

# 能 量 转 换

## 剪 报 资 料

总 32 期  
8/2020.8

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

### 目 录

#### 一、总论

1. 新基建将为能源数字经济注入强劲动能 .....	5
2. 世界银行：全球微电网项目数量将激增 10 倍 .....	7
3. 新能源如何“赢”在平价时代 .....	8
4. 建设我国能源互联网 推进绿色低碳转型（上） .....	9
5. 建设我国能源互联网 推进绿色低碳转型（下） .....	14
6. 国家电投将设海南总部开发清洁能源 .....	19
7. 我国将推进新能源新型标准体系建设 .....	19
8. 欧盟可再生能源发电量首超化石燃料 .....	20
9. 电规总院发布《中国能源发展报告 2019》和《中国电力发展报告 2019》：未来三年用电量将恢复中速增长 .....	21
10. 欧盟敲定“绿色协议”投资方案 .....	23
11. 新能源发电行业政策速览 .....	23
12. 世界 500 强中的能源企业 .....	24
13. 新疆新能源替代发电逾 300 亿千瓦时 .....	26
14. 能源转型亟待规划新一代智能电网 .....	27
15. 人工智能赋能电力新基建 .....	29
16. 两部委印发“两个一体化”征求意见稿 .....	29

#### 二、热能、储能、动力工程

1. 德勤：全球电动汽车销量占比 10 年内超三成 .....	30
2. 燃料电池堆技术迎黄金发展期 .....	31

3. 俄罗斯全速布局氢能产业	33
4. 二维结构 InSe 无机半导体单晶具有超常塑性	34
5. 添加导电聚合物 砖头、“变身”超级电容	35
6. 全球充电桩市场投资 10 年或超 700 亿美	36
7. 超声波“透视眼”无损检测软包电池	36
8. 全球锂电池产能 10 年内将翻两番	37
9. 世界首座非补燃式压缩空气储能商业电开工站	37
10. 200 摄氏度高效介电储能薄膜研制成功	38
11. 工信部发布新能源车准入新规	38
12. 换电模式标准化再进一步	39
13. 乙醇制乙烯如何实现规模化发展	41
14. 电动汽车换电模式持续升温	42
15. 智能汽车产业步入冷静期	45
<b>三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 日本环保塑料袋可在海水中快速降解	47
2. 油气田钻采废液处置有了新技术	47
3. 可无限回收利用塑料问世	49
4. 新方法将海洋生物垃圾转化为高性能锌锰电池	49
5. 海洋三所海洋微塑料研究取得新进展	50
6. 控制甲烷排放，推进沼气发电行业可持续发展	50
7. 新疆力争年末畜禽粪污综合利用率超 75%	52
8. 乌鲁木齐医废无害化安全处置率达 100%	53
9. 移动源污染已成大中城市空气污染重要来源	53
10. 夺命棕红色泥浆如何治？	54
11. 让二氧化碳高效变身工业原料	55
12. 新型仿生透明薄膜超强超韧可降解	57
<b>四、太阳能</b>	
1. 硅料产量创年度新低价格延续回升走势	58
2. 全无机钙钛矿电池电转换效率达 16.1%	59
3. 钙钛矿太阳电池领域研究取得新进展	59
4. “光伏 + 农业”走红荷兰	60
5. 专家称光伏产业面临“二次起跳”机遇	62
6. 柔性太阳能电池的探索之路	63
7. 人工光合作用能量转换率首破 20%	65

8. 光伏建筑一体化站上风口	66
9. 发现等离激元光催化剂电荷分离的偏振效应	67
10. 技术迭代推动光伏“智能”降本	68
<b>五、地热</b>	
1. “长三角”地热开发为何热不起来	69
2. 建议西藏“十四五”出台地热发价格政策	71
3. 地热开征资源税引争议	73
4. 因地制宜推广地源热泵技术	75
<b>六、海洋</b>	
1. 山东省实施五大行动加快发展海水淡化与综合利用产业	77
2. 山东海水淡化产能居全国首位	78
3. 新技术能快速将海水变成饮用水	78
4. 新型海水淡化“绿色”吸附剂面世	79
<b>七、氢能</b>	
1. 全国首个省级加氢站运营管理规范公示	80
2. 广州发布氢能产业规划 广汽首批氢能源车年内跑起来	80
3. 实现“能源自主”下的氢能战略	81
4. 到2030年我国氢能产业有望达到万亿规模	82
5. 光催化技术可实现阳光照射双氧水产氢	84
6. 氢气预警技术有望防范锂离子电池火灾	85
7. “电氢体系”为大势所趋	85
8. 工业副产氢或成中短期制氢路线突破口	88
<b>八、风能</b>	
1. 电力领域酝酿“两个一体化”	89
2. 未来十年全球海上风电市场增势“凶猛”	90
3. 水利部：从严管理风电、光伏项目许可	91
4. 欧洲智库：上半年全球风能和太阳能发电占比创纪录	92
<b>九、核能</b>	
1. 大亚湾核电站年发电量逾70%直送香港	92
2. 阿联酋首座核电站启动运行	93
3. 国际热核聚变实验堆计划重大工程安装仪式启动	94
4. 田湾核电5号机组首次达到临界状态	95
5. 多国加速布局新一代核能技术	95
6. IAEA公布2019年全球核电发展数据	96

7. 我国核级海绵锆首次实现批量出口	97
--------------------	----

## 十、其它

1. 变废为宝 挖潜增效——我国推进煤共伴生资源综合利用	98
2. “十四五”是煤电转型关键期	101
3. 中国科协发布 2020 重大科学问题和工程技术难题	102
4. 跳过“油气时代”，直接向电气化时代转型	103
5. 浙江试点天然气发电平价上网	105
6. 东部地区城市发展面临六个困局	106
7. “再电气化”将重构能源体系	108

---

## 行业动态

1. 处置多种污泥固废关键技术示范项目在常州投运	110
2. 中国能建江苏院设计的盐穴压缩空气储能国家示范项目开工	111
3. 太阳能无人艇海洋气象观测者 -3 成功探测台风中心	111
4. 世界单体容量最大电网侧储能电站建成	112
5. 新能源汽车与可再生能源融合论坛在青岛举办	112
6. 世界首个液态分子催化二代生物柴油技术成功量产	113
7. 俄罗斯首座浮式光伏电站投运	113
8. 天津打造海水淡化产业智库	114
9. 南方电网首个氢能领域研究中心成立	115
10. 丰田在华加速布局氢能源技术	116
11. 胶东经济圈海水淡化与综合利用产业联盟成立	117
12. 国内首台海上风机单柱复合筒试验基础安装	117
13. 我国海上风电首次实现单桩浮运与沉桩	118
14. 挪威国家能源公司拟开发全球最大海上风电项目	118

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

## 一、总论

# 新基建将为能源数字经济发展注入强劲动能

中国能源报 2020.8.3

### 核心阅读：

新型基础设施能够助推能源数字经济发展，是探索能源数据要素市场化配置、建立能源数字经济衡量的有效方式。建议加速构建并持续迭代新型基础设施在能源数字经济的应用场景。

新冠肺炎疫情暴发后，党中央多次强调加快新型基础设施建设的重大现实意义。4月20日，国家发改委进一步明确了新型基础设施范围。新型基础设施作为推动数字化转型、智能升级、融合创新的重要手段，将为推进能源数字经济发展带来新动能。

### 新型基础设施与能源数字经济关系紧密

新型基础设施不是专指某项技术，而是一个系统的技术生态。此次国家发改委提出的新型基础设施概念明确了信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施三个方面的主要内容，也进一步体现了中央对发展数字经济的长远考虑，为涉及新型基础设施的各行各业提供了统筹规划、加强协作的有利条件。新型基础设施的发展，需要涉及基础创新、技术创新、体制创新、应用创新等方面的融合贯通，最终形成你中有我、互相支撑的发展生态，市场各类主体都有参与感和积极性，才能形成良性发展的建设合力。

新型基础设施是能够充分调动市场供需两端积极性的可持续发展模式。新型基础设施建设通过利用先进数字技术和合理商业模式，满足并创造广大用户的生产生活需求，这一方面是企业加速数字化转型、提升竞争力的必然选择，另一方面也是满足人民对美好生活向往的关键路径。新型基础设施发展的关键在于激发市场需求，并在有序的市场竞争环境中，满足多元主体的价值追求。同时加强支撑科学的研究、技术开发、产品研发的具有公益性质的基础设施建设，破除科技创新、产业发展中的机制障碍，为数字经济发展提供创新的“活水之源”，形成可持续的发展模式。

### 能源领域新型基础设施建设存“五大关键问题”

一是新型基础设施建设能否充分调动全社会创新活力。能源系统作为国民经济发展的根基和动力，长期以来有着专业性强、壁垒高的特点，也因此在数字经济大力发展的今天，存在着转型进度缓慢、创新活力不足等问题。新型基础设施能否成为能源系统创新发展的突破口，关键看能否激发能源领域人才和团队的创新活力，能否高效解决能源系统发展的实际问题，能否发挥能源转型在社会生产生活发展中的保障、支撑甚至引领作用。充分利用能源系统的网络特性，广泛链接用户和能源系统的上下游主体，将创新意识贯穿生产消费全链条，激发用户主动参与需求创造工作，进而带动其他相关产业进一步优化升级。

二是新型基础设施建设能否推动能源系统资源与社会资源协同。资源共享复用已经成为当前经济发展的主要形态，社会对能源系统的资源开放呼声也越来越高。新型基础设施建设能否

成为推动资源开放共享的重要突破，关键在于能否推动能源系统高质量的数字化转型，是否能够有效发挥市场在资源配置中的作用，是否能够实现数据、知识等生产要素高效流动。能源系统通过加强能源基础设施和新型基础设施的融合协作，创新合作模式，提供网络化、一体化的公共服务。

三是新型基础设施建设能否助力现代能源体系建设。当前清洁能源发展、分布式能源接入、用户侧资源有效互动的需求正在进一步刺激传统能源系统进行功能完善和角色转型。新型基础设施促进清洁低碳、安全高效能源体系建设，关键在于是否能够进一步优化能源的生产消费关系，提高系统运行效率；是否能够充分利用社会中的柔性资源，实现与大能源系统的灵活互动；是否能够建立合理的市场机制，创造有利于清洁能源发展的科学有序的市场环境。新型基础设施对现代能源体系建设是技术赋能，更是思维赋能，是优化能源系统转型路径的加速器和方向标。

四是新型基础设施建设是否能够带动能源产业在更大的视野下寻求更广泛的合作。能源产业链环节多、链条长，新型基础设施建设在基础材料、基础工艺、基础技术上，增加基础软件的关键内容，实现能源产业基础能力高级化，将进一步推动产业链现代化发展。新型基础设施建设推动能源产业以国际化视野参与全球竞争，关键在于是否能够用先进科学技术和组织方式来改造传统的产业链，是否能够实现产业链的高端链接能力、自主可控能力，是否能够以较强的产业发展韧性实现在全球市场的领先水平。能源产业发展要和国家能源安全战略紧密结合，同时也要探索参与全球能源治理的有效形式。

五是新型基础设施建设是否能够促进能源均等化发展。能源始终发挥着民生保障的“公共设施”责任，承担着实现能源均等化服务、让人民共享发展成果的重要使命。新型基础设施建设发挥普惠性价值，关键在于是否能够结合地区实际需求制定因地制宜发展规划，是否能够解决当地居民的生产生活实际问题，是否能够形成联通共建的有效形式。需要发挥新型基础设施乘数效应，有效改善由于地域、经济水平、人口密度等因素导致的服务成本高、服务保障不充分等问题，打通能源民生服务“最后一公里”，让处于不同发展水平的地区和人民能够共享数字经济发展的红利。

### **新型基础设施建设助推能源数字经济**

首先，新型基础设施建设是推动完善要素市场，探索能源数据要素市场化配置的有效方式。结合近日出台的《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》，数据作为重要的基础要素，将进一步实现开放共享，发挥数据资产价值。以能源数字经济市场运行视角，构建能源数据资产运作模式，将数据价值的发挥，从企业内部，向社会各行业相结合转变。一是明确能源数据要素市场建设的关键环节，对市场主体的类型、关联关系、合作形态进行研究，建立能源市场中数据要素的作用发挥的有效模式。二是从能源的商品属性和能源企业公共事业属性出发，建立能源数据要素市场的运行规则、数据资产的定价方式，明确不同场景下、不同区域能源数据市场的交易形式。三是发挥先进技术在生产关系重塑和体制机制方面的突破作

用，进一步建立数据确权、隐私保护、系统信息安全防护等方面的有效模式。

其次，新型基础设施建设是建立能源数字经济衡量的有效方法。新型基础设施建设将对传统的生产关系产生较大影响，数字产业化和产业数字化进程加速，同时数据价值发挥的方式也将愈加多元。基于能源数字经济系统性、整体性的认识方法，以提高全要素生产率为目，把握新的能源安全发展形势下，能源形态、用能主体、市场模式所发生的变化，构建能源数字经济的评估体系。同时考虑新型基础设施对优化产业关系、加速企业数字化转型进程、重构能源经济商业模式的影响，动态评估能源数字经济的发展成效。

因此，建议加速构建并持续迭代新型基础设施在能源数字经济的应用场景。工业互联网、物联网、5G 等新型基础设施，将对传统能源工业体系的生产模式和服务边界产生颠覆。但是目前来看新一代信息技术在能源系统的应用，仍离不开传统的工业生产思维，场景应用的经济价值、社会价值仍不明确。需要深度挖掘产业链发展、民生服务、社会协同等方面的典型应用。一是把握能源系统在推进社会治理中的薄弱点和着力点，结合新型基础设施建设优势和特点，以大数据应用、5G 通信网络设计等为切入点，发挥能源网络在促进社会治理智能化、精细化、协同化方面的作用。二是以能源互联网生态构建为基础，形成能源企业和外部企业之间多样化的合作模式。探索以混合所有制形式推动能源数字经济在商业模式、经济评估、市场推广、产品设计等方面加速补短板。三是评估场景的应用成效和市场反馈，及时进行调整，在迭代更新中更加深入地把握用户需求，持续优化发展环境。（陈睿欣 孙艺新）

## 世界银行：全球微电网项目数量将激增 10 倍

中国能源报 2020.8.3

**本报讯** 世界银行近日发布一份调查报告指出，随着“太阳能+储能”项目成本大幅下降，预计到 2030 年，全球主要由其构建的微电网项目将增加到 21 万个，为全球 4.9 亿人供电。

世界银行的调查显示，目前，全球有 1.9 万个以水力发电和柴油发电机为基础的微电网正在为 4700 万人供电，预计未来 10 年，受“太阳能+储能”项目快速增长的推动，微电网的数量将激增 10 倍以上。

报告显示，全球在运营的 1.9 万个微电网中，大部分部署在南亚地区和东亚及太平洋地区，其中，阿富汗拥有 4980 个，缅甸有 3988 个，均位于全球前列。

目前在规划方面处于领先地位的是非洲。塞内加尔、尼日利亚等非洲国家计划部署的微电网项目将达到 4000 个。另外，全球目前正在开发微电网项目为 7500 个。

世界银行强调，如果要在 2030 年之前达到部署 21 万个微电网的目标，需要 2200 亿美元投资，同时需要将“太阳能+储能”项目的电力成本降低到 0.20 美元/千瓦时，而如今的成本是 0.55 美元/千瓦时。这将要求太阳能发电组件的成本从目前的 690 美元/千瓦时，降至 2030 年的 140 美元/千瓦时；而锂离子电池储能系统的成本则需要从 598 美元/千瓦时，降至 62 美元/千瓦时。（刘伯洵）

# 非水可再生能源占比低于全球平均水平 新能源如何“赢”在平价时代

中国能源报 2020.8.3

## 核心阅读

多位新能源企业高管认为，在可再生能源全面实现平价上网后，更应该注重强化和完善可再生能源电力消纳保障机制，真正实现可再生能源电力的先发、满发。

日前，水电水利规划设计总院发布了《中国可再生能源发展报告2019》，对我国可再生能源状况进行了全面梳理。总体来看，2019年，我国可再生能源发展提速，其新增装机容量占比超过50%，新增发电量在总增量中占比53.3%。

根据目前政策，从明年起，新核准的陆上风电将全面实现平价上网，国家不再补贴；2022年起，海上风电和光热发电项目，国家将不再补贴。另据业内推测，2021年开始，光伏发电也将实现平价上网。

在此发展趋势下，平价阶段的可再生能源产业将面临哪些不确定性，又将迎来哪些转变？

## 发展迅猛但占比较低

水电水利规划设计总院院长郑声安表示，2019年中国可再生能源继续保持高速发展态势。截至2019年底，我国可再生能源发电装机容量7.95亿千瓦，同比增长8.7%，在非化石能源中占比超85%。可再生能源年发电量超过2万亿千瓦时。

非水可再生能源发电装机容量4.38亿千瓦，占可再生能源发电装机容量的55.2%。其中，风电、光伏发电、光热发电和累计装机容量分别达2.1亿千瓦、2.04亿千瓦、44万千瓦和2369万千瓦。风电、光伏发电首次“双双”突破2亿千瓦。

同时，据郑声安介绍，在应用场景方面，可再生能源产业也得到较快发展，户用分布式光伏持续提速，“光伏+”产业模式加速发展，地热供暖成为解决南方供暖问题的有效途径。此外，装备及工程技术水平不断提升，陆上5兆瓦、海上10兆瓦国产风电机组陆续下线；量产、规模化生产的单晶电池平均转换效率达22.3%。

报告指出，虽然产业发展迅猛，但目前我国非水可再生能源在全部能源消费中的占比仍远低于全球平均水平。在非水可再生能源将在明年开始陆续迎来平价上网时代的背景下，新能源发电参与电力现货市场，将面临更大的竞争压力。

能源转型不能一蹴而就。“我们正在开展相关研究工作，强化规划衔接，为可再生能源长期可持续发展争取资源空间。”郑声安说。

## 消纳成企业关注重点

在业内人士看来，可再生能源实现平价上网仅仅是用能向清洁化发展的开端，取消补贴并不意味着可再生能源将不再需要政策的支持。

“一直以来，可再生能源都是政策导向性行业。以光伏发电为例，即使在近两年平价和竞

价光伏项目申报规模不断增大，也是在国家政策的支持下出现的发展趋势。未来，产业仍需要配套辅助性政策的支持。”一位可再生能源行业政策研究员说。

目前，市场的讨论焦点在如何保证可再生能源利用率。截至 2019 年底，我国弃风、弃光率已分别降至 4% 和 2%，消纳问题逐步缓解，但不少新能源项目都曾经历或正在经历限电。

多位新能源企业高管认为，在可再生能源全面实现平价上网后，更应该注重强化和完善可再生能源电力消纳保障机制，真正实现可再生能源电力的先发、满发。

上述研究员解释，由于可再生能源发电项目前期投入较大，在项目并网投运后才会产生收益，因此企业格外看重发电利用小时数，可以说，消纳政策对产业发展的影响很大。

另有观点认为，目前，电网消纳可再生能源电力有限，需要借助“自发自用、余电上网”或微电网等多种应用形式发展。而对于前期投入较大、企业现金流紧张，可以发行“政府支持债券”或“政府支持机构债券”来吸引投资，带动平价上网后产业的发展。

#### 向多种技术融合转变

虽然发展可再生能源是实现能源转型的关键和重点，但不可忽视的是，由于可再生能源发电站“靠天吃饭”，其自身特点给电力系统带来新的考验。为此，“电网友好”已经成了目前新建可再生能源电站的加分项。

一直以来，煤电等可调节机组为可再生能源提供了调峰和兜底服务。未来，伴随可再生能源发电占比进一步提高，需要真正激活电力辅助服务市场。

研究机构认为，从技术层面上看，加快推进火电灵活性改造或储能技术发展及应用，可以为可再生能源利用率不断提高提供保障。

为此，近年来，黄河水电、鲁能集团等能源企业纷纷踏入储能领域，开展多元化应用、多重收益模式。

目前，我国新能源发展已经从以往的单一机组规划向多种技术融合规划转变，新能源企业也开始积极探索储能、配网售电、多能互补等项目的开发和建设，力图构建一体化智慧能源互联发展模式。

郑声安表示，在平价阶段，各类可再生能源技术的创新发展，也将带动产业的不断升级。  
(董梓童)

## 建设我国能源互联网 推进绿色低碳转型（上）

中国能源报 2020.7.27

#### 核心阅读：

化石能源为主的发展方式难以为继，建设以智能电网为基础、特高压电网为关键、清洁能源为根本的我国能源互联网，将全面促进清洁发展，保障能源安全，对我国转变经济发展方式，增强内生发展动能，应对复杂国际形势将发挥重要作用，是一举多得的战略性举措，需要在“十四五”加大力度推进实施。

新世纪以来，化石能源资源和气候环境约束日益趋紧，以绿色低碳为方向的新一轮能源革命正在全球蓬勃兴起。习近平总书记深刻洞察世界能源发展大势，提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，在2015年9月联合国发展峰会上倡议“构建全球能源互联网，推动以清洁和绿色方式满足全球电力需求”。总书记关于全球能源互联网的重要讲话，明确满足电力需求总体目标，突出清洁和绿色发展方式，为我们深刻把握能源互联网的本质内涵提供了根本遵循。能源互联网不是现有各类能源系统的组合，而是能源系统发展演进的高级形态。随着化石能源退出历史舞台，以太阳能、风能、水能为代表的清洁能源将成为主导。清洁能源资源丰富，且在时间和空间分布上存在天然不均衡性、随机性、波动性，必须转化为电能，依托互联电力系统大范围配置，才能实现高效开发利用。因此，能源互联网是清洁主导、电为中心、互联互通的现代新型能源体系，是清洁能源大规模开发、大范围配置、高效利用的基础平台，实质就是“智能电网+特高压电网+清洁能源”。

我国能源互联网是全球能源互联网的重要组成，是推动我国能源转型的根本途径。当前，新冠疫情在全球蔓延，国际环境发生深刻变化。面对经济下行压力和复杂国际形势，能源电力行业要在保安全、促发展等方面发挥重要作用。关键要以新发展理念和能源安全新战略为指引，加快我国能源变革转型，推动经济复苏和高质量发展，于危机中育新机、于变局中开新局。“十四五”是我国能源转型的关键期和窗口期，加快建设我国能源互联网，将根本扭转化石能源增长势头，全面促进清洁发展，保障能源安全，对我国转变经济发展方式，增强内生发展动能，应对复杂国际形势将发挥重要作用，是利在当下、惠及长远、一举多得的战略性举措。

## 一、绿色低碳转型是世界能源发展大势

当今世界，气候变化、环境污染、资源匮乏、贫困健康等问题日益严峻，严重威胁人类生存与发展。问题的根源，是长期以来人类对化石能源的过度消耗和依赖，加快绿色低碳转型是世界能源发展大势所趋。

这是能源系统升级的发展方向。从薪柴到煤炭、石油、天然气，再到太阳能、风能、水能等清洁能源，能源碳含量逐渐下降，对环境影响逐渐减小，能源系统总体从高碳向低碳发展。面对全球性挑战，能源将朝着更清洁、更友好、更高品质、可持续的方向不断升级。

这是能源技术进步的必然结果。技术进步是能源转型的关键驱动力。蒸汽机、发电机、内燃机、电动机，每一次技术革命都开创了能源发展新的时代，带来能源利用形式的重大变革和效率的大幅提升。随着特高压、智能电网、清洁能源技术的快速发展和广泛应用，将推动人类进入清洁能源时代。

这是破解资源匮乏困局的必由之路。化石能源占全球一次能源消费比重超过80%，按目前开发强度，已探明煤炭和油气储量只能分别开采100多年和50多年。全球清洁能源资源丰富，太阳能、风能、水能理论蕴藏量超过100万亿千瓦，仅开发万分之五就能满足世界各国能源需求。清洁能源将成为解决资源匮乏问题、实现能源永续供应的“巨大宝库”。

这是应对气候环境危机的治本之策。气候变化和环境污染形势很严峻。目前全球地表平均温度已比工业革命前升高  $1.1^{\circ}\text{C}$ ，按此趋势，到本世纪中叶左右，全球温升将超过  $2^{\circ}\text{C}$  安全阈值，导致不可逆转的巨大灾难。工业革命以来，化石能源产生的二氧化碳累计达 2.2 万吨，占温室气体总量的 70% 以上。必须从源头减少化石能源消费，加快清洁发展，实现能源系统全面“脱碳”，根本解决全球气候环境危机。

这是实现能源经济高效发展的重要途径。技术进步和规模化发展推动清洁能源发电成本快速下降，沙特、阿联酋、智利、葡萄牙等国光伏项目，墨西哥等国风电项目国际中标上网电价已低于 0.14 元/千瓦时，而煤电等化石能源受资源与环境因素制约，发电成本将持续升高。预计 2025 年前，光伏和陆上风电竞争力将全面超过化石能源。推动全球清洁能源大规模开发、大范围配置，将发挥清洁能源互补性强、经济性好的优势，为各国提供充足经济的绿色能源。

总之，从历史规律、技术创新、现实需求等方面看，清洁能源取代化石能源是世界的潮流、时代的呼唤，是不以人的意志为转移的必然趋势。近年来，全球许多国家出台清洁发展和去煤控油政策，加快清洁能源项目投资建设，能源绿色低碳转型呈加速发展态势。比利时、瑞典等 10 多个国家煤电已全部退出，26 个欧盟成员国承诺 2020 年以后不再新建燃煤电站，荷兰、挪威、英国、法国等国已宣布禁售燃油车时间表。2019 年，全球可再生能源装机达到 25.3 亿千瓦，占总装机比重 34.7%，新增装机 1.8 亿千瓦，占全球新增发电容量的 72%；可再生能源投资达到 2800 亿美元，连续 5 年超过 2500 亿美元，是化石能源发电投资的 3 倍。当前，受疫情影响，化石能源产业遭受严重冲击，这也为能源转型提供了契机。发展清洁能源将成为“后疫情时期”最具效益的绿色投资，为促进各国加快经济转型升级，实现更高质量复苏发挥重要作用。

## 二、破解我国能源发展困局亟需加快变革转型

新世纪以来，我国能源需求持续攀升，已成为世界最大的能源生产国、消费国和碳排放国，能源结构以化石能源为主，资源环境约束趋紧，供需矛盾突显，能源安全、可持续发展面临严峻挑战。

油气受制于人。我国石油、天然气占一次能源消费比重约 27%，受资源条件限制，生产与消费缺口持续扩大，对外依存度分别达 72%、43%，保障油气安全压力巨大。特别当前逆全球化抬头、油价巨幅震荡、中美摩擦加剧，油气对外依存度过高将对国家安全带来重大挑战。

煤电问题突出。我国煤炭占一次能源消费比重约 58%，一半以上用于发电，探明储量只能开采 50 年。煤电装机超过 10.4 亿千瓦，占全球的一半，机组平均利用小时数仅 4400 小时，远低于韩国的 6200 小时，按 5500 小时的设计标准，相当于 2 亿千瓦装机是无效投资，产能明显过剩。2019 年以来，我国新投产和在建煤电约 1.2 亿千瓦，接近欧盟国家现有煤电总和（1.4 亿千瓦）。在全球 30 多个国家都在加快退煤的情况下，我国煤电装机不降反升，面临的压力越来越大。

清洁发展受限。我国清洁能源丰富，但资源与需求逆向分布，发展大容量、远距离、低损

耗特高压输电是加快清洁能源开发和大范围配置的必然选择。目前，我国特高压电网建设总体滞后，资源配置能力不足，严重制约清洁能源发展。如清洁能源富集的“三北”地区（东北、西北、华北），外送能力仅6500万千瓦，不到清洁能源装机容量的32%，远不能满足送出需要。

碳减排形势严峻。2019年我国碳排放占全球总量的28%，人均排放比世界平均水平高46%，兑现2030年减排承诺任务非常艰巨。延续当前路径，我国不仅无法实现减排目标，还将面临煤电等基础设施先建后拆、资产搁浅的巨大损失。研究表明，当前每增加1亿千瓦煤电装机，未来将挤压3亿千瓦清洁能源发展空间，到2050年累计增加碳排放150亿吨，相当于2019年我国碳排放的1.5倍，而且煤电机组被迫提前退役还将造成超过3000亿元的资产损失。

总体看，化石能源为主的发展方式是导致我国能源安全和碳排放问题的根源。破解困局，关键要贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以统揽全局的思维和勇于变革的魄力，突破传统能源发展路径束缚，深入推进“四个革命、一个合作”能源安全新战略，实现能源体系的根本改变。

### 三、建设我国能源互联网是推动能源变革转型的根本途径

建设我国能源互联网是落实总书记关于推进能源安全新战略、构建国内和全球能源互联网等有关要求的重要举措，是新发展理念在能源领域的创新实践，将从能源生产、消费、市场等环节协同发力，转变以煤、油、气为主体的能源格局，打造清洁主导、电为中心、互联互通的新型能源体系，开辟绿色、低碳、可持续的能源发展新道路。

生产环节，以清洁主导转变能源生产方式。我国太阳能、风能、水能技术可开发量分别超过100亿、35亿、6亿千瓦，完全能够满足我国未来能源需求。发挥清洁能源资源优势，加快清洁替代，推动以水、风、光等清洁能源替代化石能源，是实现能源供给革命的必然要求。重点要大力开发西部太阳能发电、“三北”风电、西南水电等大型清洁能源基地，因地制宜发展分布式能源和海上风电，安全高效发展核电，配套建设抽水蓄能和电化学等储能系统，以风光水储协同保障能源供应，打造高质量发展的“绿色引擎”。煤电要严控总量、优化布局、调整定位，加快转型。压减东中部低效煤电，新增全部布局到西部和北部地区，煤电装机在2025年前达峰（11亿千瓦），并逐步压减和退出。煤电功能定位由主体电源逐步转变为调节电源，更好促进清洁能源发展。

消费环节，以电为中心转变能源消费方式。电能是优质高效的二次能源，经济价值相当于等当量煤炭的17.3倍、石油的3.2倍，电能消费占终端能源消费比重每提高一个百分点，能源强度下降3.7%。加快电能替代，推动以电代煤、以电代油、以电代气、以电代柴，形成电能为主的能源消费格局，将大幅提高我国能效水平，降低油气进口依赖度，是实现能源消费革命的根本途径。应在工业、交通、商业、农业、生活等各用能领域全面实施电能替代，提高能源消费品质和效率，让煤油气等资源回归工业原材料属性，创造更大价值。同时，依托充足经济的清洁能源发电，推动电制氢气、甲烷等燃料和原材料，培育绿色循环新型产业，为经济高

质量发展提供有力支撑。2035 年前，电制燃料和原材料产业实现规模化发展；到 2050 年，电解水制氢年产量达到 6500 万吨，电制甲烷年产量达到 500 亿立方米。

市场环节，以大电网大市场实现能源大范围优化配置。电网既是能源输送的高效载体，也是市场配置的重要平台。基于完全具有自主知识产权的特高压技术创新，我国正在建设世界上电压等级最高、配置能力最强的特高压交直流混合电网，为保障能源安全、推动清洁发展发挥了关键作用。面对更大规模“西电东送、北电南供”需要，亟需加快建设以智能电网为基础、特高压电网为骨干网架的全国能源优化配置平台，形成西部为送端、东部为受端的两大同步电网，全面提高配置能力和安全水平，满足清洁能源大规模接入、输送和消纳需要，根本解决弃水、弃风、弃光和“窝电”等问题。同时，依托大电网加快建设全国统一电力市场，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，更好促进能源跨区跨省交易和经济高效配置。在主要立足国内前提下，加强国际能源合作，积极推动我国与俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、缅甸、老挝等周边国家电力互联，利用国际资源，丰富能源供应体系，实现开放条件下能源安全。

建设我国能源互联网将大幅提升能源自主保障能力，根本解决能源安全问题，总体分三步走。第一步增量替代。2025 年前，煤电装机规模达峰，总量控制在 11 亿千瓦，新增能源需求主要由清洁能源提供，基本扭转化石能源增长势头。第二步存量替代。2035 年前，煤电逐步退出，降到 9 亿千瓦以下；油、气年消费量达峰并稳步降低，减少进口达到 1 亿吨、500 亿立方米；清洁能源和电能比重加快提升，达到 47%、41%；能源自给率达到 88%。第三步全面转型。2050 年前，我国能源互联网全面建成，能源发展方式实现根本转变。届时，煤电将降到 4 亿千瓦以下，每年减少油、气进口 4 亿吨、1500 亿立方米，清洁能源占一次能源比重从目前的 22% 提高到 74%，能源自给率从目前的 80% 提高到 95%，单位 GDP 能耗和碳排放比目前分别降低 60%、68%，跨区跨省资源配置能力超过 7.4 亿千瓦，为我国全面建设社会主义现代化强国提供安全、清洁、高效、可持续的能源保障。

#### 四、建设我国能源互联网价值巨大、意义深远

我国能源互联网涉及领域广、带动力强，为我国应对当前风险挑战提供了破局之策。能够推动重大前沿技术突破，培育和壮大一批高科技企业，既有利于稳定经济基本盘，又将有力促进我国高质量发展，是振兴经济、留住青山、赢得未来的重要举措。

推动产业升级和投资就业。能源互联网聚集了新能源、新材料、特高压、储能、电动汽车、5G、大数据等“新基建”重点领域和关键技术，是世界科技竞争的前沿阵地。建设我国能源互联网将有力推动这些领域技术创新和高端装备制造，促进产业链升级、价值链提升，打造经济发展新模式、新业态、新动能，在扩大有效投资，促进经济持久稳定增长中发挥“火车头”作用。预计“十四五”期间，我国能源互联网投资可达 9 万亿元，其中电源、电网投资分别为 7 万亿、2 万亿元，增加就业岗位 900 万个，带动相关市场主体发展，稳企业、稳投资、保就业作用显著。

降低全社会用能成本。我国已逐步进入光伏、风电平价上网时代，预计 2025 年西部和北

部地区清洁能源发电成本将低于 0.3 元/千瓦时，通过特高压送至东中部地区经济性显著。依托能源互联网，统筹利用资源差、时间差、价格差，推动清洁能源规模化开发和经济高效配置，到 2035 年、2050 年将使全社会平均度电价格降低 0.06 元、0.12 元，每年减少用能成本 7000 亿、1.7 万亿元，让企业和千家万户用上清洁电、便宜电，让全体人民共享能源变革的红利。

大幅减少碳排放。建设我国能源互联网，加快清洁替代和电能替代，将推动能源系统与碳脱钩、经济发展与碳排放脱钩，根本解决发展与减排的矛盾，以较低成本、较小代价、更快速度实现减排目标。2025 年，我国碳排放达峰（97 亿吨），2035 年、2050 年减少到 67 亿、30 亿吨，较峰值下降 30%、70%，兑现减排承诺，在全球气候治理中占据主动。

改善生态环境与健康。我国能源互联网是建设美丽中国的助推器，在减少环境污染、节约水资源等方面将发挥重要作用。到 2035 年、2050 年，每年可减少大气污染物排放 1500 万、2700 万吨；节约淡水 700 亿、1400 亿吨。我国生态环境的根本改善，将显著降低自然灾害风险，减少污染引发的各种疾病，提高人民健康水平和幸福感。

促进区域协同发展。通过加快西部、北部清洁能源集约化开发和大规模外送，变资源优势为经济优势，将有力带动西部大开发和东北全面振兴，扩大投资就业，促进边远和贫困地区脱贫致富，缩小地区发展差距，实现共同富裕目标。目前，西部地区每年通过特高压电网外送电力约 3000 亿千瓦时，仅售电收入就超过 850 亿元，对于带动当地经济发展作用显著。

助力人类命运共同体建设。全球能源互联网本质是全球能源命运共同体，是人类命运共同体建设的重要内容。历史上煤炭革命、油气革命、电气革命，都是西方发起和主导，相关国家由此成为世界强国。新的历史条件下，以建设我国能源互联网为契机，引领全球能源互联网发展，在世界上举起绿色低碳发展的中国旗帜，将彰显我国责任担当，显著提升国际影响力和话语权，有力促进“一带一路”和人类命运共同体建设。

## 建设我国能源互联网 推进绿色低碳转型（下）

中国能源报 2020.8.3

### 编者按

本文上篇于 7 月 27 日在本报刊发，重点介绍了以建设我国能源互联网推动能源绿色转型的总体思路、巨大价值和深远意义，本期就“十四五”电力发展进行了阐述。文章认为，“十四五”是我国能源转型的战略机遇期，在严控煤电、清洁替代、电能替代、电网建设等方面协同发力，加快构建我国能源互联网，将为经济社会发展提供绿色、低碳、可持续的能源保障。

### 五、把握“十四五”战略机遇期，推动我国能源互联网建设新突破

“十三五”以来，我国电力行业开拓进取、砥砺奋进，取得巨大发展成就。电力规模大幅提升，截至 2019 年，我国发电装机容量、年发电量达到 20.1 亿千瓦、7.2 万亿千瓦时，较 2015 年分别增长 32%、27%。清洁发展成效显著，水电、风电、太阳能发电装机分别达到 3.6

亿、2.1亿、2亿千瓦，较2015年分别增长12%、60%、365%，规模和增速均居世界第一。技术装备创新突破，攻克超超临界机组、第三代核电、大容量风机、高效率太阳能电池、±1100千伏特高压直流输电等世界领先的核心技术，投运全球首个具有网络特性的柔性直流电网示范工程，建成“十交十四直”24个特高压工程。国际合作加快推进，我国电力企业海外业务遍布全球五大洲，境外资产总额超过2000亿美元。总体看，“十三五”我国立足技术创新，加快提质增效，电力工业在规模、结构、安全、效益等方面迈上新台阶，为经济社会发展提供了坚强保障，也为“十四五”发展奠定了良好基础。

“十四五”是我国开启建设社会主义现代化强国新征程的第一个五年规划期，是全面落实高质量发展要求、加快能源变革转型的关键期。我国电力需求将持续增长，预计到2025年全社会用电量、最大负荷将达9.2万亿千瓦时、15.7亿千瓦，年均增速4.4%、4.8%。面对保障供应和加快转型双重压力，解决煤电问题，开发清洁能源、建设特高压电网等各项任务非常紧迫。如不在“十四五”加快转型，我国能源安全、碳排放、环境污染等问题将更加严峻。“十四五”绝不能走化石能源先建后拆、先排后治的老路，必须加快建设清洁主导、电为中心、互联互通的我国能源互联网，实现从化石能源为主向清洁能源主导的“直线式”转型。总的思路是，深入贯彻新发展理念和能源安全新战略，严格控制煤电，全面推进清洁替代和电能替代，推广应用储能，加快建设特高压电网，根本扭转“一煤独大”格局，通过风-光-水-储-输协同，满足新增能源需求，为“十四五”我国经济社会发展提供清洁、安全、高效的能源保障。

### （一）严控煤电规模

按照“控制总量、优化布局”思路，下决心控煤减煤，“十四五”期间我国煤电新增5500万千瓦（包括特高压配套3100万千瓦和在建2400万千瓦），退出低效机组4000万千瓦，净增装机1500万千瓦，到2025年总装机控制在11亿千瓦，实现煤电规模达峰和布局优化。

削减东中部煤电。“十四五”东中部不再新建煤电，同时加快退出3500万千瓦低效机组，到2025年东中部煤电装机占比从2020年的56%下降至52%，新增电力需求主要由区外受电和本地清洁能源满足。

新建煤电布局到西部北部。有序推进山西、陕北、锡盟、鄂尔多斯、宁东、哈密、准东等大型煤电基地集约高效开发，与当地风电、太阳能发电打捆，通过特高压大电网向东中部地区输送。

推进煤电灵活性改造。提高煤电机组调峰能力，“十四五”煤电累计改造规模超过2.2亿千瓦，推动煤电机组由电量型向电力型转变。

### （二）加快清洁能源开发

坚持集中式和分布式并举，水风光多种类型协同，加快开发西部北部大型清洁能源基地，因地制宜发展分布式发电和海上风电。到2025年实现清洁能源装机17亿千瓦，装机和发电量占比分别达57%和45%。

加快开发水电。以四川、云南、青海、西藏为重点，加快开发金沙江、雅砻江水电基地，投运乌东德、白鹤滩等大型水电站，“十四五”新增常规水电 5600 万千瓦，2025 年水电总装机达到 3.9 亿千瓦。

大力发展风电。建设新疆哈密、甘肃酒泉、内蒙古等“三北”地区大型风电基地，稳步开发广东、江苏、山东、福建等海上风电，积极推进分布式风电，“十四五”新增陆上风电 2.9 亿千瓦、海上风电 2400 万千瓦，2025 年风电装机达到 5.4 亿千瓦。

大力发展太阳能发电。建设青海海南、青海格尔木、新疆哈密等大型太阳能发电基地，在东中部地区加快发展分布式太阳能发电，“十四五”新增太阳能发电 3.2 亿千瓦，2025 年太阳能发电装机达到 5.6 亿千瓦。

### （三）加强电网建设

加快构建以特高压为骨干网架，各级电网协调发展的坚强智能电网，全面提高电网安全水平、配置能力和运行效率，促进清洁能源大规模开发、大范围配置和高效利用，更好支撑“十四五”经济社会发展。

尽快建成坚强特高压骨干网架。加快建设特高压交流同步电网，在东部形成“三华”同步电网，在西部形成川渝特高压交流主网架，大幅提升电网配置能力和抵御严重故障能力。统筹推进西部北部大型能源基地特高压直流外送通道建设，新建雅中 - 江西、白鹤滩 - 江苏、白鹤滩 - 浙江、金上 - 湖北、陕北 - 湖北、甘肃 - 山东、新疆 - 重庆等特高压直流工程。到 2025 年，跨区跨省输电规模达到 3.6 亿千瓦。

高质量发展配电网。以保障供电安全、提升服务质量为目标，加快构建可靠性高、互动性好、经济高效的中心城市电网，在北京、上海、广州、深圳等超大型城市建成世界一流现代化配电网。完善配电网结构，合理划分供区范围，提高负荷转供能力，全面消除薄弱环节，优化电力营商环境。围绕服务乡村振兴战略，加快新型小乡镇、中心村电网和农业生产供电设施升级改造，补齐乡村配电网短板。

