

能量转换

总 73 期

剪报资料

1/2024.1

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

- 2023 年中国十大科技进展新闻 1
- 2023 年世界十大科技进展新闻 4
- 新能源基地稳定外送难题破解..... 7
- 千万千瓦级“沙戈荒”风光基地项目先导工程并网发电..... 7
- 我国成为首个国内有效发明专利数量突破 400 万件的国家..... 8
- 2023 年全球可再生能源新增容量 510 吉瓦 9
- 2023 年我国油气产量当量超 3.9 亿吨 9
- 五部门协同推进锅炉绿色低碳发展..... 10
- 必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理(深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想) 12
- 九部门印发《方案》推动原材料工业数字化转型..... 20
- 风光氢储一体化发展仍需“加码” 21
- 《中国能源展望 2060 (2024 年版)》发布..... 23
- 工信部等七部门发文推动未来产业创新发展..... 25

二、热能、储能、动力工程、节能

- 新燃料电池性能较同类产品提升近两倍..... 26
- 新电极材料可助力海水高效电解..... 27
- 高值利用秸秆制备储能碳材料..... 27
- 我国首个多技术路线锂电池储能站投运..... 28

5. 血红蛋白作催化剂的电池原型面世.....	29
6. 新型隔膜提升锂离子电池安全性.....	30
7. 新型锂电池 5 分钟内完成充电.....	31
8. 科研人员开发新型全钒液流电池单体电堆.....	32
9. 科学家研制出新型固态锂电池.....	32
10. 打破限制！锌离子电池同时实现高容量和长寿命.....	33
11. 全球海拔最高大型抽蓄道孚电站开建.....	34
12. 我国新型储能投运装机超 3000 万千瓦.....	36
13. 西媒：海水淡化新技术可与储能无缝整合.....	36
三、碳达峰、碳中和	
1. 以新型电力系统支撑碳达峰碳中和.....	37
2. 绿电交易为降碳提供市场化方案.....	40
3. 坚持稳中求进，逐步实现碳达峰碳中和.....	42
4. 新型工业化如何助力碳中和？.....	45
5. 《中国碳达峰碳中和进展报告（2023）》发布.....	46
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 甲醇作“原料” 高效产蛋白.....	47
2. 全球规模最大乙醇生产装置启动试生产.....	50
3. 新仪器可研究氨生产催化反应机理.....	50
4. 催化组合将二氧化碳转为碳纳米纤维 有助抵消强效温室气体排放.....	51
5. 研究人员将低碳原料高效转化为糖类衍生物.....	52
6. 秸秆高值利用有了新方法.....	53
7. 湖北大学设计环保能量收集器将废热转化为电能.....	54
8. 瑞士开发出便捷节能碳捕获方法.....	54
9. 法媒：火山或可提供无限清洁能源.....	55
五、太阳能	
1. 新策略提升钙钛矿太阳能电池性能.....	56
2. 逐层制备高效全聚合物太阳能电池.....	57
3. 11.6%！钙钛矿发光二极管外量子效率再刷新.....	58
4. 《中国太阳能热发电行业蓝皮书 2023》发布.....	59

六、海洋能

1. 俄研发廉价海水淡化装置..... 60
2. 首套自动控制压井系统研制成功..... 60

七、氢能

1. 国内首台民用液氢罐车研制成功..... 61
2. 新机制助丙烷脱氢制丙烯工艺增产提效..... 62
3. 电解水制氢将有高稳定性析氧催化剂..... 63
4. 新型催化剂实现高效全分解水制氢..... 64
5. 氢能关键材料技术加速进阶..... 64
6. 新方法实现氢化锂介导光化学合成氨..... 66

八、风能

1. 世界超高海拔地区规模最大风电项目投产..... 66
2. 广东省首个海上风电储能项目并网..... 67
3. 我国首个可并网兆瓦级高空风电示范项目成功发电..... 68

九、核能

1. 新微型原子能电池可稳定发电 50 年..... 69
2. 核废料“变废为宝”引关注..... 69

十、其它

1. 全国首个液化天然气冷能养殖示范项目出鱼..... 71
2. 亚洲首座油气处理与岸电设备共建平台投产..... 72

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

2023 年中国十大科技进展新闻

中国科学报 01 月 12 日

1.全球首座第四代核电站商运投产

我国具有完全自主知识产权的国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程 12 月 6 日商运投产，成为世界首个实现模块化第四代核电技术商业化运行的核电站，标志着我国在高温气冷堆核电技术领域实现了全球领先，对推动我国实现高水平科技自立自强、建设能源强国具有重要意义。

高温气冷堆是国际公认的第四代核电技术先进堆型。该示范工程是世界首座球床模块式高温气冷堆项目，位于山东省荣成市，由中国华能牵头，联合清华大学、中核集团共同建设，2006 年被列入国家科技重大专项，2012 年开工建设。

2.神舟十六号返回，空间站应用与发展阶段首次载人飞行任务圆满完成

北京时间 10 月 31 日 8 时 11 分，神舟十六号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆，载人飞行任务取得圆满成功。

神舟十六号载人飞船于 5 月 30 日从酒泉卫星发射中心发射升空，随后与天和核心舱对接形成组合体。作为首批执行空间站应用与发展阶段载人飞行任务的航天员乘组，3 名航天员在轨驻留 154 天。

此次任务是我国载人航天工程进入空间站应用与发展阶段的首次载人飞行任务，在航天员乘组和地面科研人员的密切配合下，迈出了载人航天工程从建设向应用、从投入向产出转变的重要一步。

3.超越硅基极限的二维晶体管问世

北京大学彭练矛院士、邱晨光研究员团队构筑了 10 纳米超短沟道弹道二维硒化铟晶体管。该研究创造性地提出“稀土钇元素掺杂诱导二维相变理论”，并发明了“原子级可控精准掺杂技术”，从而成功克服了二维领域金属和半导体接触的国际难题；首次使得二维晶体管实际性能超过业界硅基 10 纳米节点 Fin 晶体管和国际半导体路线图预测的硅极限，并且将二维晶体管的工作电压降到 0.5V，将室温弹道率提升至所有晶体管最高纪录的 83%，从而研制出国际上迄今速度最快、能耗最低的二维晶体管。相关成果 3 月 22 日发表于《自然》。

4.我国科学家发现耐碱基因可使作物增产

我国盐碱地面积达 1 亿公顷，占世界盐碱地总面积的近 1/10。全球气候变化、淡水缺乏及化肥大量使用，使可耕地盐渍化速度加快。

为了更好地利用盐碱地资源，中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员谢旗团队与国内多家科研机构和院校合作，经过多年研究发现主效耐碱基因 AT1，可以显著增加高粱、水稻、小麦、玉米、谷子等作物在盐碱地上的产量，且在改良盐碱地的综合利用中具有重大应用前景，有望对我国粮食安全发挥重要支撑作用。该成果 3 月 24 日发表于《科学》。

5.天问一号研究成果揭示火星气候转变

中国科学院国家天文台李春来团队，联合中国科学院地质与地球物理所郭正堂团队、中国科学院青藏高原所、美国布朗大学和天问一号任务工程团队，针对火星乌托邦平原南部丰富的风沙地貌，开展了高分辨率遥感和近距离就位的联合探测，发现了着陆区风场发生显著变化的层序证据，揭示了祝融号着陆区可能经历了以风向变化为标志的两个主要气候阶段。该研究有助于增进对火星古气候历史的理解，为火星古气候研究提供了新视角，也为研究地球未来的气候演化方向提供了借鉴。相关研究成果 7 月 7 日发表于《自然》。

6.我国首个万米深地科探井开钻

5 月 30 日，中国石油塔里木油田公司深地塔科 1 井开钻入地。深地塔科 1 井开钻，旨在探索万米级特深层地质、工程科学理论，标志着我国地球深部探测技术取得新的重大突破，钻探能力开启“万米时代”。

深地塔科 1 井位于新疆阿克苏地区沙雅县境内，紧邻埋深达 8000 米的富满油田 10 亿吨级超深油气区。这口井设计井深 1.11 万米，设计钻完井周期 457 天，将创造全球万米深井钻探用时最快纪录。

中国石油自主研发了智能钻机，成功产出 1.2 万米特深井自动化钻机，为万米深地工程科学探索研究提供了装备和技术保障。

7.液氮温区镍氧化物超导体首次发现

7 月 12 日，《自然》杂志刊登了中山大学教授王猛团队与清华大学、华南理工大学等单位合作的成果：首次发现在 14 GPa 压力下达到液氮温区的镍氧化物超导体。这是由我国科学家率先独立发现的全新高温超导体，是人类目前发现的第二种液氮温区非常规超导材料，是基础研究领域的重要突破。

这一研究成果有望推动研究高温超导机理，使设计和预测高温超导材料成为可能，使超导在信息技术、工业加工、电力、生物医学和交通运输等领域实现更广泛的应用。

8.FAST 探测到纳赫兹引力波存在证据

由中国科学院国家天文台等单位科研人员组成的中国脉冲星测时阵列研究团队，利用中国天眼 FAST，探测到纳赫兹引力波存在的关键证据，表明我国纳赫兹引力波研究与国际同步达到领先水平。相关研究成果 6 月 29 日在我国天文学术期刊《天文与天体物理研究》在线发表。12 月 14 日，相关成果入选《科学》杂志 2023 年度十大科学突破。据中国科学院国家天文台研究员、北京大学研究员李柯伽介绍，国际上 4 个团队分别独立获得了纳赫兹引力波存在的关键证据，这使得研究结果可以相互印证，进一步提高了这一成果的准确性。

9.世界首个全链路全系统空间太阳能电站地面验证系统落成启用

空间太阳能电站（SSPS）是解决能源危机、实现可持续发展的终极手段之一。中国工程院旗舰刊物 Engineering 于 11 月 30 日系统报道了西安电子科技大学段宝岩院士团队完成的逐日工程——世界首个全链路、全系统 SSPS 地面验证系统，阐述了欧米伽 SSPS 创新设计方案、理论创新、技术突破、工程实现及实验结果。远距离高功率微波无线传能效率（距离 55 米，发射 2081 瓦，波束收集效率 87.3%，DC-DC 传输效率 15.05%）与功质比等主要技术指标世界领先。

逐日工程突破的远距离高功率微波无线传能技术应用前景广阔。

10.科学家阐明嗅觉感知分子机制

山东大学教授孙金鹏团队和上海交通大学医学院研究员李乾团队合作，应用冷冻电镜技术解析了痕量胺相关受体（TAAR）家族成员之一的小鼠 TAAR9（mTAAR9）受体在 4 种不同配体结合条件下与 Gs/Golf（嗅觉特异性 $G\alpha$ ）蛋白三聚体复合物的结构，进一步结合药理学分析揭示了 mTAAR9 感知配体后被激活的分子机制。同时，该研究也提出了嗅觉受体“组合编码”识别配体的结构机制，阐明了 II 类嗅觉受体独特的激活方式。

该研究阐释了 II 类特异嗅觉受体感知气味的分子机制。相关研究成果 5 月 24 日发表于《自然》。

2023 年世界十大科技进展新闻

中国科学报 01 月 12 日

1.科学家绘制迄今最全人脑细胞图谱

10 月 13 日，刊发在美国《科学》《科学进展》和《科学-转化医学》杂志上的 21 篇论文公布并阐释了迄今最全的人类大脑细胞图谱。多国科学家参与的这一系列研究揭示了

3000 多种脑细胞类型的特征，将有助于深入理解人类大脑的独特之处并推进脑部疾病和认知能力等研究。

此次发表的论文是数百名科学家利用最先进的分子生物学技术进行的一系列合作研究的成果。科学家表示，这项研究为人们理解人类大脑的结构和功能提供了宝贵信息，它代表了科学界在揭开大脑奥秘方面的重大突破，为未来的神经科学研究开辟了新方向。

2.人工智能首次成功从零生成原始蛋白质

1 月 26 日，美国 Salesforce Research、Profluent Bio 等机构在《自然-生物技术》上发表了一项研究成果，该研究创建了一个能够从头开始生成人造酶的人工智能（AI）系统。在实验室测试中，尽管人工生成的氨基酸序列与任何已知的天然蛋白质存在显著差异，但其中一些酶与自然界中发现的酶一样有效。

科学家表示，这项新技术可能比获得诺贝尔奖的“蛋白质设计技术——定向进化”更为强大，它将加速新蛋白质的开发，为已有 50 年历史的蛋白质工程领域注入活力。这些新蛋白质几乎可以用于从疾病治疗到降解塑料的任何领域。

3.全球最大实验性核聚变反应堆开始运行

12 月 1 日，欧洲聚变能组织发布消息称，欧洲和日本共同建造和运营的核聚变反应堆 JT-60SA 正式投入运行。该反应堆为托卡马克装置，始建于 2007 年，于 2020 年完成组装，并于 2023 年 10 月 23 日成功点火。该装置目前在日本量子科学技术研究开发机构那珂研究所，被视为世界上最先进的托卡马克，其启动运行是核聚变历史上的一个里程碑。

JT-60SA 计划是国际热核聚变实验反应堆计划（ITER，又称“人造太阳”计划）的先行项目。JT-60SA 反应堆的目标是研究聚变作为一种安全、大规模和无碳的净能源的可行性，使它所产生的能量比消耗的能量更多。

4.OpenAI 正式发布 GPT-4

3 月 15 日，OpenAI 发布了多模态预训练大模型 GPT-4，这是其大型语言模型的最新版本。与此前的版本相比，GPT-4 具备强大的识图能力，文字输入限制也提升至 2.5 万字；GPT-4 的回答准确性也显著提升，还能够生成歌词、创意文本从而实现风格变化。同时，GPT-4 在各类专业测试及学术基准上也表现优良。

OpenAI 称，该公司花费 6 个月时间，利用对抗性测试程序和 ChatGPT 的经验教训迭代调整 GPT-4，从而在真实性、可操纵性和拒绝超出设定范围方面取得了有史以来最好的结果。

5.卫星首次成功向地球传送太阳能，证明天基能源可信性

6 月 1 日，美国加州理工学院宣布，1 月发射的一颗卫星已将微波束的能量导向太空中

的目标，甚至还将一部分能量发送到地球的探测器上。

该任务旨在进一步开发轻便、廉价和灵活的部件。微波发射器是一个由 32 个平面天线组成的阵列，排列在比餐盘稍大的表面上。

通过改变发送到不同天线的信号的时间，研究人员可以控制阵列的波束。他们把它对准一对微波接收器，然后随意将光束从一个接收器切换到另一个接收器，并点亮每个接收器上的 LED。

6.人类眼球首次移植成功

美国纽约大学兰贡医疗中心的外科团队 11 月 9 日宣布，他们成功完成了世界上首次眼球移植手术。该手术由爱德华多·罗德里格斯带领的团队完成，为遭受严重眼部损伤的阿伦·詹姆斯恢复了部分视力。

据悉，移植手术于 5 月进行，用时约 21 小时。手术过程中，外科团队从眼球供者的骨髓中提取成体干细胞，并在移植过程中将其注射到受者的视神经中，以期能取代受损的细胞并保护视神经。

该团队表示，在手术后的六个月里，移植的眼球显示出明显的健康迹象，如血管功能良好等。

7.迄今最小粒子加速器问世

10 月 18 日，德国埃尔朗根-纽伦堡大学的研究团队成功制造出世界上最小的粒子加速器，其长度仅为 0.2 毫米，可以装在笔尖上。相关研究成果已发表在《自然》杂志上。

这一设备是第一个能够快速且聚焦良好地产生电子束的微型加速器，可将电子加速到每秒 10 万公里。

这种新技术有望应用于医学领域，为医生提供新的治疗工具或为生物实验室提供小型消毒工具。这一创新为医学领域提供了新的可能性，未来我们可以期待更多关于小型粒子加速器的研究和应用。

8.科学家首次实现单原子 X 射线探测

来自美国俄亥俄大学、阿贡国家实验室、伊利诺伊大学芝加哥分校等机构的科学家，首次拍摄到单原子 X 射线信号。相关研究 5 月 31 日刊登于《自然》。

在最新研究中，阿贡国家实验室的韦·哈拉等人将一个铁原子和一个铯原子插入各自的分子宿主内。为检测单个原子发出的 X 射线信号，他们在 X 射线探测器内加入了一个由位于样品附近的尖锐金属尖端制成的专用探测器来收集 X 射线激发的电子。当 X 射线照射到原子上时，核心能级的电子被激发，并通过重叠的原子/分子轨道隧穿到探测器尖端，获得

的光谱能揭示原子的相关信息。

9.全球首张昆虫大脑“地图”绘制完成

来自英国剑桥大学、美国约翰斯·霍普金斯大学等多家顶尖机构的研究人员，首次完整地“果蝇幼虫”的大脑连接组进行重建，绘制出第一张完整的昆虫大脑图谱，包括所有神经元和突触。这是了解大脑如何处理感官信息流并将其转化为行动的里程碑式成就。3月10日，《科学》杂志发表了这项研究成果。

研究团队使用高分辨率电子显微镜扫描了果蝇幼虫的数千张大脑切片，在计算机分析的辅助下，最终生成的图谱包含3016个神经元和54.8万个突触。

这是有史以来第一张昆虫大脑“地图”，也是神经科学领域的一项里程碑式成就。

10.人类泛基因组首张草图发布

5月10日，《自然》杂志发表了人类泛基因组参考的“初稿”。在3篇论文的合集中，人类泛基因组参考联盟发布了首张人类泛基因组参考草图，以及两项以这一参考图为基础的新遗传学研究发现。

与此前基因主要来源于一个人不同，“泛基因组”草图是非洲、亚洲、美洲和欧洲等全球多地47人的脱氧核糖核酸（DNA）合集，地域和种族构成更多元化。

研究人员指出，与使用原始的线性参考基因组相比，“泛基因组”使他们能够识别出更多的基因结构变异，比如基因复制或缺失等较大的基因组变动。

新能源基地稳定外送难题破解

科技日报 01月04日

近日，由国网青海省电力公司牵头完成的“支撑大型新能源基地稳定外送的关键装备及协调控制技术”项目，经青海省科学技术厅组织鉴定，认定项目成果达到国际领先水平。目前，项目研究成果应用于青豫特高压直流及青海大型新能源基地，保障了青海省海南藏族自治州千万千瓦级新能源基地安全稳定运行和可靠外送。该项目已提升新能源上网能力460万千瓦，年可增发新能源90.3亿千瓦时，年均可替代当地火电原煤326.8万吨，年均减少二氧化碳排放574.2万吨。

“支撑大型新能源基地稳定外送的关键装备及协调控制技术”项目，旨在解决大型新能源基地稳定外送能力这一国际性难题。2019年以来，在国家电力调度控制中心、国网西北

分部统筹指导下，国网青海电力公司组织国网经济技术研究院、中国电科院、新能源场站业主及设备厂家开展技术攻关，攻克了新能源稳定运行对电网强度要求、高性能分布式调相机、新能源控制策略优化和多类型调节资源协同控制等关键技术。项目团队首次提出了以新能源多场站短路比为约束条件的安全稳定控制资源配置方法，开创性研制出高性能、高可靠、集成化系列分布式调相机，制定了兼顾暂态电压安全性和稳态调节需求的调相机、特高压直流及新能源等多资源协调控制技术。

千万千瓦级“沙戈荒”风光基地项目先导工程并网发电

科技日报 01月11日

我国首批首个千万千瓦级“沙戈荒”大型风光基地项目——库布其沙漠鄂尔多斯中北部新能源基地项目（以下简称库布其基地项目）先导工程一期于近日成功并网发电。

库布其基地项目位于内蒙古鄂尔多斯市库布其沙漠腹地，由三峡集团牵头联合内蒙古能源集团开发，三峡能源控股投资建设。库布其基地项目总装机规模1600万千瓦，包含光伏、风电，配套建设煤电及储能。此次并网发电的先导工程一期装机规模为100万千瓦，配套容量为150兆瓦/300兆瓦时（即最大充放电功率150兆瓦，总储容量300兆瓦时）储能系统，每年可提供约20亿千瓦时的清洁电能。

据悉，2022年8月3日，库布其基地项目成功获批。2022年12月，库布其基地项目先导工程开工建设。先导工程以“光伏+”为基础，通过板上发电，板间、板下统筹兼顾特色生态修复、经济作物、造林绿化与相关产业协同发展，实现了“三级防护”“一地多用”立体生态修复。库布其基地项目先导工程后续项目也于同日启动建设。

我国成为首个国内有效发明专利数量突破400万件的国家

科技日报 01月17日

国务院新闻办公室1月16日举行新闻发布会，介绍2023年知识产权工作进展情况。截至2023年底，我国国内（不含港澳台）发明专利拥有量达401.5万件，同比增长22.4%，成为世界上首个国内有效发明专利数量突破400万件的国家。

国家知识产权局副局长胡文辉说，我国专利制度实施已近40年。40年来，特别是党的

十八大以来，我国发明专利授权平稳增长，全社会创新活力持续迸发。在这 400 多万件有效发明专利中，高价值发明专利所占比重达到 4 成以上。中国已成为名副其实的知识产权大国，持续为全球创新发展贡献重要力量。

值得一提的是，我国国内高价值发明专利拥有量中，属于战略性新兴产业的有效发明专利达到 116.6 万件，同比增长 22.5%，所占比重为 70.0%，为重点产业创新发展提供了有力支撑。高价值发明专利平均维持年限达到 8.4 年，较“十三五”末提高 0.3 年，创新主体维持专利有效性的意愿不断增强。我国国内高价值发明专利中，实现较高质押融资金额的有效发明专利 10.4 万件，同比增长 37.4%，知识产权助企纾困、为企业赋能作用得到进一步发挥。

胡文辉介绍，国内有效发明专利中，企业所占比重超过七成，是推动创新创造的主要力量。国家高新技术企业、科技型中小企业拥有有效发明专利 213.4 万件，同比增长 24.2%，占国内企业总量的近四分之三，达到 73.4%。

同时，截至 2023 年底，长三角、京津冀、粤港澳大湾区发明专利有效量分别为 130.8 万件、70.3 万件和 67.2 万件，合计占国内总量的 65.6%，分别同比增长 21.1%、21.0%和 23.2%。胡文辉说，科技创新深度融入京津冀协同发展、长三角一体化发展、粤港澳大湾区建设等国家重大战略，成为推动产业经济发展的强劲引擎。

