

能 量 转 换

剪 报 资 料

总 58 期
10/2022.10

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. 让新能源发得出供得上用得好	5
2. 中国技术助以色列向清洁能源转型	7
3. 以基地化思维推动新能源替代行动	9
4. “十四五”能源重点领域投资或同比增 20% 以上	10
5. 配电网规划要优化 数字化技术不可少	12
6. 外媒述评：中国推动绿色发展惠及全球	14
7. 联合国敦促全球能源体系“彻底转变”	15
8. 科技成果“转”出新动能	16
9. 能源利用正在迎来历史性转折	18
10. 当数字化遇上能源	19
11. 中企在约旦荒漠中释放绿色动能	21
12. 全面提升电力系统资源优化配置能力	23
13. 优化结构，能源创新点亮美好生活	25
14. 加快实现生态环境治理体系和治理能力现代化	27
15. 增强工业绿色转型动力	33
16. 中欧绿色经济合作成果丰硕	34
17. 巩固提升 构建农村新型电力	36
18. “十四五”新能源迎来“风光”开局	41
19. 加快多能互补新能源体系建设	43
20. 加快建设能源互联网 助力提升我国能源安全韧性	45
21. 书写能源绿色发展的时代答卷	53

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 中国大力发展新型储能系统	56
-----------------	----

2. 在这里，军事能源保障新格局正在形成	57
3. 4. 16 电子伏特！新型硅带隙创世界纪录	58
4. 中国积极推进甲醇燃料发展	59
5. 新钙钛矿电池连续发电逾千小时	60
6. 铝电池或成新能源储能优选方案	61
7. 世界单机规模最大、效率最高先进压缩空气储能电站并网发电	63
8. 全球最大规模盐穴压缩空气储能示范工程开工	64
9. 戴姆勒与沃尔沃联手推出长寿命燃料电池	64
10. 海藻钠电池可充电千次以上	65
11. 国内首座 35 千伏/5 兆瓦碳化硅柔性变电站投运	66
12. 海底一万米，供电“无压力”	66
13. 广东省发布“十四五”节能减排方案	68
14. 从“零”开始 城市“电力银行”开张了	69
15. 世界首台 70 万千瓦超超临界循环流化床锅炉方案过审	71
16. 新型储能市场接受度日益提高	71
17. 别让热泵“冷”下来	73
18. 高抗一氧化碳毒化燃料电池阳极催化剂研制成功	74
19. 山东启动风光储能 + 大数据中心建设	75
20. 攻下金属板燃料电池产业化重要“城池”	75
三、碳达峰、碳中和	
1. 让绿色低碳消费成全民风尚	78
2. 建材业绿色低碳水平全面提升	79
3. 建立引领绿色低碳转型的能源标准体系	81
4. “双碳”背景下加强资源节约和生态环保的思考	82
5. 提升“双碳”标准国际化水平刻不容缓	84
6. 绿色低碳循环现代产业园加速崛起	85
7. 探索绿色低碳高质量发展路径	89
8. 标准化推进碳汇能力巩固提升	91
9. 聚焦“双碳”战略目标 提高绿电消纳能力	93
10. 坚持低碳转型发展	94
11. 创新技术路线 突出能源低碳化	94
12. 谋划绿色低碳发展场景助力科技强国建设	95
13. 全国碳市场累计成交额达 85.8 亿元	97
14. 碳减排标准体系建设提速	98

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

1. 找到封存二氧化碳的适宜场地·····	100
2. 加快构建废旧物资循环利用体系·····	100
3. “地沟油”变身航空燃料·····	101
4. 稀土废渣作催化剂，低本高效治理大气污染·····	102
5. 废弃砖土变废为宝 建筑降碳大有可为·····	104
6. 日欲变下水道污泥为肥料·····	106

五、太阳能

1. 港媒报道：中国太阳能电池热销欧洲·····	107
2. 法国太阳能装机容量超 1500 万千瓦·····	108
3. 用阳光淡化海水成现实·····	108
4. 印度批准光伏组件大规模生产激励计划·····	110
5. 新型透明导电薄膜助推有机光伏发展·····	110
6. 广州 2025 年光伏装机达到 100 万千瓦·····	112
7. 光伏电站运维升级正当时·····	113
8. 全球首个超高海拔光伏实证基地投产·····	115
9. 光伏海外市场“带货”动能强劲·····	116
10. 欧盟委员会批准成立太阳能光伏产业联盟·····	117
11. 我国大丝束碳纤维实现规模化生产·····	118

六、地热能

1. 掀开陇原大地低碳能源一角·····	119
----------------------	-----

七、海洋

1. 夯实“可燃冰”开发的基石·····	121
2. 海洋能发电装置检测要素获国家资质认定·····	121
3. 推进海洋经济高质量发展·····	122

八、氢能

1. 我国在运燃机实现 30% 掺氢燃烧改造和运行·····	123
2. 全球首套万吨级绿氢流化床高效炼铁示范项目开工·····	123
3. 供需两旺，氢能产业冲劲十足·····	124
4. 石油巨头“大手笔”布局新能源产业·····	126
5. 揭示氢键在光催化醇偶联反应中的作用·····	127
6. 非化工园区可建制氢加氢一体站·····	128
7. 我国绿氢制备研究取得关键突破·····	129
8. 光催化高效水电解制氢技术出现·····	130

9. 我国电解水制氢装备加速升级换代·····	131
10. 黄埔将打造全球首个无人驾驶氢能汽车示范区·····	132
11. 希腊拟规模化开发光伏制氢项目·····	134
九、风能	
1. 拓宽中国风电创新之路·····	135
2. 低成本“风力收割机”可将微风变电能·····	137
3. 明阳智能“双头”漂浮式风机问世·····	137
4. 中国“大风车”助力泰国绿色转型·····	138
5. 风机叶片回收市场升温·····	140
6. 全球首例漂浮式风渔融合平台设计通过审查·····	141
7. 海上风电：长坡厚雪，未来可期·····	142
8. 英国浮式海上风电技术研发取得新进展·····	144
十、核能	
1. 扎实推进核安全文化建设·····	144
2. 东北首个核能供暖项目即将启动·····	146
3. 张掖实现辐射环境监测点位全覆盖·····	148
4. “将太阳装进瓶子”梦想能实现吗？·····	149
5. 我新一代核聚变装置创造运行新纪录·····	152
十一、其他	
1. 构建新型电力系统绕不开煤电·····	152
2. “整体开发”引领海上油田高质量发展·····	154
3. 多维发力基础设施建设 保障“人人享有电力”·····	157
4. 我国勘探发现首个深水深层大气田·····	158
5. 实现从能源装备大国到能源科技强国的跨越需久久为功·····	159
6. 挺进深地挖掘油气潜能·····	160
7. 我国页岩气超长水平井钻探获重大突破·····	161
8. 页岩气勘探开发挺进深层“粮仓”·····	162
9. 我国深水油气装备再获突破·····	164
10. 用时6.25天完钻周期破纪录·····	165
11. 深水领域成为全球油气勘探发现主战场·····	166
12. 新政加强油气开发项目备案管理·····	167

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

让新能源发得出供得上用得好

人民日报 2022.10.7

近年来，我国以风电、光伏发电为代表的新能源发展成效显著。截至2021年底，风电、光伏发电装机规模均占全球发电装机的1/3以上，分别连续12年、7年稳居全球首位。

习近平总书记指出，要加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。新能源供给消纳体系建设进展怎么样？下一步如何规划？记者进行了采访。

新能源供给消纳体系有助于提升能源安全保障能力、推动绿色低碳发展

张北一场风，从春刮到冬。位于河北省的张北地区风能、太阳能资源丰富，通过张北柔性直流电网工程，每年可向北京输送约140亿千瓦时绿色电力，约占北京年用电量的1/10。

具有波动性、间歇性的“风光”资源，如何稳定地“点亮北京的灯”？“张北柔直工程由两个送电端、一个调节端、一个接收端，组成了一张‘口’字形的网。”国网冀北超高压公司特高压交直流运检中心副主任李振动介绍，调节端接入丰宁抽水蓄能电站，就像一个超级“充电宝”，一次最大储能近4000万千瓦时，当送出电量有余时，可借助电能将水抽至上水库储存；电量不足时，则可放水发电。

今年以来，我国新能源装机规模稳步扩大。截至7月底，风电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长17.2%；光伏发电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长26.7%；二者合计占全国发电总装机的28%左右。同时，新能源消纳利用水平不断提升。上半年，全国风电、光伏发电平均利用率分别达到95.8%、97.7%，12个省份“风光”利用率达到100%。

新能源供给消纳体系有什么特点？可以用“三个明确”来概括。国家能源局有关负责人介绍，一是明确了既要发挥风电光伏等新能源清洁替代、引领能源低碳转型的作用，也要发挥好煤电支撑调节、安全保障的作用；二是明确了发挥好特高压输变电线路作为跨省区资源配置载体重要功能，既推动西部地区新能源的基地化、规模化开发，也为东部地区实现碳达峰碳中和提供坚强支撑；三是明确了新能源供给和消纳两位一体、不可偏废，既要持续增强新能源供给能力，确保“发得出”，也要加快新型电力系统建设，确保“用得上”。

该负责人说，加大力度规划建设新能源供给消纳体系，有助于提升能源安全保障能力。当前我国油气对外依存度较高，局部时段、局部地区电力供应还比较紧张。新能源资源潜力大、开发成本低、竞争优势明显，推动新能源“立住、立稳、立好”。

近年来，我国新能源开发利用成本不断下降。以光伏为例，目前平均造价约为每千瓦4000元，仅为2010年的20%左右。2021年，除户用光伏外，新增陆上风电、光伏发电上网电价与燃煤发电标杆电价持平。此外，新能源产业国际竞争优势持续巩固，光伏产业为全球市场供应超过70%的组件，风电机组产量占据全球2/3以上市场份额。

规划建设新能源供给消纳体系，也是持续改善生态环境、推动绿色低碳发展的迫切需要。2021年，我国风电、光伏等可再生能源开发利用规模相当于7.53亿吨标准煤，减少二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物排放量分别约20.7亿吨、40万吨、45万吨，减污降碳成效显著。

新能源大规模高比例发展需要电网输配以及其他电源、储能的协同支撑

新能源大规模高比例发展的综合效益巨大，但要立得住、立得稳、立得好，还需要电网输配以及其他电源、储能的协同支撑。“电力作为一种特殊商品，供需需要实时平衡。只有供给和消纳双管齐下、整体谋划，才能切实推动新能源大规模、高比例、市场化、高质量发展。”国家能源局有关负责人说，新能源供给消纳体系是一个系统性概念，需要立足全局、通盘考虑。

——充分发挥风光大基地的“主力军”作用，确保新能源“发得出”。目前，以沙漠、戈壁、荒漠地区为主的第一批大型风电光伏基地约1亿千瓦项目已全部开工，第二批基地项目正在积极推动前期工作、部分已开工，第三批基地项目也在组织谋划中。

据介绍，接下来将坚持以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字弯、冀北、松辽、新疆、黄河下游等七大陆上新能源基地；依托西南水电基地调节能力和外送通道，统筹推进川滇黔桂、藏东南两大水风光综合基地开发建设；推动近海规模化开发和深远海示范化开发，重点建设山东半岛、长三角、闽南、粤东、北部湾五大海上风电基地集群。

——配套建设输电通道和调峰能力，助力新能源“供得上”。我国风光资源大部分分布在“三北”地区，而用电负荷主要集中在中东部和南方地区，由此带来的跨省区输电压力较大；再加上风电、光伏发电具有较大波动性，对于输电通道和调峰能力的配套建设，提出了更高要求。

存量方面，现在已建成的部分输电通道，利用率还没有完全达到设计水平，需要进一步提升利用率和新能源电量占比。增量方面，要优化新建通道布局，根据《“十四五”可再生能源发展规划》，新建输电通道可再生能源电量占比原则上不低于50%。电力规划设计总院院长杜忠明说，同时，还要加强调峰能力建设，抽水蓄能电站建设工期较长，要在抽水蓄能电站应建尽建、应投尽投的基础上，同步推进火电灵活性改造、新型储能、负荷侧调节等其他调峰手段。

近年来，我国坚持综合施策，电力系统调节能力得到提升。在电源侧，累计完成煤电机组灵活性改造约1.5亿千瓦，提升系统调节能力约3000万千瓦；积极推进抽水蓄能建设，截至2021年底装机总量达3600万千瓦。在电网侧，累计建成33条交直流特高压线路，“西电东送”规模超过2.9亿千瓦。在负荷侧，深入挖掘需求响应潜力，提高了负荷侧对新能源的调节能力。

——建立分布式新能源供给和消纳融合体系，推动新能源“用得好”。光伏屋顶、光伏

幕墙、渔光互补电站……2021年，我国分布式光伏新增约2900万千瓦，约占全部新增光伏发电装机的55%，这是历史上首次突破50%。

“立足分布式能源离负荷近、不需要通过大电网远距离输送的实际情况，必须既重视主网架的建设，提升区域电网灵活柔性互联水平；同时也要注意分布式智能电网的建设，实现新能源供给和消纳的集成耦合，提高自主平衡能力。”水电水利规划设计总院院长李昇说，要坚持集中式与分布式并举、就地消纳与外送消纳并举，在中东南部地区重点推动分散式风电、分布式光伏发电就地就近开发，促进新能源发电多场景融合开发，推动更多的能源电力“消费者”向“产消者”转变。

将从政策、技术、机制等环节全方位推进新能源供给消纳体系建设

根据规划，“十四五”期间，我国风电和太阳能发电量要实现翻倍；到2030年，我国风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。

国家能源局有关负责人介绍，从以化石能源为主的能源结构向新能源供给消纳体系逐步转变是一项系统重塑工程，还存在多方面的制约因素：一是将新能源转化为稳定电力供应的技术体系尚未形成。二是新型储能和抽水蓄能形成支撑能力还需时间积累。三是与可再生能源发展水平相适应的新工业体系刚刚起步。四是现行体制机制尚不适应新型电力系统模式创新。

下一步，国家能源局将组织有关机构和部门，采取有力措施，从政策、技术、机制等环节全方位推进新能源供给消纳体系建设。其中，将加强土地、资金等要素支撑，为推动大型风光基地建设提供政策支持；针对特高压输电、大电网安全、新能源并网消纳等关键核心技术，以及综合能源服务、能源大数据等新业态新模式开展深入研究，为规划建设新能源供给消纳体系提供技术支撑。

同时，将加强政策体系和体制机制建设。落实好新增可再生能源消费不纳入能源消费总量控制，进一步健全可再生能源电力消纳保障机制。稳妥推动新能源参与市场交易机制，统筹推进绿色电力交易和绿证交易。

完善电力辅助服务市场机制方面，中国电力企业联合会规划发展部副主任张琳建议，通过加大有偿调峰补偿力度，系统推进煤电灵活性改造，合理分摊疏导系统性成本；尽快明确可中断负荷、虚拟电厂等辅助服务市场主体地位和准入条件等举措，为新能源高质量发展创造条件。（丁怡婷）

中国技术助以色列向清洁能源转型

——探访中企承建以色列最大抽水蓄能电站

参考消息 2022.10.13

10月的以色列东北部夏意仍浓，正午气温高达三十六七摄氏度。炎炎烈日下，一群中国建设者们正恪守岗位、高效施工，为推动当地电力结构向清洁能源转型贡献着中国力量。

这是由中国电力建设股份有限公司总承包建设的以色列规模最大的抽水蓄能电站项目，总装机容量预计达 344 兆瓦。项目毗邻约旦河谷，机组位于海平面以下 275 米，完工后将成目前全球海拔最低的抽水蓄能电站。

实用的“巨型充电宝”

以色列国土面积狭小，自然资源匮乏，近年来高度重视新能源发展，大力推进能源多元化战略。2022 年以色列环境部公布了新的可再生能源路线图，致力于到 2030 年实现可再生能源发电占比 40% 的目标。在 2020 年公布的数据中，这一指标尚不到 7%。

“抽水蓄能电站利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库，在电力负荷高峰期再放水至下水库发电，是一种经济高效、性能稳定的储能方式。”项目总经理韩宏伟介绍说，通过发电与抽水交替运行，可实现电力系统功率的调峰填谷，提高电力系统运行的稳定性。

不少业内人士将抽水蓄能电站形象地比喻为一个“巨型充电宝”，实用性较强。据国际水电协会（IHA）发布的“2021 全球水电报告”，截至 2020 年底，全球抽水蓄能装机规模为 1.59 亿千瓦，占储能总规模的 94%。

韩宏伟说，以色列属于发达国家市场，行业相关标准与欧洲保持一致。因此，对于不少“出海”的中资企业而言，以色列是打开发达国家市场的一扇窗。由于淡水资源匮乏，以色列在抽水蓄能电站建设方面经验尚为不足，这一项目带来了成熟的中国经验、先进的中国技术，将为当地提供优质电力、保障供电稳定。

技术难题逐一攻克

上下两个水库为抽水蓄能电站的关键组成部分。近日，位于海平面以下 236 米的下水库主体全线完工，20 多万平方米的白色防渗土工膜在山野之中格外亮眼。

站在崭新的下水库旁，敖国辉和同事们心中充满自豪。一片荒地变成库容 316 万立方米的水库，凝聚了太多人的心血。据他介绍，项目位于东非大裂谷北延伸段末端、海平面以下，特殊的地理位置让施工充满挑战。“第一，由于地势低、地下水位高，开挖过程中渗水考验严峻；第二，水库所在位置地质板块活跃，对地震烈度设计要求高；第三，地质勘探发现下水库大部分土料为湖相沉积形成的泥灰土，为不良筑坝材料；第四，由于淡水资源严重匮乏，以色列相关部门对整体库盆渗漏要求极为苛刻……”三年前初到项目上时面临的一个个难题，敖国辉仍历历在目。

办法总比困难多，工程师们迎难而上。在集思广益、反复论证后，复杂的技术难题被纷纷攻克，合适的施工方案逐一落实。

谈起一系列创新操作，敖国辉对记者如数家珍：沿边坡增设了多道反滤截水槽，将地下渗水引排至反抽井内，有效解决了开挖渗水问题；首次引入全库盆 2 毫米厚的土工膜防渗体系，满足了严苛抗渗指标；创新的“金包银”的结构理念，完美解决了土料缺口问题，达到了使用平衡；在北侧高筑坝区的背坡有意增加道路填筑体量，有效保障坝体的安全稳定。

中国工艺获得赞誉

扎根项目三年多来，敖国辉一直没有回国休假，每每提起家人便心生愧疚，而项目上这样的员工还有很多。

像全球各地的中国建设者们一样，他们克服技术难题、文化差异、疫情困难，在业界赢得中国质量、中国速度的良好口碑。

据韩宏伟介绍，项目执行团队700余人，来自中国、法国、德国、南非、印度、摩尔多瓦等17个国家。虽然文化背景和专业领域不同，但大家充分发挥自身优势、密切配合，在多元文化中建立起了有效的沟通机制。

深深的地下隧道与地面相比更加闷热，海平面以下275米的电机机组就在这里。记者遇到了负责安全生产工作的阿拉伯人易卜拉欣·蒙德，他正与中方员工认真沟通工作细节。他说，与中国团队合作五年多来自己收获满满，尤其是正井法施工工艺方面，精湛的中国工艺令他受益良多。

说起中国建设者们，负责现场执行工作的犹太工程师耶胡达·阿罗诺夫不禁竖起了大拇指。“如果不是中国企业在这里施工，项目进展根本不会这么快、质量也不会这么好。”（王卓伦 张天朗）

中国电建首席技术专家彭程：

以基地化思维推动新能源替代行动

中国能源报 2022.10.10

本报讯 日前，中国电力建设集团有限公司首席技术专家、水电水利规划设计总院专家委员会主任彭程在央企智库沙龙暨第三届“六铺炕能源论坛”上表示，电力央企应聚焦基地式开发，规划先行，从大基地孵化小基地，实现投资、建设、运营一体化。

彭程表示，能源危机和地缘政治对全球能源转型提出了迫切需求，国际能源局势变幻对我国能源安全有重要启示，首先就是能源的饭碗必须端在自己手里。“立足我国富煤贫油少气的能源资源禀赋，碳中和指引下的清洁能源发展战略，是能源转型和能源安全的关键。”

彭程认为，要贯彻“先立后破”的总方针，协调好能源安全保供与“双碳”目标的关系，“一立”新能源快速发展，以基地式集约化开发为主体，协同推进分布式新能源，“二立”调节性煤电适度发展和煤电的灵活性改造，立足以煤电为主的基本国情，在一定时期内仍然发挥其电力系统安全稳定压舱石作用；“三立”水电和抽水蓄能的储能调节功能，推动水电扩机和流域水风光一体化综合能源基地建设，加快抽水蓄能发展；“四立”新型储能、新型电力系统新技术、新产业、新业态，以能源革命倒逼能源相关产业转型，拉投资稳增长。

站在新时代的起点上，立于“十四五”开局之年，我国能源绿色低碳转型趋势明确，安全降碳主线清晰，电力央企决策者应敏锐嗅觉，着眼长远，把握当下，寻找企业发力点。彭程认为，要把握“十四五”能源电力转型发展重要窗口期，同时着眼集约化开发，以基

地化思维入局，全面推动新能源替代行动。

彭程表示，沙漠、戈壁、荒漠风光基地开发开创了政府主导规划，以电力央企为主力，基地式集约开发的新局。以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地，项目呈现集群特点，鼓励千万千瓦级规划建设、一体化主体牵头投运，提倡基地与调节电源、外送通道，“三位一体”同步建成投产。基地式集约化开发模式正处在积极探索形成阶段，并将成为未来新能源开发的重要趋势。

在彭程看来，电力央企应聚焦基地式开发，“十四五”要着力规划先行，从大基地孵化小基地，小基地整体核准，实现投资、建设、运营一体化。要把握“小基地”的基本特点：其一有规模效应；其二形态上实现多能互补、源网荷储协同；其三多能源品种呈现整体经济性。

彭程认为，电力央企要大力推动流域综合能源基地建设，包括积极实施水电战略项目开发，推进水电转型发展，推动流域水风光互补基地规划建设，关注流域综合管理与运营。

“在新型电力系统中，水电的功能定位从以电量为主、兼顾容量调节，转变为以容量调节为主、支持新能源消纳、满足电力系统调峰调频储能需求。与此相适应，电力央企有必要盘活已有水电资产，挖掘水电长周期储能功能潜力，进一步谋划水电扩机、增设可逆机组，提升服务电网容量效应，引领水电二次开发。”彭程说。

“伴随新能源的快速发展和能源革命向纵深推进，装备制造亦将有深刻变局，电力央企可通过落实产业联盟等组织形式，总体策划、尽早布局，协同有序推进新型装备集约化制造，实现电力装备制造业集群化高质量发展。”彭程认为，电力央企应关注新能源发展多元业态，有所为有所不为，选择适应自身发展的方向，有重点地定向推动。同时，应关注装备制造的协同落地。（冯坤）

“十四五”能源重点领域投资或同比增 20% 以上

中国能源报 2022.10.10

本报讯（记者姚金楠）报道：国家能源局规划司副司长宋雯日前在国家发改委召开的重大基础设施建设专题新闻发布会上介绍，国家发改委、国家能源局正在加快“十四五”规划的重大项目建成投产，积极拓展有效投资空间，预计“十四五”期间能源重点领域投资较“十三五”增长 20% 以上，为扩大有效投资、促进经济平稳运行提供强劲动力。

宋雯指出，我国目前已成为世界能源生产第一大国，构建了多元清洁的能源供应体系，形成了横跨东西、纵贯南北、覆盖全国、连通海外的能源基础设施网络，有力保障了经济社会发展用能需求，主要体现在四个方面：

一是保障能源供应的基础设施更加完善。建成全球规模最大的电力系统，发电装机达到 24.7 亿千瓦，超过 G7 国家装机规模总和；35 千伏及以上输电线路长度达到 226 万公里，建成投运特高压输电通道 33 条，西电东送规模接近 3 亿千瓦，发电装机、输电线路、西电东

送规模分别比十年前增长 1.2 倍、0.5 倍、1.6 倍。油气“全国一张网”初步形成，管网规模超过 18 万公里，比十年前翻了一番，西北、东北、西南和海上四大油气进口战略通道进一步巩固。十年来，能源生产以年均约 2.4% 的增长支撑了国民经济年均 6.6% 的增长，能源自给率长期稳定在 80% 以上。

二是促进绿色转型的能源基础设施加快建设。可再生能源发电总装机突破 11 亿千瓦，比十年前增长近 3 倍，占世界可再生能源装机总量的 30% 以上。水风光、生物质发电装机规模和在建核电规模稳居世界第一。建成充电基础设施约 400 万台，形成全球最大规模的充电网络。累计建成加氢站超过 270 座，约占全球总数的 40%，位居世界第一。非化石能源消费量占世界总量的近 1/4，居全球第一。

三是能源民生基础设施实现普惠化。城乡终端用能电气化水平十年来从 22.5% 提至 27%，人均用电量超过英国、意大利等国家。十年来国家下达农网改造投资超 4300 亿元，先后实施无电地区电力建设工程和农网改造升级，大电网覆盖到所有县级行政区，实现了村村通动力电，农网供电可靠率达到 99.8%。全面完成光伏扶贫工程，累计建成装机 2636 万千瓦，惠及 10 万个村、415 万贫困户。因地制宜实施取暖设施改造，北方地区清洁取暖率达到 73.6%。

四是新型能源基础设施蓬勃发展。能源基础设施数字化智能化水平持续提升，智能电网加快建设，2021 年配电自动化覆盖率超过 90%；智能化煤矿建设加速，已建成 800 余个智能化采掘工作面；建成多个 5G+ 智慧火电厂，生产物联网系统覆盖众多油气田；新型储能多元化快速发展，规模超过 400 万千瓦。

针对当前和今后一段时间能源基础设施的高质量发展，宋雯表示，将重点从三个方面予以推动：

一是加大新型电力基础设施建设力度。实施可再生能源替代行动，稳步推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地、西南水电基地以及电力外送通道建设，可再生能源电量输送比例原则上不低于 50%。推进一批水电、核电重大工程建设，2025 年常规水电、核电装机容量分别达到 3.8 亿、0.7 亿千瓦左右。深入实施煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，推动碳捕集利用和封存技术（CCUS）示范应用。优化充电基础设施布局，推动新能源汽车与电力系统融合发展，鼓励开展有序充电、电动汽车向电网送电（V2G）等技术应用示范。

二是强化能源安全保供基础设施建设。加快提升网间电力互济能力，到 2025 年西电东送能力达到 3.6 亿千瓦以上。增强油气供应能力，完善原油和成品油长输管网体系，加快天然气管网建设和互联互通，拓展西气东输、川气东送等干线通道及南北联络线，2025 年全国油气管网规模达到 21 万公里左右。建设山西、蒙西、蒙东、陕北、新疆五大煤炭供应保障基地，夯实煤炭煤电兜底保障基础。

三是推动能源基础设施数字化智能化升级。加快建设智慧能源系统，开展电厂、电网、

油气田、油气管网、煤矿、终端用能等领域智能化升级；建设智能调度体系，实现源网荷储互动、多能协同互补，以及用能需求智能调控，着力提升能源系统效率；建设智慧能源平台和数据中心，推进“智慧风电”“智慧光伏”等示范工程建设。

配电网规划要优化 数字化技术不可少

中国能源报 2022.10.10

广州供电局联合华为公司在国内首次创新性设计出“5G+微波自组网”输电线路智能巡检解决方案。安装智能设备后，山林中无信号区域的输电线路可实现视频实时回传，实现电网输电线路视频监控全覆盖。图为运维人员上塔安装智能设备。

在碳达峰碳中和国家战略性减碳目标引领之下，作为现代能源系统的中心，电力系统承担着能源转型主力军的作用。新型电力系统的构建成为现代能源系统转型的关键。

配电网涵盖电能汇集、传输、存储和消费的全部环节，具备能源互联网全部要素，是发展新业务、新业态、新模式的物质基础。配电网直面终端用户，是服务民生的重要公共基础设施，也是保证供电质量、提高电网运行效率、创新用户服务的关键环节。

配电网规划面临三重挑战

近年来，全球范围内数字经济高速发展，物联网、人工智能、机器学习、区块链等新兴技术加速革新，以数字化转型和能源革命相互融合、并行推进的发展方向成为未来能源行业发展的主旋律主路径。

当前，研究传统配电网规划方法主要依托传统人工线下方式进行，缺乏数字化技术支撑，导致规划效率相对较低。与此同时，传统配网规划工作在大多数情景下局限于电力行业内部，无法与城市规划工作进行高效互动配合，因而产生电网规划与城市发展相脱节的现象。再者，随着新能源的大规模发展和大范围应用，风、光、水等可再生能源亟需纳入统一的电网规划中，充分消纳清洁资源，助力碳达峰碳中和目标的实现。眼下，配电网规划面临的挑战主要体现在以下三个方面：

一是跨领域数据的融合与建模。配电网规划既涉及电网拓扑、资源等电网数据，也涉及政府控规、招商引资等外部信息，如何将跨领域多源数据引入配网规划并加以充分利用，是配电网规划工作的一大难点。

二是面向高渗透率新能源的城市配电网规划。新规划既要考虑新型电力系统特征，也要结合特大城市电网发展特点。在高渗透率新能源接入情况下，城市配电网的规划不仅受规模性新能源集群的时空分布特性影响，还受区域发展、城市空间、社会网络特征等因素制约，城市配电网规划难度也随之增加。

三是数字化技术在城市配电网规划中的应用。数字化技术的发展提供了丰富的数据，仅仅依靠传统人工分析方式难以挖掘海量数据信息进而开展精细化城市配电网规划。在已有基础上充分结合新型电力系统发展趋势，研发数字化辅助决策工具，是当前配电网规划中亟需

攻克的关键技术。

全流程数字化规划体系优势明显

为从根本上解决传统配电网规划中出现的供电范围划分不合理、网络结构不清晰、规划深度不足等问题，在数字化转型的新形势下，需要加强配电网与数字化基础设施的融合发展，进一步应用先进能源电力技术和网络通信、控制技术，提升配电网数字化、自动化、智能化水平，不断拓展多能耦合互补、多元聚合互动的深度和广度，构建“运行—规划—设计—建设—运行”的全流程数字化规划体系。全流程数字化规划体系的构建具体体现在架构体系研究、一体化建模研究、规划方法研究、辅助决策研究四个方面：

在架构体系方面，需要深入分析配电网全流程数字化规划的技术需求，构建面向新型电力系统的配电网全流程数字化规划的总体技术架构，形成全流程数字化多能协同规划辅助决策方法，建立兼具科学性、前瞻性、系统性和可行性的电网数字化发展新视角和新思路。

在一体化建模方面，在结合“南网智瞰”统一地图服务、“数字政府”服务基础之上，基于“数字政府”中土地出让信息、建设工程规划许可证、建设工程施工许可证等政府规划信息，融合“南网智瞰”中电网拓扑关系、电网运行信息以及电网地理信息等电网规划数据，风、光、水能等各类能源的出力数据等综合能源数据，对多数据源进行关联建模，构建地理、物理、管理数据融合一体化模型，研究纳入风、光、水能等综合能源数据的跨领域配电网规划数据融合方法，形成电网规划数据、综合能源数据与城市规划数据的一体化建模方法体系。

在规划方法方面，通过对接“南网智瞰”，实现对电网网架结构的全时空分区管理，通过对接“数字政府”，实现电网规划与城市规划有效互动，根据不同区域的发展规划、城市空间以及社会网络特征态势，结合多源数据融合和数据预测方法，进行区域与城市空间的划分，在区域级下构建多类型负荷和新能源出力的时空分布特性模型，并考虑区域间源荷平衡关系，建立高比例集中式、分布式新能源消纳的概率平衡模型。在考虑负荷需求、源荷平衡、城市规划、地理位置等条件限制下，构建配电网分区选址定容规划模型，并从用户供电率、经济成本、新能源消纳率以及可靠性角度建立规划评价指标考核体系。在算法层面上，使用数据驱动的方法对数据层中的基础数据进行预处理与挖掘建模，基于政府控规信息实现分地块负荷测算和饱和负荷测算结果校验。通过对负荷与新能源时空分布特征的提取，分析各区域间新能源出力特性、负荷特性的差异性，结合区域发展、城市空间与社会网络特征因素，通过特征处理与特征选择的过程，对规划区域内的用户进行聚类，划分出不同区域与城市空间，精细化分析不同类型地区用户的用电需求。此外，基于电网规划数据、综合能源数据以及城市规划数据，进行能流计算，并考虑新能源出力不确定性下的概率能流计算过程。

在辅助决策方面，形成基于数字优化的综合能源系统多能协同规划辅助决策方法，实现对各类能源物理特性的差异化管理，建立综合用能标准和多能协同规划辅助决策体系。用能标准和多能协同规划决策体系再辅以城市能源精细化管理，基于数字化规划、数字化设计、

数字化交付流程，探索“运行—规划—设计—建设—运行”的全流程数字化规划建设体系。

最终，基于“南网智瞰”等统一地图与“数字政府”的服务实现规划过程的可视化展示。其中，“南网智瞰”将实现“一图三态”：通过对历史态、现状态、规划态的电网运行数据可视化，实现对电网架结构的全时空管理。对接“数字政府”，实现土地出让信息、建设工程规划许可证、建设工程施工许可证等政府规划信息在 GIS 图上的可视化。建立规划、营销联动的可视化政务信息展示，实现电网规划与城市规划的同步更新和有效互动。

目前，数字产业正在成为经济转型升级的新引擎，以数字化转型为载体驱动能源行业改革性变革以及推动能源行业低碳绿色发展，既是现实迫切需求，也是行业发展方向。构建“运行—规划—设计—建设—运行”的全流程数字化规划建设体系，必将推动现代能源系统转型发展，为实现“双碳”目标提供积极赋能。（伍衡）

外媒述评：中国推动绿色发展惠及全球

参考消息 2022.10.17

【路透社北京 10 月 16 日电】中国国家主席习近平今天在中共二十大开幕会的报告中说，中国将推动绿色发展，促进人与自然和谐共生，尊重自然、顺应自然、保护自然，是全面建设社会主义现代化国家的内在要求。

习近平说：“生态文明制度体系更加健全。”他承诺“基本消除”重污染天气，加强土壤污染源头防控。

习近平说：“生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化，我们的祖国天更蓝、山更绿、水更清。”

扭转数十年经济快速增长造成的负面影响是习近平执政十年期间的主要政策目标之一。低碳增长也成为中国提高国际声望和领导“全球绿色工业革命”的关键。

习近平对代表们说，中国将积极稳妥推进碳达峰碳中和。

他说，中国将发展绿色低碳产业，深入推进能源革命，加快规划建设新型能源体系，加强“煤炭清洁高效利用”。

【法国《观点》周刊网站 10 月 12 日报道】题：中国对欧盟国家的太阳能电池板出口，在今年前 8 个月同比增长了 138%。去年，中国光伏产品出口超过 284 亿美元。

由于生产成本比欧洲低 35%、比美国低 20%，中国企业如今在全球十大太阳能电池板制造商中占据七席。

自 2011 年以来，中国在光伏产业上的投资是欧洲同期投资的 10 倍。截至 2021 年，中国在全球太阳能电池板生产中的份额跃升至超过 70%，而欧盟的份额则跌至不足 3%。

与此同时，中国多晶硅产量占全球的约 80%，这是太阳能电池板的基础材料。国际能源署 7 月初公布的一份报告估计，中国在全球多晶硅产量中的份额几年内甚至可能增加到 95%。

国际能源机构的专家们认为：“中国是降低光伏成本、促进能源转型的主要力量。”

【印度观察家研究基金会网站 10 月 3 日报道】题：中国太阳能价值链——早期驱动力

中国出口价格低廉的清洁能源设备是符合公共利益的，因为相对贫穷的国家现在就能够负担得起大型清洁能源项目了。

必须在中国制造业占主导地位的背景下看待中国在光伏价值链中的主导地位。中国绿色产业的扩张大幅降低了可再生能源消费者的太阳能电池组件使用成本。可再生能源消费者最初是在欧洲，之后扩展到了世界其他地区。

从 1980 年到 2012 年，全球太阳能电池组件的成本下降了约 97%。在早期，发达经济体的研发是重要因素，但过去十年成本的大幅度下降是由于制造业的规模经济，在这一点上中国功不可没。

中国科技能力的拓展造就了更加多极化的全球科学格局。中国大力发展清洁能源制造业的能力大大降低了清洁技术的成本。从气候角度来看，这种成本的降低是符合公共利益的，因为可以从中国进口价格便宜的清洁能源设备，相对贫穷的国家便能够负担得起大型清洁能源项目的开支。

联合国敦促全球能源体系“彻底转变”

参考消息 2022.10.16

【法新社日内瓦 10 月 11 日电】题：联合国敦促全球能源体系的“彻底转变”

联合国 11 日说，为了避免气候变化破坏全球能源安全，2030 年前世界需要将来自可再生能源的电力供应增加一倍。

联合国世界气象组织强调，能源部门不仅是导致气候变化的碳排放的主要来源，而且也越来越容易受到地球变暖所带来变化的影响。

世界气象组织在其《气候服务状况》年度报告中警告说，日益频繁的极端天气事件、干旱、洪水和海平面上升——这些都与气候变化有关——已经使能源供应变得不那么可靠。报告指出，例如今年 1 月在布宜诺斯艾利斯，热浪造成了大规模停电。

世界气象组织说，2020 年，全球来自热能、核能和水力发电系统的电力中，有 87% 直接依赖淡水冷却。

但是，三分之一的化石燃料发电厂位于水资源紧张的地区，而位于这种地区的核电站的比例为 15%，预计这一比例在今后 20 年将增至 25%。

世界气象组织说，11% 的水力发电大坝也位于水资源高度紧张的地区，超过四分之一的现有水力发电项目和几乎同样多的计划中的水力发电项目位于目前面临水资源中度至高度短缺的流域。

报告还说，核电站还经常位于沿海低洼地区，因此可能容易受到海平面上升和洪水的影响。

世界气象组织秘书长彼得里·塔拉斯强调：“时间对我们不利，我们正在亲眼见证气候的变化。我们需要彻底改变全球能源体系。”

塔拉斯指出，能源部门本身也是问题的一部分，因为它产生了全球约四分之三的温室气体排放，正是这种排放在改变着气候。

他说：“转向清洁的能源生产……提高能源效率至关重要。”

但他警告说，只有“在未来8年内将低碳排放的电力供应增加一倍”，才有可能到2050年实现净零排放。

净零排放，即碳中和，意味着在特定时期内，人类活动排放的二氧化碳通过在全球范围内清除大气中的二氧化碳实现平衡。

世界气象组织的报告强调，拥有可靠的天气、水和气候服务，以确保电力基础设施的弹性，并满足不断增加的能源需求，这一点越来越重要。

报告说，转向可再生能源将有助于缓解全球日益加大的水资源压力。报告指出，太阳能和风能的用水量远低于传统发电厂。

但它警告，各国目前做出的减少碳排放的承诺“远远达不到”实现2015年《巴黎协定》所设定目标的水平。

报告说，全球对可再生能源的投资“到2050年需要增加两倍，才能使世界走上净零轨道”。

报告特别呼吁对非洲进行更多清洁能源投资。非洲大陆已经面临严重干旱和气候变化带来的其他严重影响。在过去20年里，非洲获得的清洁能源投资仅占2%。

报告说，然而，由于地球上60%的最好的太阳能资源都在非洲，这块大陆有可能成为太阳能生产的主要参与者。

然而，这需要进行大量投资。报告说：“为所有非洲人提供现代能源需要每年250亿美元的投资。”这大致相当于目前全球能源总投资的1%。

科技成果“转”出新动能

——华电集团积极打造科技创新生态圈

中国电力报科技装备 2022.10.13

核心阅读

敢为人先，开山破浪，是华电人的精神特质。十年来，一个个“率先”、一次次“创举”接连不断地在华电集团出现、发展，华电系统涌动着源源不断的创造力。

百万千瓦机组DCS、9F燃机TCS、0.62万千瓦海上风机主控等自主可控工控系统实现重大突破，率先构筑覆盖火电、水电、风电、电网等电力全谱系的“华电睿”系列自主可控电力工控产品，新能源国产密码系统上线运行，有效降低了电力工控系统安全风险，累计实现12个“国内首次”；水电监控和保护装置等5项技术入选能源领域首台（套）重大技

术装备，燃机 TCS 通过鉴定“整体达到国际先进水平”并荣获中央企业十大数字化转型成果；自主研发的 1200 标准立方米/时碱性电解槽下线，可再生能源制氢取得重大进展……一连串耀眼的成果和数据，勾勒出党的十八大以来中国华电集团有限公司科技创新发展历史性、整体性、格局性的重大变化。

敢为人先，开山破浪，是华电人的精神特质。十年来，一个个“率先”、一次次“创举”接连不断地在华电集团出现、发展，华电系统涌动着源源不断的创造力。

高覆盖 构筑全链条转化体系

重型燃气轮机被誉为装备制造业“皇冠上的明珠”，体现了一个国家的工业水平，而 TCS 系统作为核心控制系统，决定着燃气轮机的性能和安全。长期以来，TCS 系统的设计、组态、调试等相关核心工作一直由国外燃机原厂家提供，燃气发电领域“卡脖子”现象突出。

华电集团集全公司之力，组织国电南自和华电电科院开展自主可控 TCS 攻关，全面应用国产 CPU 和操作系统等核心软硬件，彻底解决了“卡脖子”难题，先后实现在华电龙游电厂 E 级和华电戚墅堰电厂 F 级燃机机组的成功应用。5 月 27 日，华电龙游公司 1 号燃气机组及配套汽轮机组顺利完成控制系统国产化改造并网发电，标志着华电集团在国内首次实现了燃气—蒸汽联合循环发电机组全站控制系统 100% 国产化。

科技大潮奔涌向前，原始创新是潮头涌起的第一朵浪花。十年来，华电集团深入实施创新驱动发展战略，推动创新要素聚集，深化创新主体协同，促进原创成果转化，引领创新生态建设，建立了问题导向、目标管理、协同攻关、开放共享的创新机制。加大科技研发投入，抓好重大科研项目、研发经费和智力资源统筹，形成了持续稳定的投入机制。充分发挥专家咨询委员会、科工企业、公司中央研究院等作用，加大高层次科技创新人才培养和引进，完善了以质量、贡献、绩效为核心的科研评价体系。同时加大与头部企业、重点高校、研究机构等合作力度，大力推动联合创新，于是一个具有华电特色的科技创新生态圈呼之欲出。

看实效 转化对接春华秋实

从 2012 年的煤焦油加氢，到 2020 年的 100 标准立方米/时水电解制氢，再到 7 月 12 日自主研发的 1200 标准立方米/时电解槽和气体扩散层产品下线，华电集团用一项项喜人的成果讲述着十年来与氢的故事。

畅通科研成果转化通道，方能让创新河流奔腾汇聚成海。十年来，华电集团聚焦科技自立自强，推进科技创新“最先一公里”和成果转化应用“最后一公里”有机衔接，让创新成果从“实验室”走向“生产线”。重点围绕解决“卡脖子”问题，开展关键核心技术攻关，在电力工控系统、燃机自主运维、海上风电建设等领域，取得重大突破和进展。尤其是在电力工控系统方面，率先在国内构筑起覆盖火、水、风、网的电力自主可控“睿”系列产品，成功入选“2022 年国有企业数字技术十大典型成果”，并在第五届数字中国建设峰会

上发布。

如今，已具备将“华电睿蓝”自主可控系统应用于各品牌各等级各机型燃机技术能力的华电集团有了更高的目标：高质量实施我国首套自主 G50 燃机示范项目，共同推进燃气轮机国产化发展，推动我国高端制造产业再升级。

搭平台 凸显人才引领作用

2021 年 6 月 2 日，聚焦“风电提质增效、可再生能源制氢、二氧化碳捕集利用、可再生能源储能、燃机可靠性提升、虚拟电厂、火电灵活性改造”等 7 大技术领域的华电集团首批“揭榜挂帅”项目名单揭晓。

“揭榜挂帅”“赛马机制”“军令状”……以多元举措激发科研人员创新活力，涵养实现“华电制造”向“华电创造”“华电智造”转型升级的澎湃动能。华电集团研究实施“高端人才引进工程”，让领军人才担纲挂帅，健全以创新能力、质量、实效及贡献为导向的科技人才评价体系。

为保障“揭榜挂帅”体制机制落到实处，华电集团制定了“揭榜挂帅”项目管理办法，充分给予揭榜者信任和授权，赋予项目负责人自主权，实行研发资金“包干制”，采取“里程碑”方式进行资助，允许团队自主合法合规使用。建立科学合理的考核和激励机制，实施加大绩效工资分配激励力度、落实科技成果转化奖励等激励措施。

值得关注的是，华电集团下属华电科工打造了一支由 46 名不同领域、不同专业科研人员组成的关键技术攻关团队。“公司这么重视我们科研人员，一定要抓紧研究、加快推进手头项目落地！”华电科工一名“85 后”科研人员听闻自己获评企业资深高级科技专家后激动地说。

根深者叶茂，源浚者流长。截至 2021 年底，华电集团共荣获国家级科技进步奖、技术发明奖 4 项，荣获省部级科技进步奖 63 项，荣获电力、水电、煤炭和机械等行业科学技术奖 173 项。累计获得授权专利 8540 项，其中发明专利 2049 项；主编国际标准 3 项，国家标准 68 项，行业标准 92 项。（许盼 何赅珂）

国际能源署署长比罗尔文章：

能源利用正在迎来历史性转折

参考消息 2022.10.21

【《日本经济新闻》10 月 20 日文章】题：能源利用正在迎来历史性转折（作者 国际能源署署长法提赫·比罗尔）

我们所有人正在遭遇第一次真正意义上的全球能源危机。上世纪 70 年代的危机仅指石油，而今天的危机遍及石油、天然气、煤炭和电力等行业。

俄罗斯是全球最大的天然气出口国，也是屈指可数的石油出口国，还是煤炭和铀的重要出口国。俄乌冲突成为制裁的导火索，影响正在波及所有能源产业，这种复杂局面是我们不

曾经历过的。

2月俄乌冲突发生后，国际能源署针对欧洲发布了十项应对能源短缺的计划。对于（在冬季）将室温下调两摄氏度以节约天然气、延长核电站服役时间等建议，有人认为这是反应过度。但是后来，那些曾经不以为意的国家也开始执行我们的建议了。

欧洲的天然气储备已经接近90%。如果没有极端严寒天气或是管道爆炸事故，今年冬天总还能熬得过去。但只要消费，储备就会在明年2月降至25%。即使今年冬天勉强挨过，2023年欧洲的情况依然艰难。

新兴国家和发展中国家也受到影响。巴基斯坦今年夏天遭遇酷暑，但原本驶往该国的LNG运输船掉头前往欧洲，因为欧洲开出的价格更高。发达国家和发展中国家之间正在产生裂痕。发达国家有必要理解能源价格高企正在给新兴国家带来经济问题。

在此我想指出三个事实。

首先，有观点认为，将能源作为武器使用的俄罗斯将会赢得能源战争，这是错误的。俄罗斯已经失去了它最大的客户——欧洲。俄乌冲突开始前，75%的俄罗斯天然气和55%的俄罗斯石油出口到了欧洲。西伯利亚气田有连通欧洲的输气管道。即便将这些天然气转卖至中国和印度，建设新的管线至少需要十年。况且，俄罗斯的石油和天然气生产离不开西方的技术。

第二个误判是认为此次危机是可再生能源发展壮大结果。事实恰恰相反，危机可能正在加速清洁且可靠的能源开发。核电正在全球范围内复苏。到2030年，电动汽车将在中国、欧洲、美国成为主流，氢和热泵正在导致变化。真正的投资已经开始，而不是停留在纸面上。

第三个事实是，应对气候变化的举措并没有倒退。我们已经来到能源产业的历史性转折点。即便一两年内面临困难，未来一定属于清洁且可靠的能源。

美国的气候变化法案是2015年《巴黎协定》通过后与能源和气候变化相关的最重要举措。日本正在着手制定绿色转型战略，欧盟也宣布将大规模投资新的能源战略。中国和印度也有类似动作。之所以各国都在投资清洁能源，不仅是为了应对气候变化，也是出于能源安全和产业政策方面的考量。

日本重启核电也将利好欧洲，正如岸田文雄首相所说，7座核电站如果开动，将节省90亿立方米的天然气，有助于缓解全球天然气供需紧张状态。

当数字化遇上能源

中国电力报科技装备 2022.10.13

近日，由北京市海淀区政府和央视财经节目中心联手打造的《对话》栏目推出了“当数字化遇上能源”专题。参与对话的嘉宾们聚焦能源与数字化领域，展开了深度交流。

百度副总裁李硕表示：“能源企业与数字化企业至少不是对手，我们有一个共同的

手，就是如何让能源各方同大自然更好和谐共生。”

AI 与能源加速融合

南方电网数字电网集团有限公司总经理李鹏强调：“整个能源系统和数字化融合的落脚点一定是能源。在融合中一定要找准谁是基础，谁是路径。在当前能源数字化生态里，缺少对产业互联网的透彻理解、体系健全的解决方案。所以，我们必须‘自建+合作’。”

“自建还是合作，最终拼的是效率。”能链智电创始人、CEO 王阳表示，“行业特质的部分我们自建的多。行业普适性的部分，我们跟别人合作的多。在能源行业，行业特质性的东西会更多。”

三一重能首席数字官彭旭认为，能源企业有大量的能源应用场景，这些应用场景业务由企业自身解决。但这些场景的数字实现需要数字化企业来帮助达成。

李硕认为：“能源行业要实现双碳目标，一定离不开数字化。数字化是最重要的动能，要以数字化作为新的核心技术来促成整个能源结构、能源体系朝着更新、更快、更好的方向发展。利用数字技术解决具体问题一定是大势所趋。”

针对“安全边界”顾虑，李硕提议，当能源企业与数字化企业都愿意围绕数字化技术展开合作时，更应该关注的是在双方跨行业的融通式、裂变式的创新中合作的可能。

面对能源数字化的历史使命，各擅其长的能源企业与数字化企业需要先分工再合作。李硕认为，很多能源企业在自己擅长的领域已积累了几十年甚至上百年，所展现出来的一系列技术都是自身非常擅长的；而以人工智能为代表的新科技、新技术也需要投入，并非信手拈来。

“总体上，能源企业与数字化企业应是非常和谐的共同体。虽然双方有一些技术上面的竞争，但我们的竞争在助推产业向好，是发展的内在动力。”李硕进一步提出，“在解决具体问题的过程中，我们肯定会发生一些磨合与碰撞，但这会让问题得到更好的解决，而这正是我们变成亲密战友的过程。”

“双向奔赴”让 $1 + 1 > 2$

“能源行业在进步发展过程中，与数字化进行融合、相互碰撞，产生新的价值代表了数字经济时代的发展脉搏。只有碰撞才能出火花，只有碰撞的事实才能代表我们有合作的心态，才能把一个想法变成一个具体的行动，这才是我们干实业的关键。”李鹏指出。

站在发电装备制造企业和新能源投资企业的视角，彭旭坦言看到了很多合作机会。他认为：“一方面能源企业对安全非常重视。但是我们更加关注的是安全的措施，安全背后的基础设计需要数字化企业来帮我们搭建；另一方面，我们也在进行智能化技术的变革。怎样把预警的机理工业化、智能化，需要有百度这样掌握智能技术的公司来帮我们实现。在整个能源变革的过程中，从底层的网络化、数字化到智能化，各个环节都要有各自不同的生态。我们看到了希望，也愿意跟更多的数字化企业、能源企业合作。”

李硕指出，能源和数字化两个行业，是千行百业的基石。在“ $1 + 1$ ”的过程当中，大

家有望实现“双向奔赴”，更好支持产业大发展。

据悉，2021年南方电网曾联合百度智能云在国际比赛中，运用类似AlphaGo的强化学习技术，探索为电网里面仿真加求最优解这一具体场景提供智能化解决方案。这仅仅是能源企业拥抱数字化进行实践的冰山一角。

节目中，李鹏代表能源企业现场出题——什么时候中国的数字化企业能够帮助能源企业实现智能电网梦想？

对此，李硕给出三个联合推动的建议。第一是底层算力网络和电力网络的深度数字化融合；第二是在神经网络计算方面有更好的仿真系统；第三是在局部领域开始试点。

能源企业与数字化企业之间的共鸣与默契，还从实践探讨延伸到未来展望上。

李鹏认为，人类几千年来与能源的关系，基本是以获取为主。未来的数字化一定会成为一个让每个人介入到能源的生产、消费和价值创造的重要载体。这是一个非常大的变革，它将改变人类历史上几千年以来和能源的关系。

同时，李硕憧憬道：“未来，数字化技术可以让能源的获取与消费处在最佳平衡状态。也只有这样，整个人类社会的生产生活行为才不会给地球增加更多负担。”（杨娜 闫强）

中企在约旦荒漠中释放绿色动能

参考消息 2022.10.20

在能源大量依赖进口、水资源严重短缺的约旦，越来越多中国企业前来投资、承建光伏或风力发电项目，这将帮助约旦逐渐实现绿色发展的愿景。

在约旦南部广袤荒漠中，高耸的风力发电机星罗棋布。随着叶片转动，它们释放出荒漠中的活力，产出清洁能源。

近年来，在约旦大力发展清洁能源的背景下，中国企业在当地参与投资、承建的光伏、风力发电等项目也越来越多。业界人士表示，在能源大量依赖进口、水资源严重短缺的约旦，中国企业在相关领域的积极参与正助力该国的绿色发展愿景落地生根。

提升整体发电效率

这其中一处风电站，是由中资企业三峡国际管理运营的约旦舒巴克风电站。据三峡国际约旦新能源项目工程师江崧玮介绍，该风电站于2021年投入运营，目前每年可为约旦提供约1.5亿度电的清洁能源。

约旦能矿资源较匮乏，长期依赖进口。为此，该国政府近年来大力提倡发展清洁能源。据约旦能矿部数据，今年7月约旦总能源产出中约29%为清洁能源，该国目标是到2030年将这一比例提高到50%。

“越来越多中国企业在约旦投资、承建光伏或风力发电项目，这将帮助约旦逐渐实现绿色发展的愿景。”三峡国际约旦新能源项目国家经理穆罕默德·阿布·阿提耶告诉记者。

他说，三峡国际在约旦的新能源项目包括两个风电项目和一个光伏项目，总装机容量

156 兆瓦，预计每年为约旦提供 4.4 亿度绿色电能，是目前该国规模最大的清洁能源项目之一。

“约旦新能源项目是三峡国际在中东北非地区投资并购的首个清洁能源项目，是中资企业在该地区投资运营清洁能源项目的重要起点。”三峡国际约旦新能源项目副总经理李丰逸说。他表示，在他们参与运营一年后，该项目的整体发电效率提高了两个百分点，加之约旦当地丰富的风光资源优势，目前该项目整体发电效率在公司的全球项目中已名列前茅。

推动绿色低碳发展

“此外，这些项目还有助于减少二氧化碳排放、节约用水。预计在合同期内，项目合计可为约旦减排 773 万吨二氧化碳，节约水资源 1350 万立方米。”阿布·阿提耶说。

李丰逸分析说，相较于传统发电项目，风力和光伏电站在发电过程中不会因燃烧化石燃料而产生大量二氧化碳排放，也不需要像传统热电项目那样需要用汽轮机发电从而耗费大量的水，所以风光清洁发电项目不仅绿色环保，还特别适宜约旦这样水资源短缺的国家，目前新能源发电成本已远低于传统发电成本。

约旦是世界上水资源占有量最低的国家之一。据《约旦时报》报道，在过去几十年里约旦人均水资源份额不断下降，现在每年不足 100 立方米，远低于人均每年 500 立方米的绝对缺水线。

阿布·阿提耶表示，约旦能矿部、约旦国家电力公司都高度评价该项目，并期待相关中国企业能进一步参与约旦新能源、抽水蓄能及海水淡化等相关领域投资，促进约旦经济社会可持续发展。

在光照资源丰富的约旦南部荒漠地区，由中企山东电力建设第三工程有限公司承建的约旦第 24 兆瓦光伏项目也于 2021 年开工建设，这是中企在约旦承建的首个光伏电站项目。

业主方约旦水务局该项目负责人苏丹说，该电站建于水务局管理的水厂附近。电站建成后，不仅将更好满足周边区域用电需求，还将大大缓解水厂用电压力，提升水厂供水能力，有助于降低当地用水价格。

中方项目经理郑洪志表示，该项目采用中国光伏发电设备和技术，为当地创造大量就业机会。

就业赋能造福当地

“中企参与的这些清洁能源项目，给当地人带来了实实在在的好处。”舒巴克风电场现场经理马哈茂德·阿勒哈马迪耶说，仅舒巴克风电项目就可以满足约 3 万户家庭用电，还能周边居民提供百余个就业岗位。约旦人内丝琳·阿赫德目前担任三峡国际约旦新能源项目的行政管理专员，她有为中资跨境电商平台工作多年的经验。“我坚持选择在中企工作的原因主要是创新进取的中国企业文化能让我不断学习和成长。”

三峡国际约旦新能源项目驻约代表赵重重表示，除做好项目建设外，中国企业还注重做好企业属地化、多元化发展，积极与当地员工进行文化沟通和互动，努力提升企业活力，同

时承担更多社会责任，更好融入当地社会。

“我们的项目目前运转良好。我经常与中国同事们一起交流技术经验，这让我自身技术水平得到很大提升。”舒巴克风电站现场运维工程师奈扎尔·阿勒胡沙曼说。

赵重重表示，企业与当地大学合作，每年为该国大学生提供现场或办公室工作实习机会，另外也通过提供技术培训、奖学金等方式，分享技术与管理经验，努力为当地青年赋能。

三峡国际约旦新能源项目负责企业社会责任的专员库塞·阿巴西说，约旦失业率高，近期仍在20%以上。中国企业的到来为当地人提供了宝贵的就业和学习机会。“我们看到中国近些年在经济、科技等各方面取得了巨大成就，也希望自己在中企工作中能积累更多经验，与中企一道，帮助约旦走向绿色发展之路。”库塞·阿巴西说。（冀泽）

全面提升电力系统资源优化配置能力

——多位能源电力专家从电力规划角度建言献策

中国电力报 2022.10.14

根据《“十四五”现代能源体系规划》，“十四五”期间，我国将着力增强电力系统资源优化配置能力。为此，各个层次的电力规划该如何编制？电力企业围绕规划应在哪些方面着力？9月27~28日，由中国电力发展促进会、国家电网公司发展策划部、南方电网公司战略规划部、电力规划设计总院、水电水利规划设计总院联合主办的2022中国电力规划发展论坛（第九届）在北京召开，多位专家在会上就电力规划问题发表看法。

