

能 量 转 换

总 19 期
7/2019. 7

剪 报 资 料

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. 青海实连续 15 日全清洁能源供电 5
2. 全国首个地市级综合能源服务联盟成立 6
3. 智慧能源：为能源安全高效发展拓路 7
4. 2019 中国国际清洁能源博览会 9 月杭州举办 9
5. 《2019 年世界能源蓝皮书》：“再电气化”已成全球大势 10
6. 中国综合能源服务产业创新发展联盟成立 10
7. 促进京津冀新能源产业协同发展 11
8. 微电网点亮电力“空白区”——南瑞继保先进控制策略解决交直流混合控制难题 12
9. 你不知道的雄安新区智能生活 13
10. 微电网渐成综合能源最有效应用形式——电力与燃气、热力系统耦合将日渐紧密 15
11. 推动清洁能源发展的重大机遇 16
12. 能源行业持续推进 供给侧结构性改革 17

二、热能、储能、动力工程

1. 新能源汽车轻量化技术真的环保吗？ 18
2. 丝网印刷造出新型平面化锌锰微电池 20
3. 新能源汽车下一站如何“进化” 电动 + 智能 + 共享是大势所趋 21
4. 全钒液流电池：大容量储能技术明日之星 22
5. 动力电池安全问题有新解 24
6. 开发糠醇制备航空超级燃料新路线 25
7. 新型储能电池为何“钠”么难 26

8. 风光储 2050 年前将吸引 10 万亿美元投资	28
9. 新能源汽车迎接发展拐点	29
10. 充电 15 分钟，畅行 300 公里 新型电池让电动汽车甩掉“充电焦虑”	31
11. 氢燃料电池飞行概念模型发布 比普通电池机型更轻更快更承重	33
12. 中科院大连化物所：提出钠离子电池制备新方法	34
13. 北京首个电网侧储能电站示范项目投运	35
14. 80 吨液氧甲烷发动机全推力试车成功	36
15. 忧心亚洲国家“独霸市场” 欧盟欲全力发展车载电池产业	37
16. 新能源车“解禁”背后的环保隐忧	38
17. 储能接触器宜采用物理灭弧——安全可靠的接触器是储能总体安全重要屏障	40
18. 西安交大等提出醇燃料电池催化剂制备新策略	41
19. 酶燃料电池的“高山流水”	42
20. 超级热泵让低品位余能实现回收利用	44
三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 广东发布 2019 年土壤污染防治工作方案	46
2. 新方法使二氧化碳还原率提高 200%	47
3. 医疗废物收集装运处置链条化管理	47
4. 专家为工业固废处理支招	49
5. “直接空气捕碳”是啥技术？能将二氧化碳变塑料！	54
6. 科学家在木质素选择性转化领域获进展	55
7. 废塑料液化制油技术通过评估	56
8. 中国治理塑料垃圾时机成熟	56
9. 垃圾吃进去 肥土吐出来	57
10. 综合利用产物是产品还是废物？——浅谈危险废物综合利用企业环境监管难题	60
11. 英国大手笔布局碳捕集	63
12. 农村废弃物资源化利用期待创新 垃圾发电、生物质能或成突破口	65
13. 高温烟气余热回收技术让天空更蓝	66
14. 西安垃圾渗滤液处理技术中试成功 出水水质可达到地表 III 类水标准	68
15. 北建大召开建筑垃圾与城市发展大会	69
16. “三剑客”引领欧洲生物气发展——丹麦、德国、意大利生物气发展启示	69
17. 《2019 中国生物质发电产业排名报告》发布：生物质发电装机全球第一	72
18. “人工树叶”让二氧化碳变废为宝	73
19. 新型光催化剂将二氧化碳高选择性变身能源	75
20. 生活垃圾分类要和后端利用结合起来	76

四、太阳能

1. 新材料可让太阳能集热器高效集热..... 77
2. 不用电 不联网 智能玻璃仅用光就能识别数字 77
3. “液态阳光”将在神州大地普照 78
4. 书包里的光伏电站..... 84
5. 同时产生清洁能源和清洁水源：边净水边发电的太阳能装置问世..... 85
6. 空气能成新能源研发应用“新宠” 86
7. 中国一高校研发出太阳能 WIFI 无人机 86
8. 柔性铜铟镓硒（CIGS）组件效率创新高 87
9. 日媒报道：中国光伏厂商发起新技术攻势..... 88
10. 从 3.8% 到 24.2% 钙钛矿电池的十年之变 88
11. 迎夏峰 为快速巡检插上“翅膀”——萨纳斯无人机巡检实现光伏智慧运维..... 91

五、地热

1. 山东发现干热岩富存区..... 92

六、海洋

1. 二元石墨烯结构：编织结实高效的海水淡化膜..... 93
2. 中科院广州能源所：研建首台半潜式波浪能养殖平台“澎湖号” 94
3. 飓风过后如何迅速复电？海洋移动发电装置可帮忙！ 95

七、氢能

1. 以甲醇为原料 水氢机拉开产业化序幕——刘科院士谈甲醇经济与氢燃料电池 96
2. 甲醇制氢：能否实现氢能“即制即用” 98
3. 首个氢能白皮书发布：2050 年氢能将成为中国终端能源主体 100
4. 我首次建立金属中纳米孔洞俘获氢定量预测模型 101
5. 发现光催化产氢理想助催化剂 102
6. 是什么制约了液氢商业化应用 102

八、风能

1. 为风电产业健康发展把关——中国电科院高电压穿越测试现场纪实 104
2. 风电制氢前景待考 106
3. 风电轴承国产化浪潮四起 108

九、核能

1. 我国找到“人造太阳”高性能稳态运行模式 109
2. 标准普尔报告分析 俄缘何能称雄国际核能市场 110
3. 技术助力中俄能源落地开花 中国能建签订四台 VVER 机组常规岛及 BOP 设计合同 111

十、其他

1. 山西劣质煤迎清洁利用新时代 113
2. “十四五”能源转型要立足煤炭 114
3. 液化天然气增产不利于气候行动目标实现 116
4. “煤降油稳气增”是全球能源大势 117

行业动态

1. 张家口加快建设可再生能源示范区——聚焦氢能全产业链发展 构建清洁低碳的能源体系 119
2. 飞轮储能首次在北京地铁商用 121
3. 国内首座油氢合建站在广东建成 121
4. 中科院成立固体废物处置技术研究院 122
5. 安徽淮南打造煤电固体废物综合利用产业 122
6. 格力电器成立珠海再生资源公司 瞄准再生资源领域进行业务拓展 123
7. 3项光热发电标准列入能源行业标准修订 123
8. 广东省氢能技术重点实验室昨日揭牌成立 124
9. 宁德时代与日企在电池领域开展合作 124
10. 中海油重返风电领域 125
11. 中标 ITER 迄今金额最大工程 中核集团将为国际热核聚变实验堆装“心脏” 125

本简报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

青海实现连续 15 日全清洁能源供电

通过技术、机制、模式创新，引导电源侧、负荷侧和电网侧更广泛地参与调峰

中国能源报 2019.7.1

6月24日凌晨，国网青海省电力公司透露，青海连续15日360小时全清洁能源供电取得圆满成功，电网保持安全稳定运行，再次改写全清洁能源供电的世界纪录。

6月9日0时-23日24时，国网在充分总结“绿电7日、9日”经验的基础上，发挥电网在能源体系中的枢纽和平台作用，持续探索推进能源生产和消费革命实践路径，在第二十届青洽会期间，策划实施了青海连续15天360小时全部使用清洁能源供电，期间全省所有用电均来自水、太阳能及风力发电产生的清洁能源，实现用电零排放。

火电发电占比仅为 1.8% 全部以市场化手段送出省外

据了解，相比“绿电9日”，“绿电15日”青海电网规模进一步扩大，配置能力进一步增强。新能源主要断面送出能力由160万千瓦提升至240万千瓦，同比提高50%；省内火电出力再降22%，仅为20万千瓦，占全网发电出力的2%，为新能源消纳腾出更多空间。

青海电力调控中心统计数据显示，“绿电15日”期间，青海电网最大用电负荷847万千瓦，全省用电量28.39亿千瓦时；累计发电量39.78亿千瓦时，其中水电、太阳能发电、风电、火电发电量分别为29.23、6.43、3.41、0.71亿千瓦时；新能源发电量占全部用电量的34.7%，实现了高占比发电；火电发电占比仅为1.8%，全部以市场化手段送出省外。

据统计，“绿电15日”期间，青海省内清洁能源累计供电量28.39亿千瓦时，相当于减少燃煤消耗129万吨，减排二氧化碳232万吨。清洁能源除满足省内供电外，外送山东、河南、陕西、上海等8个省（区、市），外送电量10.68亿千瓦时。

三级调度联动 两级电力交易中心协作

“全清洁能源供电是一项系统工程，涉及电源、电网、用户、政策机制、技术研发等多个方面。”青海电力总经理祁太元介绍，随着“绿电行动”时间延长，也给电网实时监控、新能源预测、电网运行控制等增加了难度。

“绿电15日”期间，国网调度中心、西北网调、青海省调三级联动，北京、青海两级电力交易中心协调运作，深度运用智能电网调控平台、全国统一电力市场交易两级平台和青海能源大数据平台，有效调动源网荷储各方形成合力，通过技术、机制、模式创新，引导电源侧、负荷侧和电网侧更广泛参与调峰，将绿色发展成果延伸到供给侧和需求侧，实现生态效益、经济效益和社会效益多方共赢。

在能源生产侧，上线基于区块链技术的新型交易平台，在青海4月试点开展共享储能市场化交易的基础上，实现省内335家新能源企业和1个共享储能电站共同参与共享储能市场化交易，有效缓解了电网调峰压力，扩大午间时段太阳能发电消纳电量74.2万千瓦时。新

能源企业积极加入共享储能体系，并参与市场化运营，推动了青海乃至全国新能源产业实现质量、效益、动力变革。

鲁能多能互补储能电站站长李海宁介绍，该电站在“绿电 15 日”期间累计充电 74.2 万千瓦时，累计放电 50.12 万千瓦时，创造直接经济效益 37.59 万元。

在能源消费侧，以电价为杠杆，先行先试，引导三江源地区蓄热式电锅炉作为用户侧储能参与调峰，增加太阳能发电消纳 158 万千瓦时。同时，实施峰谷时间段互换“绿色套餐”，积极引导负荷侧 30 家企业 157 万千瓦负荷参与响应，累计增加太阳能发电消纳电量 6582 万千瓦时。“采用谷峰电价互换后，企业白天满负荷生产，员工精神状态好、安全有保障，产量就上去了，企业效益能增加 2-5%。”青海华鑫硅业有限公司董事长颜安旺说，期待绿电越多越好。

将完善“绿电指数”内涵 助力全国绿电发展

“‘绿电 15 日’，通过电力直接交易，让传统的电解铝、铁合金行业享受到政策优惠，同时新能源产业发展也带动了上游装备制造发展。青海工业正在走一条聚焦绿色发展，推动‘一优两高’的新型工业化道路。”青海省工信厅电力处处长祁延鹏说。

从“绿电 7 日”到“绿电 9 日”，再到“绿电 15 日”，不仅是数字的增加，更意味着在推动全清洁能源供电的路上，政企携手矢志不渝的创新、探索与实践。

为科学量化、评价青海绿色电力发展水平，“绿电 15 日”启动的同时，青海电力首创发布了“绿电指数”，并在微信公众号实现了指数的实时动态发布。据统计，“绿电 15 日”期间，绿电指数得分保持在 86 分以上，较平时有所提升，反映出通过全清洁能源供电实践活动，青海绿色电力发展整体水平的提高。

其中，绿电开发指数上升，主要是清洁能源发电量占比大幅提高，发电侧清洁化程度提高；绿能共享明显提升，即通过电网企业应用储能等调峰新技术、用户积极参与需求侧响应、政府相关部门大力推进多种形式的新能源市场交易，青海清洁电力配置能力明显提升；绿色生活指数变化不明显表明，虽然在电能替代、新能源汽车产业培育、清洁供暖推广方面做了很多探索，但相较于整体的能源消费，青海电气化水平仍有待进一步提升。

下一步，青海电力将不断完善“绿电指数”指标内涵和指标体系的计算模型，推动形成常态化科学评价机制，争取形成标准，为政府规划决策、电源侧投资、电网侧创新和用户侧用能调整提供科学指导，为全国绿电发展作出贡献。（王旭辉）

全国首个地市级综合能源服务联盟成立

中国电力报 2019.7.25

本报讯（通讯员吴依贤 韩勉之 林圩）报道 7 月 22 日，国网江苏淮安供电公司联合华能淮阴第二发电有限公司等 5 家单位发起并成立淮安综合能源服务发展联盟。这是全国首个地市级综合能源服务发展联盟。

据了解，该联盟由科研机构、高校、能源生产商、能源供应服务商、设备供应商、能效服务商和用能单位等 121 家单位组建并充分发挥各成员单位在资本、技术、人才、市场、信息等方面的优势，共同搭建以“共建、共赢、共享”为特征的交流合作平台。

联盟成立后，将持续推进供需对接、资源共享、融通创新，逐步建立涵盖公共建筑、医院、学校、工商业等的能效评价体系，推动能源生产供应商跨界合作，为供需各方提供精准市场对接、交易撮合，提供投资、合同能源管理、委托运营、能源托管等灵活多样的合作方式，推动综合能源项目建设。此外，通过开展产业论坛、产品、示范项目展示展览活动，加强与先进组织、企业的交流合作。

作为联盟理事长单位，淮安供电公司主动作为，计划投资 3000 万元建设能效监测平台，免费为政府机关、全省重点用能监测单位、行业代表用户等 400 家机关、工商业单位部署 1.4 万个采集测点，汇聚供电、政府、用能企业、技术服务商等各监测数据，为政策决策、行业发展提供有效数据支撑。

近期，该联盟将组织开展新能源与绿色建筑发展、多能互补与综合利用技术应用等 6 场交流会，并组建顾问团，为机关、企事业单位能效提升提供咨询指导，推动新能源消纳与储能技术推广应用项目试点落地。

智慧能源：为能源安全高效发展拓路

中国能源报 2019.7.5

智慧能源的核心是数字化，特点是网络化、智能化、综合化、清洁化和多元化。业内专家分析，在智慧能源系统中，清洁能源占比将越来越大，智慧能源的清洁化，一方面体现在能源结构优化，另一方面意味着智慧能源将实现碳减排的实时监控与可视化管理，引领节能减排和能效提升。

记者日前在中国智慧能源产业联盟（以下称“联盟”）与国家电投联合举办的“走进国家电投”活动上了解到，在能源行业转型改革的大背景下，信息化、智能化、数字化将成为必然趋势，能源企业是推动智慧能源实践的最主要载体。目前，国家电投已在火电、核电、水电等领域率先进行了能源项目智慧化实践。

■智慧能源利于清洁低碳

据联盟工作人员介绍，智慧能源是以电力系统为核心，多种类型能源在物理网络上互联互通，同时充分利用互联网、物联网思维技术改造能源行业，实现横向多能互补，纵向“源网荷储”的协调优化，成为全面感知、广泛互联、开放共享、智能互动、多能协同的新型生态化能源体系。“未来，智慧能源将超越技术范畴，成为一种具有超强融合能力的生态环境，可能会彻底颠覆能源行业传统的行业结构、市场环境、商业模式、技术体系及管理机制。”

据了解，智慧能源的核心是数字化，特点是网络化、智能化、综合化、清洁化和多元

化。业内专家分析，在智慧能源系统中，清洁能源占比将越来越大，智慧能源的清洁化，一方面体现在能源结构优化，另一方面意味着智慧能源将实现碳减排的实时监控与可视化管管理，引领节能减排和能效提升。

国务院国资委规划发展局巡视员陈鸿表示，我国能源消费长期以煤炭为主，给环境造成了较大压力。世界能源署公布的数据显示，目前全球煤炭占能源的比重是 27%，中国煤炭占能源的比重为 60%，预测到 2040 年这个比重可能会降到 12.6%。“在加快构建绿色低碳可持续的现代能源产业体系过程中，需要加快智慧能源建设，提高资源利用率，促进能源与现代信息技术的深度融合。”

■ “水火核” 实践智慧能源

在国家电投与联盟智慧能源平台展厅，一组数据引起记者的注意：国家电投能源项目智慧化程度已达到“7、8、9”。“7 指 70% 的机组已开展或正开展智慧化建设，8 代表智慧化建设覆盖全国 31 个省市 80% 的区域，9 对应福建、浙江、青海、湖南等试点省份的 90% 项目已开展或正开展智慧化建设。”上述工作人员解释。

记者了解到，国家电投已开展或正开展智慧化建设的机组，已覆盖到智慧火电、智慧核电、智慧水电等领域。

工作人员介绍，在智慧核电方面，围绕研发、设计、验证、建造、制造、运维 6 大板块，构建“智慧核能”生态圈。利用智能设计，并结合虚拟现实和数字仿真技术，构建与真实电站完全对应的全数字化虚拟电站，人员可远程操作 1:1 完全还原的核电工程设计，通过设计安全保障现实安全。同时在核电站智能运维管理中，还可利用人工智能、物联网和大数据等新技术，加强设备状态监控、人员行为评价及应急响应支持，以确保核电厂安全可靠长期运行。

而智慧水电的实践目前包括智能梯级调度、水情智能预报和大坝在线安全监测。以长沙水电集控中心为例，水电站通过流域优化调度和智慧化运营，各梯级水电站每年多发电量 3% 至 5%。同时因实现了远程操作，水电站达到了“一人一席多厂、现场无人值班、电厂夜间关门”的状态。

在新疆五彩湾电厂，国家电投将数字技术应用在火电厂安全、生产、环保和经营管理等领域，除常规智能模块外，还将人工智能应用在准东煤大比例掺烧、协调控制、早期预警、状态检修等方面，大大提高了能源利用效率。

■ 打造平台保障能源安全

陈鸿指出，能源网络是一个开放、互联互通的空间，能源网络安全事件具有多发性和突发性的特点，需要能源企业加强合作，共同应对。

“要加快建设能源行业网络安全态势感知平台，建立联动处置机制，在保障能源安全生产运营和网络信息安全方面提供降低和预防能源安全风险的解决方案。”陈鸿指出。

国家电投副总经理刘祥民建议，未来能源智慧平台要实现能源生产消费的监测、分

析、预警，这将为能源管理决策提供技术支持，同时也将用于应对能源突发事件，有效保障信息化条件下的网络安全。

国家电投科技与创新部副主任赵伟明透露，对于未来能源智慧平台的发展，要在短期内开展能源网络安全态势感知和能源大数据平台的建设。

“目前已完成 12 家发电央企以及相关的地方能源企业的数据指标采集，相关信息已汇总至国务院国资委的相关数据管理平台上。数据采集的能源行业包括电网、煤炭、石油等相关的行业数据，可为后续相关决策机构、相关企业提供服务。智慧能源建设平台的使命是推进相关技术和实体经济的融合，引领推动能源行业的智慧化发展。”赵伟明表示。（杨晓冉）

2019 中国国际清洁能源博览会 9 月杭州举办

中国能源报 2019.7.1

本报讯（实习记者李玲）报道：6 月 26 日，2019 中国国际清洁能源博览会暨中国智慧能源产业峰会（CEEC2019）新闻发布会在京举办。记者在会上获悉，以“清洁能源融合发展”为主题的 CEEC2019，将于 9 月 4 日 - 6 日在杭州国际博览中心举办。

据介绍，CEEC2019 将通过会展联动，为促进清洁能源和传统能源融合发展以及清洁能源之间融合发展搭建产学研合作交流新平台。整体呈现七大亮点：一、权威行业组织倾力主办，联合打造清洁能源行业盛会；二、科技成果展与成就发布活动献礼祖国 70 华诞；三、清洁能源、智慧能源解决方案集中展示；四、智慧能源产业、绿色建筑与光伏应用、“一带一路”国际合作、储能产业发展、户用光伏优秀品牌发布、国际光伏技术等 10 余场高质量专题会议同期举办；五、搭建国际采购、项目对接、产融对接平台；六、多家大型能源央企和电力企业参与；七、凸显浙江清洁能源产业优势，助力浙江省建设国家清洁能源示范省，促进长三角能源一体化建设。

据悉，CEEC2019 设有光伏发电、光热发电、风力发电、储能、氢能源及燃料电池、智慧能源等专题展示区，集中展示清洁能源融合发展的前沿新技术和解决方案。

除展览之外，博览会同期将举办 10 余场高质量专题会议，并邀请 150 位演讲嘉宾、2000 位参会代表齐聚杭州，为清洁能源产业发展建言献策。同时，还将召开“联合国光伏产品采购说明会”“海外光伏项目对接会”，为参展企业提供供需对接与产融对接服务。

2019 年是新中国成立 70 周年，为全面展示清洁能源在顶层设计、发展路径、模式探索、技术应用等方面取得的突出成就，组委会联合中国能源报特别策划“新中国成立 70 周年清洁能源、智慧能源科技成果展”，为新中国成立 70 周年献礼添彩。

中国能源报、中国能源经济研究院将全面梳理新中国成立 70 年来我国清洁能源发展现状及成就，甄选一批在中国乃至全球清洁能源领域作出重要贡献的创新企业、重大清洁能源项目案例和先进工作者，进行总结表彰。

《2019 年世界能源蓝皮书》： “再电气化”已成全球大势

中国能源报 2019.7.1

本报讯（记者于欢）报道：由中国社会科学院研究生院与中俄能源基金会共同主办的“能源经济与能源安全国际论坛”暨《2019 年世界能源蓝皮书》（下称《蓝皮书》）新书发布会 6 月 22 日在京举行。

《蓝皮书》指出，电气化水平的不断提高将成为未来全球能源转型发展的重要标志，伴随着储能技术的不断完善、太阳能和风力发电技术的稳步提升，“再电气化”将成为不可逆转的全球化趋势。

《蓝皮书》认为，全球“再电气化”水平主要体现在电力的需求及消费方面。数据显示，到 2050 年，全球发电量将达到 47.9 万亿千瓦时，年均增速 2%，其中发电增量的 72% 将来自非化石能源发电。在所有电力消费部门中，交通领域的电力消费增速最快，预计年均增速可达 4.6%，建筑业次之，年均增速为 2.1%。从全球电力需求趋势看，亚太地区将成为电力需求增量最大的区域，而非洲将成为电力需求增速最快的地区。电力需求的快速增长是全球“再电气化”的重要保障。

“再电气化”水平不仅仅是对化石能源的消费替代，更体现在生产环节。国际可再生能源署（IRENA）的预测数据显示，到 2050 年，可再生能源发电可以满足全球电力需求的 80%，其中，光伏发电和风力发电量累计将占到总发电量的 52%。

《蓝皮书》指出，“再电气化”水平的提高主要依靠三个途径。一是智能电网建设。当前电力消费日趋经济、节能及多元，这使得电力市场发展更具灵活性、经济优质性、开放性和互动性，建设智能电网已成现实之需。二是低碳或无碳化发电。《巴黎协定》将全球气候治理的理念确定为低碳绿色发展，将所有成员国承诺的减排行动纳入统一的具有法律约束力的框架，使得全球都在加速发展可再生能源，努力构建低碳乃至无碳化社会。三是电动汽车的普及。截至 2018 年，全球范围内售出的电动汽车已达 450 万辆。随着电气化、移动出行和自动驾驶的相互作用，电动汽车充电需求会持续攀升，进而对交通运输领域产生深远影响。

《蓝皮书》认为，随着可再生能源发电、储能和电动汽车基础设施投资的持续增长，世界各国将采取更加积极的行动推动能源转型，提高电力使用效率。在此背景下，全球“再电气化”水平将呈现出不可逆转的增长趋势。

中国综合能源服务产业创新发展联盟成立

中国能源报 2019.7.1

本报讯（记者李文华）报道：6 月 28 日，为促进政府、企业、社会各界共同推动中国综合能源服务产业创新发展，国家电网有限公司牵头发起成立的中国综合能源服务产业创新

发展联盟成立大会在北京召开。联盟由南方电网、华能集团、大唐集团、华电集团、国家电投、国家能投、中节能、中电建、中能建等 20 家单位联合发起。据悉，该联盟由国网节能服务有限公司负责具体筹建和运作。

国家电网有限公司党组成员、副总经理韩君指出，下一步，国家电网有限公司将联合各发起单位及联盟成员，共同搭建链接产业上下游、横跨多行业的交流合作平台，推动关键技术研究、核心产品研发以及示范项目实施，推进标准制定政策完善，合力打造共建、共治、共享、共赢的综合能源服务产业生态。相信联盟必定会在促进我国能源服务产业发展、助力全社会能效提升、优化能源结构等方面发挥重要作用，为推动能源生产和消费革命、保障经济社会持续发展做出积极贡献。

据了解，综合能源服务是一种基于泛在电力物联网技术，以满足客户多元化、个性化能源需求为中心，以提高能源利用效率、降低客户用能成本、促进新能源发展为目标的新业态。国家电网有限公司发起成立“中国综合能源服务产业创新发展联盟”旨在广泛聚合行业资源，充分链接产业链上下游，紧密联系能源电力企业、节能环保企业、设备制造商、大型供热集团、信息通信、互联网企业，以及相关行业协会、学术科研机构等，充分发挥各成员单位在科技资源、人才资源、市场资源、信息资源等方面的优势，积极推动综合能源服务产业发展，以更加高效、更加经济、更加环保的方式，满足人民群众美好生活的需求，共同打造“共创共建、互惠互利”的综合能源服务“朋友圈”。

促进京津冀新能源产业协同发展

人民日报 2019.7.11

提案人：全国政协委员李文海

案由：当前，京津冀三地相继出台了新能源和可再生能源地方规划，但缺乏合理的区域协同发展规划。导致京津冀三地在协同发展中的协同机制缺失、功能定位和产业链分工不明确，不能很好地形成利益共同体。例如河北、天津新能源产业基地虽然产业规模增长较快，但部分新能源产业缺乏核心竞争力，关键零部件依赖进口；一些关键技术转化为生产力周期较长。而北京具有的研发服务优势却未能与津冀在新能源领域实现优势互补。

建议：建立跨区域规划联动机制。京津冀三地政府应建立京津冀新能源跨区域规划联动机制，实现优化布局、有序建设；完善项目管理机制，分地区年度规模管理。创新规划实施机制，提高政府统筹调控能力，有效发挥规划配置公共资源、引导社会预期的作用，有效避免产业发展中的同质化竞争；稳步实现河北省绿色电力外送与京津绿色电力引入之间的平衡；合理解决能源配套建设不协调的矛盾。

健全部门协调衔接机制。能源、国土、林业、海洋等部门应健全新能源协同发展工作机制，推动重大工程项目落地实施，加大新能源重大科技难题攻关力度，大力推进信息技术等高新技术应用。强化能源运行综合协调，完善热电气联调联供，健全能源安全预警及应急响应

应机制，加快提升能源运行管理信息化、精细化、智能化水平，更好满足多元化、个性化的能源服务需求。

完善技术创新导向机制。加快大数据、物联网、云计算等现代信息技术在新能源领域的运用，建立新能源全产业链信息支撑云平台，完善对新能源资源、项目、技术和市场信息的收集、统计和管理，为新能源产业发展及企业决策提供强大的业务数据支持。推动大数据分析、远程监控、集中管理智能化的创新运维模式取代传统运维模式，促进以创新驱动智能微电网为纽带的多能融合发展，构建以绿色低碳、新能源为代表的现代能源体系，不断提升新能源的智能化水平和可靠性。

构建适应新能源特点的电力市场交易机制。逐步建立起适应新能源特征的区域电力市场。同时，推动新能源绿色税制转型创新，探索绿色证书交易、资源税等多项政策改革创新。

微电网点亮电力“空白区”

南瑞继保先进控制策略解决交直流混合控制难题

中国电力报电气周刊 2019.7.11

我国又一岛屿告别了供电、供水难。近日，江苏开山岛离网型海岛智能微网工程建成投运。标志着开山岛用电用水正式进入2.0时代，该岛屿微电网项目有状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活等泛在电力物联网特征，成为我国岛屿泛在物联感知体系的典范。

南京南瑞继保电气有限公司（简称“南瑞继保”）为该项目提供了包含微电网能量管理系统（MEMS）、微电网协调控制器（MGCC）、储能变流器（PCS）等核心设备在内的微电网一体化解决方案，实现了开山岛24小时连续100%清洁能源供电，点亮了海岛的“绿色生活”。

攻坚克难建设智能微电网系统

开山岛位于我国黄海前哨，是一所国防战略岛屿，王继才、王仕花夫妇在严重缺电、缺水的艰苦条件下为国守岛30余年。为全面改善开山岛供电、供水条件，利用开山岛丰富的风、光资源，国家电网公司规划在开山岛建设一套智能微电网系统和海水淡化系统。

今年1月1日，国网江苏电力组织70多位工程专家上岛勘察，研究开山岛微电网及海水淡化系统工程建设方案。6月18日，该工程全面建成投运。

“开山岛微电网项目启动后，在任务重、工期短、技术要求高的情况下，南瑞继保多部门融合协作，制定完善的项目工作计划。凭借控制保护、电力电子、系统分析等多专业技术优势，提出了开山岛交直流混合微电网拓扑结构，制定了风光储柴多运行方式自适应无缝切换控制策略，为全岛的稳定可靠供电提供了坚实的技术保障。由研发和工程服务技术人员组成的开山岛服务先锋队，克服岛上恶劣环境，自带干粮、帐篷驻岛服务，圆满的完成了调试任务，以实际行动学习王继才同志先进事迹。”南瑞继保该项目负责人介绍说。

开山岛智能微电网工程建成后，岛上拥有110千瓦光伏机组、30千瓦风电机组，在正

常情况下，光伏、风电日均发电量约420千瓦时，可完全满足全岛正常用电需求。台风、暴雨等极端情况下，660千瓦时储能设备和50千瓦备用柴油发电机，也可保障全岛3天的正常用电。同时，岛上的海水淡化设备日产水量近10吨，可彻底解决岛上各类用水需求。

此外，岛上还应用了电力无线通讯技术手段、野生智能等信息通讯技艺，构建红色岛屿泛在物联感知体系，完成开山岛光伏、风电、储能、微网管制等各枢纽互联互通，成立具备外形单方面感知、动静高效措置、使用便利机动等泛在电力物联网特色的离网型海岛智能微网。

解决微电网控制难题

目前，我国一些远离城市的岛屿，仍然存在未通电或者供电不稳定的“电力空白区”。岛屿供电是新能源微电网应用的一个重要领域。通过建设光伏发电、风力发电、潮汐能发电等可再生新能源，可以为岛屿提供源源不断的无污染的能源供应。对于已有柴油发电的岛屿，可以配合使用，减少柴油的消耗量，提高经济效益，减少环境污染和碳排放。

“微电网在岛屿应用的优势，就是实现多种能源的综合互补利用，保障重要负荷的持续供电，还能解决偏远地区的供电问题，提高供电的可靠性和电能质量。”微电网业内专家表示。

我国现已建成或在建多个岛屿新能源微电网系统，包括浙江的东福山岛、南麂岛、鹿西岛，福建的湄洲岛，广东的东澳岛，海南三沙的永兴岛，山东的长岛等。这些项目为新能源微电网在岛屿上的推广应用，做出了很好的示范。

目前，可再生能源微电网系统以新能源为主，电力电子装置占比高，系统惯量弱，故障特性不明显，建设运行过程中面临着可扩展性差、抗干扰能力弱、调度控制难、短路故障难以快速隔离等问题，阻碍可再生能源微电网的开发。

南瑞继保针对微电网稳定控制、能量优化、储能接入、保护配置等方面的技术难题，构建了三层两网的微电网控制保护系统架构，提出了多级调频策略、精确减载方法、虚拟同步机多机并联技术、基于区域信息的微电网保护原理，开发了微电网运行控制保护系统，实现了微电网系统的快速协调控制以及故障快速准确隔离，解决了上述技术难题，为微电网的安全、稳定、经济运行提供有力的技术保障。

一张张微电网释放的能效不止于此。以新能源为主的微电网系统，不仅能帮助僻远海岛解决因电受困的现实窘境，使其告别柴油发电时代，更能为全国海岛提供可复制的范本经验，为海岛开发利用注入绿色新动能。（秦虹）

你不知道的雄安新区智能生活

中国城市能源周刊 2019.7.15

走进雄安新区，一张显示屏便可监控到整个园区的用能、几辆无人巴士缓缓地穿行在街道中、人们还可以在无人超市尽情购物……在这座用最先进的理念和国际一流的水准打造的城市样板里，用电力作为基本支撑，处处弥漫着“智慧”与“先进”的气息。

“最强大脑”实现高效管理

雄安市民服务中心作为新区第一座“绿色建筑”，蕴含着许多创新的绿色元素，综合能源项目就是其中之一。在项目中，国网雄安新区供电公司研发部署的城市智慧能源管控系统（简称 CIEMS）应用物联网、大数据、多能流管理等先进技术，实现能源生产、传输、消费、管控等全过程管理应用，是市民服务中心整个能源生态的神经中枢，已成为园区综合能源智慧管控的“最强大脑”。CIEMS 通过横、纵双向模式全方位监测，对能源生产侧及终端消费侧的实时运行状态了如指掌，根据电、冷、热、热水等负荷数据，建立多能源、多目标、多变量能源协调优化模型，以经济最优、绿色最优指导能源系统运行。

这套先进的城市智慧能源管控系统同时还是园区能源供应的“最强守卫”，一旦能源系统出现故障，它不仅能辅助设备运维人员进行故障自动识别、故障原因分析、故障影响分析，自动给出故障处理建议，还能对人员、物资、车辆进行合理的资源调配，实现智能派单。

“暖科技”让生活更舒适

“利用泛在电力物联网等先进技术，在市民服务中心践行‘暖科技，自在人’，可以让人们的生活更智能、更舒服。”国网雄安新区供电公司管理中心余家驹说。而他所说的三项电网“暖科技”——“绿能魔盒”直流屋、电动汽车无线充电车位、电动汽车 V2G 充电桩位于市民服务中心规划展览馆南侧，向人们展示了绿色、智能的未来生活场景。

据讲解员介绍，“绿能魔盒”直流屋主要展示更安全、更节能的低压直流生态。直流屋由光伏、储能、低压直流线路以及直流家用电器构成的用户侧低压直流生态系统，可为家庭提供绿色、安全、节能的用能体验。与普通住房不同的是，整个屋子的电器皆为低压直流电器，屋内的供电不是 220 伏交流电，而是 375 伏和 48 伏直流电。“48 伏电压不仅能满足日常小功率电器，即使人体碰触也没有危险。而 375 伏直流电布在顶部，可以防止老人和小孩因误碰触电。”讲解员说。除安全外，它还可以减少交直流转化降低电能损耗，实现能源绿色低碳利用等目标。

走出家门，开车出行已是当下民众生活的常态。如今，电动汽车成为雄安新区主流的交通出行方式。而在雄安市民服务中心直接禁止燃油车驶入，电动车入园后充电也格外便利。“车一停在这上面，就可实现自动充电。”讲解员指着一个井盖大小的充电装置说，从外观上看，它与常规车位没什么区别。却可以通过 APP 一键操控自动充电，电量达到 90% 自动停止充电。未来，它将作为无人驾驶汽车的“最佳拍档”，真正实现电动汽车充电无尾化人走车充的极致体验。与此同时，电动汽车 V2G 技术既能让电网向电动汽车充电，也可实现电动汽车向电网反向送电，起到移峰填谷的调节作用。

打通数据壁垒，实现能源信息共享

“开发与新区 CIM（城市信息模型）系统相匹配的 EIM 平台（雄安电网数字化工程管理平台），则可实现工程建设全流程、全业务、全要素数字化管控。”据相关负责人介绍。

随后，记者走进雄安电网工程建设指挥中心，该公司电网管理中心的工作人员苑娇阳逐一展示了 EIM 平台的规划管理、设计管理、安全管理、质量管理、进度管理、物资管理、

智慧工地等 10 大功能。随着大屏幕上的动态画面，工程建设的全流程、全要素都得到了实时三维数字化管控。“每一个电器元件的位置、施工人员在哪里施工都一目了然，大大保障了工程建设质量，提升了工程管理效率。”

“在未来，系统还将借助雄安新区数字城市（CIM）的建设，为各种城市能源参与者和广大客户提供能源系统互联互通的开放接口、网络协议和应用支撑平台，支持海量供能与用能设备接入，有效打通数据壁垒，实现跨行业数字能源信息共享。”国网雄安新区供电公司相关负责人说。（张胜杰 刘亚洲）

微电网渐成综合能源最有效应用形式

电力与燃气、热力系统耦合将日渐紧密

中国能源报 2019.7.22

7月16日，在由中国能源研究会主办的“微电网与综合能源服务专题研讨会”上，与会专家一致认为，微电网是综合能源最有效的应用形式。同时，专家们纷纷表示，区域内电、气、热等多种能源协同优化是综合能源发展的基础，“微电网+互联网”可以实现区域能源互联网，微电网能够接纳高比例可再生能源，支持用户灵活用能与交易行为。

需理清能源间的耦合关联

在国家能源局电力司副司长赵一农看来，微电网是一种典型的综合能源系统，其中并网型微电网是综合能源系统的有效形式，实施源-网-荷一体化运营，核心是实现“两高三低”目标，即系统综合能效、运行可靠性提高，用户用能成本、系统碳排放、系统其它污染物排放降低。

天津大学教授贾宏杰认为：“电力与燃气、热力系统耦合日渐紧密，未来将形成以电力系统为核心的综合能源系统。”

南方电网广州供电局有限公司副总经理刘育权也表示，未来微电网将向微能源系统发展，将冷、热、气等多种能源囊括。“理清能源间的耦合关联、规划运行、商业模式等问题，将是重要课题。”刘育权说。

关键技术已步入实践阶段

据了解，从2016年至今，国家能源局以综合能源、微电网为抓手推动了各类试点示范工程，其中新能源微电网试点28个、多能互补试点23个、“互联网”智慧能源试点55个、增量配电试点404个。“我国微电网关键技术已步入实践，河北、天津、河南、浙江等多地开展了示范项目，出台了管理办法，”赵一农介绍，“国家能源局会同有关部门拟定了微电网并网相关管理办法和行业技术标准，目前江苏已出台推动微电网建设的相关实施细则。”

同时，在微电网示范项目上走在前列的还有南网，刘育权表示：“我们建设的由光伏、储能、充电桩、柴发、可视化控制系统等组成的南沙‘多位一体’微能源网示范工程，除运行方式灵活外，还在‘主动防御’灾害方面具有先天优势，更可形成毫秒级无缝切换。”

据介绍，到 2020 年，我国将建成分布式能源微电网示范项目 20 个左右，实现新增分布式能源装机 40 万千瓦，分布式能源微电网技术达国际先进水平；到 2025 年，我国将建成分布式能源微电网示范项目 50 个左右，形成技术先进、管理科学、机制完善的分布式微电网技术体系、市场体系和管理体制。

微电网参与现货等政策待完善

纵观目前我国建设的微电网项目，规模普遍偏小，其核心制约因素是收益偏低。究其原因，一是我国微电网运营模式单一，投资回报周期长，缺少成功的商业模式；二是控制系统集成度不高，运行效率和效益偏低；三是市场培育和推动力不足，对用户个性化需求和行为特性关注不够。

对微电网的发展，刘育权认为，在应用场景推广方面，要积极探索微电网在保底电网建设的应用；在政策方面，建议出台微电网参与辅助服务市场、现货市场的相关政策，激励用户侧资源参与系统优化运行。“希望政府能出台需求侧响应、储能、微网高可靠性电价等相关电价政策；技术方面，要加大氢能源、新型储能、燃料电池等新能源技术的支持力度，完善微电网标准设计、氢能产业链安全标准设计及储能等新能源技术标准设计。”刘育权表示。（苏南）

推动清洁能源发展的重大机遇

人民日报 2019.7.18

■ 共建“一带一路”正在推动围绕清洁能源技术的长期战略转变，可能会重塑全球能源格局

文明是建立在基础设施之上的。中国提出的“一带一路”倡议包括基础设施等项目。当许多西方国家还固守着陈旧观念时，中国正在把世界重新想象成一个有机网络。

依托“一带一路”，中国与沿线国家合作建设工业园区、光纤网络、电厂、炼油厂，以及隧道、桥梁、公路、管道、港口等基础设施。中国投资将确保以知识为基础的产品和服务的长远发展，并加强国际产能合作。

中国的清洁能源技术不断成熟，“一带一路”倡议将极大促进清洁能源技术发展。中国通过与亚洲、非洲和欧洲等地的贸易往来，构建一个全面的贸易网络，并以此发展可再生能源技术，包括水力发电、海洋工程、电动汽车等。尽管中国对化石燃料有着巨大的需求，但未来 20 年，中国将在低碳发电和其他清洁能源技术方面投资预计超过 6 万亿美元。事实上，中国正在实施一个可以改变世界能源基础设施的长期战略。

中国在清洁能源基础设施方面的支出已超过了美国和欧盟的总和。根据国际能源署的数据，中国已经拥有世界上 1/3 的风力发电、全球十大风力涡轮机制造商中的 4 家、全球十大太阳能电池板制造商中的 6 家，以及全球 1/4 的太阳能发电能力。中国希望通过建设绿色“一带一路”，为 40 多亿消费者带来绿色、低碳、可持续的发展。

正如国际能源署所指出的，中国的清洁能源规划和投资，是目前推动低碳能源技术发展势头的关键。根据美国能源部估计，中国已经投资 470 亿美元支持太阳能电池板制造。中国已经建立了世界上最大的碳交易市场，在核电站建设方面领先世界，现在中国的电动汽车销量超过了世界其他地区的总和。

从长远来看，到 2023 年，可再生能源预计将占到全球发电量增长的 70% 以上。考虑到全球约 50% 的能源可能来自太阳能和风能，中国似乎有望成为世界上第一个清洁能源超级大国。

中国在大型基础设施建设项目上的丰富经验，有助于加速清洁能源技术在发展中国家的推广。为此，中国发行绿色债券，用于清洁能源、清洁交通、资源保护和循环利用、污染防治、节能环保等领域的基础设施投资。

显而易见的是，清洁能源技术是 21 世纪的一个重要产业。“一带一路”覆盖全球可再生能源的主要市场，共建“一带一路”正在推动围绕清洁能源技术的长期战略转变，可能会重塑全球能源格局。（丹尼尔·阿瑞亚）

能源行业持续推进 供给侧结构性改革

中国能源报 2019.7.29

上半年，原油产量 9539 万吨、扭转近三年下滑态势；油气开采业投资同比增长 34.1%，较去年同期加快 31.3 个百分点；非化石能源发电比重持续提升，可再生能源电力消纳成效显著；光伏扶贫有序开展

本报讯（记者姚金楠）报道：7月25日，国家能源局召开例行新闻发布会，国家能源局发展规划司司长李福龙在会上表示，上半年，能源行业持续推进供给侧结构性改革，着力在保供应、提质量、强弱项、稳增长等方面加大工作力度，推动能源高质量发展，主要有以下四个特点：

能源供给保障能力不断提升。油气增储上产取得积极进展。进一步压实企业、重点省份油气增储上产责任，夯实稳油增气的资源基础，上半年，全国原油产量 9539 万吨，同比增长 0.8%，扭转了近三年下滑态势；天然气产量 864.1 亿立方米，同比增长 10.3%。煤炭去产能和优产能同步推进。按照关闭一批、产能置换一批、升级改造一批的原则分类处置年产 30 万吨以下煤矿，有序核准开工大中型现代化煤矿。电力供应平稳有序。上半年，全国累计新增电力装机 4074 万千瓦。其中，水电 182 万千瓦，风电 909 万千瓦，光伏发电 1140 万千瓦，核电 125 万千瓦，非化石能源发电装机占增量的 58.4%。在严格控制新增煤电装机的同时，明确 2873 万千瓦煤电应急调峰储备电源，增强电力系统的调峰发电能力。成品油质量升级稳步实施。1 月 1 日起，全国全面供应国六标准车用汽柴油，实现车用柴油、普通柴油和部分船舶用油并轨。上半年，国六标准油品供应工作完成平稳过渡，成品油供应充足，市场运行平稳。

能源补短板力度持续加大。补短板领域投资大幅增长。上半年，油气开采业投资同比增长34.1%，较去年同期加快31.3个百分点。可再生能源发电投资同比增长36.3%。安排北方12个省（区、市）应急储气能力建设专项投资20亿元。一批补短板示范项目建设加快。第一批燃气轮机创新发展示范项目启动实施。华龙一号和高温气冷堆技术的首堆示范工程开工建设。能源行业投资对全社会投资的贡献上升。上半年，能源行业累计投资同比增长1.9%，占全国固定资产投资比重从前2月的3.6%提高到4.5%。