数据显示，2023 年，我国授权发明专利 92.1 万件、实用新型专利 209 万件、外观设计专利 63.8 万件；我国受理 PCT（《专利合作条约》）国际专利申请 7.4 万件；中国申请人提交海牙外观设计国际申请 1814 件。

2023 年全球可再生能源新增容量 510 吉瓦

科技日报 01 月 18 日

总部位于法国巴黎的国际能源署发布的《2023 年可再生能源》年度市场报告显示，2023 年全球可再生能源新增装机容量比上年增长 50%，新增装机容量达 510 吉瓦，太阳能光伏占其中四分之三。

报告说，从各国和各地区情况来看，2023 年中国可再生能源装机容量增长全球领先，当年中国风能新增装机容量比上年增长 66%，当年中国太阳能光伏新增装机容量相当于上年全球太阳能光伏新增装机容量。此外，欧洲、美国和巴西的可再生能源装机容量增长也在 2023 年创下历史新高。

报告预测，未来5年全球可再生能源装机容量将迎来最快增长期。在现有政策和市场条件下，预计全球可再生能源装机容量在2023年至2028年间达到7300吉瓦。到2025年初，可再生能源将成为全球最主要的电力来源。

国际能源署署长法提赫·比罗尔说，尽管全球正在向《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）设定的目标迈进，即到2030年将全球可再生能源装机容量增至3倍，但在目前的政策和市场条件下，可再生能源增长速度还不足以实现该目标。

比罗尔表示，目前在全球大多数国家，陆上风能和太阳能发电与化石燃料发电相比具有成本优势，实现上述目标的最大挑战是如何在大多数新兴和发展中经济体迅速扩大可再生能源的融资和部署。

报告还评估了绿色氢能源的发展前景并指出，尽管过去10年有不少绿色氢能源项目启动，但由于投资进度缓慢、生产成本较高等因素，预计到2030年只有7%的计划产能可实际投产。

2023年我国油气产量当量超3.9亿吨

中国科学报 01月10日

国家能源局1月9日发布的数据显示，2023年我国国内油气产量当量超过3.9亿吨，连续7年保持千万吨级快速增长势头，创历史新高。

国家能源局石油天然气司司长刘红说，原油产量达2.08亿吨，同比增产300万吨以上，较2018年大幅增产近1900万吨，国内原油2亿吨长期稳产的基本盘进一步夯实。海洋原油大幅上产成为关键增量，产量突破6200万吨，连续4年占全国石油增产量的60%以上。页岩油勘探开发稳步推进，新疆吉木萨尔、大庆古龙、胜利济阳3个国家级示范区及庆城页岩油田加快建设，苏北溱潼凹陷多井型试验取得商业突破，页岩油产量突破400万吨，再创新高。

“天然气产量达2300亿立方米，连续7年保持百亿立方米增产势头。”刘红说，四川、鄂尔多斯、塔里木三大盆地是增产主阵地，2018年以来增产量占全国天然气总增产量的70%。非常规天然气产量突破960亿立方米，占天然气总产量的43%，成为天然气增储上产重要增长极。

五部门协同推进锅炉绿色低碳发展

中国能源报 01月08日

“锅炉是重要的能源转换设备，广泛应用于电力、供热、石化、化工、钢铁、有色金属等行业。目前，我国各类锅炉年消耗能源约20亿吨标准煤，碳排放量约占全国碳排放总量的40%，是我国能源消耗量最大、碳排放量最多的耗能设备。”近期，国家发改委有关负责同志表示，近年来，通过实施煤电结构优化和转型升级，推进燃煤工业锅炉节能环保综合提升，我国锅炉生产制造技术和节能环保运行水平显著提高。但总体看，还存在部分锅炉能源利用效率不高、碳排放和污染物排放控制水平低等问题，锅炉节能降碳减污改造潜力较大。

此次由国家发展改革委、市场监管总局、工信部、生态环境部、国家能源局等五部门联合发布的《行动方案》，围绕锅炉生产制造、建设运行、回收利用等全链条和各环节，提出加快推动锅炉绿色低碳高质量发展的总体要求和重点任务，明确了工业锅炉、电站锅炉到2025年和2030年的热效率等目标。我国锅炉绿色低碳高质量发展进展如何，后续如何落实？

■ 取得系列技术成果

总体来看，我国锅炉产业在几十年的发展过程中坚持技术创新，已有大量成果助力改造升级。

电站锅炉方面，清华大学能源与动力工程系研究员黄中表示：“我国以煤为主的基本国情，决定了煤电在相当长时期内，仍将承担能源供应压舱石的作用，煤电以不到五成的装机，生产了约六成的电量，支撑了超七成的高峰负荷需求，保障了八成的电网负荷调节能力。通过节能降碳改造、供热改造和灵活性改造，煤电能够执行世界上最为严格的能效和环保标准，超大容量、超高参数、超低排放的高效煤电机组比重持续提升，机组发电效率、污染物排放控制水平均达到世界一流。产业链上下游完全具备自主研发、设计和制造能力，百万千瓦空冷发电机组、二次再热技术、大型循环流化床锅炉等技术世界领先。”

中国科学院工程热物理研究所所务委员、煤炭高效低碳利用全国重点实验室副主任朱治平表示，我国在燃煤发电锅炉领域的技术整体达到国际领先水平，目前重点任务在燃煤发电调峰支撑可再生能源。但工业锅炉分为多种炉型，情况则较为复杂。“2020年发布的国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》中，对层燃炉、流化床锅炉、生物质锅炉和室燃锅炉的热效率进行了明确规定。从统计数据上看，近年来我国燃煤工业锅炉的能效总体上不断提升，如2012—2020年层燃炉定型产品热效率平均值，从2012年的79%提高到了2020年的83%。这得益于国家标准、政策的引导以及锅炉制造企业对新技术的应用等。2016年国家

强制能效指标修订并颁布实施加速了企业对新技术的应用，《大气污染防治行动计划》也引导淘汰了一批小型锅炉。”

“我国在锅炉产业已经形成了规模优势、体系优势和技术优势，有力支撑了国民经济和社会发展，《行动方案》制定的目标可实施性强，通过加快产业改造提升，可以扩大优质供给，积极稳妥推进碳达峰碳中和目标的实现。”黄中说。

■ 工业锅炉改造潜力更大

《行动方案》明确，到2025年，工业锅炉、电站锅炉平均运行热效率较2021年分别提高5个百分点、0.5个百分点；到2030年，工业锅炉产品热效率较2021年将提高3个百分点，平均运行热效率进一步提高。

“总体上看，电站锅炉能耗管理意识更强、改造投入更大，也愿意采用先进的节能技术。2022年，全国6000千瓦及以上火电厂供电标煤耗为301.5克/千瓦时，比2015年下降了13.5克/千瓦时，比2010年下降33.5克/千瓦时，煤耗下降减缓了电力行业二氧化碳排放量的增长。与之相比，工业锅炉的应用场景更广、数量更多，能耗水平相对更高，因此改造潜力巨大。”黄中表示。

中国科学院工程热物理研究所循环流化床实验室战略规划部部长高鸣介绍：“锅炉的减碳潜力要看锅炉热效率，根据我们日前开展的‘工业领域煤炭高效清洁利用路径’研究，对工业锅炉用能情况进行了详尽的分析调研，研究结果表明，国内的工业锅炉总体平均热效率和国际先进水平相比，还有5%—10%的提升空间，这和《行动方案》中提到的预期目标相契合。我们认为，通过新技术的应用，置换或改造现有的工业锅炉，《行动方案》中的目标将能如期实现。”

此外，《行动方案》目标中提到的“运行热效率”也格外重要。朱治平进一步解释，这是指锅炉实际运行时的热效率性能，设计的热效率高，不代表实际运行热效率也高，比如设计热效率在90%，可能运行热效率只能到80%。“影响运行热效率的因素很多，比如煤种、人员操作等，近年来，在工业锅炉领域推广自动控制技术成为了工业锅炉能效提升的一个重要手段。”

■ 加强全链条管理

上述国家发改委有关同志指出，各地区、各有关部门和行业企业要坚持系统观念，强化分类指导，加强锅炉全链条管理，大力推进锅炉节能降碳减污改造，推动锅炉设备“能源品种多元化、燃煤锅炉大型化、燃气锅炉冷凝化、小型锅炉电气化、电站锅炉高参数化”转型升级，持续提升锅炉绿色低碳高质量发展水平。

“工业热能的需求摆在那，要想实现目标，就必须应用先进技术置换或改造现有的工业锅炉。技术研发方、设备生产方和产业应用方需要形成三方合力。”朱治平表示，此外，国内大量工业园区都建有自备电厂，给园区供热供电。在全球应对气候变化大背景下，不少企业在碳减排要求下增加了光伏发电，这意味着燃煤发电锅炉必须运行灵活，可以满负荷，也可以超低负荷。但现有的锅炉往往都按照高负荷设计热效率指标，当其低负荷时，锅炉的运行热效率往往非常差。“国内像这样的应用场景并不少见，如何保证锅炉灵活生产过程中的运行热效率，还需要更多的技术研发和应用。”

黄中建议，发挥国家工程研究中心在产业发展与科技创新之间的桥梁作用，凝聚高等院校、科研院所和产业链上下游企业，构建产学研用协同创新体系，加大科研资金和人员投入，围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业，持续推动锅炉产业技术进步和创新能力提升，通过市场机制实现技术转移和扩散。

必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理（深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想）

人民日报 01月08日

发展是解决我国一切问题的基础和关键。习近平总书记强调：“我们党领导人民治国理政，很重要的一个方面就是要回答好实现什么样的发展、怎样实现发展这个重大问题。”党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央立足新的历史方位，根据时和势的变化，在理论和实践上不断探索、创新、突破，立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展，科学回答这个重大问题。去年底召开的中央经济工作会议，深入总结新时代做好经济工作的规律性认识，明确提出“必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理”。这一战略思想丰富和发展了习近平经济思想，对于我们在新征程上始终聚焦经济建设这一中心工作和高质量发展这一首要任务，以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业具有重大而深远的意义。在二〇二四年新年贺词中，习近平总书记强调：“我们要坚定不移推进中国式现代化，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，推动高质量发展，统筹好发展和安全。”新征程上，要深入贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，坚持稳中求进、以进促稳、先立后破，让发展的步伐走得更坚实、更有力量、更见神采、更显底气。

一脉相承又与时俱进的战略思想

发展是人类社会的永恒主题，一个国家、一个民族只有不断发展，才能屹立于世。党的十八大闭幕后，习近平总书记在参观《复兴之路》展览时强调：“全党同志必须牢记，落后就要挨打，发展才能自强。”这是对历史经验的深刻总结，阐明了发展的极端重要性，揭示了发展是党执政兴国的第一要务。

我们党始终高度重视发展。特别是党的十一届三中全会开启了改革开放的大幕，推动我国快速发展起来。在推进改革开放和社会主义现代化建设的进程中，我们党坚持以经济建设为中心，对发展的认识不断深化，形成了发展是硬道理的战略思想。“贫穷不是社会主义”“中国解决所有问题的关键是要靠自己的发展”“必须始终紧紧抓住发展这个执政兴国的第一要务”“聚精会神搞建设、一心一意谋发展”，这些重大论断都是对“发展是硬道理”的深刻诠释。我们创造改革开放和社会主义现代化建设的伟大成就，中华民族实现从站起来到富起来的伟大飞跃，无可辩驳地证明了“发展是硬道理”。正因为如此，习近平总书记强调“发展是硬道理的战略思想要坚定不移坚持”。

同时也要看到，万事万物都处于变化之中，所谓“天以新为运，人以新为生”，发展也必须与时俱进。2015年10月，在党的十八届五中全会第二次全体会议上，习近平总书记指出：“发展是一个不断变化的进程，发展环境不会一成不变，发展条件不会一成不变，发展理念自然也不会一成不变。”新时代，习近平总书记应时代之变迁、立时代之潮头、发时代之先声，作出我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段的重大论断，对立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展等一系列重大理论和实践问题进行深刻阐述，明确推动高质量发展的必由之路、战略基点、必然要求、最终目的等。高质量发展，就是能够很好满足人民日益增长的美好生活需要的发展，是体现新发展理念的发展，是创新成为第一动力、协调成为内生特点、绿色成为普遍形态、开放成为必由之路、共享成为根本目的的发展。正是在新时代的壮阔发展进程中，我们党与时俱进形成了“必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理”的战略思想。

从发展规律看，必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理是我国进入新发展阶段后的内在要求。经济发展是一个螺旋式上升、阶梯式递进的过程，既要注重量，更要注重质，当量积累到一定阶段，必须转向质的提升，这是经济发展的一般规律。经过长期努力，我国经济总量已经稳居世界第二位，但经济发展的结构、效益还亟须提升。进入新发展阶段，我国经济发展的要素条件、组合方式、配置效率发生改变，劳动力成本逐步上升，资源环境承载能力达到了瓶颈，旧的生产函数组合方式已经难以持续。如果不转变发展方式，实现从量的

扩张转向质的提高，推动高质量发展，就有可能陷入“中等收入陷阱”。世界上不少国家在这方面都有过深刻教训。只有把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，推动经济实现质的有效提升和量的合理增长，我国经济才能持续健康发展，如期实现全面建成社会主义现代化强国的目标。

从发展环境看，必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理是应对纷繁复杂国际环境的内在要求。今天的中国，是紧密联系世界的中国。在经济全球化大背景下，外部环境的变化、国际竞争的加剧，必然深刻影响我国发展，要求我们因时因势应变求变。近年来，世界百年未有之大变局进入加速演变期，单边主义、保护主义明显上升，世界进入新的动荡变革期。与此同时，基于新一轮科技革命和产业变革形成的国际发展竞争日趋激烈。防范化解各类风险隐患，积极应对外部环境变化带来的冲击挑战，关键在于办好自己的事，实现高质量发展，牢牢掌握发展主动权，否则就会被人卡住脖子、牵住鼻子。只有把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，贯彻新发展理念，构建新发展格局，提升我国发展独立性、自主性、安全性，才能实现高质量发展和高水平安全良性互动，确保我国能经受住风高浪急甚至惊涛骇浪的重大考验。

从发展目的看，必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理是满足人民日益增长的美好生活需要的内在要求。我们推动发展，归根到底是为了不断满足人民群众对美好生活的需要，这是坚持以人民为中心的发展思想的题中应有之义。为了人民而发展，发展才有意义、才有动力、才可持续。经过改革开放几十年持续发展，人们吃饱穿暖的物质“标配”基本满足，在富起来之后更加追求高品质生活。高品质生活与高质量发展紧密联系，离不开高质量发展的支撑。从这个意义上说，要解决人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾这一新时代我国社会主要矛盾，关键在于推动高质量发展。只有把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，形成优质高效多样化的供给体系，提供更多优质产品和服务，才能不断满足人民日益增长的美好生活需要。

从“发展”到“高质量发展”，从“硬道理”到“新时代的硬道理”，既一脉相承又与时俱进。必须把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，具有深刻的历史逻辑、理论逻辑、实践逻辑，对于我们在新征程上聚焦经济建设这一中心工作和高质量发展这一首要任务，把中国式现代化宏伟蓝图一步步变成美好现实具有重大意义。

坚持新时代的硬道理要毫不动摇

硬道理，硬就硬在它是体现发展规律的道理，是能够引领发展实践的道理，是被发展实践反复证明的道理。必须把高质量发展作为新时代的硬道理，是对新时代我国发展实践经验

的深刻总结，事关中国式现代化的推进和拓展，事关全面建成社会主义现代化强国。新征程上，我们必须保持战略定力、坚定战略自信、保持历史耐心，毫不动摇、坚定不移坚持新时代的硬道理。

毫不动摇坚持高质量发展这个新时代的硬道理，要求我们保持战略定力。工业革命以来的几百年，现代化的浪潮一波接一波，但直到今天，实现现代化的国家人口总数不超过 10 亿。20 世纪 60 年代以来，全球 100 多个中等收入经济体中只有十几个成为高收入经济体。这些都充分说明经济发展不是线性上升的，要实现质的有效提升和量的合理增长殊为不易。高质量发展要求深入推进发展理念、发展方式、发展动力、发展领域、发展质量等变革。对于我国这样的经济体量、这样的人口规模，这些变革都不可能一蹴而就，必然会面临各种各样的困难和挑战，需要跨越不少关口，有些关口如打好污染防治攻坚战等是非常规的现阶段特有的，有些关口如提升人力资本素质等则是常规性的长期性的。在百年未有之大变局下，一些国家对我国的遏制、围堵、打压，更加剧了我们跨越关口的难度。对于推动高质量发展面临的各种困难和挑战，我们必须有清醒的认识、足够的心理准备，始终保持战略定力。

习近平总书记对于实现高质量发展的艰巨性作出深刻阐述，对于保持实现高质量发展的战略定力提出明确要求。习近平总书记指出：“高速增长阶段转向高质量发展阶段并不容易，不可能一夜之间就实现。”在谈到加快构建新发展格局这一推动高质量发展的战略基点时，习近平总书记强调这“是一场需要保持顽强斗志和战略定力的攻坚战、持久战”。保持战略定力，就是要咬定青山不放松，不为各种风险所惧，朝着既定的战略目标坚定不移向前进。比如，当前我国经济发展仍存在一些需要克服的困难和挑战，如有效需求不足、部分行业产能过剩、社会预期偏弱、风险隐患仍然较多。对于这些困难和挑战，应将其放到疫情防控平稳转段后经济恢复是一个波浪式发展、曲折式前进的过程中来认识，放到推动高质量发展中长期的进程中来审视，不能因为有困难和挑战就想走回头路，重新回到简单以国内生产总值增长率论英雄、以破坏生态环境为代价搞所谓发展等粗放发展模式上去。始终保持战略定力，在高质量发展上决不半途而废，决不南辕北辙，决不回头倒退，这是把坚持高质量发展作为新时代的硬道理的必然要求。

毫不动摇坚持高质量发展这个新时代的硬道理，要求我们坚定战略自信。战略定力来自战略自信。有信心、有底气，才能保持战略定力，才能在坚持高质量发展这个新时代的硬道理上毫不动摇。实现高质量发展并非轻而易举的事，需要爬坡过坎、攻坚克难，那么，我们的信心和底气来自哪里？从战略上看，我们的信心和底气来自习近平总书记概括的我国发展具有的“五个战略性有利条件”：有中国共产党的坚强领导，有中国特色社会主义制度的显

著优势，有持续快速发展积累的坚实基础，有长期稳定的社会环境，有自信自强的精神力量。这“五个战略性有利条件”是我们党带领人民经过长期奋斗形成的，其意义是战略性的、全局性的、长期性的，也是我们推动发展独有的有利条件，对于我国实现高质量发展具有重要保障作用。例如，我国发展具有的“五个战略性有利条件”，能够防止两极分化、促进共同富裕，为高质量发展提供源于全体人民的强大动力。我们的信心和底气还来自习近平总书记概括的我国发展具有的“四大优势”：社会主义市场经济的体制优势、超大规模市场的需求优势、产业体系配套完整的供给优势、大量高素质劳动者和企业家的人才优势。这“四大优势”是我国在激烈的国际竞争中保持战略主动的强大底气，是实现高质量发展的坚实支撑。例如，市场是当今世界最稀缺的资源，我国拥有 14 亿多人口、人均国内生产总值超 1.2 万美元、中等收入群体规模超 4 亿人，超大规模市场的需求优势十分明显。

新时代，我国经济实力、科技实力、综合国力跃上新的大台阶，经济韧性强、潜力足、回旋余地广，长期向好的基本面没有变也不会变，我们具有实现高质量发展的坚定战略自信。拿 2023 年来说，这是三年新冠疫情防控转段后经济恢复发展的一年，我们顶住外部压力、克服内部困难，高质量发展扎实推进，经济增速在主要经济体中位居前列，中国经济在风浪中强健了体魄、壮实了筋骨。再纵观新时代，从量上看，我国经济总量占世界经济的比重上升到 18% 以上，对世界经济增长的年平均贡献率超过 30%；从质上看，从战略性新兴产业的比重，到我国全球创新指数的排名，再到发展的“含绿量”等，都标注着我国发展质量、效益的稳步提升。新时代我国经济发展取得的历史性成就、发生的历史性变革，是把坚持高质量发展作为新时代的硬道理的结果，更昭示我们要毫不动摇坚持高质量发展这一新时代的硬道理。

毫不动摇坚持高质量发展这个新时代的硬道理，要求我们保持历史耐心。历史和实践都充分证明，只有保持历史耐心，才能办成事关长远的大事要事。推进南水北调、西气东输、“三北”工程等具有标志性的重大工程，打赢人类历史上规模最大的脱贫攻坚战、全面建成小康社会，都充分彰显了中国共产党和中国人民的历史耐心。实现高质量发展关系我国社会主义现代化建设全局，必然贯穿于全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标的整个历史过程。推动高质量发展，既要干在当下，始终有只争朝夕的紧迫感，又要着眼长远，始终保持历史耐心。比如，推动高质量发展必须实现高水平科技自立自强。科技创新有其自身规律，推动重大科技创新、实现更多“从 0 到 1”的突破，绝非朝夕之功，慢不得，但也急不得，要有“十年磨一剑”的耐心，不能急于求成。再如，作为推动高质量发展的内在要求，推进碳达峰碳中和是一个复杂工程和长期任务，能源结构、产业结构等的调整都不

可能一蹴而就，更不能脱离实际。如果传统能源逐步退出不是建立在新能源安全可靠的替代基础上，就会对经济发展和社会稳定造成冲击。保持历史耐心，要求我们锚定目标，一步一个脚印前进，积小胜为大胜。

习近平总书记强调高质量发展“不是一时一事的要求，而是必须长期坚持的要求”，在许多重要场合都提出“保持历史耐心”的问题。在高质量发展上保持历史耐心，就要坚持稳中求进。要把握好稳与进的辩证统一关系，做到稳中求进、以进促稳、先立后破。稳中求进，就是要坚持做好经济工作的基本方法论。以进促稳，就是把“进”作为方向和动力，不能消极应对、不思进取。先立后破，就是要把该立的积极主动立起来，该破的要在立的基础上坚决破，不断积累更多积极因素，实现经济社会大局稳定。保持历史耐心，就要坚持循序渐进。科学把握国内国际经济形势，深入分析影响我国高质量发展的主要矛盾和矛盾的主要方面，抓住要害、切中肯綮，在明确战略目标的同时确定战略路径，循序渐进解决一个个问题，不能心浮气躁“眉毛胡子一把抓”。保持历史耐心，就要坚持持续推进。坚持一张蓝图绘到底，以功成不必在我的精神境界和功成必定有我的历史担当，发扬钉钉子精神，围绕高质量发展的目标任务一锤接着一锤敲，滴水穿石、久久为功。保持历史耐心，坚持稳中求进、循序渐进、持续推进，才是真正坚持高质量发展这个新时代的硬道理。

