成一批支撑降低粗钢、水泥、化工、有色金属行业二氧化碳排放的科技成果，

实现低碳流程再造技术的大规模工业化应用。

围绕前沿颠覆性低碳技术创新行动，《实施方案》指出，聚焦新能源开发、二氧化碳捕集利用、前沿储能等重点方向基础研究最新突破，加快培育颠覆性技术创新路径；建立前沿和颠覆性技术的预测、发现和评估预警机制，定期更新碳中和前沿颠覆性技术研究部署。

《实施方案》强调，聚焦碳捕集利用与封存（CCUS）技术的全生命周期能效提升和成本降低，着眼长远加大 CCUS 与清洁能源融合的工程技术研发，开展矿化封存、陆上和海洋地质封存技术研究，力争到 2025 年实现单位二氧化碳捕集能耗比 2020 年下降 20%，到 2030 年下降 30%，实现捕集成本大幅下降。

《实施方案》还提到，到 2030 年建成 50 个不同类型重点低碳零碳技术应用示范工程，形成一批先进技术和标准引领的节能降碳技术综合解决方案。

值得关注的是，我国将建立碳达峰碳中和科技创新中央财政科技经费支持机制，引导地方、企业和社会资本联动投入，支持关键核心技术研发项目和重大示范工程落地；遴选、支持 500 家左右低碳科技创新企业，培育一批低碳科技领军企业。

中国－芬兰能源合作首个示范项目在广州落地投产

打造粤港澳大湾区智慧低碳园区新标杆

广州日报　2022.8.19

8 月 17 日，中国－芬兰能源合作示范项目——广州南沙“多位一体”微能源网示范工程在广州建成投产。这是中芬能源合作第一个成功投产的示范项目，实现中芬两国能源行业的优势互补，致力于打造涵盖冷热电综合能源一体化的粤港澳大湾区智慧低碳园区新标杆，推动能源利用效能提升，助力低碳新技术新模式新业态发展。

投产当天，国家能源局、地方政府及能源主管部门代表、芬兰经济就业部、芬兰驻华使馆、芬兰国家商务促进局、中国南方电网公司、广东电网公司、广州供电局有关人员出席了投产仪式，随后参观了中芬合作示范项目现场。

国家能源局副局长任京东通过线上方式致辞，他表示，广州南沙“多位一体”微能源网项目，集成了太阳能集热、基岩储能和固体氧化物燃料电池等多项先进技术，项目运行参数和效率得到了显著提升，具有很强的示范意义。

芬兰经济就业部国务秘书安－玛丽·凯梅尔通过线上致辞表示，热烈祝贺南沙项目的顺利完成，此类能源合作有助于使中国、芬兰和整个世界能够开发更可持续和低碳的能源系统。

中国南方电网公司副总经理张文峰在现场致辞：“期待这个项目投产后，能够发挥示范带动作用，为中芬能源合作注入更多的活力动力，让中芬两国能源技术优势互补进一步深化。”

芬兰驻华大使孟蓝通过视频表达了她的喜悦，庆祝芬兰－中国能源行业试点项目的第一

个成功案例，能够见证芬兰和中国企业及合作伙伴间合作的积极发展总让人欣喜。

芬兰驻中国使馆商务参赞及芬兰国家商务促进局大中华区负责人田马可通过视频致辞表示，本次项目的成功是中芬两国能源双边合作的里程碑，充分展示了两国间真挚的友谊和双赢的精神。

广东电网公司副董事长胡帆表示："广东电网公司广州供电局将在国家能源局的领导下，继续用好中芬国际能源合作这个重要平台，共同打造国际领先的能源低碳发展新标杆。"

据介绍，该项目由南方电网广东广州供电局与芬兰企业围绕固体氧化物燃料电池、太阳能集热系统及基岩储能系统三大领域，深入开展关键技术研发和示范工程建设合作，建设了"风、光、岩、燃、热、储、荷"多位一体微能源网示范工程，为智慧园区可再生能源高效利用及综合能源优化提供可复制、可推广的技术方案和商业应用模式。

创新技术探索能源利用效率达国际先进水平

广州南沙"多位一体"微能源网示范项目于2019年1月入选国家能源局首批中国－芬兰能源合作示范项目，目前已建成国内最大单组容量的60千瓦固体氧化物燃料电池、实现国内首套高效率太阳能集热系统在分布式供能的应用及国内首套基岩储能系统在跨季节储能的应用。

让人眼前一亮的是，项目建设的60千瓦固体氧化物燃料电池具有国际先进水平，仅电效率就比传统燃煤发电机组提升30%以上。"该电池系统可以选择氢气、天然气、沼气等作为燃料，利用燃料选择多样性，可以有效提升供能系统应对极端天气和突发事件的供电可靠性。"广州供电局氢能源研究中心负责人杨波介绍，这也是在国内首次将燃料电池集成应用于分布式供能系统中，能有效助力大湾区能源低碳转型。

项目还建成国际领先的高效太阳能集热系统，最大化利用取之不尽用之不竭的太阳能，热转换效率高达52%，相比国内同类产品效率高30%。这套系统占地面积小，同等面积减碳效果增加一倍以上，适用于用地相对紧张的区域低碳转型。

如何实现跨季节储能和热能灵活应用，一直是新能源消纳领域的热点研究问题。项目结合广州南沙地质特点，首次利用地下淤泥层建成国内首套跨季节储能的基岩储能系统。"南方夏季的热能可以用来制冷，春、秋季多余的热能可以通过基岩储能系统实现跨季节存储，在冬季寒冷时候释放出来。基岩储能系统年储热量300兆瓦时，储热系统最大热功率100千瓦，可同时满足200人以上热水澡需求。"杨波介绍。

创新丰富应用场景智慧能源助力粤港澳大湾区低碳转型

对多种能源的高效协同利用，是项目的又一大亮点。南方电网广东广州供电局在项目集成、项目本地化方面开展了大量研究工作，设计了智能、高效的系统集成方案，系统综合效率达到80%以上。

项目一方面以光伏、光热等清洁能源高效利用为基础，有效降低园区化石能源的消耗；

另一方面通过多能互补，整个系统具有很高的能源综合利用效率，并利用智慧能源管理系统指导运行，使能源效率和经济性达到最优。通过构建多能互补的微能源网，实现“源－网－荷－储”有机互动，既可对分布式能源进行就地消纳、就地平衡，也可和大电网进行能量交换，提升了园区的抗灾保障能力和供电能力。

今年，面对南方“热到翻”的桑拿天，城市电网在带动无数制冷设备的同时，也承担了极大压力。针对南方每年6－8个月太阳辐射强、气温高、光照时间长的特点，广州供电局设计并验证了光热创新应用场景模式，在国内首次将太阳能集热系统拓展应用于供冷模式这种全新的应用场景中，收集好的热能通过溴化锂制冷机组产生冷气，实现了“集热＋制冷”效果。如果按广州10%空调负荷推广应用“集热＋制冷”模式，每年可减少40万吨碳排放，能达到更低碳、更节能、更环保的成效，助力双碳目标实现。

据了解，该项目配置了光伏发电系统、电池储能系统、溴化锂制冷机组、电动汽车双向充电桩等，构建了冷、热、电、气、交通多能流网络，可以实现多能源互联互通、梯级利用，满足了园区用户多元能源需求。

“本项目通过多种能源的综合利用，起到了节能减排的作用。预计项目园区每年可减碳200吨，相当于植树一万棵。这种模式还适合在酒店、医院、工业园区和海岛等区域推广和应用。如果将本项目技术方案推广到全广州20%中等工业园区，每年可减少4万吨碳排放，市场前景非常广阔。”谈及未来推广应用前景，广州供电局规划发展部负责人王珂说道。

广州南沙“多位一体”微能源网示范工程为智慧园区可再生能源高效利用及综合能源优化，提供了可复制、可推广的技术方案和商业应用模式，对于中芬两国未来能源合作意义非凡。

近年来，南方电网公司持续推动清洁能源开发与利用，推动构建多元能源供给体系，服务能源消费方式变革，促进能源供给侧低碳转型。广州南沙“多位一体”微能源网示范工程建成投产，将作为广州供电局对外交流合作的创新窗口，在当下低碳转型新格局下具有重要的里程碑意义。未来广州供电局将积极探索更多能源低碳转型的智慧方案，全力融入粤港澳大湾区绿色低碳发展，助力实现碳达峰、碳中和目标。（李天研、洪林）

“双碳”目标科技路线图聚焦十大行动

——科技部有关负责人解读《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》

科技日报　2022.8.18

近日，科技部等9部门联合印发了《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》（以下简称《实施方案》），通过10项具体行动为科技支撑碳达峰碳中和绘就了实施路线图。

为什么在当前节点出台这一文件，重点任务有哪些，如何确保《实施方案》贯彻落实？科技部有关负责人接受了科技日报记者采访。

“碳达峰碳中和是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。科技创新是同时实现经济社会发展和碳达峰碳中和的关键。”科技部有关负责人说，按照碳达峰碳中和“1 + N”政策体系的总体安排，科技部会同国家发展改革委等 9 部门组织编制的《实施方案》，为全国科技界以及相关行业、领域、地方和企业开展碳达峰碳中和科技创新工作起到了指导作用。

统筹当前和长远 构建低碳技术创新体系

值得关注的是，基于我国各重点行业碳排放基数和到 2060 年的减排需求预测，《实施方案》系统提出科技支撑碳达峰碳中和的创新方向，统筹低碳科技示范和基地建设、人才培养、低碳科技企业培育和国际合作等措施，推动科技成果产出及示范应用，为实现碳达峰碳中和目标提供科技支撑。

科技部有关负责人表示，文件编制过程中遵循 3 个原则：统筹当前和长远、统筹科技创新与政策创新、统筹科技部门和相关方面的工作。按照经济社会可持续发展的要求，基于我国 2030 年和 2060 年经济社会发展和碳排放的情景预测，研究提出支撑 2030 年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并构建低碳技术创新体系，为 2060 年前实现碳中和目标做好技术研发储备。

“科技创新和政策创新是实现碳达峰碳中和目标的两个重要方面，缺一不可。”上述负责人说，《实施方案》更加侧重于科技创新，着力于加强高效率、低成本的低碳技术供给；同时，也适当考虑了低碳技术标准等政策创新方面的内容，以促进低碳技术产业化。

十项行动赋能 科技强劲支撑碳达峰碳中和

加强科技支撑碳达峰碳中和，涉及基础研究、技术研发、应用示范、成果推广、人才培养、国际合作等多个方面，为此，《实施方案》提出了 10 项具体行动。

针对备受关注的能源绿色低碳转型科技支撑行动，我国立足以煤为主的资源禀赋，抓好煤炭清洁高效利用，增加新能源消纳能力，推动煤炭和新能源优化组合，保障国家能源安全并降低碳排放。

聚焦低碳与零碳工业流程再造技术突破行动，以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，引领高碳工业流程的零碳和低碳再造；建筑交通低碳零碳技术攻关行动，则围绕交通和建筑行业绿色低碳转型目标，以脱碳减排和节能增效为重点，大力推进低碳零碳技术研发与推广应用；负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动，聚焦提升碳捕集利用与封存（CCUS）、绿色碳汇、蓝色碳汇等负碳技术能力，对甲烷、氧化亚氮等非二氧化碳温室气体监测和减量替代技术进行针对性部署；碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动，着力加强国家科技计划对低碳科技创新的系统部署，推动国家绿色低碳创新基地建设和人才培养，提升创新驱动合力和国家创新体系整体效能。

着眼未来，《实施方案》还提到，开展前沿颠覆性低碳技术创新行动。围绕驱动产业变革目标，聚焦基础研究最新突破，加快培育颠覆性技术创新路径，引领实现产业和经济发展

方式的迭代升级；聚焦低碳零碳技术示范行动，形成一批可复制可推广的先进技术引领的节能减碳技术综合解决方案，并开展一批典型低碳技术应用示范，促进低碳技术成果转移转化；碳达峰碳中和管理决策支撑行动，则将加强碳减排监测、核查、核算、评估技术体系研究建议，提出不同产业门类、区域的碳达峰碳中和发展路径和技术支撑体系。

上述负责人还透露，我国将加快完善绿色低碳科技企业孵化服务体系，培育一批低碳科技领军企业，优化绿色低碳领域创新创业生态。持续深化低碳科技创新领域国际合作，构建国际绿色技术创新国际合作网络。

如何确保《实施方案》落地见效？这位负责人表示，科技部将从3个方面具体推进：一是加强机制保障，建立双碳科技创新部际协调机制和国家碳中和科技专家委员会，持续推进科研体制机制改革，释放创新活力，营造适宜碳达峰碳中和科技发展的创新环境；二是加强碳中和技术跟踪监测，重点关注碳中和技术的研发和应用投入，通过科技考核评价机制促进技术优选与迭代；三是加强技术成果的产权保护，推进完善国家科技知识产权相关法律法规建设，推动建立低碳技术侵权行为信息记录并纳入全国公共信用共享平台。（刘垠）

加快建立统一规范的碳排放统计核算体系 以高质量数据支撑“双碳”目标实现

中国环境报　2022.8.23

碳排放统计核算是一项重要的基础性工作，为科学制定国家政策、评估考核工作进展、参与国际谈判履约等提供必要的数据依据。《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》提出要建立统一规范的碳排放统计核算体系。为贯彻落实党中央、国务院部署，近日国家发展改革委、国家统计局、生态环境部印发《关于实施方案》（以下简称《实施方案》），系统部署我国碳排放统计核算体系建设的重点任务。

我国碳排放统计核算工作基础

为满足应对气候变化国际履约要求，支撑实现我国提出的控制温室气体排放行动目标，我国在国家、地区、企业、项目和产品碳排放统计核算层面开展了大量工作，取得了积极成效。

一是定期编制更新温室气体清单，为我国完成各项履约任务提供基本保障。自2000年以来，为做好应对气候变化履约工作，我国初步建立了国家温室气体清单编制的工作体系和技术方法体系。经国务院批准，我国分别于2004、2012、2017和2019年，以中国政府名义向《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）提交了5份国家履约报告，包括1994、2005、2010、2012和2014年国家温室气体清单。最新国家清单涵盖能源活动，工业生产过程，农业活动，土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）以及废弃物处理等5个

领域的温室气体排放和吸收汇情况，涉及二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等6类气体。国家清单编制遵循国际通行规则，符合《公约》相关决议要求，基础参数主要来自官方统计以及专项调研和实测。我国履约报告接受了多次《公约》秘书处组织的国际磋商和分析，清单质量得到国际专家认可。

二是形成碳排放强度指标核算发布机制，为实现国家自主贡献目标提供有力支撑。从“十二五”时期起，我国逐步建立和完善应对气候变化统计指标体系和温室气体排放基础统计制度。根据全国及各省（自治区、直辖市）分品种能源消费量及其相应排放因子开展碳排放强度核算工作，核算结果为编制国家履约报告，开展国家和地方碳排放强度控制目标进展评估、考核、形势分析等工作提供了保障。此外，我国还印发了省级温室气体清单编制指南，对地方开展清单编制培训，先后组织31个省（自治区、直辖市）开展2005、2010、2012和2014年清单编制和清单质量联审工作，目前部分地区已实现连续年度的清单编制。

三是建立重点行业企业碳排放核算报告核查制度，为启动全国碳排放权交易市场奠定坚实基础。陆续发布24个行业企业温室气体排放核算方法与报告指南，其中11个转化成了国家标准，印发和修订了发电设施核算指南，组织开展电力、钢铁、水泥等重点排放行业企业2013—2021年碳排放核算报告工作。先后分12批共备案200个项目碳减排核算方法学，支持了1300多个温室气体自愿减排项目注册。为提高数据质量，上述重点排放行业企业（包括全国碳市场纳入的2000多家火电企业）的碳排放报告以及温室气体自愿减排项目的减排量还经过了第三方机构核查。此外，一些地区和机构发布了产品碳足迹核算的地方标准和团体标准，规范了企业碳足迹核算。

四是初步建立了人才队伍和支撑平台，为我国应对气候变化能力水平提升注入动力。在历次国家清单编制过程中，我国建立了由主管部门和有关研究机构人员构成的国家清单编制工作团队，承担应对气候变化国内履约、清单编制等方面研究和技术支持工作。通过开展多轮地方清单能力建设，先后组织4个年度省级清单编制和联审，培养了一批地方清单编制管理和技术人员。通过组织开展重点排放单位碳排放数据核算报告核查，提升了企业碳核算能力以及配套的核查和监管水平。通过实施《京都议定书》清洁发展机制（CDM）和温室气体自愿减排交易机制，培育了一批专业的减排项目碳核算咨询机构。我国还建立了企业碳排放数据报送系统和国家温室气体清单数据库，用信息化手段支撑碳排放数据的报送、核算、审核以及分析管理。

我国碳排放统计核算工作展望

在国内外新形势下，国内“双碳”目标和其他应对气候变化工作以及《巴黎协定》下强化的透明度框架对碳排放统计核算数据的准确性、及时性、一致性、可比性和透明性等提出更高需求。大型跨国公司从供应链及生命周期角度对产品碳核算产生倒逼效应，原有的碳排放统计核算体系面临多重挑战，亟须坚持问题导向，尽快健全完善。

一是进一步理顺碳排放统计核算的工作机制。《实施方案》明确了“十四五”时期全国

及地方、行业企业、产品碳核算和国家温室气体清单编制等重点任务，提出了夯实统计基础、建立排放因子库、开展方法学研究、加强组织协调、严格数据管理和加强成果应用等具体措施。《实施方案》结合我国已有工作基础，细化了各部门在不同环节的职责分工，有利于强化碳排放统计核算工作的统一领导、发挥部门合力，确保不同层级碳核算数据流通顺畅、结果有机衔接。

二是推动实现国家温室气体清单常态化编制和定期更新。基于我国基础统计数据可获得性，参考发达国家经验，采用与国际接轨方法逐步实现时效性强的国家清单编制，并及时对往年国家清单开展回算，确保具有长时间序列、一致可比的国家清单数据。为满足部门行业碳达峰工作需要，同步探索开展碳达峰部门行业口径的清单编制。基于国家清单编制进展，更新完善省级清单指南，鼓励有条件地区参照国家做法编制省级清单。随着企业和设施排放数据的不断丰富和完善，其在清单中的应用将逐步扩大。与此同时，将同步做好清单同国家和地区碳核算数据的衔接。

三是进一步提升行业企业碳排放数据质量。结合已有行业企业实践经验，统筹兼顾准确性、可操作性以及监管成本等多个维度，制修订企业以及设施温室气体排放核算方法指南标准，逐步建立完善企业温室气体报告制度。不断强化行业企业碳排放数据的日常监管，加强碳排放核查以及第三方审定与核证机构的监督管理，加大对控排企业碳排放数据质量的监督执法力度，对数据造假等行为加大处罚力度，筑牢行业企业碳排放数据质量基石。

四是有序开展重点产品碳排放核算。产品碳核算涉及产品生产上下游，依赖于扎实的行业企业碳核算以及区域清单基础。《实施方案》明确了突出重点、梯次推进的工作节奏，聚焦于重点行业的原材料、半成品和成品，再逐步扩展至其他行业产品和服务类产品。研究制定重点产品碳排放核算方法，推动出台相关标准，指导企业和第三方机构开展产品碳排放核算。在完善产品碳核算基础上，探索建立碳标签制度体系，引导消费者选择低排放产品和服务，倒逼全产业链减排。

五是不断夯实工作基础。我国将进一步完善现有的基础统计制度，包括新增统计指标，细化统计分类，提高有关统计工作时效性。加强我国关键排放源特征参数统计调查和排放因子定期监测，结合全国碳市场企业数据报送，建立我国官方权威的排放因子数据库，为不同层级碳核算提供技术参数，降低碳核算成本并提高核算的准确性。建设全国碳市场一体化管理平台，打破数据孤岛、打通融合现有数据系统、增强业务数据共享，给全国碳市场建设提供有力支撑，提升碳排放数据的日常管理能力和信息化水平。探索卫星遥感等大尺度高精度监测手段的应用，支持开展大气温室气体浓度反演排放量模式等研究。

加快建立统一规范的碳排放统计核算体系，是贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和工作部署，统筹支撑国内“双碳”目标实现和国际履约工作的重要手段。《实施方案》的发布和落实，将有力推动我国碳排放统计核算体系进一步完善，统计基础更加扎实，核算方法更加科学，技术手段更加先进，核算数据更加全面、科学和可靠。（马翠梅 苏明山）

相当于植树近900万棵

首个百万吨级固碳项目投运

科技日报　2022.8.30

中国石化新闻办日前对外发布消息称，我国最大的碳捕集利用与封存全产业链示范基地、国内首个百万吨级CCUS项目——“齐鲁石化－胜利油田百万吨级CCUS项目”正式注气运行。

CCUS是“二氧化碳捕集、利用与封存”的简称。作为应对全球气候变化的关键技术之一，它受到世界各国的高度重视。中国石化集团公司高级专家、胜利油田CCUS项目部经理陈军向科技日报记者表示：“该项目覆盖石油地质储量2500多万吨，共部署73口注入井，预计15年累计注入1000余万吨，增油近300万吨，采收率提高12个百分点以上。”陈军认为，该项目还将为我国大规模开展CCUS项目建设提供更丰富的工程经验和技术数据，促进二氧化碳在更广领域、更深层次的工业利用。

据了解，2021年7月5日，“齐鲁石化－胜利油田百万吨级CCUS项目”正式启动建设。该项目由齐鲁石化二氧化碳捕集、胜利油田二氧化碳驱油与封存两部分组成。目前，齐鲁石化捕集的二氧化碳采用陆上车辆运输方式，送至胜利油田进行驱油封存。根据中国石化的规划，预计到今年年底，齐鲁石化至胜利油田的百公里二氧化碳输送管道投产，届时将在国际上首次实现二氧化碳长距离超临界压力管输，真正做到制、输、用全过程、全密闭。

在驱油与封存部分，胜利油田共规划建设15个注气站，可以实现百万吨年注入能力，相当于植树近900万棵，实现了二氧化碳捕集、驱油与封存一体化应用，把二氧化碳封在地下，把油驱出来，“变废为宝”。

胜利油田多年从事气驱研究的科研人员张传宝告诉科技日报记者，在地下，二氧化碳“无孔不入”地与原油混合互溶加快流动，提高原油产量的同时，实现二氧化碳在地下的封存。

实践数据显示，二氧化碳驱油效率比常规的水驱高40%，一次封存率能达到60%－70%，通过多次再捕集再注入，最终实现百分百封存，对有效提升碳减排能力、搭建“人工碳循环”模式意义重大。

胜利油田自1967年开展二氧化碳驱研究，“二氧化碳高压混相驱”作为核心技术取得矿场应用突破，已在20个区块累计注入二氧化碳64万吨，封存50多万吨，增油10多万吨。

胜利油田还自主研发了液态全密闭高效注入装置，破解了二氧化碳零排放、分压分注、低温计量等“卡脖子”难题。陈军说，这是胜利油田的“独门绝技”，实现了具有完全自主产权的国内首台套系列装备的规模化应用，在国际上处于领先水平。

胜利油田还将聚焦低成本捕集、超临界注入泵等进行攻关，筹备建设国家CCUS技术策

源地，打造全流程标准体系，为我国建成低成本、低能耗、安全可靠的 CCUS 技术体系和产业集群提供蓝本。

胜利石油管理局有限公司执行董事、党委书记，胜利油田分公司代表牛栓文表示，“十四五”期间，胜利油田以 CCUS 为抓手，吸纳区域碳排放，力争到 2025 年，年注入二氧化碳能力达到 300 万吨，在黄河流域生态保护和高质量发展战略中彰显政治担当和绿色担当，争做碳达峰、碳中和的引领者。

据悉，中国石化将加快推进 CCUS 产业化发展，重点部署 CCUS + 风光电、CCUS + 氢能、CCUS + 生物质能等前沿和储备性技术攻关，建成“技术开发—工程示范—产业化”的二氧化碳利用技术创新体系，打造碳减排技术创新策源地。（王延斌 操秀英 庞世乾）

以新发展理念推进碳达峰碳中和

——正确认识和把握碳达峰碳中和（上）

经济日报　2022.8.29

力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是国家统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。实现“双碳”目标任重道远，必须完整准确全面贯彻新发展理念，把国家决策部署落到实处。

一项统筹国内国际两个大局的战略决策

放眼全球，一场空前的经济社会变革已然开启，“双碳”航道上千帆竞发、百舸争流。只有那些真正洞见“双碳”目标下革命性变化和巨大潜力的国家，才能在这个历史进程中行稳致远；只有那些主动顺应碳中和发展趋势，把握绿色低碳转型机遇的弄潮者，才能占得发展先机。

观察工业革命以来的发达国家，它们的二氧化碳排放量都经历了达到历史最高值，然后由增转降的自然过程。基于经济增长不再以增加碳排放为代价，碳达峰被认为是一个经济体绿色低碳转型过程中的标志性事件。

“早日达成碳中和”，始于人们对地球变暖现实的自省与自律，后来成为被各国政府重视的一致性行动。如今，全球承诺碳中和的国家和地区超过了 130 个。

再将目光转向我们自身。进入新发展阶段，在追求更高质量、更有效率、更加公平、更可持续、更为安全的发展路径上，推进“双碳”既是顺天下大势而为，也是自身发展的内在需求。正如国家领导人所强调的，不是别人让我们做，而是我们自己必须要做。

——推进“双碳”，是我国破解资源环境约束突出问题、实现可持续发展的迫切需要。

自然资源是国家发展之基、生态之源、民生之本。改革开放以来，我国取得举世瞩目的增长奇迹，已经成为世界第二大经济体。与此同时，资源环境约束也越来越接近上限。2020

年我国石油和天然气对外依存度分别攀升至73%和43%。铁、铜、镍、钴等战略性矿产品供应长期依赖国际市场；近70%的城市群、90%以上的能源基地、65%的粮食主产区缺水问题突出；对资源不当利用导致环境污染、生态退化。

究其原因，一方面是我国人口众多、资源短缺、环境容量有限；另一方面是传统粗放的增长方式遇到了不可持续的危机。从源头上、从根本上跨过资源环境这道坎儿，走生态优先、绿色发展之路，成为现代化建设的战略抉择。

从长远看，相对于分布极不均衡的化石能源，如果能够构建起以风、光等可再生能源为主的绿色低碳能源体系，就将大大降低国际地缘政治对我国的影响，提高能源安全自主保障水平，对构建能源发展新格局具有战略意义。

——推进“双碳”，是我国顺应技术进步趋势、推动经济结构转型升级的迫切需要。

“双碳”时代，世界经济将摆脱对化石能源的依赖，全球能源版图面临革命性重构。地球上普遍存在的风、光，抹平了各国在自然资源上的差距，未来能源利用的重点将不再是资源争夺，而是技术竞争。

事实上，新一轮产业竞争已经拉开帷幕。欧盟提出2035年前要完成深度脱碳关键技术的产业化研发，美国也计划在氢能、储能和先进核能领域加大研发投入。日本在可再生能源制氢、储存和运输、氢能发电和燃料电池汽车领域都具有优势，其目标是氢能利用的综合系统成本降低到进口液化天然气的水平。竞争远不止此，在全球低碳转型的大潮下，能源、电力、材料、建筑以及生产制造、交通运输等多领域将出现一系列创新成果，催生新产业、新业态、新产品、新服务。机不可失，我国必须迎头赶上，争创新优势。

全球碳中和带来的改变正在发生，低碳化将成为产业链新标准。仅以苹果公司为例，根据该公司2030年实现碳中和的承诺，其原材料获取、零部件生产、芯片制造、产品组装等产业链条上的每一个环节都要实现碳中和，这将倒逼整个产业链形成新标准。当可持续发展成为国际通用语言，我国企业在“走出去”时，只有练好“内功”，才能拿到“通行证”。

——推进“双碳”，是我国满足人民群众日益增长的优美生态环境需求、促进人与自然和谐共生的迫切需要。

从发展的角度看，碳排放与大气污染物高度同根同源，发展绿色低碳能源与经济转型，是从源头上有效减少常规污染物排放。未来，随着末端污染治理的技术潜力收窄，源头减排将对我国2035年乃至2050年重点地区空气环境质量持续提升发挥更大作用。由此，推进“双碳”的行动，也是当前深入打好污染防治攻坚战的着力点。

从自然的角度看，自然生态系统是碳汇的重要来源。推进“双碳”，将进一步深化人与自然生命共同体之间共生联系，通过生态保护修复提升生态系统碳汇能力，将带来生物多样性保护、土壤改善、空气质量净化等多重协同效益，实现高质量发展的“自然向好”及人与自然和谐共生。

——推进“双碳”，是我国主动担当大国责任、推动构建人类命运共同体的迫切需要。

当今世界正面临百年未有之大变局。一个国家、一个民族何去何从，正面临前所未有的考验。实现“双碳”目标，既是我国生态文明建设和经济社会高质量发展的必然选择，也体现了积极促进国际大合作，让人类命运共同体行稳致远的大国担当。

作为应对全球气候变化的重要参与者、贡献者、引领者，我国引领全球应对气候变化谈判进程，积极推动《巴黎协定》的签署、生效、实施，推动构建全球气候治理新体系。承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家所用时间，这意味着我国作为世界上最大的发展中国家，将完成全球最高碳排放强度降幅，用全球历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和，并为实现这一目标付诸行动。以此向世界发出明确信号，那就是气候问题亟待解决，多边主义框架下的全球合作是解决气候问题的关键。

一场广泛而深刻的经济社会变革

实现“双碳”目标是一场广泛而深刻的经济社会变革，面临前所未有的困难挑战，并不是轻轻松松就能够达成的，需要作出艰苦卓绝的努力。

首先，与完成了工业化的发达国家不同，我国工业化、城镇化还在深入推进，经济仍保持着中高速增长，能源消费继续保持刚性增长。其次，发达国家从碳达峰到碳中和，过渡期短的有近 40 年、长的有 70 年，而我国只有 30 年。

挑战更在于，我国经济产业偏重、能源偏煤、效率偏低，多年来形成的高碳路径依赖存在较大惯性。以能源结构为例，化石能源消费占比高达 85% 左右，燃煤发电更是占到全部发电量的 62% 左右。再看产业结构，世界公认的高碳且难减排的行业，包括煤炭、钢铁、石化、水泥等占比过高。我国钢铁产量全球占比超过 50%，水泥产量全球占比接近 60%。即便如此，当前一些地方仍抱有盲目上马“两高”项目的冲动。

发达国家的经历显示，如果不考虑绿能替代效应，那么碳减排曲线与一个国家的产业结构以及城市化率密切相关。一般来说，服务业占比达到 70% 左右，或城市化率达到 80% 左右时，碳排放开始达峰并下降。而我国相较于发达国家表现出来的这两个结构特征还有一段距离。

我国实现“双碳”目标的困难和挑战是不容忽视的。同时也要看到，作为一项具有重大影响的综合决策和战略抉择，它既不是空中楼阁，也不是好高骛远。

我国碳减排取得了明显成效，为实现“双碳”目标积累了经验、奠定了基础。党的十八大以来，在新发展理念指引下，我国坚定不移走生态优先、绿色低碳发展道路，着力推动经济社会发展全面绿色转型，建立健全绿色低碳循环发展经济体系，持续推动产业结构和能源结构调整，启动全国碳市场交易，宣布不再新建境外煤电项目，加快构建了“双碳”政策体系。

我国拥有开发潜力巨大的可再生能源。我国能源禀赋固然可以说是“多煤、缺油、少气”，但丰富的可再生能源不应再被轻视。后者不仅储量巨大，而且成本正在快速下降。目前，我国已经开发的风能、太阳能均不到技术可开发量的十分之一，同时还有可观的生物质

能、地热能、海洋能、固废能源化等。技术进步、规模化经济以及行业竞争，推动过去10年可再生能源发电成本急剧下降。2019年全国光伏发电成本相比2010年降低了82%；陆上风电降低了39%，已经形成对煤电的价格优势，并进入平价上网阶段。

