能 量 转 换

总 16 期
4/2019. 4

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. 欧盟能源战略——能源金融 …… 5
2. 山东新能源装机占比超两成 …… 8
3. 低碳、灵活、多能互补——触摸未来电力系统 …… 9
4. 东北亚能源互联网建设首推中韩联网 …… 10
5. “十四五”钢铁工业须过“五关”斩“六降” …… 12
6. 我国能源消费结构发生积极转变 …… 13
7. 中国能源需求增速降缓至 1.1% …… 13
8. 我国新能源发电装机占比首超水电 …… 15
9. 新政力促新能源平价上网 …… 16
10. 中美能源合作研究课题启动 …… 19
11. “一带一路”能源互联网方案发布 …… 19
12. 美国去年能源消耗量创纪录 …… 20
13. 智慧能源研究与实践 …… 21
14. 加快推进能源清洁低碳转型发展 …… 24
15. 国网超前规划新能源科学发展 …… 26
16. 全球能源互联网全面对接“一带一路”建设 …… 28
17. 高质量能源合作点亮“一带一路” …… 29
18. 电力系统智能化需实现多元耦合 …… 30

二、热能、储能、动力工程

1. 乙醇汽油已来，甲醇汽车又到？ …… 32

2.. 新燃料电池或能“上天入海” …… 34
3. 北京首次建设两座电化学储能电站…… 35
4. 海南：今年多种新增用车全部“清洁化” …… 35
5. 有效除冰的新材料…… 37
6. 广东省石墨烯创新中心成立…… 37
7. 充电桩迎来“智慧运营”新拐点 …… 38
8. 南沙拟建设国际一流纯电动汽车组装项目…… 40
9. 美研究机构改进 锂电池电极技术 …… 41
10. 世界首例具有原子精度的全碳电子器件面世 …… 42
11. 有机硅制出低成本“落雪发电机” …… 43
12. 恒流摩擦纳米发电机研究取得新进展 …… 43
13. 凝胶新材料应用于锂硫电池研究 …… 44
14. 新能源空铁成未来交通新选择 …… 44
15. 高性能压电单晶材料获突破 …… 46
16. 储能技术应用成电池市场热点 …… 47
17. 二氧化碳制甲醇反应获高效催化剂 …… 48
18. 八部委联合印发指导意见 甲醇汽车推广再添新动力 …… 49
19. 锂硫电池欲占高能量密度电池“高地” …… 50
20. 北京大兴国际机场：实现多能互补 打造绿色新国门 …… 53

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

1. 广东公开中央环境 保护督察“回头看”及固体废物环境问题专项督察整改方案 …… 55
2. 木质纤维素变身航空燃料…… 57
5. 五部门印发地下水污染防治实施方案 …… 58
6. 基础研究破解生物质高效利用瓶颈…… 58
7. 高 CO_2 耐受工业产油微藻诞生 …… 61
8. 破解非电行业烟气脱硫脱硝难题 …… 62
9. 湿垃圾源头减量生态循环链项目…… 64
10. 铜催化剂让二氧化碳回收更高效 …… 65
11.《废铅酸蓄电池回收技术规范》发布 …… 66
12. 乙烷消失的“幕后推手”是谁 …… 67
13. 循环开采这座“矿山”，路在何方 …… 69
14. 神奇！水稻秸秆竟能提炼纯水 …… 71
15. 新技术实现零排放 纺织品染色无需再用水 …… 73
16. GE 清洁燃烧技术助力实现“深圳蓝” …… 74

17．固废处理设备成亮点 …… 75
18．负碳技术给大气治理带来“正能量” …… 75
19．新型酵母菌株可提高乙醇生产效率 …… 76
20．哈尔滨年产30万吨纤维素乙醇项目加快建设　能从秸秆中提取半纤维素…… 77
21．塑料污染研究获进展 …… 78
22．日本水处理先进技术一瞥 …… 78
23．利用好有热度的净水 …… 80
23．垃圾焚烧二噁英将被重点监测 …… 81
24．中央财政支持畜禽粪污资源化利用 …… 83
25．严禁餐厨垃圾粉碎后排入水管 …… 84
四、太阳能
1．又薄又软的半导体新材料可制微纳光电器件…… 84
2．中国能建助推光热标准与示范工程建设…… 85
3．高效电池核心技术缺乏制约光伏降本…… 87
4．科学家发现廉价简洁光催化体系…… 88
5．有机太阳能电池进化出“新物种” …… 88
6．旋涂新方法可制备高性能电子薄膜…… 91
7．上海交大研发熔融盐太阳能储能新技术…… 91
8．跨界融合“光伏＋”跑好光伏马拉松 …… 92
9．腾晖光伏展出三项最新研究成果获关注…… 93
10．荷兰正建设全球最大“太阳能群岛” …… 94
11．清洁能源守护“高原蓝”——探访国家电投全球最大水光互补项目 …… 94
12．太阳能电池“喝咖啡”也可“提神” …… 96
五、地热
1．绿色能源：地热可分更大一杯羹…… 97
六、海洋
1．千亿方天然气田如何“浮”出渤海湾 …… 99
2．去年我国海洋油气业实现增加值同比增3．3% …… 100
七、氢能
1．电解水制氢有了长寿命廉价催化剂 …… 101
2．我国科学家提出制备常温超导“金属氢”新方法 …… 101
3．广东石油将建成全国首座油氢合建站 …… 102
4．建议发展低温液氢储运技术路线 …… 102
5．我科学家成功制备廉价高效电解水氧析出催化剂 …… 104

6. 廉价高效制氢法面世 …… 104
7. 清华大学联手丰田开展氢能技术研发 …… 105
八、风能
1. 整机制造市场集中趋势明显 …… 105
2. 八家中国整机商入围全球 15 强 …… 107
3. 国家能源局征求风电、光伏发电管理意见 …… 108
九、核能
1. 首个“核蓄一体化”项目稳步推进 …… 109
2. 华龙一号全球首堆启动冷试 …… 110
3. 中国核聚变技术能力快速提升 …… 110
十、其他
1. 1800 米以深煤层气经济开采取得世界级突破性进展　雄安新区附近打出高深高产煤层气井 …… 111
2. 煤层气产业发展步入关键“窗口期” …… 113

行业动态
1. 北京碳世纪石墨烯高清燃油项目投产 …… 118
2. 丰田向北汽提供电池组件，现代计划在四川建生产线　重量级选手入场 氢能市场“热启动” …… 118
3. 重庆两江新区布局 千亿元级氢能产业链 …… 120
4. 10 吉瓦高效晶硅电池项目眉山开工 …… 121
5. 青海共享储能调峰辅助服务市场启动 …… 121
6. 亚行 1 亿美元贷款支持我国垃圾焚烧 …… 122
7. 中国助力南美最大太阳能电站 …… 123
8. 大兴机场将完成国内 最大地源热泵系统工程 …… 124
9. 我国海上最大自营深水气田开发提速 …… 125
10. 自主创新突破氢能发展瓶颈 …… 125
11. 打造高质量发展“绿色引擎”——走近我国首个百万吨级煤直接制油示范工程 … 127
12. 协同合作 打造城市能源变革品牌 …… 128

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

欧盟能源战略——能源金融

中国能源报　2019.4.22

欧盟能源消费总量位居世界第三，一次能源消费占世界总量的12.5%，但大部分成员国能源匮乏，整体对外依存度自2004年以来普遍高于50%，部分国家甚至超过97%，而且能源进口渠道单一，油气资源主要依赖俄罗斯和中东地区国家，有较高的地缘政治风险。

欧盟由欧洲共同体发展而来，是集合政治实体和经济实体的区域一体化组织，也是世界上经济最发达的地区之一。欧盟能源消费总量位居世界第三，一次能源消费占世界总量的12.5%，但大部分成员国能源匮乏，整体对外依存度从2004年以来普遍高于50%，部分国家甚至超过97%，而且能源进口渠道单一，油气资源主要依赖俄罗斯和中东地区国家，有较高的地缘政治风险。

为积极应对能源问题，欧盟在可再生能源发展、能源市场体系构建、能源科技创新等方面始终走在世界前沿，是世界能源领域的重要引领者之一。

安全经济可持续是发展的主线

欧洲一体化进程最先开始于能源领域，二战后为对德国进行约束，法国、意大利、联邦德国等欧洲六国签订《欧洲煤钢共同体条约》，欧洲开始通过超国家机构开展合作。为加快战后重建和经济恢复，各国将共同市场逐渐扩大至其它部门，成立了欧洲经济共同体和欧洲原子能共同体，而后合并形成欧洲共同体。70年代的石油危机让欧共体强烈感受到面对能源问题时各自为政已难以适应形势，为此欧共体成立欧洲能源委员会，出台政策、条例等加强各成员国间的能源合作。

90年代初，东欧剧变与苏联解体使欧洲整体政治经济格局发生变革。前苏联地区新开放的资源为欧洲加强能源安全创造了机会，但一直以来稳定的能源过境体系破裂，造成欧洲能源供应困难。为保障自身能源供应并帮助东欧及前苏联地区国家完成和平演变，以欧盟成员国及中东欧和前苏联地区国家为主签署了《欧洲能源宪章》，旨在建立促进投资并具有法律保障的国际多边能源机制。虽然俄罗斯拒绝加入《欧洲能源宪章》，但由于可直接架设输气管道从俄罗斯进口天然气，且运输成本低、效率高，因此欧盟极为重视与俄罗斯的能源合作。俄罗斯也是欧盟最大的天然气供应国，欧盟从俄罗斯进口的天然气约占其消费总量的40%。

确保成员国能源供应安全始终是欧共体能源委员会的首要任务，针对对外依存度高的能源瓶颈，欧共体能源委员会于上世纪80年代便提出发展替代能源，水能、风能、太阳能等在内的可再生能源快速发展，核能也进入了新的发展高潮，可持续发展更是作为欧盟政策的首要目标之一被写入《阿姆斯特丹条约》。

进入新世纪后，欧盟可持续发展战略不断深化，提出低碳能源转型，成为低碳经济发展的全球引导者。围绕低碳能源核心战略，欧盟制定了具体的发展目标和技术路线图，例如

“3 个 20%” 目标，到 2020 年可再生能源电力占比提高 20%、能效提高 20%、碳排放量相比 1990 年水平减少 20%。同时欧盟通过制定详细的法规政策，强制成员国减排，积极引导投资并推广低碳能源技术应用。

此外，欧盟统一能源市场的逐步完善为提高能源效率、提升欧盟各国经济竞争力奠定了坚实基础。为了推动能源市场自由化，欧盟于上世纪 90 年代提出第一能源法案，从电力领域开启市场化改革进程。欧盟第二能源法案进一步促进改革，旨在建立统一的电力和天然气市场并开放配电市场。由于各成员国间可再生能源资源分布不平衡，需要在更大范围内考虑市场消纳能力。同时，为缓解发展可再生能源发电项目导致的电价上涨压力，需要促进市场内发售环节竞争，强化对输配电等垄断环节的监管。因此欧盟在前两次能源法案的基础上，于 2009 年通过欧盟第三能源法案，对能源巨头公司实行结构性“厂网分离”，并建立了基于欧洲能源监管机构合作委员会（ACER）和欧洲输电运营商联盟（ENTSO－E）的新制度框架。

纵观欧盟能源战略演变历程，其经历了由被动应对能源供应到主动引领能源转型的转变，逐渐形成以供应安全、可持续发展和提高经济竞争力为核心目标的能源战略。但欧盟仍面对较为严峻的能源和政治形势，据统计，2017 年欧盟石油产出仅为 146．4 万桶/日，占世界总量的 1.6%，天然气产出 1178 亿立方米，占世界总量的 3.2%，远低于美国的 14% 和 20%。严重的产销不平衡削弱了欧盟在能源议价上的能力，应对能源成本上涨的能力遭到削弱。另一方面，国际政治形势日益复杂，俄乌天然气纠纷、伊朗核问题等均对欧盟能源供给安全造成威胁。

能源金融体系助力

欧洲拥有高度发达的金融市场且社会各界具有很强的金融意识。从欧洲能源战略的实施历程来看，欧盟始终致力于完善能源金融体系。对外，欧盟积极角逐世界能源定价权，谋求利用欧元进行能源贸易结算，保证能源供应价格稳定。对内，欧盟始终着力于加强区域内能源基础设施互联，不断完善能源市场体系，追求能源市场的贸易自由和效率。

首先，成熟的原油期货市场为欧盟石油贸易提供了定价基准和避险工具。80 年代后，石油定价权重新回到以欧洲和美国为首的西方国家手中，原油市场发展成为拥有多个市场和定价主体的全球商品市场。石油贸易以不同地区的基准原油价格为基础，根据原油品质及供需关系最终确定交易价格。北海布伦特原油作为欧洲地区的基准原油，其价格较少受到地域性问题影响，已成为世界原油定价体系的核心。布伦特原油价格体系为欧盟参与国际原油贸易秩序提供了市场渠道，提升了欧盟应对能源价格波动的抗风险能力。

在天然气贸易方面，欧盟也在积极提升自己的话语权。英国国家天然气交易中心（NBP）的基准价格已逐渐被公认为与美国亨利港（HH）并肩的天然气国际基准价格，较好地代表了欧亚天然气交易的价格基准。

但由于北海油田近期产量下滑，欧盟地区能源产销不平衡加剧，布伦特原油价格体系的

全球影响力逐渐下降。为此欧盟谋求通过其他金融工具应对能源成本变动，其中欧盟对以欧元进行能源贸易结算展现出了极大兴趣。欧盟近期在与俄罗斯和伊朗的能源交易中积极推动以欧元进行结算，并计划建立独立于美国银行结算系统 SWIFT 的欧洲支付渠道 SPV，专门用于欧洲银行和金融机构之间进行包括原油、天然气和其他原料商品的结算。

除自身话语权提升的诉求外，美国对俄罗斯、伊朗等国油气资源出口的限制，以及对参与其能源投资和贸易活动的企业实施处罚，尤其是近期美国已宣布对欧盟商品加征关税，未来欧盟自身能源安全的保障有必要建立更安全可靠的贸易和结算途径。但即使欧元计价结算体系顺利推进，为各国绕开美国制裁提供了一条途径，短期内美元作为国际贸易主要货币的地位不会发生根本性变化。

另一方面，欧盟十分重视内部统一能源市场的完善，多年来在能源基础设施互联和立法监管等方面做了大量工作。虽然欧共体围绕能源问题成立，但实际各成员国能源市场间缺乏自由流通，小国市场导致欧盟国家在面对能源出口国时处于弱势地位。为此，欧盟委员会于 2015 年提出构建欧洲能源联盟体系，计划形成单一能源市场对外进行贸易，提升欧盟内部的能源供应保障能力。

市场内部加强合作，允许能源自由流通，形成泛欧能源供应网络，消费者可以跨国界选择能源供应商，从而加强市场内部竞争与活力。其中基础设施互联是能源联盟计划实施的物理基础，需要强大的资本支持。连接欧洲基金（CEF）提供了一种欧盟解决方案，其重点关注高附加值项目，所支持项目均符合“共同利益项目”（PCI）要求，主要针对天然气和电力项目提供资助，改善可再生能源接入电网，帮助成员国融入欧盟整体能源网络。

2014－2020 年，CEF 累计将向欧洲能源基础设施项目投资 53.5 亿欧元。法规与监管则是能源联盟计划实施的体制基础，为吸取 2008 年金融危机的教训，欧盟委员会对“欧盟金融工具市场指导”（MiFID）进行修订形成新版市场指导 MiFID Ⅱ。

新规改变了从股票到大宗商品在内的各种资产交易方法及投资资金的管理方法，提升市场透明度。得益于 MiFID Ⅱ的实施，欧洲能源商品交易，即绝大多数的天然气和电力期货合约以及所有欧盟排放交易体系（ETS）排放配额将正式成为金融工具，以制定明确且有力的价格指引为目的，降低生产者和消费者的价格风险，这也体现了欧盟始终对能源金融体系的构建不断进行完善。

对中国的启示

欧盟与我国同为能源消费大国，欧盟能源战略的制定和实施保证了欧洲能源供应安全和经济社会可持续发展，为我国提供了宝贵的经验。

第一，重视能源金融体系的构建和完善。欧盟利用布伦特原油期货市场反映欧盟市场的供需变化，管理并规避能源价格风险，服务实体经济发展。

我国于 2018 年 3 月重启石油期货交易，上海原油期货挂牌上市，以中质含硫原油作为交割标的，弥补了市场空白。应进一步提高交易平台规范化和透明度，吸引更多交易主体参

与、完善相关配套机制、丰富能源金融衍生产品种类，充分发挥上海石油期货交易的市场功能，积极争取亚太地区原油定价权，逐步提升我国在国际原油市场中的话语权。同时，健全人民币计价和结算体系，降低我国石油贸易和能源企业经营风险。

第二，重视法律体系在能源战略实施过程中的保障作用。欧盟多以法规指令的形式强制各成员国执行能源战略，通过立法统一各国思想和市场改革步调。欧盟能源法律体系涵盖能源安全战略、内部能源市场、可再生能源生产及能效提升等多个关键领域，各主体职责、权利及义务明确，充分发挥监管机构的指导监督作用并制定监管机构问责制作为透明度和合法性的保证。对于违反能源法规的成员国，欧盟委员会将发出通知和意见，若限期整改仍不合格则会提交欧盟法院裁决。

目前，我国能源领域改革已进入攻坚期和深水区，一方面应持续推进能源立法工作，构建更为全面且符合我国国情的能源法律体系，另一方面更应重视加强监管工作，确保制定的法律约束得到切实执行。（徐沈智 付凌波 闫晓卿 ）

山东新能源装机占比超两成

同比提高 3.5 个百分点

中国环境报　2019.4.2

本报记者王学鹏济南报道 记者日前了解到，截至 2018 年年底，山东省新能源和可再生能源累计发电装机达到 3002.9 万千瓦，占省内电力总装机的比重达到 22.9%，同比提高 3.5 个百分点。

山东省把抓好重大项目作为推进新能源产业发展的重要抓手，健全完善新能源产业发展项目库，加强分类管理，实施动态调整，目前已入库项目 207 个。同时，完善项目台账，实施挂图作战，推进项目落地。

其中，海阳核电一期工程 1、2 号机组投入商运，实现山东省核电在运装机“零突破”。荣成石岛湾高温气冷堆示范项目土建基本完成，安装调试工作全面展开。泰安新泰、济宁采煤塌陷地光伏发电基地首期项目 100 万千瓦全部并网发电，探索出了一条采煤塌陷地综合治理、绿色能源发展和群众增收相结合的新路子。沂蒙、文登抽水蓄能电站建设加快推进，已完成投资 44.5 亿元；潍坊抽水蓄能电站获得核准并开工建设。全省首个海上风电试点示范项目三峡山东昌邑莱州湾 300MW 海上风电项目完成核准。

从今年开始，山东省将实现 3 个围绕。一是围绕“发展绿色能源，助力动能转换”中心任务，加快新能源和可再生能源向深层次、广领域、规模化延伸，到 2020 年实现可再生能源装机规模达到 3350 万千瓦，巩固全国领先地位。

二是围绕服务“海洋强省”建设，出台《山东省海上风电发展规划》，探索海上风电与海洋牧场融合发展新模式，推进海上风电与波浪能潮汐能等海洋能协同立体开发，启动 150 万千瓦左右海上风电融合发展试点示范项目，发挥海域资源综合效益。

三是围绕服务冬季清洁取暖工作，编制全省地热能开发利用规划，推进地热能开发利用示范项目和生物质能热电联产示范项目建设，推进新能源向城镇和农村延伸，助力乡村振兴战略实施。

低碳、灵活、多能互补——触摸未来电力系统

中国能源报　2019.4.8

全球电力领域正在进行深刻变革，需要在满足人类日益增长的能源需求的同时，提高运营绩效、环保绩效以及普惠性。种种需求交织在一起，让低碳化、灵活性和多能互补成为代表电力行业前行的三大特点。三者互相联系、互相支撑，将在未来很长时期推动电力行业的发展。

低碳化是现代能源发展不可逆转的潮流。根据 GE 最新统计数据，2018－2027 年间，全球平均每年将有 4150 亿美元投入新建电厂项目中，而其中 2/3 为可再生能源发电。可再生能源发电间歇性和波动性的特点，使其在现阶段需要配备相应的储能系统，或采用其他能源做补充。而鉴于目前储能系统成本仍然较高，在清洁能源发电侧大规模布局储能设施的经济性暂不能体现，分布式能源有良好的发展基础。

全球仍有十亿人口尚没有稳定的电力供应，这些人口多处在偏远地区，传统的集中式发电需要搭配长距离输电设施，成本过高。而分布式可以减少长距离输送损失，有效提高地区能源的安全性和有效性。

未来将是集中式发电和分布式发电共存的时代，两者缺一不可。大电网将连接发电端和用电端，并实现双向流动，以此实现最低的输电成本。这其中，通过“可再生能源＋燃气发电”组成的混合分布式能源项目能够更好地适应局部用电需求。

天然气发电所产生的二氧化碳是所有化石燃料发电方式中最低的，约占同等规模燃煤电厂的 50%。其他污染物如汞、氮氧化物和硫氧化物和粉尘的排放水平更低。因此，燃气发电更符合可持续发展的需求。以美国为例，2005 年以来，该国所有部门（电力、交通、工业、农业）二氧化碳排放减少大约 27%，其中 2/3 源自电厂的“煤改气”。

除了低碳化，未来的能源结构中还需要电力来源稳定、灵活性高，能够在可再生能源发电量不足时提供基础负荷，并根据其发电量削峰填谷，确保供电稳定安全。燃气发电不仅稳定，相比其它化石能源具备更好的灵活性。例如，一座装机容量在 570 兆瓦的 GE HA 级燃气联合循环电厂可以在不到 30 分钟内启动，并以每分钟 60 兆瓦增加或降低负荷，同时为约 50 万户家庭提供电力。而在部分负荷工况下，比如燃气电厂负荷降到 200 兆瓦时，依然可以在满足排放标准的同时稳定供电，也可以与可再生能源形成补充，促进可再生能源迅速成长。

在多能互补方面，燃气发电同样能够发挥自身的优势。以 GE 和美国南加州爱迪生公司部署的全球首例电池—燃气轮机混合发电系统为例，该系统集成了 10 兆瓦锂离子电池储能系统和一台 LM6000 航改燃机，以及相应的控制系统，允许燃气轮机处于旋转备用模式，而

无需使用燃料，并可立即响应不断变化的电力调度需求。在不需要进行调峰时，燃气轮机处在旋转备用状态，而这时响应电网动力需求就通过电池来提供；当需要调峰时，通过先进的控制系统，将燃气轮机立刻从旋转备用状态唤醒，快速启动带负荷，立即向电网输送电力。这种电池—燃气轮机混合发电系统不仅节省燃料、降低维护成本，也能够减少温室气体排放。

爱迪生公司的数据显示，采用该系统后，每年可减少碳排放60%，同时节省200万加仑的水。与此同时，这样的混合发电解决方案还具有可扩展性、可定制性和灵活性，可减轻由于吸纳可再生能源发电产生的负担，无缝地接受可再生能源。

事实上，天然气发电也是最节省土地资源的发电方式，特别适合经济发达、人口稠密、寸土寸金的都市地区。一座9HA电厂占地约为660兆瓦煤电厂的1/3。与可再生能源加电池存储系统相比，燃气发电每兆瓦发电量耗费的土地比前者小得多。

与此同时，燃气电厂的建设周期相对更短、初始投资相对更低。大型燃气联合循环燃气发电厂可在2—3年内建成并投入使用，30兆瓦的移动式燃气轮机发电机组甚至可以通过陆地、海上或空中运输到偏远地区，几周内就可发电。

另外，燃气发电的经济优势是覆盖全生命周期的。根据国际咨询公司IHS最新发布的统计数据，2012年到2016年期间，燃气电厂平均度电成本下降了0.3个百分点。同时，还可大大减少各种污染物的排放。以采用了GE 6F03燃机的高邮燃气热电项目为例，该项目每年可减排二氧化硫1390吨、氮氧化物464吨、烟尘2295吨、灰渣3.8万吨，年节约标煤8.77万吨。

综上所述，天然气发电在现今和将来能源转型中的重要性不容小觑。为了降低能源系统给环境带来的影响，天然气发电技术还将成为与过去的桥梁和通向未来的基础。GE发电也将用超过125年历史积累的经验和技术，携手整个发电行业不断创新，探索最佳解决方案，共创价值。（杨丹）

全球能源互联网发展合作组织正在与国网、韩国电力公社推动中韩联网项目可研相关工作

东北亚能源互联网建设首推中韩联网

中国能源报　2019.4.8

东北亚包括俄罗斯远东、中国东北和华北、蒙古、朝鲜、韩国和日本。东北亚地区是极具合作潜力的地区，各国经济和能源合作日益密切，区域一体化发展前景广阔。据相关数据显示，2017年，六国总人口为17.4亿，约占世界总人口的23%；GDP达20.3万亿美元，约占世界经济总量的25%。

据悉，为加快推进东北亚能源互联网建设，推动全球能源互联网更好更快发展，全球能源互联网发展合作组织正在与国家电网有限公司、韩国电力公社推动中韩联网项目可研相关工作，这意味着东北亚能源互联网的首推项目即将进入实施阶段。

区域能源合作潜力巨大

东北亚地区自古以来文化交流密切，民族友好交往历史悠久。近年来，东北亚地区以互惠共赢为目标，区域发展局势不断向好，能源合作氛围不断增强。而能源电力需求大、增长快，是推动区域发展的关键因素。

据了解，2005—2015 年东北亚一次能源消费总量增加约 21%，用电量增加约 43%，能源电力需求将持续增长。而 2017 年，东北亚化石能源消费量占能源消费总量的 90%，中日韩能源消费排放的二氧化碳达 115 亿吨，占全球能源碳排放总量的 34.4%。

据全球能源互联网发展合作组织经济技术研究院院长周原冰介绍，东北亚区域清洁发展优势明显、潜力巨大：一是东北亚区域清洁能源资源丰富，俄罗斯远东风电和水电资源，蒙古风电和太阳能资源，以及中国华北和东北地区的风电资源都非常丰富；二是不同清洁能源品种之间具有较强的互补特性；三是内部资源和市场的互补性显著，日本、韩国、朝鲜电力市场需求较大，而能源资源相对匮乏，相反俄罗斯远东、蒙古能源资源非常丰富，而市场需求相对较小；四是技术资金互补性显著，中国、日本、韩国在智能电网、清洁能源发电等领域技术领先，中国在输电领域具有特殊优势和丰富的实践经验，日本、韩国经济发展水平较高，技术及资金实力强，而俄罗斯远东、蒙古和朝鲜对技术资金的需求较大。

中国方案促进共同行动

在经济全球化背景下，实现东北亚区域合作和清洁发展向更高水平迈进，能源电力合作至关重要，关键是加快建设东北亚能源互联网。2018 年 10 月，全球能源互联网发展合作组织发布了《东北亚东南亚能源互联网规划研究》报告。

报告指出，构建东北亚能源互联网，总的思路是加快区内清洁能源开发，构建环渤海/北黄海、环日本海、环阿穆尔河/黑龙江流域，横向联接蒙古南部至中国华北的“三环一横”跨国联网通道，形成“西电东送、北电南供、多能互补”的格局。

保障区域能源安全是东北亚地区能源发展的大方向，在东北亚各国共同合作参与下，以促进清洁发展为目标，深化能源电力合作为方向，构建互联互通的清洁能源优化配置平台，即东北亚能源互联网，才能够实现清洁能源大规模开发、大范围配置和高效利用，实现东北亚能源可持续发展。

早在 2016 年 3 月，国家电网公司、韩国电力公社、日本软银集团、俄罗斯电网公司四国企业联合签署《关于东北亚电力互联合作备忘录》，共同推动东北亚电网互联。预计到 2050 年，东北亚清洁能源占一次能源消费比重提升至 60%，清洁能源发电量达 4.2 万亿千瓦时，相当于每年减排二氧化碳 39 亿吨。届时，东北亚地区年跨国电力贸易规模可达 5500 亿千瓦时，积极带动区域经济一体化发展。

中韩联网成为首推项目

据介绍，2017 年 12 月 13 日，全球能源互联网发展合作组织、国家电网公司、韩国电力公社在中韩商务论坛上签署了三方合作协议，明确三方在蒙—中—韩—日项目框架下首期

推动中韩联网项目。

2018 年 4 月 17 日，中韩联网项目预可研启动会在京召开，合作组织、国家电网公司、韩国电力公社三方成立了以合作组织为主席单位的指导委员会和工作组，并讨论联合研究范围和具体工作计划。5 月，合作组织多次组织工作组集中工作，就工程必要性、可行性、换流站选址、技术参数、经济性分析等问题达成一致，完成了中韩联网项目预可研报告初稿。

2018 年 5 月，首届中韩司局级能源对话会在韩国首尔召开，合作组织介绍了中韩联网项目的最新进展，获得了积极响应。6 月，为提高工程造价估算的准确性，工作组就海缆和换流站主设备联合开展了国际询价，合作组织利用会员资源积极询价并获得了积极反馈，成为预可研投资估价依据。

2018 年 7—8 月，工作组完成了《中国－韩国跨国联网工程预可行性研究报告》。9 月，中韩联网项目预可研总结会及专题技术研讨会主要回顾总结预可研成果，梳理了尚待进一步明确的问题；同时，合作组织邀请技术专家，就柔性直流、常规直流、海缆的研发与施工等工作组关注的问题开展讨论，为推进下一步工程可研工作奠定了基础。

除中韩联网，东北亚能源互联网建设还释放出了其他积极信号。据俄罗斯卫星通讯社报道，蒙古国总统哈勒特马·巴特图勒嘎在 2018 年东方经济论坛上发言时呼吁，希望尽快开始实施东北亚超级能源圈电网项目，俄罗斯、中国、蒙古、日本、韩国和朝鲜六国能源电网的建立是构建亚洲超级能源圈电网的第一步。合作组织也正在与蒙古国能源部门沟通联络，共同推动清洁能源基地开发与区域电力互联研究。（李文华）

“十四五”钢铁工业须过“五关”斩“六降”

中国科学报　2019.4.8

“面对未来发展，钢铁行业要坚持以供给侧结构性改革为主线，加快高质量发展，‘十四五’期间至少要过‘五关’、斩‘六降’，即过产能关、布局关、绿色关、质量关、效率关；降预期、降杠杆、降排放、降人员、降风险、降成本。”近日，在 2019（第十届）中国钢铁发展论坛论上，冶金工业规划研究院院长李新创表示，经历 2018 年喜人的成绩之后，钢铁产业的发展并没有想象得乐观，还需要钢铁产业做更多的工作和努力。

中国工程院院士殷瑞钰也指出了中国钢铁工业存在发展不平衡、不充分的诸多问题，如资源、能源结构问题，吨钢废钢消耗少，铁矿、煤炭消耗多；流程结构上，高炉—转炉流程比例大，电炉短流程比例小；生态环保欠账较多，技术支撑力不够；质量品牌意识淡薄，只重视个别品种，忽视量大面广产品质量的稳定性、可靠性和实用性；区域布局不合理，无序发展；创新体制尚未完全形成，创新投入不足；企业债务重、效益差；企业发展战略管理及环境生态治理措施有待强化。

“只有正确认识钢铁产业发展所处的阶段，才能对行业下一步如何发展，从国家层次、行业层次、企业层次进行明确具体的规划和实施。”李新创表示，谁都不能否认钢铁仍是最

重要的工业材料，可预见的将来也不可替代，正因为在国民经济中如此重要，我国就拥有强大而稳定的钢铁需求。“总之，未来五年，即使增速放缓，我国钢材仍将保持较大的市场需求态势，为钢铁产业发展提供有力支撑。”（李惠钰）

我国能源消费结构发生积极转变

中国科学报　2019.4.8

本报讯（见习记者卜叶）日前，英国东安格利亚大学与剑桥大学的研究人员研究了中国各省份能源消费的驱动因素，分析了省级能源消费结构转型的可能性，并提出可能的实现路径。相关结果近日发表于《焦耳》。

分析国家级及省级能源和经济统计年鉴后，研究人员发现，2003—2016 年，中国经历了三个不同的经济发展时期：2003—2007 年中国经济快速扩张，2007—2011 年全球金融危机期间中国经济下滑而后复苏，2011—2016 年中国进入“新常态”时期。论文第一作者、东安格利亚大学博士生区家敏表示，尽管“新常态”时期经济增长放缓至 7% 左右，但是，近一半的内陆省份的能源消费已经发生了积极转变，能源消耗总量减少，消费量低速增长，能源效率提高。

“了解转型背后的驱动因素以及维持转型的可能性，对于中国的发展至关重要。”论文通讯作者、东安格利亚大学终身教授、清华大学讲席教授关大博告诉《中国科学报》。

基于结构动力解析方法，研究人员认为，能源消耗的减少与经济增长放缓有关，此外，能源效率提升、煤炭消耗减少、产业结构调整，一定程度上抑制了能源消费量的增长。

如何长久地维持能源消费量的下降或低速增长？研究人员认为，一条路径是继续提升能源效率、降低能源强度，适用于河北、辽宁、吉林、河南、湖北、云南等能源强度较高的省份；另一条路径是着力于能源结构的清洁化和产业结构的调整，更适合能源强度已经相对较低的省份，例如北京。

关大博表示，目前，能源强度减少的潜力逐渐消耗殆尽，传统降低能源强度的方式面临挑战。未来，能源消费量仍在攀升的欠发达省份，将在降低能源强度的过程中发挥巨大作用。

《BP 世界能源展望（2019 年）》中文版发布

中国能源需求增速降缓至 1.1%

中国能源报　2019.4.15

4 月 9 日，《BP 世界能源展望（2019 年）》中文版（以下简称《展望》）在北京发布。《展望》中的大部分内容以“渐进转型”情景为基础，对 2040 年前可能影响全球能源市场状况的关键不确定因素展开了探讨。

全球需要多少“更多能源”？

随着世界能源系统的演进，能源行业还面临很多挑战。《展望》指出，未来能源发展最

大的不确定性在于：全球经济的持续增长和繁荣需要消费更多能源，同时需要更快地向低碳社会转型。渐进转型不能同时满足“更多能源”和“更低碳排放”的双重挑战，到2040年世界仍有2/3的人口生活在人均能源消费少于100吉焦的国家，他们需要更多的能源。而来自能源的碳排放还将小幅上涨，到2040年增长近10%。

联合国人口发展指数（HDI）表明，在100吉焦（GJ）水平以下，人均能源消费与人类发展和幸福有很强的相关性。当前，世界上约有80%的人口生活在人均能源消费低于100吉焦的国家和地区。

为此，《展望》探讨了“更多能源”和“快速转型”的情景。提供更多能源将人均能源小于100吉焦的人口比例降到1/3，这意味着额外25%的能源需求——大体相当于中国2017年的能源消费。“快速转型”促使2040年碳排放下降约45%，大约2/3的减排量来自电力行业的去碳化。

《展望》同时探讨，人均能源消费高于100吉焦的国家精减能源使用的情况，如果这些国家人均能源消费降低到欧盟2040年约120吉焦的水平，节省下来的能源能够满足整个能源需求。

可再生能源增长有多快?

“可再生能源增长强劲，将比历史上任何能源更快地渗透全球能源体系。”《展望》的编撰者、BP集团首席经济学家戴思攀（Spencer Dale）告诉记者，“历史上新型能源通常需要用几十年才能渗透能源体系。例如，石油用了45年时间从1%的世界能源占比增长到10%。天然气用了超过50年时间才达到10%的占比。在渐进转型情景下，可再生能源占比从1%增长到10%需要约25年，这比历史上任何能源的渗透速度都快。在快速转型情景下，可再生能源的增速将会更快，占比从1%增长到10%仅用15年。“这一速度堪称‘突破边际’。”

总体来看，可再生能源是增长最快的能源类型，年均增长7.6%，约占全球新增发电量的2/3。到2040年将成为全球最大的电力来源。可再生能源增长主要由发展中国家主导，中国、印度和其他亚洲国家占全球可再生发电增量的近一半。

具体到各细分领域，在展望期间，核能和水电发电量将持续增长，但慢于总体发电量的增长，因此两者在电力结构的占比不断下降。在渐进转型情景下，核能年均增长1.1%，与过去20年的趋势基本一致。中国核能发电会实现强势增长，展望期间上升1000太瓦时，到2040年，中国的核能发电与整个经合组织处于相似水平；水电在展望期间年均增长1.3%，比过去20年的增速大大降低，中国仍是水电最大的增长来源；风能和太阳能发电受益于成本的持续降低，新增发电量将分别实现5倍和10倍的快速增长。

中国能源发展情况

中国能源需求增长进一步放缓。《展望》预计中国能源消费需求增长在展望期内会降缓至年均1.1%，不到过去22年年均增速（5.9%）的1/5。

《展望》指出，中国的能源结构持续演变，碳排放将于2022年达到峰值。其中煤炭占

能源消费的比重从2017年的60%下降至2040年的35%，天然气比重翻一番至14%，可再生能源占比从2017年的3%增至2040年的18%。

值得注意的是，《展望》指出，我国油气对外依存度将进一步提升。尽管中国国内天然气产量大幅提升，但需求增长大于供应增长，导致2040年进口依存度从2017年的38%将上升至43%；石油进口依存度也将从2017年的67%升至2040年的76%。（卢奇秀）

《国家电网有限公司服务新能源发展报告（2019）》显示

我国新能源发电装机占比首超水电

中国能源报　2019.4.15

本报讯（记者王旭辉）报道：4月11日，国家电网有限公司发布的《国家电网有限公司服务新能源发展报告（2019）》（下称“《发展报告》”）显示，截至2018年底，我国新能源发电累计装机容量达3.6亿千瓦，同比增长22%，占全国总装机容量的比重达19%，首次超过水电；新能源发电新增装机容量6622万千瓦，占全国电源总新增装机容量的54%。其中，国网经营区新能源发电累计装机容量29896万千瓦，同比增长23%，占全国新能源发电累计装机容量的83%；新能源发电新增装机容量5500万千瓦，占全国83%。

具体而言，2018年，我国风电新增装机容量2101万千瓦，同比增长31%；截至2018年底，风电累计装机容量18426万千瓦，同比增长13%，占全国电源总装机容量的9.7%。其中，国网经营区风电新增装机容量1722万千瓦，占全国82%，风电累计装机容量14612万千瓦，占全国风电累计装机容量的79%。

2018年，我国太阳能发电新增装机容量4521万千瓦，占全部新能源新增装机容量的68%；截至2018年底，太阳能发电累计装机17463万千瓦，同比增长35%，占电源总装机容量的9.2%。其中，国网经营区太阳能发电新增装机容量3777万千瓦，占全国84%，太阳能发电累计装机容量15283万千瓦，占全国太阳能发电累计装机容量的88%。太阳能发电累计装机容量首次超过风电。

《发展报告》透露，2018年，在政策作用及市场选择下，新能源发电装机持续向消纳较好的地区转移。截至2018年底，“三北”地区风电累计装机容量占比较2015年底降低9个百分点；截至2018年底，“三北”地区太阳能发电累计装机容量占比较2015年底降低18个百分点。

截至2018年底，青海、甘肃、宁夏、河北、新疆等13个省区新能源发电装机容量占本省区电源总装机容量的比例超过20%；内蒙古、新疆、河北、甘肃、山东、山西、宁夏等7个省区风电累计装机容量超过1000万千瓦；山东、江苏、浙江、安徽等4个省份太阳能发电累计装机容量超过1000万千瓦。

《发展报告》显示，2018年，我国新能源发电量及占比实现“双升”。2018年，我国新能源发电量达5435亿千瓦时，同比增长29%，占全国总发电量的7.8%，同比提高1.2个

百分点。国网经营区新能源发电量达4390亿千瓦时，占全国81%。其中，风力发电量3660亿千瓦时，同比增长21%，占全国总发电量的5.2%，国网经营区风力发电量2836亿千瓦时，占全国77%；太阳能发电量1775亿千瓦时，同比增长52%，占全国总发电量的2.5%，国网经营区太阳能发电量1554亿千瓦时，占全国88%。

同时，新能源弃电量和弃电率实现“双降”。2018年，国网经营区新能源弃电量268亿千瓦时，同比下降35%，弃电率5.8%，同比下降5.2个百分点，新能源总体利用率达94.2%。具体来看，该公司经营区弃风电量217亿千瓦时，同比下降37%，弃风率7.1%，同比下降5.8个百分点；经营区弃光电量52亿千瓦时，同比下降23%，弃光率3.2%，同比下降3.0个百分点。22个省区基本不弃风，24个省区基本不弃光；辽宁、黑龙江、山西3个省份弃风率降至5%以下，青海、宁夏2个省区弃光率降至5%以下。

对于甘肃、新疆等重点地区的新能源消纳情况，《发展报告》透露，2018年甘肃新能源弃电量64亿千瓦时，同比下降42%，弃电率16.5%，同比下降13.2个百分点；2018年新疆新能源弃电量128亿千瓦时，同比下降20%，弃电率21.3%，同比下降6.5个百分点。

新政力促新能源平价上网

中国能源报　2019.4.15

编者按　4月10日、12日，国家能源局连续就“新能源平价上网推进方案”和“2019年新能源发电建设管理方案”向全社会征求意见。积极推动新能源平价上网成为上述方案的共同主题。

国家能源局就2019年风电、光伏发电建设管理征求意见

优先建设 平价项目

本报讯（记者姚金楠）报道：4月12日，国家能源局发布《关于征求对2019年风电、光伏发电建设管理有关要求的通知（征求意见稿）意见的函》（下称《征求意见稿》），明确在优先建设平价上网项目的基础上，采取竞争方式配置需国家补贴的风电、光伏发电项目。具体竞争配置要求随函件同步下发。

根据《征求意见稿》，各省级能源主管部门要研究论证本地区建设风电、光伏发电平价上网项目的条件，在组织电网企业论证并落实拟新建平价上网项目的电力送出和消纳条件基础上，优先推进平价上网项目建设。经充分论证不具备建设平价上网项目条件的省（区、市），综合考虑相关规划、电力送出和消纳条件确定合理的需国家补贴项目的总规模，分别按风电和光伏发电项目竞争配置要求通过规范竞争方式选择需纳入国家补贴范围的项目。

《征求意见稿》强调，在竞争配置过程中，要将上网电价作为重要竞争条件，优先建设补贴强度低、退坡力度大的项目。

对于电力送出和消纳条件，《征求意见稿》要求，各省级能源主管部门应与当地省级电网企业充分沟通，请电网企业对所在省级区域风电、光伏发电新增建设规模的消纳条件进行

测算论证，做好新建风电、光伏发电项目电力送出工程的衔接并落实消纳方案，优先保障平价上网项目的电力送出和消纳。

同时，在随函件下发的《风电项目竞争配置指导方案（2019 年版）》中，对于新建和存量风电项目也给出了明确的竞价要求。2019 年度新增集中式陆上风电和海上风电项目全部通过竞争方式配置并确定上网电价，各项目申报的上网电价不得高于国家规定的同类资源区标杆上网电价。已核准的陆上风电项目两年内未投产并网的，需按照并网年份标杆价格上限重新参与市场竞价。

此外，在同步下发的《2019 年光伏发电建设管理工作方案》中，针对光伏发电项目的补贴总额也作出了明确说明：2019 年度安排新建光伏项目补贴预算总额度为 30 亿元，其中，7.5 亿元用于户用光伏（折合 350 万千瓦），补贴竞价项目按 22.5 亿元补贴（不含光伏扶贫）总额组织项目建设。

国家能源局就风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设方案征求意见

平价项目建设 消纳条件是前提

4 月 10 日，国家能源局综合司公开发布《关于征求 < 关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案（征求意见稿） > 意见的函》（下称《征求意见稿》）。根据征求意见稿，将优先建设风电、光伏的平价上网项目，但需严格落实项目的电力送出和消纳条件。

关键考量在“消纳”

按照《征求意见稿》的相关要求，将先行确定一批 2019 年度可开工建设的平价上网风电、光伏发电项目。在开展平价上网项目论证和确定 2019 年度第一批平价上网项目名单前，各地区暂不组织需国家补贴的风电、光伏发电项目的竞争配置工作。

既然优先建设，就必须严格落实平价上网项目的电力送出和消纳条件。而且，此次《征求意见稿》明确给出了各类电站在电量消纳方面的优先级别：2018 年或以前年度已核准（备案）或已配置的陆上风电、光伏发电项目若自愿转为平价上网项目，则电网企业按最优先级别配置消纳能力；2019 年度新建平价上网项目次之；在保障平价上网项目消纳能力配置后，再考虑需国家补贴的项目的电力送出和消纳需求。

那么，如何有效保证平价上网项目的电力送出和消纳工作落到实处？《征求意见稿》要求，项目要规范签订长期固定电价购售电合同（不少于 20 年）。对于“固定电价”，中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎表示，目前仍有两种思路有待进一步确定：与脱硫燃煤标杆电价同价或完全固定数值的电价水平。“这其中涉及到脱硫燃煤标杆电价如果发生波动怎么办。例如某地现在的脱硫燃煤标杆电价是 0.37 元/千瓦时，也许正好可以符合光伏电站的投资要求。但如果下一年度降到 0.36 元/千瓦时，投资商可能就面临亏损。这 0.01 元/千瓦时的波动到底该由谁承担？”彭澎说，“所以，到底是跟着脱硫燃煤标杆电价走，还是确定一个明确的价格长期执行下去，就要看下一步国家能源局、电网公司等各相关方如何协商。”

大企业钟情“平价”