用抓落实的硬功夫坚持好新时代的硬道理

党的二十大报告提出：“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。”党的二十大之后，习近平总书记在一系列重要会议、重要场合、重要考察中，围绕高质量发展这个首要任务发表一系列重要讲话、作出一系列重要部署。

在不同省区市考察时，习近平总书记总是根据各地区在国家发展大局中的战略定位，结合实际情况对各地区高质量发展进行谋划和部署，要求江苏“继续在改革创新、推动高质量发展上争当表率”，要求四川“尽快成为带动西部高质量发展的重要增长极和新的动力源”，要求江西“努力在加快革命老区高质量发展上走在前”，要求广西“努力在推动边疆民族地区高质量发展上展现更大作为”，等等。

在主持召开区域重大战略相关座谈会时，习近平总书记对各个区域重大战略在高质量发展中的作用寄予厚望并指引前进方向，强调新时代新征程推动东北全面振兴要“努力走出一条高质量发展、可持续振兴的新路子”，强调深入推进长三角一体化发展要“紧扣一体化和高质量这两个关键词”，强调“谋长远之势、行长久之策、建久安之基，进一步推动长江经济带高质量发展，更好支撑和服务中国式现代化”，等等。

在出席一系列重要会议时，习近平总书记对各领域推动高质量发展提出明确要求，在全

国生态环境保护大会上强调“加快形成绿色生产方式和生活方式，厚植高质量发展的绿色底色”“以高品质生态环境支撑高质量发展”；在中央金融工作会议上分析金融高质量发展面临的形势，部署当前和今后一个时期的金融工作；等等。

习近平总书记围绕高质量发展这个首要任务发表的一系列重要讲话、作出的一系列重要部署，为我们进一步推动高质量发展指明了前进方向、提供了根本遵循。我们要深刻领悟“两个确立”的决定性意义，不断增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，把坚持高质量发展作为新时代的硬道理，深入贯彻落实党中央决策部署，扎实推动高质量发展，以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业。

不折不扣抓落实。不讲条件、不打折扣、不搞变通，是对党员干部执行党中央决策部署的基本要求。在中央经济工作会议上，习近平总书记谈到了一些领导干部汇报过的实际感受，“选择正确方法做好工作，一个很深的体会就是不折不扣落实党中央重大决策部署。紧扣党中央重大决策部署，就不会走偏，都会取得成效。”我们党是中国式现代化的坚强领导核心，党中央总揽全局、协调各方，总是从全局和战略高度谋划和推进党和国家各项工作，既有政治上的高瞻远瞩和理论上的深邃思考，也有目标上的科学设定和工作上的战略部署。党中央关于经济工作的重大决策部署，需要广大党员干部心领神会，完整准确全面落实，不能变形走样、把好经念歪。党员干部要坚持历史和现实、理论和实践、国际和国内相结合的办法进行反复揣摩，深刻领会党中央的决策意图，把党中央决策部署与本地区本部门的实际结合起来，既不打折扣，也不层层加码，因地制宜、因时制宜、因事制宜抓好贯彻落实，确保最终效果符合党中央决策意图。

雷厉风行抓落实。上世纪90年代，习近平同志在福州工作时大力提倡“马上就办”，体现了雷厉风行抓落实的工作精神。推动高质量发展，机遇不会一直等着我们，问题也不会一直等待我们，需要因时因势抓住重要窗口期，看准了的事必须马上就办，雷厉风行抓落实。要时刻关注党中央在关心什么、强调什么，对事关“国之大者”的事马上就办，绝不能松懈怠；时刻关注人民群众在关心什么、期盼什么，对老百姓急难愁盼的事马上就办，绝不能拖拖拉拉。特别要看到，当前世界经济复苏乏力、地缘冲突不断加剧，我国经济正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，国内国际经济形势错综复杂。我们要克服进一步推动经济回升向好面临的困难和挑战，扎实做好经济工作，必须有“时时放心不下”的责任感，雷厉风行抓好党中央决策部署的贯彻落实，不能有拖延症，否则就会贻误工作、贻误发展。同时要看到，雷厉风行抓落实不是一味求快，不能在对党中央决策部署意图一知半解的情况下就仓促上阵，更不能流于形式，用“开会传达不过夜”来代替实招真招。必须

统筹把握时度效,在把党中央决策部署意图和落实举措搞清楚的前提下,抓住一切有利时机,利用一切有利条件,看准了就抓紧干,能多干就多干一些,努力以自身工作的确定性应对形势变化的不确定性。

求真务实抓落实。求真务实是我们党一贯倡导的优良作风,也是极为重要的思想方法和工作方法。求真务实抓落实,要求党员干部坚持实事求是,立足实际,在推进工作时察实情、出实招、求实效,坚决纠治形式主义、官僚主义这些顽瘴痼疾。习近平总书记在学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想主题教育工作会议上指出:“把纠治形式主义、官僚主义摆在更加突出的位置”;在内蒙古、四川、黑龙江、浙江、江西等地考察时都对坚决防止和克服形式主义、官僚主义提出明确要求;日前,在主持中共中央政治局学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想主题教育专题民主生活会时再次强调:“干部群众反映强烈的形式主义、官僚主义具有顽固性、反复性,需要持续用力、协同发力、坚决纠治”。经济工作是实打实、硬碰硬的工作,关系人民群众的收入、就业、社保等各个方面,来不得半点虚假。那些用轰轰烈烈的形式代替扎扎实实的落实、用光鲜亮丽的外表掩盖矛盾和问题的形式主义,那些高高在上、脱离群众、脱离实际的官僚主义,会极大消解党中央决策部署的效力效果,影响高质量发展的成效。必须求真务实抓落实,不搞花拳绣腿,不搞繁文缛节,不做表面文章,坚持为基层、企业减负,让干部群众的精力真正花在干实事上。同时要看到,我国幅员辽阔、人口众多,全国各地情况千差万别,抓落实务必实事求是、因地制宜,“一把钥匙开一把锁”,这也是求真务实抓落实的具体要求。

敢作善为抓落实。抓落实不是一个照抄照搬、机械执行的过程,不能简单化、“一刀切”,而是一个紧密结合各自实际创造性开展工作的过程,体现的是能力水平,需要党员干部敢作善为。敢作善为,是深刻领会党中央决策部署意图之后的创造性作为,是遵循发展规律、体现高质量发展要求的科学作为,是严守底线、不碰红线、追求高线的积极作为。敢作善为,归根到底是要学深悟透做实习近平新时代中国特色社会主义思想,深刻把握这一重要思想的世界观、方法论和贯穿其中的立场观点方法,在内化于心之后外化于行,真正做到善思善用。敢作善为抓落实,克服当前我国经济发展中面临的困难和挑战,推动高质量发展不断取得新成效,要求党员干部不断加强思想淬炼、理论训练、政治历练、实践锻炼,弥补知识缺陷、能力短板、经验弱项,全面增强履职尽责所必需的各方面本领特别是推动高质量发展本领,勇于担当、善于作为。推动党员干部敢作善为抓落实,还要坚持严管和厚爱结合、激励和约束并重,坚持“三个区分开来”,准确把握亲清统一的新型政商关系,让党员干部轻装上阵干事创业,充分发挥抓落实的积极性主动性创造性,形成奋进新征程、建功新时代的浓厚氛围。

围和生动局面。

九部门印发《方案》推动原材料工业数字化转型

科技日报 01月26日

近日，工业和信息化部、国家发展改革委、财政部等九部门联合印发《原材料工业数字化转型工作方案（2024—2026年）》（以下简称《方案》），以推动原材料工业数字化转型，加快推进新型工业化、建设制造强国。

原材料工业是实体经济的根基，是支撑国民经济发展的基础性产业。作为典型的流程制造业，原材料工业主要具有资源能源密集、过程机理复杂、生产连续性强三方面特点。

原材料工业数字化转型是指利用人工智能、5G、工业互联网等数字技术，在材料研发设计、生产制造，企业经营管理、物流仓储，行业运行调控、耦合协调以及上下游协同等各环节进行融合创新和改造提升，以产业数字化驱动全产业链业务变革，加快推动行业提质升级、降本增效、绿色安全发展。

“我国拥有制造大国叠加网络大国的双重优势，建成了全球规模最大、最完整的产业体系和技术领先、覆盖最广的信息通信基础设施，处于通过数字化转型推动产业高质量发展的重大机遇期。”工业和信息化部有关负责人表示。

该负责人介绍，原材料工业增加值占我国规模以上工业增加值的30%左右，是推进制造业数字化转型的主力军。近年来，我国原材料工业数字化转型不断走向纵深，部分行业龙头企业达到国际领先水平，但仍面临对数字化转型认识不够、数字化转型基础差异大、建模仿真难度高、数字技术融合应用不深入、复合型人才紧缺等问题。

《方案》提出，到2026年，原材料工业数字化转型取得重要进展，重点企业完成数字化转型诊断评估，生产要素泛在感知、制造过程自主调控、运营管理最优决策水平大幅提高。具体来看，应用水平明显提升，打造120个以上数字化转型典型场景，培育60个以上数字化转型标杆工厂，形成一批数字化转型标杆企业；重点行业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率等指标显著提升，数字化转型成熟度3级及以上企业提升至20%以上。支撑能力显著增强，突破一批数字化转型急需的关键核心技术，制修订一批先进适用的数字化转型标准规范；推广应用100款以上优秀产品，培育100家优秀系统解决方案提供商。服务体系更加完善，建设1个新材料大数据中心、4个重点行业数字化转型推进中心、4个重点

行业制造业创新中心、5个以上工业互联网标识解析二级节点、6个以上行业级工业互联网平台。

《方案》部署了4个方面14项任务，包括强化智能化基础，加强重点行业智能装备、算力设施、模型算法的建设部署和推广普及；培育数字化转型标杆，打造一批数字化转型典型场景、标杆工厂、智能矿山、标杆企业；加强技术创新供给，面向重点行业培育一批产品和系统解决方案，分行业建设原材料工业制造业创新中心；强化人工智能驱动，催化一批低成本高价值人工智能产品和解决方案，构建细分行业通用大模型等。

风光氢储一体化发展仍需“加码”

中国能源报 01月01日

随着能源转型的持续推进，风光氢储协同发展备受青睐。风光氢储一体化发展可实现新能源就近消纳、提升能源利用效率、进一步促进可再生能源发展。不过，业内人士指出，当前我国风光氢储一体化发展仍需进一步在政策、技术等多方面加以完善，以实现高质量发展。

■■ “双向奔赴”

“氢能可解决未来新型电力系统中大规模可再生电力的储存问题，也可解决未来冶金、化工行业原料低碳化的问题，发展氢能是实现‘双碳’目标、保障国家能源安全的必然选择。”国家电投集团氢能科技发展有限公司首席技术官柴茂荣在近日举办的清洁智慧能源高质量发展大会上表示。

据了解，在技术和生产自主可控的基础上，国家电投建立了国家电投黄河流域氢能产业基地，覆盖发电、车用、空冷燃料电池的关键技术研发和产品生产，推进氢进万家、风光氢储一体化、氢能交通多个项目落地。

“当前我国风电、光伏、储能、氢能产业发展态势良好，风光储氢一体化形成一种新的能源供应系统，能够有效地解决传统能源供应的弊端，是引领产业低碳转型的重要抓手，也是实现‘双碳’目标的重要途径。”山东能源电力集团规划发展部部长徐振栋说。

在山东氢谷新能源技术研究院院长张真看来，风光与氢储是一场“双向奔赴”，以风光为核心的清洁能源高质量发展，需要氢、储的协同，同时氢、储也会反过来促进清洁能源的消纳，平滑电力的输出，推动可再生能源装机规模进一步扩大。

近年来，国家层面已出台多个政策规划支持风光氢储一体化发展。例如，《氢能产业中

长期发展规划（2021年—2035年）》中指出，发挥氢能调节周期长、储能容量大的优势，开展氢储能在可再生能源消纳、电网调峰等应用场景的示范，探索培育“风光发电+氢储能”一体化应用新模式，逐步形成抽水蓄能、电化学储能、氢储能等多种储能技术相互融合的电力系统储能体系。

《“十四五”新型储能发展实施方案》中提到，促进沙漠戈壁荒漠大型风电光伏基地开发消纳，探索利用可再生能源制氢，支撑大规模新能源外送；开展氢（氨）储能等关键核心技术、装备和集成优化设计研究。拓展氢（氨）储能、热（冷）储能等应用领域，开展依托可再生能源制氢（氨）的氢（氨）储能、利用废弃矿坑储能等试点示范。推动可再生能源制氢、制氨等更长周期储能技术，满足多时间尺度应用需求。

■■ 政策供给不足

“氢能是长时储能的重要的技术路线。据不完全统计，我国已有40个以上地区发布新能源配套建设储能的相关文件。”在张真看来，氢储能在新型电力系统中具有丰富的应用场景。“氢储能在电源侧的应用价值主要体现在减少弃电、平抑波动和跟踪出力等方面，氢储能在电网侧的应用价值主要体现在为电网运行提供调峰容量和缓解输变线路阻塞等方面。”

与此同时，目前各地区风光制氢项目配置储能容量的鼓励政策各有不同，定向支持风光氢储一体化发展的支持政策仍然有限。

2021年4月，山东省发改委、山东省能源局、山东能源监管办联合印发的《关于开展储能示范应用的实施意见》指出，鼓励风电、光伏发电制氢，制氢装机运行容量视同配建储能容量；2022年11月，内蒙古能源局发布的《内蒙古自治区风光制氢一体化示范项目实施细则》明确，风光制氢一体化项目需配置电储能，调峰能力原则上不低于新能源规模的15%，时长不低于4小时。储氢设施容量大于4小时制氢能力的，可根据需要相应降低电储能配置要求。

“电化学储能配比究竟可以降至多少并没有明确。此外，部分氢储能的鼓励政策对风光制氢项目虽然起到推动作用，但只是对可再生能源风光制氢的储氢配置做调整或放宽限制，没有提及氢储能作为一种收益参与电力市场的细则。”

■■ 数智化手段助力

据张真介绍，截至2023年8月，可再生能源制氢项目建成运营的共有44个，产能6.65万吨/年，数量和产量猛增，全国正在建设的69个项目产能达到了87.84万吨，主要集中在内蒙古、宁夏、新疆等地。

“2023年以来上游制氢项目火热，与下游需求息息相关。”张真指出，未来风光氢储一

体化发展以及和交通、化工、冶金、航运、建筑场景的耦合将有助行业的深度脱碳，推动我国现代能源体系的高质量发展，但风光氢储一体化高质量发展仍然任重道远。她建议，在推进储能商业进程方面，各地储能配置政策有待进一步细化，可鼓励有条件的地区优先配置氢储能。此外，还可以给予一些战略新兴产业更多电价优惠。

在国家能源专家咨询委员会副主任徐锭明看来，能源高质量发展取决于科技突破。“作为能源消费和能源生产大国，我国对推动能源科技突破肩负重要责任，将致力于打造数字化、智慧化能源体系。”

“数字化、智能化是现代能源体系的底色，如果想让风光氢储一体化系统达到更好的能源效率，并且科学高效地测算下游需要匹配什么类型的产品，实现经济性、最优配比，缩短整个项目投资的回报时间，还是要借助数字化、智能化手段，这也是未来整个行业的努力方向。”张真表示。

《中国能源展望 2060（2024 年版）》发布

中国能源新闻网 01 月 04 日

气候变化问题正在成为撬动全球能源转型乃至国际秩序调整的重要杠杆，走向绿色低碳是不可逆转的时代潮流。在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下，我国积极稳妥推进碳达峰、碳中和工作，经济社会进入加快绿色化、低碳化的高质量发展阶段。在此背景下，全球产业分工体系深度调整、能源版图深刻改变，国内产业重构加速演进、新型能源体系加快构建。

2023 年是“十四五”承上启下的关键一年。面对复杂严峻的外部环境，我国经济呈现稳步复苏发展态势。经济社会发展的持续向好，刺激了能源需求增长，也给能源转型带来一些新的议题。例如，扩大内需、新型工业化等战略的实施，驱动化石能源消费和非化石能源消费双双增长，我国能源消费总量会否高位达峰？又如，随着可再生能源超预期高速发展，化石能源该如何重新定位、异质能源系统又该怎样耦合？再如，能耗双控逐步向碳排双控转变的体制机制基础逐渐完善，考核指挥棒又将对我国能源利用方式与模式的优化升级产生怎样的影响与推动？

能源中长期发展预测，是有助于破解能源转型重大问题的一把金钥匙，是在桅杆上为产业发展廓清前景、为能源转型明判路径的一盏航向灯。

中国石化集团经济技术研究院有限公司（中国石化咨询有限责任公司）作为中国石化的智库机构，以建设世界一流能源化工智库为愿景，努力当好政府信赖的智囊团、集团倚重的参谋部、市场认可的思想库。我们坚持深耕能源中长期发展预测领域，并于 2022 年底首次公开发布研究成果《中国能源展望 2060》。该书在业界收获广泛好评和热烈反响，这让我们深感荣幸、深受鼓舞。

今年，我们紧密关注国际国内政治经济形势趋势变化，不断深化能源转型理念、路径、节奏等研究，进一步完善优化能源中长期发展预测模型，在最新认识和预测成果基础上撰写了《中国能源展望 2060（2024 年版）》。相比上一版展望，本报告主要有三大值得关注的新变化：

在情景设置方面，我们从经济产业、社会人口、政策导向、科技进步等维度重新评估了我国能源平衡三角状态与趋势，认为近期能源三角向安全一极稍倾、远期将逐步回归到协调平衡格局，据此修正了能源转型路径研判和预测情景设置，更新了能源消费预测结论。在方法体系方面，我们对能源中长期发展预测模型进行了扩充完善，一方面从需求侧细化对氢能、生物质等可再生能源的消费预测，另一方面从供给侧丰富了对异质能源系统耦合与供应安全的讨论，从而对“先立后破”能源转型路径得出更深入的认知。

在呈现形式方面，本书定位为便于阅读、便捷查阅的工具书，增加了图表、精简了文字，将核心预测结论更直接。

更鲜明地呈现给读者，并积极尝试回应当前能源产业的热点议题。

能源转型正在牵引我国经济社会全面绿色低碳发展。真诚希望能源行业同仁，以及其他行业的各位专家和朋友，与我们一起关注能源转型，探讨能源预测，共同推动我国能源产业和经济社会绿色低碳高质量发展。

工信部等七部门发文推动未来产业创新发展

科技日报 1 月 30 日

近日，工业和信息化部、教育部、科技部等七部门联合印发《关于推动未来产业发展的实施意见》（以下简称《意见》），以加强对未来产业的前瞻谋划、政策引导，支撑推进新型工业化，加快形成新质生产力。

“当前，科技创新和产业发展融合不断加深，催生出元宇宙、人形机器人、脑机接口、

量子信息等新产业发展方向，大力培育未来产业已成为引领科技进步、带动产业升级、开辟新赛道、塑造新质生产力的战略选择。”工业和信息化部有关负责人表示，我国具备工业体系完整、产业规模庞大、应用场景丰富等综合优势，为未来产业发展提供了丰厚土壤，但同时我国未来产业发展也面临系统谋划不足、技术底座不牢等问题。

《意见》从技术创新、产品突破、企业培育、场景开拓、产业竞争力等方面提出发展目标：到2025年，我国未来产业技术创新、产业培育、安全治理等全面发展，部分领域达到国际先进水平，产业规模稳步提升。建设一批未来产业孵化器和先导区，突破百项前沿关键核心技术，形成百项标志性产品，初步形成符合我国实际的未来产业发展模式。到2027年，未来产业综合实力显著提升，部分领域实现全球引领。关键核心技术取得重大突破，一批新技术、新产品、新业态、新模式得到普遍应用，形成可持续发展的长效机制，成为世界未来产业重要策源地。

未来产业发展的核心是前沿技术的创新突破。《意见》按照“技术创新—前瞻识别—成果转化”的思路，提出推动前沿技术产业化的具体举措：一是抓创新。面向未来制造、未来信息、未来材料、未来能源、未来空间、未来健康6大重点方向，实施国家科技重大项目和重大科技攻关，发挥各创新载体作用，鼓励龙头企业牵头成立创新联合体，体系化推进关键核心技术攻关。二是精识别。打造未来产业瞭望站，跟踪重点领域科技发展动向，聚焦前沿热点，利用人工智能、先进计算等技术，精准识别具备高水平技术突破、高潜能产业化前景的技术创新。三是促转化。定期发布前沿技术推广目录，高水平建设未来产业成果“线上发布大厅”，打造产品交易平台，举办成果对接展会，提供精准对接。高水平建设技术市场和科技企业孵化器，高效整合创新优势资源，推动先进科技成果落地转化。

具体来看，《意见》提出，在强化技术供给方面，发挥国家战略科技力量和领军企业作用，加快前沿技术和颠覆性技术突破，打造原创技术策源地。在打造标志性产品方面，突破下一代智能终端，发展适应通用智能趋势的工业终端、面向数字生活新需求的消费级终端、智能适老的医疗健康终端和具备爆发潜能的超级终端；做优信息服务产品，发展下一代操作系统，推广开源技术；做强未来高端装备，突破人形机器人、量子计算机等产品。在丰富应用场景方面，加快工业元宇宙、生物制造等新兴场景推广，依托载人航天、深海深地等重大工程和项目场景，加速探索未来空间方向的成果创新应用。在优化产业支撑体系方面，实施新产业标准化领航工程，统筹布局未来产业标准化发展路线，加快重点标准研制；深入推进5G、算力基础设施、工业互联网、物联网、车联网、千兆光网建设，构建高速泛在、集成互联、智能绿色、安全高效的新型数字基础设施等。