特别是，我国新能源产业已在国际上具有一定优势。历经40年追赶，我国制造能力、研发能力、资金投入能力与市场规模早已今非昔比。以我国风电设备生产为例，在起步阶段的1997年，每千瓦成本高达2500美元，远高于欧美发达国家；2010年，降至700美元左右；2015年以后，进一步减至500美元，约为发达国家的一半。目前，我国光伏产业生产能力和市场规模均居世界第一，并已实现全产业链国产化。

新能源产业优势不仅得益于制造与创新能力，还因为有超大规模国内市场的支撑。2019年我国水能、风能、太阳能发电装机容量占世界比重分别达到30.1%、28.4%和30.9%，2008年至2018年年均增速分别为6.5%、102.6%和39.5%，而同期世界平均增速仅为2.5%、46.7%和19.1%。上述因素有利于在全球形成磁力场效应，聚拢更多的资本和技术，为我国在新一轮产业竞争中换道超车创造条件。

显而易见，相对于发达国家实现碳中和，我国还拥有绿色发展的“后发优势”。我国工业化、城镇化起步较晚，新增的工业产能和城市基础设施需求，可以通过发展绿色产能和绿色基建来实现，避免传统工业化、城镇化带来的“锁定效应”。此外，随着以重化工业较快发展为重要特征的工业化接近尾声，诸如前些年开始，钢铁水泥等行业大都出现了产能过剩迹象，传统制造业碳排放将陆续达峰并转入平台期，而先进制造业和现代服务业的比重将持续提升，新一代信息技术和绿色低碳技术应用日益广泛并向各产业领域渗透，将带来巨大的绿色低碳转型收益。

实现“双碳”目标，是我国经济社会发展到一定程度后的内在要求。当然，在这样广泛而深远的绿色转型中，一定要掌握好节奏，不能引起能源短缺危机，也要将能源价格保持在相对低廉的水平，既给百姓生活带来真真切切的便利，又使我国制造业继续在世界上保持足够竞争力。

一场跨度将长达40年的硬战持久战

实现“双碳”目标，是多重目标、多重约束的经济社会系统性变革。应坚持系统思维，处理好发展和减排、降碳和安全、整体和局部、短期和中长期、立和破、政府和市场、国内和国际等多方面多维度关系。它既是一场跨度将长达40年的硬战、持久战，也是我们党在实现第二个百年奋斗目标历史进程中的一场治国理政能力大考。

实现“双碳”目标，尤其要发挥我国集中力量办大事的制度优势。国家成立碳达峰碳中和工作领导小组，出台的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》，构成碳达峰、碳中和两个阶段的顶层设计，成为“1+N”政策体系中的“1”，其他包括能源、工业、交通运输、城乡建设等分领域分行业实施方案，以及科技支撑、能源保障、碳汇能力、财政金融价格政策、标准计量体系、督察考核

等保障方案都在推进之中。按照全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险的原则，各项工作有序展开。

加强统筹协调为首要之义。碳达峰碳中和是一个整体概念，不可能由一个地区、一个单位“单打独斗”，必须坚持“全国一盘棋”。要把“双碳”工作纳入生态文明建设整体布局和经济社会发展全局，推动国家决策部署落实到位。从我国现阶段国情出发，坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进，扎实推进“碳达峰十大行动”，因地制宜，上下联动，汇聚起地方、行业、企业和社会公众的强大合力。

推动能源革命是主阵地。立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，传统能源逐步退出必须建立在新能源安全可靠的替代基础上，不能盲目追求“去煤化”。应加快建设大型风光电基地、新能源供给消纳体系；坚决控制化石能源消费，尤其是严格合理控制煤炭消费增长；夯实国内能源生产基础，把促进新能源和清洁能源发展放在更加突出的位置，探索能源生产和消费新模式；推进新旧能源有序替代，不断提高能源自给率，增强能源供应稳定性、安全性、可持续性。

抓住机遇推进产业优化升级。推动经济增长低碳化，实现绿色发展，是我们必须迈过去的坎儿。在这方面，既要不断做大增量，也要逐步优化存量。做大增量，要推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信（5G）等新兴技术与绿色低碳产业深度融合，通过发展战略性新兴产业，建设绿色制造体系和服务体系，提高绿色低碳产业在经济总量中的比重。优化存量，要下大气力推动钢铁、有色、石化、化工、建材等传统产业优化升级，加快工业领域低碳工艺革新和数字化转型。加大垃圾资源化利用力度，大力发展循环经济，减少能源资源浪费。

加快绿色低碳科技革命。“技术为王”，是推进“双碳”的鲜明特征。谁在科技创新上走在前面，谁就将占得发展先机。要更好发挥体制优势，狠抓绿色低碳技术攻关，加快先进适用技术研发和推广应用。加强创新能力建设，建立完善绿色低碳技术评估、交易体系，加快创新成果转化。创新人才培养模式，鼓励高等学校加快相关学科建设，让绿色低碳发展人才充分涌流。

强化制度创新和系统集成，完善绿色低碳政策体系。推进“双碳”离不开政策保障。破除制约绿色低碳发展的机制障碍，进一步完善能耗“双控”制度。健全“双碳”标准，构建统一规范的碳排放统计核算体系，尽快补齐基础短板，推动能源“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。健全法律法规，完善财税、价格、投资、金融政策，加大对绿色低碳产品、技术等支持。充分发挥市场机制作用，引导各类资源要素向绿色低碳发展集聚。

积极参与和引领全球气候治理。应对气候变化不是哪一个国家哪一个地区的义务，是国际大家庭所有成员共同的责任。我国要及时主动把握当前全球应对气候变化领域科技发展机遇期，在开放中积极开展国际科技创新合作。促进我国低碳技术发展及在全球范围广泛应用，提升在世界科技治理体系的软实力、话语权，为我国可持续发展、参与全球生态治理等

提供有力支撑。

“非知之难，行之惟难；非行之难，终之斯难”。面对实现“双碳”目标这一世纪大考，各级干部要牢固树立新发展理念，增强应对气候变化意识，提高抓绿色低碳发展的本领，全力推进碳达峰碳中和各项工作，为推动高质量发展、建设人与自然和谐共生的现代化作出更大贡献。

五个重大理论和实践问题深度探析

在“双碳”变局中开新局

——正确认识和把握碳达峰碳中和（中）

经济日报　2022.8.30

实现“双碳”目标是一场广泛而深刻的变革。推进这项多维、立体、系统的工程，必须完整、准确、全面贯彻新发展理念，掌握科学的工作方法，切实提高驾驭局面、解决问题、推动发展的能力。我们要按照党中央决策部署，提高战略思维能力，把系统观念贯穿“双碳”工作全过程，注重处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场等几对重大关系，有力有序推动重塑我国经济结构、能源结构，转变生产方式、生活方式。

在绿色转型中实现更大发展

如何处理好发展和减排的关系？习近平总书记指出，减排不是减生产力，也不是不排放，而是要走生态优先、绿色低碳发展道路，在经济发展中促进绿色转型、在绿色转型中实现更大发展。

发展是解决我国一切问题的基础和关键。应对全球气候变化问题源于发展，也只有在更好发展中得到解决。碳达峰碳中和，表面上是气候和环境问题，实则是发展模式转型的问题。

如果仍然按照传统的以“高投入、高消耗、高排放”为特征的粗放增长模式，不计代价继续大干快上，那么实现“双碳”目标要求无疑会阻碍经济增长；如果是在绿色转型模式下，那么发展内涵、资源条件、商业模式、企业组织模式和体制机制都会相应变化，推进“双碳”和经济增长之间就是相互促进的关系。

有句话说得好：沿着旧地图，找不到新大陆。当前，我们正处在新旧模式转型期，思想认识也要与时俱进。若以发展的老套路看“双碳”，看到的就是挑战和阻力，行动上只会停滞不前；若以发展的新思路看“双碳”，看到的就是机遇和动力，干工作愈加积极主动。

中国社会科学院生态文明研究所所长张永生认为，“双碳”和经济增长的关系，本质是环境和增长之间的关系。在理论上，过去一直认为二者是倒 U 形曲线关系，即经济增长过程中会牺牲环境，当经济发展到一定水平，有能力负担治理环境的成本，就可以改善环境。

而在碳排放的维度，现在 130 多个国家和地区承诺碳中和，其中 70% 以上为发展中国家。这意味着，随着新能源快速发展，经济发展可以在低碳状态下起飞。

在环境与发展的关系问题上，我国早就摆脱了“先污染、后治理”的传统观念束缚，即从过去的发展与环境保护相互冲突，到后来相互兼容，再到提出“绿水青山就是金山银山”等新理念。党的十八大以来，在新发展理念指引下，我国实现了生态环境保护与经济发展协同共进。事实证明，走生态优先、绿色发展的道路，并没有影响经济增长，反而创造了大量新的增长机会，提高了经济发展质量。

数据显示，与 2005 年相比，2019 年我国单位国内生产总值二氧化碳排放下降 48.1%，相当于减少二氧化碳排放约 56.2 亿吨，相应减少二氧化硫排放约 1192 万吨、氮氧化物排放约 1130 万吨。同期，我国 GDP 增长超 4 倍，实现 95% 的贫困人口脱贫，第三产业占比从 41.3% 增长到 53.9%，煤炭消费比重从 72.4% 下降到 57.7%，非化石能源占一次能源比重从 7.4% 提高到 15.3%，居民平均寿命由 72.9 岁提高到 77.3 岁。

再以新能源汽车为例，可以更清楚理解“双碳”和经济增长之间的关系。2021 年，我国新能源汽车销量超过 350 万辆，同比增长约 1.6 倍。正是因为新能源汽车井喷式增长，我国汽车产销结束了 2018 年以来连续三年下降的局面。新能源车背后是庞大的基础设施和产业体系，会成为新的重要经济增长点。由此可见，如果没有新能源汽车，传统汽车产业就是负增长；有了新能源汽车，汽车就成为拉动中国经济增长的新引擎。这一行业快速发展的背后，正是“双碳”目标的驱动。

历史地看，当前我国仍处在工业化、新型城镇化快速发展的阶段，产业结构偏重，能源结构偏煤，时间窗口偏紧，技术储备不足，实现碳达峰碳中和的任务相当艰巨。推进碳达峰碳中和，必须坚持实事求是、一切从实际出发，尊重规律、把握节奏。要强化底线思维，坚持先立后破，处理好减污降碳和能源安全、产业链供应链安全、粮食安全和群众正常生活的关系，有效应对绿色低碳转型过程中可能伴生的经济、金融、社会风险，防止过度反应，确保安全降碳。

下好全国一盘棋

如何处理好整体和局部的关系？习近平总书记指出，既要增强全国一盘棋意识，加强政策措施的衔接协调，确保形成合力；又要充分考虑区域资源分布和产业分工的客观现实，研究确定各地产业结构调整方向和“双碳”行动方案，不搞齐步走、“一刀切”。

推进碳达峰碳中和，牵一发而动全身，贯穿经济社会发展全过程和各方面，需要地方、行业、企业和社会公众的共同参与和努力。我们必须深入贯彻中央决策部署，统一意志坚定信心，集思广益众志成城，下好全国一盘棋。

一方面，坚持目标引领，强化工作的整体性、系统性、协同性。

从国际承诺上讲，我国提出的“双碳”目标，是一个整体性目标，不是国内某个地区、领域、行业的个体性目标；从谋划部署讲，“双碳”是一项系统工程，要强化顶层设计，注

重政策协同，不能各行其是、单打独斗；从推进实施讲，要坚持党中央集中统一领导，总揽全局、协调各方，发挥制度优势，集中力量办大事。

另一方面，基层实践不能生搬硬套文件，必须创造性开展工作。

推进“双碳”要坚持一切从实际出发，实事求是，分类施策，因地制宜，精准发力。基于客观情况和基本规律，不同地区、不同产业、不同领域实现“双碳”目标不可能整齐划一，政策措施也应避免“一刀切”。

具体来说，碳排放已经基本稳定的地区要巩固减排成果，在率先实现碳达峰的基础上进一步降低碳排放。产业结构较轻、能源结构较优的地区要坚持绿色低碳发展，力争率先实现碳达峰。产业结构偏重、能源结构偏煤的地区和资源型地区要把节能降碳摆在突出位置，大力优化调整产业结构和能源结构，逐步实现碳排放增长与经济增长脱钩，力争与全国同步实现碳达峰。

下好全国一盘棋，既要在战略上布好局，又要在关键处落好子。推进“双碳”，各部门各地方须心怀“国之大者”，敢担当善作为，努力在系统变革性中找到最优解，谋求整体效益最大化。

正如习近平总书记强调的，“‘双碳’目标是全国来看的，哪里减，哪里清零，哪里还能保留，甚至哪里要作为保能源的措施还要增加，都要从全国角度来衡量”。

高耗能产业发展现已成为“双碳”目标下的焦点问题，既不能一关了之，也不能听之任之。“坚决遏制‘两高’项目盲目发展，并不是要遏制其优化调整，应做到总量控制下的科学布局。”中国有色金属工业协会会长葛红林提出，要尽快优化高耗能产业的跨区域布局，做到全国一盘棋。加快先进产能对落后产能的淘汰，将项目配置到清洁能源占比较高的地区，提高清洁化、集约化、现代化水平。

事实上，跳出“一亩三分地”思维，推进各区域要素禀赋深度融合，优化生产力布局大有可为。东部及中部地区经济相对发达，能耗总量大，但可再生能源资源不足，土地资源日趋紧张。这些地区在承接西电的同时，把一些高耗能产业有序转移到西部地区，将扩大西部可再生能源电力的就地消纳能力。只要因势利导，理顺体制机制，东中西部地区低碳协同发展的优势就能发挥出来。

试点先行、以点带面，也是推进“双碳”工作的重要方法。从 2010 年 7 月开始，有关部门先后启动三批低碳城市试点工作，探索减排与发展双赢的模式。实践表明，试点城市低碳发展成效高于非试点地区，而且越早开展低碳试点的城市减排效果越好。支持有条件的地方和重点行业、重点企业积极探索，形成一批可复制、可推广的有效模式，将为我国如期实现“双碳”目标提供有益经验。

积小胜为大胜

如何处理好短期目标和长远目标的关系？习近平总书记强调，既要立足当下，一步一个脚印解决具体问题，积小胜为大胜；又要放眼长远，克服急功近利、急于求成的思想，把握

好降碳的节奏和力度，实事求是、循序渐进、持续发力。

前一段时间，各地积极推进“双碳”工作，但在实践中也存在着一些误区。有冒进的，脱离实际搞“运动式减碳”，把长期目标短期化，系统目标碎片化，对正常生产生活形成冲击；有走偏的，把碳达峰当成“攀高峰”，盲目上马“两高”项目，给未来发展留后患；还有跟风的，空喊口号，炒作概念，乱贴标签，热衷做表面文章。这些变形走样的做法，暴露了不善为、乱作为的问题，反映出一些人对于“双碳”认识还不到位，工作还不适应，心理上甚至存在着某种焦虑和恐慌。

实现碳达峰碳中和，有着内在逻辑。碳达峰是碳中和的基础和前提，碳中和是碳达峰的紧约束。碳达峰的时间和峰值水平直接影响碳中和实现的时间和难度：达峰时间越早，减排压力就会越小；峰值越高，实现碳中和难度就越大。我国采用的是削峰发展模式，而非“碳冲锋”模式，旨在尽量压低峰位，为实现碳中和创造更好条件。

我国推进“双碳”，将完成碳排放强度全球最大降幅，用历史上最短的时间从碳排放峰值实现碳中和。实现“双碳”目标的紧迫性和艰巨性，要求我们必须统筹近与远、把握时度效，切实把短期和中长期的时序关系统一于如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标。打好这场持久战，既要坚定战略定力，又要讲究战略战术，以长远规划引领阶段性任务，以战术目标的实现支撑战略目标的达成。

一方面，求真务实，把握规律，注重实效。马拉松不能跑成百米赛，不能以短期思维看待中长期目标任务。比如，实现“双碳”目标，要求我国非化石能源消费比重需从目前的不足16%提升到2060年的80%以上。问题的核心是化石能源如何平稳退出，保证退出时不造成过大的经济损失。若急功近利，搞短期行为，只会事与愿违。要在近40年的进程中细化出阶段目标，持续用力。按照中央部署，“十四五”“十五五”时期，非化石能源消费比重分别提升至20%左右、25%左右；到2060年，全面建立绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到80%以上。再比如，一些关键技术也需要设定窗口期，明确技术的发展方向，有的放矢地开展攻关。有了“时间表”和“路线图”，只要保持战略耐心，把握节奏，通过以时间换空间，终归能将大挑战变成小问题，实现预期目标。

另一方面，千里之行，始于足下。要咬定青山不放松，立足当前，把该干的事、能干的事干好。实现碳达峰，“十四五”时期是关键。各方面应全力做好谋篇布局、夯基垒台的工作，为迎接拐点、开创新局做好准备。按照中央部署，扎实开展“碳达峰十大行动”，重点行业、重点领域须迎难而上，奋力攻坚，为实现削峰发展作出应有贡献。同时，积极主动适应碳中和长期愿景对经济社会带来的全方位、深层次变革和影响。从长计议、科学谋划，加快转方式、调结构，严防高碳路径锁定，推进高质量绿色发展。

我国推进“双碳”，没有现成的模板和经验可以套用，只有坚持问题导向和目标导向，拿出逢山开路、遇水搭桥的劲头，在边干边学、开拓创新中走向未来。加强理论与实践互

动，逐步总结经验教训，找到规律，完善做法，在动态调整中不断扩大战果。

一张蓝图绘到底，一棒接着一棒干。“关键少数”尤其要树立正确的政绩观、价值观，以功成不必在我、功成必定有我的胸怀，接续奋斗推进“双碳”，为推动高质量发展、实现人与自然和谐共生开辟出一条新路来。

有为政府和有效市场相结合

如何处理好政府和市场的关系？习近平总书记指出，要坚持两手发力，推动有为政府和有效市场更好结合，建立健全“双碳”工作激励约束机制。

实现“双碳”目标既需要进行顶层设计、战略引领，又需要上下联动、多方协作，更需要建立科学完善的治理体系，构建完善的管理体制、市场机制、政策支持、创新环境、社会氛围，推动全国实现共同目标。

首先，充分发挥市场配置资源的决定性作用，引导各类资源、要素向绿色低碳发展集聚，用好碳交易、绿色金融等市场机制，激发各类市场主体绿色低碳转型的内生动力和创新活力。

全国碳排放权交易市场自 2021 年 7 月启动以来，纳入发电行业重点排放单位逾 2000 家，覆盖企业的碳排放量逾 40 亿吨，是全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。总体上看，碳市场运行健康有序，交易价格稳中有升，促进企业减排温室气体和加快绿色低碳转型的作用初步显现。

碳市场是将减排责任压实到企业的一项制度安排。尽管纳入到碳市场的重点排放企业增加了碳排放的政策约束和减排成本，但碳市场也通过交易机制提供更灵活的工具，帮助企业以更低成本履约。可以说，碳市场给企业带来的不仅是约束，更有激励。按照中央部署，将进一步推进碳排放权交易、用能权交易等建设，发挥好市场机制作用。

其次，切实发挥政府作用，加快建章立制，做好预期引导和基础工作，有序推动经济社会发展全面绿色转型。

要加快建立促进绿色低碳发展的制度体系和政策体系，打好包括法律、规划、规则、标准、宣教在内的组合拳，强化统筹协调和督察考核，做好任务分解与落实情况的督察考核。

注意发挥好经济政策的“杠杆”作用。比如，在落实环境保护、节能节水、新能源和清洁能源车船税收优惠时，通过税收调节抑制不合理需求，研究以碳税方式约束高排放行为。以及政府加大绿色低碳产品采购力度，鼓励地方开展绿色智能家电下乡和以旧换新，促进绿色低碳消费等。

与此同时，要深化能源和相关领域改革，敢于打破利益藩篱，大力破除制约绿色低碳发展的体制机制障碍。推动完善电价和电力调度交易机制，推进电力市场化交易，不断完善符合新型电力系统运行的配套机制和市场模式。

再次，政府和市场各有分工、各有擅长，要协调配合、协同发力，通过“两手并用”发挥出最大效能。

十几年前，我国以可再生能源促进法为依据，推动光伏发电、风力发电、储能技术、电动汽车等产业的迭代进步，现已收到显著成效。以光伏发电为例，10 年前尚需对上网电价提供高额补贴，现在已经可以竞争平价上网。实践表明，按照政府引导、市场主导原则，有关方面积极助力新兴产业发展卓有成效，但财政补贴须把握好时度效，企业发展终归要靠自身的造血机能。

根据国内外主流机构的测算，“碳达峰、碳中和”需要的资金投入规模介于 150 万亿元至 300 万亿元之间，相当于年均投资 3.75 万亿元至 7.5 万亿元。满足巨量资金需求，必须进行市场运作，发动社会力量广泛参与。应充分发挥政府投资引导作用，积极发展绿色金融，构建与碳达峰、碳中和相适应的投融资体系。

实现“双碳”目标有赖于创新驱动，技术进步能够有效降低绿色溢价，稳中有进促转型。与国际先进水平相比，我国绿色低碳技术整体仍处于“跟跑”状态，绿色低碳重大战略技术储备不足。我们必须充分发挥集中力量办大事的制度优势，构建新型举国体制，强化科技和制度创新，加快绿色低碳科技革命，提前布局低碳零碳负碳重大关键技术，把核心技术牢牢掌握在自己手中。

全国首个零碳未来城发展规划获批

中国电力报　2022.8.30

本报讯（孙浩）近日，中国核工业集团有限公司秦山核电有限公司与浙江省嘉兴市海盐县共同谋划的《零碳未来城发展规划》获浙江省发展改革委正式批复，标志着国内首个依托核能综合利用打造的零碳高质量发展示范区规划正式亮相浙江。

被誉为“国之光荣”的秦山核电是中国大陆第一座核电基地，1985 年开工建设，1991 年并网发电，是我国核电机组数量最多、堆型最丰富的核电基地。如今，海盐依托秦山核电安全稳定运行及当地良好的公众沟通基础，先行先试，谱写“国之光荣”崭新篇章。

笔者获悉，零碳未来城由海盐与秦山核电共同建设，重点开发面积约 30 平方千米。规划建设北部零碳产业区、南部未来科教区和核电小镇升级版，打造一个零碳引领力强、发展带动力强、彰显城市魅力的未来之城。

零碳未来城将充分发挥核能安全、高效、清洁的特点，推动核能综合利用，建立零碳综合能源供应平台，向周边区域供应电、热、冷、氢、压缩空气等，大力培育核电关联、高端装备制造、同位素生产应用产业链以及数字经济产业集群，形成生产、生活、生态有机融合，全域零碳的未来城市新空间。

预计到 2025 年，重要项目基本建成，同位素产业园建成投产，清洁能源产业初具规模，核能供热示范项目投入使用，能源和交通网架基本成型，企地共融和开发机制不断完善，初步建成零碳未来城；到 2030 年，进一步做大做强，建成高质量的零碳未来城，逐步将零碳能源供应范围扩大至高铁新城、海盐县全域，打造零碳海盐。积极谋划新的清洁能源项目，

扩大同位素（核药、医院康养）、清洁能源产业链推动产业升级；到2035年，形成零碳社区、零碳产业园、零碳城市等系列零碳示范，力争一定的碳汇余量（负碳排放），成为具有全球影响力的零碳、创新、智慧的新城。

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

发现畜禽粪污净化与利用新机制

中国科学报　2022.8.4

本报讯（记者李晨）近日，农业农村部沼气科学研究所畜禽粪污处理与资源化利用创新团队对沼液藻菌共生净化系统中生物絮凝的发生机制进行了解析，发现了一种新的藻菌之间的信号交流机制，为畜禽养殖污水处理与资源化利用、固碳减污奠定了基础。相关研究成果发表于《环境科学与技术》。

据该团队研究员王文国介绍，藻菌共生净化是一种将污水处理与资源化利用相结合的技术，兼具固碳减污双重效果。在一些藻菌共生系统中可以形成生物絮凝体，实现微藻的沉降、收集，降低污水处理和微藻养殖的成本。

研究团队前期构建了畜禽粪污沼液的藻菌共生净化系统，获得了稳定的生物絮凝体系。

研究发现，来自活性污泥菌群的革兰氏阴性细菌分泌的群体感应信号分子（高丝氨酸内酯）介导了藻菌之间的细胞交流，诱导微藻细胞产生芳香族蛋白，从而促进藻菌絮凝颗粒的形成，提升系统的絮凝效率。革兰氏阴性细菌分泌的群体感应信号分子（C12－HSL）是诱导微藻细胞合成并分泌芳香族蛋白的关键。

进一步研究发现，通过添加群体感应抑制剂（香草醛）有效阻断了上述群体感应信号分子C12－HSL对微藻细胞的诱导作用，导致芳香族蛋白合成抑制、絮凝效果变差。而香草醛是通过与信号分子竞争细胞膜上的识别位点，从而抑制细菌的群体感应现象。这说明微藻的细胞膜上也存在类似的位点用于识别细菌分泌的C12－HSL，调控自身芳香族蛋白的合成，从而促进生物絮凝的形成。

垃圾填埋场是甲烷“超级排放者”

参考消息　2022.8.12

【美联社印度班加罗尔8月10日电】题：卫星数据显示，垃圾填埋场是甲烷“超级排放者”

一项研究显示，垃圾填埋场降解垃圾时向大气中释放的温室气体甲烷比之前认为的要多。

科学家分析了全球4座城市——印度的德里和孟买、巴基斯坦的拉合尔和阿根廷的布宜诺斯艾利斯——的卫星数据，结果发现，2018年和2019年垃圾填埋场的排放量是此前估计

水平的1.4至2.6倍。

这项研究旨在帮助各地政府出台有针对性的措施，通过确定重要的特定地点来限制全球变暖。

当食物、木头或纸等有机废物分解时，会向空气中排放甲烷。垃圾填埋场是全球甲烷排放的第三大来源，仅次于石油和天然气系统以及农业。

虽然甲烷仅占温室气体排放的约11%，且在空气中存续时间相对较短，约为12年，但它在大气中聚集的热量是二氧化碳的80倍。科学家估计，当今全球变暖至少有25%是由人类活动产生的甲烷导致的。

该研究论文的主要作者、荷兰太空研究所大气科学家约安内斯·马萨克斯说："这是首次利用高分辨率卫星图像来观测垃圾填埋场并计算它们的甲烷排放量。"

他说："我们发现，虽然这些垃圾填埋场相对于城市规模来说比较小，在特定区域的总排放量中却占了很大一部分。"

利用卫星数据来探测排放仍是一个相对较新的领域，但它正被越来越多地用于观测世界各地的气体。这意味着，更多的独立机构正在追踪温室气体并识别大型排放者，而以前各地政府的数据是唯一可用的信息来源。

未参与该研究的英国伦敦大学皇家霍洛韦学院的地球科学家尤安·内斯比特说："这项新研究表明，更好地管理垃圾填埋场是多么重要，尤其是在印度这样的国家，那里的垃圾填埋场经常着火，排放出大量有害的污染物。"

今年早些时候，新德里一处垃圾填埋场起火，导致浓烟在城市上空弥漫数天。

内斯比特还说，新的卫星技术，加上地面测量工作，使得研究人员更容易确定污染情况。

在去年的联合国气候大会上，100多个国家承诺到2030年让甲烷排放量比2020年的水平减少30%。

广州开展危险废物收集试点

广州日报　2022.8.12

广州日报讯（全媒体记者杜娟 通讯员穗环宣）近日，广州市生态环境局结合"无废城市"建设试点工作推进，印发实施《广州市危险废物收集试点工作方案》（下称《方案》）。其中提出，到2023年底，全市危险废物收集转运体系基本建立，实现小微企业和社会源危险废物收集、贮存、运输、处置全过程规范化管理，助推广州市"无废城市"建设试点工作。

拟新增集中收集单位9个

2021年，广州市危险废物产生量为72万多吨，主要来源于黄埔区、南沙区、增城区、白云区、番禺区、花都区、从化区7个区域，约占全市危险废物产生量99%。根据《方

案》，危险废物收集试点单位布点以上述 7 个区为主，越秀、海珠、荔湾、天河 4 个中心城区暂不设置危险废物集中收集点。

《方案》通盘考虑全市危险废物产生量、区域分布特征、现有收集能力等情况，完善危险废物集中收集点位布局，进一步提升危险废物收集能力建设，解决小微企业危险废物收集处置难题。

目前，广州市共有危险废物综合收集单位 5 家，具备收集能力 31.48 万吨/年；另有废矿物油收集单位 6 家，具备收集能力 8.05 万吨/年，危险废物利用处置单位 11 家，具备收集、利用处置能力 59.08 万吨/年。

为进一步增强广州市危险废物收集能力，解决小微企业和社会源危险废物出路难题，根据广州市危险废物产生情况及已有收集单位建设情况，拟新增集中收集单位 9 个，新增集中收集能力 32.5 万吨/年，预计 2023 年底前，全市危险废物集中收集单位达到 20 家，总收集能力 72.03 万吨/年，危险废物产生和收集比例达到 1：1，实现产收基本平衡。

安全回收处置废铅蓄电池

《方案》明确生活源废铅蓄电池环境管理要求，规定“收集个人、家庭等生活源产生的废铅蓄电池时，转移至集中贮存点前的收集环节豁免管理，应按要求做好相关台账记录和交接记录，无需运行危险废物转移联单”，切实解决生活源废铅蓄电池收集过程管理难题，有效推动废铅蓄电池安全回收处置，维护全市生态环境安全。

《方案》提供了除医疗废物之外全市各类危险废物产生情况，结合现有收集能力分析存在的缺口，引导拟参与试点单位理性建设危险废物收集设施，避免产能过剩和过度竞争。

接下来，广州市将以国家和省危险废物环境管理有关要求为指引，着眼于解决实际问题，持续跟踪《方案》实施情况，定期评估试点单位运营情况与《方案》实施成效，总结试点工作经验，为进一步强化全市危险废物环境管理奠定基础，助力“无废城市”建设工作推进。（杜娟）

德研究显示海洋的固碳能力被低估

中国自然资源报　2022.8.12

【德国盖斯哈赫特亥姆霍兹材料和海岸研究中心官网 8 月 3 日消息】现有研究认为，海洋中的浮游植物不会自发移动，只能随水流“被动”移动。但根据德国盖斯哈赫特亥姆霍兹材料和海岸研究中心牵头开发的新模型，浮游植物可主动在海水深层和海水表层间来回迁移。尽管它们每天只游动或浮动几米，但能够利用在海水表层通过光合作用吸收碳产生的“能量储备”到达约 10 米～80 米的深度，并在那里吸收营养物质后，再次向海水表层移动，相当于一个活跃的碳泵。如果这一结论得到证实，则证明以前低估了海洋的固碳能力。该研究已发表在《自然·气候变化》上。

上海首个“零能耗建筑”将建成

2022.8.

