

能 量 转 换

总 79 期

剪 报 资 料

7/2024.7

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开发与应用重点实验室

目 录

一、总论	1
1. 新能源利用率下调 装机空间有望扩大	1
2. 广东广州市：以氢能、新型储能、光伏为重点推进新能源产业发展	4
二、热能、储能、动力工程、节能	4
1. 智能组串式构网型储能项目投运	4
2. 全球首个“双塔一机”光热储能电站进入调试阶段	5
3. 简单直接技术 解决储能难题	6
4. 世界一次建成最大抽水蓄能电站累计发电突破 300 亿千瓦时	8
5. 全球最大 3060 兆瓦储能基地项目在山东启动	8
6. 新型双离子电池负极材料可在-60°C工作	9
7. 揭示恒压压缩空气储能技术特性	10
三、碳达峰、碳中和	10
1. 亚洲最大二氧化碳直接空气捕集装置通过验证	10
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	11
1. 复合膜净化工业废气高效又节能	11
2. 新型渗透膜利用湿度差捕获 CO ₂	13
3. 新型高性能聚合物热电材料研发成功	14
4. 新型硫化物固态电解质成本低且性能佳	15

5. 小型生活垃圾焚烧设施实现污染物超低排放	16
五、太阳能	17
2. 中国风能太阳能发电装机首超煤电	17
3. 我国太阳能电池转化效率再创世界纪录	18
4. 新分子有望延长钙钛矿电池寿命	18
5. 新方法制备出大面积长效稳定钙钛矿电池	19
6. 光伏支架掀起“跟踪热潮”	20
7. 钙钛矿电池稳态效率破世界纪录	22
8. 新型人造树叶可提升光合作用效能并储存太阳能	22
六、海洋能	23
1. 突破核心技术瓶颈 开发海洋生物资源	23
2. 国务院新闻办公室发布《中国的海洋生态环境保护》白皮书	25
七、氢能	26
1. 我国首套百千瓦级电氢双向转换装置投运	26
2. 《中国氢能发展报告（2023）》出炉	27
3. 科学家开发出能将阳光和水转化为清洁能源的非凡材料	28
八、风能	29
1. 全球单体容量最大漂浮式风机建成	29
2. 陆上风电机组并网成功	29
3. 漂浮式风电增量蓝海待挖潜	30
4. 广东省：2025 年及以后首次并网风电项目配储不低于 10%、时长 2h	32
九、其它	33
1. 我国东南地区再添天然气输送大动脉	33
2. 我国钢铁行业绿色低碳转型成效明显	33
3. 时隔 12 年再次修订——我国天然气利用政策迎来新变化	36
4. 我国自主设计建造万吨级海洋油气平台完成海上安装	39

一、总论

新能源利用率下调 装机空间有望扩大

科学日报 07月30日

近段时间以来，为新能源利用率“松绑”的政策信号引发关注。国务院印发的《2024—2025年节能降碳行动方案》、国家能源局发布的《关于做好新能源消纳工作 保障新能源高质量发展的通知》（以下简称《通知》），都为新能源利用率提出了一个更宽松的目标——90%。业内坚持多年的新能源95%利用率红线下调。

新能源利用率指的是在新能源发电过程中，实际被有效利用的电量占总发电量的比例。这个比例越高，说明新能源利用效率越高，浪费的电量越少。制定新能源利用率高目标，有助于解决弃风弃光等问题，但鉴于新能源消纳的特殊性，过高的目标反而可能限制新能源发展规模。

多位业内专家表示，此次新能源利用率目标的下调，释放出新能源产业高质量发展信号，新能源装机空间有望进一步打开，市场化方式消纳是大势所趋。

面临消纳难题

“双碳”目标提出以来，我国风电、光伏发电装机规模开启新一轮爆发式增长。截至2023年底，全国累计风电装机容量约4.4亿千瓦，光伏发电装机容量约6.1亿千瓦，合计占全国电源总装机比重达36%。全国新能源消纳监测预警中心发布的数据显示，2023年全国风电利用率97.3%、光伏发电利用率98%。

但也要看到新能源消纳面临新挑战。“随着新能源技术经济性快速提高，新能源度电成本普遍降至0.3元/千瓦时左右，部分地区甚至已低于0.2元/千瓦时。若按照100%利用率考虑，为利用价值0.3元/千瓦时的1度电支出0.5元储能成本，在经济上不合理。”水电水利规划设计总院副院长张益国分析，过高的新能源利用率目标将提高系统灵活资源需求和电力供应成本，不利于新能源行业发展。

伴随新能源装机持续高速增长，局部地区消纳问题逐渐显现。国家能源局数据显示，截至今年3月底，全国可再生能源装机达到15.85亿千瓦，同比增长26%，约占我国总装机的52.9%。其中，风电和光伏发电之和突破11亿千瓦，消纳需求大幅增加。而全国新能源消纳监测预警中心发布的《2024年3月全国新能源并网消纳情况》显示，今年1—3月，全国风电利用率96.1%、光伏发电利用率96.0%，均同比下降。部分地区、部分时段消纳压力已有所显现。

据初步预测，“十五五”期间，我国新能源装机总规模仍将大幅增长。张益国认为，新能源高

速发展将再次面临消纳问题，必须未雨绸缪，在源网协同、调节能力裕度、管理机制等方面提前布局、超前谋划，为实现碳达峰目标和新能源行业健康发展奠定坚实基础。

“从长远看，适度下调新能源利用率目标有利于新能源产业发展。目前新能源建设成本已低于火电等传统能源建设成本，此举可使电网在原有火电、储能等调节电源基础上，接纳更多新能源，从而增加新能源在电网中的占比。”中国能建中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司副总工程师丁雨说。

惠及全产业链

国网能源研究院有限公司新能源与统计研究所所长李琼慧认为，新能源利用率目标的下调意味着国家对新能源产业采取更加科学合理的管理方式。

“此举将投资决策权交给了企业，不仅可引导新能源企业理性投资，还可防止电网‘一刀切’式管理。”光伏行业分析师、智汇光伏创始人王淑娟认为，在风、光度电成本大幅下降的前提下，下调新能源利用率目标，是通过市场手段平衡弃电与装机增量、促进风电和光伏装机容量增长、驱动全产业链升级发展的有效手段。

很多新能源企业从中看到了市场机遇。协鑫能源科技股份有限公司日前发布全新的光储充数智一体化云平台，可通过清洁能源与电网深度融合、搭建城市虚拟电厂、参与电网需求响应和辅助服务，帮助企业获取最大收益。在分布式户用光伏领域，公司开发全套解决方案，采用“自发自用、余电上网”模式，推动光伏发电与户用储能一体化发展。该公司旗下鑫阳光户用公司总经理孙海鹏说，为适应新消纳指标，企业将进一步提升技术水平、优化成本控制，保持市场竞争力。

下调新能源利用率目标，意味着放松新能源发电接入电网的限制。随着新能源发电量增长，对储能技术的需求也会增加。“新能源发电由环境而非负荷决定，具有间歇性和不稳定性，可能出现能源大量浪费或供应不足等情况，影响新能源消纳。”西安奇点能源股份有限公司产品推广总监邱点兵认为，储能技术在新能源消纳过程中不可或缺，既能帮助解决新能源在发电过程中出现的弃风弃光问题，又可平滑系统波动、提升电力系统稳定性。

储能技术发展、储能成本降低，有利于推动电力价格合理化分布，为用户带来利好。“电力成本占大型制氢项目成本70%以上，新能源发电成本高一直是氢能行业发展的瓶颈。”江苏天合元氢科技有限公司总裁段顺伟表示，如果能获得更便宜的可再生能源电力，将大幅降低制氢成本，推动氢能广泛应用。

陕西省太阳能行业协会近期正在开展隆基绿能科技股份有限公司陕西地区“光伏+取暖”示范项目、特变电工西安电气科技有限公司电力直流送电（柔直）技术的推广工作。

陕西省太阳能行业协会会长安福成认为，此次消纳红线的下调，将为新能源产业链上下游带来更多机遇。这一政策变化反映出我国电力体制改革正在加速推进，将为虚拟电厂、调峰辅助服务等新兴技术和服务模式发展创造有利条件。

突出市场作用

为新能源利用率“松绑”，着力破解的是新能源消纳痛点难点。

值得注意的是，《通知》从加快推进新能源配套电网项目建设、积极推进系统调节能力提升和网源协调发展、充分发挥电网资源配置平台作用等方面，提出 17 项措施，以提升电力系统对新能源的消纳能力，推动新能源高质量发展。

从政策导向来看，市场化方式有望成为新能源消纳重要途径。《通知》在充分发挥电力市场机制作用方面提出，打破省间壁垒，不得限制跨省新能源交易。探索分布式新能源通过聚合代理等方式有序公平参与市场交易。建立健全区域电力市场，优化区域内省间错峰互济空间和资源共享能力。

这为企业提供了大展拳脚的空间。7 月初，国网江苏省电力有限公司成功组织国内最大规模省级电网新型储能集中调用，实现了超 450 万千瓦新型储能与省级电力系统电源、电网、用电负荷等各环节的友好互动，相当于在光伏风电发电高峰期，为江苏打造了一座可储存 900 万千瓦时电量的“超级充电宝”。

随着电力市场化进程加快，各地风电、光伏产业持续发力。国家能源局数据显示，2023 年全国超 47% 的新能源电量参与了市场化交易。2024 年，陆上风电、地面光伏电站的电量也将以市场化交易为主。

近期，陕西省电力现货市场第三次结算试运行顺利收官。本次试运行历时 32 天，236 座新能源场站、31 家统调火电厂 66 台机组、87 家电力批发大用户等多方参与。试运行期间，实时现货市场出清电量 119.2 亿千瓦时，整月运行期间均价为 238.01 元/兆瓦时，其中日均价最高为 388.38 元/兆瓦时、最低为 108.67 元/兆瓦时。陕西电力交易中心副总经理何方波介绍，电力现货市场反映了市场供需和成本变化，在促进新能源消纳、助力能源转型发展等方面具有重要作用。

多位受访者表示，未来随着风电和光伏发电能源渗透率不断提升，建议采取加强鼓励就地消纳、建设外送通道、构建新型电力系统、开发多渠道储能路径、加强多元化市场化交易等举措，从技术、经济、政策和社会接受度等多方面综合考虑，确保新能源电力高效、稳定、可持续利用。

广东广州市：以氢能、新型储能、光伏为重点推进新能源产业发展

广州市人民政府 07月15日

7月12日，广州市人民政府发布关于印发国家碳达峰试点（广州）实施方案的通知，其中提到，以氢能、新型储能、光伏为重点推进新能源产业发展。大力发展太阳能分布式光伏发电，增加本地绿色电力供应，加快黄埔、从化整区屋顶分布式光伏开发试点建设。

积极推进光伏建筑一体化建设，鼓励使用空气源热泵等技术，推动新建公共建筑实现全电气化。

立足广州市的产业特点，重点开展新能源汽车、动力电池、光伏、电力设备、日用化工等行业的产品碳足迹研究。

二、热能、储能、动力工程、节能

智能组串式构网型储能项目投运

科技日报 07月16日

近日，由中国电力建设集团总承包的全球首个百兆瓦时智能组串式构网型储能项目近日正式投运。

项目位于青海省海西蒙古族藏族自治州格尔木市光伏产业园区，建设规模为50兆瓦/100兆瓦时，由50台2兆瓦时智能组串式电池舱、600台200千瓦构网型电压源变流器组成。

“作为电网的‘多功能充电宝’，项目采用智能光储发电机解决方案，成功打造高海拔组串式构网型储能电站。”项目相关技术负责人介绍，与常规跟网型储能电站依赖电网实时电压和频率数据调节电站出力不同，构网型储能电站可自主调整电压和频率，性能等效于“常规储能+调相机”，让新能源与传统发电机一样“稳”。

据悉，项目实现并网后，可使青海电网新能源接入比例提升40%，相当于节约标准煤2.145万吨，减少二氧化碳排放5.348万吨。

“在建设过程中，项目团队遭遇恶劣天气、高海拔作业等重重困难。团队认真组织各项应对措施和方案，高标准完成建设任务。”上述负责人介绍，作为青海海西新型储能实验验证平台，项目