二、热能、储能、动力工程、节能

新燃料电池性能较同类产品提升近两倍

科技日报 01月01日

近日，天津大学焦魁教授团队成功研发出超高功率密度的质子交换膜燃料电池，其性能比主流同类产品提升近两倍。相关成果已发表于国际能源研究期刊《焦耳》。

为应对全球气候变化、实现“双碳”目标，全球能源系统正在经历深刻转型。氢能作为一种潜力巨大的低碳能源载体，在此进程中发挥着重要作用。氢燃料电池被视为最有前景的氢能应用技术之一。然而，如何提高其体积功率密度成为目前技术上的重大挑战。

焦魁教授介绍，研究团队对质子交换膜燃料电池的结构进行了重构，集成新的组件，改善了气—水—电—热传递路径，成功实现了超薄、超高功率密度的燃料电池。研究团队通过引入静电纺丝技术制成的超薄碳纳米纤维薄膜及泡沫镍，去除了传统的气体扩散层和沟脊流道，将膜电极组件厚度有效降低了约90%，降低了80%以上的反应物扩散导致的传质损失，最终将燃料电池体积功率密度提升约两倍。

经研究团队估算，采用这种新型燃料电池结构的电堆峰值体积功率密度有望达到9.8千瓦/升，相比目前市面上主流同类产品，性能提升超过80%。这项成果为质子交换膜燃料电池技术的进一步发展提供了重要方向。

新电极材料可助力海水高效电解

科技日报 01月04日

近日，海南大学材料科学与工程学院邓意达教授团队制备出一种由原位钼酸根离子调控的高抗腐蚀性镍铁海水电极材料，可助力海水高效电解。这项研究为设计氧阴离子修饰型催化剂提供了新的视角，有助于推动海水电解技术的实际应用。相关论文已于近日发表在国际知名期刊《先进能源材料》上。

邓意达介绍，氢能被视为未来能源结构的核心组成部分，其中海水电解被认为是一种实用且可行的氢气生产方法。但海水中的氯离子具有腐蚀性，会引起析氯反应，腐蚀电极（催

化剂)，严重降低其使用寿命。因此，开发高效、高选择性的海水分解电极材料（催化剂）显得尤为重要。

该研究团队利用快速、简便的热冲击方法，制备了一种由钨酸根修饰的海水电解镍钨铁氧化物电极，并发现该电极在海水电解析氧反应中具有较高的活性和优异的耐久性。实验结果表明，电极表面原位生成的钨酸根可有效调节和稳定催化活性，提高析氧反应活性，保护电极免受氯离子腐蚀，从而极大延长电极的使用寿命。

高值利用秸秆制备储能碳材料

科技日报 01月02日

近日，中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所种植废弃物清洁转化与高值利用团队揭示了秸秆焦油通过聚合改性，制备储能碳材料的合成路径与调控机制，为秸秆高值利用提供了新视角和新方法。相关研究成果日前发表于学术期刊《生物炭》。

2022年，我国农作物秸秆产生量为8.65亿吨。推进秸秆高值利用是改善农业生态环境、加快农业绿色低碳发展的重要举措。热解技术可以将秸秆转化为生物炭、热解气、热解焦油等产品，促进秸秆离田高值利用。其中，热解焦油具有碳含量高、灰分含量低、易聚合等特点，适用于调控合成多孔碳材料。但焦油组分复杂，聚合成碳机理和孔隙调控规律尚不明确。

论文通讯作者、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员姚宗路介绍，此次研究提出了焦油聚合协同活化掺氮来制备多孔储能碳材料的合成策略，发现尿素与氢氧化钾的协同作用在氮元素掺杂和微介孔形成方面发挥了重要作用，且制备出的储能碳材料表现出优异的储能特性。团队对焦油制备的储能碳材料组装的超级电容器器件进行测试，结果表明，该器件在三电极体系下最高比电容为309.5法拉/克。在两电极对称体系中循环1万次后，其单极比电容仍保持80.1%的循环特性，性能显著优于商业活性炭。

本研究为秸秆高值利用提供了新路径和理论支持。“如果将研究提出的秸秆焦油制备储能碳材料技术进行产业化应用，或能产生一定的经济效益。”姚宗路说。

我国首个多技术路线锂电池储能站投运

科技日报 01月04日

1月3日，我国首个多技术路线锂电池储能站——宝塘电网侧独立电池储能站（以下简称“宝塘储能站”）在广东佛山正式投运。这是粤港澳大湾区规模最大的储能电站，装机规模为300兆瓦/600兆瓦时，占粤港澳大湾区新型储能总量的五分之一，也是我国一次性建成的最大电网侧独立储能电站。

建设多技术路线的“充电宝”

宝塘储能站占地面积58亩，相当于5.5个标准足球场大小。88套磷酸铁锂储能系统分7个区域整齐排列，这些看似“集装箱”的储能电站，内部结构却不简单。

“这里面有电池簇、电池管理系统、储能变流器、能量管理系统等多个重要系统。电站运行时，可实现电能可在储能系统中的精准充电和放电，毫秒级地迅速响应电力系统调节需求。”南方电网调峰调频（广东）储能科技有限公司（以下简称“南网储能科技公司”）建设中心总经理刘邦金说。

储能电站犹如城市里的大型“充电宝”，可在用电低谷时利用风能、太阳能等清洁能源进行“充电”，用电高峰时将这些绿电稳定可靠地输送到千家万户，是构建新型电力系统的重要技术和基础装备。

截至2023年9月底，我国已建成投运新型储能项目累计装机规模达2123万千瓦，位居全球前列，产业生态初步形成。其中，以锂电池为代表的电化学储能新型储能中占比超过90%，处于绝对主导地位。

宝塘储能站项目于2022年底启动建设。按照国家现行标准，规模达到100兆瓦即为大型储能电站。“如何把300兆瓦的规模用好，是我们一直思考的问题。除了为电网提供调节服务外，我们还希望项目能促进储能行业技术发展。为此，我们决定建一座多技术路线的锂电池储能站。”南网储能科技公司董事长汪志强说。

构筑9条技术路线性能对比“大擂台”

电芯性能、热管理、结构连接是直接影响锂电池储能运行性能的3大技术要素。在热管理方面，宝塘储能站运用了风冷、一般液冷和浸没式液冷三种热管理技术。在结构连接方面，宝塘储能站的连接方式多达5种，包括组串式、双极式、单极式、低压级联、高压级联。

值得一提的是，高压级联技术通过模块级联的方式，将储能系统电压直接升至10千伏，在大幅减少储能系统数量的情况下实现同等效率，省去变压器的储能系统可灵活移动，解决了传统储能应用场景受限的问题。该技术是南方电网首批“揭榜挂帅”制科研项目的技术攻关成果，已应用到在河北保定投运的我国首个高压移动式储能站上。

“我们把各要素领域的不同技术手段进行有机组合，形成了9条差异化的锂电池储能技

技术路线，各路线装机规模从 5 兆瓦到 75 兆瓦不等。这相当于把 9 座不同技术特点的中型规模储能电站聚合到一起，形成一个技术性能对比的‘大擂台’。”汪志强表示。

“大擂台”搭建好了，如何评定不同技术路线的运行性能高低，宝塘储能站让关键技术指标数据来“说话”。在宝塘储能站的多技术路线验证方案中，不同领域的关键技术指标总数多达 20 项。

按照每天“两充两放”测算，宝塘储能站每年可向粤港澳大湾区输送 4.3 亿度清洁电能，减少二氧化碳排放 30 万吨，满足 20 万户居民的用电需求，直接提高广东近 20%的在运新型储能总量。

近日，我国公示了 56 个新型储能试点示范项目，旨在推动新型储能多元化发展。宝塘储能站在我国首次实现了多条锂电池储能技术路线的“一站集成”，将有力提升新型储能产业的技术精益化水平，为我国新型储能的技术应用和产业发展提供重要实证参考。

血红蛋白作催化剂的电池原型面世

科技日报 01 月 11 日

西班牙科尔多瓦大学和卡塔赫纳理工大学的科学家携手开发出一种新型电池，该电池使用血红蛋白作为电化学反应催化剂，具有生物相容性，可运行 20 到 30 天。相关论文刊发于新一期《能源&燃料》杂志。

科研团队希望验证血红蛋白是否是氧气发挥重要作用的电化学设备（如锌-空气电池）的关键元素。在此基础上，他们开发出首款具有生物相容性的电池，其中血红蛋白是将化学能转化为电能的催化剂。

科尔多瓦大学研究员曼努埃尔·卡诺·卢娜解释称，要想更好地促进氧气还原反应，催化剂必须具有两个特性：快速吸收氧气分子，以及相对容易形成水分子。血红蛋白正好满足这两大要求。以锌-空气电池为例，当空气进入电池后，血红蛋白使氧在电池的阴极被还原并转化为水，释放出电子。这些电子迁移到电池的阳极，使锌氧化。

除强大的性能，最新电池原型还具有其他优势。首先，锌-空气电池更具可持续性，不像其他电池易受湿度影响。其次，血红蛋白作为生物兼容性催化剂，可用于起搏器等集成到人体内的设备中。还有该电池的 pH 值为 7.4，与血液的 pH 值相似。此外，由于血红蛋白几乎存在于所有哺乳动物体内，因此电池可使用动物来源的血红蛋白。

最新开发的电池尚无法充电。研究团队正寻找另一种可将水转化为氧气的生物蛋白质，以便为电池充电。此外，这些电池只能在有氧气存在的情况下工作，因此不能在太空中使用。

新型隔膜提升锂离子电池安全性

科技日报 01 月 11 日

近日，中国科学院近代物理研究所材料中心科研人员与先进能源科学与技术广东省实验室合作，利用重离子辐照技术和化学蚀刻工艺，成功研发了一种用于锂离子电池的耐高温聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）隔膜。相关论文发表在国际期刊《ACS 应用材料与界面》上。

中国科学院近代物理研究所材料中心研究员姚会军介绍，隔膜作为锂离子电池的关键部件之一，发挥着隔离正负极以防止电池短路、为锂离子自由穿梭提供通道的重要作用，其性能对电池的安全性具有重要影响。目前，人们主要通过聚烯烃隔膜涂覆耐高温材料等方式，提高聚烯烃隔膜的耐高温性能，进而提升电池的安全性。

“但是此方法并不能从根本上改变聚烯烃隔膜热稳定性差的情况。”参与研究的东江实验室重离子微孔膜关键技术团队负责人段敬来说，因此开发具有耐高温性能的新型锂离子电池隔膜和工艺，成为提高锂离子电池安全性的重要途径和手段。

科研人员借助兰州重离子研究装置（HIRFL），将重离子辐照技术与化学蚀刻工艺相结合，以 PET 隔膜为基材，成功开发一种 PET 基耐高温锂离子电池隔膜。该锂离子电池隔膜相较于商业聚烯烃隔膜，不仅具有更加均一的孔径分布和更优异的电解液润湿性，而且所制备的 PET 隔膜表现出良好的耐高温性能。电池测试结果表明，该 PET 隔膜具有更高的锂离子迁移数（0.59）以及优异的常温和高温循环性能。

中国科学院近代物理研究所材料中心主任、研究员刘杰介绍，此项成果将重离子辐照技术应用于新能源领域，为新型耐高温电池隔膜开发提供了新思路，对促进新能源技术创新和产业升级等方面具有重要意义。

新型锂电池 5 分钟内完成充电

科技日报 01 月 24 日

近期，美国康奈尔大学科学家研制出一款新型锂电池，可在 5 分钟内完成充电，速度快

于市场上其他同类电池，且历经数千次充放电循环后仍能保持性能稳定，有望缓解电动车驾驶员的“里程焦虑”。相关论文发表于最新一期《焦耳》杂志。

锂离子电池是目前最受欢迎的为电动汽车和智能手机供电的方式之一。锂电池重量轻、可靠且相对节能，但它们往往需要数小时才能完成充电，而且缺乏处理大电涌的能力。在最新研究中，科学家们确定了一种独特的铟阳极材料，它可与锂离子电池内的阴极材料有效配对。在此基础上，他们制造出了一种能在 5 分钟快速完成充电且缓慢放电的电池。

研究人员解释说，为设计出最新电池，他们专注于电化学反应动力学，确定铟是一种极具潜力的快速充电材料。铟是软金属，主要用于制造触摸屏显示器和太阳能电池板的氧化铟锡涂层，也被用作低温焊料中铅的替代品。

新研究表明，铟作为电池阳极拥有两个关键特性：极低的迁移能量势垒，使离子能在固态中快速扩散；减少与阳极中离子的交换电流密度，减缓表面反应——这两大特性结合，对于快速充电和长时间储存电能至关重要。

此项创新的关键在于，使电池阳极处的金属离子自由移动，找到正确的配置，然后才参与电荷存储反应。如此一来，在每个充电周期，电极都处于稳定状态，从而使新电池在数千个充放电周期保持稳定。

研究人员表示，这项技术与无线感应充电道路相结合，有望缩小电池的尺寸和成本，使电动交通成为司机更可行的选择。但铟很重，他们希望借助人工智能工具，发掘更好的电池阳极。

科研人员开发新型全钒液流电池单体电堆

中国科学报 01 月 03 日

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员李先锋团队开发出 70 千瓦级高功率密度全钒液流电池单体电堆。该单体电堆体积功率密度由 70 千瓦/立方米提高至 130 千瓦/立方米，在体积保持不变的条件下，功率由 30 千瓦提高至 70 千瓦，成本较目前的 30 千瓦级电堆降低 40%，有望助推全钒液流电池的商业化进程。

全钒液流电池因其安全性高、寿命长、效率高、环境友好等特点，是大规模储能的首选技术之一。目前由于全钒液流电池初始投入较高，限制了其进一步普及应用。电堆是全钒液流电池系统的主要核心部件，其功率密度决定了电堆成本。功率密度越高，相同输出功率条

件下电堆体积越小、成本越低。

李先锋团队采用自主开发的新一代高选择性可焊接多孔复合膜和可焊接高导电双极板，设计出短流程、超薄电池结构，并结合低流阻、高均匀分配流道结构，研制出 70 千瓦级电堆。经测试，该电堆在 70 千瓦额定功率充放电条件下能量效率为 81.0%；在 60 千瓦恒功率充放电条件下能量效率为 82.1%。此外，该电堆连续稳定运行 1200 多个循环后，能量效率衰减率仅为 1.7%。使用该电堆可将一个 20 尺的 250 千瓦储能单元模块升级为 500 千瓦储能单元模块，不仅功率单元体积大幅减少，还降低了系统配套设施的成本。

该电堆的开发提升了储能系统功率单元的集成度，有望大幅提升储能系统的经济性和可靠性。

科学家研制出新型固态锂电池

中国科学报 01 月 16 日

美国科学家开发出一种新型锂金属电池，可以至少充电和放电 6000 次，这比其他任何固态电池都要多，并且可以在几分钟内完成充电。

这项 1 月 8 日发表在《自然-材料》的研究成果，描述了一种用锂金属阳极制造固态电池的新方法，并为研制潜在的革命性电池材料提供了新思路。

“锂金属阳极电池被认为是电池中的‘圣杯’，因为其容量是商用石墨阳极的 10 倍，可以大大增加电动汽车的行驶距离。”论文通讯作者、美国哈佛大学工程与应用科学院副教授李欣（音）说，“这项成果是朝着更实用的工业和商业固态电池迈出的重要一步。”

该研究的最大挑战是在电池阳极表面形成的枝晶。这些结构像根一样生长在电解质中，刺穿分隔阳极和阴极的屏障，导致电池短路甚至起火。

2021 年，李欣团队通过设计一种多层电池，在阳极和阴极之间夹入稳定性不同的材料，提供了一种处理枝晶的方法。这种多层、多材料的设计并非完全阻断锂枝晶的生长，而是通过控制和容纳来防止刺穿。

在新研究中，研究团队通过在阳极中使用微米大小的硅颗粒来限制锂化反应，并促进锂金属层的均匀镀覆，从而阻止枝晶的形成。

在这种设计中，当锂离子在充电过程中从阴极移动到阳极时，锂化反应在浅表面受到限制，使离子附着在硅颗粒的表面，但不会进一步渗透。

这与液态锂离子电池的化学性质明显不同。在液态锂离子电池中，锂离子通过深度锂化反应渗透最终破坏阳极中的硅颗粒。

然而在固态电池中，硅表面的离子被束缚，并经历锂化的动态过程，最终在硅芯周围形成锂金属镀层。

李欣说：“在我们的设计中，锂金属包裹在硅颗粒周围，就像松露巧克力中榛仁周围坚硬的巧克力外壳。”

正是这些颗粒形成了一个均匀的表面，使电流密度得以均匀分布，防止枝晶的生长。

而且，由于电镀和剥离可以在均匀的表面快速发生，这种锂电池只需 10 分钟即可完成充电。

研究人员制造了一种邮票大小的固态电池，在 6000 次循环后仍能保留 80% 的容量，优于当今市场上的其他固态电池。

据悉，该团队还发现了数十种可能产生类似性能的其他材料。“包括银在内的其他材料可能是固态电池阳极的良好材料。”李欣表示。

打破限制！锌离子电池同时实现高容量和长寿命

中国科学报 01 月 25 日

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员杨维慎、朱凯月团队在锌离子电池电解液研究方面取得新进展。团队揭示了电解液中水含量对正负极界面动力学和可逆性的影响，发现通过适当调控电解液中的水含量，就可以打破锌离子电池中高容量和长寿命难以兼得的限制，使二者同时实现。相关成果发表于《化学科学》。

水系锌离子电池具有安全性好、成本低等优点，在储能领域具有重要的应用潜力。然而，电解液中的水在锌离子电池中就像一把双刃剑，得益于采用水溶剂，锌离子电池不仅安全，还具有高离子电导率，保证电池具有出色的快速充放电能力。此外，电解液中水的存在有助于提供质子以插入正极材料，从而提高容量。但是，过量的水会导致负极的腐蚀、锌枝晶形成以及正极材料的溶解问题，从而影响了锌离子电池的长期循环性能。因此，为了同时实现锌离子电池的高容量和长寿命，必须精确控制水含量。

在研究工作中，科研团队选择乙腈作为有机溶剂代表，探究了电解液中不同水含量对正负极反应动力学和稳定性的影响，并找出对全电池容量和寿命的影响规律。研究发现，电解

液中即使只有少量水，也能实现锌离子电池的最高容量，并表现出优异的长期循环稳定性。在 6A/g 电流下，经过 9000 次循环后容量保留率高达 80%。

此外，团队系统深入研究了含水量对钒基正极和锌负极界面微观反应机制的影响，不仅加深了对锌离子电池机理的理解，也为通过电解液设计实现锌离子电池优异性能提供了新思路。

全球海拔最高大型抽蓄道孚电站开建

中国能源报 01 月 15 日

1 月 11 日，全球海拔最高的大型抽水蓄能电站（以下简称“抽蓄”）、雅砻江流域水风光一体化基地又一重大项目——道孚抽蓄电站正式开工建设。

道孚抽蓄项目位于四川省甘孜州道孚县，场址海拔 4300 米，总装机容量 210 万千瓦，设计年发电量 29.94 亿千瓦时，是四川省装机规模最大的抽蓄项目，也是全球海拔最高的大型抽蓄电站。电站安装 6 台 35 万千瓦的可逆式机组。

■ “抽蓄+光伏”互补规模达千万千瓦

抽蓄是目前最常用的大规模储能技术，主要用于电力系统调峰填谷、调频调相和紧急事故备用等，具有技术成熟、效率高、容量大、长时储能等优点。作为“巨型充电宝”，道孚抽蓄对区域内电力系统供需平衡、电力系统频率和电压稳定、电能品质提升有着显著作用。道孚抽蓄一天可存储电量 1260 万千瓦时，可满足 200 万户家庭一天的用电需求。

道孚抽蓄凭借强大的蓄能和调峰能力，在优化电源结构、带动促进新能源互补开发方面优势明显。道孚抽蓄电站周边光伏资源富集，规模超 2000 万千瓦。装机 210 万千瓦的道孚抽蓄与周边光伏发电互补，可将 600 万千瓦左右随机波动的光伏发电调整为平滑、稳定的优质电源，产生 1 加 1 大于 2 的效益。道孚抽蓄的建设，对“抽水蓄能+光伏”一体化综合开发具有示范效应。

■ 推动机组和电气设备技术创新

中国电建成都院道孚抽蓄电站设计项目部经理余春涛表示，道孚抽蓄具有高寒、高海拔、超高水头复杂建设条件以及高转速、高电压、大容量发电机组复杂建造难度等特点。“目前高海拔地区大型抽蓄项目建设缺少可供借鉴和参考的经验，道孚抽蓄工程设计建造及电气设备制造极具探索性和挑战性，技术难度为世界之最。”

道孚抽蓄最大水头达 760.7 米，是我国运行水头第二高的抽蓄电站。道孚抽蓄 800 米级超高水头可逆式抽水蓄能机组，需在高水头、高海拔、高转速等复杂环境下长期安全稳定运行，给机组研发及选型、机组运行稳定性等带来了巨大挑战。高海拔地区也对机组、升变压设备的绝缘水平提出了更高要求，其技术指标要求超出了国内外当前技术水平，需要结合工程建设创新攻关。

在业内人士看来，道孚抽蓄工程建设将突破目前抽蓄技术限制，为行业内其他高海拔、高水头、高绝缘难度、大容量抽蓄提供可借鉴、可复制的解决方案。

■总投资约 151 亿元

提供约 5000 个就业机会

道孚抽蓄位于雅砻江左岸一级支流庆大河支流桑其柯上。项目总投资约 151 亿元，建设期间可拉动四川省 GDP 213 亿元，每年可带动就业约 5000 人。同时，道孚抽蓄还可带动周边光伏资源开发建设，预计将拉动新能源开发新增投资 240 亿元。

道孚抽蓄投产后，每年可缴纳税费约 1.4 亿元。项目建设将推进和改善甘孜州交通、电力等基础设施建设，促进地方建材、物流、服务等相关产业快速发展，提高第二、三产业在地区生产总值中的比重，成为当地重要的经济辐射点，持续推动地方经济社会发展。

我国新型储能投运装机超 3000 万千瓦

科技日报 01 月 26 日

1 月 25 日，国家能源局 2024 年一季度新闻发布会公布的数据显示，我国新型储能发展迅速，已投运装机超 3000 万千瓦。

国家能源局能源节约和科技装备司副司长边广琦介绍，截至 2023 年底，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达 3139 万千瓦/6687 万千瓦时，平均储能时长 2.1 小时。2023 年新增装机规模约 2260 万千瓦/4870 万千瓦时，较 2022 年底增长超过 260%，近 10 倍于“十三五”末装机规模。