据《解放日报》8月10日报道，8月底，上海市首个零能耗建筑试点上海璀璨城市综合楼将建成交付。

该建筑位于浦东新区顾唐路，长相平平却内有乾坤。这座五层办公楼的能源补充主要依靠光伏屋顶和一处光伏幕墙，使用的技术包括外墙屋面保温、节能门窗、可调节遮阳设施，高效机电系统等。“根据项目前期测算，这座建筑每平方米用电约为26度，发电量约每平方米33度，未来可实现能耗自给自足，而同类型传统建筑每平方米用电在70度到80度。”超低能耗建筑评审专家马素贞说。

根据马素贞的介绍，这幢“零能耗建筑”的建设思路是，先降低自身用能需求，能耗水平会比国家节能设计标准降低至少60%，然后充分利用太阳能、光伏系统等可再生能源，减少使用期间的能耗。

除了硬件设施，这座办公楼还有一个“智慧大脑”——零碳综合监测管理平台。投用后，平台将实时收集展示照明、空调、电梯等用能情况，方便运营人员根据收集到的数据，进行决策分析和优化改造。

澳研究人员开发出两项垃圾回收新技术

中国科学报　2022.8.17

据新华社电 澳大利亚联邦科学与工业研究组织8月16日发布公报说，在澳“全国科学周”期间该机构展示了由澳研究人员开发的两项垃圾回收新技术。

据介绍，悉尼科技大学等机构研究人员开发出了“智能垃圾桶”技术，它综合运用物联网、传感、机器人、人工智能和红外光谱等技术，实现对塑料、金属和玻璃的自动分类，还能对特定类型的塑料进行再分类。目前，研究人员正探讨将“智能垃圾桶”技术市场化，认为它具备易使用等特点，可用于购物中心、学校、机场等场所，将有助于提高垃圾回收率。

公报说，以澳大利亚人口第一大州新南威尔士州为例，该州每年产生塑料垃圾80万吨，其中仅有10%被回收，其余进入了垃圾填埋场。为解决塑料垃圾问题，澳联邦科学与工业研究组织已发起“结束塑料垃圾任务”，目标是到2030年将进入澳大利亚环境中的塑料垃圾减少80%。

另一项新技术是澳当地小企业使用回收来的玻璃、报纸和聚苯乙烯等材料，制成可用于商业建筑的材料块。据介绍，回收材料大部分来自“在线垃圾交换市场”，这种回收再利用不仅有助于节约自然资源，也能减少垃圾填埋。（岳东兴）

广东将实施五大重点行动治理塑料污染

到2025年，白色污染得到有效遏制

中国环境报　2022.8.17

本报见习记者郑秀亮广州报道 电商快件基本实现不再二次包装，可循环快递包装保有量达到200万个……近日，广东省发展和改革委员会、省生态环境厅联合印发《广东省塑料污染治理行动方案（2022—2025年）》（以下简称《行动方案》），进一步增强全省塑料污染全链条治理能力，并对塑料污染治理工作提出明确目标。

《行动方案》提出，到2025年，全省塑料污染治理机制运行更加有效，地方、部门和企业责任有效落实，塑料制品生产、流通、使用、回收、处置全链条治理成效更加显著，白色污染得到有效遏制。全省生活垃圾焚烧处理总能力达到13万吨/日左右，焚烧能力占比达到80%以上，塑料垃圾直接填埋量大幅减少；全省农膜回收率达到85%以上，地膜残留量实现零增长。

《行动方案》聚焦重点环节、重点领域、重点区域，从塑料制品生产、流通、消费、回收利用、末端处置全链条综合施策，提出了塑料生产使用源头减量行动、塑料替代产品推广使用行动等五大行动，共计24条具体举措。

在塑料生产使用源头减量行动方面，包括推行塑料制品绿色设计、加强部分涉塑产品生产监管、推进一次性塑料制品使用减量、强化快递包装绿色治理、落实绿色产品认证制度、发挥公共机构表率作用等6项举措。

在塑料废弃物规范回收处置行动方面，包括合理布局收集与转运设施、提升交通运输领域规范化回收水平、加大新兴领域塑料废弃物规范回收力度等7项举措。

塑料垃圾经简单化学反应“变废为宝”

科技日报　2022.8.22

科技日报讯（记者刘霞） 美国弗吉尼亚理工大学科学家在最新一期《美国国家科学院院报》上刊文称，他们找到了一种方法，可以用紫外线做能源、氯化铝作催化剂，将塑料垃圾聚苯乙烯转化为更有价值的产品，用来制造香料和药物等。他们新研制出的工艺不仅节能，也适用于其他塑料，有助于减少垃圾污染，保护环境。

研究人员表示，目前世界上只有不到10%的聚苯乙烯被回收。聚苯乙烯本身价值比较低，分解成本高，废料的运输成本也高，许多国家根本不回收，因为没有经济激励措施。由聚苯乙烯制成的保护性包装和食品容器被丢弃后不会自然分解，它们经常通过河流入海，有些也被焚烧，释放出有毒化学物质。

在本研究中，团队使用紫外线作为能源，用氯化铝作为催化剂来分解聚苯乙烯的化学结构，然后再使用相同的催化剂，并加入二氯甲烷（一种通常用作溶剂的透明液体），生成二

苯基甲烷。二苯基甲烷是一种常用于香料和药物的化学物质，其价值是聚苯乙烯本身的 10 倍。

研究团队指出，最新反应在常温和常压下进行，与现有聚苯乙烯回收方法相比，所需能量更少。经济分析表明，该流程易于采用，如大规模开展，有可能盈利。此外，最新反应不需要严苛的条件、昂贵的催化剂或奇特的反应，使用的材料都非常容易获得。

研究人员还指出，他们的新工艺也适用于几乎所有其他塑料，有助于将最大的环境威胁之一转变为可持续的循环经济。

英国伯明翰大学的布沙拉·艾－杜瑞则表示，虽然最新方法比现有的回收方法更具成本效益，但缺点是随着规模的扩大，可能需要更多时间。此外，该工艺还使用了一些对环境不友好的溶剂，这可能会妨碍其大规模展开。

“废油”变“新油”循环再利用

——方天公司自研净化再生滤油机填补国内技术空白

中国电力报电网周刊　2022.8.10

7 月 29 日，在国信高邮电厂汽轮机润滑油油箱旁，润滑油正经过一台绿色移动式设备循环净化，深棕色的液体逐渐变为澄清的淡黄色。“一周的时间，这 3 吨原本需要更换的废油理化性能都恢复到了运行标准，实现了循环利用。”看到这样的成果，国信高邮电厂汽机专职张超欣喜万分。

“废油”变“新油”，依靠的就是这台江苏方天电力技术有限公司自主研发的电力用油吸附式净化再生滤油机。该滤油机创造性地在平衡电荷吸附技术基础上，增添了多孔纳米吸附剂模块，废油再生率达 80% ~95%，填补了国内油处理技术领域空白。

在电力设备中，油是不可或缺的绝缘、润滑材料。但是受温度、氧气、电磁场、水分以及铜、铁等金属催化剂的共同影响，油会逐渐劣化，生成劣化产物粘在设备内壁、控制阀等部位，极易造成磨损、堵塞，导致严重安全事故。据统计，发电机组供油系统 85% 的故障都是油品劣化造成的。

为了保障设备安全运行，发电企业大多采用定期机械过滤、到期更换的方式维护电力用油。但是，机械过滤只能去除油中的固体颗粒杂质和水分，并不能去除溶于油中的劣化产物。而到期更换下来的废油在回收后大多作为燃料，不仅处置费用高昂，其中的金属杂质还会造成严重的环境污染。以一台 60 万千瓦机组为例，需要 30 吨油，12 ~15 年就要更换一次，但是废油中真正因劣化失去性能的成分只有 10% ~15%，这无疑是对宝贵化石能源的浪费。

针对这一现状，方天公司研发的电力用油吸附式净化再生滤油机设计了多个吸附模块。油进入滤油机后，首先通过平衡电荷技术去除固体颗粒物，再经过多孔纳米吸附剂模块，去除溶解在油中的劣化产物，让油品重新恢复理化性能。模块中最核心的多孔纳米吸附剂由方

天公司自主研制，直径只有1毫米，它的表面密布着孔径约为10纳米的微孔，与劣化产物分子直径基本一致，以确保大分子污染物可以进入孔道。

“如果说油是电力设备的血液，这台滤油机就像是一台体外循环机，设备无须停机、拆卸，就能通过‘体外循环’的方式焕发新生。”方天公司检测实验中心油处理专家窦鹏介绍。实验数据显示，经处理后油品的使用寿命可延长8年。

国信高邮电厂汽机专职张超表示：“经过分析检测，本次处理过的油中颗粒污染度达到0级，其理化性能也恢复到运行标准。通过这台滤油机，我们每年可以节省近10万元的新油采购费和废油处置费，3年就能收回成本。”

目前，电力用油吸附式净化再生滤油机已在多家发电企业和电力设备生产厂家应用，累计处理电力废油达100吨。以新油售价1．2万元/吨、危险废弃物处置费约3000元/吨为例，可为企业节约150万元成本。（许馨妍）

有害“永久性化学品”处理获新突破

参考消息　2022.8.22

【法新社华盛顿8月18日电】不粘锅等日常用品中使用的“永久性化学物质”长期以来一直与健康问题有关——这是这种物质的毒性和作为废料的极度抗分解性造成的结果。

科学家们18日说，他们终于找到了一种突破性方法，利用相对低温和常见试剂来降解这些被称为全氟/多氟烷基物质（PFAS）的化合物。

研究结果发表在《科学》周刊上，有可能为伤害环境、牲畜和人类的长期污染源提供一种解决方案。

研究论文主要作者、西北大学的威廉·迪奇特尔在新闻发布会上对记者说：“这就是我做科学研究的原因——这样我就能对世界产生积极影响。”

PFAS最早于上世纪40年代研制出来，目前用于各种产品中，包括不粘锅、防水纺织品和灭火泡沫。

随着时间推移，这种污染物在环境中积累，作为工业流程的结果从垃圾填埋场渗滤进入空气、土壤、地下水和湖泊河流中。

斯德哥尔摩大学的科学家上周发表的一项研究发现，由于PFAS污染，地球各地的雨水都无法安全饮用。

长期暴露于即使低水平的污染，也与肝脏损伤、高胆固醇、免疫反应减弱、低出生体重和多种癌症有关。

尽管PFAS化学物质可以从水中过滤出来，但对于如何处理这些化学物质，几乎没有好的解决方案。

目前摧毁PFAS的方法依赖严苛的处理过程，例如在极高温度下焚烧或用超声波照射。

而焚烧并不总是万无一失，纽约一家工厂被发现仍在通过烟雾向空气中释放一些化合

物。

PFAS 的不可破坏性来自其碳氟键，这是有机化学中最强的化学键之一。

氟是电负性最强的元素，想要吸引电子，而碳元素则倾向于分享电子。

PFAS 分子包含这些键的长链，但研究团队找到了某种 PFAS 物质共同的明显弱点。

在分子的一端有一组带电的氧原子，可以在 80 至 120 摄氏度的温度下利用常见的溶剂和试剂攻击这些氧原子，破坏头部原子群，留下容易发生化学反应的尾部。

迪奇特尔说："这种情况一旦出现，就能利用此前被忽视的途径，促使整个分子在一系列复杂反应中瓦解。"最终得到良性的最终产物。

这项研究还涉及绘制摧毁分子化学反应的量子力学图。

新的知识可能最终导致对这种方法的进一步改进。

目前的研究重点是 10 种 PFAS 化学物质，其中包括一种名为 GenX 的主要污染物，这种污染物曾造成开普菲尔河污染，这条河流是 35 万人的水源。

但这只是冰山一角，因为相关机构已经发现 1.2 万多种 PFAS 化学物质。

迪奇特尔在声明中说："其他种类的 PFAS 化学物质没有同样的致命弱点，但每种都有自己的弱点。如果我们能找到这个弱点，那么我们就知道如何激活这个弱点以将其摧毁。"

废塑料升级再造为燃料来源

科技日报　2022.8.23

科技日报北京 8 月 22 日电（实习记者张佳欣）在 22 日举行的美国化学学会秋季年会上，美国太平洋西北国家实验室领导的研究小组提出了一项塑料回收创新方法，它在减少贵金属钌使用量的同时，提高了对有用产品的转化率。这项研究使科学家有机会开发出更高效、更具选择性和多用途的塑料回收催化剂。

这种新方法更有效地将塑料转化为有价值的商品化学品，这一过程被称为"升级再造"。此外，与其他报告的方法相比，这种方法产生的副产品甲烷要少得多。

石油基塑料垃圾是一种未开发的碳基化学物质来源，可用作制造有用的耐用材料和燃料的起始材料。

众所周知，向聚丙烯和聚乙烯等难以回收的塑料中添加氢气（一种称为氢解的反应），是一种将废塑料转化为碳氢化合物的有前景的策略。这一过程需要催化剂具有高效率和选择性才能在经济上可行。

研究小组发现，减少贵金属钌的含量实际上提高了聚合物的升级再造效率和选择性。他们最近发表在《ACS 催化》上的一项研究表明，当金属与载体结构的低比例导致结构从有序的粒子阵列转变为无序的原子筏时，效率就会提高。

基于上述发现，研究小组在分子水平上观察到了无序的转变，然后利用既定的理论证明，在这项实验工作中，单原子实际上是更有效的催化剂。

研究人员表示，他们已经研究了更便宜、更容易获得的载体材料来替代氧化铈。研究还发现，经过化学修饰的二氧化钛，可能会为聚丙烯的升级再造提供一条更有效、更有选择性的途径。

当没有清洁的塑料来源时，工业升级过程中会有来自聚氯乙烯和其他来源的氯。氯会污染塑料的升级再造反应。为了使新方法适用于混合塑料回收流水线，研究小组现在正在探索氯的存在如何影响化学转化的效率，或有助于将通常会导致环境污染的废塑料转化为有用的产品。

用特定微生物“吃掉”相应污染物
工业废水污泥处理有了量身定制方案

科技日报　2022.8.26

经过二十多年的研发积累，团队已建立了难降解污染物高效降解菌种质资源库，保存了各类高效降解菌株1000余株，降解底物涉及化工行业的多种特征污染物，如芳香烃类污染物、有机氮类污染物、杂环类污染物、卤代芳香烃类污染物、抗生素类及国家目前重点关注的新污染物等。

近日，江苏丰山集团股份有限公司（以下简称丰山集团）的废水、污泥处理池，正在24小时不间断“化污”。

近年来，丰山集团因公司农药原料药合成规模的不断扩大和新农药产品的开发，废水污染物类型发生了一定的变化。考虑到未来发展，公司对原废水处理站进行了扩容改造。

“采用蔡老师团队研发的高盐、高氮、高毒性工业废水处理技术后，现在废水中总氮、总磷的降解率能达到90%以上，污泥也能减毒减量，从以前的每天十二三吨降低到现在的每天一两吨。”丰山集团副总裁单永祥说。他口中所说的蔡老师，指的是南京农业大学教授、博士生导师蔡天明。

用高效降解菌“吃掉”工业废水的污染物，让超声破壁技术和降解菌“联姻”将污泥中的菌胶团打散、降解，让污水污泥处理、处置更加有的放矢，是蔡天明团队近年来为丰山集团量身定制的环保治理方案。

前不久，以这些技术为核心的“高盐、高氮、高毒性工业废水及含重金属废水处理技术研究与工程示范”项目通过江苏省生态环境厅验收。“我们希望能针对化工行业排污的重点、难点问题，形成成套技术，帮助企业精准治污、科学治污。”蔡天明说。

摸清废水“家底”有的放矢

走进南京农业大学资源与环境学院实验室，3个零下80摄氏度的冰箱中，储藏着密密麻麻的冷藏盒。蔡天明团队培育的高效降解菌就保存在冷藏盒的一根根甘油管里。

“降解菌指的是能降解污染物的微生物。在处理农药、医药、染料企业排放的废水时，

最‘棘手’的就是企业生产过程使用的有机原料和中间体。它们中有很多是有毒、难降解的污染物，普通微生物往往对其束手无策。这就需要摸清废水的‘家底’，分析废水中都有哪些污染物，再有针对性地投加降解菌‘吃掉’它们。”蔡天明说的“家底”，指的是企业的产品种类、每个产品的生产工艺流程、主要原辅料、废水的产生情况、各工段的废水排放特征等。只有了解生产环节排出的每一股废水中的污染物，搞清污染物的来源、数量、种类，才有可能分质分类精准治污。

有了“靶子”，接下来就要寻找合适的“弹药”。每一种微生物都有自己的基因密码，团队会系统分析它们的降解特性、遗传学特点以便对症下药，这个过程少则几个月，多则几年。

例如，三乙胺的降解菌，团队就足足找了一年。三乙胺是医药、农药等化工生产中常用的一种原料。但此前的多种技术路线，对三乙胺的降解效果有待提升。

“为了获得三乙胺高效降解菌，我们选择了在生产过程中使用三乙胺做原辅料的化工企业，详尽了解企业污水处理工艺并进行研判，采集相关生化池污泥作为种泥，以三乙胺作为唯一碳源和氮源，在剔除氮的无机盐培养基中富集培养三乙胺降解菌。无机盐能给吃三乙胺的微生物提供营养，让微生物‘强健骨骼’。”蔡天明说。

培养一段时间后，三乙胺的数量慢慢减少。“这说明培养基中已经有了吃三乙胺的降解菌。”蔡天明表示，最终团队从富集培养液中分离出三株能高效降解三乙胺的野生菌株，从中选出遗传性状稳定的一株作为“种子选手”消灭三乙胺。

建立瓦解污染物的“弹药库”

发掘降解菌的过程，除了科研团队夜以继日的筛选分离，还有环境中丰富的微生物资源的助力。在筛选降解菌时，团队往往会从化工厂、化工园区周边的污染土壤、园区排污渠及周边污染河流的底泥中，采集可能含有目标污染物降解菌的环境样品。

“一个地方如果长期排污，自然环境中可能会出现已被驯化的微生物，即使它们的浓度不高，但通过富集培养，或许可以提高发现新降解菌的效率。”蔡天明说。

但并非所有的降解菌都会轻易显露“尊容”。有些微生物难以通过常规自然筛选被发现，团队则会采用紫外照射、微波辐照、激光等物理诱变方法，或者 5－氟尿嘧啶、烷化剂诱变等化学诱变手段，诱导微生物发生基因突变，结合分子生物学方法选育出针对难降解污染物的高效降解菌株。

利用这套技术，蔡天明团队在“高盐、高氮、高毒性工业废水及含重金属废水处理技术研究与工程示范”项目中，总共获得了高效脱氮、有毒难降解有机污染物高效降解菌 17 株，其中包括高耐受氨氧化菌株 2 株。

“经过二十多年的研发积累，我们已建立了难降解污染物高效降解菌种质资源库，保存了各类高效降解菌株 1000 余株，降解底物涉及化工行业的多种特征污染物，如芳香烃类污染物、有机氮类污染物、杂环类污染物、卤代芳香烃类污染物、抗生素类及国家目前重点关

注的新污染物等。随着研发工作持续进行，种质资源库还会不断扩增。”蔡天明说。

医药、农药等化学品的生产过程，用到的原辅材料成分复杂，有时水中掺杂了多种污染物，如果只用一种降解菌，难以降解所有污染物，而如果针对每一种污染物逐一降解，又需要许多污水池，对于企业来说将提高处理成本。

如何高效经济地治污？蔡天明介绍：“如果一道工序后排放的废水量不大，但有多种类似的污染物，我们会将它们混合后，按照污染物的构成和数量，调配不同比例的多种降解菌，将它们投加到废水生化池中，让它们在其中定殖，以形成稳定的微生物种群结构，最终使污染物‘团灭’。”

此外，蔡天明团队还在废水生物强化处理工艺中采用绿色荧光蛋白基因标记和高通量测序等技术，对目标微生物的定殖和生长情况进行动态跟踪研究，以及时了解微生物种群特征及高效降解菌株的状况。

打出“组合拳”为剩余污泥减量脱毒

污水生化处理产生的剩余污泥排放，是对环境造成的另一道重负，“污泥超声波破壁”“臭氧氧化”叠加“生物减量调质”，是蔡天明团队研究出的一套“组合拳”。

“污泥难处理的关键点在于脱水、减量。一定频率的超声波，可以将污泥菌胶团打散，也能将部分细胞破壁。低浓度的臭氧，还能将污泥的菌体细胞破壁，使细胞间和细胞内的水分、吸附的有毒有害污染物及菌体内蛋白、多糖类物质释放进入水中。”蔡天明说，将污染物打散后，微生物调质菌群开始接力上线“团灭”污染物，其中“主力队员”便是隐藏嗜酸杆菌。

“隐藏嗜酸杆菌在合适的生长条件下，可以降解污泥中的胞外多糖、菌体蛋白，同时可以利用其体内存在的广谱氧化酶系统，降解有毒有害难降解污染物，从而实现污泥的无害化。”蔡天明介绍。

“如果说污泥中的污染物是草原，那么吃掉污染物的降解菌就是兔子，兔子吃完草一段时间后，也会留下一些‘尸体’，而隐藏嗜酸杆菌就像狼，它们能吃掉这些‘尸体’，从而实现剩余污泥的减量。”蔡天明说，与传统的污泥处理方式相比，项目的污泥脱水效果稳定，脱水污泥含水率在20%以下，污泥减量80%。脱水污泥呈细颗粒状、便于运输，每千克污泥热值达到2000千卡，可直接进行焚烧处理。整个污泥处理过程不会产生二次污染。

“在废水、污泥的处理过程中，我们力求寻找一种理想的工艺路线，既能提高降解效果，又能为企业降低成本，实现环保与经济效益间的平衡。”蔡天明说。（金凤）

干垃圾：可替代汽油的生态燃料

参考消息　2022.8.27

【墨西哥《宇宙报》网站8月22日报道】题：“Gasura”，以阿根廷开发的生态燃料（记者卡琳娜·奥卡斯蒂）

如何替代被视为汽车主要燃料的汽油，是汽车行业在实现环境友好方面的巨大挑战之一。尽管电动和混合动力车型越来越多，以在阿根廷开发的生态燃料“gasura”为燃料的车辆，却是完全与众不同的。

阿根廷机电工程师埃德蒙多·拉莫斯发明这种新燃料用了10多年的时间。他决定利用自己的空闲时间创造一些有利于环境的东西。因为他确信石油会被耗尽，于是便开始了他自己的创造，那就是设计一个适用于被他称作“gasura”的生态燃料的气化器。

60多岁的埃德蒙多与妻子一起生活在阿根廷科尔多瓦的一个小镇。在退休后的10多年里，他全力投入于他的创新项目：生态燃料。

“2008年，我想到石油将要被耗尽，而垃圾会随处可见，便从这个疯狂的想法开始着手了。”埃德蒙多在接受采访时向多家阿根廷媒体透露。

埃德蒙多的研究基于二战期间使用过的传统燃料的气化器。但是，它在制作上非常复杂，因此他总是想着简化整个过程，以便任何人都可以复制它。

“我的气化器最终的结构非常简单，是带有一个盖子和两个孔的金属锅，”埃德蒙多在一次采访中表示，“当我在12年后成功让它工作起来时，我做的第一件事就是为它申请专利。然后我开放了这项专利，也就是说世界上的任何人都可以复制和制作它。

这项发明是在一辆老式的福特Ranchero皮卡上运行的，该卡车经过改装后，借助气化器，能够以垃圾为燃料。2019年，这辆车首次发动起来，成为阿根廷第一辆以垃圾为燃料的汽车。

该气化器的外观看起来像是一个50多升的热水器，里面装满了被埃德蒙多称为“gasura”的干垃圾，其中可能包含木材、煤炭，以及水果皮或种子壳碎片。

其最大的优点是不用改装汽车发动机，而是给它加了一个燃烧箱，在里面燃烧干垃圾，然后“垃圾气”会通过软管到达汽车的发动机，使其运转。

埃德蒙多说：“这辆车不仅不会污染环境，而且在我开车的时候还能供氧。这简直是一棵有轮子的树。”这辆汽车在行驶时可通过排气口排氧。

它的创造者表示，汽车时速可达115公里，续航里程在600到1000公里之间。

变废为宝 赋能“双碳”生物合成技术助力绿色低碳

科技日报　2022.8.30

提到生物合成，你会想到什么？是生活在实验室中的微生物，还是出现在科幻电影中的“复制人”？其实，生物合成和我们的生活并没有那么遥远。生物合成能够合成淀粉、肉制品，具备服务于工业生产与农业转型的巨大潜力，甚至在减少二氧化碳排放、降低资源消耗等方面，也能发挥独特优势。

在“双碳”目标的指引之下，低碳生物合成正面临哪些机遇与挑战？应该如何发挥创新优势，以进一步实现产业化应用？在日前召开的香山科学会议上，与会专家就上述话题开

展了讨论。

生物合成适应变革经济增长方式的需求

一般来说，低碳生物合成指的是以二氧化碳、生物质、有机废弃物等可再生资源为原料，利用工业菌种、工业酶等生物体为工具进行物质合成的生物技术。

中国科学院天津工业技术研究所所长马延和告诉记者："低碳生物合成由于原料低碳可再生，且在生产过程中利用生物体系，将传统高温高压的化工生产变革为常温常压的生物制造，不但可以实现工业生物碳汇与低碳循环，还降低了物质制造过程中的碳排放，减少了碳足迹。目前，低碳生物合成模式已经成为引领化工、材料、能源、食品、医药等化学品生产的工业制造新模式。"

世界自然基金会报告预测，到2030年，包括食品农业、生物燃料、生物基材料与化学品等行业在内的低碳生物合成产品有望每年减少20.7亿—26.0亿吨的碳排放。这对于减缓全球气候变化、实现可持续发展具有重要意义。

据中国21世纪议程管理中心测算，2020年我国排放二氧化碳约112亿吨，需要在经济社会的各领域各环节发展绿色低碳技术，以减少二氧化碳的排放。中国工程院院士、北京化工大学校长谭天伟认为，低碳生物合成是变革经济增长方式的重大需求，也是实现绿色工业制造、创新发展的重要突破口。

提升生物合成原始创新能力是核心

"绿色生物制造已经展现出巨大潜力。"谭天伟说。

我国拥有充足的生物质资源，年可利用量约7亿吨。谭天伟说："若能合理利用这些资源，集中替代有限类别产品，生物绿色制造将具有解决千万吨级化工产品的能力及潜力。而要实现这一目标，还需要加强科技创新，解决产品结构、关键技术及核心装备等问题。"

从当前发展情况来看，绝大部分的生物合成路线还无法与传统的石化和农业路线竞争。技术研发链条长、技术供给不足、对生物体系的认识远低于传统化学催化剂等问题，都是摆在低碳生物合成面前的巨大挑战。

马延和表示，我国需要加强基础、应用基础与前沿技术研究布局，加快原料、工具、过程与装备等领域的科技创新平台建设；也要推进实施"低碳生物合成"方向的科技专项，以全球化视野统筹创新资源和要素；还要围绕二氧化碳等碳资源转化利用与物质低碳合成的生物路线，突破一批颠覆性生物合成技术和产业核心关键技术，提升我国生物技术原始创新能力，为我国生物产业发展提供引导和支撑，为生物经济发展提供新引擎。

完善生物合成安全监管是关键

需要关注的是，生物合成技术的快速发展也给监管模式和治理体系带来了新挑战。

中国科学院院士、中国科学院分子植物科学卓越中心研究员赵国屏建议，应重点做好生物合成技术与现有政策、法规间的衔接，同时梳理现有监管政策中存在的问题、漏洞及空白，开展长期的监管与政策研究。

澳门大学助理教授杜立则指出，应该从三个方面入手创新法律规范机制：“首先，应该采取以科学为基础的立法方式促进科研创新；其次，要基于技术风险明确分类监管的标准；最后，可以在政策制定和立法环节引入公众参与，让合成生物科技的商业化更具有社会许可性。”

与会专家认为，加强低碳生物合成技术自主创新，形成绿色生物工业核心技术能力，是保障我国生物产业安全、掌握生物经济发展战略主动权的关键。同时，我国也应建立科学和高效的管理体系，加强生物安全和伦理风险评估与监管，建设全社会参与的科学传播平台，培养具备跨学科研发创新和多领域综合创业能力的人才队伍，以进一步发挥低碳生物合成技术在经济社会全面绿色低碳转型中的引领带动作用。（毕文婷）

五、太阳能

石墨烯纳米袋显著减少氢燃料电池所需铂金

科技日报　2022.8.17

科技日报北京8月16日电（实习记者张佳欣）尽管氢燃料是一种很有前景的化石燃料替代品，然而其发电依赖的催化剂主要由稀有昂贵的金属铂组成，这限制了氢燃料的广泛商业化。据16日发表于《自然·纳米技术》杂志的论文，美国加州大学洛杉矶分校研究人员报告了一种方法，使他们能够达到并超过美国能源部（DOE）设定的高催化剂性能、高稳定性和低铂使用率的目标。

这项破纪录的技术使用了铂钴合金的微小晶体，每个晶体都嵌在由石墨烯制成的纳米袋中。

与DOE催化剂标准相比，石墨烯包裹合金产生了非凡的结果：催化活性提高75倍；功率提高65%；在燃料电池预期寿命结束时，催化活性提高约20%；在模拟使用6000—7000小时后，功率损失降低了约35%，首次超过了5000小时的目标；每辆车所需的铂金几乎减少了40%。

如今，全球铂及类似金属总供应量的一半用于化石燃料驱动的汽车的催化转换器，这种成分可以降低其排放物的有害性。每辆车需要2—8克铂。相比之下，目前的氢燃料电池技术每辆车消耗约36克铂。而研究团队测试的最低铂负荷下，每辆氢动力汽车只需要6.8克铂。

那么，研究人员是如何从更少的铂中获得更多能量的呢？他们将铂基催化剂分解成平均3纳米长的颗粒。更小的颗粒意味着更大的表面积，也意味着更多发生催化活性的空间。然而，较小的颗粒往往会挤在一起形成较大的颗粒。

研究团队通过在2D材料石墨烯中装载他们的催化剂颗粒来解决这一限制。与煤或铅笔芯中常见的散装碳相比，这种薄碳层具有惊人的容量，可高效地导电和导热，是类似厚度的钢强度的100倍。

他们的铂钴合金被还原成颗粒。在集成到燃料电池之前，这些颗粒被石墨烯纳米袋包围，纳米袋还充当了一种防止颗粒迁移的锚，这正是商用车所需的耐久性水平所必需的。与此同时，石墨烯允许在每个催化剂纳米颗粒周围留出约 1 纳米的微小间隙，这意味着可能会发生关键的电化学反应。

英国太阳能电池板热销

南方日报　2022.8.8

面对天然气、电力等能源价格飙升，英国家庭中兴起安装太阳能电池板热潮，相关产品行情上涨，有的甚至供不应求，等待安装的时间也越来越长。

据英国《星期日泰晤士报》7 日报道，英国家庭能源账单预计将继续大幅上涨，且在可预见的未来保持在高位。能源咨询机构“康沃尔洞察”公司上周预测，到今年 10 月时，英国家庭一年的能源账单平均超过 3300 英镑（1 英镑约合 8.1 元人民币），同比飙升约 70%；到明年 1 月时，这一数字预计将增至 3600 英镑，且至少在 2024 年前保持这一水平。

暴涨的能源价格让人们收回太阳能电池板安装成本的时间大幅缩短。英国政府资助的非营利组织“节能信托”估算，一个三居室半独立式住宅安装太阳能电池板的平均成本为 6500 英镑。以今年 1 月能源价格水平计算，仅经由节省能源支出这一途径，需要近 11 年才能收回安装成本。如果明年 1 月家庭平均年度能源账单达到 3600 英镑，收回安装成本的时间将缩短至 3 年 9 个月。

面对同比增长 4 倍的订单，太阳能电池板供应商“太阳棚”今年 4 月已停止做广告。依据公司说法，客户去年等上两三周就能装上太阳能电池板，目前则需要等两三个月。

木匠安迪·夏普住在诺福克郡，今年 6 月花费 1.4 万英镑、用时 2 天给自家住宅装上了一组太阳能电池板。他家每月电费因此由 180 英镑降至 60 英镑。为充分利用太阳能，一家人还改变一些生活习惯，比如，改在白天洗澡、使用洗衣机和洗碗机等。夏普打算再装一组，“希望能省下更多钱”。

中国石油首台井口光电一体化加热炉试运成功

中国电力报　2022.8.13

本报讯（刘绍东 牛作杰）7 月 29 日 16 时，中国石油天然气集团有限公司首台井口光电一体化加热炉在塔里木油田轮南 39－2 井一次试运成功，光电贡献率达 100%。

该台井口光电一体化加热炉的应用，年均可减少碳排放 113 吨，相当于在沙漠地带种植树木 6200 棵。

在“双碳”目标下，借助沙漠戈壁充足的日照条件，中国石油塔里木油田多举措高效优化设备节能，在加快推进光电利用等新能源项目的同时，加快井口耗能设备节能优化，推进新能源设备应用。

塔里木油田发挥其作为中国石油加热技术研发中心成员单位的优势，积极与厂家对接。油田下“菜单”提思路定方案，厂家设计制造，好主意变成了好产品，历经半年时间，结出了第一枚合作共赢的果实。

塔里木油田设备物资部副主任陈东风介绍，井口光电一体化加热炉是首次将直流母排微电网技术与油气加热结合，实现光电与市电无缝衔接。白天充分利用塔里木盆地优质的光照条件，以使用光电为主，晚上则利用阶梯电价优势，使用低价的市电。

