

能 量 转 换

剪 报 资 料

总 30 期
6/2020.6

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. 下一个目标 零碳电网	5
2. 大幅提高“十四五”期间可再生能源占比	7
3. 可再生能源电力消纳责任权重确定	8
4. 我国新能源汽车市场国际吸引力持续攀升	9
5. 韩国启动可再生能源长期计划	11
6. 半数用电取自清洁能源，丹麦如何做到？	11
7. 构建能源高效利用新体系	13
8. 日本何以成为区域能源发展“风向标”？	14
9. 未来军事新能源在哪里	17
10. 构建能源互联 推动清洁发展	18
11. 阳江两大省级实验室启动建设	18
12. 2020 版《BP 世界能源统计年鉴》发布	19
13. REN21：可再生能源应用仍有提升空间	20
14. 《bp 世界能源统计年鉴》2020 版发布	20
15. 《2020 年全球可再生能源状况报告》发布	21
16. 英国可再生能源发展现状速览	22
17. 张北可再生能源接入首都电网	26
18. 《2020 年能源工作指导意见》出台	27
19. 国家能源局提出今年能源发展目标	28

二、热能、储能、动力工程

1. 用功能化纱线织就农用大棚可在雨中发电	29
2. “十四五”电化学储能年复合增长率将达55%	29
3. 我国工商业储能系统首次通过UL9540认证	30
4. “车电分离”，北汽新能源探索换电新模式	30
5. 美科学家揭秘高能效“热”电子	32
6. 2025年铅蓄电池回收率超70%	33
7. 磷酸铁锂电池重回“舞台中央”	34
8. 锂—二氧化碳电池续航能力提升近7倍	36
9. 燃料电池研究又现黑科技	36
10. 以美共同研发廉价高效储能电池	37

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

1. 污水处理能力首超自来水供应量	38
2. 城市污水净化再利用广州出台价格指导意见	39
3. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年9月1日起施行	40
4. 第二次全国污染源普查显示我国主要污染物排放量大幅下降	40
5. 生物质发电投资需关注各地规模和布局	41
6. 移动式垃圾分类投放点现身广州社区	42
7. 生猪粪污综合利用技术	43
8. 烟气脱硝新技术：为大气污染治理作贡献	44
9. 常熟理工学院学子助力菇类废渣再利用	44
10. “智慧+区域能源”助力余热余气回收利用	45
11. 两部门明确畜禽粪污还田利用标准	46
12. 广州将充分利用雨水海水再生水	47
13. 广州将大力推动非常规水源开发利用	48

四、太阳能

1. “人造太阳”安装首个主部件	50
2. 幸运的少数：用叶绿素造太阳能电池	51
3. 新型冷却系统将太阳能面板效率提高20%	53
4. “十四五”应重视拓展“光伏+”应用场景	54
5. 我国太阳能热电站累计并网42万千瓦	55

五、地热

1. 地热开发利用难在哪？	56
2. 地球科学核心问题凸显地热研究重要性	59

六、海洋

1. 广州将建海水淡化试点 61
2. 海洋经济总量突破 2 万亿元 62
3. 多国专家联手研究波浪能潮流能技术评估方法 63
4. 用深海科考发掘海洋深处的宝藏 64

七、氢能

1. 氢能储运技术亟待破题 65
2. 液氢技术路线能否走得通? 67
3. 大连造“氢芯”正式走向全国 68
4. 氢电列车拉开绿色铁路序幕 69
5. 从“油城”转型“氢城”广东茂名人才与产业积极互动 69
6. 业内急盼涉氢检测标准加速统一 71
7. 德国通过国家氢能源战略 72
8. 氢燃料电池电堆技术寻求突围 73
9. 借鉴国际经验 找准我国氢能发展路径 75

八、风能

1. 以基地式、规模化理念开发风电光伏 77
2. 丹麦计划十年内兴建两座“风能岛” 78
3. 没有扇叶也能借风发电这项成果卖了 260 万元 79
4. 风电制氢路在何方? 79
5. 世界级风电产业基地集聚成型 81

九、核能

1. 《关于加强核电工程建设质量管理的通知（征求意见稿）》发布 82
2. 我国第四代核能系统革新取得重大突破 82
3. 《中国评价核数据库》最新版发布 83

十、其它

1. 煤炭的未来在于清洁高效转换 84
2. 探索电力行业轻资产高附加值发展模式 86
3. 继亿吨级大油田之后渤海湾又有大发现 87
4. 挖掘潜力 物尽其用——我国持续推进煤层气产业发展 88
5. 2019 年我国发电机组可靠性达 90% 以上 91
6. “十四五”能源规划应提高天然气发电比重 91
7. 中国工程院院士袁亮：废弃矿井“有宝可挖” 96
8. 张玉清：天然气有望成为第二大能源 98

行业动态

1. 在国际上首次制备大尺寸高指数晶面单晶铜.....	99
2. 中科院大连化学物理研究所 研发出新一代全钒液流电池电堆	100
3. 日开发氮化镓单晶基板量产法	101
4. 我国百万空冷发电技术世界领先	101
5. 电动汽车无线充电迈出产业化关键一步	102
6. 锂流电池即将问世	104
7. 国家海洋技术中心服务广东海洋可再生能源利用	105
8. 全球最大电子束处理工业废水项目建成投运	105
9. 澳洲将 CO ₂ 废气转化为工业原料	106
10. 南海局“风信子浮标”海试效果良好	106
11. 广州将建海水淡化试点	
11. “澎湖号”波浪能发电装置测试完成	
12. 中石化将在广州建 20 座“五位一体”加氢站	107
13. 日法公司合作开发浮式风电	108
14. 世界首座浮动核电站投入商业运营.....	109

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

下一个目标 零碳电网

——英国国家电网发展简述

中国电力报能源周刊 2020.6.6

历经百年发展和数次改革，英国电网形成了较为成熟的管理体系，被称为全英国最伟大的成就之一，英国国家电网公司也被视为一流的国际电力与燃气公司，是全球最大的公用事业单位之一。现在，随着全球能源格局的变化，英国电网也在不断推动变革，探索技术和工程解决方案，以提供更清洁、更绿色的能源系统。他们已经定下了最新目标：零碳电网。

国家电网的诞生

经历了第一次世界大战后的英国进入了一段凄凉的时期，电力行业需要更便宜，更可靠的能源供应，以及实现这一目标的新方法。

1925 年，威尔勋爵主持了一个委员会，提议发展中央电力委员会（CEB），该委员会将连接英国最高效的电站，将与“国家电网”建立联系。1926 年，这些建议被接受并成为公认的法律。

1935 年，英国国家电网诞生了。英国建立了七个电网区域并在主要位置设有控制室，这七个电网分别是新堡、利兹、曼彻斯特、伯明翰、布里斯托尔、伦敦和格拉斯哥。这些电网在预期的时间范围内按照预算建成。两年后，一组控制室工程师首次（未经允许）将所有七个电网合并在一起，国家电网正式开始工作了。

在第一次世界大战后的几年中，英国建造发电厂的频率降低了，煤炭成为定量的燃料来源，与此同时用电量在上升。为了应对这种情况，1937 ~ 1945 年，军营、工厂和机场被安置在主要城镇之外。电网制定了扩展计划，到 1942 年，英国已经拥有 500 英里的新输电线路。

战争时期的电网

战争时期，英国的电力设施受到了破坏，进入了“破坏—重建”循环。在此期间，英国电网的国家控制部从总部移至一个废弃的地铁站。

1940 年，西汉姆变电站遭受到了严重破坏，但仅用了 19 天就完成了重建工作。此后的几个月中，空袭还击垮了富勒姆电站，并对巴特西电站造成了严重破坏。1946 年冬季的降雪量很大，煤炭运输受到干扰，许多发电站燃料供应量不足，英国不断发生停电事故，其中一些断电事故持续时间长达 12 个小时。

1947 年，英国电力行业实行国有化。为了在战时保护能源供应，政府对电力进行了定量分配，国内消费者的使用仅限于早 9 时至中午 12 时，以及下午 14 时至 16 时。

战争结束后，英国电网进入了快速发展期。1950 年，由于电网已经无法满足未来需求，政府启动了一项为期 12 年的项目，安装了 42 米高的塔架和 4000 英里的输电线。

启动改革期待“零碳电网”

自工业革命以来，英国迎来了第一个无煤日，两年后，这个国家的电网运营商正准备在没有任何化石燃料的情况下生活。英国电网可能在 2025 年左右开始，短期内不再需要天然气发电，这与煤炭完全被淘汰的时间一致。英国国家电网公司下属电力系统运营商主管朱利安·莱斯利表示，电网系统希望届时实现“零碳排放”。

虽然天然气经常为英国提供一半以上的电力，但风能和太阳能输出的增加意味着对化石燃料的需求有时会非常低，在大风天甚至低于四分之一。

莱斯利表示，为了消除对化石燃料的需求，英国将需要开始考虑如何立即更换天然气。新的市场规则也需要建立，以保持透明度和竞争性。“所有的这些事情都必须发生，才能实现 2025 年零碳的愿望。在 2025 年，可能只有半个小时也可能只有一个小时实现了‘零碳’；在随后的几年里，这一时间将逐渐被拉长。”莱斯利在接受电话采访时表示。

新技术应对发展难题

为了保持电网系统的平衡，可能需要飞轮和增压电容器等新技术。大型煤炭和天然气发电站都给电网带来了更大的弹性，因为它们拥有重型旋转轴和涡轮机，而太阳能和风能发电站由于依赖天气条件而降低了电网的稳定性。

飞轮储能是通过高速旋转转子来维持电网中的能量，增压电容器或冷凝器可以快速输送大量电力，但容量有限。

彭博新能源金融驻伦敦分析师迭戈·玛奎纳表示：“鉴于英国目前的电池储存能力和未来的容量，我本以为这个问题必须在本世纪 30 年代之前得到解决，但作为一项先发制人的措施，我感觉进步来得非常快。如果没有天然气和煤炭，创建新系统来应对电网的波动以限制崩溃和停电是至关重要的。”

改革与新技术齐发力可能帮助英国实现目标。

英国电力系统运营商（ESO）于 2019 年 4 月 1 日成立，是国家电网公司内部一个合法独立实体，目的是促进英国电力和天然气网络的竞争，从而使消费者受益，同时成立了电力传输（ET）公司。通过这种形式的分离，英国国家电网相信可以更好地满足能源市场需求，并在行业转型中发挥重要作用。

英国电力系统排放量创新低

本报讯（见习记者朱宇婷）报道：根据英国公用事业公司旗下机构 Drax Electric Insights 发布的最新统计数据：5 月 23 日前，英国电力系统的排放量创历史新高。随着英国并网的可再生电力负荷量飙升，取代了对煤炭发电的需求，二氧化碳水平降至历史最低水平。当天，碳强度水平平均仅为每千瓦时 61 克二氧化碳，打破了 2019 年 8 月 17 日创下的 76 克的前纪录。Drax Electric Insight 的数据指出，与 2010 年相比，英国电力行业的碳排放量在 2019 年下降了约三分之二，并预测，随着英国努力在 2050 年实现净零，这一进展将持续到未来。

与此同时，Drax Electric Insight 发布的另一份数据显示，由于风能和光能的大量发电并网以及因新冠肺炎疫情大流行造成的封锁导致需求减少。5 月 22 日，英国批发电价跌至历史

新低，为 -9.92 英镑/兆瓦时。这一数字是 2019 年 12 月 8 日创下的纪录的两倍多，当时价格跌至 -4.62 英镑/兆瓦时。

英国电网确认遭遇黑客袭击

本报讯 见习记者朱宇婷报道 最近，经过英国国家电网公司的调查，一家为英国电力市场的支付提供便利服务的公司—Elexon，确认遭到了黑客的网络袭击。

据了解，Elexon 处于英国电力系统平衡和结算系统的中心，与英国国家电网电力系统运营商（ESO）合作，共同保障英国的电力供应。整个英国的灯并没有因为这次网络攻击而熄灭，但 Elexon 的内部 IT 系统和各链接设备却遭遇黑屏。

英国国家电网公司表示：“针对 Elexon 本身的网络攻击的性质，我们将不得不等待正在进行的调查完成后才能全面了解。现在，这幅图景的碎片已经开始浮出水面。” Elexon 公司 5 月中旬于 Twitter 上公开披露了此次攻击，并表示：“我们目前无法发送或接收任何电子邮件。同时，内部 IT 系统已受到网络攻击的影响。”（于琳娜）

大幅提高“十四五”期间可再生能源占比

中国能源报 2020.6.1

党的十八大以来，我国提出了“四个革命、一个合作”的国家能源发展新战略，坚持清洁低碳、安全高效的发展理念，中国清洁能源产业持续增长，能源结构明显改善，“十三五”期间我国可再生能源新增投资总计约 2.5 万亿元，在过去 10 年中国成为全球可再生能源领域的最大投资国，可再生能源装机规模也持续扩大，目前我国风电、光伏发电装机“双双”突破 2 亿千瓦，均为世界第一。我国可再生能源技术装备水平显著提升，关键零部件基本实现国产化，相关新增专利数量居国际前列，并构建了具有国际先进水平的完整产业链；可再生能源的替代作用日益凸显，极大优化了我国的能源结构，对实现能源安全、大气污染防治以及温室气体排放控制等多重目标均作出突出贡献。

目前我国能源结构仍存在诸多问题，煤炭等化石能源占比还非常高，污染物排放和二氧化碳排放强度过大，给生态环境带来了前所未有的压力。

当前可再生能源技术创新和迭代加速，光伏、风电等可再生能源发电成本已经和煤电接近，“十四五”期间，大幅度增加我国可再生能源投资，是进一步加快清洁能源替代、实现生态文明的根本途径，也是构建清洁低碳、安全高效的能源体系的必然选择。因此，建议：

一是提高可再生能源规划的前瞻性和预见性。“十二五”期间，可再生能源装机规划目标是 4.24 亿千瓦，由于目标过于保守，结果大幅度超预期完成；“十三五”规划到 2020 年可再生能源装机目标为 6.8 亿千瓦，到 2019 年底装机就已达到 7.94 亿千瓦。前几期规划低估了行业变革进步的速度，导致规划形同虚设，随之带来配套设施跟不上、补贴矛盾突出、电网建设滞后等问题。“十四五”规划需承上启下，积极吸取过往经验教训，大胆预测，科学部署，提前谋局。建议将 2030 年我国非化石能源消费规划占比提高到 25%，2050 年实现

非化石能源消费占比提高到 50%，为实现社会主义生态文明和 2050 年实现富强美丽的中国梦提供清洁可靠的动力。

二是“十四五”期间要加大发展西北可再生能源基地项目建设，在全国形成北电南送、西电东送的清洁电力生产供应格局；鼓励分布式可再生能源推广应用，全面推动煤电灵活性改造，挖掘电网接纳可再生能源潜力；支持更多可再生能源发电项目中规划配置电化学储能系统，改善电能消纳，同时加速推进可再生能源制氢等新型能源示范应用。“十四五”期间建议光伏发电新增规模不低于 3 亿千瓦，风电新增规模不低于 1.5 亿千瓦。（朱妍/整理）

可再生能源电力消纳责任权重确定

预计今年全年国内可再生能源电力消费占比将达 28.2%

中国能源报 2020.6.8

本报讯（记者姚金楠）报道：6月1日，国家发改委、国家能源局联合印发《关于各省级行政区域2020年可再生能源电力消纳责任权重的通知》，明确了2020年各省（区、市）可再生能源电力消纳总量责任权重、非水电责任权重的最低值和激励值。

根据《通知》，综合全国情况，共有上海、湖南、四川、云南、青海等10个省（区、市）的最低总量消纳责任权重超过30%，9个省（区、市）最低非水电消纳责任权重超过15%。与2019年实际完成情况相比，东中部省份最低非水电消纳责任权重同比增幅超过“三北”地区。对此，国家能源局相关负责人表示，这将有利于促进新能源跨省跨区消纳。同时，根据最新指标数据，浙江、四川、宁夏、甘肃和青海5个国家清洁能源示范省（区）的最低非水电消纳责任权重有所提升。国家能源局相关负责人指出，此举旨在更好发挥国家清洁能源示范省（区）的引领示范作用。

按照最新指标数据，国家能源局进行了测算评估：预计2020年全国可再生能源电力消费占比将达到28.2%、非水电消费占比将达到10.8%，分别比2019年增长0.3和0.7个百分点，能够支撑2020年非化石能源消费占比目标的完成。

根据2020年5月6日国家能源局印发的《关于2019年度全国可再生能源电力发展监测评价的通报》，2019年，全国包含水电在内的全部可再生能源电力实际消纳量为19938亿千瓦时，占全社会用电量比重为27.5%，同比提高1个百分点。从可再生能源电力消纳量占全社会用电量比重来看，全国8省（区）占比超过40%，其中西藏、云南、青海和四川占比超过80%。从占比增长来看，21省（区、市）同比增长，其中甘肃和福建同比增长5个百分点以上；10省（区、市）同比下降，其中湖北、新疆和广西分别同比下降5.5、4.9和2.9个百分点。在非水电可再生能源方面，2019年全年消纳量为7388亿千瓦时，占全社会用电量比重为10.2%，同比提高1个百分点。从非水电可再生能源电力消纳量占全社会用电量比重来看，全国9省（区）占比超过15%，其中宁夏、西藏、黑龙江、青海和吉林超过18%；从占比增长来看，27省（区、市）实现同比增长，其中西藏、黑龙江、河南和甘

肃，同比增长超过3个百分点；新疆、湖南、宁夏和内蒙古4省（区）同比下降。

基于上述消纳情况，国家能源局组织各省级能源主管部门会同各派出机构以及电网企业，对2020年各省（区、市）可再生能源电力消纳责任权重重新进行了研究测算，正式下达了今年的可再生能源电力消纳权重。

根据《通知》，下一步，国家发改委、国家能源局将进一步协调各省抓好消纳责任权重落实。在信息监测方面，按月监测各省级行政区域可再生能源电力建设进展及消纳利用水平，按季跟踪电网企业调度、交易机构落实中长期电力交易情况；在评估督促方面，初步计划于今年9月组织开展全国可再生能源电力消纳责任权重执行情况评估，并根据评估情况，及时督促各省级能源主管部门、各电网企业、国家能源局各派出机构进一步落实2020年可再生能源电力消纳责任。

我国新能源汽车市场国际吸引力持续攀升

中国能源报 2020.6.8

核心阅读

大众汽车此次投资江淮汽车和国轩高科，凸显出我国扩大开放和继续走全球化道路的决心和行动力，也体现了跨国企业对中国市场的信心。

近日，大众与江淮这对“CP”再次成为人们关注的焦点。5月29日，江淮汽车对外宣布，大众汽车集团计划投资10亿欧元，获得安徽江淮汽车集团股份有限公司母公司——安徽江淮汽车集团控股有限公司（下称“江汽控股”）50%的股份，同时增持电动汽车合资企业江淮大众股份至75%，获得合资公司管理权，实现企业管理模式变革。

“增持江淮大众股份，能让我们获得管理权，这对我们以后在中国的战略执行具有深远意义，提供了更多便利性。”大众汽车集团CEO迪斯坦言。

江淮汽车优势明显

这并不是江淮与大众的第一次合作。资料显示，2017年，双方50%:50%合资成立了江淮大众，成为继上汽大众、一汽-大众之后，大众在华的第三家合资工厂。

然而，作为大众汽车精挑细选的第三位伙伴，江淮大众却并没有如人们所期望的那样瞩目。自成立之后，大众江淮仅对外推出了思皓E20X一款车型，销量却并不理想。乘联会公布的数据显示，该款车型自正式上市之日起至今，销量仅为1639辆；进入2020年后，这款车的产量、销量更是一直为0。

那么，面对成绩不佳的江淮汽车，大众为什么仍愿意持续加码呢？

“本次大众持续加码江淮，或与江淮其拥完整的商用车产品线有关。”一位不愿具名的车企高管告诉记者，中国是世界最大的重卡销售市场，大众想要入场布局，选择江淮汽车的确不失为一个好选择。

记者了解到，目前在售的国产新能源汽车品牌大部分都是中低端车型，而近年来随着快

递行业以及高端行业的发展，国内高端重卡的需求正在逐年递增。大众旗下的两大高端商用车品牌 MAN 和斯堪尼亚瞄准的正是这一领域。

“不仅如此，在资质和产能方面，江淮汽车同样拥有巨大优势。”上述车企高管坦言，无论是传统汽车还是新能源汽车，江淮都拥有生产、研发和销售资质；而在产能方面，2019 年江淮产量虽为 42 万辆，但总产能却高达 80 万辆，这意味着有近一半的产能闲置了。“完整的新能源车生产能力、大量的现成产能优势，同时还没有其他国际大厂合资，江淮汽车对大众来说无疑具有非常大的吸引力。”

入股国轩高科形成协同效应

除了江淮汽车，大众在动力电池领域也为自己的选择了一位合作伙伴。5月29日，大众汽车投资约11亿欧元，收购了国内知名电池生产企业国轩高科26%的股份，成为其第一大股东，并承诺三年内暂无第一表决权。而国轩高科则由此成为大众的认证供应商，为大众在华市场纯电动汽车及 MEB 平台产品供应电池。

“我们现在要准备好应对未来中国汽车市场变化的能力，同时我们的整体业务也需要做出调整和适应。”迪斯进一步表示，选择投资中国第三大电池供应商国轩高科，其中一个重要原因是国轩高科与江淮大众同在安徽合肥，从地缘来看，能够产生非常好的物流和研发协同效应。

对此，业内普遍认为，三者同在安徽合肥，交通便利，容易形成“大众-江淮-国轩”协同效应，而国轩高科的电池生产能力、资源和产能也可为大众在华的三家合作伙伴共用，以此获得电池层面上的资源储备。

“大众通过国轩高科，可以掌握电动汽车最为核心的电池全产业链资源和技术，同时可以收购在整车和动力电池端的既有产能，保证供应安全。”有业内人士表示，国轩和江淮也可由此得到资金，缓解自身财务压力。同时，凭借大众品牌光环和配套效益，国轩高科和江淮也可以扭转在华汽车市场以及动力电池市场上的不利局面，积极尝试自身转型。“但大众最终的目前还是在华建立一个更完整的新能源汽车产业链体系，以便其能更好地向智能化、电动化战略性转型。”

国际化竞争进一步加剧

“大众入股江淮汽车和国轩高科，实现了我国第一次跨国企业参股国有企业的深度改革，也实现了第一次外资公司直接投资中国电池生产企业，背后肯定少不了政府的支持。”上述业内人士表示，这次合作，可以凸显出我国扩大开放和继续走全球化道路的决心和行动力，也体现了跨国企业对中国市场的信心。

“可以说，大众入股江汽控股为外资车企参与国有车企混改树立了典范。”全国乘用车市场信息联席会秘书长崔东树表示。

国家发改委、商务部2018年6月28日发布的《外商投资准入特别管理措施（负面清单）（2018年版）》确定，汽车行业取消专用车、新能源汽车外资股比限制，2020年取消商

用车外资股比限制，2022年取消乘用车外资股比限制以及合资企业不超过两家的限制，为外商企业进入中国车市敞开了大门。

“此次投资决定，正是大众汽车对中国加大外商投资力度政策的响应。”迪斯坦言，良好的政策及市场环境为大众汽车获得江淮大众管理权提供了先机和条件。

此外，特斯拉在上海独资建厂，沃尔沃、宝马等跨国巨头纷纷在我国新能源汽车市场发力，证明我国新能源汽车市场国际吸引力持续攀升。数据显示，今年1-4月，外资车企直接“吃掉”我国品牌新能源市场近两成份额，我国本土纯电动乘用车份额占比降至79%，首次跌破90%。

“在大众的布局里，每一步都是经过深思熟虑的战略选择，是基于对电动化转型的战略研判。”上述车企高管表示，根据大众汽车集团（中国）发布的未来可持续发展规划，2025年，大众计划向中国消费者交付约150万辆新能源汽车。“新能源汽车行业竞争的国际化程度更高了，自主品牌面临的竞争无疑将更加激烈。我们要以战斗的姿态、学习的态度来迎接挑战，同时抓紧提高核心竞争力，才能在未来的新能源汽车产业激战中占据上风。”（黄珮）

韩国启动可再生能源长期计划

中国能源报 2020.6.8

本报讯 据油价网报道，韩国近日公布了一项可再生能源长期计划，将持续减少使用煤电和核电，加大可再生能源电力开发。

根据该计划，到2034年，韩国所有燃煤电厂都将退役，LNG发电所占比重将从目前的32.3%下降到31%；核电站数量将从26座缩减至17座，核电装机在总装机中的比重将降至10%；可再生能源在韩国能源结构所占比例将从目前的15.1%提高到40%。

据了解，目前，LNG在韩国能源结构终占比最大，其次为煤炭。根据韩国制定的发展计划，预计到2030年，可再生能源占比将上升至33.1%。

不过，首尔气候解决方案公司最近发布的一份报告显示，韩国对可再生能源的支持似乎有失平衡。报告指出，韩国对生物质能发电项目的补贴过高，以至于阻碍了太阳能和风能等技术的应用。

报告称，由于直接补贴和其他形式的财政援助，韩国的生物质发电在2012年至2018年间每年增长160%。（仲蕊）

半数用电取自清洁能源，丹麦如何做到？

中国环境报 2020.6.9

日前，丹麦投资促进局携绿色国度（State of Green）、丹麦风能协会（Wind Denmark）举办云分享会。与会代表从丹麦的绿色转型、丹麦风电现状与未来、丹麦风电价值链及机遇3个维度进行了阐述，并宣布今年将加大“吸引技术密集型和知识型绿色投资”力度，向世

界开放绿色投资市场，同时解答了参会媒体的提问。

会上，记者了解到丹麦的清洁能源利用率较高。2019年，丹麦电力消耗的50%来自新能源。其中，风能占据总用电量的46.9%，太阳能为3.1%。目前这一用能比例还在逐年提升。

据丹麦能源机构估计，到2028年，丹麦绿色能源的生产量将超过丹麦的电力消耗总量。目前，丹麦人口不足600万，风力发电的装机总量位居世界前列，是名副其实的世界风力发电大国和发电风轮生产大国。

丹麦可持续能源发展取得较好成果

丹麦今天的绿色成绩单离不开40年来持续不断的努力。上世纪70年代初，丹麦还是一个石油进口大国——国家99%的石油需要进口，这直接导致了丹麦遭受第一次世界石油危机的重创。尽管丹麦政府出台了一系列短期措施以应对石油危机，如周日禁车、减少路灯的使用等。然而这次危机让丹麦意识到，能源发展必须遵循长期可持续的路线进行，要确保国家能源供应安全并提高能源效率，找到合适的能源替代方才是正途。

此后，半个世纪的探索有条不紊展开。1971年，丹麦成立了全球首个环境部；1976年，丹麦出台了首个国家能源计划，提出一系列能源政策倡议和征收环境税的决议；1985年，丹麦议会否定了发展核能的提议，对环境和生态的严格要求为风电的发展创造了千载难逢的良机；1991年，丹麦成为首个建造商业性海上风场的国家；1997年，丹麦通过自己生产的石油、天然气和可再生能源成功实现了能源自给自足——此时可再生能源已占总能耗的18%。

取得阶段性成果的丹麦百尺竿头，提出了更有魄力的计划。2012年，丹麦议会通过了能源协议，宣布到2050年，丹麦将完全摆脱对化石燃料的依赖；2018年又通过新能源协议，承诺到2030年实现可再生能源占总能耗的55%以及电力系统100%使用可再生能源。

继续扩大风能在可再生能源中的份额

国际合作方面，丹麦政府也积极履行绿色承诺。2019年11月，丹麦首相梅特·弗雷泽里克森宣布政界与13位商界代表正式建立“气候伙伴关系”，将共同应对气候挑战；12月，丹麦议会通过了全球首个气候法案，承诺在1990年的基础上，丹麦将实现到2030年温室气体减排70%的目标。而要实现这一目标，丹麦必须继续扩大风能在可再生能源中所占的份额。

丹麦是全球风电行业无可争议的领头羊，从业人员超过3万名，占丹麦总人口的0.5%。世界十大涡轮生产厂家有5家在丹麦，全球每3台风机中有一台产自丹麦。全球大多数海上风场项目中都有丹麦风能产业链积极参与的身影——极具竞争力和国际化的风电公司、全球领先的测试设施、简易的市场准入、丰富的行业经验以及对市场独特的了解，都让丹麦领先一步。

目前丹麦最大的海上风场，也是斯堪的纳维亚地区最大的海上风场Horn Rev 3已于2019年8月正式全面投产，其装机容量为406兆瓦，可满足42.5万户丹麦家庭年用电量。这个风场的投产提高了12%的丹麦风力发电量，也进一步奠定了风能在丹麦绿色转型中的地位。如今丹麦海上风电装机容量为1.7吉瓦，到2021年将达到2.6吉瓦，预计2030年达

到 7 吉瓦。据悉，2030 年前丹麦还要完成 3 个海上风场的建设工作。

丹麦气候、能源与能效大臣约恩森表示，得益于长期的政治支持和企业家的努力，风能已经成为一项具有全球竞争力的技术。这证明了绿色转型的可行性，现在是时候利用丹麦经验，从风能行业开发新的可持续的解决方案，加速世界的绿色转型，应对全球气候变化。他同时欢迎各国机构与丹麦合作，并表示作为陆上风电和海上风电领域的全球风机业务和技术开发中心，丹麦用 40 年的发展培育了精良的风电人才库，投资丹麦等于靠近最完整的风电产业链。

总的来说，丹麦煤炭、石油、天然气等常规能源缺乏，用能不足，但丹麦政府转劣势为优势，充分发挥风力发电优势并取得了瞩目成绩。我国目前风力资源居世界第一，但风电发展相对落后。学习丹麦经验，加快风电发展，无疑是解决我国经济社会发展中能源短缺问题的重要途径之一。（朱育璇）

构建能源高效利用新体系

中国电力报 2020.6.8

这里幅员辽阔、可再生资源富集、新能源发电发展迅猛，是国内新能源发电装机占比和发电量占比最高的区域，创造了“绿电 15 日”全清洁能源消纳世界纪录，新能源利用率从 2016 年的 71% 提高到 2019 年的 92%，已经迈入清洁能源高效利用新时代。

这里是火电、水电、新能源、自备机组、电储能和电力用户全面参与的电力辅助服务市场，已形成发电企业、电网企业、用电企业、独立辅助服务提供商等多方受益的良性循环。

这里是有效发现需求侧响应变化和备用价值，提高系统安全稳定运行的电力市场体系，已开展有偿调峰、启停调峰、共享电储能、虚拟储能、用户侧响应等交易品种，辅助服务市场机制增发新能源电量已突破百亿千瓦时。

三年来，西北区域电力辅助服务市场建设工作持续发力，以各具特色的省内市场为基础、以跨省交易进行优化和补充的西北电力辅助服务“1+5”市场体系已形成，实现了省（自治区）和区域市场的全面覆盖。

秉道直行省（区）电力辅助服务市场全面覆盖

早在 2017 年 5 月，国家能源局西北监管局就成立了由各相关单位共同参加的宁夏电力辅助服务市场建设工作协调推进小组，逐步完善《宁夏电力辅助服务市场运营规则》，同时促进技术支持系统开发工作有序推进。

2018 年 5 月，宁夏电力辅助服务市场进入试运行。彼时，我国电力辅助服务市场依然处于探索期，西北能源监管局结合实际深化市场机制，在公用机组的基础上相继引入了自备机组和负荷侧参与市场，持续发掘调峰潜力、不断完善市场主体和交易机制，取得突出成效。

“青海电力辅助服务市场建设工作的创新点和突破点在于市场规则的设计，创造性地探索实现了网侧共享电储能参与市场交易。”该局相关负责人表示，目前共享储能的交易模式

分为双边交易、集中交易，此外在电网需要调峰资源的情况下，调度机构可以按照电网调用电储能调峰价格，调用储能设施参与青海电网调峰。

自青海电力辅助服务市场进入试运行以来，火电、水电、电储能交易有序开展，在传统的电网侧、发电侧和用户侧储能之外走出了一条电储能参与辅助服务市场的全新路径，将有力促进全省新能源电量消纳。随后，2019年12月，陕西电力辅助服务市场试运行启动，加上甘肃、新疆能源监管办推进的甘肃、新疆辅助服务市场，西北五省（区）电力辅助服务市场已实现全面覆盖。内生驱动省间调峰辅助服务市场实现共赢。

有宏观层面统筹协调、有力引领，有微观层面多点突进、积极作为，加之西北区域省间互济、资源优化配置的基础较好，西北区域省间调峰辅助服务市场相比华北、东北、华东等其他区域市场，内生需求十分强劲，交易电量规模最大，同时在优先省内市场的原则下交易电量也超过了同期五省市场之和。

据统计数据表明，在24小时时段内，61%的交易电量发生在午段（9:00~16:00）时间，与电网运行特点相吻合，同时低价水电调峰资源最先出清，火电企业不断调整报价策略。这一市场结果显示，省间市场充分体现了市场发现价格的作用，符合电网运行规律和经济规律。

三年来，西北电力辅助服务“1+5”市场体系合计增加调峰容量约500万千瓦，有力保障了电力系统的安全稳定运行。以2019年为例，累计增发新能源电量约64.65亿千瓦时，降低新能源弃电率约5个百分点，有效促进了新能源消纳和节能减排，极大缓解了新能源弃电压力。市场主体的博弈能力不断提高，发电企业盈利模式更加完善，市场补偿费用合计19.26亿元，通过市场机制有效缓解有贡献企业的经营压力，进一步推动电力市场交易机制健全和完善。（支彤 李美娟）

日本何以成为区域能源发展“风向标”？

中国能源报 2020.6.15

位于太平洋西岸的岛屿国家——日本，国内化石资源匮乏，所需油气等能源资源几乎全部依赖进口。超低能源自给率与石油危机爆发的双重压力，致使日本成为世界上最早重视能源转型的国家之一。

为确保能源可持续稳定供应，日本政府出台一系列政策法规，大力提倡节约能源，并提高能源效率，由此，区域能源在日本乘势而起，对于推动日本能源利用方式转型升级发挥了重要作用。

通过区域能源相关先进技术与能源系统的深度融合，日本合成化学工厂——大桓工厂，每年可减少25%的运行成本和5%的二氧化碳排放；日本国会议事堂年可削减电力消费量27%，减少二氧化碳排放量27%；日本夏普龟山工厂每月则可减少二氧化碳排放35.5吨，削减电力消费约8.7万千瓦时，诸如这样的例子还有很多。

那么，日本是如何通过发展区域能源，保障经济提速的同时，克服能源短缺问题？又如何在提高能源利用效率的同时，将环境污染程度控制到最低？

近日，在由北京创客能源服务有限公司发起的综合能源服务公益大讲堂上，网能菱重（北京）综合能源工程技术服务有限公司副总经理辻清一分享了区域能源在日本的发展经验。

节能环保问题倒逼日本区域能源发展

日本的区域能源发展史要追溯到20世纪60年代。二战之后，日本经济高速发展，到20世纪60年代末，其已在世界经济形势中占有举足轻重地位。但日本为此也付出了严重环境污染和能源危机的惨痛代价，从而倒逼日本城市区域能源“挑起”节能减排的重担。

据介绍，从20世纪60年代起，日本就在政策层面开始引导发展区域性集约化冷热联供，并将其作为改善城市环境的有效手段。

1967年，日本政府制定颁布了《公害对策基本法》，将区域性供热供冷系统作为重要提案，环保部门后续也直接参与了区域性供热系统的建设与推广工作，从而成为日本区域能源发展的重要推手。

值得注意的是，第一次石油危机的到来打破了日本经济高速增长的格局，降低石油进口贸易依存度成为日本首要解决的难题。为此，日本政府采取了系列举措，其中就特别提到实施区域性供热系统提升能源效率，致力于通过推广区域性能能源系统有效解决本国能源需求量急剧增加、供应严重缺乏的困境。

之后，区域性供热的行业研究与项目不断涌现，空调安装量随之上升，区域供热负荷也在不断增加，城市群普及区域性供热系统的作用得以显现。事实证明，区域能源的普及也恰恰顺应了日本经济发展和人民生活水平提高的必然趋势。

从追求设备效率向系统节能转变

据辻清一介绍，区域能源在日本的发展可谓跌宕起伏。其变迁史可分为创世期、成长期、普及期、低迷期和恢复期五个阶段。

1970年，日本在大阪万国博览会首次采用空调模式进行区域供热（冷），此次尝试正是日本区域能源发展的起点。次年东京新宿都心等地住宅区也开始实行区域空调供热（冷）。随后在1972年，“供热事业法”的制定实施，正式开启了日本区域空调发展的新纪元。

如果说1970—1979年为日本区域能源的创世时期，那么1973年，震撼全球的石油危机爆发随即让日本区域能源发展跌进低谷。

直到1980—1989年，日本全国城市优化进程加快，区域能源发展才逐渐迈入成长期。冰蓄冷、三联供、热泵等新技术开始入驻日本。

1990—1999年日本区域能源稳定发展，正式步入普及期，这段时间也正是日本冰蓄冷技术发展的全盛期。大批区域能源项目，如关西国际机场、大阪OPA项目、关西国际机场大门地标项目、三宫站南地区等相继建设投运，区域能源得到空前发展。

“但自从 1999 年后，日本经历了泡沫经济崩溃后的长期低迷和徘徊，从而导致 2000—2009 年间，区域能源发展再次陷入低迷，至此，三菱集团停止了吸收式冷冻机的生产，开始进入了以大型冷水机组生产为主的阶段。”辻清一说。

2010 年至今，日本区域能源始终处于恢复期，但随着大型冷水机组的投产和运行，设备费用和维护费用昂贵的冰蓄冷技术发展开始走下坡路。

“冰蓄冷技术投资较大，尤其是在维修设备方面费用高昂。而中国目前这项技术的发展正相当于日本区域能源普及期的阶段，日本经验可为中国当下发展冰蓄冷技术提供重要参考。”辻清一说。