在《征求意见稿》发布前，已有部分无需国家补贴或平价上网的可再生能源项目正在推进前期工作。去年底，江苏省连云港市灌云县政府与西安隆基清洁能源有限公司正式签约光伏高效平价上网基地项目，总规模700兆瓦；去年4月，国家能源局发布《关于乌兰察布风电基地规划建设有关事项的复函》，明确国家电投内蒙古乌兰察布风电基地一期建设规模6000兆瓦，列入内蒙古自治区2018年新增风电建设规模管理，但所发电量参与京津冀电力市场交易，国家不予补贴。

“大型的开发企业即使在没有详细的平价项目政策之前，也不再要求国家补贴，其中最主要的考虑就是要建设大装机规模的电站。”彭澎指出，一旦项目要求国家补贴，装机容量势必会受到限制。“对于大企业而言，他们更倾向于大项目，把容量要求排在第一位。而对于小企业，当然希望单个小项目的利润率更高，也就希望有一些国家补贴。”

同时，彭澎也指出，对小企业而言，长期持有可再生能源发电项目这样的重资产并不现实。“重资产的持有要和企业的体量以及资金实力相匹配。在过去五六年间，部分中小企业持有电站资产，一方面是由于行业正处于金融扩张期，另一方面早期项目能够拿到补贴，看起来回报率还是比较高的，但这不是常态。所以，大家一定要量力而行。”

地方态度“谨慎”

目前，广东、江苏、安徽、河北、黑龙江等地已陆续发布光伏平价上网项目申报通知。虽最终结果有待进一步审核统计，但记者采访中发现，很多地方政府对于平价上网项目的申报仍持谨慎态度。

以广东省为例，在广东省发改委、能源局转发国家发改委、国家能源局《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》时就明确指出，广东省风能、太阳能资源条件较差，“各地市要审慎引导企业开展风电、光伏发电无补贴平价上网项目的综合分析评估，做好研判论证”。

即便在已经发布试点项目的辽宁省，省发改委新能源处处长孙玉芳指出，可再生能源平价上网的推进工作也很困难。“一方面，省内到底还有多少消纳空间，不确定性因素太大，尤其是临近2020年，弃风弃光率要降低到5%以下，消纳问题必须解决。辽宁省目前的光伏发电市场环境监测评价结果是‘绿色’，就是市场环境较好。但现在辽宁正好处在临界点，如果没控制好，一下子项目上多了、上快了，很可能出现弃光，那就前功尽弃了。”另一方面，孙玉芳表示，通过此前的清理核查，省内已备案的未开工和在建光伏发电项目已经突破200万千瓦，“光伏电站建设施工周期短，我们现在很害怕新的一批还没启动，老的项目就大批量涌上来”。

根据本次《征求意见稿》，具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件的地区，有关省（区、市）发展改革委应于4月25日前报送2019年度首批风电、光伏发电平价上网项目名单。确不具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件（或可建规模十分有限）的，有关省

（区、市）能源主管部门应在5月31日前向国家能源局报送需国家补贴项目竞争配置的办法及工作方案，按国家能源局对有关竞争配置办法及工作方案的论证反馈意见组织开展有关工作。

对于上述时间要求，有业内专家透露："各省要在5月31日前上报省内方案，此后可能还有修改的过程，恐怕各省方案的最终敲定很可能要在6月了。"（姚金楠）

中美能源合作研究课题启动

中国能建周刊　2019.4.15

本报讯 4月2日，国家能源局国际合作司召开了"中美能源合作研究"课题启动会，电规总院牵头承担的"中美能源合作研究"课题正式启动。

会上，课题组汇报了"中美能源合作研究"的课题背景、研究基础、研究思路、研究内容和进度安排等。来自国家能源局国际合作司、国务院发展研究中心、国家发展改革委国际合作中心、中国石油规划总院、北京大学、中国国际问题研究院等单位的专家与代表，对课题工作大纲给予了充分肯定，并对下一步研究工作提出了具体的意见和建议。（郭文涛）

"一带一路"能源互联网方案发布

预计总投资达27万亿美元，新增就业岗位2亿个

中国能源报　2019.4.29

4月25日晚，在全球能源互联网发展合作组织举办的全球能源互联网对接"一带一路"成果发布会上，《"一带一路"国家能源互联网研究报告》和《全球能源互联网落实"一带一路"发展报告》正式发布。与此同时，合作组织与联合国机构、有关国家政府、国际组织、大学等签署6项合作协议，共同推动全球能源互联网和"一带一路"建设。

据合作组织研究测算，2050年，"一带一路"国家能源互联网总投资将达27万亿美元，其中电源投资20万亿美元，电网投资7万亿美元，新增就业岗位2亿个，"一带一路"国家清洁能源发电装机占总装机比重超过80%，亚洲、非洲人均年用电量分别达到7000千瓦时、1500千瓦时，让人人享有可持续能源和现代电力服务。

加快形成"五横六纵"亚欧非能源互联网骨干网架

全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚在致辞中表示，全球能源互联网是清洁能源在全球范围大规模开发、配置、使用的重要平台，实质是"智能电网+特高压电网+清洁能源"。构建全球能源互联网，推动清洁替代和电能替代，提高能效和电气化水平，让化石能源回归工业原材料属性，将根本解决资源匮乏、气候变化、环境污染、健康贫困等全球重大挑战，开创人类和平、繁荣、幸福的未来。

刘振亚指出，"一带一路"国家能源互联网是全球能源互联网的重要组成部分，总的发展思路是对接"一带一路"六大经济走廊和三条蓝色经济通道，统筹开发"一带一路"国

家水电、风电、太阳能发电等清洁能源，在加强各国国内电网建设基础上，打造新亚欧大陆桥等七大电力走廊，形成“五横六纵”亚欧非能源互联网骨干网架，为各国提供安全、经济、清洁、永续的电力保障，促进“一带一路”国家经济社会环境协调可持续发展。

促进国际能源合作与设施联通建设加速落地

“一带一路”沿线国家和地区大多能源资源富集，能源领域合作是各经济走廊建设的重要组成部分。“一带一路”国家能源互联网以清洁能源开发和电力互联互通建设为重点，以点带线、以线带面，打通能源互联互通瓶颈，切实推进经济共同发展，为沿线国家能源电力发展和合作提供新思路和新方案，搭建新框架。

《“一带一路”国家能源互联网研究报告》对接“一带一路”六大经济走廊和三条蓝色经济通道，分析提出“七大电力走廊”的发展基础、发展思路与互联互通方案，规划67项重点工程，路径长度12.6万公里，输送容量4.1亿千瓦。《全球能源互联网落实“一带一路”发展报告》阐述了全球能源互联网推动实现“五通”的重要作用，分析了全球能源互联网践行和落实“一带一路”倡议的七大重点领域——基础设施互联互通、经贸合作、产能投资、金融合作、生态环保合作、海上合作、人文社会及其他领域交流合作，提出实施扩大共识、清洁发展、互联互通、电能替代、创新驱动、能效提升六大行动。

“电—矿—冶—工—贸”联动新模式助力现代工业体系建设

成果发布会上，合作组织分别与联合国人居署、联合国教科文组织、联合国西亚经社委、世界气象组织、莫斯科动力学院、埃塞俄比亚能源部与海合会电网管理局等签署6项合作协议，在联合研究、项目推进、信息共享、能力建设等方面深化务实合作，共同推动全球能源互联网在“一带一路”国家加速落地。

根据协议内容，合作组织将与有关机构围绕能源转型与电力清洁化、水能等清洁能源规划与开发利用、可再生能源评估与预报、减缓和适应气候变化、绿色友好居住环境等领域共同开展联合研究；促进西亚地区国家以及与周边国家电网互联互通，推动符合多方共同利益的电网互联项目，成立联合工作组、利用一年时间完成埃塞—海湾地区联网项目预可研。

据介绍，合作组织研究提出的“电—矿—冶—工—贸”联动发展新模式，将有效解决非洲等“一带一路”地区能源电力短缺和无电人口用电问题，同时满足新兴产业园区用能需求，助力现代工业体系建设。（李文华）

美国去年能源消耗量创纪录

参考消息　2019.4.20

【美联社华盛顿4月18日电】美国能源信息局称，2018年美国能源消耗总量创历史纪录，其中天然气消耗量较2017年大幅增长10%。

能源信息局本周发布的一份报告显示，2018年美国各种燃料的消耗总量同比增长4%，增幅为8年来之最。在美国消耗的所有能源中，化石燃料占比达80%。

科学家们本已发出越来越紧追的警告。他们说，人类若想通过减少温室气体排放量来规避气候变化的最严重后果，剩下的时间已经不多了。

来自 13 个政府机构的科学家和外部专家撰写了《2018 年国家气候评估报告》，他们在报告中警告说，气候变化已“对人类健康和生活质量、经济以及供养我们的自然系统构成越来越大的挑战”。

能源信息局的报告显示，2018 年的天气导致美国人烧壁炉和开空调的频率上升。能源信息局说，美国页岩油气行业欣欣向荣促使天然气的价格变得越来越便宜，越来越多的电厂开始使用天然气发电，在这样的背景下，美国国家电网的天然气消耗量较 2017 年增长 15%。

能源信息局称，可再生能源的消耗量也创历史新高，其中太阳能的使用量飙升 22%。

气候科学家、斯坦福大学伍兹环境研究所的克里斯·菲尔德说，能源信息局公布的 2018 年能源消耗数据表明，美国拥有丰富的燃料——但缺乏确保随能源需求增加美国人使用的是可再生清洁能源的政策杠杆。

菲尔德说：“虽然可再生能源消耗量增长很快，但尚未快到足以降低温室气体排放量。”

智慧能源研究与实践

中国电力报　2019.4.16

能源是推动人类社会进步的重要物质基础。历史上，每一次能源革命都带动了全球经济社会的跨越式发展和巨大进步。随着数字经济时代的到来，世界各国都已开始抢占新一轮全球能源变革和经济科技竞争的制高点，采用智慧化应对全球能源挑战和引领能源发展已成为国际社会共识，全球能源系统正在经历着一场深刻变革。

一、智慧能源的意义

党的十九大指出，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。改革开放以来，我国能源发展取得了显著的成绩，有力支撑了经济社会的发展进步。但在落实国家能源战略的过程中，我们存在一系列需要面对的问题与挑战。能源系统运行面临着日益严峻的非常规安全，中国已成为全球最大的能源生产和消费国，能源安全关乎国家安全，保障能源安全和能源高质量发展至关重要。能源生产消费带来的温室气体排放和环境污染仍然严重。党的十九大报告提出，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在中高端消费、创新引领等领域培育新增长点、形成新动能。为落实我国能源革命战略、应对能源发展的问题与挑战，推进新一代信息技术与各类能源的生产输送消费深度融合，发展智慧能源是一个战略性抓手。

智慧能源是优化能源结构，实现清洁低碳发展，提升能源安全保障能力的必然选择。我国是一个富煤贫油少气的国家，2018 年，我国石油对外依存度接近 70%，天然气对外依存度超过 45%，化石能源消耗带来了严重的环境污染、气候变化问题，能源生产结构调整是构建新的能源体系的基本要求。新一代信息技术的应用，一方面将推动化石能源开采加工输

送应用的智能化，另一方面可大幅降低可再生能源开发成本，提高消纳能力，从而优化能源结构，降低化石能源的比重，缓解资源不足的压力，提高安全保障能力。比如国家电投黄河公司，通过建立水电站与光伏电站的智能调度系统，打造了龙羊峡水光互补电站，有效应对了光伏发电的间歇性、波动性问题，光伏发电得到全额消纳。在安全保障方面，通过实施数字化智能化，开展能源运行的监测分析预警，能够为管理决策提供支持，更好地支撑突发事件应急处置，并有效保障网络信息安全。

智慧能源是提高能源生产利用效率的关键举措。单一的能源供应和消费形态，其效率相对较低。借助数字化智能化手段，建立多种能源形式智慧集成，提升能源生产、消费智慧化水平，将极大提升能源效率。国家电投开发建设的典型综合能源项目，利用物联网、互联网＋分布式控制系统等技术，实现全站运行全时自动化，实现电热冷气水一体化供应，平均能源效率达到80%以上（上海前滩项目），节能40%以上，减排温室气体接近50%等。从行业来看，智慧能源是全行业全产业链价值体系的重构，将目前主要基于化石能源特性完全耦合的既有能源体系，演变成为可再生能源为主体、用户充分参与、源网荷储协调发展的现代能源体系。能源的智慧化是支撑现代能源体系建设、重塑能源价值链的新动能。

智慧能源是实现能源行业高质量发展的有效途径。全面推进能源革命，不再是简单地增加供给、提高利用效率，而是需要全面革命，对能源供给和消费方式进行重构，用开放的思维和创新的形式建立一套全新能源流动体系，重新定义价值链，实现基础设施智能化、生产消费互动化、信息流动充分化。从长远看，智慧能源将超越技术范畴，成为一种具有超强融合能力的产业生态，可能会颠覆传统能源行业的产业结构、市场环境、商业模式、技术体系及管理机制，就像淘宝、支付宝、微信一样给社会生活带来巨大变革。

推动智慧能源发展已成为全球共识，德国、英国、日本、美国等发达国家在其能源战略中都提出了智慧能源计划或解决方案并在加速推进，国际能源企业也在不断通过推进智慧能源建设实现转型升级。我们国家已经行动起来，国家出台了相关政策，多个企业开展了探索和实践，我们要力争在这一领域形成更大国际话语权。

二、智慧能源的理解

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，充分利用互联网思维和物联网技术，实现横向多能互补，纵向“源网荷储”协调优化，具备全面互联、全面感知、全面智能、全面协同等特征的新型能源生态体系。其技术本质是通过信息的充分和自由流动，有效降低能源系统的随机性，消除不确定性；更好地解决能源安全、清洁低碳、高效便捷三大基本问题。

智慧能源的载体是能源。无论是开发利用技术，还是生产消费制度，我们研究的对象与载体始终都是能源，我们不懈探索的目的也是寻觅更加安全、充足、清洁的能源，从人类社会长运发展的需求来看，可再生能源、氢能、核能将成为人类新一代的能源。适应能源转型，电力系统就需要从大规模集中单向网络向与分布式双向网络并重的转型，这一转型的核

心是电力供应从一个基于传统的基本负荷系统转向更加灵活的、主要甚至全部由可再生能源驱动的系统转型。因此，这种转型和重构，将引发技术创新和投资方向的转变。作为智慧能源的发展标志，除了清洁低碳、安全高效，还要增加灵活性和经济性等维度的特征。

智慧能源的动力是创新。蒸汽机与内燃机的科技创新推进了工业文明的进步，智慧能源的发展，更加需要人类智慧来推动。未来，清洁能源成为主力、电力成为核心，我们必须有效解决清洁能源带来的不确定性问题、源网荷储耦合利用问题、大规模能量输送与就地分布式生产使用的协同优化控制和成本问题。数字时代的到来，从物联网、云计算，到人工智能和实时控制等技术，都将为解决这些问题提供支持。能源系统的物理世界与数字世界高度融合，将迎来能源生产和消费方式的革命性变化。

智慧能源的保障是制度。未来能源系统不再仅仅是发输变配用的线性关系，还有生产和消费耦合在一起的蜂巢式、模块化的分布式结构。能源体制上去中心化的变革和能源价值市场化，呼唤电力市场新秩序新制度新标准，加快提升能源的技术效率、管理效率和配置效率。

智慧能源的精髓是智慧。智慧是对事物认识、辨析、判断处理和发明创造的能力，它超越了程式化的智能行为和技术，具备了自主学习、持续优化的能力；不仅融汇于能源开发利用技术创新中，还体现在能源生产消费制度变革上。通过数据、信息、知识到智慧的不断上升和聚变，实现技术与制度的匹配，促进生产全要素、全流程、全产业链、全生命周期管理的资源配置优化，构建全新产业生态。

三、国家电投的实践

近几年来，国家电投按照国务院国资委以信息化推动企业高质量发展的要求，倡导并持续推进智慧能源建设，按照“智慧 + N”的总体思路，实现了智慧与安全保障、水、火、风、光、核、气等业态的深度融合，建成了全球规模最大的龙羊峡水光互补电站，开创了传统能源与新能源协调运行的先河；围绕核能研发、设计、验证、建造、制造、运维六个业务板块，构建“智慧核能”生态圈；通过清洁燃烧、远程诊断、智慧运维实现了传统火电友好运行；通过综合运用各项先进技术，建设智能水情预报，大坝安全监测，水电远程集控，实现跨流域电站群智能调度、智能决策；通过融合互联网和电力气象技术，建设无人值守的智慧风电、光伏电站，开展运维集控区域维检，远程诊断，无人机、机器人巡视、状态检修，实现风光资源的高效利用。国家电投智慧能源技术在集团各发电业态的落地实施取得了明显成效。

国家电投所属的中电国际联合清华大学在北科园智慧能源项目中，按照电网支撑、多能互补、电热协同、移峰填谷、梯级利用、智能控制的原则，将复杂多变的能流转换成可以度量的数据，进行实时建模和状态感知，又将数字通过信息技术再次转化为能源流，充分利用冷热电气多能耦合和源网荷储协同，考虑设备能量转化效率，设定不同的目标函数，科学制定算法形成智慧能源操作系统，实现了能源效率提升 30% 的进步。再比如刚才冯总所介绍的，天津分公司基于“大数据 + 能源”的创新理念，构建了“产品、资源、业务”为一体

的商业模式，先后开发了光伏监控及大数据分析平台、建筑能源管理系统、充电桩服务管理平台等，促进了清洁能源区域内的消纳，为用户提供了高效、灵活、便捷、经济的能源供应和增值服务。

同时，国家电投正在上海前滩、福建平潭、珠海横琴、天津棉三等地推进41个智慧能源项目，这些在“能源数字化、数字能源化”方面的探索与尝试，是我们推进智慧能源的一个缩影。

目前，国家电投集团在有关部委支持和指导下，正积极推进能源智慧信息平台建设。通过平台建设，实现对能源生产消费的监测、分析、预警，为能源管理决策提供技术支持，支撑能源突发事件应急与处置，有效保障信息化条件下的能源网络安全。通过平台建设，系统性推进企业智能化建设和改造，提高资源利用效率，培育新业态，形成新动能，促进供给侧结构性改革；通过平台建设，为我国能源装备设计、制造、运行提供数据支撑，促进两化深度融合，为推动能源装备制造业及相关领域高质量发展创造条件。

同时，按照国资委部署，在各相关单位的支持下，组建了中能融合智慧科技有限公司，作为能源智慧信息平台的承担载体；并与中电联共同发起成立了中国智慧能源产业联盟，以期有效汇聚整合政、产、学、研、用各方资源及优势，打造贯穿创新链、产业链、资本链的创新系统，为全面提升我国智慧能源产业技术研发、管理水平和国际竞争能力，推动形成涵盖能源生产、消费、交易、服务等门类齐全、布局合理、结构优化的国家智慧能源产业生态，加快构建清洁低碳、安全高效能源体系，为保障国家能源安全提供支撑。

各位来宾，我们已经站在了能源革命的潮头。中国作为能源生产和消费大国，大力推进能源革命和能源转型，努力构建清洁低碳安全高效的能源体系，既是推动能源革命的本质要求，也是经济社会转型发展的迫切需要。这就要求我们有领跑者的思维和担当，提供中国智慧能源解决方案，着力推动能源结构优化和转型升级，引领全球智慧能源发展。（刘祥民）

加快推进能源清洁低碳转型发展

人民日报　2019.4.22

2014年6月，习近平同志就推动能源生产和消费革命提出“四个革命、一个合作”的能源发展战略思想，即推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命，全方位加强国际合作。这为推进我国能源清洁低碳转型发展指明了方向。国家电力投资集团公司（以下简称国家电投）是中央管理的特大型国有骨干能源电力企业。近年来，国家电投坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，坚持新发展理念，加快推进能源清洁低碳转型发展，成为保障我国能源安全、建设美丽中国的重要力量。

提高政治站位，深刻认识新时代能源清洁低碳转型发展新要求。首先，推进我国能源清洁低碳转型发展是落实国家能源安全新战略的迫切需要。面对能源供需格局新变化、国际能源发展新趋势，习近平同志提出“四个革命、一个合作”的能源发展战略思想，党的十九

大报告提出“推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系”，这为我国能源清洁低碳转型发展提供了根本遵循。对于发电企业来说，就要加快推进我国能源结构从以煤炭为主向以清洁低碳能源为主的跨越式发展。其次，推进我国能源清洁低碳转型发展是深度参与全球能源治理的必然要求。当前，全球能源格局和治理体系加快重塑，清洁低碳发展成为大势所趋。我国能源发展正处在方式转变、动力转换的攻关期，新能源与传统化石能源转换的临界点已经到来，智慧能源体系加速构建，氢能等新技术面临全面突破，电动汽车等产业与电力系统跨界融合，电力市场化改革加速推进。只有抓住机遇，推进我国能源清洁低碳转型发展，才能在全球能源治理中掌握话语权。再次，推进我国能源清洁低碳转型发展是建设世界一流能源企业的重要使命。从能源电力行业看，世界一流能源企业应当是引领能源清洁低碳发展的标杆和旗帜。国家电投作为传统能源电力企业，要敢于创新，打破传统发展思维惯性和路径依赖，聚焦电力主业，聚焦能源清洁低碳发展，开启建设世界一流清洁能源企业新征程。

融入国家大局，清洁低碳转型发展取得新成效。面对全球能源转型深入开展、行业格局深刻调整的大趋势、大变局，国家电投制定了面向未来发展的“2035 一流战略”，加快从传统的综合能源企业向以水、风、光、核为主的清洁低碳能源企业转型，着力打造先进能源技术开发商、清洁低碳能源供应商、能源生态系统集成商。截至 2018 年底，国家电投装机容量突破 1.4 亿千瓦，其中清洁能源装机占比 48.9%、资产占比超过 51%。水、风、光、核四大清洁能源不仅成为增量主体，而且成为发展的主要动能和利润的重要支撑。我们深入实施创新驱动发展战略，牵头组织实施的大型先进压水堆核电站、重型燃气轮机两个国家科技重大专项取得重要进展，三代核电自主化依托项目 4 台机组已全部商运，自主开发的 CAP1400“国和一号”示范工程具备核准开工条件。我们深入贯彻落实习近平同志重要指示精神，在青海打造千万千瓦级水、风、光互补基地。扎实推进“一带一路”合作，目前海外在运装机 364 万千瓦、在建 1240 万千瓦，清洁能源装机占比达 85%。

引领转型发展，争做落实国家能源安全新战略排头兵。当前，世界面临百年未有之大变局，我国发展仍处于重要战略机遇期，机遇和挑战并存。我们要深入把握能源发展大趋势，对标能源高质量发展要求，加快构筑清洁低碳能源产业体系，不断提高企业核心竞争力，为保障国家能源安全、技术安全作出新贡献。一是建设规模化集约化基地，增强能源跨区互济能力。对接国家区域发展战略，在西部布局大规模清洁能源基地，在东部沿海一些地区建设核电基地、海上风电基地，实现东西互济、多能互补。二是打造“国家能源大脑”，发挥能源安全平台作用。以中能融合公司为载体，加快推动能源智慧信息平台建设和应用。积极推进中国智慧能源产业联盟建设，推动形成涵盖能源生产、消费、交易、服务的国家智慧能源产业生态，提升智慧能源技术研发水平和国际竞争力。三是紧跟技术革命新趋势，突破“卡脖子”核心技术。着力抓好大型先进压水堆核电站、重型燃气轮机两个国家科技重大专项，加快先进核能等能源核心技术研发，持续引领能源电力先进技术发展。（钱智民）

国网超前规划新能源科学发展

推动建立新能源管理体系，以满足各方主体需求为导向，为相关决策提供参考

中国能源报　2019.4.22

编者按　2018 年，我国新能源发电累计装机突破 3.5 亿千瓦，连续六年位居世界第一，是排名第二位美国的 2 倍；新能源发电量及占比持续“双升”，弃电量和弃电率继续“双降”，取得这样的好成绩离不开包括政府、电网企业、发电企业等在内的各方的不懈努力。

从新能源波动性、间歇性的特点到电力系统需实时平衡，从“垃圾电”“窝电”到逐渐向“主力电”迈进，业界对新能源科学发展的认识也在不断提高，并相应出台了可再生能源配额制、电力需求响应等政策和措施，紧跟电力系统发展的实际情况。正如一位业界人士所说，现在是火电为新能源备用调峰，随着新能源与化石能源的此消彼长，也许将来就是新能源给火电备用调峰，届时将有全新的新能源管理体系服务电力系统，服务经济社会可持续发展。

国家电网有限公司日前透露，该公司将持续做好清洁能源并网服务，按照国家要求，由该公司投资建设全部配套送出工程，及时与发电项目业主签订接网协议，确定投产时间和双方责任义务。这是该公司积极服务清洁能源消纳的举措之一。

据了解，为完成 2019 年清洁能源消纳任务，国网将围绕引导清洁能源有序发展、加快电网建设、加强统一调度、扩大交易规模、加强技术和机制创新、强化组织领导 6 大方面，实施 30 项重点工作。同时，积极倡导建立“政策调控、市场引导”的清洁能源消纳长效机制。

今年提前实现新能源利用率达 95% 以上目标

国家发改委、国家能源局出台的《清洁能源消纳行动计划（2018 – 2020 年）》提出，到 2020 年，全国平均风电利用率达国际先进水平（力争达 95% 左右），光伏发电利用率高于 95%。国网发布的《国家电网有限公司服务新能源发展报告（2019）》显示，2018 年，该公司经营区新能源弃电量 268 亿千瓦时，同比下降 35%，弃电率 5.8%，同比下降 5.2 个百分点，新能源总体利用率达 94.2%。同时，国网确定了今年提前实现新能源利用率达 95% 以上的目标。

“新能源消纳矛盾总体缓解，但局部地区问题仍然存在。2018 年，公司经营区新能源弃电率降到 5.8%，取得了显著成绩，但新疆、甘肃新能源弃电率仍高达 15% 以上，要实现 2019 年消纳目标，任务十分艰巨。”国网发展部副主任刘劲松介绍。

具体而言，在用电需求增长方面，2018 年国网经营区全社会用电量增长 7.8%，预计 2019 年用电增长 6.3%，其中一季度仅增长 5%，消纳市场空间增长有限；新能源装机增长方面，预计全年新增装机规模将超过 5000 万千瓦；电力系统灵活性方面，“十三五”规划 2.2 亿千瓦火电灵活性改造，截至目前，仅完成 4135 万千瓦，改造进度相对滞后，新增调峰能力不足。此外，省间壁垒尚未完全消除，新能源跨省跨区消纳政策、电价机制等尚待完

善，扩大跨省跨区交易规模存在一定的不确定性。

将建新能源大数据管理平台

为促进清洁能源消纳，国网除超前开展规划研究、提高通道外送新能源能力、进一步加强全网统一调度、加快泛在电力物联网建设、推动火电灵活性改造外，还将开发建设新能源大数据管理平台。

据了解，该平台将建立环境承载力分析平台、资源分布平台、厂商平台、电源用户平台、公司内部管理平台、负荷用户平台、负荷预测平台、消纳能力计算平台、新技术平台、政策研究平台、辅助决策平台、大数据分析平台等 12 个平台，对内承载过程管理、消纳分析、辅助决策、政策分析、先进技术等业务；对外形成建站并网服务中心、金融交易服务中心、运行监测服务中心、运维检修服务中心、数据服务中心，为政府、公司、供应商、能源用户等提供一站式全流程服务。

刘劲松指出："目标是建成世界一流的新能源大数据管理平台，规范工作标准和业务流程，建立'横向协同、纵向贯通'和'全环节、全贯通、全覆盖、全生态、全场景'的新能源管理体系。聚焦公司核心业务、政府社会关切、客户、价值作用发挥，以满足各方主体需求为导向，促进新能源科学发展，服务公司新能源管理，提高新能源管理质效，为政府和公司决策提供参考。"

引导清洁能源有序发展健全市场化交易机制

近年来，国家发改委、国家能源局等政府部门相继出台了投资监测预警机制、电价调整、项目竞争性配置、平价上网等一系列措施，对引导清洁能源有序发展和布局、改善清洁能源消纳状况作出了不懈努力，如着力推动网源协调发展、完善了年度投资监测预警机制、积极健全市场化消纳机制等。

"清洁能源消纳是世界性难题，要建立'政策调控、市场引导'的清洁能源消纳长效机制，"国网能源研究院新能源与统计研究所副所长谢国辉介绍，"政策调控，即综合考虑发展目标、全社会可承受力、消纳能力等因素，合理引导清洁能源发展；市场引导，就是不断健全促进清洁能源消纳的市场化机制，协调清洁能源与其它市场主体的利益关系。从目前形势来看，需要政府、电源和用户共同努力。"

从电源方面来看，火电企业需加快落实国家关于火电灵活性改造的任务安排，以调峰辅助服务市作为盈利的新契机；新能源企业要加强技术创新，提高产品质量和性能，降低发电成本，建设可观、可测、可控的友好型新能源场站，提升市场竞争力，积极参与各类市场交易，在市场交易中探索转变盈利方式的新路。

用户方面，要倡导绿色发展模式，全民践行绿色发展，热心参与新能源事业，积极参与绿色证书认购交易；实施电能替代，提高电能占终端能源消费的比重。

●延伸阅读

2018 年 12 月 10 日，本报头版头条刊发的《谁来为新能源接网工程买单》一文指出，

按照国家能源局出台的《关于减轻可再生能源领域企业负担有关事项的通知》，由可再生能源发电项目单位建设的相关接网等输配电工程，电网企业要在 2018 年底前完成回购。但由于电网规划和建设跟不上可再生能源项目的建设速度，以及接网线路建设在安全等级、工程规范上不符合电网要求等原因，致使回购工作推进迟缓。

国网相关人士对此介绍："对于以前接网工程的回购问题，我们正和国家能源局协商。"据悉，一些由可再生能源企业自建的接网工程安全等级较低，电网企业一旦接手，就需投入大笔资金进行改造。

同时，国网明确表示，今后将由该公司投资建设清洁能源配套送出工程。"即使这样，难免有电源企业为了早日并网发电等原因选择自建，"上述人士表示，"对此，我们将积极与电源企业签订协议，要求电源企业自建并网工程时须符合工程、安全等方面的标准和要求。"（王旭辉）

全球能源互联网全面对接"一带一路"建设

中国电力报　2019.4.29

本报讯（记者王怡 张栋钧）报道 4 月 25 日晚，在第二届"一带一路"国际合作高峰论坛期间，全球能源互联网发展合作组织（以下简称"合作组织"）举办全球能源互联网对接"一带一路"成果发布会，正式发布《"一带一路"国家能源互联网研究报告》和《全球能源互联网落实"一带一路"发展报告》，并与联合国机构、有关国家政府、国际组织、大学等签署 6 项合作协议，共同推动全球能源互联网和"一带一路"建设。相关成果报告与合作协议纳入"一带一路"高峰论坛设施联通分论坛成果清单。

合作组织主席刘振亚表示，"一带一路"国家能源互联网是全球能源互联网的重要组成部分，总的发展思路是对接"一带一路"六大经济走廊和三条蓝色经济通道，统筹开发"一带一路"国家水电、风电、太阳能发电等清洁能源，在加强各国国内电网建设基础上，打造新亚欧大陆桥等七大电力走廊，形成"五横六纵"亚欧非能源互联网骨干网架，为各国提供安全、经济、清洁、永续的电力保障。

《"一带一路"国家能源互联网研究报告》对接"一带一路"六大经济走廊和三条蓝色经济通道，分析提出"七大电力走廊"的发展基础、发展思路与互联互通方案，规划 67 项重点工程，路径长度 12.6 万千米，输送容量 4.1 亿千瓦。报告同时阐明了"一带一路"国家能源互联网建设带来的经济、社会、环境和政治价值。

《全球能源互联网落实"一带一路"发展报告》阐述了全球能源互联网推动实现"五通"的重要作用，分析了全球能源互联网践行和落实"一带一路"倡议的七大重点领域———基础设施互联互通、经贸合作、产能投资、金融合作、生态环保合作、海上合作、人文社会及其他领域交流合作，提出实施扩大共识、清洁发展、互联互通、电能替代、创新驱动、能效提升六大行动。

成果发布会上，合作组织还分别与联合国人居署、联合国教科文组织、联合国西亚经社委、世界气象组织、莫斯科动力学院、埃塞俄比亚能源部与海合会电网管理局等签署6项合作协议，在联合研究、项目推进、信息共享、能力建设等方面深化务实合作，共同推动全球能源互联网在“一带一路”国家加速落地。

高质量能源合作点亮“一带一路”

中国能源报　2019.4.29

4月25日至27日，3天会期，来自150多个国家和90多个国际组织的各界代表齐聚北京，开幕式、高级别会议、12场分论坛以及1场企业家大会精彩连连，第二届“一带一路”国际合作高峰论坛让人回味久久。

“面向未来，我们要聚焦重点、深耕细作，共同绘制精谨细腻的‘工笔画’，推动共建‘一带一路’沿着高质量发展方向不断前进。”在第二届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上，中国国家主席习近平在主旨演讲中擘画出“一带一路”合作的美好蓝图。

作为“一带一路”建设中的先行产业和重要引擎，能源合作正在迈向高质量发展的道路上行稳致远。

从“硬联通”到“软联通”

从贯穿中国与土库曼斯坦、乌兹别克斯坦和哈萨克斯坦的中亚—中国天然气管道项目到中俄、中蒙、中吉等跨国输电线路，从非洲大陆最南端的南非德阿风电项目到世界最南端的阿根廷孔多克里夫水电站和拉巴朗科萨水电站，中国能源建设者的身影遍及“一带一路”。

“随着中国的产品、装备、工程走到海外，中国企业也开始在技术、规划、标准、知识产权上发力，进入到‘心脏’、‘大脑’这些关键领域。”中央党校国际战略研究院教授赵磊表示，从“硬联通”到“软联通”，中国能源企业正在赢得世界认同。

能源建设，规划先行。2018年3月，由电规总院编制完成的《老挝电力规划研究》通过老挝能矿部验收，成为我国首个协助“一带一路”沿线国家编制的国家级电力规划；2018年9月，中国水利部与联合国工业发展组织探讨合作制定小水电国际标准；ISO技术管理委员会会议在今年2月正式通过制定《小水电技术导则：通用技术术语和设计技术导则》。

从菲律宾美萨美斯CFB燃煤电站、巴基斯坦SK水电站采用的中国标准，到中巴经济走廊能源规划、孟中印缅经济走廊能源合作研究中的中国智慧，一系列中国举措、中国方案正闪耀在“一带一路”能源合作的舞台。

从“走出去”到“走上去”

能源企业走出国门，在异国他乡也能落地生根。

“中国石油印尼公司的本地化率已经高达99%。”中国石油天然气集团有限公司董事长王宜林表示，在“一带一路”沿线国家，中国石油已经累计为项目所在国上缴税费近200

亿美元，在社会责任履行上累计投入超过1亿美元，惠及当地人口超过300万人。

国资委主任肖亚庆表示，在最大限度雇佣当地员工的同时，中国企业还在踊跃参与公益事业，支持社区文化、教育、医疗等公共服务设施建设。

在几内亚湾北岸的加纳，三峡集团将公路修进了OBREGIMA社区诊所，救护车可以一路畅通开到诊所门前，为当地社区医疗提供了巨大便利；在大西洋东岸的安哥拉，中国能建在扎伊尔省建起了设施完备的中学，教学楼、宿舍、洗衣房、餐厅、阅览室、运动场一应俱全，为当地孩子们点亮了知识的火种……

“通过具体项目‘走出去’，在践行社会责任的过程中让中国的文化、理念、价值观形成国际共振，这其实就是‘走上去’了。”赵磊表示，这也是中国企业未来在走进“一带一路”国家过程中的重要路径和方向。

从“大写意”到“工笔画”

“一带一路”倡议提出近6年，能源合作也开始面临走深走实的挑战。面向未来，“一带一路”能源合作将如何绘制精谨细腻的“工笔画”？

中国政策科学研究会经济政策委员会副主任徐洪才指出，从“大写意”到“工笔画”，是从总体谋篇布局到进一步精耕细作的过程。对于能源合作而言，更应该朝着高质量发展迈进，推动生产和消费的结构性转型。

“我们不仅要建项目、搭平台，更要共同推动国际产能合作的转型升级，中国绝不会将落后的产能拿给‘一带一路’合作伙伴。以绿色为底色，将绿色生态理念贯穿于共建‘一带一路’之中，尤其是在很多欠发达国家，风电、水电、太阳能等非化石能源资源其实非常丰富。通过对绿色能源的合理开发，帮助老百姓解决用能需求，同时也推动当地可持续发展。”徐洪才说。

“一带一路”绿色发展平台核心组专家杨富强也表示，要切中需求，分类施治。“在沿线进行能源电力投资时，要坚持以绿色为底色，依据不同国家能源发展潜力和可持续发展目标，对海外投资相关政策进行国别和行业等层面的细化。”（姚金楠 朱妍 董欣 ）

电力系统智能化需实现多元耦合

中国能源报　2019.4.29

“目前，我国点对点的电力交易机制尚未成熟，而电力系统源、网、荷、储集成，电与热冷化学能耦合以及电网与气网、土建联合设计都面临挑战。”日前，在国家电投中央研究院清洁能源创新基地揭牌仪式上，中国工程院院士陈清泉指出，能源、电力系统的智能化，必须建立在机理性研究的基础上，并需要实现各系统、环节之间的多元耦合。

能源系统机理研究很关键

陈清泉表示，随着国内生产总值不断增长，必须采取措施控制能耗水平的增长速度，否则将造成严重后果，能源革命需要实现低碳化、智能化以及终端能源的电气化。

“真正的智慧能源，必须能够实现不同类型能源间的低碳、多元耦合，将废弃的能源转换为有用的能源。”陈清泉说，“集中式与分布式、化石能源与非化石能源、一次能源与二次能源、电力能源与化工能源，多种能源类型实现耦合，并利用人工智能与数据技术落地应用，才是真正的能源智能化。”

陈清泉强调，能源革命首先要实现数字化、网络化，但这远远不够，一定要把能源系统的机理研究清楚，才能实现能源跨界融合，突破能源革命的瓶颈。

“我国在电力、能源领域有很多示范项目享受着国家支持，但在设计运行中出现了许多问题。其中很重要的一个原因，就是没有在机理上弄清楚，对智慧能源系统基本机理尚缺乏足够理解与研究，导致集成应用无法遵循统一的原则和标准。”陈清泉指出。

针对各能源、电力系统多元耦合的可行性，陈清泉认为：“目前能源行业还是广泛依赖基于独立系统思路的流程、规划、设计、建设、运行及方法。根据现有的能源系统设计与规范、标准，多种能源耦合的生产方式仍较难实现。”

纯电、燃料电池并不对立

根据国际能源署预测，截至 2030 年，全球电动汽车保有量将从 300 万提升至 1.25 亿辆。“电动汽车与充电网络形成的微网系统，是未来智慧能源电力系统的重要组成部分。”陈清泉说，“中国电动汽车保有量居世界首位，应坚持政策与市场双轮驱动，推动相关技术与商业应用创新。”

谈及新能源汽车整车技术路线的选择，陈清泉表示：“小型车、短路途的情境下，纯电动汽车的经济性较好，氢燃料电池在大中型车、较远路程方面具备优势。两种技术路线正如今天的汽油与柴油，并非对立关系，而将根据具体使用需求进行选择。”

陈清泉介绍，有研究团队分析后发现，小客车行程在 200km 以内时，纯电动汽车经济性占优，200km 以上氢燃料电池车更划算；大客车相应的经济性“分水岭”则在 80km 左右。“当然，随着技术的进步，这些数值也将动态变化。”

“目前我国新能源汽车在轻量化、低阻化、动力总成一体化等方面的研究不足，造成能耗增加，相关核心技术仍待突破。”陈清泉表示。

“院士经济”推动央企创新落地

尽管尚未明确具体内涵，“院士经济”已在全国多地得到政府与行业的认可与支持。对此，陈清泉认为：“院士经济就是知识经济，院士团队应发挥自身创新与人才培养加速器、孵化器的作用，与企业、政府密切合作，来推动能源经济高质量发展。”

“院士在专业领域的深厚积累与丰富经验，使其有能力对工程项目进行评估、诊断，帮助项目与技术成功实施与应用。”陈清泉表示，“希望清洁能源创新基地可以充分发挥凝聚作用，并利用院士团队的影响力，通过举办高端论坛、培训班等手段，从科技与人才等方面带动国家电投创新发展。”

作为国家电投中央研究院创新顾问，陈清泉指出，企业应思考如何发挥自身在产业结构

方面的独特性和优势，将发电、电网、负荷、储存进行整合优化，打造独创性的样板工程。“如何抓住能源革命机遇？如何在智慧能源系统研发中，从理论机理到实践，作出领先贡献？这些问题，都是企业应对能源革命必须思考和解决的问题。”（卢彬）

二、热能、储能、动力工程

乙醇汽油已来，甲醇汽车又到？

中国科学报　2019.4.1

3 月初，山西宣布将在京津冀大气污染传输通道涉及山西省的太原、阳泉、长治、晋城等市先期进行试点，积极稳妥推广使用车用乙醇汽油。按照“试点先行、全面推行”思路，2019 年 1 月到 12 月分别进入设施建设和改造阶段以及试点推广阶段。2020 年 1 月起，进入全面推广阶段，山西省全面推广使用车用乙醇汽油。所有加油站禁止向终端用户销售非车用乙醇汽油（军队特需、国家和特种储备用油除外），一律改售车用乙醇汽油。

距离 2017 年 9 月 15 日各部委联合提出《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》已经过去了一年半的时间，那么，到 2020 年将在全国范围内推广使用车用乙醇汽油、基本实现全覆盖的目标能够实现吗？

而就在乙醇汽油呼声渐涨的同时，国家又布局了甲醇汽车的应用。那么，乙醇汽油与甲醇汽油能否“联手”占领清洁能源市场？

清洁低碳，减轻对石油依赖

乙醇汽油是将燃料乙醇以一定比例添加到汽油中，形成车用乙醇汽油。生物燃料乙醇属于生物质能，是通过对生物质原料进行加工转化而产生的一种生物液体燃料。生物燃料乙醇不含硫、无灰分且具有良好的环保性。同时，生物燃料乙醇还具有可再生性。上述特征使其在当前化石能源资源日益短缺、石油安全形势日益严峻和全球碳减排压力不断加大的背景下，成为各国为实现传统交通燃料向清洁化和低碳化转型的优先选择。

以国标乙醇汽油 E10 为例，是普通汽油与 10% 的燃料乙醇调和而成。根据交通部汽车运输行业能源利用监测中心的测试结果，使用 E10 乙醇汽油后，排放的尾气中一氧化碳减少了 19.7%，碳氢化合物减少了 16.4%。对于常规排放污染物，研究发现，掺混比为 10% 的乙醇汽油可使汽车尾气中苯污染的排放减少 25%。

除了清洁低碳，从能源安全角度看，发展乙醇汽油有重要战略意义。中科院大连化物所所长、中国工程院院士刘中民表示：“我国采用乙醇汽油，可以减少原油消耗，从而减轻对石油的依赖。”

江苏大学生物质能源研究所副研究员常福祥在接受《中国科学报》采访时介绍说，目前国际上推行乙醇汽油比较成功的案例有美国和巴西。其中，美国是全球最大的生物燃料乙醇生产国和消费国。20 世纪 70 年代，由于石油价格的不断上涨和对进口石油的依赖，美国

下定决心发展包括生物燃料乙醇在内的新型能源，以优化本国的能源结构，保障自身能源安全。为此，美国联邦政府颁布了一系列政策措施来推动生物燃料乙醇产业发展。经过多年的发展，如今已建立了完善的生物燃料乙醇产业链和政府管理体系，为美国生物燃料乙醇的持续发展提供了保障。美国也由此成为全球生物燃料乙醇产量最多的国家，2017 年生物燃料乙醇产量高达 4720 万吨，约占全球总产量的 58%。

巴西对于燃料乙醇的使用早在上世纪 20 年代就开始了，1931 年，更是以法令形式在全国强制实施汽油中添加 2% ~5% 的无水乙醇。上世纪 70 年代遭受石油危机打击之后，为实现能源自给，巴西开始加速实施以生物燃料乙醇为重点的能源替代战略，并于 1975 年启动了“国家乙醇计划”，通过授权巴西石油公司在汽油中按一定比例添加乙醇来加速普及生物燃料乙醇与汽油的混合应用。该计划的实施保障了燃料乙醇产业的发展，使巴西的燃料乙醇工业跃居全球领先地位。2017 年巴西生物燃料乙醇的产量达到 2109 万吨，约占全球总产量的 26%。同一年巴西新增注册使用的汽车总量达到 200 万辆，其中“灵活燃料”汽车 193 万辆，电动汽车 3296 辆，汽油车 68900 辆，新增使用乙醇汽油的车辆占新增车辆的 96.5%。

原料成了问题

燃料乙醇来源可分为生物与非生物两大类。常福祥介绍说，生物燃料乙醇主要有两种来源，分别是富含淀粉糖类，以玉米、小麦等粮食作物为原料的粮食乙醇（称为“Ⅰ代”）；和富含纤维素，以玉米芯、玉米秸秆等纤维素物质为原料的农作物秸秆乙醇（称为“Ⅱ代”）。以木薯、甘蔗、甜高粱茎秆等经济作物为原料的第 1.5 代非粮乙醇。此外，还存在非生物燃料乙醇。