解决了弱电网环境下新能源接入的痛点和难点，为新能源装机规模大、占比高的西部地区提供了具有前瞻性的技术方案。

全球首个“双塔一机”光热储能电站进入调试阶段

科技日报 07月17日

近日，全球首个“双塔一机”光热储能电站主体工程已进入调试阶段，工程团队正在抢抓工期，力争在今年底投产发电。

该光热储能电站共设置两个相邻吸热塔，共用一台汽轮发电机，塔下安装近3万块定日镜，采光面积达80万平方米。“电站利用跟踪太阳转动的镜子，把太阳光聚集到吸热塔中加热熔盐，从而带动汽轮机发电。”三峡集团瓜州光热储能项目经理温江虹说。

据了解，光热储能电站采用双塔双镜场设计，位于两个镜场中间区域的定日镜可以服务于任何一个吸热塔，在同等边界条件下可提升约24%的光学效率，并配备了6小时熔盐储热系统，具有储热时间长、响应速度快、输出功率稳定等特点，调峰性能更优。

工作人员表示，高清的定日镜是用特殊材料制成的超白玻璃，它的反射效率可以达到94%，从而将更多的阳光反射到吸热塔上，大幅提升发电效率。

此外，在高耸的吸热塔底下，有两个巨大的储罐，里边装的是沸点为600℃的熔盐。白天通过吸热塔收集的太阳能，以热能的形式储存在液态的熔盐里，实现24小时稳定不间断电力输出。

在项目效果图上，可以一窥光热储能电站的全貌。两个巨大的圆形阵列各“统治”一方，每个阵列中心，都会有一个高约200米的吸热塔。这两个巨大的阵列就像两面凹面镜，把阳光都反射到中心的吸热塔上。

两个圆形阵列重叠部分的镜面也别具特色——可以自由转动。在上午东侧阵列阳光充足时，镜面会扭转角度，将阳光更多地反射到东塔上；等到下午西侧阵列阳光更好时，它又会转回来把阳光反射到西塔上。

与传统的单塔光热电站相比，这种双塔甚至是多塔设计，可以不受装机容量的限制，同时发电效率、发电量以及储能量也会得到大幅提升。

简单直接技术 解决储能难题

科技日报 07月24日

在芬兰赫尔辛基以北约 450 公里处，有一座废弃的矿井。尽管这里位置偏远，但正受到人们的密切关注。因为它有望在能源领域发挥革命性作用，不过原因可能和人们想的不太一样。

这座矿井名为皮哈砂麦，曾出产丰富的锌和铜，但如今它将利用重力来创造新的价值。作为欧洲最深的金属矿，它是建造重力储能仓的理想地点。一家名为 Gravitricity 的英国公司就计划将其改造成一种超大号的重力电池：将重物悬挂在矿井深处，并将该装置与发电机相连。通过提升重物将电能存储为势能，然后让重物下落再次产生电能。

英国《新科学家》网站近日刊文表示，这个方法听起来虽然很简单，但这正是它的精妙之处。各国政府都在努力解决间歇性可再生能源的一个大问题：如何在没有风或阳光的时候保持电力供应。到目前为止，他们主要关注氢能、核能和锂离子电池等昂贵的技术。如果能以更基本的方法解决间歇性问题，同时减少电费和排放，岂非更好？

重力储能仓或许只是一个开始。许多公司正在探索利用盐、沙子、水甚至热砖等看似普通的材料来开发新的储能方法。这些看似简单直接的技术，可能正是解决我们这个时代最紧迫挑战的方案之一。

有高度差就能发电

任何一种有质量的物体下落时，重力所带来的能量都可以利用。抽水蓄能就是利用这样的原理。这需要两个位于不同高度的湖泊，在电力供应过剩或价格低廉时，用这些电力将水从低处抽到高处；待需要电力时，再让水从高处流下，驱动涡轮机发电。这种方式既高效又相对便宜，但缺点是并非所有地方都有适合抽水蓄能的湖泊。

Gravitricity 公司使用的方法也是重力储能技术。该公司不使用湖泊和水，而是计划利用像皮哈砂麦那样的矿井。这样的矿井遍布世界各地。例如，该公司还计划在德国和捷克共和国的工厂推进其技术。2022 年，他们在英国爱丁堡建造了一个地面演示装置，可以将两个重达 25 吨的配重块用钢缆悬挂在空中，展示了重力储能技术的实际应用效果。

当然，即使没有矿井，重力储能技术依然可行。2020 年，奥地利国际应用系统分析研究所提出了一种类似缆车的重力储能系统，通过将沙子或砾石运送到山坡上，然后在需要电力时将它们迅速滑下以产生能量。

目前来说，还很难断定这些基于重力的想法是否真能成功。但在即将出现的“极简”储能方案中，重力储能绝非唯一。

铁生锈也能用于储能

另一个思路是，保留电池的基本概念，但去除其中的复杂和不稳定因素。这一理念下有多种思路，其中之一便是用相对廉价的钠来替代昂贵的锂。位于美国马萨诸塞州的 Form 能源公司便研发出了一种铁空气电池，其关键元素竟是再普通不过的铁锈。这款电池的工作原理相当直观：充电时，电流通过电化学反应将氧化铁（铁锈）转化为铁，释放氧气；放电时，电池则从空气中吸收氧气，使铁重新变回铁锈，从而产生电流。

Form 能源公司的每块电池大小与洗衣机相当，因此并不适合用于电动汽车。但对于电网级别的储能系统来说，这样的尺寸却恰到好处。Form 能源公司表示，他们的铁空气电池经过特别设计，能以低于传统电池的成本储存 100 小时的电力。在超过 3.6 亿美元的资金支持下，该公司已开始在西弗吉尼亚州建设其首家电池工厂。

当然，在探讨如何简化储能技术时，人们不应忽视热能这一重要领域。

用砖块和熔盐储热

热能储存（TES）虽然不常见，但已有众多企业看到了其巨大潜力。如总部位于美国加利福尼亚的 Rondo 能源公司正在开发一种产品，可利用巨大的黏土砖作为热能储存介质。将砖块夹在两个加热元件之间，就像烤面包机中的吐司一样，能够储存能量数天之久。

如果用可再生能源将黏土砖加热至 1500°C，这些热能就可以直接用于工业生产，或者用于产生蒸汽，驱动涡轮机再次发电。

这些巨大的“砖头烤炉”需要建在它们所服务的工厂附近，热能通过绝缘管道输送。这种系统简单易行，因此成本低廉。Rondo 能源公司估计，采用这种方式储存电力，成本大约是绿色氢气的一半。

欧洲也在积极拥抱热能储存技术。总部位于挪威的 Kyoto 公司从摩洛哥瓦尔扎扎特-努尔太阳能发电站获得灵感。在那里，一排排巨大的镜子将阳光反射到塔顶，将熔盐加热至约 1000°C。储存的热能可为当地供电，即使在太阳落山后也能持续供电。Kyoto 公司计划将这种技术引入欧洲。

世界一次建成最大抽水蓄能电站累计发电突破 300 亿千瓦时

中国能源报 07 月 01 日

日前，作为世界一次建成最大抽水蓄能电站，广东惠州抽水蓄能电站累计发电突破 300 亿千瓦时，持续为粤港澳大湾区提供稳定清洁电能。

位于广东惠州博罗县的惠州抽水蓄能电站，装机规模达到 240 万千瓦，安装 8 台 30 万千瓦大型抽水蓄能机组，于 2009 年 5 月投产发电。“电站运行 16 年来，机组安全启动超过 10 万次，累计发出清洁电能 300.7 亿千瓦时，相当于 1360 万粤港澳大湾区居民用户一年的用电量，对应减少二氧化碳 3800 万吨。”南网储能公司惠州蓄能发电公司董事长曹云鹏表示。

抽水蓄能电站主要由上下两个水库和机组厂房构成，电力系统负荷低谷时用电抽水、高峰时放水发电，需要机组同时具备电动机和发电机两种功能。相对于常规水电机组，抽水蓄能机组生产制造难度更大，而我国在该领域起步较晚。

2003 年，我国选取惠州抽水蓄能电站等 3 座电站为机组设计制造国产化的首批依托工程，以“引进技术、合作生产”的新形式，推动 79 项先进国际技术的吸收应用，开启了大型抽水蓄能机组国内生产制造的先河。

惠州抽水蓄能电站的建设运行经验积累，为我国抽水蓄能核心技术自主可控奠定了坚实基础。当前，我国抽水蓄能电站投运和在建规模均稳居世界第一，关键技术装备已实现全国产化。预计到 2027 年，我国抽水蓄能电站投运规模将达到 8000 万千瓦以上，显著提升电力系统调节能力，有效助力新型电力系统和新型能源体系构建。

全球最大 3060 兆瓦储能基地项目在山东启动

中国科学报 07 月 05 日

近日，全球最大新型储能基地暨《世界首台（套）中国能建 660MW 压缩空气储能系统解决方案》发布会在山东济南举办。会上，世界最大规模 3060 兆瓦（MW）储能基地项目启动。

3060 兆瓦储能基地位于山东省菏泽市单县黄岗镇南部的土山行政村，总投资额超 200 亿元。该基地是国内首个受端大规模绿电消纳枢纽工程，首创“盐电联营+采储一体”集群式开发模式，建成后将成为世界最大体量 3060 兆瓦新型储能基地、世界最大规模盐矿定制制造腔储能基地和世界首台（套）单机功率 600 兆瓦级压缩空气储能电站。

该基地依托当地丰富的盐矿资源，采用定制制造腔的模式，规划建设 3 台单机功率 660 兆瓦机组和 3 台单机功率 360 兆瓦机组，总装机容量为 3060 兆瓦，预计年发电 40 亿度，发电转换效率约 70%。

新型双离子电池负极材料可在-60°C工作

中国科学报 07月15日

哈尔滨工业大学教授王振波团队开发出可在-60°C工作的双离子电池负极材料，有望为新一代储能系统双离子电池技术的发展与在极端场景中的应用提供新思路。相关成果近日发表于《德国应用化学》。

电动汽车、海底勘探和太空探索等领域的不断发展对极端环境下（低于-40°C）的储能系统提出巨大挑战。双离子电池具有的阴离子存储机制无须面临电荷转移过程中的高反应能垒，有望突破超低温等极端环境下的应用瓶颈。然而，双离子电池面临正负极反应速率不匹配问题，导致其无法发挥出最佳性能。

基于上述问题，研究团队发现二维层状材料 Ti₃C₂ MXene 在相对室温（25°C）的低温环境下表现出更优异的倍率性能与循环稳定性，并将其作为负极与聚三苯胺正极组装成钾双离子电池。研究表明，低温下电解液中钾离子与溶剂之间的相互作用增强，使 Ti₃C₂ 表面形成以有机物为主的固体电解质界面，促使 Ti₃C₂ 回避了低温下具有高反应活化能垒的脱溶剂过程，加速了 Ti₃C₂ 在该体系下的动力学行为。电化学测试结果表明，该钾双离子电池在-60°C 0.5 A/g 循环两万次后的容量保持率为 86.7%。

该研究攻克了超低温环境下双离子电池性能衰减难题，为其实际应用开辟了新途径。

揭示恒压压缩空气储能技术特性

中国科学报 07月31日

中国科学院工程热物理研究所储能研发中心（以下简称储能研发中心）研发了兆瓦级水下恒压压缩空气储能系统样机，并于近期对其储电和放电过程进行了实验测试，揭示了储电过程可再生能源实时消纳和放电过程的调节特性。相关研究成果近日发表于《能源进程》。

论文第一作者、储能研发中心副研究员刘长春介绍，水下恒压压缩空气储能技术利用水下天然恒压、恒温的环境优势，实现恒压储能和释能，能够稳定压缩机和膨胀机工作压力，使其在设计点附近工作，同时避免节流损失，系统效率较恒容系统提高 2 至 5 个百分点，储能密度可达恒容系统 3 倍以上，具有安全、稳定、高效等特点，是一种非常适用于海上能源保障的大容量储能技术。除了在海上应用外，还可用于对现有采用地下恒容系统储气的压缩空气储能电站进行改造，提高运行