提升电网智能化水平。推动大数据、云计算、物联网、移动互联、人工智能等现代信息通信技术与电力系统深度融合，更好适应清洁能源开发和电能替代需要。大力构建智能互动、开放共享、协同高效的现代电力服务平台，促进“源 - 网 - 荷 - 储”协调发展，满足各类分布式发电、用电设施接入以及用户多元化需求。深挖需求侧响应潜力，通过加强需求侧智能管理，提升灵活调节能力，实现 5% 左右的最大用电负荷“削峰”，降低峰谷差，更好满足能源消纳需要。

### （四）加快电能替代

推进工业、交通、农业、生活等领域电能替代，大幅提高电气化水平，形成电为中心的能源消费格局。到 2025 年，各领域替代电量超过 6000 亿千瓦时，电能占终端能源消费比重从目前的 25% 提高到 32%。

推进工业电气化。在水泥、钢铁、有色金属等高耗能行业，推广应用电加热回转窑、电

炉炼钢热泵、感应电炉等技术和设备。在陶瓷、造纸、纺织等行业，推广使用电窑炉、热泵、电锅炉替代燃煤锅炉。在原材料领域，大力推进电制氢气、甲烷等产业。到 2025 年我国工业领域年替代电量达到 3400 亿千瓦时。

加快电动交通发展。大力推进电动汽车产业发展，加强电动船舶技术研发与产业培育，加快建设电动汽车充电桩、港口岸电、机场桥载电源等配套设施。到 2025 年我国交通领域年替代电量达到 1100 亿千瓦时。

推动农业和生活领域电能替代。推广应用电排灌、电动联合收割机等大型作业机械，提高农业电气化和智能化水平。有序推进煤改电、煤改气和电采暖等惠民工程，推动以电炊具、电锅炉、电暖气、空调等替代散烧煤和燃煤锅炉，提升用能效率。到 2025 年我国农业和生活领域年替代电量达到 950 亿千瓦时。

## （五）科学发展储能

加快储能技术推广应用，把储能融入电力系统发、输、用各环节，加强统筹规划和科学布局，提升系统灵活性和调节能力，保障电力可靠供应。

加快发展电源侧储能。加快电化学储能在风能、太阳能电站应用，在有条件的地区发展压缩空气等长时间、大容量储能，在西部北部地区适当开发光热发电，多措并举提升新能源发电稳定性和电能质量。到 2025 年，力争电源侧电化学储能达到 3000 万千瓦。

科学配置电网侧储能。加快河北、山东、浙江、福建、安徽、河南、广东等省份抽水蓄能电站建设，“十四五”投产抽水蓄能 3600 万千瓦以上，2025 年装机达 6800 万千瓦。因地制宜开展常规水电机组扩容和抽蓄改造，进一步提高调节能力。适量布局电化学储能，形成以抽水蓄能为主、电化学储能为辅的电网侧储能体系。发挥互联电网“时空储能”作用，优化电网调控，完善市场机制，实现多种能源广域配置和高效互补。

创新发展用电侧储能。到 2025 年，我国电动汽车保有量有望达到 5000 万辆，形成规模约 20 亿千瓦时的巨大储能系统。应以合理价格机制引导电动汽车参与电网调峰，提高用户侧灵活响应水平。探索新型储能模式，积极推广清洁电制氢、甲烷等燃料和原材料，丰富储能体系和能源供应方式。

## （六）强化科技创新

实现“十四五”能源电力高质量发展，必须发挥科技创新的驱动作用，按照“自主创新、示范先行、中国引领”的发展思路，加强技术攻关，抢占全球能源技术创新制高点，在以绿色低碳为方向的新一轮能源革命中赢得主动。

提升自主创新能力。统筹制定科技创新发展战略，依托重大能源电力项目，加快推动关键共性技术、前沿引领技术、重大工程技术创新。要在“卡脖子”问题上下功夫，加快自主研发相关技术和装备，实现关键核心技术自主可控，把创新主动权、发展主动权、安全主动权牢牢掌握在自己手中。

突破重大关键技术。推动清洁能源发电技术创新，研发低风速、大容量风机和高效率、

低成本光伏材料，提高新能源开发利用效率；积极推进第四代核电、小型模块化反应堆和受控核聚变技术研发，提高核电安全性和经济性。推动特高压大容量海底电缆、特高压柔性直流、超导输电等先进技术与装备实现突破，提升电网高效配置资源能力。发展能源互联网智能控制、大容量虚拟同步机等新技术，提升清洁能源大规模接入条件下电网安全性和灵活性。加快智慧城市、智能家居、电动汽车、电力需求侧响应等领域技术创新，提高终端用能效率。

加强产学研用协同。充分发挥企业创新主体作用，建立健全产学研用协同创新体系，整合各方资源，共享前沿信息、研发设施和科研成果，推动重大技术研发、重大装备研制、重大示范工程和技术创新平台四位一体，在“十四五”加快将科研创新成果转化成实实在在的生产力和竞争力优势。

### （七）推进市场建设和企业转型

“十四五”是全面推进电力市场建设的关键期，是加快电力企业转型的机遇期，要以我国能源互联网为平台，加快推动构建全国统一电力市场，健全交易机制、理顺价格关系，形成统一开放、竞争有序的现代市场体系，激发企业发展活力。

建设全国统一电力市场。加强顶层设计，完善相关交易机制，推动国家与省级电力市场有效衔接并逐步融合，更好发挥“大电网、大市场”作用，打破省间壁垒，实现能源资源跨区跨省经济高效配置。积极研究推动电力市场与碳交易市场融合，构建全国电-碳市场，整合气候与能源领域治理机制、参与主体和市场功能，实现碳减排与能源转型协同推进。

推动形成科学电价机制。加快完善一次能源价格、上网电价、销售电价联动机制，使电价真实反映能源成本、供求关系和生态环境成本。完善省间辅助服务补偿和交易机制，充分利用输电通道容量和受端调峰资源，促进清洁能源全国优化配置。结合电价改革进程，妥善解决电价交叉补贴问题。

加快电力企业变革转型。聚焦能源电力行业绿色转型大趋势，优化调整业务布局、运营模式和管理方式，主动压减不符合清洁发展方向的业务，尽快实现主营业务绿色转型，重塑面向未来的竞争优势，提升社会价值。积极适应能源供应体系和消费方式变革，不断拓展新业务领域，加快向综合服务供应商转变。

### （八）深化国际合作

全方位加强国际能源合作是“十四五”推动能源高质量发展、实现开放条件下能源安全的必然要求。要统筹利用国内外两种资源、两个市场，积极推动国外优质、经济的清洁能源“引进来”和我国技术、装备、产能“走出去”，积极推动和引领全球能源互联网发展，全面提升我国能源电力发展质量和效益。

加快我国与周边国家电力互联互通。发挥我国能源互联网平台和枢纽作用，推进与缅甸、老挝、尼泊尔、韩国、蒙古、巴基斯坦等周边国家电力互联，有效利用国际资源和市场，扩大跨国电力贸易规模，助力“一带一路”建设向深走实。

积极推动全球能源互联网发展。发挥我国电力行业综合优势，强化全产业、跨领域资源整合和优势互补，围绕全球能源互联网联合开展技术攻关、项目开发、市场开拓，创新商业模式，打造新的效益增长点。发挥全球能源互联网发展合作组织平台作用，推动能源电力上下游企业加强资源共享、需求对接和项目合作，积极参与全球能源互联网建设，推动中国倡议早日落地实施。

把握“十四五”战略机遇期，加快我国能源互联网建设，对保障国家能源安全、推动经济高质量发展意义重大。能源电力行业应担负起光荣使命和重大责任，深入贯彻落实总书记关于能源发展的重要指示精神，解放思想、登高望远、凝聚合力、改革创新，大力推动我国和全球能源互联网建设，助力构建人类命运共同体，为实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦作出新的贡献。（刘振亚）

## 国家电投将设海南总部开发清洁能源

中国能源报 2020.8.3

本报讯 7月24日，海南省政府与国家电力投资集团有限公司在海口举行工作座谈，并签署战略合作框架协议。

据悉，国家电投将积极参与海南清洁能源岛和智慧海南建设，在综合智慧能源、智慧城市、能源生态产业、美丽乡村建设和氢能、储能、能源设施等领域加强与海南合作，助力海南自贸港建设。

根据协议，国家电投将在琼设立海南区域总部，开发清洁能源项目，发展智慧能源服务产业和能源生态产业，同时加强科研、金融等领域合作，促进产学研深度融合。（张建中）

## 我国将推进新能源新型标准体系建设

中国能源报 2020.8.3

本报讯 日前，国家能源局印发《关于加快能源领域新型标准体系建设的指导意见（征求意见稿）》（以下简称《意见》），在智慧能源、能源互联网、风电、太阳能发电、生物质能、储能、氢能等新兴领域，率先推进新型标准体系建设，发挥示范带动作用。

《意见》称，在新能源、电力与电工装备新技术领域，以及互联网、大数据、人工智能、区块链等数字技术与能源融合发展领域，积极推动团体标准扩量提质。着力通过市场竞争实现团体标准的优胜劣汰。研究建立实施效果良好且符合国家标准或行业标准制定要求的团体标准转化为国家标准或行业标准的机制。

《意见》明确，在智慧能源、能源互联网、风电、太阳能发电、生物质能、储能、氢能等新兴领域，将率先推进新型标准体系建设，发挥示范带动作用。同时，坚持能源标准化与能源技术创新、工程示范一体化推进，夯实标准的技术基础，探索完善标准的终身维护机制，强化标准全生命周期管理和实施监督，切实提升能源领域标准的质量。（刘表翔）

# 欧盟可再生能源发电量首超化石燃料

中国能源报 2020.8.3

本报讯 近日，英国气候及能源智库 Ember 发布研究报告称，今年上半年，欧盟国家风能、太阳能、水能和生物质能等可再生能源发电量包揽了其发电总量的 40%，而化石燃料发电量的占比为 34%。这是欧盟可再生能源发电量首次超过化石燃料。

Ember 高级电力分析师 Dave Jones 表示：“这是欧洲电力行业转型的里程碑时刻。9 年前，欧盟的化石燃料发电量还是可再生能源发电量的两倍，如今，在风能和太阳能替代煤炭的推动下，可再生能源发电量已经超过了化石燃料发电。”

根据 Ember 的报告，今年 1 至 6 月，欧盟可再生能源发电量同比增长了 11%。Ember 指出，这主要得益于上半年欧盟地区有利的气候条件，以及新增了大量风能和太阳能发电装机。

Ember 统计的数据显示，今年上半年，仅风能和太阳能两项就包揽了欧洲地区总发电量的 21%，创下了新的历史纪录。其中，丹麦的风能和太阳能发电量在今年前 6 个月占到总发电量的 64%，爱尔兰的占比为 49%，德国为 42%。

与此同时，欧盟最新的数据显示，今年上半年，受新冠肺炎疫情影响，欧盟电力需求整体下降了 7%，其中化石燃料发电供应减少了 18%，受此带动，欧盟 27 国电力领域的二氧化碳排放量相应下降了约 23%，合计减排 7600 万吨。

Ember 指出，可再生能源的快速发展，使欧盟燃煤发电受到巨大冲击。报告显示，今年年初以来，葡萄牙的两家大型燃煤电厂已经停产，整个上半年，葡萄牙的燃煤发电量下降了 95%；西班牙的燃煤发电量下降了 58%；德国的燃煤发电量下降了 39%；荷兰、奥地利和法国的燃煤发电量下降幅度均超过 50%；另有瑞典和奥地利也在 3 月分别关闭了各自最后一家燃煤电厂。

不过，Ember 的报告同时显示，虽然欧洲各国都在持续“减煤”，但波兰燃煤发电量的下降速度并没有其他国家那么明显。今年上半年，波兰的燃煤发电量首次超过了德国，甚至还超过了其余 25 个欧盟成员国的总和。

Ember 指出，事实上，包括德国在内的大多数欧盟国家都已计划淘汰煤炭，但波兰才刚刚开始规划能源转型，目前还没有逐步淘汰煤炭的时间表，也尚未签署欧盟 2050 年碳中和目标。“对于这些未计划淘汰煤电的国家，新的欧洲‘绿色协议’能够给他们带来风光发电项目的相关投资，并通过 Just Transition 基金提供支持，以帮助欧洲实现从煤电到清洁电力的转型。”

据路透社报道，欧盟近日已就史上最大规模的经济复苏投资计划达成一致，敲定了 7500 亿欧元重建基金，以及 1.074 万亿欧元的 7 年财政预算。

Dave Jones 表示，欧盟目前可以利用此次的 7 年财政预算和经济复苏方案，加快从化石  
20

燃料过渡到可再生能源，从而实现其气候目标。“欧洲的风能和太阳能发电量不断增加，但仍然没有达到足够支撑能源转型的水平。欧盟此前设定的 2030 年的减排目标是在 1990 年基础上减少 40%，如果欧盟希望将其提升至 55%，那从现在起每年需部署比过去 10 年多 2 到 3 倍的可再生能源电力装机。”（仲蕊）

电规总院发布《中国能源发展报告 2019》和《中国电力发展报告 2019》：

## 未来三年用电量将恢复中速增长

中国能源报 2020.8.3

本报讯（实习记者赵紫原）报道：7月30日，电力规划设计总院（下称“电规总院”）在京发布《中国能源发展报告 2019》（以下简称《能源报告》）、《中国电力发展报告 2019》（以下简称《电力报告》），深入剖析了 2019 年我国能源、电力发展的热点焦点问题，紧密结合新冠肺炎疫情的影响，对我国 2020 年能源情况和未来三年电力供需形势进行了全面展望，并针对发展中亟待解决的问题提出行动建议。

两份报告显示，新中国成立 70 年以来，我国能源和电力行业快速发展，取得了举世瞩目的成就，有力支撑了国民经济发展需要和人民生活水平的提高。2019 年，我国能源供需总体平稳增长，能源消费结构和电源结构不断优化，非化石能源消费比重达到 15.3%，可再生能源发电装机占比达到 39.5%。

电规总院副院长徐小东在致辞中表示：“新冠肺炎疫情给全球经济发展、社会治理和国际秩序带来深远影响，也对能源和电力行业发展产生了无法避免的冲击。能源和电力行业砥砺奋进，攻坚克难，为全面完成‘十三五’规划主要目标，构建清洁低碳、安全高效的能源体系奠定了坚实基础。”

电规总院能源研究所所长陈铮、电规总院规划部主任刘世宇分别发布了《能源报告》和《电力报告》。

《能源报告》显示，2019 年，我国煤炭消费量占能源消费总量的比重下降至 57.7%，提前完成“十三五”规划目标。油气增储上产态势良好，原油产量企稳回升，比上年增加约 200 万吨；天然气产量比上年增加约 160 亿立方米，增幅创历史纪录。能源储运设施建设不断完善，保障了能源安全生产和有效供给。

电源结构不断优化，可再生能源发电装机占比达到 39.5%，同比上升 1.1 个百分点，发电量占比达到 27.9%，同比上升 1.2 个百分点。新能源消纳水平不断提高，全国新能源电量渗透率达到 9% 以上，西北地区渗透率达到 16% 左右，与欧洲整体水平相当，全国平均弃风率、弃光率分别下降至 4%、2%，连续 3 年大幅改善。油气体制改革继续推进，电力体制改革持续深化。

《电力报告》指出，2019 我国电力供应保障能力进一步提升，全国发电装机 20.1 亿千瓦，同比增长 5.8%，全国发电量 7.3 万亿千瓦时，同比增长 4.7%。新能源消纳水平显著

提高，2019年，非化石能源消费比重达15.3%，超前完成“十三五”规划目标。全国风电平均利用率96%，同比提高约3个百分点；全国光伏发电平均利用率98%，同比提高约1个百分点。同时，电力资源配置能力持续加强，全国实现省间交易电量约1.25万亿千瓦时，同比增长10.1%。电力系统运行更加灵活高效，海上风电、单晶电池、电化学储能等多方面均有良好表现。电力服务水平显著提升，2019年我国营商环境在全球190个经济体中的排名由第46位跃升至第31位，其中“获得电力”指标排名从第14位提升至第12位。

电力市场化改革持续推进，2019年全国完成市场化交易电量2.7万亿千瓦时，同比增长29%。

与此同时，我国能源和电力发展仍面临不少困难和问题。能源安全保障外部风险增加，能源供需总体宽松与个别品种区域性时段性供给紧张并存，能源和电力发展不平衡不充分的问题依然存在，部分能源电力关键技术受制于人，体制机制改革进入深水区。

在能源供应方面，需重点关注两个问题：一是油气安全风险比较突出，二是电力系统仍存在风险。

突如其来的新冠肺炎疫情对我国能源消费造成较大影响。《能源报告》预计，2020年，一次能源、煤炭和石油消费都将出现下降，非化石能源、天然气和电力消费保持增长，但增速有所回落。一次能源消费总量约48.5亿吨标准煤，比2019年下降0.2%。

徐小东指出，2020年是全面建成小康社会和“十三五”规划的收官之年，是实现第一个百年奋斗目标的关键之年。新冠肺炎疫情造成诸多不利影响，需要深入分析疫情影响，研判发展形势，找准定位，化危为机，为能源和电力行业持续高质量发展做好准备。

对此，两份报告结合现状对“十四五”进行了展望。《电力报告》预计2020年全社会用电量低速增长，初步预判2020年全社会用电量增速大约在0~2.8%左右。未来3年，我国用电量将恢复至中速增长，全国电力供需形势总体稳定，市场消纳将成为后补贴时代新能源健康发展的关键环节。其中，“三北”地区新能源仍有较大发展潜力，送出消纳成为海上风电发展的重要因素，因此跨省区电力资源配置能力仍将持续增长，未来三年预计投产新增跨省区输电通道5100万千瓦。

《能源报告》指出，“十四五”能源功能定位将发生变化。能源行业在完成保障能源供给任务同时，还有两个重要角色需要扮演。一是通过自身创新发展，创造市场需求，为其他产业提供“用武之地”。二是紧抓这次时间窗口为2~3年的全球产业链重构战略机遇期，加速完成我国能源技术和装备制造转型升级。此外，能源发展定位还从经济价值转为经济价值和社会价值并重，从单一粗放转为综合循环和生态环保并重。

据预测，2025年全社会用电量将达9.1~9.5万亿千瓦时，“十四五”全国尖峰负荷控制规模为5000万千瓦左右。“十四五”期间我国一次能源消费总量年均增长2.5%，低于“十三五”前四年3.1%的年均增速，到2025年一次能源消费总量预计达到54.6亿吨标准煤。

## 欧盟敲定“绿色协议”投资方案

中国能源报 2020.8.3

本报讯 据能源信息网站“可再生能源世界”报道，欧盟近日公布了“绿色协议”的具体投资方案，欧盟27个成员国商定了总金额为1.8万亿欧元的预算。这些资金将分别投入两大细分领域，一是2021年到2027年间的财务框架，总共投入1.07万亿欧元；二是“下一代欧盟”计划，拨款金额为7500亿欧元。该计划将于2021年1月1日生效。

据了解，欧盟于2019年底首次提出“绿色协议”投资计划。当时便获得多数成员国一致赞成，但在确定具体拨款金额和细分领域投资占比上，迟迟无法协调一致。按照此前规划，“绿色协议”的总投资规模约为1万亿欧元，其中5030亿欧元用于2021—2017年的财务支出。

虽然根据最终确定的投资方案，不管是总预算还是细分计划，投入金额均有大幅提升，但市场并不买账，甚至有言论讽刺这一计划“过于节俭”。

据油价网报道，多名经济学家、法律工作者以及环保人士均认为，欧盟的这一规划无法达成此前的设想。油价网援引气候专家观点称，“绿色协议”投资计划的初衷是为了推动生态转型，实现气候目标，然而最终确定的投资方案不仅削减了这一部分的开支，还删减了一些关键性项目。另有业内专家、学者批评“绿色协议”投资计划没有明确要求取消化石燃料补贴，毫无效力。

据了解，此前欧盟曾明确提出，为达到《巴黎协定》承诺的减排目标、帮助欧盟国家在2050年实现碳中和，“绿色协议”总预算的30%将用于绿色发展战略，推进能源转型。但在最终敲定的方案中，这一部分的投入金额为5000亿欧元，占比仅为27%。而根据德国智库Agora Energiewende的一项研究，如果要实现气候目标，欧盟至少需要在电力、工业等领域投入2.4万亿欧元用于减排。

此外，今年5月，欧盟还设立了“公平过渡基金”，作为“绿色协议”投资计划的一部分，用于支持高度依赖化石燃料行业的地区转型发展低碳产业。然而，在最终公布的方案中，这一部分的投资仅为174亿欧元，还不及先前建议金额400亿欧元的一半。同时“消失”的，还有两个投资机构“投资欧盟”和“欧洲地平线”对可持续发展领域的项目投资。  
(董梓童)

## 新能源发电行业政策速览

中国电力报发电周刊 2020.8.10

●2017年10月——

五部委《关于促进储能产业与技术发展的指导意见》，首次明确储能战略定位。

●2017年8月——

国家能源局《关于减轻可再生能源领域涉企税费负担的通知》，光伏发电产品增值税即征即退 50% 政策，从 2018 年 12 月 31 日延长到 2020 年 12 月 31 日。

●2018 年 5 月——

三部委《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》，鼓励普通光伏电站和商业分布式项目通过竞争性招标方式参与市场竞争。

●2018 年 11 月——

国家能源局《关于实行可再生能源电力配额制的通知》，对电力消费设定可再生能源配额。

●2018 年 11 月——

国家发展改革委、国家能源局《清洁能源消纳行动计划（2018~2020 年）》，到 2020 年基本解决清洁能源消纳问题。

●2019 年 1 月——

国家发展改革委、国家能源局《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，推进风电、光伏发电平价上网项目和低价上网试点项目建设。

●2019 年 4 月——

国家发展改革委《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》，完善集中式光伏发电上网电价形成机制。

●2020 年 3 月——

国家能源局《关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》，明确 2020 年光伏发电项目补贴预算总额为 15 亿元。

## 世界 500 强中的能源企业

中国能源报 2020.8.17

### 编者按

我国上榜 2020 年《财富》世界 500 强榜单的能源企业共计 23 家，占全球上榜能源企业的 29.9%，足以表明我国能源企业在全球举足轻重的地位。建议加大投入深入研究，推动能源行业可持续发展。

8 月 10 日，《财富》杂志发布了 2020 年世界 500 强排行榜，引发广泛关注，揭秘世界企业规模和发展状况，此榜最重要的依据是公司的营业收入。多年来，在众多行业中，能源矿产行业始终居于重要位置，表明能源矿产行业对于世界经济具有举足轻重的影响。

在 2020 年《财富》世界 500 强中，能源行业上榜企业无论是体量还是数量都占据重要地位：从体量来看，世界 500 强排名前 10 位的企业中，能源企业占据 6 席，分别为：第二位的中国石油化工集团、第三位的中国国家电网公司、第四位的中国石油天然气集团公司、第五位的荷兰皇家壳牌石油公司、第六位的沙特阿美公司、第八位的英国石油公司。尤其值

值得一提的是，世界 500 强榜单前 5 位中，有 4 家是能源企业。从数量来看，按照《财富》杂志对于行业的划分，世界 500 强排名前 20 的行业中（详见表 1），炼油、采矿和原油生产、公用设施以及能源均属于广义上的能源行业，上榜企业数量加总后行业排名第一。

表 1 2020 年《财富》世界 500 强行业排名前 20 分布情况

排名	行业	企业数量	占比	排名	行业	企业数量	占比
1	银行：商业储蓄	50	13.51%	2	车辆与零部件	34	9.19%
3	炼油	29	7.84%	4	人寿与健康保险（股份）	26	7.03%
5	采矿、原油生产	23	6.22%	6	食品店和杂货店	19	5.15%
7	贸易	19	5.14%	8	金属产品	18	4.86%
9	财产与意外保险（股份）	17	4.59%	10	电信	16	4.32%
11	公用设施	15	4.05%	12	电子、电气设备	15	4.05%
13	航天与防务	13	3.51%	14	工程与建筑	13	3.51%
15	制药	13	3.51%	16	人寿与健康保险（互助）	11	2.97%
17	多元化金融	10	2.70%	18	能源	10	2.7%
19	专业零售	10	2.70%	20	计算机、办公设备	9	2.43%
合计						370	100%

我们按照能源行业分类方式对《财富》500 强行业子榜单中企业进行重新归类，划分为煤炭、油气、电力以及矿石企业等，并针对煤炭行业、油气行业、电力行业进行分析。

### 煤炭行业：上榜企业都来自中国

得益于资源的巨大优势以及行业整合措施，2020 年《财富》世界 500 强中煤炭行业上榜的 12 家企业均为中国企业，相比 2019 年 11 家上榜企业，中国中煤能源集团有限公司首次上榜。煤炭行业虽然整体保持强劲势头，但整体排名呈下滑趋势，只有陕西煤业化工集团、兖矿集团、大同煤矿集团有限责任公司（下称“同煤集团”）、中国中煤能源集团有限公司排名有所提升，其他 8 家企业均有所下降。国家能源集团是由中国国电集团公司和神华集团有限责任公司两家世界 500 强企业合并重组而成，2020 年以 804.98 亿美元的营业收入保持煤炭行业领头羊地位。煤炭企业受到资源分布的限制，山西以其独特的地理和资源优势成为我国煤炭工业基地，省内五大煤炭企业均榜上有名，分别为同煤集团、山西焦煤集团有限责任公司、潞安集团、山西阳泉煤业（集团）有限责任公司、山西晋城无烟煤矿业集团（下称“晋煤集团”），其中晋煤集团排名世界第 500 位，处于较为危险的位置。山东有两家企业上榜，分别为山东能源集团有限公司、兖矿集团，河南、河北各有一家企业上榜，分别为河南能源化工集团和冀中能源集团，其中兖矿集团名次提升 23 名，成为煤炭行业中前进最多的企业。

### 油气行业：表现突出

在能源家族中，油气资源绝对占据“老大”地位，在 2020 年《财富》世界 500 强榜单中，油气公司表现十分亮眼，上榜能源企业共 77 家，其中 38 家企业属于油气行业。但从排

名变化来看，油气企业整体呈现下滑趋势，仅有马拉松原油公司、俄罗斯石油公司、信实工业集团以及日本出光兴产株式会社四家公司排名提升，中国石油化工集团公司、中国石油天然气集团公司以及沙特阿美公司保持不变，其他公司排名均有所下降。榜单前十的企业中有5家是油气企业，其中，沙特阿美以882亿美元（2019年：1109.07亿美元）的利润位居盈利能力榜首。从国家分布来看，上榜企业来自21个国家，其中美国有7家企业上榜，位居第一；中国5家，排名第二；印度4家，排名第三。

### 电力行业：国家电网位列前三

2020年《财富》世界500强中共有19家电力企业上榜，其中中国国家电网公司以3839.06亿美元的营业收入位列榜单前三。国家电网公司曾经连续3年位列世界500强第二，受降电价政策影响，2019年排名第四，今年排名第三。从排名升降情况来看，有8家企业排名上升，占比达42.1%，其中上升最多的是意昂集团，上升93位，2019年排名下降94位后重回原先排名；有10家企业排名下降，占比为52.6%，下降最多的是英国森特理克集团，下降129位；法国电力公司排名没有变化。从国家分布来看，上榜企业来自10个国家，中国上榜企业最多（6家），占比达31.58%，日本有3家企业上榜，德国、法国均有2家企业上榜，可见中国电力企业在体量上发展超越其他国家。从营收情况来看，国家电网公司一家独大，是榜单第二名意大利国家电力公司营收的4.27倍，在电力企业中遥遥领先。

### 中国能源企业：在世界能源体系和中国经济体系中扮演重要角色

总体而言，我国上榜2020年《财富》世界500强榜单的能源企业多达23家，占据全球上榜能源企业数量（77家）的29.9%，这个数据极大程度上说明了我国能源企业在全球举足轻重的地位。本次我国上榜企业总数为133家，能源企业在其中占比高达17.3%，这一数据说明，能源企业在我国经济体中扮演重要角色。从细分行业来看，我国上榜煤炭、油气、电力企业分别占我国上榜企业总数的9.0%、4.5%和3.8%。

能源是世界的动力。从世界500强中能源企业所占比例来看，能源行业应该得到足够重视，我们应该投入大量人力物力，在理论上对于能源行业的发展历史、发展现状、存在问题、行业政策进行深入研究，为能源行业的可持续发展提供智慧和帮助，让能源行业更好地推动世界进步和人类发展。（杨君 颜世富 罗钊）

## 新疆新能源替代发电逾300亿千瓦时

中国电力报 2020.8.20

本报讯（通讯员胡培根 韩玺江）报道 从国网新疆电力有限公司获悉，“十三五”期间，新疆新能源替代发电量301.85亿千瓦时，促进了新能源低碳发展和能源结构优化。

据新疆电力营销部智能用电管理工程师窦波介绍，新能源电量300亿千瓦时相当于新疆2500多万居民两年半以上的用电量，相当于燃烧960万吨标准煤，占我国2019年原煤进口量的4.5%。从环保角度看，大约可以减排二氧化碳2592万吨、二氧化硫8.16万吨、氮氧

化物 7.1 万吨。

“今年我们充分利用天中直流停电检修而配套新能源发电受限的时机，组织新能源发电企业与燃煤自备电厂替代交易，增加替代电量近 5 亿千瓦时。”窦波说。

数据显示，1—7 月，新疆电网累计替代电量交易规模近 15 亿千瓦时，179 家新能源发电企业、12 家燃煤自备电厂从中受益。

新疆具有突出的“风光”资源优势，风能资源储量、太阳能年辐射总量均居全国前列，新能源发电装机超 3000 万千瓦，占新疆电网发电总装机 4 成以上。按照自治区政府相关政策，日益发展的新能源正在更多地替代燃煤自备电厂发电，同时形成规范的市场化替代交易机制和交易补偿机制，每年定期组织专项交易，促进新能源消纳。

据了解，实施新能源替代发电，新能源企业可以增加发电量，燃煤自备电厂降低了用能成本，电网企业增加了售电量，政府推进新能源消纳和节能减排政策也取得了积极成效，可谓实现四方共赢。

## 能源转型亟待规划新一代智能电网

中国科学报 2020.8.26

清洁低碳是能源转型的首要特征。“十四五”期间，国家将严格控制煤电，全面推进清洁替代和电能替代，未来，电力所占的市场份额将会越来越大。

到 2050 年，我国能源行业将达到“两个 50%”目标：电能在终端能源消费中的比重超过 50%；非化石能源占一次能源的比重超过 50%，这也对电网提出了更高的要求。

### 急需发展特高压输电技术

电网主要由联结成网的送电线路、变电站、配电所和配电线路组成。通常把由输电、变电、配电及相应的辅助系统组成的联系发电与用电的统一整体称为电网。

我国正处于工业化、城镇化和能源结构转型的关键时期，电力需求长期保持较快增长。从 2006 年到 2016 年，全社会用电量已翻了一番，预计到 2030 年还将再翻一番，达到 11 万亿千瓦时，届时我国的人均用电量也仅为经合组织国家 2006 年的平均水平。

当前，我国能源资源供需分布极不均衡。80% 以上的可用能源资源包括清洁能源分布在西部、北部，70% 以上的电力消费集中在东部、中部，供需相距 800~3000 公里，加之环境保护和土地资源“硬约束”，迫切需要发展大容量、远距离、高效率的特高压输电技术。

特高压交流输电是指 1000 千伏及以上电压的交流输电技术，既可用于大容量远距离输电，也可用于构建电网骨干网架。特高压直流输电是指 ±800KV 及以上电压的直流输电技术，可用于大容量远距离点对点输电，依托坚强交流电网实现电能转换。

以金沙江下游 4000 万千瓦水电送华东为例，采用交流输电方案在技术上和经济上均不可行，采用常规 ±500KV、300 万千瓦直流输电方案占地大、损耗高、极不经济，建设 13 回自西向东横跨 2000 公里的线路实际不可行，因此必须发展特高压直流输电技术。

## 电网发展面临挑战

当前，用电负荷尖峰化特点日益突出。预计“十四五”期间，全国电力负荷峰谷差率将逐年提升，“电力缺口大，电量缺口小”特点突出。若按最大负荷安排网架将造成产能过剩、投资浪费等问题。

其次，电网运行控制特征日益复杂。“十四五”期间，华东、华中电网都将成为典型的多直流馈入电网，受端地区电网受入直流落点密集，交直流耦合日趋紧密；另一方面，新能源装机占比提升，其调峰、调频、调压特性与常规机组存在差距。电网发展需有针对性地加强交流系统承载能力，提高系统调节控制能力。

另外，电网还面临实时平衡问题。新能源发电具有随机性、波动性和间歇性，新能源高比例接入电力系统后，增加了系统调节的负担，常规电源不仅要跟随负荷变化，还要平衡新能源的出力波动。

随着配电侧能源供给日趋多元化，以分布式光伏、微型燃气轮机为代表的分布式发电技术，以蓄电池、超级电容为代表的储能技术，以冷热电联产、余热发电为代表的综合能源技术与配电网高度融合，这就要求实现多种能源综合效率的提升，提高配电网承载能力。

配电侧用电负荷复杂化、互动化，包括以电动汽车充电桩、换电站为代表的互动式负荷，以智能楼宇、智能家居为代表的柔性负荷，都需要电网实现可观、可测、可控，满足多元化负荷灵活接入，实时监测和柔性控制。

配电网的优质服务水平也亟待提升。随着能源交易的市场化水平提升，以电力市场为核心的能源市场逐步放开，供给侧与消费侧市场主体广泛参与、充分竞争，分时电价、峰谷电价、多方互动、综合能源交易等市场机制不断丰富，对配电网的服务水平提出了更高的要求。因此，也需要进行电力体制改革，放开增量配电市场。

## 构建新一代智能电网

国家提出的“两个50%”目标，意味着一半以上的能源生产和消费都将依靠电力系统来完成，未来电网发展需要不断提升能源资源配置能力，具备强大的灵活调节能力，打造各电压等级协调发展的坚强智能电网。

首先，新一代电网广泛互联，需要搭建资源大范围优化配置平台。目前，我国能源开发与消费的基本情况是，70%水能资源在西南；80%陆地风能集中在“三北”；60%太阳能集中在西部和北部；70%以上的能源需求在东中部。通过广泛互联的新一代电网，可以实现全网发供用多能互补、时空互济、友好包容。

其次，新一代电网应以智慧化、互动化为特征，与电力市场紧密融合。通过大数据技术分析处理电力系统海量在线数据；通过云计算技术快速准确实时仿真，在线决策；通过物联网技术提高发、输、配、用和电力市场全环节智能感知能力和实时监测水平；通过移动互联网技术加强信息通信支撑能力。

新一代电网还将积极采用创新技术，如抽水蓄能、虚拟同步机、柔性直流输电、柔性交

流输电等，提高新能源运行的灵活性和适应性。另外，新一代电网具有高度稳定性和可靠性，电网安全可控、能控。

总之，实现能源转型，核心是新能源大规模开发利用，根本途径是能源生产消费再电气化，基础则是具有“广泛互联、智能互动、灵活柔性、安全可控”特征的新一代电网。（李文毅）

## 人工智能赋能电力新基建

中国科学报 2020.8.26

**本报讯（记者李惠钰）**日前，由北极星电力网、北极星电力学院主办的“首届中国电力新基建及能源互联网论坛”在京召开，多位业内人士就电力新基建及能源互联网发展建设的趋势及市场发展方向展开探讨，共同挖掘新基建背后蕴藏的众多市场机遇。

“新基建、新时代、新挑战、新机遇，大力推进特高压工程建设并与数字技术融合发展大有可为。”中国能源研究会常务理事孙昕表示，电网关于新基建的部署有两个方面，国网正加快推进14项特高压工程核准、开工和建设；南网正抓紧建设乌东德到广西、广东的特高压柔性直流工程，特高压建设会做到完善升级、补短板、强弱项、锻长板，同时特别注重与新型数字基础设施共建、融合发展。

在电力系统数字化转型的进程中，人工智能等技术的应用起到关键作用。“国内首个面向供电服务指挥领域的人工智能虚拟供电服务指挥员小艾，面向故障报修、配网调度、抢修指挥等领域依托人机耦合技术，旨在‘用户感知暖一点，停电时户少一点，精准抢修快一点’。”科大讯飞智能服务事业部解决方案总监刘国光分享了一项人工智能产品。

针对传统高压输电线路的防护主要依赖于人工巡检、存在部分特殊地段巡视困难等问题，安徽炬视科技有限公司联合创始人兼执行董事朱兆亚提出了一种基于AI视觉的解决方案——输电线路综合智能隐患识别分析系统能够实现电网事故发生前的及时准确预知，将线路事故隐患消除于萌芽状态，系统采用图像智能建模分析技术，对高压输电线路杆塔上定期采集的沿线图片进行检测分析，识别其中有可能导致输电线路被破坏的异常情况，将预警信息推送给管理人员，实现输电线路的智能监控。

“人工智能技术整体都在突破，从核心的科学研究、形成产品到赋能行业。”百度人工智能体系能源与战略部门负责人王磊表示，国网和南网“十四五”的规划，都在考虑让人工智能技术全面拥抱核心业务，人工智能已经成为电力新基建发展的必然趋势。

## 两部委印发“两个一体化”征求意见稿

中国能源报 2020.8.30

**本报讯**8月27日，国家发改委、国家能源局发布“关于公开征求对《国家发展改革委国家能源局关于开展‘风光水火储一体化’‘源网荷储一体化’的指导意见（征求意见稿）》意见的公告”。

《指导意见》在能源转型升级的总体要求和“清洁低碳、安全高效”基本原则框架下，提出“两个一体化”的范畴与内涵，强调统筹协调各类电源开发、提高清洁能源利用效率、适度配置储能设施、充分发挥负荷侧调节能力。

“两个一体化”的总体要求包括：一是坚守安全底线，在确保电力系统安全稳定运行的前提下，优先考虑可再生能源电力开发消纳，促进能源转型和绿色发展。二是客观评估并发挥系统调节能力，因地制宜确定电源合理规模与配比，挖掘新能源消纳能力，确保开发规模与消纳能力匹配，缓解弃电问题。三是通过提高存量电源调节能力和清洁能源比例、输电通道利用效率、电力需求响应能力，合理优化增量规模、结构与布局。四是发挥市场配置资源决定性作用，破除市场壁垒，依靠技术进步、提高效率、降低成本，不断提升竞争力。

在“风光水火储一体化”方面，《指导意见》强调，要因地制宜采取风能、太阳能、水能、煤炭等多能源品种发电互相补充，并适度增加一定比例储能。

在“源网荷储一体化”方面，《指导意见》明确，侧重于围绕负荷需求开展，以储能等先进技术和体制机制创新为支撑，以安全、绿色、高效为目标，创新电力生产和消费模式，为构建源网荷高度融合的新一代电力系统探索发展路径，实现源、网、荷、储的深度协同，主要包括“区域（省）级源网荷储一体化”“市（县）级源网荷储一体化”“园区级源网荷储一体化”等具体模式。

为落实“两个一体化”，《指导意见》提出四个基本原则：安全第一，绿色优先；保障消纳，合理配比；优先存量，优化增量；市场驱动，政策支持。（孙建新）

## 二、热能、储能、动力工程

### 德勤：全球电动汽车销量占比 10 年内超三成

中国能源报 2020.8.3

本报讯 日前，市场研究机构德勤发布报告称，由于消费者观念发生改变，同时电动汽车购买门槛逐步降低，预计到 2030 年，全球电动汽车年销售量将达到 3110 万辆，占汽车总销量的 32% 左右。

德勤分析指出，由于多国都针对电动汽车出台了相应激励措施，当前全球大环境对电动汽车市场增长仍较为有利。“今年以来，尽管新冠肺炎疫情对全球经济有所影响，汽车行业也遭受了一定冲击，但全球范围内电动汽车的销量仍保持坚挺，预计将达到 250 万辆。”德勤在报告中表示，“与此同时，按照 29% 复合年增长率来计算，到 2025 年，全球电动汽车销量预计将达到 1120 万辆；到 2030 年将达到 3110 万辆。”

根据德勤的报告，未来纯电动汽车的销售表现将优于插电式混合动力汽车，在电动汽车总销量中的占比预计能达到 81% 以上。

德勤电动汽车部门总监 Jamie Hamilton 指出，此前部分消费者是因为高昂价格才对电动汽车望而却步，随着成本的逐步下降，目前部分电动汽车的售价已经可以与汽油车及柴油车

竞争，这将有利于扩大电动汽车的销售。“我们估计，新冠肺炎疫情的蔓延可能已经导致汽、柴油车销量达到峰值，预计到 2024 年，全球汽车的年销量才能够恢复至疫情前水平，而这期间，电动汽车的市场份额将大大提升。”

德勤援引英国汽车市场的数据举例指出，目前英国半数以上的消费者在购买新车时考虑电动汽车。德勤认为，这主要是受相关激励政策和对气候问题的关注共同推动的。德勤在报告中表示，“未来，全球电动汽车用量的增长很大程度上也将是受各国鼓励政策的推动。”

另外，德勤认为，目前企业用户仍是电动汽车的主要消费者，如果能从政策层面鼓励更多企业采用电动汽车，将更加有利于实现全球交通电气化的目标。

不过，也有分析指出，电动汽车市场发展当前仍有一些问题未能解决，其中包括电池续航里程有限、充电桩设施缺失等。例如，仅在英国就有大约 33% 的消费者因为充电设施不足而放弃购买电动汽车。Jamie Hamilton 表示，由此看来，各国政府仍需持续加大对电动汽车及相关产业的支持力度，从而推动电动汽车的市场份额不断扩大。（李丽旻）