构建新型电力系统调度体系新型储能与抽水蓄能并重发展

国家电网公司发展策划部副主任赵洪磊表示，应立足我国能源禀赋和电力高质量发展需要，围绕新能源大规模开发利用，持续做好电源接网工作，构建新型电力系统调度体系，优化新能源交易和消纳模式；应聚焦新型电力系统构建关键技术，实施新型电力系统科技攻关行动计划，集中力量开展基础理论、核心技术和关键设备研究；持续研究能源转型成本合理疏导机制，提出强化顶层设计和统一规划，优化电力市场体系的意见建议。

南方电网公司战略规划部副总经理陈旭表示，应发挥电网核心枢纽作用，协同全产业链供应链企业，通过加快推动新能源开发、加快提升系统调节能力、加快数字电网建设、加快用电需求智控、加快核心技术攻关、加快市场体系建设、加快形成示范成果，全面推进新型电力系统建设。

中国电力建设集团战略发展部（政策研究室）主任张念木认为，抽水蓄能是实现“双碳”目标、构建以新能源为主体的新型电力系统的关键支撑。当前，我国抽水蓄能进入跨越式发展阶段，要重视产业链协同、布局合理性、价格机制实施细化、前期工作质量等问题。

中国能源建设集团科技信息装备事业部总经理裴爱国表示，大规模储能应用将成为新型

电力系统的重要标志，新型储能与抽水蓄能将发挥互补作用，在支撑新能源基地规模化外送、提升新能源就地消纳能力、支撑用户侧灵活低碳用能需求方面，新型储能有广泛的应用场景。

大唐集团科学技术研究总院副院长吕晨光建议，地方层面储能政策对储能项目的落地实施有直接影响，但时效性较短，需出台针对新型储能的长效机制。应积极推广电力市场化改革，推动各种储能全面参与多样化的电力市场，例如支持用户侧储能参与辅助服务市场、尽快开放更多的跨省辅助服务市场等。

扭转煤电建设积极性不足状况整体推进大型新能源基地开发

电力规划设计总院党委副书记、常务副院长（正院级）胡明建议，要着力推动跨省跨区输电通道建设，受端地区建立煤炭保障基地，尽快扭转煤电建设积极性不足状况，在保障安全的前提下加快核电布局建设，加快提升新能源可靠替代能力，加快推动长时储能布局建设，大幅提升需求侧管理能力，积极开展行业间能源利用耦合发展。

水电水利规划设计总院副总工程师谢宏文建议，按照以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的“三位一体”整体规划思路，推进沙漠、戈壁、荒漠大型新能源基地开发。坚持西部、东部并举，集中式、分散式并举开发。

国家能源集团战略规划部副主任赵新一认为，目前应着力解决新能源发展与能源保供面临的困难和挑战，这些困难和挑战包括：新能源项目开发成本高企、电价定价机制和疏导机制需要改革、电力系统的技术进步和创新亟待加强、传统能源的基础性地位需要重视等。

华能集团规划发展部副主任李健平表示，“十四五”期间，华能集团将开展科技创新支撑高质量发展，大力发展新能源，积极发展水电，安全高效发展核电，煤电实现转型发展，气电及其他清洁能源发电择优发展，综合能源服务做强做优，煤炭产业优化发展，加快境外产业全球市场开发布局。

发展智慧能源系统加快人工智能技术应用

美国国家工程院院士、南方科技大学学术副校长张东晓认为，智慧能源系统面临高随机性、多尺度、多来源、高噪音等问题，具有鲜明的学科交叉特征，需要通过融合不同领域中的算法，解决能源领域的共性问题。实现“双碳”战略的关键在于优化能源结构，核心在于供需平衡，因此，对供给（如光伏、风能）和需求（如电力负荷）进行准确预测十分重要。智慧能源系统建设可以综合利用优化调度、随机建模、时空序列预测、多尺度分析和科学机器学习等技术手段，实现自动闭环优化，平衡电力供给与需求，进而推动电网从“源随荷动”转变为“源荷互动”，从“以冗余保安全”转变为“降冗余促安全”，以提高电力系统稳定性。

国家电力投资集团战略规划部副主任李鹏表示，远距离大电网输电无法满足城市的脱碳需求，城市呈现新的负荷特性，降低城市碳排放须立足于城市自身，要充分挖掘用户侧灵活

性潜力，以数字化应用推进多种能源协同、集中式与分布式协同，实现能量流、信息流、价值流的优化配置，更好地连接电源与用户，促进能源系统更高质量、更有效率、更可持续发展。

北京智芯电子科技有限公司能效监控事业部副经理池颖英表示，人工智能遍布电力行业发、输、变、配、用、调度等各个环节，加快人工智能技术应用，是助力电网高质量发展的内在要求，是赋能新型电力系统，加快“双碳”目标实现进程的关键路径。（苏伟）

优化结构，能源创新点亮美好生活

科技日报 2022.10.20

在生产生活中，能源如同水和空气一样不可或缺。党的十八大以来，我国不断提升能源供给能力和质量，人均电力装机容量不断增长，电力安全运行水平保持全球领先。能源发展既要保障安全，也要推进转型。十年来，我国持续加强能源技术创新，推动煤炭清洁高效利用，大力发展非化石能源，推进能源绿色低碳转型，能源生产以年均约2.4%的增长支撑了国民经济年均6.6%的增长，为实现“双碳”目标提供了重要支撑。

无论是人们的日常生活，还是工厂企业的生产创造，抑或是人员货物的交通往来，千行百业都离不开能源。

十年来，像水和空气一样融入生产生活每个细节的能源，在供应保障、绿色低碳转型、科技创新等方方面面，已悄然发生显著变化。

供给能力和质量显著提升

今年夏季，四川持续高温干旱天气对电力保供形成挑战。如何在持续高温干旱天气中保障各行各业和老百姓的用电需求？

“统筹调配全网资源支援四川，安排8条入川电力通道全部满送，单日最大支援电力达1200万千瓦，单日最大支援电量达1.32亿千瓦时。”国家发展改革委政研室副主任、新闻发言人孟玮透露，在应对四川高温干旱天气、做好能源保供方面，跨区通道按最大能力支援。不仅如此，国家有关部门还指导地方政府及时启动突发事件能源供应保障应急预案，协调国家电网调集50台应急发电车紧急驰援四川，保障民生和重点行业用电需求。

从日常生活的点点滴滴中，不难感受到，十年来，我国能源供给能力和质量显著提升。

“我国发电装机超过24亿千瓦，人均电力装机由2014年的1千瓦增长至1.7千瓦，人均用电量从4000千瓦时增长至近6000千瓦时，超过英国、意大利，接近德国、法国等国家。电力安全运行水平全球领先，没有发生过大面积停电事件。”国家能源局局长章建华说。

此外，章建华介绍，2021年，全国煤炭产量达到41.3亿吨，比2014年增加2.6亿吨。大型煤矿产能占全国总产能的70%以上。油气总产量由2014年的3.15亿吨油当量增长至2021年的3.65亿吨油当量。原油产量实现连续3年回升，天然气产量实现连续5年增产超

过 100 亿立方米。

可再生能源也已成为能源保供的“新生力量”。

据统计，目前，我国可再生能源发电装机历史性突破 11 亿千瓦，占总装机的比重达到 45.8%。2021 年我国可再生能源发电量达到 2.49 万亿千瓦时，占全社会用电量的 29.9%。

“十年来，能源生产以年均约 2.4% 的增长支撑了国民经济年均 6.6% 的增长，能源自给率长期稳定在 80% 以上。”国家能源局规划司副司长宋雯说。

多措并举推进绿色低碳转型

9 月，由中国电力建设集团有限公司（以下简称中国电建）设计参建的“十四五”粤港澳大湾区首个抽水蓄能电站——梅州抽水蓄能电站二期工程正式开工。二期工程计划 2025 年前全面投产，建成后预计年发电量 17.3 亿千瓦时，每年可节约标准煤 18.8 万吨，减少二氧化碳排放 47.1 万吨，减少二氧化硫及粉尘排放 0.16 万吨。

科技日报记者从中国电建了解到，抽水蓄能电站能够顺利帮助风电、光伏发电等新能源大规模、高比例接入电网，是目前成熟可靠的大规模储能设施。梅州抽水蓄能电站的建成将进一步促进粤东核电、海上风电等清洁能源的消纳。

十年来，像梅州抽水蓄能电站这样助力能源绿色低碳转型的案例数不胜数。

“2014 年以来，我国单位国内生产总值能耗累计降低 20%，以年均约 2.9% 的能源消费增长支撑了 6.2% 的国民经济增长。能源消费结构显著优化。”章建华说，清洁能源消费比重从 2014 年的 16.9% 上升到 2021 年的 25.5%，占能源消费增量的 60% 以上。煤炭消费比重从 2014 年的 65.8% 下降到 2021 年的 56%，年均下降 1.4 个百分点，成为历史上下降最快的时期。

为助力“双碳”目标实现，推动能源绿色低碳转型和高质量发展，多种举措正在积极推进。

首先是大力发展非化石能源。章建华介绍，2021 年我国可再生能源装机增加了约 1.3 亿千瓦，预计到 2025 年可再生能源占能源消费总量的比重将达到 18% 左右。

数据显示，在 2021 年全球能源供应紧张、欧洲多国重启煤电的形势下，我国非化石能源占能源消费总量比重提高了 0.7 个百分点，即从 15.9% 提高到 16.6%，保持了党的十八大以来年平均增速。

与此同时，我国还积极推动煤炭的清洁高效利用。例如，大力实施煤电节能降碳改造、灵活性改造、供暖改造，2021 年，我国已经完成改造 2.4 亿千瓦，今年将继续改造 2.2 亿千瓦，为“十四五”累计改造 6 亿千瓦的目标奠定了良好基础。全国超低排放煤电机组已超过 10 亿千瓦。

另一项重要举措是，加强终端用能的清洁替代。章建华介绍，北方地区清洁取暖提前完成规划目标，清洁取暖面积达到 156 亿平方米，清洁取暖率达到 73.6%。此外，电动汽车充电设施也加快建设，截至今年 6 月，我国已累计建成 392 万台，充电基础设施规模全球最

大，2025 年将满足超过 2000 万辆电动汽车的充电需求。

技术创新再上新台阶

“我们从技术研发到工程建设、生产运行做了一系列工作，建成了世界第一套百万吨级煤直接液化制油工程示范项目，这也是目前全球唯一运行的煤直接液化制油项目。”国家能源集团中国神华煤制油化工有限公司总经理王建立在接受记者采访时介绍，公司还建成了煤制烯烃项目，这也是全球第一个煤制烯烃工程示范项目。

王建立告诉记者，无论是煤直接制油，还是煤制烯烃，此前都没有实现大型工业化，而这些项目首次实现了煤制油、煤制烯烃大型现代煤化工成套技术开发及应用。

能源技术创新的例子还有很多，比如位于国家能源集团宿迁发电有限公司的“高效灵活二次再热发电机组研制及工程示范”项目，包含两台 660 兆瓦超超临界二次再热机组。国家能源集团江苏电力有限公司总经理梁志宏告诉记者，为了实现机组安全、高效、灵活、清洁、智慧运行，国家能源集团江苏电力有限公司牵头研发了多项关键技术，如“汽电双驱”引风机高效灵活供热技术、螺旋卸船机关键技术、宽调节比汽温调节技术、智能控制系统（ICS）和智能管理系统（IMS）等。经过无数次迭代循环、攻坚克难，该项目的各项任务最终被圆满完成。

十年来，我国能源技术创新能力进一步增强，迈上新台阶。

“目前，我国建立了完备的清洁能源装备制造产业链，成功研发制造全球最大单机容量 100 万千瓦水电机组，具备最大单机容量达 10 兆瓦的全系列风电机组制造能力，光伏电池转换效率多次刷新世界纪录。”说起能源领域的科技创新成果，章建华如数家珍。

不仅如此，章建华还谈道，我国常规油气勘探开采技术达到国际先进水平，页岩油气勘探开发技术和装备水平大幅提升。此外，我国还形成了具有自主知识产权的“华龙一号”“国和一号”等大型三代压水堆核电技术，系统掌握具有四代特征的高温气冷堆技术，多种各具特色的小型堆技术也正在进行工程示范准备。（刘园园）

生态环境部党组成员、副部长翟青：我国风、光、水、生物质发电装机容量稳居世界第一

加快实现生态环境治理体系和治理能力现代化

南方都市报 2022.10.22

在昨日党的二十大新闻中心第五场记者招待会上，生态环境部党组成员、副部长翟青表示，这十年来，我们坚持以最强的责任担当、最严的执法手段、最优的帮扶意识推进生态环境执法，为生态环境质量持续改善发挥了重要保障作用。

从 2015 年底试点开始到现在，环保督察已经完成了对 31 个省（区、市）和新疆生产建设兵团的两轮全覆盖，并对一些部门和中央企业开展了督察；中国通过实施积极应对气候变化国家战略，采取调整产业结构、优化能源结构、提高能效、建立市场机制、增加森林碳

汇等一系列政策措施，各项工作取得积极进展。

环保督察▶▶“绿水青山就是金山银山”理念在全党全社会形成高度共识

香港大公文汇传媒集团、大公报香港文汇报记者：中央生态环境保护督察作为环境保护的一把利剑，推动解决了许多环境问题。未来一段时期，环保督察工作将如何开展？

生态环境部党组成员、副部长翟青：中央生态环境保护督察是习近平总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动的重大体制创新和重大改革举措，是习近平生态文明思想重大原创性成果和制度性保障。

从2015年底试点开始到现在，督察已经完成了对31个省（区、市）和新疆生产建设兵团的两轮全覆盖，并对一些部门和中央企业开展了督察。几年来，督察取得“中央肯定、百姓点赞、各方支持、解决问题”的显著成效，取得了良好的政治效果、经济效果、社会效果和环境效果，具体体现在以下几个方面：

一是推动习近平生态文明思想落地落实。“绿水青山就是金山银山”理念在全党全社会形成了高度共识。

二是压实生态文明建设政治责任。生态文明建设和生态环境保护“党政同责”“一岗双责”得到有效的贯彻落实。

三是解决一大批突出生态环境问题。督察聚焦生态环境领域突出的矛盾和重大的问题，啃掉“硬骨头”、消除“老大难”，解决了一批长期想解决而没有能解决的问题。

这些问题实际分为两大类：一类是在督察整改方案中明确的一条一条要拉条挂账的问题，一类是在督察期间群众环境信访举报的问题。两轮督察共受理群众环境问题的举报28.7万件，已经办结或阶段性办结28.6万件。

四是促进经济高质量发展。督察推动各地坚定不移走生态优先、绿色发展的道路，协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护。

下一步，我们将认真学习领会党的二十大精神，深入贯彻落实习近平生态文明思想，不断提高政治站位，全面总结督察实践经验，系统谋划开展第三轮督察，保持定力，坚持严的基调不动摇，着力解决突出的生态环境问题，不断满足人民群众对优美生态环境的期盼，为建设人与自然和谐共生的美丽中国贡献我们的力量。

气候变化▶▶中国碳排放强度下降48.4% 是全球“增绿”的主力军

彭博新闻记者：中国是否会采取更多的行动来应对气候变化造成的威胁？

翟青：气候变化是当前突出的全球性挑战，事关国际社会共同利益。中国通过实施积极应对气候变化国家战略，采取调整产业结构、优化能源结构、提高能效、建立市场机制、增加森林碳汇等一系列政策措施，各项工作取得积极进展。

2020年，中国碳排放强度比2005年下降48.4%，超额完成向国际社会承诺的目标；2021年，我国煤炭占能源消费总量比重由2005年的72.4%下降至56.0%，非化石能源消费比重达16.6%，可再生能源发电装机突破10亿千瓦，风、光、水、生物质发电装机容量稳

居世界第一。

我国是全球森林资源增长最多和人工造林面积最大的国家，是全球“增绿”的主力军。我们成功启动了全球覆盖温室气体排放量最大的全国碳市场，有效发挥市场机制对控制温室气体排放、推动绿色低碳转型的作用。我们发布了适应气候变化国家战略，持续开展适应型城市建设试点，适应气候变化能力持续提高。

与此同时，我们积极为全球气候治理作出中国贡献。中国作为世界上最大的发展中国家，将完成全球最高碳排放强度降幅，用全球历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和，充分体现了负责任大国的担当。

下一步，我国将继续实施积极应对气候变化国家战略，落实碳达峰碳中和“1+N”政策体系，加快推动重点领域绿色低碳转型，大力推进减污降碳协同增效。稳妥有序推进全国碳市场。加快绿色低碳技术攻关和推广应用，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

同时，我们愿与各方一道，积极参与应对气候变化全球治理，推动构建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系，持续深化气候变化南南合作，为应对全球气候变化贡献中国力量、中国智慧、中国方案。

环保执法▶▷坚持“一竿子插到底”，发现问题拉条挂账，全力保障群众环境权益

香港紫荆杂志社记者：党的十八大以来，特别是在被称为“史上最严”环保法正式施行之后，大家明显感觉到环保执法力度在不断加大，“长出了牙齿”。在生态环境执法方面还有什么安排？

翟青：生态环境执法是生态环境保护的基础性工作，非常重要。这十年来，我们坚持以最强的责任担当、最严的执法手段、最优的帮扶意识推进生态环境执法，展现了新时代生态环境执法队伍的精神面貌，为生态环境质量持续改善发挥了重要保障作用。

一是在污染防治攻坚中勇于担当作为。我们紧紧围绕污染防治攻坚战标志性战役，坚持问题导向，坚持“一竿子插到底”的工作方式，发现问题拉条挂账，督促落实抓整改，推动解决政策落地“最后一公里”的问题。

比如2017年以来，我们连续五年统筹生态环境系统的骨干力量近5万人次，用时1300多天，在京津冀及周边等重点区域，压茬开展了105个轮次的大气污染防治监督帮扶，一轮压着一轮，在紧张的时候每年只有春节大家可以休息几天，其他的时间都在现场，累计检查了超过210万个点位，推动解决大气污染问题超过28万个，切实推动重点区域大气质量持续改善。

还比如从2018年底开始试点，我们大规模地持续开展入河入海排污口的排查，首先在长江干流以及岷江等9个重要的支流开始，先用无人机飞行了2300多架次进行遥感排查，遥感区域覆盖4.6万平方公里。在遥感基础上，我们仍然采用“一竿子插到底”的方式，在全国抽调了骨干力量4600余人，分成1263个工作小组，沿着岸线累计行程超过18万公里，共排查出60292个各种各样的口子。这个数是之前地方所掌握的30倍。这6万多个口

子是我们排查人员沿着岸线克服了很多难以想象的困难，动用了一些技术手段，一步一步走出来的。

二是坚决维护法律权威。2015年新环保法实施以来，我们累计查办按日连续处罚等重点案件共计17万多件；“十三五”全国环境行政处罚案件83.3万件，较“十二五”增长了1.4倍。

此外，我们推动完善行政执法与刑事司法之间的衔接机制，2016年、2018年分别严肃查处了两起典型环境监测数据造假案件，23人被追究了刑事责任，这在生态环保历史上是第一次因数据造假责任人被判刑，最多的被判刑两年，最少的半年左右，这极大地发挥了震慑作用。

在对恶意违法企业严惩重罚的同时，我们持续优化执法方式，全面推行“双随机、一公开”监管机制，探索对4.2万余家企业纳入正面清单进行分类监管，强化非现场执法，努力做到对守法企业“无事不扰”。

另外，在执法过程中，广泛应用卫星遥感、无人机、无人船及移动执法等一些先进的技术装备，大大提高了我们队伍发现问题的能力。

三是全力保障群众环境权益。连续四年开展集中式饮用水水源地环境保护专项行动，完成了全国2804个饮用水水源地的10363个问题的整治，解决了一批突出问题，有力提升了涉及到7.7亿人的饮用水环境安全保障水平。

我们连续六年开展垃圾焚烧发电厂的达标排放专项整治，全面实现垃圾焚烧发电厂“装、竖、联”。所谓“装”要求垃圾发电厂安装在线监测仪器；所谓“竖”是指这些电厂在厂区的大门口显著位置要竖一块显示屏，显示屏上显示这个企业的排放数据；所谓“联”是指要与各级监管部门进行联网。“装、竖、联”完成以后所有的监测数据均实时监控并向社会公开。与此同时，会同有关部门制定综合性政策措施，督促企业全面落实环保法律法规。这个专项整治效果明显，目前所有的垃圾焚烧发电厂5项大气污染物和炉温达标率稳定在99%以上。

四是执法队伍建设也取得明显成效。生态环境执法队伍正式列入国家综合行政执法序列并率先统一着装。我们连续六年开展执法大练兵，以实训实战的方式来提高队伍的战斗力。多年来，8万余名执法人员长期奋斗在污染防治的最前线，为生态环境质量的持续改善而默默奉献。

下一步，我们将始终保持严的主基调，不断优化执法方式、提高执法效能，全力打造生态环保铁军的主力军，为建设美丽中国作出更大贡献。

绿色发展▶▶去年全国环保产业营收2.18万亿，同比增11.8%

巴西 247 新闻网记者：请问中国在推动绿色发展、促进人与自然和谐共生方面有哪些好的经验和做法，值得全世界各国借鉴？

翟青：推动绿色低碳发展是实现人与自然和谐共生的基础之策。党的十八大以来，我们

深入贯彻新发展理念，在打好污染防治攻坚战、推进美丽中国建设进程中，坚定不移推动绿色低碳发展，促进经济社会发展全面绿色转型。主要做法有以下几个方面：

一是始终把源头预防作为工作的重点。深入推进供给侧结构性改革和产业结构调整，推动淘汰落后产能，经济发展绿色化、低碳化程度大幅提高。

二是协同推进减污降碳。我们发布实施《减污降碳协同增效实施方案》，将协同增效一体谋划、一体部署、一体推进、一体考核，以此促进产业结构、能源结构、交通运输结构和用地结构的优化调整，推动落实工业企业提标改造、燃煤锅炉整治、机动车提升排放水平等措施和要求，加快绿色低碳技术攻关和推广应用，大力培育节能环保产业。2021年全国环保产业营业收入达到了2.18万亿元，同比增长11.8%。

三是积极打造绿色发展高地。我们坚持生态优先、绿色发展，支撑保障京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展、黄河流域生态保护和高质量发展等国家区域重大战略有力实施。深化生态文明示范创建，先后组织命名了5批共362个国家生态文明建设示范市县、136个“绿水青山就是金山银山”实践创新基地，引导各地积极探索生态优先、绿色发展的高质量发展新路子。

四是创新绿色低碳发展政策。全国碳排放权交易市场启动上线交易，第一个履约周期纳入发电行业重点排放单位2162家，碳排放配额累计成交1.79亿吨，累计成交额76.61亿元。有序推进环境保护税的相关工作，切实支持企业开展节能环保改造和资源综合利用，2018年以来，因低于污染物排放标准享受减税优惠累计超过100亿元。

我们大力发展绿色金融，推动生态环境导向的开发模式创新，截至目前，已指导118个相关项目进入了项目储备库并向一些金融机构进行了推荐，这些项目涉及总投资6700多亿元。在6700亿投资中，融资需求4520亿元，到9月底，已获得金融机构授信1329.9亿元，发放贷款302.4亿元。

下一步，我们将坚持以习近平生态文明思想为指导，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，努力推动建设人与自然和谐共生的现代化。

美丽河湖、美丽海湾▶▷坚持环保为民，突出“美”的核心导向

大众日报记者：我们在基层采访时了解到，各地对美丽河湖、美丽海湾建设非常重视。请问生态环境部对这项工作的基本考虑是什么？

翟青：美丽河湖、美丽海湾，是美丽中国在水和海洋生态环境领域的集中体现和重要载体。

以习近平同志为核心的党中央高度重视美丽河湖和美丽海湾建设。“十四五”规划纲要对此作出重要的部署、提出了明确的要求。

生态环境部等部门坚决贯彻党中央重大决策部署，明确了今后一个时期美丽河湖、美丽海湾的建设思路。具体有以下几个方面：

一是坚持环保为民，突出“美”的核心导向。我们聚焦人民群众日益增长的优美生态环境需要，提出了“有河有水、有鱼有草、人水和谐”的美丽河湖建设目标，以及“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾建设目标。

二是坚持久久为功，一张蓝图绘到底。在“十四五”期间，美丽河湖建设上，主要聚焦群众身边的突出的水生态环境问题，引导各地把工作重心放在夯实基础、补齐短板弱项上。

在美丽海湾建设上，将全国约1.8万公里的海岸线划成283个海湾，并细化明确了每一个海湾的治理目标和任务举措。通过努力，到2025年，也就是“十四五”期间，要建成一批富有特色的美丽河湖、美丽海湾，“十五五”和“十六五”将继续加大力度、深入推进，力争到2035年，符合条件的河湖海湾基本都建成美丽河湖、美丽海湾。

三是加强示范引领，推动形成建设合力。去年，我们向全国各地征集了首批18个美丽河湖和8个美丽海湾优秀案例。

下一步，我们将深入贯彻落实习近平生态文明思想，持续推进美丽河湖、美丽海湾建设，为美丽中国建设作出新的更大贡献。

制度改革▶▶生态文明“四梁八柱”制度体系基本形成

中国环境报记者：近年来，我国生态环境制度的改革力度前所未有。请您介绍一下制度改革的总体情况？

翟青：党的十八大以来，在习近平生态文明思想和习近平法治思想科学指引下，我国生态环境的法治建设取得了显著的成效。生态文明写入了党章，写入了宪法，覆盖大气、水、土壤、固体废物、噪声污染防治以及长江、湿地保护等领域的25部生态环境相关法律得到制修订，中央出台《关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》两个非常重要的文件，建立了一系列创新性制度，生态文明“四梁八柱”性质的制度体系基本形成。具体有这么几个特点：

一是监管制度更加严密健全。十年来，中央生态环境保护督察、生态保护红线、国家公园、生态环境分区管控、河湖长制、林长制、排污许可、环境质量监测事权上收、全面禁止“洋垃圾”入境、碳排放权交易、新污染物治理、入河入海排污口设置管理等一系列重大制度不断建立健全，为生态环境保护提供了重要制度保障。

二是责任体系实现历史性突破。生态环境保护“党政同责”“一岗双责”、各相关部门生态环境保护的责任清单、“管发展必须管环保、管生产必须管环保、管行业必须管环保”、生态环境损害责任终身追究、自然资源资产离任审计、生态文明建设目标评价考核、生态补偿、生态环境损害赔偿、生态环境监测“谁考核谁监测，谁出数谁负责”、企业环境信息依法披露等这些责任制度不断完善，已经基本上形成了党委领导、政府主导、企业主体、社会组织 and 公众共同参与的责任体系，责任之严明也是前所未有的。

三是机构职能进一步整合优化。

下一步，我们认真落实党的二十大精神，不断深化体制机制改革，坚持在法治化、制度化轨道上推进生态文明建设和生态环境保护，将制度优势转化为治理效能，加快实现生态环境治理体系和治理能力现代化。

增强工业绿色转型动力

经济日报 2022.10.25

党的二十大报告提出，加快发展方式绿色转型，并就此提出一系列明确要求，强调要“发展绿色低碳产业”“加快节能降碳先进技术研发和推广应用”等。这些表述表明，扎实有力推进工业绿色低碳化发展具有重要意义。

在工业的相关产业结构中，高技术产业的比重较高，产业链的高端化使得高附加值环节比例增加，相关产业生产效率的提高主要体现在生产环节技术水平的上升。而高技术产业、高端装备和产业链高端环节通常又属于资源消耗少、污染排放低、附加值高的行业，因此绿色转型与工业发展要求的契合度较高。

绿色转型是工业高质量发展的内在要求，又是工业发展水平提升的重要推动力。“十四五”时期以来，在保持制造业比重基本稳定的前提下，相关部门先后制定了一系列推进工业绿色发展政策，推动工业绿色化和高端化同步前行。比如，工业和信息化部、国家发展改革委等六部门近日联合发布《工业能效提升行动计划》，提出到2025年，规模以上工业单位增加值能耗比2020年下降13.5%。同时也要看到，我国能源结构绿色化水平不高、节能技术创新有待提高、绿色装备供给不足等问题仍然存在。工业节能提效亟需纵深发展，以硬招实招夯实工业节能基础，深挖重点行业、重点领域、重点设备节能潜力，全面提升工业能效水平。

从技术创新的角度来讲，优化提高工业能效，有必要重点关注绿色转型的创新属性。近年来，我国积极推进绿色技术的研发和应用，绿色技术创新能力得到大幅提升，绿色技术专利在国际处于领先地位，绿色技术推广体系不断完善，形成节能、资源综合利用等领域典型技术的遴选和推广长效机制。

有鉴于此，要让绿色转型深度融入工业发展过程，进一步提高资源要素使用效率，须持续提升绿色技术创新的力度，增强多领域协同创新，进一步促进低碳化。

一方面，要完善工业低碳转型政策体系。近年来，以数字技术为代表的新兴技术与绿色化融合发展趋势更加明显，数字智慧系统在生产领域节能降耗效果显著。要推动互联网、大数据、人工智能等新兴技术与绿色低碳产业持续融合，建设绿色制造体系和服务体系，提高绿色低碳产业在经济总量中的比重。要推动构建实时分析、科学决策、状态感知、精确执行的能源管控体系，加速生产方式绿色化、数字化转型。坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展，完善健全工业节能有关政策、法规、标准，强化节能监督管理和诊断服务，夯实工业能效提升基础。

另一方面，要促进关键核心技术突破。推动绿色低碳技术取得重大进展，既是加快构建现代能源体系、推动能源高质量发展的必然要求，也是实现碳达峰碳中和目标的关键动力。多个省市已将绿色低碳关键核心技术作为主要攻关领域，科技部门目前也已启动了氢能、新能源汽车等 20 多个碳中和科技重点专项。要循序渐进、先立后破，加快示范项目的部署，实施科技创新示范工程，引导工业企业加大资金投入，加快实施技术改造，形成强大国内市场。（吴滨 杨洁）

中欧绿色经济合作成果丰硕

中国能源报 2022.10.17

绿色正成为中国和欧盟合作的新底色，助推中欧全面战略伙伴关系迈上新台阶。根据欧盟中国商会与全球顶级战略管理咨询公司罗兰贝格日前发布的最新年度报告《携手并进，共铸未来中国企业在欧盟发展 2022》（以下简称《报告》），中企持续为欧盟带来经济产值、税收、就业和研发等多方面的重要贡献。

中企积极主动参与欧盟绿色经济建设。一方面，中企带给欧洲可再生能源发电、输电的成熟解决方案，同时加大动力电池投资布局，为保证欧盟供应链稳定作出了贡献；另一方面，中企积极布局绿色金融、数字经济等领域，大力支持绿色债券、绿色信贷，进一步加强绿色经济与数字经济交叉领域的合作，深度挖掘绿色经济的数字潜能。

“中欧量质齐升的合作成果来之不易，对中企海外布局和投资来说，欧洲的重要性越来越高。”欧盟中国商会会长徐海峰表示，“去年，中国和欧盟进出口总额首次超越 8000 亿美元。今年 1-8 月，欧盟在中国的投资同比增长了 123.7%。”徐海峰认为，欧盟与中国应在高科技、数字和绿色等战略领域加深合作，共同应对能源价格上涨、原材料短缺及新地缘局势等全球不确定性因素，维护全球产业链供应链稳定，促进中欧经贸和双边关系行稳致远。

合作潜力十足

中国电网企业特高压输电技术全球领先，超远距离输电项目经验丰富，可助力欧盟电网建设。对欧盟而言，特高压技术输送容量大、输电距离长，与其需求十分吻合。截至 2020 年底，中国已建成“14 交 16 直”、在建“2 交 3 直”共 35 个特高压工程，在运在建特高压线路总长度 4.8 万公里。在此过程中，中国积累了先进经验并培养了大量特高压输电相关人才，可为欧盟电网建设提供成熟完备的解决方案。

事实上，中企一直在欧推进高端输电技术应用，积极支持欧洲电网互联战略发展。2 月 14 日，欧洲输电网运营商 TenneT 宣布，由国网智能电网研究院有限公司、美国 McDermott、南瑞集团中电普瑞电力工程有限公司组成的联合体，被确定为 Borwin6 海上风电柔性直流输电工程的 EPC 总包商，标志着中国高端电网技术进入欧洲市场。

在新能源领域，中国高度重视海上风力涡轮机产品迭代，持续推出高功率海上风机提高单机发电量，与欧洲北海市场需求高度吻合。中国的风机制造商拥有稳定的规模化产能，可

以快速响应客户需求，协助欧盟推进海上风电建设。截至目前，中国风力涡轮约占全球海上风电市场的 63%。

在以氢能为代表的前沿新能源技术方面，中欧也在进行更深入的研发与技术合作，双方均表现出对跨国氢能技术合作的良好意愿，同时还出台了促进氢能技术研究发展的指导性文件，为后续合作奠定了基础。

加速电池产业商业化

罗兰贝格全球合伙人李冰指出，新能源汽车市场强劲增长，欧盟对动力电池的需求也随之水涨船高，这极大地吸引了中国电池企业加速在欧布局投资。“中企具有较为完善的规模化生产技术与经验，可以为欧洲动力电池行业带来成熟的解决方案，助力欧盟动力电池产业商业化。”

宁德时代采用的 CTP 技术、比亚迪研发的刀片电池等创新技术，可以减少零部件使用量，简化生产工艺与环节，在降低不良率的同时，大幅降低产品成本。同时，中国在高镍正极、人造石墨、湿法隔膜等领域的技术水平全球领先。

《报告》指出，未来，欧洲市场在动力电池供应上仍然存在缺口，本地动力电池企业起步较晚，中企可为欧洲提供稳定产能以保证新能源汽车产业链稳定发展。事实上，依托与欧洲车企建立长期稳定的合作关系，宁德时代、亿纬锂能等中国动力电池企业已开始投资建立动力电池生产基地。

鉴于欧洲充电基础设施建设存在缺口，中企有能力参与欧洲充电设施的建设。在此背景下，中欧应加强在充换电基础设施标准体系与试点做法方面开展对话与合作，在下一代大功率充电和换电方面协作，建立全球互通的标准规范体系，鼓励双方协会和企业参与，交流试点示范经验。

《报告》认为，中欧应增进双方绿色政策相互理解和协同，加强在碳市场和生物多样性等领域的对话合作，共同促进第三方市场绿色可持续发展。

绿色金融合作走深走实

《报告》显示，中欧在绿色金融合作领域也拥有较高共识，双方持续推动绿色金融共同发展，减少跨境绿色投资难度与成本。同时，双方还应建立绿色发展金融纽带，推动双方资本市场互联互通，加快引领全球绿色金融发展的步伐。

从中欧合作情况来看，双方应共同打造具有全球影响力的绿色金融标准。《报告》指出，中欧重视绿色债券的发展，成功发行了多笔基于中欧共同分类目录的绿色债券。其中，中国建设银行澳门分行 5 亿美元 3 年期浮息绿色债券于 2021 年 12 月 13 日成功发行，这是全球首笔基于中欧《可持续金融共同分类目录》的绿色债券。5 月 11 日，兴业银行香港分行在国际资本市场成功完成 3 年期 6.5 亿美元中欧《可持续金融共同分类目录》主题绿色债券的簿记和定价。

今年以来，中国银行（欧洲）有限公司成功参与了 4 笔社会责任与 ESG 指标与利率挂

钩的银团贷款，投放金额总计超过了3.5亿欧元。在绿色金融方面，中国银行成功参与了爱尔兰最大固废循环处理公司的银团贷款，实现了在循环经济领域授信的突破。

推进绿色互信互认

今年以来，欧洲经济的外部环境更趋复杂。大部分受访企业认为过去一年全球宏观经济形势对公司在欧发展造成负面影响，但中企对中欧绿色合作伙伴关系发展保持乐观态度，约80%受访中企认为中欧绿色伙伴关系将持续改善。

基于此，中欧应有效管控分歧与外部地缘格局对中欧绿色合作的干扰，客观评价和承认双方在应对气候变化领域的实践成果与积极贡献，深化环境政策协调、加强监管合作以及促进政策研究、充分挖掘优势互补领域，推进绿色项目双向互信互认。

中国拥有全球近1/3的可再生能源技术专利，并在绿色供应链所必需的关键矿产、工业流程、零部件生产和组装等领域居于世界领先地位。欧盟在智能电网、氢能网络、碳捕集与封存以及建立安全、可循环和可持续的电池价值链等低碳技术研究领域居于世界领先地位。

一方面，中欧应加快实现绿色低碳标准的衔接，另一方面应大力推进绿色与数字经济交叉领域的合作开发。政策层面，双方应共同制定涵盖如数据中心、通信基础设施、交通、建筑等领域的节能减排标准，以标准带动绿色发展；数字创新层面，双方应在5G智能化多式联运枢纽建设、数字化能源管理等重点行业加强合作，共同促进绿色与数字经济发展相辅相成，形成协同效应。（王林）

巩固提升 构建农村新型电力

中国电力报电网周刊 2022.10.15

《关于实施农村电网巩固提升工程的指导意见（征求意见稿）》亮点摘录

指导思想

加大农村电网建设改造力度，巩固和提升并重——补短板、强弱项、夯基础、促提升——全面巩固提升农村电力保障水平，推动构建农村现代能源体系。

主要目标▶至2025年

- 农村电网网架结构更加坚强，数字化、智能化发展初见成效
- 全国农村供电可靠率达到99.87%，综合电压合格率不低于99%
- 农村地区分布式可再生能源装机规模显著提升
- 农村地区电能占终端能源消费比重逐步提升

任务措施

补齐农村电网发展短板巩固拓展脱贫攻坚成果

- 巩固提升脱贫地区、革命老区电力保障水平
- 加强农村电网薄弱地区电网建设改造

精准升级农村电网提升农村电网现代化水平

●强化农村电网网架结构

西部地区、偏远地区▶补齐农村供电短板

中部地区▶着力提升供电能力和供电质量

东部地区▶基本实现城乡供电服务均等化

●提升农村电网装备水平

●提升分布式可再生能源消纳能力

●做好分布式可再生能源发电并网服务、农村分布式可再生能源发电“应并尽并”

加强网源规划建设衔接、支撑农村可再生能源开发

推进配套供电设施建设助力农村电气化水平提升

●服务农村产业电气化

●服务农村生活电气化

“渔光荷储充”先行先试

一场秋天的盛会在成都平原渐次铺开，整个“天府粮仓”处处洋溢着欢庆丰收的喜悦。10月12日，走进四川成都市新津区天府农业博览园，渔光一体、智能稻田、植物光工厂……各个展区处处体现着现代农业发展的新气象。现代农业示范项目中，最值得一提的是由国网成都供电公司、四川蜀电集团有限公司、通威集团等多方联手打造的“渔光荷储充”一体化示范项目。

“天府农博园是统筹推进源网荷储协调发展，加快构建新型电力系统的理想区域之一，在农博园打造‘渔光荷储充’一体化项目既是先行探索，更是示范引领。”成都供电负责人表示。

推进清洁能源项目落地

近年来，成都供电加强农村电网发展规划与农村分布式可再生能源发展衔接，提升分布式可再生能源消纳能力，推动农村绿色发展，全力打造现代新型（清洁）能源+智慧化农业项目。

在通威集团拥有先进成熟经验的“渔光一体”项目基础上，成都供电创造性地提出将电化学储能技术、新能源光伏并网技术、互联网能源管控技术等融合，通过储能云大数据综合平台整合调控，有效协同光伏并网、充电管理、储能调节技术，实现可持续发展。

经过多次沟通协调和政策、技术研讨，2021年12月多方达成合作，实现“渔光荷储充”项目落地，集合自动化养殖、光伏发电、储能系统及充电桩等，形成了“渔光荷储充”一体化的示范园。

实现光储充一体化管理

“渔光荷储充”项目通过光伏系统白天发电，电能自发自用，剩余电量通过电池储能系统进行存储；在夜间用电低谷时，将大电网的电通过电池储能装置进行储存，在光照资源不足或者用电高峰时期将电能释放，解决光伏发电时效性缺陷的问题，真正实现了源网荷储一

体化。

为充分发挥该项目示范作用，成都供电还自主研发了智慧储能云大数据综合平台，实现光、储、充数据化一体管理。平台采用智慧物联网、5G、云计算、大数据和人工智能等新技术，对养殖基地的生产、输配和消耗环节实行集中扁平化的动态监控和数据化能源画像，可有效监测基地电、水、燃气、蒸汽及压缩空气等各类能源的消耗情况。同时，通过数据分析、挖掘和趋势分析，帮助养殖基地针对各种能源需求及用能情况、能源质量、产品能源单耗等进行各项分析，实现一屏统观、全面分析、一屏直管的高效管控模式，确保农村分布式可再生能源发电“应并尽并”。（邓超 李丽）

数字牵引乡村共富

10月10日，国网浙江金华供电公司“驿电通”应用服务团队业务人员通过远程视频，为电力便民服务点用户提供“面对面”指导。这种“云服务”模式是金华供电助力实现电力服务城乡无差别的一个缩影。

推动城乡电力服务普惠均等

2021年，金华供电聚焦农村老龄人口办电难题，自主研发“驿电通”线上服务应用，将现有的乡村便民服务点升级为电力便民“云”服务点。村民在家便可通过远程呼叫、影音通话的方式，办理新装申请、峰谷电变更等用电业务。

在东阳花园村智慧农业园区，各大棚内安装的风机设备电能采集器与温湿度传感器，将风机功率与温湿度等环境数据回传至花园村智慧平台，实现了园区的智能化改造。并且，在海量电力数据的支撑下，花园智慧平台基于小区住户、工业园区的用电数据绘制了全村3D能源矢量地图，为配网精准投资建设提供科学依据。

智能化的配电网建设也是提升农村客户用电体验的关键。9月9日，金华武义县大田乡碗铺村N004台区顺利通过精品台区验收，标志着金华供电精品台区数字化建设向前迈进一大步。

探索区域低碳共富协调发展

6月29日，磐安龙源发电、义乌泰达纺织两家企业达成100万千瓦时绿电交易，金华地区首次实现跨县绿电交易。

近年来，金华供电积极探索浙中枢纽型新型电力系统的建设实践。据悉，义乌电网源少、荷密、网紧、储少、互动不足，而磐安域内水光风清洁能源及储能等要素齐备。金华供电深挖义乌、磐安“新山海”协同优势，从电网互济、双碳互补、经济带动3个层面，推动义乌和磐安电网深度融合、资源共享互济，探索磐电义送、义碳磐汇、义带磐路的共富发展格局。

在浙江山区二十六县之一的武义县，“菌光互补”的现代化农业正成为农民致富的“绿色法宝”。浙江首个“菌光互补”项目落地武义县上端头村食用菌光伏农业基地，6万平方米的大棚顶部搭装近2万块多晶硅太阳能电池组件，年发电量可达500万千瓦时，对菇农来

说既能为智能温控大棚供电，又能实现余电上网创收。

上端头村所在的南部山区光伏、水电资源丰富，主要以农业及生态旅游业为主，武义县的核心产业园区位于北部，呈现了源网布局不均的特征。金华供电按照“南源北荷全域平衡促进共同富裕”的发展路径，通过新型电力系统的探索实践，重塑了区域比较优势和竞争格局。（杨学君 姜爽）

接续攻坚 精塑农网

10月8日，国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司发布《关于实施农村电网巩固提升工程的指导意见（征求意见稿）》（以下简称“意见稿”），描绘“十四五”农村电网发展基本蓝图，意味着在国家层面的规划引领下，再一轮的全国农网建设改造蓄势待发。

此次意见稿提出的农村电网巩固提升工程任务明确、目标清晰，特别指出补短板、强弱项、夯基础、促提升，稳步提升农村电网数字化、智能化水平，推动构建农村现代能源体系等。

“十三五”以来，广大电网企业坚决贯彻落实党中央决策部署，不断加大投资力度，科学规划建设农村现代电网，促进城乡电网、东中西部农网协同发展，并加快实施乡村电气化提升工程，积极助力农业更强、农村更美、农民更富。同时先行先试，在多地构建乡村智慧能源系统，助推农村地区可再生能源快速发展，提升农村清洁能源利用水平。

“十四五”期间，推动巩固脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接，加快推进农村地区产业结构转型升级和绿色发展，电网企业责任重大、不容懈怠，仍要接续攻坚，在以数字化牵引加快建设新型电力系统进程中，精心塑造农村新型电网体系，持续擦亮乡村振兴幸福底色，为助力共同富裕再写浓墨重彩的电力注脚。（王华峰）

特色案例 老区振兴 甘肃定西

倾力护航“中国薯都”

走进甘肃省通渭县融通协作扶贫陇阳设施蔬菜产业园智能温室里，村民正在采摘、分拣成熟的马铃薯。产业园技术员魏晓光高兴地说：“今年的马铃薯栽培效果好，主要得益于不间断的电力保障，我们比往年增效20%。”

作为全国马铃薯主产区域，定西市聚焦马铃薯种薯扩繁、鲜薯生产、精深加工等环节，把发展马铃薯种植业作为促进农业增效和农民增收的重大举措来抓。国网定西供电公司主动认领服务马铃薯产业振兴任务，全力满足现代薯业用电需求。

蓄势赋能“薯都”发展

随着农业现代化建设快速发展，马铃薯种植变得更加依赖电力。定西供电围绕马铃薯产业发展重点做好电网配套建设及供电服务，为“中国薯都”跨越式发展蓄势赋能。

“‘十四五’期间，全市电网规划总投资57亿元，今年电网建设投资4.05亿元。”定西供电总经理、党委副书记艾宪仓介绍，该公司积极推进农网改造升级，倾力服务“三农”，全力保障农户用上放心电。

该公司主动对接当地政府及村委，及时了解种植户用电情况，精简办电业务流程，现场

办公。“我从申请灌溉用电手续到完成安装仅用两天时间，你们功不可没。”通渭县花湾村村民李欣峰高兴地对供电人员说。

强力支撑产业升级

马铃薯种是大棚经济作物，从育苗、栽种、灌溉，到大棚外部覆盖、内部温度调控都离不开电气化设备，薯种发展更需要可靠的电力支撑。

“年内累计投入各类资金 6200 余万元，实施业扩配套项目，先后接入 10 千伏线路 52.81 千米，改造和延伸 0.4 千伏配电线路 145.06 千米，新增配变 122 台、容量 16185 千伏安。”定西供电二级职员李树林介绍，该公司全力开展“助农”行动，不断优化、简化电力接入工程的审批程序，推行“1 + 1”双经理制，推广“网上国网”线上办电业务，前移服务关口，组建“1 + N”服务团队，提供“一条龙”服务。

在定西马铃薯研究所，大棚外设立了两台温控器，为薯苗培育及结果提供重要保障。马铃薯研究所负责人李进福介绍：“温室里 LED 补光、温湿度控制、水肥灌溉、物理杀虫都是自动的。如今电力保障好，马铃薯种全电控制，我在手机上就能看到运行信息，太方便了。”（杨璧筠 胡俊林）

特色案例 农村电气化 福建龙岩

电能足 产业旺

10 月 11 日，福建龙岩市永定区初溪村的水稻种植大户陈安娣正带领农户用梯田自动轨道车把刚收割的稻谷装车运到全电稻谷烘烤加工厂。近两年，国网龙岩供电公司依托电力大数据分析结果，进一步完善农村电网，推进农业生产、乡村产业和农民生活电气化建设，助力乡村振兴发展。

全电加工“土楼”水稻闻名全国

陈安娣是初溪村的一名返乡创业者，她说：“今年水稻产量比往年更高，幸亏用上了全电水稻烘烤设备。”

初溪村位于世界文化遗产初溪土楼群所在地下洋镇，拥有大片高山梯田，梯田土壤富含硒元素，种植的水稻质量优、口感好。2014 年，陈安娣返乡，开始规模化种植原生态高山梯田富硒水稻。“刚返乡时在一间又小又暗的小屋子烘烤水稻，用的是柴油发电机，不仅噪音大粉尘多，还都要人工肩扛手抬。”她回忆说。

2016 年，陈安娣先后在高山梯田设置了自动轨道滑车，新增 45 套自动灌溉设备，并在初溪村建立首个稻谷自动化加工厂。为满足初溪村生产用电需求，国网永定区供电公司新增两台变压器，架设 10 千伏线路 3.7 千米，该村变压器总容量也从 230 千伏安增至 1480 千伏安。此后，陈安娣逐步扩大经营规模，先后在下洋镇、金砂镇承包 500 多亩高山梯田种植富硒水稻。2020 年 11 月，陈安娣种植的高山梯田富硒大米、黑米、红米被赋予“中国绿色食品”称号。

如今，在陈安娣的带动下，永定区 10 个乡镇 2000 余户农户实现稳定增收。

全面升级 助力花卉产业快速发展

位于龙岩市武平县供水水源上游的东留镇，积极探索林下花卉种植，鼓励村民发展大棚花卉产业。国网武平县供电公司全方位把脉问诊该片区电网，优化运行方式。2021年6月，该公司为东留镇花卉种植集中区域新装、改造5台变压器，增容500千伏安，改造和新架设10千伏线路约20千米，彻底解决了花卉种植户的后顾之忧。

2021年7月，东留镇黄坊村打造3100多亩的东香花卉富贵籽产业基地，配置全套科学节能的灌溉排风光照系统。为此，东留供电所及时升级电网设备，全面满足富贵籽花卉产业基地的用电需求。

如今，东留镇以“基地+合作社+农户”模式带动了武平县花卉产业发展，全县富贵籽种植面积近万亩，年产商品苗1800多万株，带动600多户种植户增收，实现年产值3.6亿元。（詹春艳 叶永卿 刘婷）

“十四五” 新能源迎来“风光” 开局

专家建议：持续推动项目降本增效，加快理顺电价形成机制

中国能源报 2022.10.17

“实现新能源行业高质量发展，统筹规划要先行”“持续推动降本增效，是保障新能源发电健康可持续发展的核心动力”“围绕新能源大规模开发利用，需构建新型电力系统调度体系，加快电价定价机制和疏导机制改革”。这是记者在中国电力发展促进会、国家电网公司发展策划部、南方电网公司战略规划部、电力规划设计总院、水电水利规划设计总院日前联合主办的“2022中国电力规划发展论坛”上听到的专家声音。

业内人士认为，随着我国新能源大规模开发利用，开发成本高企、高比例新能源并网消纳难等制约因素日益凸显，要想实现2030年风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的目标，需要统筹新能源项目开发，持续推动新能源项目降本增效，加快理顺电价形成机制。

■ ■ 清洁能源愈加风光

继“十二五”、“十三五”新能源产业蓬勃发展后，“十四五”开局之际，新能源行业驶入高质量发展阶段。国家能源局发布的数据显示，2022年上半年，我国可再生能源装机稳步扩大，可再生能源发电新增装机占全国新增发电装机的80%。预计“十四五”期间，国内新能源年均增长规模可超1亿千瓦。

目前，以沙漠、戈壁、荒漠地区为主的第一批大型风电光伏基地约1亿千瓦项目已全部开工，第二批基地项目正在积极推动前期工作，部分已开工，第三批大型风电光伏基地项目已启动。“第三批大型风光大基地项目可由企业在落实资源、电网送出条件的情况下，自主向政府申报开发建设。目前，我们正在组织各子分公司申报相关项目。”国家能源集团战略规划部副主任赵新一表示。

如今，央企正在积极推进各大型风电光伏基地开发工作。以国家能源集团为例，除重点在四大沙漠区域开展了外送基地相关工作外，还在宁夏、甘肃、内蒙古、青海、新疆、陕西、山西等省区开展了各类大型风电光伏基地的开发工作。

与此同时，新能源大规模高比例发展所需的电网输电通道建设迈入“无人区”，我国建成了全球输配电规模最大、电压等级最高、资源配置能力最强、清洁能源并网规模最大的电网。截至2021年底，国网已经建成29项特高压交、直流输电工程，跨省区输电能力达到2.4亿千瓦，国网经营区清洁能源装机达到8.2亿千瓦，输送清洁能源5249亿千瓦时，占比43%。

■■项目盈利能力有待提升

不过，值得注意的是，在目前新能源赛道火热的背后，还存在新能源项目开发成本高企、电价定价机制和疏导机制不畅等难题。

由于新能源项目投资过热、地方财政紧张等因素，造成了目前新能源项目开发的各种成本要素普遍上涨，比较突出的有光伏组件价格、储能设备价格、土地租金价格、基建工程费用等。其他附加费用，比如产业配套、减补、设立基金、发电收益分成等也让企业持续承压。这些因素导致新能源项目成本急剧上升，严重削弱了新能源项目的盈利能力。

为深入引导光伏产业上下游协同发展，工信部、市场监管总局、国家能源局近日集体约谈部分光伏企业及行业机构，要求着眼大局和长远利益，坚持上下游合作共赢，不搞囤积居奇、借机炒作等哄抬价格行为。

除此以外，当前国内新增新能源项目已实现平价，在现货市场开启的区域还出现了大幅低于标杆电价的情况，西北地区新能源项目上网电价低的情况尤为明显。在成本大幅上升、电价又不断下降的双重挤压下，目前的新能源项目盈利能力堪忧。“如果大量的新能源项目不能盈利，将给广大发电企业经营造成极大压力，不利于电力行业的持续健康发展。”赵新一表示。

■■新能源开发需综合考量

针对目前新能源行业发展遇到的问题，业内人士呼吁，除了国家和行业协会协调上游新能源设备材料生产企业和装备制造企业，制定更好的产业政策和价格引导机制，稳定新能源发电设备价格外，国家和地方应规范新能源项目土地租赁市场，减少产业配套、减补、设立基金、发电收益分成等费用要求，呵护新能源发电项目，为新能源发电企业减负，通过项目的健康发展正向促进地方经济。

赵新一建议，需优化和完善新能源电价形成机制，在规划新能源项目的同时做好电价的研究工作，顺畅地传达价格要素，外送新能源基地项目的售电价格应引入基地项目主体单位参与售电协议谈判。此外，要尽快为新能源配置的储能设施设计合理的辅助服务价值回收机制，为新能源良性发展提供条件，合理体现绿色电力投资回报。

在水电水利规划设计总院副总工程师谢宏文看来，持续推动新能源项目降本增效，是保

障新能源发电健康可持续发展的核心动力。新能源的开发要考虑场址土地性质、新能源资源水平、土地可利用条件、新能源基地连片规模化布局、调节电源配置等诸多因素。

“新能源高质量发展要坚持西部、东部并举，集中式、分散式并举开发。”谢宏文分析，传统能源采用大基地开发、大通道送出模式，根本原因是西部“有”、东部“没有”，是1和0的关系。而新能源资源分布则是西部“较好”、东部“较差”，是1和0.6的关系，存在根本差别。未来的新能源开发，要以综合消纳利用成本最优而不是开发成本最优为目标，综合考虑资源水平、开发成本、消纳能力、通道条件、电价承受力等，坚持“三北”、海上集中开发与中东部分散开发并举。（苏南）

加快多能互补新能源体系建设

——访全联新能源商会秘书长曾少军

中国能源报 2022.10.17

自从国家层面提出构建新型电力系统后，电网、传统电源、新能源、装备等多行业均在探索如何构建新型电力系统。围绕新型电力系统构建的前景、挑战、发展侧重点以及如何应对电力系统成本攀升等热点问题，全联新能源商会秘书长曾少军日前向本报记者阐述了他的独到见解。

■ ■ 以储能为核心多能互补

中国能源报：“十四五”时期，我国新能源发展内生动力强劲，并网规模有望翻番，您觉得高比例新能源并网对现有电力系统带来哪些挑战？

曾少军：可以从宏观和微观两个领域分析。从宏观角度看，所谓对电网的挑战无非就两个：一是本地消纳，二是异地输送。我国正大力推进大型风光基地的建设，亟需解决电力消纳难题。风光大基地集中在远离负荷中心的西北地区，而目前我国特高压等远距离输电设施尚不完善，电力供需不匹配，某些地区还出现无法并网、利用小时数持续降低等“弃风”“弃光”现象，调峰能力不足已成为限电的最核心问题。

从微观技术层面看，高比例新能源并网给电力系统灵活性及安全性带来巨大挑战。新能源新增装机量增长迅猛，给电力系统安全稳定运行带来压力。在碳达峰、碳中和目标下，我国电源结构由可控连续出力的煤电装机占主导向不确定性强、可控出力较弱的新能源发电装机占主导转变，电网运行更加复杂，电力系统对调频、调峰资源的需求将大大增加。另外，风光呈现出批量分散式供给，无形中提升了电网的管理成本。因为新能源高比例接入，配套电网建设、调度运行优化、备用服务、容量补偿等辅助性投资会不断增加。

中国能源报：国家提出大型风光基地建设，您觉得其消纳问题如何破解？

曾少军：解决大型风光基地建设带来的新能源电力消纳问题，我们认为重点是要加快构建以储能为核心的多能互补新能源体系。首先，我们要推动电化学储能、热储能、氢储能等各类储能形式的多元发展，支撑多能互补能源体系建设。发电侧，大力推进新能源电站配置

新型储能，进一步推广光热发电熔盐储能，在西北风光资源丰富地区，光热型熔盐储能电站效率最高可达到80%，对风电、光伏发电的消纳作用明显；电网侧，合理布局电网侧新型储能，提升电力安全保障水平和系统综合效率。其次，优化整合电源侧、电网侧、负荷侧资源，以先进技术突破和体制机制创新为支撑，探索区域省级、市县级、园区级“源网荷储一体化”等具体模式。再次，大力发展以电力为核心的综合能源服务，培育发展新动能，促进新能源发电与供热、供气等能源品种协同发展，同时推进电力系统与互联网、人工智能、大数据等新兴技术的深度融合。

■农村将成为新能源发展新阵地

中国能源报：分布式光伏在构建新型电力系统中处于什么地位？

曾少军：我国的能源生产中心与消费中心是天然脱离的。能源生产和消费中心的不匹配，决定了发展分布式能源的重要性。从经济学来讲，能源生产和消费最优匹配选择是分布式能源。分布式发电已成为新能源发展的重要形式，国家能源局发布的数据显示，截至今年6月底，我国分布式光伏新增装机同比增长125%，在今年光伏发电新增装机中占比约2/3，在光伏发电总装机中的占比超过1/3，已成为行业发展的重要力量。

通过研究，我们认为农村将成为分布式新能源发展的新阵地和主战场。在碳中和约束下，我国农村能源消费将在2025年左右达到碳排放峰值，新能源将成为落实乡村振兴战略、建设美丽乡村的重要举措。分布式新能源快速发展还将转变农网发展模式，分布式新能源不仅可以减少农网改造投入成本，还将提高农村农民收入，在新农村建设中大有可为。

我们经过测算发现，光伏产业扶贫可发挥出内生的生产力，以村级为单位，村年均收益20万元左右。随着分散式风电、分布式光伏的快速发展，风、光将逐步成为我国农村电力系统的主力电源，农村用电方式也将出现巨大转变，“光伏+储能”“风电+储能”等多种方式将为农村提供成本更为低廉的电力供应，同时伴随大数据、人工智能等技术的广泛应用，农网将朝着分片自平衡、片区互联的新模式发展，大电网将作为农网片区保供的重要支撑。

另外，多能互补、“互联网+”等综合能源一体化解决方案也将得到广泛应用，形成横向“电、热、冷、气、水”能源多品种之间的互联互通、协同供应，纵向“源、网、荷、控”能源多供应环节之间的协调发展、集成互补，建成能源与信息高度融合的新型生态化综合能源系统。