能源清洁低碳转型深入推进。非化石能源发电比重持续提升。截至6月底，全国6000千瓦及以上发电装机中，非化石能源装机占比达37.2%，比去年同期提高1.2个百分点；非化石能源发电量占比27.3%，比去年同期提高2.1个百分点。海阳核电2号机组建成投产，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工，金沙江拉哇水电站开工建设。第一批风电、光伏发电平价上网项目公布。可再生能源电力消纳成效显著。出台可再生能源电力消纳保障机制。发布2018年度光伏发电市场环境监测评价、2019年风电投资监测预警。启动全国新能源电力消纳监测预警平台，实现对全国分省区新能源消纳情况按月监测、按季评估、按年预警。明确扎鲁特-青州、青海海南州特高压外送通道配套的可再生能源规模。上半年，全国弃风率4.7%，同比下降4个百分点；弃光率2.4%，同比下降1.2个百分点。电能替代深入推进。电气化水平是一个国家现代化的标志，近年来，电力在我国终端能源消费中的比重不断提高。上半年，全国累计完成电能替代量约980亿千瓦时，占全社会用电量的2.9%。截至6月底，累计建成充电桩100.2万个，我国已建成全球最大规模的电动汽车充电设施网络。

能源民生保障持续改善。新一轮农网改造升级加快实施，确保年底前完成。落实深度贫困地区“三区三州”农网改造升级三年攻坚行动计划（2018—2020年），组织实施陆地边境8省（区）抵边村寨农网升级。2019年农网改造升级中央预算内投资140亿元，其中，“三区三州”中央预算内投资90.8亿元，比去年增长48.6%。北方清洁取暖稳妥推进。在城镇及周边地区，充分挖掘现役热电联产集中供热潜力，发展一批背压热电机组。积极推广清洁供暖先进模式，大力发展农村生物质能供暖，因地制宜推进地热供暖重点项目建设。光伏扶贫有序开展。“十三五”第二批光伏扶贫项目计划167万千瓦启动实施，建成后将惠及贫困户30万户。配合相关部门审核发布第三批光伏扶贫财政补助目录。

二、热能、储能、动力工程

新能源汽车轻量化技术真的环保吗

中国能源报 2019.7.16

轻量化被认为是新能源汽车的独特优势，但某些轻量化材料被指只是将污染从使用端转移到了生产端。

在日益提倡节能环保的今天，汽车轻量化技术由于可有效减少污染物和降低碳排放，被

认为是与新能源汽车“一拍即合”的绿色技术路线。然而记者了解到，并不是所有的轻量化材料都符合环保节能的要求，有些轻量化材料甚至只是打着“环保”的幌子在进行污染转移，这令人不禁要问：轻量化技术真的像一些新能源车企宣传的那样环保吗？

新能源汽车要与燃油车抗衡必须具备独特优势，轻量化是目前车企探寻到的最佳途径之一

轻量化技术是指采用合适的材料、工艺在合适零件上，以达到最佳减重效果的技术，不仅可以实现汽车减重，还同时具备节能减排、降低成本及提高汽车产品性能等优势。目前，业内普遍认为，由于新能源汽车的整车重量相对较大，比能量和比功率偏小，对轻量化技术的需求比燃油车更为迫切。

“新能源汽车为何要实现轻量化？我认为最大的推手应该是电池的能量密度。在国家政策向高能量密度电池倾斜的背景下，如果整车重量不变，车身和电磁包都变轻，电池的能量密度就可以较之前更大，这就代表着新能源汽车可以获得更多的能源。”昆山市中迪新材料董事长刘伟德表示，即使是在同样的能量密度下，车身更轻也有利于新能源汽车减少能耗，实现节能减排。

据记者了解，目前使用轻量化材料的新能源车型不在少数，比如我国造车新势力中的蔚来 ES8，铝材使用率高达 96.4%，被称为全球量产车中铝材应用量最高的车型；此外，长城华冠旗下的子品牌前途电动跑车 K50，车体与车身由铝合金和碳纤维打造，为减少电池配重对车身总质量和加速性能的影响，全车采用 29 个碳纤维复合材料外覆盖件，总重量仅为 46.7 公斤。

“轻量化复合材料是汽车行业未来发展的重要战略方向。”前途汽车董事长陆群表示，纯电动汽车的政府补贴退出后，新能源汽车要与燃油车相抗衡必须具备独特的优势，而轻量化便是目前车企探寻到的最佳途径之一。

某些轻量化材料只是把污染从使用端转移到了生产端，甚至碳排放总量比普通材料还高

“轻量化技术确实可以使汽车在使用过程中减少碳排放，但并不是所有的轻量化技术都是节能环保的，某些轻量化材料只是把污染从使用端转移到了生产端，甚至碳排放总量比普通材料还严重。”中国汽车技术研究中心有限公司数据研究中心绿色发展部部长赵明楠坦言，此前大热的碳纤维复合材料就是其中代表之一。

记者了解到，目前新能源汽车的轻量化材料主要有钢材、塑料、陶瓷、玻璃、碳纤维、铝合金等种类，其中使用比例较大的主要是铝合金、碳纤维复合材料以及高强度钢这三种。

“在这些轻量化材料中，铝合金、镁合金等材料的争议较大，是否会造成‘污染转移’主要取决于企业如何运用。如果是直接用于材料替换，由于他们的强度比钢低，做出来的车身成品较大，那么碳排放量反而可能会上升。”赵明楠表示，与其形成鲜明对比的反面例子就是碳纤维，“碳纤维就不存在争议了，无论用在哪儿、怎么用，碳纤维都会造成污染转移。”

据了解，碳纤维是指含炭量在 90% 以上的高强度高模量纤维，耐高温居所有化纤之首，以腈纶和粘胶纤维为原料，经高温氧化碳化而成。其在生产过程中不仅能耗极高，还会伴随产生大量的空气污染物。

“碳纤维生产环节排放的污染物如果不能得到有效控制，不但会造成严重的空气污染，而且会对工人和附近居民的健康造成严重损害，更不要说在生产过程中所产生的巨大能耗了。”一位不愿具名的车企高管告诉记者，总体来看，碳纤维的节能环保其实只是一个彻头彻尾的“骗局”。

轻量化材料正逐步从碳纤维、铝合金等向高强度钢、工程塑料等材料转移

“虽然目前我国有不少车企还在‘叫嚷’着要使用碳纤维复合材料，但其实一些欧洲车企如宝马、奥迪等已经开始逐渐意识到碳纤维材料的污染问题。轻量化材料正逐步从碳纤维、铝合金等向高强度钢、工程塑料等材料转移。”赵明楠向记者介绍，目前越来越多的新能源汽车上都使用了工程塑料，其不仅轻量化效果好，作为石化行业的副产品，生产过程中的能耗也极低。

“此外，高强度钢也是非常好的轻量化替代材料，虽然其轻量化效果并不是所有材料中最突出的，但优点是不会产生污染转移的问题。”

不仅如此，高强度钢在其他方面的优势也十分明显。“除了在节能减排等方面具有优势，高强度钢板还有综合性能优越、安全性能高等优点。”奇瑞汽车股份有限公司材料工程部主任材料工程师李军认为，未来，随着先进高强度钢应用技术的进一步成熟，其必将有利于进一步提高汽车的安全性、环保性和节能性。

“虽然目前最新技术的高强度钢还存在成本较高、架构难度较大等缺点，无法让新能源汽车在整车上实现‘全方位’运用，但车辆的关键部位其实都已用上。”赵明楠表示，未来随着技术和工艺的提升，高强度钢的成本还会进一步下降。（黄珮）

丝网印刷造出新型平面化锌锰微电池

中国科学报 2019.7.19

本报讯（记者刘万生 通讯员王潇、侯晓城）近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员吴忠帅团队发展了低成本、规模化的丝网印刷技术，制备出具有良好商业应用前景、高度柔性、高安全和长寿命的二次水系平面化锌锰微型电池，相关进展发表在《国家科学评论》。

在同期期刊上，韩国蔚山国家科学技术研究院微型储能专家 Sang - Young Lee 指出，该新型电池能广泛应用于智能电子器件，并对该工作进行了高度评价。

平面化微型电池具有高度集成一体化的特点，克服了传统三明治构型电池体积大、机械柔性差、弯曲状态下界面易分离等缺点，是极有发展前景的一类新型可穿戴电子器件功率源。

研究人员正在积极开发高安全的水系电解液取代可燃性有机电解液，构建安全性高的水系平面化微型电池。其中，得益于电极材料的丰富储量，锌锰水系电池备受关注。然而，目

前发展与集成电子器件高度兼容的高安全、低成本平面锌锰电池关键制备技术仍然非常缺乏。

为解决该问题，该团队发展了一种低成本、简单高效、规模化的丝网印刷技术，成功制备出新概念水系平面化锌锰微型电池。科研人员首先以二氧化锰、锌粉、石墨烯为功能材料，分别配置出锌锰电池的正负电极和石墨烯集流体触变性油墨；然后采用多步丝网印刷的方法，实现了平面化锌锰微型电池简单、低成本的规模化制备。

此外，印刷基底的多样性可满足不同应用场景的需求。

新能源汽车下一站如何“进化”

电动 + 智能 + 共享是大势所趋

科技日报 2019.7.3

截至2018年底，全球新能源汽车累计销量突破564万辆，中国占比达52.8%，连续4年居世界首位。

7月2日，在海南博鳌召开的2019世界新能源汽车大会上，这组数据被频频提及。在为节能减碳和应对气候变化交出不俗成绩单的同时，中国新能源汽车的下一站又该如何“进化”？现场多位重量级嘉宾的演讲给出了答案，电动化、智能化、共享化是变革大势所趋。

“全球的汽车产业正进入百年未遇的大变革。”全国政协副主席、中国科协主席万钢表示，“电动化、智能化、共享化”在新一轮科技革命背景下孕育新生、叠期而至，推动汽车产业的能源动力、生产运行、销售使用的全面变革，以前所未有的速度、深度、广度改变着全球汽车产业。

在万钢看来，电动化的核心内涵是由电力驱动的汽车能源动力变革，可分为纯电动汽车和燃料电池汽车，使用这两种燃料载体均具有驱动高效率和运行零排放的特点。智能化的核心内涵是汽车运行和生产方式的变革，出行方面体现在智能网联和自动驾驶，研发生产方面则体现为智能制造和工业互联网。共享化则是汽车消费方式的变革，人们出行的舒适度、便捷度和安全度是重要的规划方向。

科技部副部长王曦表示，新一轮科技革命带来汽车产业电动化、智能化、共享化的变革，在这一变革驱动下，科技创新呈现出平台化、开源化、场景化、融合化、颠覆性新趋势。如今，汽车+的跨界融合创新风起云涌，汽车+物联网、云计算、大数据、人工智能在产品技术层面深度融合，“新一代汽车智能交通+智慧能源+智慧城市”在系统层面呈现融合发展趋势，智能新能源汽车成为未来发展方向。

比亚迪股份有限公司董事长王传福认为，如果说电动化是汽车变革的上半场，下半场则是智能化，智能化包括车辆的自动驾驶和人工智能体验。他说，智能汽车是长了腿的手机，但汽车的传感器、控制权远远多过手机，未来汽车可以是移动的游戏机或是移动KTV等，未来的应用场景非常丰富。

“新能源汽车作为科技创新与产业升级的标志性产品，作为跨界融合的关键节点，也迎来一个全新的发展时代。”工业和信息化部副部长辛国斌说，工信部正牵头推进新能源汽车产业发展规划 2021—2035 年编制工作，考虑从降低资源消耗强度和改善生态环境为导向，激发企业自主创新动力和活力，形成新能源汽车技术创新推广应用与环境资源社会运行的良好循环。

万钢指出，汽车产业的电动化要特别强调安全和质量，智能化要做到技术和法规的同步发力，共享化要特别防止无序的竞争。

“电动车自身发展到一定程度，必须从制度上、基础上、技术上使电动化与新能源对接，并把电动化的全产业链放在绿色化的基础之上。”中国电动汽车百人会理事长陈清泰说，良好的机动功能只是电动汽车的 1.0 版本，充分释放未来汽车造福社会的潜能还有赖于网联化、智能化和出行服务的创新。

陈清泰称，电动车 + 互联网 + 自动驾驶与共享出行形成最佳搭配，为再造城市交通体系展现了新的前景。研究报告表明，电动化、网联化、智能化的电动汽车将使共享出行的“人公里成本”下降 45%—82%。人、车、路实时共享交通信息，可使出行效率提高。

王曦透露，科技部正在组织编制国家中长期科技规划 2021—2035。一方面，科技部将在“十三五”基础上，聚焦车用氢燃料电池、储氢、加氢、制氢技术的研发；另一方面，对自动驾驶、智能系统进行深入研究，针对技术链条中的传感器、车载芯片、智能计算平台等薄弱环节进行强链补链，夯实高质量发展的基础。（刘垠）

全钒液流电池：大容量储能技术明日之星

中国能源报 2019.7.1

先进大容量储能技术特指应用在电力系统中、容量在千瓦级以上、综合性能优越的储能技术。作为解决可再生能源大规模接入、传统电力系统削峰填谷、分布式区域能源系统负荷平衡的关键支撑技术，大容量储能技术已成为世界未来能源技术创新的制高点。抽水蓄能、锂离子电池、铅蓄电池等目前主流的储能技术越来越难以满足快速发展的大容量储能需求，全钒液流电池由于具有安全环保、寿命长、规模大、效率高、选址自由等特点，成为大容量高效储能技术的首选之一。全钒液流电池技术应用价值日益受到重视，我国全钒液流电池技术与应用国际领先，有望成为大容量储能领域明日之星。

大规模储能后起之秀

我国全钒液流电池技术完备，产业发展全球领先。我国拥有全球领先的全钒液流电池技术服务企业，已形成了包括液流电池批量生产、模块设计制造、系统集成控制在内的全产业链全钒液流电池自主知识产权体系。我国已投运全钒液流电池储能项目累计规模仅次于锂离子电池、铅蓄电池两种传统的电化学储能技术，约占全国电化学储能规模的 4%，占全球全钒液流电池储能规模的 17.8%。我国也是全钒液流电池最大生产国，钒电解液国际市场占

有率达 90% 以上。

全钒液流电池优势明显，成为大容量储能领域首选技术之一。与其他储能技术相比，全钒液流电池优势明显：一是安全环保。全钒液流电池储能介质为含有钒离子的稀硫酸水溶液，不易发生爆炸和燃烧，钒电解液可反复循环利用。二是循环寿命长。电池充放电循环次数在 15000 次以上，使用年数在 15 年到 20 年。三是能量转换效率高，充放电特性良好。能量效率约 80%，响应速度快，可深度放电，适合大电流快速充放电。四是容量大。储能容量为数百千瓦时至数百兆瓦时，尤其适合大容量固定储能场合。

示范项目初现成效，已具备大规模推广条件。据统计，全球共有 40 - 50 个钒电池项目，2013 年起我国国电张北风光储输示范工程、国电龙源沈阳卧牛石风电场、辽宁风力发电有限公司黑山风电场、国电和风锦州风电场陆续配置了兆瓦级以上全钒液流电池储能示范项目，其中卧牛石风电场的全钒液流电池（5MW/10MWH）规模最大。示范项目在削峰填谷和减少弃风弃光上发挥了重要作用。

商业化面临三大瓶颈

一是成本尚待进一步突破，市场尚待进一步打开。尽管我国全钒液流电池成本低于国际水平，但与铅蓄、锂离子电池相比依然处于较高水平，全钒液流电池初始投资达到 3000 - 4000 元/kWh，10000 - 15000 元/kW，导致近两年全钒液流电池市场占比有所下降。

二是标准体系不够健全，标准建设刚刚起步。全钒液流电池储能作为新兴产业，国内外相关标准制定均处于积极探索阶段，我国作为具有国际领先水平的全钒液流电池技术持有国，仅出台了全钒液流电池术语、安全方面的国家标准。

三是商业模式亟待创新，补贴政策尚未建立。目前储能运行主要采用“投资 + 运营”模式，使得投资压力大、风险高，投资项目集中在发电侧和用户侧，发电侧主要依靠限电时段的弃电量存储、用户侧依靠峰谷价差实现套利和电费管理，但均存在定价、补偿机制不完善等问题。

从三方面着手推进

一是降低电池成本，推动技术产业化。开发低成本技术，建立全钒液流电池低成本技术研发基地，开发全钒液流电池离子传导膜、电解液等低成本技术；推动规模化量产，制定全钒液流电池产业化发展路线图，优先在河北、四川等钒资源大省布局全钒液流电池，以规模效应促进设备单位投资成本下降，力争到 2020 年，全钒液流电池成本下降到 2500 元/kWh；扩大应用领域，开展全钒液流电池在微电网、智能电网、替代柴油机组、海岛供电、新城市能源布局、充电站建设、工业园区多能互补等领域的试点示范，积累成功经验，通过扩大下游应用推动上游生产。

二是健全标准体系，积极参与国际标准制定。研究制定《中国液流电池技术行业标准》，以全钒液流电池应用流程为主线，划分为规划设计、设备及试验、安装调试、运行维护、回收利用等各个环节，规范电解液、离子膜等关键部件技术条件；国内领先企业应积极

参与国际液流电池技术行业标准的制定工作，在国际标准中争取更多话语权的同时，争取将我国技术纳入国际标准。

三是探索建立补贴政策，培育可持续的商业模式。短期内，国家应建立示范电价（度电补贴）、建设补贴（千瓦补贴），优先并网接入及全额收购电力等补贴政策，支持储能产业当前发展。长期看，建立体现储能商业价值的电价或补偿机制，建议国家相关部门将储能发展纳入电力体制改革中，研究制定储能电价、调峰价格、调频价格、辅助服务等定价机制，建立储能项目在提高跟踪计划出力、改善电力输出质量以及环境效益等方面的补偿机制，通过经济杠杆手段，推动储能建设和发展。商业模式方面，推动合同能源管理、融资租赁等金融手段进行交易管理，推动 BOT、BOO、BOOT、BLT、PPP 等方式，引入多样化资本，推动储能项目的获取与实施。（霍婧）

动力电池安全问题有新解

中国能源报 2019.7.3

6月14日，武汉一辆蔚来 ES8 在路旁自燃；5月16日，上海嘉定区某地下车库内，又一辆蔚来 ES8 自燃冒烟；5月4日，杭州8辆电动汽车意外起火，烧得仅剩车架；3月6日、12日、16日，使用三元锂电池的北汽威旺电动物流车连续三天在充电时自燃……

近期新能源汽车自燃事故频发，再次引发大众对新能源汽车安全性的质疑，而动力电池作为电动汽车的“心脏”，其重要性不言而喻。“动力电池最根本的问题，就是性能与安全的矛盾。”中国工程院院士陈清泉在日前召开的2019中国汽车生态设计国际论坛上提出疑问：未来动力电池要怎样发展，才能成为被大众认可的安全电池？

高性能和高安全性难兼顾

“现在动力电池最重要的问题就是安全，动力电池产业发展前景非常广阔，但前提是必须解决安全问题。”中国科学院院士欧阳明高表示，根据市场监管总局提供的数据，2018年至今，已发生80余起电动汽车火灾事故，电动汽车的安全问题已不容忽视。

“据统计，在2018年的新能源汽车事故中，充电引起的占29%，静置引起的占14%，涉水引起的则占10%。”欧阳明高表示，为寻求解决电动汽车安全隐患的答案，其团队在研究了国内外主要电动汽车品牌的电池后发现，电池在快充300-500次后稳定性变差。“通常新电池的热失控温度约为215度，而过多使用快充的电池热失控临界点则会降至107度。”

对此，中国北方车辆研究所动力电池实验室主任王子冬表示认同。王子冬坦言，其团队也曾做过相关实验，发现同一批生产的电池，放置不动和安装在车上使用，导致的结果完全不同。“在车上使用的电池更易出现问题，电池放置不用并不会着火，两者的差异就在于是否使用和充电。”

记者了解到，除电池使用不当易引发安全问题外，一味追求高性能也是引发电池安全问题的重要原因之一。“动力电池的性能包括能量密度、公里密度、循环寿命、成本四个方

面，这四个方面不仅很难全部兼顾，还很容易与安全起冲突，即企业选择了高性能就无法顾及安全。比如目前大热的三元电池，其安全性就不如磷酸铁锂电池。”中国工程院院士陈清泉坦言。

半导体芯片带来曙光

“想要降低快充给电池带来的热失控，就必须对快充技术进行精确管控，需要根据不同温度、电荷状态、衰减情况等多因素建立输出功率的 MAP 图或模型。”宁德时代董事长助理孟祥峰表示，掌握热控制对电池的安全至关重要。

此外，发展更安全的电池技术路线也是保障安全的重要举措之一。“未来高镍三元锂等高能量密度电池不应是发展重点，全固态电池则尚看不清未来。所以我认为，未来应该以磷酸铁锂电池为发展主力，在此基础上再提高性价比。”中国工程院院士杨裕生表示，磷酸铁锂电池具备安全性高、寿命长，不含短缺金属三大优势，是较为理想的动力电池技术路线。“磷酸铁锂电池不需用到镍、钴等稀有金属，再加上目前已掌握的微纳结构—碳包覆技术，就能弥补电导率不高的问题，在微小型电动车和第二代增程式车完全适用。”

而针对快充问题，杨裕生则认为需要发展新型电池。“目前使用的石墨负极，可以快放电，但不能快充；钛酸锂电池可以实现快速充放，但价格很高，所以我们要发展新型电池。”杨裕生认为，想要得到高安全性、廉价的快充电池，关键在于新材料的使用，目前该项目的研发已取得一定进展。

“目前，我们已经掌握了一项突破性的新技术，可以通过使用制造半导体的方法来解决动力电池高性能与高安全性之间的矛盾，但目前还无法实现产业化。”陈清泉透露，虽然目前由于保密原因无法对外公布太多关于该技术的详情与细节，“但只要能够利用好半导体芯片，就能同时解决动力电池安全性、高性能和工业化的问题。”（黄佩）

开发糠醇制备航空超级燃料新路线

中国科学报 2019.7.12

本报讯（记者刘万生 通讯员李广亿）近日，中国科学院大连化学物理研究所催化与新材料研究中心李宁研究员、张涛院士团队，开发了两条通过木质纤维素平台化合物——糠醇制备可再生 JP-10 高密度燃料的新路线。相关成果发表在《德国应用化学》。

以木质纤维素为原料合成可再生航空燃料是国际生物质催化炼制的研究热点。目前，国内外已有的木质纤维素航空煤油报道主要集中在合成普通航空煤油方面。JP-10 燃料是一种经典单组分高密度航空燃料。与普通航空煤油相比，JP-10 燃料在密度、冰点、热安定性等方面都具有明显的性能优势，因而也被称为“超级燃料”。JP-10 燃料通常由化石来源的环戊二烯制备，价格较高（约 7091 美元/吨），且由于原料资源有限，因而无法在民航中得以广泛应用。

糠醇是从农林废弃物中半纤维素部分获得的一种重要的化学品，迄今已有几十年的工业

化生产历史。

研究人员开发了两条以糠醇为原料合成 JP-10 燃料的新路线，可获得大约 65% 的收率（以碳计算）。经过初步经济分析，该生物质路线获得的燃料的成本低于 5600 美元/吨。根据国外文献报道，未来糠醇的价格有望降至 400 美元/吨，届时 JP-10 燃料的成本将可降低至 2900 美元/吨以下，有望实现生物质 JP-10 燃料的实际应用。

新型储能电池为何“钠”么难

中国科学报 2019.7.8

不管是新能源汽车，还是太阳能、风能等，在人们利用这些可再生能源的同时，拥有优异性能的可充电电池都会成为关注的焦点话题。与商业化的锂离子电池相比，钠基储能电池具有价格低廉和原料易得的显著优势，因此被期待成为下一代新型储能电池，在可再生能源储存中力挽狂澜，以实现绿色大规模的能量储存与转化。

近日，《细胞》子刊《化学》在线刊登了武汉大学化学与分子科学学院教授曹余良研究团队针对高能钠—金属电池的研究进展及发展前景的总结论述。“我们想为未来该领域的研究方向提供一定的思路，同时对于不同钠—金属电池的研究也能促进对其他电池体系的理解及研究。”曹余良说。

锂离子电池的“替补队员”

空调遥控器突然没电？用到一半的手电筒无法发光？望着手中这些用量迅速耗竭且无法重复利用的锌锰电池，曹余良索性将几节可充电电池装入槽内。作为一类重要的储能方式，可充电电池在日常生活中发挥着难以替代的作用。

锂离子电池就是其中之一。“当对电池进行充电时，锂离子从含锂化合物正极脱出，经过电解液迁移到负极。而负极的碳材料呈层状结构，到达负极的锂离子嵌入碳层中，嵌入的锂离子越多，充电容量越高。”曹余良告诉《中国科学报》，锂离子电池的比能量高和适用范围广，不仅在便携性电子设备领域占据巨大的市场并逐渐应用在电动汽车领域，在储能方面也极具“后劲”。

但凡事过犹不及，市场需求和成本的快速增长，以及锂资源的不均匀分布，这些也引发了人们对于锂离子电池应用与规模储能领域的担忧。

“例如，一辆电动汽车的动力就相当于几万个手机电池的串并联，这些会造成锂和相关材料的用量激增。倘若将其用于储能，会进一步加剧对锂资源的担忧，同时可能更加推高相关材料的价格，增加电力使用环节的负担。”曹余良介绍，在某种程度上发展高效可再生新能源的一个重要环节就是发展储能系统。是否可以发展一种锂离子电池的“替补队员”呢？为此，团队将目光转向了它的“兄弟”——钠。

“钠离子电池和锂离子电池的工作原理相似，而且钠在海洋中无处不在，储量是锂的几千倍，更容易廉价获得。”曹余良说。不过，由于钠具有更大的离子半径和更高的氧化还原

电势，相比于锂离子电池，钠离子电池一般只有较低的能量密度，合适的正负极材料也仍在探索中，商业化应用并不成熟。

正负极材料为何“钠”么难

针对钠离子电池能量密度较低的困境，一类低价且高能量的新型钠—金属电池应运而生，当然这离不开各种新型正负极材料的开发和使用。

论文作者之一、武汉大学化学与分子科学学院博士王云晓介绍，这些电池体系中，钠金属被直接用作负极，可实现高达 1160 mAh g^{-1} 的比容量和低至 -2.714V （相对于标准氢电极电势）的氧化还原电势。而丰富的 O_2 、温室气体 CO_2 、 SO_2 以及单质 S 均可作为正极材料，从而构成各类钠—金属电池。

“理论上，这些电池体系分别以气态 O_2 、 CO_2 、 SO_2 或固态 S 作为正极活性材料；但事实上，正极材料往往需要负载在多孔碳中才可以表现出较高的电化学活性，这些多孔碳基体并不直接参与电化学反应，而是作为电荷转移的介质和活性材料的载体。”王云晓说，正极材料和放电产物的低导电性是首当其冲的难题。“尽管构建高导电性的正极载体可以一定程度上缓解这一问题，但值得注意的是，不同的钠—金属电池可能需要不同的孔尺寸及形貌才能实现较好的电化学性能。”

另外，迟缓的反应动力学和较高的过电势也是一大挑战。不过，引入催化剂可能是一种行之有效的提高正极反应活性的方法。此外，降低催化剂尺寸至纳米颗粒、量子点甚至单原子级别可以得到最大化的催化活性中心。

王云晓告诉记者，不同的电池体系对应不同的催化需求。

例如，在 $\text{Na}-\text{O}_2$ 体系中，催化剂的选择可能取决于其对于 O_2/O_2^- 的亲合性以及电极界面 O_2^- 中间体的稳定作用，如贵金属和过渡金属氧化物等；在 $\text{Na}-\text{CO}_2$ 电池体系中，目前仅报道了一种双金属氧化物具有一定的催化作用，可有效促进稳定放电产物 Na_2CO_3 发生可逆电化学反应的催化剂仍在寻找中；在室温 $\text{Na}-\text{S}$ 电池中，理想的催化剂应具有良好的亲硫性，这样不仅可以通过化学键合作用实现对多硫化物的固定作用，还可以促进不同硫物种之间转化的动力学过程。

“钠负极的钝化限制了电池的放电容量，同时充放电过程中的过电势降低了电池的库伦效率。在这一方面，我们仍需要更多的基础研究来揭示负极反应过程。另外，行之有效的抑制钠枝晶的形成以及保护高反应活性的钠金属电极的方法也仍待探究。”王云晓说，正极和钠负极的电解液相容性的全局考虑也至关重要。目前关于钠金属负极和不同正极之间的研究是相对独立进行的，而全电池的研究相对缺乏。

商业化前景尚不明朗

除此普遍的正负极材料问题，不同的钠—金属电池各自也存在不同的挑战，这为其商业化应用蒙上了一层阴影。

曹余良介绍，对于 $\text{Na}-\text{O}_2$ 电池，其反应机理尚不明确。为得到更低的过电势和更高的

循环寿命，有效实现 Na - O₂ 为主要反应产物的方法仍待研究。此外，对于 Na - CO₂ 电池的研究也还十分有限，其较低的反应可逆性及较差的循环性仍亟待解决。“未来的研究可能集中在气态 CO₂ 正极的设计和高电压电解液的探索上。”

基于目前对 Na - SO₂ 电池的研究结果，曹余良表示，NaAlCl₄ · 2SO₂ 无机电解质的使用对于实现 Na - SO₂ 电池的长循环、稳定性和安全性至关重要。研究可替代不稳定的钠金属的负极材料、反应机制如充放电过程中较大的电压滞后以及充电过程中具体的反应路径、新的有机电解质体系，特别是凝胶和固态电解质的研究对 Na - SO₂ 电池的发展都是亟待解决的问题。

幸运的是，对于室温钠硫电池，电化学性能已取得突破性进展，然而其作用机制也尚不明确。“硫电极在不同电解液体系中的电化学行为研究十分匮乏，硫在醚类和碳酸酯类电解液中的表现也仍缺乏令人信服的解释。因此，探索反应过程中复杂的反应机理的原位检测技术十分必要。”他说。

曹余良认为，尽管钠—金属电池的商业化前景尚不明朗，但其高能量密度及低成本优势在钠离子电池家族中仍表现出较强的竞争力。未来团队将着力开展金属钠负极的保护和优化。对于正极材料，研究将重点放在空气和固态硫电极上，同时发展非燃电解液体系，提升金属钠电池的安全性能。

“我们希望能在钠空气和钠硫电池方向取得突破性进展，为新型储能电池的未来市场提供更多有利选择。”曹余良说。（程唯珈）

风光储 2050 年前将吸引 10 万亿美元投资

中国能源报 2019.7.1

本报讯 彭博新能源财经（BNEF）近日发布 2019 年《新能源市场长期展望》报告指出，由于风电、太阳能和储能技术成本的大幅下降，到 2050 年全球近一半的电力将由这两种快速发展的可再生能源供给，同时，这些技术将确保电力部门在 2030 年前为保持全球温升不超过 2 摄氏度做出应有贡献。

根据该报告，全球电力需求预计将增加 62%，导致电力装机规模在 2018 年至 2050 年间几乎增长两倍。这将带来 13.3 万亿美元新投资，其中包括 5.3 万亿风电投资及 4.2 万亿光伏投资。除新建发电资产外，还有 8400 亿美元将投向储能，11.4 万亿将用来扩建电网基础设施。

报告同时显示，到 2050 年，煤电发电量在全球电力系统中的占比将从目前的 37% 下降到 12%；与此同时，石油发电将基本消失；风电和太阳能发电量的占比将从目前的 7% 增长到 48%。水电、气电和核电的市场占有率大致不变。

该报告首席分析师 Matthias Kimmel 表示：“全球累计装机每翻一番，光伏组件、风力发电机和锂离子电池这三种技术的成本分别降低 28%、14% 和 18%。预计到 2030 年，上述发

电或者存储和调度的成本将全面低于已建煤电和气电的发电成本。”

报告还指出，可再生能源的预期增长表明，许多国家的电力发展路径能够在未来十五年有效帮助控制全球温升在2摄氏度以下；而且这些国家无需为太阳能和风电等现有技术提供更多直接补贴。

从地域上看，报告预计，到2050年，欧洲约92%的电力供应将来自可再生能源；亚洲电力需求将增加一倍以上，为满足不断增长的电力需求，整个亚太地区将几乎占到全球新投资的一半，达到5.8万亿美元；另外，美国也将投资1.1万亿美元新增发电能力，使可再生能源发电量占比提高一倍以上，于2050年达到43%。

报告同时强调，全球碳排放的趋势和控制温升在2度以下的前景喜忧参半：一方面，太阳能、风电和储能的发展将使全球至少在2030年前满足温升控制的目标。另一方面，之后需要付出更多努力，才能使世界继续保持在温升2度以下的轨道上。

一个原因是到本世纪中叶，风电和太阳能在储能的帮助下，能在许多国家提升其发电占比到80%，但超越这一水平将非常困难，还需要其他技术发挥作用——可能的选择包括核电、沼气发电、绿色氢能发电以及碳捕获和储存。

彭博新能源财经项目主管Seb Henbest表示：“我们的分析表明各国政府需要做两件事：一是确保电力市场为低成本风电、太阳能和储能的发展提供良好环境；二是支持其他技术的研究和早期部署，以便从2030年代开始大规模应用。”

值得注意的是，2019年《新能源市场长期展望》报告中，首次考虑道路运输和住宅建筑供暖100%电气化的情景。与基准情景相比，此情景下的总体电力需求将增长1/4，因此，报告认为，2050年的总发电装机规模将需要达到目前装机量的三倍。同时，供暖和交通运输电气化将降低全经济范围的碳排放，在2018年到2050年之间，有望减排1260亿吨二氧化碳。（穆紫）

新能源汽车迎接发展拐点

中国科学报 2019.7.5

7月盛夏，以“新时代、新变革、新产业”为主题的2019世界新能源汽车大会在海南拉开帷幕，来自国内外的专家学者、产业领袖共聚于此，探讨新能源汽车技术创新路径和产业发展趋势。

“全球汽车产业正在进入百年未遇的大变革时期，这不仅为其发展赋予了新动能，也带来了重塑世界汽车格局、应对全球气候变化、实现汽车产业可持续发展的历史机遇。”全国政协副主席、中国科协主席万钢指出。

随着新一代信息通讯、人工智能、大数据、云计算等技术的发展，在新一轮科技革命和产业变革的大背景下，汽车产业的科技创新已经进入空前活跃的新时期。

动力电池期待颠覆性技术

“中国动力电池目前的状况是总体产能过剩，优质产能不足，亟需进一步创新发展，以期取得具有颠覆性的技术突破。但是，一个真正从基础做起的颠覆性工作，并不是一气呵成的，有时候不能太急于求成。”中国工程院院士、北京理工大学教授吴锋指出。

新能源汽车作为科技创新与产业升级的标志性产品，正迎来新的发展时代。数据表明，2018年，全球主要国家新能源汽车销量超过214万辆，中国销量达到125.6万辆，占中国新车销售比例的4.5%。截至2018年底，全球新能源汽车累计销量突破564万辆，中国占比达52.8%，连续4年居世界首位。

吴锋表示，在保障安全性的前提下，要继续开发高能量密度、高功率密度、低成本、高可靠性的动力电池体系，建立完整动力电池梯次利用和电池回收再利用体系，加快推进新能源汽车发展。

万钢认为，发展新能源汽车既要做好顶层设计，又要把握好新旧动能转换的节奏。

他指出，燃料电池汽车具有清洁零排放、续航里程长、加注时间短的特点，是适应市场需求的最佳选择。“推广燃料电池汽车，需要在示范运营区构建集制氢、储氢、运输、加注和商业运营一体化的氢能体系。”

安全性是产业发展关键

近年来，随着电动汽车安全事故频频发生，新能源汽车在迅速发展的同时，也迎来了如何保证安全性这一“成长的烦恼”。

中国科学院院士、中国电动汽车百人会执行副理事长欧阳明高说：“安全事故是当前新能源汽车发展的致命隐患，必须尽快解决。新一代电动汽车发展可能不是依靠动力性，而是依靠安全性。谁安全可靠，让用户放心，谁将来才能赢得客户。”

新能源汽车发展10年来，锂离子电池能量密度从100Wh/kg提升到300Wh/kg，价格从5元降低到现在最低的0.8元，但伴随电池比能量的提高出现了安全性问题。“锂离子电池技术有望成为车用电池主流技术，目前紧迫的任务就是如何把安全的平衡点提升到300Wh/kg的能量密度。”欧阳明高说。

安全事故的本质是电池的热失控，电池热失控是影响电动汽车可持续发展的生命线。他表示，解决电动汽车的安全事故，要加快动力电池技术的研发，形成安全的高比能量电池，同时配备高水平的热管理系统，加强监管。

一汽集团董事长徐留平说：“国家主管部门要强化法规和行业标准建设，企业应该强化内部管理，坚决履行安全主体责任。同时，要强化信息的公开透明，及时正面回应关切，消除社会疑虑，减少因不明真相带来的副作用。此外，还应加强创新驱动，强化电动汽车基础技术研究，深度关注用户使用过程，提升服务水平。”

跨界融合促进全产业链新发展

随着政府补贴的退出、双积分政策的实施，国际品牌电动车大举进入，我国新能源汽车技术和市场将迎来新的变化和挑战，竞争也会愈发激烈。

在国务院发展研究中心原党组书记、中国电动汽车百人会理事长陈清泰看来，跨界技术和造车新势力的加入增强了创新活力，但要充分释放汽车造福社会的潜能，还有赖于网联化、智能化和出行服务的创新。

陈清泰认为，未来的电动汽车将是储存和消纳绿色能源的基本单位，是智能交通、智慧城市的基本单元，是将新一代移动通信、共享出行链接在一起的节点，从而推动能源革命、信息革命、交通革命和消费革命，较大程度破解长期困扰人类的能源、环境、城市交通等痛点和难点问题，重塑未来出行新体验。

与此同时，陈清泰强调，核心零部件和系统软件仍是中国新能源汽车产业的弱点和痛点，要大力加强相关核心零部件的研发和生产，特别是系统软件的开发。

“展望未来，新能源汽车将从初级阶段经历新能源和智能化双向并行发展，进入新能源汽车新时代。”欧阳明高指出。（高雅丽）

充电 15 分钟畅行 300 公里

新型电池让电动汽车甩掉“充电焦虑”

科技日报 2019.7.6

“充电焦虑”和“里程焦虑”是纯电动汽车大规模产业化面临的一大障碍。在近日召开的2019世界新能源汽车大会上，一项名为“高比能快充锂离子电池”的技术获得了全球新能源汽车创新技术奖。

该技术突破了石墨体系不能快速充电的技术瓶颈，在保持高能量密度、高安全性、长寿命等优点基础上，可在15分钟内完成100%充电，确保电动汽车300公里的续航里程。

这一技术的秘诀何在，如何能够在实现电动车快速充电的同时，也让新能源用户感受到类似手机一样的“充电五分钟，通话两小时”的便捷？

目前业界的快充方式均有弊端

众所周知，对于纯电动汽车而言，电池系统的充放电性能是决定车辆实际使用效果的重要指标。高能量密度和快速充电能力不仅是各动力电池厂商不断努力开发的技术方向，更是新能源技术的核心领域。

“锂离子电池又被称为摇椅电池。”宁德时代新能源科技股份有限公司（以下简称宁德时代）科研项目主管程晓燕告诉科技日报记者，摇椅的两端为电池的两极，锂离子在摇椅的两端来回奔跑。充电时，锂离子从电池的正极经过电解液移动到负极。作为负极的石墨呈层状结构，锂离子通过层间嵌入到石墨中，嵌入的锂离子越多，充电容量越高。

衡量电动车充电效率的一个关键指标是充放电倍率（C）。充放电倍率，可以简单理解为充、放电的速率。锂离子电池的充放电倍率，决定了我们可以以多快的速度，将一定的能量存储到电池里面，或者以多快的速度，将电池里面的能量释放出来。例如，额定容量为100安时的电池用20安放电时，其放电倍率为0.2C，所用的容量1小时放电完毕，称为1C

放电；5 小时放电完毕，则称为 0.2C 放电。

业界普遍认为，电动汽车快充是指充电倍率大于 1.6C 的充电方式，也就是从 0% 充电到 80% 时间小于 30 分钟的技术。

顾名思义，要缩短充电时间，就要不断提高充放电倍率。快充技术的核心，就是通过化学体系 and 设计优化，加速锂离子在正负极间移动的速度。但是，在研发快充技术时考虑速度还不行。

快充时，锂离子需要加速瞬时嵌入到负极。这对负极快速接收锂离子的能力挑战很大。普通化学体系的电池，在快充时负极会出现析锂等副产物，影响电芯的循环和稳定性，只能采用可承受快充大电流的负极材料来做到快充。

程晓燕表示，目前业界为了实现快速充电，普遍采用钛酸锂和无定形碳作为负极活性材料，但是钛酸锂和无定形碳在实际应用中均不可避免的存在能量密度严重不足、成本高的缺陷，常规增加导电材料用量的设计，也会影响电芯的能量密度。“近年来，部分厂商开始探索将石墨作为活性材料，但石墨在作为快充材料时面临的难题是，如何让锂离子快速从正极释放出来，再快速从负极进去。”

程晓燕解释说，石墨更像高速路，虽然能量密度更高，但锂离子只能顺序通过。

也就是说，石墨并非天生适合于快充技术的材质。“但我们用技术突破了材质本身瓶颈，它的杀手锏就是‘快离子环’和‘超电子网’。”程晓燕感叹道。

快离子环和超电子网让充电加速

“我们以石墨作为负极主材，创新性运用孔道优化和‘快离子环’技术，在石墨表面打造一圈高速通道，使锂离子能快速嵌入石墨的任何位置，大大提高锂离子在石墨负极的嵌入速度，并且，修饰后的石墨兼顾超级快充和高能量密度的特性，不会在快充时在负极会出现副产物，影响电芯的循环和稳定性。”程晓燕说。

此外，技术团队开发了“超电子网”技术修饰正极材料，结合正负极极片的晶体取向和容量过量系数等设计参数调配，优化电解液、正负极的动力学性能，使化学体系和电池设计参数达到最优匹配。

“通俗来讲，‘快离子环’和‘超电子网’分别作用于负极和正极，为大量锂离子同时涌入负极建立快速通道，提高锂离子扩散速率。”程晓燕说。

此外，在机械件设计方面，该团队创造性地对电池单体顶盖进行简化设计，将电极端子设置到顶盖板侧面并减小端子厚度，显著降低内阻，有效控制快充发热量，保证快充可靠性的同时提高 5% 以上能量密度。

“我们的快充技术具备 4C—5C 快充能力，实现 10—15 分钟快速充电，与钛酸锂负极的快充体系相比，具有明显的能量密度和成本优势，与行业内同样用石墨作负极的其他快充技术相比，保持同等电池能量密度条件下，能提高 20%—30% 充电速度，并具有更好的循环和耐候性能。”程晓燕说。

已成功应用于 5000 多台大巴

目前，宁德时代研发的以快充石墨为负极主材的超级铁锂快充电池，已经应用在超过 5000 台电动大巴上，大巴运行状态良好，得到整车企业和公交用户的好评，该电池也被交通部评为“新能源公交最佳口碑电池”。

该电池除了能量密度有较大优势，在循环寿命方面，以应用工况较为苛刻的公交车为例，平均每天满充满放次数约 2 次，粗算下来，满足 8 年运营需求，电池循环需要 5600 次以上。超级铁锂电池电芯循环寿命则可达 10000 次，不仅能完全满足电动车运营需求，电动车退役后还可用于储能等梯次利用，创造更多经济价值。

“为了确保快充电芯的安全可靠性，我们还开发了专门的技术来识别化学体系在不同温度和 SOC 状态下的‘健康充电区间’，然后在这个‘健康充电区间’范围内进行快充，就可以既实现快速充电，又可以不让电池受到快充的损害，做到快充、长循环和安全可靠性兼顾。”程晓燕表示。

耐候性方面，为满足北方冬天低温充电和南方夏天高温工况的要求，技术团队专门开发了高效热管理系统，确保电池处于合理的温度区间。低温时可快速为电芯加热，温度达到要求即可开启快充模式；高温时，系统会给电芯降温，真正做到“全气候”的快充。

“我们正在开发单体能量密度大于 160 瓦时每千克的 2C—2.5C 高能量密度长寿命（循环大于 6000 次）快充铁锂电池，预计 2019 年年底量产。本技术同时向三元体系乘用车应用与发展，已实现 350 公里续航，15 分钟内完成充电。”程晓燕说，公司还计划在未来 1—2 年内推出能量密度高达 255 瓦时每千克的三元动力电池产品，可在 18 分钟内完成快速充电。（操秀英）

氢燃料电池飞行车概念模型发布

比普通电池机型更轻更快更承重

科技日报 2019.7.8

科技日报北京 7 月 8 日电（实习记者余昊原）未来，人们也许会驾驶飞行车完成日常通勤。美国阿拉卡科技公司设计的一款名为 Skai 的六旋翼概念飞行车，使用氢燃料电池替代普通飞行器电池，能提供足够动力、承载更多重量、飞行更长时间。近日，该公司在洛杉矶发布了 Skai 飞行车模型，并计划尽快开始测试原型机。