刘中民告诉《中国科学报》，推广乙醇汽油受困的一个重要原因是燃料乙醇供应不足。“不与人争粮”是我国发展燃料乙醇的基本方针，《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》中强调，扩大生物燃料乙醇生产，要着力处理超期超标粮食。我国目前存储期超过 3 年的陈化玉米超过 5000 万吨，主要集中在东北地区。按照目前 3.5 吨玉米生产 1 吨乙醇计算，约可生产 1400 万吨乙醇。若在全国推行乙醇汽油，现有超期陈化粮库存消化后，燃料乙醇生产原料接续将成问题。

常福祥告诉《中国科学报》，从生产工艺上看，我国燃料乙醇生产技术有待提高。“以玉米生产燃料乙醇，我们目前生产 1 吨乙醇需要消耗 3 吨以上的玉米，美国只需 2. 8 吨，而且废水量大大降低。进口美国生产的燃料乙醇到我国的到岸完税价格，比我国出厂要低几百元。”

Ⅱ代纤维素乙醇使用纤维素物质为原料，经预处理后通过高转化率的纤维素酶，将原料中的纤维素转化为可发酵的糖类物质，然后经特殊的发酵法制造燃料乙醇，在技术上与粮食乙醇完全不同。通过利用玉米芯、玉米秸秆等农林废弃物，充分发掘生物质资源的价值，目前是燃料乙醇的新兴研究方向，且已有国内企业规模化量产。

常福祥介绍说，Ⅱ代纤维素乙醇目前提得比较多，但同样面临很多问题。“瓶颈很多，

比如秸秆等原料收集的问题，超过100公里成本就非常高了。不像美国农业机械化程度高，原料回收成本会相对降低。再有，原料的预处理能耗目前也比较高，占一半以上的费用，将燃料乙醇的生产成本带上去。”

甲醇汽车来了

关于汽油，今年3月，国家八部委联合下发《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》，提到加快推动甲醇汽车应用，实现车用燃料多元化，保障能源安全。其中指出，在山西、陕西、贵州、甘肃等资源禀赋条件较好且具有甲醇汽车运行经验的地区，加快M100甲醇汽车的应用。

同为醇类汽油，甲醇汽油的推广从整体上看并没有乙醇汽油顺利。美国、日本、德国等国先后尝试过推广甲醇汽油，但因出现机油恶化、轴承腐蚀、油耗增加、低温启动困难等问题，导致甲醇汽油被限制或者禁止使用。

刘中民指出，作为有毒物质，与在工业领域使用不同，甲醇进入民用领域存在风险。常福祥解释说，从能源结构看，我国煤炭资源相对丰富，并且其中40%以上是高硫煤，不适宜直接作为发电或工业燃料，但却可用于生产甲醇。2017年我国甲醇产能已达8351万吨，资源充足，生产技术成熟。从能源多元化的角度考虑，推广甲醇汽车不难理解；考虑到甲醇汽车此前的推广进程并不顺利，消费者对于甲醇汽车及汽油仍存在不小抵触，后期甲醇汽车的应用或进一步扩大，推广难度不可小觑。（张晶晶）

新燃料电池或能“上天入海”

中国科学报　2019.4.1

交通运输业是美国经济中最大的能源消耗行业之一，如何使其更加清洁高效，一直备受关注。即便越来越多的人使用电动汽车，但由于动力和能源的需求，设计电动飞机、轮船和潜艇要困难得多。

最近，美国圣路易斯华盛顿大学麦凯维工程学院的研究小组开发出了一种大功率燃料电池，并推动了这一领域的技术进步。由Roma B、Raymond H和Vijay Ramani组成的研究小组开发出了一种直接硼氢化物燃料电池，其工作电压是当今商用燃料电池的两倍。相关文章发表在《自然能源》杂志上。

文章称，使用这种独特的pH梯度微级双极界面（PMBI）这一先进技术，能够以更低的成本为多种运输模式提供动力，包括无人水下航行器、无人机，甚至电动飞机等。

“pH梯度微级双极界面是这项技术的核心。”化学工程教授Ramani说，“它允许我们在水下用液体反应物和产物来运行燃料电池，中性浮力在潜水器上起重要作用，同时我们也可以将其应用于无人机飞行等大功率设备。”

华盛顿大学开发的燃料电池是在一个电极上使用酸性电解质，另一个电极上使用碱性电解质。一般来说，酸和碱相互接触时，反应速度很快。Ramani说，比一根头发还细的pH梯

度微级双极界面是重要的技术突破。利用 McKelvey 工程学院开发的膜技术，PMBI 可以阻止酸和碱的混合，形成明显的 pH 梯度，从而使得该系统成功运行。

Ramani 研究小组的科学家 Shrihari Sankarasubramanian 说："以前的尝试是要实现这种酸碱分离，但未能合成并充分表征 PMBI 上的 pH 梯度。""应用一种结合电分析技术的新型电极设计，我们能够清晰地看到酸和碱仍然是保持分离的状态。"

Ramani 实验室的博士生、第一作者 Zhongyang Wang 补充道："当我们的新型薄膜合成的 PBMI 被证明是有效的，我们就对燃料电池装置进行了优化，并确定了最佳的操作条件，以实现高性能燃料电池。"这是一个巨大的挑战，同时也为开发新的离子交换膜提供了有益的途径，从而使 pH 梯度微级双极界面得以实现。

"这是一项非常具有前景的技术，我们现在准备把它扩大到潜水器和无人机上。"Ramani 说。（刘建文）

北京首次建设两座电化学储能电站

中国电力报　2019.4.3

本报讯 4 月 1 日，笔者从国网北京市电力公司获悉，该公司将在怀柔区和延庆区规划建设电化学储能电站。据悉，在北京市规划建设电化学储能电站尚属首次，电站建设完成后将有效缓解北京电网负荷峰谷差大、局部区域重过载等问题。目前，两座储能站均处于设计、施工和设备招标阶段，预计将分别于 6 月底和 7 月底竣工，具备并网发电条件。（景晓薇 ）

海南：今年多种新增用车全部"清洁化"

中国能源报　2019.4.1

3 月 24 日，海南省人民政府发布了《海南省清洁能源汽车推广 2019 年行动计划的通知》（以下简称《行动计划》）。据了解，《行动计划》是 2019 年抓好《海南省清洁能源汽车发展规划》（以下简称"规划"）实施的具体任务，对全省清洁能源汽车推广、充电基础设施建设等重点任务设立了完成期限，完成情况还将纳入对市县政府考核。

海南作为全国首个提出所有细分领域车辆清洁能源化目标和路线图的地区，清洁能源汽车的发展历程引人注目。但如何走好、走稳清洁能源汽车发展之路，还需政府和市场的进一步探索。

分三步落实《行动计划》

记者注意到，为推动该省清洁能源汽车发展，《行动计划》共列出 24 条内容，且每条内容都限定了完成期限。

在清洁能源汽车推广方面，《行动计划》指出，除特殊用途外，今年全省各级党政机关、国有企事业单位新增和更换的公务用车要求 100% 使用新能源汽车。同样要求新增和更换 100% 使用清洁能源汽车的还有公交车、出租车、物流车等领域。同时，在 2019 年全省小客

车新增指标中，取消了新能源小客车指标限定，而燃油小客车增量指标较上年度明显减少。

为加快推进充电基础建设，《行动计划》指出，2019 年上半年海南将印发实施相关规划和意见，重点明确各领域充电桩建设任务、责任部门及责任单位，并确保 2019 年全省建设各类充电基础设施和充电接口 4 万个以上。

此外，海南省还将简化充电设施用电报装手续，落实开辟绿色通道和限时办结要求；发布充电基础设施建设服务指南，简化充电设施报建审批流程，建立监督服务和投诉热线；并规范充电设施标识牌设置管理；完善全省充电基础设施信息监管平台建设，加强公用充电基础设施监测。

“政策创新是海南最大优势”

新能源汽车行业发展至今，虽然已经能够匹配和满足多数应用场景需求，充电基础设施建设也从注重布局转到了注重运营的新阶段，但想要全面推行新能源汽车仍面临不少挑战。《行动计划》的出台，则为新能源汽车在海南的推广进一步“保驾护航”。

“政策创新是海南最大的优势。中央赋予海南‘三区一中心’独特的战略定位，在实施先行先试的政策方面还有特殊的自主立法权；同时海南独特的热带气候环境和相对独立、幅员适宜的地理单元，与清洁能源汽车续驶里程、高效基础设施网络建设等高度契合，具备天然地理优势。”国家新能源汽车创新工程专家组组长王秉刚表示。

对此，中国投资协会能源投资专业委员会副秘书长戴遴表示认同：“海南相对封闭的环境更有利于新能源汽车的推广。”

此外，业内人士认为，海南清洁能源资源丰富，为新能源汽车提供了充足保障，可真正实现从发电端到车辆使用排放端全生命周期的清洁化。

“总体来看，海南推广应用清洁能源汽车，尤其是新能源汽车，从产品本身的环境适用性、清洁能源供给、充电基础设施网络、扶持政策措施等各方面都有很多独特优势。”王秉刚表示。

两大路线不能跑偏

“未来海南清洁能源汽车的发展，尤其是充电桩领域的发展，要注意两大路线不能跑偏：一是要注意快、慢充电桩的合理布局，二是要解决带充电桩的停车位问题。这是新能源汽车发展必须要解决的两大关键问题。”戴遴表示，新能源汽车想要健康发展最终还是依靠民用市场，“这两个问题恰是目前民用市场的‘卡脖子’难题。”

据记者了解，快充技术目前发展迅速，是充电桩商用市场的重要推动力之一，但仍存使用时电流大、电网负荷较重等缺点。

“快充必不可少，但建议小区民用充电桩使用微电网的慢充。如果海南全省充电桩都使用快充，电网负荷过大，现阶段的电网估计难以承受，合理布局快慢充则能很好解决这个问题。”戴遴进一步解释，“不管是发展燃油车还是清洁能源汽车，停车位都是关键。而新能源汽车由于需配套充电桩，局限性更大，对固定停车位的需求更明显。《行动计划》中对这

两点的关注力度有限，未来希望可以得到重视。”

除充电桩外，电池安全问题也是新能源汽车推广遇阻的原因之一。“目前的电池技术路线中还没有可以兼顾安全和高效的，海南集全省之力发展清洁能源汽车，基数大，安全的问题不可忽视。”戴遴强调，《行动计划》并没有提及电池安全的问题，关于电池回收利用的政策也尚未出台，“我们要防范于未然，积极做好电动汽车安全防范措施。”（黄珮 ）

有效除冰的新材料

中国科学报　2019.4.29

据新的研究报告，降低冰与表面间的韧性而非强度是研发高度疏冰材料的关键。在诸如风力机叶片、输电线或飞机机翼等大型表面上的冰积聚会引发灾难性故障。

一般而言，现有大多数除冰材料聚焦于将冰与表面间的黏附强度降至最低。然而，冰与表面分离所需的力量会随着结冰表面面积的变大而增加。同样，将冰从特大表面分离可能需要过高强度的力量，从而限制对这些疏冰涂层的使用，同时可能需要昂贵且对环境不安全的过程。了解分界面冰附着的一个补偿性视角则是基于韧性（对众多小型力量的阻抗）而非强度（对大型力量的阻抗）。

Kevin Golovin 和同事将强度限制性除冰与韧性限制性除冰进行了比较。据作者披露，对用低界面韧性（LIT）设计的材料而言，除冰已不再作为冰覆盖函数而受到限制。Golovin 等评估了用 LIT 设计的各种塑胶与橡胶涂层的除冰性能，展示了冰覆盖大面积所需力量的大幅减少。此外，这些结果证明，用低界面韧性所制造的 PDMS（一种常用的基于橡胶的疏冰涂层）能令冰仅用自身的重量就能干净彻底地与大面积表面分离。

广东省石墨烯创新中心成立

羊城晚报　2019.4.1

羊城晚报讯（记者沈婷婷、通讯员陈超群）报道：4 月 11 日，2019 深圳国际石墨烯论坛在清华大学深圳国际研究生院开幕。会上透露，截至 2018 年，深圳市已培育和引进了 20 余个具有国际影响力的石墨烯研发团队，建设了 10 余家石墨烯相关科研创新载体，培育了 30 余家石墨烯相关的企业。值得关注的是，在论坛上，广东省石墨烯创新中心也正式成立。

记者了解到，深圳市石墨烯制造业创新中心是在深圳市政府及光明区政府的支持和指导下，由清华大学牵头，联合各高校、企业及科研机构共同成立的以“政产学研用资”为主导模式的新型创新平台，并于 2018 年 9 月获得“广东省石墨烯创新中心”称号，2018 年 12 月份注册成立深圳石墨烯创新中心有限公司。据介绍，深圳石墨烯制造业创新中心自 2017 年 4 月成立以来，已完成 11 个项目的评审立项，累计总投资 2.55 亿元，政府资助支持 7915 万元。

广东省工业和信息化厅副厅长王月琴表示，石墨烯被称为材料之王，在很多的领域，包

括电子信息、航空航天、高端装备、新能源、绿色环保等领域，都有广泛的应用前景。现在一些发达国家和地区以及中国都在积极布局、抢占产业发展制高点。

王月琴认为，深圳石墨烯创新中心有限公司集合了全国石墨烯领域的重点企业、高校、市场、金融等方面的创新资源，也汇聚了国内外一流的科研资源，特别是依托清华大学丰富的研发经验，聚焦高端石墨烯的大规模研发、制造、装备和应用，将成为一个制造业的创新中心载体。“广东省在石墨烯领域布局建设省级的制造业创新中心，既是加快石墨烯产业化的举措，同时也是在战略性的产业领域建立企业主导、产业链协同、产学研用相结合的创新平台，是一次有益的尝试。”

记者了解到，该中心还将努力申请国家级石墨烯制造业创新中心。

链接▶▷什么是石墨烯?

石墨烯是一种由碳原子以 sp2 杂化轨道组成六角型呈蜂巢晶格的二维碳纳米材料。石墨烯具有优异的光学、电学、力学特性，在材料学、微纳加工、能源、生物医学和药物传递等方面具有重要的应用前景，被认为是一种未来革命性的材料。

充电桩迎来“智慧运营”新拐点

中国能源报　2019.4.8

■核心阅读

目前充电桩行业已发展到需要智慧运营的新阶段，即智慧能源服务，运营商们可以借此增加用户黏性，在竞争中突围而出。

未来，桩企还可以实现充电全生态服务场景的“智慧”转化，汽车充电不能只是被定义为一个入口，除了充电还可以衍生其他服务。

近两年我国电动汽车数量的爆发，带动充电基础设施进入快速发展阶段。但现阶段我国充电桩数量仍存在较大缺口，距离国家提出的“一车一桩”要求仍较远。在日前举办的第二届中国城市交通充电设施论坛上，与会企业与专家围绕“新能源公交场站运营管理创新模式、公共充电场站运营前景”等议题展开探讨，并对充电桩产业即将迎来的发展新阶段寄予厚望。

新能源公交“遍地开花”

在打赢蓝天保卫战、推动能源革命等政策背景下，各地纷纷投运纯电动公交车，并积极建设充电基础设施。而不久前四部委新发布的 2019 年补贴政策也显示，新能源公交车仍享受购置税补贴，这在一定程度上也体现出国家推广新能源汽车的决心。

“目前珠海城市公交车达 2498 台，已经全面实现了新能源化、纯电动化，万人拥有率是 15.7 标台。”珠海公共交通运输集团有限公司场站基建部向朝辉在介绍珠海市公共充电桩建设情况时强调，2018 年，在政策倒逼之下，珠海充电桩建设得到强有力推进，实现了“车开到哪里，桩就建设到哪里”的目标。

从2010年开始推出纯电动公交车，历经8年才实现100%纯电动化目标，珠海的绿色公交之路走得并不容易。记者了解到，2018年在市政府的决策下，珠海市共更新了1153台电动公交车，配备了54个充电站，637个充电桩。截至目前，充电桩用地共56个，其中60%为政府划拨。不仅如此，市政府还把公交票价统一降至1元，其力推纯电动公交的决心可见一斑。

除了珠海，其他多地的纯电动公交进程也如火如荼。如河北省沧州市新能源公交比例达50%，新能源公交车充电桩配比台数为4辆/桩。2019年海南省加大清洁能源汽车推广力度，目前海口公交清洁能源化比例已达88%。

充电桩企业盈利难

纯电动公交车只是新能源汽车大规模推广的一个缩影。数据显示，2018年，我国新能源汽车产销分别完成127万辆和125．6万辆。然而，与全国各地积极推进新能源汽车的大背景形成鲜明对比的是充电桩产业的举步维艰。

据记者了解，目前，除上市公司或大型国企，绝大多数桩企都面临着融资难、盈利难等问题。2018年，深圳容一电动科技有限公司因盈利困难，发布解散通告成为充电桩企业退市最典型的案例之一。

“从全国充电桩产业发展来看，2013、2014年建成的充电桩因软件、硬件落后等原因，大部分已被淘汰；2014、2015年建成的充电桩目前仍然在用，而且使用率非常高，这也使得运营商的售后成本大大增加。”杭州中恒电气股份有限公司副总裁刘洁指出，目前充电桩领域正处于行业发展第三个阶段前的拐点，市场形势更加严峻。

“第一个阶段的主体是充电桩传统制造企业，但行业发展至今，设备制造的竞争已十分激烈，且毛利极低；第二个阶段是企业转向投资运营，但因运营企业过多导致利润率仍非常低，同时，还面临着对手的恶性竞争——价格战，运营商的生存空间被大大压缩，想要继续存活下来就必须寻求突变。”刘洁进一步解释。

“2018年，甚至一些规模较大的企业也面临退市、清算或倒闭，但这也是良性竞争必然的过程。”广州亿电邦科智能网络科技有限公司总经理毛中生表示。

新阶段应重视智慧运营

“我认为，目前充电桩行业已发展到需要智慧运营的新阶段，即智慧能源服务，运营商们可以借此增加用户黏性，在竞争中突围而出。”刘洁分析指出。

这个观点与毛中生的“未来蓝图”不谋而合。同时，毛中生认为，当前以城市充电系统建设为切入点，即建设以公共充电服务为主营业务的城市电动公交车充电网络运营体系，并面向城市内各大公交企业提供服务或是充电桩产业转型的不错选择。

“选择公交充电作为突破口，一是可以由政府引导，二是受市场驱动，其促进政府与企业间彼此赋能的优势明显。”毛中生建议，可先以大节点对城市进行充电网络初步覆盖，再进一步拓宽覆盖范围与规模，期间充分利用公交集团自有场地建站，并对其他资源高效有机

整合，从而达到有效减轻成本负担的目标。

“未来，公交充电网络的运营体制与资源成熟后，服务对象可进一步拓展，从公交专用服务逐渐向网约车、出租车、物流车、公务车、大巴车、通勤车、私家车等服务对象渗透。”毛中生表示，未来，桩企还可以实现充电全生态服务场景的“智慧”转化，“汽车充电不能只是被定义为一个入口，除了充电还可以衍生其他服务。”（黄珮）

恒大斥资 8.47 亿南沙拿地，土地移交后要在 1 个月内动工

南沙拟建设国际一流纯电动汽车组装项目

南方日报　2019.4.16

近日，广州市公共资源交易中心官网公布国有土地使用权招拍挂出让成交结果，南沙 2019NGY—2 地块被恒大国能新能源汽车（广东）有限公司以 8.47 亿元底价拿下。该中心于 2019 年 3 月 1 日至 4 月 1 日在网上挂牌出让该地块，4 月 1 日为网上竞价时间，当天恒大国能新能源汽车（广东）有限公司以 8. 47 亿元的竞标价成为最终竞标人。随后该标的一直处于竞得后审核状态，直至 4 月 12 日，标的转为成交状态。记者查询发现，该地块就在原恒大 FF 南沙区生产制造工地旁，占地面积达 85.8 万平方米。

国际一流纯电动汽车组装项目要在两年内投产

去年 4 月，贾跃亭摘获广州南沙万顷沙工业地建设 FF 汽车总部，该地块辗转归恒大所获，建设恒大法拉第未来智能汽车（中国）有限公司的产业园。从地块图示意看，此次挂出的地块，与 2018 年 4 月法拉第未来在南沙拿下的地块相邻。

南沙 2019NGY－2 地块是 1 宗国有建设用地，位于万顷沙智能网联汽车产业示范园西北部，灵新大道以北，万新大道以南。根据招标公告显示，该地块为工业用地，面积为 85.8 万平方米，出让年限为 50 年，竞买起始价为 84694 万元。

招标公告要求，南沙 2019NGY－2 地块竞买申请人须在南沙设立项目公司，其主要经营范围为车辆工程的技术研究、开发，新能源车整车制造及零部件制造，汽车销售等。其竞买申请人或其控股股东（或关联公司）近三年连续为《财富》杂志公布的世界 500 强企业。竞买人或其母公司及其关联公司须拥有自主创新的互联网智能汽车平台技术，并拥有不少于 200 项专利技术。此外，竞买申请人或其股东的中国总部需在南沙，负责中国区域运营。

根据要求，自土地移交之日起，恒大要在 1 个月内动工开发建设，24 个月内建成投产。恒大在项目开发建设期间和建成后将与广州市南沙区政府通力合作，建设具备国际一流纯电动汽车研发制造水平的纯电动汽车组装项目。

恒大布局完成新能源汽车全产业链

今年 1 月，恒大耗资 9.3 亿美元收购瑞典电动汽车公司 NEVS 的 51% 股权。NEVS 是一家总部位于瑞典的全球性电动汽车公司，聚焦智能出行领域。目前已研发两款达到量产条件的纯电动汽车车型，拥有已达到量产能力的瑞典特罗尔海坦及中国天津生产基地，并正在筹

建上海生产基地。

1 月 29 日，恒大健康再次发布公告称，恒大 NEVS 与超级跑车公司柯尼塞格签订合资协议，成立项目公司，将研发和生产制造“世界最顶级新能源汽车”。

渠道、核心技术……恒大的造车路越走越宽。今年 1 月，恒大又相继在南沙注册了 6 家汽车公司。

相关数据显示，恒大在 1 月 8 日注册了恒大新能源汽车控股（香港）有限公司，随后在 1 月 25 日，恒大国能新能源汽车集团有限公司注册成为香港公司的全资子公司。注册地址位于广州市南沙区黄阁镇南沙金茂湾（T7 栋）及地下室 1401 室。经营范围包括能源技术研究、汽车零配件批发、汽车零售、能源技术咨询服务、汽车租赁等多项业务。

3 月 26 日，中国恒大发布 2018 年度全年业绩，称中国恒大完成布局新能源汽车全产业链，将力争 3—5 年成为世界规模最大、实力最强的新能源汽车集团，计划三年内实现 50 万—100 万辆的产能建设，天津基地计划今年 6 月份全面投产。

汽车制造业成南沙首个超千亿产业集群

今年 1 月，南沙区统计局初步统计经济数据显示，2018 年，南沙区支柱产业汽车制造业产值首次突破千亿元，实现工业产值 1031 亿元，同比增长 27.87%，成为全区首个产值超千亿元的先进制造业产业集群。

近年来，南沙在智能化、新能源汽车产业上频频布局，小马智行、蔚来汽车、小鹏汽车等都已落子南沙，多个新能源汽车上下游产业也在南沙落地。安捷利动工建设的新型模组组装智能化车间将研发和生产新能源汽车动力电池功能模组，而芯聚能半导体有限公司、联晶智能电子有限公司的正式落户标志着新能源汽车的“大脑”和“眼睛”有望实现“南沙造”。南沙新能源汽车产业链条不断完善。

南沙汽车产业正向新能源、智能化的方向转型升级，成为先进制造业领域高质量发展的领军产业。南沙区 2019 年政府工作报告指出，将大力发展先进制造业，重点推进恒大纯电动汽车、广汽蔚来新能源汽车、广汽丰田新生产线、广州国际汽车零部件产业基地等重点项目建设。同时，以黄阁国际汽车产业园为核心，打造“整车—新能源汽车研发制造—汽车零部件基地”汽车产业链。（柳时强）

美研究机构改进 锂电池电极技术

中国能源报　2019.4.29

本报讯（实习记者赵滢）报道：据外媒报道，日前，全美顶尖理工大学——伦斯勒理工学院研究人员宣布，其通过使用二硫化钒代替电极中常用的氧化钴，成功加快了锂离子电池充电速度。

“这种材料质量更轻，而且导电性良好，所以能满足更高的能量密度要求，保证更快的充电速度。”该研究第一作者 Nikhil Koratkar 表示，“改进电极能够增强锂离子电池性能。”

为推动新能源汽车行业发展，全球新能源汽车企业在锂电池产业上投资甚巨，锂离子电池的主导地位很难被打破。各机构都致力于锂电池研究，希望能在替代品出现之前，最大化提升锂离子电池性能。

同时，为吸引更多消费者放弃燃油车，转向电动汽车，近年来汽车制造商和能源公司正在全球推出超高速充电设备：3 月份，特斯拉的全球首个 V3 超级充电桩在美国投入使用，最大功率为 250 千瓦，在最高效的特斯拉车型上，可实现充电 1 分钟续航里程增加 30 公里；澳大利亚公司 Tritium 生产的快充桩则可以满足充电 10 分钟、行驶超 346 公里的需求。

业内人士指出，在讨论充电速度的同时，电池本身的承受能力绝对是最无法绕过的一个因素。无论外围的充电设备功率多大、充电能力多强，如果电池本身在能够接受的充电能力方面有短板，充电速度必然受到影响。

Ionic Materials 高级主管 Erik Terjesen 称："鉴于前期巨额投资，新能源汽车行业不太可能放弃锂离子电池而选择'从零开始'。我们应该提升锂离子电池承受能力，提升电池性能，尝试组件改进，而不是急着寻找替代品。"

世界首例具有原子精度的全碳电子器件面世

科技日报　2019.4.16

最新发现与创新

科技日报厦门 4 月 15 日电（记者谢开飞） 记者 15 日从厦门大学获悉，该校固体表面物理化学国家重点实验室、能源与石墨烯创新平台洪文晶教授、谢素原教授与英国兰卡斯特大学柯林·兰伯特院士团队合作，在国际上首次制备了以单个富勒烯分子为核心单元、石墨烯为电极的全碳电子器件，并通过富勒烯分子的分子工程学实现了对该全碳器件电子学性质的调控，为突破硅基电子器件性能和尺寸极限，发展全碳电子器件提供了新思路。该研究成果于 15 日在线发表于《自然·通讯》期刊上。

当前，基于硅基半导体的微纳电子技术正在逼近其物理尺寸极限，而碳基器件相较硅基器件具有更快的速度和更低的功耗，被认为是最有希望替代现有硅基技术的未来信息器件方向。然而，如何制备具有原子级精度的全碳电子器件依旧是未来碳基芯片领域的发展瓶颈。针对这一关键技术问题，具有原子级规整结构和优异的电学特性的富勒烯材料作为未来碳基电子器件的潜在核心单元进入科技家们的视野。

该研究团队基于厦门大学在富勒烯材料制备的优势，通过了器件制备技术的自主研发和创新，将具有完美二维结构的石墨烯作为电极，而具有独特电子学性质的富勒烯作为核心单元，克服单个富勒烯不到 1 纳米的尺寸带来的巨大挑战，构筑了由富勒烯和石墨烯组成的全碳电子器件，并通过与柯林·兰伯特教授在理论计算方面的合作，发现该全碳电子器件在电子学领域具有众多新奇的量子特性。

这一跨学科合作在国际上首创了具有原子级规整结构的全碳电子器件的制备技术，从而

将碳基电子器件推进至亚纳米的极限尺寸，对于全碳电子学的发展具有重要意义，有望发展成为下一代碳基芯片技术的核心材料与器件。

有机硅制出低成本“落雪发电机”

科技日报　2019.4.19

科技日报北京4月18日电（记者刘霞）据物理学家组织网近日报道，美国加州大学洛杉矶分校（UCLA）研究人员研制出了一款新设备，可利用落雪来发电。这是首款此类产品，不仅价格便宜，体型小巧纤薄，且像塑料一样柔韧，可集成应用在太阳能发电、可穿戴设备等多个领域。

研究团队使用3D打印方法研制出了这款“雪基摩擦生电纳米发电机”，其包含一层有机硅以及一个能捕获电荷的电极。鉴于制造方法简单易行且有机硅很容易获得，该设备生产成本低廉。

在新设备中，落雪带正电并释放电子；有机硅由硅原子、氧原子与碳、氢和其他元素结合而成，带负电。当落雪接触有机硅表面时，会产生电荷，被新设备捕获，从而发电。

UCLA化学与生物化学博士后研究员、该研究论文联合作者马厄·艾尔－卡迪解释道：“雪带电荷，为什么不引入另一种带有相反电荷的材料并捕获电荷来发电呢？在对包括铝箔和聚四氟乙烯在内的大量材料进行测试后，我们发现，有机硅产生的电荷比任何其他材料都多。”

UCLA化学和生物化学、材料科学与工程杰出教授、论文作者理查德·卡纳说：“该设备可在偏远地区工作，因为它自己就能发电。这也是一款非常聪明的装置，是一个气象站，可以告诉你降雪量、降雪方向以及风向和风速。”

艾尔－卡迪指出，每年冬天，地球表面约30%的地方被雪覆盖，在此期间，太阳能电池板经常无法运行，新设备可集成到电池板中，在下雪时提供持续的电力供应。

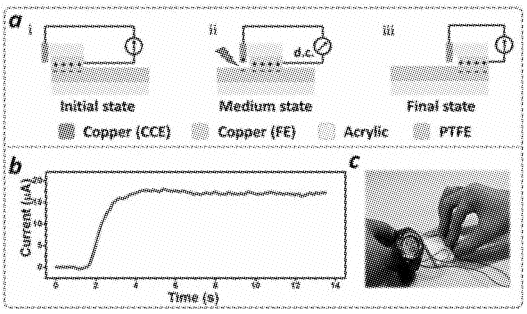
卡纳说，该设备还可用于滑雪等冬季运动的监控方面，以更精确地评估和改善运动员在跑步、行走或跳跃时的表现；还有望开辟新一代自供电可穿戴设备，用于跟踪运动员及其表现。

恒流摩擦纳米发电机研究取得新进展

中国科学报　2019.4.15

日常生活中摩擦起电和静电都是非常普遍的现象，但由于难以收集和利用，它们是一种极易被忽略的能源形式。自从2012年中国科学院北京纳米能源与系统研究所王中林发明摩擦纳米发电机（TENG）以来，全世界的学者从各个方面对TENG进行了广泛研究。

TENG作为一种能源器件得到实际应用的关键在于进一步提高功率密度，其核心在于摩擦电荷密度的提高。摩擦电荷密度作为摩擦纳米发电机的核心性能指标之一，TENG问世7年以来，科研工作者在摩擦材料选择、表面修饰与改性等方面做了大量研究以提高摩擦电荷密度。



a）恒流摩擦纳米发电机的工作原理
b）该TENG的恒电流输出
c）该TENG直接驱动电子手表

近日，王杰和王中林等人在《科学进展》上发表论文，报道了一种基于摩擦起电和介质击穿的新一代摩擦纳米发电机，首次实现了基于摩擦起电和空气击穿的恒流电输出，基本原理类似于人工产生和收集“闪电”的能量。同时，摩擦电荷密度高于大气环境下受限于空气击穿的传统摩擦纳米发电机的电荷密度。这一新颖的直流摩擦纳米发电机已经被证实可以直接驱动电子器件，不需要外接整流桥或能量存储单元。研究结果不仅有利于推动用于可穿戴电子和物联网系统的自驱动系统小型化，而且为高效收集机械能提供了新的范例。

凝胶新材料应用于锂硫电池研究

中国科学报　2019.4.30

本报讯（记者刘万生 通讯员石浩东、侯晓城）近日，中科院大连化物所二维材料与能源器件创新吴忠帅研究员团队发展了一种三维石墨烯/纳米碳管多孔气凝胶材料，并将其应用于锂硫电池的硫单质载体和中间层一体化正极，获得高体积能量密度和优异循环稳定性的锂硫电池。相关研究成果发表于《纳米能源》。

锂硫电池虽然质量密度较高，但体积能量密度普遍较低、循环性能较差，大大限制了其实际应用。因此，如何同时提高锂硫电池的质量和体积能量密度，并延长其循环寿命是目前锂硫电池应用研究的瓶颈之一。

研究人员开发出一种三维石墨烯/碳纳米管多孔气凝胶材料，并同时将其应用于锂硫电池的硫单质载体和中间层，成功构筑出自支撑、无金属集流体的一体化正极材料。该一体化正极材料具有高的压实密度、优异导电性、良好的机械柔性，不仅实现了高的体积硫载量（1.64g/cm^3），显著提高了锂硫电池的体积能量密度（1615Ah/L），而且有效抑制了多硫化物穿梭的效应。在大电流密度充放电条件下，电池表现出优异循环稳定性。

这种硫单质载体和中间层一体化正极结构的设计策略为构建高体积能量密度、长循环寿命的锂硫电池提供了新思路。

新能源空铁成未来交通新选择

中国科学报　2019.4.18

汽车和旅游消费激增，使得大城市和旅游景区的地面交通变得拥堵不堪，同时还伴随着环境污染。为了缓解地面交通压力，各大城市纷纷修建地下铁。然而，地铁投资大、建设周

期长、路网有限，建成后同样人满为患。面对中国交通拥堵的现实压力，发展技术先进、经济合理、节能环保、灵活方便的空中新型轨道交通，有望成为城市立体化交通发展和缓解旅游景区交通压力的重要选择。

空铁建造运营有六大优点

空中轨道交通主要采用高架轻轨交通、磁浮轨道交通、跨座式单轨交通、悬挂式单轨交通（空铁）等形式。每种交通方式均有各自的特点，空铁与其他高架轨道交通方式在形式上有重大区别：它不是将整个路面抬到空中，而只是将轨道梁通过支柱架设在空中，列车悬挂在轨道梁下方运行。

近年来，空铁这种交通制式在中国有了创新研究与发展，引起了广泛关注，逐渐成为一些新建轨道交通项目的重要选择形式之一。

总的来说，空铁在建造和运营方面有六大突出优点。第一，运营安全性高。因车辆行走机构始终封闭于箱形轨道梁内部，永远不可能脱轨；并且列车在空中有专有路权，运行过程中不会与其他物体相撞，可充分保障系统的运营安全。第二，占地少、适应性强。空铁通过立柱将轨道梁架设于空中，占地少、垂直空间小；而且空铁线路最大坡度可达 10%、最小曲线半径仅为 30 米，地形适应能力强、可最大限度减少拆迁量。第三，投资小、工期短。数据显示，空铁的每公里建设成本仅为地铁的 1/4 ~ 1/6、跨坐式单轨交通的 1/2 ~ 1/3，成本优势极为明显；轨道梁和立柱采用工厂预制、现场组装，施工简便，建设周期短。第四，噪音低、环境协调性好。空铁在运营过程中无废气排放、距离车辆 6.5 米处的运营噪音仅为 65 分贝，远低于轮轨噪音。第五，运能适中、可全天候运行。目前，空铁列车最高运行速度为 60 ~ 80 km/h，最大运能可达 1.5 万 ~ 2 万人/小时，且列车运行不堵塞、不受天气影响。第六，美观舒适、融于自然。空铁可根据当地的自然环境和人文元素，进行外观、轨道涂装和车站建筑个性化设计等，可使空铁与环境和谐地融为一体。

我国新能源空铁发展前景可期

我国自 2011 年开始对空铁技术开展理论研究和可行性论证。2016 年初，西南交通大学与中唐空铁集团、中车南京浦镇车辆有限公司、中铁第六勘察设计研究院集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、上海富欣智能交通控制有限公司、四川大唐能源投资有限公司等单位建立产学研协作平台，共同研发锂电池驱动的悬挂式单轨交通系统（新能源空铁），并在成都建成了世界首条新能源空铁试验线。

试验线全长 1.41 千米，并已于 2016 年 11 月全线投入试运行。截至目前，已累计试验运行 3 万余公里，积累了大量试验数据，各项关键技术指标均达到了设计要求。这也标志着中国成为继德国和日本之后第 3 个掌握悬挂式空铁技术的国家。

2017 年 3 月，以中国工程院院士刘友梅为组长的技术专家组评审认为：新能源空铁属国内外首创，整体技术达到国际先进水平，其中大容量锂电池动力牵引应用技术和空铁列车—轨道梁桥耦合动力分析技术居国际领先水平。2018 年 8 月，本人主持编制的我国第一部

工程建设地方标准《悬挂式单轨交通设计标准》在四川省正式颁布实施。

2018 年 12 月，新能源空铁技术入选中国高等学校十大科技进展。

需要说明的是，新能源空铁不同于德国和日本的高压供电方式，它采用锂电池作为动力，无需修建变电站和牵引变电所，轨道梁内不需要安装供电和受流设备。这不仅节省了建设成本，而且沿线不会产生电磁污染，是绿色环保经济的轨道交通新制式。

目前，新能源空铁主要适用范围为：大城市的机场、高铁站、地铁交通的接驳线；山地城市或二三线中小城市轨道交通干线；视觉景观要求高的主题公园、旅游景区往返线或景点联络线；大型商务区、开发区、功能场馆内部交通线。

不过，新能源空铁作为一种全新的轨道交通制式，尚处于推广应用初期，需要“政产学研用”协同推进。目前，我国第一条悬挂式空铁商业运营示范线——四川大邑县晋原至安仁旅游基础设施空铁项目已开工建设，线路总长 11.2 千米，计划于 2020 年开通运行。此外，柬埔寨金边市、菲律宾马尼拉市、泰国普吉岛等旅游空铁线也在积极推进。总之，新能源空铁的应用前景值得期待。（翟婉明）

高性能压电单晶材料获突破

中国科学报　2019.4.22

本报讯（记者张行勇） 自 1997 年被发现以来，弛豫铁电单晶被认为是压电材料取得的革命性突破，它大幅度提升了压电材料的性能和医疗超声的成像分辨率。然而，随着人们对医疗超声系统精度需求的不断提升，如何进一步提高弛豫铁电单晶的压电和介电性能，成为近 20 多年来，国内外科学家广泛关注的重要科学问题。

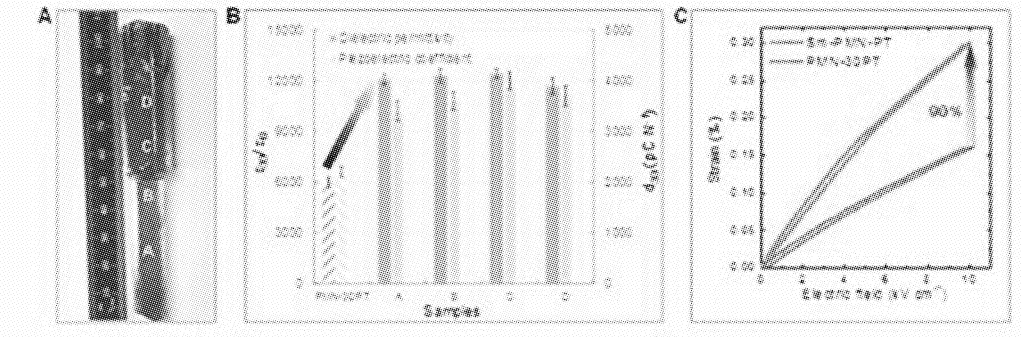


图 A：Sm－PMN－PT 晶体照片　　图 B：晶体压电系数和介电常数

图 C：晶体电致应变测试曲线　　西安交通大学供图

西安交通大学教授李飞、徐卓与美国宾夕法尼亚州立大学、澳大利亚伍伦贡大学、美国北卡州立大学等单位合作，在弛豫铁电单晶材料高性能化研究方面取得重大突破，相关成果 4 月 19 日发表于《科学》。

据介绍，研究人员设计并生长了钐掺杂的铌镁酸铅—钛酸铅压电单晶，成功将“增强的局域结构无序性”“准同型相界”和“工程畴结构”三种高压电效应的起因有机结合，大

幅度提高了弛豫铁电单晶的压电和介电性能，压电系数最高达4000皮库仑每牛顿以上，介电常数达12000以上，较之非掺钐的同组分的铌镁酸铅—钛酸铅压电单晶的性能提高约1倍。同时，利用钐元素在晶体生长过程中的分凝特点，研究人员优化了单晶棒性能的均匀性，为高频医疗超声探头和高精度与大位移压电驱动器奠定了新压电单晶材料基础。

此外，基于第一性原理计算，研究团队还发现，钐掺杂的铌镁酸铅—钛酸铅晶体相变温度下降很可能是由于钐掺入而随之产生的铅空位所致。而这一发现将为今后进一步优化弛豫铁电单晶的综合性能提供理论参考。

储能技术应用成电池市场热点

到2025年，全球电池储能装机规模将超过140吉瓦时

中国电力报能源周刊　2019.4.22

在4月1日举办的“第十二届中国国际铅酸蓄电池博览会”上，储能技术应用成此次活动的一大亮点，天能集团、理士国际、奥冠电池等众多企业展出了储能技术应用产品、解决方案，受到与会嘉宾的广泛关注。

“储能是可再生能源大规模渗透、传统能源智能化发展不可或缺的关键环节。国际权威机构预测，到2025年，全球电池储能装机规模将超过140吉瓦时，是当前的20倍。”浙江南都电源动力股份有限公司（简称南都电源）在同期举办的“第十二届中国国际铅蓄电池高峰论坛”上提交的研究报告中表示，在全球电池储能领域，锂电储能是主流。不过，“在大型工商业储能项目中，铅炭电池占比最多，且占比在不断增长，这将是今后铅蓄电池在储能领域的主战场。”理士国际技术有限公司（简称理士国际）董事长董李认为，储能技术应用已经成为电池市场的发展热点。“接下来，电池储能安全标准制订将成为行业关注焦点。”南都电源相关负责人提出。

电池储能迎来广阔市场空间

“毋容置疑，随着清洁、智慧能源建设不断深入，电池储能已经迎来了广阔的市场发展空间。”董李介绍，狭义的电池储能主要是指可再生能源领域的大规模电站级电化学储能、户用或便携式储能。其中，当前的电站级储能主要以应用锂离子、铅炭电池为主。

近年来，随着锂电储能系统技术经济性不断提高，市场竞争优势凸显，其装机规模不断刷新纪录。“据统计，从全球电池储能技术分布来看，近3年锂电储能占比超过70%。在美国，锂电储能占比甚至超过95%。”南都电源研究报告称。

“虽然锂电储能现有装机规模大，但不可否认，无论是与锂离子电池还是与传统铅酸电池相比，铅炭电池在价格、PSOC循环性能等方面都具有明显优势。”在董李看来，作为铅酸蓄电池的一种，铅炭电池稳定、安全、大容量的特性，是其他电池不可替代的，其在微电网和户用电网储能、光储一体化、SPS市场（储能UPS）、大型工商业储能，以及回收利用方面，都具有突出的发展优势。

董李还介绍到，在储能技术实际应用方面，国内外尚有差别。他以理士国际参与的项目为例介绍："理士国际专注储能电池，产品销往全球 110 多个国家和地区。目前，在国内交付的主要是铅炭储能项目，包括国家电网金寨重点光伏发电消纳研发项目、贵州大学储能科研示范项目、四川甘孜传灯项目等。在海外交付的项目则更多是应用锂离子电池解决方案。"

据了解，理士国际针对储能市场自主研发的铅炭电池 PSOC 循环寿命、充电接受能力等主要指标都处于行业领先水平，能够提供定制化产品和服务。与此同时，理士国际也在加大锂离子储能技术的研发投入和建设，以更有效地征战海外市场。"随着新能源建设兴起，理士国际将在电池储能领域加大投入，并做长期的战略规划布局。"

电池储能安全标准体系亟待完善

"储能产业快速发展，国内电池储能安全标准体系建设必须加快提上日程。"南都电源相关负责人强调，全球电池储能的安全标准体系正在形成，但标准制定速度总体落后于储能产业发展速度，国内相关标准则仍有缺失。这已经成为限制电池储能产业发展的重要因素。

以政策较为完善、市场机制相对成熟、市场推进较早的 3 个储能市场——美国、欧洲、日本来看，在美国，锂电储能项目建设之所以进展相对缓慢，消防安全问题是主要阻力之一。在德国，尽管政府并没有限制电池储能系统应用，但也明确表示，储能市场虽趋于成熟，不过安全规则的标准化工作仍待同步跟进。在澳大利亚，包括户用在内的离网电池系统安装标准已经形成，然而仍有人担心这些标准已经远落后于快速发展的电池储能技术本身。

以锂电储能技术为例来讲，目前，欧洲、北美在锂电储能安全标准制定方面处于主导地位，主导的 IEC、UL、UN 等标准应用广泛。与国外相比，我国锂电储能安全标准制定相对滞后，有关的国家标准主要有电站设计规范等两项标准，地方标准主要有充电站系统设计规范等 3 项标准，中国电科院已经启动制订消防灭火系统技术规范等标准。"但国内锂电储能模组/系统的安全设计、电站安全管理、储能电池系统消防标准等仍缺失，在锂电生命周期内的安全性评估标准仍待进一步完善。"南都电源研究报告中指出。

"当前，锂电储能安全性标准制订内容逐步从只覆盖电芯、电池延伸到储能系统层级，安全性标准的测试逐渐迫近极限使用环境，要求越来越严苛，标准体系正在逐步形成。这是锂电储能行业发展逐步趋向成熟的必经阶段。对其他电池储能技术而言，亦是如此。"南都电源相关负责人说。（白明琴）

二氧化碳制甲醇反应获高效催化剂

中国科学报　2019.4.30

本报讯（记者杨保国）二氧化碳加氢反应是低碳化学中的重要反应，一方面可以直接减少二氧化碳排放，缓解温室效应；另一方面可以合成燃料和化学品，实现人工碳循环，缓解化石能源短缺。