据介绍，当前，随着日本区域能源需求的减少，区域能源发展已不再停留单纯地追求设备效率的阶段，而是升级迈入设备更新升级阶段，逐步进入系统整体的节能化和适应环境多元化需求的阶段。

区域能源应用广泛节能减排效果显著

从节能热源系统、热泵锅炉设备节能改造，到热回收型大型机组节能改造，再到热能综合控制系统应用……技术的革新、区域能源的应用推广，无不强调着日本由“低碳化”迈向“脱碳化”的迫切需求和对实现能源转型目标的野心。

相关数据显示，截至今年 3 月底，区域能源应用已覆盖日本 139 个地区。

当前，伴随全球数字经济的发展，区域能源系统也加入了智能化的“大军”。

在我国，“互联网+”智慧能源理念正逐步渗透，相关示范项目也在如火如荼建设中。但不可否认的是，我国在理念认识、技术、政策等层面与日本存在一定差距，日本的实践经验对我国具有非常大的参考价值。

辻清一举例说，智能控制引入方面，索尼仙台技术中心就通过智能控制系统引入控制变频冷冻机台数，智能控制可实现控制一次侧水泵冷水变流量、冷却水变流量和冷却塔变风量。

更深层次的则是引导能源在区域层面的网络化应用，为此，日本 2002、2007 年两次发布相关促进导则，详细阐述了能源面域利用的实施流程、相关法规手续等，并重点探讨了将城市内部广域分散的低品位未利用热能，通过构建区域热网进行有效利用的可能性。做好宏观引导的同时，并颁布一系列激励制度，切实有效推进了各地区域能源的网络化利用。

以东京丰洲码头区域智能能源网络项目为例，2014 年，丰洲码头地区开始构建智能能源网络，其利用智能能源中心和 ICT（信息通信技术）导入，可对设备进行实时最优控制，为区域内 4 个地块提供电、热等综合能源服务。根据预测，通过导入上述智能能源网络，该项目可以实现年二氧化碳减排 3400 吨，减排率达 40%。

据公开材料显示，作为日本的政治、经济和文化中心，东京以 2020 年奥运会为契机，提出了构建智能能源城市的发展意愿。为此，东京都政府还推出了“智能能源区域形成推进事业”的补助制度，计划在 2015—2019 年间投入 55 亿日元，用于补助热电融通网络及热电联产等项目的初期投资费用。（张金梦）

未来军事新能源在哪里

广州文摘报 2020.6.22

今年是美军“零能耗”计划的关键年。美国陆军计划今年应有五座“零能耗”兵营投用，并在本土设施里部署混合动力或低速电力车辆；美国海军希望年内让一半基地“零能耗”，还准备缔造“大绿舰队”，即航母打击群所属舰艇、战机都用核动力和生物燃料。虽然受新冠疫情影响，这些目标很难实现，但美军乃至其他西方军队对新能源的追求依然执着。

战场教训和战争需要

西方军队武装到牙齿，结果对能源依赖也很大。例如美国国防部是全球最大的单一能源消费机构，美国国防部年均消费 125 亿桶石油与 3000 万兆瓦时电力，能源消费量占美国政府占量 80%。

美军在战争中发现，由于高度依赖能源，战场又普遍在基础设施落后的国家，因此能源运输和使用成本极高，且易受袭击。在阿富汗战区，美军每拿到一升柴油，要花费 100 美元运费，且每 50 辆运油车就有 1 辆遭到致命袭击。

这只是低强度战争，如果是大国对抗的高强度战争，美军及其他西方军队不但在海外会遭到攻击，本土也会遭到攻击。如果没有稳定可靠的能源供应，一旦民用电力、油储、炼油厂等设施遭袭，战斗力势必急剧下降。

为降低对传统碳氢能源依赖，降低运输和使用成本，西方国家正在抓紧研发新能源。

花样多 制约大

目前，欧美军界研究的新能源可谓五花八门，生物燃料、太阳能发电已进行实际应用，可控核聚变，陆上和海上小型模块反应堆技术则正在加大力度研究。

生物燃料泛指由生物质组成或萃取的固体、液体或气体燃料，人们常见的秸秆、稻草、花生壳、玉米芯等经过加工都可作为生物燃料。生物燃料不但可以再生，而且不含硫磷，污染小。现在，美军和英军已开始为海空军飞机添加生物燃料，据说效果不错。

太阳能是使用频率日益增加的新能源，美国陆军所说的“零能耗”，实际就是在基地配置太阳能发电系统，不再依赖外部供电。

可控核聚变被认为未来最有希望的新能源，因为核聚变产生的能量远比核裂变能量大，而且地球上可用于核聚变的元素远多于可用于核裂变的。如果地球上的氘 (dāo) 和氚 (chuān) 全部用于聚变反应，释放的能量可供人类使用上百亿年。不仅如此，核聚变产生的反应物是无放射性的氦元素，不会污染环境。可控核聚变反应也不会发生核泄漏灾难。

陆上和海上小型模块堆，实际是传统反应堆的小型化、模块化，优点是成本低、布置方便。若在陆上布置，可以解决偏远基地能源供应；若装在舰船上，能提供近乎无限的续航力。目前，美国通用电气一日立公司研发的 BWRX - 300 水冷自然循环小型模块堆已进入实用状态。（据《新民晚报》）

构建能源互联 推动清洁发展

第三届“清洁能源发展与消纳”专题研讨会召开

中国电力报 2020.6.18

本报讯（记者王怡 支彤）报道 6月16日，CSEE 网络学术报告厅——第三届“清洁能源发展与消纳”专题研讨会开幕式在西安和北京同步召开。本届研讨会主题为“能源互联，清洁发展”，由中国电机工程学会电力系统专业委员会联合学会 6 家专委会共同主办，国网西北分部、南瑞继保承办。开幕式采用现场和网上直播的方式同步进行，有超过 10 万科技人员在线观看会议。

中国电机工程学会理事长、IEC 主席、中国工程院院士舒印彪在致辞中指出，我国能源电力行业坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持新发展理念，深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，积极推动能源转型，在新能源发展和消纳方面取得了显著成绩。新形势下，推动我国新能源高质量发展，构建有中国特色的新能源发展模式，实现能源技术革命和数字革命全面融合，应高度重视传统电力系统理论技术重构，以锐意创新的姿态攻克电力系统发展面临的难题和挑战。

会议开幕式共安排 9 个主旨报告，中国科学院院士周孝信、管晓宏、中国工程院院士刘吉臻、郭剑波、国网公司总信息师孙正运、国网公司国家电力调度控制中心书记董昱、国网公司西北分部电力调控分中心主任张振宇、国网电动汽车服务有限公司副总经理王文、四川省电机工程学会副理事长刘俊勇等作题为《能源转型中构建我国新一代电力系统》《信息物理融合能源系统与能源革命》《海上风电支撑我国能源转型发展思考》《高比例新能源系统特性及影响》《聚力数字新基建 建设能源互联网》《能源互联网场景下的高比例新能源电力系统关键技术研究与实践》《强化电网运行管控 推动能源转型发展》《电动汽车与电网融合发展的实践》《人工智能驱动的电力系统安全辨识与控制》等主旨报告。

据了解，大会将在 6 月 18 日至 7 月 17 日期间线上安排了七个分论坛共 56 个专题报告，重点围绕能源互联网、清洁能源发电并网技术、清洁能源运行控制技术、储能及其在清洁能源消纳中应用、大数据及人工智能等新技术应用、电力信息通信、电力市场与清洁能源消纳相关的最新进展及成果。

阳江两大省级实验室启动建设

一批院士专家进驻，为产业发展提供创新动能

南方日报 2020.6.19

南方日报讯（记者张俊 杨世华）6月18日，阳江市举行先进能源科学与技术广东省实验室阳江分中心（阳江海上风电实验室）、材料科学与技术广东省实验室阳江分中心（阳江

合金材料实验室）建设启动仪式，标志着两大省级实验室阳江分中心正式进入全面建设阶段。目前，两大实验室已完成理事会组建和领军人物选聘、团队组建、法人登记、制度建设、科研项目启动等工作，实验室办公场地及设施已初步完善，选出了理事会常务理事、理事长、实验室主任、学术委员会主任。实验室的建设，将为阳江海上风电和合金材料产业发展注入创新动能。

先进能源科学与技术省实验室阳江分中心和材料科学与技术省实验室阳江分中心分别于2019年8月、10月获省政府授牌，目前两大实验室已吸引了国内能源和材料领域一批顶尖专家资源进驻。其中，先进能源科学与技术广东省实验室阳江分中心（阳江海上风电实验室）由中国工程院院士、中国海洋大学副校长李华军出任第一届学术委员会主任，中国工程院院士、中山大学土木工程学院院长王复明当选实验室主任，浙江大学教授朱嵘华当选实验室常务副主任。材料科学与技术广东省实验室阳江分中心（阳江合金材料实验室）由中国工程院院士、北京科技大学钢铁共性技术协同创新中心主任毛新平出任实验室第一届学术委员会主任，北京科技大学钢铁共性技术协同创新中心首席科学家、教授尚成嘉当选为实验室主任，北京科技大学博士后王学林当选为实验室常务副主任。

阳江合金材料和风电产业发展颇具规模，其中合金材料产业实现了从冶炼到压延、深加工的全产业链格局，正加快迈向千亿级产业集群，风电产业初步构建集资源开发、装备制造、研发设计、检测认证、运维管理、综合服务于一体的全产业链生态体系，正加快建设世界级风电产业基地。两大省级实验室的建设，将会立足产业发展需要，聚集创新人才，加大基础研究和科技攻关力度，突破合金材料和海上风电领域的核心关键技术“卡脖子”问题，为阳江和广东省产业高质量发展提供科技研发支撑。

2020 版《BP 世界能源统计年鉴》发布

中国科学报 2020.6.19

本报讯（记者陈欢欢）6月17日，英国石油公司BP发布2020版《BP世界能源统计年鉴》（以下简称《年鉴》），收集和分析2019年能源数据，重点分析了新冠肺炎疫情发生之前已出现的全球能源新趋势。

《年鉴》显示，2019年，全球一次能源消费增速减缓至1.3%，为上一年度增长率（2.8%）的不到一半。能源消费造成的碳排放量，在2018年大幅增长2.1%的基础上略有缓和，2019年增长0.5%。不过，2018年和2019年的碳排放量年均增长速度均高于过去10年平均增速。

在可再生能源方面，2019年可再生能源增长创下历史新高，占全球一次能源增长的40%以上，高于其他各类燃料。可再生能源在发电领域的占比达到10.4%，首次超越核电。

在油气方面，天然气消费增长2%，远低于2018年的强劲增速，但在一次能源中的占比（24.2%）仍创新高。在液化天然气出口量创纪录的增长（540亿立方米）推动下，天

然气产量增长 3.4%。石油消费增量为 90 万桶/天，约增长 0.9%，低于历史均速。与此同时，包括生物燃料在内的各类液体燃料需求总和达到 1 亿桶/天，为有史以来最高。

煤炭仍然是发电最主要的能源，在全球总发电量中占比超过 36%。不过，受经合组织国家需求急剧下降的影响，2019 年煤炭消费量减少 0.6%，在一次能源中占比降至 27%，为过去 16 年来最低。

这是《年鉴》第 69 次发布。BP 集团首席经济学家戴思攀表示，疫情严重干扰了全球能源市场的运行，希望本年度《年鉴》对助力世界摆脱疫情影响并向净零转型提供有价值的参考信息。

REN21：可再生能源应用仍有提升空间

中国能源报 2020.6.22

本报讯 行业资讯网站“21 世纪可再生能源政策”（REN21）近日发布报告称，尽管近年来可再生能源在全球发展态势良好，但过去 5 年间，其在供热、制冷和交通领域的应用增长缓慢，可再生能源在能源供应中所占比例仍有很大的提升空间。

该报告显示，2013 至 2018 年间，全球每年能源需求平均上升 1.4%，而可再生能源尽管在发电领域取得了瞩目进展，但其在整体能源最终需求上的占比仅从 9.6% 上升至 11%。与电力行业相比，可再生能源在供热、制冷和交通领域的发展则是远远落后。2017 年，可再生能源在供热与制冷、交通领域的使用中只分别占到 10.1% 和 3.3%。

报告指出，可再生能源在当今取得的发展，很大程度上得益于多年前制定的政策和规则，尤其是针对电力行业的改造。但许多在供热、制冷和交通行业存在的壁垒与十年前几乎如出一辙。各国政府亟需制定政策，以创造合适的市场条件。

REN21 执行主任拉娜·阿迪布表示：“我们的报告发出了一个清晰的信号：可再生能源在电力行业的进展仅是大图景中的一个小部分。随着全球能源需求不断上升，可再生能源只在电力行业发展时不够的，整个能源体系需要经历深刻的变革。”

该报告同时指出，与传统经济刺激措施相比，可再生能源和能效投资等“绿色”复苏措施，具有更高的成本效益和投资回报。根据报告，可再生能源能够创造就业、加速发展中国家对能源的获取，以及减少碳排放和空气污染。（穆紫）

《bp 世界能源统计年鉴》2020 版发布

碳排放量持续增长，凸显全球实现净零目标面临巨大挑战

中国环境报 2020.6.23

本报综合报道 近日，英国石油公司（BP）发布《bp 世界能源统计年鉴》2020 版（以下简称“《年鉴》”）。《年鉴》收集和分析 2019 年能源数据，重点分析新冠肺炎疫情（COV-20

ID - 19) 发生之前已出现的全球能源新趋势。数据令人鼓舞，显示世界正在走上一条更可持续的道路，例如可再生能源保持强劲增长的态势。与此同时，碳排放量持续增长等趋势，凸显全球实现净零目标所面临巨大挑战。

《年鉴》显示，2019 年，全球一次能源消费增速减缓至 1.3%，为上一年度增长率(2.8%)的不到一半。能源消费所造成的碳排放量，在2018 年不同寻常大幅增长 2.1% 的基础上，2019 年增长 0.5%，略有缓和。2018 年和 2019 年的碳排放量年均增长速度高于过去十年平均增速。

去年可再生能源增长创下历史新高(3.2 千兆焦耳)，占全球一次能源增长的 40% 以上，高于其他各类燃料。可再生能源在发电领域的占比(10.4%)首次超越了核电。

天然气消费增长 2%，远低于 2018 年的强劲增速，但在一次能源中的占比(24.2%)仍创新高。天然气产量增长 3.4%，这由液化天然气出口量创纪录的增长(540 亿立方米)所推动。

石油消费增量为 90 万桶/天，低于历史均速(约增长 0.9%)；与此同时，包括生物燃料在内的各类液体燃料需求总和达到 1 亿桶/天，为有史以来最高。

受经合组织(OECO)国家需求急剧下降的影响，煤炭消费量减少了 0.6%，在一次能源中占比降至 27%，为过去 16 年来最低。然而，煤炭仍然是发电最主要的能源，在全球总发电量中占比超过 36%。

bp 首席执行官陆博纳(Bernard Looney)在介绍报告时表示：“随着全球逐渐摆脱新冠肺炎疫情的影响，我们感觉正处于一个至关重要的时点。”

“净零的情景是能在 2050 年实现的。当前已经涌现了诸多的零碳能源和技术，挑战在于如何快速推广应用，我对此表示乐观。”他表示，“对于 bp 而言，疫情凸显了我们地球的脆弱性，并提供了切实将地球重建为更好家园的机会。这更加坚定了我们实现目标的决心，即‘致力于到 2050 年或之前，不仅成为净零企业，更将助力世界迈向净零’。”

bp 集团首席经济学家戴思攀(Spencer Dale)表示：“疫情严重干扰了全球能源市场的运行。本年度《年鉴》重点关注新冠肺炎暴发之前能源领域已出现的重要趋势，以期提供有价值的参考信息，助力世界摆脱疫情影响，并向净零转型。”

《2020 年全球可再生能源状况报告》发布

中国电力报能源周刊 2020.6.20

6 月 16 日，21 世纪可再生能源政策网络(REN21)发布了《2020 年全球可再生能源状况报告》(以下简称“报告”)。报告指出，过去五年，可再生能源取得巨大发展，但在供热、制冷和交通领域却进展缓慢。全球总体上对能源的需求仍在不断上升，可再生能源在能源供应中的占比依然有限。

报告显示，在供热、制冷和交通行业，提升可再生能源比例的障碍几乎和十年前一样。“年复一年，我们在可再生能源领域不断取得成功。可再生能源取得了令人欣慰的进展，其增速和竞争力均已超过其他燃料。然而，我们的报告发出了一个清晰的信号：可再生能源在电力行业的进展仅是大图景中的一个小部分。随着全球能源需求不断上升，可再生能源只在电力行业发展是不够的，整个能源体系需要经历深刻的变革。”REN21 执行主任拉娜·阿迪布说。

在新冠肺炎疫情造成大规模经济衰退的大背景下，国际能源署（IEA）预测，2020 年全球与能源相关的二氧化碳排放量将下降最高 8%，但这只是暂时的。《巴黎协定》的减排目标要求今后十年，全球每年至少需要减排 7.6% 的温室气体。

报告指出，全球整体的能源最终需求将持续上升。2013 年至 2018 年间，全球每年能源需求平均上升 1.4%。尽管可再生能源发电领域取得了令人瞩目的进展，但可再生能源在整体能源最终需求上的比重几乎没有增加（2013 年至 2018 年，占比从 9.6% 上升为 11%）。与电力行业相比，供热、制冷和交通领域在这一发展上远远落后。

可再生能源在当今取得的发展成就很大程度上得益于多年前制定的政策和规则，尤其是针对电力行业的改造。但许多在供热、制冷和交通行业存在的壁垒与十年前几乎如出一辙。各国政府需制定更多政策，以创造合适的市场条件。

报告还强调，全球气候影响达到前所未有的水平，影响辐射全球各国的数百万人口，气候影响促使各国政府加强环保行动。（于琳娜）

英国可再生能源发展现状速览

中国电力报能源周刊 2020.6.20

可再生能源在英国发展很快。2019 年，英国可再生能源的发电量占比首次超过了化石燃料发电量，数据显示，2019 年，可再生能源提供了英国 48.5% 的电力，化石燃料提供了 43% 的电力。而在 2012 年，英国仅有 10% 的电力来自于可再生能源。

从今年起，可再生能源成为英国减少碳排放战略的重要组成部分。英国拥有着雄心勃勃的减排目标：到 2050 年实现温室气体零排放。为了这一终极目标，英国需要继续发力可再生能源，使用一系列创新技术，如陆上和海上风电场、生物质发电、太阳能或水电系统。

政府为行业提供的财政支持

在英国，政府设立了一个计划为可再生能源提供财政支持，这些计划包含可再生能源义务（RO）、上网电价（FiT）等，鼓励技术发展和更广泛地采用可再生能源，进而促进规模经济发生的同时降低成本。

为了鼓励建设大规模的可再生能源发电项目，英国政府设立了可再生能源义务，它要求电力供应商从可再生能源中获取越来越多的电力，在项目的整个生命周期中，RO 奖励可再生的产出。

而上网电价则旨在支持 5 兆瓦及以下的小型可再生能源装置。通过安装这些小规模装机设备，发电商每生产一单位的电力就会得到相应单位的电费，任何未在现场使用的电力也可以出售回电网，发电商为此得到额外费用。

目前，英国政府通过电力市场改革，正在制定一项支持可再生能源和其他低碳技术的新计划，称为差价合约。差价合约将逐步取代可再生能源义务配额制，为低碳电力投资商提供了长期稳定、可预期的收益，达到缓解投资压力的目的。

逐步缩小与德国的风电差距

近日，EnAppSys 发布的数据显示，英国已经超过西班牙，成为仅次于德国的欧洲第二大风电生产国。英国占欧洲风电市场总额的 12.2%，与 2019 年相比增长 3%；英国风电装机与上年相比增加 4%，发电量增加 30%，从而导致英国在风电市场的份额明显增加。EnAppSys 主管保罗·维里尔表示，英国海上风电装机量正持续增长，同时很多大型项目正在建设中，这将使英国与领先风电市场的德国的距离逐渐缩小。

欧洲在海上风电的资本支出，在 2015 年突破了 100 亿美元大关，此后一直徘徊在 100 亿~150 亿美元之间。年度资本支出水平预计将从 2019 年的 111 亿美元增加到今年的 138 亿美元，2021 年达到 182 亿美元，2022 年将超过 220 亿美元，而英国则是欧洲海上风电蓬勃发展的主要推动者。

作为海上风电起步最早的国家之一，漫长的海岸线、丰富的风能资源、政府的政策导向让英国的海上风电产业领跑全球。根据今年 2 月 6 日欧洲风能协会发布的《2019 年度欧洲海上风电统计数据》，2019 年，英国和德国新增装机 176 万千瓦和 111 万千瓦占欧洲新增装机的 79%，继续领跑欧洲市场，同时英国海上风电累计装机接近 1000 万千瓦。

太阳能仍处于快速发展期

截至今年 4 月英国已开发地面太阳能电站为 1268 个，累计装机达到 8.57 吉瓦。太阳能发电行业在英国仍处于快速增长时期，不断吸引着新的投资者。今年 4 月，英国大型太阳能电站建设项目再次大幅攀升创下纪录；从规划筛选阶段到已满足建设前规划条件的太阳能项目总量已经超过 8 吉瓦。

为了应对新冠疫情，英国采取了封锁措施，导致空气污染水平下降，晴朗的天空和良好的天气让英国太阳能发电量创下了纪录。

根据谢菲尔德太阳能实时光伏发电跟踪系统的数据（谢菲尔德大学每半个小时跟踪一次太阳能发电量），今年 4 月 20 日，英国太阳能发电创下了 9.68 吉瓦的峰值纪录，满足当时英国近 30% 的电力需求，打破了 2019 年 5 月 13 日创下的 9.55 吉瓦的纪录。

其他可再生能源发展情况

英国政府承诺到 2050 年将温室气体排放量减少 80%。为了实现这一目标，英国的能源系统必须产生负排放——也就是说，它们从大气中移除的碳必须比排放的要多。生物质能的生产和消费，特别是与碳捕捉与封存技术相结合，为英国提供了一条可靠的负排放路径。

生物质能可以来源于任何生物质，也可以来源于可生物降解的废物、食物废物和动物粪便等物质。生物质既可用于火力发电和热能发电，也可以用于厌氧消化的过程，制造出生物气体。这种气体可以直接发电、供暖，也可以被提炼成甲烷注入天然气网络。按照英国低成本减排路线（温室气体减少 80%），预计每年从生物质能获得的能源约为 130 太瓦时，相当于 2050 年英国能源总需求的 10%。

水力发电已经是英国一种成熟的发电技术。各种类型的水力发电随处可见，目前英国致力于研究海洋和波浪技术发电。现在，海洋和波浪能发电工业还处于初级阶段，但在创新上不断取得突破。预计 2020 年后，海洋能源技术将对可再生能源发电作出重大贡献。

相关阅读

“消费者拥有风电场”项目在英国启动

随着人们对房屋供电方式认识的不断变化，一个被称为英国首个“消费者拥有风电场”的项目正式启动。该项目由 Ripple 能源公司牵头，与八达通能源、Co - op 能源两家公司合作，将风电场的电力传输至客户家中。

社区和消费者参与可再生能源项目在英国并不是一个新概念，类似组织还有很多，其中包括莱顿能源合作社和“供电伦敦”等。

莱顿能源合作社拥有 623 个成员，并开发了 62 个社区能源项目。“供电伦敦”是一家非营利性机构，它形容自己具有“社区的授权和资助，安装并管理属于自己的清洁能源的能力”，这家机构的主要业务是使用太阳能光伏板为客户送电。

“供电伦敦”组织帮助社区投资太阳能项目，向电网出售电力获得利润从而使社区受益，还为投资者带来年度回报。每个项目还为年轻人提供市场营销、技术、IT 等各领域的实习机会。该组织首席执行官奥特罗表示：“我们的愿景不仅是安装太阳能光伏板，还分享节能减排的观点，让更多人意识到气候变化的重要性。”

此前，英国类似的社区组织均以太阳能光伏为主，此次 Ripple 能源的“消费者拥有风电场”属于在风电领域的首次试水。

位于伦敦的初创公司 Ripple 能源在 6 月 8 日的公告中表示，威尔士 Graig Fatha 风电场将“归其供电的消费者所拥有”。这台 2.5 兆瓦的涡轮机将于 2021 年投入使用，Ripple 能源与另外两家能源企业合作，将该设施产生的电力输送至消费者家中。为了参与该项目，消费者将享受特定的税费优惠，并且必须购买拥有风电场的合作社股份。购买起始价为 250 英镑，将涵盖风电场的建设费用。

项目产生的电力是免费的，但消费者仍然需要支付帐单，费用来自于税金和电网费用等。根据 Ripple 的解释，客户账单中的电费部分“将反映出来自风电场的廉价而稳定的运营成本，而不是批发市场的电力价格”。Ripple 将向客户收取安排费，而合作社将收取管理费。

Ripple 的创始人兼首席执行官莎拉·海里克在声明中表示：“这种模式向零碳世界的转

变开辟了全新的做事方式。”德里克曾经在丹麦风电涡轮机制造商维斯塔斯工作，她还补充说：“您不能拥有‘一点’煤电或核电站来为自己的房屋供电，但是您绝对可以拥有‘一点’风电场。现在用电模式正在发生巨大的变化，人们正在拥抱这种变化。”

英同最大太阳能公园项目获批准

本报讯 记者手琳娜报道 近日，英国政府批准了开发该国最大的太阳能公园——克里夫山太阳能公园的计划，这是一个庞大的项目，将覆盖肯特北部海岸的大片土地。

据悉，该项目装机 350 兆瓦，耗资 4.5 亿英镑（5.55 亿美元），将使用 88 万块太阳能电池板，并有能力为 9.1 万户家庭供电。项目还将设置一个储能设施，以便在需要的时候向电网供电。英国太阳能贸易协会首席执行官克里斯·赫威特在一份声明中表示，政府对克里夫山公园的决定表明，它承认太阳能可以为英国的能源结构作出重大贡献。赫威特补充说：“这是通往清洁的、可负担得起的可再生能源驱动英国之路的重要里程碑。”

尽管该项目的批准受到了一些人的欢迎，但人们十分关心项目对当地景观和野生动植物的影响。项目开发商表示：“我们已经与当地团体和自然保护机构合作，在方案设计中为当地带来巨大的环境效益。”

英国可再生能源安装市场复苏迹象显现

本报讯（记者于琳娜）报道 据咨询公司 MCS 表示，英国可再生能源安装市场出现“早期复苏”迹象。该公司首席执行官伊恩·里宾表示，随着英国政府取消对新冠疫情的封锁限制，有明显迹象表明英国家内可再生能源安装市场正在复苏。

MCS 一直在与利益相关者社区合作，在封锁期间监测市场状况：发现 4 月份有 90% 的安装人员受到疫情的负面影响。与 2 月份相比，4 月的设备平均调试安装数量下降了 77.5%。然而，与 4 月相比，5 月的平均安装数量增加了 37%。安装人员表示，在放松了封锁限制之后，他们已经重新开始工作。

“3 月和 4 月对所有人来说都是一个令人担忧的时期，但自 5 月初以来，整个行业的情况似乎都在好转。”安装热泵的 Thermal Earth 公司主管尼克·萨利尼说。“不可否认，我们的行业和安装人员受到了这一流行病的严重打击，我们将继续密切监控相关数据。目前的数据显示出一个持续改善的画面。”里宾表示。

莱斯特计划投资 1400 万英镑开发太阳能发电场

本报讯（见习记者朱宇婷）报道 近日，英国莱斯特郡政务委员会将目光投向了一个新的太阳能发电场和碳中和地点，该地点即将新建一个投资逾千万英镑的绿色项目。该项目将位于 Quom 北郊的 Barrow Road，建成后包含 15 个工业生产单位以及一个 10 兆瓦的太阳能发电场。

据莱斯特郡市政厅相关负责人表示：该项目建成后每年将产生近 1 方兆瓦时的电力可供使用。计划中实际用于太阳能发电的部分将占地 13.6 公顷，而项目用地规划总共为 27.5 公顷，其余部分将用于保护和加强生物多样性。莱斯特郡政委会负责财政和资源的成员拜伦·

罗兹强调：“应对气候变化是我们的首要任务之一，因此我们非常认真地对待我们的减排承诺。如果获得批准，这个太阳能发电场将生产清洁、绿色的能源，而建造新的机组将为当地企业提供进一步发展或扩张的机会。”该议员还表示，投资地产领域（包括此次太阳能发电场）是莱斯特郡政委会发展的优先选择，因为这意味着可以创造收入，再重新投入服务业，有助于满足服务行业不断增长的需求。

突破交直流输电“原理性障碍”

张北可再生能源接入首都电网

科技日报 2020.6.30

世界首个直流电网——张北可再生能源柔性直流电网试验示范工程，在经过了168小时调试和试运行之后，于6月29日正式投运。张北地区富集的可再生能源成功接入首都电网，2022年北京冬奥会所有场馆实现奥运史上首次100%清洁能源供电有了保障，北京全市用电负荷的1/10也就此实现清洁化。

“此前所有的电网都是交流电网。”国家电网有限公司有关负责人表示，由于受交、直流输电本身技术特性所限，直流输电主要用于点对点、远距离、大容量电源外送，而不能组网；交流输电则可以满足常规电源送出和电网互联需求，且成本低。

以风电、光伏发电为代表的“随机性、波动性、间歇性可再生能源的大规模接入，对传统输电方式提出了巨大挑战”，按国网公司特高压部主任王绍武的说法，可再生能源接入电网，“遇到原理性障碍”。

对此，国网经研院直流中心主任乐波解释，交流电网需要同时关注有功和无功平衡，功率流向是靠电网的自然阻抗特性分布，可控性差，不灵活；而直流输电能够平抑随机波动的功率，保证负荷平稳供电，更适合大规模可再生能源接入，但由于“直流电流没有过零点，直流断路器、大容量换流阀等设备研发难度大，控制系统复杂”，在柔性直流技术成熟之前，“直流组网很难实现”。

柔性直流(flexible)是20世纪90年代兴起的以电压源换流器为核心的新一代直流输电技术。国网冀北电力建设部主任田生林用“一个完全可控的水泵”来比喻，它能够精准控制水流的方向、速度和流量，从水源地准确地供水给用户；某个水管坏了，可借助其他水管继续供水，“这在传统交流电网是不可想象的”。

田生林分析，这一“柔性”、灵活特征，缘于它采用最先进的电压源型换流器(VSC)和类似集成电路的全控器件(IGBT)，与传统直流采用类似开关的半控型晶闸管器件相比，“可控能力强、功率调节速度快、运行方式灵活”，能够有效抑制交流电压波动，减少功率波动对受端电网的影响。所以是破解新能源大规模并网消纳难题的“金钥匙”。

配制出这把“金钥匙”，却不是一件容易的事情。王绍武指出，柔直技术在大规模可再生能源送出等场景的工业化应用，面临组网技术空白、输电能力受限、运行可靠性低等三大

世界级技术难题，都极具挑战性。

张北柔直工程总投资 125 亿元，新建张北、康保、丰宁和北京 4 座换流站，额定电压 \pm 500 千伏，额定输电能力 450 万千瓦，输电线路长度 666 千米。张北、康保换流站为送电端，接入新能源，丰宁站为调解端，接入抽水蓄能，北京站为接收端，接入首都负荷中心。工程于 2017 年 12 月获国家发改委核准，2018 年 2 月开工建设。

工程采用我国原创、领先世界的柔性直流电网新技术，创造了 12 项世界第一，在上述三大世界级挑战上均取得突破：提出并攻克柔性直流组网技术，建成世界首个真正具有网络特性的直流电网；将柔性直流的输电容量提升至常规直流水平，攻克了制约我国柔性直流发展的关键核心问题；将柔性直流的可靠性提升至常规直流水平，使柔性直流输电的大规模工业化应用成为可能。

国网方面表示，张北柔直工程采用全新的柔性直流电网技术，获得了超越新能源特性和常规输电技术的高可控性，从根本上提高了电网对可再生能源的驾驭能力。大规模清洁能源可不依赖交流电网的有无和强弱，不需要传统能源发电的支撑，直接孤岛接入柔直电网。以柔直电网为中心，“多点汇集”，“多能互补”，“时空互补”，“源网荷协同”，实现可再生能源侧自由“波动”发电和负荷侧可控“稳定”供电，解决“纯”清洁能源大规模消纳难题。

国家能源局介绍，全世界大量待开发的可再生能源都处于电网薄弱地区，张北的问题具有典型性。张北柔直工程的创新实践，开拓了可再生能源大规模开发利用和友好消纳的新道路。国家能源局副局长刘宝华表示，“未来我们还要建设更多、更高水平的柔性直流工程”。
(瞿剑)

推进技术装备攻关 推动储能产业发展 《2020 年能源工作指导意见》出台

中国科学报 2020.6.24

本报讯（记者李惠钰）6 月 22 日，国家能源局官方网站发布《2020 年能源工作指导意见》（以下简称《意见》）。《意见》针对能源消费、供应保障、质量效率、惠民利民、改革创新五大方面，提出了 2020 年主要预期目标。

对于改革创新，《意见》设立的预期目标是，将深入推进电力现货市场连续结算试运行，具备条件的地区正式运行。电网主辅分离改革进一步深化。完善油气勘查开采管理体制，健全油气管网运营机制。能源革命试点深入推进。稳妥有序推进能源关键技术装备攻关，推动储能、氢能技术进步与产业发展。

《意见》强调，能源领域要促创新补短板，培育增强新动能。2020 年要加大能源技术装备短板攻关力度。加强能源技术创新平台建设，组织评选一批首台（套）重大技术装备并推进示范。加强组织协调、资源配置、政策保障和评估调整，确保各项技术装备短板“攻关有主体、落地有项目、进度可追踪”。

《意见》还提出了 2020 年科技创新重点任务，首先是要实施燃气轮机自主创新示范项目，同时依托示范项目建设，推动火电 DCS 控制系统、特高压交直流套管、超临界发电机组高温材料、大功率电力电子器件等自主创新示范应用。此外，还将结合大力提升油气勘探开发力度、天然气互联互通重点工程设备保障等工作，推动深水和非常规油气、天然气长输管线和液化天然气接收站等领域技术装备短板攻关和示范应用。

此外，2020 年还要加大储能发展力度。研究实施促进储能技术与产业发展的政策，开展储能示范项目征集与评选，积极探索储能应用于可再生能源消纳、电力辅助服务等技术模式和商业模式，建立健全储能标准体系和信息化平台。

与此同时，《意见》强调要推动新技术产业化发展。制定实施氢能产业发展规划，组织开展关键技术装备攻关，积极推动应用示范。继续做好“互联网+”智慧能源试点验收工作。加强国家能源研发中心日常管理和考核评价。积极探索区块链等新兴技术在能源领域的融合应用。

国家能源局提出今年能源发展目标

全国能源消费总量目标不超过 50 亿吨标准煤

中国环境报 2020.6.29

本报见习记者邹祖铭北京报道 国家能源局近日印发的《2020 年能源工作指导意见》（以下简称《意见》）指出，今年，全国能源消费总量目标不超过 50 亿吨标准煤，煤炭消费比重目标下降到 57.5% 左右。

《意见》指出，我国在以保障能源安全为首要任务的基础上，坚持以清洁低碳为发展目标。今年，我国持续推动非化石能源发展，非化石能源发电装机目标达到 9 亿千瓦左右；推动能源绿色低碳转型，风电、光伏发电合理规模和发展节奏继续保持，集中式风电、光伏和海上风电建设有序推进，中东部和南方地区分布式光伏、分散式风电加快发展步伐；提高清洁能源消费占比，跨省跨区输电通道重点工程有序推进，通道运行效率和非化石能源发电输送占比进一步提高。

《意见》指出，充分发挥能源的惠民利民作用：今年新增清洁取暖面积 15 亿平方米左右，新增电能替代电量 1500 亿千瓦时左右，电能占终端能源消费比重达到 27% 左右；光伏扶贫等能源扶贫工作持续推进，“三区三州”和抵边村寨农网改造升级完成，西部地区具备条件的煤电机组年底前完成超低排放改造。

此外，《意见》还明确了 2020 年各省（自治区、直辖市）可再生能源电力消纳责任权重；提前部署 2020 年 – 2021 年取暖季清洁取暖以及稳步推进北方重点地区“煤改气”等工作；在抓好能源革命综合改革试点、健全清洁能源消纳市场化机制上也提出了相应要求。

二、热能、储能、动力工程

用功能化纱线织就 农用大棚可在雨中发电

科技日报 2020.6.4

科技日报杭州 6 月 3 日电（洪恒飞 柯溢能 记者江耘）3 日，记者从浙江大学获悉，该校生物系统工程与食品科学学院平建峰研究员课题组首次将摩擦纳米发电机技术应用于农用纺织品中，织成智能化农用纺织品后，利用雨水冲刷时的电子转移与流动产生电流，为智慧农业供能。这项研究已发表于国际期刊《纳米能源》。

实时监测关系农作物生长的参数需要电力驱动，田间地头常常难以铺设管线，而电池续航能力有限且污染风险较突出。如何充分利用自然能为智慧农业供能？这一问题为科学家所关心。

南方地区经常暴雨成灾，对农业生产造成损失。农用纺织品在大棚设施中最为常见，是否可以将其改装成可以遮阴挡雨、保护作物的发电机？产生这一想法后，课题组很快投入实践，对农用纺织品的纱线进行了特殊改造，在大棚表面覆盖了两层特殊材料——导电的碳化钛纳米材料和不导电的聚二甲基硅氧烷。

平建峰表示，改造后的农用纺织品不仅实现了原有的农用保护材料等功能，还能从农业环境中源源不断地获取能源，为智慧农业提供驱动力。实验数据显示，在 9.5 牛顿的连续力作用下，3 厘米长的纱线就能产生 7.7 伏的电压。