首台井口光电一体化加热炉不仅节能效果显著，而且与现场原有燃气加热炉相比，安全性能大幅提升，减少了燃料气系统，消灭了井场明火，彻底消除了燃气泄漏着火的风险。此外，光电一体化加热炉智能化程度高，维护工作量大幅减少，消除了传统燃气加热炉巡检点位多、检测工作量大、维护修理工作量大等弊端。

来自植物光合作用灵感

漂浮“人造树叶”可在水上生产清洁燃料

科技日报　2022.8.18

科技日报北京8月17日电（记者张梦然）英国剑桥大学一个研究团队设计出一种超薄、灵活的设备，就像“人造树叶”，其灵感来自植物将阳光转化为食物的光合作用，能生产一种可持续的汽油替代品。这种设备成本低、足够轻，可以漂浮在水上而不会占用陆地空间。相关研究发表在最近的《自然》杂志上。

团队在剑桥大学标志性景点附近，包括叹息桥、雷恩图书馆和国王学院礼拜堂，在康河上对轻质“树叶”进行了户外测试，结果表明，它们可像植物叶子一样有效地将阳光转化为燃料。这是第一次在水上产生清洁燃料，如果扩大规模，人造树叶可用于受污染的水道、港口甚至海上，有助于减少全球航运业对化石燃料的依赖。

尽管近年来风能和太阳能等可再生能源技术已经越来越便宜且容易获得，但对于航运等行业来说，脱碳是一个更高的要求。全球约80%的贸易是由以化石燃料为动力的货船运输的，但在围绕气候危机的讨论中，该行业几乎没有受到关注。

几年来，剑桥研究小组一直致力于开发基于光合作用原理的可持续汽油解决方案来解决这个问题。2019年，他们开发了一种人造树叶，利用阳光、二氧化碳和水制造合成气——一种用于生产许多化学品和药物的关键中间体。

早期的原型通过将两种光吸收剂与合适的催化剂结合来产生燃料。然而，它采用了厚玻璃基板和防潮涂层，这使得设备体积庞大。对于新版本的人造树叶，研究人员面临的挑战是如何将光吸收剂沉积在轻质基材上并保护它们免受水渗透。为了克服这些挑战，该团队将薄膜金属氧化物和钙钛矿材料涂在柔性塑料和金属箔上。这些设备覆盖有微米级的防水碳基层，可防止水分降解。最终他们得到了一种既能顺利工作，看起来又像一片真正树叶的设备。

研究表明，这些叶片结合了大多数太阳能燃料技术的优势。人造树叶与现代制造技术兼容，标志着向太阳能燃料生产自动化和规模化迈出了关键一步。

总编辑圈点

这种新型人造树叶的第一大优点，无疑是可以将水分解为氢气和氧气，或将 CO_2 还原为合成气；第二大优点，就是“省地儿”——许多可再生能源技术，包括太阳能燃料技术，其实都会占用大量陆地空间，因此，如果能将生产转移到开放水域，就意味着清洁能源和土地使用不会相互竞争。理论上，人们还可以把这些设备卷起来，放在几乎任何地方，这也有助于能源安全。

天然双层石墨烯内发现新奇量子效应

有望促进量子态研究及量子计算机研发

科技日报　2022.8.17

科技日报北京 8 月 16 日电（记者刘霞）由德国哥廷根大学领导的一个国际研究团队在最新一期《自然》杂志上发表论文称，他们在对天然双层石墨烯开展的高精度研究中，发现了新奇的量子效应，并从理论上对其进行了解释。这一系统制备简单，为载荷子和不同相之间的相互作用提供了新见解，有助于理解所涉及的过程，促进量子计算机的发展。

2004 年，两位英国科学家用一种非常简单的实验方法从石墨中剥离出石墨片，并借助特殊胶带得到仅由一层碳原子构成的石墨烯。石墨烯是强度最高的材料之一，具有很好的韧性、超强导热性与导电性，应用前景十分广阔。如果将两层石墨烯彼此以特定的角度偏转，所得到的系统甚至会表现出超导性和其他激发量子效应，如磁性。但迄今为止，很难制备出这种偏转的双层石墨烯。

在最新研究中，科学家们使用了天然形成的双层石墨烯。他们首先使用简单的胶带从一块石墨中分离出石墨烯样品。为观察量子力学效应，施加了垂直于样品的高电场。他们发现，所得到系统的电子结构发生了变化，且拥有类似能量的电荷载流子出现强烈的累积效应。

研究进一步发现，在略高于绝对零度（ -273.15℃）下，石墨烯中的电子可相互作用，出现了各种意想不到且复杂的量子相。如相互作用导致电子自旋对齐，使材料在没有施加外部影响的情况下具有磁性。通过改变电场，研究人员也能不断改变双层石墨烯中载流子相互作用的强度。此外，电子运动的自由度在特定条件下会受限，形成电子晶格，且由于相互排斥作用，不再有助于传输电荷，导致系统对电绝缘。

哥廷根大学物理系托马斯·韦茨教授表示，新系统的主要优势之一在于材料制备非常简单，研究人员不需要像以前那样在高温下才能获得所需结果，可用于进一步研究各种量子态及量子计算机等。

总编辑圈点

双层石墨烯是由两层以六角形蜂巢结构周期性紧密堆积的碳原子以不同堆垛方式构成的一种二维碳材料。查阅资料可以发现，科研人员已在它身上做了不少研究。他们在双层石墨烯中发现了量子反常霍尔效应；发现偏转双层石墨烯可在低温下实现超导。这次，又是一篇关于双层石墨烯的《自然》论文——在略高于绝对零度的条件下，石墨烯的电子出现了出人意料的复杂的量子相。看样子，双层石墨烯确实是种“宝藏”材料，人们总可以从不同角度挖掘出惊喜。

揭示铁电光催化反应新机制

中国科学报　2022.8.11

本报讯（见习记者孙丹宁）近日，中科院大连化学物理研究所李灿院士、范峰滔研究员等通过构筑双极性电荷收集结构，促进了铁电光催化全分解水，并揭示了铁电光催化反应的新机制。相关研究成果发表于《自然—通讯》。

在光催化过程中，提高太阳能转化效率的核心问题是提高光生电子和空穴的分离效率，而构筑内建电场是提高电荷分离效率的有效手段。由于自发的不对称电荷分离和高于带隙光电压的特性，铁电半导体材料被认为是太阳能光催化燃料生产的理想材料之一。

在前期工作中，团队以单畴铁电粒子为模型，研究了其中的电荷分离机制，发现自发极化引起的退极化场是其电荷分离的主要驱动力。这个电场贯穿整个单畴粒子，场强高达3.6kV/cm，是其他常见电场的数倍。然而，铁电光催化剂受限于表面电荷提取的瓶颈问题，很难实现水的完全分解，光催化转换效率远低于理论预期。

该研究提出了一种在铁电半导体的正、负畴区构筑电荷收集纳米结构的方法，通过高效收集和利用光生电子和空穴，实现了铁电光催化剂的全分解水反应。并且观察到了光生电子和空穴分别在正、负极化 $Au/BaTiO_3$ 界面处聚集的现象，其空间电荷层宽度取决于 $BaTiO_3$ 光生载流子的热能化长度。团队在铁电半导体正、负极化畴区构筑微纳金属阵列结构，进一步组装还原和氧化助催化剂后，发现 $Au/BaTiO_3$ 铁电光催化剂可以实现光催化全分解水反应，即使在单晶材料上仍能表现出可观的催化活性。

该结果为高效利用铁电材料中高能光生电荷、实现高效太阳能转换提供了新思路和方法。

三部委力促光伏产业链供应链协同发展

中国能源报　2022.8.29

本报讯（记者姚金楠）报道：8月24日，工业和信息化部、市场监管总局、国家能源局联合印发《关于促进光伏产业链供应链协同发展的通知》（以下简称《通知》）。《通知》指出，为促进削峰填谷和产业链稳定，鼓励有关企业及公共交易机构等合理开展多晶硅及电池等物料储备，严禁囤积居奇。

《通知》指出，近期，光伏行业出现阶段性供需错配、部分供应链价格剧烈震荡等情况，个别环节出现囤积居奇等苗头，有的地方出现割裂市场、区域封闭等问题，亟需深化管理，引导产业链供应链协同创新。

为此，《通知》要求，要立足长远目标，优化产业布局。各地工业和信息化、市场监管、能源主管部门要围绕碳达峰碳中和战略目标，科学规划和管理本地区光伏产业发展，积极稳妥有序推进全国光伏市场建设。统筹发展和安全需要，强化规范和标准引领，根据产业链各环节发展特点合理引导上下游建设规模扩张节奏，优化产业区域布局，避免产业趋同、恶性竞争和市场垄断。优化营商环境，规范市场秩序，支持各类市场主体平等参与市场竞争，引导各类资本根据“双碳”目标合理参与光伏产业。在光伏发电项目开发建设中，不得囤积倒卖电站开发等资源、强制要求配套产业投资、采购本地产品。

《通知》提出，要鼓励创新进步，规范行业秩序。各地工业和信息化、能源主管部门要深入落实《光伏制造行业规范条件》等政策，积极规范产业发展秩序，光伏电站投资建设应对照规范要求和相关标准。积极实施《智能光伏产业创新发展行动计划》，鼓励企业结合市场需求，加快技术研发和智能创新升级。支持企业创新应用新一代信息技术，构建硅料、硅片、电池、组件、系统集成、终端应用及重点配套材料、设备等供应链大数据平台，推广应用公平化、透明化在线采购、车货匹配、云仓储等新服务，提高供应链整体应变及协同能力。为促进削峰填谷和产业链稳定，鼓励有关企业及公共交易机构等合理开展多晶硅及电池等物料储备，严禁囤积居奇。各地市场监管部门要加强监督管理，强化跨部门联合执法，严厉打击光伏行业领域哄抬价格、垄断、制售假冒伪劣产品等违法违规行为。

在加强系统对接，深化全链合作方面，《通知》指出，要有效利用国内光伏大市场，引导产业链上下游企业深度对接交流。落实新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制的精神，统筹推进光伏存量项目建设，加强多晶硅等新增项目储备，协调手续办理工作，根据下游需求稳妥加快产能释放和有序扩产。鼓励硅料与硅片企业，硅片与电池、组件及逆变器、光伏玻璃等企业，组件制造与发电投资、电站建设企业深度合作，支持企业通过战略联盟、签订长单、技术合作、互相参股等方式建立长效合作机制，引导上下游明确量价、保障供应、稳定预期。指导协会、企业等定期发布真实客观的供需信息，严禁发布不实信息，解决信息不对称和对接不通畅等问题，加快建立产业链供需对接和智能光伏产业公共服务等平台，支持上下游企业以资本、技术、品牌为基础开展联合攻关，推进产业提质、降本、增效。

六、地热能

合理开发地热资源助力减碳

中国环境报　2022.8.10

今年上半年，各省“十四五”能源发展规划陆续出台。笔者注意到，多地将开发利用地热资源列入规划中。

地热资源是一种绿色低碳、可循环利用的清洁能源，在地热资源丰富的地区用于居民供暖，可有效替代煤炭化石资源，对于调整能源结构、减少温室气体排放、助力实现“双碳”目标具有重要意义。

原国土资源部“十二五”期间对我国336个地级以上城市的地热资源普查结果显示，我国地热资源年可开采量达26亿吨标准煤，但目前实际开采量只有2100万吨标准煤。在我国能源转型过程中，地热资源拥有独特优势和巨大潜力。

目前，地热资源用于居民供暖还存在地热资源开采与深层承压水禁采矛盾突出、“同层等量回灌”要求落实不到位等问题。以西部某市为例，其地热水资源丰富，目前有大量的地热资源井被开采用于居民冬季供暖。但由于部分区域属于深层承压水禁采区，导致现有的大部分地热井不能办理水资源取水许可、地热资源采矿许可等手续，导致开采违规。同时，还有部分地热井未能落实“同层等量回灌”等要求，影响了地热资源的持续开发利用。

针对地热资源开发利用面临的问题，笔者建议，各地应立足资源禀赋，积极开展对地热资源开发利用的探索研究，加大政策扶持力度，保障地热资源开发利用高质量发展。

一是认真做好评估论证。深层承压水禁采区划定的初衷，主要是杜绝以工业生产等为目的无序超采滥采现象。但当前随着地热资源开采新技术的不断发展，“采灌均衡、取热不耗水”的循环开发模式正被推广应用。这种模式能够有效避免开采深层承压水所带来的资源枯竭、地面沉降等问题。为此，建议各地主动适应形势变化，重新评估论证本地地下水禁采区划定方案，避免“一刀切”式地将具有矿产资源属性的地热资源列入禁采范围，对地热水资源开采利用提出更加科学合理的方案，尽快赋予符合条件的地热井“合法身份”。

二是严格落实回灌要求。各地要坚持“以灌定采、采灌均衡、水热均衡”原则，建立对地热能开发利用项目的常态化监督检查机制和后评估制度，最大程度减少对地下土壤、岩层和水体的干扰，确保地下水水量不减少、水位不下降、水质不降低，坚决杜绝地热回灌尾水污染、回灌水量不达标等现象，切实保护好地热水资源这一宝贵财富。

三是营造良好发展环境。各地要加大对地热资源居民供暖的政策扶持力度，制定出台有利于地热资源开发利用的财政、金融等扶持政策，鼓励和支持地热资源开发企业开展技术创新。（徐立文）

日本积极开发地热能源

参考消息　2022.8.2

【日本《读卖新闻》8月15日文章】题：利用地热给地球降温？（作者 中川慎之介）

作为应对全球变暖的王牌之一，地球之“热”备受关注。地热发电是指，利用地下深处岩浆加热蒸汽产生的动力来转动涡轮机。

100年前，日本九州的“地狱”开启了那扇历史大门。

灰色的泥浆四处冒泡，空气中弥漫着硫磺的气味。这里是日本著名的温泉胜地之一：位

于大分县别府市的“坊主地狱”。早在大正时代，就有人提出了有效利用此处地热的想法。

日本地热发电先驱山内万寿治曾在狂歌中写道：“雷公也推车舟之世，地狱之鬼出来干活。”

山内将电比作雷公，将地热比作“地狱之鬼”，提出了将之作为动力来源加以利用的想法。当时，世界上第一座地热发电站刚在意大利启动。

山内在书中写道：“煤炭和石油终将枯竭，将成为国家生死攸关的重大问题。能解决这一问题的是地热。”

为了利用地热发电，必须让积聚在地下深处地热储层中的高压蒸汽喷到地面。山内个人雇用挖井人，在“坊主地狱”挖掘。1919 年 3 月 1 日，当地传来消息：“挖掘口爆炸，蒸汽喷出……”

这是日本地热发电史上第一次成功挖掘出喷气孔。山内同年去世，但他的成果被人们传承下来。1925 年，日本首个地热发电实验在这个喷气孔成功进行。

正如山内所预测的那样，每逢能源危机，地热的利用便会加速。1966 年，日本第一座地热发电站在岩手县建成。上世纪 70 年代石油危机爆发，日本主要在九州和东北地区推进建设地热发电站。2011 年，东京电力公司福岛第一核电站发生事故，要求促进地热利用的气氛高涨。

现在，在化石燃料引发的全球变暖危机中，在发电过程中几乎不排放温室气体的地热发电成为被看好的可再生能源。

据日本环境省统计，日本的地热发电潜力约为 2400 万千瓦，居世界第三位。这个数字相当于日本总发电能力的 10% 左右，但目前实际开发利用的只有 60 万千瓦左右。去年，日本政府决定到 2030 年使地热发电设施数量（目前约为 60 座）翻一倍，发电能力增加 1.5 倍，达到约 150 万千瓦。

地热发电之所以没有普及，其中一个主要因素是技术难度高。

为找到地热储层，要挖掘一口井，这需要花费数亿日元，而且大多会“扑空”。如果不是可以持续数十年喷出高压蒸汽的点，即使特意建设发电厂也是浪费。

电力公司等实体在承担前述风险的同时，探寻新的地热发电站的候选地。日本政府也发放补贴等提供支持，全国正在调查或开发的地热项目数达 42 个。

九州电力公司在大分县的山下池南部地区推进的调查工作便是其中之一。据称，九州电力公司花 5 年时间挖掘三口井，其中一口井非常有希望喷出蒸汽。地热调查组负责人千手隆德表示：“如果不挖掘，则无法得知地下详细结构，确实有难度。不过，对于资源少的日本而言，这是珍贵的能源。再加上脱碳这一新的社会要求，我们深感责任重大。”

在大分县开创地热历史的山内的想法，被现代的地热技术人员继承下来。

与太阳能和风能等其他可再生能源不同，地热的优势是，不受天气和时间段影响，可以稳定发电。

“地狱之鬼”的“能干”可能超出山内想象。这可以阻止地球变暖吗?

在开发地热发电方面，重要的是要顾及温泉和国立公园这两大既有资源。

地热发电站的候选地点，几乎都在岩浆活动频繁的火山周边，温泉成为地热资源开发地的情况较多。对于挖掘新的喷气孔一事，当地有人不无担忧地指出：“这可能影响温泉出水量、水质和温度。”也曾出现挖掘计划因此遇挫的情况。

地热资源八成集中在国立国定公园，环境省也正在放宽对开发地热资源的管制，在部分公园积极推进地热开发。

第三届五台地学研讨会聚焦地热资源勘查开发

中国自然资源报　2022.8.31

本报讯（特约记者王红杰）日前，第三届五台地学研讨会暨“地热资源勘查与开发利用”山西省重点实验室学术年会在太原召开。包括中国科学院院士朱日祥、杨树峰、王焰新和来自澳大利亚科廷大学、德国克劳斯塔尔工业大学的两位外籍教授在内的24位地热领域国内外专家学者，多方面、多角度地研讨了地热资源勘查与开发利用以及地热能产业发展。

本届研讨会由山西省自然资源厅、山西省地质勘查局、忻州市政府和中国地质大学（武汉）主办；采取线上与线下相结合的方式召开。学术报告会上，中国地质调查局水文地质环境地质调查中心研究员文冬光以《干热岩勘查开发（EGS）工程实践挑战》为题，全面介绍了国、内外干热岩勘查开发利用基本情况、关键研究领域以及核心技术和装备；中国地质大学（武汉）教授蒋恕结合发达国家具体案例，从水热到干热、浅层到深层、常规到非常规地热资源开发利用的趋势等方面，系统总结了地热资源勘探开发的经验和教训，并就地热能产业发展提出针对性建议；中国地质大学（武汉）教授胡祥云以山西天镇高温地热勘查项目为例，分享了大同盆地高温地热多尺度地球物理场探测研究初步成果；两位外籍教授分别以《一种超超临界二氧化碳电一地热电池：利用碳捕集、利用与封存技术存储地下热能》和《一种用于热电生产和储能的再生增强型地热系统创新理念》为题作了学术报告；山西省地质调查院有限公司副总经理王权详细介绍了该省地热资源禀赋和勘查与开采规划区块设置情况，并对勘查与开发利用前景进行了展望。

向新型综合能源大省转型

山西大力推进地热勘查开发利用

中国自然资源报　2022.8.30

近日，山西省政府办公厅印发《关于全面推动地热能产业高质量发展的指导意见》（以下简称《意见》），旨在贯彻落实碳达峰、碳中和目标要求，大力开发利用地热能，促进山

西由传统能源大省向新型综合能源大省转型。

《意见》指出，要以“双碳”目标为牵引，持续深化能源革命，大力推进地热资源调查和项目建设，大幅度提升地热能利用规模和效益，全方位推动地热能产业高质量发展。要坚持生态优先、节水环保。全面落实国土空间管控要求，严格实施用水总量控制，科学控制开采强度，普遍推行节水环保型地热能利用技术，有效保护生态环境。

《意见》明确，在全省范围内广泛开展地热资源调查评价。加大省级财政投入，在大同盆地（天镇—阳高）、太原—晋中盆地（中心区域）、忻定盆地（忻府—原平—定襄）、临汾盆地（重点区域）、运城盆地（峨眉台地）等区域，继续开展中深层、高温地热资源调查评价，滚动提交可供产业化利用的地热田，支持规模化开发和示范基地建设。由省、市、县三级政府安排专项投入，对中心集镇、重点村庄及其周边浅层地热资源开展调查评价，划定适宜利用区，为社会各界有序利用提供基础支持。在适宜地区投放地热探矿权，鼓励社会资本进行风险勘查。

《意见》提出，对地热勘查开采用地、用林，给予优先保障。对重点地热能利用项目，在空间规划、用地指标上优先安排。将地热能供暖制冷纳入城镇基础设施建设，在市政工程建设用地、用水、用电价格等方面给予支持。对“取热不耗水”的地热能项目，优先审批许可。

《意见》要求，加快编制地热能利用系列规划。对地热资源开发利用的可行性、适宜性、开发利用总量和开发强度进行总体评价，编制《山西省地热资源勘查开发规划》《山西省地热能产业发展规划》，指导各市政府编制相关规划，科学安排全省地热能产业目标、布局和任务。同时，研究制定地热能地方标准和技术规程，有序推进地热矿业权分类出让。

七、海洋

新型膜材料让海水淡化更快更节能

参考消息　2022.8.1

【日本《东京新闻》7月31日报道】题：新型膜材料助力海水淡化更快更节能

作为水资源短缺的解决之道，海水淡化技术在全世界被广泛应用，不过淡化过程需要消耗大量电力，这一直是待解难题。

东京大学的研究团队近日在美国《科学》周刊上发表了一项研究成果，他们成功开发出一种特殊的氟纳米通道，能够以相当于现有水平数千倍的速度进行海水淡化。

现有海水淡化技术大多使用化学纤维制造的薄膜。纤维之间的空隙很窄，水分子可以通过，但是构成盐分的氯离子和钠离子无法通过。但是这一过程需要很大的压力挤压海水，耗电量巨大。

东京大学副教授伊藤喜光带领的团队一直在寻找只让水分子通过的高效结构。“让我灵光乍现的竟然是平底锅。”作为美国杜邦公司专利技术的特氟龙工艺在平底锅表面密密麻麻

地覆盖了一层氟，这让食物不容易烧焦。

伊藤副教授在研究中使用了板状的扁平分子。分子的正中间有一个0.9纳米的孔，这个孔的表面用氟覆盖，形成内侧被氟覆盖的纳米级氟环。

这样一来，当有盐水通过时，只有水分子可以高速通过组成盐的离子却难以通过。秘密在于氟表面是像静电一样带电的状态，带有相同电荷的物质之间，就像磁铁的同极一样会相互排斥。因此，一些带电的离子会被弹开，无法通过。

而且，水分子不是一个一个分散开来，而是不太紧密的结合在一起形成分子团。这种较弱的连接因为孔周围电流的影响而被切断，这会让水更容易流动，流速也就更快。研究小组通过化学合成的纳米级氟环来制造测试过滤膜。

在研开发高效过滤膜的过程中，全世界的研究人员都是有参照物的。包括人物在内的生物的细胞膜上有一种叫做水通道蛋白的蛋白质，可以高效地让水通过。研究人的目标是开发出像水通道蛋白那样只让水通过的物质。

虽然距离今后将这些氟环排列成膜还会面临诸多课题，但或许这就是为解决水问题迈出的全新一步。

国内首台10兆瓦级海上半直驱传动系统下线

中国电力报科技装备　2022.8.4

本报讯（杨杰）7月22日，中车永济电机公司自主研制的国内首台10兆瓦海上半直驱风力发电传动系统在山东东营成功下线。该项目的成功研制标志着中车永济电机公司海上风力发电传动系统研制迈上“新台阶”。

据了解，该传动系统采用超级紧凑集成型结构，齿轮箱与发电机一体化设计，减少发电机重量的同时，大大缩短发电机与齿轮箱轴向尺寸，使得传动系统更加紧凑，集成度更高；变流器、发电机及齿轮箱三者参数性能高度匹配，设计之初充分考虑系统内部件之间的相互匹配性，通过多体动力学分析、多物理场耦合仿真分析，多次迭代优化，使整个传动系统匹配性高，振动小，对电网更“友好”。

采用可靠的绝缘系统，适应变流器较高的电压变化率和尖峰电压。磁极结构采用全密封结构，通过了湿热、盐雾、霉菌、高低温冲击试验，提高海上工况的运行可靠性，采用特殊的防腐体系，满足海上运行环境的要求；完全自主创新的定子水冷和转子空水冷的双路循环高效冷却专利技术，创新设计低风阻导风结构，减小风压损失，优化水冷系统温度分布梯度，提高冷却系统利用率，攻克了国内10兆瓦级传动系统温升难题。

通过传动系统动力学仿真分析，对发电机电磁及结构、齿轮箱结构等进行优化，采用特殊槽型设计，通过优化转子磁极结构尺寸，减少了谐波含量，提高了电能质量，降低了转矩脉动，将振动和噪声做到了最低，对海洋环境适应性好。

八、氢能

广东到2025年布局300座加氢站‖

加快建设燃料电池示范城市群行动

广州日报　2022.8.13

广州日报讯（全媒体记者 申卉）昨日，广东省发改委等部门联合印发《广东省加快建设燃料电池汽车示范城市群行动计划（2022－2025年）》（以下简称《计划》）。根据《计划》，广东要打造全国领先、世界一流的燃料电池汽车示范应用区和技术创新高地，并提出以广州、深圳、佛山、东莞、中山、云浮为重点建设燃料电池汽车产业创新走廊。

到2025年广东将推广1万辆以上燃料电池汽车

根据《计划》，到示范期末，实现电堆、膜电极、双极板、质子交换膜、催化剂、碳纸、空气压缩机、氢气循环系统八大关键零部件技术水平进入全国前五，形成一批技术领先并具备较强国际竞争力的龙头企业，实现推广1万辆以上燃料电池汽车目标，年供氢能力超过10万吨，建成加氢站超200座，车用氢气终端售价降到30元/公斤以下，示范城市群产业链更加完善，产业技术水平领先优势进一步巩固，推广应用规模大幅提高，全产业链核心竞争力稳步提升。

到2025年末，关键零部件研发产业化水平进一步提升，建成具有全球竞争力的燃料电池汽车产业技术创新高地。

以广州、深圳、佛山为引擎建设燃料电池汽车产业集群

《计划》重点明确了推动产业集聚发展、持续提升技术水平和创新能力、加快布局建设加氢站、着力保障低成本氢气供应、推动燃料电池汽车规模化推广应用、加强全产业链安全管理等6大重点任务、25项具体举措。

根据《计划》，广东将以广州、深圳、佛山、东莞、中山、云浮为重点建设燃料电池汽车产业创新走廊，重点支持电堆、膜电极、双极板、质子交换膜等八大关键零部件企业以及制氢、加氢、储运设备企业在省内进一步扩大生产能力，建设高水平自主化生产线，加快相关技术成果在省内形成产业化能力。对突破核心技术的重大产业链项目，省发展改革委会同项目所在地政府按照“一事一议”原则研究落实支持政策。

《计划》明确以广州、深圳、佛山燃料电池技术创新和产业高地为引擎，联动东莞、中山、云浮等关键材料、技术及装备研发制造基地，依托东莞、珠海、阳江等氢源供应基地，加快产业项目布局，推动形成产业集群。同时，推动燃料电池汽车产业与大数据、互联网、人工智能、区块链等新技术深度融合，支持打造氢能化、智能化物流运输与燃料电池汽车综合服务平台。

《计划》提出，对为广东获得国家示范城市群考核“关键零部件研发产业化”积分的企业给予财政资金奖励，参照国家综合评定奖励积分，原则上每1积分奖励5万元，每个企业

同类产品奖励总额不超过5000万元。

符合条件的高速公路主干线服务区原则上应建加氢设施

《计划》明确，广东要加快布局建设加氢站。“十四五”期间，全省布局建设300座加氢站，其中示范城市群超200座。省内示范城市应组织编制本地区加氢站建设布局方案，明确示范期间年度建设任务，省内其他城市按全省布局规划组织推进加氢站建设。具备加氢设施建设条件的高速公路主干线服务区原则上应在“十四五”期间建设加氢设施。

此外，广东鼓励建设油（气）氢合建站。珠三角示范城市位于高速公路、国道、省道和城市主干道的加油（气）站，具备加氢设施建设条件的视同已纳入加氢站布局规划，鼓励在“十四五”期间改（扩）建加氢设施，鼓励新布点加油站同步规划建设加氢设施。允许在物流园区、露天停车场、港口码头、公交站场和燃料电池汽车运行比较集中的路线利用自有土地、工业用地、集体建设土地、公共设施用地等土地，在满足安全规范要求的前提下建设自用加氢站（限于对自有车辆、租赁车辆等特定车辆加氢），不对外经营服务。

逐步降低用氢成本，国家燃料电池汽车示范城市群考核中“氢能供应”奖励资金，按照示范城市群内车用氢气供应量奖励给加氢站；各示范城市要落实国家有关氢气价格的要求，对加氢站终端售价2023年底前高于35元/公斤、2024年底前高于30元/公斤的，各级财政均不得给予补贴。（申卉）

世界首个含氢零碳分布式智慧能源中心投用

中国能源报　2022.8.8

本报讯 8月1日，世界首个实用化和规模化零碳智慧能源中心——榆林科创新城零碳分布式智慧能源中心示范项目建成投用。该项目在世界上首次实现了含氢能的零碳多能源供需系统的实用化和规模化示范应用，为实现碳达峰碳中和目标提供了新的技术路径。

据悉，该示范项目由西安交通大学网络化系统工程团队提供系统技术、中核汇能有限公司投资建设。项目由能源站主体、制氢储氢和氢燃料电池系统、光伏发电系统、水介质储冷储热系统、浅层地热井群等组成，室内建筑面积4000余平方米。

该项目利用榆林丰富的太阳能资源，通过光伏板将太阳能转化为电能，提供清洁电力供应；富余的电能通过电解槽将水中的氢提取并存储起来，加上榆林氢能供应链生产的氢，通过氢燃料电池系统的化学反应，将氢能转化为电能和热能；热能通过热泵可转化为冷能，配合储热（冷）水设施，为建筑供应日常用电、夏季制冷和冬季取暖。项目还因地制宜，利用榆林的浅层地热井资源作为供热来源之一，实现余热的跨季节存储。

示范项目设计寿命内的当量供能成本约为0．36元/千瓦时，与传统的电网供电、市政供热当量供能成本相比，可以降低60%以上，总成本降低36%以上，每年可减少二氧化碳排放8640吨以上，相当于植树48万棵。（任柏林）

燃料电池技术革新推动氢能产业发展

中国能源报　2022.8.1

“为构建清洁低碳、安全高效的能源体系，发展氢能正成为全球能源技术革命和产业发展的重要方向。”中国工程院院士彭苏萍在近日举办的第四届中国制氢与氢能源产业大会上指出，氢能将成为我国能源低碳发展的重要路径。她同时提醒，应清醒认识到，目前我国氢能和燃料电池技术仍不成熟，燃料电池系统关键材料和核心零部件技术攻坚至关重要。

■■能源低碳发展的重要路径

彭苏萍认为，实现能源绿色低碳转型需立足国情，多措并举，依靠科技进步走出具有中国特色的绿色低碳化发展道路。“要充分认识到，能源结构优化是长期减碳的根本，与此同时，持续做好节能与提高能效，探索二氧化碳捕集、利用与封存这一兜底技术尤为关键。”

彭苏萍表示，氢能作为二次能源，具有零碳、高效、能源互联媒介、可储能、安全可控等显著优势，可以在交通、工业、建筑等诸多领域推广应用。将氢能纳入终端能源体系，与电力协同互补，将成为终端能源消费主体。

“如今，利用清洁的可再生能源正成为更多国家的选择，各国根据发展目标，选择了不同的氢能技术路线和发展模式。”彭苏萍举例，日本发展氢能主要是解决国家的能源安全问题，澳大利亚以出口氢气、发展氢贸易为主，欧洲为解决工业脱碳发力氢能产业，美国主要为保障电力供给可靠性发展固定式发电，韩国则力推氢燃料电池汽车。

■■燃料电池是核心技术环节

今年3月，国家发改委、国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021－2035年）》提出，将氢能作为中国能源的重要组成部分。彭苏萍指出，氢能产业链涉及从上游的制氢输氢储氢加氢，再到下游用氢发电、供热、交通等各种应用场景，燃料电池技术是核心技术环节。