近日，中国科学技术大学教授曾杰团队与上海光源研究员司锐合作，构筑出负载在金属

有机框架 MIL－101 上的铂单原子催化剂，将二氧化碳高效转化为甲醇。甲醇不仅是化学工业基础原料，还是一种清洁液体燃料。该成果发表于《自然—通讯》。

科研人员发现，铂单原子在二氧化碳加氢反应中会形成铂羟基活性中心体，该活性中心体中的氢原子能够作为氢源直接加成到二氧化碳的碳端，形成甲酸盐中间体。这种中间体不易形成一氧化碳，而易于加氢形成甲醇。因此，铂单原子催化剂在 32 个大气压和 150 摄氏度的条件下有着高达 90.3% 的甲醇选择性，远高于相同条件下铂颗粒对甲醇的选择性（13.3%）。

该研究不仅为二氧化碳加氢制甲醇反应提供了一种高选择性催化剂，还阐述了金属—配体相互作用在催化反应过程中的调控机制，为更好地理解单原子催化机理打开一扇大门。

八部委联合印发指导意见　甲醇汽车推广再添新动力

中国能源报　2019.4.22

工信部等八部委日前联合下发的《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》（下称《意见》），让工信部甲醇汽车试点工作专家组组长、原机械工业部部长何光远在记者面前打开了话匣子。

何光远被业内称为“甲醇部长”，他已为甲醇事业呼吁了 25 年。此次《意见》的下发，在他眼中是甲醇汽车行业发展的“重大突破”。

全国仅有甲醇汽车 8500 余辆

CH_3OH，是甲醇的化学式。从化学式可以看出，低碳、高氢、含氧是它的特征。低碳意味着比较清洁，高氢含氧促进燃料充分燃烧。数据显示，甲醇作为车用燃料，PM2.5 排放比汽柴油少 80%—85%，氮氧化物排放少 60%—80%，一氧化碳排放少 75%—90%。此外，甲醇经济性显著，同等热值下，甲醇的价格比汽油低 30%—40%。

然而，甲醇汽车并没有那么“热销”。

“甲醇毒性和汽油相当，但很多人对甲醇抱有疑虑。”何光远告诉记者，因为甲醇是透明液体，有醇香味，一些不法分子使用甲醇制造假酒，导致甲醇中毒事件，因此很多消费者对甲醇持恐慌态度。但在试点城市，甲醇汽车司机、甲醇加注站的员工以及甲醇生产企业的员工均未因接触甲醇而引发中毒。对此，工信部甲醇汽车试点工作专家组顾问、山西省原副省长彭志圭曾说过，甲醇是燃料，而不是“饮料”。换言之，作为燃料，甲醇是安全的。

但甲醇汽车在我国发展规模并不大。数据显示，截至 2017 年年底，汽油车约为 1.85 亿辆，天然气汽车约 608 万辆，而目前甲醇汽车仅有 8500 余辆在运行。

何光远表示，《意见》下发对加强甲醇燃料使用、甲醇汽车生产和应用、燃料多元化利用等方面具有重要意义，甲醇汽车的春天即将来临。《意见》指出，我国将按照因地制宜原则，重点在山西、陕西、贵州、甘肃等资源禀赋条件较好且具有甲醇汽车运行经验的地区，加快 M100（甲醇在成品甲醇汽油当中所占比 100%，即纯甲醇）甲醇汽车应用。

具备大力发展甲醇汽车的基础

我国是甲醇大国，目前甲醇生产、消费、新增产能均占世界大头。

中石化经研院发布的《2019 中国能源化工产业发展报告》显示，2018 年，国内甲醇产能 8800 万吨/年，比 2017 年增加 600 万吨/年，消费 6000 万吨，装置开工率约 60%。而 2018 年，世界甲醇产能 1.4 亿吨/年，比 2017 年增加 860 万吨/年，消费 8100 万吨，装置平均开工率约 67%。

工信部甲醇汽车试点工作专家组秘书长魏安力表示，目前中国是世界上煤炭利用技术的领先者，也是以煤炭制取甲醇燃料的领先者。除汽车燃料外，船舶、船艇、锅炉、窑炉、民用炊具均已开始应用甲醇。

记者了解到，我国甲醇汽车研发和应用始于上世纪 70 年代末，经过 40 余年不断发展，我国已拥有甲醇汽车专有技术，解决了甲醇燃料存在的腐蚀性、冷启动、溶胀性等关键技术问题。自 2012 年，工信部会同有关部门在山西、上海、陕西、贵州、甘肃 5 省市开展甲醇汽车试点工作，进一步对社会关注的甲醇汽车适用性、可靠性、经济性、安全性、环保性等性能进行科学系统的验证，为甲醇汽车推广应用奠定了重要基础。

政策如何更好落地

中国工程院院士金涌曾告诉记者："甲醇汽车试点城市的运行效果良好，技术日趋成熟，产业正在逐步形成。当下，相关部门亟需建立甲醇汽油生产、运输、储存、加注等方面的使用标准规范，严格监管市场，建立市场准入门槛。"

何光远也表示，要完善甲醇燃料标准。目前 M100 和 M85（甲醇在成品甲醇汽油当中所占比 85%）车用甲醇燃料已经出台相应标准，而 M15、M30、M50 等燃料的标准尚未出台。因此，一系列的甲醇燃料标准仍待完善。

《意见》印发后，如何落实是进一步推广甲醇汽车的关键。为此，何光远提出多点建议：一是进一步研发新技术，特别是甲醇燃料冷启动技术。二是把甲醇汽车纳入新能源"双积分"政策，拉动车企生产甲醇汽车的积极性。三是在八部委和试点城市建立甲醇汽车推广工作组。由工信部牵头，联合各相关部委建立甲醇汽车工作组，指派专人负责。以每月例会形式，探讨甲醇汽车推广过程中的具体问题；同时，在甲醇汽车试点城市建立甲醇汽车工作小组，研究甲醇汽车应用过程的具体问题。四是推动甲醇"去妖魔化"。对于甲醇的毒性，厂家生产甲醇时可加入部分着色剂，增强公众辨识度。五是本着"宜醇则醇"原则，坚持在有条件地区开展工作。绝不搞一哄而上、全面开花的面子工程。（王升）

锂硫电池欲占高能量密度电池"高地"

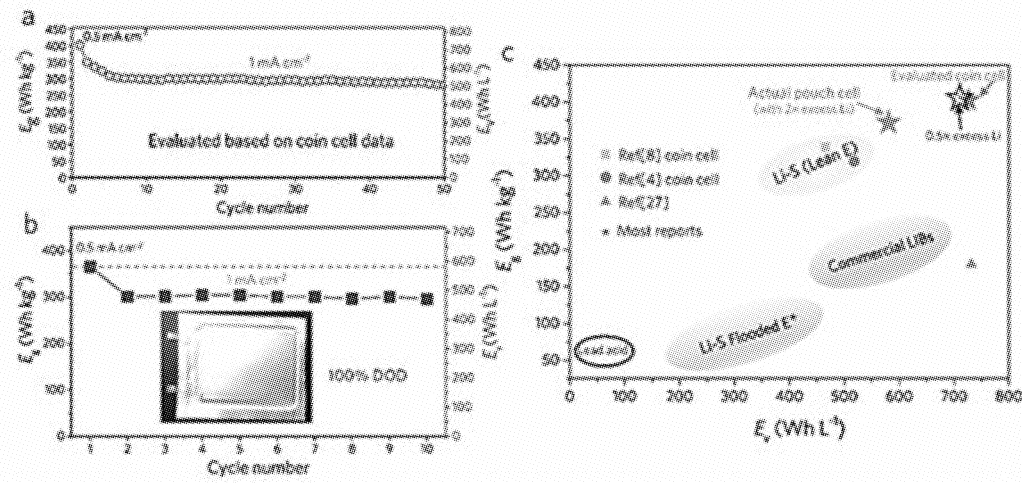
中国科学报　2019.4.29

锂硫电池被视为下一代高能量密度电池体系的理想选择之一，受到全世界科研界和产业界的高度关注，也是未来各国布局的重点研究方向之一。

但随着研究的不断深入，锂硫电池也面临日益严峻的挑战。目前存在的主要问题是锂硫

电池的体积能量密度较低，导致其在很多重要的市场应用中失去竞争力，同时高电解液用量也成为了其重量能量密度提高的瓶颈。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心清洁能源重点实验室 E01 组副研究员索鎏敏与美国麻省理工学院教授李巨和薛伟江博士合作，针对目前锂硫电池存在的共性问题的解决提出了新思路，为未来开发新型高能量密度的锂硫电池提供了新的可能性。相关研究成果发表在《自然—能源》。



HMSC 型锂硫全电池性能：(a) 锂硫扣式电池 (6.9 mg cm^{-2} S + 6.8 mg $cm^{-2}Mo_6S_8$，电解液活性物质比 ~1.5μLmg－1)；(b) 锂硫软包全电池 (电解液活性物质比 ~1.2 μL mg^{-1}，~2 倍金属锂过量)；(c) 锂硫电池全电池能量密度对比图。注：图 c 为扣式电池实验参数推算的能量密度和安时级软包全电池的真实能量密度。

体积及重量能量密度低　限制锂硫电池发展

索鎏敏向《中国科学报》介绍说，下一代高能量密度电池体系主要是基于金属锂负极的电池体系，比如锂硫、锂空电池等。

“相比锂硫电池来说，尽管锂空电池具有更高理论能量密度，但目前还处于基础研究阶段，许多关键问题尚未很好解决。而锂硫电池具有低成本、高能量密度等优势，经过多年不懈努力，锂硫电池技术已经日趋成熟，接近商业化。”

加拿大滑铁卢大学 Linda Nazar 课题组 2009 年在《自然—材料》上发表的一篇论文成果首次获得了接近理论容量 80% 的可逆容量，点燃了人们对锂硫电池的研究激情。当前世界各国都对锂硫电池比较重视，很多大学、研究所进行基础科学问题的研究，此外，有很多公司比如英国的 Oxis 公司和美国的 Sion Power 公司一直从事锂硫电池的商业化研究。

李巨表示，在过去的十多年里，在实验室中锂硫电池很多关键技术包括硫正极、电解液等都有了很大突破和进展，但在如何从实验室技术到商业化的尝试中却遇到了很大的技术瓶颈和壁垒，如高活性物质负载量、电解液体系、金属锂负极以及软包电池工艺方面。

目前存在的主要问题是体积能量密度低，导致其在很多重要的市场应用中失去竞争力，

同时高电解液用量也成为了其重量能量密度提高的瓶颈。此外，金属锂负极的安全性和长循环寿命还未很好解决。

突破关键技术瓶颈

据介绍，锂硫电池体积能量密度低的原因主要有以下两点：从本征上来说，活性物质锂和硫的理论密度比较低，锂 0.534g/cm^3、硫 2.07g/cm^3，而锂离子电池中的钴酸锂和三元等材料的理论密度要高很多；从电极构造来说，还有一个最重要的原因是硫是电子和离子绝缘体，所以需要将硫分散到大量的高比表面积的导电碳中才能发挥其容量，而使用大量导电碳带来的问题是整个正极的比表面积很高，气孔率很高，通常来说传统碳硫正极的气孔率是锂离子电池正极的两倍。

因此，当前制约锂硫电池实用化的关键技术瓶颈是如何在高活性物质负载条件下，实现低电解液用量、高电极密度及低非活性物质含量。

针对电池器件级别能量密度不高的问题，该研究团队创新性地提出采用高电子和离子电导的嵌入式电极材料 Mo_6S_8 取代非活性物质碳构成嵌入—转换型混合电极，使得硫正极在保证高活性物质负载量的条件下（大于 10mg/cm^2），含碳量降低到小于 10wt%，电解液活性物质比大幅度降低到 1.2μLmg^{-1}，电极孔隙率低于 55%。采用此新型混合电极的安时级软包全电池在保证循环寿命的条件下单体能量密度大幅度提升，可以同时实现高的体积能量密度（581Wh/L）和重量能量密度（366Wh/kg），为未来开发新型高能量密度的锂硫电池提供了一条全新的解决思路和切实可行的商业化技术方案。

据介绍，通过与锂离子电池正极，比如钴酸锂的对比和理论估算，研究团队认为硫正极材料中含碳量高是导致锂硫电池体积能量密度低和需要大量电解液浸润的根本原因。因此，产生了用具有电化学活性的物质来替代非活性导电碳的思路。

同时，替代材料还必须同时满足以下几个条件：首先高电子和离子电导——起到碳的作用；其次与锂硫电解液兼容，可以在锂硫电池电压区间内稳定贡献容量——提高整体的能量输出；并且高的理论密度——取代碳后能获得更高的电极密度；再者与多硫化锂具有较强的吸附作用，可以缓解锂硫电池的“穿梭效应”。

“有了以上几条筛选原则以后，我们在众多材料中选择了 Chevrel 相的 Mo_6S_8 来构成混合电极。以前的研究有人尝试过使用具有容量贡献的 TiS_2 或者其他硫化物加入到正极中作为多硫化锂的吸附剂。但是，以前的研究都没有抓住导电碳含量高这一关键，仅仅停留在解决‘穿梭效应’这一问题上，很少有研究能够做到全电池苛刻条件下的高能量密度。”索鎏敏解释说。

综合能量密度提高

薛伟江表示，花费时间最长的是材料的制备和电池性能的优化，由于碳含量降低到了前所未有的 10%，所以如何保证这么低碳含量下硫容量的发挥是一大挑战。同时，电池性能的优化是一个系统工程，只优化正极是不够的，同时还在电解液以及锂负极的匹配方面做了

很多工作，前后共计花费了将近一年的时间来解决这些问题。

此前，关于锂硫电池的研究中很少报道全电池的能量密度，尤其是体积能量密度。英国Oxis公司的锂硫软包电池的重量能量密度可以达到400Wh/kg以上，但是体积能量密度只有300Wh/L左右。目前商用的锂离子电池能量密度为260Wh/kg和700Wh/L左右。

该研究软包电池体积能量密度（581Wh/L）和重量能量密度（366Wh/kg）在综合能量密度方面已经超越了上述两种电池体系。团队表示，未来将继续优化材料制备和软包电池组装工艺，同时结合锂负极和电解液方面新的研究成果，争取早日实现商业化。后续研究中将沿着该思路继续丰富研究体系，同时将着力解决锂硫电池商业化的最后一道障碍——金属锂负极中存在的问题。（张晶晶）

北京大兴国际机场：实现多能互补 打造绿色新国门

中国城市能源周刊　2019.4.22

核心阅读

“国家发展的一个新动力源”“全球大型国际枢纽机场”……建设伊始，北京大兴国际机场便成为人们关注的焦点。据推算，北京大兴国际机场航站楼比同等规模的机场航站楼能耗可降低20%，每年可减少二氧化碳排放2.2万吨，相当于种植119万棵树。北京大兴国际机场将于今年6月30日竣工，现正全面启动各项演练工作。作为节能绿色建筑的典范，其能源供应情况如何？

充分利用太阳能等可再生能源

作为我国重大标志性工程，北京大兴国际机场从全过程绿色管控和全要素绿色提质两大方面统筹兼顾，协调推进，为全球机场业的发展提供了绿色机场的“中国智慧”，我国绿色机场的建设运营实现了由“追赶者”，向“并跑者”、“领跑者”的华丽转变。

北京大兴国际机场致力于打造具有世界一流水准的绿色新国门，持续推进绿色机场的实践力度，既要实现绿色低碳、节能环保，还要用可持续发展的方式在我国乃至世界上成为资源节约、环境友好的绿色示范样板。

从建设之初，它就将“资源节约、环境友好、运行高效和人性化服务”的绿色理念贯彻落实到机场规划、设计、建设、运行的全寿命期中，全面实践可持续化的建设与运行理念。

在功能优先的前提下，航站楼绿色实施路径通过“减少、替代、提升”的三步策略，重点从建筑围护结构、暖通系统、设备与照明、可再生能源利用、自然采光、自然通风、非传统水源利用、室内环境等方面进行综合优化提升。

可再生能源主要应用在停车楼顶、货运区屋顶、公务机库、能源中心的太阳能光伏发电设施建设；在蓄滞洪区周边、公务机楼、飞行区服务设施建设浅层地热利用设施；在污水处理厂配置污水源热泵等区域。

采光的设计中也体现着节能的理念。据相关负责人介绍，北京大兴国际机场航站楼的设

计达到了功能性和艺术性的完美结合，8 根巨大的 C 型柱既是支撑的构件，又是室内采光的窗口。同时，在每条指廊的顶面铺设一条带状天窗，贯穿整个 600 米的五条指廊，既能为室内引入足够的光线，也能为旅客指引方向。另外，通过对屋面、外墙、幕墙、开窗等外围护结构的集成优化设计，幕墙遮阳系数提高 12.5%。

在太阳能使用方面，据上述负责人介绍，北京大兴国际机场在机场货运区、东跑道、公务机区三块区域建设了分布式光伏发电系统，将一次性开发建成，年均发电量达到 610 万度。

记者了解到，在飞行区北一跑道铺设的光伏系统，是国内首个民航系统跑道周边的光伏系统。该系统开辟了机场光伏应用新天地，对未来民航领域进一步推进光伏系统建设和可再生能源应用的创新具有强有力的示范效应。

打造绿色排水工程更节能

绿色机场的关键性指标，不仅体现在可再生能源方面，而且还表现在水资源的节约利用上。排水系统的建设，不仅保证雨季防洪排涝，而且对节约能源、创建绿色机场景观和绿化景观起到重要作用。

近日，记者获悉，机场内一个能够实现“渗、滞、蓄、净、用、排”的绿色排水系统即将竣工。该工程建成后，能够实现大兴机场全场雨水的自然积存、自然渗透、自然净化和可持续水循环。

据介绍，该工程在建设过程中，充分借鉴了“海绵城市”的环保理念，先后在机场飞行区和公共区建设了 6 个收集雨水的调节池，和总长 9760 米的调蓄明渠。在公共区域修建了湖体面积 10 万平方米的人工景观湖。全场雨水收集设施总容积将达到 280 万立方米，相当于 1.5 个颐和园内昆明湖的容量。

此外，大兴国际机场的排水系统还充分考虑到了汛期外排水流对周边水系的影响，综合采用了二级排水系统，由雨水管网（排水沟）、调节水池及泵站，以及排水明渠共同组成。当机场遇到持续的强降雨天气时，机场排水系统通过多次对雨水进行削峰，使雨水平稳自流进入排水通道，避免了机场雨水形成洪峰冲击河道。

据大兴国际机场建设指挥部相关负责人介绍，大兴机场的排水系统不仅能够发挥雨水收集和平稳排水作用，按照“绿色机场”建设目标还将发挥调节机场“小生态”的大作用。尤其是在飞行区排水建设过程中采取了“先入渗、后滞蓄、再排放”的原则，最大限度地将雨水滞留在土面裸露区域，增加了渗入地表的水量，减少了外排的雨水，在保证飞行区排水安全的同时，有效地补充了地下水资源，确保了机场生态系统的平衡。

地源热泵满足能源总量 8% 需求

在地源能源方面，北京大兴国际机场则展示了其创新性。该机场的地源热泵项目位于永定河蓄滞洪区内，创造性地将景观湖区作为集中埋管区，通过耦合设计实现地源热泵与集中燃气锅炉系统、锅炉余热回收系统、常规电制冷、冰蓄冷等的有机结合，形成稳定可靠的复合式系统，可集中解决周边规划面积近 250 万 m^2 建筑的供热需求，实现年减排 1.81 万吨标煤。

结合冰蓄冷和电制冷技术，辅以区域燃气锅炉调峰，有效解决了机场257万平方米配套建筑的供热制冷问题。

记者了解到，整个系统将建设2个地源热泵能源站：其中，地源热泵1号站为蓄滞洪区西侧主干一路以南和蓄滞洪区东侧的功能用房提供冬季供热、夏季供冷。本期供能面积为51.0万平方米，远期供能面积约为142平方米；地源热泵2号站为蓄滞洪区西侧主干一路以北的功能用房提供冬季供热、夏季供冷。本期供能面积为46.15万平方米，远期供能面积约为115平方米。

综合来看，北京大兴国际机场在建设过程中将光伏、绿色排水、地源热泵与常规能源等进行了有机结合，可再生能源建设在保障机场供能安全可靠的前提下，实现多能互补，将环保、节能的社会效益与降低能源成本的经济效益的有效统一，探索和开拓了机场未来的绿色能源新模式。（张胜杰）

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

广东公开中央环境 保护督察“回头看”及固体废物环境问题专项督察整改方案

南方日报　2019.4.3

广州日报讯（全媒体记者杜娟 通讯员粤环宣）2018年6月5日至7月5日，中央第五环境保护督察组对广东第一轮中央环境保护督察整改情况开展为期一个月的“回头看”，针对固体废物环境问题统筹安排专项督察，并于2018年10月19日正式向广东省反馈了督察意见。广东省委、省政府对此高度重视，省委书记李希对督察整改工作作出部署，要求全面抓好督察反馈问题整改，通过一个一个环境突出问题的有效解决，推动广东生态环境质量持续改善，努力谱写美丽广东新篇章。省长马兴瑞要求严格落实督察整改工作，确保所有问题整改到位、取得实效。广东及时研究制定了《广东省贯彻落实中央环境保护督察“回头看”及固体废物环境问题专项督察反馈意见整改方案》（以下简称《整改方案》），全面部署并系统推进整改落实工作。目前，《整改方案》全文已在广东省人民政府门户网站和广东省生态环境厅网站公布。

《整改方案》要求，以习近平新时代中国特色社会主义思想和党的十九大精神为指导，以习近平生态文明思想为根本遵循和行动指南，深入贯彻习近平总书记对广东重要讲话和重要指示批示精神，坚决落实党中央、国务院关于生态文明建设和生态环境保护的重大决策部署，切实把做好中央环境保护督察“回头看”整改作为牢固树立“四个意识”、坚定“四个自信”、坚决做到“两个维护”的政治要求和具体行动，逐项压实责任、全面溯源挖根，分类施策、系统推进，以断然之举动真碰硬，全力打好污染防治攻坚战和生态文明建设持久战，开创广东生态文明建设和生态环境保护工作新局面。

针对中央环境保护督察组反馈意见，《整改方案》梳理分解分列出中央环保督察“回头看”督察反馈意见整改措施清单（43 项）和固体废物环境问题专项督察反馈意见整改措施清单（19 项），逐项建立整改台账和任务清单，明确目标任务、责任分工和完成时限，将具体整改责任落实到省有关部门和各地级以上市党委、政府。《整改方案》要求，按照“问题导向、彻底整改，聚焦短板、系统治理，尊重规律、标本兼治，联防联治、共建共享”的基本原则，做到全面整改、彻底整改。抓住粤港澳大湾区建设重大历史机遇，深化粤港澳生态环保合作，加强同邻近省份开展污染联防联治协作，形成互助共济合力，打造区域生态文明建设合作典范。

《整改方案》明确了整改目标，确保 2016 年中央环境保护督察反馈问题及 2018 年“回头看”反馈问题整改项项有着落、件件有回音、事事见成效。聚力攻克制约广东生态文明建设的瓶颈，到 2020 年，基本补齐环保基础设施突出短板，补上生态环保欠账，总体改善生态环境质量，实现环境质量状况、绿色发展水平、生态环境治理能力走在全国前列。全省水环境质量实现明显好转，地表水国考断面优良水体比例达 84.5% 以上，重污染河流水质明显改善，消除劣Ⅴ类水体，基本消除地级以上市城市建成区黑臭水体；全省空气质量优良天数比例达到 92.5%，PM2.5 控制在 33 微克/立方米以下，基本消除重污染天气；土壤环境风险安全可控，受污染耕地安全利用率达到 87% 左右，污染地块安全利用率不低于 90%；加快补上环保基础设施欠账，城市污水处理率达到 95% 以上；加快构建现代化环境治理体系，以粤港澳大湾区建设为引领，初步构建与“四个走在全国前列”、当好“两个重要窗口”目标要求相适应的生态环境管理治理体系。

《整改方案》制定了 6 大类 23 个方面的整改措施。一是提高政治站位，全面压实生态文明建设政治责任。切实增强践行习近平生态文明思想的政治自觉，把思想和行动统一到党中央决策部署上来。全面压实生态环境保护政治责任，强化生态环境保护考核激励，激励广大干部全力以赴抓好督察反馈问题整改，坚定有序打好污染防治攻坚战。二是强化生态绿色引领，着力推动高质量发展。坚持新发展理念，努力打造高质量发展的先行区示范区，从根本上解决环境污染问题。以“三线一单”为抓手，全面构建“一核一带一区”区域发展新格局。全面推进绿色发展，优化调整产业、能源、交通运输等结构。大力发展节能环保产业，推动节能环保产业做大做强。三是加快补上生态欠账，坚决打好污染防治攻坚战。突出抓好水污染治理，加强饮用水水源地环境保护，聚力国考断面达标攻坚，系统治理重点流域污染，完善城镇生活污水处理设施和配套管网。打好农业农村污染治理攻坚战，建立健全整县推进农村环境整治机制，强化畜禽养殖业污染防治，着力提升农村生活垃圾规范化处理水平，严格控制农业面源污染。持续打好蓝天保卫战，系统开展城市空气质量达标管理，协同控制 PM2.5 和臭氧浓度。扎实打好净土防御战，确保受污染耕地和污染地块安全利用，保障农产品质量及人居环境安全。统筹做好 2016 年第一轮中央环境保护督察整改和督察“回头看”整改工作。四是聚焦突出短板，加强固体废物全过程监管。加强固体废物源头防控

管理，着力解决固体废物瞒报漏报、底数不清问题。加快补齐固体废物处理处置能力短板，将危险废物处置设施建设情况纳入环境保护责任考核，压实地方政府项目建设属地责任。建立健全责任明晰的全过程监管体系，严厉打击固体废物非法转移倾倒处置行为。五是深化区域联防联控，形成生态环境共建共治共享格局。全面实施《粤港澳大湾区发展规划纲要》，统筹规划大湾区水源布局，持续实施粤港珠三角空气质素管理计划，将粤港澳大湾区打造成为更具全球竞争力的生态湾区样板，成为宜居宜业宜游的优质生活圈。健全区域污染联防联治机制，务实推进泛珠三角区域生态环境保护合作，加强与相邻省（区）开展污染联防联治协作。推进生态环境保护社会共治，建立完善公众参与环境管理决策的有效渠道和合理机制。六是深化生态文明体制改革，健全生态环境保护长效机制。先行先试，深入推进生态环境保护领域改革创新，用最严格制度最严密法治保护生态环境。加快健全自然资源资产产权制度、资源有偿使用和生态补偿制度等 8 项制度建设。严格生态环境保护法治，健全环境信用评价制度和环境失信企业联合惩戒制度。健全市场激励约束机制，严格限制“两高一资”和过剩产能扩张类项目融资。提升生态环境保护监测监管能力，提高突发环境事件应急响应能力。增强生态环境保护科技支撑，构建大数据及“互联网 +”智慧环保体系。

为保障整改工作顺利开展，《整改方案》明确了五个方面保障措施。一是加强组织领导。切实加强党对督察整改工作的领导，全面建立省市县三级联动机制。二是严格督导检查。加强日常调度和督促检查，对重点整改事项开展专项督导，确保整改工作落地见效。三是严肃责任追究。针对中央环保督察组移交的 7 个生态环境损害责任追究问题进行认真调查，依法依规严肃处理。四是加大环保投入。省市县各级财政统筹资金保障污染防治攻坚战三年行动计划各项任务落地，并优先用于环境保护督察“回头看”问题的整改，对于环境保护督察整改取得良好效果的，在环境保护财政资金分配上加大激励力度。五是强化信息公开。对整改不力、问题突出的地区和单位，加大曝光力度，充分发挥公众和新闻媒体等社会力量的监督作用。

木质纤维素变身航空燃料

中国科学报　2019.4.1

木质纤维素作为一种可再生碳资源，将其转化为运输用液体燃料对保证我国能源安全和我国的二氧化碳减排均非常重要。

近日，中国科学院大连化学物理研究所航天催化与新材料研究室研究员李宁、中科院院士张涛团队，与大连化物所生物能源研究部研究员路芳团队、天津大学化工学院教授邹吉军团队合作，在长期从事生物质转化研究基础上，首次报道了将纤维素两步法转化为高密度液体燃料。相关工作发表在《焦耳》上。

在该工作中，科研人员首次报道了一种将不可食用的纤维素转化为高密度航空煤油的方法：首先，采用氢解反应高选择性地将纤维素转化为 2,5 - 己二酮，并通过反应分离的方

法，最终获得71.4%的2,5－己二酮分离碳收率；随后，采用一个双床层催化系统通过羟醛缩合－加氢－加氢脱氧反应，将2,5－己二酮转化为具有支链结构的C_{12}和C_{18}的多环烷烃燃料，碳收率为74.6%。该过程获得的多环烷烃具有高密度（0.88g/mL）和低冰点（225K）的特性。在实际应用中，该产物可作为高密度先进航空燃料单独使用；亦可以作为燃料添加剂，提高航空煤油的体积热值。

五部门印发地下水污染防治实施方案

2020年初步遏制污染加剧趋势

中国环境报　2019.4.2

本报记者谢佳沥北京报道 生态环境部、自然资源部、住房和城乡建设部、水利部、农业农村部近日印发《地下水污染防治实施方案》（以下简称《方案》），进一步加快推进地下水污染防治各项工作。

《方案》提出，我国地下水污染防治的近期目标是“一保、二建、三协同、四落实”。“一保”，即确保地下水型饮用水源环境安全；“二建”，即建立地下水污染防治法规标准体系、全国地下水环境监测体系；“三协同”，即协同地表水与地下水、土壤与地下水、区域与场地污染防治；“四落实”，即落实《水十条》确定的四项重点任务，开展调查评估、防渗改造、修复试点、封井回填工作。

根据《方案》，到2020年，全国地下水质量极差比例控制在15%左右；典型地下水污染源得到初步监控，地下水污染加剧趋势得到初步遏制。到2025年，地级及以上城市集中式地下水型饮用水源水质达到或优于Ⅲ类比例总体为85%左右；典型地下水污染源得到有效监控，地下水污染加剧趋势得到有效遏制。到2035年，力争全国地下水环境质量总体改善，生态系统功能基本恢复。

《方案》明确，各省（区、市）负责本地区地下水污染防治，要抓紧编制省级地下水污染防治实施方案，明确牵头责任部门、实施主体，加快治理本地区地下水污染突出问题。此外，生态环境部将把地下水污染防治目标完成及责任落实情况纳入中央生态环境保护督察范畴，对承担地下水污染防治职责的有关地方进行督察，倡优纠劣，强化问责。

基础研究破解生物质高效利用瓶颈

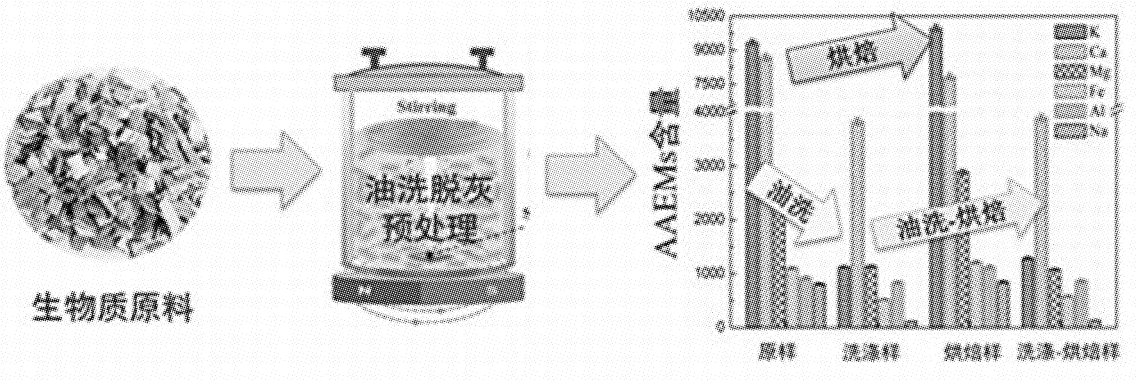
中国科学报　2019.4.2

众所周知，我国拥有大量的秸秆、稻壳、林业剩余物等农林生物质，如何环保、高效地利用这些资源，是社会持续关注的热点问题。热解气化可以将生物质转化为固、液、气三相产物，并可进一步用于活性炭、炭基肥、液体肥、化学品以及发电、供热等领域，是目前行业内很有前景的一种利用方式。

面对生物质热解气化多联产的发展需求，南京林业大学新能源科学与工程系副教授陈登

宇课题组，通过突破该技术瓶颈背后的基础科学问题——多元预处理组合效应、热解挥发分的析出机理与三相产物调控机制，促进了生物质多联产基础研究走向应用。

近5年来，陈登宇以第一作者在多个国际知名期刊发表了16篇SCI论文，其中SCI一区论文10篇，5篇论文入选“ESI高被引论文”，1篇同时入选“ESI热点论文”。他的研究工作也启发了更多科研工作者对于生物质高效利用的新思考。



烘焙脱氧：制备高品质生物质原料

农林生物质具有氧含量高、亲水性强、热值低、灰分多等缺点，限制了生物质利用技术的进一步发展。陈登宇表示，生物质高氧含量是导致热解产物生物油氧含量高的直接原因。生物质中还含有大量的水分，过多的水分往往会延迟热解反应、增加供热成本和破坏热解液化产物的稳定性。

烘焙脱氧预处理是一种在常压、隔绝氧气的情况下，反应温度介于200～300℃之间的慢速热解过程。“在攻读博士学位期间，我就开始生物质烘焙脱氧预处理的研究了。”陈登宇发现，这种适度的热处理过程能够破坏生物质的纤维结构，使生物质变得易磨，另外还能有效地降低生物质中的氧元素，提高能量密度，改善生物质的C/O值。同时，烘焙后生物质疏水性增强，这使得它在储存的过程中不易产生水分的重吸收，提高了生物质原料的存储稳定性。

以往生物质烘焙研究主要专注于固体产物，难以全面揭示烘焙脱氧机理。通过不断的研究，陈登宇指出，脱氧是生物质改性提质的核心，也是获得高品质原料的关键。陈登宇带领本专业研究生系统、定量分析了生物质烘焙固、液和气三相产物，并从氧元素和碳元素迁移的角度揭示了以脱羟基、脱羧基等反应为核心的烘焙脱氧机理，发现了脱水反应是烘焙脱氧的核心因素，同时定量给出了烘焙脱氧数据，如半纤维素、纤维素和木质素经210－300℃烘焙后，分别有19.76%～71.11%、5.85%～33.27%和16.28%～44.89%的氧元素通过H_2O、CO_2和CO转移与脱除。该研究结果为生物质改性提质提供了理论依据和科学指导。

陈登宇在农林剩余物高质化，尤其是烘焙脱氧研究方面一做就是十年。谈起工作的初心，他说：“我来自农村，自小跟柴火打交道，喂牛喂羊烧饭都用它，但现在没人用了，成了废弃物，每次回老家看到很多柴火废弃在田间地头，我感到非常可惜。要提高生物质原料

的利用率，我想还是先把原料自身的品质提升起来。”陈登宇说，烘焙脱氧预处理是一个很热门的研究方向，还有很多深层次的科学问题需要解决。他接下来要开展一个很有挑战性的工作，就是把氧元素在整个热解多联产流程中的重组与迁移机理弄明白，做一个氧元素的迁移路线图。

油洗脱灰：创新传统洗涤方法

烘焙脱氧预处理减少了生物质原料中的水分和氧含量，进而提高热解产物品质。“但我们也发现烘焙预处理有一个‘副作用’，就是使得生物质中灰分及金属元素含量增加，而后者对热解挥发分具有强烈的二次裂解作用，会降低高价值化学品的产率。”陈登宇说，“脱灰是抑制生物质二次裂解反应的关键，也是获得高价值化学品的重要途径。”

传统酸洗脱灰一般用稀盐酸洗涤原料，成本较高并可能造成污染。有机酸也具有很好的脱灰效果。但到哪儿找那么多廉价的有机酸呢？陈登宇发现，生物质烘焙脱氧实验产生的烘焙液本身就含有较多的酸类物质，不仅如此，生物质热化学转化产生的一些液体副产物，如生物质热解油分层后出现的水相生物油，还有轻质竹木醋液、气化焦油的上层澄清液等，都含有大量的水分和有机酸。

“我们完全可以尝试用它对生物质进行洗涤预处理。”这项工作涉及木材科学与技术、热能工程等多学科的专业知识。陈登宇联系浙江农林大学具有多学科和工程实践背景的副教授马中青一起开展相关实验，实验结果令他们欣喜。研究发现，经过洗涤预处理后，生物质碱金属和碱土金属脱除率达到 90% 以上，强于同 pH 值的无机酸洗，并显著降低对左旋葡聚糖等化学品的催化分解作用。

由此，陈登宇课题组提出了生物质“油洗脱灰”预处理方法，并与烘焙脱氧相结合，利用油洗液差异性和烘焙条件多样性的组合效应，强化脱除农林生物质原料中的灰分、金属元素和氧元素。在此基础上，陈登宇提出了脱灰脱氧耦合催化热解提升产物品质的研究思路，不仅为液体副产物提供了新的利用途径，而且在生物质酸洗领域拓展了一个新的研究方向。

“我们工作的创新性主要是利用了生物质烘焙或热解气化产生的目前难以利用的液体或废液，同时发挥了多元预处理方法的组合效应，制备了较高品质的生物质热解产物。”陈登宇这样总结。

科研探索的都是未知世界，会有很多难题。生物质洗涤预处理实验遇到最大的问题就是如何过滤。“由于洗涤液酸性较强，生物质原料颗粒也很小，我们用抽滤方法抽了几个小时还没有把 200 多毫升的洗涤液过滤完，滤纸也经常破损。”陈登宇尝试了很多方法，包括买了一些尼龙布用来过滤，但在干燥样品的时候又出现了腐蚀的问题。最后，他们决定用 1000 目的金属网筛过滤，才解决了洗涤液过滤和洗涤物干燥的问题。

“做研究是一个很有意思的事！”陈登宇说，把一个个小的科学问题做好了，就能把整条线串联起来。他目前正在做的工作就是把“烘焙脱氧、油洗脱灰、催化热解/定向气化、产物提质与分级利用”串联耦合起来，把整个生物质多联产的热解链打通。

建成年产千吨活性炭试验线

“发表论文只是基础研究的一方面，科学研究不能‘唯论文’，不接地气。”多年来，陈登宇通过解决生物质原料及其热解气化过程中的科学问题，加快了生物质基础研究走向应用的步伐。

我国环境污染问题非常突出，室内空气污染是继“煤烟型”“化学烟雾型”污染之后的第三个标志性的空气污染时期。随着人们环保意识的日益增强，绿色发展等理念深入人心，对空气净化用产品的需求日益增长。

陈登宇发现，生物质炭是生物质热解气化的固体产物。将生物质炭进一步加工成特殊用途的活性炭，具有很好的研究与应用前景。他利用被省科技厅选派为江苏省企业创新岗“特聘专家”（科技副总）的机会，于 2018 年主持建成年产 1000 吨空气净化用复合活性炭中试生产线 1 条，取得良好经济和环境效益。目前正在建设的年利用 2 万吨竹木废弃物 2.5 兆瓦热解气化发电联产炭示范工程将于 2020 年验收。他还利用入选江苏省“六大人才高峰”“333 高层次人才工程”等省级人才计划的机会，调研多家生物质热解气化发电、供热和活性炭生产企业，在工厂实际生产中寻找新的突破口。近年来，陈登宇还作为骨干成员参与了南京林大周建斌教授领衔的生物质热解气化多联产的科技攻关，基础研究成果应用于生物质能源工程，核心成果获得了梁希林业科学技术奖一等奖、江苏省科学技术奖一等奖。

陈登宇告诉《中国科学报》，在新能源产业中，生物质能源占据十分重要的地位，今后他们会进一步将研究成果应用于技术工程中，脚踏实地，攻坚克难。（蒋学飞 李晨）

高 CO_2 耐受工业产油微藻诞生

中国科学报　2019.4.1

工业微藻能够将阳光和烟道气直接转化为生物柴油，被认为是应对全球气候变暖的重要举措之一。然而烟道气中高浓度的 CO_2 及其导致的酸性培养条件，往往抑制了微藻的生长，因此提高 CO_2 耐受性是设计与构建超级光合固碳细胞工厂的关键瓶颈之一。近期，中国科学院青岛生物能源与过程研究所单细胞中心通过逆转进化时针的研究思路，率先阐明了工业微藻应对高浓度 CO_2 的机制，并开发出高 CO_2 耐受的工业产油微藻细胞工厂。该成果于 3 月 21 日在线发表于 Metabolic Engineering。

青岛能源所单细胞中心魏力等研究人员，提出其利用和耐受 CO_2 均与碳浓缩机制有关的科学假设。首先，运用系统生物学思路，结合亚细胞定位等研究手段，挖掘到与高 CO_2 应激相关的一个关键靶点，即位于细胞质内的一个特殊的碳酸酐酶（Carbonic anhydrase；CA2）。与 CO_2 浓度为 5% 培养下相比，CA2 在极低 CO_2 浓度下被特异性地激活，因此是 CCM 系统感受与应对环境中 CO_2 浓度的关键基因。

实验证明，在 CO_2 浓度为 5% 下，靶向敲低 CA2 基因的工程微拟球藻株，其生物质产量能提高超过 30%，而且含油量不受影响。这一优良性状在多种类型的光培养设施和多种空

间尺度的培养规模下均能展现，而且具有相应的遗传稳定性。

进一步研究发现，CA2 的敲低，显著改善了胞内 pH 值微环境，从而缓解了胞外高浓度氢离子对于细胞的毒害作用，最终维持了生物量的增长。有趣的是，工程藻株的生长优势只在烟道气培养条件下展现，若在空气浓度 CO_2 下，工程藻株则丧失了生长优势。因此，该研究不仅证明工业微藻 CO_2 含量适应性可以理性调控，而且发明了一种原创的工程藻株生态控制策略。（北绛整理）

宝聚科技独创粒状干法脱硫 + 低温脱硝 + 余热回收技术

破解非电行业烟气脱硫脱硝难题

中国环境报　2019.4.4

随着环保标准要求的日趋严格，过去那种只有少数优质企业才具备的绿色制造，正在成为企业的入门门槛。生态环境保护不再是企业可以选择视而不见的无偿义务，而成为企业必须履行的职责，甚至演变成决定企业生死的关键因素。

据中国炼焦行业协会负责人介绍，目前我国已经成为世界上最大焦炭生产国和消费国，焦炭产能超过 6.8 亿吨，年产量达到 4 亿多吨，占全球焦炭产能和产量的 70% 以上。在 2015 年前，我国炼焦企业的烟气几乎不经过任何处理就直接排放。假设全国每年 4 亿吨焦炭产量，按照焦炉烟气中二氧化硫含量 250mg/Nm^3 ~ 500mg/Nm^3、氮氧化物含量 800mg/Nm^3 ~ 1300mg/Nm^3 计算，二氧化硫和氮氧化物的排放量分别达到每年 15 万吨 ~ 30 万吨和 50 万吨 ~ 80 万吨。显而易见，焦化行业在雾霾的形成中扮演着并不光彩的角色。

我国焦化企业主要集中在煤炭富集区河北、山西、山东、河南、内蒙古等地。有专家指出，华北地区的重雾霾天气频现，与这一地区电厂、焦化、钢铁、水泥、玻璃等重工业企业集中有直接关系。

为满足环保标准以及生态环境主管部门对于大气污染物减排越来越严格的要求，建设烟气脱硫脱硝装置成为焦化企业亟待解决的关键问题。焦化环保新标准实施以来，几乎所有焦化企业都无法满足严格的排放要求，所以对于技术成熟、成本低、运营效率高的烟气脱硫脱硝技术的需求十分迫切。但与电力行业相比，对于国内焦化行业的烟气治理，之前并没有相对成熟、可靠的工艺路线被开发，多数环保企业都处于研究和示范过程中。

针对焦化烟气低硫、高硝、低温、少尘的特点，北京宝聚能源科技有限公司（以下简称宝聚科技）将脱硫工艺独创性地放在了脱硝的前面，开创了粒状干法脱硫 + 低温脱硝 + 余热回收这一全新的工艺路线。与传统方法相比，这一工艺路线具有多方面的优势：首先粒状干法脱硫基本不存在温降，而脱硝对烟气温度有要求，这样不仅可以实现有效的烟气净化，同时可以尽可能多地回收余热，并且余热回收后烟气可以直接排入原烟囱，无须做消白处理，烟囱热备不需要再单独加换热器；二是在低温脱硝过程中，如果存在大量的二氧化硫，会对脱硝催化剂的使用寿命有很大影响，宝聚科技采取先脱硫、后脱硝的工艺路线，就

基本解决了这一问题，有利于减少脱硝催化剂填装量，延长脱硝催化剂寿命，进一步节约企业的运行成本。

宝聚科技在确立了上述工艺路线后，积极开展了大量调研和实验工作。最终通过与日本日挥株式会社、日挥触媒化成株式会社等多家国际公司合作，在燃煤电厂已成功运行多年的粒状干法脱硫及成熟的垃圾发电低温脱硝技术基础上，成功研发了粒状干法脱硫＋低温脱硝＋余热回收这一焦化烟气治理技术。这一技术不但实现了焦炉烟气净化，有效利用了烟气余热，同时还解决了余热锅炉腐蚀、烟囱热备等一系列工程难题。

粒状干法脱硫技术已在日本电力行业相对低温条件下成功商业运行多年，并保持了良好的脱硫效率。以此为基础，合作各方共同摸索中温粒状干法脱硫工艺，针对焦炉烟气粒状干法脱硫进行了大量的实验，获得了丰富的实验数据，为应用于焦化烟气粒状干法脱硫工程化奠定了基础。同时宝聚科技结合母公司三聚环保在脱硫剂制造方面的优势工艺，与日方共同开发了一种新型粒状脱硫剂，烟气通过这一脱硫剂后，脱硫率高达95%，并且废剂可以作为有效资源被循环利用，避免企业因此进行二次废物处理。