## 利好政策频出 下游产业倒逼

# 燃料电池电堆技术迎黄金发展期

中国能源报 2020.8.3

### 核心阅读

专家认为，通过燃料电池技术引进，并消化吸收发展为自主技术，建设电堆、系统集成和整车生产线，形成氢能产业化开发平台，有利于企业占领氢能技术制高点。

“今年出台的相关补贴政策有利于促进燃料电池电堆发展，带动电堆技术探索和多元应用，并推动氢能产业的进步。”在近日举办的燃料电池电堆技术发展网络研讨会上，与会专家表示。

据了解，近年来，我国燃料电池电堆技术发展迅速，电堆性能大幅提升，已接近国际水平，但电堆可靠性、寿命、成本与国外先进水平相比还存在较大差距。

### 政策利好电堆发展

今年 4 月，财政部等四部委发布的《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》提出，调整补贴方式，开展燃料电池汽车示范应用，明确“以奖代补”建立氢能和燃料电池汽车产业链；随后，《关于开展燃料电池汽车示范推广通知》征求意见稿发布，明确“以奖代补”奖励细则，其中还强化了加氢站建设补贴。

“2018 年以来我国氢能产业发展速度显著加快，氢能产业遍地开花，全国各地掀起氢能发展新浪潮。得益于顶层氢能扶持政策，已形成上海、广东佛山 - 云浮、山东济南和河北张家口等氢能产业聚集区，并逐步向全国各地延伸。”国鸿氢能科技有限公司副总经理燕希强认为，这有利于推动关键零部件的技术攻关、产业化规模发展和商业化示范推广，进一步掀起氢燃料电池汽车发展的新高潮。

上海氢晨新能源科技有限公司总经理易培云表示，今年的新一轮补贴将改变燃料电池格局，尤其是对大功率氢燃料电池电堆而言，将获得难得的发展机遇。

燕希强表示：“氢燃料动力系统在整车成本的占比超过70%，主要部件包括燃料电池电堆、高压储氢罐、电机、动力控制装置等，其中最核心的部分是燃料电池电堆，在燃料电池系统中占比约65%，随着政策加持下生产规模扩大以及电堆国产化的逐步实现，电堆成本预计可下降60%。”

### 双极板技术适用不同场景

双极板作为燃料电池电堆的核心部件，分别有石墨、金属和复合双极板。与会专家表示，由于应用场景、功率等有差异，各类双极板在不同的应用领域各有优势，因此，在未来很长时间不同材料的双极板将共存、互补发展。

对于燃料电池电堆而言，可靠性高、寿命长、成本低是确保电堆更具竞争力的必要条件。燕希强指出：“目前柔性石墨双极板处于领先地位，其原材料成本低，还能保留石墨双极板高电导性和高耐腐蚀性，同时又解决了硬石墨板加工周期长、脆性问题，实现了双极板的批量化制备，降低了双极板制备成本。”

而金属双极板也同样有其适用场景。易培云表示，金属双极板电堆具有功率密度高、冷启动快、抗震性能好等优势，适用于100kW以上的大功率电堆的批量制造。

易培云坦言：“大功率电堆同时面临不可避免的技术挑战，与小功率电堆相比，功率大并非简单的数量加减，其设计理念和技术难度完全不一样，需要更好的设计、密封、装配和解决降本问题。”

“应用场景及整车对电堆的需求不同，乘用车更注重动力性能，而商用车需要经济性的保证，不存在一个电堆适用所有场景，因此要遵循场景差异设计满足不同需求的电堆。”易培云表示。

### 建立全产业链生态

燕希强表示，氢能全产业链布局能够推动燃料电池电堆进一步研发迭代以及氢能产业快速发展。以国鸿氢能对燃料电池电堆的研发推广为例，国鸿氢能进行燃料电池电堆研发生产，氢源来自美锦能源工业副产氢，膜电极研发属于鸿基创能，舜华新能源进行加氢设备研发及加氢站建设运营，整车研发由飞驰客车负责，以此形成氢能全产业链生态。

因此，建立规模化电堆生产线，形成产业化开发平台尤为重要。“通过燃料电池技术引进，并消化吸收发展为自主技术，建设电堆、系统集成和整车生产线，形成氢能产业化开发平台，有利于企业占领氢能技术制高点。”燕希强表示。

易培云强调，电堆核心竞争力取决于性能、寿命及成本，性能与部件匹配及环境适应性有关，高寿命需要高温耐久的材料、一致性设计和高精度制造，而想要进一步降低成本，则需要提高性能、零部件一体化设计等。“因此，开发电堆智能制造技术，实现部件和电堆的自动识别、匹配、装配及监控也尤为关键。”

# 俄罗斯全速布局氢能产业

## 传统能源巨头悉数参与，年底有望出台发展路线图

中国能源报 2020.8.3

“我们当然在考虑氢能产业发展，并将在实践中摸索前进。”俄罗斯总统普京曾在2017年的“俄罗斯能源周”论坛上公开表示。两年多以来，俄罗斯一直朝着这个方向努力。眼下，俄罗斯初步确定了氢能产业发展战略，参与氢能试点项目的首批企业名单也已出炉，最早年底将公布具体发展路线图，同时有望于明年出台相关支持政策和鼓励机制。

### 能源巨头牵头“试水”

俄罗斯政府日前发布“氢能经济政府计划”，确定俄罗斯天然气巨头俄气（Gazprom）、俄罗斯国家原子能公司（Rosatom）为推进氢气开发和利用的“排头兵”。俄气将从2021年开始建造并测试以甲烷制氢为动力的涡轮机，2024年开始生产氢气并研究氢气作为燃料的不同应用，包括燃气锅炉、燃气轮机、车用燃料等。

《今日俄罗斯》报道称，俄气计划明年开发和测试一台氢气轮机，德国制造业巨头西门子将为俄气的氢气轮机研发测试提供帮助。此外，俄气还正和德国公用事业公司Uniper讨论使用甲醇对氢能进行存储和利用的前景。

据了解，西门子去年初就公布了氢气发展路线图，计划到2030年将燃气轮机的燃氢能力提高到100%，目前其多个燃气轮机型号已经实现了高比例混合氢燃料的能力。

值得一提的是，西门子还是示范项目HyflexPower的参与者之一，该项目旨在通过可再生电力生产和储存氢气，然后再利用储存的氢燃料进行发电，从而逐步彻底替换掉目前燃机电厂正在使用的天然气燃料。俄气认为，这些经验将在双方合作中发挥重要作用。

Rosatom则将负责氢动力载人火车试点项目，最早将于2024年开始进行测试，预计最远目的地可达萨哈林岛。事实上，早在去年9月，Rosatom就启动了一个核电制氢项目，随后还与日本自然资源和能源厅签署合作协议，旨在2020—2021年间进行一项从俄罗斯向日本出口氢气的可行性研究调查。

Rosatom总干事Nikolay Ponomarev Stepnoy接受俄罗斯《国家报》采访时表示：“俄罗斯拥有天然气、核燃料等诸多原材料储备、高素质的人才，加上在核电制氢技术研究和开发过程中积累的大量知识和经验，因此，完全能在发展氢能领域处于全球领先地位。”

油价网消息称，除了俄气和Rosatom，俄罗斯最大私营天然气生产商诺瓦泰克（Novatek）也向俄政府表达了希望参与国家氢能产业发展的意向。

### 全力打造氢能经济

俄罗斯能源部在一份声明中指出，计划今年底做出“氢能行业整体发展构想”路线图，并努力推出更多氢能试点项目。从明年开始，还将就“氢气出口”以及“国内氢气购买”等出台支持政策和鼓励机制。去年底，俄罗斯能源部成立了氢能研究工作组，负责制订国家

氢能发展路线图。

作为全球重要的油气出口国之一，在新冠肺炎疫情重创全球经济、油气市场持续萎靡的大环境下，俄罗斯认为加入全球氢能发展队伍的时机已经成熟。尽管目前规划和细节仍然很少，但俄罗斯政府内部早已开始了更为细致的讨论和研究，希望未来能将氢能打造成俄罗斯出口的又一重要角色。

根据俄罗斯新版《2035 年前能源战略草案》，该国正在加速向“资源创新型发展”的经济结构转型，其中明确了氢能经济为行业战略重点的部署，计划到 2035 年通过扩大氢气产能成为全球重要氢能经济国家。

在俄政府看来，俄罗斯庞大的油气管道网络也将在国家氢能经济战略中发挥关键作用。俄罗斯的氢气未来有望通过原有的油气管道出口至欧洲国家，成为继天然气之后，俄罗斯出口欧洲的又一个重要能源资源。

俄气表示，在旧天然气管道中，最多可混合 20% 氢气，而在诸如“北溪 2 号”这样的新管道中，氢气的混合比例可高达 70%。预计到 2050 年，欧洲氢能市场规模将达到 1530 亿欧元，“俄罗斯不会放弃这一市场”。

据标普全球普氏日前报道，俄罗斯与德国正在考虑建立氢能伙伴关系，德国计划为跨国合作的氢能项目拨款 20 亿欧元。德俄商会于 7 月初提交至两国相关部门的提案显示，希望利用两国在油气行业多年合作的成功经验，在氢能开发等气候友好型技术方面开展密切合作，初步计划共同投建一座制氢工厂。

“俄罗斯和德国在油气领域有牢固的战略伙伴关系，尤其是在建设‘北溪 2 号’天然气管道方面。”德俄商会负责人 Matthias Schepp 表示，“俄罗斯是超级能源大国，是推进氢能合作的理想伙伴。德俄两国在氢技术领域的合作，将为全球实现碳中和做出重要贡献。”（王林）

## 二维结构 InSe 无机半导体单晶具有超常塑性

中国科学报 2020.8.3

本报讯（记者黄辛、张行勇）上海交通大学与中国科学院上海硅酸盐研究所等单位合作，在无机塑性半导体领域取得重大突破。研究发现，二维结构范德华半导体 InSe 在单晶块体形态下具有超常规的塑性和巨大的变形能力，既具有传统无机非金属半导体的优异物理性能，又可像金属一样进行塑性变形和机械加工，在柔性和可变形热电能量转换、光电传感等领域有广阔的应用前景。7 月 31 日，该研究成果发表于《科学》。

受 Ag<sub>2</sub>S 准层状结构与非局域、弥散化学键特性的启发，研究人员聚焦一大类包含范德华力的二维结构材料，并在其中发现了具有超常塑性的 InSe 晶体。同时，研究人员发现，不同于多晶形态下的脆性行为，InSe 单晶二维材料在块体形态下可以弯折、扭曲而不破碎，甚至能够折成“纸飞机”、弯成莫比乌斯环，表现出罕见的大变形能力。非标力学试验结果进一步证实了材料的超常塑性，其压缩工程应变可达 80%，特定方向的弯曲和拉伸工程应

变也高于 10%。

进一步的实验表明，InSe 单晶块体的塑性变形主要来自层间的相对滑动和跨层的位错滑移，InSe 的变形和塑性与其特殊的晶体结构和化学键密切相关。这些多重、非局域的较弱作用力一方面促进层间的相对滑移，另一方面又像“胶水”把相邻的层“黏合”起来，抑制材料发生解理，同时保证位错的跨层滑移。

基于 InSe 单晶特殊的力学性质和化学键特性，研究人员提出，具有高解理能、低滑移能、低杨氏模量的材料有望具有良好塑性变形能力。该判据很好地解释了目前已发现的两种无机塑性半导体 Ag<sub>2</sub>S 和 InSe，也为其他新型塑性和可变形半导体的预测和筛选提供了理论依据。

该研究参加单位还包括上海电机学院、西安交通大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、克莱姆森大学等。

## 添加导电聚合物 砖头“变身”超级电容

### “智能砖”有望成多用途建筑材料

科技日报 2020.8.12

科技日报北京 8 月 11 日电（记者张梦然）英国《自然·通讯》杂志 11 日发表一项材料学最新研究，美国科学家通过气相沉积技术，让人们最熟悉的传统烧结砖“变身”超级电容，成为一种全新储能单元——这些“智能砖”在充电后，可以像电池一样储存电能，随时为其他装置供电。这一成果被认为是多用途增值建筑材料领域迈出的重要一步。

数千年来，烧结砖一直作为建筑材料，很少有其他用途。这种砖以黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为原料，经成型和高温焙烧而制得，用于砌筑承重和非承重墙体，也就是人们最熟悉的红砖。现在科学家们意识到，用砖砌成的墙和楼房已经占据了大量空间，如果能“一砖两用”，将极大增加其利用价值。

此次，美国圣路易斯华盛顿大学研究人员朱利奥·达西及其同事，让这种红砖“变身”为一种超级电容器储能装置。他们利用砖的多孔结构，使用气相沉积技术为整块砖添加了一层名为 PEDOT 的导电聚合物，让砖变成一个储能电极。

由于砖本身的红色色素——氧化铁（铁锈），对于诱发聚合反应来说十分关键。研究团队用一个概念验证装置证明，可以用一块砖直接给一个发光二极管（LED）充电。

根据研究团队的计算，这些储能砖砌成的墙将能储存大量电能。这项工作或能为开发具有储电功能的多用途增值建筑材料带来启示。

在此之前，将建筑材料用于供电的构想多是“供电地砖”——即将特殊地砖应用到踩踏量较大的交通地段，地砖可以将收集到的能量储蓄到聚合物锂电池中，用于街边路灯的照明、音箱、人行道的警报器、标牌以及广告等领域。而能实现同样功能的墙体建筑材料，应用前景无疑将更为广阔。

## 总编辑圈点

不妨开个脑洞：以后应用了这种“智能砖”的建筑物，都能在需要时“变身”充电桩。建筑物里的，是砖块，也是储能电极。它们可以砌墙，也可以让电灯、广告灯箱都亮堂起来。等技术进一步升级，也许连电动车都能在墙边得到能量补充。原来，给砖加上一层导电聚合物，就能让平平无奇的它们，变成储能材料。当然，“智能砖”要大规模应用，还需考虑成本，进一步验证。不过，科研人员的奇思妙想，总能将那些司空见惯寻常物，变得不寻常；将那些天方夜谭奇妙事，变得触手可及。

## 全球充电桩市场投资 10 年或超 700 亿美元

中国能源报 2020.8.3

**本报讯** 据能源信息网站“国际智慧能源”报道，市场研究机构 Guidehouse Insights 发布的最新研究报告预计，今年全球充电桩市场投资规模将超过 210 亿美元；到 2030 年，全球充电桩市场投资更将超过 700 亿美元。

Guidehouse Insights 高级研究分析师 Scott Shepard 表示，受新冠肺炎疫情影响，短期内，全球充电桩市场投资规模将有所收缩，但市场需求依然可观。

“疫情爆发前，充电桩市场规模增速很快，2018 年就增加了一倍有余。随着充电桩数量基本可以满足电动汽车充电需求，供需趋于平衡，充电桩市场投资将再次放缓。不过，由于目前住宅、写字楼和停车场等地区充电桩覆盖率并不高，因此潜在需求仍然很大。”

此外，Guidehouse Insights 还认为，作为新兴产业，充电桩还处于发展期，市场上很多技术还不成熟或等待开发，市场的投资还将带动创新技术的发展、升级。（董梓童）

## 超声波“透视眼”无损检测软包电池

中国科学报 2020.8.26

锂离子电池是移动电子、电动汽车和大型储能站中最成功的储能装置。然而，锂离子电池在能量密度、循环寿命和安全性等方面仍面临挑战。近年来，许多新的表征方法被应用于锂离子电池的研究中，然而能够表征软包电池内部结构的无损原位检测方法仍然少见。目前，迫切需要廉价、方便、快速的表征方法来研究锂离子电池内电解质和气体的相关变化，这将有利于提高锂离子电池的安全性。

近日，加拿大达尔豪斯大学教授 Jeff.R.Dahn、华中科技大学教授黄云辉和副教授沈越合作在《焦耳》上发文，研究利用自行设计和制造的新型超声波扫描机，测量软包电池的局部超声透射率，并将其用于成像。通过这种超声成像技术能够清楚地观察到电池的润湿过程，可作为一种非常灵敏的探测锂离子软包电池失效机制的方法。

根据论文内容，超声波从一侧的聚焦换能器发射，穿透电池，并被另一侧的另一个换能器接收。在聚焦超声束路径上，材料物理性质的变化会影响传输的超声波信号。由于超声波

是一种机械波，它需要一种介质来传播。电池中的电极可以看作是紧密堆积的微粒，当电极干燥时，超声波只能通过粒子间的直接接触传播。这些不规则粒子会产生大量的反射和折射，导致超声信号的快速衰减。超声波的大部分能量被这些粒子之间的摩擦所消耗。但是，如果电极被电解液润湿，电解液可以作为声波的介质，为超声波传播提供额外的路径。因此，超声成像对锂离子电池的润湿状态非常敏感，可以用来研究锂离子电池的干燥和“未浸润”。

研究人员开发的超声波成像技术是一种非常有用的无损检测方法，可以用来检查软包电池内电解质和/或气体的状态。超声波透射成像可以快速确定电池的最小电解液注入量和润湿时间，有助于优化电池制造工艺。因此，该技术可用于研究电池老化，并在不拆卸电池的情况下找到电解液干涸或“未润湿”的证据。(李木子)

## 全球锂电池产能 10 年内将翻两番

中国能源报 2020.8.17

本报讯 行业研究咨询机构伍德麦肯兹近日发布最新报告称，预计到 2030 年，全球锂电池制造能力将在 2019 年的基础上翻两番，达到 1.3 太瓦时。

根据伍德麦肯兹的统计，亚太地区的锂电池产能居全球之首，该地区的锂电池生产商，如 CATL、LG 化学、比亚迪、SK 创新的产能均处于全球领先地位；紧随其后的则是欧洲新兴的锂电池生产商，如 Northvolt 和 ACC。

伍德麦肯兹高级分析师 Mitalee Gupta 表示：“亚太地区包揽了当前全球 80% 的锂电池产能。预计未来 10 年，亚太地区仍将是锂电池生产领域的‘领头羊’。其中，中国将是该区域锂电池产能增长的主导力量。预计到 2030 年，中国的锂电池产能将从今年 345 吉瓦时，攀升至 800 吉瓦时以上。除了本土厂商，在中国的诸多外资厂商，如 LG 化学、三星 SDI 和 SK 创新等，也都将不断增加新的生产线。”

与此同时，伍德麦肯兹预计，虽然欧洲当前的锂电池产能仅占全球总产能的 7%，但未来几年内提升潜力巨大，有望在 2030 年占到全球总产能的 25%。这主要是受电动汽车和储能用电池需求增长的推动。

另外，美洲地区的锂电池产能在全球市场的占比未来 10 年内变化不大。当前，该地区的锂电池产能主要集中在北美，由特斯拉在内华达州的 Gigafactory 主导。(穆紫)

## 世界首座非补燃式压缩空气储能商业电站开工

中国电力报 2020.8.22

8 月 18 日，金坛盐穴压缩空气储能国家试验示范项目主体工程在江苏省常州市顺利开工。工程采用非补燃式压缩空气储能技术，建成后将成为全球首个大型非补燃压缩空气储能电站。

作为我国压缩空气储能领域唯一国家示范项目，项目一期工程装机容量 6 万千瓦，储能

容量30万千瓦时，预计2021年6月并网发电。同时，项目远期规划100万千瓦，将打造我国大规模清洁物理储能基地。目前，一期工程主设备已完成研发并进入制造阶段，均为国产首台套设备。

该项目开辟了利用深地资源进行大规模电能存储的新领域，为清洁能源大规模开发后的大容量储能提供了解决方案。

## 200 摄氏度高效介电储能薄膜研制成功

中国科学报 2020.8.19

**本报讯** 近日，清华大学电机系副教授李琦、教授何金良等人首次研制出200摄氏度高效介电储能的全有机复合薄膜。相关论文发表于《自然—通讯》。

聚合物薄膜电容器具有介电强度高、能量损耗低，以及自愈性好等优点，在全球工业电容器市场占有率超过其他类型电容产品。然而，聚合物介电材料的绝缘性能对温度极其敏感，在高温、高电场作用下泄漏电流呈指数上升、放电效率急剧下降，最终造成电容器过热损坏。目前主流商业薄膜电容器仅在105摄氏度以下工作，长期工作温度低于70摄氏度。

李琦等人则采用了一种与前期方法截然不同的技术路线——利用有机光伏中电子受体材料的强得电子能力，实现了在高温聚合物中构筑深电荷陷阱。这种有机分子半导体型的电子受体材料具有极高的电子亲和能，被广泛应用于有机光伏中激子在异质结界面高效分离。它们可通过其表面静电势分布的极不均匀特性，对自由电子产生强束缚作用。

据介绍，在200摄氏度高温条件下，这类全有机复合介电材料的介电储能性能不仅远超目前最好的高温聚合物及聚合物纳米复合介电材料，并接近商业化聚合物电容薄膜室温下性能；在大幅提升高温介电储能特性的同时还实现了大面积、性能均匀的薄膜制备，为实现薄膜电容器在200摄氏度严酷温度环境下应用提供了可能。

此外，全有机复合体系解决了传统有机—无机复合体系中高表面能粒子分散不均和引入界面缺陷等问题，在薄膜品质和规模化制备等方面具有显著优势。（李惠钰）

## 工信部发布新能源车准入新规

车企跨产品类别生产新能源车的，须先完成投资项目手续

中国环境报 2020.8.21

**本报记者史小静北京报道** 为更好适应我国新能源汽车产业发展需要，工业和信息化部日前发布修改后的《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》（以下简称《规定》），9月1日起施行。

根据《规定》，申请新能源汽车生产企业准入的，应符合国家有关法律、行政法规、规章和汽车产业发展政策及宏观调控政策的要求。申请人是已取得道路机动车辆生产企业准入

的汽车生产企业，或者是已按照国家有关投资管理规定完成投资项目手续的新建汽车生产企业。汽车生产企业跨产品类别生产新能源汽车的，也应当按照国家有关投资管理规定完成投资项目手续。

申请人需具备生产新能源汽车产品所必需的生产能力、产品生产一致性保证能力、售后服务及产品安全保障能力，符合《新能源汽车生产企业准入审查要求》。工业和信息化部将委托第三方技术服务机构，组织专家对新能源汽车生产企业、新能源汽车产品准入申请进行技术审查，审查方式包括现场审查、资料审查。

《规定》指出，新能源汽车生产企业应当建立新能源汽车产品售后服务承诺制度。新能源汽车生产企业应当在产品全生命周期内，为每一辆新能源汽车产品建立档案，跟踪记录汽车使用、维护、维修情况，实施新能源汽车动力电池溯源信息管理，跟踪记录动力电池回收利用情况。

新能源汽车生产企业发现新能源汽车产品存在安全、环保、节能等严重问题的，应当立即停止相关产品的生产、销售，采取措施进行整改，并及时向工业和信息化部和相关省、自治区、直辖市工业和信息化主管部门报告。

## 《电动汽车换电安全要求》过审——

### 换电模式标准化再进一步

中国能源报 2020.8.31

#### 核心阅读

《电动汽车换电安全要求》于近日过审，为电动汽车换电模式发展再添助力。但由于电池、电池组的设计、工程和控制策略等一般都属于企业的核心技术的重要知识产权，因此多数企业不愿分享自己制造的动力电池参数，使得动力电池标准化进程缓慢，导致换电模式目前难成市场主流。

政策“东风”的加持，使“车电分离”模式成为当下新能源汽车发展的重要方向之一。近日，由北汽新能源、蔚来汽车、中汽中心等单位牵头起草的GB/T《电动汽车换电安全要求》（以下简称《要求》）推荐性国家标准通过了审查。这意味着，换电模式的发展终于有了官方标准。

#### 推动行业规范发展

7月下旬，工信部明确指出，要鼓励充换电基础设施建设，并加快充换电设施互联互通；随后，国家能源局也宣布，将积极支持充换电商业模式创新，切实提升充换电保障能力。

“未来充电模式和换电模式会并行发展，尤其是出租车、网约车或特定环境下，换电模式必然有巨大优势。”全国乘用车联合会秘书长崔东树表示。

在此背景下，日前，汽标委电动汽车分标委在深圳组织召开2020年标准审查会，会上通过了由北汽新能源、蔚来汽车、中汽中心等牵头起草的《要求》，正式确定了可换电电动

汽车所应有的安全要求、实验方法和测试规则。

《要求》明确，要将整车、换电系统、换电电池包、换电机构、换电接口等关键要素作为研究对象，充分分析换电过程及车辆行驶过程中潜在的失效模式，确定换电车辆的一般安全要求、整车安全要求及系统部件安全要求，并提出相应的试验检测方法。此外，通过分析不同技术方案差异、车辆实际运行场景及运行数据，《要求》还分别规定了 5000 次（卡扣式）和 1500 次（螺栓式）的最低换电次数要求，确保用户在车辆设计使用寿命内换电时的安全性。

“在实际应用场景中，公共充电设施太少、充电时间过长、缺乏充电条件、频繁充电等‘充电难’问题，依然是阻碍消费者购买新能源汽车的主要原因，而换电模式可以在一定程度上解决这些问题。”华创证券指出，《要求》的出台，意味着统一标准后的换电服务将会更加规范与健康，而文件中明确提出的单次换电不超 5 分钟操作时间的要求，也说明换电模式比充电模式更具便利性。

### 北汽、蔚来牵头制定

记者注意到，本次《要求》的出台，离不开两家企业的推动和促进——北汽新能源和蔚来汽车。除了牵头起草标准，北汽新能源与蔚来汽车近年来在换电领域动作频频。

一方面，积极布局换电领域的北汽集团刚刚完成了与国网电动的签约，双方将共同建设运营换电网、站，并探索将电动汽车充换电站纳入铝电交易，力争在 2021 年 6 月底前合作建设 100 座换电站，服务全国不少于 10000 辆换电车辆。

另一方面，造车新势力中的换电模式代表蔚来汽车日前也与宁德时代、国泰君安国际控股有限公司和湖北省科技投资集团有限公司共同投资成立了武汉蔚能电池资产有限公司，以推动“车电分离”新商业模式在新能源汽车行业的发展，并在此基础上推出 BaaS（电池租用服务）业务。此外，蔚来对购买新车的用户也提供免费换电服务，该服务可应用于蔚来旗下 ES6 和 ES8 以及即将交付的 EC6。

“由这两家先试先行的企业来制定标准，数据和经验都会更为丰富，标准也更具可操作性。当然，它们最终也会成为最大的受益者。”有业内人士指出。

北汽新能源并不掩饰其“进军”换电领域的决心。其日前表示，目前的换电站运营方式在短期内仍将以服务北汽新能源车型为主，但随着换电模式的进一步发展，未来将充分利用自身积累的优势，努力推广北汽换电技术，并进一步推动换电行业标准的制定。“届时，北汽新能源将根据换电技术和市场发展情况，向其他品牌开放换电服务，促进换电业务更好发展。

### 电池参数难共享阻碍标准统一

然而值得注意的是，虽然《要求》的出台对换电模式发展具有重要的规范意义，但《要求》只是基于已有的执行标准和试验次数、场景等做出的规定，并未涉及技术上的规格限制，更接近于一份纲领性文件，电池不统一、标准不健全等仍然制约着换电模式的发展。

“目前来看，换电模式只是对现有新能源汽车充电场景的一个补充，暂时难以成为市场主流。”成都新能源汽车产业推广应用促进会秘书长范永军认为，动力电池标准化问题由来已久。长期以来，动力电池尤其是单体电芯的规格尺寸不统一，一直是主机厂和动力锂电池企业合作的主要矛盾之一，也是阻碍我国动力电池产业进一步发展的重大障碍，给主机厂和锂电池厂都带来了极大压力。“比如，电池箱的设计、电池本身的设计、电池插接装置等，都要实现标准统一，才有可能让换电站能够提供统一服务。”

而从企业角度来说，由于电池、电池组的设计、工程和控制策略一般都属于企业的核心技术和重要知识产权，因此业内普遍认为，出于保密的考虑，多数企业不愿将自己制造的动力电池参数公之于众——这也使得制定行业标准失去了必要的技术参数作为参考。

“但目前我们已经出台了推荐性《要求》，相信未来的强制性标准也不远了，而有了国家规范标准后，换电模式将迎来更快发展。”上述业内人士表示。（黄珮）

## 国内应用极少，原料、经济性无明显优势

### 乙醇制乙烯如何实现规模化发展

中国能源报 2020.8.31

日前，国家发改委会同有关部门对《西部地区鼓励类产业目录（2014年本）》进行修订，形成《西部地区鼓励类产业目录（2020年本，征求意见稿）》，并向社会公开征求意见。在新增鼓励类产业中，四川、贵州、云南明确提及生物乙醇制乙烯（以粮食为原料的除外）工艺。

多位业内人士指出，不论从原料供应还是经济性来说，乙醇制乙烯都没有足够的竞争优势。非燃料乙醇领域此前有乙醇制乙烯的先例，但目前国内乙醇制乙烯应用极少，即使在鼓励目录中，推广仍需冷静。

#### 经济性优势不足

据了解，国内生物乙醇制乙烯先前有过尝试，广西皖维曾上马一套5万吨乙醇制乙烯装置，但该装置至少三年没开工。此外，安徽及山东均有工厂采用乙醇制乙烯，随后逐步放弃。在低油价常态化的当下，近几年吉林众鑫12万吨/年装置已改用石油法乙烯生产环氧乙烷，博海6万吨/年装置目前受乙醇成本影响，处于停机状态。

“目前乙醇制乙烯在国内应用极少，主要是因为经济性毫无优势。而在目前国内扩能大势下，乙烯供应紧张局面缓解。”一位不愿具名的行业资深人士说。

据了解，目前大致2吨乙醇可生产1吨乙烯，以当前广西地区95%木薯乙醇6300元/吨计算，即便不考虑加工费，乙醇生产乙烯的成本至少在12600元/吨。若采用一体化装置，原料成本也高达12950元/吨左右。

“现阶段国际油价处于相对低位，油制烯烃的成本仅3500元/吨左右，即便是成本较高的甲醇制烯烃成本也只在5500元/吨左右，大大低于乙醇制乙烯的生产成本，因此从经济性

的角度考虑，乙醇制乙烯不具备优势。”卓创资讯研究院分析师李训军说。

### 乙醇非粮产能单薄

目前我国乙醇生产仍以粮食发酵为主，2019年食用和工业乙醇产能中，非粮生物法产量仅有119万吨，占比20.27%。“四川非粮乙醇产能8万吨，贵州没有乙醇产能，云南非粮乙醇产能在38.8万吨，三省非粮乙醇产能仅占全国产能7%。”上述不愿具名人士说。

“即使非粮乙醇全部用于生产乙烯，理论上也仅能产59.5万吨乙烯。若意见稿通过，将鼓励非粮生物乙醇制乙烯存在原料资源不丰富问题。”李训军表示。

“非粮生物乙醇的原料木薯和甘蔗，前者主要从东南亚进口，后者产量有限。即便生产出来，市场消费前景也不明朗，西部以外的地区非粮生物乙醇产能很小，乙醇制乙烯的空间并不广阔。”上述资深人士说。

“目前来看，采用生物乙醇制乙烯在技术上可行，但由于经济性和原料供应掣肘，规模化发展‘前景堪忧’。”上述资深人士补充说。

### 乙烯供应渐松

我国乙烯扩能速度较快。2009年乙烯年产能1580万吨，2019年产能已大幅增长至2889万吨，十年间年均复合增长率6.9%，为世界乙烯产能年均复合增长率的两倍。

随着产能的大幅扩张，我国乙烯产量也保持快速增长。但是由于国内部分设备老旧、运营成本高、效率低、行业集中度低、分布不均衡等原因，国内乙烯产能利用率有所下滑，2019年我国乙烯的产能利用率为71%，较2010年下降19%。

乙烯作为石油化工行业中的大宗产品，上游投资成本较高，下游需求与经济形势变化密切相关。总体来看，供需格局不会发生大的改变。在当前低油价背景下，乙烯仍可以持续盈利，但周期性不强。若想在行业内有更大的突破，石化企业应做到优化炼化一体化、原料成本多元化、生产规模大型化，并不断研究生产技术，提高能源综合利用率。

李训军认为，供需格局将由紧向松转变。因此，未来西部地区部分省份将乙醇制乙烯纳入鼓励类产业发展目录，应充分考虑其经济性和供需状态的变化，避免盲目上（渠沛然）

## 电动汽车换电模式持续升温

### 蔚来探路车电分离商业模式

中国能源报 2020.8.31

#### 编者按：

作为电动汽车能源补给的一种重要形式，换电模式近期在政策支持下迎来重大发展机遇，不少企业纷纷抢抓机遇，积极布局，创新商业模式。换电模式究竟能否借此“东风”迎来更大发展，值得期待。

#### 核心阅读

“电池不再是一个被简单卖出去的零部件，而是可以既给电动汽车供电，又跟电网交易

的创新产品。这对国家资源利用和环境保护都非常有利。”

经过多轮预热，车电分离商业模式终于迈出实质性一步。

近日，蔚来正式发布电池租用服务 BaaS（电池租用服务）方案。该方案基于车电分离提供了新型购买方式：用户购买蔚来汽车，可不购买电池包，而是根据实际使用需求租用不同容量的电池，按月支付租用费。

在发布会现场，蔚来 CEO 李斌展示了该方案第一位用户的机动车销售发票和电池发票。目前来看，蔚来已跑通车电分离全流程，并梳理出完整的商业闭环。但该模式对用户到底有多大吸引力，基于车电分离的换电模式能否大规模推广，还有待观察。

### 买车无需买电池

今年以来，“车电分离”“换电”等新型商业模式频迎政策利好。

工业和信息化部副部长辛国斌在此前的新闻发布会上列举了换电模式的六大优势，并表示换电模式的车电分离，可大大降低消费者的购车成本，“将进一步完善相关技术标准和管理政策，鼓励企业根据使用场景研发换电模式车型。”

在政策的东风下，蔚来汽车、北汽等加大换电布局，吉利、上汽跟进相关业务，哪吒汽车也在谋划与包括宁德时代、华鼎国联在内的数家电池厂合作推出“电池银行”。

蔚来率先将车电分离商业模式落地。“这件事情做起来很不容易。”李斌坦言，要满足四个先决条件才能形成完整闭环，“首先要在技术上实现车辆和电池的物理分离；其次车电产权分离要在政策上获得支持；再者要有相关标准才能推动整个行业对换电技术和服务体系的投入；最后要有独立的电池资产公司来运营。”

8月18日，蔚来汽车、宁德时代、湖北省科技投资集团有限公司和国泰君安国际控股有限公司共同注资8亿元，成立蔚能电池资产公司。BaaS是该公司第一个业务，以帮助车电在产权上分离。

BaaS整个服务流程并不复杂，主要由用户、电池资产公司和蔚来三方参与。蔚来卖车，提供包括换电、电池升级等运营服务；用户向资产公司支付电池租用费。车的产权属于车主，电池产权属于电池资产公司。

据了解，在电动汽车成本构成中，电池的占比最大。李斌表示，BaaS将使得购车成本和用车成本都低于同级别品牌的燃油车型，并系统解决电池衰减、电池无法升级、车辆保值率低等影响电动汽车普及的一系列难题，进一步打消用户购买电动汽车的顾虑。

### 试水商业化运营

根据蔚来汽车制定的 BaaS 收费标准，选择该模式购买蔚来汽车全系车型，售价将比整车购车少7万元，但用户需每月缴纳电池包服务费980元，非“服务无忧”用户另须支付每月80元电池保障费。

以蔚来全新七座 ES8 为例，享受补贴后售价为45万元，选择 BaaS 方案只需38万元，每月需再花费980元租电池。五年后，该方案累计总费用也达到了43.88万元，价格接近全

款买车。如此来看，BaaS 方案吸引力恐不足，且租赁的电池产权不属于用户。另据记者了解，该方案中电池不能买断，二手车流通业需继续使用电池租赁服务。

不过，电池持续升级是 BaaS 方案的一大卖点。李斌介绍，在今年四季度，蔚来将推出 100kWh 电池包，选择租赁方式的用户可以持续享受电池升级的红利。

“电池升级可以消除消费者的里程焦虑和使用寿命焦虑，这是车企做这件事情的主要动力。进一步看，如果电池公司经营得好，还能顺带产生收益。”国家新能源汽车创新工程专家组组长王秉刚向记者表示，电池包数量达到一定规模后，可进行商业运营，比如储能、电池梯次利用，其规模相当于一个储能公司跟电网参与交易，“电池不再是一个被简单卖出去的零部件，而是可以既给电动汽车供电，又跟电网交易的创新产品。这对国家资源利用和环境保护都非常有利。”

也有消费者担心，车电分离后是否会带来安全责任归属不明，以及二手车流通难的问题。对此，中国化学与物理电源行业协会秘书长刘彦龙认为，“买了车，电池无论新旧，都不是消费者的，也不用额外支付费用，问题的关键在于换电车辆能否让大家使用方便，如果答案是肯定的，二手车换电车辆好买也好卖。”在他看来，车辆发生安全事故，如果是电池引起的，就是电池方的责任；如果是车主驾驶不当，就是车主责任，可以认定清楚。

### 标准化仍是关键

车电分离给用户多了一个选择，但对企业来说，配建换电站是一项不折不扣的重资产投资。

“单靠一两家企业推动，压力很大。”刘彦龙坦言，换电站要在城市进行网络化布局，数量少了车主使用不方便。电池储备量要大于车辆数量，前期投资很大，在全国范围推广更为艰难。

中国电动汽车充换基础设施促进联盟数据显示，截至今年 7 月，我国换电站总量为 457 座，其中奥动有 222 座，蔚来 141 座，杭州伯坦 94 座。换电站数量和参与运营商较少。

“目前参与企业数量较少，还比较好办。”王秉刚坦言，随着参与企业的增多，在城市资源有限的情况下，不可能让企业各建各自的换电站，换电模式要规模化推广必须标准化，且相关标准急需制定出台。“现在北汽是卡扣式，蔚来是螺栓式，仅动力电池箱体拖架锁止机构一项就有不同。电池包大小、尺寸不一，换电站的轨道宽度也不一样。”他建议，换电标准化第一步要让换电站通用，电池卸载、固定结构功能尽量统一，“让别的车来了也可以换电池”，在此基础上，进一步把电池包固定为几种类型。

“如果电池包能像燃油车加油一样，有 95、92 号这样几种类型，推动起来就比较容易。”刘彦龙表示，现阶段车电分离应选择一些特定领域来推广，比如公交车领域，相比乘用车把电池置于车辆底部，公交车空间较大，车企之间更容易标准化、模块化。“建设多少个换电站，关键是车辆能推广多少，运营车、出租车在城市跟政府合作，推广相对容易，在私家乘用车领域推动还存在一定难度。”（卢奇秀）

# 智能汽车产业步入冷静期

中国能源报 2020.8.31

“过去几年，智能汽车以超高的关注度吸引了大量资本，从去年开始，大家明显感觉到智能汽车投资热度下降，行业发展逐渐进入冷静期。”在近日举行的第三届全球智能汽车前沿峰会上，作为车企代表，广州汽车集团股份有限公司总经理冯兴亚毫不掩饰对行业变化的感受。

多位与会者一致认为，汽车电动化、智能化是行业未来的发展方向，政策高度重视，相关企业也积极布局。但同时也暴露出顶层设计不清晰、核心技术受制于人，以及缺乏商业模式等问题，急需寻求协同创新。

## ■顶层设计不清晰

随着技术的发展，在自动驾驶发展过程中，不少城市抛来了“橄榄枝”，通过建设示范区、开放道路测试等方式，引入相关企业。

中国电动汽车百人会秘书长张永伟坦言，虽然很多城市对自动驾驶表现颇为积极，但出发点和落地方式不一样。有的只是希望做一次招商广告。并非真心想做自动驾驶，企业去了并无法参与；还有一些城市非常积极，但由于产业太新、太大，操作起来有很多盲目性，走了不少弯路。

“在城市层面建设一个自动驾驶环境，面临非常多的挑战。”张永伟表示，自动驾驶是一个新兴事物，不投入金钱或者政府不参与，想做示范城市在现阶段不太现实。即使解决了投资建设问题，由谁来运营，目前还没有很好的答案，“投资和运营模式不清晰，导致很多创新道路被异化甚至被质疑。”

张永伟还指出，过于注重短期收益，缺乏战略眼光也是自动驾驶产业化发展的一大阻碍。“大家希望尽快见效，把一些本不该急于盈利的项目作为短期商业化项目来对待，影响了战略性项目的投资，比如基础设施、云控平台等。”

那么，城市管理者应该在自动驾驶落地过程中做些什么？广州市工业和信息化局局长江智涛指出，智能网联汽车的发展，不仅仅是技术问题，政府也扮演重要职能和角色。他概括为“搭建环境、明确场景、划定范围、制定规则”，其余的应交给企业和市场去发挥。

在张永伟看来，自动驾驶落地过程中有多个主体参与，如何让不同主体更好地发挥作用，形成良性有效协同，急需一个顶层设计。

## ■关键技术领域难题不少

除了顶层设计外，智能汽车技术本身还需进一步提升。冯兴亚坦言，智能网联汽车产业的发展已经走到了关键节点，智能汽车在关键技术领域仍然面临很多难题，自动驾驶辅助驾驶技术和无人驾驶汽车之间的鸿沟远比大众看到的更深。

“高昂的单车成本和基础设施投入，是制约规模化量产的重要因素，根据 Gartner（高德

纳) 公司技术成熟度曲线, L4、L5 级别的自动驾驶汽车量产需十年时间。以 5G 技术为例, 我国 5G 基站正以每周新增 1.5 万个的速度增长, 速度全球领先, 但 5G 在全国范围的应用可能还需要 5 年以上时间。”冯兴亚称。

中国电动汽车百人会理事长陈清泰将产业发展的核心痛点指向零部件, “对零部件的关注和投入度不足, 使我国汽车产业饱尝核心零部件‘空心化’的苦果, 这个现象在今年新冠肺炎疫情爆发和国际形势变化时, 暴露得更加明显。”

