

# 能 量 转 换

## 剪 报 资 料

总 57 期  
9/2022.9

中国科学院广州能源研究所 广东省新能源生产力促进中心  
中国科学院可再生能源重点实验室 中国科学院天然气水合物重点实验室  
广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

---

### 目 录

#### 一、总论

1. 德媒文章：中国可再生能源发展领先世界..... 5
2. 促进西北新能源高比例发展研究报告发布..... 5
3. 支持大力发展可再生能源..... 6
4. 新型电力系统下的数字能源生态..... 7
5. 能源转型需要颠覆性原创技术 ..... 10
6. 加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划 ..... 12
7. 四川奋力打造世界清洁能源装备集群 ..... 13
8. 虚拟电厂如何“应运重生” ..... 15
9. 新型电力系统契合全球电力转型大势 ..... 17
10. 国内首家虚拟电厂管理中心在深成立..... 18
11. 中欧非多边互利共谋绿色合作新篇章..... 19
12. 中国能源转型步伐领先世界..... 20
13. 我国清洁能源研究居优势地位..... 22
14. 十年间：稳居世界第一位..... 23
15. 广州市能源发展“十四五”规划出炉 ..... 23
16. 科学应对 稳健转型 ..... 24
17. 2021 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告 ..... 26

#### 二、热能、储能、动力工程、节能

1. 科学家用蟹壳制成可生物降解电池 ..... 33
2. 新型光电探测器能模仿光合作用 ..... 33
3. 5~8 年电力装备供给结构显著改善 ..... 34
4. 钙钛矿加速产业化落地 ..... 35
5. 甲醇全产业链协同发展蓄势待发 ..... 36
6. 科学家有效预测固体氧化物燃料电池阴极活性 ..... 38

7. 这种新材料着火了还能发电 .....	39
8. 我国应加快燃料电池汽车商业化 .....	41
9. 储能电池强制性标准正加快制定 .....	42
10. 科学家制造出“宇宙最冷物质” .....	44
11. 实验室造出迄今最冷物质 .....	45
12. 浙江首个大型电网侧独立储能示范项目投运 .....	46
13. 电池掀起“无钴化”热潮 .....	46
14. 单体大容量电池是储能发展方向 .....	48
15. 日开发电动汽车无线供电技术 .....	50
16. 地下盐穴化身绿色储能库 .....	50
17. 镁基材料将成下一个储能风口 .....	54
18. 锂离子电池“最佳配方”研发有望加速 .....	55
19. 实现压气储能关键核心技术突破 .....	56
20. 压气储能将成大规模储能支柱 .....	57
<b>三、碳达峰、碳中和</b>	
1. 全球大多数碳捕获项目未达标 .....	57
2. 能源低碳发展的中国智慧、中国机遇 .....	58
3. 统一多维度碳排放统计核算方法及边界 .....	60
4. 2030 年非化石能源消费比重力争达到 16% 以上 .....	61
5. 我国碳排放配额累计成交达 1.95 亿吨 .....	62
6. 广东实现“双碳”目标有了建议解决方案 .....	64
7. 电碳指数让你算清每千瓦时电有多少碳 .....	65
8. G20 国家碳减排成绩“参差不齐” .....	66
9. 数智赋能新型电力系统建设论坛发言摘编 .....	67
10. 多措并举，扎实推进城市碳排放核算 .....	72
11. 全球大多数碳捕获项目未达标 .....	75
12. 2022 中国碳中和发展力指数正式发布 .....	76
13. 我国碳排放强度 10 年下降 34.4% .....	77
<b>四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 港媒报道：中国须向“塑料循环经济”转型 .....	78
2. 首条短程低碳废锂离子电池资源回收生产线开建 .....	79
3. 全球首个跨境二氧化碳运输与封存商业协议签署 .....	80
4. 研究表明海洋塑料垃圾降解将加速海洋酸化 .....	80
5. 打碎旧衣掺在煤里烧水泥 .....	80
6. 发展生物质火电实现煤电低碳化转型 .....	83
7. 以市场化运作推动农村生活污水治理 .....	83
8. 山西一生物可降解材料生产基地建成投运 .....	86
9. 利用工业废料制造高效燃料悬浮液 .....	86

10. “净负”系统将二氧化碳完全转为乙烯 .....	87
11. 这台设备把二氧化碳变燃料 .....	88
12. 重金属危险废弃物污染处理有了新材料 .....	89
13. 我国首批规模化生产生物航煤取得适航证书 .....	90
14. 三部门联合发文推进污泥无害化处理和资源化利用 .....	91
15. 中企用餐饮废油制航空燃料 .....	92
<b>五、太阳能</b>	
1. 外媒关注：中国大型太阳能无人机首飞成功 .....	92
2. 2025 年建成硅能源产业集群高地 .....	94
3. 大型集中式地面光伏电站并网发电 .....	96
4. 气温越高光伏发电越多吗 .....	97
5. 太空太阳能发电迈出探索性一步 .....	98
6. 钙钛矿电池距离商业化还有多远 .....	99
7. 宁夏：做好光伏风电等新能源产业用地保障 .....	101
8. 中国为全球提供超 70% 光伏组件 .....	102
9. 太阳能引领中国清洁能源转型 .....	103
10. 单晶有机金属钙钛矿光纤首次制成 .....	104
11. 光伏产业实现跨越式发展 .....	105
12. 制备出高效率钙钛矿光伏组件 .....	108
13. 国家光伏储能实证实验平台（大庆基地）上半年数据发布 .....	109
<b>六、地热能</b>	
1. 绿色未来——2022 地热能产业发展论坛举办 .....	110
2. 地源热泵送来冷气 .....	110
3. 我国干热岩热源机制研究取得新进展 .....	111
4. 长白山池北区探获低温地热资源 .....	112
<b>七、海洋</b>	
1. 新型离子膜实现盐差能高效发电 .....	113
2. 兆瓦级波浪能发电装置开始组装 .....	114
3. 天津临港海水淡化示范基地加快建设 .....	114
<b>八、氢能</b>	
1. 德国启用首条氢能列车线路 .....	115
2. 科学家发明沙漠空气制氢技术 .....	116
3. 我国自主研发的橇装天然气制氢装置投用 .....	117
4. 日本正加紧构筑“氢能社会” .....	117
5. 我国氢能产业正迈入新发展阶段 .....	118
6. 氢能将在近零能耗转化中发挥重要作用 .....	119
7. 第三代燃料电池产品蓄势待发 .....	119
8. 加快氢能多元有序发展，助力构建现代能源体系 .....	120

9. 全国性氢交易平台正在酝酿	120
10. 新方法实现空中取水制氢	122
11. 全球最大煤制氢 PSA 装置一次开车成功	123
12. 广州将建加氢站 50 座以上	123
13. 国际研究利用海洋微生物制造氢气	125

## 九、风能

1. 港媒报道：中国风电产业积极开拓海外市场	125
2. 波罗的海八国签署《马林堡宣言》发展海上风电	126
3. 中国海上风电发展引国际关注	126
4. 风电防覆冰技术成果填补行业空白	127
5. 欧洲海上风电建设加速	127
6. 风机关键零部件国产化进程提速	129

## 十、核能

1. 能源危机促核电重新“受宠”	130
2. 核电是实现“双碳”目标的重要选项	132
3. 我国在建核电机组规模继续保持全球第一	134

## 十一、其他

1. 重视非常规水源的开发利用	135
2. 全国天然气新增探明地质储量 16284 亿立方米	136
3. 世界首套万吨级煤基可降解材料项目投产	137
4. 页岩油勘探开发前景可期	137
5. 煤炭开启清洁高效转型之路	139
6. 生物天然气万亿级市场正在形成	142
7. 全球海上油气业将迎来强劲增长	144
8. 我国首套自主研发深水水下生产系统正式投用	145
9. 我国规模最大液化天然气储备基地投产	146
10. 我国液化天然气储备基地“绿能港”正式投产	146
11. 页岩油开发海陆并进	147
12. 我国已发现 13 种能源矿产	149

## 行业动态

1. 世界目前最快电动机造出	151
2. 内蒙古发布固废领域首个地方标准	152
3. 我国首个百万吨级 CCUS 项目全面建成投产	152
4. “海上风电 + 海洋牧场 + 海水制氢”融合项目开工	153
5. 全球最大海上风电场投运	154

本简报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

## 一、总论

# 德媒文章：中国可再生能源发展领先世界

参考消息 2022.9.5

【德国《青年世界报》网站9月3日文章】题：中国在使用可再生能源方面居世界第一（作者 约尔格·克罗瑙尔）

五年前，华盛顿战略与国际问题研究中心发表了一篇题为《东方是绿色的》的文章，介绍了“中国的全球可再生能源领导力”。这家美国智库指出，中国已经是“世界上最大的风电和太阳能电力生产国”。此外，中国在可再生能源使用方面的投资比任何其他国家都多。一切都表明，这种情况将持续下去，在能源转型方面，中国将继续是无可争议的第一。

五年后的今天，当前全球能源市场的动荡让我们有理由重新审视战略与国际问题研究中心的预测。目前的数据显示，在可再生能源方面，中国确实仍处于世界领先地位。根据国际能源署的数据，2021年中国占全球可再生能源增长的46%。中国在2021年增加了134吉瓦的容量。这明显高于欧盟（47吉瓦）和美国（36.2吉瓦）。国际能源署预测，在2022年和2023年，中国将占全球可再生资源能源发电增长的45%。

如果北京要实现到2030年至少1200吉瓦的风能和太阳能发电容量的目标，还需要强劲的增长。仅今年一年，就将建造容量约为108吉瓦的太阳能发电系统，是2021年（54.88吉瓦）的约两倍。相比之下，德国的活动显得微不足道：根据国际能源署的数据，德国去年将其太阳能系统的容量增加了5吉瓦，达到58吉瓦。如果加上风能容量，德国目前每年有122吉瓦；中国的数字是635吉瓦。而按照目前的发展速度，中国在2030年前可以达到1200吉瓦的目标。

当然，人们必须考虑到中国的能源消耗总量大大高于德国，这就是为什么尽管发电量巨大，但可再生能源在总发电量中的占比仍低于德国。这就决定了中国在当前阶段还非常需要化石燃料——首先是因为能源消耗随着经济迅速发展和个人富裕程度的增长而不断增加。

除此以外，值得一提的还有中国在生产使用可再生能源的系统方面也处于领先地位。目前在全球使用的太阳能电池中，约有三分之二来自中国。作为重要的中间产品，中国太阳能晶片的世界市场占比高达95%左右。全球十大太阳能组件制造商，有七家在中国，其中就包括前三名。此外，在全球前十大风力发电机制造商中，也有七家来自中国。

## 促进西北新能源高比例发展研究报告发布

中国科学报 2022.8.31

本报讯（见习记者田瑞颖）近日，自然资源保护协会（NRDC）与中国能源研究会联合举办西北新能源高比例发展研讨会。会上发布了由NRDC支持、中国电力圆桌项目课题组完成的报告《建设多层次市场机制 促进西北新能源高比例发展》（以下简称《研究报告》）。

《研究报告》认为，在“双碳”目标以及风光大基地规划建设的新形势下，西北电网新能源占比将进一步提高。预计到2025年，新能源装机占比将超过50%，成为西北电网的主体电源，电力系统将率先实现碳达峰目标。

为促进西北新能源高比例发展，《研究报告》认为，应扩大资源的优化配置范围、打破消纳壁垒，并针对电力市场建设提出了三点建议。

首先，应分阶段完善西北电力市场架构。对于现货市场建设，应从分散式逐步过渡到集中式市场；对于辅助服务市场，应分阶段建设，遵循“先区域、后省内”的发展模式；对于容量补偿机制，应建立“可靠性+灵活性”的双轨运行制容量市场。

其次，应丰富电力市场的参与主体。充分推进新兴市场主体参与电力市场，提升电力系统的灵活调节能力。通过电源侧、电网侧、需求侧、储能侧等方面推动提升电力系统的灵活调节能力，适应大规模新能源并网后的要求。

此外，应完善新能源外送机制。构建配套电源和富余电能相辅相成的西北外送交易体系，在满足系统安全稳定的前提下，逐步增加输电通道的新能源占比，通过各省份多送端合作互补互济，有效平抑新能源的随机性和波动性。

对于如何推进西北的能源转型发展，中国能源研究会碳中和产业合作中心主任黄少中认为，必须统筹谋划，多措并举。一是要放眼全国统筹考虑，不能就西北论西北；二是要在外送通道和机制设计两方面发力；三是要发挥市场有效和政府有为的双重作用；四是要实现能源转型发展和能源安全保障的协调统一。

据了解，中国电力圆桌项目在NRDC的支持下于2015年9月启动，项目邀请业内专家和各相关方参与，共同探讨中国电力部门低碳转型的路径和策略。

## 《2022年上半年中国财政政策执行情况报告》发布

### 支持大力发展可再生能源

中国电力报 2022.9.1

本报讯（记者 余璇）8月30日，财政部发布《上半年中国财政政策执行情况报告》（以下简称《报告》）显示，1~6月，各地累计发行新增专项债券3.41万亿元。其中，能源、城乡冷链物流基础设施等802亿元。《报告》提出，支持大力发展可再生能源，支持做好能源保供稳价工作。健全应急保障机制，完善国家储备体系和市场调节机制。

《报告》明确，扩大专项债券优先支持范围。按照国务院部署要求，研究合理扩大专项债券使用范围，在现有交通基础设施、能源、生态环保、保障性安居工程等领域基础上，明确将新能源、新基建领域符合条件的政府投资项目纳入地方政府专项债券支持范围，助力新兴产业发展。

《报告》还明确，坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进，把握好节奏和力度，循序渐进做好碳达峰碳中和相关工作。研究出台财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见，综合运用

财政资金引导、税收调节、多元化投入、政府绿色采购等政策措施做好财政保障工作。支持绿色低碳产业发展和技术研究，推动重点领域、行业节能减排。健全绿色采购标准，加大节能环保产品政府采购力度，采购规模占同类产品政府采购规模的比例达 85% 以上，指导绍兴等 6 个试点城市开展政府采购支持绿色建材和绿色建筑应用推广试点工作，目前纳入试点的工程项目金额约 1000 亿元。完善清洁能源支持政策，大力发展可再生能源。支持 20 个国土绿化试点示范项目，科学推进大规模国土绿化行动，促进提升生态系统碳汇能力。

在支持新能源汽车产业有序发展方面，《报告》提出，落实新能源汽车购置补贴政策，综合新能源汽车产业发展规划、市场销售趋势以及企业平稳过渡等因素，平缓补贴退坡力度，明确 2022 年新能源汽车购置补贴政策期限为 2022 年 12 月 31 日。

## 新型电力系统下的数字能源生态

中国能源报 2022.9.5

2022 年太原能源低碳发展论坛期间，“数智赋能新型电力系统建设论坛”召开。在圆桌对话环节，与会嘉宾就“新型电力系统下的数字能源生态”这一话题展开讨论，以下为发言内容整理。

**清华大学教授、太原理工大学副校长孙宏斌：**

### 数字化引领新型电力系统构建

电力系统是由“源网荷”组成的。其中，“源”要清洁化、“网”要柔性化、“荷”要互动化，同时还要数字化。数字化至关重要，支撑、引领着新型电力系统的构建和发展，数字化要形成生态。银行、生产厂商、电网公司、发电集团、材料生产都要通过数字化手段融合在一起，才能促进数字化生态的形成。（姚美娇/整理）

**欧盟中国商会副会长王稚晟：**

### 储能与风光发电新能源繁荣共建

未来，电力系统的惯量必然大幅降低，可能会威胁到电力系统的安全稳定运行，而储能是未来不可或缺的关键因素，源网荷储耦合发展后，电网的规划和调控将变得更加复杂，而数字化技术不仅能够更快地推动储能技术的进度，又能量化能源管理。当前，我国多个省市已经提出集中式新能源 + 储能配套方案和源网荷储一体化等发展模式，这将推动储能与风光发电新能源繁荣共建。

在欧洲能源转型的过程中，由于清洁能源的特殊属性，数字化储能作为精确可调的设备，可以有效利用，可以调节电力的供应，维护电网的安全平衡。未来以风电、光伏为代表的新能源将成为新型电力系统的核心，在电力就近消化的同时，也需要建设不同的储能装置。

现在我国储能最大的挑战还是商业模式和收益问题。在未来的电力系统中，如何公正评价灵活性资源的能力，可以借鉴欧洲的经验，进一步促进以数字化为代表的技术迭代。（姚

美娇/整理)

**亚洲开发银行东亚局高级项目官员刘新建：**

**各方互利合作构建新型电力系统能源生态**

自 2000 年起，亚开行就重点致力于以高效、清洁、创新的方式支持发展，目前在多个行业都有系统的解决方案，还有贷款、融资、担保、增信等多种产品。亚开行对广东、山东、河北等省的太阳能、源网荷储等领域都提供了支持。

对于数字化助力能源转型的相关项目，亚开行也正在准备中，以支持山西省低碳转型。

亚开行根据经济发展水平、资源禀赋等方面的差异，针对新型电力系统能源生态构建所给予的支持也会不同。要加强机构间的建设，针对一些数字基础进行专业研究，并提供相应的政策建议。期待各方提供可行的合作方法，在产业链上下游方面进行深度合作。（杨梓/整理）

**上海电气集团股份有限公司副总裁、上海电气电站集团总裁金孝龙：**

**新型电力系统应以数字技术为驱动力**

电力的本质都是商品，商品就离不开供需关系的调节。以前的电力系统“荷随源动”，有多少能源就使用多少。随着经济发展，现在要求达到“源随荷动”，需求有多少就要满足多少。

由于新能源本身的特点，在源端和荷端供需平衡的调节具有极大挑战。随着气候变化，即使较为稳定的水电，它的可预测性、调节性也遇到了很大的瓶颈。在此种情况下，要想达到源端和荷端间的平衡，真正达到“源随荷动”，就需要数字化、智能化技术在能源领域的充分利用。

数字化在能源系统如何应用？“生态”意味着一个系统，源端就是电力能源生产企业，荷端就是用户，加之连接能源端和荷端的电力系统，整体的数字化和智能化水平都要提高。在装备制造生产研发过程中，应不断地将智能化和数字化技术融合到产品当中，实现数据共享。

在构建数字能源生态的过程中，首先，要有非常清晰的目标，比如技术、装备能够达到什么样的智能化、数字化水平。新型电力系统的构建需要能源装备必须满足电网友好型需求，也要满足客户对数字化接入及数据交互的需求。其次，要有明确的框架，针对符合数字电力系统及数字能源系统的特性作出规划。要真正地构建数字化系统，就要制定相应的标准、架构，并且能够让产业链的上下游都广泛参与进来。（杨晓冉/整理）

**华能集团清洁能源技术研究院董事长、党委书记李卫东：**

**着力构建数字能源新生态**

构建新型电力系统下的数字能源生态，数字技术是手段，能源生态是目标。

《纽约时报》1902 年刊登了一张照片，纽约一个繁华地段有很多马车，但只有一辆汽车。100 多年过去了，汽车极大地改变了我们的生活。预计今年我国电动汽车的销量将达



650 万辆，如果这些车辆同时充电，需要什么样的电缆设备呢？通过数字技术，就可以解决这一问题，重构电网生态。

当前，华能集团正着手超大型海上风电机组研制，这就要求做好功率预测。何时风、风有多大，这不是靠“拍脑袋”想出来的，需要依靠数字化手段。（卢奇秀/整理）

**协鑫科技控股有限公司硅料事业部助理副总裁徐振宇：**

#### **数字化将推动光伏前端生产降碳**

协鑫所从事的多晶硅生产，是标准的化工企业生产方式，兼顾部分精细化工的特点。在工业化生产的过程中，主要目标就是降本提效。在能源端，降本提效其实就是减碳，技术迭代过程就是数字化分析和各种应用的过程。

在这一过程中，协鑫应用了大量虚拟工程、3D、虚拟现实（VR）等技术，在日常生活中不停搜集海量数据，对技术参数整体进行精准控制，实现了能源降耗的巨大跨越，这也正是“荷”端要做的减碳工作。未来希望以新型电力系统为导引，以数字化为工具，做出智慧电网，实现“双碳”目标。

近期，工信部下达了《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》等相关倡议，光伏行业生产的是低碳产品，但作为企业来讲，光伏行业也具备正常行业的碳排放需求。协鑫作为行业中的标杆企业，在生命周期里面消耗使用了多少电力，在产品当中又回收了多少碳，协鑫将始终做到领先水平。

未来，协鑫将加快新技术、新科技的研发和导入速度，积极响应国家号召，树立新能源企业的碳足迹标杆。（李丽旻/整理）

**隆基绿能中国区副总裁姚丰：**

#### **数字技术将支撑新型电力系统发展**

随着新型电力系统的发展，“源”端和“荷”端面临新的挑战，一定要有数字技术的出现，才能帮助电网在更大范围内、更高效率下调配优化资源，支撑以新能源为主体的新型电力系统发展。

隆基是一家太阳能科技公司，是新型电力系统设备的提供商，光伏组件、电池硅片处在全球领先位置，在生产过程和营销运营过程中运用了很多数字化手段赋能。

数字化技术的发展要与能源技术深度融合、协同发展，只有在能源技术稳健、安全、可控的基础上，数字化技术才能有所发展。在过去的十几年，光伏行业实现了跨越式发展，这离不开能源安全技术的支撑。

此外，隆基还在氢能方面做了一些思考。第一，中国是可再生能源的大国，水电、风电、光伏装机量全球领先，必然带来可再生能源消纳问题；第二，氢能能够有效支撑可再生能源的灵活运用和储存，它和抽水蓄能、化学储能可以相互配合，在不同应用场景下发挥作用；第三，在非电力行业，氢能也有广泛的应用场景。（姚美娇/整理）

**阿特斯阳光电力集团股份有限公司副总裁邹珉：**

## 海上光伏大有可为

新能源主要有几个发展方向。西北部风光大基地势在必行，风光大基地将会成为新能源主战场。另外，虽然我国海上风电有着不错的表现，但海上光伏仍处于起步阶段。沿海大城市用电量较多，贴近负荷侧，可以进行海上风光一体化开发。

阿特斯自 2001 年成立，以组件制造起家并在新技术方面走在行业领先地位。未来，阿特斯还要在擅长的领域把产品做到极致，给电站提供优质可靠、发电量多的产品。同时，阿特斯海外市场开发也较为成功，迄今为止，已在全球 20 多个国家和地区开发了 700 万千瓦的电站，还有 31GWh 的储能储备。去年，阿特斯在美国、英国一共开发了 900MWh 储能，成为海外领先的大型储能开发商。将来，要把海外经验更多地带回国内，促进储能更好地应用。（杨梓/整理）

## 能源转型需要颠覆性原创技术

中国科学报 2022.9.5

能源是人类赖以生存的根本，也是一个国家安全的保障。

与其他国家相比，中国的能源现状是富煤、少油、缺气，尽管煤炭储量较为丰富，但也并非取之不尽。寻找新型可持续的能源，迫在眉睫。

当前，随着化石能源的过度使用，二氧化碳排放达到新高度，给生态环境造成严重危害。近年来，自然灾害整体发生的频率比以往更高，这可能与化石能源的过度使用不无关系。

国家提出将“双碳”作为重大战略目标，能源转型是必然趋势。一方面，我们要大力发展绿色可再生能源，包括太阳能、风能、生物质能等；另一方面，散落在地球上的分布式能源也不可忽视。

能源从产生、利用到回收是一个系统性过程。过去，化石能源燃烧被用于发电后，都以其他形式散落在环境中，例如热能、机械能等。这些大面积分布、碎片化的能源，可回收率很低，造成了能源不可再利用。

如何把环境中散落的“分布式能源”重新变成电力，输送至千家万户，是一个重大挑战。

20 年前，随着分布式传感装置和物联网的出现，信息通信技术的发展从有线走向无线，从有序走向分布。我们由此意识到，在能源领域也将可能面临同样的趋势，即从一元变成多元，从集中走向分布。而这其中的关键问题之一，是如何使分布式传感器件能够可持续运转、回收能量、提供数据信息。基于此，我们继而开始研究微纳能源。

微纳能源即除传统可再生能源、化石能源等“大能源”之外的“小能源”。

海洋中蕴藏着巨大能量。前不久，中国科学院联合欧洲科学院发布了基于海洋的气候行动，其中提到，海洋能源是未来替代化石能源的出路之一。

海洋中包括热能、风能、潮汐能、波浪能、生物质能等能源，它们分布广、能量大，我们必须向海洋要资源。汇聚各种各样的海洋能量可极大满足人类的能源需求、降低二氧化碳排放。

然而，与欧洲国家海岸线上的“大风大浪”相比，我国海岸线上的风浪比较平静，平均浪高仅有 0.3 ~0.8 米，收集起来非常困难，且能量较低很难进行发电，这就需要颠覆性原创技术。为此，2012 年，我们发明了纳米发电机（TENG），它可以将广泛分布的能量收集起来，将微小的机械能转换为电能。

与传统发电机的原理不同，纳米发电机是基于两种材料的接触起电，产生静电感应并对外输出电流，具有高电压低电流、在低频下具有高效率的特点。每台纳米发电机并不大，但把它们结成网状放置到海洋中，就可以将海水无规则的运动转变为电能，且能够稳定输出。

根据实验数据作理论测算，1 平方公里的海面面积、1 米深的水，用球形纳米发电机连成三维网格，理论上可以产生 10 兆瓦级的电能输出，可以点亮 100 万盏电灯。海洋蓝色能源前景广阔。

经过成本核算，海洋能源形成规模化后，其成本低于风能和太阳能，且因为海浪是昼夜不停的，大面积所发的电应该是持续、稳定的，因此可以并网。我们在海上、海下做的试验也取得了显著成效，证明了我们的想法是正确的。

纳米发电机的发明为实现能源系统的微型化带来了可能，这是突破了 1831 年法拉第发明的电磁感应定理后的第二个重大发明，也是在科学原理从 0 到 1 的颠覆性原创思想。

自从 20 年前纳米发电机首次发明以来，迄今整整 10 年，我们已经建立了基本理论框架、技术方法，在产业应用方面也迈出了重要步伐。纳米发电机作为一个把机械信号转为电信号的传感装置，目前在安全防护、人机交互、网络安全、空气净化、健康维护等领域有潜在应用。在拓展应用的过程中，我们不断完善技术理论，不断学习提高，为在海洋能源领域真正规模化应用奠定基础。

实现“双碳”目标是一项宏大而复杂的系统工程，在能源转型过程中仍需要很多技术创新，包括发电方式、电网运输和储能等。这十分重要但又十分艰难，需要多方配合、系统协作，相信未来一定能找出解决方案。

未来，一方面我们应该大力推动现有技术，保证化石能源作为能源安全保障的基础；另一方面应大力培育原创性、颠覆性技术，发展分布式能源，颠覆性技术有可能成为未来能源革命性转变的保证。

从 0 到 1 的原创突破是非常困难的工作。比如，你有了世界首次的原创思想，能否变为现实？能否得到行业认可和社会接纳？成本高的时候如何降成本……这需要长期稳定坚持、久久为功。

因此，这需要国家顶层设计和政府专项资金的支持，同时带动社会资本投入。新能源领域需要科学突破，但也蕴藏着巨大商机。此外，还需要人才培养和学科建设，使得该领域在

发展中后继有人。

重视基础研究、原创思想和科学，只有这样，我们才不会跟着别人跑、不会在核心技术方面被“卡脖子”，才能够在科学发展史上留下印迹，也才能够产生真正的颠覆性技术。  
(王中林)

## 加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划

中国电力报 2022.9.7

8月29日，工业和信息化部、财政部、商务部、国务院国有资产监督管理委员会、国家市场监督管理总局联合发布《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》。

●通过5~8年时间，基本满足适应非化石能源高比例，大规模接入的新型电力系统建设需要

●煤电机组灵活性改造能力累计超过2亿千瓦，可再生能源发电装备供给能力不断提高，风电和太阳能发电装备满足12亿千瓦以上装机需求，核电装备满足7000万千瓦装机需求

### 重点任务



#### ●装备体系绿色升级行动

加速发展清洁低碳发电装备、提升输变电装备消纳保障能力、加快推进配电装备升级换代、提高用电设备能效匹配水平

#### ●电力装备技术创新提升行动

加快关键核心技术攻关、加强创新平台建设、促进产业集聚和企业融通发展

#### ●网络化智能化转型发展行动

深化“5G+工业互联网”应用、加快推进智能制造、加速服务型制造转型

●技术基础支撑保障行动

加强技术标准体系建设、推动绿色低碳装备检测认证

●推广应用模式创新行动

强化推广应用政策引导、开展试验验证及试点应用、培育推广应用新模式新业态

●电力装备对外合作行动

推动电力装备走出去、深化国际交流合作

保障措施

加大统筹协调力度、强化财税金融支持、加强专业人才培养、营造良好舆论环境

## 四川奋力打造世界清洁能源装备集群

中国能源报 2022.9.5

记者在日前召开的2022世界清洁能源装备大会上获悉，全国60%的核电产品、50%的大型电站铸锻件、40%的水电机组、30%的火电机组和汽轮机、16%的风电装备，以及7.8%的晶硅电池组件和光伏电站装备，均来自四川。在碳达峰碳中和目标下，四川正奋力打造世界级清洁能源装备集群，实现从“重装制造”到“清装智造”的升级蜕变。

### ■优势突出 装备制造发展高地

提到德阳，很多人可能会觉得陌生，但白鹤滩水电站全球最大百万千瓦水轮机组、福清兴化湾亚太地区单机容量最大的海上风电机组、“华龙一号”核电汽轮发电机组等一批大国重器均诞生于此。以德阳市为排头兵，四川已成为全国能源装备产业体系最完整、技术最先进的研发制造基地之一，现有各类工业企业6000余家，其中规模以上工业企业近2000家，形成了从材料端到产品端的“源网荷储”全产业链装备。

据弘慧能源董事长王佳良介绍，全球首个“二氧化碳+飞轮储能”示范项目日前在德阳市建成，该项目能在2小时内存满2万度电，满足60多个家庭1个月的需求。“未来德阳不仅有望成为世界能源装备中心，还可能成为能源产业中心。”

距离德阳市200公里的四川乐山市则是正在崛起的光伏“硅谷”。协鑫科技、通威股份、隆基绿能、天合光能等全球晶硅领域头部企业均通过直接或参股方式在乐山“落户”。

“过去十多年来，光伏发电成本下降了90%以上，总体降到0.3元/千瓦时以内，预计‘十四五’期间将进一步降到0.25元/千瓦时以下。光伏发电的优势将更加明显。”通威集团董事局主席刘汉元认为，正是依托四川的水电优势，推动了晶硅等产业快速发展。

四川省副省长罗强指出，四川是全国最大水电开发和西电东送基地，全国每100度水电就有28度来自四川，每100立方米天然气就有23立方米来自四川。四川能源装备产业具有世界级竞争优势，材料设备、技术工艺、生产成本竞争优势明显，拥有水电、风电、光电、气电、核电、煤电“六电并举”的研制能力，是全国清洁能源发电装备种类最齐全的制造基地之一，发电设备产量连续多年位居全球第一。

## ■ ■ 强链补短 集群是大势所趋

2021年，工信部发布了上海集成电路集群、南京市新型电力（智能电网）装备集群等先进制造业集群竞赛决赛优胜者名单，成德（成都市和德阳市）高端能源装备产业集群便位列其中。

“制造业集群化是产业发展的基本规律之一，是制造业结构调整和转型升级的必由之路，其发展水平在一定程度上代表了国家的产业竞争力。”在中国工程院院士干勇看来，全球经济一体化背景下，国家之间的竞争已由企业之间、产业链之间的竞争逐渐转变为产业集群之间、产业生态系统之间的竞争。

中国科学院科技战略咨询研究院研究员赵作权坦言，成德高端能源装备产业集群优势突出，但与国内外先进产业集群相比，集群规模、龙头企业数量以及创新能力等方面仍存在较大差距。以大型风电装备产业为例，成德产业集群具有一定本地配套能力，但零部件仍存在卡脖子问题，需进一步提升产业链整体能力和水平。

干勇进一步指出，燃机热部件、燃料控制阀、轮盘，核电密封部件、电加热器、核级泵，电力装备的控制系统核心软硬件平台等基础零部件和关键材料都是装备制造亟待攻关的方向。干勇认为，较强创新能力成为世界级先进制造业集群的重要特征，要突出企业创新主体地位，着重补齐产业链、供应链中的短板，建立产业链关键环节国内企业备选名录，着力扶持关键环节的“专精特新”小巨人备选企业，实施政策倾斜，打造战略必争产业和安全可控的产业链。

## ■ ■ 迎来机遇 清洁装备走向世界

当今世界，以绿色低碳为方向的新一轮能源革命蓬勃兴起，大力发展清洁能源成为国际社会应对气候变化、实现绿色可持续发展的广泛共识。四川既然要打造世界级清洁能源装备集群，就要致力于科技创新，更要增加“清洁”两字的含量。

据了解，四川装备制造企业已为全球供货，产品遍及印度、白俄罗斯、马来西亚等国家和地区，成为“一带一路”沿线国家和地区重大装备的主要供应商。在此基础上将“重装制造”升级到“清装智造”，正是四川装备制造的新发展机遇。

在东方汽轮机国内首个叶片加工无人车间及首条黑灯产线上，实现了24小时无人连续生产、质量稳定性99%以上、加工精度达到0.04毫米。

“四川将坚持绿色低碳发展、坚持建设清洁能源示范省，抢抓国家‘双碳’战略实施和成渝地区双城经济圈建设的重大战略机遇，加快打造世界级清洁能源装备产业集群。”罗强指出，将加强能源装备开发，科学有序开发水电，加快风、光、地热发电基地建设，带动清洁能源装备产业发展量质齐升；持续完善产业结构，围绕“源网荷储”全产业链，着力提升创新研发能力，持续做优“六电”清洁高效发电装备，大力发展压缩空气、飞轮、抽水蓄能等多元新型储能装备，打造全产业链协同发展的清洁能源装备产业基地。

株洲国联轨道交通产业服务中心主任李林表示，世界级清洁能源装备集群不是3年、5

年就能建成的，要有省级产业集群、国家级产业集群到世界级产业集群的迭代过程。要把技术创新摆在首要位置，形成龙头企业带动，中小企业抱团的梯队结构，同时注重对人才的培养。（卢奇秀）

## 虚拟电厂如何“应运重生”

中国科学报 2022.9.9

近期，全球多地遭受极端高温天气考验，干旱严重。高温造成的能源供求紧张局势突出，能源保供情况备受关注。

可想而知，未来电力系统的安全稳定运行面临着诸多挑战：一是全球气候变暖引起的极端天气频发，二是“双碳”目标下能源转型和能源革命持续推进，三是大规模分布式电源并网。

在此背景下，电力系统的灵活性越来越重要，虚拟电厂因注重综合能源服务的形式“应运重生”。

何谓虚拟电厂？虚拟电厂的概念最早在1997年提出，主要目标是节能减排，在21世纪初期已受到了欧洲、北美等国的关注，之后在全球推广。

应该说，虚拟电厂是一套先进的电力管理系统，结合软件系统和信息技术，将系统中的分布式电源、柔性负荷、储能、电动车等多种可调节资源聚合在一起，通过对资源的智能调控和协调优化，实现电力系统的供需平衡和对大规模新能源电力的高效利用。

虚拟电厂兼具“源—荷”特性，既可以向电力系统供电，又可以消纳系统的电力，可以更灵活地实现“削峰填谷”的功能。虚拟电厂通过将多种可调节能源集成的形式实现智能协同调控，从而保障电网的安全稳定输出，为解决极端天气、新能源电力和大规模分布式电源接入给电网带来的波动性难题提供了新的路径和方案。

因此，虚拟电厂可以说是新型电力系统的智能管家，是可再生能源发展的配套保障。

虚拟电厂参与电力市场兼具经济效益和社会效益，具有广阔的市场前景。虚拟电厂是个老概念，但未来虚拟电厂在先进数字技术和能源互联网的加持下可以实现电源的多能互补和负荷的灵活互动，为电网提供调峰调频、储能等辅助服务。

虚拟电厂聚合了多种能源，可以在用电高峰期削减负荷、在用电低谷期增加负荷，因此其在辅助服务市场上具有独特优势，可进行调峰和调频服务交易。虚拟电厂参与需求侧响应的方式是根据合同要求按时按容量削减负荷，从而保障电网的供需平衡。在提供需求响应和辅助服务业务中，可通过价格补偿机制获得收益。

在现货交易市场中，虚拟电厂可以灵活配置电能，利用峰谷电价差盈利，不仅具有较大的盈利空间，还可实现电网运行供需优化。从经济性来看，根据国家电网的测算，如果通过火电厂实现电力系统的削峰填谷，满足5%的峰值负荷需要投资4000亿元，而通过虚拟电厂实现这一目标仅需投资500亿~600亿元，即火电厂成本的1/8~1/7。

虚拟电厂市场至少有三方面潜能。首先，可再生能源占比提高使电网“双高”“双峰”的特点凸显，加之备用容量可能不足，导致电网备用容量缺口巨大。其次，我国分布式发电装机量大，装机容量逐年增长。同时电动车、储能等用户侧可调节负荷资源也在逐年增长。再次，随着电能替代的进一步推进，全社会用电量持续攀升，虚拟电厂平抑负荷的功能将发挥更大作用。

除了市场推动外，近年来利好政策频发，为虚拟电厂的蓬勃发展创造了政策环境。随着电力市场交易的持续放开，推动新能源逐步参与市场交易，电力系统对于调峰调频此类辅助服务的需求将大大增加。虚拟电厂作为市场参与者，可通过电力交易和提供辅助服务获得收益。同时，《“十四五”现代能源体系规划》等多个政策文件均提出将开展各类资源聚合的虚拟电厂示范。

在市场驱动和政策支持下，虚拟电厂有望实现跨越式增长。然而，虚拟电厂发展仍面临着挑战。

随着信息通信、智能调度算法、智能计量等技术的发展，虚拟电厂的技术日渐成熟。虚拟电厂的发展通常分为邀约型阶段、市场化阶段和跨空间自主调度型阶段。国外虚拟电厂已进入市场化阶段，国内尚处于由邀约型向市场化过渡的初期发展阶段，以试点示范为主，市场参与度比较低，上海、江苏、河北等地已开始虚拟电厂的试点建设和运行。

当前我国的虚拟电厂建设具有以下几个特点：

一是顶层设计亟待完善。我国虚拟电厂建设处在发展初期，尚没有国家层面的专项政策，省级层面的专项政策也寥寥无几。与虚拟电厂相关的辅助服务市场和电力现货市场均不成熟，虚拟电厂参与交易的市场条件尚未完全形成。行业技术标准体系未构建，监管体系未形成，参与交易运行的规程、规范和规则有待完善。在聚合资源类型上，我国目前以负荷侧资源为主，尚未充分释放可再生能源的活力。

二是虚拟电厂相关技术有待进一步发展。虚拟电厂相关业务需要满足即时响应和可靠性要求，其中的关键技术包括实时快速响应的协调控制技术、先进的人工智能和大数据技术等，目前虚拟电厂的发展还受限于技术。并且我国虚拟电厂对系统内可调节能源的协调控制功能和策略有待完善，对体量大、资源分布广的分布式可再生能源的控制能力不足，精准预测能力也不够。从数据采集、电力交易到用户结算，以及为用户提供运营服务和解决方案，这一套程序尚不成熟。

三是虚拟电厂商业模式尚不清晰。目前我国虚拟电厂市场的关注度和参与度低，辅助服务业务量较小，电力现货交易业务则处于探索阶段。行业发展的时机和条件未成熟，实现盈利难度较大。此外，市场价格机制关乎虚拟电厂的生死存亡，电价对于虚拟电厂的盈利影响很大。如果没有电价改革配合，虚拟电厂的预期盈利空间恐会大打折扣，大规模商业运行也将受到影响。

虚拟电厂是消纳新能源电力、保障新型电力系统安全稳定运行和实现能源保供的一大利



器，需积极推动虚拟电厂建设，激发虚拟电厂活力，促进虚拟电厂长足发展。

首先，将顶层设计尽快提上日程。尽快着手绘制虚拟电厂发展蓝图，做好顶层设计工作。出台国家层面的专项政策和指导性文件，积极鼓励省级层面的专项政策出台。牵头构建虚拟电厂建设标准体系，明确虚拟电厂的定义、范围、发展规划、实施策略，完善虚拟电厂参与电力市场交易的各项规则，为虚拟电厂建设提供政策支撑和依据。

其次，积极推动核心技术研发。加快推进协调控制技术、分布式能源可控可测技术、光伏发电技术、储能技术等研发，提高虚拟电厂对分布式电源、储能等资源的调控能力，改善对资源的智能管理能力，推动分布式可再生能源纳入聚合资源范围，充分发挥我国大体量分布式电源装机优势，实现规模效应，提高电力系统的安全性、稳定性和经济性。

再次，加快完善市场机制和激励机制。虚拟电厂的发展与电力现货市场、辅助服务市场的进展息息相关。应扎实推进电力现货市场建设，深化电力体制改革和电价改革。逐步推动电价市场化，让电力价格反映供应成本，让市场机制充分发挥作用。完善新能源电力参与市场交易机制，激发新能源电力市场活力。加快辅助服务市场建设步伐，激励更多市场主体参与辅助服务市场交易。同时，完善虚拟电厂与现货市场、容量市场和辅助服务市场的互动机制。（林伯强）

## 新型电力系统契合全球电力转型大势

中国能源报 2022.9.5

在全球存在动荡、能源市场波动的情况下，化石燃料作为能源基础的重要性已经凸显。同时，我们要在未来建设一个以可再生能源为主体的能源系统，也必须对现有的能源系统进行大刀阔斧的改革。

对中国而言，能源转型是非常严峻的任务，在中国不断实现碳减排目标的过程中，仍存在很多挑战。首先，煤炭在中国整个能源体系中占比较高，中国需要纳入更多的可再生能源。同时，钢铁冶炼等高碳排放行业也面临严峻的转型挑战。

目前，全球范围内，可再生能源已经成为发展主流。随着技术革新，可再生能源的成本也在不断下降。国际可再生能源署最近发布的《2021年可再生能源发电成本报告》显示，可再生能源已经存在成本优势，2021年2/3的可再生能源发电成本比2020年最便宜的火力发电还要低。毫无疑问，能源转型已经到来。中国正在不断发展新型电力系统，这完全契合全球电力行业转型的趋势。

电力行业是全球能源转型的核心，提升终端用户电气化水平，采用风能、太阳能等多样性的可再生能源，是电力系统重组建设的重点。电力系统结构的演变需要满足可再生能源时代的需求，提供适合可再生能源的新型电力系统组织结构。新型电力系统中要具备多样灵活的发电选择，确保有可靠的电力系统支持能源转型，同时，电力系统应具备预测功能，并且配有相应的基础设施，更要在生产供电方面符合现有的社会规范和环保要求。

未来，国际可再生能源署将加强与国家能源局、生态环境部等中国伙伴的合作，共同推进能源转型。（李丽旻/整理）

## 国内首家虚拟电厂管理中心在深成立

中国能源报 2022.9.12

本报讯 8月26日，深圳虚拟电厂管理中心举行揭牌仪式，这是国内首家虚拟电厂管理中心，标志着深圳虚拟电厂迈入快速发展新阶段。据悉，深圳虚拟电厂接入负荷聚合商14家，包含了分布式储能、数据中心、充电站、换电站、地铁空调、冰蓄冷等类型负荷资源；接入容量达87万千瓦，接近一座大型煤电厂的装机容量。

### 加快分布式能源集中管理

据了解，虚拟电厂好比“看不见的电厂”，是一种通过能源互联网技术，把散落在用户端的充电桩、空调、储能等电力负荷整合起来并实现协调优化，以作为特殊电厂参与电网运行和电力市场的电源协调管理系统。它既是用户端负荷资源进入电网的“必经之路”，也是电网实现用户负荷资源良好互动的“中枢”，既可实现特定时段内的负荷调节，保证电网的安全稳定运行，又可以削峰填谷，提升电网的经济运行水平。

此次揭牌成立的深圳虚拟电厂管理中心设在南方电网深圳供电局，由深圳市发展和改革委员会管理。主要负责虚拟电厂管理平台的建设和日常运行维护，建立虚拟电厂日常运行的管理制度，组织开展虚拟电厂用户注册、资源接入、调试管理、接收和执行调度指令、响应监测、效果评估等工作。

未来深圳虚拟电厂管理中心将加快推动分布式光伏、用户侧储能、V2G（新能源汽车与电网能量互动）等分布式能源接入虚拟电厂集中管理；探索开展分布式能源市场化交易平台建设、运营和管理；研究分布式能源交易及消纳量的核算、监测和认证；配合开展绿电交易业务，并提供相关服务等工作。

### 具备100万千瓦级可调节能力

深圳虚拟电厂管理中心成立前，深圳在虚拟电厂建设方面已作了不少具有先行示范意义的探索。

2021年，在南方电网公司统一部署下，深圳供电局、南方电网科学研究院联合研发了国内首个网地一体虚拟电厂运营管理平台，南方电网总调和深圳供电局调度机构均可直接调度，实现了可调节负荷全时段可观、可测、可调，并率先探索了新型电力系统下电力供需深度互动的可持续发展路径，达到国内领先水平。

今年4月底，为有效应对电网建设重点工程施工期间电网局部重载的情况，深圳供电局通过虚拟电厂平台下达1000千瓦的实时精准削峰需求，虚拟电厂平台随即将指令分解下发至不同负荷聚合商，并由这些聚合商进一步分解指令，自动降低电动汽车充电桩、建筑楼宇等用电负荷。

深圳供电局还引领新兴市场主体培育，引导新兴市场主体作为负荷聚合商，积极参与南方区域电力辅助服务交易试点，为全国虚拟电厂推广应用提供了可复制、可借鉴的经验。

接下来，深圳供电局将在深圳市政府的指导下，协同虚拟电厂上下游厂家，进一步完善虚拟电厂技术标准体系，提升充电设施车网互动能力，孵化培育一批国内领先的负荷聚合商和核心零部件研发制造企业，促进产业生态形成；积极探索虚拟电厂商业模式，推动深圳虚拟电厂参与各级电网运行及市场交易。预计到2025年，深圳将建成具备100万千瓦级可调节能力的虚拟电厂，逐步形成年度最大负荷5%左右的稳定调节能力。（史军 程韧俐 李江南）

## 中欧非多边互利 共谋绿色合作新篇章

中国能源报 2022.9.12

**本报讯（记者王林）报道：**9月7日-8日，以“应对气候变化，推动中欧非绿色能源共同发展”为主题的中国欧盟非盟绿色能源发展与合作论坛在杭州召开。来自中国、欧盟、非洲国家的政商界人士齐聚一堂，围绕中欧非三方绿色投资方向、合作模式、融资渠道等核心议题共谋“逐绿”大计。

世界碳中和委员会主席、爱尔兰前总理伯蒂·埃亨对中国的气候行动予以高度评价，他强调：“中国作为最大的绿色产品出口国，以坚定的信心和实际行动向国际社会展示了应对气候变化‘人类命运共同体’的决心。”

近年来，在传统双边援助的基础上，中国不断丰富与非洲国家绿色能源合作的工具箱，为非洲国家实施了数十个绿色能源发展援助项目，包括中方支持的肯尼亚加里萨光伏电站，年均发电量超过7600万千瓦时，每年帮助减少6.4万吨碳排放；在几内亚建设的卡雷塔水电站，总装机容量24.5万千瓦，成为中几互利合作的标志性工程。

中国欧盟协会副会长、正泰集团董事长南存辉表示，中国正在加速建设以新能源为主体的新型电力系统，正泰正全力打造光伏制造到电站建设运维全产业链的可持续发展模式，并期待在“一带一路”及欧盟全球互联互通等倡议下，与中欧非各界携手共创绿色能源合作发展新格局。

中国气候变化事务特使解振华指出：“在全球性的挑战和危机面前，没有一个国家能够置身事外、独善其身，坚持多边主义、合作共赢是唯一选择。”

与会人士一致认为，三方应该设立多边合作工作组，以保证信息的及时沟通和必要的政策协调，为共同应对气候变化作出贡献。

据尼日利亚驻华大使 H. E. Baba Ahmad Jidda 透露，尼日利亚和中国最近成立了一个政府间合作委员会，协同推进重点项目的展开，帮助尼日利亚加快工业化进程，尤其是可再生能源领域。

国家国际发展合作署监督评估司司长田林表示，未来，中非两国在能源领域的合作目标将更加明确，合作成效将更加显著，合作方式将更加多元化，合作渠道也将更加丰富。

南非驻华大使谢胜文表示，中国在为地方制定有效绿色转型的标准和监测工具方面处于领先地位，这方面的合作不仅利于南非，更利于全球。

法国驻华大使馆经济处可持续发展能源、交通参赞马乐表示：“中国、非洲、欧洲在能源领域存在携手合作的机会，由中国水利水电建设集团公司和法国 Eranove 集团在加蓬共同开发的水电站项目就是一个绝佳的例证。”

与会人士同时建议，未来，中国、非洲、欧洲三方应进一步加强政策沟通，明确绿色能源发展合作的总体目标、基本方式和实现路径，积极探索试点项目，逐步积累经验。此外，还应坚守多边主义，推动构建公平合理、合作共赢的全球环境治理体系。

## 中国能源转型步伐领先世界

参考消息 2022.9.24

【《澳门日报》9月23日报道】中国国家发改委22日举行新闻发布会，介绍生态文明建设有关工作情况。据相关官员介绍，中国能源绿色低碳转型成效显著。2021年，中国清洁能源消费占比达到25.5%，比2012年提升了11个百分点。风光发电装机规模比2012年增长了12倍左右，新能源发电量首次超过1万亿千瓦时。目前，中国可再生能源装机规模已突破11亿千瓦，水电、风电、太阳能发电、生物质发电装机均居世界第一。

### 成全球清洁能源领导者

【国际能源署网站9月22日报道】根据国际能源署对清洁能源技术全球进展的最新评估，一些重要地区和行业的势头正在加速。初步估计显示，今年将是可再生能源新增发电创纪录的一年，将增加约340千兆瓦，而中国约占其中一半。

最近20年来，中国巩固了自己作为全球舞台上能源创新者的地位，中国发展太阳能以及近来发展电动汽车的做法已表明这一点。这是中国数十年来不断加大对技术创新的政策关注度的结果。中国立志成为知识生产者并促进由创新驱动的社会经济发展，而技术创新是支撑这一雄心壮志的基础。

展望未来，清洁能源创新将对我国力争在2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标发挥至关重要的作用，而且清洁能源创新成为“十四五”期间政府工作重点之一。

【美国网络新闻网8月17日报道】过去十年，在政府大规模支持和帮助下，中国已崛起为全球清洁能源领军者。

总的来说，2021年，从私营企业到公共部门，中国在清洁能源领域的投资总额达到3800亿美元，比其他任何国家都多。除了巨额资金外，中国还证明了可以大规模、快速地建设太阳能和风能发电站。中国因其远见卓识获得了经济回报——中国企业现在主导了许多清洁能源行业。

中国在清洁能源投资和生产方面位居榜首。可再生能源是一种很有吸引力的替代品，而且具备经济前景。中国政府设定了风能和太阳能发电目标，扩大了对在这些行业中占主导地位

位的企业的支持。

十年来，这些政府政策产生了巨大红利。去年，中国占全球可再生能源新产能的近一半，最近中国建造了世界上最大的光伏发电园区。预计 2022 年又将是辉煌的一年，新增太阳能发电能力或将翻番，达到创纪录的高水平。

中国通过大力推动国内对风能、太阳能、电动汽车和其他气候友好型技术的需求，为清洁能源产品开拓了巨大市场。中国也因此成为绿色技术的制造中心，其中一些绿色技术已出口到全球。电动汽车电池部件和太阳能电池板是最好的例子。

【西班牙《经济学家报》网站 8 月 13 日报道】中国正在推进绿色革命，该国作为清洁能源生产国的重要性正在快速上升。

作为全球能源需求增长的主要驱动者，中国在可持续发展方面发挥领导作用的意愿是显而易见的。该国已经在生产全球可再生电力的很大一部分。国际能源署预计，2019 年至 2024 年期间，中国将占全球可再生能源装机量增长总量中的 40%，这部分归功于该国太阳能和陆上风能竞争力的提高。

英国骏利亨德森投资公司的分析师指出，作为世界主要经济强国，中国“正通过掀起能源革命的政策来推动亚洲可再生能源的繁荣”。

### **各项绿色产业蓬勃发展**

【世界经济论坛网站 8 月 26 日报道】中国正在投入巨额资金，发展太阳能和风能等可再生能源。

中国在尝试实现气候目标并降低对外部能源供应的依赖的同时，正在推动对可再生能源的利用。到 2022 年底，预计中国将安装 156 千兆瓦的风力涡轮机和太阳能电池板，创出新高。随着各地及私营部门努力实现年度目标，预计还会有更多这样的项目。

国际能源署表示，预计 2022 年全球可再生能源产能将增长 8%，其中太阳能占增长的 60%。中国有力的政策环境正在推动大型太阳能项目的更快部署，并且预计到今年年底中国将拥有全球最大的海上风电产能。

【德国《明镜》周刊网站 9 月 21 日报道】去年，可再生能源领域的全球就业人数创下新高。截至 2021 年底，该行业从业人员有 1270 万人。

根据国际可再生能源组织和国际劳工组织的一项研究，工作岗位在各大洲分布不均。大约三分之二的绿色电力工作岗位是在亚洲，仅中国就占全球总量的 42%。欧盟和巴西各占 10%，而美国和印度则各占 7%。

【彭博新闻社网站 8 月 17 日报道】彭博新能源财经对全球清洁能源投资的最新调查显示，今年上半年，中国的大规模太阳能投资达到 410 亿美元，同比增长 173%，在全世界同期投资额中所占份额最大。