粒状干法脱硫后的低温脱硝技术，也充分考虑了焦化烟气经过粒状干法脱硫后的低硫低灰特点，在脱硝装置设计上尽可能降低投资，与之配套的日挥触媒化成低温高效脱硝催化剂更是在垃圾焚烧等领域被广泛应用。

通过宝聚科技不懈的探索和努力，集多方技术优势于一体的粒状干法脱硫＋低温脱硝＋余热回收烟气治理方案在中日双方的共同努力下成功问世。这一烟气治理方案中包括脱硫、脱硝、余热三个单元：烟气首先通过脱硫塔，脱除烟气中的二氧化硫；之后经过脱硝反应器，脱除氮氧化物；最后经过余热锅炉，烟气温度仍保持在160℃以上，直接回到原烟囱排放。余热锅炉入口烟气温度与脱硫入口相比温降不到15℃，可以产生数量可观的蒸汽，真正实现了环保与节能的有机结合，大大减轻了企业运行成本。这一技术具有以下十个特点：

1．工艺创新性地提出采用先脱硫后脱硝，最后进行余热回收的方案，脱硫后的烟气中二氧化硫含量较低，有利于减少脱硝催化剂填装量，延长催化剂寿命。

2．工艺首次在烟气治理的实际工程中采用粒状干法脱硫，整套技术除设备与管道散热外无温降，可保证脱硝时烟气的温度并且有利于最后的余热回收。

3．粒状干法脱硫首次采用移动床工艺，且研制了有针对性的粒状脱硫剂，使得脱硫效率达到95%以上，并且脱硫装置压降仅为1000Pa左右。

4．工艺采用的移动床粒状干法脱硫具备一定的除尘功能，可将灰尘含量降低至10mg/Nm^3以下，满足了国标要求，不必另外安装除尘装置。

5．烟气在进入余热锅炉前已经被净化，因此最大限度地减少了二氧化硫对锅炉的腐蚀，延长锅炉寿命。

6．工艺采用的低温脱硝选用日挥触媒化成株式会社生产的高孔数低温脱硝催化剂，脱硝催化剂装填量大幅度减少，但脱硝效率大幅度提高。

7. 在脱硝喷氨系统设计过程中采用了 CFD 模拟，最大限度提高了催化剂效率、延长催化剂寿命，并且有效控制氨逃逸。

8. 工艺中余热回收后排烟温度大于 160℃，烟气处理后回原烟囱，使原烟囱始终处在热备状态，且烟囱排放无白烟。

9. 工艺中设置了烟道闸板门自开启联锁系统，在地下烟道吸力不足时自动开启，可保证特殊工况下焦炉的安全。

10. 整套装置设备数量少，可灵活布置，最大程度减少占地和投资，不管是新建整套装置，还是已建有余热回收的脱硫脱硝改造都变得可行。

建设一个项目、树立一座丰碑，这是宝聚科技的不懈追求。2016 年 6 月，内蒙古美方能源有限公司采用这一工艺路线的首套焦化烟气粒状干法脱硫 + 低温脱硝 + 余热回收示范装置成功开车，处理后的焦化烟气完全满足《炼焦化学工业污染物排放标准》表 6 的要求。这一项目的成功，标志着焦化行业烟气治理上取得重大突破，打破了制约传统焦化行业可持续发展的环保瓶颈，带动了企业节能环保技术进步。2017 年，河南利源煤焦集团焦炉烟气净化项目陆续投产 4 套装置，排放指标均优于国家和地方标准，得到了政府与行业的高度认可和一致好评。

目前，宝聚科技的粒状干法脱硫 + 低温脱硝 + 余热回收焦化烟气治理技术已在内蒙古、河南、河北、山西、山东、江苏、新疆、东北等地被广泛应用，建设装置已超 40 套，合计处理烟气 800 万 Nm^3/h，年脱除二氧化硫 1.5 万吨、氮氧化物 4.5 万吨；同时配套建设辽宁、山西、河南、内蒙古、陕西等多个脱硫剂区域化研发供给中心和配送体系，全方位满足客户烟气净化装置的运行需求。这些装置的成功建设，奠定了这一工艺在非电行业烟气治理领域的技术特色和领先优势，在焦化行业烟气处理领域占据了有利地位，同时还广泛适用于水泥、碳素、工业硅冶炼、石油催化裂化、玻璃等领域的烟气处理。

在环保的道路上，宝聚人将砥砺前行。宝聚科技秉承天蓝、水清、地沃、人善的企业理念，实现宝聚科技“诚信铸就品质、创新贡献价值、合作实现共赢”的企业宗旨，竭诚地为客户提供全方位的支持与服务。

湿垃圾源头减量生态循环链项目

中国环境报　2019.4.10

2011 年，上海市“百万家庭低碳行，垃圾分类要先行”项目在全市推进。借此契机，上海徐汇区凌云绿主妇环境保护指导中心（以下简称“绿主妇”）以低碳环保为理念，在徐汇区率先开展了生活垃圾分类减量活动。通过垃圾分类宣传、推广、实践活动和具体执行，提升居民垃圾分类意识并引导付诸于行动。

8 年来，“绿主妇”从干湿垃圾分类做起，不断进行总结、提升、深化和创新，摸索出一条“厨余变宝、循环利用、便民利民”的“绿色生态循环链”——湿垃圾源头减量生态

循环链。通过项目活动的开展，为居民提供互动交流的平台，在寓教于乐中改善生活方式，为社区环境教育提供社会支持，提升社区生态环境质量。

在项目的带动下，梅陇三村的居民已养成了“湿垃圾手动破袋”“厨余垃圾单独投放”等垃圾分类的习惯，并吃上了用自家“垃圾”种的大米和蔬菜。“绿主妇”通过宣传实践活动，提高居民垃圾分类意识，推广家庭厨余分装投放，建立厨余资源回收点，与垃圾清运系统分离，形成“场社对接”新模式。在厨余源头减量基础上进行无害化处理及资源化利用，逐步实现社区湿垃圾零外排。

借助“绿主妇”品牌效应，聚集了一批专业团队进行厨余收集、破碎处理、防腐防臭等工作；举行垃圾分类宣传活动，布设20个太阳能垃圾智能回收箱并负责处理及数据统计。借助品牌优势链接多方资源，将环保公益组织、企业等引入社区治理，依靠资源力量下沉，培育内部自组织，使得小区志愿者团队不断学习成长，专业性不断提高，成为湿垃圾源头减量工作最好的助力器。

截至目前，梅陇三村及“绿主妇”团队共接待来自全国各地的参观团队860余批次，向5万多人次传播了绿色、健康、低碳、环保的理念，其影响力和辐射力已扩大至全国20个省市。

铜催化剂让二氧化碳回收更高效

中国科学报　2019.4.8

几十年来，科学家们一直在寻找一些有效的方式，从空气中消除过多的二氧化碳并且将它们转变成为可再生燃料等产品。但是将二氧化碳转变成为有用化学物的过程不仅枯燥、昂贵而且非常浪费，因此从经济和环境方面都不可行。

现在美国能源部伯克利国家实验室和人工光合作用联合中心（JCAP）的研究人员已经发现，借助单一的铜催化剂就能够让二氧化碳的回收利用变得既经济又高效。相关研究成果已经发表在《自然催化剂》杂志上。

该研究的负责人、人工光合作用联合中心的研究员 Joel Ager 称，当你拿起一块铜时会感觉非常光滑，但是从微观角度来看，它的表面事实上是崎岖不平的。这些崎岖不平被科学家们称为“活性部位”。这些活性部位就是电催化发生的区域，铜表面的电子与二氧化碳和水发生一系列的反应，从而产生了各种产品，比如乙醇燃料、制造塑料袋的原料乙烯以及制药工业所常用的丙醇。

在上世纪80年代，铜能够将碳转变成各种有用产品的催化能力被发现后，人们总是假定它的活性部位不会产生特定的产品。换句话说，你可以将铜作为催化剂制造乙醇、丙醇、乙烯或者其他的碳基化学物，但是你需要在化学反应过程中借助许多步骤来分离不想要的化学物，最终才能得到自己目标产物。

Ager 称：“可持续化学的目标就是在化学合成过程中获得想要的产物。谁都不想把不要

的产物再分离出去，因为那样不仅昂贵而且危害环境。此外，那种花费和浪费就会降低碳基太阳能燃料的经济可行性。”

因此 Ager 和研究的合作者 Yanwei Lum 在一个太阳能燃料项目中调查了铜的催化性能。他们想知道，是否能够使用太阳能电池的电子激活铜催化剂的活性部位来制造单一的碳基燃料或者化学物。

之前的研究已经表明，被氧化的或者生锈的铜是制造乙醇、乙烯和丙醇的完美催化剂。研究人员推断，如果铜的活性部位事实上能够产生特定产品，他们就能够通过碳同位素追踪这些化学物的起源。

Ager 称：“我们认为这个实验一个非常有创意的想法，而且进行尝试也是非常疯狂的。但是我们认为这是可行的，之前进行的同位素研究让我们发现了新的化学反应路径。”

在接下来的几个月里，Lum 和 Ager 借助两种碳同位素——碳 12 和碳 13 进行了一系列的实验。根据他们的方法论，研究人员推断，最终产物中碳 12 和碳 13 的比例将决定它们起源于哪些活性部位。

Lum 进行了十几个实验并且使用了非常先进的质谱分析法和核磁共振光谱学来分析实验结果。他们发现其中三种产物，乙烯、乙醇和丙醇有着不同的同位素标识。这表明它们来自催化剂的不同活性区域。Lum 称：“这一发现促使我们开始识别这些不同的区域。这些产生单一产物的活性区域未来或许能够帮助我们实现化学产品的高效生产和选择。”

这项新技术被 Ager 称为“有益于环境和经济的简单化学过程”，他们希望这项技术能够成为绿色化学制造的一个全新开始。比如说，未来可以将太阳能电池的电子输送到铜催化剂的特定活性部位来优化乙醇燃料的生产过程。

Ager 称：“或许，有一天这项技术能够用于打造类似于炼油厂一样的生产企业，借助太阳能将大气中的二氧化碳转变成为一系列有用的化学产物。”（邱成刚）

《废铅酸蓄电池回收技术规范》发布

人民日报　2019.4.9

本报北京 4 月 8 日电（记者李心萍）记者 8 日从国家市场监督管理总局获悉：国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会日前批准发布《废铅酸蓄电池回收技术规范》。

《废铅酸蓄电池回收技术规范》规定了废铅酸蓄电池的收集、贮存、运输、转移过程的处理方法及管理措施，有利于规范生产企业对废铅酸蓄电池的回收利用，防止二次污染，同时对规范废蓄电池回收行业的整体发展起到示范作用。

根据新国标的规定，生产者应按照《生产者责任延伸制度推行方案》的要求，建立“销一收一”的回收体系，应采取自主回收、联合回收或委托回收模式，通过生产者自有销售渠道或专业回收企业在消费末端建立的网络回收废电池。

乙烷消失的“幕后推手”是谁

中国科学报　2019.4.9

“我们想要找到‘幕后推手’。”朱永官说。认识了背后机制，可通过调控微生物降解过程及其功能，减少大气中小分子烷烃的排放、开发油气藏微生物勘探技术，以及降解海洋与土壤里面烃类物质的污染等，这对最终实现环境修复具有重大意义。

在自然界，许多有机物的生物降解需要氧气来提供能量。然而，自然界还普遍存在着无氧或缺氧环境，微生物如何在这样的条件下活下去，并且有效处理环境中的“疑难杂症”，其背后机制是科学家们一直想要解析的生命奥秘。

无氧或缺氧，科学上被称为厌氧。近日，中国科学院生态环境研究中心研究员朱永官团队参与的国际合作团队首次发现了具有厌氧氧化乙烷功能的古菌，并阐明其代谢途径，填补了科学界长期以来在气态烷烃厌氧氧化过程认识上的空白，将开启对土壤环境（如湿地和稻田等）中烷烃厌氧过程的新探索。相关成果发表于《自然》。

寻找“幕后推手”

甲烷、乙烷、丙烷和丁烷等气态烷烃是天然气的主要成分，也是海洋及陆地生态系统中有机碳库的重要组成，其形成和降解对地球环境和气候变化有着极大影响。

降解过程大多由微生物“介导”。比如，在海洋及陆地环境中，天然气从岩层深部向上扩散至油气藏上部沉积物及土壤时，会被其中微生物“吃掉”，微生物获得能量，发生降解反应。

“在地球环境当中，有机物降解是最基本的微生物过程。目前，我们对厌氧环境中的降解过程认识还不清楚。”朱永官告诉《中国科学报》，厌氧降解过程在自然界是广泛存在的，地球演化的早期就是厌氧环境，厌氧的微生物都非常古老，比如某些古菌类群可能出现在35亿年前。

大量研究表明，甲烷厌氧氧化是海洋底泥及土壤中普遍存在的微生物过程。此外，近期的研究表明丙烷和丁烷等小分子烷烃也能在无氧条件下被古菌或者细菌氧化（即降解）利用。然而，作为天然气中第二丰富的烷烃，乙烷是否能够厌氧降解尚不明确。

在过去的研究中，已有迹象表明乙烷有可能在厌氧条件下被微生物利用进行降解，但还没有直接证据证实。

“我们想要找到‘幕后推手’。”朱永官说。认识了背后机制，可通过调控微生物降解过程及其功能，减少大气中小分子烷烃的排放、开发油气藏微生物勘探技术，以及降解海洋与土壤里面烃类物质的污染等，这对最终实现环境修复具有重大意义。

找到关键因子

有机物降解事实上是一个电子传导过程。朱永官解释，有机物是碳氢化合物，有氧环境中的降解过程是，有机物碳氢键被打开，释放电子，氧气作为终端电子受体将电子“拥入

怀抱”，两者结合生成二氧化碳。“如果没有终端电子受体，微生物没有能量，反应将无法进行，就像人没有了氧气便不能呼吸一样。”

然而，厌氧条件下，电子的“归宿”是谁呢？研究人员发现的海水中硫酸盐含量高（浓度为28 mmol/L；相比之下，氧的浓度仅为0.3 mmol/L）。在缺氧海洋环境中，硫酸盐能够扮演氧气的角色，接受电子从而将碳氢化合物转化成硫化氢，为微生物群落提供能量。

已有研究证明，降解甲烷、丁烷、丙烷的微生物将硫酸盐作为能量供应的“营养物质”，乙烷厌氧降解也可能依赖硫酸盐，但对催化这一过程的微生物及其反应机制并不清楚。

在这方面，德国合作者有着多年的积累，他们已特定富集10年并获得乙烷氧化古生菌。基于这一古生菌富集体系，中国研究人员首先验证其是否具备乙烷降解能力——加入定量的乙烷，并在古生菌一年的生长周期内定期取样，大约300天以后，发现乙烷几乎全部“销声匿迹”。

“实验所用的共培养体系能够在硫酸盐还原条件下将乙烷完全氧化为二氧化碳。”论文第一作者、中国科学院生态环境研究中心博士生陈松灿说。

事实上，更有挑战性的是对代谢过程机制的揭示。

在厌氧环境下，生物所有活动都变得很缓慢。就像人到了海拔5000米的青藏高原上，由于缺氧，生命活动必须慢下来。“某些好氧微生物30分钟就能繁殖一代，但许多厌氧菌要几个月才繁殖一代。”陈松灿说。

为了摸清古菌具备乙烷氧化能力的背后机制，研究人员借助宏基因组、宏蛋白组以及宏代谢组技术首先对古生菌进行了全基因组测序分析，发现该基因组包含功能性甲基辅酶M还原酶所必需的全部基因，且对应的基因表达产物在宏蛋白组中被检测到。接着利用傅里叶回旋共振质谱以及液相色谱—质谱技术，确认了中间代谢产物乙基辅酶M的存在，结果表明通过合成乙基辅酶M可催化乙烷的活化。

陈松灿表示，发现甲基辅酶M还原酶，为我们探索乙烷厌氧降解机制提供了方向，这是整个实验的关键转折点。

“该古菌及其功能基因在深海天然气渗漏环境中广泛分布，暗示其所介导的乙烷氧化可能是海洋环境中气态烷烃生物降解的重要途径。”朱永官说。

解析“抱团工作”机制

研究并未就此止步。

乙烷降解的每一步都需要酶作为蛋白质进行催化，最终生成二氧化碳，如果把这个反应“逆”过来呢？陈松灿根据甲烷的可逆反应猜测，改造古菌的酶实现“逆反应”，这将是一个产生重要能源物质乙烷的过程，应用意义更大。

此外，陈松灿在研究中还发现两个古菌之间在相互传递电子时，并不是按照传统“套路”，比如借助纳米导线导电、“摆渡车”中间体运送电子等，“这说明该体系中极有可能蕴含着全新的电子传导机制。”陈松灿说，若能解析这一机制，便可通过调控手段加速电子传

导过程，加速乙烷降解过程，“如果乙烷是污染物，生物修复速度也随之加快”。

多年来，朱永官团队一直以水稻土和沉积物为研究对象，开展有机碳和氨的厌氧氧化的相关研究，在厌氧环境下微生物系统功能及其调控方面有着长期的积累。他们前期围绕土壤—水稻系统中铁的氧化还原与氮/砷循环的耦合开展了许多前瞻性的研究，揭示了厌氧条件下水稻土中铁—砷—氮耦合的微生物学机制。

在朱永官看来，该领域还有很多挑战与值得深入研究的问题。

“我们借助诸如高通量测序技术和单细胞等先进的科学手段，认识并理解了更多的微生物，它们是谁、能做什么，这些个体层面的认知只是最初级的。因为自然界的微生物通常不是‘单打独斗’，而是‘抱团干活’，发挥更强大的力量，所以认识这一机制是我们未来努力的方向。”朱永官说。（韩扬眉）

1 吨废旧手机中可提炼 400 克黄金

循环开采这座“矿山”，路在何方

科技日报　2019.4.11

手机、电脑、冰箱、洗衣机等电子产品，给我们生活带来了极大的便利，但是就如硬币的另一面，这些电子产品报废后如果处理不当，就会严重威胁环境安全和人们的健康。

联合国电子垃圾联盟发布的数据显示，2018 年全球范围内产生的电子垃圾已多达 4850 万吨。也就是说，这些电子垃圾的总重量，已超过了全球 100 多年来生产的所有民用飞机的总重量。然而其中仅 20% 左右得到了规范回收，其余 80% 被焚烧、填埋或是散落各地。

为了解决电子垃圾问题，新加坡南洋理工大学和法国原子能委员会合作成立了电子垃圾研究中心。多年来，电子垃圾处理情况如何？还有哪些未能解决的难题，需要设立研究中心来攻克？

处理过程可能排放有害物质

“当前，电子垃圾的处理方式包括化学处理、火法处理、机械处理和微生物处理等。”同济大学循环经济研究所所长杜欢政教授在接受科技日报记者专访时说。

化学处理是指将破碎后的电子废弃物颗粒投入到酸性或碱性的液体中，再经过萃取、沉淀、离子交换、过滤以及蒸馏等一系列的过程，最终得到高品位的金属。

火法处理是将电子废弃物焚烧、熔炼等，从而去除塑料以及其他有机成分得到金属。

机械处理是根据电子废弃物各组成部分的物理性质差异，比如金属、塑料、玻璃等进行拆卸、破碎、分选等，再经过后续处理可以分别获得各种再生原料。

微生物处理是指利用氧化亚铁硫杆菌等微生物，对经过粉碎预处理的电子废弃物碎块进行浸泡，合金中的非贵金属成分氧化成为可溶物，溶解在溶液中，贵金属裸露出来以便于回收。

不过，化学处理法需要使用强酸和剧毒的氟化物等，会产生大量的废液，并排放有毒气体；火法处理时，通常需要在废旧电子产品上喷洒汽油等助燃液体，燃烧过程中也会产生大

量废气，其中可能会含有铅等对人体有害物质，都会对环境和人体健康造成巨大影响。

“电子垃圾的构成十几年来也在变化，过去主要是台式计算机、家庭电器等，最近，手机等移动电子设备就更多了。”知名国际环保组织污染防治项目经理江卓珊告诉科技日报记者，十多年前，广东汕头贵屿镇曾处理了来自全球的电子垃圾，最高峰时，每年拆解处理废旧电器和塑料达155万吨。由于是小作坊，采用原始的烧板、酸洗等方式来拆解，释放出溴化阻燃剂、铅、二公式英等有毒有害物质，造成严重的环境破坏。

“无论哪种处理方式，都可能排放废气、粉尘和废液等。如果没有废气和废水收集、处理的大型环保设施，口罩、面罩等工人的防护设备等，都可能对环境和健康造成不利影响。”杜欢政说，这导致当年贵屿在成为“世界电子垃圾之都”后，对环境的污染程度达到了难以想象的地步，被人称为“最毒”的地方。“当年我们研究院受贵屿政府委托，牵头做贵屿电子垃圾拆解综合整治方案，经过近十年的努力，贵屿的环境污染得到控制，产业得到提升。”

黄金含量远远超过矿石

预计到2050年，全球每年产生的电子垃圾总重量将增加到1.2亿吨。不过如果回收得当，电子垃圾又能成为“城市矿山”。联合国的一份报告指出，全球每年产生的电子垃圾资源价值高达625亿美元，相当于世界上所有银矿年总产值的3倍；625亿美元这一数据与肯尼亚的GDP相仿，甚至比120多个国家和地区的GDP还要多。

据测算，从1吨废旧手机中可以提炼400克黄金、2300克银、172克铜；从1吨废旧电脑中可提炼出300克黄金、1000克银、150克铜和近2000克稀有金属等，而笔记本电脑中还有50%左右可再生塑料。然而，开采1吨金砂，仅能提炼出5克黄金，可见电子废物的含金量是同等质量矿石的60到100倍。而且，与开采天然资源进行加工提炼相比，电子废料加工利用过程产生的污染物和对环境的影响更低。

江卓珊说，电子垃圾如果没有妥善处理，可能会对环境造成危害。“而换个思路，其也能全身是宝。除了提炼出各种元素外，电子产品中的线路板，还能用的屏幕、电池等，现在都能拆解处理，成为可循环利用的零部件。”

低成本循环利用成难题

其实，我国对电子垃圾的再利用和处理非常重视。2014年，原环保部就启动了“通过环境无害化管理减少电器电子产品持久性有机污染物和持久性有毒化学品排放全额示范项目”。生态环境部对外合作中心副主任余立风说，随着科技快速发展，电子新产品不断出现，电子垃圾处理也必须重视科技前沿、规范处理技术等，以避免产生新的污染。

该项目由联合国开发计划署（UNDP）与原环保部对外合作中心共同开发，在湖北、江苏和天津进行试点，通过处置技术示范和回收体系示范，增加50%的回收量和正规回收企业的处置量。还将编制相关技术指南与操作规程，开发带元器件废旧电路板处理处置技术，评估光板破碎废旧电路板技术，完成火法处理废旧电路板技术示范；对拆解过程中非金属类附加值低的材料再利用，进行风险评估；实现每年5000吨含溴代阻燃剂的塑料，及每年

5000 吨 CRT 玻璃的无害化处置等。

江卓珊说，尽管国家和行业做了很多努力，但目前看来，从结构精密的电子设备分离出成分含量极低的稀有金属等方面尤其需要技术突破，比如分离出手机震动器中的镓。

“电子垃圾的低成本循环利用，也是目前尚未解决的难题。”杜欢政说。

尽管电子垃圾中含有贵金属、可再利用的塑料等，但其成分复杂，比如一台电脑有 700 多个元件，其中有一半元件含有汞、砷、铬等各种有毒化学物质；废弃的激光打印机、复印机中含有碳粉等；溴代阻燃剂等有机物经过焚烧，释放出二公式英、呋喃、多氯联苯类等致癌物质……

杜欢政建议，电子产品在设计之初就应该坚持“生态设计”，考虑到生产和回收环节，例如比较容易拆解和循环再利用；生产过程中，尽量少添加有毒有害物质或是采用替代方案等，最终实现电子垃圾的低成本循环利用。

“国家还应加大对电子垃圾处理的支持力度。”江卓珊说，2014 年，国家已经把拆解手机等九种电子产品，纳入了废弃电器电子产品处理基金补贴目录。“但是，针对手机等新增电子产品的拆解补贴实施细则始终未能出台，以手机为代表的电子产品，每年生产、销售、报废的巨量电子垃圾无法有效得到拆解和利用，同时，制造这些电子垃圾的生产企业也没有承担企业延伸社会责任，为环境危害买单，这都是对资源的巨大浪费。”（李 禾）

神奇！水稻秸秆竟能提炼纯水

中国科学报　2019.4.8

由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃生物质原材料，更具环保意义。

水是生命之源，是人类赖以生存的必要条件之一，但全球水资源情况却不容乐观。联合国发布的《2018 年世界水资源开发报告》显示，由于人口增长、经济发展和消费方式转变等因素，全球水资源的需求正在以每年 1% 的速度增长，而这一速度在未来 20 年还将大幅加快。《报告》还指出，未来数十年，水质还将进一步恶化，对人类健康、环境和可持续发展的威胁将只增不减。

近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员刘富团队近期研发了一种全生物质界面光热蒸馏器，该蒸馏器由水稻秸秆制成，依靠太阳能就可以实现纯水的提取。相关论文发表在 ACS APPLIED MATERIALS & INTER FACES 上。

用太阳能实现无能耗分离与纯化

传统的分离与纯化技术是一个高能耗、高成本的过程，在当前能源危机和环境压力不断增加的情况下，急需革新技术以突破能耗障碍。

刘富在采访中告诉《中国科学报》，在浙江大学读研阶段，他就跟随导师徐又一教授开始从事聚合物分离膜的相关研究。结束英国帝国理工学院的博士后研究工作后，2010 年回国加

入中科院宁波材料技术与工程研究所，一直致力于聚合物膜的材料研发与多功能应用研究。

分离膜研究了十几年，有一个问题他始终没有得到答案：如何降低分离与纯化过程中的能耗问题？

刘富解释说："虽然相对于其他分离技术，膜分离已经是相对能耗较低的一项技术，这也是它得以广泛应用的原因之一。然而在能源日趋紧张、资源严重短缺、生态环境恶化的今天，进一步降低能耗，减少二氧化碳排放，是分离与纯化技术继续发展所必须解决的问题。如何才能在高速发展的经济社会中走出一条绿色之路？"

一次学术会议上的偶然发现给他带来了灵感，那是一项关于光热转化材料的报告。太阳能作为一种清洁、可再生能源，如何进行高效开发和利用是全世界科学家关注的话题。

刘富对此感到十分兴奋："如果能将太阳能结合到分离与纯化领域，甚至是膜分离应用中，那将是一项低能耗或无能耗的二氧化碳零排放技术，那是不是就能实现低能耗甚至无能耗的分离与纯化？"

全生物质光热蒸馏器诞生

沿着这个思路，团队开始思索能否找到一种光热转化材料，来实现对水的净化和提纯，解决水资源短缺地区人们的饮水问题。然而目前大部分研究的光热材料，包括等离激元材料（如金、银等纳米颗粒）、碳纳米材料（如石墨烯、碳纳米管等）和半导体材料（如 TiO_2、Ti_3C_4、MoO_3 等），大多存在制备复杂、成本高的问题，且大多难以规模化。

最后成为"种子选手"的是最常见的农作物——水稻。作为一种蒸腾系数很高的作物，水稻秸秆内部有独特的毛细内腔和多级微纳结构的壁面。

"这赋予了水稻秸秆非常优异的自下而上、无障碍供水能力，可将污水、泥水、盐水等泵抽到上方，内部通道不会被堵塞，保持稳定汲水能力。"论文第一作者方齐乐博士解释说。

他们将粮食收割后的水稻秸秆再利用。将秸秆一分为二，上部分叶片经过简单碳化得到多孔碳基光吸收材料，并与纤维素材料复合制成一张高稳定性、高机械强度的多孔光热蒸发膜——该蒸发膜太阳光吸收达 89.4%，太阳照射下表面温度能迅速达到 72 摄氏度；下部分秸秆直接用来作为汲水通道和支撑体。光热蒸发膜和汲水通道组装成为一个全生物质界面光热蒸馏器，而它们全部都是由水稻秸秆制备而来。

"我们将该光热蒸馏器放置在透明密闭蒸发腔室内进行室外海水淡化的连续模拟实验，在晴天和多云天气下日产水量分别为 6.4 ~ 7.9 kg/m^2 和 4.6 ~ 5.6 kg/m^2，且盐离子去除率保持在 99.9% 以上，水质直接达到饮用标准。"刘富介绍说，只需一平方米这种光热蒸发膜，制取的淡水完全能够满足两三个成年人一天的饮水需求。

此外，除了适用于海水淡化，该生物质光热蒸馏器还可从滩涂、湿地、沼泽等含水介质中稳定提取纯净水，适用于野外、岛礁以及落后缺水地区应急取水，并且可以就地取材。

与其他生物质光热材料相比，如木头切片碳化材料、蘑菇碳化材料，由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃

生物质原材料，更具环保意义。

光热转化技术绿色新应用

除了相对简单的水溶液体系，在很多情况下，需要分离与纯化的体系是非常复杂的，常常涉及高盐度或强酸强碱溶液、极性有机溶剂、油水混合体系等。研究团队从实际需求出发，对高稳定性、可规模化制备的光热转化材料开展研究并进行多介质体系的纯化应用。

团队近期研发的碳纤维、普鲁士蓝等光热转化材料具有高光吸收（92% ~94%）、耐有机溶剂、结构稳定的优势，且可规模化制备，已成功应用于高盐海水（10 wt%）、油水乳液以及一系列有机溶剂（介电常数 2.38 ~37.78）的光热纯化，在保持 99.9% 去除率的前提下，蒸发通量从丙酮的 29.2 $Lm^{-2}h^{-1}$ 到 N－甲基吡咯烷酮的 0.73 $Lm^{-2}h^{-1}$ 不等；对部分有机溶剂的纯化效率与传统压力驱动的耐有机溶剂纳滤膜相当。据介绍，其研发的碳纤维和普鲁士蓝光热材料及时在高极性溶剂的长期光热运行中，也能够保持稳定的机械强度，具有重要的实际应用价值。

刘富表示，团队目前正在继续开展一系列关于光热转化技术在不同体系里的分离与纯化应用研究。“后续也将在传统膜分离过程中融合光热转化技术，利用太阳能作为绿色切入点，探索进一步降低能耗的突破口。”（张晶晶）

新技术实现零排放 纺织品染色无需再用水

科技日报　2019.4.18

近日，中国工程院院士俞建勇来到位于青岛即墨区的即发集团，调研其纺织用聚酯材料超临界 CO_2 无水染色产业化生产示范线项目时表示，该企业世界首条且最大的智能化无水染色示范线的建设运行，标志着我国无水染色工艺技术日渐成熟，并在产业化上实现了重大突破。

目前，我国纺织废水年排放量为 25 亿吨（约 230 个西湖水量），其中印染废水排放量为 20 亿吨，由于传统印染对水资源的依赖和废水排放造成的环境问题，制约了整个行业的可持续发展。因此，亟须研发一种少水或无水染色技术，从源头上解决印染行业发展的瓶颈问题。

早在 2014 年，即发集团通过产学研合作开始了超临界 CO_2 无水染色技术的产业化研究与应用，不断改进完善无水染色技术，解决了设备、工艺、检测等多项影响产业化生产的关键技术问题，攻克了专业部件的瓶颈。利用超临界流体的半液气状态既可以溶解染料，又可以轻易地渗透至纺织品内部，完成染料溶解—吸附—上染的工艺过程，消除了传统水染色工艺的主要缺点，将染色周期从数小时缩短到数十分钟，同时实现零排放，环保而且高效。2017 年，该集团开始了世界首条 1200L 拥有自主知识产权的无水染色产业化示范生产线的建设，实现了设备连续正常运行，目前，已申请 30 余件专利，为产业化应用奠定了坚实的基础。

即发集团副总经理万刚表示，纺织用聚酯材料超临界 CO_2 无水染色技术产业化项目的

实施，属于国家重点支持的高新技术领域，对于全面推进节约型社会建设、创建资源节约型和环境友好型企业，大力发展高效、节能、环保和可循环的新型制造工艺及装备有积极的推动作用。

GE 清洁燃烧技术助力实现“深圳蓝”

中国能源报　2019.4.15

本报讯 4 月 10 日，GE 与深圳市生态环境局、深圳市南山热电股份有限公司共同举办“深圳蓝·全球首批次 9E DLN1.0+成功投入商业运营庆祝仪式暨绿色燃气电厂研讨会”，庆祝深圳五家发电企业——深圳南山热电、深圳新电力、深圳大唐宝昌燃气发电、深圳钰湖电力，以及中海油深圳电力的九台 9E 燃机的 DLN1.0+超低氮氧化物燃烧室改造工作顺利完成。

GE 全球副总裁、GE 中国发电事业部总裁杨丹表示：“此次改造的圆满成功，也为中国诸多 9E、6B 机组焕发活力，适应新时代需求提供了借鉴。GE 将在电力行业持续推进‘本土化 2.0’建设，为中国客户量身打造更加先进低碳环保的解决方案。”

据了解，本次改造是 GE 的 9E DLN1.0+超低氮氧化物排放技术在全球的首次应用。DLN 1.0+燃烧室升级解决方案基于 GE B/E 级燃机全球 4300 万小时的运营经验以及先进燃烧科技，可以将燃烧系统检修间隔扩展到 32000 小时或 1300 次起停（相当于连续四年稳定运行），降低维护成本，提升运营灵活性，延长相关设备寿命，并实现氮氧化物超低排放。同时，改造可让机组接受华比指数变动幅度更大的燃料，从而提高机组燃料灵活性，扩大气源选择，帮助机组灵活运营。

改造完成后，上述 5 家发电企业的氮氧化物排放水平将从原有 50mg/m（约 25ppm）降低到 15mg/m（约 7.5ppm）。该项目不仅为深圳市政府实现“深圳蓝”，打赢“蓝天保卫战”做出贡献，也为全国各省市在役的 9E 和 6B 机组适应市场需求，提升环境绩效提供了有益借鉴。

据深圳市生态环境局副局长卢旭阳介绍，2018 年 4 月，深圳提出《2018 年“深圳蓝”可持续行动计划》，提出了“十大工程”、125 项任务，其中包括要求 10 月 31 日前，全市所有燃气电厂各完成一台以上燃气机组排放达到 15mg/m（约 7.5ppm）以下的改造，未完成的将被禁止上网发电。“为全力打好污染防治攻坚战，推动大气环境质量对标国际最先进水平，我市实施了《2018 年‘深圳蓝’可持续行动计划》。”卢旭阳表示，“截至今年 3 月底，深圳市完成了 8 家燃气电厂 18 台机组低氮燃烧器升级改造或烟气脱硝改造，其中 5 家发电企业的 9 台 9E 机组采用了全球领先的 DLN1.0+燃烧器技术改造，污染物排放水平达到国内最领先、国际先进水平。”

GE 发电项目执行及服务总经理许欣表示：“此次 9E DLN1.0+的成功应用表明我们本土化迈入了新的阶段。它不仅是技术上的首创，也是合作模式上的革新。我们根据中国客户需求，量身定做解决方案，实现中国首例、亚洲首例乃至‘世界首例。同时，我们也在深

圳市生态环境局的指导与协调下，与客户一起想办法，解难题，最后共同成功，共创价值。”

与此同时，到会嘉宾还分别就气电的环保效益优势，珠三角、长三角地区 F 级、E 级燃气电厂减排改造展开了讨论。与会嘉宾认为，如何将最前沿的技术与本土实际需求相结合，开发出更优选、成本更低的超低排放技术方案，是市场急需的。（李慧）

固废处理设备成亮点

中国环境报　2019.4.16

本报记者张蕊报道 本次上海环博会上，中国本土、亚洲多国以及奥地利、丹麦等欧洲国家的知名固废环保设备厂家几乎悉数到齐。其中中山斯瑞德的展位面积达 220 平方米，在固废处置展区域占地较大，突显了中国固废处理设备的自信和实力。

记者了解到，随着国家无废城市和垃圾分类的政策利好，作为处理前端的固废处置设备越来越受到业界青睐。

展会上，斯瑞德展出了目前国内最大的单轴中速破碎机，专用于 RDF 物料的细破碎，产能和性能指标与欧洲产品同步。斯瑞德还展出了实现智能化控制双轴剪切式破碎机，这也是国内同类产品中的首创。

据斯瑞德的产品开发总监介绍，公司新产品朝着安全、智能、节能、高效的方向发展，其中部分设备的智能化控制水平已经得到市场验证，证明这种人性化的改变是市场发展的大趋势。

展会上，记者也看到了一些欧洲设备的新面孔。例如，奥地利 Komptech 公司的移动式垃圾破碎机和移动式筛分机，以其产能高、节能和美观等优点引起了有关企业和政府部门的关注。据专家介绍，这种移动式垃圾处理设备特别适合于台风、地震等灾后清理工作和垃圾填埋场发掘清理工作。

丹麦 TP 树枝削片机引起了参观者的关注，公司在展会上展出了两台树枝削片机，并在现场进行了废树木破碎的演示，当即有园林绿化部门表示有购买意向。

负碳技术给大气治理带来“正能量”

中国科学报　2019.4.16

本报讯（记者李晨阳） 2015 年巴黎气候变化大会进一步明确了本世纪全球平均气温上升幅度控制在 2 摄氏度以内的目标。大量研究表明，实现这一目标离不开负碳能源技术的发展与利用。近日，中外科学家组成的联合团队在负碳技术与大气污染协同治理方面取得了重要进展，相关研究成果的长文发表于美国《国家科学院院刊》。

所谓“负碳能源技术”，就是在满足生产、生活能源需要的同时，不仅不会增加二氧化碳排放，还能额外消耗一定的二氧化碳。传统化石能源与碳捕捉和储存技术（CCS）结合可以大大降低二氧化碳排放，由于生物质中的碳来自光合作用，如果生物质能结合 CCS 技术，

不仅可以降低能源使用过程中的碳排放，全过程还会带来空气中二氧化碳浓度的下降。

这项研究首次评估了生物质与煤共气化及碳捕集技术（CBECCS）对中国碳排放和大气污染的影响及其经济效益。结果显示，当采用35%生物质添加量时，CBECCS系统可实现电力生产全生命周期的零碳排放，并将成本控制在0.62元/千瓦时以下。在CBECCS零碳排放系统情景下，利用全国25%的农作物秸秆可实现代替18.1%的总发电量，并减少8.8亿吨二氧化碳排放。在空气污染较为严重的华北地区，该系统可分别实现二氧化硫、氮氧化物、PM2.5和黑炭减排5.2%、3.6%、12.2%和3.8%。

论文第一及通讯作者，清华大学环境学院副教授鲁玺表示，从长远角度看，中国应避免陷入碳密集型燃煤发电路径，并逐步从高碳排放的电力系统平稳过渡至低碳乃至负碳排放；就近期而言，中国亟须解决由于化石燃料燃烧导致的空气污染问题。CBECCS技术路径一方面可以适应短期与长期的碳价政策，通过调节生物质的添加比例，逐渐由低碳技术过渡到负碳技术，从而平稳降低煤炭使用量；另一方面也会带来显著的大气污染物减排。

“目前，CBECCS系统发电仍需要克服相关的技术与管理等一系列问题，例如生物质与煤共气化关键技术、高效的生物质收集系统、有效的碳价机制等。但在一些碳储藏能力较好、生物质产量较高的地区，近期可以进行CBECCS系统试点建设，为将来的较大规模实施做好技术储备。”鲁玺说。

除清华大学外，澳大利亚昆士兰大学、美国哈佛大学、美国宾州州立大学、美国伯克利能源实验室与我国的南京大学、华中科技大学也参与了这项研究。

新型酵母菌株可提高乙醇生产效率

中国科学报　2019.4.19

据新华社电 印度研究人员近日分离出一种新型酵母菌株，利用这种菌株发酵农作物秸秆等木质纤维素，可比传统菌株发酵多产生约15.5%的乙醇。

据介绍，利用传统酵母菌株发酵水稻和小麦秸秆等木质纤维素生产乙醇，主要有以下瓶颈：需要将环境温度控制在30摄氏度以内，以确保发酵效果；酵母只对纤维素中部分成分有效，对其中的树胶醛醣等无效，不能充分利用；木质纤维素在预处理时会产生糠醛等抑制剂，降低发酵性能。

印度的国际遗传工程和生物技术中心研究人员纳西姆·高尔等人在新一期英国《生物燃料技术》杂志上发表报告说，他们从酿酒厂废料、乳制品废料、温泉等多种样本来源中分离出500个类似酵母的菌落，再将从中分离出的菌株与已有酵母菌株进行比较，发现一种代号为NGY10的菌株最适合用于水稻和小麦秸秆发酵。

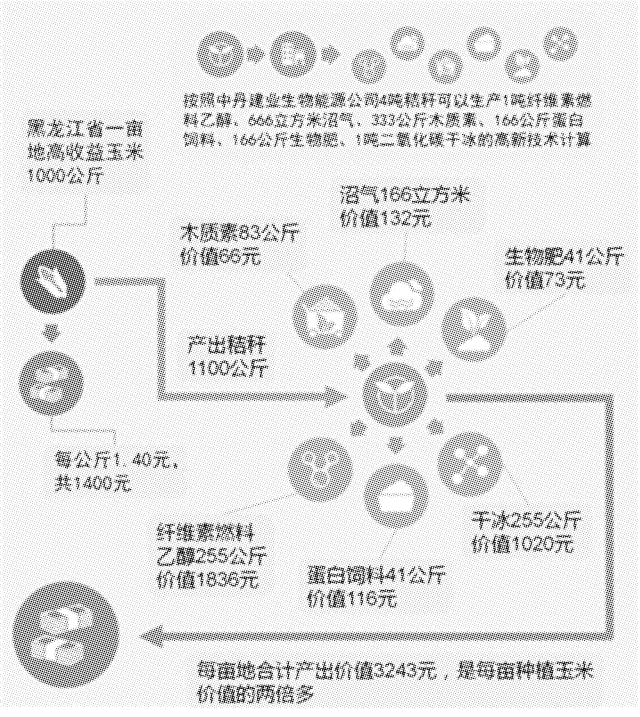
与目前市场上的酵母菌株相比，最新分离出的这种菌株具有耐热性，在40摄氏度环境下也能继续发酵，发酵性能不受糠醛等抑制剂影响，并能发酵纤维素中几乎全部有效成分，从而提高产量、降低成本。

哈尔滨年产30万吨纤维素乙醇项目加快建设

能从秸秆中提取半纤维素

中国环境报　2019.4.18

本报见习记者李明哲哈尔滨报道 年产30万吨纤维素乙醇项目正在黑龙江省哈尔滨市呼兰区紧张建设，这一项目采用从丹麦引进的一项新技术，能够把秸秆中的半纤维素全部提取出来，真正做到把秸秆吃干榨净。



图为每亩地秸秆综合利用价值分析图 刘伟龙制图

在呼兰区康金镇东腰村，黑龙江中丹建业生物能源有限公司投资建设的一个大型原料仓库里堆满了玉米秸秆原料，大型发酵罐等化工设施以及工厂办公大楼都已建成。“这是我们第一个项目，于2018年开工，建设5条生产线，每条线年产6万吨纤维素乙醇及其他5种副产品。今年先建两条生产线，然后陆续建设剩余的3条生产线。目前20个原料库已经建成，每个库可储存两万吨玉米秸秆原料。”中丹建业公司董事长王建业说。

据他介绍，这一技术源于丹麦。近几年来，他们在丹麦技术基础上进行了深入研发，使这一技术更加成熟，完全可以实现秸秆综合利用，让秸秆真正成为一种再生资源，其利用利润可以超过粮食。

公司实验室有一条微型生产线流程，前端把粉碎的玉米秸秆投入罐中，经过水浸、过滤、爆震等一系列化学工艺，最后产生纤维素乙醇、沼气、干冰等6种产品。“这一技术可实现每4吨秸秆生产1吨纤维素乙醇，关键是能够把以往技术提取不出来的半纤维素全部提取出来，真正做到把秸秆吃干榨净。”中丹建业公司副总经理刘玉金说。

王建业表示，秸秆蕴含着巨大的经济价值，这一项目可以一次投入实现秸秆的能源化、肥料化、饲料化、基料化和原料化综合利用。

“纤维素乙醇项目一期投入14亿元，建设年产30万吨纤维素乙醇的工厂及其配套的5种产品生产厂，年消耗玉米秸秆140万吨，年销售收入30亿元。目前已投资4亿元，预计明年投入运营。”他说。

塑料污染研究获进展

中国科学报　2019.4.18

本报讯 北大西洋和临近海域的塑料数量从上世纪90年代以来显著增长。通过一种海洋采样仪上的塑料缠结记录，研究人员统计了1957—2016年的海洋塑料出现数据，并展示了海洋中最早的一些塑料记录。相关论文刊登于《自然—通讯》。

上世纪50年代以来，塑料产量呈指数式增长，但塑料在全球海洋中的分布记录寥寥无几。浮游生物连续记录仪（CPR）是一种浮游生物采集仪器，1957年以来已在北大西洋和邻近海域拖曳超过650万海里。

英国普利茅斯海洋生物学会的Clare Ostle和同事利用记录仪中的塑料缠结记录，统计了北大西洋的海洋塑料数量变化。基于这一数据集，团队确认公海塑料数量从上世纪90年代至今的预期增长。研究人员发现，CPR上的塑料缠结从2000年开始增长了约10倍。其中，渔业相关的塑料缠结（如渔网）对过去20年间的塑料增长贡献最大，CPR在北大西洋南部发生缠结的几率最高。