中国能源报：分布式能源高质量发展需解决哪些问题？

曾少军：现阶段，我国分布式发电高质量发展仍存在诸多问题：一是分布式可再生能源项目系统电能质量亟待提高；二是高比例分布式可再生能源发展所需的配电网接入能力不足；三是分布式发电市场化交易仍面临阻力，经济性优势难以充分发挥。

最不容忽视的是，分布式能源电能质量稳定性比较差，在加强储能系统的技术进步和改善的同时，还要探索小型化分布式光热发电。

■ ■ 回归电力的商品属性

中国能源报：您刚提到分布式发电市场化交易仍面临阻力，随着电力系统成本不断上升，如何兼顾平衡、安全性和经济性的挑战？

曾少军：随着新能源逐渐成为主体电源，系统性成本上升已成为业界共识。要兼顾平衡、安全性和经济性的挑战，就要准确把握电力市场发展规律，回归能源电力的商品属性，通过市场化的规则来形成竞价机制。

所以，我们需要加快构建适应新能源优先发展的电力市场顶层设计。在建设目标方面，要促进新能源发展和新型电力系统的市场机制建设，以市场竞争方式形成新能源上网价格，降低能源绿色低碳转型成本。

另外，我们还需要大力推进各类市场主体协同。建立规范统一的电力市场基本交易规则和技术标准，推动实现全国电力市场和地方各级电力市场统一规范运营和有效衔接，降低市场主体制度性交易成本，打破省间壁垒。在电、碳、绿证等多元市场体系中也要实现协同、融合发展。一方面通过电力市场来促进化工、电力等重点领域节能降耗与转型发展；另一方面，通过多元市场体系的协同，溯源、认证绿色消费行为和可再生能源消纳，共同促进形成全社会推动“双碳”目标的格局。

兼顾三者关系需要企业创新产业模式，培育发展新动能。例如，创新多种能源互补供应模式，大力发展分布式能源和以电力为核心的综合能源服务，促进新能源发电与供热、供气等能源品种协同发展。目前，需加强储能与源网荷协调规划研究，明确储能发展规模和布局，完善储能参与电力市场的市场化成本疏导机制和价格机制，积极探索共享储能运营模式，促进电源侧、电网侧和用户侧的储能项目落地，发挥储能在电力系统安全稳定运行的支撑作用。

中国能源报：众所周知，新能源平价上网不等于平价利用，在疏导系统成本方面，您有什么建议吗？

曾少军：技术进步正推动新能源度电成本不断走低，然而，上网侧的低电价不等于用户侧的低电价。研究显示，随着新能源装机规模和电量渗透率的提升，新能源承担的功率预测、自动电压控制、自动发电控制等考核费用增加，常规电源为平抑新能源波动性提供的辅助服务成本增加，电网服务新能源接网及消纳的投资也将不断增加。这表明，能源转型也是有成本的，要疏导系统成本，就要完善电价市场化形成机制，推进电力市场化交易。（苏南）

加快建设能源互联网 助力提升我国能源安全韧性

中国能源报 2022.10.17

位于安徽宣城的±1100千伏古泉换流站是新疆昌吉—安徽古泉±1100千伏特高压直流输电工程的受端站。该工程被誉为“世界四最”电网工程——世界电压等级最高、输送容量最大、输电距离最远、技术水平最先进。

全球能源互联网发展合作组织

能源是国民经济的命脉、现代社会的基石，能源安全直接关系国家安全、社会稳定与经济发展。当前，受新冠肺炎疫情和地缘政治冲突影响，化石能源供应趋紧、价格高企，国际能源短缺问题日益突出；受气候变化影响，极端天气频繁出现，全球电力供应紧张，缺电程度不断加深；我国作为能源生产和消费大国，化石能源资源有限、油气对外依存度偏高。这些问题相互交织、相互影响，对我国能源安全带来重大挑战，凸显了加快提升能源安全韧性的重要性和紧迫性。

习近平总书记强调，能源的饭碗必须端在自己手里，近年来围绕能源电力发展，先后作出稳步推进中国能源互联网建设、构建新型电力系统等重大决策部署，为推动我国能源安全、高效、可持续发展指明了方向。党的二十大报告指出，要坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。立足我国基本国情和复杂国际形势，加快构建以新型电力系统为主体的中国能源互联网，是提高我国能源自给能力、有效应对能源安全重大挑战的根本举措，对于推动能源绿色转型、保障能源可靠供应、服务经济社会高质量发展具有重要战略意义。

作为能源生产和消费大国，我国能源供给需求巨大

我国是全球最大的发展中国家，能源生产、消费和进口量均居世界第一，巨大的市场需求凸显了保障能源供给的压力。当前，资源紧缺、气候变化、环境污染等全球性问题日益突出，国际环境复杂多变，我国能源安全面临多重风险叠加的严峻挑战。

一是化石能源资源不足，能源供应脆弱性问题日益显现。我国煤炭储量较大，已探明可开采量约为 1622 亿吨原煤，占全球总量的 15%，但人均占有量仅为世界平均水平的 70%。石油、天然气资源匮乏，技术可开发量分别约为 36 亿吨、6.3 万亿立方米，仅占全球总量的 2%、1%，人均占有量分别仅为世界平均水平的 17%、7%。2021 年，我国煤炭、石油、天然气产量分别达 41 亿吨、2 亿吨、2053 亿立方米，据此测算，储采比分别仅为 39 年、18 年、30 年，化石能源储备难以支撑可持续发展需要。

二是国际形势复杂多变，能源进口难度和不确定性增大。长期以来，我国油气自给能力不足，对外依存度较高。2021 年，原油进口比重达 72%，连续四年超过 7 成；天然气进口比重达 45%，较 10 年前提高 2 倍。同时，我国进口石油 80% 以上来自中东、北非等地区，运输需经霍尔木兹海峡、马六甲海峡等要道，存在“卡脖子”风险。今年上半年，我国煤炭、原油、天然气进口量分别减少 18%、3%、10%，但进口成本却增加了 64%、53%、50%，进口化石能源的经济代价显著上升。

三是转型保供挑战叠加，能源系统安全复杂性大幅提高。我国能源消费以化石能源为主，2021 年比重约为 80%，其中绝大部分为煤炭。面对实现“双碳”目标的迫切需要，我国一方面要转变以煤为主的发展路径，稳步推进退煤降碳，另一方面要应对气候环境对清洁

能源发电稳定性的影响，系统安全复杂性大幅提升。例如，受今年夏季极端高温干旱天气影响，7-8月四川水电出力较常年减少五成、光伏发电量同比下降6%，同时因高温引起降温负荷大幅增长，造成供电紧张。如何在确保能源安全可靠供应的前提下，实现清洁能源对化石能源的有序高效替代，推动能源体系从高碳向低碳转型，需要加强研究、统筹谋划。

总体看，化石能源资源的先天不足和过度依赖化石能源的不合理发展方式，是导致我国能源供应总体偏紧、油气过度依赖进口、能源转型任务艰巨的根源，已成为制约我国能源安全的突出矛盾。有效破解困局，需要彻底摆脱传统能源发展路径束缚，关键要坚持新发展理念和系统观念，以大格局、大思路深入推进能源安全新战略，开辟一条适应现代化建设和高质量发展需要的能源转型新道路。

统筹生产、消费、市场各环节，协同推进能源转型

面对保障经济社会发展、应对地缘政治摩擦、实现“双碳”目标等多重压力，如何将能源的饭碗端稳拿牢，是我国亟需研究解决的重大战略问题。近年来，全球能源互联网发展合作组织结合“双碳”目标，对我国清洁能源资源、电力发展需求、能源基地开发及外送规模等进行了系统研究，深刻认识到以提高安全韧性、实现能源自主为导向，统筹生产、消费、市场全环节推动能源体系变革转型，让能源开发供给更充足、更绿色，配置利用更安全、更高效，是保障我国能源安全的根本途径。

（一）以清洁替代加速摆脱化石能源依赖，构建新型能源供应体系

破解化石能源资源紧缺困局，关键要找到充足的替代能源，大力发展清洁能源就是答案。我国太阳能和陆上风能资源丰富，目前利用率仅为0.2%、5%，经过开发利用，完全能够满足我国发展需求。当前，以化石能源为主的发展模式仍在我国根深蒂固，推进能源转型，应以加快清洁能源“立”的速度助推化石能源“破”的进程，稳步实现清洁能源对化石能源的全面替代，提高能源自给能力和保障水平。

用好西部北部风光资源是构建新能源供给消纳体系的重中之重。我国西部、北部地区太阳能和风能资源占全国总量的80%，资源条件好、开发成本低，适宜集中式、规模化开发，是“风光无限”的能源宝藏。据测算，以库布其、乌兰布和、库姆塔格、柴达木等沙漠戈壁为重点，加快推进内蒙古、新疆、甘肃、青海等地区大型新能源基地建设，到2060年，我国西部、北部风电和太阳能发电装机将达15亿千瓦、27亿千瓦，占比将达全国总装机的一半以上，成为我国能源供应的主力军。

加快开发西南水电将为促进能源清洁化转型提供有力保障。水电是重要的清洁能源，可与风电、太阳能发电形成有效互补。我国水能技术可开发量约为6亿千瓦左右，目前开发率约为50%，未开发部分主要集中在西南地区。加快金沙江、雅砻江、澜沧江、怒江、雅鲁藏布江等流域水电基地建设，到2060年，我国常规水电资源将总体开发完成，为能源清洁化供应发挥重要作用。同时，在西南水电开发规划中，可考虑将跨区调水工程与水电站、抽蓄电站建设结合，通过异地抽发和接力方式将西南流域的水送往青海、甘肃、新疆等地。这

既能缓解西北地区水资源短缺问题，又能发挥跨流域水电联合调节特性好和跨地域资源互补性强的优势，推动西部水、风、光一体化发展，更好促进新能源大规模开发利用。据初步估算，到2060年，我国西南地区水电装机规模将超3亿千瓦，具备季、年、多年调节能力的装机占比可达45%，可满足3-5亿千瓦新能源装机的调峰和打捆外送需求；如考虑建设异地抽发跨流域调水工程，可进一步促进西部新能源开发利用。

稳步开发海上风电是满足东中部中远期能源需求的重要途径。海上风电是新能源发展的重要领域，具有不占用土地、出力波动小、利用小时数高等优势。我国具有较好的海上风电资源，5-50米水深、70米高度可开发资源约为5亿千瓦。稳步有序推进广东、江苏、福建、浙江等沿海地区千万千瓦级海上风电基地建设，到2060年装机容量预计可达1.6亿千瓦，成为东中部地区重要的清洁能源。

因地制宜推动分布式能源开发将为保障能源供应提供有益补充。分布式能源就地取能、分散灵活、靠近用电地区，但资源总量有限、利用小时偏低。综合考虑资源禀赋和技术经济性，在条件适宜地区推广屋顶光伏、分散式风电以及“农光互补”、“渔光互补”等新能源扶贫项目，预计到2060年，我国分布式新能源装机将达到15亿千瓦，以灵活便捷的方式进一步满足当地用能需求。

（二）以电能替代加速改变能源使用方式，打造以电为中心的能源消费体系

油气对外依存度高是制约我国能源安全的重大隐患，以自主生产的清洁电能替代进口油气是解决问题的有效途径。大力发展清洁发电技术，打造以电为主的能源消费体系，不但可以推动以电代煤、代油、代气，大幅减少化石能源使用，还能催生电制燃料新产业，丰富能源供应渠道，对于提高我国能源供给韧性，掌握安全主动权具有重要意义。

推进各领域电能替代是摆脱终端用能对化石能源依赖的最有效途径。实施电能替代，构建以清洁电力为基础的产业体系和生活方式，能够有效摆脱能源消费对煤、油、气的依赖。工业、交通、建筑作为终端用能的主要领域，是电能替代的重点行业。工业领域应加快高耗能行业电气化升级，大力培育新兴产业和绿色产业，推动施工等各类机械电气化，建立低碳工业体系；交通领域应大力推动电动汽车、电气化铁路、港口岸电、内河航运电气化发展，实现从油驱动向电（氢）驱动转变；建筑领域应普及建筑节能改造和智能家电应用，推动炊事、供热、制冷等电气化。据估算，通过电能替代，到2050年，我国每年可减少进口石油和天然气3.8亿吨、1500亿立方米，分别相当于2021年进口总量的76%和90%，能源自主水平大幅提升。

大力发展电制燃料产业是深入推动工业、交通等领域电能替代的创新举措。电制燃料利用清洁电能和水、二氧化碳等物质生产氢气、甲烷等燃料，在冶金、化工、长途货运、航空航海等难以直接实施电能替代的领域具有较大应用空间，能够进一步减少终端用能对化石能源的需求。同时，电制燃料的用能主要来自清洁能源发电，将有效摆脱对进口油、气的依赖。我国已是全球最大的氢能生产和消费国，今年3月发布了氢能产业发展中长期规划，加

快清洁电制氢等产业发展前景广阔。初步估算，2060年我国清洁能源制氢产量将达到近1亿吨，电制甲烷产量将达到500亿立方米以上。

（三）发挥全国统一大市场作用，打破能源大范围优化配置“梗阻”

市场是连接生产和消费的纽带。我国能源资源与需求呈逆向分布，构建清洁能源大范围配置、电能大规模利用的能源生产消费新格局，需要发挥市场的决定性作用。当前，我国能源领域市场化建设仍有较大空间，清洁能源大规模消纳、市场分割、价格有效调节供需等环节仍存在尚未有效解决的“梗阻”，迫切需要加快电力市场建设，通过体制机制创新破解上述问题。

以全国统一电力市场为平台，推动清洁能源大范围优化配置。近年来，我国电力市场建设稳步推进，2021年市场化交易电量达3.7万亿千瓦时，但其中清洁能源发电和省间电力交易比重偏低，占比分别仅为3%、18%，市场对于清洁能源配置的促进作用亟待增强。加快构建全国统一电力市场，促进跨区跨省电力交易，将打破省间壁垒和市场分割，推动清洁能源大范围配置，充分发挥大市场作用和优势，保障能源经济高效、安全可靠供应。同时，推动建立适应高比例新能源的市场机制，通过签订中长期合约、参与市场竞价、科学考核弃电量等方式，提升清洁能源市场化交易规模和水平。适时研究推动电力市场与碳市场融合，构建全国电—碳市场，整合能源和气候领域治理机制、参与主体和市场功能，实现能源转型与碳减排协同推进。

以科学电价机制为引导，更好促进能源市场化交易。“煤电价格倒挂”以及煤电转型缺少有效价格传导机制，是长期制约我国电力供应的重大问题。破解上述难题，需要以电力市场为载体，健全电价形成机制，充分调动各方参与电力供需平衡的积极性与主动性。加快完善一次能源价格、上网电价、销售电价联动机制，适时推动形成电价与碳价有机融合的价格体系，将真实反映能源价格和供求关系，有效体现能源供应、碳减排和生态环境成本。建立健全调峰等辅助服务补偿和跨省跨区交易机制，科学测定辅助服务成本，加快形成市场化的输电权分配和交易模式，将最大程度利用跨省跨区输电通道和调峰资源，促进清洁电力在全国范围高效配置。

发挥煤炭兜底保障和战略资源作用，为能源转型和可靠供应保驾护航

以煤为主的能源禀赋是我国的基本国情，如何用好、打好煤炭这张“牌”，统筹推进能源转型与保供，事关我国能源安全根基。2021年，煤电以接近50%的装机占比生产了全国60%的电量，承担了70%的顶峰任务，为保障能源安全稳定供应发挥了“顶梁柱”和“压舱石”作用。深刻认识新形势下保障能源安全的重要性，推动以清洁替代和电能替代加快能源转型，仍需发挥煤炭的基础性、战略性作用，守住能源安全底线。

（一）推动煤电向调节性电源转型，是实现存量煤电经济高效利用与平稳有序转型的根本出路

煤电与新能源在能源转型中既是替代关系，又需相互协调。我国煤电规模大、占比高，

平均服役时间仅 10 多年，如何在用好现有煤电基础上，经济高效实现能源清洁化转型是一项艰巨任务。从现实看，煤电需要调整功能定位，从主体电源向调节性和保障性电源转变，在保安全、促转型中发挥关键作用。以控总量、调布局为重点，推动我国煤电装机和发电量在 2030 年前达峰，布局由东中部向西部北部转移，将促进煤电与新能源优化组合，平稳有序实现能源体系转型。同时，进一步加大煤电机组灵活性改造力度，充分发挥煤电经济高效的灵活调节性能和极端条件下的保供作用，为促进新能源消纳提供重要支撑。

（二）推动煤电清洁低碳利用，是实现“双碳”目标的必然要求

能源转型是个长期过程，不能一蹴而就。面对减排与保供的双重压力，需要通过清洁高效利用煤电资源，为新能源发展保驾护航，实现主体能源的平稳过渡。一方面，以“高质高效、低排低耗”为原则，加快煤电机组转型升级和落后产能淘汰，以新技术、新工艺、新标准推动煤电节能减排，实现全过程、全要素清洁化和低碳化。另一方面，研究采用碳捕集与封存、自然碳汇等措施，为 2060 年前实现煤电净零排放提供支撑。

（三）推动煤炭向战略性资源转型，是进一步夯实我国能源安全根基的重要举措

煤炭作为我国自主可控、具有一定储量优势的一次能源，是我国确保能源安全的底气所在。受日益复杂的国际局势影响，全球能源供应反复收紧、能源价格大幅波动，在这样的大环境下，我国应将煤炭作为重要的战略资源“扩储缓用”，提升我国能源供给的弹性和韧性。一方面，加大力度勘探新的资源，不断扩大煤炭储备，提高能源自给能力，做到“家中有粮、心里不慌”；另一方面，要按照节约、高效、可持续的原则科学合理开发使用现有煤炭，留存更多的资源应对未来的“不时之需”，切实发挥煤炭的战略资源和兜底保障作用。

构建以新型电力系统为主体的中国能源互联网，是推动能源转型、提高安全韧性的根本举措

稳步推进中国能源互联网建设是习近平总书记立足国情作出的重要指示，是推动我国能源转型的根本途径。2021 年，围绕“双碳”目标，习近平总书记进一步提出构建新型电力系统、打造新能源供给消纳体系，为建设中国能源互联网，加快能源绿色转型指明了方向。

新型电力系统是融合低碳能源、先进输电、信息通信、网络控制等前沿技术，以交直流混联大电网为主导，配电网、微电网、分布式能源系统等多种形态电网为支撑，推动各类集中式和分布式清洁能源大规模开发、配置、利用的现代电力系统，具有绿色低碳、广泛互联、坚强可靠、智能高效、柔性灵活等突出特点，将实现源网荷储协同、多能互补利用，打造清洁主导、电为中心、互联互通的能源互联网，为实现我国能源有序转型和安全供应发挥枢纽平台作用。

（一）中国能源互联网发展思路清晰、工作重点突出

构建多能互补、跨区协同的送端系统。西北、西南、东北及华北北部是我国的大型清洁能源基地，应加快各区域协同开发，推动水电、风电、太阳能发电等清洁能源多能互补协调发展，为我国经济社会发展提供充足、经济、可持续的电力保障。其中，西北、东北及华北

北部地区将利用构网型逆变器等技术打造清洁能源汇集网络，并配套建设部分火电机组和新型储能，满足电压支撑和灵活性调节需求，保障清洁能源开发需要；西南地区将以特高压电网为平台，主要依托水电机组和异地抽发调水系统，并适度采用构网型逆变器等设备，为水、风、光一体化开发提供电压支撑和有功调节。同时，积极研究构建西部大电网，通过西北与西南电网互联，进一步发挥西南水电的灵活性调节能力，支撑西部清洁能源大规模开发利用。

构建坚强可靠、灵活智能的受端系统。华北（京津冀鲁）、华东、华中、南方（粤桂琼）等东中部地区是我国的用电中心，预计 2060 年电力需求占我国总用电量的 60% 以上，其中约 70% 依靠区域内风电、光伏、核电、水电、气电等满足，30% 依托特高压由西部、北部送入。为支撑区外清洁能源大规模送入和区内清洁能源消纳，需要在东中部加快构建以特高压交流为骨干网架的坚强智能电网，大力建设抽水蓄能等调节性电源提高调峰能力，采用构网型逆变器、调相机等技术增强受端系统电压支撑能力，全面提升电力配置调度能力和系统灵活运行水平，确保电力可靠供应。同时，积极应用智慧城市、智慧家居、现代通信、智能控制、需求侧管理、虚拟电厂等创新技术，提升分布式能源灵活接入和电网安全运行水平，加速终端用能领域再电气化进程，满足多元化、智能化、便捷化用能需求。

构建全国互联、配置高效的特高压网络。特高压输电是我国原创、世界领先的重大技术创新，为我国优化资源配置、保障电力供应、改善生态环境等发挥了重要作用。建设中国能源互联网，需要进一步发挥特高压输电距离远、容量大、效率高、损耗低、占地省、安全性高等显著优势，在送、受端系统之间依托特高压电网构建横贯东西、纵贯南北的全国“电力高速公路网络”，保障西部北部清洁能源基地大规模外送，促进跨区跨省资源优化配置和互补互济，为高质量建设新能源供给消纳体系提供重要载体和平台保障。

（二）中国能源互联网将统筹发展与安全，协同实现能源转型与能源保供目标

大幅提升清洁能源供应能力。构建中国能源互联网，促进“源网荷储”多向互动和“风光水火”多能互补，既能保障清洁能源大规模开发、高比例消纳的安全性和可靠性，又能发挥煤电的调节性电源和兜底作用，将让清洁能源“立得快”、化石能源“破得稳”，实现发展与安全协调统一。依托中国能源互联网，清洁能源开发速度将提高 1.5 倍以上，预计到 2060 年，我国清洁能源占一次能源消费比重将超过 90%，发电量占比将达 95% 以上，为经济社会发展提供充足、经济、可靠的能源保障。

有效破解油气进口依赖难题。中国能源互联网作为推动工业、交通、建筑等领域电能替代的基础平台，将引领能源消费向电气化加快转型，大幅降低我国油气消费规模和进口依赖度。依托中国能源互联网，全社会电气化率增速将提升 1.5 倍以上，到 2060 年，绿色电能和电制燃料等将替代近 90% 的化石能源消费，我国能源供应将基本实现自给自足，摆脱油气供给受制于人局面。

显著增强能源应急保障能力。在重大灾害情况下，局部电源的调节能力难以满足本地功

率平衡需求。构建中国能源互联网，能够充分发挥特高压电网大范围配置优势，调用全网资源协同参与突发事件处置，显著提升电网的应急保障和风险防御能力。例如，2020年2-4月新冠肺炎疫情发生初期，我国西部、北部依托特高压电网向华中累计送电超过150亿千瓦时，有力保障了湖北等地抗疫用电。今年夏季，德宝直流和渝鄂背靠背直流向川渝地区反送约800万千瓦电力，为缓解四川用电紧张局面发挥了重要作用。

加快建设中国能源互联网将带来拉动经济、保护环境等多重效益，是一举多得战略举措

发挥我国特高压、智能电网、清洁能源等领域优势，加快建设中国能源互联网，不仅能够推动我国能源平稳转型，提升能源安全韧性，还将创造经济、社会、环境等领域巨大综合效益。

拉动经济增长。能源互联网是资金密集型产业，投资规模大、覆盖面广、带动力强。在外部环境不确定性增加、经济下行压力增大的形势下，加快中国能源互联网建设，能够带动可持续的有效投资、引领产业发展、创造更多就业，为促进经济增长发挥“火车头”作用。据估算，“十四五”期间中国能源互联网投资可达7-8万亿元，增加就业岗位超过900万个，稳投资、保就业效益显著；到2060年，累计投资约为120万亿元，拉动全社会投资超过400万亿元，对GDP增长贡献率超过2%，为经济持续增长注入强劲动能。同时，构建中国能源互联网将加快西部、北部清洁能源大规模开发外送，变资源优势为经济优势，有力带动西部大开发和东北全面振兴。初步估算，到2060年，我国西电东送、北电南供规模将超过6亿千瓦，每年可为送端地区创收超6000亿元，有力促进区域协调发展。

改善生态环境。构建中国能源互联网，加快实施清洁替代和电能替代，将推动实现“双主导、双脱钩”（能源生产清洁主导、能源消费电能主导，能源系统与碳脱钩、经济发展与碳排放脱钩），不仅能根本解决发展与减排的矛盾，以较低成本、较小代价、更快速度实现碳减排目标，还能从源头减少化石能源生产、运输和使用带来的污染物排放，促进美丽中国建设。预计到2060年，我国将实现二氧化碳净零排放，每年减排二氧化硫、氮氧化物、细颗粒等污染物约3500万吨，空气污染物浓度较2015年减少80%以上，实现能源与环境协调发展。

提升核心竞争力。能源互联网是技术密集和清洁绿色产业，建设中国能源互联网，能够促进以化石能源为主体的传统产业向以清洁电力为主导的智能化绿色产业集群转型升级，有力带动新能源、新材料、特高压、电动汽车、5G、大数据、人工智能等前沿技术创新突破，培育清洁替代、电能替代、能源互联、储能、碳捕集与封存等一大批战略新兴产业，占据新一轮科技革命制高点，极大提升我国综合国力。同时，加快中国能源互联网建设，促进能源、交通、信息三网融合发展，将打造集成共享、高效协同的新型基础设施网络，为经济社会发展提供新引擎、注入新动能。

当前，我国正在加快推进经济社会高质量发展，立足基本国情和能源转型要求，以中国

能源互联网为载体，遵循“先立后破”原则，加快清洁能源开发利用，稳步推进化石能源转型，构建以我为主、清洁低碳、安全高效的现代能源体系，将统筹发展与安全、转型与保供，全面提升我国能源安全韧性和可持续发展能力，牢牢掌握能源安全自主权，护航全面建设社会主义现代化国家新征程。（刘泽洪）

书写能源绿色发展的时代答卷

——可再生能源行业十年高质量发展成就综述

中国电力报 2022.10.21

十年奋进，这里创造了无数个世界第一！水电、风电、光伏发电、生物质发电等新能源和可再生能源电力的装机规模及发电量稳居世界首位，清洁电力供应体系规模全球最大，风机、光伏电池产量世界第一。一个又一个冠军，成为实力的最好证明。

十年跨越，一步一个脚印站到了全球舞台中央！2012年至今，我国“全球最大光伏风电制造国”地位持续巩固，“全球可再生能源生产和利用第一大国”以及“全球最大的可再生能源市场”的金字招牌得到全球认可，水电、风电、光伏发电行业已成为闪亮的“中国名片”。

党的十八大以来，以水电、风电、太阳能发电、生物质发电为代表的可再生能源蓄势发展，大力创新，从跟跑、并跑到领跑，实现了从小到大、由弱到强的跨越式发展，为我国能源低碳转型注入澎湃绿色动能。

第一！开发利用水平领跑全球发展

党的十八大以来，在党中央、国务院的坚强领导下，国家能源局精准施策，大力推进新能源开发利用，十年间新能源在我国电力装机中的占比增长近4倍，达到26.7%，水电、风电、光伏发电、生物质发电等可再生能源实现跃升式发展。

截至2021年底，我国可再生能源发电装机总规模达到10.63亿千瓦，占总装机的比重达到44.8%，较2012年增长17个百分点。其中，水电装机3.91亿千瓦（其中抽水蓄能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，分别占全国总发电装机容量的16.5%、13.8%、12.9%、1.6%，分别连续17年、12年、7年、4年稳居全球首位。同时，光热发电总装机规模达到57万千瓦，位居全球第三。

截至2022年8月底，风电、光伏发电装机规模双双突破3.4亿千瓦，行业发展势头超出预期，开发利用规模领先全球。

为确保可再生能源发展“速”“质”并重，国家能源局强调行业发展必须以消纳能力为发展前置条件，扎实推进一连串政策落地落实，着力构建形成可再生能源电力消费引领的长效发展机制，推动开发利用水平持续提升，确保可再生能源行业实现高效发展。

数据显示，2021年，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29.8%，较2012年增长9.8个百分点，为我国如期实现“2020年非化石能源消费占比达到

15%”的庄严承诺提供有力支撑。

开发利用水平全球领先的背后，是较为完备的可再生能源技术产业体系给予的十足底气。历经十年发展，我国可再生能源多个领域的技术装备发展达到全球领先水平。其中，水电行业已具备全球最大的百万千瓦水轮机组自主设计制造能力，特高坝和大型地下洞室设计施工能力均居世界领先水平，高海拔地区水电工程实现智能建造。国内风电装机的90%以上采用国产风机，陆上风电和海上风电全球排名前十的整机制造商中我国分别占到7家和6家，“中国制造”风电机组占据全球三分之二以上市场份额。我国制造的光伏多晶硅板、硅片、电池片和组件的全球市场占有率分别达到了76%、96%、83%和76%，光伏组件全球排名前十的企业中有7家来自于中国。

当前，我国可再生能源重大工程建设已结下累累硕果。向家坝、溪洛渡、乌东德、白鹤滩、两河口等特大型水电站陆续投产，甘肃酒泉，青海海南、海西，新疆哈密、准东，内蒙古鄂尔多斯、锡林郭勒盟，河北张家口、承德等一批千万千瓦级大型风电光伏基地建成投运，三批大型风电光伏基地建设有序推进，绘就我国能源绿色低碳发展新蓝图。

从跟跑、并跑到领跑，我国可再生能源发展得到全球市场的更多认可。国际能源署在其发布的《可再生能源市场报告2021》中明确指出，“中国在未来五年内仍然是全球可再生能源的领导者”。我国可再生能源行业发展，未来可期。

突破！行业技术加速迭代受到世界瞩目

在巍峨耸立的横断山脉群山之间，滔滔江水奔涌而来。

曾经，这里因河水中出现大量沙金而得名金沙江。今日，这里矗立着我国在党的十八大以后开工建设并投产的首个千万千瓦级世界级巨型水电站、“西电东送”国家重大工程之一的乌东德水电站，湍流江水为我国社会发展注入源源不断的清洁动能。

乌东德水电站不仅是我国大力推进能源绿色低碳转型的标志性工程，更是在其建设中攻克了一系列世界级技术难题，创造了世界最薄300米级双曲拱坝等8项世界第一。以首次全面应用智能灌浆等为代表的15项全球首次，树立起我国水电技术发展的重要里程碑。今年9月，在被誉为行业“诺贝尔奖”的2022年度“菲迪克工程项目奖”颁奖仪式上，乌东德水电站从28个入围项目中脱颖而出，获得“高度赞扬奖”，技术成就受到世界瞩目。

多年来，国家能源局积极引导、鼓励企业开展关键核心技术攻关，推动可再生能源发展由资源主导逐步向技术创新主导转变，取得良好成效。

在水电领域，集中建成和新开工建设的特大型工程，标志着我国在300米级高混凝土拱坝、50米级高混凝土面板堆石坝、300米级高土心墙堆石坝、700米级高边坡加固处理技术、巨型地下洞室群建设技术、复杂地基处理技术、百万千瓦级水轮发电机组等方面取得重大突破，我国水电建设技术发展进一步领跑世界。

在风电领域，10兆瓦海上风机开始批量生产，低风速、抗台风、超高塔架、超高海拔风电技术位居世界前列，我国已具备大兆瓦级风电整机、关键核心大部件自主研发制造能

力，建立形成具有国际竞争力的风电产业体系，技术装备水平持续快速提升。

在太阳能发电领域，“中国制造”数次刷新光伏电池转换效率世界纪录，技术路线加速迭代，钙钛矿、有机电池研发不断取得突破，晶硅电池技术持续领先全球，光热发电技术进入商业化示范阶段。

技术更新的快速迭代，驱动我国陆上风电、光伏发电成本实现快速下降，2021年平均度电成本较2012年分别下降48%和70%。目前，我国新增风电、光伏发电项目均不再需要中央财政补贴支持，实现由补贴驱动发展向市场驱动发展的重要转变。

同时，为持续提升风电、光伏发电市场竞争力，国家能源局统筹协调，积极指导各地区开展风电、光伏发电项目竞争性配置，撬动地区资源优势向经济发展优势转变，为行业后续大规模、高比例、市场化发展奠定坚实基础。

担当！惠民利民成果丰硕不负人民重托

回首过往，在我国脱贫攻坚的关键时期，国家能源局与多部门协同联动，立足本职、发挥优势，帮助贫困户增收、带动贫困村脱贫，惠民利民成果丰硕。

十年间，我国在推进无电地区电网延伸的同时，积极实施可再生能源独立供电工程，为上百万无电群众送去绿色电能。2012年以来，西南等欠发达地区累计开工建设大型水电站31座、6478万千瓦，为促进地方经济发展和移民脱贫致富作出积极贡献。创新实施光伏扶贫工程，累计建成光伏扶贫电站2636万千瓦，每年产生发电收益180亿元，公益岗位安置125万人，助力近6万个贫困村、415万户贫困户踏上致富小康路。

保障和改善民生没有终点站，只有新起点。如今，我国风电、光伏发电行业又成为西部地区经济社会发展的有力引擎。以青海海南州千万千瓦级新能源基地为例，自2012年以来，这里累计入驻光伏及风能企业84家，累计发电量超500亿千瓦时，栽植各类苗木104万株，并发展“光伏羊”养殖项目，仅2021年就实现税收9亿元，为海南州大跨步发展奠定重要基础。

改善生态环境就是发展生产力。通过大力推动水电、风电、光伏发电等可再生能源发展，党的十八大以来，我国减污降碳成效显著。数据显示，2021年，我国可再生能源开发利用规模达到7.53亿吨标准煤，减少二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物排放量约20.7亿吨、40万吨与45万吨，为打好大气污染防治攻坚战提供了坚强保障。

同时，可再生能源的快速发展也为我国生态文明建设夯实基础根基。党的十八大以来，我国积极推进城乡有机废弃物等生物质能清洁利用，促进人居环境改善，为建设美丽乡村提供有力支撑；积极探索沙漠治理、光伏发电、种养殖相结合的光伏治沙模式，实现可再生能源开发利用与生态文明建设协调发展、相得益彰。

十年乘风破浪，十年春华秋实。国家能源局统筹谋划，推进我国可再生能源发展不断打破历史、不懈创造佳绩，锚定“双碳”目标，踔厉奋发，奋楫扬帆，为加快我国能源转型步伐、推动国家高质量发展贡献重要绿色力量！（伍梦尧）

二、热能、储能、动力工程

中国大力发展新型储能系统

参考消息 2022.10.7

【香港亚洲时报网站 10 月 4 日报道】题：中国大力发展压缩空气储能

数十年来，全球科学家一直在寻找储存在非高峰时段生产的多余电力的低成本手段。然而，最常用方法都有严重的局限性。

现在，中国预计将加快发展压缩空气储能项目，以优化其电网性能，并使之转向更加环保的方向。

9 月 30 日，位于河北张家口的该国首个百兆瓦先进压缩空气储能示范电站顺利实现并网发电，该项目号称是全世界单机规模最大、效率最高的。

此外，位于山东泰安的世界最大规模盐穴压缩空气储能项目于 9 月 28 日动工，预计将于 2024 年开始运营。

分析人士认为，中国在将压缩空气储能技术商业化方面拥有巨大潜力，有人称中国的这项技术居于世界领先地位。

天风证券的一份报告称，在中国，至少有 9 个压缩空气储能项目已经建成或开工，还有 19 个项目正处于规划阶段。

报道称，预计到 2025 年，中国的压缩空气储能装机量将达到 6760 兆瓦，2030 年将达到 43150 兆瓦。

据估计，在 2022 年至 2025 年间，新增储能装机中压缩空气储能的渗透率有望达到 10%；在 2026 年至 2030 年间，该渗透率有望达到 23%。

【香港《南华早报》网站 9 月 30 日报道】题：压缩空气推动中国科学家们在储能方面实现突破

中国的一个研究团队在提高可再生能源储存效率方面取得突破。这一成果是在位于河北省的先进压缩空气储能示范系统中取得的。

中国科学院工程热物理所近日在其网站上发布消息称这个百兆瓦级设施在一次测试中创下目前压缩空气储能蓄热装置效率最高纪录。

储能系统被广泛用于储存太阳能和风能发电设备所产生的电能，也被用于平衡电网负荷。这种系统可以在低需求期，储存电能，在负荷高峰期释放电能。

上述压缩空气储能系统的蓄热装置由该研究所的科学家自行设计。他们在声明中称，测试结果为保温 8 小时蓄热效率为 98.95%，保温 16 小时蓄热效率为 98.73%。

智研咨询的统计数据显示，到 2020 年底，压缩空气储能仅占全球储能装机规模的 0.2%，在中国则仅占约 0.03%。不过据媒体报道，到 2021 年底，中国新型储能累计装机已超过 4000 兆瓦。

辽宁大连正在建设一个基于全钒液流电池技术的储能系统，内蒙古和宁夏等地也在推进锂离子电池储能和飞轮储能等项目。

今年3月公布的一项发展规划显示，中国打算在新型储能方面追求全球领先地位，到2025年进入新型储能规模化发展阶段。

在这里，军事能源保障新格局正在形成

科技日报 2022.10.9

新能源微电网储能系统使供电保障手段更加多样化，为核心用电设备提供了持续、可靠、稳定的用电环境。在未来，南部战区海军航空兵某场站还将紧盯科技前沿，革新能源装备，不断提升供电效率，切实打通为战服务的“最后一公里”。

“遭‘敌’火力袭击，场站市电中断！”近日，南部战区海军航空兵某场站临时接到指令，一场模拟“驻地市电中断，柴油发电机故障”的特情处置演练在夜幕下随即展开。

演练中，官兵们分工明确、各司其职。场站营房股启动了新能源微电网储能系统，及时恢复了供电保障，为一切训练要素有条不紊的展开提供了坚实的基础。

“如何确保重要设施战时具有能源持续保障力，加快构建军事能源保障新格局，一直是摆在我们面前的问题。”谈及此事，该场站副参谋长马生成讲起一段“一电难求”的经历。

2020年，有不少基层官兵反应，在天气炎热的夏季经常出现供电设备维修、市电中断的情况。原有的柴油发电机仅能保障外场核心部位供电，而无法有效保障生活用电。为解决供电短缺、用电困难问题，营房股将原有两台老旧的发电机更换成大功率、大输出的新式发电机。发电机的更换虽一定程度上提高了发电效率，但那时的供电仍不能完全做到可靠、稳定。

“现代化战争分秒必争，如何才能从根本上解决能源供需矛盾？”这个问题让时任营房股股长的马生成很是苦恼。

马生成把相关情况反馈到上级机关。他了解到上级有意推广新能源微电网系统建设工程，正在寻找项目示范试点单位。马生成心想，假如能申请到这个项目，利用新能源补充供电，必定能有效强化供电，保障“全天候”作战能力。

在马生成的积极申请、协调下，去年底，新能源微电网项目正式落户该场站。

随即，该场站召集相关业务部门，以“微网”牵头，实现“软件”“硬件”的同步升级，不仅配电柜、变压器、储能集装箱等核心部件“走马上任”，还引进了“智能管家”等辅助设备，通过电子信息数据记录、电脑程序调控等方式，满足了“火速解决小问题、分秒掌握大数据、动态调整微电网”的高质量保障需求。

值得一提的是，微电网发电过程中还有电力监控、能量管理、环境检查三大系统保驾护航，使整个过程更加安全可靠，大大降低了故障风险。

如今，当原有供电手段出现全面停摆的情况，新能源微电网储能系统不仅在白天能依靠

光伏发电实现可持续供电，在夜间也能通过微电网储能设备为核心单元提供数小时不间断供电，基本形成了以“市电为主、新能源辅助，储能电站、柴油机发电作为补充用能”的新模式，开创了“平战结合、深度融合、优势互补”的军事能源创新应用格局。

供电保障问题得到有效解决，引得该旅官兵纷纷点赞。

此次演练结束后，场站站站长张启后介绍，新能源微电网储能系统使供电保障手段更加多样化，为外场指挥系统、通信系统等核心用电设备提供了持续、可靠、稳定的用电环境。在未来，他们还将紧盯科技前沿，革新能源装备，不断提升新能源微电网系统的供电效率，切实打通为战服务的“最后一公里”。（高宏伟 傅金泉 张强）

4.16 电子伏特！新型硅带隙创世界纪录

有助量子计算研究

科技日报 2022.10.9

科技日报北京10月8日电（记者刘霞）美国东北大学科学家主导的国际科研团队发现了一种新形式的高密度硅，并开发出一种新型可扩展的无催化剂蚀刻技术，能将这种硅制成直径为2—5纳米的超窄硅纳米线。这一成果发表于最新一期《自然·通讯》杂志，有望给半导体行业带来革命性变化，还有望应用于量子计算等领域。

十年前，东北大学研究人员在实验中发现了拥有“非常非常微小”线状纳米结构的硅。此后的计算机建模显示，这种材料拥有高压缩结构，尺寸比普通硅小10%—20%，而普通硅在这种压缩状态下通常不稳定。研究表明，新型硅顶部有很薄一层氧化物，这可能有助于让其维持压缩状态。

传统硅的带隙（决定半导体材料内的电子在受到外源刺激时导电所需的能量）为1.11电子伏特，但新型硅的带隙为4.16电子伏特，创下世界纪录。

超宽带隙意味着这种材料需要更大刺激才能导电，但也表明其可在高功率、高温和高频下工作，因此用这种新材料生产的硅纳米线将适用于电子、晶体管、二极管和LED器件等领域。

研究团队还发明了一种生产硅纳米线的新方法——无需催化剂的化学气相蚀刻，可制造出仅为目前商用硅纳米线1/20到1/10的纳米线。

研究人员表示，这种新型硅对半导体行业很有吸引力，可用于无线电、雷达和太阳能电池等光伏领域。新型硅纳米线还可改善锂离子电池的性能，拓展其应用领域。由于新型硅纳米线的尺寸非常小，因此可在其中操纵各种有趣的量子现象，用于量子计算领域处理量子信息。

研究团队下一步计划更好地理解这一过程背后的所有化学原理，并弄清为什么这种形式的压缩硅如此稳定，也希望优化蚀刻工艺，使纳米线表面更光滑，以进一步扩大其规模用于工业生产。

中国积极推进甲醇燃料发展

科技日报 2022.10.9

近日,《麻省理工科技评论》刊文称,随着中国政府努力实现雄心勃勃的碳排放目标,即力争2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和,中国已经成为电动汽车领域的全球领先者。但是,电动汽车并非中国正在追求的更环保汽车的唯一选择。

文章提到,9月16日,中国工业和信息化部表示,将“加快推广甲醇汽车”,“探索‘绿色甲醇+甲醇汽车’新模式”。第二天,中国国家能源局局长章建华表示,中国正在“积极探索绿氢、甲醇、氢能等替代化石能源的新方式、新途径”。

麻省理工学院等离子体科学与核聚变中心首席研究工程师莱斯利·布伦伯格表示,甲醇发动机的效率可与柴油发动机相媲美,并且“没有柴油排放的问题”。

文章称,十年来,中国一直在讨论和试点甲醇燃料,以此作为未来将汽车行业转变为污染更少、对化石燃料依赖更少的一种方式。现在,中国政府的一系列举措,以及去年国家起草甲醇汽车标准和支持相关行业的其他努力,再次表明中国正在更加认真地对待替代燃料。在中国汽车制造商寻找下一个改变行业的创新时,甲醇终于引起了公众的关注,就像电动汽车一样,它既可获得商业上的成功,也可提振中国的气候技术雄心。

中国探索甲醇燃料的试验世界领先

文章表示,如今,世界上约60%的甲醇是在中国境内生产和使用的,这方面中国成为全球领先的国家。

中国在2012年开始了一项甲醇汽车试验,鼓励汽车制造商开发在几个城市运行的车型,同时收集未来6年它们对经济和环境影响的数据。结论是,甲醇汽车的能效比汽油汽车高21%,同时二氧化碳排放量减少26%。

在试点阶段之后,中国政府于2019年发布了一项政策,确认支持甲醇燃料,特别是在公共交通、出租车和公务车辆中。

全球甲醇行业协会中国区首席代表赵凯表示,对卡车等长途重型车辆来说,甲醇也是一个有吸引力的选择。今天的电动卡车需要大型电池,这使得它们比传统卡车便宜得多。但由于发动机相似,甲醇卡车的成本可能与传统卡车大致相同。

传统上,甲醇是由煤炭和天然气等化石燃料生产的,但它也可以由农业废弃物等可再生资源制造。美国南加州大学的一个团队甚至设法用从大气中捕获的二氧化碳有效地生产甲醇,这意味着,至少在理论上,甲醇燃料以及由甲醇衍生的其他化学产品能以负碳的方式生产。

甲醇燃料助力中国更早实现碳中和

文章称,正如中国所承诺的那样,为了在2060年达到碳中和,中国不能把所有的鸡蛋放在一个篮子里,比如电动汽车。普及甲醇燃料的使用和甲醇的清洁生产可能使中国更早地

达到其目标。

目前，利用二氧化碳生产甲醇的领先公司是来自冰岛的碳循环国际公司（CRI）。中国国内大型汽车制造商吉利自 2005 年就涉足甲醇汽车领域，今年还推出了几款新车型。吉利在 2015 年投资了 CRI，他们合作在中国建立了世界上最大的二氧化碳制燃料工厂。运行后，它每年可回收钢铁厂排放的 16 万吨二氧化碳。

清洁生产的潜力是使甲醇成为理想燃料的原因。它不仅是一种更有效的能源使用方式，也是一种从空气中清除现有二氧化碳的方式。

文章表示，除了中国，其他一些国家，如德国和丹麦，也在探索甲醇燃料的潜力。不过，中国至少比其他国家领先一步。（张佳欣）

新钙钛矿电池连续发电逾千小时

光电转换效率超百分之二十

科技日报 2022.10.11

科技日报北京 10 月 10 日电（实习记者张佳欣）日本国家材料科学研究所开发了一种耐用的钙钛矿型太阳能电池，面积仅为 1 平方厘米，能够在阳光下以超过 20% 的光电转换效率（即发电效率）连续发电 1000 多个小时。由于这种太阳能电池可以在大约 100℃ 的温度下在塑料材料表面制造，因此这项技术将能用于开发轻型、多功能的太阳能电池。

钙钛矿型太阳能电池被认为是下一代太阳能电池，具有广阔的应用前景，因为它们比传统太阳能电池更容易生产，且成本更低。然而，钙钛矿型太阳能电池也有缺点：当它们与水分子反应时很容易降解。事实证明，它们很难实现既耐用又高效。

大多数钙钛矿型太阳能电池都有相似的发电机制。当钙钛矿层吸收阳光时，会产生电子和空穴。然后，这些电子和空穴分别迁移到相邻的电子传输层和空穴传输层，它们在此处流动以产生电流。为了同时提高钙钛矿型太阳能电池的效率和耐用性，这些层和它们之间的界面需要使电子和空穴能够更自由地通过，同时使界面不透水分子。

该研究团队在电子传输层和钙钛矿层之间的界面中添加了含有疏水氟原子（5F - phz）的胍衍生物。这种界面成功地阻止了穿透电子传输层的水分子与钙钛矿层接触，从而提高了太阳能电池的耐久性。该界面的使用还减少了钙钛矿层表面形成的结晶缺陷的数量，这是导致发电效率下降的一个原因。此外，该团队在空穴传输层和钙钛矿层之间的界面添加了一种膦酸衍生物（MeO - 2PACz），最大限度地减少了空穴传输层中缺陷的形成，从而提高了太阳能电池的发电效率。

这项研究发表在最近的《先进能源材料》上。今后，该团队还计划创建可集成到界面中的分子数据库，进行数据驱动的研究，设计可改善界面特性的分子，开发更高效、更耐用的钙钛矿太阳能电池。

【总编辑圈点】

钙钛矿型太阳能电池是利用钙钛矿型的有机金属卤化物半导体作为吸光材料的电池。相比硅电池，它们的生产成本更低，更可持续。棘手的问题在于，钙钛矿太阳能电池的稳定性不够，这制约了它的商业化。前不久，美国能源部国家可再生能源实验室的研究人员构建了一种具有高效和高度稳定双重优点的钙钛矿太阳能电池，相关成果发表在《自然》上。看来，各国都在针对这一具有潜力的太阳能电池进行优化升级，以期把握住太阳能电池的未来。

铝电池或成新能源储能优选方案

科技日报 2022.10.11

铝电池具有电池容量高、安全性高和使用寿命长等优点。相较于传统的锂电池，铝电池的电池容量具有很高的理论上限，且由于铝电池负极金属铝性质稳定、电解液不易燃，所以铝电池即使被穿刺短路也不会发生燃烧、爆炸等危险现象。

——王伟 北京科技大学冶金与生态工程学院教授、博士生导师

如今，锂离子电池早已融入我们的日常生活，但锂在地壳中的含量较低，因此亟须寻找可替代锂的元素来制备高性能的二次可充电池。作为锂的替代品，铝在地壳中含量丰富，但其化学性质十分活泼，容易形成致密的氧化层，并且作为负极也易于产生铝枝晶，导致电池短路，因此难以实现产业化。

近日，在一项发表于《自然》的研究中，为了研制无枝晶的高性能铝电池，来自北京大学、美国麻省理工学院等机构的研究人员合作研发出了一种由无机氯化物（氯化钠—氯化钾—氯化铝）组成的低熔点熔盐电解质，以此替代当前普遍使用的离子液体电解质。

据悉，氯化钠—氯化钾—氯化铝电解质中的铝电极具有抗枝晶生长的特性，电极表面呈现出明确的切面而没有尖锐的枝晶。这项研究为未来铝电池的开发提供了新的思路。

相较于锂电池具有众多优势

铝电池是以金属铝为负极，氯铝酸基熔盐或离子液体为电解质，负极上发生铝的沉积/剥离，正极上发生氯铝酸根离子或铝离子嵌入/脱出或发生转化反应，从而实现电荷存储和释放的电池。

“铝电池具有电池容量高、安全性高和使用寿命长等优点。”北京科技大学冶金与生态工程学院教授、博士生导师王伟介绍说，相较于传统的锂电池，铝电池具有众多优势，由于铝的理论质量比容量为 2.98 安时/克，仅次于锂；理论体积比容量为 8.05 安时/立方厘米，在所有金属中排名第一，因此铝电池的电池容量具有很高的理论上限，且由于铝电池负极金属铝性质稳定、电解液不易燃，所以铝电池即使被穿刺短路也不会发生燃烧、爆炸等危险现象。

2015 年，王伟课题组就研发了以室温离子液体为电解质，石墨为正极，铝为负极的新型非水系铝电池。此电池体系具备高达 2 伏的放电电压，且具有优异的循环稳定性和倍率性

能，展现出了巨大的实用化潜力。此后，非水系铝电池逐渐成为世界范围内储能领域的研究热点。

然而在后续的研究过程中，相关科研人员发现，受限于离子液体电解质极强的酸性，溶于电解质中的高容量正极材料通常都存在循环寿命短的问题，再加上离子液体电解质极易吸水、空气稳定性差、易分解，所以电解质的开发便成为了非水系铝电池的重要研究方向。

“此次最新研究，通过使用一种低熔点的无机氯化物熔盐电解质，成功替代当前普遍使用的离子液体电解质，实现了铝电池的高倍率运行、低电压极化及高能量效率。”王伟表示，由于低熔点熔盐电解质的热稳定性高、不可燃，解决了大规模集成系统安全性方面的难题。“从室温离子液体电解质的开发，到现在一系列高电压、高容量铝电池体系的构建，大量的研究成果推动着非水系铝电池向着实用化迈进。”他说。

铝电池仍有“美中不足”之处

尽管铝电池有很好的应用前景，近年来也取得了显著的突破，但其反应动力学不足、能量密度低、部分体系容量衰减严重等缺点仍有待改善。

据悉，在使用离子液体电解液的铝电池体系下，基于嵌入/脱嵌反应机制的石墨材料具有有限的可逆容量，会导致电池整体能量密度较低；基于转化型反应机制的硫等正极材料，在较低的温度下运行，表现出了高比容量的特性，然而却具有电池反应动力学缓慢、充放电电压极化大、充放电倍率性能差、循环寿命短等缺点，会极大降低电池的能量效率。

“非水可充电铝离子电池正极材料通常会面临低电导率以及结构解体的难题。”王伟介绍道，嵌入型材料在循环过程中发生的体积变化，除了使材料导电性变差之外，还会导致电极溶胀解体、活性物质粉化等。此外，嵌入型过渡金属化合物仍存在放电电压低、容量低、容量衰减快的问题，比锂离子电池严重得多。转化型材料普遍面临着反应不可逆和库仑效率（在给定的条件下，电池放电过程所放出电荷数占充电过程所输入电荷数的百分比）低等问题，且电池放电容量在最初的几次循环后急剧下降，表现出快速的容量衰减和较差的循环稳定性。

同时，作为负极材料的铝，其电极表面存在钝化层，会降低电池的电压和效率；铝的严重腐蚀，也会导致不可逆的铝消耗，从而降低铝电极的利用率；并且在循环过程中的铝枝晶生长，还会降低电池的安全性和循环寿命。

王伟表示，当前非水可充电铝离子电池商业化的一些障碍还包括缺乏廉价、耐腐蚀的集流体和可在酸性 AlCl_3 基电解质中稳定运行的不分解粘结剂。“目前，除玻璃碳、钼、铂等昂贵材料外，可作为集流体的、稳定便宜的材料很少。”他说，在非水可充电铝离子电池中，粘结剂的作用一直被忽视，因此通过对现有粘结剂体系的改性和新型粘结剂的开发来改善电池性能的研究也较少。

铝电池具实际应用前景

据了解，储能技术与新能源应用、电网的发展紧密相连，可以有效提高能源利用效率，

并且可以解决偏远地区供电等问题。因此，储能技术是发展新能源无法绕开的关键一环。业内人士认为，储能电池的未来应该在风电和光电产业，其中尤以已经大量布局的风电产业为主。虽然近年来风电产业发展势头迅猛，但由于风力资源具有不稳定性，一直饱受并网的困扰，而储能技术的应用，能够帮助风电场平稳输出，“削峰填谷”。

铝电池的优势在于安全性高、稳定性好、宽温性能优异，因此王伟认为，未来铝电池将与储能系统、特种装备等行业密不可分。

“当今储能装置市场依然保持着较快的发展速度。”王伟表示，预计到2025年，中国仅电化学储能市场功率规模将达到28.6吉瓦，市场份额将高达1287亿元，整个产业的市场规模具备万亿级市场潜力。

电化学储能技术由于具有建设周期短、运营成本低、对环境无影响等特点已经成为电网应用储能技术解决新能源接入的首选方案。目前，锂离子电池以其较高的能量密度特性，在电化学储能技术中占据主导地位。然而，高昂的成本、有限的锂资源和安全性等问题极大地限制了其大规模储能应用。

铝电池由于铝负极低成本、高地壳元素含量、高比容量的特点，被认为是锂离子电池之外的一种极具实际应用前景的电池。更重要的是，铝电池体系具有较高的安全性，新型铝电池实现投产后将会解决大规模集成系统安全性方面的问题。

王伟表示，未来在“双碳”背景下，储能电池标准要更加重视环境、能源、资源效益的提升，构建绿色低碳循环发展标准框架，遵循先立后破、积极有序推进的原则。同时，重视国际合作，做好规则协同，充分考虑不同国家的国情、发展的阶段，最大程度地实现核算规则和核算体系互认，共同推动绿色低碳的发展。（苟文涵 陈科）

世界单机规模最大、效率最高先进压缩空气储能电站并网发电

科技日报讯 2022.10.12

科技日报讯（记者陆成宽）近日，记者从中国科学院工程热物理研究所获悉，国际首套百兆瓦先进压缩空气储能国家示范项目在河北张家口顺利并网发电。该项目是目前世界单机规模最大、效率最高的新型压缩空气储能电站，技术由中国科学院工程热物理研究所研发。

该项目总规模为100兆瓦/400兆瓦时，2020年10月开工建设，2021年12月完成设备安装及系统集成，并于2022年9月30日下午顺利实现了并网发电。

“该项目每年可发电1.32亿度以上，能够在用电高峰为约5万户用户提供电力保障，每年可节约标准煤4.2万吨，减少二氧化碳排放10.9万吨。”中国科学院工程热物理所研究员徐玉杰介绍。

储能是实现“碳达峰、碳中和”目标的关键支撑技术。“先进压缩空气储能技术具有规模大、成本低、寿命长、清洁无污染、储能周期不受限制、不依赖化石燃料及地理条件等优

势，是极具发展潜力的长时大规模储能技术。”徐玉杰说，该技术在提高电力系统效率、安全性和经济性等方面具有广阔的发展空间和强劲的竞争力。

徐玉杰表示，张家口国际首套百兆瓦先进压缩空气储能国家示范项目建成后，可形成大规模储能系统运行新模式及战略新兴产业集群，有力推动我国压缩空气储能技术规模化、产业化、商业化发展进程，对有效支撑能源革命、构建新型电力系统和助力双碳目标的实现具有重大意义。

全球最大规模盐穴压缩空气储能示范工程开工

中国电力报 2022.10.10

本报讯（赵雪明）9月28日上午，全球最大规模35万千瓦盐穴压缩空气储能项目——山东泰安2×30万千瓦级压缩空气储能创新示范工程开工。

该项目由中国能建数科集团联合中国能建华东建投、泰安市泰山新能源发展有限公司等单位共同投资建设。一期工程计划投资22.3亿元，建设1台35万千瓦/140万千瓦时机组，提出了325摄氏度低温熔融盐储热高温绝热压缩系统方案，设计储能/充电时间8小时，释能/放电时间4小时。两期全部投运后年发电量约为10亿千瓦时。

该项目将采用全球首创低熔点熔融盐高温绝热压缩技术，建成后将在压缩空气储能领域实现单机功率全球第一、转换效率全球第一、储能规模全球第一，有助于推动新型储能技术高端发展，促进可再生能源大规模并网消纳和废弃盐穴资源再利用。

该项目对保障山东省电力系统的安全稳定运行，推动山东省盐穴资源的综合再利用，促进地区经济发展和繁荣，加速山东省新旧动能转换具有重要意义。

戴姆勒与沃尔沃联手推出长寿命燃料电池

中国能源报 2022.10.10

本报讯日前，由戴姆勒和沃尔沃合资投建的氢燃料电池生产商Cellcentric公司宣布推出新一代氢燃料电池系统，额定功率达到150千瓦，最长使用寿命可以达到2.5万小时，较以往产品优化了系统设计的同时，更是显著提高了服役寿命。

据了解，Cellcentric公司成立于2021年3月，是戴姆勒和沃尔沃各自持股50%的合资燃料电池企业，主要业务包括研发、生产以及商业化推广氢燃料电池系统。此次推出的新一代氢燃料电池系统将主要用于重型卡车等业务板块。

Cellcentric公司首席执行官Matthias Jurytko表示：“最新推出的燃料电池系统不仅在此前产品的基础上增加了36%的额定功率，更是降低了8%的重量。”不仅如此，据Cellcentric公司官方网站显示，利用两个最新推出的氢燃料电池系统就可以实现300千瓦功率，能满足长距离运输需求，替代传统重型卡车中使用的高碳柴油发动机系统。