不过, 汽车智能化也延伸了汽车零部件的范畴。“自动驾驶所涉及的芯片、传感器、控制器等硬件, 高精地图、云控平台、AI 算法等软件都成为产业链的重要组成部分。”陈清泰进一步指出, 目前智能化零部件的技术壁垒尚未形成, 技术路线还有多种选择, 存在巨大创新空间, 也为我国零部件企业的发展带来了历史性机遇。

除了技术本身, 冯兴亚还提到监管层面、道德伦理以及法律法规带来的考验。在他看来, 短期内无人驾驶汽车有望在严格约束条件下开始小范围示范运行, 例如在城市限定区域低速行驶或者在某些特定的高速路段行驶。但长期来看, 自动驾驶背景下的交通事故责任归属尚未厘清, “智能汽车涉及到的软硬件安全和数据安全也是一大课题, 在包容审慎的监管理念下依然有很长的路要走。”

### ■能否协同创新决定成败

结合行业发展的实际情况, 多位业内人士建议, 不同市场主体之间要寻求协同创新。

陈清泰表示, 汽车已经由一个典型的机械产品扩展为电器电子产品, 信息化、网联化、智能化、大数据、系统软件等高新技术已经成为竞争焦点。“隔行如隔山”, 面对如此大跨度的高新技术, 车企很难将其独家拿下。在他看来, 跨界融合、协同创新是成败的关键, “汽车企业应把合作的手伸出去, 互联网、IT、AI 企业要把手插进来。双方携手共同构建智能汽车的产业生态。”

除了企业合作, 车路协同也是重要抓手。东南大学 - 威斯康星大学智能网联交通联合研究院院长冉斌表示, 车路协同主要是把路和车考虑成一个完整系统, 用聪明的道路弥补智能网联汽车的不足, 提高安全性、可靠性, 让用户买得起、用得起, 快速大规模推动系统的实施, 达到系统优化。

陈清泰强调, 车企必须双线作战: 一条战线是打好电池、电机、电控和充电设施的基础, 保证电动汽车良好行驶; 另一条战线是网联化、智能化, 最终实现无人驾驶, 这是未来竞争的焦点。“只有双线并进, 才能站稳脚跟。电动化已经取得了阶段性进展, 接下来应该把网联化、智能化放到更加重要的位置。(卢奇秀)

### 三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

#### 日本环保塑料袋可在海水中快速降解

科技日报 2020.8.4

科技日报讯（实习记者余昊原）近日，三菱化学和一家包装材料制造商共同研发出了可在海水中降解的塑料袋。据日本放送协会（NHK）报道，新产品是根据微生物分解土壤中垃圾的相同机理创造，其材料是用甘蔗等植物性成分制成，很容易溶解在海水中。因海水中的微生物通常少于土壤，所以塑料袋在海水里需要约1年时间即可完全降解，预计该产品的价格将是传统塑料袋的6倍以上。

降低塑料袋的使用频率亦可帮助解决白色污染问题。据《华盛顿时报》和美国有线电视新闻网（CNN）报道，日本每年产生的900万吨塑料废物中，有86%被回收利用，其中8%被燃烧，其余被运往垃圾填埋场。

但是日本人对塑料袋的使用似乎到了一种痴迷的态度，不论是一只香蕉，还是一个煮好的鸡蛋，或是巧克力饼干，日本便利店都会将它们用塑料袋包好后，销售给顾客。

联合国的一份报告指出，虽然日本人均产生的废料比大多数发达国家少，但人均产生的塑料废料却比除美国以外的世界任何地方都多。在全球每年使用的5400亿个塑料购物袋中，日本消费者使用了大约300亿个，是英国的17倍。

针对此种情况，日本中央政府制定了到2030年将塑料废物减少25%的目标，并出台了相关收费政策，于今年7月1日正式实施，日本各便利店对塑料购物袋开始收费。

#### 油气田钻采废液处置有了新技术

恒盛环保服务苏里格气田，让绿色回归草原

中国环境报 2020.8.11

8月的毛乌素沙漠，热浪滚滚，内蒙古恒盛环保有限公司（以下简称恒盛环保）的70多台运输车，每天往返于井场与工厂之间，将苏里格气田大量的泥浆液及其他废液运到恒盛环保钻井岩屑/压裂返排液集中处理厂进行集中处理，废液变成了可以重复利用的“宝贝”。

苏里格气田是我国陆上最大的整装气田，气田在开发过程中会产生大量泥浆液及其他废液（以下统称钻采废液），其成分复杂（含粘土、加重材料、化学处理剂、污水、污油及钻屑等），且PH值较高，若不进行无害化处理，其中的有害物质将随雨水外溢流入农田、河流、草场，渗入地表，对土壤、植被、地下水环境造成一定程度的破坏。对于这些钻采废液，很多单位采取天然晒蒸的办法，最后残渣或掩埋或运走二次处理。出于环境保护的需要，钻采废液的无害化处置成为当地政府和油田生产企业的头等大事。

破解钻采废液处置难题 首创集中化处理模式

恒盛环保联合西安建筑科技大学研发出“超高浓度油气钻采液集中化综合处理与资源化利用工艺技术”，结合不同类型钻采废液的水质特征和主要污染物的转化分离特性，提出多重物化—生物工程耦合的技术路线，及污染控制与资源化利用相结合的工程技术方案，解决了超高浓度钻采废液高效固液分离的技术难题，实现了油气钻采废液综合处理和富集物的资源化利用。

据了解，在2018年技术评估鉴定会上，中国工程院院士侯立安等多名专家认为，此工艺技术研发出适于生态脆弱区油气田污染治理的成套技术装备，首创了生态脆弱区分散式油气田井场钻采废液集中化处理模式，实现了分散式井场工厂化集中式处理及资源化利用工程模式，建成了国内工艺技术最完整、处理规模较大的油气田钻采废液集中处理厂。“技术实现了高浓度难处理油气钻采废液的多元化高效率资源化利用，出水达到市政灌溉利用标准，污泥固化后可用来制备免烧砖和路基材料，有显著的环境效益、经济效益，以及广阔的推广应用前景。”清华大学教授胡洪营说。

“这项技术已在长庆油气田污染控制以及浙江多家印染企业的废水再生处理与资源化利用中得到应用，其中污染物处理全流程的多重物化—生物工程耦合技术达到国际领先水平。”相关专家表示。

恒盛环保厂区负责人李广平介绍，基于这项技术的集成应用，恒盛环保建设了国内首家获得环评批复的油气田钻采废液综合处理资源化利用设施，年处理钻采废液160万立方米，钻井岩屑50万立方米，为国内目前最大的钻采废液集中处理与资源循环利用工程。目前，这项科技成果已获国家授权发明专利28项，授权实用新型专利4项。

针对钻井岩屑资源化利用不畅难题，恒盛环保提出利用微生物修复思路，并与陕西省科学院微生物研究所共同研发出钻井岩屑微生物修复技术，已通过生态环境部南京环境科学研究所组织的专家评审，成为在这一领域第一个拥有并产业化应用的企业。据了解，此项技术可广泛用于废弃坑矿生态修复治理用土，为当地钻井岩屑处理找到了根本性出路。

### 利国利民利企的“静脉产业”

恒盛环保秉持循环经济理念，破解技术难题，将钻井废液进行达标处理和资源化利用，转化为可重新利用的资源和产品，被当地称作是利国利民利企的“静脉产业”。

宁夏广源丰钻井公司经理周鹏表示：“在传统的钻井施工中，每钻一口井都要在井场挖一个泥浆池，对钻井废物进行固化处理，这一过程对环境会产生不可避免的影响。集中无害化处理技术代替了传统泥浆储存池，每口井可减少200立方米~300立方米的废物产生量，不仅为井队减轻了负担，而且保住了这里的绿色与蓝天。”

在恒盛环保厂区制砖车间，颜色规格不同的成品砖，整齐地码放着。李广平拿起一块砖说：“钻采废液经过无害化处理，固相部分用于制作这样的免烧砖，用于农牧民房屋、围墙、护坡场院建设，液相部分达到标准，用于厂区、钻井生产、园林灌溉用水等。”

建在5公里外的沙漠苗圃基地，因这个处理厂而受益。李广平介绍说：“我们处理后的  
48

达标水，通过管道输送给苗圃基地，每年可减少地下水开采量近百万立方米。”

内蒙古乌审旗嘎鲁图镇牧民米日格吉勒说：“恒盛环保厂给草原带来很多好处，我们农牧民会记在心中。”（姚伊乐 徐亚田）

## 可无限回收利用塑料问世

参考消息 2020.8.22

【英国《新科学家》周刊网站 8 月 19 日报道】题：一种新型塑料可能是第一种可无限回收的塑料

一种新型塑性可以轻易分解为化学砌块，然后重新组成高品质产品，从而减少最终被填埋的塑料垃圾的数量。

全球每年生产的塑料超过 3 亿吨，其中只有一小部分得到了回收利用。

塑料回收利用比例如此之低的一个原因是难以分解，而通常用来改造旧塑料的加工过程会削弱其化学结构。

为解决这个问题，美国科罗拉多州立大学的尤金·陈（音）及其同事研发了一种塑料，它能在回收过程中保持原有品质。要制成这种被称为 PBTL 的材料，需将名为双环硫代内酯的化学砌块结合在一起。陈说，PBTL 的强度、韧性和稳定性都很好，这意味着它有可能被用于生产塑料包装、运动器材、汽车零部件、建筑材料和其他产品。

研究人员发现，在化学催化剂的作用下，以 100 摄氏度的高温加热 24 小时，可轻易回收利用 PBTL，这个过程能将塑料完全分解成最初的化学砌块，然后可以重新组成新的高品质的 PBTL。

问题是，PBTL 只有在单独存在的情况下才能以这种方式分解和重组。这意味着它需要与混合塑料废料中其他类型的塑料分开，才能被回收利用。

## 新方法将海洋生物垃圾转化为高性能锌锰电池

中国科学报 2020.8.12

本报讯 近日，四川大学高分子研究所、高分子材料工程国家重点实验室卢灿辉教授团队提出一种将漂浮在海面上的生物质垃圾转化为高性能锌锰电池的方法，并将制备的锌锰电池与柔性太阳能薄膜相结合，集成为自供电可穿戴系统。相关论文已发表于《材料化学杂志 A》。

研究表明，电极材料内部的多级通道结构有利于提高电化学活性物质的负载量，并且可以促进电解质的扩散和离子的传输。制备的 Zn-MnO<sub>2</sub> 电池具有优异的储能容量、良好的倍率性能和循环稳定性，特别是使用安全性能十分出色，电池受多种外力破坏后仍可正常工作。

通过进一步与柔性太阳能薄膜结合，研究人员还构建了一种自供电能量棒，并验证了该自供电系统在可穿戴和便携式电子产品中的应用潜力。（李惠钰）

## 海洋三所海洋微塑料研究取得新进展

中国自然资源报 2020.8.11

**本报讯** 近日，自然资源部第三海洋研究所海洋生态环境监测预警技术实验室在福建省东山湾海域微塑料污染研究中取得新进展。

研究利用拖网技术和连续定点抽水采样，对福建省东山湾和漳江流域的微塑料污染情况进行了基线调查研究，针对东山湾微塑料污染特征，根据微塑料不同材质的毒性大小进行微塑料生态风险评估。此外，研究结合污染负载指数模型来评估不同地点的微塑料污染程度。该研究填补了我国东山湾海域和漳江流域的微塑料污染基本情况及其风险评估的空白，为今后开展漳江流域 - 东山湾 - 台湾海峡的微塑料由源地到汇区环境行为及其生态环境效应研究奠定了基础。

目前，海洋微塑料已遍布于整个海洋环境中，2015 年，联合国将其与全球气候变化、臭氧耗竭、海洋酸化并列为重大全球环境问题。

海洋生态环境监测预警技术实验室是国内较早从事海洋微塑料研究工作的团队，近 5 年来，主持完成海洋公益性行业科研专项和“蓝湾整治”专项等多个重大项目并通过验收。  
(龙邹霞)

## 控制甲烷排放，推进沼气发电行业可持续发展

中国环境报 2020.8.13

沼气以甲烷为主要成分。甲烷是主要的非碳温室气体之一，其全球增温效应（GWP）是二氧化碳的 25 倍。甲烷作为 TVOC 的一部分，也是可吸入颗粒物 PM2.5 与地面臭氧 O<sub>3</sub> 的前体物。要减少甲烷排放、应对全球气候变化，就要促进甲烷气利用，而最有效的方式就是发电。

### 我国沼气发电行业潜力巨大但面临挑战

由于发电沼气主要来自生活垃圾填埋、畜禽养殖场粪污、工业有机废水、市政污泥等污染源的处理过程，沼气的收集与发电不仅本身能变废为宝、减少排放，还能推动上游相关活动的环境保护，带来多项重要的环境与社会价值，是潜力巨大的朝阳产业。

得益于国家近年来出台的各项发展规划以及补贴政策，沼气发电行业增长迅速，2011 年—2017 年的市场年均复合增长率为 14.9%。根据国家发改委已经公布的可再生能源电价补贴前七批目录的统计，已经进入目录的沼气发电项目有 130 个，总装机量为 308 兆瓦。

但是，依然有大量未被收集利用的沼气，带来气候变化效应和空气污染等环境成本未被内部化，沼气发电带来的社会效益也未被价值量化。2019 年底，全国沼气发电累计装机容量只有 790 兆瓦，年上网电量 29.8 亿千瓦时，折算实现的年二氧化碳减排当量约 1670 万吨。然而，仍有 85% 的沼气资源未被回收利用，经由各种途径释放到大气层中，造成非碳

温室气体排放（相当于 9.8 亿吨/年），不利于我国自主减排目标的实现。

我国的沼气发电行业处于发展培育期，与欧美等国相比还有较大差距，沼气发电产业化、规模化水平低，经济可持续性弱，远远落后于欧美国家。

我国有着数量众多、不同类型的沼气资源开发的场景和资源，但项目所在地偏僻。由于其它消纳方式和途径受限，沼气发电仍是目前最佳的利用方式。然而，目前沼气发电技术却面临单体项目规模小，规模效益较差，盈利水平低，收入模式单一等挑战。

以沼气发电行业中比重最大的垃圾沼气发电为例，平均垃圾沼气发电项目规模在 2 兆瓦—4 兆瓦。中小城市由于垃圾量较小，其单体沼气发电规模甚至只有 1 兆瓦—2 兆瓦。与同类的垃圾焚烧发电项目（平均 22 兆瓦）相比，垃圾沼气发电不仅规模小，而且项目寿命短，依附于填埋场，平均寿命约 7 年，远低于垃圾焚烧发电的 30 年。项目的收入模式方面，沼气发电项目只有发电收入，不像垃圾焚烧发电那样还有垃圾处理费的政府补贴收入。

由于规模小，普及与推广工作不到位，沼气发电项目尚未得到足够重视，在行业政策方面常与垃圾焚烧发电等被并类处理。比如，已进入国家电价补贴目录的沼气发电项目每年都有较多关停，行业实际占用的可再生能源补贴规模没有或很少新增，比重在缩减，实际得到国家的补贴支持份额逐渐缩小，将不利于沼气发电行业的可持续发展。

### **欧盟推广沼气发电的经验**

欧盟的沼气发电装机量、发电量和相关技术都处于领先地位。德国是目前沼气工程最为发达的国家之一，与德国相比，我国的沼气发电装机容量仅是德国的约 1/6。其推广沼气发电的经验值得我国借鉴。

欧盟各国沼气行业的发展和其得到的优惠政策支持直接相关。综合来看，促进可再生能源投资发展较有效的政策措施是对口补贴、税收优惠和直接投资的支持。中小企业认为，补贴为企业的发展和成长提供了最初的推动力，增加了交易的价值，有利于吸引投资者投资项目。

德国的沼气工程几乎都发电上网，其中 98% 的沼气工程是热电联产工程，发电余热用于沼气池加热。德国在 2000 年出台了《可再生能源法（EEG）》，确定了沼气工程发电上网的电价补贴机制。德国《可再生能源法（EEG）》规定电网必须优先购买可再生能源电力，可再生能源业主可按照当时的固定补贴电价持续 20 年向电网供电，收益稳定。2018 年德国沼气发电装机容量约为 5000 兆瓦，发电量约为 330 亿千瓦时。

德国《可再生能源法（EEG）》颁布以来，德国分阶段对实施效果进行了评估，根据实施成效及新的问题及时更新完善，先后多次修订，最大程度地凸显了法律的针对性、灵活性和时效性。

纵观几次调整，德国政府对沼气发展从鼓励培育到放归市场的思路清晰可见。起初业主担心不能盈利，没有主动投资沼气发电站意愿。EEG - 2000 通过法律条文保障沼气业主的利益，使德国沼气发展有了起色。EEG - 2004 和 EEG - 2009 连续提高对小型沼气发电站的基本补贴，加入了各种额外补贴，有效培育了大批沼气发电企业。EEG - 2012 开始引导沼

气发电进入电力市场，而 EEG - 2014 进一步鼓励电力直接参与市场竞争。

### 推进我国沼气发电行业可持续发展

我们可以借鉴国际经验，控制甲烷排放，推进我国沼气发电行业可持续发展。在“十四五应对气候变化规划”“十四五可再生能源规划”及其它相关政策与规划中，建议精准施策，充分考虑沼气发电的产业发展初级阶段，从前期补贴到中期的市场化、产业化，继续保障和强化对沼气发电行业的电价补贴政策。

我国小型沼气电力开发的场景和数量众多，单个项目规模小、经济可持续性弱，却是我国生态环境治理中至关重要的一部分。建议进一步对小型沼气发电项目，特别是对城镇乡村环境治理和清洁能源开发有重要意义的 3 兆瓦以下小型沼气发电项目制定十年期的对口阶梯补贴电价政策，进行优先支持和长期保障，逐步增加沼气发电在我国可再生能源布局中的比重，发挥其特殊重要作用。

对沼气发电保持现有补贴等政策支持的力度和持续性，保证该行业的可持续发展，将带来巨大的环境经济效益，增加碳减排当量，减少社会总成本。此外，沼气发电对雾霾治理的贡献、对农村环境综合整治的贡献也不可估量。（闫伦江）

### 推进畜禽养殖标准化，加强废弃物资源化利用

## 新疆力争年末畜禽粪污综合利用率超 75%

中国环境报 2020.8.14

本报记者杨涛利乌鲁木齐报道 在新疆维吾尔自治区喀什市南达新农业股份有限公司养殖场，奶牛产生的牛粪被制成沼气进行发电，全程实现机械化养殖、信息化管理、智能化挤奶。

“我们还种植了有机红枣、葡萄、沙棘等林果，形成集生态畜牧、乳品、林果为一体的循环产业链。”公司总裁林勇介绍。2019 年，这家公司被列入国家级畜禽养殖标准化示范场名单。

去年以来，新疆围绕“生产高效、环境友好、产品安全、管理先进”4 个方面，积极鼓励各地（州、市）申报创建国家级畜禽养殖标准化示范场。4 家养殖企业被评为国家级畜禽养殖标准化示范场。

为促进全区畜禽粪污综合利用和人居环境改善，新疆建立健全畜禽规模养殖污染防治和畜禽养殖废弃物资源化利用长效工作机制，加快畜牧大县畜禽粪污资源化利用整县推进项目和非畜牧大县畜禽粪污治理工作的实施步伐。通过加大培训宣传力度，引导畜禽农牧养殖场（户）做好畜禽粪污堆积发酵、还田利用，加快构建种养结合、农牧循环的可持续发展格局。

自治区畜牧兽医局相关负责人表示，到今年年末，全区畜禽粪污综合利用率力争达到 75% 以上，规模养殖场（区）粪污处理设施装备配套率达到 95% 以上，大型规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 100%。

## 全面落实联防联控措施

# 乌鲁木齐医废无害化安全处置率达 100%

中国环境报 2020.8.14

本报记者杨涛利乌鲁木齐报道 8月12日，新疆维吾尔自治区举行疫情防控工作第26场新闻发布会，会上乌鲁木齐市生态环境局局长葛广峰介绍了疫情期间全市医疗废物及废水处置情况。目前，全市定点医疗机构、发热门诊、医用织物洗涤机构、污水处理厂等重点场所的污水处理设施全部运行正常，消毒到位，乌鲁木齐市医疗废物无害化安全处置率达100%。

葛广峰介绍，疫情发生以来，乌鲁木齐市生态环境局联合卫生健康、城市管理、水务等多个部门，多措并举，加大医疗废物和医疗废水监管力度，确保全市医疗废物无害化处置、医疗废水达标排放。

全面落实联防联控措施。各部门严格落实主体责任，强化协同配合，形成处置医疗废物和医疗废水工作合力。同时，加大医疗废物处置单位的环境监管，确保医疗废物日产日清、无害化处置。加强医疗机构污水收集、污染治理设施运行、污染物排放监管。医疗机构每日对医疗污水中余氯含量检测两次，根据测定结果，动态调整消毒剂投放量。

加强重点场所监管力度，对重点医疗机构、医疗废物处置机构、集中隔离点、医用织物洗涤机构和污水处理厂等场所实施全过程监管。全面摸排30余家重点医疗机构的医疗废物收集、暂存情况，对重点企业实施24小时监控，根据医疗废物产生量变化情况动态调整处置措施。将17家污水处理厂、4家医用织物专业洗涤机构和7家医院洗衣房全部纳入污水监管范围，按照要求采取投加消毒剂或臭氧、紫外线消毒等措施，实时关注进水余氯和出水粪大肠菌群等指标变化情况。加大集中医学观察点污水排放的监管力度，对有独立污水处理设施的，做好设施运行和消毒措施；没有的则进行源头洗漱池和马桶投药消毒，阻断病毒通过污水传播的途径。

## 生态环境部发布《中国移动源环境管理年报（2020）》——

# 移动源污染已成大中城市空气污染重要来源

中国能源报 2020.8.17

本报讯 生态环境部日前发布的《中国移动源环境管理年报（2020）》（以下简称《年报》）公布了2019年全国移动源环境管理情况。《年报》显示，移动源污染已成为我国大中城市空气污染的重要来源，是造成细颗粒物、光化学烟雾污染的重要原因，移动源污染防治的紧迫性日益凸显。

据《年报》统计，我国机动车保有量持续增长，已连续11年成为世界机动车产销第一

大国。2019 年，全国机动车保有量达到 3.48 亿辆，比 2018 年增长 6.4%，其中，新能源汽车保有量达到 381.0 万辆。

2019 年，全国机动车四项污染物排放总量初步核算为 1603.8 万吨。其中，一氧化碳 (CO)、碳氢化合物 (HC)、氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)、颗粒物 (PM) 排放量分别为 771.6 万吨、189.2 万吨、635.6 万吨、7.4 万吨。汽车是污染物排放总量的主要贡献者，其排放的 CO、HC、NO<sub>x</sub> 和 PM 等四项主要污染物均超过 90%。柴油车氮氧化物排放量超过汽车排放总量的 80%，PM 排放量超过 90%；汽油车一氧化碳排放量超过汽车排放总量的 80%，碳氢化合物排放量超过 70%。

另外，非道路移动源排放对空气质量的贡献也不容忽视。非道路移动源排放二氧化硫 15.9 万吨，碳氢化合物 43.5 万吨，氮氧化物 493.3 万吨，颗粒物 24.0 万吨；氮氧化物排放量接近于机动车。

2019 年 6 月，我国按照《联合国气候变化框架公约》相关要求提交了《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》，向国际社会报告了我国应对气候变化的各项政策与行动信息，发布了 2014 年国家温室气体清单，其中交通运输排放温室气体 8.2 亿吨二氧化碳当量；道路运输是交通运输温室气体排放的主要贡献者，占 84.1%。

2019 年，各地按照中央决策部署，落实《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》，全面开展清洁柴油车、清洁柴油机、清洁运输、清洁油品行动，推进运输结构调整、提升新生产机动车污染防治水平、规范在用机动车排放检验、强化非道路移动机械和船舶环保监管、开展车用油品质量专项检查、建立完善移动源污染治理体系等方面取得了积极成效。

下一步，生态环境部将进一步加大工作力度，落实党中央国务院决策部署，坚决打好柴油货车污染治理攻坚战，统筹“油、路、车”，提升移动源环境管理水平，有效降低移动源污染物排放，增强人民群众蓝天幸福感。（环文）

## 夺命棕红色泥浆如何治？

### 科学家探索工业废料赤泥的回收和再利用

中国科学报 2020.8.25

**本报讯** 铝，实用且富有魅力，从厨房箔纸、饮料罐到跑车和飞机，用它制造的产品备受推崇。这种银色的金属量大、价廉、质轻，且耐腐蚀，但它却有不利的一面——赤泥。

这种棕红色的泥浆是一种腐蚀性混合物，由富含金属和硅的氧化物混合而成，通常还含有少量的放射性元素和稀土元素，这是铝从矿石中被提炼后的残留物。在全球范围内，约有 30 亿吨的赤泥被储存在巨大的废料池或干燥的土堆中，使它成为地球上最丰富的工业废料之一。

但据《科学》报道，赤泥已经成为一些地方的麻烦。2010 年，匈牙利一个废物池的土坝发生垮塌，两米高的赤泥倾泻而出，掩埋了奥伊考镇，导致 10 人死亡、150 人被化学物

质严重烧伤。即使赤泥仍被控制在原地，它的极高碱度也会渗透出来，污染地下水、附近的河流和生态系统。

因为这些不利因素的存在，以及对行业可持续发展监管压力的日益加大，促使全球努力寻找回收和再利用赤泥的方法。一些研究人员在研究提取有价值的稀土金属的方法，还有人则把赤泥变成水泥或砖。

“这个领域还有希望。”比利时鲁汶大学的机械工程师 Yiannis Pontikes 说。但希腊雅典国立技术大学的冶金工程师 Efthymios Balomenos 却表示，经济和市场方面的障碍依然存在，随着监管机构考虑采取新的控制措施，“时间非常紧迫”。“到某个时刻，我们将不能再产生废料。因此，迫切需要做出改变。”

铝是最常见的可回收材料之一，迄今为止生产的所有铝中有 75% 仍在使用。但相关需求仍在不断增长。

铝的生产从开采铝土矿开始，这是一种富含氧化铝的岩石，其中也含有大量其他元素，包括硅、铁和钛。工人通过一系列的处理方法提取铝，包括化学腐蚀剂、热和电。由于铁的存在，剩下的物质通常是红色的，但其确切成分会随着地区矿石成分的不同而不同，使得最后的废料更难以处理。美国伍斯特理工学院材料科学家 Brajendra Mishra 说：“赤泥的成分差异如此之大，意味着一种溶剂不会起作用。”

一种似乎可以奏效的方法是开采赤泥，将其作为钪的来源，钪是一种用于强化金属合金的稀土金属。研究人员最近发现，钪铝合金的强度比纯铝高 40%。这让制造商们密切关注这种合金。例如，飞机制造商可以用它来制造更轻的铝框架，使飞机燃油消耗更少。钪目前的价格是每公斤 3500 美元，因此人们有足够的动力去寻找价格更低廉的新原料。

其他方法旨在利用更多的废料。其中一种方法是利用通常含有 40% 到 70% 氧化铁的赤泥生产富含铁的水泥。全世界每年使用的水泥超过 40 亿吨，主要用于混凝土黏结剂。最常见的是由钙硅酸盐制成的硅酸盐水泥，它与水发生反应，形成一种坚硬的基质。

2015 年，新西兰研究人员报告称，通过向赤泥中加入一种叫作硅灰的常见水泥添加剂，再加上适量的铁，可以制造出与硅酸盐水泥硬度大致相同的水泥。Pontikes 和同事正在努力扩展这些发现，通过开发“配方”，使制造商能够从大量不同铁浓度的赤泥中生产水泥。研究小组希望赤泥能够成为添加到水泥中的铁和催化硬化反应所需的碱性化合物的额外来源。  
(晋楠)

## 让二氧化碳高效变身工业原料

分子工程帮助科学家找到最好催化剂

中国科学报 2020.8.24

能源短缺和全球变暖已成为人类面临的两大难题。由于化石能源的过量使用，一方面人类赖以生存的传统化石燃料正消耗殆尽；另一方面大气中二氧化碳（CO<sub>2</sub>）浓度升高，导致

全球的温室效应，给地球带来了不可逆的生态环境问题。若利用可再生能源将 CO<sub>2</sub> 转变成工业燃料，既解决了其在大气中浓度过高的问题，也缓解了新能源替代化石能源短缺的迫切需求。

CO<sub>2</sub> 电催化还原为碳基燃料和化工原料被科学家认为是一种重要的潜在技术途径。然而，目前 CO<sub>2</sub> 还原电催化剂性能不足和系统成本高昂制约了该技术的应用。如何设计高效的催化剂，以提高反应的能量转换效率以及产物选择性是亟待解决的重要问题。

南方科技大学材料科学与工程系教授梁永晔团队、化学系副教授王阳刚团队与合作者共同发展了分子分散电催化剂的体系以及分子工程调控方法，构建了基于金属酞菁的高性能 CO<sub>2</sub> 还原电催化剂，使得一氧化碳（CO）产物选择性在大电流密度下接近 100%，接近工业 CO<sub>2</sub> 还原的要求。相关研究成果日前在线发表于《自然—能源》。

### 寻找最佳催化剂

自 19 世纪末期以来，大气中 CO<sub>2</sub> 的浓度已从 280ppm 增加至目前的 400ppm，探索有效消耗 CO<sub>2</sub> 并将其高效转化为人类可用之物的技术，成为全球科学家关注的重点。

CO<sub>2</sub> 电催化还原，可以使用来自可再生能源的电能，在常温常压的反应条件下，将 CO<sub>2</sub> 一步转化为如 CO、碳氢化合物等高附加值碳基燃料及化学品，被认为是非常有前途的技术方法。

“将 CO<sub>2</sub> 还原为重要的工业原料 CO 是相对较成熟的技术，目前反应选择性与能量转换效率较其他产物的转化高。但实际应用中，仍需要解决大电流密度工作条件下的催化剂产物选择性以及稳定性问题。”论文通讯作者之一梁永晔告诉《中国科学报》。

在 CO<sub>2</sub> 电催化还原的应用中，催化剂是关键环节，其必须具有高的选择性、低的过电位和好的稳定性，才能高效地产生有价值的碳基产品。近年来，CO<sub>2</sub> 还原电催化剂是一个研究热点，并取得了诸多研究进展。

梁永晔介绍，目前较好的催化剂包括基于贵金属如金、银的材料，以及单原子电催化剂等，但还存在诸多不足，比如催化剂成本过高而难以广泛应用、材料结构复杂、选择性不够理想等。

最近，诸如酞菁钴（CoPc）等金属大环配合物分子被发现可作为催化剂在气体扩散电极下将 CO<sub>2</sub> 转化为 CO。“但在大电流下，它们的稳定性较差。此外，对单原子催化剂以及金属大环配合物催化剂的结构与催化性能关系认识不足，制约了催化剂性能的优化。”梁永晔说。

针对这些问题，梁永晔团队前期研究发现，酞菁钴—碳纳米管（CoPc/CNT）的复合催化剂展现出了比纯 CoPc 分子更高的 CO<sub>2</sub> 还原催化性能，而且这种复合方法还可揭示一系列 MePc（Me = Mn, Fe, Co）分子的本征活性，大大提高了 CO<sub>2</sub> 还原成 CO 的电催化性能。

这一次，梁永晔团队在过去的基础上，有了新的探索发现。

### 接近工业要求的理想催化剂

纯金属大环配合物的 CO<sub>2</sub> 还原电催化剂存在分子导电性差、易聚集等问题，制约了其催化性能；而热解制备的单原子催化剂结构复杂、难调控，也限制了此类催化剂的研究。

基于以上现状，梁永晔团队首先通过将金属大环配合物分子级分散于导电碳纳米管上得到分子分散型电催化剂（MDE），双球差电镜表征揭示其结构与单原子电催化剂类似。具有明确 Ni—N<sub>4</sub> 结构的酞菁镍（NiPc）分子 MDE 对 CO<sub>2</sub> 还原为 CO 具有高选择性，催化活性和选择性要优于 Ni 单原子催化剂和聚集型的 NiPc 分子。

“但在应用时，我们发现该催化剂稳定性较差。”梁永晔说，为此，他们进一步使用分子工程手段，通过在酞菁（Pc）上引入不同的取代基来调控其催化性能。

研究发现，引入吸电子特性的氰基（CN<sup>-</sup>）取代可提高其活性，但稳定性仍然不好。而引入给电子特性的甲氧基（OMe<sup>-</sup>）取代则可有效提高稳定性，并可进一步改善其选择性，实现近乎 100% 的 CO 选择性。

接着，研究人员继续将催化剂应用于气体扩散电极装置进行测试，发现 NiPc—OMe MDE 在还原电流密度在 10 ~ 300mA cm<sup>-2</sup> 范围内的 CO 产物选择性可达到 99.5% 以上，且在 150mA cm<sup>-2</sup> 的还原电流下能稳定工作 40 小时。

“这样的结果接近工业 CO<sub>2</sub> 还原的要求，具有产业化的前景。”梁永晔表示。

#### 机理揭示将指导相关电催化剂优化

为找到现象背后的科学原理，梁永晔与王阳刚团队、俄勒冈大学教授冯振兴团队进行合作，进一步结合理论计算和原位同步辐射表征，深入揭示了取代基调控催化性能的机理。

研究发现，具有 Ni—N<sub>4</sub> 结构的酞菁镍分子分散型电催化剂（NiPc MDEs）的 CO<sub>2</sub> 还原起峰电位与 Ni 中心的部分还原紧密相关，而不简单取决于理论计算中的反应能垒。CN<sup>-</sup> 取代可以使分子更容易被还原，因此具有更正的起峰电位。此外，OMe<sup>-</sup> 取代可以提高催化过程中 Ni—N 键强度以及促进 CO 中间体脱附，从而提高了催化稳定性。

机理的揭示也将为相关电催化剂的设计与优化提供指导。

“目前测试的电流密度以及工作时间受到器件工艺的限制，仍需进一步优化其测试条件，以测试在更大电流密度以及更长工作时间下的性能。”梁永晔说，下一步他们将继续优化催化剂设计，实现更高的催化活性，并进一步探索制备其他还原产物的条件。同时，加强在实际应用器件中的研究，推动此类催化剂的应用。（韩扬眉）

## 新型仿生透明薄膜超强超韧可降解

中国科学报 2020.8.19

本报讯（记者杨凡 通讯员桂运安）近日，中国科学技术大学俞书宏院士团队基于微生物发酵过程，成功研制出一种超强、超韧、透明的高性能可持续仿贝壳复合薄膜，在新型显示、光电转换、柔性电子器件等领域具有重要应用前景。该成果日前发表于《物质》。

该薄膜在高透明度的基础上兼具极高的光学雾度，能高效地散射透过的光线，从而实现

理想的匀光效果。这种高透明、高雾度薄膜得益于致密的仿贝壳“砖—纤维”结构，通过薄膜内部孔隙的填充保证透光效果，借助纳米片—纤维素的界面散射保证光学雾度，可以在370~780纳米的可见光谱波长范围内同时实现超过73%的高透明度和超过80%的高光学雾度。对于光电器件来说，这种光学特性可有效提高透过光的比例，延长光的传输路径，显著提升光捕获效率。

该薄膜具有高强、高韧的优异性能。其强度和模量分别是商用PET塑料薄膜的6倍和3倍以上，可以被折叠成各种形状，并且在多次折叠展开后没有明显损伤。纳米纤维三维网络和“砖—纤维”仿贝壳结构设计有助于应力均匀分散，避免应力集中，有效抑制裂纹扩展，同时纤维变细效应可使材料兼具高强度和高韧性。

作为一种生物基可持续材料，该仿生薄膜还具有优异的热稳定性，温度每改变100°C尺寸变化仅为万分之三。相对于在高温下极易软化变形的塑料薄膜，该薄膜在250°C下仍能保持结构和性能稳定。

专家表示，该薄膜在自然条件下可以完全生物降解，克服了传统废弃塑料难以降解的问题。在满足柔性电子器件基底材料光学透明性、柔性、低成本以及高低温下的尺寸稳定性等要求的同时，该薄膜全生命周期绿色无污染，在柔性电子器件等多个领域具有重要应用前景。

#### 四、太阳能

### 硅料产量创年度新低价格延续回升走势

中国能源报 2020.8.3

上周国内单晶复投料价格区间在7.5~8.4万元/吨，成交均价上涨至7.96万元/吨，周环比涨幅为16.89%；多晶免洗料价格区间在4.8~5.8万元/吨，成交均价上涨至5.15万元/吨，周环比涨幅为36.24%。

上周多晶硅市场价格延续大幅回升走势，绝大部分企业开始签订8月份订单，上周实际订单成交量明显增多，包括复投料、单晶致密料、单晶菜花料、多晶免洗料价格都有不同程度上涨。在需求稳步增加的同时，供应紧缺程度日益显著，主要是由于国内占比49.1%多晶硅产能集中在新疆，而目前新疆地区多晶硅料受疫情及检修自查等因素影响，计划外检修规模进一步增加，半数以上的产能运行和出货同时受阻，导致国内硅料供应大幅减少，因此，近期硅料价格延续较大幅度回升走势。

截至上周，国内在产多晶硅企业维持在11家，其中正在进行检修的企业有4家，均集中在新疆地区，预计检修结束时间均有延后。根据统计，7月份国内多晶硅产量约2.82万吨，创年度月产量新低，环比大幅减少14.4%，较上半年月均产量下降17.5%。按产量排序，前五家企业（永祥股份、保利协鑫、新特能源、新疆大全、东方希望）多晶硅产量共计2.37万吨，占国内总产量的84.1%。7月份新疆地区多晶硅产量约1.30万吨，占总产量

的 46.1%，环比大幅减少 25.7%。根据硅料企业检修及运行计划，预计 8 月份国内多晶硅产量将在 7 月份的基础上进一步减少至 2.4 万吨左右，环比再度下降 14.9%。8 月份国内硅料供应紧缺程度更甚，因此预计短期内多晶硅价格仍将维持大幅上涨的走势。（刘晶）

## 全无机钙钛矿电池光电转换效率达 16.1%

中国科学报 2020.8.5

**本报讯** 近日，香港城市大学新研发的全无机钙钛矿电池的光电转换效率达到 16.1%，而获中国计量科学研究院认证的效率亦高达 15.6%。香港城市大学学务副校长兼化学及材料科学讲座教授任广禹指出，这次研究成果的突破在于找到了简单方法，用于制造光电转换效率与稳定性兼具的全无机钙钛矿电池。

据悉，香港城市大学的研究团队近年来一直在探索提高全无机钙钛矿光电转换效率的方法。他们在制备钙钛矿的过程中添加了特制的小分子 6T1C - 4F，以减少表面或晶界的缺陷。研究结果发现，开路电压从 1.10V 显著提高到 1.16V，且填充因子及短路电流在添加 6T1C - 4F 作钝化后都有所改善。

研究结果还显示，在连续照射 350 小时后，电池的能量转化效率只下降了约 15%。这说明添加 6T1C - 4F 以钝化钙钛矿的表面，不仅能保护钙钛矿的表面免受湿气、氧气和光线的侵蚀，而且结晶的颗粒增大了，能有效减少晶界缺陷及电流流失，使得全无机钙钛矿电池的光电转换效率和稳定性均有所提高。

据任广禹介绍，这款全无机钙钛矿电池的结构设计是“倒装式”，适合制成叠层式太阳能电池。其特色是能够同时吸收不同光谱的太阳光，因此科研界预料，其光电能量转换率未来有望超过 30%。（李惠钰）

## 钙钛矿太阳电池领域研究取得新进展

广东科技报 2020.8.21

**本报讯（记者莫文艺）**近日，华南师范大学华南先进光电子研究院周国富教授团队胡小文副研究员在钙钛矿太阳电池领域取得重大研究进展，在国际权威期刊《Advanced Science》（影响因子 15.84）上发表题为“22% Efficiency Inverted Perovskite Photovoltaic Cell Using Cation - Doped Brookite TiO<sub>2</sub> Top Buffer”的研究论文。胡小文副研究员为论文第一作者和通讯作者，周国富教授以及物理与电信工程学院姜小芳副研究员为共同通讯作者，华南师范大学为第一完成单位。

有机 - 无机杂化钙钛矿材料由于其独特的光电性能使其在太阳电池领域展现出优异的光电转换性能，拥有巨大的商业应用前景。目前，钙钛矿太阳电池的“高效率”和“高稳定性”的同时实现是该技术走向商业化的关键。论文作者采用倒置型光伏电池结构，巧妙地利用一种新型的纳米复合结构作为钙钛矿的阴极界面修饰层，实现钙钛矿太阳电池的“高

效率”和“高稳定性”。这种新型纳米复合结构主要通过在一维（1D） $TiO_2$ 二氧化钛纳米棒基体的间隙空间中填充零维（0D）富勒烯，构造出一层非常致密的缓冲层。这种材料作为钙钛矿太阳电池的阴极界面缓冲层，一方面可以保护钙钛矿层不被电极层破坏，另一方面可以促使钙钛矿层和顶电极的有效电子接触。同时，将过渡金属Co和Fe阳离子掺杂到 $TiO_2$ 纳米棒中，进一步改善了缓冲层的电学性能。这样的复合材料作为缓冲层，表面出多重优点，包括改善的成膜均匀性、增强的电子提取和转移能力、以及与钙钛矿层更好的能级匹配和更强的抗湿性。目前，利用该缓冲层制备的倒置钙钛矿太阳电池的光电转换效率超过了22%，使用寿命延长了22倍。该电池器件在相对湿度范围为20–87%的空气中保存两个月，效率仍保持在21.5%。论文提出的0D:1D纳米复合缓冲层策略为开发高效稳定的钙钛矿光伏器件开辟了一条新途径，具有非常重要的科学价值和应用前景。

以上突破性成果的取得，得益于华南师范大学广东省光信息材料与技术重点实验室以及与荷兰埃因霍温理工大学共建的响应性材料与器件国际联合实验室（DIRM）等平台支持，并受国家自然科学基金、广东省自然科学基金、广东省科技计划项目等资助。论文合作者美国宾夕法尼亚州立大学的王凯博士在材料方面给予了大力支持。本论文的发表和持续深入的相关研究是华南师范大学国家国际科技合作基地“绿色光电子国际联合研究中心”建设的重要成果，将进一步夯实该基础学科科研力量，为进一步开展高质量国际合作提供了重要的基础推动和促进物理交叉学科群的发展以及高水平大学建设。