效率。

据悉，为突破水下实验场地和成本限制，储能研发中心提出了基于深水模拟装置的恒压压缩空气储能实验技术，采用高压水和高压气模拟柔性气囊外部深水环境，搭建了兆瓦级恒压压缩空气储能系统实验平台，设计储气压力等效水深约 700 米，具备开展真实深水环境下的系统试验、柔性储气装置变形特性试验和疲劳性能试验等功能。

实验表明，水下恒压压缩空气储能系统具有可靠、快速的调节特性，储能过程中对可再生能源的实时消纳维持在±5%以内，发电过程中膨胀机振动小于 41 微米，冷启动时间不超过 5 分钟，2 分钟内停机。带有柔性储能装置的系统可以完全利用储存的压缩空气，保持压缩机出口和膨胀机入口的压力稳定，大幅提高储能密度和储能效率。

这项研究为恒压压缩空气储能系统服务于海上可再生能源规模发展奠定了基础。

三、碳达峰、碳中和

亚洲最大二氧化碳直接空气捕集装置通过验证

科技日报 07 月 24 日

近日，亚洲最大的年 600 吨级二氧化碳直接空气捕集（DAC）装置“碳捕块 CarbonBox”成功通过百吨级模块满负荷可靠性运行验证。

“碳捕块 CarbonBox”由中国能建集团所属中能建（上海）成套工程有限公司联合上海交通大学组成的研发团队研制，拥有完全自主知识产权。这一研发成果填补了我国在超大吨位高浓度工业级 DAC 工程装备领域的空白，标志着我国在二氧化碳直接空气捕集技术方面取得重要突破。

“DAC 是一种新兴的碳捕集技术，可利用风能、太阳能、地热能等低碳能源，直接从空气中捕集二氧化碳，并实现二氧化碳的净负排放。”该研发团队负责人朱莉军介绍，“碳捕块 CarbonBox”采用团队自主研发的具有高选择性、快速吸附动力学的高性能捕集装置，可实现直接从空气或不同浓度的排放源中高效捕集二氧化碳，并根据后端应用需求直接输出不同浓度的二氧化碳。单个模块可从空气中直接年捕集 99% 高浓度二氧化碳超 100 吨。

据介绍，“碳捕块 CarbonBox”由捕集单元和处理单元组成，每个单元尺寸均为集装箱大小，可在现场对模块进行直接吊装，无需二次组装。同时，该装置也可根据工程需求进行捕集单元堆叠和处理单元集中式设计，通过标准化成组集成，二氧化碳年捕集规模可达百万吨。

“我们聚焦 DAC 高能耗、高成本的世界性难题，通过捕集装置结构的创新设计、工艺流程的精准优化和核心配套件的研发，实现了二氧化碳捕集能耗的设计目标。同时，确保捕集系统的可靠性、安全性及使用寿命，综合性能达到国际领先水平。”朱莉军说。

据了解，“碳捕块 CarbonBox”可广泛应用于绿色甲醇、绿色航空燃油等绿色燃料合成和碳交易服务等领域。通过该装置直接空气捕集得到的二氧化碳是绿色环保的碳源，有助于实现绿色碳源大批量、稳定供给，从而打通当前绿色燃料合成中面临的碳源瓶颈，为我国能源绿色转型提供重要的装备支撑。

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

复合膜净化工业废气高效又节能

科技日报 07 月 23 日

甲醇是生产新能源汽车锂电池电解液碳酸二甲酯的主要原料，但甲醇跟其他物质反应后，会形成碳酸二甲酯和甲醇共沸混合物。从共沸混合物中提取碳酸二甲酯，通常采用变压精馏工艺。

最近，南京工业大学化工学院教授金万勤团队开发出一种新型有机—无机复合膜材料，采用新型膜分离工艺，提出一种有机共沸混合物分离的新策略。

“与变压精馏工艺相比，这种新工艺分离 1 吨碳酸二甲酯的蒸汽消耗将从 8 吨降至 4 吨。”金万勤说。

这一新工艺正是基于金万勤团队主持完成的“气体净化膜材料的创制及应用”项目研发的最新技术。经过多年积累，项目成果在中石化、中盐集团等企业的 200 余项工程中应用，取得了一定的经济效益和社会效益。

研发“有机—无机复合膜”

金万勤介绍，石化、制药领域的工业废气成分复杂，其中含氯有机挥发物、超细分以及含油气体治理难度极大。传统气体净化技术如旋风、静电和布袋除尘等，往往存在处理效率低、运行不稳定、资源回收利用率不高等问题。

“相较于传统气体净化技术，膜技术具有效率高、能耗低等特点。应用膜技术对工业废气进行处理，有望实现废气达标排放和资源回用。”金万勤说。

膜技术用于气体净化优点显著，但目前不少气体净化膜材料存在分离性能低、规模制备难度

大、运行不稳定等问题，很难应对工业烟气单位时间排放体积大、过滤推动力小等复杂工况。

对此，团队聚焦工业化废气净化与回收面临的共性问题，针对气体净化膜技术的瓶颈问题，开展了系统深入的研究。

金万勤介绍，现有的膜材料通常是有机—有机复合膜，这种膜在有机溶剂等苛刻环境中极易发生溶胀。这会导致膜孔道结构被破坏失去分离选择性，使性能不稳定。

于是，团队另辟蹊径，提出了“有机—无机复合膜”。在反复试验中，团队通过构建聚合物分离层和陶瓷支撑层，制备出低成本、高稳定性的聚合物—陶瓷复合膜。

为何要让两种材料复合叠加？金万勤介绍，这样做能更好地发挥两种材料的优势。他们通过将刚性无机支撑体与有机膜层复合，构筑了受限溶胀界面的新结构，成功突破膜通量和选择性相互制约的限制，解决了有机膜层在有机溶剂中因溶胀带来的不稳定性。

“这种膜的研制难点就在于如何解决无机层与有机层间的界面结合问题，其中涉及如何控制膜层厚度、支撑体的粗糙度、高分子溶液的黏度、孔渗控制，以及在放大制备过程如何保证膜层完整性。这些都需要团队一次次反复试验优化。”金万勤说。

金万勤带领团队围绕现有膜材料难以满足复杂化工烟气超低排放与回收利用需求的难题进行了一系列攻关。他们克服了现有膜材料有机溶剂不耐受的难题，打破了传统膜渗透性和选择性难以兼具的瓶颈，实现了两者的同步提升；开发出国际首创有机—无机复合膜和双疏膜产品，显著提高膜的抗污染性能和长期服役性能；提出了国际首创的防静电导流网技术，创制了本质安全型膜组件，从根本上解决了装备防静电防爆问题，保障了百余项工程的安全运行。

突破规模化制备瓶颈

在实验室里实现的理论突破能否转化为产品，是团队面临的又一个挑战。在南京工业大学材料化学工程实验室，金万勤展示了一种膜层厚度不超过 5 微米的气体净化膜。他感慨道，他带领团队攻克了气体净化膜技术的一系列规模化制备难题，又用了 10 年时间，让气体净化膜材料从实验室走向中试。

针对工业烟气中油性气溶胶易吸附在滤材表面形成污染层、影响膜结构和透气性能的难题，团队又提出了表面疏水疏油改性的热辅助原位功能化方法，实现了对膜界面结合性与表面浸润性的有序调控，创制了双疏型气体净化膜材料，显著提高了膜的抗污染性能和长期服役性能。

“较之国际先进技术，气体净化膜产品透气速率提高 30% 以上，机械性能提高 198%，对 0.3 微米超细粉尘去除率远超国际标准，达到 99.99% 以上。”谈及双疏膜，项目第二完成人、南京工业大学教授仲兆祥介绍，烟气中油性气溶胶等污染物在双疏膜表面吸附作用力小，污染层在重力和反

吹等外力的作用下极易脱离膜表面，从而具有自清洁效果。这为解决膜材料在高黏高湿体系中的应用提供了新的解决途径，膜稳定运行寿命也延长了 3 倍以上。

金万勤介绍，目前气体净化膜技术在 200 余项工程中应用，遍及 25 个省（区、市），率先实现了膜技术在含氯气体、含油烟尘处理等领域的规模化应用，累计处理工业气体超过 3000 亿立方米，新增高附加值粉体和有机溶剂回收价值超 10 亿元，产生了广泛的经济效益和社会效益。

“一张膜无法解决所有气体净化问题。利用膜技术更高效地进行气体净化是我们科研工作的更高目标。”金万勤说，下一步，团队将继续在提高气体净化膜材料分离性能及应用性上下苦功。“我们将在有机—无机复合膜的基础上，进一步创新研发一种新型混合基质膜，希望未来一到两年里实现规模化制备。”他说。

新型渗透膜利用湿度差捕获 CO₂

科技日报 07 月 24 日

据最新一期《自然·能源》杂志报道，来自英国和新西兰的国际研究团队开发出一种新型膜技术，能够有效利用湿度差捕获二氧化碳（CO₂）。这种直接空气捕获技术为实现气候目标提供了极具前景的解决方案。

分离过程深刻影响着现代生活的方方面面。从人们吃的食物、药物，到汽车中的燃料或电池，人们使用的大多数产品都经过了多个分离过程。在迈向循环经济的世界中，直接从空气捕获某种成分的分离技术将变得更加关键，被认为是“改变世界的化学分离技术”之一。但是，由于 CO₂ 在空气中的浓度较低，约为 0.04%，因此从空气中分离 CO₂ 非常具有挑战性。

研究人员表示，CO₂ 分离困难主要有两个原因：一是浓度低导致与 CO₂ 发生化学反应的速度非常慢，二是 CO₂ 浓缩需要消耗大量能量。

此次，研究团队通过新型膜技术解决了这两个难题。他们测试了一种 CO₂ 渗透膜，并使膜具有不同的湿度。当膜输出侧的湿度较高时，膜自发地将 CO₂ 泵入输出流中。这种膜能利用自然的湿度差异作为从空气中泵出 CO₂ 的动力；同时，水的存在还加快了 CO₂ 通过膜的传输速度，解决了动力学难题。

借助 X 射线微计算机断层扫描技术，研究人员能够精确地观测到膜的结构细节，进而将这种膜与其他几种先进膜的性能进行比较。此外，他们还在分子尺度上模拟膜中发生的过程，确定了膜内独特的“载体”，这种载体可同时传输 CO₂ 和水。

研究人员表示，他们展示了第一种能够从空气中捕获 CO₂ 并提高其浓度的合成膜，并且无需热量或压力等传统能量输入。

新型高性能聚合物热电材料研发成功

科技日报 07月26日

近日，中国科学院化学研究所科研人员与其他科学家合作，研发出新型高性能聚合物热电材料——PMHJ 薄膜。相对于普通聚合物薄膜，PMHJ 薄膜有望大幅提升材料的热电性能，为高性能塑料基热电材料研究提供全新思路。相关成果在线发表于《自然》杂志。

碳元素可以与氢、氧、氮、磷、硫等元素形成化学键，从而构建出各种有机分子，这些分子单体可以通过周期性键合形成高分子量的聚合物。目前，人工合成的聚合物，尤其是塑料，已经成为人们日常生活和高科技领域不可缺少的材料。

导电聚合物不但具有和传统塑料类似的柔性、易加工性和低成本等特点，还可以通过分子设计和化学掺杂携带电荷，从而表现出导电性。更为神奇的是，很多导电聚合物可以作为热电材料。也就是说，当聚合物薄膜两端的温度出现高低差时，材料两端就会产生电动势，即塞贝克效应；而当在材料两端构建导电回路并施加电压时，导电塑料薄膜的两端也会产生温度差。

高性能热电材料应具备高塞贝克系数、高电导率和低热导率，而理想的模型就是“声子玻璃-电子晶体”模型。“具体来说，材料需要像玻璃一样阻挡热量（声子）传导，但又像晶体一样允许电荷自由移动，也就是让声子寸步难行，而让电荷畅通无阻。”科研人员解释，科学界普遍认为，聚合物具有声子玻璃特征，从而具有本征低热导率。而实际上，很多高电导聚合物薄膜具有有序分子排列的结晶区，和理想的“声子玻璃”有很大差异，直接制约了聚合物热电性能的提高。