燃料电池利用空气中的氢和氧之间的化学反应来产生电能和纯水。由于氢也可以通过电力从水中清洁地生成，氢燃料电池可以有效替代电池储存电力。与普通电池相比，氢燃料电池制作成本较高，却比普通电池更小更轻——这对于降低电动飞机的重量至关重要。

公司总裁布莱恩·莫里森指出，大多数普通电池驱动飞行车只能搭载两名乘客飞 15 分钟左右，而使用氢燃料电池的 Skai 可以携带 2.5 倍的有效载荷，飞行时间是使用普通电池的 8 倍——Skai 可以搭载 5 人或 1000 磅货物飞行 400 英里，飞行时间大约在 2—4 个小时

之间。“这意味着 Skai 可以在城市之间飞行，辅助通勤，还可以承担空中救护、货运或救灾等任务。”

Skai 飞行车需要一名合格的直升机飞行员来搭载乘客，现在阿卡拉科技公司正与美国联邦航空管理局（FAA）合作，旨在推动乘客自动驾驶飞行。

安柏瑞德航空大学的航空工程学教授理查德·安德森认为，氢燃料电池飞行车性能仍比不上普通飞机发动机，且为防止爆炸，氢燃料处理起来要很小心。据他预测，FAA 批准 Skai 上市需两年多，允许乘客自动驾驶飞行可能需 5 年多。

据统计，目前有超过 100 种飞行车设计方案在不断推进，包括欧洲空中客车的 Vahana 飞行车、德国世界上第一架纯电动两座直升机 Volocopter 和美国优步的 Elevate 飞行车等。

总编辑圈点

前段时间还有人说，如果拍《北京十二时辰》，一个“堵”字能概括所有。乍一看新闻，还小小兴奋了一下，挣脱环路的束缚从“天路”上班，实在个性又高效。不过再仔细一看，哦，原来该公司只是发布了概念模型，原型机测试还没开始呢。用燃料电池作为飞行器的驱动力，想法很美妙，实现很艰难。而且，通勤用飞行器不仅要解决氢燃料电池的稳定和轻量化问题，还得解决驾驶员资质问题。从目前来看，这款氢燃料电池飞行车还更像噱头，需要拿出点实际进展才行啊。

中科院大连化物所

提出钠离子电池制备新方法

中国科学报 2019.7.1

本报讯（记者刘万生 通讯员易红明）近日，中科院大连化学物理研究所储能技术研究部研究员李先锋、张华民，副研究员郑琼带领的研究团队，在钠离子电池聚阴离子型正极材料研究方面取得新进展。研究成果发表于《美国化学会能源快报》。

钠离子电池的正极材料决定其能量密度。聚阴离子型化合物具有较高电压、较高理论比容量、结构稳定等优点，成为钠离子电池正极材料的优选之一。

研究人员在钠离子电池聚阴离子型正极材料的结构基元调控、钠脱嵌机制、碳复合制备、全电池及软包电池构建等方面展开了系列研究，实现了高性能三氟磷酸钒钠、氟磷酸钒钠、磷酸钒钠等钒基聚阴离子型化合物的高效合成及应用。

团队提出了一种低温溶剂热—球磨制备方法，实现了高电导性碳包覆氟磷酸钒钠 ($\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$) 的绿色经济合成。研究发现低温溶剂热过程中溶剂种类和 pH 值对 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 形貌和产物纯度起到关键作用。在乙醇和水共混溶剂的酸性环境中，晶体具有很高的表面能，可以获得高纯度且高产率的 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 。与科琴黑 (KB) 短时间 (1 小时) 球磨之后， $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 表面均匀包覆了一层高度石墨化的 KB，有效提高了其离子扩散和电子传导能力。由 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 组装的钠离子电池在 0.5C 的电流下具有

138mAh/g 的高比容量，在 40C 的大电流下其容量仍能维持 122mAh/g。

该低温溶剂热—球磨方法将为低成本、高性能钠离子电池技术的实用化提供一种新策略。

北京首个电网侧储能电站示范项目投运

中国能源报 2019.7.15

7月5日，经过紧张的并网调试工作，北京首个电网侧储能电站示范项目——怀柔北房储能电站正式投入运行，这相当于在北京新增了一个大型城市“充电宝”。

“储能系统在功率输出和能量储存方面具备优良特性，运行方式灵活可控，对于探索具备首都特色的能源互联网发展战略、提升首都电网安全稳定水平具有示范意义。”国网北京市电力公司发展策划部主任陈斌发介绍。

可供1万户家庭用电2小时

近年来，北京用电需求逐年增加，度夏度冬用电大负荷期间峰谷差已接近46%并呈逐年增大趋势，这对电网发展和供电保障提出了新挑战。

电化学储能系统放电时间长、响应速度快、转换效率高、不受自然条件制约、单位造价较低、便于规模化应用等特点，尤其是可以实现能量在时间与空间上的转移，为应对上述挑战提供了新思路。

怀柔北房储能电站是北京首个电网侧储能电站项目，也是北京电网首座正式投入运行的储能电站。该电站位于北房110千伏变电站北侧，总用地面积0.42公顷，终期规模为3万千瓦时，最大输出功率达到1.5万千瓦，充满电时可供一万户家庭同时用电2小时。

储能电站可强化负荷感知和需求响应，对实现新能源消纳、电网削峰填谷、调压调频、提升应急供电能力等均具有积极作用，可实现“电源、电网、负荷、储存”系统的智能友好互动，也是构建“坚强智能电网+泛在电力物联网”的关键元素。

可实现毫秒级速度“替补”

怀柔北房储能电站的建设对怀柔科学城供电可靠性的提升增加了一个高科技的“新手段”。储能电站选取磷酸铁锂电池作为储能元件，采用“模块化设计、标准化接入”的预制舱模式建设，犹如给城市电网安装了大型“充电宝”。

陈斌发介绍，用电低谷时“充电宝”作为电力负荷充满电能，提升北京夜间风电消纳水平；用电高峰时当作发电电源释放电能，通过电能存储和释放削峰填谷，提升电网安全稳定和经济效益。

“新手段”是个“百米飞人”。怀柔科学城有很多大型科学装置，如高能同步辐射光源、子午工程等，精密仪器对供电可靠性要求极高。“这时候我们的储能电站的优势就凸显出来了，一旦电网突发故障，储能电站可以毫秒级的速度‘替补’上场，相当于30个发电车（常规容量500千伏安）同时接入供电，为地区电网‘接力续航’，满足怀柔科学城地区可靠供电需求。”陈斌发表示。

国网北京怀柔供电公司经理郑广君介绍：“储能电站投产后，将有效缓解怀柔 220 千伏变电站度夏度冬大负荷期间重过载问题，保障怀柔科学城重要负荷安全稳定运行，进一步提升电网供电能力及可靠性水平。”

推进延庆冬奥赛区储能建设

据了解，北房储能电站采用电芯级监测、AI 智能运检系统等先进技术，实时获取电池管理系统、变流器等设备运行状态数据，准确评估设备健康状态，及时反馈预防性运维通知和运维建议，显著提升了电池安全性、使用寿命和控制水平。

“北房储能电站从筹划到投产送电仅用时 4 个月。”相关负责人介绍说。据透露，下一步，国网北京市电力公司将开展“多站合一”及电网侧储能电站规划工作，加快推进延庆冬奥赛区储能电站建设，提高延庆风、光等新能源消纳，优化储能电站孤岛运行策略，提升源网荷储体系调度运行水平，建立完善的储能标准体系，持续推进储能系统规划建设工

作。（苏南）

80 吨液氧甲烷发动机全推力试车成功

中国科学报 2019.7.30

本报讯 记者从民营火箭企业蓝箭航天空间科技股份有限公司（以下称蓝箭航天）了解到，7 月 19 日和 21 日，该公司“天鹊”TQ-12 液氧甲烷发动机 100% 推力试车成功，最长试车时间 100 秒。

据介绍，试车过程中，发动机启动关机迅速平稳，实测性能数据优于设计指标。发动机总体方案、启动关机程序、喷管激光焊接、高效涡轮泵、涡轮泵流体动压密封、新型阀门动密封等多项创新技术得到了充分考核，蓝箭航天自建的百吨级液体火箭发动机试车台也得到了验证。

据了解，“天鹊”TQ-12 发动机是目前国内推力最大的可重复使用液氧甲烷发动机。地面型发动机海平面推力 67 吨，真空推力 76 吨，真空型发动机真空推力 80 吨，是世界第三、亚洲第一大推力的液氧甲烷发动机。

蓝箭航天动力研发部总经理葛明和表示，经过本次 100% 推力的 100 秒试车考核，TQ-12 发动机数个关键技术参数已经达到飞行设计指标要求，进一步考核了发动机生产质量和结构可靠性，向着飞行的要求不断靠近。

根据蓝箭航天“80+10”的火箭动力系统技术路线，80 吨发动机 TQ-12 通用于火箭一级和二级，10 吨级发动机 TQ-11 通用于火箭的二级游机和三级主动力。通过两型发动机的并联组合，覆盖了从小型、中型到大型的“朱雀”全系列火箭家族。按照计划，TQ-12 发动机后续将进行极限工况、极限边界条件、长程试车，严格考核发动机设计制造质量。

未来，“天鹊”两型液氧甲烷发动机 TQ-11 与 TQ-12 将构成“朱雀二号”运载火箭的动力系统。（李晨）

忧心亚洲国家“独霸市场”

欧盟欲全力发展车载电池产业

参考消息 2019.7.30

【日本《富士产经商报》7月29日报道】题：欧盟将在车载电池领域对亚洲发起反攻
在中国等亚洲企业执牛耳的车载电池领域，欧盟正在发起反攻。在全球掀起从传统汽车向电动汽车转型热潮的背景下，欧洲正举全体之力壮大堪称核心的车载电池产业。

欧盟委员会副主席马罗什·谢夫乔维奇7月28日在接受彭博新闻社采访时信心满满地表示：“我们是言出必行的，并且已经摆脱了这场战争对欧洲来说必败无疑的初期认识。”

据悉在过去几个月，以谢夫乔维奇为首的欧盟当局一直在同制造商、银行为向车用锂电池供应链提供总计1000亿欧元以上的资金制订计划。

欧盟之所以在车载电池领域动真格，除了该地区愈发收紧的环境政策加快了向电动汽车的转型速度外，也不难看出因亚洲势力独霸市场诱发的焦虑感。彭博新能源财经（BNEF）的统计显示，2019年全球锂电池产能份额中，中国占了73%，美国为12%，韩国和日本分别是7%和3%，欧盟地区仅有4%。

针对亚洲企业席卷市场的现实，法国总统马克龙说：“我们不希望看到所有的车载电池全部是亚洲制造。”马克龙强调了以欧洲资本生产电池的必要性。

在这样的背景下，培养欧盟域内电池产业的动作开始兴起。法德两国政府2月提出为建设电池工厂联合提供约20亿欧元补贴的构想。据谢夫乔维奇所说，这一构想很可能在10月获得欧盟委员会的批准。

5月，欧洲投资银行宣布与瑞典锂电池制造商北方伏特公司就提供3.5亿欧元贷款达成基本共识，这笔钱将用于一个大型电池工厂的建设计划。欧盟委员会当月还与美国微软公司创始人比尔·盖茨支持的突破能源基金共同设立了一亿欧元的基金，用于支持包括电池部门在内的清洁能源投资。

一些为增强欧盟域内产能推出的项目眼下已经开始产生效果。根据BNEF的计算，2025年欧盟的锂电池产能占比预计将扩大至11%，大体与美国相当。

据欧盟委员会的消息，目前欧盟域内的电池工厂和零部件制造商获得的投资至少有1000亿欧元，预计到2025年欧洲的电池市场年均规模将达到2500亿欧元。

BNEF能源战略分析师詹姆斯·弗里斯说：“一到两年前，欧洲在车载电池领域彻底被甩在后面的观点已经成为一种共识。但现在，欧洲正在这一领域确立自己稳固的地位。”

欧盟的最终目标是摆脱对亚洲这一主要电池生产基地的依赖，至少满足欧洲域内企业的需求。中国的宁德时代、韩国的三星电子和LG化学等企业相继在欧盟设厂投资，但至今还没有一家由欧洲出资的大型电池制造商。

未来数年内，电动汽车的占比将会迅速扩大。基于这样的预测，谢夫乔维奇认为，为了

满足日益增长的需求，欧洲域内需要新建 10 到 20 个吉瓦时级别的大型电池工厂，他正在推动这一计划付诸实施。北方伏特公司未来将可能成为向德国宝马等车企供货的巨型电池制造商之一。

北方伏特公司首席执行官卡尔松此前表示，如果该公司想要在 2030 年成为欧洲主要的电池供应商，必须具备约 150 吉瓦时的产能。他还说：“客户的需求很高，项目正在提速。我们为创造瑞典的新产业倾尽全力，目前已经迈出了一大步。该产业有望为减少对化石燃料的依赖发挥作用。

新能源车“解禁”背后的环保隐忧

中国科学报 2019.7.15

这段时间以来，很多人的目光都聚焦在新能源汽车限购“解禁”的话题上。

国家发展改革委、生态环境部、商务部日前印发《推动重点消费品更新升级 畅通资源循环利用实施方案（2019—2020 年）》（以下简称《方案》）。《方案》提出，各地不得对新能源汽车实行限行、限购，已实行的应当取消。鼓励地方对无车家庭购置首辆家用新能源汽车给予支持。

《方案》一经出台，南方一些城市率先对此项新规给予响应。广州、深圳相继放宽了汽车限购措施、增加指标配额，其他城市相关政策制定也在酝酿之中。不过，据记者了解，北京短期内想要调整，实施难度还比较大。

新能源车不但环保而且节能，这是现阶段所有人的共识，但是，如果新能源汽车迎来爆发式发展，就真的会减少环境污染吗？

是否如愿还未可知

汽车产业是我国的支柱产业，现阶段其正在往新能源方向升级转型。《方案》的出台无疑是推动我国汽车产业升级转型的一针强心剂。不过，这根针扎下去是否会产生预期的效果，还未可知。

“新规是否会如政府所愿拉动汽车消费的快速增长，不同城市表现存在明显差异。”北京交通大学交通系统科学与工程研究院教授徐猛分析认为，《方案》对购买新能源车意愿较为强烈的限购城市，刺激消费作用的预期会比较明显，但是否“引爆新能源车市场”还需观察。

徐猛对《中国科学报》表示，这些需求强烈的城市如果当前面临严重的交通拥堵，以及充电桩等新能源车配套设施不足等问题，会导致新能源车出行便捷性降低。另外，新能源车受技术所限，给消费者带来的“里程焦虑”等因素并未减少，新能源车的公众接受度仍然是新能源车市场发展的不确定因素。

威马汽车首席数据官梅松林也表示，如果为了促进汽车销量而一下子放开需求，环境污染、拥堵问题等关键指标都将受到很大影响。

以北京为例，若北京未来对新能源车停止“设限”，势必会刺激北京的新能源消费。但与此同时，北京市也将面临严重的交通治理和环境治理挑战，交通需求与供给不平衡、停车位不足、停车管理水平有待提高。徐猛预计，北京会结合本地实际情况，理性处理对新能源车停止“设限”问题。

在徐猛看来，《方案》在一定程度上能激励新能源汽车企业进一步加大对新能源汽车的研发投入，突破新能源汽车相关技术难题（如动力蓄电池技术、快速充电新技术、电池防护技术等）。但上述政策仅为顶层设计文件，没有给出具体的执行时间，真正发挥消费拉动作用还要依靠各个地方出台实施细则。

电池回收是巨大挑战

从新能源车的全生命周期管理来看，新能源车发展的环保问题应引起重视。

值得注意的是，新能源车高速增长的背后，动力电池退役潮也即将到来。对于新能源车来说，动力电池的衰减问题是无法绕开的。根据国家规定，当动力电池容量衰减至80%以下，就会进行强制回收。一般来说，动力电池寿命为6~8年，若以2014年为我国新能源汽车元年来算，第一轮动力电池退役潮已经逼近。

“动力蓄电池的回收问题将成为新能源车管理的重大挑战。”徐猛强调，虽然目前我国正在加速推动建设、完善动力电池回收体系，但与发达国家相比，我国动力电池回收管理体系建设起步较晚，仍不够完善、健全。而一旦动力电池回收不当，将造成巨大的环境污染，这也违背使用新能源汽车缓解环境问题的初衷。

“1个20克的手机电池可污染3个标准游泳池容积的水，若废弃在土地上，可使1平方公里土地污染50年左右。试想，如果是几吨重的电动汽车动力电池废弃在自然环境中，大量重金属及化学物质进入大自然，将会对环境造成多大的污染。”中国工程院院士、北京理工大学教授吴锋的观点一度引发了行业的大讨论。

中国电池工业协会副理事长王敬忠也对记者表示，锂电池虽然不含汞、镉等毒害性较大的重金属元素，但是电解液溶质六氟磷酸锂属有毒物质且易潮解，与空气中的微量水分反应生成氢氟酸等，会造成氟污染。溶剂经水解、燃烧分解等化学反应可能生成易溶于水体的的小分子有机物，造成水源污染。

除了环境污染隐患，动力电池回收不当还会造成能源浪费，以及巨额经济损失。徐猛指出，废弃电池中回收钴、镍、锂、锰、铁和铝等多种金属所创造的市场规模，预计2018年超过53亿元，2020年将超过100亿元。

而从整个动力电池行业来看，目前业界也尚未形成针对梯次利用和再生利用等方面核心技术的行业技术标准，也缺少激励政策措施，以鼓励相关公司主动开展回收和利用工作。对此，徐猛建议，首先国家要从动力电池分类、电池的成分等方面建立统一的电池回收处理标准；其次要明确电池生产商、整车企业、回收利用企业、消费者等相关主体的责任，便于依法惩戒违法行为；最后还应建立有效的商业模式，积极回应在整个产业链环节中如何盈利、

收益如何分配、相关成本由谁承担等问题，鼓励相关企业主动回收。

电力需求增长带来压力

另一个值得探讨的问题是，新能源汽车无论是混动车型还是电动车，都离不开电，那么电又从何而来？

根据相关调查，近年来我国新能源汽车用电需求量越来越大，给城市供电系统带来了一定压力。一方面，这一趋势要求城市进行电动汽车充电基础设施建设；另一方面，新能源汽车大规模使用也意味着电力服务商必须提升其电力供应水平。

徐猛告诉记者，目前的新能源汽车的电源由城市供电网提供，而电力来源是以煤炭为主的火力发电，传统的火力发电会产生烟尘和较高的碳排放量，所以中国的电动汽车是否清洁、环保，新能源汽车的大规模使用所带来的电力需求增长是否会导致新的环保压力，的确存在不确定性。

而对于新能源汽车“污染转移”的质疑，比亚迪销售公司总经理赵长江则认为，目前中国电力来源中清洁能源发电占到1/3，随着国家能源结构的调整和升级，未来清洁能源发电将越来越多，电力需求产生的环保压力并不太大。

不过，在徐猛看来，为解决电动汽车大规模使用环节产生的额外环保风险问题，还需要将能源生产过程产生的排放纳入环保评估范畴，进行全生命周期管理和评估，这也是保证新能源汽车可持续发展的关键之一。另外，为保证新能源车的市场发展，徐猛还建议加快充电桩充电速度，解决当前新能源汽车领域充电难、充电时间长的问题，进一步提高新能源汽车的市场渗透率，形成一定的规模经济效益，同时也在较大的应用范围内发挥其环保优势。（李惠钰）

储能接触器宜采用物理灭弧

安全可靠的接触器是储能总体安全重要屏障

中国电力报电气周刊 2019.7.18

近年来，随着全球电化学储能项目数量的快速增长，储能安全事故发生的概率也随之增加。自2018年5月以来，仅韩国就发生了23起严重火灾，储能起火事故在我国亦时有发生。

储能安全，似乎就像是悬于储能行业头顶的一柄“达摩克利斯之剑”。如何解下这柄“剑”，已经成为从业者十分重视的事情，其重视程度甚至超过了储能度电成本。

储能安全是一道系统问题

日前，韩国储能火灾事故调查结果显示，造成韩国23起储能电站起火的原因主要有四：一是电击保护系统不良；二是运营操作环境管理不善；三是安装疏忽；四是储能系统集成控制保护系统管理不善。

由此可见，储能火灾不完全是因为电芯问题造成的，储能系统的其他部件同样存在安全隐患。因此，保障储能安全，不能仅仅在储能电池电芯上做文章，其他方面的系统部件同样

应该纳入安全考量的范围。

近日，沈阳沙尔特宝电器有限公司亚太区产品经理叶沛锋在接受中国电力报记者采访时表示：“电池储能系统本质上安全性较低，很难通过单一技术手段消除危险，还需要通过电压、电流、信息安全等综合措施预防风险。

叶沛锋他表示，针对不同的物理特性要有完全不同的安全考量，以此为基础的整体解决方案也将完全不同。

从接触器角度保障安全

大到储能电站的电池管理系统、能量管理系统，小到一个接触器、断路器，都可以成为储能安全这一系统工程中的一道道保险。

叶沛锋表示，储能接触器是直流接触器，与传统的交流接触器存在很大不同，因此需要基于交直流不同的物理特性下去保障储能接触器的安全。

据介绍，在交流电中，接触器产生电弧现象比较小，而直流电弧现象比较激烈。因此传统真空接触器空气灭弧的方式不适宜用于储能电站中，当发生大电流等极端情况时，接触器的空气灭弧作用将失效，从而导致接触器粘连，无法实现可靠接通分断。

“基于此，沙尔特宝借助在轨道交通等工业直流系统多年的技术积累，研发了专门用于储能的物理性方式吹灭弧的接触器。”沙尔特宝集团销售工程师 ArnoSchohff 向中国电力报记者介绍，这种接触器从设计之初便考虑了大电流等极端情况，即使出现异常情况，也能保证正常分合。

叶沛锋指出，理想的接触器要具备单向或双向的分断能力、短时间的过载能力、较高的接通能力、损毁和极限分析、辅助接点和容易检查及更换组件的便利条件等。

沙尔特宝亚太公司销售主管刘卫伦表示，随着中国储能市场的逐渐升温，安全将成为储能产业发展的“生命线”。同时，储能安全也是一道系统命题，沙尔特宝将以此为机遇，投入更多力量，不断推出高安全可靠的接触器产品，助力储能产业发展壮大。（邓恢平）

西安交大等提出醇燃料电池催化剂制备新策略

中国科学报 2019.7.22

本报讯（记者张行勇）近日，西安交通大学材料学院教授柳永宁课题组与西北大学教授朱海燕、美国纽约州立大学布法罗分校副教授武刚合作，提出一种以多孔含氮碳球为载体的催化剂制备策略。经过载量优化后，该催化剂在碱性条件下表现出超高的催化活性和稳定性。相关研究已发表在《美国化学会—催化》上。

直接甲醇燃料电池绿色环保、燃料易得，且便于携带，因此有着巨大市场前景。然而，直接甲醇燃料电池阳极甲醇氧化反应动力学缓慢，并且醇类氧化过程中贵金属催化剂极易被中间产物毒化，导致催化活性下降。

研究人员提出一种以多孔含氮碳球为载体、CeO₂ 纳米点为负载锚点，实现纳米级活性

位高分散负载的催化剂制备策略。结果表明，多孔含氮碳球丰富的孔结构极大地提升了 Pd 和 CeO₂ 的分散程度，明显细化了 Pd 颗粒尺寸，有效地增大了催化剂的电化学活性面积，进一步提升了催化剂的活性和稳定性。该催化剂在纤维膜结构的直接甲醇燃料电池中也表现出优异性能。

酶燃料电池的“高山流水”

中国科学报 2019.7.

酶燃料电池是一类以酶为催化剂、将底物中的化学能转化为电能的燃料电池，它具有可持续、安全、环保等诸多优点。如果说酶燃料电池是一座水库，能量密度、功率密度、稳定性和电压就是横在水库门前的“四座大山”。那么，对于酶燃料电池的研究要如何爬过这些“高山”才能将“水库”中的水释放出来呢？

近日，中国科学院天津工业生物技术研究所研究员朱之光与青岛大学教授刘爱骅及法国 Aix Marseille 大学教授 Elisabeth Lojou 等人联合在国际期刊《化学综述》上发表论文，综述了酶燃料电池的工作机理和发展现状，并探讨了有关酶燃料电池的四种主要限制因素的可行策略和解决方法。

酶燃料电池研究的五十载起伏

朱之光告诉《中国科学报》，酶燃料电池的概念于上世纪 60 年代由日本科学家 Yahiro 最早提出，即用人体的代谢废弃物来发电。受此启发，在接下来的十几年中，伴随蓬勃发展的载人航天事业，美国宇航局（NASA）开始在这方面布局，欲实现航天员产生的有机废弃物在太空中循环利用。

然而，这个阶段的研究，除了在酶化学反应、电子传递机理等基础理论方面积累了一些认识，因受限于当时的技术条件，在应用方面并未取得突出成果，主要是由于很难将反应所需的酶固定到电极上。

直至上世纪 90 年代，由于油价飙升，酶燃料电池同各种可再生能源一起，重新得到了重视，并逐步诞生了多酶级联反应等手段，能够解决一些应用问题。

到 2010 年左右，随着美国以及日韩、欧洲的一些大公司和研究机构的广泛加入，酶燃料电池的研究进入应用阶段。以索尼公司为代表，其 2007 年开发的酶燃料电池功率就已经达到了锂离子电池的水平，可以用于驱动 mp3 播放器。

时至今日，酶燃料电池在便携式设备、可穿戴设备和可植入设备等场景中具备相当的应用潜力。

朱之光介绍，便携式设备指的是充电宝、手机等小型移动电子产品。在这类设备中，酶燃料电池不需充电，而以外加甲醇、氢气、糖类燃料的方式完成补给，每次可以连续使用数天。

而后两类设备需要依靠生物体内部的血糖、脂肪、体液等化学物质供电。其中可穿戴设

备指的是手环、头盔、体表监测器等设备，需要贴合或穿戴在生物体体表，而可植入设备则需要被嵌入到生物体内，如起搏器、体征监测器等。

那么，酶燃料电池是如何工作的呢？

对人体友好的酶燃料电池

朱之光告诉记者，同其他燃料电池相似，酶燃料电池也是将底物在阳极催化氧化，释放电子，向电路供电，并最终传递至电池的阴极，将氧气还原为水，从而实现将底物中的化学能转化为电能。只不过，酶燃料电池的电极反应都是由酶催化完成的。

那么，这类反应有什么好处呢？朱之光给出的回答是，酶催化反应具有绿色、安全、环保、可持续等优点。

首先，适合酶燃料电池的底物众多，普适性高。同无机电池底物及催化所需的多种贵金属、重金属和稀有元素相比，酶燃料电池所需的氢气、甲酸、甲醇、糖类等资源分布广，且易获得。既可以通过化工路线合成，也可以通过农业种植得到。

其次，有机化学物质的能量密度潜力很高，比如糖的能量密度就远大于锂电池。而且，这类反应很安全，不需要高温高压催化反应，没有爆炸的危险。

同时，酶催化反应最重要的特点是具有高特异性。这使得这类反应几乎没有副产物，而且反应的底物也不需要特别纯化，反应装置也可以设计得比较简单，因此易于小型化。

四座大山和水库放水

然而，酶燃料电池目前在能量密度、功率密度、稳定性和电压等方面还受到技术条件的制约。

朱之光说，从一开始，如何让酶催化反应尽可能更加完全、将底物“吃干榨净”就是一个主要问题。酶燃料电池的能量密度潜力很高，就像有一水库的水，却倒不出来。多酶级联反应，也就是用一条反应线路上各个步骤所需的多种酶联合催化，为解决这个问题提供了一条有效的技术路径，能够实现燃料的深度或完全氧化从而完全释放能量。现在，有的研究已能达到每克几千毫安时的能量密度，已超过锂电池的水平。

酶燃料电池的功率密度将决定它的应用，如何才能让水库里的水快速地流出来呢？

电池在阳极释放电子包括反应产生电子和电子的传递两个过程。朱之光介绍，在提高反应速率方面，目前主要是尽可能选用高活性酶或者用生物工程手段改造酶来提高酶活性来解决。

而为了提高电子传递的速率，就需要仔细地研究酶在电极中的空间分布和取向，设计电子传递的路径，并对电极进行修饰，优化酶与电极接触的方式。

传统的物理方式用增大电极表面积来提高功率，然而这势必将影响到电池的小型化。而如果使用具有还原活性的小分子电子载体如二茂铁、甲基紫精等，先将电子快速地转移到这些“公交车”上，再转运到电极，就可以加快电子传递的速率。

酶燃料电池的寿命取决于酶在电极中工作的稳定性。在这方面的提高可以用物理吸附、化学交联等方法将酶固定在电极上，固定后的电极能够稳定工作，甚至可以反复拆卸使用。

有时，植入人体内的电极会因人体内的物质导致电极阻塞，使底物或氧气无法到达电极，参与反应。此时就需要用特殊的高分子聚合物包埋电极，将电极和阻塞物隔开。

朱之光告诉记者，有些酶的活性对环境很敏感，此时需要在电极处模仿酶工作最优的温度、浓度、pH 值等微环境，还可以先把酶放在细胞表面，再放到电极上，这称之为细胞表面展示。还有些酶比如以氢气为原料的氢酶害怕氧气，这就需要为这类酶提供防护基质，将氧气隔绝。

另一个制约酶燃料电池应用的因素是电压，受限于生化反应的特点，电压最难提高。例如使用前述的小分子电子载体，虽然可以使传递速率变快，但会降低电压。

朱之光认为，可以通过优化电子载体、串联多个电池或外加增压器等方法提高电压。

据朱之光介绍，应用这些技术，现在酶燃料电池已经能够做到功率密度接近 $10\text{mw}/\text{cm}^2$ ，电压可以达到 0.8 伏，寿命能够维持数月。

尽管还存在技术瓶颈，朱之光依然对酶燃料电池的前景很有信心。他告诉记者，对酶燃料电池的研究主要是在应用和机理方面展开，目前还需要对纳米材料的生物体兼容性、毒性以及生命周期进行安全评估，并有望依靠新材料、多级级联、酶的生物工程改造、串并联电池组电路管理等技术提高电池性能，或者与无机电池相结合，使电池同时具备无机电池功率大的优点和酶燃料电池的生物相容性。（池涵）

超级热泵让低品位余能实现回收利用

科技日报 2019.7.19

“我国年工业用能约 29.1 亿吨标准煤，但其中 150 摄氏度以下余热（低品位热能）往往是‘废热’，其总量相当于工业用能的 14.2%。如果 40% 的余热能得到有效利用，一年就能节约 1.65 亿吨标煤，意义巨大。”上海交通大学制冷与低温工程研究所所长王如竹说。

王如竹教授已经和绿色能源“磕”了 30 余年，藏着 20 多项顶尖的绿色能源技术的中意绿色能源实验室，是他多年技术攻坚的集成体现。在这里，基于数十载制冷、换热技术的研发，王如竹带领团队开展了“低品位余能回收技术及热泵装备研发与示范”项目，破解节能减排“痛点”。

热泵作为一种节能技术，可将低温废热变成有用的高品位热能，例如替代常规煤锅炉进行供暖，可极大缓解北方集中供热热源紧张局面，同时实现工业生产的节能降耗，让天更蓝、地更绿。

超强热泵背后的“引擎”

不同温度的废热有不同的用武之地。如中高温余热通过热机对外做功可发电，中低温余热通过回收可发电、制冷和供热，低温余热可通过热泵供应生活热水等。通过消耗少量的化石能源或电力，可以把回收的余热转化为有用的高品位热能，再用于工业流程或供暖工程。

“温度低、能量密度低且分散等原因是低温余热难以回收利用的大难题。”王如竹说。

压缩式热泵、吸收式热泵和化学热泵是余热品位提升的主要途径。三种热泵技术虽已有一定发展，但一直以来难以突破热泵容量、能效比、温升与可靠性兼得的瓶颈。项目不仅需要攻克技术难题，还要考虑经济效益。如果节能不节钱，这些技术与装备也难以推广应用。

对此，王如竹带领的项目组攻坚克难，通过单个技术的研发和对流程、工艺等方面的创新优化，研制出效率高、容量大、热负荷适应性强的“超级”热泵，突破了低品位余能规模化应用的技术壁垒，并促进了新兴热泵装备产业发展。

性能提升和系统优化匹配是提高压缩式热泵能效的关键。“一般设备采用蒸发器和冷凝器各一个的单一系统。”王如竹说。项目组将压缩式热泵蒸发和冷凝温度各分为两段，采用独立逆流双系统进行分段蒸发和分段冷凝，减少了蒸发和冷凝的换热温差，降低压缩机压比，从而提升能效。

“高性能吸收式热泵示范机组容量特别大，只能实地组装，任何返工或修改都要付出巨大代价。”项目组的潘权稳博士说，由于机组体积大，还需根据运输的极限尺寸进行分割设计与制造，并对每个部件进行严格的测试和质量把关，保证实地组装一次成功。

相比而言，化学热泵的技术成熟度远低于压缩式和吸收式热泵。项目团队研究的50千瓦级化学热泵在国际上没有先例可参考，研究人员的不懈努力，保证了示范工程的一次成功。

“沿途下蛋”，产业化溢出效应显著

研究的产业化应用为项目团队研制的超级热泵提供了广阔天地。

用于鞍钢灵山供暖改造工程的压缩式热泵示范机组，制热能效比较技术突破前提升了15%—20%，达6.67，热输出容量9兆瓦，可年节省3500余吨标煤。“目前世界最先进的机组能效比也仅约5.5—5.8，我们的机组已超世界最先进水平。”王如竹很自豪，“该热泵系统示范成功后，客户马上又加订了5台。”

在大唐甘肃发电有限公司西固热电厂余热回收供暖的示范项目中，项目研发的高效吸收式热泵供热效率是蒸汽供热的1.77倍，目前已稳定运行了两个供暖季。“第一个供暖季就回收了约4.34万吨标煤的余热，节省了52.9万吨的水，减排13.5万吨二氧化碳排放。”王如竹说，这相当于15900台常规家用空调热泵的制热量。

废热利用，除了热能转化，储热技术也相当关键。对此，团队研发了相变储热材料和系统，并直接“沿途下蛋”，在江苏昂彼特堡能源集团实现了成果转化。“该储热器完全可以满足我国北方地区的冬季供暖需求。”王如竹说。储热供暖示范工程也已落地北京延庆区政府大楼，3年不到就可回收投资。

此外，在行业难点“高温水蒸气热泵”方面，团队研制出采用双螺杆带中间喷水冷却的压缩式热泵技术，并在汉钟精机股份有限公司成功转化应用。

同时，与项目牵头单位上海交大合作的企业和单位也在不断发展壮大：珠海格力电器股份有限公司已开发出13项压缩式制冷和热泵相关的国际领先技术；双良节能系统股份有限公司建成了亚太地区规模最大的溴化锂中央空调制造基地；中国科学院工程热物理研究所建

成国内首台 50 千瓦级化学热泵样机……

基于示范工程，工业余热的网络化利用、规模化应用还在探索中。项目团队编著的《低品位余热网络化利用导则》将成为工业余热规模化利用的指导书。“未来要综合考虑余热热源、余热转换技术，根据用户的需求，按照能量目标和匹配准则实现优化匹配，形成解决工业余热电、热、冷、储高效利用的整体网络化解决方案，这对量大面广的节能减排具有重要意义。”王如竹说，“希望我们的这本指导书能为工业节能减排的大规模应用提供经验。”（刘思江 王春）

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

广东发布 2019 年土壤污染防治工作方案

年底前新增生活垃圾无害化年处置能力 6 万吨

羊城晚报 2019.7.4

羊城晚报讯（记者梁栩豪）报道：广东省生态环境厅 3 日印发《广东省 2019 年土壤污染防治工作方案》（以下简称《方案》），聚焦土壤污染状况详查、源头控制、农用地分类管理、建设用地准入管理、减少生活污染等方面，明确 2019 年土壤污染防治的重点工作任务。《方案》自 2019 年 7 月 15 日起施行，有效期 1 年。

在控制土壤污染源头方面，《方案》针对涉重金属行业、工业废物处理处置、农业面源污染源头减量、减少生活污染等方面提出要求。记者注意到，在减少生活污染方面，《方案》要求在今年年底前，完成县级及以上集中式饮用水水源地保护区和群众反映强烈的非正规垃圾堆放点环境整治。同时，继续推进生活垃圾无害化处理项目建设，新增焚烧、填埋等无害化年处置能力 6 万吨。

推进土壤污染状况详查方面，《方案》明确，要全面完成农用地土壤污染状况详查，推进重点行业企业用地土壤污染状况调查，在今年 12 月底前，启动初步采样调查工作。此外，加强土壤污染状况详查成果应用，针对调查发现的土壤污染问题突出、环境风险高的重点行业企业用地和农用地，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。

明确要推进受污染耕地安全利用、种植结构调整和治理修复，要求各地市今年年底前完成《广东省打好污染防治攻坚战三年行动计划（2018-2020 年）》中的年度目标。

强化建设用地土壤环境管理方面，要求严格建设用地准入管理，自然资源等部门应根据疑似污染地块、污染地块名录及其土壤环境调查评估结果，合理确定污染地块的土地用途。同时，加强污染地块治理与修复，以拟开发建设居住、商业、学校、医疗和养老机构等项目的污染地块为重点，加快推进土壤污染防治重点项目，并建立建设用地土壤污染风险管控和修复名录，按照规定向社会公开。

控制地下水污染方面,《方案》要求,要配合国家制定地下水污染防治实施方案,开展化工行业等典型污染源周边地下水基础环境状况调查评估,确保广东省地下水质量78个考核点位中,极差比例控制在2.6%左右。

要加快推进韶关土壤污染综合防治先行区建设,明确在今年年底前,实现受污染耕地安全利用率达到90%左右。

此外,土壤环境监测能力将得到加强。《方案》明确,在今年年底前,运行生态环境部华南区域土壤样品制备与流转中心,完成国家网华南5省约3000个土壤样品、省级网约1700个土壤样品的风干、制备、流转和质控工作,并对全省地下水监测点位开展定期监测。

新方法使二氧化碳还原效率提升200%

科技日报 2019.7.6

科技日报长沙7月4日电(记者俞慧友)4日,记者从中南大学获悉,该校刘敏教授团队和加拿大Edward Sargent教授、台湾科技大学黄炳照教授等团队合作,首次从金属量子点中“捕获”二氧化碳,使二氧化碳还原效率提升200%以上,大大提升了碳循环利用效率。相关成果日前发表于国际著名学术期刊《焦耳》上。

据悉,利用电化学还原,在温和可控的条件下,将二氧化碳还原为有用的碳氢燃料和化学品,是“捕获”大气中二氧化碳、解决其循环利用的有效途径。然而,这一途径的实现,却受限于催化剂难觅之困。

通讯作者刘敏介绍,有一类名为“量子点”的重要低维半导体材料,其含有大量可导致光电性能下降的“缺陷点位”。这些“缺陷”,恰好能改善催化剂活性。只是,这种特性很难在常规金属催化剂中被利用。此次,三方团队合作,通过将硫化物量子点原位电化学还原,实现了高倍率金属空位量子点的制备,并将其应用在了二氧化碳还原领域。这种量子点衍生的催化剂,保持了3—5纳米的尺寸大小,但其金属空位高达20%,并在金属量子点中呈现良好的原子级分散,从而为二氧化碳还原反应提供了合适的原子结构与电子结构。在数百小时的二氧化碳还原反应中,它均保持了良好的催化活性,性能超出现有催化剂两倍以上。此外,通过验证,该类催化剂在多种金属,如金、银、铜、铅等均有良好普适性,有望在二氧化碳循环利用中带来潜在应用。

医疗废物收集装运处置链条化管理

黑龙江省医疗废物无害化处置加快推进,2020年将扩大到村级医疗机构

中国环境报 2019.7.2

当前,黑龙江省正在着力提高城乡固体废物治理的无害化、减量化、资源化水平,其中哈尔滨市医疗废物无害化处理能力逐渐提高。哈尔滨市各区县(市)范围内绝大部分的三甲医疗机构至乡镇医疗机构产生的医疗废物已经实现无害化集中处置,预计到2020年,无

害化集中处置范围将扩大到村级医疗机构。

科室分类投放垃圾

记者近日在位于哈尔滨市中山路的黑龙江省医院看到，一辆印有“医疗废物转运车”字样的白色厢式货车驶至医院的医疗废物暂存间门口。哈尔滨国环医疗固体废物无害化集中处置中心有限公司的两名工作人员身着专业防护服，下车后与医院后勤专职人员交接，清点医疗废物的重量、种类等信息，发现没有缺漏后，开始往车厢内搬运。搬运完毕后，双方在转运联单上共同签字。

黑龙江省医院感染管理科科长胡月飞告诉记者，医院每天要产生 600 公斤 - 700 公斤的医疗废物。全院各科室的医护人员在临床操作结束后，都会按照医疗废物分类目录上的要求将医疗废物分类，并存放在设在科室的医疗垃圾站里，再由后勤专职人员取走并送至医院的医疗废物暂存间。

“医疗废物全部都要分类存放在相应的医疗废物袋中。待盛装的医疗废物达到包装袋或容器的 3/4 时，及时进行封扎，并在包装袋上标记种类、重量、交接时间、人员等信息，以防运送过程中遗散。”胡月飞说。

专车专人运输实时在线监控

据介绍，哈尔滨市目前的医疗废物主要分为五大类：一是损伤性废物，比如针头、刀片等，这些废物主要是用锐器盒分装；二是感染性废物，比如一次性注射器材、血液血清等；第三类是病理性废物，比如手术或病理切片后废弃的人体组织等；第四类是过期、淘汰、变质或者被污染的废弃药品；第五类是具有毒性、腐蚀性、易燃易爆性的废弃化学物品，如废弃的化学试剂、汞血压计等。而这其中，有些垃圾存在被非法利用的可能。

“为加强人员管理，不让非法回收机构有空子可钻，在转运过程中，医院内部严格执行‘双签字’制度，即各科室医护人员和后勤专职人员在医疗废物清点无误后，要在交接登记本上签字，以备核查。后勤人员与集中处理单位在废物交接时核对无误后也要在转运联单上签字。”胡月飞表示。

运输环节同样非常严格。记者在跟随转运车前往哈尔滨国环医疗固体废物无害化集中处置中心有限公司的路上留意到，这辆医疗废物转运车和普通厢式货车有所不同。

“这是特种车，每台车上都装有与交通运输部门联网的 GPS 定位装置，能实时对运输车辆进行监控，一是为了避免医疗废物途中被截留倒卖；二是确保医疗废物进行及时安全的处理。我们每天至少要运输两次，早晚各一次，但也会根据医疗机构每天产生医疗废物的具体数量有所调整。”公司运输负责人姜冰介绍说。

垃圾高温焚烧气体达标排放

医疗废物转运车在到达国环公司生产厂区的处置车间后，工作人员将回收的 49 桶医疗废物搬下，经过称重、签字、现场查验后，所有医疗废物被工作人员投入到投料装置内，再由投料装置将医疗废物送往气化炉内焚烧处置。

记者在国环公司处置车间看到，厂区共有4条焚烧生产线，医疗废物进入焚烧处置设施后，无需员工手动操作，只有几名员工在中心控制室通过集成控制系统进行设备运转操作。

“燃烧过程在热解气化炉和燃烧炉中进行。在处理废物时，医疗废物首先在热解气化炉内热解、气化，然后将热解、气化后的可燃气体送往二燃室进行高温焚烧，温度控制区间为850℃-1150℃之间，停留时间达到两秒以上，确保有毒有害物质无害化处置。气化炉内不可燃的无机物底渣及不可燃物经过充分焚烧后，达到相应环境标准，再送往指定的生活垃圾填埋场填埋。”公司生产厂长王国书说。

据了解，哈尔滨国环医疗固体废物无害化集中处置中心有限公司是哈尔滨市唯一一家集中运输、处置医疗废物的正规企业，公司最大处置规模为2.18万吨/年。记者从哈尔滨市生态环境局2018年6月发布的《2017年全市固体废物污染环境防治信息的通告》中获悉，2017年国环公司处置了当地9区9县超过1.35万吨医疗废物，市区医疗废物集中处置率达到100%。2018年，国环公司处置了哈尔滨市超过1.52万吨的医疗废物，公司与当地2000多家医疗机构签署处置协议。（李明哲）

专家为工业固废处理支招

中国科学报 2019.7.2

编者按 当前，固体废物环境管理的目标、内容、方式等均已发生巨大变化，现行“固废法”难以适应全面加强生态环境保护的新形势、新要求。

6月5日，国务院常务会议通过了《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（修订草案）》（以下简称《草案》）。《草案》进一步强化了生产者的主体责任，强调固废产生者是固废治理的首要责任人，提出“生产者责任延伸制”“产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任”“产生固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染”等，鼓励生产者开展生态设计、建立回收体系，促进资源回收利用。