而这些塑料微粒可能是随风而来的。近日，《自然—地球科学》在线发表的一篇论文显示，塑料微粒可以通过大气到达远离初始排放源的区域。

塑料微粒是极小块的塑料废物，可见于河流、海洋和原始极地区域。过去的研究已经表明，塑料微粒可以随着河流一路进入海洋，对沿途的水生态系统造成影响。至于塑料微粒能否通过大气输运，则缺少相关信息。

法国国家科学研究中心5245号科研混合单位的Deonie Allen及同事对该国比利牛斯山脉一处偏远山地集水区进行了为期5个月的研究。他们在5个采样周期内收集大气中的干燥和潮湿沉积物样本，发现了大量的塑料微粒，包括塑料碎片、薄膜和纤维碎片。研究测量所得的塑料微粒日沉积率为365个颗粒/平方米。

大气模拟表明，这些塑料微粒是通过大气从至少100公里外输运而来的。大气输运可能是塑料微粒到达并影响原始未开发区域的一种重要途径。（鲁亦）

日本水处理先进技术一瞥

科技日报　2019.4.23

水是维持生命必需的资源，也是粮食生产、工业、资源、环境和卫生等各个领域不可或缺的资源，是建设可持续型社会不可或缺的要素。

目前，世界大部分地区都面临水资源短缺和水质污染问题，也都在进行水资源的有效管理和水处理工作。

针对水处理问题，科技日报记者近日采访了日本美得华水务株式会社海外营业部长寒川博之。

日本水处理系统运维形势严峻

日本的上下水基础设施多建于高度经济增长时期，目前设备和设施处于严重老化状态。此外，人口减少、收入下降和技术人员短缺等因素，也导致了上下水道建设和运营出现困难。在大地震和大暴雨等形势较为严峻的情况下，防灾对策成为大的课题。

据了解，美得华水务株式会社是日本第一家水和环境领域的综合工程企业集团，其融合机械技术、电气技术、信息和通信技术、维护管理等专有技术，业务范围涵盖国内外上下水道以及资源环境领域。

用先进技术方案解决现实难题

在水处理技术中，臭氧发生器具有将异味气体成分氧化分解为无臭气体成分，对病毒、细菌等进行杀毒和灭活；分解、漂白染料，分解腐殖质等有色成分；有效分解有机及有害物质等效果。

利用长年积累的经验和技术，美得华水务独有的先进水处理臭氧发生器，成功地降低了臭氧发生器的放电间隙，并且保持均衡的间隙界面，实现了高效生产臭氧。臭氧发生器的接地电极采用不锈钢内衬玻璃特殊结构，通过流经玻璃介质外侧的不锈钢管内的冷却水直接冷却，提高了臭氧的产生效率。

此外，陶瓷膜过滤系统通过可靠技术提供安全稳定用水。

据介绍，美得华水务使用的0.1微米孔径的陶瓷膜，能去除水中几乎所有杂质、微生物和有害细菌；即使原水浊度突然增加，该系统仍可持续稳定运行；水回收率高，由于是终端过滤，且反冲洗频率低，原水处理回收率高达98%以上；陶瓷膜机械强度高，化学稳定性好，运营维护简便；陶瓷膜能源利用率更高，使用寿命更长，显著降低了运营成本。

凭借其开发的多种独特先进水处理技术，美得华水务在日本国内运行、管理着数十处水处理设施，在国外也参与建设了很多水处理项目。（科技日报东京4月22日电）

链 接▶▷数说全球水资源变化

一直以来，地球上存在的淡水绝对量并未发生大的变化。但水的分布空间和时间不平均，不能满足人类的需要。目前全世界近20%的人口生活在远离河川等水源地的地方，甚至不得不依靠海水淡化维持生存。

近年来，随着人口的增加和城市化进程的加快，用水压力进一步加重。世界上平均每年增加8000万人口，意味着每年增加640亿立方米的用水量。同时由于人们收入增加，生活水平提高，生活方式和消费方式也发生了变化，给水资源带来巨大压力。

此外，经济活动也带来用水类型的变化。1900年至1995年，全世界范围内，农业虽仍是用水大户，但已从90%减少到不到70%；而工业生产用水量却增加了17倍，从8%增加到20%；生活用水量也扩大了16倍。

中国同样是缺水国家，我国水环境面临污染威胁，生态用水缺乏，水环境恶化加剧。特别是城市化之后，处理好与人们生活、生产息息相关的水资源显得更加重要。（陈 超）

利用好有热度的净水

中国环境报　2019.4.24

国务院印发的打赢蓝天保卫战三年行动计划提出了“完善园区集中供热设施，积极推广集中供热”的要求。近年来，随着蓝天保卫战的深入推进，全国各地积极推动集中供热项目建设，淘汰了一批高污染锅炉，不但有效削减了污染物排放，也提高了能源利用率，降低了企业负担。但笔者发现，在集中供热蒸汽凝结水的再利用方面，没有引起足够重视，尚未形成比较完善的配套解决方案。集中供热产生凝结水作为废水排放，水资源严重浪费。

笔者走访过一家食品生产企业，该企业每小时使用蒸汽约 30 吨，24 小时连续生产，每天使用蒸汽达 700 多吨，产生大量的蒸汽凝结水，水温高达 70 多摄氏度。目前，蒸汽凝结水与其他生产废水一起排放到污水处理厂处理，不但浪费水资源和能源，而且加大污水处理厂的负荷。这些带着“热度”的“净水”没有好好利用，实在可惜。

集中供热是蓝天保卫战的重要组成部分，是大势所趋，接下来，将有大批的小锅炉被淘汰，取而代之的是环保、洁净、高效的集中供热。笔者呼吁，高度重视集中供热蒸汽凝结水的综合利用，按照今年我国纪念“世界水日”“中国水周”活动“坚持节水优先，强化水资源管理”的宣传主题，在确保蒸汽凝结水没有受污染的前提下，从热力厂端、用户端和市政端着力，综合利用水资源，物尽其用，助力碧水攻坚战。

一是热力厂端的综合利用。利用蒸汽凝结水具有的温度高、水质好、不需软化处理等特点，回收用于蒸汽的制造。凝结水作为锅炉补给水使用时，锅炉生产同样多的蒸汽，可节约燃料、给水和水处理药品，减少烟气排放。建议在铺设蒸汽管道时，同时考虑设置凝结水的回送管道，创造凝结水的回用条件。当然，考虑水泵能耗等因素，凝结水回送只适用于与热力厂较近的范围。

二是用户端的综合利用。利用热交换原理，进行余热回收，既满足热源取暖、生活用热水等需要，又降低水温，使之符合《水污染防治法》第三十一条的规定，“向水体排放含热废水，应当采取措施，保证水体的水温符合水环境质量标准”。余热利用后，可作为厂区绿化、保洁和洗手间用水。

三是市政端的综合利用。使用蒸汽量大的企业产生的凝结水较多，除了企业自身利用外，建议将未受污染的凝结水用于市政道路的清洗、洒水降尘和绿化养护。

目前，市政道路环卫作业车和绿化养护车一般从消防栓取洁净的自来水，水资源浪费巨大。据笔者了解，广州市非居民生活用水价格为 3.46 元/立方米，载水量为 10 吨的洒水车，正常匀速洒水降尘作业里程约 3 公里，高压冲洗作业里程仅 1 公里，市政道路洒水降尘用水量非常大，水费是一笔不小的财政开支。在干燥的秋冬季节，因空气质量保障工作需要，需加密洒水降尘作业频次两次以上，用水量就更大了。因此，利用凝结水代替自来水作为环卫保洁和绿化用水，简单可行，一举多得，既可以大大减少自来水的浪费，缓解水资源紧张的

压力，还可以节约大量的财政资金。

此外，要鼓励企业积极参与水资源综合利用的公益事业，建设厂区凝结水回收蓄水池，通过管道输送到围墙边界，为市政道路环卫保洁、绿化用水提供必要的便利条件。在集中供热凝结水的循环利用过程中，防止二次污染是重要前提。要加强水质监测，确保水质合格，以免造成水污染和土壤污染。在利用过程中，需要生态环境、水务、城管、环卫、绿化等部门以及相关企业通力协作，突破障碍，创造条件，促成水资源的循环利用，从而实现良好的环境效益、资源效益、经济效益和社会效益。（丘焱伦）

垃圾焚烧二噁英将被重点监测

目前监测市场较混乱，将编制垃圾焚烧二噁英在线监测团标

中国环境报　2019.4.30

“2019 年，生态环境部将委托国家级二噁英监测中心以及部分省市级监测站对近 400 家垃圾焚烧发电厂持续开展二噁英排放为重点的监督性监测。”中国环境监测总站污染源室邱立莉近日在安徽省环保产业发展促进会主办的二噁英类污染物分析测试及减排技术发展高端论坛上表示。

据了解，现实中会发生一家企业监督监测被查超标，但整改前后自行委托第三方监测机构监测都能达标结果的情况。二噁英监测市场混乱，造成自行监测数据与实际偏差较大，导致政府部门很难认清现状，间接影响了政府的科学决策；错误的结果或假结果也造成企业失去了认清自己的机会。

目前监测市场较混乱

一些机构快速上马，技术能力无法过关；同时受利益驱动，有主动作假或被动作假的问题

目前，我国有 11 项排放标准涉及到二噁英限值，包括生活垃圾焚烧、危险废物焚烧、石油化学工业、再生金属、火葬场、钢铁烧结和球团、炼钢工业、城镇污水、生活垃圾填埋、水泥窑、制浆造纸等行业。

根据 2010 年原环境保护部等 9 部委联合发布的《关于加强二噁英污染防治的指导意见》明确，对于企业排放源的二噁英监测，一般要求每年至少开展两次监测，一次为企业自行组织的自测，一次为属地环保部门组织的监督性监测。

但目前二噁英监测市场较为混乱。一位省环境监测中心相关负责人指出：“当前，从业人员素质参差不齐，采样分析行为不规范，二噁英监测实验室和监测数据均无质控机构进行统一质控考核和审核等因素，造成二噁英监测市场混乱，政府或企业很难得到真实的二噁英排放数据。”

记者了解到，二噁英检测一般需要多年培养才能胜任，但一些机构快速上马，技术能力无法过关。同时，受利益驱动，主动作假或被动作假，以极低的市场价格（2000 元/样 ~ 5000 元/样，甚至更低的价格）参与竞争，不作假可能无法维持成本。

根据《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》，到2020年底，全国城镇生活垃圾焚烧处理设施能力占无害化处理总能力的50%以上，其中东部地区达到60%以上。

二噁英监测市场应规范

建立市场准入和退出机制，明确对机构和人员的监管要求，并建立黑名单制度，纳入诚信系统

生活垃圾焚烧处理设施建设的快速增长，进一步催生了二噁英检测需求，对检测机构的检测能力提出了严峻挑战。不少业内人士表示，两个行业是“一损俱损，一荣俱荣”的关系，作为检测机构来说，必须加强行业自律和技术革新，以满足社会公众及环境管理部门对二噁英监测结果真、准、全、快的需求。

对此，邱立莉建议，应规范二噁英监测市场，建立政府购买服务名录库，保障运行经费；此外，建立市场准入和退出机制，明确对机构和人员的监管要求，并建立黑名单制度，纳入诚信系统。同时，政府层面应加强二噁英监测技术培训和质量监督，建立全国二噁英监测数据质量审核机构，建立质控随机抽查制度和日常监督管理机制等。

据中国环保产业协会统计，我国已经先后建立了30多个二噁英监测分析实验室（通过国家资质认定CMA）。特别是近几年，商业实验室加速布局，极大扩充了二噁英检测机构的队伍和能力。

近日，泰科检测集团继江苏之后，在安徽省成立子公司，成为行业少数同时拥有两家二噁英检测能力实验室的社会监测机构，有效填补了安徽省在二噁英检测能力方面的空白。

传统离线检测无法反映真实排放情况？

半连续性监测方法有效促使焚烧厂不断改善运营、降低排放，我国处在小范围试点研发应用阶段

“二噁英在设施非正常运行工况下，比如起停炉、发生故障时，排放贡献极大，现有二噁英检测手段均为传统离线检测方法，无法反映垃圾焚烧厂等单位长期真实排放情况。因此，在垃圾焚烧行业以及其他二噁英排放重点行业，研究开展长期连续采样的技术和经济可行性，显得尤为必要。”邱立莉坦言，传统离线方法监测频率低、检测耗时长、检测费用高，6~12小时完成3次采样，无法全面反映焚烧炉7000小时~8000小时/年的真实排放状况。不仅如此，企业也完全有能力把1天工况调至“最佳”应对检查和监督。

据了解，《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》下的《最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则》（2006年）在已有成功实践的基础上，向包括我国在内的缔约方提出了实施半连续性检测（连续采样、周期分析）二噁英的建议。

据不完全统计，2000年以来，全球范围内相关监测设备的装配量已近500套。超过10余年的实践经验表明，半连续性监测方法揭示了焚烧厂大量非正常工况以及“预期外”二噁英超标排放的情况明显存在，并有效促使焚烧厂不断改善运营、降低排放。据报道，这一监测技术在比利时瓦隆省强制实施后，全省二噁英整体排放因子减少到原来的1/20。

而在我国，二噁英连续监测也处在小范围试点研发应用阶段。其中，中国环境监测总站于2018年制定了《垃圾焚烧厂二噁英连续采样试点监测工作方案》，并选取北京、浙江、广东、四川各一家垃圾焚烧厂共5台焚烧炉（炉排炉、循环流化床炉）进行试点，安装二噁英连续采样装置（法国ESA、意大利TECORA、奥地利GmbH），每个月分别采集一个样品，使用国标方法作为参比方法对连续采样设备开展同时段比对监测。

在校企层面，浙江富春江环保公司联合浙江大学于2017年12月通过第三方比对，开发出国内首台套具有商业应用价值的二噁英在线检测系统后，又相继与锦江环境、上海康恒环境、重庆三峰环境签约示范点建设。

论坛上，浙江大学教授陆胜勇透露，为规范二噁英在线监测系统的技术要求和检测方法，提升检测结果可靠性，他们正与中国环保产业协会开展《垃圾焚烧烟气二噁英在线监测系统技术要求》的团体标准制定工作，以促进二噁英在线监测系统建设，弥补当前二噁英在线监测国标和行业标准的不足。

据了解，这一标准主要对生活垃圾焚烧烟气二噁英毒性当量在线监测系统的技术性能和检测方法做出规定，正在编制征求意见稿。（徐卫星）

中央财政支持畜禽粪污资源化利用

每个县最高补助5000万元

中国环境报　2019.4.30

本报记者张楠北京报道 农业农村部和财政部日前联合印发《关于做好2019年畜禽粪污资源化利用项目实施工作的通知》，今年中央财政继续支持畜禽粪污资源化利用工作，整省、整市推进的地区要切实加大财政投入力度，今年实现“十三五”畜禽粪污资源化利用目标任务。

2019年畜禽粪污资源化利用项目县控制数量指标共339个，其中，今年新建项目县220个，2018年续建项目县119个。

《通知》指出，今年一号文件明确要求实现畜牧养殖大县粪污资源化利用整县治理全覆盖。项目完成后，项目县畜禽粪污综合利用率达到90%以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到100%；整省、整市推进畜禽粪污资源化利用的地区，2019年畜禽粪污综合利用率达到75%以上，规模养殖场粪污处理设施设备配套率达到95%以上。

《通知》表示，中央财政奖补资金，原则上对猪当量（以生猪、牛存栏量折算猪当量，1头牛相当于5头猪）为50万头以下的项目县，累计补助上限为3500万元；猪当量为51万头－70万头的项目县，累计补助上限为4000万元；猪当量为71万头－99万头的项目县，累计补助上限为4500万元；猪当量为100万头以上的项目县，累计补助上限为5000万元。

中央财政奖补资金分省下达。对于2019年新启动项目，今年安排部分资金，明年根据绩效评价结果安排后续资金；对于2018年启动实施的项目，今年安排剩余资金。各地可根

据中央财政奖补资金规模，结合本地畜禽粪污资源化利用实际情况，自主确定补助方式、对象和标准。

同时，强化监管，对项目实施方案明显不符合要求的项目县，直接取消其奖补资格，且不再递补。

严禁餐厨垃圾粉碎后排入水管

《广州市餐厨垃圾就近就地自行处置试行办法》征集意见

广州日报　2019.4.25

广州日报讯（全媒体记者李波）为促进餐厨垃圾在产生源头减量化、资源化、无害化，规范餐厨垃圾产生单位就近就地自行处置，广州市城市管理和综合执法局组织起草了《广州市餐厨垃圾就近就地自行处置试行办法（征求公众意见稿）》，现开启公众意见征求工作。

征求意见稿明确，严禁将餐厨垃圾粉碎后直接排入公共排水管网。同时，鼓励新建及升级改造的集贸市场配置就地处置设备。新建及升级改造的经营肉菜、水果、水产品等农副产品的集贸市场、超市应当同步配置果蔬菜皮、动物下脚料等就地处置设备，采取规划、建设、使用“三同时”，确保餐厨垃圾处置设备与主体工程同时投入使用。

此外，为鼓励餐厨垃圾产生单位就近就地自行处置，征求意见稿明确：分类责任人实施餐厨垃圾就地处置的，免于缴纳就地处置部分的城市生活垃圾处理费。镇人民政府、街道办事处组织餐厨垃圾就地处置的，按照城市生活垃圾处理费收费标准向餐厨垃圾产生单位收取处理费。另外，对餐厨垃圾就地处置起模范带头作用、处置量较大、减量效果好的，按照《广州市生活垃圾分类奖励暂行办法》奖励。

四、太阳能

又薄又软的半导体新材料可制微纳光电器件

科技日报　2019.4.4

最新发现与创新

科技日报南京4月3日电（记者张晔 通讯员周伟）性质柔软、厚度只有几纳米、光学性能良好……记者3日从南京工业大学获悉，该校王琳教授课题组制备出一种超薄的高质量二维碘化铅晶体，并且通过它实现了对二维过渡金属硫化物材料光学性质的调控，为制造太阳能电池、光电探测器提供了新思路。该成果发表在最新一期国际期刊《先进材料》上。

“我们首次制备的这一超薄碘化铅纳米片，专业术语称为‘原子级厚度的宽禁带二维PbI2晶体’，是一种超薄的半导体材料，厚度只有几个纳米。”论文第一作者、南京工业大学博士研究生孙研说，他们采用了溶液法来合成，这种方法对设备要求很低，具有简单、快速、高效的优点，能够满足大面积和高产量的材料制备需求。合成出的碘化铅纳米片具有规则的三角形或者六边形形状，平均尺寸6微米，表面光滑平整，光学性能良好。

科研人员把这一超薄的碘化铅纳米片与二维过渡金属硫化物结合，进行人工设计，把它们堆叠到一起，获得不同类型的异质结，因为能级排列方式不一样，因此碘化铅能够对不同二维过渡金属硫化物的光学表现起到不同影响。这种能带结构可以有效地提高发光效率，有利于制作像发光二极管、激光这类的器件，应用在显示与照明中，并可以利用在光电探测器、光伏器件等领域。

这一成果实现了超薄碘化铅对二维过渡金属硫化物材料光学性质的调控，与传统以硅基材料为主体的光电子器件相比，该成果具有柔性、微纳特点，因此可以应用在制备柔性化、可集成的光电子器件方面，基于碘化铅纳米片的二维半导体异质结，在可集成化的微纳光电器件领域有着广阔的应用前景，为制造太阳能电池、光电探测器等等，也提供了一个新思路。

中国能建助推光热标准与示范工程建设

中国能源报　2019.4.1

3 月 21 日—22 日，“国家标准《塔式太阳能光热发电站设计标准》宣贯培训会”在京举行。来自电力规划、设计、投资、项目管理、装备制造、安装调试、科研教学等企业，以及高校和科研院所共 120 余人参会。来自主（参）编单位的多位标准主要起草人进行了授课，并现场解答提问。

2018 年以来，国内首批光热发电示范项目陆续并网发电，业内预计，2019 年或将成为光热发电行业“承上启下”的一年。从标准制定、工程设计、建设、投资、运营到装备，中国能建发挥全产业链一体化优势，引领我国乃至世界塔式光热电站设计标准制订，让行业路线图更加清晰，助推我国光热产业迅速发展。

填补空白 助力构建标准体系

“没有光热发电标准体系，就无法服务于整个产业。”中电联标准化管理中心发电标准处处长汪毅在会上如是说。

据了解，全球光热标准处于起步阶段。光热发电国家标准体系的建立，可以有效指导我国乃至全球光热发电标准化工作，为行业发展提供参考，为相关科研计划提供依据。

在国内，由中电联组织、中国能建工程研究院主编，中国能建及所属规划设计集团西北院、新疆院等 11 家单位参编的《塔式太阳能光热发电站设计标准》，已于 2018 年 12 月 1 日起正式实施。该标准填补了国内外太阳能光热发电站设计标准的空白，引起了行业的强烈反响。

据记者了解，《槽式太阳能光热发电站设计标准》也即将发布，《菲涅尔式太阳能光热发电站技术标准》《太阳能光热发电站术语》《太阳能光热发电站接入电力系统技术规定》《太阳能光热发电站接入电力系统检测规程》《太阳能光热发电站典型太阳年产生方法》和《太阳能光热发电站性能评估技术规范》均处在编制中。

纵观行业发展态势，光热发电国家标准、施工验收标准、关键设备及系统技术要求及检测标准、运行维护检修及技术管理等均“箭在弦上”。

标准引领 增强国际话语权

《塔式太阳能光热发电站设计标准》是国际上首部光热发电站设计的综合性技术标准，需要解决的关键技术问题多、编制难度大。

据中国能建科技发展有限公司总经理许继刚介绍，从提交申请、立项论证到完成报批、汇编成册，该设计标准编制过程长达4年之久。该标准涵盖了塔式光热发电站设计的多项关键技术，包括站址选择、系统工艺及其设备、自动化系统、土建工程等方面。

谈及编制原则，许继刚表示，做到“技术先进、经济合理、安全适用”，具有一定的先进性和前瞻性，对纳入规范的新技术、新工艺、新设备、新材料等，经实践验证行之有效。

为方便设计人员使用，《塔式太阳能光热发电站设计标准》采用了和《大中型火力发电厂设计规范》相同的编排顺序。据了解，该标准的成功发布及实施，为中国能建正在牵头的国家重点研发计划“太阳能光热发电及热利用关键技术标准研究”和IEC国际标准《塔式太阳能光热发电站设计总体要求》相关研究工作奠定了坚实基础。同时，该标准反映了目前国内外太阳能光热发电领域的最新设计理念、要求和技术水平，对我国首批光热发电示范项目以及后续光热电站的开发、建设、运营等发挥了重要的指导作用，进一步增强了我国在太阳能热发电行业的国际话语权。

汪毅称，光热技术产业正好具备“走出去”条件，全球光热标准同处于起步阶段，希望充分发挥国内工程经验、设备制造和人才优势，积极参与到光热发电国际标准中去。

次第开花 建成一批经典项目

作为国内最早涉足光热发电领域的企业之一，中国能建勇立潮头，参与到众多全国首个、全球首个重要光热项目建设之中。

据统计，国家首批20个光热发电示范项目中，由中国能建主导规划建设的有12个，占比六成。3月17日，华东建投江苏电建三公司承建的甘肃玉门二次反射塔式50兆瓦光热发电项目全面进入安装高峰期，工程建成后，每年可为两万户家庭提供100%的清洁电力。

2018年12月，西北院设计的青海中控太阳能德令哈50兆瓦塔式熔盐储能光热电站一次并网成功，该工程95%以上的设备实现了国产化。同月，北方建投天津电建承建的我国首座百兆瓦级光热电站——首航节能敦煌100兆瓦熔盐塔式太阳能光热电站并网投运。2018年11月，由中国能建投资公司投资，规划设计集团总承包、天津电建承建的哈密塔式50兆瓦光热发电项目安装施工全面开展。值得一提的是，中国能建北京设备公司成功中标该项目熔盐调温泵产品，打破国外公司垄断，迈出了光热装备国产化的重要一步。2018年10月，规划设计集团西北院总承包、西北建投西北电建承建的我国首个大型商业化光热示范电站——中广核德令哈50兆瓦光热示范项目投运，成为我国首批20个光热示范项目中首个开工建设、首个并网投运的项目，我国由此成为世界上第八个掌握大规模光热技术的国家。

与此同时，中国能建加快“走出去”步伐，积极参与国际光热市场拓展。葛洲坝国际公司签署希腊MINOS 50兆瓦塔式光热发电项目EPC合同，开创了中西方企业在第三方市场

合作的范例。规划设计集团华东院、南方建投湖南火电签订迪拜700兆瓦光热发电项目合同，该项目是目前世界上投资规模最大、装机容量最大、熔岩罐储热量最大的光热项目。西北院设计的世界单机容量最大的塔式光热项目——摩洛哥努奥三期项目，创造了光热塔高度全球最高、单个定日镜面积全球最大等多个“全球之最”。

我国光热发电标准体系的不断完善及国家首批20个示范项目落地，将会助推我国光热发电产业有序发展，促进光热发电全产业链的完善和整体技术水平的提高，中国能建将在扩大国内、国际市场优势的同时，加强标准领航，为我国能源结构调整和全球清洁能源发展注入强劲动力。（董欣）

2019年高效电池技术发展及设备应用研讨会指出——

高效电池核心技术缺乏制约光伏降本

中国能源报　2019.4.1

本报讯（实习记者李丽旻）报道：“降本增效”是光伏技术发展的方向。3月28日，在“2019年高效电池技术发展及设备应用研讨会”上，业内专家表示，中国光伏行业不仅要率先应用新技术，还要打破高效电池核心技术受制于人的局面，只有这样，才能大幅推动光伏成本的下降。

据介绍，理论研究表明硅片极限效率在29.4%左右，而目前实验室中，多晶硅效率最高能够达到22.9%，单晶效率达到26.7%，已接近理论极限值。对此，阿特斯阳光电力集团首席技术官邢国强在接受采访时表示，光伏行业组件及设备集成度相对较高，在追求高效的同时，工业可操作性和经济可行性是需要考虑的问题。“平价上网和组件效率不是一个简单的关系，降低度电成本，系统成本是关键。”

面对这一技术要求，近年来，高效铸造单晶技术、高效PERC电池技术、Topcon电池技术、高效硅异质结技术等光伏高效电池技术层出不穷。其中，以“多晶的成本、单晶的效率”著称的铸锭单晶技术近来受到了广泛关注。

据协鑫集成科技股份有限公司首席技术官张淳介绍，经过了数年的更新换代，与直拉单晶相比较，铸锭单晶在低成本、抗衰减方面优势明显。

光伏新型材料电池技术也是业内人士关注的焦点。3月中旬，科技部高技术研究发展中心发布了可再生能源与氢能技术拟立项的2018年度项目清单，其中包括钙钛矿/晶硅两端叠层太阳能电池、柔性铜铟镓硒薄膜太阳能电池、高效P型及可控衰减的N型多晶硅电池等研究课题。

针对科技部这一科技专项，晶科能源控股有限公司副总裁金浩指出：“按照目前的战略思路，先进晶硅电池关键技术及产业化示范、先进薄膜电池产业化关键技术、新型太阳能电池基础研究以及光伏组件回收再利用成套技术与设备将是未来光伏电池技术发展的四大方向。”

多位与会专家指出，我国光伏行业虽然实现了出货量规模世界第一，但在核心技术装备领域仍有待突破。“从研发领域来说，Topcon、PERC 等先进电池技术都不是我国自主研发，未来进一步提升核心部件的国产化率是行业持续发展的关键。”金浩说。

科学家发现廉价简洁光催化体系

中国科学报　2019.4.1

本报讯（记者杨保国 通讯员范琼）将羧酸化合物中的羧基脱去，产生的自由基片段在材料、制药等行业有重要用途。中国科学技术大学青年科学家团队独辟蹊径，发明一种廉价简洁的催化剂体系。3 月 29 日，该成果以研究长文形式在线发表于《科学》杂志。

传统的脱羧方法往往在高温下进行，这种方法会产生数量众多、种类不明的副产品，导致最终产品无法方便使用。近年来，光催化体系已成功应用于多种复杂功能分子的合成，展现出突出的催化合成价值和工业应用潜力。然而，目前光催化剂的类型主要为贵金属配合物（如铱、钌等）或有机染料，结构复杂且价格昂贵，使得光催化工业体系成本高昂、流程复杂、控制难度大。

中国科大傅尧和尚睿研究团队首次提出基于可见光激发的分子间电荷转移用于光氧化还原催化的新概念，发现了一种简单易得、高效环保的非金属阴离子复合物光催化体系，仅仅使用廉价的碘化钠、三苯基膦（彩色胶卷显象的抗氧剂）和羧酸酯原料三者的协同反应，成功实现脂肪羧酸衍生物脱羧反应。

该催化体系可以驱动氧化还原循环，简化光催化体系，降低光催化剂成本。利用该体系，研究团队成功将多种天然、非天然氨基酸脱去羧基官能团。该反应在产量达到克级规模时仍可保持较高的催化效率，这也意味着产业化的可行性。

《科学》审稿人评价称：“这项工作提供了一个非常有趣的概念：在不需要昂贵的过渡金属或者有机染料的作用下实现脱羧烷基化转化的方法，这对许多合成化学家来说可能是个好消息，这一催化体系非常简单、具有很好的应用前景，化学家将使用该方法解决一些合成上的问题。”

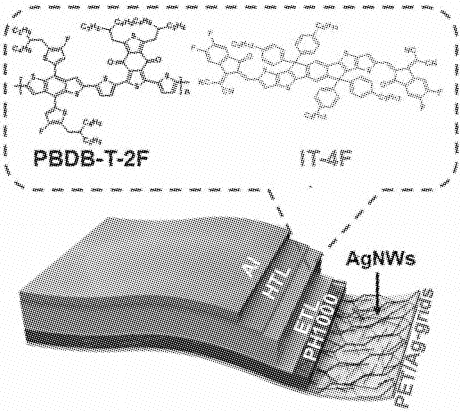
有机太阳能电池进化出“新物种”

中国科学报　2019.4.

因有机材料具有柔性好、重量轻、材料来源广泛、成本低等优势，有机太阳能电池对大规模利用太阳能、提供廉价电能具有重要意义。

在人类利用太阳能的各项技术中，将太阳能直接转换成电能的太阳能电池是最具发展前景的技术之一。其中，有机太阳能电池是新兴起的一个研究方向。因有机材料具有柔性好、重量轻、材料来源广泛、成本低等优势，有机太阳能电池对大规模利用太阳能、提供廉价电能具有重要意义。

近日，苏州大学材料与化学化工学部李永舫院士团队教授李耀文等人在《中国科学—化学》（Science China Chemistry）上发表文章，他们利用银纳米线掺杂透明导电聚合物，并与纳米压印的网格银柔性基底复合，制备出了低面电阻、可见光高透过率的新型柔性透明复合电极，基于此电极的柔性有机太阳能电池的效率超过了12%。



新型复合柔性透明电极结构示意图

“塑料”也能导电

目前，商品化的太阳能电池主要是以晶硅等无机半导体材料为活性层制备。但是，这种太阳能电池生产存在工艺复杂、成本高、原材料生产过程能耗大和污染重等弊端，同时，这类太阳能电池由于无机半导体本身的刚性结构，难以制备柔性器件。因此，制备成本低、效率高、柔性强、环境友好的新型有机太阳能电池，正成为各国科学家的目标。

在人们的印象中，塑料是不导电的。但是，2000年诺贝尔化学奖获得者打破了这一常识。20世纪70年代，美国科学家Alan J. Heeger、Alan G. MacDiarmid和日本科学家Hideki Shirakawa发现，经过氧化或还原掺杂，一类共轭聚合物能够成为导体或半导体。

塑料就是一种聚合物。聚合物要能够导电，其主链碳原子之间必须具有交替地以单键和双键结合的共轭结构，同时还必须经过掺杂处理：通过氧化或还原反应，其主链失去或获得电子，从而具有导电性。Alan J. Heeger等人通过研究发现，对共轭聚合物聚乙炔进行碘掺杂，聚乙炔能够表现出像金属一样的导电性。

“Alan J. Heeger等人开拓了导电聚合物领域。透明导电聚合物的电极材料是导电聚合物的一个重要应用领域，有机太阳能电池就是利用共轭聚合物或共轭有机分子这种有机半导体材料做成的。”李耀文告诉《中国科学报》。

与以硅为代表的无机半导体材料相比，有机半导体具有成本低、材料多样性、功能可调、可柔性印刷制备等诸多优点。因此，有机太阳能电池的研究热度不断攀升。特别是近年来，有机太阳能电池的研究获得了突飞猛进的发展，其光电转化效率不断刷新。有机太阳能电池已经到了商业化的“黎明前夕”。

光电转换效率突破12%

有机太阳能电池活性层材料具有优良的可弯曲性，这使其在柔性太阳能电池领域展现出了巨大的应用潜力。

李耀文表示，高性能柔性透明电极、高效和低成本的有机半导体光伏材料、大面积柔性有机太阳能电池的制备技术以及器件封装和稳定性研究，是当前实现柔性有机太阳能电池商业化应用的关键。

李耀文告诉记者，商业化的铟锡氧化物柔性透明电极由于易脆、耐弯折性能差、面电阻

高、透光率低等缺点，限制了其在柔性有机太阳能电池中的应用。因此，发展具有优良机械弯曲性、低面电阻、高透光率的新型柔性透明电极显得尤为重要。

据介绍，基于银纳米线的导电薄膜不仅具有优良的机械性能，而且其光学和电学性能优异，成为极具应用前景的柔性透明电极材料。但是，粗糙度大、附着力弱，形貌不稳定等缺点依然限制了它在高性能柔性有机太阳能电池中的应用。

对此，李耀文等人采用醇溶性高导电性、高规整度的银纳米线，对透明导电聚合物掺杂，通过调控掺杂比例有效调控导电聚合物薄膜的透过率和导电性，并进一步与纳米压印的网格银柔性基底复合，构筑了新型复合柔性透明电极。

他们进一步研究发现，银纳米线的掺入为导电聚合物薄膜提供了额外的电荷传输通道，可获得较高的电导率。测试结果表明，此新型复合柔性透明电极在可见光范围内的平均透过率得到了显著提升，最高透过率达到了 86%。同时，面电阻降低，导电薄膜与基底之间也表现出了良好的贴合性和热稳定性。

“这些特点有助于下一步制备高性能的柔性有机太阳能电池。”李耀文说。

接下来，研究人员发现，基于这种新型复合电极制备的柔性有机太阳能电池效率达到了 12.07%，表现出了与基于玻璃基底制备的有机太阳能电池相当的效率（12.94%）。这也是目前报道的非铟锡氧化物柔性有机太阳能电池的最高效率。

产业化指日可待

“十三五”战略性新兴产业发展规划以及国家发展改革委能源局新近发布的《能源技术革命创新行动计划（2016—2030）》明确指出，将重点发展基于有机、钙钛矿半导体材料的太阳能电池。

李耀文介绍说，尽管有机太阳能电池的能量转化效率与硅基、钙钛矿太阳能电池的效率仍有较大差距，然而，它在柔性和半透明器件方面独特的优势为其产业化提供了广阔的空间，有助于实现与硅基太阳能电池的互补、填补光伏市场在柔性和半透明器件方面的空缺。

首先，有机太阳能电池光活性层所采用的有机/聚合物材料，使其在制备柔性有机太阳能电池方面具有先天的优势。

此外，有机太阳能电池的光活性层通常不仅具有较薄的厚度（100 ~ 300 nm），而且其光学带隙通过对活性材料的化学剪裁可实现有效调控，从而拓展了有机太阳能电池在半透明和彩色电池领域的应用。

“有机太阳能电池具有独特的轻质、半透明、多彩化、可弯曲以及可卷对卷大规模生产的特性，在未来的可穿戴能源设备、建筑光伏一体化、光伏帐篷和光伏大棚等领域的应用上将会大放异彩。”李耀文说，“因此，柔性、半透明有机太阳能电池的研究将成为一个热点。目前我国有很多课题组已从事相关内容的研究。在未来的几年内，我国在该领域应该会有更大的突破、会有很多科研成果出现。”

据了解，中科院院士、中科院化学研究所研究员、苏州大学教授李永舫已着手相关产业

化布局，在江苏省产业技术研究院有机光电技术研究所成立了光伏中心。光伏中心已配备相关研发人员和设备，主要开展有机太阳能电池光伏材料的放大量合成，以及柔性有机太阳能电池的大面积制备和稳定性研究。

谈到柔性有机太阳能电池的产业化，李永舫对《中国科学报》说："柔性有机太阳能电池的产业化需要一步一步向前推进。"他表示，首先是高效和低成本有机光伏材料的开发和放大合成，以及高性能柔性透明电极的开发和大面积制备；其次需要开展柔性器件的大面积制备工艺、器件稳定性以及封装材料和工艺的研究；最后需要与公司合作，制备柔性有机太阳能电池组件，并建立柔性有机太阳能电池生产线，实现柔性有机太阳能电池的大规模应用。

"有机太阳能电池是中国人引领的一个研究领域，我们一定要在中国率先实现柔性有机太阳能电池的产业化。"李永舫说。（辛雨）

旋涂新方法可制备高性能电子薄膜

中国科学报　2019.4.18

本报讯 近日，美国密苏里科技大学的研究者发现了一种制备薄膜的新方法，用这种方法生产的薄膜性能优异，可用于制造太阳能电池、柔性电池或 LED 半导体。

单晶形态的薄膜具有较好的光学和电子学性质，但制备起来较为困难，成本高昂、技术复杂。

在实际工业生产中，往往会采用成本更低的旋涂方法，即在液体旋转过程中制备光滑的薄膜，溶液层接触到衬底后会变硬成形。这样生产出的薄膜不外延且是多晶形态，可供使用但性能较差。

研究人员在《科学》网络版发表的文章中，提出了一些无机材料外延薄膜的制备方法。他们利用前体化合物使制备液体达到过度饱和状态，在旋涂过程中，液体接触到材料，形成多个晶体，进而融合成一个完整的晶体，沉积到各种单晶和单晶状衬底上。

这种新方法可以改善钙钛矿太阳能电池材料的储光能力、提升柔性电子设备的速度和性能。（任芳言）

上海交大研发熔融盐太阳能储能新技术

中国能源报　2019.4.15

本报讯 日前，上海交通大学邓涛教授、陶鹏副研究员等在 Energy&Environmental Science 杂志报道了一种巧妙、简单的策略，可以显著加速熔融盐太阳能热储存系统的储能速率，同时完全不影响储存容量。

在储能系统中，他们沿太阳光照射路径在熔融盐中设置了一个磁力驱动的可移动网状光热转换器来吸收太阳能，可以在不影响总容量的前提下将太阳能热储存系统的储能速率提高 107%。这种磁加速的移动式储能策略还支持大面积的能量收集和批次化太阳能热储存，容

易与各种现有热交换系统集成，有着广阔的应用前景。

据介绍，与传统的固定式储能系统相比，这种移动式系统不仅使储能速率加倍，实现了均匀的温度分布，保留了100%潜热储存容量，同时也使得大面积和批次化太阳能热储存成为可能。其与现有热交换系统相结合，可以直接释放储存的高温热能，加热生活热水或供暖，甚至用于工业，比如产生蒸汽以及发电。

这一成果不仅为在高温相变材料和显热储存介质中快速、有效地进行太阳能热储存提供了新的方法，而且还考虑了规模化的可能性和相关问题，为未来的实际应用奠定了基础。（颜海燕）

跨界融合“光伏+”跑好光伏马拉松

探索光伏+多种能源综合利用、光伏+各种行业结合开发等高附加值项目

中国电力电气周刊　2019.4.18

“一方面，从能源利用方面来讲，光伏与多种能源的综合利用，可能是未来光伏发展的方式。另一方面，光伏与各行业开发的结合，以便实现土地的增值利用。目前的‘光伏+’更多关注光伏本身，而‘+’的部分，农业、渔业、林业等能否实现产值的提高，是行业进一步要重点关注的。第三个方面，光伏应该结合未来社会变革的模式，包括与电力体制、互联网、大数据结合起来，一起推进行业的发展。”

4月11日，水电水利规划设计总院副院长易跃春在“第四届中国光伏+创新发展论坛”上表示，光伏行业发展犹如一场“马拉松”，要保持良好发展势头，更快地走向“高质量发展”，需要在技术、模式的创新上有更多突破，其中，以“光伏+”探索多样化发展模式，成为行业跑好“马拉松”的一条业内普遍认可路径。

当前，光伏行业发展进入了新阶段，也对“光伏+”模式的创新性提出了更多要求，“光伏+”模式打开了跨产业融合发展的新途径，通过探索沙光、渔光等建设高附加值的项目，提升了项目的生态效益。

多样模式助力光伏“跑马”

在国家大力发展低碳绿色经济的背景下，对众多行业提出了新能源改造的要求，给“光伏+”提供了更多的可能性，同时，技术的进步也为“光伏+”发展带来突破性革命，使得光伏全产业链更加智能、高效、经济和环保。作为光伏跨界融合的路径，“光伏+”当前呈现的主要模式包括“与多种能源综合利用”、“与各行业结合开发”以及“与社会发展模式变革结合”。

易跃春说：“与多种能源综合利用是指光伏参与多能互补，利用太阳能和风电、水电在一日内和季节间变化的互补性，以及水电、火电、光热电站的调节能力，对促进我国可再生能源大规模开发利用具有重要的示范意义；光伏与各行业结合开发，有着更为多样化的应用场景。将农业、治沙、渔业、旅游等和光伏应用结合，提高土地利用效率，实现上可发电、

下可沙漠化治理、种植、养鱼及与生态旅游相结合等的综合开发模式；光伏与社会发展模式变革结合，主要体现在光伏与电力体制改革、互联网的融合。光伏 + 电力体制改革有望在市场需求侧也形成促进改革的强大动力，而光伏与互联网和大数据结合，则可以促进能源行业和信息行业的跨界融合。

在土地资源紧张的东部地区，采用“农 光一体”“渔光一体”，将有效解决光伏电站建设的选址问题。以江苏省为例，由于江苏省人口众多，光伏项目用地等问题是制约该省光电发展的瓶颈之一，在当前集中式光伏电站受限的情况下，大力发展“渔光互补”模式，成为江苏省光伏发电必然选择。

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示，未来在技术持续创新、光伏系统成本不断下降的趋势下，适用于不同应用场景下的业务模式与选型方案将逐步趋向多样化，光伏应用也将转变到活跃的以提效降本、实现平价为目标的发展新阶段。

建设成本和发电成本不断下降

近年来，我国光伏设备制造领跑全球。

2018 年，硅片、电池片、组件产量均占全球总产量比重 70% 以上。硅片全球前十大生产企业均在中国，其余各环节产量前 10 名的企业中有半数以上位于中国大陆。“十三五”以来，光伏发电技术不断进步，产业规模持续扩大，实现了建设成本和发电成本不断下降，到 2018 年第四季度，光伏系统的建设成本降至 5 元/瓦以下。

2018 年，PERC 技术在单晶电池片生产中得到极大的普及，双面电池技术已趋成熟，产能比例持续上升。P 型单晶 PERC 电池平均转换效率达到 21.8%，多晶 PERC 电池叠加黑硅技术将平均转换效率提高到 20.3%；N 型单晶 PERT 电池与异质结电池实现量产，平均转换效率分别达到 21.5% 与 22.5%。技术进步对产能的提升、成本的降低起到了促进作用。

“海泰新能开发的常规泰山系列组件，大板型单晶组件可以实现 430 瓦功率输出，比常规 PERC 组件高出 60 瓦，多输出 16%，而成本跟常规 PERC 组件相当，IRR 将提升 10% 以上；大板型多晶组件可以实现 375 瓦功率输出，比常规 PERC 组件高出 45 瓦，多 13.6% 输出，而成本跟常规 PERC 组件相当，IRR 将提升 10% 以上。”唐山海泰新能科技股份有限公司副总经理刘强介绍说，泰山系列组件还可以兼容大尺寸电池片和双面 PERC 电池片技术，进一步提升功率输出，提升电站 PR 和 IRR。

在制造业取得成果的同时，近几年我国光伏电站的技术管理水平得到了明显的提升，无人机巡检、远程运维已经在新建电站中得到较为广泛的运用。结合大数据、互联网等技术，光伏电站的运行情况能够得到实时监控，检修效率大幅提升。（于海江）

腾晖光伏展出三项最新研究成果获关注

中国电力报电气周刊　2019.4.25

本报讯（通讯员杨祁文）报道 近日，苏州腾晖光伏技术有限公司（简称“腾晖光伏”）

参加了 SiliconPV 国际技术研讨会，并与全球业内资深专家进行了深入的学术交流与探讨。同时，腾晖光伏展示了几项 * 新研发成果，并获得了业内专业人士的广泛关注与高度认可。

此次腾晖光伏研发的三项研究成果中，两项研究关于 PERC 技术，已获得巨大商业价值，一项为激光掺杂选择性发射极在 PERC 电池中的应用，另一项研究为铝栅线背接触结构在双面 PERC 电池的应用，以上两项研究实现了铝浆耗量降低 75% 和 P 型 PERC 电池双面率达 80% 以上的成果。

据介绍，这两项研究为 PERC 电池提质降本规模化量产提供了有力保障，为腾晖产品增添了更强的竞争力。与此同时，在钙钛矿/晶硅四端叠层太阳电池方面腾晖光伏也进行了深入研究，通过大量研究论证，叠层电池的底电池工作时电池效率显著获得提升。