科研人员此次利用两种不同的聚合物，研发出具有不同结构特征的 PMHJ 薄膜。该薄膜不但可以保证有效的电荷传输，还可以高效散射声子与类声子传播。

业内专家认为，这项研究打破了现有高性能聚合物热电材料不依赖热输运调控的认知局限，为塑料基热电材料领域的持续发展提供了新路径。

新型硫化物固态电解质成本低且性能佳

中国科学报 07月04日

中国科学技术大学教授马骋开发出一种用于全固态电池的新型硫化物固态电解质。该材料在具有硫化物固态电解质固有优势的同时，相较其他硫化物固态电解质，成本更加低廉、更适合商业化。相关研究成果近日发表于《德国应用化学》。

全固态电池有望突破锂离子电池难以兼顾续航和安全性的瓶颈，从而打破目前电池技术的“天花板”。固态电解质是成功构筑全固态电池的关键。科学家认为，在氧化物、硫化物、卤化物这3类固态电解质中，性能优异的硫化物最有希望实现全固态电池的实际应用。但是，硫化物固态电解质的成本普遍超过每公斤195美元，远高于实现商业化所需要的每公斤50美元。

这一问题的根源在于硫化物固态电解质的合成需要使用大量昂贵的硫化锂，其价格不低于每公斤650美元。研究人员曾试图通过多种方法降低硫化锂成本，但长期探索表明实现这一目标相当困难。

为此，马骋不再致力于降低硫化锂成本，而是开发了一种不以硫化锂作为原料的硫化物固态电解质——氧硫化磷锂。这种固态电解质以成本低廉的水合氢氧化锂和硫化磷为原材料合成，其成本仅为每公斤14.42美元，不到其他硫化物固态电解质原材料成本的8%，远低于每公斤50美元这一商业化要求，具有很强的成本竞争力。

同时，氧硫化磷锂保留了硫化物固态电解质的独特优势，兼具极低的密度和良好的负极相容性，而这在氧化物和卤化物固态电解质中无法同时实现。氧硫化磷锂的密度仅1.7克每立方厘米，低于卤化物和氧化物固态电解质。此外，氧硫化磷锂与锂金属和硅都能良好相容；它和锂金属组成的对称电池能在室温下稳定循环超4200小时，而它和硅负极、高镍三元正极组成的全固态软包电池，在60度下循环200次后，仍具有89.29%的容量保持率。

马骋说：“我们的工作表明硫化物固态电解质的成本问题并非无解。氧硫化磷锂作为一种新材料，在性能上有望进一步提升，我们也在为此继续努力。”

审稿人认为由氧硫化磷锂组成的全固态电池具有“出色的循环性能”，其发现对全固态电池商业化具有重要意义。

小型生活垃圾焚烧设施实现污染物超低排放

中国科学报 07月14日

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员张海军、陈吉平团队开发的“焚烧烟气源头端多污染物协同减排技术”，成功应用于贵州清风环保科技（集团）有限责任公司建设运营的云南省保

山市昌宁县 120t/d 生活垃圾焚烧设施，在焚烧烟气二氧化硫、氮氧化物和二噁英等污染物的同时实现超低排放。截至目前，该生活垃圾焚烧设施已稳定运行 5 个月，烟气污染物排放在线监测数据实时上传至云南省重点污染源自动监控中心，通过了云南省生态环境厅的环保验收。

“焚烧烟气源头端多污染物协同减排技术”，即在高温烟气中，顺序脱除二氧化硫和氯化氢，并协同阻滞二噁英生成技术。团队将该技术应用于云南昌宁县小型生活垃圾焚烧设施，通过优化炉膛结构和焚烧工艺、建设高温反应塔和喷射高温烟气净化剂，实现了焚烧烟气中小分子气态污染物在 500 至 1000°C 降温阶段的高效脱除，同时阻滞了二噁英类污染物的气相均相生成和催化生成。该设施的主要大气污染物排放浓度均大幅低于现行国家标准规定的限值要求。其中，二氧化硫排放浓度、良好状态下氮氧化物排放浓度达到了燃煤发电行业规定的超低排放标准限值要求。

该技术不仅可缩减焚烧烟气净化处理的工艺流程、节省烟气净化设备建设费用、使系统运行更稳定，而且可节省环保耗材消耗约 50%，使飞灰的产率下降 20% 以上。该技术的实施同时解决了小型生活垃圾焚烧设施运行不稳定和排放难达标两大技术难题，为县级地区小型垃圾焚烧设施的快速大规模推广奠定了技术基础。

五、太阳能

中国风能太阳能发电装机首超煤电

参考消息 07 月 30 日

报道 据俄罗斯“红色春天”网站 7 月 28 日报道，中国电力企业联合会(中电联)报告称，预计到今年年底，中国并网风电和太阳能发电合计装机容量占全国发电装机容量比重将首次超过 40%。

中电联日前发布的一份报告称，截至 6 月底，中国并网风电和太阳能发电合计装机首次超过煤电。预计到今年年底，并网风电和太阳能发电合计装机容量达到 13.5 亿千瓦左右，占总装机比重将首次超过 40%。

根据报告，中国太阳能和风能产业的持续增长，还将推动非化石能源发电装机容量到今年年底达到 19 亿千瓦左右，占总装机的比重上升至 57.5%。

中国的目标是努力争取在 2060 年前实现碳中和，到 2060 年实现非化石能源消费比重达到 80% 以上。根据中电联发布的报告，到今年 6 月底，中国并网风电和太阳能发电合计装机达到 11.8 亿千瓦，首次超过煤电装机规模，占总装机容量比重为 38.4%。与此同时，煤电装机容量降至 11.7 亿

千瓦，占总发电装机容量的比重降至 38.1%。预计到今年底，煤电装机占总装机比重将降至 37%以下。

中国政府承诺在“十四五”期间严控煤炭消费增长、“十五五”期间逐步减少煤炭消费。尽管可再生能源发电能力有所增长，但中电联警告说，清洁能源发电能力利用率低仍将是一个问题。报告称，预计到今年底，“部分地区新能源消纳压力凸显、利用率将明显下降”。

另据香港《南华早报》网站 7 月 28 日报道，中国电力企业联合会的一份报告说，在中国并网风电和太阳能发电合计装机截至 6 月底首次超过煤电之后，还有望在今年底超过全国总装机的 40%。

作为世界最大的温室气体排放国和电力消费国，中国正致力于到 2060 年实现非化石能源消费比重达到 80%以上。

报告称，截至今年 6 月底，全国并网风电和太阳能发电合计装机达到 11.8 亿千瓦，占全国全口径发电装机容量 30.7 亿千瓦的 38.4%。

根据中电联的报告，中国将在今年底，将发电结构中污染最严重的煤电装机占比降至 37%以下。

与可再生能源供应的快速增长相比，中国的电网基础设施仍需进一步升级，以提高输电和储能的灵活性，应对风能和太阳能电力供应的不稳定性。

我国太阳能电池转化效率再创世界纪录

科技日报 07 月 09 日

近日，隆基绿能科技股份有限公司（以下简称“隆基绿能”）研制的晶硅—钙钛矿叠层太阳能电池转化效率达 34.6%，再次刷新世界纪录。

晶硅—钙钛矿叠层太阳能电池作为下一代超高效太阳能电池技术路线之一，理论极限效率高达 43%。隆基绿能科研团队于 2023 年 11 月将晶硅—钙钛矿叠层太阳能电池效率提升至 33.9%。

为取得进一步突破，隆基绿能科研团队优化电子传输层薄膜沉积工艺、引进高效缺陷钝化材料、设计开发高质量界面钝化结构，实现 0.7%的电池绝对效率提升。

隆基绿能首席科学家、中央研究院副院长徐希翔说：“我们开发的叠层电池技术可与现有晶硅底电池工艺相匹配，有助于实现太阳能电池技术升级迭代。”

据悉，2023 年，隆基绿能曾先后打破晶硅单结电池和晶硅—钙钛矿叠层电池两项电池效率世

界纪录，其科研团队多次刷新全球太阳能电池效率纪录。

新分子有望延长钙钛矿电池寿命

科技日报 07月26日

近日，西湖大学工学院王睿实验室研发出一种新分子——Py3，它有望显著提升钙钛矿太阳能电池（以下简称“钙钛矿电池”）光电转化效率，并将其使用寿命延长约2倍。相关成果24日在线发表于《自然》杂志。

“典型的钙钛矿电池共有5层。”王睿介绍，在正置钙钛矿电池中，自电池表面到内部依次为透明导电氧化物、电子传输层、钙钛矿光吸收层、空穴选择接触层、金属电极；而在倒置钙钛矿电池中，电子传输层和空穴选择接触层的位置对调，其余几层不变。Py3分子主要针对倒置钙钛矿电池而开发。

近几年，科研人员发现，倒置钙钛矿电池的效率可与正置钙钛矿电池相媲美，且稳定性更强，与叠层器件的兼容性也较好。因此，倒置钙钛矿电池成为新的研究热点。

不过，王睿团队发现，倒置钙钛矿电池存在一些缺陷，其与基于小分子的空穴选择接触层有关。该层是正电荷的“交通要道”，是实现倒置钙钛矿电池高效稳定的关键组成部分。

“空穴选择接触层的性能，和所选用分子的化学结构紧密相关。”王睿解释说，这类分子通常由共轭母核和锚定基团组成，目前其结构设计依赖氮、硫、氧等杂原子取代的 π -共轭结构。这容易导致分子结构不稳定，影响钙钛矿电池的效率 and 稳定性。

为解决这一问题，王睿团队联合浙江大学薛晶晶团队，尝试构建一种全新的共轭母核。他们抛弃传统设计思路，把目光投向具有本征稳定性的全碳基结构——茈核。最终，研究团队成功合成基于茈的共轭母核分子Py3，并开发了新型空穴选择接触结构。

实验测试显示，采用Py3分子作为空穴选择接触层的钙钛矿电池，光电转化效率显著提高至26.1%；此类钙钛矿电池器件运行寿命超1万小时。而在现阶段，钙钛矿电池的使用寿命约为3000小时。

新方法制备出大面积长效稳定钙钛矿电池

科技日报 07月29日

近日南京航空航天大学中国科学院院士、南京航空航天大学教授郭万林团队，采用全新的基于气相的钙钛矿处理方法，制备出光电转化效率超过 18%、超过 200 平方厘米的钙钛矿太阳能电池。同时，该电池可以持续运行寿命超过 4 万小时，等效户外运行寿命超 25 年，刷新世界纪录。这为钙钛矿太阳能电池走向应用提供了新策略。相关论文近日刊发于国际学术期刊《科学》。

新方法突破了以往液相法难以均匀制备大面积钙钛矿电池器件的局限，显著提升了钙钛矿电池的效率 and 稳定性。论文的第一作者、南京航空航天大学教授赵晓明解释说：“基于液相的钙钛矿电池处理方法，虽然能显著提升小面积电池器件的效率和稳定性，但在制备大面积钙钛矿太阳能电池时，钝化剂和钙钛矿薄膜反应速度不均，导致薄膜钝化效果不佳。”

如何在保持较高光电转化效率的前提下，得到大面积长效稳定的钙钛矿太阳能电池，便成为重大技术挑战。此次研究中，郭万林团队开创性地采用了一种全新的基于气相的处理方法——气相氟蒸汽处理方法。

“气相氟化处理让氟化氢在空气中均匀地分布，与钙钛矿薄膜进行反应，形成稳固的化学键，抑制薄膜缺陷的形成，并锚定薄膜表面附近的阴离子。”郭万林介绍，与传统的液相处理方法相比，氟蒸汽处理让钙钛矿薄膜更均匀地被钝化，从而使薄膜大面积均匀地展现出长的光致发光寿命，同时显著减少了诱发材料降解的缺陷源。

郭万林表示，该研究为制备满足商业化要求的太阳能模组和器件打下了基础，加快了钙钛矿太阳能电池从基础研究到商业化应用的进程。

光伏支架掀起“跟踪热潮”

中国能源报 07 月 08 日

跟踪支架正在成为光伏发电系统降本增效的新利器。作为支撑光伏组件的“骨骼”，光伏支架的技术水平和性能优劣直接影响光伏电站的发电效率和投资收益，在电站投资中占据重要地位。近年来，光伏产业各主要环节技术创新不断加速，光伏组件转换效率和产品功率持续提升。为了最大化发挥光伏组件的价值，光伏支架随之进化。