彭博新能源财经中国研究负责人寇楠楠说：“绿色基础设施是中国提振经济所依赖的重要投资领域。投资增长趋势与中国打造新的可再生能源发电能力以取代现有煤炭发电能力的

战略一致。中国在于 2030 年实现 1200 千兆瓦的风能和太阳能产能目标方面进展顺利。

【香港《南华早报》网站 8 月 22 日报道】对氢动力可行性的怀疑已让位于取得的进展。中国似乎会一马当先。

中国氢能联盟称，到 2050 年，中国对氢气的需求量将接近 6000 万吨。该联盟还预计，到 2060 年，中国可再生能源制氢产量可达到 1 亿吨。

中国是一个热切关注氢能卡车和氢能巴士的经济体，至少有十多家企业参与了竞争。

【俄罗斯自由媒体网 8 月 19 日报道】中国在以电动汽车为主的新能源汽车生产方面是世界领导者。中国汽车产业发展迅猛，产品质量和技术性能不断提升，正在追赶世界汽车工业大国。但在电动汽车方面，中国从一开始就着眼于占据技术和消费领导地位并征服国际市场。截至 2021 年底，中国新能源汽车保有量超过 780 万辆。中国已成为全球最大的电动汽车锂离子电池生产国。2021 年，全球十大电动汽车电池制造商中有 6 家中国企业。中国全国有超过 350 万个充电基础设施，远多于欧洲。

## 我国清洁能源研究居优势地位

中国电力报 2022.9.15

据新华社伦敦 9 月 8 日电（记者 郭爽）英国《自然》增刊《2022 自然指数—能源》日前指出，中国清洁和可负担能源领域研究产出位居全球第一。

自然指数由国际知名科技出版机构“施普林格—自然出版集团”下属机构编制并定期发布，其追踪发表在 82 本高质量期刊上的科研论文，根据有关机构、国家或地区所发表论文的数量和比例等，反映全球高质量科研产出及合作情况。

数据显示，在 2015 年至 2021 年，中国清洁和可负担能源领域研究产出位居全球第一，紧随其后的是美国、德国、韩国和日本。

2021 年，自然指数所追踪的清洁和可负担能源领域研究产出猛增，由 2020 年的 3345 篇文章增加到 3889 篇，为 2015 年以来的最大增幅。根据自然指数主要衡量指标之一的份额，中国 2015 年至 2021 年相关研究增幅高达 324.1%，是该领域增长最快的国家。

在 2015 年至 2021 年清洁和可负担能源领域研究产出 50 强机构中，中国同样居于优势地位，有 25 家机构上榜，而美国有 14 家机构上榜。其中排名前 10 的机构分别是：中国科学院、清华大学、中国科学技术大学、北京大学、美国斯坦福大学、苏州大学、新加坡南洋理工大学、南京大学、美国麻省理工学院、中国科学院大学。

增刊还关注了清洁和可负担能源领域的科研合作。数据显示，中国是产出前 30 强国家中唯一一个非国际合著文章多于国际合著文章的国家，中国的国际合著文章不到其总产出的一半，占比为 46.3%。

在自然指数清洁和可负担能源领域相关产出增长最快的 30 家科研机构中，中国科研机构也占据主导地位。

## 十年间：稳居世界第一位

经济日报 2022.9.22

- 我国可再生能源发电总装机达到11亿千瓦时
- 水电、风电、光伏发电、生物质发电装机规模稳居世界第一位
- 2021

我国可再生能源发电量达到2.48万亿千瓦时，占全社会用电量的比重达到29.8%，较2012年增长9.8个百分点

- 截止2022年6月

风电光伏并网装机合计6.8亿千瓦，是2012年的近90倍

## 广州市能源发展“十四五”规划出炉

到2025年天然气消费量在能源消费总量中的比重超过煤品

羊城晚报 2022.9.28

9月26日，广州市人民政府官网发布《广州市能源发展“十四五”规划》（以下简称《规划》）。《规划》指出，到2025年，广州市将初步形成清洁低碳、安全高效、开放融合的现代能源体系。具体而言，到2025年，本地骨干电源装机容量提高到1725万千瓦左右，电力自给率提高到60%（按照预测负荷2700万千瓦计）；煤炭消费量控制在省下达的任务目标之内；清洁能源天然气消费量达90亿立方米以上，在能源消费总量中的比重超过煤品；光伏发电、风电装机规模合计达116万千瓦以上；力争能源相关产业产值达4000亿元。

### 能源发展围绕四大布局展开

加快构建现代能源体系是保障国家能源安全，推动实现经济社会高质量发展的重要支撑。《规划》指出，“十三五”时期，广州市能源发展取得了显著成效，能源体系稳步向清洁低碳、安全高效的方向转变，支撑了国民经济和社会发展，但在安全保障、能效提升、产业发展方面仍存在问题。

“十四五”时期，广州市能源发展将围绕四大布局展开。

《规划》指出，在电力供应保障布局方面，预期“十四五”时期中心区负荷仍占主导地位，但外围地区占全市负荷比重逐步提高。为满足中西部、北部、东部快速增长的电力负荷需求，广州将新建一批骨干燃气电厂电源项目，推进燃煤机组等容量替代。

在煤油气保障布局方面，广州将发挥广州港（主要在新沙港区）国家煤炭储备基地积极作用和枢纽优势，提升黄埔、南沙港区煤炭码头及存煤功能，满足燃煤电厂发电机组用煤、存煤的安全保障需求；将推进燃气基础设施建设。

在能源产业发展布局方面，广州市将以氢能、智能电网、储能、核能装备制造、再生资源循环利用产业为重点领域，推动强化优势产业集聚格局。同时，积极谋划打造粤港澳大湾区

区燃机运维中心，稳步培育南沙天然气水合物（可燃冰）产业集聚区。

在能源绿色示范布局方面，广州将推进黄埔、从化等整区光伏试点建设，为能源体系发展和能源产业壮大提供支撑。

### 绘就蓝图瞄准七大任务

同时，《规划》提出了强化能源安全保障、持续优化能源结构、创新发展能源产业、加快智慧能源建设、抓好能源消费“双控”、优化能源管理机制、推进重点领域改革七大主要任务。

《规划》明确，加快电力基础设施建设，推进粤电花都天然气热电联产、广州珠江 LNG 电厂二期骨干支撑调峰电源等，“十四五”时期内燃气骨干电源装机容量力争经过努力可新增约 812 万千瓦。跟进新一代先进核电技术发展，探索新型核电项目以及新型核电技术在广州的应用。推进电网建设，应对严重自然灾害等可能引发电网大面积停电事故的风险，至“十四五”时期末，力争累计建成 500 千伏变电站 11 座（海珠站预计“十五五”时期建成）。加强天然气基础设施建设和气源保障，推进调节性电力基础设施建设，开展从化、增城等地新增抽水蓄能项目的可行性研究等。

在优化能源结构方面，《规划》指出，大力推进本地煤炭清洁高效利用，“十四五”期间，推动临近服役期满的珠江电厂、恒运电厂（#6、#7）开展等容量替代，替代为大容量高参数的清洁高效煤电机组。积极开发可再生能源，强化公共机构利用屋顶开发利用可再生能源、建设分布式光伏发电项目的示范带头作用，“十四五”期间，广州市分布式光伏发电项目装机规模新增 40 万千瓦，累计达 100 万千瓦，力争“十四五”时期末风电装机规模达 16 万千瓦。扩大清洁能源利用，加快完善电动汽车充换电基础设施配套，“十四五”时期，新增充电桩 1.5 万个，其中公共桩 1.25 万个，专用桩 2500 个。提升氢能生产和消费能力，“十四五”期间，建设广州石化氢燃料电池供氢中心等氢能制备项目 4 个，累计建设加氢站约 50 座。提升管道燃气覆盖水平，至“十四五”时期末，新增管道燃气覆盖用户 80 万户，管道燃气覆盖率达 80%，新增燃气管道覆盖 120 个城中村，新增“送气下乡”燃气管道覆盖 500 个村落。（郭思琦）

## 科学应对 稳健转型

经济日报 2022.9.30

世界能源体系受能源技术革命、全球能源转型、新冠肺炎疫情以及俄乌冲突持续等一系列因素影响，既经历着全球能源格局加速调整、能源消费日益低碳化的历史性转变，也呈现出能源市场急剧波动、国际能源地缘政治竞争加剧的阶段性场景。一方面，能源技术革命和全球能源转型为人类以更加便捷、多样、环保的方式获取和使用能源提供了广阔前景；另一方面，地缘政治冲突等突发事件以及部分国家和地区在推动能源转型过程中过于冒进的做法加剧了国际能源市场的阶段性动荡。



能源大变局下，着眼世界能源体系发展趋势与我国能源安全实际需求，破除陈旧落后的能源安全观念、树立新的能源安全理念是维护我国能源安全的根本路径。要树立动态的、相对的能源资源安全观，正确处理化石能源与清洁能源、国内与国外、平时与战时的关系；树立能源供需安全观，以高质量科学供给满足合理能源需求；树立能源环境安全观和能源气候安全观，将环境安全、气候安全作为能源安全的重要组成部分，以能源革命来应对气候变化、保障环境和经济可持续发展；树立能源技术安全观，以技术进步支撑能源安全；树立全球能源安全观，通过加强全方位国际合作，在开放条件下维护能源安全。

2020年12月，国务院新闻办公室发布《新时代的中国能源发展》白皮书，强调要贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推动能源消费革命、供给革命、技术革命、体制改革，全方位加强国际合作，实现开放条件下的能源安全。新形势下，我国需要把握国际能源发展大趋势，贯彻能源安全新理念，采取有效措施，从容应对国际能源大变局，切实维护国家能源安全。

第一，面对“双碳”目标，持续稳健推进能源转型，以能源转型引领能源安全。我国是一个国情复杂的能源生产大国和消费大国，国内不同地区的经济、社会和能源状况千差万别。我国的能源转型不能重复发达国家走过的煤炭—油气—可再生能源三段式既有路径，而要从以煤为主转向清洁煤炭、油气、可再生能源和核能并存，并最终实现以可再生能源为主体的能源消费结构。在推进能源转型过程中，必须采取稳妥审慎的态度，不能一哄而上，要避免操之过急，在确保经济平稳和社会民生的前提下推进能源转型升级。

第二，抢占能源技术制高点，以推进能源科技创新支撑能源安全。全球能源转型背景下，能源发展逐步从资源驱动转变为技术驱动，世界能源体系的核心资产将不再是能源资源而是能源技术创新。着眼未来全球能源发展，我国要在继续强化技术长板的同时，抓紧补齐技术短板，力争在煤炭清洁高效利用、页岩油气和天然气水合物勘探开发、可再生能源、先进核电、分布式能源、先进储能、智能电力和能源互联网等能源技术领域取得实质性突破。

第三，深化能源体制改革，以能源体制创新助力能源安全。要构建有效竞争的市场结构和市场体系，形成主要由市场决定能源价格的机制。持续完善碳市场交易体系，创新绿色低碳转型的金融手段。转变政府对能源的监管方式，建立健全能源法治体系。

第四，广泛参与全球能源合作，不断提升全球能源治理水平。有效应对全球气候变化，在共建全球能源安全体系过程中巩固我国能源安全。利用好国内、国际两个市场，对国际能源合作进行合理布局，构筑起多元化、多层次全球能源供应网络，以较低成本获取最大收益。双边层面，要在巩固好中东、欧亚、非洲等传统油气来源的同时，强化与西半球油气生产中心——美国、加拿大、墨西哥、委内瑞拉、巴西等国油气合作；多边层面，要努力通过参与全球能源合作，提高在国际能源事务中的话语权和影响力。（冯玉军）

# 2021 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告

中国电力报 2022.9.20

本报讯（记者 张栋钧）国家能源局近日发布《2021 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告》（以下简称《监测评价报告》），以此作为各地区 2022 年可再生能源开发建设和并网运行的基础数据。

《监测评价报告》显示，经核算，除西藏免除考核外，全国 28 个省（自治区、直辖市）完成了国家能源主管部门下达的最低总量消纳责任权重，甘肃和新疆可再生能源电力总量消纳实际完成情况较最低消纳责任权重分别低 2.6 个和 1.8 个百分点；全国 29 个省（自治区、直辖市）完成了国家能源主管部门下达的最低非水电消纳责任权重，新疆非水电可再生能源电力消纳实际完成情况较最低消纳责任权重低 0.6 个百分点。

据统计，30 个省（区、市）中，可再生能源电力消纳占全社会用电量的比重超过 80% 以上的 1 个、40%~80% 的 7 个、20%~40% 的 12 个、10%~20% 的 10 个；非水电可再生能源电力消纳占全社会用电量的比重超过 20% 以上的 7 个、10%~20% 的 15 个、5%~10% 的 7 个、5% 以下的 1 个。

## 一、全国可再生能源电力发展总体情况

截至 2021 年底，全国可再生能源发电累计装机容量 10.63 亿千瓦，同比增长约 13.8%，占全部电力装机的 44.8%；其中，水电装机 3.91 亿千瓦（抽水蓄能 0.36 亿千瓦）、风电装机 3.28 亿千瓦、光伏发电装机 3.06 亿千瓦、生物质发电装机 3798 万千瓦。2021 年，全国可再生能源发电量达 2.48 万亿千瓦时，占全部发电量的 29.7%；其中水电发电量 1.34 万亿千瓦时，占全部发电量的 16.0%；风电发电量 6556 亿千瓦时，占全部发电量的 7.8%；光伏发电量 3259 亿千瓦时，占全部发电量的 3.9%；生物质发电量 1637 亿千瓦时，占全部发电量的 2.0%。

## 二、各省（区、市）可再生能源电力消纳责任权重完成情况

2021 年全国可再生能源电力实际消纳量为 24446 亿千瓦时，占全社会用电量比重 29.4%，同比提高 0.6 个百分点；全国非水电可再生能源电力消纳量为 11398 亿千瓦时，占全社会用电量比重为 13.7%，同比增长 2.3 个百分点。

根据《国家发展改革委国家能源局关于 2021 年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》（发改能源〔2021〕704 号）公布的 2021 年各省（自治区、直辖市）可再生能源电力消纳责任权重，综合考虑各省本地生产、本地利用以及外来电力消纳情况，经核算，除西藏免除考核外，全国 28 个省（自治区、直辖市）完成了国家能源主管部门下达的最低总量消纳责任权重，甘肃和新疆可再生能源电力总量消纳实际完成情况较最低消纳责任权重分别低 2.6 个和 1.8 个百分点；全国 29 个省（自治区、直辖市）完成了国家能源主管部门下达的最低非水电消纳责任权重，新疆非水电可再生能源电力消纳实际完成情况较最低消纳

责任权重低 0.6 个百分点。

据统计，30 个省（区、市）中，可再生能源电力消纳占全社会用电量的比重超过 80% 以上的 1 个、40% ~ 80% 的 7 个、20% ~ 40% 的 12 个、10% ~ 20% 的 10 个；非水电可再生能源电力消纳占全社会用电量的比重超过 20% 以上的 7 个、10% ~ 20% 的 15 个、5% ~ 10% 的 7 个、5% 以下的 1 个。2021 年可再生能源电力消纳总量责任权重完成情况如表 1，2021 年可再生能源电力消纳非水电责任权重完成情况如表 2。

表 1 2021 年可再生能源电力消纳总量责任权重完成情况

省（区、市）	实际消费量 （亿千瓦时）	实际 完成 情况	同比 增加 百分点	下达的最低 总量消纳 责任权重	实际完成情况 超出下达最低权重 指标的百分点
四川	2633	80.4%	-1.4	74.0%	6.4
云南	1657	77.5%	-3.1	75.0%	2.5
青海	662	77.1%	-7.6	69.5%	7.6
甘肃	701	46.9%	-5.6	49.5%	-2.6
湖南	1000	46.4% *	-0.7	45.0%	1.4
重庆	610	45.5%	-5.9	43.5%	2.0
广西	964	43.1%	-0.2	43.0%	0.1
湖北	1026	41.5%	-1.7	37.0%	4.5
贵州	629	36.1%	-4.6	35.5%	0.6
上海	558	31.9%	-3.7	31.5%	0.4
吉林	252	29.9%	-0.4	28.0%	1.9
江西	546	29.3%	4.1	26.5%	2.8
河南	1058	29.0%	7.4	21.5%	7.5
广东	2281	29.0% *	-4.1	29.0%	0.0
宁夏	224	28.8%	2.1	24.0%	4.8
陕西	525	26.7%	1.8	25.0%	1.7
山西	649	24.9%	6.1	20.0%	4.9
内蒙古	954	24.1%	3.0	20.5%	3.6
黑龙江	254	23.3%	-0.1	22.0%	1.3
新疆	712	20.2%	-0.3	22.0%	-1.8
北京	244	19.8%	3.4	18.0%	1.8
天津	191	19.5%	3.4	17.0%	2.5
安徽	524	19.3%	1.7	16.0%	3.5
辽宁	492	19.1%	1.9	15.5%	3.6
福建	539	19.0% *	0.0	19.0%	0.0
浙江	1042	18.9%	-0.7	18.5%	0.4

江苏	1321	18.6%	1.8	16.5%	2.1
河北	756	17.6%	3.4	16.5%	1.1
海南	71	17.5%	1.3	16.0%	1.5
山东	1167	15.8%	3.4	13.0%	2.8
西藏	95	94.1%	7.0	不考核	不考核
全国	24446	29.4%	0.6	.	

备注：1. 湖南计入贵州点对网 45.5 亿千瓦时水电；

2. 福建省加上了安徽省转让的 36 亿千瓦时可再生能源总超额消纳量；

3. 广东省加上了云南省转让的 49 亿千瓦时可再生能源总超额消纳量。

表 2 2021 年可再生能源电力消纳非水电责任权重完成情况

省（区、市）	实际消费量 （亿千瓦时）	实际 完成 情况	同比 增加 百分点	下达的最低 总量消纳 责任权重	实际完成情况 超出下达最低权重 指标的百分点
青海	251	29.3%	3.9	24.5%	4.8
宁夏	303	26.2%	4.8	22.0%	4.2
山西	610	23.4%	6.6	19.0%	4.4
黑龙江	253	23.2%	1.7	20.0%	3.2
内蒙古	890	22.5%	3.0	19.5%	3.0
河南	780	21.4%	7.7	18.0%	3.4
吉林	177	21.0%	-0.3	21.0%	0.0
北京	239	19.4%	3.3	17.5%	1.9
甘肃	283	18.9%	1.1	18.0%	0.9
天津	181	18.4%	3.3	16.0%	2.4
陕西	352	17.9%	4.3	15.0%	2.9
河北	721	16.8%	3.3	16.0%	0.8
安徽	434	16.0%	2.4	14.0%	2.0
云南	321	15.0% ★	-0.1	15.0%	0.0
山东	1100	14.9%	3.5	12.5%	2.4
湖南	302	14.0%	2.9	13.5%	0.5
辽宁	361	14.0%	0.4	13.5%	0.5
江西	244	13.1%	2.5	12.0%	1.1
江苏	859	12.1%	3.1	10.5%	1.6
新疆	420	11.9%	1.0	12.5%	-0.6
广西	255	11.4%	2.5	10.0%	1.4

湖北	269	10.9%	1.8	10.0%	0.9
贵州	171	9.8%	2.5	8.5%	1.3
海南	38	9.4%	2.0	8.0%	1.4
福建	258	9.1% ★	1.8	7.5%	1.6
浙江	474	8.6%	1.1	8.5%	0.1
四川	233	7.1%	1.0	6.0%	1.1
广东	448	5.7%	0.3	5.0%	0.7
上海	91	5.2%	0.4	4.0%	1.2
重庆	58	4.3%	0.1	4.0%	0.3
西藏	21	20.8%	-0.8	不考核	不考核
全国	11398	13.7%	2.3		

备注：1. 福建省加上了安徽省转让的 30 亿千瓦时非水电可再生能源超额消纳量；

2. 云南省加上了广东省转让的 28 亿千瓦时非水电可再生能源超额消纳量。

### 三、全国重点地区风电、光伏年可利用小时数情况

表 3 2021 年全国风电重点地区年利用小时数情况

省（区）	资源区	地区	2020 年 实际利用 小时数	2021 年 实际利用 小时数	实际利用 小时数 增加值
内蒙古	I 类	除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外其他地区	2318	2626	308
	II 类	赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市	2378	2407	29
新疆	I 类	乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、克拉玛依市、石河子市	2616	2787	165
	III 类	除乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、克拉玛依市、石河子市以外其他地区	2178	2241	63
甘肃	II 类	嘉峪关市、酒泉市	2016	2153	137
	III 类	除嘉峪关市、酒泉市以外其他地区	1638	1861	223
宁夏	III 类	宁夏	1653	2018	365
黑龙江	III 类	鸡西市、双鸭山市、七台河市、绥化市、伊春市、大兴安岭地区	2255	2063	-192
	IV 类	黑龙江省其他地区	2270	2254	-16
吉林	III 类	白城市、松原市	2302	2280	-22
	IV 类	吉林省其他地区	2355	2427	72
辽宁	IV 类	辽宁	2243	2293	50
河北	II 类	张家口市	2032	1995	-37
山西	IV 类	忻州市、朔州市、大同市	1750	2317	567

表4 2021年全国光伏重点地区年利用小时数情况

省(区)	资源区	地区	2020年 实际利用 小时数	2021年 实际利用 小时数	实际利用 小时数 增加值
内蒙古	I类	除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外其他地区	1626	1568	-58
	II类	赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市	1619	1562	-57
新疆	I类	哈密、塔城、阿勒泰、克拉玛依	1655	1597	-58
	II类	除I类外其他地区	1414	1445	41
甘肃	I类	嘉峪关、武威、张掖、酒泉、敦煌、金昌	1535	2562	27
	II类	除I类外其他地区	1263	1389	126
青海	I类	海西	1436	1474	38
	II类	除I类外其他地区	1387	1248	-139
宁夏	I类	宁夏	1390	1471	81
陕西	II类	榆林、延安	1466	1455	-11
黑龙江	II类	黑龙江	1507	1503	-4
吉林	II类	吉林	1477	1537	60
辽宁	II类	辽宁	1388	1327	-61
河北	II类	承德、张家口、唐山、秦皇岛	1485	1343	-142
山西	II类	忻州、朔州、大同	1470	1424	-46

#### 四、全国清洁能源消纳利用情况

2021年,全国及重点省份清洁能源消纳利用情况良好。2021年,全国风电平均利用率96.9%,同比提升0.4个百分点;尤其是湖南、甘肃和新疆,风电利用率同比显著提升,湖南风电利用率99%、甘肃风电利用率95.9%,新疆风电利用率92.7%、同比分别提升4.5、2.3、3.0个百分点。2021年,全国光伏发电利用率98%,与上年基本持平。新疆、西藏等地光伏消纳水平显著提升,光伏利用率同比分别提升2.8和5.6个百分点。全国主要流域水能利用率约97.9%,同比提高1.5个百分点。

表5 2021年全国风电并网消纳情况

	2020年实际利用率	2021年实际利用率		2020年实际利用率	2021年实际利用率
全国	96.5%	96.9%	河南	99.8%	98.3%
北京	99.7%	100.0%	湖北	100.0%	100.0%
天津	99.8%	100.0%	湖南	94.5%	99.0%
河北	95.3%	95.4%	重庆	100.0%	100.0%
山西	97.0%	97.5%	四川	100.0%	100.0%
山东	96.8%	98.5%	陕西	96.7%	97.7%
蒙西	93.0%	91.1%	甘肃	93.6%	95.9%
蒙东	97.7%	97.6%	青海	95.3%	89.3%

辽宁	99.0%	98.0%	宁夏	97.8%	97.6%
吉林	97.6%	97.1%	新疆	89.7%	92.7%
黑龙江	99.5%	98.1%	西藏	100.0%	100.0%
上海	100.0%	100.0%	广东	100.0%	100.0%
江苏	100.0%	100.0%	广西	100.0%	100.0%
浙江	100.0%	100.0%	海南	100.0%	100.0%
安徽	100.0%	100.0%	贵州	99.7%	99.5%
福建	100.0%	100.0%	云南	99.4%	99.9%
江西	100.0%	99.9%			

表 6 2021 年全国光伏并网消纳情况

	2020 年实际利用率	2021 年实际利用率		2020 年实际利用率	2021 年实际利用率
全国	98.0%	98.0%	河南	100.0%	99.9%
北京	100.0%	100.0%	湖北	100.0%	100.0%
天津	100.0%	99.9%	湖南	99.9%	100.0%
河北	98.7%	98.2%	重庆	100.0%	100.0%
山西	97.0%	99.1%	四川	100.0%	100.0%
山东	99.0%	99.1%	陕西	97.1%	98.0%
蒙西	96.4%	96.5%	甘肃	97.8%	98.5%
蒙东	99.6%	99.4%	青海	92.0%	86.2%
辽宁	100.0%	99.6%	宁夏	97.5%	97.5%
吉林	98.8%	98.9%	新疆	95.4%	98.3%
黑龙江	100.0%	99.6%	西藏	74.6%	80.2%
上海	100.0%	100.0%	广东	100.0%	100.0%
江苏	100.0%	100.0%	广西	100.0%	100.0%
浙江	100.0%	100.0%	海南	100.0%	100.0%
安徽	100.0%	100.0%	贵州	99.4%	99.6%
福建	100.0%	100.0%	云南	99.5%	99.8%
江西	100.0%	100.0%			

表 7 2021 年全国主要流域水电利用情况

主要流域	2020 年有效水能利用率	2021 年有效水能利用率	主要流域	2020 年有效水能利用率	2021 年有效水能利用率
金沙江	99.20%	99.99%	长江干流上游	99.85%	99.97%
雅砻江	93.54%	96.96%	黄河干流上游	93.14%	99.73%
大渡河	86.81%	92.83%	南盘江红水河	99.26%	99.61%
乌江	98.34%	99.75%	澜沧江	99.88%	99.95%

### 五、直流特高压线路输送可再生能源情况

2021年，17条直流特高压线路年输送电量4887亿千瓦时，其中可再生能源电量2871亿千瓦时，同比提高18.3%，可再生能源电量占全部直流特高压线路总输送电量的58.7%。国家电网运营的13条直流特高压线路总输送电量4048亿千瓦时，其中可再生能源电量2032亿千瓦时，占总输送电量的50.2%；南方电网运营的4条直流特高压线路输送电量839亿千瓦时，全部为可再生能源电量。

表8 2021年直流特高压线路输送电量情况

序号	线路名称	年输送电量 (亿千瓦时)	可再生电量合计 (亿千瓦时)	可再生能源占比	占比同比增长 (百分点)
1	复奉直流	283.0	283.0	100%	0.0
2	锦苏直流	361.9	361.9	100%	0.0
3	宾金直流	271.6	271.3	99.9%	-0.1
4	天中直流	446.1	159.7	35.8%	-4.9
5	灵绍直流	504.1	116.4	23.1%	6.0
6	祁韶直流	271.9	70.9	26.1%	-1.2
7	雁淮直流	285.7	50.4	17.6%	3.9
8	锡泰直流	185.9	41.6	22.4%	22.1
9	鲁固直流	265.4	101.0	38.0%	20.9
10	昭沂直流	319.6	107.8	33.7%	-13.8
11	吉泉直流	550.6	172.9	31.4%	13.1
12	青豫直流	151.5	148.9%	98.3%	-1.7
13	雅湖直流	150.5	146.0	97.0%	/
14	楚穗直流	217.6	217.6	100.0%	0.0
15	普侨直流	156.2	156.2	100.0%	0.0
16	新东直流	237.9	237.9	100.0%	0.0
17	昆柳龙直流	227.1	227.1	100.0%	0.0
	全国	4887	2871	58.7%	12.8

### 六、国家清洁能源示范省（区）落实情况

浙江。2021年，全部可再生能源电力消纳量1042亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为18.9%，同比降低0.7个百分点；非水电可再生能源电力消纳量为474亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为8.6%，同比上升1.1个百分点。

四川。2021年，全部可再生能源电力消纳量为2633亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为80.4%，同比下降1.4个百分点；非水电可再生能源电力消纳量为233亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为7.1%，同比上升1.0个百分点。

宁夏。2021年，全部可再生能源电力消纳量为334亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为28.8%，同比上升2.1个百分点；非水电可再生能源电力消纳量为303亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为26.2%，同比上升4.8个百分点。

甘肃。2021年，全部可再生能源电力消纳量为701亿千瓦时，占本省全社会用电量的



比重为 46.9%，同比下降 5.6 个百分点；非水电可再生能源电力消纳量为 283 亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为 18.9%，同比上升 1.1 个百分点。

青海。2021 年，全部可再生能源电力消纳量为 662 亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重为 77.1%，同比下降 7.6 个百分点；非水电可再生能源电力消纳量为 251 亿千瓦时，占本省全社会用电量的比重约为 29.3%，同比上升 3.9 个百分点。

## 二、热能、储能、动力工程

### 科学家用蟹壳制成可生物降解电池

千次循环后能源效率仍为 99.7%

科技日报 2022.9.5

科技日报讯（记者张梦然）对可再生能源和电动汽车需求的不断增加，引发了对储能电池的高需求，但支撑这些可持续性解决方案背后的电池并不总是可持续的。在 1 日发表于《物质》杂志的一篇论文中，美国科学家用一种意想不到材料——蟹壳制造了一种锌电池，其中含有一种可生物降解的电解质。

论文主要作者、马里兰大学材料创新中心主任胡良兵说，大量电池的生产和消耗增加了环境负担。例如，广泛用于锂离子电池的聚丙烯和聚碳酸酯隔膜需要数百或数千年才能降解。

电池通过电解质使离子在带正电和带负电的端子之间来回穿梭。电解质可以是液体、糊状物或凝胶。许多电池使用易燃或腐蚀性化学品，而新开发的电池使用一种称为壳聚糖的生物材料来制成凝胶电解质，可储存来自大规模风能和太阳能的电力。

胡良兵指出，壳聚糖是几丁质的衍生产品。甲壳素有很多来源，包括真菌的细胞壁、甲壳类动物的外骨骼和鱿鱼圈。壳聚糖最丰富的来源是甲壳类动物的外骨骼，包括螃蟹、虾和龙虾，它们很容易从海鲜废料中获得。

可生物降解的电解质意味着大约 2/3 的电池可被微生物分解，壳聚糖电解质可在 5 个月内完全分解。新电池降解后仅留下了锌金属成分，而不是铅或锂。地壳中的锌比锂更丰富，成熟的锌电池更便宜、更安全。

这种壳聚糖锌电池在 1000 次电池循环后的能源效率为 99.7%，使其成为存储风能和太阳能转化能源以传输到电网的可行选择。

### 新型光电探测器能模仿光合作用

在“超长”距离实现光到电流的转换

科技日报 2022.9.5

科技日报讯（记者张梦然）美国密歇根大学研究人员在《光学》期刊发表论文称，他

们使用被称为极化子的独特准粒子开发了一种新型高效光电探测器，其灵感来自植物用来将阳光转化为能量的光合复合物。该设备将光能的远程传输与电流的远程转换相结合，有可能大大提高太阳能电池的发电效率。

在许多植物中发现的光合复合物由一个大的光吸收区域组成，该区域将分子激发态能量传递到反应中心，在那里能量转化为电荷。极化子将分子激发态与光子结合在一起，赋予它类光和类物质的特性，从而实现远距离能量传输和转换。这种新型光电探测器是首次展示基于极化子的实用光电设备之一。

为了创建基于极化子的光电探测器，研究人员必须设计允许极化子在有机半导体薄膜中长距离传播的结构。此外，他们必须将一个简单的有机检测器集成到传播区域中，以产生有效的极化子到电荷的转换。

研究人员使用特殊的傅里叶平面显微镜来观察极化子传播，以分析他们的新设备。结果表明，新的光电探测器在将光转换为电流方面比硅光电二极管更有效。它还可从大约 0.01 平方毫米的区域收集光，并在 0.1 毫米的“超长”距离内实现光到电流的转换——这个距离比光合复合物的能量传递距离大 3 个数量级。

到目前为止，观察的大多数极化子为封闭腔中的静止准粒子，顶部和底部都有高反射镜。这项新研究揭示了极化子如何在单个镜子的开放结构中传播，新设备还允许首次测量入射光子转换为极化子的效率。

## 《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》印发

### 5 ~ 8 年电力装备供给结构显著改善

中国电力报 2022.9.1

本报讯（记者 邱燕超 王若曦）近日，工业和信息化部、财政部、商务部、国务院国资委、市场监管总局联合发布《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》（以下简称《行动计划》），要求推进能源生产清洁化、能源消费电气化，支撑新型电力系统建设，加快电力装备绿色低碳创新发展。

《行动计划》明确了主要目标，即通过 5 ~ 8 年时间，电力装备供给结构显著改善，保障电网输配效率明显提升，高端化智能化绿色化发展及示范应用不断加快，国际竞争力进一步增强，基本满足适应非化石能源高比例、大规模接入的新型电力系统建设需要。煤电机组灵活性改造能力累计超过 2 亿千瓦，可再生能源发电装备供给能力不断提高，风电和太阳能发电装备满足 12 亿千瓦以上装机需求，核电装备满足 7000 万千瓦装机需求。

《行动计划》重点围绕火电装备、水电装备、核电装备、风电装备、太阳能装备、氢能装备等电力装备 10 个领域，提出 6 项行动。在装备体系绿色升级行动方面，统筹发输配用电装备供给结构调整，围绕新型电力系统构建，加速发展清洁低碳发电装备，提升输变电装备消纳保障能力，加快推进配电装备升级换代、提高用电设备能效匹配水平。在电力装备技

术创新提升行动方面，坚持创新驱动，强化企业创新主体地位，完善产业创新体系和产业发展生态。在网络化智能化转型发展行动方面，深化与新一代信息技术融合，加快电力装备产品形态、研发手段、生产方式与服务模式创新变革，推进数字化绿色化服务化发展。在技术基础支撑保障行动方面，推动有效市场和有为政府更好结合，完善产业技术服务体系，引导产业规范发展。在推广应用模式创新行动方面，加强政策引导和支持，推进应用创新和推广。在电力装备对外合作行动方面，充分利用国内国际两个市场、两种资源，加快高水平走出去，加强国际产业合作，打造国际合作和竞争新优势。

## 钙钛矿加速产业化落地

### ——百佳年代定制化胶膜提高组件稳定性

中国电力报科技装备 2022.9.1

近日，常州百佳年代薄膜科技股份有限公司（以下简称“百家年代”）与国际知名化工企业联合研发的高可靠性钙钛矿封装胶膜 Billirial 实现批量出货，并于今年6月份完成协鑫光电首批订单交付。

作为第三代太阳能电池，今年以来钙钛矿电池在政策层面被多次提及。8月，科技部、国家发展改革委等9部门发布《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》指出，到2025年重点领域低碳关键核心技术实现重大突破，到2030年进一步研究突破碳中和前沿和颠覆性技术。对于绿色低碳转型支撑技术和前沿颠覆性低碳技术的界定，钙钛矿电池均位列其中。

#### 成本及效率优势显著

钙钛矿是一种光电转换效率较高的晶体材料，一般以钙钛矿型（ABX<sub>3</sub>型）多晶为吸光材料制作的太阳能电池，被称为钙钛矿型太阳能电池，属于第三代太阳能电池，也称作新概念太阳能电池。钙钛矿电池与非晶硅薄膜电池类似，具有P-I-N结构。

据全球性期刊 Scientific Reports 数据显示，新式钙钛矿光伏电池的极限转换效率可达33%，钙钛矿叠层电池更是高达43%。受益于高转化率和低成本优势，叠加轻薄、柔性和可定制特性，钙钛矿电池可广泛应用于大型集中式电站、BIPV、BAPV等多种场景，发展前景广阔。

自今年以来，钙钛矿电池技术不断取得突破性进展，协鑫光电、纤纳光电等企业已经实现兆瓦级产能，甚至发布了基于钙钛矿技术的组件产品。受益于广阔的市场前景，钙钛矿电池技术也吸引了腾讯、宁德时代、碧桂园等诸多知名企业的争相布局。

#### 稳定性及寿命尚存短板

钙钛矿技术以高潜力、低成本、可与晶硅叠层等特性得到了市场广泛关注，但与此同时也给辅材厂商带来了很大挑战。

由于钙钛矿属于离子晶体材料，相比晶硅电池，钙钛矿质地脆弱、不耐高温、易氧化、

湿气环境下易分解等特性导致其寿命较短且光电转化率衰减较大，因此，如何提升钙钛矿的稳定性是全世界钙钛矿企业和研究机构都在力图攻克的难题。

百佳年代早在 2018 年初便开始布局钙钛矿封装技术，与国际知名化工企业签署合作协议，联合开发了应用于钙钛矿组件的热塑型聚烯烃封装胶膜 Billirial。该产品采用新型环保配方体系，不析出小分子物质，可实现 100 ~ 120 摄氏度条件下的快速低温层压贴合，可有效保障钙钛矿电池结构的完整性和稳定性。该产品兼具高透光率、高耐候性、低水汽透过率、高粘合力等特性，能够有效降低钙钛矿电池的老化衰减率。

### 热塑聚烯烃技术解决封装痛点

在光伏组件的封装过程中，光伏胶膜主要用于粘结电池片、光伏玻璃和背板，具有耐湿热、抗紫外线老化、抵御水汽等作用，其化学性质以及稳定性对于光伏组件的发电性能、产品质量、使用寿命起着至关重要的作用。

针对不同的电池技术路线，胶膜的产品形态亦有所不同。

目前钙钛矿电池依然存在水汽敏感，不能承受高温等技术痛点，传统光伏胶膜无法满足其组件封装要求，需借助定制化的钙钛矿胶膜技术，方可弥补其产品缺陷。百佳年代主导研发的高可靠性钙钛矿封装胶膜 Billirial 产品采用热塑性聚烯烃封装胶膜技术，可有效解决钙钛矿电池痛点。

针对钙钛矿不耐高温的特点，百佳年代主导研发的 Billirial 热塑性胶膜能够与玻璃、金属材料等均具有很高的粘接性，具有优异的低温层压性能。层压温度可控制在 100 ~ 120 摄氏度左右，低温封装下玻璃强度大于 80 牛/厘米，能够有效保证钙钛矿电池结构的稳定性与组件贴合的密封性。（邢莹莹）

## 甲醇全产业链协同发展蓄势待发

中国能源报 2022.9.5

“山西省的煤炭储量、可开采量居全国前列，同时有弃采煤约 900 多亿吨。此外，山西省还拥有全国最大的焦化产能，约 1.5 亿吨。这些不同的丰富的资源类型，恰好可以采用不同的低碳绿色发展路线，实现甲醇低碳化、零碳化乃至负碳化生产。”9 月 1 日，在 2022 太原能源低碳发展论坛甲醇经济论坛上，吉利控股集团董事长李书福表示，山西加快发展甲醇经济，推进产业结构低碳绿色转型升级，在全国具有积极的示范引领作用。

### ■ ■ 具备产业化基础保障能源安全

“如果说碳中和战略目标是关系能源低碳绿色革命、国家经济社会高质量发展问题，那么保障能源安全就是生存问题。”李书福认为。

我国煤炭资源丰富。自然资源部的数据显示，我国查明煤炭资源量达 1.67 万亿吨。2020 年，煤炭产量和消费量分别为 39 亿吨和 40.4 亿吨左右，自给率高达 96% 以上。另有数据显示，我国石油对外依存度超 70%，交通领域的石油消耗占比超过 70%。基于我国富

煤、贫油、少气的资源特征，加大能源多元化发展和创新成当务之急。“电池储能有限，氢气成本高也难以运输，液态甲醇就是一种很好的存储方式，所以我们又称甲醇是液态电、液态氢。”

中科院上海高等研究院副院长黄伟光表示，甲醇经济前景广阔，就技术储备而言，目前已经解决了燃烧特性、排放特性、毒性以及作为动力源的动力特性等方面的问题，同时，经过多年的技术验证，具备了大规模产业化的条件。

李书福指出，晋中市作为我国甲醇燃料、甲醇汽车推广应用的开辟者、发源地，拥有生产低碳绿色甲醇的丰富资源，而且具有深厚的产业发展积淀，在甲醇汽车生产、甲醇燃料制备、甲醇输配送体系建设方面具有很好的先发优势。据了解，通过晋中市国家甲醇经济示范区的建设，该市将荟萃甲醇经济全产业链发展最领先的技术，包括微矿分离、“晋华炉”先进煤气化等煤炭清洁高效利用技术、甲醇汽车生产制造和绿色甲醇技术等。

李书福表示：“我们完全有理由相信山西能充分利用资源优势、产业优势，加大甲醇燃料、甲醇汽车的推广力度，加快国家级甲醇经济示范区建设，为碳中和绿色甲醇奠定产业基础。”

### ■ ■ 绿色甲醇优势显著产业化运营大幕将启

在中国科学院院士、中科院大连化学物理研究所研究员李灿看来，绿色甲醇在碳中和方面有一箭三雕的功能：可以资源化转化二氧化碳，解决工业刚性排放的二氧化碳难题；可作为氢能载体，解决氢能制备储存和运输的安全性和成本高问题；还可以解决间歇性能源，如风、光的规模化储能和调峰问题。

据了解，全球正在探索的甲醇制备技术路线，主要分为传统甲醇制备和绿色低碳甲醇制备。目前，我国煤制甲醇技术、关键设备、催化剂等均达到国际领先水平，煤炭的节能降碳完全具备技术条件。同时，可再生能源电解水每制备1吨绿色甲醇可综合消纳1.4吨二氧化碳。

在南方科技大学创新创业学院院长刘科看来，绿色甲醇是一种长期储能技术，政府要有针对性地出台支持政策，助力发展壮大绿色甲醇经济。“现在我国已有几十万亿元投入的油气液体设施，如果废弃，转而重新建设新的设施，会造成巨大浪费。待绿色甲醇产业发展成熟，届时就可以把已有的基础设施充分利用起来。”

据悉，吉利投资的河南安阳项目即将实现产业化，将副产的焦炉煤气及年捕集15万吨工业废气中的二氧化碳作为原料，可年产11万吨绿色低碳甲醇，实现废物利用、变废为宝，目前项目整体已完工，即将投产运行。据悉，吉利在绿色低碳甲醇制备上还有更长远的规划布局。

此外，绿色甲醇可利用太阳能、风能等可再生能源电解水制绿氢，再由绿氢加二氧化碳生产绿色甲醇。生物质甲醇的制取技术也已达达到小批量试生产阶段。“这充分说明，绿色甲醇的技术路线完全贯通，为碳达峰碳中和目标的实现探索了一条新路。”李书福表示。

## ■ ■ 紧贴用户需求形成“醇车一体化”销售模式

事实上，从能源安全和绿色低碳角度出发，吉利已深耕甲醇领域 17 年，成功解决了甲醇发动机零部件耐醇、耐久性能等行业难题，掌握了甲醇汽车的核心技术，形成专利 200 余件，开发甲醇燃料车型 20 余款，累计行驶里程接近 100 亿公里，最高单车运行里程超过 150 万公里，耐久性可靠性得到实践验证，成为全球首个实现甲醇汽车量产的主机厂。

李书福表示：“在‘双碳’目标指引下，新能源汽车发展势不可挡，纯电动汽车成为主要发展路线。然而，中国目前的发电结构中，火电占到 70% 左右。所以，持续探索多种可持续发展的能源技术路线，是吉利加速汽车产业转型、助力实现双碳目标的一大突破口。”

吉利汽车集团高级副总裁王瑞平介绍，近年来，吉利已成功开发了甲醇添加剂、甲醇专用润滑油、新型耐甲醇的橡胶材料等。“通过这些年的探索，吉利不仅突破了甲醇汽车的所有技术瓶颈，还建立了完整的零部件配套体系，实现了从小批量试点运行到大规模推广应用的跨越。”

攻克技术难题、提高整车性能后，想要以甲醇汽车带动甲醇经济全产业链协同发展，进而实现大规模商业化运作，产业链销售端的进一步完善就必不可少。

针对甲醇汽车市场化推广，目前，吉利已开拓了一种全新的销售模式——醇车一体化。据了解，醇车一体化运营，即根据用户特点和甲醇价格波动规律，通过将甲醇燃料与甲醇汽车进行捆绑，统筹甲醇燃料与甲醇汽车总体经营收益，为用户提供相对稳定和具有竞争力的甲醇燃料，用较长周期消化甲醇价格波动对用户造成的影响，消除甲醇燃料市场无序竞争和中间环节产生的不合理利润，降低甲醇汽车运营成本，充分释放甲醇汽车竞争力。同时，充分利用甲醇燃料供应商现有的丰富完善的加注体系，在部分条件优越的加注站点设立甲醇汽车专营店，将甲醇燃料的输配、加注、销售进行场景化呈现，为用户提供一站式服务。

从前端制备到后端销售，吉利已打通甲醇汽车全产业链。王瑞平表示，未来，吉利甲醇乘用车将深入结合电动化转型方向，持续塑造醇电核心品牌，进一步深耕家用市场。吉利甲醇商用车则会结合甲醇乘用车技术优势，开发醇电混动、醇电增程混动等产品，布局风、光、热并结合碳捕集的绿色甲醇制备，重点打造基于甲醇商用车平台的绿色物流体系。（杨梓）

## 科学家有效预测固体氧化物燃料电池阴极活性

中国科学报 2022.9.7

本报讯（记者陈欢欢）9月5日，中国工程院院士、深圳大学特聘教授谢和平团队与香港理工大学教授倪萌、南京工业大学教授邵宗平在《自然—能源》发表研究成果。他们将机器学习、理论计算与陶瓷固体氧化物开发相结合，开发了一种经过实验验证的阴极材料机器学习筛选技术，快速、有效地从庞大的钙钛矿组分中筛选高活性固体氧化物燃料电池阴极材料。

燃煤电厂受卡诺循环限制，单位发电量的煤炭消耗量较高，且难以破解二氧化碳排放的技术瓶颈。谢和平团队提出并正在攻关的近零碳排放直接煤燃料电池发电技术可打破卡诺循环限制，不通过燃烧，而是将改性煤炭的化学能通过电化学氧化过程直接转换为电能，同时在系统内原位实现二氧化碳二次利用，具有能量转换效率高、实现近零碳排放的特点。

谢和平团队将机器学习技术应用于针对固体氧化物燃料电池高活性阴极材料筛选的攻关研究。该研究引入了与高温下钙钛矿氧化物氧还原反应动力学反应速率强烈相关的路易斯酸性强度（ISA）作为描述符，并验证了8种不同回归模型的有效性。

最终，他们从机器自动生成、预测的6871种不同钙钛矿氧化物中筛选出了4种钙钛矿阴极材料并成功合成。在三维可视化示意图中，4种阴极材料的本性活性 $L_g$ （ASR）符合与ISA描述符的大致线性趋势。通过弛豫时间分布（DRT）模型与等效电路模型对其电化学交流阻抗谱进行分析与量化，4种钙钛矿氧化物阴极的中频电阻呈现出较大差异，并且具有显著的热激活特征，即表面氧转移相关过程为氧还原反应动力学的决定步骤。

实验表征与密度泛函理论（DFT）计算阐明了钙钛矿氧化物路易斯酸性调控策略提升本征活性机理，揭示了路易斯酸性在A位和B位离子的极化分布引起电子对的偏移，进而降低了氧空位的生成能和迁移能垒的机制。

据科研团队介绍，与高通量DFT计算方法相比，该方法无须建立分子模型，仅通过分子式对回归模型进行训练即可预测材料性能，打破了阴极材料开发效率低的技术壁垒，未来发展还需要加快材料数据库建设。

## 这种新材料着火了还能发电

中国科学报 2022.9

摩擦纳米发电机（TENG）能安全环保地收集能源，但其不可或缺的组成部分——摩擦电聚合物多数都不耐火。常用的耐火材料研制策略是向聚合物中加入共混型或共聚型阻燃剂，这常会牺牲材料原有加工性能和机械性能，因此开发新型耐火聚合物是迫切需求也是巨大挑战。

近日，东华大学教授游正伟团队研制出一种基于高性能液晶聚芳酯醚（LCPAEE）的本征型（物质本身具有某种特征）耐火材料。LCPAEE的高刚性液晶主链结构赋予了其出色的抗滴落、耐高温和耐火特性，用它制成的新型LCP-TENG将在消防、个人防护和其他极端温度环境中具有广阔的应用前景。相关成果发表于《先进材料》。

### 耐火难题

相关文献显示，当温度超过200摄氏度时，TENG的电输出性能会出现大幅下降。如果处在火焰中，普通TENG所用的聚合物材料会卷曲变形，甚至燃烧损毁，无法再次使用。而TENG的应用环境多与电子电器相连，一旦发生火灾，着火点会因普通聚合物易燃、熔融滴落而导致火灾迅速蔓延。

随着人们安全意识的不断增强，开发防火材料的需求也愈加迫切。尽管科学家通过添加阻燃剂等方式开发出一些阻燃聚合物材料，但往往制备过程繁杂，同时副产物难以处理。一方面制备 TENG 的聚合物材料容易在燃烧时被破坏，导致其无法使用；另一方面，如果采用传统的风冷、水冷等降温技术，将导致 TENG 器件尺寸增大，大大降低其使用的便捷性和应用范围。因此，开发阻燃抗熔滴聚合物非常必要。

“TENG 自身的温度会因摩擦或周围环境的变化而上升，尤其是在一些极端高温环境（如火灾现场），若材料本身不耐高温，TENG 根本无法正常应用。”游正伟对《中国科学报》说，“因此，开发本征型耐火聚合物对于减轻火灾危害，进而促进 TENG 在极端环境下的应用至关重要。”

### 新的理念

大多数高分子材料都容易燃烧，且一旦引燃就无法自熄。该研究设计的 LCP 是一种本征型阻燃高分子，未添加任何阻燃剂，因此在燃烧情况下仍能保持摩擦电输出性能。

而且这种 LCP 采用一步法熔融聚合反应制备或溶液法加工成型。和聚酰亚胺或聚酰胺（芳纶）等使用强腐蚀性或极性溶剂进行多步合成加工成型相比，该方法制备过程更简单、技术操作难度小。该反应的副产物是醋酸，可以很方便地冷凝收集并再利用，解决了传统方法中溶剂回收的问题。

“这项研究合成了一种 LCPAEE，高刚性主链结构赋予其出色的本征型耐火和抗滴落性能。”游正伟介绍，“特别是由 LCPAEE 制成的 LCP-TENG 在火焰中（520 摄氏度以上）燃烧 16 秒后，其电输出性能仍保持在 65% 以上，优于以往报道的阻燃 TENG。在火灾等极端环境中，逃生时间往往以秒计算，16 秒的时间大大增加了生存概率。”

TENG 和其他相关电子器件的电输出性能与材料的介电性能密切相关。在电场作用下，材料表现出对静电能的储蓄和损耗的性质，通常用介电常数和介质损耗来表示。提高聚合物介电常数的典型方法是引入具有高极性的脂肪族侧链或取代基，这不可避免地会降低耐火性。

“我们提出一种新的设计理念，通过使用非线性骨架来改善分子链运动和偶极极化，从而有效解决了聚合物材料长期相互矛盾的介电常数与耐火性问题。”该论文第一作者、东华大学副研究员管清宝介绍，“这种 LCPAEE 表现出高介电常数（4.8），比典型 LCP 高 60%，同时能保持优异的热稳定性（大于 450 摄氏度）和自熄特性。由此制得的本征型耐火 LCP-TENG 表现出高电输出性能。”

### 广阔前景

“这种新型本征型阻燃 LCPAEE 不但具有出色的介电性能和耐火性，还具备优良加工性和高强度、高模量、高玻璃化转变温度，可为未来新一代航空航天和尖端科学研究提供有先导保障作用的高性能材料。其分子设计理念也为其他高性能材料研制提供了参考。”游正伟说。



在电子电器领域，LCP 材料可应用于高密度连接器、线圈架、线轴、基片载体、电容器外壳等；在 5G 通信行业，LCP 薄膜材料有非常旺盛的需求；在汽车工业领域，LCP 可用于汽车燃烧系统元件、燃烧泵、隔热部件、精密元件、电子元件等；在航空航天领域，可用于雷达天线屏蔽罩、耐高温耐辐射壳体等。

作为一种高性能聚合物材料，LCP 与聚酰亚胺或芳纶相比有着诸多优势。在性能方面，LCP 在干态环境中的热学、力学性能与聚酰亚胺或芳纶相当，但 LCP 的吸湿性非常低（小于 0.02%），使其在湿热环境中力学性能仍保持 99% 以上，而芳纶仅能维持 90%；在电学性能方面，因易吸水等问题，聚酰亚胺的介电常数和介质损耗均会陡增，而 LCP 在湿热环境中电性能则表现得更加稳定。

“由于具备诸多聚合、加工优势，LCP 在成本上低于聚酰亚胺或芳纶，但目前该类材料主要依赖从美、日进口。”游正伟说，“如果能实现国产并形成一定规模，将使我国摆脱美日等国对液晶聚芳酯材料领域的技术封锁。”（张双虎）

## 我国应加快燃料电池汽车商业化

中国科学报 2022.9.7

“氢能与电力协同互补是能源战略的重要组成部分，燃料电池重型卡车是个突破口。”9 月 3 日，在山西举行的 2022 年太原能源低碳发展论坛分论坛“氢能经济发展论坛”上，中国工程院院士、上海交通大学校长林忠钦如是说。他认为推动“氢化山西”，燃料电池重型卡车将率先在全国具有经济性。

在题为《“双碳”战略下氢能与燃料电池汽车发展》的主旨发言中，林忠钦表示：目前我国二氧化碳总排放量为 125 亿吨/年；到 2030 年预计达 130 亿吨/年；到 2060 年，在碳中和场景下要实现不超过 15 亿吨/年。在 130 亿吨到 15 亿吨的变化过程里，经济社会发展将面临严峻挑战。

他指出，碳税将严重制约我国经济社会可持续发展。实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的能源系统变革，需统筹化石能源与可再生能源发展，逐步实现能源低碳化转型。这其中有五大趋势：新能源从补充能源逐步走向主体能源，化石能源从主体能源走向保障性能源，再电气化有望成为碳中和的重要路径，可再生燃料与零碳电力形成重要组合，资源禀赋走向技术创新的能源开发。

他认为“双碳”战略的实施离不开氢能与电力协同互补，是能源战略的重要组成部分。到 2030 年碳达峰时，我国氢气需求量将超 3700 万吨，在终端能源消费中占比约为 5%。在 2060 年碳中和情景下，我国氢气需求量将达 1.3 亿吨，在终端能源消费中占比约为 20%。

扩大氢能利用要从制氢、储存运输、加氢站、汽车这四个环节逐步推进。林忠钦预测，到 2030 年，制氢方式将从当前的非绿、浅绿制氢发展到深绿制氢阶段；储存运输成本逐步降低、安全性稳步提高，掺氢天然气管道输送技术、长距离高压氢气管道技术成熟；在加氢