业内测算认为，如果按照氢燃料重卡每天运行8小时计算，最新推出的这一燃料电池系

使用寿命可达到 8.6 年，当燃料电池重卡成本以及氢气供应成本降至柴油价格水平时，该款氢燃料电池重卡将具备与柴油重卡竞争的经济性，更是能够满足其他商用车型的运营需求。

据悉，Cellcentric 公司表示，目前已在德国、加拿大等地投资建设了燃料电池产业链企业，旗下氢燃料电池系统预计将在 2025 年正式开始商业化生产。今年 9 月中旬，Cellcentric 公司宣布，已与国际汽车零部件供应商马勒达成合作，后者将为该公司旗下的重型商用车以及其他产品提供相关零部件。

近年来，在全球交通行业脱碳的大趋势下，跨国车企争相发布氢燃料电池车相关规划。例如，沃尔沃公开表示将加快全产业链脱碳进程，并计划打造欧洲最大的燃料电池系统产业链。戴姆勒更是多次表示将加大氢燃料电池研发投入，尤其是推动氢燃料重卡的商业化发展。

此外，日本丰田、韩国现代、德国宝马等汽车品牌也纷纷入局氢燃料电池汽车。丰田作为全球范围内最早进入氢燃料电池车研发的企业之一，已经推出了以 Mirai 为代表的多款氢燃料电池发动机以及车型，目前最新车型续航里程超过 700 公里。今年 5 月，法国雷诺汽车也宣布，推出最新氢电混合动力概念车，续航里程预计可接近 800 公里。现代汽车则在去年 9 月宣布，将在 2028 年实现旗下氢燃料电池汽车的商业化推广，扩大氢能源应用。（李丽旻）

海藻钠电池可充电千次以上

参考消息 2022.10.15

【英国《新科学家》周刊网站 10 月 10 日报道】题：用海藻制造的电池充电 1000 次后仍然可用

一种用海藻制造关键部件的电池可为更环保的能源储存铺平道路。

智能手机、电动汽车和笔记本电脑所使用的大多数电池都依赖锂。不过，这种金属供不应求，而且通常由工人在恶劣的条件下开采，并用损害环境的方法进行提炼。随着世界的能源需求从化石燃料转向储存在电池中的可再生能源，锂的短缺只会进一步加剧。

英国布里斯托尔大学的史蒂夫·艾科恩说，找到一种替代电池技术至关重要，但热门选项钠金属电池仍然存在一些问题需要克服。钠金属电池使用钠而非锂。

在钠金属电池的充电和耗电过程中，被称为“枝晶”的金属沉积物在电极上不断积聚，最终变得体积庞大，刺穿非导电分离器，导致短路，毁坏电池。

艾科恩及其团队用产自苏格兰海岸的褐藻制造出一种分离器，解决了这个问题。

为制造分离器，研究人员将一种名为聚醚酰亚胺的塑料纺成纤维，并在其中注入从海藻中提取的直径约 10 纳米、长约 200 纳米的纤维素纳米晶体。

在一个名为“电纺”的过程中，研究人员在高达 30 千伏的电荷下，用一个精细的注射器喷出上述复合材料，由此产生的细丝可以构成足够坚固的电池分离器，不会被刺穿，而且

可以长期使用。

艾科恩说：“这些纳米晶体从树木、芒草、亚麻中都可以提取，但海藻中的晶体很长，有利于加固材料。”

使用海藻中提取的晶体还有另一个优点：在实验中，其存储能力和效率比以往的材料更高，从而延长了电池的寿命。研究团队发现，即使在 1000 个充电周期后，这种电池仍能继续运行。

国内首座 35 千伏/5 兆瓦碳化硅柔性变电站投运

中国能源报 2022. 10. 10

本报讯 近日，国内首座 35 千伏/5 兆瓦碳化硅柔性变电站在河北保定投入运行。该柔性变电站是国家重点研发计划项目“高压大功率碳化硅材料、器件及其在电力电子变压器中的应用示范”的验证工程，标志着国家电网自主研发的碳化硅电力电子变压器制造技术在实用化方面取得了关键性成果，打破了国外对高功率密度高频率变压器研制关键技术的垄断，功率密度等核心技术指标达到国际一流水平。

柔性变电站以多功能电力电子变压器替代传统变压器等设备，推动变电站关键设备由“多种设备组合”向“单一设备集成”方向发展，具有灵活组网和“一站多能”等优势。35 千伏/5 兆瓦碳化硅柔性变电站采用我国自主研发的高电压大电流碳化硅半导体器件，研制高可靠高速驱动保护器，驱动延时小于 50 纳秒，并取得电磁兼容 CNAS 检测认证，变压器能量变换效率达到 99.63%，功率密度达到 2.53 瓦每立方厘米，技术指标达到国际一流水平。

“柔性变电站能够实现‘源网荷储’多元素交直流柔性互联，投运后可以将分布式光伏、直流充电桩、储能、数据中心等设施以直流方式接入，减少电能损耗，提高能源利用效率，为我国新型电力系统建设提供技术支撑。”国网保定供电公司发展部副主任柴小亮表示。（石静 李倩 尉志勇）

海底一万米，供电“无压力”

——记中科院青岛生物能源与过程研究所研究员崔光磊

中国科学报 2022. 10. 12

向大海进发，向深蓝探索，一路上充满了未知和挑战，急需多学科的共同支撑。

比如，潜入马里亚纳海沟的过程中，中国研发的深海装备对电源系统等硬件配置提出了更高要求。如何避免锂电池在深海压力下出现故障？如何为深海下潜任务提供更多能量？在中科院青岛生物能源与过程研究所（以下简称青岛能源所）研究员崔光磊看来，这不仅是挑战，更是使命。

开拓创新、敢为人先是他性格里的底色；虚心好学、融贯灵活是他的研究风格。他将自己的研究生涯与青岛能源所紧紧契合在一起，陪伴着它一路成长，为深海装备的成功作业提供可靠的能量保障。

启航：踌躇满志开新篇

1973年出生的崔光磊是地地道道的山东青岛人。高中毕业后，他考上了山东师范大学化学系，从此与化工专业结下不解之缘。

工作后，他又考到中科院化学研究所，获得了有机化学博士学位，随后赴德国马克斯·普朗克高分子研究所和固态研究所从事博士后研究。

2008年，35岁的崔光磊学有所成，准备归国效力。那时，青岛能源所如初生婴儿。崔光磊与首任所长王利生相遇，就被青岛能源所的发展目标所吸引。相对来讲“不太对口”的专业能源化学由于王利生的远见，变为了前沿的新兴交叉领域。

“王所长当时郑重对我说：‘你这个专业我们要扩展，国家也需要，希望你能来我们所工作。’当时，我深受鼓舞，决定回到青岛，建设青岛能源所。”崔光磊回忆道。

从此，崔光磊带着满腔的热情和众人的期待，在青岛能源所扬帆启航。

进发：刚柔并济造“青能”

2016年8月，崔光磊到北京出差，遇到了曾为我国“蛟龙”号建造立下功勋的载人潜水器专家组组长、中科院深海科学与工程研究所（以下简称深海所）负责人。对方提出：“深海装备需要可靠的电池供电，你能不能先做一个小系统试试？不过时间要快，我们计划10月份出海。”

回到青岛，崔光磊立即向所里汇报，组织调配团队全力攻关。作为海底着陆器，关键是在抗压力和小型化上下功夫。时间紧迫，任务繁重，崔光磊咬紧牙关，每天实验室到办公室两点一线，心无旁骛地向“深海”进发。

后来，崔光磊团队创造性提出了“刚柔并济”聚合物电解质的设计理念，构建了复合电解质材料体系，建立了一系列综合性能优异的固态聚合物电解质体系，研发出全新高能量密度的“青能-I”型全固态锂电池。它不仅具有极高的安全性能，在自我修复能力上也有着突出的表现。

已经取得了阶段性胜利的崔光磊并没有放下心中的大石，他知道，只有在真正的深海里，电池的优劣才有定论——只能继续“下潜”！

下潜：深海供电不停息

不负众望，随着“探索一号”科考船在南海进行海试，崔光磊团队研发的电池进一步经受住了严格考验，顶住了水下4000米的压力，且供电正常。紧接着，这个名为“青能-I”的固态锂电池系统，继续为深海所“万泉”号着陆器控制系统及CCD传感器提供能源。

2017年3月，“青能-I”来到马里亚纳海沟，供能累计完成9次下潜，其中7次超过

1 万米。这标志着我国成功突破了全海深电源技术瓶颈，打破了国外先进国家的技术垄断。

“从此以后，我们将告别长长的电缆，再也不用担心深海载人潜水器电源动力来源了。”崔光磊说，这次下潜是对国外先进技术垄断发起的挑战，最终结果也证明中国深海科考有着强有力的技术支撑。

青岛能源所开始为更多人所知，崔光磊团队的名字也与高比能固态电池捆绑在了一起。

“青能 - I”电池的发明标志着青岛能源所“陆海融合”已突破全海深电源技术瓶颈，掌握了全海深电源系统的核心技术。2018 年 12 月，“高性能聚合物固态锂电池材料与技术”这一成果通过了包括 6 位院士在内的专家委员会鉴定，被一致认为达到国际领先水平。

自 2015 年至今，崔光磊已带领团队累计为各类深海科考装备用户提供了 110 批次固态锂电池电源系统。近 5 年，研制的全海深电源系统实现零故障应用，表明我国深海装备用全海深电源系统技术已趋于成熟，为我国深海事业发展提供了安全、可靠、零事故运行的特种电源保障，产生了巨大的社会效益。

同时，该技术入选了 2020 “全球新能源汽车前沿技术”和中国工程院发布的 2020 全球工程前沿技术。

“未来，我和团队还将继续在锂电池领域深耕下潜，在海洋强国、国计民生中持续贡献来自能源化学的力量，向广袤的深海进发，向美好的未来进发。”崔光磊说。（廖洋 刘佳）

广东省发布“十四五”节能减排方案

中国电力报 2022.10.13

日前，《广东省“十四五”节能减排实施方案》正式印发实施，聚焦重点领域、行业、环节节能减排工作的主攻方向，部署开展 12 项节能减排重点工程。

主要目标：

到 2025 年，全省单位地区生产总值能源消耗比 2020 年下降 14.0%，能源消费总量得到合理控制，化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物重点工程减排量分别达 19.73 万吨、0.98 万吨、7.38 万吨和 4.99 万吨。

重点工程：

重点行业绿色升级工程

全面推进节能改造升级和污染物深度治理。

到 2025 年，通过实施节能降碳行动，重点行业产能和数据中心达到能效标杆水平的比例超过 30%。

城镇节能降碳工程

推进建筑光伏一体化建设。

到 2025 年，新增太阳能光电建筑应用装机容量 1000 兆瓦。

交通物流节能减排工程

大力推广新能源汽车。

到 2025 年，全省新能源汽车新车销量达到汽车销售总量的 20% 左右。

煤炭清洁高效利用工程

稳妥推进煤炭消费减量替代和转型升级。

到 2025 年，非化石能源占能源消费总量比重达到 32% 左右。

从“零”开始 城市“电力银行”开张了

中国科学报 2022.10.12

近日，百兆瓦级的液流电池储能调峰电站在大连进入并网调试最后阶段，预计 10 月中旬正式投入使用。该电站是迄今全球功率最大、容量最大的液流电池储能电站，对我国可再生能源发展起到了至关重要的作用。

该项目由中科院大连化学物理研究所（以下简称大连化物所）提供技术支撑，大连融科储能技术发展有限公司设计制造，大连恒流储能电站有限公司建设运营。

两个足球场大小的电站，716 个大型储罐、358 个集装箱在这里整齐排列。曾经的荒地如今“摇身一变”成为大连能源的“希望”，也成为大连化物所研究员李先锋等人心中最值得骄傲的事情。

创新：“无中生有”的研究

大连化物所研究员张华民一直密切关注该项目的动向，前期在液流储能电池关键材料与系统集成方面作出贡献的他，得知项目成功推动后十分激动。“感觉我们的梦想成真了！”

2000 年，时任日本公司能源环境研究室主任，事业蒸蒸日上的张华民，却毅然决然地放弃高薪，选择来到大连化物所工作。这次归国，张华民是带着“任务”来的。

“我和德国科学家每年都有很多项目合作，也因此接触到可再生能源。很早我就意识到，可再生能源将逐步由辅助能源变为主导能源。”张华民说。

但是，由于可再生能源具有波动性、不连续性等特点，因此必须有大规模储能技术与之配套，才能稳定运行。大规模储能技术继而成为可再生能源普及应用的瓶颈技术。而大规模储能必须具备 3 个条件：安全性高，生命周期性价比高、循环寿命长，电池报废后不能对环境造成恶劣影响。

想到这里，张华民更加坚定要做大容量、大规模、长时间的储能技术。他所在的团队，首先在原料方面展开探索研究。“考虑到安全性和容量可恢复性，我们想到了钒。”他说。

所有的液流电池都拥有一个正极电对和一个负极电对，而全钒电池两边是同等元素，未来的回收及维护相对简单，即使长期运行使正负极电解液中钒离子的价态失衡，也可以通过化学反应的方法将其修复。

然而，国际上的“风云变幻”带给团队不小的压力。

日本住友电工和加拿大 VRB 公司在钒液流电池的研发上位居全球前列。2005 年，在该

领域深耕 20 余年的日本住友电工因成本问题突然停止研究工作；2008 年，加拿大 VRB 公司又因为经济危机宣布破产。

“作为世界上做得最早、最好的两家企业，一个停止研究一个破产，我们当时压力很大。”张华民告诉《中国科学报》。

当时，整个团队没有人做过钒液流电池的相关研究，几乎从“零”开始的项目对于全体人员来说是一个莫大的挑战。

经过分析，团队发现，钒液流电池成本“居高不下”主要是因为电解液成本无法压缩。如果能在双极板、传导膜等方面有所突破，将可以通过减少材料成本达到降低整体项目成本的效果。从电解液、电极、膜、双极板到电堆的系统集成，如果团队可以掌握全产业链技术，这些困扰将迎刃而解。

探索：由“C”转“O”的结构拼图

如何降低成本、提高性能是产业化链条的“重头戏”。这其中，绕不开电池膜集成和电堆结构优化。

2009 年，从比利时留学回来的李先锋加入大连化物所储能技术研究团队。新鲜血液的涌入为项目发展注入了不竭动力。李先锋一回来就扛起重担，直奔“要害”，担起了液流电池关键材料——离子传导膜的研发重任。

面对瓶颈，该团队开始在创新分子结构方面下功夫，通过调控膜的孔径大小，突破了膜离子传导性与离子选择性之间的制衡，开发出高性能、低成本的传导膜材料，并首次提出不含离子交换基团的“离子筛分传导”机理，成功破解了难题。

除此之外，提高电堆的工作密度也是该团队着重突破的一个核心。电堆就像电池的“心脏”，功能十分重要，往往牵一发而动全身。初始阶段，在电堆能量转换效率不低于 80% 时，其工作电流密度仅有 80 毫安，难以满足产业化的需要。

对此，研究团队重点挖掘了电池内反应及传递过程中的每个细节，有效提高了电堆效率，成功研制出高功率密度电堆，为“心脏”输送了“血液”。

解决了上述问题，项目得以顺利进行。全钒液流电池具备安全性高、可靠性好、输出功率和储能容量规模大、寿命长、性价比高、电解液可循环利用、对环境友好等特点，为在储能领域大规模应用奠定了基础。

随着实验室到中试放大再到产业化应用，项目的发展也进入“快车道”。经过一段时间的调试，大连全钒液流电池储能电站成功并网，这标志着全钒液流电池储能技术产业化的成功。

该电站相当于城市的“电力银行”，在整个电力系统中起到“削峰填谷”的作用：在电网用电低谷时，利用风能、太阳能等可再生能源发电给电池充电，将电能转化为化学能储存于电池中；在电网用电高峰时，将储存于电池中的化学能转化为电能进行放电。

“大连特殊的地形使得本地电网呈 C 形，存在缺口。”大连恒流储能电站有限公司总经

理宫继禹告诉《中国科学报》，“一旦遇到事故，会导致大规模停电，无法满足城市应急需要。”

而储能电站规划在两个电网之间恰好弥补了缺口，将其结构由“C”转“O”，补上了电网结构上的最后一块“拼图”。极端环境下，储能电站还可以作为黑启动电源，启动停机的发电机组，帮助电网恢复运行。同时也可以作为备用电源，在电网出现故障时，为大连市医院、应急救援等重要部门提供8小时左右的持续供电。

提及并网之后的安排，李先锋表示，只有进一步降低成本，提高电池的可靠性，后续才能实现大规模产业化推广。（孙丹宁）

世界首台 70 万千瓦超超临界循环流化床锅炉方案过审

中国能源报 2022.10.17

本报讯 依托国家级示范工程——广东国粤韶关综合利用发电扩建项目设计的世界首台 70 万千瓦超超临界循环流化床锅炉方案，日前正式通过专家组评审。

专家组一致认为，由电站集团自主设计的 70 万千瓦超超临界循环流化床锅炉方案实现了循环流化床锅炉的简约设计、降低了运行能耗和维护成本，是目前世界上容量最大、参数最高、节能及环保效果最佳的循环流化床锅炉，也是大型循环流化床锅炉技术的重大突破，示范意义突出，市场应用前景广阔。

该国家级示范工程项目主要燃用粤北地区大量堆积的固废煤矸石燃料，燃用低成本和高储量的劣质煤矸石燃料，不仅提高了电厂经济性，更有助于实现青山绿水。（黄建荣）

新型储能市场接受度日益提高

——第十二届中国国际储能大会建言储能发展新路径

中国电力报科技装备 2022.10.20

为搭建储能产业链上下游交流合作平台，助力储能产业又好又快发展，日前，第十二届中国国际储能大会在浙江杭州召开，来自能源央企、金融机构、研究机构、储能产业链上下游企业的代表们齐聚之江，围绕“双碳”目标下储能产业发展新路径等行业热点议题展开探讨。

储能盈利模式日渐多元化

“十四五”时期是我国实现碳达峰目标的关键期和窗口期，也是新型储能发展的重要机遇期。近年来，国家发展改革委、国家能源局相继发布《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》《关于加快推动新型储能发展的指导意见》和《“十四五”新型储能发展实施方案》等一系列文件，我国储能产业政策日渐清晰，储能市场接受度日益提高，产业发展呈现良好局面。

中国化学与物理电源行业协会秘书长刘彦龙在大会上介绍，“双碳”目标下，我国能源电力行业绿色低碳转型进一步提速，为储能发展带来重要机遇。据中国化学与物理电源行业协会储能应用分会统计，2021年我国储能生产制造产业链日趋完善，市场规模达500亿~600亿元，较2020年增长120%以上。

储能市场规模快速扩大的背后，离不开政策的有力推动。广州智光储能科技有限公司总经理张锐表示，去年以来，从国家到地方出台了許多促进新型储能发展的政策，例如要求新能源发电配置一定比例储能、拉大峰谷电价差等，为储能产业发展带来系列利好。尤其是今年，产业政策逐渐明朗，商业模式日渐清晰，在华南、华东、西北等地区，储能“经济账”越来越能算得过来。

西安新艾电气技术有限公司创始人倪同表示，今年明显能够感受到储能市场接受度的提高，虽然去年受上游原材料价格上涨影响，储能电池系统成本上涨了，但是储能市场规模依然保持快速增长趋势，储能电站盈利模式也越来越多元化。

以往，纯商业化储能项目中，联合火电参与调峰调频获取辅助服务收益是较为成熟的储能盈利模式。如今，随着各地峰谷电价差逐渐拉大、共享储能机制的日渐完善以及储能项目参与电力现货市场障碍的不断破除，储能盈利的商业模式日渐增多。

福建巨电新能源股份有限公司 PACK 总监杨尚勇介绍，以福建为例，以前峰谷电价差小的时候，用户侧储能项目投资收益按12年算都收不回成本，如今随着分时电价政策出台，季节性尖峰电价推行、峰谷价差进一步拉大，峰谷价差套利的收益率显著提升，将极大带动用户侧储能的需求，也为后续大规模发展奠定基础。

与此同时，储能系统成本也逐渐降低。根据中国化学与物理电源行业协会储能应用分会今年调研了解的情况，目前不同应用场景下储能系统成本招标价格为1.29元/瓦时~1.9元/瓦时。预计未来5年，储能成本还将再降低30%。未来10年，储能成本将再降低70%~80%，由当前1.6元/瓦时左右降低至1元/瓦时~1.2元/瓦时。

安全性仍受行业重点关注

储能市场快速发展过程中，牵动投资者和用户的，不仅是储能系统的成本，安全性同样是关注重点。

苏州普兆新能源设备有限公司技术副总杨振华表示，从纯技术角度来讲，储能能量巨大，安全性是首要问题。安全性不仅关系到投资者的资产安全，更关系人民群众生命安全。所以，解决安全问题是储能产业快速发展的重要前提。

目前，储能产业链上下游围绕储能安全纷纷开展各类研究攻关，从前期储能电芯制造材料和工艺变革到中期储能电芯状态感知监测，再到后期消防，逐渐形成了一套较为完善的安全保障措施体系。

以福建巨电新能源股份有限公司为例，该公司目前致力于推广单体大容量固态聚合物锂离子软包电池技术和插片式 PACK 技术，结合储能全生命周期的智能运维和智能重组两大核

心优势，从电芯、PACK 和系统应用三个层级解决储能系统的安全难题。

杭州高特电子设备股份有限公司副总经理谢建江介绍，该公司通过建立电池单体—电池 pack—电池簇—电池堆四级管理系统，结合边缘诊断技术实时监测电池安全状态。

刘彦龙指出，鉴于现实与形势的需要，储能要兼顾安全与提升系统效率，采用新设计理念、新技术、新架构、数字化、智能化、模块化等，有针对性地对不同应用场景需求的储能电芯、材料体系等装备进行研发，不断创新和优化制造工艺，保障储能产业安全发展。（鲁珈瑞）

别让热泵“冷”下来

经济日报 2022.10.27

能源短缺叠加寒冬将至，有消息显示，近期我国生产的“取暖套装”在欧洲市场走俏。除了电热毯、热水袋、暖手宝、保温杯等小物件外，售价数万元的热泵也遭到抢购。据海关数据，2022 年 1 月至 8 月我国热泵出口额达到 8 亿美元，同比增长 62%。根据欧盟的相关计划，为减少对俄罗斯化石燃料的依赖，未来 5 年内还将大幅提升热泵的安装数量。

作为取暖设备，热泵在我国并不为人们所熟悉，为何一跃成为欧洲人的“取暖神器”？这要从热泵的原理说起。类似于水往低处流，自然条件下热量也是从高温物体流向低温物体。利用电能驱动和热力学逆循环，热泵可以从空气、土壤、水源等自然界中吸收热量，把处在较低温度下的热量提升到较高的温度水平下释放出来，以满足热量的使用要求。在这个过程中，热泵并不是直接将电能转化为热能，电能只是驱动了压缩机，将室外热量“搬运”到室内。简单来说，热泵就是“温度搬运工”。

正是基于这个工作原理，空气能热泵采暖比直接将电能转化成热能效率要高很多，一般来说泵的热效率很高，通常可达 300% 以上，即 1 份电能可搬运 3 至 4 份低位热能，因此理论上比直接用电取暖要节省 75% 的电费，跟燃气供暖相比效率也更高，跟散煤供暖比则更加低碳环保。随着欧洲能源短缺、价格居高不下，加上欧洲各国的高额补贴，更为高效节能的热泵广受各国政府和消费者青睐。欧盟推进的碳中和政策也在长期范围内支撑更为环保的热泵普及。在不少欧洲国家，新建建筑中热泵供热面积已持续超过燃气供热面积。

热泵在我国“双碳”进程中的独特作用同样不容忽视。供热和制冷是全球最大的终端能源消费，住宅、工业部门以及其他用途的供热制冷约占全球总能耗的一半，供热和制冷也是导致空气污染的主要原因之一。因此，提升供热和制冷部门的效率，是拉动一国低碳发展，保障能源安全的重要措施。对我国而言，供热和制冷也是实现碳中和目标需要关注的重点领域。国务院印发的《2030 年前碳达峰行动方案》提出，深化可再生能源建筑应用，因地制宜推行热泵、生物质能、地热能、太阳能等清洁低碳供暖。引导夏热冬冷地区科学取暖，因地制宜采用清洁高效取暖方式。积极推广热泵技术和产品，也是我国深入推进能源革命，加快规划建设新型能源体系的必然之选。

近年来，在我国清洁取暖政策的驱动下，热泵供暖技术替代燃煤取暖，在我国北方农村地区快速发展。但在进一步推广过程中仍存在一些障碍，比如，虽然热泵使用成本较低，但初始供能系统投资成本劣势比较大，动则上万元的装机费用让消费者望而却步。同时，不匹配的机型选用、粗放的安装和运维水平，造成热泵系统实际运行能效低，甚至导致部分项目无法运行，使得热泵系统没有发挥其应有的节能减排作用，影响了消费者对热泵的信心。此外，低位热源决定的热泵供能强度，限制了其在严寒地区集中供热以及工业领域的应用。以上问题使得热泵渗透率仍然较低，尤其是2018年“煤改电”政策调整后，市场出现了较大幅度下滑。

热泵技术优势独特，应用前景广阔，我国应充分重视对热泵技术推广的支持，别让热泵“冷”下来。基于各地资源禀赋、电网能力和政府财政情况，给予安装热泵产品合理资金补贴，并制定差异化电价优惠政策，尤其在风光电资源充足、电能本地消化不足、集中供暖无法覆盖的区域，可加大电价支持力度。针对热泵市场产品和工程质量鱼龙混杂的现状，有关部门应重视标准建设、加强市场监管，指导各地因地制宜，选择适合的热泵采暖技术方式，在合适场合、适当条件下使用热泵，全方位提升工程安装、售后维护水平，以获得真正的节能效果。

技术创新是扩大热泵应用范围的关键一环。以现有技术条件和产业水平来看，热泵技术还有更大的发展空间、更好的应用性能。需进一步改善热泵系统的环境及应用适应性，提高热泵低温供热性能和扩大热泵高温供热的应用范围，提升热泵机组稳定性和使用寿命。开发复合集成高效热泵技术产品，以便适应多元化应用的需求，推动热泵在更广阔的地理区域和生产领域应用。（王轶辰）

高抗一氧化碳毒化燃料电池阳极催化剂研制成功

中国科学报 2022.10.19

本报讯（见习记者王敏）近日，中国科学技术大学教授高敏锐课题组与杨晴课题组合作，通过引入少量钴改良钌镍合金催化剂，创制出一种低成本、一氧化碳耐受性好的非贵金属氢氧化催化剂。相关成果发表于《德国应用化学》，并被评选为VIP论文和卷首插画论文。

氢氧燃料电池由于比能量高和零排放等优点，有望在国家“双碳”战略中扮演重要角色。然而，商业铂碳催化剂极易吸附氢气燃料中的一氧化碳而导致中毒休克。特别是在碱性膜燃料电池中，铂基催化剂的氢气氧化反应动力学缓慢，其与一氧化碳毒化协同作用，会加速电池性能的衰退。因此，设计并创制高活性、高抗一氧化碳毒化的新型阳极催化剂是碱性膜燃料电池实用化需要解决的难题。

理论计算研究发现，将钴引入钌镍合金中，镍位点上的一氧化碳吸附能力显著降低。这是因为钴引入后会带来缺电子的镍位点，有利于降低催化剂对一氧化碳的吸附能力。态密度

图结合系列电子结构表征揭示少量钴改良钌镍合金催化剂的 d 带中心远离费米能级，电子“反向供给”不能有效发生，有望带来高的一氧化碳耐受性。

旋转圆盘电极测试表明，当氢气燃料中含有 500ppm 一氧化碳时，催化剂循环 1 万次后活性几乎不衰减。

研究人员进一步考察了催化剂在膜电极组装下的抗一氧化碳毒化性能，发现即使在含有 250 ppm 一氧化碳的氢气燃料中，少量钴改良钌镍合金催化剂也能提供 394 毫瓦/平方厘米的峰值功率密度，超过商业铂碳催化剂的 209 毫瓦/平方厘米。而在纯氢燃料中，该催化剂的峰值功率密度可达到 525 毫瓦/平方厘米，处在目前非贵金属催化剂前列。

山东启动风光储能 + 大数据中心建设

中国能源报 2022.10.17

本报讯 10 月 12 日，山东省工业和信息化厅发布《关于深化改革创新促进数字经济高质量发展的若干措施》，指出实施“双碳”数字化驱动工程。建立数字技术创新驱动双碳机制，开展数字经济融合双碳行动试点，各市选择 1-2 个工业园区先行先试，搭建数字化管理平台，精准识别碳排放源，实现城市、行业、企业三级碳排放管控及优化。推进人工智能领域企业与新能源领域企业联合，提供风光储等清洁能源一站式服务，助力高效使用清洁能源。

启动风光储能 + 大数据中心建设，数据中心可再生能源使用比例提高 10%、达到 25% 以上，新建大型以上数据中心电能利用效率低于 1.25，力争全省算力综合指数提升 2 个位次、进入全国前五。（虞景仁）

攻下金属板燃料电池产业化重要“城池”

中国科学报 2022.10.17

近日，上海骥翀氢能科技有限公司（以下简称骥翀氢能）成功研发 COMPASS-S 系列燃料电池备用电源。在骥翀氢能的金属双极板制造车间，一卷卷金属板经激光焊接、涂层、密封，变成了一块块有规律排列着或直或曲纹路的金属双极板。

骥翀氢能联合创始人傅云峰告诉《中国科学报》：“这些纹路形成了金属双极板‘两板三腔’结构。这种结构是金属双极板的通道，为氢气、氧气和冷却液提供进出、分配和发生化学反应的场所，是燃料电池电堆运行的基本结构单元。”

中科创星是骥翀氢能天使轮的投资方之一。“我们之所以选择骥翀氢能，主要看中其团队、技术和赛道。”中科创星创始合伙人米磊近日在接受《中国科学报》采访时说。

机会的“种子”遇到合适的“土壤”

1999 年，傅云峰考入清华大学攻读硕士，其间接触到锂电池和燃料电池。随着知识的积累，他发现动力电池有着巨大应用前景，是全球众多化学家的研究重点。

“电池材料体系的研究‘深奥又迷人’，尤其是20世纪90年代，锂电材料和燃料电池材料的研究突破，为电池商业化奠定了基础，我觉得这是工程师们的机会。”就这样，傅云峰在心中埋下了一颗机会的“种子”。

相比锂电池，傅云峰认为燃料电池更前沿，前景更广阔。从清华大学毕业后，傅云峰拿着燃料电池产业化项目申报书回到家乡湖北，却因项目太过前沿而受到“冷遇”。

随后，傅云峰一路北上，最终加入中国燃料电池的摇篮——中国科学院大连化学物理研究所（以下简称大化所）的产业化平台。傅云峰心中的“种子”终于遇到了合适的“土壤”，破土而出。

“别人能做到，我们也能做到”

2002年，傅云峰刚刚加入大化所产业化平台时，石墨双极板技术路线是行业主流。他随即投入到了柔性石墨双极板的技术开发中。

在国内相关设计和工艺空白、外部资料信息封锁的情况下，傅云峰与团队历时5年，采用原创工艺技术完成了柔性石墨双极板的小批量生产，成功实现50千瓦电堆模块上车运行，并且参与了2008年北京奥运会燃料电池汽车的示范运营。

参与研发的技术能够应用于世界瞩目的盛会，对刚入行的傅云峰来说是极大的鼓舞。但他并没有因此而停止前进的步伐，因为国内刚刚起步的燃料电池产业还有很多“真空地带”等待探索。其中，金属双极板成型就是困扰行业的一大问题。

傅云峰告诉《中国科学报》，与石墨板路线相比，金属双极板更符合车用燃料电池电堆技术的主流方向。但当时国内金属双极板都是蚀刻成型，难以满足批量化生产的环保性和一致性需求，在重量方面也体现不出金属板的优势，只能停留在实验室阶段。

这一问题成为阻碍金属板燃料电池产业化的一块“大石头”。在完全“空白”的情况下，傅云峰认为毫无头绪地“埋头苦干”不是办法，应该首先了解先进经验。

2005年，大化所有一次去日本调研的机会，傅云峰主动申请前往。在参观中，一块两个板、三个腔（两板三腔）的金属板引起了他的注意，“不同于国内的蚀刻，这块金属板是以冲压方式成型的”。

“两个板子怎么冲压形成了三个腔呢？”从日本回来后，这个问题一直困扰着傅云峰。

傅云峰和团队在实验中发现，冲压成型时，为保证阴阳极板相互支撑和流体流动，阴阳极流场可交叉设计，形成阴阳极流场，而阴阳极板重合时凹陷部位相对、突起部位相对，通过黏结或者焊接，就可形成冷却腔的密封。但问题也随之而来，冷却腔进出口因凹陷部位相对而封闭。

为解决这一难题，团队成员不断讨论、实验、测试，却仍无进展。傅云峰提议跳出已有方案的圈子，回归结构本身。在这一思路下，团队最终利用双极板“两板”特性，提出了解决方案，于2007年在国内率先攻克薄型金属双极板“两板三腔”结构难题并申请相关专利。

2007年以前，“两板三腔”结构是阻碍国内金属双极板燃料电池从实验室走向产业化的一大难题，也是大部分研究燃料电池团队希望解决却迟迟未能突破的难题。傅云峰带领团队用两年时间，在国内率先攻克薄型金属双极板“两板三腔”结构，为金属双极板燃料电池的产业化“攻下一城”。

傅云峰解释到，双极板是燃料电池电堆中的“骨架”，与膜电极层叠装配成电堆，直接影响电堆的体积、输出功率和寿命。因此，金属双极板“两板三腔”结构难题是金属板燃料电池产业化道路中的重要“城池”，它的解决为燃料电池从实验室走向市场扫除了一个基本障碍。直到现在，市面上的冲压成型金属双极板所沿用的还是这种“两板三腔”结构方案。

这次经历对傅云峰来说非常重要，让他对中国燃料电池的产业化更有信心：“别人能做到，我们也能做到。”

用有限的条件创造事业

近几年，氢能已成为新能源领域的一大“热词”。

随着政策加持、资本入场，中国燃料电池产业化的进程不断加快。这让傅云峰切身感受到，投身多年的事业终于迎来了曙光。他像20年前一样，毫不犹豫抓住这个机会，再次加入中国燃料电池产业化的大潮。

2018年12月，傅云峰作为联合创始人，参与创立了骥翀氢能。回忆创业初期，傅云峰最大的感受是艰苦，因为一切都是从头开始，条件非常有限，场地、测试台非常简陋，人员也不充足。

就是在这样的“有限条件”下，傅云峰参与并部分主持了MH170金属双极板燃料电池电堆的研发工作，将“两板三腔”结构应用于其中。

2019年4月，骥翀氢能完成天使轮融资，投资方为中科创星与重塑科技。

米磊告诉《中国科学报》，他们之所以投资骥翀氢能，主要有以下几个理由。从团队来看，骥翀氢能的创始人及核心团队均来自大化所，从业经验和经历都具有“稀缺性”；从技术来看，电堆相当于燃料电池的“心脏”，骥翀氢能具有相对成熟的电堆产品，实现了氢能源燃料领域的关键性突破；从赛道来看，以骥翀氢能为代表的自主创新型中国氢能企业的出现，有助于提升我国新能源产业发展，以应对国际竞争。

2020年，MH170燃料电池电堆问世，刷新了当时国内外金属双极板电堆功率和功率密度的纪录。傅云峰20多年前埋藏在心中的“种子”终于开花结果了。

此后，MH170不断突破，如今单堆额定功率已达到160千瓦，裸堆体积比功率密度4.7千瓦/升，可实现零下40摄氏度低温存储与无辅助启动，兼具长寿命和低成本优势，在行业中具有明显的竞争优势。

傅云峰向《中国科学报》透露，他正在研究一种比“两板三腔”结构更先进的金属双极板结构方案，不久之后将实现在MH290电堆产品中的应用。（沈春蕾）

让绿色低碳消费成全民风尚

经济日报 2022.10.12

前不久召开的中央全面深化改革委员会第二十七次会议指出，要增强全民节约意识，推行简约适度、绿色低碳的生活方式，反对奢侈浪费和过度消费，努力形成全民崇尚节约的浓厚氛围。

中国科学院报告显示，我国居民消费产生的碳排放量约占全社会总量的53%。当前，中国在全球碳减排事业中扮演着越来越重要的角色，除了淘汰落后产能、发展清洁能源外，改变公众消费行为、形成全社会绿色低碳的生活方式，也将是其中的关键一环。

在日常生活中，已有不少民众自觉践行低碳环保的生活方式。比如，生活缴费、交通出行等使用电子支付，或将家中的闲置物品放到二手平台交易，或在外就餐、点外卖时自觉减少一次性餐具的使用，采购绿色商品如新能源汽车，等等。但要让绿色低碳消费成为全民风尚，不能只靠偶尔行动或一时的心血来潮，更有赖于健全体系和长效机制。今年1月份，国家发改委等七部门联合印发的《促进绿色消费实施方案》提出，到2025年，重点领域消费绿色转型取得明显成效，绿色消费方式得到普遍推行，绿色低碳循环发展的消费体系初步形成。到2030年，绿色消费方式成为公众自觉选择，绿色消费制度政策体系和体制机制基本健全。

从供给端来看，受制于不够成熟的研发技术和较高的生产成本，现阶段国内绿色产品价位较高、市场竞争力仍有提升空间。对此，可以通过增加研发补贴、引进先进技术等方式，鼓励企业提升科技创新水平、降低绿色产品的生产成本，以激励机制提高企业丰富绿色产品的积极性，从而进一步扩大绿色产品的供给规模，丰富供应种类。

就消费端而言，除了引导人们购买绿色产品，还可以鼓励“以租代买”等循环型消费模式。对于一些使用频次较低的产品，比如近两年因露营走热带火的帐篷、卡式炉等户外用具，或者图书、儿童玩具等更新频率较高的商品，都可用租赁代替买卖，不仅能降低消费者的日常花销，还能极大提升物品的使用频率，减少资源浪费。

在制度设计层面，应不断健全绿色低碳消费体系，完善公众参与机制。去年以来，有不少地区都推出设立了“个人碳账户”，即平台通过数字化手段，将消费者衣食住行所产生的碳减排情况记录到个人“碳账本”中。消费者通过单车骑行、购买绿色家电、驾驶新能源汽车等绿色消费行为，可获得一定的绿色积分奖励，所得积分能兑换代金券、生活用品等。类似这样的设计，以多元的激励普惠机制，最大程度激发公众参与低碳减排的热情。只有越来越多的人自觉主动参与其中，方能积少成多、聚沙成塔，进而在全社会形成绿色消费新风尚。（郎竞宁）

建材业绿色低碳水平全面提升

经济日报 2022.10.15

党的十八大以来，我国建材行业已发展成为门类比较齐全、产品基本配套、面向国内国际两个市场的完整工业体系，包括《国民经济行业分类》中30个行业小类，298类、1013种产品。当前，我国建材企业约22万家，从业人员860万人，全行业总产值超过7万亿元。建材行业紧紧把握世界建材发展大势和科技进步方向，不断取得新突破，迈上新台阶。

创新夯实核心竞争力

党的十八大以来，我国建材行业坚持自主创新，科技进步成就显著。一系列核心技术装备已实现国产化，扭转了部分技术装备依赖进口的被动局面，把科技命脉牢牢掌握在自己手中。

10年砥砺奋进，我国建材主要产业技术装备水平已接近或达到世界先进水平。“新型干法水泥窑外分解技术、浮法玻璃、玻璃纤维池窑拉丝等先进生产工艺已占据主导地位。”中国建筑材料联合会会长、党委书记阎晓峰介绍，建材产品的性能、功能显著提升，应用领域不断扩展。航空航天用复合材料构件已应用于我国首个空间站；特种石英玻璃、红外玻璃成功应用于天宫、探月、北斗等多项国家重大工程；大尺寸碳化硅陶瓷基复合材料在空间遥感卫星领域实现应用突破；低热水泥成功应用于世界上最薄的300米级特高拱坝乌东德水电站；高性能TPO防水卷材应用于北京冬奥会场馆建设工程之中。

新材料产业是战略性、基础性产业，也是高新技术竞争的关键领域，发展新材料是我国从制造大国迈向制造强国的必然要求，更是新形势下建材行业转型的主要方向。

阎晓峰表示，党的十八大以来，建材领域新材料在产业规模、体系建设、集群效应、技术创新等方面取得了长足进步。先后培育出碳纤维、风电叶片、汽车用复合材料、电子信息玻璃、石墨烯等多个数百亿元产值的产业，以及特高压陶瓷绝缘子、蓝宝石衬底、闪烁晶体、气凝胶等数十亿元产值的产业；一系列自主研发的国产高端新材料为我国航空航天、新一代电子信息技术、新能源、生物医药、高端装备等战略性新兴产业提供了不可或缺的原材料保障。

10年间，建材行业科技创新突飞猛进，聚焦颠覆性、迭代性、紧迫性的科技攻关项目及成果层出不穷，有力支撑了建材行业绿色低碳安全高质量发展。行业评选出科学技术奖310项，获得国家科学技术奖41项。其中，中复神鹰碳纤维股份有限公司牵头完成的“千吨级干喷湿纺高强/中模碳纤维产业化关键技术及应用”项目荣获国家科技进步奖一等奖；90余项行业成果荣获建筑材料科学技术奖一等奖。同时，建材行业专利数量和质量稳步提升，多项专利技术获得中国专利奖。

探索低碳排放新途径

随着绿色低碳发展在建材全行业形成共识，在新发展理念驱动下，政策、技术、标准等

形成合力，建材行业绿色低碳发展水平得到了全面提升。

10年来，建材全行业年综合利用工业固体废弃物量超15亿吨，160余条水泥熟料生产线配套建设了协同处置生活垃圾、污泥、危险废弃物等装备。建材工业余热余压年利用量已超过4亿百万千焦，年余热发电量超过400亿千瓦时，按各年火力发电标准煤耗计算，相当于每年为全社会减少二氧化碳排放3000万吨以上。其中，水泥熟料生产线余热发电达到可装生产线的95%，平板玻璃在生产生产线已全面配套余热利用设施。

党的十八大以来，我国加快推动绿色建材创新发展，鼓励绿色建材在农房改造、绿色建筑、装配式建筑、超低能耗建筑等工程项目中优先应用，并认证绿色建材58个大类产品，绿色建材产品体系不断完善，培育形成了8个绿色建材国家新型工业化产业示范基地。经过多年发展，我国已形成较完善的绿色建材产品体系，绿色建材走进了千家万户。目前，在工业和信息化部等六部门指导下，中国建筑材料联合会牵头推进的绿色建材下乡活动正在各地如火如荼进行中。

新形势、新格局、新任务，对建材行业提出了新要求。建材行业在2020年明确了“宜业尚品、造福人类”的发展目标，并坚定不移贯彻落实我国“双碳”目标。2021年年初，中国建筑材料联合会率先向全行业发出《推进建筑材料行业碳达峰、碳中和行动倡议书》，明确提出“我国建材行业要在2025年前全面实现碳达峰，水泥等重点行业要在2023年前率先实现碳达峰”；率先发布《中国建筑材料工业碳排放报告（2020年度）》和《建筑材料工业二氧化碳排放核算方法》，是我国工业领域首个提出碳达峰目标并发布碳排放报告和碳排放核算办法的行业，为指导建材行业碳达峰、碳中和提供了有效决策依据和工作支撑；2021年年末，提出建材行业零外购电、零化石能源、零一次资源、零碳排放、零废弃物排放、零员工的“六零”示范工厂概念，积极推动建材企业转型升级，得到行业企业广泛响应。

当前，广大建材企业正大力推进以碳减排为主线的全面转型。在优化能源结构方面，逐步提高使用清洁能源的比重；积极采用可再生能源技术，研发非化石能源替代技术、生物质能技术、储能技术等；开发和挖掘技术性减排路径和空间，探索建材行业低碳排放新途径，优化工艺技术，研发新技术，完善并推广碳捕集、利用与封存等碳汇技术，同时利用信息化、数字化和智能化技术加强能耗控制和监管；发挥建筑材料行业消纳废弃物的优势，进一步提升工业副产品在建筑材料领域的循环利用率 and 固废技术水平；着力推广窑炉协同处置生活垃圾、污泥、危险废弃物等技术，大幅提高燃料替代率。

持续优化产业结构

10年间，我国建材行业结构优化升级成效明显，绿色低碳转型成效显著，能源资源利用效率大幅提升。深入推进供给侧结构性改革，持续优化产业组织结构，淘汰落后产能，化解过剩产能。水泥、玻璃等传统建材行业告别粗放式发展的老路，逐步走上创新驱动、智能制造、绿色低碳的新路。

数字水泥网统计数据显示，10多年来，我国水泥行业产业规模和行业利润发生了巨大

变化。水泥产量从2010年的18.8亿吨增长至2021年的23.8亿吨；2012年行业利润总额657.41亿元，2021年达到1694亿元，实现了阶梯式增长，成为支撑国民经济发展的重要力量。

“‘十三五’时期以来，我国水泥年产量一直维持在22亿吨至24亿吨，占世界水泥总产量的55%左右。在产业政策支持下，维护供需动态平衡的能力不断增强，以国企为主的大企业市场竞争实力得到提升，绿色低碳转型的高质量发展形成行业共识，行业盈利水平也处于制造业前列。”中国水泥协会副秘书长陈柏林表示。

水泥行业围绕稳增长、调结构、增效益的改革发展主线，积极推进水泥供给侧结构性改革，坚持提高能效和资源综合利用水平，推广数字化、智能化；执行产能减量置换政策，遏制新增产能；推行常态化错峰生产政策，减少污染物排放，有效化解产能严重过剩；强化行业自律，保障有效供给，优化市场竞争环境，创造良好的行业生态。

产业结构持续优化，发展理念持续转变，促使建材行业高质量发展成效显著，产业链价值大幅提升。党的十八大以来，建材行业增加值年均增长7.2%，实现平稳较快增长。2018年，建材加工制品业产业规模首次超过基础材料产业，且比重持续扩大；2020年，规模以上建材行业中加工制品业占比52.0%，比2012年提高13.7个百分点。

同时，建材行业国际化进程方兴未艾。目前，我国建材对外贸易基本形成了进口资源类产品为主，主要出口初级制成品、深加工制品互有流通的模式，与国际产业链进一步融合发展。2016年以来，建材深加工制品出口额占比持续超过23%；2021年建材及非金属矿商品出口金额达到468.9亿美元，再创新高。国外工程和技术服务已成为建材行业“走出去”战略实施的重要标志和体现国际竞争力的重要品牌，建材企业已在80多个国家承建300多个大型水泥工程，并提供了工程设计、施工、安装、调试服务，乃至投产后的企业生产运行管理。水泥工程建设总承包约占全球70%的市场份额，平板玻璃工程项目占全球90%以上的市场份额。建材行业积极践行“走出去”战略，以“一带一路”建设为重点，加快培育国际经济合作和竞争新优势，对外投资总额已接近200亿美元。

这10年，是建材行业取得历史性突破和辉煌成就的10年。建材行业将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，紧紧围绕“宜业尚品、造福人类”的发展目标，大力推进以“双碳”为主线的全面转型发展，全面开启建材行业绿色低碳安全高质量发展之路。（祝君壁）

《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》印发 建立引领绿色低碳转型的能源标准体系

中国环境报 2022.10.17

本报记者徐卫星报道 国家能源局近日印发《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》（以下简称《计划》）。

《计划》提出，到2025年，初步建立起较为完善、可有力支撑和引领能源绿色低碳转型的能源标准体系，能源标准从数量规模型向质量效益型转变，标准组织体系进一步完善，能源标准与技术创新和产业发展良好互动，有效推动能源绿色低碳转型、节能降碳、技术创新、产业链碳减排。

《计划》提出，建立完善以光伏、风电为主的可再生能源标准体系，研究建立支撑新型电力系统建设的标准体系，加快完善新型储能标准体系，有力支撑大型风电光伏基地、分布式能源等开发建设、并网运行和消纳利用。

《计划》还提出，制定一批新兴技术和产业链碳减排相关技术标准，健全相关标准组织体系，实现能源领域碳达峰产业链相关环节标准全覆盖。同时，修订一批常规能源生产转化和输送利用能效相关标准，提升标准要求和水平，助推和规范资源综合利用、能效提升。

目标到2030年，建立起结构优化、先进合理的能源标准体系，能源标准与技术创新和产业转型紧密协同发展，能源标准化有力支撑和保障能源领域碳达峰、碳中和。

“双碳”背景下加强资源节约和生态环保的思考

中国环境报 2022.10.10

实现“双碳”目标是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。节约资源是我国的基本国策，是维护国家资源安全、推进生态文明建设、推动高质量发展的一项重大任务。

目前，我国的产业仍然偏重，能效依然偏低，2021年我国碳排放总量超过103亿吨，约占全球碳排放总量的27%。在全球气候变化大背景的影响下，粗放的经济增长模式积累的历史环境问题已经进入了必须加快解决的阶段。

作为世界上最大的发展中国家，我国推进“双碳”目标的实现无疑将是一场时间紧、任务重、难度高的硬仗。在“双碳”目标的引领下，统筹推进资源节约循环利用和生态环境保护，促进减污降碳协同增效，能够创造体量和质量双可观的绿色资产和生态财富，创造广阔的市场前景和商业机遇，带来巨大的绿色低碳投资和消费需求，为高质量发展注入澎湃绿色动能。为统筹推进资源节约和生态环境保护，笔者建议，可以从以下几方面着手：

第一，加强高标准前瞻性顶层设计，提升政策执行效能。坚持政府导向、市场驱动，以发展绿色循环低碳经济、推进资源循环与再生利用行业的转型升级为着力点，将《固体废物污染环境防治法》《清洁生产促进法》《循环经济促进法》等相关法律法规作为行动指南，牢牢把握生产者责任延伸制度这一工作主线，加快构建废弃物循环利用体系，增强全社会资源节约循环利用意识。将“双碳”目标纳入企业长期发展战略，研究制定资源再生产业相关财政支持政策，丰富碳金融衍生业务产品。以推进“无废城市”建设为重要抓手，健全“无废城市”建设相关制度及技术、市场、监管等体系，推进城市固体废物精细化管理及其资源再生。

第二，加快形成绿色低碳循环发展新模式，激发绿色低碳产业发展活力。将“双碳”

目标与推进资源全面节约和循环利用有机结合起来，将实现“双碳”目标作为加强资源节约、推进生态环保的着力点。大力发展循环经济，深度挖掘好再生资源产业这座“减污降碳富矿”。加强再生资源回收网络与环卫垃圾收运网络的资源共享与协同发展，挖掘产业发展新动能。充分发挥国家绿色发展基金等产业投资基金的撬动、放大和倍增作用，激发社会力量进行绿色低碳产业投资，塑造绿色科技新内核，形成绿色崛起新路径。鼓励在粤港澳大湾区、长三角地区、京津冀地区、河北雄安新区等经济活力强、开放程度高、区位优势明显、创新要素聚集的地区先行先试，打造一批资源再生领域“专精特新”和“小巨人”企业，提升资源再生产业的“绿色声誉”，增强投资者信心，形成节约资源和保护环境的空间新格局。

第三，减污降碳协同，打通拓宽资源再生产业“双碳”目标实现路径。促进资源再生产业链条与现有城乡环卫网络、供销合作联社服务圈的有机整合和业务联动，打造一批发展效果好、创新活力强、产业后劲足、生产安全可控的资源再生产业集群；建设一批循环经济与低碳转型深度融合的碳中和引领示范基地；促进相关产业链、价值链、创新链朝着绿色化、安全化、智能化、高值化的方向攀升。促进园区内企业废物资源交换利用，补全园区产业绿色链条，实现园区整体绿色发展。加强业务指导，持续提升资源再生产业一线工人“绿色作业”技能，显著增强企业管理人员、专业技术人员、一线操作人员的减污降碳意识。探索建立资源再生产业集群“群长制”和产业联盟“盟长制”，增强产业发展内生动力。

第四，建立健全环境监管机制，促进资源再生行业的规范健康发展。建立多部门联席工作机制，联合商务、工信、生态环境、公安、市场监管等有关部门定期开展专项行动，压实监管责任，共同促进资源再生行业健康可持续发展。加大对资源再生“黑色产业链条”的打击力度，杜绝不法分子利用再生资源的特殊属性扰乱市场秩序、破坏生态环境。依托5G、工业互联网、人工智能、区块链、大数据等现代新兴技术，实现行业智慧化、网联化透明监管，为行业的高质量发展培育新动能、腾出新空间。以构建现代环境治理体系为引领，深入研判资源再生领域的环境风险，建立统一的环境评价体系，划分环境风险等级。

第五，科技与人才先行，创新驱动资源节约与生态环保事业发展。加快推进资源循环利用与再制造，研发废旧物资高质循环利用、含碳废物高附加值材料化和能源化利用、废物协同处理、生产生活系统循环链接、重型装备智能再制造等技术。推动零碳能源技术、负排放技术在资源再生领域的试点应用。发挥2022北京冬奥会衍生减碳技术与政策措施的示范引领作用。做好产业碳排放的摸底和核算工作，探索建立数字化碳排放管理体系，建立产品全生命周期碳排放基础数据库。促进绿色发展领域集智聚才，加快推动资源节约与环境保护领域产学研用一体化发展，培养专注现代化管理的高素质、专业化、应用型人才，打造资源节约与环境保护管理高端人才智库，稳定并优化相关“教育链”“人才链”“创新链”，促进循环经济与清洁生产的深度融合。

提升“双碳”标准国际化水平刻不容缓

中国能源报 2022.10.10

由中共中央、国务院印发的《国家标准化发展纲要》提出，建立健全碳达峰、碳中和标准，实施碳达峰、碳中和标准化提升工程。围绕“双碳”目标，标准体系怎么建、落实行动怎么推，以及如何加强与国际标准接轨等问题，既是当务之急，也是当前面临的难点之一。“我国在节能、新能源、新型电力系统等领域，已牵头制定了部分国际标准，并有进一步引领国际的潜力。但与发达国家相比，我们在标准国际化水平方面仍有提升空间。”在近日举行的2022全球能源转型高层论坛上，中国工程院院士、“中国标准2035”系列标准化战略重大项目负责人赵宪庚直指现状。

标准为何如此重要？赵宪庚将其形容为“世界通用语言”，以标准化助力“双碳”目标实现、推动“双碳”中国实践走向国际，现已成为一项重要而紧迫的任务。“实现‘双碳’目标，意味着当前及今后很长一段时间，既要兼顾经济社会高质量发展、资源能源安全、生态环境高水平保护等多重目标需求，又要协调短期经济复苏、争取结构调整及发展转型之间的矛盾，必须通过标准化等方面的改革创新，统筹好发展与减排的关系。”

事实上，标准所发挥的作用已有例证。赵宪庚举例，强制性节能减排标准是控制高耗能高排放项目盲目扩张、依法依规淘汰落后产能、加快化解过剩产能的重要依据。“据测算，2005-2020年，强制性能效标准和能效标识制度的实施，平均每年带来超过1700亿千瓦时的节电量，约是三峡水电站年发电量的1.5倍。标准也是绿色低碳转型升级的基础工具，能够加快推动可再生能源等绿色低碳技术的推广应用。例如，国际电工委员会就将能源转型、零碳电力系统等主题列入未来十年战略规划内容，旨在培育形成了大量国际标准。”

在赵宪庚看来，我国是“双碳”国际化标准的积极推动者。比如在新能源领域，由我国专家牵头制定的太阳能集热器部件和材料系列标准，在太阳能国际标准化体系中处于核心地位；在新型电力系统方面，我国牵头制定的可再生能源并网术语与定义等7项国际标准，现已发布其中3项，为高比例新能源运行控制提供了有效支撑。

“但目前还有提升空间。”赵宪庚坦言，我国在“双碳”关键技术领域的国际标准数量及贡献不多，“双碳”基础标准与国际的衔接也不够。“碳排放核算、碳足迹等国内标准，与国际标准还没有完全接轨。进出口企业需开展多种核算和报告，增加了企业成本，也影响我国企业减排成效的国际认可。此外，在绿色低碳前沿技术团体标准上升为国际标准方面，我们还存在意识不强、能力不足等差距，一体化推进力度不够，国内国际标准同步制定的经验欠缺。”

对此，赵宪庚提出对策，首先是从强化顶层设计入手。“实现‘双碳’目标是一场艰苦的持久战，必须强化系统思维，建议研究制定国家‘双碳’标准国际化行动计划，明确重点任务并定期更新发布。持续开展国际国内标准比对研究，梳理‘双碳’国际标准现状和发展趋势，分析国际重点需求与我国产品优势，在碳排放责任、碳汇、新能源、节能、新型

电力系统等重点领域，集中优势力量牵头承担相关标准化技术组织。”

赵宪庚还建议，可建立多部门、跨领域标准化协调机制，推进重要标准制定依据，凝聚“双碳”标准总体框架，加快出台重点领域国际标准研制目录指南，建立“双碳”技术标准上升为国际标准的第三方评估机制，以及适合我国国情的“双碳”国际标准转化机制。“在此过程中，打造专业‘双碳’国际标准化人才队伍至关重要。我们要培养一批懂‘双碳’、懂标准、懂规则的复合型人才，建设性参与碳排放、节能、新能源、碳汇、碳捕集利用与封存等重点领域的国际标准，研究完善‘双碳’国际标准人才系列机制。”

“当前，国际通行的标准规则是从生产侧开展碳排放核算，并没有涉及碳排放责任的厘订，导致碳排放管理出现了生产有责、消费无责的现象。实现‘双碳’目标需要生产侧和消费侧共同发力，如果只考虑生产侧碳排放责任，无法调动消费侧减排的积极性。建议推进并强化国际社会关于生产侧和消费侧碳排放责任共担的认识，探索构建碳排放责任共担的标准体系。”赵宪庚提醒，尤其是“双碳”前沿颠覆性技术领域和我国现存的薄弱环节，要加紧推动标准化与科技创新互动发展，构建科研、标准、产业三位一体的大科研布局，以科技创新提升“双碳”标准水平，以高标准引领“双碳”产业高质量发展。（朱妍）

绿色低碳循环现代产业园加速崛起

羊城晚报 2022.10.14

宝钢湛江钢铁基地将打造成为国内钢铁行业首条全氢绿色零碳示范生产线；中科炼化深入践行绿色洁净发展战略，炼油优化提质改造、乙烯裂解原料重质化及配套装置脱瓶颈改造等5个项目加快建设；巴斯夫湛江一体化基地项目全面建设，首批装置建成投产……金秋10月，湛江经济技术开发区（以下简称湛江经开区）东海岛这座中国第五大、广东第一大岛屿上，三大投资超百亿美元级“巨无霸”齐头并进，却处处又绿得耀眼，绿得生辉。