业内人士一致认为，光伏支架正从传统的固定支架向跟踪支架演进，未来，全球光伏产业跟踪支架渗透率将持续提升。东方财富证券预计，2024 年至 2026 年，全球跟踪支架出货量将分别达 95 吉瓦、115 吉瓦和 135 吉瓦；国内市场前景同样向好，未来 5 年复合增长率将保持 20%以上的高速增长。

■ 促进发电量提升

在天合光能全球跟踪支架事业部总裁马维铭看来，光伏支架对光伏电站高质量发展具有重要意义。“光伏支架在光伏电站中的作用可以比喻成‘房屋的地基和框架’。就像地基和框架决定房屋的稳定性和结构强度，光伏支架系统支撑和固定光伏板，使其在不同角度和条件下稳定运行，最大化吸收阳光和提高发电量。”

目前，光伏支架主要分为固定支架和跟踪支架两大类。固定支架一般以一年中获得太阳辐照最大的倾角作为光伏组件的安装倾角，角度不可调或需要季节性手动调节。而跟踪支架可实时跟踪太阳方位，主动调整光伏组件朝向以最大化利用太阳辐照，进而提升发电量，实现更高发电收益。

马维铭解释：“跟踪支架主要由结构系统、驱动系统和控制系统三部分构成。驱动系统是跟踪支架的动力来源，能将光伏组件安置在最佳角度，从而达到跟踪太阳的目的。正是具备了这个能力，从光伏电站全生命周期度电成本和投资收益角度测算，跟踪支架更具优势。”

一位光伏项目总承包企业的高管对此表示认同：“跟踪支架最大的特点就是能够自主跟踪太阳光，更好发挥出光伏组件的优势。特别是在地势比较平坦、反射能力强的情况下，加之应用了双面双玻组件，发电量可以提升 10 至 15 个百分点。”

龙源（北京）新能源设计研究院有限公司工程师庞自飞称：“跟踪支架更适合应用在高纬度集中式光伏电站，这种场景下发电效益的提升会更加明显。”

■ 降低风险隐患

上述背景下，跟踪支架逐渐获得市场认可。6 月以来，中国能建、中铁十一局等发电企业公开举行了光伏支架集采，其中跟踪支架占有一席之地。庞自飞透露：“越来越多的项目要求采购固定可调或者跟踪支架。可以说，跟踪支架是未来发展趋势。”

不过，下游终端选择跟踪支架，不仅是看到了跟踪支架的发电量优势。“可靠性也是一个很重要的标准。”马维铭说，“跟踪支架具备特有的保护能力，可以在大风、冰雹、大雪等极端天气条件下，让支架回到保护角度，保护电站免受极端天气的影响。”

“在极端灾害性天气中，‘风灾’对光伏电站的考验最大。在项目实际运行过程中，出现过光伏支架被吹翻的情况，也出现过固定支架倾倒而跟踪支架完好的情况。”上述高管强调，“但这并不是说所有跟踪支架都优于固定支架，只是说，如果设计合理、质量合格、安装正确、运维充分，跟踪支架的可靠性很高。”

马维铭表示，支架设计和建造质量直接影响光伏电站在灾害性天气中的表现。“不同于固定支架，跟踪支架的‘单主梁+轴承+帽子’结构决定其除了考虑背景分量之外，还需要考虑自身的结构

振动响应，需要考虑平衡风载荷、360°风向、多排干扰效应等。坚持高标准，是大幅提升光伏电站
在极端天气条件下抗风险能力、保障光伏电站长期稳定运行的重要因素。尽管如此，支架并不是唯
一的影响因素，地基处理、安装工艺、整体设计和运维管理等也同样重要。”

■ 期待实现新跃升

跟踪支架还是降低光伏电站运行风险的新助力。随着下游终端对跟踪支架的需求开始放量，跟
踪支架产业发展提速。不过，业内人士指出，在终端需求增强、产品良莠不齐的剪刀差下，未来跟
踪支架产业要实现新跃升，还需要守住安全底线，制定和完善相关规范和标准，引导产业高质量发
展，形成良性循环。

“跟踪支架产业门槛比固定及固定可调支架高，所以我们也特别关注跟踪支架的质量表现。”
庞自飞说。

马维铭表示：“跟踪支架不同于建筑结构，需要更科学合理的风工程指导，行业从业主到设计
院，再到工程总承包需要更深入理解跟踪支架的风工程理念。在公司内部，我们已经建立了质量管
理体系，确保每个产品都符合高标准。展望未来，我们将持续加大研发投入，推动材料科学和结构
设计创新，开发新型高性能材料和优化支架结构。同时加强与科研机构和高校的合作，推动产学研
一体化，提升技术储备和创新能力。”

此外，上述高管认为：“截至目前，国内专门针对跟踪支架的相关规范和标准还在制定中。光
伏产业内部十分期待跟踪支架相关要求的出台，特别是在光伏产业成熟度越来越高的情况下，权威
标准在规范跟踪支架产业的同时，还可以促进产业整体健康、可持续、积极发展。”

马维铭提出同样的看法：“我们呼吁政府和行业协会制定并推广严格的行业标准，确保产品质
量和安全性。我们也希望积极参与行业标准制定工作，推动市场规范化发展。比如，我们会通过技
术交流会、行业研讨会等形式，积极分享先进经验和技術，促进市场整体水平的提升，推动产业健
康发展，最终为全球清洁能源发展作出贡献。”

钙钛矿电池稳态效率破世界纪录

中国科学报 07月08日

近日，中国科学技术大学（以下简称中国科大）教授徐集贤团队创造了钙钛矿电池性能的世界
纪录——认证稳态效率性能达 26.7%。该纪录已收录于国际权威太阳能电池世界纪录榜《太阳能电
池效率表》（第 64 版）。

这是徐集贤团队继 2022 年、2023 年后代表中国科大第三次更新该世界纪录榜。2023 年，团队使反式器件认证效率达 26.1%，实现了钙钛矿电池效率超越 26%、打破传统正式器件垄断世界纪录的双重突破。本次成果是在此基础上持续攻关的又一引领性突破，对于构建叠层电池具有积极推动作用。

《太阳能电池效率表》由澳大利亚先进光伏中心联合美国、日本、意大利等多国科学家统一审核和发布，具有近 30 年历史，其客观性为国际光伏学术界和工业领域所公认，代表了光伏各细分领域的最前沿技术动态，具有重要指导意义。

此次研究是徐集贤团队在新型钙钛矿单结、下一代晶硅-钙钛矿叠层电池方面的最新成果，目前已申请多项核心技术专利，为进一步产业化落地奠定了坚实基础。

新型人造树叶可提升光合作用效能并储存太阳能

中国科学报 07 月 29 日

在长期研究植物光合作用的基础上，浙江农林大学的李华丰、白丽群和河南大学的马鹏涛合作，设计了一种双功能人造树叶并构建了光转化全反应体系。在光照条件下，该新型人造树叶可充分发挥纤维素定向电子传递作用与多金属氧酸盐电子储存功能，实现电荷快速分离、电荷储存与生物质能源高效转化。日前，相关研究成果发表于《化学工程期刊》。

人造树叶能源转化技术是近年来发展起来的一种新型能源生产储存技术。此前研发的各种人造树叶仅能在光敏剂和牺牲剂共同参与下发生氧化或还原半反应，反应速率缓慢且反应体系复杂。

与已报道的人造树叶相比，此次研究人员研发的新型双功能人造树叶具有一系列新优势：实现了气液、液液、气气多相结合催化反应体系的构建；独立的氧化和还原反应体系，反应速率是混合体系的 2.7 倍，并牵制了电子进行定向移动，电荷分离效率提高 2.8 倍；使用寿命延长，相当于毛泡桐树叶寿命的 1.8 倍，并且在极端环境条件下仍能进行光合作用，其“工作”温度在-20°C至 120°C 之间。

将太阳能转化为可储存的二次能源是可持续能源技术的核心概念，此前的能源储存主要集中在化学品的转化，而将太阳能储存在人造树叶中实现“按需”转化的相关报道极少。“生活中，树叶只能在光照下进行光合作用。我们研发的人造树叶不仅能够在光照下进行光合作用，而且可以储存多余的太阳能，在黑暗的条件下释放能量，继续进行光合作用。”李华丰说。

六、海洋能

突破核心技术瓶颈 开发海洋生物资源

科技日报 07月24日

近年来，海洋产业逐渐成为我国经济增长的新引擎。生物技术对推动海洋生物资源的开发利用、提高海洋生物制品质量有着重要作用。

近日，广东省重点领域研发计划项目——“广东特色海洋生物制品共性关键技术研发及产业应用”完成验收工作。通过与5家国内龙头企业合作，团队建设了金枪鱼肽粉、卵形鲳鲹肽粉、海水螺旋藻多糖等多条海洋生物功能原料生产线或中试线，并应用于食品、化妆品和饲料等领域，开发出18款终端制品，取得了良好的经济效益。

“该项目瞄准我国绿色高质量发展的战略需求和相关技术的国际前沿，充分利用鱼贝藻等广东特色海洋生物资源，开展了一系列自主创新研究，建立了从原材料到产业应用的系统性解决方案，针对海洋生物资源的开发利用，创建了全链条绿色高效提取制备与品质控制技术。”项目负责人、中国科学院南海海洋研究所研究员向文洲说。

改变传统方式 瞄准重点问题

“海洋生物制品涵盖范围广，包括从海洋生物中提取的各种功能产物，如蛋白质、多肽、不饱和脂肪酸等。”项目核心骨干、中国科学院南海海洋研究所研究员潘剑宇介绍。

海洋生物中蕴含丰富的生物活性物质，具有抗肿瘤、免疫调节、降血脂、抗氧化等功效，被广泛应用于功能食品和新药研发。作为海洋战略性新兴产业之一，海洋生物制品产业发展潜力巨大。

近年来，我国高度重视海洋生物制品产业发展，并将其纳入相关政策和规划。“要推动海洋生物制品的大规模应用，其实还面临不少挑战。”潘剑宇“以往，海洋生物制品大多采用‘一锅煮’的生产方式，以粉末、胶囊片剂或者口服液的形式进入市场。但这种生产方式简单粗放，制作过程中易产生大量废液，能耗高，不仅会污染环境，而且产品功效成分也不确切，品质难以保证。”

此外，一些国际企业牢牢把控海洋生物制品高端产品的核心功能原料，使我国保健品、食品、化妆品和生物医药等相关行业发展受到影响。

“我们瞄准这两大问题，希望突破海洋生物制品制备的高能耗、高污染和高成本瓶颈，特别是要掌握生物原料生产及其功能产物制备核心技术，为我国海洋生物制品产业技术创新抢占科技制高点奠定基础。”向文洲说。

对标国际水准 创建技术体系

金枪鱼、鲍鱼、龙须菜……项目团队选取了广东十多种具有代表性的特色海洋鱼贝藻进行深入研究，挖掘了一批海洋生物新型功能产物，包括可用于肿瘤辅助治疗的金枪鱼肽、降血脂卵形鲳鲅肽、保护胃肠黏膜的牡蛎肽以及抗凝血罗非鱼鱼鳔硫酸软骨素等。这些产物功效好，开发潜力极高。目前，团队已申请了相关专利。在此基础上，团队还进一步探究了其构效关系和作用机制，从认知源头为精准开发新型海洋生物制品奠定了最关键的技术基础。

“从商业化市场开发角度来看，高端功能性海洋生物制品开发的竞争首先是认知的竞争。核心产物结构清晰、功效确切、应用精准，正是国际企业垄断市场的核心竞争力。”向文洲认为，国际企业甚至采用或借用新药研发的技术策略与路径来开发海洋生物制品，国内应迎头赶上。

海洋微藻功能产物的开发应用在国际上受到高度关注。团队瞄准这类独特的海洋生物资源，针对海水螺旋藻建立了从藻种源头创新到功能产物高端应用的全产业链技术体系。

团队研发的海洋微藻绿色低碳与高品质养殖技术，通过补充外源二氧化碳作为藻细胞生长碳源并同步调控藻液 pH 值，解决了海水养殖螺旋藻会产生大量钙镁沉淀导致成本大幅上升的问题，还有望实现对工业二氧化碳捕集后的高值化利用。同时，这一技术大幅提高了螺旋藻多糖、藻蓝蛋白等功能产物的含量，降低了螺旋藻原料的生产成本和能耗，为功能产物开发提供了绿色、高品质和低成本生物质原料。