站方面，建成全国性的氢能供给和利用基础设施网络；燃料电池汽车从示范运作到市场化运行，规模将达到 200 万辆。

### 林忠钦呼吁加快燃料电池汽车商业化。

数据显示，2021 年，我国卡车保有量 3242 万辆，其中重卡 850 万辆，只占汽车总量 2.6% 的重卡排放了 47% 的二氧化碳，一辆 49 吨载重柴油重卡的二氧化碳排放量约等于 40 辆小轿车。当前北京、上海、广东等示范区和山西、内蒙古等非示范区都在积极推广燃料电池汽车，累计推广燃料电池汽车约 1 万辆，商用车约占 44%。

林忠钦认为，制约我国燃料电池汽车发展的因素既有技术因素也有市场因素。2019 年的 49 吨载重燃料电池重卡价格约 180 万元/辆，2022 年大约为 150 万元/辆，购置成本仍然偏高，国内氢气加注的成本也很高，价格普遍在 55 元/公斤，是同类型柴油重卡的 2 到 3 倍，运营成本偏高。搭载 250kWh 锂电池的重卡续航仅为 130 公里，采用 240kW 燃料电池系统 + 氢系统的重卡续航可以达到 700 公里。港口、矿场、渣土运输等中长途物流路线运营里程长、场景相对固定，加氢站布局相对容易，发展燃料电池重卡更有优势。因此，他建议加速燃料电池重卡商业化进程，采用国家示范城市群补贴的模式，对车辆购置和氢气价格进行财政补贴；采用风电光伏资源补贴模式，实现以电补氢，采用低成本氢的纯商业化模式，以运营低成本来弥补购置费用。

山西是世界上最大的炼焦煤生产基地，炼焦煤保有储量占全国的 60%，工业副产氢潜力约 260 万吨/年，可再生能源制氢产能 110 万吨，占全国 9.25%。而且山西的煤、焦、铝、冶、电五大产业可以共同带动约 40 万辆重卡的应用场景。对此，林忠钦建议，山西氢能产业要打好“全国最具优势氢气价格”和“全国最大的重卡应用基地”两张牌，集聚全国智慧，引进优质企业，构建高水平的“技术链”和“产业链”；给予燃料电池重卡购置补贴，将氢气加注控制在 20 元/公斤，到 2024 年，燃料电池重卡成本可与柴油车持平，2025 年可与液化天然气运输车持平，燃料电池重卡将率先在全国具有经济性；给予氢能鼓励 + 惩罚措施，引导企业自觉使用氢能重卡，推动“氢化山西”，打造全国最大的氢能重卡应用基地。（李清波）

## 储能电池强制性标准正加快制定

### 《锂离子电池综合标准化技术体系》也正在修订

中国能源报 2022.9.5

“我国储能产业正在蓄力加速，储能的黄金时代大幕已徐徐拉开”“在产业蓬勃发展的背后，存在不少亟待解决的难题”“储能安全问题是行业面临的最严峻挑战”……在中国能源研究会、中关村储能产业技术联盟日前主办的“中国能源高端论坛——储能安全与风险防控”论坛上，不少专家和企业人士发出各种各样的感慨。

与会人士普遍认为，新型储能是构建新型电力系统的关键支撑，必须以安全为基础，以

安全为前提，实现高质量发展，目前的重点和难点在于，新型储能建设运营不够规范、安全管理有待强化、预警和处置能力有待继续提升。

### 高速发展背后安全隐患增加

2015年，我国超越日韩成为全球最大的锂离子电池生产国和使用国。2021年，我国储能产业实现跨越式发展，全年新增电力储能装机规模首次突破10GW，同比增长231%。同时，各地发布的储能规划目标也已超国家“十四五”规划目标。目前，我国储能项目大型化趋势日渐明显，其中首个百兆瓦压缩空气储能项目已经并网调试运行，百兆瓦液流电池项目在建，还有70余个百兆瓦级项目处于规划、建设中。

“随着全球储能市场爆发，大规模储能项目越来越多，单个储能项目规模越来越大，储能安全隐患也随之增大。”中关村储能产业技术联盟理事长、中国能源研究会储能专委会主任委员、中科院重大科技任务局副局长陈海生表示，据不完全统计，近10年来全球发生储能安全事故61起，2021年以来已发生18起。

据了解，公开的事故调查报告表明，储能安全涉及建设运行的整个周期，除了关注储能电池本身的安全之外，还要从电气安全、系统集成、监控、事故预警、灭火和应急措施等不同层面实施改进。业内认为，一方面要加快研发高效安全储能技术，另一方面要尽快完善储能产品标准和检测认证体系。

### 三道防线保障系统安全

业内专家认为，储能电站的电池堆、电芯、模组等每个环节均可能引发事故。目前公开披露的储能电站起火事故中，约80%以上为三元锂电池，且事故多发生在电站调试、充电或充电休止中。

“锂离子电池热失控机理是：充放电循环等物理热积累了初始热量，负极表面隔膜分解融化焦耳热诱发主控反应。由于热量积累，热失控向后续电池的传播时间越来越短，其产生的连锁效应对储能电站造成的破坏不可估量。”中国科学技术大学教授、欧盟科学院院士孙金华分析，“我们研究发现，总热量的12%通过热传导传到相邻电池，足以使其热失控。”

宁德时代新能源科技股份有限公司系统安全总工程师陈小波表示，储能系统复杂度高，并非储能变流器与电池的简单组合，需结合应用场景、系统高电压和大规模集成的特点进行系统设计，设计理念底线思维是储能系统单个电池热失控时，系统不发生热扩散。

在北京海博思创工程技术中心负责人吕喆看来，安全性就是系统失效的概率和系统失效以后带来的影响综合叠加的结果，而本质安全就是要将系统失效的概率降至最低。“为此，需要在电池安全、集成安全、管理安全以及主动安全四个维度均实施技术保障，从而确保整个系统的安全性。”

对此，孙金华提出三道防线技术路线：在电池开发方面，研发难燃不燃的电池材料，构建本体安全电池体系第一道防线；在电池应用方面，通过多信号融合和基于热失控模型的预警，建立电池使用过程安全的第二道防线；在火灾处置方面，研发多次灭火技术，抑制电池

复燃，形成消防安全第三道防线。

### 多种电池标准空白待补

据记者了解，目前储能电池的国际标准制定已覆盖基础标准和部分常见的产品标准，但针对锂离子电池材料与关键部件、制造工艺与设备、新兴产品类标准尚未制定，比如锂离子电池电极材料、制造设备、检测设备以及平衡车、无人机、机器人电池等产品均无标准可依。

“国内目前已发布的锂离子电池强制标准仅有 3 个。”中国电子技术标准化研究院安全技术研究中心副主任、工信部锂离子电池安全标准特别工作组组长何鹏林直言，按照标准化法规定，涉及安全、环保等方面的产品需制定强制性标准，我国已发布汽车电池、便携式电池、不间断电源等 3 项电池标准。

“目前，工信部正在修订《锂离子电池综合标准化技术体系》。此外，储能电池强制性国家标准正在起草，电动自行车的电池强制性国家标准正在立项。”何鹏林表示，“我们计划今年 9 月完成储能电池强制性国家标准的征求意见 3 稿，10 月召开标准讨论会，今年 12 月召开标准审查会。”

何鹏林还透露，目前锂离子电池安全标准特别工作组成员单位 290 余家，包含了业内主流电池企业、封装企业、宿主设备企业、检测机构、科研机构等整个储能产业链上下游。“我们希望标准制定发布后，能大幅提升储能领域的电池安全性。”（苏南）

## 科学家制造出“宇宙最冷物质”

参考消息 2022.9.14

【美国《大众科学》月刊网站 9 月 9 日报道】题：科学家利用激光制造出宇宙中最冷的物质（记者 劳拉·贝萨斯）

在日本京都的一个实验室里，研究人员正在进行一些非常冷的实验。来自京都大学和得克萨斯州休斯敦赖斯大学的一个科学家团队将物质冷却到了仅比绝对零度（零下 273.15 摄氏度，即所有粒子运动都停止时的温度）高十亿分之一摄氏度，使之成为整个宇宙中最冷的物质。这项研究发表在 9 月的英国《自然·物理学》上，赖斯大学说，它“打开了通往未经探索的量子磁场领域的门户”。

“除非有外星文明目前正在进行这样的实验，否则，京都大学任何时候进行这一实验所制造出的都将是宇宙中最冷的费米子，”研究通讯作者、赖斯大学教授、该大学量子计划成员卡登·哈泽德在一份新闻稿中说，“费米子不是罕见的粒子。它们包括电子等东西，是构成所有物质的两种粒子之一。”

由研究作者高桥佳郎（音）领导的京都大学团队利用激光将铯原子的费米子冷却到绝对零度以上十亿分之一摄氏度左右。这要比星际空间的最低温度还要冷 30 亿倍。这一区域的宇宙仍受到宇宙微波背景（或者说大爆炸后的辐射余晖）的影响。已知最寒冷的宇宙空

间区域是回力棒星云，它的温度比绝对零度高 1 摄氏度，距离地球 3000 光年。

就像电子和光子一样，原子受制于量子动力学定律，但它们的量子行为只有在被冷却至非常接近绝对零度时才能看得出来。运用激光冷却原子以研究超冷原子量子特性的方法已经运用超过 25 年。

“达到这种极低温的结果就是，物理学真的发生了变化，”哈泽德表示，“物理学开始变得更加量子力学化，它让你得以看到新现象。”

在这项实验中，激光通过阻止 30 万个镱原子在光学晶格中的运动来冷却该物质。它模拟了哈伯德模型，这是由理论物理学家约翰·哈伯德于 1963 年首次提出的。物理学家利用哈伯德模型研究材料的磁和超导行为，尤其是电子之间的相互作用产生集体行为的情况。

这种模型使原子能够展示其不寻常的量子特性，包括电子的集体行为（有点像在足球比赛时表演“人浪”的一群球迷）和超导，或者说物体在不丧失能量的情况下导电的能力。

“他们在京都使用的温度计是我们的理论提供的重要东西之一，”哈泽德说，“将他们的测量结果与我们的计算结果进行比较，我们就可以确定温度。创纪录的温度是通过与该系统极高的对称性有关的有趣的新物理学实现的。”

在京都模拟的哈伯德模型具有特殊的对称性，称为 SU(N)。SU 代表特殊酉群，这是一种描述对称性的数学方法；N 则表示模型中粒子可能的自旋态。

## 实验室造出迄今最冷物质

### 温度仅比绝对零度高十亿分之一摄氏度

科技日报 2022.9.13

科技日报讯（记者刘霞）来自美国和日本的科学家，在实验室内将镱原子冷却到绝对零度之上十亿分之一摄氏度，这是所有原子停止运动的假设温度。这一温度甚至比最深的深空还要冷。相关研究发表于《自然·物理》杂志。

在最新研究中，科学家们使用激光，限制了 30 万个原子在光学晶格内的运动。该实验模拟了理论物理学家约翰·哈伯德于 1963 年首次提出的量子物理模型——哈伯德模型。该模型允许原子展示不寻常的量子特性，包括电子之间的集体行为，如超导（导电而不损失能量）等。

研究人员称，他们造出的冷却物质甚至比太空中已知最冷的区域——旋镖星云还要冷，旋镖星云距离地球 3000 光年，是围绕在半人马座中一颗垂死恒星周围的一团气体云。科学家们认为，旋镖星云正被星云中心垂死恒星喷出的冷膨胀气体冷却，因此此处的温度比宇宙其他部分还要冷，约为 1 开尔文或零下 272 摄氏度，仅比绝对零度（零下 273.15 摄氏度）高 1 摄氏度。但在最新实验中，镱原子的温度比旋镖星云的温度还要低。研究人员之一、美国莱斯大学科学家卡登·哈扎德说：“冷却到这一极端低温的结果是物理学发生了真正的变化，更偏向量子力学。”

实验团队目前正在开发第一批工具，以测量镱原子在绝对零度以上十亿分之一摄氏度时可能会出现的行为。哈扎德说：“这些系统非常奇特，我们希望通过研究和理解它们，发现新的物理学现象。”

## 浙江首个大型电网侧独立储能示范项目投运

中国能源报 2022.9.12

本报讯 8月29日上午8点58分，浙江省首个大型电网侧独立储能示范项目在通过72小时全容量试运行后，在浙能集团所属萧山电厂投入运行。该项目第一阶段配置储能容量为50兆瓦/100兆瓦时，最高可存储10万度电，其参与电网AGC频率调节能力相当于2台60万级燃煤机组，是一座集中布置、集中调控、独立统调的大型电化学储能示范电站。

浙能萧山电厂储能项目作为电网侧的巨型“充电宝”，项目投运后推动浙江省主体能源由化石能源向可再生能源更替，为浙江电网未来风、光等可再生能源的储能消纳提供新的解决方案，可大大提高电网的稳定性。该项目建成后，充电一次可持续2小时提供最大5万千瓦的功率，全天最多可充放电4次，将更好提升新能源消纳与电网安全稳定运行的水平。该项目与预制舱室外布置相比，可节约土地资源0.67公顷，节省厂用电20%，可为探索大规模储能电站作为独立主体参与电力市场运营提供样本案例。

浙能萧山电厂储能项目列入《浙江省新型基础设施建设三年行动计划（2020-2022年）》清洁能源设施智能化建设专项行动，是浙江省“十四五”第一批新型储能示范项目，是建设浙江省源网荷储友好型多元融合高弹性电网的重要一环。该项目首次在国内利用退役机组的既有设施场地建设，于2021年11月开工，采用磷酸铁锂电池储能系统、电池单体全测温监控方式，即对每个电池单体的温度进行监控，这在国内属首次应用。全测温监控可实现每个电池单体热失控精准早期预警，可为故障处理赢得时间。（朱将云 胡少君）

## 电池掀起“无钴化”热潮

中国能源报 2022.9.12

日前，在第四届世界新能源汽车大会动力电池技术创新研讨会上，蜂巢能源董事长兼CEO杨红新表示：“未来锂电产品分布中，‘大无钴系’电池市场占比将超过70%。”

据了解，“大无钴系”主要包括蜂巢能源研发推出的层状无钴材料电池以及磷酸铁锂、磷酸锰铁锂等电池体系。作为三元锂电池的正极材料之一，钴由于储量有限成为稀有金属资源，价格一路攀升，已经影响了新能源汽车产业的发展。伴随钴价的暴涨，近年来锂电池材料“无钴化”的呼声愈发高涨，低钴及无钴电池即将成为下一代动力电池的方向。

### “无钴化”成趋势

国际钴业协会发布的《钴市场报告》显示，2021年钴的总需求为17.5万吨，而已开采的供应量为16万吨；预计2024年到2026年，钴的供应量平均每年将增长8%，而由于锂电

池和电动汽车的快速增长，其需求量年平均增长将超过 12%。而美国地质勘探局（USGS）的数据显示，2020 年，全球已探明钴矿储量仅 710 万吨，如果按照 2020 年的开采量进行估算，全球现有钴矿可开采年限约为 50 年。

供需趋紧促使国内钴价不断上行。上海有色网数据显示，8 月 31 日，国内电解钴现货均价达 35.75 万元/吨，较月初上涨 8%，创下了 1 个多月以来的新高。中信证券认为，钴市备货期及消费旺季即将来临，上游供应商预计，钴价将在短期内迎来上行周期。

钴产品价格的持续上涨让电池厂商们不得不寻求其他方式来降低对钴的依赖。新能源与智能网联汽车研究者曹广平表示：“目前钴矿和钴材料资源有限，且回收循环利用困难。并且，虽然有钴的三元锂电池能量密度较高，但活性过强会造成安全性差。因此，有钴电池供应不安全、使用也不安全。在此背景下，无钴电池逐步成为行业趋势。”

由于钴资源受限，不含钴元素的磷酸铁锂电池装机量去年已实现对三元锂电池的反超，整个行业都在向磷酸铁锂电池转型。

### 商业化还需时日

无钴电池近年来成为不少电池企业的研究方向。杨红新表示，蜂巢能源将于 2023 年推出第二代层状无钴电池，预计成本与磷酸铁锂接近，续航可达到 800 公里。松下电器总裁楠见雄规今年 3 月曾表示，将力争在 3 年内实现无钴电池量产。

不过，也有观点认为，虽然无钴电池已渐成趋势，但未来能否实现大规模商业化落地还有待验证。据了解，目前动力电池主流类型分为磷酸铁锂电池和三元锂电池。由于磷酸铁锂电池本身不含钴，因此业内所指的“无钴”通常为三元锂电池中的去钴化。按照三元锂电池中镍、钴、锰三种元素的配比可生产出 532 型号、622 型号、811 型号电池等，而 811 型号电池的成分再“极端”些便是无钴电池。

“从锂电池的技术来讲，在镍钴锰的比例为 8:1:1 时，电池能量密度达到 300 瓦时/公斤已经可以清晰地看到天花板，可能未来 10 年都无法突破。”杉杉股份有限公司副总裁孙晓东曾表示。

在业内人士看来，镍钴锰三元材料中，钴具有极大的增益效果，能够稳定三元材料的层状结构。在三元电池放电中，钴由于独特的化学特性能够延缓镍元素的迁移，进而推迟释氧放热反应，提高三元电池的热稳定性。因此，在保证三元电池综合效能上，钴仍然不可或缺。

总体来看，尽管无钴电池研发已经取得一定进展，但商业化还需时日。随着搭载无钴电池的整车面世，无钴材料各项性能得到用户认可后，才会有更多上下游企业加入该技术路线，以实现大规模应用。

### 需求仍有增长空间

另据中信建投旗下的 CFC 金属研究发布报告显示，预计到 2023 年，动力电池领域钴的需求量将达到 8.37 万吨，复合增速为 23.4%；而消费电池领域及非电池领域保持稳中有升

的态势；预计 2023 年，全球钴需求有望达到 20.36 万吨，复合增速为 9.26%。

腾远钴业日前进行机构调研活动时表示：“新能源汽车产业正在飞速发展，动力电池市场空间是足够大的，将来电池市场一定是多元化的，不管是三元电池、还是磷酸铁锂电池、氢燃料电池等，都具有各自的发展空间，不可能形成单一市场。因此，公司不担心钴在新能源汽车领域的发展会受到限制。另外，钴也广泛应用在 3C 电池领域，手机和平板电脑的需要高且稳定，随着元宇宙概念的兴起，新型消费电子设备也将为钴提供新的需求增长空间。”

长江证券则表示，今年第二季度，需求低迷导致钴价已大幅回调，预计第三季度新能源汽车环比加速、消费电子底部回暖有望拉动钴需求环比改善，价格快速且大幅下行的风险已大幅释放。

在业内人士看来，虽然需要钴的三元锂电池市场份额正逐步减小，但并不代表市场需求也在减少，在无钴电池并未完全市场化的情况下，钴资源仍将是产业链内争夺的焦点。（姚美娇）

## 单体大容量电池是储能发展方向

### 更长的循环寿命与更低衰减率是关键

中国能源报 2022.9.19

储能电池赛道发展日趋火爆，储能电池的电芯容量也越来越大。据 GGII（高工产业研究院）不完全统计，国内已超过 10 家电芯企业对外销售 280 安时磷酸铁锂电池产品。厦门海辰储能科技股份有限公司（以下简称“海辰储能”）储能项目负责人表示：“从用户经济性上看，储能配置兆瓦时级别容量逐渐由个位数向百位数甚至千位数发展，系统电压由 1000 伏升高到 1500 伏，大电池将是储能的主流发展方向。”

近日，发布了 2022 电池新品，推出行业首款 300 安时电力储能专用电池，并将于 2023 年一季度开启全球交付。

#### 更长的使用寿命

据了解，海辰储能此次发布的 300 安时电池不仅比 280 安时容量提升了 20 安时，电池的循环寿命也大幅提升，可达 12000 次，且实现前三年“零衰减”（每天满充满放一次计）。据数据测试，相较初始值，电池前 1000 次循环，能量衰减率 $\leq 1\%$ ，从储能系统层面，有效降低全生命周期度电成本。

“系统电量是通过多个预制舱电量并联实现。如使用 100 安时的小电池，预制舱电量少，系统并联数将增多，这样储能电池的占地面积大，整体投资也会加大。如果将电池容量提高，不仅能有效降低预制舱数量，其度电成本也将比小容量要低，整体投资和收益都会大幅改善。”上述项目负责人表示。

那么，海辰储能此次研发的 300 安时电池的难点在哪？“要在相同体积下同时提高容量



和循环寿命是研发的关键点。”上述项目负责人表示，“此次发布的 300 安时储能电池保证了与此前的 280 安时相同的电池尺寸，通过提高正负极活性物质质量在整个电池的占比进而提高容量。相较单纯提高电池容量，在相同壳体下提高容量的同时提升电池性能，技术难度更大，需要攻克诸多难点。”

### **更低的度电成本**

按照当下锂电行业发展现状，海辰储能认为，动力电池属于消费品，关注体验感，而储能电池则属于投资品，有新基建的特性，更加关注投资回报率、回本周期、度电成本、初始投资成本等。

“度电成本的降低可直接使首次投资成本降低、回本周期缩短并提高投资回报率，而电池使用寿命的增加则可以带来储能系统在全生命周期度电成本的降低。如果电池的全生命周期度电成本最终能降低至 0.2 元/千瓦时以下，风光储综合发电成本将会低于火电，进而改变现有能源结构。”上述项目负责人表示。

海辰储能做了相关测算，采用海辰 300 安时电池的储能系统，可以实现全生命周期度电成本降低约 25.3%。在一天一充放的应用场景下，可实现内部收益率（IRR）提高 18.4%，前三年储能系统总放电量增加约 5%，从而增加项目收益。

在规模化生产方面，海辰储能也已做好规划。“目前，供应链布局正在逐步完善。海辰储能在四川布局了磷酸铁锂正极材料进行保供，其它原材料开发和供应链开发同步进行中，关键原材料已开发多家供应商和款型，同时海辰储能自己也在进行自主开发并布局相关产业链。”上述项目负责人表示。

### **更高的安全性**

储能电池因规模大、难扑灭，安全问题成为了其发展的重中之重。6 月 29 日，国家能源局综合司发布关于征求《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）（征求意见稿）》意见的函。在防止电化学储能电站火灾事故中提出，中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池；以及电化学储能电站电气设备间应设置火灾自动报警系统。这进一步明确了电化学储能电站的安全标准。

“保障电池安全，不仅是要保障材料层级安全，我们还从系统方面做了安全设计。比如，通过液冷系统有效降低电池的温度和电池间的温差，通过电池系统（BMS）管控每一个电池温度和电压，防止监控电池的过热过压，同时在系统中配置被动安保措施（喷淋消防），全方位为储能电池安全保驾护航。”上述项目负责人表示。

值得一提的是，目前，海辰储能除现有厦门智能制造基地，还在重庆铜梁区投资 130 亿，打造海辰西南智能制造中心及研发中心，建设 50 吉瓦时新一代储能锂电产线。到 2025 年，海辰储能厦门、重庆基地全面完成建设，将实现满产产能 135 吉瓦时，从行业聚焦、产业技术、产品布局再到产业链生态，助推储能产业化、规模化发展。（林水静）

# 日开发电动汽车无线供电技术

参考消息 2022.9.22

【《日本经济新闻》9月20日报道】题：EV边行驶边充电

日本建筑公司大林组将携手电装公司，开发通过公路为行驶中的电动汽车（EV）无线供电的技术。其目标是在2025年之前实现实用化。虽然EV正在普及，但扩充供电网已成为课题。如果能构建有效利用公路的EV供电基础设施，则有利于加快EV普及。

采用的方法被称为“磁场耦合方式”，具体而言，就是使电流从电源流经理入公路的线圈从而产生磁场，这样从公路上方驶过的EV上嵌入的线圈也将产生电流。大林组的纤维增强混凝土可以提高铺装的耐久性，线圈将埋入较浅的地下以提高供电效率。电装公司将负责提高线圈与电源的性能。

该项目已开始在大林组的技术研究所（位于东京都清濑市）启动实证实验。在埋入公路的线圈没有间断的情况下，实验达到了小型EV以时速15公里半永久行驶的水平。

该技术设想应用于24小时行驶的无人巴士等。借助对EV的逐步供电，有可能无需搭载大型电池也能延长其续航里程。

由于在公路路面的铺装之下设置线圈将发生输电损耗，与基于电线连接等传统供电方法相比，该供电方式的效率将下降。

而在安装供电设备的工程费用等方面，预计成本也将增加。

## 地下盐穴化身绿色储能库

中国自然资源报 2022.9.19

江苏省常州市金坛区茅山脚下，有一个神奇的压缩空气储能电站。用电低谷时，利用电能将空气压缩到盐穴中；用电高峰时再释放空气，推动空气涡轮机发电。

今年6月，这座利用废弃盐穴改造的超大号“充电宝”正式并入国家电网投产。一个储能周期可存储电量30万千瓦时，相当于6万居民一天的用电量。投运后将为江苏电网提供±6万千瓦调峰能力，每年增加调峰电量约1亿千瓦时。

该电站是由中国华能、中盐集团、清华大学等多家产学研单位历时两年建成的世界首座非补燃式压缩空气储能电站，其成功投运开辟了我国地下盐穴、矿井等深地资源利用的新领域，使地下盐穴化身为绿色能源存储库。

### 盐穴

#### 天然优质的能源储备库

距离电站1公里的“茅八井”，是其核心部分——盐穴。

作为地下盐层开采后形成的矿洞，盐穴具有体积大、密闭好、稳定性高的特点，是天然的“密封罐”——存储天然气、石油和氢气等能源的理想场所。

“盐穴作为能源地下储存库具有很高的安全性，因而被称为高度战略安全的储备库。”中国地质调查局地球物理地球化学勘查研究所（以下简称物化探所）高级工程师，盐穴地下空间资源调查团队负责人张杰说。

据介绍，自1959年苏联建成世界上第一座盐穴储气库以来，全球盐穴储气库建设和运营已有60年的发展历程。截至2020年初，全世界共有100余座盐穴储气库投入运行。

利用盐穴进行石油储备，是目前大规模石油储备中成本最低、最安全的方式，目前已有30多个国家实施了盐穴地下石油储备库建设。近20年来，地下盐穴的能源储存技术已被西方发达国家广泛应用，大部分地下盐穴储库位于西欧、美国以及加拿大。与国外相比，我国在地下储气、储油库建设方面仍存在较大差距。

不仅如此，地下盐穴也可为压缩空气储能提供优良的储气条件。压缩空气储能利用是一种大规模长时储能发电技术，具有规模大、成本低、寿命长、环境友好等优点，是最具发展潜力的大规模储能技术之一。全球盐穴压缩空气储能电站研究已有40多年历史。目前，全球已有2座大规模盐穴压缩空气储能电站投入商业运行——德国亨托夫（Huntorf）压缩空气电站（290MW）和美国麦金托什（McIntosh）压缩空气电站（110MW）。

我国盐穴压缩空气储能相关研究开发起步较晚，2021年9月山东肥城盐穴先进压缩空气储能电站正式并网发电，以及今年6月金坛盐穴压缩空气储能国家示范项目并网投产，标志着我国盐穴压缩空气储能领域的研发和应用取得重大进展。

“盐穴也应用于工业废料、有害物质的处置。近年来，利用盐穴进行二氧化碳封存的研究也广泛开展。”张杰说。中国盐业集团有限公司（以下简称中盐集团）盐穴综合利用股份有限公司副总经理谢卫炜表示，利用盐穴进行能源储存还具有缩短存储设施建设周期、节约成本、减少存储设施占用土地等优势，在实现国家能源储备规划目标、保障国家能源战略安全方面发挥着重要作用。

相比其他储能方式，盐穴储能本身不会造成污染，是一项具有重大发展前景的、可大规模进行清洁物理储能的技术。

调查数据显示，我国地下盐矿储量超过1万亿吨，盐穴资源主要分布于西北、华北、华东等新能源资源丰富区或负荷密集区，同时具备年造500万立方米盐穴的能力。但我国大多数盐穴目前处于闲置状态，每年新增的盐穴可供建设5GW压缩空气储能电站，开发利用前景十分广阔。

近年来，国家能源安全和绿色低碳发展日益受到重视，地下储能的意义和价值也更加凸显。国家发展改革委员会、国家能源局印发的《关于做好2020年能源安全保障工作的指导意见》提出：加快推进储气设施建设，做好地下储气库、LNG（天然气）储罐统筹规划布局，推进储气设施集约、规模建设。2021年7月，国家发展改革委员会、国家能源局提出加快推动新型储能发展的意见：到2025年，新型储能技术装机规模达3000万千瓦以上。国家能源局印发《2021年能源工作指导意见》提出：抓好2021年油气产供储销体系管道、地

下储气库和 LNG 接收站等一批重大工程建设。

自然资源部 2021 年印发的《自然资源调查监测标准体系（试行）》指出，查清可利用的地下空间资源分布范围、类型、位置及体积规模等。中国地质调查局正在编制的《地质调查支撑国家碳达峰碳中和总体设计》方案中，也涉及盐穴地下空间封存二氧化碳等内容。

中盐集团作为我国盐业龙头企业，每年岩盐开发的规模已超过 1200 万吨，拥有 500 多口盐穴资源，占全国盐穴资源的 1/4，未来还将以每年近 10% 的速度递增，自然形成的盐穴容积达每年 600 万立方米。

为了利用好盐穴资源，进入 21 世纪后，中盐集团开展了盐穴资源综合利用的积极探索，把盐穴资源综合利用作为服务国家战略、创新行业价值的重要途径，学习国际先进做法和经验，在国内率先开始了盐穴储存天然气、石油、储能发电等技术的研究和应用。

目前，中盐集团在国内已经建成包括中石油“西气东输”金坛储气库（国家管网集团金坛储气库）、中石化“川气东送”金坛储气库、港华储气库 3 座储气库。中盐集团党委书记、董事长李耀强表示，“十四五”期间，该集团把推进盐穴综合利用列为一项重要战略安排，突破口之一就是充分发挥盐穴在储油储气储能等方面的作用，为国家能源储备战略实施提供基础支撑。

## 选址

### 长江经济带盐穴资源丰富

“盐穴可以用作油气存储的理想空间，但技术方法一定要科学。如果方法不得当，无论是在开采的过程中，还是在储库的使用过程中，将成为一个安全隐患。”中国地质调查局南京地质调查中心副总工程师姜月华说。作为项目负责人，姜月华带领团队于 2015 年在长江经济带开展盐穴资源详细调查。

姜月华介绍，项目组在地质调查过程中发现，长江经济带岩盐矿产资源丰富，除上海和贵州外，其他九省（市）均发现岩盐矿，其中具有工业价值和地质意义的有 90 多个。拥有 23 个地下大中型岩盐矿，其中有 8 个储量大于 100 亿吨的岩盐矿，包括江苏的淮安盐矿、赵集盐矿、金坛盐矿，四川的南充盐矿、达州渠县开江盐矿，重庆万州高峰盐矿，湖北云应盐矿，云南安宁盐矿。同时，长江经济带岩盐开采（或溶腔）形成的盐穴空间资源巨大。初步估算，长江经济带岩盐经长期开采已形成地下盐穴空间体积约 3 亿立方米，短期内通过人工造腔可快速实现 30 亿立方米~100 亿立方米地下盐穴空间。

项目组在前期基础上系统总结分析了岩盐矿特征，包括空间分布、成矿时代与层位、成盐盆地范围，矿体形态、产状与规模、矿体埋藏深度、矿石组成、矿体顶底板与夹层岩性等，分析了盐矿区域地质特征，盐矿基本地质特征、建腔目的盐层特性、岩盐层顶底板性质和盐矿区水文地质特征等影响盐穴储库建设的基本地质条件。此外，基于长江经济带战略油气储库基地建设规划布局需求，项目组对盐穴储库建设适宜性进行了评价。

评价结果表明，长江经济带大部分地下盐穴远离地震活动带，构造稳定，可以作为石油

储存库。但用于储存天然气等气体，需要考虑储气库密闭性与安全性，江苏金坛、赵集、丰县，湖北云应，云南安宁等盐矿建造储气盐穴的地质条件较好；江苏淮安、湖南衡阳、湖北潜江、江西清江等盐矿在合适的地段也可建造储气盐穴。

“长江经济带岩盐矿产资源的分布覆盖东部中部和西部，有利于国家进行地下盐穴战略储油储气库基地建设的规划布局，建议在长江经济带中东部的江苏金坛、淮安、赵集、丰县，江西清江、会昌，湖北云应地区、天门、潜江等盐矿地优先开发利用盐穴。”姜月华表示。

## 愿景

### 为国家能源安全提供保障

近期，金坛盐矿区新来了一群异常忙碌的人——物化探所盐穴地下空间资源调查团队。他们的到来，标志着该所与中盐集团合作开展的全国盐穴资源调查和储能潜力评价课题进入实施阶段。

据介绍，盐穴资源综合利用在我国仍处于探索起步阶段，盐穴能源资源储库建设中涉及的盐穴地下空间资源分布、建库地质评价技术、造腔控制与稳定性评价技术、高精度测腔技术等问题，有待进一步研究。

为了解决上述问题，中盐集团与物化探所签署了合作协议，发挥各自优势推动盐穴资源综合利用。根据协议，双方将利用4年时间，围绕以下内容开展全方位联合攻关：

一是开展全国盐穴资源综合调查。立足我国盐矿分布特点和开发利用现状，双方共同开展盐穴资源综合调查，查明已有盐腔数量、质量与分布状况，评估老腔和未开采盐矿溶腔储能潜力，构建全国盐穴资源“一张图”，为国家能源储备体系建设提供规划建议。

二是开展典型盐矿基地专题地质调查。在中盐集团下属盐矿基地开展典型盐矿基地地质特征调查，解决盐矿开采和盐穴安全利用过程中突出地质科学问题，评价盐矿基地盐穴资源综合利用可行性，为建库选址提供地质依据。

三是开展盐腔探测技术研究及装备研发。双方协同攻关盐腔精细结构探测卡脖子技术，加强盐腔探测技术和装备研发，在典型地区开展声呐测腔试验，为下一步大量开展盐腔精细探测提供新型技术装备。

四是开展盐穴综合利用技术标准制订。大力实施标准化战略，双方共同开展盐穴储库适宜性评价、盐穴综合探测、盐腔精细结构探测等技术标准制订，加快推动盐穴资源综合利用高质量发展的技术标准体系建设。

五是共建盐矿资源地质调查队伍。双方将强化专业领域人才队伍建设，联合申报国家科技项目，搭建盐穴资源勘查领域科技创新平台，探索地质调查事业单位与企业合作新机制。

“要以高度的使命感和责任感，围绕国家需求，充分发挥各自优势，开展盐穴资源勘探与利用，更好地服务国家重大战略，为提升国家能源资源安全保障做出积极贡献。”在合作协议签字仪式上，物化探所所长张作衡、中盐集团董事长李耀强表达了共同的愿景。

随着科研院所与企业合作的逐步深入，我国盐穴资源综合利用将迎来全新的发展阶段，更多绿色、清洁的能源存储库也将随之建设投运。

#### 链接

#### 废弃矿洞利用前景可观

长期以来，人类一直在开采各类矿产资源，也留下了大量废弃矿洞。有研究认为，到2030年，中国的废弃矿洞将达到1.5万个，空间容量达70多亿立方米，相当于一个千万级人口的大城市的空间，这是一份极其可观的资源。

以往，我国在废弃矿洞处理中，主要采用填埋、爆破、封堵等手段，以消除其地质隐患。而国外在废弃矿洞利用方面起步较早，方式也多种多样，除地下油库、储气库、压缩空气蓄能发电站以外，还有深地科学实验室、地下医院、地下冷库、核废料存储库、地下博物馆和矿洞旅游等。相比于地上环境，地下空间具备一些独特的优势，比如皮肤病的治疗，地下效果就好于地面，再如地下建冷库的成本要比地上低得多。

当然，废弃矿洞的开发利用还要综合考虑地质条件、生态环保、水资源安全等诸多因素，其中仍有许多需要进一步研究的课题。（高慧丽 于德福 宋英霞 杜炳锐 武媛媛）

### 中国工程院院士潘复生：

## 镁基材料将成 下一个储能风口

中国能源报 2022.9.19

在近日举办的第十二届中国国际储能大会上，新一代储能材料——镁基材料因资源丰富、能量密度高、利用成本低、安全性好、环境友好的特点引起业内关注。中国工程院院士、国家镁合金材料工程技术研究中心主任潘复生表示，高效安全的储能技术是全球新能源开发与应用的重大技术瓶颈，镁基储氢材料是金属固态储氢材料中储氢密度最高的，一旦大规模应用，将根本上改变传统储能模式中效率低、成本高、安全性差等问题。

#### 新一代储能技术迫在眉睫

记者采访获悉，目前，国际上电化学储能的平均占比不到1%，我国的电化学储能则占了储能行业将近9%。在技术层面，市场关注点主要在锂离子电池储能、液流电池和抽水蓄能方面，对其他新型储能技术以及混合储能技术发展的关注度比较低。

“中国工程院研究认为，到2050年，可再生能源装机容量可以比2020年增加10倍，需要大量的能源储存，按照目前的储能量远远不够，现有储能技术遇到了严重的瓶颈。”潘复生表示，例如，锂离子电池资源短缺、安全隐患、污染等问题尚未根本解决。国家能源局综合司近日发布的《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022年版）征求意见稿》特别提出：“中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池。”这无疑对锂电池的发展提出了更为严格的要求。

潘复生认为，新一代储能材料与装备的发展，是未来大规模应用新型储能技术的基础和

保障，新一代储能材料具备安全、低成本、环境友好、资源丰富的特性。现在研究较多的是新一代电池、新一代固态储氢技术、新一代机械储能、重力储能等。“例如，镁合金储能材料的研发有助于实现固体形式储氢，未来氢燃料可以做成干电池在商店售卖。”

### 为什么研究镁储能材料？

谈及缘何研究镁基储能材料？潘复生表示，首先，我国镁矿资源非常丰富，占世界镁矿资源的70%。其次，镁资源具有新能源潜力，其强度高于铝合金和钢铁，镁合金不仅是高效、安全的储运氢材料，还是环保高密度的安全电池材料。

“镁储氢能力非常强，储氢密度是气态氢的1000倍、液态氢的1.5倍。”潘复生表示，由于镁及镁金属是常温常压，所以安全性远高于气态和液态储氢。此外，镁储氢还可纯化氢气。据悉，镁固态储氢材料在储氢过程当中可以转化为99.999%的绿氢。镁本身也是绿色制氢材料，如果把镁和水相结合，1克镁相当于2升氢气，它的储氢率可以达到15.2%。

据了解，近几年，全球镁及镁合金的研究呈现爆发式增长。我国也已经成为全球重要的镁生产国、应用国和研究国，在国际上具有一定的技术优势。

### 镁产业有望达万亿级

在潘复生看来，镁合金作为一种绿色金属材料，最有“钱景”。镁的成本只有锂的1/25左右，镁离子电池有望替代目前大范围使用的锂电池。“镁领域技术一旦成熟，将带领镁产业由目前的百亿级市场直接升级为万亿级市场。”

不过，目前，资源有限、成本高、安全性问题没有根本解决是制约锂电池产业发展的难题。相比而言，镁电池成本低、安全性高、燃料密度与锂电池相当，业内认为镁电池可能成为电池领域的颠覆者。例如，作为负极来说，镁电池是现在商用锂电池负极的6倍。

“镁离子电池发展的时间相对较短。”潘复生表示，“我们做了很多镁产业化的前期工作，例如，负极材料、电解液、正极材料等多领域多角度研究。特别是我们研究的正极材料，燃料密度可以超过每公斤500万千瓦时，而成本只有目前磷酸铁锂一半左右。今年，我们团队研发了一种低成本、高电压、长寿命的镁电池正极材料，循环寿命可达到1万次。下一步，我们将开展镁基材料加氢站、运氢车、纯化储氢一体化、分布式储能、动力电池五方面示范研究。”（苏南）

## 锂离子电池“最佳配方”研发有望加速

科技日报 2022.9.28

科技日报北京9月27日电（记者张梦然）英国《自然·通讯》杂志27日发表一项最新技术成果，美国科学家团队描述了一种机器人学与人工智能（AI）相结合的技术，该技术能筛选出锂离子电池非水液体电解质溶液的“最佳配方”。该研究或有助于加快研发出功能更好的充电电池，比如充电速度更快、使用寿命更长。

开发高性能电池技术对于推动运输和航空业的电气化格外重要。开发锂离子电池成分的

传统技术需要对可能的材质选择进行实验，非常耗时，有时候研发过程需要好几年。尤其在研发非水液体电解质溶液的情况下，需要选择出多种溶剂、盐及特定比例，许许多多的设计变量，都使得电解质优化既费时又费力。曾有人提出了一种加快这一进程的方法——利用 AI 与机器人相结合的技术，发现最优的电池成分。

美国卡内基·梅隆大学研究人员温卡特·韦斯万纳森、杰·怀塔克利及他们的同事，此次设计了一个名为“Clio”的定制自动化机器人平台，并与一个名为“蜻蜓”（Dragonfly）的基于贝叶斯优化的 AI 相结合。利用这些工具，他们证明了该系统能在两个工作日里的 42 次实验中，自主筛选并确定出 6 种高导电非水锂离子电池的电解质配方。

研究人员指出，他们的方法发现电解质的速度是随机筛选速度的 6 倍。研究团队在商用锂离子软包电池中测试了该电解质溶液，并以传统的电解质组分作为基线实验，演示了其快速充电的性能。

研究团队总结道，他们的研究有助于高性能充电电池的研发，对于更大范围的能源应用和材料科学具有重要意义。

### 总编辑圈点

曾经鲜花着锦的人工智能产业本身，近几年已经冷静了不少。但人工智能和其他领域结合应用的案例已越来越多。这次，科研人员设计了定制自动化机器人平台，开发了新的 AI 算法。该系统能在短时间内筛选并确定高效的锂电池的电解质配方。要知道，如果按传统方法，需要反复调试、试验，还是由算法在虚拟世界进行配方调试来得省事。类似的配方筛选，不仅可以用在电池上，其他涉及配方的能源和材料领域或许也可以得到智能系统的帮助。

## 实现压气储能关键核心技术突破

中国电力报科技装备 2022.9.29

压缩空气储能具有装机容量大、站址布局灵活、建设周期短、环境友好、具有交流同步发电机特性等优势，是可以与抽水蓄能相媲美的新型储能技术。在新型电力系统中，压缩空气储能电站可以发挥调峰、调频、提供转动惯量和旋转备用的作用。因此，压缩空气储能对提高系统中风电和光伏发电的装机占比具有很好的协同促进作用。

山东泰安 350 兆瓦压缩空气储能示范项目作为全球单机容量最大的压缩空气储能项目，采用全球首创低熔点熔融盐高温绝热压缩技术，系统综合转换效率超过 70%，标志着我国压缩空气储能电站的技术水平有较大幅度提升，储能发电成本也有显著的下降，为后续大规模发展压缩空气储能提供基础保障。通过该项目的建设，可以带动国内压缩机、空气透平等系列装备的开发及应用，实现关键核心技术的突破，为我国相关装备走向国际市场奠定坚实基础。（孙锐）



# 压气储能将成大规模储能支柱

中国电力报科技装备 2022.9.29

抽水蓄能、压气储能和电池储能是大规模发展储能技术的首选。三种方式各有优缺点，抽水蓄能技术相对成熟，但需要有高低差的地势，另外建设周期长，投资大；电池储能未来可以利用淘汰的车载动力电池来做，但是对环境依然是个挑战；压缩空气储能，起步较晚，但是优势明显，在有盐穴的地方可以利用盐穴，没有盐穴的地方依靠人工造穴，地质限制小，具备大规模建设的基础，另外还有规模大，启动快的优点。因此，压气储能必将成为大规模储能领域的支柱产业。

泰安盐矿资源丰富，埋深适中，除了开展盐穴压气储能以外，地下盐穴还可以用来储存天然气。从地质的角度看，泰安有潜力成为山东省的储能中心，能够储气、储油、储电，对山东能源转型起到决定性作用。（杨春和）

## 三、碳达峰、碳中和

# 全球大多数碳捕获项目未达标

中国科学报 2022.9.8

**本报讯** 一项分析显示，世界上几个最大的碳捕获与封存（CCS）项目表现明显不佳——其中一些项目的二氧化碳捕获量仅为承诺的一半。

CCS 被联合国政府间气候变化专门委员会等机构视为应对气候变化的重要工具。这项技术将在美国政府颁布的新气候法案中获得大力支持，其他国家也在鼓励采用 CCS，包括挪威和英国。

9月1日发布的一份报告分析了全球13个旗舰 CCS 计划的表现，发现大多数国家捕获的二氧化碳远远低于预期。

报告称，埃克森美孚位于美国怀俄明州舒特溪的 LaBarge 工厂，其碳捕获表现落后约 36%。全球唯一拥有 CCS 技术的大型电站——加拿大萨斯喀彻温省的“边界大坝”，捕获的碳比计划少了约 50%。而雪佛龙位于西澳大利亚州的 Gorgon 天然气项目，头 5 年的捕获量也比计划少了约 50%。

报告中还提到两个已经失败的项目，其中包括美国密西西比州的肯珀煤炭 CCS 项目，该项目被长期拖延，最终于 2017 年放弃建设。

撰写这份报告的澳大利亚能源经济与金融分析研究所（IEEFA）的 Bruce Robertson 表示：“CCS 是解决气候问题的方法吗？我会说不。通常情况下，它并没有发挥出预期能力。”

CCS 这项技术可追溯到 20 世纪 70 年代，在许多情况下，它被用于从储层中提取更多的石油，而不是通过长期捕获二氧化碳来遏制气候变化。Robertson 补充说，这些计划表现不佳并非因为缺乏财政或工程资源。事实上，仅 Gorgon 项目就耗资 31 亿澳大利亚元。

从更积极的方面来看，该报告发现挪威的 Sleipner 和 Snøhvit CCS 项目已经取得了成功，这在很大程度上归功于该国独特的商业和监管环境。Robertson 承认，CCS 未来可能会在难以阻止碳排放的重工业中发挥作用，比如水泥制造。

英国爱丁堡大学的 Stuart Haszeldine 表示，IEEFA 的报告是全面的，但声称 CCS 不起作用就“太简单”了。他说，CCS 项目表现不佳的一个原因不是技术本身，而是缺乏储存二氧化碳的市场激励机制，以及良好的监管。Haszeldine 说：“当规则正确时，CCS 确实会起作用。”

雪佛龙的一位发言人表示：“这种规模的创新并非没有挑战，但技术是可行的。”埃克森美孚的一位发言人则说：“LaBarge 工厂捕获的二氧化碳比世界上任何其他工厂都多。”（李木子）

## 能源低碳发展的中国智慧、中国机遇

——来自 2022 年太原论坛的现场观察

科技日报 2022.9.20

共商能源低碳转型，共谋能源务实合作。近日，2022 年太原能源低碳发展论坛（简称“太原论坛”）在山西太原举行。

党的十八大以来，习近平总书记提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，指引我国推进能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命和能源体制革命，全方位加强国际合作，着力构建清洁低碳、安全高效的能源体系，推进完善全球能源治理体系。

作为观察我国能源低碳发展的重要窗口，太原论坛展示出的新技术、新产业、新职业令人耳目一新，低碳发展领域正焕发着勃勃生机和强劲动能。

### 以“双碳”目标推动能源革命

漫山遍野的光伏板、一座座矗立的风电站，加上一座地面水库搭配一口废弃矿井，共同构成了一座抽水蓄能电站的模型。在论坛期间举办的 2022 中国（太原）国际能源产业博览会上，这个将传统煤矿与绿色电源集于一身的项目，吸引不少观众的目光。

“利用太原东山煤矿已关停矿井的巷道和积存的矿井水，形成抽水蓄能电站的‘地下水库’，既能减少投资，也能促进周边地区新能源消纳。”中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司主管王鹏杰说。

废弃矿井抽水蓄能、电解水制氢、二氧化碳捕集装置、煤矿绿色开采……在论坛现场和展会上，绿色、节能、减碳等字眼随处可见，成为我国深入推进能源革命，积极稳妥推动实现碳达峰碳中和目标的缩影。

来自国家发展改革委和国家能源局的数据显示，2012 年以来，我国能耗强度累计降幅超过 26%，能源消费中的煤炭占比下降了 12.5 个百分点，可再生能源发电装机突破 11 亿千瓦，水电、风电、光伏发电装机规模多年位居世界第一。

作为全国能源革命综合改革试点，山西抢抓战略机遇，加快调整产业结构、能源结构，目前全省煤炭先进产能占比达到 79.4%，现役煤电机组全部实现超低排放，风电光伏装机合计占比达到 31.8%，氢能、钠离子电池、智慧矿山、能源互联网等前沿技术加快突破。

山西省委主要负责人在论坛上表示，立足当前，面向未来，山西将以煤炭和煤电、煤电和新能源、煤炭和煤化工、煤炭产业和数字技术、煤炭产业和降碳技术“五个一体化”融合发展为主攻方向，努力走出一条具有山西特色的绿色低碳发展之路。

### 低碳转型催生更多机遇

实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。与会人士认为，这既是巨大的挑战，也蕴藏着宝贵的发展机遇。

——新技术加速迭代。本届论坛上，一辆新能源汽车吸引了公众的目光。近 3 个月来，这辆满载光伏精尖科技成果及解决方案的“隆基绿能号”展车，自南向北穿越我国多座城市。

隆基绿能科技股份有限公司中国区副总裁姚丰说，一年间，隆基绿能连续 10 次突破光伏单晶电池转换效率，成为光伏单晶电池转换效率的世界纪录持有者。

“‘双碳’正在推动全球科技加速创新。”国家电力投资集团董事长钱智民说，当前能源与数字化、智能化加速融合创新，为我国在与能源相关的科技领域快速发展提供了可能。

——新产业快速发展。不久前，山西祥睿能源有限公司联合多家机构成立的电碳融合实验室正式揭牌，试图把电力市场和碳市场链接起来，为市场主体提供数据分析服务。这家成立仅 4 年的企业，抓住低碳发展机遇，快速布局低碳云账户、虚拟电厂等业务，已成为山西省双碳服务的龙头企业之一。

浙江瓯鹏科技有限公司微电网事业部总监黄迪说，他首次来山西参展，看中的正是各地对低碳交通的重视，新能源商用车的规模效应将为换电模式带来发展机遇。

“林业在新一轮能源革命中将大有可为，生物基材料、生物质材料、减碳固碳技术将迎来发展的春天。”中国林业集团董事长余红辉说，今后森林碳汇的作用和地位将日益凸显。

——新职业不断涌现。来自山西河坡发电有限责任公司的荣滢洁是一名电力交易员，作为“操盘手”，她承担着电厂每天的交易申报、合同分解、结算管理、信息披露等重要任务。今年 7 月，电力交易员与碳排放管理员、碳汇计量评估师、建筑节能减排咨询师等被列入新修订的《中华人民共和国职业分类大典（2022 年版）》。

### 全方位拓展能源转型合作

“从 2012 年投资建设运营首批风电项目至今，格盟国际能源有限公司已投运和在建的风电、光伏发电项目 220 万千瓦，到 2025 年底力争达到 1000 万千瓦。”公司董事长曹阳说，作为一家大型合资能源集团，格盟国际吸引了来自韩国、日本等国合作伙伴，共同推动传统能源转型。

中国能源转型为世界提供了新的发展机遇。“我们的工厂遍及中国 10 多个城市，并在 4

座城市设立了创新中心。”霍尼韦尔公司总裁、全球首席运营官柯伟茂说，霍尼韦尔和许多中国企业建立了联系，助力企业产品变得更智能、更安全。

冰岛总理卡特琳·雅各布斯多蒂尔说，中国和冰岛的能源合作早在40多年前已经发起，地热能源领域的合作已经从企业层面，拓展到了教育和技术转让领域。

不仅引进来，还要走出去。轿车每公里出行成本仅0.3元，每行驶1万公里可减少碳排放0.8吨，重卡每公里比传统柴油车节省燃料成本大约1块钱……吉利甲醇混合动力轿车和甲醇重卡日前在山西省晋中市交付。依托于成熟的甲醇技术，甲醇汽车已走向冰岛、丹麦等国。（赵东辉 柴海亮 梁晓飞 王劲玉）

## 统一多维度碳排放统计核算方法及边界

——访中国质量认证中心低碳和绿色发展产品线总监于洁

中国电力报 2022.9.16

碳排放统计核算是推进碳达峰、碳中和工作的重要基础，相关核算工作涉及多个层级、不同主体。为此，国家发展改革委、国家统计局、生态环境部于日前联合印发《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》（以下简称《方案》），完善核算机制，建立科学核算方法，规范碳排放统计核算体系建设。

中国质量认证中心低碳和绿色发展产品线总监于洁接受中能传媒记者专访，就《方案》提出的针对不同层面的核算对象开展统计核算、健全重点行业能耗统计监测机制、加强碳排放统计核算信息化能力建设等方面的任务要求进行了分析。

**中能传媒：**《方案》为何针对全国及地方、重点行业企业、重点产品分别提出了建立碳排放核算机制要求？

**于洁：**《方案》在全国及地方、重点行业企业、重点产品3个层面分别提出建立碳排放核算制度和方法的要求，并部署了建立全国及地方碳排放统计核算制度、完善行业企业碳排放核算机制、建立健全重点产品碳排放核算方法、完善国家温室气体清单编制机制4项重点任务。

3个层面的核算机制存在不同点，主要表现在核算主体不同、核算边界不同、核算方法体系也存在差异。全国及地方层面的核算主体一般为国家或地方政府部门，核算边界为国家及地方行政辖区，核算所需要的基础数据来自有关部门及地方的统计。重点行业企业的核算主体为企业，核算边界为企业边界或设施边界，核算方法强调覆盖全面、算法科学的特点，数据获取来源一般是企业内部的计量数据。重点产品的核算主体一般为生产企业，核算边界按产品生命周期的不同阶段划分，数据获取来源或是产品生产制造企业内部，或者是供应链中上下游提供的数据。