“这两种材料具有良好的生物相容性，而且整个制备过程易于规模化和工业化。”平建峰介绍道，未来通过连接储能设备，这些改造过的农用纺织品不仅可以为种植业和畜牧业提供保护，还可以为物联网感知器件源源不断地输送电能，便于开展农业信息的无源监测和实时提供天气信息。

“十四五”电化学储能年复合增长率将达 55%

中国能源报 2020.6.1

本报讯（记者苏南）报道：近日，中关村储能产业技术创新联盟（CNESA）发布《储能产业研究白皮书 2020》（简称“白皮书”），白皮书显示，2019 年，全球电力储能项目（含物理储能、电化学储能和熔融盐储热）的新增投运规模同比下降 36.6%，中国电力储能项目的新增投运规模同比下降 52.2%，过去一年行业发展步伐放缓。

据 CNESA 不完全统计，截至 2019 年底，中国已投运储能项目累计装机规模 32.4GW，占全球市场总规模的 17.6%，同比增长 3.6%。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为 30.3GW，同比增长 1.0%；电化学储能的累计装机规模位列第二，为 1709.6MW，同比增长 59.4%；在各类电化学储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，为 1378.3MW。

据 CNESA 预测，2020 年电化学储能市场将继续稳步发展，累计装机规模有望达 2726.7MW。“十四五”期间，随着更多利好政策发布，电化学储能应用的支持力度将逐步加大，市场规模年复合增长率将保持在 55% 左右，预计到 2024 年底，电化学储能的市场装机规模将超过 15GW。

我国工商业储能系统首次通过 UL9540 认证

中国能源报 2020.6.1

本报讯 阳光电源储能系统 ST556KWH - 250UD 日前成功通过北美 UL9540 标准认证。德国莱茵 TÜV 向阳光电源颁发了认证证书，这是中国工商业储能系统首次通过该项认证。

储能系统安全是业内普遍关注的问题，相关标准一直在不断完善中。作为全球储能最重要的市场之一，北美地区对储能系统的品质和安规要求极为严苛。

UL9540 是全球第一个储能系统安全标准，也是当下储能系统的最高安全标准。TÜV 莱茵全球电力电子产品服务副总裁李卫春表示，储能系统安全的评估是复杂的系统性工作。即使电芯、电池模组、变流器或其他零部件经过了安全评估，但在系统运行的过程中，也不一定可以完全保障系统的安全。所以在 UL9450 标准体系中，既有对关键零部件的认证要求，又有对系统进行全面的安全评估。（王鑫）

换电模式迎来高速发展“临界点”

“车电分离”，北汽新能源探索换电新模式

中国能源报 2020.6.1

日前，北汽新能源与法电长丰（三亚）能源有限公司在海南三亚举行首批换电项目签约仪式，正式启动海南换电市场布局，预计今年 8 月底，将在三亚建成运营 4 座换电站，为 400 辆网约车提供服务；到今年底，将共同推动在三亚、海口等地进行不少于 2000 辆北汽新能源换电出租车、网约车市场推广。

今年以来，新能源汽车充换电基础设施利好政策频出，从“新基建”提出，到新能源汽车补贴新政鼓励“车电分离”“换电”等新型商业模式，行业迸发出更多活力。业内认为，换电模式有望进入高速增长阶段，并与充电模式协同，共同做大新能源汽车基础设施“蛋糕”，为用户提供便捷服务。

谋求“二次破局”换电模式有望进入高速增长阶段

在鼓励新能源汽车消费方面，海南省一直走在全国前列，也是我国首个提出 2030 年“禁售燃油车”时间表的省份。因此，推动新能源汽车发展的共同意愿，让各方达成合作。

据了解，目前北汽新能源在三亚、海口已投放出租车、网约车及私家车 20000 余辆，预计在 7 月新增换电车型“EU5 快换版”投入市场。北汽新能源将积极配合海南省政府快速

布局、快速落地，助力海南省“国家级新能源汽车全域应用示范区”成为引领中国新能源汽车产业发展的典范。

未来，法电长丰将在三亚市及海南全岛投资、运营换电站，为北汽新能源在海南省布局的换电车辆提供独家换电服务。同时，北汽新能源为合作项目提供换电站产品及电池增值服务，携手为三亚市乃至海南省新能源汽车推广提供强大引擎。

充换电设施建设是新能源汽车产业发展的保障。随着城市公共交通和私人交通对快速补能的需求愈发强烈，换电模式的优势更为凸显。日前，四部委联合发布的《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》明确，采取换电模式的新能源乘用车补贴不受最高30万元门槛限制，并对“车电分离”“换电”等新型商业模式予以鼓励。在5月25日的两会“部长通道”采访活动上，工业和信息化部部长苗圩明确表示，将从需求侧和使用侧鼓励换电模式发展，加大充换电基础设施建设，进一步提振了行业信心。

“经过10余年持续攻关，我们已经成功实现3分钟换电，比燃油车加油的速度更快。不仅如此，北汽新能源设定的3.0版本换电站，可在换电设备和云平台上完成操作，届时，换电只需要1分钟。”北汽新能源党委副书记、新闻发言人连庆锋表示，北汽已经突破了换电技术，并开发培育了成熟的对公换电市场。

官方信息显示，北汽新能源早在2016年就启动了换电站的建设运营。截至今年4月，北汽换电站已走进北京、厦门、广州、昆明、海口等15个城市，在全国建成换电站200余座，累计投放1.7万换电车辆。

“随着国家政策的大力支持，换电模式已经迎来了高速发展的临界点。”连庆锋表示，换电站网络布局是北汽新能源的一个重要战略布局，未来将以北京、厦门、海南为重点推广并建设区域，打造可供全国示范参考的能源管理与服务、动力电池梯次利用的“样板间”。

探索车电分离 推动我国新能源汽车产业加速发展

好的商业模式是换电模式破局的关键。值得一提的是，北汽将通过海南项目，在出租车领域首次实现“车电分离”的商业模式。

所谓“车电分离”模式，是剥离了整车价值和动力电池价值，车主可以通过电池租用方案、购买换电套餐等方式拥有和使用车辆，该模式能有效降低电动汽车的初始购置成本，且支持动力电池持续升级更换，使消费者享受技术迭代的红利。

无独有偶，电池企业巨头宁德时代日前也表示，正在探索车电分离模式，拓展电池后市场维修保养新业务。

“电动汽车平台、电池包以及换电设备将逐步走向标准化，届时，换电站可以服务市面上的多数车型，发挥其规模化优势，运营效率和盈利能力将充分凸显。”在北汽相关人士看来，在“后补贴时代”，换电模式是推动新能源汽车产业发展的创新商业模式之一，将加速我国新能源汽车产业发展。

充换电模式寻求协同“新基建”带来更多想象空间

自“新基建”提出以来，新能源汽车充换电基础设施迎来了更多的关注和资本投入。那么，充换电两种模式该如何定位？

事实上，官方早已明确，《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》（征求意见稿）指出，形成“慢充为主、应急快充为辅的充电网络，鼓励开展换电模式应用”的能源补给形式。

2019年底，工信部副部长辛国斌在“新能源汽车换电模式研究座谈会”上也强调，充电与换电两者模式不是对立的关系，各有优势和特点，应鼓励包括充电、换电在内的各种新能源汽车电能补给模式共同发展，不断提升新能源汽车的使用便利性。

在北汽相关人士看来，换电模式还需要进一步的政策支持。“可参照充电模式，出台对换电模式的补贴及支持政策，同时，进一步明确车电分离的实施细则。”

“善弈者谋势，善谋势者必成大事”。北汽相关人士认为，新能源汽车行业的发展会更加细分，换电模式与充电模式将携手发展，应用于不同的商业化场景，如果充电和换电方式能有机结合，共享基础设施建设的“蛋糕”，对双方来说，都将极大提高自身的生存概率。“到2025年，我国在公共交通及私人领域更多推广换电技术，让终端用户享受车电分离所带来的电池成本及电池全生命周期管理的优势；到2035年，随着电池技术的进一步突破，充电和换电网络将协同发展，一体化运营，大范围布点。”

在“新基建”的东风下，换电模式也被赋予更多的想象空间。北汽相关人士表示，北汽新能源换电站的3.0版本，作为未来规划，可以参与到无人驾驶车领域。“未来自动驾驶技术的普及，让空闲的电动汽车自动补能成为可能，配合全自动换电技术，可以实现低电量车辆自动发起（用户发起）补能指令——车辆自动导航至附近的换电站——设备自动完成换电操作并结算——车辆自动返回约定地点的使用流程，提供给用户快速、无感的极致补能体验。”（卢奇秀）

美科学家揭秘高能效“热”电子

参考消息 2020.6.7

【英国科学新闻网站6月4日报道】题：最新发现揭秘能效更高的“热”电子
高能“热”电子有望帮助太阳能电池板更有效地收集光能。

但一直以来科学家都无法测量那些电子的能量，致使对它们的利用受限。美国珀杜大学和密歇根大学的研究人员发明了一种分析这些能量的方法。

珀杜大学电子与计算机工程学院特聘教授弗拉基米尔·沙拉耶夫说：“热电子的理论模型很多，但关乎它们长什么样从未有过直接实验或测量。”沙拉耶夫在这项合作研究中负责珀杜大学团队。

在4日出版的美国《科学》周刊上发表的一篇论文中，研究人员演示了利用扫描隧道显微镜结合激光和其他光学元件的技术揭示热电子能量分布的一种方法。

珀杜大学电子与计算机工程学院博士生、论文的主要撰稿人哈沙·雷迪说：“测量能量分布意味着量化一定能量下的电子数量。”

热电子的产生途径通常是用特定频率的光照在纳米结构的金或银等金属上面，激发所调“表面等离子体”。据信，这些等离子体最终会失掉部分能量给电子，使电子变得炽热。

热电子的温度可高达约 1100 摄氏度，但让它们对能源技术有用的是其高能，不是材料温度。在太阳能电池板中，与传统方法相比，热电子的能量可以更有效地转化为电能。

热电子还可以加速化学反应，从而提高汽车中氢燃料电池等能源技术的效率。

雷迪说：“在典型的化学反应中，反应物需要有足够的能量越过一个阈值才能完成反应。如果有这些高能电子，有些电子就会失掉能量给反应物，推动它们越过那个阈值，从而使化学反应加快。”

与雷迪合作的是密歇根大学埃德加·迈霍弗尔教授和普拉莫德·雷迪教授课题组的博士后王坤（音）。他们一起花了超过 18 个月的时间开发实验装置，又花了一年时间测量热电子的能量。

研究人员建立了一个系统，借此研究电荷电流在激发和不激发等离子体的条件下的差别。根据电流的这种差别所包含的关键信息，就能确定金属纳米结构中热电子的能量分布。

把激光照射到有小凸起的黄金薄膜上，就会在这个系统中激发等离子体，从而产生热电子。研究人员把热电子导入扫描隧道显微镜顶端的金电极，并对其能量进行测量。

这种方法可用于促进与能源有关的各种应用。美国陆军研究处项目经理查克拉帕尼·瓦拉纳西对这项研究给予了支持。他说：“这项多学科基础研究揭示了一个测量电荷载体能量的独特方式。估计这些研究成果会在开发未来应用方面起到重要作用，比如能源转化、光催化和光电探测器等，国防部对这些都很感兴趣。”

《铅蓄电池回收利用管理暂行办法》公开征求意见：

2025 年铅蓄电池回收率超 70%

中国能源报 2020.6.8

本报讯（记者姚金楠）报道：6月2日，国家发改委针对《铅蓄电池回收利用管理暂行办法》公开征求意见。根据《暂行办法》，我国将实行铅蓄电池回收目标责任制。目标到2025年底，铅蓄电池回收率达70%以上。

《暂行办法》同时明确，国家实行铅蓄电池全生命周期的统一编码标识制度、关键节点电子台账制度。铅蓄电池生产企业应在铅蓄电池产品显著位置标注符合国家统一编码标准的产品编码，确保每个铅蓄电池的唯一性管理。编码标识标准由市场监管总局会同有关部门组织制定。铅蓄电池生产（进口）、销售、收集、贮存、资源化利用企业（含再生铅企业、大型铅冶炼企业等）应按要求建立台账，记录铅蓄电池的种类、数量、流向等信息。台账的标准样式和保存时间，由国家发展改革委会同相关部门组织制定发布。

依照《暂行办法》，国家将建立“铅蓄电池全生命周期管理信息系统”。铅蓄电池生产（进口）、销售、收集、贮存、运输、资源化利用企业应按照国家统一规定的数据格式和文本样式，记录电子台账信息，并按国家有关规定上传台账信息。

具体到回收、贮存、运输各环节，《暂行办法》指出，在合法经营、分类管理的同时，鼓励铅蓄电池生产企业依托电池销售渠道、售后服务网络、机动车维修网点、报废机动车回收拆解企业等建立废铅蓄电池逆向回收网络体系。鼓励生产企业采用“以旧换新”、“销一收一”等方式提高回收率。专业回收企业、资源化利用企业等，可建立组织化、规范化的废铅蓄电池回收网络；与生产企业签订联合回收、委托回收协议的，其回收量按协议计入相关生产企业的回收量；未签订相关协议的，其回收量按产品生产编码自动计入相应生产企业的回收量。并鼓励铅蓄电池生产企业与销售企业、专业回收企业、资源化利用企业等加强合作，共建废铅蓄电池回收网络体系，提高回收网络运行效率。

比亚迪“刀片电池”市场反响好于预期——

磷酸铁锂电池重回“舞台中央”

中国能源报 2020.6.15

核心阅读：

比亚迪刀片电池推出后，获得众多车企青睐，带动整个磷酸铁锂电池强势回暖。尽管高续航优势仍将助力三元锂电池进一步扩展市场，但当前三元锂电池“一家独大”的局面或发生改变。

比亚迪刀片电池自今年3月亮相后就备受业内关注，近日更是因与宁德时代的“针刺实验”之争频频进入人们视野，引发热议，连带着其市场预期也同样走高。

“目前已有多家国际品牌与比亚迪洽谈刀片电池合作事宜，鉴于市场反馈高于预期，比亚迪已决定着手扩大重庆弗迪刀片电池生产线，从目前6GWh的年产能扩充至今年底的13GWh以上。”比亚迪方面表示，比亚迪刀片电池对外配套的车型也预计在2021年下半年或2022年初陆续上市。

刀片电池“疯狂收割”市场

资料显示，刀片电池是比亚迪于今年3月推出的一款磷酸铁锂电池产品，将长96厘米、宽9厘米、高1.35厘米的单体电池，通过阵列方式排布在一起，就像“刀片”一样插入到电池包里，在成组时跳过模组和梁，减少了冗余零部件，形成类似蜂窝铝板的结构，在提升电池包安全性能的同时，体积利用率也提升了50%以上。

记者注意到，与目前主流的三元锂电池相比，刀片电池由于安全性能高这一特点，一经面世便获得了不少车企的青睐。早在5月14日，比亚迪汽车销售有限公司副总经理李云飞便在微博透露，刀片电池已正式“落户”某国际品牌。而今比亚迪方面更是直接表示，“大家能想到的电动车品牌都在找我们洽谈合作”。

“一开始我们就计划投入四条生产线，后来为了应对激增的预定量，又增加了两条生产线。最近根据总裁王传福的安排，我们工厂准备在近期再增加两条生产线。”位于重庆璧山区的弗迪电池工厂工作人员表示，即便如此，璧山工厂今年的产能也已经被预订一空了。

据了解，弗迪电池工厂是目前比亚迪“刀片电池”唯一的生产基地，该工厂总投资100亿元，规划年产能达20GWH。目前已投产1条生产线，第二条还在调试中，计划年内投产8条生产线。“随着市场需求的增加，接下来比亚迪还将通过改建现有工厂生产线及新建生产线进一步扩大刀片电池产能。”弗迪电池公司副总经理孙华军介绍道。

安全性不足是竞品“硬伤”

面对刀片电池“疯狂收割”市场这一现象，业内普遍认为，三元锂电池性能的不稳定或是“助攻”因素之一。

“众所周知，安全事故是新能源汽车产业发展的致命隐患，而新能源汽车安全事故的本质是电池热失控。而在近年发生的电动车起火事故中，搭载三元锂电池的电动车起火次数远高于磷酸铁锂电池。”有业内人士告诉记者，虽然目前新能源汽车电池的主流是三元锂电池，宁德时代也凭借三元锂电池也连续三年拿下全球动力电池出货量冠军，但在补贴退坡、安全事故频发等因素的影响下，三元锂电池在市场上的优势已在逐渐减弱。

而孙华军也通过了一组数据展示了磷酸铁锂材料与三元锂材料在安全性上的区别：“在500℃的温度下，磷酸铁锂材料结构仍非常稳定，但三元锂材料在200℃左右就会发生分解，且化学反应较剧烈，会释放氧分子，更容易引发热失控。”

“三元锂电池之所以能在有明显缺陷的情况下横扫整个动力电池市场，主要有两方面原因，一是因为整个行业对能量密度的非理性追求，二是因为它的对手实在太弱。”上述业内人士坦言，在此背景下，刀片电池的横空出世势必将改变这一局面，“现在比亚迪和特斯拉都选择在磷酸铁锂电池领域发力，再加上其显而易见的低成本和高安全性优势，目前磷酸铁锂电池已逐渐在新能源乘用车领域内‘回暖’，获得了越来越多主机厂的关注。可以说，刀片电池不仅是比亚迪，更是磷酸铁锂电池重回市场的关键之作。”

动力电池技术路线之争再起

然而，纵使刀片电池在安全性上的优势十分明显，但由于此前行业过于追逐高能量密度，目前三元锂电池在市场上仍然占据主导地位——即便是比亚迪，在乘用车领域大部分车型上搭载的同样是三元锂电池。

“从能量密度等方面看，磷酸铁锂电池始终有局限性。比亚迪汉EV能够做到600公里的续航里程已经非常不错了。但从目前电动汽车产业发展趋势来看，消费者出于习惯，仍然更倾向于购买续航里程更高的车。”一位不愿具名的车企员工告诉记者，现阶段高续航仍是影响消费者选车的重要因素，因此在短期内，三元锂电池的市场主流地位难以改变。

但不可否认的是，市场对磷酸铁锂电池的关注也在逐渐攀升中。资料显示，在最新一批的工信部新能源车型申报目录中，搭载磷酸铁锂电池的车型占比已悄然攀升至25%。业内

普遍认为，在刀片电池的强势进攻下，沉寂多时的动力电池市场技术路线之争必将战火再起，谁能胜出还需拭目以待。

“比亚迪对市场的发展有自己的判断，除自身需求外，随着电池零部件的对外放开，刀片电池未来还会有很大的增长空间。”李云飞透露，未来几年，比亚迪的大改款车型都有望搭载刀片电池，“相信在2021年下半年到2022年，大家会看到更多国际知名品牌的车型逐渐选用比亚迪的刀片电池。”（黄珮）

锂—二氧化碳电池续航能力提升近7倍

中国科学报 2020.6.10

本报讯（记者张行勇）西北工业大学纳米能源材料研究中心谢科予团队研制出同等体量续航能力提升近7倍且材料更加环保的锂—二氧化碳电池。相关研究成果发表于《先进材料》《先进能源材料》。

据谢科予介绍，与目前已经大量商业化应用的锂电池相比，锂—二氧化碳电池最大的优势就是具有更高的能量密度。实验数据显示，其容量比是锂电池的7倍多，假设现在使用的手机电池可以续航3天，未来使用同等重量、同等体积的锂—二氧化碳电池或许可以使用21天甚至更久。此外，锂—二氧化碳电池利用二氧化碳气体提供电能，在整个能量转换过程中，比传统的锂电池更加绿色环保。在一些二氧化碳浓度高的特定环境中，比如火星表面、深地深海等极端环境等，使用锂—二氧化碳电池进行探索，可以“就地取材”。

在材料方面，谢科予团队和新加坡国立大学教授Loh Kian Ping合作，共同设计了一种结构稳定的共价有机框架，他们首次将其作为气体电池扩散层引入锂—二氧化碳电池中，有效提高了电池的充放电循环效率，并极大地缓解了电池充放电过程中传质速度慢等问题。

“后续我们可能会围绕锂金属负极方面做一些保护，更好地提高电池循环效率。”团队成员周丽娇说。除此以外，团队未来还试图用固体聚合物替代现有的电解液，为锂—二氧化碳电池提供更多应用场景。

燃料电池研究又现黑科技

中国电力报能源周刊 2020.6.20

近日，美国华盛顿州立大学的研究人员对固体氯化物燃料电池（SOFC）的研究取得了关键进展，这项高效能、低污染的技术可能会成为汽油燃机的可行替代。

燃料电池与环境友好

在吉恩和琳达化学工程和生物工程学院的在读博士研究生Qusay Bkour和Su Ha教授的带领下，研究人员开发出了一种独特且廉价的纳米颗粒催化剂，使燃料电池能够将汽油等液体燃料转化为电能，而不会在电化学过程中熄火。这项研究可能会引起一定的环境效应——导致高效率的汽油动力汽车降低二氧化碳排放量，以此达到减缓全球变暖的效果。

据了解，燃料电池提供了一种清洁高效的方式将燃料中的化学能直接转化为电能。它们与电池相似，因为它们有阳极、阴极和电解液。与电池不同的是，燃料电池只提供它们之前储存的电力，只要它们有燃料，就可以提供持续的电流量。因为，燃料电池靠电化学反应运转，而不是活塞做机械功。燃料电池可以比我们汽车里的内燃机效率更高。例如，当氢被用作燃料时，所产生的唯一“废物”即是水。

研究突破诸多燃料限制

尽管氢燃料电池技术前景被看好，但将高压氢气储存在燃料箱中会带来巨大的经济和安全挑战与纯氢燃料电池不同，开发的 SOFC 技术可以使用多种液体燃料，如汽油、柴油，甚至生物基柴油，并且不需要在催化剂中使用昂贵的金属。以汽油 SOFC 为动力的汽车还可以使用现有的加油站。

以汽油为动力的燃料电池往往会在电池内积聚碳，从而停止转化反应。液体燃料中常见的其他化学物质（如硫），也会停止反应并使燃料电池失效。

而对于 SOFC 燃料电池，华盛顿州立大学的研究小组使用了一种由银制成的廉价催化剂，添加了元素钼的纳米颗粒。在测试铝掺杂催化剂时，该燃料电池能够连续运行 24 小时。相比之下，普通的镍基催化剂在 1 小时内即失效，（朱宇婷）

以美共同研发廉价高效储能电池

科技日报 2020.6.29

科技日报讯（记者毛黎）以色列理工大学日前表示，研究人员正与美国普利莫斯技术公司合作研发价格更低、效率更高的储能电池，用来存储太阳能和风能产生的电能。该研究有望帮助以色列在未来 3 年内处于世界可再生能源革命的前列。

在全球范围内，可再生能源全面替代化石燃料面临的主要障碍是没有廉价且容量大的能源存储方法。研发中的储能电池采用锌和溴，而非现在手机和笔记本电脑等所用的高价金属锂。

目前普利莫斯技术公司在市场上销售使用溴和锌的储能电池，适用于存储通过风能和太阳能产生的电能。不过，现有产品每个单元（成组出售）存储的能量只有 125 千瓦时。

研究负责人、以色列理工大学机械工程学院助理教授马修·苏斯表示，他的团队已接近在与市场销售的同尺寸电池单元内，存储 175 千瓦时能量的中期目标，相信在为期 3 年的项目结束时，储能 250 千瓦时的电池将进入市场。

苏斯说，他们希望新电池能成为全球重要的储能系统，同时能够帮助以色列的发展，因为那里有溴。资料显示，以色列化学公司已经是世界上最大的溴生产商，2019 年 9 月曾宣布将投资 5000 万美元扩大其设立在死海的工厂的产能。

他认为，以色列阳光充沛，溴产量充足，新储能电池研究项目有望成为推动以色列走在可再生能源革命前沿的催化剂。

根据以色列理工大学与美国普利莫斯技术公司计划，实验室将承担两年研究，公司进行1年商业开发。资金源于美以政府成立的两国工业研发（BIRD）基金会。该机构成立于1977年，旨促成美以两国公司之间的互利合作。

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

污水处理能力首超自来水供应量

广州去年至今16座污水处理厂落成

羊城晚报 2020.6.3

羊城晚报讯（记者梁怿韬、通讯员赵雪峰）报道：广州污水处理能力和自来水供应量，在上月末历史性实现逆转。记者2日从广州市水务局获悉，随着自去年起兴建的16座污水处理厂纷纷落成，广州首次实现污水处理能力大于自来水生产能力之局面。

16座污水处理厂建成投产

据悉，2019年以来，广州市各涉水投资主体积极建设污水处理设施。其中广州水投集团自筹资金建设健康城净水厂、龙归污水处理厂扩建工程（三期）、石井净水厂二期、大沙地污水处理厂扩建工程、沥滘污水处理厂三期工程、西朗污水处理厂二期工程、江高净水厂、大观净水厂，新增污水处理能力156万吨/日；市财政投资并由广州市空港委负责建设花山净水厂，新增污水处理能力7万吨/日；黄埔区政府自筹资金负责建设九龙水质净化三厂，新增污水处理能力2.5万吨/日；番禺区政府自筹资金建设南村净水厂二期、大石净水厂扩建二期、洛溪岛净水厂首期工程，新增污水处理能力15万吨/日；南沙区政府自筹资金负责建设灵山岛尖污水处理厂，新增污水处理能力3万吨/日；增城区政府自筹资金建设增城中心城区污水处理系统、永和污水处理厂四期，新增污水处理能力7.5万吨/日。

据悉，截至今年5月30日，上述16座污水处理厂已全部完工并投产，广州污水日处理能力达766万吨/日。目前广州自来水日产量698万吨/日，广州污水处理能力首次超过自来水供应量。

首次全部消除劣V类水

广州市水务局相关负责人介绍，今年1月-3月，广州9个国考断面全部达到考核要求，鸦岗断面稳定达到IV类水标准，省考石井河河口断面顺利达标。广州首次实现国考省考断面全部消除劣V类水，该成绩的取得和原有污水处理厂与新落成污水处理厂，共同发力有关。

据悉，新的污水处理设施落成，并不是广州治水的终点。广州市水务局相关负责人表示，广州将继续统筹各涉水管理部门，完善配套主干管网，加快污水处理厂生化区的培菌，推进16座污水处理厂正常达产，发挥污水处理设施实效，确保流域内污水全收集、全处理；广州还将系统开展污水处理提质增效工作，充分发挥市河长办统筹抓总作用，持续推进排水

单元达标改造和合流渠清污分流改造，加强污水管网隐患排查整改，减少雨季污水溢流，全力提升污水进厂浓度和处理效能；广州还将按照第8号总河长令的工作部署，全力以赴加快完成违建拆除、小微水体整治等“硬任务”“硬目标”，奋力实现广州“大河小河、长制久清”。

城市污水净化再利用广州出台价格指导意见

南方都市报 2020.6.10

南都讯（记者陈燕 通讯员赵雪峰）南都记者近日从广州市水务局获悉，为规范再生水价格管理，提高再生水利用率，广州市印发《广州市再生水价格管理的指导意见（试行）》（以下简称《意见》），适用于广州市内通过污水处理设施集中式水回用系统生产、销售、使用再生水的单位和个人。

城市污水净化达标后可再利用

《意见》所指的再生水，是指城市污水、废水经过净化处理后，水质达到《再生水水质标准》（SL368-2006）或《城市污水再生利用》系列标准，可应用于城市生态景观、工业生产、城市绿化、道路清扫和建筑施工等方面的非饮用水。

再生水费由再生水营运管理单位直接向再生水用户收取。

经处理净化后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准及广东省地方标准《水污染排放限值》（DB44/26-2001）较严值的再生水，其价格以合理补偿成本、保持合理比价、低于自来水价格为原则，具体标准由供需双方协商确定。

再生水用户对再生水水质有特殊要求、需要深度净化处理的，其再生水价格实行市场调节价，由供需双方协商确定。

《意见》明确，再生水价格由设施运营成本、利润和税金组成，再生水设施运营成本包括输配成本和期间费用。成本和费用根据国家财政主管部门颁发的《企业财务通则》《企业会计准则》等有关规定核定。

由政府投资建设、委托第三方运营的再生水价格，根据双方签订合作协议（委托协议）有关价格约定执行。

再生水和自来水供水系统相互独立

《意见》还明确了再生水运维、管理等其他方面的监督管理责任。依照相关法律法规，市水务部门加强全市范围内再生水利用的指导管理和宣传工作，市场监督管理部门负责查处不明码标价等价格违法行为。

再生水营运管理单位应向城市绿化、道路清扫、生态景观类需水用户主动做好宣传解释工作，积极规划和建设用于工业生产的再生水利用项目，不断提高服务质量和管理水平。

再生水供水系统和自来水供水系统应当相互独立。再生水设施和管线应当设立易于区分的标识，再生水的出水口、取水点及敞开式生态景观利用场所均应设置防护措施，并做好警

示标识，防止误用。

再生水利用项目的营运管理单位应当建立健全安全生产管理制度，加强对再生水管网和再生水处理设施的日常巡查、维修和养护，保障设施安全运行。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》

2020 年 9 月 1 日起施行

百度百科 2020.6.14

2020 年 4 月 29 日，《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》由中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议修订通过，自 2020 年 9 月 1 日起施行。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》是为了防治固体废物污染环境，保障人体健康，维护生态安全，促进经济社会可持续发展而制定的法规。1995 年 10 月 30 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，1995 年 10 月 30 日中华人民共和国主席令第 58 号公布，自 1996 年 4 月 1 日施行。2016 年 11 月 7 日第十二届全国人大代表常务委员会第二十四次会议通过对《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第四十四条第二款和第五十九条第一款等两款做出修改。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》共 9 章 126 条，包括总则；监督管理；工业固体废物；生活垃圾；建筑垃圾、农业固体废物等；危险废物；保障措施；法律责任；附则。

第二次全国污染源普查显示我国主要污染物排放量大幅下降

中国环境报 2020.6.11

本报记者吕望舒 6 月 10 日北京报道 生态环境部、国家统计局、农业农村部今日共同发布《第二次全国污染源普查公报》。与第一次全国污染源普查数据同口径相比，2017 年二氧化硫、化学需氧量、氮氧化物等污染物排放量比 2007 年分别下降了 72%、46% 和 34%。

第一次全国污染源普查的标准时点是 2007 年 12 月 31 日，此次公布的第二次全国污染源普查的标准时点是 2017 年 12 月 31 日。污染源整体情况有哪些变化？

生态环境部副部长赵英民在国务院新闻办当天举行的新闻发布会上说，一是主要污染物排放量大幅下降。与第一次全国污染源普查数据同口径相比，2017 年二氧化硫、化学需氧量、氮氧化物等污染物排放量比 2007 年分别下降了 72%、46% 和 34%，体现了近年来污染防治取得的巨大成效。

二是产业结构调整成效显著。一方面重点行业产能集中度提高，和 2007 年相比，全国造纸、钢铁、水泥等行业的产量分别增加 61%、50% 和 71%，企业数量分别减少 24%、50% 和 37%。另一方面重点行业主要污染物排放量大幅下降，造纸行业化学需氧量

减少 84%，钢铁行业二氧化硫减少 54%，水泥行业氮氧化物减少 23%。

“经济发展质量在提升。企业数量少了，但是产能集中度高了，在产品产量增加的同时，污染物排放量在大幅度下降，也就是单位产品的排污量在大幅下降。”赵英民说。

三是污染治理能力明显提升。工业企业废水处理、脱硫、除尘等设施数量分别是 2007 年的 2.4 倍、3.3 倍和 5 倍。城市基础设施建设成效显著，污染治理能力大幅提升，如城镇污水处理厂的数量增加了 5.4 倍，处理能力增加 1.7 倍，实际污水处理量增加了 2.1 倍，城镇生活污水化学需氧量去除率由 2007 年的 28% 提高到了 2017 年的 67%。

《2020 中国生物质发电产业发展报告》建议： 生物质发电投资需关注各地规模和布局

中国能源报 2020.6.8

本报讯（记者姚金楠）报道：中国产业发展促进会生物质能产业分会日前发布的《2020 中国生物质发电产业发展报告》显示，截至 2019 年底，我国已投产生物质发电项目 1094 个，较 2018 年增加 192 个；并网装机容量 2254 万千瓦，较 2018 年增加 473 万千瓦；年发电量 1111 亿千瓦时，较 2018 年增加 204 亿千瓦时；年上网电量 934 亿千瓦时，较 2018 年增加 162 亿千瓦时。

截至 2019 年底，全国 30 个省（区、市）垃圾焚烧发电累计装机容量 1202 万千瓦，较 2018 年增长 31%。累计装机容量排名前 5 的省份分别是广东、浙江、山东、江苏和安徽省，合计占全国累计装机容量的 58.9%；截至 2019 年底，全国 25 个省（区、市）农林生物质发电累计装机容量 973 万千瓦，较 2018 年增长 21%。累计装机容量排名前 5 的省份分别是山东、安徽、黑龙江、湖北和江苏，合计占全国累计装机容量的 54.3%；截至 2019 年底，全国 25 个省（区、市）累计装机 79 万千瓦，较 2018 年增长 27%，其中广东、江苏、河南、山东、江西及湖南合计占全国累计装机容量的 60%。

《报告》初步预测，今年垃圾焚烧发电装机容量将会按照目前增速继续发展，预计今年年底发电装机容量将会达到 1450 万千瓦，新增项目年补贴需求至少为 16 亿元；今年农林生物质发电项目装机增速将逐步放缓，预计今年年底农林生物质发电装机容量将超过 1100 万千瓦，新增项目年补贴需求至少为 22 亿元。

在增量规模和布局上，《报告》给出预警建议：今年初，财政部、国家发改委、国家能源局联合下发文件明确了以收定支，合理确定新增补贴项目规模；国家发改委对新增项目建设征求意见时提到“建立新增补贴项目建设预警机制”，需引起行业重视；浙江、江苏、福建、广东、山东等省垃圾焚烧发电装机增长迅猛，需引起投资企业重视；在苏北、皖北、鲁西南地区三省交界地域项目布局集中，已形成较为激烈的原料竞争；广西地区林业资源丰富，目前项目因集中上马，布局不合理已凸显，各企业原料竞争较为严重，需引起投资企业重视。

移动式垃圾分类投放点现身广州社区

哪里需要去哪里，解决非封闭式社区垃圾分类难题

南方都市报 2020.6.17

南都讯（记者代国辉）近日，广州海珠海幢街宝贤社区里有了移动式垃圾分类投放点。南都记者从街道了解到，安装了轮子的投放点是一处定时投放点，投放时段一到便出现在居民视野里供投放垃圾，非投放时间里便由工作人员移走，让投放点恢复原状。

太阳能供电照明 水箱满足一天用量

移动式投放点还能实现“哪里需要去哪里”，若居民反馈某处需要设置投放点，它便出现在该处。底部轮子一解锁，投放点马上移动到位，不留“后遗症”。

这个移动式投放点虽不大，只能放下三个桶，但功能却一应俱全。太阳能满足投放点夜间照明，水箱满水状态下足够前来投放垃圾的街坊一天使用，完全不需要从他处引电源和自来水管，恰到好处地避开了垃圾分类投放点建设常常遇见的水电难题。

南都记者现场走访发现，宝贤社区还有多处固定式的定时投放点和一处误时投放点，现场干净整洁无异味，均有守桶员在现场指导前来扔垃圾的居民如何分类。有居民亦是很自觉地将厨余垃圾单独用垃圾袋装好，精准地丢进厨余垃圾桶。

从一份海珠区“全区各街道每日餐厨垃圾收运量情况”表格中，南都记者发现，宝贤社区所在的海幢街在6月9日当天厨余垃圾实际收运量以183%的完成率排名全区第二。南都记者从海珠区城管部门了解到，不仅是当天，海幢街的垃圾分类进展迅速，效果良好，考核成绩常常在全区名列前茅。

网格化基层治理工作机制发挥作用

不同于有物业管理的封闭式小区，南都记者此前在走访市内垃圾分类推进现场的过程中发现，在没有物业管理的非封闭式社区，垃圾分类的推进显得更为困难。楼层普遍不高导致居民对投放点敏感、外来人员流动、空间有限、无电梯方便下楼扔垃圾等诸多因素让无物业管理的非封闭式社区推进垃圾分类步步受限。

宝贤社区就属于此类情况。那宝贤社区如何从众多社区中脱颖而出？南都记者从海幢街道了解到，实际上的原因并不复杂，将垃圾分类工作置于更重要的位置来对待，一套“令行禁止、有呼必应”的网格化基层治理工作机制发挥着作用。

目前，海幢街已经建立了“1+14+N”的基层治理网格化结构模式，“1”是街道党工委、办事处，“14”是以社区划分14个基础网格，“N”是区域难题导向的重点网格。在网格化结构模式下，海幢街告别了垃圾分类仅仅由环监所“单打独斗”推进的局面。14个网格负责人来自街道不同部门的主要负责人，一个街道主要负责人全面参与推进垃圾分类的格局就出现了。

垃圾分类的重要性被提高到了新高度。在“海幢街‘令行禁止、有呼必应’”的微信群

里，南都记者见到，关于垃圾分类的推进问题，被迅速在群里以派单的形式落实到网格力量中，解决问题的进度在群里反馈，让推进垃圾分类过程中产生的问题能迅速得到解决。

将垃圾分类放到更重要的位置上来对待，居民关于垃圾分类的意见能迅速得到回应，宝贤社区的垃圾分类推进得顺利，就得到了超额完成任务的成绩。

生猪粪污综合利用技术

——专访河南省惠农专家在线服务团成员、沈丘县农业农村局研究员王拥庆

河南科技报 2020.6.12

专家简介 王拥庆，河南惠农专家在线服务团成员，沈丘县农业农村局农业技术推广研究员。主持河南省地方标准3项，获全国农牧渔业丰收奖农业技术推广贡献奖1项，国家专利3项，周口市科技进步一等奖5项。