“结合我国实际，氢能在工业、交通、建筑和电力等能源消费四大领域中均有不同的应用技术，潜力巨大。”彭苏萍称，氢能与可再生能源耦合，有望大幅提高可再生能源在能源结构中的比例；氢可运输的特点，可实现分布不均衡的可再生资源的再分配；大型清洁煤制氢，尤其是褐煤制氢，将成为煤炭清洁高效利用以及优质廉价煤开发利用的重要发展方向；氢作为能源互联媒介，在终端能源消费体系中，可增加电力系统的灵活性，弥补电力不可存储的问题，实现不同能源网络间的协同优化，提升能源使用效率。

目前，全球纯氢的产量超过7000万吨/年，我国是目前世界上最大的产氢国，产量约3342万吨。彭苏萍认为，在氢的生产方面，我国与国际水平相当，但氢能产业装备制造等方面相对滞后，相关核心设备主要依靠进口，低碳制氢技术水平和市场化应用均与国外有一定差距。“虽然氢能和燃料电池发展已有广泛共识，但发展方向仍缺乏系统性认识和规划，发展技术不明确，亟待统一思想、科学决策、尽早部署。全面抢占全球氢能和燃料电池技术

及产业发展的战略制高点。”

■■择优支持固体氧化物燃料电池

“尽管产业面临氢源、成本等问题，但不可否认，燃料电池相关技术正在快速发展，产业界正积极努力解决氢能与燃料电池产业发展面临的难点与痛点问题。未来 10 年－20 年将是我国氢能与燃料电池产业发展的重要机遇期，需紧密联系我国能源发展实际，从战略、政策、技术、资金、国际合作等方面积极谋划，通过改革创新破解发展难题，助力实现氢能产业高质量发展。”谈及下一步发展，彭苏萍建议，短期内应重点突破固体氧化物燃料电池电堆及系统集成技术，完善我国可再生能源制氢技术链，建立绿色制氢试点示范项目，推动可再生能源制氢技术与产业的发展。

“从商业应用上来看，质子交换膜燃料电池和固体氧化物燃料电池是当前最主要的燃料电池技术路线。质子交换膜燃料电池对氢气的质量要求高，所以成本也高，而固体氧化物燃料电池使用粗氢及碳氢燃料即可，能量转化率高，在大型集中供电、分布式发电、热电联供乃至交通领域都有广泛应用。”在彭苏萍看来，固体氧化物电解池可以电解制合成气，如甲烷、甲醇等，实现大规模可再生能源电力转化、长周期存储的同时，还能够转化利用二氧化碳，为交通及化工领域提供绿氢和甲烷、甲醇、氨气等。

彭苏萍还指出，大力发展固体氧化物燃料电池发电技术与固体氧化物电解池制氢技术，可大力助推氢能产业的发展。目前，该技术在部分发达国家已实现商业化应用。“近来年，我国相继出台相关重大部署，立足自主开发，培养了较好的科研团队，但相关技术研发周期较长，需要静下心来研究攻关。”（仲蕊）

碱性电解水制氢具有良好应用前景

——访隆基氢能科技有限公司市场总监薛蔚茹

中国电力报科技装备　2022.8.11

氢能作为清洁的二次能源，是多能源系统耦合的重要媒介，发展氢能既是新型电力系统灵活性、弹性负荷发展的需求，也是能源领域清洁燃料生产的关键举措。目前，氢能与电网快速融合，为绿电＋绿氢的发展方向提供了示范案例。

中能传媒：氢气低成本、低碳、高效制取是产业发展非常关键的一环。目前，制氢成本高的主要瓶颈在哪里？

薛蔚茹：目前，欧美等海外可再生能源制氢发展态势迅猛，而国内可再生能源制氢项目仍处于探索阶段，以绿氢示范项目为主。虽然绿氢产业蓬勃兴起，但相较光伏、风电等可再生能源发电已有十多年的市场化应用、产业配套相对成熟的发展现状相比，可再生能源制氢产业还处于早期，商业模式、产业配套还不完善。

氢能价格与制氢、储氢和运氢三大环节密不可分。在我国，电解水制氢的平均成本 20～30 元/千克，欧盟绿氢成本价低于 14 元/千克，美国绿氢成本在 12 元/千克左右。制氢

端，通过技术创新与努力材料和系统工艺方面也在不断优化，过去十年降低了60%，未来制氢在生产环节通过大规模、标准化还将继续降本。近两年，光伏产业链由于产业不均衡导致原材料价格上涨，随着产业资本大规模介入光伏产业链，光伏成本一定会快速下降。

对产业而言，绿氢最大拦路虎在于“贵”，储运是氢能发展的卡脖子问题，高压气态、固态、液态、绿色甲醇、绿氨、管道输氢等多路线储运成本、安全和基础建设是制约产业发展的核心问题。基于现状，应因地制宜、因时制宜、因需制宜地发展绿氢。

中能传媒：电解水制氢被认为是行业主流技术，其中碱性电解水制氢（ALK）技术多被采用。该技术的经济性如何？

薛蔚茹：碱性电解水从1888年被第一次运用到工业中以来，其运行的可靠性及低廉的设备造价一直作为水电解市场的主力军，被市场所青睐。近年来，碱性水电解的技术也在不断提升，单台电解槽的产气量已做到1000标立方/小时，还在往更大的单台产气量发展。现在的碱性水电解摒弃了石棉隔膜材料的设计，选用了高分子材料，并实现了碱液的零排放，真正做到了对环境更友好。

近两年光伏产业链供需不均衡，原材料上涨是短期现象，随着产业资本大规模介入，光伏成本一定会再次快速下降。碱性电解水制氢技术目前发展较为成熟，具有槽体结构简单、安全可靠、运行寿命长、操作简便的优势。未来五年，若制氢电耗达到4.5千瓦时/标立方，制氢电价达到0.2元/千瓦时，制氢电力成本达到0.9元/千瓦时/标立方+设备折旧+生产运维+资产回报等，生产侧实现1.5元一方绿氢，是最佳的可再生能源制氢方法。

中能传媒：碱性电解水制氢装备是否已经国产化？国内装备是否已能满足大规模产业化配备？

薛蔚茹：在市场化进程方面，碱水电解作为当前最成熟的电解技术占据了主导地位，尤其是一些大型项目的应用。例如，ALK采用氢氧化钾（KOH）水溶液为电解质，分离水产生氢气和氧气，效率通常在70%~80%。

近日《开启绿色氢能新时代之匙：中国2030年“可再生氢100”发展路线图》报告提出，到2030年，全国电解槽装机量达到102吉瓦，全国可再生氢总需求达到770万吨/年。

在目前的电解水制氢技术中，碱性电解水制氢已逐步实现国产化和大型化，易于实现大规模应用，在与可再生能源的结合中适用于稳定电源装机规模较大的电力系统，具有良好的应用前景。

当前，在政策和市场双驱动下，氢能产业链火热发展，由此也带动了制氢环节的快速成长。目前全国已有多家公司从事碱性水电解槽的研发与生产，相信随着电解水制氢规模的提升，国内电解槽装备市场也将迅速增长。

中能传媒：企业在绿电制绿氢方面有何技术成果及创新模式可供分享？

薛蔚茹：作为大型绿氢装备与方案供应商，经研发攻关，隆基氢能科技有限公司的碱水制氢系统已实现并达到了世界领先水平。

第一，4 台 1000 标立方/小时电解槽对应 1 台气液分离装备，系统制氢能力达到 4000 标立方/小时，单台纯化能力达到 8000 标立方/小时，系统电耗无论实证数据还是设计水平均创造了行业领先性；第二，实现高电流密度与高产氢量的完美结合，有效降低了系统投资；第三，适应大规模可再生能源制氢对电能质量和负荷快速响应的特点，系统负荷响应时间为毫秒级；第四，与 IGBT 电源兼容性高，可出色地应对谐波/功率因数等电能质量和可再生能源匹配性问题。

中能传媒：请您对促进绿电制绿氢事业健康发展建言献策。

薛蔚茹：绿氢技术发展的本质是降低单位绿氢成本（LCOH），一定要推动光伏技术进步和度电成本降低，提高电解水制氢系统效率，利用组合拳助推产业发展。

第一，行业要定义绿氢标准，明确“十五五”期间“绿氢”占比，提出“绿氢”产业发展路径，提高绿氢在工业脱碳中作用和价值，鼓励用可再生能源水电解制氢；第二，将绿氢管理纳入到能源管理体系，制定绿氢价格政策；第三，给予绿氢适当补贴激励，继续深化完善碳交易市场；第四，在具备可再生能源发电资源优势并有绿氢消纳的地区，建立国家级大型绿氢“领跑者”示范基地，鼓励推广先进的产品技术，打通产业链“制储输用”一体化。（赵汀）

为了摸清氢的“脾气”

科技日报　2022.8.29

寻找清洁替代能源，是汽车发动机工业实现节能减排的重要路径之一。氢，就是一种理想的未来能源载体。

摸清氢的“脾气”，把这活泼的小分子变成驱动内燃机的安全燃料，是北京理工大学机械与车辆学院孙柏刚教授团队做了 16 年的事。

8 月中旬，实验室里，孙柏刚和团队成员正在调试玉柴集团的氢内燃机。内燃机一次次轰鸣，他们一次次记录、分析，研究提升内燃机功率和扭矩的最佳方案。

“氢内燃机高效、低碳，能实现近零污染物排放。但要用好氢能，并不容易啊！”面对科技日报记者的采访，孙柏刚感叹道。

在库房里建起实验室

走上氢内燃机研发之路，孙柏刚有一位领路人——已于 2020 年去世的车辆发动机专家、北京理工大学教授刘福水。

2000 年初，刘福水去往德国攻读博士学位，在那里承担了德国车企的氢内燃机项目。回国后，他动员团队里的孙柏刚：“你来搞一下氢内燃机怎么样?”

当时，研究了十几年传统内燃机的孙柏刚坦言，自己还看不清氢内燃机的前景，但愿意一试。

起步阶段，可谓“一穷二白”。

“穷”，是没有科研项目。没有项目，也就没有经费。其他课题组从自己的可支配结题经费中匀一部分给孙柏刚做研究，“穷”的问题暂时缓解。

“白”，则是既没有实验室，也没有团队。

实验室没法“匀”，那时楼里只剩一层还有一间库房，简单收拾收拾，就成了实验室。

没有团队，孙柏刚边动员新学生，边找课题组其他研究方向“借”人。他还向合作的公司借工程师，借试验人员……就这样，搭好了一支能干活的队伍。

当时他们实行“多线作战”，同步推进。设备供应商在会议室里调试台架控制器；学生在实验室外支起棚子做氢气喷嘴的测试；借来的一个电控方向博士生，在自己的工位上调发动机的控制系统……

2006 年 4 月，孙柏刚拿到库房的钥匙；7 月底，实验室就已初具雏形。“房顶上不掉东西了，我们就进实验室干活了。”孙柏刚说，当时总觉得时不我待，“国外像宝马、福特这样的公司，已经做了几十年氢内燃机，既然自己要做，那就得快点迎头赶上！”

2006 年 10 月，团队获得科技部的一个相关项目，有了第一笔正儿八经的科研经费。钱不算多，但解了燃眉之急，研究逐渐走向正轨。

顺着氢的“脾气”做设计

氢内燃机保留了传统内燃机的主要结构和系统。它和汽油机、柴油机的区别，主要在于燃料不同。

氢活泼，也易燃。它的这些特性，给内燃机的研发带来许多新问题。

由于氢可燃范围广，容易在内燃机进气道发生回火。简单理解，回火就是提前在不该燃烧的地点发生了燃烧。它会损伤内燃机的气门和进气道，甚至使氢内燃机无法正常工作。

孙柏刚带领的团队建立了包含进气道和气缸的氢内燃机一维/三维仿真模型，做了一系列试验，发现不同工况下发生回火的原因也不同。

结合内燃机的不同转速和负荷，需要调控喷氢压力、流量、速度，优化喷氢角度、喷氢时刻，找到最优的喷氢相位。每台发动机的最优喷氢相位都不一样，甚至关键零部件一换，参数又有变动。

“只能反复摸，反复试。”孙柏刚说，刚开始实验那段时间，他们曾被一种不明原因的回火困扰，“这个问题卡了我们两三个月”。

反复排查分析后大家发现，竟然是小小的点火线圈“作祟”。

在传统车用柴油机中，车企为了降低成本，一般两个气缸合用一个点火线圈，同时点火。由于气缸所处的运行状态并不一样，对其中一个缸来说，这是一次无效的富余点火。但把燃料换成易燃的氢气后，共用点火线圈时的那次“无效点火”，也可能点燃氢气空气的混合物。

找到原因后，问题也迎刃而解——团队给每个气缸都换上了独立的点火系统。

“主要是当时都没想到这会是线圈的问题。”孙柏刚说，在传统内燃机上的那些“约定

俗成”，在氢面前都不灵了。

真正的氢内燃机，一定要顺着氢气自身的“脾气”做设计——这是孙柏刚团队和氢打了十几年交道总结出的经验。

帮企业跨过第一款样机的门槛

如今，北京理工大学氢内燃机团队已相继突破了氢内燃机总体设计、氮氧化物排放控制技术、非正常燃烧抑制技术、车载氢供应系统、电子控制系统等多项氢内燃机关键技术；基本建立了一套具有国际先进水平的完整实验平台系统，成为中国为数不多的能够进行氢内燃机整机测试的完整实验平台之一；他们还为国内多家重点企业开发了多种氢内燃机。

从2017年起，团队就尝试推动氢内燃机的市场化应用，为企业提供技术服务。2020年，“碳达峰”“碳中和”的目标提出，孙柏刚感到，一个氢内燃机技术开发的新高潮即将来临。目前，团队几乎和国内的主流车企都接触了个遍。

不过，从开发出原型机到最终商用，企业还需要付出艰苦卓绝的努力，进行上百项测试。“企业不了解氢的‘脾气’，我们就要帮他们把第一款样机的门槛跨过去。”孙柏刚介绍说，和企业合作时，团队毫无保留。比如，他们不仅向企业交付计算模型，还主动给车企培训如何使用模型。

随着氢内燃机得到更加广泛的应用，更多在实验室难以发现的问题逐渐暴露出来。孙柏刚团队已经提前布局，进行技术储备。他们正在和制造厂家合作，研究氢内燃机的相关核心零部件。

今年50岁出头的孙柏刚，头发已然全白。他说，经过十几年的历练，这支“特别能吃苦”“特别团结”的氢内燃机团队，已经能够打硬仗、啃硬骨头了！（张盖伦）

德国氢动力列车开始运营

参考消息　2022.8.25

【法新社柏林8月24日电】德国将于本周三开通一条完全由氢气提供动力的铁路线路，这是“世界首创”，也是绿色火车运输的重要一步，尽管仍存在供应挑战。

由法国工业巨头阿尔斯通公司提供给德国下萨克森州的14列火车，将取代连接汉堡附近库克斯、布来梅、布雷默弗德和布克斯特胡德等城市的100公里铁轨上的内燃机车。

阿尔斯通公司项目经理斯特凡·施兰克对本社记者说：“得益于氢气，无论在一天中的什么时候，乘客都能在这条线路上行驶。”他称赞这是“世界首创”。

氢动力列车已成为铁路部门降低碳排放和取代柴油的一种有前景的方式，目前德国20%的旅程仍由柴油驱动。

由于车顶安装了燃料电池，这种据称是“零排放”运输模式的列车将氢气与周围空气中的氧气混合在一起，这就产生了拉动火车所需的电力。

阿尔斯通在法国南部城镇塔贝斯设计并在德国中部的扎尔茨吉特组装的这种列车是该领

域的先驱。

据阿尔斯通称，该项目吸引了“几千万欧元”的投资。自 2018 年以来，这条线路上已进行了两列氢动力列车的商业试验，但现在整个车队都采用了这一突破性的技术。

这家法国集团签署了四份合同，向德国、法国和意大利之间的铁路线路供应数十列列车，没有任何需求减弱的迹象。

施兰克估计，仅在德国“就可能有 2500 至 3000 辆柴油列车被氢动力车型取代”。

德国罗兰贝格国际管理咨询有限公司的铁路专家亚历山大·沙彭蒂耶对本社记者说：“到 2035 年，大约 15% 至 20% 的欧洲地区性市场可能使用氢气。

氢动力列车在较短的区域线路上特别有吸引力，因为在这些线路上，向电力过渡的成本超过了线路的盈利能力。

氢气隔膜压缩机大有可为

——访广东佛燃天高流体机械设备有限公司董事长黄津鹄

中国能源报　2022.8.22

随着加氢站建设提速，其核心设备——隔膜压缩机迎来前所未有的发展机遇。

不久前，黄津鹄奔赴佛山市，就任广东佛燃天高流体机械设备有限公司董事长，开启了第二次创业。作为国产隔膜压缩机科研带头人，他的资历颇为深厚：参与过国家“八五”“九五”重大技术装备研制和国产化工作；参与大亚湾核电站、秦山核电站、高温气冷堆隔膜压缩机的研发；主持完成国家“921 载人航天工程”中宇航员生命保障系统隔膜压缩机的研制任务；主持完成了大于 90MPa 的氢气隔膜压缩机的研制，填补了国内高压氢气隔膜压缩机的空白……

“可以预见，氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场，但其产品技术水平与国外相比还存在一定差距，高压力、大容量极限还有待突破。”黄津鹄说，隔膜压缩机不能成为我国氢能产业发展的短板，这次创业是带着使命而来。

■■从向国外学习到自主创新

隔膜式压缩机是压缩和运输各种高纯气体、贵重稀有气体、有毒有害气体和腐蚀性气体的机器设备，广泛应用于氢能应用、核电核能、食品医药、石油化工、电子材料和国防军工等领域。

1916 年，法国人 Henri Corblin 发明了隔膜压缩机，该技术具有压缩比大、密封性好、压缩气体不受润滑油和其他固体杂质污染的特点。长期以来，隔膜压缩机技术被法国、德国和美国企业所垄断。随着几代人的努力，目前，我国隔膜压缩机生产能力达到国际先进水平，并形成一定的产业集群。其中，北京第一通用机械厂是国产隔膜压缩机的发源地。

“这是一个从模仿学习到自主创新、再到原理创新的过程。”黄津鹄从学徒做起，历任北京第一通用机械厂隔膜室主任、压研所副所长、开发服务部经理。据他介绍，上个世纪

60 年代初，根据第一机械工业部要求，北京第一通用机械厂参考法国设备制造出我国第一台隔膜压缩机 G2V－5/200；20 世纪 60 年代末到 70 年代中期，以陈第岱为代表的第二代科研人员奠定了国产隔膜压缩机的基础理论；20 世纪 70 年代末到 80 年代末，以李永进为代表的第三代科研人员团队为隔膜压缩机膜片材料国产化奠定了基础。

“我算是第四代科研团队的‘带头人’。那时候接到指令就干，只要有进口隔膜压缩机的地方都去参观学习过，产品设计、机器调试、故障维修，什么活都干，这为以后的工作打下扎实基础。在上世纪 90 年代中期，中科院某单位进口了一台超高压 200MPa 的隔膜压缩机，当时没有人能调试，最后是由我调试成功的，而且这个纪录在中国隔膜压缩机界保持了将近 20 年。”黄津鹄说，他一辈子只做了隔膜压缩机一件事，研发出了膜片破裂报警检测系统，建立了系列化、模块化、标准化的产品体系，推动隔膜压缩机市场初具规模。

■■创业之路步履维艰

2001 年，黄津鹄创办了北京天高隔膜压缩机有限公司，开始了第一次创业。黄津鹄对设备进行了“压力补油，压力润滑”等多项技术改进，使设备的承载能力大幅度提升。“十一五”“十二五”和“十三五”期间，公司连续三届承担了国家科技部的加氢领域课题。由北京市人民政府、中国人民解放军总装备部、北京市知识产权局、中国机械工业联合会等单位颁发的各种科学技术荣誉证书和奖章积攒了厚厚一摞。

“但创业之路并不平坦，为响应国家环保要求，工厂多次搬迁，业务发展和运营都受到极大的制约和影响，技术创新也难以及时转化。”黄津鹄坦言，也迷茫过，骨子里还是觉得自己是一名研发人员。2020 年底，黄津鹄接触到了佛燃能源集团股份有限公司。彼时，后者正在积极布局氢能产业。多次沟通后，双方于去年 6 月共同出资创建广东佛燃天高流体机械设备有限公司。由此，黄津鹄踏上了第二次创业之路。

“新厂房一期产能 300 台/年，后续将扩产至 1000 台/年。2022 年订单总额有望实现 3 倍增长。公司在人才、服务、交付时间等方面的短板将快速补齐，自己也能专注于技术研发。”黄津鹄给自己起了个“黄老创”的网名，鼓励自己专注于创新研发。“在技术突破上，始终觉得自己担负着使命。单缸最大容积、单台机器最大电机功率的极限在哪？隔膜压缩机能否抽真空、能压缩多高温度的气体？当然还有隔膜压缩机新原理的探索，这里面还有很多想象空间，也是隔膜压缩机性能参数的边界，就像攀登珠穆朗玛峰，很难，也是乐趣所在。”

■■氢能将是最大的应用市场

近年来，氢能产业频迎政策利好，尤其是燃料电池汽车示范应用城市群的开展，加快了加氢站建设速度。

根据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到 2030 年、2050 年，我国加氢站数量将分别达到 1500 座、10000 座。

“一座加氢站至少需要一、两台压缩机。西部绿色能源制氢也有较大的设备需求。”黄津鹄介绍，此前，隔膜压缩机应用仅有百台级规模，根据不同的氢气来源、不同的压力和流

量要求、不同的使用环境和控制运行要求配置，又是一个多品种、小批量的产品市场；以后氢气隔膜压缩机有望形成标准化、批量化的产品。由此，氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场。

据了解，当前，我国加氢站隔膜压缩机主要进口国外设备。黄津鹊坦言，皮实耐用是国产隔膜压缩机的优势，基于维修操作工人存在误操作、螺栓紧力大小不均匀的情况，设计预留了误操作空间。但我国隔膜压缩机整体工业基础跟国外相比还存在差距，阀门、高压表、控制器、安全阀、传感器等关键零部件国外品牌占比较多；国内优质膜片材料生产企业较少，且产品表面光洁度、热处理定型生产工艺与国外产品存在差距；国内膜腔曲线理论也没有国外研究得那么深刻，膜腔曲线和膜片应用结合研究还有待加强。

黄津鹊进一步指出，一百多年来，研发人员都是在隔膜压缩机各个零部件上面改进创新，虽然极大地提高了隔膜压缩机的性能水平，但体积大、转速低、能耗较大的问题并没有根本解决，这恐难以满足加氢站大规模发展需求。在他看来，新型隔膜压缩机原理性创新迫在眉睫。

■■技术攻关再攀高峰

黄津鹊介绍，国内加氢站多用 500 公斤 45MPa 的压缩机，而 90MPa 和更大排量压缩机的需求正在增加。这意味着高压力、大排量是压缩机行业的发展趋势。“但不能将设备体积简单放大，要在几乎不增加体积的情况下增加排量，提高能量密度。比如，气缸压力有上限，工人紧固螺丝耗时较长，效率不高。随着压力增大，螺丝紧固也非人力所为。

对此，黄津鹊设计出“卡箍式”气缸，实现了隔膜压缩机气缸紧固方式由“轴向”转向“径向”的颠覆性突破，该设计不仅实现 300MPa 的排气压力，气缸紧固力仅为传统气缸的 1/3，还减少 60% 拆装时间。“创新一定要符合经济规律才有价值。”

黄津鹊开了一个科普隔膜压缩机的公众号，还记录一些生活感悟和思考，“从一个普通的设计师、企业中层干部到民营企业业主，个人命运同国家发展是紧密相连。国家提出碳达峰碳中和目标，氢能产业的‘天亮了’，这是一代隔膜压缩机人的历史机遇，我们要把握住，再努力创新攻关，将来国产隔膜压缩机还能走出国门，出口海外。”

黄津鹊说，二次创业是带着使命的。天高累计拥有的专利近 60 项，“理论结合实际，大胆创新，勇于实践”是他的成功法宝。目前他正在试验国内最高排气压力的隔膜压缩机，要让世界知道中国也有隔膜压缩机原理创新技术。（卢奇秀）

我国制氢设备技术水平持续提升

中国能源报　2022.8.22

核心阅读

大规模光伏、风电的建设将是未来绿氢大规模应用的有力支撑，也是倒逼化工等传统高耗能、高排碳行业进行产业升级的有力举措。此次下线的希倍优 1400 标方制氢系统，很好

地遵循了制氢设备向低成本、低能耗、高电密、高产气量的发展方向。

近日，苏州希倍优氢能源科技有限公司（以下简称“希倍优氢能”）最新制氢装备“希倍优1400标方制氢系统”正式下线。在下线仪式上，希倍优氢能分别与内蒙古兴安盟科尔沁右翼前旗政府签署《希倍优科右前旗氢能装备制造风光制氢合成氨项目》，与内蒙古庆华集团有限公司签署《腾格里30000Nm3/h风光制氢项目合作协议》，与华润电力投资有限公司东南分公司、湄洲湾北岸经济开发区签署《新能源产业投资开发三方合作框架协议》，与国华（江苏）风电有限公司、射阳港经济开发区新能源及其装备产业园管理办公室签署《零碳绿色气体产业园合作协议》。

近年来，在“双碳”目标及氢能产业加速发展背景下，绿氢在脱碳中发挥的作用备受关注，随着电解水制氢部署规模不断扩大，为适应未来绿氢大规模制取需求，我国制氢设备在成本、能耗、产氢效率等技术方面迎来持续提升。

■■绿氢市场前景广阔

今年3月，国家发改委、国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021－2035年）》明确了氢的能源属性，并提出到2025年，可再生能源制氢量达到10－20万吨/年，实现二氧化碳减排100－200万吨/年。到2030年，形成较为完备的清洁能源制氢及供应体系，有力支撑碳达峰目标实现。到2035年，可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升。

值得注意的是，除了交通运输，氢气需求量庞大的工业领域同样开始重视绿氢发展，这也意味着绿氢已经成为传统能源企业转型的重要方向。4月7日，工信部、国家发改委等六部门联合发布《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》，鼓励石化化工企业因地制宜、合理有序开发利用绿氢，推进炼化、煤化工与绿电、绿氢等产业耦合示范。

“虽然氢经济时代没有想象的那样迅速到来，但氢气涉及到化工、电子、冶金、能源、宇航、交通等很多领域，其规模在不断发展，会带来更大的经济效益和社会效益。”希倍优氢能副总经理徐尚国表示。

希倍优氢能总经理李留罐指出，2020年－2025年是我国氢能产业发展中长期规划的首个五年，期间可再生能源制氢产能计划达到10万吨－20万吨/年。同时，海内外近年来已有多个大规模绿氢项目开建，推行绿氢大规模制取已是大势所趋。

■■瞄准碱性电解槽制氢

作为成套的电解水制氢系统和制氢解决方案提供商，为进一步提高核心竞争力，希倍优氢能不断聚焦氢气制取硬技术，持续提升制氢设备性能。此前，希倍优氢能首套50标方碱性水电解制氢系统已于今年1月在江苏苏州正式下线。

据介绍，该制氢系统采用全新的“一体化双极板结构”，可使电极表面的电位－电流分布更均匀，电子导体的欧姆损耗更小，同等电流下直流能耗更低。此外，考虑到整套制氢系统的安全性，该制氢系统设计了更全面的安全连锁系统，而且在后处理、智能控制系统方面

也进行了最新的升级优化。

记者了解到，目前国内绿氢项目还是以碱性电解制氢为主，随着近几年研发投入的持续加强，碱性电解槽性能迎来显著提升，在保持低成本优势的前提下，关键性能指标已和质子交换膜电解槽接近。另外，随着科研力量和产业投资的注入，碱性电解制氢技术在规模、成本、性能等综合性能上将保持竞争优势。

“碱性电解制氢具有安全可靠、运行寿命长、较适合大规模氢能项目等特点，价格方面，碱性水电解制氢系统也具备非常大的优势。”李留罐表示，因此希倍优氢能瞄准碱性电解制氢，适应大规模解决方案，在继承传统的同时加以创新。“结构上避免接触电阻，优化电极表面电流——电位分布，优化流道及内部流场。材料上，采用新工艺，多元合金催化剂、新型复合隔膜。设备整体欧姆压降更小，电流密度更高，碱液配流更均，管道压降更低。”

■■技术水平仍有提升空间

中国工程院院士彭苏萍表示，绿氢将在我国能源体系中发挥重要作用，如何大规模、低成本制取绿氢尤为关键。这也对制氢设备的性能、效率和可靠性提出更高要求。

值得关注的是，此次大标方制氢设备的下线，正是希倍优氢能支持绿氢规模应用的具体实践。李留罐表示，大规模光伏、风电的建设将是未来绿氢大规模应用的有力支撑，也是倒逼化工等传统高耗能、高排碳行业进行产业升级的有力举措。希倍优氢能此次下线的 1400 标方制氢系统，很好地遵循了制氢设备向低成本、低能耗、高电密、高产气量的发展方向。

“同时，针对新能源发电波动性特点，希倍优氢能将同步研发搭载模块化电解槽的后处理系统和智控系统，为后期电解槽批量生产和模块化应用奠定良好的基础，预计新型的模块化电解槽将在 2023 年正式投产。”李留罐称。

李留罐进一步强调，目前制氢设备技术远未触及“天花板”，在降低能耗、提高使用寿命、维护成本、解决电池衰减问题等方面仍需持续推进。

未来，希倍优氢能将加大研发及测试投入，对电解槽进行稳定性测试。徐尚国表示，公司将始终助力发展氢能经济，在提升催化剂性能及电极使用寿命、降低整槽欧姆压降、制氢设备与新能源耦合等领域继续深耕。（仲蕊）

可以解决氢气大规模储运难题，拓宽氢能产业应用场景

氢氨融合技术投入商用

中国能源报　2022.8.29

全国首座氨现场制氢加氢一体站示范项目启动仪式日前在福州长乐举行，这是“氨制氢加氢”这一技术首次走出实验室，投入商业应用。

氨作为零碳燃料和氢能载体，可以解决氢能大规模储运难题，拓宽氢能产业应用场景。业内认为，可再生能源制绿氢合成氨及其应用对于全球实现碳中和至关重要，绿氨合成将会

成为绿氢的重要应用之一。近年来，国内外氢氨融合产业项目布局逐渐加快，氢氨融合技术路径渐受热捧。

规划落地年产能超过 156 万吨，对应超 28 万吨/年绿氢需求

今年 3 月发布的《氢能产业发展中长期规划（2021－2035 年）》提出，扩大工业领域氢能替代化石能源应用规模，积极引导合成氨等行业由高碳工艺向低碳工艺转变，促进高耗能行业绿色低碳发展。公开数据显示，自上述规划发布以来，国内绿氨规划并落地的年产能已超过 156 万吨，对应超 28 万吨/年的绿氢需求。

4 月 7 日，国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料项目签约仪式在内蒙古包头九原工业园区举行，同时建设中国首台套氢电催化合成技术的 120 万吨绿氨化工项目，推动形成绿色低碳化工产业链。7 月 12 日，国家能源集团国华投资蒙西公司乌拉特中旗甘其毛都口岸加工园区风光氢氨一体化新型示范项目获备案，该项目利用风光发电分解水制取高品质氢气，再用于生产合成氨，年产约 30 万吨绿氨，供蒙西地区工业园区化工生产使用。

8 月 19 日，兰州新区氢能产业园项目正式实施，计划建设年产 2 万吨制氢能力和 10 万标方储氢能力的绿氢供应基地，以年产 6 万吨绿氨和氢能交通应用为核心的示范应用中心，以年产 3000 套氢燃料电池系统为核心的氢能装备制造中心。

“近年来，业内持续探索氢能储运难题突破口。我国是氨生产大国，氨能源丰富，氨作为高效储氢介质，具有高能量密度、易液化储运、安全性高和无碳排放等优势。因此，氢氨结合将成为最具潜力的新型储运方式。”厦门大学能源学院教授王兆林表示。