尽管针对不同层面提出核算要求，但是《方案》强调了在“双碳”背景下应实现核算的统一规范，主要体现在部门权责的统一、落实《方案》重点任务时实现有序衔接以及排

放因子的常态化和规范化更新。

**中能传媒：**《方案》提出，健全电力、钢铁、有色、建材、石化、化工等重点行业能耗统计监测和计量体系。应如何健全重点行业能耗统计监测机制？

**于洁：**应完善数据采集方法，统筹建设政府、行业、企业不同层级的能耗统计监测平台，实现能耗数据的实时采集、处理和分析，提升能耗数据统计的准确度和及时性。加强各级能耗统计人员的知识培训，准确理解能耗统计监测的范围、边界和计算方法。同时，规范能源统计基础工作，统一能耗核算和碳排放核算的边界范围，完善能耗核算和碳排放核算标准，促使两项标准保持一致性，提高统计计算标准的科学性和严谨性。

**中能传媒：**《方案》提出，加强碳排放统计核算信息化能力建设，加快推进5G、大数据、云计算、区块链等现代信息技术的应用，优化数据采集、处理、存储方式。对于加强碳排放统计核算信息化能力建设，应如何具体实践及应用？

**于洁：**碳排放管理的数字化、网络化和智能化是必然的发展方向，实现碳排放核算核查过程的信息化可大大提升数据管理的效率。目前，全国和地方碳排放权交易市场均建立了排放数据报送和核查系统平台，政府和企业层面也建立起碳排放数据管理平台。应提升碳排放统计核算能力建设水平，加强各级人员的信息化素养，重点加强数据填报人员和核查人员对信息化手段的使用能力。

此外，数据流是数据产生、监测、传递、检验、报告的过程，数据在经历各环节时，可通过区块链来保障数据不被篡改，提升数据的真实性和可靠性。加强平台大数据的运用能力，通过不同层面主体对于碳排放数据的核算，增强数据的完整性和全面性，分析海量数据的逻辑关系及变化趋势，从而分析碳排放潜力，是否需要优化能源利用形式、调整产业结构，为决策提供依据。同时，要注意增强相关人员对碳排放数据管理安全意识，例如登录保密网站要退登其他无关账号，防范数据泄密。（王若曦）

## 天津市出台碳达峰实施方案

### 2030年非化石能源消费比重力争达到16%以上

中国电力报 2022.9.16

**本报讯（记者 于彤彤）**9月14日，天津市人民政府发布《天津市碳达峰实施方案》（以下简称《实施方案》），明确各区、各领域、各行业目标任务，确保如期实现2030年前碳达峰目标。

《实施方案》聚焦“十四五”和“十五五”两个碳达峰关键时期，明确了主要目标：到2025年，单位地区生产总值能源消耗和二氧化碳排放确保完成国家下达指标；非化石能源消费比重力争达到11.7%以上。到2030年，单位地区生产总值能源消耗大幅下降，单位地区生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上；非化石能源消费比重力争达到16%以上。

《实施方案》的重点任务围绕能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、碳汇能力巩固提升行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、绿色低碳全民行动、试点有序推动碳达峰行动10项行动展开。

在能源绿色低碳转型行动方面，《实施方案》明确推进新型电力系统建设。挖掘煤电调峰潜力，因地制宜布局调峰电源，提升电力系统综合调节能力。推动新型储能应用，积极发展“可再生能源+储能”、源网荷储一体化和多能互补，支持新能源合理配置储能，鼓励建设集中式共享储能，到2025年，新型储能装机容量力争达到50万千瓦以上。加快推进虚拟电厂建设，优化灵活性负荷控制，扩大需求侧响应规模，到2025年，天津市电网基本具备5%以上的尖峰负荷响应能力。深化能源体制改革，深入推进电力市场建设，扩大电力交易，推进分布式发电市场化交易，探索开展电力现货交易。

在工业领域碳达峰行动方面，《实施方案》要求坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。科学评估拟建项目，严格审批准入，深入论证必要性、可行性和合规性，科学稳妥推进项目立项；全面排查在建项目，对能效水平低于本行业能耗限额准入值的，按有关规定停工整改，推动能效水平应提尽提；深入挖潜存量项目，排查节能减排潜力，加快淘汰落后产能，推动节能技术改造，将存量高耗能高排放项目纳入能耗在线监测系统，加强用能管理。强化常态化监管，重点监管项目相关手续合法合规性，对不符合政策要求、违规审批、未批先建、批建不符、超标用能排污的高耗能高排放项目，坚决叫停，依法依规严肃查处。

在交通运输绿色低碳行动方面，《实施方案》鼓励推动运输工具装备低碳转型。加快运输服务领域新能源的推广应用，鼓励公交、环卫、城市邮政、城市物流配送（接入城配平台）领域新增及更新车辆优先选用新能源车型，推动城市公共服务车辆电动化替代。积极推广新能源重型货运车辆和城市物流配送车辆，打造氢燃料电池车辆推广应用试点示范区。到2030年，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的50%左右，营运交通工具单位换算周转量碳排放强度比2020年下降9.5%左右。陆路交通运输石油消费力争2030年前达到峰值。

在对外合作范畴上，《实施方案》强调加强京津冀区域交流合作、推进绿色“一带一路”建设、开展国际绿色经贸合作以及深化参与绿色金融国际合作。在政策保障机制上，《实施方案》提出加强碳排放统计核算能力建设、加强法规标准体系建设、完善财税价格政策、大力发展绿色低碳金融以及建立健全市场化机制。

## 我国碳排放配额累计成交达1.95亿吨

中国能源报 2022.9.19

本报讯（记者朱妍）报道：在9月15日召开的“中国这十年”系列主题新闻发布会上，生态环境部部长黄润秋介绍了“贯彻新发展理念，建设人与自然和谐共生的美丽中国”

有关情况。黄润秋表示，党的十八大以来这十年，是生态文明建设和生态环境保护认识最深、力度最大、举措最实、推进最快、成效最显著的十年。从绿色低碳来看，全国单位GDP二氧化碳排放下降了34.4%，煤炭在一次能源消费中的占比从68.5%下降到56%，可再生能源开发利用规模、新能源汽车产销量都稳居世界第一，去年上线了全球最大的碳排放权交易市场，绿色越来越成为高质量发展的底色。

今夏，多地遭受了高温天气、干旱、洪水等灾害性天气，极端天气变化会否影响去碳化目标？“这让我们感受到气候变化的影响就在身边，也凸显了应对气候变化的紧迫性。”黄润秋表示，实现碳达峰碳中和是着力解决资源环境约束突出问题，实现中华民族永续发展的必然选择。“所以，我们实现碳达峰碳中和目标的态度是坚定的。这也是构建人类命运共同体的庄严承诺，中国言必行、行必果。”

据黄润秋介绍，十年来，我国将应对气候变化摆在了国家治理更加突出的位置，实施积极应对气候变化的国家战略，不断提高碳排放强度的削减幅度，不断强化自主贡献目标。为此，能源结构稳步调整，在煤炭占一次消费比重下降的同时，非化石能源消费占比提高6.9个百分点，达到了16.6%。可再生能源发电装机增长2.1倍，突破10亿千瓦，风、光、水、生物质发电装机容量均稳居世界第一。同时，产业结构不断优化。通过大力发展绿色低碳产业，持续严格控制高耗能、高排放项目的盲目扩张，依法依规淘汰落后产能，加快化解过剩产能等措施，十年来我国以年均3%的能源消费增速支撑了年均6.5%的经济增长，能耗强度累计下降26.2%，是全球降碳最快的国家之一，相当于少用14亿吨标准煤、少排放29.4亿吨二氧化碳。

黄润秋称，自去年7月16日启动以来，全国碳排放权交易市场一上线就成为全球覆盖温室气体排放量最大的碳市场。截至9月14日，碳排放配额累计成交量1.95亿吨，累计成交额85.59亿元，通过有效发挥市场机制的激励约束作用，控制温室气体排放、推动绿色低碳发展。为推动全球气候治理作出中国贡献，我国持续深化应对气候变化南南合作，截至上月底，累计安排超过12亿元人民币，签署13份合作文件，培训超过2000名发展中国家相关人员。

记者还了解到，我国是第一个治理PM2.5的发展中国家，被誉为全球治理大气污染速度最快的国家，减污与降碳协同增效。十年来，全国空气质量改善显著，74个重点城市PM2.5平均浓度下降56%，重污染天数减少87%。2021年，全国地级及以上城市重污染天数较2015年减少51%。

在此背后，能源、产业、交通和城市环境治理结构“四个结构”的调整至关重要。黄润秋介绍，加快能源清洁低碳转型发挥了重要作用。“这十年，我国能源消费增量有2/3来自于清洁能源，全国燃煤锅炉和窑炉从50万台减少到现在的10万台。我们大力实施北方地区冬季清洁取暖，2700多万户农村居民告别了过去烟熏火燎的冬季取暖方式。不仅在生活质量和幸福指数上明显的提升，而且也显著改善了空气质量，因为我们少烧了6000万吨以

上散煤。下一步，我们将继续以实现减污降碳协同增效为总抓手，加强对 PM2.5 和臭氧的协同控制，突出抓好多污染物协同治理和区域联防联控，扎实推进产业、能源、交通绿色低碳转型，深入打好蓝天保卫战，推动空气质量持续改善。”

## 国内首份省级二氧化碳捕集利用运输与封存规划研究报告出炉

### 广东实现“双碳”目标有了建议解决方案

羊城晚报 2022.9.29

二氧化碳捕集、利用与封存技术（CCUS）是实现碳达峰、碳中和目标的重要托底技术。9月28日，由广东南方碳捕集与封存产业中心、广东工业大学、中国能建广东省电力设计研究院主办的“通过 CCUS 规划和预留降低气候转型风险：广东 CCUS 规划研究座谈会”在广东以线上线下方式举办。会上正式发布了国内首份省级 CCUS 规划研究报告——《广东省二氧化碳捕集利用运输与封存规划研究报告》。

#### 系统总结了广东 CCUS 发展现状

据悉，“广东省二氧化碳捕集利用运输与封存规划研究”项目在广东省生态环境厅应对气候变化与交流合作处的指导下，由广东南方碳捕集与封存产业中心牵头，广东工业大学碳中和与绿色发展协同创新研究院、中国能建广东省电力设计研究院联合完成。

《报告》系统总结了广东省 CCUS 发展现状。在“3060”目标号召下，广东省内电力、钢铁、石油石化、化工等行业企业积极响应，纷纷将 CCUS 技术列为实现碳中和目标的重要抓手。广东省能源集团、华润电力、深圳能源、中国海洋石油等大型能源集团正积极组建项目团队，开展技术攻关，规划布局大型 CCUS 项目。到目前为止，广东已启动了多个不同种类的 CCUS 项目，包括广东碳捕集测试平台、深圳妈湾电厂 50 万吨级全链条大型 CCUS 示范项目初步可行性研究、恩平 15-1 油田 CO<sub>2</sub> 回注项目、大亚湾区二氧化碳捕集利用及封存集群研究项目等，其中部分项目已建设完成并投入使用。

《报告》指出，广东省碳排放点源分布较集中，主要分布于珠江三角洲及海岸带区域，近海有珠江口盆地、北部湾盆地两大封存区域。依据主要排放源与封存场地空间分布关系，充分融合广东省国土空间规划，建议规划建设 4 个 CCUS 工业集群，包括广佛肇-深莞惠集群、珠江口西岸（珠中江）集群、粤东（汕揭潮）集群、粤西（湛茂阳）集群。

#### 提出了发展规划与发展政策建议

最后，《报告》提出了广东省 CCUS 集群发展规划与发展政策建议，主要涉及 CCUS 技术创新生态与发展环境构建、典型性的 CCUS 示范项目支持、全省 CCUS 发展规划提前部署、广东省 CCUS 行业规范和标准体系制定四个方面。《报告》建议不同碳价格下可开展的 CCUS 项目，对大型排放源提前开展碳捕集利用与封存预留设计，并提前对 CCUS 基础设施进行规划。

广东工业大学教授、碳中和与绿色发展协同创新研究院执行院长曾雪兰认为，作为工业



大省，广东省内大型排放源众多，对采用 CCUS 技术进行减排的需求强烈。《报告》的发布不仅有助于加强广东省 CCUS 顶层设计和统筹规划，系统引导 CCUS 关键技术研发，科学规划 CCUS 项目空间布局，营造 CCUS 技术创新发展环境，也可以为广东省实现碳达峰、碳中和目标提供解决方案。（陈亮 何松）

## 电碳指数让你算清每千瓦时电有多少碳

中国电力报 2022.9.21

今年夏天，上海持续高温。刚上班，国网上海电科院电源技术中心杨忠光就打开基于区块链的源网荷储平台，发现院邯郸路办公园区 4 号楼需要“买电”供空调使用。作为国网上海电科院“降碳”工作小组的一名工作人员，他每天都要通过平台了解园区的运行情况。

平台提示 4 号楼作为需求方在平台发布了光伏绿电使用需求，并根据区块链智能合约中的价格最优策略筛选匹配了 9 号楼绿电资源。随后，9 号楼通过平台将屋顶分布式光伏发出的 50 千瓦时电售卖给了 4 号楼，并指定用于空调用能。与此同时，平台还会全程记录履约过程，并给 9 号楼进行奖励结算。如何确保卖家出售的确实是“绿电”？国网上海电科院将该技术应用于平台中的交易模块，将园区实时的碳排放数据上链存储、管理，可视化展示绿电去向和“碳”在园区每栋楼宇间的流动足迹，为园区用电打上“碳”标签，精准助力园区优化能源管理方式，提高办公楼宇新能源使用比例，为园区“碳中和”提供量化支撑。自 2020 年以来，国网上海电科院瞄准上海特大城市低碳绿色发展需求，着力研究打造更加“智慧低碳”的办公园区。国网上海电科院邯郸路办公园区通过建筑改造、新能源发电、能量管理等方式，2021 年累计降碳 200 余吨。

园区可以通过“智慧计量”降碳，这样的经验能否推广到整个上海？其实，国网上海电科院已经有所行动。2021 年 12 月，国网上海电科院把探索“碳中和”园区建设、标准体系和数字化平台的成果提炼形成典型经验，牵头编写的《区域配电网碳排放核算规范》通过上海市电力行业协会审核，该标准可助力提升碳达峰、碳中和背景下电网企业对新型电力系统配电端电力碳排放的研究水平。

在发电量上网的过程中，电网企业可以掌握并网机组运行参数，比如发电过程中烟尘、硫氧化物、氮氧化物等污染物的排放量。从发电侧入手开展环境治理，本质上是对各类指标进行综合评价。以上海市某火电机组为例，0.814 的总得分表示该机组电能供给整体表现较好。其中，发电清洁因子、可靠性支撑因子的权重较高，分别为 31% 和 30%。从清洁因子指数来看，该机组的氮氧化物、二氧化硫、烟尘绩效排放速率指标值都很高。据上海电科院的工作人员介绍，这说明该机组发电时所排放的氮氧化物、二氧化硫、烟尘等污染物较少，环保程度较高，该机组的电能绿色指数在受监测的并网机组中排名前三。在这些数据的指导下，电网调度可以优先安排该机组发电，以减少发电对空气造成的污染。

除了开展园区级的节能降碳研究，国网上海电科院电源技术中心立足上海电网，在已有

智慧计量的基础上，基于海量的发电数据，开始实施“创建都市电碳强度指数，驱动节能降碳精准实施”案例，并成功入选上海市计量创新十佳案例（2021年）。国网上海电科院正在厘清电与碳的关系，形成电能由发到用全生命周期的碳计量体系，最终计算得到都市电网及重点区域的电碳强度指数，即一千瓦时电所产生的二氧化碳排放量，让普通老百姓也能算得清楚每天节约了多少电，减排了多少碳。

## G20 国家碳减排成绩 “参差不齐”

中国科学报 2022.9.22

**本报讯** 近日，气候组织和 21 世纪可再生能源政策网络（REN21）发布的一份报告显示，二十国集团（G20）中大多数国家都缺乏雄心勃勃的可再生能源发展目标，其中有的国家未能实现为应对气候变化所作出的承诺。

G20 包括 19 个国家和欧盟，这些国家的二氧化碳排放量占全球碳排放的 80%。气候组织是倡导为应对气候变化而采取行动的英国非营利组织。该组织成员 Mike Peirce 表示，这赋予了 G20 减少碳排放的重大责任，并影响世界脱碳的速度。

Peirce 与气候组织和 REN21 的其他成员，一起分析了 G20 国家可再生能源发展的数据，并对各国实现可再生能源目标的进展进行了排名。“可持续能源转型”也将是今年 11 月在巴厘岛举行的 G20 年会的首要议题。

研究人员考虑了 5 个指标，包括净零排放目标、可再生能源的生产和消费目标，以及过去 10 年左右 G20 国家实际生产和消费的可再生能源数量等。他们 9 月 20 日在纽约气候周上介绍了这项工作。

分析结果显示，G20 国家中有 11 个国家评级为 C 或更低，这意味着它们“很少或根本没有考虑”制定可行的可再生能源发展目标和雄心勃勃的净零战略，或者可再生能源在其能源组合中只是“适度”的一部分。

德国智库新气候研究所的 Takeshi Kuramochi 表示：“过去一年，许多国家都逐步取得进展，但就《巴黎协定》提出的 1.5℃ 温控目标而言，这种进展速度还不够快。”

评级为 C 的国家包括土耳其、南非、墨西哥和印度。在印度，2021 年可再生能源占该国能源的 32%，该国政府还承诺到 2070 年实现净零排放。

报告将评级为 D 或 E 的国家称为“落后者”，包括巴西、印度尼西亚、加拿大、韩国和阿根廷等。沙特阿拉伯和俄罗斯则排在最后。2021 年，可再生能源仅占沙特阿拉伯能源产能的 1%。

Kuramochi 说，报告的一个亮点是，大多数 G20 国家，2021 年所有新增产能几乎都是可再生能源。因此，“在大多数情况下，技术都是现成的，缺乏的是政治意愿”。

评级为 A 的国家有意大利、英国、中国和德国。这些国家都在官方政策文件中制定了净零排放目标，到 2021 年，可再生能源至少满足了其 40% 的能源需求。美国评级为 B，

2021年美国27%的能源供应来自可再生能源，美国的目标是到2035年这一比例要达到100%。其他B级国家有法国、日本和澳大利亚。

不过，这一成绩与2018年相比仍有进步，因为当时只有6个G20国家制订了到2050年减少碳排放的官方计划。但Peirce表示，即使是排名靠前的国家也应该加快步伐，因为“G20需要取得全面进展”。（李木子）

## 数智赋能新型电力系统建设论坛发言摘编

中国能源报 2022.9.5

**中国能源研究会副理事长兼秘书长孙正运：**

### 数字化助力能源低碳转型

电是特殊能源，一方面关乎国计民生，另一方面，电力生产、传输、消费具有实时平衡的特点。电力资源优化配置需要关注三个问题：安全、效率和清洁。

到“十四五”末，可再生能源的发展将呈现大规模、高比例、市场化、多能互补四个特征。在“双碳”目标下，发电企业既要提供优质、绿色、可调节可控的电源，还要兼顾安全、经济。同时，电网企业在保持发用电实时平衡方面，也将发挥重要作用。

数字化转型服务新型电力系统建设方面，必须保持电力“天平”的平衡，将数字化技术与传统电力技术深度融合，通过信息化、网络化、智能化等手段，预判新能源波动，统筹源网荷储资源，保持电力系统的稳定，预控电源和电网输变电设备的潜在风险，实现电能高质量可靠供应与电网安全稳定运行。数字化手段在“双碳”目标实现的过程中有很多应用场景。例如，建设数字政府可以实现“线上办事”，缓解道路拥挤、减少汽车排放；电网数字化提升了资源效率，减少资金投入，也能够实现节能减排。

在智能运维方面，可以通过无人机、可视化装置的应用，进行人工智能图象分析，提升设备缺陷隐患的发现率，提升电力安全运行水平，这对节能降耗也发挥着至关重要的作用。（姚美娇/整理）

**中国华能集团有限公司科技部副主任梁昌乾：**

### 数字化转型是能源高质量发展的必由之路

当前，数字革命与能源革命融合日益紧密。数字化转型将重构能源电力系统的运行模式和治理体系，拓展能源数字经济的发展前景，是能源行业高质量发展的必由之路。

华能集团已明确提出，到“十四五”末，数字化建设取得重要进展，全面推进“数字华能”“智慧华能”战略实施，依靠数字化手段，着力推动公司各产业与数字化技术深度融合及应用，打通数据壁垒，盘活数据资产，挖掘数据价值，创新发展模式和发展路径，打造公司发展核心竞争力。

围绕这一总体规划，华能集团布局实施了“139”数字化转型重点示范项目规划，“1”即统一智慧能源管理平台，“3”是数据共享平台、统一技术开发平台、统一网络安全平台，

“9”囊括电力生产、物资采购、营销管理、燃料管理、财务资产等项目。

目前，统一安全生产管理平台已成功实现 83 家火电单位、20 多家区域公司应用，涵盖 253 个机组以及 11.6 万名用户。

智慧火电方面，华能集团已开展瑞金电厂、石洞口一厂智慧电厂专项建设，树立起国内智慧电厂标杆；智慧水电方面，华能集团从糯扎渡数字大坝、黄登智能大坝到托巴绿色智能建造，再到流域水电站智能建设一体化管理，始终坚持需求导向，为水电工程建设提供有效技术支撑；煤炭开采方面，围绕一朵云、一个中心、多应用的技术框架，建设煤炭智能化综合管控平台。其中，伊敏露天煤矿构建了国内首个露天矿山无人化示范工作面。在砚北煤矿、魏家崮露天矿建成 5G 网络。

华能集团还在推动智慧营销、智慧燃料平台。智慧营销主要负责运营监管及信息统计分析；智慧燃料管理可支持集团范围燃料、生产、财务之间的协同，煤电与新能源之间的协同，预计于 2024 年底全部建成。

华能集团将紧抓数字革命的有利时机，引领电力结构和企业改革的伟大变革，持续增强企业核心竞争力。（卢奇秀 / 整理）

**国际可再生能源署创新与技术中心主任 Dolf Gielen：**

**中国在氢能领域极具潜力**

能源领域的碳排放量占全球碳排放总量的 70% 左右，降碳要基于更多可再生能源和氢能的使用，转型才能成为可能。

到 2050 年，可再生能源产能将是目前产能的 8 倍左右，增长主要来自太阳能和风电。为此，需要寻找新的灵活性调节资源。目前电力系统的灵活调节能力主要来自化石能源，未来会出现更多需求侧的调节，比如储能、电动汽车。

中国在氢能领域也极具潜力。未来十年，“绿氢”将迅速发展，我们要快速提升其能力，并根据太阳能、风电发展情况，灵活调节运营。再生钢铁生产已使用上低成本的“绿氢”，中国是全球最大的钢铁生产国，氢能在钢铁生产等领域也有很大的发展空间。（卢奇秀 / 整理）

**亚洲开发银行东亚能源局可持续基础设施处处长 Sujata Gupta：**

**亚开行支持民营企业参与应对气候变化**

亚开行自 1986 年便与中国开展了合作。在 1986 年至 2021 年间，亚开行已向中国发放 283 笔投资组合贷款，总额超 300 亿美元。目前，还有约 120 亿的美金的贷款正在推进中。

目前，亚开行在中国的战略包含三个重点内容：环境可持续发展、应对气候变化及灾害、促进民营企业发展。

亚开行将大力支持中国实现“双碳”目标。为此，亚开行承诺将为包括中国在内的亚太地区所有国家提供共计 1000 亿美元的气候资金。亚开行在中国的项目为这一“千亿美元目标”作出了巨大贡献。

同时，亚开行还通过创新措施支持应对气候变化。例如，京津冀以及长三角地区是空气污染和温室气体排放的重点区域，针对这个两地区的空气质量改善，亚开行提供了 6 笔总额为 21 亿美元的贷款。

除了自主发行外，亚开行也鼓励相关方发行绿色债券，亚开行希望依托中国民营企业的资源，每年减少约 1200 万吨的碳排放。

亚开行希望通过跨部门、跨行业一体化的方式来支持中国发展。

下一步，亚开行会支持地方政府以及相关机构实现气候变化的重点任务，也会支持例如 CCUS、数字化电网等信息技术的发展。

此外，亚开行也会拓展一些创新的商业模式，积极撬动相关部门利用更好的资源，并鼓励民营企业参与其中。（杨梓/整理）

**百度智能云、智慧工业事业部、能源解决方案总经理张文强：**

**人工智能手段或成能源低碳转型重要抓手**

作为拥有强大互联网基础的 AI 公司，百度已在二十年的发展历程中衍生出各种人工智能技术。目前人工智能专利申请数达到 13000 件。在市场方面，百度研发了中国首个产业级平台。在算力方面，也获得了 40 余项冠军。

目前，能源相关的二氧化碳排放占我国碳排放量的 90% 左右。在“双碳”目标下，我国能源行业的发展面临诸多挑战。

在能源生产侧，火力发电仍是我国的主力发电形式，人工智能技术可有效助力火电行业能耗降低。相关实践表明，在火电厂空冷岛使用人工智能技术，通过优化空冷风级的起停及转速，可以提高汽轮机出力、降低电耗，从而达到降低供电煤耗的效果。同时，火电脱硫环节也可以借助人工智能技术管理料耗。

在能源的消费侧，高能耗企业或可通过人工智能技术来监控、预测、优化、调度，实现降低能耗，并以此提升整体能源效率。相关数据表明，人工智能的应用有望在 2030 年减少 26 - 53 亿吨的二氧化碳排放量，占减排总量的 5% 到 10%。在能源输配领域，在电网调度业务中的应用探索是人工智能的一个方向。以能源负荷预测场景为例，传统的能源消费者如今已经变成了能源的产销者，加之大型社会活动、天气、季节等影响，电网的能源负荷预测越来越困难。未来，人工智能有望在这一领域发挥重要作用。

此外，对于电网长输电线路的安全保障和故障诊断，可将人工智能和采集摄像头融合，识别准确率可达 90% 以上。电网设备维护会产生大量文档，人工智能手段可以基于这些文档和数据构建知识图谱，以支持整体设备的故障诊断和故障处理。在出现故障后，还可以基于历史记录进行智能化推荐。（杨晓冉/整理）

**太原理工大学电气与动力工程学院副院长、教授窦银科：**

**极地新能源供能技术亟需提升**

近年来，燃油发电对极地环境的污染不可忽视。国际相关组织多次建议世界各国把南极

的燃油发电转换成清洁能源发电，但由于极地环境恶劣，多年来难以实现。极地环境污染正在显现。同时，全球升温导致北极海冰已比上世纪70年代减少了40%，而南极的冰虽然保持了总量平衡，但每年仍有大量的冰损失。

目前南极有83个科考站，其中53个常年有人居住，但80%—90%仍然是燃油发电。近年来，我国泰山站已建成80千瓦的风力发电、60千瓦的光伏发电，但由于常年风大，风机叶片容易损坏，我国极地新能源系统仍需加强。

目前，世界各国在南极的清洁能源利用都在试验推进中，其中，比利时伊利沙白公主站建设的100千瓦风光储能开始应用。在极地，工地施工、导航、交通运输，都离不开能源。当前以燃油发电为主的模式下，以下几个问题值得深思：

第一，我国清洁能源高新技术如何供应南极考察活动？第二，我国南极清洁能源利用如何引领世界？第三，我国清洁能源如何支撑南极环境保护与南极治理？

我们需要在南极科考站建立首个绿色低碳、安全高效的综合供能系统，依托极地清洁能源，利用电化学储能、氢储能和柴油备用，为全球在南极大规模开展新能源应用作出中国示范。（杨梓/整理）

**国网山西省电力公司总经理祁太元：**

**加快构建新型电力系统助力能源低碳清洁转型**

近年来，山西的电力系统具有四个特点。一是电源结构发生了较大变化。煤电占比由原来78.6%下降到现在的60.7%。2021年清洁能源装机快速增长，占比从14%提升到31.6%，电源的清洁化水平显著提升。二是新能源高比例、电力电子高比例、用能高自主性和夏季、冬季高峰的“三高两峰”特征显现。三是山西电力外送基地作用更加明显。2021年，山西向华北、华东、华中送电量达到1350亿千瓦时，比2016年提高了1.7倍，年均增速9.59%，有效缓解了部分省份高温的局面。四是山西电力消费呈现多元化。2021年全社会用电量达到2608亿千瓦时，较2016年增长了1.5倍，年均增长6.4%。

在此特征下，山西电力系统面临着严峻的转型挑战。首先，山西需要统筹好煤电兜底保障与清洁降碳的关系。当前煤电装机和电量仍占主导地位的，一方面要坚持“先立后破”，统筹好减排与保供的关系；另一方面需要加速突破碳捕集利用和封存技术，推动煤电机组的清洁化转型。其次，山西的灵活高效调节能力不足，难以支撑新能源的快速发展。本省的抽蓄、燃气等灵活电源装机仅占5%，而通常新能源占比较高国家的灵活装机比重达30%，这就需要加快抽蓄电站和新型储能规模化布局。第三，高效的电价和市场机制仍需进一步优化完善。新能源发电成本持续下降，但灵活性电源等综合成本升高，全国统一电力市场未建设完成，适应新型电力系统的电价及市场机制还需要深入研究。

坚持系统观念，统筹发展与安全，要在国家顶层设计和宏观调控下，做好六个方面的工作：

一是建立多元清洁供给体系，确保电力安全供应。促进煤电清洁高效发展，新建一批支

撑性、调节性清洁煤电机组。“十四五”末煤电装机预计达 8900 万千瓦，近期加快实施煤电“三改联动”，中远期应用碳捕集、封存与利用技术推动煤电机组脱碳改造；积极有序发展新能源，充分利用采煤区、沉陷区开展集中式规模化开发，“十四五”末新型能源装机预计达到 8000 万千瓦。同时发展其他清洁能源，布局一批具有高灵活性的气电机组，构建多元供给体系，保障电力稳定供应。

二是建立多元终端用能体系，形成灵活消费体系。扩大可调节负荷资源库，建设负荷管理系统，大力推动虚拟电厂建设，持续完善需求相应政策机制，2025 年用户主动相应规模达最大负荷 7% 以上。拓展电能替代广度，推进以电代煤、以电代油、以电代气。预计 2030 年电能占终端消费比重达到 40% 左右。同时，推进组合能源的广泛利用，建设融合电 - 气 - 热 - 碳 - 氢，提高能源综合利用效率。

三是推进电网数字智慧转型，加快能源互联网转型。电网连接能源生产和消费，是能源转换利用和输送配置的枢纽平台，要主动适应能源与数字技术融合发展的趋势，实现在形态、技术、功能、价值等方面的全面提升，加速向能源互联网转型。与此同时，提升大电网优化配置能力，建设大同至怀来的特高压通道。此外，加快电网数字化转型，加快信息采集、感知、处理、应用等环节建设，构建连接全社会用户的智慧物联体系，提高全息感知和泛在互联能力。并构建智慧配电网，把配电网作为新型电力系统建设的着力点，不断提高配电网的适应性、可靠性以及数字化、智能化水平。

四是推进灵活调节能力建设，促进源网荷储协同。推动储蓄电站建设，全力推动已批复的 10 个抽蓄项目建设。推动新型储能规模化发展，进一步平抑新能源的出力波动。聚焦提升源网荷储的协同互动，发挥电网枢纽平台作用，建设省地协同的源网荷储互动控制系统，优化调度运行控制策略，有力支撑源网荷储各要素友好互动。

五是加强电力系统科技创新推动新技术新装备应用。要加快关键技术的攻关，开展大电网运行控制、源网荷储协同互动等技术研究，推动“大云物移智链”与电力技术深度融合，实现电力产业全面升级。培育现代化产业链，充分发挥电力产业链带动作用强、创新驱动强等优势，培育发展能源消费新业态新模式。不断推进新型电力系统示范区建设，积极推动临汾长治两个地级市、大同一个县区级、太原晋中两个园区先行先试，推动示范项目取得成效。

六是推进配套政策机制建设，提升支撑化保障能力。新型电力系统是一个市场化、法治化相互融合、相互促进的开放系统，要加快推进建立相关配套法治制度，充分发挥市场配置资源的决定性作用。更要推进全国统一电力市场建设，加快推动建设竞争充分、开放有序的统一电力市场，持续完善中长期、现货和辅助服务机制，探索容量市场和绿证交易，实现在更大范围的优化资源配置。理顺电力价格形成机制，遵照谁受益谁承担的原则，合理分担系统成本，形成公平合理综合最优的价格机制。（杨晓冉/整理）

国家发改委宏观经济管理专家委员会秘书长、现代经济研究院执行院长易昌良：

## 以数字电网建设加快推动能源生态重构

构建新型电力系统，是实现“双碳”目标最主要的途径之一。

构建与生态文化相匹配的电力系统，首先要在电源侧大力推进清洁供给。2020年，中国煤电发电量高达4.6万亿千瓦时，仍未摆脱“一煤独大”的局面。“十四五”期间，要力争达到风电、光伏每年1.2亿千瓦以上的装机，以确保实现风光发电量在2025年占比达16.5%的目标。

在负荷侧，应大力推动电能替代和需求侧资源利用。要充分发挥电能替代的减排作用，加快提升工业、建筑、交通等领域重大用能的电气化水平，并建立绿色低碳的发展体系，要大力推广以电为中心的综合能源服务，综合考虑工业园区、数据中心、大型公共建筑用户的基础上，开展相关的服务内容，包括能效增大与能效提升等，助力提升全社会的重大用能效率。

在需求侧，将微电网、电动汽车等各类资源进行有效整合，提升电力安全水平，大力发展分布式能源，推动能源消费转变为能源产销。

在电网侧，发挥大电网的资源配置优势。要构建特大型互联电网，推进特高压国家网络的建设，保障跨区直流输电高效安全运行，并充分发挥大电网的优化和扶持政策，大力建设和改善微电网、配电网，实现新高压主网推动发展。

“十四五”期间，我国经济社会进入以产业数字化转型为重要动能的关键时期，新型电力系统是重要抓手。在新能源革命、科技革命和产业转型的方向下，通过数字化推动能源电力供应绿色发展，以采购市场带动供应链上下游装备升级、节能减排，是服务新型电力系统建设可靠高效的重要途径。

第一，要注重建设高质量数字电网，提升能源产业数字化能力。能源产业数字化是对能源产业链、供应链的数字化升级改造，其产业链中枢就是高度智能化的数字电网，应持续深化数字电网技术，坚持以能源产业需求为导向，组织数字电网领域各方资源，完善数字电网的继续架构，并加强标准引领和编制，实现继续创新、标准创制、产业应用之间的协同发展。

第二，数字新基建是信息数字化的基础设施，也是繁荣数字经济的基石，兼具稳增长与促创新双重功能。数字电网应以新基建为契机，结合新基建对“电力+算力”支撑的需求，构建支撑新型电力系统特大规模数字化服务能力的融合型信息基础设施，从而融入和服务国家“新基建”战略。

第三，应聚焦研究数字电网融入全国一体化算力网络。根据能源结构、产业布局、市场发展、气候环境等因素，在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、贵州、内蒙古等地布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，加强云算力服务，发挥示范和带动作用。

第四，“东数西算”工程是国家发改委牵头的一项重大战略，可以充分发挥体制机制优势，在全国范围内对算力资源进行调整配置，解决数据中心能耗高、数据资源利用效率不足



以及区域发展不协调等长期存在的问题。

第五，积极探索数字能源的新产品、新市场，形成价格发现机制，建设能源数据要素市场。（杨晓冉 / 整理）

## 多措并举，扎实推进城市碳排放核算

中国能源报 2022.9.12

《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（以下简称《意见》）提出要加快完善碳排放核查核算报告标准，建立统一规范的碳核算体系。在《意见》指导下，结合各省相关工作精神，各地陆续在碳核算体系建设方面进行了有益探索，为城市绿色低碳发展提供数据支撑，但在推进过程中仍然存在着标准不统一、范围不明确等问题。要更好支撑地方政府贯彻落实碳达峰碳中和工作决策部署，更好地服务企业参与城市双碳建设，建议从七方面完善城市碳核算工作。

**一、建立降碳与能耗双控考核衔接过渡期，修正初期误差，使城市“双碳”考核与已有的能耗双控考核合理衔接**

早在“十二五”中期和末期，我国便已提出低碳战略和能耗双控措施。各地已经初步积累了城市能源和碳排放基础数据，为扎实推进降碳提供了良好基础。随着我国“双碳”工作在省市县逐级下沉，各地陆续开展了新一轮的碳排放核算、能源消费核算以及相关预测规划工作。

但由于能耗双控初期的标准细节不统一，各地统计核算数据往往存在核算框架不全面、核算参数不准确、统计口径不连贯等问题。这些历史累积的偏差传导到地方能源管理部门，在一定程度上影响了各地政府开展新一轮城市碳核算工作的全面性、有效性和准确性。建议适当建立窗口期，将“十三五”及之前的管理统计误差进行修正，并与碳排放考核逐步衔接。这将有助于城市及时调整、修正和完善碳核算框架、标准和原则，进一步做好未来节能降碳工作。

**二、构建多维核算框架，促进地方政府结合本地情况高效开展节能降碳工作**

目前，国内各地碳排放核算缺乏统一、详细和明确的核算框架、考核标准和参数依据。在此背景下，不少城市出台了符合当地实际的碳排放核算标准。以上海市生态环境局印发的《上海市低碳示范创建工作方案》为例，其方案附件给出了各类低碳示范的碳排放核算方法建议，并对建筑、产业、交通等核定边界进行了详细说明。

与强制性的全国统一碳排放核算标准相比，因地制宜的多维度碳排放核算框架或将更有助于地方政府高效开展节能降碳工作。能源消费导致的碳排放往往是一个城市最主要的碳排放来源，其对应的核算标准和方法也最复杂。建议从实际产生碳排放的部门、行业、企业、楼宇和交通工具出发，开展能源消费侧碳排放核算工作。能源消费侧碳排放核算具有框架细致、对象明确、空间明确等特征，能够准确定位节能降碳对象、明确“双碳”工作抓手、

厘清低碳战略路径。当然，能源供应侧碳排放核算框架和能源消费侧碳排放核算框架同样重要，建议各地市在不同场景下分开使用和参考。

### **三、通过能源数据预处理，推动各类能源数据共享**

传统的城市碳排放核算方法受限于能源供应侧数据统计模式，往往只能以年为统计周期进行核算和分析。为了有效提升核算结果的实际指导价值，目前，不少城市已在纷纷探索以电力、热力等消费侧数据为核心的短周期碳排放数据统计机制。

常态化的能源企业系统内部数据预处理过程或可成为解决当前数据交互难题的可选之路。各品类能源供应企业可以根据地方政府统一的核算分类框架和标准进行内部数据预处理，并适当修正误差数据，从而在充分保护用户隐私和数据安全的前提下，为地方政府提供碳排放核算支撑。待能源大数据广泛共享的商业模式、交互原则等保障措施成熟后，再进一步在此基础上推动各类能源数据广泛交互共享。

### **四、对重点数据开展抽样调查，提高统计数据的完整性**

在更加精细的管理需求和更加科学的管理目标下，当前我国的能源数据管理基础有待进一步完善。数据缺失会导致能源消费总量核算产生误差、低碳发展规划出现偏颇，为后续节能降碳工作埋下隐患。因此，定期对数据缺口进行抽样调查是“十四五”时期修正数据缺失的必要措施。

当前，我国正处于经济社会全方面数字化转型的阶段，不可避免地会存在部分环节的数字化标准不规范、系统间孤立不互通、数据安全存在隐患等问题。但是，碳核算和碳预测工作不仅不应该受这些问题的影响而停滞，反而应该成为能源低碳领域深度数字化转型的助推器和催化剂。

### **五、因地制宜开展交通领域碳核算工作**

交通碳排放因其碳排放主体具有较高的流动性，普遍存在着核算对象不明确、核算边界不清晰以及核算参数不准确的问题，也是目前各类已出台的城市碳核算框架中差异最大的板块。

建议交通情况不同的城市选择不同的交通碳排放核算框架，确保核算结果能够有效引导交通领域的规划和标准，切实与城市“双碳”战略协调一致。例如，对于有严格上牌限制的城市，应以本地常住车辆数为依据进行核算；对于外来车辆占比较低的城市，可直接采用本地登记车辆作为核算依据，并结合车辆型号、用能品类、年均行驶里程等参数进行建模和估算。核算框架会直接影响未来的管理措施，因此，选择符合城市自身管理目标和体系的碳核算框架至关重要。

### **六、尽快开展建筑和建筑业能源消费监测**

在各类建筑的建设阶段，我国当前的能源数据统计框架仅覆盖了建筑业的电力消费数据，并未覆盖该行业最主要的油品消费量。例如，建筑工程车辆、应急装置以及专业设备的燃油量等均未纳入我国当前的能源消费管理中，仍属于城市能源监管的空白区域。而在各类

建筑的使用阶段，能源消费数据均以能源品种为分类框架，尚未细分至建筑类别和建筑主体。

建议建筑业参考交通部门的碳核算方法，因地制宜地选择数据采集类别，可以采用能源使用设备数据和能源消费量监测两种思路。可以选择区域内若干重点建筑施工类项目进行全过程调研和监测，建立本地建筑体量、油品消费、电力消费、工程车辆类型和数量、主要用能设备型号和数量以及建设项目利润等经验模型，从而为本区域内建筑业能源消费数据统计提供分析估算基础。建议尽快探索建筑节能改造的商业模式，鼓励引导市场资源进入城市建筑碳排放数据的动态采集和监测中。

### 七、通过精准的对象调研，进一步摸清脱碳空间

碳排放核算工作并非为了核算而核算，最终目的是为了科学有效地指导城市有序开展节能降碳工作。因此，在碳排放核算工作过程中，还应同步完成对节能降碳空间的估算和分析，从而为后续的碳排放量预测、碳减排路径选择提供数据基础和分析起点。因此，明确工业企业的主要耗能环节、工业行业的能效客观水平，以及建筑交通领域的节能降碳空间，同样是城市碳核算过程中重要的一环。

对于工业部门而言，建议选择本市历史碳排放量和能源消费量靠前的若干行业作为重点能耗行业开展潜力分析。需要注意的是，工业行业不应包括作为能源加工转换环节的电力、热力等能源生产类工业行业，该行业虽然属于工业领域但不应该放在能源消费侧与其他行业进行同类对比。对于建筑和交通部门，建议按照传统分类框架，对其开展存量市场低碳发展进度核查。建筑部门可按需选择典型办公大楼、主要商超、重点小区进行抽样调研。交通部门可选择轨道交通公司、城市公交客运管理办、典型物流园区管委会以及各类车辆维修中心对各车种年均能耗水平，公交车各型号车长占比，私家车的油、电、混动比例及年均行驶里程等参数进行修正。（江海燕 冯明辉 周晓雅）

## 全球大多数碳捕获项目未达标

中国科学报 2022.9.8

**本报讯** 一项分析显示，世界上几个最大的碳捕获与封存（CCS）项目表现明显不佳——其中一些项目的二氧化碳捕获量仅为承诺的一半。

CCS 被联合国政府间气候变化专门委员会等机构视为应对气候变化的重要工具。这项技术将在美国政府颁布的新气候法案中获得大力支持，其他国家也在鼓励采用 CCS，包括挪威和英国。

9月1日发布的一份报告分析了全球13个旗舰 CCS 计划的表现，发现大多数国家捕获的二氧化碳远远低于预期。

报告称，埃克森美孚位于美国怀俄明州舒特溪的 LaBarge 工厂，其碳捕获表现落后约 36%。全球唯一拥有 CCS 技术的大型电站——加拿大萨斯喀彻温省的“边界大坝”，捕获的

碳比计划少了约 50%。而雪佛龙位于西澳大利亚州的 Gorgon 天然气项目，头 5 年的捕获量也比计划少了约 50%。

报告中还提到两个已经失败的项目，其中包括美国密西西比州的肯珀煤炭 CCS 项目，该项目被长期拖延，最终于 2017 年放弃建设。

撰写这份报告的澳大利亚能源经济与金融分析研究所（IEEFA）的 Bruce Robertson 表示：“CCS 是解决气候问题的方法吗？我会说不。通常情况下，它并没有发挥出预期能力。”

CCS 这项技术可追溯到 20 世纪 70 年代，在许多情况下，它被用于从储层中提取更多的石油，而不是通过长期捕获二氧化碳来遏制气候变化。Robertson 补充说，这些计划表现不佳并非因为缺乏财政或工程资源。事实上，仅 Gorgon 项目就耗资 31 亿澳大利亚元。

从更积极的方面来看，该报告发现挪威的 Sleipner 和 Snøhvit CCS 项目已经取得了成功，这在很大程度上归功于该国独特的商业和监管环境。Robertson 承认，CCS 未来可能会在难以阻止碳排放的重工业中发挥作用，比如水泥制造。

英国爱丁堡大学的 Stuart Haszeldine 表示，IEEFA 的报告是全面的，但声称 CCS 不起作用就“太简单”了。他说，CCS 项目表现不佳的一个原因不是技术本身，而是缺乏储存二氧化碳的市场激励机制，以及良好的监管。Haszeldine 说：“当规则正确时，CCS 确实会起作用。”

雪佛龙的一位发言人表示：“这种规模的创新并非没有挑战，但技术是可行的。”埃克森美孚的一位发言人则说：“LaBarge 工厂捕获的二氧化碳比世界上任何其他工厂都多。”（李木子）

## 2022 中国碳中和发展力指数正式发布

中国能源报 2022.9.26

**本报讯（记者仲蕊）报道：**日前，厦门大学“碳中和发展力”研究团队与浙大城市学院在杭州联合发布了 2022 中国碳中和发展力指数，有效跟踪我国各地区碳中和发展进程，明晰各方工作协调推进状况。

作为我国首个碳中和发展力评价体系，该指数基于成长力、转型力、竞争力、协调力和持续力构成的“五力”驱动模型，并结合各地政府碳中和行动举措等辅助性指标，结构化解析了各地区碳中和发展力状况，形成了一套完整的“5+N”评价体系。

据 2022 中国碳中和发展力指数，我国 31 省、自治区、直辖市的碳中和发展力指数分布于 43-73 分之间，碳中和发展力实现整体提升，但各省区市的差异较为明显。代表性城市碳中和发展力居于 25-66 分间，整体分布较为不均。多省区市的碳中和发展力指数增幅近 2 分，表明多地的“双碳”工作正扎实有效推进且成效显著。省级层面，2022 中国碳中和发展力指数居于全国前五的省市为浙江省、广东省、北京市、江苏省、上海市，而黑龙江、新疆、宁夏、西藏和内蒙古等省区的排名相对靠后，碳中和发展力仍有待提高。城市层面，

杭州、广州、深圳、南京和厦门位居碳中和发展力全国前五。贵阳、扬州、太原、石家庄、哈尔滨等城市的碳中和发展力相对较弱，具有较大提升空间。

“五力”驱动模型分解进一步凸显各地碳中和发展的多样性特征及核心动力。浙江省作为全国首个发布财政支持“双碳”目标的省份，在转型力和协调力方面具有先发优势；广东省推动实现跨区域联动，建设大湾区碳排放权交易平台，在成长力、转型力和协调力方面的引领作用较为明显；北京市依托绿色冬奥会的低碳发展机遇，发挥了其在成长力和持续力方面的独特优势；江苏省则充分发挥金融促进能源经济系统低碳转型的积极作用，实现了竞争力的大幅度超越；上海市积极确立其国际绿色金融枢纽地位，表现出较优的成长力。“五力”驱动模型的深入解构表明，各地碳中和发展禀赋与核心动力差异明显，碳中和发展力具有地区多样性。

厦门大学“碳中和发展力”研究团队首席经济学家孙传旺教授指出，降碳是一项系统工程和长期事业，亟须将碳达峰碳中和纳入发展全局，以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展是关键，有计划、有步骤地积极推进。今年以来，各地区各部门积极推动落实“双碳”目标的相关工作，涌现出了一批可复制可借鉴的碳中和先进经验，如深圳建立健全碳普惠体系、衢州探索建设碳账户、厦门落地全国首个农业碳汇交易平台等。但部分地区对碳达峰碳中和的认识与理解不足，尤其是对低碳发展的经济支撑、转型动力、竞争优势、统筹协调与持续推进的研究还不够深入，也导致实际的行动举措出现着力点不到位的现象。

“碳中和是推动各地实现绿色高质量发展的重要抓手，也是推动各地结构转型、经济发展和社会进步的重要契机。各地应该紧抓低碳发展机遇，扎实稳步推进碳中和工作。”孙传旺表示，“在全国各地梯次有序推进碳达峰碳中和工作的过程中，许多省份立足资源优势或发展基础，纷纷加快低碳转型，力争在全国范围内率先实现‘双碳’目标。但需要明确的是，碳中和事业的长远发展需要双轮驱动、统筹全局，既要做好全方位的碳减排工作，也要积极借助碳卫星等先进应用，搭建空天地海一体化的大数据信息网络，完善碳排放数据的核算与监测体系，夯实碳减排的工作基础。”

## 我国碳排放强度 10 年下降了 34.4%

中国能源报 2022.9.26

**本报讯（记者姚金楠）报道：**9月22日，国家发改委召开新闻发布会，介绍生态文明建设有关工作情况。国家发改委资源节约和环境保护司司长刘德春指出，我国能源和产业绿色低碳转型取得重要进展，“双碳”工作实现良好开局。

刘德春介绍，产业结构优化升级成效明显。10年来，我国供给侧结构性改革深入推进，淘汰落后产能、化解过剩产能，退出过剩钢铁产能1.5亿吨以上、取缔地条钢1.4亿吨。大力发展战略性新兴产业，促进新产业、新业态、新模式蓬勃发展。2021年，高技术制造业

占规模以上工业增加值比重达到 15.1%，比 2012 年增加 5.7 个百分点；“三新”产业增加值相当于 GDP 的比重达到 17.25%；新能源产业全球领先，为全球市场提供超过 70% 的光伏组件；绿色建筑占当年城镇新建建筑面积比例提升至 84%。2022 年前 8 个月，新能源汽车产销量分别达到 397 万辆和 386 万辆，保有量达到 1099 万辆，约占全球一半左右。与 2012 年相比，2021 年我国能耗强度下降了 26.4%，碳排放强度下降了 34.4%，水耗强度下降了 45%，主要资源产出率提高了 58%。

能源绿色低碳转型成效显著。积极发展非化石能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区规划建设 4.5 亿千瓦大型风电光伏基地。2021 年，我国清洁能源消费占比达到 25.5%，比 2012 年提升了 11 个百分点；煤炭消费占比下降至 56%，比 2012 年下降了 12.5 个百分点；风光发电装机规模比 2012 年增长了 12 倍左右，新能源发电量首次超过 1 万亿千瓦时。目前，我国可再生能源装机规模已突破 11 亿千瓦，水电、风电、太阳能发电、生物质发电装机均居世界第一。

能源资源利用效率大幅提升。大力推进节能减排和资源节约集约循环利用，建立并完善能耗双控制度，强化重点用能单位管理，引导重点行业企业节能改造，开展绿色生活创建行动，大力发展循环经济，实施园区循环化改造，构建废旧物资循环利用体系，积极推进水资源节约、污水资源化利用和海水淡化，推动我国能源资源利用效率大幅提升。与 2012 年相比，2021 年我国单位 GDP 能耗下降了 26.4%，单位 GDP 二氧化碳排放下降了 34.4%，单位 GDP 水耗下降了 45%，主要资源产出率提高了约 58%。

刘德春表示，当前，我国发展面临的能源资源约束依然突出，推进碳达峰碳中和对做好节能工作提出了新的更高要求。为进一步做好相关工作，要切实加强高质量发展用能保障。持续完善能耗双控政策，优化节能目标评价考核频次和考核方式，落实好新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制的政策，实施重大项目能耗单列，保障国家布局重大项目合理用能需求。

#### 四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

### 港媒报道：中国须向“塑料循环经济”转型

参考消息 2022.9.2

【香港《南华早报》网站 8 月 30 日报道】题：中国的塑料问题：缺少循环经济扼杀了高污染行业的“必要”改革 [记者 刘莹（音）]

埃伦·麦克阿瑟基金会和清华大学上周发布的一份报告称，中国的塑料包装产业应从当前的线性经济模式转向高效和节约资源的循环经济。

该报告呼吁把重点放在源头减量、加强废塑料包装循环系统以及发展高质量循环塑料市场上，这符合中国“十四五”时期“无废”城市建设的目标。

面对当前塑料包装产业造成的塑料污染和经济损失，报告认为，塑料行业循环经济转型

对中国来说具有紧迫意义。

联合国环境规划署保守估计，在全球范围内，塑料包装低效循环的环境成本约为 400 亿美元，塑料包装材料的价值约有 95% 因一次性使用而浪费，每年造成 800 亿至 1200 亿美元的直接经济损失。

报告称，如能全面采用循环经济模式，预计到 2040 年可避免 80% 的塑料进入海洋，同时与当前线性模式相比，每年可减少全球 25% 的温室气体排放。

埃伦·麦克阿瑟基金会研究项目经理贾榕楠说，如果中国实行塑料包装循环经济，从源头减少 1 吨原生塑料的使用，减排力度可达到 3.5 吨二氧化碳当量；而每使用 1 吨再生塑料，可以减少 1-3 吨的碳排放。这种排放加剧了使地球变暖的温室效应。

贾榕楠说：“这些年我们一直在谈论减少碳排放和碳中和，塑料循环经济可以为我国国家减少碳排放的目标作出贡献。”中国已提出力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的目标。

埃伦·麦克阿瑟基金会塑料团队负责人森德·德弗吕特在庆祝报告发布的活动上说：“中国制定了创建低碳社会的雄心……为了实现这些宏伟目标，创建循环经济必不可少。”

这个世界最大塑料生产国在 2021 年 9 月公布了一份塑料污染治理的五年计划，要求在 2025 年之前建立覆盖整个生产和消费链的治理机制。

## 首条短程低碳废锂离子电池资源回收生产线开建

中国科学报 2022.9.7

本报讯（记者王昊昊 通讯员王成奇）9 月 3 日，全国首条短程低碳废锂离子电池资源回收生产线在湖南省韶山市湖南江冶机电科技股份有限公司开工建设，该生产线投资 1.5 亿元，年处理废旧锂电池 2.2 万吨，可实现年产值 7 亿元，能满足湖南省及周边省份废锂离子电池回收利用的市场需求。