“从投资规模来看，‘十四五’以来，新增新型储能装机直接推动经济投资超 1000 亿元，带动产业链上下游进一步拓展，成为我国经济发展新动能。”边广琦表示。

从技术路线来看，边广琦分析，锂离子电池储能仍占绝对主导地位，压缩空气储能、液流电池储能、飞轮储能等技术快速发展。2023 年以来，多个 300 兆瓦等级压缩空气储能项

目、100兆瓦等级液流电池储能项目、兆瓦级飞轮储能项目开工建设，重力储能、液态空气储能、二氧化碳储能等新技术落地实施，总体呈现多元化发展态势。

发布会公布的数据显示，截至2023年底，已投运锂离子电池储能占比97.4%，铅炭电池储能占比0.5%，压缩空气储能占比0.5%，液流电池储能占比0.4%，其他新型储能技术占比1.2%。

据介绍，多地加快新型储能发展，11省（区）装机规模超百万千瓦。分区域看，华北、西北地区新型储能发展较快，装机占比超过全国50%，其中西北地区占29%，华北地区占27%。

西媒：海水淡化新技术可与储能无缝整合

参考消息网 01月30日

据西班牙《机密报》网站1月27日报道，研究人员声称已经找到了解决水资源短缺问题的方法，该方法还可以利用可再生资源产生和储存能量。

纽约大学的研究人员创造了一种可以解决日益紧迫的饮用水缺乏问题的新系统。他们的新海水淡化器不仅比其他方法更有效地将海水转化为饮用水，而且还可以在此过程中产生和储存能量。

世卫组织和欧洲环境署一致认为，我们面临水资源短缺问题，而且情况正在变糟。西班牙的水资源压力是不可持续的，如果部分预测得到证实，那么到2030年，西班牙65%的人口将面临供水问题。因此，科学家和工程师多年来一直在寻求使海水可饮用的解决方案。

新系统是对氧化还原流脱盐(RFD)的一种改造。这种电化学技术通常用于能量存储，也能够将海水转化为饮用水。其创造者声称，这一新系统可将盐去除率提高20%，并大幅减少能源消耗。

研究团队负责人安德烈·泰勒博士说：“通过将储能和海水淡化无缝整合起来，我们的愿景是创建可持续、高效的解决方案，不仅能满足日益增长的饮用水需求，还能支持环境保护和可再生能源。”泰勒也是这篇发表在《细胞报告·物理科学》杂志上的研究的第一作者。

该系统将流入的海水引入两条不同的通道：一条用于盐化，另一条用于脱盐化。它还具有另外两个包含电解质和氧化还原分子的通道，由阳离子交换膜或阴离子交换膜分隔开。这些通道促进电化学反应，从而提取钠离子并产生淡水。

该研究的作者之一斯蒂芬·阿克韦·麦克莱恩解释说：“通过单次或多批次运行系统，我

们可以控制流入海水的停留时间，以生产饮用水。”

系统中咸水和淡水的混合也意味着储存的化学能可以转化为电能。通过这种方式，海水淡化器变身为电池，可以存储来自太阳能和风能的多余能量，并在发电量下降或需要额外能量时释放它。

该系统的巨大优势在于可扩展性和安全性。其装置对储能容量没有限制，因为它是模块化的，需要多大就可以做多大。此外，它的适应温度范围很广，且不会降解。

三、碳达峰、碳中和

以新型电力系统支撑碳达峰碳中和

中国能源报 01月01日

人类社会正加速迈入实现绿色可持续的新阶段，能源作为人类文明进步的源动力，仍是碳排放的主力来源。党的二十大报告明确提出，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。积极稳妥推进碳达峰碳中和。深入推进能源革命，加快规划建设新型能源体系。新型电力系统作为新型能源体系的关键组成部分，是推动能源绿色低碳转型的“主动脉”，更是实现碳达峰碳中和的重要抓手。当下，新型电力系统建设步入加速转型期，电力供需不平衡等困境仍待纾解。

支撑应对“双碳”目标的挑战

清洁低碳、安全高效的能源电力系统是实现碳达峰碳中和的关键。新型电力系统具有清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能等技术与管理特征，通过优化能源结构、提高能源消纳、强化电网数字化智能化建设等内在机制推动“增绿减碳”，坚持节能与提效“双轮驱动”，从供给与消费“两端发力”。供给端“清洁化”与需求端“电气化”是新型电力系统的基础，这两方面仍存在一些矛盾与困境。

能源供给端“清洁化”之痛——新能源出力呈现随机性和波动性，可控性低。“双碳”目标之下，新型电力系统的供给结构从以化石能源发电为主体向新能源提供可靠电力支撑转变。风、光伏发电装机将成为清洁能源装机增量主体，根据全球能源互联网发展合作组织测算，2025—2030年间，新增电力需求全部由清洁能源满足，其中85%以上由风、光装机支撑。然而，受天气、环境等自然环境条件约束，风、光伏发电出力呈现出较高的随机波动性，电力电量时空分布的均衡性极低，新能源出力波动的幅度和频率基本无规律可循。

能源消费端“电气化”之困——用电场景多元化，尖峰负荷持续攀升。终端能源消费种类中，电能替代是实现碳中和的主要手段之一，按照全球能源互联网发展合作组织测算，预计到2060年电力占终端能源消费比重将提升至70%。同时，全社会用电量持续提升，用电尖峰负荷水涨船高，对电力系统的安全稳定与灵活调度水平提出更高要求。另外，随着电能替代举措的陆续落实，以新能源充电桩为代表的多类电能替代产品从负荷端接入，用电场景的多元化多极化发展给电网带来更大冲击，增加了负荷端的随机性与不稳定性。

支撑“双碳”目标的内在逻辑

构建新型电力系统与实现碳达峰碳中和目标是国家迈入新发展征程后两个一脉相承的战略举措。两项战略部署的同向推进，一方面立足于我国迈入高质量发展阶段的现实国情，另一方面有利于满足人民群众美好生活总体需求，增进人类福祉，这是新型电力系统助力实现碳达峰碳中和目标的重要基础与根本逻辑。纵然供需矛盾有待化解，新型电力系统仍可从技术、管理、产业等多维度贡献数字化和绿色化应对之策，支撑碳达峰碳中和务期必成。

从产业逻辑看，新型电力系统本身是呈现绿色低碳特征的复杂系统，与碳达峰碳中和目标同频共振。纵观人类社会变迁史，人类的经济活动总体沿着农业社会—工业社会—信息社会—低碳社会的轨迹演进，呈现产业结构更“绿”的趋势。我们愈发聚焦长期可持续目标，以期最大程度削减对环境与气候的负面影响。第三产业内，产业结构沿着传统型服务业、生产型服务业、信息与知识产业的方向演进。新型电力系统是“产业结构增绿”的必然结果，具有低消耗、低排放、清洁化、高效率等特征，契合可持续发展理念，其建设将牵引相关产业和技术的发展与转型，如新能源设备制造、智能电网、储能技术等，形成新的经济增长极，推动经济社会绿色低碳转型。因此，立足产业逻辑视角，新型电力系统可引领产业绿色转型，释放节能增效的碳减排潜力。

从技术逻辑看，新型电力系统通过系列数字化与绿色化技术革新，赋能传统用能产业结构转型与效率升级。数字化技术提升电力系统的智能化和精细化运营，为可再生能源并网、调度和运行提供新思路。绿色化技术则促进电力行业清洁低碳转型，发展新能源和其他非化石能源发电，推动“电—能—材—化”转换。建设新型电力系统，应抓住主要矛盾，从电力、工业、交通、建筑等入手，规划和试验新型低碳、零碳、负碳技术，提升电气化技术水平，促进能源经济社会转型。同时，持续积极推动清洁能源发展，提高可再生能源的转换效率和稳定性，优化能源结构，推动能源电力行业的绿色低碳转型。

从管理逻辑看，碳达峰碳中和目标的实现过程，本质是一个管理、控制、评价与改进的闭环系统，新型电力系统的构建有助于形成系统完备、运行高效、科学规范的管理系统，推

动“双碳”目标实现。首先，新型电力系统积极推动政府与企业之间的协同管理。政府引导电力系统向清洁、低碳、高效转型，企业响应并加强技术研发和创新。双向闭环的协同管理机制有助于“增绿减碳”，促进经济社会的可持续发展。其次，通过引入和优化市场机制，促进电力行业有序开放，调动市场活力，还原电力能源如电力现货、碳期货等商品属性。大力推动碳市场和绿证交易市场的建设，发挥出绿色低碳的价值属性。另外，依托智能化和数字化管理方式，可实现电力系统的实时监测、分析和优化，提高管理效率和准确性。

支撑“双碳”目标的实践路径

以新型电力系统为载体，推动碳达峰碳中和目标，是一项庞大的系统工程，需要把握并处理好当下与长远、局部与全局、效益和质量、特定与一般等多种关系。结合我国碳达峰碳中和目标与新型电力系统发展规划，应考虑从如下三个方面统筹并有序推进，确保新型电力系统推动碳达峰碳中和的大计行稳致远。

首先，纲举目张，健全新型电力系统和“双碳”目标协同推进的顶层设计。

新型电力系统与碳达峰碳中和目标协同推进，需系统谋划、持续修缮顶层设计体系。其一，要从国家战略高度出发，确保新型电力系统和碳达峰碳中和在任务目标和标准规范上同频。搭建长期稳定的政策框架和标准框架，设计协同发展路线，提供坚实保障。同时，须打破行业壁垒，加强跨部门、跨领域的协调合作，以新型电力系统为载体，实现各类资源共享和优势互补。从安全稳定、节能减碳、清洁高效等方面，推进电能替代、储能、节能、碳排放等领域相关标准制修订，建立标准的映射关系。其二，深化研究与解析新型电力系统推进“双碳”目标逻辑过程，为顶层设计提供科学支撑。

其次，创新为基，加大数字技术和绿色技术协同的科技创新。

能源电力转型不断深入，面对能源发展的“不可能三角”，技术革新仍是破题之义。数字化与绿色化技术的协同创新成为能源领域的主流趋势，为经济社会的可持续发展提供强有力支持。应从源网荷储各环节挖掘绿色化数字化发展潜力，推动从“源网荷储”到“源网荷储数”的转变，加快数字化绿色化技术装备自主可控，深入研究与开发数字化绿色化技术在新型电力系统中的应用，布局“绿色算力”，持续构筑“绿色模型即服务”框架，加快算力产业低碳转型。通过综合利用大数据、人工智能和新一代智能技术，为新型电力系统建设提供充足的“算法+算力”支撑。提升数字化转型效率效能，打造高弹性、数字化、智能化的电力系统“大脑”。此外，强化数字化与绿色化创新的知识产权综合保护和政策法规协同服务，提供双化技术的知识保障。

再次，聚链成群，集成新型电力系统绿色转型的产业互补力量。

能源央企应积极发挥各领域产业链“链长”责任，积极承担产业链管理责任，协调规范产业链上企业经营行为，强化产业链企业在推动碳达峰碳中和目标上的协同联动作用，推动产业融通带动，不断完善产业生态，引领产业绿色低碳发展。运用物联网、大数据、人工智能等先进技术赋能传统产业，发挥工业互联网平台角色，推动产业数字化和数字产业化。以联合研发、资源共享、品牌合作等链上协同方式，落实碳达峰碳中和目标，打造绿色产业链、低碳供应链，推广绿色标准、绿色环保工艺等，探索绿色“塑链”方案，激发产业链绿色新动能。

凡益之道，与时偕行。为实现经济社会可持续的“质”与合理增长的“量”相统一，在生态环境质量从量变到质变的关键时期，新型电力系统是关键一环。以数惠碳，向绿而行，以数字化绿色化技术推动新型电力系统建设，助推实现碳达峰碳中和目标，将是一场伟大而非凡的工程。

绿电交易为降碳提供市场化方案

中国能源报 01月01日

为解决新能源消纳问题，推动产业发展，2021年以来，国家出台了新能源配套送出工程、新型储能、分时电价机制等政策。这些政策中，既有提升电力系统灵活性、经济性和安全性的针对性举措，也有完善价格形成机制的具体部署。2021年9月，国家发改委、国家能源局批复《绿色电力交易试点工作方案》，正式启动全国绿色电力交易试点。首次绿色电力交易共有17个省份259家市场主体参与，达成交易电量79.35亿千瓦时，预计将减少标煤燃烧243.60万吨，减排二氧化碳607.18万吨。

绿电，指的是风、光等新能源生产的电力，二氧化碳排放量为零或趋近于零。绿电市场化交易，便是将绿电从传统电源中分离出来，单独设计绿电交易品种，用以满足用户购买、消费绿色电力的需求。近年来，国内外越来越多的企业发力能源清洁低碳转型，购买和消费绿电的需求日益迫切。例如，首钢等传统工业企业，明确通过绿电生产推动转型升级；在供给侧，随着平价时代的到来，政府补贴逐步退坡，未来，新能源产业发展将由政策扶持逐步过渡到市场激励，通过市场机制打造产业发展的“助推器”。

随着全社会对环境、全球气候变化问题的关注，绿电的发展日益受到重视。在电力行业市场化改革的背景下，要使绿电占有一席之地，必须依靠市场的作用，尽快降低绿电生产成

本，实现规模化发展，提高绿电竞争力。开展绿电交易，电力用户通过双边交易方式从新能源企业直接购买绿电，既可满足生产侧清洁用能的需求，又能获得权威的绿色环境价值认证，实现经济、社会、环境效益的高度统一。

为了方便市场主体参与绿电交易，国家电网开发了“e-交易”电力市场统一服务平台，汇聚电网企业、发电企业、电力用户及售电公司等全市场主体，覆盖省内与省间、批发与零售全业务范围，涵盖多年、年度、月度等全绿电交易品种，为主市场主体提供免重复注册、免交易手续费、免费提供绿色消费认证的绿电交易服务。绿电交易将有效满足企业绿色转型的“刚需”，拓宽终端用户减排路径，引导推动全社会形成绿色生产生活方式。

毋庸讳言，开展绿电交易，能够增强绿电在市场中的竞争力，绿电在电力市场中所体现出的环境价值，将精准传导至新能源企业，引导新能源投资，并激励其加大投入，提升技术水平，有助于推动风电、光伏等新能源成为新型电力系统的主体电源。通过开展绿电交易，将有愿意承担更多社会责任的一部分用户区分出来，与风电、光伏发电项目直接交易，以市场化方式引导绿电消费，产生的绿电收益将用于支持绿电消纳和长远发展，可更好地促进新型电力系统建设，推动我国“双碳”目标的实现。

坚持稳中求进，逐步实现碳达峰碳中和

中国环境报 01月9日

中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”

以切实行动兑现承诺。3年多来，我国把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局 and 经济社会发展全局，推动“双碳”工作取得良好开局。

“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，我们要正确处理“双碳”承诺和自主行动的关系，把共担全球责任和掌握发展主动权统一起来，坚持稳中求进，逐步实现碳达峰碳中和，推动经济社会绿色低碳转型发展。

坚定不移朝着“双碳”目标迈进

“双碳”工作是推进经济社会发展实现绿色低碳转型的锁钥。习近平总书记指出：“降低二氧化碳排放、应对气候变化，不是别人要我们做，而是我们自己做。”

从国内看，碳达峰碳中和是我们从经济社会高质量发展的迫切需求出发，主动谋划、主

动提出、主动推进的重大战略决策，是建设中国式现代化的必然选择。实现“双碳”目标的过程，既是减少化石能源消耗、优化能源结构的深刻革命，也是助推经济结构全面绿色转型、污染源头治理的过程，能够从根本上缓解生态环境保护结构性、根源性、趋势性压力。

从国际看，以绿色低碳发展为特征的新增长路径已经成为世界经济的大势所趋，低碳技术、产业和治理能力成为各国经济的核心竞争力之一。同时，在全球气候变化的挑战面前，中国将通过实现“双碳”目标，在新一轮科技和产业革命机遇中维护气候治理主权，通过深度参与气候治理，推动全球降碳和可持续发展进程。

降碳不是一句口号，而是务实行动。新时代十年来，我国碳排放强度累计下降超过 35%，相当于少用了 14 亿吨标准煤，少排放了 29.4 亿吨二氧化碳，扭转了二氧化碳排放快速增长的态势；与此同时，以年均 3% 的能源消费增速支撑了年均超过 6% 的经济增长。我国在 2020 年已经超额完成第一阶段国家自主贡献承诺，二氧化碳排放强度比 2005 年下降 48.4%；在此基础上，“十四五”前两年进一步下降 4.6%，节能降碳成效显著。

经济社会高质量发展的绿色底色越来越浓，少不了绿色低碳政策体系的有力支撑。碳达峰碳中和“1+N”政策体系目标明确、措施有力、衔接有序，为实现“双碳”目标明确了时间表、路线图、施工图。我们要积极落实各项绿色低碳政策，加快推进碳排放和能源消费与经济发展脱钩，引导各类资源要素向绿色低碳发展集聚。

重点领域、重点行业的“双碳”行动稳步推进。我国地域广大，各地的产业结构、资源禀赋、发展基础不尽相同，因此碳达峰碳中和也不是全面铺开、一同实现的，有条件的地方和重点行业、重点企业可以率先达峰。各地要摸清自身碳排放家底，探索差别化的低碳转型路径，积极推动低碳城市试点、低碳园区试点和传统高耗能、高排放重点行业先行先试，确保“双碳”整体目标如期实现。

在近期举办的《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）期间，我国全面深入参与各项议题磋商，为会议取得“阿联酋共识”等积极成果作出重要贡献，展现出积极参与全球气候治理的决心和负责任发展中大国的担当。如今，我国已经实现由全球环境治理参与者到引领者的重大转变。未来，我们仍要积极推动和引领国际社会积极应对气候变化，维护好人类命运共同体。

立足国情，坚持先立后破稳中求进

不同于发达国家先解决国内污染问题再应对气候变化，我们面临的形势更为复杂艰巨：生态文明建设处于压力叠加、负重前行的关键期，保护与发展的长期矛盾和短期问题交织，减污和降碳需要协同解决。中国在没有现成模板和经验可以套用的情况下，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。艰巨任务面前，既不能邯郸学步，也不容瞻前顾后。因此，我们承诺的“双碳”目标是确定不移的，但达到这一目标的路径和方式、节奏和力度则应该而且必须由我们自己作主，决不受他人左右。

党的二十大报告指明了路径：“立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动。”这是立足基本国情之下的必然选择。当前，我国富煤贫油少气的能源结构短期内难以根本改变，产业结构偏重、传统产业占比较高，经济增长和人民生活水平提高对能源还有较大需求。这要求我们在不影响经济社会发展全局的前提下，确保科学有序推动能源、产业发展和社会生活向更符合“双碳”目标的方向迈进。

实现“双碳”目标也要和我国的发展阶段相适应。当前，我国尚处于工业化、城镇化深入、快速发展的历史阶段。从内部看，我国单位 GDP 能耗约为世界平均水平的 1.5 倍。从外部看，部分西方国家打“气候牌”，出台碳关税等政策，向发展中国家转嫁减排责任。面对复杂多变的国内外形势，在公平正义、“共同但有区别的责任”原则之下，我国应履行作为发展中国家相适应的责任，在保障自身发展权利的同时，走好自己的减碳之路。

能源领域是实现“双碳”目标的主战场，需要进行革命性的“换血”，构建起清洁低碳安全高效的新型能源体系。要做好“减法”，稳步推进能源有序替代，重点控制化石能源消费，推动化石能源利用向低碳清洁高效转型。要做好“加法”，把促进新能源和清洁能源发展放在更加突出的位置，推动构建煤、油、气、核及可再生能源多轮驱动的能源供应保障体系。

实现“双碳”目标不可能毕其功于一役。我们要立足生态文明建设整体布局，逐步实现减少化石能源依赖、经济发展与碳排放脱钩、建设低碳社会的长期目标。这一过程中，处理好“慎重稳妥”和“积极作为”之间的关系始终是重要课题。我们既不能脱离实际、急于求成，踩“急刹车”、搞“碳冲锋”，也要杜绝迟疑不前、无所作为，只把“双碳”工作停留在口头上。只有在目标上坚定不移，在策略上稳中求进，才能逐步完成“双碳”这场治国理政的大考。

减污降碳协同，推进“双碳”行动行稳致远

实现“双碳”目标决不是就碳论碳，而是一项多重目标、多重约束、多个层面下的系统工程。如此复杂的工作怎么做？关键在于坚持系统观念，紧抓主要矛盾，找准降碳减排的重点领域和关键环节一体推进。

二氧化碳和污染物排放同根同源同过程，在目标、路径、管理手段上高度协同。抓好了“减污降碳协同增效”，促进经济社会发展全面绿色低碳转型就有了总抓手。我们要牵住降碳的“牛鼻子”，提升多污染物与温室气体协同治理水平，推动能源系统、增长方式、生活方式转型迈出坚实步伐。

当前我国单位 GDP 能耗远高于发达国家水平，亟须从源头减少污染排放和碳排放。要把节能降耗贯穿于经济社会发展的全过程和各领域，扩大可再生能源利用规模，抑制不合理能源消费，推动能源清洁低碳安全高效利用。在“双碳”目标下，要大力推进能源“双控”逐步转向碳排放总量和强度“双控”，加快形成减污降碳的激励约束机制，促进产业向绿色低碳方向发展。抓实典型城市和园区的碳达峰试点工作，打造样板，积累经验，发挥示范效应。推进碳排放强度指标考核，压实地方责任，建立起倒逼和激励机制，转变高能耗、高污染的发展方式。同时，要严厉打击碳数据弄虚作假行为，对查实造假的控排企业依法严惩。要用好市场化政策工具，将碳排放转化为地区发展禀赋、环境成本和企业成本，以碳市场活力增强各地降碳内生动力。

大力推进产业结构调整，形成绿色低碳循环的生产方式，是实现经济增长低碳化必须迈过的坎儿。要调整存量，推动传统行业工艺、技术、装备绿色低碳转型，而不是简单当成“低端产业”一退了之、一关了之。同时，坚决管控高耗能高排放项目。对不符合要求的“两高一低”项目，各地要严把节能审查、环评审批等准入关口，坚决遏制项目盲目上马。截至 2022 年年底，全国共淘汰落后和化解过剩产能钢铁约 3 亿吨、水泥 4 亿吨、平板玻璃 1.5 亿重量箱，既减少了污染排放，又降低了碳排放。还要做大增量，发展壮大低碳高效的战略性新兴产业、高技术产业、绿色环保产业，提高其在经济结构中的比重，建立绿色低碳供应链。