胡小文博士于2014年加入华南师范大学周国富教授团队，主持及参与国家自然科学基金—广东省联合基金重点项目、国际合作与交流项目、广东省重点国别双边联合资助项目等。

## “光伏+农业”走红荷兰

中国能源报 2020.8.17

光伏电站由于具有无污染、工期短、产业链成熟等优势，一直是许多国家发展可再生能源的首选，但其占地面积大、土地利用类型单一等问题也总是为人诟病。近日，荷兰投运了数个小型光伏发电实验电站，采用“光伏+农业”的新模式，在发展可再生能源发电的同时，还带动了农业的发展，实现了“种植、发电两不误”。

### 光伏与农业实现双赢

据行业媒体《光伏杂志》报道，德国光伏企业BayWa r.e.近日在荷兰建设了5个小型光伏发电实验电站，以测试适合“光伏+农业”新模式的组件产品。这些实验电站的单个装机规模在3兆瓦左右，与普通光伏电站不同，实验电站提高了光伏板支架的高度，在其下方种植了蓝莓、覆盆子、草莓等水果，在发电的同时并不影响农产品种植。

据了解，“光伏+农业”是一种新兴的光伏发电商业模式，也是光伏复合发电项目的一种。该模式解决了光伏电站和农业争地的问题，在农业生产实践过程中实现了一地多用，为农业和光伏产业的可持续发展提供了有力的技术支撑。目前，“光伏+农业”的主要类别涉

及光伏种植、光伏养殖、光伏水利等。

事实上，在光伏产业发展不断成熟的情况下，“光伏+农业”已经成为不少国家光伏市场的新宠。比如，在我国安徽、湖北、山东等省份，投运了许多“光伏大棚”。另外，在英国、菲律宾等地也都开发了一些类似项目。

负责荷兰“光伏+农业”项目的项目经理 Willem De Vries 认为，随着“光伏+农业”技术的不断成熟，两者的结合还将迸发出更多火花。“目前，实验项目运行状况不错，不仅发电量得到了保证，还提高了农作物产出。”

### 技术要求更高

不过，发展“光伏+农业”项目并不容易。和普通光伏电站相比，“光伏+农业”项目对组件的技术要求更高。“普通单晶组件不适合运用在光伏种植项目上，因此也不能以国际上对光伏组件的认证标准衡量其是否合格。”Willem De Vries 说。

Willem De Vries 表示，考虑到农作物生长需要，位于光伏板下方的农作物需要充足的光照，所以光伏种植项目对组件透明度的要求很高。同时，光伏板还需要起到保护的作用，避免农作物受到雨雪、霜冻等特殊天气的影响。因此，在普通单晶组件的基础上，用于“光伏+农业”项目的组件针对透明度、重量等都进行了相应改造。

据他介绍，针对不同的农作物，实验项目选择了透明度不同的组件。比如，树莓耐荫耐寒，不需要强光照射，新型单晶组件面板会先吸收一部分辐射，保持光伏板下的凉爽环境。此外，光伏板还需要起到大棚的作用，减少恶劣天气对农作物的侵害。为此，技术人员选择了更厚的玻璃层，这导致新型单晶组件的重量在 35 公斤左右，相较普通单晶组件有大幅增加。

经过一系列技术改进，光伏板下的热度和湿度等外部环境条件更符合农作物生长的要求。相比传统使用塑料膜“武装”的温室大棚，新的“光伏大棚”更加坚固，即使遭遇强风等恶劣天气，也不会对光伏板造成影响，农民定期维护大棚的频率大大降低。

### 市场仍处于起步阶段

虽然“光伏+农业”日益受到市场的欢迎，但其仍面临不小的成本压力。据测算，和普通地面光伏电站相比，“光伏+农业”项目的成本仍然偏高，其中，组件、支架等主要产品的价格高企是造成项目总体成本偏高的主要因素。

以支架为例，一般情况下，光伏板离地高度在 0.5 米左右，而为了不破坏耕作层、不影响农作物的正常生长，光伏复合发电项目的光伏板支架需升高至 1.5 米。同时，在技改后，组件的重量相应提升，运输和人工安装费用也有所上涨，加之增加的施工难度等，导致“光伏+农业”项目成本一直居高不下。

BayWa r. e. 公司光伏种植项目主管 Stephan Schindele 认为，在现阶段，“光伏+农业”仍属新兴产业，面临成本压力在所难免。随着农业领域对此类项目认可度的提高，市场逐步实现规模化发展，项目成本也将有明显的下降。

据 Stephan Schindele 透露，今年下半年，BayWa r. e. 还将联合旗下子公司 GroenLeven 继

续在荷兰开发新的实验项目，增加新的农作物品种，以获得更多的经验，推动“光伏+农业”市场的发展。

不过，也有业内人士担忧，“光伏+农业”项目推广或不及预期。“不管如何设计，打桩后项目都会占用一部分农业用地，这将在一定程度上降低农民的积极性。”

针对上述问题，Stephan Schindele 表示，实验项目结果表明，只要可以提高农作物的产量或产出品质，农民愿意牺牲一部分土地。在新的实验项目中，公司将研发新的技术，进一步促进光伏产业和农业结合发展。（董梓童）

## 国际太阳能光伏与智慧能源（上海）展览会暨论坛 专家称光伏产业面临“二次起跳”机遇

中国科学报 2020.8.13

**本报讯**（记者黄辛）近日，SNEC 第十四届国际太阳能光伏与智慧能源（上海）展览会暨论坛举行。据悉，共有 1500 余家企业参会和参展。6000 多名来自中国、澳大利亚、美国、新加坡等国的科技界、企业界专家参加线上线下的互动，共同探讨新时代产业发展新趋势、新机遇。

8月7日，在开幕式上，本届大会主席石定寰表示，应该坚信全球可再生能源发展是大势所趋，是未来能源的重要供应方式，可再生能源的重要组成——光伏将成为推动能源转型和落实能源生产消费革命的最重要力量之一。

本届大会执行主席、全球绿色能源理事会主席朱共山指出，光伏产业面临“二次起跳”的机遇，全产业链必须勠力同心，从“单一竞争”走向“链群竞争”。他表示，当前随着全球主要经济体迈入负利率时代，相关政策利率和存准率下调，光伏发电的经济性与市场竞争力越来越强，光伏行业告别补贴，需求全球共振，装机规模最终必将再攀新高。

目前，新冠肺炎疫情的蔓延给全世界带来巨大的冲击和影响，全球经济陷入低谷。全球太阳能理事会联合主席、中国光伏行业协会理事长高纪凡指出，面对如此严峻的困难和挑战，我国光伏行业发展良好，显示了勃勃生机和强大的持续发展能力。目前必须不断推动技术创新，唯有开放的技术创新才能拓宽光伏行业增长的边界，实现可持续发展。同时，要不断提高数字化、智能化的应用。光伏产业与能源计算、工业互联网、5G 等技术的深度融合，深化光伏智能制造，开展数字化经营管理，推动客户的数字化服务体验等将是智慧能源时代的新趋势。

隆基股份总裁李振国认为，“光伏+储能”是人类未来的能源终极解决方案，同时也是人类应对气候变化的有力武器。他举例称，电动汽车的普及对电力调节十分有利。“20年后，全球家用电动汽车会发展到 10 亿辆，储能总量将达到 700 亿度电。”李振国说，从理论上来讲，电动汽车的储能作用就可以调节电力平衡。同时，他还预测，到 2035 和 2050 年，中国地区发电成本会比当前分别下降 50% 和 70%。

# 柔性太阳能电池的探索之路

中国科学报 2020.8.19

能源问题是人类面临的一个严峻问题。取之不尽、用之不竭的太阳能是清洁能源时代的宠儿。

太阳能电池是把太阳能转化为电能的重要装置，其光电转化效率和稳定性成为业内关注的焦点。日前，澳大利亚昆士兰大学教授王连洲课题组基于近些年在太阳能电池、快充型储能电池和集成型太阳能充电电池领域的探索，在《储能材料》上发表了一篇题为《柔性太阳能充电系统》的综述。

在国内，中国科学院院士李永舫自2000年开始从事共轭高分子转入有机聚合物太阳能电池的研究。他告诉《中国科学报》：“有机聚合物太阳能电池与传统硅基太阳能电池相比，最大的特点是可以做成柔性和半透明，整体耗能低很多。”

## 寻找电池器件材料

20世纪50年代，太阳能电池开始兴起并发展至今，现在应用比较普遍的是硅基太阳能电池。此外，还有无机半导体薄膜太阳能电池、染料敏化太阳能电池、钙钛矿太阳能电池、有机聚合物太阳能电池等。

不同太阳能电池结构不一样，比如有机聚合物太阳能电池的有机光敏带由P型有机半导体（容易给出电子）构成的给体、N型半导体（容易接收电子）构成的受体组成，形成很薄的柔性活性层，在外电路接通下产生光电流。钙钛矿太阳能电池与有机聚合物太阳能电池类似，具有三明治结构，主要的不同在于光敏层，它是有机无机杂化构成的钙钛矿结构。

李永舫以硅基太阳能电池为例介绍道，硅基太阳能电池在生产过程中耗能较高，尤其是原材料的支配，以及硅要达到99.9999%纯化，这个纯化过程也需要耗能。

他说：“硅基太阳能电池要使用6~7年才能把生产过程中的耗能收回来，而有机聚合物太阳能电池的能耗大概一年左右就可以收回，但存在稳定性问题，导致使用寿命不长，反观硅基太阳能电池使用寿命可达20年。

2017年，英国、意大利、西班牙等7个国家的15家企业研究机构组成欧洲Powerweave研发团队，开展基于染料敏化纤维材料太阳能光伏电池技术和电能储存纤维材料薄膜蓄电池技术的有机结合的原位集成技术研究。

来自中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员葛子义团队发现，当前大多数有机太阳能电池的研究结果都是基于刚性的氧化锡（ITO）玻璃基板。然而，ITO在塑料基板上存在导电性差和机械脆性等问题，另外ITO通常在高温下通过真空溅射进行加工，这使得其价格昂贵，不利于采用大面积印刷和卷对卷来制备。

为此，葛子义团队开发了低温酸处理PEDOT/PSS电极替代需要高温溅射且昂贵的ITO电极。团队称，这类全溶液加工的柔性有机太阳能电池非常符合卷对卷印刷和刮涂等大面积

制备工艺的技术要求，为有机太阳能电池低成本柔性化制备提供了重要的参考途径。

### 提升光电转换效率

记者获悉，葛子义团队利用全溶液加工技术，采用 PBDB-T 和 IT-M 非富勒烯活性层，制备了全湿法加工非 ITO 的单结柔性有机太阳能电池，电池的能量转换效率达到 10.12%。

有机聚合物太阳能电池的研究兴起于 20 世纪 60 年代，当时的转换效率非常低。李永舫最开始研究有机聚合物太阳能电池时由于条件不太好，效率也一直不高。2004 年前后，李永舫团队开始思考如何提高材料的光电转换效率。

“太阳能转化成电能，首先要求光伏材料对光有较宽和强的吸收，另外给体材料要有高的空穴迁移率，受体材料要有高的电子迁移率。”李永舫回忆道，“我们当年选择了富勒烯衍生物受体，其电子迁移率较高，随后我们的关注点转到给体材料。”

“我们那个时候就想到了共轭侧链这个概念。”李永舫解释道，“由于共轭高峰的主链传输很快，有了共轭侧链就像搭了座桥，使电荷在这条共轭侧链上传输也比较快，提高空穴迁移率，进而提升光伏性能。”

近年来，提升材料光电转化效率已成为太阳能电池的主流研究方向。南开大学化学学院教授陈永胜在柔性透明电极与柔性有机太阳能电池领域研究中发现，获得高性能的柔性透明电极是研发高效柔性有机光电器件的前提，也是目前该领域的核心难题。“因此，如何获得同时具有高导电、高透光、低表面粗糙度以及制备方法简单、绿色的柔性透明电极，是一项巨大的挑战。”

2019 年 11 月，陈永胜团队在《自然—电子学》发表文章，介绍了团队制备出同时具有高导电、高透光且低表面粗糙度的银纳米线柔性透明电极，将其用于构筑柔性有机太阳能电池，与使用商业氧化铟锡玻璃电极的器件性能相当，光电转化效率可达 16.5%，刷新了当时文献报道的柔性有机/高分子太阳能电池光电转化效率的最高纪录。

### 多领域的潜在应用

王连洲团队在综述文章里指出，由于太阳光自身的强度不稳定性以及间歇性，促使该领域的科研人员进一步探索光伏能源生成与储存的集成系统，促进了太阳能充电储能系统的发展。

南京工业大学先进材料研究院教授陈永华告诉《中国科学报》：“太阳能充电储能系统比较适合应用于物联网和人机互动等领域，前提是需要提升光电转换和存储效率。”此前，陈永华团队寻找并设计出能够稳定钙钛矿结构的有机胺分子，制备出的层状钙钛矿太阳能电池光电转换效率得到明显提升。

如今，太阳能充电储能系统已被广泛研究并应用于智能电网、房屋能源供给、通勤电动汽车、家用电子产品，以及便携式可穿戴电子设备中。在设计新一代可穿戴便携式能源设备尤其是太阳能充电储能系统时，王连洲团队意识到，柔韧性及可便携性是必须考虑的两大关键指标。

王连洲团队表示，相比于传统的刚性器件，柔性薄膜太阳能电池因低温制备及易实现的

面板安装技术而大大降低了成本。此外，将柔性的薄膜光伏系统与储能系统结合起来，不仅可以实现便携可穿戴设备的无线充电，还可以极大地提高电池的工作时长，实现更为广泛、精细的应用。

中国科学院电工研究所副研究员原郭丰向《中国科学报》介绍道，柔性太阳能光伏发电与储存一体化技术，具有明显的表面结构适应性强、易弯曲、重量轻、无需额外安装费用等优势，可灵活应用于服饰、户外装备、建筑物、交通运输工具、电子设备等需要遮阳及复杂结构的物体外表面，也可以作为光伏发电储存一体化系统进行使用。

原郭丰还指出：“柔性太阳能光伏发电与储存一体化技术仍然面临材料的制备及其稳定性、复杂条件下材料寿命、光电转化效率、充放电效率、安全性以及成本等诸多问题。”  
(沈春蕾)

## 人工光合作用能量转换率首破 20%

中国科学报 2020.8.20

本报讯（记者黄辛）上海科技大学物质科学与技术学院教授林柏霖课题组通过新型电极的构造和系统工程优化，首次开发出了太阳能到化学能的能量转换效率超过 20% 的二氧化碳还原人工光合作用系统。相关成果近日在线发表于《材料化学杂志 A》。

植物通过光合作用把太阳能转换成电势能，进而驱动一系列生化反应，把二氧化碳和水转化成含碳的能量载体和氧气，这是碳基生物利用能源和碳物质的核心基础过程。但自然光合作用中太阳能到化学能的转换效率太低，虽然理论值最高可达 8%，但实际上一般小于 1%，而人工光合作用的最高能量转换效率也不到 18%。

林柏霖课题组创造性地开发了一种在纳米多孔聚丙烯膜上负载纳米多层级孔银的一体化薄膜电极，可实现高活性、高选择性和高稳定性的二氧化碳电还原。实验和理论分析表明，这种纳米多级孔结构不仅可以增加活性位点的数量，同时也突破了前人报道的基于薄膜电极的三相界面扩散极限的限制，从而在低过电势下实现相对较高的二氧化碳电还原分电流密度和一氧化碳的选择性。

“通过定量系统工程分析发现，该电极如果与目前最先进的太阳能电池搭配，可以充分利用太阳能电池的光电流，预计太阳能到化学能的最高转换效率约为 25%。”林柏霖告诉《中国科学报》，他们同时将该电极与课题组开发的镍铁基阳极相结合，与商业化的太阳能电池相匹配，开发出了基于二氧化碳还原的人工光合作用系统。

该系统在 28 小时的长时间测试过程中表现出良好的稳定性，其太阳能到化学能最高转换效率达到了约 20.4%，全程平均能量转换效率为 20.1%，超过了目前所有已知的二氧化碳还原人工光合作用系统。

林柏霖表示，这一发现对未来人工光合作用系统的进一步突破具有指导意义。

# 光伏建筑一体化站上风口

中国能源报 2020.8.24

## 核心阅读

当前，国内建筑行业与光伏行业缺乏沟通，两个行业尚难以融合发展，另外，BIPV 行业也缺乏相应的验收标准，这拖延了部分 BIPV 新建项目的应用进程。

“随着光伏系统造价越来越低，建筑物发电投资成本也随之走低，投资回收周期更短，这为光伏建筑一体化带来了新的发展机遇。”赫里欧新能源主席兼 CTO 崔永祥日前在上海举行的 BIPV 联盟论坛会议上表示。

随着我国光伏行业逐步走向平价，结合光伏与建筑的光伏建筑一体化（BIPV）产业迎来发展风口。国内外新能源企业陆续入局，BIPV 市场潜力逐步释放。

## BIPV 发展空间显现

在多国宣布降低建筑能耗目标的大背景下，绿色建筑发展成为能源转型的一大重点。在业内人士看来，光伏补贴退坡之际，光伏行业发展将不再是“补贴驱动”，而将转变为“需求驱动”，由此，BIPV 将迎来新的发展契机。

同时，随着光伏发电成本不断降低，近年来，国内外 BIPV 产业热度也不断提高。2016 年，特斯拉宣布收购加州企业 SolarCity 进入光伏行业，随后也曾多次在公开场合表示将开发中国光伏屋顶市场。2019 年，隆基股份宣布进军 BIPV 市场，并于今年推出了自行研发的工商业 BIPV 屋顶产品。根据隆基发布的 BIPV 建筑光伏一体化解决方案，BIPV 项目投资回收年限为 7-8 年，IRR 则能够达到 11%，商业前景可观。

记者查阅数据了解到，根据中国建筑科学研究院太阳能应用研究中心测算，我国既有建筑面积可安装光伏 400GW，每年竣工建筑面积可安装 40GW，潜在市场空间达千亿元。

杭州禾迈电力电子技术有限公司 CTO 赵一认为，BIPV 发展至今已有 20 年的历史，但近几年热度大增，正是由于光伏发电成本已经降低到了一个“临界点”，能够开始支撑 BIPV 产业的发展。“由于我国地域辽阔，资源分布不均，分布式光伏发展将更加符合现实情况，随着光伏行业各环节的技术都已走向成熟，BIPV 的应用也将迎来契机。”

## 行业痛点有待解决

尽管市场潜力巨大，但在业内专家看来，BIPV 行业仍存在一定的痛点。

上迈（上海）新能源科技有限公司董事长施正荣表示：“BIPV 是光伏从业者的一个梦想，但从现状来看，目前国内 BIPV 落地的项目仍较少，甚至存在内冷外热的现象。”他指出，当前，国内建筑行业与光伏行业缺乏沟通，两个行业尚难以融合发展，另外，BIPV 行业也缺乏相应的验收标准，这也拖延了部分 BIPV 新建项目的应用进程。

崔永祥则指出，BIPV 的本质是让构筑物和建筑物的外层维护结构具备发电功能，过去 BIPV 技术是将光伏加到建筑物上，这也带来了火灾、漏水等现实隐患，现在 BIPV 技术不断

革新，行业也需要探索更多新的系统解决方案。

国务院原参事石定寰认为，目前我国出台了少部分绿色节能建筑的相关文件，但缺少具体落实的行动举措，对于 BIPV 这一行业来说，在国家绿色建筑标准体系中也没有具体的节能指标。“在技术逐步走向成熟的过程中，政府机构应抓住这一发展机会，制定相关标准体系，完善整体的行业规划，对行业发展起到引导作用。”

### 从点缀到深度结合

在业内专家看来，BIPV 技术路线将呈现“百花齐放”的态势，建筑与光伏结合的“想象空间”仍有待发掘。

石定寰指出，正如光伏行业的发展进程，不论是晶硅还是薄膜等材料，都具有不同的应用场景，而光伏与建筑结合也将有多种形式，包括屋顶、地板、幕墙等，应用范围相对较广，同时，我国地域辽阔，光伏建筑在不同区域内也可以延伸出不同的应用方式。

崔永祥举例称，BIPV 不仅仅是简单的屋顶发电或墙壁发电，未来 BIPV 在 5G 基站、路灯、阳台等多场景下均有合适的应用服务场景。“总体上来讲，BIPV 市场潜力巨大，预计在各个细分市场、细分领域出现多元化发展。现在 BIPV 的发展仅仅是对建筑做一个点缀，但随着技术发展，光伏与建筑、建材结合后更能够让建筑物变成发电体。”崔永祥说，“如果以光伏的思维来看，BIPV 产业的空间相对较小，但如果结合建材领域来看，BIPV 则是一片蓝海。”（李丽曼）

## 中科院大连化学物理研究所 发现等离激元光催化剂电荷分离的偏振效应

中国科学报 2020.8.24

本报讯（记者刘万生 通讯员高玉英）近日，中科院大连化学物理研究所李灿院士、范峰滔研究员团队在表面等离激元光催化界面电荷分离研究上取得新进展，揭示了催化位点的电荷浓度与偏振角度的定量关系。相关研究成果发表在《德国应用化学》上。

金属纳米颗粒表面等离激元具有独特的光学性质，在分析科学、纳米材料、光电子学特别是太阳燃料合成领域广受关注，然而，等离激元载流子寿命一般较短，很难与较慢的化学反应时间尺度相匹配。如何在界面上有效分离等离激元电荷并转移到反应位点，成为这一领域的关键科学问题。

研究人员之前利用自主研发的空间分辨的表面光电压显微镜给出了可视化图像，发现表面等离激元空穴局域在  $\text{Au}/\text{TiO}_2$  界面上。近日，在金纳米颗粒二聚体中，他们发现，耦合效应介导的等离激元电荷在纳腔的聚集现象显著促进多质子参与的水氧化反应活性。在该研究中，他们发现了表面等离激元光催化剂电荷分离的偏振效应。

通过改变入射光偏振角度，研究人员研究了催化位点局域的电荷浓度，得到最优的电荷分离偏振角度，当入射光的偏振角度垂直于光催化剂  $\text{Au}$  颗粒/ $\text{TiO}_2$  界面时，表面光电压信

号最大，电荷界面注入效率最高。结合角度分辨的散射光谱和理论模拟，他们初步探讨了电荷浓度偏振依赖性的内在原因，并利用水氧化催化反应作为探针反应，确认了偏振效应对催化活性的影响。

## 技术迭代推动光伏“智能”降本

中国能源报 2020.8.31

光伏平价时代即将全面开启，平价项目给光伏产业链带来了全新挑战，不论是系统设计、设备选型，还是产品性能以及后期运维，我国光伏行业都在不断寻求新的突破。

在特变电工新疆新能源股份有限公司全资子公司——特变电工西安电气科技有限公司总经理郝翔看来，在过去的几十年里，技术性成本的下降起到了至关重要的作用，在光伏平价的关口，正值5G、人工智能等新兴技术渗透进入各行各业之时，持续支持光伏设备技术创新，加大“光伏+储能”领域投入，将是光伏行业提升整体竞争力的关键之举。

### 为光伏降本“添砖加瓦”

“目前光伏发电已成为各国能源结构转型的重要方向，光伏技术革新不断涌现，光伏产品成本持续降低，平价上网已成为全球趋势。”郝翔表示。

在此基础上，特变电工新能源传承70余年电力设备制造经验，经受住了上半年全球性公共卫生事件的严峻挑战，在今年8月举办的上海SNEC光伏展上带来了最新高价值产品。围绕构建“能源物联网+风光储输一体化+多能互补+智慧能源平台”的新能源体系，推出了高可靠性TSVG产品、大容量储能一体机等智能产品，同时也推出了多种智慧微电网及平价光伏、风力发电等解决方案。

郝翔表示，随着国内光伏平价进程加速，大型企业光伏电站持有量上涨，正引领着组串式逆变器份额逐年提升，对于特变电工新能源来说，大功率高效可靠的组串式逆变器产品是未来开拓市场的重中之重。

### 光储融合提升行业竞争力

“光伏达到脱硫燃煤标杆电价只是行业发展的第一步，与传统火电相比，单一的光伏发电仍难以满足用电需求。通过配置储能的方式，光伏并网友好性将得到有效提升，同时储能技术的加持也将为电网提供辅助服务，有利于提高光伏整体竞争力，为此，光储一体化开发将十分必要。”郝翔表示。

事实上，光储融合这一大趋势已成为光伏行业未来发展的“默认选项”。在业内人士看来，储能市场仍有大片“蓝海”待挖，不论是大规模储能或户用储能，抑或是5G基站储能、数据中心储能等不同场景下，光伏都具有重要的应用价值。

对于如何降低“光伏+储能”开发成本以及提高系统稳定性的这一难题，特变电工新能源也试图给出答案。在SNEC展会期间，特变电工新能源推出业界单机最大容量、新一代高压1.5MW储能变流器（PCS）机型，可为用户提供更加安全、可靠、高效的绿色能源。

郝翔认为，未来的新能源市场，单一光伏发电的模式将不再是主流，综合发展能源物联网、智能微电网、配电网、光储充等业务模式将开启光伏平价上网的新时代。

### 5G、AI等新技术带来新机遇

目前，正值我国5G建设全面铺开之时，在郝翔看来，5G、人工智能（AI）等新兴通信技术的加持对于未来光伏领域技术革新也具有重要意义。

“如果5G、人工智能等技术能够与光伏逆变器相融合，势必将为光伏电站带来巨大改变。逆变器作为光伏电站的‘心脏’，对于电站的产出和投资回报具有直接影响。尤其是在平价时代，随着400W、500W乃至未来600W+的大功率组件持续投入使用，对逆变器产品也提出了更高的要求。”郝翔表示，“AI技术与逆变器产品相结合，最大的不同就是把逆变器从冷冰冰的机器变成能思考、能感知、会说话的智能设备，从而使光伏电站全面完成智能化转型，大幅降本增效。”

他认为，在未来的光伏领域，逆变器等核心设备产品通过5G+AI，将能够支撑实现电站自我学习、自我调节、自我检查、自我诊断、自我修复，脱胎于基本的电网智能化而高于电网智能化，甚至也将在新能源领域催生“物联网+新能源”等新业态模式。（李丽旻）

## 五、地热

### “坐拥”丰富浅层地热资源

## “长三角”地热开发为何热不起来

中国能源报 2020.8.3

### 核心阅读

中科院日前启动“长三角地区地热资源及其综合利用研究”，以系统厘清地热资源家底、开发利用现状与需求，梳理存在的问题，探索长三角地区地热开发利用道路，提出战略与对策，为长三角一体化发展提供有效支撑。

7月28日，中国科学院学部咨询评议项目“长三角地区地热资源及其综合利用研究”启动会在中国科学院地质与地球物理研究所举办。

中国科学院院士、“长三角地区地热资源及其综合利用研究”项目负责人汪集暘主持会议，项目执行负责人、中国科学院地质与地球物理研究所研究员庞忠和汇报了项目实施方案。中国科学院原副院长杨伯龄、中国工程院院士曹耀峰、中国科学院院士刘嘉麒、中国科学院院士王焰新等专家出席启动会并进行评议讨论，多家参与单位负责人以线上形式参加会议。

“长江三角洲地区是中国经济发展最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一，具有‘两多’（地热多、水多）的特点，沿海风能等可再生能源较丰富，加上近年来该地区居民供暖需求日益迫切，这些都是开发地热的有利条件。因此，在长三角地区系统厘清地热资源家底、开发利用现状与需求，梳理存在的问题，探索长三角地区地热开发利用道路，提

出战略与对策，可为长三角一体化发展提供有效支撑。”汪集暘指出。

根据《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，长江三角洲包括上海市、江苏省、浙江省、安徽省，区域面积 35.8 万平方公里。

据庞忠和介绍，在资源分布方面，长三角地区有丰富的浅层地下水，具有良好的浅层地热能赋存条件，蕴藏着丰富的浅层地热能资源。而且长三角地区河流湖泊众多，地表水广泛分布，水资源丰富，可作为水源热泵的重要热源。

然而事实上，虽然“坐拥”丰富的浅层地热资源，但长三角地区的地热开发利用却还未形成较大规模。

“从目前存在的问题来看，一是地热资源勘查程度处于较低水平，资源分布及资源量尚未准确摸清；二是地热资源开发利用整体规划尚未编制，影响地热资源的可持续利用；三是地热资源开发利用形式较为单一，综合利用程度尚待提高；四是地热资源开发利用保障措施不到位，财税价格扶持政策不足，不利于社会资本投入。”庞忠和分析指出。

对此，“长三角地区地热资源及其综合利用研究”项目提出了五个研究目标：一是摸清目前长三角地区的地热资源分布特征；二是查明地热开发利用现状与存在问题；三是选比地热能勘查评价和开发利用技术；四是创新地热能利用技术理念，探索高效的产业模式；五是破解地热开发利用中急需解决的关键问题，并提出对策。

“尤其是针对长三角‘一体化’和‘高质量’的发展理念，分析研究地热能产业的战略定位、发展路径和关键方向，提出具有全局性、系统性、针对性和可操作性的建议。”庞忠和强调。

他进一步介绍，“长三角地区地热资源及其综合利用研究”包括六大课题，分别为地热资源分布特征与开发潜力评估、地热资源开发利用现状与需求预测、资源勘查创新技术、开发利用创新技术、产业发展创新模式、产业发展战略建议。

该研究项目预期成果包括完成《长三角地区地热资源及其综合利用研究报告》、形成具有可操作性的咨询建议并提交中国科学院地学部常委会和长三角地区政府机构、总结长三角地区地热资源开发利用及管理成果形成学术论文和行业标准、培养相关行业人才等。

在组织管理方面，该研究项目成立以汪集暘院士为项目负责人的咨询顾问组，以庞忠和研究员为组长的项目工作组以及课题负责人研究团队。参与单位包括中国科学院地质与地球物理研究所、上海市地矿工程勘察院、沪苏浙皖四省市的地质调查研究院等 18 个单位，共 60 余人，研究成果预计 2021 年底完成。

据了解，自 20 世纪 70 年代以来，中国科学院地质与地球物理研究所长期开展地热地球科学研究工作，最早开展全国大地热流质量研究地热资源形成分布特征以及全国地热资源潜力评估工作，为地热资源勘探开发奠定了基础。近年来，该所地热团队重点开展了地热清洁取暖规模化研究，并且通过产学研结合，在雄安新区试验区示范基地建成了“雄县模式”，产生了显著的社会经济效益与环境效益。（齐琛冏）

# 建议西藏“十四五”出台地热发电价格政策

中国城市能源周刊 2020.8.24

党的十九大报告提出要“推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系”。西藏自治区政府将清洁能源产业定位为“国家清洁能源基地”“西电东送接续基地”“辐射南亚的能源基地”的支柱性产业，提出大力开发水电、光伏、地热能和风能等多种可再生能源融合互补发展。

地热发电具有清洁低碳、安全高效的特点，我国的雪域高原西藏地热资源丰富，地热资源集聚区就有709个。

西藏自治区能源研究示范中心主任、西藏地热产业协会专家委员会常务副主任赵斌认为，如果在西藏实现水能、太阳能、地热能和风能的多能互补，将有利于改善当地的电网电源结构、增加消纳能力，并将西藏地区的资源优势转化为经济优势，为打好“三个攻坚战”作出积极贡献。

从生态环境保护、西藏社会经济发展方面认识地热发电的意义和重要性，笔者建议，西藏自治区政府在“十四五”可再生能源规划编制方面，应强调多能互补协同发展，与国家发改委、国家能源局和财政部积极沟通《可再生能源电价附加资金管理办法》对于西藏特殊地区（高寒、高海拔、“三区三州”贫困连片区）结合“三大攻坚战”的产业定位，对地热发电电价给予价格政策性支持，以优化营商环境、激励企业投资，推动西藏地热产业发展。

## 可再生能源发电对西藏生态保护与经济发展意义重大

在民生领域解决供暖、饮水和交通等问题，是国家打赢扶贫攻坚战的硬任务，但是，燃煤、燃油和燃气等供暖方式均将对西藏脆弱的生态环境造成破坏。

西藏是我国生态保护战略屏障，阿里和那曲冬季燃煤供暖污染大气环境，且煤炭价格高达每吨1300元以上，成本高昂，并不利于西藏地区的生态环境保护和经济社会发展。与此同时，燃煤污染物随着冬季季风飘散，不仅将加重对内地大气污染，也将给长江和黄河下游带来生态安全隐患。因此，西藏在生态环境保护方面，不仅要算经济账，更要算政治账、环境账和民生账。

笔者认为，西藏需要大力发展以水电、光伏、地热为代表的清洁能源发电，在能源消费方面要大力推广清洁能源直接供暖和电气化。清洁能源开发利用对于西藏本地区，乃至全国范围的生态环境安全保护均具有重大意义。

如果西藏能将清洁能源产业作为推动经济社会发展的支柱性基础产业，将可为西藏优势性第一、第二和第三产业提供有力支撑，实现产业扶贫、脱贫自身造血功能，从而实现减少中央财政长期转移支付补贴压力，与保护当地生态环境双赢。

在此，笔者建议，西藏高原生物产业和绿色工业深加工应以电气化为主，供热行业以太

阳能、地热能直接利用为主，采矿和矿产品初加工业等以“绿电”为主，从而杜绝对牦牛粪燃烧和燃煤、燃油、燃气的消耗。

### “十三五” 地热发电完成情况不容乐观

需要特别指出的是，西藏地热能资源丰富。据现有资料统计，西藏地热能发电潜力在3000兆瓦以上。

西藏地区的地热资源主要用于发电，集中在羊八井和羊易地区。地热发电在所有可再生能源发电中年利用小时数最高，全年90%以上的时间都可用于发电，非常稳定。

以羊八井和羊易地区的地热发电项目为例，1千瓦的地热发电装机一年可发电7884千瓦时以上。可为2023年世界地热大会在中国召开提供具有自主知识产权的中国方案。

羊八井地热电站不仅是我最大的地热电站，也是世界上唯一一座利用第四系浅层热储进行工业性发电的电站，电站装机约25兆瓦，负荷在拉萨电网负荷中占比曾经高达60%；羊易地热电站是全世界海拔最高（4650米），全国第一个实现100%回灌、只取热不取水的地热电站，也是全国单机最大（16兆瓦）地热电站。年发电量可达到19105.46万千瓦时，上网结算电量16772.30万千瓦时。该电站每年可节约5.8万吨标煤，可减排二氧化碳21万吨、二氧化硫6000吨、氮氧化物3100吨，相当于植树1147万棵。

根据“十三五”规划目标，西藏地热发电装机容量为350兆瓦。然而，除16兆瓦的羊易电站外，新增项目寥寥无几，主要原因就是缺失价格政策。

截至目前，西藏光伏装机已达到1080兆瓦以上，这与国家政策的大力支持息息相关。就地热发电而言，相关信息显示，“十四五”规划西藏地热装机容量或将达到200兆瓦以上，且2030年更要实现1吉瓦的装机目标，这就需要尽快出台价格扶持政策。

### 建议对地热发电电价实行梯度补贴

目前西藏工商业平均电价已超过0.6元/千瓦时，从而制约了支柱性产业发展。若要降低电价，必须大力水能、地热能和太阳能绿色能源。

考虑到西藏地区独特的地热资源和地质构造，地热资源开发成本与内地有较大差异，且西藏电网结构和电力需求均与内地不同，根据国家发改委办公厅关于西藏羊八井地热发电项目上网临时结算电价的批复，核定含税上网临时结算电价为0.9元/千瓦时，并纳入全国可再生能源电价附加分摊，这是羊易投资的最好示范起点。

西藏地区需统筹规划水能、地热、光伏和风能等清洁能源发电，系统考虑各种可再生能源上网电价政策的引导效果。补贴是鼓励技术创新的种子，通过补贴鼓励科学技术进步，最终实现取热不取水的地热商业开发，牢牢掌握地热产业发展主动权。

以项目寿命周期不低于30年、年运行小时数达到8000小时为标准，以完成项目折旧为期限，设计补贴方案可使地热发电彻底解决冬季用电回购问题，并稳定西藏电网的运行。

为保障企业收益，促进行业发展，通过对地热发电项目建设和固定资产折旧等成本的估算，建议根据“十四五”规划和西藏地区地热发电潜力的实际情况，实行梯度补贴。

西藏地热发电起步晚，但是利用效率高，年运行小时数能达到 8000 小时（国际标准），1000 兆瓦装机的发电量即相当于西藏目前的全社会用电量，可发挥基础电源作用，稳定西藏电网的运行。

因此，建议西藏地区统筹规划地热在内的各类新能源发电，系统考虑新能源发电上网电价，推动可再生能源多能互补协同发展，让雪域高原拥有更多碧水蓝天。（王善民）

以河北为例，在采暖季，每 100 万平供热面积就需缴税高达 500 余万元。地热能属可再生能源，地热供暖又是民生工程，如此高额税负让行业叫苦不迭，并表示不解——

## 地热开征资源税引争议

中国城市能源周刊 2020.8.24

将于 9 月 1 日起施行的《中华人民共和国资源税法》（下称《资源税法》），明确将地热列为能源矿产，要求“按原矿 1—20% 或每立方米 1—30 元”的税率标准征税。

由于目前的地热开发技术以“水热型”中深层地热为主，即通过抽灌深层地下水实现取热。因此，各地在制定地热资源税征收实施细则时，都不约而同采取了以水量计征方式。据记者不完全统计，截至 8 月 20 日，北京、河北、山西、广东、浙江、江苏、江西、甘肃、宁夏等约二十个地区公布了当地地热资源税适用税率，与《资源税法》同步施行，各地实际执行税率每立方米 1—30 元不等。

然而让地热界普遍不解的是，一方面，地热利用减排效益突出，与太阳能、风能一样同属清洁的可再生能源。为何非但没有补贴，反要收税？另一方面，地热供暖作为占绝对主流的应用领域，其与民生息息相关。动辄数十万、甚至上千万的资源税，让目前尚处微利阶段的地热供暖事业如何做大做强？针对上述问题，近日记者开展了一系列调研采访。

### 征税金额偏高为地热发展蒙上阴影

梳理近期各地政策，整体看来，各地按地热水用途分类从量计征，且标准差异化显著。如北京市一般用途的地热水税率为每立方米 8.5 元，消耗型地热水（如温泉、洗浴等）为每立方米 30 元，回灌型为每立方米 1 元；河南省消耗型地热水每立方米 12 元，回灌型每立方米 1 元；河北消耗型地热水每立方米 30 元，回灌型每立方米 2 元；浙江、江苏等南方地区则不区分用途，每立方米地热水分别征收 3 元、10 元。

一位不愿具名的地热供暖企业负责人为记者算了一笔账，在地热水约 50℃ 的地区，每平方米供热面积需抽灌 2 立方米地热水，按河北 2 元/立方米的税率来算，每 100 万供热面积就需缴税 400 万元，加上实际收费面积要小于供暖面积，企业的额外成本将超过 500 万元。“如此一大笔资源税将使地热供暖项目的可持续性大打折扣。”该负责人直言。

近两年受北方清洁取暖大势推动，地热开发利用才刚走上快速发展轨道，尤其在北方，

特别是资源丰富的县级地区，地热集中供暖已蔚然成风。

“在采暖季，地热井需要 24 小时不间断抽灌，地热水流量非常大。对一口供暖面积约 5 万平方米的地热井而言，每小时约需抽灌水 100 立方米，一个供暖季（120 天）就高达 29 万立方米，即便按每立方米一块钱的最低标准收取资源税，每口井每个取暖季就要交税 29 万元。”谈及即将到来的资源税，多位地热企业人士一筹莫展。

记者了解到，河北于 2016 年出台了《河北省矿产资源税实施办法》，对一般用途的地热利用，按取水量 2 元/立方米计征；而根据同期出台的《河北水资源税改革试点实施办法》，对水源热泵回水征收 0.3 元/立方米的水资源税。但由于缺乏统一规范的计量方式和标准，实际上，河北并未按上述标准征收，多数县市仍采取了免征或少征做法。

现如今，《资源税法》正式将地热以法律形式纳入征税范围，业内对此普遍持异议。另有不愿具名的地热开发企业负责人对记者直言：“如果税务部门真要收，我们就考虑申请行政复议或者行政诉讼。”

在受访的多位业内人士看来，地热资源税的开征，无疑将大幅挫伤地热行业的投资热情，甚至将使不少地热开发企业面临经营困境，行业重新洗牌也在所难免。

#### 同属可再生能源仅对地热计征资源税是否合理？

记者了解到，同属可再生能源资源，目前太阳能、风能、潮汐能等并未被征收资源税。为何仅对地热能加以区别对待？

西藏地热产业协会会长王善民指出，对地热能征收资源税并不是征税多少的问题，而是合理与否的问题。“《资源税法》规定对煤炭、石油、天然气征收资源税，是因为化石能源是不可再生资源。而地热能是可再生能源资源，且用于供暖和发电用途本质上只用热未用水，并不符合从量计征的条件。”他说。

“实际上，地热用于供暖时，在 100% 同层回灌的前提下，地热水仅作为能量载体，回灌后并不存在水的消耗问题。现行《可再生能源法》已经明确将地热能纳为可再生能源资源，对其征税是完全不合理的。”中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员汪集暘特别强调。

在能源行业地热能专业标准化技术委员会首席专家赵丰年看来，对地热能征税应该明确区分用途，温泉、洗浴等商业用途的地热开发利用方式不仅耗水，且高回报，对其从高、从重计征资源税，以引导企业科学合理开发利用地热水、有效推动节水工程，这种做法是必要的。