200 公里以上储运半径，液氨更具优势

现阶段，氢能储运成为氢能发展不可忽视的瓶颈。据国际能源署预计，2040 年全球绿氢和蓝氢需求将达 7500 万吨，解决供需矛盾，首先要解决储存和运输难难题。但无论是气氢还是液氢，目前都没有现成的廉价运输方式，这也是当下氢能及氢燃料电池汽车产业未实现快速大规模推广的主要原因之一。

“氢气按体积计算时，由于密度非常小，导致运输的体积巨大，因此以气态的形式进行长距离、大规模运输这一方式不可取。”盈德气体集团氢能事业部总经理张旭认为，同时，合成甲醇并不能实现完全零碳，液氢则面临技术和成本问题。一方面需要环保属性，另一方面要解决工业化和商业化问题，基于此，用氢和氨做成合成氨进行储运和应用是更优解决方式。

“在化学性质方面，氨的液化温度只有零下 33 摄氏度，非常容易液化，与之相比，氢液化温度则需要降至零下 253 摄氏度左右，无论是车辆运输还是管道运输，液氨的难度都相对更低。”王兆林称，只要超过 200 公里的储运半径，液氨有能力胜过所有的储运方式，并支持更大规模的氢能储运及应用场景。

苏州希倍优氢能源科技有限公司总经理李留罐认为，氢氨融合这一技术路径的兴起背

后，也有市场需求的推动。“以内蒙古为例，依托丰富的风光资源，内蒙古的风光制氢项目不断增长，但氢的消纳难题逐渐暴露。为实现当地新能源项目形成完整的产业链闭环，氢氨结合逐步受到重视。“随着光伏度电成本的逐渐降低，未来光伏组件及总投资成本的减少，绿氢将更具经济优势，在此背景下，‘氢－氨－氢’模式下的全生命周期成本将得到有效控制。”

为实现氢氨融合快速发展，需进一步降低电力及设备成本

王兆林称，氢氨结合不仅能解决氢储运难题，还能够扩展氢能产业的应用渠道或者应用场景，延伸产业链。“氢氨结合延伸到下游，可做成化肥和化工品，或应用于水泥窑、工业用氢及冶金等，长远来看，还可作为燃料进行火电替代。”

“此外，氨作为氢载体、动力燃料的新市场具有重要发展潜力，全球减碳大趋势下，氨的市场需求将进一步增长，氢能产业的相关应用规模也将不断扩大。”李留罐表示，同时，氨拥有完备的贸易和运输体系，长远来看，可通过液氨船实现大规模的氢气运输，利好我国氢能国际贸易发展。

值得注意的是，在氢氨融合技术路径方面，已出台相关鼓励政策。2022 年 4 月，科技部发布《国家重点研发计划“先进结构与复合材料”等重点专项 2022 年度项目申报指南》，提出包括分布式氨分解制氢技术与灌装母站集成、氨燃料电池到掺氨清洁高效燃烧等与氨有关的技术。《“十四五”新型储能发展实施方案》提出依托可再生能源制氢（氨）的氧（氨）储能等试点示范，将探索风光氢储等源网荷储一体化和多能互补的储能发展模式列入“十四五”新型储能区域示范。

李留罐强调，为实现氢氨融合的持续、快速发展，需要电力成本及相关制氢设备成本的进一步下降，目前，新能源的波动性问题导致制氢设备的可利用率较低，电网调峰过程中易出现收费不明确或成本高等问题，制约整个产业链的健康发展。因此，需要制氢设备企业、电力企业等各方面形成合力，助推产业发展。（仲蕊）

九、风能

法国启动“南大西洋”海上风电场项目

中国自然资源报　2022.8.5

【法兰西新闻台 7 月 29 日消息】法国政府宣布启动名为“南大西洋”的海上风电场项目。该项目位于滨海夏朗德省的奥雷隆岛附近海域，距离海岸约 35 公里处，并远离海洋自然公园。

据悉，该项目计划在海床上安装风力涡轮机，装机容量约为 1000 兆瓦，预计于本世纪 30 年代初期投入使用。此外，政府计划在其附近建设第二个 1000 兆瓦的浮式风力发电场。

对此，法国环保组织雷岛未来协会称，这些风电场的所有设备均可回收，具有示范意义。法国保护鸟类联盟认为，建设风电场仍具有破坏性，实现气候目标不应以破坏环境为代价。

希腊批准首部《海上风电法》

中国自然资源报　2022.8.12

【欧洲风能协会官网 8 月 3 白消息】近日，希腊议会批准首部《海上风电法》，这是该国启动海上风电开发的重要里程碑。该法规定，到 2030 年希腊将安装 2 吉瓦海上风电装机容量。鉴于希腊水域的特点，其中大部分将是浮式海上风电场。希腊政府将陆续出台若干关于海上风电区域划设和拍卖标准的法令，通过战略环境影响评价确定海上风电开发区域，在与军事、渔业和旅游相关部门协商后，在这些区域内分配确定安装区，并针对每个安装区制定开发条款。开发商需申请研究许可才有资格参与海上风电拍卖，预计海上风电拍卖最早可能在 2025～2026 年进行，中标者将获得在指定安装区开发、建设和运营海上风电场的专有权。

风电叶片迎来“大”时代

中国能源报　2022.8.1

108 米、111 米、115 米，截至今年 7 月底，我国风机叶片最长纪录已多次刷新，过去的 1 个月，明阳智能、运达股份、三一重能等整机制造商陆续发布了最新的叶片款型，生产下线的陆上风电叶片尺寸已普遍接近 100 米，而已下线的海上风电叶片规格最长已超过 110 米。

“几年前，国内叶片长度基本是以 10 米左右的速度逐年增长，现在每年规划的叶片增长速度已经可以达到 15 米—20 米。”金风科技研发中心叶片专家闻笔荣告诉记者。随着我国风电装机高速增长，风电叶片的长度也正快速迭代，“大”叶片时代已经到来。

刷新纪录，整机商陆续登场

上半年，我国陆上风电叶片长度不断刷新。5 月，三一重能在湖南韶山正式下线首支 FB99067 型风电叶片，该叶片长达 99 米，刷新当时已下线的最长陆上风电叶片纪录。6 月，运达股份宣布其 YD97B 叶片在邯郸基地正式下线，该叶片长达 97 米，刷新当时陆上最长玻纤风电叶片纪录。

海上风机市场更加热闹。6 月，明阳智能宣布下线 111.5 米抗台风型海上叶片，创下亚洲最长抗台风型叶片纪录；同月，东方风电宣布 B1085A 型海上风电叶片下线，长达 108 米，是针对海上中低风速区域研制的风电叶片；7 月，上海电气风电宣布 S112 超长海上风电叶片顺利下线，该型叶片长达 112 米，再度刷新了国内最长的海上风电叶片纪录。

据中国可再生能源学会风能专业委员会《中国风电产业地图 2021》中发布的最新数据，近两年来我国风电机组的风轮直径增大趋势明显，2021 年平均风轮直径增长到 151 米，较 2020 年增长了 15 米，2021 年大于 150 米的风轮直径风机占比显著增长，150 米及以上风轮直径占比从 2020 年的 12% 快速增长到了 66.1%。截至 2021 年底，海上风电机组风轮直径最大可达 186 米，陆上风电机组风轮直径最大为 175 米。

从各大整机商发布的研发计划来看，未来叶片将变得更长更大。明阳智能已经宣布开发MySE 16.0－242海上机型，单机功率可达16兆瓦，叶片长度预计为118米。中国海装也宣布开发16兆瓦海上风电机组，预计叶片长度可能超过125米。

推陈出新，技术催生新款式

风电叶片的推陈出新为何“提速”？在业内看来，技术的逐步成熟和高速发展的风电市场是催生叶片创新的主要动力。

“时至目前，国内叶片生产商已经有了至少20年的经验积累，不论是大型化叶片的设计还是新材料体系的应用，都已经积累了一定的技术能力。从技术驱动的角度来说，国内企业早已有动力和能力将叶片做到百米级别。”闻笔荣表示。

与此同时，风电平价时代带来的降本压力，成为叶片大型化的源动力。明阳智能业务副总裁兼叶片产业公司董事长李军向告诉记者：“一般来说，同等风速情况下，叶片越长，扫风面积更大，发电量也相应增大。近年来，风电大规模开发，风电场选址逐渐转向低风速资源风区，大叶片的应用可有效降低对最低风速的要求，提升发电量。”

光大证券的分析师指出，随着风电进入平价时代，招标价格持续下降，全产业链降本需求迫切，风电机组大型化是实现降本的有效路径之一，叶片大型化是提升单机容量的关键。

闻笔荣表示，目前风电市场对价格相对比较敏感，市场竞争激烈，面临着较大的成本压力，叶片的大型化不仅有助于提高风机发电效率功率，更能降低风电场的机位数，进而降低风电场的造价，缓解开发风场的成本压力。

业界普遍认为，“双碳”目标下，我国风电行业已然迎来高速成长期，对于风电叶片来说，市场空间已经打开。据国家能源局统计，2017年－2021年间，我国风电装机规模持续上行，新增风电装机规模逐年提高，今年上半年，我国新增风电装机容量1294万千瓦，同比增加210万千瓦。

快速迭代，大型化带来全面革新

叶片尺寸快速增加的背后，不仅是技术的革新，也意味着对风电行业各环节的挑战。

“随着叶片大型化发展，厂房规划也需要随之变更，并不是换套模具就能完成。如明阳叶片从86.5米升级到111.5米，模具的占地面积更大，原有的厂房容纳不下同样数量的模具，转运及堆场所需要的空间也相应变大，这就意味着需要重新做厂房布局。与此同时，叶片制造难度也会增加，由于大叶片的体积和重量更大，需要铺设的材料更多，所需要的时间更长，像铺层、灌注、合模等工序就非常耗费人力和时间。”李军向表示。

“举个例子，叶片从60米到100米，长度增加了66%，重量增加了300%，生产一支叶片的人工增加。5毫米制造公差在百米叶片上实现起来非常有难度，对制造环节提出了更苛刻的要求。”闻笔荣进一步指出，“100米以上的叶片重量可达60吨以上，挑战风电运输设备尤其是风场最后一公里运输。”

李军向指出，传统叶片依赖手工作业的模式会被自动化、智能化生产逐步替代，诸如激

光定位、自动化铺层、机器打磨、工厂数字化管理等方式正被引入叶片生产流程，以提高生产效率和生产质量。

除此以外，对于叶片生产来说，新材料的应用也已成为共识。大型化风机对于叶片提出了更高的要求，业界普遍认为，传统的玻璃纤维复合材料已难以满足其需求。从目前的情况来看，碳纤维等新兴材料已经获得了高度关注。但面对快速迭代的叶片技术，多位专家也提醒称，大叶片对铺层结构更加敏感，对容差和缺陷的包容性更低，这就要求大叶片的质量更加稳定可靠，在前期测试到小批量生产的过程中要加强试验。（李丽旻）

国内陆上最大商业化风机吊装成功

中国能源报　2022.8.8

本报讯 7 月 29 日，云南省能源投资集团有限公司曲靖市通泉风电场首台 6.25 兆瓦风电机组吊装圆满完成。这是目前国内陆上商业运行的最大机组，采用浙江运达 185 米叶轮直径单机容量 6.25 兆瓦的高海拔风机，也是云南省“8 +3”风光新能源专项规划项目中第一个实现风机吊装的风电项目，该项目的顺利吊装为云南省后续大叶轮、大容量陆上风电机组安装起到了示范作用，并有力推动了全省风电项目开发建设的进程。

通泉风电场项目于 3 月 10 日正式开工，建成后年上网电量约为 9.67 亿千瓦时，每年可节约标煤约 29.62 万吨，相应每年可减少二氧化硫排放 180.8 吨，氮氧化合物排放 188.53 吨，二氧化碳排放 81.02 万吨，烟尘 36.74 吨，节能减排效益显著。（张凌）

去年海上风电新增投资超 700 亿元，新增接入总量占全国近三分之一

广东打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地

南方都市报　2022.8.27

近日，国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”落户湛江徐闻罗斗沙海域。

2012 年，随着省内首个海上风电示范项目——珠海桂山海上风电场筹建，广东海上风电建设拉开了序幕。《广东海洋经济发展报告（2022）》显示，2021 年广东海上风电发展迅速，全年海上风电新增投资超 700 亿元，新增海上风电接入总量占全国近三分之一。

今年 4 月，《广东省能源发展“十四五”规划》出台，提出要推动海上风电产业集聚发展，并在“十四五”期间实施一批能源创新示范工程，打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地。

“十四五”时期将新增海上风电装机容量约 1700 万千瓦

2021 年，广东海上风电项目建设取得新突破。今年 4 月，广东省人民政府办公厅发布关于印发广东省能源发展“十四五”规划（以下简称《规划》）的通知。《规划》提出，大力发展先进核能、海上风电、太阳能等优势产业，加快培育氢能、储能、智慧能源等新兴产

业，建设差异化布局的新能源产业集聚区，到2025年，全省新能源产业营业收入达7300亿元，形成国内领先的新能源产业集群。

《规划》指出，大力发展海上风电，新增装机容量约1700万千瓦，将在海上风电等重点领域实施一批具有前瞻性、战略性的科技示范项目。规模化开发海上风电，推动项目集中连片开发利用，打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地。“十四五”时期新增海上风电装机容量约1700万千瓦。

建设珠三角海上风电研发服务基地

在去年底印发的广东海洋经济发展“十四五”规划中，提出要建设珠三角海上风电研发服务基地、粤东千万千瓦级海上风电基地以及粤西千万千瓦级海上风电基地等海上风电产业集群。

其中，珠三角海上风电研发服务基地建设将以广州、深圳、中山为核心，以明阳智能、中广核等企业为龙头，打造海上风电科技创新研发基地，利用广州南沙、深圳前海、珠海横琴等自贸区发展海上风电金融产品，培育和创新海上风电设备融资租赁及保险、基金等海上风电金融业务。

粤东千万千瓦级海上风电基地将争取纳入国家相关规划，推动开工建设；打造汕头海上风电创新产业园，配套一定整机组装产能；推动汕尾（陆丰）海洋工程基地建设，设立先进能源科学与技术省实验室汕尾分中心，并谋划布局揭阳运维基地。

粤西千万千瓦级海上风电基地将推动粤西湛江等海域海上风电项目规模化集中规划、连片开发，同时打造粤西千万千瓦级海上风电基地，并支持南方海洋科学与工程广东省实验室（湛江）参与海上风电研究。

建成投产海上风电装机容量约3000万千瓦

《广东省海上风电发展规划（2017－2030年）》显示，广东省拥有4114公里海岸线和41.93万平方公里辽阔海域。在离岸略远的粤东海域，年平均风速可达8－9米/秒或以上；有效风能密度大于等于200瓦/平方米的等值线平行于海岸线，沿海岛屿的风能密度在300瓦/平方米以上，粤东海域甚至可到750瓦/平方米。

广东的目标是，到2030年底，建成投产海上风电装机容量约3000万千瓦，形成整机制造、关键零部件生产、海工施工及相关服务业协调发展的海上风电产业体系，海上风电设备研发、制造和服务水平达到国际领先水平，海上风电产业成为广东国际竞争力强的优势产业之一。

为增强能源科技创新能力，《规划》还提出加强创新平台和能力建设。

充分整合省内外科研院所、高校、企业等创新资源，积极部署建设国家级、省级和国家地方联合创新平台。加快建设粤港澳大湾区国际科技创新中心，重点支持先进能源科学与技术广东省实验室及分中心建设。依托中广核集团建设中国南方核科学与技术创新中心，形成深圳总部和惠州等重要科研设施集群区的空间布局。

知多 D

广东省能源发展“十四五”规划部分海上风电重点工程

新增投产

●中广核汕尾后湖、惠州港口一期项目

●省能源集团、湛江外罗二期、湛江新寮项目

●国家电投揭阳神泉一、湛江徐闻项目

●南网珠海桂山二期项目

●大唐南澳勒门Ⅰ项目

开工建设

●三峡汕头洋东、汕头海门（场址一）、中广核惠州港口二 PA、港口二 PB、汕尾甲子一、汕尾田子二项目

●华能汕头勒门（二）、汕头海门（场址一、场址三）项目

●国家电投揭阳神泉二、揭阳靖海项目

●建设粤东和粤西千万千瓦级海上风电基地。

城市

汕头 聚力建设国际风电创新港

广东省第十三次党代会报告明确提出，支持汕头国际风电创新港建设，为汕头海上风电产业发展指明方向。

目前，汕头正坚定不移走好走实“工业立市、产业强市”之路，依托粤东千万千瓦级海上风电基地建设，集中打造2000亿元新能源产业集群，加快形成“1＋3＋3”海上风电全产业链生态体系，举全市之力高起点、高水平建设汕头国际风电创新港。

1988 年开建风力发电示范场

近年来，随着鲁能新能源产业基地、华纳机舱罩等项目启动建设，海上风电产业链上下游多家企业逐鹿汕头濠江；大唐、华能、三峡、中海油、中国绿发、国电投等一批央企相继循“风”而来，为汕头海上风电资源开发注入强劲动力；国电南瑞、青岛武晓、江苏华纳、盘古润滑等一大批配套企业因“风”而聚，构筑起日趋完善的风电产业链。

掘金海上风电，汕头从未停歇：1988 年，南澳县启动了中国首个风力发电示范场项目建设，被海内外风电专家誉为“中国风电开发的先锋”；2010 年，国内最大型风电柔性直流输电工程落户南澳岛，再次为我国新能源开发发挥了重要示范作用。

2019 年 8 月和 2021 年 9 月，上海电气 8 兆瓦和 11 兆瓦海上风机在汕头完成总装下线，两次刷新国内最大容量海上风机纪录；2021 年底，大唐南澳勒门Ⅰ海上风电项目成功实现全容量投产。

今年一季度，广东固韩重工设备有限公司海洋装备生产基地建设项目开工，建成投产后将有力推动海洋高端智能制造业转型升级；继而 7 月，亚洲首台 11 兆瓦海上风机吊装成功，

汕头海上风电又迈上新的台阶。

去年新能源产业总产值约 147 亿元

海上风电是汕头发展新能源产业的主攻方向，其中濠江区坐拥广澳港，海上风能资源丰富，如今，濠江区正高标准加快建设海上风电产业园。

目前，海上风电产业园规划总面积约 9000 亩，核心区规划面积约 4200 亩。产业园基础设施配套一期工程已启动建设。

据统计，2021 年汕头以风能产业为龙头的新能源产业，实现规上工业总产值 146.68 亿元，增长 15.8%，充分展示风能产业强劲的发展势头。

惠州 规模化开发海上风电

8 月 1 日，惠州市人民政府印发《惠州市能源发展“十四五”规划》的通知。规划提出：

有序开发风电。规模化开发海上风电，有序推动陆上风电项目建设，到 2025 年全市风电装机容量约达 119 万千瓦。

——加快建设海上风电。统筹谋划海上风电布局，重点推进中广核港口海上风电项目如期建成并网，积极推进近海深水区海上风电场资源调查和勘察等前期工作，扩大海上风电建设规模，“十四五”期间新增海上风电装机容量约 100 万千瓦。

——适度开发陆上风电。结合陆上风电资源和土地利用性质等情况，因地制宜支持汝湖镇等分散式陆上风电项目建设，“十四五”期间新增陆上风电装机容量约 6 万千瓦。

湛江 每 3 度电中有 1 度电是清洁能源

风力资源丰富的湛江，吸引了一大批风电企业相继落户。一座座洁白的大风车在徐闻、廉江、雷州等地拔地而起。在湛江，每 3 度电中就有 1 度电是清洁能源，风力发电成为湛江绿色发展的一张崭新名片。

“海上风电正成为众多风电企业争相抢夺的‘新战场’。”广东粤电曲界风力发电有限公司财务人员张婷说。

据了解，广东粤电曲界风力发电有限公司在徐闻共有 5 个风电场，其中 3 个是海上风电场。据了解，截至 2021 年 11 月 26 日，国家电投徐闻海上风电项目 94 台风机全部并网发电，成为亚洲在运单体容量最大的海上风电项目。项目全容量投产后，预计每年可提供 17 亿千瓦时清洁电量。（ 余丹 黄叙浩 黄嘉丰 郭婉华 许妍娜 张雨昕）

澳大利亚公开六处海上风电场址

中国自然资源报　2022.8.19

【澳大利亚气候变化、能源、环境及水资源部官网 8 月 11 日消息】近日，澳大利亚宣布该国发展世界级海上风电项目的六处地区，以便推进该国的可再生能源产业。

这六处地区分别是维多利亚吉普斯兰区附近的巴斯海峡、新南威尔士兰亨特区附近的太

平洋海域、新南威尔士州伊拉瓦拉区附近的太平洋海域、维多利亚州波特兰区附近的南大平洋海域、塔斯马尼亚州北部附近的巴斯海峡、西澳大利亚州珀斯附近的印度洋海域。澳大利亚能源部长表示，该国海上风电产业每年将创造 3000～8000 个就业岗位，未来海上风电场的布局将位于工业中心和港口周边。

全国首台商用 11MW 海上风机完成吊装

中国能源报　2022.8.22

本报讯 8 月 17 日，国家电投揭阳神泉二海上风电项目顺利完成全国首台投入商用的 11MW 风机吊装，标志着中国海上风电正式跨入 11MW 时代，翻开了中国海上风电的新篇章。

该项目装机规模 502MW，拟安装 34 台 11MW 和 16 台 8MW 风电机组。其中选用的 11MW 风机为上海电气 Petrel 海燕平台 EW11.0－208 机组，这是国家电投集团在海上风电建设中首次大批量应用 10MW 以上大容量机组。首台 11 兆瓦风机的顺利吊装也为年底实现全容量并网投产打下坚实基础，将加快海上风电向集约化、数字化、智能化发展，助力打造粤东千万千瓦级海上风电基地。

据了解，该风机所在机位为 35#，为目前国内单体最重、直径最大的单桩基础，机组叶轮直径 208 米、轮毂中心高度约 128 米，是国内在建已吊装机组轮毂中心高度最高的风电机组。（胡静）

美能源部发布新版《海上风电市场报告》

中国自然资源报　2022.8.26

【美国能源部官网 8 月 16 日消息】美国能源部发布由国家可再生能源实验室编写的 2022 年版《海上风电市场报告》。报告指出，目前处于不同开发阶段的美国海上风电项目装机容量为 40083 兆瓦，较上年增长 14%，其中包括 18 个处于审批阶段的项目，总容量为 18581 兆瓦。这些项目足以为 1300 万美国家庭提供潜在电力。目前，美国商业规模的海上风电项目的能源成本有所下降，为 61 美元/兆瓦时至 116 美元/兆瓦时不等，平均为 84 美元/兆瓦时。此外，该实验室估计，在国家促进海上风能利用的条件下，美国海上风能的技术开发潜力超过 4200 吉瓦，即发电量 13500 太瓦时/年。

国内全容量最大海上风电升压站开工

中国电力报　2022.8.16

本报讯（刘力炜 樊华 施汶娟）近日，由中国海洋石油集团有限公司下属海油工程承建的国内全容量最大的海上风电升压站项目在海油工程青岛场地开工建造。该项目装机容量约 1000 兆瓦，投产后预计年发电量 38 亿千瓦时，每年可节省标准煤消耗约 46.7 万吨、减少

二氧化碳排放约124万吨。

该项目是继5月份我国首个深远海浮式风电国产化研制及示范项目开工建造后，中国海油下属海油工程承接的又一个海上风电建造项目。项目工作包括海上升压站上部组块和导管架陆地建造、海上安装及调试并网配合等工作，钢材加工量达1.2万吨，两个项目同时进行，对建造场地的物料管理、资源调配都提出了更高的要求。

据悉，该项目升压站重6800余吨，目前国内只有一艘浮吊船具备吊装能力，稀缺的资源极易增加施工成本且船舶档期和天气情况等因素亦会造成吊装作业无法实施。

面对项目资源受限的压力和管控难度，海油工程充分发挥设计引领作用，通过设计优化，帮助组块减重瘦身，充分发挥大型模块海上安装能力，设计通过浮托法替代传统吊装方案，可使用两万吨级自有驳船“海洋石油221”作为主浮托船进行海上安装，有效解决大型设备海上安装资源紧缺难题，实现了从设计源头解决施工难题。

该项目位于广东省阳江市附近海域，将促进当地能源生产与消费结构进一步优化，推动国内海上风电产业创新发展，为加快实现“双碳”目标作贡献。

十、核能

英国为何力推核聚变反应堆研发

参考消息　2022.8.2

【日本《每日新闻》8月1日报道】题：英国大力推进核聚变反应堆发展——专访英国原子能管理局首席执行官伊恩·查普曼（记者 宫川裕章）

全球正在推进研究的核聚变反应堆与传统核反应堆相比更加安全，且不会产生二氧化碳排放和高放射性核废物。作为燃料的氘和氚能够从海洋中获取，所以也被称为“梦幻能源”。另一方面，核聚变反应堆的研发技术门槛较高，有观点质疑其难以实现商用。而英国恰恰是在这样的背景下，举全国之力推进核聚变反应堆的开发和商用。这背后究竟有什么原因？日本《每日新闻》就此采访了负责核聚变研发管理的英国政府机构——英国原子能管理局首席执行官伊恩·查普曼。

记者问：迄今为止，英国政府在核聚变相关设施和基础设施建设方面已经投入了约1.84亿英镑（约合2.2亿美元），由国家出面助力核聚变项目的做法在全球范围内也不多见，英国有何考虑？

查普曼答：英国政府将应对气候变化视为最优先的政策课题。削减温室气体排放、寻找清洁能源不仅是英国，也是整个世界的课题。在这样的理念指引下，虽然核聚变反应堆尚未实际应用于发电行业，但其潜力不容小觑。距离核聚变发电成为现实可能需要20年时间，但如果能够在研究过程中刺激机器人、新材料等其他领域的研发，也将带动更多行业的发展。这种效应同样值得期待，这也是英国政府为核聚变投入巨大资源的原因之一。

问：英国政府去年发布了《迈向核聚变能源：英国核聚变战略》，可以认为英国政府推

出扶植政策是基于未来核聚变反应堆成为现实后，如何实现研究成果落地商用的考虑。日本的机制是科学技术由文部科学省负责，从商用化阶段开始转归经济产业省负责，英国为何由一个部门统筹管理？

答：这是英国能够在科技发展方面集合资金的重要原因。英国的商业、能源和产业战略部统筹制定能源政策、科技政策和产业振兴政策。如果说到核聚变相关领域，这不仅关乎科学技术，还要从能源政策、产业落地等方面展开讨论——如何构建产业基础，如何激活投资，以及制定什么样的规则才恰到好处。这一新部门是在2016年机构重组后诞生的，目前运转非常顺利。

问：脱欧给英国的核聚变研究带来了什么影响？

答：我们仍然参加欧盟以及美国、日本和中国等国共同推进的国际热核聚变实验反应堆（ITER）计划。另一方面，脱欧也让我们有了选择不同发展路径的机会。比方说，ITER的实验设施位于法国，法国当局对其采用了与传统反应堆相同的规则标准，但核聚变与核裂变在安全性方面差异巨大，英国国内的设施就不必遵守同样的规则。

问：曾经引领世界的英国核能产业在参与自由市场竞争后已经陷入衰退。英国政府之所以要为核聚变投入巨大资源，是否也出于在传统核能发展领域的痛苦经验？

答：我们直到今天仍然在反省。英国是世界上第一个研发出商业核电站的国家。但如今无论是核反应堆的研发还是运营，都要依赖法国企业。英国的核聚变战略希望通过培育国产的核聚变反应堆制造商，不仅为国内提供能源，更能够在未来实现出口。

打造原创技术策源地——

高温气冷堆：自主创新铸就国之重器

科技日报　2022.8.3

山东荣成石岛湾，全球首座球床模块式高温气冷堆核电站示范工程现场，工程走向商运前的最终调试正在紧张进行。

2021年12月20日，示范工程并网成功，我国成为世界少数几个掌握第四代核能技术的国家之一。

高温气冷堆被称作“傻瓜堆”——发生异常情况时，该堆可以在不需要任何人为干预的情况下保持安全状态。这对视安全为生命线的核电意义重大。

2003年至今，清华大学、中国核工业集团有限公司（以下简称中核集团）、中国华能集团有限公司（以下简称中国华能）“牵手”近20载，联合一批大型企业，推动我国高温气冷堆从“样品”变为“产品”。从10兆瓦实验堆到20万千瓦示范工程，首台套设备达2200多台（套），创新型设备有600余台（套），设备国产化率高达93.4%。

在清华大学核能与新能源技术研究院（以下简称核研院）党委书记、高温气冷堆核燃料元件研发工作带头人唐亚平看来，并网成功是合作带来的直观效益，更深层的效益则是通

过体制机制创新，把高校和企业紧紧地结合在一起，将“小核心、大协作”这一协同创新战略构想落到了实处、取得了实效，这将给未来的高温气冷堆批量化、商业化、国际化带来可观前景。

合理配股 构建协同创新格局

2003 年 1 月 29 日，清华大学 10 兆瓦高温气冷实验堆成功实现 72 小时连续满功率运行。实验成功后，清华大学希望寻找志同道合且具有雄厚实力的央企合作推动成果产业化。此时，对正在为谋求更高质量发展寻找突破的原中国核工业建设集团（2018 年与中核集团重组）来说，清华大学的橄榄枝无异天赐良机。

双方一拍即合，通过校企合作正式启动高温气冷堆工程转化研究。

作为参与合作谈判的主要成员之一，中核集团中核能源科技有限公司（以下简称中核能源）党委书记、董事长张国华回忆起当年的场景仍历历在目，“因为是第一次，大家都是摸着石头过河，过程很艰苦，但也卓有成效，包括成立高温气冷堆科技成果转化平台——中核能源，推动高温气冷堆技术从实验室走向市场，实现产业化”。

然而，“一拍即合”并不意味着“一帆风顺”。

一开始，双方都有顾虑：资本方怀疑技术方到底能不能研发出真正满足市场需求的产品以实现自身投资价值，技术方也对资本方是不是真心实意、能不能坚定不移支持技术研发并进行商业推广没底。

“怎么分工、如何互补？怎么分担责任、如何考虑收益预期？这些事情如果不明晰，会影响合作积极性、紧密程度以及投入力度。”张国华告诉记者，中核能源成立之初采用了双方各占 50% 的股权分配方式，为“小核心、大协作”创新体系奠定了重要基础。

2004 年，随着中国华能的加入，高温气冷堆示范工程三方合作、强强联合的新格局正式形成，校企合作、协同创新迈上新台阶。

联合攻关 共同承担国家使命

高温气冷堆的高安全性主要得益于一种基于陶瓷型的 4 层包覆颗粒的全陶瓷型核燃料元件。这也是“买不来、要不来、讨不来”的关键核心技术。

“清华大学在实验室里将这项技术走通后，在国家科技重大专项支持下，与中核北方核燃料元件有限公司展开合作攻关，让实验室的技术实现了工程化、变成了生产力。”唐亚平说。

作为全球首堆，示范工程没有可借鉴经验，面临诸多类似的高难度技术挑战。

蒸汽发生器被称为“核电之肺”，也是高温气冷堆最关键设备之一。2008 年，承担蒸汽发生器制造任务的哈电集团组建新团队、建设新厂房准备一鼓作气拿下新技术。

然而，问题接踵而来。最初的设计是将 10 兆瓦实验堆小规模的非工业化设备数据提高两到三个量级形成的，然而制造难度太大、经济性不好、后续可检验性不足。

2015 年春，为加快蒸汽发生器制造，确保按期交付，在项目业主单位华能石岛湾核电公司的组织下，作为 EPC 总包方，中核能源推动哈电集团制造专家、核研院设计专家及业

主设备采购、安装管理人员协同创新、联合攻关。

联合攻关团队在高温堆一比一的工程实验室一起协作，经过8个月不懈努力，前后完成8版设计，修改100多处细项，并一一验证。2018年，从最初算起历时10年，团队攻克了30多项关键技术、打造出了“高温气冷堆之肺”，其中高精密换热管对接焊工艺等18项重大工艺均为国内首创。