在明确政府和企业责任、加强高水平的固废综合利用技术研究、淘汰落后工艺、发展深度回用、实现全生命周期绿色规范生产的过程中，有哪些热点、难点问题？为此，《中国科学报》邀请固废处理领域专家，探讨一般工业固废处理现状、《草案》如何落实、资源如何统筹等话题，为提升处理能力献计献策。

►►采矿业等发达的省区，如何集中处理尾矿、煤矸石等大宗固废，现有处理能力可否满足需求？

何晶晶：2017年的统计数据显示，从产生分布上看，一般工业固体废物集中在采矿业或工业发达的地区。一般工业固体废物产生量排在前三位的省份是山西、河北、内蒙古，这些地区面临着如何处理大宗工业废物的难题，一方面要处理每年工业生产新增固废，另一方面要减少工业固废的贮存量。

由于近几年我国能源结构调整的力度、深度逐步加大，对环境保护日益重视，传统的煤炭、钢铁行业的企业数量和生产规模逐年减少，其固废产生量下降；同时，现存企业处理固废的能力提升，使得一般工业固废新增贮存量减少。面对巨大存量，应注重新技术的研发与使用，例如，“零填埋”的无废技术。更重要的是注重源控制，选择利用率高的矿山和矿源，同时研发新技术，不断提高原料利用率，减少一般工业固废的产生。

值得一提的是，以煤炭、钢铁为代表的传统工业能源、原料的减少，并未影响中国能源的使用以及工业的发展。同时，在增加可再生能源和新材料使用等情况下，中国生态文明建设的脚步正在加速。

蒋建国：中国的一般工业固废产量大、贮存量，对生态环境和人类健康构成一定威胁，当前一般工业固废处理仍缺乏有效规划和管理。一般工业固废处理的重点在于推进固废源头处理的减量和资源化利用，最大限度地减少贮存量。

宋豫秦：首先，不管是一般废弃物，还是危险废弃物，我国固废处理企业目前在技术上都没有问题。

其次，固废处理企业不缺投资者。

目前影响大量固废、危废处理能力的还是管理方面的问题。比如，有些地方还实行地域方面的管控限制。中央和各地还需要尽快落实有利于固废处理企业发展的配套政策，给他们开绿色通道，不要让他们到处碰壁。

常纪文：固废处理企业利润很高，可以说是所有环保企业中最赚钱的。所以近年来吸引了一些大资本进行投资，“洗牌”正在进行中，固废处理以中小企业为主的局面正在改变。

固废处理市场原来共享机制不够，在市场化进一步发展的背景下，随着资本的进入，肯定涉及到竞争问题。在这个过程中，需要注意的是保证价格的公平性，价格垄断和市场垄断肯定要改变，通过区域资源共享调整格局。

江桂斌：目前，国家规定企业产生的固体废物必须交由有处理资质的第三方处理，但国内废弃物处理企业水平参差不齐，处理能力有限，行业供需不匹配。

固废综合利用产业应该跟其他产业一样，引入市场化机制，在提高治理质量的同时，不断提高效益。应该淘汰一些工艺落后、回收利用水平低下、能耗高、污染严重和恶性竞争的小企业，扶持回收技术与装备先进、回收率高、有一定专业规模的企业。

▶▷面对我国固废的巨大存量以及众多的生产方，应该如何强化生产者的主体责任？

何晶晶：由于工业固废中含有部分有用元素，从中回收低品位的贵稀金属可实现资源再利用和经济收益。但整体看，工业固废的资源属性不强，工业发达地区固废管理更应关注的是循环利用后的残渣部分。

目前，尾矿库作为存放尾矿的场所，是矿山危险性较大的设施，国际灾害事故排名将尾矿库危害列在第18位。世界范围内的尾矿库溃坝事故偶有发生，我国也不例外，应明确一般工业固废产生者的主体责任，监督堆场、尾矿库等一般固废贮存场所的合法合规建设、维

护和使用，完善相关技术标准等制定。

但除了工业发达地区，一般城市和小城镇也会产生工业固废，与前者不同，一般城市和小城镇产生的工业固废主体表现出多、小、散的特点，监督管理和收集处理工作更加复杂。

目前，中国已针对汽车零部件的再制造开展试点工作，把废旧产品恢复到像原产品一样的技术性能和质量，鼓励进行循环使用。

蒋建国：明确和强化生产者的主体责任是固废处理的关口。在这一过程中，科技手段、科研人员能够发挥一定作用。

一方面，一些科技方法的使用能够提高固废无害化、资源化的利用率；另一方面，为监督责任主体履行责任提供技术支撑。这对科研人员也提出要求，科研人员在选择研究方向时，应考虑国家实际情况和需要，关注固废处理，致力于解决我国固体废物的处理处置与资源化技术难题，杜绝脱离实际只为发表高水平论文的研究。

宋豫秦：国内外提出“生产者责任延伸”已经 20 余年。生产者责任延伸，指从生产环节到流通环节到消费环节到回收环节的整个链条中，生产者都应承担责任。但在这个方面我国缺乏刚性要求，很多时候只能依靠企业的自觉，就全国来看这是一个被忽略的环节。

从目前固废产生的源头看，生产者没有很好地考虑减量化。比如商家为了追求利润、公众缺乏绿色消费意识，导致过度包装问题严重。

我认为，源头减量化从过度包装这个环节入手更容易。

此外，我们要鼓励一些名牌企业和大企业承担起回收利用的责任，建立网络，进一步明确企业生产者责任延伸，把这个环节抓好。

常纪文：近几年，通过中央环保督查，强化了一些固废处理企业的责任意识，下一步要强调全过程监管。比如企业产生的是什么废弃物？产生量有多大？废弃物是谁处理的？如何处理的？要一条龙进行监管。我们称之为“联单”。只要发现某个中间环节出现了问题，所有环节上的企业都逃不了责任。

过去我们一直强调污染控制，真正减少污染物的方法是源头的减量化；第二关是中间减量；第三关是回收利用；最后进行填埋或焚烧。应该确定一个优先管理的顺序原则。

其中，源头的绿色设计是源头减量化的第一关。建议在后续法律法规的修订中，加入对固废处理管理的优先原则，遵循源头绿色设计、全程减量、后端回收、填埋或焚烧的优先原则。

江桂斌：固废的管理有两大关键环节，一是严格控制固废的产生，各单位应积极推进清洁生产，在生产单位内部实现减量化、资源化和无害化；二是对产生之后的固废要强化管理，综合利用和深度回用，并做到妥善处置。这些都需要企业淘汰技术落后、污染严重和能耗高的生产和处置工艺，积极推进清洁生产、发展深度回用等先进技术。

►▷ 如何考虑地域差异，统筹各方资源，综合处理固废？

常纪文：近年来，东部地区向西部地区、中部地区转移污染物的现象比较严重。首先，

东部地区人口稠密，可用地面积较西部和中部地区少，很多违法企业为了减少经济负担，偷偷将固废运到西部和中部地区售卖或倾倒。环保部门因此开展了“清废行动”，收到了不错的成效。

除了监管，还要通过科技来解决这个问题。首先，应建立固废处理全国信息平台，信息化有利于保障对固废在生产、收集、运输、处理各个环节的有效监管。其次，要重视第三方监督，在支付制度、安全设计上要有第三方平台的介入。可以通过信息平台在网上进行固废处理全流程的操作，全程实行政府监管和第三方机构监督。如果有非法转移固废现象，立即将相关产业纳入“黑名单”。

宋豫秦：我国环境保护、资源利用各个方面都有“东高西低”的趋势。刻板印象中，长期以来存在一种有意无意的倾向，似乎西部地区比较落后，无形中就放宽一些标准；此外，还认为西部地区地域辽阔，地广人稀，污染源、污染物多一些，对人类生存环境影响不大。

西部地区的固废处理要重点推行循环经济，把一些资源在当地循环利用起来。我认为西部地区特别需要做此工作。同样的材料，虽然西部储藏量丰富，但因为运输价格高昂，反而导致价格可能更便宜。在这种情况下，为了减少运费，从利润角度说，西部地区要好好把资源循环利用起来，我们要全力在西部地区推行循环经济。

此外，要构建生态文明的五次产业体系。这是对现存一、二、三次产业的优化升级。

首先要在三次产业体系之前增加一个零次产业，主要指环境再生产，不仅是保护水源、恢复草场等，而是要按照产业模式运行。比如，内蒙古一些地方沙漠化严重，有企业在治沙的同时建设了风景区。

同时，我们主张发展四次产业，即利用一、二、三产业产生的废弃物，在政府的政策支持下，形成一个产业，而不是简单的废品回收、建筑垃圾和电子元器件回收。

既然是产业就要有产生利润的能力，在技术和管理方面按照产业进行配套，用产业化的方式来处理各种固废。比如，有的生产企业被国家要求做好固废的回收工作，企业就得分出很大一部分精力来回收，在这个过程中经常碰壁。

如果将相关工作产业化，有产业政策、产业标准、产业法规的保障，回收企业在沟通方面会方便很多，比一个企业完成从生产到回收的所有环节也要容易很多。

五次产业体系中的第四产业就是专门以消化容纳一、二、三产业的废弃物为主的产业。要想把固废处理这件事情真正做好，我们必须走产业化、规模化、高端化道路。

蒋建国：生态环境部的统计数据显示，2017年，202个大、中城市一般工业固体废物产生量达13.1亿吨，占全部固废总量的40%左右。一般工业固废的处置方式有四种，分别为综合利用、贮存、处置和倾倒丢弃。四种处理方式中，倾倒丢弃占比不足0.1%，提高其综合利用率、减少贮存量一直是业界关注重点。

《工业绿色发展规划（2016—2020年）》要求，到2020年，工业固体废物综合利用率达到73%，主要再生资源回收利用量达到3.5亿吨。为实现目标，需进一步提高固废处理能

力，综合利用经济手段、技术手段、法律手段等深化固体废物管理，畅通处理过程。

从国家层面来看，要先解决固废整体规划和市场化问题。目前，不同政府部门主管不同类型的废物，相互之间有交叉，造成了部门之间配合失调。同时，不同类型的固废之间差异较大，如何统一管理是破除固废处理阻碍的关键。

对于固废处理新技术、资源化处理产生的新产品，在扶持政策和关键技术落地的同时，也需要更新或建立产品质量标准，并增加安全使用相关环境和健康考虑的内容，引导企业和公众选择。

何晶晶：中国是全世界唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，因而产生了众多种类的一般工业固废。中国同时又是一般工业固废利用率较高的国家，甚至领先于一些发达国家，这得益于齐全的工业门类，上游企业产生的一般工业固废在国内就能对接到以此为原料的下游企业。

未来，进一步减少工业固废的贮存量还需要整个产业链的协同发力。目前，打通行业推动产业链接的工作正在不断地深入。

另外，更要注重绿色发展理念，从产业链源头开始，考虑生产使用各环节产生工业固废的处理和再利用问题，不仅追求终端产品的“好用”，更要重视产品生产环节及产品退出市场后的处理问题。

江桂斌：政府应建立并完善相关法律法规进行宏观调控，完善落实配套政策，带动各部门共同参与固废处理，并加强管理。在固废处理过程中，可以引入第三方的物流及处置企业，加强固废的分类、回收、加工与利用等，同时广泛吸收社会资源和资金，鼓励企业和个人投资，并引入市场化机制和竞争机制，注重成本效益。同时，加强固废和环保宣传，增强人们和企业的环保意识，减少固废的产生。

此外，还需根据不同地区的自然条件和经济条件，采取不同的固废处置方式。例如，对于经济落后地区，可采用自觉收集、集中处理的方式，以便节约资源；而对于相对发达的地区，可以采取收集、转运、处理的模式，加强产业化、规模化的处理方式。在配套政策和经费支持方式等方面也需要分别对待。

►▷ 国际上有哪些工业固废处理经验可以借鉴？

江桂斌：为增加废物回收和再利用比重，欧盟委员会特别强调废物管理中的循环经济原则和零废弃理念。欧盟废物管理中不仅运用法律和行政手段，而且辅以税收、财政补贴等诸多经济手段，实现了多种政策工具的结合，从而使废物管理的各项制度得以贯彻实施。

根据发达国家的经验，应该鼓励地方政府建设专业化和市场化的固废处置中心，改变分散、不合理的固废处置方式。同时，需要完善配套政策，进一步加强与财政、税务等部门的沟通，落实环保综合利用免税政策，积极利用绿色制造、财政专项和绿色信贷、绿色金融等手段加大对固废综合利用等的支持力度。

何晶晶：中国面临更为复杂和独特的一般工业固废处理环境。

首先，世界上很难找到一个像中国这样的国家，产生种类如此繁多的工业固废，有些固废可能中国有其他国家没有，即使其它国家有，但产生量也有巨大的差异。因此，可直接借鉴的处理经验很少。

其次，国内外一般工业固废的产生情况有差异。例如，有些国家不用煤炭发电或使用量很小，无法适用于中国大量产生的煤矸石、粉煤灰等的处理需要。

再次，一般工业固废的判定标准有差异。在国外可能被列为一般工业固废，在中国可能被列入生活垃圾。例如，肉类骨头，在国外，通常食品加工厂完成肉类食物骨头的剔除工作，产生的骨头作为一般工业固废处理，而中国习惯家庭处理。

总之，很难找到适合中国国情、可直接借鉴的一般工业固废处理经验。

蒋建国：除了关注国外经验中国化、借助外来技术经验解决国内一般工业固废处理问题外，还应该关注本土案例的推广应用。日前，生态环境部确定了 11 个城市作为“无废城市”建设试点，这 11 个城市分别是广东深圳、内蒙古包头、安徽铜陵、山东威海、重庆主城区、浙江绍兴、海南三亚、河南许昌、江苏徐州、辽宁盘锦、青海西宁。这些城市是我国固体废物产生较多，特别是一般工业固废产生较多的城市。“无废城市”不是没有废物的城市，而是一种先进的城市管理理念，有效利用固废、降低固废产生、解决历史堆存固废问题，保证良性循环。

根据国家部署，预计未来两年时间内，将在全国形成一批可复制、可推广的“无废城市”建设示范模式，2021 年把试点城市行之有效的改革创新举措制度化，为中国其他城市一般工业固废处理提供参考。（卜叶 韩天琪）

“直接空气捕碳”是啥技术？能将二氧化碳变塑料！

中国电力报 2019.7.6

来自加拿大多伦多大学的一个研究小组开发了一种新的电化学方法，可以将二氧化碳转化为有价值的产品，如喷气燃料或塑料，该技术显著提高了从空气中捕获的二氧化碳的经济性。

现有技术繁琐且成本高

“从技术上来说，当前从空气中捕获二氧化碳是可能的，但需要通过许多步骤才能将其转化为商业产品。”研究小组领导者特德·萨金特教授说，“主要挑战在于这样做需要耗费大量的精力，推高了成本，降低了效益。我们的战略可以通过避免一些能源密集型的损失来提高整体能源效益。”

“直接空气捕碳”是一种新兴的技术，目的是利用空气中的碳而非化石燃料来生产新的燃料或塑料。加拿大碳工程公司在不列颠哥伦比亚省斯奎米什建立了一个试验工厂，通过让空气经过碱性溶液来获得二氧化碳，二氧化碳溶解在液体中，形成碳酸盐物质。

为了完全回收利用，溶解的碳酸盐通常会转化回二氧化碳气体，然后再转化成化学积木，成为燃料和塑料的基础。一种方法是加入化学物质，将碳酸盐转化为固体盐，然后盐粉

在 900 摄氏度以上的温度下被加热，产生可以进一步转化的二氧化碳气体。这种方法的劣势是步骤繁琐，加热所需的能量提高了产品成本。

巧用电解槽提高效益

研究小组使用的另一种方法是电解槽，这是一种利用电来驱动化学反应的装置。他们以前利用电解槽从水中产生氢气，现在意识到装置也可以将溶解的碳酸盐直接转化为二氧化碳，完全跳过中间加热的步骤。

“我们使用的是双极膜，这是一种新的电解器设计，非常擅长产生质子。”研究员吉安惠说，“这些质子正是我们将碳酸盐转化成二氧化碳气体所需要的。”电解槽里还有一种银基催化剂，可以立即将生产的二氧化碳转化为合成气混合物，这是一种常见的化学原料，可以很容易转化为各种产品，包括喷气燃料和塑料前体。

萨金特说，要将这一过程扩大到工业应用所需的水平，还需要做更多的工作。在实验室中，研究团队展示了能效达到 35% 的碳酸盐转化为合成气的的能力，并且电解槽可以保持 6 天的时间稳定运行。“商业化应用还有很长的路要走，这是一个有吸引力的方式来捕获空气中的二氧化碳，是关闭碳循环的关键一步。”（于琳娜/译 来源：加拿大多伦多大学）

科学家在木质素选择性转化领域获进展

中国科学报 2019.7.8

本报讯 近日，记者从华南理工大学获悉，该校李雪辉课题组与牛津大学教授 Shik Chi Edman Tsang 以及中国科学院过程工程所副研究员何宏艳等人联合攻关，在木质素选择性转化研究领域取得重要进展。相关研究成果发表在《细胞》子刊《化学》期刊上。

目前，绝大多数含碳的大宗化学品，均是以石油、煤等不可再生的化石资源为原料，通过复杂转化过程获得，由此也不可避免地带来温室效应、气候变迁及环境污染等系列问题。比如，马来酸酯是一类重要的大宗化学品，传统方法是通过苯或丁烷等石油基原料的氧化来生产，就存在诸多安全、环境等问题。

生物质资源具有来源广泛、产量巨大、可再生及其组成元素与当前大宗有机化学品接近等特点，将其高效转化为平台化合物或化学品，被认为是解决上述问题的一个重要途径。

据了解，生物质的重要组分木质素，是世界上储量最为丰富的可再生芳香聚合物，将木质素解聚制备高附加值芳香化合物的技术备受关注。但是，由于木质素结构复杂，导致其解聚产物收率和选择性偏低，因此如何实现木质素的选择性转化是高效利用木质素及生物质的关键。

为了突破这一技术瓶颈，不同于常规解聚木质素获得芳香化合物的途径，李雪辉课题组提出选择性断裂木质素的苯环结构并通过原位酯化等强化模式，来实现木质素高值化转化的新策略。随后，研究人员进一步深入分析发现，磷钨酸铜离子液体中五配位的 Cu^+ 结构是该过程的催化活性中心。

此外，课题组及其合作者还创新性地设计了一类新型微乳液反应器体系，基于木质素分子双亲性的结构特点，利用木质素的自表面活性作用模式，通过界面强化效应，实现了木质素的高效选择性解聚及自破乳过程，展示出了良好的工业应用前景。

在此基础上，研究人员进一步通过对木质素主要连接方式的解析，基于木质素主要结构单元和化学键的差异性并结合 DFT 计算等，设计并构建了系列木质素高效选择性解聚体系，实现了木质素特征化学键和结构单元的选择性断裂与裁剪。

据悉，该研究获得了国家自然科学基金重点项目等资助。（张思玮）

废塑料液化制油技术通过评估

产油率可达 80%，无二次污染

中国环境报 2019.7.8

废塑料液化制油技术产油率可达到 80%，固体废渣能进行无害化处理，整个过程不产生二恶英，无二次污染，实现了废塑料液态制油的技术突破。”在日前由中国石油和化学工业联合会组织召开的技术评估会上，与会专家宣读了对废塑料液化制油技术的评估意见。

专家组由国家气候变化专家委员会主任刘燕华任组长，清华大学环境学院院长贺克斌任副组长。“废塑料处理有难易之分，像废塑料瓶循环再利用的途径之一是从中提取出短纤维，这类短纤维在纺织、建筑以及电子行业应用广泛。但塑料薄膜分解难度就很大，此项技术能较好解决塑料薄膜的处理难题，当前急需建立标准化示范装置。”刘燕华告诉记者。

据了解，技术研发单位福海蓝天（北京）环保科技有限公司已经建成了日处理 30 吨的垃圾废塑料液化制油装置，完成了中间试验，打通了工艺流程。经过 50 天连续运行生产，实际处理废塑料 1532.73 吨，生产出燃料油 1233.93 吨。经石油化工科学研究院检测，燃料油达到国家二号燃料油产品质量标准。

专家组成员、中国科学院化学研究所研究员韩布兴认为，当前我国正大力推行垃圾分类，分类的目的之一是将垃圾循环利用起来。废塑料液化制油技术是一个很好的出口，在工业化过程中需要政府提供有力的政策及专项资金支撑，这不仅是对创新成果工业化的支持，也是让市场资本积极参与的重要引导。（辛文）

日刊评论：中国治理塑料垃圾时机成熟

参考消息 2019.7.23

【日本《经济学人》周刊 7 月 23 日一期文章】题：塑料垃圾带来新商机（作者 三井物产北京事务所高级分析师岸田英明）

在今年大阪二十国集团（G20）峰会上提出的“到 2050 年使流入海洋的塑料垃圾为零”的目标在提出建设生态文明的中国引发热议。

台湾作为亚洲塑料垃圾处理方面先行一步的地区受到了关注。台湾当局曾公布削减海洋

垃圾的计划，将分阶段地限制一次性塑料袋、食品容器、塑料杯以及吸管的使用，并将在2030年全面禁止。

这一新闻也在中国大陆引发关注。中国塑料加工工业协会网站上转发了台湾关于“禁用塑料吸管带来PLA（聚乳酸——本报注）新商机”的新闻。大公网也发表了题为“一根吸管搅动台湾社会”的报道，详细介绍了围绕台湾限塑措施引发的热议。

中国之所以开始关注塑料垃圾问题，不仅是因为关乎本国环境，也有应对国际批评的意味，因为中国是全球最大的塑料垃圾产生国。根据美国研究机构测算，截至2014年，中国每年产生的废旧塑料容器和包装已达约4000万吨，接近美国的3倍；人均约30公斤，接近日本和欧盟的水平。违法向海洋倾倒塑料垃圾的规模在全球也相当突出。

在这样的背景下，近年来中国开始禁止进口废塑料，并加紧完善提高循环使用率的制度。禁止废塑料进口加速了以发达国家为主的塑料垃圾出口国摆脱依赖塑料制品，也刺激了更多进口塑料垃圾的国家采取限制措施，其影响是世界性的。

今天的中国面临的更大问题是持续快速增长的网购和外卖导致塑料垃圾激增。中国已经禁止使用极易破损的超薄塑料袋，并在一部分零售企业实施塑料袋收费制度。但这些举措并未取得明显效果，新出现的垃圾源也更让人头疼。

中国监管当局将上述业态产生的塑料垃圾列入了制定中的新塑料制品管理法规适用范围。

在2019年3月的两会期间就有政协委员呼吁建立新的机制，对引入可降解塑料包装的电商平台和选择使用这类包装的消费者提供物质激励。

此外，诸如“仅靠限制措施解决不了塑料垃圾问题，而是要引入与塑料制品价格相当且方便的替代产品”、“重要的是改变消费者的消费意识，让他们更多考虑环境因素而不是价格”之类的呼声也已出现，采取更严格措施的时机已经成熟。

无论是从经济和社会问题引发热议的角度出发，还是从中国当局在备受外界关注的背景下加强应对措施的角度出发，未来在中国，循环再利用市场都有进一步扩大的可能，这一点值得关注。

垃圾吃进去 肥土吐出来

广州日报 2019.7.16

在番禺区钟村文化公园，有一栋被绿树环绕的白墙青瓦两层建筑，远看像小别墅。其实，它是一座餐厨垃圾处理站，站里住着两位餐厨垃圾“制肥战将”——餐厨垃圾“吃”进去，24小时后便“吐”出营养土，用作街内绿化肥料。

目前，该街道两处餐厨垃圾处理站共引入6台餐厨垃圾处理设备，每天最多能处理餐厨垃圾38吨，现在每日实际处理10吨。近日，记者深入采访，揭秘钟村街餐厨垃圾处理站运作全过程。

番禺区钟村▶▷探秘：处理站里住着两位“制肥战将”

2017年10月，钟村街首座餐厨垃圾处理站正式启用，在全市各区镇街中率先探索餐厨垃圾就地处理模式。

在处理站里，两台餐厨垃圾处理设备正安静工作着。记者看到，经过人工分拣，餐厨垃圾进入处理仓。在仓内，餐厨垃圾经粉碎、压榨、脱水处理后，进入降解仓中进行高温发酵处理，约24小时后，热腾腾的营养土就“吐”了出来，实现餐厨垃圾就地资源化、无害化、减量化。

该设备供应方人员刘建波向记者介绍，设备采用高温好氧微生物处理技术，减量率达85%至90%。“该站点一天处理餐厨垃圾七八吨，能产出营养土约1.2吨。”

刘建波表示，这两位“制肥战将”之所以威力大，是因为肚子里藏着一种叫木糠菌的好氧复合微生物菌种，它让可生物降解的有机物餐厨垃圾转化为腐殖质，其中富含氮磷等营养元素。此外，处理前不需对餐厨垃圾所含盐分、油脂、酸碱度进行调节。“这种菌类是我们和广东微生物研究所共同培育出来的，在50-80℃温度环境中，生长和繁殖力特别强，同时对盐的耐受能力强，在安装设备时只需一次性投入菌类，菌类依靠自身繁殖能力保持一定数量。”

那么，这套设备可以处理哪些餐厨垃圾呢？刘建波说，这套设备“不挑肥拣瘦”，它不仅可以处理餐桌的剩菜剩饭等熟食餐厨垃圾，还可处理动物内脏、烂瓜果菜叶、鱼鳞鱼残、禽畜尸体等“生垃圾”，所有以有机质为主要成分的餐厨垃圾都可以处理，“大骨头和贝壳不是有机质，设备‘吃’下去就‘消化’不了。”

变废为宝：产出肥料滋养城市绿化

经过“制肥战将”，湿漉漉的餐厨垃圾最后变成了松软的营养土，主要为固体颗粒状残渣形态，可以作为有机肥原料，“这些营养土肥力很大，如果直接种植植物可能将植物‘烧死’。”刘建波表示，可以将这些营养土与普通土壤以1:10分量混合后作为有机营养土，可用于园林植物、花卉等种植，改良土壤肥力。

记者在处理站旁边看到两排大盆里种了不少绿色植物，长势很好。该餐厨垃圾站管理人员吴映雄笑着告诉记者，这里算是处理站的“试验田”，用垃圾站出产的营养土做肥料，种了白菜、茄子、辣椒、黄瓜、豆角等，“这片小盆栽菜圃一直很丰收，说明营养土肥料丰富。我们站里工作人员都不用买菜了。”

据了解，该餐厨垃圾处理站“出产”的营养土主要有两个用途：一是作为街道绿化用肥，为树木花圃增添养分。二是将富含有机肥的营养土包装成小袋，在举行垃圾分类宣传推广活动时赠送给市民，让大家分享垃圾分类的成果，也通过此种活动培育广大市民群众垃圾分类的观念，“也有不少市民上门来要，我们欢迎他们来，来了也可以顺便参观，了解一下餐厨垃圾站的运作。”钟村街爱卫办主任麦浩培说。

锦绣趣园：一天回收餐厨垃圾800公斤

据了解，钟村街有强制分类单位52个，大大小小菜市场7间，8个城中村5个小区、

餐桌 30 张以上的酒楼有 10 多间，每天产生大量的餐厨垃圾。

在餐厨垃圾分类前端，钟村街积极推进智能垃圾分类模式。锦绣趣园作为钟村街第一个智能垃圾分类系统试点小区，经过多次开展垃圾分类宣传活动和入户宣传，积极向社区居民宣传推广智能垃圾分类系统，简单直观地介绍系统最主要的使用方法及积分兑换功能，以惠及自身的实际得益让居民深刻感受到垃圾分类带来的优势与好处，锦绣趣园自设置智能分类系统以来市民由刚开始的没分类到逐步参与分类，对分类知识从陌生到熟悉。现小区市民的分类参与率已达到 80% 以上，分类准确率达到 70%。

“趣园小区有 1900 多户居民，一天可回收餐厨垃圾 800 公斤左右，每天分类出来的餐厨垃圾都由餐厨专运车运送至餐厨垃圾站进行处理，实现前端产生对接后端处理的线性管理。”该工作人员还表示，“一般餐厨专运车一天回收两次。此外这个智能箱可以感知垃圾是否满了，如果装满了，我们会马上派人过去清理。”

据数据统计，趣园小区每个月可分出可回收物约 2.2 吨，餐厨垃圾约 12 吨，有害垃圾约 0.02 吨。智能分类投放模式取得较好成绩。2019 年钟村街将继续投入资金分别在祈福社区和奥园社区引进智能分类系统。

在餐厨垃圾收运环节，钟村街今年新购置两辆全封闭专业运输车，确保餐厨垃圾无滴漏。“装载餐厨垃圾使用塑料桶，科学规划了固定收运路线，从餐厨垃圾集中点直接到处理站，垃圾一下车，马上进入处理流程。”

钟村街：日处理餐厨垃圾能力 38 吨

在日常生活垃圾中，餐厨垃圾的占比率较高，处理好餐厨垃圾对垃圾分类工作尤为重要。

昨日，记者从钟村街获悉，2017 年，钟村街将餐厨垃圾作为垃圾减量的突破口，建成全市首座日处理 10 吨的餐厨垃圾处理站。2018 年，又新增一座餐厨垃圾处理站。该处理站占地面积 730 平方米，投入 500 多万元，站内配置有 4 台日处理量 7 吨的餐厨垃圾处理设备，每天可处理餐厨垃圾量 28 吨。

目前，钟村街道每日餐厨垃圾处理能力由 10 吨扩大至 38 吨。“现在每天实际处理量为 10 吨，接下来将逐渐扩大餐厨垃圾收集范围，将农村、小餐馆纳入餐厨垃圾回收范围。”麦浩培说。

下一步，钟村街将推动餐厨垃圾收运范围做到全覆盖，在各村居设置餐厨垃圾收集点，对村居产生的餐厨垃圾进行收集处理，尽可能地避免餐厨垃圾混到其他垃圾当中，切实为推进垃圾减量化、无害化、资源化利用作贡献。

番禺餐厨垃圾 就地处理模式

实践证明，分散式小型餐厨处理设施更适合番禺区实际情况。目前，番禺区餐厨垃圾日处理能力已提升至 388 吨，今年将提升至 500 吨/日。同时，组建了区 - 镇街两级餐厨垃圾收运车队，共 34 辆收运专车投入使用，确保专收专运。

处理仓▶▷处理前不需对餐厨垃圾所含盐分、油脂、酸碱度进行调节；它不仅可处理餐桌的剩菜剩饭等熟食餐厨垃圾，还可处理动物内脏、烂瓜果菜叶、鱼鳞鱼残、禽畜尸体等“生垃圾”；

以有机质为主要成分的餐厨垃圾都能处理，大骨头和贝壳暂时“消化”不了。

降解仓▶▷降解仓里藏着一种叫木糠菌的好氧复合微生物菌种，使可生物降解的有机物餐厨垃圾转化为腐殖质，其中富含氮磷等营养元素。

营养土▶▷松软的营养土主要为固体颗粒状残渣形态，与普通土壤以1:10分量混合为有机营养土，可用于园林植物、花卉等种植，改良土壤肥力。

减量率▶▷减量率可达85%至90%。以该站点为例，一天处理餐厨垃圾七八吨，能产出营养土约1.2吨。

第一步：经人工分拣，餐厨垃圾进入处理仓

第二步：餐厨垃圾在处理仓内，经粉碎、压榨、脱水处理

第三步：进入降解仓中进行高温发酵处理

第四步：约24小时后，热腾腾的营养土就“吐”了出来（肖桂来）

综合利用产物是产品还是废物？

——浅谈危险废物综合利用企业环境监管难题

中国环境报 2019.7.12

随着国家工业化进程深入和环境执法加强，危险废物产生和认定量也随之剧增。危险废物污染防治的总原则为“减量化、资源化、无害化”，而“资源化”原则又是其核心一环，通过点对点利用、降级使用、循环使用以及提纯再生等综合利用方式，提高危险废物利用率，实现绿色生产，降低污染排放。国家相关法律法规鼓励危险废物综合利用，并对此实行危险废物经营许可证制度。笔者结合日常监督执法和行政管理工作实践，发现在危险废物综合利用领域存在一些亟待破局的难题，也对此有一些思考，本文试着做一个梳理。

问题▶危废综合利用领域存在哪些突出困难？

一是综合利用类产物的定性存在机制性障碍。

综合利用经营许可证审批中经常遇到如何判定产品与废物的问题。

一方面，《危险废物鉴别通则》（GB5085.7）中危险废物处理后判定原则明确规定，具有毒性和感染性等一种或一种以上危险特性的危险废物处理后的废物仍属于危险废物，多数危险废物综合利用后产物首先要明确其属性属于产品还是废物，但此项认定职能不在生态环境部门。

另一方面，最新出台的《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）规定，在综合利用的产物满足国家或地方制定的被替代原料生产的产品质量标准，且该产物所含有毒成分不高于利用被替代原料生产的产品中有毒成分含量。这就进一步增加危险废物综合利用合规性

的难度。

现行产品标准体系是按照正常原料生产流程确定的，并不涵盖含有各类杂质的废物综合利用情况。实际情况是，废物综合利用是否可行（经济、技术、环境三方面）都需要生态环境系统来判断，而质检等部门并没有及时出台相关产品标准。

危险废物综合利用行业缺乏标准支撑，最终会造成大多数危险废物综合利用许可证审批不合规。这样，不仅会浪费本可再生的资源，更严重的是造成数以百万吨的危险废物无法落实处置去向，会带来难以估量的环境问题。

二是综合利用后产物去向难以管控。

部分危险废物综合利用单位仅考虑产品能否满足相关性能需求，对产品最终用途的环境风险未进行分析，且产品质量管理部门无管控措施，生产出来的所谓产品造成污染的情况时有发生。

如利用废溶剂制作燃料油，仅关注其中热值的高低，而忽略燃烧过程中产生的大量有毒有害物质；利用含重金属的废酸作为废水处理剂，易导致污水处理厂排水重金属超标；利用含农药中间体或医药中间体成分的工业盐作为道路融雪剂，易导致水体和土壤污染等。

三是综合利用次生固废产生量大。

多数危险废物综合利用单位关注的重点是有价值的物质。在利用过程中，入场分析能力不足，前端有害物质控制不严，生产过程污染防治措施不到位，末端产生大量次生固废或危险废物，难以落实安全处置途径。

如部分污泥利用企业，将有利用价值的镍、锰等金属元素提取完成后，产生大量尾渣未按规定处置。

四是部分地区行政管理力量薄弱。

由于部分地区环评审批把关不严，甚至存在错评、漏评的情况，对危险废物综合利用产物是产品还是废物认识不到位，定性不准确，污染防治要求不严，给后续的许可证审批带来较大难度。加之基层生态环境部门许可证技术审查力量不足，存在部分综合利用许可证颁发不严谨，如个别地区核发利用工业污泥制砖的许可证。

五是危险废物综合利用企业安全监管存在履责风险。

部分行业综合利用过程存在一定的安全生产风险，甚至需要取得相关安全生产许可证才能开工生产，比如江苏省的废溶剂回收单位大多数都取得了危险化学品安全生产许可证。

但是，长期以来环境安全和生产安全存在监管模糊地带，近年来多地发生的安全生产事故，其他相关部门总是将安全生产责任推卸给生态环境部门，并对生态环境部门相关工作人员进行问责，这一做法存在较大争议。

对策►从制度、执法层面破局，提升危废安全利用效率

针对危险废物综合利用领域客观存在的问题，笔者认为应以问题为导向，从制度体系、执法监管等层面破局，切实提升危险废物安全利用效率，减少污染排放，保障环境安全。

一是开展危险废物综合利用行业环境准入条件研究。

积极研究制定有关行业管理准入条件，严格许可证审批，切实防范环境风险。具体来说，可以在细分行业出台综合利用行业准入条件，对常见的实际产废量大综合利用危险废物项目，如废酸、废矿物油、废溶剂等，研究出台地方性的规范性文件，加以规范引导。

还可以研究出台负面清单，对一些常见的危险废物，如制备油漆稀释剂、燃料油、净水剂、防水涂料、建筑材料等，其综合利用产品严禁进入食品、药品等食物链环节。

再有，试点开展研究制定相关危险废物综合利用产品的地方标准，主动对标《固体废物鉴别标准通则》相关要求。

二是强化危险废物利用行业全过程监管。

危险废物综合利用企业监管是全过程的监管，涵盖环评、固管和执法等多个环节。

在环评阶段，要加强环评审查工作，对照标准强化源头控制，严格禁止危险废物以产品或者中间产品的名义逃避监管。

在许可审批阶段，在综合利用经营许可证审批过程中，要严格按照项目环评和项目实际综合利用能力进行审核，并同时明确入场接收标准、严格污染防治措施、划定最终产品的使用范围，切实防范环境隐患，保障人体健康。

在执法检查阶段，要严格执法，强化事中事后监管，将危险废物综合利用企业的执法检查纳入“双随机、一公开”，并加强基层执法的监督指导，做到依法执法，严厉打击超标排放等环境违法行为。

三是积极引导综合利用行业提档升级。

按照《固体废物鉴别标准通则》要求，对于国家没有明确禁止的新技术新工艺，在有利于环境保护和风险可控的情况下，设立容错纠错机制，充分鼓励技术的创新和应用；同时，淘汰不满足国家相关标准规范的综合利用项目，不断提升危险废物综合利用水平，防范环境风险。

四是进一步理清综合利用企业的环境安全 and 生产安全监管职责。

环境安全和生产安全属于不同范畴的安全概念，在法律上也有不同的规定。

《环境保护法》《固体废物污染环境防治法》等法律明确规定，生态环境部门依法对环境保护工作实施统一监督管理，依法负责危险废物的环境污染防治监管，依法履行环境安全的管理职责。而法律并未赋予生态环境部门安全生产监管的权力，再者生态环境部门“三定”方案中，也并没有生产安全监管的职责，生态环境部门依法不承担危险废物经营企业的生产安全。

另外，依据《安全生产法》等，其他相关部门依法对安全生产工作实施综合监督管理，依法负责危险废物综合利用企业的安全监管。

综上，生态环境部门依法承担危险废物综合利用企业污染防治和环境安全监管工作，其他相关部门依法履行危险废物综合利用企业生产安全监管职责。

英国大手笔布局碳捕集

“净零排放”法案为融资铺路，最大示范项目将于 2021 年问世

中国能源报 2019.7.8

在世界主要经济体中，英国是推进碳捕集及其相关技术态度最懈怠、速度最慢的国家，但随着该国日前重新修订《气候变化法案》并将“2050 年净零排放”目标列入法律规定，英国碳捕集及其相关技术布局正在加速驶入快车道。

强制实施“净零排放”目标

6 月 27 日，英国重新修订的《气候变化法案》生效，正式确定了该国到 2050 年实现温室气体“净零排放”的目标。这是 2008 年《气候变化法案》的升级版，当时确定的目标是到 2050 年将碳排放量在 1990 年的水平上降低至少 80%。

据了解，英国国会于 5 月 1 日批准了“地球处于气候紧急状态”的动议，隔日英国气候变化委员会（CCC）就提出了更为激进的“零碳路线图”，希望于 2050 年实现净零排放目标。英国政府随即围绕 CCC 的建议报告进行评估，并最终在 6 月底前确定了这个全球最激进的减排法案。

英国广播公司新闻网指出，英政府仅用了 1 个月的时间就将“净零排放”批准为正式法案，彰显出了该国加速应对气候变化的决心，同时也是给碳捕集和封存（CCS）、碳捕集和利用（CCU）以及碳捕集、利用和封存（CCUS）等一系列“除碳”技术在本土大规模实施铺路。

英国首相特蕾莎·梅强调，之所以用“净零排放”取代“减少 80% 排放”，是因为新的目标是保护地球“最关键且最现实”的手段之一。英国政府同时呼吁，随着成本不断下降，碳捕集技术能够在本世纪 30 年代在英大规模应用。

英国负责能源与清洁发展事务的官员 Chris Skidmore 在一份声明中表示，英国是工业革命的发源地，工业革命曾经带动全球经济增长，但同时也增加了排放量。如今，英国成为第一个以法律形式确立到 2050 年实现“净零排放”的主要经济体，将清洁发展置于现代工业战略的核心。

由此，英国不仅成为世界主要经济体中率先以法律形式确立最激进减排目标的国家，也为其在碳捕集技术应用领域“重新正名”。

随着“净零排放”法案落地，英国多个碳捕集项目的“政府金援”也将随之到位，其中由印度塔塔集团（Tata Group）打造的英最大工业碳捕集示范项目终于等来了问世的最佳时机。

全球最大示范项目将问世

《金融时报》7 月 1 日报道称，塔塔在获得了英国政府 420 万英镑的资金之后，将在其位于英格兰西北部柴郡（Cheshire）的装机 96 兆瓦燃气电站着手打造这个耗资 1670 万英镑

的英最大工业规模碳捕集示范项目，该电站主要为塔塔同处柴郡的 Northwich 纯碱生产工业基地提供蒸汽和电力。

负责该项目的塔塔化学欧洲公司（Tata Chemicals Europe, TCE）表示，这个示范项目每年可以捕集 4 万吨二氧化碳，这约占燃气电站总排放量的 11%，相当于路上减少了 2.2 万辆汽车。捕集后的二氧化碳在被提纯和液化后还将重新投入利用，成为 Northwich 基地高纯度碳酸氢钠制造厂原材料的“新来源”。液态二氧化碳是制造碳酸氢钠的关键原料之一，碳酸氢钠常用于食品和药品。

据了解，TCE 是英国唯一的纯碱和碳酸氢钠生产商，也是英国最大的液体二氧化碳单一用户。英国《泰晤士报》指出，TCE 的碳捕集示范项目实现了二氧化碳“自产自销”的完整运作模式，不仅节省自身运营成本，也为碳排放做出了很大贡献，初步预计该示范项目将于 2021 年问世。

TCE 总经理 Martin Ashcroft 表示，这个示范项目主要通过 CCU 技术展开，不储存二氧化碳而是用它来制造塑料或生物燃料等其他物质。

路透社指出，CCU 技术通过捕集发电站和工业产生的排放物并对其进行压缩和存储，进而使得最终产品在适用于其它生产的情况下最大化碳减排量。

Chris Skidmore 表示，TCE 的示范项目是英国 10 大碳捕集技术优先项目之一，该项目获得政府资助并顺利推进，将为其它碳捕集项目的展开带来利好影响。

碳捕集技术在英终获“眷顾”

显然，在气候变化危机加剧的背景下，英国碳减排的雄心终于为碳捕集技术在英广泛实施打开了机会之窗。

去年 11 月，英国政府发布了碳捕集技术部署路线图，列出了政府、行业和企业针对这一技术的“下一步”要求，即在成本降幅“足够”的前提下，实现 2030 年代大规模部署碳捕集项目的目标。

英国政府官方网站公开资料显示，随着英国加速迈进“净零排放”时代，政府将对 CCS、CCU 和 CCUS 等技术的推广和实施提供强有力的经济支撑。包括 TCE 在内的 9 家公司的碳捕集项目获得了总计 2600 万英镑的政府资金。

这 9 家公司主要通过两项政府基金获得 17 万至 700 万英镑不等的拨款，这两项基金分别是价值 2000 万英镑的碳捕集和利用计划基金（CCUD）和价值 2400 万英镑的 CCUS 创新计划基金（Call for CCUS Innovation programme）。

CCUD 旨在鼓励工业基地每年捕获高达 7 万吨二氧化碳，然后将其用于工业应用，目前资助的项目除了 TCE 的碳捕集示范项目，还有英国德拉克斯集团（Drax Group）耗资 100 万的燃料电池生物碳捕获示范项目，获得拨款 50 万英镑；Origen Power 耗资 35.6 万英镑的 Oxy - Fueled Flash Calciner 项目，获得拨款 24.9 万英镑。

CCUS 创新计划基金则旨在鼓励降低碳捕集技术成本并加速该技术在英国和国际上的推

广，目前资助了6项创新技术，包括德拉克斯与英国利兹大学技术子公司 C - Capture 联合开发的生物能源碳捕获和存储（BECCS）技术，该技术有别于此前大多从煤炭燃烧烟尘中捕捉温室气体，而是发掘生物质发电燃烧后碳捕捉技术的潜力。

英国《独立报》指出，能源密集型产业目前产生约24%的全球排放量，碳捕集技术对英国制造业的发展有利无弊。（王林）

农村废弃物资源化利用期待创新

垃圾发电、生物质能或成突破口

中国能源报 2019.7.8

“随着社会经济快速发展，垃圾已经成为困扰我国城乡发展和居民生活品质提升的重要问题。而垃圾的减量化、无害化处理和资源化利用作为解决这一问题的有效方式逐渐兴起，并且带动了垃圾分类、垃圾焚烧发电、生物质能发电及生物质清洁取暖等产业的升级、发展。”在日前举办的2019第三届垃圾焚烧发电产业创新发展暨长江大保护污染治理高峰论坛上，生物质能产业促进会会长陈小平表示，在打好长江保护修复攻坚战背景下，垃圾资源化利用势在必行。