随着我省畜牧业的迅速发展，生猪粪尿污染也日趋严重。那么，如何对生猪粪污进行综合利用呢？6月10日，本报全媒体记者采访了沈丘县农业农村局农业技术推广研究员王拥庆。

王拥庆说，要使生猪养殖业健康、可持续发展，对粪污进行综合利用是关键。应坚持农牧结合、种养平衡，按照资源化、减量化、无害化的原则，对源头减量、过程控制和末端利用各环节进行全程管理，提高粪污综合利用率和设施装备配套率，重点做好以下几方面的工作。

在生猪养殖场建设中，要建设好粪污治理设施，以便对粪污进行收集、储存，粪污暂存池（场）应满足防渗、防雨、防溢流等要求。生猪规模养殖场应建设雨水、污水分离设施，污水宜采用暗沟或管道输送。

储粪场建设规模标准。规模养殖场干清粪或固液分离后的固体粪便，可采用堆肥、沤肥、生产垫料等方式进行处理利用。固体粪便堆肥（生产垫料）宜采用条垛式、槽式、发酵仓强制通风静态堆等好氧工艺，或其他适用技术，同时配套必要的混合、输送、搅拌、供氧等设施设备。猪场堆肥设施发酵容积不小于 $0.002 \text{ 立方米} \times \text{发酵周期(天)} \times \text{设计存栏量(头)}$ 。

沉淀池建设规模标准。液体或全量粪污通过氧化塘、沉淀池等进行无害化处理的，氧化塘、储存池容积不小于单位畜禽日粪污产生量（立方米） \times 储存周期（天） \times 设计存栏量（头）。单位畜离粪污日产生量推荐值：生猪0.01立方米。

在生猪养殖过程中，要提高粪污综合利用率。生猪养殖的投入品要严格接照标准生产，做到微量元素、蛋白质含量不超标，这样既节约了成本又减少了污染物排放。养殖生产管理环节，提倡使用干清粪模式，淘汰水冲式圈舍，使用先进的节约用水设施、设备。

生猪粪污农田综合利用配套农田面积规模标准。采取养殖和种植业相结合的生态养殖模式。根据农业农村部办公厅《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》要求，堆肥、沤肥、沼

肥、肥水等还田利用的，畜禽粪污土地承载力及规模养殖场配套土地面积测算以粪肥氮养分供给和植物氮养分需求为基础进行核算。畜禽粪肥养分供给量根据畜禽养殖量、粪污养分产生量、粪污收集处理方式等确定。

同时，规模养殖场配套土地面积等于规模养殖场粪肥养分供给量除以单位土地粪肥养分需求量。一般情况下，按照1亩地消纳存栏5头生猪产生的粪污量配套土地。同时与承担粪污消纳的农户签订农田土地消纳协议。按照要求，一定要做好生猪规模养殖场粪污消纳档案记录。（杜勇）

烟气脱硝新技术：为大气污染治理作贡献

江苏科技报 2020.6.12

6月10日，在江苏省科学技术奖励大会上，一批医疗、环保等民生领域获奖项目已在相关产业得到应用，产生了不菲的经济效益。由南京理工大学牵头，联合大唐南京环保科技有限责任公司、南京吉纳波环境测控有限公司等共同完成的“高效燃煤燃气烟气脱硝催化剂全生命周期关键技术研发与应用”荣获2019年度江苏省科学技术奖一等奖，是以实现雾霾前驱体氮氧化物超低排放为目标的创新项目。

“人们在烧煤的过程中会排放出氮氧化物，氮氧化物是形成酸雨的主要原因之一。”南京理工大学化工学院钟秦教授表示，加强对氮氧化物的控制是当前大气污染治理迫切需要解决的问题之一。

钟秦告诉记者，这项技术以实现雾霾前驱体氮氧化物超低排放为目标，针对火电燃煤燃气烟气选择性催化还原脱除氮氧化物的钒基催化剂运行温度窗口300℃~400℃过窄的卡脖子难题，历经十余年，原创性提出“氟掺杂产生氧空位自激发活性钒”理论，实现了钒基脱硝催化剂在220℃~550℃高效稳定运行，解决了催化剂生产、运行诊断、再生与回收等关键技术问题，取得了一系列原创性成果。

目前，成果已应用于韩国大荣燃煤电厂、山西凯嘉燃气电厂等重大工程，有效提升了燃煤燃气烟气脱硝水平，近三年累计新增销售收入16.40亿元，新增利税1.79亿元，取得了显著的社会和经济效益。（葛思佳）

常熟理工学院学子助力菇类废渣再利用

江苏科技报 2020.6.12

本报讯（通讯员朱华兵陈颖记者何佳芮）“作为‘创客姑苏’社团的负责人，我一直跟随着徐兵老师探索菇业工厂化栽培模式，经过多次考察，深感菇的世界很大，2019年食用菌年产量达3712万吨，但在高产量的背后也带来了较大的环境处理问题，这一次我们再次走进企业，继续探索菇渣高附加值再利用。”常熟理工学院生物与食品工程学院17级学生汤艺说，“一个上规模的食用菌企业每天产菇200吨，但随之也会产生200吨的废渣，传统

的菇渣燃烧处理方式终将被禁止，如何把废渣变宝是我们团队一直在研究的问题。”

2019年，汤艺组织成立了常熟理工学院“菌果粒”羊饲料团队，团队多次赴工厂实际考察，并结合实验室研究后，形成了一套废渣再利用的处理技术。目前，该技术已获得专利授权2项，发表高水平文章2篇，并制作了完备的商业计划书。项目也在2019年江苏省“互联网+”大赛中斩获二等奖，将继续参加2020年省“创青春”竞赛。

6月8日“菌果粒”学生团队在生物与食品工程学院党委书记凌正飞、团委书记朱华兵、指导教师徐兵的带领下前往宿迁市泗阳县考察多家食用菌企业。考察后，“菌果粒”学生团队与泗阳县农业农村局签订了产业基地建设协议，进一步探索将科技成果落地的有效路径。

凌正飞介绍：“泗阳县十分重视食品农业发展，而学院在农业科技创新，特别是农业工厂化生产方面有着深入的理论和实践基础，希望学院可以利用专业优势助力泗阳县农业科技发展，切实推动产学研深度融合。”

“‘菌果粒’创业团队的学生有着干事创业的斗志，积极向上，用行动彰显青年力量，该项目重点推进菇渣的二次利用，符合‘变废为宝’绿色发展的理念，同时将产品添加进羊饲料，降低养羊户的饲料采购成本，为农户带来了福音。”朱华兵说。

“智慧+区域能源”助力余热余气回收利用

中国能源报 2020.6.15

受疫情冲击，当前我国经济下行压力较大，对区域能源发展提出更高要求。“后疫情时代，区域能源更要在危中见机，提高抗风险能力，寻找发展商机。”近日，在第五届河南区域能源活动日上，河南省工程勘察设计行业协会区域能源专业委员会秘书长、河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司区域能源研究院院长张军锋如是表示。

论坛期间，来自北京、上海、珠海等地的专家和企业家，围绕区域能源相关的源网荷储用及技术、方案设计及投资趋势等分享探讨，并就如何运用自身优势助力区域能源高质量发展建言献策。

致力挖掘余热、余气潜力

目前，国家和各省能源局高度重视从政策上大力支持发展高效节能产业，整合高耗能企业的余热、余压、余气资源，鼓励利用余热采暖、利用余能和低温余热发电。

“在此背景下，我们将煤矿矿井设备余热和矿井乏风余热，采用水源热泵机组、空气源热泵机组、空压机余热回收和瓦斯发电机组进行余热利用。替代原矿井所运行的燃煤（燃油）锅炉和分体空调联合供暖、制冷系统，充分体现了节能减排、绿色环保、可持续发展的设计理念。”中赞国际工程有限公司第一工程院新能源部主任朱延宾介绍道。

记者从会上了解到，通过区域能源模式大力推动余热、余气利用成为行业致力的方向之一。会议期间，珠海格力电器股份有限公司（下称“格力电器”）分享的热泵离心机应用案例，就吸引了与会者聚焦。

据介绍，2019年，在河南省郑州市中牟县小区集中供暖项目中，采用了格力电器的220余套格力超低温模块机，实现了为十几个小区进行集中供暖。银川经济技术开发区5GW单晶厂房采用格力电器的热泵离心机对32℃工业废水进行余热回收，满足了厂区及宿舍区的供暖和热水需求。

“在鞍钢灵山中厚板厂供暖改造项目中，项目方采用了我们的2台热泵离心机，将加热炉工艺流程中净环水产生的30℃废热，提升至65℃，满足了18万平方米冬季供暖需求。经第三方测试，COP达到6.13，在行业处于领先水平。”格力电器商经部产品技术科王宇介绍说。

作为国内最大的中深层地热能利用企业，中石化新星河南公司目前已开发出地热井775口，换热站561座，供暖能力5565万平方米，供暖面积4418万平方米，供暖居民约50万户。

其中，在河南濮阳市、兰考县等多个县市建成投运35个供暖项目，累计建成供暖覆盖面积达792万平方米。“我们使用了地热资源梯级利用体系，采用‘品位对口、梯级利用’原则，实现地热发电、建筑高效供热制冷、工农生产和温泉沐浴的梯级利用，大幅度提高了地热能的转化与利用。”中石化新星河南公司总经理助理兼市场部经理吴军说。

“数据+信息”让区域能源提升能效

当下，如何提升单机设备与系统的能效和运营管控的效率，是业内一直关注的问题。

记者了解到，燕河能源技术（北京）股份有限公司开发的态势慧能智能管控系统（SICS）成效显著，该平台利用物联网、移动网、互联网和边云计算等技术，将区域能源系统的相关运行参数与能耗数据导入系统，通过可视化管理平台（云平台），智能化分析各种关联数据，为工艺过程中的能源利用效率与节能优化管控提供决策依据。

“通过数据分析，在不增加设备设施投入的情况下，系统节能可达5%~15%。”该公司总监王守江说。

一个区域能源项目需要计算几十栋、甚至上百栋建筑的全年逐时负荷，工作量巨大。但只有基于全年逐时负荷数据，才能合理选择设备容量、计算运行能耗，优化冷热源方案。

为此，洛阳鸿业优创信息科技有限公司与中建西北院合作专门开发了“区域能源优化设计软件”。据该公司副总经理罗晓杰介绍，该软件采用EnergyPlus模拟核心，计算单体建筑或建筑群的全年逐时冷热负荷，并建立设备数据库，依据不同区域能源方案、运行策略与价格政策，模拟系统全年运行能耗，生成设备初投资估算表及运行费用报告表，用于指导区域能源、能源站项目的空调冷热源方案选择和优化设计。（张胜杰）

两部门明确畜禽粪污还田利用标准

上海科技报 2020.6.24

据生态环境部官网消息，近日，农业农村部办公厅、生态环境部办公厅联合印发《关于进一步明确畜禽粪污还田利用要求强化养殖污染监管的通知》，明确畜禽粪污还田利用标准，要求加强事中事后监管，完善粪肥管理制度，加快构建种养结合、农牧循环的可持续发

展新格局。

《通知》明确，国家鼓励畜禽粪污还田利用，支持养殖场户建设畜禽粪污处理和利用设施。已获得环评批复的规模养殖场如需由达标排放（含按农田灌溉水标准排放）变更为资源化利用（不含商业化沼气工程和商品有机肥生产），如在项目竣工环保验收前变更，按照非重大变动纳入竣工环境保护验收管理；在竣工环保验收后变更的，按照改建项目依法开展环评。

《通知》要求，畜禽粪污的处理应根据排放去向或利用方式的不同执行相应的标准规范。作为肥料利用应符合《畜禽粪便无害化处理技术规范》、《畜禽粪便还田技术规范》、《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》。向环境排放的，应符合《畜禽养殖业污染物排放标准》和地方有关排放标准。用于农田灌溉的，应符合《农田灌溉水质标准》。

《通知》强调，各地要督促指导规模养殖场制定畜禽粪肥还田利用计划，推动建立畜禽粪污处理和粪肥利用台账。加强日常监测，严防还田环境风险。加快畜禽粪污资源化利用先进技术和装备研发，积极推广全量收集利用畜禽粪污、全量机械化施用等经济高效的粪污资源化利用技术模式。

《广州市非常规水资源利用规划（2018－2035）》公示

广州将充分利用雨水海水再生水

广州日报 2020.6.30

广州日报讯（全媒体记者杜娟）《广州市非常规水资源利用规划（2018－2035）》（以下简称《规划》）近日起公开征求意见，其中对雨水、海水、再生水提出了详细的利用规划，以大力推进节水型社会建设，加大非常规水资源利用，缓解区域水资源供需矛盾。

广州属于缺水型城市

市水务局有关负责人表示，广州多年人均本地水资源量为514立方米，仅为全省人均水资源量的1/3，省住房和城乡建设厅、省发展改革委2016年发文明确，按照人均水资源量是否低于600立方米的衡量标准，广州属于缺水型城市。随着城市化进程加快和经济的快速发展，广州市用水总控指标将不足以保障全市经济发展所需要的正常用水。

《规划》提出，到2022年、2025年和2035年，广州市再生水利用率分别达到22%、25%和30%以上，城市建成区雨水资源利用率分别达到3%、3%和5%以上。将非常规水资源纳入广州相关规划中进行统一配置，水资源论证和新增取水充分考虑非常规水源利用。市内污水处理厂出水满足再生水回用标准，优先满足景观生态补水、市政用水，鼓励企业接入集中再生水系统；结合海绵城市建设，公园、公共绿地、学校进行雨水收集系统建设试点工程。鼓励南沙区高耗水行业和工业园区开展海水淡化利用，提高海水淡化工程自主技术和装备应用率。

用再生水为河涌补水

再生水利用方面，《规划》提出，结合城市黑臭水体整治及水生态修复工作，从有利于污水处理资源化利用及城市河涌生态补水角度出发，优化布局、集散结合、适度分布，重点将再生水用于河道水量补充。分析厂区位置与补水河涌位置，补水就近原则，结合河涌水资源禀赋条件，确定河涌补水方案；满足河涌补水后，工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工等用水，要优先使用再生水；再生水管主管建设应结合城市供水管网、排水管网现状及规划进行设计，相关费用建议由各级政府财政资金统筹安排。

推动大型单体建筑、公共建筑配建再生水回用系统。推广公共建筑生活污水中水回用示范项目，通过分散式污水处理设施对公共建筑生活污水处理后，回用于绿化环卫用水。同时也鼓励工业园区率先实现再生水利用。

再生水费由再生水营运管理单位直接向再生水用户收取，价格以合理补偿成本、保持合理比价和推行同网同价为原则，按低于自来水价格的一定比例确定，价格实行市场调节，由供需双方协商确定。

建蓄水系统利用雨水

雨水利用方面，《规划》提出对新建或改、扩建的区域，要求进行雨水利用工程设计，建设雨水花园、储水池塘、下凹式绿地、湿地公园、屋顶绿化等雨水滞留设施，考虑雨水循环利用可行性，并合理设置相应的提升系统和安全溢流系统。

同时在学校、小区、机关事业单位、大型公共场所推行雨水利用示范项目，建设蓄水系统，将积蓄雨水处理后优先满足内部路面清洗、浇灌绿地、消防、景观用水等人体非直接接触用水。城市园林绿化优化使用雨水，设置集中收集系统，减少直接使用自来水，天然集雨场地可作为雨水调蓄设施。

淡化海水方面，《规划》提出，通过海水淡化作为工业用水，有效替代淡水。在新建或在建沿海工业园区，规划建设集中海水淡化工程，配套建设输送管网，实现园区内供水。鼓励电力、化工、石化、钢铁等企业配套自建或通过第三方投资建设海水淡化厂和专用输水管线，特别是生产海水淡化水作为锅炉补水等工业用的高纯水，在满足企业用水的同时，推进向周边供水。通过法律和经济的手段，培育海水淡化水市场需求，降低制水成本，使淡化水水价可以与自来水价格相竞争。

广州将大力推动非常规水源开发利用

通过开拓再生水、收集雨水、淡化海水等渠道，缓解区域水资源供需矛盾

羊城晚报 2020.6.30

近期，广州十分看重非常规水资源的使用规划——6月9日就污水净化再生水出台价格指导意见，6月10日就节约用水出台规划后，记者6月29日从广州市人民政府官网获悉，广州市水务局正就《广州市非常规水资源利用规划（2018—2035）》（公示稿）进行征求意见（以下简称“公示稿”）。

据悉，广州计划进一步开拓再生水、收集雨水、淡化海水等非常规水资源。这类需要复杂技术才能利用的非常规水资源，政府部门有意通过法律和经济手段培育市场需求。

现状►▷ 用水指标不足以保障经济发展

公示稿透露，国家发展改革委、水利部联合印发的《国家节水行动方案》提出，2035年全国用水总量严格控制在7000亿m³以内；广东省人民政府发布的《广东省节约用水办法》，鼓励非常规水资源的利用。

随着城市化进程加快和经济的快速发展，广州市用水总控指标不足以保障全市经济发展所需要的正常用水。因此，迫切需要大力推进节水型社会建设，加大非常规水资源利用，缓解区域水资源供需矛盾。

根据国家和广东省的相关指引要求，结合广州的实际情况，广州市水务局在公示稿中表示，广州将在2035年之前，突破现有非常规水资源利用存在的开发效率不高、利用途径不合理、保障体系不完善等瓶颈问题，持续开拓污水净化再生水、收集雨水、淡化海水等三种非常规水资源。

鼓励►▷ 多种手段开发使用非常规水源

广州市水务局此前已就污水净化再生水出台价格管理指导意见。根据公示稿内容，广州已就如何用好污水净化再生水、收集雨水、淡化海水，有所规划。

公示稿透露，广州市将推进市内污水处理厂出水满足再生水回用标准，使污水净化再生水优先满足景观生态补水、市政用水需求，鼓励企业接入集中再生水系统；结合海绵城市建设，公园、公共绿地、学校进行雨水收集系统建设试点工程；鼓励南沙区高耗水行业和工业园区开展海水淡化利用，提高海水淡化工程自主技术和装备应用率。

通读公示稿，记者发现，一些未来影响广州重大项目落地的规划措施，优化各类建筑和市政设施规划条件的措施，已被写入公示稿中。

公示稿显示，日后在广州落地的建设项目需要论证水资源和取水许可时，优先考虑再生水资源并鼓励引入集中再生水；广州市还将鼓励大型单体建筑、公共建筑配建再生水回用系统，加强该类建筑将再生水用于绿化环卫用途；对于工厂企业较集中的园区，有配套污水处理厂的必须在园区内部进行污水再生回用，并分批推动工业园区和重点用水企业再生水利用试点。

对于流量充足却没有好的方法收集利用的雨水，广州市将加强推广利用，如推广海绵型建筑与小区；在学校、小区、机关事业单位、大型公共场所推行雨水利用释放项目；公园及绿地优先使用雨水资源；道路与广场推广雨水利用。

对于使用条件和技术要求较高的淡化海水，广州市水务局在公示稿中建议在新建或在建沿海工业园区（产业园区），规划建设集中海水淡化工程（海水淡化试验场），配套建设输送管网，实现园区内供水；提高膜法海水淡化装置的研发制造、国产化和工程承揽能力，大力推广和普及中小规模的蒸馏法和膜法海水淡化工艺与技术。

公示稿称，到 2022 年、2025 年和 2035 年，广州市规划再生水利用率分别达到 22%、25% 和 30% 以上，城市建成区雨水资源利用率分别达到 3%、3% 和 5% 以上。对淡化海水，则没有指标规划要求。

推动▶▷通过法律和经济手段培育需求

公示稿透露，广州已就再生水的利用，出台《广州市再生水价格管理的指导意见（试行）》，让普通再生水价格低于自来水价格。对于需要满足使用场景和技术要求的淡化海水，公示稿透露广州将推进海水淡化项目在广州的落地，政府部门将推动支持在广州推进膜法海水淡化技术装备生产基地建设。广州还将通过法律的和经济的手段，培育海水淡化水市场需求，降低制水成本，使淡化水水价可以与自来水价格相竞争。（梁怿韬）

四、太阳能

“人造太阳” 安装首个主部件

中国科学报 2020.6.4

本报讯 据《科学》报道，耗资 250 亿美元的国际热核聚变实验堆（ITER）项目在 5 月底迎来了重要里程碑时刻，施工人员开始安装反应堆托卡马克的首个主要部件。该项目旨在建造世界上最大的核聚变反应堆，模拟太阳发光发热的核聚变过程。

约 200 名施工人员耗时两天，将杜瓦底座置入位于法国卡达拉什附近的托卡马克基坑内。杜瓦底座面积比一个棒球场大，重量相当于一棵巨大的红杉树，是托卡马克最大最重的组件。

下一步，项目团队将安装低温恒温器金属钢罐，其必须焊接到底座上，这非常具有挑战性，预计在今年 7 月完成。之后，他们将陆续收到韩国、日本等国家交付的零件，开始真空容器的安装。ITER 团队正努力在 2021 年底前将 ITER 的主要部件全部运到施工现场，以便在 2025 年 12 月的最后期限到来之前启动这台巨大的机器。

ITER 俗称“人造太阳”，它在 20 世纪 80 年代被提出，2007 年作为一项国际大科学工程计划在法国启动，联合中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国七方共同参与建造。该项目原计划于 2016 年完成，耗资 110 亿美元。2016 年，在当时的新任总干事 Bernard Bigot 领导下，为推进项目研究，该项目最后期限被推迟了，预算也提高了。

今年该项目将完成近 70% 的目标，但新冠肺炎疫情暴发了。2000 名在办公室工作的员工大部分被要求在家远程工作，而在施工现场的员工则从 2500 人削减至 700 人。

Bigot 透露，受疫情影响最大的是欧洲交付的真空容器。其大部分在意大利，零部件需要从意大利转移到德国或西班牙，然后再回到意大利。受疫情影响，意大利的一些工厂不得不停止工作。

尽管施工仍在继续，但疫情缩短了 ITER 本已紧张的工期。ITER 委员会将在 6 月召开一次会议。“我将提供关于新冠肺炎疫情影响的说明——在欧洲，交付情况有所拖延。如果真

空容器被推迟到 2021 年底以后交付，我认为疫情造成的影响将很难恢复。”Bigot 说。届时，委员会将决定是继续增加额外成本，还是在不增加多少成本的情况下项目延期 1 年左右。
(文乐乐)

幸运的少数：用叶绿素造太阳能电池

中国科学报 2020.6.3

地球上的自然光合成生物体通过 10 亿年以上的进化，逐渐形成了完善的从光能到化学能的转化体系，可以实现从光能捕获到能量传递、最终到电荷分离的全过程。

由此，人们不禁展开想象，能否仿照大自然的造物，用叶绿素造一块太阳能电池？

日前，吉林大学物理学院教授王晓峰课题组与日本立命馆大学、长浜生物科学技术大学的研究团队合作，开发出了两种不同结构的双层或三层全叶绿素的生物太阳能电池，仅由叶绿素衍生物作为光敏材料的生物太阳能电池，实现了 4.2% 的高光电转换效率。相关论文已发表于 ACS Energy Letters。

从叶绿素到太阳能电池

叶绿素分子是自然界中储量最为丰富、对环境最为友好的功能性有机半导体材料，将叶绿素及其衍生物作为主要素材制备新型太阳能电池，既可以实现廉价可再生自然资源的有效利用，又可以通过模仿天然体系的光能转化过程，实现潜在的高光电转换效率。

“最初科学家只是简单地将生物体中的色素—蛋白复合物提取出来，将其分散在导电基板上来制成生物电池。”王晓峰告诉《中国科学报》。这样做虽然也能时常获得微弱的电流，但光电转换效率很低。并且，具有生物活性的蛋白质在体外极其不稳定，电池的工作时间非常短暂，因此不具有实际应用价值。

此前，科学家先是半合成了一系列叶绿素及其衍生物作为染料分子应用于染料敏化太阳能电池，获得较高的光电转化效率。之后，叶绿素衍生物被应用于平面异质结和体异质结结构的有机小分子太阳能电池。随之又将叶绿素聚集体作为无添加剂的空穴传输材料应用于钙钛矿太阳能电池，逐步优化获得了较高的电池效率。

从这些先驱工作积累的经验中，王晓峰等人发现，虽然叶绿素的结构骨架一样，但结构上如中心金属和外围官能团的区别，会导致叶绿素在稳定性、吸收光谱和转移电荷能力方面的差异。

例如，在叶绿素大环上直接引入羧基可以作为与二氧化钛的结合位，从而有效注入电子；用锌替代镁做中心金属，可以提高叶绿素的稳定性，并能够自组装成为叶绿素聚集体，有特别强的电荷扩散长度，有效传递光生电荷等。

在此认识基础上，为模拟自然界 Z 型光合作用中可视为电子给体和受体光系统的电荷传递方式，王晓峰与合作团队开始摸索用自然界中最丰富的叶绿素 a，改造并组装成双层或三层全叶绿素材料的生物太阳能电池。

在三层结构中，最上层以具有双极性含有双氰基的叶绿素 a 衍生物来模拟光系统 II（电子给体），中间层采用含有羟基、中心金属为锌的叶绿素 a 聚集体，模拟光系统 I（电子受体），最下一层采用含羧基官能团能够与二氧化钛纳米粒子键合的叶绿素 a 衍生物。

这种级联叶绿素 a 衍生物的组合可达到最高效的光吸收、电荷抽取和传递。

光、暗反应，相辅相成

王晓峰说，在他们的太阳能电池中，作为原料的人工叶绿素衍生物是将广泛存在于自然界中的叶绿素原料进行简单的化学修饰获得。

电池的制备也相对简单。叶绿素衍生物经过抽取和提纯后，溶于有机溶剂中，利用匀胶机旋涂在导电玻璃表面，通过控制转速和旋涂时间来控制叶绿素衍生物薄膜的厚度。同样的旋涂方法在叶绿素衍生物薄膜的上下层分别旋涂电子传输层和空穴传输层或其他有机活性层，最终在其顶层利用金属蒸发镀膜机沉积金属电极。

“由于整个制作过程对外部环境要求不严格，因此适于规模化生产。”王晓峰坦言，“用导电玻璃基板的人工叶绿素电池成本估计每平方米 100 元，比依赖高分子材料的有机光伏和钙钛矿电池便宜。”

光合作用包含光反应和暗反应阶段。王晓峰等人的工作主要集中在光反应阶段，后续暗反应可以是通过铂/TiO₂—光催化反应还原二氧化碳来制取有机物。

在地球的另一端，来自德国与法国的合作团队，5月8日在美国《科学》期刊上发表论文，使用微流控技术在细胞尺寸大小的液滴中整合和封装光合膜来制备仿生叶绿体，并通过调整液滴内部成分以及使用光作为外部触发器来对仿生叶绿体进行编程和控制。

“这项工作主要创新在于人工暗反应过程。”王晓峰说，“但是这个体系并没有解决光反应过程的人工构筑，依然使用了天然的叶绿体。”他认为，由于天然叶绿体的蛋白质骨架在体外环境下不稳定，会影响这项成果的实际应用意义。

“如果这一工作能够结合我们的叶绿素生物电池体系模拟光反应过程，可能更有现实意义。”王晓峰说。

幸运的少数

王晓峰认为，由于人工叶绿素太阳能电池的材料消耗少、质量轻、能耗较少、成本低廉且环境友好，有利于模块化大面积生产，未来有望取代传统硅太阳能电池成为光伏发电的主流。

“我觉得最有意思的应用莫过于与有机农业结合，用叶绿素电池给有机农业种植提供照明能源。”王晓峰说。由于人工叶绿素太阳能电池透光性好，可用于汽车顶篷、窗户和建筑屋顶来增加收集太阳能的可用表面积。由于人工叶绿素太阳能电池的制备方式简单，也可以利用柔性基底将其制备成可穿戴的电子设备，为智能生活添砖加瓦。

“经常听闻蓝藻对水域的污染，殊不知蓝藻也是很好的叶绿素电池生产原料。我们完全可以变废为宝。”王晓峰说。

而用他们的人工叶绿素太阳能电池水解制氢的话，乐观估算，“按照中试程度，厂房都算进去，未来成本渴望实现 10 ~ 20 元/公斤。这一成本效率比当前的普通光催化体系高 3 ~ 4 倍”。

然而，同其它类型光伏电池相比，全叶绿素太阳能电池是一条人迹罕至的小径，研究者相对较少，其研发重要性有待更多人了解和参与。

“我们是少数，也是幸运的少数。”王晓峰说，“当初有机聚合物太阳能薄膜刚出来的时候效率只有 1%。在经过长期的优化后，现已能达到 15% ~ 16%。”

通过对光谱范围、填充因子、光伏电压和导电材料等的进一步优化，全叶绿素太阳能电池体系的确还有潜力可挖。王晓峰相信在越来越多的研究者注意并开始研究人工叶绿素太阳能电池后，其商用化在未来 5 ~ 10 年就会进入关键期。（池涵）

新型冷却系统将太阳能面板效率提高 20%

中国科学报 2020.6.9

近日，《自然—可持续发展》发表阿卜杜拉国王科技大学成果称，该校研究人员开发的冷却系统将太阳能面板效率提高了近 20%，并且无需外部能源即可运行。

目前，全球已安装了 600 吉瓦以上的太阳能面板，预计总容量每年都会迅速增加。光伏转换中的一个基本问题是太阳光下太阳能面板的大量发热，这占总吸收太阳能的 75% ~ 96%，大大提高了温度，降低了太阳能面板的能源效率和寿命。因此，在如阿拉伯沙漠等炎热环境中，散热问题变得更加严重。

目前，采用包括制冷或空调在内的常规技术来冷却太阳能面板消耗的能量往往比通过提高效率获得的能量要多。来自 KAUST 海水淡化和再利用中心的研究人员开发了一种概念验证设备，旨在通过利用地球气候的自然属性来解决这一难题。此前，KAUST 的研究人员开发了一种含有氯化钙的聚合物。氯化钙是一种强力干燥剂，当暴露在潮湿的空气中时，这种材料会随着钙盐将水带入凝胶中而逐渐膨胀，最终使其初始重量增加一倍。

通过将吸收热量的碳纳米管引入聚合物框架，研究小组发现他们可以逆转这个循环，利用太阳能来触发水分的释放。研究人员指出，这种凝胶特性之一是它能够自我黏附在许多表面，包括太阳能面板的底部。人工日光对照实验显示，一种完全填充的凝胶可以触发释放出足够的水分，将面板温度降低 10℃。此后，研究小组建立了一个户外测试的原型。研究人员观察到这种凝胶能够从夜间闷热的空气中吸收水分，然后在白天温度升高时释放出水分。结果显示，冬季和夏季在沙特阿拉伯进行的室外现场测试中，它使普通商用太阳能面板的发电量增加了 13% ~ 19%，效率提升甚至比室内实验还要高，研究人员推测，这一变化可能是由于室外传热和传质的改善。

研究人员称，这套基于大气集水的太阳能面板冷却方案在应用方面几乎没有地域限制，并且有可能改善现有和未来光伏电站的电力生产，这可以为更少的 CO₂ 排放量或太阳能面

板更少地占用土地做出贡献。随着太阳能在全球应对气候变化的努力中占据中心地位，基于大气集水器的制冷方案代表了迈向可持续性的重要一步。(刘文浩)

“十四五”应重视拓展“光伏+”应用场景

中国城市能源周刊 2020.6.29

“十三五”临近收官，我国光伏产业在最后关头走出了政策调整的低迷期，逐渐迈入平价上网时代。这也意味着，“十四五”期间，光伏将史无前例进入无补贴新时代，行业发展回归市场竞争。

可以想见，“十四五”期间，光伏产业依然大有可为。那么，今后我国应如何科学部署集中式和分布式光伏？未来光伏产业还有哪些应用场景可开发？企业又该如何提高自身竞争力？为此，记者专访了国务院原参事、中国可再生能源学会原理事长石定寰。

统筹部署，“十四五”应向分布式光伏侧重

石定寰指出，在过去30年，尤其是近10年来，在国家宏观战略和激励政策推动，以及在国内外市场与科技创新驱动下，光伏行业得到了飞速发展。

“30年前，光伏发电转换率即便提高一个百分点都很艰难，彼时转换效率仅有10%左右，现如今，在技术取得显著进步背景下，光伏发电转换率早已超过20%，甚至达到了25%，使得我国成为全球光伏转换效率最高的国家。在此基础上，光伏还实现了平价上网。”石定寰说。

近两年，从欧洲市场情况看，分布式光伏发展迅速。比如在德国，分布式光伏规模合计已占到该国光伏总装机规模的90%以上，而且大部分都是屋顶系统。

反观我国，西部地区太阳能资源丰富，土地广阔，是能源生产大户。而中东部地区资源相对匮乏，却是用能大户。

“我国东西部地区能源发展格局不平衡，一方面要有步骤地发展西部地区的集中式光伏电站，同时更要重视中东部地区的分布式光伏发展。”石定寰建议，“西部地区资源虽然集中，但受输送通道建设限制，导致清洁、低成本的光伏电力无法及时送出，以供应中东部地区。而在能源转型大背景下，中东部地区作为耗能大户，就需要因地制宜发展分布式光伏。”

在他看来，不管是集中式还是分布式光伏，“十四五”期间，二者应该统筹兼顾，但分布式应该会加大比重。

示范先行，“光伏+”应用场景待拓展

石定寰表示，虽然我国光伏行业发展取得了巨大进步，但目前“将光伏作为能源革命主力军”尚未达成共识。事实上，光伏未来发展仍有很大空间可挖掘，特别是在应用场景拓展方面仍待探索。

对此，石定寰表示，“十四五”期间，除了持续推进大型电站的规划外，也应该加大光

伏在各种应用场景的规划，尤其是在各种分布式系统上做更多的示范应用。

“国家应该组织重大应用工程项目，比如在污水处理厂、高速公路建设、南水北调水渠、工业园区等应用领域，统筹规划布局柔性支架光伏系统，从而降低用电成本。”石定寰强调。

以诞生于浙江台州的全国首个柔性支架分布式污水处理设施光伏电站项目为例，该项目建设于椒江污水处理厂的屋顶、沉淀池等处，不仅有效节约了土地资源，实现了节能减排，经过6年的实践亦经受住了重大台风的考验，为光伏在其他场景的应用提供了“样本”。

石定寰进一步分析称，我国高速公路达几万公里，通过优选部分路线，将其打造为“光伏走廊”，不仅可解决高速公路上电动汽车的充电问题，而且还可以解决沿线城镇的供电问题。“若能在以上场景做好示范应用，光伏发展将大有可为。”他认为。

找准平衡，创新、效率与成本应兼顾

“除做好示范应用之外，效率提升是光伏成本降低、竞争力提升的最关键因素。”石定寰坦言。

那么，“十四五”期间，光伏企业应如何着力提升自身竞争力？

在石定寰看来，首先要重视科技研发、应用方式与商业模式等方面持续创新，确保产品与解决方案的先进性和竞争力。其次，应该加强企业内部管理，以提高运营效率、降低成本。

“特别需要指出的是，企业需要站在全球视野的角度，加大开放力度，把握好国际、国内两个市场，避免闭门造车。此外，还应重视考虑光伏与其他能源的协同发展，要积极融入电网大平台，利用能源系统的大数据化、信息化发展构建共享共赢的能源生态圈。”石定寰强调。

石定寰同时提醒，效率提升、技术进步，与成本增加要形成合理比例。“企业需要综合权衡，既要考虑技术的经济性和发展前景，也要考虑技术的市场接受度，进而找到保持企业竞争力的最佳平衡点。”（张胜杰）

我国太阳能热电站累计并网42万千瓦

中国电力报 2020.6.2

本报讯（记者伍梦尧）报道“截至2019年底，我国太阳能热发电站累计并网9座，总装机容量42万千瓦。”5月21日，国家太阳能光热产业技术创新战略联盟常务副理事长兼秘书长、中国可再生能源学会太阳能热发电专委会秘书长杜凤丽在《2019太阳能热发电产业发展蓝皮书》（以下简称《蓝皮书》）发布会上表示，得益于国家太阳能热发电示范项目的建设，2019年，我国太阳能热发电新增和累计装机容量在全球占比分别达到了41%和6%。

《蓝皮书》指出，在国家首批太阳能热发电示范项目的带动下，太阳能热发电行业发展

不断提速，产业链主要相关企业已近 300 家。其中，聚光器、吸热器、传储热材料器件和各种换热器的企业相对较多，总数超过 170 家。

据统计，2020 年 2 月 1 日至 2 月 13 日，青海中控德令哈 50MW 太阳能热发电示范项目已实现机组连续不间断运行 292.8 小时。通过中广核德令哈，首航高科敦煌以及中控德令哈 3 个光热发电示范项目的运行情况发现，太阳能热发电机组调峰深度可达到 85%、升降负荷速率可达每分钟 3% 和 5% 左右的额定功率，调峰深度和速度均明显优于常规火电，验证了光热发电具备的功率调节和电压支撑能力。

此次发布的《蓝皮书》主要对太阳能热发电的特点和优势、全球及中国 2019 年太阳能热发电市场发展概况、主要国家和地区研发项目情况、我国太阳能光热发电相关标准制定情况及 2019 年底前我国并网发电的太阳能光热发电项目信息等内容进行了梳理回顾，重点分析了太阳能热发电成本下降路径，并结合首批光热发电示范项目的实际运行数据对行业发展提出建议。

五、地热

专家表示，相较于北方地区，“十三五”期间，夏热冬冷地区地热能开发利用执行情况尤为不理想，预计普遍难以完成规划提出的目标任务

地热开发利用难在哪？

中国能源报 2020.6.15

地热能作为可再生能源，因其高效、绿色、无污染的优点，正在建筑节能领域得到推广。

我国地热能资源量丰富，仅干热岩资源潜力就相当于 2017 年全国能源消耗总量的 4200 倍。近年来，我国地热能应用范围已从北京、天津等试点城市扩大到山东、河南、江苏、上海、陕西等地。各地在探索地热开发利用过程中，也找到了城市能源转型的新路子。