实现“双碳”目标还需要每个人共同努力。我国居民生活碳排放量占总排放量比例超过 40%，预计还会随着社会发展进一步提高。因此，个人消费端碳减排有着巨大潜力，还需加强行动。全国已有十几个省市陆续推出包括个人碳账本在内的碳普惠措施，开拓了个人减碳空间。大力倡导简约适度、绿色低碳、文明健康的生活理念和消费方式，反对奢侈浪费和不合理消费，让绿色出行、节水节电、“光盘行动”、垃圾分类等习惯成风化俗，汇成实现“双碳”目标的强大合力。通过扩大低碳绿色产品供给和消费、把绿色低碳发展纳入国民教育体系、进行低碳示范创建等行动，以生活方式的绿色革命倒推生产方式和供给的绿色转型，进入全民减碳时代。

“非知之实难，将在行之。”当前，“双碳”各项工作由顶层设计阶段进入实质性推进阶段。我们要增强紧迫感、责任感，稳扎稳打、抓铁有痕，打好实现碳达峰、碳中和这场硬仗，推进经济社会高质量发展。

新型工业化如何助力碳中和？

中国环境报 01月23日

工业是立国之本、强国之基，工业化是现代化的基础。党的二十大报告提出，到2035年基本实现新型工业化，强调坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。

新型工业化是在低碳基础上推进的工业化，需要从根本上改变传统工业道路，要以科技创新为先、资源高效利用为要、可持续发展为基，做到科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥，并实现这几方面的兼顾和统一。因此，推进新型工业化是助力实现碳中和目标的重要途径。

质效提升降碳。新型工业化以贯彻高质量发展理念为核心，更加强调质效优先，推动制造业加速向价值链中高端迈进，达到提质增效、节能降碳的效果。传统工业化的主要目标是推动增长和产业结构转型，而新型工业化更加突出增长和转型的质量，推动生产要素、资源环境与生产方式的系统性、整体性变革，打造质效优先、自主创新、数实融合、绿色低碳、协调发展的新型工业化发展格局。因此，新时代推进新型工业化建设，必须坚持以创新为第一动力、协调为内生特点、绿色为普遍形态、开放为必由之路、共享为根本目的的高质量发展，并且在经济、社会、文化、生态等各领域都要体现高质量发展的要求。同时，要正确把握生态环境保护、气候变化应对和经济发展的关系，引导工业绿色低碳发展。

科技创新降碳。新型工业化以推动科技创新为根本动力，更加重视研发投入，推动数字经济和绿色低碳技术的研发和应用。要聚焦生态优化、培育创新主体、狠抓转化效能、强化平台牵引、优化人才管理，为新型工业化提供动力。持续强化企业科技创新的主体地位，促进创新要素向企业集聚，鼓励企业开展关键核心技术攻关，推动创新链产业链深度融合，增强推进新型工业化的动力与活力。以智能制造和绿色制造为主攻方向，培育一批节能降碳和新能源技术产品研发实体，开展低碳零碳负碳和储能新材料、新技术、新装备技术的研发、示范和产业化应用，加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型。

绿色转型降碳。新型工业化以绿色低碳发展为根本方向，更加强调逐“绿”前行。传统工业化主要关注如何解决工业产生的环境污染问题，对减少碳排放重视程度不足，而新型工业化更加强调绿色低碳发展。目前，我国已累计建设国家级绿色工厂3600多家，绿色工业园区平均固废处置利用率超过95%。未来，仍需促进数字化和绿色化、现代服务业和绿色制造、绿色消费需求和绿色产品供给等深度融合，积极开发低碳技术、低碳工艺和低碳产品，

锻造新的产业竞争优势，让绿色低碳成为新型工业化的生态底色。

数字赋能降碳。新型工业化以数字智能发展为重要抓手，更加强调数字化转型走深向实，推进人工智能全方位、深层次赋能新型工业化。数字技术已成为推动工业领域提升效率、质量及核心竞争力的重要力量。推动工业数字化转型升级走深向实成为推进新型工业化的必然选择，坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，锚定智能制造主攻方向，推动数字化转型向智能化升级迈进。同时，数字经济通过降低不必要经济活动、优化能源利用、激励低碳行为、引导资金流向等方式实现碳排放“控增量”“减存量”。因此，要利用大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术，赋能新型工业化发展，培育壮大一批经济效益好、降碳能力强、成长潜力大的新产业、新业态、新模式。

《中国碳达峰碳中和进展报告（2023）》发布

国家电投 01月09日

2023年12月27日，中国国际经济交流中心与国家电力投资集团有限公司共同举办“《中国碳达峰碳中和进展报告（2023）》发布暨‘碳达峰碳中和’研讨会”。

《中国碳达峰碳中和进展报告（2023）》聚焦“双碳”主题，围绕“双碳”与新型能源体系建设、生产生活方式绿色变革、战略性新兴产业发展、国际热点与国际合作、地方及企业实践等内容提出建议，为业内人士和研究人员把握“双碳”领域发展动态提供参考。

《报告》指出，从国际看，全球清洁能源发展势头强劲且竞争加剧。受俄乌冲突、巴以冲突等多重因素影响，全球能源局势发生深刻变革，各国加大能源安全保障和能源转型力度，促进能源供应本土化、低碳化，围绕新能源产业展开的大国博弈更加激烈。美欧出台法案积极吸引海外清洁能源产业回流，碳边境调节机制等规则实施进入实质性阶段，国际碳规则壁垒效应逐步显现。全球应对气候变化工作虽持续推进，但各国利益分化严重，气候合作难度加大。

从国内看，我国生态文明建设已进入以降碳为重点战略方向的关键时期，“双碳”政策体系正加快构建，能源结构持续优化。可再生能源装机历史性超过煤电，风电、光伏成为新增发电装机和新增发电量的双重主体，储能呈爆发式增长态势，氢能成为促进新能源电力消纳、推动工业等领域深度脱碳和长周期储能的重要选择，绿色低碳新产业、新业态、新模式蓬勃发展，“双碳”工作取得积极进展。

《报告》认为，我国“双碳”目标推进仍面临新能源消纳难、碳足迹等基础性制度不健全以及国际碳规则约束等多重挑战。展望未来，需更好统筹高质量发展和高水平安全，加快建设新型能源体系，坚决守住能源安全底线，坚决推动能源清洁转型，为高质量发展提供有力支撑保障。

与会嘉宾普遍认为，《报告》深入解读了国家“双碳”战略部署及工作进展，内容丰富、客观严谨，对有关部门、各地方和企业推进“双碳”工作具有重要参考价值。

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

甲醇作“原料” 高效产蛋白

科技日报 01月02日

甲醇蛋白是以甲醇为碳源，通过培养微生物生产的单细胞蛋白，具有成本低、质量稳定可控等优点。甲醇蛋白也被认为是食用和饲用蛋白的有效替代品。

近日，中国科学院天津工业生物技术研究所吴信研究员带领的营养资源合成生物学团队，在“蛋白饲料生物工程制造前沿技术及新产品创制”项目的支持下，在一碳甲醇原料生物合成单细胞蛋白方面取得了新突破。该研究为解析毕赤酵母碳氮源高效利用以及甲醇—蛋白定向合成的调控机制提供了新策略，同时为突破甲醇蛋白生物制造经济阈值奠定了基础。相关研究成果发表在国际期刊《微生物细胞工厂》和《生物燃料与生物产品技术》上。

甲醇蛋白可替代天然植物蛋白

目前，我国大宗农产品对外依存度依然较高，其中，大豆等蛋白质原料的对外依存度已连续十多年超过80%。营养资源高度依赖进口的局面严重威胁了我国食品供给安全。寻求新的蛋白质资源，代替大豆等作物蛋白迫在眉睫。

“单细胞蛋白被视为食品及饲料蛋白生产的重要替代品。该蛋白是通过微生物发酵的方式生产的菌体蛋白。”吴信介绍，菌体中的蛋白质含量高达40%—85%，远高于天然植物中的蛋白质含量。同时，菌体的氨基酸组分齐全，可利用率高，还含有维生素、无机盐、脂肪和糖类等营养成分，可以部分代替鱼粉、大豆、肉类及脱脂奶粉等。

与传统种植方式获取蛋白相比，单细胞蛋白的生产不受自然环境影响，且产率较高。在产量相同的情况下，单细胞蛋白生产用地使用效率比农作物种植用地使用效率提高1000倍以上。

单细胞蛋白可由制糖、造纸、淀粉生产、木材加工等产生的副产物来发酵生产，但这些副产物的供应不稳定，使得单细胞蛋白产量较低。相较之下，甲醇蛋白则具有广阔的工业化生产前景。“在一系列一碳化合物中，甲醇的来源丰富且廉价，更容易运输和储存，是化学工业和生物制造的理想一碳资源。”吴信介绍，甲醇还具有高度的还原性，可以为甲醇蛋白的生物合成提供更多驱动力。

此外，我国的煤炭资源较为丰富，以煤炭副产物甲醇作为碳源生产单细胞蛋白，不仅碳源供应稳定，而且还可通过微生物对一碳化合物的同化降低碳排放，有效推动饲料工业原料资源供给和煤炭副产物高效清洁利用。

改造菌株高效合成甲醇蛋白

目前，常见的能够以甲醇为碳源合成甲醇蛋白的微生物包括毕赤酵母、谷氨酸棒状杆菌等。在毕赤酵母的甲醇代谢途径中，甲醇首先会被氧化为甲醛。一部分甲醛将进入异化途径，进一步被氧化为二氧化碳和水；另一部分甲醛进入同化途径，经由单磷酸木糖途径进入中心代谢，促进菌体的生长代谢。

“甲醇代谢途径复杂，进入异化途径的比例难以调控。并且甲醇本身具有生物毒性，造成的碳损失往往超过原料整体利用率的 20%。无法实现甲醇代谢流高效定向转化为菌体蛋白，是目前制约甲醇蛋白合成成本进一步降低的主要技术瓶颈。”吴信说。

为解决上述问题，团队从全国多个省份的葡萄园、森林、沼泽地等采集了 2 万多份样本，从中筛选获得了可以高效利用多种糖源和低元醇等碳源的菌株，并以野生型毕赤酵母菌株为出发菌株，利用适应性实验室进化获得了一株甲醇利用率高、耐高温的巴斯德毕赤酵母菌株。转录组学和表型分析显示，这一菌株的同化途径和异化途径的通量均有所减少，酵母细胞达到新的代谢平衡，实现了代谢途径中碳损失的减少。

团队在进一步的研究中发现，细胞壁重塑是巴斯德毕赤酵母细胞在进化过程中响应高温胁迫的适应性反应。研究人员通过强化氮代谢途径关键基因和削弱细胞壁合成，来提高获得的巴斯德毕赤酵母菌株的蛋白质含量，最终在 33℃ 条件下的中试规模补料分批培养中，实现以甲醇为唯一碳源高水平生产单细胞蛋白。

进一步突破工业菌株生产阈值

从 20 世纪 60 年代起，世界上就有不少国家开始进行甲醇蛋白的研究与开发生产。至 20 世纪 70 年代后期，全球从事该项研究工作的单位达到近千家。我国对甲醇蛋白的研究并不算晚，早在 1984 年，我国就把甲醇蛋白列为饲料工业发展的重要产品之一。但目前，国内甲醇蛋白行业的竞争程度仍相对较低，大部分企业技术水平有限，产品质量差异较大，市场

竞争力不足。

“早些年，我们的设备装置比较落后，技术难以突破，缺乏优良的野生菌种资源和先进的生产工艺。这些问题导致生产成本较高，在一定程度上限制了我国甲醇蛋白的大规模产业化发展。”中国科学院天津工业生物技术研究所副研究员高乐说。

此次研究创制了具有自主知识产权且可使甲醇蛋白高效合成的巴斯德毕赤酵母菌株，粗蛋白含量达到 67.2%，甲醇—蛋白转化效率达到理论值的 92%，为以甲醇为唯一碳源生产单细胞蛋白提供了一个经济的巴斯德毕赤酵母细胞工厂。目前，研究团队已将这项成果尝试投入应用，在企业实现了万吨级工业化示范。

“未来我们还将引入人工智能系统，加快现有自主知识产权菌株的迭代升级，实现工业菌株—工业原料—发酵工艺/设备高度拟合，进一步突破工业菌株的生产阈值。”吴信表示，提升甲醇蛋白的生理学功能和营养价值，拓展以甲醇蛋白为核心的衍生功能蛋白市场，是未来甲醇蛋白发展的两个重要方向。这能够进一步降低甲醇蛋白的生产成本，提高甲醇蛋白的附加值，促进甲醇蛋白的规模化生产。

全球规模最大乙醇生产装置启动试生产

科技日报 01 月 11 日

近日，全球规模最大的乙醇生产装置近日在安徽淮北启动试生产。该装置每年可产出无水乙醇 60 万吨，开创了一条煤炭清洁高效利用的新路线。

据悉，该装置由淮北矿业集团碳鑫科技有限公司建设，相关技术由中国科学院大连化学物理研究所（以下简称大连化物所）和延长石油集团公司共同开发。其主要原料甲醇来源于焦炉煤气。

乙醇是世界公认的优良汽油添加剂，也是重要的基础化学品。它可以部分替代乙烯用作化工原料，也可以便捷地转化为乙烯。鉴于乙醇兼有大宗化学品和基础能源产品的双重属性，非粮乙醇的大规模生产对于保障我国粮食安全、能源安全和化工产业链供应链安全均具有重要意义。

目前，全世界乙醇年产量约 1 亿吨，主要由美国、巴西等国家利用粮食或甘蔗等作物原料生产，多用作燃料乙醇。我国乙醇市场需求大，产能严重不足。2022 年我国以陈粮发酵路线生产的燃料乙醇约 270 万吨，但缺口仍达到 1000 万吨。由于传统乙醇生产涉及与人争

粮问题，开辟非粮乙醇生产路线对我国具有战略意义。

2010年起，大连化物所刘中民院士团队在非粮乙醇生产赛道上持续攻坚，提出了以合成气为原料经二甲醚羰基化和乙酸甲酯加氢合成无水乙醇（工艺名称 DMTE）的环境友好型技术新路线。研发团队后续与延长石油集团公司合作，研制了非贵金属催化剂，开发了 DMTE 工艺技术，实现了煤、天然气或钢厂煤气大规模制取乙醇。

淮北矿业集团碳鑫公司 60 万吨/年乙醇生产装置试生产的启动，验证了 DMTE 技术的先进性、可靠性，推动了 DMTE 技术的大规模应用。截至目前，DMTE 技术已签订 13 套工业装置（其中出口 2 套）技术实施许可合同，乙醇产能达 395 万吨/年。

新仪器可研究氨生产催化反应机理

科技日报 01 月 12 日

近日，瑞典斯德哥尔摩大学研究人员首次研究了氮和氢生成氨时铁和钌催化剂的表面特性。这一成果为更好了解催化过程，找到更高效材料，为化工行业绿色转型打开了大门。研究成果发表在 10 日的《自然》杂志上。

哈伯法是一种通过氮气及氢气产生氨气的方法。利用该方法生产的氨年产量为 1.1 亿吨，而氨是目前生产化肥的基础化学品之一。《自然》杂志在 2001 年提出，哈伯法是 20 世纪人类最关键的科学发明之一。因为有了哈伯法大量生产化肥后，预防了大规模饥饿，拯救了大约 40 亿人的生命。

不过，在真实的氨生产条件下，科学家还无法通过表面敏感方法对催化剂表面特性进行实验研究。在足够高的压力和温度下具有表面敏感性的实验技术尚未实现。斯德哥尔摩大学化学物理学教授安德斯·尼尔森表示，关于铁催化剂的状态是金属的还是氮化物的不同假设，以及对反应机理重要的中间物种的性质，都无法得到明确的验证。

研究人员此次建造了一台光电子能谱仪，可研究高压下的催化剂表面特性。因此，他们能观察到当反应直接发生时会发生什么，可检测反应中间体，并为反应机理提供证据。新仪器为理解氨生产催化打开了一扇新的大门。

研究人员表示，新工具可开发用于生产氨的新型催化剂材料。这些材料可更好地与电解生产的氢气配合使用，实现化学工业的绿色转型。

催化组合将二氧化碳转为碳纳米纤维 有助抵消强效温室气体排放

科技日报 01月16日

近日,美国能源部布鲁克海文国家实验室和哥伦比亚大学研究人员联合开发了一种耦合电化学和热化学反应的新策略,可将强效温室气体二氧化碳(CO₂)转化为碳纳米纤维。这些材料具有广泛的独特性能和许多潜在的长期用途。研究人员在《自然·催化》杂志上描述,新方法可在相对较低的温度和环境压力下进行,成功地将碳锁定在固体形态的物质中,以抵消碳排放甚至实现负碳排放。

研究人员表示,将碳纳米纤维放入水泥中,可使碳在混凝土中锁定至少50年。该过程同时还会产生氢气。

新工作的特别之处在于,试图将CO₂转化为具有附加值且坚实的固体碳材料。这种固体碳材料含有尺寸为十亿分之一米的碳纳米管和纳米纤维,具有许多吸引人的特性,包括强度、导热性和导电性。但是,从CO₂中提取碳并使其组成精细的结构并不是一件简单的事情。

研究人员为此开发了串联两步法。该方法将反应分解为多个阶段,用两种不同类型的催化剂,使分子更容易聚集在一起并作出反应。

团队首先用一种由碳负载的钨制成的电催化剂,将CO₂和水分解成一氧化碳和氢气。接着团队转向了一种由铁钴合金制成的热活化催化剂。它在400℃左右的温度下工作,比直接将CO₂转化为碳纳米纤维所需的温度要温和得多。通过电催化和热催化的耦合,团队使用这种串联过程实现了单独使用任何一个过程都无法实现的目标。

研究人员称,这种催化剂回收的便利性、催化剂的商业可用性以及第二反应相对温和的反应条件,有助于降低与该过程相关的能源成本。如果这些过程由可再生能源驱动,其结果将是真正的负碳排放,可为缓解CO₂的排放效应开辟新途径。

研究人员将低碳原料高效转化为糖类衍生物

科技日报 01月16日

日前,中国科学院深圳先进技术研究院(以下简称深圳先进院)研究团队在人工合成糖

类衍生物领域取得又一重要突破。该院合成生物学研究所研究员于涛团队与客座研究员杰·基斯林团队，利用合成生物学和代谢工程手段开发的酵母细胞平台，将二氧化碳衍生的甲醇、乙醇、异丙醇等低碳化合物，转化为葡萄糖、肌醇、氨基葡萄糖、蔗糖和淀粉等糖及糖类衍生物。相关研究成果发表于《自然·催化》。

在这项研究中，团队首先通过分析酵母对不同低碳化合物的利用情况，构建了碳源范围更广的酵母工厂。“也就是说，我们拓宽了可利用的低碳原料谱。除了乙醇之外，酿酒酵母还能以乙二醇、异丙醇、丙酸和甘油为碳源，进行葡萄糖生产。”于涛说。

通过碳源的混合使用以及比例调控，研究团队进一步提高工程酵母细胞的生长效率，使其能将甲醇高效转化为葡萄糖。利用这种方式，葡萄糖摇瓶产量可达每升 1.08 克，发酵罐产量可达每升 13.41 克。

“通过引入代谢工程手段和异源合成途径，我们获得的工程酵母能成功将低碳化合物转化为单糖木糖、木糖醇、肌醇和氨基葡萄糖。其中，肌醇和氨基葡萄糖的最高摇瓶产量分别达到了每升 228.71 毫克和每升 69.99 毫克。”深圳先进院合成生物学研究所副研究员汤红婷说。

除单糖外，研究人员还实现了更高碳含量的二糖的合成。在该研究中，团队通过引入集胞藻的蔗糖合成途径和强化内源代谢流，获得了能高效利用低碳化合物合成蔗糖的工程菌株。在此基础上，团队实现了蔗糖的生产，其摇瓶产量可达到每升 1.17 克，发酵产量可达到每升 25.41 克。

为了实现酵母工厂能“吃”多产，研究人员以葡萄糖为研究案例，在酿酒酵母中通过基因过表达和调控葡萄糖抑制效应等手段，强化糖异生途径来提高葡萄糖产量。研究表明，调控葡萄糖抑制效应，能够有效将葡萄糖的产量提高近一倍，摇瓶产量可达到每升 4.27 克，发酵罐产量为每升 18.28 克。这不仅为葡萄糖及其衍生物的产量提高提供了新方法，研究中构建的葡萄糖合成菌株也为进一步研究葡萄糖抑制效应提供了平台。

单细胞蛋白具有高水平的必需氨基酸，是食用和饲用蛋白的潜在替代品。近些年，单细胞蛋白的相关研究成为人们关注的热点。在该研究中，研究团队构建的工程酵母的蛋白含量约达到细胞干重的 50%。未来该技术除了有望以低碳原料实现糖及糖类衍生物的高效产出，还能实现单细胞蛋白的产出。

该研究利用新一代生物制造技术构建微生物细胞工厂，将二氧化碳衍生的甲醇等低碳化合物转化为更高价值的糖及糖类衍生物，有助于丰富基于可再生能源驱动的农业新范式，促进“双碳”目标的实现。于涛表示：“未来我们希望能够利用研究成果，进一步推动二氧化

碳的绿色转化与利用实现链条式、规模化，让糖及糖类衍生物的产量能够达到工业化应用级别。”

秸秆高值利用有了新方法

中国科学报 01月4日

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所科研人员的一项新研究为秸秆高值利用提供了新视角，揭示了秸秆焦油通过聚合改性制备储能碳材料的合成路径与调控机制。近日，相关成果发表于《生物炭》。

焦油是秸秆等生物质热解炭化过程中的副产物，具有碳含量高、易聚合等特点，适于调控合成多孔碳材料，但焦油聚合成炭的机理和孔隙的调控规律仍不清楚。

该研究提出了焦油聚合协同活化掺氮制备多孔储能碳材料的合成策略。研究发现，尿素和氢氧化钾的协同作用在氮元素掺杂和微介孔形成方面发挥了重要作用，并表现出优异的储能特性，在三电极体系下最高比电容为 309.5 法拉/克，如果进行产业化应用，可以产生可观的经济效益。