农村垃圾资源化利用较落后

有数据显示，我国生活垃圾产生量逐步增长；2017年我国城市和县城生活垃圾清运量达到2.8亿吨，较2016年增加5%。根据我国各省人口数量、城市化进程推算，到2020年，我国城市和县城生活垃圾清运量将达到4亿吨。

与此相对的是，我国垃圾焚烧发电发展迅速。陈小平介绍，2018年，我国垃圾焚烧发电项目已经建成投运的有401座，较2017年增加63个，年处理垃圾量达1.3亿吨，超全国垃圾清运量的40%；2019年，全国新增在建垃圾焚烧发电项目200个，产业初具规模。

虽然目前我国垃圾处理已经取得了长足的进步，但相对于城镇，我国农村地区垃圾处理及资源化利用较为落后。“由于农村地区人口密度较低，垃圾以就近处理为主，缺少统一的垃圾清运系统和数据统计。”行业分析人士告诉记者。

生态环境部环境发展中心高级工程师吴伟娜指出，《关于加快推进长江经济带农业面源污染治理的指导意见》明确提出了“行政村农村人居环境整治实现全覆盖，90%左右的村庄生活垃圾得到治理，基本完成非正规垃圾堆放点整治”的治理目标，这让长江沿线农村地区的相关情况被关注。

村镇生活垃圾需集中处理

据了解，目前农村生活垃圾施行的治理体系是“村收集、镇转运、县处理”。但是这一模式并不适用于我国农村地区的实际情况。

吴伟娜告诉记者：“首先是供需矛盾问题，如果农村垃圾全部‘进城’，则会增加城镇生活垃圾处理压力。其次，由于运行链条较长，成本较高，若当地政府经济实力难以支撑，

会难以维系。第三，目前填埋仍是农村生活垃圾处理方式之一，但在土地紧缺的情况下，填埋即将面临‘无地可埋’的困境，因此目前农村地区对生活垃圾焚烧设施有较大需求。”

中国城市建设研究院总工程师徐云海认为：“生活垃圾的处理并不难，但必须有规模。没有规模难以有效管理，也没有经济效益。”因此，他建议村镇生活垃圾可以通过适度的集中处理，进行焚烧发电。

其实，垃圾处理产业链前后分割，单点治理分散化、碎片化等问题一直是行业痛点。对此，中国环境保护集团提出了“两园一链”固体废弃物综合解决新模式，即集约式综合治理固废治理产业园、分布式有机固废治理生态园和智慧环境物流链，这一模式突破了地域界限，在满足需求的同时，凸显生态价值。

此外，另有业内专家表示，针对不同地区的不同条件，以资源化利用为前提，因地制宜、梯次推进、就地就近，寻找适合的新方法、新出路。

农林废弃物可巧用

和城市垃圾不同，除了日常生活垃圾以外，农村地区“垃圾”还包括树枝、秸秆、牛粪等农林废弃物。这两类不同的“垃圾”分别属于农村生活垃圾处理产业和生物质能源化利用产业。而农林废弃物能源化利用作为农村能源革命的一部分，也正逐步发展。

据介绍，以农林废弃物为原料生产生物质颗粒燃料，不仅解决了农林废弃物随意堆放、规模化养殖大量粪污难处理等农村污染问题，还能助力农村生物质清洁取暖的实现，在降低取暖成本的同时，具有较好的生态效益和社会效益。

以山东省信阳县为例，当地废弃木材、作物秸秆、畜禽粪污、林业废弃物等资源充足，具备发展农林废弃物能源化利用的资源优势。使用生物质专用炉后，信阳县村民可实现“炊暖两用”，减少了费用支出，且操作简单、安全系数高，群众易接受。

在今年“两会”上，十三届全国人大代表徐国权曾表示，生物质作为低排放的清洁能源，是取代燃煤最经济的选择。将开发利用生物质能源与城镇能源基础设施建设相结合，可在利用农村农林废弃物资源的同时，实现产业扶贫与污染治理的双赢。

“目前，垃圾资源化利用正处于发展初期，我们期待技术先进、责任心强的企业进入，未来在全行业的努力下，产业必将进入高速发展通道。”陈小平说。（董梓童）

高温烟气余热回收技术让天空更蓝

科技日报 2019.7.12

把“命门”掌握在自己手中

冶金、化工、建材等高能耗高排放工业中高温烟气余热如何处置，是影响全球节能减排的重要因素。目前我国工业烟气余热回收率仅为29%，比国际平均水平低15%—20%。在这差距之中，相关技术的缺乏成了“拦路虎”。

2016年以来，由重庆大学、北京科技大学、中国科学院过程工程研究所等十家科研院

校和企业组成了“工业含尘废气余热回收技术”项目组进行攻关，通过技术创新，掌握了“工业含尘废气余热回收技术”，在陶瓷膜过滤管上打破了国外的垄断，部分技术实现国内外首创，这让我国工业高温含尘烟气净化的应用成为可能。

高温烟气余热回收是技术难题

据统计，冶金，建材，化工三者能耗站全球总能耗的70%，其中烟气余热占总余能的35%。

要回收工业高温工业烟气余热并不容易。“高温工业烟气温度高达800℃—1200℃，具有成分复杂、含尘量高、腐蚀性强、工况变化大等特点。”重庆大学能源与动力工程学院院长、低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室主任、项目负责人廖强教授说，这些烟气中存在非凝结性和易凝结性成分，使得烟气余热回收和净化装置存在滤料堵塞、再生困难、换热面积灰、磨损、腐蚀及余热回收和净化效率低等瓶颈问题，这在国内外都是一个技术难题。

在国外该技术属于高端技术，主要用于清洁能源领域。而引进到国内，不仅价格昂贵，而且存在禁运的风险。

技术攻关突破难点打破国外垄断

为此，“工业含尘废气余热回收技术”项目组对此进行了科研攻关。

“我们根据烟气性质进行分类，分为含凝结性尘粒烟气，高温高含尘烟气，含低浓度亚微米级尘粒烟气三种。”廖强介绍，研究团队再分别针对三种烟气不同的特点分别采用陶瓷球移动床过滤技术、蜂巢体和三维肋管技术以及陶瓷滤膜技术对烟气进行净化和余热回收。同时也可以将三种技术有机结合，应对不同工业复杂背景条件下高温含尘烟气的净化及余热回收问题。

其中，采用陶瓷球移动床过滤技术处理含凝结性尘粒的高温烟气，及采用蜂巢体和三维肋管相结合的换热与净化一体化技术处理高温高含尘（尘粒浓度 $>2000\text{mg}/\text{Nm}^3$ ）属于国内外首创。

同时，低浓度亚微米尘烟气的净化与回收难度也非常大。因为烟气中很多粒径小于1微米，分离难，活性高，高温条件下容易附着，要把它在高温中分离出去犹如“火中取碳”。

“国际上采用的方式是陶瓷膜过滤管，不过国内陶瓷膜过滤管生产工艺基础薄弱，生产成本高、寿命短，导致运行成本高昂，难以推广；稳定性和循环再生水平达不到产业化需求，特别是氧化气氛的最高使用温度只有700℃左右，制约了其应用范围。”廖强说，他们通过反复试验，最终研发出多孔陶瓷膜过滤管，能够承受1000℃以上温度，超过了国外碳化硅陶瓷膜过滤罐耐高温最多750℃的水平，而售价仅为国外的1/6。

同时，他们还开发了高温烟尘粒子高压预荷电陶瓷膜除尘净化技术。可以提高含尘气体的除尘效率，显著降低陶瓷膜过滤管的阻力，大大延长再生周期和陶瓷膜过滤管的使用寿命。

“这一难点的突破及推广应用将显著减少污染物的排放。”廖强解释，陶瓷膜过滤管净

化后的烟气是超低排放，一般小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，大大低于国家标准，可大幅度减少工业PM2.5的一次排放，降低工业对环境的压力。

余热回收率可达7成 产业推广潜力大

该项目已设计建成了世界首套高温高含尘烟气净化和换热一体化综合试验平台，中试结果显示，该装置能够实现余热回收率70%以上，净化效率99%以上。

目前，该项目共申请专利32项，国际专利2项，项目组与重庆商顺换热设备有限公司、山东京博石化等11家公司进行技术合作，相关技术已经在溢达自备电厂、大唐贵州发耳发电有限公司、重庆松藻电力有限公司等地方投用。

“使用这种高效的换热设备，可以把烟气中的热量进行深度回收，以降低能源消耗。”廖强教授介绍，回收的能源可用于发电、预热燃烧用的燃气或空气、取暖、原材料的干燥等。也可用于钢厂自用热蒸汽、热水或接入市政供热管网。若推广实施本项目各类烟气净化与余热回收技术，预期可以达到70%的余热回收效率，效益显著。

下一步，项目组将进行装置的大型化技术研究，可靠性评估以及陶瓷膜过滤管的再生延寿技术研究，同时在冶金、建材、化工等行业进行推广。（雍黎）

西安垃圾渗滤液处理技术中试成功

出水水质可达到地表Ⅲ类水标准

中国环境报 2019.7.9

本报记者肖成 通讯员李萌报道 陕西环保集团近日组织召开“正渗透+低温蒸发结晶”技术中试实验报告会。这一技术可有效处理西安市江村沟垃圾渗滤液。陕西环保集团董事长熊良虎表示，经实验验证，“正渗透+低温蒸发结晶”技术可有效处理垃圾渗滤液，产水和臭气处理均完全符合国家排放标准，出水水质可达到地表Ⅲ类水标准，可直接作为农业灌溉用水。

垃圾渗滤液来源于垃圾填埋场中垃圾本身含有的水分及雨雪水，是一种高氨氮、高盐分、高重金属的特种废水，其水质特点之一就是污染物浓度超高，而且往往含有生物毒性，是污水处理领域极难处理、成本很高的种类。

西安市灞桥区江村沟是目前西安市主城区唯一的生活垃圾填埋场，也是陕西省最大、全国规模前三的生活垃圾填埋场。这里日均进场垃圾超过1万吨，日均产生垃圾渗滤液超过2600吨。

针对垃圾渗滤液这种高难度废水处理，陕西环保集团经组织开展了“正渗透+低温蒸发结晶”技术中试实验，此次实验自5月31日正式启动，截至6月20日，共处理江村沟垃圾渗滤液生化出水约187吨，达标排放合格产水约162吨，产出结晶盐约232公斤。经检测，垃圾渗滤液处理后产生的水和气体均符合国家排放标准，其出水水质可达到地表Ⅲ类水标准，实验充分验证了垃圾渗滤液应急处理方案的技术可行性。

北建大召开建筑垃圾与城市发展大会

中国科学报 2019.7.17

本报讯 7月13日至14日，2019年建筑垃圾与城市发展大会暨“十三五”国家重点研发计划建筑垃圾类项目协同创新研讨会在北京建筑大学召开。此次大会旨在推进建筑垃圾源头减量、全过程管理及资源化利用，确保安全处置，打好污染防治攻坚战，提升城市发展质量。

据估算，我国每年产生35亿吨以上的建筑垃圾，北京每年就会产生4000万吨建筑垃圾。随着我国城镇化进程和城市品质提升拆违工作的开展，大量的建筑垃圾还会产生。建筑垃圾具有不稳定性、地域性、难降解性的特点，这是摆在城市管理者面前的一个不能回避的问题。

中国城市环境卫生协会会长徐文龙强调了建筑垃圾资源化利用对促进城市高质量发展的重要性。他提出，将通过相关基地和平台的建设，为建筑垃圾资源化处理创新多元试点条件，加速实现建筑垃圾综合处理产业化进程。

北京建筑大学校长张爱林表示，北京建筑大学在建筑垃圾资源化领域的研究和实践积累丰富，正引领建筑垃圾人才培养、产学研用协同发展，将进一步在教育与实践工作中深化建筑垃圾资源化理念。

全国建筑垃圾治理试点工作支撑工作组组长、北京建筑大学副校长张大玉以《建筑垃圾治理是城市建设与发展的重要基础》为题，围绕建筑垃圾的属性、为什么要重视建筑垃圾问题、如何解决建筑垃圾问题、我国建筑垃圾资源化利用现状及展望等进行了深入阐述。

据悉，大会由中国城市环境卫生协会建筑垃圾管理与资源化工作委员会和北京建筑大学共同主办，大会期间还举行了首届全国建筑垃圾处理行业技术装备展览会等活动。（温才妃）

“三剑客”引领欧洲生物气发展

——丹麦、德国、意大利生物气发展启示

中国电力报 2019.7.13

各国的政策制定者们正周而复始地面对同一个问题：我们到底应该补贴、扶持哪些技术？如果资助，出资多少？扶持多久？若选择得当，被支持的技术应该很快会得以发展，脱离政策扶持也能继续存活，相应来说，对其帮助的花费也就随之减少直至消失。风、光等清洁能源的成长和发展轨迹已经印证了这一论断。那么，生物燃料的发展现状如何呢？

法国国际关系研究所（IFRI）的马克·安东尼、爱丽·马泽拉和卡罗拉·马修回顾了过去的10年，他们发现在利用生物燃料这一能源技术领域，欧洲范围内的佼佼者有三，分别是：丹麦（沼气利用在气网占比10%）、德国（创造超过10万个相关就业机会）、意大利

（聚焦生物燃料在交通运输行业的前景）。马克·安东尼、爱丽·马泽拉和卡罗拉·马修表示：“以生物燃料引领的经济增长确实令人印象深刻，但如果补贴削减得太快，将很难维持下去。”在欧盟致力于探讨长期气候战略和起草新的立法以促进天然气行业脱碳的同时，仔细研究这三个国家在可再生天然气方面的生产经验，不失为一个得当的举措。

丹麦、德国和意大利近十年生物气发展概况

面临北海气田枯竭以及要在 2050 年实现碳中和的双重压力，丹麦显然有意将生物甲烷的研究推上一个新高度——使其成为未来智能能源系统的核心支柱。同样，德国的 Energie-wende 公司对这种基于可再生能源发电的方式的高度关注，带动了一批沼气生产厂的蓬勃发展，这些制气厂不仅可以生产沼气，还拥有即时电力转换和热电联产设备。这样一来，德国就成为了迄今为止欧盟最大的沼气生产国，其生物能源部门拥有大约 10.5 万个直接就业机会。而在意大利，发展农业产生的大量沼气制备原料以及交通运输业对于气体燃料的依赖，为生物燃料的发展（沼气的生产并升级为生物甲烷）提供了温床。发展生物质燃料不仅可以促进运输部门达成基于可再生能源的扩展目标，更可帮助该国减少二氧化碳的排放量。

补贴起到的关键作用

在丹麦，沼气厂生产的气体主要用于支撑当地城镇的热电联产。从供应量上来说，沼气占有一定比重，但是若将当地的用能需求完全依赖于沼气供应，可能还是有些不现实。在 2014 年引入进料溢价后，该国气网注入生物甲烷的势头强劲，扩大了消费基础——它目前占气体燃料输送量的 10% 以上。

同样，在 2009 年引入相关升级奖金后，沼气和生物甲烷在德国的生产也取得了良好势头，可以说是一跃成为德国能源体系中的关键成员。但由于要维持关税水平平稳，导致近年来德国沼气生产和相关项目的投资大幅减少，因此沼气和生物甲烷的发展也开始逐渐放缓。2014 年，能源作物种植奖励和沼气制备升级补贴双双取消。于是，因为缺乏市场前景和其他行业、领域配套政策的支持（补贴取消），该国的沼气和生物甲烷的发展预计将会暂时停滞不前。

在意大利，由于制定了优惠的进料关税，沼气行业发展从 2008 年开始飞跃。随后，在进料溢价的不利影响下，沼气的制备又开始优先考虑使用副产品和农业废物而不是能源作物，导致自 2012 年以来沼气生产及衍生热能、电力发展停滞。尽管立法过程漫长，到 2018 年 3 月，“生物甲烷法令”的通过终于有力地推动了意大利的生物甲烷部门的再次发展：虽然截至今年年初只有 6 个工厂投入运行，但有 900 多个初步的气网建设项目正在策划，一旦实现，相当于每年可产生 22 亿立方米的可再生能源。

考虑到意大利巨大的生物甲烷发展潜力及其作为运输燃料的推广前景，意大利交通运输部门将首当其冲为其快速扩大生产和降低成本提供支持，然后再将生物甲烷的用途拓展到其他领域。2018 年“生物甲烷法令”是通过促进和支持生物甲烷作为运输燃料在该国立足、扎根、发展产业链的根本。

领域融合与降低成本

这三个市场是否能够进一步发展取决于降低成本战略的成功与否，以及针对政策采取措
施的战略性部门的称职与否。面对棘手的情况，德国和意大利都相继采取了各种举措，以最
符合技术和经济限制条件的替代品（沼气和生物甲烷制备原料），去最大限度地提高环境和
农业效益。

不仅要降低成本，还要以创造更高的效益为目标，例如将几个沼气生产工厂合并以达到
规模要求等。此外，制造商对技术进行升级的需求也需要被考虑——引进专业人才会帮助优
化工厂的运作，从而提高整体成本效益。重点是，优先解决廉价基底的稳定供应问题，再结
合大规模的农业或工业废物提供为生物质燃料发展所做的铺垫，将会带来良好的效果。

另外，新的融资方式可以促进投资，以此带动设备升级并建设连管道。将沼泽地作为
生物肥料出售则会为新的收入来源开拓机遇。想要做到因地制宜，不仅要工程（沼气和
生物甲烷项目）建设在电网能够安全输电的范围内，相关的连接和注入条例（包括天然气
的质量要求、电网调整管理以及压缩需求、产能分配等等）也要与电网运营商进行全面沟
通，然后以最具成本效益的方式重新布局。

沼气和生物甲烷的长期发展前景

丹麦、德国和意大利的经验证实了生物甲烷在可再生能源领域后起之秀的地位。但相较
于其他可再生能源发电，通常对于成本严苛的比较往往忽略了它在多功能性、可存储性以及
可调节性方面的额外优势。从智能能源体系的角度来看，上述的这些特征非常宝贵，这也
是丹麦、德国和意大利一直坚持不懈要将这一领域发展壮大原因。

当然，除了用于发电，生物甲烷也被认为是助力交通运输业脱碳的不二之选，但目前只
有意大利在深入探索这一领域，并为此构建一个可期的市场发展愿景。意大利的案例很好
地表现出了随产随用、因地制宜的重要性。

认清沼气和生物甲烷对能源领域和其他领域的长远作用，是保障能源发展政策制定准
确的先决条件，因而亦是节省成本的关键。同时，还需要适当考虑能源、环境和农业政策、战
略之间的密切关系，特别是评估补贴计划需要的投入和评估不同区域的实际情况所需耗费的
资源。此外，供应系统的碳足迹也需要列入注意事项范围内。

相关链接

沼气提纯生产生物甲烷极具前景

作为生物质能源中的一种，沼气在世界范围内的应用历史已超百年。沼气的主要成分
为甲烷、二氧化碳、硫化氢、一氧化碳、氢、氧、氮等气体。其中甲烷最多，占 50% ~ 70%，
二氧化碳占 25% ~ 40%，其它气体占比较少，仅为 2% 左右。沼气经净化提纯后即
为生物甲烷（纯度约为 95% 左右）。作为一种生物燃气，具有清洁、高效、安全和可再
生四大特征，其高效制备与综合利用是极具代表性的双向清洁过程，作为新型能源必
将在能源格局中占有一席之地。

据了解，对沼气净化提纯生产生物甲烷是极具发展前景的生物质能产业，将节约替代大量的化石能源。随着世界各国对可再生能源发展前景的关注不断增加，沼气和生物甲烷的发展也逐渐成为热点。（朱宇婷）

《2019 中国生物质发电产业排名报告》发布

我国生物质发电装机规模全球第一

2018 年总装机容量 1784 万千瓦，项目遍布全国 30 个省区市

中国电力报发电周刊 2019.7.29

“2018 年，我国生物质发电总装机容量已达到 1784 万千瓦。”中国产业发展促进会生物质能产业分会 6 月 27 日发布的《2019 中国生物质发电产业排名报告》（简称《报告》）称，截至 2018 年年底，我国生物质发电装机规模已经实现全球第一。据介绍，近年来，伴随着可再生能源产业的高速发展，我国生物质发电行业不断提速前行，单位成本持续降低，装备制造水平不断提升，发展态势喜人，预计 2019 年农林生物质发电装机容量将达到 900 万千瓦，垃圾发电装机容量将超过 1100 万千瓦。

投产项目达 902 个垃圾发电装机增速明显高于农林生物质发电

“截至 2018 年 12 月 31 日，全国已投产生物质发电项目 902 个，较 2017 年增加 158 个，遍布全国 30 个省、直辖市、自治区。”《报告》显示，截至该日期，生物质发电并网装机容量已达到 1784.3 万千瓦，较 2017 年增加 308.5 万千瓦；年发电量、上网电量分别为 906.8、772 亿千瓦时，较 2017 年各增加 112.3、92.5 亿千瓦时。

生物质发电主要包括农林生物质、垃圾、沼气发电。其中，近年来随着处理、利用技术不断成熟，我国农林生物质发电行业已由最初仅提供电能延伸至供热、产乙醇等多种发展模式，垃圾发电则成为城乡基础环保设施的一部分，发展迅速。对此，《报告》指出，自 2017 年以来，我国垃圾发电装机增速明显高于农林生物质发电，在 2018 年前者的各项数据都均已高于后者。

据了解，截至 2018 年 12 月 31 日，后者项目为 321 个，并网装机容量为 806.3 万千瓦，较 2017 年增加了 51 个项目、105.5 万千瓦装机容量。而前者项目已达到 401 个，并网装机容量为 916.4 万千瓦，较 2017 年增加了 63 个项目、191.3 万千瓦装机容量。

就发电量来看，后者年发电量、上网电量分别为 394.7、357.4 亿千瓦时，都同 2017 年基本持平。而前者年发电量、上网电量分别达到 488.1、393.2 亿千瓦时，较 2017 年各增加 112.9、92.4 亿千瓦时。

“预计，在 2019 年，前者的装机容量将保持目前的增速，后者的装机增速将逐步放缓。”《报告》称。

就我国沼气发电行业而言，其正在稳步向前发展。截至 2018 年 12 月 31 日，该项目已达到 180 个，较 2017 年增加 44 个；装机容量为 61.6 万千瓦，较 2017 年增加 11.7 万千瓦；

年发电量、上网电量分别达到 24.1、21.4 亿千瓦时，较 2017 年各增加 2、2.1 亿千瓦时。

发展地域集中 热电联产成农林生物质产业升级的重要方式

当前，我国生物质发电产业发展呈现出明显的地域集中性特征。例如，据《报告》统计，目前我国农林生物质发电项目主要集中在华北、东北、华中和华东地区，垃圾发电项目则主要集中在华东、华南地区，其中，两者华东地区的总装机容量在占全国总量中的占比分别达到了 41.5%、53.3%。

截至 2018 年年底，我国农林生物质项目已遍布全国 25 个省、直辖市、自治区，山东、安徽、黑龙江、江苏等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 651 万千瓦，约占全国总量的 81%，10 省总发电量、上网电量分别为 324.5、294.9 亿千瓦时，在全国总量中的占比均达到 82%。

“初步预测，具备供热条件的农林生物质发电项目将向热电转型，更多的项目将会进行供热改造。”《报告》特别指出，在农林生物质行业，热电联产已经成为产业升级、高效转变利用的重要方式，也是实现农村能源转型发展的可行路径，备受青睐，发展迅速。

截至 2018 年年底，该类项目总计 137 个、装机容量为 346 万千瓦，在我国农林生物质总量中的占比分别为 42.7%、42.8%；目前具有该类工业供热、民用供暖项目的各有 13、7 个省；已实现工业供热量约 17 亿吉焦、民用供暖面积约 7000 万平米。

截至 2018 年年底，我国垃圾发电项目已覆盖全国 30 个省、直辖市、自治区，浙江、广东、山东、江苏等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 696 万千瓦，约占全国总量的 76%，10 省总发电量、上网电量分别为 378、305 亿千瓦时，在全国的占比均达到 78%。

我国沼气发电项目已覆盖全国 27 个省、直辖市、自治区，山东、广东、江苏、河南等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 45.4 万千瓦，约占全国总量的 74%，10 省总发电量、上网电量分别为 15.4、13.5 亿千瓦时，分别占全国总量的 64%、63%。

“整体而言，近年来，我国生物质发电产业已快速取得一定的发展成绩。”不过《报告》也提出，其发展水平较发达国家还有差距，要想进一步实现高质量发展，仍离不开国家政策的支持，就行业自身而言，亟待转型升级、积极探索多种盈利模式，减少对补贴的依赖，这是行业发展的根本出路。（白明琴）

“人工树叶”让二氧化碳变废为宝

科技日报 2019.7.29

把“命门”掌握在自己手中

“二氧化碳分子式的排列就像两个人紧紧拉着手，这种结构让二氧化碳分子极具化学惰性。我们要做的就是强迫它在相对温和的条件下与别的物质发生反应，把它变废为宝。”在天津大学化工学院巩金龙教授眼里，如何催化“懒惰”的二氧化碳是实现其变废为宝的关键。

在过去 3 年中，巩金龙团队在国家重点研发计划项目的支持下，通过深入研究二氧化碳

化学催化转化过程，突破了二氧化碳资源化所面临的能耗高、效率低、产品附加值低等瓶颈问题，为其转化利用技术的大范围推广奠定了科学基础，研究成果处于世界领先水平。

“零排放”转化：最难也是标准最高的路

全世界每天有大量二氧化碳被排放到大气中，资源化高效利用是实现减排的重要途径，同时也是一个世界性难题。一直以来，我国使用的常规二氧化碳转化技术都需要高温、高压和催化剂，获取这些条件离不开能源的使用。在我国以煤炭为主的能源背景下，传统技术会导致额外的二氧化碳的排放。

“不能在转化过程中产生新的二氧化碳，否则就成了拆东墙补西墙。转化得算总账，转化量大于排放量才划算，我们的目标是零排放，让二氧化碳实现净转化。”巩金龙团队一开始就选择了一条最难的、也是标准最高的道路。

二氧化碳转化的难度在于，其分子结构极其稳定，转化需要注入很高的能量，且二氧化碳转化的路径复杂，转化后产物众多、纯度不佳。因此转化路径和催化剂的选择极其重要。

巩金龙团队把目光聚焦到太阳能。“太阳能是自然界取之不尽用之不竭的绿色能源。”巩金龙说，他们想到了树叶的光合作用，一片树叶通过光合作用，吸收光能，把二氧化碳和水转变为富能的有机物，同时释放氧气。但是树叶的能量转化效率太低了，只有0.1%—1%。“我们要做的催化剂就像是一片能量转化效率是普通树叶百倍的人工树叶。”利用太阳能，人工树叶在催化剂的作用下把水和二氧化碳高效地转化为甲醇、甲烷等含碳分子，直接就可以作为燃料再次利用。

上万次实验实现“人工树叶”设想

要实现“人工树叶”的设想，需要建立新型二氧化碳催化转化反应体系，找到更高效的催化剂。然而这种开创性的研究实在太前沿。回忆起最初的研究，巩金龙感慨地说：“我们的研究完完全全是从零开始的。”

从0到1的转变是场异常艰辛的跋涉。首先，进行实验的设备没有现成的商业化装置可以购买，全靠研究团队自己探索设计开发。从绘图设计，到材料、工具的选择，到最终动手安装都是靠科研人员自己完成。其次，选择哪种催化剂更高效，也全靠摸索着尝试，实验失败几乎成了常态。

“虽然没仔细统计过，但是不夸张地说，我们进行了上万次实验，失败、总结、调整方案，而后再进行实验。那段时间几乎每天都这样周而复始循环地工作着。”巩金龙回忆说。

在研发过程中，巩金龙团队还面临着来自美国和日本同行的激烈竞争。在这种压力和动力下，团队的科研人员每天都在和时间赛跑。

最终他们经过三年多的研究，实现了利用太阳能、氢能等绿色能源，在温和条件下进行二氧化碳的高效转化，建立了新型的“光电催化二氧化碳还原”“二氧化碳加氢还原”途径，打通了从二氧化碳到液体燃料和高附加值化学品的绿色转化通道，实现了将二氧化碳还原为甲醇和其他碳氢燃料的新突破。在转化过程中，其含碳产物的产率高达92.6%，其中

甲醇的选择性为 53.6%，达到世界领先水平。相关研究成果作为封面热点论文，在《德国应用化学》《能源与环境科学》等国际知名期刊上发表。

二氧化碳矿化效率为世界最高水平

在基础性研究走在前沿的同时，巩金龙团队也致力于二氧化碳矿化转化等实际应用方面的研究。巩金龙教授幽默地说：“我们的研究不能都这么高冷，也要接地气呀。”

这个“接地气”的研究就是针对目前二氧化碳转化过程经济性不佳的状况，通过“离子液体协同催化转化”“非碱性矿化利用”等措施，使用更高效的催化剂，制备出高附加值的聚碳酸酯和钛白粉等精细化学品，为二氧化碳矿化转化的产业化应用奠定基础。

巩金龙介绍，我国目前每年有 2000 万吨含钛、铝等成分的炼钢高炉渣无法得到利用。他们的技术可以在矿化固定二氧化碳的同时，高效回收钛、铝等金属元素，而矿化过程中得到的高纯度钛白粉可以应用于染料制作，实现了高炉渣的资源化充分利用。目前，这项技术的二氧化碳矿化效率达到了 200 公斤/吨（非碱性矿），为世界最高水平。如今，研究团队正在开展年处理 300 吨含钛高炉渣制备高纯度钛白粉的扩大试验。（陈曦）

新型光催化剂将二氧化碳高选择性变身能源

科技日报 2019.7.29

科技日报讯（记者吴长锋）记者从中国科学技术大学获悉，该校合肥微尺度物质科学国家研究中心孙永福教授、谢毅教授课题组设计了一种具有双金属活性位点的超薄纳米片催化剂，并实现了其对二氧化碳光还原产物高选择性。该成果日前发表在国际著名杂志《自然·能源》上。

过量排放的二氧化碳引发的温室效应，是当前影响人类可持续发展的重大问题。受植物光合作用的启发，科研工作者设计利用人工光合作用在自然环境条件下将二氧化碳催化转化为碳氢燃料，这不仅有助于降低空气中二氧化碳的浓度，而且还可以获得高附加值的碳基燃料。然而，二氧化碳还原产物种类的多样性，还原产物的还原电位相近等问题，使得还原产物的选择性无法得到有效控制。因此，将二氧化碳高选择性还原成甲烷仍是一个面临着巨大的挑战问题。

课题组设计构建了一种双金属位点型超薄纳米片以期实现精准调控二氧化碳还原产物的选择性。以制备的缺陷态 CuIn₅S₈ 超薄纳米片为例，理论模拟和原位红外光谱测试结果均证实低配位的铜和铟位点能够与二氧化碳分子作用生成高稳定的铜—碳—氧—铟中间体，而该中间体在同时断裂形成自由态的一氧化碳分子时，则需要克服很高的反应能垒；相比较而言，在该中间体的碳原子上加氢形成羟基中间体的反应则是放热反应、能够自发进行，从而使其更倾向于获得接近 100% 的甲烷选择性。光催化测试结果证实，含硫缺陷的 CuIn₅S₈ 超薄纳米片在可见光驱动下将二氧化碳还原为甲烷的选择性达到近 100%，并实现较高的产率。

生活垃圾分类要和后端利用结合起来

中国环境报 2019.7.26

根据有关统计结果，生活垃圾分类先行先试的46个重点城市中，80%以上的城市采取“四分法”，即有害垃圾、可回收物、厨余垃圾和其他垃圾。有25个城市明确了对个人和单位违规投放生活垃圾的处罚，尤其是上海市生活垃圾管理条例实施后，更进一步推动了生活垃圾分类工作的开展。

从当前来看，推动生活垃圾分类，无论是公众意识还是硬件设施都有很大欠缺，需要加紧补课，把整个体系完善起来。实际上，生活垃圾分类处置可分为分类投放、收集和转运及安全处置两个大的环节，分得开靠居民动手，是基础性工作；有序收集、转运和安全处置则有赖于公共服务体系和配套企业的建设，确保各类生活垃圾有合适的归宿，是根本目标。这两个环节相对独立又互相依存，特别是应依据各种生活垃圾的利用方式来确定如何开展前端的分类，两者对接顺畅，才能达到源头分得开、末端用得好的理想状态。

德国是垃圾分类做得较好的国家之一，其经验就是抓公众自觉分类和专业处理再利用回收垃圾两个关键。德国将生活垃圾分成5类，在后期处理阶段，企业通过不同车队专门运输各种垃圾到相应的处理厂，将有生产价值的原材料提取出来销售。据统计，德国垃圾回收的营业额占到全国经济产出的1.5%左右。

当前，不少居民因不清楚生活垃圾分类方法而感到困惑，一个原因是相关部门侧重于从理论上介绍垃圾分类方法，没有与后面的处置利用结合起来，使居民在具体操作时不知所措。实际上，“四分法”很好理解。一件垃圾产生了，采用排除法确定属于哪种类型。首先判断其是否有害，再分析其是否可回收利用，然后看是否是厨余垃圾，最后丢进其他垃圾桶内。4个类型垃圾桶的摆放顺序也出来了，即有害垃圾、可回收物、厨余垃圾和其他垃圾。有害垃圾的产生量相对少，需要送往危废处置中心封闭处置；可回收物的社会认知度较高，一般投放正确；对于厨余垃圾或者说湿垃圾，形象地讲就是日常饮食过程中产生的垃圾，具有水分和有机物含量高、易腐烂变臭等特点，可通过粉碎等前处理后，利用成熟技术将其资源化；其他垃圾一般焚烧发电了，这是消纳能力最强的垃圾处理技术，识别不清的都可丢进这个桶。检查居民生活垃圾分类效果，重点关注干湿分开，防止湿垃圾玷污其他垃圾，影响进一步分拣。

让群众支持生活垃圾分类，不能让大家在花花绿绿的分类图前犯怵，而是觉得分类有趣味易掌握。目前存在的主要矛盾，就是前端介绍得很详细，后端利用却很粗放，要把两者对应起来。有害垃圾和可回收物无疑分别自成体系，有模糊不清的垃圾，丢入其他垃圾桶中，高温焚烧肯定有效。湿垃圾和其他垃圾的区分，除了汤汤水水，其余既可发酵，也可被焚烧，两种资源化利用方式都可以，不必纠结哪种方式更优而唯一指定类别。总体上，厨余垃圾处理系统相对较弱，觉得不好生物降解的都可归到其他垃圾中焚烧掉。厨余垃圾处理产生

的残渣最后也是送去焚烧发电厂，具有兜底的地位。

分类后的生活垃圾用得好，最有潜力的是可回收物这个类别。应按合理的服务半径，分类建设金属、玻璃、再生纸等回收企业，实现这些物资的循环利用。当前，相应基础设施的缺口太大，导致分好的生活垃圾找不到出口，迫切需要加大投资，建设一批配套企业，真正使垃圾分类产生价值。

污水必须处理的观念已深入人心，生活垃圾处理其实是一样的。上下水是液态物质流，有多少供水就应有多少污水处理能力来闭环。生活垃圾是固态物质流，同样讲究产生与消纳能力平衡。大力提倡的前端分类提供了原材料，相应的承接产业要加紧对接，达到吃干榨尽的效果，从而维持城市生态系统的固态物质平衡。（殷明励）

四、太阳能

新材料可让太阳能集热器高效集热

中国科学报 2019.7.5

据新华社电 美国研究人员最新开发出一种性价比高的新型气凝胶材料，用于太阳能集热器可提高集热效率，使其温度保持在 220 摄氏度。

此前居家使用的屋顶集热器只能将水加热到 80 摄氏度左右，而使用新型气凝胶材料的集热器可将温度保持在 220 摄氏度，在住宅供暖和食品加工等领域具有广阔的应用前景。

太阳能集热器的原理是让更多的光照射在黑色吸热材料上并尽量避免热量散逸，通常的做法是在黑色吸热材料与一层玻璃间制造真空用于隔热，但制造成本较高。

麻省理工学院科研团队日前在《美国化学学会·纳米》杂志上报告，他们研制出这种几乎完全透明的新型轻质气凝胶，可在保证隔热性能的前提下，透射 95% 的入射阳光。而此前类似材料的透光率只有大约 70%。

气凝胶材料是一种含有二氧化硅颗粒的泡沫状材料。与传统气凝胶相比，新型气凝胶的颗粒间形成了更密集的孔隙，从而更大程度地减少光的散射，无需将光聚焦在某个点上，即可将集热器温度提高到 220 摄氏度。（周舟）

不用电 不联网

智能玻璃仅用光就能识别数字

科技日报 2019.7.10

科技日报纽约 7 月 8 日电（记者冯卫东）据最新一期《光子学研究》杂志报道，美国研究人员创造性地设计出一种“聪明”的玻璃，其仅利用光就能识别和区分图像，而且无需电力、传感器即可运行。

威斯康星大学麦迪逊分校电气和计算机工程系余宗福教授领导的团队，使用光学系统将

相机、传感器和深度神经网络的正常设置压缩成一块薄玻璃。在概念验证研究中，这种智能玻璃可区分出手写的单位数字，其动态性还足以实时检测到手写的3被改写为8。

智能玻璃的工作原理是，将不同大小和形状的气泡，以及石墨烯等小块吸光材料嵌入玻璃的特定位置。当手写数字反射的光波穿过玻璃时，它们以特定的方式被气泡和杂质弯曲，该弯曲过程将光聚焦到玻璃另一侧的10个特定点之一，具体取决于所呈现的数量。10个点分别对应数字0到9。余宗福将之描述为一把钥匙开一把锁。即使用不同的样式书写，玻璃也可以聚焦光以检测正确的数字。

设计玻璃以识别数字，类似于机器学习的训练过程，只不过训练的对象是模拟材料而不是数字代码。如果光没有通过玻璃聚焦在正确的点，研究团队会稍微调整杂质的大小和位置。经过数千次迭代，玻璃“学会”将光线弯曲到正确的位置。余宗福说，这些杂质基本上就像“人工神经元”。

余宗福指出，光传播的波动力学为模拟人工神经计算提供了新的方法。其优点是，计算是完全被动的，且为材料所固有，这意味着可识别图像的智能玻璃可使用数十万次。

目前，人们使用面部识别解锁手机时，人工智能都会占用大量的计算资源并消耗电力。未来，智能玻璃有可能被用作一种“生物识别锁”，一块玻璃只识别一个人的脸，从而大大提高手机的安全性。这种小巧、廉价的一次性智能产品，将能在能源、带宽和资金资源极其紧张的情况下运行。

不过，智能玻璃是否具有实用性仍有待深入研究，主要是因为智能玻璃尚缺乏在计算机处理器上运行、可用于多种不同任务的灵活性。

总编辑圈点

能识别数字的智能玻璃！真是个闻所未闻、大开脑洞的设计。我们以前没想到，玻璃这么简单的东西也可以被“培训”。想想也对：处理一些简单的任务，的确没必要引入像脑组织一样复杂的结构。除了能辨认形象的玻璃，还有能自动变形的液态金属……从近年的新发明也能看出，材料工程还有许多有趣的领域等待开掘。

“液态阳光”将在神州大地普照

中国科学报 2019.7.1

一、“液态阳光”的由来

今年3月19日，工信部、国家发改委、科技部、生态环境部、交通运输部、公安部等八部委联合发布了《关于在部分地区开展甲醇汽车推广应用的指导意见》（以下简称“《指导意见》”），正式将甲醇汽车提到汽车产业和消费市场的层面。这一天，将载入共和国发展的史册。

为了这一天，以原机械部老部长何光远为工信部甲醇汽车试点工作专家组组长，前后历时十几年的艰辛工作，从组织调研开始，经历了摸底验证、提出技术条件、编制试点实施方

案、专家审议评定、试点运营启动、技术数据采集、阶段测试检验、验收总结等不同阶段，在这背后，还有几十名院士多年研究并上书建言，还有一批企业家含辛茹苦、百折不挠的苦苦探索。

甲醇与“液态阳光”是什么关系？无独有偶，中国科学院成立了以院长白春礼院士为组长，李静海院士、张涛院士、施春风教授以及若干企业家组成的“液态阳光”专题组，对甲醇燃料进行了专题研究。施春风是国际知名学者，曾担任新加坡国立大学校长、沙特阿拉伯国王大学创始校长，哈佛大学和美国科学院曾联合为他举行生日宴会庆祝他的学术成就。他在担任沙特国王大学校长期间，沙特王室请他研究一个问题：在未来的某一天，如果沙特的油气资源用完了，取代油气的是什么？施春风用了十年时间、十亿美元研究，作出的回答是甲醇。

美国南加州大学的化学诺贝尔奖得主乔治·欧拉教授生前写了一本专著《甲醇经济》，被翻译成多种文字而流行于世界。

中国科学院液态阳光研究组认为，甲醇以其来源不同可以划分为5代：第一代，煤制甲醇；第二代，煤气或页岩气制甲醇；第三代，以极低排放或零排放技术用煤或气制甲醇；第四代，生物质制甲醇；第五代，以空气中的二氧化碳和取之于水的氢合成甲醇。后三代的甲醇可称为清洁甲醇，第四代、第五代甲醇可称为绿色甲醇。地球上的能源主要来自阳光，但“光阴似箭”难以捕获，如何把阳光变成随人们的意志可储存、可运输的液体，这便是甲醇。但是，长时间以来，甲醇在社会上已经被“妖魔化”，甲醇有毒的认识已经根深蒂固。为了破除甲醇有毒的“魔咒”，中国科学院研究组给清洁甲醇和绿色甲醇冠以一个富有诗意的名字“液态阳光”。以国际权威杂志《焦耳》在2018年9月发表的白春礼、张涛、李静海、施春风联合署名文章为标志，国际学术界和同行很快接受了这个来自中国的靓丽名字：液态阳光（Liquid Sunshine）。

二、“液态阳光”是中国成为世界强国的历史性机遇

自第一次工业革命以来，世界强国因能源兴而兴。英国在18世纪率先发现和开发利用了煤炭而成为世界强国。美国在19世纪率先发现和开发利用了石油并掌握了电力技术而成为世界强国。法国因率先发展了核电能源而保障了其相对独立的国际地位。

新能源的出现正在改变世界格局。“液态阳光”正是中国成为世界强国的历史机遇。

“液态阳光”即清洁甲醇和绿色甲醇，与其他能源相比，有其明显的优势，可归结为：“液态阳光”是清洁的煤、便宜的油、移动的电、筒装的气。

清洁的煤，与煤相比是清洁的：与煤相比，PM2.5减排80%，碳减排50%，氮氧化物、硫氧化物减排95%以上。

便宜的油，与油相比是便宜的：每吨标号汽油终端用户价在8000元左右，每吨甲醇终端用户价在2000~3000元。

移动的电，与电相比是可移动的：电的传输需要电网和变压器及充电装置，电的传输过

程要耗能，基础设施建设要投入，如果是热电，发电本身又产生巨大的排放和污染。

简装的气，与气相比其装备是简便的：液化天然气（LNG）的储存和运输需要高压和低温，需要特制的装备和设施，且有安全隐患。甲醇在常温、常压的条件下可储存和运输。

许多人会认为电池是清洁能源，实则不然。电池的制造过程严重污染环境和破坏环境，电池的充电电源可能是热电，而热电是高排放的化石能源，废旧电池的处理严重污染环境。电池在目前的技术条件下只是转移了污染，没有减少污染甚至加重了污染，可用于特定区域。

“液态阳光”对于中国还有特别意义，就是其在能源安全、经济、生态、社会和国际政治方面的意义。

1. 能源安全

2016年，我国原油净进口量约为3.76亿吨，石油净进口3.56亿吨，原油和石油对外依存度分别为65.5%和64.4%。能源消费总量达43.6亿吨标准煤，预计至2020年中国的能源消费总量将达到45.9亿吨标准煤。

我国具有“富煤贫油缺气”的能源资源禀赋。煤的广泛利用会对大气、水和土壤等造成污染，严重影响人民群众的健康水平和生活质量。在我国能源结构向低碳清洁能源转型的历史趋势下，预计煤在中国能源需求中的份额将从2015年的66%降至2035年的不到45%，利用可以大规模工业生产的清洁能源成为必然。我国经济发展的客观需求和既有的能源结构决定了我国既要保障能源供给又要确保能源安全，还要承担起世界大国碳减排的国际社会责任，可谓“时间紧、任务重、底子薄”。

在这样的历史时刻，以“液态阳光”部分替代传统燃油和煤炭，成为我国破解过度依赖煤炭和进口石油的能源困境、平抑国际市场油价、实现可持续发展的上上策，对保障我国能源安全具有难以估量的战略意义。