“但地热作为能源矿产，但其本质是热能，只是以水为介质进行传输。地热能直接用于采暖、发电，比太阳能、风能利用更为高效。在做好 100% 同层回灌的基础上，地热用于采暖、发电等能源用途，要特别强调其可再生能源资源的属性，与太阳能、风能‘一脉相承’，无需征收资源税。”赵丰年进一步说。

#### 尽快建立标准体系为科学纳税铺路

根据河北省人大 7 月 30 日通过的关于《河北省资源税适用税率、计征方式及免征减征

政策方案（草案）》的说明，制定税率方案考虑的主要因素包括加强生态环境保护、促进优势资源节约集约利用、推动相关行业平稳健康发展等。

业内人士普遍坦言，地热供暖出发点是清洁取暖，这与资源税法立意是一脉相承的。现行地热企业首要任务是保障供暖民生，但当税收超过企业承受能力，必然陷入生存困境，其他美好愿景也将无从谈起。

实际上，《可再生能源法》第二十六条已规定：国家对列入可再生能源产业发展指导目录的项目给予税收优惠。2013年国家能源局、财政部、国土资源部等四部委印发的《关于促进地热能开发利用的指导意见》也明确指出，完善价格财税扶持政策，按照可再生能源有关政策，采用地热能供暖（制冷）的企业可参照清洁能源锅炉采暖价格收取采暖费。

但记者了解到，在北方部分地区，地热采暖费持平甚至低于普通燃煤锅炉取暖费的情况并不鲜见，以至于一些项目甚至处于亏损运营状态。换言之，优惠政策尚未完全落实，高额新税又来，地热界难以“负重”在所难免。

“一方面，呼吁地方层面在地热取暖价格上落实《意见》中参照清洁能源锅炉采暖价格收取的要求，减轻企业缴税负担；另一方面，呼吁地方层面针对地热行业补充出台退税办法，真正做到生态环境保护、资源节约利用与民生清洁取暖多赢。”上述地热供暖企业负责人表示。

不仅如此，在赵丰年看来，即便要征资源税，对于实现100%回灌的地热项目也应实施免税政策。

记者获悉，能源行业地热能专业标准化技术委员会目前正着手制定一系列地热行业技术规范标准，“预计今年年底前将发布21项，加之此前已正式出版的19项和明年将制定的10余项标准，这50项标准将基本搭建起较为完善的地热能开发利用技术标准体系。届时在技术层面，将地热开发控制在可再生能源范畴之内是完全能够实现的。也将为政府理顺管理体制提供科学依据。”赵丰年说。

“建议政府下一步通过规范管理，为做到完全回灌的地热开采企业进行认证，以此作为免税或退税的依据。”赵丰年指出，尽管各省市的税率实施细则已经出台，但是依然有望在地方财税层面进行科学合理调整，助力地热事业真正走向发展的“春天”。（全晓波 齐琛冏）

## 因地制宜推广地源热泵技术

中国科学报 2020.8.12

地热能具有分布面广、储集量大、可再生性、清洁低碳、安全可靠等优势。合理开发利用地热能，实现清洁供暖，是缓解当前过度依赖化石能源供热对资源环境造成压力的有效解决方案。

目前，我国地热能的开发利用已经受到社会多层次、多方面的高度关注，从浅层地热能的地源热泵技术应用到中深层地热能供暖，众多研究单位、生产企业、工程公司及社会资金

介入其中。地热能利用开发已进入新的快速发展阶段。

### 起步晚 发展快

我国与欧美国家相比，基于地源热泵的浅层地热能利用技术起步较晚，但发展速度快，日臻成熟。在短短二十年时间内，我国在理论研究深度、技术开发广度与工程应用单体规模、总体数量等方面，已达到国际领先水平。

2019 年启用的北京大兴国际机场地源热泵工程，为机场 250 万平方米办公场地提供冷热源。据测算，这一工程每年可节省标准煤 21078 吨，减少碳排放 1.58 万吨。在超大型工程中，地源热泵浅层地热能利用技术展现出了良好的社会效益、环保效益和经济效益。

中深层地埋管地源热泵地热能利用技术是浅层地埋管地源热泵系统的一种技术创新，具有占地少和可利用地温高的独特优点，特别适合在寒冷地区应用。这种技术数年前首先在我国进行了探索性的应用尝试。在此基础上，近年来在局部区域进行了较大规模的工程应用。已运行的系统总体达到了预期效果。

而长达近二十年地源热泵空调的推广应用，也大大提高了全社会和普通百姓对该项技术的认知度和认可度；供暖区域南扩，南方更适宜地源热泵供暖，扩大了地源热泵供暖的适用范围；绿色节能建筑的大力推广与普及，大大降低了建筑单位面积耗热量。这为地热能地源热泵利用系统，减少峰值负荷、用地空间及初投资奠定了先决条件。

城市热电联产、太阳能、生物质能与风力发电等可再生能源与常规清洁能源复合能源系统优势互补，也进一步扩大了地源热泵技术应用范围，提高了系统能效比。政策法规倡导，国家层面支持，地热能利用开发已进入新的快速发展阶段。

### 技术仍待提升

地热能地源热泵利用技术，在我国应用日益广泛，由浅层到中深层，由城市到乡村，单个项目覆盖的建筑面积由几百平方米到几百万平方米，积累了丰富的实践经验和大量的成功案例。但另一方面，无论是应用技术，还是基础研究等方面，还有提升的空间。

第一，中深层地热能利用技术。中深层地埋管换热器地下传热分析涉及固体和流体间耦合的瞬态多维传热问题，空间和时间的跨度大，中深层地下蓄热体热物性参数复杂，尤其是中深层地埋管群的传热分析及其长期运行条件下地埋管间距对换热量的影响等科技关键问题，还需要深入研究，以科学合理确定中深层地埋管长期（十年以上）运行的换热能力、中深层地埋管群的地埋管间距等重要设计参数。

第二，岩土体勘察及其热物性测定。地下地质构造千差万别，对现有换热系统的认识还不足以直接指导地热能利用技术的改进完善和提升。

第三，既有建成地热能地源热泵项目，缺乏系统完整的实际应用检测数据、故障诊断、维修及其结果分析，系统运维的专业化水平有待提升。

第四，地热能利用系统设计、施工、安装及运维的优质化、精细化、科学化水平有待进一步提高。

第五，对地热能开发利用的资源性条件关注度较高，对需求侧建筑物系统性条件分析研究不足，二者应统筹考虑。

#### 相关政策建议

鉴于以上不足和问题，笔者对我国加大地热能开发利用提出以下建议。

加大科研支持力度，重点解决地热能资源开发利用中，尤其是中深层地热能地源热泵系统应用中的主要技术问题，为系统精准设计、科学施工、高效运维奠定理论基础。

提升岩土体尤其是中深岩土层地质结构、大地热流、地下水渗流以及热物性的勘查与测试水平，因地制宜科学评价地热能开发利用的可行性与经济性，为系统方案设计提供科学依据。

加快健全系统体系化建设和行业标准完善。强化地热能集成商精准设计、精心施工、精良设备应用的指导与监察。支持设备生产企业技术创新，研发适合地热能用于村镇建筑供暖的节能效果好、初投资少、智能化水平高的主机与末端设备。

适度给予地热开发利用项目优惠政策与税收支持。

地热能清洁供暖资源丰富，前景广阔。以低品位能量为主的地热能最主要利用方式是供热，供暖又是其中的主要部分。在北方城市，中深层地热能地源热泵系统，只供暖，不制冷，采用深度钻孔埋管，可减少城市用地空间；在乡镇，热用户密度低，可利用地热能地域广、空间大的优势，以冬季供暖为主，“温度对口”，供需匹配。因地制宜推广地热能地源热泵清洁供暖技术，具有广阔的发展空间。（刁乃仁 方肇洪）

## 六、海洋

### 山东省实施五大行动加快发展海水淡化与综合利用产业

山东科技报 2020.8.26

本报讯 近日，省政府办公厅印发了《关于加快发展海水淡化与综合利用产业的意见》。我省将实施五大行动，加快发展海水淡化与综合利用产业。

一是沿海工业园区“增水”行动。坚持发挥市场机制作用与政府宏观调控相结合的原则，在沿海工业园区周边建设海水淡化基地，计划期内产能规模超过60万吨/日，推进淡化海水进园区，为园区企业工业用水提供保障，减轻当地淡水供应压力。

二是有居民海岛“供水”行动。坚持突出重点、全面推进的原则，在有居民海岛建设海水淡化站，计划期内产能规模超过5000吨/日，实现有居民海岛“岛岛供淡水”全覆盖，淡水供给稳定，解决有居民海岛供水安全问题。

三是沿海缺水城市“补水”行动。坚持海水有效替代与优化水资源结构相协调的原则，在青岛、烟台、威海等缺水城市科学规划建设海水淡化基地，计划期内产能规模超过30万吨/日，推进淡化海水进入城市供水管网，提供安全可靠优质淡水，缓解城市居民生产、生活用水紧缺问题。

四是全产业链协同发展行动。坚持循环经济发展理念，在潍坊市建设海水淡化与综合利用基地，计划期内产能规模超过 10 万吨/日，推进海水化学资源高值化利用，实现水盐联产。加快海水淡化浓海水中化学元素提取技术升级，推动海水淡化与相关产业融合发展。

五是科技支撑行动。筹备建设山东海水淡化与综合利用产业研究院、国家海水利用工程技术（威海）中心，加强科研攻关和成果转化，开展海水淡化专用材料、装备的协同攻关及产业化；支持海水淡化关键技术研究，推进关键装备国产化；建设海水淡化与综合利用产业“高精尖”人才团队；加快海水淡化综合信息大数据平台建设。（葛婷婷）

## 山东海水淡化产能居全国首位

已建成海水淡化工程 28 个，产能达 37.6 万吨/日

中国环境报 2020.8.21

本报记者周雁凌 季英德济南报道 记者近日从山东省政府新闻办召开的新闻发布会上获悉，作为海洋大省，目前全省已建成海水淡化工程 28 个，产能达 37.6 万吨/日，占全国产能的近三分之一，居全国首位。

山东省海洋局局长张建东介绍，作为海洋大省，海水淡化在破解水资源短缺这一刚性约束方面具有显著优势。

山东省印发的《关于加快发展海水淡化与综合利用产业的意见》提出，计划到 2022 年，全省海水淡化产能超过 100 万吨/日。

山东省将加大支持力度，把符合条件的海水淡化工程纳入省重点项目。2025 年年底前，对实行两部制电价的海水淡化用电免收需量（容量）费，支持符合条件的海水淡化企业参与电力市场交易，支持发电企业实行水电联产、水热联产，降低海水淡化成本。地方财政可对淡化海水与当地市政供水水价差额进行补贴或由政府购买。探索利用基金、政府债券等方式筹集资金。探索实行政府和社会资本合作（PPP）等模式，引导社会力量、民间资本、风险投资涉足海水淡化领域。

## 新技术能快速将海水变成饮用水

科技日报 2020.8.18

科技日报北京 8 月 17 日电（记者张梦然）据英国《自然·可持续发展》杂志近日发表的材料学最新研究，澳大利亚莫纳什大学日前宣布，该校研究人员和国际同行开发出一种新型咸水淡化技术，可以利用特殊材料快速将海水等咸水转化成饮用水，并在阳光照射后重复使用相关材料。

从海水中取得淡水的过程，即所谓海水淡化。目前世界上许多国家超百个科研机构，都在进行着海水淡化相关研究，有数百种不同结构和不同容量的海水淡化设施在工作，一般所用

的海水淡化方法有海水冻结法、电渗析法、蒸馏法、反渗透法以及碳酸铵离子交换法等等。

此次，研究人员将聚螺吡喃丙烯酸酯加入一种金属有机框架材料的孔隙中，获得一种名为“PSP - MIL - 53”的材料。据介绍，这种材料可以在30分钟内，将海水等咸水中的盐分及有害颗粒吸附出来，并使水质达到世界卫生组织规定的饮用水安全标准。

随后，只要经过阳光照射，材料就会很快释放出吸附的盐分等颗粒，从而可以重复使用。每公斤这种材料每天可以过滤出139.5升饮用水，且耗能远低于现有咸水淡化技术。

研究主导人员、莫纳什大学化学工程系教授王焕庭表示，世界范围内解决饮用水短缺危机的方法之一，就是对海水等咸水进行淡化。不过目前常用技术存在高耗能、需要加入额外化学物质等缺点，而这种新型技术可以利用阳光实现可持续的咸水淡化，为发展低耗能、具有可持续性的咸水淡化技术开辟出一条全新道路。

## 新型海水淡化“绿色”吸附剂面世

科技日报 2020.8.12

科技日报讯（记者谢开飞 通讯员李静 范金）海水咸水脱盐是解决水资源短缺问题的一种重要手段，但现有利用吸附剂脱盐方法，存在着二次污染或能耗较高的问题。8月10日，在国际学术期刊《自然·可持续发展》发表的一项成果，将为未来开发低能耗的海水淡化技术提供一种新思路。

该成果为厦门大学环境与生态学院区然雯副教授与澳大利亚莫纳什大学王焕庭教授合作研发出的一种既高效又低能耗的吸附剂，借由光亮的调节，不仅可以快速吸附水中的盐离子获得淡水，还能实现吸附剂循环使用。

该团队发现，一种名为“螺吡喃”的物质在黑暗或者紫外光照射下可转化为具有正负两性离子的状态，并在可见光照下恢复原状。更让团队成员感到振奋的是，“螺吡喃”这种在黑暗状态下呈现的正负两性离子，正好可分别作为阴离子和阳离子的吸附位点，吸附去除水中的盐。

研制一种新型吸附剂的“灵感”由此而生——将“螺吡喃”分子固定于铝基金属有机框架中，充分利用它“遇暗变阴阳，遇亮则复原”的奇妙特性，借助光亮的调节，完成盐离子吸附和析出的过程，从而获得淡水，实现咸水脱盐和循环使用的“双重目标”。

数据显示，当使用目前广泛使用的反渗透膜法对2233毫克/升浓度的淡盐水进行脱盐时，淡水获得率为70%，每吨水需消耗0.38度电。而使用厦大研制的这款吸附剂对同等浓度的淡盐水进行脱盐时，淡水获得率为88%，制备每吨淡水消耗0.11度电。实验还表明，该吸附剂在10个循环使用后仍然能够保持稳定的脱盐性能。

## 七、氢能

### 全国首个省级加氢站运营管理规范公示

中国能源报 2020.8.3

本报讯 日前，山东省市场监督管理局关于对拟批准发布的《车用加氢站运营管理规范》等 27 项地方标准进行公示，该规范是全国首个省级加氢站运营管理规范。

据悉，《车用加氢站运营管理规范》规定了车用加氢站运营管理的术语和定义、基本要求、人员管理、设备管理、氢气质量管理、现场安全管理、运行检查、应急管理、档案管理与数据记录、经营管理等。本标准适用于各种供氢形式的车用加氢站，也适用于加氢/加油、加氢/加气等两站或多站合建站中的加氢部分。

据了解，6月24日，在解读《山东省氢能产业中长期发展规划（2020—2030年）》发布会上，相关负责人曾透露，山东省发布地方标准《加氢反应器定期检验规则》《氢燃料电池电动汽车运营规范》2项，此外，《车用加氢站运营管理规范》等3项地方标准已立项，现已基本编制完成。（胡捷）

### 广州发布氢能产业规划 广汽首批氢能源车年内跑起来

羊城晚报 2020.8.5

7月30日，广州市人民政府新闻办公室召开《广州市氢能产业发展规划（2019—2030）》（以下简称《规划》）发布会，正式提出打造“一核、一枢纽、三基地”的产业布局，瞄准建设大湾区氢能产业中心、网络枢纽和氢能交易中心的战略定位。广汽集团近日也发布了试制成功的首款氢燃料电池乘用车——Aion LX Fuel Cell，并将于年内开始示范运行。

#### 广州要撬动氢能时代

此次广州氢能产业《规划》明确将广州建成我国南部地区氢能枢纽。到2030年，建成集制取、储运、交易、应用一体化的氢能产业体系，实现产值超2000亿元。在具体氢能发展路径上，广州市南沙区副区长孙勇表示，建成广州氢能产业发展枢纽的规划将由近期的政策驱动向中期的技术驱动转变，最终实现具备国际领先水平的氢能产业高地。

《规划》提出，在广州终端能源消费结构中，交通领域占比最大，以柴油为主要燃料的交通工具排放严重。结合广州公交领域已全面实现电动化的发展现状，政策提出氢燃料电池汽车与纯电动汽车错位发展，共同解决城市交通污染的难题。到2025年，预计公交、环卫领域燃料电池汽车占比不低于30%，燃料电池乘用车实现千辆级规模的商业化推广应用。

#### 广汽成重要参与者

此次氢燃料电池产业将由龙头企业引领。根据《规划》中的明确指示，广汽集团成为“三基地”的重要参与者，以广汽集团番禺新能源智能生态工厂为依托，参与打造番禺燃料电池乘用车研发制造基地。

在7月28日广汽集团举办的“感·创未来”2020科技日上，广汽率先发布了旗下首款氢燃料电池乘用车——Aion LX Fuel Cell，展现了作为我国车企龙头在氢燃料汽车上的前瞻性布局与示范作用。

Aion LX Fuel Cell基于广汽GEP 2.0平台开发，搭载了广汽自主集成开发的氢燃料电池系统，该车搭载的燃料电池系统额定功率超过68kW，最高效率达62.2%，加满氢气NEDC工况续航里程超过650km，在零下30℃环境中，整车无需外部热源即可实现一键冷启动，续航里程不缩水。此款车型奠定了广汽氢燃料电池汽车持续发展与投放的基础。据广汽集团总经理冯兴亚表示，广汽氢能源车将于今年年内开始示范运行。

### 商业化迎来发展机遇

目前，我国氢能发展以交通领域应用为引领，带动产业链逐步延伸到制氢、储氢、运氢、加氢、燃料电池及配套产业环节，走过了基础研究、推广示范等多个阶段。无论是从行业发展因素还是政策因素来看，广汽在氢燃料电池的研发与商业化上都迎来关键发展机遇。

广汽方面表示，在这场氢能变革浪潮中，广汽集团不仅是政策红利的受益对象，也是其中重要的建设参与者。广汽集团将利用自身在造车、氢燃料电池汽车与纯电动汽车研发的经验优势，为推动广州氢能产业发展与终端能源消费结构改善发挥引领作用。（戚耀琪）

## 实现“能源自主”下的氢能战略

中国科学报 2020.8.5

中国是全球氢能利用的大国，目前已形成京津冀、长江三角洲、珠江三角洲等多个氢能产业集群。

我国已制订《能源技术革命创新行动计划（2016—2030年）》，提出氢工业（氢的制取、储运及加氢站）、先进燃料电池、燃料电池分布式发电三大战略发展方向，以及大规模制氢技术、分布式制氢技术、氢气储运技术、氢气/空气聚合物电解质膜燃料电池（PEM-FC）技术、甲醇/空气聚合物电解质膜燃料电池（MFC）技术和燃料电池分布式发电技术等6项创新行动。通过消纳弃水、弃风、弃光等富余新能源，减量替代煤、石油和天然气等化石燃料，加上煤炭的清洁高效利用，逐步降低成本，稳步提高安全性，通过“三大阶段”建立有利于氢能产业发展的支撑体系，建成全国性氢能供给和利用基础设施网络。

近期（到2030年），以煤制气为代表的化石基氢能产业发展取得重大突破，初步完成产业链示范。目前需要加快我国煤炭地下气化制氢资源评价、经济高效产氢配套系列技术攻关与现场试验，以及超深层、超临界水气化制氢技术储备，特别是对高效产氢机理进行深化研究，加强对地质评价、工程工艺、监测控制、安全环保等系列技术，以及高温高压井下工具及高强度防腐管材等重大装备的研制攻关。

全国煤炭地下气化潜力巨大，仅鄂尔多斯盆地埋深介于1000~2000米的煤炭资源量就达 $1.3 \times 10^{12}$ 吨，保守估算可气化采出商品工业氢气约 $10 \times 10^{12}$ 立方米（相当于 $9 \times 10^8$

吨）。应当按照浅层（地层压力低于 10 兆帕）、中深层（地层压力介于 10 ~ 22 兆帕）和超深层、超临界水（地层压力超过 22 兆帕）3 个层次来布局我国煤炭地下气化产业发展，并优选鄂尔多斯、二连、准噶尔等盆地开展现场试验研究。

中期（2035 ~ 2050 年），氢能产业成为我国新的经济增长点和新能源战略的重要组成部分；打造新材料、储能和氢能产业链；加大石墨烯、纳米超材料等新材料的超前储备。通过自主、合作、技术购买、优质企业并购等多种方式，研发和大规模生产高标准、高性能车用、船用等电池，与主要汽车厂商合作或参股推动标准化电池在交通领域的规模利用。发挥企业加油站布局优势，建设大型仓储式充电中心，快速建立新能源汽车高效率充电站网络，抢占交通领域能源革命的先机。发挥石油管道布局优势，发展弃风、弃光、弃水低成本电解制氢、天然气管网输氢、掺氢天然气、液化氢、加氢站等业务。

远期（2050 ~ 2100 年），氢能成为我国能源消费结构的重要组成部分，依靠新能源等实现国家“能源自主”。中国“能源自主”概念是指通过中国新能源生产革命，实现能源生产基本自给和消费安全。

2017 年，我国一次能源产量中，煤炭占 70%、石油占 8%、天然气占 5%、新能源占 17%。中国煤炭资源丰富但油气相对不足的先天禀赋条件，决定了能源生产和消费必须具有中国特色，构成“一大三小”（煤炭大，石油、天然气、新能源小）的中国能源结构。太阳能、风能产量的增长率最快，水电、核电产量的占比最高，氢能、储能、新材料、新能源最具颠覆性，应加快煤炭清洁化利用、使新能源“两个规模”提前到来，减少油气在我国能源利用路径中的时间跨度和安全压力。中国“能源自主”的前提条件是新能源占主体地位。

我国需要谋划加快实现常规—非常规油气的“生产革命”、煤炭发展的“清洁革命”和新能源发展的“速度革命”，力争 2050 年前后实现能源结构从“一大三小”向煤炭、油气、新能源“三足鼎立”的能源结构转型，届时煤炭约占一次能源消费比例 40%、油气占 30%、新能源占 30%。

到 2100 年前后，有可能依靠新能源等实现国家“能源自主”。化石能源占一次能源消费结构的比例下降至 30%，非化石能源占到 70%，实现二者地位转换。（邹才能）

## 氢能产业发展中广东力量居功至伟，粤企率先在国内实现民用液氢自主生产 到 2030 年我国氢能产业有望达到万亿规模

羊城晚报 2020.8.18

人类，正在跨进“氢”时代。面对国外在氢能领域“走在前面”的发展态势，我国也高度重视氢能产业。早在《“十三五”国家科技创新规划》中，已经提出要发展氢能技术。今年全国两会上，更是明确提出要制定国家氢能产业发展战略规划。

作为改革开放排头兵、制造业大省的广东，在面对氢能发展的历史机遇面前谋篇布局，政府推动、企业奋进，力争在氢能产业中呈现出广东的力量。

## 粤企打开液氢商业化应用大门

今年4月25日，中国首条民用液氢生产线，在内蒙古乌海一次性开车成功，顺利产出液氢，打破了中国民用液氢长期不能自主生产的困局。

鸿达兴业，一家总部位于广州的上市企业，正是这条生产线的投资建设者。

鸿达兴业投身氢能产业，是广东力量在氢能产业中呈现的一个缩影。

氢能作为一种高效清洁能源载体，具有许多无可比拟的特点：不产生废气、来源广泛、储运便捷、燃烧值高等。但长期以来，中国的液氢工厂仅有少数几家，不仅产能较低，而且均服务于航天火箭发射，民用液氢生产长期属于空白。民用液氢生产线的投产，打开了液氢商业化应用的大门。

中科院院士、中科院大连化学物理研究所研究员李灿认为，发展氢能产业能够有效缓解我国面临的能源安全问题，以及环境污染、升天失衡、气候变化，氢能产业还具有全产业链条长，技术门槛高的特点，在引领高端材料、精密设备、智能制造等产业的发展，将促进产业结构的升级。

据初步估算，到2030年，我国的氢能产业有望达到万亿规模，到2050年将达到4万亿元水平。

鸿达兴业集团董事长周奕丰表示，鸿达兴业投身氢能产业并非偶然。作为一家有着30年氯碱生产历史的企业，氢气本身就是氯碱工业的产品和原料。而在2015年，鸿达兴业即成立了氢能研究院，开始了在氢能领域的耕耘之路。

他指出，氢的运输受制于成本和运输的便捷性，比如说从内蒙古运200公斤氢到广东，如果是气态氢，就需要2万立方米的装运空间，而运20吨的液态氢，用一个长管拖车就可以实现。

周奕丰说，在液氢生产突破之后，下一步是要扩大产能。目前正在内蒙古筹备5万吨液氢产能的计划。至于供应市场，到2025年全国要形成1000个加氢站，形成初步的加氢网络。

## 广州布局 要实现能源的系统变革

在今年6月公布的《广州市氢能产业发展规划》中，广州雄心勃勃地提出，要到2030年，建成制取、储运、交易、应用一体化的氢能产业体系，建成100座以上的加氢站，实现产值2000亿元以上。

广州市大湾区办常务副主任兼发改委副主任陈建荣认为，广州属于典型的能源输入型地区，氢能利用有助于广州能源系统的自主性和灵活性的提升，优化能源结构。

在接受采访中，陈建荣还指出了广州与其他地区在氢能产业发展上的不同策略。

他指出，很多城市的氢能产业规划中，大部分内容是围绕着燃料电池汽车展开，而广州的规划则不仅包括了这部分内容，更看重的是如何将新能源引入到广州的整体能源系统中去，并且从能源的角度来统筹谋划氢能产业发展，以达到能源结构优化升级和实现能源的系统变革。

“除了燃料电池汽车这一重点领域之外，我们也会将氢能源与其他能源的结合做更多的探索和努力。”陈建荣说。

### 佛山攻略 布局建设国际氢能城市

早在 2009 年，佛山就已经开始布局产业生态。2011 年，占地 8200 亩的新能源产业基地在南海丹灶落地。

2014 年，佛山又将氢能作为对口帮扶云浮产业共建的支柱产业，建设了佛山（云浮）产业转移工业园。2017 年，全国首座商业化加氢站在丹灶建成使用。爱德曼、海德利森、广东探索等一批氢能企业纷纷落地佛山。

2019 年，世界首条商业运营氢能源有轨电车在佛山高明上线。

在一系列布局之下，佛山提出了要在 2030 年建成国际氢能城市的目标。

### 专家声音

#### 打造产业发展新标杆 广州要为全国做示范

目前，广州提出“打造一核、一枢纽、三基地产业布局”，重点建设黄埔氢能产业创新核心区、南沙氢能产业枢纽、番禺乘用车制造及分布式发电研发基地、从化商用车生产基地和白云专用车生产基地——依托具有良好基础的石化、汽车制造、电力、热力供应等传统优势产业，可以为氢能产业发展做出自己贡献。

对此，黄埔区、广州开发区党工委委员顾晓斌认为，目前黄埔区氢能产业集群快速发展，区内已经引进鸿基创能、雄韬氢恒等 20 个项目，总投资超 40 亿元，已经形成了比较完备的氢能产业链，预计今年产值将达到 20 亿元，预计 2025 年，黄埔区氢能产业规模突破 200 亿元，到 2030 年突破千亿元。

广州市南沙区副区长孙勇认为，虽然南沙区目前的氢能产业较为薄弱，但是南沙利用其自贸区政策及区位优势，开展氢能公交、氢能港口等应用示范，并向外推广氢能技术，打造南沙氢能产业枢纽。

出任广州市氢能专家委员会主任的李灿十分看好广州乃至广东在氢能领域的发展潜力。

他建议，广州市可以根据自身资源禀赋、工业基础、科技实力等情况，重点选择膜电极、高性能电堆、发电机系统、储运氢设备等产业布局，攻克技术难点，拥有关键设备自主知识产权，着力推进氢能产业发展。

“希望广州市为全国的氢能产业做好示范，打造氢能产业发展的新标杆。”李灿说。

(李钢 熊杰)

## 光催化技术可实现阳光照射双氧水产氢

科技日报 2020.8.6

日本大阪大学的一个研究小组开发出一种新的光催化技术，可在阳光的照射下，利用磷酸 ( $H_3PO_4$ ) 和无金属粉末催化剂，通过  $H_2O_2$  水溶液 (双氧水) 生成氢气 ( $H_2$ )。

研究小组发现，由于催化剂无金属， $H_2O_2$  不会分解，且  $H_2O_2$  和  $H_3PO_4$  还会通过氢键形成稳定的络合物，能抑制  $H_2O_2$  还原，并促进  $H^+$  还原。因此将  $H_3PO_4$  和无金属粉末催化剂加入  $H_2O_2$  水溶液中，照射太阳光（可见光）可以生成  $H_2$ 。 $H_3PO_4$  长期以来一直被作为稳定剂添加到市售的  $H_2O_2$  水溶液中。通过这种技术，有望实现新的能源循环，即储藏和运输含  $H_3PO_4$  的  $H_2O_2$  水溶液，利用廉价的无金属粉末催化剂现场制造  $H_2$ 。

## 氢气预警技术有望防范锂离子电池火灾

科技日报 2020.8.18

科技日报讯（记者崔爽）记者日前从郑州大学获悉，该校电气工程学院副教授金阳带领课题组研究发现，利用氢气探测技术可以快速检测锂离子电池石墨负极表面微量锂枝晶析出，当电池储能系统探测到氢气产生时会立即切断充电电源，避免火灾发生，实现对锂离子电池热失控的早期安全预警。研究成果近日发表在国际学术期刊《焦耳》上。

锂离子电池具有高能量密度等特点，已成为便携式设备、电动汽车和大规模储能领域最具竞争力的储能技术之一，与人们的生产生活息息相关。然而，由于现有商业化锂离子电池使用易燃有机溶剂作为电解液的主要成分，以及锂离子电池固有的放热特性，其在过充或快充的情况下会产生锂枝晶，有可能刺穿隔膜，从而引发热失控等安全事故。

研究人员通过搭建的原位光学和气体探测试验平台发现，锂离子电池在过充早期会产生氢气，氢气来源于石墨负极表面析出的金属锂和负极中有机黏结剂的自发反应，利用这一方法可以探测微量锂枝晶的析出。为了进一步验证该技术在实际应用中的有效性，研究人员在实际储能舱中开展了锂离子电池单模组过充实验，结果表明，氢气相比于其他气体能够最早被探测到，且探测时间比出现浓烟早 639 秒，比模组起火早 769 秒。基于此，研究人员开展了更大规模电池簇过充预警实验，在探测到氢气的同时切断充电电源，没有任何可见烟或明火产生，验证了氢气探测的安全预警效果。鉴于电动汽车火灾事故屡见不鲜，给人们的生命财产安全造成严重危险，急需寻求一种能够快速有效检测锂枝晶的方法，实现对锂离子电池热失控的早期安全预警。该研究成果有望应用于电动汽车和规模化储能电站，防范锂离子电池火灾危险。

## “电氢体系”为大势所趋

### ——全球氢能热呈持续上升趋势

中国电力报能源周刊 2020.8.22

“为了构建清洁低碳、安全高效的能源体系，发展氢能是能源革命的一个重要的方向。”8月18日，在京召开的中国产业发展促进会氢能分会成立大会暨“十四五”氢能产业发展展望研讨会上，中国工程院院士彭苏萍指出，氢能在能源生产和消费革命中都将扮演关键角

色，未来将广泛应用于交通、工业、建筑供热等领域。

近年来，氢能产业正在走向“风口期”，氢能发展的政策性利好也在逐渐释放。中国产业发展促进会氢能产业分会会长魏锁指出，当今世界，能源格局正在发生深刻变化，氢能作为解决能源资源危机和环境危机的重要战略方向，将是构建“清洁、低碳、安全、高效”能源体系的重要一环。

### 构建电氢能源体系

“本轮氢能热总体上呈持续上升趋势。”国家电投氢能科技发展有限公司董事长李连荣指出，本轮氢能热是全球行为，多个国家共同推进，有全球共识为基础，更加稳健，抗干扰能力更强；同时，我国能源结构调整和能源安全保障对氢能产生了更加强烈的需求，更有紧迫性。氢能是解决我国能源问题的一把钥匙，我们真正要把这把钥匙转动起来，打开这把锁；此外，氢能技术和产业目前都有了一定的积累，有了很好的基础，具备了加速发展的基础。

当前，我国的可再生能源发展迅速。由于我国可再生能源的波动性和分布的不均衡，可再生能源的消纳能力受限，而氢能作为“破解之道”被普遍看好。国家电力投资集团有限公司副总经理刘明胜表示，风电和光伏的大规模发展需要大容量储能技术和氢能技术与之相匹配，解决其固有的不稳定性问题。他指出，电能和氢能将共同作为绿色能源的终端形态，电氢能源体系将成为构建现代能源体系的途径之一。

记者了解到，近年来，国家电力投资集团积极布局太阳能、氢能、储能等核心技术研发。截至2019年底，电力装机容量已达1.51亿千瓦，其中清洁能源装机占比超过50%，光伏发电装机位居全球首位。据刘明胜介绍，国家电力投资集团将氢能产业推进和发展纳入集团“2035一流战略”中，进行总体安排部署。国家电投定位于氢能产业技术和设备开发商、绿色氢能供应商和氢能生态系统集成商，经过几年的努力探索，氢能开发与利用已经成为其主营业务之一。

在中国科学院院士李灿看来，电解水制氢技术是近、中期实现可再生能源向化学能产业化转化的一条最有效途径，可以适用于光伏、风电、水电等各种可再生能源发电。他表示，在可再生能源规模化电解水制氢生产中，未来将实现“大规模”“低能耗”“高稳定性”三者的统一。

“当前，全球主要国家都高度重视氢能产业的发展，我国已将氢能产业纳入国家能源战略，同时已成为全球最大的制氢国。”华北电力大学校长杨勇平表示，氢能发展有助于优化能源结构，实现规模化多异质能源跨地域、跨时间的优化配置，同时还能促进可再生能源从电力系统向交通运输、工业和建筑等终端用能领域拓展。

### 多重瓶颈亟待突破

据记者了解，氢能发展的政策性利好正在释放。在“2020年国民经济和社会发展计划”的主要任务中，首次提出要制定“国家氢能产业发展战略规划”。根据国家能源局发布的《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》，氢能已被列入可再

生能源发展“十四五”规划编制重点任务；同时，《中华人民共和国能源法》也明确将氢能列入能源体系。

“我们国家最近几年的氢能产业政策逐渐清晰，各级地方政府发展氢能的积极性也比较高。”彭苏萍表示，目前全国除西藏自治区外，各省、自治区和直辖市都已经有氢能相关的政策或产业布局，部分区域的基础设施网络已具备雏形。截至2019年底，我国已建成超过60座加氢站，氢燃料电池汽车保有量超过6000辆。预计到2030年，我国加氢站总量将超过1000座，燃料电池汽车保有量超过100万辆。

虽然氢能发展前景被普遍看好，但产业实现突破仍需时日。魏锁指出，当前，世界氢能产业发展处于多种路线百花齐放的探索阶段，我国氢能产业尚处于开发初期。他表示，“与国际先进水平相比，我国氢能发展有一定差距，存在基础比较薄弱、关键技术有待突破、产业化能力有待培育等诸多问题和困难。”

“氢能产业链条长，技术密集，涉及制氢、储氢、运氢、加氢，以及氢的各种应用场景。”彭苏萍强调，尽管我国氢能产业链上关键技术取得积极进展，装备国产化进程明显加快，但我国氢能产业多个环节仍有“卡脖子”技术，亟须自主技术突破，例如涉及终端应用，作为氢能产业核心技术环节的燃料电池。同时，我国是世界上氢气第一大生产和消费国，制氢技术比较成熟，但氢储运技术和加氢环节部分关键技术存在短板。

李连荣指出，目前，国家级氢能顶层规划尚未正式发布，行业大方向和节奏尚未完全统一，行业目标尚不完全明朗；行业规范未建立，针对氢能源特征的标准尚未完全成体系，行业发展仍然处在无序状态；同时，技术积累不够，产业链也没有完全形成。

### 促进产业规模发展

李连荣认为，“十四五”期间，我国氢能行业的主要任务在于形成自主研发体系和自主品牌，以自主技术为基础支撑产业发展；打通自主产业链，行业进入有序状态，实现氢能产业的完整、高效。同时促进氢能产业规模发展，在自主技术和自主产业链的基础上，推动我国氢能经济快速形成规模。

面对我国氢能产业未来发展任务，浙江省宁波市能源局副局长王力平建议，首先要明确氢气的能源属性，明确氢能在我国能源体系中的定位；其次，应建立氢能产业领导及协调机制，确定氢能产业相关部门分工；同时，还要建立氢能全产业链清单，适时发布自主核心技术及产业化突破成果。

在魏锁看来，氢能产业发展任重道远。他表示，由于我国氢能产业当前力量分散、科技研发力量不足、产业链各环节发展不平衡、重复低效投资等问题的存在，迫切需要国家政策引导和产、学、研、用各环节有效协同，需要科技攻关创新和示范推广应用，需要产业链各环节协同平衡发展，也需要有具体的政策支持和有规模的市场拉动。

据魏锁介绍，氢能分会成立的初衷是服务于我国氢能产业高质量发展，成为产业内各方交流合作的平台和产业与政府沟通的桥梁，帮助上下游企业传递信息和商机，推动先进技术

示范应用。他表示，氢能分会将以国家产业政策为指导，以市场为导向，积极向国家有关部门建言献策，支持国家氢能战略规划和产业标准的制定，参与国家氢能专项课题的研究，促进国际间合作与交流，为企业搭建产、学、研、用交流合作平台，推进我国氢能产业链的完善和高效协调有序发展。

“氢能技术的发展和推广应用最终还是要依靠产业界的投入。”彭苏萍表示，“氢能分会是国家发展改革委指导的全国性氢能产业协会，希望氢能分会未来能够发挥产业协会沟通和交流的作用，推动国内氢能产业链技术薄弱环节开展技术示范，促进国内自主技术的推广应用，促进我国氢能产业健康发展。”（李欣智）

## 工业副产氢或成中短期制氢路线突破口

中国能源报 2020.8.24

### 核心阅读

业内认为，无论电解水制氢还是工业副产氢，依靠单一路径的氢源远远满足不了未来发展所需，因此，未来的氢源供给应走分阶段、多元化的道路。

在日前举办的“制氢：低成本氢源路径解决方案”网络研讨会上，与会专家指出，我国工业基础设施完善，工业制氢产能全球领先。在此背景下，氢源更易获取、更加便宜的工业副产氢是中短期内最现实、最具经济性的制氢方式之一。

### 氢将成为重要能源载体

“未来能源网络会以电网、气网、氢网形成三网合一的多产品、多方位、多形态的立体网状结构，实现多能互补、能源有效转换。氢能作为清洁能源的重要载体，可以消纳富余电量，并可灵活转化电能和部分替代天然气，是能源三网合一的核心枢纽。”考克利尔竞立氢能科技有限公司销售总监朱海峰表示。

据了解，目前氢能源制取方式分为化石燃料制氢、工业尾气制氢、水电解制氢等。北京佳安氢源科技股份有限公司总经理江风认为：“2019年我国可再生能源的水风光弃电约515亿度，弃电越来越多，解决电能的并网消纳存储是未来重要的发展方向，氢燃料需求的增长将进一步推动弃风弃光等可再生能源电解水制氢，有利于打破可再生能源发展瓶颈，扩大可再生能源占比。”

不过，业内认为，相比可再生能源电解水制氢，工业副产氢在现阶段更具现实操作性。

### 工业副产氢发展优势明显

“氢能的发展路线取决于能源结构和能源禀赋。我国基础工业发达，工业副产氢存在于各个省市，氢源更易获得。”江风表示。

数据显示，目前我国工业副产氢总产量全球第一，现有工业制氢产能约2500万吨/年。专家强调，工业副产氢让氢源更易获取也更加便宜，可作为可再生能源电解水制氢广泛应用前的过渡性应用。

与会专家介绍，我国潜在的工业副产氢来自炼化石化副产氢、氯碱副产氢、焦化副产氢、煤化工副产氢等。“氢源更易获取，使区域的能源实现内循环、自给自足，同时使能源供给更安全。提纯利用工业生产过程中排放的氢气既能提高资源利用率和经济效益，又能降低污染、改善环境。”江风表示，“便宜的氢源，将缩短基础设施建设项目投资回收期，让更多企业愿意参与建设，促进产业可持续发展，同时还能减少混有氢气的‘废气’燃烧，降低碳排放和减少燃烧后处理尾气的环保投入，极大提高环保效益。”

江风进一步强调，我国氢源丰富且基础好，但要注意因地制宜，根据当地的资源特点选择氢源，另外，应时刻以绿色高效发展为最终方向。

### 应阶段化、多元化发展

从长远看，工业副产氢够不够用？专家提出假设：如果燃料电池汽车年里程20万公里，每公里耗氢0.05kg，以10年内氢燃料汽车保有量将达200万辆计算，那么每年需氢燃料2000万吨。数据显示，我国2019年焦炭产量理论上可提供427万吨氢，远远无法满足燃料电池用氢。

“无论电解水制氢还是工业副产氢，依靠单一路径得到的氢源远远满足不了未来发展所需，因此，未来的氢源供给应走分阶段、多元化的道路。”与会专家强调。

与会人士说：“单一氢源无法满足氢能行业发展，未来氢源应因地制宜、多元发展。沿海地区临近港口，可以用氯碱、炼化、石化等副产氢；华北、华中地区工业发达，可用焦化和其他工业尾气副产氢；西南地区可利用丰富的水资源电解水制氢储能；‘三北’地区可利用风光弃电等绿色能源电解水制氢。”