湖北大学设计环保能量收集器将废热转化为电能

中国科学报 01月24日

湖北大学微电子学院副教授沈孟、教授陈勇等研究发现，作为新能源领域的前沿技术，以铁电材料为核心的热释电能量收集器有望将环境中的废热能转化为电能，供可穿戴电子设备和无线传感网络等小型电子设备使用。日前相关成果发表于《自然-通讯》。

随着传统化石能源的日益短缺，实现社会与经济的可持续发展迫切需要拓展新能源技术。煤、天然气和石油等非再生资源产生的大量能源被浪费为热量，将废热转化为电能不仅能减少碳排放，而且能为自供电传感器提供可再生和清洁的能源，实现能源的循环利用。

因具有将空间温度梯度转化为电能的能力，基于半导体材料的热电能量收集备受关注。作为热电技术的补充，基于铁电材料热释电效应的热能收集器可以将低温级的废热转化为电能，几乎不需要任何外部维护即可自主工作。这种热释电能量收集器适用于为无源传感器网络、医疗健康监测和智能住宅系统提供绿色电力。

此次，研究人员设计了一款无铅热释电基体和高导热率 BNT-BZT-xGaN 热释电陶瓷，获得了环保的高性能热释电能量收集器，为热释电能量收集器的应用提供了新思路。

瑞士开发出便捷节能碳捕获方法

参考消息网 01 月 31 日

据德国《焦点》周刊网站 1 月 27 日报道，苏黎世联邦理工学院的一支研究团队开发出了一种碳捕获方法。利用这种方法，人们可以用按按钮的便捷方式控制液体吸收或释放二氧化碳。

二氧化碳在水中的溶解程度也取决于水的酸碱度。在酸性溶液中，二氧化碳分子保持不变，会作为气体逸出；在中性和弱碱性溶液中则会形成极易溶解的碳酸氢盐。因此，调节溶液的酸碱度，就可以改变二氧化碳分子的存在形式。

专家们使用部花青素这种光致酸产生剂来调节溶液酸碱度。部花青素受到光照时分子结构会发生变化，释放出氢离子，增加溶液酸性；而光照消失时，则会发生逆反应。因此，只要按动光照开关，就可以让溶液中的二氧化碳分子被释放出来，或者形成碳酸氢盐。

由此可以造出一个完美的“二氧化碳陷阱”：在黑暗中将空气注入含有部花青素的碱性溶液，空气中的二氧化碳就会溶于其中并形成碳酸氢盐。当足量的二氧化碳溶于水后，就可以开灯使溶液冒出二氧化碳气泡。这些气体可以被收集并储存。因为部花青素的结构变化是可逆的，所以理论上这个程序可以不断循环往复。

但在实际操作中，研究人员还要解决一个问题，那就是光致酸产生剂在明暗环境多次切换后效力会衰减，直至彻底失效。多支研究团队曾尝试改变这种分子的化学结构，以增加其稳定性。但此前，还没有任何光致酸产生剂能够“持续工作”17 小时以上。

专家们现在发现，二甲基亚砷浓度为 15% 的水溶液可让部花青素的使用寿命达到最长：即使不断重复明暗循环，这种光致酸产生剂的效力也能持续两周以上。

而为了让二氧化碳气体更容易从这种溶液中析出，研究人员还在溶液中添加了一定量的碳酸氢钾，并按计划的时间间隔开关光源。在光照阶段，从这种溶液中析出的二氧化碳是对比溶液的 5 倍。

报道称，相比传统的温控法，这种碳捕获方式不仅更节能，而且调解溶液酸碱度的速度也更快。但专家称，如果要大规模应用这种技术来捕捉大气中的二氧化碳，还需要进一步加

强光致酸产生剂的稳定性。

法媒：火山或可提供无限清洁能源

参考消息网 01月22日

法国《回声报》网站1月10日刊登题为《火山如何成为取之不尽的能源》的文章，作者是约瑟菲娜·布纳，内容编译如下：

利用岩浆生产能源？这是一个冰岛科学家团队的梦想。他们准备在2026年挖一条通往克拉布拉火山中心的地道。该火山是世界上最活跃的火山之一。他们希望通过这种方式，首次开发地球上某些山脉中天然存在的这一无限的地热能源。

英国《新科学家》周刊在描述这次前所未有的冒险时说：“冰岛遍布数千个钻入岩石深处的地热井。很快就会有另一口前景十分广阔的井加入其中。”

来自冰岛雷克雅未克地热研究站的希奥尔蒂·保德尔·英欧尔松团队，在参与一个疯狂的赌局——要深入一个完全被熔融岩石包裹的岩浆库内部。这将是历史首次，因为实际上很难精确定位这些岩浆库，其中大多数由于太深而无法用目前的技术进行钻探。

但位于冰岛北部、欧亚板块和北美板块交界处的克拉布拉火山在2009年改变了这一局面。那一年，一家电力公司以该火山中心为目标进行了第一次钻探，但没有成功，在2000多米深的地方放弃了。不可能再往下挖了，因为一切都表明钻机落入了岩浆库。但这证明确实有可能触碰到神秘的岩浆。

这家电力公司当时努力想要开发火山中心释放的巨大热量。但由于需要冷却钻头而钻头最终却熔化了，部分堵塞了通道，事态变得无法控制。

科学家们有望于2026年利用这一挫折，最终勘探一个岩浆库。

希奥尔蒂·保德尔·英欧尔松团队高兴地向《新科学家》周刊表示：“如果能够穿透地壳并采集岩浆样本，将给我们带来大量的知识。”

具体来说，研究人员将利用已经挖出的井，努力将钻探工具向更深的地方推进，以获得有关岩浆的新数据，特别是岩浆的温度和岩浆库的压力。

除了提供纯粹的科学数据外，这次史无前例的钻探活动可能是向利用地下热量生产热能迈出的一大步。《新科学家》周刊指出，岩浆库可能成为“一种能够为世界提供大量清洁电力、成本几乎为零的新能源”。

该周刊相关文章作者格雷厄姆·劳顿表示，火山产生的部分热量已经被用于冰岛、肯尼亚和美国的地热发电活动。因此，人们有兴趣深入火山的中心，寻找一种真正可以与化石燃料竞争的能源。

劳顿说：“在 2009 年没入岩浆之前，克拉布拉火山井触及了温度约为 900 摄氏度、压力约为大气压 500 倍的地热流体。”这些数字是标准钻井的 10 倍。

至于这类项目的可行性，文章作者指出，冰岛的传统地热井也深达 2500 米左右。此外，火山产生的能源可能让电力价格降到每千瓦时 4.3 美分。这是目前英国电价的六分之一。

五、太阳能

新策略提升钙钛矿太阳能电池性能

科技日报 01 月 15 日

近日，昆明理工大学材料科学与工程学院陈江照教授和易健宏教授团队，在高性能钙钛矿太阳能电池领域取得重要进展。他们通过多齿配体增强整合以稳定埋底界面策略，显著提高了电池的光电转换效率和寿命。国际化学领域期刊《应用化学国际版》发表了相关成果。

金属卤化物钙钛矿太阳能电池，是一种利用钙钛矿型的有机金属卤化物半导体作为吸光材料的太阳能电池。其属于第三代新型高效太阳能电池，也被称作“新概念太阳能电池”。因其具有很高的光电转换效率和较好的稳定性，在光伏领域受到广泛关注。

目前，这种新型太阳能电池已实现了高达 26.1% 的光电转换认证效率，可与单晶硅电池效率媲美。但较差的长期工作稳定性，对钙钛矿光伏技术的商业化提出了严峻挑战。器件中每一个功能层及其界面，与电池的长期稳定性密切相关。其中，正式 n-i-p 电池的埋底界面对制备高效稳定钙钛矿太阳能电池至关重要。

鉴于此，陈江照和易健宏团队开发了一种多齿配体增强的整合策略，通过管理界面缺陷和应力，来提高埋底界面的稳定性。他们采用磷酸酯修饰埋底界面，并减轻了界面残余拉应力，促进钙钛矿结晶，降低影响电池性能的界面能垒。该多齿配体调控策略，可适用于不同的钙钛矿组分，具有很好的普适性。由于显著减少了非辐射复合和显著提高的界面接触，磷酸酯修饰的器件实现了 24.63% 的功率转换效率，这是目前报道的空气环境制备器件最高效率之一。

逐层制备高效全聚合物太阳能电池

中国科学报 01月17日

近日,深圳技术大学助理教授张光焯团队采用固体添加剂策略和碳氢绿色溶剂逐层制备方法,成功将全聚合物太阳能电池的光电转化效率提升至18%。相关研究成果近日发表于《能源环境材料》。

全聚合物太阳能电池具有轻薄、可大规模印刷制备、力学性质优秀、室内光电转化效率高、能源回报周期短等优势。然而,传统高效全聚合物太阳能电池依赖氯仿作为加工溶剂,该溶剂不仅环境不友好,还有高毒性和低沸点的缺点。

针对这一问题,研究团队采用无卤素碳氢溶剂(甲苯)代替氯仿,提高了加工溶剂的沸点,使其更适合大规模生产。此外,研究人员利用固体添加剂策略有效调控了活性层形貌,改善了器件的电学性能。

实验结果显示,相比对照组,固体添加剂的加入能够有效调控给/受体在垂直方向上的相分离尺度,使得活性层底部(靠近空穴传输层处)电子给体浓度高、电子受体浓度低。这有助于提高界面选择性,延长载流子寿命,减少表面复合和载流子被提取的时间,并提高电子迁移率,从而使电子/空穴传输更加平衡高效。

该研究为未来有效调控全聚合物太阳能电池活性层形貌提供了新思路。此外,该方法更有利于大规模溶液加工全聚合物有机太阳能电池的生产。

11.6%! 钙钛矿发光二极管外量子效率再刷新

中国科学报 01月22日

近日,南京工业大学柔性电子(未来技术)学院研究团队在环境友好型钙钛矿发光二极管研究中取得重大突破,在国际上首次将锡基近红外钙钛矿发光二极管外量子效率提升至11.6%。相关研究成果发表于《自然-纳米技术》。

锡基钙钛矿具有环境友好、维度可调和光电特性优异等优点,是替代传统铅基钙钛矿的理想材料之一。然而,目前锡基钙钛矿光电器件性能远落后于铅基钙钛矿器件。

“三维钙钛矿结晶速度过快导致薄膜缺陷密度高,而准二维钙钛矿体异质结存在大量的异质维度界面,不利于载流子的高效辐射复合。”论文通讯作者之一、南京工业大学教授王

建浦表示，近年来，科研人员在开发环境友好的锡基钙钛矿材料中遇到不少困难。“尽管传统的外延生长方法可获得低缺陷、单一界面的高质量二维/三维钙钛矿异质结，但是复杂、苛刻的制备工艺限制了其在大面积钙钛矿薄膜及器件中的应用。”

为此，该研究团队开发了简便的一步溶液外延生长方法，通过简单旋涂，制备出可大面积化的高质量二维/三维锡基钙钛矿异质双层薄膜。基于前驱体溶液的化学调控，他们实现了三维和二维锡基钙钛矿的自发分步结晶。“和湖水结冰时水面先结冰现象类似，在溶剂挥发和添加剂的共同作用下，三维钙钛矿先在溶液表面结晶，随后在加热退火过程中，二维钙钛矿再以三维钙钛矿为模板缓慢向下生长，最终两者像焊接的一样，牢牢贴合在一起。”论文通讯作者之一、南京工业大学副教授常进说。

实验结果显示，基于这一方法构筑的锡基近红外钙钛矿发光二极管外量子效率达到11.6%，刷新了该团队前期保持的8.3%的世界效率纪录。

《中国太阳能热发电行业蓝皮书 2023》发布

中国能源新闻网 01月26日

随着我国新型能源体系、新型电力系统加快建设，兼具调峰电源和储能双重功能的太阳能热发电行业迎来了新的发展机遇。1月18日发布的《中国太阳能热发电行业蓝皮书 2023》（以下简称《蓝皮书》）显示，截至2023年底，我国兆瓦级规模以上光热发电机组累计装机容量588MW（兆瓦），在全球太阳能热发电累计装机容量中占比7.8%。

据悉，《蓝皮书》由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟（以下简称“国家太阳能光热联盟”）和中国可再生能源学会太阳能热发电专业委员会联合编写。

国家太阳能光热联盟专家委员会主任委员、中国科学院院士何雅玲说，太阳能热发电前端采用聚光吸热装置，后端采用同步发电机组，并配置二元硝酸熔盐等储热系统，可连续稳定发电，是电网友好型电源，还具备在部分区域成为调峰和基础性电源的潜力。《蓝皮书》不仅对我国现阶段热发电行业发展情况进行全面梳理，并通过广泛调研，分析了行业发展面临挑战，有针对性地提出了建议。

《蓝皮书》显示，目前我国共有11座光热电站并网发电，其中最大、最小装机规模分别为100、10MW。根据聚光形式不同，在我国并网光热电站中，熔盐塔式（简称“塔式”）占比约64.9%，导热油槽式（简称“槽式”）约26.3%，熔盐线性菲涅尔式（简称“线菲式”）

约 8.8%。截至 2023 年 12 月 31 日，我国在建和拟建（列入政府名单）光热发电项目约 43 个，总装机容量 48MW。

《蓝皮书》分享了国家太阳能光热联盟《熔盐储能光热发电与光伏+其他新型储能系统技术经济性对比》共性技术课题研究成果。光热发电正处于规模化发展和技术快速进步阶段，随着规模化成本降低和发电效率提高，熔盐储能光热发电度电成本将进一步下降。预计到 2025 年塔式光热电站度电成本将下降至 0.61 元，2027 年降低至约 0.53 元；槽式光热发电技术，依托“大槽集热+导热油传热+熔盐储热”技术方案，度电成本可下降至约 0.61 元，通过“超大槽集热+熔盐传热及储热”技术方案，电站装机容量可扩大至 2*300MW 或更大规模，度电成本预计 2030 年之前可降至 0.4-0.5 元；菲式光热发电技术，预计至 2025 年，单机规模 300MW 以上电站的度电成本可达 0.6 元以内，项目经济性将显著提高。

《蓝皮书》建议，相关部门应不断总结现有商业化光热电站经验，进行技术创新，降低成本；开展光热发电前沿技术示范，持续深化基础研究；推进以太阳能为主的多能互补低碳发电技术示范，对多种新型储能发电项目进行集中示范等。

六、海洋能

俄研发廉价海水淡化装置

科技日报 01 月 10 日

俄罗斯车里雅宾斯克南乌拉尔州立大学科研人员最新研发出一种廉价的海水淡化装置。该装置由太阳能供电，一昼夜可净化出多达 3 升的清洁饮用水。

这项成果的研发者、南乌拉尔州立大学叶夫根尼·索洛明教授称，近年来，尽管人们建造了大量海水淡化厂，但提供清洁水的问题尚未得到解决。一方面是海水淡化的周期需要很长时间，另一方面是缺乏高质量的净化。而此次研发的海水淡化装置，不仅能从海水中获得高质量的清洁水，而且还显著加速了海水淡化中的蒸馏过程。

新研发的装置由两段活塞缸组成，利用内燃机冲程工作原理净化海水。该装置一昼夜可从海水中提取多达 3 升的清洁饮用水，每小时消耗 1 千瓦能量。如果建造更大规模的这种海水淡化装置，则可将净化出的清洁水量提高到每天 15000 升。

据悉，该海水淡化装置的成本大约是 1.2 万卢布（接近 1000 元人民币）。如果建造大型装置，大规模净化海水，成本可减少 50%至 80%。另外，该装置还可净化地下水。

首套自动控制压井系统研制成功

科技日报 01月16日

中国海油首套自动控制压井系统近日在国家海上油气应急救援天津基地研制成功。这标志着我国自动化井控技术取得新的突破，对提高井控应急处置效率、保障海上油气安全生产具有重要意义。

随着我国海洋石油工业在高温、高压和深水领域勘探开发理论的创新和技术的突破，海上油气勘探开发力度进一步加大，对井控防喷提出更高要求。中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司中国海油井控中心经过3年攻关，自主研发出首套自动控制压井系统。

“系统可根据采集到的关井参数，结合钻井数据，智能计算地层压力，生成配套的压井方案，全过程自动控制压井参数，实现科学压井，全面解决‘关井参数弄不清、地层压力算不准、压井过程控不稳’的行业技术难题。它还可以有效避免传统的人工手动控制压井容易错过压井处置黄金时间，甚至造成井漏、井涌、井喷等情况的发生，为科学钻井提供支撑。”中国海油井控中心主任工程师苗典远介绍说。

该系统在国内首次将人工智能技术应用于溢流后地层压力计算。通过大量模拟数据训练出准确率极高的神经网络，系统可以快速得出地层参数，实现了井控地层压力由传统人工计算到智能计算的突破。

压井作业中最复杂的是井筒压力控制。传统压井通过人工计算、手动调节节流阀进行，误差往往较大，难以应对现场压力窗口狭窄的情况。自动控制压井系统成功研发出智能压力控制算法，可根据现场工况自动选择最科学的压井方案，做到快速响应、精准控制、自动压井，有效缩短井控处置时间，大幅提高压井成功率。

该系统已在陆地试验井场完成138次控制压井试验，全部压井成功。与传统手动压井方式相比，控制精度达到90%以上。

中国海油井控中心巡视办主任李晓刚表示，这种系统可提前部署在海上高风险井，保证压井作业平稳有序，有效防止溢流事件进一步扩大，筑牢海上井控安全屏障，为我国海上油气勘探开发提供有力井控技术支撑。

七、氢能

国内首台民用液氢罐车研制成功

科技日报 01月02日

近日，国内首台民用40立方米液氢罐车研制成功。这标志着我国在液氢制取、储运与加注等关键技术装备及安全性研究方面取得重大进展，对促进我国民用液氢储运装备发展具有重要意义。

液氢罐车是实现液氢上路运输的关键装备，也是实现氢能大规模应用的关键卡点之一。据悉，该民用液氢罐车由张家港中集圣达因低温装备有限公司设计制造，北京特种工程设计研究院以及西安交通大学共同参与完成。

研究团队克服了研制周期短、基础数据缺乏、设计与制造标准缺失等困难，依次攻克了40立方米液氢罐车总体工艺流程及安全结构设计、高性能绝热材料高效配比应用、超低温材料焊接、高真空获取及长效维持技术等核心关键技术。

其中，张家港中集圣达因低温装备有限公司制定的移动式真空绝热液氢压力容器企业标准是我国首个液氢罐车企业标准，该标准已经由全国锅炉压力容器标准化技术委员会移动压力容器分技术委员会备案通过；同时，相关工作还为移动式真空绝热液氢压力容器专项技术要求团体标准的制定作出重要贡献。

新机制助丙烷脱氢制丙烯工艺增产提效

科技日报 01月04日

近日，天津大学新能源化工团队在丙烷脱氢制丙烯催化反应机理研究中取得新进展。团队提出丙烷脱氢反应新机制，即通过向原料中添加适量氢气，在氧化物催化剂表面形成活性更强的金属氢化物催化位点，提升丙烯生产效率。相关成果论文近日发表于国际期刊《自然·化学》。

据介绍，丙烯是一种重要的基础化工原料，是制造塑料、合成橡胶和合成纤维三大合成材料的基本原料。其下游产品广泛应用于涂料、医药、电器、汽车等领域，在国民经济中占据重要地位。

烯烃的生产技术是衡量一个国家石油化工行业科学技术水平的重要标志。丙烷脱氢是目前我国第二大丙烯制备工艺，也是市场占有率增长最快、最具前景的丙烯生产新技术。

在此技术中，催化剂发挥着重要作用。目前丙烷脱氢工业普遍使用的催化剂包括铂基和铬基两种。前者价格昂贵，后者虽然较为廉价，但其具有毒性，且饱受“结焦失活快”的困扰，反应十几分钟便需再生一次。丙烷脱氢所需的高温会加剧反应过程中催化剂的结焦失活，极大限制了设备生产能力。因此，在不降低催化剂活性的前提下抑制结焦以降低再生频率，对于提升丙烯生产效率具有重要意义。

天津大学新能源化工团队提出了“金属氢化物介导的丙烷脱氢反应”新机制：在丙烷原料中存在适量氢气的反应条件下，金属氧化物表面在反应过程中能形成金属氢化物活性位点。新产生的位点参与丙烷脱氢催化循环，在抑制焦炭产生的同时大幅提升催化本征活性，加快了反应进程。基于此，团队开发了环境友好的负载型氧化镓基催化剂及临氢脱氢工艺，显著提升了丙烷脱氢反应性能，实现优于国际同类产品的丙烷转化率、丙烯选择性及反应和再生稳定性。

近年来，天津大学新能源化工团队探索形成“理性设计—精准构筑—应用引领”的催化剂研究范式，攻克了丙烯生产过程中的若干科学和技术难题，建立了相对完整的具有自主知识产权的新型高效丙烷脱氢催化剂及工艺专利体系。部分技术已进入产业化阶段，未来有望在全国范围内推广应用，对加速打破国外技术垄断具有重要意义。

电解水制氢将有高稳定性析氧催化剂

科技日报 01月16日

近日，昆明理工大学非常规冶金团队与伊比利亚国际纳米科技实验室、香港理工大学、中国科学院上海高等研究院等合作，在高稳定性析氧催化剂构筑方面取得重要进展。相关成果发表于国际期刊《先进材料》。

析氧反应是电解水的半反应之一，具有复杂的四电子转移过程，是限制电解水绿色制氢整体能量效率的瓶颈。电解水过程效率的提高，有赖于高效析氧催化剂的构筑。但在苛刻的工业条件下，获得高度稳定析氧反应电催化剂仍是极大的挑战。在这项最新研究中，昆明理工大学非常规冶金团队张利波教授、胡觉教授等人，就非贵金属高熵合金和高熵氧化物——铁钴镍锰铬五元异质结构进行原位重构，从而在工业条件下实现了高度稳定析氧。

基于这种非贵金属高熵合金和高熵氧化物的异质结构，金属颗粒可通过与高熵氧化物的强相互作用在析氧反应电催化过程中获得稳定。此外，由于与邻近高熵氧化物存在排斥作用，

含氧中间产物在活性金属位点上的强结合力在很大程度上被削弱，从而改善了析氧反应动力学，提高了非贵金属高熵合金和高熵氧化物催化剂的稳定性。

该催化剂是通过早期过渡金属诱导的非贵金属高熵合金原位相变合成的，其相变激发了暴露在催化剂表面的大量活性非贵金属高熵合金和高熵氧化物界面，从而加速了析氧反应过程。凭借这种独特策略，研究团队制备的这种五元异质催化剂，在 100 毫安/平方厘米电流密度下，100 小时后显示出 247 毫伏的超低过电位。即便工业条件苛刻，该催化剂在 500 毫安/平方厘米电流密度下保持 500 小时后，活性损失几乎可以忽略不计，具有出色的长期稳定性。