然而记者了解到，“十三五”期间，各地地热开发目标实际完成情况却不够理想，普遍距既定“十三五”开发目标相距甚远。问题出在哪里？地热更好地服务城市供冷供热的路上，还应打破哪些瓶颈？记者就此进行了采访。

已形成全国推广之势

由自然资源部中国地质调查局、国家能源局新能源和可再生能源司等联合出版的《中国地热能发展报告（2018）》（下称《报告》）指出，中国大陆 336 个主要城市浅层地热能年可采资源量折合 7 亿吨标准煤，可实现供暖（制冷）建筑面积 320 亿平方米，其中黄淮海平原和长江中下游平原地区最适宜浅层地热能开发利用。

地热能可就地取材，具有利用效率高、无污染排放等优点。随着蓝天保卫战、北方冬季清洁供暖工作向纵深推进，地热能开发利用在民生供暖中的重要性进一步凸显。

“浅层地热能在科学利用的前提下是可再生和变废为宝的无尽宝藏。地源热泵将浅层地热能提升后满足建筑物的供热需求，既可供冷又可供热，从建筑能源利用的特性来说，以热泵为代表的可再生能源利用是建筑能源利用最合适的方式。”中信建筑设计研究总院副总工程师陈焰华说。

记者了解到，我国地热资源开发利用的起点在北方地区，目前重点仍在北方地区。南方夏热冬冷地区对于地热的探索起步晚于北方，近年来在各地政府指导推动下也已有成功实践。

“截至目前，长江中下游流域的城市，深层、浅层地热能、地表水系发达，伴随着夏热冬冷地区地热能利用的逐步推进，一批多元化的示范工程已涌现。”中国工程院院士、中国地源热泵产业联盟名誉理事长曹耀峰介绍。

如《湖北省可再生能源发展“十三五”规划》就提出，要开发地热能，在全省范围内建成470座地热分布或集中制冷供热站，服务建筑面积约1亿平方米。

安徽省也提出在“十三五”时期要在资源条件优越和建筑用能需求旺盛的地区推广浅层地热能供暖制冷，探索开展中深层地热能高效梯级利用。目标是到2020年，安徽省浅层地热能供暖制冷面积达到4800万平方米。其中合肥滨湖新区核心区区域能源项目就采用了以地源热泵为主、其他清洁能源为辅的多能互补能源利用方式，一期项目已于2019年4月正式投产。

政策层面重视不足 致地热开发成效大打折扣

地热开发利用从最初的少数地区“星星之火”到目前的全国形成“燎原之势”，从而推动我国在2017年发布了历史上首份地热开发利用的专项规划——《地热能开发利用“十三五”规划》(下称《规划》)。

《规划》提出，到2020年，地热供暖(制冷)面积预计将累计达到16亿平方米。

然而记者梳理发现，实际上，全国地热开发利用情况与预期相距甚远，难以完成上述“十三五”规划目标已是大概率事件。

以目前主流的浅层地热能开发利用为例，《规划》指出，截至2015年，浅层地热能供暖(制冷)建筑面积约为3.9亿平方米；《报告》显示，2017年底仅达到5亿平方米，年均复合增长率约13%。这意味着若要达到2020年11亿平方米的既定规划目标，2018—2020年的年均复合增长率需超过30%。

“相较于北方地区，‘十三五’期间，夏热冬冷地区地热能开发利用执行情况尤为不理想，预计普遍难以完成规划提出的目标任务。”陈焰华指出。

究其原因，曹耀峰坦言，《可再生能源法》实施15年来，各类型可再生能源之间发展不平衡，非电可再生能源应用明显落后于发电类项目。特别在地热能开发利用方面，突出的表现是各地重视程度远不够。

中国地质科学院水文所地热研究室主任王贵玲进一步指出，“目前地热市场体量还不够

大，并没有引起国家相关部门的足够重视，相应行业获得的投资优惠政策就少，从而制约了技术进一步发展，导致地热开发成本居高不下，从而形成恶性循环。”

“地热能开发利用涉及发改、自然资源、住房和城乡建设、环境保护等众多政府管理监督部门，目前还没有建立起明确的分工协调、有效联动的工作机制。从而导致‘十三五’规划在实际执行层面难以有效落地，各地也是如此。”陈焰华说。

他进一步指出，由于地源热泵系统相较于传统集中空调系统，需要整合更多资源，参建单位施工工序、工期和工程造价均要增加。大部分省市并没有出台长期连续性的鼓励浅层地热能开发的支持政策，以致建设单位和开发商的建设积极性普遍不高。

专家建议“十四五”期间挖潜冬冷夏热地区市场

“疫情过后，夏热冬冷地区正是发展‘新基建’‘新经济’的适宜地区，地热能开发和利用正当其时。”陈焰华牵头负责可再生能源发展“十四五”规划地热部分“夏热冬冷地区地热能开发利用子课题”的研究，他很看好地热能接下来的发展机遇。

中国地源热泵产业联盟副理事长、浙江陆特能源科技股份有限公司董事长夏惊涛也表示，虽然新冠肺炎疫情的冲击对新能源行业发展和消纳带来了一定挑战，但不利因素不会改变我国新能源发展的大趋势。从业者要“危”中寻“机”，抓住“新基建”政策引导下的地热能产业投资新机遇。

据悉，目前关于地热能开发利用“十四五”相关规划初稿已经完成。陈焰华认为，为使国家“十四五”地热能发展规划的各项要求真正落实，各省应成立地热能开发利用领导小组，并结合各地城市的总体规划、城乡建设发展规划、可再生能源利用，规划编制各省“十四五”地热能发展规划。

而在实际执行过程中，“各级政府能源管理部门也应牵头协同相关政府职能部门，明确责任与分工，确保‘十四五’地热能开发利用目标圆满完成。”陈焰华说。

“地热资源的开发利用还要取决于技术的进步，资本与技术相结合会有效推动地热开发技术进步，进而推动地热产业发展。”自然资源部地质环境司关凤峻司长关凤峻同时强调。

而为提高夏热冬冷地区企业投资积极性，陈焰华同时建议，国家应比照北方地区清洁供暖的相关政策，给予夏热冬冷地区地热能利用项目相应的财政资金支持，并在财政、土地、价格、金融、税收、科研、电力等方面制定相应的支持政策。

尤其针对地热利用模式，中国科学院院士、中国地源热泵产业联盟名誉理事长汪集旸指出，地热与其他可再生能源互补综合利用的“地热+”，可实现较高的能源转化效率，加速我国新能源和可再生能源发展。在陈焰华看来，夏热冬冷地区也应基于气候条件和建筑能源的需求特性，统筹考虑建筑供热、供冷，构建可再生能源与常规能源融合多能互补的建筑能源供应系统。（齐琛冏）

地球科学核心问题凸显地热研究重要性

中国科学报 2020.6.10

近日，美国国家科学院、工程院和医学院（简称 NASEM）发布了地球科学十年发展规划指导意见《时域中的地球：美国国家科学基金会地球科学十年发展愿景（2020～2030）》。这一报告凝练出未来十年美国地球科学需要优先关注的 12 个最紧迫的核心科学问题。

虽然 NASEM 报告在对这 12 个科学问题的字面描述中直接提到地热的地方并不多，但所有这些问题的答案却或多或少都与地热学研究有关，地热研究的重要性得到充分体现。笔者谨参照 NASEM 报告对这 12 个科学问题进行简要注释，并从地热学的角度进行示意性的解读。

1. 地球内部磁场是如何产生的？

在地质时间长河中，是什么驱动着“地球发电机”？又是什么控制着“地球发电机”的变化速度？寻找这类问题的答案对于认识地球内部与大气圈的相互作用具有重要意义。从地热学的角度，“地球发电机”运转的前提是地核温度随深度（压力）的变化曲线至少两度跨越地核物质的液相线，从而形成能够发生相对运动的固相和液相圈层。

2. 板块构造是在什么时候发生、为什么发生和怎么发生的？

目前地学界仍然缺乏对于“为什么只有地球有，而其他星球没有板块构造运动”以及“地球板块运动在地质历史时期的变化”等问题的全面认识。从地热学的角度，地壳和上地幔温度的时空变化决定了岩石圈的厚度和软流圈的流变特性，认识地球热演化历史是认识地球板块构造运动演化的一块基石。

3. 关键元素在地球上是如何分布和循环的？

关键元素是指造就生物生存环境、地球深部氧化还原环境、地质过程示踪和人类现代社会经济、医药、军事和先进制造等所需要的化学元素。目前人们对于这些元素在不同时空尺度上的迁移规律仍然存在许多重要疑问。从地热学的角度，一方面任何元素的富集与迁移都离不开其特定的温度环境；另一方面，关键元素铀和钾放射性同位素的衰变是地球内热的重要来源，同时也是构造热运动的重要示踪元素。

4. 地震究竟是怎么回事？

地球内部既可能发生极其缓慢的塑性变形，也可能发生非常快速的爆发式脆性变化，使得地球科学家不能不重新思考地震的本质究竟是什么。从地热学的角度，地震和大地热流是地球内部能量聚集与耗散在时空域上的两个端元，地震是间歇性、突发性和局部性的能量转换事件；而大地热流则是连续性、普遍性的能量平稳传输过程，两者存在内在联系。不仅如此，发震地质体的温度环境决定了地震的级别和地震波的传播速度。

5. 是什么驱动火山活动？

火山活动既牵动地球系统多个组成部分，又对人类社会活动具有多方面的影响，因此迫

切需要研究各个地质历史时期岩浆的生成、上升和喷发机制。从地热学的角度，火山爆发是地球内热最强烈的地表显示。地壳和上地幔物质在特定的温度和压力条件下发生熔融、分离、迁移、滞留、喷发和冷却的过程，一方面受控于所在区域的构造热背景，另一方面又必然对其周边的地温环境产生深刻的影响。

6. 发生地形变化的原因和后果是什么？

地形变化与气候变化、构造运动和沉积剥蚀等过程密切相关，定量测量从地质时间尺度到人类时间尺度不同时期地形变化的技术进步，使研究地球深部过程、地表过程和人类社会发展之间的关系成为可能。从地热学的角度，低温年代学方法就是在过去二三十年迅速发展的一种研究地质历史时期构造变形、地表侵蚀和地形地貌演化等地表过程的地热学方法，已在造山过程、盆地演化、油气资源、地质灾害防治和气候变化等研究领域中得到广泛应用。

7. 关键带如何影响气候？

关键带的属性影响陆地与大气圈之间各种物质与能量的交换过程。目前越来越多的科学家开始意识到，关键带对气候变化有重要的反馈作用。从地热学的角度，地—气热耦合是陆地与大气圈之间相互作用的一个至关重要的环节，浅层地温变化能够影响大气热力学状态，从而对各种尺度的气候变化产生重要影响，青藏高原浅层地温场对东亚季风的控制就是一个实例。

8. 地球的过去可以用来揭示气候系统动力学的什么奥秘？

我们需要从各种古气候记录中解读长期和突发性气候变化，从中寻找认识气候变化驱动力、反馈、响应和阈值的线索，以预测气候变化的趋势。从地热学的角度，地面温度是地温场的重要边界条件，地面温度随时间变化所产生的热扰动会向下传播并被记录在地下。通过对钻孔温度随深度的变化的分析，可以获取地面温度随时间变化的信息，进而研究古气候变化的历史和可能的原因。

9. 地球的水循环为什么正在发生变化？

要认识现在和将来水循环的变化，就必须认识陆地水循环系统与气候变化和人类活动等诸多过程的相互作用。从地热学的角度，在全球和区域尺度上，水循环是“水圈—大气圈—岩石圈”热交换和热耦合的重要过程，其中陆地浅层地温场的变化是驱动季风和水循环的重要动力。此外，在地下水研究中，钻孔地温数据分析是识别地下水上升流（排泄区）和下降流（补给区）的有效方法。

10. 生物地球化学循环是如何演化的？

生物圈是经过数十亿年演化而来的，在其演化过程中与地球表层发生着无休止的生物化学作用。为了量化生物过程在各个时间尺度上对岩石和矿物形成、风化和碳循环的影响，必须深化对于生物化学循环的认识。从地热学的角度，无论是生物的生存繁衍，还是岩石矿物的形成与风化分解，温度都是一个重要的控制因素，因此，地热研究对于生物地球化学循环研究具有重要意义。

11. 地质过程如何影响生物多样性？

生物多样性是地球最耀眼、最基本的特征之一，也是最令人费解的问题之一。合适的地球浅层温度环境是维系生物链的基本条件之一，因而地温的变化必然影响生物种群的兴衰。由于地壳和地幔导热能力的差异而造成地球内部热量不能顺畅散发而发生局部囤积与爆发式释放，从而引发地震和火山爆发等重大地质事件，更可能引起生物多样性的突变。

12. 如何通过地球科学研究来降低地质灾害的风险和损失？

目前人们对地震、海啸、火山、滑坡和洪水等重大地质灾害的孕育、发生和发展过程的认识，还远没达到定量化和可预测的水平。从地热学的角度，地热研究至少对于地震和火山活动成因机理的认识是不可或缺的，地温测量更是地震和火山活动的重要监测项目和短期预报的重要依据。

虽然以上解读是简略和示意性的，但已足以看出地热研究在整体地球科学中的重要性。地热学理论和地球内部热模型的发展，不仅对地球科学诸多研究领域的发展具有促进作用，而且具有重要的实际应用价值。

笔者建议，在科技部、国家自然科学基金委员会和中国科学院等部门制定的“十四五”科学技术发展规划中，适当加大对地热基础研究的资助力度，组织实施具有基础性和引领作用的国家级地热基础研究重大项目，同时鼓励在其他地球学科重大科研项目中增设地热课题，促进地热学研究与其他学科领域研究相辅相成，特别是要加快地热研究领域的人才培养。（黄少鹏）

六、海洋

广州将建海水淡化试点

《广州市节约用水规划（2018－2035）》征询公众意见

广州日报 2020.6.12

广州日报讯（全媒体记者杜娟）昨日，《广州市节约用水规划（2018－2035）》（公示稿）（下称《规划》）开始征询公众意见。值得关注的是，《规划》提出，要充分利用海水资源，到2022年，开展南沙区海水利用可行性研究，编制具备使用海水淡化条件的工业园区和企业名录，建设一个以上海水淡化利用试点项目。

18万户老旧住宅改造共用水设施

《规划》提出，2020年底前，申报国家节水型城市，番禺、增城、花都区建成广东省节水型社会示范区；到2022年底，全市11个区建成广东省节水型社会示范区。

在生活节水方面，加快推进城镇供水管网改造，对使用超过50年的老旧供水管网和材质落后的高风险供水管网进行更新改造，提高服务质量，消除水质、水压隐患。推进老旧居民住宅共用用水设施实施改造，对全市约18万户老旧居民住宅共用用水设施改造，包括供

水加压设施、储水设施、管道等，改造后移交属地供水企业维护管理。

《规划》要求，各区要加大投入，多渠道筹集资金，限期完成“一户一表”改造。新建住宅要严格按照国家标准要求，设置分户水表。今年，各区要督促、协调建成区内现状仍采用“总表”供水模式的住宅小区、楼房进行“一户一表、独立计费”改造，全面实施居民用水阶梯水价。

绿化、道路清洗优先使用再生水

《规划》提出，要推进再生水梯级循环利用。工业生产、城市绿化、道路清洗、车辆冲洗、建筑施工、消防、河道生态补水等用水，要优先使用再生水。各区应积极将现状洒水车、市政、园林绿化等用水水源调整为提标改造后的污水处理厂尾水。原则上限制使用自来水作为城市道路清扫、城市绿化和景观用水。凡是有配套污水处理厂的工业园区，必须进行中水回用。

此外，以污水处理厂为基础发展再生水，集中补给河涌或者其他生态用水、市政杂用水。到2025年，完成大坦沙净水厂、西塱净水厂、沥滘净水厂、竹料净水厂、石井净水厂、大沙地净水厂等6项生态补水工程一期项目；到2035年，完成大坦沙净水厂、西塱净水厂、沥滘净水厂、石井净水厂、大沙地净水厂等5项生态补水工程二期项目。

同时，高耗水行业和工业园区用水要优先利用海水。南沙区等地区适时启动沿海的工业园区微咸水、咸水相关的水资源利用项目，推进火电厂循环用水改造。加大海水淡化工程自主技术和装备的推广应用，逐步提高装备国产化率。到2022年，开展南沙区海水利用可行性研究，编制具备使用海水淡化条件的工业园区和企业名录，建设一个以上海水淡化利用试点项目。

海洋经济总量突破2万亿元

南方日报 2020.6.9

百舸争流千帆竞，乘风破浪正远航。广东坚定不移推进海洋强省建设，在保持良好的海洋经济生态的同时，推动海洋经济高质量发展，实现了生态效益与经济效益的双丰收。

据初步核算，2019年全省海洋生产总值在全国率先突破2万亿元，达到21059亿元，同比增长9.0%，占地区生产总值的19.6%，占全国海洋生产总值的23.6%，海洋生产总值连续25年位居全国首位。

在加快培育海洋战略性新兴产业、构建现代海洋产业体系方面，出台了《广东省加快发展海洋六大产业行动方案（2019—2021年）》，省财政连续3年每年安排3亿元专项资金，重点支持海洋电子信息、海上风电、海洋生物、海工装备、天然气水合物、海洋公共服务六大产业创新发展，累计支持项目169个。

截至去年底，全省海上风电项目共核准3235万千瓦，总投资额约6000亿元，累计已完成投资约240亿元，其中2019年完成投资约180亿元。天然气水合物勘查开采先导试验区

建设加快推进。传统优势海洋产业稳步增长，惠州埃克森美孚、湛江巴斯夫等一批重大海洋产业项目开工建设。

海洋科技创新也是广东的一大亮点。近年来，在珠海、广州、湛江三地启动南方海洋科学与工程广东省实验室建设，全省建成涉海科研机构 24 个，海洋领域省重点实验室 9 个，自然资源部重点实验室 1 个，广东省海洋科技协同创新中心 1 个。

在海洋经济合作方面，广东积极响应国家“一带一路”倡议，成功举办 7 届中国海洋经济博览会。在去年举办的海博会上，21 个国家的 455 家展商参展，首发新技术新产品 432 项，签约成交项目 394 项、7.4 亿元。

据悉，《中共广东省委 广东省人民政府关于发挥高质量发展战略要地作用 全面建设海洋强省的意见》（下称《意见》）正在紧锣密鼓制定中，对全面建设海洋强省进行了顶层设计，提出了总体要求、发展目标、保障措施等。

省自然资源厅相关负责人介绍，制定《意见》，加快全面建设海洋强省，是立足省情、顺应趋势、抢占高质量发展制高点的必然选择，必将为广东高质量发展作出重要贡献，为海洋强国建设提供广东经验。

下一步，广东将贯彻落实“一核一带一区”区域发展新格局的部署要求，培育产值超千亿元的海洋产业集群，打造南海开发保障服务基地，全力支持深圳加快建设全球海洋中心城市，继续办好中国海洋经济博览会。同时推动海洋科技创新，以广深港澳科技创新走廊为依托，推动海洋科学实验室、产业示范基地等科技创新平台建设，加速海洋科技成果转化和产业化。此外，加强海洋生态环境保护，推进海洋示范区建设，继续实施海洋生态修复“五大工程”，推进红树林“增量提质”，强化陆海污染综合治理，着力提升海洋基础数据支撑和防灾减灾能力。（黄叙浩 冯建奎）

多国专家联手研究波浪能潮流能技术评估方法

由自然资源部推荐进入政府间国际科技创新合作重点专项

中国自然资源报 2020.6.5

近日，由自然资源部推荐的“波浪能、潮流能技术综合评估方法合作研究”项目获政府间国际科技创新合作重点专项正式批复立项。

该项目为 2019 年度“国家重点研发计划政府间国际科技创新合作/港澳台科技创新合作重点专项”中所支持的国际能源署（IEA）合作项目，由自然资源部国家海洋技术中心牵头，联合中国科学院广州能源研究所、上海交通大学、哈尔滨工程大学、葡萄牙波浪能中心、英国爱丁堡大学、英国斯特拉斯克莱德大学、丹麦科技大学等多所国内外知名高校、研究机构共同实施，旨在通过与相关国家、地区在国际能源署海洋能系统技术合作计划（OES）协议框架下围绕海洋能技术评估开展联合研究，建立基于核心评估领域的综合评估方法，并开展测试验证，推动构建海洋能技术评估国际合作及互认机制，共同促进海洋能多

边技术合作和创新发展，项目实施期为2020年1月至2022年12月。

OES 成立于 2001 年，目前已有 25 个成员。作为海洋能政府间组织，OES 旨在通过加强国际合作及信息交流，推动海洋能战略研究、技术研发、技术示范等多方面的进步与发展。2011 年，国家海洋技术中心作为中方缔约机构代表中国加入 OES。海洋能是新兴的可再生能源，世界各沿海国家对海洋能资源利用高度重视，纷纷出台激励政策，加大资金支持，促进技术和产业快速发展。随着越来越多技术进入规模化开发阶段，所带来的风险也逐步加大。为对资源开发实现风险控制，避免不够成熟的技术进入下一阶段，同时为海洋能技术发展预测提供技术支持，海洋能技术评估引起以英国为代表的海洋能发达国家的关注，并已成功运用到潮流能、波浪能技术领域。

海洋能开发利用是我国建设生态文明和推动可持续发展的重要领域。我国十分重视海洋能资源开发利用技术研究与示范应用。相对于欧美海洋国家，我国周边海域极端海况较多、环境条件更为复杂，海洋能资源开发需要克服各种技术风险。通过开展国际交流合作，将有利于解决我国在海洋能技术评估方面的难题。（王冀）

用深海科考发掘海洋深处的宝藏

科技日报 2020.6.15

深海蕴藏着人类社会未来发展所需的战略金属、能源和生物资源，被誉为 21 世纪人类可持续发展的战略“新疆域”。目前，确定有开发价值或潜力的领域主要有深海矿产资源的勘探与开发、深层海水的产业化应用、深海生物及基因产业、深海油气资源的勘探与开发等。

资料显示，深海蕴藏多金属结核、富钴结壳、海底热液硫化物中镍、钴、锰、铜等含量是陆地的数十到数百倍。由于海底金属矿产的开采与陆上相比成本更高，商业开发利用价值和潜力没有显现出来，加之海底采矿需具有相当高的技术水平，因此海底矿产开发尚属于探测和试验阶段。

深层海水与表面海水的温度差还蕴藏着巨大的能源资源。温差能具有可再生、清洁、能量输出波动小等优点，乐观估计，全球海洋温差能储量的理论值为 3×10^{16} 千瓦/年— 9×10^{16} 千瓦/年。目前海洋温差能利用技术已趋于成熟，正从小型试验研究，向大型商用化方向发展，全球已建成海水温差能发电站 8 座（含试验或验证型发电系统）。

另外，在深海活跃着一些奇特的微生物，它们在独特的物理、化学和生态环境中，在高压、剧变的温度梯度、极微弱的光照条件和高浓度的有毒物质包围中，形成了极为独特的生物结构、代谢机制，它们体内的各种活性物质在医药、环保等领域都将有广泛的应用前景。这些生物基因资源可能将在提高人类生活质量、改善基因缺陷、根除癌症等重大疾病方面发挥重要作用。

正因如此，深海科考有着非常重要的科学意义。李新正表示，人类通过深海科考，可以

更深入地了解海洋的运作方式、深海的奥秘，从而更好地利用和保护海洋资源。例如，了解深海洋流运动方式，可以更好地理解海气相互作用从而更加准确地预报天气和海况；了解深海生命现象，可以更好地追溯地球生命的发展历史，更好地回答生命起源、演化等重大科学问题；从深海生物中可以提取浅海生物没有的生物活性物质，推动生物制药的进步，为人类造福；了解海底地质变化和洋壳运动规律，可以更准确地预测海底地震，让海底矿藏开采更有安全保障。

七、氢能

以高压气态为主的氢能储运方式日益受到成本掣肘

氢能储运技术亟待破题

中国能源报 2020.6.1

核心阅读

高压气态氢是现阶段氢能储运的主要方式，但也面临着成本高企等问题。而在降成本方面，固态和低温液态储氢技术则被寄予厚望。业内认为，各类储氢技术各有优劣，关键是要将储氢技术与应用场景相匹配。

日前，业内人士在国家新能源汽车技术创新中心举办的“氢能利用与发展”线上技术研讨会指出，缺少经济、高效、安全的储氢与运输技术已成为当前制约氢能规模应用的主要瓶颈之一。与会专家呼吁，氢能储运技术及商业模式亟待破题。

氢能是能源转型的战略选择

与会专家认为，目前多地对氢能产业升级抱有热望，社会资本对氢产业链的追逐也从未停止，这将推动氢能产业加速发展。

同济大学汽车学院教授明平文表示：“当前，电池耐久性等氢燃料电池技术已获突破，燃料电池汽车性能和成本已接近阶段性目标，且设计与工艺一致性处于可控状态，性能的提高意味着成本的进一步降低及效率的提升。”

与此同时，氢能应用端开始面向大众商业化。数据显示，目前丰田氢燃料电池汽车 Mirai 售价为 40 万元，已累计销售近万辆，逐步形成了可持续的商业化模式。

“我国基础设施建设能力较强，加氢站数量和规模的翻番并非遥不可及，与此同时，高密度和大规模的公路铁路网能够为氢能储运带来便利。此外，利用弃电电解水制氢，可进入天然气管网，将风光资源与管网匹配，形成大市场、新产业、大协作的格局。”明平文进一步表示。

与会专家表示，我国交通能源对外依存度较高，当前能源消费总量约为 1978 年的 8 倍。预计到 2050 年，交通领域氢能消费将达到 2458 万吨/年，约占交通领域用能的 19%，因此，发展氢能也是我国交通领域能源转型的战略选择。

储运环节面临降本难题

作为氢能发展的关键环节，探索经济、高效、可行的储运技术和模式尤为重要。

中国航天科技集团有限公司 101 所科技委副总工程师刘玉涛认为：“各类储氢技术各有优劣，关键是要将储氢技术与应用场景相匹配。”

“储氢技术是研发高效、安全、低成本燃料电池汽车的关键。”北京科泰克科技有限公司总经理孙冬生表示，“目前的储氢方式分为高压气态、低温液态、固态和有机物液体储氢。同时，也在开展包括吸附储氢在内的新型储氢方式研究，但应用最广泛、最便捷的还是高压气态储氢。”

国家有色金属新能源材料与制品工程技术研究中心主任蒋利军表示，高压气态氢虽然是现阶段氢储运的主要方式，但也面临着成本高等问题。

资料显示，截至 2019 年底，国内共建成加氢站 66 座，其中投入运营 46 座，但与会专家坦言，目前加氢站建设周期长，审批、验收流程复杂且建站成本高，缺乏盈利模式，同时，高压氢系统核心设备运行故障率较高。

而在降成本方面，固态和低温液态储氢技术则被寄予厚望。

“固态储运技术具有高密度高安全特性，可以大大提升储运氢系统的安全性，同时车载固态储氢简化了加氢环节，无需高压压缩，可以有效降低建站成本，但想要加快其商业化应用，仍需尽快开发高容量储氢材料，降低固态储氢系统重量和制造成本。”孙冬生说。

除了固态储运技术外，液氢技术也以高储氢密度的优势崭露头角，且在民用领域快速升温。

液氢经济性优势凸显

明平文认为，液氢加氢站建设成本低，每站可支撑数百辆燃料电池车的运营，因此更具经济性优势。

刘玉涛介绍说，液氢应用场景主要为航天、车辆、用氢装备供气系统等，尤其适用于储存空间有限的运载场合。

在车型和续航里程的需求上，液氢以独特的优势更好地适应了燃料电池重卡、客车、冷链物流车的发展需求。

刘玉涛进一步强调：“液氢可实现低温贮存、多工况高精度供应，技术成熟度高，此外，和电解制氢相比，液氢的杂质含量低，可延长燃料电池寿命，因此对于大载荷、长距离车辆，液氢是最具竞争力和潜力的燃料。”

此外，当车用动力较大时，车载储氢量需求较高，液氢的单位重量储氢密度不小于 8%，优势显著。同时液氢系统压力小于 2MPa，具有更优的防泄漏性能。

“能量综合利用是液氢应用于冷链物流车的独特优势，将液氢冷能输出和车辆冷藏使用需求相结合，可形成更完善的能量管理策略，因此加强液氢在储运和燃料电池汽车应用中的技术探索十分重要。”刘玉涛说。（仲蕊）

具有综合成本优势，但核心技术装备受制于人

液氢技术路线能否走得通？

中国能源报 2020.6.8

核心阅读

业内人士认为，相较于制取和分销成本，储运成本是影响氢能最终价格的关键因素。和其他制取方法相比，液氢的制取成本略高于气态氢，但在分销成本基本持平的情况下，储运成本却大大降低。因此，液氢的综合成本更具竞争优势。

储运环节正成为氢能产业规模化商业应用的瓶颈之一。日前，业内人士接受本报记者采时表示，氢气液化可大大提高氢的储运密度，并改善氢的纯度，从而有利于降低氢的运输成本，提高氢能利用效率。那么，液氢技术路线在中国是否真正行得通？

燃料电池需匹配更高纯度的氢

据业内人士透露，在世界范围内，氢液化技术已有几十年的应用经验，在我国，从上世纪60年代起，也已开始氢液化相关的技术和装备的研发，但是，向民用领域延伸，则是伴随着近年来氢能产业的兴起才起步。4月底，鸿达兴业股份所建设的氢液化工厂生产出液氢、高纯氢和超纯氢，这标志着我国民用氢能领域取得突破。

“氢能产业崛起的重要原因之一，是氢燃料电池技术获得突破性进展，氢能与传统能源和可再生能源互联有了技术基础。”上述业内人士表示。

北京中科富海低温科技有限公司销售总监宁永强在近日公开表示：“对于氢能产业而言，寻求更低成本的储运方案以及更高纯度的氢成为规模化发展、打通氢能产业链的关键。”

据了解，氢气的纯度直接影响燃料电池的电量和寿命，在相关标准中，对氢气的纯度有着非常苛刻的要求，且远高于工业高纯氢和超纯氢的纯度要求，这就意味着煤制氢及工业副产氢等低成本氢气不能直接用于燃料电池发电。而通过氢液化的手段，可以有效去除氢气中的杂质，从而得到符合燃料电池发电要求的氢气。

此外，规模化应用也能大幅降低液氢成本，使其接近高压氢气成本。数据显示，达到400kg以上的规模，液氢加氢站成本将接近甚至低于高压氢气加氢站。

寻找更低成本的氢能储运方案

值得注意的是，很多人认为工业副产氢因其原料易得且通常因地制宜地获取，其产出的氢气价格低廉，但实际上，并非所有工业副产氢都会廉价销售。

工业制氢的主要成本是原料费用和当地基础能源价格，例如水电解制氢成本受制于水价和电价。因此，有业内人士认为，通过制氢技术的改进降低制氢成本的意义远不如直接寻找廉价的制氢原料。

目前，有水电解、生物质、天然气及煤制氢等多种氢制取方式，不同的制氢方式，不同的储运方案，成本差异很大。“相较于制取和分销成本，储运成本是影响氢能最终价格的关

键因素。和其他制取方法相比，液氢的制取成本略高于气态氢，但在分销成本基本持平的情况下，储运成本却大大降低，因此，液氢的综合成本远低于其他方式。”宁永强说。

据介绍，目前市场上常见的运输高压氢气的长管拖车装载量为 350kg，但在加氢站卸载氢气后罐内会有 5% – 30% 的余气，形成巨大浪费。同时，装载与卸载氢的时间长达 4 – 8 小时。反观液氢，一辆液氢槽车的装载量为 3000kg，为加氢站加气后余气量仅为 3%，且装载与卸载氢的时间更短，仅需 0.5 – 1 小时。这意味着，同等质量的氢气，液氢只需运输 1 次，而高压气态氢需要运输 8 次。

“由此可见，当前的氢能供应模式中，高压气态储运技术虽较为成熟，但也存在密度较低、运送效率低等短板，最终导致氢气成本居高不下。相较于高压氢气，液氢可大大提高氢气密度，降低运输成本。”宁永强表示。

液氢关键技术装备国产率偏低

宁永强表示，液氢储运装备直接影响液氢产业的经济性和安全性，但目前液氢储运的关键技术还掌握在欧美少数几家公司手中。“氢液化技术的发展是一个长期过程，要抓紧核心技术装备的攻坚，比如，大于 1000 立方米的大型液氢球罐还未能实现国产。”

此外，业内人士还指出，制氢环节的电解槽，储氢环节的车载氢罐，加氢站环节的氢气压缩机、加氢机，燃料电池环节的双极板表面处理、膜电极喷涂设备等，均与国外有不小差距，需进一步技术攻坚。

“此前，国内液氢需求不高，民用市场尚未打开，鲜有公司在该领域专注研发，但随着民用液氢市场的兴起，相信会有越来越多的中国企业在该领域投入财力和人力，从而加速相关技术装备的国产化和自主化进程。”宁永强说。（仲蕊）

大连造“氢芯”正式走向全国

首批八十九台燃料电池客车投运

中国环境报 2020.6.16

本报讯 沽源科技（大连）有限公司（以下简称沽源科技）与浙江武义开发区管委会氢能源项目签约仪式近日在辽宁省大连自贸片区举行，沽源科技首批 89 台搭载燃料电池动力系统的城市客车将在浙江金华地区投入商业化运行，预计未来 3 年在浙江地区搭载沽源科技“氢芯”的燃料电池商用车将超过 1000 台，此举标志着，也意味着大连自贸片区全力打造氢能产业取得重要成果。

据了解，沽源科技是 2016 年在大连保税区成立的一家高科技企业，公司自主研发的燃料电池动力系统于 2019 年 8 月通过国家机动车质量监督检验中心的全面检测，特别在系统功率、加载性能、比功率密度等核心技术指标方面处于行业先进水平。此外，公司联合新源动力股份有限公司和东风汽车开发 18 吨 ~36 吨级燃料电池重卡平台，平台上研制生产的首款燃料电池重型轿车运输车已成功在大连自贸片区实地场景路试。

据了解，大连自贸片区成立伊始就紧抓国家氢能发展战略，全力打造氢能相关产业，制定了自贸片区氢能产业发展规划，先后引进了东芝机车、洛源科技等多家氢能企业。下一步，自贸片区还将推动燃油载重车、叉车等升级改造为氢能燃料汽车，打造“氢能港”，并在本区域内规划建设加氢站、氢能大厦、氢能产业园和氢能公交等，最终将大连自贸片区打造成氢能产业发展高地。（付磊）

氢电列车拉开绿色铁路序幕

参考消息 2020.6.17

【法国《快报》周刊网站6月13日报道】题：未来火车——氢动力来到了铁路上
首批“氢动力铁路”已经在德国展现其效能。法国一些地区对此很感兴趣，因为它们有望取代柴油动力列车。

名为“Coradia iLint”的蓝色列车在德国西北部的绿色平原上显得很扎眼，尽管上面没有与电线连接，但是这种地区间列车的时速可以达到140公里，而且不会排放一丝烟尘，人们只能看到其排放出的一团团水蒸气。这是全球第一款依靠氢提供动力的客运列车。所有驱动列车的电力都来自车顶的电池和周围空气中的氧气。在18个月时间里，两列样车在德国下萨克森州的四座城市间投入商业运营，成功完成了试运行阶段，在此期间总计行驶了逾18万公里。

iLint列车制造商、法国阿尔斯通公司技术兼商业总监雅尼克·勒盖高兴地说：“它们绝佳地并入现在的客运体系中，而且提供了与热动力列车同样的实用性。”对此感到满意的下萨克森州政府采购了14列iLint列车，将从明年起替换柴油动力列车。黑森州斥资3.6亿欧元订购了27列，计划从2022年起投入法兰克福周边铁路网。

虽然从成本上看，iLint列车比热动力列车高出约30%，但是氢电列车并不缺少优势。勒盖解释说：“它具有传统电力机车的优点，运行没有污染且噪音很小，而且完全避免了铺设电力设备的开支，而这项成本平均每公里高达100万至300万欧元。”由于地区间铁路线很难实施投资不菲的电气化改造，氢电列车就是一种可以实现“绿色运营”的完美方案。

另外，法国各级政府从中也看到了替代仍在运行的1200列柴油列车的方案。目前法国全国近3万公里的铁路网还有一半没有实现电气化。法国有些大区对此十分感兴趣，几个月来一直在与阿尔斯通公司磋商，希望订购15列iLint开始试运行。如果合同能签订，这些列车将会从2023年起出现在法国的铁路上。这将拉开法国绿色铁路的序幕。

从“油城”转型“氢城” 广东茂名人才与产业积极互动

科技日报 2020.6.18

广东茂名因油而兴，素有“南方油城”之美誉。如今，这座“油城”正努力构建“最美人才栖所”。

“茂名对人才特别是石化人才非常重视，市委市政府关于石化的规划细腻、科学、完善，具有很强的前瞻性，为石化人提供了广阔的舞台。”在近日举办的2020年茂名市第二届人才活动周上，茂名对人才的求贤若渴，让湖南大学科学技术研究院院长尹双凤深有感触。

战略转型渴求人才支撑

目前，茂名石油化工产业年度总产值已经超千亿元，石化炼油能力达2000万吨/年、乙烯生产能力110万吨/年，形成具有竞争力的多元产业链和特色高端产业集群。

面对氢能源产业新机遇，茂名因时而变，顺势而为，开启由“油城”向“氢城”的战略转型。

2019年3月，茂名联合南京大学昆山创新研究院发布氢能源技术产业发展规划，推动转型进程；8月，茂名与东华能源签署战略合作协议，建设丙烷资源综合利用项目，共同打造新能源及新材料产业集群；9月，依托中国石化自有技术，茂名石化10万吨/年高端碳材料项目动工建设，改变了针状焦长期依赖进口的局面。