另外值得注意的是，从市场发展的角度看，工业副产氢也应分阶段发展，结合地域资源特点，与多种氢源齐头并进。“发展初期以示范项目为主，氢气用量非常小，对工业生产影响小，主要着眼氢源经济便利性；发展中期以大工业项目为主，氢气用量适中，对原工业生产有一定影响，应结合当地资源禀赋发展；未来，当氢气需求和使用量巨大时，则应更加注重绿色发展，统筹规划氢源分布，与其他氢源一起实现多元供给。”江风进一步补充称。（仲蕊）

## 八、风能

主管部门就开展“风光水火储一体化”“源网荷储一体化”对外征求意见

### 电力领域酝酿“两个一体化”

中国能源报 2020.8.31

本报讯（记者贾科华）报道：8月27日，国家发改委、国家能源局对外发布《关于开展“风光水火储一体化”“源网荷储一体化”的指导意见（征求意见稿）》（下称《指导意见》），向社会公开征求意见。

《指导意见》称，党的十八大以来，我国电力工业发展取得了举世瞩目的成就，有力支

撑了经济社会平稳有序发展。但同时电力系统综合效率不高、源网荷等环节协调不够、各类电源互补互济不足等深层次矛盾日益凸显，亟待统筹优化。《指导意见》旨在提升能源清洁利用水平和电力系统运行效率，更好指导送端电源基地规划开发和源网荷协调互动，积极探索“风光水火储一体化”“源网荷储一体化”实施路径。

其中，“风光水火储一体化”侧重于电源基地开发，将结合当地资源条件和能源特点，因地制宜采取风能、太阳能、水能、煤炭等多能源品种发电互相补充，并适度增加一定比例储能，统筹各类电源的规划、设计、建设、运营，积极探索“风光储一体化”，因地制宜开展“风光水储一体化”，稳妥推进“风光火储一体化”。

“源网荷储一体化”侧重于围绕负荷需求开展，将通过优化整合本地电源侧、电网侧、负荷侧资源要素，以储能等先进技术和体制机制创新为支撑，以安全、绿色、高效为目标，创新电力生产和消费模式，为构建源网荷高度融合的新一代电力系统探索发展路径，实现源、网、荷、储的深度协同，主要包括“区域（省）级源网荷储一体化”“市（县）级源网荷储一体化”“园区级源网荷储一体化”等具体模式。

## 未来十年全球海上风电市场增势“凶猛”

中国能源报 2020.8.17

全球风能理事会（GWEC）日前发布《全球海上风电报告》称，预计到2030年，全球将新增205吉瓦的海上风电装机容量，其中包括6.2吉瓦的浮式海上风电。届时，全球海上风电累计装机容量将暴涨至234吉瓦以上。其中，亚太市场的发展势头最为迅猛。

### 欧洲装机量领跑

根据GWEC的报告，得益于技术进步和政策支持，自2013年以来，全球海上风电市场的年均增速已达24%。2019年是海上风电行业有史以来发展最好的一年，全球海上风电全年新增装机量6.1吉瓦，全球累计安装量达到29.1吉瓦。而这其中，欧洲一直是全球海上风电的最大市场，装机量占全球总量的75%。

GWEC预计，到2025年，欧洲海上风电的装机容量都将保持全球第一。其中，2019年，英国的海上风电累计装机容量已经达到9.7吉瓦，居全球首位；德国则以7.5吉瓦的累计装机容量排名第二；紧随其后的是比利时和丹麦，海上风电的累计装机容量分别为1.8吉瓦和1.7吉瓦。根据GWEC的报告，英国、荷兰、法国、德国、丹麦和波兰还设定了450吉瓦的海上风电装机量目标。

另据行业咨询机构雷斯塔能源的数据，2015年，欧洲海上风力发电的资本支出就已经超过100亿美元；2019年，欧洲海上风电的资本支出增至111亿美元。预计今年，欧洲海上风电的资本支出有望达到138亿美元；到2022年，欧洲海上风电的资本支出规模将超过油气业，达到220亿美元以上。

雷斯塔能源海上风电项目经理Alexander Flotre表示：“随着各国积极推动实现其可再生

能源电力发展目标，预计欧洲海上风电未来将持续蓬勃发展。”

### 亚太地区增长迅猛

报告特别指出，未来 10 年内，尽管欧洲仍是全球海上风电的主要市场，但亚太地区的增长速度不容忽视。

报告数据显示，中国在亚太地区海上风电的增长中贡献了主要力量。2019 年，中国以 3.3 吉瓦的累计装机容量排名全球第三；今年上半年，中国又包揽了亚洲海上风电新增装机容量的 70% 以上。GWEC 预计，到 2030 年，中国将超过英国，成为全球海上风电累计装机容量最大的国家，这将带动整个亚太地区将成为推动全球海上风电增长的重要驱动力。

报告同时指出，预计到 2030 年，越南、日本和韩国也将分别新增 5.2 吉瓦、7.2 吉瓦和 12 吉瓦的海上风电装机容量。

与此形成鲜明对比的是，北美地区截至 2019 年，海上风电累计装机容量只有 30 兆瓦。GWEC 指出，从目前的情况看，未来几年内，北美地区也将加速部署海上风电，预计到 2030 年，该地区海上风电的累计装机容量有望达到 23 吉瓦。

### 将成经济复苏一大推手

GWEC 在报告中表示，尽管当前国际市场受到新冠肺炎疫情的影响，但海上风电产业未来的发展趋势依然向好，预计今年全球新增装机量将与去年持平，同时，海上风电也将成为各国疫情后经济绿色复苏的主要助力。

“海上风电领域可通过大规模投资、创造大量就业机会、刺激沿海地区经济发展等来促进疫情后的经济复苏。”全球风能理事会首席执行官 Ben Backwell 表示，“未来十年中，日本、韩国和越南等新兴市场都将全面部署海上风电。事实上，亚洲、拉丁美洲和非洲的许多国家都将上马更多海上风电项目。”

报告数据显示，未来十年内，如果将海上风电纳入经济复苏的发展战略，该领域将创造约 90 万个就业岗位。此外，由于 1 吉瓦的海上风电可减少 3.5 吨的二氧化碳排放，海上风电也将成为许多地区减排和替代化石燃料最有效的发电技术。（仲蕊）

## 水利部：从严管理风电、光伏项目许可

中国能源报 2020.8.31

本报讯 目前，水利部办公厅印发《关于进一步加强河湖管理范围内建设项目管理的通知》（下称《通知》）。该《通知》指出，将进一步加强河湖范围内建设项目管理，规范涉河建设项目许可。对光伏发电、风力发电等建设项目，要符合相关规划，进行充分论证，严格控制，严重影响防洪安全、河势稳定、生态安全的，不得许可。

据分析，该《通知》出台的主要原因在于，今年汛期，一些违法违规涉河建设项目再次引发社会关注。近年来，在河湖“清四乱”工作中，一些地方未批先建、违规审批涉河建设项目等问题不同程度存在。部分违规项目的建筑物、废弃物等妨碍了河流行洪，影响到

河势稳定和生态安全。

业内分析认为，该《通知》对“三北”地区的风电和光伏项目影响有限。“三北”地区河流和湖泊相对较少，且汛期雨水相对较少，不会形成灾难性的洪涝灾害。相对而言，对南方风电和光伏项目影响要大于“三北”地区。从地域地理特征来看，南方多河流和湖泊，且夏季多暴雨，容易发生洪涝、泥石流等自然灾害。因此，今后规划涉河的风电和光伏项目时，一定要做好前期论证，符合相关法规，避免影响项目建设推进。（杨怀喜）

## 欧洲智库：上半年全球风能和太阳能发电占比创纪录

中国能源报 2020.8.24

**本报讯** 欧洲气候能源智库 Ember 目前发布最新报告称，今年上半年，风能和太阳能发电满足了全球电力需求的 10%，是 2015 年水平的两倍，创下新的历史纪录。

数据显示，上半年，虽然受新冠肺炎疫情影响全球用电需求量下降 3%，但风能和太阳能的发电量同比依旧增加了 14%。报告统计的 48 个国家和地区中，风能和太阳能发电量从 2019 年的 992 太瓦时，增加到今年上半年的 1129 太瓦时。

与此同时，风能和太阳能电力占比的增长也“挤占”了燃煤发电的市场份额。报告指出，相比去年同期，今年上半年，全球燃煤发电量下降了 8.3%，是自 1990 年以来的最大跌幅。

不过，Ember 同时警告称，今年以来，全球范围内风能和太阳能新增装机的速度却出现了放缓。国际能源署的预测显示，今年，全球可再生能源发电新增装机量将下降 13%，为 2015 年以来的最低水平。（穆紫）

## 九、核能

### 广东全力保障水电稳定供应香港

### 大亚湾核电站年发电量逾 70% 直送香港

南方都市报 2020.8.3

**新华社电** 在深圳水库旁，与香港仅“一水之隔”的对港供水站量水间是一座不起眼的三层小楼。然而，正是这座建筑默默见证着清清东江水，数十年如一日不间断地流入香港，滋养这一方人与物。

#### 自 1965 年运行以来已对港供水逾 260 亿立方米

东江—深圳供水工程的水源取自东江，跨越东莞和深圳境内，是内地向香港供水的大型调水工程。自 1965 年运行以来，东深供水工程对港供水已超过 260 亿立方米。

尽全力保证香港用水之需，不仅是一份承诺，背后更有无数的努力。具体负责对港供水的广东粤港供水有限公司介绍，今年上半年以来，东深供水工程日均对香港供水 260 万立方

米，并保证水量和水质“不打折扣”。

在今年上半年疫情严重、各地延迟开工、民众非必要不出行的情况下，这份成绩来之不易。

为保障疫情期间供水正常，东深供水工程的工作人员做了大量工作，包括供水工程调度中心将调度员分成 AB 两组，一组连续轮班 14 天后换另一组，非值班状态调度员在家待命；水质监测频次加密，在工程取水口、主要供水口每小时进行一次水质观测，每日不少于一次对工程管理及保护范围进行水质巡查等。

此外，今年 7 月受干旱天气影响，在广东省内部分地方出现旱情急需用水的情况下，广东仍通过流域协调和科学调度，全力保障了香港的用水需求。

同时，国家重大节水供水工程、广东投资最大的水利工程——珠三角水资源配置工程正在稳步推进。该水利工程旨在从西江水系向珠三角东部地区引水，不仅用以解决广州、东莞、深圳等地生活生产缺水问题，还将为香港等地提供应急备用水源。

#### 广东每年对港输电量超百亿千瓦时

电力也是社会稳定运行不可或缺的生产要素。自 2010 年以来，广东一直用直送的方式，将最稳定的电能输送至香港。深圳大亚湾核电站是全国最大的核电站之一。十年来，大亚湾核电站每年发电量的 70% 以上都直送香港，以供香港用电之需。

来自南方电网广东公司的统计数据显示，近十年来，直送香港的大亚湾核电站电量加上广州租赁给香港的蓄能水电站两台 30 万千瓦机组，合计每年向香港输电量超百亿千瓦时，约占香港用电量三成。

为畅通粤港澳联网运行协调，自 2016 年起每季度广东电网同香港中华电力召开粤港澳联网运行管理委员联席会议及粤港澳联网运行小组会议，及时协调和解决联网运行中的各类管理和技术问题，滚动优化检修方式安排，确保粤港澳联网信息交互及电网安全稳定运行。

除了对港供应水电的能力不断提升，重大设施建设也不断推进。在持续的电网结构建设中，广东对港供应能力从 1800 兆瓦提升至 2700 兆瓦，在香港境内电源故障情况下南方电网可提供最大 130 至 170 万千瓦的紧急支援能力。

7 月 31 日，国家西电东送重点工程昆柳龙直流工程提前 30 天实现阶段性投产，开始向粤港澳大湾区提供源源不断的清洁电能。昆柳龙直流工程将为广东新增 500 万千瓦的送电通道能力，也将给香港电能供给带来更多选择。

## 阿联酋首座核电站启动运行

参考消息 2020.8.2

【路透社迪拜 8 月 1 日电】阿联酋核能公司周六称，该国首座核电站的 1 号机组已启动运行。

位于阿布扎比的巴拉卡核电站正在由韩国电力公社建设。该核电站原定于 2017 年启动

运行，但首座核反应堆的启动被一再推迟。

阿联酋核能公司称，其子公司纳瓦能源公司“已成功启动位于阿布扎比宰夫拉地区的巴拉卡核电站1号机组”。

阿联酋总理、迪拜酋长谢赫穆罕默德·本·拉希德·阿勒马克图姆在推特上表示，这是“阿拉伯世界首座用于和平目的的核反应堆”，其四个机组中的首个机组已加载核燃料。

阿联酋核能公司负责人穆罕默德·易卜拉欣·哈马迪说，“现在我们朝着实现目标又迈进了一步，那就是为我们国家四分之一的电力需求和未来的发展提供安全、可靠和零排放的电力。”

今年2月，阿联酋联邦核管理局发放了巴拉卡核电站的运营许可证。该机构称，经过定期安全检查和监督，巴拉卡核电站符合启动运行的所有监管要求。

巴拉卡核电站建成后将拥有四座核反应堆，装机容量将达到5600兆瓦。阿联酋未透露该项目的计划投资总额。

## 国际热核聚变实验堆计划重大工程安装仪式启动 系目前世界上最大的聚变反应堆实验工程

中国环境报 2020.8.3

本报记者孙浩报道 近日，国际热核聚变实验堆（ITER）计划重大工程安装启动仪式在法国该组织总部举行。记者从中核集团获悉，今年以来，中国企业和科研人员勇挑重担，克服了疫情困难，携手国际同行为这一计划的顺利推进贡献了中国力量。

中核集团有关负责人介绍，由中核集团牵头的中法联合体今年克服了多重困难，按期开展杜瓦底座接收及吊装准备工作，为“人造太阳”核心设备后续安装工作全面开展创造有利条件，也为全球核能在疫情挑战下“逆行”发展增加了信心。

据了解，杜瓦底座是托卡马克装置压力容器的底座，发挥重要安全屏障作用，是托卡马克装置安装的第一个重大组件，吊装重量达1200吨，设备最终就位偏差不超过2毫米，吊装操作难度大、测量技术要求高，其安装精度、进度都对主体结构及重要部件安装产生重要影响。来自中核集团中核工程欧洲公司、中核二三的48名人员在法国ITER现场开展相关工作。

ITER是目前世界上最大的聚变反应堆实验工程，其复杂程度和技术难度都超过已经大量建造运行的裂变反应堆，安装工程没有成熟的经验可以直接借鉴，其重大的技术挑战，包括大尺寸或大重量部件吊装、高真空或超高真空部件安装、超导部件安装和连接等。

据了解，“人造太阳”是可控核聚变装置的俗称，是全球核聚变人一代代接力奔跑，致力于照亮人类未来的终极能源梦想。ITER计划是规模仅次于国际空间站的国际大科学工程计划，联合中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯、美国七方共同参与建造。此计划成功与否关系到国际聚变能和平利用的未来。

## 田湾核电 5 号机组首次达到临界状态

中国能源报 2020.8.3

本报讯 7月27日08:20分，田湾核电5号机组首次达到临界状态，为机组后续并网、商运打下坚实基础。

核电站核反应堆临界类似人的心脏起搏。临界后，反应堆的“心脏”——堆芯将开始进入平衡运作状态，这标志着机组的整体系统、设备的调试基本完成，机组正式进入持续、可控的带核运行状态。

田湾核电5、6号机组是我国“十二五”期间新建核电机组的收官之作，也是国家重点工程、江苏省“十三五”期间的重大投资建设项目。按照国际国内最高安全标准，江苏核电充分考虑多种极端灾害叠加等因素，在借鉴国内外同类型机组运行经验反馈的基础上，实施了41项核安全相关的重大技术改进，300多项非核安全相关的重大技术改进，增设了多项能动、非能动安全系统，进一步提高了机组设计的固有安全性，满足国家核安全规划要求，主要安全指标得到了提升。（苏和）

## 多国加速布局新一代核能技术

中国能源报 2020.8.17

### 核心阅读

专家建议，我国要超前部署第四代核能技术研发，推动技术创新，形成包括研发设计、先进核燃料与新材料制造、关键设备制造技术等在内的自主知识产权，为核能可持续发展奠定技术基础。

本报讯（实习记者杨梓）报道：第14届第四代核能系统国际论坛（GIF）和国际原子能机构（IAEA）不久前联合呼吁有关国家加大及早部署创新型核反应堆系统的支持力度，以应对气候变化，并就创新型核反应堆系统研究、设计和开发进展进行了讨论。国际能源署今年6月发布的最新版《全球核能发展报告》指出，全球新型核反应堆市场正在积极部署。

记者注意到，与国际机构呼吁和预测相一致，各核电大国目前正加快布局新一代核能技术，尤其是第四代技术和小型堆技术（SMR）。

7月初，英国商业、能源和产业战略部发布声明称，该部已拨付4000万英镑用于开发下一代核技术，包括微堆、聚变堆和使用熔融铅作为冷却剂的反应堆设计。

去年9月，法国核能主管部门、电力公司等也曾在IAEA大会上透露，将研发设计两台轻水堆SMR。

在核电“劲旅”俄罗斯，采用BN-800快堆技术的别洛亚尔斯克核电站4号机组已于2016年11月投运。世界核新闻网今年6月发布的消息显示，别洛亚尔斯克核电站4号机组将在2022年完全使用铀钚混合氧化物（MOX）燃料，届时将意味着俄罗斯向核能系统的闭

式核燃料循环迈出重要一步。

北美两大核电大国也在摩拳擦掌。

今年4月，美国能源部发布《重塑美国核能竞争优势》报告，明确提出利用技术创新和研发投资巩固技术进步，同时加强美国在下一代核能技术中的领导地位。今年5月，美国能源部宣布启动“先进反应堆示范计划”（ARDP），将加速示范进程，并开展新概念反应堆研发。

《全球核能发展报告》显示，加拿大于2018年12月发布了SMR发展路线图，加拿大核安全委员会目前正在审查10项SMR设计申请。同时，加拿大核安全委员会与美国核管会于2019年8月签署合作备忘录，将共同研发和评估先进反应堆和SMR设计所需的基础设施。

第四代反应堆是在堆型设计和燃料循环方面有重大创新的下一代反应堆，具备突出的固有安全性、高燃料利用率，以及废物产生量小、经济性更好等特征。早在2002年，GIF便将未来国际合作研究的重点确定为气冷快堆、铅冷快堆、熔盐堆、钠冷快堆、超临界水冷堆、超高温气冷堆六种堆型。

作为GIF成员国，我国在十几年前启动第四代核能反应堆技术的研究与开发，并在快堆、高温气冷堆领域取得积极进展。同时，我国首个自主研发的多功能小型堆示范项目已启动。

公开信息显示，中国实验快堆2010年首次实现临界，2014年实现满功率运行72小时，目前已完成首循环试运行。2017年12月，示范快堆工程土建开工，计划于2023年建成投产。此外，我国具有自主知识产权的世界首座高温气冷堆核电站示范工程已于7月25日全面进入调试阶段，标志着工程进入投产“倒计时”。

中国核能行业协会专家建议，我国要实现从核电大国向核电强国的转变，必须进一步提升核电水平，在继续做好三代核电技术科研攻关、工程建设与安全运行的同时，超前部署第四代核能技术研发，推动技术创新，形成包括研发设计、先进核燃料与新材料制造、关键设备制造技术等在内的自主知识产权，为核能可持续发展奠定技术基础。

对于第四代核能技术的前景，世界核能协会中国区负责人傅默然在接受记者采访时表示，虽然第三代技术未来可能受制于核燃料供应，但十分成熟，运行效果显著，短期内第四代核能技术暂时无法替代第三代技术。第四代核能技术的开发需要大量的人力与资金支持，最终成效还有待观察。

## IAEA公布2019年全球核电发展数据

全球核能发电量总计2586.2TWh，占全球总发电量10%

中国环境报 2020.8.31

本报讯 近日，国际原子能机构（IAEA）公布2019年全球核电发展数据。

截至2019年底，30个国家有443台在运核电机组，总装机容量392.1GWe，虽然相对

于 2018 年底减少了约 4.5GWe，但总体上保持了自 2012 年以来的上升趋势。

2019 年，全球核能发电量总计 2586.2TWh，占全球总发电量的近 10%，延续了自 2012 年以来的增长趋势。

2019 年，4 个国家正式启动了 5 台压水堆核电机组的建设，包括中国漳州 1 号和太平岭 1 号机组、伊朗布什尔 2 号机组、俄罗斯库尔斯克二期 2 号和英国欣克利角 C 2 号机组。截至 2019 年底，19 个国家正在建设 54 台机组，总装机容量 57.4GWe，其中 4 个国家即阿联酋、孟加拉国、土耳其和白俄罗斯正在建设本国首批核电机组。在建机组主要位于亚洲，共有 35 台机组，总装机容量 36.5GWe。

2019 年，3 个国家共有 6 台压水堆机组实现首次并网发电，包括：3 台俄罗斯机组，即新沃罗涅日二期 2 号机组和全球首座商用浮动核电厂“罗蒙诺索夫院士号”的 2 台机组；2 台中国机组，即台山 2 号和阳江 6 号机组；1 台韩国机组，即新古里 4 号机组。

2019 年，核能发电量为 2586.2TWh，占全球总发电量约 10%，占低碳发电量近 1/3。美国核能发电量最高，为 809.4TWh，占全球核能发电量的 31%。法国和中国的核能发电量紧随其后，分别为 379.5TWh 和 348.4TWh。这 3 个国家的核能发电量占全球核能发电量的 59%。2019 年，核能发电量在本国总发电量中所占份额超过 10% 的国家共有 20 个：法国最高，达 70.6%；乌克兰和斯洛伐克并列第二，都是 53.9%。

2019 年装机容量总体上仍延续了自 2012 年以来的上升趋势，核能发电量也创自 2011 年日本福岛核事故以来的新高。

应当注意的是，超过 65% 的在运机组已运行超过 30 年，更有 5 台机组已运行超过 50 年。因此，在运机组的延寿改造可能是未来核工业发展的重点之一。（王政 伍浩松）

## 我国核级海绵锆首次实现批量出口

表明我国核级海绵锆生产制造已达到国际水平

中国环境报 2020.8.31

本报讯 日前，由中核集团中国原子能工业有限公司自主研发的核级海绵锆首批产品正式启运，驶向俄罗斯东方港。这是我国首次向海外批量供应核级海绵锆，标志着我国核级锆材出口取得了巨大的突破，表明我国核级海绵锆生产制造已达到国际水平。

锆合金材料是核反应堆堆芯的关键结构材料。作为构成燃料组件的“骨骼”和“皮肤”，锆合金被称为核反应堆的“第一道安全屏障”，对核电站安全稳定运行非常重要，是评价燃料组件研发水平的重要指标之一。

核级海绵锆是制造核级锆合金材料的重要原料，长期以来，国内核电站燃料组件用锆合金材料基本依赖进口。

经过多年持续的生产改进及市场开拓，中国原子能核级锆材质量和产能不断提升。中国原子能下属的混合所有制企业中核晶环，是目前国内唯一一家能够同时实现从原料生产、锆

铪分离到核级海绵锆铪制备的全产业链企业。2019年8月，中核晶环生产的核级海绵锆产品顺利通过合格性鉴定评审，标志着自主研发生产的核级海绵锆产品已达到国内先进水平。

2020年5月，中国原子能成功与俄罗斯TVEL公司下属切别斯克冶金厂（CHMZ）签署了核级海绵锆批量出口合同，中核集团自主研发生产的核级海绵锆产品获得国际同行认可。（丁兰 张羽飞）

## 十、其它

### 变废为宝 挖潜增效 ——我国推进煤共伴生资源综合利用

中国电力报能源周刊 2020.8.15

7月30日，国家发展改革委发布《中华人民共和国煤炭法（修订草案）》（征求意见稿），提出煤炭企业应当按照高效、清洁、充分利用的原则，对煤炭、煤共伴生资源、煤矸石、矿井水等实施协调开发和综合利用。由此可见国家对煤共伴生资源开发与利用的重视。

煤矸石、矿井水、煤层气作为以固、液、气态形式共伴生于煤矿的资源，可对生态、人身安全产生不利影响。而质量与效益的双提升则是煤矿企业发展的必由之路。煤矿企业对煤共伴生资源加以合理、妥善利用，也可将其变废为宝，产生良好的经济、生态效益。

#### 推进煤层气资源丰富地区开发

煤层气又被称为“煤矿瓦斯”，是赋存在煤层及煤系地层的烃类气体，是煤的气态共伴生矿产。煤层气的合理抽采将保障煤矿安全生产，控制温室气体排放。

据自然资源部7月发布的《全国石油天然气资源勘查开采通报（2019年度）》显示，2019年，煤层气新增探明地质储量64.08亿立方米，新增探明储量来自贵州水矿的文家坝煤层气区块。地面开发的煤层气产量为54.63亿立方米，同比增长6.1%。截至2019年底，全国已探明煤层气田25个，累计生产煤层气244.78亿立方米。

今年1~6月，全国共生产煤层气46.7亿立方米，同比增长6.4%，增幅较前5月收窄1.8个百分点。山西是我国煤层气主要富集区。今年1~6月，山西省共生产煤层气33.4亿立方米，同比增长5.7%，增幅较前5月收窄2.7个百分点。

今年7月，国家发展改革委发布了《中华人民共和国煤炭法（修订草案）》（征求意见稿），第六十一条提出：国家采取扶持政策，鼓励煤层气（煤矿瓦斯）勘查开发利用，促进煤层气产业化发展。当前，国家着力推进煤层气产业化基地建设，沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘两个煤层气产业化基地已形成全面开发格局。

以山西省晋城市为例，晋城市位于“沁水盆地煤层气产业化基地”核心区域，先后承建了沁南煤层气开发利用高技术产业化示范工程潘河先导性试验项目、沁水盆地柿庄区块东区煤层气开发项目、沁水盆地煤层气郑庄区块产能建设项目、潘庄区块煤层气资源开发项

目等多个国家和省级重点项目。今年，山西省将重点推动沁水、鄂东两大煤层气基地项目建设，力争产量增加约 25 亿立方米，达到 90 亿立方米，并经过连续 3 年的投资建设，到 2022 年实现产量 200 亿立方米的目标，建成国家非常规天然气基地。

我国在大力推动沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘两大煤层气产业化基地建设的同时，也在加快挖掘煤层气开发新区潜力。贵州、新疆、内蒙古、四川、云南等省区煤层气资源丰富，但总体勘查开发程度较低，近年来规模化开发处于起步阶段。将资源优势转变为产业优势是这些省区发展煤层气产业的着力点。

以贵州省为例，贵州省素有“江南煤海”之称，但贵州煤层气产业起步较晚，煤层气资源潜力尚待挖掘。贵州省人民政府于 2018 年 12 月印发《贵州省十大千亿级工业产业振兴行动方案》，提出大力开展煤层气（煤矿瓦斯）抽采，实现规模化、商业化开采利用。为推进煤层气勘探开发，贵州省又在矿业权出让制度改革方面进行了探索。贵州省于 2019 年 4 月颁发全省首张煤层气勘查许可证。今年 2 月，贵州省人民政府办公厅印发《关于加快推进煤层气（煤矿瓦斯）产业发展的指导意见（2019~2025 年）》，提出高瓦斯和煤与瓦斯突出煤矿应积极开展“三区联动”瓦斯综合治理。贵州省能源局以新田煤矿作为示范区，推广应用“三区联动”煤层瓦斯抽采模式。

中国石油大学（北京）副教授、中国油气产业发展研究中心副主任王建良表示，从资源量上来讲，中国具备产业化、规模化开发煤层气的潜力，但过去 10 年的煤层气规模化发展之路进展缓慢，低于国家预期。为了改善这一情况，应关注以下三方面。一是矿权管理问题，煤层气与煤炭相伴而生，而煤炭和煤层气属于不同的资源矿种，且由不同的管理部门来管理，在矿权上存在重叠。二是开发成本的问题，煤层气的开发成本普遍高于常规气和其他类型的非常规气，部分企业即便掌握了矿权，勘探力度也不大。而由于缺少矿权流转的要求，导致这部分矿权也无法由其他企业进行勘探投入。三是技术问题，煤层气的开采技术要求高，且不同地区和赋存条件的煤层气开发技术难以完全复制，而目前成熟的相关技术仅针对若干盆地，其他地区适用技术的研发仍比较缓慢。

王建良总结，实现统一的矿权管理与流转体制，研发适用技术，在市场价格低迷情况下，通过技术和增加补贴等方式来改善经济性，都将有助于煤层气产业的规模化发展。

### 深入挖掘煤矸石、矿井水附加价值

煤矸石是在煤矿开采、洗选过程中产生的固态废弃物。我国煤矿排矸量约占煤炭开采量的 8%~20%。煤矸石露天堆放易发生自燃现象，污染土壤和地下水，排放的一氧化碳、二氧化硫等有害气体将污染大气。而综合利用煤矸石，将其用于充填塌陷区、发电、制作建筑原料，则可体现其附加价值，变废为宝。

国家发展改革委、国家能源局于 2016 年 12 月印发《煤炭工业发展“十三五”规划》，提出“十三五”发展目标：煤矸石综合利用率 75% 左右。日后，煤炭行业发展必将持续强化生态环境约束作用，推动煤炭高质量开采与利用。中国煤炭工业协会于今年 8 月研究提出

《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》（征求意见稿），提出到“十四五”末，煤矸石利用与达标排放率100%。

煤矿开采过程中易出现坍塌的现象，将采掘产生的煤矸石进行破碎处理后可回填至塌陷部分。煤矸石也可作为堤坝、沉陷公路的填充物。多地升级技术，利用煤矸石对塌陷填充进行了探索尝试。

今年4月，山西省首个煤矸石返井充填开采综采工作面在西山煤电集团东曲煤矿建成。煤矸石返井充填开采工作面建成投产后，将实现现有煤矸石全部返井充填，逐步创建地面不见矸石山、无矸石外排的生态开采示范矿井。截至目前，山东能源集团已有18对矿井开展充填开采，累计完成充采产量930多万吨，充填矸石1050多万吨，减少塌陷地面积4.5万亩。

煤矸石属于低热值燃料，通过沸腾炉燃烧可进行供暖或发电。国家发展改革委、国家能源局于2019年10月印发《关于加大政策支持力度进一步推进煤电联营工作的通知》，提出电力企业应积极利用矿区中煤、煤泥以及具有一定发热量的煤矸石等低热值燃料资源，充分发挥运距短、储存成本低、发电成本低等优势，统筹考虑建厂条件、电力市场、供暖供热、本地环境和水资源支撑能力等诸多有利因素，优先安排低热值煤综合利用电厂。

陕西华电瑶池发电有限公司燃料管理部主任杨雪梅认为，利用煤矸石作为燃料进行发电，极大程度解决了堆放煤矸石造成生态环境污染的问题，也降低了发电企业的燃料成本。目前，国内循环流化床发电技术还处于发展阶段，随着循环流化床锅炉的成熟和更高科技含量、附加值的煤矸石综合利用技术的应用，将进一步推动煤矸石的综合利用产业发展，减少环境污染风险，促进企业提质增效。从企业自身发展来讲，应优化燃煤掺配管理，调整燃供结构、细化掺配掺烧方案，狠抓燃煤规范化管理，突出做好燃煤掺烧掺配降低发电成本，充分发挥循环流化床的优势，进一步加大煤矸石发电力度。

煤矸石可大量代替粘土制砖、制水泥，有利于保护耕地。煤矸石本身就含有可燃物质，烧砖时可节省煤炭等燃料的消耗。作为煤炭资源大省的山西省积极推广煤矸石等工业固废应用于建材领域。山西省工业和信息化厅于今年4月印发《山西省节能与资源综合利用2020年行动计划》，提出推广煤矸石、粉煤灰制新型建材。

矿井水是煤炭资源开采产生的液态伴生资源。我国地质构造条件复杂，采掘产生的矿井水若得不到妥善处理，将威胁作业人员的人身安全。此外，矿井水若直接排放，是对水资源巨大浪费，也将对生态环境造成污染。

兖煤万福能源有限公司在矿井水处理方面进行了探索实践，实施矿井水余热循环利用工程，此项工程在山东省内尚属首例。该工程充分利用了万福能源高温矿井水，提取其热量用于企业采暖及洗浴加热，其供热能力相当于1台10吨燃煤锅炉。

煤炭产出大省多位于水资源相对匮乏的地区，矿井水的循环利用对于这些地区提升水资源利用率至关重要。煤炭企业通过技术创新，将经过处理的矿井水使用于生产、生活用水，有助于减少地下水资源的抽采利用，保护生态环境。

# “十四五”是煤电转型关键期

中国能源报 2020.8.17

## 核心阅读

我国目前整体电量富余，但局部地区局部时段存在电力缺口，部分缺口还呈现扩大态势，从侧面凸显了煤电在电力支撑方面日益重要的作用。而随着电力市场机制不断健全，当煤电可以通过辅助服务市场等获得合理收益，也将更好地发挥出调节作用。

今年是“十三五”收官之年，也是筹谋“五”相关规划的关键之年。作为我国能源供应的主力，“十四五”时期煤电的规划路径和发展方向，是备受能源行业关注和讨论的热点之一。

在日前召开的“中国煤电发展之路辨析”系列沙龙上，长期跟踪电力产业发展的业内人士认为，尽管煤电在近中期仍是我国电量供应的主体，但远期看，其定位肯定要转向电力支撑型和调峰型电源，而“十四五”将是转型的重要时期。此外，电力需求的不确定性和新基建带来的机遇，也将对电力结构调整、煤电布局产生一定影响。

## 煤电支撑和调节作用凸显

作为目前我国电力供应的绝对主力，煤电的发展规划影响着整个电力系统，乃至整个能源系统的谋篇布局。

国网能源研究院能源互联网研究所高级工程师张宁指出，对电力系统而言，目前煤电支撑和调节作用日渐显现。“我国目前整体电量富余，但局部地区局部时段存在电力缺口，部分缺口还呈现扩大态势，从侧面凸显了煤电在电力支撑方面日益重要的作用。而随着电力市场机制不断健全，当煤电可以通过辅助服务市场等获得合理收益，也将更好地发挥出调节作用。”

自然资源保护协会高级分析师康俊杰对此表示赞同：“近年来，随着可再生能源迅速发展，煤电在电量方面的增长空间相对有限，自然更多地要承担电力系统的保障和调节功能。”

康俊杰进一步指出，即便现在局部地区电力缺口在扩大，但也不能一味依靠新建电源来解决，更需警惕煤电装机的过剩。“现在有人担忧，未来是否会再次出现电力供应短缺，我认为，至少‘十四五’期间不会发生这种情况。目前我国电源装机规模和结构，足以应对连续两年电力消费增长8%的极端情况。”

“一方面，我国目前仍保持每年1亿千瓦的总发电装机增量空间，另一方面，目前煤电利用小时数仍较低。而至于电力缺口问题，业内已基本形成共识，未来应更多依靠需求侧响应等手段来解决。”康俊杰说。

## 电力需求面临不确定性

电力规划的制定，离不开对电力供需情况的把握和预测，而当前相对复杂的经济形势，

无疑给各研究机构的分析预测加大了难度。

康俊杰表示，随着新冠肺炎疫情的蔓延，我国经济发展面临的内外部环境都发生了较大变化，所以目前电力规划面临的最大问题是需求的不确定性。

“我国经济正处在相对特殊的一个发展时期，除疫情影响外，叠加数字经济等新业态发展，都将影响用电需求的体量和结构。”张宁表示，在研判电力需求时，需要综合研判经济发展、产业结构变化等多种因素。“此外，电力系统本身的电力电量平衡、新能源补贴退坡后的发展态势、需求侧资源以何种方式进入电力平衡等问题，都会对分区域、分省的电力规划产生影响。”

康俊杰还指出，如果将2035年远景目标纳入考虑，“十四五”电力规划可能产生更多新的约束和目标。“2035年要基本实现美丽中国目标，将对电力行业的环保治理提出要求，也会倒逼电源结构向清洁化反向转型。不仅如此，我国还要在2030年实现碳排放达峰目标，可以预见，碳排放约束也可能成为‘十四五’电力规划的强约束之一。”

### 新基建拉动电力增长

针对新基建拉动电力需求的观点，康俊杰认为，新基建对于电力增长会有推动，但幅度可能有限。“发展新基建是为了推动产业高质量转型，对传统的钢铁、水泥这些产业的拉动不会太大，更多是技术层面的问题。”康俊杰表示，“比如要建设工业互联网，其发展会对传统制造工艺进行替代优化，最终会减少能耗。如果现在一个数据中心仅仅在增加能耗而没有提升效率，那不符合发展的初衷。”

对此，张宁提出了不同看法。他认为，数据中心、5G设施以及电动汽车等新的用电业态，将会成为未来电力增长的重要增长极之一，也将间接促进可再生能源电力的发展。“除了新基建之外，其他如电制热（冷）以及热泵为代表的多能转换负荷，也将迎来较大增长空间，而这些业态，都是终端电气化水平提升的重要来源。”

张宁指出，目前这一轮电气化区别于以往的特点，是消纳更多的可再生能源，而可再生能源本身目前80%以上都要转化为电能来利用。“换句话说，随着终端电气化水平的提升，可再生能源消纳的空间也会随之做大。”（卢彬）

## 中国科协发布2020重大科学问题和工程技术难题

中国科学报 2020.8.17

本报讯（见习记者高雅丽）8月15日，中国科协在第二十二届中国科协年会闭幕式上发布了10个对科学发展具有导向作用的科学问题和10个对技术和产业具有关键作用的工程难题。

10个前沿科学问题为：冠状病毒跨种传播的生态学机制是什么？引力波将如何揭示宇宙奥秘？地球物质是如何演化与循环的？第五代核能系统会是什么样子？特种能场辅助制造的科学原理是什么？数字交通基础设施如何推动自动驾驶与车路协同发展？调节人体免疫功

能的中医药机制是什么？植物无融合生殖的生物学基础是什么？如何优化变化环境下我国水资源承载力，实现健康的区域水平衡状态？如何建立虚拟孪生理论和技术基础并开展示范应用？

10个工程技术难题为：如何开发新型免疫细胞在肿瘤治疗中的新途径与新技术？水平起降组合动力运载器一体化设计为何成为空天技术新焦点？如何实现农业重大入侵生物的前瞻性风险预警和实时控制？信息化条件下国家关键基础设施如何防范重大电磁威胁？硅光技术能否促成光电子和微电子的融合？如何解决集成电路制造工艺中缺陷在线检测难题？无人车如何实现在卫星不可用条件下的高精度智能导航？如何在可再生能源规模化电解水制氢生产中实现“大规模”“低能耗”“高稳定性”三者的统一？如何突破进藏高速公路智能建造及工程健康保障技术？如何突破光刻技术难题？

自2018年以来，中国科协组织全国学会及学会联合体开展重大科学问题和工程技术难题征集活动并向公众发布，三年共评选、发布了100个问题难题。2020年的征集发布活动共征集到103家全国学会、学会联合体、企业科协提交的490个问题难题，1.88万余名院士、专家、一线科技工作者参与。

在推进建设世界科技强国进程中，不断提出、判别科技重大问题及其优先级具有重要的战略意义。据悉，中国科协将以重大问题发布强化学术引领，承担科技共同体的价值使命，坚持尊重科学家对科学前沿的敏感性和探索精神，重视发挥跨界学术交流孕育创新的积极作用，逐步形成“中国科协引导、全国学会主导、知名科学家领衔、科技工作者广泛参与、联合国际科技组织支持”的科技重大问题凝练机制。

据了解，由中国科协主编、18家全国学会组织相关专家参与编写的《面向未来的科技——2020重大科学问题和工程技术难题解读》一书即将正式出版发行。该书以解读问题和难题的形成背景、国际发展趋势，分析可能的解决方案，预测未来的发展前景为主要内容，分为“重大科学问题”与“工程技术难题”两个部分。

## 跳过“油气时代”，直接向电气化时代转型

中国能源报 2020.8.24

以可再生能源为主的低碳能源系统，是我国能源转型的必然方向。结合我国实际情况，跳过油气时代，直接从以燃煤为主的能源结构转向以可再生能源发电为主的电气化时代，更适合我国目前的社会和经济发展状况。

《巴黎协定》提出，未来，因气候变化导致的大气升温将不得超过2摄氏度。根据测算，要实现这一目标，到2050年，我国二氧化碳排放总量不能超过35亿吨，而要进一步实现温升不超过1.5度的目标，2050年要实现碳中和。

然而，自2016年以来，我国每年的碳排放量都在100亿吨以上。也就是说，未来30年，我国既要保证社会经济发展，又要实现碳减排三分之二以上。人类未来的能源结构，应

该是以可再生能源为主的零碳能源，我国也必然向低碳和零碳能源发展。

能源结构转型将极大带动能源生产、消费和相关技术的革命，这也是人类第三次工业革命的重要内容。我国应抓住这一机遇，通过能源低碳转型，实现电力系统、交通、建筑和工业领域发展模式的全面革新。

### 全社会电气化是能源低碳转型目标

零碳能源的主要来源为核电、水电、风电、光电和生物质能，能源的直接产出形式由化石能源时代的燃料转为以电力为主。能源低碳转型意味着用能侧也要实现全面电气化，这将导致终端用能方式的巨大变化。

其中，推进占全社会能耗总量 60% 的工业电气化转型尤为关键。在冶金领域，要大力发展战略短流程电炉炼钢，未来还可用氢替代焦炭的炼钢流程；在化工领域，未来的方向则是电解水制氢、由氢化工替代目前的煤、油、气化工；在建材方面，则应发展低碳建材新技术，如以电热 + 热回收技术制玻璃陶瓷；而对于以纺织、印染、皮革、食品、造纸、制药等为主的轻工产业，建议用热泵和电加热替代当前的锅炉。燃料的改变导致工业生产的革命性变化，同时也将带来产品的升级换代和质量的显著提升。

预计未来，我国工业生产增加值在目前基础上翻番的情况下，用电量将由目前的每年 3.8 万亿千瓦时增加到每年 5.5 万亿千瓦时，与此同时，化石燃料消耗量将从目前的每年 16 亿吨标煤，降至 13 亿吨。