相比同类生产线，该项目工艺流程显著缩短，二氧化碳排放量下降超过三成，不仅自动化程度更高，智能化程度也更加优越。作为科研合作方，湘潭大学环境与资源学院张俊丰教授团队，在国内首次实现了对复杂废气的深度协同治理，大大提升了整个行业的清洁水平。

废锂离子电池回收过程中产生的含氟剧毒物质、磷化物、氮氧化物、超细粉尘、易燃易爆挥发性有机物等复杂废气，十分危险且难以净化，业内一直没能找到合适的方法和技术。

“我们提出了‘前后协同、因温治气’的新思路，并开发了炭基材料多污染物协同治理关键技术，凭借炭材料首尾两端同步处置氟化物、氮氧化物、挥发性有机物等，攻克了废锂离子电池资源回收过程的复杂废气治理难关。相比国内外已有的同类生产线，我们首次真正实现了全过程的清洁低碳运行。”张俊丰说。

该生产线是“废旧锂电池梯次利用及资源回收项目”的成果应用，包括复杂退役锂离子电池“带电破碎—精细分选—极粉分质回收—烟气多污染物协同治理”技术及装备。全

系统具备流程短、资源回收率高、回收资源品质高、价值高等特点，同时自动化程度、智能化水平、清洁化水平、二氧化碳排放量等都居行业领先水平。

## 全球首个跨境二氧化碳运输与封存商业协议签署

中国自然资源报 2022.9.9

【法国费加罗报 8 月 29 日消息】由法国道达尔能源公司、挪威 Equinor 公司和壳牌公司共同开发的“北极光”项目，已与雅再国际公司就跨境二氧化碳运输与封存签署商业协议。根据该协议，自 2025 年起，每年将从雅再公司荷兰化肥工厂中捕集约 80 万吨二氧化碳，永久封存在挪威北海海岸附近海床 2600 米深的地质层中。该协议是全球首个此类协议，标志着欧洲重工业去碳化迈出重要一步。此外，德国石油和天然气公司 Wintershall Dea 和挪威国家石油公司宣布，计划在北海铺设一条海底管道，将二氧化碳从德国北部运输到挪威进行海底封存。该管道将在 2032 年前投入使用，预计每年可运输约 2000 万 ~ 4000 万吨二氧化碳。

## 研究表明海洋塑料垃圾降解将加速海洋酸化

中国自然资源报 2022.9.30

【美国地球环境网 9 月 22 日消息】西班牙巴塞罗那海洋科技研究所发表在《整体环境科学》上的一项研究发现，海洋塑料降解将有机化合物和二氧化碳释放到水中导致 pH 值下降，加速海洋酸化。在遭受严重塑料污染的海表面区域，塑料降解将导致 pH 值大幅下降。研究人员还发现，新型聚苯乙烯、低密度聚乙烯（LDPE）和可生物降解塑料降解时，pH 值未显著下降。

## 打碎旧衣 掺在煤里烧水泥

价格不到煤的一半 助企业节能减排 旧衣回收后还能做再生棉、隔音棉

广州日报 2022.9.15

随着《广州市“无废城市”建设试点实施方案》的印发实施，“无废城市”建设正在如火如荼地展开。在居民小区，人们常能看到各类旧衣回收箱，很多市民穿旧了或不穿的衣服都会通过回收箱收集起来后进行再利用。

那么，我们的旧衣服回收后都去哪里了？它们会被如何再利用？近日，本报全媒体记者对此展开了调查，走访了有关旧衣物回收企业以及再生利用企业。

**现场：废旧衣物分拣后被打碎成破布片**

9 月 13 日，记者来到番禺区会江村的一家旧衣分拣破碎再生利用企业进行采访。

只见大货车送来一扎扎用编织袋包裹的旧衣服，先在厂门口过磅称重，而后进入分拣中心。这时，厂区内几位从事分拣的工作人员就会打开这些包裹，对旧衣服进行挑选分拣。他



们把一部分可以利用的旧衣服放到车间的一边，挑剩下的那些无法再利用的旧衣服则放到车间的另一边。大体上，卡车送来的 85% 左右的旧衣服是可以加以利用的，剩下的那些受污染、无法利用的通常只能用作垃圾焚烧发电的燃料。

挑选好的旧衣服，会首先进行破碎处理。只见车间内的一条履带将这些衣服运送到破碎机口，随着机器轰鸣，这些旧衣服最后成为了 10 平方厘米左右大小的破布片；之后，这些破布片会再经一道机器，将之变为一个个 1 米见方的布料捆包块，由叉车堆放在一起，作为生产的成品。

“我们的这些旧衣服都是再生资源企业挑完之后，觉得没有利用价值的再转手到我们这里。我们的办法就是将它们打碎，之后再卖给水泥厂等企业，用作他们的燃料，对企业的节能减排起到一定作用。”这家企业的项目经理向记者介绍，目前，水泥企业对这些布料的需求量相当大。

#### **促循环利用：棉质旧衣物可做再生棉、隔音棉**

穗回收运营中心经理谭棣华告诉记者：“如果旧衣服达不到捐赠的要求，但材质、面料还不错，就可以循环利用。比如，棉质的衣服可以打碎做成再生棉，再生棉较原生棉质量降级，但仍可以用于面料要求不高的劳保产品上，比如棉质手套或棉质布袋等；此外，这些再生棉还可以用作农业的保温棚、路基垫，还有一些再生棉则可以做成擦机布，专门擦机器。”

他告诉记者，做再生棉，第一步是打碎，后面进一步将棉抽拉成丝。“而今再生棉的利用正在被市场接受，例如一些国际服装品牌也选择用再生棉，衣服中会有 20% 成分是再生棉。原生棉可以拉很长，延展性好，也可以混合其他的一些面料将棉布做得软一点、硬一点都可以，而再生棉没那么好的扩展性，在应用时的约束就会比较多。”

谭经理还表示，如今，一些质量比较好的旧牛仔裤、牛仔服还可以做成隔音棉，主要应用于汽车的隔音降噪。“这些旧衣服进回收工厂后，工人首先会把所有的拉链、纽扣剪下来、挑出来。然后再按照颜色、面料的不同进行挑选。比如，一部分专挑白色的棉，就把衣服上白色的棉全挑下来，还有专挑牛仔面料的，就把那些面料找出来归到一起；另外，一些羽绒服里的羽绒也会被抽出来，按照相应的品级卖出去，制成相对便宜的羽绒被、羽绒服等。”他介绍，像再生棉料，他们卖到下游的价格是每吨 1000 元左右。

“羽绒应该是层级最高的回收品了。”一位长期从事高校学生生活物资回收的专业人士告诉记者，他们每年毕业季都要去好几所高校清扫宿舍，“收旧货的阿姨评价她一天收成，就是看有没有在宿舍找到一两条羽绒被，一条旧的羽绒被能卖 100 元。”

而在所有旧衣服面料中，皮革常常是最难处理的。谭经理介绍：“皮革很多是没办法用的，连燃料都很难做，因为它烧起来对尾气处理的技术标准要求很高。皮革处理通常要用更高端的设备，目前比较少回收，皮革的出路往往是无害化处理，比如拉去垃圾焚烧厂，其对尾气的处理会更加严格些。”

### 旧衣碎片成“香饽饽”：用作替代燃料助节能减排

而今随着技术进步，以前做不了循环利用的旧衣物也有了新的归宿。谭经理介绍：“我了解到，旧衣服除皮革外，大部分的材质都可以进行破碎，变成碎片掺到像煤这样的燃料里，这种燃料替代品而今在很多水泥厂的需求量很高，因为它能够替代 10% ~ 20% 的燃煤。”

番禺区某旧衣分拣破碎再生利用企业的项目经理介绍，水泥的主要原材料是石灰石、沙和铁等，首先需要将石灰石压碎，之后用特殊设备再次压碎，最后把它放入料桶之中进行高温加热。一般来说温度要达到 1450℃ 到 1600℃ 之间，之后还要加入其他的辅料，经过化学反应后才能形成水泥。要达到这样的高温以往主要依靠燃煤，但煤炭是不可再生资源，因而在煤炭中掺入一定比例的衣服碎片，既不会影响热值，同时也能降低成本，减少温室气体的排放。

“采购 1 吨煤通常要 800 多元，但采购 1 吨旧衣服废料就是三四百元；而且衣服面料烧完之后的残渣也能成为做水泥的材料，所以很多想降低成本和节能减排的水泥企业非常想采购这些旧衣碎片。”谭经理说。

“目前，水泥企业给我们的需求是一年 3 万吨旧衣粉末，但是我们目前都供应不足。”谭经理表示，除广州外，他们还在武汉、福州等很多城市回收旧衣物。“再生资源的品质原来可能很高，但在反复利用之后往往就只能作为燃料。全国每年的旧衣产生量变化不是非常大，但处理量如今却增大了很多。过去旧衣处理渠道比较单一，除捐赠和出口外就是当垃圾填埋或焚烧了，现在需求量增大主要是缘于企业的能源替代需求。”

### 旧衣服也要“无污染”“一旦脏了难有利用价值”

“旧衣回收和普通废品回收有差别，在回收处理的整个过程中，旧衣服对污染比较敏感，一旦弄脏了，基本就失去了回收利用的价值。这也是为什么现在能收的旧衣物，我们都会去上门预约收。”谭经理表示，“但有些市民还不了解旧衣服的价值，常常和其他垃圾混在一起丢到垃圾桶里面，旧衣服一旦和其他垃圾混在一起，收上来也没用，最后只能进垃圾焚烧厂发电，因为即使拿去水泥厂做能源替代，其对旧衣服的湿度、杂质都有严格要求。”

国家发改委、商务部和工信部联合印发《关于加快推进废旧纺织品循环利用的实施意见》中提到，中国是全球第一纺织大国，纺织纤维加工总量占全球 50% 以上。随着人均纤维消费量不断增加，每年产生大量废旧纺织品。《意见》提出，积极发展互联网 + 回收，促进线上线下融合发展。探索一袋式上门回收、毕业季进校园等新型回收模式。培育回收龙头企业，建立重点联系企业制度。鼓励有关行业协会和企业建设废旧纺织品回收及资源化利用信息化平台，提高信息透明度，增强公众参与废旧纺织品循环利用积极性。

根据《意见》，到 2025 年，中国废旧纺织品循环利用体系将初步建立，循环利用能力大幅提升，废旧纺织品循环利用率达到 25%，废旧纺织品再生纤维产量达到 200 万吨。到 2030 年，建成较为完善的废旧纺织品循环利用体系，生产者 and 消费者循环利用意识明显提

高，高值化利用途径不断扩展，产业发展水平显著提升，废旧纺织品循环利用率达到30%，废旧纺织品再生纤维产量达到300万吨。

谭经理建议，市民首先应当提倡节俭，尽可能让衣服物尽其用。此外就是要知道旧衣回收的正确途径。“我们提倡垃圾分类，这在旧衣回收领域也是非常有必要的，包括服装在内的很多物品，只有在没有污染的情况下才能产生最大的价值。”（武威）

## 发展生物质火电实现煤电低碳化转型

中国能源报 2022.9.5

煤电是能源领域最大碳排放源，煤电低碳发展要分三步走：

一是改造现有在役煤电机组。通过制定对不同容量机组具体的碳排放强度标准，实现在役煤电机组的高效和低煤耗发展，这是实现煤电与生物质耦合发电的基础和前提。

二是大力推动在役煤电机组采用生物质燃料与煤混烧，直至生物质燃料替换，最终实现煤电的零碳排放。

三是大力推动碳捕集利用和封存（CCUS）技术的研发示范和应用。在“双碳”目标推动下，根据现有研发和示范的进展，有望在2030—2045年逐步实现各种CCUS技术的大面积推广应用，使全部火电实现负碳排放。

目前，我国可作为能源利用的生物质资源总量约4.6亿吨标准煤/年，当前利用量约3500万吨标准煤/年，利用率仅为7.6%。而且，生物质发电均为效率低和煤耗高的小型机组，将生物质用于大型煤电机组混烧发电，不仅可大大降低煤耗和碳排放，还可加速我国煤电的低碳转型，发展潜力巨大。

当然，实现生物质和煤炭的混合燃烧仍面临一些外部挑战。生物质是零碳燃料，但目前供应遭遇寒冬，成本较高，这就需要通过提高生物质能源产品的经济性、可靠性和稳定性。我们必须利用广大非耕地的边际土地大力种植和发展高质量能源作物，需要相应的扶持政策帮助降低燃料成本，需要形成生物质燃料的供应市场体系。（林水静/整理）

## 以市场化运作推动农村生活污水治理

中国环境报 2022.9.13

生态环境部日前召开了农业农村污染治理攻坚战工作推进会，旨在深入打好农业农村污染治理攻坚战，助力经济社会高质量发展。其中，绿色金融支持农村生活污水治理等基础设施建设成为本次推进会的一大亮点。

### 农村生活污水治理市场化势在必行

当前，氮磷已经成为长江流域、近岸海域以及不少湖泊的首要污染物，城乡面源污染正在上升为制约我国水生态环境持续改善的主要矛盾之一。农村生活污水作为城乡面源主要污染源，2021年全国治理率仅为28%，且部分设施运维难以保障，不少地区污水散排、直排

问题突出，亟待加快解决。

按照市场化运作的方式，扎实推进农村生活污水处理与资源化利用，是破解地方财力难以保障、治理任务繁重工作局面的有效举措。近年来，我国出台了一系列举措，推动各地充分运用金融杠杆助力农村生活污水治理。《关于推进农村生活污水治理项目融资支持的通知》的印发，完善了绿色金融政策。国家开发银行启动“百县千亿”专项金融服务，中国农业发展银行出台差异化扶持政策，加大了金融支持力度。各地按照区域整合、行业打包、城乡联动等思路，创新工作举措，拓宽融资渠道，撬动环保市场。仅山东、安徽、山西三省就已审批签约 55 个项目，授信额度达 170 多亿元，并按计划推进放款业务，按下了农村生活污水治理的“加速键”。

近年来，在绿色金融政策支持下，各地推进农村生活污水治理步伐明显加快，通过建管一体化、城乡一体化、供排水一体化、环境治理与产业开发相结合等方式，探索了农村生活污水治理市场化的有效路径，但仍面临投资成本高、回报周期长、市场主体少等现实困境，亟待加强我国农村生活污水治理市场化实践路径研究。

#### 农村生活污水治理市场化模式类型及典型案例

根据农村生活污水的治理内容、融资来源、建设流程等因素，可将市场化路径分为不同类型的模式。依据治理内容，可分为单一治理内容模式，如建管一体化模式、城乡一体化模式等；双项治理内容模式，如供排一体化模式等；多项治理内容模式，如生态环境导向开发（EOD）模式等三个类型。依据治理资金来源，可分为政府投资模式、社会投资模式、公私合营（PPP）模式、村民付费模式 4 个类型。依据项目建设过程，可分为建设—经营—转让（BOT）模式、“改造—运营—移交（ROT）”模式、工程总承包，即设计—采购—施工—试运行模式（EPC）等，以及其衍生模式，如 EPC + O 模式等。

各地涌现出一批市场化典型案例。一是通过 BOT、EPC 等模式，推进农村生活污水治理“建管一体化”。如江苏省泗阳县的 BOT + BT（Build - Transfer）模式，污水处理站采用 BOT 模式，管网采用 BT 模式，由社会资本承担建设和运维资金，通过 27 年的特许经营权运营收回投资成本。福建省新罗区的 EPC + O（工程总承包及运营一体化）模式，整区推进农村生活污水治理，并制定考核办法，强化第三方运维实效考核。

二是通过构建市场主体、PPP 模式等，推进农村生活污水治理城乡一体化。如山东省济宁市采用城乡一体化的特许经营模式，通过竞争方式选择山东公用控股有限公司，组建山东公用水污染治理有限公司负责全市 13 个县市区农村生活污水治理项目的建设运营。江苏省灌南县采用 PPP 模式，与中国葛洲坝集团股份有限公司合作，成立葛洲坝水务（灌南）有限公司，负责城乡一体化污水治理 PPP 项目。

三是通过供排一体化等模式，探索农村生活污水处理缴费有效路径。如江苏省江宁区按照“供排一体，城乡一体”的思路，发挥区水务集团资金和技术等方面的优势，对全区农污设施开展专业化运维。海南省五指山市探索建立城乡供排水项目建、管、护一体化模式，

实现城乡水务一体化发展、城乡污水一体化处理。辽宁省沈阳市于洪区建立农村生活污水处理“市、区、户”三方分摊缴费机制，每吨污水处理费中，村民承担0.95元，区级和市级财政分别补贴1.10元和1.07元，合计每吨污水处理费3.12元。

四是通过“肥瘦搭配、以丰补歉”等方式，推进生态环境导向的开发（EOD）模式。如广西壮族自治区宾阳县以农村生活污水处理、农业废弃物资源化利用等项目为基础，以生态农业、生态旅游等项目为支撑，启动了农村环境治理与产业融合发展EOD项目，探索打造首批国家农村产业融合发展示范园标杆；四川省邛崃市实施白沫江水美乡村生态综合体开发EOD项目，将农村生活污水处理等环境治理项目与沿线茶、农、旅等产业有机融合，实现农村环境治理与产业发展双赢。

### **创新举措，推动农村生活污水处理实现跨越式发展**

针对市场化融资机制不完善的问题，结合以上案例启示，笔者提出以下建议：

一是加大地方财力投入。地方各级政府应依法将农村生活污水处理所需经费纳入本级财政预算。统筹水污染防治、农村环境整治、农村人居环境整治、全域国土整治试点、水系连通及水美乡村建设等专项资金，用好土地出让收益、耕地占补平衡和土地增减挂钩收入等相关政策，加大对农村生活污水处理设施建设和运维投入力度。

二是推行一体化治理模式。地方政府要加大统筹力度，平衡收益、协同搭配，捆绑打包项目，以县（市、区）为单位，优选专业公司统一负责农村生活污水处理项目“投、建、管、运”，县（市、区）人民政府按规定授予特许经营权。鼓励按照城乡供排一体化的思路，推进城乡供水、农村生活污水处理、城镇污水处理整体打包给专业公司统一负责建设运维。

三是创新投融资模式。在不新增地方政府隐性债务的前提下，鼓励采用政府直接投资和注入投资项目资本金相结合的方式，对符合条件的农村生活污水处理项目纳入地方政府债券申报范围，支持符合规范管理要求的PPP项目等，拓展筹资渠道。积极探索实践农村生态环境导向的开发（EOD）模式，支持农村生活污水处理项目与收益较好的城镇污水处理、城乡供水、资源产业开发、乡村旅游、现代农业等关联项目或产业的有效融合、收益反哺、一体实施。

四是落实好国家扶持政策。对接国家开发银行和中国农业发展银行各分支行，协助用好中长期开发性金融政策，支持有融资需求且符合贷款条件的优质项目。农村生活污水处理设施用电按规定执行居民生活用电价格。农村生活污水处理项目依法使用国有建设用地或集体建设用地，新增建设用地计划指标按规定由地级市人民政府分类统筹安排。各地可在乡镇国土空间规划和村庄规划中预留建设用地指标，用于农村生活污水处理设施等项目建设用地需求，并开辟用地审批绿色通道，支持单列审批。

五是探索开展污水付费试点。综合考虑污水处理成本、使用者承受能力等因素，合理确定使用者付费标准，稳步推行使用者付费，引导和支持村级组织将付费事项纳入村规民约，

鼓励有条件的地区依托供水公司收取污水处理费。建立财政补贴与使用者付费的合理分担机制，对使用者付费一时不能弥补需支付的污水处理服务费的，按照权属责任，由市县人民政府予以补足。

六是建立市场化管理制度。为规范政府与市场各自行为，有效吸引社会资本，建立稳定的投融资回报机制，有必要建立健全农村生活污水治理市场化的管理制度体系。建议围绕农村生活污水治理项目的设计—施工—验收—运维全过程，建立包括合同模板、建设改造、竣工验收、第三方运维、维护费用、监测考核、智慧平台等方面的制度规范，用制度约束和规范第三方市场化行为，营造良好的市场投资环境。（王波）

## 山西一生物可降解材料生产基地建成投运

产品覆盖山西全域，辐射京津冀、陕西、河南等地

中国环境报 2022.9.15

本报记者高岗栓太原报道 华阳新材生物降解新材料太原生产基地2万吨/年全系列生物可降解新材料项目日前正式投产，此举标志着山西省最大的生物可降解材料制品生产基地已实现达产达效。

华阳生物降解新材料太原基地依托山西综改示范区区位优势，投资1.1亿元，改扩建厂房1万平方米，拥有百余台大型生产设备，建设了2500吨/年注塑餐饮具、1.5万吨/年吸塑餐饮具、2500吨/年吹塑膜袋3条生产线。主要产品有全生物降解一次性塑料连卷袋、购物袋、背心袋，全生物降解一次性餐盒、塑料杯、吸管、刀叉勺等。同时，配套建立了产品研发、销售等一体化发展体系。

“项目投产后，可实现年产值6.5亿元，税收1400万元，将成为山西省最大的生物可降解材料制品生产厂商，产品覆盖山西省全域，辐射京津冀、陕西、河南等地。”山西华阳生物降解科技有限公司副总经理张伟介绍，到2025年，我国一次性生物降解塑料制品的市场将达到258万吨。若一次性生物降解塑料制品平均替代使用率达到一次性塑料制品需求量的50%以上，可降解塑料的市场需求将超过400万吨。

## 利用工业废料制造高效燃料悬浮液

科技日报 2022.9.20

俄罗斯科学家提出利用工业废料制造高效燃料悬浮液的技术。成分复杂的燃料悬浮液可在许多配料的基础上获得，其中一部分来自废煤炭、木料和石油。悬浮液混合技术和采用功能性添加物对所获燃料具有极大的影响。相关研究结果发表在《燃料》杂志上。

托木斯克理工大学高能过程物理研究所副教授克谢尼娅·韦尔什尼娜称，如果起初把水和功能性添加物相混合，然后添加固体煤炭配料的话，燃料悬浮物的质量会提高。作为添加

物，研究中使用的是木渣和经过加工的工业黄油。研究中还试验了累接混合技术，这意味着并非同步添加所有大量配料，而是逐步载入各个部分。这种方法可在大量生产的情况下使混合物的均质化变得容易。

研究人员称，这种混合物在稳定状况下将能储存更长时间，与制作时没有采用新技术的混合物相比，燃烧得更为均匀。新技术可用煤渣代替高质量煤炭，燃料可与更昂贵的同类产品相竞争。

这项研究或促使能源企业中的燃料基础多样化以及把工业废料引入加工循环中。截至目前，悬浮液几乎没有大规模使用，但结论表明，引进燃料混合物对锅炉房和热电站来说可能富有前景。

## “净负”系统将二氧化碳完全转为乙烯

科技日报 2022.9.20

科技日报北京9月19日电（记者张梦然）美国伊利诺伊大学芝加哥分校（UIC）研究人员发现了一种方法，可将工业废气中捕获的二氧化碳100%转化为乙烯。乙烯是塑料产品的关键成分，当使用可再生能源运行时，该技术可使塑料生产实现净负排放。相关论文发表在最近的《细胞报告·物理科学》上。

十多年来，虽然研究人员一直在探索将二氧化碳转化为乙烯的可能性，但UIC团队首次实现了将二氧化碳完全转化为碳氢化合物。他们的系统通过电解将捕获的二氧化碳气体转化为高纯度乙烯，副产品为其他碳基燃料和氧气。

该工艺可将6吨的二氧化碳转化为1吨乙烯，回收几乎所有捕获的二氧化碳。由于该系统依靠电力运行，因此使用可再生能源可使该过程产生负碳。新方法通过实际减少工业二氧化碳总排放量，超越了其他碳捕获和转化技术的净零碳目标。

先前将二氧化碳转化为乙烯的尝试，依赖于在二氧化碳排放流中产生乙烯的反应器，通常只有10%的二氧化碳排放会转化为乙烯，乙烯随后必须在通常涉及化石燃料的能源密集型过程中与二氧化碳分离。

而在新方法中，电流通过一个“电池”，其中一半充满捕获的二氧化碳，另一半充满水基溶液。带电催化剂将水分子中的带电氢原子吸引到由膜隔开的单元的另一半，在那里它们与二氧化碳分子中的带电碳原子结合形成乙烯。

在全球化学品制造过程中，乙烯的碳排放量仅次于氨和水泥，位居第三。乙烯不仅用于制造塑料产品，还用于生产防冻剂、医用消毒剂等化学品。

乙烯通常利用蒸汽裂解过程制造，该过程需要大量的热量。裂解生产每吨乙烯产生约1.5吨的碳排放。平均而言，制造商每年产生约1.6亿吨乙烯，这导致全球二氧化碳排放量超过2.6亿吨。

除了乙烯之外，研究团队还通过他们的电解方法生产出其他工业用富碳产品同时还实现

了非常高的太阳能转换效率，将来自太阳能电池板 10% 的能量直接转换为碳产品输出，这远高于目前最先进的 2% 标准。就新方法生产的所有乙烯而言，太阳能转换效率约为 4%，与光合作用的效率大致相同。

## 实现电能—化学能—电能交替转变 这台设备把二氧化碳变燃料

科技日报 2022.9.21

### 2.1 立方米

由中科院宁波材料所燃料电池技术团队与浙江氢邦科技有限公司联合开发的 5 千瓦级 CO<sub>2</sub> 电解及其可逆一体机样机近日在浙江宁波下线，该设备每小时可转化 1.5 立方米至 2.1 立方米 CO<sub>2</sub>。

近日，记者从中国科学院宁波材料技术与工程研究所（以下简称中科院宁波材料所）获悉，由该所燃料电池技术团队与浙江氢邦科技有限公司联合开发的 5 千瓦级 CO<sub>2</sub> 电解及其可逆一体机样机近日在浙江宁波下线，该设备每小时可转化 1.5 立方米至 2.1 立方米 CO<sub>2</sub>。

“二氧化碳循环高效再利用是实现‘双碳’目标的重要途径。”中科院宁波材料所燃料电池技术团队研究员官万兵介绍，团队就自主研发的平管型固体氧化物电解池不断迭代优化，开发的这一设备在储能和碳循环方面具有较大应用潜力，具备推广示范水准，在国际上处于领先水平。

### 探析参数特性 提升电池性能

基于电化学方法开展 CO<sub>2</sub> 电解合成燃料的现有技术主要包括低温溶液电池、熔融碳酸盐电池以及固体氧化物电池三种。其中，固体氧化物电池除了可在高温下将 CO<sub>2</sub> 高效转化为 CO 与 O<sub>2</sub>，用于制备乙烯和乙醇外，还能和可再生电能与廉价热源耦合，综合成本最低。

此外，由于固体氧化物电池可分为发电模式和电解池模式，逆反应下还可以将氢气、天然气等燃料化学能转化为电能，因此，在 CO<sub>2</sub> 循环高效利用领域极具应用价值。

“耦合是指固体氧化物电池运行时需要的电能由可再生能源产生的电能提供。”官万兵解释说，利用这些特性，团队基于自主研发的平管型固体氧化物电池，发展了具有实际应用能力的 CO<sub>2</sub> 电解合成燃料关键技术。

比如 2020 年，该团队通过改善电池性能，研究了平管型结构固体氧化物电池电解 CO<sub>2</sub> 的长期运行稳定性及其效率。结果显示，在 750℃ 下，CO<sub>2</sub> 与 H<sub>2</sub> 浓度分别为 75% 与 25% 的气氛环境中，以特定恒定电流密度电解 CO<sub>2</sub> 运行接近 2000 小时，刷新此前公开文献介绍的最长运行时间，衰减率为每千小时 4.9%。

“这一状态下，在电解 CO<sub>2</sub> 进程中，CO<sub>2</sub> 转化率可达 42%，电解综合能量转化效率达 95% 以上。”官万兵说，在此基础上，团队近两年紧密结合可再生电力的储能需要，率先开



展了耦合可再生电力特性的 CO<sub>2</sub> 电解合成燃料技术研究。

通过数年基础研究工作，团队得以掌握固体氧化物电池电解 CO<sub>2</sub> 合成燃料技术的关键技术参数变化特性。

官万兵表示，电池的制备工艺、性能、效率、稳定性、衰减机理的研究主要是基于单电池，团队将单电池的性能提升到一定标准后，开始研制千瓦级固体氧化物电堆的制备与封装工艺，千瓦级电堆技术成熟后，逐步实现规模扩大化。

### 逐级挑战功率 制备多功能机

2020 年底，中科院宁波材料所燃料电池技术团队联合浙江氢邦科技有限公司，启动 CO<sub>2</sub> 电解及其可逆放电一体化的研制工作，于 2022 年 3 月份初步研制成功。

“在此基础上，5 千瓦级功率样机的研制计划也提上日程。”官万兵介绍，所谓“电解及可逆放电一体化”，顾名思义，是指设备样机可以通过设置程序模式实现两种模式交替操作，从而实现电能—化学能—电能的交替转变。

值得一提的是，由于固体氧化物电池中镍基电极的多燃料适用性，燃料包括 CO<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、NH<sub>3</sub> 等气体，该设备既可以催化电解 CO<sub>2</sub>，还可以用于电解水制氢。

记者了解到，为了使样机电解 CO<sub>2</sub> 的同时可实现电解水以及甲烷湿重整，团队自主研发了适用于燃料电池发电模式下的汽化器，同时研制了超低流阻、低成本、高性能换热器，主要用于尾气能量的回收处理。

据介绍，5 千瓦级可逆一体机造价在 100 万元左右，其中核心部件电解池预计寿命在 20000 小时，因成本低，属于易耗部件，可定期更换，该装备寿命总体可达 10 年以上。

谈及推广应用，官万兵认为，5 千瓦级固体氧化物电池可逆一体机要在短期内实现商业化还需克服装备成本偏高等问题，团队希望电解池的寿命能进一步突破到 40000 小时以上。

官万兵表示，未来团队会对电池的波动性、可逆性进行深入研究，以提升固体氧化物电池各方面性能。而在电解设备方面，会尝试加入更多的功能，实现智能化操作，再着手开发百千瓦级的 CO<sub>2</sub> 电解合成燃料一体机，为国内 CO<sub>2</sub> 资源循环利用提供新的技术路线参考。（洪恒飞 江耘）

## 重金属危险废弃物污染处理有了新材料

科技日报 2022.9.23

科技日报呼和浩特 9 月 22 日电（记者张景阳 通讯员胡红波）记者 22 日从内蒙古农业大学获悉，该校沙生灌木资源高效利用创新团队张晓涛教授课题组，在生物质吸附材料及危险废弃物吸附剂高值化转化方面的研究，取得重要突破。相关成果作为封底文章发表在国际期刊《材料化学杂志 A》。

水体重金属污染已成为当今世界最严重的环境问题之一。研究团队认为，以往的研究多集中在重金属吸附材料的制备工艺以及提高其吸附容量上，忽视了一个非常严重的问题，即

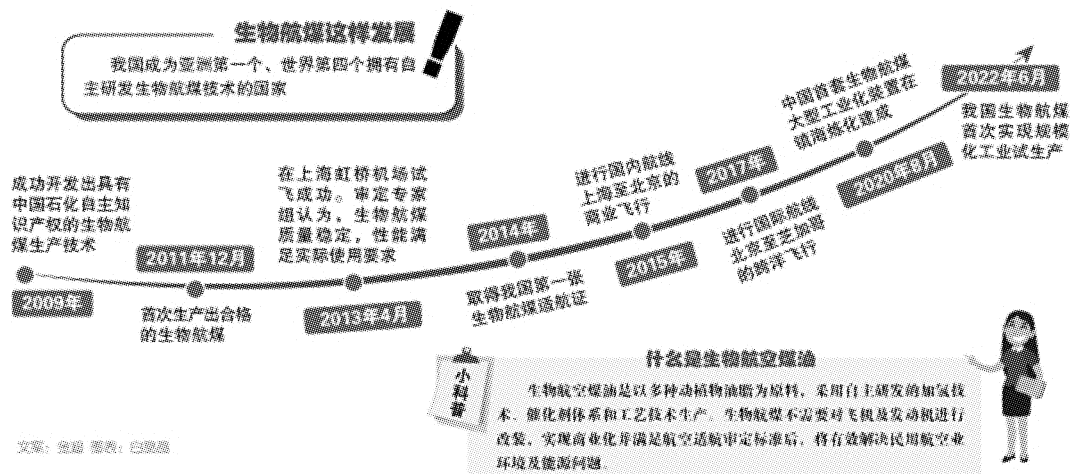
吸附重金属后的吸附剂随时可能对生态环境和人体健康造成二次污染。因此，探索危险废弃物吸附剂高值化转化利用的新策略、设计高吸附能力和易于回收的块状吸附剂等至关重要。

张晓涛团队利用速生材杨木为原料，采用自上而下的改性方法，设计了一种易于回收并对重金属锌有高吸附容量的块状吸附材料氨基化木材气凝胶（简称 AWA）。团队还首次提出了一种新的危险废弃物吸附剂的高值化转化利用策略，即采用原位化学沉积法，将吸附在 AWA 表面上的锌原位转化为异质结光催化剂，并将其进一步用于光催化降解偶氮染料刚果红。通过吸附和光催化的协同降解机理，成功实现了异质结光催化剂对刚果红的光催化降解。

从技术应用角度来看，这项成果提出了木基块状吸附材料新的制备方案，可用于治理重金属对水资源环境的污染，同时创造性地开发了一种危险废弃物吸附剂的高值化转化利用技术，为解决重金属危险废弃物吸附剂的二次污染问题提供了全新的途径。

## 我国首批规模化生产生物航煤取得适航证书

中国电力报 2022.9.23



本报讯（记者 安栋平）9月19日，记者从中国石油化工集团有限公司新闻办获悉，日前，中国石化镇海炼化分公司正式获得中国民航局航空器适航器审定司颁发的生物航空煤油（以下简称“生物航煤”）适航证书《技术标准规定项目批准书项目单》，证书表明此次油脂加氢路线生产的生物航煤（HEFA - SPK）和3号喷气燃料（含 HEFA - SPK）全部通过适航批准。

“此次拿到适航证书，意味着中国石化镇海炼化生物航煤将可以向整个民用航空市场销售。”中国石化镇海炼化公司党委书记莫鼎革介绍。

首车生物航煤计划于本月运往空中客车（中国）天津工厂，意味着我国首套生物航煤工业装置产出的规模化生物航煤即将飞向蓝天。我国适航审定标准十分严格，中国民航审定中心专家多次深入镇海炼化，对生物航煤质量管理体系、生产工艺管控及采样分析检测等各

个环节进行现场审核。

中国首套生物航煤工业装置年设计加工能力为 10 万吨，采用中国石化自主知识产权的生物航煤生产技术（SRJET），装置以餐饮废油为原料，于今年 6 月产出首批纯生物航煤 600 多吨。若该装置满负荷运行，一年基本能消化掉一座千万人口城市回收来的“地沟油”。

莫鼎革介绍，多年来中国石化一直致力于推动我国生物航煤产业发展。在攻克技术难关的基础上，镇海炼化下一步将不断拓展市场，拓展供应链，构建生物航煤全产业链。此前，镇海炼化已获得外方认证机构 SCS 颁发的亚洲首张全球 RSB 可持续航空燃料认证证书，拿到了国产生物航煤进入国际市场的关键通行证。

记者了解到，生物航煤是全球航空燃料绿色发展、加快蓝天减排的重要方向，是以可再生资源为原料生产的航空煤油，原料主要包括餐饮废油等动植物油脂。与传统石油基航空煤油相比，生物航煤全生命周期二氧化碳排放最高可减排 50% 以上。据了解，中国民航局今年印发了《“十四五”民航绿色发展专项规划》，明确提出要以实现“碳达峰、碳中和”目标为引领，推动可持续航空燃料发展，推动民航发展全面绿色转型。

## 三部门联合发文推进污泥无害化处理和资源化利用

### 2025 年城市污泥无害化处置率要达到 90% 以上

中国环境报 2022.9.29

本报记者史小静北京报道 国家发展改革委、住房和城乡建设部、生态环境部近日联合印发《污泥无害化处理和资源化利用实施方案》（以下简称《实施方案》），提出到 2025 年，全国新增污泥（含水率 80% 的湿污泥）无害化处置设施规模不少于 2 万吨/日，城市污泥无害化处置率达到 90% 以上，地级及以上城市达到 95% 以上，基本形成设施完备、运行安全、绿色低碳、监管有效的污泥无害化资源化处理体系。污泥土地利用方式得到有效推广。京津冀、长江经济带、东部地区城市和县城，黄河干流沿线城市污泥填埋比例明显降低。

据了解，截至 2021 年底，全国城市和县城建成污水处理厂近 4600 座，年污水处理量达 700 亿立方米左右。但是，我国污水收集处理领域存在“重水轻泥”问题，设施建设总体滞后，无害化处理和资源化利用水平不高。

为此，《实施方案》明确了 3 方面 10 项政策举措。一是优化污泥处理结构。规范污泥处理方式，积极推广污泥土地利用，合理压减污泥填埋规模，有序推进污泥焚烧处理，推动能量和物质回收利用。二是加强污泥处理设施建设。提升现有设施效能，加快补齐设施缺口。三是强化过程管理。强化源头管控，强化运输储存管理，强化监督管理。

《实施方案》提出，要坚持稳定可靠、绿色低碳原则。秉承“绿色、循环、低碳、生态”理念，强化源头污染控制，在安全、环保和经济的前提下，积极回收利用污泥中的能源和资源，实现减污降碳协同增效。

鼓励将城镇生活污水处理厂产生的污泥经厌氧消化或好氧发酵处理后，作为肥料或土壤

改良剂，用于国土绿化、园林建设、废弃矿场以及非农用的盐碱地和沙化地。污泥作为肥料或土壤改良剂时，应严格执行相关国家、行业和地方标准。用于林地、草地、国土绿化时，应根据不同地域的土质和植物习性等，确定合理的施用范围、施用量、施用方法和施用时间。遵循“安全环保、稳妥可靠”的要求，鼓励加大污泥能源资源回收利用力度。积极采用好氧发酵等堆肥工艺，回收利用污泥中氮磷等营养物质。鼓励将污泥焚烧灰渣建材化和资源化利用。

《实施方案》强调，各地应结合实际制定实施方案并依法履行监管责任，相关企业切实履行直接责任确保污泥依法合规处理。建立完善多元化的资金投入保障机制，鼓励以发行地方政府专项债券、基础设施领域不动产投资信托基金等方式支持符合条件的污泥处理设施项目，积极引导社会资金参与污泥处理设施建设和运营。

## 中企用餐废油制航空燃料

参考消息 2022.9.22

【埃菲社北京9月21日电】中国首批规模化生产的生物航空煤油（生物航煤）近日获得了当局的适航证书，该燃料是以餐饮废油为原料制成的。

制造商中国石化表示，这种燃料将很快用于航班，并计划在本月运往空中客车（中国）天津工厂。

据报道，中国石化镇海炼化分公司拥有国内首套生物航煤工业装置，年设计加工能力为10万吨，采用中国石化自主研发的生产技术，以餐饮废油为原料，在今年6月产出首批纯生物航煤600多吨。

获得适航证书后，镇海炼化将可以向整个民用航空市场销售生物航煤。该公司有意扩大这种燃料的销路，以期在未来进入国际市场。

与传统石油基航空煤油相比，生物航煤全生命周期二氧化碳排放最高可减少50%以上。在中国提出力争2030年前实现碳达峰等目标后，这种生物燃料的重要性不言自明。

分析人士指出，航空公司、机场和有关部门正在采取措施推动采用可持续航空燃料，这有助于减少该行业的排放。

国际能源署也指出，未来5年全球对生物燃料的需求将显著增加。

## 五、太阳能

### 外媒关注：中国大型太阳能无人机首飞成功

参考消息 2022.9.6

【《俄罗斯商业咨询日报》网站9月4日报道】据新华社报道，中国大型太阳能无人机“启明星50”9月3日顺利完成首飞。

测试是在陕西榆林进行的。中国媒体报道称，飞行很成功，飞机各系统运转正常。

“启明星 50”由中国航空工业集团有限公司第一飞机设计研究院研制。这是中国航空工业集团有限公司研制的首款超大展弦比高空低速无人机，第一款以太阳能为唯一动力能源的全电大型无人机平台。照片显示，无人机采用双机身布局，由机翼连接，机翼上有太阳能电池板——无人机的唯一动力能源。

报道说，该机可长时间留空飞行，执行高空侦察、森林火情监测、大气环境监测、地理测绘、通信中继等任务。报道指出，该机首飞成功将提高中国向临近空间执行任务的能力。

【拉美社 9 月 4 日电】中国航空工业集团有限公司 3 日称，它成功进行了为多场景应用设计的太阳能无人机的首次试飞。该公司称，3 日 17 时 50 分，“启明星 50”大型太阳能无人机于起飞，空中飞行 26 分钟，于 18 时 16 分平稳着陆。

该公司表示，“启明星 50”无人机顺利完成首飞任务，飞机状态良好，各系统运行正常。

该无人机由 6 台太阳能为能源的电机提供动力，设计最高飞行高度可达 2 万米，可实现连续跨昼夜飞行

分析人士指出，“启明星 50”取得的成功也拓宽了新能源和航空工程的研发道路。

【新加坡《联合早报》网站 9 月 5 日报道】中国航空工业集团有限公司通报，由该公司下属的一飞院研制的“启明星 50”大型太阳能无人机 3 日首飞成功。

此次首飞成功，为中国航空工业大型太阳能无人机发展和型号立项奠定了坚实基础，将进一步推动中国新能源领域、复合材料领域、飞行控制领域等关键技术发展，提升中国向临近空间及远洋远海执行任务的能力。

中国航空工业集团有限公司表示，将以此为契机，面向市场、面向需求，抓紧机遇，乘势而上，加快推进科技创新加大创新研发投入，全面加速大型太阳能无人机的研制工作，持续引领行业自主创新发展。

【今日俄罗斯电视台网站 9 月 4 日报道】题：中国在临近空间放飞“伪卫星”

中国国有飞机制造商——中国航空工业集团有限公司说，3 日，中国首款以太阳能为唯一动力能源的大型无人机首飞成功，该无人机的设计目的是在临近空间飞行。这种运载工具可以完成目前由卫星执行的一些功能。

该无人机技术负责人朱胜利称其为“伪卫星”，并说这种飞机可以执行高空侦察、森林火情监测、大气环境监测、地理测绘、通信中继等任务。

航空工业相关负责人说，这款无人机将提升中国向临近空间及远洋远海执行任务的能力。据多位专家介绍，在 2 万米及以上高度（在那个高度没有云），该款无人机可以利用太阳能电池板令自身能力最大化，只要太阳能设备正常运行，该无人机就能一直留空飞行。

中国媒体采访的一位未透露姓名的中国航空专家说，由于遵循相对固定的时间表运行的卫星数量有限，因此并非总是能够提供卫星服务。不过，他说；在时效性强的任务中，临近

空间无人机可以弥补那些不足。

“启明星 50”并非中国首架空间无人机，此前已有中国航天公司生产出能够在类似高度飞行的太阳能无人机。

## 广东稳工业增长“1+3”增量政策，全国首份省级层面硅能源行动计划出炉

### 2025 年建成硅能源产业集群高地

南方都市报 2022.9.6

9月5日，广东省人民政府新闻办公室举办发布会，介绍广东省政府制定实施稳工业“1+3”系列增量政策相关情况。南都·湾财社记者会上获悉，系列增量政策将与今年以来广东出台的工业经济政策错位互补，在七大方面新增或深化政策支持。并首提开展地级以上市、县级年度工业稳增长综合评估。记者同时获悉，目前广东制造业专项指挥部负责的364个重大项目投资进度已达75.9%，超过时序进度17.6个百分点。

#### A▶▷ 7个方面新增或深化政策

##### 首提开展工业稳增长综合评估

据广东省工业和信息化厅副厅长吴东文介绍，为巩固经济回升向好趋势，保持经济运行在合理区间，力争实现最好结果。今年以来，广东省已先后出台“稳工业32条”“助企25条”“稳经济131条”等政策。

上半年，全省规上工业增加值1.91万亿元，同比增长3.5%，对GDP增长的贡献率达到55.4%，支撑作用明显增强。但与此同时，受疫情和当前复杂国际局势等因素影响，广东省在稳工业及保障产业链供应链安全稳定上也面临着较大的压力。

为此，广东省政府组织制定了稳工业“1+3”系列增量政策。其中，“1”是指《进一步促进工业经济平稳增长的若干政策措施》（以下称《增量措施》），同时还出台了三个领域专项行动。

吴东文介绍，《增量措施》之所以为“增量”，就是注重与已有政策错位互补，着力在降低企业生产经营成本、提振释放消费需求、抓好工业投资和制造业重大项目建设、加大招商引资力度、纾解中小企业资金困难、推动内外贸一体化发展、服务支持企业发展壮大等七个方面提出新增或深化的政策举措。

七个方面的增量政策支持将重点突出三点。一是突出目标导向和问题导向相结合，把握关键节点稳住全年。为此，政策措施重在体现“短期管用”原则。首次提出开展2022年度工业稳增长综合评估，广东省政府将对全省前5名的地级以上市和前30名的县（市、区）予以通报表扬，加强正面导向和激励，鼓励各地聚焦全年目标任务集中发力。

二是突出降成本、保权益、强服务多措并举，全面激发市场主体活力和信心。具体将对受疫情影响未能及时缴费的制造业中小微和个体工商户用水、用电、用气“欠费不停供”缓缴期限从原来的6个月延长至2022年12月底。并以“链长+链主制”协同推进建立重点

产业供应链上下游企业供需对接机制。引导国有企业加大对实体经济特别是制造业的投资力度。

此外，增量政策注重突出消费、投资、进出口多向发力，千方百计提振扩大需求。为此，将鼓励各地继续组织开展汽车、消费电子产品等工业产品以及消费品“三品”促销活动。支持工业企业开展技术改造，以及鼓励将基础设施领域不动产投资信托基金（REITs）试点扩大到符合条件工业园区等。

## **B▶▷专项行动**

### **汽车零部件、硅能源和工业设计三大领域配套政策**

与《增量措施》相配套，汽车零部件、硅能源和工业设计领域三大行动计划由广东省工业和信息化厅印发实施。

其中，据吴东文介绍，《广东省硅能源产业发展行动计划（2022 - 2025 年）》是全国省级层面首个推动硅能源产业发展的行动计划，提出力争到 2025 年将广东省建设成为我国硅能源产业集群高地。

为实现这一目标，政策支持一方面从基金、园区、平台、人才和电力消纳五个方面打造产业发展支撑载体，优化硅能源产业发展的环境。一方面从光伏制造、储能电池、光电器件、能源管理器件、数字能源、装备及零部件、材料、应用、循环利用、智能制造等十个领域构建产业发展基础，形成产业链支撑格局。

同时，将加大对重大项目建设、关键技术攻关及产业化、产业基地建设等支持力度，吸引重点企业、优秀团队落户广东。并坚持集中式与分布式开发并举，大力推动光伏电站建设，推广光伏发电应用。

《广东省汽车零部件产业“强链工程”实施方案》（以下简称《实施方案》）则提出了明确的发展数字指标。提出到 2025 年，广东省汽车产量突破 430 万辆，实现汽车零部件制造业营业收入超 5900 亿元。通过加强汽车零部件产业发展，为打造世界级汽车产业集群提供核心支撑。

当前，智能网联汽车产业的发展备受全社会关注。据吴东文介绍，当前广东省智能网联汽车的发展整体水平已跟国际先进水平保持同步，拥有了一批在技术领域服务于行业第一梯队的头部企业。

对于智能网联汽车零部件产业，当前广东已确定了三个发展方向。包括利用电子信息产业的技术优势，通过培育引进高水平的科研团队，突破车规级高精度传感器、智能座舱、高精地图、智能操作系统等核心技术的研发及产业化。

加快发展汽车新型的电子电气架构，增强汽车电子相关技术和产品的跨车型适配性和跨产业通用性，抢抓功能安全、通信架构升级等方面的市场机遇。以及开展汽车芯片的应用推广示范，加快提升汽车芯片功能，提高自主芯片的应用水平等。

《工业设计赋能广东行动方案（2022 - 2025 年）》则提出了产业支撑赋能、工业设计粤

东粤西粤北行、设计高地打造、设计生态构建等4项主要任务，将加快推动设计成果产业化，提升广东省制造业的内生动力。具体举措包括助推各行业领域重视工业设计环节，鼓励支持工业设计机构向粤东粤西粤北地区提供设计服务，运用设计拓展产业融合发展等。

### C►▷重大项目

**目前进度达75.9% 超时序进度17.6个百分点**

会上同时披露了一组今年以来广东工业投资的关键数据和重大项目进展情况。今年以来，广东省工业投资保持较高增速。

2022年1-7月，全省工业投资同比增长16%。投资结构进一步优化，先进制造业投资同比增长27.6%，高于工业投资11.6个百分点，占工业投资比重较2021年全年提高4个百分点。高技术制造业投资同比增长36.8%，高于工业投资20.8个百分点；占工业投资比重较2021年全年提高3.7个百分点。

据吴东文介绍，2022年，广东坚持把推动制造业重大项目建设作为工业投资稳增长的重要抓手，多措并举推进工业投资。优化调整设立了制造业等6个专项指挥部，健全省重大工程建设项目总指挥部运行机制，并成立了省重大项目并联审批专班，加快推进制造业项目建设。

广东省工信厅成立制造业重大项目工作专班，建立完善“省市联动、分级负责”的制造业项目跟踪服务工作机制，对省级负责的制造业重大项目实施“日跟踪、周报告、月调度”机制，对投资50亿元以上的项目按月收集项目信息及进展情况。目前，根据最新摸排情况，制造业专项指挥部负责的364个正式项目投资进度达75.9%，超过时序进度17.6个百分点。

另据广东省商务厅二级巡视员、广东省政府驻东南亚办事处主任李敬会上介绍，今年以来广东已推动达成38个重点外资项目意向落户或增资扩产。今年1-7月，到资金额1亿美元（含）以上的外资大项目33个，实际外资91.4亿美元，占全省实际外资的54.9%，巴斯夫广东一体化基地、埃克森美孚石化综合体、中海壳牌乙烯三期等一批高质量标志性外资项目加快落地建设，成为外资稳定增长的重要支撑。

李敬表示，接下来广东将持续加大招商引资力度，将充分发挥常态化联络机制，争取引进新一批世界500强投资项目。同时通过开展重点招商活动、抓对口招商、完善招商引资机制等举措持续吸引全球企业到广东投资发展。（徐劲聪）

## 大型集中式地面光伏电站并网发电

中国电力报 2022.9.3

本报讯（张经纬 孔令宽 丁晓培）8月31日，江苏东港能源投资有限公司投资建设的徐圩苏海路地块光伏发电工程完成全容量并网送电，实现了徐圩新区增量配电网首个新能源发电工程的顺利并网，这也是目前全国首家大型集中式地面光伏电站并入增量配电网投运发



电。

苏海路地块光伏发电工程是东港能源公司投资建设的第一个光伏发电项目，项目总投资约 2.4 亿元，占地面积约 700 亩，规划建成装机容量约为 45 兆瓦，年发电量约 5400 万千瓦时，相当于年节约用碳 1.6 万吨标准煤。作为全国首批增量配电网改革试点项目之一和国家发改委、能源局 12 个直接联系试点项目之一，徐圩新区增量配电网在规划建设和运营方面已然走在了全国前列。在碳达峰、碳中和目标背景下，作为连云港市大工业负荷的中心，徐圩新区增量配电网早已将提高可再生能源占比、优化区域内能源结构，摆在了首要位置。

此次并网发电，标志着徐圩新区进入到光伏新能源时代，将在很大程度上提高徐圩新区的用电保障能力。

## 气温越高光伏发电越多吗

经济日报 2022.9.7

今年夏天，我国不少地方经历了有完整气象观测记录以来的最强高温过程。太阳这么大，气温这么高，很多人认为光伏电站的发电效率也会随之提高，是真的吗？

“持续高温天气下，光伏组件功率输出呈现出负温度系数关系，温度越高，输出功率越低，因此发电量也会相应减少。”长期研究光伏产业发展的江苏光伏产业协会秘书长范国远表示，光伏发电组件的理想工作温度为 25℃ 左右，气温每升高 1℃，输出功率就会降低约 0.35%，光伏电站的发电量也会降低 0.35% 左右。

范国远介绍，光伏发电系统是由光伏组件、控制器、蓄电池组、逆变器等部分组成，发电原理是利用光照射半导体产生的光伏效应，将光能直接转变为电能。一般来说，夏季光照条件好确实能产生更多的电能。但极端高温作用下就另当别论了。夏季极端高温不仅影响光伏组件的功率和性能，同时对光伏逆变器等光伏元器件也可能造成伤害。

专家介绍，光伏组件一般有三个温度系数，开路电压、峰值功率和短路电流。其中，开路电压会随温度的升高而大幅下降，导致工作点的偏移，影响组件性能，光伏组件的输出功率就会下降。光伏逆变器中的元器件也有额定的工作温度，如果环境温度过高，逆变器满功率运行时温度上升快，光伏逆变器在工作温度超过阈值时，会对输出功率进行限容，甚至触发过温待机保护，加速逆变器元器件老化，影响光伏电站的寿命，增加电站的运行安全风险。因此，夏季高温并不能与光伏高发电量画上等号。

在光伏电站实际运行中，高温对于光伏发电到底影响几何？记者又求证了长期从事光伏电站运营的相关专业人士。

“以常州一处 2.55 兆瓦的全额上网光伏电站为例，监测数据显示，该电站今年 7 月份的总发电量为 28.9 万千瓦时，8 月份总发电量为 28 万千瓦时，而去年同期月发电量分别为 26.9 万千瓦时和 25.7 万千瓦时。”常州佳讯光电系统工程有限公司总经理毛振说，总体来看，今年的总发电量优于去年，然而这并非高温天气形成，而是去年雨水较多、今年日照时

间长形成的差异结果，不能证明光伏电站的高发电量是由高温天气带来的。

毛振又拿出了该电站今年和去年七八月份晴天气温和发电量的数据对比表格。记者发现，今年7月份，常州晴天平均气温为29℃至37.3℃，该电站平均日发电量为1.3万千瓦时；8月晴天平均气温为30.5℃至39.25℃，该电站平均日发电量为1.28万千瓦时。去年7月份晴天平均气温为25℃至33℃，该电站平均日发电量为1.44万千瓦时；去年8月份晴天平均气温为24.5℃至35℃，电站平均日发电量为1.36万千瓦时。