2. 经济效益

甲醇自身属性决定了甲醇的应用领域十分广泛，以甲醇燃料、甲醇烯烃产业为代表的一批战略性新兴产业将会蓬勃兴起，为经济发展带来新的经济增长点，甲醇的潜在经济市场极为庞大。我国目前甲醇化工市场需求约为5000万吨/年左右。据工信部发布的“十三五”规划，甲醇需求量年增长率为8.8%左右，还会有甲醇烯烃等化工装置陆续投产，整个甲醇烯烃上下游行业规模将达到万亿元规模。甲醇作为锅炉燃料、车用燃料、船用燃料等具有更为巨大的市场空间。据测算，甲醇燃料市场规模是甲醇化工市场的约9倍，即我国甲醇市场需求将近5亿吨/年，市场规模将超万亿元。同时，甲醇的最佳储运半径在500公里，为了承接北美、中东或澳洲的原料甲醇，我们应在我国沿海地区建立若干个储运中心。甲醇已经列入我国的大宗商品，其交易及其形成的指数交易，都将增添我国经济的活力。甲醇市场的充分开发将给我国带来极大的经济效益。

3. 生态效益

长期以来，中国粗放的经济增长方式不仅消耗了大量能源和资源，而且对生态环境造成

了巨大破坏。更严峻的形势是我国已是世界上二氧化碳排放量第一大国，温室气体排放面临巨大压力，节能减排任务艰巨。鉴于甲醇全生命周期污染和碳排放最低的优势，对扩大清洁能源供给、减少污染物排放、维护我国生态平衡、实现可持续发展、兑现巴黎协定实现碳减排承诺，具有不可替代的重要意义。

4. 社会效益

甲醇的利用将大力促进我国社会绿色发展，助推绿色能源、绿色交通、绿色金融，改进改善生产生活环境，提高人民健康水平，提升百姓生活质量，促进社会发展方式、生活方式的转变，促进产业转型升级，促进劳动力就业。包括肺癌在内的呼吸道疾病是中国的常见病、多见病，其主要的致病因素是空气污染，空气污染的主要原因是化石燃料的使用。空气污染或雾霾已经成为许多地区或城市决定人才去留的关键，北京市入冬后，许多人为了“躲霾”“逃霾”而去南方。

5. 国际政治效益

“液态阳光”是构建和发展人类命运共同体强有力的纽带和抓手。

大力发展“液态阳光”经济，以利用北美储量巨大的天然气资源为基础、以打造跨太平洋能源通道为契机，在为庞大的中国市场提供长期稳定的甲醇原料供应的同时，可以平衡中国与北美的贸易关系，成为稳定和协调中美、中加关系进而影响国际关系的一个重要政治砝码。

与沙特阿拉伯等中东国家携手发展“液态阳光”经济，开辟新的产业上游，保障原料供给源头。同时，对印度、越南等能源贫乏国家加大开发力度，引导他们成为我们的下游，逐步培养培育其对甲醇的依赖，促进命运共同体的形成。甲醇将强化“一带一路”沿线国家的能源格局，稳定中国与“一带一路”沿线国家的政治经贸关系。

三、“液态阳光”面临的困境

“液态阳光”是新生事物，“养在深闺人未识”。当前发展“液态阳光”经济，面临的困境主要表现在以下诸多方面。

对于甲醇的认知障碍和偏见，是大规模推行“液态阳光”经济的最大阻力。甲醇的毒性长期以来被诟病。甲醇毒性实际上比汽油低。人主要以呼吸蒸汽、误饮和皮肤接触吸收三种途径接触甲醇。其中，经口摄入最为危险。但就经口摄入致死量而言，甲醇（30ml ~ 100ml）比汽油（13ml）更高，或者说，比汽油更安全。在美国，甲醇生产的安全防护和汽油是同一等级。此外，甲醇不具有累积健康危害，而汽油为致癌物，可引起基因突变以及胎儿畸形。还有人认为，甲醇无色无味，不易降解，发生泄漏后后果严重，实际情况是甲醇可用作微生物的培养基。

甲醇有毒在中国流传甚广有一些偶然原因，其中，不法分子以甲醇“造酒”的山西假酒案是一典型案例，其阴影久久挥之不去。

除此以外，还主要存在以下几方面问题。

1. 未列入国家能源战略

因为缺乏对发展甲醇能源属性的共识，在我国《能源发展战略行动计划（2014～2020）》《能源发展“十三五”规划》《能源生产和消费革命战略（2016～2030）》等国家级发展规划中均没有明确支持。正是缺乏国家层面的战略，没有全国上下一盘棋的相应部署，导致即使是在多年多地试点后，甲醇产业发展仍然举步维艰。

2. 缺乏法规政策支持

一是甲醇长期以来被纳入化工原料管理，作为“危险化学品”，其难以进入能源领域。一些地区，把甲醇作为城管执法的重点打击对象。老百姓与政府玩“猫鼠游戏”，政府稽查时，老百姓把甲醇藏起来，政府走了，老百姓把甲醇用起来。对甲醇燃料的扶持不如其他能源。以甲醇汽车为例，有关扶持政策远远不及混合动力和电动车。

二是甲醇行业缺乏完整的生产和监管标准，监管的体制机制缺位。如：甲醇分子量小，具有一定的腐蚀性或侵蚀性，将纯甲醇作为车用燃料时，除了用于特种甲醇汽车，对普通汽车有什么要求；用甲醇与汽油混合的燃料，对添加剂有什么要求，需要按照哪些相应的技术标准。还有一些地区，如福建莆田市，对旧车进行甲醇燃料设备的改装，深受用户欢迎，但没有建立行业或国家的技术标准。由于国家没有甲醇燃料的生产、储存、运输、应用的国家标准，也没有对市场上甲醇燃料进行监管的机构，使得用户难以放心使用甲醇燃料，导致甲醇燃料不能在全国市场推广应用。国家应当针对甲醇的全产业链制定相应的法规政策和标准。

3. 关键核心技术需要突破

第三、四、五代甲醇生产技术尚需成熟和大规模商业化应用。在使用层面上，还需要进一步积累数据，以做改进和提升。

四、曙光在望

世界的能源结构正在变化，“液态阳光”将成为人类新世纪乃至新千年的能源。

中国是世界甲醇市场最大的国家，也是甲醇资源开发潜力和选择空间最大的国家，同时，中国的甲醇科技处在世界的同一起跑线上，因此，中国的取向将影响世界的走向。

我们应充分发挥社会主义制度的优越性，在党中央、国务院的领导下，积极采取以下措施。

1. 将“液态阳光”纳入国家能源战略，并尽快完善醇基燃料相关行业的法规、政策与技术标准

为实现“液态阳光”经济相关行业健康有序发展，引领相关行业实现跨越式发展，需要进一步完善醇基燃料行业政策，重新界定甲醇的产品分类，制定一系列的行业标准，包括甲醇锅炉国家标准、车用甲醇国家标准、船用甲醇国家标准、餐厨用甲醇国家标准等，建立相关技术和产品认证体系，加大标准实施推广力度。确保各项政策措施和标准的连贯统一，提高政策综合效力。

2. 合理布局生产、储存、配送、交易、应用全产业链

一是聚焦增量、整合存量，建设国内外甲醇生产基地。发展“液态阳光”经济，首先要解决甲醇原料供应的长期稳定，在天然气资源丰富的国内外地区建设千万吨级以上的甲醇生产基地。其次要合理布局甲醇的生产、储存、配送、应用全产业链。

二是中游布局，做大贸易，建设甲醇储运基地。在华东、华南、京津冀地区建设百万吨级甲醇储运基地，以支撑该区域甲醇下游产业的发展。利用甲醇储运基地，建设甲醇贸易平台，结合甲醇作为大宗商品所具有的金融属性开展期货贸易。

3. 构建资本链，抢占全球甲醇生产的制高点

抢占全球甲醇生产的制高点，调整我国的能源结构并重构全球能源格局。

对接资本、助推产业，建设“液态阳光”经济产业发展基金。整合社会资本资源，与国际知名投资机构及产业资本合作，共同发起成立产业发展基金，通过创新的技术成果与产业资本的对接，推动甲醇经济建设涉及重大技术开发、产业化项目建设、基地建设等的实施。

做好全球资本战略布局。通过国际并购，实现对全球甲醇产能的集中控制，增加对甲醇产业链的战略性控制和国内企业对甲醇产业链的话语权。在此基础上，增加全球甲醇贸易中使用人民币进行支付的力度，推进资本项下的人民币跨境流动，并带动其他行业更多使用人民币作为交易货币。

4. 突破关键核心技术，构建完整创新链

设立国家科技重大专项，建立国家实验室或在国家实验室中给予安排，以系统考虑国家能源结构和相关市场需求为基础，深入凝练研发方向，从多学科优势互补的角度形成合力、主导突破关键核心技术，形成从甲醇合成到甲醇广泛应用的全链条相关高技术的创新链和相应标准，完成在全球范围内的产业化的高技术布局，并通过资本纽带推动并实现技术产业化。

一是要推进全产业链甲醇相关技术研发，如超低排放合成技术、五代碳中性甲醇合成技术等关键材料和高效的制备研制，实现零碳乃至负碳的低成本甲醇合成。二是要推进甲醇应用装备创新，如甲醇燃料电池、甲醇高效锅炉、甲醇重型内燃机等。三是要推进甲醇标准规范创新，如建设试点区域的立体环境监测和监控体系，提出甲醇应用的使用和环境等甲醇应用标准规范。

5. 营造良好使用环境

一是加强宣传教育引导。开展形式多样的“液态阳光”经济宣传，加强新闻宣传、政策解读和教育普及，准确阐述“液态阳光”经济，把“清洁低碳、安全高效”的理念加以推广、弘扬。注重引导舆论，回应社会关切，传递有利于加快“液态阳光”经济发展的好声音和正能量，积极营造浓厚、持久的舆论环境。二是调整资源性产品价格形成机制。清理和取消对传统能源和资源性产品的各种显性或隐性补贴，制定合理税费，营造甲醇价格空间。三是积极培育甲醇经济增长源。充分发掘运用关键技术解决方案，建设完整的天然气化工产品产业链；推广与居民住行消费和家庭生活环境改善紧密结合的应用产品，打造甲醇汽车产业链、甲醇船舶产业链、甲醇锅炉产业链、甲醇专用厨房体系，增强群众使用的意识和

自觉性；适时推进甲醇轮船研制和运用，打造绿色海湾；适时开展甲醇储能运用，开辟我国电能过剩解决新途径。四是探索合理机制，团结各利益攸关方。对于各利益攸关方，要设计好参与和利益分配机制，团结各利益攸关方，减少推广应用的阻力。

6. 设立“液态阳光”经济示范区

选择一部分沿海城市和西部城市作为“液态阳光”经济示范区。

一是建设甲醇燃料重大应用示范工程，形成甲醇燃料锅炉、甲醇重载内燃机、甲醇燃气机、甲醇—氢燃料电池等应用的工程示范，推进关键技术研发和创新成果转化，并制定出甲醇应用的国家或行业系列标准，加快甲醇燃料综合利用的市场。

二是通过体制机制创新和政策先行先试，充分发挥示范区的综合资源优势，着力打造“液态阳光”产业园，建设大型仓储物流基地，建设大型甲醇贸易平台并编制甲醇交易指数，加快“液态阳光”产业集聚。

三是有效整合创新资源、科技服务资源、社会资本资源，实现产业链、创新链、资本链联动。注重技术创新、产业示范、科技服务、转化孵化的全产业链技术创新链与产业链的协同发展，通过体制机制探索和市场化运营，形成示范区内各平台间的紧密联动，建立国际一流的甲醇经济创新创业环境，并与示范区外的特色优势研发资源合作，形成网络化的创新与服务平台。

我们相信，“液态阳光”将在世界的东方、在中国的神州大地上冉冉升起，照耀和造福全人类。（吴乐斌）

书包里的光伏电站

中国电力报 2019.7.12

7月4日下午，国网江苏电力客户电费积分扶贫捐赠仪式，在青海省玛多县民族寄宿制学校举行。江苏6.3万用电客户爱心跨越2400公里送到青海藏区，该校900名藏区学生收到江苏电力客户用积分兑换购置的太阳能充电台灯。

青海玛多县地处三江源核心区域，海拔4300多米，地广人稀，牧民居住分散，是青海省乃至全国少数民族自治州中海拔最高、气候最恶劣、条件最艰苦的，是国家级扶贫工作重点县。

玛多县民族寄宿制学校五年级的学生曲桑卓玛说：“跟爸爸妈妈放牧的晚上，我也能看书了。”

据了解：每年暑假期间，该校的一些学生会随家长至野外流动放牧，夜间照明就成了难题。

曲桑卓玛口中的台灯，是当天由国网江苏省电力有限公司人员、电力客户捐赠代表从2400公里以外的江苏专程送过来的。900套被称为“书包里的光伏电站”的太阳能充电台灯送到该校学生手中。这套灯具只有巴掌大，学生们可以直接放进书包、随身携带。学生即

使在野外，也可以得到充足的夜间照明。

今年年初，国网江苏电科院客户服务中心在“国网江苏电力”微信公众号发起“书包里的光伏电站”公益项目，共有 6.34 万人参与，累计捐赠电费积分 3818 万分，折合人民币近 20 万元。

国网江苏电力营销部副主任仇新宇介绍，江苏的居民用电客户，通过线上渠道交电费每 1 元可获 1 个电费积分，每 200 积分可兑换 1 元等价商品或电费。

对于电力客户来说一个人积分或许并不多，但把每个人的积分聚集起来，就能发挥巨大作用。

淮安市盱眙县第一小学英语老师林巧是参与该项线上公益活动的国网江苏电力 6.34 万客户之一，作为代表也被邀请参加了当天的捐赠仪式。她说：“最初是朋友把这个活动的链接发给了我，看到积分还能做公益，我没多想就把自己的两千多分都捐了出去。很幸运能作为客户代表来到玛多，我觉得这件事特别有意义。”

据悉，此次“书包里的光伏电站”公益项目的开展，只是一个开始和尝试，国网江苏电力将继续倾力打造“电众筹”平台，让客户有一个献爱心的新通道，让爱心之光照遍贫困地区。（吴宁 姜青雪 梁德斌 彭浩）

同时产生清洁能源和清洁水源

边净水边发电的太阳能装置问世

科技日报 2019.7.11

科技日报北京 7 月 10 日电（记者张梦然）人类在获取清洁水源的同时往往要耗费电力资源，但如果能做到不浪费的同时还产生电力呢？发电厂是不是也可以从“用水者”变成“生产者”？英国《自然·通讯》杂志 9 日发表了一项工程学最新突破：一种可以一边净水一边发电的太阳能装置问世，该设备有望缓解干旱和半干旱地区能源及清洁水源短缺的问题。

全球对能源和清洁水源的需求不断上升，对可持续发展造成了一定的挑战。电力生产有时需要大量用水，净水厂反过来也要消耗电力资源。太阳光作为一种可持续、可再生的能源，能够同时为太阳能电池和净水装置供能。不过一直以来，这两种技术的能量和成本效率都有限。

而此次，沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学的研究团队开发出一种全新装置，其结合了现有的两种太阳能驱动技术——光伏和多级膜蒸馏，能够同时产生电力和清洁水。膜蒸馏是一种先进的太阳能驱动系统，只需相对较低的温度就能完成蒸馏和淡水收集。而研究团队设计了一种三级膜蒸馏组件，把它固定在光伏板背面，利用光伏板散出的热量进行蒸馏。

值得一提的是，整个装置的效率与一个商用太阳能电池相当，净水产量则超过大部分现有装置。

研究人员表示，将两种功能集中在一个装置中，可以提高能源效率。他们认为，最新问世的装置能让发电厂从“用水者”变成清洁水的“生产者”，有望在太阳辐射充足且淡水匮乏的地区实现废水再利用。

总编辑圈点

以最常见的火力发电站来说，无论是冷却用水还是锅炉蒸汽用水，都需要大量的水，甚至是净化水，这个过程无可避免的又要耗掉一定的电力。因此，能将净水和发电集中在一起的设备，才会被视为能源领域和工程学领域的双重突破。目前看来，这一技术的效率令人满意，如果成本也能控制在合理范围的话，其将成为沙漠干旱地区一个大有前途的新能源装置。

空气能成新能源研发应用“新宠”

中国能源报 2019.7.8

本报讯 继太阳能、风能之后，空气能正成为新能源研发和应用的“新宠”。

空气能，即空气中所蕴含的低品位热能，又称空气源，和水能、风能、太阳能、潮汐能等同属于清洁能源。根据相关统计，空气热能作为一种可再生能源，2002年国内总产值不到100万元，2014年产业规模突破70亿，预计到2020年产值将超过300亿元。

近年来，多种利用空气能热泵技术研发的产品开始走进公众视野，如空气能热泵热水器、空气能热泵采暖设备、空气能热泵烘干机等。

中国节能协会热泵专业委员会副秘书长赵恒谊曾表示，同太阳能光伏、光热设备一样，空气源热泵是可再生能源产品。当前空气源热泵一次能源利用率是燃煤锅炉的2倍，电锅炉的3倍。

随着技术研发地深入，空气能的应用领域也变得越来越广，如取代北方煤炭取暖，保护环境；研发空气能汽车，节省石油资源、减少废气排放。

据悉，正在研发中空气动力汽车能有效地解决汽车产业发展与环境污染的矛盾，符合国家对汽车产业节能和环保的要求。

业内人士介绍说，空气能热水器之所以体积较大，根本原因在于技术制约。空气能汽车若要实现商业化应用，同样也需要突破技术层面的重重难关。（郑彦）

中国一高校研发出太阳能 WIFI 无人机

广州日报 2019.7.15

据新华社电 提起无人机，你能想到什么功能？地处中国陕西省的西北工业大学研制出一款太阳能 WIFI 无人机，能为应急救援、野外科考等提供网络通信。经过上百次飞行试验，该无人机在低空领域的应用已基本成熟。

这款名为“魅影”的太阳能无人机是由西北工业大学航空学院团队历时10年研发而

成。从外观看，无人机机身贴满晶硅板，利用太阳能发电。机身展长 7 米，机长 1.2 米，侧身伸出两只可拆卸的“翅膀”，是一架固定翼无人机。飞机内部搭载 1 公斤重的特制路由器，与碳纤维机身合在一起，总重量不超 16 公斤。

提及研发这款无人机的初衷，西北工业大学航空学院教授、“魅影”项目团队带头人周洲告诉记者，2008 年中国汶川地震发生后，很多通信塔基站倒塌，手机信号中断，为救援带来巨大阻力。2009 年，“魅影”太阳能无人机团队正式成立，开始了漫漫“攻关路”。2015 年，“魅影”样机试飞成功，飞行至 500 米高空时，其信号覆盖面可以达到 300 平方公里，信号强度可以满足地震等自然灾害发生时的网络需求，可抗七级风力。

周洲解释道，“空中 WIFI 基站”相当于让路由器飞起来，“原理是把手机信号传输到小地面站，即一个手提电脑，再通过地面站传输到飞机路由器上。”

据“魅影”项目团队介绍，在中国黄土高原、青藏高原开展飞行试验时，该无人机最高续航时间可达 19 小时 34 分，是目前中国无人机续航时间的最高纪录保持者。

为了方便民用，“魅影”秉承着“拆装方便、一键自动”的理念。“设置好程序，就能自动去、自动回。”郭安说。

今年 4 月，“魅影”获得了第 47 届日内瓦国际发明展创新特别大奖及金奖两个奖项。该奖项自 1973 年创办，每年都在日内瓦举办，是全球历史最长、规模最大的发明展之一。

“接下来，我们想把它提升为通用无人机，可更换不同的载荷，比如红外相机、光学相机等，用于野外科考、野生动物保护、文物保护、智慧农业等多个领域。”周洲说。

柔性铜铟镓硒（CIGS）组件效率又创新高

2019.7.11

本报讯 已经被汉能收购的，总部在美国的 Miasolé 近日宣布，该公司生产的大面积柔性铜铟镓硒（flexible CIGS）组件转换效率又创新高，达到了 17.44%。这一效率已经被业内公认的专业测试机构德国弗劳恩霍夫实验室所证实，并已被收录于最新出版的权威光伏学术期刊《光伏进展》中。

这项最新突破的转换效率是在一块面积为 1.08 平方米的组件上实现的，组件则产于 Miasolé 在加利福尼亚州圣克拉拉生产线上。铜铟镓硒（CIGS）电池材料通过物理气相沉积工艺沉积在柔性衬底上，Miasolé 公司表示，这种工艺可以生产高效率，高产出的太阳能电池。

铜铟镓硒（CIGS）技术具有生产轻量，柔性组件的潜力，尽管多年来这种技术一直都仅仅是小批量商业化生产，但是近几年来，业内对该技术的兴趣有所提升，尤其是在亚洲，新增了几个 GW 的产能。

汉能 Miasolé 首席技术官 Atiye Bayman 表示：“这是我们专注提高薄膜太阳能技术转换效率，提供耐用、高效、柔性、轻便产品等研发工作所取得的成就。”（于超）

日媒报道：中国光伏厂商发起新技术攻势

参考消息 2019.7.18

【《日本经济新闻》网站7月17日报道】题：中国光伏面板厂商为生存发起技术攻势。在中国政府减少补贴、订单减少的背景下，中国的光伏面板厂商为生存下去再次发起攻势。为了增加发电量，全球最大光伏面板企业晶科能源等开发出利用面板双面发电的技术。中国企业凭借低价格从上个十年的后半期开始快速成长，但也接连有企业申请破产。在中国，光伏发电的优惠政策可能于近期停止。有声音担心如果需求出现减少，面板将再次陷入供给过剩。

在上海举行的全球最大光伏发电展会上，中国企业相继发布了提高面板输出功率的新技术。目前全球排名前十位的光伏面板企业中，中国企业占八家。中国企业的全球份额也高达七成。

以中国引入光伏发电的固定价格收购制度为契机，当地相继建立光伏发电设施，2017年全球光伏面板需求的五成以上集中在中国。有观点认为，电力固定价格收购制度最早将在2020年结束。为了在无优惠政策的情况下也能实现盈利，中国厂商正在加紧提高面板性能。

晶科能源副总裁钱晶在展会上强调，背面也能发电的面板今后将成为潮流。普通的光伏面板只有正面能发电，但晶科能源注意到地面的反射光，采用了面板背面也能发电的结构。据称发电量能够比以往产品增加5%至30%。

其他企业也采取了行动。世界第三大光伏面板厂商天合光能展出了能随太阳的运动而移动的追踪支架。面板早上朝东、中午朝上、傍晚朝西倾斜，从而提高发电效率。华为还展示了利用人工智能分析天气和地面的反射状态，进而精确控制支架的自主系统。

中国企业曾经追求通过大量生产形成规模优势，相继向市场投放低价面板。一举超越了市场份额曾经位居前列的日本和欧洲企业。

但2013年欧盟以中国企业非法低价销售产品为由，对中国产光伏面板征收反倾销税，风向急剧转变。曾排在全球首位的尚德电力申请破产。中型厂商也陷入困境，中国的可再生能源产业被指出现“泡沫破裂”。

中国厂商之所以积极开发技术，是为了今后在逆风环境下生存下去。中国厂商力争通过提高面板的效率降低发电成本，向非洲等新兴市场国家销售。此外，还力争在日本扩大市场份额。

从3.8%到24.2% 钙钛矿电池的十年之变

中国科学报 2019.7.15

转眼间2019年已经过半，对中国科学院化学研究所研究员宋延林来说，好消息还在不断涌现。从喷墨打印制备器件，到图案化光子晶体电池设计，再到柔性可穿戴钙钛矿电池应

用，他所从事的钙钛矿电池研究取得了一系列突破性进展。

近日，他带领的科研团队通过引入氟离子添加剂，印刷制备了一种新型导电高分子透明电极，并基于此成功制备了柔性钙钛矿太阳能电池（ 0.1cm^2 ）和模组（ 25cm^2 ），其光电转换效率突破 19% 和 10%。相关成果发表于《焦耳》。

“近年来，钙钛矿电池发展迅速，科学家的一系列发现解决了深层次科学技术问题，提升了转化效率，让我们不断向发展高效稳定的太阳能电池迈进。”回首钙钛矿电池的十年发展，宋延林为科学家取得的成就感到骄傲。

从液态到固态

中国科学院化学研究所博士胡笑添告诉《中国科学报》，进入中科院以来，研究钙钛矿电池的机理和制备工艺一直是他的中心课题。

据他介绍，钙钛矿电池中既没有钙元素，也没有钛元素，而是得名于其中的吸光层材料——一种钙钛矿型晶体结构。钙钛矿电池是以 ABX_3 钙钛矿晶体结构的半导体材料制备的太阳能电池，其中 A 通常为有机阳离子，B 为 Pb 离子，X 为卤素元素。由于制备工艺简单和成本低廉，对于科学家而言，钙钛矿电池是目前最有前景的光电技术之一，更是所属太阳能电池中的佼佼者。

2009 年，日本科学家 Tsutomu Miyasaka 率先将钙钛矿材料用于染料敏化太阳能电池作为吸光材料，采用 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 敏化 TiO_2 阳光极和液态 I^-/I_3^- 电解质获得了 3.8% 的光电转化效率。但是，这种材料不稳定，几分钟后即宣告失败。

2011 年，韩国成均馆大学 Nam - Gyu Park 课题组通过技术改进，将转化效率提高到了 6.5%。然而，由于仍然采用液态电解质，导致材料不稳定，几分钟后效率便削减了 80%。

“液态电解质的钙钛矿敏化太阳能电池存在一个致命的缺陷，即液态电解质会溶解或者分解钙钛矿材料，可使电池在几分钟内失效。”胡笑添说。

能否找到一种新的电解质材料？为此，科学家不断扩大视野，创新性地将固态电解质作为空穴传输层。2012 年牛津大学 Henry Snaith 和 Mike Lee 课题组引入了空穴传输材料 Spiro - OMeTA，实现了钙钛矿电池的固态化，转化效率接近 10%。同时，该器件显示出极好的稳定性：未封装器件存放 500 小时后光伏性能未明显衰减。至此，钙钛矿电池成为新的研究热点。

不断刷新世界纪录

在层出不穷的钙钛矿电池相关研究中，科学家发现，钙钛矿不仅吸光性好，还是不错的电荷运输材料。为此，他们不断对钙钛矿材料和结构进行改善，以提高钙钛矿电池的光电转换率。

2012 年，牛津大学 Henry Snaith 将电池中的 TiO_2 用铝材（ Al_2O_3 ）进行了代替，这样钙钛矿在电池片中就不仅是光的吸收层，也同样可作为传输电荷的半导体材料。由此，钙钛矿电池的转换效率一下攀升到 15%。

鉴于钙钛矿在太阳能电池中的应用和电池效率快速提升，2013年12月20日，钙钛矿入选美国《科学》2013年十大科学突破。

“钙钛矿材料便宜、易于制备，已经取得15%的光电转换效率。虽然比目前商业化的硅基太阳能电池效率低，但是钙钛矿型材料太阳能电池效率提升迅速，它和其它类型太阳能电池集成以后可以捕捉和转换更宽光谱范围的太阳光。”《科学》杂志如此解释入选理由。

2015年，中国、日本、瑞士合作制得大面积（工作面积超过 1cm^2 ）钙钛矿型太阳能电池，使其首次可以与其他类型太阳能电池在同一标准下比较性能，15%的能量转化效率得到国际权威机构认证。2016年，瑞士洛桑联邦理工学院 Michael Grätzel 教授课题组进一步将认证效率提高至19.6%。

几年来，这一数据不断攀升。2018年，中国科学院半导体研究所研究员游经碧课题组提出有机盐钝化钙钛矿表面缺陷的方法，先后研制出转换效率为23.3%、23.7%的钙钛矿太阳能电池，连续两次作为世界纪录被美国国家可再生能源实验室（NREL）发表的 Best Research Cell Efficiencies 收录。

近期，钙钛矿电池的光电转化效率又得到提升。中国科学院大连化学物理研究所研究员刘生忠告诉《中国科学报》，今年4月，韩国化学技术研究所（KRICT）科学家利用溶液旋涂法制备出一种新型钙钛矿材料，创造了24.2%钙钛矿电池效率的新纪录。

“钙钛矿电池效率提升如此迅速，这在光伏研究历史上是前所未有的。这反映出钙钛矿材料在光电领域的巨大潜力。如果最终实现大规模产业化，必将是一个颠覆性材料。”刘生忠说。

机遇与挑战并存

短短10年内，钙钛矿电池的光电转换效率已从最初的3.8%提高到了24.2%。然而，钙钛矿电池的商业化之路仍面临着巨大挑战。

在刘生忠看来，器件的稳定性是首要考验。“钙钛矿薄膜易于受到水分、氧气、紫外光照等因素影响而引起薄膜降解，从而导致电池性能逐步衰退，而这需要改进电池封装、钙钛矿结构维度下降、增加疏水层等。”

同时，规模化制造工艺也需提上议程。刘生忠介绍，目前高效率的钙钛矿电池均是小面积尺寸（小于 1cm^2 ），不利于商业化生产，因此想要让钙钛矿电池走出实验室需发展大面积的规模化制造技术。

谈及未来发展，胡笑添认为，钙钛矿电池有望取代硅基电池进行大面积并网发电和分布式发电。钙钛矿还可以实现柔性可穿戴和半透明贴附，应用在未来智能器件和智能建筑、汽车等领域。

这一想法已得到了验证。宋延林告诉《中国科学报》，课题组针对钙钛矿太阳能电池低温可溶液加工的特点，已发展了一系列柔性可穿戴钙钛矿太阳能电池。

“研究人员通过纳米组装—印刷方式制备蜂巢状纳米支架作为力学缓冲层和光学谐振

腔，从而显著提高了柔性钙钛矿太阳能电池的光电转换效率和力学稳定性。同时，引入两亲性弹性结晶基质到钙钛矿前驱体溶液中，以解决钙钛矿晶体薄膜的脆性问题，实现了可穿戴模组。”宋延林说。

在他看来，钙钛矿相比传统硅基电池的应用更为广泛。虽然短时间内取代硅基电池进行规模发电还不太容易，但柔性和半透明等新应用方式可以扬长避短发挥钙钛矿电池的优点，有望最早进入人们的日常生活中。（程唯珈）

迎夏峰 为快速巡检插上“翅膀”

萨纳斯无人机巡检实现光伏智慧运维

中国电力报电气周刊 2019.7.25

夏季用电高峰将至，各个光伏电站的发电高峰也同时到来。“俗话说‘天道酬勤’，想在高峰季里将电站收益最大化，离不开认真细致的运维工作，当然也包括全面到位的巡检工作。特别是随着气温抖升，给全面巡检更增添了难度。”青岛萨纳斯新能源科技有限公司（简称“萨纳斯”）总经理耿文强指出。

面对高温带来的巡检难，近日，萨纳斯开启了一次覆盖全站的保发电、除隐患巡检工作，并利用了目前极为高效的无人机作为巡检工具，辅助数据管理分析，效果尽显。

“近几年，无人机的工业化应用呈现出了爆发趋势。在光伏运维领域，采用观测并进行数据采集的无人机进行光伏区快速巡检逐步成为了更优选择。通过专用无人机设施的巡查捕捉，快速定位问题区域及问题点，极大提高了巡检效率，降低了巡查难度。”耿文强说。

新技术加持，智慧运维上台阶

众所周知，萨纳斯智慧化运维的实现，依托于高素质服务团队和高质量的技术平台的结合，对于业界最新的技术手段也始终以开放的姿态积极消化利用。无人机巡检是萨纳斯在积极采用并逐步扩展到全体电站的新型运维手段之一。

据耿文强介绍，此轮采用无人机进行巡检的电站中，也包括了像河津站这样地势较为复杂的电站，光伏板分布零散，垂直海拔变化大。采用无人机巡检不仅降低了该站运维人员在山地巡检可能面对的危险性，也解决了某些崎岖难达的区域如何进行观察检测的难题。

从巡检工具变化的角度来说，光伏巡检无人机在近几年取得了巨大的进步，传感精度和画面的实时回传大幅提升，具备了替代传统巡检的硬实力。同时，得益于工具特性，巡检的效率指数级提升，可以一天完成原本需要多人数周才能完成的巡检，极大降低了人力要求，减少了主观性偏差，巡检更加智能化。

对于萨纳斯自身而言，运用数字化手段实现电站管理已经是日常，对数据和技术的理解运用更为深刻。接入无人机巡检后，萨纳斯通过设备监测数据与萨纳斯智能集控平台的数据交互，能够更加准确的定位故障位置，判断故障程度，制定更加有效的排障措施，这被耿文强称之为萨纳斯的“独家秘笈”。

做好每个环节，追求最优成效

第一个环节——巡检规划。据了解，萨纳斯下辖管理的电站包括普通集中式、山地集中式以及工商业分布式等多种类型，对应也需采用不同的无人机机型。像是市内工商业分布式还需要考虑是否涉及净空区飞行申请等情况。在进行全面巡检前，需设定巡检覆盖的设施类型以及大小范围，需要调配的人员等，选择合适的气候开展，规划合理，按照计划流程依次进行。

虽然无人机巡检仅需一名人员即可，但对人员的操作能力是有一定要求的。萨纳斯的运维人员均经过专业飞行培训，对设备性能及整体工作了如指掌，这是进行有效巡检操作的前提。

第二个环节——飞行操作。耿文强指出，无人机巡检并不是简简单单的“飞上天去拍个照”，需要综合各场站情况来做针对性观测。萨纳斯运维人员采用的飞行巡检策略是根据智能集控平台的数据结果进行规划的。例如通过数据分析发现，该站存在较多的草木遮挡情况，则在全覆盖成像巡检之外，划定常见遮挡区域进行二次复飞，近距离细致捕捉。

除此之外，进行无人机巡检操作的运维人员要对系统预警但难以确认的问题进行人工观测。如平台数据显示某组串存在低电流情况，在整体成像无法判定故障时，需借助无人机人工远程观测来初步判定，并做信息记录，减少后期工作负担。

第三个环节——数据管理。一些较先进的智能机型自动化程度比较高，可以全自动的对立体巡航的结果进行数据整理并给出巡检数据报告，对全站情况给出合理化维护建议等。为了最大化数据价值，萨纳斯在选定巡检设备时，预先要求与萨纳斯智能光伏管控系统进行数据开放，不依赖于无人机设备的单一报告，而是将飞行巡检数据与系统后台数据进行交叉管理，综合比对，提高巡检判定准确率。

耿文强认为，数据管理与无人机巡检这样形式的巡检方式和数字化的电站运维一样，是不可忽视的行业趋势。走在数字运维前沿的萨纳斯，也希望能够以自身的工作帮助行业整体进步，成为平价上网与行业革新的领头羊。（简悦）

五、地热

山东发现干热岩富存区

中国能源报 2019.7.15

本报讯 由山东省煤田地质局获悉第一勘探队承担的“沂沭断裂带以东地区干热岩调查、研究与预测”项目日前通过验收。这个项目在日照市莒县、五莲县一带和威海市文登区发现干热岩富存区，资源量折合标准煤总计超过 187.79 亿吨。

据了解，山东发现的干热岩富存区，1 号、2 号、4 号位于日照市莒县、五莲县一带，总面积约 1300 平方公里；3 号位于威海市文登区，面积约 200 平方公里。资源赋存量折合标准煤分别为 43.54 亿吨、61.15 亿吨、33.75 亿吨、49.35 亿吨。

干热岩是一种新兴地热能源，埋藏于地下 3 千米到 10 千米处，温度高于 180℃，是一种不受季节、气候制约，广泛应用于发电、供暖、强化石油开采等领域的可再生资源，其采

热的关键技术是在不渗透的干热岩体内形成热交换系统，利用之后的温水通过回灌井注入干热岩中，从而达到循环利用的目的。

山东省煤田地质局有关负责人介绍，可再生且无污染的干热岩凭着储量丰富、分布均匀、输出稳定的特性得到研究者的青睐。目前水热型地热能的储量十分有限，在能源结构中所占比例较小，干热岩未来替代化石能源的潜力非常大。（王阳）

六、海洋能

二元石墨烯结构：编织结实高效的海水淡化膜

中国科学报 2019.7.4

理论计算证明，石墨烯可以应用于海水淡化，制成的单层纳米孔二维薄膜相比传统海水淡化膜具有超高的选择性分离效率。然而，大面积石墨烯内部存在的晶界会降低石墨烯的机械性能，引入纳米孔的过程将会进一步降低机械性能，导致分离薄膜容易发生局部破裂，极大地降低分离效率和分离选择性。

如何能够将薄膜大面积化并维持优异的分离效率呢？

日前，武汉大学/湖南大学袁荃和美国加州大学洛杉矶分校段镶锋等人在《科学》上发表文章，介绍了该课题组制作的石墨烯纳米筛和碳纳米管相结合的二元结构石墨烯薄膜，该薄膜兼具前者的选择性分离效率和后者的强度优势。

“嫁接”碳纳米管

袁荃告诉《中国科学报》，单原子层厚的纳米多孔二维材料具有最小的水传输阻力和最大的水渗透流量，是构建超薄高效海水淡化膜的理想材料。

然而，将超薄二维材料应用于实际海水淡化面临着两大难题。首先是如何制备具有优异机械强度和柔性的大面积无裂缝的纳米孔二维薄膜；其次是如何在薄膜内部引入高密度均一孔径分布的亚纳米孔，实现水分子的高效选择性通过和盐离子/有机分子的有效截留。

对于第一个难题，袁荃从之前的一些研究工作中了解到，碳纳米管具有优异的机械性能，并且与石墨烯的结构类似，两者之间可以通过 $\pi - \pi$ 键和范德华力相互作用。由碳纳米管搭接形成的碳纳米管薄膜是一种多孔的网络结构（平均孔径 300 纳米）的薄膜，不仅可以与石墨烯的结构完美匹配，也不会影响水渗透率。

因此，袁荃团队想到将纳米孔石墨烯与碳纳米管结合起来弥补前者的缺陷。

纳米钻孔

文章共同一作杨雁冰博士介绍到，他们先在铜箔上生长出一层单层石墨烯，再在上面的一些区域覆盖相互连通的碳纳米管网络，将铜箔溶蚀掉之后就得到了一张碳纳米管支撑的石墨烯薄膜。

为取得高密度均一孔径分布的亚纳米孔，他们在石墨烯表面生长了一层均一孔径分布的

介孔氧化硅（平均孔径 2 纳米）作为掩模板，用氧等离子体刻蚀去掉介孔氧化硅孔径内的石墨烯。氧等离子体刻蚀时间越长，刻蚀掉的石墨烯越多，石墨烯的孔径也就越大，这样就可以通过调控氧等离子体刻蚀的时间来调控石墨烯纳米筛的孔径。当刻蚀时间控制在 10 秒时，孔径为 0.63 纳米，可以有效允许直径 0.32 纳米的水分子通过并阻挡直径 0.7 纳米的盐离子。

这种薄膜可以不经聚合物支撑悬空、弯曲、拉张而不产生明显裂缝，测试和计算结果显示，新的薄膜能承受 380.6MPa 应力，杨氏模量达到 9.7GPa，这 3 倍于碳纳米管薄膜，相当于纳米孔石墨烯薄膜 2.4 倍的拉伸刚度和 10000 倍的弯曲刚度。

于是，他们做出了一张又大又强韧的石墨烯介孔薄膜。它的过滤性能又如何呢？

文章共同一作杨向东博士介绍，10 秒刻蚀的石墨烯纳米筛/碳纳米管薄膜渗透率可以达到 20.6 升每平米每小时每大气压，24 小时渗透之后盐离子截留率大于 97%。相对商用的三乙酸纤维素淡化膜，新型石墨烯纳米筛/碳纳米管薄膜的水渗透率提高了 100 倍，抗污染能力更强，而且由于不受内部浓差极化效应制约，薄膜在高浓度盐环境下仍然可以保持较高的水渗透率。

进击中的石墨烯海水淡化膜

杨雁冰告诉记者，目前的石墨烯海水淡化膜分为两类，一类是以麻省理工学院教授 Rohit Karnik 团队为代表所研究的单原子层厚的纳米多孔薄膜。但是，单原子层厚的石墨烯机械强度较弱，所以实验研究中用到的石墨烯都用了聚合物膜支撑，并且直接通过高能电子束轰击或氧等离子体刻蚀在石墨烯内部引入亚纳米孔，孔径分布范围较广，极大地降低了分离效率，所以无法应用于实际。

另外一类是诺贝尔物理学奖得主、曼彻斯特大学教授 Andre Geim 团队研究的氧化石墨烯膜。氧化石墨烯容易量产，但是氧化石墨烯膜浸润在溶液中之后，氧化石墨烯片层之间会吸水扩大层间距，降低了海水淡化效率，因此现有的研究工作主要集中于如何控制氧化石墨烯片层之间的层间距。

袁荃等这次制成的新型石墨烯纳米筛/碳纳米管薄膜不需要聚合物支撑就结实耐用，并兼具多种渗透效率优点，为石墨烯应用于海水淡化打开了一条新的思路。若解决量产问题，未来人们或将能喝上“石墨烯淡化水”（池涵）

中科院广州能源所

研建首台半潜式波浪能养殖平台“澎湖号”

中国科学报 2019.7.5

本报讯 6 月 30 日，半潜式波浪能养殖网箱“澎湖号”交付暨战略合作协议签订仪式在深圳举行。据悉，“澎湖号”的成功交付，标志着该新型深远海养殖网箱平台技术已从关键技术研究进入实海况装备应用示范阶段。

据了解，为解决我国传统养殖网箱抗风浪能力差、能源供给困难、无法搭载现代化养殖设备等问题，中国科学院广州能源研究所基于数十年海洋波浪能开发及实海况运行经验，成功研发出半潜式波浪能养殖旅游平台。该平台将半潜式波浪能发电、深水养殖、养殖工船等多项技术有机集成，由绿色能源支持。

据悉，该技术目前已获得中国、欧盟、日本发明专利授权，“澎湖号”图纸也获得法国船级社认证，首台样机建造已完成，后期将开展实海况应用示范。

仪式上，招商局工业集团及下属深圳重工、蛇口友联船厂分别与中科院广州能源所签订了《深化战略合作框架协议》《新型号半潜式波浪能发电、养殖、旅游综合平台联合开发及应用推广合作协议》《“澎湖号”交付确认书》；广东大麟洋海洋生物公司与中科院广州能源所签订了《半潜式波浪能发电、养殖、旅游综合平台应用推广合作协议》。

中科院广州能源所所长马隆龙表示，该所后期将联合招商工业等相关单位，深入开展该技术的工程化、系列化、规模化研发工作，努力培育深远海养殖装备新兴产业，助力我国海洋经济建设。（朱汉斌 乐婉珍 郑望舒）

飓风过后如何迅速复电？海洋移动发电装置可帮忙！

中国电力报 2019.7.6

当飓风来临时，造成的电力损失是救援人员最关心的问题之一。持续一周甚至更长的停电时间会严重阻碍灾后恢复工作，导致医院无法正常运转，威胁公共卫生，交通秩序无法维护。2017年的飓风季过去之后，波多黎各用了一个月恢复电力，这使人们开始寻找新的方法，希望尽快恢复受影响的电网。

美国物理协会出版的《可再生和可持续能源》杂志描述了一项新的工作，旨在制定一项战略，以确定利用海浪能量的浮动装置来提供应急援助。约翰霍普金斯大学的一名研究人员正在研究这种供电方案，既有可能提供一种优化恢复电力工作的方案，又针对国际社会目前在灾区进行救援的方法提出了疑问。

研究人员乌梅什·库尔德发现，稳定的基础设施线性改善可能是最快让受影响地区恢复电力的方法。他说，海上移动发电平台可以快速被带到这些地点，以便更快地恢复受影响地区的能源。

库尔德使用变分法发现，如果海洋移动发电装置能够成为现实，通过多个波浪能源装置与海岸上的设施临时连接成菊花链，可以实现更快的恢复电力途径。“现在的问题是，所有关于‘抢时间’的功能要求中，什么功能可以获得足够电力，以最大限度地缩短重新启动岛屿电网所需的总时间？”当飓风来临时，一个地区的电网损坏促使国家电网其他区域投入电力。波多黎各等岛屿相对较小、孤立的电网可能无法接入附近正常运行的电网。

库尔德说：“在很多情况下，我们看到的是没有足够的备用电力来恢复供电，我们也许只需要足够的电力来‘黑启动’电网。”

到目前为止，库尔德计算出的优势仍然是一个暂定计划，正在等待正确技术的可用性实践。世界各地已经有一些波浪发电项目，但这些发电机的移动能力不足，无法在飓风过后迅速布点灾区。