荷兰正建设全球最大“太阳能群岛”

中国电力报能源周刊　2019.4.27

本报讯 荷兰的工程师们正在建造世界上最大的“太阳能群岛”。可再生能源行业把目光瞄向了水面，荷兰、中国、英国和日本都在建设大型水上漂浮太阳能电站，而荷兰的项目有望成为全球最大的开发项目 。

今年，荷兰北部安蒂克水库将建设 15 个太阳能岛包含 7. 35 万块太阳能电池板、将拥有向日葵般的移动能力来面对阳光。项目的第一阶段将在鸟类迁徙季节结束后的 11 月完成，涉及 3 个岛屿 ，每个岛屿的直径为 140 米。为项目提供太阳能电池板的供应商 Floating Solar 总经理 Arnoud van Druten 说：“我们希望早点开始，但由于涉及到鸟类的环境问题，一年中只有有限的时间来施工。太阳跟踪系统包括 3 个浮标，用缆绳将其固定在浮标周围，从而使电池板转向，确保小岛面向太阳。”这些岛屿的另一个特点是，可以在极端天气下重新定位，以尽量减少损害。“安蒂克的环境相对比较恶劣，因此，我们设置了最佳的太阳跟踪系统以及天气风险管理（WRM），这是一项技术，可以确保如果一个岛屿由于风暴而面临压力时，会自动移动到一个位置，这样风浪可以很容易地穿过这个岛屿。”

据悉，经过测试，没有 WRM 的情况下，岛屿可以承受每小时 60 英里的风速。为了避免水库的生态系统遭到破坏，被岛屿覆盖的水面大约为 50% 。浮动太阳能电池板的另一个好处是水流可以冷却电缆 。

清洁能源守护“高原蓝”

——探访国家电投全球最大水光互补项目

中国能源报　2019.4.22

国家电投 70% 的机组已开展或正开展智慧化建设，覆盖 31 个省市区，实现了新能源电站的智能管理。其中，智慧化水电站已达 114 座、增发电量 2% 、电站远程集控率达 55% 。

站在青海省共和县塔拉滩的观光塔上俯瞰四周，茫茫戈壁荒原“长”出一片汪洋，深

蓝色的“向日葵”整齐划一，这里是占地109平方公里、总装机85万千瓦的共和生态光伏产业园区，“龙羊峡水光互补光伏电站”正坐落于此。

翻过日月山，黄河水流经大草原后，迎来上游第一座梯级电站——龙羊峡水电站。一条大河、一片荒漠，输电线路将两个电站连为一体，形成全球最大的“水光互补”项目。

近日，记者跟随中央网信办网评局、国务院国资委宣传局共同发起的“科幻作家走进新国企”活动，走进国家电投集团，实地探访青海高原的智慧电厂。

水光互补 智慧先行

以互联网技术为基础，以电力系统为中心，以汇集大数据为路径，横向实现电、气、热、可再生能源等“多源互补”，纵向实现能源系统“源、网、荷、储”各环节高度协调，这就是国家电投建设的“国家智慧能源大脑”。据悉，国家电投70%的机组已开展或正开展智慧化建设，覆盖31个省市区，实现了新能源电站的智能管理。其中，智慧化水电站已达114座、增发电量2%、电站远程集控率达55%。

青海省水资源丰富，太阳能资源仅次于西藏，且拥有大量的荒漠化土地，理论装机容量可达5.4亿千瓦。富光丰水，大地广袤，为青海发展清洁能源提供了充足的空间，截至目前，黄河公司已建成水电站17座，建成投产37座光伏电站，总装机388万千瓦，成为目前全球最大的光伏电站运营商。

由于光伏发电的间歇性、波动性、随机性等特点，一度被行业内外视为“垃圾电”，但黄河上游水电开发有限责任公司（下称“黄河公司”）却趟出了一条新路。

“光伏电站被视为‘虚拟水电机组’，通过龙羊峡水电站水轮机组快速调节，将原本不稳定的出力调整为稳定电源，再利用龙羊峡水电站的送出通道送入电网。”黄河公司副总工程师沈有国告诉记者。

龙羊峡水电站是西北地区调峰调频中心，大量光伏电接入，会否影响其调峰性能？“调峰调频性能不但没有受到任何影响，反而得到进一步加强。通过水光互补，龙羊峡水电站送出线路年利用小时可由原来运行的4621小时提高到5019小时。”沈有国说。

得益于水光互补的成功经验，黄河公司又规划了青海省海南、海西两个千万千瓦级新能源基地，开启了新的智慧能源多能互补基地建设。此外，该公司还建成了年产2500吨的电子级多晶硅、年产1.2亿片硅片的项目；建成年产太阳能电池800兆瓦及组件400兆瓦生产线。截至目前，其电力装机规模达到1792万千瓦，累计发电5202亿千瓦时。

智能创新 力争上游

驱车前往黄河公司拉西瓦水电站的路上，百米高的大坝巍峨矗立，四周护坡钢筋水泥卯榫突出，与花岗岩山体浑然一体。

拉西瓦水电站工作人员告诉记者：“拉瓦西电站计算机监控系统能够监视检测电站所有设备，监测控制运行。目前，电站是首批实现无人或少人值守的电站，电站中控室只有两人值班。”

据了解，针对光伏发电的特点，黄河公司在业界率先使用“互联网 + 光伏”模式，建成智能光伏电站及光伏电站大数据应用中心，实现“集中监控、大数据分析、远程诊断，实时维护”的智能管理模式。

以龙羊峡水光互补项目为例，光组件就 374 万块，长期运行会产生热斑、隐裂等现象，按照常规巡检方式，两人每日只能巡检 12 个子阵，工作量极大。“利用 4G 无线通信、蓝牙等技术，智能手持终端、手机 APP 软件、智能巡检无人机与系统融合，实现信息传输、数据分析，年平均故障次数减少了 30%。”沈有国介绍。

目前，国内用于集成电路产业的电子级多晶硅 85% 依赖进口。为摆脱受制于人的现状，国家电投率先打造光伏全产业链。据黄河公司新能源分公司总经理刘刚介绍，黄河公司是国内第一家完成 12 英寸硅片验证的企业，电子级多晶硅连续 4 年销售量超过百吨，国内市场占有率已达到 13%。

绿色开发 企地共赢

近两年，在青海省“绿电 7 日”“绿电 9 日”行动中，黄河公司提供了 70% 以上的清洁电能，成为最大限度减少化石能源依赖，使用智慧、清洁能源的样本。

目前，黄河公司清洁能源在总装机规模占比达 93%，按其年发电量约 500 亿千瓦时计算，每年可替代标准煤 1706 万吨，减少二氧化碳排放 3758 万吨、二氧化硫 125 万吨。

水电站的建设为青海带来显著的生态效益。随着龙羊峡大坝的建成、完工，钢筋和混凝土做成的大锁将黄河牢牢拦住，嶙峋的峡谷变成了龙羊湖。

龙羊峡发电分公司副总经理杨学礼告诉记者：“黄河上游梯级水电站相继蓄水，使龙青河段增加 600 平方公里的湿地面积。梯级水库的联合调节，减轻了下游防洪防凌压力。同时，随着水电资源开发，当地群众‘以电代柴’，保护了青藏高原脆弱的生态环境。”

值得一提的是，光伏电站的建设，使子阵区的风速减小了 50% 以上，晴天天气下蒸发量减少了 50% 以上，草原的涵水量大大增加，遏制土地荒漠化同时，植被形成的绿色屏障改善了光伏电站周边环境。

“以前寸草不生的荒漠现在草料旺盛，还容易造成火灾。我们请来当地牧民在这里养羊放牧当‘除草机’，一举两得。”沈有国说。（赵紫原）

太阳能电池“喝咖啡”也可“提神”

中国科学报　2019.4.30

本报讯（记者唐凤）来自美国加州大学洛杉矶分校、中国苏州大学和吉林大学等单位的科学家发现咖啡因可以助力新型太阳能电池提高光电转换效率。该研究为这种低成本的可再生能源技术与传统硅太阳能电池技术进行市场竞争提供了可能。相关成果近日刊登于《焦耳》。这个想法的灵感来源于早晨喝咖啡时的玩笑。研究人员回忆，“有一天，当我们喝着咖啡讨论钙钛矿太阳能电池的相关研究时，同事开玩笑说：‘我们需要咖啡来提神，那钙

钛矿呢？它是不是也需要喝咖啡才能更好地工作？’”

这个随口一提的想法让研究人员意识到咖啡因其实是一种生物碱，它的分子结构中存在可能和钙钛矿前驱材料相作用的单元。钙钛矿是一种具有特殊晶体结构的新型太阳能电池吸光材料。

于是，研究人员制备了40片混合了咖啡因的钙钛矿薄膜，并借助红外光谱证明了咖啡因和这种材料之间的相互作用。研究人员发现咖啡因中的羰基和钙钛矿层中的铅离子形成了一种“分子锁”。这种相互作用提高了钙钛矿形成时所需克服的能量势垒，把太阳能电池的效率从17%提升到了20%。而且，当材料被加热时，这个分子锁的作用依然存在，保护了材料不会因为受热而分解。

尽管咖啡因能帮助钙钛矿太阳能电池提升性能，但研究人员认为在其他类型的太阳能电池中，它并不能起到类似的作用。

五、地热

绿色能源：地热可分更大一杯羹

中国电力报　2019.4.13

国际能源署预计，到2050年，地热能将占全球电力生产的3.5%和热力生产的3.9%（不含地源热泵）。但这样的占比数据预期是否属于短期思维？业内专家认为，如果地热发展可以像风能和太阳能那样进入快车道，那么地热可以为可再生能源作出更大的贡献。

地热是高效且有竞争力的能源形式

在我们的脚下有一个隐藏的能量来源——地热能，但我们大多数人都将之忽略了。忽略它的原因有很多，比如说，这种能源太深、太昂贵，等等。毕竟，地热能比起风能或太阳能似乎更加挑战人们的想象力，也正因为此，地热能的开发和应用并不在许多人的考虑范围之内。

地热究竟都可以提供些什么？从本质上说，地热是一种热源，可以采用蒸汽驱动涡轮机的方式进行发电。由于地心温度高达5000摄氏度，因此可以说这是一个巨大的热源。能否以适当的方式获取蒸汽和发电所需的温度，决定了地热能的经济性。

如今，很多国家利用沿地球构造板块边缘的地热能进行发电，如美国西海岸、东非大裂谷等；而有的国家即使没有明显火山分布带也在利用地热能发电，如德国和法国。当然，后者需要更深的钻探、更复杂的技术。但即便如此，地热能仍不失为一种高效并具有竞争力的能源形式。

来自国际能源署的数据显示，2017年，全球地热发电约84.8太瓦时，累计容量约14吉瓦。

地热不仅可以发电，还可直接供热

地热能尚未得到大力开发的应用是将地热直接用于各种用途的供热，比方说，建筑物房屋采暖、农产品温室保温、洗浴用水加热、食品脱水烘干，亦或各种制冷需求等。仅在欧

洲，供热和制冷就占所有能源需求的一半左右，这其中包括运输和发电领域的能源需求。由此可见，供热制冷在能源结构中的显著地位。在气候变化的背景下，供热和制冷行业在减少碳排放方面，即便不能扮演极其关键的角色，也将发挥重要作用。

目前，全球约有百余个国家直接将地热能用于供热（或制冷），或需要热能的其他工业应用。其中冰岛是大家较为熟知的直接应用地热的范例。虽然紧贴北极圈，全年低温，但凭借丰富的地热资源，冰岛几乎所有游泳池都在户外，而且全年开放，蔬菜在温室中种植。相比之下，肯尼亚在直接应用地热方面则较少人知晓。其实，肯尼亚在利用地热进行温室作业方面十分成功。温室夜间需要供热和照明，虽然肯尼亚白天气温很高，但其夜间需要开采地热能以满足温室供热和照明的需要。

开展地热发电的国家数量增速还不够快

目前，有 27 个国家用地热发电，2018 年底全世界地热发电装机容量达到 14600 兆瓦。在 10 年时间里地热装机增长了约 4300 兆瓦，由此可见，地热发电增长较为稳健，但与其他可再生能源技术相比，显然增速还不够快。

在过去 10 年间，开展地热发电的国家名单中只新增了两个国家，他们分别是智利和克罗地亚。全球地热装机最大的国家是美国，其次是印度尼西亚和菲律宾，土耳其紧随其后，该国地热发展与过去相比取得了令人难以置信的增长。在政府的支持下，受上网电价补贴和其他优惠激励政策的推动，土耳其在较短的时间内一跃成为少数几个热电装机超过 1000 兆瓦的国家之一。

ThinkGeoEnergy 的研究显示，如果开发规划得以实施，开展地热发电的国家数量有望增加到 82 个。印度尼西亚、肯尼亚、埃塞俄比亚和北美地区将成为未来主要的地热增长市场。

在一些国家，地热能对能源结构的意义重大。以肯尼亚为例，肯尼亚地热发电虽然装机仅占全国发电装机总量的 30% 左右，但已经取代了因干旱而时常不稳定的水力发电，通常可提供该国 50% 以上的电力需求。正如国际能源署所言：“地热发电厂不受气候变化影响，可保证稳定的电力输出，实现较高的容量系数（60% ~90%），地热发电技术适合基本负荷生产。”

其他利用地热能的国家还包括冰岛、菲律宾，萨尔瓦多、新西兰和哥斯达黎加等。随着加勒比地区地热规划项目的实施，该地区的一些岛国有望以地热发电取代昂贵的柴油燃料发电，最终实现所有电力全部由地热能供应。

越来越多的国家开始重视地热的潜力

为了实现可持续发展和开发清洁能源，荷兰温室部门也开始利用地热能进行供热。在欧洲，多个国家都致力于将地热能应用于区域供热。在中国大规模的区域供热中，地热供暖在多个城市和地区推广，以减少煤炭使用、改善空气质量。

在农产品领域，地热能在温室保温之外还有其他重要作用，比方说用于土壤施肥，用于农产品收割后的脱水（如干燥西红柿等）。在食品加工领域，地热能可用于牛奶巴氏杀菌和相关应用。

如今，我们只是在探讨地热能利用的整体潜力，特别是地热能的直接应用。我们看到了地热开发许多创新方向，主要包括：降低钻井成本，利用超临界热量来提高每口井的产量，发现从地表以下获取热能的新方法，项目开发中的新商业模式以及新的融资模式等。未来地热发电会出现多大的增长，这在很大程度上取决于世界各国对地热的政策支持力度，以及地热是否能在未来能源供应中发挥重要且基础的作用。

六、海洋

中国海油首次披露——

千亿方天然气田如何“浮”出渤海湾

科技日报　2019.4.2

渤海湾，有着“摔碎的盆子再踩一脚”的地质结构，“富油贫气”是它一直以来给石油地质学界留下的印象。不过，这个印象近期被中国海洋石油集团有限公司（以下简称中国海油）的科技创新工作颠覆了。

日前，中国海油宣布，渤海湾发现千亿方大型天然气田。渤海油气开发历时60年，大气田为何直到最近才显露真身，这背后凝聚了多少科技攻关？

终于找到你 大量产气烃源岩现身

中国海油总地质师谢玉洪介绍说，渤海能否迎来大规模既有油又有气的新时代，要解决的第一个问题就是，渤海湾到底能不能“孕育”大气田。

烃源岩是指具备油气生成条件的岩石。判断能否在渤海湾找到气的第一步，就是要先确认那里有没有足量能产气的烃源岩。

多年来，中国海油联合多家科研单位协同找气岩，终于确认在渤中凹陷的沙三段、沙一段和东三段3个区域，分布着面积达7000平方公里，累计厚度约为1500米的大面积湖相优质烃源岩。实验证实这些烃源岩是典型的油气源岩，既能生油，也能生气。

此外，渤中凹陷自渐新世（始于3400万年前，终于2300万年前）以来的大幅度沉降，导致烃源岩的深埋与熟化速率远高于渤海湾盆地的其他凹陷。烃源岩热模拟实验表明，渤中凹陷天然气聚集量资源潜力巨大，高达1.5万亿—1.9万亿方，比之前提高了5倍以上。

破除死亡线 硬质潜山蕴藏大气田

“渤海湾盆地断裂活动性强，要寻找大气田必须走向保存条件相对较好的深部储层。但是，传统理论认为，海底深层超过4000米就难以形成优质储层，是传统商业性油气勘探的死亡线。”谢玉洪说。

中国海油研究团队发现渤中凹陷有抗压实能力很强的潜山，实验表明太古界变质花岗岩是这些潜山的主要成分。接下来的研究发现，19－6区域的太古界变质岩基底历经多期构造运动，潜山被其他多个方向断层切割，产生大量裂缝，大气淡水、幔源流体则进一步优化了

裂缝网络。这些硬质潜山能够形成优质的天然气储层。

为了证明潜山中的天然气能在剧烈的断裂活动中幸存，中国海油首次提出了断裂活动区天然气藏超压动力封闭机制，发现渤中凹陷的大面积快速沉降导致泥岩超压快速形成并加剧，将大部分油气封盖在深层。同时建立了深层潜山晚期大型凝析气田成藏模式，明确了断裂活动区天然气富集、保存的有利条件。

渤中 19－6 大型凝析气田，已探明含气面积 118 平方千米，气柱高度达 1569 米，该发现证实了中国海油相关技术的准确、可靠。

向深部进发 破解探测与开采难题

地震资料成像是判断油气田规模的重要手段。但渤中凹陷潜山埋藏深，上覆火山岩与巨厚砂砾岩等地质体，对地震资料的屏蔽十分严重。同时，潜山裂缝储层成因复杂、变化快、非均质性强，预测难度大。

中国海油开展了多尺度裂缝储层预测研究，创新海上深层潜山高密度地震勘探一体化技术。5000 米潜山内幕断层识别率提升 2 倍以上，潜山储层预测结果与实际钻探对比符合度达 95%。

另外，海上深层钻井面临时效要求高、高产能困难等技术瓶颈。特别是渤中凹陷地区太古界变质花岗岩抗压强度高，高温、低孔渗、裂缝等多条件并存，易发生储层伤害，且伤害后很难恢复，这给钻井工程带来极大挑战。

为此，中国海油开创了海上深部硬地层快速无伤害钻井关键技术，研制了新型高强度钻头、钻具，建立了 210℃抗高温助排型无固相储层保护钻井液体系，实现了储层零伤害，钻井周期由原来的 119 天降至 45 天。

谢玉洪说："正是在深层大型整装凝析气田勘探理论的指导下，在勘探关键技术的支撑下，实现了渤中 19－6 大型整装高产凝析气田的发现。"在"渤海湾盆地深层大型凝析气田勘探理论技术创新与重大发现"成果鉴定会上，中国石化集团公司总裁、中国工程院院士马永生等鉴定专家一致认为，渤海找气的多项技术达到国际领先水平。（胡定坤）

去年我国海洋油气业实现增加值同比增 3.3%

人民日报　2019.4.30

本报讯（记者于学华）报道 自然资源部网站日前公布 2018 年中国海洋经济统计公报显示，2018 年，我国海洋油气业全年实现增加值 1477 亿元，比上年增长 3.3%。

公报显示，2018 年，受国内天然气需求增加影响，海洋天然气产量再创新高，达到 154 亿立方米，比上年增长 10.2%；海洋原油产量 4807 万吨，比上年下降 1.6%。根据公报，2018 年，海洋油气业、海洋矿业增加值占主要海洋产业增加值的比重分别为 4.4%、0.2%。

公报称，海洋油气业包括在海洋中勘探、开采、输送、加工原油和天然气的生产活动。海洋矿业包括海滨砂矿、海滨土砂石、海滨地热、煤矿开采和深海采矿等采选活动。

七、氢能

电解水制氢有了长寿命廉价催化剂

科技日报　2019.4.2

最新发现与创新

科技日报沈阳4月1日电（记者郝晓明）中国科学院大连化学物理研究所韩洪宪研究员和李灿院士团队与日本理化学研究所合作，研发出一种可在强酸条件下长寿命电催化分解水的廉价电催化剂，并有望在大规模可再生能源制氢技术中应用。相关研究成果日前发表在《德国应用化学》上。

将太阳能转化为俗称“液态阳光”的“太阳燃料”，是应对未来化石燃料枯竭和气候变化的重要可再生能源策略。近年来，太阳能等可再生能源发电逐步成为大规模发电技术。利用光伏发电驱动电解水（PV－E）制氢，是目前最有希望的大规模利用可再生能源的制氢技术。在众多电解水技术中，质子交换膜电解水技术受到广泛关注。但是，该技术在强酸条件下工作，大部分催化剂不稳定。目前，只有贵金属铱（Ir）能在质子交换电解水酸性环境下稳定工作，这极大地限制了PEM电解水技术的大规模应用。因此，开发能够取代贵金属的廉价、高效、稳定的电解水催化剂，对发展大规模低成本PEM电解水制氢技术尤为关键。

据了解，中科院大连化物所研究团队长期致力于光催化、光电催化和电催化分解水制氢技术研究及催化剂的开发。研究过程中，科研人员基于前期的探索发现了$\gamma-MnO_2$（γ型二氧化锰）在特殊电位窗口范围内，可实现强酸条件下稳定电催化水分解，并实现了8000多小时的长寿命工作。此外，该合作研究团队还利用原位光谱电化学等方法，系统研究了这种催化剂在强酸性条件下电催化水分解反应的机理。

相关技术人员表示，非贵金属电催化剂在强酸条件下能够成为长寿命分解水，为发展廉价、稳定、高效的分解水制氢催化剂开启了新的思路，也为清洁能源的开发和利用起到促进作用。

我国科学家提出制备常温超导“金属氢”新方法

中国能源报　2019.4.8

本报讯 在掌握气态、液态、固态的制备方法后，如何制备“金属氢”是科学界正努力攻关的难题。近日，山东大学赵明文教授团队提出利用碳纳米管高机械强度的特点，在碳纳米管中以相对“较低”的压力制备与保护准一维“金属氢”，并由此发展出相应的理论模型。这项理论成果日前被国际学术期刊《纳米快报》发表。

山东大学赵明文教授团队表示，由于碳纳米管具有高机械强度的特点，在其内可以形成超高密度的准一维“金属氢”。作为容器的碳纳米管，不仅可以保护稍纵即逝的“金属氢”，并能有效降低实现氢金属化的临界压力，在相对“较低”的压力下实现氢的金属化和超导特性。

科研团队介绍，基于量子力学第一性原理的分子动力学模拟显示，束缚于碳纳米管的准一维氢在163.5万倍大气压下可以变为金属态，其超导的临界温度也接近室温。研究人员在埃利亚西伯超导理论的基础上，已发展出相应的理论模型，成功解释了准一维“金属氢”的超导特性。

物理学家尤金·维格纳与希拉德·亨廷顿1935年曾预言，“金属氢”存在于超高压强条件下。随后，制备“金属氢”成为各国科学家竞相攻关的目标，甚至被称作高压物理学的“圣杯”。根据理论模型推算，在450万倍大气压下，“金属氢”具有接近室温的超导特性。

超高的压力条件，却令实验论证步履维艰。因此，如何在相对“较低”的压力下获得“金属氢”，成为目前重要研究方向。此次，中国科学家取得的理论成果，将为实验制备和研究常温超导体“金属氢”提供新方案。（萧海川）

广东石油将建成全国首座油氢合建站

中国能源报　2019.4.15

本报讯 4月9日，国家工业和信息化部副部长辛国斌一行到广东佛山樟坑油氢合建站考察调研，充分肯定了中国石化广东石油大胆创新，采取国内首创的“利用现有加油站改造为油氢合建站”模式开发新能源加注网点的做法。据了解，经过前期专家评审、设计、勘察、立项、审批等程序，樟坑油氢合建站预计在今年5月底投营，将成为国内首座油氢合建站，日加氢能力达到400公斤，服务周边30条使用氢燃料的公交线路及物流运输车队。

随着新能源技术的快速发展，汽车动力燃料正从单一成品油向更清洁、更环保的液化天然气（LNG）、压缩天然气（CNG）、电能、氢能等绿色能源过渡。广东石油抓前赶早，着手利用现有的油站网络和资源优势，将现有的加油站改造成为油氢合建站，加快布局新能源市场。

目前，广东石油已经在佛山和云浮两地市启动了油氢合建站项目。这种通过增设加氢、充电功能，将现有加油站改造为加氢加油合建站的做法在全国属于首创模式，可以有效解决加氢站的规划布局和建设问题，对其他地区加氢站建设具有重大借鉴意义，对石油公司而言也是探索新能源网点建设，抢占新能源市场阵地一个重要契机。（黄嘉莉 蒋莉敏）

张家港氢云新能源研究院院长魏蔚：

建议发展低温液氢储运技术路线

中国能源报　2019.4.15

“中国制氢能力和储运能力全球第一，有资源条件从天然气进口大国转变为氢能应用大国，从而减少天然气进口量。”张家港氢云新能源研究院院长魏蔚日前在演讲中做出大胆展望。

何以称“大胆”？首先氢要取得能源大家庭的“归属感”才行。当前，在我国氢还仅仅被划归为危化品，一些人对氢的认识还停留在“氢气是易燃易爆气体”的“谈氢色变”阶段。

对于这种认知，魏蔚认为，主要是出于公众对氢能的不了解。她做了一个类比，从能源基础设施的角度来看，氢能与天然气相似，是一种能源气体。天然气是易燃气体，但已进入家庭，与我们生活紧密相关。天然气管道就在我们的小区里、酒店里，厨房里，包括液化天然气（LNG）罐。大家已经习空见惯，就不觉得可怕。而氢气，因为大家见得少、了解少，所以有点“谈氢色变”。

如果公众从“不怕”到越来越接受氢燃料电池车，那么，如何保证氢原料的持续供给就成了下一步问题。从氢气源头来看，我国氢总产量规模居世界第一，有大量的工业副产氢、化工制氢，尤其是可再生能源电解水制氢，所以，氢源富足。在相关装备制造业方面，我国储运装备产能、产量世界第一，在先进材料制备方面也有追赶世界最先进水平的企业。

源头充足、储运装备与材料制备水平在提升，那么氢以什么形态来储运才更有利于推广呢？

魏蔚认为，－253℃低温液态储氢是燃料电池汽车大规模运营的基础保障。她表示，如何将分散在各地的氢气高效配送到加氢站，如何保证终端氢气的供应，提高储运效率和氢气品质是燃料电池车辆行业规模化发展的一个重大瓶颈。

魏蔚坚信，比照液化天然气（LNG）的全球化发展模式，遵循低温储运、高压应用的氢能储运技术路线，氢能的大规模运用、甚至出口都并不遥远。“氢气和天然气都是能源气体。它们的状态、使用场景和对车辆发动机产生的影响，都有极高的相似度，具体包括燃料的储存方式、运输、品质保证和规模化应用之后如何降本等方面，氢能都可以借鉴 LNG。”

近年来，我国 LNG 进口量增速很快。2018 年我国进口天然气超过 9000 万吨，其中，LNG 占总进口量的 60%，超过 5300 万吨，进口规模创历史新高，来源涵盖亚太、中东、北美等 25 个国家和地区。尤其是在车用燃料领域，中国有超过 3100 座 LNG 加气站，占全球总量的 40%，支撑我国成为全球第一天然气汽车大国。

LNG 的经验证明，天然气规模性液化后用船运输上万公里至目标市场，这样长距离运输后的 LNG 价格都比本国小规模生产的便宜。魏蔚表示，大规模发展同样可以大幅度降低液氢的成本，美国民用液氢的成本已经与高压氢持平，欧洲、日本、韩国也步入液氢商业化进程，液氢储氢型加氢站应用逐渐增多。液体的密度是气体密度的数百倍，高压氢的经济运输半径只有数百公里，但液氢在陆地上的经济运输半径可达到 1000 公里，海上经济运输半径超过了 1 万公里，运输半径扩大十倍就意味着市场扩大 100 倍，正是因为能卖给更多客户，才有资格把生产规模做得更大，实现良性循环。

其实，国际上已有液氢长距离交易的成功案例。因为自身资源匮乏，日本的氢气进口量一直占全球首位。日本通常采用运输船大规模从澳大利亚进口氢气，低温液氢船就是常用的运输方式之一，已经从 2000m^3 的示范向 20 万 m^3 的超大规模运输船方向发展。

鉴于氢燃料电池行业的国际发展经验和国内现状，魏蔚建议，当前我国需要大力发展液氢储运技术，提早为氢燃料电池在交通领域的更大规模应用布局。（王海霞）

我科学家成功制备廉价高效电解水氧析出催化剂

科技日报　2019.4.16

科技日报合肥4月15日电（记者吴长锋）记者15日从中国科学技术大学获悉，该校吴宇恩教授课题组运用创新工艺，在氧析出催化剂方面取得重大突破，为电解水制氢的工业化推进重要一步，该成果日前被选为本月《自然－催化》封面文章。

“终极能源”氢能市场化的关键一环是氢气高效廉价的制取。其中，电解水是最被看好的制备方式之一。然而，电解水过程中必需的高效廉价的氧析出催化剂是当前面临的最困难挑战之一，与“非铂氧还原催化剂的开发”并称为氢能高效利用领域的两大圣杯。

氧析出常用的商用催化剂是二氧化铱。铱金属价格昂贵，成为高能、清洁、廉价的氢能源推广的重大阻碍。相比之下，钌金属地球储量更丰富，价格更廉价，如用于工业，能够有效降低氢气制备成本。但由于在强酸、强氧化性环境中，二氧化钌在高电位下极易被氧化为四氧化钌，从而失去催化活性。因此，开发出一种高活性和高稳定的钌单原子催化剂，成为最有潜力的途径。

钌基催化剂在酸性氧析出中的稳定性是一个公认的世界难题。为实现高效廉价的电解水制氢，科研团队经过多年的实验探索，创新性地提出利用抗氧化能力和抗溶解能力强的铂基合金为载体，利用表面缺陷工程技术捕获和稳定单原子的方法成功制备了钌单原子合金催化剂，该钌单原子合金催化剂相对于商业钌基催化剂的过电位降低了大约30%，稳定性提高了近10倍。

该成果不仅成功实现了将单原子钌嵌入稳定合金载体中从而制备出高效催化剂，而且利用金属/合金载体调控单原子电子结构的策略，有望可以应用于其它反应体系中，为许多类似的科学问题提供思路，标志着向氢能广泛应用的绿色未来迈进了一大步。

廉价高效制氢法面世

参考消息　2019.4.24

【韩联社首尔4月23日电】韩国科学家周二说，他们已研发出一种廉价、高效的制氢方法，为生产清洁能源带来新的可能性。

以韩国基础科学研究所纳米粒子研究中心主任玄泽焕和首尔大学教授南基泰（音）为首的研究人员称，他们有史以来首次成功实现了一种特殊的单原子多相催化反应，这种催化反应模仿了被人体用来借助普通光将水转化为氢的酶。

最新一期的英国《自然·材料学》杂志刊登了题为《单原子铜－二氧化钛光催化剂的可逆协作光活化》的文章，介绍了这一以铜和二氧化钛为催化剂的过程。

同时担任首尔大学特聘教授的玄泽焕说：“这一新创造的平台技术利用置于纳米二氧化钛粒子上的铜原子制造出一种催化剂，这种催化剂可以像酶一样在正常大气压和室温下生成氢。”

实验表明，在良好光照条件下，每克用于催化剂的材料每小时可生成30毫克氢。

氢的制造成本很高，尽管按质量计算已知宇宙大部分由氢构成。如果能以较低的成本制氢，这种资源可以满足全球大量的能源需求。据估计，2017年，全球氢市场规模超过1150亿美元。

玄泽焕说，目前，大多数氢是利用甲烷重整技术制成的，这种技术因大量消耗能源、使用化石燃料和向空气中排放温室气体而受到批评。

这一最新研究结果表明，新方法可利用40%以上的光进行氢转化反应，与使用极其昂贵的铂的催化剂效率相当。

成员还包括韩国科学技术院的金亨隽（音）的该研究团队称，这种新的铜－二氧化钛催化剂能生成的氢是仅使用二氧化钛方法的33倍。

该团队称，若付出更多努力，可以进一步发展这项技术，实现工业级的生产，尽管这一过程可能需要时间。

清华大学联手丰田开展氢能技术研发

中国能源报　2019.4.29

本报讯 日前，清华大学—丰田联合研究院签约仪式在北京举行，这是清华大学与国内外企业合作的第一家联合研究院，也是丰田汽车公司在全球与高校开展的最高级别合作。

清华—丰田联合研究院包括产业发展与环境治理中心、清华—丰田研究中心、清华—丰田自动驾驶人工智能研究中心和清华—氢能与燃料电池研究中心四个中心。

在氢能产业成为新风口的当下，此次清华大学和丰田汽车成立联合研究院，正是双方积极布局氢能产业链技术的体现。

据悉，双方在环境科学、能源、材料科学以及车辆安全技术领域方面的共同研究，旨在为实现“全球经济、社会的可持续发展”作出贡献。（胡海洋）

八、风能

整机制造市场集中趋势明显

2018年前十大风电整机商新增装机占市场份额近90

中国能源报电气周刊　2019.4.18

历经数十年的发展，中国风电制造能力从技术与数量不断向欧洲技术水平赶超，目前保持稳定增长的发展趋势。无论是陆上风电还是海上风电，多个重大项目的落地和诞生，离不开这些风电整机商努力的结果。

2018年国内风电有新增装机的整机制造企业共22家

据中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会以及国家

可再生能源中心共同发布的“2018 年中国风电吊装容量统计简报”（简称“简报”）显示，2018 年，中国风电市场有新增装机记录的整机制造企业共 22 家，这与 2017 年有新增装机记录的整机制造企业的总数量保持一致，其中企业也绝大多数保持不变，只是排名顺序的变化而已。不难看出，这两年，风电整机制造企业的市场份额集中趋势明显，行业发展较平稳。

2018 年，新增装机容量 2114 万千瓦，较 2017 年新增装机容量 1966 万千瓦略有涨幅。其中，金风科技新增装机达到 671 万千瓦，市场份额达到 31.72%；远景能源新增装机达到 418.05 万千瓦，市场份额达到 19.77%。金风科技、远景能源加起来占市场约 50% 份额，牢牢占据国内市场第一梯队。

而回顾近几年的风电整机新增并网容量数据会发现，2016 以来，金风科技、远景能源、明阳风电、联合动力一直保持在排名前五以内的位置，除此之外的中国海装、上海电气、运达风电、湘电风能、东方风电这几大风电整机制造商连续三年保持跻身前十的成绩，并且，排名前十的风电整机企业新增装机市场份额由 2013 年的 77.8% 增长到 2018 年的近 90%，增长了 12.2%。

整机商正向综合服务商转型升级

上述这些企业无一例外都参与了无论是陆上还是海上风电的重大项目。前十大整机商中有 6 家参与了三峡福清兴化湾海上风电场一期（样机试验风场）项目，并为该项目提供 5 兆瓦以上的主流机型，根据并网后的监测数据显示，国内整机商的风机运行表现不凡。近日，内蒙古乌兰察布风电基地一期 600 万千瓦的陆上风电示范项目，有 5 家整机商中标，分别是上海电气、金风科技、中国海装、明阳智能、东方风电。这些重大项目为我国海上风电制造形成规模化发展打下基础，也以此为平台证实了 我国整机制造的实力。

正是基于这些项目，不同机型的风电机组通过实践不断提升其性能，整机商坚定不移地朝着风机大型化发展迈进。根据简报数据显示，2018 年，中国新增装机的风电机组平均功率为 2.2 兆瓦，同比增长 3.4%；截止 2018 年底，累计装机的风电机组平均功率为 1.7 兆瓦，同比增长 2.5%。2018 年，中国新增风电机组中，2 兆瓦以下（不合 2 兆瓦）新增装机市场容量占比为 4.2%，2 兆瓦风电机组装机占全国新增装机容量的 50.6%，2 ~ 3 兆瓦（不包括 3 兆瓦）新增装机占比 31.9%，3 ~ 4 兆瓦（不包括 4 兆瓦）机组新增装机占比达到 7.1%。与 2017 年相比，2.1 兆瓦 ~ 2.9 兆瓦机组市场份额同比增长了 31.7%；2 兆瓦机组市场分额同比下降了 7.8%。虽然目前 2 兆瓦仍占据主要市场份额，但持续下降的趋势凸显，未来，向 3 ~ 4 兆瓦机组的进步不断提速。

作为连续八年保持龙头地位的金风科技，金风科技董事长武钢对获得这样的成绩说：“2018 年金风科技全产业链布局优势凸显，业绩稳步增长，在国内外市场拓展、产品技术创新等方面取得良好进展，同时加快推进数字化转型和相关多元化战略布局；综合实力进一步提升，行业领先地位得到巩固。”全产业链、数字化转型是关键，从单一的设备主机制造向整体解决方案的技术方向延伸，是目前多家企业的制胜法宝。

近两年，海上风电装机容量出现爆发式增长趋势，. 从 2018 年中国海上风电整机商排名中再度蝉联榜首的上海电气来看，在风电设备业务领域，上海电气努力从风机设备制造商向全生命周期（涵盖“风资源—风电机组—风电场—电网—环境”）风电服务商转变，加快推进技术研发能力建设。

截至目前，上海电气新设立了北京、浙江杭州、广东汕头、丹麦等研发中心。今年，上海电气在福建海上风电设备制造基地正式投运，该基地是当前亚洲规模最大、水平最高的海上风电生产基地，标志着上海电气具备 6 至 10 兆瓦大型直驱风力发电机组生产能力。上海电气在海上风电领域的表现强劲，至此，2018 年中国市场风电整机制造企业新增装机容量排名中，上海电气排名上升至第五。

2018 年中国市场风电整机制造企业新增装机容量

序号	制造商	装机容量/万千瓦	装机容量占比	序号	制造商	装机容量/万千瓦	装机容量占比
1	金风科技	670.72	31.72%	12	南京风电	29.70	1.40%
2	速景能源	418.05	19.77%	13	西门子歌美飒	27.69	1.31%
3	明阳智能	262.36	12.41%	14	三一重能	25.40	1.20%
4	联合动力	124.35	5.88%	15	华仪风能	22.78	1.08%
5	上海电气	114.13	5.40%	16	GE	15.83	0.75%
6	运达风电	84.69	4.01%	17	航天万源	14.60	0.69
7	中国海装	81.30	3.85%	18	华创风能	14.20	0.67%
8	湘电风能	55.10	2.61%	19	许继风电	12.00	0.57%
9	Vestas	54.00	2.55%	20	中人能源	10.00	0.47%
10	东方电气	37.50	1.77%	21	太原重工	5.00	0.24%
11	中车风电	29.95	1.42%	22	华锐风电	4.95	0.23%
合计						2114.3	100%

八家中国整机商入围全球 15 强

中国能源报　2019.4.22

4 月 17 日，全球风能理事会（GWEC）首次发布《全球风电市场－供应侧报告》，该报告显示，2018 年全球一共安装 20641 台风机，新增装机容量为 50617 兆瓦。报告显示，全球风机制造商前十五位中有八家来自中国。

报告同时指出，在全球排名前十五的整机制造商中，来自中国的企业已超过半数。来自丹麦的维斯塔斯借助其全球布局和在美洲的强劲表现，继续保有全球最大风机制造商的头衔。中国的金风科技，其本土市场份额在 2018 年增加了 5.1%，帮助其全球排名从 2017 年的第三名上升至第二名。而西门子－歌美飒由于去年在英国、德国及印度的装机下降导致其

全球排名滑落一位，位列第三。

全球风能理事会首席执行官 Ben Backwell 表示："2018 年全球新增装机量下降了 3%，而第一方阵制造商的市场份额却提高了，这说明领军企业在产品创新和增值服务上所作的努力终于得到了回报。2018 年排名前十五的整机制造商中虽有八家来自中国，但如果把中国市场的新增装机排除在外，这个排名会有很大的变化。"

全球风能理事会战略总监赵锋说："我们在 2018 年见证了全球风电市场供应侧的进一步整合。从固定上网电价向竞价上网的转型让行业竞争变得更加激烈，过去一年中全球一共有七家整机制造商退出了市场。在中国，虽然去年仍有 19 家本土企业从事整机生产，但随着竞价项目的开展以及政府对 2020 年实现风电平价上网的要求，一些中小型整机制造商将迫于竞争压力，放弃风机制造业务。"

过去一年，GE 在美国市场表现不俗，并从维斯塔斯手中夺回了最大供应商的头衔。远景能源凭借其在中国市场的强劲增长，取代了德国供应商 Enercon 排在全球第五位。

Enercon 去年的排名下滑一位，主要是因为其在德国市场的装机量出现急剧下降。来自中国的明阳智能、联合动力、上海电气排名分别升至第七、九、十名，这要归功于他们在中国本土市场的不俗表现。

Suzlon 去年在印度市场的新增装机下降了三分之一，导致其在全球排名跌出前十。Senvion 的排名下降三位，跌至第十二名。这家德国主机商 2018 年在德国本土的新增装机只达到上一年的一半。此外，中国海装和湘电风能也跻身全球前十五的榜单中，但他们的全球市场份额在 2018 年有所下降。（陈彬彬）

国家能源局征求风电、光伏发电管理意见

——电力行业舆情周报（4.12～4.19）

中国电力报　2019.4.22

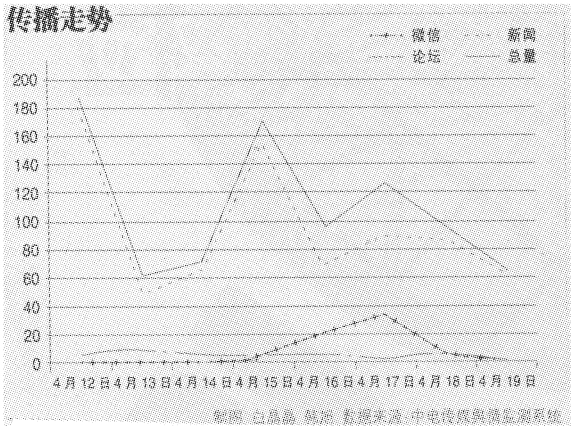
行业热点 TOP5

1. 国家能源局对 20 的年风电、光伏发电建设管理征求意见
2. 我国核电机组已安全稳定运行累计 300 余堆年
3. 海关总署：一季度原油和天然气等大宗商品进口量增加
4. 3 月我国汽车销量降幅收窄新能源车逆市增八成
5，京津冀煤炭消耗量 6 年下降 24%

重点关注

近日，国家能源局印发针对 2019 年风电、光伏发电建设管理的规范性文件（征求意见稿）指出，研究论证本地区建设风电、光伏发电平价上网项目的条件，在组织电网企业论证并落实拟新建平价上网项目的电力送出和消纳条件基础上，优先推进平价上网项目建设。经充分论证不具备建设平价上网项目条件的省（区、市），综合考虑相关规划、电力送出和

消纳条件确定合理的需国家补贴项目的总规模，分别按风电和光伏发电项目竞争配置要求通过规范竞争方式选择需纳入国家补贴范围的项目。



典型言论

根据市场传言，2019 年光伏新增补贴规模为 30 亿元人民币，因此度电补贴越高，市场规模越小。而来自企业方面的意愿是，市场规模在补贴强度之前，即愿意让渡补贴强度，换取更大的市场规模。角色的转变是大势所趋，因为根据市场目前的情况，如果看不到其他的可再生能源补贴的资金渠道来源，同时又希望有较大的市场规模来支持新增的市场，继而拉动其后的制造业，所以势必需要降低补贴强度，拿出新的项目分配办法。

——中国新能源电力投资联盟秘书长 彭澎

从光伏方面来说，整体政策导向仍然是稳中有进，鼓励平价，提升补贴资金的利用效率；由于政策前期充分征求意见，基本与市场预期一致。从落地时点和政策的可执行度上看，超市场预期。风电方面，对于存量项目的抢开工到抢并网的确定性增强，海上风电许多人认为低于预期，但政策目标是规范管理，提升公平性，利于行业长期发展。两者的共性有以下 3 个方面：一是，新增项目中平价项目在前，补贴在后；平价项目优先消纳；二是，需要满足消纳条件和预警要求，使后期投资收益保障；三是，采用地方竞价模式，补贴强度低、退坡力度大的，竞争竞价力度大；光伏发电对各资源区、各项目类别采用不同修正系数的方式，补贴退出幅度大的地区和项目竞争力更大。

——国家发展改革委能源研究所研究员 时语丽

多份文件的接踵而至，表明相关部门加快推动平价项目上报和建设进程的决心。在宏观政策的引导下，中国的光伏产业将由粗放式发展转向精细化发展的新阶段，由拼规模、拼速度、拼价格转向拼质量、拼技术、拼效益转变的新阶段。光伏产业在新的形势下将会进一步加强技术创新，进一步加快提质、降本、增效的步伐，以求尽快实现全面平价上网。

——中国光伏行业协会副秘书长 刘译阳

九、核能

首个“核蓄一体化”项目稳步推进

中国能源报　2019.4.29

本报讯 全国首个按照“核蓄一体化开发运营”新模式开展前期工作的核电项目——福建漳州核电项目一期工程目前已基本完成四通一平，同时已全部完成项目用地近 3000 亩的

征迁工作。

信息显示，与漳州核电配套开发建设的云霄抽水蓄能项目建在云霄县火田镇，规划建设6台30万千瓦可逆式水轮发电机组，总装机容量180万千瓦，总投资100亿元，已列入国家“十三五”水电发展规划和可再生能源发展规划，目前正在开展可研工作。

云霄抽水蓄能电站项目由中核国电漳州能源有限公司负责运营，项目建成后，将配合核电运行，承担福建电网的调峰、填谷等任务。（宗和）

华龙一号全球首堆启动冷试

提前50天全面转入调试阶段

2019.4.