“通过数据对比可得，虽然今年气温比去年同期高，但今年7月份电站平均日发电量较去年同期降低8.4%，8月份电站平均日发电量较去年同期降低6.08%，可见高温对相同条件下单位时间内的光伏发电量有较大的不利影响。”毛振说，公司的光伏电站装机容量超过800兆瓦，高温对公司光伏发电的影响数据不仅具有代表性，在光伏发电行业内也具有一定的普遍性。（蒋波）

## 欧洲航天局准备提交可行性计划

# 太空太阳能发电迈出探索性一步

参考消息 2022.9.17

【西班牙《阿贝赛报》网站9月12日文章】题：太空中的太阳能梦想开始成形（作者玛丽亚·何塞·佩罗斯-巴尔科）

在太空中捕获太阳能并将其传输回地球是人类几十年来一直怀有的一个梦想。经过各种尝试之后，它总是难以取得进展。要么是因为需要巨额投资，要么是因为还没有足够先进的技术，要么是因为没有人作出政治或商业决策来推动如此宏大的项目。但这些都是过去的事情了。今天，已经有航天机构、公司以及科学和学术机构相信，这是一个很好的解决方案，可以为许多国家希望借以实现气候中和的可再生能源组合方案做出贡献。

在这方面，欧洲航天局迈出了建设未来太空太阳能电站的第一步。与此同时，英国希望在2030年进行太空太阳能电站的第一次在轨演示，以便在2040年向其电网输电。这种努力涉及大量机构和组织，包括空中客车公司和萨里卫星技术公司等企业，以及剑桥大学等机构。在美国，当局正在研究一个此类项目的可行性。俄罗斯、印度、日本等国家和地区也推出了各自的项目。

欧洲航天局今年委托英国弗雷泽-纳什咨询公司和德国罗兰贝格国际管理咨询有限公司进行了这方面的最新研究。这两家公司的工程师都认为，从成本和效益的长期平衡来看，这是一种可行的技术。更重要的是，他们预计太空中的太阳能发电站可能将在2040年开始运行。一份相关报告说：“与石油、煤炭、天然气和生物质能相比，这可以提供一种效益良好的发电模式。”

有了这些信息，欧洲航天局将在今年11月向其部长会议提交SOLARIS项目，该项目将涉及太空太阳能发电产业，并将获得金额有限的初始投资。“这是探索性的一步，将在2023

年至 2025 年实施，以研究并证明在未来 10 到 15 年内开发此类系统在技术和经济上是否真的可行。”欧洲航天局专家桑贾伊·维坚德兰表示。

西班牙卫星公司的技术总监安东尼奥·阿瓦德说，欧洲航天局甚至“已经鼓励欧洲企业表达它们对开发这项技术和参与未来项目的兴趣”。

太空太阳能发电被认为具有许多优点。它是清洁的，更是稳定的，太空太阳能电站几乎一直能接收到太阳光。没有云、夜晚或其他会阻挡太阳辐射的天气或大气因素影响。通过这种方式，将弥补地球上可再生能源（无法满足所有能源需求的）的周期性缺陷。

## 钙钛矿电池距离商业化还有多远

科技日报 2022.9.20

钙钛矿电池，自“出生”就“天赋异禀”，得到了广泛的关注。其不仅可以做得更加轻薄，还具有低成本和易制备的优点以及弱光效率高的优势。

光伏电池是一种通过光电效应将太阳能转化成电能的装置，具有广阔的发展和前景。钙钛矿太阳能电池（以下简称钙钛矿电池）作为一种新型的光伏电池，也在近年逐渐崭露头角。近日，科技部等九部门联合印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》，也对钙钛矿电池这一新型电池有所提及。

那么，什么是钙钛矿电池？其相比传统太阳能电池有哪些不同之处？未来将有哪些应用场景？科技日报记者就此采访了多位深耕于钙钛矿电池领域的专家。

### 结构形似“三明治”的新型光伏电池

钙钛矿电池由染料敏化电池演化而来，指采用钙钛矿材料作为吸光层材料的电池。

作为新一代太阳能电池，钙钛矿电池工作原理与传统太阳能电池并无不同。它的结构形似“三明治”，典型结构有 5 层。两个电极就像三明治的两片面包分别位于最外层，由外向内挨着电极的是空穴传输层和电子传输层，而钙钛矿层则居于最中间。

当太阳光照在钙钛矿电池上，太阳光光子能量大于带隙时，钙钛矿层吸收光子产生“电子—空穴对”。电子传输层将分离出来的电子传输到负极上；空穴传输层则将与电子分离的空穴传输到正极上，进一步在外电路形成电荷定向移动，从而产生电流，实现光能向电能的转换。

北京理工大学材料学院教授陈棋这样形容钙钛矿电池的工作原理：“如果说太阳能电池本身是一间教室的话，男同学和女同学则是电子和空穴。当光照到太阳能电池，就好像下课铃响起了一样。这时，男同学就会排队从后门出来，女同学就排队从前门出来，从而形成电荷定向运动。”

### 钙钛矿电池有三大突出优势

钙钛矿电池因材料特殊，自“出生”就“天赋异禀”，得到了广泛的关注。

2016 年《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中就提及，要“加强钙钛矿、染

料敏化、有机等新型高效低成本太阳能电池技术研发”。

重庆大学物理学院教授、博士生导师邓业浩表示，相比市场上常见的晶硅太阳能电池，钙钛矿电池有三大突出优势。

首先，钙钛矿材料本身的吸光能力强。在太阳光的主要波长下，钙钛矿材料的吸光能力可达晶硅的10倍以上。因此，在太阳能转换效率相当的情况下，钙钛矿电池可以做得更薄。“这将极大地拓展产品形式，丰富应用场景。”邓业浩说。

其次，钙钛矿电池具有低成本和易制备的优点。邓业浩说：“钙钛矿材料是一种合成材料，其原料本身没有稀有金属，并且可以通过溶液制备。因而钙钛矿材料的制造成本较低，制备容易。”

最后，钙钛矿材料还具有弱光效率高的优势。在阴天弱光的条件下，钙钛矿材料不仅可以吸收短波光，还可以将能量转化效率保持在相对稳定的状态。钙钛矿材料的这一特点使得钙钛矿电池作为一种薄膜型光伏电池，不仅可以做成单层电池，理论上还可以叠加在各种电池材料表面，形成叠层电池，从而有效提高太阳光的利用效率。

邓业浩表示，从目前实验室测得的结果来看，经过几十年发展的晶硅太阳能电池的最高转化效率为26.7%，而目前钙钛矿电池的转化效率就已经可以达到25.7%，钙钛矿电池未来可期。

### 走出实验室还需补齐两个短板

尽管在理论上、实验室中钙钛矿电池有相当大的优势，可是从产业化角度来看，钙钛矿电池仍处于萌芽状态。这是由于其本身存在两个短板，即稳定性较差和大面积应用时的效率损失。

首先，是稳定性较差这一问题。

陈棋表示，尽管在实验室中，钙钛矿电池可以实现较高的光电转换效率。但其在实际应用中，仍受到诸多条件的制约。

北京曜能科技有限公司董事长孙于超表示，业内正在从多方面努力，以解决钙钛矿电池面临的问题。以稳定性问题为例，解决该问题最直接的一种手段，就是针对钙钛矿材料本身的改性。即通过结构设计、元素替换、添加掺杂等手段，让材料本身变得稳定，提高材料的本征稳定性。另一种可行的手段，是通过工艺和工程手段隔绝外界的不稳定因素，即隔绝水、热等环境因素，从而减少乃至避免外界不稳定因素对于材料和器件的影响。

对此，中国科学院电工研究所太阳能电池技术研究部主任王文静表示，从外围手段隔绝不稳定因素，尚需经过大量的室外验证。据了解，目前已报道的钙钛矿电池其最长工作寿命往往只能达到几千小时，远低于晶硅电池。

除了稳定性问题外，大面积应用时的效率损失问题是钙钛矿电池的另一短板。

“在效率上，其实钙钛矿电池完全可以进行商业化应用。但是如何从实验室的小面积，扩展到实际应用场景中的大面积，是其商业化需要面临的一个严峻挑战。”王文静坦言，目

前实验室里制造的钙钛矿电池只有指甲盖大小，与市场需要的太阳能电池在尺寸上相距甚远。

钙钛矿材料本身的结晶时间短，生产中的工艺窗口时间只有几秒，造成了生产上的困难。除此以外，在制备钙钛矿电池的过程中，一个坏点、一个灰尘都有可能影响整个电池面板的效率，影响了其大面积应用时的效率。

“目前来看，钙钛矿电池制备技术需要解决如何让钙钛矿的薄膜更加致密平整，以及如何保证环境清洁，避免灰尘等因素干扰提升良品率两个问题。设计更为先进的制备技术，能有效保证钙钛矿电池在大面积应用时的效率。”王文静说。

### 我国钙钛矿光伏技术未来可期

尽管钙钛矿电池有诸多不确定性，但学界不少专家仍对其未来持乐观态度。

陈棋表示，目前我国在钙钛矿电池的学术研究和产业研究上，具有两个最大的优势：一是研究群体大，国内研究钙钛矿电池的企业、机构远比国外多；二是国内有非常巨大的产业基础，光伏市场和光伏制造业在中国呈现蓬勃之势。

“我国钙钛矿光伏技术的未来，可谓前途无量。”陈棋说。

在钙钛矿电池的未来应用方面，孙于超表示，钙钛矿技术最有价值的应用场景是在大规模光伏发电领域。钙钛矿在与晶硅结合组成叠层电池后，可以大幅提高现有光伏组件的发电效率，从而进一步降低发电成本，加快对于传统化石能源的替代，助力我国“双碳”目标实现。此外，钙钛矿电池的厚度仅为晶硅电池的千分之一，柔性轻便的特质使其具有丰富的应用场景，例如用于穿戴式发电装置、光伏玻璃建筑一体化、野外临时发电设备等，甚至可以运用于太空发电。

奋战在钙钛矿电池领域多年，孙于超和科研团队见证了钙钛矿电池从不为人知，到渐渐走入大众视野。在得知《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》中提及“要研发高效稳定的钙钛矿电池”后，孙于超兴奋地表示：“钙钛矿电池的好时候到了！”（滕继濮 韩荣）

## 宁夏：做好光伏风电等新能源产业用地保障

中国自然资源报 2022.9.16

本报讯（通讯员 任金玲 邹姣姣）近日，宁夏自然资源厅印发《关于做好沙漠戈壁荒漠光伏等新能源产业用地保障工作的通知》（以下简称《通知》），出台八项政策措施，全力保障以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的光伏发电基地、大型风电等新能源产业发展，助力高水平建设国家新能源综合示范区。

《通知》提出，建立光伏等新能源产业规划共享机制。将利用沙漠、戈壁、荒漠等布局的光伏、风电产业规划纳入国土空间规划“一张图”，实现新能源产业用地布局与企业、行业协会和研究机构等共享，引导新能源产业有序发展。鼓励优先使用沙漠、戈壁、荒漠等未

利用地或工矿废弃地建设光伏、风电项目，科学合理使用荒漠化草地。

《通知》要求，保障新能源配套产业用地需求。新能源配套产业项目，属于产品加工制造、高端装备修理等项目，按工业用途供应建设用地，鼓励土地用途兼容复合利用。新能源项目工业用地内兼容生产服务、行政办公等建筑面积占项目总建筑面积比例不超过 15% 的，可按工业用途管理；属于研发设计、检验监测、技术推广、环境评估与监测的项目，可按科教用途供应建设用地；属于新能源发电运营维护的可按公共设施用途供应建设用地；属于新型信息技术服务等经营项目，可按商服用用途供应建设用地。

《通知》明确，简化风电场“以大代小”用地审批手续，风电场改造升级不改变风电场范围，仅对部分塔基用地进行调整，改造后永久用地面积总和小于改造前面积的风电场改造升级项目，不再重新办理用地预审与选址意见书，未批准农用地转用和土地征收的部分土地，依法办理建设用地审批手续。在整县推进屋顶分布式光伏、“千乡万村驭风计划”“千乡万村沐光行动”中利用原有房屋和构筑物建设屋顶分布式光伏发电设施的，免于办理建设工程规划许可。扩大新能源产业用地有偿使用范围，鼓励光伏、风电项目以出让方式供应建设用地，建设用地使用年限为 25 年。电动汽车充电设施等用地面积小、需多点分布的新能源配套基础设施，可采取配建方式供地。

《通知》加强，加强新能源产业用地监管。各市、县（区）自然资源部门要适时对光伏发电、风力发电项目用地情况开展专项监测，包括土地利用、土地复合利用方案实施情况、光伏支架约定高度落实情况。项目用地约定时限到期后，用地单位须恢复光伏方阵用地土地利用原状，未按规定恢复的，项目所在地自然资源主管部门会同发展改革部门责令进行整改。

## 中国为全球提供超 70% 光伏组件

参考消息 2022.9.23

【香港阿思达克财经网 9 月 22 日报道】国家发改委资源节约和环境保护司司长刘德春 22 日表示，目前，中国可再生能源装机规模已突破 11 亿千瓦，水电、风电、太阳能发电、生物质发电装机均居世界第一。

他在新闻发布会上介绍，2021 年中国清洁能源消费占比达到 25.5%，比 2012 年提升了 11 个百分点；煤炭消费占比下降至 56%，比 2012 年下降了 12.5 个百分点；风光发电装机规模比 2012 年增长了 12 倍左右，新能源发电量首次超过 1 万亿千瓦时。

【新加坡《联合早报》网站 9 月 22 日报道】题：中国为全球提供逾 70% 光伏组件

中国国家发展改革委 22 日介绍，中国新能源产业全球领先，为全球市场提供超过 70% 的光伏组件。

据媒体报道，中国国家发展改革委资源节约和环境保护司司长刘德春周四在新闻发布会上说，中国 2021 年为全球市场提供超过 70% 的光伏组件。

刘德春介绍，十年来，中国推进供给侧结构性改革，淘汰落后产能、化解过剩产能，退出过剩钢铁产能 1.5 亿吨以上、取缔地条钢 1.4 亿吨；发展战略性新兴产业，高技术制造业占规模以上工业增加值比重 2021 年达到 15.1%，比 2012 年增加 5.7 个百分点；新能源产业全球领先，为全球市场提供超过 70% 的光伏组件；绿色建筑占当年城镇新建建筑面积比例提升至 84%。

另外，2022 年前 8 个月，新能源汽车产销量分别达到 397 万辆和 386 万辆，保有量达到 1099 万辆，约占全球一半左右。

## 太阳能引领中国清洁能源转型

参考消息 2022.9.27

【彭博新闻社网站 9 月 25 日报道】题：太阳能超越风能引领中国清洁能源转型（记者丹·默托）

从某些角度看，太阳能在中国已经很成功了。但最新的数据表明，太阳能热可能才刚刚开始。

随着光伏设备制造商的产量提高，光伏电池板的热度在可再生能源市场已经超过了风力涡轮机。

根据中国国家能源局上周公布的数据，中国 1 至 8 月的太阳能发电装机容量达到 349.9 千兆瓦（GW），超过风能，后者达到 344.5 千兆瓦。据彭博新能源财经的预测，到今年年底，中国的年太阳能发电量将首次超过风力发电量。

太阳能发电很可能保持这种领先地位。在供应链推动下太阳能发电在很多地方可以说是最便宜的能源选择。供应链削减了成本、提高了效率，大大增加了光伏电池板的产量。

据彭博新能源财经报道，就发电量而言，2019 年全球太阳能发电量超过了风力发电量，预计到 2030 年将达到风力发电量的两倍。

彭博社首席太阳能分析员珍妮·蔡斯说：“过去风能比太阳能便宜得多，但太阳能正在迎头赶上。在大多数阳光明媚的国家，太阳能更便宜。而且可以安装光伏电池板的地方有很多。”

据报道，在新建基础上比较，太阳能和陆上风能都比天然气和煤炭发电更便宜。

推动光伏产业占主导地位的主要动力是规模更大、技术更先进的电池板工厂，它们扩大了光伏发电经济的规模。尽管由于关键材料多晶硅的短缺，今年光伏模组价格有所上涨，但中国的太阳能发电成本仍在下降。

光伏组件铺设的灵活性也是一个推动力。中国正计划在广袤的沙漠地区安装大量光伏电池板和风力发电设备，太阳能发电和风力发电都能从这个计划中获益。太阳能正从政府支持的所谓分布式发电计划中获得额外助力。

超过 600 个县（市、区）正在参与一项旨在促进屋顶分布式光伏发电的计划。去年，

中国许多光伏电池板都是安装在屋顶上的。

【香港《头条日报》网站9月26日文章】题：太阳能降碳排放占优（作著 吴克耀）

众所周知，太阳能发电是一项绿色能源，也是国家大力支持的项目。为何太阳能会让国家大力支持发展呢？最重要的一点是跟碳排放有关。

根据中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会及国际环保组织绿色和平发布的《中国光伏产业清洁生产研究报告》，太阳能发电的能量回收周期仅为1.3年，其使用寿命为25年，也就是说在约24年里光伏发电都是零碳排放。

根据测算，太阳能发电的二氧化碳排放为33至50克/度，而煤电为796.7克/度，太阳能发电的二氧化碳排放量只是化石能源的十分之一到二十分之一，所以太阳能发电在降低碳排放方面拥有压倒性的优势。

太阳能在未来降低碳排放中，将起到非常大的作用，甚至是不可替代的。可以预见，太阳能发电将会给碳排放现有格局带来崭新变化。

## 单晶有机金属钙钛矿光纤首次制成

### 可加速宽带传输、改善医学成像

科技日报 2022.9.26

科技日报北京9月25日电（记者张梦然）钙钛矿从光中传输电荷的效率非常高，被称为太阳能电池板和LED显示器的下一代材料。英国伦敦玛丽女王大学的一个研究团队发明了一种利用钙钛矿制备光纤的全新应用。他们通过使用一种新的温度生长方法，能在非常便宜的液体溶液中生长并精确控制单晶有机金属钙钛矿纤维的长度和直径。研究成果23日发表在《科学进展》杂志上。

光纤是细如人类头发的细线，光在其中以超快的速度传播，比电缆中的电子快100倍。这些微小的光纤传输着大部分的互联网数据。目前，大多数光纤是由玻璃制成的。伦敦玛丽女王大学团队制造的钙钛矿光纤仅由一块钙钛矿晶体组成，光纤的纤芯宽度低至50微米且非常灵活，它们的弯曲半径可小到3.5毫米。

与多晶对应物相比，单晶有机金属钙钛矿更稳定、更高效、更耐用且缺陷更少。因此，科学家们一直在寻求制造能够带来这种高效率的单晶钙钛矿光纤。研究人员称，单晶钙钛矿光纤可集成到当前的光纤网络中，以替代该系统中的关键组件，提供更有有效的激光和能量转换，提高宽带网络的速度和质量。

新研制的光纤在几个月内具有良好的稳定性，并且传输损耗很小，低于0.7分贝/厘米，足以制造光学器件。研究人员在制备过程中逐渐改变加热位置、线接触和温度，以确保长度连续增长，同时防止宽度随机增长。该方法可控制纤维的长度，并改变钙钛矿纤维芯的横截面，且比具有相似长度的多晶光电探测器具有更大的光电流值。

研究人员表示，这项技术也可作为高分辨率探测器用于医学成像。与现有技术相比，光



纤的小直径能捕获更小的像素。这意味着，单晶光纤获得的微米级像素可提供更高分辨率的图像，从而让医生作出更好、更准确的诊断。如果在吸收光线的纺织品中使用这些纤维，它们可将太阳能转化为电能，从而使人们拥有“太阳能衣服”。

### 总编辑圈点

在网络如同水和电一样普遍的今天，“光纤入户”为生活带来各种便捷、美妙的体验。光纤是根据光的全反射原理研制出的一种光导纤维，当光线以合适的角度射入时，就会沿着光纤曲折前进。对普通人来说，最直观的体验是这些年网络带宽快速升级，不过可能很少有人想到，用来制作光纤的材料本身也是可以不断升级的。相比玻璃光纤，钙钛矿光纤能够进一步提升网络的速度和质量，令人期待。

## 主要制造环节产值突破 7500 亿元，累计装机量连续 7 年位居全球首位 光伏产业实现跨越式发展

人民日报 2022.9.28

### 两组数据印证了我国光伏产业的亮眼成绩——

制造端，主要环节产量在全球占比均超过 2/3，产值突破 7500 亿元，其中，多晶硅、组件产量分别连续 11 年、15 年位居全球首位。

应用端，累计装机量从 2012 年底的 6.5 吉瓦迅猛增至 2021 年底的 306 吉瓦，连续 7 年位居全球首位。

从 10 年前原材料、设备、市场“三头在外”，到如今占据全球主导地位的“多项第一”，我国光伏产业链国际竞争优势凸显。这十年，光伏产业如何走出困境、积厚成势？当前产业发展有哪些亮点，又面临哪些挑战？记者进行了采访。

### 产业发展势头强劲，出口总额再创新高

四川成都，通威太阳能金堂基地一派忙碌。无尘车间内，数百台智能小车来回穿梭运送货料，一片片灰色硅片经过制绒、刻蚀、镀膜等工序，成为深蓝色的电池片。

“与传统电池片生产线相比，金堂基地运用 5G、大数据等技术，用工减少约 62%，生产效率提升约 161%。”通威股份有关负责人介绍，基地共有 17 条生产线，每天能生产 250 多万片电池片，受下游旺盛需求拉动，目前处于满产满销状态。

今年以来，在“双碳”目标引领和全球清洁能源加速应用背景下，我国光伏产业链主要环节保持强劲发展势头。上半年多晶硅、硅片、电池片、组件产量同比分别增长 53.4%、45.5%、46.6%、54.1%。

与此同时，下游光伏应用市场快速扩大，分布式与集中式并举的发展趋势明显。

中午阳光正好，浙江温州泰顺县瑞昌村村民章夏莲家的屋顶上，20 块光伏板整齐排列。“8 月份光照好，总共发了 1130 度电。”章夏莲打开手机 APP，发电情况一目了然，“太阳能发的电除了自用，剩下的卖给电力公司，每年有近 5000 元收入，家里相当于添了一张‘阳

光存折’。”

去年，泰顺县被列入整县屋顶分布式光伏开发试点。除了户用家庭光伏，不少企业也选择让闲置空间“变废为宝”。国网泰顺县供电公司总经理赵璞介绍，截至今年8月，全县共有593户申请安装光伏，装机规模同比增长超234%。

上半年，全国光伏发电新增装机3088万千瓦，新增分布式光伏装机占比达63.6%，比去年提高10个百分点以上。

分布式光伏装机加快推进，以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风光基地建设也如火如荼。茫茫戈壁滩上，华电北疆乌鲁木齐100万千瓦风光电基地项目现场热火朝天，124台风机和14万余块光伏板将在这里“安家”。“上半年，我们在新疆开工建设了14个风光电项目。‘十四五’期间，计划投资1000亿元，开发建设2000万千瓦新能源项目。”华电新疆发电有限公司董事长韩嵩说。

国内市场快速扩大，海外市场也多点开花。“当前欧洲市场需求旺盛，这几个月新生成的订单远高于能发货的订单。与此同时，拉美、印度、澳洲、东南亚市场也在快速增长。”光伏逆变器生产企业锦浪科技负责人介绍，上半年公司出口额12.93亿元，同比增长超61%。

中国光伏行业协会提供的数据显示，今年上半年，光伏硅片、电池片、组件3个环节的产品出口总额259亿美元，同比增长113%，再创新高。

“光伏发电成本持续下降，在全球绿色低碳转型共识驱动下，市场对光伏发电的需求持续扩大。另外，巴西等新兴市场也实现了不同幅度增长，今年以来海外市场表现较好。”中国电子信息产业发展研究院副院长、中国光伏行业协会秘书长王世江分析。

#### **技术创新降本增效，供应链基本自主可控**

将时间拉回到2012年，彼时，我国光伏产业过度依赖外需、国内应用市场开发不足，关键技术装备和材料发展缓慢，再加上一些国家的反倾销和反补贴，整个行业进入寒冬。中国光伏行业协会名誉理事长王勃华说：“过去90%以上的光伏产品都是出口。2012年光伏产品的出口额同比下降了40%多，给行业带来沉重的压力。”

政策雪中送炭。2013年7月，国务院印发《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，此后支持和规范光伏行业发展的政策陆续出台，涵盖市场应用、财税、土地等多个方面。

“良好的政策环境助力打开国内应用市场，也为新技术、新设备提供了更大的舞台。”一位业内人士坦言。

行业开始反思。将关键核心原材料和技术掌握在自己手中，才能牢牢把握发展主动权。采访中，不少企业谈到，光伏十年破茧成蝶，技术创新是关键。

一根发丝粗细的金刚线，助力硅片高效切割。相比传统的砂线切割，金刚线切割硅片的线径和介质粒度较小，能够降低切削损耗和生产成本。但在10年前，这一技术几乎被国外企业垄断，进口价格每千米1000多元，而生产1吉瓦硅片就需要数十万千米金刚线。

为了降低金刚线切片成本、尽早实现规模化量产，隆基绿能选择和国内金刚线企业联合攻关。“刚开始使用国产金刚线的时候，废片率比较高，当时一个月切割六七百万片，要亏三四百万元，我们顶住压力，坚定支持国内企业，一起提升质量，创新前行。”隆基绿能董事长钟宝申介绍，2016年后，国内光伏企业开始大规模使用金刚线切割，价格从10年前的每千米1000多元下降至现在的40元左右，方棒出片数提升40%以上，硅片切割速度提升300%，每年能为我国光伏产业节省成本300亿元以上。

一粒粒绿豆大小的颗粒硅，降低了下游硅片生产能耗和成本。在四川乐山协鑫10万吨颗粒硅项目现场，流化床反应器发出低鸣作业声，一粒粒颗粒硅源源不断流入储存罐，等待检测打包入库。

“颗粒硅体积较小，不仅流动性强，还无需破碎，能避免掺入杂质的风险；加料桶可以多装15%—20%的颗粒硅，避免大块料堵塞等问题。”协鑫科技联席首席执行官兰天石介绍，相比当前普遍应用的棒状硅，生产颗粒硅电耗更低，使用颗粒硅生产1吉瓦组件，可以降低约19%的二氧化碳排放，助力应用端成本降低约19%。

从协鑫科技上半年的营收来看，颗粒硅单位毛利达每千克154.7元，高于棒状硅毛利率15个百分点以上。“从2010年开始研发颗粒硅到2019年实现产业化，我们先后投入了20多亿元。”协鑫科技首席科学家蒋立民说。颗粒硅和棒状硅属于多晶硅的两种产品形态，10多年来行业坚持科技创新，我国的多晶硅自给率从47%左右提升至80%以上。

王世江介绍，近年来硅片大尺寸推进速度进一步加快，“通过增大硅片面积，可以摊薄光伏产业链各环节的加工成本，进而降低光伏发电度电成本。”182毫米和210毫米硅片尺寸合计占比，由2020年的4.5%迅速增长至2021年的45%，今年占比预计将扩大至75%。同时，转化效率更高的n型电池（异质结电池和TOPCon电池）有望快速放量。

这十年，我国光伏发电的平均度电成本下降约70%，达到0.3元/千瓦时以下。“我国光伏产业有一个显著特点，从多晶硅、硅片、电池、组件主要制造环节，到浆料、背板、光伏支架、逆变器等原辅材与配套设备，已经形成全球最完整的产业生态圈，并且供应链基本自主可控。一旦有技术创新，我们就可以支撑快速产业化。”王勃华说，不仅如此，当前光伏技术前沿研究也不断取得突破。2014年起，我国企业与研究机构刷新晶硅电池片实验室效率50余次。

### 面临多重挑战，拓宽光伏市场的深度和广度

在“双碳”目标背景下，光伏迎来发展机遇。中国光伏行业协会发布的报告预计，2022年至2025年，我国光伏年均新增装机量将达到8500万千瓦至10125万千瓦，相当于4个左右三峡电站的装机规模。

眼下，产业仍然面临着供应链价格高位运行、部分国家设立绿色贸易壁垒等带来的挑战。其中，产业阶段性供需错配、部分供应链价格剧烈震荡，尤为引发关注。

王世江介绍，从去年至今年6月，硅料、硅片、电池片、组件价格同比涨幅分别为超过

38%、约20%、超过20%、超过9%。根据中国有色金属工业学会硅业分会的数据，截至8月底，硅料年内29次涨价，从年初的约23万元/吨上涨至超过30万元/吨。硅料价格上涨，也带动了下游的硅片、组件价格相应上涨。

“今年光伏电站建设成本相对较高，大约在4元/瓦至4.5元/瓦，其中组件价格占光伏投资额的40%左右。”国家电投光伏创新中心产业检测与数据分析中心主任崇锋介绍，光伏市场需求旺盛，但产业链各环节产能释放周期差异较大，其中电池片、组件产能释放较快，而硅料扩产周期较慢，且生产弹性小，导致硅料供不应求；另外，个别环节也出现了囤积居奇、待价而沽的苗头，造成供应链价格震荡。

崇锋建议，加强上下游深度对接交流，建立供需对接平台，根据下游需求稳步加快产能释放和有序扩产。“当前一些上下游企业正在通过签订长单、技术合作、互相参股等方式建立长效合作机制，有助于明确量价、稳定预期。”协鑫科技硅料事业部助理副总裁徐振宇介绍。

为满足市场需求，不少光伏企业选择进行扩产或者垂直一体化产业布局，以补充企业产能较少的环节，还有一些企业跨界入局光伏。通威股份有关负责人介绍，公司将加大在硅料及电池环节的投资，规划2024年至2026年高纯晶硅、太阳能电池累计产能规模分别达到80万至100万吨、130吉瓦至150吉瓦。

中国光伏行业协会初步统计，2021年初至今年6月，我国光伏扩产项目超过300个。企业信息查询平台企查查的数据显示，截至8月底，我国现存49.62万家光伏相关企业，今年前8月新增光伏相关企业9.15万家，同比增长超过45%。“产能适度扩张有助于缓解供需矛盾，但过快扩张也可能带来恶性竞争和产能过剩的风险。”崇锋说。

如何避免产业趋同，实现共赢发展？王世江认为，当前光伏企业可以深挖“光伏+建筑”“光伏+交通”“光伏+储能”“光伏+制氢”等各种“光伏+”应用场景，通过应用模式创新拓宽光伏市场的深度和广度；同时，打铁还需自身硬，行业企业依然要坚持核心技术攻关、构筑技术“护城河”，在推动产业布局多元化、供应链绿色化和应用多样化等方面，做好穿透周期和在激烈竞争中取胜的准备。（丁怡婷）

## 制备出高效率钙钛矿光伏组件

中国科学报 2022.9.19

**本报讯（记者朱汉斌）**近日，暨南大学新能源技术研究院教授麦耀华团队采用低成本纳秒激光器，实现效率超过21%的大面积钙钛矿光伏组件的制备。相关研究发表于《先进能源材料》。

在“双碳”战略的推动下，新型钙钛矿光伏组件正进入产业化时代。克服从小面积电池到大面积组件的效率损失是产业化过程中需要解决的关键技术问题。到目前为止，对于制造高效率钙钛矿光伏组件是否需要使用高造价的皮秒或飞秒激光器，业内一直没有定论。

为此，麦耀华团队使用低造价的纳秒激光器制备了高性能钙钛矿光伏组件。研究表明，由于钙钛矿材料的热扩散系数较小，纳秒激光并不会对其造成较大的热影响区，并且可以实现高达 95.5% 的几何填充因子。经过参数优化，钙钛矿光伏组件的孔径面积效率可以达到 21.07%，且填充因子超过 80%。以上结果获得国家光伏产业计量测试中心的认证。

该研究成果为减少大面积钙钛矿光伏组件的效率损失提供了指导，同时降低了设备投资和生产成本，对推动钙钛矿电池的产业化有着重要意义。

## 国家光伏储能实证实验平台（大庆基地）上半年数据发布

中国电力报新能源 2022.9.23

本报讯（吴梦雪）9月19日，国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）上半年实证实验数据发布暨三期设计方案技术交流会以线上方式召开。会议聚焦平台前期建设取得的良好实践，通过共享光伏、储能实证实验数据，服务国家和地方行政管理部门、服务行业、服务企业，助力光伏、储能行业健康可持续发展。

“双轴发电量最高，垂直单轴和全维支架故障率较高，发电量偏低。平单轴与固定支架相比1月至2月份固定支架发电量较高，3月份之后平单轴支架发电量优于固定支架，且差异越来越大。”国家电投集团专家委专家、平台学术委员会主任谢小平从七个方面对平台上半年形成的432项实证实验数据进行了解读和发布。

据悉，该平台自今年1月正式启动运行以来，围绕新产品、新技术、新材料应用，数据采集、分析，数据共享机制等方面，组织召开技术交流会等各种会议十多次，广泛征集行业专家学者对平台方案和数据分析的建议和意见，持续改进数据采集、整理和分析方法，确保技术方案的先进性、设备选择的代表性、数据采集的准确性、分析方法的科学性和分析结果的公正性。

国家电投黄河上游水电开发有限责任公司董事长、党委书记姚小彦指出，黄河公司将光伏、储能实证实验研究作为引领公司高质量发展、推动国家电投“2035 一流战略”高质量落地、促进地方能源转型发展、带动行业技术进步、服务国家能源强国建设的重大举措，高标准、高质量建成了首个“国字号”光伏、储能户外实证实验平台，半年来的实证研究，得出了大量有益的实证结论。未来，黄河公司将继续瞄准国家能源发展的重大需求，聚焦“双碳”目标和能源低碳转型的“国之大者”，坚定不移走生态优先、绿色发展之路，坚定不移走创新发展之路，坚定不移走高质量发展之路，坚定不移走共享发展之路，大力推进以“光伏+”为核心的新兴产业规模化高质量发展，努力建设世界一流清洁能源企业，为能源强国建设贡献“黄河智慧”和“黄河力量”。

## 六、地热能

### 绿色未来——2022 地热能产业发展论坛举办

#### 山西年内将发布地热资源勘查开发规划

中国自然资源报 2022.9.7

本报讯（记者 乔思伟 郭锋 张舰）9月2日，“绿色未来——2022 地热能产业发展论坛”在山西大同举办，这是2022年太原能源低碳发展论坛重要内容之一。论坛由山西省自然资源厅、大同市政府、国家地热能中心、山西省地质勘查局主办，探讨地热能高效利用新路径、地热产业发展新趋势，推进地热资源“政—产—学—研—用”深度融合。

山西厅负责人表示，山西是能源资源大省，具有地热资源总量丰富、空间分布相对集中等优势。近年来“阳高县—天镇县一带干热岩地热资源预可行性勘查”项目取得重大突破，形成地学研究新亮点。天镇县建成我国大陆中东部地区第一个高温地热科研示范实验发电站，有望成为地热产业新高地。

日前，山西厅发布了《关于做好自然资源工作促进地热能产业高质量发展的通知》《山西省地热能分级分类利用指南（试行）》，年内将发布全省地热资源勘查开发规划，统筹做好资源评价、规划管控、要素保障、集约利用、联合监管等工作，促进地热能产业高质量发展。

大同市政府负责人表示，近年来该市以“双碳”目标为牵引，坚持把发展新能源产业作为深化能源革命综合改革试点的重要抓手，初步形成了“风光水储地氢”多元驱动的新能源发展格局。下一步，将加快大同盆地高温地热资源勘探和开发利用步伐，积极申报建设源网荷储全国试点城市，推动大同由“能源大市”向“能源强市”转变。

中国科学院院士汪集旻、王焰新、朱日祥，中国工程院院士郭旭升分别作了题为《地热能开发利用与地球储能系统》《深部高温地热资源勘查理论与方法创新》《大同地热，前景广阔》《中国地热能产业进展》的主旨演讲，来自科研、生产一线的专家和企业代表作了专题演讲。中石化新星公司、山西地质集团、山西双良集团等企业代表表示，将以论坛为契机，助力山西打造绿色发展产业体系。

### 地源热泵送来冷气

#### ——河北石家庄供电开启乡村用能新模式

中国电力报 2022.9.2

今夏，河北石家庄遭遇了高温“桑拿天”，然而石家庄晋州市光灿村村民齐力刚家中，即便最热的时候，屋内也有丝丝凉意。使室内保持凉爽的，是齐力刚去年安装的一台利用清洁能源制冷的地源热泵。

“把温度设定在26摄氏度，风也柔和，制冷速度也快，而且特别省电。以前夏天开空

调电费一天十几块，现在只要三四块，很划算。”齐力刚说。

光灿村多年来烧煤取暖，而在炎热的夏天，村民们舍不得开空调，只能在树下纳凉。随着农村清洁能源的推广普及，从2019年开始，光灿村开始使用清洁能源制冷和取暖。到2021年，全村1317户居民全部完成了浅层地热能设备的改造，实现了清洁能源取暖、制冷全覆盖。

据河北博纳德能源科技有限公司首席地热能技术专家赵海潮介绍，浅层地热能是新兴绿色能源，地下100米左右的土壤岩层常年恒温在16摄氏度左右。现在通过施工地下换热器系统，利用循环介质将地下热量采集出来，经过地源热泵机组释放到室内制冷采暖。与传统的技术相比，能为居民节约近一半的费用。

在光灿村村委会，靠墙悬挂的电子屏幕上清晰地显示着光灿村地源热泵设备的运行情况。“地源热泵机组进出水温度、流量、系统能耗、室内温度等数据，扫一眼屏幕一目了然，设备出现异常及时掌握情况，村民们可以度过一个清凉的夏天了！”光灿村党支部书记张泽程说。

为了支持农村推广清洁能源，国网河北晋州供电公司为了光灿村改造了供电线路和分线箱，新上13台变压器，满足了地源热泵的用电需求。在冬季和夏季用电高峰期，晋州供电公司服务人员定期来村里巡视检查线路和用电设备，解决村民的后顾之忧。

像光灿村一样，越来越多的村民享受到清洁能源带来的福利。“我们已累计增容电压器933台，改造线路1235千米。在加强电力配套设施建设的同时，我们开辟绿色通道，压缩办电时长，为农村地区的能源绿色低碳转型提供有力保障。”晋州供电公司营销部主任张丹音说。

近年来，清洁能源助推乡村振兴的相关文件陆续出台，提出加强农村清洁低碳能源项目建设，提高农村地区能源供给能力，减少环境污染，建设美丽乡村。国网河北石家庄供电公司积极落实清洁能源助推乡村振兴工作部署，组织人员深入农村，对供电线路和设施进行改造提升，满足村民冬季取暖、夏季制冷的用电需求。截至目前，石家庄市已有7万户居民用上清洁的浅层地热能，每年可节约标准煤8万余吨，有效构建起绿色、节能、高效的农村清洁制冷取暖体系，助力乡村振兴。（李毅 彭磊）

## 我国干热岩热源机制研究取得新进展

中国自然资源报 2022.9.8

近日，自然资源部中国地质调查局水文地质环境地质研究所地热与干热岩研究团队在我国干热岩热源机制研究方面取得新进展，研究揭示了我国不同地质背景条件下形成干热岩资源的主要控热构造及聚热作用，成果在线发表于国际地学顶级学术期刊《Gondwana Research》（《冈瓦纳研究》）。

干热岩资源是最具潜力的战略接替能源，由于地质条件的差异，与美、日等国家相比，

我国陆区普遍缺乏与近代火山活动相关的干热岩资源。该研究团队在系统分析我国地热地质背景的基础上，创新地将我国干热岩资源圈定为强烈构造活动带、高放射性岩体分布区、沉积盆地以及近代火山活动区等四个类型的潜力靶区，结合近年来中国地质调查局在不同地区开展的地热科学钻探工作，从地温场、热流值数据分布入手，分析了不同靶区的壳幔热流配分及地壳热状态，讨论了不同成因类型区干热岩资源形成的热源机制。研究表明，不同地区地壳热结构的差异控制了其深部热状况及干热岩的热源机制。以共和盆地为代表的青藏高原强烈构造活动带表现出明显的异常加热型地壳热结构，其增厚地壳中的“低速层”为区内干热岩资源的形成提供了最重要的壳内热源；东南沿海受高放射性岩体及良好沉积盖层保温作用的双重影响，局部可表现为“热壳冷幔”型热结构，反映了高放射性岩体生热对区内浅部地壳温度场的控制作用；华北盆地则表现为典型的“冷壳热幔”型地壳热结构，其干热岩资源的勘查需要综合考虑沉积盆地内基岩面的起伏形态以及附近是否有沟通深部幔源热源的深大断裂。该研究成果进一步完善了我国基础地热地质理论，为我国未来地热、干热岩资源靶区选址及勘查开发提供了重要的理论依据。

该项研究工作由中国地质科学院水文地质环境地质研究所联合深圳大学、青海水工环院、青海省环境地质勘查局等相关单位共同完成，得到了国家重点研发计划、中国地质调查局地质调查项目、青海省清洁能源矿产专项资金等联合资助。（蔺文静）

## 长白山池北区探获低温地热资源

### 填补了该地区中深层水热型地热资源勘查成果空白

中国自然资源报 2022.9.14

本报讯（特约记者张强 通讯员王毅）通过3年多的野外勘查，吉林省水文地质调查所承担的“吉林省长白山保护区池北区地热资源普查”项目，日前在长白山池北区二道白河镇成功提交一眼地热探采井，井深2315米。

初步成果显示，该区地热类型为带状热储，地热流体日涌水量385.2立方米，水温27.2摄氏度，属于低温地热资源。水质为含氟的偏硅酸型理疗热矿水，具有较高的医疗保健作用。

长期以来，长白山地区地热资源勘查备受关注，尤其是位于旅游产业发展核心的池北区，吸引了包括日本、韩国在内的国内外多家科研团队、勘查单位和企业，在此区域开展过多期勘查工作。但受限于大面积新生代玄武岩覆盖，基础地质工作和研究程度很低，加之该区域地热地质条件复杂，施工难度大，均未取得理想成果。

在吉林省自然资源厅、财政厅的支持下吉林省地质勘查基金管理中心多次组织省内外专家对长白山地区地热资源成矿条件进行分析和研究，于2018年设立了“吉林省长白山保护区池北区地热资源普查”项目，并通过招投标方式确定吉林省水文地质调查所为项目承担单位。



该项目在集成区域地质、水文地质、地球物理和地热勘查等相关资料的基础上，通过开展可控源音频大地电磁测深（CSAMT）取得物探成果后，经过7次论证，确定地热钻探孔位。成井过程中，项目人员加强了含水层各种信息的解译和成井工艺的改进，最终完成长白山池北区第一眼可供开发利用的人工地热探井，实现了长白山区域地热找矿的新突破，填补了长白山地区中深层水热型地热资源勘查成果的空白。施工过程中信息集成、先进的物探方法手段和成井工艺的改进，将为长白山地区地热资源勘查提供新的勘查模式和指导信息，也为这一地区未来的地热资源开发单定了基础。

此外，作为吉林省地质勘查基金项目绿色勘查典型示范项目，该项目钻探施工采用泥浆不落工艺、固液分离工艺、污水处理工艺等绿色勘查新技术新手段，最大限度地减少勘查工作对环境的影响，开创了吉林省地热资源绿色勘查的先河。

## 七、海洋

### 新型离子膜实现盐差能高效发电

中国科学报 2022.9.8

**本报讯**（见习记者王敏）中国科学技术大学教授徐铜文、特任教授杨正金团队在用于盐差能发电的离子交换膜方面取得新进展。他们研发出一种磺化的超微孔聚氧杂蒽基（SPX）离子膜，揭示了软物质限域下的离子传递特性，利用膜内亚纳米的亲水微孔实现了极高的离子选择性，提高了盐差能发电的效率。该膜材料的设计理念也将盐差能发电的概念从海水—河水体系，拓展到无浓差盐溶液甚至工业废水体系。相关研究成果发表于《能源与环境科学》。

存在于河水与海水之间的盐差能是一种极具潜力的可再生能源。理论上，河—海交汇处的盐差能密度约为0.8千瓦时/立方米，全球各河口区盐差能总储量高达30太瓦（1太瓦=1012瓦），可利用的有2.6太瓦，我国的盐差能估计为 $1.1 \times 10^8$ 千瓦。

用于提取盐差能的方法主要有压力延迟渗透技术（PRO）和反向电渗析技术（RED）。其中，RED使用离子交换膜，利用不同离子在离子交换膜内的定向选择性迁移，从而直接将化学势能转换为电能，具有投资成本更低、能量密度更高等优势。

但RED存在两个主要挑战。一是缺乏能同时实现高功率密度和高转换效率的膜材料；二是盐差能提取的概念仅限于海水和河水的体系，从工业废水等其他水源中提取能源的研究很少，亟须开发不受复杂盐组成、溶液pH值、温度等影响的能量提取技术，实现多种形式的盐差能提取。

基于上述两大挑战，团队设计了一种磺化的超微孔聚合物膜SPX，用于提取储存在不同浓度溶液中的渗透能。SPX膜具有大小为5~9埃的亲水微孔，表现出受表面电荷控制的离子传输和优异的阳离子选择性。在模拟海水和河水混合的情形下，能量转换效率保持在38.5%以上。利用热梯度和浓度梯度的协同作用，该盐差能提取装置的提取效率进一步提高到

48.7%，理论提取上限为50%。这是迄今为止在50倍氯化钠梯度下报告的最高效率。

该研究成果将盐差能发电的概念拓展到扩散发电，未来或许可用于从工业废水中提取能量。

## 兆瓦级波浪能发电装置开始组装

相当于为远海岛礁增加一个“移动充电宝”，可抵抗16级超强台风

羊城晚报 2022.9.28

羊城晚报讯（记者马灿、通讯员沈甸）报道：“相当于近7个篮球场的面积。”9月26日，记者从广东电网公司获悉，由该公司牵头研究的兆瓦级漂浮式波浪能发电装置在东莞开始进行零部件组装，预计明年年初完成建造，计划先在广东沿海进行实海况试验，然后在远海并网运行，建成以波浪能为主体电源的新型电力系统示范岛。

据介绍，上述装置建成后平面面积超3500平方米，相当于近7个篮球场的面积。在满负荷的条件下，兆瓦级漂浮式波浪能发电装置每天可产生2.4万度电，大约能够为3500户家庭提供绿色电力，相当于为远海岛礁增加了一个大型“移动充电宝”。

波浪能作为一种蕴含在海洋中的可再生能源，因其可再生性和绿色环保的优势，已成为一种亟待开发的具有战略意义的新能源。

为贯彻国家海洋强国战略，由广东电网公司牵头承担的国家重点研发计划兆瓦级波浪能发电装置关键技术研究及示范验证项目，为长期以来远海岛礁柴油发电实现绿色环保能源替代提供了新的解决方案。

由于海洋环境存在高温、高湿、高盐雾及台风多发等情况，为进一步提高兆瓦级漂浮式波浪能发电装置的可靠性，广东电网项目团队全力开展科研攻坚，攻克了波浪能高效俘获及转换、抗台风自保护等关键核心技术，提出自适应波浪发电技术，能够实现波浪能的连续、稳定、平滑发电，让原本“时有时无”的波浪能转换成了“稳定输出”的电能。值得一提的是，兆瓦级漂浮式波浪能发电装置可抵抗16级超强台风。

兆瓦级漂浮式波浪能发电装置包括发电平台、液压系统、发电系统、监控系统、锚泊系统等部件，目前正在东莞开展发电平台总装，其他设备也同步在相关企业进行研制，全部设备研制完成后统一集成在发电平台，最终形成漂浮式波浪能发电装置。

## 天津临港海水淡化示范基地加快建设

中国自然资源报 2022.9.30

本报讯 全国最大规模的海水淡化与综合利用示范基地——自然资源部天津临港海水淡化与综合利用示范基地项目，在一期中试实验区完成全部验收工作基础上，正在加紧进行中试实验区配套设施建设和中试平台功能完善，目前已基本具备投用条件，一期项目力争年底

正式投产。该基地建成后将为突破海水淡化自主核心技术装备瓶颈，提升天津海水淡化科技创新水平，打通我国海水淡化自主技术装备从研制到大规模工程应用的“最后一公里”，提供中试平台支撑。

据了解，自然资源部天津临港海水淡化与综合利用示范基地位于天津港保税区临港片区靠近海湾的一侧。基地总投资约 19.6 亿元，总建筑面积约 20 万平方米，分为科研办公区和中试实验区，配套建设 600 平方米海水取水泵站一座。项目规划分两期实施，一期建筑面积 12 万平方米，先期启动 7 万平方米的中试实验区、配套工程和海水取水泵站建设，形成主体功能。

随着中试实验区建设推进，该基地同步开展了研发平台、实验装备、检测系统、中试生产线建设。“目前，我们正在进行 15000 吨/年新型绿色海水水处理药剂和海水淡化专用药剂中试生产线的安装、海水淡化一体化装备智能制造实验室建设工作。还在进行两套高性能反渗透/纳滤膜的连续生产线及两套 PTFE 膜生产线的安装调试工作。完善海水淡化热法、膜法各实验测试检测平台，具备承担关键材料、装备、设备实验测试条件，形成公共服务能力。并且在临港基地筹划建设 1 万吨海水淡化实验平台。”自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所所长阮国岭告诉记者。

与此同时，依托该示范基地建设的“新型海水淡化装备创新孵化平台”，日前通过自然资源部组织的总验收。该平台是国内首个集研发测试检测验证一体的海水淡化创新孵化系统，已建成基于太阳能光热、多能互补、LNG 冷能等新能源海水淡化，以及板式蒸馏、膜蒸馏、新型预处理、产品检测等 7 个淡化新装备研发与测试系统，可为海水淡化新装备的设计研发、制造安装、测试评价、产品定型等提供全流程平台支持和创新服务，助力全国优势产业资源在临港区域聚集。

“在临港示范基地建设过程中，我们发起成立了全国首家海水淡化产业与人才联盟，目前联盟成员单位已达到 53 家，涵盖科技研发、装备制造、工程总包等全产业链条。此外，还牵头编制了 4 项国家和地方产业规划，研制国家和行业标准 20 余项；成立专业委员会，引入专业人才 500 余人，带动 120 余家中小企业发展；攻克技术难点数十项，并开展多项融通创新示范项目，吸引各类投资近 40 亿元。”阮国岭表示，下一步，将依托临港示范基地，加快推动临港 10 万吨海水淡化试验场建设，进行海水淡化产业技术的规模验证，打造成套装备全球标杆。（陈璠）

## 八、氢能

### 德国启用首条氢能列车线路

中国科学报 2022.8.31

据新华社电 德国首条运行氢能列车的铁路线路近日在北部下萨克森州正式启用。

据当地媒体报道，这是一条区域线路，长约 100 公里，运行由法国阿尔斯通公司设计、

在德国组装的 14 辆氢能载客列车“Coradia iLint”。这些列车使用纯氢气作为燃料，从环境空气中收集氧气，在燃料电池中将这两种气体转化为电能，行驶时只产生蒸汽和冷凝水，且噪声很低。此前这条线路主要运行柴油列车。

阿尔斯通公司介绍说，这种列车的续航能力为 1000 公里，最高时速可达 140 公里。1 公斤氢气可替代约 4.5 升的柴油，能明显减少对环境的影响。

据了解，这种氢能列车获得了德国“国家氢能和燃料电池技术创新计划”支持，该计划旨在通过资助，在交通部门发展有竞争力的氢能和燃料电池技术。（张毅荣）

## 科学家发明沙漠空气制氢技术

参考消息 2022.9.9

【德国《世界报》网站 9 月 6 日报道】题：用沙漠空气制氢（记者 诺贝特·洛绍）

利用电化学方法将水分解并获取氢气，是一种生产气候中性能源的关键技术。如果在此过程中使用的电能源自太阳能或风能，那么生产出来的就是“绿氢”。

氢这种能源在燃烧过程中不会释放任何二氧化碳。氢气可以被保存、运输并以多种方式利用——从安装在智能手机里的迷你燃料电池到飞机使用的气候中性燃料。

因此，许多科学家都在研究如何改良电解槽（一种可大规模将水分解为氢气和氧气的设备）。它应该尽可能高效，在尽可能长的时间内不需要维护保养，而且制造成本要低廉。

但有个问题尚未得到足够关注：在淡水不足的情况下也可以使用电解槽吗？毕竟，地球陆地面积的三分之一以上是沙漠和半干旱地区，而且仍有很多人（世界人口的 20%）居住在这些地区。

电解海水绝不是一个解决办法。海水被电解后会产生氯气，它不仅会让催化剂失效，本身也是一种有毒废料。因此，要想电解海水，首先需要有海水淡化设施，然后才能用电解槽和淡化后的水制取氢气。

现在，澳大利亚墨尔本大学的科学家近日在英国专业杂志《自然·通讯》上介绍了一种不需要水就能制氢的新技术。这种所谓的“直接空气电解（DAE）”方法只需要使用周围的空气作为原料。即便是在干旱地区，空气也总是含有少量水分。

研究员李刚（音）表示，即使在空气极度干燥的地方，这种方法也是可行的。DAE 设备曾在空气湿度仅为 4% 的情况下，正常运行并制造出氢气。

这一实验使用的电能由太阳能电池提供。当然，如果使用的是来自风力发电设施的电能，这个设备也同样能良好运转。在研究人员结束实验前，5 个被组装到一起的电解池模组连续运转了整整 12 天。研究人员称，每平方米阴极的单日制氢量为 745 升，效率达到 95%。

这个空气电解池的核心部件是一块浸透了硫酸的海绵。硫酸不仅可充当电解质，本身还是一种吸水性极强的物质，可以从周围干燥的空气中大量吸收水分子，送入设备，进而分解出氢气和氧气。本次实验是在 25 摄氏度的气温下完成的。

由此基本可以证实，只要有风力或太阳能发电设备，即便是在世界上最干旱的地区，也可以利用空气制取氢气。研究人员称，整个地球大气层约含有 13 万亿吨水。

最后的问题在于，这项电解技术的制氢量是否具备经济效益。研究人员强调，他们的技术是可扩展的，也就是说，只需同时启动足够多的模组，就能达到期望的制氢量。

## 我国自主研发的橇装天然气制氢装置投用

中国自然资源报 2022.9.8

**本报讯** 近日，中国海洋石油集团有限公司宣布，我国首套自主研发的橇装天然气制氢装置日前在广东省佛山市佛燃能源明城综合能源站正式投用。

该套装置满负荷条件下可用 4.8 立方米天然气制取约 11 立方米氢气，氢气纯度达到国际最高的 99.999%，单位产品消耗、装置紧凑度等指标达到国际先进水平，可即时生产供燃料电池汽车使用的高纯度氢气，填补了国内行业空白。