库尔德希望他的论文能够帮助研究人员在更广泛的范围内改进波浪发电技术，可以用于沿海灾区对电力的迫切需求。

七、氢能

以甲醇为原料 水氢机拉开产业化序幕

——刘科院士谈甲醇经济与氢燃料电池

科技日报 2019.7.3

澳大利亚国家工程院外籍院士、南方科技大学清洁能源研究院院长刘科博士，和几位专家、院士走进了刚刚落户东莞的国际欧亚科学院中国科学中心“大湾区水氢科学院”。这家刚刚揭牌的“大湾区水氢科学院”，就落户在位于东莞樟木头镇的“广东合即得能源科技有限公司”。

刘科俯下身去认真看了合即得公司研发生产的“水氢机”，这是一台利用甲醇和水通过催化重整制氢，然后通过燃料电池发电的机器。所以在几年前的称呼还是“醇氢机”，命名“水氢机”还是在2016年合即得注册了全系列的“水氢”商标之后，其中原因且待后叙。

刘科十几年前就在美国研发氢能燃料电池。从美国回国前任GE全球研发中心首席科学家，在UTC等著名跨国公司任职，曾担任总部在丹麦哥本哈根的国际著名催化剂公司Topsoe公司副总裁。回国后，先后任北京低碳清洁能源研究所副所长兼首席技术官、神华研究院副院长，现在深圳南方科技大学任职。2013年获得第30届国际匹茨堡煤炭转化创新年度奖，领导了全球第一套车载汽油制氢装置用于驱动燃料电池汽车研发和示范，曾连续3年（2002—2004）任由国际氢能协会及美国化工学会（AIChE）共同组织的氢能与燃料电池峰会的主席，主持了第一个商业化的微量元素矿物质（微矿）分离装置、第一台燃烧100%甲醇的柴油机等多个大型项目研发。面对“水氢机”（他更希望叫醇氢机），刘科可谓“内行看门道”，因为他亲自参与和见证了美国等发达国家在氢能上花巨资走过的路，成功和失败的经验教训兼有。

他看了电脑机箱大小，为电动车充电的“车电宝”；看了为通信基站提供电源的供电系统；看了可以组合成电站的发电模块；特别是看了装在汽车上甲醇制氢通过氢燃料电池为电动车供电系统，并详细询问了有关技术指标……

刘科告诉记者，十几年前，他在UTC工作时，当时UTC、尼桑和壳牌石油三大跨国公司合作，希望开发全球第一辆汽油在线转化制氢驱动的燃料电池汽车。他作为这一项目的系统总监，带领来自上述3家跨国公司的工程师团队，耗资上亿美元，做出了全球第一辆

“车载汽油制氢的燃料电池汽车”。车上加的还是汽油，在车上用汽油和空气中的氧及燃料电池释放出的水蒸气反应来制氢，用氢气推动燃料电池。这一项目的成功，在2003年是当时美国行业界的一大新闻。他说，汽油在线转化制氢难度要比甲醇在线重整制氢难多了，为什么？汽油中有硫。另外，汽油转化温度要850摄氏度，甲醇300多摄氏度，而且甲醇中没有硫。甲醇比汽油干净得多。汽油在线转化制氢的技术，我们十几年前就做成了，甲醇在线转化制氢没有理由做不成；但那时为什么立项时不用甲醇？因为“页岩气革命”没有发生，天然气太贵导致甲醇的成本太高。在合即得公司，刘科看到了他提倡已久的甲醇制氢发电技术路线的完整系列产品。

他说，这将是氢能应用“最靠谱”的方向。刘科紧紧地握住了“水氢机”研发者向华的手！这大概是甲醇制氢发电技术路线发展历程中，值得记录的一握！记者向刘科问道，当前我国乃至世界流行的大规模制氢，通过加氢站或者其他管道，将氢气压缩到高压汽车储氢罐的技术路线前景如何？

刘科对此问题显然思考已久，他说，一是加氢站的氢气，是经过700公斤的压缩气体。因为氢气是世界上体积能量密度最低的物质，它只有靠压缩才能提高能量密度。但是请记住700公斤的压缩是什么概念？汽车轮胎的压力才5—6公斤。工业生产煤制油需要氢气，氢气容器需要十几厘米厚的钢板。对车载的储氢罐，因钢材太重，只好用碳纤维。但是现在碳纤维价格较高，并且在压缩氢气的过程中，本身就损耗很多的能量，使用成本高是全球业界的共识。另外，氢气是世界上爆炸范围最广（4%—73%）的气体。低于4%是安全的，高于73%只着火不爆炸，4%到73%就算遇火星也爆炸。因此在大量汽车停在地下停车库这种封闭空间里的城市，罐装氢气不适合作为大众广泛使用的能源。在露天空间里，氢气泄漏问题不大，一旦泄漏就冲上天。他们在美国做过实验，一辆氢燃料电池汽车停在那里，拿超强步枪远距离一枪把氢气瓶打通，一条火龙直冲上天，驾驶室温度不是瞬间升高，驾驶员和乘客有足够的时间逃离；但在封闭空间里，氢气是爆炸范围最广，扩散最快的气体。地下车库里，一辆罐装氢车一旦泄漏，达到4%以后，一打电火花车就爆了，如果地库里有许多氢罐汽车，整个楼就会毁掉。有人说罐是安全的，但从氢罐传输到燃料电池中间总有连接点，哪个连接处一旦泄漏，就会有灭顶之灾。最近韩国的储氢罐爆炸、挪威的加氢站爆炸，都是这些原因。氢气又是最小的分子，是最容易泄漏的气体。这么多年来大部分炼油厂的火灾，也是源于氢气泄漏。所以，刘科建议立法不能让罐氢汽车停在地下车库。再就是建设加氢站的困难。刘科在美国是能源部加氢站的项目负责人，美国加氢站在设计的时候，要求有个安全距离，它要求在一定的范围内不能有居民楼。他们在深圳做了一个估算，如果在深圳建一个每天供300辆车的加氢站，按照今天的安全标准，加氢站约需要8亩地，在深圳一亩地1亿元，8亿元建个加氢站，这辈子地价都还不完。如果在半个小时车程以外郊区建个加氢站，加氢来回一个小时，车就没人买了。

美国的氢能和燃料电池技术发展，从上世纪90年代开始到现在烧了不下几百亿美元，

也没有解决好这些问题。所以现在中国处在氢能很热的时候，一方面到处在烧钱，一方面还没有把整个氢能的系统工程想透，容易在产业发展的战略方向上出现偏差。

记者又问刘科，既然您认为甲醇是最好的制氢原料，那么甲醇的成本和来源可靠吗？

刘科说，甲醇是目前世界上最好的制氢材料，这得益于世界的“页岩气革命”。10年前，美国的天然气最高到17美元每百万英热单位。而且当时全世界都慌了，说这个世界没有天然气怎么办？结果“页岩气革命”来了，到2010年世界突然发现了200年用不完的天然气，美国的天然气价格从17美元每百万英热单位狂跌到1.5美元每百万英热单位，现在平衡到2.5—3美元左右。就是“一个页岩气革命”，也使得油价从140美元狂跌到最后约35美元，最近到50—65美元之间波动。

天然气是制备甲醇最好的原料，比煤制甲醇更便宜，那就意味着全世界还有200年用不完的甲醇。就把天然气转化成甲醇，甲醇只有1吨750元的成本。另外从运输来讲，固体（如煤）、气体都不可取。液体燃料永远是人类交通运输能源的首选，因为液体燃料，如汽油或甲醇，在陆上可以管路输送，跨海输送成本很低（是价格的1%左右），而且可以在储罐里长期储存。

谈到这里，向华博士兴奋地插话：“刘院士谈的这两点，这也就是我改名‘水氢机’的一个重要原因，就是要明确区别罐氢的技术路线。”向华当时就提出愿意与刘科院士的团队合作，进一步完善改进甲醇在线制氢驱动燃料电池的技术在各个领域的应用。

最近，国家相关部委发文，把甲醇作为清洁能源的主要方向。

以甲醇为原料的水氢机已经悄然拉开了产业化的序幕。

有了刘科院士和国际欧亚科学院的专家和院士的力挺支持，中国氢能源产业化的第一缕曙光，将从这里升起。（龙跃梅 叶青）

继“弃风”“弃光”之后，生产端和使用端分离或致“弃氢”出现

甲醇制氢：能否实现氢能“即制即用”

中国能源报 2019.7.22

目前“小众”的甲醇制氢，希望借助“即制即用”的优势成为“离用户最近的氢”，从而在源头上杜绝潜在“弃氢”风险，但作为非主流技术路线，甲醇制氢面临着装备制造、配套技术不完善等问题。其转换环节多而带来的能量损失也饱受诟病。

“在氢气的生产制备领域，我国已经有了相对完备的产业链，相关技术已经日趋成熟，氢气制取环节并不是我们关注的重点，我们把主要力量都集中在了燃料电池技术上。”这是国内布局氢能的大型能源企业中常见的规划思路。

“国内的制氢行业成熟吗？我们恰恰认为制约氢能发展的痛点就在这里。我们习惯的是以煤制氢为代表的大规模制氢，但这样制出来的氢气离用户太远了。”这种对常规制氢路线的质疑之声来自甲醇制氢领域。

甲醇制氢的优势在哪？它是否能真正解决化石能源大规模制氢的痛点？

大规模制氢远离消费侧隐形成本高存在“弃氢”风险

“就像此前我们大规模开发太阳能和风电一样，产新能源的地方缺少用电负荷，因此就一度出现了大量的弃风、弃光。如果氢能的发展不能引以为戒，未来也可能出现‘弃氢’。”广东合即得能源科技有限公司董事长向华认为，目前国内普遍使用的煤制氢、天然气制氢等大规模制氢方式，在如何用氢上存在着巨大的隐性成本。“大规模制氢技术本身可能相对成熟，但生产端的氢和消费端的氢却是两个概念。”

“单就运费而言，每公斤氢气从制备完成到最终送达消费者，其中的运输成本在 25 元以上。”向华指出，运费成本在氢气销售价格中占比已经很高。

不仅如此，澳大利亚国家工程院外籍院士、南方科技大学清洁能源研究院院长刘科强调，从生产端到消费端的运输环节，氢气的安全隐患更不容忽视。“氢气是分子最小、最容易泄漏的气体，近百年来，世界上许多炼油厂的安全事故起因都是氢气泄漏。当空气中氢气含量在 4%—73% 之间，就会引起爆炸。露天环境相对安全，但如果在地下车库发生泄漏爆炸，可能导致毁灭性后果。”

“甲醇制氢就是甲醇和水通过催化重整制氢，然后通过燃料电池发电。在车用场景下，简单说就是一边把液体甲醇加进去，另一边就可以直接转换成氢能，然后发电驱动汽车。”向华强调，同常规的大规模制氢相比，甲醇制氢省去了氢气的储存和运输环节，属于微型制氢装置，离消费者最近，即制即用。

转化环节越多能量损失越大但最终要比较全过程综合效率

“其实我们在进军氢能领域的时候做过长时间的市场调研和论证，煤制氢、天然气制氢、可再生能源制氢、电解水制氢以及甲醇制氢，这些路线我们都有了解，就甲醇制氢而言，我们并不认为这是最优解。一方面，与煤制氢相比，甲醇制氢并非主流，这就意味着在相应的装备制造、配套技术等方面可能并不如主流技术路线完善；另一方面，就车用而言，甲醇本身就可以作为动力来源，如果再通过一个制氢环节，转换多了一步，能量一定就会有损失。”国内某涉足氢能开发利用的大型能源企业相关负责人向记者道出了所在公司并未选择甲醇制氢的主要原因。

“环节一多，效率肯定有所降低，这也是我长期思考过的问题。”对于质疑的声音，向华直言不讳，“我们还是要看综合效率，比如煤制氢、天然气制氢的过程中，煤炭、天然气要运输，而甲醇作为液体燃料，它的运输要比固态和气态运输更加便捷、经济。综合权衡，甲醇制氢是在制造过程中能量有所损耗，而其他方式则是在运输环节损耗。”

“甲醇制氢过程中有能量损耗，但其他制氢方式同样有损耗。”刘科指出，加氢站中的氢气要经过压缩才能提高能量密度，压缩后用于存储氢气的容器也需要采用价格高昂的碳纤维制成。“这一系列过程中本身就存在很多能量损耗。”

在车用场景下直接利用甲醇燃料或更现实

“现阶段，我们如果发展氢能，甲醇制氢可以即制即用，从安全性、实用性角度来说是个不错的选择。”但具体到车用动力上，刘科指出，现阶段，直接利用甲醇驱动或许是更为合理的选择。

“甲醇在汽油机中采用点燃方式是可以使用的，虽然效率有限，但我们通过一定的技术手段让甲醇可以采用压燃方式在柴油机中使用，那么效率就会有很大提升。目前，美日系汽油车平均每加仑汽油可以续航 32 英里，但欧系的柴油车每加仑柴油可以跑 81 英里。”

此外，刘科指出，甲醇作为液体燃料，可以充分利用现有的燃油基础设施。“在甲醇内燃机车一步步发展的过程中，相应的基础设施可以在现有基础上逐步完善发展起来。比如我们现在一个加油站有六个汽油罐，慢慢发展以后可能是四个汽油罐、两个甲醇罐，循序渐进，人类几万亿美金投资建立起来的液体燃料基础设施可以继续使用，而不是盲目投资建设加氢站、充电站。”

“在这一阶段，如果燃料电池的研究取得了突破性的进展，成本实现有效降低，那么届时再去发展燃料电池汽车才是水到渠成。”（姚金楠）

首个氢能白皮书发布：

2050 年氢能将成为中国终端能源主体

中国能源报 2019.7.1

本报讯（记者武晓娟）报道：6月26日，《中国氢能及燃料电池产业白皮书》（以下简称白皮书）在山东潍柴发布。

随着全球能源加速向低碳化、智能化转型，氢能和燃料电池的开发利用技术已成为新一轮世界能源技术变革的重要方向和战略制高点。中国氢能产业也快速发展，很多地区已实现小规模氢能全产业链的示范应用，但我国至今还缺少对氢能产业的清晰定位和系统性的研究。“白皮书的发布，标志着中国的氢能源产业开始进入正常规划轨道。”山东省副省长、中国工程院院士凌文在会上指出。

对这一有里程碑式意义的成果，国家科学技术部原部长、中国科学院院士徐冠华认为：“白皮书立足我国能源转型实际，融合国内外氢能发展的典型经验，系统研究了我国氢能及燃料电池全产业链的发展现状以及存在的问题，研究内容翔实丰富，研究过程扎实有效，研究方法系统得当，并提出了针对性的政策建议，为我国氢能产业的发展、指导政策的制定，提供了重要参考。”

“氢是清洁低碳、安全高效的二次能源载体，但很少用于能源，目前主要用于化工原料。”中国氢能联盟专家委员会主任余卓平在会上指出，氢能是实现能源体系多品种大范围互联互通的重要途径，有助于优化能源结构、促进能源革命、应对气候变化。

“在电力领域，氢能可有效弥补电能存储性差的短板，有力支撑高比例可再生能源发展；在油气领域，氢作为燃料可降低油气依赖，保障能源安全，并彻底实现交通终端用能清

洁化；在煤炭领域，氢能是煤炭清洁高效利用的重要途径，实现原料和燃料的合力配比，保障能源转型的平稳过渡。”余卓平同时指出，中国是全球第一产氢大国，初步评估现有工业制氢产能为2500万吨/年。

余卓平直言，尽管能源与制造大型骨干企业加速布局氢能及燃料电池，但与发达国家相比，中国在氢能自主研发、装备制造、基础设施建设等方面仍有一定差距。“应以交通领域为突破口，兼顾能源、工业、建筑以及军用领域发展。”

根据白皮书预测，到2050年，氢能将在中国终端能源体系中占比接近10%，氢气需求量接近6000万吨，可减排约7亿吨二氧化碳；交通运输领域用氢2458万吨，相当于减少约8357万吨原油，约占2018年我国石油进口总量的18%；工业、建筑等领域用氢3480万吨，相当于减少约1.7亿吨标准煤，约占2018年我国煤炭总消耗量的6.5%。届时，氢能将与电力协同互补，共同成为中国终端能源体系的消费主体，累计拉动33万亿元经济产值。

我首次建立金属中纳米孔洞俘获氢定量预测模型

科技日报 2019.7.17

科技日报合肥7月16日电（记者吴长锋）记者从中科院合肥研究院固体物理研究所获悉，该所刘长松课题组吴学邦与麦吉尔大学宋俊合作，首次建立了体心立方金属中纳米孔洞氢俘获和聚集起泡的定量预测模型，为理解氢致损伤，以及设计新型抗氢致损伤材料提供了可靠的理论基础和工具。该成果日前发表在《自然·材料》杂志上。

氢极易钻进金属材料的内部，导致材料损伤。例如，在磁约束核聚变反应堆的核心部位，燃料氢同位素极易渗透进保护其他部件的钨金属装甲，与中子辐照产生的纳米孔洞结合，从而形成氢气泡并产生裂纹，最终对材料的结构和服役性能造成致命损伤，危及聚变装置的安全。

为攻克上述难题，研究人员采用基于密度泛函理论的模拟方法，在原子尺度上获得了精确的氢与纳米孔洞相互作用数据，并结合多尺度模拟方法，进行宏观尺度模拟，从而与实验结果进行对比验证。针对氢在不光滑纳米孔洞内壁上吸附问题，他们以体心立方金属钨为例，通过分析氢的运动轨迹，发现氢总是以单原子形式有次序地吸附在一些特定位置上，氢在复杂的孔洞内壁吸附规律可概括为五类吸附位点及相应的五个吸附能级，从而准确描述氢在不光滑纳米孔洞内壁上的吸附特性。

基于上述规律，研究人员建立了一个普适的定量模型：内壁上氢的能量取决于吸附点的类型以及内壁上氢的面密度，而芯部氢的能量则由氢的体密度决定。由该模型预测得到的结构和氢俘获能，与模拟计算结果高度一致。

这项研究建立了氢与纳米孔洞相互作用的定量物理模型，为理解氢致金属材料损伤提供了寻求已久的关键认知。这些金属材料不仅会被用在未来聚变堆第一壁装甲中，助力可控核聚变的实现，也会在氢能源汽车以及航空航天等领域中发挥至关重要的作用。

发现光催化产氢理想助催化剂

中国科学报 2019.7.19

本报讯（记者温才妃 通讯员易娜、叶立群）日前，三峡大学叶立群课题组以非晶态二硫化铼为助催化剂，极大提高了光催化产氢性能和光稳定性，该成果在线发表于《应用催化 B 环境》。

叶立群等人以高效的产氢光催化剂硫化镉为基底，在其表面修饰非晶态二硫化铼作为助催化剂。与硫化镉相比，二硫化铼/硫化镉在可见光下光催化产氢性能提高了 127 倍，光稳定性也得到大幅提升。二硫化铼/硫化镉在太阳光下也表现出高活性、高稳定性的产氢性能，促使硫化镉离工业化光催化产氢更进一步。

此外，他们把在线气体质谱和原位红外光谱应用到光催化产氢的机理分析中，更加深入地解释了二硫化铼/硫化镉光催化产氢的过程。这一研究表明非晶态二硫化铼可作为理想的产氢助催化剂，也为光催化产氢机理研究提供了可行方案。

储氢密度和传输效率更高的液氢将成氢能应用重要方向，但目前却面临发展瓶颈

是什么制约了液氢商业化应用

中国能源报 2019.7.8

液氢的制取环节耗能较高，但到了运输环节、加氢环节，液氢的能耗会越来越低，其最大优势体现在终端加氢站的规模化应用。因此，只有发展全产业链，才能显现出液氢的优势。

6 月 27 日，全国氢能标准委员会发布了关于对《液氢生产系统技术规范》等三项国家标准征求意见的通知，这三项意见稿的发布将填补国内民用领域液氢标准的空白。两天前的 6 月 25 日，在北京召开的“中国氢能发展高峰论坛——暨中国氢能供应与利用百人会 2019 年度论坛”上，液氢及其在技术、标准上的不足与缺失，亦成为氢能行业的专家关注的焦点。

液氢是重要发展方向

相比于气态氢，液氢具有高效可控、不易污染、品质稳定等特点，将成为燃料电池汽车规模化应用的重要推动力。液氢技术也是全球公认的可大规模获得超纯氢的先进技术。

据了解，美国液氢的 90% 用在超纯氢市场。其中，航空航天领域的使用占 20%，石油化工、电子冶金等工业行业则占 70%。在中国，超纯氢也有非常大的市场空间，除了半导体行业、航空航天等，在中石油、中石化的炼油过程中，超纯氢也起到重要作用，氢气纯度越高，油品品质越好。事实上，液氢的本质是工业气体，目前在能源领域的应用刚刚起步，但却可能给能源行业带来革命性变化。

中科院理化技术研究所研究员刘立强在论坛上表示，高压气态储氢在国内处于小规模示范推广阶段，虽然成本相对较低、能耗相对较小，但运输效率低，不适合大规模应用推广。随着氢能与燃料电池汽车的大规模应用推广，储氢密度和传输效率都更高的低温液态储氢将

是未来重要的发展方向。

规模化才有经济效益

为什么液氢的生产一定要追求规模化？张家港氢云新能源研究院有限公司院长魏蔚表示，氢液化工厂投资大、耗电多，是液氢被认为不经济的重要因素，而随着规模的扩大，运营成本和投资成本会大幅降低。专家介绍，氢液化工厂的成本一部分是大规模固定资产投资的分摊，另一部分是大量的耗电耗能的液化成本，两者在财务上各占一半。

如果用数字说话，液氢规模化与经济效益的关系会更加清晰。魏蔚进一步指出，目前液氢产能5吨/天以下的属于试验应用规模，适用于不计成本的科技和试验领域。而在民用领域，产能达到5吨/天的规模，氢液化能耗超过10度电/公斤，但当规模提升到50吨/天，能耗会降到其70%，当规模提升到150吨/天，能耗会降到其60%。氢液化最大的运营成本是耗电，占据成本70%以上，如果液氢生产能够达到一定的规模，用电能耗的降低将会大大提升经济效益。

同时，随着氢液化工厂规模的扩大，不仅耗电成本在逐步降低，固定投资成本也开始走低。当规模达到50吨/天，单位固定投资成本可下降50%，当达到150吨/天的规模，单位固定投资可降到40%甚至更低。

液氢产能的规模化对氢燃料电池产业的发展也极为重要。与会专家表示，在大规模氢液化工厂和高效液氢储运基础上，才有可能普及液氢储氢型加氢站和液氢型气化站，从而降低氢燃料成本。“归根结底，中国氢能和燃料电池汽车的发展路径，取决于中国液氢技术的发展前景。”

魏蔚表示，液氢的制取环节耗能较高，但到了运输环节、加氢环节，液氢的能耗会越来越低，其最大优势在于终端加氢站的规模化应用。因此，只有发展全产业链，才能显现出液氢的优势。

核心技术和装备面临制约

目前，中美在液氢发展规模上存在巨大差异，液氢的成本相差十多倍。“中国市场要发展液氢，需要廉价的氢源和便宜的电价，建设大规模的氢液化工厂才能获得经济的液氢。”魏蔚在会上表示。

“氢能的可持续发展和之前天然气的发展道理一样，是否有廉价且高品质的氢源，价格是否有竞争力，是氢能可持续发展的关键。”我国有大量副产氢和化工制氢，同时国内有丰富的可再生能源电解水制氢，因此要将大规模液氢工厂和氢源匹配起来。魏蔚称，“2021年的目标是将液氢的出厂价格降到27元/公斤以内，2025年争取降到20元/公斤，如果做不到，那么氢能将无从发展。”

液氢在国内成本居高不下，原因何在？北京航天试验技术研究所高级工程师杨申音认为，一方面，国内目前尚无完全自主知识产权的氢液化装置，氢液化系统核心设备仍然依赖进口，导致获取氢液化设备的成本高，同时还存在维修维护费用高等问题。另一方面，液氢在

燃料电池汽车领域的应用仍处于探索期，缺少国家的顶层规划、示范项目和应用推广，液氢在电子工业和高端制造业的应用也少有挖掘。只有在能源和工业领域进行双重拓展，才能使液氢有可能做到大规模发展。

目前，我国在液氢技术产业化发展上面临较多制约。对此，魏蔚指出，在相关技术研发方面，目前仍停留在试验用的小型氢液化流程和装置设计研制，缺少大规模的氢液化工艺及核心装备与关键零部件的产业化研究，没有民用液氢工况的试验检测平台和使用条件，更没有深冷高压氢的专用试验条件。对此，与会专家进一步表示，企业和科研院所应该更多地思考如何将现有的先进技术和经验运用到液氢民用领域。

此外，国家缺少民用液氢的生产、储运和使用管理标准法规，缺少液氢储运装备制造、出厂检验和在役检验的标准和液氢加氢站建设标准等。专家表示，鉴于在液氢领域国家标准尚属空白，因此，只有企业标准先行先试，才能推动国家标准和行业标准的建设。（仲蕊）

八、风能

为风电产业健康发展把关

中国电科院高电压穿越测试现场纪实

中国电力报 2019.7.5

截至2018年底，全国新能源装机达到3.77亿千瓦，超过水电成为我国装机容量第二大电源。新能源的快速发展，为我国能源转型发挥了重要作用，但也出现与电网发展规划不协调的问题，导致弃风限电的出现，国家电网公司通过建设特高压输电工程，来解决风电的消纳问题。为深入了解风电接入特高压后如何保证新能源电站和特高压电网稳定安全运行，记者跟随中国电力科学研究院有限公司新能源研究中心（以下简称“中国电科院新能源中心”）风电检测团队来到甘肃玉门市中电桥湾风电场，深入了解风电场涉网性能改造工作。

并网检测提升消纳能力

一川碎石大如斗，随风满地石乱走，玉门地区风资源非常丰富，素有“世界风口”之称。如果之前提起玉门让人想到的是苍凉、毫无生机的荒漠戈壁，那么现在与戈壁为伴的是一排排、一片片整齐运转不息的风机，因为风电技术的发展，昔日为“害”的风，已经变成了今日为宝的“能”。

与传统电源不同，风电具有间歇性、波动性，会影响电网的稳定运行，严重时甚至会威胁电网安全。2011年初，甘肃地区多次出现大规模风电机组脱网事故，原因就是风电机组不具备低电压穿越能力，将电网事故扩大化。“为了解决风电大规模脱网的问题，我们配合风电机组制造企业开展风电并网技术研究，对改造后的机型进行验证，2012年以后甘肃地区就再也没有发生过大规模风电脱网事故。”新能源中心检测工程师陈晨向记者介绍道。

记者到达风电场时，检测团队两名成员正在紧张有序的接线，他们正在做风电机组高电

压穿越抽检测试。新能源中心检测工程师刘旭东向记者介绍说：“甘肃地区风电装机规模与本地消纳能力不匹配，风电很难在本地完全消纳，富裕的风电需要通过特高压直流输电项目输送到中东部地区。风电在特高压直流故障引起的暂态过电压期间存在潜在的大规模脱网风险，特高压直流输送大规模风电存在安全隐患。”

为高效解决消纳问题，避免特高压运行的安全风险，风电开发企业、风电制造企业和中国电科院等单位开展了特高压直流近区风电涉网性能提升工作，提高电网的稳定性。

“春节后，我们就一直在玉门这边开展高电压抽检工作，奔波于各个检测场之间，团队中有个一同事甚至春节后在家只待了十几个小时。”陈晨说道。

因为风电场需要建设在风能资源丰富的地方，而这些地方一般地处内陆荒原或者沙漠地带，检测工作环境非常恶劣。“检测团队成员基本上每人每年出差都在200多天以上。相对于艰苦的环境，我们更需要克服的是对家和亲人的思念。”刘旭东向记者介绍道。

但是，既然立志从事新能源检测这个行业，就得坚守下去，他们坚信，随着化石能源消耗的日益加剧，新能源将成为世界能源发展的潮流，因为它关系到我们共同的绿色家园。通过检测可以解决风电行业发展中面临的一系列问题，这就是他们坚守的价值所在。

检测团队成立13年以来，一直在开展风电机组的型式试验和并网检测，为新能源健康发展保驾护航。近年来，大规模脱网事故发生的概率大幅度降低，电网运行的安全稳定性极大提高。

实现国际互认护航产业发展

开展风电机组检测并不是一件简单的事。被检测的风电机组必须在风电场或检测场地中实际运行，检测设备必须能够模拟各类电网故障，检测周期长、所需风况复杂、设备造价昂贵等都是必须面对的挑战。此外，还要开发检测系统，帮助风机制造厂家进行自主研发。

我国风电检测工作开展较晚，起初采用的标准以IEC国际标准转化为主，难以满足国内风电发展的需求。经过十多年的攻关与实践，中国电科院成立了国家能源大型风电并网系统研发（实验）中心，并配套建设了总占地面积24.6平方公里的张北风电试验基地，自主研发了风电机组测试所需的全部设备，主导编制了数十项风电测试领域国家、行业标准，其自主研发的高电压穿越能力装置采用的阻容升压原理，也得到了欧美同行的认可，写入了最新出版的IEC 61400-21-1:2019标准。

2017年，中国电科院正式获得国际电工委员会颁发的证书，成为亚洲首家可再生能源领域认可实验室，中国风电检测能力的国际认可度由国际知名机构内的互认扩展至IEC标准体系内的互认。

在各方的共同努力下，我国风电机组的性能得到了质的提升，大规模脱网事故发生的概率大幅度降低，电网运行的安全稳定性极大提高。国家能源局最新数据显示，2018年，全国平均风电利用率93%，超过了2018年风电利用率88%的目标，重点省区全部达到了2018年消纳目标。

如今，中国电科院的检测报告已经成为我国风电产业“走出去”的金字招牌。据了解，新能源中心为金风科技、联合动力等制造商按照澳大利亚、南非、美国等多个国家的并网标准完成故障穿越能力测试项目，出具的测试报告及证书得到国外权威认证机构和电网公司的认可。此外，新能源中心还赴西班牙、丹麦、瑞典、波兰等国家为西门子、Vestas、GE等制造商开展电能质量和低电压穿越能力测试检测项目，国际风电市场上的“中国声音”越来越响亮。

截至2018年底，新能源中心已为国内外200余个型号的风电机组提供了技术研发与试验服务，推动了我国多个风电机组制造企业成功打入国际市场，促进了我国风电设备制造水平的提升和我国风电的可持续发展。如今，经过新能源中心检测的风电机组目前已经出口到美国、瑞典、西班牙、澳大利亚、埃塞俄比亚、意大利、土耳其、巴基斯坦、保加利亚、智利等27个国家。（张溥）

风电制氢前景待考

中国能源报 2019.7.22

从技术上看，直接利用风能进行电解水制氢，制氢设备需要克服风能波动性带来的问题。从经济性上看，风电制氢成本目前维持在20-30元/千克，而煤制氢成本能够控制在12元/千克的水平。即使是用弃掉的风电制氢也存在较高成本，如何界定“弃风”成本仍需探究。

近日，吉林白城市与国家电投吉林电力股份有限公司签定风能制氢一体化项目协议，计划利用风电进行电解水制氢，打造零排放的“绿色氢气”产业链。这是继河北沽源风电制氢综合利用示范项目落地后，我国又一风电资源富集地走上风电制氢之路。站在氢能的风口，风电制氢到底有没有前景？

“弃风”制氢可持续吗

我国风能资源丰富的地区主要分布在“三北”地区、东南沿海等，但多年来，受到电力消纳能力的限制，我国目前仍存在一定的“弃风”现象。然而随着国家大力推广氢能，风电资源丰富却发电受限的地区看到了契机。

以“弃风”制氢，对地方政府而言，不仅解决了本地风电消纳难题，突破了外送电力的限制，更可能为地方带来千亿元级的“氢能经济”。看起来一举多得，现实果真如此吗？有业内人士指出，弃掉的风电也存在成本，如何界定“弃风”成本仍需探究。

“使用弃风电量制氢是一个伪命题，其逻辑错误在于将‘弃风限电’视为一种正常普遍情况。然而，依据《可再生能源法》等法律法规的规定，对于风电等可再生能源电力，应该实施全额保障性收购政策。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩认为，“现在所谓的用‘弃风电’采暖也好，制氢也罢，本质上应该是一种消纳低谷电量的方式，但低谷电量不能等同于弃风电量。”

北京低碳清洁能源研究院新能源中心助理主任何广利表示：“弃风制氢并不是一种可持

续的模式。‘弃风制氢’的概念已问世多年，但到目前为止，仍没有适合推广的模式。由于风力发电本身具有波动性，而‘弃风’更是具有随机性，在无法并入电网的情况下，直接利用不稳定发电来源对制氢设备寿命、可靠性将造成负面影响且经济性有待商榷。”

风电制氢仍面临高成本制约

记者进一步了解到，风电制氢作为一种低碳绿色的制氢方法，早在 100 多年前就已问世。发展至今日，全球范围内常见的风电制氢系统主要构成包括风力发电机组、电解槽、氢气储藏系统、电网等。资料显示，我国的风电制氢项目通常采用的有两种模式。一种则是首先利用风力发电并网，按照总量在制氢的用电端通过电网供电实现制氢。这样一来，电网解决了风电本身的波动性问题，制氢设备能够实现稳定运行，但仍需依赖当地电网，相关费用也将折算入风电制氢的成本中。另一种则是利用风电直接连接设备进行制氢，但风电的波动性将对设备寿命造成不利影响。

有专家指出，随着国家电力系统发展，未来我国电力市场将实现供需平衡，按照风电足额上网、以正常的电力价格进行制氢成本核算，才是衡量风电制氢是否具有经济性的关键。

何广利指出，以上述两种方式进行风电制氢，氢制备成本目前均维持在 20 - 30 元/千克左右，而煤制氢成本则能够控制在 12 元/千克的水平，从经济性上来看，风电制氢仍不具备优势。

秦海岩认为，氢能作为二次能源，它的获取离不开一次能源，无论是可再生能源，还是化石能源，在技术上都能够用于制氢。因此，氢能是不是清洁能源，不能只考虑在使用中氢能是零排放，更要考虑制氢的过程中，是不是清洁，是不是低碳。

也有业内人士向记者表示，煤制氢技术路线生产的氢气并非“绿色氢气”，生态环境成本没有计算其中。对比煤制氢和风电制氢的成本并不能仅仅着眼于生产制造成本。

大规模推广仍待时日

尽管全国多地都有“绿色制氢”示范项目的建设计划，业内专家指出，对风电制氢来说，找到合适的发展模式并进行大规模推广，仍需时日。

从技术层面来说，何广利告诉记者，直接利用风能进行电解水制氢，制氢设备仍需要克服风能波动性带来的问题。“就目前技术水平来看，直接利用风电进行电解水，针对风电的波动性，控制设备的响应时间是需要突破的技术难点。根据日本研究报告，波动性和频繁启停对碱性电解水寿命有很大影响，但国内的相关数据较少，风电波动对电解水设备造成的影响仍有待深入研究。”何广利说。

同时，何广利指出，就目前情况来看，碱性电解水制氢这一技术已经走向成熟，但这一成熟技术仍需要在稳定工况下进行。“将不稳定发电的风电转变为持续供电，不论是并入电网或是加上区域储能系统，都将带来额外的经济投入。”何广利说。

多位业内人士指出，氢能产业的发展应当遵循市场规律，由市场主体决定走什么样的技术路线，在市场机制的引导下逐步迈向成熟，最终实现产业的可持续发展。（李雨旻）

风电轴承国产化浪潮四起

中国能源报 2019.7.29

风电轴承被业界认为是国产化难度最大的两个部分之一，另一项为风电控制系统。近年来，我国风电轴承产业逐渐形成了规模化、系列化生产，产业规模不断扩大，关键技术不断突破，完成了一批具有自主知识产权的技术和产品的可靠性试验。

■ ■ 高端轴承已成风电设备制造软肋

尽管，我国装备制造业快速发展，但为重大装备配套的高端轴承却大部分依赖进口。此外，大型风力发电机轴承、深井钻机转台轴承、海上钻井平台系列轴承等能源装备高端轴承也都是国内企业的软肋。

业内专家认为，作为风机的重要配套设备之一，风电轴承的受力和振动情况复杂，必须承受巨大的冲击负荷，并且偏航、变桨轴承安装成本较大，同时还需达到与主机一样至少20年的寿命。由于风电设备的恶劣工况和长寿命高可靠性的使用要求，使得风电轴承具有较高的技术复杂度，是公认的国产化难度最大的两大部分（轴承和控制系统）之一。

国内风电轴承在很长的一个阶段里依靠国外进口，价格昂贵，加大了每千瓦风电设备造价，也制约了风电成本的下降。据专家透露，风电轴承中，偏航轴承和变桨轴承的技术门槛相对较低，而主轴轴承和增速器轴承的技术含量较高，发电机轴承基本上为技术成熟的通用产品。目前，国内风电轴承企业的产能主要集中在偏航轴承和变桨轴承上，且以3兆瓦以下风电设备配套轴承为主，对于主轴轴承和增速器轴承，基本依靠进口，只有个别国内企业初步涉足。

■ ■ 低速风电领域对风电机组提出新要求

风电机组好不好，轴承是核心因素。在传统风电机组中，轴承扮演着“关键先生”的角色。由于风电机组安装于高空，维护成本高，同时所处的工作环境较为恶劣，易受沙尘、水雾、冰冻等污染侵害，这就要求其中的配套轴承需要具备高刚性和高可靠性，以满足其20年使用寿命要求。

低速风电领域对轴承的考验更为严苛。近年来，我国大力发展清洁陆上风电产业，并向中东南部等用电负荷中心转移，而由于当地平均风速低、风速风向变化快等特点，对风电机组提出了新的要求。

我国中南部地区属典型低风速地区，位于电力负荷中心，电网接入条件好，但平均风速低，风速风向变化快，具有能量密度低、湍流强度高的特征，这就要求风电机组能量捕获能力，特别是要能承受随机性的交变气动冲击，需要针对性地研发低速风电机组及其配套轴承，而国际上并无先例，自主创新难度极大。

■ ■ 自主创新助力国家绿色低碳发展

困难重重，但并未阻挡国内轴承企业在探索中前行。作为国内首家开展风电配套轴承研

发的企业，洛阳 LYC 轴承有限公司（以下简称“洛轴”）历经 60 余年的建设与发展，已成为中国轴承行业生产规模最大、配套服务能力最强的综合性轴承制造企业之一，至今仍保持着轴承生产精度等级最高、结构最复杂、外形尺寸最大等多项中国轴承行业纪录。

据洛轴公司市场部负责人张文斌介绍，洛轴于 1997 年元月成功研制了国内首套国产化风机偏航轴承，目前在风场已无忧运转达 20 多年以上，成为中国轴承行业在该领域最早具备配套资格的企业。2007 年，洛轴主持起草了国家机械行业标准——JB/T10705 - 2007《滚动轴承风力发电机轴承》，2012 年又主持编写了风机轴承国家标准——GB/T29717 - 2013《滚动轴承风力发电机偏航、变桨轴承》、GB/T29718 - 2013《滚动轴承风力发电机主轴轴承》。

此外，洛阳 LYC 轴承有限公司作为主要参与单位之一的《高效低风速风电机组关键技术研发和大规模工程应用》项目荣获“2018 年度国家科学技术进步二等奖”，为国内轴承行业唯一获得此次国家奖励的项目。

中国工程院院士卢秉恒认为，高端轴承研发涉及材料、油脂及润滑、制造、设计、轴承制造装备、检测与试验等一系列技术难题，还涉及接触力学、润滑理论、摩擦学、疲劳与破坏、热处理与材料组织等基础研究和交叉学科。必须在产业发展政策、技术发展规划等方面作出重点布局，解决装备制造业中高端轴承发展滞后的问题。（李文华）

九、核能

我国找到“人造太阳”高性能稳态运行模式

中国能源报 2019.7.8

本报讯 近日，中科院离子体物理研究所 EAST 超导托卡马克团队在前期工作基础上，发展出一种高性能稳态等离子体运行模式，并系统验证了其未来聚变堆若干运行条件的兼容性。研究成果已在线发表于国际物理期刊《物理评论快报》。

在托卡马克核聚变实验装置中，高约束等离子体的边界区域会周期性地爆发出一种称为边界局域模（ELM）的不稳定性。大幅度 ELM 类似太阳耀斑爆发，造成等离子体能量和粒子的瞬间释放，喷射出强大的热脉冲，侵蚀装置的内壁，甚至导致材料的熔化，并产生大量杂质粒子污染聚变堆芯部等离子体，制约聚变堆长时间稳态运行。

在未来聚变堆上，需要将 ELM 带来的瞬态热负荷降低至少 20 倍，这是国际热核聚变实验堆 ITER 面临的一个严峻挑战，探索无 ELM 或具有小幅度 ELM 的高约束运行模式及其物理机制，是磁约束聚变研究的一个重大科学前沿问题。

Grassy ELM 是一种特殊的自发高频小幅度 ELM，它带来的瞬态热负荷通常低于常规大幅度 ELM 的 1/20，但其机理和获得条件不清楚，国际一些主流托卡马克上一直难以稳定地获得这种运行模式。在未来聚变堆上，能否稳定可靠地获得这种运行模式，是国际聚变界亟待回答的问题。

EAST 团队在与未来聚变堆类似的金属壁、低旋转、电子主导加热等物理条件下，确认

了获得这一模式的物理条件，实验中首次揭示出 Grassy ELM 形成的内在动力学机制，并发现其对杂质具有很强的排出能力，特别适合实现高性能等离子体的长时间稳态运行。这一运行模式为解决聚变堆瞬态热负荷瓶颈问题，实现聚变堆的稳态运行提供了一种潜在的新方案。

据悉，我国正在开展 1GW 聚变功率的聚变工程实验堆 CFETR 的集成工程设计，这种运行模式的等离子体部分归一化参数与 CFETR 的设计参数接近，为应用于未来 ITER 和 CFETR 高性能稳态运行模式奠定了物理基础。（吴长锋）

标准普尔报告分析

俄缘何能称雄国际核能市场

参考消息 2019.7.19

【俄罗斯《独立报》7月16日报道】题：俄罗斯国家原子能公司赢得国际竞争（记者弗拉基米尔·波尔卡诺夫）

信用评级机构标准普尔公司发布报告称，俄罗斯凭借诸多因素在国际核能市场称雄，其中包括核电站建设和运营费用低、国家监管得当、生产率高、行业垂直一体化以及卢布便宜。标准普尔对掌握俄罗斯国家原子能公司民用资产的子公司——俄罗斯原子能工业股份公司进行了评估。该公司的外国订单数量（36 台发电机组）领先全球，核电站发电量居世界第二，俄国内 35 台发电机组的总装机容量为 29 吉瓦。

分析师强调，俄罗斯核电机组的电力生产成本低与三大因素有关：国内核电站建设成本相对较低、与运营相关的额外开支少、功率利用率高。据标准普尔计算，俄核电机组的建设成本约为每千瓦 2000 美元（1 美元约合 6.9 元人民币）。同时，国际专家估计，欧洲和美国的这项指标约为 5500 美元和 5000 美元。

这一竞争优势还得益于卢布严重贬值——5 年内卢布汇率缩水一半以上。报告指出：“考虑到俄罗斯原子能工业股份公司的垂直一体化结构，几乎所有建设核电站的资本开支都是以卢布计价的，以此计算的建设成本在这一时期变化不大。”分析师还强调，俄罗斯立法得当，不像一些欧洲国家那样给核能公司加重税负。此外，俄罗斯核电站的发电成本低还源自发电机组的高利用率。据俄能源部统计，2018 年的这项指标为 78%。

专家指出：“俄罗斯电价波动也比许多欧洲国家小得多，原因在于可再生能源的普及率低，热电站的主要费用——天然气价格稳定可控，也就是说，它只能逐步涨价，幅度约等于通胀。”这种稳定性有助于核电机组的长期投资回收。

投产新核电机组和使用标准化工程方案的丰富经验为俄罗斯原子能工业股份公司在国际市场中的有利地位提供了帮助。俄罗斯核工业的垂直一体化则对定价有积极贡献：俄罗斯参与核能的各个阶段——从开采铀到建设和运营核电机组。

专家指出，俄罗斯的竞争优势还得益于销毁核设施和处理核废料的服务越来越受重视，而原子能工业股份公司研发了以逐步转入闭式燃料循环为目的的快中子反应堆乏核燃料处理

技术。

这份调查更多地将建设核电站视为国际核工业的风险。分析师指出：“近来，许多核工业的重要玩家（比如美国西屋公司、法国阿海珐公司遇到了工程严重超支和拖延的问题。”他们同时指出，俄罗斯原子能工业股份公司签订的外国订单主要面向中国、印度等支持核能的国家，它们对一次能源的需求不断增加。对核工的环保规定不那么严格。

技术助力中俄能源合作落地开花

中国能建签订四台 VVER 机组常规岛及 BOP 设计合同

中国能建周刊 2019.7.8

6月27日，中国能建规划设计集团东北院（以下简称“东北院”）正式签订田湾核电站7、8号机组、徐大堡核电厂3、4号机组常规岛及BOP设计合同。根据合同，这四台百万千瓦级核电机组均将采用俄罗斯三代核电技术的代表机型——VVER1200/V491堆型建设。两项工程分别计划于2020年和2021年开工。