绿色生态“循环岛”的蓄势崛起，勾勒出工业新城——湛江发展绿色低碳循环经济的魄力。

非凡十年，秉持绿色低碳循环经济高质量发展的理念，在打造多个千亿产业集群的同时，湛江经开区大手笔投入节能环保资金，推动工业化、生态化、数字化深度融合，奋力建设绿色低碳循环现代产业园，打造世界级现代化临港重化基地。

百尺竿头思更进，策马扬鞭自奋蹄。湛江经开区党委、管委会主要领导表示，着眼湛江全力建设省域副中心城市、加快打造现代化沿海经济带重要发展极的总定位总目标，湛江经开区全力当好湛江大工业发展的“火车头”，为全市打造高水平现代产业体系发挥强大的支撑引领带动作用。

十年之变，绿色低碳循环经济跑出高质量发展“加速度”

百鸟飞临“花园工厂”安家繁衍，中华白海豚成群结伴畅游湛江海湾，万亩红树林成为各种生物栖息生活的乐园……十年间，昔日边陲渔村蝶变为美美与共的绿色生态“循环

岛”，东海岛转身向“绿”，在追求“速度”的同时努力提升“高度”。

根据湛江经开区产业发展规划和东海岛总体规划，东海岛整体划分为钢铁产业区、石化产业区、高新产业区、现代制造业区、东海中心商务区、龙海天休闲旅游区“六大功能区”。日夜兼程间，产业集聚效应凸显，初步形成“主导产业突出、产业配套完善、产业集聚明显”的临港重化产业集群。

眼下，湛江经开区高起点、高标准谋划推进东海岛产业园扩园工作，加快东海岛产业园区（扩园）生态环境导向片区综合开发（EOD）项目建设，把东海岛打造成为全国最大的绿色生态低碳产业示范区，为全市产业园区建设提供经验模式。

抹抹绿意悄然上岛。为加快产业结构调整，湛江经开区积极鼓励发展低消耗、低污染、高科技、高附加值的新材料和高端产业，壮大为钢铁、石化产业配套产业规模，并培育发展物流、供应链管理等生产性服务企业，进一步完善产业服务体系。

宝钢湛江钢铁已是一座美丽的“花园式工厂”。自立项之日起，先后投入节能环保资金超过100亿元，采用节能环保技术153项，多项关键绿色指标为国内甚至全球之最，建成行业首套外排水循环利用项目，实现全厂“废水零排放”。

一墙之隔的中科炼化，一期环保投资36.88亿元，占总投资近10%，采用目前国际先进的生产工艺控制和环保治理技术，最大限度减少各类污染物的产生，最终实现了水资源98.52%的重复利用率及76.2%的污水回用率。

5月19日，全球最大化工集团巴斯夫宣布，与可再生能源发电上市公司博枫签订长期购电协议。根据协议，博枫将为巴斯夫湛江一体化基地建造专属可再生能源来源。所发电量将以固定电价的形式售出，并满足广东省可再生能源交易规则，这是中国可再生能源电力交易市场上首个固定价格的长期交易协议，100%绿色电站的蓝图正走向现实。

非凡十年，东海岛多个千亿产业集群齐头并进

十年间，宝钢湛江钢铁、中科炼化、巴斯夫相继落户东海岛，三大投资超百亿美元“巨无霸”腾跃而起，从东海滩涂，到产业高地，从边陲之城，到投资热土，记录着经开区阔步迈进振兴发展的大工业时代每一个脚印。

捷报频传。9月6日，湛江东海岛，巴斯夫湛江一体化基地首套装置正式投产。这意味着这一总投资达百亿欧元的我国化工行业首个外商独资项目，迎来新的发展里程碑。

作为中国重化工领域的首个外商独资项目，巴斯夫湛江一体化基地项目投资总额约100亿欧元（到2030年），由巴斯夫公司独立建设运营。

从签署合作备忘录到建成首套装置，仅用四年两个月的时间，总投资100亿欧元的巴斯夫湛江一体化基地项目不仅跑出了令世界称叹的“湛江速度”，更让工业主战场东海岛再次被世界聚焦。

2022年7月，巴斯夫欧洲公司作出最终投资决策，宣布全面推进湛江一体化基地建设。该阶段将聚焦于建设一体化基地的核心，包含一套蒸汽裂解装置以及多个下游装置，并计划

于2025年底启动，从而进一步支持巴斯夫在华持续的业务增长。项目后续阶段将扩建更多下游装置，实现多样化产品的生产，计划从2028年开始投入运营。

龙头舞龙身动。巴斯夫湛江一体化基地项目建成投产后，将推动湛江东海岛石化基地加快打造世界级绿色化工可持续发展的重要基地，进一步优化广东石化园区空间布局，推动产业链向中下游延伸，促进产业结构由“哑铃型”向“协调型”发展。目前，东海岛石化产业园区已落户石化产业项目21个，总投资约1355亿元。

俯瞰中科炼化，“前港后厂”的现代化生产模式一览无余。6月16日，该项目迎来投产运行两周年，实现各项税费481.56亿元，利税合计559.04亿元，等于“挣回”了一个中科炼化，目前二期项目前期工作正在谋划加速推进。

宝钢湛江钢铁生产车间内，热气腾腾，一炉炉铁水奔腾不息，钢花绚烂地绽放。自今年2月15日正式开工以来，宝钢湛江钢铁零碳示范工厂百万吨级氢基竖炉项目建设进展顺利，目前竖炉本体一层钢柱完成安装，桩基础和土方工程加快推进，计划在年底具备竖炉本体设备安装条件。

十年光景，佳木成林。“三巨头”的相继落地，为东海岛带来极为可观的产业集聚效应，世界500强企业纷纷抢滩，配套产业不断延链补链强链，东海岛初步形成以宝钢湛江钢铁、中科炼化、巴斯夫为龙头的绿色钢铁、绿色石化、特种纸业、生物医药、机械电器、海洋高新等重大产业集群，其中，绿色钢铁、绿色石化产业进入战略性支柱产业“第一方阵”，勾勒出现代化大工业新城发展绿色低碳循环经济的魄力。2021年，石化产业集群产值达到1163.34亿元，成为湛江市首个产值超千亿的产业集群。

根据规划，经开区将努力实现主要经济指标保持中高位增长，力争“十四五”末GDP总量破1000亿元，约占湛江市的1/4；规模以上工业总产值超2000亿元，约占全市的1/2；规模以上工业增加值达600亿元，约占全市的1/3，实现综合实力稳居全市第一的目标。

数字融合，智慧海岛打造“未来工厂”

走进东海岛工业园区，交通设施稳步完善，建成服务园区的东海岛跨海大桥、疏港公路、玉湛高速、东雷高速和东海岛铁路。钢铁大道、中科大道等12条道路建成通车，岛内基本形成了“一环三横四纵”的公路网，以大港口、大路网、大航空为主骨架的陆海空现代化立体交通体系正走进现实。

东海岛15万吨/日自来水厂、应急救援基地、污水处理及管网等工程陆续竣工。根据规划，30万吨级原油、1万吨级液体化工等8个化工原料及油品码头已建成，一批液化烃等化工码头则正在建设。

随着配套基础设施日臻完善，产业园区以往“短板”正成为“新优势”。而东海岛上的5G实验应用，更加提速推动这个昔日传统渔岛蝶变为智慧海岛。

“5G+工业互联网”为数字经济和实体经济深度融合、推动传统产业实现跨越式发展注入了源源不断的智慧动能，也使由“制造”向“智造”飞跃愿景成真。

去年，湛江经开区全力推进支持运营商开展5G基站建设，全年完成基站416个。钢铁产业园区建设5G基站41个，实现重点区域覆盖，为“5G+工业互联网”应用发展加足马力。

目光投向东海岛，5G的种子在中国石化在建的最大炼化一体化项目——中科炼化丰沃的土壤上生根发芽。依托石化智云、采用“数据+平台+应用”模式建设信息化系统，当前中科炼化成为中国石化系统内首家全面基于工业互联网平台的智能工厂，实现数出一源、令出一家、功能复用、效率提升。

当钢铁遇上5G，曾经在科幻片中出现的“未来工厂”场景在湛江钢铁逐渐成为现实：轻点鼠标，车间里的机械臂自动开启；打开App，电气室温湿度各类参数一目了然；中控室的大屏幕上，各个生产环节的实时画面、数据尽收眼底；智能巡检机器人，实现足不出户就能“一日尽览湛钢塔”……

去年，在工业和信息化部主办的第四届“绽放杯”5G应用征集大赛标杆赛中，宝钢湛江钢铁联合广东联通共同打造的“宝钢湛江钢铁5G工业远程控制应用创新”项目在236个项目中脱颖而出荣获金奖，成为名副其实的“5G+工业互联网”应用行业标杆。

一切开发上平台，一切应用皆上云。在深化大数据应用方面，湛江经开区正全力推进东海岛产业园和湛江大型产业集聚区数字化转型，支持和引导企业自主创新开展数字化建设，推动实体经济与数字经济融合发展。

擎旗奋进，党建引领保障高质量发展

深秋的东海岛依然烈日当空，阳光直射在脸上火辣辣地疼，湛江经开区党员干部坚持奋战在征地拆迁一线……根据湛江市委、市政府工作部署，前段时间，该区举全区之力吹响了加快重点项目建设推动经济高质量发展“百日大会战”的号角，来自该区各部门的党员干部尽锐出战，集中力量打赢重点项目建设征地拆迁、重大产业项目建设、产业园区建设、民生项目建设、城市建设提质提速“五大攻坚行动”，推动钢铁、石化配套项目落户建设。仅3个月时间，东海岛石化产业园扩园（一期用地）应征收土地面积2625亩，已签征收协议面积2385亩，基本完成养殖水塘、房屋等签订目标。

该区重点项目建设征地拆迁工作指挥部8个专班分别成立临时党支部，实现重点项目临时党支部创建全覆盖，将临时党支部的组织优势、政治优势转化为攻坚行动的强大动力，为打赢大会战提供坚实的组织保障。

按照“筹备项目同步筹备党建工作，推进项目落实同步推进党建工作，以项目是否落地达产达效考量党建工作”的工作思路，湛江经开区把党旗插在重点项目筹备、建设和投产全过程，确保园区重点项目早签约、早落地、早投产，推动项目落地生根。

党建引领奋进路，乘风破浪开新局。湛江经开区始终高擎党旗，创新“党建+”融合模式，推动党的领导全面加强、党的建设全面进步，充分发挥基层党组织战斗堡垒作用，始终把党建引领贯穿于经济社会发展全过程，以高质量党建引领高质量发展。

项目建设、征地拆迁、乡村振兴、脱贫攻坚、疫情防控、抗击台风……哪里有急难险重任务，哪里就能见到党组织。

近三年来，该区“四个全面”绩效考核总分和实绩考核在全市均排名第一，基层党建量化考核均名列前茅，全区党建工作经验在2021年4月召开的全省加强基层党组织建设工作会议上作书面交流，受到了充分肯定。

近年来，作为国家级经开区，该区先后荣获国家高新技术产业开发区、国家海洋经济发展示范区、国家循环化改造示范试点园区、国家级绿色工业园区、中国循环经济推广先进园区、中国产业园区持续发展100强、中国化工潜力园区10强、广东省优秀环保园区、第一批广东省循环经济工业园等殊荣，综合实力迈上了新台阶。

数看发展

●2021年湛江经开区地区生产总值达到693.99亿元，占全市比重19.5%，是2012年总量的3.7倍，2012-2021年年均增长达12.5%；

●2021年规模以上工业增加值达到481.05亿元，占全市比重55.4%，是2012年总量的8.7倍，2012-2021年年均增长达17.2%；

●2021年实际利用外资达4.09亿美元，是2012年总量的9.5倍，2012-2021年年均增长达52.5%；

●2021年固定资产投资完成320.19亿元，占全市比重47.0%，是2012年总量的2.8倍，2012-2021年累计完成固定资产投资额2282.42亿元，年均增长12.4%。（袁增伟 戚照 林春梅）

探索绿色低碳高质量发展路径

经济日报 2022.10.13

绿色低碳是实现碳达峰碳中和的主要途径，也是高质量发展和新旧动能转换的内在要求。国务院印发《关于支持山东深化新旧动能转换推动绿色低碳高质量发展的意见》（以下简称《意见》），支持山东在深化新旧动能转换基础上，着力探索转型发展之路，进一步增强区域发展活力动力，加快推动绿色低碳高质量发展，具有重大的战略意义。

山东作为我国重要的工业基地和北方地区经济发展的战略支点，人口、经济总量均占北方地区的五分之一以上，同时山东能源消费总量和碳排放量均居全国前列，产业结构偏重、能源结构偏煤的格局具有典型代表性。推动山东绿色低碳发展，是实现“双碳”目标躲不开、绕不过且必须打赢的一场硬仗。支持山东建设绿色低碳高质量发展先行区，探索形成生态优先、绿色发展的路径模式，是国家所需和山东所能的结合，有利于在全国范围内起到攻坚、突破、示范效应。

实施创新驱动发展

山东是我国工业门类最齐全、基础最雄厚、结构最完善、配套最完备的省份之一，100

多种重点产品产量居前三位，46种产品产量居首位，在全国工业和制造业版图中举足轻重。特别是山东近年来推动新旧动能转换，2021年新技术、新产业、新业态、新模式“四新”经济增加值占地区生产总值比重达31.7%，较2017年提高10个百分点；高新技术产业产值占规模以上工业产值比重达46.8%，较2017年提高11.8个百分点；入选国家级战略性新兴产业集群7个，数量居全国首位。但同时，山东在经济由高速增长转向高质量发展过程中，仍面临产业结构总体偏重等问题，绿色发展任务依然紧迫。

《意见》指出，实施创新驱动发展战略，坚持腾笼换鸟、凤凰涅槃，依托新旧动能转换综合试验区，打造全国重要的区域创新高地和科技创新策源地，培育一批有重要影响力的战略性新兴产业集群，加快探索形成新旧动能转换的路径模式。这既是对山东近年来新旧动能转换成效的高度认可，也是未来政策的接续。例如，2021年山东数字经济总量突破3.5万亿元，培育了海尔卡奥斯、浪潮云洲、蓝海、橙色云4家国家级“双跨”工业互联网平台，工业互联网建设走在全国前列。《意见》支持山东培育具有国际影响力的工业互联网平台，全面推动制造业数字化转型。建设海洋强国是实现中华民族伟大复兴的重大战略任务，山东是海洋大省，海岸线占全国的六分之一，集聚了全国三分之一的海洋人才，经略海洋具有先发优势。《意见》提出，建设世界领先的海工装备基地，建设国家深海基因库，打造集成风能开发、氢能利用、海水淡化及海洋牧场建设等的海上“能源岛”。支持布局建设北方海洋环境应急处置中心等，对山东海洋经济发展提出了更高要求。

能源绿色低碳转型

能源绿色低碳发展，是推动经济社会发展全面绿色转型的关键，对于建设绿色低碳高质量发展先行区具有基础性和关键性作用。山东是能源消费大省，近年来通过大力发展风电、光伏、核能等新能源，培育壮大风光核储氢、生物质能、抽水蓄能等新能源产业，能源结构持续优化。截至今年6月底，山东新能源和可再生能源发电装机达6580万千瓦，占电力总装机的37%，其中光伏、生物质发电装机持续保持全国第一位。但值得注意的是，山东以煤为主的能源消费结构尚未得到根本性转变，煤炭在能源消费中的比重达68%，高出全国平均水平近10个百分点，能源绿色低碳转型的压力仍然很大。

《意见》明确，在确保能源安全可靠稳定供应的基础上，严格合理控制煤炭消费增长。山东有丰富的太阳能、风能资源，海上风电、海上光伏、鲁北盐碱滩涂地风光一体都具备打造千万千瓦级电力基地的条件，具有广阔发展前景。《意见》指出，支持山东大力发展可再生能源，打造千万千瓦级深远海海上风电基地，利用鲁北盐碱滩涂地、鲁西南采煤沉陷区等建设规模化风电光伏基地。通过这些措施，到2025年，山东新能源和可再生能源发电装机有望达到1亿千瓦以上，较2020年实现翻一番。此外，山东在核电开发、核能利用方面积累了丰富经验，海阳成为全国首个“零碳”供暖城市，很多工作走在全国前列。《意见》明确，在确保绝对安全的前提下在胶东半岛有序发展核电，推动自主先进核电堆型规模化发展，拓展供热、海水淡化等综合利用。

构筑美好生态环境

习近平总书记强调，“坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进”“加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局”。《意见》围绕实现碳达峰碳中和，将“践行绿水青山就是金山银山理念，持续改善生态环境质量”作为七项重点任务之一，提出了加强水资源节约集约利用、提升生态系统功能和碳汇能力、持续改善环境质量、加快形成绿色低碳生活方式、建立绿色低碳发展体制机制等任务举措。这充分表明深化新旧动能转换、推动绿色低碳高质量发展，必须坚持绿色发展理念，最终实现生态环境质量持续改善的发展成效。

近年来，山东全面推动生态环境保护与新旧动能转换深度融合，与推动黄河流域生态保护和高质量发展、建设海洋强省、打造乡村振兴齐鲁样板等有序衔接，实施蓝天白云净土保卫战、“四减四增”行动等一系列举措，抓环保、强生态取得显著成效。2021年，山东细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度为39微克/立方米，较2013年改善六成；国控地表水考核断面优良水体比例提升至75.2%，同比改善13.1个百分点，提升比例全国最高；累计建成国家级和省级生态工业示范园区16家、国家级生态文明建设示范区17个，生态环境保护发生了历史性、转折性、全局性变化。

扎实推进黄河大保护，确保黄河安澜，是治国理政的大事。《意见》中明确，深入推进黄河口国家公园创建，全面保护黄河三角洲湿地生态系统；开展黄河下游“二级悬河”治理，实施黄河下游防洪工程、引黄涵闸改建工程，推动病险水库水闸除险加固，加强黄河口地区、东平湖蓄滞洪区综合治理，确保黄河下游长久安澜。

此外，《意见》提出的一些开创性举措，例如，运用水权交易、生态产品价值实现、碳汇补偿和交易、绿色消费激励、绿色金融等市场化手段，推行碳汇本底调查、碳储量评估、重点产品全生命周期碳足迹核算等精细化管理模式，严格实施水资源保护利用制度和自然岸线保有率目标管控等治理标准，在全国都具有重要示范效应。

东风浩荡，时不我待。山东应紧紧抓住建设绿色低碳高质量发展先行区的战略机遇，积极开展先行先试，探索更多工业大省推进绿色低碳高质量发展的有效路径，为推动生态文明建设、更早实现“双碳”目标作出积极贡献。（王金南）

标准化推进碳汇能力巩固提升

中国自然资源报 2022.10.14

从碳中和的基本逻辑来看，增加碳汇（碳固定）量是实现碳中和的必要条件。在此背景下，对碳汇量进行科学统计并准确核算至关重要。

标准是构建碳汇核算体系的基石

2021年出台的《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》，对林草、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等自然资源碳汇能力的巩固提升提

出要求。为建立统一的碳排放统计核算体系，2022年三部门联合发布《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》，要求“进一步加强动态排放因子等新方法学在国家温室气体清单编制中的应用，推动与国际要求接轨”“推动碳汇等领域的核算研究”。

标准是提高碳吸收量的精确性、降低碳汇估算不确定性的基石。世界各国温室气体清单编制和碳交易市场项目运行，均离不开具有兼容性、可比较性和一致性的标准规范。当前，我国碳汇核算面临核算口径不一、基础排放因子滞后等一系列问题，一定程度上影响了碳达峰碳中和工作的推进。因此，建立与国际接轨、又符合我国国情的碳汇计量与监测方法标准体系，提高我国碳汇计量的科学性和可操作性，对提高碳汇能力具有重要的现实意义。

碳汇标准化发展方向

一是加强不同土地利用变化的碳汇核算工作，助力我国陆地生态系统碳核算更全面、更准确。为更好地应对联合国政府间气候变化专门委员会制定的标准规则，应建立更加完善的土地利用变化调查、监测、计量、核算的标准体系，更全面准确地核算林地、农田、草地、湿地及其他土地利用中碳吸收量，提高陆地碳汇数量；重视土壤碳储量变化，开展草地和农田生物质的碳核算；加强湿地碳库核算，提高对水淹地温室气体排放与清除的认识；重视区分并量化人类活动和自然干扰对温室气体排放/清除的影响，完善林地碳汇核算技术方法标准，促进形成林地碳库连续监测机制。

二是加强海洋碳汇技术方法研究与标准制定，提高我国海洋的碳汇贡献度。为提高我国碳汇增长潜力，需要加强海洋碳汇的监测、核算理论与技术标准的研制：在海洋碳汇监测体系方面，系统开展海洋碳汇核查技术体系研究，解析碳汇构成、溯源碳汇成因，链接无机碳与有机碳库、生命与地球的化学过程；查明主要碳汇生物族谱，按照碳汇效应分级建档。在碳汇核算标准方面，应加快海洋碳中和核算机制与方法学研究，建立海洋碳指纹、碳足迹、碳标识相应的方法与技术、计量步骤与评价标准，在此基础上形成涵盖海洋碳汇核查技术、监测指标和评估方法的标准体系。

三是加快建立二氧化碳地质封存调查评价标准体系，为碳捕获与封存（CCS）项目实施与管理奠定基础。当前，我国二氧化碳地质封存技术研究与工程示范已取得初步进展。现在正亟待针对我国地质条件特点，对封存场地选址、封存适宜性与潜力评价、监测等工作环节建立统一的技术要求和标准规范。

四是研究建立岩溶碳汇清单、潜力评价标准体系，增加岩溶碳汇贡献，实现科技减排。加强集成分析岩溶系统监测数据、碳循环过程与机理研究，量化我国岩溶碳汇清单，推动岩溶碳汇核算、调查、评价标准体系研制。

五是研究建立符合我国国情的碳汇参数指标，积极参与国际规则制定。自然资源领域专家应重视并积极参与国家清单指南修订，对于关键碳汇来源，特别是对尚未列入新指南范围但对我国非常重要的技术参数，应加强研究，形成反映我国国情的参数选择的相关成果和指标，为完善国际标准提供中国案例。（李杏茹 田磊）

聚焦“双碳”战略目标 提高绿电消纳能力

科技日报 2022.10.22

“790 亿千瓦时

截至今年9月，广西风电、光伏发电等新能源装机累计突破1500万千瓦。今年1—9月，广西累计消纳清洁能源电量超790亿千瓦时，比2012年翻了一番，再创新高。”

“今年1—9月，广西累计消纳清洁能源电量超790亿千瓦时，比2012年翻了一番，再创新高。”南方电网广西电网公司电力调度控制中心副总经理韦恒介绍。

聚焦“双碳”目标，近年来，广西风电、光伏发电装机容量、发电量连续实现双增长。截至今年9月，广西风电、光伏发电等新能源装机累计突破1500万千瓦。

清洁能源消纳利用是涉及电源、电网和用户的系统性课题，清洁能源电量的快速增长意味着消纳难度成倍增大。十年来，广西从依靠传统方式全力消纳到借助科技手段科学消纳，从“十三五”初的清洁能源基本全额消纳到2018年至2021年的清洁能源全额消纳，再到目前连续57个月、1700多天实现“零弃水、零弃风、零弃光”，广西始终坚持科技创新引领，以数字电网为支撑，充分发挥电网平台枢纽作用，挖掘用户侧消纳潜能，持续提高绿电消纳能力。

做好预测预警，不打无准备之仗

10月8日，受较强冷空气影响，广西自北向南出现大风天气过程，风电出力大幅增加，30小时内从25万千瓦急速增加至693万千瓦，风电功率增长27倍。

“天气变化看似突发，但早有预兆。我们对长期、中期、短期的多时空尺度天气进行了科学预判，不打无准备之仗。”南方电网广西电网公司电力调度控制中心水电及新能源科高级经理唐健表示，由于广西是受天气系统影响最为复杂的省区之一，提升多时空尺度的气象水文预测准确率，对做好清洁能源消纳工作尤为重要。

南方电网广西电网公司夯实数字电网支撑，依托气象综合信息、水库调度自动化、新能源调度综合管理等三大技术支撑系统，实现了广西2000多座雨量站在线监测，以及大中型水电厂、集中式风电场和光伏电站的实时可观、可测，全面提高清洁能源动态调节能力，持续发挥了电网“预警机”作用。据唐健介绍，今年1—9月，南方电网广西电网公司已累计发布11份弃风弃水预警，超过2021年全年总量。

研发智能装备，探索用户侧消纳潜力

近日，2022年度中国机械工业科学技术奖公布，南方电网广西电网公司科技成果“高可信智能电表物联网关键技术及产业化应用”获得机械工业科技进步二等奖。该成果在深度感知技术、设备高可靠技术以及设备状态感知技术等方面取得突破，为探索用户侧消纳潜力提供更多可能。

“智能电表像一个个传感器，是构成数字电网的核心单元之一，可以实现千家万户的用

电在线监测，通过大数据及人工智能技术，能够保障新能源安全稳定运行，挖掘清洁能源潜在需求，为清洁能源消纳提供有力支撑。”该项目负责人、南方电网广西电网公司计量中心生产管理科经理杨舟博士介绍。

加速市场化改革，拓宽清洁能源消纳渠道

广西电力交易中心持续推动市场化改革步伐，拓宽清洁能源消纳渠道，于今年首次开展绿证核发。截至目前，广西已完成绿证核发量近1亿千瓦时，累计核发绿证约10万个。

“参与绿电交易能帮助企业有效降低碳排放量，实现产品的绿色低碳，主动适应当前的市场需求。”南宁富桂精密工业有限公司经理石相程说。

不仅如此，广西电力交易中心还充分利用大数据、云计算、区块链等新技术，优化电力交易系统，上线绿电交易功能，实现风电、光伏发电企业档案信息收集，确保了绿电交易及其数据存储安全高效，推动了1800小时以上风电交易电量进入市场，扩大了广西清洁能源市场化消纳空间。（陆冬琦 黄旭 黄飞 刘昊）

坚持低碳转型发展

经济日报 2022.10.22

“党的二十大报告提出，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动。完善能源消耗总量和强度调控，重点控制化石能源消费，逐步转向碳排放总量和强度‘双控’制度，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用。这给我们能源企业转型升级、绿色发展进一步指明了方向，更加坚定了我们发展的信心和底气。”国家能源集团榆林化工有限公司党委书记、董事长姜兴剑说。

姜兴剑表示，面对新的发展机遇期，榆林化工将认真领会党的二十大精神，坚持立足国内多元供应保安全，充分发挥煤炭产业“压舱石”作用，保障国家能源安全；坚持煤化工产业“高端化、多元化、低碳化”发展方向，加快关键核心技术攻关，积极推进煤基新材料战略性新兴产业创新发展，进一步延伸产业链，提升价值链，丰富企业高端化产品结构，努力率先在全国走出一条技术新、能耗低、效益好、有国际竞争力的绿色低碳转型发展之路，在新征程上再立新功、再创佳绩。（黄晓芳）

嘉兴港区探索化工园区“双碳”实施路径

创新技术路线 突出能源低碳化

中国环境报 2022.10.17

化工园区如何推进减污降碳协同增效？近年来，浙江省嘉兴港区锚定碳达峰碳中和目标，积极探索化工园区“双碳”实施路径，依托国家级生态工业示范园区的平台优势，先行先试争创省级减污降碳协同试点，在打造嘉兴“绿色低碳循环城市”金名片上争当先行

示范。

工业企业如何从源头节能减排？

嘉兴港区积极鼓励企业开展节能减排技术改造，港区工业污水处理有限公司（以下简称港区工业污水处理厂）在污水处理领域先行示范。

近日，港区工业污水处理厂扩容提升（改造）绿色低碳项目已正式开工建设。据了解，这家污水处理厂承担了港区所有工业企业的废水集中处理任务。其扩容提升（改造）绿色低碳项目应用“硫代碳反硝化工艺”污水处理技术，从沼气发电、硫代碳除氮、人工智能、二氧化碳回收等方面减碳，最终实现“零碳”排放。

据预计，项目可实现年污染物减排 1928 吨、碳减排 1.8 万吨以上，每年节约成本约 2000 万元，为全省减污降碳协同增效技术创新提供范例。项目目前已入选浙江省减污降碳协同增效标杆项目。

政企合作 促进减碳技术创新

推进化工园区减污降碳协同，技术创新和突破是关键。

去年以来，嘉兴港区探索发展碳捕集、封存和利用技术，与清华大学化学工程系、中国科学院上海高等研究院、嘉化能源等单位联合开展 20 万吨/年二氧化碳捕集与综合利用绿色减排项目。目前，项目正在有序推进中。

项目通过捕集嘉化能源热电装置锅炉燃烧过程中产生的二氧化碳与厂区副产氢气，经过精制、合成等技术路线，对工业末端的二氧化碳实现综合利用。

项目通过政企合作、减碳技术创新，在化工领域率先开展末端二氧化碳捕集利用，为落实碳达峰碳中和提供了可复制推广的应用经验。

积极构建氢能“产业链”“创新链”

嘉兴港区聚焦源头“无碳”，突出能源低碳化，发挥化工园区副产氢气的优势，联合浙江清华长三角研究院布局氢能产业园，积极构建氢能“产业链”“创新链”，推动氢能装备制造企业集聚，深化氢能应用场景，努力打造氢能产业生态，为嘉兴发展氢能产业贡献港区力量。

日前，嘉兴港区积极探索构建氢能交通体系，启动了全市首条城际氢能公交线路（162 路），实现 49 吨氢能重卡、4.5 吨氢能冷链车等示范运行，投入使用加氢站两座，完成“国家氢燃料电池汽车示范应用城市群嘉兴示范应用 50 台氢能重卡”的交付使用。（蔡华晨 王雯）

谋划绿色低碳发展场景 助力科技强国建设

科技日报 2022.10.26

我国深入实施“双碳”战略，不断提升科技创新能力，在部分领域已形成优势并赢得战略主动。同时，可以通过主动塑造绿色低碳发展场景，助力科技强国建设并实现战略主

动。

党的二十大报告提出，我们要推进美丽中国建设，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。当前，世界各国正在经历工业革命以来最大规模的转型，绿色低碳领域成为重要赛道。我国深入实施“双碳”战略，不断提升科技创新能力，在部分领域已形成优势并赢得战略主动。同时，我国可以通过主动塑造绿色低碳发展场景，助力科技强国建设并实现战略主动。

科技强国与“双碳”战略相辅相成

建设世界科技强国与实施碳达峰碳中和是相辅相成的。实现碳达峰需要现有能源工业体系的技术迭代和替代，这是进入创新型国家前列的基础，而实现碳中和则是社会经济发展由依赖资源向依靠科技的系统性转型，这是引领世界科技和建成科技强国的重要体现。

科技创新是建设科技强国的核心举措，也是实施“双碳”战略的重要支撑。一方面与世界科技强国相比，我国科技呈现“三跑”并存的状态，在向科技强国迈进中将实现由“跟跑”向“并跑、领跑”转变，更高水平的科技创新是我国整体科技实力跃升的基础。另一方面我国坚持双轮驱动作为实施“双碳”战略的基本原则，科技创新被摆到了首要位置，2021年《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》对科技支撑进行了顶层设计，2022年科技部发布的《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》进一步强化了科技创新的核心推动作用。

“双碳”战略提供了新一轮科技革命和产业变革方向，也塑造了科技强国建设的主要场景。一方面，随着气候变化影响显著增强，碳中和成为世界各国的共同目标，截至2022年9月，约140个国家宣布或正在考虑设定净零排放目标，绿色低碳成为各国未来发展的主要方向。另一方面，“双碳”目标下我国将由工业文明向生态文明转型，这对能源、工业、建筑、交通等不同行业的发展提出了更加明确的要求，同时也为科技强国建设提供了更加明晰的技术路线和场景需求，而绿色低碳技术将在其中发挥重要作用。

推动形成绿色低碳生产生活方式

党的二十大报告提出，我们要加快发展方式绿色转型，实施全面节约战略，发展绿色低碳产业，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

当前，我国科技强国建设进入重要阶段，在路径谋划上可以结合“双碳”战略的有益探索，通过构建绿色低碳场景驱动的模式，将绿色低碳发展贯穿到科技强国建设的主线中，形成体系化发展路径。

在未来能源体系场景中，供能系统将由化石能源向风能、太阳能、水力、核能等新能源转变，电力传输、负荷使用、新型储能等也将在新场景下发生体系化变革，相关科技发展路径将以满足未来场景下能源体系变革为主。

在未来工业体系场景中，工业系统将在能源使用、原料利用、过程工艺等方面发生重大

变化，技术、流程和产品更加符合绿色低碳和环境友好的要求，不同工业场景之间、工业场景与消费场景之间能够实现互动融合，并以此构建科技发展路径。

在未来社会生活场景中，社会运行将更加系统化、复杂化和精密化，人工智能、新一代信息技术等将深刻嵌入到未来生活场景中，科技发展将进一步支撑未来社会运转方式的转变。

为此，一方面，应将建设科技强国后续“两步走”时间表和目标定位进一步细分，与碳达峰碳中和有效统筹衔接并实现协同推进；另一方面，应从科技创新发力，不断提升整体创新能力，增强科技支撑作用。强化基础研究，坚持应用导向和兴趣导向的研究探索，统筹高校和科研院所资源，建立绿色低碳理念下的新学科和交叉学科。推动技术创新，将技术创新嵌入绿色场景驱动的整体链条中，实现精准定位、重点突破、高效转化。从政府、市场、企业三方发力，以市场和技术双重优势推动模式创新、技术升级和规模扩大。

此外，还应建立与绿色低碳相关的现代化人才队伍，完善相关人才布局。一是将绿色低碳产业、技术与教育紧密融合，自主培养高质量人才，探索新型培养模式，以人才强支撑科技强。二是以绿色低碳发展场景为导向，建立体系化人才队伍，培养发展青年科技人才、拔尖创新人才、新型管理人才和战略科学家，打造绿色低碳人才队伍库。（刘仁厚 王书华）

全国碳市场累计成交额达 85.8 亿元

去年单位 GDP 二氧化碳排放同比降低 3.8%

人民日报 2022.10.28

本报北京 10 月 27 日电（记者刘温馨）生态环境部 27 日发布《中国应对气候变化的政策与行动 2022 年度报告》（以下简称《报告》）。《报告》显示，经初步核算，2021 年全国单位 GDP 二氧化碳排放比 2020 年降低 3.8%，比 2005 年累计下降 50.8%，非化石能源占一次性能源消费比重达到 16.6%，风电、太阳能发电总装机容量达到 6.35 亿千瓦，单位 GDP 煤炭消耗显著降低，森林覆盖率和蓄积量连续 30 年实现“双增长”。

《报告》指出，2021 年以来，中国积极落实《巴黎协定》，进一步提高国家自主贡献力度，围绕碳达峰碳中和目标，有力有序有效推进各项重点工作，取得显著成效。中国已建立起碳达峰碳中和“1+N”政策体系，制定中长期温室气体排放控制战略，推进全国碳排放权交易市场建设，编制实施国家适应气候变化战略。

2021 年 7 月，全国碳排放权交易市场正式启动上线交易。截至 2022 年 10 月 21 日，全国碳市场碳排放配额累计成交量达 1.96 亿吨，累计成交额达 85.8 亿元，市场运行总体平稳有序。

生态环境部应对气候变化司司长李高介绍，总的来看，经过第一个履约周期的建设和运行，全国碳市场已经建立起基本的框架制度，打通了各关键流程环节，初步发挥了碳价发现机制作用，有效提升了企业减排温室气体和加快绿色低碳转型的意识和能力，实现了预期目

标。

李高说，下一步，生态环境部将重点从五个方面扎实推进全国碳市场建设。一是健全全国碳市场法律法规和政策体系。二是强化数据质量管理。三是进一步强化市场功能。四是进一步完善国家自愿减排交易机制，研究制定相关的交易管理办法和配套制度规范。五是加强市场主体能力建设。

《报告》还阐述了中方关于即将举行的《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方大会（COP27）的基本立场和主张。《报告》指出，COP27将是气候多边进程的重要会议。中方愿全力支持COP27主席国埃及举办一届成功的缔约方会议，期待与各方一道将COP27打造成为以“落实”为主题，以适应和资金为成果亮点的一次大会。

碳减排标准体系建设提速

中国能源报 2022.10.17

“碳减排的标准化是通过明确目标、统一方法、规范流程等方式，规范各级组织应用标准的流程步骤，可以有效减少碳减排的复杂性和不确定性。实现‘双碳’目标没有现成的模式可借鉴，构建与我国碳市场相匹配的标准体系和标准化流程，可为我国降碳行动提供方向指引、方法支撑和决策依据。”日前，南华大学碳中和与核能发展创新研究院院长张彩平在接受记者采访时表示。

那么，我国的碳减排体系标准建设情况如何？

■■起步较晚但初见成效

国家能源局近日印发的《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》明确要求制定一批新兴技术和产业链碳减排相关技术标准，健全相关标准组织体系，实现能源领域碳达峰产业链相关环节标准全覆盖。

能源领域碳达峰产业链包含哪些环节？暨南大学经济学院教授何凌云介绍，能源产业链是一个复杂系统，既包含原煤、原油、天然气、水电、核电及其他相关的一次能源，又包含火力发电、热力发电、各类石油产品加工和煤制产品加工等中间环节和终端消费等多个环节。

“在能源领域，凡是与生产制造过程、能源替代、节能减排、碳吸收和碳交易，以及绿色消费相关的，都属于能源领域碳达峰产业链相关环节。”北京理工大学能源与环境政策研究中心副研究员沈萌解释。

据了解，当前国际标准化组织（ISO）、英国标准协会（BSI）、世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）等组织已制定多个碳排放标准，并不断进行修订更新。

我国碳减排标准体系建设工作虽起步较晚但已初具成效。“2014年成立的全国碳排放管理标准化技术委员会已明确提出了标准建设的目标、规划与重点方向。《工业企业温室气体

排放核算和报告通则》《温室气体排放核算与报告指南》《基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求》《单位产品（服务）能源消耗限额》等标准相继发布，目前我国已基本形成了集核算、报告、核查、监管等为一体的碳排放技术标准体系。”张彩平介绍。

■多个“堵点”亟需疏通

那么，当前我国碳减排标准体系建设还有哪些“堵点”？

目前，“双碳”目标涉及生态环境部、发改委、工信部等多个部门，各部门职能定位不同，标准制定的目标、依据、内容等存在较大差异。“政出多门的标准之间如果出现交叉、重复甚至概念混乱等问题，会使碳减排管理实践无所适从，进而降低碳减排效率、增加沟通成本。”张彩平表示。

同时，低碳技术要发挥作用也离不开对技术研发、应用与改进全过程的科学管理。“目前，我国正大力推进能源绿色低碳转型、技术创新、能效提升和产业链碳减排等技术标准的制定，但是，对于碳减排成本核算、效果评价等管理标准的关注却相对不足。”张彩平认为。

此外，何凌云直言，以国家核证自愿减排量（CCER）为例，其线上与线下交易脱钩，交易透明度不足。例如，上海碳市场 2015 - 2020 年线下协议交易总量是挂牌交易量的 4.5 倍，2017 - 2019 年线上挂牌交易的均价为线下协议交易均价的 8—11 倍。“绝大多数 CCER 交易通过线下协议交易完成且交易价格远低于线上挂牌交易价格，线上与线下缺乏联动纠纷机制。此外，CCER 线下协议交易的数量和价格等信息缺失，既不利于主管部门的监管，也不利于交易参与方预判价格、识别市场风险。”

■积极探索与国际标准接轨

对于接下来的碳减排相关标准的建设之路，张彩平认为，要推动形成国家标准、行业标准和团体标准有机衔接的新型标准体系。

加快建立统一规范的碳减排统计核算体系，是相关标准制定的前提和基础性工作。“相关标准制定时应该充分提高透明度和各经济主体的参与度，在吸引全社会共同积极参与的同时，简化各阶段流程，降低行政和交易成本。”何凌云建议。

沈萌则认为，标准体系框架的构建要与节能降碳的实际效果相对应，注重与政府政策、法律法规、绿色金融标准化和企业发展目标相结合，使标准制定得到政策、法律、资金、资源的大力支持。“这不仅可以有效率地推进标准制定，还可以让标准‘反哺’应用领域。更重要的是，要利用全新标准制定的契机，融入到国际标准大合作中，提升国内标准与国际标准的一致化水平，促使我国标准在国际上占有一席之地。”（林水静）

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

找到封存二氧化碳的适宜场地

中国自然资源报 2022.10.1

二氧化碳地质封存技术，是减少化石能源发电和工业生产过程中二氧化碳排放的关键技术。

为服务碳达峰碳中和，中国地质调查局“十四五”期间将开展深部成水层、废弃油气藏等的二氧化碳地质封存潜力和适宜性评价，探索开展二氧化碳封存生态环境影响评价。为此，2022年，中国地质调查局水文地质环境地质调查中心积极推进二氧化碳地质封存综合地质调查及科研攻关。

目前，项目团队针对鄂尔多斯盆地系统开展了深部成水层区域地质条件及二氧化碳地质封存适宜性分析，圈定一批封存靶区，初步提出碳捕集与封存规模化产业集群区划。在甘肃陇东地区，项目组开展了二氧化碳地质封存综合地质调查，为国家级百万吨级碳捕集与咸水层封存项目筛选出一处后备勘探场地。与此同时，项目组积极研发规模化碳封存地质支撑与安全保障关键技术，建立了多尺度多级别咸水层二氧化碳封存潜力评价方法体系，初步搭建“空一天一地一井”立体空间监测预警系统平台框架。

二氧化碳地质封存技术被认为是化石能源行业实现碳中和目标的“压舱石”。在我国碳达峰碳中和工作“全国一盘棋”布局下，二氧化碳地质封存逐渐呈现规模化、产业化、集群化的特点。为此，项目组将重点针对我国大中型沉积盆地开展二氧化碳地质封存动态潜力评价，主动为国家级大型能源化工基地筛选一批后备封存场地，构建科学完善的地质支撑与安全保障技术体系，以期为我国能源工业领域碳捕集与封存规划及工程部署提供有力支撑。

加快构建废旧物资循环利用体系

经济日报 2022.10.6

废旧物资是能源的“存储器”，回收利用废旧物资，可同步实现对固化在物料中的能源和碳的回收，通过二手交易、再生利用等方式实现多维度降碳。有测算显示，每吨废钢代替天然铁矿石炼钢可减少二氧化碳排放约1.3吨至1.6吨，每利用1吨废铜可减少二氧化碳排放约2.5吨；如果对产品进行再制造可节省70%至98%的新材料使用，可减少碳排放79%至99%。

当前，我国正处于工业化中后期和城镇化加速发展阶段，钢铁、有色金属等重点行业的资源能源消耗正持续增长。废旧物资循环利用，不仅可有效降低碳排放，还可提高资源利用效率，维护国家资源安全，提升城乡文明发展水平。

近年来，我国持续加强资源再生利用能力建设，着力做好废旧物资循环利用体系建设。2020年，我国废钢利用量约为2.6亿吨，再生有色金属产量1450万吨，取得了显著成效。

但总体看，我国资源利用效率仍不高，特别是再生资源回收利用规范化水平较低，回收设施缺乏用地保障，低值可回收物回收利用难等问题，尚未得到根本解决。为此，国家发展改革委会同商务部等部门在今年初联合印发了《关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》。按照意见，加快构建废旧物资循环利用体系要进一步做好以下三方面工作：

一是完善废旧物资回收网络。废旧物资回收是再生资源产业链的第一个环节，也是关键环节。要合理布局废旧物资回收站点，加强废旧物资分拣中心规范建设，推动废旧物资回收专业化，提升废旧物资回收行业信息化水平。要从解决目前居民日常生活中遇到的一些突出问题入手，分类推进综合型和专业型分拣中心建设。

二是提升再生资源加工利用水平。要依托现有国家“城市矿产”示范基地、资源循环利用基地、工业资源综合利用基地，统筹规划布局再生资源加工利用基地和区域交易中心，加大先进再生资源加工利用技术装备推广应用力度，推动现有再生资源加工利用项目提质改造，提高再生资源加工利用技术水平和再制造产业发展。

三是推动闲置资源优化利用。当前，我国二手商品交易尚处于起步阶段，要积极推动二手商品交易，丰富二手商品交易渠道，鼓励“互联网+二手”模式发展，同时完善二手商品交易管理制度，分品类完善二手商品鉴定、评估、分级等标准体系建立，促进二手商品流通秩序和交易行为更加规范。（顾阳）

“地沟油”变身航空燃料

经济日报 2022.10.9

生物航煤一般指由动植物油脂、餐余油等再生资源为原料生产的航空煤油。与传统石油基航空煤油相比，生物航煤碳排放可减少50%以上。生物航煤的商业化进程是一个复杂的系统工程，需要从政策到市场、从原料到终端全产业链的支持和参与。目前生物航煤的生产成本是传统航煤的3倍至4倍。

近日，某国外机场首次引入“地沟油”制成的航空燃料引发关注。事实上，我国对这一领域也早有布局。早在2009年，我国就启动了生物航煤研发工作，并开发出具有自主知识产权的生物航煤生产技术。日前，位于浙江宁波的中国石化镇海炼化公司拿到了中国民航局审定的生物航煤适航证书《技术标准规定项目批准书》。“此次拿到适航证书，意味着镇海炼化生物航煤将可以向整个民用航空市场销售。”镇海炼化公司党委书记莫鼎革表示。

生物航煤一般指由动植物油脂、餐余油等再生资源为原料生产的航空煤油。与传统石油基航空煤油相比，生物航煤碳排放可减少50%以上，是可持续航空燃料的重要组成部分，也是全球航空燃料低碳发展的重要方向。我国目前年航煤消费量约3000万吨，如全部以生物航煤替代，按每吨生物航煤减排50%算，一年可减排二氧化碳约5500万吨，相当于植树近5亿棵，也相当于3000万辆经济型轿车一年的排放量。此外，餐饮废油能源密度大、获取便捷、运输方便，是国际生物航煤的主流发展路线。如果生物航煤原料取自餐饮废油，也

就是俗称的“地沟油”，那么，不仅能实现航空减碳，还有助于保障食品安全。

如今，生物航煤正迎来推广应用的好时机。今年我国首部生物经济五年规划出台，规划指出，开展新型生物质能技术研发与培育，推动化石能源向绿色低碳可再生能源转型；中国民航局今年发布了《“十四五”民航绿色发展专项规划》，提出到2025年可持续航空燃料消费要达到5万吨；中航油把推进生物航煤应用列入2022年重点工作。

据介绍，中国首套生物航煤大型工业化装置于2020年8月份在镇海炼化建成，该装置年设计加工能力10万吨，采用中国石化自主研发的HEFA-SPK生产技术，以餐饮废油为原料，于今年6月份首批产出纯生物航煤600多吨。若这套装置满负荷运行，一年能消化掉一座千万人口城市回收来的“地沟油”。

“地沟油”变航空煤油，只是第一步。生物航煤的商业化进程是一个复杂的系统工程，需要从政策到市场、从原料到终端全产业链的支持和参与。目前生物航煤的生产成本是传统航煤的3倍至4倍，只有不断提高生物航煤生产技术水平，降低生产应用成本，才能提升产业规模。同时，还需要积极推动生物航煤全产业链的完善：在原料端，联系稳定的供应商，对“地沟油”进行预处理；在市场端，开拓国际航司用油需求，特别是生物航煤应用相对成熟的欧洲市场等。

镇海炼化已在全球RSB可持续燃料认证的基础上，与空中客车（中国）达成合作，首车生物航煤计划于近期运往其天津工厂，这也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助飞行器飞向蓝天。（郁进东）

稀土废渣作催化剂，低成本高效治理大气污染

科技日报 2022.10.12

目前，脱硝工程已在中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国神华集团有限责任公司等全国280多家火电、建材、化工行业应用，近五年新增经济效益24.5亿元。

“富煤、贫油、少气的资源禀赋，决定了我国以煤为主的能源结构在很长时间内难以得到根本改变。如何科学地、最大限度地降低煤在燃烧过程中产生的大气污染和CO₂排放，是环境科技工作者必须关注和解决的重大问题。”在南京工业大学材料科学与工程学院教授沈岳松看来，“煤改气”是减污降碳的重要发展举措之一。

然而，煤改气过程中高温型氮氧化物排放会增加，而氮氧化物是形成PM_{2.5}、酸雨、雾霾和臭氧等污染物的重要前体物。因此，氮氧化物治理，也就是“脱硝”是大气污染长久治理的重点，也是“十四五”期间控制PM_{2.5}和臭氧等多污染物的关键。

日前，由沈岳松主持的项目《轻稀土基整体蜂窝式烟气脱硝催化剂的关键技术及产业化应用》，在2022年度中国化工学会科学技术奖评审中获得技术发明奖一等奖。

探索将稀土铈用于烟气脱硝

“对于当前的大气污染治理来说，脱硝任务更加突出，氮氧化物超低排放是当前耗能产

业亟待解决的难题。”沈岳松介绍，烟气脱硝治理的关键在于应用高效脱硝催化剂。在此方面，我国前期引进、消化吸收了国外钒基脱硝催化剂技术，虽然部分缓解了氮氧化物的污染，但因其活性组分五氧化二钒属水溶性剧毒物质，它不仅在生产使用中，而且在废弃后仍具高毒性。如果废弃，会威胁环境安全，难以实现绿色可持续发展。

“水溶性五氧化二钒用于脱硝催化剂还存在三个弊端。”沈岳松介绍，五氧化二钒在脱硝过程中会将烟气中存在的二氧化硫高效催化氧化为三氧化硫，低温时三氧化硫又易与氨反应生成大量硫酸盐；其次，五氧化二钒高温挥发性会造成二次污染和催化剂失活，不适用高温脱硝；再次，废弃有毒钒基催化剂已于2014年被生态环境部列入危废监管，无害化处理费用高。

因此，研发环境友好型脱硝催化剂成为全世界环保的共同需求。

南京工业大学材料科学与工程学院教授祝社民介绍，就脱硝催化剂而言，目前有贵金属、分子筛和金属氧化物等三大类，但贵金属催化剂动辄每立方米近百万元，分子筛脱硝催化剂又易发生灰堵，而金属氧化物成本低、热稳定性高、抗中毒能力强，可以逐步取代贵金属成为有发展前景的烟气脱硝催化材料。

“稀土铈在我国具有高丰度、价廉等特点。”祝社民表示，轻稀土铈是开采重稀土时产生的废渣，亟须进行高值化利用。而二氧化铈的高丰度、环境友好、廉价及其独特的氧化还原性质，使它进入学者们的研究视野。但二氧化铈的酸性弱、高温水热稳定差和活性窗口窄等缺点，让它不能直接用于替代五氧化二钒。

2005年沈岳松攻读硕士学位时，便在导师祝社民的指导下，开始研究稀土基催化剂，并对稀土铈“一往情深”。稀土铈具有脱硝所必备的独特氧化还原性质，且组分对环境友好，有替代五氧化二钒的可能性。

为使稀土二氧化铈既能替代五氧化二钒成为脱硝催化剂，又能克服自身弊端，沈岳松领衔团队走上了化学催化与材料科学融合创新之路。

三个创新点助稀土基催化剂实现大规模应用

近二十年的时间，沈岳松逐渐掌握稀土铈的性能，率先提出并成功研制了以其为主活性组分的绿色高效脱硝催化剂，通过三个创新发明点扬长补短，实现了稀土基催化剂全生命周期绿色高效脱硝和大规模工业应用。

首先，团队创建了高效铈基复合氧化物脱硝催化剂新体系，实现烟气脱硝催化剂的环境友好，为高丰度稀土铈高附加值利用开辟了新路径。

“通过锆等助催化元素的强相互作用，增强催化剂的固体表面酸性，弱化了二氧化硫的吸附与转化，增强了催化剂抵抗硫酸氧化物毒化的能力，使得稀土基催化剂较之钒基催化剂的二氧化硫向三氧化硫的转化率降低了60%。”沈岳松介绍，新型稀土基系列催化剂脱硝效率高，活性温度宽，使用寿命超过5年，显著优于商用中温钒基催化剂。

其次，团队发明了整体蜂窝式脱硝催化剂的关键制备技术，解决了蜂窝催化剂的高活性

与高强度难以并存的问题，实现了载体钛白粉的国产化。

“我们提升了材料强度和催化活性，使稀土基催化剂的强度、硬度较之钒基催化剂提高了2~3倍。”团队成员、教授级高工王志民介绍，钒基催化剂在脱硝反应器只能承受小于1.5兆帕压力，而稀土基催化剂抗压强度至少可达3兆帕。通过化学修饰、纳米改性，团队提升了国产钛白粉性能，既解决了其脊性成型难问题，又使原料成本下降了20%。

再次，团队开发了轻稀土基催化剂的应用与再生利用技术，实现了稀土基催化剂在不同工况下脱硝低氨逃逸的高效稳定运行和循环再生。

“我们开发了提前响应喷、闭氨的方法，实现了稀土脱硝催化剂在波动工况下储、释氨性能的高效稳定。”沈岳松介绍，他们还研发了失活催化剂负压清灰、超声水洗及活性修复等系列再生新工艺及装备，二次脱硝成本降低40%。同时，他们将废弃的稀土催化剂资源化制备成多孔陶瓷膜催化剂、钛基纺织瓷及催化胶结电石渣砖等。“为了更好地保护环境，我们变废为宝，使废渣再次发挥作用，实现了稀土催化剂的全生命周期的绿色可持续发展。”他说。

团队成员陈英文教授介绍，2016年，稀土基脱硝催化剂被工业和信息化部、科学技术部和环境保护部三部委联合指定为钒基脱硝催化剂的替代品，脱硝工程已在中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国神华集团有限责任公司等全国280多家火电、建材、化工行业应用，近五年新增经济效益24.5亿元。（金凤 杨芳）

废弃砖土变废为宝 建筑降碳大有可为

中国能源报 2022.10.10

9月底，位于北京市顺义区南彩镇前俸伯村的一栋占地面积约200平方米的独立二层农村居住建筑顺利封底，这是北方地区颇为常见的代表性农居建筑，却又极不普通，其墙体是完全由建筑垃圾再生制成的，而且是由通常无法利用的废弃砖土制成的。

作为北京交通大学建筑固废循环利用示范工程，该项目吸引了山西、河北等地的考察者。

建造阶段更需注重节能降碳

据项目负责人之一、北京交通大学副教授袁泉介绍，一些发达国家的建筑废弃物再生利用率已达到90%以上，而我国还不到15%。美国、日本、欧盟等发达国家和地区基本已实现建筑废弃物减量化、无害化、资源化和产业化。随着碳达峰碳中和目标的提出，建筑废弃物的资源化利用也越来越受到我国建筑业界的重视，该示范工程正是在这方面的探索。

建筑行业是我国的碳排放大户，建筑节能也是我国节能攻坚的三大领域之一。中国建筑节能协会去年底发布的《中国建筑能耗与碳排放研究报告（2021）》显示，2019年全国建筑全过程碳排放总量为49.97亿吨二氧化碳，占全国碳排放的比重为50.6%。建筑行业普遍存在着大量建设、大量消耗、大量排放的状况。

据了解，建筑行业以前更关注建筑节能，而建筑节能主要聚焦于建筑的后期运行阶段，往往忽略了建材生产和建造施工阶段。

上述报告显示，2019年，建筑生产阶段排放27.7亿吨二氧化碳，占全国碳排放的28%，高于建筑运行阶段21.3亿吨的二氧化碳排放量。显然，建材生产阶段以及建造施工阶段是一个高碳排放的过程，也是建筑降碳最应关注的环节。

数据显示，当前，我国每年建筑废弃物产生总量约为20亿吨，占城乡垃圾总量的40%左右。由于建筑废弃物不能自然降解，其长期堆存不仅占用大量土地，而且对土壤、河流、植被、大气造成严重的污染和生态危害。与此同时，我国正处于城镇化进程快速发展时期，每年城乡新增约13亿平方米的房屋建筑，对墙体材料的需求量巨大。

“建筑废弃物只是放错了地方的资源，只要加以科学利用，就能变害为利、变废为宝，把建筑废弃物变成墙体材料就是一个有效途径。”袁泉说。

针对行业痛点突破技术难题

北京市渣土资源化处置协会常务副会长余玄介绍说，建筑废弃物中主要是一些渣土、混凝土块、碎石块、砖瓦碎块、小木块及其他杂物，其中，混凝土块经过建筑废弃物回收再利用设备处理之后，85%以上可以用来制作砂子、石子等再生混凝土骨料，技术已趋成熟；废金属可回收利用；而占建筑废弃物50%以上的渣土和砖瓦碎块（废弃砖土）长久以来难以作为再生混凝土的骨料进行应用，主要还是堆放和填埋处理。

据记者了解，难点在于，传统的利用工业废渣制砖技术废渣利用率通常只有20%—30%，砖的抗压强度也仅在15MPa左右，难以达到墙体的抗压强度要求。

袁泉告诉记者，示范工程将废渣利用率提高到80%以上，并免烧结，且强度指标达到20MPa以上，其耐久性也完全满足规范要求。这意味着其可有效替代烧制实心黏土砖，减少建窑烧砖对土地资源的毁坏和对能源的浪费，大大降低建材生产过程中二氧化碳、二氧化硫和烟尘的排放。

要使废渣制砖的抗压强度达到要求，固化技术是其中的关键。目前，国内外在废弃砖土固化技术方面已取得了一些成果，但依然存在一些关键问题未得到很好解决，例如，如何保证固化后废弃砖土的强度与耐久性能、如何选择适宜的空心砌块块型及如何提高其抗震性能等。

袁泉透露，针对这些行业痛点，北京交通大学联合北京魁方时业新型建筑材料技术有限公司开展新型生态激发胶凝材料的研究工作，分析固化废弃砖土的机理，研究改善固化材料力学性能与耐久性能的胶凝材料组分，进而针对固化废弃砖土的新型榫卯再生砌块砌体结构进行试验研究与理论分析，提出设计计算方法，为固化废弃砖土榫卯再生砌块砌体在工程中的应用提供试验和理论依据。

建立在采用完全新型的技术之上

今年3月，住建部官方网站发布了《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》和

《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，对超低能耗、近零能耗建筑提出详细要求，明确了落实碳达峰、碳中和目标任务等基本原则。其中指出，到2025年，装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到30%。

装配式建筑可以大大降低建造施工过程中的碳排放。有数据显示，装配式建筑通过集约和节能，可降低单位碳排放量20%—40%。上述位于北京顺义的示范工程不仅突破了废弃砖土固化难题，成功将废弃砖土转化成墙体材料，而且也应用了新型装配式的建筑模式，楼板和屋面板不用模板，使得盖房子就像搭积木一样便捷。

北京魅方时业新型建筑材料技术有限公司总经理霍学朝告诉记者，装配式积木榫卯砌块以建筑垃圾等为主要原料，占比70%以上。砌块薄壁内空，呈长方体，块型上凸下凹，和乐高积木类似，砌块顶部设有凹槽，底部设有可扣固于凹槽中的凸块，砌筑工艺简单。