这一结构变化在交通运输业将更加可观。通过大幅度提高客、货运领域电气化以及氢能的比例，在未来运输能力增加 50% 的前提下，交通运输业年用电量将从目前的 0.2 万亿千瓦时提升至 3 万亿千瓦时，而燃料用量则从目前每年的 5 亿吨标煤降至 1.5 亿吨。

与工业、交通运输业相比，建筑运行用能电气化相对容易。未来，建筑运行用电可从每年 1.7 万亿千瓦时升至 3.5 万亿千瓦时，对应燃料用量也将从目前的每年 4.9 亿吨标煤，降至 1 亿吨。预计到 2050 年，我国全社会用电量可达 12 万亿千瓦时。

### 能源转型可跳过油气时代

以可再生能源为主的低碳能源系统，是我国能源转型的必然方向，但这并不意味着中国也要照搬西方国家 70 年前的“煤—油气—可再生”转型路线。结合我国实际情况，跳过油气时代，直接从以燃煤为主的能源结构转向以可再生能源发电为主的电气化时代，更适合我国目前的社会和经济发展状况。

如在用能末端实行“煤改气”，不仅在研发和基础设施建设方面需要非常大的投资，而且这些改造完成后，还得继续开展“气改可再生”或者“气改电”。

但如果将这部分投资和研发力量直接转至“煤改电”、化石能源电改可再生能源电，就可避免重复建设，加快实现能源结构调整，并带来相关领域的革命性变化。

由煤炭时代直接向以电为主的低碳时代过渡，首要任务就是要加大可再生能源发电在终端用能中的比例。

与此同时，作为唯一的零碳燃料，生物质能源也应是未来低碳能源结构中的重要角色。我国农业秸秆、林业枝条、畜禽业粪便、城市绿化垃圾、餐厨垃圾等可提供 8 亿吨标煤当量的燃料，如果得以全部利用，可占未来直接燃料的 50%，而目前应用率还不到 30%。因此，建议将生物质能利用作为建设我国低碳能源的重要内容，提高生物质材料的能源化利用率。

### 因地制宜打好“组合拳”

建议加快布局风电、光伏，如在西部地区重点发展大规模风电光伏基地，中东部重点发展分布式风电光伏。

我国城乡建筑有约 250 亿平米的屋顶，以及可有效接收太阳辐射的垂直表面，这对发展光伏来说是宝贵资源。即使仅利用这些表面的 50% 发展光伏发电，也可安装 15 亿千瓦，每年发电量将达到 2 万亿千瓦时。

然而，要有效接纳这些风光电力，必须加速改造电网系统，并加快以定价机制为代表的运营管理机制革命，大幅提高储电蓄能容量和提高灵活电源比例，提高用电负载侧的柔性；加速汽车电动化进程，通过智能充电桩使电动汽车的蓄电池参予电网调节，推广直流 + 光伏 + 充电桩一体化的新型建筑配电系统，并适度发展电制氢、可中断型高耗电工业生产，通过需求侧响应的用电模式实现用电负载的柔性化。

围绕农村的低碳能源转型，可发挥农村生物质能与风光资源优势，建设农村分布式新能源系统。如可利用生物质成型燃料、生物质制燃气等方式使生物质成为高效、清洁、易储存、宜运输的优质燃料，除满足农村生活用能，还可进入能源市场；建设以光伏、风电为主的农村直流微网，同时推广农用车和农牧业生产、加工装备的电气化和直流化，用风光电能满足农民的生活、生产用能，实现煤改电、油改电，显著改善农村空气质量。并在满足自身用电需求的基础上，实现多余电量售电上网。

“十四五”期间，可先行发展 300—500 个不同地区的分布式新能源示范村。（江亿）

## 浙江试点天然气发电平价上网

中国能源报 2020.8.17

**本报讯** 近日，浙江省发改委组织开展天然气发电机组平价上网改革试点工作。试点主体为浙江浙能镇海燃气热电有限责任公司（以下简称镇海动力中心）11 号燃机和 12 号汽轮机联合循环机，试点时间为整个 8 月。

试点期间，上述机组按照连续运行方式调度，平均负荷率保持在 80% 左右，若机组出现故障，经浙江省电力调控中心同意后，可调整为由镇海动力中心另外一套燃气联合循环机组参与试点。后续试点工作开展视 8 月试点情况和镇海动力中心深度调峰实验结果再行确定。

电量方面，预安排镇海动力中心 8 月试点电量 1.9 亿千瓦时，试点电价按照统调燃煤机组上网基准电价 0.4153 元/千瓦时执行。最终试点电量根据实际上网电量结算。

浙江省发改委称，此次试点，旨在充分利用当前天然气价格下降的有利机遇和天然气代

输试点改革契机，积极鼓励燃气电厂通过开展天然气上下游直接交易，有效降低天然气发电机组燃料成本和气电上网电价水平，进一步增加天然气机组作为清洁高效机组的出力水平，积极探索利用市场化机制降低企业用电成本和促进电力转型发展的新方式、新途径。

今年7月21日，浙江省发改委发布关于调整天然气发电机组上网电价的通知，自今年7月1日起，9F、6F天然气发电机组电量电价调整为每千瓦时0.4952元（含税，下同），9E、6B天然气发电机组电量电价调整为每千瓦时0.5552元；容量电价暂不作调整。电价调整涉及浙江省内27家天然气发电企业。（宗和）

## 东部地区城市发展面临六个困局

中国城市能源周刊 2020.8.24

东部地区作为我国社会经济最发达的地区，汇集了京津冀、长三角等主要城市群，在带动全国社会经济发展、提升国际竞争力和探索转型发展道路方面发挥着举足轻重的作用。能源是社会经济运行的基础动力。长期以来，东部地区城市是我国能源消费的主要区域，但普遍缺乏能源资源，能源自给率低，极大地依赖外部供应。面对当前我国复杂的社会经济发展新形势和日趋严峻的能源环境约束，东部地区城市加快推进经济发展方式转变、深化落实能源革命战略、实现城市高质量发展任务紧迫。从能源角度看，东部地区城市发展目前面临六个显著困局。

### 困局一▶▷产业结构升级发展与能源总量严控之困

“十四五”时期是我国全面落实高质量发展要求，深入推进能源生产和消费革命的关键时期。东部地区城市作为能源消费集中区，预计能源消费总量将长期处于严控趋紧状态，能源消费增量控制目标不会大于“十三五”时期。

当前东部地区不少城市仍存在存量大、刚性强的传统高耗能产业，显著挤占其他产业引进和发展的空间，制约经济转型升级与高质量发展。虽然一些城市万元GDP能耗已经很低，甚至达到发达国家水平，但仍难以完成能源消费总量控制目标，紧缺的能源消费总量指标对引进高端项目、进一步降低成单位GDP能耗与产业升级造成了不利影响。

而受数字经济发展和新型基础设施建设刺激政策影响，东部地区城市特别是北上广周边城市正在建或规划建设大量数据中心项目，带来大量能源消费的同时，也进一步增加了能耗总量控制压力。

### 困局二▶▷能耗强度持续压减与节能空间消失之困

长期以来，多数城市主要通过鼓励企业节能降耗和淘汰落后产能的方式提升能效水平。随着相关工作持续推进，单个企业的节能降耗空间已几乎消失。东部城市火电、钢铁、造纸等产业通过“上大压小”淘汰落后产能，力度强、进展快，目前大型企业能耗指标已大幅领先全国同期平均水平，常规节能降耗措施已遇到“天花板”。

按当前趋势发展，“十四五”期间东部城市整体能源消费强度将保持在较高水平，加上

数据中心、5G 基站等新型耗能产业的大量建设，甚至有可能在部分年份出现一定反弹。但与此同时，预计“十四五”期间，这些城市仍将承担较高的单位 GDP 能耗下降率指标，能源消费强度持续下降的现实需求和节能空间紧缺的矛盾将愈加突出。

### 困局三▶▷ 天然气需求增长与能源安全压力之困

东部地区缺乏天然气资源，主要靠远距离输送供应，但电力、热力需求旺盛，随着控煤政策日渐趋严，不少城市均在规划建设燃机项目，天然气消费增长需求巨大。

与此同时，随着国际天然气价格长期低位运行，若叠加政策激励，天然气分布式能源有望大量发展，带来较大消费增量。

但事实上，“十四五”时期东部城市的天然气供应仍有极大不确定性。

一方面，远距离天然气管道输送能力有限，且气价较高，特别是近几年用气高峰时段已暴露出输送能力短板；

另一方面，能源安全是未来国家能源发展长期面临的基本问题和重中之重，一些城市天然气增量供应依赖规划中的沿江、沿海 LNG 接收码头、接收站建设，但建设规模和可接收容量仍存在较大不确定性。

### 困局四▶▷ 能源系统效率提升与利益格局固化之困

在热力供应方面，推进热力管网互联互通和集约优化供应是提升系统效率的根本举措，许多城市在“十三五”时期就已经设定热力供应集约发展和热力联网的目标。

但是，目前许多城市热力供应和管网运营划片经营、垄断性强，存在供热能力整体冗余和局部短缺的突出矛盾，要推进跨区互通、区内联网就需要多方协调、平衡各方利益，落实联网优化仍面临较多实际难题。

而在燃气供应方面，国家已明确城镇燃气企业储气任务纳入省级专项规划，避免储气设施建设小型化、分散化。

但由于部分城市燃气企业划片特许经营，受到调峰需求和 LNG 价格低位影响，燃气企业纷纷建设储气设施。这种分散建设模式既有可能产生投资浪费现象，同时也不利于天然气系统的优化运行和整体效率提升。

### 困局五▶▷ 能源设施建设与国土空间限制之困

一方面，随着城市能源需求不断增长，电力、燃气等能源基础设施存在刚性需求，但在站点、走廊选择等方面面临很大困难，特别在负荷密集区域和水网密布区域，选址、通道难度极高；

另一方面，目前东部城市交通能源消费普遍严重依赖化石能源，提升新能源汽车占比是实现交通绿色转型的重要举措。但是，城市支撑新能源汽车推广的充电设施、综合能源站等建设受到多重土地空间限制难题，如：新建站点存在选址困难，存量站点改扩建空间不足，小区充电桩建设受场地限制大等。

### 困局六▶▷ 能源产业创新发展与现有机制制约之困

能源技术创新是解决东部地区城市能源发展难题的关键途径。众多城市都对“十四五”时期能源新技术、新趋势给予了极大关注，如能源互联网、氢能、燃料电池、园区综合供能等。但是，现有体制机制还存在不适应，甚至制约新产业和新技术发展的情况，如能源监测系统推广难度大、能源数据壁垒制约了能源系统信息化发展；园区综合供能、需求侧响应等应用仍需相关政策支持；氢能、燃料电池产业发展亟待政府主导开展示范推广，以开拓应用场景、激发市场需求等。

### 相关建议

一、转变能源效率提升方式。从注重单个企业、单一产业能效提升，向系统整体能效提升转变。推动城市热力供给向集约化、清洁化转型，加快供热管网联网运行，构建以集中供热为主、分散供热为辅的协同优化供热体系。加强园区冷、热、电综合能源规划，提高产业园区的能源聚集度，注重产业园区内能源品类和能源品位的搭配，大力发展战略综合能源系统，提高园区能源系统和用能管理智慧化水平，提升园区整体能源利用效率。

二、夯实能源安全保障基础。统筹优化LNG接收码头建设，加强燃气管道跨省跨市联网互通和市内管网互联，构建多元供气格局，提升供气能力。统筹开展天然气应急储备设施规划建设，提高天然气周转效率，增强调峰应急和抗风险能力。建设城市能源安全的监测预警平台，摸清关键能源基础设施数据底数，构建市级能源风险地图，提升能源安全信息化管控水平。

三、补齐能源基础建设短板。加强能源设施规划与国土空间规划的协同性，加快能源系统薄弱环节补强和能源互联网建设。强化电力源网荷储协同控制功能，推动配套体制机制建设，更经济、高效、安全地提高电力系统功率动态平衡能力。加强热力供应系统信息化建设，深化热力供需信息统计管理，提升热力管网设施向各类热源、用户的开放性和公平性。加强充电设施、车联网基础设施规划建设及信息化管理，大力推广应用新能源汽车。

四、创新能源体制机制建设。探索能源消费控制的创新模式，推动能耗控制方式从能源效率指标向能源与经济指标结合发展，建立能效产值分析评价体系，通过能效指标压力机制，倒逼落后低效产能淘汰外迁，引导产业向中高端升级。建立能源指标的区域间调剂和用能权交易机制，保障优势区域和高端产业的优先发展权。构建能源产业创新发展引导机制，立足城市实际需求，因地制宜打造氢能、储能等能源新技术推广应用体系。

## “再电气化”将重构能源体系

中国能源报 2020.8.31

### 核心阅读：

再电气化将使能源发展摆脱资源、时空、环境约束，实现大规模清洁能源高效开发利用，推动清洁能源成为主导能源。深入推进能源生产和消费革命，需要从国家层面制定实施再电气化战略，主动适应和引领我国再电气化进程。

“再电气化是有情怀有担当的命题。”中国工程院院士、中国华能集团有限公司董事长舒印彪 8 月 15 日在中国工程院国际工程科技发展战略高端论坛暨第五届紫金论电国际学术研讨会上表示，随着中国清洁低碳、安全高效能源体系的构建，探讨能源转型的再电气化道路、推动电力系统创新发展尤为重要，深入推进能源生产和消费革命，需要从国家层面制定实施再电气化战略，主动适应和引领我国再电气化进程。“再电气化将重构能源体系，使能源发展摆脱资源、时空、环境约束，实现大规模清洁能源高效开发利用，推动清洁能源成为主导能源。”

数据显示，过去十年中国的电能终端消费比重从 19.6% 增加到 26%，增幅是世界同期平均水平的 2.7 倍。业内专家普遍认为，未来电能的利用规模和范围将不断拓展和深化，全社会电气化水平将再上新台阶。

### 电力将成绿色发展引擎

近年来，中国积极开发利用清洁能源，持续优化能源消费结构，能源转型成效显著。以新能源发展为例，截至 2019 年底，风电、太阳能发电装机分别达到 2.1 亿千瓦、2.05 亿千瓦。新能源已成为我国第二大电源，2019 年新能源利用率达 96.8%。中国电网是目前新能源发展最快、装机规模最大的电力系统，新能源装机规模居世界第一位，局部富集地区装机占比超过 40%。多家研究机构预测，“十四五”期间我国电源结构将继续向清洁方向深化。以全球能源互联网发展合作组织近日发布的《中国“十四五”电力发展规划研究》报告为例，未来电源清洁发展是主导，“十四五”期间，风电、太阳能发电装机规模将超 10 亿千瓦。

“到目前，我国已经建成投运 11 回交流、14 回直流特高压工程，2019 年输送电量 4650 亿千瓦时，其中清洁能源占比超过 70%。”舒印彪认为，未来 15—30 年，中国新增清洁能源装机将达到 16 亿—32 亿千瓦，电是唯一可与其他能源直接大规模转换的能源。随着低碳转型和数字经济发展，电力不仅是经济增长的动力保障，还是绿色发展的引擎。

### 对电力系统提出更高要求

虽然我国电力需求保持较快增长，然而一个不容忽视的问题是，我国的清洁能源发展尚无法完全满足新增电力需求，与此同时，再电气化对电力系统灵活柔性、智能互动、安全可控提出更高要求。

在国网一位不愿具名专家看来，能源转型下，交流网架的功能更加复杂，电网要为电力电子设施提供短路容量支撑、为大功率输电的汇集和疏散提供支撑、为大功率故障冲击提供支援、为大规模随机波动性新能源提供大范围消纳平台。“新能源的大量接入以及直流输电的大规模发展，导致调频能力下降、系统转动惯量降低、有功波动冲击增大等问题突出。”

“尤其是现代电力系统电压问题逐渐凸显。”上述专家表示，新能源和直流不具备常规电源的动态无功支撑能力，系统整体电压支撑能力因此降低。多直流密集馈入、新能源高占比并网、负荷中心受电比例加大，导致送受端电网电压矛盾逐渐加剧，过电压控制、电压稳

定问题的范围扩大。加之新能源具有“极热无风”“晚峰无光”等特点和“大装机、小电量”特征，随着占比提高，调峰和电力电量平衡保障的难度加大。

### 电网需更注重跨领域研究

应对再电气化对电力系统的挑战，多位受访者表示，必须从“系统”的角度思考现代电力系统的“重构”问题。应按照交流电力系统的基本原理和技术规律，构建科学合理的电源结构和电网结构，并加快重构电力系统的认知、控制和故障防御体系，实现现代电力系统的科学发展和运行协调。

“建议研究分布式电源集群控制、综合能源协调利用及储能技术，实现负荷侧从单一用电向发用电一体化方向转变，提高综合能源利用效率。”上述专家说。

中国工程院院士薛禹胜在接受记者采访时表示，“电力系统在整个能源链中处于枢纽环节，得益于信息技术与电力技术的深度融合，以前只要放在电力系统本身研究即可，但随着电网运行边界条件的改变，其研究方向需要更注重跨领域交叉研究，更需要考虑社会元素，比如气候变化、环境污染、国际形势多变等因素。”

此外，还有专家认为，需要研究电价导向、激励导向、新能源消纳导向、电网安全导向等需求侧响应技术，实现精准负荷控制，提高调峰、调压能力，构建负荷侧深度调节特性与互动潜能。“建议加快建立全国统一、灵活高效的电力市场，完善电力现货市场建设，逐步向‘中长期市场+现货市场’过渡，消除省间壁垒，促进清洁能源灵活参与市场交易。”舒印彪表示。

---

## 行业动态

### 处置多种污泥固废关键技术示范项目在常州投运

中国电力报发电周刊 2020.8.24

本报讯（通讯员 钱俊平 费伦）报道 近日，国家能源集团江苏公司联合科环集团、常州发电厂与龙源环保合作建设的“大型燃煤锅炉资源化处置多种污泥固废关键技术研究及工程示范”项目在常州发电厂投运。

该厂“大型燃煤锅炉资源化处置多种污泥固废关键技术研究及工程示范”项目以BOT方式进行投资、建设及运营，投资概算8500万元。项目处理规模为500吨/天（含水率约80%），其中生活污泥300吨/天、印染污泥200吨/天，年处理生活污泥9.9万吨、印染污泥6万吨。该项目是国内首个结合63万千瓦大型燃煤机组资源化处置多种典型城市污泥的固废处置项目，自主设计了多种类污泥废水联合处理系统及复杂性质污泥储输运系统，具有显著的社会效益和环境效益。

# 中国能建江苏院设计的盐穴压缩空气储能国家示范项目开工

中国电力报工程周刊 2020.8.25

本报讯（通讯员刘琳）报道 8月18日，由中国能建规划设计集团江苏省电力设计院（以下简称“江苏院”）设计的盐穴压缩空气储能发电系统国家示范项目在常州金坛隆重举行开工仪式。

该项目是空气储能领域唯一国家示范项目，也是2019年、2020年江苏省重大推进建设项目。项目建成后将成为世界首座非补燃式压缩空气储能商业电站，也是国内首次利用盐穴资源的发电项目。项目采用清华大学非补燃压缩空气储能发电技术，建设1套60兆瓦×5小时非补燃式压缩空气储能发电系统，发电年利用小时数约为1660小时，电换电效率为60%以上，发电全过程无燃料消耗。

江苏院依据清华大学提供的非补燃压缩空气储能发电技术，开展工艺流程方案设计，进行设备合理选型和总平优化布局，确保功能分区明确、方案实施可行。

据了解，项目二期规划建设规模为350兆瓦，终期规模将达1000兆瓦，建成后将在规模和效率上为国内压缩空气储能树立样板和典范，建立压缩空气储能领域标准体系，为打造华东地区大型空气储能基地奠定坚实基础。

## 太阳能无人艇海洋气象观测者-3成功探测台风中心

科技日报 2020.8.7

科技日报讯（记者陆成宽）这是一艘经历过暴风骤雨的无人艇。8月5日，记者从中国科学院大气物理研究所获悉，该所研发的半潜式太阳能气象探测无人艇海洋气象观测者-3（MWO-3）于8月1日上午成功穿过2020年三号台风“森拉克”中心，获取了台风发展过程中高时间分辨率的洋面气象及海洋要素数据。这是国际上首次利用太阳能无人艇主动探测台风中心。

据了解，MWO-3海上观测是中国气象局气象探测中心牵头的台风观测项目“海燕计划”的重要组成部分。MWO-3搭载了气象和海洋观测传感器，通过北斗卫星传输数据。

“在这次海上观测试验中，MWO-3经历了‘森拉克’台风过境，为中国气象局提供了时间分辨率高达1分钟的实时观测数据，监测台风过境时海面各要素的详细变化过程，相比传统的海洋浮标观测，我们的无人艇能够机动应变航行观测，获取最优位置的实时观测数据，具有其他观测手段不具备的独特优势。”无人艇项目首席科学家、中科院大气物理研究所研究员陈洪滨说。

更重要的是，MWO-3获取的观测资料，被第一时间发送到中央气象台台风与海洋气象预报中心，为台风预报、预警发挥了重要作用。“当时附近没有其他观测资料，MWO-3的实时资料非常珍贵，离低压中心较近，非常有利于我们确定低压中心的位置。”中央气象

台台风与海洋气象预报中心主任钱传海评价道。

陈洪滨表示，无人艇成功探测台风中心，不仅为台风、热带低压和大雾等洋面天气的监测、预报和预警提供了实时数据支撑，而且为全球海洋气象数值模式提供了宝贵的实测资料。

## 世界单体容量最大电网侧储能电站建成

中国电力报电气周刊 2020.8.27

本报讯（通讯员杨红亚 孟繁祥）报道 近日，由平高集团投资兴建的世界单体容量最大的电网侧电化学储能电站——江苏昆山储能电站一次性倒送电成功。该电站整体设计技术领先，设备科技含量高，性能优良，多项高端技术填补国内电网侧空白。

昆山储能电站建设规模为 110.88 兆瓦/193.6 兆瓦时，总占地面积 31.4 亩，共配置 88 组预制舱式储能电池，每套储能电池舱容量为 1.26 兆瓦/2.2 兆瓦时。采用磷酸铁锂电池方案，以 4 回 35 千伏线路接入 220 千伏昆山变 35 千伏侧。为把项目打造成优质储能工程，平高集团与国网江苏省电力公司强强联手，实现优势互补，重点突破消防灭火、通风等技术难题。另外，平高集团与国网江苏省电力公司等单位联合申报的研究课题《电网侧规模化电化学储能应用关键技术及工程示范》获得国家电网有限公司科学技术进步奖一等奖。

据平高集团驻昆山储能电站项目经理杨帆介绍，昆山储能电站将纳入江苏电网“源、网、荷、储”智能友好互动系统，升级“源、网、荷、储”智能互动能力。尤其是在电网发生故障时，可实现 10 万千瓦负荷毫秒级响应，为大电网安全运行增添一道“防火墙”。

## 新能源汽车与可再生能源融合论坛在青岛举办

山科技报 2020.8.19

本报讯 近日，由中国科协年和山东省人民政府主办，中国汽车工程学会和青岛市人民政府承办的新能源汽车和可再生能源融合论坛在青岛举办。

本次论坛以“新能源汽车与可再生能源的合发展”为主题，围绕中国新能源汽车发展现状、全球新能源汽车和可再生能源融合发展现状、中国新能源汽车和可再生能源融合发展前景及政策、中国新能源汽车和可再生能源融合发展标准体系研究等内容进行深入交流，共同探讨中国新能源汽车和可再生能源融合发展趋势、技术路线、关键技术、示范应用。

论坛上，中国汽车工程学会与莱西市签署战略合作框架协议，发挥学会在科研、人才等方面的规模和优势，推动莱西汽车产业快速发展；中国汽车工程学会促进莱西市汽车产业高质量发展服务站同步揭牌。

目前，青岛正抢抓新能源汽车产业跨越赶超的重大历史机遇，将新能源汽车作为高新技术产业主打的制高点，以平台思维推进产业集聚发展，由龙头企业牵头建设产业园区，整合产业链条，吸引高质量的项目落户青岛，提升产业链上下游融合发展水平，建设全球最大的新能源汽车产业基地。（王立明）

# 世界首个液态分子催化二代生物柴油技术成功量产

中国科学报 2020.8.21

本报讯（记者廖洋 通讯员刘佳）近日，中国科学院青岛生物能源与过程研究所（以下简称中科院青岛能源所）和河北常青集团石家庄常佑生物能源有限公司，联合攻克沸腾床改造均相加氢工艺生产二代生物柴油技术，并在常佑生物能源公司相关装置上实现成功开车。这标志着该技术成为世界上第一个采用液态分子催化、成功量产商业化二代生物柴油的技术，具有里程碑的意义。

生物柴油作为一种新兴能源，扩充了国家能源的结构和组成，解决了化石柴油存在的诸多问题，具有良好的经济和社会效益。

2019年，中科院青岛能源所开发出先进的“ZKBH 均相加氢”技术，其特征是采用液体催化剂和均相加氢反应器设计，可加工全组分废弃矿物油和可再生生物油脂，不仅能实现废弃油脂的资源循环利用，还适用于制备二代绿色生物柴油。此次，研究人员基于该 ZKBH 均相分子催化技术，通过对常佑生物能源公司煤焦油加氢装置进行改造，成功实现企业从传统能源化工向生物燃料和绿色能源产业的转型升级，促进能源产业新旧动能转换。

2020年7月30日，双方完成所有设备调整和工艺流程改造施工，启动装置正式试料开车，8月6日成功试运行。

目前全部装置各项运行指标稳定，在生产中可实现高达80%以上的生物柴油收率，达到世界先进水平，产品质量满足出口欧盟标准。

## 俄罗斯首座浮式光伏电站投运

中国能源报 2020.8.24

本报讯 据行业媒体《光伏杂志》报道，俄罗斯首座浮式光伏电站日前建成投运。

该电站位于俄罗斯东部地区的阿穆尔州，由俄罗斯水电集团和俄罗斯光伏企业 Hevel Solar 共同打造。项目占地面积474 平方米，共安装了10 排光伏组件，总装机容量为 52.5 千瓦，并配有 115.2 千瓦时的储能系统。据悉，该项目将主要为临近的 Nizhne – Bureyskaya 水电站供电，可满足该水电站日常运营的用电需求。

作为组件和技术的提供者，Hevel Solar 公司相关负责人表示：“结合项目可选地形，水电站的库区水域最合适，因此便选择了浮式光伏技术路线。项目位于水面上，安装环境、地形并不复杂，组件设置角度相同，均以 15 度倾斜角安装。”

另据上述负责人介绍，光伏电站的主要发电装置就是组件，安装、拆卸简单，机动性较强。为将组件平稳固定在水域上，操作时项目公司选择了类似浮桥的连接装置。“和普通光伏电站相比，浮式光伏电站施工周期更短。如果未来 Nizhne – Bureyskaya 水电站库区水域有变化，光伏电站需要变更厂址，项目公司也可以实现迅速拆除和重新搭建。”

近年来，俄罗斯积极推动可再生能源产业发展，先后推出了可再生能源发展计划和“449号法令”等支持政策。受此推动，俄罗斯官方数据显示，俄罗斯光伏发电装机容量增长迅速，截至2019年底，该国光伏发电累计装机规模已达1.2吉瓦。另据俄新社报道，为了促进光伏产业发展，俄罗斯已计划将可再生能源电力补贴延长至2035年，并追加投资近84.24亿元。

在此背景下，俄罗斯能源企业投资可再生能源项目的热情高涨。不管是私营企业，还是公共事业单位，都积极参与可再生能源产业发展。

据了解，目前，Hevel Solar公司是俄罗斯最大的光伏企业，坐拥装机容量600兆瓦以上的光伏电站，另有在建或拟建的光伏电站项目近500兆瓦。此前，Hevel Solar公司一直有在俄罗斯东部地区建设离网型光伏电站的计划，但一直未实施。

《光伏杂志》指出，改善俄罗斯东部地区的用电需求也是俄罗斯政府的目标。为此，俄罗斯政府正在积极寻求投资。此次俄罗斯水电集团和Hevel Solar公司的合作可谓强强联合。

Hevel Solar公司在其声明中表示：“俄罗斯东部地区人口密度较小，比较贫困，缺乏能源基础设施，无法通过电网等传统方式获取电力，建设配置储能装置的光伏电站成为解决该地区电力需求的有效方式。”

与此同时，俄罗斯水电集团也希望通过建设离网型光伏电站拓展公司的可再生能源业务。早在2017年，俄罗斯水电集团就曾表示，希望在俄罗斯远东联邦管区部署中小型离网型光伏电站，计划建设规模超过100兆瓦。（董梓童）

## 聚集优势资源 加强协同创新 构建产业高地——

### 天津打造海水淡化产业智库

中国自然资源报 2020.8.10

近日，天津海水淡化产业（人才）联盟成立，旨在构建“政府搭台、人才主角、产业发展”的协同发展平台，助力天津市海水淡化产业高质量发展。

#### 项目集中签约

经过两个多月的筹备，联盟吸引了哈尔滨电气集团有限公司、天津渤海化工集团有限公司、自然资源部海洋咨询中心等首批发起单位47家。联盟成员来自天津、北京、山东等10个省（市），涉及海洋规划咨询、装备制造、工艺集成、科学研究、终端用户等领域，覆盖整个海水淡化产业链。联盟成立大会上，自然资源部天津海水淡化与综合研究所当选为联盟主席单位。15家联盟成员单位举行了天津市海水资源利用技术创新中心共建协议、海上平台大型海水淡化项目合作协议等两批次共6个海水淡化重点项目的签约活动，加快构建海水淡化产业链条、增强自主创新能、提高行业整体竞争力。

#### 产业基础雄

滨海新区是天津市海洋产业重要承载地，天津市共有4家海水淡化及综合利用企业，

均位于滨海新区，4座海水淡化厂总设计规模为31.6万吨/日，占全国的26.3%。自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、天津大学、天津工业大学等科研院所、高校集聚，海水淡化技术全国领先。如今，海水淡化水已占滨海新区总用水量的6.1%。其中，14%为生活用水，86%用于工业。

近年来，滨海新区政府将海水淡化产业作为发展海洋经济的重要抓手，着力做好“五个一”布局：“一中心”指探索建设海水淡化试验场，创建国家级海水资源利用技术创新中心。“一基地”指将自然资源部天津临港海水淡化与综合利用示范基地，建设成为具有全球影响力的海水淡化与利用样板工程。“一区”指将海水淡化作为临港支柱产业，大力支持天津临港海洋经济发展示范区建设。“一联盟”指成立天津海水淡化产业（人才）联盟，推动联盟单位在学科建设、人才培养等领域加强合作，争创行业标准、行业规范等。“一系列政策”指通过实施“人才吹哨，部门报到”机制，为海水淡化技术人才提供政策保障。

此外，滨海新区政府着力加快“三链”融合：建设创新链，加强天津大学、天津工业大学等学科建设、课题合作和人才培养，强化科研院所与企业合作，开展关键核心技术攻关，为全国海水淡化产业发展提供技术支撑。建设金融链，依托滨海产业基金成立海工装备子基金，引进培育海工装备和海水淡化龙头企业，并拓展海水综合利用企业融资渠道，鼓励社会资本以特许方式开展经营。建设产业链，聚焦自主可控海水淡化产业链建设，构建集研发设计、整机制造、装备集成、设备加工、关键材料部件与药剂生产、工程总承包于一体的海水淡化产业链，形成全链条发展模式。通过“补链、延链、强链”提升海水综合利用价值，确保海水淡化产业与生态环境保护协调发展。

### 破解发展瓶颈

下一步，滨海新区政府还将开展“优环境、降成本、扩市场”服务，建立协调推动机制，降低海水淡化电力成本，开放滨海新区全境作为海水淡化水应用范围，进一步提高市场竞争力，形成规模效应。天津港保税区也将加快推动《支持海洋产业发展的若干政策》落地，重点支持海工装备、海水淡化、保税维修等产业发展，在承接京冀产业、共建“一带一路”、培养海洋人才等领域寻求突破。

未来，联盟将“立足天津，面向全国，辐射全球”，聚集国内外海水淡化产业链各环节的优势资源，实施“政产学研用金”协同创新，探索集聚优势资源、开放共享、协同创新的体制，破解海水淡化产业发展瓶颈，全力建设我国海水淡化产业高地。

## 南方电网首个氢能领域研究中心成立

中国能源报 2020.8.17

**本报讯** 日前，广东电网公司广州供电局直属机构氢能源研究中心正式成立。

该中心是南方电网公司首个氢能源领域研究中心，主要负责开展氢能产业关键技术研发、推动成立高级别联合实验室，储备自主知识产权，构建推动建设贯穿氢能全产业链的示

范项目，建立和完善氢能设备入网评价、技术标准、运维体系等配套制度，孵化氢能产业相关产品等。

目前，广州供电局氢能源研究项目已成功获批国家重点研发计划，下一步，氢能源研究中心将加快推动各项业务运作，在氢能源核心技术研发、示范项目建设、标准体系修编等方面尽快取得成果。（吴海涛）

## 丰田在华加速布局氢能源技术

### 联合一汽、东风等成立燃料电池系统研发公司

信息时报 2020.8.27

信息时报讯（记者 罗晓彤）为普及氢燃料电池车（FCEV）、推动中国氢能社会的发展，由丰田、一汽、东风等公司联合成立的联合燃料电池系统研发（北京）有限公司近日在北京成立。专家认为，丰田近几年加速在华布局氢能源技术，是为抢占中国氢能源市场的先机。

#### 从签约到成立仅用两个月

记者从企查查获悉，联合燃料电池系统研发（北京）有限公司于8月20日注册成立，注册资本为16.73亿日元（约合人民币1.085亿元）。该公司由中国第一汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司、广州汽车集团股份有限公司、北京汽车集团有限公司、北京亿华通科技股份有限公司、丰田汽车公司6家公司联合成立，其中丰田汽车公司为第一大股东，持股比例为65%。第二大股东北京亿华通科技股份有限公司持股比例为15%，其他4家公司持股比例均为5%。

记者了解到，上述6家公司于今年6月5日签约成立合资公司，从签约到正式成立，仅用了两个月。

#### 合资公司以丰田为主导

易车研究院分析师周丽君认为，此次丰田与一汽、东风等车企成立的合资公司，是以丰田为主导，联合燃料电池公司的成立更偏向东风、一汽等企业，向丰田采购氢燃料电池技术方面的研发成果。

近几年丰田汽车一直在华加速布局氢能源技术。记者了解到，2017年10月，丰田汽车在江苏常熟建成一座测试用的加氢站；2019年，丰田汽车相继与北汽福田、一汽、苏州金龙等企业达成了燃料电池方面的技术合作，而后又与广汽、一汽达成战略合作，全面推进新能源车与节能车产品，其中就包括了氢燃料电池技术的合作。此外，丰田汽车还与宝马、清华、东京大学合作研发氢燃料电池等技术，与亚马逊旗下子公司AWS在数据分析技术领域展开合作，与比亚迪汽车成立合资公司以布局电动车领域。

#### 燃料电池车推广力度将加大

记者了解到，早在2014年，丰田汽车便推出了首款燃料电池汽车Mirai，但因市场不成熟

以及成本限制，丰田汽车的燃料电池汽车始终无法打开市场，2019 年全年仅卖出 2407 辆。

中汽中心新能源汽车与财税政策研究室主管阮艺亮表示，氢燃料电池汽车的推广目前还存在车辆购置成本高、加氢站建设配套少、合格氢气来源少、车用氢气使用成本高等问题。但阮艺亮同时表示，后续国家拟采取地区试点示范的形式，开展氢燃料电池汽车的推广应用，结合氢燃料电池汽车的技术优势，重点在中重型载货汽车、公交客车等商用车领域推广应用。

中国汽车工程学会 2016 年发布《节能新能源汽车技术路线图》，预计到 2020 年燃料电池车累计销售 1 万台，到 2025 年目标是 10 万台。工业和信息化部新闻发言人黄利斌 2019 年 5 月在国新办发布会上表示下一步将进一步加大工作力度，联合有关部门开展示范运行，破解氢燃料电池汽车产业化、商业化难题。

有业内人士认为，丰田近几年加速在华布局氢能源技术，是为抢占中国氢能源市场的先机。

## 胶东经济圈海水淡化与综合利用产业联盟成立

中国自然资源报 2020.8.11

**本报讯（记者王晶）**近日，山东胶东沿海五市——青岛、烟台、威海、潍坊、渔业局、日照联合成立胶东经济圈海水淡化与综合利用产业联盟。联盟将致力于打造胶东五市海水淡化与综合利用领域“政、产、学、研、金、服、用”的一体化创新平台，构建良好的产业发展生态，拉长产业链条，推动胶东五市海水淡化与综合利用产业升级发展。

来自胶东五市的海水淡化与综合利用领域的设计研发、生产制造、配套服务企业以及有关科研机构等 50 家单位参会并成为首批会员。

记者了解到，青岛市海水淡化与综合利用产业发展走在全国前列，2005 年被国家确定为海水淡化与综合利用城市和产业化基地，2013 年被确定为国家海水淡化试点城市。青岛市建成海水淡化装置 5 套，设计淡化水能力达到 22.4 万吨/日，占全国近五分之一、全省近三分之二，建成海水直接利用装置 2 套，年海水直接利用量 14.3 亿吨。

## 国内首台海上风机单柱复合筒试验基础安装

中国电力报电气周刊 2020.8.27

**本报讯（记者简悦 通讯员刘永刚）**报道 8 月 22 日，江苏道达风电设备科技有限公司（简称“道达风电”）在如东 H8 海上风电场完成国内首台单柱复合筒型基础的安装作业，标志着新型单柱复合筒型基础在海上风电项目的成功应用。

道达风电从 2018 年起开始研发全钢型单柱复合筒型基础，结构形式采用负压筒与单桩相结合的方式。研发历时两年多，全钢型单柱复合筒型基础在广东阳江、江苏如东等海上风电场即将开始批量化应用，该次作为试验项目首先在如东海上风电测风塔工程中得到应用，

完成了产品中试。该项目筒型基础直径 20 米、筒高 6 米，作业水深 18 米，采用了“驳船运输 + 浮吊吊装 + 负压沉放”的施工工艺，海上沉放安装作业时间 4 小时，安装垂直度 0.008 度。其安装方式为广东阳江海上风电场单柱复合筒型基础的大规模应用积累了宝贵经验。

道达风电专注于海上风电场规模化开发建设，以具有自主知识产权的复合筒型基础及一步式安装技术为海上风电开发商提供工程解决方案。通过多年坚持不懈的研发及试验，实现了海上风电带基础的整机运输安装方式，有效的减少了海上作业时间、作业船只及人员，大幅减低海上安装成本，为实现海上风电平价上网奠定良好的基础。

## 我国海上风电首次实现单桩浮运与沉桩

中国能源报 2020.8.3

本报讯 7 月 28 日，三航新能源公司在江苏鲁能如东 H14#海上风电场 2#基础施工中，在亚洲首次成功实现大直径单桩浮运与沉桩，这标志着三航局已完全掌握大直径单桩浮运施工成套关键技术。

目前，国内海上风电建设如火如荼，正处于“抢装潮”的关口，面临船机资源紧缺，上网电价下行的压力，大直径单桩是海上风电建设的主要基础型式，传统的驳船运输与沉桩工艺需要占用大量船机设备等资源，成本较高。为降本增效，针对无过渡段单桩和桩顶沉桩保护法兰的特点，三航新能源风电研发团队通过技术攻关、方案设计，研发了集封堵、防翻转、拖航、浮力扶正于一体的大直径单桩封堵器，同时为保证运输过程中的风险管控，开发了具有密封检验、姿态控制、进水感知的智能化控制系统，并形成配套的施工工艺。

江苏如东 H14#海上风电场项目位于如东近海海域，竹根沙东侧。2#风机基础离岸约 44km，单桩直径 5.5m，桩长 72m，桩重 627t，泥面高程 -10.3m。7 月 28 日下午单桩入水、出港、编队，拖航 5 小时抵达机位，再利用主起重船“三航风范”通过浮力扶正技术实现单桩的翻身，最终实现沉桩作业，经检验桩体垂直度 0.9‰。

本次大直径单桩浮运技术的成功实施，为海上风电大规模开发单桩基础的运输提供了更加有效的途径，也为将来海上风电超大型结构的转运方式提供了一种新思路。（杨洪戟）

## 挪威国家能源公司拟开发全球最大海上风电项目

中国能源报 2020.8.31

本报讯 据路透社报道，挪威国家能源公司 Equinor 日前向巴西申请环境许可证，计划在巴西开发全球最大海上风电项目。

据悉，这个规划中的项目名为 Aracatu，距里约热内卢东南 20 公里，场址水深 15 到 35 米，总装机规模为 4—4.66 吉瓦，将分两期建设。根据规划的装机规模，Aracatu 项目将超过目前正在英国北海开发的 3.6 吉瓦的 Dogger Bank 海上风电项目，成为全球最大的海上风电项目。

巴西联邦环境主管机构 Ibama 公布的信息显示，Aracatu 项目使用的海域面积达 1173 平方公里，刚好位于 Equinor 公司拥有油气勘探权的区域。据了解，早在 2018 年，Equinor 公司就与巴西国家石油公司（Petrobras）签署了一项谅解备忘录，以共同开发巴西的海上风能领域。

Equinor 公司表示，目前还在寻求更多商业伙伴，合作进行 Aracatu 海上风电项目。

据了解，由于担心项目对环境造成影响等原因，巴西迄今尚未批准任何海上风电项目。不过，业界十分看好巴西的海上风电开发潜力。世界银行曾在对全球海上风电发展的预测中，将巴西列为“最有发展前景的国家”之一。

据悉，西班牙能源巨头 Iberdrola 已经通过当地子公司福尔萨，正在为三个总计装机 9 吉瓦的海上风电项目申请许可。另有巴西当地开发商 Asa Branca 和 Bi Energia 也在分别申请开发 400 兆瓦和 1.8 吉瓦的海上风电场；Petrobras 则正在计划进行 5 兆瓦的试验项目。（穆紫）