此外，茂名还与多所大学深入探讨开展产学研合作，推动氢能源科研成果在茂名实施转化。

“油城”向“氢城”转型是大战略、大方向，背后离不开人才的支撑。“当前，茂名正处在历史发展的重要关口，茂名比以往任何时候都更加渴求人才。”茂名市委书记、市人大常委会主任许志晖表示，要抓好产业政策、营商环境、宜居宜业等各项政策落实，努力把茂名打造成为“最美人才栖所”。

去年新引进硕士以上人才400多人

“作为一个外地人，在这里有一种回到家的感觉，你能明显体会到滨海新区对人才培养工作的重视，平时的工作氛围也很好。”从辽宁来到茂名滨海新区工作的张女士说。

她口中的“家”就是茂名滨海新区人才驿站。作为茂名临港产业发展的前沿阵地，滨海新区借助人才驿站这个柔性引才引智公共服务平台，靶向引进区域内外高校专家学者、企业家、艺术家等各类人才。

“要让人才留得住、安下心、干得好，我们做了不少工作。”茂名滨海新区人社局相关负责人介绍，当地人才驿站想方设法解决人才的实际困难，增强人才的信任感，并定期组织多形式的联谊交流活动，增强人才的归属感。

自2016年以来，茂名以市县镇三级人才驿站服务体系为载体，打造覆盖全市的柔性引才公共服务平台，推动人才与产业对接。

据介绍，市级人才驿站重点关注主导产业、大型企业、高校院所、对接高层次人才；县级人才驿站收集整理本区域人才资源信息和产业发展需求信息，为市级驿站提供决策参考，为镇级驿站提供指导帮助；镇级人才驿站重点发挥党的组织功能、组织优势和组织力量，深入本地主导产业，密切联系服务企业，摸清基层迫切需要解决的技术问题，在智力扶贫、支农支教支医等方面积极提供帮助，全市常驻乡镇人才驿站各类专家500多人。

近年来，茂名以大产业引爆大发展，紧跟产业发展趋势，坚持“产业吸引人才，人才

助推产业”，积极谋划产业人才发展规划，探索产业人才培育新模式，加强多层次产业人才队伍建设和培养。同时，茂名还主动对接海内外人才资源，引进更多的领军型人才、高素质人才。

伴随茂名产业大发展，人才与产业互动愈加频繁。2019年，有28家高校研究所与茂名市企事业单位签定了合作协议。2019年，茂名新引进硕士研究生以上高层次人才400多人。

记者查阅当地相关数据发现，从2017年开始，茂名常住人口增量超过户籍人口增量，近两年居粤东西北地区首位。该数据折射出人才与产业的积极互动，人才随着产业走的人口流动趋势在茂名越发明显。

人才引进与成果产出“和鸣”

6月5日，在茂名举行的高校专利成果对接会上，华南理工大学、湖南大学、广东石油化工学院等高校在会上推介专利成果，吸引了多家企业热情参与。

记者在当地得知，茂名着力打造创新平台，大力引进高端技术人才，促进产学研合作。目前，茂名全市各类创新平台的总数突破了500家，与清华、北大等14家高校、科研院所 在石油化工、现代农业、生物医学等领域开展了深度的产学研合作，推动了160多家企业与50多家高校、科研院所建立了长期的产学研合作关系。

人才的引进和创新平台的建立是第一步，茂名还注重把人才用好、用活。记者发现，通过人才的不断引进和产学研合作，茂名科技成果产出率和技术水平不断提高，自2016年以来，获省科技奖数量连续4年排粤东西北第一，连续4年排在全省前6位。

“近几年，茂名获省科技奖的80%项目都是企业牵头，企业发明专利申请量占全市的65%。”茂名市政协副主席、市科技局局长崔锡明说。（龙跃梅）

业内急盼涉氢检测标准加速统一

中国能源报 2020.6.15

近日，由中国汽车技术研究中心投资建设，总投资额19.9亿元的国内最大的燃料电池汽车检验中心在天津启动建设，其中包括检测设备1000余台套。据悉，项目建成后，不仅具备燃料电池整车试验能力，还包括零部件及原材料全方位试验能力。

相关业内人士表示，除上述项目外，上海机动车检测中心、重庆车辆检测研究院等机构都有根据燃料电池国标建立的实验室，且在行业中有较大的公信力，但现在的问题是，涉氢检测标准并不统一。

去年以来，我国氢能产业飞速发展，整个行业围绕产氢、加氢、储运等关键环节，孜孜不倦地解决技术瓶颈和成本高企等难题，并致力于将氢能产业引入规模化、商用化的发展赛道。而氢燃料电池发展中存在的问题，很大一部分源于标准的不统一。

从事涉氢检测的相关人士告诉记者，和车相关的产品检测比一般产品复杂得多，很多通用测试设备做一次简单的氢能产品研究是可行的，但氢燃料电池车的测试时间长、参数多，涉及到的相关指标非常复杂，因此关于检测的方式、标准需要进一步统一。

群翌能源副总经理陈致源对记者表示：“系统、零部件、原材料及氢气等是氢能产业链中的重要组成部分，需要对其安全性、原材料成分、性能等进行限定和检测，但部分检测标准和方法不统一仍是全行业亟待解决的问题。”

陈致源进一步解释称：“所谓标准不统一也不能一概而论，事实上，在氢罐、电堆、系统等整车方面的检测已有相应标准，此外，涉及到产品的安全性，例如漏电、漏气等方面的测试，国家及国际标准也都已陆续出台。”

资料显示，全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会2008年由国家标准化管理委员会批准成立，主要负责燃料电池和液流电池技术领域的标准化工作。目前，已出台部分关于氢能生产、储运、加注及燃料电池汽车的标准号为GB/T的相关标准，且仍在陆续完善中。

“需要注意的是，牵涉到产品性能，如加湿性能、风机运转时长等，通常不在国家标准制定范围内，但对整个行业而言，性能相关检测标准的统一很有必要。”陈致源补充说。

“虽然各商家会依据成本、产品所需性能来衡量自身需要的检测结果，但检测方法不一导致各企业对其产品检测结果有不同的解释，这将影响产业上下游和不同厂商间的协同，也不利于整个行业产品质量的提升。”陈致源表示。

除了标准外，场地、设备和人才同样制约着涉氢检测的进一步完善。

上述涉氢检测相关人士表示：“涉氢测试场地在安全性上要求很高，且建造实验室的相关审批流程长，此外，如果对传统的实验室进行改造和提升，则很难达到涉氢测试实验室的要求，因此需要在新的地块新建符合国家要求的涉氢实验室。”

据介绍，针对大功率电堆的测试，国产测试台和进口测试台相比仍有较大差距，其对测量的精度、流量、湿度的控制要求都非常高，因此在进行自主技术研发的同时，国内的测试厂商也应加大产业技术合作，提升国产测试设备水平。

此外，人才的稀缺也是氢能检测面临的主要问题之一。“对于氢能检测岗位而言，不仅有专业知识的要求，还需要涉氢操作安全的意识和素质，目前国内的专业人才尤其是燃料电池科班出身的人才非常稀缺，造成企业招人用人难。”该相关人士说。

陈致源也表示，燃料电池相对于传统锂电池，学科跨度更大，需要不同领域专业人才相互合作。

德国通过国家氢能源战略

计划到2030年时，温室气体排放总量较1990年减少55%

中国环境报 2020.6.19

据新华社电 德国政府近日通过国家氢能源战略，为清洁能源未来的生产、运输、使用和相关创新、投资制定了行动框架。

德国政府在战略中认定，经可再生能源生产的“绿色氢能”具有可持续性，因此战略的目标是支持“绿色氢能”扩大市场。

根据这一战略，第一阶段从 2020 年到 2023 年，为德国氢能源国内市场打好基础；第二阶段从 2024 年到 2030 年，要稳固国内市场，塑造欧洲与国际市场，服务德国经济。

据悉，德国政府根据这一战略任命了一个国家氢能源委员会，由产学研专业人士组成，涉及生产、研究创新、低碳工业、交通运输、建筑、基础设施、国际合作、气候和可持续发展等领域。

为支持这一战略，德国政府还将在现有基础上再投入 70 亿欧元用于氢能源市场推广，另外 20 亿欧元用于相关国际合作。

德国的一项长期目标是实现温室气体净零排放。德国计划到 2030 年时，温室气体排放总量较 1990 年减少 55%。

临加速迭代和降低成本的双重考验 氢燃料电池电堆技术寻求突围

中国能源报 2020.6.22

核心阅读

燃料电池电堆的开发是一个长期的经验积累和反复验证的过程，并非一蹴而就，同时需要连续性创新，而在这一过程中需大量人力、物力、时间等资源的持续性投入。

6月16日，上海骥翀氢能科技有限公司对外宣布，在具有自主知识产权的国产化大功率金属板电堆开发上取得突破性进展，燃料电池堆单堆功率达137kW，这是目前全球燃料电池领域的最大金属板电堆单堆功率。

氢燃料电池堆是整个氢能及燃料电池产业链的核心，国内外在氢燃料电池领域的探索已超过半个世纪。在近日举行的一场线上行业会议中，与会专家表示，总体而言，作为燃料电池“心脏”的电堆，在迭代能力和降低成本方面亟待破局。

国内企业积极布局电堆领域

与会专家表示，此前，由于电堆技术门槛高且资金投入大，只有少数企业、研究院有研发和设计生产能力，供应商少之又少。近年来，随着氢能产业兴起，相关企业正积极布局电堆领域，在技术上也迎来长足进步。

“氢燃料电池是电化学能量转化装置，将氢气和氧化剂中的化学能不经过燃烧直接变为电能，唯一产物是水；此外，燃料电池结构相对简单，核心部件是双极板和膜电极，易于批量制造。”上海骥翀氢能科技有限公司副总经理付宇飞认为，氢燃料电池的清洁性和易于批量制造让越来越多的企业加入到这一产业中，我国的电堆企业在技术实践中不断成长。

资料显示，我国第一家致力于燃料电池产业化的股份制企业，是成立于 2001 年的新源动力，该公司掌握了燃料电池电堆及零部件正向开发、批量制造工艺的核心技术。

成立于 2018 年的上海捷氢科技有限公司，主要从事燃料电池电堆、系统及储氢系统的研发，作为上汽集团进一步完善新能源产业链的一个关键布局，捷氢科技已完成三款燃料电

池系统的研发，其部分产品的关键性能指标已达到国际先进水平。

此外，2016年与加拿大巴拉德公司签订了战略合作协议的广东国鸿氢能，目前的电堆产能为20000台/年，国鸿氢能方面曾于今年年初透露，预计2020年将生产4800-5100套燃料电池电堆。

付宇飞表示：“随着国内企业电堆技术研发的进步，目前，高功率密度、大功率车用电堆的国产化替代正在加速。”

研发是长期的经验积累和反复验证的过程

众所周知，燃料电池具有功率密度高、续驶里程长、加注快、适用温度范围广、全生命周期无污染等优势，是非常理想的汽车动力源。

“值得注意的是，燃料电池是包括气体传质、液体传输、热传导及力传递等多因素耦合的过程，技术门槛相对较高，因此对于氢燃料电池产业而言，拥有专业的复合型人才是最宝贵的财富。”付宇飞强调。

与此同时，燃料电池电堆的开发是一个长期的经验积累和反复验证的过程，并非一蹴而就，需要连续性创新，而在这一过程中则需大量人力、物力、时间等资源的持续性投入。

此外，付宇飞表示：“对于早期的氢能及燃料电池汽车产业从业者而言，从事汽车和电堆的团队存在信息偏差，互相并不了解各自的特性和工况，因此当两者产品匹配时达不到最优，经过多年的磨合，近年来在车企的主导下已逐步实现了电堆系统的优化和车辆的舒适运行。因此，对于燃料电池电堆企业而言，需要具备对汽车的深刻理解，并以此采用规范的产品开发流程。”

产品迭代能力仍需加强

资料显示，丰田汽车作为全球燃料电池汽车商业化的积极推动者，早在1991年就已开始研发燃料电池，历经20多年开发出第一款氢燃料电池车Mirai，但至今6年尚未完成产品迭代；巴拉德动力于1979年开始研发并在2009年推出燃料电池，目前最新一代仍未批量上市；与此同时，作为电堆自主创新“国家队”的新源动力，自2001年成立后，先后开发出两款氢燃料电池，其产品也处于持续优化中。

“目前燃料电池产品的迭代速度较慢，仍需要进一步技术突破。”付宇飞对此表示，应建立起电堆正向设计体系，结合理论基础与工程实践，实现定量工具化设计，确保产品的高性能及一致性，另外，需丰富工程经验，提升核心技术，以保障产品的寿命与可靠性。

对于如何优化成本，付宇飞认为，电堆生产企业不应聚焦在产品的最终出售价格上，而应更关注产品全生命周期内的综合成本、质保使用服务、自主知识产权以及产业链上的资源整合能力等。

“目前，燃料电池产品仍处于初期阶段，作为企业要以品质为重，想要生产出具备高性能、低成本的电堆产品，是对设计、迭代、制造能力的多重考验，需企业具备扎实的理论基础和高可靠性的工程产品实现能力。”付宇飞进一步表示。（仲蕊）

借鉴国际经验 找准我国氢能发展路径

中国能源报 2020.6.22

我国在加快发展氢能产业的过程中，需要广泛参考借鉴国际经验。对于国际经验的研究不应只停留在政策、措施和行动的简单总结归纳层面，而是应该深入分析各国发展氢能背后的初衷、动机、利益格局等内容，在充分了解各国资源禀赋、产业基础、现实需要等各方面因素基础上，找到发展方向、目标、路径、模式与政策措施之间的逻辑关系。

总体来看，主要国家发展氢能的实践可总结为四种典型模式，即把氢能视为实现深度减碳重要工具的德国模式，把氢能作为新兴产业落脚点的日本模式，把氢能视为中长期战略技术储备的美国模式，和把氢能视为出口创汇新增长点的澳洲模式。

氢能发展主要模式

德国：推动深度脱碳 促进能源转型

德国能源转型近年来暴露出越来越多问题，承诺的雄心勃勃的碳减排目标，进展也不如预期。在此背景下，围绕深度脱碳和促进能源转型，德国创新提出了“Power to X”理念，致力于探索氢能综合应用。具体而言，在氢气生产端，重点围绕可再生能源电解水制氢技术，构建规模化绿色氢气供应体系。在氢气应用端，绿色氢气可用于天然气掺氢、分布式燃料电池发电或供热、氢能炼钢、化工原料、氢燃料电池汽车等多个领域。现阶段，德国政府重点在推广天然气管道掺氢，与荷兰等国开展深度合作，构建 HCNG 供应网络。其中，依托西门子等公司在燃气轮机等方面的技术优势，德国已开展若干天然气掺氢发电、供热等示范项目。截至 2019 年底德国已有在建和运行的“P to G”（可再生能源制氢 + 天然气管道掺氢）示范项目 50 个，总装机超过 55MW。此外，蒂森克虏伯已开展氢能炼钢示范项目，预计到 2022 年进入大规模应用。

日本：提升能源安全 巩固产业基础

日本能源安全形势严峻，急需优化能源进口格局和渠道。发展氢能可提升能源安全水平、分化供应中断及价格波动风险。日本氢能基本战略聚焦于车用和家用领域，是产业和技术发展的必然延伸。经过多年耕耘，日本已将氢燃料电池产业链打通，并打造出一批“隐形冠军”，例如东丽公司的碳纤维、川崎重工的液氢储运技术和装备等。据统计，日本在氢能和燃料电池领域拥有的优先权专利占全球的 50% 以上，并在多个关键技术方面处于绝对领先。专利技术既是日本的“保护网”，也是其他国家的“天花板”。推广氢燃料电池汽车和家用燃料电池设备，一方面可将过往投入在市场上变现、获取现金流，另一方面，还能及时获取信息反馈，完善技术和设备，由此形成了“技术促产业、产业促市场、市场促技术”的良性循环和正向反馈。

美国：储备战略技术 缓推实际应用

美国氢能发展出现“两起两落”，但始终将氢能视为重要战略技术储备，持续支持技术

研发与示范。早在上世纪 70 年代，美国政府就将氢能视为实现能源独立的重要技术路线，密集开展了若干行动和项目，但热度随石油危机影响的消退而降温。2002 年美国能源部（DOE）发布了《国家氢能路线图》，构建了氢能中长期愿景，启动了一批大型科研和示范项目，氢能迎来了第二个发展浪潮。但仅过了几年，路线图就被联邦政府搁置。页岩气革命是美国氢能发展战略被搁置的最主要原因。而页岩气和氢能在应用端存在较多重合，对氢能形成了巨大的挤出效应。加州燃料电池合作伙伴组织（CaFCP）的数据显示，美国的氢燃料电池汽车市场已陷入停滞状态，在 2019 年甚至出现了 12% 的下滑，发展势头已被日韩甚至中国赶超。

澳大利亚：拓宽出口渠道 推动氢气贸易

资源出口一直是澳大利亚经济的最重要增长引擎。当前，传统资源产品出口难再大幅增长，急需找到新兴需求、拓宽出口渠道。2019 年 11 月澳大利亚政府发布了《国家氢能战略》，力争打造全球氢气供应基地。值得一提的是，战略提出的低碳氢能，既包括可再生能源电解水制氢，也包括化石能源搭载碳捕捉与封存技术制氢。虽然化石能源制氢备受争议，但却是在煤炭出口增长乏力背景下的现实选择。澳大利亚正积极推动与日、韩等国氢气贸易，签订氢气供应协议。同时与相关企业开展联合技术创新，完善氢能供应链，扩大供应能力、降低成本。这种“贸易 + 技术创新”一体化模式调动了各参与方的积极性。

对我国氢能产业的启示

每个国家发展氢能产业都有其初衷和使命。德国模式将氢能视为手段，即发展氢能要破解能源转型和深度脱碳过程中出现的诸多问题；日本模式将氢能视为目的，即发展氢能是关乎国家能源安全、产业竞争力的重大问题，迎合技术在市场变现的强烈诉求；美国模式将氢能视为备选，即氢能只是众多能源解决方案中的一种，“方便、便宜就用，否则就不用”；澳大利亚模式将氢能视为产品，即趁全球刮起的“氢风”，积极扩展出口产品结构、获取更多收益。

对于我国来说，该如何借鉴各国的发展经验，发展我国的氢能产业？

一方面，要制定服务于能源革命总体要求的氢能发展战略。《能源法》征求意见稿已明确了氢能的能源属性，氢能即将成为能源系统的新成员，其发展必须服从和服务于能源革命的总体要求。需要认清的是，我国拥有多个与氢能存在替代关系的能源解决方案，因此氢能并非我国的必选项，而是优选项。应从我国能源系统的核心问题出发，找准切入点，选择融入能源系统的合适路径。应利用氢能的特点和优势，发挥其在消纳可再生能源、增强能源系统灵活性、智能性等方面的作用，更好地与既有各能源品种互动，最终促进能源革命战略的深入实施。

另一方面，要提升认识和转换视角，逐步构建多元化应用场景。2018 年以来出现的各地区扎堆造车情况，既源于对氢燃料电池汽车发展的过于乐观，又源于对氢能认识的局限。事实上，我国的氢能技术储备不足、产业根基不牢固，地区间差异非常明显，绝大多数地区

都不具备将技术装备推向市场变现的能力和条件。而在深入推进生态文明建设和积极应对气候变化格局之下，“难以减排领域”的深度脱碳或成为未来我国需要面对的重大问题。因此，应统筹经济效益、节能减碳和产业发展等因素，逐步构建多元化氢能应用场景。（符冠云 熊华文 林汉辰）

八、风能

以基地式、规模化理念开发风电光伏

中国能源报 2020.6.1

能源转型最终要靠一家家企业来落地。在此过程中，中央大型能源企业该如何发挥引领作用？听听全国人大代表、中国华电董事长温枢刚怎么说。

中国能源报：在抓好常态化疫情防控的前提下，华电如何做好“六稳”工作、落实“六保”任务？

温枢刚：保民生、保就业。疫情期间，中国华电稳定生产保安全，不限电、不限热、不停机，有力发挥湖北区域最大火电企业支撑作用，为疫情防控提供了可靠电热保障。积极参加国资委抗疫稳岗扩就业专项行动，以最快的速度全部实现复工复产，以项目建设为主阵地，就地就近吸纳劳动力参与建设，着力抓建设、稳经济、稳就业。

保市场主体、保能源安全。应对疫情冲击，中国华电化危为机，突出质量第一、效益优先，推动质量变革、效率变革、动力变革，努力实现有质量有效益的经济增长，确保能源安全稳定供应。

保产业链供应链稳定、保基层运转。中国华电发挥中央企业产业龙头牵引作用，打通供应链、协同上下游，保持我国产业链供应链的稳定性和竞争力：坚持电力产业为主，加快优化电源结构布局，加大风光电发展力度，大力推进清洁能源基地建设，扎实推进水电项目开发建设，实施煤电优化升级，积极拓展热力市场；发挥电力、煤炭协同作用，煤炭产业进一步夯实安全生产标准化基础，全力推进绿色矿山、数字煤矿建设，加强物流体系建设，打造“产运销衔接、路港航协同”完整产业链。

中国能源报：打赢蓝天、碧水、净土保卫战，是中央部署的三大战役。作为能源企业，华电如何实现绿色发展？

温枢刚：2019年，华电以清洁能源特别是非化石能源为主攻方向，优化产业结构，转换增长动力，积极发展新能源、持续发展水电、有序发展气电、优化发展煤电。

目前，公司水电装机2728万千瓦，天然气发电装机1704万千瓦，天然气分布式发电装机233万千瓦，清洁能源装机占比40.4%，已发展成为同类型企业中的天然气发电装机最多、水电装机最多、分布式发电装机最多的运营商。

华电加快现役机组超低排放改造，目前，京津冀及中东部地区全部实现超低排放，超低排放机组占比超过90%，新投产煤电机组全部实现超低排放。累计淘汰煤电落后产能403

万千瓦。

此外，华电明确基地式、规模化风光电开发思路，完成 22 个区域清洁能源基地规划研究，风光电、水电在建规模 1212 万千瓦；大力开拓供热市场，实现电能对散烧煤的替代；探索发展智能微网、“互联网 +”智慧能源、多能互补、储能、节能及需求侧能效服务等综合能源服务，优质、清洁的电力正在华电的能源资源优化配置中发挥着不可替代的作用。

中国能源报：华电在综合能源服务领域又有哪些规划布局？

温枢刚：根据实际情况，华电将综合能源服务发展划分为“试点先行、全面推进、引领提升”三个阶段：到 2020 年探索并形成具有华电特色的综合能源服务模式；到 2025 年建立综合能源服务产业体系，成为国内领先的综合能源服务商；到 2035 年市场份额进一步扩大，成为国际一流的综合能源服务商。

在 2019 – 2020 年的试点工作布局中，华电计划建设综合能源智慧控制系统平台和“互联网 +”综合智慧能源服务平台，开展 25 项关键技术的研发和推广，建设 20 个重点示范项目。

下一步，中国华电将积极融入国家重点发展战略，抓住“新基建”机遇，紧跟市场和客户需求变化，以市场为导向，用户为中心，充分发挥品牌、技术、资源等优势，加快建设成为综合能源服务领域的主要践行者、深度参与者、重要推动者和示范引领者。（卢彬）

丹麦计划十年内兴建两座“风能岛”

中国能源报 2020.6.1

本报讯 据英国《金融时报》报道，丹麦近日公布了一项新的气候方案，目标是在 10 年内将该国的碳排放减少 70%，这一方案的核心内容是兴建两座巨大的“风能岛”以提高其风力发电产能。

根据该提案，两座“风能岛”中一座是新的人造岛，另一座是位于波罗的海的 Bornholm 岛。丹麦官方数据预计，到 2030 年，“风能岛”可为该国提供多达 4 吉瓦的海上风电，是该国目前海上风电的三倍。与此同时，新的人造岛上的多余风电或将用于制造“绿色”氢气，进而加工成飞机、卡车、轮船和供热用的燃料。

丹麦气候部长 Dan Jorgensen 表示：“此次规划的‘风能岛’项目将是丹麦历史上最大的一笔基础设施投资，且是一种新的模式。这一新计划预计将使欧洲的海上风力发电能力提高 54%。”另据他透露，此次的“风能岛”项目将通过公私合作的方式融资，大部分资金将来自私人投资者。

国际能源署（IEA）的数据显示，受疫情影响，今年欧洲可再生能源装机总量将比去年减少 1/3，为 1996 年以来的最大降幅。因此，丹麦打造“风能岛”的举措或将给整个欧洲风电行业注入信心。（仲蕊）

没有扇叶也能借风发电 这项成果卖了260万元

科技日报 2020.6.8

科技日报讯（黄龄亿 记者江耘）近日，“测量支撑全球贸易”报告会暨计量测试和市场监督科技成果竞价会在中国计量大学举行，现场成功拍卖科技成果12项，成交金额共计1225万。其中，最高起拍价项目“新型无叶锥形风塔的性能测试、仿真与优化设计”最终以260万成交。

风能是一种可再生的清洁能源，吸引各国竞相开发。传统风力机主要由叶片、尾舵、塔及发电机等组成，因其成本较高，噪声大，土地占有率大，容易对地方生态环境造成负面影响。科研人员由此产生了研发“无叶风塔”的想法，这是一种可将振动的能量转化为电能的新型装置。

“有无叶风扇，为什么不能有无叶风塔？”该项目的研发者、中国计量大学计量测试工程学院教授聂德明介绍道，传统风力机的叶片还需维护，增加了成本负担，研发团队设计的无叶片可以降低近40%的成本，且占地可缩小30%—50%。

拍得该项目后，天津风闻新能源科技有限公司CTO董雷表示，这项无叶锥形技术解决了效率上限的问题，能使用地利用率也高很多。

“这个项目可以说是很典型的产学研结合的案例，一开始只是学术上的研究。”聂德明表示，但所有的理论、研究成果最终还是要面向应用，为民生服务。未来团队将持续强化其应用性能。

“近年来，中国计量大学积极发挥在计量、质量、标准、检验检测等领域特色学科、人才、科技资源优势，各学院与地方市场监督管理系统签订战略合作协议，结对服务民营企业，强化政产学研联合，切实为企业纾困解难。”浙江省市场监管局党委书记、局长章根明表示。

把风光资源优势真正转化成产业优势

风电制氢路在何方？

中国能源报 2020.6.22

核心阅读

作为一个刚刚起步的新兴产业细分领域，风电制氢可行与否主要受制于弃风率。前两年我国弃风弃光的规模较大，风电制氢的经济性较高，但是，随着弃风现象的好转，弃风制氢面临诸多不确定性。

在各地纷纷布局氢能产业之际，内蒙古乌兰察布希望借助当地丰富的风光资源走出一条与众不同的氢能发展之路。

日前，在乌兰察布与中国长江三峡集团有限公司科学技术研究院举行的座谈会上，专家

表示，氢能示范基地项目与乌兰察布丰富的风光资源高度契合，要充分发挥比较优势，精准测算制氢和物流成本，推动形成一条集生产、制造、储运、应用、消费于一体的氢能产业链。

那么，风电制氢之路该如何走，当前又面临哪些问题？

弃风制氢不确定性较大

近年来，我国风电装机虽稳居世界首位，但也伴随着弃风限电等问题的产生。为解决这一问题，风电市场积极探索能源转换方式，将风能转化为氢能加以利用，成为当前研究的重点方向。

据业内人士介绍，风电制氢是将风力发出的电直接通过水电解制氢设备，将电能转化便于长期存储的氢气。当前，我国风电制氢不但有效解决了大规模的弃风问题，而且对于提升综合能源系统中风电的消纳能力具有重要意义，同时，也将探索出不同于储能、供冷供热等，进行可再生能源本地消纳的新途径。另外，风电制氢有望加速海上风电进一步降低成本，助力海上风电进入平价上网时代。

国家发展与改革委员会能源研究所副研究员刘坚博士认为，风电制氢虽然前景较好，但当前市场稳定性不足。“作为一个刚刚起步的新领域，风电制氢主要受制于弃风率的影响。前两年我国弃风弃光的规模较大，风电制氢的经济性较高，但是，随着弃风现象的好转，弃风制氢面临诸多不确定性。”

风电制氢面临多重难题

据了解，我国风电制氢技术研发起步较晚，大规模的示范工程建设项目建设经验不足，同时缺乏成熟的商业模式。

佛山科学技术学院副研究员赵吉诗表示，除了以上外界因素外，风电制氢还要克服自身难题。

“首先在技术方面，可分为并网后离岸制氢和离网制氢两种。在并网离岸制氢方面，有碱性槽、PEM 和 SOEC 等几种技术路线，我国碱性槽技术及装备发展成熟；PEM 制氢技术进步较快，但产业化规模不大；SOEC 技术相对落后，国内仅有少数几家科研机构和企业在开展相关领域的开发工作，产业化还需较长时间。”赵吉诗说，“相比之下，离网制氢在技术上面临的问题更多，风电的间歇性导致了电解槽负荷波动较大，这给电解槽的稳定性提出了很大挑战。而且，在负荷很低的情况下，氢气中氧气含量会提高，致使安全风险加大。”

氢云链氢能产业分析师杨东川认为，风电制氢的运输经济性也存在难题。制氢地与用氢地往往存在一定的空间距离，在没有输氢管网的情况下，需要通过高压气态等方式运输至用氢地，成本较高。

除了技术与成本问题，我国现行的风电政策也不利于风电制氢的发展。Nel 水电解制氢设备中国区总经理竺炯操表示，在氢气消纳有保障的地区，并没有推出有针对性的制氢风电价格。“通常来说，电价占了电解水制氢总成本的 80% 左右，根据当地的氢气价格，倒推出

来有竞争力的长期的风电供应价格，可以极大的促进风电制氢的发展。”

推动产业从示范走向成熟

业内人士认为，我国风电制氢项目大多是处于示范起步阶段，只有逐步破解发展中的问题，才能推动产业进入成熟期。

针对上述难题，赵吉诗指出，应从三个方面发展我国风电制氢：首先，加大技术创新支持力度。重点提高碱性槽电解水制氢能效水平和装备寿命；突破 PEM 电解水核心关键技术及单槽制氢规模，提高能效，扩大产业化规模促进成本降低；跟踪国际 SOEC 技术进展情况，支持开展 SOEC 技术创新与试点示范。其次，尽快明确制氢电价定价机制，建议跟储能政策协同，制定 24 小时优惠电价。最后，要把电解水制氢纳入储能支持范畴。

在杨东川看来，我国风电制氢产业应在以下几个方向发力：第一，加快风储一体化建设，这将有利于降低风电波动性，提高风电品质，并参与电网调峰，提高电网安全性和运行效率，或是实现离网制氢；第二，针对氢气管网建设，制定有关标准和政策，利用现有天然气管网，对大规模天然气管道掺氢进行探索，同时建设纯氢运输管网，以降低氢气运输成本；第三，出台直供电售电相关政策，电网收取一定过网费后，允许风电场向制氢厂直接售电，以降低风电制氢成本，提高制氢厂供电稳定性。

“政府的推动对于新兴产业的发展至关重要，只要我们拿出推广电动汽车的魄力，就可以破局风电制氢，开创良好的行业发展局面，打造世界一流的风电制氢和消纳市场。”竺炯操认为。（韩逸飞）

世界级风电产业基地集聚成型

羊城晚报 2020.6.8

阳江近海 1000 万千瓦海上风电项目已全部核准，浅水区 300 万千瓦项目正在建设，装机容量约占全省 41%，首批风机已于去年 11 月并网发电，深水区 700 万千瓦项目正加快推进前期工作，其中华电 50 万千瓦项目计划今年 6 月底前动工，将成为我国近海深水区第一个率先开工项目。预计到 2025 年，近海 1000 万千瓦规划装机将全部建成投产。

该市高标准规划建设面积为 7.4 平方公里的风电装备制造产业基地，已有明阳风机、金风整机、龙马铸造、广东粤水电、江苏中车、水电四局等 22 家风电装备制造企业落户建设，总投资近 200 亿元，其中明阳整机、明阳叶片等 4 个项目已建成投产，金风整机、龙马铸造等项目加快建设，基本形成了风电装备制造完整产业链，涵盖整机、叶片、塔筒制造等。阳江同步推进“一港四中心”（海上风电母港、质量监督检验中心、创新中心、大数据中心、运维中心）建设，初步构建了集资源开发、装备制造、研发设计、检测认证、运维管理、综合服务于一体的海上风电全产业链生态体系，世界级风电产业基地已具雏形。

九、核能

《关于加强核电工程建设质量管理的通知（征求意见稿）》发布

明确相关单位按职责对核电工程质量负终身责任

中国环境报 2020.6.22

本报讯 近日，国家能源局发布了关于公开征求《关于加强核电工程建设质量管理的通知（征求意见稿）》（以下简称《通知》）意见的公告。

《通知》主要分为5个部分，即充分认识核电工程建设质量的重要性、切实落实核电工程质量责任制度、加强核电工程建设过程质量管理、加强核安全文化和质量文化建设以及发挥现代信息化技术在核电建设管理中的作用。

核安全是核电的生命线，是国家安全的重要组成部分，是核电行业最重要的政治责任。《通知》指出，质量是保证核电安全的物质基础，建设期的质量就是运行期的核安全。

《通知》明确核电厂控股企业集团、核电厂营运单位、核电工程总承包单位、设计单位、施工单位、监理单位等按照各自职责对所承担的核电工程质量负有终身责任。

要严格遵守《核安全法》《核电厂质量保证安全规定》《建筑法》《建设工程质量管理条例》等核安全和工程建设领域法律法规有关要求，认真履职尽责，落实主体责任，确保核电工程质量。

《通知》在加强核安全文化和质量文化建设部分中指出，各参建单位负责人要确保在任何情况下作出表率，正确处理进度和质量关系，坚持进度服从质量。各参建单位要制定质量奖惩制度，鼓励通过质量创优持续提升工程质量，对管理规范和质量优良的组织和个人给予精神和物质激励。（孙浩）

我国第四代核能系统革新取得重大突破

可自动减轻事故后果，显著提高钠冷快堆的安全性

中国环境报 2020.6.29

本报讯 近日，第四代核能系统钠冷快堆关键技术研究“钠-超临界二氧化碳换热器研制和试验项目”顺利通过专家组验收。这标志着我国首个高效紧凑型钠-超临界二氧化碳印刷电路板式换热器研制成功，在第四代核能系统——液态金属冷却快堆革新型动力转换技术领域取得重大突破。目前，我国已全面掌握钠-超临界二氧化碳换热器的设计、制造、测试技术，并在这一领域达到国际先进水平，为后续实现工业应用奠定了坚实基础。

为满足第四代先进核能系统对经济性和安全性的高要求，2016年起，在科技部支持下，中核集团原子能院开展了基于超临界二氧化碳动力循环技术的钠冷快堆关键技术预先研究。

超临界二氧化碳布雷顿循环是目前世界上最先进的热机循环之一，具有循环效率高、设

备体积小的特点，能减少设备数量，降低建造和维护成本，显著提高经济性，因而具有广泛的应用前景，是目前国内外研究的前沿和热点。此外，由于二氧化碳与液态金属钠无剧烈反应，即使发生突发情况也具有自我抑制机制，从而可自动减轻事故后果，显著提高钠冷快堆的安全性。

钠 - 超临界二氧化碳换热器作为循环系统中的关键设备之一，需在高温高压强腐蚀等苛刻条件下实现高效换热。而印刷电路板式换热器是一种紧凑式高效换热器产品，兼具管壳式换热器和板式换热器的双重优点。

2019 年，原子能院联合中船重工 725 所研制了高效紧凑型钠 - 超临界二氧化碳印刷电路板式换热器样机，并联合汉华京电设计和建造了钠 - 超临界二氧化碳热工水力试验装置，开展了钠 - 超临界二氧化碳换热器传热性能实验。

2019 年 12 月，钠 - 二氧化碳换热器样机制造完成。今年 5 月，传热性能实验完成，传热功率和温度分布等重要参数均与设计符合良好。这一换热器技术除了应用于钠冷快堆，还可用于铅铋合金、钠钾合金等其他液态金属冷却反应堆的动力转换系统，具有广阔的应用前景。（赵民富）

《中国评价核数据库》最新版发布

作为连接核物理基础研究与核技术应用的重要纽带，该数据库对发展我国自主知识产权核数据技术，防范国外技术封锁，大力发展核能等产业意义重大

中国能源报 2020.6.22

本报讯 近日，由我国自主研发的《中国评价核数据库》最新版本 CENDL - 3.2 正式发布。作为核工程与核技术研究的重要基础，该数据库是连接核物理基础研究与核技术应用的重要纽带，对发展我国自主知识产权的核数据技术，防范国外技术封锁，大力发展核能、核医学、同位素和辐照产业，进一步巩固并提升我国在国际核数据界和核数据相关研究领域的影响力和话语权意义重大。

据了解，新版 CENDL - 3.2 采用国际通用的 ENDF - 6 数据格式，中子入射能量范围从 10 - 5 电子伏特到 20 兆电子伏特。相较前一版本，核素数量由 240 种增加至 272 种，数据质量、数据种类均有大幅度提升。使用我国自主研发的最新版核反应模型程序系统，利用包含我国自主测量在内的最新实验测量数据，对 134 个核素的中子反应数据经过了重新评价和计算，其中包括核能和核技术应用中重要的核素氢、锂 - 6、7、铁 - 56、铀 - 235、238 和钚 - 239、240 等的中子反应数据。对于核数据用户急需的截面数据协方差文档，基于我国自主研制的利用广义最小二乘法评估理论模型参数的不确定性，CENDL - 3.2 给出了 70 个裂变产物核的主要核反应截面模型相关协方差数据，实用性较前一版本有大幅提高。

此外，通过对 1230 个国际宏观基准系统进行检验，CENDL - 3.2 针对中子诱发铀和钚裂

变系统的预测能力有显著提高，在一些技术指标上已超过美国、日本和欧洲的评价核数据库。

我国核数据研究工作起步较晚，且在关键高精尖核数据与先进方法上始终受国外封锁。特别最近几年，核数据强国在原有关键核数据与研究方法对我国限制的基础上，在其他基础核数据研究方面的制约也已日趋凸显。基于此，中国核数据中心牵头组织开展核数据研究工作，在充分掌握核心技术的同时，积极参与国际与地区的合作，与国际原子能机构和经济合作与发展组织核能署等国际组织开展广泛的协作交流，建立了具有我国特色、独立自主知识产权的核数据研究体系和《中国评价核数据库》系列。（张环宇）