在向文洲看来，这为打造和优化海洋微藻以及其他海洋生物的产业链提供了有益示范。在沿海地区土地和淡水资源日益紧张的情况下，充分利用海域资源发展微藻生物制品产业大有可为。

优化产业链条 推动升级转型

“我们建立了包括海洋生物酶解优化、分离纯化等在内的一系列新技术和新工艺。”潘剑宇说，团队从全链条角度出发，有效突破了海洋生物制品核心技术问题，可促使整个行业在产品制备效能、质量、功能和经济性上取得进步。

海洋生物制品需求大、市场广，因此，我国正大力推进海洋牧场建设。向文洲认为，未来，人工养殖的海洋生物种质及其可开发资源的大幅增加和多元化，将为产学研与跨行业合作开展源头创新和集成创新提供难得的机遇。这必将推动海洋生物制品的新一轮开拓与升级转型。

“我们将持续推动新技术在海洋生物制品生产中的应用，带动产业发展。”向文洲说，“相信未来项目研发的技术能对广东乃至国内的海洋生物制品产业发展起到重要支撑和示范作用。部分技术有望率先‘走出去’，为我国海洋生物制品产业高质量发展赋能。”

国务院新闻办公室发布《中国的海洋生态环境保护》白皮书

中国环境报 07月12日

国务院新闻办公室11日发布《中国的海洋生态环境保护》白皮书。

白皮书除前言和结束语外分为七个部分，分别是构建人海和谐的海洋生态环境、统筹推进海洋生态环境保护、系统治理海洋生态环境、科学开展海洋生态保护与修复、加强海洋生态环境监督管理、提升海洋绿色低碳发展水平、全方位开展海洋生态环境保护国际合作。

白皮书指出，中国是海洋生态环境保护的坚定推动者和积极行动者，保护好海洋生态环境关乎美丽中国和海洋强国建设。多年来，中国坚持生态优先、系统治理，统筹协调开发和保护的关系，以高水平保护支撑高质量发展，努力构建人海和谐的海洋生态环境。

白皮书介绍，在习近平生态文明思想指引下，中国适应海洋生态环境保护的新形势、新任务、新要求，开展了一系列根本性、开创性、长远性工作，推动海洋生态环境保护发生了历史性、转折性、全局性变化。经过不懈努力，中国海洋生态环境质量总体改善，局部海域生态系统服务功能显著提升，海洋资源有序开发利用，海洋生态环境治理体系不断健全，人民群众临海亲海的获得感、幸福感、安全感明显提升，海洋生态环境保护工作取得显著成效。

白皮书说，中国积极推进海洋环境保护国际合作，切实履行国际公约责任义务，为全球海洋环境治理提出中国方案、贡献中国力量，彰显了负责任大国的作为和担当。

白皮书指出，新征程上，中国坚持新发展理念，推进生态文明建设，继续构建人海和谐的海洋生态环境。中国坚守胸怀天下、合作共赢的精神，以实际行动践行海洋命运共同体理念，愿与世界各国一道，同筑海洋生态文明之基，同走海洋绿色发展之路，让海洋永远成为人类可以栖息、赖以发展的美好家园，共同建设更加清洁、美丽的世界。

七、氢能

我国首套百千瓦级电氢双向转换装置投运

科技日报 07月02日

近日，我国首套自主研发的百千瓦级电氢双向转换装置在广州正式投运。

据介绍，该装置在国内率先实现通过一套装置完成制氢和发电，实现了绿电和绿氢的双向高效

可靠转换。这标志着我国可逆固体氧化物电池技术从实验室走向了示范应用。

“这个装置基于可逆固体氧化物电池技术，具有电解池和燃料电池两种模式，集制氢与发电功能于一体。”广州供电局氢能源研究中心杨怡萍介绍，“在电解池模式下，装置通过高温电解水制取‘绿氢’。将这些氢气收集到储氢罐，可随时向站内供氢。当一键切换到燃料电池模式后，装置可将储氢罐内的氢气输送回装置，通过电化学反应按需发电并网。”

研发团队先后取得大功率可逆固体氧化物电池等技术突破。目前该装置的系统电解制氢功率已达 100 千瓦，电堆平均每三度电可制一立方氢。相比传统电解制氢技术，该装置的效率提升了 20%—30%。

广州供电局氢能源研究中心技术总监区定容介绍，该装置可作为储能设备，在用电低谷时将富余的绿色电能用来制氢，并储存起来，有助于粤港澳大湾区风电等新能源的大规模就近消纳。它还可作为发电设备，在用电高峰时及各类应急情况下，将储存的绿色氢气用来发电，使电力供应更加安全可靠、绿色低碳。

该装置实现了从材料到系统的全面国产化。“作为小型、分布式的能源生产单元，未来通过模块化叠加组合，装置的制氢与发电功率可达到兆瓦级。”杨怡萍说。

这套电氢转换装置处于国际先进、国内领先水平。预计到“十五五”期间，该技术将进一步应用于冶金、化工等领域，电氢转换规模将提升百倍，拓展到万千瓦级。

广州供电局副局长龙云认为，通过“电—氢”转换，全社会用氢客户可以直接或间接地成为用电客户。这既能大幅增加电网消纳新能源的能力，也能进一步提高电能在终端能源消费的比重，最终支撑实现碳达峰碳中和。

《中国氢能发展报告（2023）》出炉

科技日报 07月26日

近日在中国氢能联盟 2024 氢能专精特新创业大赛决赛暨氢能专精特新产业大会上，国家能源局科技司发布了《中国氢能发展报告（2023）》（以下简称《发展报告》）。《发展报告》聚焦国内外技术和产业发展，系统梳理了 2023 年氢能产业发展现状，并对我国 2024 年氢能产业发展进行了展望。

《发展报告》指出，2023 年，中国氢能产业稳中求进，坚持创新驱动发展，加快氢能创新体系建设，持续完善产业发展基础性制度体系，为构建清洁低碳、安全高效的能源体系作出积极贡献。

献。世界氢能发展方面，氢能产业发展战略不断更新，氢能产量保持增长态势，氢能国际贸易加快部署，国际氢能价格持续下降，多元场景试点加速落地，关键核心装备迭代加快。我国氢能发展方面，各地陆续出台氢能指导政策，氢能供需规模保持平稳，国际合作模式加速探索，清洁供给体系逐步完善，多元应用加快创新发展，自主研发水平显著提升。

《发展报告》显示，我国氢能整体规模保持平稳，产业集聚效应趋势凸显。截至 2023 年底，全国氢气产能超 4900 万吨/年，产量超 3500 万吨，同比均增长约 2.3%，主要作为合成氨、甲醇，以及炼化等工业过程中的中间原料。煤制氢、天然气制氢和工业副产氢仍是我国氢气供应的主要来源，电解水制氢稳定发展，产能达到 45 万吨/年，产量约 30 万吨。

《发展报告》指出，2024 年中国氢能产业要强化政策引领，推动产业健康有序发展；强化基础研究，提升关键核心技术水平；强化示范推广，有序推动多元化产业化；强化合作交流，赋能产业链高质量发展，逐步打造能源领域新质生产力，推动氢能在支撑能源结构转型中发挥积极作用。

据悉，《发展报告》由国家能源局科技司会同北京国氢中联氢能科技研究院联合行业相关机构和专家共同编制。

科学家开发出能将阳光和水转化为清洁能源的非凡材料

能源界 07 月 31 日

俄勒冈州立大学的研究人员创造了一种材料，它具有将阳光和水转化为清洁能源的非凡能力。由 OSU 理学院的 Kyriakos Stylianou 领导的一项合作创造了一种光催化剂，这种催化剂能够高速、高效地生产氢气，氢气可用于汽车燃料电池以及包括氨在内的多种化学品的生产、金属提炼和塑料制造。

Stylianou 的研究重点是被称为金属有机框架(通常简称为 MOFs)的多孔结晶材料。MOFs 由带正电荷的金属离子组成，周围环绕着有机"连接"分子，具有纳米级的孔隙和可调整的结构特性。它们可以设计成多种决定 MOF 性能的成分。

通过光催化进行水分离

在这项研究中，研究人员利用 MOF 衍生出一种金属氧化物异质结--两种具有互补特性的材料的组合--制造出一种催化剂，当暴露在阳光下时，这种催化剂能快速高效地将水分离成氢。他们将这种异质结称为 RTTA，其特征是由 MOF 衍生的氧化钨和掺杂了硫和氮的氧化钛。他们测试了多种含有不同数量氧化物的 RTTA，结果发现它们明显胜出。

Stylianou 说："在各种 RTTA 材料中，氧化钌含量最低的 RTTA-1 显示出最快的氢气生产速度和较高的量子产率。"

他指出，仅在一小时内，一克 RTTA-1 就能产生超过 10700 微摩尔的氢。这一过程利用光子--光粒子--的比率高达 10%，令人印象深刻，这意味着每 100 个光子击中 RTTA-1，就有 10 个光子促进了氢的产生。

"RTTA-1 之所以具有显著的活性，是因为金属氧化物的特性和母体 MOF 的表面特性产生了协同效应，从而增强了电子传递，"Stylianou 说。"这项研究凸显了 MOF 衍生金属氧化物异质结作为光催化剂用于实际制氢的潜力，有助于开发可持续的高效能源解决方案。"

与传统的通过产生二氧化碳的甲烷-蒸汽重整工艺从天然气中获取氢气的方法相比，通过催化工艺分裂水产生氢气的方法更为清洁。

目前从水中制氢的催化工艺涉及电催化--通过催化剂通电。电催化的可持续性取决于可再生能源的使用，而要在市场上具有竞争力，能源必须是廉价的。

目前，甲烷-蒸汽重整生产氢气的成本约为每公斤 1.5 美元，而绿色氢气的成本约为每公斤 5 美元。

"水是一种丰富的氢源，光催化技术提供了一种利用地球丰富太阳能制氢的方法，"Stylianou 说。"氧化钌并不便宜，但我们的光催化剂用量极少。对于工业应用来说，如果催化剂显示出良好的稳定性和可重复性，那么这种少量氧化钌的成本就变得不那么重要了。"

八、风能

全球单体容量最大漂浮式风机建成

科技日报 07月09日

近日，全球单体容量最大的漂浮式风电平台“明阳天成号”日前在中船黄埔文冲船舶有限公司正式完成安装。它是全球首台双风机漂浮式海上风电平台，首创“V”字型塔架结构，总装机容量 16.6 兆瓦。

不同于常见的风车造型的海上风电平台，“明阳天成号”由一个漂浮在海面上的“Y”字型漂浮式基础，及安装在基础上的 3 个橄榄球形浮筒、1 个“V”字型塔架、2 台风机组成。

据介绍，该平台叶轮最高处达 219 米，空中最大宽度约为 369 米，整座风电平台排水总量约

1.5 万吨。两台 8.3 兆瓦风机的叶轮尖端之间间隔 5 米，可实现最大化捕风率。平台整体拖航设计吃水 5.5 米，可应用于水深 35 米以上海域。

目前，我国海上风电正向深远海开拓。要让风力发电机在深远海“安身立命”，最关键的就是漂浮式基础。“明阳天成号”漂浮式基础长 117 米，宽 105 米，高 39.5 米。为提升产品市场竞争力、降低成本，该漂浮式基础首次采用超高性能混凝土浇筑而成，其强度是普通混凝土的 4 倍左右，且耐腐蚀、密封性好、成本低，适合深远海风电场建设。

平台由明阳集团自主研制，其漂浮式基础由中船黄埔文冲船舶有限公司建造。据测算，“明阳天成号”正式投运后，平均每年可发电约 5400 万千瓦时，能满足 3 万户三口之家一年的日常用电。

陆上风电机组并网成功

科技日报 07 月 09 日

近日，国内陆上风电场首台采用 66 千伏干式变压器的风电机组，在三峡能源安徽阜阳南部 120 万千瓦风光储基地项目成功并网发电。风电机组的电能经箱变就地升压后，通过 66 千伏集电线路接入 220 千伏升压站。

“此次风电机组成功并网，标志着国内陆上风电场 66 千伏干式变压器应用研究及 66 千伏集电线路方案探索取得阶段性成果，填补了该领域空白。”三峡能源相关负责人介绍，机组成功并网为未来陆上风电场 66 千伏电压等级系统的广泛应用积累了经验，也为多种形式风电场集电系统的探索与创新提供了参考依据。