从田湾核电站3、4号机组，到此次成功签约，东北院不仅进一步巩固了在VVER堆型常规岛设计领域的领先优势，更用实际行动为深化中俄经济技术务实合作作出了贡献与示范。

精心筹备 优秀方案获认可

能源合作一直是中俄双边合作中的重头戏，范围广阔、成果丰硕。2018年6月，中俄双方在2016年达成的核能领域战略合作基础上，继续深化和拓展核能领域合作，达成一揽子合作项目。

根据约定，双方将在田湾和徐大堡核电站厂址合作建设4台VVER-1200型三代核电机组，其中，俄方主要负责核岛联合设计以及部分核岛辅助设备供货，中方负责电站总平面规划、常规岛和BOP设计。VVER堆型是目前核电业应用最广的压水堆核电机组之一，俄罗斯在VVER技术上的开发历史已超过50年，安全记录和经济效益双优。

“得知消息后，我们立即着手准备投标。”东北院副总工程师石磊说，在近一年的紧张筹备中，东北院紧密跟踪各个环节，对市场工作、投标文件、技术质量等都提出了明确要求，各相关部门团结协作、夜以继日，高效高质完成了投标文件的编制。

作为目前国内唯一一家具有匹配VVER堆型常规岛设计经验的电力设计院，东北院在多次院内评审中，不断优化两个工程的设计方案，针对厂址的不同特点，分别提供了约60份专题报告。在投标现场，东北院还创造性使用了火电项目竞标时常用的动画漫游片，使设计意图、设计亮点和最终成品一目了然。

“准备充分”“技术方案优”“实至名归”……东北院优秀的设计方案、完善的服务标准赢得了评标专家和招标方的高度认可，最终从激烈的竞争中脱颖而出。

塑造典范 带动设备国产化

田湾核电站被誉为“中俄核能合作的典范项目”，8台机组全部建成后，将成为中国首

个以 VVER 机型为技术核心的大型核电能源基地，而东北院与田湾核电站渊源颇深。

早在 1999 年，东北院签署了该院首个核电工程设计合同——田湾核电厂 1、2 号机组 BOP 工程设计合同。2009 年，东北院先后取得了田湾核电站扩建工程 5、6 号机组和 3、4 号机组常规岛及 BOP 设计任务。2018 年，田湾核电站 3、4 号机组按期全面投产，首次实现了国产汽轮发电机组与俄罗斯 VVER 堆型的匹配，创下中核集团国内首个核电项目按期发电纪录的同时，发电出力高出设计保证值 11.461 兆瓦，从而为此次成功签约打下坚实的基础。

“核电建设有参考电站的说法。田湾核电站 3、4 号机组的参考电站是 1、2 号机组，在此基础上进行设计优化和改造，非常考验中方的设计能力，需要完全适应俄方核岛对常规岛的要求，同时进行必要的标准转化，并论证其可行性，这是一个从追随到主导的曲折过程。”石磊告诉记者，东北院曾花了半年多时间来消化 1、2 号机组的所有资料。

设计方的实力和水平直接影响工程进度。2011 年—2015 年，就田湾核电站 3、4 号机组工程建设召开了 16 次仪控三方会议，2010 年—2017 年，中俄双方就田湾核电站进行了 24 次协调会，东北院全程参与其中，积累了丰富的主谈能力，在新项目建设期间可大大提高投资效率和谈判效率。

“每个核电堆型都有自身特点，VVER 的特点之一是不改变设备，只改变燃料棒特性就可提高堆芯热功率，从而提高机组发电出力。”石磊介绍说，田湾核电站 3、4 号机组的常规岛设计充分考虑到这一特点，主、辅机设备及各系统均考虑了相应的设计裕量，这对与 VVER 堆型匹配的汽轮机技术国产化也起到了积极的推动作用。

田湾核电站 3、4 号机组建设时，投标的三大汽轮机厂分别以引进三菱、阿尔斯通、西门子等国外技术为主。在 3、4 号机组设计过程中，东北院项目团队给汽轮机厂提出了与 VVER 堆型相匹配的合理的主机规范、参数要求、技术要求、性能保证要求以及增容要求等，汽轮机厂通过不断的努力完全得以实现。“如今，在田湾 7、8 号机组、徐大堡 3、4 号机组的投标中，三大汽轮机厂全部以中方自主设计为主，实现了从学习引进到自主超越。”石磊补充道。

在项目设计过程中，东北院熟练掌握了 VVER 机组核岛、常规岛及 CASS 三方仪控相互协调的关系及仪控输入数据的要求与成果，确立了领先优势。石磊表示：“后续工程的参考电站是田湾核电站 3、4 号机组，东北院已经蹚出了一条路子，最有条件总结走过的弯路和设计的经验，在后续项目中，能够扬长避短，高效完成设计任务。”

提升能力 推动 VVER 走向世界

今年以来，一批核电项目陆续开工建设，为我国清洁能源发展打造新的引擎。作为新中国第一家电力设计院，东北院积极抢抓市场机遇，核电正好作为“压舱石”，在东北院转型升级的过程中增添强劲动力。

东北院早在 1978 年就开展了国内第一批核电站的规划选址工作。1983 年，该院成为电力系统首家担负核电站副总体设计任务的单位。41 年的核电之路，让东北院积累了丰富的

设计经验，涉猎的核电堆型涵盖了 M310、VVER、AP1000 以及华龙 1 号等多种堆型。在 VVER 堆型的长期研究与工程实践中，始终保持着行业领先水平。

在核电常规岛设计过程中，东北院不断提升设计能力，加强科研攻关，截至 2018 年底，该院主编、参编了《核电厂常规岛防火设计规范》《核电厂水工设计规范》《核电厂常规岛设计规范》等行业标准，编制并颁布了核电常规岛设计管理企业标准 21 项，核电常规岛设计科研项目 25 项。

随着核电发展的需要，东北院于 2009 年抽调骨干技术人员组建成立了核电工程部，并依托工程项目不断加强核电项目管理和执行能力，现有参加核电工程设计的人员 70 余人，其中 30-40 岁的技术骨干占据半壁江山。

核电设计周期长、来往文件多、存档要求高，一台核电机组存在大量纸质文件。东北院自主开发的“核电项目管理系统”软件，实现了管理和设计人员执行流程的自动化，达到了“无纸化”管理效果。

田湾核电站概率安全评价表明，在当前世界上运行的核电站中，其安全性评价属于先进水平，行业内认为“VVER 样板工程”在田湾。目前，东北院正联合相关方，密切跟踪约旦、菲律宾、保加利亚等重要国别市场，积极推动 VVER 堆型匹配国产常规岛机组走向世界。（董欣 李兵薇 孙岳）

十、其它

山西劣质煤迎清洁利用新时代

中国电力报 2019.7.13

煤炭燃烧产生的污染性颗粒物及气体，是破坏空气质量，引起雾霾的主要原因之一，尤其是劣质煤产生的危害更大。山西省作为煤炭大省，近年来将劣质煤管控列入环保重点督查工作，省内各地区纷纷提出严厉打击销售使用劣质煤行为。与此同时，山西省煤炭企业通过科技和工艺创新，把劣质煤变成高端化工原料，为劣质煤的利用开辟新路径。

杜绝劣质煤流入市场

日前，山西省市场监督管理局组织开展了对动力用煤、冶金焦炭等 9 种产品质量监督抽查，共抽查 257 家企业的 609 批次产品。产品抽查合格率为 95.5%，不合格产品检出率为 4.5%。其中，民用型煤不合格检出率为 43.1%。从此次民用型煤抽检情况看，不合格项目为全硫、挥发分和发热量 3 项。山西省市场监督管理局指出，不合格的原因一方面是企业对去年起实施的强制性标准（商品煤质量 GB34170-2017）重视程度不够，不能严格按照标准规定和技术指标组织规范生产；另一方面是个别生产企业为节约生产成本，使用劣质煤作为生产原料，故意生产销售不合格产品，以不合格产品冒充合格产品进行违法销售。

记者了解到，近年来山西省多次强调要加强监管，严禁劣质煤、煤泥等进入市场流通。2017 年，山西省煤炭工业厅发布《山西省劣质煤销售管控实施方案》提出，通过加强全省

劣质煤销售管控工作，整体推动全省空气污染治理工作的开展，促进空气质量持续改善。山西省各级煤炭行业管理部门与同级环保、交通、质监等部门，建立部门间劣质煤管控工作会商机制，相互推送查处的劣质煤管控问题线索，采取倒查追溯措施，查找劣质煤销售源头。

太原市提出，2019 年底前，对民用散煤销售企业每月煤质抽检覆盖率达到 10% 以上，全年抽检覆盖率 100%。依法查处销售劣质煤的单位和个人，集中清理、整顿、取缔不达标散煤供应渠道，严厉打击销售使用劣质煤行为，严禁洗煤厂煤泥、中煤进入民用市场。针对散煤污染问题，晋城市将制定洁净煤供应规划，优先选择现有合法的生产煤矿、洗选煤厂、储售煤场等煤炭生产经营企业，并于 2019 年年底完成新的供应点建设及运营。持续加大全市散煤生产销售企业监管力度，组织开展散煤煤质抽检工作，2019 年对民用散煤销售企业煤质抽检覆盖率达到 100%；同时，加大优质煤供应力度，强化煤质管控，杜绝劣质煤流入市场。

实现劣质煤高效利用

值得注意的是，山西省劣质煤利用技术，一直走在国内前列。6 月 22 日，世界首台 R-GAS 煤气化炉（紧凑型煤气化炉）在阳煤化机制作成功，被运往化工新材料中试平台。该设备由化工研究院研发，阳煤化机具体负责生产制造。R-GAS 煤气化炉将有助于降低气化用煤价格，提升煤化工市场竞争力，为不同煤矿资源的高效利用和转化找到一个新方向。同时，从根本上解决山西省乃至全国高灰劣质煤直接气化的难题，对高灰劣质煤的清洁高效利用和提升资源利用率具有非常重要的意义，将对我国煤气化工业的发展起到推动作用。

据悉，该设备采用紧凑型粉煤加压气化技术，以高灰、高灰熔点、高硫、低活性劣质煤为原料，建设规模为日投煤 800 吨。经测算，合成气成本可降低 0.2 元/标准立方米，合成氨成本可降低 420 元/吨，尿素生产成本可降低 246 元/吨。投用后，合成氨、尿素、甲醇等生产原料成本有望降低一半。

此外，路安集团 180 万吨高硫煤清洁利用油化电热一体化示范项目通过高技术集成、高效能循环，将曾经弃采的高硫煤、劣质煤，转化为高端蜡、无芳溶剂、特种燃料、高档润滑油等近 50 种高端精细化学品。以前弃采的高硫煤、劣质煤，现在变成了高端精细化学品（基础油），煤炭进入了高效清洁转化利用的新时代，埋藏的劣质煤从此“变废为宝”。（于学华）

中国工程院院士、“十四五”能源规划专家委员会成员谢克昌：

“十四五”能源转型要立足煤炭

中国能源报 2019.7.8

“十四五”能源发展规划制定目前已经提上日程。中国工程院院士、“十四五”能源规划专家委员会成员谢克昌认为，“十四五”期间，我国对煤炭的注意力不应分散，应该把推动煤炭清洁高效开发利用作为能源转型发展的立足点和首要任务；同时，他还对如何构建清

洁低碳、安全高效的能源体系及“十四五”能源规划的制定发表了观点。

煤炭清洁高效开发利用是能源转型的立足点和首要任务，非化石能源应成为能源需求增量的主体

中国能源报：您认为“十四五”期间，能源消费结构应实现什么目标？

谢克昌：“十四五”期间，世界和中国化石能源在一次能源结构中的占比都将在 80% 左右，煤炭在中国一次能源结构中占比估计在 55% 左右，因此对煤的注意力不要分散。但非化石能源应成为这一时期能源需求增量的主体，以保证实现 2030 年非化石能源在一次能源结构中占比达到 20% 的承诺。

中国能源报：能源结构调整的重点有哪些？

谢克昌：应将“推进煤炭清洁化利用，加快解决风、光、水电消纳问题”落实到规划中，把推动煤炭清洁高效开发利用作为能源转型发展的立足点和首要任务。加快提升水能、风能、太阳能、生物质能等可再生能源比重，安全高效发展核电。

中国能源报：有关部门在制定能源“十四五”规划时应注意什么？

谢克昌：国家能源局是拟定并组织实施国家能源发展战略、规划和政策，推进能源体制改革、协调能源发展和改革重大问题的行政权力机构，建议统筹、协调其他部委、机构、智库等有关能源发展的战略咨询，以避免规划中部门与行业利益以及政出多门的倾向。

煤炭的科学开发和清洁利用应在规划中体现，更要用战略眼光看煤基燃料和化学品对油气的部分替代

中国能源报：为建成“清洁低碳、安全高效”的能源体系，“十四五”应如何部署？

谢克昌：能源革命不可能一蹴而就，建成“清洁低碳、安全高效”的能源体系是最终目标，“十四五”能源规划应紧紧围绕这一终极目标予以关注和部署。

清洁重点在推进化石能源，特别是煤炭的科学开发和清洁利用，提高煤炭使用的集中度。实现了清洁高效利用的煤炭也是清洁能源。由国家发改委牵头，包括国家能源局在内的六部委已将煤炭清洁利用、煤炭清洁生产列入《绿色产业指导目录（2019 年版）》，规划中也应具体体现。

低碳是在提高非化石能源比重的同时，将节能减排和提高能效作为当前中国低碳化过程中的重中之重，在这一过程中要旗帜鲜明地坚持和维护《巴黎协定》的共区三原则，保证中国合理的发展权。

安全包括能源的供应、生态环境、科技和经济安全，在当前油气对外依存度不断攀升、地缘政治风云变幻的形势下，更要用战略眼光看待煤基燃料，如煤制油、气、醇、醚等，以及煤基化学品，如烯烃、芳烃等对石油、天然气的部分替代，并在规划中给予部署和支持。

高效是指能源生产、转化、利用的效率都要高，如果中国的能源利用效率提高到世界平均水平，就可以减少消耗 13.3 亿吨标煤，从而可以减少 34.6 亿吨二氧化碳排放，约占 2018 年碳排放总量的 1/3。

中国能源报：构建以上能源体系的关键是什么？规划中应如何体现？

谢克昌：能源技术革命，它不仅是构建能源体系的支撑，也是推进能源革命的动力。能源技术革命的实质是能源转换的革命，其目标是对能源的有效驾驭和高效转换。共性关键技术可以促进能源行业的转型升级；前沿引领技术可以提升示范工程的质量水平；现代工程技术可以实现示范工程的大型化、商业化；而颠覆性技术则是能源低碳转型的关键。这些都应在“十四五”能源规划中有所体现。

对农村能源革命的关注不能少，注意将能源革命与区域社会发展战略紧密结合

中国能源报：“十四五”期间，推动能源革命还应关注哪些内容？

谢克昌：要大力关注农村能源革命和西部能源大通道建设。这需要控制散煤利用，推进农村煤炭消费方式变革；创新发展模式，推进农村可再生能源开发利用；构建能源网络，推进农村清洁电力和燃气发展；强化节能环保，推进农村综合服务体系建设和。

同时要关注“一带一路”能源合作问题，要建立健全区域对话协商机制、做好风险评估与风险防控、注重风险对冲，形成风险管理与应对机制；鼓励利益方多元化的合作模式；完善境外突发事件应对体系；注重技术标准衔接与推广。

中国能源报：能源革命在推进社会发展和生态环境保护中应扮演怎样的角色？

谢克昌：“十四五”规划要将能源革命与区域经济社会发展战略紧密结合，充分发挥能源革命对推进经济社会发展和生态环境保护的作用。

如能源革命推动区域经济社会与生态环境协调发展、推动京津冀协同发展和雄安新区建设、推动长三角创新发展、推动珠三角开放发展、推动老工业基地转型发展、推动中部地区崛起、推动能源富集地区绿色发展、推动西南地区共享发展等。（武晓娟）

液化天然气增产不利于气候行动目标实现

甲烷排放增加或加剧气候变化风险

中国环境报 2019.7.12

本报讯 全球能源监测组织（Global Energy Monitor）日前发布报告显示，受北美开采热潮和亚洲天然气进口的推动，全球液化天然气（LNG）产能在近期将增加两倍。天然气开采和运输过程中会产生大量的甲烷，天然气产能的扩建将锁定数10年的高排放量，与《巴黎协定》的气候目标相冲突，同时还面临1.3万亿美元资产搁浅的风险。

报告指出，全球至少有202个LNG终端项目正在开发中，包括116个出口终端和86个进口终端。这些项目将使全球LNG出口能力增加两倍。在终端项目上投入最大的十大国家是美国（5070亿美元）、加拿大（4100亿美元）、俄罗斯（860亿美元）、澳大利亚（380亿美元）、坦桑尼亚（250亿美元）、中国（240亿美元）、印度尼西亚（240亿美元）、莫桑比克（230亿美元）、伊朗（210亿美元）和巴布亚新几内亚（170亿美元）。因为天然气开采和供应过程中的甲烷泄漏，LNG扩张规模对全球变暖的加剧作用不比煤电厂的扩张更小。

“液化天然气正在快速发展，但甲烷排放的负面影响还没有得到足够的重视。”报告共同作者、全球能源监测组织执行主任 Ted Nace 说。

依据 IPCC 的计算，在 20 年的周期内，甲烷引发全球变暖的效力是二氧化碳的 86 倍。在 100 年的周期内，甲烷的效力是二氧化碳的 34 倍。政府间气候变化专门委员会（IPCC）的研究结果表明，要实现《巴黎协定》的温升控制目标，全球的天然气消费在 2020 年后需要大幅减少，而现在的大规模基础设施扩建将引发天然气消费的长期增长，不利于实现全球气候行动的目标。

“煤降油稳气增” 是全球能源大势

中国能源报 2019.7.29

编者按 能源是经济发展与社会繁荣的重要支撑，能源贸易是全球治理与国际合作的重要组成部分。国网能源研究院《全球能源分析与展望》研究团队认为，中长期全球化石能源的供需变化及贸易流向将呈现以下特征：全球煤炭需求将在化石能源中率先达峰；石油在全球一次能源结构中的地位在短期内很难被撼动；天然气是唯一强劲增长的化石能源，其在全球一次能源中的占比将超过煤炭、直逼石油。

煤炭消费率先达峰

煤炭需求率先达峰，增长主要来自亚洲燃煤发电。全球煤炭需求将在化石能源中率先达峰，明显早于石油、天然气；增长的绝对重心在亚洲，重点领域是燃煤发电。从地区和国家维度看，受环境污染、气候变化、天然气竞争等因素影响，美国、欧盟等发达国家及地区煤炭需求普遍下降；以印度、东盟为代表的发展中国家煤炭需求较快增长，但这更多是价格低廉、储量丰富、技术成熟、用电增长等多重因素作用下的无奈选择；中国工业用煤大幅减少，煤炭消费主要由燃煤发电支撑，发展煤化工既是对丰富煤炭资源的充分利用，也是出于降低石油对外依存度的变通之举。

煤炭生产明显分化，动力煤平稳扩张，炼焦煤有所下降。全球煤炭生产总体平缓下行，其中动力煤受发电需求增长而平稳扩张，炼焦煤、褐煤产量有所萎缩。从地区和国家维度看，亚洲既是全球煤炭的生产中心，也是全球煤炭的消费中心，甚至带动了澳洲、非洲、拉美、俄罗斯的煤炭出口；中国煤炭消费近年呈现萎缩态势，动力煤产量在煤电达峰前将平缓增长，炼焦煤产量将持续下滑；印度虽然大力提振本地煤炭生产，但受资源条件及基础设施所限，仍然无法满足需求的快速增长；在北美和欧洲，煤炭生产持续萎缩，这主要由于本地消费下滑、出口市场疲软、环境成本上升。

国际煤炭贸易的增长核心是印度，出口格局略有调整。中长期内，国际煤炭贸易规模平稳增长，主要是满足印度、东南亚国家的发电需求以及印度的炼钢需求。在动力煤方面，印度、马来西亚、泰国、菲律宾、越南等国的进口需求大幅增加；欧洲进口规模持续下降；澳大利亚、俄罗斯、南非等国贡献大部分出口增长；印度尼西亚因自身需求增加导致出口减

少。在炼焦煤方面，进口增长主要来自印度，中国、欧盟、日本、韩国等进口规模不同程度下降；出口格局略有调整，美国、蒙古国的出口规模有所减小，澳大利亚、南部非洲的出口规模有所增加。

石油地位难以撼动

石油地位难以撼动，中长期需求增长主要来自发展中国家。受交通和化工需求增长拉动，石油在全球一次能源结构中的地位在短期内很难被撼动。此外，全球化进程促进了国际商旅贸易的繁荣发展，航空、航运交通服务需求较快增长，目前还未看到被电气化的可能性，其能耗增长将主要由石油满足。从地区和国家维度看，经合组织国家的石油需求已在21世纪初达到峰值，之后受燃油效率提升和交通电气化进程推动持续下行；非经合组织国家石油需求将平稳增长，主要受交通运输、非能利用、建筑用油等驱动；中国有望用十年左右的时间超越美国成为世界第一大石油消费国，达峰时间和峰值规模将由人口峰值、汽车拥有量、燃油效率、交通电气化等因素决定。

近中期非常规油品开发异军突起，远期仍需欧佩克发挥基础支撑。从地区和国家维度看，出于能源独立的国家战略考虑，及国际原油价格波动上升的预期带动，美国投入大量资金从事页岩油的勘探开发，其产量在未来十年有望强劲增长；拉美地区盐下油亦有所增长；亚洲原油产量持续下滑，主要受资源禀赋影响。从占比看，非欧佩克国家占国际石油市场的份额在近中期有所增加；但2030年前后，随着页岩油产量增长的放缓及欧洲原油产量的萎缩，欧佩克国家得益于丰富的资源储量及充裕的生产能力，将逐步夺回丢失掉的份额。

亚洲需求增长与北美生产增加重塑国际原油贸易格局。中长期内，经合组织国家原油进口规模将稳步减少，一方面是由于欧洲需求平缓下降，另是由于北美生产持续增加；而包括中国、印度、东盟等发展中国家和日本、韩国等发达国家在内的亚洲对国际原油贸易格局的影响越来越大。从贸易流向看，中东、非洲仍将提供亚洲大部分的原油进口，而北美、中亚、东欧将积极加入到对亚洲市场份额的争夺；北美在不断减少从拉美、中东进口原油后，甚至开始向欧洲出口；欧洲进口市场的竞争十分激烈，呈现出中东、非洲、东欧、中亚、北美“群雄逐鹿”的局面。

天然气增长强劲

天然气市场广阔、增长强劲，在全球能源中的地位不断提升。天然气是唯一强劲增长的化石能源，其在全球一次能源中的占比将超过煤炭、直逼石油，主要由燃气发电、工业制热、建筑采暖、烹饪炊用等拉动。从地区和国家维度看，中国天然气需求快速增长，主要由工业“煤改气”、居民清洁取暖等政策驱动，更多是从天然气便捷高效、环境友好等角度出发；印度天然气消费值得期待，其增长或与中国旗鼓相当；中东天然气消费亦大幅增加，一是让出更多石油以扩大出口，二是发展化工产业以促进就业；美国页岩气革命方兴未艾，天然气有望成为第一大能源品种；日本天然气消费持续萎缩；欧盟天然气消费或在十年左右的时间内达峰下行。

全球天然气开发热情高涨，有遍地开花之势。虽不可避免受国际原油价格波动的影响，全球天然气生产在中长期内有望保持较快增长。在北美，美国页岩气增长势头强劲，加拿大西部液化天然气项目进展顺利；在中东，天然气产量将逐步提升，不仅能满足本地需求，其出口规模还不断扩大；在俄罗斯，北冰洋沿岸及东西伯利亚的天然气开发得到广泛关注和大量投资；在亚洲，中国、印度也努力加大本地天然气开发以满足不断增长的本地需求，但资源开发难度较大、产量提升前景不明；在非洲，天然气开发在满足本地需求增长之外，新的液化天然气项目还促进了出口。

国际天然气贸易将是管道与液化“平分天下”。全球液化天然气贸易规模将持续快速增长，对管道天然气贸易的主体地位形成有力冲击，未来或形成“平分天下”之势。美国、加拿大、澳大利亚的多个天然气液化项目建成投产，促进了这些地区出口的持续增长；而俄罗斯、中东仍是全球最大的天然气出口地；欧盟、亚洲是全球天然气进口的“双核”，在东南亚及东亚沿海，多个液化天然气收储站正在火热建设。中国已经成为全球最大天然气进口国，未来将通过“陆上+海上”双管齐下的方式来保障供应，“陆上”指来自俄罗斯、中亚的管道天然气，“海上”指来自于北美、澳洲、中东的液化天然气。（李江涛 翁玉艳 单葆国）

行业动态

张家口加快建设可再生能源示范区

聚焦氢能全产业链发展 构建清洁低碳的能源体系

中国环境报 2019.7.25

本报记者张铭贤 通讯员郭静娴张家口报道 河北省张家口市是由国务院批复同意设立的全中国首个、也是唯一一个国家级可再生能源示范区。不久前，张家口市成立能源局，推进氢能全产业链发展，打造可再生能源示范区。

截至目前，张家口市可再生能源示范区“五大功能区”全面启动。低碳奥运专区建设顺利推进，可再生能源科技创业城、综合商务区规划编制工作有序推进，农业可再生能源循环利用示范区建设稳步推进，高端装备制造集聚区加速建设，20多家可再生能源装备制造企业签约落户，7个可再生能源产业项目获2018年产业创新发展专项中央预算内投资计划资金支持。

新机构加快推进可再生能源示范区建设

建设围绕生产、储存、输送、应用全链条进行，通过“三大创新”推进“四大工程”实施

张家口市能源局局长郭俊峰在日前举行的新闻发布会上向记者介绍说，张家口市能源局成立后，将围绕可再生能源生产、储存、输送、应用全链条推进示范区建设，做到高水平规划，高标准建设，高效率推进，着力构建清洁低碳、安全高效的能源体系，为张家口市和周边地区提供能源保障，为全省、全国可再生能源发展和电力体制改革探索新路径、总结新经验。

“张家口可再生能源示范区自 2015 年 7 月由国务院批复设立以来，通过‘三大创新’，推动了‘四大工程’的有序实施。”张家口市能源局新能源科科长刘峰向记者介绍说。

刘峰介绍的示范区建设“三大创新”中，首先是体制机制创新，即创立了“政府+电网+发电企业+用户”的四方协作机制，推进风电等可再生能源电力就地消纳。通过四方协作机制，张家口市已累计完成了 12 次交易，交易电量近 7 亿千瓦时，为企业、居民节约电费近 1.6 亿元，调动了风电企业发电积极性。

其次在商业模式创新方面，张家口市实施可再生能源四方联动扶贫开发机制，“资本+技术+资源”、“政府+企业+农户”的可再生能源商业模式初具雏形。目前，张家口市光伏扶贫累计分配收益 1.67 亿元，其中用于公益岗位资金 5223 万元、用于小型公益事业 699 万元、用于奖励补助 671 万元，光伏扶贫已成为全市产业扶贫的主力军。

第三，在技术创新方面，张家口市引进了一批重大关键技术应用项目，为可再生能源示范区建设增添了后劲。

通过“三大创新”，张家口市可再生能源示范区的“四大工程”实现了有序实施。刘峰介绍说，“四大工程即可再生能源规模化开发工程、大容量储能工程、智慧化输电通道工程和多元化应用工程。”

据了解，目前，张家口市可再生能源累计装机 1345 万千瓦，达到全部电力装机的 74.2%，位居全国前列。此外，可再生能源的多元化应用迈出坚实步伐，制氢厂、加氢站加速布局，全国首条自动化氢燃料电池发动机生产线、亿华通年产 2000 台氢燃料电池发动机生产线已经投产，张家口市采购的 74 辆氢燃料电池公交车已经上线运营，成为全国氢燃料电池公交车运营数量最多的城市，新招标的 100 辆氢燃料电池公交车今年年内将投入运营。

通过“五个聚焦”打造“五个张家口”

示范区重点围绕低碳绿色、转型发展、创新驱动，同时发展氢能全产业链

记者从新闻发布会上获悉，今年，张家口市将通过“五个聚焦”，重点打造“五个张家口”，实现可再生能源示范区全面健康发展。

聚焦多元化应用，打造低碳绿色张家口。全力做好北方地区清洁取暖试点建设，将“四方协作”机制向“以电代煤、以电代油”推广，增加制氢、大数据、高端装备制造等绿色产业覆盖范围，并积极向京津冀地区延伸。

聚焦五大功能区建设，打造转型发展张家口。深化与科研院所的技术合作，谋划建设可再生能源领域国家重大科技基础设施，进一步提升示范区创新能力；加快低碳奥运专区建设，向世界兑现“绿色、低碳”的冬奥承诺；因地制宜实施可再生能源生态农业项目、生

物燃料乙醇项目等，加速农业可再生能源循环利用示范区建设。

聚焦项目引领示范，打造创新驱动张家口。重点抓好国家、河北省已批复的示范项目建设，加快推进柔性直流和特高压工程建设，持续推动光伏扶贫产业。

聚焦氢能全产业链发展，打造氢能张家口。出台全市氢能产业电价政策，推动制氢厂和加氢站建设；加大与国际龙头企业对接合作，引进产业链上下游产业；加强与科研院所的合作，成立国家级氢能产业创新中心，提升张家口氢能创新能力。

聚焦全面推广宣传，打造“亮”丽张家口。举办第二届张家口长城·国际可再生能源论坛，把论坛打造成为可再生能源领域具有国际影响力的交流合作平台；通过示范区建设让人民群众真正得到实惠。

飞轮储能首次在北京地铁商用

中国电力报电气周刊 2019.7.8

本报讯（通讯员许晴）报道 7月8日，我国能源技术革命创新行动计划中的兆瓦级飞轮储能技术研究实现突破，GTR飞轮储能装置8日在北京地铁房山线广阳城站正式实现商用，填补了国内应用飞轮储能装置解决城市轨道交通再生制动能量回收方式的空白。

飞轮储能是利用电动机带动飞轮高速旋转来储能，转速提高时，进行充电，转速降低时，就可以放电。不仅可以在5毫秒内响应大功率充放电，而且充放电寿命更是高达上千万次。该技术可以利用地铁列车进站刹车时产生的巨大的能量加速飞轮旋转，就相当于把电能储存起来，当列车出站启动时，电能就可以释放出来，不但实现变废为宝，而且还减少了电能的消耗。平均每天为该站节省近1500千瓦时的电。

据介绍，飞轮的转速高达每分钟36000转，飞轮边缘的速度相当于子弹的飞行速度，两倍的音速，可以广泛应用在地铁、高铁、航空航天、医疗、电网等领域。

国内首座油氢合建站在广东建成

中国科学报 2019.7.8

本报讯 7月1日，中国石化宣布，国内首座油氢合建站——中国石化佛山樟坑油氢合建站正式建成。这是全国首座集油、氢、电能源供给及连锁便利服务于一体的新型网点。

氢能被视为21世纪最具发展潜力的清洁能源，具有热值高、能量密度大、可储存、可再生、零污染等优势。我国正加快氢能开发力度，国家氢能标委会发布的《中国氢能基础设施》蓝皮书中明确到2030年，国内将建成加氢站1000座，氢燃料电池车达到100万辆。佛山市是广东省氢能源发展的示范城市，《佛山市氢能源产业发展规划（2018~2030年）》中明确了“鼓励加氢站与加油站、加气站或充电桩合并设置”的原则，计划到2030年全市建成57座加氢站。

中国石化广东石油分公司（以下简称“广东石油”）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。按照广东石油的部署，年内还将在佛山、云浮建成 3 座油氢合建站。据介绍，樟坑油氢合建站日加氢能力达到 500 公斤，主要服务周边使用氢燃料的公交线路及物流运输车队，氢燃料公交车加注一次只需要 4 分钟，可续航 300 公里，具有加注效率高、续航里程长、零污染、零碳排等优点。（计红梅）

中科院成立固体废物处置技术研究院

南方日报 2019.7.13

新华社武汉 7 月 12 日电 专门研究固体废物处置和资源化利用的研究院——武汉中科固废资源工业技术研究院 12 日在武汉揭牌成立。

该研究院由武汉市政府和中国科学院武汉岩土力学研究所合作共建，是集重大原始创新、关键共性技术研发、创新资源集聚、高端人才集聚和培养、科技成果转移转化等于一体的新型研发机构。

中科院武汉分院相关负责人介绍说，该研究院将重点围绕固废处置和资源化利用产业链条，整合中科院固废领域高端创新资源，建设国内领先的固废产业技术集成示范、工程运营和企业孵化平台，引领我国固废领域源头技术创新和产业集聚发展，着力破解长江经济带固废处置的瓶颈难题。

据专家介绍，近年来，随着我国经济的快速发展，电子商务和快递业发展迅猛，使得运送文件、单据、资料、货物等快递包装材料需求急剧增加。快递包装材料的使用给人们的生活带来了极大的方便，但是现有包装材料已成为当前污染环境的一个严重问题。为解决此类问题提供技术支撑，正是武汉中科固废资源工业技术研究院承担的重要使命。

安徽淮南打造煤电固体废物综合利用产业

中国能源报 2019.7.8

本报讯 安徽省淮南市政府新闻办、市经信局联合召开新闻发布会透露，淮南市将依托资源优势和区位优势，建设在全国具有重要影响力的新型绿色环保建材产业基地，打造煤电固体废物综合利用百亿产业。

据介绍，淮南市已将发展煤矿开发伴生资源综合利用百亿产业写进市政府工作报告。淮南市政府常务会议审议通过《淮南市煤电工业固体废物综合利用产业规划（2019—2021）》，编制资料申报国家大宗固体废物基地。按照就近利用的原则，目前正在煤电工业固废主产区凤台县、潘集区布局 4 个产业集聚区。

预计到 2021 年末，淮南市煤电工业固体废物综合利用率达到 95%，综合利用的工业产品转化率达到 60% 以上，年消纳利用工业固体废物达到 2940 万吨，全市煤电工业固废综合利用产业产值达到 100 亿元。（谢勇）

格力电器成立珠海再生资源公司

瞄准再生资源领域进行业务拓展

中国环境报 2019.7.26

本报记者张蕊报道 一直致力于空调、家电生产的格力，日前新成立一家绿色再生资源公司——珠海格力绿色再生资源有限公司。据天眼查显示，公司由珠海格力电器股份有限公司100%持股，董明珠间接持股0.74%。法定代表人为格力电器副总裁庄培，注册资本5000万元。

据了解，珠海格力绿色再生资源有限公司的经营范围为“再生物资回收与批发（工废贸易类）；废弃资源综合利用；环保工程施工；环境治理（实体类）；开发、回收、加工、销售可利用资源；生态环境材料、新材料、新型高分子功能材料的研发与应用”等。

这并非格力电器第一次成立绿色再生资源公司。早在2010年8月26日，郑州格力绿色再生资源有限公司成立，公司由珠海格力电器股份有限公司100%持股，注册资本为500万元，法人代表为庄培。

记者查阅格力电器官网发现，格力电器在天津、湖南、河北、郑州、芜湖等地都成立有再生资源公司，以芜湖再生资源公司为例，经营范围包括二次资源循环利用技术的研究；生态环境材料、新能源材料、循环技术的研究及高新技术咨询与服务；塑料型材及有色金属（如铜、铝及合金等）制品的生产、销售及废线路板回收贵金属的干、湿处理；废旧金属、报废电子产品、废旧家电、报废机电设备及其零部件、废造纸原料、废轻化工原料、废玻璃回收、处置与销售（涉及到许可证的凭许可证经营）等。

有咨询行业人士告诉记者，自一些地区推行垃圾强制分类以来，不少企业瞄准再生资源领域进行业务拓展。同时，一些电器等产品制造商将眼光放得更长远，延伸到绿色供应链。再生资源回收不能局限于补贴，而应向生产者责任延伸拓展。从盈利模式看，需要多元的盈利模式和技术创新进行补充。

3项光热发电标准列入能源行业标准修订

中国电力报电气周刊 2019.7.25

中国电力新闻网讯（通讯员刘晓冰）报道 7月18日，国家能源局综合司下达了关于《2019年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（简称《通知》）。《通知》包括2019年度能源领域（不含核电）行业标准制（修）订计划共计930项。

其中，有3项涉及光热发电的标准被列入2019年度能源领域（不含核电）行业标准修订计划项目汇总表，分别为槽式太阳能光热发电站真空集热管监造导则、槽式太阳能光热发电站柔性连接组件技术条件与测试方法和槽式太阳能光热发电站集热器安装调试技术规程。

钜光太阳能科技（北京）股份有限公司参与起草了槽式太阳能光热发电站真空集热管制造导则，这项标准适用于槽式光热发电用集热管，集热管属于槽式光热发电的关键设备之一。

根据《通知》，上述三项标准完成年限均为 2020 年，标准化管理机构均为中国电力企业联合会，技术委员会或技术归口单位均为全国太阳能光热发电标准化技术委员会。

广东省氢能技术重点实验室昨日揭牌成立

云浮日报 2019.7.2

本报讯（记者 区云波 徐登科）7月1日下午，广东省氢能技术重点实验室在广东国鸿氢能科技有限公司一楼会议室揭牌成立，并举行第一届学术委员会第一次会议。该重点实验室的成立与即将投入使用，标志着广东省建设氢能技术的研发平台迈上了一个新的台阶。市委常委、副市长、佛山市对口帮扶云浮指挥部总指挥李坚，市政协副主席、佛山市对口帮扶云浮指挥部副总指挥万木林，佛山科技学院党委副书记许晓珠，加拿大工程院院士叶思宇等出席相关活动。

据了解，广东省氢能技术重点实验室是依托佛山（云浮）氢能产业与新材料发展研究院，联合佛山科学技术学院、云浮（佛山）氢能标准化创新研发中心、广东国鸿氢能科技有限公司共同组建，2018年11月获得批准。李坚表示，广东省氢能技术重点实验室将大力推动佛山、云浮两市产业共建，带动云浮产业转型升级，对推动经济发展发挥着积极的作用。希望以此为新起点，发挥平台开放、融合、聚集、创新引擎的强大功能作用，开展好“产学研”工作，大力创新培育核心技术，发挥氢能产业全链条作用，服务地方和企业发展。

李坚、万木林、许晓珠、叶思宇等为广东省氢能技术重点实验室、广东国鸿氢能科技有限公司博士后科研工作站揭牌。会上，广东省氢能技术重点实验室还成立了重点实验室第一届学术委员会、第一届管理委员会并颁发聘书，召开了广东省氢能技术重点实验室第一届学术委员会第一次会议。

宁德时代与日企在电池领域开展合作

中国能源报 2019.7.29

本报讯 宁德时代日前与日本光伏企业 Next Energy and Resources 公司达成协议，未来两家公司将在电池的开发和销售领域开展合作。

Next Energy and Resources 公司希望通过合作将电池引入到太阳能光伏发电当中，降低相关成本，扩大太阳能发电产业。该公司表示，将与宁德时代共同进行新型电池的开发，预计 1 年后在国内开始销售。如果顺利实现的话，储能电池的导入成本将仅为原来的四分之一。

Next Energy and Resources 公司社长伊藤敦表示，宁德时代是世界领先的电池厂商值得信赖，公司从产品力、供给量、成本等多方面综合考量，最终选择了宁德时代作为合作伙伴。（孙建）

中海油重返风电领域

中国能源报 2019.7.8

本报讯 7月2日，中海石油（中国）有限公司全资子公司中海油融风能源有限公司在上海正式揭牌成立。

作为国有大型能源企业，中国海油已将绿色低碳确立为公司长期发展战略，并于不久前发布了集团公司《绿色发展行动计划》。《行动计划》明确提出，要以坚持发挥自身产业链的专业优势，以海上风能和天然气水合物开发为基础，持续拓展新型能源和能源供给新业态，挖潜可持续发展新动能。

据悉，为推进海上风电业务，东海石油管理局前期开展了大量调研工作，基本掌握了国内外海上风电发展现状和趋势。第一个合作开发的海上风电项目已于今年4月30日正式开工，按计划将于明年实现全面并网发电。

实际上，这并非中海油第一次进军新能源领域。早在2004年，中海油就开始涉足新能源产业；2006年6月，成立了中海油新能源办公室；2007年，中海油将新能源产业进一步加强，成立了中海油新能源投资有限责任公司；经过6年多发展，新能源公司的业务已覆盖风电、煤制气、动力电池、生物质能、太阳能及氢能等多个领域。2009年12月18日，中海油新能源投资有限责任公司化德风电项目完成调试并网发电，这是中国海油首次正式运营新能源项目。2016年6月29日，中海油新能源投资有限责任公司以9.64亿元的价格，挂牌转让其所持中核汇海风电投资有限公司40%股权，为其投资上百亿元的新能源板块正式画上“终止符”。（陈茹）

中标 ITER 迄今金额最大工程

中核集团将为国际热核聚变实验堆装“心脏”

科技日报 2019.7.19

“整个过程坎坷，好比没有终点的跨栏，跨过一个还有下一个。”让中核集团中国核电工程有限公司（以下简称中核工程）高级工程师、TAC1安装标段工程负责人温傲吾高兴的是，历时近两年的工作终于迎来历史性节点——中核集团16日收到ITER组织中标通知书，由中核工程牵头，核工业西南物理研究院、中国核工业二三建设有限公司参与，携手中科院等离子体物理研究所、法国法马通公司等单位组成国际联合体，以工程总承包形式正式中标在法国建设的国际热核聚变实验堆（ITER）TAC1安装标段。

中核工程副总经理李强18日在接受科技日报记者采访时，连用两个“首次”来形容事件的划时代意义——中国核能单位首次以工程总承包形式成功参与国际大科学工程项目、我国第一次参与国际大型核科研设施建设。

ITER是规模仅次于国际空间站的国际大科学工程计划，联合中国、欧盟、印度、日本、

韩国、俄罗斯、美国七方共同参与建造。此计划的成功与否关系到国际聚变能和平利用的未来。

“TAC1 安装标段工程，是 ITER 实验堆托卡马克装置最重要的核心设备安装工程，也是 ITER 迄今为止金额最大合同工程。”温傲吾告诉记者，ITER 项目有很多安装包，但 TAC1 安装标段工程好比核电站核岛里的反应堆、人体心脏，重要性不言而喻，主要工作是安装杜瓦结构及杜瓦结构和真空容器之间所有的系统。

中核集团一直对 ITER 计划的安装包招标工作保持高度关注。大约在 2017 年，ITER 计划的 TAC1 安装标段工程招标书引起中核工程相关人员的注意。

“如果是一般采购包，要和当地承包商竞争没有优势。我们对这个比较感兴趣，最主要的是这个采购包最能体现技术能力和管理能力，综合权衡后，我们决定集中力量投这个标。”李强告诉记者，与以往不同的是，中法五家成员单位组成中法联合体共同应标。联合体成员在工程建设、科研创新、“走出去”产业开发、设备研制等方面具有优势，加上华龙一号海内外四台机组建设工程均按期或提前完成的成功案例，在科技部、国家原子能机构、国家能源局以及中国国际核聚变能源计划执行中心等指导和支持下，最终联合体打败全球多家竞争对手，成功中标。

作为核心设备安装工程，TAC1 难度不言而喻。

“难就难在 ITER 是一个试验装置，面临新材料、新工艺、新设备、新方法等多方面困难。”温傲吾向记者展示了一张 TAC1 安装标段工程的示意图。从外观上看，工程是个直径 30 米、高 30 米的圆柱体。圆柱体外围是杜瓦结构，值得一提的是，圆柱体里必须是真空环境，且满足在接近绝对零度的极低温、1.5 亿摄氏度的极高温下“生活”的设备要求。“从极低温到极高温，这是一般工程里没有的。”他说。

吊装也面临挑战。TAC1 分为 4 个部分，底部净重 1250 吨，是个闭合的圆筒，结构强度不大，吊装过程中容易发生变形。李强说，中核工程有着丰富的核电站建设经验，但核电站建设一般都在开放空间进行吊装，TAC1 的空间要狭小得多。再比如，焊接是在常温下进行，但工作环境又在极低温，这意味着焊接需要能满足在极低温条件下稳定运行需求。

“我们在这方面有着丰富的经验，有信心保质保量完成任务。”在李强看来，中标 TAC1 安装标段意味着在核聚变领域，中核集团 30 多年不间断进行核电建设所形成的工程总承包能力获国际核能高端市场认可，也将为我国深度参与聚变国际合作、自主设计建造未来中国聚变堆奠定坚实基础，将为实现我国聚变前沿技术从跟跑、并跑到领跑的跨越提供重要支撑。（陈瑜）