研究显示，高熵氧化物的形成诱导了轨道位错效应，不仅提供了高电活性的位点，而且促进了位点间的电子转移，增强了电活性，实现了高效持久析氧反应。这为设计基于非贵金属高熵合金的精细异质结构提供了思路，同时为构筑高效、稳定的工业电解水催化剂提供了新视角。

新型催化剂实现高效全分解水制氢

中国科学报 01 月 18 日

中国科学院大连化学物理研究所研究员章福祥团队在宽光谱捕光催化剂全分解水制氢研究中取得新进展。他们发现金属载体强相互作用可显著促进 Ir/BiVO₄ 光催化剂体系的界面电荷分离和水氧化性能，进而建立了高效的“Z”机制全分解水制氢体系，其室温下制氢表观量子效率达到 16.9%。近日，相关成果发表于《焦耳》。

利用悬浮粉末光催化剂全分解水制氢，虽然被认为是最廉价、最易规模化应用的太阳能光化学转化途径之一，但其制氢效率一直受光生电荷分离效率低的制约。

在该研究中，团队通过高温氢还原处理获得具有 SMSI 作用的 Ir/BiVO₄ 光催化剂，发现金属载体强相互作用可显著促进其界面电荷分离。此外，团队通过原位光诱导实现负载 Ir 物种在 BiVO₄ 晶面定向转化成 Ir 和 IrO₂ 双助催化剂，进一步提高其表面催化和电荷分离能力，使得 BiVO₄ 产氧性能提升 75 倍以上。在此基础上，团队通过耦合 TaON 基产氢光催化剂，建立了“Z”机制可见光催化全分解水制氢新体系。

该研究不仅将金属载体强相互作用的应用从传统的热催化领域拓展至光催化领域，而且为促进光生电荷分离提供了新思路，有望为构筑高效光催化新体系奠定科学基础。

氢能关键材料技术加速进阶

中国能源报 01月01日

氢能关键材料领域的技术突破，是氢能实现产业化的关键。业内人士认为，关键材料技术决定着氢能产业链各环节重要装备整体性能与产品优势发挥。目前，我国氢能关键材料已取得诸多突破，国产化进程不断加快。

事实上，随着燃料电池汽车示范城市群建设持续及绿氢产业发展，我国燃料电池及电解槽核心材料产业技术进步明显提速。近日，重庆市印发《重庆市先进材料产业集群高质量发展行动计划（2023—2027年）》的通知，指出要培育质子交换膜、极板、催化剂材料支撑氢能产业发展，提升新能源材料产业链自主化水平，推动产业集群发展。

在质子交换膜领域，东岳未来、国家电投都在持续加大相关产品的研发生产。在国产催化剂方面，济平新能源、国家电投等已实现小批量应用，为大规模商业化生产储备了技术基础。在膜电极领域，2019年以来，鸿基创能、擎动科技、武汉理工氢电等多家企业的生产线先后落成，逐步开启膜电极批量化生产步伐。

研究数据显示，2021年以来，燃料电池关键材料领域实现众多自主技术突破：100万片膜电极正式下线、年产50万平米质子膜自动化产线投产、催化剂年产量达到1500千克，气体扩散层年产量达10万平方米。

另据了解，目前，国内有10多家企业可以研究开发燃料电池催化剂，国产催化剂年产量在100公斤—1000公斤之间。

在制氢隔膜技术方面，天津大学化工学院教授康鹏指出，目前在全球范围内，“碱性电解水制氢隔膜材料”已发展到第三代，但由于种种原因，第三代隔膜在产能上大幅受限。“为填补国内电解水制氢复合隔膜材料技术的空白，山东蓝拓氢能科技有限公司、碳能科技等国内企业正持续进行技术攻关并已经取得成果。”

“国产材料究竟是行还是不行，关键在于企业发挥主观能动性，在寻求技术攻关的同时，根据市场竞争格局及时调整部署。”有研集团首席科学家蒋利军提醒，“虽然国内在关键材料技术上取得了比较大的突破，在催化剂、质子交换膜、膜电极等领域形成了有相当产能规模的生产线，具备了进一步国产化的基础，但核心材料的成本仍然偏高。”

北京大学材料科学与工程学院教授郭少军也指出：“对于燃料电池电堆而言，催化剂和

膜电极可以占到整个成本的 70%以上，因此，催化剂和膜电极成本是未来燃料电池最大的瓶颈问题。在氢气的清洁制备方面，催化材料制绿氢催化活性低、稳定性差等问题也亟待解决；质子交换膜电解水制氢阳极端高电压强腐蚀性环境对材料也提出了更高要求。”

如何降低氢能关键材料成本、实现国产材料的高比例替代和氢能产业的高质量发展？业内专家认为，关键在于国产化材料稳定性好并形成稳定的产品供应能力。以膜电极为例，据了解，膜电极制备工艺复杂、研发周期较长，虽然目前国产膜电极性能正逐步与国际接轨，但在专业特性上仍需进一步攻关。

此外，蒋利军认为，国产氢能关键材料市场利用率的提升，需要打好“组合拳”。“虽然近几年国内在材料领域的研发、投资热情较高，但技术的发展成熟度仍有待提高。一方面，企业要形成稳定量产能力，抓住市场应用机会；另一方面，企业需要与国外企业加强合作，进一步提高关键材料研发能力，将产品推向国际市场。”

新方法实现氢化锂介导光化学合成氨

中国科学报 01 月 26 日

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员陈萍、郭建平团队在氢化物化学固氮研究方面取得新进展。团队揭示了氢化锂光致脱氢变色现象与固氮之间的关联，并由此构筑了氢化锂介导的光催化合成氨过程。相关成果发表于《自然-化学》。

氮气加氢合成氨是维持生命延续、满足人类社会能源与化工需求的关键化学反应之一。然而，现有哈伯法合成氨技术需要高温高压的苛刻反应条件，是一个高能耗、高碳排放的过程。发展可再生能源驱动、温和条件下实施的合成氨新技术，是研究人员长期追求的目标，也是化学科学中极具挑战性的研究课题。太阳能是一种取之不尽、用之不竭的可再生能源，实现光供能的合成氨过程是最理想的合成氨方式之一。

在此次研究工作中，团队探索了氢化物在光照下的固氮行为。研究发现，氢化锂作为一种无机宽禁带半导体，在紫外光照下会出现脱氢及变色现象。与常规氧化物或氮化物半导体不同，氢化锂在产生载流子分离后，负氢会失去电子形成氢气，并产生氢空位，而光生电子可在表面氢空位形成富电子的色心结构，有助于氮气的还原活化，整个过程中负氢也能参与 N-H 键的形成。在氮氢共进料条件下，团队实现了温和条件下氢化锂光催化合成氨过程。该研究展现了氢化物在介导光化学反应中的发展潜力，丰富了氢化物固氮化学的知识体系。

八、风能

世界超高海拔地区规模最大风电项目投产

科技日报 01月04日

近日，国家能源集团西藏那曲色尼区欧玛亭嘎 100 兆瓦风电项目（以下简称“项目”）日前成功全容量投产。这是全球超高海拔地区已建成单机容量最大、装机规模最大的风电项目。

项目于 2023 年 4 月开工建设，由 25 台单机容量 4 兆瓦的风机组成，位于西藏自治区那曲市。“一般来说，海拔高度在 3500 米到 5500 米之间，我们就把它定义为超高海拔。欧玛亭嘎风电场场址海拔在 4500 米到 4800 米之间，平均海拔 4650 米，总装机容量达 100 兆瓦，是西藏自治区第一个 100 兆瓦级风电项目。”国家能源集团西藏那曲分公司副总经理胡建生介绍。

据悉，项目每年可提供清洁电能约 2 亿度，能够满足当地 23 万人一年的用电量，节约标准煤约 6 万吨，减少二氧化碳排放量约 16 万吨，对改善当地能源结构、保障冬季取暖和电力安全供应具有重要作用。

“在建设过程中，我们克服了高寒缺氧、极端恶劣气候、远距离运输等系列挑战，解决了高寒地区混凝土浇筑和风机吊装等系列难题，积累了丰富的工程建设管理经验、施工技术经验。项目的建成对推动超高海拔地区风机研发应用和风电项目大规模发展具有示范意义。”胡建生说。

更重要的是，项目还取得了一系列技术创新成果。“比如，我们定制化设计并解决了超高海拔电气绝缘、温升、散热、耐压、防雷、凝露、覆冰等难题，大幅提高机组超高海拔长期运行稳定性和可靠性；研发了超高海拔恶劣环境风电基础高性能纤维混凝土，提高了混凝土的耐久性、强度及可靠性。”胡建生举例道。

广东省首个海上风电储能项目并网

中国能源新闻网 01月3日

近日，由三峡集团与南方电网合作开发建设的广东阳江海上风电储能科技示范项目——峡安储能站顺利投产并网。该项目是广东省首个海上风电配套建设储能电站示范项目，也是三峡集团与南方电网战略合作协议的首个落地项目。

项目充分利用三峡阳江沙扒 200 万千瓦海上风电场陆上集控中心场地及系统并网资源，建设 6 套 5MW 电化学储能单元，初期建设规模 30MW/30MWh。项目采用了当前较为先进的高压级联技术，具有高效率、低成本、更安全等优势，为阳江市绿色低碳转型、实现高质量发展提效赋能。

项目投运后不仅能有效地平抑短期尖峰出力，还具备送出出力平滑、调峰调频、为电网提供辅助服务等多种功能，可缓解粤西电网调峰调频压力，提高系统运行灵活性，加强区域供电可靠性，提升保底电源支撑。

我国首个可并网兆瓦级高空风电示范项目成功发电

中国能源报 01 月 22 日

日前，由中国能建和中路股份共同建设的安徽绩溪高空风能发电新技术示范项目成功发电。这是我国首个可并网的兆瓦级高空风能发电示范项目，总装机容量为 2.4 兆瓦，可利用 300 米—3000 米的高空风能进行发电，是我国高空风能发电技术的首次工程化实践，对推动高空风能发电技术及其产业化发展具有重要意义。

据了解，高空风能发电是一项充分利用高空风资源的创新型技术，采用独有的设备组合完成对高空风能的捕获吸收，将捕获的风能转换成机械能，带动发电机组旋转实现持续稳定发电。相比于低空风能，高空风能具有风能储量丰富、风速高、风向稳定等优势。

据中路股份有限公司新能源事业部技术工程部总监张越介绍，高空风能发电过程持续稳定、年利用小时数高，并且无噪音、绿色环保。

我国高空风能发电环境良好。相关研究表明，我国 6000 米高空的风能密度均值是地表风能密度 20 倍以上。另据相关专家表示，1 万米高度是风能密度最理想的高度，也是我国高空风能发电领域未来的发展方向。

对此，我国企业已经有所行动。中国能建相关人士表示，公司已经成功申报获批“新型高空风力发电关键技术及装备”国家重点研发项目，未来将继续开展高空风能发电技术的研究和试验，将进一步推进高空风能发电产业化发展。2023 年，由中电工程首次牵头、中路

股份联合申报的国家重点研发计划项目“大型伞梯式陆基高空风力发电关键技术及装备”也成功获批。

张越表示，高空风能发电目前处于起步阶段，希望政府可以提供稳定可靠的政策支持，包括长期优惠政策、贷款与补贴等。“这可以降低企业的运营成本和风险，增强投资信心，吸引更多资金和资源投入高空风电项目。同时，审批流程方面能够简化程序，以加速项目的启动和建设，降低项目开发成本和时间，提高项目竞争力和吸引力。”

对于未来高空风电的发展，张越还建议开展规模化应用。“随着高空风电技术的成熟，可以逐步实现规模化应用，建设更大容量的高空风电项目，提高整体发电能力。未来，高空风电还可以与其他能源形式进行融合，例如与太阳能光伏发电、储能技术等结合，形成多能源互补的综合能源系统。”

九、核能

新微型原子能电池可稳定发电 50 年

科技日报 01 月 09 日

1 月 8 日，北京贝塔伏特新能科技有限公司（以下简称“贝塔伏特”）宣布研制出微型原子能电池。研发团队利用镍 63 核同位素衰变技术和金刚石半导体，将原子能电池小型化、模块化、低成本化，这项技术刚获得中核集团 2023 年创新大赛三等奖。该公司的首个产品——BV100 电池的功率是 100 微瓦，电压 3 伏，体积是 $15 \times 15 \times 5$ 立方毫米，比一枚硬币还小。

原子能电池，又称核电池或放射性同位素电池，其原理是将核同位素衰变释放的能量转化为电能。核电池的能量密度是三元锂电池的 10 倍以上，针刺或枪击也不会起火爆炸，零下 60°C 至 120°C 范围内均能正常工作。

上世纪 60 年代，为了给航天器提供长时间持续的能量，美苏相继研发出核电池，原理是核辐射升温，用温差发电。这类核电池体积大、昂贵，应用场景有限。另一类核电池，可将辐射直接转化为电能——放射性元素衰变中发射的 β 粒子（正电子）照射半导体，产生电流，但效率很低。为了更有效率地捕捉 β 粒子，贝塔伏特的科学家团队开发了一种高性能的单晶金刚石半导体，厚度仅为 10 微米；2 微米厚的镍 63 薄片放在两片金刚石半导体转换器之间，稳定持续地激发出电荷，一种超长碳纳米管制造的超级电容负责收集这些电荷。

贝塔伏特公司董事长兼首席执行官张伟表示，新式核电池可以实现 50 年稳定发电，无需充电、无需维护，不产生外部辐射，量产投入市场后，将满足航空航天、人工智能设备、医疗器械、微型机电系统、传感器、小型无人机和微型机器人等长续航场景需求。如果功率足够，配备核电池的手机将不再需要充电，小型无人机也无需返航充电。

张伟介绍，贝塔伏特正与国内院校联合研发，采用锶 90、钷 147 和氡同位素，研制更高功率的电池。

核废料“变废为宝”引关注

中国能源报 01 月 08 日

核废料处理难一直是核电产业发展的一块“心病”，不断有业内人士呼吁赋予核废料“二次生命”。《金融时报》援引预测数据显示，全球范围内，仅通过核废料回收就可以创造 5000 亿美元收入。显然，就可持续性和经济效益而言，核废料再利用意义深远。全球范围内，越来越多的国家和企业已经着手研究和设计可以使用核废料的反应堆，力求“废料变燃料”。

美国核能创新技术公司 TerraPower、英国核能技术初创企业 Newcleo、丹麦哥本哈根原子能公司等都在设计各自的核废料供能新型反应堆。特斯拉创始人兼首席执行官埃隆·马斯克也提出了核废料供能核堆、核废料电池的设计方案，其中，电池设计主要利用核废料中贝塔辐射衰变来提供动力，并通过半导体将辐射能转化为电能。

作为核废料发电的拥趸之一，TerraPower 公司一直强调，不管是持久性还是规模性，核废料再利用都很可靠，其研究的行波堆就是为了解决核能产业中一个共性问题——燃料增殖和废料处理。行波堆可以使用贫铀燃料，且燃烧时间长达 40 年而不用换料，传统反应堆大约每两年需要更换一次燃料。

Newcleo 公司则寻求设计一个物美价廉的核废料供能核堆，以提供具有竞争力的发电价格。据悉，该公司的铅冷小型模块化反应堆技术，旨在利用铅冷快速反应堆降低核电生产成本，这是一种使用大气压而不是高压水反应堆的新技术，可以用核废料作为燃料，而不需要开采铀，比现有核技术更安全。

Newcleo 公司首席运营官伊丽莎白·里佐蒂表示：“我们的设计旨在充分利用现有核废料，减少处理此类废物的环境和财务成本，降低扩散风险，并避免开采新的核燃料。”

丹麦哥本哈根原子能公司子公司英国原子能公司，于 2023 年 1 月向英国商业、能源和

工业战略部提交了小型模块化钍熔盐反应堆的通用设计评估准入申请，这种反应堆利用未加压的重水进行缓和，消耗核废料，同时从钍中培育出新的燃料。

英国原子能公司首席执行官兼联合创始人托马斯·思迪博格表示：“这项技术不产生温室气体排放，并且还能通过消耗核废料来产生能量。”他补充称，第一座商用反应堆预计将于2028年开始运行，由于运营成本低，电价将低于每兆瓦时40英镑（约合48美元）。“这个价格非常有竞争力，将创造一种新的、负担得起的能源。”

事实上，核废料再利用并不是什么新鲜事。美国能源部曾于2020年允许核能初创公司奥克洛进行废铀制成燃料的测试，该公司成为全美第一家获得爱达荷国家实验室核废料库存的公司。奥克洛设计的反应堆体积小，发电装机仅1.5兆瓦，可为1000户家庭供电，使用核废料发电且20年不用换燃料。

爱达荷国家实验室几十年来一直是未来核能技术试验场，产生了数百吨铀废料，这些废料被存放在临时储存设施中，该实验室一直在研究通过铀废料为新一代小型商堆供能的可能。

爱达荷国家实验室核科学与技术实验室副主任杰斯·格汗表示，美国核废料产生的能量可以为全美供电一个世纪，再利用无疑是解决和管理核废料最有效的方式之一。

美国核管理委员会指出，快速核反应堆技术就是一种将核废料转化为能源的技术，已经在美国发展了50多年，该技术所有基础都已得到证实，可以大大减少核废料。

根据美国能源部核能办公室数据，即使在反应堆中使用了5年，核燃料仍有90%以上的能源潜力，重新使用将在一定程度上解决如何处理大量核废料库存的问题，并将减少对进口铀的依赖。

法国也在进行相关尝试。法国燃料公司欧安诺用经过后处理的乏燃料制成一种铀钚混合氧化物核燃料。乏燃料是核电站使用过的核燃料，一般只能在传统轻水反应堆中使用一次。

法国电力公司旗下32台900兆瓦核电机组中有22台使用铀钚混合氧化物核燃料，这些机组的发电量约占法国核能总发电量的10%。欧安诺公司表示，使用经过后处理的乏燃料可以减少天然铀进口，铀钚混合氧化物核燃料在快速核反应堆技术中得到很好应用，但并不经济，尤其是与使用天然气等燃料的发电厂相比，如何更经济、更高效、更安全地利用核废料还有待进一步研究和测试。

十、其它

全国首个液化天然气冷能养殖示范项目出鱼

科技日报 01月19日

1月18日，在中国海油广东大鹏液化天然气接收站（以下简称“大鹏接收站”），全国首个液化天然气冷能养殖示范项目正式出鱼。该项目试验期投放的红鱼、笛鲷类鱼种在40天的试养观察期内各项生长生理指标稳定，已完全适应养殖水体环境，预计年产量可达10万斤。该示范项目的成功应用，标志着国内液化天然气行业在探索绿色发展新路径、建设现代化“海洋牧场”方面迈出了新的步伐。

据介绍，液化天然气气化外输时会将巨量的冷能排放到海水中，造成极大的能源浪费。大鹏接收站是国内液化天然气供应量最大的接收站之一，2023年，该站冷能处理量超800万吨。广东大鹏液化天然气有限公司总裁郝云峰介绍，液化天然气与海水换热后，海水水温会降低5℃左右，根据不同季节一般保持在15℃至25℃之间，非常适宜高经济价值鱼类生长，是南方海域非常稀缺的冷水资源。中国海油创新利用冷能资源，在液化天然气接收站内建设一个现代化的冷能养殖区。该项目建立了一套科学、立体的循环活水养殖系统，整个过程不会对海洋环境造成破坏。

据了解，中国海油冷能利用技术团队对本次养殖试验项目开展了全生命周期的技术监测，针对接收站开架式气化器冷排水量不稳定等问题，进行了大量的养殖工艺模拟，比选出最优的供冷工艺。同时，考虑高经济价值类冷水鱼对水温的敏感性，技术团队开发了基于液化天然气冷能的水温调控系统，设计出更具适用性的站内冷能养殖改造设计方案。

据深圳市水产行业协会种业分会秘书长曹跃明介绍，在大鹏接收站内低温海水生长的海产品不需要再投放任何鱼药或其他添加物，可以确保海产的高品质。试验项目的经济效益十分可观，这批高价值海产品的市场售价每斤在百元以上，通过冷能养殖方式综合成本还能降低30%。

该项目产生的环境效益也十分显著。据测算，1立方米海水温度降低5℃需要消耗5.8千瓦的能量，养殖项目利用的冷能相当于每年为社会节约用电197万千瓦时、减排二氧化碳1800吨。

亚洲首座油气处理与岸电设备共建平台投产

科技日报 01月26日

1月26日，亚洲首座油气处理与岸电设备共建平台——埕北油田 CEPC（中心平台）在国内最大原油生产基地渤海油田成功投产。

所谓共建新模式，是指将高压输电设备与油气处理设备共同建设在同一个平台上，相当于直接给传统中心处理平台安上了一颗岸电“心脏”。这种开发模式可使埕北油田通过岸电设施接入来自陆地的绿色电力，告别海上油田“自发电”的历史，减少海上“自发电”带来的天然气和原油的消耗，进一步实现海洋油气资源的绿色开发。

作为渤海油田绿色低碳发展的创新项目，该模式在亚洲范围内属于首次应用，为今后我国海上油田节能降碳探索了新路径。新平台投产后还将推动埕北油田迎来新一轮产量增长高峰期。

据了解，埕北油田位于渤海西南部，是我国海上第一个开展对外合作的油田，也是中国海域第一个完全按照国际规范、标准建设的现代化油田。自1985年投产至今，埕北油田已累计贡献原油超过1300万吨，是渤海油田稠油采出程度最高的油田。

埕北油田开发初期共建有A、B两座平台，此次新建的CEPC是埕北油田投产39年来建设的第3座中心平台。该平台为一座8腿8主桩平台，高度超过10层楼，总重量近15000吨，是埕北油田调整/曹妃甸21-3油田开发项目的核心装备。在整个项目中，渤海油田将通过新建平台、海管、海缆、修井机以及新开发一批生产井，进一步推动埕北油田“老树抽新芽”，为我国海上油田绿色发展注入新动能。