据了解，保温性能差是导致我国建筑特别是农村建筑能耗高的主要因素之一。“用装配式积木榫卯砌块和无机轻质保温材料，提高了墙体的自保温隔热性能，达到了降低建筑使用能耗的目的，并且通过改变金属连接件的长度调节墙体保温层的厚度，能够适应各地域气候温差范围较大的自然条件下对建筑围墙体系的要求，实现建筑节能。”霍学朝说，“由于采用装配式积木榫卯砌块，各砖之间咬合紧凑，具有强度高、耐冲击的优点，抗震性能也大幅提高。”

袁泉认为，伴随我国乡村振兴战略的提出，使得农房的现代化建设得到了快速发展。目前，砌体结构还是农房较多采用的结构形式，砌体材料以烧结砖为主，但是在碳达峰碳中和背景下，烧结砖由于存在破坏耕地、能耗高、污染环境等众多问题，已难以满足绿色农房建设的要求，迫切需要一种绿色可再生的砌体材料代替传统烧结砖材料，这将是我国砌体结构今后的研究重点与发展趋势，也为建筑垃圾变废为宝提供了机遇。

余玄提醒说，建筑废弃物的综合利用必须建立在采用完全新型的技术之上，克服以往低水平利用，低附加值开发，小规模推广等问题，“不能花巨资仅把建筑废弃物搬了个家，未能达到应有的利用效果。”（张子瑞）

日欲变下水道污泥为肥料

参考消息 2022.10.25

【日本《每日新闻》10月18日报道】题：变下水道污泥为肥料

17日，日本农林水产省和国土交通省召开官民研讨会首次会议，与地方政府和民间组织讨论将污水处理过程中产生的“下水道污泥”作为肥料进行有效利用。

受俄乌冲突等的影响，化肥价格飙升，日本政府的目标是，通过有效利用下水道污泥稳定供应低价肥料。消除消费者对下水道污泥的负面印象也是推动普及的关键。

一般来说，家庭厨房、厕所和工厂等产生的废水被送到污水处理厂，在那里通过让微生物分解有机物进行净化，然后排放到河流中。这些微生物分解有机物产生的沉淀物是下水道

污泥，其中富含构成肥料的主要元素磷和氮等。

日本化肥行业大部分原材料依赖进口，由于俄乌冲突，化肥价格飙升。据计算，如果将下水道污泥全部作为肥料进行有效利用，可满足每年约 30 万吨磷需求量的六分之一。污泥肥料的另一个特点是价格低廉，佐贺市将所有下水道污泥进行堆肥处理，以每公斤 2 日元（约合 0.1 元人民币）的价格出售。

但据国土交通省统计，国内每年排放的约 230 万吨下水道污泥中，通过堆肥和磷提取方法作为肥料进行再利用的仅为一成左右（2020 年度数据）。瓶颈包括，消费者对下水道的负面印象、农民对肥料含重金属风险的担忧、提取成本较高以及成分不均衡等。

在肥料价格飞涨的背景下，日本首相岸田文雄 9 月下达指示，要求通过扩大对下水道污泥等闲置资源的有效利用，促进肥料国产化和稳定供应。对此，农林水产省、国土交通省、神户市和佐贺市等已经在下水道污泥利用方面取得进展的地方政府，以及农业和肥料业界团体负责人 17 日在农林水产省召开官民研讨会首次会议。

农业和肥料相关团体方面有人提出，“下水道污泥”这一名称本身就给人留下了不良印象，其安全性也令人担忧。下水道业界人士解释称，如果能达到标准，则不存在安全问题。政府的方针是，年内在梳理课题和各方作用的基础上，将其反映在向消费者和农民宣传（利用“下水道污泥”制造的化肥）安全性和优点的活动，以及国家制定的扶持政策中。

五、太阳能

港媒报道：中国太阳能电池热销欧洲

参考消息 2022.10.7

【香港《南华早报》10月5日报道】题：中国对欧洲的太阳能设备出口大放光彩

在人们对全球经济衰退的担忧加剧之际，中国的太阳能产业似乎成为世界第二大经济体的出口亮点之一。

本报根据海关数据进行的计算显示，今年前 8 个月，中国对欧盟的太阳能电池出口同比激增约 138%。同时，今年前 8 个月的太阳能电池总出口增长了 91.2%。

随着乌克兰冲突的影响导致能源价格飙升，企业和家庭争相安装屋顶太阳能电池板，欧洲对中国相关出口的需求不断增加。

路孚特公司驻挪威的能源分析师秦炎表示，随着能源价格猛涨，她发现人们对于安装屋顶太阳能设备表现出了浓厚兴趣，其中包括她的朋友们。

秦炎表示，她今年 5 月份就下了单，但太阳能电池板供应商说，他们在等待来自中国的材料，还要等待技术工人。

本报的计算显示，今年前 8 个月，中国对挪威的太阳能电池出口同比猛增了 79.3%。

英诺投资银行在该行业有着广泛的投资组合。该行的一位负责人表示，由于太阳能电池制造方面仍存在瓶颈，产品一生产出来就被抢购一空，出手的大部分是海外买家。

秦炎说，在乌克兰冲突的背景下，尽管部分国家会提供补贴以帮助家庭支付能源账单，但欧洲家庭的电费仍然会是 2019 - 2020 年的两到三倍。

欧盟今年早些时候提出了能源供应调整计划，该计划旨在使能源供应多样化，加快欧盟经济的脱碳进程，尤其注重促进可再生能源的发展。

分析人士说，加速向清洁能源转型将为中国太阳能和风能设备制造商创造潜在机会。

作为能源供应调整计划的一部分，欧盟委员会也希望加强欧洲的太阳能设备制造能力，这或将减少其对中国产品的进口依赖。

秦炎表示，“如果欧盟宣布设置更多贸易壁垒，我不会感到意外。但中国在整个价值链中的主导地位和竞争力是显而易见和不可替代的。”

法国太阳能装机容量超 1500 万千瓦

中国能源报 2022.10.10

本报讯 近日，法国生态转型部发布的统计数据显示，今年前 6 个月，法国光伏累计装机容量达到 1510 万千瓦。

法国生态转型部表示，今年上半年，新建光伏系统共有 109.8 万千瓦的发电容量接入法国电网。其中，第一季度和第二季度部署的装机容量分别为 60.7 万千瓦和 49.1 万千瓦。装机容量在 250 千瓦以上的发电设施约占新增装机容量的 51%。装机容量在 9 千瓦以下的发电设施占新增装机容量的 13%。

今年上半年，法国的太阳能发电量达到 9.6 太瓦时，比 2021 年同期增长 32%。其中，新阿基坦大区、奥弗涅 - 罗纳 - 阿尔卑斯大区和普罗旺斯 - 阿尔卑斯 - 蓝色海岸地区的新增装机容量占到新增装机总量的 65%。截至 6 月底，这些地区的累计接入电力占法国累计总接入电力的 66%。（穆紫）

用阳光淡化海水成现实

参考消息 2022.10.12

【美国有线电视新闻网网站 9 月 12 日报道】题：阳光如何将海水变成可供沿海社区使用的淡水（记者 内尔·刘易斯）

世界各地酷热和干旱的夏季在提醒人们，水资源短缺是一个紧迫的问题，而且随着气候变化只会变得更严重。根据世界卫生组织的数据，全世界已有超过 20 亿人无法轻松获得净水。

对于一些国家来说，海水淡化厂提供了一种解决方案——将海水去除盐分以满足他们对淡水的需求。中东是世界上这种工厂最集中的地区。但这些工厂仍然主要由化石燃料提供动力，是能源密集型产业，而且这个过程会产生一种名为卤水的极咸废水。当其被泵回大海时会破坏海洋生态系统，危害生物。

正因为如此，一些初创公司和研究人员正在更新有数百年历史的太阳能蒸馏技术，该技术仅使用阳光来淡化水。虽然这项技术距离生产出海水淡化厂产生的淡水量还有很长的路要走，但它可能对非电网区或沿海社区很有价值。

总部位于阿布扎比的初创企业曼哈特公司创建于2019年。它正在开发一种蒸馏水的漂浮设备，且无需电力也不产生卤水。

这种设备由漂浮在海洋表面的温室结构组成：阳光加热并蒸发该结构下方的水（将其与留在海中的盐晶分离），且随着温度降低，水凝结成淡水并在里面进行收集。

该公司创始人、阿布扎比哈利法大学副教授赛义德·哈桑·哈兹拉吉博士说：“这与自然的水循环非常相似。”

与传统的太阳能蒸馏器不同，曼哈特公司的设备漂浮在海洋中，直接从海洋中抽取水。哈桑说，盐不会积聚在设备中，集水筒的角度可以防止水滴蒸发回海洋。

今年早些时候，曼哈特公司的专利技术获得了欧洲水资源组织的创新奖，这一奖项专门颁发给在水资源领域提出突破性解决方案的中小企业。该组织称赞这项技术以“零碳足迹和零卤水”来生产淡水的能力。

这家初创公司计划在漂浮农场中使用其技术。农场将利用其海水淡化设备为农作物提供淡水灌溉，而无需水运输，也没有相关的排放问题。

哈桑说，这将有利于土地集约化耕作的干旱沿海地区。他说：“如果你在海面生产淡水并将其用于农业，你能有效地使耕地恢复活力。”他补充说，这项技术将尤其适用于马尔代夫等只有有限土地建设海水淡化厂的国家。

还有其他人也一直在对太阳能蒸馏设备进行创新。2020年，麻省理工学院的研究人员开发了一种由多层蒸发器构成的自由漂浮海水淡化设备。该装置可回收水蒸气冷凝时产生的热量，从而提高其整体效率。

虽然实地测试正在进行中，但这项技术被宣传为“能够为不在电网的干旱沿海地区提供高效、低成本的水源”。研究人员提出，该设备可以配置为海上的漂浮面板，通过管道将淡水输送到岸边，也可以设计为服务于单个家庭，在海水罐上使用。

艺康集团致力于缺水领域创新的杰夫·汤森认为，虽然太阳能蒸馏装置创新不太可能取代传统的海水淡化，但它们可以“补充现有技术，减少海水淡化的整体碳足迹”。

但他警告说，“海水淡化通常需要提供高度可预测的水供应”，而且“还存在潜在的担忧，即昼夜（每日）和季节性变化可能会影响实现最低生产要求的能力”。

这种技术面临的更大挑战是规模。汤森说：“一个缺点是其固有的低效率。”他补充说，它们往往需要占用大量空间，而只能够生产少量的淡水。

麻省理工学院的设备每平方米太阳能收集区每小时可生产5升淡水。曼哈特公司目前的漂浮设备原型占地2.25平方米，每天可生产1.5升淡水。考虑到世界卫生组织的估计，普通人每天生活至少需要50至100升淡水，这个产水量只能算是杯水车薪。

哈桑说，曼哈特公司正在努力通过优化材料和设计将产量提高到5升，长期目标是达到至少20升。

到目前为止，这家初创公司已经筹集到13万美元资金，主要是通过与阿布扎比港务公司的合作。随着投资的增加，他相信这些目标能够实现。漂浮农场概念的试点将于明年开始。通过将多个模块化设备以网格形式连接起来，曼哈特公司认为，其当前的技术可以提供足够的淡化海水来种植蘑菇等耗水量较少的作物，并且随着设备的改进，他们可以着眼于生菜或西红柿等其他作物。

尽管面临各种挑战，哈桑相信太阳能蒸馏器有朝一日将成为淡水的重要来源。他说：“我们必须接受这样一个事实，即海水应该是提供淡水的核心。但我们需要一个解决方案，能够将二氧化碳排放量降至最低，并完全消除卤水。”

印度批准光伏组件大规模生产激励计划

中国能源报 2022.10.10

本报讯 据《光伏杂志》报道，近日，印度政府批准了总额高达1950亿卢比的光伏组件生产激励计划，以推动该国光伏产业发展。

据了解，此前为促进先进制造业发展，印度政府曾推出了制造业促进计划，为符合条件的制造企业提供总额达2万亿卢比的优惠激励。此次批准的光伏组件生产激励政策是这一计划中的一个组成部分。去年，印度政府还曾正式公布了碳减排计划，包括太阳能在内的新能源成为印度能源转型的关键。

据悉，印度政府此次的鼓励举措有望吸引光伏组件生产投资9400亿卢比，创造就业岗位20万个，减少相关产品的进口额为1.37万亿卢比。（穆紫）

逐层沉积工艺 + 紫外光掺杂技术大幅提高氧化锌导电率

新型透明导电薄膜助推有机光伏发展

科技日报 2022.10.13

有机光伏器件的透明电极材料需具有高透光性、高导电性、低表面粗糙度、低使用成本等特点。此外，其还需要具有和有机半导体材料的电子结构相匹配的表面功函数。唐正课题组通过逐层沉积工艺制备出的紫外光掺杂氧化锌薄膜，达到了有机光伏器件透明电极材料应具备的技术要求。

与以硅为代表的无机半导体材料相比，有机半导体具有成本低、材料多样、功能可调、可柔性印刷制备等诸多优点，这使得有机光伏可突破“硅光伏”的诸多局限。但有机光伏要想顺利走向市场，还有一个关键问题需要解决，那便是要研制出可适用于高性能有机光伏器件的透明电极材料。

近日，东华大学先进低维材料中心特聘研究员唐正课题组在《自然·通讯》上发表了他们的一项研究成果——一种全新的逐层沉积工艺制备的透明导电薄膜材料，并明确了薄膜的导电机理。使用该薄膜材料作有机光伏器件的阴极，实现了光伏器件的“免氧化铟锡(ITO)”，推动了有机光伏的市场化。

寻找可替代氧化铟锡的透明电极材料

目前，有机光伏器件的正面一般采用具有高透光性的透明电极材料，以保证光线能够高效的进入器件内部，并通过这种材料进行高效的光电转换。同时，该材料还必须具备高导电率，以实现光转化的电流以最低的损耗从光伏器件中导出。

ITO 是有机光伏器件最常用的透明电极材料，具有高导电率、低光学吸收率、高表面平整度等显著优点，但铟元素是稀有金属，地壳分布量小且分布较为分散，价格昂贵。ITO 的使用会大幅提高有机光伏器件的制造成本。更重要的是，全球铟元素的预估储量无法满足有机光伏器件大规模工业化发展的要求。

因此，寻找 ITO 的替代品就成为有机光伏迈向市场的关键之一。

常见的 ITO 的替代材料，如氟掺杂的氧化锡 (FTO)、铝掺杂的氧化锌 (AZO) 等透明电极材料，光学吸收率高、光透过率较差，严重限制了有机光伏器件的光电转换效率；而纳米金属网格、碳纳米管、石墨烯等新兴透明电极材料的表面粗糙度高，导致沉积在电极之上的吸光薄膜质量较差，从而难以用于构建高性能有机光伏器件。还有许多其他透明材料虽然具有理想的导电率，但是因为薄膜厚度问题，电阻过大，同样不适用于有机光伏器件。

有机光伏器件的透明电极材料需要具有高透光性、高导电性、低表面粗糙度、低使用成本等特点。“此外，它还需要具有和有机半导体材料的电子结构相匹配的表面功函数。”唐正补充道，“这个表面功函数是决定光转化的电荷能否高效地从有机半导体材料中转移到电极，从而转移到外电路中的关键。”

氧化锌一直被研究者们认为是可替代 ITO 的非常理想的透明电极材料。在自然状态下，氧化锌具有 N 型导电性，且具有较低的功函数，和有机半导体材料的电子结构匹配性好；同时，溶液法制备的氧化锌薄膜具有极高的可见光和近红外光的光透过率，材料及制备的成本也非常低。但极低的导电率，严重限制了氧化锌作为透明电极薄膜在有机光伏器件上的应用。

让导电率极低的氧化锌持续高效导电

在早期研究中，一般通过元素掺杂，如铝掺杂、镓掺杂、硼掺杂或氟掺杂，来提高氧化锌的导电率。但元素掺杂不仅降低了氧化锌薄膜的透光率，也会影响有机光伏器件的使用寿命。因此，在有机光伏器件的实际使用中，元素掺杂的氧化锌并未得到广泛使用。

“我们所要解决的难题就是：如何让原本导电率极低的氧化锌保持持续高效的导电率。”唐正告诉科技日报记者。

基于紫外光掺杂技术，唐正课题组创新性开发了一种不需要元素掺杂，便可大幅提高氧

化锌导电率的策略。

虽然“紫外光掺杂可提高氧化锌的导电率”在此前已有文献报道过，但是其导电率提升幅度有限，掺杂后的氧化锌依然无法用作有机光伏器件的透明薄膜电极。

基于溶胶—凝胶技术，唐正课题组通过多次逐层沉积工艺，制备多层薄膜，来提高氧化锌薄膜中的氧空位的浓度，从而大幅提高紫外光掺杂的效率，成功将紫外光掺杂后的氧化锌的导电率提高到了500西门子/厘米，比早期研究报道的紫外掺杂的氧化锌薄膜的导电率高了2—5倍。

“简单来说，氧化锌吸收紫外光后会产生电荷，电荷越多，导电性越高。随着紫外光的消失，电荷也逐渐消失。氧空位的作用就是让氧化锌产生更多的电荷，并保证电荷不会消失，成为一个持续拥有电荷的导体。”唐正解释道，逐层沉积法的目的便是通过逐层增加氧化锌薄膜的厚度，提高氧空位的浓度，实现氧化锌导电率的提高。

和早期研究结果不同，逐层沉积工艺制备出的紫外光掺杂氧化锌薄膜的表面功函数低、表面粗糙度低，同时，薄膜厚度可以简单的通过提高氧化锌薄膜的沉积次数来得到提升，实现了高性能有机光伏器件透明电极材料所需要具备的技术要求。

由于逐层沉积工艺制备出的紫外掺杂氧化锌薄膜还具有紫外屏蔽作用，这相当于给有机光伏器件擦了一层“防晒霜”。相对于基于ITO的器件，其展示出了更加优异的器件使用寿命。

“这也是我们研究的意外之喜。”唐正笑着说道。

未来光伏技术将开辟全新应用领域

“进一步提高氧化锌的导电率是我们下一步的研究方向。”唐正说，目前，逐层沉积工艺制备的紫外光掺杂氧化锌薄膜的导电率，可以满足构建实验室尺度的有机光伏器件。要实现有机光伏器件大规模工业化，其透明电极薄膜的导电率当然是越高越好。

据介绍，唐正课题组制备的紫外光氧化锌薄膜的最大尺寸可达5×5厘米。未来，通过使用狭缝挤压涂布法等工业化兼容的薄膜沉积法，制备具有更大面积的逐层沉积的紫外光掺杂氧化锌薄膜或将助推有机光伏市场化进程。

不久的将来，有机光伏技术不仅可以与传统的“硅光伏”技术形成应用互补，同时也会开辟光伏技术全新的应用领域。例如，有机光伏器件可以在弱光环境下，通过吸收环境光、室内光，对室内的电子元件进行持续供电，因此可以解决电子元件依赖外部电源这一严重制约物联网技术发展的的问题，促进物联网技术的快速发展。（魏路 王春）

广州 2025 年光伏装机达到 100 万千瓦

中国电力报 2022.10.15

10月10日，广州市工业和信息化局印发《广州市电网发展规划（2022—2025年）》，提出确保2025年电力自给率提高到50%以上，骨干电源装机容量达到1360万千瓦以上。

●到 2025 年

▶光伏发电装机规模力争达到 120 万千瓦及以上

▶生物质发电装机规模达到 93 万千瓦

▶风电装机规模力争达到 16 万千瓦

●光伏发电装机规模达到 100 万千瓦，力争达到 120 万千瓦及以上；生物质发电装机规模达到 93 万千瓦；风电装机规模力争达到 16 万千瓦。

●投产藏东南至粤港澳大湾区 ±800 千伏特高压直流输电工程及配套工程等关键网架完善工程，力争全市供电能力达 3100 万千瓦，保底电网重点项目建成率 100%。全面建设数字配电网，集中式自愈覆盖率 100%，全市用户平均停电时间不超过 40 分钟/年、城区不超过 30 分钟/年。

●可再生能源利用率保持 100%，电网综合线损率不高于 2.39%。

●年电能替代电量达 36 亿千瓦时。

光伏电站运维升级正当时

中国能源报 2022.10.10

根据国家能源局最新公布的统计数据，今年前 8 个月，我国光伏新增装机达到 4447 万千瓦，同比增长 2241 万千瓦。随着大型风光基地项目的陆续开工建设，我国光伏发电装机规模正在驶入快车道，这也给光伏电站的运行维护带来新的挑战。

在装机量激增的过程中，数字化的智能运维与传统的人工运维要怎样协同配合？在风光储一体化、源网荷储一体化的应用场景下，光伏电站又要如何实现与其他能源品类的一体化运维？

■智能运维面临多重挑战

行业咨询机构大东时代（深圳）信息咨询有限公司近日发布的调研报告显示，2022 年，光伏产业数字化市场规模近 90 亿元，到 2025 年，光伏产业数字化市场规模将达到 185 亿元。据此测算，在电站运维环节，预计 2025 年智能运维的市场规模将在 75 亿元左右。

“无人值守、智慧运维是未来光伏电站的发展趋势，但这也是一个需要逐步迭代和反复摸索的过程。”协合新能源集团能源互联网中心总监、北京协合众能科技有限公司总经理朱永峰表示，在面向数字化、智能化运维的发展中，难免经历各种反复，“一段时间内，可能要面临管理成本增加、系统使用便捷性受限等挑战。”

随着数字化程度的提高，朱永峰认为，必须要更加注重电站的资产安全和应急处置保障。“简单说，就是在现场工作人员越来越少的情况下，怎样去防范人为的、故意的损坏设备的行为，怎样才能保证现场发生灾害的情况下，能够做到及时有效的处理？”除资产安全外，阳光智维科技有限公司总经理汪俊也指出，当电力生产和运维任务的各环节实现数字化在线，就需要投入更多的资源去保障信息安全。“从每一座电站的安全入手，构建利于电网

安全乃至能源安全的风险防御体系。”

“当数字化运维走向深入，围绕数字产生的应用价值就不应是单纯的运维，而是应该围绕着电站的整体运营和收益展开，比如指导相应的物资采购、指导电力交易。这也是未来运维的公司的使命，用专业水准保障清洁能源资产的持续盈利能力。”朱永峰说。

■■人员管理还需与时俱进

“智能运维、数字化运维提高了运维效率，降低了运维成本，但对运维人员综合素质提出了更高的要求。”金开智维（宁夏）科技有限公司总经理苏阳表示，一方面，运维人员要有较强的学习和适应能力。智慧运维工作中，要拥有互联网思维，运维人员应具备较强的接受新事物能力。“要提升‘单兵作战’能力，形成独立的‘作战单元’，将长期积累的工作经验与科技工具相融合，实现人机互补。”

另一方面，苏阳也指出，对于运维人员队伍的管理，也要由“分散”向“集中”转变。运维调度中心要对项目运维资源进行整合、配置，匹配项目路径最近的运维工程师、技术支持团队，组成运维联合服务模式。对此，青岛萨纳斯新能源科技有限公司总经理耿文强也表示，光伏电站运维团队的管理制度和模式要与智慧化的电站管理相匹配。“不能电站运维实现了数字化、云化，但相关的人员管理还停留在传统时代，造成体系错配，相互拖累。”

“新能源资产管理本质上是服务业，少人值守、无人值守的模式不是真的不需要人员，而是需要信息化人才、高端研发人才、新型电力系统技术人才和光伏电站运维技术专家的支撑。”汪俊坦言，目前，光伏行业的人才供给结构并不合理，高精尖人才的缺口较大。短时间内产教研脱节问题很难靠某一方的力量解决，对人才培养体系的调整也非一日之功。

■■一体化运维呼唤认知提升

变化与挑战还不止于此。随着新能源开发建设逐步走向风光储一体化、源网荷储一体化的发展轨道，电站的运维也正在向“多能协同”迈进。

汪俊指出，多样化的电站集成后，各类安全风险防范难度更大，需通过合理配置不同电源类型，研究电力系统源网荷储各环节的安全共治机制，探索新型电力系统安全治理手段。“多能互补电站的运维管理，需依靠技术进步、提高效率提高、降低成本，运维团队需具备各类电站运维能力且有整合协同的平台和机制，对运维服务内容和模式有更高要求。”

在耿文强看来，最大的挑战并不在于具体工作，而是来自认知层面。“长久以来，运维工作都是相对单一目标导向的，即电站安全，保发增发。而随着一体化进度的提速，运维需要考虑的因素变得更加多元，除了保发电外，还需要具备更加战略化的思考认识，更要理解储能、大能源综合的新特征、新需要。”耿文强表示，一体化运维的实现，需要运维企业超出运维视角，更需要加强产业链的融合能力。“向上，要对新能源的政策导向、建设施工、并网运行与消纳有所认知；向下，要对智能设备、行业人才培养导向与体系、数据资产管理多元参与。不再只拘泥于运维，更多的联合产业上下游共同行动，才能最终实现一体化的目标。”（姚金楠）

全球首个超高海拔光伏实证基地投产

中国电力报 2022.10.15

本报讯（李鑫）10月14日，全球首个超高海拔光伏实证基地——国家电投集团四川兴川实证光伏电站正式投产。

该项目位于四川省甘孜州乡城县正斗乡顶贡大草原，项目总装机60万千瓦，全容量并网后年平均发电量约12.68亿千瓦时，是目前四川省单体规模最大的光伏发电项目。

“不同于单纯的光伏电站，光伏实证基地就像是光伏行业的‘百科全书’。”国家电投集团四川电力有限公司董事长周庆葭说，实证基地更深层的价值是探索光伏技术发展、提高光伏发电的效率与性价比。

光伏发电设备由组件、支架、逆变器等组成，有几十上百种形式和尺寸，形成数百种技术组合。常规电站一般选择一至两种技术组合，而兴川实证光伏电站建设了光伏组件、逆变器、支架、储能、综合对比等5个实证对比区，设计实证试验方案约130种，将全面开展光伏设备、光伏技术路线、储能设备和大数据、物联网等新设备、新技术创新应用实证，基本涵盖了光伏、储能行业的主流产品和具备推广应用的创新产品。

当前，山地光伏已成为行业内创新和关注的焦点，但超高海拔、山地气候对设备运行效率、设备绝缘性能、储能设备保温性能均有影响。该项目采取源网荷储一体化、多能互补与藏区乡村振兴相结合的“1+N”开发模式，兼具超高海拔光伏技术实证、“光伏+生态修复”实证和智能光伏电站实证三重功能，填补了我国光伏实证基地在超高海拔、中纬度地区的空白，为川藏高原地区以及全国范围内相似场景地区的光伏建设提供参考。

海拔3500米~5000米为超高海拔，兴川实证光伏电站平均海拔为4000米。项目建设面临海拔极高、环境恶劣、施工强度和难度大、材料设备组织困难等重重困境。

国家电投四川公司组建“高原红星”党员突击队，利用半年时间建成63千米跨越崇山峻岭的220千伏送出线路，仅用时一个月就完成项目升压站设备安装调试和试验，同时积极克服疫情及甘孜“9·5”泸定地震影响。此时，距离2021年12月14日该实证基地启动刚好10个月，较预计投产日期提前了两个月。

国家电投四川公司总经理助理、项目业主单位负责人唐严介绍，超高海拔山地光伏电站的建设困难主要来自环境因素，“项目进场道路条件复杂，物料搬运难度大；氧气稀薄，昼夜温差大，人员效率、机械效率均有降低”。

高海拔地区气压低，同等电压下，空气容易产生电离现象，对设备选型方面也有很高要求，尤其在逆变器选择方面必须满足高海拔地区电气技术要求。此外，高海拔地区出现的低温环境对储能系统特别是电化学储能电池的保温性能要求较高。

项目位于川西高原牧区，是我国西部重要的生态屏障。国家电投集团在建设过程中把环境保护作为必要前提，做好项目区原生植被的保护，最大程度减少对植被的破坏，车辆、设

备、人员进场后不破坏原有土层和地表植物，施工结束后立即开展植被恢复。项目还通过配套蓄水灌溉系统，针对不同程度的退化草场，采取分类治理措施，量身定制集“发电、集水、储水、灌溉、种植”于一体的光伏生态系统，打造“光伏+生态治理”的示范样本。

光伏海外市场“带货”动能强劲

前8月累计出口组件超1亿千瓦，超过2021年全年总出口规模

中国能源报 2022.10.17

日前，第三方行业分析机构 PVInfoLink 发布最新研究报告显示，据中国海关出口统计数据，今年8月，中国共计出口1430万千瓦的光伏组件，同比增长54%。1-8月，中国累计出口光伏组件1.08亿千瓦，同比增长96%，已经超越2021年全年8880万千瓦的总出口规模。

今年以来，欧洲等海外市场能源转型提速，光伏产品需求旺盛，带动我国光伏制造企业产销两旺。海外市场是我国光伏制造端的重要市场，预计在海外电价持续走高，各国政府纷纷公布光伏发电装机目标的背景下，今年全球光伏发电新增装机规模有望首破2亿千瓦大关，其中海外市场将贡献70%以上的装机需求。

●●多国上调光伏装机目标

彭博新能源财经光伏市场分析师赵天依表示，随着全球各国明确碳中和目标，并颁布多项利好政策，光伏有望引领全球可再生能源进入快速发展期。预计今年全年全球光伏新增装机规模将突破2亿千瓦大关，保守情况下在2.23亿千瓦左右，乐观情况下或达2.8亿千瓦。

PVInfoLink 认为，过去数月海外组件价格持稳，加之多国纷纷出台能源转型政策，同时传统能源成本飙升等因素影响下，中国组件出口成长显著。比如，去年，印度提出到2030年实现4.5亿千瓦清洁能源装机目标，其中光伏装机目标约3亿千瓦。

“欧洲也提出更为激进的发展目标。5月欧盟 REPowerEU 计划落地，将2030年可再生能源消费占比目标从40%上调至45%。为保护光伏市场有序、健康、迅猛发展，包含意大利、罗马尼亚、法国、爱尔兰等在内的欧洲多国政府加大对光伏产业的支撑力度。欧洲能源加速转型，成为驱动全球光伏产品需求增长的重要力量。”赵天依说。

赵天依介绍：“西班牙政府就启动了新能源项目快速审批，符合条件的且规模不大于15万千瓦的光伏项目可省略冗长的环境影响评估程序，快速审批政策将适用至2024年底，预计将极大程度的加速光伏装机容量。”

PVInfoLink 数据显示，8月，欧洲自中国进口860万千瓦组件，同比增长73%。1月至8月，欧洲累计进口中国组件6001万千瓦，相比去年同期增长127%。欧洲成为目前光伏最火热的市场。

●●光伏电力竞争优势突显

在 PVInfoLink 看来，今年，受地缘政治等因素影响，传统能源如天然气、煤炭价格暴

涨，可再生能源电力吸引力提升。

不过，值得注意的是，由于多晶硅价格上涨，今年以来光伏制造端各主要环节成本增加，相关产品价格总体处于波动上涨趋势，但这并未削弱光伏发电的竞争力。正泰新能科技有限公司副总裁黄海燕指出：“目前，全球通货膨胀，光伏产品价格也对应上浮，这在一定程度上抵充了一部分光伏产品价格或整个系统价格的上涨。其次，在传统能源价格高企的背景下，欧洲电价大幅增长，即使光伏产品价格有所上涨，但经过测算项目收益率仍维持在不错的水平，促使海外市场需求增加。”

赵天依说：“虽然今年全球光伏平均度电成本较去年增长了 13.5% 左右，但和其他电源品种相比，光伏开发仍旧保持竞争优势。特别是在全球加速脱碳的背景下，光伏发电已经成为全球首选的装机品种。”

德国研究型数据统计公司 Statista 数据显示，今年以来，意大利、希腊先后打破欧洲地区最高月均电价。中银证券指出，虽然光伏发电已经进入评价发展阶段，但较高的能源价格成为分布式光伏发展的驱动因素。越来越多的居民倾向于通过安装屋顶光伏的方式节省电费支出。

●●国内制造企业产销两旺

中国是全球光伏市场的主要供应国，更是组件第一大出口国。在海外光伏市场需求正盛，前景持续向好的背景下，我国光伏制造企业产销两旺，业绩持续走高。

中国有色金属工业协会硅业分会发布的最新单晶硅片周评显示，我国光伏制造端企业开工率仍维持在较高水平。最近一周国内两家一线单晶硅片企业开工率维持在 75% 和 80%，一体化企业开工率维持在 70% 至 100% 之间，其余企业开工率提升至 70% 至 100% 之间。预计 2022 年全球光伏发电新增装机规模将达到 2.5 亿千瓦至 2.6 亿千瓦，海外市场占比将达 70%，国内占比约 30%。

光伏企业业绩也集体飘红，大超市场预期。近期，通威股份、TCL 中环等 A 股光伏企业纷纷发布前三季度财报，业绩均实现预增，甚至盈利翻倍。而海外市场需求高涨成为多数光伏企业业绩大涨的重要原因。

10 月 13 日，亿晶光电发布公告称，经公司财务部门初步测算，公司预计 2022 年前三季度实现营业收入 57 亿元至 60 亿元，与上年同期相比，同比增加 110.44% 至 121.52%。预计 2022 年前三季度实现归属于母公司所有者的净利润 4500 万元至 5000 万元。由于公司积极开拓组件市场，特别是国外市场，组件销售量较上年同期相比有较大增长，组件毛利额及毛利率同比均有所增长。（董梓童）

欧盟委员会批准成立太阳能光伏产业联盟

中国能源报 2022.10.17

本报讯 欧盟委员会官方网站消息显示，近日，该委员会正式批准成立了一个新的太阳

能光伏产业联盟，旨在扩大创新光伏产品和组件的制造规模。

据欧洲行业组织 SolarPower Europe 介绍，欧盟是在欧洲太阳能计划的基础上建立上述产业联盟的。SolarPower Europe 的政策主管 Dries Acke 表示：“随着全球太阳能制造领域竞争加剧，推动欧洲太阳能产业链多样化并提升制造能力，将有助于增强欧盟委员会的能源安全和太阳能部署雄心。”

据了解，该联盟计划于今年年底启动，除了为欧洲太阳能产业链制定行动计划外，该联盟还将就研发和创新、原材料、融资渠道、国际合作、全球供应链、可持续发展等相关问题，与欧盟及其成员国保持沟通。（李慧）

我国大丝束碳纤维实现规模化生产

中国能源报 2022.10.17

本报讯 中国石化 10 月 13 日透露，我国首个万吨级 48K 大丝束碳纤维工程第一套国产线在中国石化上海石化碳纤维产业基地生产出合格产品，其性能媲美国外同级别产品，质量达到国际先进水平。这标志我国大丝束碳纤维从关键技术突破、工业试生产、产业化，成功走向规模化生产。

在碳纤维行业内，通常将每束碳纤维根数大于 4.8 万根（简称“48K”）的称为大丝束碳纤维。大丝束碳纤维被称为“新材料之王”“黑黄金”，广泛应用在风能、太阳能、高铁动车、飞机部件等行业。此次投产的大丝束碳纤维是一种含碳量在 95% 以上的高强度新型纤维材料，其力学性能优异，比重不到钢的 1/4，强度却是钢的 7—9 倍，并且还具有良好的耐腐蚀特性。

碳纤维技术有着森严的技术壁垒，长期以来，中国的碳纤维发展主要是在小丝束碳纤维方面实现了突破，但是由于小丝束碳纤维成本高，影响了下游企业应用碳纤维的积极性。中国石化联合 10 余家高校、科研院所、企业，经过十余年努力，实现了我国碳纤维从 12K 到 48K 的重大突破，同时实现了研发生产技术从量变到质变的飞跃。中国石化成为国内第一家、全球第四家掌握大丝束碳纤维技术的企业。

上海石化碳纤维产业基地计划于 2024 年全部建成投产，届时共达到 2.4 万吨/年原丝、1.2 万吨/年大丝束碳纤维产能。数据显示，2021 年我国碳纤维市场总需求量大概在 6 万吨，国产的供应量接近 3 万吨，但一些关键的品种、高端产品如大丝束碳纤维主要以进口为主。（钟华）

六、地热能

历时5年，甘肃省地质调查院完成全省干热岩资源靶区优选研究——

掀开陇原大地低碳能源一角

中国自然资源报 2022.10.13

作为一种可再生的清洁能源，干热岩近年来愈加受到关注。历时5年，甘肃省地质调查院通过野外踏勘与综合研究相结合的工作方式，首次完成了甘肃省干热岩成热条件研究、成热潜力分析、资源潜力预测，为甘肃清洁能源开发利用增添了新的动力。

从地质背景看，甘肃具备干热岩勘查开发前景

地球内部端藏着惊人的热量，其中一部分地热资源便以干热岩的形式，埋藏于其中。干热岩埋藏于地下3千米~10千米，是没有水或蒸汽、致密不渗透的高温岩体，温度在150℃以上，是国际社会公认的高效低碳、清洁、安全的新型能源来源，可广泛用于发电、取暖、强化石油开采等领域。

2012年，中国地质调查局启动“全国干热岩资源调查评价与示范靶区研究”项目。中国地质调查局地热资源调查研究中心随后完成《全国干热岩勘查与开发示范实施方案》的编制工作。我国干热岩资源勘探的序幕由此拉开。

从地质背景看，甘肃省处于西伯利亚板块、印度板块结合部位，祁连、秦岭造山带等多个构造活跃区域，发育众多不同时代的酸性岩体。而酸性岩体和超壳断裂构造结合部位往往发育有地热异常。开展干热岩资源勘探工作，甘肃颇具前景。

为探讨甘肃境内勘查开发干热岩的可能性，甘肃省自然资源系统多次举办专家研讨及交流学习。基于多年相关领域的工作积累，甘肃省地质调查院开始了对干热岩的研究和探索。考虑到甘肃从未开展过干热岩地质勘查和开发利用的专项勘查和研究工作，2017年11月，时任甘肃省地质调查院院长的丑永魁带领相关技术骨干到青海省水工环地质调查院进行实地调研和学习。当时，青海省干热岩勘探工作已经取得较好的成果，在海南藏族自治州共和县首次钻获高湿优质干热岩体。青海省水工环地质调查院是这项工作的实施单位之一。

丑永魁一行在详细了解了青海干热岩资源勘查工作的要点后，很快组建了干热岩技术团队，开始了干热岩资源勘查预研究。

调查项目落地，靶区优选评价方法逐渐成形

2018年，通过研究甘肃省控热构造、岩体、大地热流、地球物理特征。湿泉地球化学特征等一系列指标，甘肃省地质调查院在初步圈定7处干热岩有利区块的基础上，组织精干力量，系统收集祁连、秦岭造山带及结合部位火成岩体资料，编创完成了《甘肃省酸性岩体分布图》《甘肃省航磁异常、重力异常分布图》《甘肃省地热泉分布图》《甘肃省大地热流等值线图》等相关图件。

更深入的研究工作随后紧锣密鼓地展开。针对初步筛选出的目标岩体，该院技术团队进

一步研究了岩体规模、形态、形成时代、埋藏特征等；通过温泉及水文地质调查，大致查明地下热水的赋存条件、富水程度和水质类型等，判断热水成因及与岩体的关联性；通过遥感、物探、地质、水文、地热井调查等工作，确定岩体地温梯度变化、成热潜力及热交换特征；对干热岩资源有利目标区进行排序，确定重点工作区及一般工作区；对初步筛选出的有利目标区开展资源潜力研究，预测了甘肃省高热流酸性岩体型和强烈构造型干热岩资源潜力，并提交2~3处有利靶区。

2018年10月，“甘肃省干热岩资源靶区优选研究”通过竞争性谈判成功中标2018年度第二批省基础地质调查项目，项目执行周期为2018年11月~2019年11月。

项目中标后，甘肃省地质调查院快速充实项目组技术力量，成立了综合研究、地质调查、地球化学、地球物理、遥感解译5个小组，并进一步扩充了人员队伍。

当时，对项目组大部分人而言，干热岩勘查是一个陌生的领域。

不会干，那就一起学着干；有问现，那就一起想办法。一次次组织研讨学习，一次次思维碰撞后，甘肃省干热岩靶区优选评价方法渐渐成型——多学科融合综合研究先行，遥感解译组细致分析热红外异常与酸性岩体对应关系，进一步细化构造条件，反演地温异常，然后地球物理组收集资料，从重、磁方面多角度精细刻画岩体形态……

首获基础资料，干热岩资源勘查有利区初现

天水市伯阳镇石门村的石门岩体，毗邻甘肃省内著名的花岗岩型温泉街于温泉。良好的地热异常，显示了该区域岩体具备较好的热源条件。2019年6月，制定好详细踏勘计划的项目组奔赴天水市伯阳镇石门村、武山县四门镇、礼县罗坝镇吊草村等地展开野外调查。

2019年8~10月，该院的技术团队进一步对优选出的靶区开展野外详细研究。刘子锐、樊生龙组成的地质调查小组先后辗转天水市北道区、麦积区以及武山县、礼县、武威市等地开展野外调查研究，在西秦岭斑斑绿朗中发现了若隐若现的淡红色岩体露头，在北祁连云雾缭绕中发现灰黄色岩浆上涌所形成的高山……

野外踏勘与综合研究交织碰撞、相互印证，甘肃省地质调查院干热岩资源勘查工作思路越来越清晰。该院研究团队通过收集大量相关论文，以及不同比例尺的各类区调、矿调、航磁、重力、地磁、遥感、科研等资料。综合分析，反复论证，提出了19个评价指标，每个指标分为5级，极大地细化了评价指标体系。

历时5年，甘肃省干热岩资源靶区优选研究完成，确定石门、美武、天子山、夏河、中川为强烈构造型干热岩，北大坂岩体、温泉岩体偏向高放射性酸性岩型干热岩。该项工作首次获得的有关甘肃干热岩资源的基础资料和基础数据，如今已集成于《甘肃省干热岩资源靶区优选研究》一书中，有40万字、12张附图、189幅插图……

今年5月，甘肃省科技厅、发改委印发的《甘肃省新能源关键共性技术攻坚行动实施方案（2022~2024年）》，紧扣“双碳”目标，面向新能源产业发展前沿和重大需求，明确了开展新能源产业发展应用基础研究的重点，将干热岩型地热能高效开发利用研究纳入其

中。对此，甘肃省地质调查院技术团队建议，可优先对石门、天子山、美武3个达到国内干热岩温度标准的岩体开展大比例尺的重力、磁法等地球物理探测，以确定岩体形态，图定隐伏岩体；然后选择具有较厚盖层的钻探靶点，进行严谨论证后实施钻探工程验证，从而为全省干热岩勘查开发和利用提供依据。（秦锦丽 刘子锐）

七、海洋

夯实“可燃冰”开发的基石

中国自然资源报 2022.10.1

液态水分子在高压、低温环境下与气态的天然气分子形成的稳定固态晶体物质，就是天然气水合物。这种白色似水状的晶体具有强大的储气能力，遇火可以燃烧，所以被人们称为“可燃冰”。

全球大部分陆架边缘海和冰川冻土区都有天然气水合物富集区，研究显示共蕴含的有机碳不少于已探明的石油和天然气等常规能源的总和。20世纪90年代，世界各国开始抢占天然气水合物资源开发这一空白领域的先机。

在此背景下，中国地质调查局打起了查明我国天然气水合物资源家底、实见资源产业化应用的重任。按照任务分工，中国地质调查局青岛海洋地质研究所自2000年开始全力建设天然气水合物模拟与测试实验室，力争解决资源勘查与开发的关键科学问题。

面对目标靶区天然气水合物埋藏浅、固结弱、渗透低等现实，实验室团队创建了全流程、多尺度、多参量的实验模拟与数值模拟平台，揭示了泥质粉砂水合物储层气—水—砂微观运移机制和多相多场耦合机理，形成了以储层刻画与优选、降压产气调控、出砂调控为代表的地质—工程一体化调控技术。立足实验研究结果，项目组还针对现实需求对水平井开采方案、出砂防砂、储层稳定评价提出了合理建议。相关科学研究成果在天然气水合物试采工程中发挥了巨大作用，助力我国在该领域实现跨越式发展。

成功的喜悦不能掩盖科学家内心的忧虑：现有的天然气水合物试采成果，还不足以满足其产业化的需求。为了让一线试采的工程师们多一些保障、少一些隐患，项目组克服在实验室内开展模拟研究测试的枯燥、分析海量数据的乏味，坚守科研一线……他们要通过自己的努力，让模拟实验“这块小小的砖头”变成“基石”，把天然气水合物资源开发的道路铺得更加坚实。（胡高伟 陈强）

海洋能发电装置检测要素获国家资质认定

中国自然资源报 2022.10.13

本报讯 近日，国家市场监管总局（国家认证认可监督管理委员会）向国家海洋技术中心下发国家资质认定（CMA）证书，9项新扩海洋能发电装置检测要素纳入资质认定。该中

心成为我国首个具备波浪能、潮流能发电装置功率特性和电能质量特性检验检测认证资质的机构。

近年来，我国海洋能开发利用技术取得长足进展。其中，海洋能发电装置检测是现阶段促进海洋能发电技术形成装备，并走向产业化的关键环节。早在 2011 年，国家海洋技术中心已开展了海洋能发电装置检测认证体系建设研究，先后开展了适应我国海域特点的现场测试与评价方法研究，制定并发布了国家标准两项；研发了两代现场测试系统，可满足潮流能和波浪能发电装置连续、实时、长期现场测试需求，形成了“潮流能和波浪能发电装置现场测试与评价技术”科技成果。2018 年，《国家海洋综合试验场总体建设方案》获自然资源部批准，在试验场的建设及规范化运行过程中，海洋能发电装置检测技术不断提升。

据介绍，国家海洋技术中心在完成国家海洋综合试验场海洋能相关资质建设的前期准备工作后，正式向国家市场监督管理总局提出海洋能发电装置检测资质认定申请。国家计量认证海洋评审组于 2022 年 8 月 16 日至 18 日对国家海洋技术中心开展了国家资质认定现场复查与扩项评审。之后，国家市场监督管理总局于近日向国家海洋技术中心下发国家资质认定证书。（贾宁）

推进海洋经济高质量发展

人民日报 2022.10.28

习近平总书记在党的二十大报告中指出，“发展海洋经济”“加快建设海洋强国”。

党的十八大以来，我国海洋经济呈现稳中有进的发展态势，产业结构不断优化，涌现出一大批海洋特色鲜明、产业链协同高效、核心竞争力强的海洋产业集群。从海洋渔业、海洋交通运输业等传统产业，到海洋高端装备制造业、海洋新能源等战略性新兴产业，海洋经济已成为国民经济新的增长点。

2012 年至 2021 年，我国海洋经济总值从 5 万亿元增长到 9 万亿元，占国内生产总值的比重保持在 9% 左右。海洋产业的结构不断优化，特别是新兴海洋产业的增速超过 10%。我国还是世界第一造船大国，海洋工程装备总装建造进入世界第一方阵，海洋港口规模和海上风电累计装机容量均位居世界第一。

未来，随着海洋经济空间布局不断优化，现代海洋产业体系加快构建，海洋科技自主创新能力持续提升，海洋资源保护与开发协调推进，海洋经济高质量发展态势将得到进一步巩固。

八、氢能

我国在运燃机实现 30% 掺氢燃烧改造和运行

中国能源报 2022.10.10

本报讯 日前，国家电投荆门绿动能源有限公司在运燃机成功实现 30% 掺氢燃烧改造和运行，这是继 2021 年 12 月成功实现 15% 掺氢运行后的又一重大技术突破。

30% 高比例掺氢情况下，该型燃机满负荷运行时单位小时耗氢超过 5000 标方，项目团队攻克了燃机高比例掺氢下带来的易回火难题、NO_x 排放控制难点、大规模氢气掺混精准控制技术以及与燃机的联调技术。此外，改造后的燃机机组具备了纯天然气和天然气掺氢两种运行模式的兼容能力，相应具备了 0—30% 掺氢运行条件下的灵活性，燃机掺氢运行过程中，系统各项指标稳定，整体方案可靠性得到充分验证。

这是我国首次在重型燃机商业机组上实施高比例掺氢燃烧改造试验和科研攻关，也是全球范围内首个在天然气联合循环、热电联供商业机组中进行高比例掺氢燃烧的示范项目，标志着国内已掌握一套完整的燃气轮机电站掺氢改造工程设计方案，为加速国内自主氢燃机开发、运行积累了宝贵经验。

2021 年 6 月 30 日，国家电投所属北京重型燃气轮机技术研究有限公司瞄准国际燃机产业发展制高点，正式启动 30% 掺氢燃机试验示范项目，研究提出了从燃机本体改造、电厂内混氢站建设到厂外供氢全流程方案并成功实施。

氢燃气轮机已成为全球未来战略新兴产业科技创新领域的焦点。在现役天然气机组中增加氢燃料来源，不仅能够有效缓解天然气用量，保证冬季供暖安全稳定，同时具有积极减碳效应，仅荆门 1 台 54 兆瓦（冬季工况额定出力，夏季工况掺氢出力约为 44 兆瓦）的燃机掺氢 30% 情况下每年可减少二氧化碳排放 1.8 万吨以上。此外，氢燃气轮机可化解我国天然气紧缺导致的燃机行业发展阻力，有利于推动燃气轮机高端装备制造产业升级。（仲能）

全球首套万吨级绿氢流化床高效炼铁示范项目开工

中国科学报 2022.9.29

本报讯（见习记者刘如楠）9 月 27 日，鞍钢集团氢冶金示范项目在鞍钢鲅鱼圈钢铁基地开工。

该项目由鞍钢集团联合中国科学院过程工程研究所（以下简称过程工程所）、中国科学院大连化学物理研究所（以下简称大连化物所）、上海大学等单位联合研发，是全球首套万吨级绿氢流化床高效炼铁技术示范项目，具有完全自主知识产权，对助力我国钢铁工业绿色低碳创新发展具有重大意义。

中科院副院长、党组成员张涛表示，今年 3 月，中科院启动“科技支撑碳达峰碳中和战略行动计划”，本项目就是行动计划的一个重要成果。过程工程所李洪钟院士和朱庆山研

究员团队在长期流态化理论和技术积累的基础上，突破氢气还原过程供热和黏结难题，研发建立的氢气高效炼铁新技术，以期推动碳冶金向氢冶金的变革。同时，这项技术融合了大连化物所李灿院士团队的高效电解水制氢新技术，有望引领钢铁工业绿色低碳转型发展。

鞍钢集团总经理戴志浩表示，氢冶金项目的开工建设标志着鞍钢鲅鱼圈钢铁基地向绿色低碳样板工厂建设迈出了更坚实的一步。

钢铁行业是我国主要的能源消费及二氧化碳排放行业。氢冶金作为钢铁行业实现低碳发展的重要路径，以绿氢为燃料和还原剂，可在炼铁过程中摆脱对化石能源的依赖，从源头上解决碳排放问题。

为实现低碳冶金新技术路线的突破，2021年7月，鞍钢集团与过程工程所、大连化物所、上海大学签订了绿色氢能冶金技术联合研发协议，充分发挥各方优势。历时一年多，该项目落地开工。

据介绍，该项目采用国际先进的电解水制氢技术，实现了绿氢规模化高效制备；开发了国际先进的流化床氢气直接还原炼铁技术，大幅提升了原料适用性和还原效率，可实现高金属化率直接还原铁的高效连续生产。项目计划于2023年投入运行，形成万吨级绿氢流化床炼铁示范工程，为世界氢冶金技术发展提供“中国方案”。

供需两旺，氢能产业冲劲十足

低碳来源氢气竞争力明显提升

中国能源报 2022.10.10

近日，国际能源署（IEA）发布《2022年全球氢能回顾》报告称，在对抗气候变化、化石燃料价格激增、能源供应风险加大等因素的影响下，全球氢能产业呈现高速扩张态势。2021年，全球氢能需求已经达到了9400万吨，创下历史新高。同时，随着各国积极出台氢能支持政策，预计到今年底，全球电解水制氢装机量有望超过140万千瓦，较2021年翻两倍以上。在IEA看来，在化石燃料价格高涨的刺激下，可再生能源制氢等低碳来源的氢气正获得前所未有的发展动力。

■应用场景逐步多元化

IEA在报告中指出，在全球能源供应危机的大背景下，制定出符合气候目标、保障能源安全的政策至关重要，使用氢气不仅有助于提高能源安全水平，更能降低终端应用场景中化石燃料的使用，拓宽可再生能源制氢需求，以实现全社会能源体系的脱碳。

报告显示，随着全球经济回暖，2021年全球氢气总需求量达到9400万吨，同比增长5%，在全球终端能源中占比达到2.5%，超过了2019年9100万吨的水平。按照目前各国制定的氢能发展政策，到2030年，全球氢气需求有望维持高速上涨态势，达到1.15亿吨，在各国政府充分实现既定气候目标的情境下，2030年全球氢气需求更是有望突破1.3亿吨。

其中，氢能下游应用场景的拓宽为提振氢气需求起到了重要作用。IEA统计显示，截至

2021 年底，全球燃料电池汽车存量已经超过了 5.1 万辆，较 2020 年底的 3.3 万辆增长超过 50%，创下了历史最高纪录。IEA 表示，交通已经成为氢能应用扩张最为迅速的产业。除此以外，2021 年，全球多家企业都宣布将使用纯氢进行炼钢。同期内，多国也开始试行氢燃料电池火车，航运业更是出现了超过 100 个氢及其衍生燃料的试点项目。另外，IEA 统计还显示，在电力领域，到 2030 年，全球范围内已经公布的氢燃料和氨燃料发电计划产能达到了 350 万千瓦。

■■■电解水制氢装机增长潜力大

高速上涨的下游需求明显提振了氢气供应市场，但 IEA 也指出，2021 年绝大部分氢气都生产自没有配备碳捕捉及封存装置的化石燃料，仅有不到 100 万吨氢气来自于低碳排放源，应用高碳来源的氢气实质上对气候行动并无帮助。与此同时，IEA 进一步指出，由于目前全球范围内煤、天然气等化石燃料价格维持高位，在部分风光资源丰富的区域，可再生能源制氢成本已基本能够和化石燃料制氢成本持平。

为实现既定的气候目标，低碳来源的氢气产能扩张已十分迫切。据了解，全球主要经济体都在 2021 年密集出台了氢能发展相关规划，以推动低碳来源氢气产业的发展。以欧盟为例，欧盟委员会在今年 3 月推出的能源计划中提出，为提高能源安全水平，到 2030 年将至少进口 1000 万吨可再生能源制得的氢气。

IEA 预测认为，2021 年全球电解水制氢装机虽仅有 50 万千瓦左右，但在各因素的刺激下，到 2030 年，全球电解水制氢产能将达到 2.9 亿千瓦。同时，到 2030 年，全球制氢电解槽年产能预计将超过 6000 万千瓦，较目前翻 7 倍左右。

不仅如此，IEA 进一步指出，氢能相关技术正突飞猛进，这也将不断刺激低碳氢气产能的扩张。随着电解水制氢产业逐步实现规模化，可再生能源电解水制氢成本有望降低 70% 以上。IEA 预测认为，到 2030 年，可再生能源电解水制得的氢气有望满足全球至少 1/4 的氢气需求，如果目前各国规划的所有低碳来源制氢项目都能够实现，到 2030 年，全球每年低碳氢气的生产规模可达 1600 万吨至 2400 万吨，其中甚至将会有超过一半的项目都来自于可再生能源电解水制氢。

■■■发展离不开政策支持

“在建设一个可负担得起、安全且清洁的能源系统过程中，已经有越来越多的信号表明，氢气将是其中的重要一环。” IEA 署长法提赫·比罗尔在报告中指出，“一连串低碳产氢项目的公布意味着新一轮能源经济的扩张。不过，氢能产业还需要在技术水平、行业监管和下游需求等方面有所加强。”

IEA 提醒称，虽然全球各国计划的氢电解槽项目产能规模巨大，但部分项目仍在早期阶段，实际上仅有约 950 万千瓦电解水制氢产能获得了最终投资决定，这也意味着，氢能产业实际上还存在诸多不确定性，若要刺激投资额增长，积极稳定的政策支持必不可少。

IEA 指出，氢能开发的早期项目面临着下游需求较弱、监管缺失、基础设施欠缺等多重

风险，各国政府应为这些项目提供相应支持，例如提供基金、贷款、税收减免等优惠措施。虽然业界对氢能行业的投资大幅增加，钢铁和交通运输等领域的氢能试点应用项目数量激增，但这些都只在整个氢能领域中占据小部分，要实现在重工业和长距离运输中氢能的应用，各国还应加强政策支持力度，更加深入地推动氢能应用。

为扩大低碳氢气的生产规模，IEA 建议，各国政府应通过拍卖、配额等方式创造公共需求，加强氢传输管道、氢接收站等基础设施建设力度，配套氢、氨产业全面发展。另外，各国还应加强标准、认证以及监管方面的合作，建立国际性的氢能交易市场。（李丽旻）

氢能受追捧 可再生电力获青睐

石油巨头“大手笔”布局新能源产业

科技日报 2022.10.12

随着油价不断高企，石油巨头可用资金增加，包括英国石油公司（BP）等在内的石油巨头们开始将目光瞄准新能源产业，并纷纷投资氢能、风电、太阳能发电等领域，加快转变依赖化石燃料的盈利结构。

氢能引巨头竞“折腰”

在低碳转型压力下，坐拥创纪录高额利润的全球石油巨头们均不约而同地把目光投向了氢能赛道，初步确定在氢能方面的投资已高达数百亿美元。

据《日本经济新闻》报道，今年7月，BP 决定购买位于澳大利亚的亚洲可再生能源中心 40.5% 的股权。BP 希望攫取全球氢能市场 10% 的份额。BP 首席执行官伯纳德·卢尼表示：“亚洲可再生能源中心有潜力成为世界上最大的可再生和绿色氢能中心之一，这次投资对于 BP 实现目标至关重要。”

6月17日，美国石油巨头雪佛龙在英国《金融时报》于伦敦举办的氢能峰会上表示，该公司将投资建立其氢能业务，到2028年将在绿氢和蓝氢方面投资25亿美元，希望能成为全球清洁氢能增长的一部分。

法国道达尔能源公司则宣布收购印度阿达尼公司 25% 的股份，双方计划 10 年内在绿氢领域投资超过 500 亿美元，在印度建设“世界上最大的绿氢生态系统”，2030 年实现年产 100 万吨绿氢。

沙特阿拉伯石油巨头阿美公司的目标则是 12 吉瓦风能和太阳能，以及 200 万吨蓝氢产能。

西班牙石油巨头雷普索尔公司也计划使用 3 种技术来实现绿氢生产，寻求与西班牙政府的目标——将该国转变为欧洲重要的氢运输中心保持一致。这 3 种技术分别为：利用可再生电力从水中制氢、从生物源产生的气体中提取氢气，以及利用阳光从水中制取氢气。