据了解，三峡能源安徽阜阳南部 120 万千瓦风光储基地项目中的风电部分，按照“35 千伏+66 千伏”集电线路混排方案设计。与 35 千伏电压等级相比，66 千伏集电线路电压等级更高、系统承载容量更大，能大幅提升基地项目风电场的电能送出效率和效益，有效降低线路有功损耗，实现线路利用最大化。经测算，与全部 35 千伏架空线路相比，“35 千伏+66 千伏”混合架空线路每小时电量损失减少 762 千瓦时，可有效优化长三角地区能源供应。

上述负责人说，随着风电技术不断成熟和成本进一步降低，更多风电项目或将采用该方案。这对推动风电行业技术进步和产业升级，构建以新能源为主体的新型电力系统意义重大。

漂浮式风电增量蓝海待挖潜

中国能源报 07月29日

国际可再生能源署（IRENA）在日前发布的《漂浮式海上风电展望》报告（以下简称《报告》）中指出，截至2023年底，全球漂浮式海上风电装机容量只有约270兆瓦，但列入计划的漂浮式海上风电项目装机容量高达244吉瓦，庞大的装机计划主要来自于中国、美国和欧盟等，这也意味着全球各国对这一新兴可再生能源技术的兴趣与日俱增。尽管目前漂浮式海上风电技术存在成本、运营等多方面挑战，但IRENA预测，2035年这一技术有望实现规模化，成为具备成本竞争力的可再生能源技术。

◆技术关注度显著提升

《报告》指出，在全球能源转型的大背景下，海上风电凭借其高容量特性和愈加凸显的竞争力受到越来越多的关注，作为其中的一大细分领域，漂浮式海上风电技术也越来越受到利益相关方的关注。一方面，因为深远海海域具有更大的风能开发潜力，漂浮式技术应用空间巨大；另一方面漂浮式海上风电离岸距离远大于固定式风电，对社会生活影响相对更小，有望获得更广泛的社会认可。

测算显示，全球范围内漂浮式海上风电可开发潜力超过13太瓦，虽然已装机投运的漂浮式海上风电装机容量相对较小，但主要经济体都已开始漂浮式海上风电的相关布局，中国、欧盟各国，以及东南亚部分国家已开启漂浮式海上风电实践，英国、法国、日本等国相继发布最新海上风电开发规划。

以法国为例，今年，法国政府宣布，到2035年要安装18吉瓦海上风电的发展目标，同期开启漂浮式海上风电项目海域租赁工作。此外，法国还提出将投入3亿欧元专项资金用于发展漂浮式海上风电。

《报告》数据显示，截至2023年底，全球各国规划的漂浮式海上风电装机容量同比上涨32%，增速空前，其中，处于早期规划阶段的漂浮式海上风电项目装机容量约为175吉瓦；有68吉瓦容量已经开始海域租赁等开发流程；同时，还有576兆瓦项目已经获得批准或进入前期建设阶段，有46兆瓦项目处于在建阶段，很快就能实现投产。

◆配套政策至关重要

不过，成本仍是漂浮式海上风电技术大规模应用面临的主要挑战。根据IRENA数据，截至目前，全球漂浮式海上风电平准化度电成本仍远高于其他种类可再生能源，预计为0.2美元/千瓦时，约为固定式海上风电平准化度电成本的4倍左右，更是远高于陆上风光发电成本。

该机构指出，当前漂浮式海上风电技术竞争力仍相对较低，在运营的漂浮式海上风电项目尚未形成规模，同时还存在产业链供应瓶颈问题。

为应对这些挑战，《报告》强调，全球各国应加强漂浮式海上风电产业国际间合作，加速促进漂浮式海上风电技术成熟；而从政策监管角度来看，各国政府应加快制定有力的政策框架，搭建漂浮式海上风电产业上下游生态系统。

《报告》同时指出，为加速技术成熟发展进程，各国产业界还应加快漂浮式海上风电标准体系建设，推动行业标准认证工作。此前，多家行业研究机构都曾发出警告称，缺乏标准体系很可能拖慢漂浮式海上风电扩张。市场研究机构 Westwood 调查指出，全球范围内约有超半数漂浮式技术、制造产能和配套港口基础设施都缺乏相关行业标准。

在业界看来，漂浮式海上风电关键技术的标准化，将有效降低行业面临的成本压力，但还需要更多具体政策支持以及监管措施推动发展。

◆风氢耦合未来可期

Westwood 能源转型主管大卫·林登表示，虽然漂浮式海上风电作为新生行业还面临诸多阻碍和挑战，但各界人士仍对其前景充满乐观情绪。

《报告》预测认为，随着技术逐渐成熟、应用规模不断扩大，到 2030 年，漂浮式海上风电平准化度电成本有望下降至 100 美元/兆瓦时左右，2050 年下降至 67 美元/兆瓦时，与其他可再生能源发电技术相比也具备成本竞争力。

值得注意的是，《报告》还指出，海上风电耦合制氢已成为行业大势，虽然目前制氢并不是漂浮式海上风电的重点任务，但漂浮式海上风电制备绿氢这一路径值得探索，漂浮式海上风电耦合制氢产业的成熟有望解锁更大市场空间。

据悉，葡萄牙和英国已经开始尝试深远海风电与制氢的耦合。以葡萄牙 BEHYOND 项目为例，该项目计划探索漂浮式海上风电设备与电解水制氢装置的整合方式，已于 2021 年完成了技术经济可行性试验。根据规划，该项目将在海上风电和氢能产业更加成熟后再继续推进。

《报告》指出，海洋风能利用前路宽广，而氢能终端用户也大多位于沿海地区，水产养殖、海水淡化等终端供电都可以使用绿氢，上下游生产消纳的结合有望进一步激励海上风电耦合制氢领域发展。

广东省：2025 年及以后首次并网风电项目配储不低于 10%、时长 2h

广东省能源局 07 月 29 日

7 月 26 日，广东省能源局发布《广东省发展改革委关于调整新能源发电项目配置储能有关事项的通知》。

《通知》指出，扩大新并网项目配置范围及容量。2025 年及以后首次并网（指通过电网公司批复的正式接入系统方案并网）的海上风电、陆上风电和装机容量大于 3 万千瓦的光伏发电项目，按照不低于发电装机容量的 10%、时长 2 小时配置新型储能，鼓励利用自然人及村集体权属等物业建设的光伏发电项目按需配置新型储能。

同时，新能源发电项目可跨地市配置储能。

九、其它

我国东南地区再添天然气输送大动脉

科技日报 07 月 30 日

近日，国家天然气基础设施互联互通重点工程——漳州液化天然气（LNG）外输管道工程全线近日正式投产运行。该管道年输气量约 42 亿立方米，与漳州 LNG 接收站共同组成完整的天然气储运网络。

这意味着，我国东南地区再添天然气输送大动脉，天然气供应能力显著提升，将为区域经济发展提供强大动能。

“漳州 LNG 外输管道是漳州 LNG 接收站的配套设施，也是该站天然气外输的唯一通道。”国家管网集团漳州项目分部副经理沈晓敏说，漳州 LNG 外输管道全长 123 公里，起自漳州 LNG 接收站，终至西气东输三线漳州末站，每年可将来自海上约 42 亿立方米天然气，输送到全国骨干油气管网。

据介绍，国家管网集团践行绿色低碳发展战略，推动漳州 LNG 外输管道投产过程数据可视化和精细管理，成功实现投产期间天然气零放空，减少二氧化碳排放 1.41 万吨当量，实现绿色投产。

“漳州 LNG 外输管道工程投产后，将有效发挥‘全国一张网’优势，为周边省份提供区域调峰和应急保供气源，进一步巩固福建省海陆‘双气源’供应格局，提升管网供气稳定性和可靠性。”沈晓敏说，管道有利于海峡西岸经济区推进节能减排工作，对改善环境质量、建设资源节约型和环境友好型社会、实现可持续发展有深远意义。

目前，我国天然气骨干管道系统已经基本成型，形成以西气东输、陕京系统、川气东送、中缅管道和中俄东线为主的骨干管网系统，总里程超 5 万公里，每年输气能力超 3200 亿立方米。

我国钢铁行业绿色低碳转型成效显著

中国环境报 07 月 08 日

钢铁是世界上使用最广泛的材料之一，我国钢铁行业碳排放占全国碳排放总量的 15%，是国内 31 个制造业门类中碳排放量最大的行业。

近年来，通过实施产能置换、超低排放、极致能效三大改造工程，我国钢铁行业绿色低碳转型取得了哪些积极成效？在绿色低碳技术领域取得哪些关键突破和创新？面对当前全球供应链的变化以及行业承压的现实，钢铁行业超低排放改造面临哪些阻力？

世界钢铁协会对中国钢铁绿色发展给予高度认可

中国环境报：近年来，我国钢铁行业绿色低碳转型取得了哪些积极进展？

中钢协有关负责人：近年来，我国钢铁行业加快转型升级改造，从生产结构、装备技术、创新机制等方面多措并举，积极推动行业绿色可持续发展，节能降耗成效显著，行业的绿色发展水平得到大幅提升。2014 年到 2023 年，重点统计钢铁企业平均吨钢综合能耗降幅 5.87%、吨钢二氧化硫排放降幅达 81%、吨钢烟粉尘排放降幅达 70.8%。

在环保方面，在生态环境部指导下，我国钢铁行业按照全世界最严格的环保标准，持续推进超低排放改造，企业生态环境意识和环境管理水平大幅提升。截至目前，已有 95 家钢铁企业完成了全过程超低排放改造并公示，涉及粗钢产能约 4.50 亿吨；42 家钢铁企业完成部分超低排放改造及公示，涉及粗钢产能约 1.44 亿吨；32 家钢铁企业已提出申请，目前正在评审过程中，涉及粗钢产能约 0.54 亿吨。

世界钢铁协会总干事对中国钢铁绿色发展给予了高度认可。他在接受采访时说道：“中国钢铁行业目前对于排放问题给予了非常高的关注。这些问题不仅是关于二氧化碳的，还包括氮氧化物等很多其他的废弃气体，非常全面。在我看来，目前中国钢铁工业已经‘干净’到了没有任何其他一

个国家可以做到的程度。”

在节能增效方面，2022年，中钢协启动了“极致能效”工程。以开展钢铁行业“‘双碳’最佳实践能效标杆示范厂”培育工作为抓手，通过研究发布极致能效技术、能力、政策清单，为企业提升能效管理水平提供科学依据。2023年，中钢协重点培育58家企业高炉工序产量3.77亿吨，工序能耗同比降低0.47%；培育转炉工序产量4.40亿吨，工序能耗同比降低7.97%；培育焦炉工序产量1.06亿吨，工序能耗同比降低4.65%；培育电炉工序产量0.20亿吨，工序能耗同比降低5.58%，均实现了能耗水平不同幅度降低的目标。

在低碳转型方面，中钢协组织行业400余位专家，研究并发布了《钢铁行业双碳愿景和低碳技术路线图》，提出了2030年中国钢铁行业碳达峰，2040年排放总量比2020年降低40%，2050年比2020年降低85%，2060年比2020年降低95%并通过CCUS、碳汇实现碳中和的愿景规划；提出系统能效提升、资源循环利用、流程优化创新、冶炼工艺突破、产品迭代升级和捕集封存利用6条低碳发展技术路径；组织行业重点围绕“富氢/全氢气基直接还原技术（含竖炉、流化床等）、富氢碳循环高炉技术、氢基熔融还原技术”等八大世界前沿低碳技术开展研发，目前，共有23个单位57个项目正在推进。

此外，中钢协建立并上线运营了中国钢铁行业EPD（环境产品声明）平台，严格依据国际标准制定规则，依托可靠第三方机构披露环境绩效信息，致力于增进其他国家的同行和下游用户对中国钢铁工业在环境领域的了解，促进绿色低碳产品的推广及应用。平台还实现了与日本、意大利、瑞典等国家的EPD平台相互采信。

国家层面需形成针对核心低碳共性技术方案

中国环境报：我国钢铁行业如何培育新质生产力？在绿色低碳技术领域取得哪些关键突破和创新？还有哪些不足？将来如何着力？

中钢协有关负责人：钢铁行业发展新质生产力，需要围绕技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级三大方面，通过创新驱动，实现产业高端化、智能化、绿色化发展。