## 日本正加紧构筑“氢能社会”

参考消息 2022.9.15

2017 年春天，丰田公司生产的氢能燃料电池巴士在东京市内投入公交运营。据日本国土交通省推算，2022 年内将有 200 多辆氢能公交车行驶在日本各地的公路上。

日本在氢能研发应用领域处于世界领先水平。2017 年日本政府即制定了《氢基本战略》，确立了到 2030 年普及氢能源的行动计划和具体数量目标。目前日本正稳步推进氢能技术研发，尝试打造全球化氢能供应链，探索构筑氢能社会，力图在氢能领域占得技术与市场先机。

建设氢能社会，一个重要前提是要有大量且可以低价采购的氢气。为了打造全球化的氢能供应链，在日本政府资助下，川崎重工等各具优势的行业巨头于 2016 年联手组建起专项研究机构——氢能供应链技术研究协会（HySTRA）。该项目计划利用地球上煤化程度最低的褐煤制造氢气，开发运输、储藏液化氢的实用技术并进行实证实验，打造脱碳氢能供应链，并力争在 2030 年左右实现氢能商业化。

记者去年曾在神户机场岛进行采访调研，在那里看到全球第一艘为装载运输液化氢而诞生的实验船舶安静地停靠着。产自澳大利亚的液化氢气正在被卸载、存储，并用于神户的氢能电热联产实证实验。

项目负责人川崎重工执行董事、氢战略本部副部长西村元彦博士介绍说，在澳大利亚及当地政府的支持下，项目组将澳大利亚拉特罗布谷储量丰富的褐煤进行气化和氢气精炼，同时将制氢过程中产生的二氧化碳进行分离回收，在澳大利亚黑斯廷斯港完成了氢气液化及储存。

其后，川崎重工专为运输液化氢而打造、储运能力为 1250 立方米的“SUISO FRON-

TIER”远洋运输船将零下 253 摄氏度的液化氢运回日本，在神户机场岛通过特制的装载臂系统完成超低温卸载，将超低温的液化氢转移至码头的专用贮藏罐中。

在距离液化氢卸载码头约 5 公里的神户港岛，川崎重工和大型建筑公司大林组在 2017 年底建成日本首座氢能源热电联产系统（氢 CGS）示范工厂，该厂负责进行以氢气为能源实行电热联产、向城市公共设施同时提供电力和热力实证实验。工厂配套设备可以同时向周边 4 个医院和体育场等公共设施供电供热。

今年 6 月，HySTRA 正式宣布，项目组已经完成氢能制造 - 运输 - 储存 - 使用的全链条实验，达成了“用从澳大利亚运来的氢能发电”的目标。HySTRA 表示，项目组各成员为实现碳中和破解了一系列难题，这些探索对于打造氢能供应链、将海外生产的氢能用于日本国内发电具有非常重要的意义。

据了解，氢能热电联产示范工厂今后还将通过与电力公司的协作，向社会设施更加聚集的更大范围市区等导入氢能源热电联产系统，探索构筑氢能源城市的实装模型。

西村元彦表示，为实现规模化的液化氢供应，项目组今后将从技术、运输及安全性三个方面进一步开展技术研发及验证，力争在 2025 年完成商业化实证实验，并于 2030 年达成氢能源供应链商业化目标。

整体来看，虽然日本仍面临氢能源汽车价格过高、加氢站等基础设施建设进度较慢、氢能源价格依旧偏高等难关，但应该看到，日本在构筑氢能社会方面正扎实推进研发，并不断取得进展。（刘春燕）

## 我国氢能产业正迈入新发展阶段

中国能源报 2022.9.5

氢能作为清洁高效、安全可持续的新能源，已成为能源低碳发展和转型变革的重要方向。目前，氢能已正式纳入我国顶层战略，五部委已相继批复 5 个燃料电池汽车示范应用城市群，多个省份出台了氢能专项政策。氢能的应用正在展开，产业正在迈入新发展阶段。

山西省是我国能源大省，也是我国首个全省域能源革命综合改革试点省份。作为重要的能源和工业基地，山西氢能资源丰富、来源广泛，可再生能源装机量位居全国前列，在清洁低碳氢能供给上具有巨大潜力，在工业领域也有丰富的应用场景。

2018 年，中国氢能联盟正式成立。目前，联盟成员单位已经超过 150 家，在全产业链多个领域均实现引领化突破。中国氢能联盟正从五个方面积极推动中国氢能产业高质量发展：

一是智库能力建设。积极参与国家氢能产业规划和技术装备研究，发布了我国首个氢能产业白皮书，启动了氢能政研课题以及相关专刊。

二是数字基础能力建设。建成了我国首个氢能大数据系列平台。

三是质量基础能力建设。通过统一评价规范体系和建立合格的检测认证机构测试平台，

提出基于国内技术水平和国际先进水平的技术指标引领。

四是绿色指标能力建设。建立我国首个“低碳氢、清洁氢、可再生氢标准及评价”，成功助力绿色冬奥。

五是生态基础能力建设。搭建了国内外交流平台，获批氢能专项牵头单位，特别是近期主办了2022年氢能“专精特新”大赛，促进氢能和金融深度融合，加速推进相关工作。（卢奇秀/整理）

## 氢能将在近零能耗转化中发挥重要作用

中国能源报 2022.9.5

中国是目前世界上最大的氢能生产国和消费国。当前，中国正在同世界上许多国家一道，将氢能作为重要载体，谋求能源的转型发展。到2030年，全球对氢能的相关投资将高达1600亿美元，氢能将在近零能耗转化中发挥重要作用。

无论对于中国还是全球，氢能利用都是脱碳的重要方向。而当前只有不到1%的氢能由清洁技术生产。为了发挥氢能的作用，必须改变现有氢能生产方式。现在，全球范围内，电解水制氢的产能尚不足1000兆瓦，需要不断发展这一技术，才能达到2050年实现近零排放的目标。值得欣喜的是，生产低碳氢的项目数量正在以惊人的速度增长，如果现有规划项目都能在2030年前投运，全球电解水制氢容量有望突破1000兆瓦。希望项目涉及的各相关方采取更大胆的行动帮助项目落地。

中国是全球清洁能源发展的重要参与者，可以通过分享政策、计划和项目等经验，在国际合作中发挥更重要的作用。这有助于加快氢能和燃料电池技术进步，并降低生产和使用低排放氢能的成本，让包括中国在内的所有国家都能够更快获取氢能。（杨沐岩/整理）

上海重塑能源集团股份有限公司董事长林琦：

### 第三代燃料电池产品蓄势待发

中国能源报 2022.9.5

山西具有先天的氢能资源优势，焦炭副产品、焦炉煤气都对氢能发展提供了良好的基础。同时，山西也有成熟的制氢技术，应用场景非常广阔。在宏观政策的指导下，山西省必将走出具有省情特色的氢能发展路径，打造全国氢能发展高地。

近日，晋南钢铁集团首批300辆氢能重卡投入运营，目前成为年内全国规模最大的项目。这一项目搭载了重塑集团130kW燃料电池系统，这是重塑集团在山西的重要应用落地，为公司在全球范围内的业务覆盖增加了关键一笔。

通过技术的提升和设计的优化，重塑集团产品保障了燃料电池汽车的经济性和可靠性，实现了加氢快、低噪音、低氢耗、零排放的显著优势。

重塑集团通过自主创新和技术迭代，打造出了技术领先的燃料电池产品，实现了关键零部件的自主开发和规模化应用。在全球范围内，重塑集团拥有专业化的研究团队，在上海和温哥华设有研发中心，研发人员占公司总人数超过30%。目前，重塑集团在山西、上海、江苏、浙江、广东等地都布局了规模化的制造基地，打造了完整的制造体系。

在研发和生产上，重塑集团持续投入，确保不断打磨精英产品，保持行业技术领先，推动燃料电池汽车向经济性能好的方向迈进，让用户用得起、用得好、用得久。今年，重塑集团将发布第三代燃料电池产品，将会有更加出色的表现，为全球用户创造更大价值。（李丽旻/整理）

## 加快氢能多元有序发展，助力构建现代能源体系

中国能源报 2022.9.5

在我国构建现代能源体系、推动“双碳”工作过程中，氢能是助力新型电力系统加快建设的“好帮手”、助力高碳领域加快降碳脱碳的“好能手”、助力我国优化产业区域布局的“好助手”。近几年，各地政策支持，先行先试，有力加快了氢能的发展步伐，但还存在诸多短板。

一方面，国家发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》明确了氢能的战略定位，但尚未全面建立产业垂直管理和监管体系，也缺乏详细的产业发展实施路线图。相较于电动汽车“国家引导、地方落实、企业推动”的模式，氢能产业目前更多由地方和企业主导。部分地方在缺乏产业链上、中、下游统筹的情况下，依然存在低水平建设、重应用轻研发等隐忧。另一方面，对标全球先进水平，当前在自主创新能力、国产化率、成本等短板限制下，我国氢能产业链还存在不少弱项。各地氢能产业规划发展方向多偏重于交通领域，商业模式和持续发展路径尚不明确。

为加快我国氢能多元有序发展，助力构建现代能源体系，提出三点政策建议：一是做好顶层设计，明确合理定位。要从全产业链系统谋划，科学理性确立近期、中期和远期的氢能发展路线图，引导各地发挥比较优势，找准自身定位，引导领先企业向有基础、有条件、有优势的区域布局，实现产业集聚；二是坚持场景导向，抓好示范典型。持续推动“稳慎应用，示范先行”，鼓励具有相关产业链优势的企业积极构建多元化氢能利用场景，形成头雁效应，驱动技术创新迭代；三是做好政策供给，完善体制机制。针对相关应用场景，建立健全氢能相关市场机制，与储能、调峰、碳交易等形成联动，充分体现氢能的市場价值、服务价值与环境价值，进而推动氢能产业尽快由导入期进入成长期、成熟期。（杨晓冉/整理）

## 全国性氢交易平台正在酝酿

中国能源报 2022.9.12

近日，上海市发改委发布的《关于支持中国（上海）自由贸易试验区临港新片区氢能



产业高质量发展的若干政策》(以下简称《若干政策》)提出,探索建设氢交易平台,支持国内氢能龙头企业、碳交易专业平台机构等在临港新片区联合设立统一、高效的氢能交易平台。

业内认为,在加快发展有规模有效益的氢能产业过程中,需要将系统观念贯穿“双碳”工作全过程,发挥碳市场价格引导作用,推动氢能与其深度融合,以实现高质量发展。在此背景下,全国性氢交易所建设迎来机遇期,国内氢交易市场正在酝酿。

### 上海基础优势显著

《若干政策》指出,上海将研究完善相关政策措施、标准、方法学,探索氢交易及绿氢交易、价格指数、溯源认证、氢储能等参与电力市场和氢能碳减排的市场化交易机制,推动清洁氢产生的减排量纳入自愿碳减排市场交易,逐步探索建设全国性氢交易所。

记者注意到,今年7月16日,全国碳排放权交易市场正式启动1周年之际,上海电力就已联合上海环境能源交易所、北京国氢中联氢能科技研究院和上海临港氢能产业发展有限公司举行了共建上海氢交易所合作协议云上签约仪式。根据协议,未来上述4方将发挥资源互补优势,共同参与上海氢交易所的建设。

“上海是全国乃至国际重要的金融交易中心,是多种大宗商品以及碳排放权的主要交易地。选择上海作为全国性氢交易所,有利于借助上海金融交易基础优势,增强氢能交易的影响力。”厦门大学经济学院教授孙传旺表示。

江苏国富氢能技术装备股份有限公司战略总监魏蔚认为,上海是第一批进入燃料电池汽车示范城市群的城市,也是全国氢能产业发展的高地,拥有良好的化工和能源基础,同时也是我国的金融中心。因此,无论是从氢能产业高质量发展还是金融交易平台建设角度看,上海的资源禀赋条件都极具优势。因此,《若干政策》中提到的评估方法、价格指数、交易规则等,上海都有望走在全国前列。

### 助力实现降碳目标

探索建设全国性氢交易所,背后的需求导向不容忽视。发展氢能产业,推进我国能源体系加快向绿色低碳方向转型,已成为实现“双碳”目标的重要途径之一。

孙传旺认为,氢交易的本质包括商品交易属性和气候金融属性。“氢能本身具有一定的实用性和广泛的使用场景,具备商品交付与价格发现的功能;同时,氢交易对于应对气候变化和低碳减排具有重要意义,有利于通过金融交易手段助力我国‘双碳’目标的实现。”

“氢能加入交易市场将对氢能产业带来三重利好。首先,有利于增强氢能产业的标准化和规范化,健全氢能产业标准体系;同时,有利于通过金融交易体现氢能价值,促进氢能供应和多场景应用发展;最后,有利于推动氢能技术创新,拓宽氢能产业融资渠道,支撑氢能产业规模化和高质量发展。”孙传旺表示。

“如今,全国碳交易市场已启动1年,未来,更多传统化石能源制氢相关行业将被纳入全国碳交易市场,这将推动制氢企业更加关注可再生能源制氢,倒逼企业向清洁制氢工艺转

变。”魏蔚指出，建立氢交易所，推动清洁氢产生的减排量纳入碳减排市场交易中，有利于进一步降低绿氢成本，提升氢能市场竞争力，加快氢能产业市场化进程。

### 标准体系待完善

受访人士指出，全国性氢交所的设立对于氢能产业而言是重大利好，但现阶段，我国碳交易市场及氢能产业均处于发展的初级阶段，还需完善相关标准体系，进一步提升氢能利用的经济性。

“在探索建设全国性氢交易所过程中，要加快制定氢交易的相关标准，规范氢能的交易模式、交割方式、交易主体、准入门槛等，推动氢交易市场健康有序发展。”孙传旺指出，需要注意的是，基于氢的金融属性，加强氢交易的金融风险防控，让市场价格充分、合理地反映氢能价值是重点。长远来看，要逐步推动氢交易、电力交易和碳交易联动，更加有效地发挥市场机制在低碳转型过程中的调节与优化作用。

为更好地抓住全国性氢交易所的建设机遇，氢能产业还需更多突破。魏蔚表示，虽然氢交易市场前景广阔，但目前我国氢能产业尚处于发展初期，关键零部件及核心材料等与国外先进技术仍有差距，还需在成本、市场、应用场景等方面持续攻坚。“此外，碳交易市场在我国也刚刚起步，目前碳交易价格偏低，在国际上缺乏权威性。为进一步与国际接轨，应在持续探索交易机制、完善标准体系的同时，着力提升绿氢生产规模，不仅要满足我国绿氢需求，也要为未来的绿氢出口创造条件。”（仲蕊）

## 新方法实现空中取水制氢

中国科学报 2022.9.14

**本报讯** 中科院赣江创新研究院研究员胡国平与英国曼彻斯特大学教授范晓雷、澳大利亚墨尔本大学高级讲师李刚合作，在一项研究中演示了一种从空气中提取水制氢的新技术。这或让世界上任何一个角落今后都能使用将太阳能转化为燃料的装置。相关研究近日发表于《自然—通讯》。

绿氢由电解槽通过电和水制取，有望替代排放二氧化碳的化石燃料。电解槽可用可再生能源驱动，但目前的装置通常需要复杂的原材料、稀有金属，还需使用纯净水——这与有限的饮用水资源构成竞争。这些因素都会增加成本，限制装置的大范围应用。

为此，研究者开发了一种能够利用潮湿空气而无须液态水的电解槽原型。这种装置能吸收空气中的水分，并将采集的水氢氧分离。他们用太阳能或风能等可再生能源驱动该装置，并使其连续运转了12天。他们还证明了该装置能在湿度4%的干燥环境中高效运作，整个过程无须液态水。

研究者指出，该装置具有可拓展性，或能以最小的环境影响向偏远的干旱和半干旱地区提供氢燃料。（冯丽妃）

# 全球最大煤制氢 PSA 装置一次开车成功

科技日报 2022.9.21

9月19日，全球在建最大煤制氢 PSA 装置——陕煤集团榆林化学公司煤炭分质利用制化工新材料示范项目 180 万吨/年乙二醇工程配套的特大型 PSA 制氢装置，一次开车成功，该装置也将助力乙二醇的顺利产出。项目投运，将进一步缓解我国乙二醇对外依存度较高的问题，可推动煤炭清洁高效转化的进程。

氢气是合成乙二醇的原料，该 PSA 制氢装置是整个流程中的重要环节，产氢总能力达每小时 48 万标方，采用中国中化旗下西南化工研究设计院有限公司（以下简称西南院）的大型变压吸附（PSA）专利技术。相比国外同类技术，氢气回收率提高约 3%，每小时增产氢气约 1.6 万方，按年操作时间 8000 小时计算，每年将增产氢气 1.28 亿方、减少煤炭消耗约 8.96 万吨、减少二氧化碳排放约 22 万吨，将多创造上亿元的经济价值。

陕煤集团榆林化学公司“煤炭分质利用制化工新材料示范项目”是目前在建的全球最大煤化工项目，汇聚了煤炭化工工程建设的最高水平。项目建成后会成为“全球煤炭加工能力最大、产业融合度最高、技术集成度最复杂、产业链最贴近终端市场”的煤炭转化示范项目，将代表当前煤化工发展的最高水平，对我国煤化工下一步发展和走向起到关键性作用。

西南院自主研发的大型化 PSA 系统工程技术实现了对国外技术的替代和超越，已建成了上千套的各类 PSA 提氢装置。以 PSA 技术为核心的工业排放气综合利用成套技术的研发和应用，可以实现资源回收、污染治理和碳减排，引领气体吸附分离技术的发展，将为我国实现碳达峰、碳中和贡献企业力量。（张棣 周雨涵 陈科）

## “十四五”阶段（2021 - 2025 年）

### 广州将建加氢站 50 座以上

羊城晚报 2022.9.23

9月21日，广州市发展和改革委员会印发《广州市氢能基础设施发展规划（2021 - 2030 年）》（以下简称《规划》）。“十四五”阶段（2021 - 2025 年）规划目标为累计建成加氢站 50 座以上。《规划》实施后，广州市将建成北、中、南三大供氢中心，以 60 公里最优供氢距离考虑，能够保证基本覆盖整个广州市，进而有效地降低氢气运输成本。

《规划》设置规划期为 2021 - 2030 年，其中氢能基础设施包括制氢站、制氢加氢合建站、加氢站、储氢站及相关配套基础设施。“十四五”阶段（2021 - 2025 年）规划目标为：新建制氢站 1 座，累计建成制氢站 3 座以上；累计建成加氢站 50 座以上，形成 3.5 万公斤/天（1.3 万吨/年）燃料电池用氢气制氢能力，形成不低于 4.0 万公斤/天加氢能力（1.5 万吨/年），可以满足 6000 辆以上氢燃料电池车运行用氢需求。

而 2026 - 2030 年规划目标为：新建加氢站 50 座以上，累计建成加氢站 100 座以上，形成 5 座以上制氢加氢合建站布局，3 - 4 座储氢站布局。形成 10 万公斤/天（3.6 万吨/年）燃料电池用氢气制氢能力，形成 10 万公斤/天（3.6 万吨/年）以上加氢能力，可以满足氢燃料电池车商业化运营需求。

### **布局：将建成北、中、南三大供氢中心**

为了落实广州市“一核心、一枢纽、三基地”氢能产业布局，确保广州市氢能产业可持续发展，《规划》以白云、黄埔、花都、番禺、南沙、从化、增城等区为重点，进行氢能基础设施布局。

《规划》实施后，广州市将建成北、中、南三大供氢中心，以 60 公里最优供氢距离考虑，能够保证基本覆盖整个广州市，进而有效地降低氢气运输成本。同时基本形成较为全面的加氢站网络，覆盖广州市内主要干线。其中，珠三角环线高速加氢站 4 座，广州绕城高速加氢站 8 座，广州环城高速加氢站 5 座。

连接外部交通走廊加氢站布点方面，在广州 - 东莞 - 深圳、广州 - 佛山 - 阳江、广州 - 中山 - 珠海的高速公路上均布局有加氢站，与广州市内主要干线上的加氢站布点，形成氢能走廊，可以为途经广州的氢燃料电池车辆提供氢能保障。

此外，广州市物流中心、广州市市政环卫中心均有加氢站布局。涵盖京东南南物流、京东南南第一物流中心、京东南南第二物流中心、京东南南第三物流中心（东莞）、广百物流人和基地、广百现代物流园、天业生鲜电商冷链产业园、广州港等广州市物流中心以及福山循环经济产业园、云山循环经济产业园、花都循环经济产业园、从化循环经济产业园、南沙循环经济产业园、增城循环经济产业园等市政环卫中心。

### **保障：鼓励利用现有加油（气）站改扩建加氢站**

在制氢基础设施建设保障方面，《规划》明确，加快推进广石化、广钢气体等企业制氢项目建设，允许企业在厂区外建设车用氢气提纯装置和集中充装设施，提高氢气供应能力。

允许在加氢站内电解水制氢，落实燃料电池汽车专用制氢站用电价格执行蓄冷电价政策，积极发展谷电电解水制氢。允许发电厂利用低谷时段富余发电能力，在厂区或就近建设可中断电力电解水制氢项目和富余蒸汽热解制氢项目。

对于加氢基础设施建设保障，《规划》允许在物流园区、露天停车场、公交站场和燃料电池汽车比较集中的路线利用自有土地、工业用地、集体土地、公共设施用地等土地，在满足安全规范的前提下建设自用加氢站。

鼓励利用现有加油（气）站改扩建加氢站，在满足有关技术标准要求前提下，重点支持油、氢、气、电一体化综合能源补给站建设，现有加油（气）站在红线范围内改扩建加氢站的，可视为已纳入本布点规划。新布点加油站原则上应同步规划建设加氢设施。

此外，《规划》还提出，通过试点示范鼓励企业先行先试，创新发展模式，形成可复制、可推广的广州经验，推动氢能产业发展，包括鼓励新能源制氢项目实施，探索开展液态

储氢、有机质储氢、固态储氢等储氢新工艺、新技术试点，以及利用电力市场改革的契机，探索在广东电力交易平台上增加制氢用电交易品种，以充分利用可再生能源电力、核电及谷电等资源。（杭莹）

## 国际研究利用海洋微生物制造氢气

中国自然资源报 2022.9.30

【法国地中海海洋研究中心官网9月22日消息】来自“BIOTEC H2”国际联合实验室的科学家正在研制一种以食物垃圾和海洋微生物为原材料的生物制氢技术。研究人员对来自海洋热液中的耐高温微生物进行采样和培养，并收集菜市场的废弃果蔬作为生物质原料，在高温和盐渍环境中通过海洋微生物发酵食物垃圾生产氢气。这种制氢方式能够将有机垃圾回收再利用，并节约了淡水资源。未来5~10年内，该研究项目将对生物制氢工艺进行技术和经济评估，并推广商用。

### 九、风能

## 港媒报道：中国风电产业积极开拓海外市场

参考消息 2022.9.6

【香港《南华早报》网站8月29日报道】题：随着气候变化和能源安全成为关注焦点。中国风力涡轮机制造商着眼亚洲和欧洲寻求增长（记者 埃里克·吴）

业内人士称，在国内增长放缓之际，中国风力涡轮机制造商在海外销售方面变得更加积极主动，这一进展受到渴望看到更多竞争的买家欢迎。

最大的机遇在亚洲和欧洲。亚洲地区各国政府正在通过刺激可再生能源生产来实现其气候目标，而在欧洲，各国政府努力增加可再生能源装机容量，以减少对化石燃料进口的依赖。因为从俄罗斯进口的天然气逐渐减少，导致电价飞涨。

虽然中国的涡轮机和零部件制造商——满足全球约60%的需求——以前仅靠满足国内市场需求就获得了繁荣，但海外销售对保持利润增长越来越重要。

全球风能理事会中国区主任梁万良说：“由于最近国内市场价格竞争激烈，一些企业发现海外销售可以获得更高利润率。此外，随着技术能力和成本竞争力提高，它们更有能力在海外发挥更大作用。”

按装机容量算，自2010年以来，中国一直是世界上最大的风电市场，预计从2021年到2025年，其装机容量增速将有所放缓。

梁万良指出，今年企业为了赢得国内项目开发权打起了价格战，涡轮机价格大幅下降。

中国最大的风力涡轮机制造商新疆金风科技股份有限公司今年上半年净利润同比下降超过5%，低于预期，因为尽管销量增长强劲，但利润率要低得多。海外销量占其订单的

11%。

K2 管理咨询公司亚太区总裁帕特里克·阿尔基塔说，尽管中国企业前几年也曾参与其他亚洲国家项目的竞标，但在价格和质保方面并没有特别积极。K2 管理咨询公司在风电场工程、采购和融资等方面为开发商和银行提供建议。

他说：“不过，在过去六个月里，中国涡轮机制造商至少在质保方面与国际竞争对手保持一致。”

全球风能理事会市场情报和战略总监赵峰说，2021 年中国企业已经加强了在亚洲的业务，在越南安装了总装机容量为 1.9 千兆瓦的涡轮机。

去年，中国向亚太地区其他市场出口的涡轮机数量猛增至 729 台，总装机容量为 2.56 千兆瓦。他指出，这比 2009 年大幅增加，当时中国向印度交付 13 台总装机容量为 19 兆瓦的涡轮机，是首次向地区市场出口涡轮机。

相比之下，中国 2021 年风电新增装机容量达 47.6 千兆瓦。

赵峰说：“经过 10 年的学习和改进，中国涡轮机的质量和可靠性得到了充分证明。如今，中国制造商在以比欧美同行还要快的速度推出性能更好的新产品。”

K2 管理咨询公司的阿尔基塔说，中国制造商更积极的投标将受到亚洲和欧洲项目开发商的欢迎，因为它们不具备满足其需求的生产能力。

他说：“当前除中国以外的亚洲市场由少数参与者主导，因此我们现在都处在一个舒适区。拥有一个新的强大竞争者将推动市场表现更好。这将是良性竞争。”

## 波罗的海八国签署《马林堡宣言》发展海上风电

中国自然资源报 2022.9.8

【德国联邦经济与气候保护部官网 8 月 30 日消息】丹麦、瑞典、芬兰、德国、波兰、拉脱维亚、立陶宛和爱沙尼亚等八国在波罗的海能源安全峰会上签署《马林堡宣言》。旨在加速发展海上风电。《宣言》计划，到 2030 年将波罗的海地区的海上风电装机容量从目前的 2.8 吉瓦提高至 19.6GW。《宣言》还规划从丹麦博恩霍尔姆岛铺设一条连接德国，长约 470 公里的电缆，以便在需要时输电，欧盟委员会主席表示，他们正在利用风能摆脱俄罗斯化石燃料的束缚。实现气候中和，海上风电可以为此作出巨大贡献，到 2030 年，波罗的海海上风电将满足约 600 万户家庭的能源需求。此外，八国还承诺在跨境可再生能源生产和传输项目上开展合作。

## 中国海上风电发展引国际关注

中国自然资源报 2022.9.16

【能源转型全球资讯网 9 月 5 日、7 日消息】世界海上风电论坛（WFO）发布的《2022 年上半年全球海上风电报告》显示，今年上半年，全球新增海上风电装机容量为 6.76 吉瓦

(2021年同期为1.63吉瓦)，其中中国新增装机容量为5.1吉瓦；全球新增33个投入运营的海上风电场，其中中国25个、越南5个、英国1个、韩国1个、意大利1个。截至2022年6月底，全球海上风电装机容量达54.9吉瓦，中国海上风电总装机容量达25吉瓦，占全球海上风电总装机容量的45%；中国海上风电行业持续发展，在建海上风电总装机容量为3.2吉瓦，居全球首位。

美国能源经济与金融分析研究所在《中国海上风电走向世界》报告中指出，中国海上风电行业正蓬勃发展。2021年，中国成为全球海上风电装机规模最大的国家；到2030年，中国海上风电总装机容量将有望增至120吉瓦。中国海上风电龙头企业明阳智慧能源集团专注于大型海上涡轮机技术，并在2021年成为全球5兆瓦以上海上涡轮机的最大供应商。该集团将推动海上涡轮机尺寸更大、海上风电价格更低。该集团正进一步拓展海外业务。

## 风电防覆冰技术成果填补行业空白

中国电力报 2022.9.28

**本报讯（李斌）**近日，国家能源投资集团有限责任公司龙源中能公司依托国家能源集团《风电场防覆冰技术及配套装备的研究与应用》科技创新项目研发成果，在行业内首次提出并成功应用复合防覆冰技术，标志着风电防覆冰技术由解决轻中度覆冰的单一技术向更具普适性的综合防覆冰技术转变，填补了风电机组叶片防覆冰技术空白。

风电机组叶片防覆冰技术是保障极端天气下新能源电力系统稳定运行的关键技术。该公司通过对覆冰机理、覆冰监测、覆冰防治等关键技术进行专项研究，根据不同区域的覆冰特点，创新性提出新型防冰涂层、气热防冰、电热防冰技术两种及以上的复合防覆冰技术方案。

经过多次论证和工艺试验，该公司完成行业首例高空长距离真空灌注工艺和复合防覆冰技术应用，极大程度上减轻了覆冰带来的安全隐患，提高风电机组的发电效率和使用寿命，对风电机组运行安全性和经济性具有重要意义。

## 欧洲海上风电建设加速

中国电力报 2022.9.26

### 核心提示

多因素影响下，欧洲能源危机已持续较长时间。欧洲各国出台节能提效等干预措施，以应对能源供应短缺和能源价格上涨。除多渠道增加天然气及原油供给外，发展可再生能源等措施成为保障能源安全的重要选项。波罗的海周边各国加强能源安全和海上风电合作，计划在2030年将波罗的海地区海上风电装机容量从目前的280万千瓦提高至1960万千瓦。

8月30日，波罗的海周边丹麦、瑞典、波兰、芬兰、爱沙尼亚、拉脱维亚、立陶宛、德国等八国国家元首或政府首脑及欧盟领导人，在丹麦首相官邸马林堡召开波罗的海能源峰会并签署“马林堡宣言”，同意加强能源安全和海上风电合作，计划在2030年将波罗的海

地区海上风电装机容量从目前的 280 万千瓦提高至 1960 万千瓦。会上签署的“马林堡宣言”还规划从位于波罗的海的丹麦博恩霍尔姆岛铺设一条连接德国，长约 470 千米的电缆，以便在需要时输电。

8 月 31 日，丹麦新能源巨头沃旭能源正式宣布，其建设运营的 Hornsea2 海上风电场作为世界上最大的海上风电场，现已全面投入运营。该风电场装机容量 130 万千瓦，安装有 165 台风电机组，距离英国约克郡海岸 89 千米，可为超过 140 万户英国家庭提供低成本、清洁和安全的可再生能源。沃旭能源英国区域负责人表示，当前，全球性事件频发，比以往任何时候都更凸显了发展里程碑式大型可再生能源项目的重要性，例如 Hornsea2 项目，通过减少对昂贵的化石燃料的依赖，不仅可帮助英国提高能源供应的安全性和弹性，还可以降低消费者的账单成本。

多因素影响下，欧洲能源危机已持续较长时间，除多渠道增加天然气及原油供给外，重启煤电、延迟关闭核电、增加可再生能源投资等多种措施都是保障能源安全的重要选项，欧洲光伏及储能的高景气度已经有所显现，海上风电由于审批及建设流程较长，短期内景气度体现或不及光伏充分，但中长期而言前景同样广阔。发展海上风电不仅有助于能源低碳转型，还将加强能源供应安全。在能源转型及摆脱俄罗斯天然气依赖的驱动下，欧洲未来海上风电装机规模有望快速增长。截至目前，欧洲国家 2030 年海上风电装机目标合计达到 1.44 亿千瓦，其中英国 5000 万千瓦，德国 3000 万千瓦，荷兰 2200 万千瓦，2022~2030 年间需要新增装机约 1.16 亿千瓦，年均新增 1300 万千瓦，较历史年均新增装机大幅增长。

波罗的海具有巨大的海上风电开发潜力。德国和丹麦是目前仅有的在波罗的海拥有大型风电场的沿岸国家，8 月 29 日，德国和丹麦政府表示，计划在波罗的海建设 1 个价值 90 亿美元的海上风力发电中心，该项目将于 2030 年开始运营，届时所生产电力足以满足 410 万户家庭的用电需求。除德国和丹麦外，波罗的海沿岸其他国家也在积极跟进。波兰希望到 2030 年能拥有 600 万千瓦海上风电装机，到 2040 年达到 1100 万千瓦；芬兰希望其第 1 个大型风电场能在 2026~2027 年投用，并在 2028 年投运第 2 个；瑞典目前有 1500 万千瓦的项目正在申请许可；爱沙尼亚、拉脱维亚和立陶宛也都希望在 2030 年之前拥有自己的第 1 个海上风电场。

欧洲海上风电产业发展较早，现已逐渐成熟，相较其他可再生能源发电成本优势明显。数据显示，继 2018 年首个“零补贴”海上风电项目后多个平价项目相应落地，如今欧洲海上风电进入平价时代。欧洲风电整机制造商的海上风电业务板块发展强劲。如西门子歌美飒于 2022 年 4 月至 6 月间海上风电收获订单 20.94 亿欧元，同比增长 14.3 倍。

从国内来看，近年来，我国海上风电快速发展，截至 2021 年已经成为全球最大的海上风电市场，也培育起完善的海上风电制造产业链，部分环节具备较强的竞争力。相对欧洲的海上风电制造企业，国内制造企业扩产和交付能力强，制造成本低，成本优势明显，未来或将在欧洲市场放量过程中受益。（杨永明）



# 风机关键零部件国产化进程提速

## 主轴轴承生产商加速大兆瓦产品配套布局

中国能源报 2022.9.26

近日，国内轴承生产商洛阳 LYC 轴承有限公司（以下简称“洛轴”）宣布，交付国内首套 16 兆瓦平台风机主轴轴承，成为我国风机主轴轴承领域的一大突破。一直以来，我国大兆瓦风机主轴轴承高度依赖进口，但在风机需求高增、风电行业降本压力下，洛轴、瓦轴、新强联等国内相关制造企业加快了风机主轴轴承的布局，风机关键零部件国产化进程明显提速。

### 国产新品不断突破

据了解，风机主轴轴承是风力发电机的核心零部件，在风力发电过程中起到吸收叶轮气动载荷和传递功率的重要作用。有风电业内人士向记者透露，在我国风电行业发展过程中，包括主轴轴承在内的多款关键零部件长期依赖进口，以轴承为代表的机械产能落后阻碍了我国风电产业的增长。

为提高风机关键零部件国产化率，近年来，国内风电产业链生产商明显加速研发，并陆续推出新产品。根据洛轴公开的消息，其此次交付的 16 兆瓦平台风电主轴轴承，刷新了我国大功率风电主轴轴承纪录。此前，洛轴已多次表示，将加大在大兆瓦风机主轴轴承领域的研发投入，同时透露 3 至 6.25 兆瓦主轴轴承已大批量装机使用。

除了洛轴外，还有多家上市风电零部件生产商在近期推出了新的产线布局以及新产品。上半年，恒润股份宣布募资 1 亿元，投建年产 4000 套大型风电轴承生产线，以满足清洁能源风电行业发展需求。今年 7 月，新强联宣布，下线 12 兆瓦海上抗台风型风力发电机组主轴轴承。新强联在其公告中表示，已先后研制了 1.5 至 12 兆瓦变桨和偏航轴承，大功率风电偏航变桨轴承技术和工艺水平已与进口产品相当，也实现了 3 至 7 兆瓦风机单列圆锥滚子轴承的小批量生产，另有部分产品已经实现了国产替代。

### 降本压力促国产替代加速

近年来，国内风机技术快速革新，尤其在风电平价的大背景下，风机价格也快速下降。从近期国内风电项目风机采购中标价格来看，我国陆上风机价格已经跌至 2000 元/千瓦的水平，与 2020 年相比下降了 60% 以上，成本相对更高的海上风机价格也已经低于 3500 元/千瓦，较 2020 年价格缩水一半。面对这一情形，国内风电整机制造商都表示，产业正面临着巨大的降本压力，多位业内人士都指出，如果国产主轴轴承技术水平以及生产产能可以跟上，风电行业必将降低进口依赖。

“推动风机关键零部件国产替代加速的主要原因正是风电行业的降本需求。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎向记者表示，“过去，风电产业有补贴，从成本上来说使用进口设备也可以接受。但随着风电产业补贴退坡、风机价格快速下降，让风电行业不得不寻求

国产替代品，风机零部件的国产化已是不可逆转的趋势。”

除了缓解成本压力外，也有分析指出，近期因疫情、原材料价格上涨等因素引发的风电产业链供应紧张也对零部件进口带来了挑战。对应之下，我国陆上风电以及海上风电陆续经历“抢装”，期间项目装机需求高速上涨。数据显示，去年全年，风电项目公开招标量高达5400万千瓦，同比增长幅度达到74%。在此情况下，业界普遍认为，可能会为风机关键零部件的国产化带来市场发展机遇。

### 主轴市场格局即将改变

除了传统主轴生产厂家加快布局外，风电整机商也在积极寻求改变。早在去年底，金风科技“换道超车”，推出了采用滑动轴承的新型轴系，并指出滑动轴承的使用不仅有望解决主轴大部件进口的难题，还提高了风机承载能力和运行可靠性，同时实现了整机成本的降低。9月，新强联宣布与明阳智能签订了战略合作框架协议，共同推动新机型风电机组的主轴轴承和偏航变桨轴承的开发应用。分析认为，头部整机商与轴承厂商的合作将有助于风机轴承的测试研发，对本土轴承厂商的技术水平提高有所助益。

今年，在国内风机主轴轴承多点开花、技术路线百花齐放的情况下，业界普遍预测，国内主轴轴承生产商实际上已经具备了技术能力，接下来便是实现规模化生产。天风证券预测指出，今年包括主轴轴承、偏航变桨轴承、齿轮箱轴承和发电机轴承在内的风机轴承市场空间将有望达到156亿元，“十四五”期间这一板块复合年均增长率有望达到24.19%。

“从目前国产零部件的技术水平来看，国产零部件与国际厂商产品的差距明显缩小，从整体产业链来讲，包括特种钢在内的关键原材料的技术水平也已经与国外水平非常接近，未来一两年内，国产风机零部件的技术水平将进一步提高。”彭澎表示。（李丽旻）

## 十、核能

### 能源危机促核电重新“受宠”

科技日报 2022.9.22

身处能源危机和气候目标的夹缝之中，包括日本、德国、比利时等国在内的多个国家重新燃起了对核电的兴趣，纷纷积极调整核电政策：或延长现有核反应堆的使用时间，或更早地建设新反应堆。

但专家指出，发展核电也面临灾难性事故的风险以及尚未解决的核废料难题，同时，核电站建设周期长，存在“远水无法解近渴”的问题。

#### 日本或建新核电站

外媒在报道中指出，在严重阻碍核能发展的福岛灾难过去11年后，关于核能的风向正在日本发生转变。

据美国有线电视新闻网报道，日本政府正在考虑未来建设“配备新安全机制的新一代反应堆”，这既是为了实现碳中和，也是为了应对俄乌冲突以来一直影响日本的电力和天然

气价格飞涨。日本现在设定了到 2030 年核能发电量占其总发电量 20%—22% 的目标。

日本首相岸田文雄表示，日本正考虑重启一些核电站并延长其使用寿命，如果经过相关升级并通过监管机构的安全检查，一些核电厂或许能够在其 40 年运行寿命的基础上再发电 20 年。

日本政府的最新举措对于一个去年只有不到 4% 的电力来自核能的国家来说是在走回头路，因为在 2011 年以前，54 个反应堆提供了日本 30% 的电力。2011 年，一场大地震引发的海啸导致海水冲入福岛第一核电站，引发了自 1986 年切尔诺贝利事故以来世界上最严重的核灾难，自此以后日本一直在减少使用核能。

日本自然资源和能源署的数据显示，截至今年 7 月 26 日，日本有 7 座核反应堆运行，另有 3 座在维修。

### **欧洲多国调整核能政策**

能源危机及俄乌冲突当前，英国、法国、比利时、荷兰、波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利等国也开始积极调整核电政策，或延长现有核反应堆的使用时间，或更早地建设新反应堆。

比如，原本正在放弃核能的比利时和德国调整了相关政策。

据法国 24 电视台报道，比利时首相亚历山大·德克罗发表声明称，比利时决定将退出核电的时间延后 10 年。另据“德国之声”报道，早在 2011 年，比利时曾计划于 2025 年全面退出核电。比利时目前有两座核电站，共 7 座核反应堆。

此外，本该在今年底关闭最后 3 个核电站的德国也打破禁忌，因为其经济和气候保护部部长罗伯特·哈贝克早在 2 月就认为，在俄乌冲突的背景下，推迟关闭可能是“合情合理的”。据德国明镜周刊报道，德国多个核电站 2023 年仍然可能会并网发电。

荷兰计划新建两座核电站。2021 年 12 月，荷兰发布 2025 年前新联合政府计划称，本届政府将新建两座核电站，现有博尔塞勒核电厂核电站也将在保证安全的前提下运行更长时间。荷兰政府 2025 年前将为新核电站建设提供 5 亿欧元财政支持。

英国政府提出到 2050 年将核能发电装机容量从现在的 7 吉瓦增加到 24 吉瓦，满足国内 25% 的电力需求，并计划增加多达 8 个反应堆，还将设立一个 1.2 亿英镑的核能启用基金。

法国则计划 2050 年新增 25 吉瓦核电装机。根据马克龙的竞选计划，法国将坚持核能的开发与利用，包括到 2050 年建成至少 6 座第三代核反应堆，首座新反应堆计划于 2028 年开工，于 2035 年投运，法国还将就建造另外 8 座核反应堆进行研究。此外，在保证安全的基础上，符合条件的现有核电站使用期限将延长至 50 年以上，预计到 2050 年，法国将新增 25 吉瓦核电装机容量。

### **仍受几大因素制约**

目前，全球 32 个国家所发核电占全球电力 10%。2021 年 9 月，国际原子能机构自福岛事故以来首次调高预测：在最好的情况下，到 2050 年，全球核电装机容量将翻一番。

尽管如此，政府间气候变化问题研究小组科学家们承认，“未来核能的部署可能会受到社会偏好的制约”，发生灾难性事故的风险，以及尚未解决的核废料问题仍将导致民众意见出现分歧。

此外，核电项目存在建设周期长、审批复杂、建造技术难度大的特点，发展核电意味着巨大的研发、投建和维护成本，因此各国目前已公布的核电规划最终能否落地，还有待进一步观察。

有关专家指出，“人们现在谈的是中期解决办法，核电站建设周期长，远水解不了近渴，无法解决目前及中期市场紧张的问题”。（刘霞）

## 核电是实现“双碳”目标的重要选项

访中国科学院院士、放射医学与辐射防护国家重点实验室主任柴之芳

中国电力报 2022.9.22

积极安全有序发展，是当前国家明确的核电发展方针，也是实现“双碳”目标的重要选择。核能对促进我国实现“双碳”目标、保障我国能源安全有怎样的作用？怎样处理核能高放射性废物与环境的关系？如何解决谈“核”色变的问题？围绕这些问题，中国科学院院士、放射医学与辐射防护国家重点实验室主任柴之芳在出席第十届“魅力之光”核科普夏令营开营仪式期间，接受了中能传媒记者专访。

**中能传媒：**发展核能对于保障我国能源安全、推动“双碳”目标起到怎样的作用？

**柴之芳：**核能作为一种重要的战略能源，同时也是一种清洁能源，是通过铀核燃料裂变产生热能，它的发电方式决定了它不会受到天气、运输条件及水量多少的影响。同时核燃料使用时期较长，电力供应稳定，利用小时数较高，位于所有电源品种第一位。

另外，在运输问题上，核电也拥有很大优势。据统计，一个百万千瓦级的火电站正常情况下每年需要300多万吨煤，而核电每年只需要30多吨核燃料，发展核电也可以有效解决能源运输问题。因此，大力发展核电对保障我国能源安全，构建“四个革命、一个合作”能源安全新战略以及建设现代化能源体系都具有非常重要的意义。

核能的安全高效清洁性，决定了它在环境保护中的重要地位。尤其是我国提出“双碳”目标后，核能的作用将逐步彰显。2021年，我国核电机组的发电量为4071.2亿千瓦时，相当于减少燃烧标准煤11558.05万吨，减少二氧化碳排放30282.09万吨，这对助力我国构建绿色、安全、集约、高效的清洁能源供应体系具有不可忽视的作用。同时，发展核电也是降低二氧化碳排放量、促进“双碳”目标实现的有效手段之一。核电将由过去战略性的补充能源，逐渐演变成为电力系统清洁低碳电量供给的基础性支柱能源。

另外，随着“双碳”目标推进和核能技术不断发展，除了提供电力，核能在制氢、区域供热、海水淡化等多种非电综合利用领域都将发挥更多作用。

**中能传媒：**加大核电开发力度的瓶颈是什么？

**柴之芳：**加大核电开发力度的瓶颈，我认为主要在基础研究层面，创新能力也有待提高。目前，三代核电我们在世界上是领先的，四代核电还处于探索阶段。“十四五”时期，国家会进一步加大对核能技术的研究，抢占世界科技前沿，有助于我们解决“卡脖子”等问题，实现核电科技自立自强。

**中能传媒：**怎样处理核能高放射性废物与环境的关系？这些核废料是否可以再次利用？

**柴之芳：**我国核电运营企业非常重视生物多样性保护，会定期开展邻近海域海洋生态调查工作，也会对水域及土壤等环境定期取样分析，评估核电站对邻近海域的生态影响。

核电站的固体废物分为中低等和高等放射性废物。中低等放射性废物在妥当处理后，运输到处置场地，将其储存在地下浅层废物库中，经过处理后大部分可循环利用，剩下极少部分为高放射性废物。处理过程都是在严格的封闭系统下进行，全程接受核安全及环保部门的监督，对环境不产生影响。

如何安全可靠处理并防止高放射性废物进入环境，是核能发展过程中必须解决的问题之一。当前，我国核电站运行产生的乏燃料和放射性废物是全部可控的。目前我们已经开始加强技术攻关和专项投入，统筹安排推进乏燃料的存储、运输、后处理等项目的实施。经过科研人员不懈努力和积极探索，我国在高放废物处置领域的技术和能力已经位居世界前列，相信在不久的将来，一定能够实现放射性废物的最终安全妥善处置。

另外，对于如何处置核废料的问题，我们不应该称之为“废料”，而是应该想办法把它们“变废为宝”。目前，我国政府部门以及中核集团、中广核等核电企业已经在着手研究核电机组退役后的延寿和核废料再次利用的问题。我认为这并不是一个消极的问题，我们应该以积极、科学的态度去正面面对，当然，也需要我们科研人员和政府部门共同努力来解决。

**中能传媒：**如何解决谈“核”色变的问题？

**柴之芳：**经过半个多世纪的发展，核电已经成为世界能源的支柱。我们有后发的优势，切尔诺贝利核事故和福岛核事故对我们来说是反面教材，给了我们非常丰富的经验教训。现有的核电站是利用原子核裂变释放出巨大能量从而发电的，这些都是可控的、安全的。所以人们不用担心核电站会发生“核爆炸”。我国的核电站一直保持着很安全的运行状态，而且在正常的运行情况下，也不会对公众健康产生影响。

另外，人们也会担心发展核电会产生大量辐射，其实大可不必。辐射存在于整个宇宙中，无处不在。我们的食物、房屋、水、植物，包括人类的体内，都存在着辐射照射。我国核电站工作人员每年接受的辐射剂量为一个毫西弗左右，相当于标准的二十分之一。对于生活在核电站周边的居民来说，辐射剂量相当于天然本底的百分之一，这个影响是可以忽略不计的。所以说，无论是从核安全的角度，还是从核辐射的角度，我国的核电是安全的，核电发展是有保障的。如今，核辐射已经广泛运用到了工业、农业、医疗等各个领域，对我们的生活有着积极作用。

核能的可持续发展离不开公众的理解、支持与参与。向公众进行核科普，对于创造正向

舆论有着至关重要的作用。核电行业要不断提升沟通能力、建立公开透明的长效沟通机制，更好地树立核电安全、低碳、环保的正面形象，才能共同创造美好未来。（白歌）

## 《中国核能发展报告 2022》蓝皮书显示： 我国在建核电机组 规模继续保持全球第一

中国能源报 2022.9.19

本报讯（记者仲蕊）报道：9月14日，中国核能行业协会发布的《中国核能发展报告 2022》蓝皮书（以下简称《蓝皮书》）显示，截至2022年8月底，我国拥有商运核电机组53台，总装机容量5559万千瓦，在建核电机组23台，总装机容量2419万千瓦，在建核电机组规模继续保持全球第一。

《蓝皮书》指出，2021年，我国核能科技创新继续取得新进展。“华龙一号”国内外首堆相继投入商运，标志着我国真正自主掌握了三代核电技术，核电技术水平跻身世界前列；自主三代核电“国和一号”示范工程建设进展顺利；高温气冷堆核电站示范工程1号反应堆实现成功并网；小型反应堆、快中子堆、聚变堆研发等领域取得积极进展；核燃料循环产业生产运行保持稳定，铀矿勘查采冶、铀纯化转化等自主关键技术取得新成果，为我国核能发展和“走出去”提供了可靠保障。

与此同时，我国对核电的发展方针更加明确。蓝皮书指出，国家原子能机构、国家能源局、生态环境部等部门共发布11项部门规章，发布核工业、核科技、退役治理、国家核应急工作等“十四五”规划等，充分保障在运核电机组安全稳定运行。此外，核能行业在人才队伍建设、国际合作、技术应用等方面均取得较大进展。

在核能安全方面，我国核电安全运行业绩保持国际先进水平。《蓝皮书》显示，2021年，装备制造企业继续大力推进核安全文化建设，提升产品质量筑牢核安全基础，重点推进“华龙一号”“国和一号”和示范快堆等重点核电项目设备制造，通过实施核心设备和零部件国产化攻关，推进核电装备制造业高质量发展。2021年，我国有34台机组在世界核电运营者协会的综合指数达到满分，占世界满分机组的44.2%。

核能技术应用水平不断提升的背景下，我国核能发电占比持续提高。《蓝皮书》显示，2021年，我国核电发电量为4071.41亿千瓦时，同比增加11.17%，约占全国总发电量的4.8%。十年来，我国核电发电量持续增长，为保障电力供应安全和推动节能减排做出了重要贡献。

随着国家“双碳”目标的持续推进、能源安全战略的深化落实，我国核能将保持积极安全有序的发展态势。《蓝皮书》指出，到2030年，我国非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，能源结构清洁化、低碳化转型的力度将进一步加大。预计“十四五”期间，我国将保持每年6-8台核电机组的核准开工节奏，核电装机规模将进一步加快扩大，发电量将大幅增加。为适应我国实现碳中和目标的发展要求，支撑我国清洁低碳能源体系和

新型电力系统的建设，预计到2035年，核能发电量在我国电力结构中的占比需达到10%左右；到2060年，核能发电量在我国电力结构中的占比需要达到20%左右。

《蓝皮书》明确，核能多用途利用将为我国能源体系的清洁低碳转型提供关键驱动力，当前我国核能多用途利用进入加速期。山东海阳与浙江海盐两个核能供暖项目正式投运，预计2022年开始将有更多的核电站开展核能供暖应用。我国首个工业用途核能供汽工程在江苏田湾开工建设，核能综合利用领域进一步拓展。未来我国将充分发挥模块化小型堆、高温气冷堆、低温供热堆、海上浮动堆等各自优势，建立集发电、供热、制氢、海水淡化等为一体的多能互补、多能联供的区域综合能源系统，实现对石化、钢铁等高耗能、高碳排行业的清洁供能。

《蓝皮书》提出，未来我国核电建设将更加注重与电网布局和区域经济发展相适应，更好地支撑适合我国国情的新型电力系统建设。同时，在“积极安全有序发展核电”的方针下，广东、广西、福建、海南、江苏、浙江等地方政府，均将核电发展列为2022年的重点工作，未来，支撑核能高质量发展的政策环境将更加有力。

## 十一、其它

### 重视非常规水源的开发利用

经济日报 2022.9.15

近日发布的《宁夏回族自治区非常规水源开发利用管理办法（试行）》，鼓励和规范再生水、苦咸水、矿井疏干水、雨水等非常规水源开发利用，推动节水减排和绿色发展。此举受到关注。

水是生命之源。人多水少、水资源时空分布不均是我国的基本国情和水情。水资源短缺等问题制约了经济社会可持续发展。因为缺水，有的地方水资源过度开发，极易引发一系列生态环境问题。因此，鼓励开发利用非常规水源有着积极的意义。

一方面，可以开源。非常规水源是指区别于传统意义上的地表水、地下水的常规水资源，主要有雨水、海水、矿井水、苦咸水等。这些水源的特点是经过处理后可以再生利用。各种非常规水源的开发利用具有各自的特点和优势，可以在一定程度上替代常规水资源，加速和改善天然水资源的循环过程，使有限的水资源发挥出更大的效用。近年来，随着科技的进步，企业对非常规水的率用率在逐步提高。如矿井疏干水，是在煤矿采掘中井下涌出的废水，产出量往往较大，在过去，利用率低，弃水量大。而现在通过技术处理，可以用于煤炭的开采、消防、绿化、煤炭洗选等环节。

另一方面，可以节流。“节水优先”是破解我国复杂水问题的根本出路。通过加大对非常规水源的使用，可以减少地表水、地下水的使用量。仍以矿井疏干水为例，这部分废水经处理后，可作为生产、生活和生态用水。在满足企业自身需求后，将剩余部分处理达标后接入政府综合利用管网，按照水资源总体配置格局，结合区域需水对象和现状，可以划片区进

行利用。此次宁夏规定，具备利用矿井疏干水条件的但未得到充分利用的企业，不得开采和使用其他地表水和地下水，也不得擅自外排矿井疏干水。

我国幅员辽阔，各地区之间条件差异很大，因地制宜制定与当地情况相匹配的节水战略和政策尤为重要。用水效率和节水水平的提高，一靠法律制度的约束，二靠技术标准的规范。因此，各地应双管齐下，不断提高水资源节约集约利用水平，推动与水资源承载能力相适应的绿色发展。（拓兆兵）