可再生能源发电受欢迎

道达尔公司预计，未来 10 年，全球太阳能和风电发电能力将以每年 10% 的速度增长，

其中太阳能发电将占新增发电量的 70% 左右。

该公司设定了到 2030 年可再生能源发电能力达到 1 亿千瓦的目标，并通过连续收购来提高发电能力。今年 5 月，道达尔宣布将以 16 亿美元收购美国克利尔韦能源集团 50% 的股权；今年 2 月，该公司收购了美国太阳动力公司的商用和工业用太阳能发电业务。此前，该公司以 2.85 亿美元价格收购了阿根廷 ERENRE 可再生能源公司 23% 的股权。

去年 9 月，荷兰壳牌公司完成了对印度可再生能源初创公司斯普恩格能源公司的收购。据悉，壳牌在 2016 年成立了新能源事业部，主要致力于可再生能源和低碳能源的投资，展开了建电动车充电站、氢燃料车加氢站，投资太阳能、风电等一系列行动。

雷普索尔公司也计划从石油业务中筹集资金，将可再生能源发电（包括风能和太阳能）能力从目前的 2.95 吉瓦扩大到 15 吉瓦。此外，BP 也宣布与特斯拉公司合作，在美国建设首个风力发电电能存储系统。

国际能源署的海米·巴哈尔认为，预计未来 5 年，石油公司在可再生电力方面的投资将增加 10 倍。

生物燃料受青睐

道达尔公司预计，到 2030 年全球生物燃料需求将翻一番，到 2050 年可能增长 4 倍。与化石燃料相比，生物燃料可减少约 50% 的二氧化碳排放。

鉴于此，不少石油巨头们加大了在生物燃料领域的投资。今年 6 月，雪佛龙公司宣布已完成对美国可再生能源集团的收购，总收购价为 31.5 亿美元。美国可再生能源集团开展以废油和植物油为原料制成轻油和航空燃料的业务。

道达尔公司还计划，投资逾 5.841 亿美元改造其在法国的格兰普伊特炼油厂，并于 2024 年转产。届时，生物炼油厂将生产航空燃料、生物柴油和用于生物塑料的生物石脑油。

《日本经济新闻》在报道中分析指出，石油巨头之所以能豪掷重金进行巨额并购，原因在于油价高企，它们的手头资金较为宽裕。尽管如此，巴哈尔认为，虽然大型石油公司拥有极高的绿色能源目标，但若想成为大型可再生能源公司，仍有很长的路要走。（刘霞）

中科院大连化学物理研究所

揭示氢键在光催化醇偶联反应中的作用

中国科学报 2022.10.20

本报讯（见习记者孙丹宁）近日，中科院大连化学物理研究所副研究员罗能超和研究员王峰团队在醇的光催化偶联反应选择性调控方面取得新进展。团队通过向反应中引入水，加强了乙醇之间的氢键强度，从而有利于关键自由基中间体从半导体表面脱附并被溶液相稳定，提高了乙醇光催化碳-碳键偶联转化为 2,3-丁二醇的反应速率和选择性。相关研究成果发表于《美国化学会志》。

自由基是光催化转化中的常见中间体，具有开壳的电子结构，因而活性高并容易强吸附

在半导体表面，从而发生多种反应。溶液对光催化反应的产物选择性和量子产率有极大影响。

研究团队发现在乙醇溶液中加入 5vol% 的水，可以使乙醇光催化偶联生成的 2, 3 - 丁二醇的选择性从 37% 提高至 57%，同时反应速率提高至原来的 2.4 倍。研究团队利用自由基捕获实验、氘代实验、DFT 计算，以及分子动力学模拟等手段，发现少量水的引入使中间体 α -羟乙基自由基 (α HR) 在催化剂表面和溶液相中均与溶剂分子形成氢键。在氢键作用下， α HR 倾向于从催化剂表面脱附，并被稳定在溶液中，避免了重新生成乙醇的逆反应和生成乙醛的过度氧化副反应。

该工作表明，溶剂分子与中间体的非化学键合作用可以引导自由基的反应以实现光催化选择性转化。

广东就燃料电池汽车加氢站管理征求意见 非化工园区可建制氢加氢一体站

南方日报 2022.10.27

南方日报讯（记者/张子俊 魏泓泉）随着新能源汽车快速发展，配套设施和相应管理办法成为相关产业发展的重要保障。近日，省住房和城乡建设厅在其官网公开《广东省燃料电池汽车加氢站管理暂行办法（征求意见稿）》（下称《办法》），对加氢站的规划、建设、运营和安全等进行要求，以助力氢能产业、燃料电池汽车产业健康快速发展。

重点支持加氢合建站和制氢加氢一体站建设

《办法》首先界定，加氢站是指为燃料电池汽车的储氢瓶充装氢燃料的专门场所，包括单独建设的加氢站、加氢合建站和制氢加氢一体站。其中，加氢合建站是指加氢站与加油站、加气站等设施两站合建或多站合建的场所；制氢加氢一体站是指将制氢系统和加氢系统合建，为燃料电池汽车充装氢燃料的专门场所。

《办法》明确，在规划和建设上，加氢站布局规划应与国土空间规划相衔接。而对于规划方向，各地市要加快推进加氢站建设，重点支持加氢合建站和制氢加氢一体站建设。

其中，制氢加氢一体站制氢规模不得超过 3000 千克/天，储氢罐总容量不得超过 3000 千克，并允许在非化工园区建设制氢加氢一体站。还鼓励各地市根据实际情况对加氢基础设施建设以及车用氢气供应量给予补贴。

在规划布点上，《办法》提出，经营性加氢站原则上为商业用地，鼓励加油（气）站利用现有土地改（扩）建加氢设施，鼓励新布点加油站同步规划建设加氢设施。并允许在物流园区、露天停车场、港口码头、公交站场和燃料电池汽车运行比较集中的地方，建设自用的加氢站，但限于对自有车辆、租赁车辆等特定车辆加氢，不对外经营服务。

同时，《办法》也明确了加氢站项目的新改扩建审批流程，并强调项目的安全设施必须与主体工程同时设计、施工、投入生产和使用。

加氢站经营许可有效期为3年

《办法》还对加氢站的经营许可作出规定。

加氢站参照城镇燃气加气站管理，不核发加氢站的危化品经营许可证，由县级以上加氢站主管部门核发燃气经营许可证（燃料电池汽车加氢站），市场监督管理部门按照相关法律法规的规定核发加氢站气瓶（移动式压力容器）充装许可证。对外经营的加氢站必须取得这些证件方可投入运行。

申请燃气经营许可证的企业，则要有符合国家标准的氢气气源，并与氢气供应企业签订氢气供应意向协议（制氢加氢一体站除外）。还要有符合要求的加氢站以及氢气计量、充装、防雷、安全保护等设施。并应配备与企业经营规模相适应的安全生产管理人员、消防安全管理人员以及运行、维护和抢修人员。

《办法》也明确了申请燃气经营许可证企业需要提供的申请材料，并明确加氢站依法取得的燃气经营许可证（燃料电池汽车加氢站）有效期为3年。

加氢机等显著位置要公示车用氢气价格

在加氢站的实际运营中，《办法》强调供应的车用氢气应符合国家质量标准，并且氢气销售价格应根据经营成本和供求状况等因素合理制定，站内加氢机及其他显著位置要公示车用氢气价格、业务办理流程、服务承诺和服务监督电话等信息。

加氢站也只能通过加氢机向汽车储氢瓶加氢，禁止向其他容器加氢（制氢加氢一体站通过氢气充装柱向氢气管束车充装氢气除外），禁止在站外加氢。

同时，《办法》还规定了不得为燃料电池汽车加氢的情形，包括汽车氢气瓶未办理车用气瓶使用登记的、未设置电子识读标志的以及氢气瓶超期未检验、定期检验不合格或超过设计使用期限的等。

此外，《办法》也对加氢作业提出要求，包括操作人员应站在车辆侧面引导车辆进站，并与加氢岛保持安全距离；加氢过程中应监视加氢机计量仪表，操作人员不可中途离开加氢区；加氢过程中禁止清扫、维修车辆等容易产生静电的一切危害作业安全的活动等。

我国绿氢制备研究取得关键突破

中国能源报 2022.10.17

本报讯（记者朱妍）报道：记者从中国科学院大连化学物理研究所（以下简称“大连化物所”）获悉，该所李灿院士、范峰滔研究员等综合集成多种可在时空尺度衔接的技术，对光催化剂纳米颗粒的光生电荷转移进行了全时空探测，成功“拍摄”到光催化剂光生电荷转移演化的全时空图像。这在国际上尚属首次，相关研究成果于10月12日发表在国际学术期刊《自然》上。

如果说成功“拍摄”到黑洞照片是人类认知宏观宇宙的一项重大进展，此次全时空图像的“拍摄”，则是对微观世界观测和利用的更进一步。就好比从巨幅的《清明上河图》可

以透视北宋时期都城汴京的城市面貌及其生动的人物活动，“拍摄”到的光生电荷转移演化全时空图像，能够极大促进人们对能源转换过程中复杂机制的认识。

这项发现为什么如此重要？一直以来，高效利用太阳能都被认为是洁净能源研究领域“圣杯”式的课题。太阳能光催化反应可以实现分解水产生氢气、还原二氧化碳产生太阳燃料，由此分解而来的氢气是真正意义上的绿氢。在“双碳”背景下，绿氢发展越来越受到关注。然而，这项始于上世纪70年代的研究工作，至今却仍面临诸多难题——反应过程看起来并不复杂，太阳能分解水效率却依然在1.5%左右的低水平徘徊。而这一效率若能达到10%，绿氢生产成本才能与现在的工业制氢相当，突破低效瓶颈十分关键。

“太阳能是地球上万物生长的能源，只要取其万分之一的能量，就可解决人类每年消耗的各种能源之和。为什么不尽快把太阳能利用起来呢？”李灿坦言，主要原因正是利用效率偏低。“效率问题一旦解决，将引起整个世界能源格局的变化”。

记者进一步了解到，针对该领域的研究，长期多集中在应用阶段，在最本质的基础研究上关注远远不够。简单来说，后者就是要弄清楚反应为何发生、如何发生的问题。究其原因，由于光催化反应中光生电荷的分离、转移和参与化学反应的时空复杂性，该过程的基本机制一直不清，进而制约了催化效率的进一步提升。

如今，谜团终于解开。李灿院士、范峰滔研究员等瞄准光催化领域关键科学问题，研究太阳能光催化电荷分离过程全时空域动态成像，揭示了复杂的多重电荷转移机制的微观过程，明确了电荷分离机制与光催化分解水效率之间的本质关联，为突破太阳能光催化反应的瓶颈提供了新的认识和研究策略。

据李灿介绍，光催化分解水的核心科学挑战在于，如何实现高效的光生电荷的分离和传输。而这一过程跨越从飞秒（一千万亿分之一秒）到秒、从原子到微米的巨大时空尺度，揭开背后的微观机制极具挑战性。“我们团队前赴后继，长期致力于解决这一问题，通过集成多种先进技术和理论，在时空全域追踪了光生电荷在纳米颗粒中分离和转移演化的全过程。”

“通过集成结合多种先进的表征技术和理论模拟，就像接力赛一样，第一次在一个光催化剂颗粒中跟踪电子和空穴到表面反应中心的整个机制。”李灿表示，时空追踪电荷转移的能力，将极大促进对能源转换过程中复杂机制的认识，为理性设计性能更优的光催化剂提供了新的思路和研究方法。“未来，该成果有望促进太阳能光催化分解水制取太阳燃料在实际生活中的应用，为我们的生产和生活提供清洁、绿色能源。”

光催化高效水电解制氢技术出现

科技日报 2022.10.31

科技日报讯（记者刘霞）氢广泛应用于多个工业领域，也是目前广受追捧的清洁燃料。新加坡科学家在26日出版的《自然》杂志上刊文称，他们偶然发现，光可在一种广泛用于

水电解制氢的催化材料内触发一种新机制，使水电解制氢变得更节能更高效，最新研究有望开辟更有效的新型工业制氢方法。

新加坡国立大学设计与工程学院材料科学与工程系副教授薛军民说：“我们发现，光会触发电催化反应的氧化还原中心在金属和氧之间切换，从而大大提高水电解制氢的效率。”

薛军民团队偶然发现了这一机制。研究人员发现，在黑暗中进行的水电解实验中，一种氢氧化镍基材料的性能急剧下降。薛军民说：“以前没有人注意到这种材料的性能下降，因为从来没有人黑暗中做过实验。而且文献表明，这种材料不对光敏感，是否有光也不应对其性能产生任何影响，但现实却并非如此。”

为深入研究这种现象背后的机制，薛军民团队重复了这一实验，并获得了同样的结果。基于这一发现，他们目前正在设计一种新方法改进氢气生产的工业流程，如让包含水的电池透明以便将光引入水电解过程，“这将使水电解过程所需能量更少，而且，使用自然光应该更容易，可在更短时间内产生更多氢气，消耗更少能量。”

我国电解水制氢装备加速升级换代

中国能源报 2022.10.17

近日，内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗圣圆能源制氢加氢一体化项目正式投产运营。该项目制氢用电全部采用铁路边坡分布式光伏项目发电，真正实现了“绿电制绿氢”。

今年以来，在政策支持及市场需求带动下，我国绿氢产业迎来巨大发展机遇，推动电解水制氢设备市场快速发展。多家氢能企业开始深入布局电解水制氢设备。业内普遍认为，我国电解水制氢设备或迎来降本增效的新阶段。

政策带动市场发展

今年3月，国家发展改革委、国家能源局联合发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》）明确指出，到2025年，可再生能源制氢量达到10万吨至20万吨的发展目标，统筹规划加氢网络，探索站内制氢、储氢和加氢一体化的加氢站等新模式；鼓励在燃料电池汽车示范线路等氢气需求量集中区域布局基于分布式可再生能源或电网低谷负荷的储能/加氢一体站，充分利用站内制氢运输成本低的优势，推动氢能分布式生产和就近利用。

在政策及市场需求带动下，多家氢能企业开始布局电解水制氢设备业务。今年8月，苏州希倍优氢能源科技有限公司正式发布1400标方制氢系统，该系统采用全新的“一体化双极板结构”，使得电极表面的电位-电流分布更均匀，电子导体的欧姆损耗更小，同等电流下直流能耗更低。同月，山东奥扬新能源科技股份有限公司首台1200标方/小时碱式电解水制氢装备正式下线。这是目前山东省单槽产能最大的电解水制氢装备，比传统电解水制氢成本下降20%，系统寿命提升30%，冷启动时间节省30%。

此外，今年上半年，考克利尔竞立（苏州）氢能科技有限公司、江苏国富氢能技术装

备股份有限公司的电解水制氢设备也相继下线。

寻求成本效率双突破

苏州希倍优氢能科技有限公司总经理李留罐表示，目前的制氢技术尚不能满足市场发展的需要，企业需要在制氢成本和设备性能方面持续探索攻坚。

“未来，制氢项目的产能将普遍达到万吨级以上。绿电制绿氢对氢气纯度、能耗等有更多要求。”李留罐认为，能耗影响到整个项目的收益，设备的稳定性越高意味着项目运行过程中的运营成本越低，因此相关制氢装备应及时更新换代，以适应未来的应用场景。

值得注意的是，相比其他制氢方式，电解水制氢仍面临成本高难题。在李留罐看来，未来电解水制氢成本下降的驱动力来自两部分：首先是光伏、风电等可再生能源发电成本的大幅下降。与此同时，随着下游技术的进步，消耗的电能越来越少，制氢效率不断提升，也将进一步促进制氢成本下降。

上海汉兴能源科技股份有限公司总工程师孙健则表示，除成本高外，还有部分电解水制氢设备和催化剂等需要进口，基于此，目前的电解水制氢项目大部分面临盈利困难，短期内还不具备较好的经济性。

法规标准需进一步完善

孙健表示，由于氢气仍属于重点监管的危化品，制氢项目原则上需要在化工园区内进行管理，部分园区外项目都是以示范的形式运行，推广障碍仍然存在。

对此，李留罐认为，应制定绿氢及制氢装备行业标准，建立统一的行业准入机制和认证机制，以进一步提升设备稳定性与安全性，避免无序竞争，促进产业良性发展。

据孙健介绍，国内站内制氢已取得新进展。广州、安徽、河北、海南、湖南等地已相继开展站内电解水制氢示范项目，制氢规模可达 50 标方/小时至 500 标方/小时之间。

李留罐表示，整体来看，电解水制氢设备具有较大的市场潜力，低成本、高性能、低能耗的电解水制氢设备才能满足未来大规模绿氢项目需求，制氢设备制造企业应持续进行技术迭代，在降低制氢成本的同时提高制氢效率，努力具备大规模高质量的制氢能力。与此同时，电解水制氢行业发展速度不宜过快，应通过项目示范逐步改进技术，持续推动行业发展。（仲蕊）

黄埔将打造全球首个无人驾驶氢能汽车示范区

南方日报 2022.10.28

近日，现代汽车氢燃料电池系统（广州）有限公司（下称“HTWO 广州”）与黄埔区、广州开发区区属国企广州恒运企业集团股份有限公司（下称“恒运集团”）、广州开发区交通投资集团有限公司（下称“广州开发区交投集团”）签订合资意向书，三方将合作成立氢能合资公司，围绕氢能商业化开展四大业务。

当天，HTWO 广州、恒运集团、广州文远知行科技有限公司（下称“文远知行”）签订

氢能无人驾驶合作框架协议，三方将联合在黄埔区、广州开发区内打造全球首个无人驾驶氢能汽车示范区。

瞄准千亿级氢能产业蓝海，当前，黄埔区、广州开发区正加速氢能全产业链布局，此次合作增强了氢能产业商业化及应用环节，使各大产业链企业串珠成链，形成氢能产业链全覆盖。

四大业务▶▶ 加速氢能产业商业化

根据 HTWO 广州、恒运集团、广州开发区交投集团签订的合资意向书，三方将倾力合作成立氢能合资公司，围绕氢能商业化应用痛点，立足广州开展四大业务。

面向车用领域，对外销售基于现代汽车集团技术适配中国市场而研发的氢燃料电池系统，提供系统与车辆工程应用集成、售后等服务；面向氢能产业生态，创新供应链育成模式；面向运营领域，向车辆运营公司和终端用车公司提供氢燃料电池汽车租赁服务；面向氢能多应用场景，使用基于现代汽车集团技术的氢燃料电池系统，联合研发电动汽车充电系统、备用发电系统等氢能创新应用产品。

作为本次合作的“链主”企业，现代汽车集团是氢能商业化应用领域的先驱企业，在氢燃料电池技术方面拥有 20 多年的研发、量产及应用经验。截至 2022 年 8 月，现代汽车氢燃料电池技术装车应用规模已达 28,000 辆，在全球开展了最大规模的示范推广。

去年 1 月，现代汽车集团与黄埔区、广州开发区签订合作协议，现代汽车集团海外首个氢燃料电池项目正式落户该区。同月，HTWO 广州注册成立，总投资 85 亿元人民币，建成后将成为集氢燃料电池系统智能工厂、研发中心和创新中心为一体的综合型基地，计划于 2023 年初竣工投产。

根据 HTWO 广州、恒运集团、文远知行的合作框架协议，三方将联合在广州开发区内打造全球首个无人驾驶氢能汽车示范区，积极在氢燃料电池无人驾驶环卫车等工程车辆及网约车领域创造需求，合作推动车辆开发制造、示范推广运营等业务。

“氢”舞飞扬▶▶ 氢能项目落户最高奖励 1 亿元

当前，黄埔正“氢”舞飞扬。

今年 1 月，随着一声令下，十来辆绿色的泥头车排布在工地现场，缓缓行驶开始作业，黄埔区推出首批氢燃料电池泥头车，共有 500 台氢燃料电池泥头车投入运营；

加入氢气，只排出水。8 月 8 日，广州首批氢能环卫车正式在黄埔区“上岗”，只要 4—8 分钟就能加满氢气，新海能源联新加氢站也于当日正式投运启动。

2019 年，黄埔区、广州开发区在全市率先发布《促进氢能产业发展办法》（下称“氢能十条”），截至 2021 年 6 月兑现补贴超 1200 万元。去年，黄埔区、广州开发区又发布“氢能十条”2.0 版，氢能项目落户黄埔最高奖励 1 亿元，为黄埔营造良好的氢能发展氛围奠定了基础。

作为国家新能源综合利用示范区、广东省氢燃料电池汽车示范重要依托区、广州市氢能

产业发展核心区，黄埔区、广州开发区加速氢能全产业链布局，打造千亿级规模的氢能产业大区，为实现碳达峰、碳中和的宏伟目标添注强大的“黄埔氢动力”。

目前，该区引进落户韩国现代、国鸿氢能、鸿基创能等 40 余家企业和机构，总投资超 300 亿元，形成了较完备的氢能产业链，涵盖燃料电池膜电极、电堆、动力系统、车载供氢系统、检验检测等多个环节，形成氢能产业链全覆盖，同时规划建设广州国际氢能产业园、湾区氢谷等 5 大氢能产业园区。（吴雨伦 范敏玲 陈章彧 李姝）

希腊拟规模化开发光伏制氢项目

中国能源报 2022.10.17

本报讯（记者董梓童）报道：日前，英国可再生能源开发商 HiveEnergy 表示，拟在希腊投建规模化光伏制氢项目。该项目由光伏电站、储能电站及电解槽三部分组成，其中光伏发电总装机规模约为 20 万千瓦，锂电池储能电站装机规模约 10 万千瓦，电解槽装机规模约 5 万千瓦，建成后每天可生产 16 吨氢气。项目计划总投资 2.264 亿欧元，并且将获得希腊部际战略投资委员会的支持，这是首个获得希腊国家级战略投资的光伏制氢项目。

随着欧洲能源转型的加速推进，光伏、氢能等绿色、清洁能源被看作是降低排放、实现减碳目标的关键。希腊政府工作人员高度评价了上述光伏制氢项目：“该项目将促进希腊绿色经济的发展，加速新型可再生能源创新技术的更新迭代，助力希腊节能脱碳，并减少对环境的影响。同时，降低希腊对天然气和石油的依赖，帮助我们应对能源危机。这是我们授予该项目国家级战略投资地位的原因。”

外媒指出，希腊部际战略投资委员会此前从未将光伏制氢项目列入国家级战略投资名单。通常情况下，希腊部际战略投资委员会不批准任何创新型光伏发电项目。该项目使资本市场看到了希腊可再生能源的开发潜力，并将吸引投资者对相关项目的关注度，打通相关项目的融资途径。在希腊政府大力支持的背景下，相关项目的审批、核准、许可等行政手续也将走上快车道，加速绿色清洁项目在希腊的落地。

作为公开反对欧盟禁止进口俄罗斯原油和石油产品的国家，希腊正加速发展可再生能源产业，并不断加大对光伏产业的支持力度。近年来，希腊光伏发电年新增装机规模已接近百万千瓦级。日前，希腊国家电网公司公开表示，希腊首次完成 100% 可再生能源供电。

“10 月 7 日，希腊在 5 个小时的时间里 100% 使用了可再生能源电力，所发电量创造了 31.6 万千瓦时的新纪录。这是希腊电力系统历史上的第一次。”希腊国家电网公司发言人表示，“随着可再生能源装机规模的不断提升，绿色电力持续渗透，未来几年我们的能源结构将发生根本性变化。”

不过，相对于希腊在欧洲国家中名列前茅的日照资源，该国光伏发电项目开发程度仍十分有限。据希腊智库 The Green Tank 的数据，今年 1 月至 8 月，希腊可再生能源电力占比为 46%，虽高于 2021 年的 42%，但尚未超过电力结构的一半。另据塔斯社汇编的数据，希腊

对俄罗斯天然气的依赖程度约达 96.4%，仍维持较高水平。

今年 4 月，希腊总理米佐塔基斯在参加一光伏发电项目揭幕仪式时表示，受可再生能源发电项目并网速度缓慢、碳价波动等因素影响，希腊不得不将淘汰煤电的时间从 2025 年推迟至 2028 年。即便已经推迟煤电厂关闭时间，但市场依旧担心，新增光伏项目难以覆盖希腊的电力需求。

行业媒体 PV-TECH 则认为，在欧盟上调可再生能源发展目标，并颁布清洁能源政策的背景下，希腊光伏市场“即将起飞”。5 月，欧盟 REPowerEU 能源计划正式获批，为降低对外能源依赖，并于 2027 年前实现能源独立，快速推进绿色能源转型。将 2030 年可再生能源消费占比目标从 40% 上调至 45%，并提出到 2025 年，光伏发电累计装机规模达到 3.2 亿千瓦，到 2030 年达 6 亿千瓦。

同时，欧盟还批准了一项总投资额达 22.7 亿欧元的可再生能源项目计划，支持希腊可再生能源电力的发展，预计将促使希腊增加 420 万千瓦的可再生能源装机。此外，9 月欧盟批准了 IPCEI-Hy2Use 项目，将为 13 个成员国提供 52 亿欧元用于可再生能源制氢项目，以支持氢价值链中的研究和创新以及工业应用和相关基础设施建设，希腊位列其中，这将进一步促进希腊的脱碳进程。

九、风能

拓宽中国风电创新之路

科技日报 2022.10.12

不久前，作为我国风电行业领军企业，金风科技首台 6 兆瓦中速永磁智能风机在新疆达坂城风电装备产业基地下线，这一创新再度降低风电度电成本，为我国能源转型作出贡献。

“我们的梦想是用自主研发的风机为全球用户提供清洁能源，为世界贡献中国智慧。”党的二十大代表、金风科技董事长武钢告诉记者，35 年前，他辞去安稳的教师工作投身风电事业。在他的带领下，金风科技从学习引进世界先进技术到自主研发风电机组，逐渐成长为行业领跑者。

如今，梦想正逐一照进现实。武钢骄傲地表示：“风电是实现‘双碳’目标的主力军，未来我们有信心、有底气、更有能力为此提供可靠、可负担、可持续地创新解决方案。”

从零起步，实现风电 5 大部件国产化

实现“双碳”目标的信心和底气，来自这位中国风电事业先驱者坚持创新，把技术牢牢掌握在自己手里。

“风力每发一度电排放的碳只相当于火电的 1%，我国丰富的风能将是多么巨大的一笔财富啊。”20 世纪 80 年代，新疆达坂城竖起第一台从丹麦引进的风力发电机，开启中国风电探索，时任新疆水电学校教师的武钢回忆起此事仍心潮澎湃。

1987 年，他辞去教师岗位，从乌鲁木齐来到达坂城风电场，接任场长一职。

彼时的中国风电刚刚萌芽，达坂城也只是边陲的一块试验田，国外的风电技术早已遥遥领先。要摸清门道，就得从零起步，样样都得学，样样都得干。

武钢一直冲在一线，穿着工作服爬风机成了这个场长每天的必修课。

塔架上缓缓转动的叶片背后，需要新型材料研发、空气动力学设计、计算机控制技术等诸多技术。中国风电起步晚、基础差，许多外国专家都认为中国做不出风电装备叶片、发电机、齿轮箱、塔架、电控系统5大部件。

从1992年到2000年，靠边买、边学、边干的“笨方法”，达坂城先后引进数百台进口风机。期间，武钢多次远赴丹麦、德国、英国进行专业技术和工程实践培训和学习，组织电厂从风机内部结构开始攻起，按照图纸自学组装。

2000年，金风科技制造的600千瓦风电机组，5大部件全部实现本土化，国产化率达到了72%。“这个阶段最辛苦，也是我们装备制造进步最快的阶段。现在我们不仅做出了5大部件，几乎欧洲所有风机零部件公司都在中国设有生产厂家。”武钢说。

注重创新 推动风机数字化升级

如今的达坂城风电基地，数千台国产自主研发风机擎天而立，与蓝天白云相衬，和博格达峰交相辉映，壮美如歌。

不过，在武钢眼里，这远远不够。回忆企业风机制造路径，研发团队都是从国外引进先进风机，效仿西方技术，再进行量产，武钢一直希望中国能有自己的技术体系，“如果我们不注重基础理论的自主研究，就扭转不了照搬照抄的老路，缺乏理论支持的中国创新之路是走不远做不大的。”

2002年，44岁的武钢接任金风科技董事长一职，正式成为金风科技的“舵手”，加速带领企业从偏隅一角的新疆登上世界风电的大舞台。

在武钢的带领下，公司抢抓装备制造业数字化转型机遇，选择将风机控制策略作为突破口，力求独创一套风机核心控制理论和技术，实现智能控制，为风电开发利用提供整套优化方案。

2015年，金风科技成功开发了国内第一台完全自主的风机硬件在环仿真系统；2019年团队在此基础上进行了大规模升级，研发出具有自主知识产权的空气动力学和结构动力学模型；2021年，全球风电行业第一台数字孪生风机诞生……这些成果把风电设备研发建立在自主创新的理论基础上，彻底改变风电行业长期跟随国外的被动局面，带动整个风电制造实现数字化升级。

“坚持自主创新的战略方向让我们的路越走越宽。”武钢说，如今金风科技制造的风电机组已遍及32个国家，其中不乏美国、澳大利亚这些发达国家，还有“一带一路”沿线国家。v 作为一名扎根风电行业35年的老兵，武钢亲历中国风电产业从无到有、从小到大的成长，今年光荣地当选党的二十大代表。“‘双碳’目标提出后，绿色电力成为最具竞争力的能源品种，党的二十大的召开，将为推进可再生能源产业高质量发展注入强大动力。”他表示。（符晓波）

低成本“风力收割机”可将微风变电能

科技日报 2022.10.10

科技日报北京10月9日电（记者刘霞）新加坡科学家开发出一种低成本的“风力收割机”，可捕捉微风般柔和的风能，将其储存为电能。实验显示，当暴露在速度低至2米/秒的风中时，该设备可产生3伏电压及290微瓦的电力，足以为商业传感器供电，让其将数据发送到手机或计算机上。相关研究发表于最近的《机械系统与信号处理》杂志。

该设备的主体由纤维环氧树脂制成，主要附件能与风相互作用，且由铜、铝箔和特氟龙等廉价材料制成。由于设计结构灵活，当“风力收割机”暴露于气流中时会振动，在薄膜上形成电荷，当电荷从铝箔流向铜薄膜时，会形成电流。

在实验室测试中，研究人员发现，这款设备可以在风速为4米/秒的情况下持续为40个发光二极管（LED）供电。它还可以触发传感器设备，并为其提供足够的电力，以无线方式将室温信息发送到手机上。这表明，该“风力收割机”不仅可以发电，为设备持续供电，还可以将多余电量储存起来，以便在无风的情况下为设备长时间供电。

研究团队指出，这款“风力收割机”有可能取代为LED灯和健康监测传感器供电的电池。这些设备主要用于桥梁和摩天大楼内，监测建筑结构的状况。该设备尺寸仅为15厘米×20厘米，可以很容易地安装在建筑物的侧面，非常适合于城市环境。更重要的是，该设备不受雷雨的影响。

该研究负责人、南洋理工大学土木与环境工程学院结构工程师杨耀文（音译）教授说：“我们旨在研制出小型能量采集器来实现更具针对性的功能，如为小型传感器和电子设备供电的仪器。这款‘风力收割机’也可以作为小型锂离子电池的潜在替代品，因为其能自给自足，只需要偶尔维护，不使用重金属，因此不会造成环境问题。最新研究有助于减少电子垃圾，降低其对环境的影响。”

研究团队计划进一步改善该设备的能量存储能力，并用不同材料进行实验，以提高其输出功率。

明阳智能“双头”漂浮式风机问世

中国能源报 2022.10.10

本报讯（记者李丽旻）报道：9月29日，明阳智慧能源集团股份公司（以下简称“明阳智能”）正式发布新一代科技创新产品“蓝色能动号”（OceanX）双转子漂浮式海上风电平台。OceanX搭载两台明阳智能MySE8.3-180超紧凑半直驱海上风机，总容量可达16.6兆瓦，刷新了全球容量最大、重量最轻的双转子抗台风漂浮式风机纪录。

OceanX以“V”字型排列，两台半直驱海上风机共用一个漂浮式基座，可应用于水深35米以上的全球广泛海域。目前该平台的全尺寸产品已全部开发完成，预计在2022年底或

2023年初择机安装于中国南海海域。同时，明阳智能也正式面向全球市场推出 OceanX，预计将在全球多个区域推进 OceanX 应用场景落地。

“随着全球人口不断增长，能源问题、粮食问题、环境问题日益严重，在寻找到合适的第二家园前，要实现人类社会的可持续发展，我们必须跨入海洋文明时代。”明阳智能总裁兼首席技术官张启应在发布会上表示，“海洋面积约占地球面积的71%，而人类目前对它的探索却只有5%，全球80%以上的风能资源蕴藏在深远海区域，但现在我们对于深远海的风能开发几乎为零。OceanX是明阳智能面向深远海开发的战略性产品，依托结构、新材料和人工智能等一系列创新，以及从可靠性到经济性的深度打磨，为海上风电走向深远海书写出了明阳答案。”

多年来，明阳智能深耕海上风电技术研发领域，漂浮式风机一直以来都是明阳智能风机创新的一大抓手。OceanX融合技术创新和深度智能，创新性地采用双转子、下风向、单点系泊、复合锚泊系统、翼型塔筒等设计形式，在提升机组发电量的同时，有效降低了平台极限载荷，系统性地提高了漂浮式平台的经济性与稳定性。

不仅如此，OceanX全身上下拥有超过3000个智能感应器，全面感知核心零部件、机组姿态、海洋环境和电力系统因素，在视、听、感等全方位感知的同时，通过强化学习方法论，充分利用数字孪生技术、人工智能技术，实现全生命周期的健康感知并自我动态调整控制，为新型电力系统提供稳定可靠的能源供给。另外，OceanX在平台关键部位更是应用了创新材料，大幅降低了制造成本。业界认为，该产品的推出实现了当前海上风电领域的跨越式突破。

明阳智能相关负责人表示，从风电抗台风技术领创，到海上大兆瓦机组引领，再到深远海漂浮式风机领航，明阳智能一再实现自我超越，不断掀起海上风电技术创新浪潮。未来，明阳智能将依托先进技术参与全球市场竞争，不断延拓海上风电开发边界，推动中国风电实现全球领先。

中国“大风车”助力泰国绿色转型

——探访中泰合作猜也蓬风电场

参考消息 2022.10.26

作为东南亚新兴市场的重要组成部分，泰国凭借地理优势和政策支持，成为许多中国企业出海首选目的地，在能源领域也不例外。

在泰国东北部连绵起伏的山丘上，32座高约120米的白色风力发电机错落排开，红白相间的巨大叶轮迎着风缓慢转动。这些来自中国的“白色巨塔”是泰国猜也蓬风电场项目的一部分，近年来，它们为缓解当地用电紧张和推动能源多样化默默输送着能量。

该项目由泰国国家电网（EGAT）旗下的主要新能源企业EGCO公司开发，中国金风科技提供风力发电机组，总装机容量80兆瓦，是目前中国公司在泰运维的最大规模风电场。

新技术首次海外批量使用

项目所在地猜也蓬府地貌以丘陵为主，是泰国风力资源最丰富的区域之一。这里集中了维斯塔斯、西门子歌美飒、通用电气这样的全球风电行业龙头。金风科技在该府共参与两个风电场运维，总装机容量共 107.5 兆瓦。虽然市场占比较小，金风却凭借过硬的质量和服务在泰国站稳脚跟，打出了品牌。

“该项目自 2016 年 12 月投运以来，未发生一起安全事故，机组运行可靠性较高，年均利用率高达 99.5%，远高于合同担保的 97%。”在泰工作 6 年、现任金风泰国国家服务经理的王春生对记者说。

谈起项目建设的艰辛过程，王春生仍历历在目。他说，泰国漫长的雨季常常伴随着洪涝灾害和雷暴天气，给项目进度带来不小的挑战，如建设窗口期大幅缩短、传输线路铺设滞后、机组调试时间极限压缩等，但在中泰双方队伍的通力合作下，项目历时一年多，于 2016 年底正式并网运行，开始为周边地区源源不断地供应清洁能源。

见证项目落成的王春生对记者说，当时自己很激动也很自豪，“激动的是大家经历了一年多的风风雨雨，终于迎来了收获的时刻，自豪的是我国自主设计的风力发电机在泰国扎了根、落了脚”。

相对于其他国家，泰国的风力条件不算十分优越，风速整体较慢。在这种情况下，最大限度地发挥风机效能是泰方的技术考察重点。谈到这一点，王春生自豪地说，猜也蓬项目是金风科技自主研发的柔性塔架首次在海外批量使用。“柔性塔架针对中低风速设计，能提高风能利用率，同时针对泰国电网薄弱的客观事实，确保在电网波动的情况下，最大程度地保证设备继续运行，从而有效确保了机组的发电能力。”

近些年来，泰国能源需求大幅上涨，对非本土能源的依赖也不断上升。根据国际可再生能源机构（IRENA）的数据，按照目前的使用水平，泰国现有的石油和天然气资源将在未来五年内枯竭。因此，政府近年来积极筹划能源转型，提出到 2036 年将该国可再生能源占能源消费总量的比重提升至 30%，几乎是 2015 年水平的两倍。

当前，泰国的风电装机总容量约为 1.5 吉瓦。根据政府的最新规划，将在 2030 年底前新增 1.5 吉瓦风能装机容量。王春生说，这为金风科技的海外拓展带来重大机遇。“目前，通过与 EGCO 合作的两个项目，金风科技已经在客户这里建立了良好的品牌信誉，双方有意未来在其他风电项目延续合作。”

中国产品和技术竞争力强

EGCO 区域总经理猜武在谈及与金风科技的合作时，多次提到中国产品“非常可靠”。他说，在过去 30 年里，中国已成为全球科技发展的中坚力量，中企中科研人员和工程师等专家比例越来越高，“在我看来，中国公司的产品和技术与欧美企业相比十分具有竞争力”。

猜武表示，他相信与中国企业的合作能让 EGCO 更好地助力泰国早日实现碳中和目标，支持全球低碳的发展趋势。

金风科技是借着“一带一路”倡议的东风走出国门的众多中国企业之一。作为东南亚新兴市场的重要组成部分，泰国凭借地理优势和政策支持，成为许多中国企业出海首选目的地，在能源领域也不例外。

除了猜也蓬风电场，在泰国打开知名度的中泰合作成果还包括于去年并网发电的诗琳通大坝浮体光伏项目。此外，中国的上汽名爵、长城汽车、比亚迪等已先后在泰投资设厂，成为该国纯电动汽车市场的有力竞争者。

记者探访之时正值中国国庆假期，王春生对记者说，今年是他海外度过的第7个国庆节，和项目同事一起包饺子、拉家常是他每年的固定安排。风电事业既是他所代表的中国符号，也是拉进他与当地人联系的纽带。

王春生说，自金风科技进入泰国以来，不仅关注为客户提供高质量的设备和服务，还在履行社会责任、融入当地环境方面迈出了积极的步伐。这几年，金风科技与当地政府合作维修道路、修筑水坝，确保居民获得干净的水源，也为自己赢得了良好的口碑。目前，金风在猜也蓬项目的团队属地化员工高达80%，王春生说，未来还将继续拓展属地化经营，为当地创造更多的就业机会。（宋宇 郭鑫惠）

风机叶片回收市场升温 循环利用新工艺新材料层出不穷

中国能源报 2022.10.17

近期，美国密歇根州立大学研究人员宣布推出最新可完全回收的风机叶片复合材料，回收后材料可加工制作成软糖。欧洲能源企业 Enel Green Power 公司则宣布与材料生产商 ACT Blade 公司合作，生产测试以特殊织物为材料的风机叶片。

全球风电装机进入高速增长期，而最早大规模开发风电的多个国家也迎来了风机报废潮，各大风机制造企业正不断加码风机叶片回收业务，打通风电低碳之路的“最后一公里”。

叶片回收需求日益增加

目前，风机叶片往往采用玻璃纤维复合材料。数据显示，风机叶片可回收率平均为85%到90%，有部分复合材料无法回收利用。同时，叶片回收起来技术工艺复杂，成本相对较高，尚没有商业化的回收办法。传统做法是，退役后的风机叶片一般只当作垃圾堆放、填埋以及焚烧。

与此同时，全球范围内风机叶片报废量却在高速增长。据欧洲风电行业协会 Wind Europe 发布的数据，未来5年，欧洲预计将有1.4万个风机叶片需要回收处理。

在我国，废弃风机叶片的总量也不容小觑。根据中国可再生能源学会风能专委会统计，2020年，我国退役风机叶片产生了约900吨复合材料固体废物；预计到2025年将接近5800吨，到2028年甚至可能达到7.4万吨。今年以来，我国多部门印发了相关政策指导文件，

多次强调将推进风机叶片等新型固废物的回收利用。

全球风能理事会也公开表示，到 2030 年，全球废弃风机叶片的数量可能在当前基础上翻两倍以上。

材料、工艺不断创新

面对庞大的叶片回收需求，各国风机生产厂家都在各显神通。今年 8 月，美国密歇根州立大学的研究人员宣布，推出一种可用于制造风机叶片的、来源于植物的聚合物与合成材料复合而成的新材料。这种叶片材料使用寿命到期后，能够全部分解并实现回收，回收后的材料经过特殊工艺甚至能够用于生产运动饮料、软糖等。

ACT Blade 公司则另辟蹊径，利用帆船产业使用的织物工艺取代传统风机叶片使用的玻璃纤维，不仅能够有效降低叶片重量，更能增加叶片的捕风能力，增强风机发电能力。该公司表示，与传统叶片生产方式相比，使用这一方式生产成本有望降低 17%。据悉，Enel Green Power 公司已安装了三个该款新型叶片进行了测试检验。

除了材料创新之外，也有多家企业在处理工艺上发力。今年 7 月，金风科技表示，在其碳中和智慧园区内落成了采用 3D 打印技术建造的景观花坛，使用的材料正是退役风机的叶片粉碎颗粒。成品花坛的叶片固废利用率可达到 30% 以上。另外，维斯塔斯、通用电气等风电整机制造商也已宣布，将打造“零废弃风机”，以最大限度地利用材料的价值。

商业化回收尚存挑战

风机叶片回收路径不断拓宽，回收技术也不断成熟，但要实现大规模、商业化回收风机叶片尚不容易。

一位不愿具名的业内人士接受记者采访时表示，国内风电行业正积极探索叶片回收技术路径，目前较为主流的做法是将叶片打碎用作建材或者包装材料，或是用化学方式进行分解。但从现实操作来看，这两种处理方式无法满足庞大的叶片退役需求，经济性也相对较差，无法进行商业化推广和应用。

与此同时，风机大型化趋势带来的叶片大型化也给叶片回收带来新挑战。近年来，风机叶片长度和重量都在不断增加，从此前的 30 米、40 米增至现在的 100 米以上，叶片运输难度不断增加。

对于风机叶片回收市场的前景，上述业内人士认为，应尽快打破各行业之间的壁垒，实现风电与其他行业的合作，同时应加大研发创新投入。（李丽旻）

全球首例漂浮式风渔融合平台设计通过审查

中国能源报 2022.10.10

本报讯 近日，国家能源集团龙源电力设计公司依托科技项目“漂浮式海上风电关键技术研发与工程示范”开发的全球首例漂浮式风渔融合平台主体结构设计，通过中国船级社审查批准。

随着海上风电开发范围逐步迈向深远海，全球内掀起漂浮式风电技术与工程示范的浪潮。国家能源集团龙源电力设计公司开展了漂浮式海上风电项目的立项调研、平台选型、基本设计、详细设计、水池实验、养殖网衣试验等全过程研发工作，突破常规风电开发模式，采用“水上发电、水下养鱼”创新理念，实现了“平台结构、海洋空间、运营功能”多空间多层次共用。该项目拟建于福建南日岛国家级海洋牧场示范区，是全球首例将漂浮式风电开发与深远海渔业养殖技术融合的示范工程项目。

据了解，中国船级社是中国唯一从事船舶入级检验业务的专业机构，是海上风电和海上渔业养殖设施检验、认证及设计审批权威机构。该平台主体结构设计通过船级社审批是项目开发阶段的重要里程碑，将为下一步钢板采购、生产设计、船厂建造等工作提供有力技术保障，加速助推项目顺利实施，为我国深远海漂浮式风电开发及深海渔业养殖相融合起到良好的示范意义。（张琳）

海上风电：长坡厚雪，未来可期

中国自然资源报 2022.10.17

刚刚过去的夏天有多热？全球“电荒危机”已经说明了一切。为获得更多电力供应，不少国家开始“重操旧业”搞火电，德国、荷兰、意大利和奥地利等多个欧洲国家都在今年夏天宣布，要重开煤炭发电厂，增加火电的使用。显然，当前的风力、太阳能等发电项目，还难以满足全球性能源需求，提升新能源“贡献率”成为发展的必然。

近年来，在“双碳”目标明确的大背景下，我国大力推动新能源发电进程，其中，技术较为成熟、可开发潜力巨大的可再生能源发电——风电越来越受到重视。而相比陆上风电，海上风电优势明显。权威数据显示，截至2021年底，我国风电装机容量达32848万千瓦，连续12年稳居全球第一。2022年，作为我国海上风电平价元年，也是新增海上风电项目不再享受国家政策补贴的第一年。因此，对于已经抢占优先赛道的我国，今年的海上风电尤其值得关注。

9月26日，海南省海上风电产业招商推介会举行，21个风电项目集中签约，意向投资额超450亿元，海南海上风电产业联盟宣布成立；9月8日，我国首个多能互补大型能源基地群——辽宁海上风电、沿海核电等六大千万千瓦级能源基地开工建设；8月31日，国内首个“海上风电+海洋牧场+海水制氢”融合项目青洲四500兆瓦项目在广东阳江启动施工……近一个月来，海上风电频现大动作，貌似将借助今年4月末以来的触底反弹乘胜追击，再现往日“欣欣向荣”之景。

需求攀升 海风吹来积极信号

尽管近期多家风电企业陆续公布的半年报上演“冰与火之歌”，大部分业内人士依旧长期看好，认为海上风电将迎来新一轮高速增长。

需求端上，随着今年初《“十四五”新型储能发展实施方案》的印发，大规模开发海上

风电已成为国策，各省陆续出台的“十四五”海上风电建设规划目标也显得“雄心勃勃”。广东表示，2025年底海上风电装机规模达到1800万千瓦；江苏一口气规划了28个海上风电场址，规模接近1000万千瓦；山东计划2025年力争海上风电投运500万千瓦；福建提出，加大海上风电建设规模，新增开发1030万千瓦；浙江舟山更是明确了海上风电“省补”规划，全省享受海上风电省级补贴规模分别按60万千瓦和150万千瓦控制、补贴标准分别为0.03元/千瓦时和0.015元/千瓦时，“先建先得”。

随着海上风电招标屡创新高，积极信号持续释放。根据北极星风力发电网统计，今年前8个月，我国已有42个、总规模21.5吉瓦的海上风电项目进行了机组设备中标公示，招标规模较去年全年提升了6倍，装机需求明确。分析认为，上半年，因沿海地区疫情反复、原材料价格高企等因素，海上风电项目开工率较低，预计下半年，国内海上风电装机规模有望实现显著回升。

行业“内卷”助力海风平价上网

成本也不再是海上风电发展的“紧箍咒”。

一直以来，海上风电市场似乎总是“看起来很好”，却始终未能进入大发展阶段，归根结底还是成本问题——投入巨大，但难以在没有“国补”的情况下实现盈利。随着今年我国海上风电逐步进入平价时代，成本的制约越发微弱。

受益于2021年底的海风“抢装潮”，行业“内卷”不断加剧。比如，上海电气通过联合上游协同开发高性价比原材料，降低叶片材料成本，其自主研发的112米海上最长叶片于7月份成功下线；金风科技围绕核心设备研发与项目开发持续发力，由其自主研发的自升自航式海上风电安装平台关键设备——1600吨和600吨绕桩式起重机及升降系统现已开工建设；中天科技坚持设备与施工“两翼齐飞”，在打造适应未来风机大型化、深远海化的新一代海上风电安装船、施工船的同时，优化不同基础型式的海风项目施工方式，大幅提升安装效率；远景能源还将目光转向“智慧风电”，研发出一整套智慧储能系统解决方案，通过对风场和储能系统协同控制，优化风电场收益。

“内卷”加速技术升级，为降低成本创造空间。当前，除主轴轴承外，海风产业链各环节基本已实现国产化，整机环节大型化降本效应显现。

根据近期的招标数据，海上风电造价已从2021年20000元/千瓦附近，回落至14000元/千瓦左右，“十四五”期间，预计近海风电投资仍有1000~2000元/千瓦的降本空间。发电小时数在4000小时左右福建大部分地区，年底有望率先实现平价上网。事实上，从福建省发改委7月底公示的2022年首批海上风电竞争性配置项目结果来看，其中有项目申报电价下探至0.2元/千瓦时，比福建的燃煤发电上网基准电价0.3932/度还要低，颇有“跳过平价跃入低价”之势。有机构预计，未来2~3年内，国内年均预期发电小时数在2500~3500小时的大部分地区，可进入平价时代。

大势所趋 全球加速海风布局

全球电力缺口与气候变化，叠加今年以来尤为紧张的地缘局势，也促使加速布局海上风

电成为共识。

目前，波罗的海沿岸 8 国及欧盟已宣布将加强能源安全和海上风电合作，计划 2030 年将波罗的海地区海上风电装机量从 2.8 吉瓦提高至 19.6 吉瓦。白宫也提出了 2030 年海上风电装机达到 30 吉瓦的目标。

由“陆”转“海”，可谓大势所趋。前瞻产业研究院分析，随着技术的进步和成本的下降，全球海上风电市场规模在迅速扩张。按照国际能源署的统计数据，预计到 2040 年，仅海上浮式风力发电就可以满足全球逾 11 倍的电力需求。据此推算，到 2050 年就能实现全球净零碳排放目标。

“国补”退潮，“省补”接力，目前，广东、山东、浙江三省已相继出台海上风电省级补贴支持政策，这对于提振海上风电市场，推动海上风电向全面平价过渡具有重要意义。不过，降本增效仍是支撑整个海上风电迈入平价时代的必由之路，去年以来，从招标报价到设备成本，再到工程造价的大幅下降，已经印证了海上风电走向平价的大趋势，如今，需求“示好”，技术“撑腰”，大型化、一体化、国产化、智能化将持续推进海上风电降本增效的步伐。

虽然距离海上风电平价上网还有一段路要走，但是，长坡厚雪，未来将至。（陈佳邑）

英国浮式海上风电技术研发取得新进展

中国自然资源报 2022.10.21

【英国欧洲海洋能研究中心官网 10 月 10 日消息】总部位于苏格兰奥克兰的欧洲海洋能研究中心完成了一个总容量约 100 兆瓦的浮式海上风电试验场概念设计。拟议的试验场水深为 80 米~95 米，风浪条件良好，平均风速达 10.7 米/秒，包含 6 个泊位，用于测试额定容量最高 20 兆瓦的海上浮式风力涡轮机。此外，由英国海上可再生能源弹射器支持的浮式海上风能卓越中心正在启动两项新的战略计划，分别侧重浮式风电的电缆系统，以及系泊和锚固系统的相关技术研发，从而进一步推动浮式海上风电关键技术发展。

十、核能

扎实推进核安全文化建设

中国环境报 2022.10.12

核安全文化是文化在核行业的集中体现，伴随核能的发展而发展，深刻影响着核行业从业人员的信仰、态度和行为，核安全文化建设对推动核能安全有序发展、压实核安全主体责任具有关键性影响。扎实推进我国核安全文化建设，既是落实文化强国战略的政治要求，也是核能与核技术发展必须坚持的根本遵循。

核安全文化建设是行业健康、可持续发展的必然选择。核安全是国家安全体系的重要组成部分，是发展核事业的前提、基础和生命线。重视核安全文化建设，增强“人”的安全

责任，强化“物”的安全规范，做到“人人重视安全、事事落实安全、处处遵守安全”，落实落细“安全第一”的理念，有利于捍卫安全法规的威严，真正实现核行业健康稳定发展。

核安全文化建设是消除事故隐患的重要抓手。人为因素是核安全事故发生的直接原因，一些曾发生的辐射事故，大多是由于管理不善、违章操作等原因造成的。通过培育核安全文化，可以凝聚、培养从业人员核安全价值观，从而形成敬畏态度和规范行为，以有效的安全管理来防范、发现、解决安全风险，消除安全隐患。

核安全文化建设是降低运行维护成本的基本选项。核行业普遍投资大、建设周期长，一旦发生事故将影响深远，后果消除成本极高，具有“低风险率、高风险性”的特点。预防事故、及早发现并消除安全隐患是降低运行和维护成本的根本途径。只有每个人都发挥主观能动性，全力防止人为错误，才能高水平保障核设施安全运行，才能提高生产效率、降低管理成本，实现企业和谐、有序、健康发展的目的。

核安全文化建设是贯彻落实国家安全要求的有力举措。核安全是国家安全体系的重要组成部分，关乎国家安危、社会稳定、经济发展和人民健康，也关乎我国的国际地位。我国正处于由核能大国向核能和核与辐射安全监管强国转型的关键时期，必须着力推动总体国家安全观、中国核安全观和党中央关于国家安全及核安全的重要决策部署做实做细，必须坚持文化引领，推动文化强核深入人心，以进一步强化全民核安全意识，共同构筑维护国家安全的强大力量。

因此，要扎实推进核安全文化建设。一要健全制度体系，做到有章可循。“无规矩不成方圆”，核安全相关工作，都必须有依据予以指导和约束，这个依据就是法规、程序和标准规范。企业乃至监管部门，需要按照国家和行业的法律、法规、规程、规定，制定具体的、可操作性强的、能够指导各级员工进行工作的管理标准、技术标准和工作标准，而这些标准必须涵盖核安全相关的所有工作，一切按程序办事。

二要规范工作过程，做到有据可查。记录是各项活动实现质量控制的客观证据，也是评定质保体系运转有效性的依据。凡事有据可查能够规范工作过程，建立和落实责任追究制度，确保每一项核安全相关工作都有责任人负责；在出现问题时能帮助我们分析问题，追溯缘由，以作持续改进。凡事有据可查，关键在规范工作过程并记录下来。任何工作都要有详细记录，及时整理，形成的资料、文件要妥善保存，明确专人对档案资料进行科学管理，随时可以方便地进行查询和调用。

三要落实全员责任，做到有人负责。核能利用特别是核电投资成本大、技术复杂、安全要求高，这就要求过程中的每个环节都需明确到人，每个方面都有人负责，责任人必须对所承担的工作任务负责。凡事有人负责，关键在落实全员责任，就是将计划的每一步落实到具体的人来执行，每个方面都有人负责，这样才能按照计划实现核安全的总目标。

四要加大执行力度，做到有人监督。凡事有人监督是核安全目标得以实现的重要保证，是内部避免人因失误的具体举措，也是监督主体对责任主体的补充和促进。加大执行力度，

避免制度、程序成为“一纸空文”，这是落实凡事有人监督的关键环节。实现安全发展，不仅靠安全管理部门，还必须调动广大员工的积极性；不仅靠外部监督，还必须调动内部监督，对工作的实施情况、完成情况进行跟踪、监督和考核。只有不放过每个链条中的安全漏洞，做到精于事前、细于过程的全视角监督，才能真正防患于未然。

良好的核安全文化培育，需要我们不断地努力、探索。当前，我们要更加坚定不移地推动培育核安全文化，贯彻落实核安全观，让“安全第一”的信仰和“安全生产、人人有责”的理念成为确保核能与核技术利用事业安全发展的坚实屏障。（杨海峰）

东北首个核能供暖项目即将启动

每年可减少消耗原煤 1.2 万吨，生态环保效益显著

中国环境报 2022.10.12

近日，位于辽宁省大连瓦房店市的红沿河核电站正抓紧建设核能供暖项目，计划 10 月 25 日竣工，11 月开始供暖。这是东北首个供暖项目，今冬，红沿河镇居民就能用上核能供暖。

核能供暖并不是新鲜事，北有山东海阳、南有浙江海盐，两地已经先行。这次，红沿河项目缘何启动？核能供暖能够推广吗？其中又有哪些难点有待解决？

红沿河项目缘何启动？

红沿河核电站是东北地区首座核电站，也是东北地区最大的电力能源投资项目。今年 6 月下旬，随着 6 台机组全面投产，核电站在运总装机容量达 670 万千瓦，成为国内在运装机容量最大的核电站。核电站 5 号、6 号机组投运后，两台机组发电量约占辽宁省社会用电总量的 20%。

去年 6 月，核电站完成了核能供暖示范项目的可行性研究工作并通过专家评审，今年 6 月 28 日正式开工。项目相关负责人公开表示，目前项目已完成约 95%，启动后将覆盖在核电站周边 10 公里外的红沿河镇，供暖用户面积达 24 万余平方米。

红沿河核电站为何启动核能供暖项目？

在辽宁红沿河核电有限公司与国家电投东北电力有限公司签署的《核能供暖示范项目建设运维合作协议》中，红沿河项目是打造红沿河周边“零碳供暖小镇”新概念的示范项目。协议明确，未来，将探索更多领域、更广范围核能供暖的可行性，为“双碳”目标实现作出更大贡献。

事实上，无论是山东海阳还是浙江海盐的核电供暖项目，都受“双碳”目标的直接推动。海阳借助核能供暖，成为全国首个“零碳”城市，海盐依托核能正在紧锣密鼓打造全国首个“零碳未来城”。核能作为清洁低碳能源，已经显示出其在低碳转型方面的潜力和重要作用。

协议还指出，项目落地也是北方清洁取暖的政策要求。北京大学能源研究院气候变化与

能源转型项目副主任康俊杰认为，核能供暖能优化东北地区能源结构，大大缓解东北地区火电等能源供暖的压力。同时替代散煤，减少当地污染物排放。

去年11月，山东海阳核电基地的核能供热项目覆盖主城区后，就让当地12台燃煤供热锅炉成为过去时。而在红沿河镇，据《经济日报》报道，当地每年供暖季达152天，以前供暖主要采取电采暖、家庭式火炉和分散小锅炉房供暖，当地的小锅炉供热数量多且布局分散。

可见，生态环保因素是核能供暖项目启动的关键考量。由于核能是清洁低碳能源，根据先期规划供热面积计算，红沿河项目每年将减少消耗原煤量1.2万吨，减排二氧化碳1.4万吨、烟尘209余吨、二氧化硫60余吨、氮氧化物85余吨、灰渣0.26余万吨，生态环保效益显著，能有效缓解当地供暖季环境污染压力。

核能供暖能够推广开来吗？

在世界范围内，核能供暖有着广泛应用。目前，全世界400余台在运核反应堆中有超过1/10的机组已实现热电联供。在我国，除了红沿河、山东海阳、浙江海盐三大核电基地所在地进行核能供暖外，据《中国能源报》报道，江苏田湾核电站也正在推进供热供暖事宜。那么，核能供暖能够推广开来吗？

中国电力企业联合会专家委员会副主任委员王志轩说，我国核能供暖已具备较为成熟的技术条件。过去，一方面，建设核电的主要是为了解决电力不足的问题，在设计建造时并没有考虑到热电联产的需要。另一方面，受保温技术、材料以及供热条件等的限制，集中供暖的热源与负荷之间的供热半径较短，只能覆盖10公里-30公里。而随着技术发展、资源节约和环保要求的提高，尤其是低碳发展的需要，长距离供暖越来越可行，目前供暖距离一般能达到50公里，甚至100公里。