在低碳技术创新方面，中国钢铁企业主动作为，积极尝试。例如，宝武集团400立方米工业级别的富氧碳循环高炉2022年7月正式点火投运，目前，已实现燃料消耗降低30%，碳减排降低超过20%。河钢集团全球首例120万吨氢冶金示范工程实现顺利连续出铁，首创“焦炉煤气零重整竖炉直接还原”工艺技术，减少二氧化碳排放量70%以上。中国钢研在晋南钢铁高炉喷吹富氢气体低碳炼铁技术工业化应用方面取得成功，可减少碳排放量10%左右。山西建龙钢铁组织开展二氧化碳捕集及转炉喷吹二氧化碳炼钢技术，年捕集二氧化碳5万吨。

但是，我国钢铁行业还存在不足。我国钢铁行业低碳转型起步较晚，具有自主知识产权的低碳技术储备不足，研发攻关力量较为分散，国家层面尚未形成针对核心低碳共性技术的系统支持方案。欧盟、美国等发达经济体的顶层设计、预前布局给我们以启发，需要切实改变当前我国低碳技术攻关各自为战、重复投入、不成体系的现状，尽快形成我国低碳核心技术攻关顶层设计。

一是要加快推进钢铁行业国家钢铁低碳技术创新中心建设，通过设立国家钢铁科创专项资金，加大经费支持力度，在绿色低碳、数字智能和多学科融合领域形成科学导向的基础性研究、前沿导向的探索性研究和市场导向的应用型研究体系，打通创新链和产业链堵点。二是要集合行业优势资源，建立高效的新技术研发和应用推广机制。集合行业龙头钢铁企业、优势高校院所等行业力量，明晰各主体的权利和义务，构建“科研与市场”协同衔接的运行机制。为钢铁产业低碳发展提供持续创新能力和系统解决方案，支撑钢铁产业自主可控及实现高质量发展。

钢铁国际贸易“低碳壁垒”亟须强化应对

中国环境报：“双碳”战略目标下，钢铁行业作为工业领域碳排放量最大的行业之一，低碳转型之路是否平坦，有哪些障碍需要逾越？

中钢协有关负责人：一是由于废钢积蓄量不足等资源的限制，电炉钢和氢能冶金等短流程炼钢仍然进展缓慢。目前，我国电弧炉短流程炼钢工艺生产的粗钢产量仅占总产量 10%左右，远低于美国 68%、欧盟 40%的发展水平；废钢比仅为 18.7%，仍有较大提升空间。以高炉—转炉长流程为主的工艺流程结构导致钢铁行业能源结构高碳化，煤、焦炭占行业能源消费总量约 90%，短期内能源转型难度比其他行业更大。

二是面临环保和节能降碳双重压力。环保治理主要依靠末端治理，超低排放改造带来的环保设施耗能非常明显，特别是在钢铁行业经济效益大幅下降的形势下，对于企业推进超低排放改造、开展绿色低碳转型探索等工作造成了一定影响。同时，钢铁企业产品附加值不断提高，产品加工深度不断加深，后端加工产业链不断延长，钢铁增能环节不断增加。

三是低碳技术研发存在制约因素。低碳技术具有共性属性，多数为前沿技术，我国前期基础薄弱，后期研发投入大、周期长，具有较高的风险性。钢铁行业经济效益大幅下降的形势下，对于企业推进低碳技术改造、开展绿色低碳转型探索等工作造成了一定影响。

四是钢铁国际贸易“低碳壁垒”亟须强化应对。2023 年，铁矿石进口均价同比上涨 4.3%（以人民币计价），进一步压缩了我国钢铁企业盈利。今年 1 月—2 月又延续了 2023 年强劲的出口态势，钢材出口仍同比大幅增长 32.6%。但出口均价同比下降 32.1%，钢材出口继续呈现“以价换量”的局面，已引发新一轮的贸易摩擦。自 2023 年以来，先后有美国对中国镀锡板启动了反补贴调

查、印度延迟更新 BIS 认证证书、泰国对进口自中国的热轧产品进行反规避调查、欧盟拟对华开展反补贴调查等，给未来中国钢铁产品出口将带来巨大的挑战。CBAM 的实施给中国钢铁参与国际贸易造成较大影响，需要全行业积极应对。

时隔 12 年再次修订——我国天然气利用政策迎来新变化

中国能源报 07 月 01 日

近日，国家发改委发布《天然气利用管理办法》（以下简称《办法》），对天然气利用相关政策进行修订，以加强天然气高效利用，统筹市场发展和稳定供应。《办法》自 2024 年 8 月 1 日起施行。

国家发改委于 2012 年第一次对《天然气利用政策》进行修订，十多年来国内外天然气利用形势发生了较大变化。在业内看来，此次时隔 12 年后的再次修订，有利于进一步引导天然气市场规范有效发展，及时且必要。

■ 利用顺序调整

《办法》将天然气用户顺序分为优先类、限制类、禁止类和允许类，与 2012 年出台的《天然气利用政策》相比，每一顺序类别包含的内容都做了一定调整。

以优先类为例，《办法》中新增了五类用户，第一类是已纳入国家级规划计划，气源已落实、气价可承受地区按照“以气定改”已完成施工的农村清洁取暖项目（含居民炊事、生活热水等用气）；第二类是气源落实、具有经济可持续性的天然气调峰电站项目；第三类是带补燃的太阳能热发电项目；第四类是远洋运输、工程、公务船舶以及开发、利用和保护海洋的海洋工程装备（含双燃料和单一液化天然气燃料）；第五类是油气电氢综合能源供应项目、终端天然气掺氢示范项目等高精尖天然气安全高效利用新业态。

与此同时，《办法》将燃气空调、作为可中断用户的天然气制氢项目、城镇中具有应急和调峰功能的天然气储存设施、煤层气（煤矿瓦斯）发电项目等从优先类中删除。

另外，限制类、禁止类和允许类的内容也均做了不同程度的调整。比如，以天然气为原料生产甲醇及甲醇生产下游产品装置、以天然气代煤制甲醇项目由禁止类调整为限制类。

“根据有关规定，总的要求是对优先类天然气利用方向予以用气保障；对于限制类天然气利用方向不再新建、扩建相关产能；对于禁止类天然气利用方向上游企业不再满足用气需求。”国家能源局有关负责同志就《办法》指出。

■ 引导市场规范有序发展

近年来，在相关政策推动下，我国天然气市场快速发展，消费量整体保持稳步增长态势，由2010年的1076亿立方米增至2023年的3945亿立方米，复合年增长率达9.7%。

具体来看，目前我国主要用气领域包括城市燃气、工业燃料、天然气发电、化工化肥等。中国石油集团经济技术研究院此前发布的《2023年国内外油气行业发展报告》显示，2023年，估计城市燃气、工业燃料、天然气发电、化肥化工用气量分别为1277亿立方米、1543亿立方米、710亿立方米、387亿立方米，分别同比增长8.2%、6.1%、9.6%、-1.4%。

市场咨询机构卓创资讯分析指出，当前，国内天然气市场面临更多积极变化与诸多变革，《办法》的发布将发挥承上启下的作用，引导天然气市场有序发展，推动市场寻找更多突破口和破局点，为天然气市场不断发展壮大奠定基础。

“2012年以来，我国天然气市场的发展日新月异，供应保障能力不断提升，消费市场稳步增长、持续扩大，市场机制和价格机制不断完善。”卓创资讯指出，从供应方面看，伴随产量的稳步增长、液化天然气及管道气进口能力的提高，气源供应将愈加充裕。从消费市场来看，我国天然气表观消费量随着天然气市场的扩大基本呈现稳步增长态势，2024年预计表观消费量可达4250亿立方米，是2012年的2.9倍。未来在供应能力增加、低碳减碳政策推动下，天然气表观消费量还将逐年增加。

国务院发展研究中心资源与环境政策研究所副所长、研究员郭焦锋表示：“在碳达峰碳中和背景下，光伏、风电等可再生能源加上兜底的煤电是主力能源，而天然气是实现碳达峰碳中和目标的助力能源。未来，随着光伏、风电等可再生能源的大规模发展，天然气也会随之快速发展。中国天然气市场自2004年进入快速发展期以来，目前仍处于快速发展阶段，发展前景可期。在2035年前，我国天然气消费量增速预计保持在5%—10%。”

■ 安全保供是关键

值得注意的是，此次《办法》更加注重天然气的供需平衡和安全保供。

《办法》指出，天然气利用坚持产供储销体系协同，供需均衡、有序发展；坚持因地制宜、分类施策，保民生、保重点、保发展。“新建天然气利用项目应落实气源，与供气企业落实购气协议或合同，并确保项目布局与管网规划等相衔接；已用气项目供用气双方要落实合同保障。”

当前，我国天然气基础设施建设稳步推进，天然气供应能力持续增加。数据显示，截至2023年底，我国天然气长输管道总里程8.7万千米，已投运LNG接收站28座，总接卸能力达1.16亿吨/年。在业内看来，当前国际天然气市场整体处于供需宽松状态，将有利于我国天然气产业发展，

带动天然气需求进一步增长。

“短期内，也就是 2027 年之前，在国际在建 LNG 出口终端集中投产，以及国内 LNG 接收站接受和储存能力翻番之前，供应水平或仍将决定我国天然气消费的上限水平。”卓创资讯指出，2027 年之后，随着全球液化项目大规模投产、我国接收站进口能力大幅增长，资源供应相对充足，未来天然气市场或逐渐形成供大于求的局面，市场也将迈入供应驱动需求、以供促销的阶段

郭焦锋指出：“当前，整个能源结构发生了深度调整，风电、光伏等可再生能源的快速发展，为天然气的发展提供了新的空间和机会。因此，天然气利用应该配合‘双碳’目标要求，在促进可再生能源大规模发展的同时，确保天然气在保障能源安全尤其是电力系统和能源系统运行安全方面，发挥更大作用。”

我国自主设计建造万吨级海洋油气平台完成海上安装

中国能源报 07 月 22 日

7 月 17 日，中国海油发布消息，由我国自主设计建造的总重约 3 万吨的西江 30—2B 平台，在珠江口盆地水深近百米的西江油田安装就位，标志着我国海洋油气装备自主建造安装能力取得重要突破。

西江 30—2B 平台是一座集钻井、生产、生活于一体的 8 腿 12 裙桩固定式油气钻采平台，由上部组块和导管架两部分组成，矗立在 98 米水深的大海上，总高度约 198 米，总重量约 3 万吨，所用钢材重量超过 2 座广州塔的钢结构总重，投影面积相当于 10 个标准篮球场大小。

中国海油深圳分公司陆惠西项目副总经理邓林青介绍，西江 30—2B 平台应用多项数字化工艺，搭载智能生产运维系统“台风生产模式”“区域电力组网”等模块，可实现原油生产、设备维保、安全管理等多个场景的智能化，通过充分的资源整合组块较传统项目增设智能一体机与中央控制系统，组成“双大脑”结构，可对智能仪表和机械设备进行健康管理，减少人为干预，使远程操作更加智能可靠。

由于平台上部组块重量超过全球海上浮吊的能力极限，项目团队投入亚洲最大海洋工程驳船“海洋石油 229”，采用浮托技术进行海上安装。

浮托安装是一种高效的大型海上平台安装方法，具有可安装重量大、施工周期短、技术风险低等显著优势。该技术核心是借助潮汐的自然力量和船舶调载等施工技术，通过类似举重运动员“挺举”的方式，涨潮时驳船托运组块驶入导管架槽口，落潮时组块顺势从高位精准落到导管架预定位

置上，载荷全部转移后退出船舶，完成安装作业。

“我们应用数字化工具进行三维建模和计算分析，精心设计浮托技术方案，自主开发多浮筒悬链线计算软件，对系泊布置进行反复优化，浮托作业过程中，通过多拖轮联动控船，实现了一次精准就位。”海油工程西江 30—2 项目经理张大伟介绍说。

据了解，西江油田距深圳东南 150 公里至 175 公里，西江 30—2B 平台是该油田第 7 座海上生产设施，正式投用后将推动油田年产量突破 300 万吨，为粤港澳大湾区能源供应注入新动力。