新闻链接

核数据是描述原子核本身特性和其他粒子与原子核发生各种反应的重要表征、重要基础数据。因此，人类一切与原子核和原子核反应相关的活动都离不开核数据，其可靠性、准确性与完整性将影响人类建设的各种与核有关的装置、核能和平利用以及核技术应用的安全性、经济性，也会带来巨大的社会效应与经济效益。

高质量核数据的获得，强烈依赖于核物理基础实验及理论的发展，反过来，高质量的实验数据对核物理基础研究也有重要推动作用。目前，人类获取可靠的核数据主要通过两种方式：一是通过实验方法进行实际测量，二是基于可以开展的实验测量数据，再结合核反应理论模型，实验数据进行评价给出。两种方式相互结合、相互补充才能给出满足各种不同需求的核数据。

在核数据评价方面，美国、日本等国及欧洲一直在不断提高自己评价核数据库的水平，包括核素范围、数据种类、数据质量以及数据库更新频率等，均已建立了完整的核数据评价体系，包括用于核数据评价的先进的理论模型与计算程序、完整的核数据建库与检验技术、面向用户的完善的数据加工与制作技术、核数据灵敏度分析与数据调整技术等。

我国核数据研究始于上世纪 60 年代初，根据核装置设计、核试验诊断的要求，开展了重要核数据的实验测量工作，有力支持了核装置初期的发展。其后，核数据研究一直紧紧围绕核装置、核动力发展的需要进行。通过全国核数据工作协作网各成员单位的共同努力，先后完成了多期核数据任务，取得了许多重要成果，并于 1985 年完成发行中国评价核数据库第一版 CENDL - 1，于 2009 年底完成 CENDL - 3.1。

十、其它

煤炭的未来在于清洁高效转化

中国能源报 2020. 6. 1

煤炭是我国的主体能源和重要工业原料。今年的政府工作报告再次强调“推进煤炭清洁高效利用”。对此，全国人大常委会委员、中国科学院院士、中国科学技术大学校长包信和认为，在未来能源体系中，煤炭应尽量少用于燃烧发电、多实施高效转化。解决碳排放、

高水耗及废水、废气、废渣处理处置，是其中的关键问题。

中国能源报：随着能源转型进程加速，当前不乏“去煤化”呼声。对此，您怎么看？

包信和：我国能源结构长期以煤为主，但不少地方现在提到煤炭就打怵。这主要是因为，煤在使用过程中排放大量二氧化碳，消耗大量水资源，对环境产生大量污染。

受多重因素影响，今年国际能源市场充满变数，给保障能源安全敲响警钟。2019年，我国原油和石油对外依存度双破72%，天然气对外依存度突破46%。从已探明的开采量来看，我国石油大概可采12年，天然气大概可采30年，煤炭还可以采50年以上。在一定时期内，真正靠得住的主体能源还是煤，煤炭是我国能源安全的“压舱石”。

中国能源报：围绕“清洁高效”，如何充分挖掘煤的潜力？

包信和：煤炭在我国有两种主流利用方式。一是作为能源，燃烧发电；二是作为原料，制备化学品。

煤电在我国电力供应结构中占比一直超50%，但随着可再生能源技术发展、成本降低，煤炭应该不再是发电的唯一选择。风电、光伏及核电等新能源逐步替代煤电，是我国经济社会发展的愿景和必然趋势。未来，煤到底还要不要大比例用于发电，是一个值得探讨的问题。

另一方面，我国对化学品的需求量非常大，现有获得途径主要依赖原油。在“贫油、少气、相对富煤”的资源禀赋下，我们很难完全依赖石油化工，利用煤炭制备化学品是符合国情的现实之选。在可再生能源发展日渐成熟的基础上，发电用煤能少尽少。把煤用作碳资源制备更多化学品，即发展现代煤化工，是未来清洁高效利用的主要途径。

中国能源报：既然是主流途径，现代煤化工为何长期存在争议？

包信和：除了经济性考量外，目前对煤化工的诟病主要集中在三个方面，也是煤炭实现清洁高效利用必须彻底解决的三个问题。

一是二氧化碳排放。煤的结构及反应过程决定其燃烧一定会产生二氧化碳，燃烧1吨煤排放3吨以上二氧化碳。碳减排是现实需求，也是我国应对气候变化的国际承诺。但目前，真正的碳减排技术成本很高，一般企业难以承受。

二是耗水。煤化工项目往往是用水大户，煤气化、合成及后续产品纯化、分离等环节均离不开水。相应地，合成转化过程产生大量废水。理论上，采用现代技术，煤化工过程中的废水均可经过处理循环利用，但费用越来越高。

三是排放废气、废渣。煤中杂质燃烧产生的废气和固废对环境造成很大压力，无害化处理和资源综合利用的费用逐年攀升，企业压力加大。

中国能源报：有没有办法解决上述问题？

包信和：彻底解决的根本途径在于技术突破，其中催化技术又被寄予厚望。石油化工正是利用催化剂这把“剪刀”，把原油中的大分子“剪裁”成大小不同的分子，从而得到所需的化学品。

90多年来，煤化工一直沿袭费托合成技术，导致洁净水进、废水排放。能否利用催化

技术，把煤中的大分子像石油炼制一样直接“剪开”，少排二氧化碳，少用水甚至不用水，高效拿到我们需要的东西？这是催化研究的愿景和长期目标，但现在还很难达到。

我们正在研究一种新型催化技术，无需借助水循环，即可实现煤基合成气一步转化直接制烯烃，在保持二氧化碳排放量不变的情况下，降低水耗和能耗。该技术目前正在实施全流程开车。一旦成功，有望推广至煤制油、制含氧化合物等工艺过程，打造一个煤化工转化新平台。（朱妍）

探索电力行业轻资产高附加值发展模式

中国能源报 2020.6.1

“十四五”时期，能源电力企业如何把握新型基础设施建设发展机遇？“十四五”规划又将如何推动构建能源高质量发展新格局？两会期间，全国政协委员、中国能源研究会副理事长陈进行在接受本报记者采访时表示，要让“新基建、新业态、新模式”成为建设新时代能源体系的新引擎。

陈进行表示，未来，新基建范畴伴随新技术出现将逐步拓展，能源电力企业应立足提供更优质的能源电力服务，推动行业理念、原理和技术取得革命性、颠覆式突破，做好产业链协同工作，促进新的产业模式和商务模式形成。

陈进行建议，能源电力行业要抓住新基建发展机遇，必须统筹好安全、绿色、经济三者关系：首先要立足我国国情，协调推进传统基建和新基建，确保能源电力系统安全可靠；其次要以绿色低碳为方向，推动技术创新和产业创新，做好5G融合、氢能、储能等领域的技术研发和产业化布局；再次，推动体制机制创新，形成与新基建相匹配的新业态、新模式，让新基建成本可接受，发展可持续，成为带动我国产业升级的新增长点，为企业发展提供新动能；此外，推动新基建必须有国际视野，统筹两个市场，广泛开展国际合作，深度参与国际竞争，在能源电力各领域争取和保持世界领先地位。

在陈进行看来，“十四五”期间，我国能源电力行业必须充分利用“大云物移智”等信息通讯技术，推动煤炭清洁高效利用，发展可再生能源，建设新一代能源电力系统，推动电力生产、电力消费、电力技术、电力体制变革，同时在“一带一路”倡议框架内全方位开展能源电力国际合作，实现能源高质量和可持续发展。

陈进行认为，“十四五”期间我国能源电力多元供给体系将更加完善。

一是多元供给体系保障国家能源安全。立足我国资源禀赋，推动建设更加多元能源电力供应体系，传统化石能源与可再生能源协同发展，大容量、高参数、低能耗先进煤电机组持续发挥保障电力供给基础作用，可再生能源继续保持快速增长态势，装机和发电规模占比显著提升，我国能源电力供应将总体宽松，国家能源安全基础进一步巩固。

二是可再生能源持续发展壮大。可再生能源成为电力增量中的主力电源，有效促进我国能源电力体系的清洁化低碳化进程；随着电网智能化水平的提升，可再生能源发电和储能技

术的发展，煤电灵活性改造后提供更优更强系统服务，可再生能源调峰消纳问题将逐步解决；可再生能源存量升级问题引起更多关注，存量资产供能潜力逐步挖掘，资源利用率显著提升。

三是煤电高质量发展步伐加快。煤炭清洁高效利用持续推进，煤炭集中燃烧替代、电能替代步伐加快，用能方式不断优化；煤电高温亚临界机组升级改造逐步实施，存量煤电效率进一步提升；充分发挥煤电业务对“一带一路”的重要支撑作用，持续巩固行业领先地位。

陈进行针对能源电力“十四五”规划建议：首先，抓住新基建发展契机，探索和建立能源电力行业通过轻资产投入，实现高科技含量、高附加值的发展模式，在保障基本供电安全的基础上，提升应对复杂外部形势保证能源战略安全的能力。其次，通过统筹规模化开发和分布式发展、核心技术研发和辅助技术支撑、增量发展和存量升级、消纳机制和商务模式等关系，促进可再生能源高质量发展；再次，保证大容量、高参数、低能耗煤电机组发展空间，加快研发新一代煤电技术，加大现役煤电亚临界机组改造力度，发展燃煤热电多联供，促进煤炭清洁高效利用。（路郑）

继亿吨级大油田之后 渤海湾又有大发现

科技日报 2020.6.8

“中国渤海莱州湾北部地区发现首个亿吨级大型油田！”最近，这则消息在朋友圈刷了屏。这个垦利6-1油田石油探明地质储量超过1亿吨，如按原油常规采收率，提炼成汽柴油后，可供100万辆汽车行驶20余年。

对中国石油人来说，这不是唯一的好消息。6月初，中国石化胜利油田对外宣布，在渤海湾这片“淌金流银”之地，“埕北830井”获得日产179吨的高产工业油流。这是继亿吨级大油田之后，渤海湾的又一重大发现。

科技日报记者了解到，在接连传出的好消息背后，新理念、新技术、新成果立了大功。

当石油勘探的触角深入到渤海湾浅海区域3300米以下地层时，科研人员遭遇了瓶颈。

记者了解到，传统观点认为，由于地下的连通性，造成油气只能在高部位成藏，在低部位的洼陷带很难成藏。一方面，上述“埕北830井”所在地段是一个“富得流油”的地带，截至今年4月底，该地段累计上报探明储量1000余万吨；但另一方面，这一地段正是洼陷带。

中国石化胜利油田分公司副总经理、总地质师宋明水告诉记者，地质人员打破传统，坚定山脚下具有成藏条件的判断，持续攻关并取得成功。如今，“埕北830井”高产，打破了传统观点，以往认为的“贫油带”打出了“富油井”。

随着胜利油田东部探区进入勘探开发中后期，勘探目标具有“薄、小、碎、深”的特点，对地震资料也提出更高要求。“以前用大网捕鱼，当大鱼捕得差不多了，要想再捕鱼，只有织密渔网才能捕着鱼。”胜利油田物探研究院首席专家尚新民用渔网比喻地震技术面临的瓶颈。

单点高密度地震技术就是尚新民手中“织密了的渔网”。这项技术彻底改写了罗家地区的勘探命运。2018年，在未钻探新井的情况下，利用单点高密度地震新资料，胜利油田在罗家地区渤海油田沙三段上报预测储量852.76万吨。2019年，罗176探井在罗家地区红层获得高产工业油流，打破了罗家地区勘探停滞近十年的困局。

目前，胜利东部探区已实施三维地震面积3.5万平方公里，探明储量33亿吨，平均每100平方公里探明储量近1000万吨。

此外，胜利油田还创新形成“组合缝网压裂”“非常规水平井分段压裂”和“二氧化碳辅助降黏冷采”等技术，让老区精细勘探有技可施。近60年来，胜利油田东部探区累计探明石油地质储量约52亿吨。

宋明水表示，必须不断解放思想，加大新区勘探力度，不断突破自我，才能为“百年胜利”提供资源支撑。（王延斌）

挖掘潜力 物尽其用 ——我国持续推进煤层气产业发展

中国电力报能源周刊 2020.6.13

6月初，同煤集团全力推进同忻矿煤层气抽采综合利用项目建设，该项目目前已经完成8口井的钻孔任务。

我国近年来重视各地尤其是山西省煤层气的开发与利用。国家发展改革委于2019年11月修订发布《产业结构调整指导目录（2019年本）》，其中鼓励类项目包括煤层气勘探、开发、利用和煤矿瓦斯抽采、利用。早前曾是煤矿安全生产“心腹大患”的煤层气，现今已在能源、化工等领域发挥着重要作用。当前，我国针对煤层气领域市场机制、技术创新等方面进行摸索与优化，以期未来实现煤层气产业规模化、商业化发展。

煤层气贡献显著经济、生态、社会效益

国家能源局于2016年12月印发的《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》（以下简称《规划》）这样定义煤层气：煤层气（煤矿瓦斯）是赋存在煤层及煤系地层的烃类气体。煤层气作为优质清洁能源，对于优化我国能源利用结构有着重要作用。此外，煤层气属于非常规油气资源，未来将成为我国常规油气资源的重要战略接替资源。煤层气的抽采利用则是保障煤矿安全生产的主要手段。

国家能源集团乌海能源公司天洁电力公司副总工程师唐秀龙认为，煤层气俗称煤矿瓦斯，是一种有毒有害气体。但对抽采出的瓦斯妥善利用，即可变废为宝、变毒为宝，利用瓦斯发电就是一种很好的瓦斯治理方法。瓦斯是与天然气燃烧值相当的清洁能源，利用瓦斯发电可以避免瓦斯这种有害的温室气体直接排入大气污染环境，发电后的余热还可以满足矿区供暖或矿工洗浴的热源需求。瓦斯的持续抽采也极大地改善了高瓦斯矿井的开采条件，促进矿井的安全生产。可以说，瓦斯的妥善抽采利用可以带来良好的经济效益、环境效益和社会效益。

效益。

据国家统计局公布的数据，2019年我国煤层气产量为88.8亿立方米，同比增长13.8%。《规划》提出我国煤层气发展目标：2020年，煤层气（煤矿瓦斯）抽采量达到240亿立方米，其中地面煤层气产量100亿立方米，利用率90%以上；煤矿瓦斯抽采140亿立方米，利用率50%以上，煤矿瓦斯发电装机容量280万千瓦，民用超过168万户。煤矿瓦斯事故死亡人数比2015年下降15%以上。

我国持续挖掘煤层气资源潜力

我国煤层气储量居世界第三位，山西、贵州、新疆、内蒙古等省区由于其自然资源禀赋的优势，煤层气储量丰富。

山西省既是煤层气资源大省，又是煤层气产业开发的“领头羊”。山西省境内埋深2000米以浅的煤层气地质资源量约8.31万亿立方米，占全国预测资源量的27.7%。2019年，山西省煤层气产量71.4亿立方米，增长26.4%；利用量66.1亿立方米，增长29.6%。

《2020年山西省政府工作报告》提出“煤成气产业实施三年滚动发展行动计划，大力推动增储上产”“深化煤层气勘查开采管理体制改革，实施‘三气’综合开发”。山西省煤成气增储上产三年行动大会战启动会于今年4月在沁水县召开。2020年，山西省将重点推动沁水、鄂东两大煤成气基地项目建设、稳产增产，力争产量达到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，建设国家非常规天然气基地。同时，山西省根据储藏煤层气和页岩气、致密气的地层往往叠置共生的特性，在全国率先试点将“三气”矿业权赋予同一主体，并尝试利用技术手段实现煤系“三气”共探共采。

素有“江南煤海”之称的贵州省，煤层气探明储量仅次于山西，位居全国第二。

2018年12月，贵州省人民政府印发《贵州省十大千亿级工业产业振兴行动方案》提出，按照“先抽后建、先抽后掘、先抽后采”原则，加快推进煤层气（煤矿瓦斯）开发示范县（区）、开发基地及示范项目建设，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。2019年4月，贵州省成功颁发首张煤层气勘查许可证，进一步规范煤层气矿业权审批登记行为。2020年1月，贵州省人民政府办公厅印发《加快推进煤层气（煤矿瓦斯）产业发展的指导意见（2019~2025年）》，提出力争全省煤层气探明储量、年产能、年产量到2020年分别达100亿立方米、1亿立方米、0.2亿立方米；到2022年分别达300亿立方米、3亿立方米、1亿立方米；到2025年分别达800亿立方米、8亿立方米、5亿立方米，建立CNG、LNG站15~20个，加气站100个以上，形成织金和盘州两个煤层气产业化基地。

新疆、内蒙古等地煤层气储量亦十分丰富，目前在开发方面已进行了一定的探索，但总体勘查开发程度还较低。新疆低煤阶煤层气资源丰富，主要分布于准噶尔盆地。阜康白杨河煤矿区作为新疆第一个煤层气先导性示范工程，探索研究具有山前地区大倾角、厚煤层地质特点的中低煤阶煤层气开发。内蒙古自治区2000米以浅煤层气资源丰富，低煤阶煤层气资

源主要分布在鄂尔多斯盆地、二连盆地及海拉尔盆地。《内蒙古自治区矿产资源总体规划（2016～2020年）》针对煤层气资源的开发利用提出“完成松辽盆地、银额盆地、二连—海拉尔盆地及上述盆地外围盆地页岩气、煤层气远景调查评价”“推进霍林河煤田低煤阶煤层气、呼和浩特煤田多水平煤层气勘探开发利用示范工程，利用科研、地震、钻井、测井、测试、压裂、采气等技术手段，探获资源量，形成煤层气开发技术体系”。

我国探索完善煤层气领域市场机制

矿业权重叠及资源管理审批环节繁琐是煤层气勘探开发面临的问题。国家与地方研究出台政策，促使采气采煤有序衔接，推动煤层气产业良性发展。

煤层气和煤炭属于共生的矿产资源，受多级矿业权管理体制影响，煤层气和煤炭矿业权出现重叠现象，致使煤层气抽采与煤炭开采工作不协调，企业进行侵权开采。原国土资源部于2007年4月印发《关于加强煤炭和煤层气资源综合勘查开采管理的通知》，提出对于采用露天开采方式采煤、采用井工开采（煤层中吨煤瓦斯含量低于国家规定标准、高于国家规定标准但不具备规模化地面抽采和开发利用条件），凡煤层气资源可综合回收利用的，应在煤炭资源开发利用方案中予以综合考虑，实现煤炭和煤层气资源的综合开发与合理利用。而山西省作为煤层气开发大省，就规范处理煤层气和煤炭矿业权重叠区争议出台了政策。山西省人民政府办公厅于2016年10月印发《山西省煤层气和煤炭矿业权重叠区争议解决办法（试行）》，提出可采取当事人签署安全互保协议、当事人实施合作勘查开采、当事人调整重叠区范围的方式解决重叠区争议。自然资源部于今年4月研究起草《自然资源部关于完善矿业权管理有关事项的通知》（征求意见稿），细化矿业权重叠有关规定，提出油气与非油气矿业权之间范围重叠，向登记管理机关提交不影响已设矿业权人权益承诺的申请人，在取得矿业权后，应在开始勘查开采活动前依法向项目所在地的县级自然资源主管部门报告项目情况，并依照承诺不影响已设矿业权勘查开采活动，确保安全生产、保护对方合法权益。

煤层气资源管理工作繁杂的审批环节与漫长的审批周期将削减煤层气企业进入市场的积极性。《自然资源部关于完善矿业权管理有关事项的通知》（征求意见稿）对于精简矿业权申请材料提出，申请人不再提交地质资料汇交凭证、勘查实施方案评审意见书、国务院批准设立石油公司或者同意的批准文件等；申请人不再提交有关主管部门的项目核准文件、地质资料汇交凭证或无需汇交地质资料意见表等。取消勘查实施方案审查，申请人提交的勘查实施方案在登记管理机关门户网站进行公开。

提升煤层气资源的配置效率，需要依靠管网规模化输送。我国通过组建国家石油天然气管网公司，推动形成上游油气资源多主体多渠道供应、中间“一张网”高效集输、下游市场化良性竞争的油气市场体系。借着国家石油天然气管网公司成立的“东风”，煤层气资源将会实现集约输送，获得快速发展的契机。

中国石油大学（北京）油气政策与法律研究中心主任陈守海认为，山西、河南一些地方开采的煤层气过去不能进入干线管网，通常就地液化后用汽车运输向周边销售，或者通过

专用管道向周边地区销售。由于需要配套建设液化厂或者专用管道，一定程度上提高了煤层气开采的资金门槛。国家管网公司成立后，经过处理、符合商品天然气标准的煤层气可以进入干线管网向全国销售，有利于降低煤层气开采门槛，也有利于扩大煤层气市场范围，促进煤层气产业发展。（王若曦）

2019 年我国发电机组可靠性达 90% 以上

中国能源报 2020. 6. 8

本报讯（记者赵紫原）报道：国家能源局和中电联 6 月 3 日联合发布的《2019 年度全国电力可靠性指标》（以下简称《指标》）指出，2019 年，纳入可靠性管理的各类发电机组等效可用系数均达到 90% 以上。其中，燃煤机组 92.79%，同比增加 0.53 个百分点；燃气-蒸汽联合循环机组 92.37%，同比降低 0.1 个百分点；水电机组为 92.58%，同比增加 0.28 个百分点；核电机组 91.01%，同比下降 0.83 个百分点。

输变电可靠性指标中，纳入可靠性管理的输变电设施为 220 千伏及以上电压等级的变压器、电抗器、断路器及架空线路、电缆线路等十三类输变电设施。其中，架空线路、变压器、断路器三类主要设施的强迫停运率分别为 0.064 次/百千米年、0.235 次/百台年、0.172 次/百台年，同比分别增加 0.002 次/百千米年、0.047 次/百台年、0.051 次/百台年。

用电可靠性方面，2019 年全国用户平均停电时间 13.72 小时/户，同比减少 2.03 小时/户，其中，城市地区 4.50 小时/户，农村地区 17.03 小时/户。其中，华东区域用户的平均供电可靠率最高，西北区域用户的平均供电可靠率最低。

《指标》显示，2019 年，全国供电可靠性仍然呈现不均衡态势，“计划停电”仍是造成我国中压用户停电的主要原因，占用户总停电时间的 59.84%。其中，工程与检修停电分别占预安排总停电时间的 51.69%、46.31%，“故障停电”占总停电的 40.16%。

“十四五” 能源规划应提高天然气发电比重

中国能源报 2020. 6. 15

核心阅读

经测算，燃气电厂在降低污染物排放、碳排放，提高能源利用效率，调节电网峰谷差等方面明显优于燃煤电厂。同时，燃气—蒸汽联合循环在热电联产基础上，更有利于能源的梯级利用。当然，在燃料成本偏高的当下，燃气电厂也应积极寻找合适的生存之道。建议相关部门在“十四五”能源规划中继续深化能源供给侧结构性改革，提高天然气发电比重。

在当前的能源使用状况下，推动能源系统低碳转型、提高能源利用率，成为各国能源从业者共同的目标。电力需求的增长，将使中国等发展中国家电力行业的脱碳变得更加困难。这一方面要努力推进电力系统脱碳化，积极探索发展风光可再生电力、推进燃料转换、“化石能源发电 + CCS 碳捕捉”等多种电力系统脱碳化路径。另一方面，也要意识到电气化并

非能源转型的全部，我们要从节约能源消费、提高能源利用效率、发展可再生能源、氢能等其它能源多方面入手，提供一个更加多元化的低碳转型方案。燃气—蒸汽联合循环发电作为低碳环保、能源梯级利用的典型代表，已成为世界各国推动能源转型的关键措施。我国燃气电厂在当前形势下也需探索出一条新的生存与发展之路。

燃气电厂综合优势高于燃煤电厂

随着世界经济规模的不断增大，世界能源消费量持续增长，同时，世界能源消费结构逐渐趋向优质化。2018年，经合组织国家的煤炭需求降至1975年以来的最低水平，说明部分国家和地区已经开始实现多元的能源结构，可再生能源使用的增长替代了煤炭和石油的使用。据BP公司预测，中国能源消费中煤炭的占比将快速下降，从2018年的60%降至2040年的35%，降低的总量基本由可再生能源和天然气的增量抵消。

燃气电厂污染物与碳排放水平优于全生命周期的燃煤发电

对于燃煤电厂来说，排放的大气污染物主要有氮氧化物、二氧化硫、烟尘等，因管道天然气中基本不含硫，所以燃气电厂排放的大气污染物主要为氮氧化物。

2016年，原环境保护部下发的《火电行业排污许可证申请与核发技术规范》要求火电机组排污量按照机组装机容量和年利用小时数，采用排放绩效法测算。据测算，在装机容量和年利用小时数一致的情况下，燃煤电厂的氮氧化物允许排放量是燃气电厂的1.6倍。

而实施超低排放以后的燃煤机组的污染物当量值仍明显高于燃气机组，根本不存在所谓的环保优势。我国大部分地区火电厂氮氧化物的排放标准为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，目前只有北京与深圳对燃气机组的氮氧化物排放提高了要求，要求排放浓度不大于 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。随着低氮燃烧技术的进一步发展，我国其他地区燃气机组的NOx排放标准也会逐步降低到 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。

相关研究显示，燃煤电厂和天然气电厂的全生命周期碳排放分别为 $745.9735\text{g}/\text{kWh}$ 、 $522.4980\text{g}/\text{kWh}$ ，其中发电运行分别占全生命周期碳排放的90.80%、68.15%，即燃煤电厂发电过程中碳排放量为 $677.34\text{g}/\text{kWh}$ ，而天然气电厂发电过程中的碳排放量仅为 $356.08\text{g}/\text{kWh}$ ，不到燃煤电厂碳排放量的一半。整体来说，燃煤发电全生命周期和发电环节的碳排放均高于天然气发电。

燃气—蒸汽联合循环能源利用效率优势明显

根据中电联发布的《中国电力行业年度发展报告2019》中的数据，2018年，全国6MW及以上电厂供电标煤耗为 $307.6\text{g}/\text{kWh}$ ，比2017年降低 $1.8\text{g}/\text{kWh}$ 。根据国家发改委、原环境保护部及国家能源局联合发布的《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020年）》，现役先进水平的1000MW级超超临界燃煤机组供电标煤耗为 $285\text{g}/\text{kWh}$ ，新建1000MW级超超临界湿冷机组设计供电煤耗为 $282\text{g}/\text{kWh}$ 。

按照供电煤耗 $282\text{g}/\text{kWh}$ 计算，每千瓦时供电所耗能量为 8264.57kJ ，能源利用率为43.56%。根据燃气—蒸汽联合循环机组实际运行情况，E级联合循环的气耗为 $0.190\text{Nm}^3/\text{kWh}$ ，F级联合循环在纯凝工况下的气耗为 $0.183\text{Nm}^3/\text{kWh}$ ，而新型的H级联合循环机组气

耗能达到 $0.170 \text{Nm}^3/\text{kWh}$ 。即使以气耗相对较高的 E 级联合循环机组计算，天然气高位热值按 36MJ/m^3 计算，每千瓦时供电所耗能量为 6840kJ ，能源利用率为 52.63% 。按照 H 级联合循环机组的气耗计算，供电的能源利用率为 62.4% 。

可见，在能源利用的效率方面，燃气 - 蒸汽联合循环比常规燃煤机组有明显的优势。

燃料成本过高致燃气电厂收益偏低

关于燃气电厂与常规燃煤电厂经济性对比的研究有很多，从电厂的利润情况来看，燃气电厂的盈利能力的确不如燃煤电厂，而且存在较大差距。但是，造成这种情况的主要原因是燃气电厂燃料成本远高于燃煤电厂，收益远低于燃煤电厂。

在我国，电网企业和电厂企业作为国民经济保障企业，在盈利的同时承担了更多的社会责任。虽然电网对参与调峰的发电企业有额外奖励，但对于发电企业来说，电网的调峰奖励往往不能覆盖调峰所产生的成本，导致企业调峰的积极性不高，此时只能通过限制工业用电来保障居民用电。如果完全从经济角度来说，这种运行方式是不经济的，也导致燃气机组无法发挥调峰速度的优势，成为影响燃气电厂利润的一个重要原因。

在某些国家，电力生产经营市场化程度较高，夏季高温时，用电价格甚至可飙升至 9 美元/千瓦时，折合人民币接近 63 元/千瓦时，是平时电价的 180 倍。在这种情况下，发电企业有足够的积极性进行调峰。虽然这是一个比较极端的情况，但对于燃气发电机组，其控制模式中有一种“尖峰负荷”（PEAK）模式，在这种模式下，燃气轮机通过提高燃烧初温以增加出力，这种运行方式会降低设备使用寿命，此时需要电厂经营者根据调峰电价和设备的成本进行取舍。

燃气机组更适于调节电网峰谷差

根据《2019 年全球电力报告》中的数据，2018 年，我国发电量为 7.1 万亿千瓦时，位居全球第一，占全球总发电量的 26.7% ，比第二名的美国多 2.6 万亿千瓦时。但我国人均耗电量排名在 63 位，说明我国电力行业仍有较大发展空间。由于电力难以储存的特殊性，电力的生产和消耗需要保持实时平衡。近年来，虽然也发展了诸如抽水蓄能、电池蓄能等方法平衡电网的峰谷差，但对于目前电网的规模来说，这些手段的调节能力有限。对于电网来说，能够快速调整负荷的发电机组比其它手段能更好地平衡电网的峰谷差。

常规燃煤发电机组容量大，能够为电网提供基本的负荷，调节负荷的速率为 $10 \text{MW}/\text{分钟}$ 。燃气发电机组具有启动快、调节负荷快的特点，负荷调节速率能够达到 $65 \text{MW}/\text{分钟}$ ，显然燃气机组更适合用于调节电网的峰谷差。另外，燃气机组启动快，既可以作为电网的黑启动电源，也可以对天然气管网进行调峰，发挥储气库的部分调峰作用。

燃气电厂选址更为灵活

对燃煤电厂来说，其最主要的区域为燃煤储存区域，由于燃煤电厂对燃煤的需求量十分巨大，按照两台 600MW 燃煤发电机组的耗煤量，满负荷运行状态下每天需消耗煤炭约 10500 吨，如果电厂储存 15 天的燃煤量，则存煤量达到 15.75 万吨，储煤厂占地约 2 万平方

米，加上灰场，总占地面积能达到 40 万平方米。此外，由于煤炭运输量大，燃煤电厂需建立在铁路或码头旁边。而对同样规模的燃气电厂，由于天然气采用管道输送，总占地面积约 14 万平方米。而且燃气电厂排污量低，即使建设在城市中心也不会对周围产生影响。

由燃煤电厂和燃气电厂的特性可以看出，燃煤电厂适合建设在远离城市中心，靠近煤矿或铁路、码头的地方。燃气电厂则可以根据电负荷、热负荷的集中程度选址，适合建设在采暖集中或工厂较集中的区域，如城市附近和工业园区。

燃气轮机的广泛使用将带动基础性学科发展

从 1939 年世界第一台燃气轮机投入商业运行开始，燃气轮机的发展取得了长足进步。其燃烧初温能从最初的 550℃ 发展到 H 级燃机的 1500℃，得益于透平材质以及涂层材料的飞速进步。反过来说，也正是商业的需求促进了材料的研究与发展。另外，燃气轮机的应用并不仅仅局限于商用与发电，还广泛应用于军事上，主要为飞机及大型舰船的动力发动机。GE 公司曾在 1969 年推出 LM2500 型航改型燃机，直到今天仍应用在美国海军最新的水面作战船上。

燃气轮机的应用，从某种意义上说，是为燃气轮机核心技术的研发与进步提供了平台与支撑，任何成熟的技术都不是在实验室里发明出来的，而是通过不断实践、研发、再实践的过程得以实现。中科院上海高等研究院自主研发的天然气分布式能源机组已投入商业运行，为微型燃气轮机的国产化向前推进了一大步。当前，部分人士认为我国没有掌握燃气轮机的核心技术，造成燃机投资高、维修成本高，所以应减少在燃气轮机上的投资，这种认识是片面的。燃气轮机除了能推动材料科学的发展外，还能推进燃烧理论、控制理论等基础性学科发展，燃气轮机的广泛使用必将会带动这些基础性学科的发展。

燃气—蒸汽联合循环提高能源梯级利用水平

能源梯级利用是能源利用最合理和经济的一种方式。无论是一次能源还是余能资源，均应按其品位逐级加以利用。燃气—蒸汽热电联产是一种典型的能源梯级利用方式，在热电联产系统中，高温烟气（约 1500℃）先用来发电，发电后的低温烟气（约 560℃）再将水加热为水蒸汽，高温蒸汽先用来发电，低温余热则可向工厂、写字楼及住宅供热与制冷。目前丹麦已经不再建设大型火力发电厂，因为大型火电存在难以实现能源梯级利用、用户终端能耗水平无法降低等问题，通过实施分布式能源系统，能源梯级利用的总能效可达 80% 以上。

由能源梯级利用的理论可知，工质的初温越高，其能源梯级利用的范围就越大，能源利用的效率就越高。与燃气电厂相比，燃煤电厂的工质为水及水蒸汽，其初温为 500℃ – 600℃，而燃气电厂的一级工质为空气和天然气，二级工质为水及水蒸汽，对 E 级燃机而言，其一级工质的初温可达 1124℃，对目前最先进的 H 级燃机来说，其一级工质的初温可达到 1500℃，这也是燃气电厂效率高于燃煤电厂的根本原因。

能源的梯级利用包括按质用能和逐级多次利用两个方面。其中，按质用能就是尽可能不使高质能源去做低质能源可完成的工作，在一定要用高温热源来加热时，也尽可能减少传热

温差。在只有高温热源，又只需要低温加热的情况下，则应先用高温热源发电，再利用余热供热，如热电联产。逐级多次利用就是高质能源的能量不一定要在一个设备或过程中全部用完，因为在使用高质能源的过程中，能源的温度是逐渐下降的（即能质下降），而每种设备在消耗能源时，总有一个最经济合理的使用温度范围。这样，当高质能源在一个装置中已降至经济适用范围以外时，即可转至另一个能够经济使用这种较低能质的装置中去使用，使总的能源利用率达到最高水平。

近年来，随着能源利用水平的提高，燃气—蒸汽联合循环在热电联产的基础上，发展为热、电、冷联产，通过余热锅炉末级热量生产热水，并通过溴化锂设备生产出7℃左右的冷水，向生产办公区域及电厂周围用户供应冷水，进一步提高了能源的利用率。虽然能源梯级利用是针对发电和供热企业提出的，但可以广泛地扩展到制冷、化工、冶金等各种工业过程，必要时可用热泵来提高热源的温度品位后再利用。不同的企业对能量的等级要求是不一样的，可以根据各用能企业的能级需求，先将高能级热源经上一级企业使用后降为低能级热源，再供给需求低的企业使用。能量的梯级利用能够有效满足各单位的用能需要，而不增加能源消耗，极大地提高了能源利用率。

燃气电厂要提升自身生存能力

进入2020年，“十三五”即将迎来尾声。经济快速发展和社会生产力显著增强，我国能源领域发生了翻天覆地的变化，取得了举世瞩目的伟大成就。传统的“等、靠、要”经营方式已经落伍，经营者如果还保持过去电厂的经营理念，必然会将电厂带入发展的死胡同。燃气电厂也需要在多元化经营上大胆尝试和创新。

首先，要开辟主营业务外的新业务。创新商业模式，逐步向综合能源服务商和供应商转型，建立以热电生产为主，综合能源为辅的新模式。在电力生产过程中，为保证发电机组的正常运行，会配套除盐水、压缩空气的生产，而电厂在设计时，往往会在水、气最大使用量的基础上设计一些余量，以保证工况最恶劣的情况下发电机组能正常运行。在不增加设备的基础上，可以将多余的除盐水、压缩空气作为商品出售给周边需要的企业，既可为周边企业节省设备投资和运行维护成本，也可为企业增加利润。

其次，要优先发展分布式能源系统。结合“十三五”新型城镇化建设和城乡天然气管道布局规划和建设，优先发展分布式能源系统，因地制宜发展大型天然气发电（热电）站，以实现能源的梯级利用。在电网系统调峰容量不足地区，利用天然气发电机组承担调峰调频任务，提高系统运行灵活性、可靠性，减少弃风、弃水、弃光。

再次，要抢抓碳排放机遇，争取外部市场收益。作为燃机发电企业，相比燃煤电厂，有着碳减排优势，要认真研究碳排放交易政策，跟踪掌握国内碳排放政策走向，使碳减排交易成为新的利润增长点。燃气电厂要利用燃机减排优势，积极介入，充分利用碳交易机制，依靠碳市场机制来合理配置碳排放权这一环境资源，合理制定碳资产的经营策略，对碳资产进行科学管理，实现碳资产收益最大化。

“十四五”时期是我国由全面建成小康社会向基本实现社会主义现代化迈进的关键时期，是积极应对国内社会主要矛盾转变和国际经济政治格局深刻变化的战略机遇期。“十四五”期间，我国的能源产业必将得到更加充分的发展。燃气—蒸汽联合循环发电作为低碳环保、能源梯级利用的典型代表，建议相关部门在“十四五”能源规划修订时高度重视，提高天然气发电比重，继续深化能源供给侧结构性改革。

一是从我国的资源结构来看，天然气属于一种稀缺的能源资源，使用时应提高利用效率。热电冷三联供技术，则提供了一种很好的梯级利用高品质能源的方式，既能实现节能的目标又有利于环境保护，符合我国目前的国情和能源技术的发展潮流。

二是从能源的发展来看，虽然世界各国都在努力降低煤耗，但随着能源需求的日益增加，煤炭的需求总量仍将增加，煤炭作为能源供应的主力短期内不会改变。而天然气的供应紧缺情况也会随着开采技术及天然气贸易的发展，逐年得到改善。