出了钱还要出人？这在以前是不可思议的事，在示范工程建设过程中却成为常态。

“因为是首堆，合同写得再细，也会碰到很多没有想到的事。”张国华经常说，“不要把与清华大学的合作看作一般商业化工程，而要看成是在联合攻关，在共同承担国家使命。”

逐步接受这个观点后，三方合作就越来越顺畅了。

“师徒制”促进文化深度融合

除了创新难度大，合作之初三方还面临文化冲突，尤其在示范工程设计工作中。

核研院老师习惯于学术研究，喜欢不断探索、追求完美，对设计成果精益求精。中核能源设计人员则更多是工程思维，更加注重进度、成本、可靠性。中国华能设计管理人员更强调项目安全、质量、进度、成本“四大控制”。

“我们推动公司与清华大学共同成立‘联合总体室’，联合举办核工程硕士班，建立‘师徒制’等多种举措全面促进相互理解与深度融合。”张国华说，多年文化融合的成效是显而易见的：老师们更加重视工程技术工作“合理可行、规范变更”的原则，公司员工则更加理解、尊重老师们对创新的追求。

中核能源原副总经理杨明德是核研院教授，曾在示范工程现场坚守了4年。他深情地表示，自己既是清华人也是中核人。

如今，中核能源52%的员工拥有硕士及以上学历，40%拥有高级职称，其中大部分经过了核研院工程硕士班的培养，双方建立了亦师亦友的深厚情谊。在共同的事业中，高校文化和工程文化和谐共生、相得益彰。

中核集团科技质量与信息化部主任尹卫平表示，科技创新是核工业的立业之本，是核工业发展之魂。在当前历史阶段，核科技创新的重要地位丝毫不亚于任何一个历史时期。中核集团坚持“小核心、大协作”的理念，加强和扩大“国内翼”合作，发挥协同创新单位的优势来共同推动解决集团关注的科学问题，成为集团公司研发体系的重要组成部分和科技创新“新势力”。

点评 推动科技创新和工程技术发展深度融合，打通从科技强到产业强、经济强、国家强的通道，科技成果转化是重要环节。完全自主创新、领先世界的高温气冷堆技术的转化是无人区的探索，可供借鉴的经验有限，而且周期长、见效慢、队伍难以稳定。合作各方将科技自立自强视为国家强盛之基、安全之要，在摸着石头过河的过程中，破解了机制冲突、利益冲突、文化冲突，将各方力量拧成一股绳，最终实验室“样品”变成了“产品”，组建了自主可控的高温气冷堆产业链，打造出新的国之重器。（陈瑜）

美专家文章：中国大力发展核电保能源安全

参考消息　2022.8.18

【美国詹姆斯敦基金会网站8月12日文章】题：北京长期大手笔押注核能（作者 该基金会“中国简报”总编辑约翰·范乌德纳伦）

去年秋天，由于电力需求激增和供应紧张，中国出现电力短缺现象。多种因素交织在一起导致了能源供应不足，但几乎所有因素都可以关联到中国努力解决在发电方面对煤炭的过度依赖。

今年，通过增加煤炭产量以及继续稳步提高可再生能源产能，中国避免了能源危机再次上演。今年上半年中国多地出现强降雨，令水电发电量增加了20%以上。煤炭开采和发电量的增加有助于中国增加供应和加强能源安全。不过，依赖煤炭也会影响气候议程。

中国一直希望民用核能项目能够为解决能源挑战提供经济且低碳的办法。根据“十四五”相关规划，中国将推进清洁能源基地建设和沿海核电项目建设等，到2025年，希望将非化石能源消费比重提高到20%，构建现代能源体系。

中国正在建设的大型核电站将在未来几十年提供一个安全、可靠和无碳的发电来源。

中国有几个优势有助于缓解能源挑战。首先是丰富的煤炭储备。其次是由于河流众多，有助开展大坝建设，使得中国成为世界上最大的水力发电国。而在核电领域，中国绵延的海岸线也使其拥有地理上的便利，因为海水可以更有效地消解核电站冷却过程中释放的热量。“十四五”规划提出，将积极有序推进沿海三代核电建设。

值得注意的是，相关规划还考虑加强先进反应堆技术的开发，比如高温气冷堆和小型模块化反应堆等。

长期以来，官员和专家一直对核电帮助中国解决能源需求并达成环境目标的潜力表现出极大热情。中国核能行业协会秘书长张廷克最近称，2022年第一季度，中国核电机组数量同比增加了3台，容量增加了339万千瓦。据悉，与燃煤发电相比，每千兆瓦核能每年可有效减少超过600万吨二氧化碳的排放。

上月，国有核电企业中国核能电力股份有限公司发布了首份生物多样性保护实践报告，该报告宣传了中国核工业对环境的积极影响。根据该报告，民用核电项目的生态效益相当于植树造林368.85万公顷。

2035年我国核电发电量占比将增至10%

中国能源报　2022.8.15

本报讯（记者朱学蕊）报道：中国核学会理事长王寿君8月9日在第29届国际核工程大会上表示，预计在2022年－2025年间，中国将进一步加快扩大装机规模，保持每年6—8台核电机组的核准开工节奏，2025年核电运行装机容量达7000万千瓦左右。到2035年，

中国核电在总发电量中的占比将达到10%。

作为清洁、安全、高效的能源，核能已成为全球携手推进低碳可持续发展的重要选项。王寿君指出，当前全球核电产业发展加速回暖，中国核电发展政策也渐趋积极，2021年提出了“积极安全有序发展核电”的方针。“截至今年6月底，中国在运核电机组54台，总装机容量为5578万千瓦，位列全球第三；在建及核准核电机组23台，继续保持世界第一。”

发电量方面，2021年我国核电发电量约占全国总发电量的5%，为减少二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物的排放作出了积极贡献。今年1月－6月，我国核电机组累计发电量为1989.99亿千瓦时，占全国累计发电量的5.02%；累计上网电量为1865.30亿千瓦时，比2021年同期上升1.9%；核电设备利用小时数为3621.77小时，平均机组能力因子为90.17%，保持了较好出力。

“经过30余年的发展，中国核电技术取得了长足进步。”王寿君介绍，目前我国已拥有“华龙一号”和“国和一号”第三代核电技术，大型先进压水堆及高温气冷堆研发持续推进，陆上商用模块化小堆开工建设，钠冷快堆、熔盐堆、聚变堆等先进核能系统的关键技术研发获得新突破。“随着中国‘双碳’战略的持续推进、能源安全战略的深化落实，核能发展迎来了重要机遇期。”

核电行业不仅是技术密集型行业，更是政策驱动型行业，其规模化发展离不开国家政策的积极引导。

2021年3月发布的《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确，“十四五”时期积极有序推进沿海三代核电建设，核电运行装机容量达到7000万千瓦。在此基调下，2021年、2022年两年核准的沿海核电项目均达到3个。

今年3月，国家发改委、国家能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》明确提出，在确保安全的前提下，积极有序推动沿海核电项目建设，保持平稳建设节奏，合理布局新增沿海核电项目，2025年核电运行装机容量达7000万千瓦左右。之后，国家能源局印发的《2022年能源工作指导意见》再次强调，在确保安全的前提下，积极有序推动新的沿海核电项目核准建设。业内普遍认为，今年以来，行业主管部门在相关规划和文件中对核电的着墨明显增加，对核电产业的加快复苏释放出积极信号，全行业、全产业链务必紧紧围绕安全、积极、有序等关键词开展研发、建设和运营工作。

十一、其它

我国海上页岩油勘探获重大突破

中国电力报　2022.8.1

本报讯（记者 曲艺）7月28日，中国海洋石油集团有限公司发布消息，我国海上首口页岩油探井——涠页－1井压裂测试成功并获商业油流，标志着我国海上页岩油勘探取得重大突破。

涠页－1井位于南海北部湾海域涠西南凹陷，日产原油20立方米、天然气1589立方米且产能稳定。据测算，涠西南凹陷页岩油资源量达8亿吨，整个北部湾盆地页岩油资源量约12亿吨，展现了良好的勘探前景。

据了解，在早期海上油气资源勘探中，中国海油有60多口井曾钻遇油页岩，但是勘探开发面临着埋深大、断裂多、钻井难等地质和工程难点，难以实现商业开发。近年来，中国海油将非常规油气勘探开发作为资源接替和稳产增产的重要方向，2020年开始布局海上页岩油勘探，2021年把北部湾涠西南凹陷作为战略突破点。

据中国海油湛江分公司总地质师邓勇介绍，在攻关过程中，中国海油项目团队创新“常规与非常规一体化”勘探思路，反复研究涠西南页岩油地质油藏特征，多轮论证工程及压裂可行性，最终优选含油性、可压裂改造性较好的目标区，部署涠页－1井。针对目标区压裂层砂质条带的地质特点，项目团队采用“高低粘一体化海水基变粘压裂体系＋限流射孔＋控压返排”特殊压裂工艺释放产能，相继完成了互层型、夹层型两种类型页岩油段测试作业，均获得商业发现。

关键技术创新让煤炭利用清洁高效

科技日报　2022.8.8

煤炭作为我国主体能源，有力保障了我国经济社会快速发展。

在“双碳”目标下，煤炭产业更加受到关注：煤炭是我国资源最丰富的化石能源，也是能源消费碳排放的主要来源，煤炭利用产生的二氧化碳排放量约占能源消费排放的70%左右。

2016年国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”重点专项启动以来，多项煤炭清洁高效利用相关技术取得突破，它们正在为“双碳”目标的实现提供坚实的科技支撑。

二次再热发电，把煤炭“吃干榨净”

用煤炭发电，如何实现既高效又清洁？

科技部“高效灵活二次再热发电机组研制及工程示范”项目给出高分答案。该示范项目位于国家能源集团宿迁发电有限公司内，包含两台660兆瓦超超临界二次再热机组。

国家能源集团江苏公司总经理梁志宏接受科技日报记者采访时介绍，超超临界机组使蒸汽温度达600℃—620℃，压力达31兆帕左右，基本达到当前技术经济综合平衡前提下的“天花板”。如何进一步提高煤炭的利用效率？在“高效灵活二次再热发电机组研制及工程示范”项目中，相比于传统一次再热机组，蒸汽会“回炉”再热一次。

梁志宏告诉记者，高温高压蒸汽在推动汽轮机的做功过程中，温度和压力会不断下降，做功效率也会不断降低。在“高效灵活二次再热发电机组研制及工程示范”项目中，主蒸汽进入超高压缸做功后，送入锅炉一次再热系统加热，再进入高压缸做功；高压缸排汽被再

次送回锅炉二次再热系统加热，将温度提高至620℃，然后进入中压缸做功，最后进入低压缸做功后排入凝气器。蒸汽通过二次再热，提高了中压缸入口蒸汽温度，从而提高了中低压缸效率。

传统超超临界一次再热机组的发电效率一般为46%左右，而应用了二次再热技术后，发电效率可提升到48%以上。

梁志宏还告诉记者，为了实现机组安全、高效、灵活、清洁、智慧运行，国家能源集团江苏公司牵头研发了多项关键技术，经过无数次迭代循环、攻坚克难，最终圆满完成项目各项任务目标。

梁志宏算了一笔账：2021年国家能源集团宿迁发电有限公司全年供电煤耗265.8克/千瓦时，比全国平均供电煤耗低37克/千瓦时，节约标煤27万吨，减排二氧化碳73万吨。按照标煤1000元/吨计算，节约燃料成本2.7亿元。

不但更高效，而且更清洁。梁志宏告诉记者，2021年两台660兆瓦超超临界二次再热机组全年烟尘排放、二氧化硫、氮氧化物浓度均值比国家大气污染物超低排放标准低了一半左右，实现大气污染物超低排放。

煤制油和烯烃，让煤炭华丽转身

我国煤炭资源丰富，而石油资源稀缺、对外依存度较高，烯烃等大宗化工原材料产品在国家经济产业中地位重要，能把煤炭变成油和烯烃吗？“煤制油品/烯烃大型现代煤化工成套技术开发及应用”项目回答解决了这个问题，成功实现了煤炭的华丽转身。

“我们从技术研发到工程建设、生产运行做了一系列工作，建成了世界第一套百万吨级煤直接液化制油工程示范项目，这也是目前全球唯一运行的煤直接液化制油项目。”国家能源集团化工公司总经理王建立告诉科技日报记者，之后公司还建成了煤制烯烃项目，也是全球第一个煤制烯烃工程示范项目。

不仅要实现煤炭的华丽转身，过程还要清洁环保。

王建立告诉记者，项目突破了煤制油和煤制烯烃化工高浓度污水和污染物的治理技术，实现了煤制油和煤制烯烃污水零排放，废气和废渣的排放和处置也满足最高标准环保要求。

如今，现代煤化工产业在我国方兴未艾。据统计，截至“十三五”末，我国已建成8套煤制油、4套煤制天然气、32套煤（甲醇）制烯烃、24套煤制乙二醇示范及产业化推广项目。2020年，煤制油、气、烯烃、乙二醇等四大类主产品总产量约2647万吨，年转化约9380万吨标准煤，无论是产业规模还是技术水平都处于世界领先水平。

二氧化碳捕集封存，助力煤炭减排大有可为

“双碳”背景下，二氧化碳捕集、利用及封存技术在助力煤炭能源减少二氧化碳排放方面大有可为。

“二氧化碳捕集、利用及封存技术是一种具有大规模二氧化碳减排潜力的新技术，是化石能源实现净零排放的唯一技术选择。”中国华能集团有限公司（以下简称华能集团）科技

部主任许世森如此判断。

记者从华能集团了解到，在国家重大科技项目和集团公司自有项目的支持下，华能集团经过10余年的研发，创立了具有完全自主知识产权的燃烧前和燃烧后二氧化碳捕集理论和成套技术体系，并采用自主知识产权技术成功建造了多座燃煤二氧化碳捕集示范装置。

“在基础研究方面，华能集团掌握了高性能二氧化碳捕集溶剂开发、高效分离设备开发、二氧化碳捕集过程优化、电厂集成优化模拟、二氧化碳化工利用及二氧化碳驱替煤层气技术开发等一套完整的电厂烟气二氧化碳捕集与利用技术，为二氧化碳捕集、利用及封存技术产业化奠定了基础。”许世森说。

他还介绍，在工程化建设方面，华能集团积极推动二氧化碳捕集技术的成果示范、转化及产业应用，采用自主知识产权技术成功建造并运行了我国首座燃煤电厂二氧化碳捕集系统、我国首套燃气机组二氧化碳捕集系统等。

王建立告诉记者，为了解决煤化工项目的碳排放问题，国家能源集团化工公司于2011年就建成了世界首个煤化工产业10万吨级二氧化碳捕集液化与封存工程，也是全球首个低孔低渗地质条件下的二氧化碳捕集与封存项目，可将二氧化碳捕集并液化，永久封存到1500米至2500米深的地下，同时设置多项监测指标，对二氧化碳的逃逸情况进行监测确保安全环保。

中国华能集团有限公司董事长、中国工程院院士舒印彪在第六届碳捕集利用与封存国际论坛上指出，二氧化碳捕集、利用及封存技术有助于推动未来存量化石能源零碳排放，培育绿色经济新的增长点。（陈瑜）

我国大型煤制天然气甲烷化技术获重大突破

科技日报　2022.8.9

科技日报北京8月8日电（记者操秀英）记者8月8日从中国海油获悉，由中国海油下属的中海石油气电集团有限责任公司（以下简称气电集团）与西南化工研究设计院有限公司（以下简称西南院）联合研制的甲烷化催化剂在新疆庆华大型煤制天然气项目中首次实现110%满负荷平稳运行，获得的甲烷浓度为61.7%，高于国外引进技术近3个百分点，标志着我国自主研制的大型煤制天然气甲烷化技术取得重大突破。

据介绍，煤制天然气是劣质煤经过气化—净化—甲烷化得到的清洁的合成天然气产品，作为新型煤化工的重要组成，该技术是我国煤炭清洁化利用、保障民生用气的重要方向之一，关系国家能源安全和民生发展。甲烷化技术是把煤炭变为清洁天然气的关键核心技术之一，对提高煤炭利用效率起到至关重要的作用。我国一直致力于煤制天然气全技术链的国产化，目前煤气化、变换、脱酸等技术都已实现国产化，但甲烷化技术开发难度大，多年来一直未取得突破。

气电集团于2010年开始进行煤制天然气工艺技术和催化剂的研究，2013年联合西南院

开展联合研发。自主研制出的甲烷化催化剂具有抗高温、高活性、高稳定性和抗积炭等优点，满足大型煤制天然气工业生产要求。

“此次自主研制的甲烷化催化剂在新疆庆华煤制天然气装置一次性开车成功，甲烷化装置实现长周期平稳运行，产品质量合格，天然气顺利并入管网，实现了煤制天然气领域全产业链条技术国产化，填补了国内行业空白，对持续稳定供应天然气、保障国家能源安全具有重要意义。”气电集团技术研发中心副总工程师侯建国介绍说。

据悉，气电集团将以此次技术工业应用为契机，继续推进甲烷化成套技术在新疆庆华二期、三期的应用，同时加强市场推广力度，拓展甲烷化技术在煤化工与可再生能源融合、二氧化碳化学利用与减排等领域的创新，为我国煤炭清洁化利用、构建“清洁、低碳、安全、高效”能源体系以及早日实现“碳达峰、碳中和”目标作出更大贡献。

我国最大超深凝析气田投入建设

中国电力报　2022.8.1

本报讯（记者 安栋平）7 月 25 日，记者从中国石油天然气集团有限公司新闻中心了解到，中国石油塔里木油田博孜—大北超深气区 100 亿立方米产能建设工程开工，标志着我国最大超深凝析气田全面投入开发建设。

博孜—大北气区位于新疆天山南麓、塔里木盆地北缘，是继克拉—克深气区后，塔里木油田近年在超深层发现的又一个储量规模达万亿立方米的大气区，也是我国“十四五”天然气增储上产主力气区之一。根据规划，博孜—大北气区油气年产量将在“十四五”末分别达到 102 万吨、100 亿立方米，相当于每年为国家新增一个百万吨级高效益油气田。除此之外，博孜—大北气区开发出的凝析油气富含芳烃、轻烃等稀缺烃类组分，是我国急需的高端石化原料，可带动石油化工产业链升级、优势资源集约利用和深度转化。

中国石油塔里木油田表示，“十四五”期间，塔里木油田将在博孜—大北气区部署上钻 60 余口新井，新建以天然气处理厂、凝析油稳定装置、油气外输管道三大项目为主的地面骨架工程，推动气田以年均百万吨增速快速上产，充分释放油气生产能力。不同于中浅层常压油气藏，塔里木油田大部分油气蕴藏在地下七八千米的超深层，勘探开发难度世界少有、国内独有，业内衡量钻完井难度 13 项指标中，塔里木油田有 7 项名列世界第一位。

中国海洋油气装备制造再获突破

中国能源报　2022.8.8

7 月 29 日，烈日炎炎，江苏省启东海工船舶工业园区内，一艘红绿相间的巨型船舶静静地停泊在岸边，大型机械隆隆作响，伴随着这片此起彼伏的轰鸣声，记者登上这艘看似普通却承载着特殊意义的船舶。这是一艘由国际能源公司 bp、法国油气工程服务商德希尼布能源（Technip Energies）以及中国远洋海运集团（以下简称“中远海运”）旗下启东中远海

运海洋工程有限公司（以下简称“启东中远海运海工”）合作建设的浮式生产储卸油船（FPSO）。

这艘 FPSO 不仅是 bp 在中国建造的首个同类型海上浮式生产储卸油气平台，也是启东中远海运海工迄今承建的工艺最复杂、建造周期最长的项目，同时还是全球目前已知在中国建造的天然气处理能力最大的海上浮式天然气处理平台。从一定程度上而言，这艘 FPSO 具备了超高标准的设计和用材，以及一流的安全建造流程和工艺，为中国海洋油气装备制造再攀新高峰夯实了基础。

进入最终交付冲刺阶段

这艘 FPSO 建设起源要追溯到 2015 年，当时 bp 分别与毛里塔尼亚和塞内加尔就横跨两国海上边界的两大气田 Tortue 和 Ahmeyim 签署了开发合作协议，大托尔特·艾哈迈因天然气一期项目（Greater TortueAhmeyim，GTA）由此正式启动，该项目所需的核心部分 Tortue FPSO 和自升式生活平台（Hub QU）的建设招标也随即提上日程。

值得一提的是，Tortue FPSO 和 Hub QU 分别在江苏省启东和山东省烟台建造，而 Hub QU 已于 6 月在烟台顺利完工并启程前往西非，Tortue FPSO 则于 3 月完成了首次发电机动车，于 6 月完成了火炬塔吊装，项目现正处于紧张的调试阶段，离试航和正式交付仅一步之遥。启东中远海运海工总经理李荣指出，Tortue FPSO 已迈入最终的交付冲刺阶段。bp 方面则透露，Tortue FPSO 有望年内奔赴西非，最终运至距离非洲西海岸大约 45 公里的毛里塔尼亚和塞内加尔海域边界，为 GTA 一期项目 2023 年的启动铺平道路。

“从规模和基础的复杂性看，Tortue FPSO 是一个节奏很快的开发项目，有望在未来一年加入 bp 运营的 FPSO 船队。”bp GTA 一期项目 Tortue FPSO 项目总经理 Alan Sedge 表示，“GTA 一期项目是多阶段项目的起点，是我们非洲能源故事新篇章的开端。”

不难看出，Tortue FPSO 是一个“三赢”项目，bp 作为投资方和运营方提供了超大型项目的运营管理经验，并将利用这艘 FPSO 在西非海域推进油气开发和生产工作，德希尼布能源则在项目管理、油气处理等大部分工程设计以及材料采购方面提供了丰富的总包经验，启东中远海运海工则承担了 Tortue FPSO 主船体和生活区的设计、采购与建设（EPC），以及上层甲板模块的生产设计、建造和集成工作，通过这艘 FPSO 跻身全球海洋油气设备制造领域的前列。

“我们的目标是确保 Tortue FPSO 在船厂方从制造工艺到最终交付均以一流的安全性与高品质进行，并为最终启航做好准备。”启东中远海运海工副总经理、Tortue FPSO 项目总监仇明强调。

日处理量达 5 亿立方英尺

仇明介绍称：“Tortue FPSO 是迄今为止在中国建造的天然气处理量最大的海上浮式天然气处理平台，天然气日处理能力达到 5 亿立方英尺，约为 1420 万立方米，相当于上海市 2－3 天的民用需求量。”

据了解，Tortue FPSO 船长 270 米、宽 54 米、深 31.5 米，面积相当于两座足球场，高度则与一栋 10 层楼的建筑相当，设计使用年限为 30 年，最大排水量吨位约 32 万吨，储油量不低于 144 万桶。生活区长约 22 米、宽 41 米、高 32 米，可容纳 140 人住宿，能为不同性别、不同国籍的员工提供舒适的工作和生活环境。船上使用的电缆总长达 150 万米，相当于横跨 1/3 个中国。

Tortue FPSO 上部设施由 5 座管道支架和 8 个油气处理生产模块，处理流程包括流体接收、气液分离、凝析油去除和稳定化。稳定后的凝析油将存储于 Tortue FPSO 的储油舱室中，并通过串列式的卸载方式定期卸载至穿梭油轮，而来自 GTA 气田的天然气则需要进行清洁和干燥处理，然后通过海底管道外输至毛里塔尼亚的浮式 LNG 设施进行液化处理以备海运销售，或直接输送至塞内加尔国内的天然气分输站连续供补。

bp Tortue FPSO 项目运营团队主管及国内事务项目经理赵玉洁指出，这艘 FPSO 最重要的组成部分是中央控制室，FPSO 乃至整个 GTA 一期项目的油气产量都将由中央控制室来监控调整，以满足毛里塔尼亚和塞内加尔的天然气需求，从而为助力两国及全球终端用户的能源稳定供应作出贡献。

值得关注的是，Tortue FPSO 在启动 37 个月后于 2022 年 6 月 28 日创造了 1000 万工时无可记录事故安全里程碑并延续至今，这不仅反映出启东中远海运海工秉持安全第一的工作态度，更是中国海洋能源设备制造领域高水准、高技术、高要求的最佳证明。

中国海工装备制造攀高峰

Tortue FPSO 的承建和交付，不仅代表着启东中远海运海工一次历史性的突破，更是中国海洋能源设备制造领域的一个里程碑式事件。登上这艘由成百上千个组件组成的“海上巨无霸”你会发现，小到灯具桌椅，大到燃气发电机组，全球能承建这样规模和复杂程度项目的船厂凤毛麟角。

李荣表示：“截至目前，我们已建造并交付了 50 余座海工项目，覆盖从近海到深海的各个类型，多个项目属世界首制和国际高端产品。这凸显出我国海上能源装备制造产业的发展情况和取得的成果，已经受到国内外社会各界的空前关注。”

7 月初，启东中远海运海工为马来西亚油服商 Yinson 改装的第二艘 FPSO 成功交付。下半年，除了 Tortue FPSO，启东中远海运海工为美国 Sunrise Reliance LLC 公司改装的大型双燃料集装箱船、为比利时疏浚巨头 Jan De Nul 建造的全球新一代风电安装船也将相继交付。

bp 和德希尼布能源对此给予充分肯定。Alan Sedge 表示，Tortue FPSO 的成功建造和启航将是中国海洋能源设备制造领域的一次突破，“启东中远海运海工高水准的作业让我们印象深刻”。德希尼布能源 GTA 一期项目 Tortue FPSO 项目总监 Christophe Metais 表示：“我们与中远海运子公司中远海运重工有限公司于 2018 年签署了一个联盟合作协议，Tortue FPSO 就是这个联盟合作的首个项目，我们愿意与中方合作通过交付各式浮式装置成为浮式市场的领导者。”

事实上，中国已经完成了从十几年前的造船业向 FPSO 建造的转移，仅 FPSO 领域，我国建造数量就已经超过韩国和新加坡等传统 FPSO 建造国。启东中远海运海工副总经理俞健强调："无论是成本控制，还是项目执行，中国已经具备了完善的 FPSO 建造交付能力。"（王林）

欧洲转向煤炭以取代天然气

参考消息　2022.8.14

【法国《费加罗报》网站 8 月 10 日报道】题：欧洲转向煤炭以取代天然气（记者 阿梅勒·布瓦纳）

8 月 10 日，欧盟正式停止购买俄罗斯煤炭，旨在执行已决定的对莫斯科制裁。这是个艰难的决定，因为欧洲进口的褐煤和硬煤近半数来自俄罗斯。

作为污染最严重的燃料，煤炭曾是第一次工业革命的核心，现在约占欧盟能源产量的 11%。一些国家对它的需求是不可忽视的。在波兰，约 200 万户家庭靠煤取暖，每个家庭平均每年冬天烧 3 吨煤。

国际能源署预测，继上半年增长 10% 之后，"欧盟全年煤炭消费将增长 7%"。德国拥有欧洲最大的煤炭发电厂，预计今年将进口 3200 万吨动力煤，而去年为 2700 万吨。奥地利、捷克共和国、意大利、西班牙、匈牙利、荷兰还有法国也是如此。

国际能源署解释说："俄罗斯入侵乌克兰扰乱了全球能源市场，其他挑战阻碍了一些主要出口国在 2022 年增加产量的努力。"

莫斯科正在逐步关闭天然气管道的阀门，而布鲁塞尔则努力减少对俄罗斯天然气的依赖。为了实现这一目标，27 个成员国必须组织起来，争取在 2023 年 3 月 31 日前将天然气消耗量减少 15%。

重新使用煤炭并非始于战争。2021 年，随着全球经济的快速复苏，导致了对天然气需求增多，当时价格较低的煤炭的消费上涨了 6%。伦敦重新启动了煤炭发电厂。在法国，缺少风力和法国电力公司受损使得 9 月的煤炭消费直线上升。

后来的乌克兰战争加速了能源危机，欧洲不想依赖俄罗斯煤炭以及石油和天然气价格的飙升推高了煤炭价格。安特卫普－鹿特丹的欧洲基准价格为每吨 324 美元，几乎是 1 月初的 3 倍。

欧洲仅占世界煤炭消费量的 5% 左右，但对煤炭需求增多是全球性的。印度 70% 的能源需求依赖煤炭，其经济增长也在支持这一需求。

到目前为止，比天然气更容易运输的煤炭的世界市场已经恢复了。这主要归功于印度尼西亚生产的灵活性，印尼是全球动力煤出口的领先国家。直至 3 月，德国煤炭进口商协会认为，哥伦比亚、澳大利亚和印尼等供应国可能要在几个月内弥补俄罗斯煤炭的短缺。欧盟也转向了新的供应国，如坦桑尼亚、哈萨克斯坦、尼日利亚还有南非。然而，一航运经纪公司

分析师马克·纽金特警告说，欧盟正与印度和韩国等已经与这些国家签订了煤炭供应协议的国家展开“激烈竞争”。

巴黎第九大学教授帕特里斯·若弗龙表示：“短缺的风险很低。俄罗斯似乎想保持现状，继续输送天然气。此外，莫斯科可能会以较低的价格向亚洲出售部分煤炭，就像它已在石油方面所做的那样。”

国际能源署预测，从2023年起，欧洲对煤炭的需求将再次下降，至少可“假设法国核电站的可用性高于2022年”。

在欧盟超过一半的国家已决定在2030年前放弃煤炭的情况下，是否要担心气候承诺可能会倒退？英国一家气候问题智库7月中旬认为，这些“临时措施不会损害欧洲在气候方面的长期承诺”。帕特里斯·若弗龙则打赌说：“煤炭只是短期解决办法的一部分，而没有必要高呼‘大回归’。为应对俄罗斯燃料短缺而采取的措施最终将加速能源转型。因为更昂贵的化石能源，我们将变得更高效和清醒。”

与此同时，吕斯塔德能源公司忧心忡忡地表示：“欧洲在天然气、煤炭、核能和可再生能源方面的选择非常有限且成本很高。”它在7月中旬警告说，危机，也就是电力短缺，即将来临。

它不用电，只用“土”，低成本、安全、高效、环保

悬挂式“红轨”，刷新磁悬浮技术新高度

羊城晚报　2022.8.19

8月9日上午九点，由中铁六院集团作为项目设计、采购、施工一体化总承包联合体牵头单位完成的国内首条永磁磁浮空轨试验线——“红轨”，在江西赣州兴国县顺利竣工。由此，我国已成为世界上第三个掌握空轨技术的国家。同时，中国也是世界上磁悬浮专利占比最多的国家。

你或许想不到，这趟永磁磁悬浮列车的建设成本每公里便接近亿元人民币，却始终无法替代普通地铁，成为大规模、大流量的交通运输工具。但我们更需要了解的是，这是一种新制式轨道交通，将进一步完善综合交通网络，也将大大降低环境污染和地球上的碳排放。

稀土合金降低成本，新制式轨道交通意义重大

“红轨”试验线处于革命老区“将军县”兴国县，因此被誉为“红轨”。磁浮列车则命名为“兴国号”，车身由红白相间的颜色组成，两侧车头标有56颗星星，寓意为向“将军县”兴国县拥有的56位开国将军致敬。

“红轨”试验线南起永丰站（高铁兴国西站）北至静调库。正线全长约800米，均为钢构高架线。该磁悬浮列车采用两车编组，载客能力为座席32个、定员88人，目前最高设计运行速度为每小时80公里。

其实中国的第一辆磁悬浮列车（买自德国）早在2003年1月已开始在上海磁浮线运

行，到2015年10月又有了首条具有完全自主知识产权的国产磁悬浮线路——长沙磁浮线，2016年5月6日已开始商业试运营，该线路也是世界上最长的中低速磁浮运营线。本次顺利发车的“红轨”试验线，最特别之处则是，它实现了全世界首次将稀土永磁磁浮技术与空轨技术结合，建成一套中低速、中低运量的新制式轨道交通系统。

这套“磁浮+空轨”技术由江西理工大学于2014年首次提出并牵头研发，2021年由中国中铁下属、中铁六院、中铁工业等企业承接该技术成果的落地转化建设工程，我国具有完全自主知识产权。