记者了解到，今年7月，海阳核电基地900MW远距离跨区域核能供热工程开工，计划2023年投运。届时，供热区域可达青岛、威海地区，其距离正好各在100公里左右。

康俊杰也认为，随着长距离热管网的推广，核能供热的范围会越来越大，未来核能供暖将迎来大发展，而且应该是东部地区民用、商业供热的重要补充力量。同时，他表示，目前核能供暖的主要形式是基于现有的大型核电厂，利用核电站的抽汽/余热向热网供热，如果未来沿海、内陆低温小型供热堆能够核准建设，将形成对燃煤、燃气供热的大规模替代效应。

核能供暖有哪些难题需要解决？

康俊杰说：“与其他供热方式比较，核能供暖不仅清洁低碳，而且具有价格低、供热稳定、能够实现规范管理3个方面的优势。电采暖、热泵、地热等供热需要高额的电费或复杂的设备，而核电燃料成本低、设备简单且数量少、维护成本低；核能够长周期地以稳定负荷运转。因此，供热更加稳定；核能供热还能够与传统的燃煤、燃气供热管理系统、管网系统完全耦合，可以对整个系统进行全环节的监测和职能管控，可以根据天气等进行适时调

控，实现规范管理。”

不过，核能供暖在技术和建设方面还有难点需要攻克。康俊杰表示，一是采用抽气方式供暖影响了发电环节的温度、压力等参数，原有的核能发电环节需要进行相应的控制系统改造；二是目前核能供热缺少相应的标准，既要遵循核能发电的标准，又要遵循供热标准，应该尽快出台核能供热相关的技术和建设标准。

综合来看，核能供暖技术可行、优势较足，也有示范项目先行，但王志轩提示，其他核电厂仍然不能简单“复制粘贴”，而要因地制宜，“每个核电机组的技术设计以及每个地方的热源配套都不相同，不能生搬硬套。另外，核能供暖一个重要的发展前提就是既要算生态账，也要算经济账。供暖管网以及相配套的设备成本都不低，一定要根据地方和项目实际情况，考虑综合效益。”

新闻链接

1. 核能供暖安全吗？

康俊杰说，核能供热因为采用了多级换热的方式，核电站与供热用户之间设置了多道物理隔离装置；不同回路之间只有热量的传输而没有水的交换，不会有任何放射性进入用户供热、供气管道，因此绝对安全。

王志轩则表示，核反应堆产生热能与用于发电、供热的热能，分别通过不同的热回路进行能量交换，它们之间是完全隔离的，只有能量交换而无物质交换。且供热所需的热能是从发电用的蒸汽环节抽取，因此没有安全问题。在保障核电运行安全的前提下进行热电联供，核电机组的安全性不会因为供热就下降了，如果热电之间的统筹运行得当，核能供暖在一定程度上可以提高核电出力的稳定性。但供热工程本身要更加注意安全管理。

2. 核能供暖费用更贵吗？

王志轩指出，运用核能供暖，居民采暖费可以更便宜而非更贵，主要原因是如果用化石燃料锅炉来供热，燃料费是主要运行成本，而用核电站热电联产供热，因为大大提高了热能的梯级利用程度，从而大大减少了燃料的消耗量，且相比较而言，核能热电联供比火电热电联供的燃料成本相对更低。对于一个具体项目来说，核能供暖费是高还是低，更多取决于供热半径的长短及系统成本大小，据此进行测算。

记者查阅资料发现，使用核能供暖后，海阳居民供暖费从22元/平方米降到21元/平方米，而海盐供暖费用是30元/平方米，这个价格与长三角地区集中供暖的城市徐州差不多，徐州供暖费用是27.8元/平方米。（邓玥）

建设四个国控监测点位、十五个省控监测点位 张掖实现辐射环境监测点位全覆盖

中国环境报 2022.10.12

近年来，甘肃省张掖市聚焦核与辐射安全监管体系和监管能力两个现代化目标要求，稳

步推进监管法治化、规范化建设，实现放射源全过程安全管控，辐射事故应急体系建设进一步加强，全市核与辐射安全水平稳步提升。截至2021年，全市共有核技术利用单位117家、在用密封放射源11枚；射线装置275台；已建成的110kV以上变电站31座，110kV以上输电线路3090多公里；移动基站数超过2700个。

夯实基础，辐射环境监测网络建设不断完善。目前，张掖市建设的辐射环境监测点位从2012年的1个增至19个，其中国控监测点位4个、省控监测点位15个，基本实现全市覆盖。2021年，张掖市两个国控辐射环境空气自动监测站获取监测数据210万个，有效数据获取率达90%以上；1个水体放射性在线自动监测站获取监测数据约3.5万条，有效数据获取率达95%以上；电磁环境监测数据约1051万条，有效数据获取率达95%以上，辐射环境监测数据质量得到进一步提升。

靠实责任，辐射安全监管工作实现新飞跃。张掖市常态化开展核技术利用单位监督检查，核技术利用单位辐射安全许可证持证率、废旧放射源收贮率均实现100%；积极开展核与辐射安全隐患排查3年行动，检查企业360余（次），发现并整改问题131个，核技术单位辐射安全管理水平进一步提升，实现了连续多年安全无事故；组织废旧放射源收贮，安全收贮闲置（废旧）放射源46枚，狠抓辐射监管数据库质量提升，补充完善相关信息两千余条。

靠前服务，辐射类项目“放管服”水平不断提高。扎实做好辐射类项目环评审批和辐射安全许可证权限下放承接工作，审批辐射类建设项目环评文件42个。张掖市依托环评审批服务平台，采取网上受理、网上评估、网上审批的“云服务”模式，大幅提高审批效率。落实国家和省市“六稳”“六保”要求，对涉及疫情防控需要的放射性诊疗设备，按照特事特办的要求，优先予以办理。办理办结151家核技术利用单位辐射安全许可证核发、变更、延续和注销。

从无到有，核与辐射应急能力得到新提升。张掖市修订完善了《辐射事故应急预案》，配置应急监测车1辆、低本底高纯锗 γ 谱仪等应急监测仪器7台（套）、辐射防护服3套，基本满足当前一般辐射事故的处置能力。2019年，张掖市首次开展了模拟放射源使用中一般辐射事故的应急演练，辐射事故应急处置能力和水平稳步提升。（胡凤姣 汪蛟）

“将太阳装进瓶子”梦想能实现吗？

参考消息 2022.10.24

【英国《新科学家》周刊10月22日一篇文章】题：一大批核聚变初创企业能否带来无限的清洁能源？（作者 托马斯·卢顿）

1951年3月，阿根廷总统胡安·庇隆宣布了巴塔哥尼亚北部卫姆岛上一个秘密项目的结果。他说，该国科学家已经实现核聚变，将对太阳供能的反应进行开发利用，这预示着未来能源能够“像牛奶一样，装在半升的瓶子里”出售。但事态很快变得难看起来，研究人员从卫姆岛归来后报告说，整件事情是一场耗费巨资、令人尴尬的骗局。卫姆岛闹剧是一个

极端的例子。不过，人们还是前赴后继地试图将恒星能量转化为用之不竭的清洁能源。

仅在过去一年里，私营核聚变公司获得的投资就超过该行业在历史上吸收的投资总额。核聚变科学家梅勒妮·温德里奇说：“投资者认为，核聚变会成功。”一些公司甚至承诺在十年内建造商业核聚变反应堆。

然而，目前很难判断的是，国家出资的大型核聚变项目最近取得的进展，加上私营企业正在开发的新技术和反应堆设计，是否真构成了一个转折点。当我们将当前的热潮进行抽丝剥茧的审视，能够得出核聚变反应堆在 2030 年前后向电网供电的结论吗？

实验室里制造“小太阳”

核聚变的物理原理很简单。核裂变是现有核电站所做的事情，通过铀等重原子衰变释放能量。相比之下，核聚变涉及将非常轻的元素（通常是氢）的原子核聚合成更重的原子核。每个新形成的原子核的总质量小于原来那两个形成聚合的原子核的重量之和，缺失的质量释放为巨大的能量。这就是太阳的供能过程。

然而，在地球上制造一个微型太阳绝非易事，因为自我维持的核聚变只有在恒星核心高得离谱的温度和压力下才能发生。即使我们在实验室中成功启动了核聚变，反应也会很快结束。英国曼彻斯特大学的核聚变科学家李·马吉茨说：“这异常困难。我们正在尝试做太阳正在做的事情，不会产生太阳耀斑，而且是在一个小得多的容器里。”

太阳耀斑是等离子体的强烈爆发，以每小时数百万公里的速度不规则地喷射到太空中。它们象征着核聚变物质所具有的极其不稳定的性质。温德里奇说：“等离子体是一种难以摸、美丽的物质状态。”

对于在世界各地的实验设施中追求实现核聚变的人来说，这是一个挑战。在许多情况下，这些反应堆使用了甜甜圈的形状，被称为托卡马克装置，利用磁场使等离子体悬浮，以控制等离子体，同时注入能量以启动核聚变反应。只有当等离子体变得足够热，以足够高的密度维持足够长的时间时，反应堆就会进入“点火”状态，这意味着核聚变反应可以自我维持。

在这一方面，目前已经取得进展。今年 8 月，由罗龙洙（音）领导的韩国首尔大学团队利用韩国超导托卡马克高级研究（KSTAR）装置，在大约 6 倍于太阳核心温度的情况下实现了 30 秒的核聚变反应。2021 年 12 月，在英国牛津的欧洲联合环状反应炉（JET），在持续 5 秒的反应中产生了 5900 万焦耳的热能，创造了全球核聚变的新纪录。温德里奇说：“如果我们能够维持 5 秒钟，就意味着有可能维持 5 小时。”

核聚变发电仍不成熟

但点火只是开始。这些国家资助的核聚变实验从来没有被设计成发电站。在短暂实现核聚变之后，人们便关闭反应堆，仔细研究结果，并对实验进行改造。美国普林斯顿大学的史蒂夫·考利说：“我们不知道的是，我们用核聚变发电的成本是否会低于消费者愿意支付的电价。”

在过去一年里，美国国家点火设施（NIF）的科学家们一直无法重复实现可持续的核聚变反应。内爆胶囊中的微小瑕疵可能意味着它们的金刚石外壳碎片会散落到等离子体中，对核聚变反应产生干扰。对了，每个胶囊目前的成本是大约 100 万英镑。

即使采用久经考验的托卡马克装置，实验反应堆也只能短时间运行。欧洲联合环状反应堆的 5 秒纪录受到反应堆铜线圈的限制，如果受到核聚变过程中释放的中子太长时间的轰击，铜线圈就会过热。试验性托卡马克装置的笨重和复杂性也意味着它们的建造可能就需要几十年的时间——掌握使用还要很多年。

最重要的是，还没有人实现从点火到净发电的飞跃。显然，获得的能量比投入的能量多是建设任何发电站的先决条件。美国国家点火设施是现有纪录的保持者，产生的能量是注入内爆胶囊的 70%。国际热核聚变实验反应堆的团队表示，该反应堆释放的能量将是投入能量的十倍——但要等到 2035 年之后。

欧洲国家核聚变实验室组织 EUROfusion 的项目经理托尼·多内估计，我们要等到本世纪 60 年代，核聚变才能产生可观的电力。有鉴于此，你或许会奇怪，为什么一众私营企业会把“十年内实现商业核聚变”看作一个合理目标。

迎来一波投资热潮

可以确定的是，目前迎来了一波核聚变投资热潮。根据美国核聚变产业协会（FIA）的最新调查，其所代表的 30 余家公司在过去一年里宣布得到了 30 亿美元的私人融资，外加来自政府的 1.17 亿美元。

总部设在美国马萨诸塞州的英联邦聚变系统公司（CFS）是其中一家获得众多支持的公司。该公司最近展示了一种由新型高温超导体制成的磁体，功率是当今最好的托卡马克磁体的两倍，由此筹集到 18 亿美元。这应该意味着人们可以对核聚变等离子体施加更大的压力，防止热量散失，使建造更小的反应堆成为可能。CFS 宣称，到 2025 年，该公司的反应堆发出的能量将超过投入。该公司首席执行官鲍勃·马姆加德表示：“我们目前不是处于发现模式，而是处于执行模式。”

英国的托卡马克能源公司和计划中的由英国政府出资建设的球形托卡马克能源生产（STEP）反应堆，都将使用一种新型的球形托卡马克装置。这使得反应堆可以变得更小，因为对于相同体积，球体表面积比甜甜圈小，所以磁场可以更有效地推动。与 CFS 一样，托卡马克能源公司表示将在 20 年代中期启动试点反应堆，并在 30 年代初启动商业反应堆。

在实现将太阳装进瓶子里的梦想之前，还有很多工作要做。那些私营核聚变公司宣称，它们需要的只是适当的投资，投资规模与任务大小和潜在回报成正比。当然，核聚变从未真正得到政府的适当支持。多内说：“（让政府）跟上节奏并不容易。”

我新一代核聚变装置创造运行新纪录

科技日报 2022.10.21

科技日报北京10月20日电（实习记者都芑）随着倒计时归零，大屏幕上一阵强光闪过，数据分析小组传来了好消息：我国新一代“人造太阳”托卡马克装置（HL-2M）等离子体电流突破100万安培（1兆安），创造了我国可控核聚变装置运行新纪录！

中核集团核工业西南物理研究院聚变科学所副所长（主持工作）、HL-2M实验负责人钟武律20日在接受科技日报记者专访时表示，此次突破标志着我国核聚变研发向着聚变点火迈进重要一步。

衡量核聚变装置及核聚变研究水平有三个参数：燃料的离子温度、等离子体密度和能量约束时间。只有三个参数的乘积超过特定数值，才能够实现真正的核聚变。而等离子体电流的大小将显著影响三个参数中的等离子体密度和能量约束时间。

“我们的托卡马克装置其实就是在一个大型真空容器里面注满气体，然后把气体电离变成等离子体，再用强磁场把带电粒子控制住，让它在真空容器里面悬浮起来。”钟武律说，要让未来的托卡马克聚变堆运行，等离子体电流必须超过1兆安。

HL-2M作为我国先进磁约束核聚变实验研究装置，是我国目前规模最大、参数能力最高的托卡马克装置，其等离子体电流能力可达2.5兆安以上，等离子体离子温度可达1.5亿摄氏度，能够实现高密度、高比压、高自举电流运行。

未来HL-2M将继续有条不紊开展后续实验工作，冲击更高的等离子体电流和离子温度等参数，全面提升核聚变三参数，实现我国“人造太阳”研究新的飞跃。

十一、其它

构建新型电力系统绕不开煤电

——访中国华能集团有限公司科技创新与信息化部主任许世森

中国能源报 2022.10.10

“双碳”目标提出后，我国能源转型进程不断提速，特别是可再生能源产业迅速发展。预计未来以光伏发电、风电等为代表的可再生能源电力占比将不断提升，成为能源供应的主力军。在上述背景下，构建新型电力系统势在必行。然而，富煤贫油少气是我国的基本国情，要夯实国内能源生产基础，就要保障煤炭供应安全。同时，不同于传统一次能源，新能源和清洁能源发电具有波动性，因此，发展可再生能源还需要煤电发挥调节性电源的作用。

作为我国煤电企业龙头，中国华能集团有限公司（以下简称“中国华能”）如何看待煤电在新型电力系统构建过程中的角色转变？在促进新能源和清洁能源发展的过程中，煤电如何保障电力系统的安全可靠稳定运行？对此，本报记者近日专访了中国华能科技创新与信息

化部主任许世森。

■■■需发挥煤电“压舱石”作用

中国能源报：应如何看待煤电在构建新型电力系统过程中的作用和角色？

许世森：在过去几十年中，我国已经形成了以化石能源发电为主体的电力系统，不论是规划建设还是安全运行，均已十分成熟，有效保障了电力的可靠供应。稳定，是以化石燃料发电为主体的电力系统的最主要特征，发电侧较为稳定的输出、一定的备用容量和调节性能等都是保证我国电网供电可靠性处于国际领先地位的重要原因。

在“双碳”目标下，我国电力系统正加快向以高比例新能源为主体的新型电力系统转变，电力系统的结构形态将发生根本性变化，从高碳电力系统转变为深度低碳或零碳电力系统，支撑全社会高度电气化，搭建起实现“双碳”目标的重要平台。可再生能源发电的随机性、波动性和不确定性将给电网安全运行带来巨大挑战，电网维持电量实时平衡难度大幅增高。要解决这一难题，就要考虑如何从电源侧弥补或调节新能源的不确定性，使电网保持与以化石燃料为主体的电力系统同等的稳定性。最有效的解决办法是采用天然气发电，以此作为调节电源，发挥调节和黑启动作用，这是目前欧美等国家通常采用的方法。

但是，我国富煤贫油少气的能源资源禀赋决定了天然气发电容量有限，目前我国天然气发电占比不足3.5%。而各种储能技术正在发展中，其调节的容量、调节的周期、技术经济性难以独立支撑未来的新型电力系统，还有很长的路要走。因此，煤电仍是当下及未来较长一段时期内保障能源电力安全稳定供应、构建新型电力系统不可或缺的一部分，是保障国家能源安全的“压舱石”。从发电企业的角度来看，我们要在大力发展新能源发电的同时，提高煤电的支撑与调节作用，做好煤炭清洁灵活高效利用这篇文章。

煤电既要担负起调节作用，还要做好应急保供和兜底保障工作。目前，我国能源活动排放的二氧化碳总量占比达88%，其中电力领域二氧化碳排放约占40%。要实现“双碳”目标，能源是主战场，电力是主力军。煤电面临二氧化碳减排的难题，国内外的研究和示范表明，碳捕集、利用与封存（CCUS）技术是煤电大规模减排二氧化碳的重要技术途径。

■■■CCUS 技术大有可为

中国能源报：在处理和利用大规模二氧化碳方面，目前我国有哪些经验？

许世森：尽管CCUS是一种可行的减排技术，但要实现商业利用还面临诸多挑战。由于二氧化碳具有稳定的化学性质，捕集和解析二氧化碳是一个复杂的反应过程，因此，必须找到正确的途径并克服其中的瓶颈。将二氧化碳大量成功捕集后，封存环节还面临着储存容量和成本等一系列制约。

根据地质领域的研究，我国六大盆地具有巨大的二氧化碳地质封存潜力，约为1—2亿吨。在“双碳”背景下，2060年我国二氧化碳年排放量可降到20—30亿吨，因此，我国具备在较长时间内封存二氧化碳的地质条件。随着技术不断进步，预计未来将具备大规模实施二氧化碳捕集和封存的技术和条件。中国华能早在2006年就开始了CCUS技术研究工作，

得到国家 863 计划、国家科技支撑计划的支持，于 2009 年研制出世界首套 12 万吨/年的燃烧后二氧化碳捕集工业系统，于 2015 年研制出世界首套规模 10 万吨/年燃烧前二氧化碳捕集工业系统。目前，中国华能负责的国家能源重大科技示范项目——150 万吨/年的煤电 CCUS 全流程示范工程，该工程 2022 年开工，计划 2023 年建成，建成后将成为国际规模最大、能耗最低的煤电二氧化碳捕集工程，捕集的二氧化碳将注入附近的油田，在提高石油采收率的同时，实现二氧化碳的地质封存。

“双碳”目标提出后，CCUS 技术的研发需求更加迫切，得到社会各界的广泛关注。国务院发布的《2030 年前碳达峰行动方案》、国家重点研发计划等均将 CCUS 列为绿色低碳关键核心技术开展攻关和示范。最近依托中国华能建设的“高效灵活煤电及碳捕集利用封存全国重点实验室”是国家首批启动的全国重点实验室，其主要研究目标就是开发煤电灵活高效和 CCUS 技术，实现煤电的灵活高效及二氧化碳近零排放。

■■■ 煤电清洁高效利用是符合国情的有效探索

中国能源报：为助力新型电力系统建设，煤电还需要哪些改造升级？

许世森：高效灵活的煤电技术一直是发电行业技术创新的重点，未来希望通过提高煤电的灵活性，同时配合 CCUS 技术，将二氧化碳捕捉、封存，从而达到零排放，煤电依然可以稳定发挥电源支撑作用。

我国在超超临界燃煤发电及超净排放方面处于国际领先地位。截至今年 6 月，在中国华能的燃煤机组中，超过 52% 的机组是 60 万千瓦及以上的大型机组，包括 17 台已投产的百万千瓦等级超超临界机组和国内首批采用超超临界二次再热燃煤发电机组。目前公司火电机组能耗水平稳居行业领先地位，污染物排放水平符合或优于国家标准，燃煤机组均已实施烟气超低排放改造。

此外，中国华能也在研究“煤电 + 熔盐”储热技术，构建基于煤电机组的储能系统，即“卡诺电池”，实现跨周、跨月储能调节。这种季节性调节类似于抽水蓄能，把热储存一段时间后再利用。我国煤电厂数量众多，利用这一技术，可发挥现有煤电厂的能力，盘活煤电资产，是符合我国国情的有效途径。（苏南 董梓童）

“整体开发”引领海上油田高质量发展

中国电力报 2022.10.12

核心提要

◆ 将渤海海域作为一个有机整体融入京津冀一体化发展的大格局中，推动渤海油田“共享、协同、高效、绿色”发展

◆ 海上油田整体开发体现了系统思维，其核心理念是不同维度的一体化，包括数字化智能化专业应用与管理一体化等三个层次

◆ 整体开发意义重大，任重道远，需从技术、标准、建设、管理和运维 5 个方面入手

定目标，顶压突破

2021年，渤海油田成功建成我国第一大原油生产基地，原油增量约占全国增量的50%。在产量快速增长的同时，渤海油田探索出了一条从大油田独立开发，到多油田联合开发，再到油气富集区带区域开发的海上油田特色发展之路，为实现年产量从1982年的10万吨到如今3000万吨的历史飞跃提供了强力支撑。

当前，渤海油田勘探开发面临新发现储量品位低、老油田稳产难度加大、海域使用受限等难题，亟须迈入整体开发新阶段，以整体统筹设计引领2025年油气上产宏伟目标迈进。

增储上产面临的挑战及整体开发模式的提出

党的十八大以来，中国海油奋勇当先，推动渤海油田油气产量迈上新台阶。而新形势下，其上产稳产面临重重挑战。

从新发现储量看，近年来小规模、低丰度、低渗、稠油、潜山等低品位储量占比持续增加，经济有效开发难度大；从产量看，主力在产油气田普遍进入高含水阶段，设施处理能力趋于饱和，老油田提液受限，稳产难度越来越大；从工程设施看，海上工程装备建造成本高，改造空间小，井槽、工程设施亟待与地下资源进行整体统筹；从用海状况看，受通航等外部因素影响，大量已探明储量动用受限，难以转化为有效产能。面对新形势、新要求，须以全局视角、系统思维、前瞻意识，擘画渤海油田增储上产新蓝图。

导向正则方向明，整体开发的战略构想由此应运而生。从国家能源发展战略需求出发，突破局部油田群的区域开发理念，将渤海海域作为一个有机整体融入京津冀一体化发展的大格局中，贯彻绿色智能高质量发展理念，立足当下着眼未来，统筹设计地下油气资源“一网”与海上工程“五网”（油、气、水、电、信）时空域协同，画出路线图，厘定发展技术策略、保障措施，推动渤海油田“共享、协同、高效、绿色”发展。

做一个形象的比喻——要想富先修路。铁路网、公路网的建设打通了人力资源和物产资源流通的主动脉、畅通了微循环，带动了各地城乡协同发展，“以富带贫”共同致富；而整体开发就好比修建高速公路，仅依靠单个油田（群）、作业区的力量，难以统筹配套服务设施、建设费用预算等，各油田只能“自扫门前雪”，而如果通盘考虑，以整体效益统筹规划建设，则更容易实现“高速公路”的有效配置和高效利用，最大限度地惠及各区。

从现实条件看，渤海油田迈向整体开发新阶段的历史契机业已成熟。渤海油田油气富集和分布规律已基本明确，并已建成近170座海上平台、4艘FPSO（浮式生产储卸油装置）、超2000公里油气集输管网和6大陆地油气处理终端，地下“资源网”和地面“设施网”两张网的成型，为渤海油田迈向整体开发的新时代奠定了坚实基础。

多层次一体化，诠释海上油田整体开发新理念

海上油田整体开发鲜明体现了系统思维，其核心理念是不同维度的一体化，包括勘探—开发—工程一体化、资源—建设—运营一体化、数字化智能化专业应用与管理一体化等3个层次。

勘探—开发—工程一体化，“一网+五网”协同发展增效。传统海上油田勘探开发模式下的研究阶段界限清晰，工作首尾相连，层层递进，这种“接力赛”模式在实践过程中逐渐显现出开发建产周期被拉长、工程设施对待发现资源考虑不足等弊端。整体开发构建“一网+五网”，走“六带”发展之路。将海域大区作为一个整体统筹考虑，勘探评价、开发研究和基本设计等各阶段研究工作相互渗透、齐头并进，好带差，优带劣，大带小，常（规）带非（常规），局部带整体，当下带未来，加快油田评价研究和开发建产节奏。另一方面，整体开发构建“一网+五网”，加强现状和未来统筹，对待发现资源量做好地面工程预留，避免“发现一个，建设一个”导致地下资源与地面设施时空匹配性差而出现的“卡点”“堵点”。

资源—建设—运营一体化，“三位一体”系统降本增效。海上油田开发建设成本高，为实现降本增效，整体开发模式提出资源、建设和运营一体化的系统降本对策。服务资源方面，整体开发统筹全局需求，协调配置海上服务资源，实现服务资源的最优布局和供需平衡，提高海洋作业装备利用效能。油田建设方面，通过标准化设计实现源头降本，通过模块化采办和模块化组装节费用资，依托工程标准化和模块化实现海上工程设施的“即插即用”，大幅加快油田建产步伐。生产作业方面，充分发挥“五网”合一效能，推行移动共享生产作业模式，减少动复员次数，节省生产操作费，提升油田开发全过程经济效益。

数字化专业应用与管理一体化，渤海油田智能化高质量发展。数字化智能化技术为海上油田勾勒出了无人化操作、可视化油藏、协同化运营、科学化决策的发展愿景。数据治理方面，依托过去40年积累的海量勘探开发数据，建设标准统一、集中管理、服务共享的海上油田“数据湖”，打破数据“孤岛”，实现基于数据价值的增值创效。系统整合方面，建设海上油田勘探开发一体化协同研究平台，优化业务逻辑，实现业务贯通，推进跨专业、跨地域、跨层级的生产、科研和管理协同。生产运营方面，无人化操作将有效提高安全生产系数，降低生产操作费，协同化运营将基于实时信息共享，实现动态预警和联动决策。

立足五大体系，打造海上油田整体开发新范式

整体开发意义重大，任重道远，需从技术、标准、建设、管理和运维五个方面入手锚定目标，顶压突破。

筑牢技术根基，创建海上油田整体开发技术体系。整体开发面向整个海域油气勘探开发的全寿命周期，为此需要攻关统筹时空域的前瞻规划技术，引领整体开发方案研究。同时，需针对小规模、低丰度、低渗、稠油、潜山等低品位和难动用储量开发技术，“新优快”、大位移井等钻完井技术，浅水水下生产系统等海洋工程技术等特定领域持续深化科技攻关。

搭建标准框架，编制海上油田整体开发标准体系。整体开发涉及业务面广，专业领域多，需对现有海上油田标准体系进行全面梳理，明确现有标准对整体开发模式的适应情况，针对性地新编整体开发技术标准和管理规范，形成适应整体开发需求的标准体系，统一各业务界面的接口和流程。

转变服务模式，打造海上油田整体开发建设体系。要研发可移动钻井、修井作业平台及机具，论证生产平台钻修机及构件改造可行性，为移动共享作业提供支撑；要革新服务合同模式，由传统单个或几个油田招标转变为全海域集中招标，实现源头控本；要统筹规划作业量，规避远距离迁徙作业及作业空档；要继续提升工程设计建造标准化和模块化水平，降低开发成本。

加强组织管理，完善海上油田整体开发管理体系。要加强集团公司、油公司、服务公司 and 科研机构的协调力度，确保沟通渠道畅通；要成立整体开发工作专班等管理实体，加强组织领导；要完善管理制度体系，加强绩效考核，完善奖惩机制；要加强整体开发技术管理人才培养，建设一支知识面广、综合素质水平高的复合型人才队伍。

建立反馈机制，构建海上油田整体开发运维体系。要健全运行维护机制，跟踪整体开发研究计划及指标，及时发现运行中出现的问题并建立反馈和后评估机制，不断优化实施整体开发方案；要建立勘探开发一体化协同研究平台，实现海上油田全过程全业务链条的数据资料价值的充分挖掘。

统筹推进整体开发对于渤海油田上产并长期稳产意义重大。渤海油田整体建成地下“一网”与海上“五网”协同，主动脉互享互通、微循环畅通无阻，工程设施标准化建造、服务作业移动共享，实现运维管理陆上化、油藏管理可视化、决策管理智能化，推动这一国内海上最大油气资源保障中心“共享、协同、高效、绿色”高质量发展。（米立军）

多维发力基础设施建设 保障“人人享有电力”

科技日报 2022.10.20

“11 亿千瓦

我国可再生能源发电总装机突破 11 亿千瓦，比十年前增长了近 3 倍，占世界可再生能源装机总量的 30% 以上。水电、风电、光伏、生物质发电装机规模和在建核电规模稳居世界第一。”

基础设施是经济社会发展的重要支撑，其中能源基础设施建设是保障国家能源安全的重要支撑。十年来，我国能源基础设施建设成绩如何？不妨用数据来说话。

“发电装机、输电线路、西电东送规模分别比十年前增长了 1.2 倍、0.5 倍、1.6 倍。”国家能源局规划司副司长宋雯介绍，从保障能源供应的基础设施来看，我国建成了全球规模最大的电力系统，发电装机达到 24.7 亿千瓦，超过 G7 国家装机规模总和。35 千伏及以上输电线路长度达到 226 万公里，建成投运特高压输电通道 33 条，西电东送规模接近 3 亿千瓦。

国家能源局电力司司长何洋在介绍推动重大电力项目建设投产情况时表示，今年上半年我国新增投产电源 7000 万千瓦。从 2021 年 7 月至今年 6 月底迎峰度夏之前，各类电源投产总和是 1.8 亿千瓦。此外，我国新投产了陕北到武汉、白鹤滩到江苏等跨省区的输电通道，

向华东、华中地区输送能力增加了1200万千瓦。

从油气来看，宋雯介绍，目前，我国油气“全国一张网”初步形成，管网规模超过18万公里，比十年前翻了一番，西北、东北、西南和海上四大油气进口战略通道进一步巩固。

十年来，促进绿色转型的能源基础设施加快建设。“我国可再生能源发电总装机突破11亿千瓦，比十年前增长了近3倍，占世界可再生能源装机总量的30%以上。水电、风电、光伏、生物质发电装机规模和在建核电规模稳居世界第一。”宋雯说。

宋雯还提到，我国已建成的充电基础设施约400万台，形成了全球最大规模的充电网络。我国累计建成加氢站超过270座，约占全球总数的40%，位居世界第一。

未来，我们将看到更多清洁低碳的能源基础设施。

十年来，能源惠民利民成果丰硕，能源普遍服务水平显著提升，“人人享有电力”得到有力保障，能源民生基础设施日益普惠化。“城乡用能基础设施进一步完善，终端用能电气化水平十年来从22.5%提高到27%，提升了近5个百分点，人均用电量超过英国、意大利等国家。”宋雯说。

数据显示，十年来，国家下达农网改造投资超过4300亿元，先后实施无电地区电力建设工程和农网改造升级，大电网覆盖到所有县级行政区，实现了村村通动力电，农网供电可靠率达到99.8%，在发展中国家里率先实现了人人有电用；全面完成光伏扶贫工程，累计建成装机2636万千瓦，惠及10万个村；因地制宜实施取暖设施改造，北方地区清洁取暖率达到73.6%。

值得一提的是，十年来，新型能源基础设施也蓬勃发展。

据介绍，能源基础设施数字化智能化水平持续提升，智能电网加快建设，2021年配电自动化覆盖率超过90%；智能化煤矿建设加速，已建成800余个智能化采掘工作面；建成多个5G+智慧火电厂，生产物联网系统覆盖众多油气田；新型储能多元化快速发展，规模超过400万千瓦。

“经过多年发展，我国已成为世界能源生产第一大国，构建了多元清洁的能源供应体系，形成了横跨东西、纵贯南北、覆盖全国、连通海外的能源基础设施网络，有力保障了经济社会发展用能需求。”宋雯说。（刘园园）

我国勘探发现首个深水深层大气田

科技日报 2022.10.21

科技日报北京10月20日电（记者操秀英）中国海油10月19日晚宣布，在海南岛东南部海域琼东南盆地再获勘探重大突破，发现了我国首个深水深层大气田宝岛21-1，探明地质储量超过500亿立方米，实现松南—宝岛凹陷半个多世纪来的最大突破，是加快深海深地探测取得的有力进展。

在海洋油气勘探领域，一般把水深超过300米的水域称为深水，把井深超过3500米的

井定义为深层井。此次发现的宝岛 21-1 气田位于海南岛东南部海域深水区，最大作业水深超过 1500 米，完钻井深超过 5000 米，距离“深海一号”超深水大气田约 150 公里，海洋地质条件极端复杂。

据介绍，上世纪 80 年代对外合作以来，中国海油不惧复杂的地质条件，四探“宝岛”，但始终未找到规模发现。进入新时代以来，中国海油利用新的勘探技术，向更深层进发，五探“宝岛”，终于发现了一批新的有利构造。通过目标优选，中国海油研究人员发现，宝岛 21-1 具有大型三角洲发育的构造背景，最有可能是一个大中型气田。部署的第一口预探井就钻遇气层 113 米，创下深水区单井气层最厚的纪录。经测试，日产天然气 58.7 万立方米。评审批复天然气探明地质储量超 500 亿立方米，凝析油探明地质储量超 300 万立方米。

中国海油海南分公司总地质师吴克强表示：“随着地层的加深，地震等基础资料品质就变差，储层预测、含气性分析、构造落实的难度成倍加大，钻井难度也大幅提高。宝岛 21-1 的成功发现，不仅证实了宝岛凹陷的勘探潜力，也表明我们在深水深层勘探技术上取得了重要突破，对类似层系的勘探具有重要的指导意义。”

按照中国海油整体规划，到 2025 年，我国南海莺歌海、琼东南、珠江口 3 个盆地总体探明天然气储量可达 1 万亿立方米，建成“万亿方大气区”。通过已建成的亚洲最大“崖城—香港”的海底输气主管线，海底的优质清洁能源将直通粤港澳大湾区和海南岛，为区域建设和能源结构转型提供坚强保障。

国家能源局原监管总监李冶：

实现从能源装备大国到能源科技强国的跨越需久久为功

中国能源报 2022.10.17

本报讯 在碳达峰碳中和目标下，能源行业的低碳化转型已呈必然之势。工欲善其事必先利其器，能源装备生产制造能力的提升便是能源行业低碳发展的利器。

国家能源局原监管总监李冶日前接受媒体采访时表示，我国能源装备技术进步虽然日新月异，但实现从全球能源装备大国到世界能源科技强国的跨越，仍需久久为功。

李冶表示，中国已经成为世界清洁能源装备创新发展的领军者。以电力技术为例，我国发电装机容量约 24.7 亿千瓦，是名副其实的世界第一电力大国。我国的领军者地位主要体现在以下三个方面：一是电力技术与装备全面进入“百万时代”，单机容量百万千瓦级发电和百万伏交直流输电技术与装备不断刷新世界纪录。二是可再生能源装备后来居上。截至今年 8 月底，我国风电装机容量约 3.4 亿千瓦；太阳能发电装机容量约 3.5 亿千瓦。风电机组产量、装机规模稳居世界第一。风电产业链完整，形成了完备的风电设备制造体系，7 家风电整机制造企业入列全球前十。光伏产业占据全球主导地位，多晶硅、硅片、电池片和组件分别占全球产量的 76%、96%、83% 和 76%。三是特高压输电技术装备连创世界纪录。我国自主研发、设计、制造并建设了世界上电压等级最高、输送距离最长、输送容量最大的晋

东南-南阳-荆门、云南-广东、昌吉-古泉等系列特高压输电工程，全面掌握了1000千伏交流、±1100千伏直流及以下等级的输电技术，输电装备技术水平、设备规模、试验能力等均领先世界。

在李冶看来，我国能源科技装备产业发展中的不平衡、不充分的问题是一个长期存在的问题，需要持之以恒地努力，久久为功。与建设能源强国的要求相比，我国能源科技装备创新还存在明显差距：一是部分能源技术装备仍然存在短板，一些关键零部件、专用软件、核心材料等仍然依赖国外。二是能源领域原创性、引领性、颠覆性技术装备相对较少，与“双碳”目标下能源绿色低碳转型的需求相比还有一定差距。三是推动能源科技创新的政策机制有待完善，如何更加有效地依托能源转型需求带动能源科技装备创新还需要持续完善政策措施。

李冶表示，我国在推进能源装备自主创新的实践中，积累了一些好的经验和做法，值得总结并发扬光大。一是依托工程，解决应用推广难的问题。重大能源技术装备研制周期长、前期投入大，只有落实了依托工程，装备制造企业才能根据重大工程的特殊需要开展工作，尤其是突破首台套示范应用的巨大障碍。二是发挥举国体制优势，建立强有力的协调机制。能源重大技术装备的研制、示范应用和推广是一项系统工程，通常需要跨单位、跨行业、跨地区组织才能奏效，且时间跨度大，技术难度高。推进能源重大装备自主化必须建立强有力的协调机制，从国家战略高度统筹协调局部利益和整体利益、当前利益和长远利益的关系，从技术创新、装备制造到工程应用一体化协同、形成合力。三是围绕能源绿色低碳转型需求突出重点。四是依托市场需求，充分发挥市场机制作用。我国巨大的市场需求给装备制造行业指明了发展方向，提供了广阔的发展空间，巨大的市场需求也是我们科技装备创新的战略资源。但是，强调依托工程和加强协调，并不意味着不重视市场机制的作用。依托工程和加强协调，主要解决重大装备“首台套”研发和应用等少数市场失灵领域的问题，其余应由市场竞争解决的问题，要坚决发挥市场机制的基础作用。（金之杨）

挺进深地挖掘油气潜能

人民日报 2022.10.28

【现象】

今年6月，西南油气田双鱼001—H6井钻井深度达9010米，创造国内陆上最深气井纪录；7月，我国最大超深凝析气田在塔里木盆地全面投入开发；8月，“深地一号”顺北油气田再添超深“千吨井”，钻探垂直深度超过8000米的油气井达41口……今年以来，我国深层、超深层油气勘探开发取得一系列成果，为保障国家能源安全提供了重要支撑。

【点评】

在我国油气勘探开发实践中，一般认为埋深超过6000米的地层为深层，埋深超过8000米的地层为超深层。近年来，我国油气勘探开发形势总体向好。同时，随着中浅层油气勘探

开发程度不断提高，油气发现难度越来越大。有赖于地质理论、工程技术的进步，如今深层、超深层已成为油气勘探开发的重要接替阵地。

当前，我国深层、超深层油气资源达 671 亿吨油当量，占全国油气资源总量的 34%。以塔里木盆地为例，仅埋深在 6000 米至 1 万米的石油和天然气资源就分别占其总量的 83.2% 和 63.9%，超深层油气资源总量约占全球的 19%。尽管深层、超深层油气资源丰富、开发潜力巨大，但受埋深大、高温、高压、地质环境复杂等因素影响，勘探开发难度极大。

一方面，找油难。在埋深超过 8000 米的“地下珠峰”找油，好比站在珠穆朗玛峰顶，要看清雅鲁藏布江上的游船。勘探过程中，地震波在地层中的穿行距离通常超过 1.5 万米，能量会大幅衰减；遇到不同地质体衍生出的多种无用地震波，还会导致地震资料处理难度大、成像精度低。助力地下找油，技术突破至关重要。在中国石化顺北油气田，科研人员创新形成超深层储层立体成像技术和缝洞体精细雕刻技术，将断裂识别精度从 30 米提高至 15 米，相当于给地球深部做“CT 扫描”。这些技术已经应用在顺北 1.4 万平方千米的地震资料处理中，有助于更好确认油气资源的位置。

另一方面，开采难。超深层的地质环境复杂、难钻地层多、钻井周期长，需要突破高强度套管、钻井液、完测工具等关键技术难题。我国油气企业经过多年探索，已经掌握超深层油气优快钻井技术，实现了由“打不成”到“打得快、打得准”的重大跨越。在顺北油气田，钻井周期由建设之初的 350 天缩短至 150 天，钻井准确度由过去的 60% 提高至 90%；在西南油气田，一体化地质导向技术可以精细控制实时钻井轨迹，在地下近 8000 米处的储层中稳定高效穿行超过 1 公里。

挖掘油气地质理论、先进勘探技术、工程装备等领域的创新潜力，加大资金和政策扶持力度，相信我国深层、超深层油气勘探开发将再立新功、再创佳绩，为端牢能源饭碗注入强劲动能。（丁怡婷）

我国页岩气超长水平井钻探获重大突破

科技日报 2022.10.28

科技日报北京 10 月 27 日电（记者操秀英）记者 27 日从中国石化新闻办获悉，中国石化江汉油田涪陵页岩气田焦页 18-S12HF 井顺利完井，完钻井深 7161 米，其中，水平段长 4286 米，水平段“一趟钻”进尺 4225 米，刷新我国页岩气井水平段最长、水平段“一趟钻”进尺最长两项纪录，标志着我国页岩气超长水平井钻探取得重大突破，将有力带动我国页岩气实现高效开发。

“超长水平井”是指水平段长大于 3000 米的水平井，因其存在携带岩屑困难、钻具受力复杂、井壁垮塌风险高等诸多技术难题，在山地页岩气钻探中较难实现，一直是国内页岩气高效开发的难点。作为国家级页岩气示范区，涪陵页岩气田全力攻关页岩气超长水平井钻探技术，于 2018 年 2 月 28 日，在国内率先实现了页岩气 3000 米以上超长水平井钻探。

页岩气属于非常规气藏，也称为“人工气藏”，需要把页岩压碎才能让气体出来，被业界公认为世界级难题，水平井技术尤为关键。以喝豆浆作比喻，常规气藏开发只需要插根吸管就能喝到豆浆，而页岩气开发在插入吸管后，还需要继续往横向延伸吸管，然后通过压裂把页岩压碎形成通道，气体才能源源不断地出来。目前，中国石化水平井技术可以在小于5米的误差范围内定向钻进超过4000米。

往深打难，横向打井同样不容易。页岩气层在地下的厚度一般是几十米到上百米不等，水平钻进必须指哪打哪，确保准确打到靶点目标。中国石化成功给钻头装上“眼睛”，利用存储的海量地质数据，随时调整钻头行驶轨迹，让钻头在地宫“直线加速”“漂移过弯”，像“贪吃蛇”一样高速穿行在“薄饼”一样的优质储层中。同时，创新形成超长水平井关键装备与工具配套、超长水平井降摩减阻、超长水平井钻井参数动态优化等技术，实现了由“打不成”到“打得快、打得准”的重大跨越。目前，涪陵页岩气平均钻井周期由最初的90多天下降到40多天，最短钻井周期仅25.58天，优层储层钻遇率达96%以上。

页岩气勘探开发挺进深层“粮仓”

中国能源报 2022.10.17

自然资源部近日发布的《中国矿产资源报告2022》显示，我国页岩气等勘查再获新进展，其中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。

资源前景被看好的四川地区也是国内大型油气公司页岩气勘探开发的主战场。

据中国石油发展规划，川南页岩气3500米以深资源量占86%，具有巨大勘探开发潜力，资源丰富的深层页岩气区块将成为“十四五”页岩气上产主力区。该公司于2019年专门设立了《深层页岩气有效开采关键技术攻关与试验》重大现场试验项目，支撑深层页岩气有效开采。

一位长期从事页岩气勘探开发的资深人士表示，未来全国埋深3500米以浅页岩气能否继续稳产上产、埋深超过3500米深层页岩气的开发潜力如何，既是评价和判断未来中国页岩气资源开发潜力和发展前景的前提，也是决定能否在川渝地区建成“天然气大庆”的关键。

“目前来看，3500米以浅的页岩气勘探开发较为成功。未来我们要向深层、超深层进军，机遇和挑战并存，相信非常规气会有‘非常规发展’。”该人士表示。

■■ 中浅层是产业“压舱石”

近年来，我国陆上、海上常规油气和非常规油气勘探均有突破。其中，非常规油气具有资源潜力和勘探开发前景，实现规模效益开发对保障国家能源安全具有重要的战略意义。

自2006年起，中国石油积极寻找并研究页岩气富集区，经过十余年探索实践，于2020年在川南地区建成我国首个万亿储量、百亿产量页岩气区。

截至目前，中国石油在长宁、威远、昭通、泸州等川南地区累产页岩气 529 亿立方米，可替代 7021 万吨标煤，折算减排二氧化碳 6996 万吨，减少粉尘排放 4769 万吨，无害化处理含油岩屑近百万吨，川南页岩气基地也成为我国目前最大的页岩气生产基地。

中国石油非常规油气团队的研究数据显示，预计到 2025 年，中国天然气年产量 2270 亿立方米，与 2019 相比增长 29%，其中页岩气年产量将达到 300 亿立方米，与 2019 年的相比增长 146 亿立方米。2030 年，中国天然气产量有望达到 2500 亿立方米，与 2019 年相比增长 42%。

据记者了解，按照稳产 20 年的目标，目前国内埋深介于 2500—3500 米的海相页岩气已基本完成产能建设，未来以稳产开发为主考虑建产期和递减期的生产情况，其资源量可建年产规模 200 亿立方米稳产 20 年以上。在目前的技术条件下，中浅层海相页岩气勘探开发方面技术逐渐成熟，实现稳产开发，是未来中国天然气产量增长的重要组成和“压舱石”。

■ ■ “地下珠峰”掘“蓝金”

作为页岩气勘探开发的主战场，四川盆地深层页岩气资源潜力巨大，是“气大庆”和“双碳”目标建设的重点领域。

多位业内人士向记者表示，四川盆地页岩气深层资源比较可观，4500 米以浅页岩气埋藏面积、4500—5000 米深的页岩气埋藏面积均达到万平方千米级别。

值得注意的是，深层海相页岩埋深接近或超过 4000 米，与涪陵页岩气藏约 2500 米的埋深相比，具有高温、高压、高应力等“三高”症状。如果说中浅层页岩气压裂是将“羊肠小道”扩建成“高速公路”，那么深层页岩气压裂就是在“青藏高原”上开山架桥，修建纵横交错的“盘山公路”体系，难度极大。

“中浅层都打过了，深层页岩气资源量占探区页岩气资源的 70% 以上，勘探深层是必然选择。”中国石化勘探分公司党委书记胡东风曾指出。

在深层页岩气领域，中国石化在四川盆地矿权区内拥有深层页岩气资源量 6.3 万亿立方米。在新的地质认识指导下，2019 年，中国石化在四川盆地首口埋深超过 4200 米的深层页岩气井——东页深 1 井喜获日产 31.18 万立方米高产页岩气流，取得深层页岩气勘探战略性突破，今年还将实现 4200 米深层页岩气攻关新突破。其中，济阳深层且页岩油项目位于中国石化胜利油田，埋藏深度在 3000—4000 米，局部可达 5500 米。初步估算，该区域页岩油资源量潜力较大，区域深度是当前国内页岩油领域之最。

中国石油则锁定了下步需要攻关的技术难题及其对应的主攻方向：摸清川南复杂构造背景下页岩气富集规律，把控开发动用规律与提高采收率技术，掌握深层页岩气产能主控因素，深入数据集成应用平台与智慧动态分析等。

未来，中国石油将以川南深层为重点，进一步完善页岩气富集区地质评价技术体系，为川南页岩气产能建设部署、提升开发效益提供科技支撑。

■ ■ 产量提升还需“利剑”

深层页岩气建产区地质构造复杂，在开发技术政策优化、钻井和压裂等方面面临诸多难题。

“比如，水平井产能差异大，深层地应力高、温度高，水平应力差大，裂缝发育使得深层页岩气资源规模上产面临深层次难题；深层页岩气单井成本进一步下降空间难度增大，经济效益开发面临挑战；复杂构造条件下，页岩气富集规律与多尺度流动空间及全生命周期多场耦合演化规律，决定了页岩气赋存特征和开发动用规律难以把握；页岩气开发政策与提高采收率技术需要创新发展，数字化转型下页岩气大数据应用需持续探索……这些都是未来需要攻克的难题。”某石油企业非常规研究领域相关负责人表示。

“整个川南地区地质结构复杂，随着埋层深度不断增加，水平井要想打在最好的储层里，还需要依赖国外的进口高温旋导装备，设备的工作能力决定了建井质量。如果质量不好且产量低，效益就上不去，无法覆盖成本，导致经济效益跟不上，无法形成规模上产。”上述相关负责人指出。

中国工程院院士赵文智指出，页岩气立足 3500 米以浅规模建产和 3500 米以深持续攻关，深浅并重，可发挥我国天然气增储上产的主力军作用。“十四五”期间，应强化 3500 米以深页岩气与常压页岩气甜点富集规律研究和工程技术集成攻关试验，并延续相关税费扶持政策，页岩气产量有望实现持续规模增长。

受访人士均表示，页岩气产量再上新台阶，未来还需要在地质认知、关键技术和设备国产化三个方面下功夫。未来，需因地制宜攻破深层地质结构认知并给予更全面完善的地质资料，加强勘探，攻克卡脖子技术，取得更多进展。（渠沛然）

我国深水油气装备再获突破

中国能源报 2022.10.17

本报讯 10月9日，由中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司（以下简称“海油发展工程技术公司”）自主研发的我国首套液控坐落管柱在南海深水油田——流花 11-1 油田向 500 米水下成功送入油管挂工具，自身顺利返回平台，这标志着我国已经具备了深水完修井工具装备自主设计制造和现场服务综合一体化能力。

深水油田开发对于水下工具装备有着极高要求，国内对于深水水下坐落管柱的研究尚处于起步阶段。深水坐落管柱作为实现深水完井、修井及弃置期间水下油管挂安装回收、水下电液供给测试及应急解脱和紧急关井等需求的井控安全屏障，直接关系到深水油气田完修井作业安全。

经过 3 年的持续攻关，海油发展工程技术公司成功研发出适用 500 米水深的液控式水下坐落管柱。该产品具有 8 条独立的液压通道和 2 条电穿越通道，实现油管挂水下锁紧/脱手的精准控制和电潜泵信号的精准传输，通过 DNV（挪威船级社）全流程认证，达到国外同类产品水平，综合成本较国外产品降低 50% 以上。

据介绍，深水液控坐落管柱成为海油发展工程技术公司成功研发的首套深水完修井服务产品，开启了我国海上深水油田自主服务的探索应用之路，已申请国家发明专利3项。下一步，海油发展工程技术公司将在1500米水深电液复合控制深水完修井工具装备方向持续攻关，打造系列化成套技术装备，助力我国深水油气田高效开发。（韩由）

用时6.25天完钻周期破纪录

中国能源报 2022.10.17

本报讯 国庆节期间，在准噶尔盆地西北缘车排子井区的车28井区，西部钻探克拉玛依钻井公司40628钻井队承钻的CHD28012井正在正常施工。

国庆节前，戈壁滩上下了一天一夜的雨夹雪，还刮起了风，夜间温度下降到零摄氏度。一雨入冬，夜班的工人穿起了棉衣、棉裤，白天员工也要穿上绒衣、绒裤，钻井队的冬天总是来得悄然。

受新疆8月初疫情影响，克拉玛依钻井公司的一线员工坚守岗位都在两个月以上。

40628队党支部书记孙元勇也不例外。他自今年3月7日上井以来，由于承钻的井一直难题不断、情况复杂，他没有回家。“有时缺点药、缺点东西，都是妻子上井来看我。”孙元勇说，“没有家人的支持，打不好井。只有把40628这个大家庭搞好了，全队30几个小家庭才能把日子过好。”孙元勇在2021年获得西部钻探“铁人基因传承者”荣誉称号，是一线优秀的管理者。近年来，他所在队伍一直在西北缘施工，在激烈竞争中成为排头兵。

截至10月7日，40628队今年已经实现“五开四完”，年累计进尺1.1万米。但是，今年在西北缘八区施工的第一口井却并不顺利，受注水井的影响，地层压力十分紊乱，泥浆密度窗口狭窄，曾使用到了每立方厘米1.8克，比正常井高出0.5个单位。

这第一口井，井下天天发生异常，队员们打得十分辛苦，也很窝火，但只能坚持着一步步往下打。在公司“单井安全提速创效工程”第一轮井考核中，第一口井的排名在60多位。

一口井没打好，不代表队伍的水平不够。孙元勇带领的40628队不服输、能啃硬。承钻的第二口井，井队转战西北缘车排子、五一区，全队自加压力，不断刷新纪录——CHD28012井在国庆节期间用时6.25天完钻，创造井区最快完钻纪录；5D1182井用时11.75天完井，节约工期29%。

在克拉玛依钻井公司“单井安全提速创效工程”第六轮井考核排序中，40628队通过努力，由60名提升到17名，实现了一次逆袭。

在这个别样的国庆节，孙元勇说：“晚上要用生产间隙进行一次谈心，井队年轻人多，因为疫情不能回家，十分辛苦，但大家没有怨言，一起聊聊天，能让大家交流交流感情，也表达我们钻井人对国家的美好祝愿。”

“希望国家繁荣昌盛、山河无恙，疫情早一点结束！我们干钻井的，把每口井打好了，大家的日子才会更好。”孙元勇说。（苏玲）

深水领域成为全球油气勘探发现主战场

中国能源报 2022.10.17

日前，国家油气战略研究中心和中国石油勘探开发研究院在北京发布《全球油气勘探开发形势及油公司动态（2022年）》报告（以下简称《报告》）。

《报告》指出，2021年全球油气勘探投资和工作量跌至近12年来新低，但未来随着疫情减弱、地缘冲突的深远影响，油气公司将更加注重勘探布局，投资意愿持续增强，全球油气勘探将触底反弹。深水领域已经成为全球油气勘探发现的主战场，风险共担、合作共赢是全球深水油气项目运作的方向。

勘探投资创12年新低

《报告》显示，自2010年以来，全球油气勘探投资额最高的年份为2013年，投资额达1001亿美元，此后逐年下降。2016年，全球油气勘探投资跌至400亿美元区间；2020年，勘探投资额跌至300亿美元左右。2021年，全球油气勘探工作量持续下降，同比降幅达三到四成。

与此同时，2021年，全球油气地震勘探工作量跌至自2010年来的最低。当年共完成二维地震采集5.6万千米，同比下降42%，共完成三维地震采集17.5万平方千米，同比下降31%。同期，油气勘探钻井工作量大幅减缓。全球海上探井数量及占比略降。2021年，全球完成探井和评价井共计1235口，同比减少39口。其中，海上探井和评价井为381口，减少37口。

受到疫情影响，油气公司对海上投资更加审慎。但通过提高地质认识和储层识别能力，去年海上勘探成功率创新高，达46.4%，近三年呈现连续上升的态势。这也是自上一轮高油价以来，首次超过陆上探井成功率。

深水领域获青睐

《报告》指出，全球深水油气资源丰富、探明率低，是勘探开发业务最具潜力的发展方向。近10年，深水油气项目已成为全球油气增储上产的核心领域，新发现的101个大型油气田中，深水油气田数量占比67%、储量占比68%。深水油气产量不断攀升，2021年全球深水油气产量为5.0亿吨油当量，占全球油气总产量的6.3%。

“当下，深水和超深水油气田发现延续上涨势头。去年共发现20个深水大中型油气田，上一年仅为5个；可采储量为10.9亿吨油当量，略高于上一年的10.5亿吨。”中国石油勘探开发研究院油气资源勘探研究所高级工程师刘小兵给出上述数据。

“海域仍然是各大油气公司勘探开发主战场，勘探成功率自上一轮高油价以来首次超过陆上，中-南大西洋两岸、墨西哥湾、黑海、南里海、北极等热点领域引领全球油气储量发现。预计未来各大油气公司将更加注重勘探布局、投资意愿加强。”刘小兵表示。

“虽然深水油气勘探开发项目投资大、风险高、技术复杂、运作难度大，但经过几十年的摸索，勘探开发、工程技术与装备能力都日趋成熟，业界也已经积累了大量的研究成果与丰富的案例。”《报告》认为，不同层级的参与者，资源国、国际石油公司、独立石油公司乃至油服公司，秉承合作共赢理念，均能在深水领域大展身手，获得回报。

把握勘探机遇

国家油气战略研究中心主任马新华表示，我国是全球最大的能源消费国，也是未来一段时期全球能源消费增长最主要的国家。在油气对外依存度居高不下的严峻挑战下，如何持续提升油气自主控制能力，如何合理有效的利用国际市场保障国内油气供给平衡，是当下亟待解决的问题。

刘小兵表示，在能源转型背景下，我国油气企业仍需把握机会，大力获取有利勘探区块，形成资源有效储备，通过“一个转变、三个加强”，即实现深水领域“非作业者”逐步向“作业者”转变，加强勘探、合作与探索，逐步实现“走出去”向“走上去”的跨越。

《报告》指出，未来五年，全球油气勘探开发投资前景看好，将恢复并超越疫情前的水平，年均投资由2015-2021年3997亿美元增长至2022-2026年的5480亿美元。勘探钻井投资也将迈上新台阶，由2014年低油价以来的年均217亿美元增长至2022-2026年的273亿美元。

“国际石油公司的境外勘探以深水为主，目前共有1625个境外深水区块，占境外区块总数的49%。中国石油公司要与各类公司开展合作，取长补短，合作共赢；与服务公司合作，形成战略联盟。”刘小兵建议，“我们在超前布局、战略跟随、自主勘探等方面大有可为，通过不断深化认识、优化技术、强化合作，必将获得丰厚回报。”（渠沛然）

新政加强油气开发项目备案管理

中国能源报 2022.10.17

本报讯 10月12日，国家能源局发布《关于进一步做好油气开发项目备案填报工作的通知》。

油气开发项目备案填报内容一是油气产能建设，包括动用储量情况、建成产能、开发投资、经济评价指标、主要开发指标等。对于原油产能大于20万吨/年，天然气产能大于5亿立方米/年的重点项目，油气开发企业在项目开工前线下报送开发方案。二是油气产能建设配套，包括油气田开发过程中配套的绿色低碳、节能改造、智能化升级、减碳驱油（碳捕集、利用与封存）等项目，备案内容主要为占地面积、建设内容及规模、投资等。

据悉，《通知》自发布之日起施行，有效期五年。《国家能源局关于简化和规范国内自营开发油气区块产能建设项目及油气田废弃处置预备方案备案程序有关事项的通知》（国能油气〔2014〕409号）同时废止。（陈碧华）