三是燃煤电厂与燃气电厂在电网中的作用各有侧重，燃煤电厂适合作为电网的基础负荷，承担保障电网安全及电力供应的主力作用。而燃气电厂适合布局在电负荷及热负荷中心，以其清洁、高效、快速的特性为电网充分发挥调峰作用。

四是燃气电厂应该根据自身的优势，开展多种经营模式，拓展电厂的业务范围，提升生存能力。（王世宏）

中国工程院院士袁亮： 废弃矿井“有宝可挖”

中国科学报 2020.6.17

当前，很多煤矿正面临关闭或废弃，有的已达到服务年限、有的不符合安全生产要求、有的因开采成本过高而亏损严重……

“预计到2030年，我国废弃矿井将达到1.5万处。直接关闭或废弃此类矿井不仅造成资源的巨大浪费和国有资产（20亿~30亿元/矿）流失，还有可能诱发后续的安全、环境及社会问题。”现实情况让中国工程院院士、安徽理工大学校长袁亮感到忧虑。

“政府应尽快制定废弃矿井资源开发利用中长期规划，健全废弃矿井能源资源开发利用及生态环境治理机制。”袁亮指出，国家亟须通过一系列的措施，提升废弃矿井能源资源开发利用科技支撑能力，助力蓝天、碧水、净土保卫战。

简单关闭与废弃问题突出

据调查，目前关闭/废弃矿井中赋存煤炭资源量高达420亿吨、非常规天然气近5000亿立方米、地下空间资源约为72亿立方米，并且还具有丰富的矿井水资源、地热资源等，蕴藏着大量可供开发的可再生能源及生态开发、旅游资源。

近年来，资源型城市以废弃矿井能源资源开发利用为抓手，推动地区经济转型，培育壮大新的发展动能，形成了绿色发展、建设美丽中国的生动实践。

但袁亮团队经过调研发现，由于对废弃矿井开发利用规律、发展路径等重大问题研究不足，废弃矿井综合开发利用的规模、技术能力、开发利用水平等方面参差不齐、问题突出。矿井的简单关闭或废弃，使得包括工业场地、建构建筑物、资产设备等在内的国有资产也随之白白流失。

袁亮认为，如果国家加快出台废弃矿井能源资源开发利用激励措施，引导地方政府、企业、高校、科研院所等各方面广泛参与，共同构建起符合我国实际、体现国际先进水平的废弃矿井能源资源综合开发利用体系，这对于推动能源革命与资源型城市经济转型具有重要意义。

尽快制定中长期规划

目前，根据废弃矿井的具体情况，中国工程院提出多种利用方式。例如，建设分布式抽水蓄能电站、开发地下空间工业旅游资源、开发利用资源枯竭深大露天矿、开发可再生能源利用、进行生态修复与接续产业培育、建设地下空间国家级科研平台等。

对于如何解决废弃矿井能源资源开发利用，袁亮早有自己的思考：“首先要把废弃矿井资源开发利用作为‘能源革命’的重要支撑，推动储能及多能互补开发利用，加强军民融合，研究国防及相关资源利用，盘活国有资产。”

袁亮建议，重点发展以抽水蓄能、空气压缩储能为代表的储能及多能互补开发利用，推进废弃矿井能源资源区域性分级分类。同时，加强“抽水蓄能”“空气压缩储能”“煤及非常规天然气”等不同领域废弃矿井能源资源开发利用分类指导，为可再生能源健康发展提供技术保障。

他还建议由国家有关部门牵头，统筹做好废弃矿井能源资源开发利用顶层设计，建立废弃矿井能源资源综合协调管理机构，尽快制定废弃矿井资源开发利用中长期规划，制定废弃矿井能源资源资产管理制度，开展示范矿井建设，加大资金项目和财税支持力度，为废弃矿井能源资源开发利用营造良好发展生态。

与此同时，袁亮表示，国家还应加大废弃矿井资源开发利用国家科研项目支持力度，支持地下空间国际前沿原位测试等领域基础研究。他建议将废弃矿井能源资源开发利用关键性技术攻关项目列入国家重点研发计划、能源重点创新领域和重点创新方向，促进国家级科研平台建立，支持地下空间国际前沿原位测试等领域基础研究。

开发要“以人为本”

我国对废弃矿井能源资源开发利用的研究起步较晚，基础理论研究薄弱，关键技术不成熟，还存在煤矿地质条件复杂、阶段性关闭数量大等特殊情况。

基于此，袁亮指出，必须坚持“以人为本”的发展理念，将废弃矿井能源资源开发利用创新发展为高科技的新产业，以先进的工程科技支撑煤矿安全和职业健康。“我认为最关键的是要创新开采模式，对废弃矿井能源资源进行安全智能精准开发利用。”袁亮说。

废弃矿井能源资源智能精准开发利用涉及多学科交叉协作、内容纷繁复杂，需要解决不少科学问题。如地下煤炭气化高效转化与开发利用耦合机制、基于安全智能精准控制的地下

空间储物环境保障机理、基于多场耦合的矿井水及非常规能源智能精准开发模式、构建废弃矿井可再生能源开发与微电网输能模式、构建基于生态修复与环境支持的废弃矿井旅游开发模式等。

谈及我国废弃矿井如何开发的问题，袁亮指出，一方面，要调查清楚可利用资源到底有多少，制定废弃矿井开发利用标准体系与政策。应该对矿井地下空间资源及露天矿空间资源的分布、数量等基本信息进行系统调研，并对矿山环境潜在问题、环境修复治理、地下空间与矿井水利用等进行调查，提出可利用空间资源的详细数据。

另一方面，要开展地下空间资源开发利用规划可行性研究，提出适合我国发展实情的、切实可行的发展战略与利用规划方案。此外，在构建废弃矿井能源资源开发利用新型结构的同时，还应注意促使当地政府及民众参与废弃矿井能源资源开发利用，让“生于斯、长于斯”的当地居民成为最终受益主体。（崔雪芹）

张玉清：天然气有望成为第二大能源

中国科学报 2020.6.24

“到 2040 年，全球能源的需求将增长 20% 以上，届时石油仍然是第一大能源，天然气有可能超过煤炭成为第二大能源。”在 6 月 22 日举办的 2020 年上衍能源论坛上，国家能源局原副局长张玉清作出上述判断。

针对世界天然气发展形势，张玉清表示，第一个特点就是天然气需求持续增长，供需形势也比较宽松。据预测，2020 ~ 2035 年，全球天然气供需两旺，亚太地区有望成为主力。预计到 2035 年，亚太地区新增天然气需求量大约为 5600 立方米，占整个需求增量的 40%。

“总体来讲，我们国家天然气市场正处在一个发展的初期。”张玉清说，有专家把世界天然气发展总结为三个阶段，启动期、发展期、成熟期。其中，发展期有四大特点：资源增加、区域扩大、全国性管网初具雏形、需求拉动消费。而我国目前还处于中间阶段，即发展期。

“我国天然气发展是随着西气东输管道的投产，才步入快车道。根据运行快报，2019 年我国天然气表观消费量为 3067 亿立方米，同比增长 9.4%。然而，我国人均消费量大概只有 220 立方米，与全球平均水平每人 500 立方米相比，未来的发展潜力还是比较大的。”张玉清说。

与此同时，我国的资源选择也将更加丰富多元，目前已经形成中亚 ABC 线、中缅输气管道、中俄天然气管道东线以及沿海 22 座液化天然气（LNG）接收站，即四大进口通道。LNG 资源国也非常看好中国天然气市场未来的潜力。而管网独立和公平开放的监管体系也将重塑市场结构。

“中国是极具潜力的天然气大市场，世界资源国都看好中国天然气未来的消费潜力，中国未来进口气价的议价能力还会进一步增强。”张玉清表示，气价将成为影响国内消费的关键因素。随着我国基础设施的不断完善和公平开放的推进，未来消费者的话语权会逐渐增

大，天然气价格也将成为影响市场的关键因素。

“作为上游的供气方，也必须降低天然气开发及管输成本，提高天然气与其他燃料的竞争能力。”张玉清强调。

他建议，天然气要想高质量发展，一是要加大资源的勘探开发力度，夯实资源基础来加快增储上产；二是要推动上游体制改革，促进多元投资和上游竞争，通过竞争提高勘探开发的效率；三是加快基础设施互联互通，打通关键节点，推动公平开放，国家管网公司成立有利于这方面工作；四是应加快储气调峰能力建设，提升储气能力、确保供气安全。

“作为天然气进口的潜在大市场，我们要利用好自身战略买家市场的优势，研究采购策略、降低进口价格。”张玉清建议，未来我国需要加快研究期货产品上市，培育参考价格、助力管理风险。此外，国家还要适度放开特许经营范围，尊重用户选择、缩减供气层级。

(李惠钰)

行业动态

在国际上首次制备大尺寸高指数晶面单晶铜

松山湖材料实验室轻元素团队成果登上《自然》

广东科技报 2020.6.5

本报讯（记者 胡漫雨 通讯员 松湖宣）日前，松山湖材料实验室/北京大学刘开辉研究员、王恩哥院士研究团队与合作者，创造性提出一种晶体表界面调控的“变异和遗传”生长机制，在国际上首次实现种类最全、尺寸最大的高指数晶面单晶铜箔库的制造，相关研究成果以“Seeded growth of large single-crystal copper foils with high-index facets”为题在线发表在国际顶级学术期刊《自然》杂志上。

当前商业化单晶金属一般是通过切割块体单晶铸锭获得，成本昂贵且尺寸小，无法精准制备出各种高指数晶面。因此，制备大尺寸、多种指数晶面的单晶铜箔是产业界、科研界亟待解决的重要课题。

近年来，刘开辉研究员带领的轻元素材料团队在大尺寸单晶铜箔制备及相关研究取得了一系列的研究成果。利用高温退火技术实现米级单晶Cu(111)的制备，并以其为衬底成功实现米级单晶石墨烯薄膜的超快外延制备等。此外该团队还成功外延合成米级二维绝缘体氮化硼单晶薄膜，该研究成果于2019年5月在《自然》杂志发表。

在前期研究基础上，刘开辉领导的轻元素材料团队，通过系统研究铜箔再结晶过程中晶粒长大的热力学和动力学过程，发展出一种新的退火技术，改变了传统的工艺，从而制备出A4纸尺寸的高指数晶面单晶，晶面种类多达30余种。

同时，研究团队以所制备的单晶铜箔作为“籽晶”置于大尺寸商业多晶铜箔上，通过特殊的工艺，成功地将“籽晶”的晶向完美地复制到了多晶铜箔上，实现特定晶面大尺寸单晶铜箔和单晶铜锭的定向精准制造。

这一成果实现了世界上最大尺寸、晶面指数最全的单晶铜箔库的可控制备，所提出的晶面指数调控机理和技术可以进一步推广到其他金属材料的单晶制造。因此，该工作对于单晶金属的制造及应用将产生重大的影响。

吴慕鸿、张志斌、徐小志、张智宏为论文共同第一作者，松山湖材料实验室/北京大学刘开辉、王恩哥，南方科技大学俞大鹏，韩国蔚山科学技术院丁峰为论文通讯作者。该研究成果得到了自然科学基金委、科技部、广东省等的大力支持。

据介绍，轻元素材料团队作为首批入驻松山湖材料实验室的创新团队，聚焦国家重大战略需求及产业化核心技术研发，致力于高品质单晶铜箔、单晶石墨烯、单晶六方氮化硼薄膜批量制备，结合大型装备研发，发展大尺寸、大单晶、超洁净轻元素单晶材料的规模化制备技术，形成高品质轻元素单晶材料的生产示范线，开发一系列高品质轻元素单晶材料产品，配套研发一系列颠覆性先进声光电器件，掌握高质量轻元素单晶材料与器件制备的关键技术。

中科院大连化学物理研究所 研发出新一代全钒液流电池电堆

中国科学报 2020.6.16

本报讯（记者刘万生 通讯员史丁秦）近日，记者从中国科学院大连化学物理研究所获悉，该所研究员李先锋和张华民带领团队，研发出新一代低成本、高功率全钒液流电池电堆。经测试，该电堆在30kW恒功率运行时，其能量效率超过81%，100个循环容量无衰减。

风能、太阳能等可再生能源固有的随机性、间歇性、波动性、直接并网难等特性，一定程度上限制了可再生能源的发展和利用。全钒液流电池是一种高性价比、高能效、长寿命的规模储能技术，其可将不稳定的可再生能源储存，并实现平稳输出利用。全钒液流电池储能系统由电堆、电解质溶液、管路系统、电池管理系统、能量变换系统等组成。其中电堆起到了至关重要的作用，提高其功率密度、降低成本将进一步加速全钒液流电池技术的产业化进程。

研究人员自主研发的可焊接多孔离子传导膜，实现了对电池电堆组装工艺的改进。李先锋介绍，“新一代全钒液流电池电堆不但保持了传统电堆的高功率密度，相比传统电堆，其总成本也下降了40%。”

该传导膜可以提升离子选择性，提高电解液的容量保持率，成本远低于传统的全氟磺酸膜。在电堆组装工艺中，研究人员打破了传统的组装方式，首次将激光焊接技术应用于电堆集成，不仅提高了电堆的可靠性，同时提高了装配的自动化程度，减少密封材料的使用，也降低了电堆的成本。

日开发氮化镓单晶基板量产法

科技日报 2020.6.11

日本东北大学、日本制钢所公司和三菱化学公司合作，开发出了可量产直径 2 英寸以上的氮化镓单晶基板的低压酸性氨热（LPAAT）法。通过实现低压晶体生长，能以相对较小的晶体生长炉量产大型晶体。利用 LPAAT 法在基于 SCAAT 法的氮化镓籽晶上制作的 2 英寸长氮化镓单晶基板，具有晶体镶嵌性低（对称面和非对称面的 X 射线摇摆曲线半值宽度在 28 秒内）、基板几乎没有曲翘（曲率半径约为 1.5 公里）的良好晶体结构特性。

利用 LPAAT 法制作的大口径、低曲翘、高纯度氮化镓单晶基板如果能普及，可靠性优异的氮化镓垂直功率晶体管就有望实现实用化。（陈超）

我国百万空冷发电技术世界领先

东方汽轮机新一代百万千瓦高效超超临界空冷汽轮机获新突破

中国电力报电气周刊 2020.6.4

日前，国内权威研究机构完成对东方电气集团东方汽轮机有限公司（简称“东方汽轮机”）自主研制的榆能横山煤电一体化发电项目 1 号机性能试验。结果显示，机组各项考核指标优于设计值。其中，性能关键参数汽轮机热耗率及机组供电标准煤耗均取得新突破，创国内间接空冷百万汽轮机性能最优水平，成为空冷发电领域的标杆。这是继东方汽轮机成功研制国内首台百万直接空冷汽轮发电机组（华电灵武）之后，东方汽轮机取得的又一个具有里程碑意义的重要成果，标志着我国在百万空冷发电领域达到世界领先水平。

空冷发电技术是解决我国北方“富煤缺水”地区建设高参数、大容量煤电项目的关键核心技术。东方汽轮机历经 20 年的持续探索，多次实现高参数、大容量空冷汽轮机关键技术突破，获得数十项国家专利。目前，东方汽轮机在高参数、大容量百万空冷发电领域市场占有率达到 70%，已成为技术最先进、机型最丰富、市场占有率最高的百万空冷汽轮发电机组的供应商，为我国北方缺水地区建设高参数、大容量空冷机组提供东方智慧，为我国发电领域节能减排、创新发展提供了有力支撑。

榆能横山煤电一体化发电工程是国家大气污染防治行动计划重点输电通道、目前世界上最长的 1000 千伏特高压交流输变电工程榆横—潍坊 1000 千伏特高压交流输变电工程的 3 个配套电源点之一，建设两台 100 万千瓦高效超超临界空冷燃煤机组，项目设计贯穿节能环保理念，主机采用高参数大容量空冷机组，同步建设工艺先进的脱硫脱硝装置，大气污染物按照“近零排放”设计。该项目投运显著提高了华北电网承载能力、大幅提高“西电东送”能力，有力推动华北地区的大气污染防治进程。

该项目三大核心主设备均由东方电气研制。1 号机及 2 号机分别于 2019 年 10 月、2018 年 12 月通过 168 小时试运行。其中 2 号机是世界首台投入商业运行的参数最高、容量最大

的间接空冷机组，同时也是世界首台投运的将脱硫装置、低位排烟集中布置在冷却塔内的“三塔合一”百万机组。

该项目汽轮机采用具有自主知识产权的，基于东方汽轮机第三代通流技术研发的新一代100万千瓦级高效超超临界机组，为高效超超临界、一次中间再热、单轴、四缸四排汽、间接空冷凝汽式汽轮机。该项目两台机组投运以来，主、辅设备安全稳定运行，汽轮机本体温度场、轴振、瓦温等各项指标优良。截至目前，2号机组连续安全稳定运行超过365天，创国内百万间接空冷机组连续安全稳定运行最好水平。

规划建设两台100万千瓦高效超超临界空冷燃煤机组。项目设计贯穿节能环保理念，主机采用高参数大容量空冷机组，同步建设工艺先进的脱硫脱硝装置，大气污染物按照“近零排放”设计。该项目投运显著提高了华北电网承载能力、大幅提高“西电东送”能力，有力推动华北地区的大气污染防治进程。（于海江 雷晓龙）

4项国家标准出台，业内预计未来两三年将有大批无线充电车型上市

电动汽车无线充电迈出产业化关键一步

中国能源报 2020.6.22

核心阅读：

“无线充电不需要人操作，车辆自动泊车后可以自动开启充电，这与电动汽车未来的自动驾驶、智能网联发展方向相契合。”

日前，国家标准化管理委员会发布了电动汽车无线充电4项国家标准，引发业内广泛关注。

中国电力企业联合会表示，4项标准的发布填补了我国电动汽车无线充电技术领域国家标准规范的空白，标志着我国电动汽车无线充电从技术研发、工程示范向产业化进程迈出关键一步，是推动产业化发展进程的里程碑。

标准出台正当时

所谓电动汽车无线充电，简单来讲就是把电能转化为电磁波，通过非物理接触，以无线形式传送电能。这一过程中，安装在地面或埋于地面下的供电线圈以高频交变磁场的形式将电能传输给车辆接收端，进而给车辆动力电池或电气设备提供电能。

记者了解到，目前国内从事电动汽车无线充电的企业有华为、中兴新能源、中惠创智及其他技术公司和科研院校。上汽荣威、比亚迪、北汽新能源等主流车企也都对电动汽车无线充电系统进行了研发测试。但目前国内市场还没有一款支持无线充电的量产车型。

中惠创智产品经理周德勇坦言，标准出来之前，无线充电技术没有产品合格和追责的依据，车企只能将其作为一种储备技术。他进一步表示，此次标准的出台意义重大，对电动汽车无线充电量产有较大的推动作用。

中国汽车技术研究中心有限公司标准化研究所工程师兰昊坦言，2012年，电动汽车无

线充电行业开始面向产业应用，国内外多家企业完成了电动汽车无线充电产品样机的研制。2015年，我国启动了电动汽车无线充电标准化编制工作，至今已经过多轮征求意见和研讨。“在这一过程中，无线充电产业经历了跨越式发展，标准进行了适应性修改，因此耗时较长。”

此次发布的4项国家标准，包括《电动汽车无线充电系统第1部分：通用要求》（GB/T 38775.1）、《电动汽车无线充电系统第2部分：车载充电机与充电设备之间的通信协议》（GB/T 38775.2）、《电动汽车无线充电系统第3部分：特殊要求》（GB/T 38775.3）、《电动汽车无线充电系统第4部分：电磁环境限值与测试方法》（GB/T 38775.4）。

据了解，该标准体系规划标准18项，规范了电动汽车无线充电系统在公共以及私人应用领域的技术要求、性能要求、功能要求、安全要求、通信协议、测试要求及试验方法、互操作性要求及测试方法、施工验收、运行维护等。除本次发布4项国家标准外，还有4项国标正在编制过程中。

“本次出台的4项标准，是电动汽车无线充电标准体系里最基础的部分，支撑了无线充电在私人领域的应用。后续的标准会在此基础上进行延伸。”中兴新能源副总经理胡超透露，此外，还有2项针对公共领域的电动汽车无线充电标准将在年内完成定稿。

“北美SAE、欧洲IEC和ISO，三个国际标准组织今年也会出台电动汽车无线充电定稿。”胡超表示，今年是电动汽车无线充电标准定稿的大年。

商业化运营已启动

“中兴新能源从2014、2015年就开始在乘用车、商用车上进行无线充电适配，到2017年开始和车企合作进行正向开发，也就是将无线充电纳入最早的车辆设计中，以作为选配或标配进行市场销售。”在胡超看来，目前电动汽车无线充电已走过了试点阶段，行业已经启动商业运营，今年标准出来后，配合车企进行24个月左右的正向开发，预计在2022、2023年左右，会有大批配有无线充电的车型发布。

然而，现阶段电动汽车无线充电仍面临着成本高昂的问题。周德勇表示，目前电动汽车无线充电上下游产业链还没有打通，其电子元器件、零部件需要定制，设备成本很高。“我们预估7.7kw的私人无线充电售价在1.2万元左右，即便未来无线充电达到100万套数量级，其费用依然高出传统充电桩30%左右。因此，无线充电将主要配置在中高端车型上，前期销量会有一个‘爬坡’的过程。”

值得一提的是，无线充电或将从标准化角度解决互联互通问题。“无线充电地面设备和车载设备会出现设备厂商不同，私人和公共充电场景不确定，技术路线采用不同通信物理层，地面和车载电逻辑控制、系统关键参数存在差异化等情况。”中国电科院储能与电工新技术所电工新技术室主任魏斌表示，为了保证电动汽车无线充电系统安全、稳定地充电，将通信协议进行了标准化。

“如果企业都按标准规范设计生产，就不存在不兼容的问题。”在胡超看来，相比传导

式充电，无线充电互联互通问题复杂很多。“地面设备和用电设备之间没有物理接触，存在较多的无物理形式接口，包括电气、通信、磁路、控制和功能五类接口的兼容和一致性问题。互操作性标准对无线充电相互兼容和互联互通具有重要意义。”

在电动汽车无线充电标准化进程取得进步的同时，也有消费者对电磁辐射安全表示担心。对此，本次出台的标准规定了电动汽车进行充电时，电动汽车内、外的电磁环境限值和测试方法，具体列出了在多种频率范围下及相应的电场强度和磁感应强度指标。相关人士也坦言，无线充电产品能保障出厂产品是合格的，辐射不足以对人体产生影响。不过安装 10 台、100 台后叠加的情况如何，现在还没有进行大批量的测试。

智能出行重要组成部分

按照标准要求，在额定工作点上，电动汽车无线充电系统效率不低于 85%，系统额定以额定功率输出时，在垂直方向和水平方向所允许偏移条件下，系统效率不应低于 80%。

“电能作为一种能源，系统功率太低会造成浪费。做得好的企业充电转化效率可以达到 90% 以上。”周德勇介绍，目前中惠创智可产品化的无线充电桩分别有 3.7kw、7.7kw、22kw 和 30kw 四种功率。“私人充电场景下，通常采用的是 7.7kw，一辆续航里程为 400 公里的电动汽车，每小时充 7 度电，一晚上可以充满。”他表示，无线充电并不是和传导式充电比充电速度，而是走智能化方向。

胡超同样认为，无线充电将成为未来自动驾驶的关键一环。“传统慢充和快充都需要人为操作，将充电枪插到车上。但无线充电不需要人操作，车辆自动泊车后可以自动开启充电，这跟电动汽车未来的自动驾驶、智能网联发展方向相符合。”

据了解，电动汽车无线充电能实现 APP 远程操作、自动开关充电、电池检测、异物排查、自动结算等功能，且无线充电系统是全封闭的，无火花及触电危险，可适应多种恶劣环境和天气。

在胡超看来，电动汽车无线充电有两大类明晰的商业应用场景：一是电动汽车自动化充电有刚性需求，如自动驾驶场景，未来会逐步普及；二是对无线充电有刚需场景，如立体车库场景等。“国家对停车场地的充电车位占比有一定要求，如果是高层立体停车场，传导式充电电线很难拉上去，就需要装配无线充电。卢奇秀（卢奇秀）

锂硫电池即将问世

中国能源报 2020.6.22

本报讯 “开新能源汽车常常担心半路没电，手机打了两把游戏就不得不插上充电宝……”现如今，人们随着生活节奏的加快，迫切希望电子产品的电量充足，能够超长续航、超长待机。目前市场上的锂电池能量密度普遍偏低，电池稳定性和精确性很难控制，同时还存在成本高等问题。

近日，国外一家研究机构研发成功一种容量超普通锂电池近 5 倍的新型锂硫电池，可在 104

200 多个充放电周期中保持 99% 的效率，能极大降低电动汽车和电网储能的成本。

据悉，科研人员已获得这款新型锂硫电池的专利，其相关研发合作伙伴也已成功制造出原型电池。全球最大的锂电池制造商计划应用此项技术扩大生产，预计今年内完成锂硫电池在汽车和太阳能领域进一步的电网测试。（王秀坤 王宪）

国家海洋技术中心服务广东海洋可再生能源利用

“澎湖号” 波浪能发电装置测试完成

中国自然资源报 2020.6.18

本报讯 近日，国家海洋技术中心赴广东省珠海市桂山岛海域对半潜式波浪能养殖平台“澎湖号”的波浪能发电装置，开展了现场测试与分析评价。

2017 年，在海洋可再生能源专项资金支持下，“澎湖号”由友联船厂（蛇口）有限公司负责建造，中国科学院广州能源研究所、湛江市中大康乐生物技术有限公司参与建造，是全国首座半潜式波浪能养殖网箱。

在前期海洋能发电装置现场测试与分析评价成果基础上，技术团队对“澎湖号”开展了为期一个多月的现场测试与分析评价，获取了 200 多万组电力数据、1600 余组波浪数据。通过处理分析测试数据，技术团队获取了“澎湖号”功率特性、电能质量特性，出具了功率特性和电能质量特性现场测试分析评价报告。本次波浪能发电装置现场测试与分析评价，帮助技术团队积累了波浪能发电装置现场测试与分析评价工作经验，锻炼了现场测试与分析评价队伍，可为海洋可再生能源专项资金项目验收提供有力技术支撑。（夏海南）

日处理废水 3 万吨！

全球最大电子束处理工业废水项目建成投运

南方日报 2020.6.5

南方日报讯（记者/刘丽 刘倩 通讯员/蔡鹏飞）5 日“世界环境日”当天，中国广核集团对外宣布，全球最大的电子束处理工业废水项目在江门市新会区冠华针织厂建成投运，标志着我国自主创新的电子束治污技术水平走在世界前列，并迈入大规模商业化应用阶段。该项目由中广核核技术发展股份有限公司建设，实现 7 台电子加速器联机运行，日处理废水量达 3 万吨。

当天，中广核技与冠华针织厂进行了项目移交。近半年试运行数据显示，项目印染废水化学需氧量（COD）从 200mg/L 降到 50mg/L 以下，色度从 80 至 100 倍降到 10 倍左右，且不返色，出水水质达到国家及地方直排标准，废水回用比例达 70%，每年可节约用水 450 万吨，减少 COD 排放 1000 吨，相关技术指标和经济指标均符合预设目标。

据介绍，电子束处理工业废水技术由中广核技、清华大学核能与新能源技术研究院联合

研发。在双方多年共同努力下，电子束处理工业废水技术实现了世界环境污染治理领域的重大突破，形成了具有完全自主知识产权的核心装备和处理工艺，并制定了全球首个电子束处理工业废水应用领域技术标准，填补了国际标准空白。

中广核党委常委、副总经理庞松涛表示，作为一项工业废水处理技术，它能够适应复杂的水质变化，尤其是在难降解废水和工业废水深度处理方面具有独特的优势，广泛适用于印染、造纸、化工、制药等各行业废水处理，以及水质复杂的工业园区废水处理。

随着电子束辐照技术在工业废水处理领域的成熟应用，中广核技联合清华大学同时进行了技术延展研究应用。目前，已经在抗生素菌渣无害化处理、医疗废水消毒灭菌、农产品辐照保鲜等领域相继取得突破并实现产业化应用，并在新疆伊宁、湖北十堰、广西百色等地区在建有关示范项目。同时在医疗废物无害化处理、垃圾渗透液全量化处理、制药废水深度处理等领域进行应用突破。

澳洲将 CO₂ 废气转化为工业原料

未来将在烟气环境中测试纳米材料，以验证其在其他条件下是否依然有效

中国环境报 2020.6.19

本报综合报道 澳大利亚新南威尔士大学的科研人员日前开发出一项新技术，能将排放的二氧化碳废气转化为生产燃料、塑料等化工产品的基本原料合成气。

研究人员在新一期美国《先进能源材料》杂志上发表论文说，他们发现，利用火焰喷雾热解法可将氧化锌制备成纳米颗粒，在氧化锌纳米颗粒催化下可以将二氧化碳转化为合成气。合成气是以氢气、一氧化碳为主要组分的工业生产原料气。

研究人员说，在工业环境中，可将经过火焰喷雾热解法制得的氧化锌颗粒用作电极，利用电解槽将废弃二氧化碳转化为合成气。根据行业的不同，可调整合成气中氢气和一氧化碳的比例。使用火焰喷雾热解法制作纳米颗粒的过程也快速高效。

论文第一作者拉赫曼·代延说，此前的尝试通常使用钯等昂贵材料，这是用一种廉价且丰富的材料来转化二氧化碳废气的首个成功案例。研究人员接下来将在烟气环境中测试纳米材料，以验证这一材料在恶劣条件下或与其他化学物质共存时是否依然有效。

南海局“风信子浮标”海试效果良好

定量观察风资源 助力海洋风电产业发展

中国自然资源报 2020.6.5

本报讯 近日，由自然资源部南海局所属南海调查技术中心牵头设计研制的新型浮标“风信子浮标”成功布放，为广东海洋风电发展助力。

该浮标在珠江口海域经过海试，运行稳定。

本次布放的“风信子浮标”为六子浮体，状如风信子花开，来自广东省海洋经济发展专项项目，是由南海调查技术中心牵头设计研制的新型浮标，在浮体设计、能源供给、数据传输及订正算法等方面实现了应用创新。其获取的数据及相关研究成果，可为海上风电发展提供技术支撑和投资参考，为地方政府海上风电场精细化选址规划提供决策依据。

近年来，海上风电产业迅猛发展，但定量观测风资源的测风塔建设周期长、成本高、风险大。激光雷达测风浮标替代测风塔是目前解决这一难题的重要方法。激光雷达测风浮标以激光为发射源，向大气中的气溶胶发射激光束并接收反射信号，计算反射物体的相对运动，能够测量垂直剖面的风资源分布情况，但浮标平台摆动导致的测量误差和设备的高功耗成为研制激光雷达测风浮标的技

“风信子浮标”搭载连续脉冲高频采样激光雷达，采用多浮体结构减少浮标的摇摆运动，并设计订正算法校正因浮标自身运动而导致的风速风向误差，解决浮标平台摆动导致的测量误差。“风信子浮标”采用太阳能和风机互补供电，也可解决激光雷达高功耗的问题。这也是南海海域首次采用多浮体结构、风光互补方式为浮标设备提供能源。

风能作为一种可再生储量大的清洁能源，在减少环境污染、促进能源可持续发展方面具有重要作用。广东省海上风力资源丰富，海上风电产业发展潜力大，“风信子浮标”的成功布放及稳定运行，是南海海域构建安全高效能源体系的重要举措，不仅实现了南海海上浮标研发和创新攻关，更助推了广东可再生能源海上风电的发展。（张新文）

中石化将在广州建 20 座“五位一体”加氢站

中国能源报 2020.6.1

本报讯（记者吴莉）报道：5月28日，中国石化发布消息称，中国石化广东石油分公司联手广州市黄埔区、广州开发区，打造氢能汽车应用发展基础设施先行区域的各项工作正在有序推进，重点规划在该区新建20座以上集加氢、加油、充电、非油、光伏发电等“五位一体”综合能源销售站，预计系列项目营收将超100亿元。

中国石化具备强大的制氢能力、成熟的能源安全管理经验及全面的网络站点体系，年产氢气能力超300万吨，是国内最大的氢能源供应商之一。广州开发区是国家新能源综合利用示范区、广东省氢燃料电池汽车商业运营示范区，正在重点培育氢能产业。双方合作共同推进氢能产业建设，将助推该区完善氢能全产业链集聚发展，打造“中国氢谷”。

中国石化广东石油分公司作为全国最大的成品油销售省级企业，拥有2000多座加油站，是广东省成品油供应的主渠道。一直以来，该公司坚持奉献清洁能源的宗旨，除了做好传统油品供应外，还加快气、电、氢等新能源布局。目前运营的全国首座油氢合建站——佛山南海樟坑油氢合建站，日加氢超450公斤，氢燃料公交车加注一次只需要4分钟，可续航300公里。

氢分布广泛，燃烧热值高，燃烧的产物是水，是世界上最干净的能源，被誉为21世纪

最具发展前景的二次能源。近年来，氢能在世界能源转型中的角色价值日益受到重视，世界主要发达国家近年纷纷大力支持氢能产业发展。美国、日本、韩国以及欧盟各国均积极布局氢能产业发展战略和技术路线图，特别是日本提出了构建“氢能社会”的国家战略及其发展路线图。

信息显示，从 2015 年开始，氢燃料电池汽车产业已经进入了商业化阶段，2019 年，全球氢燃料电池汽车销量已超 10600 辆，较 2018 年全年总量 5523 辆增长 91.9%。全球燃料电池汽车保有量近 25000 辆。加氢站已达到 432 座（中国加氢站未收录），主要分布在日本、北美及欧洲。

我国也非常重视氢能与燃料电池汽车产业的发展，在《“十三五”战略性新兴产业发展规划》等多个国家规划中，明确提出将“氢能与燃料电池”作为战略任务和重点任务大力发展战略。多地政府大力推进氢能产业发展，汽车企业、燃料电池供应企业以及投资机构热情高涨，多家企业积极进入制氢供氢产业链。中国氢能市场的发展将在世界市场中发挥重要的作用。据中国汽车工程学会预测，预计中国氢燃料电池汽车保有量 2025 年将达到 10 万辆，2030 年将达到 100 万辆。将带动加氢站、燃料电池、氢气生产和储运各个环节的发展。中国也被国际公认为最有可能率先实现氢燃料电池和氢能汽车产业化的国家。燃料电池汽车的发展方向将是氢能利用的重大发展方向。

2019 年，全国共销售 2737 辆氢燃料电池汽车，同比增长 79%，中国氢燃料电池汽车保有量超过 6165 辆，是商用车数量最多的国家。全国建成加氢站 61 座，投入运营 52 座。根据工信部发布的《道路机动车辆生产企业及产品（第 331 批）》公告（截止到 2020 年 4 月底），氢燃料电池车型共 161 款，包括客车 118 款，货车 42 款，轿车 1 款。另外，我国已初步形成了京津冀、华东、华南、华中等氢能与燃料电池产业集群，成立了多个氢能源及燃料电池产业创新战略联盟，产业链逐步完善、产业生态体系基本建立。

不过，我国氢能产业同时存在缺少产业发展顶层设计、核心技术有待突破、配套监管法律法规缺失等问题。

据全国“两会”前夕发布的《中国石化 2019 年社会责任报告》显示，中国石化在加氢气站、制氢技术、氢燃料电池、储氢材料等多个领域开展了工作。

2019 年 7 月 1 日，中国石化在广东佛山建成国内首座油氢合建站。此后又分别在浙江嘉兴和上海建成当地首批集加油、加氢等功能于一体的综合能源供应站。作为 2022 年北京冬奥会的战略合作伙伴，中国石化还将为北京和张家口冬奥会氢燃料电池车提供氢气供应、车辆加氢和加氢站运营保障。当前，两地的加氢站的建设正在加速进行。

日法公司合作开发浮式风电

中国能源报 2020.6.29

本报讯 据《日本经济新闻》报道，由日本东京电力控股与中部电力合资的 JERA 公司 108

近日宣布，将成立一家专营开发海上风力发电的新公司，与法国风险投资公司 IDEOL 和 ADEME 等开展合作，发展浮式风电技术，加速推进海上风电业务。

近期，IDEOL 公司已经和法国政府所属的 3 家投资公司就成立新公司签署了基本框架协议，而 JERA 公司与法国企业计划成立的新公司，将参与今年苏格兰和法国海上风电项目的竞标。

据了解，成立于 2019 年 4 月的 JERA 公司，成功继承了东京电力和中部电力两家公司的燃料业务以及国内外发电业务。为顺应全球“脱碳”潮流，该公司正在加强可再生能源业务。包括计划中的发电站，目前该公司的可再生能源发电能力约为 200 万千瓦，预计到 2025 财年将增加到 500 万千瓦。该公司表示，今后也将致力于“落地式”海上风电设施的开发，以实现其可再生能源业务计划。（王英斌）

世界首座浮动核电站投入商业运营

搭载两座 35 兆瓦核反应堆，为俄罗斯偏远地区提供电能

中国环境报 2020.6.1

据新华社电 俄罗斯国家原子能公司近日发表声明说，世界首座浮动核电站在俄远东投入商业运营。

声明说，由俄罗斯建造的世界首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士”号浮动核电站当天在俄远东地区楚科奇自治区佩韦克市投入商业运营。

俄罗斯国家原子能公司旗下核电公司总经理安德烈·彼得罗夫在声明中表示，“罗蒙诺索夫院士”号浮动核电站建设项目宣布竣工，这一核电站是俄罗斯第 11 座核电站，也是“世界最北的核电站”。

据报道，这一浮动核电站在 2019 年 12 月完成向楚科奇自治区一独立电网的首次供电。

“罗蒙诺索夫院士”号浮动核电站由一艘长 144 米、宽 30 米的驳船，以及驳船上搭载的两座 35 兆瓦核反应堆组成，其主要功能是为俄罗斯极其偏远地区的工厂、城市及海上天然气、石油钻井平台提供电能。