目前全球现有的悬挂式导向运输系统都采用胶轮进行承载和导向，之前上海悬浮交通、日本超导悬浮列车等则都是采用电磁悬浮，要靠复杂的一套控制技术来实现悬浮，一断电就失去悬浮能力，不仅技术和运维难度都较大，耗能也大，属于不稳定悬浮。这次的“红轨”则完全采用稀土永磁材料实现悬浮和导向，攻克了电磁悬浮存在的难题。最特别的是，它采用的永磁体是钕铁硼合金，是一种适用于磁浮交通系统的稀土永磁合金材料，具有磁性强、磁性稳定、磁能分布合理等特点，且稀土元素钕、硼自然储量丰度高，因而大大降低了成本。江西赣州号称“稀土王国”，是我国三大稀土生产基地之一，年产出全球70%的中重稀土资源，因此这列稀土永磁磁浮列车选在江西首发自有道理。而稀土永磁磁浮列车的应用，将对我国稀土产业的应用模式市场推广具有重要意义。

集多项智能于一身，将出轨率、追尾率降为零

根据磁悬浮原理，一般将主要磁悬浮技术分为永磁悬浮、电磁悬浮、电动悬浮和超导钉扎悬浮。其中电磁悬浮和电动悬浮技术应用已达到较高的成熟度；高温超导钉扎悬浮起步较晚，目前仍处于实验室研究和工程化样车研发阶段；而“红轨”所用到的永磁悬浮技术正是当下的研究重点。

“红轨”试验线无需用电即能将列车悬浮，相当节能、环保。其制造材料也在材料领域有新突破，不仅可以实现循环利用，还制造出体积小、磁能密度大、有足够悬浮力且经济性好的永磁体。因此该永磁磁浮空轨项目探索了一种能够适应复杂地形的中低运量、个性化、智能化交通运输方式。

很多人第一眼看到“红轨”都有点心惊胆战，因为与之前我们所看到的悬浮列车不同，“红轨”的车厢是倒挂在浮轨之下的，就好像我们在游乐园里坐的“过山车”。实际上，基于成熟的空轨体系的“红轨”安全又环保，它采用独创的列车走行系统，将走行结构包裹在轨道梁内，克服了缺少硬约束和永磁体悬浮力不可控的难题，实现了列车行走过程中悬浮导向的平稳协同控制，行驶较之前的设计更安全，甚至号称“将出轨率、追尾率降至为零”。

它同时还配备了多项智能技术，不仅开拓了独立于常导悬浮和超导悬浮之外的磁悬浮技术新体系系统，还应用了无人驾驶、北斗定位、5G通信、传感融合、多目标智能规划等新兴信息技术，实现无人驾驶的同时也可以给乘客提供丰富的在途信息服务。种种优势都显示，它势必将引领我国新制式、接入级轨道交通翻开崭新的一页。

永磁悬浮空轨并不能完全取代地铁

目前，永磁悬浮空轨工程验证已成功完成，在进一步优化“车－轨道－磁轨”的匹配，以及耦合关系研究后，即可大规模应用。而且此次稀土永磁磁悬浮试验线的成本优势明显——和地铁、城际铁路及其他悬挂式系统相比，稀土永磁磁浮列车的成本仅为轻轨的1/2左右，每公里建设成本小于1亿元，是如今中高速磁浮交通系统成本的1/3，未来如果规模化，其成本应该还会更低。

但部分专家认为，它仍不会取代地铁等基础公共交通运输工具，而只是与地铁、轻轨互为补充——毕竟地铁仍是大运量轨道交通，能最大化地保证主干交通网的大客流量运输；而永磁磁浮空轨目前仍属于中小运量交通模式，因此目前只可作为地铁的补充，进一步完善综合交通网络。

那为什么我们还要大力研发磁悬浮技术呢？这主要是因为磁浮交通系统与传统的轮轨列车系统相比，具有一些非常显著的优势。比如磁悬浮列车与轨道之间没有接触，减少摩擦损耗，意味着更低的环境污染和碳排放，同时可减少维护成本；另外，磁悬浮列车没有车轮，且齿轮、联轴器、车轴、轴承等机械传动结构与传统轮轨列车相比更少，所以质量较轻，增加了有效质量比，也降低对轨道和桥梁的强度要求；而且磁悬浮列车相对来说爬坡能力更强，具有更好的地形适应性。

未来的磁悬浮，形式可能会更多样

将磁悬浮运用在交通运输上，的确大大地提升现有的运输速度与能力，而研究者们显然并不满足于这些。

2013年，美国人提出了一种Hyperloop概念，旨在设计一种时速可达1200公里的超高速度、远距离并具有真空管道特征的交通运输系统。这种超高速磁悬浮真空管道运输引起了全球的“超级高铁”的研究热，据知，中国、美国、德国、荷兰、加拿大、西班牙、韩国等国已纷纷加入这场速度竞赛。磁悬浮技术已经可以消除所有机械接触，即消除了摩擦力，如果再通过真空管道将空气阻力也减到最小，或许将这种交通工具的速度更进一步提升也不无可能——从理论上来讲，在这样的环境条件下，一辆列车的速度甚至可以达到亚音速，甚至是超音速。目前，我国便有一个由西南交通大学牵头的“多态耦合轨道交通动态试验平台”项目已启动，计划于2023年建成一个1620米长、最高试验速度达每小时1500公里的多态耦合轨道交通动态试验平台，其试验结果值得期待。

或许你还在身边发现过一些磁悬浮技术带来的神奇：上网就能买到的磁悬浮鼠标垫、像飞碟一样悬浮在空中的磁悬浮HiFi音响、磁悬浮书架……最近，还有人换上了一颗磁悬浮心脏——一款Corheart 6植入式左心室辅助装置，作为目前全球尺寸最小、重量最轻的磁悬浮离心式人工心脏，在装置可靠性、血液相容性、感染风险防控等性能上都表现出色，已达到临床应用要求，开始救助那些有需要的病患。

早前，一位90后天才少女蔡雨晨还设计了一款命名为“浮舟”的磁悬汽车，靠底盘的

电磁力行驶，能360°无死角旋转，还能实现无人驾驶，在国际新概念汽车设计大赛上一举夺冠。

磁悬浮技术还将带来无限想象空间，期待我们去发现。

链接：

磁悬浮的“前世今生”

丹麦物理学家、化学家和文学家汉斯·克里斯蒂安·奥斯特首先发现了载流导线的电流会产生作用力于磁针，使磁针改变方向。正是这个发现引发了众多科学家对电磁现象的研究，从而推动了电磁学革命。后人为纪念他，将磁场强度的单位命名为“奥斯特”。

1820年7月21日，奥斯特发表了《关于磁体周围电冲突的实验》一文，认为在通电导线周围发生一种“电流冲击”，磁性粒子会被带动，并发生偏转，指出存在一种电磁关系。该论文发表后，促进了安培对电磁力的研究，并导致了毕奥－萨伐尔定理的发现及一系列与磁关系的发现和电磁铁的问世。再后来，法拉第的研究终于发现推动世界的电磁感应。

电磁感应的研究成果在1831年才顺利公布于世，十年后的1842年，英国物理学家塞缪尔·恩绍便提出了磁悬浮的概念。

而目前我们所研究的磁悬浮技术，主要指利用磁力克服重力使物体悬浮的技术，其实现形式有多种，但现在世界上还只有三种类型被投入使用，即日本的超导电动磁悬浮、德国的常导电磁悬浮和中国的永磁悬浮。（克莉斯汀）

水电流域多能互补一体化推进正当时

实现水电、新能源、输电通道综合效益最大化

中国能源报　2022.8.22

记者从近日召开的水电流域开发成就与“双碳”目标下的科学发展论坛上获悉，依托我国丰富的水能资源，主要河流梯级开发格局已初步形成。

与会专家认为，随着可再生能源发展“十四五”规划、全国主要流域可再生能源一体化规划研究等陆续出台，宏观层面正在系统谋篇布局可再生能源发展，流域水风光多能互补一体化正在有条不紊地推进。

■■水风光一体化再造一条江

采访中记者发现，不少流域按照流域、梯级、滚动、综合的方针开发主要江河。为更好地发挥水风光互补优势，促进流域可再生能源高质量发展，澜沧江、雅砻江均提出“再造一条江”的宏伟蓝图。

“雅砻江流域首尾呼应、多点开花、全江联动、有序推进的态势已经形成。”雅砻江流域水电开发有限公司原董事长陈云华表示，按照整体规划，雅砻江规划了22座梯级电站，3000万千瓦的总装机。初步计算，雅砻江流域沿岸两侧风电、光电可开发量超过4000万千瓦，相当于再造了一条雅砻江。如今，雅砻江流域两河口、锦屏一级、二滩三大控制性水库

全部形成，调节库容高达148亿立方米，是全国调节能力最好的大型流域之一，可为沿江两岸的风光新能源提供巨大调节能力。

提出再造一条澜沧江的还有华能澜沧江水电股份有限公司。按照研究，“十五五”末，澜沧江流域一体化基地（澜沧江云南段水风光一体化基地、西藏澜沧江水光互补清洁能源基地）总装机规模超过5500万千瓦，其中水电装机超3300万千瓦，新能源装机约2200万千瓦。“后续我们计划充分发挥糯扎渡、小湾水电站多年调节库容和如美水电站年调节库容，结合流域存量水电扩机、抽水蓄能电站建设，配套再开发流域新能源3800万千瓦，最终形成超过4000万千瓦水电装机、6000万千瓦新能源装机，实现再造一条澜沧江。”华能澜沧江水电股份有限公司党委书记、董事长袁湘华介绍。

中国工程院院士马洪琪表示，澜沧江干流规划23个梯级。西藏段规划“一库八级”，正在开展班达、如美、邦多、古学等电站前期工作；云南段澜沧江上游规划七级开发，乌弄龙、里底、黄登、大华桥、苗尾等电站已投产，托巴电站正在建设，古水正在开展可行性研究设计工作；澜沧江中下游段规划“两库八级”，其中功果桥、小湾、漫湾、大朝山、糯扎渡、景洪等电站已投产。

■■实现综合效益最大化

从水风光一体化可再生能源基地建设实践情况看，利用大型水电外送通道及水电调节性能，可平抑新能源不稳定出力，提升通道利用率，实现水电、新能源、输电通道“1+1+1>3”的综合效益最大化。

以澜沧江云南段梯级水电开发为例，其调节性能较好，送出通道稳定，流域周边风光资源丰富，具有较好的水风光一体化开发基础。各梯级水电送出通道已安全稳定运行多年，现阶段通道利用率约50%，提升空间较大。“按照不削弱系统调峰能力、促进新能源电力消纳原则，在经济合理的条件下，梯级水电可扩机约600万千瓦。基地建成后，风光弃电率约5%，枯水期西电东送日送电负荷峰谷比最高可达到5：1，可新增新能源年均上网电量513亿千瓦时，提高通道利用率26%。”袁湘华表示。

陈云华表示，依托一个主体开发一条江的独特优势，雅砻江公司能充分利用流域水电站群的调节性能，平抑风电、光电的不稳定性对电网的冲击，通过智能化的运行调度系统深加工之后打捆外送，实现雅砻江绿色清洁可再生能源示范基地一体化综合开发的战略目标。

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司总工程师周恒表示，在水风光互补领域，目前世界上首个建成规模最大的水光互补项目——黄河流域龙羊峡水光互补，打破了传统新能源的开发模式，形成了可满足电力系统需求的新模式。

■■国家层面统筹谋划流域开发

当前，部分地区新能源发展规划指标偏低，资源开发分散，缺乏科学统筹规划，未能有效把控项目开发布局和建设时序。业内专家建议，以全国一盘棋的思维优化流域资源配置，优先将流域水风光基地纳入国家发展规划，并加强规划的监督实施。

袁湘华提出，流域可再生能源一体化开发需加强组织协调和监督管理，统筹生态保护红线、土地、林地、电网等相关规划，优化新能源审批建设流程程序。从确保布局经济合理、优化多能互补运行、提高电能质量效益等角度出发，建议流域水风光多能互补基地由水电开发主体统一建设、统一运营。“鉴于清洁能源消纳矛盾依然突出，市场机制对鼓励清洁能源开发的导向不足，生态价值体现有欠缺。建议加快推进全国统一电力市场体系建设。打破省间、区域间消纳壁垒，推动清洁能源在更大范围内优化配置。”

在中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司总工程师周恒看来，水电和新能源电站建设周期不匹配，缩短水电和抽水蓄能的建设周期，需要在程序上、技术上实现突破、建立健全电价及价格疏导机制。此外，常规水电站承担较多综合利用任务，例如防洪、防凌、供水、航运、发电等，当需要配合新能源以及抽水蓄能电站运行时，调度运行方式将更加复杂，需要加强研究和论证探索新的开发模式。（苏南）

《中国天然气发展报告（2022）》发布

中国电力报　2022.8.20

本报讯（记者 王若曦）近日，由国家能源局石油天然气司、国务院发展研究中心资源与环境政策研究所、自然资源部油气资源战略研究中心编写的《中国天然气发展报告（2022）》（以下简称《报告》）在京发布。《报告》提出了2022年我国天然气产供储销体系建设的4个重点方向：立足国内加大释放供应潜力，提升自主保障能力；统筹谋划适度先行，推动天然气基础设施投资建设；有为政府和有效市场相结合，积极应对国内外能源格局深刻调整；坚持创新发展，塑造行业发展新优势。

《报告》回顾了2021年世界天然气发展形势，2021年世界天然气消费量4.0万亿立方米，同比增速由上年的－1.6%回升至5.3%，较2019年增长3.4%，天然气消费快速反弹并超过新冠肺炎疫情前水平。2021年天然气勘探开发投资回升，全球勘探开发投资支出3470亿美元，较2020年增长450亿美元，增幅达15%，但远低于近10年平均水平（4800亿美元）。2021年世界天然气贸易量12206亿立方米，同比减少2.3%，全球已投产液化设施产能4.65亿吨/年，新增产能754万吨/年，同比增速由上年的5.8%降至1.6%。

针对2021年我国天然气发展情况，《报告》指出，天然气消费快速增长，在一次能源结构中占比稳步提升。2021年全国天然气消费量3690亿立方米，增量410亿立方米，同比增长12.5%。天然气占一次能源消费总量的比例升至8.9%，较上年提升0.5个百分点。勘探开发持续发力，新增储量产量再创新高。2021年，全国天然气新增探明地质储量16284亿立方米；天然气产量2076亿立方米，同比增长7.8%，连续5年增产超100亿立方米。天然气进口稳步增长，管道气进口增速超过LNG。2021年进口天然气1680亿立方米，同比增长19.9%；管道气进口量591亿立方米，同比增长22.9%；LNG进口量1089亿立方米，同比增长18.3%。天然气基础设施建设加快推进，储气能力快速提升。2021年全国主干天然

气管道总里程达到11.6万千米。全国已建成储气能力同比增长15.8%，3年多时间实现翻番。此外，我国天然气保供稳价取得积极成效，技术攻关成果显著，自主创新能力进一步提升。

《报告》显示，今年上半年，国内天然气产量1120亿立方米，同比增长7.9%。天然气进口量741亿立方米，同比下降8.9%。其中，管道气进口312亿立方米，同比增长10%；LNG进口428亿立方米，同比下降19%。天然气消费量与上年同期基本持平。分行业看，城市燃气用气稳步增长，化工化肥用气小幅增长，商服用气受新冠肺炎疫情影响下降，工业和发电用气增速明显回落。

《报告》对我国天然气市场进行了展望。预计2022年全国天然气产量2200亿立方米左右，力争全年增产100亿立方米。天然气表观消费量3750亿～3800亿立方米，增长率1%～3%，下半年需求将受到今冬明春气候不确定性、国际能源市场价格大幅波动不确定性双重影响。

2025年非化石能源消费比重升至27.4%

中国能源报　2022.8.29

本报讯 近日，中共福建省委、福建省政府印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》（以下简称《实施意见》），提出到2025年，非化石能源消费比重达到27.4%。

《实施意见》）进一步明确，到2030年，福建经济社会发展绿色低碳转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达国际先进水平。单位地区生产总值能耗大幅下降；单位地区生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上；非化石能源消费比重达30%以上，风电、太阳能发电总装机容量达2000万千瓦以上；到2060年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达国际先进水平，非化石能源消费比重达80%以上，碳中和目标顺利实现。（李萌）

德国为“省气”重启燃煤电厂

参考消息　2022.8.31

【德新社柏林8月29日电】德国又重启了一座燃煤发电厂，以节省天然气。

德国能源巨头尤尼珀公司的一名发言人说，位于德国西部北莱茵－威斯特法伦州彼得斯哈根的海登煤电厂自周一早上起重新接入电网。

环保组织绿色和平组织称，重新启用燃煤发电厂供电是必要的。

绿色和平组织的气候和能源专家卡斯滕·斯米德说：“将已被关闭的煤电厂重新上线是痛苦的，但却是不得已的。”

斯米德说，德国努力弥补俄罗斯天然气供应减少造成的缺口，所以不得不启用燃煤发电厂。

斯米德坚称，这不会导致气候保护出现倒退，增加的碳排放一定会在未来几年内抵消。

德国计划在2038年前逐步淘汰燃煤发电。但乌克兰战争以及随之而来的能源市场混乱导致煤电厂正恢复运转。

自7月14日以来，一项规定允许电网储备系统中的燃煤发电厂全面恢复并网以帮助国家节约天然气。

据尤尼珀公司称，海登燃煤发电厂1987年开始运行，产能为875兆瓦，是德国发电量最大的煤电厂之一。

8月初，位于霍恩哈默尔恩的梅鲁姆燃煤发电厂重新启用，成为重新并入德国电网的第一座煤电厂。

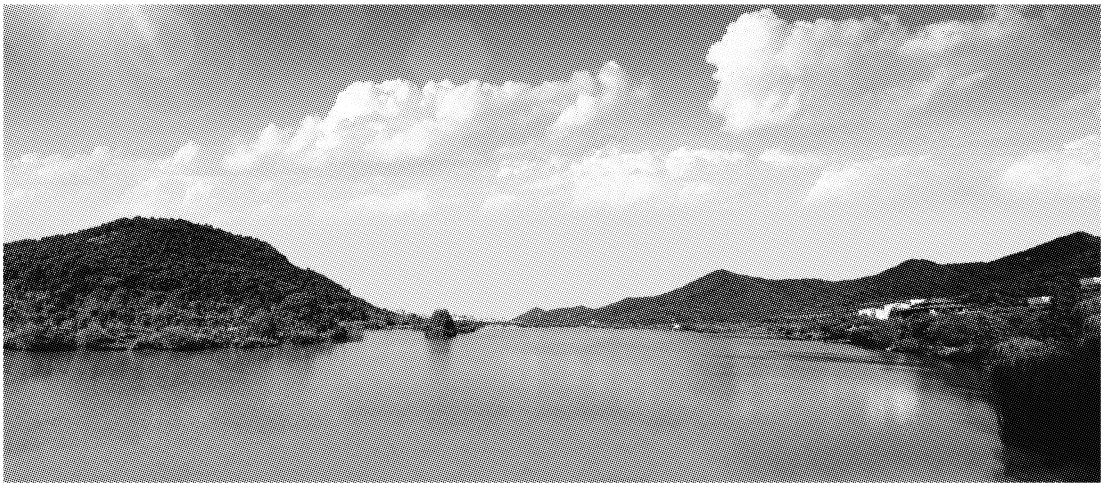
更多燃煤发电厂将在接下来的几周内重启。德国政府说，来自俄罗斯的天然气供应减少，而重启煤电厂将使天然气储存设施得以填补。在德国，天然气在家庭供暖系统中占很大比例。

海南：有序发展天然气发电

中国能源报　2022.8.29

本报讯 日前，《海南省深入打好污染防治攻坚战行动方案》（以下简称《行动方案》）印发。《行动方案》提出，加快推动绿色低碳发展，有序发展天然气发电，新增天然气优先保障居民生活。

在推动能源清洁低碳转型方面，《行动方案》提出，在保障能源安全和自由贸易港建设需求前提下，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。严控煤炭消费增长，禁止新增煤电项目，支持自备电厂转为公用电厂。安全发展核电。有序发展天然气发电，新增天然气优先保障居民生活。实施可再生能源替代行动。推动形成优先通过清洁低碳能源满足新增用能需求，并逐渐替代存量化石能源的能源生产消费格局。（仲能）



中国新型储能产业创新联盟在京成立

工人日报　2022.8.11

本报讯（记者陈俊宇）8月8日，中国新型储能产业创新联盟在京成立。该创新联盟由中国能源建设集团有限公司联合宁德时代新能源科技股份有限公司、天合光能股份有限公司发起，电网企业、发电企业、高校和科研院所、储能技术与装备企业等62家单位携手组建，旨在服务国家“碳达峰、碳中和”目标和以新能源为主体的新型电力系统建设，全面汇聚优势资源、形成创新合力、引领行业方向，合力打造中国新型储能产业合作、发展、技术创新的新模式、新样板、新标杆，为我国能源电力绿色转型和高水平科技自立自强作出积极贡献。

“新型储能是支撑构建新型电力系统的重要技术和基础装备，对推动能源绿色转型和保障能源安全具有重要意义。”中国能建党委书记、董事长，中国新型储能产业创新联盟理事长宋海良指出，创新联盟的成立，是行业骨干企业、科研机构的强强联手，也是产业链上下游的整体协同，标志着我国新型储能行业进入创新驱动、协同有序的发展阶段。他倡议创新联盟各方从“国家、行业、产业、技术、市场”五端共同发力，全力服务好国家重大战略需求，全力打造行业协同发展生命共同体，全力构建新型储能产业链现代体系，全力攻克一批“卡脖子”技术难题，全力壮大市场规模实现更大增量发展，共同为推动新型储能行业高质量发展，实现“碳达峰、碳中和”目标作出更大的贡献。

据了解，中国新型储能产业创新联盟致力于在国家和行业层面构建新型储能技术、产业资源整合和协同创新平台，由具备独立法人资格、积极投身新型储能技术创新和产业发展的相关企事业单位自愿组成。联盟立足新型储能技术和产业发展需求，紧扣新型储能重大共性问题，在政府指导下汇聚各方优势资源，打造合作、发展和技术共同体，加快实现新型储能科技高水平自立自强，服务政府决策咨询，促进行业高质量发展和产业升级。

国产化N08120冷氢化流化床反应器研制完成

科技日报　2022.8.16

科技日报兰州8月15日电（记者颉满斌）记者15日从兰石重装了解到，该公司研制的内蒙古大全多晶硅项目首台国产化N08120材质冷氢化流化床反应器近日圆满完工。该设备装置的成功研制，一举打破了国外企业对这类装置原材料的垄断，在国内多晶硅等新能源装备制造领域再次实现了零突破。

据了解，N08120是一种固溶强化的耐热合金，具有极高的高温强度、良好的抗渗碳和硫化能力，是多晶硅行业冷氢化流化床反应器制造的选材之一。

相比N08810，在制造成本接近的基础上，N08120高温强度和抗氧化性更为出色。该材

料抗拉强度提升，壁厚减薄，设备重量大幅减轻，装置配套得到减负，可满足多晶硅制造设备大型化、轻量化需求，广泛应用于高温、高压等苛刻工作环境中。

为打破国外企业对该装置原材料的垄断，兰石重装不断提升专业化制造能力和水平，在总结国产化 N08810 冷氢化反应器制造经验基础上，对国产 N08120 材料进行了多次母材及焊接性试验，积累了大量制造工艺参数，成功完成了模拟筒体的研制试验，并顺利承接了内蒙古大全多晶硅项目核心设备国产化 N08120 材质冷氢化流化床反应器研制任务。

业内专家介绍，首台国产化 N08120 冷氢化流化床反应器顺利产出，对继续推进镍基合金特厚板的开发与升级、实现进口材料的全面替代及我国新能源行业的发展有重要意义。

兆瓦级波浪能发电无人值守平台开工建设

中国自然资源报　2022.8.18

本报讯 日前，南方电网、国家海洋技术中心等单位牵头研发的国家重点研发计划项目“兆瓦级高效高可靠波浪能发电装置关键技术研究及南海岛礁示范验证”平台在南海开工建设。该平台由俘获系统、能量转换系统、监控系统、锚泊系统等构成，单机功率达 1 兆瓦，预计年发电量超过 60 万度，可实现长期无人值守的自动运行状态，为南海岛礁并网供电。在该项目中，国家海洋技术中心牵牵头的课题主要负责波浪能资源评估及选址等。

项目实施过程中，国家海洋技术中心课题组评估了南海波浪能资源分布特征，计算了南海岛礁波浪能开发利用潜力，并结合自然环境、能源需求等条件，为示范电站选划了条件优异的潜在站址。同时结合深度学习算法，建立了电站功率预测方法，形成了报告图件、国家标准、论文等一系列研究成果，为波浪能电场建设、运行维护过程中的作业时间窗口选择和电网调峰等提供科学依据。（武贺）

新疆兴建大型绿氢工厂

参考消息　2022.8.15

【香港《南华早报》网站 8 月 13 日报道】题：据国家媒体报道，作为减少碳排放努力的一部分，中国正在新疆建设大规模的以太阳能驱动的绿氢项目。

这个位于新疆库车的项目利用太阳能和风能等可再生能源制取氢气，所产氢气将全部由管道输送至项目附近的塔河炼化公司用于炼油装置生产。

作为中国碳达峰计划一部分而兴建的这家工厂的设计生产能力是每年制氢 2 万吨。

绿氢是通过利用以可再生能源生产的电力把水分解为氢和氧两种组成元素加以制取的。

据媒体报道，厂方打算用这种更清洁的能源取代灰氢——利用化石燃料而非可再生能源制取的氢，这将可使每年的二氧化碳排放量减少约 50 万吨。

报道说，这个项目尚在施工中，整个光伏项目占地 630 多公顷，相当于 900 多个足球场的大小。

在现场工作的中国石化塔河炼化公司副总经理曹杰表示：“新疆光伏资源特别丰富，所以在这里探索氢的新能源方案非常适合。光伏电解水制氢成本大概是每公斤 18 元。”

中国石化集团公司副总经理凌逸群说：“我们预计将来整个石化行业通过绿电变绿氢，由绿氢代替，未来的产业规模至少是千亿级。”

国家能源科技资源中心专家李博表示，氢燃料电池在交通领域的应用，最大的优点是功率大、续航里程长。

1 公斤氢产生的热量相当于 4 升汽油，随着氢的使用更加普及，其成本有望大幅降低。

中国本月早些时候公布了一项鼓励绿氢生产的计划。

电力规划设计总院副总工程师戴剑锋表示：“电解水制氢将成为电力系统最大的负荷，它占全社会用电量的比例会超过 20% 。”

上月，工业和信息化部的研究人员崔志广说，氢可以帮助解决中国在能源生产和消费上的地理分布不均问题。

崔志广在上月发表的一篇论文中写道，可再生能源集中在中国西北部，而高耗能的工厂和大多数燃料电池汽车都在东部地区。西部的剩余能源一旦转化为氢，就可以通过现有的天然气管道输送到华东，从而缓解能源紧张。

国内首台深远海浮式风电装备落户徐闻

“扶摇号”整套装备“广东造”，一级部件 100% 国产化，预计年底并网发电

南方日报　2022.8.22

南方日报讯（记者/黄叙浩 实习生/何雨航 通讯员/郭婉华 许妍娜 张雨昕）近日，国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”落户湛江徐闻罗斗沙海域。波光粼粼的海面上，“扶摇号”高高耸立，一旁的施工船正在进行海缆铺设，预计年底可实现并网发电。

在我国向“双碳”目标迈进的路上，风电等清洁能源扮演着越来越重要的角色，而漂浮式海上风电被业内视为深远海风能源开发的“主力军”，已在多个国家和地区开展探索投建。

“扶摇号”由中国船舶集团海装风电股份有限公司牵头研制，是国内首台自主研发的深远海漂浮式海上风电装备。它的诞生填补了我国平均水深 65 米以上深远海域浮式风电装备研制及应用空白。

作为目前国内最大的浮式风电装备，搭载风力发电机组后，“扶摇号”浮体和机组总重量超过 5000 吨，排水量超过 1.5 万吨，而罗斗沙海域复杂的水文条件对浮式平台及系泊系统的设计也提出了挑战。

据介绍，罗斗沙海域地形复杂、夏季强台风频发，“扶摇号”机位点平均水深达 65 米。“除了台风、洋流转向频繁等问题，这里的流速还特别快，极端流速超过 3.5 米/秒，堪比消防高压水枪的冲击力。”广东海装副总经理倪远翔解释道。

根据机位点环境条件，研发团队采用半潜式基础设计，使浮式平台呈等边三角形达到稳定布局，并采用悬链线式系泊方案，共9根系泊缆呈对称式分布。“在极端海况下，平台整体运动倾角不超过10度，以保持风电机组平稳运行。”广东海装技术负责人周舒旎说，“扶摇号”具有环境适应性强、浮式机组功率国内最大、系泊锚固系统可靠性高、智能运维程度高等特点。

“在这个项目上，我们最自豪的是实现一级部件100%国产化，所有元器件级零件国产化率超过95%。”倪远翔介绍，整个装备的生产制造流程基本在广东完成，“这不仅为漂浮式风电的研发制造积累了宝贵经验，也能够为漂浮式风电产业链的本土化培育打下基础。”

全球单体规模最大煤炭间接液化项目通过验收

中国能源报　2022.8.1

本报讯 7月28日，全球单体规模最大煤炭间接液化项目——国家能源集团宁夏煤业400万吨/年煤炭间接液化示范项目通过竣工验收。据悉，竣工验收委员会由国家能源集团特邀39名专家组成，通过听取汇报、查阅资料和实地检查，专家组一致认为该项目承载了国家能源战略安全的重任，成就了现代煤化工典范。

据了解，煤制油项目是践行“社会主义是干出来的”伟大号召的生动实践，是科技自立自强的现实明证，是落实能源安全新战略的重要举措。国家能源集团宁夏煤业将继续坚持创新发展，坚持“安全、稳定、清洁”运行，促进煤化工产业“高端化、多元化、低碳化”发展，不断提高煤炭作为化工原料的综合利用效能。全面加快推动煤化工产业转型升级发展，不断扩大煤化工技术和产业新优势。

同时，宁夏煤业将持续总结项目建设运营经验，坚持以扩大煤炭加工转化领域技术和产业优势为己任，聚焦“高端化、多元化、低碳化”发展，继续实施提质增效工程，加快延链补链强链，推进高水平科技自立自强，不断开创“十四五”宁煤煤化工高质量发展新局面，为保障国家能源战略安全作出新的更大贡献。

宁夏煤业400万吨/年煤炭间接液化示范项目是国家“十二五”规划的重点项目，项目投产运营后，开展了4轮次603项关键技改，攻克解决瓶颈问题，截至7月25日已安全稳定运行798天，实现污水近零排放、锅炉烟气超低排放，吨油品原料煤耗2.77吨标准煤、水耗5.72吨，均优于国家先进值。

宁夏煤业400万吨/年煤炭间接液化示范项目攻克了大型气化及费托合成关键技术、重大装备及特种材料制造技术及工程放大与系统集成技术。实现了核心装备及关键材料的“中国制造”，圆满完成了37项国产化任务。按照工艺技术、装备台套数统计，项目国产化率达到98.5%，项目成套技术总体处于国际领先水平。

据介绍，目前该项目通过国产化的成功示范，开发出煤制油成套大型工艺技术，突破工程化及大型装备制造、成套设备集成技术难题，打破煤制油化工核心技术、装备及材料的国

外垄断，增强了我国能源自主保障能力，探索出符合我国国情的科技含量高、附加值高、产业链长的煤炭深加工产业发展模式，为适应后石油时代、抢占技术制高点提供技术战略储备。

项目投产运行以来，年清洁高效利用煤炭 1961 万吨，推动了煤炭由单一燃料向燃料与原料并重转变，是能源技术革命和煤炭清洁高效利用的重要途径；累计生产油化品 1721 万吨，是能源供给的有益补充；建成投用 C12、C14、轻质白油、α－烯烃分离等项目，新增 7 类 15 种新产品，实现了由单一油品向多元化产品的转变。（宁萱）