## 全国天然气新增探明地质储量 16284 亿立方米

中国自然资源报 2022.9.6

本报讯（记者丁全利）近日，由国家能源局石油天然气司、国务院发展研究中心资源与环境政策研究所、自然资源部油气资源战略研究中心编制的《中国天然气发展报告（2022）》（以下简称《报告》）发布。《报告》显示，2021年中国天然气行业产供储销体系建设取得阶段性明显成效，天然气在一次能源消费结构中占比稳步提升，全国天然气新增探明地质储量 16284 亿立方米。

《报告》披露了 2021 年中国天然气行业发展主要情况：一是天然气消费快速增长，在一次能源结构中占比稳步提升。2021 年全国天然气消费量 3690 亿立方米，增量 410 亿立方米，同比增长 12.5%。2021 年中国天然气占一次能源消费总量的比例升至 8.9%，较上年提升 0.5 个百分点。从消费结构看，工业用气占天然气消费总量的 40%；发电用气占比 18%；城市燃气占比 32%；化工化肥用气占比 10%。分省看，广东、江苏、四川、山东、河北消费量位居前五位，广东、江苏省消费量超 300 亿立方米，四川、山东、河北超 200 亿立方米。

二是勘探开发持续发力，新增储量产量再创新高。2021 年全国天然气新增探明地质储量 16284 亿立方米。其中，常规气（含致密气）、页岩气、煤层气新增探明地质储量分别达 8051 亿立方米、7454 亿立方米和 779 亿立方米。2021 年全国天然气产量 2076 亿立方米，同比增长 7.8%，连续五年增产超 100 亿立方米。

三是天然气进口稳步增长，管道气进口增速超过 LNG（液化天然气）。2021 年进口天然气 1680 亿立方米，同比增长 19.9%。其中，管道气进口量 591 亿立方米，同比增长 22.9%。LNG 进口量 1089 亿立方米，同比增长 18.3%。

四是天然气基础设施建设加快推进，储气能力快速提升。2021 年全国主干天然气管道总里程达到 11.6 万千米。西气东输三线中段、川气东送二线等一批重大工程加快推进。储气设施开工建设全面提速，采暖季前地下储气库实现“应储尽储”。2021 年全国已建成储气能力同比增长 15.8%。此外，在天然气保供稳价等方面也取得积极成效。

《报告》对 2022 年天然气产供储销体系建设提出建议：要立足国内加大释放国内供应潜力，提升自主保障能力。强化国有企业的责任考核和使命担当，不断增强国内天然气生产



保障能力，持续增储上产。强化勘探特别是风险勘探投资，加快资源探明，夯实资源基础，强化储量接续。加快科技创新和工程示范，推动油气等资源先进开采技术开发应用。围绕深层深水常规气、深层页岩气、煤层气等难动用储量资源，强化勘探评价和科技攻关等。

## 世界首套万吨级煤基可降解材料项目投产

科技日报 2022.9.20

科技日报北京9月19日电（记者陆成宽）19日，国家能源集团榆林化工5万吨/年聚乙醇酸（PGA）可降解材料示范项目打通全部生产流程，正式建成投产。这标志着世界首套万吨级煤基可降解材料示范项目实现工业化生产，对促进我国煤化工产业向高端化、多元化、低碳化方向转型发展有重要示范意义。

聚乙醇酸可降解材料具有全生物降解、高生物相容性、高机械性能及高阻隔性能等诸多优点，可在土壤、海水等环境中完全无害降解。在全球相继“限塑”“禁塑”，环保要求日益苛刻的大环境下，聚乙醇酸可降解材料是理想的一次性塑料制品替代品，广泛应用于一次性塑料袋、餐盒、吸管等食品包装领域，还可用于油气开发所需的桥塞、压裂球和各种暂堵材料以及医用手术缝合线、骨骼支架材料领域，为我国治理白色污染、服务民生需求提供了新的路径。

该项目生产的煤基生物可降解材料采用国家能源集团自主知识产权技术，关键设备全部实现国产化。与生产传统聚烯烃塑料相比，煤基聚乙醇酸可降解材料吨产品原料煤耗可降低约50%，二氧化碳排放降低约65%，工业增加值增加2—3倍，但生产成本接近，具有较强的市场竞争力和环保效益。

在该项目示范成功基础上，国家能源集团将加快技术经济论证，持续进行工程放大和工艺优化，进一步延伸产业链，提升价值链，形成功能齐全、品种多样的煤基生物可降解材料系列产品，推进煤基新材料战略性新兴产业创新发展，开辟一条技术新、能耗低、效益好、有国际竞争力的现代煤化工创新发展之路。

## 页岩油勘探开发前景可期

——中国石化以重点产区试点示范推动页岩油勘探开发取得更大突破

中国电力报 2022.9.5

成立胜利济阳陆相断陷湖盆页岩油国家级示范区

坚持攻关开采关键技术

●研发形成以合成基钻井液体系为核心的优快钻井技术

使位于地下3300米以深的、水平段大于2000米的水平井得以高效钻进

●形成多尺度组合缝网体积压裂技术

页岩油可高速顺利流出

●实现“立体开发”多层楼压裂、小角度水平井压裂、“压裂工厂”模式等5个首次成果

1~7月同比增长14%，我国页岩油产量170万吨

预计到“十四五”末，中国石油化工集团有限公司胜利济阳陆相断陷湖盆页岩油国家级示范区将实现页岩油探明地质储量1亿吨，新建产能100万吨，年产页岩油当量50万吨。这是8月26日，记者从中国石化胜利济阳陆相断陷湖盆页岩油国家级示范区揭牌仪式上获得的信息。

8月25日，中国石化胜利济阳陆相断陷湖盆页岩油国家级示范区正式揭牌，将有助于以重点产区试点示范推动大突破、大发展，进一步加快我国陆相页岩油勘探开发理论创新、技术创新和管理创新，引领我国陆相断陷盆地页岩油高质量发展。此前的8月24日，国家能源局在中国石化胜利油田组织召开全国页岩油勘探开发技术交流会，表示将会同有关部门，充分发挥科技创新“支撑当前、引领未来”的作用，推动页岩油勘探开发取得更大突破。

经过多年艰苦探索，我国页岩油勘探开发在加速推进，前景可期。

**页岩油将成为原油稳产的战略接替物资**

胜利济阳页岩油国家级示范区由国家能源局批准设立，是继新疆吉木萨尔、大庆古龙后我国第三个国家级页岩油示范区，预期将形成六方面示范成果，包括页岩油基础理论示范、地质评价技术示范、开发技术示范、一体化运行模式示范、绿色开发示范、石油精神传承示范，将为陆相页岩油技术推广和规模建设奠定基础。

“中国石化将举全集团之力，统筹好页岩油国家级示范区、深地工程济阳页岩油基地建设，积极出台配套政策，搭建开放创新平台，高质量完成示范区、深地工程各项目标任务，不辜负国家重托。同时，我们将以此为契机，加大公司页岩油勘探开发、科技攻关力度，全方位推动我国页岩油大突破大发展。”中国石化董事长、党组书记马永生表示。

记者了解到，页岩油是推动原油稳产增产的战略接替物资，全方位加大页岩油上产规模，推动页岩革命，对立足国内、保障国家能源安全意义重大。近年来，我国页岩油相关工作在顶层设计、行业投入、科技创新、协同保障方面取得扎实进展，勘探开发呈现良好势头。1~7月，我国页岩油产量170万吨，同比增长14%。

**我国以陆相页岩油为主开采难度大**

页岩油是国家重要的战略资源。我国页岩油资源勘探潜力巨大，是国家重要的战略资源，但由于我国以陆相页岩油为主，特别是胜利济阳页岩沉积相变快、储层非均质性强、热演化程度低，页岩中原油胶质、沥青质含量高、流动性差，所以开采难度比较大。

多年来，中国石化胜利油田坚持攻关开采关键技术，让页岩油不再是“沉睡的宝藏”。经实践证明，济阳页岩油资源规模大、丰度高、产能高，具有通过试验区、示范区建设展开

商业开发的价值。但高温高压的环境，造成该项目在国内陆相页岩油勘探开发难度较大。

胜利济阳页岩油主要位于山东省境内，分布面积达7300平方千米。2021年10月，中国石化宣布胜利济阳页岩油取得战略性突破，首批上报预测石油地质储量4.58亿吨，成为我国东部增储建产的现实接替新领域。今年2月，胜利油田投产的丰页1-1HF井峰值日产油262.8吨，再次刷新了国内页岩油单井日产最高纪录。

### 持续加大页岩油勘探开发力度

作为我国油气勘探开发的重要力量——中国石化持续加大页岩油勘探开发力度，多个探区不断取得突破。

2021年1月，中国石化勘探分公司在重庆涪陵地区试获高产页岩油气井——泰页1井，初步预测该地区页岩气资源量2000亿立方米、凝析油资源量2800万吨。2021年12月，中国石化华东石油局在苏北盆地溱潼凹陷地区落实有利区面积420平方千米、页岩油资源量3.5亿吨。今年7月，中国石化江苏油田在苏北盆地再获突破，页岩油探井花2侧HF井获日产油超30吨、天然气1500余立方米，标志着苏北盆地高邮、金湖凹陷的11亿吨页岩油资源量被激活。

“十二五”以来，中国石化胜利油田先后承担了国家973、国家重大专项及中国石化科研项目等页岩油攻关课题40余项，全力攻关陆相断陷盆地页岩油富集规律、开发机理与配套勘探开发技术，他们先后部署50余口专探井、评价井，取心5000余米，逐步揭开了济阳页岩油的神秘面纱，并形成页岩油“甜点”优选评价技术。同时，研发形成了以合成基钻井液体系为核心的优快钻井技术，使位于地下3300米以深的、水平段大于2000米的水平井得以高效钻进。可以说，中国石化胜利油田揭开了页岩油的“藏身之地”，创新建立了陆相断陷盆地页岩油赋存的富集模式。（安栋平 冯义军）

## 煤炭开启清洁高效转型之路

经济日报 2022.9.20

为充分反映党的十八大以来我国产业领域的重大成就与宝贵经验，全面展示产业高质量发展的新变化新亮点，今日起开设“喜迎二十大 产业看变化”专栏，选取煤炭、汽车、钢铁等重点产业，推出系列报道。敬请关注。

自古以来，煤炭就有着广泛应用。新中国成立后，作为基础能源和重要工业原料，煤炭为国民经济和社会发展提供了可靠的能源保障。

十年来，我国持续推动煤炭产业优化整合，推进煤炭消费转型升级，煤炭保供能力不断增强。如今，面对现代化强国和“双碳”目标，作为稳定、经济且自主保障程度最高的能源，煤炭又迈向了绿色低碳发展、高效清洁转化的新征程。

### 供给质量显著提高

在世界最大的井工煤矿国家能源集团大柳塔矿，为确保煤炭生产不停歇，综采五队党支

部书记、队长邬拴对检修和生产人员进行调整，极大提升了生产效率。

矿工们日夜兼程开采出的煤炭汇聚到国家能源集团 2408 公里一体化“西煤东运”大通道，源源不断地从晋陕蒙核心产煤区运送到港口，为大通道沿线、华东沿海、华南、华中乃至内陆深处的城市提供能源。

2021 年，国家能源集团煤炭产量连续 4 个月突破 5000 万吨，一体化出区调运量创下日均 107 万吨新高位，黄骅港煤炭吞吐量 2.15 亿万吨，船舶运输量首次突破两亿吨。国家能源集团煤炭经营分公司负责调运的副总经理吴青松介绍：“集团充分发挥‘煤电化路港航’和‘产运储销’一体化优势，煤炭从坑口到最近的沿海电厂，最短仅需 6 天时间。”

十年来，煤炭高效开发利用，能源保供压舱石稳定器作用充分发挥。数据显示，2021 年，全国原煤产量完成 41.3 亿吨，创历史新高；煤矿安全生产形势持续向好，百万吨死亡人数降至 0.044 人；全国规模以上煤炭企业实现营业收入 3.3 万亿元，利润总额 7023.1 亿元。

产量提升的同时，煤炭集约开发布局进一步优化，煤炭生产重心加快向资源禀赋好、开采条件好的晋陕蒙新地区集中、向优势企业集中。中国煤炭工业协会副秘书长张宏表示，全国煤矿数量大幅减少，大型现代化煤矿已经成为全国煤炭生产的主体。

2021 年，山西、内蒙古、陕西、新疆、贵州、安徽 6 个省份原煤产量超亿吨，产量共计 35.4 亿吨，占全国的 85.8%。截至 2021 年底，全国煤矿数量减少至 4500 处以内，年产 120 万吨以上的大型煤矿产量占全国的 85% 左右。其中，建成年产千万吨级煤矿 72 处，产能 11.24 亿吨/年；在建千万吨级煤矿 24 处左右，设计产能 3.0 亿吨/年左右；年产 30 万吨以下小型煤矿产能占全国的比重下降至 2% 左右。

### 智能化建设全面铺开

在黑岱沟煤矿，6 层楼高、自重 1000 吨的 WK35 电铲回转于煤层和卡车厢斗之间，每铲装煤 70 吨，只需 100 多秒，就能装满载重 220 吨的矿用卡车。

“我们矿采用的吊斗铲抛掷爆破无运输倒堆工艺，成本低、能耗低、效率高，整个工艺年节能减排 2 万吨标准煤，煤炭资源回收率达到 98% 以上。”黑岱沟露天矿矿长钮景付说。

2021 年，黑岱沟矿的煤炭产量达到 3400 万吨，相当于我国 1949 年的全国煤炭产量的 90%。这样的千万吨级煤矿在国家能源集团有 20 处，合计产能 3.66 亿吨/年，占其总产能的 65.5%。

加快推进煤矿智能化建设，对提升煤炭安全保障水平、促进煤炭企业高质量发展具有重要意义。一方面，加快煤矿智能化建设，通过机械化换人、自动化减人、智能化无人，可避免矿工直接面对灾害事故风险，减少人员误操作，大幅消除安全生产隐患，从根本上实现遏制重特大事故发生。另一方面，通过智能化建设，可提升煤矿柔性生产能力，根据市场供需形势灵活释放生产能力，增强供给质量、供给弹性以及企业经营主动性。

十年来，煤炭行业以煤矿机械化数字化智能化建设为抓手，持续提升煤矿安全管理水平

和生产效率。为进一步推动煤企智能化建设，2020年以来，有关部门印发《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，建立了煤矿智能化发展协调机制，煤矿智能化建设全面铺开。

2021年9月，国内首套自主可控工业级操作系统——“矿鸿操作系统”在神东煤炭集团投入使用。“原来一个工作面176个支架，就要操作176次，现在更多是起监护的作用”，行走在支架间的布尔台煤矿综采二队支架工高彦军感觉工作轻松了很多，原本生产班需要3人负责支架作业，现在仅需1人进行调整监护，作业人数降低了，工作量减轻了，反而拉架的效率却提升了。

国家能源局总工程师鲁俊岭介绍，国家首批示范建设煤矿70%以上将于年底前建成，预计2023年底前全部完成建设，以点带面带动全国近400座煤矿开展智能化升级改造，目前已建成智能化采掘工作面813个，减人增安提效的效果日益显现，并在去冬今春煤炭安全增产增供中发挥了重要作用。

### 拓展绿色发展新路

“你看，多年不见的岩羊又重现矿区了。”宁夏煤业汝箕沟无烟煤分公司运输一队党支部书记赵志刚指着半山腰上觅食的岩羊说。

在煤矿干了半辈子，赵志刚从没想过，在矿区曾经一度绝迹多年的岩羊能重返“家园”，煤矿正在向着绿色发展转型。“采煤是为了发展，保护环境更是为了高质量发展。”赵志刚说，“贺兰山养育了矿山几代人，能亲手为它披上绿衣，是对贺兰山的最好回报。”

“双碳”目标下，减煤被视为能源绿色低碳转型的主要措施，但煤炭在我国能源安全中发挥着主体作用。减煤速度过快、力度过大，将削弱煤炭对保障能源体系安全运转的“托底保供”作用。

2021年底召开的中央经济工作会议提出，要立足以煤为主的基本国情，抓好煤炭清洁高效利用，推动煤炭和新能源优化组合。着力推进煤炭安全、高效、绿色、智能化开采，清洁、高效、低碳、集约化利用。

十年来，在各级政府部门、煤炭企业等高度重视和快速推进下，煤炭绿色化开采取得初步成效。煤炭科学研究总院科技支持中心主任任世华介绍，煤炭行业持续推进绿色矿山建设，2021年煤矿区土地复垦率达57%，矿区生态环境质量稳定向好。截至2021年年底，纳入全国绿色矿山名录的煤炭企业共284家。一些煤矿实现了矿区生态环境正效益，不仅没有破坏环境，而且优化了环境。

清洁生产方面，由于煤矿瓦斯抽采利用率逐步提高，煤炭开发过程排放到空气中的甲烷大幅度减少，煤炭开发过程温室气体排放呈下降趋势。据测算，从2010年到2020年，平均生产1吨煤炭的温室气体排放量由226.7千克下降到151.1千克，10年内下降了三分之一。

十年来，我国持续推进燃煤电厂超低排放和节能改造，助力我国燃煤电厂烟气排放控制处于国际最好水平。截至2021年底，我国达到超低排放限值的煤电机组约10.3亿千瓦，占全国煤电总装机容量93%。2021年，全国电力烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量分

别较 2015 年下降 69%、73%、52%。

推动煤炭从燃料向原料转变，是降低煤炭利用过程碳排放的重要路径。十多年来，我国一举突破煤直接液化、间接液化、煤制烯烃等三条工艺技术路线，一举奠定了中国煤化工产业的国际地位，为煤炭清洁转化和高效利用探索出了一条适合国情的由高碳向低碳化发展的新途径。（王轶辰）

## 开发潜力超 1500 亿立方米 生物天然气万亿级市场正在形成

科技日报 2022.9.22

山西省朔州市应县的陶瓷企业生产线，所使用的天然气中有一部分是生物质气体燃料——生物天然气。这些生物天然气是应县投运的生物天然气工业直供项目提供的。该项目以牛粪等粪污为原料，采用中温厌氧发酵、净化提纯等技术，产出了甲烷浓度高达 98% 的生物天然气，通过燃气管网直接供给应县陶瓷产业集群。目前，该项目二期正在抓紧实施，将在一期基础上增加预处理系统和厌氧罐装置，可以消纳秸秆、餐厨垃圾等有机废弃物。

生物质气体燃料是以生物质为原料生产的可燃气体，主要成分包括甲烷、氢气、一氧化碳等。近日，中国产业发展促进会生物质能产业分会秘书长张大勇在接受科技日报记者采访时说，发展生物质气体燃料，不仅可以解决城乡各类有机废弃物产生的环境污染问题，还可以通过构建农业循环经济模式，发展现代农业，全面推进乡村振兴。生物质气体燃料在生产过程中不产生额外的碳排放，可替代化石燃料使用，减碳效果显著，是实现“双碳”目标的有效途径之一。

### 变废为宝，有机垃圾生成绿色燃气

根据工艺，生物质气体燃料可分为生物天然气（沼气）、生物质热解气、生物质氢气等。

生物天然气是以畜禽粪便、农作物秸秆、城镇有机生活垃圾、工业有机废弃物等为原料，通过厌氧发酵产生沼气，经净化提纯后与常规天然气成分、热值完全一致的绿色低碳清洁可再生燃气。

生物质热解气是通过热化学反应，将秸秆、果木剪枝和有机垃圾等生物质转换成可燃气体，同时产生生物炭、木醋液等副产品。净化后热解气有效成分主要为一氧化碳、氢气和甲烷，可用于炊事、供暖、发电或生产甲醇等化工产品。

生物质氢气由生物质制氢制备。生物质制氢具体可分为生物质热解气化重整制氢、生物质高温直接气化制氢，以及生物质在超临界水中气化制氢等。

这其中，我国生物质热解气化行业虽起步较早，但尚未形成规模效益；而我国生物质制氢仍停留在实验室阶段。“目前，国内生物天然气技术基本成熟，具备产业化发展条件。”中国农业大学教授程序说。

## 资源丰富，生物天然气市场规模可观

“我国生物天然气产业从2015年开始发展，已初步形成规模。”张大勇说。

数据显示，2020年我国生物质能产业新增投资约1960亿元，其中生物天然气新增投资约120亿元。粗略测算，我国生物天然气年开发潜力在1500亿—2000亿立方米，万亿市场投资规模，目前年产量约3亿立方米，发展空间巨大。国家《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》提出，到2025年，生物天然气年产量超过100亿立方米；到2030年，生物天然气年产量超过200亿立方米。生物天然气配套设施包括原料的收储运、预处理、发酵转化、净化提纯、燃气及肥料输运等环节，以生物天然气产品、装备、服务体系等环节构成的产业链正在逐步形成，一旦产业链完全打通，预计整个市场规模将达万亿元以上。

程序指出，我国可用于生产生物天然气的农作物秸秆、畜禽粪污、餐厨垃圾、农副产品加工废水等各类城乡有机废弃物资源较为丰富，全国不乏成功且颇具亮点的项目。

例如，上文提到的应县投运的生物天然气工业直供项目，综合效能已经显现。

据介绍，该项目建成后年可处理牛粪粪污20万吨，年产沼气1000余万立方米，通过脱碳提纯，可年产生物天然气460万立方米，年产沼液11.7万吨。该项目落地运行，变废为宝，解决了当地环境难题，为加快推进畜禽粪污资源化利用发挥了重要支撑作用。

而在东北，中国石油天然气集团有限公司落户大庆油田的首个秸秆制生物天然气中试基地近期生产运行稳定，6月6日的沼气日产量达2000立方米以上，其中甲烷含量高于50%、生物天然气纯度高于95%，生产效率是国家标准的4倍，主要效率指标处于国内外领先水平。

2021年，飞鹤产业集群“生态循环化综合利用项目”正式投运，实现对风干秸秆和禽畜粪污进行厌氧发酵，制取生物天然气和有机肥，仅黑龙江省齐齐哈尔市克东县一地，就年产生物天然气700万立方米。

## 面临挑战，加快行业发展需要统筹协调

生物质气体燃料，可以填补我国石油、天然气的缺口，并且可以支撑今后的持续清洁能源体系建设。发展生物质气体燃料是一种既适应我国当前、又适应未来能源需求的有效措施。

张大勇认为，目前我国生物质气体燃料产业刚刚起步，还面临着诸多挑战，比如政策支持体系不完善，产业处于发展初期，生产成本低，产品消纳存在一定的市场壁垒，需要可落地的政策来保障产品消纳；原料供应保障能力有待提升，目前尚未建立“谁污染、谁付费”“谁产生、谁付费”“谁处理、谁受益”的有偿处理机制，经济可承受的原料收集保障模式仍有待探索；相关工艺技术水平有待提高，目前我国生物天然气厌氧发酵技术和设备大多从国外引进，对我国原料的适应程度较低。国产设备在系统整体效率、稳定性、装备可靠性等方面仍与国外先进水平存在差距，关键设备依赖进口，导致项目整体建设和运营成本相对较高。“目前生物质气体燃料生产成本较高，成本约为3.2元/立方米，相较于天然气门站价

格 1.8 元/立方米，价格存在倒挂现象。”张大勇说。

程序也指出，受商业模式不清晰、产业链不够完善、产气率低、沼液难处理和经济性偏低等因素制约，虽然国内生物天然气新增投资不断增多，但投入产出尚不成正比。

为此，张大勇建议：“针对生物质气体燃料生产过程的关键技术问题，应以企业为主体，科研机构为载体，行业组织统筹协调开展攻关，并随着行业发展，形成一批行业认可、高水平、高知名度的装备生产企业。”行业还需引入国家绿色发展基金等，引导更多社会资本进入，加快行业发展。

他认为，还应建立行业标准及检测认证体系。目前，我国生物质气体燃料行业标准尚不健全，亟须制定实施覆盖工程设计、施工建设、运行管理、并入管网、污染物排放、设备制造等产业链各环节的工业化标准，推进工程、企业、产品认证等认证体系建设，建设行业检测认证中心，提高行业发展水平。中国产业发展促进会生物质能产业分会正在制定有关标准，建设零碳能源认证平台等，规范行业发展。（李禾）

## 全球海上油气业将迎来强劲增长

中国能源报 2022.9.19

**本报讯** 油价网日前撰文指出，由于欧洲持续的能源危机和紧张的市场证明了世界对化石燃料的大量需求，全球海上油气钻井活动和钻井项目将在未来几年里强劲增长。

油价网援引分析人士的话表示，近期，全球范围内的油气钻探活动正在逐渐回暖，国际油气巨头们也开始考虑启动更多海上油气项目，其中包括部分位于国际水域的项目。

据了解，尽管近年来，油气巨头也加入了能源转型的行列，纷纷宣称将削减油气生产、加大对清洁能源的投资，但实际上，各油气公司仍在海上寻找可开发的油气资源。业内人士指出，海上油气资源往往需要大量的资本支出来启动和运行，但因其开发规模普遍非常大，一旦投产，特别是深海海上项目，未来几十年内可能会以较低的成本出产油气，因此，油气勘探和生产公司们从来没有放弃海上油气资源。

挪威能源研究和商业情报公司雷斯塔能源的分析数据显示，全球海上油气项目的资源加权布伦特当量盈亏平衡油价平均为每桶油当量 18.10 美元，而已投产的全球陆上项目的盈亏平衡价格为每桶油当量 28.20 美元。正在开发的项目中，全球海上油气项目的盈亏平衡成本低于全球陆上项目。

据路透社报道，目前，由挪威能源巨头 Equinor 牵头的“北湾项目”可能很快就会做出最终投资决定。该项目为深海项目，位于国际水域，需要加拿大根据这个项目的产量向联合国支付矿区使用费。

今年 4 月，这个价值 120 亿美元的深海项目获得了加拿大政府的积极环境评估，预计将在 2030 年前后生产出第一桶原油。除了挪威的 Equinor 公司，bp 公司也看到了北湾项目的潜力，在宣布退出加拿大油砂行业的同时，该公司收购了塞诺佛斯能源公司在北湾项目



35%的股份。bp 公司负责墨西哥湾和加拿大事务的高级副总裁 Starlee Sykes 曾表示：“这是我们在加拿大打造更专注、更有弹性、更有竞争力的业务计划中的重要一步。北湾项目将为我们在纽芬兰和拉布拉多海域的现有投资组合增加相当大的探区和探明储量。”

根据韦斯特伍德全球能源集团公布的数据，预计 2022 年至 2026 年期间，全球海上油气工程、采购和建设的支出将达到 2760 亿美元，比前 5 年增长 71%。韦斯特伍德全球能源集团表示，亚洲、中东和拉丁美洲将主导上述支出。

另外，雷斯塔能源公司还表示，高影响力钻井活动也将卷土重来。该公司的统计数据显示，今年迄今为止，勘探和生产公司已在高影响力井中发现了超过 17 亿桶油当量的储量，几乎是 2021 年全年发现的 4 倍。

雷斯塔能源公司指出，今年高影响力钻井的成功率更高，截至目前，此类井今年的成功率已达 47%，远高于去年 28% 的成功率。“今年钻取的高影响力井成功率大大提高，这对全球能源供应来说是一个良好信号。”（穆紫）

## 我国首套自主研发深水水下生产系统正式投用

### 标志着我国深水油气开发关键技术装备研制取得重大突破

中国能源报 2022.9.19

本报讯（记者吴莉）报道：9 月 14 日，中国海油发布消息，随着位于我国南海莺歌海的东方 1-1 气田东南区乐东块开发项目投入生产，我国自主研发的首套深水水下生产系统正式投入使用，标志着我国深水油气开发关键技术装备研制取得重大突破，对打造自主可控的海洋油气装备体系、保障国家能源安全具有重要意义。

据了解，深水水下生产系统是开发海洋油气资源的重要技术装备，由水下井口、水下采油树、水下控制系统、水下多功能管汇等多种复杂水下结构物组成，在低温高压的深海环境中搭建起能够有序传输传送海底油气物流、液压和电气控制信号、水下生产设施状态信息的“多向通道”。

“深水水下生产系统是挺进深海油气开发综合实力的集中体现，整套系统目前运行状态良好，水下气井产量达到设计目标。”中国海油海南分公司总工程师刘书杰介绍说，中国海油立足国内相关产业实际，依托国家科技专项，牵头与 16 家国内企业及高校开展装备研发制造技术攻关，将海南东方气田群待开发边际气藏作为应用目标，推动国产深水水下生产系统成功研发。

在此之前，我国水下生产系统依赖进口，设备应用面临采办周期长、采购价格高、维修保养难等问题，制约着深海油气资源开发。国产深水水下生产系统的成功研制和应用，可以使很多原本不具备经济效益的深水边际油气藏得到有效开发。

中国工程院院士、中国海油首席科学家、项目经理谢玉洪表示，水下生产系统要在超过 500 米水深的海底稳定生产超过 20 年，对装备的设计能力和建造工艺要求极高。研发团队

经过长期技术攻关，成功掌握了水下生产系统的总体设计、核心零部件国产化制造、装配工艺及海上安装等多项核心技术，该项成果对带动海洋油气装备相关产业发展具有积极意义。

据了解，东方1-1气田东南区乐东块开发项目主要生产设施包括2套水下生产系统、2条油气混输海管和2条复合脐带缆，计划投产4口开发井，高峰日产天然气超120万立方米，将进一步增强环海南岛海洋天然气生产集群的能源保障能力。

## 我国规模最大液化天然气储备基地投产

科技日报 2022.9.27

科技日报北京9月26日电（记者操秀英）记者从中国海油获悉，9月26日，经过16天、6000海里的航行，来自卡塔尔的“阿尔卡莎米亚”号液化天然气运输船抵达江苏盐城。我国规模最大的液化天然气储备基地——中国海油盐城“绿能港”开始接卸首船液化天然气，标志着该项目实现投产。

据介绍，位于盐城市滨海港工业园区的中国海油盐城“绿能港”是国家天然气产供储销体系建设及互联互通重点规划项目，一期工程建造10座大型液化天然气储罐，包括4座22万立方米储罐和6座27万立方米储罐，总罐容达250万立方米，是国内规模最大的液化天然气储备基地。按照年处理能力600万吨计算，每年可减排二氧化碳3764万吨，减排氮氧化物66.8万吨，相当于植树造林8000万棵。

中国海油董事长汪东进表示，该项目的投产对华东地区天然气供应渠道的多元化以及天然气储备调峰保供等都具有重要意义，将极大提升华东地区清洁能源的供应保障能力，助力长江经济带高质量发展。

据悉，随着我国天然气消费量的快速增长，液化天然气产业快速发展，接收站等基础设施建设加速。2006年，中国海油广东大鹏接收站投产，我国液化天然气产业实现零的突破。截至2021年底，我国已建成沿海液化天然气接收站22座，总接收能力9227万吨/年。近10年新建接收站达16座，新增接收能力5917万吨/年，复合增长率达10.8%，建设规模位居全球首位。

液化天然气接收站的大规模快速建设，得益于设计建造技术的自主掌握和我国强大的基础设施建设能力。中国海油气电集团董事长石成刚表示，中国海油在国内率先进入液化天然气领域，自主研发建立了液化天然气接收站智能化新型化、新型低温存储等13大技术体系，掌握了全球最大27万立方米储罐的设计建造能力，为我国液化天然气接收站建设按下了快进键。

## 我国液化天然气储备基地“绿能港”正式投产

中国自然资源报 2022.9.30

本报讯（记者王自堃）9月26日，经过16天、6000海里的航行，来自卡塔尔的“阿

尔卡莎米亚”号液化天然气运输船抵达江苏省盐城市滨海港工业园区。我国液化天然气储备基地——中国海油盐城“绿能港”开始接卸首船液化天然气，标志着该基地正式投产。

当天，在5艘拖轮的牵引下，容量21万立方米的超大型液化天然气运输船“阿尔卡莎米亚”号缓缓靠近码头，船上的液化天然气输送到“绿能港”3号储罐中。该储罐是国内首个正式投用的22万立方米液化天然气储罐，可供650万户家庭1个月的生活使用。

据悉，中国海油盐城“绿能港”位于盐城滨海港工业园区，是国家天然气产供储销体系建设及互联互通重点规划项目。一期工程建造10座大型液化天然气储罐，包括4座22万立方米储罐和6座27万立方米储罐，总罐容达250万立方米，是国内规模最大的液化天然气储备基地。

按照年处理能力600万吨计算，每年可减排二氧化碳3764万吨，减排氢氧化物66.8万吨，相当于植树造林8000万棵。

## 页岩油开发海陆并进

### ——专业人士认为全力推进时要着重考量经济性

中国电力报 2022.9.21

近期，我国页岩油勘探开发领域捷报频传。苏北盆地高邮、金湖凹陷的11亿吨页岩油资源量被激活，我国海上页岩油勘探获重大突破……

页岩油主要指分布在页岩地层孔隙中的石油资源，是典型的非常规油气，也是常规油气的战略性接替领域。与常规油气相比，页岩油的藏油孔隙小到纳米级，采出难度极大。

在此背景下，海陆并进的喜讯传来，也意味着页岩油将在我国提高能源自给率、保障能源安全方面扮演愈加重要的角色。与此同时，中国工程院院士、中海油研究总院副总经理邓运华告诉记者，页岩油开发也要着重考量经济性，探索适用的技术来降低成本。

#### 陆上11亿吨页岩油资源量被激活

近日，中国石油化工集团有限公司（以下简称“中国石化”）新闻办发布，中国石化江苏油田部署在苏北盆地高邮凹陷花庄地区的第二口页岩油探井——花2侧HF井，在阜二段IV亚段新层系取得勘探突破，日产油超30吨、天然气超1500立方米，这标志着中国石化在苏北盆地高邮、金湖凹陷的11亿吨页岩油资源量被激活，将为保障我国能源安全作出积极贡献。

据介绍，花2侧HF井原来是一口开采30多年的老井，为评价该区域的页岩含油性，中国石化江苏油田选取该井进行加深侧钻，进一步证实本区IV亚段也具备页岩油高效勘探开发的条件，为该区进行多层系立体勘探开发奠定重要资源基础。

老井华丽变身页岩油“新兵”的同时，创造了多项纪录。花2侧HF井是首口成功实现利用老井进行小井眼侧钻地质工程一体化突破的探井；顺利完成全电驱压裂施工，这在江苏地区尚属首次，施工作业更加绿色低碳。

中国石化持续加大页岩油勘探开发力度，不断取得重大突破。2021年1月，中国石化勘探分公司在重庆涪陵地区试获高产页岩油气井——泰页1井，初步预测该地区页岩气资源量2000亿立方米、凝析油资源量2800万吨。2021年11月，中国石化胜利油田在东部探区页岩油勘探开发获重大进展，上报首批预测页岩油地质储量4.58亿吨，初步测算该地区页岩油资源量达40亿吨以上，将成为我国东部增储建产的现实接替新领域。

中国石油天然气集团有限公司（以下简称“中国石油”）也不甘落后。7月21~22日，中国石油召开页岩油气开发技术研讨会。“经过十余年攻关，页岩油气展示了巨大的资源潜力，先后取得了一批重要地质认识和重大勘探突破，初步形成和掌握了勘探开发的系列技术，实践探索了各具特色的组织管理模式，为公司多类型页岩油气规模效益开发奠定了坚实基础。”中国石油总经理、党组书记侯启军说。

### 海上页岩油勘探获重大突破

陆上马不停蹄，海洋如火如荼。

近日，中国海洋石油集团有限公司（以下简称“中国海油”）发布消息，我国海上首口页岩油探井——涸页-1井压裂测试成功并获商业油流，标志着我国海上页岩油勘探取得重大突破。

涸页-1井位于南海北部湾海域涸西南凹陷，日产原油20立方米、天然气1589立方米且产能稳定。据测算，涸西南凹陷页岩油资源量达8亿吨，整个北部湾盆地页岩油资源量约12亿吨，展现了良好的勘探前景。

在早期海上油气资源勘探中，中国海油有60多口井曾钻遇油页岩，但是勘探开发面临着埋深大、断裂多、钻井难、海上平台空间小等地质和工程难点，难以实现商业开发。

近年来，随着老油田常规油气开发步入中后期，中国海油将非常规油气勘探开发作为资源接替和稳产增产的重要方向。2020年开始布局海上页岩油勘探，2021年把北部湾涸西南凹陷作为战略突破点。

中国海油湛江分公司总地质师邓勇介绍，在攻关过程中，中国海油项目团队创新“常规与非常规一体化”勘探思路，反复研究涸西南页岩油地质油藏特征，多轮论证工程及压裂可行性，最终优选含油性、可压裂改造性较好的目标区，部署涸页-1井。

邓勇说，针对目标区压裂层砂质条带的地质特点，项目团队采用“高低粘一体化海水基变粘压裂体系+限流射孔+控压返排”特殊压裂工艺释放产能，相继完成了互层型、夹层型两种类型页岩油段测试作业，均获得商业发现。

“海上首口页岩油实现商业油流是海上油气勘探的一个重大突破，实现了用我们自己的装备和技术自主勘探开发我国海上页岩油气资源，拉开了海上非常规油气勘探开发的序幕，资源潜力巨大，为把能源的饭碗牢牢端在自己手里夯实了资源基础。”中国海油勘探部总经理徐长贵表示。

### 降低成本是页岩油开发当务之急

近年来，页岩油开发多次被“点名”推进。2021年1月，国家能源局召开页岩油勘探开发推进会，要求全力推动页岩油勘探开发加快发展。今年1月，《“十四五”现代能源体系规划》发布，要求积极扩大非常规资源勘探开发，加快页岩油、页岩气开发力度。7月24日，国家能源局召开2022年大力提升油气勘探开发力度工作推进会，再次提出大力推动页岩油、页岩气成为战略接续领域，坚定非常规油气发展方向，加快非常规资源开发。

在中国石化江苏石油勘探局党委书记方志雄看来，国际原油市场阴晴不定，降低成本是保证企业生存和能源安全的必由之路。

在此方面，中国石化江苏油田提供了不少经验可供借鉴。例如，中国石化江苏油田在井场的空闲土地上，见缝插针建设了光伏发电和风力发电项目，发电收益可进一步降低页岩油的生产成本。此外，中国石化江苏油田尝试用二氧化碳来替代水，注入老区低渗和特低渗油藏，顶出原油，提高老区采收率。此举不仅保护了水资源，降低了成本，还实现了碳封存，一举三得。

侯启军认为，要深入推进理念变革、技术攻关和管理创新，努力闯出一条具有中国石油特色的页岩油气创新发展和技术突破之路。

“要坚持理念创新，树立系统思维，一切围绕规模效益开发，把方案研究与优化放在首位，建立低成本效益开发学习曲线。要坚持技术创新，推进技术革命，强化基础理论研究和关键核心技术攻关。要坚持管理创新，推进管理革命，大力推行‘一全六化’项目管理模式，实现高质量发展。要坚持安全绿色发展，提升污染治理水平和环境风险管控能力，加大新能源、新技术应用，打造页岩油气绿色低碳转型示范区。”侯启军表示。（曲艺）

## 我国已发现 13 种能源矿产

中国能源报 2022.9.26

**本报讯** 自然资源部9月21日发布的《中国矿产资源报告2022》（以下简称《报告》）显示，我国地质找矿不断取得突破，矿产资源家底进一步夯实。截至2021年底，全国已发现173种矿产，其中能源矿产13种，金属矿产59种。2021年，油气地质勘查在鄂尔多斯、准噶尔、塔里木、四川和渤海湾等多个盆地新层系、新类型、新区勘探取得突破；非油气矿产地质勘查取得重大进展，发现大型矿产地38处、中型34处。

在常规油气勘查领域，《报告》指出，鄂尔多斯盆地中东部首次在盆地盐下高压气藏获高产突破。准噶尔盆地东部阜康凹陷东环带多口探井获高产，展现出阜康凹陷多层系立体勘探潜力。塔里木盆地多口井获高产油气流，富满地区发现3条新富油气断裂带，实现塔北—塔中整体含油连片。四川盆地川中古隆起勘探大规模展开，有望形成万亿立方米规模大气区。渤海海域垦利10-2油气田建成我国海上首个浅层岩性亿吨级大油田。河套盆地兴隆构造带新落实亿吨级优质高效规模增储上产区。

在非常规油气勘查方面，《报告》显示，四川盆地集中评价泸州区块页岩气，新增探明

地质储量 5138 亿立方米、预测地质储量 7695 亿立方米，形成国内首个万亿立方米深层页岩气储量区。鄂尔多斯盆地庆城长 7 油层新增探明地质储量 5.5 亿吨。松辽盆地大庆古龙非常规油勘探取得重要新进展，新增预测地质储量 12.68 亿吨。

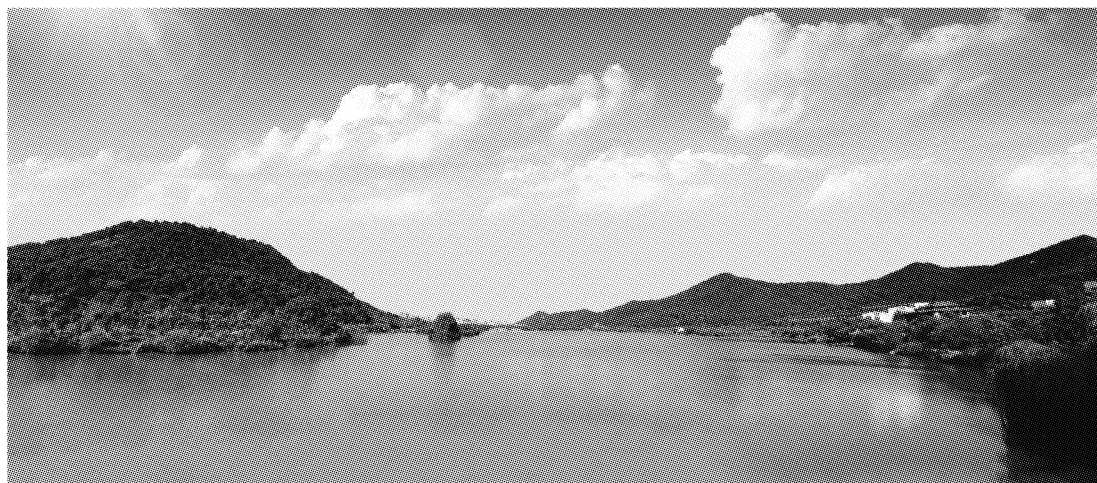
针对能源矿产品生产与消费，《报告》显示，2021 年我国能源生产增速加快，一次能源生产总量为 43.3 亿吨标准煤，比上年增长 6.2%。能源生产结构中煤炭占 67.0%，石油占 6.6%，天然气占 6.1%，“水核风光”等非化石能源占 20.3%。能源消费总量为 52.4 亿吨标准煤，增长 5.2%，能源自给率达到 82.6%。

此外，中国能源消费结构不断改善。2021 年煤炭消费占一次能源消费总量的比重为 56.0%，石油占 18.5%，天然气占 8.9%，“水核风光”等非化石能源占 16.6%。与十年前相比，煤炭消费占能源消费比重下降 14.2 个百分点，非化石能源比重提高了 8.2 个百分点。

2021 年煤炭产量为 41.3 亿吨，比上年增长 5.7%，消费量 42.3 亿吨，增长 4.6%。石油产量 1.99 亿吨，增长 2.1%，消费量 7.2 亿吨，增长 4.1%。天然气产量 2075.8 亿立方米，增长 7.8%，消费量 3690 亿立方米，增长 12.5%。

《报告》同时指出，2021 年发布实施了地质矿产领域国家标准 8 项，行业标准 115 项。其中，围绕提升能源资源保障能力，发布实施了《页岩气资源调查评价技术要求》《煤层气资源评价规范》《陆地油气资源远景区优选技术要求》等 4 项行业标准。服务矿产资源开发与综合利用，发布实施了《矿区水文地质工程地质勘查规范》《煤矿专门水文地质勘查规范》2 项国家标准和《智能矿山建设规范》《固体矿产尾矿分类》《矿山固体废弃物资源化利用指标及计算方法》等 5 项行业标准。同时，加快推进地质勘查行业绿色、可持续发展，发布实施了《绿色地质勘查工作规范》行业标准。

据了解，2021 年我国地质勘查投资增长 11.6%，其中非油气矿产地质勘查投资自 2013 年以来首次实现正增长。（安宁）



## 世界目前最快电动机造出 每分钟十万转 有望解决电动汽车续航难题

科技日报 2022.9.20

科技日报北京9月19日电（记者张梦然）据澳大利亚新南威尔士大学网站报道，该校研究人员开发出一种新型电动机，可实现每分钟100000次的转速。新设计实现的高功率密度可帮助减轻电动汽车重量，从而增加续航里程。

世界各地电动汽车制造商一直在寻找解决电池供电车辆的续航里程难题。其中一种选择是增加电池组的尺寸，但这同时增加了车辆重量，产生更多需解决的问题。另一种选择是减轻电动机的重量，高速旋转的电机可缩小尺寸，这不仅能减轻重量，还可降低能耗，可增加相同电池组的电动汽车续航里程。

电动汽车牵引驱动中使用传统内置式永磁同步电机（IPMSM），其将磁铁嵌入转子中以产生强大的扭矩。现有的IPMSM由于转子中的薄铁桥而遭受低机械强度的影响，这限制了它们的最大速度。研究人员使用了一种新的转子拓扑结构，不仅提高了电机的稳健性，而且还将生产电机所需的稀土材料减少了70%。

新南威尔士大学研究人员使用人工智能辅助优化程序，评估了电、磁、机械和热等各方面性能以优化电动机设计。

团队对90种设计方案进行了评估，然后选择其中前50%来生成新设计，并重复迭代过程，直到达到所需的最佳效果。最后一个电机设计是该程序分析的第120代，最终实现了每分钟100000转的绝对最大速度和每公斤7千瓦的峰值功率密度，是现有层压IPMSM高速记录的两倍，成为有史以来最快的IPMSM。

除电动汽车外，该电机还可用于使用高速压缩机以及高精度数控机床的大型供暖、通风和空调系统，或作为集成驱动发电机部署在飞机发动机内部，为电气系统提供动力。

新电机与现有技术相比还具有显著的成本优势，大多数高速电机使用套筒来加强转子，该套筒通常由钛或碳纤维等高成本材料制成。而新转子具有非常好的机械坚固性，因此不需要套筒，且只使用约30%的稀土材料，成本大幅降低，从而使高性能电机更加环保和实惠。

### 【总编辑圈点】

每个电动车制造厂家都在尝试开发高速电机。电机输出的功率等于转速乘以扭矩，当转速足够高，扭矩便可以小一些。此次电机的设计，借用了人工智能的力量。他们评估了90个设计方案，选择了更有潜力的几十种方案生成设计并迭代，最终研制出最快电机。当然，在真正应用时，并不需要达到这样的高速，可以调整到适合的功率和速度。研究负责人也表示，根据厂商要求对电机进行适应性调整，也只需要半年到一年的时间。这似乎是一项离应用并不太遥远的成果。

# 内蒙古发布固废领域首个地方标准

中国环境报 2022.9.1

**本报讯** 内蒙古自治区首个固废领域地方标准——《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》近日发布，将于今年9月15日起在自治区正式实施。这一标准的发布和实施标志着自治区利用一般工业固体废物回填和生态恢复进入有标可依的新阶段。

据了解，这一标准由包头市生态环境局在开展“无废城市”建设试点工作中总结经验后提出，由生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中国环境科学研究院、内蒙古自治区固体废物与土壤生态环境技术中心、包头市环境科学研究院等7家单位联合研究起草编制。

这一标准适用于利用一般工业固体废物对矿山采坑进行回填和生态恢复过程的环境本底调查、环境风险评估，以及回填和生态恢复的设计、运行和管理；规定了利用一般工业固体废物对矿山采坑进行回填和生态恢复的工作流程、基本要求、本底与固体废物调查、回填要求、生态恢复要求、污染控制要求等内容。

从全国范围来看，这一标准是“无废城市”建设制度和管理上的创新，既能有效提升一般工业固体废物污染防治和资源化利用水平，解决大量采坑开展生态恢复过程中所需充填材料的来源问题，又对一般工业固体废物的合理可控去除、二次污染防治以及采坑区域生态恢复治理具有指导意义。（李俊伟）

# 我国首个百万吨级 CCUS 项目全面建成投产

每年可减排二氧化碳 100 万吨

中国电力报 2022.9.1

**本报讯**（张玉坤 安栋平）8月29日，中国石油化工集团有限公司宣布，我国最大的碳捕集利用与封存全产业链示范基地、国内首个百万吨级 CCUS 项目——“齐鲁石化—胜利油田百万吨级 CCUS 项目”正式注气运行，标志着我国 CCUS 产业开始进入技术示范中后段——成熟的商业化运营。该项目每年可减排二氧化碳 100 万吨，相当于植树近 900 万棵，对搭建“人工碳循环”模式具有重要意义，将为我国大规模开展 CCUS 项目建设提供更丰富的工程实践经验和技术数据，有效助力我国实现“双碳”目标。

齐鲁石化—胜利油田百万吨级 CCUS 项目由齐鲁石化捕集提供二氧化碳，并将其运送至胜利油田进行驱油封存，实现了二氧化碳捕集、驱油与封存一体化应用。该项目覆盖特低渗透油藏储量 2500 多万吨，共部署 73 口注入井，预计 15 年累计注入 1000 余万吨，增油近 300 万吨，采收率提高 12 个百分点以上。

“十四五”时期，中国石化将加大建设力度实现 CCUS 产业化发展。截至目前，中国石化实施二氧化碳驱油项目 36 个，为 CCUS 技术快速发展规模应用奠定坚实基础。“十四五”



时期，中国石化将研究建立碳捕集应用与封存技术研发中心，重点部署 CCUS + 风光电、CCUS + 氢能、CCUS + 生物质能等前沿和储备性技术攻关。另外，中国石化将依托胜利发电厂、南化公司等企业产生的二氧化碳，力争在所属胜利油田、华东油气田、江苏油田等再建设 2 个百万吨级 CCUS 示范基地，实现 CCUS 产业化发展，为我国实现“双碳”目标开辟更为广阔的前景。

## 广东阳江探索海洋综合能源开发新模式

### “海上风电 + 海洋牧场 + 海水制氢”融合项目开工

中国自然资源报 2022.9.19

本报讯（特约记者冯建查）8月31日，随着阳江“海狮5”风电施工船正式启动吊装，作为国内首批海上风电平价示范项目、首个“海上风电 + 海洋牧场 + 海水制氢”融合项目的青洲四 500 兆瓦项目在广东省阳江市阳西县正式开工建设。

据悉，青洲四 500 兆瓦项目位于阳西县沙扒镇附近海域，该项目装机总容量为 500 兆瓦，拟布置 25 台 MySE11 - 230 机组、18 台 MySE12 - 242 机组和 1 台 16.6 兆瓦的漂浮式机组，是目前国内海上风电量产机型中单机容量最大、风轮直径最长的机组，并采取国内首创的漂浮式技术。

根据计划，项目将在 2023 年年底建成投产，每年可提供清洁能源发电量约 18.3 亿千瓦时，在火电机组同等条件下能够节约 57 万吨标准煤，减排二氧化硫 1.1 万吨，减排二氧化碳 140 万吨。

记者了解到，2021 年，广东省印发《促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展的实施方案》，明确要推动海洋综合开发，推动海上风电项目开发与海洋牧场、海水制氢能源岛建设、观光旅游、海洋综合试验场建设等相结合，推进海域立体空间充分利用，助力海洋经济高质量发展。

值得关注的是，为进一步提升海域利用和项目整体效率，该项目拟采用“导管架 + 网衣融合”的创新开发技术，配套建设风电制氢项目，是全国首个“海上风电 + 海洋牧场 + 海水制氢”融合项目。

据项目业主明阳集团披露，该项目基于明阳青洲四某一导管架风机基础，在导管架基础外围利用网衣围成封闭养殖水体，养殖水体约 5000 立方米，拟养殖石斑鱼，年产鱼量约 7.5 万公斤，配置高强度网衣、智能化投喂系统、智能化监控监测系统、自动收鱼系统，具备自动投喂、智能监控监测、自动收鱼等功能，可实现海上渔业养殖的智慧化运营管理和无人值守。

在经济和生态效益方面，导管架网箱融合发展提高了海域空间资源的利用率，同时降低了海域资源开发的成本摊销，具有良好的经济和社会效益。

据初步测算，青洲四单台导管架最大养殖水体可达到 1.8 万立方米，年产鱼量约 27 万

公斤，年产值约 1620 万元，若每台导管架都与网箱养殖结合，相较于单独风电场，自有资金内部收益率可提升约 1.5 个百分点，提升比例约 25%，可明显提升风电场整体收益。

同时，30 米~50 米左右水深的风电场主要以导管架基础为主，导管架网箱融合适宜进行批量化、规模化发展，具有良好的应用空间和前景。

明阳集团海洋技术室主任助理任重进表示，海上风电发展到今天已取得令人瞩目的成就，但也面临着海域利用率、设备利用率偏低的问题，海洋牧场也面临着设备用电问题。把海上风电和海洋牧场融合起来，可以共用同片海域、共用同一支撑基础，提高资源开发效率，降低整个海域资源成本，形成优势互补，解决单一资源开发瓶颈，提高海洋资源开发水平。

## 全球最大海上风电场投运

中国能源报 2022.9.19

**本报讯** 近日，由丹麦风电巨头沃旭能源公司开发的英国 Hornsea Two 海上风电场全容量投产发电。

该海上风电场位于英国北海海域，离岸 89 公里，占海面积 462 平方公里，总装机容量 1320 兆瓦，共安装了 165 台风机。场内集电线路总长 373 公里，送出海缆（含海上无功补偿站连接电缆、登陆后的陆缆）总长为 390 公里。首台风机于 2021 年 5 月完成安装，同年 12 月，海上升压站和海上无功补偿站完工后首次发电。

据了解，Hornsea Two 海上风电场投产后，将成为目前全球最大的海上风电场。此前，位于同一海域的 Hornsea One 风电场为全球规模最大的海上风电场。目前，在该海域还在建设 Hornsea Three 风电场，该风电场设计装机量为 2.8 吉瓦，建成后有望成为新的全球最大海上风电场。（穆紫）