新华社福州4月27日电 27日10时07分，随着现场总指挥一声令下，“华龙一号”全球首堆、中核集团福清核电5号机组一回路水压试验正式启动。这标志着该机组提前计划50天启动冷态功能试验，由安装阶段全面转入调试阶段。

冷态功能试验是核电厂大型综合专项调试试验，主要目的是验证一回路系统和设备及其辅助管道在高压下的各项性能，并在各个压力平台下进行主系统和辅助系统的相关试验，是对整个反应堆性能的第一次全面考验。

作为我国核电走向世界的“国家名片”，“华龙一号”是我国具有完全自主知识产权的三代核电技术，设计寿命为60年，反应堆采用177堆芯设计，堆芯采用18个月换料，电厂可利用率高达90%以上，创新性采用“能动和非能动”相结合的安全系统、双层安全壳等技术，在安全性上完全满足国际最高安全标准要求，实现了先进性和成熟性的统一、安全性和经济性的平衡、能动和非能动的结合，是当前核电市场上接受度最高的三代核电机型之一。

中核集团在建的海内外四台华龙一号核电机组，是全球唯一按照进度计划建设的三代压水堆核电项目。目前，海内外华龙一号工程建设各节点均按期或提前完成，工程安全和质量处于良好受控状态。华龙一号示范工程福清核电5、6号机组各项节点均按期或提前实现。

致力发展可再生能源

中国核聚变技术能力快速提升

参考消息　2019.4.30

【阿根廷《号角报》网站4月28日报道】题：明日的能源

在一个汉堡形的巨型装置中，中国创造了一个世界第一：实现1亿摄氏度的电子温度，朝着作为可再生能源关键行业的核聚变迈出了一小步。

安装在合肥的反应堆，是在国际热核聚变实验反应堆计划（ITER）项目框架内进行的一个实验。ITER是目前全球规模最大、影响最深远的国际科研合作项目之一。ITER反应堆

目前正在法国南部建设中，是一个能产生大规模核聚变反应的超导托卡马克。

中国反应堆在2018年11月达到了创纪录的温度。位于中国合肥的全超导托卡马克大科学装置EAST有时被称为“人造太阳”。

全超导托卡马克能够产生令人难以置信的高温，目的是进行核聚变反应。核聚变被视为未来能源，因为它像太阳能一样不会产生废物或温室气体。

“我们希望通过这一装置扩大国际合作，并为人类未来使用核聚变能源做出中国的贡献。”负责实验反应堆项目的科学家宋云涛解释说。

困难在于以持久的方式保持这种高温并且将它们包含在坚固材料中。

ITER中国高级工程师吴松涛（音）指出：“EAST仅在等离子体中心才能达到1亿摄氏度，中心区外的温度依然很弱，这些标准距离ITER的期望值还有一段距离。”

正在法国东南部圣保罗－莱迪朗斯建造的反应堆规模将是以前装置的10倍，它的温度将达到1.5亿摄氏度。

吴松涛承认，中国在核聚变方面的技术能力仍落后于发达国家，这些不同项目皆以ITER为基础，但合肥的实验凸显了中国科技的快速发展及其实现更多目标的承诺。他说，中国的能力“在过去20年里发展迅速，尤其是在搭上ITER快车之后”。

ITER总干事贝尔纳·比戈2018年在接受新华社采访时表示，中国是这一世界最大“人造太阳”项目“非常、非常好的合作伙伴”，中国交付相关产品“按时保质”，堪称合作各方的榜样。

宋云涛表示，由于成本巨大，“核聚变不是一个国家可以单独完成的事”，“和ITER一样，世界各地的人们需要在这方面共同努力”。

十、其他

1800米以深煤层气经济开采取得世界级突破性进展

雄安新区附近打出高深高产煤层气井

中国能源报　2019.4.1

中石油华北油田煤层气河北大城大平7井，坐落在雄安新区正东60多公里处的广袤平原上。3月21日，这口井日产煤层气11300立方米，并且保持万方高产已达15天以上。据现场技术人员介绍，这口井最高日产曾到1.7万多立方米，为稳妥起见，控套压稳控产量，预计后期日产量还会大幅增长。

华北平原京津冀腹地打出了高产煤层气井，无疑对这一核心地带的绿色发展是一个值得振奋消息。更值得一提的是，这口水平井井深3013米，垂直深度达2019.24米，是国内煤层气首次在这一深度取得的高产重要突破，填补了世界范围内1800米以深煤层气经济开采空白。在其附近的大探6、大探7两口垂深2000米左右的直井，也都取得了单层日产3000

立方米的高产，显示出这一区块的开发潜力。

华北油田公司副总经理朱庆忠认为，大平 7 井的成功是我国深部、中煤阶煤层气可实现效益开发的标志性事件，同时也预示着我国煤层气可开发范围已经由 800 米以浅增至 2000 米左右，在这一深度以浅的 30 万亿立方米煤层气资源可全部纳入开发范围，这对我国煤层气科学开发具有里程碑意义，展示了中国石油在煤层气领域争创世界一流的实力。

这一实力取得与华北油田公司在煤层气领域的创新开拓密不可分。

2005 年开始，华北油田在山西沁水盆地着手煤层气开发，实施智慧气田建设，用 3 年多时间就建成了国内首个数字化整装煤层气田，2018 年又率先在国内实现煤层气地面抽采年产量超过 10 亿立方米。

然而，煤层气业内有个不成文的共识，就是离开沁水少高产，甚至在沁水盆地边缘开发难度都非常大。这是由于煤储层非均质性强、可改造性差、埋藏深度影响大，因此目前仅有晋南沁水高煤阶和鄂尔多斯东缘低煤阶煤层气实现商业化开采，且煤层均在 800 米以浅，深部区域则被视为开发禁区。

与此形成鲜明对照的，是国内煤层气蕴含量却非常大，位居世界第三位，埋深小于 2000 米的煤层气总储量约为 37 万亿立方米，与陆上常规天然气资源量相当。世界范围内有很多国家都有不同形式存在的油气资源，但大都因为技术制约而无法实现商业开采。拿美国来说，其页岩油储量巨大，但也是在近些年才突破了相关的开采技术，使美国一跃从石油进口国变成了石油输出国。因此，华北油田公司清醒地认识到，着力攻克技术难关，是促使国内煤层气产业大发展的重要基石。

从 2012 年开始，华北油田公司在全国煤层气行业因技术瓶颈而止步不前的大背景下，适时地提出了五大类 23 项重大科研课题，全力瞄准基础理论研究与核心技术攻关，用 6 年多的时间，以全面创新的思维，提出了“煤层气‘四元’成藏、‘三要素’控产和疏导式开发”的地质理论，发展并形成了“选区评价、储层改造、定量化排采、低成本可控水平井钻井”等勘探开发关键技术。

依靠新的理论和技术，华北油田煤层气在自己并不算广阔的矿权区内，已形成遍地开花的局面：以浅层低煤阶褐煤为主的内蒙古吉尔嘎朗图区域，勘探出以两口日产超过 2000 立方米高产井为主力的，初步具备商业开采价值的勘探区，区域计划控制储量 50 亿立方米；沁水盆地马必东年 4 亿立方米产建区块顺利进行高煤阶 1500 米以浅煤层气的商业开发，突破了沁水高煤阶 800 米以深不可开发的“红线”，走在世界前列；破解老区产量逐年递减的难题，樊庄区块开发 12 年后产量实现了历史性的攀升，达到 6.5 亿立方米，成为我国煤层气少有的老区产量上升区块。

在此基础上，他们又从长远发展角度，及时提出了“立足沁水，放眼全国”的战略目标。把视角转移到了矿权区内的河北大城中煤阶煤层气区块，进行战略勘探部署。这一区块煤层埋深 1800－2500 米，为中阶气肥煤，上世纪 90 年代曾进行勘探，但由于埋深大、含气

量低、稳产差，勘探评价工作停滞20多年。

运用新的创新技术，科研技术人员连续在该区块部署钻探4口直井，其中两口2000米左右的直井获得单层日产近3000立方米的高产，极大地鼓舞了科研人员的信心。

在此基础上，他们进一步总结经验教训，加强精细论证，强化选区选层，调整主攻方向和适用技术。2018年，又在逐步创新及完善的新理论认识基础上，科学设计实施大平7井钻探，解吸90天时间，在套压2.7兆帕、流压7.4兆帕的情况下，日产逐渐超过万方，且具有很强的稳产潜力。（那松波 李长开）

煤层气产业发展步入关键“窗口期”

中国能源报　2019.4.8

“十三五”规划发布已三年，虽然煤层气产业持续奋斗，但因多种因素影响，实际发展远低于预期，特别是地面生产的表内统计年度增量平均仅5亿立方米/年左右，仍处于增速疲软期。但是，煤层气的资源潜力依然巨大。2018年，我国煤层气表内初步统计，地面狭义煤层气产量54.63亿立方米，煤矿井下瓦斯抽采量129亿立方米，煤层气总产量183.6亿立方米，煤层气利用量101亿立方米。其中地面煤层气产量比2017年的49.53亿立方米同比增长10.27%；包含煤层气矿权内的煤层气、致密气、页岩气三气共采的广义煤层气储量72.6亿立方米，煤层气总产量可达201.6亿立方米，煤层气总利用量119亿立方米。

值得注意的是，目前煤层气矿权内的煤层气总产量统计原则，在某种程度上缺乏科学性和合理性，不仅削弱了多年开发成果，也不利于产业发展。今明两年是“十三五”规划的关键年，通过进一步改革开放、优化政策和环境，我国煤层气产业有可能迎来曙光，步入健康、快速、持续发展的轨道。

推动落实“三气共采”政策

根据国际煤层气产业惯例和国内实际情况，煤层气开发利用“十三五”规划的编制专家组曾建议：“明确煤层气矿权人可以同时开采矿权范围内煤系地层烃类气体，并享受同等政策”。“十三五”煤层气开发利用规划正式文本确定为“探索煤系地层多种气体综合开发新模式，鼓励多气共采”。

经过“十三五”规划前三年的探索和实践，业内对煤层气区块内煤层气、页岩气、致密气三气共采，享受同等优惠政策已达成共识。矿产资源管理部门相关人员也多次同意在煤层气矿种名称不变的前提下，实行上述政策具有合规合理性。

煤层气的定义从狭义的“赋存在煤层中以甲烷为主要成分，以吸附在煤基颗粒表面为主，部分游离于煤孔隙中或溶解于煤层水中的烃类气体”，扩展为煤系地层的多种烃类气体的广义概念，具有较为充分的科学性、合理性和可操作性。

（1）与国外煤层气资源开发管理惯例接轨

国外设定的煤层气矿权区域采出的气体都以煤层气计量，并享受同等优惠经济政策，没

有僵化区分是致密气、页岩气还是煤层气，也没有区分游离气和吸附气，一是因为无法严格区分，二是如不共采都会留下隐患。如美国圣胡安盆地年产量最高，多年维持在年产 300 亿立方米左右。圣胡安盆地采用直井洞穴完井，平均单井日产 2 万立方米以上，直井最高单井日产 100 万立方米。美国其他煤层气采区也有相似的多气合采的情况，高产期时采自圣胡安盆地的煤层气一直占美国总产气量的一半以上。

与我国山西沁水盆地南部资源类似的黑勇士盆地，采用直井压裂法开采，平均单井日产约 3000 立方米。圣胡安盆地和黑勇士盆地开发煤层气，享受同样的税收补贴政策。澳大利亚开发煤层气也有多气合采的实例，目前澳大利亚煤层气年产量约 420 亿立方米，已取代美国成为世界第一大煤层气生产国。

因此，1997 年我国对外合作开采煤层气资源的标准合同，经与外商反复协商，又经我国政府部门审核、批准，煤层气定义为“煤层及上、下岩层的烃类气体”，基本采用煤系气的概念。

（2）我国沁南煤层气开采实践验证了多气共采的合理性

山西沁南潘河区块 22 平方公里，年产 1.5 亿 – 2.5 亿立方米的高产稳产期 9 年，累计产气量 24 亿立方米。预计总产气量可能大于探明可采储量数倍，也将远高于探明地质储量。邻近的潘庄对外合作区块面积 62.55 平方公里，已累计产气 30.38 亿立方米，预计总产气量也将远大于探明可采储量。

专家认为，潘河、潘庄区块处于地台型基地，经过史上两次断裂抬升的地质构造变动，储层渗透性改善，又有大量（围岩）游离气成为补充气源，才可能使该区块产气量大大高于预期。在该区域无法区分狭义的煤层气和其他非常规气。因此，我国的煤层气开发实践，也初步证明在煤层气矿权内，无法严格区分煤层气及其他非常规气。

（3）三气共采有利于防治瓦斯事故和减排温室气体

煤矿井工开采是地层内大面积、大空间、大规模的采掘作业，采动的推进将对地层构造及气体运移产生较大的持续性影响，煤层及地层的气体渗透、运移立体扩展延深。尽管煤储层本层的煤层气已预先大比率采收，若预先未实施多气共采，煤系地层的致密气、页岩气等非常规气还将源源不断涌入采掘工作面，造成瓦斯灾害威胁。伴随着煤炭的采掘作业，仍可能向大气大量排放甲烷气，形成温室效应。因此，建矿或采煤前先进行煤系地层内煤层气、致密气、页岩气三气共采，才能从根本上防治煤矿瓦斯事故，有效减排煤炭开采时释放的温室气体。

（4）落实三气共采政策，创造科学、公平、合理的大环境

煤层气矿权内的煤系地层中，煤储层是煤层气、致密气和页岩气等非常规气的源生层。多气具有动态渗流，开采时不易严格区分。央企油公司在煤层气区块作业，可同时持有煤层气和常规天然气的矿权。为操作方便，这类企业通常将煤层气矿权内产气量，以天然气产量申报和统计。其他煤层气企业则难以取得合法三气探采资格，煤层气区块内投入的大量勘

探、开发费用，不能得到合法合理的回报。再者，煤层气矿权内的三气共采仅在常规天然气中统计，探采成果不能合理体现，必然人为压抑了我国煤层气产业。落实三气共采的政策，就是落实“十三五”规划鼓励三气共采的既定原则，也是对产业的激励。

（5）有利于完成煤层气地面抽采的规划产量目标

根据国家“十三五”煤层气开发利用规划，到2020年，煤层气总产量240亿立方米，其中地面产气100亿立方米，煤矿井下抽采140亿立方米，如按近几年正常煤层气地面产量的增率估算，到2020年，地面煤层气产量只有65－70亿立方米，将连续3个五年规划完不成产量目标。

如果煤层气矿权内三气共采、享受同等优惠政策得以落实，预计到2020年，仅中联公司和中石油在煤层气区块内致密气可再增产20亿立方米以上，再加上稳定增量10亿立方米，我国煤层气地面总产量可达103亿立方米左右，将超额完成“十三五”规划的产量目标。

这项政策落实，不仅助推我国煤层气地面开发首次完成和超额完成规划产量目标，还将使产业迎来新的契机，起到了激励和推动产业发展的积极导向作用。

进一步改进资源管理

煤层气资源管理需要进一步改进，为产业提供发展空间并保驾护航。

（1）扩展煤层气矿权面积，加强勘探

我国煤层气资源评价面积37.4953万平方公里，2000米以浅资源量36.81万亿立方米。已登记矿权面积4.8256万平方公里，仅占煤层气资源评价区域面积的12.87%，比初始设置矿权时减少1.8万平方公里。我国陆上油气矿权面积333.8万平方公里，煤层气矿权面积仅占油气矿权面积的1.41%。其中油气矿权面积中覆盖的煤层气资源评价区域面积约25万平方公里。煤层气作为气体资源，矿权面积过于狭小，严重制约了勘探开发。若要达到预期远景产量目标，必须逐步扩大煤层气矿权面积。

建议国家制定相应政策法规，扩展矿权面积。特别需要科学合理解决与油气企业矿权重叠的25万平方公里煤层气资源勘探问题。

我国已有煤层气矿权范围内，只有潘河、潘庄、成庄、保德、樊庄成为开发的有利区域和主采区，需要配套政策措施，加强勘探工作，发现更多有利的甜点开采区，促进产量的迅速提升。这是我国煤层气产业发展的必要条件，应当抓紧解决。

（2）实行煤层气探采一体化管理模式

煤层气勘探开发与常规油气有别，不易简单区分勘探和开发期。根据国外经验和国内实践，建议只设置煤层气矿权，实行探采一体化管理，不再分别设置探矿权和采矿权。

（3）提高煤层气资源管理效率

煤层气资源管理实行“部控省管”的试点，初衷是改革和简化管理。实践中仍有不少问题，需要加强国家相关部门监管，尽可能简化程序，减少干扰，提高管理效率。目前煤层气资源管理审批环节增多，管理程序复杂，协调难度加大。如矿权延续工作，原来只用十天半

月就可办完的审批手续，由于现在程序、环节复杂，盖章增多，数月甚至半年没有预期结果。

依托国家科技重大专项推动科技进步

从“十一五”后半期实施《大型油气田及煤层气开发》国家科技重大专项迄今，有成绩、有问题、有前景，更有必要以此为抓手，进一步推动科技进步，促进煤层气产业发展。

（1）实施国家科技重大专项主要成绩

实施国家科技重大专项以来，我国基本掌握了常规煤层气勘探开发技术，消化、吸收国外煤层气先进技术和创新技术、装备取得重要成果，促进初步建设沁水盆地和鄂尔多斯盆地两大煤层气生产基地。攻克了1000米以浅高阶煤层气开发等4项关键技术。完善和开发一批重要科技创新成果，有些达到国际先进或领先水平。

“山西沁南潘河煤层气开发利用国家高技术产业化示范工程”项目与国家科技重大专项结合取得8项重大技术突破与创新，9年中平均单井产量稳定在3400－4700立方米，累计产气量已高于预测可采储量，持续平均单产水平高于资源条件类似的美国黑勇士盆地，成为具有国际先进水平的高标准煤层气产区。

（2）目前面临的主要问题

我国煤层气具有构造煤、超低渗、深部等低品质资源占比较大的资源禀赋，目前还没有形成适合各类资源条件的成熟的系列勘探开发技术，存在一些技术瓶颈，需要进行长期、持续性科技攻关。

在《大型油气田及煤层气开发》重大专项实施的十一年中，由于急于求成、认识分歧、视野偏颇、体制机制以及页岩气开发和经济效益冲击等原因，煤层气项目被淡化和削弱，甚至逐步被边缘化。如“十三五”期间，煤层气研究项目数量从“十二五”期间的10项降为5项，煤层气总项目数量和中央财政资金投入则分别下降37.5%和49%。“十三五”期间煤层气项目总数和中央财政投入也远低于页岩气项目。在某种程度上影响了我国煤层气科技进步和产业发展。

（3）需要深化和提高对我国煤层气产业战略意义的认识

据统计，2018年我国能源消费量46．4亿吨标煤，消费量占能源总量的59%。据预测，2035年我国煤炭消费量仍将占43%以上，即未来几十年煤炭为主的能源生产和消费格局不会根本改变。

为保障煤炭的安全绿色开采，我国提出“先抽后采”、“先抽后建”的煤炭开采和煤矿瓦斯防治的国策，使煤层气开采成为刚性需求，煤层气开发利用也起到了非凡的效果。

从科技重大专项开始实施的2008年，我国强化煤层气地面和井下抽采，全国煤矿瓦斯事故起数和死亡人数大幅减少。2008年，我国发生煤矿瓦斯事故182起，死亡778人，煤矿百万吨死亡率1.182；2018年，这三个数据下降为15、58和0.093。

山西晋煤集团位于我国地面煤层气开采最活跃的区域，自从实行井上下联动抽采，以及在全领域地面预抽的近十二年中，晋煤瓦斯超限次数由2006年的300多次，降至2018年的

3 次，基本杜绝瓦斯事故。受益于地面预抽，寺河矿东盘区采煤速度提高 1 倍以上，煤炭资源回收率提高 10% 以上。2018 年晋煤煤层气地面、井下总产量 28.6 亿立方米，利用量 20 亿立方米。安徽淮南矿业集团的煤矿区井下、地面联动开采煤层气，也取得了类似效果。

美国是油气和煤炭生产大国，煤炭主要以露天开采为主，而我国井工开采占 95% 以上，美国煤层气开发对煤矿安全生产影响不大。美国近些年油气开发，特别是页岩气革命，弱化了煤层气开发。加之煤层气已不享受退税补贴的经济优惠政策，进一步转移了社会投资。就我国国情而言，必须开发利用煤层气，以保障煤炭资源的安全、高效、绿色开采，同时保障有效增加供给严重不足的天然气产量。

专家预测，三气共采、扩大矿权范围加强勘探开发、持续增强经济扶持等政策落实，我国煤层气产量可达 500 – 600 亿立方米，工程院曾预测产量峰值可达 900 – 1200 亿立方米/年。

（4）国家科技重大专项对煤层气产业至关重要

目前，我国仍有许多科技瓶颈问题需要攻关。受开发煤层气的资源条件所限，要达到愿景目标，需要有足够的耐心、恒心和信心。就 2021 年 – 2035 年的远期战略而言，国家科技重大专项必须持续并且加强。我国煤层气产业正处于爬坡期，不进则退；国家科技重大专项必须加大力度攻关致胜，不能半途而废。

国家科技重大专项将从国家层面攻关行业科技难题。比如为贯彻保障煤炭安全绿色开采的“先抽后采”、“先抽后建”的防治瓦斯国策，首先要解决占我国煤层气资源多数的难采资源问题，解决低成本开采，提高成本效益这个最大的难题。

（5）以国家科技重大专项为抓手，切实促进煤层气产业科技进步

进一步改进和完善煤层气国家科技重大专项的管理体制和机制，集中力量精准进行国家层面上的科技攻关。

根据我国煤层气资源状况，按大盆地、大区域，分类进行联合攻关。以重大专项为纽带，组织相关企业、高校、研究院进行联合作战。同时，发挥已成立多年的科技创新大联盟的作用。

探索确定煤层气的卡脖子技术、工艺和装备项目。在科技重大项目的实施过程中，组建国家重点实验室、专项团队和专项技术与装（设）备攻关组。同时，逐渐形成适配我国煤层气资源条件的煤层气技术系列工艺和装备。我国煤层气科技重大专项的成功实施，不仅推动产业发展，也将使我国煤层气科技处于国际领先水平。

继续加大产业经济扶持力度

我国陆续颁布了一些煤层气经济扶持政策，一定程度上促进了产业的发展，但力度仍不到位，特别是在国际、国内页岩气、致密气开发经济效益的冲击下，使社会投资勘探开发的积极性大幅滑坡，煤层气产量增长疲软。

鉴于我国难采煤层气资源比重大，开发企业大都艰难、甚至亏损经营的现状，建议国家财政补贴从现行的每开采利用 1 立方米煤层气，补贴额从 0.3 元增至 0.6 元。建议设立国家

煤层气勘探基金，加强勘探的研究和技术探索。从国家年度煤矿安全技措资金中，划拨用于支持煤矿区地面、井下联动治理瓦斯和部分地面抽采煤层气的项目。

我国煤层气产业经过探索期、调整期和奋斗期，已初现曙光。我们将继续以地面开发和煤矿井下抽采及煤系地层三气共采两种煤层气立体开采方式为基础，以国家扶持政策为动力，以国家科技重大专项为抓手的科技创新为引擎，力争完成“十三五”目标，迎来具有中国特色的煤层气产业。（孙茂远）

行业动态

北京碳世纪石墨烯高清燃油项目投产

中国能源报　2019.4.29

本报讯 日前，由北京碳世纪与世能华奇联合开发打造的石墨烯高清燃油项目正式投产试运行。

石墨烯是由一个碳原子与周围三个近邻碳原子结合形成蜂窝状结构的碳原子单层，是许多碳纳米物体的重要构建单元，是应用潜力非常广泛的碳纳米材料，同时也是一种良好的催化剂载体。

据了解，北京碳世纪的石墨烯高清燃油项目正是基于石墨烯载体的催化效果。仅使用相对简易、轻便的装置，施以石墨烯催化剂载体催化技术，即可对成品油二次加工，并可同时提高燃油的标号和热值。

北京碳世纪技术负责人表示，该技术主要包括石墨烯催化剂载体燃油处理工艺和整套自主研发设计的工艺装备。在国家能源大战略和节能减排的大背景下，该项技术产出的降低硫含量、提高燃油热值符合国家对成品油的环保标准。

另悉，北京碳世纪石墨烯催化剂载体高清燃油技术已投入试运行近两个月，取得了相应订单和经济效益。（任可盈）

丰田向北汽提供电池组件，现代计划在四川建生产线

重量级选手入场 氢能市场“热启动”

南方日报　2019.4.26

面对氢燃料电池的风口，重量级选手开始入场。

日前，北汽福田、丰田以及亿华通达成合作意向，将在福田生产及销售的 FC 大巴上搭载采用丰田 FC 电堆等零部件。无独有偶，韩国现代汽车也透露将于四川生产氢燃料电池整车，并销往全国。

分析人士指出，今年以来，氢燃料电池汽车投资热潮不断升温，市场也呈现了早期的高速发展状态，随着主流品牌逐步进入市场，氢燃料电池汽车将进入一个全新发展阶段。未来，氢燃料电池汽车将与纯电动汽车长期并存互补，将在长途、大型、商用车等领域扮演重要角色。

两大跨国品牌进入市场

4 月 22 日，丰田汽车宣布，为促进氢燃料电池汽车（FCV）在中国的普及，将开始向中国的商用车厂商提供氢燃料电池（FC）组件。此次合作作为其中一环，丰田将通过 FC 系统集成商，向中国的商用车厂商提供 FC 组件。

而首个合作项目，是丰田与北汽福田及亿华通达成合作意向，将在福田生产及销售的 FC 大巴上搭载采用丰田 FC 电堆等零部件，三方共同合作推出氢燃料电池客车新产品。今后将向北汽福田以外的商用车厂商提供氢燃料汽车零部件。

与丰田通过技术合作，率先导入核心零部件的模式不一样，在氢燃料电池领域布局较早的另一跨国企业现代汽车，则依托现有的生产基地，将在四川导入氢燃料汽车整车生产。这意味着，现代将直接切入了氢燃料电池整车生产。不过，该项目的推进时间与细节尚未对外发布。

丰田、现代跨国车企不约而同的布局，背后则是中国氢燃料电池的市场已经开始“加热”。事实上，看到市场机遇的并非只有丰田、现代这类跨国品牌，在刚刚结束的上海车展，国内多家车企都发布了最新的氢燃料电池汽车。

据了解，在乘用车领域，武汉格罗夫发布两款氢燃料电池 SUV 车型——欧思典和欧思典运动版便开启预售，预售价约为 75 万 – 100 万元。在动力方面，格罗夫搭载自主研发的氢燃料电池，动力输出的最大功率为 381 马力，加氢时间仅需 3 分钟，百公里加速时间为 6.5 秒，续航里程可达 1000 公里以上。

氢燃料汽车市场起步迅猛

今年两会期间，政府工作报告中首次明确提出，要加快氢燃料电池发展，推动充电、加氢等设施建设。

据了解，为了推动行业发展，工信部正在加码调研相关企业，最近已经实地了解国鸿氢能、佛山飞驰、爱德曼氢能装备、重塑科技等企业氢燃料电池汽车及关键零部件研发及产业化，以及云浮、佛山等市加氢站建设运营情况。

数据显示，今年 3 月，我国氢燃料电池汽车产销完成 86 辆，比上年同期增长 42 倍；今年第一季度，氢燃料电池汽车产销累计完成 278 辆和 273 辆，比上年同期分别增长了 7.2 倍和 135.5 倍。

“我们认为氢燃料电池汽车将与纯电动汽车长期并存互补，共同满足交通运输和人们的出行需要。”工业和信息化部新闻发言人黄利斌表示，燃料电池汽车和采用锂电池的纯电动汽车都是新能源汽车的重要技术路线。从技术特点及发展趋势看，纯电动汽车更适用于城市、短途、乘用车等领域，而氢燃料电池汽车更适用于长途、大型、商用车等领域。

这也再一次明确了氢燃料电池未来的发展方向，确定与纯电动车的差异化发展路线，并确认了未来一段时间氢燃料电池汽车的主要工作，加大商业化示范运行。

事实上，氢燃料电池汽车发展不仅是一个技术问题，还依赖于整体氢能产业链的发展及相关的政策、标准、法规的不断优化完善。黄利斌表示，未来工信部将进一步加大工作力度，联合有关部门开展示范运行，破解氢燃料电池汽车产业化、商业化难题，大力推进我国氢能及燃料电池汽车产业的创新发展。

各地争抢氢能“风口”

氢燃料电池汽车快速发展，也吸引了全国各地不断发力布局，扶持政策相继出炉。

去年6月，广东省发布的《关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》，明确提出大力支持燃料电池系统及核心部件技术攻关、工程研究和产品开发；支持引进和开发先进氢燃料电池乘用车，加快推进氢燃料电池汽车产业化基地建设；建设氢燃料电池汽车商业运营示范区，重点在公共交通、物流等领域开展运营示范；积极探索解决氢源问题，降低用氢成本。

今年1月份，广东省发改委发布了《关于进一步明确我省优先发展产业的通知》，再一次明确提出燃料电池、氢能设备及其关键零部件制造为优先发展产业。

然而，除了有一定产业基础的湖北、广东、上海之外，浙江、海口等地也在加速发展氢燃料电池产业。

4月15日，浙江省发改委公示《浙江省培育氢能产业发展的若干意见（征求意见稿）》，提出到2022年，氢能产业总产值规模超百亿元；建成加氢站（含加氢功能的综合供能站）30座以上；氢燃料电池汽车在公交、物流等领域形成示范推广，累计推广氢燃料电池汽车1000辆。为实现该目标，要推动氢燃料电池整车在公共服务领域的应用，各市每年更换或新增公交车优先支持采购氢燃料电池公交车。

不过在商用方面，得益于佛山与云浮两地的试点，广东在产业布局方面相对完善。日前，佛山飞驰与深圳市佳华利道新技术开发有限公司合作，成功研制出全国首台低压储氢燃料电池公交车。（郭小戈）

重庆两江新区布局 千亿元级氢能产业链

中国能源报　2019.4.1

本报讯 由福建雪人股份有限公司投资45.5亿元建设的“氢燃料电池发动机及其核心零部件制造项目”日前签约落户重庆两江新区，该项目达产后将形成年产10万套氢燃料电池发动机及核心部件的产能，年产值将超过100亿元。以该项目为牵引，两江新区将打造千亿元级氢能源产业生态链。

福建雪人股份有限公司是一家以压缩机为核心的制冷装备与能源装备制造企业。在氢能源方面，其并购参股的企业覆盖了燃料电池空压机、氢气循环泵、水电解制氢设备、加氢站建设与成套设备、氢燃料电池等领域。此次签约落户的“氢燃料电池发动机及其核心零部

件制造项目”将分三期建设，一期项目预计在2021年投产；雪人股份还计划3年内在重庆布局360辆氢燃料电池公交车，170辆氢燃料电池物流车、重卡和环卫车，并分期建设35座加氢站，从而完善重庆氢能源供应网络、满足当地氢能源车辆的运行需求。

雪人股份计划以氢能源产业核心装备制造为基础，通过与上下游零部件供应商以及整车企业、物流企业合作，在两江新区聚集千亿元级氢能源产业链。目前雪人股份已开始与重庆本地的恒通客车、庆铃汽车、上汽依维柯红岩等整车企业探讨合作事宜。（新华）

10吉瓦高效晶硅电池项目眉山开工

中国能源报　2019.4.1

本报讯 3月27日，作为四川省重大项目之一，通威太阳能10吉瓦高效晶硅电池项目正式开工。

据了解，通威太阳能眉山10吉瓦高效晶硅电池项目总投资额超过60亿元，将新建约50条高效晶硅电池生产线及相关生产设施、配套设施，均由自动抓取的机械臂、智能运输机器人组成，打造全球智能化程度最高、量产转换效率最高、节能环保的绿色工厂，眉山基地将继成都基地后，成为全球10吉瓦级的最大高效晶硅电池基地。

该项目的正式启动，标志着四川省“成眉乐光伏产业经济带”发展格局已基本成型。随着项目的建成投产，眉山将成为全球光伏产业高端制造的新高地。（胡斌）

青海共享储能调峰辅助服务市场启动

是我国首次在储能与集中式光伏之间开展调峰辅助市场化交易

中国能源报　2019.4.22

青海省海西州德令哈的光热电站，是海西州千万千瓦级可再生能源基地的重要组成之一。

本报讯 4月15日，国内首次由储能电站与集中式光伏电站之间开展的调峰辅助市场化交易合约在青海省西宁市签订，标志着青海共享储能调峰辅助服务市场试点启动。

据悉，签约单位分别是国网青海省电力公司和鲁能集团青海分公司、国电龙源青海分公司、国投新能源投资有限公司3家新能源企业，各方就践行共享储能调峰辅助市场化交易达成共识，并约定于4月21日－30日在富余光伏与共享储能间开展试点交易，预计完成交易电量50－100万千瓦时。

“这是公司推动泛在电力物联网建设，在储能领域以市场培育形成共享模式的一次积极探索，也是储能技术在促进新能源消纳方面的首次规模化应用。”青海电力调控中心主任方保民介绍，储能技术作为国家能源战略的重要组成部分，是未来支撑可再生能源发展的重要技术之一。随着储能行业发展，青海储能电站容量已达13.5万千瓦时。共享储能对电网调

频调峰、平衡输出、缓解新能源发电出力波动等方面具有突出优势，有助于解决新能源弃电问题，提升新能源消纳能力，同时可以有效提高电力系统安全稳定运行水平。

近年来，青海认真贯彻落实习近平总书记“使青海成为国家重要的新型能源产业基地”的重要指示，以打造两个千万千瓦级可再生能源基地为抓手，加快推进新能源发展。截至3月底，青海新能源装机容量1310万千瓦，占全省总装机的45.3%。随着青海两个千万千瓦级可再生能源基地建设的全面推进，对输送通道和电网调峰能力提出了新要求，弃电压力突出，迫切需要通过技术手段和市场化机制创新破解消纳难题。

2018年8月，西北能源监管局启动青海电力调峰辅助服务市场建设，其中储能参与电网调峰辅助服务市场化交易是主要特点，对解决新能源弃电问题具有现实意义，对市场交易的多元化具有创新意义。电网作为能源输送和转换利用的网络枢纽，是能源转换和供需用管的平台。此次创新开展共享储能调峰辅助服务市场化交易，是青海电力响应国家关于促进储能技术与产业发展战略部署，推动国家电网公司“三型两网、世界一流”能源互联网企业战略在青海落地的重要探索。

本次交易试点工作将验证储能参与调峰辅助服务市场的可行性，为青海电力辅助服务市场建设积累经验和数据。

据了解，以此次共享储能市场化交易为开端，青海电力将持续推进相关课题研究与应用，在第20届青洽会连续15日、360小时全清洁能源供电期间，引入储能技术为电网提供调峰辅助服务，优化系统潮流分布，提高海西新能源基地的电压控制水平。同时，推进三江源地区16个县清洁取暖储能技术研究，实现促进光伏消纳和降低取暖成本两方共赢，让清洁能源惠及更多藏区百姓。

未来，青海电力将深入应用泛在电力物联网建设理念，全面加强电力市场建设，积极推进电力辅助服务市场建设和运行，建立市场化的储能技术，构筑基于区块链技术、融通电力调度控制系统的新型平台，吸引更多新能源企业加入共享储能体系，加快推动新能源产业质量、效益、动力变革，以创新驱动引领青海新能源产业持续健康发展，助力青海建设清洁能源示范省，服务青海省“一优两高”（坚持生态保护优先、推动高质量发展、创造高品质生活）战略落地。（王宏霞 李延和）

亚行1亿美元贷款支持我国垃圾焚烧

表明亚行对中国发展循环经济前景充满信心

南方日报　2019.4.9

新华社北京4月8日电 亚洲开发银行8日在北京与上海康恒环境股份有限公司签署了1亿美元的贷款协议，这是该国际机构支持的首个静脉产业园垃圾焚烧发电项目。

“这一融资项目表明亚行对中国发展循环经济的光明前景充满信心。”出席签约仪式的亚行私营部门业务局东南亚、东亚和太平洋基础设施融资处处长杰基·苏尔塔尼对记者说。

康恒环境董事长兼首席执行官龙吉生介绍，此次贷款将用于支持公司位于太原和珠海的2个生活垃圾焚烧发电项目，每年可实现生活垃圾无害化处理量175万吨，提供清洁电力4.375亿千瓦时，减少温室气体排放117万吨二氧化碳当量，还将新增150个就业岗位。

龙吉生说，静脉产业园不同于一般的垃圾焚烧项目，园区内能更好实现物质和能源循环，提高土地利用效率，减轻居民负担。

我国正在加快推广城市生活垃圾焚烧处理技术。根据2016年底住房和城乡建设部等四部门联合发布的《关于进一步加强城市生活垃圾焚烧处理工作的意见》，到2020年底，全国设市城市垃圾焚烧处理能力占总处理能力50%以上，全部达到清洁焚烧标准。

苏尔塔尼说，亚行携手康恒环境，旨在支持中国扩大低碳循环经济。“我们希望建立一个地标性的合作伙伴关系，在未来进一步拓展合作，并借助中国经验帮助更多周边国家和地区更好应对环境变化，建设更加宜居的亚洲。”

康恒环境成立于2008年，是一家总部位于上海的民营环保企业。该公司在中国境内运营垃圾焚烧发电厂和静脉产业园。

提供大笔贷款与技术支持

中国助力南美最大太阳能电站

参考消息　2019.4.25

【路透社阿根廷胡胡伊4月23日电】阿根廷北部阳光灿烂的高原呈现出贫瘠的、类似月球的风景，在这里，南美洲最大的太阳能发电站正拔地而起，为其提供助推力的是来自中国的资金和技术。

当地官员说，他们之前在国内、美国和欧洲寻求帮助，但没有成功。他们说，潜在贷款方和合作伙伴被该项目的规模和胡胡伊省（阿根廷最贫困省份之一）的财政困难吓退。

中国进出口银行却有着不同的看法。该机构为该项目近4亿美元的耗资规模提供了85%的资金。一位知情人士说，这笔贷款的年限为15年，年利率3%。另外，胡胡伊省从中国供应商那里采购近80%的原材料。

这些企业包括华为公司。在胡胡伊省，华为正在提供逆变器，这种技术可以将太阳能电池板所发的电转化为可以使用的电能，并充当电网的重要门户。

这一项目证明，中国作为新兴市场大型项目的资助方影响力在不断上升。此外，这也有助于中国巩固其作为世界清洁能源技术领域领导者的地位。

美国能源经济和金融分析研究所所长蒂姆·巴克利说：“这是扩大中国日益增强的全球影响力和占据优势的经济力量的一种方式，这也让全世界从最近50年来以美国和欧洲为中心的视角逐渐重新定位。”

这一趋势令特朗普政府官员感到不安并严厉抨击中国。

但是在生活着大约75万人口、经济条件非常艰苦的胡胡伊省，官员们没有这样的心思。

阿根廷设立了雄心勃勃的可再生能源目标。他们说，正在加大对他们的资金与技术扶持力度的是中国而不是美国。

胡胡伊省能源机构 JEMSE 的负责人卡洛斯·厄勒在该省首府圣萨尔瓦多接受路透社记者采访时说："中国……是更为慷慨地敞开大门为这一项目提供资助的国家。"

太阳能协议释放出的善意让胡胡伊省从中国其他供应商那里进行采购，其中包括一份采购监控设备的合同。该省省长赫拉尔多·莫拉莱斯对路透社记者说，胡胡伊省和中国贵州省结为友好省份，他对这种关系会加强双方之间的交往持乐观态度。

莫拉莱斯说："我们已经接待了许多来访的中国企业。"

胡胡伊省考查里的这一太阳能项目建在海拔 4000 多米的地方，是世界上海拔最高的太阳能发电站之一。

该设施预计将在今年 8 月开始向电网供电，发电能力可达 300 兆瓦，足以为 12 万户家庭供电。据胡胡伊省官员说，将发电能力提高到 500 兆瓦会让 26 万户家庭受益。

大兴机场将完成国内 最大地源热泵系统工程

科技日报　2019.4.24

科技日报北京 4 月 23 日电（记者矫阳）冬季从土壤中吸收热量，夏季从土壤中提取冷量，再经过地源热泵机组和输送管道，把冷热量输送出来。23 日，记者从大兴机场获悉，自土壤中取暖抽冷的国内最大地源热泵系统工程，即将在大兴机场完成建设。

据测算，这一系统每年能提取浅层地热能 56.36 万 GJ，为机场 250 万平方米办公场地年节省天然气 1735.89 立方米，相当于 21078 吨标准煤，可减少碳排放 1.58 万吨以上，是真正意义上的绿色节能空调系统。

地源热泵系统是一种利用地下浅层地热资源实现向室内供热、供冷的高效节能环保型空调系统，主要利用土壤浅层地热能作为稳定输出的冷热源。

据北京大兴国际机场建设指挥部相关负责人介绍，大兴机场地源热泵工程共建有 2 个能源站，安装 8 台地源热泵机组，分别以蓄滞洪区作为集中埋管区进行施工建设。一号能源站建筑面积 8738 平方米，总供能面积 133 万平方米，二号能源站建筑面积 9047 平方米，总供能面积 115 万平方米。

除能量采自地源外，地源热泵系统还对多种再生能源进行了综合利用，如在二号能源站安装了 6 台地源热泵和一套冰蓄冷设备。地源热泵、锅炉烟气余热收集和错峰用电使用冰蓄冷等技术有机结合，充分发挥了再生能源回收和节能减排的重要作用，也让大兴机场实现多能源互补，使整个地源热泵供能面积最大化。

专家认为，与国内同类大型项目对比，大兴机场地源热泵的使用形式在系统集成度、可靠度、安全性、经济性上得到了进一步提升，开创了浅层地源热泵利用的新形式，集中供能面积超过了同类系统，实现了大兴机场可再生能源利用率 10% 的建设目标。

我国海上最大自营深水气田开发提速

中国能源报　2019.4.15

本报讯 日前，陵水 17－2 气田开发项目所需的主要设备合同已完成签订，核心设施——半潜式平台已开工建造，钻完井工作正紧张筹备。我国海上首个自营深水大气田陵水 17－2 开发全面提速。

陵水 17－2 气田水深 1250 米至 1547 米，中海油有限公司湛江分公司（简称有限湛江）严格按照集团公司及有限公司相关要求，联合系统内外力量，精心研究，确定采用“深水半潜式平台＋水下井口”的开发模式。该开发模式在国内尚属首次应用。气田 ODP（油田整体开发方案）于 2018 年 2 月通过有限公司投资决策委员会审查，明确项目主要工程量包括一套水下生产系统、一座半潜式平台及配套的海底管线、脐带缆等。

排水量 11 万吨级的超大型半潜式生产平台是气田工程建设的重中之重。该平台设计为 1500 米级深吃水半潜式平台，同时具备凝析油储存和通过 DP 油轮外输功能，这在全球是首座。为研究形成适应南海深水复杂海域、具有自主知识产权的半潜式平台从设计、建造到安装、运维的总体技术，有限湛江积极寻求合作伙伴的支持，同时携手国内相关科研院所及企业开展攻关。

有限湛江加强项目管理，全力推进项目进度—— 对于部分尚未采办的设备全力加快采办，对于陆续到货设备加紧检验检查，对于建造现场加强监督与管控，同时聘请外部专家严把技术关。而在工程建设推进的同时，有限湛江目前正加紧进行钻完井工作的前期筹备，力求尽快开钻。

为确保气田建设完成即生产，有限湛江还成立了生产准备组，小组人员提前介入开发建设，以尽早熟悉相关设施与工艺。此外，有限湛江还召集开发生产知识和经验丰富的人员，成立生产准备技术支持小组，专门为气田开发提供技术指导。3 月 25 日该小组就对生产准备组提出的 10 个问题展开了深入研讨并提供解决指导意见。（张光明 贺莹）

自主创新突破氢能发展瓶颈

东方电气氢燃料电池产品迈入批量化制造新纪元

中国电力报电气周刊　2019.4.25

“去年 6 月 28 日，四川省首批共 10 辆装载东方电气自主技术的氢燃料电池动力系统城市客车实现全面载客运行。截至目前，10 台车累计安全运营里程已超过 40 万千米，单车最高里程达 5.25 万千米，累计载客人次超过 120 万人次，安全、稳定、可靠性进一步得到有力验证，客车百千米平均氢耗低于 3.8 千克，行业领先。”4 月 22 日，中国东方电气集团有限公司（简称“东方电气”）党组书记、董事长邹磊在成都首届国际氢能及燃料电池产业大会上说，4 月 10 日，东方电气氢燃料电池自动化生产线一期工程正式投产，该条示范生产

线具备年产1000套氢燃料电池发动机的批量化生产能力，标志着东方电气氢燃料电池产品的生产制造迈入了批量化、自动化、智能化的新纪元。

氢能及燃料电池具备产业化基础

氢能具有零排放、无污染、能量密度大等优势，被认为最具应用前景的清洁能源之一，或将成为未来能源使用的终极形式。

今年全国两会期间，近20名代表委员为氢能发声，热议氢能源话题。“推动充电、加氢等设施建设”，氢能首次写入政府工作报告，虽然只有11个字，但给我国氢能及燃料电池产业从业者们打上了一支强心针，标志着氢能产业迎来顶级催化，未来产值有望破万亿。

今年全国两会期间，邹磊建议将氢能纳入国家能源体系，制定国家氢能及燃料电池产业发展战略及实施路线图；设立氢能及燃料电池国家重大专项，加大科技创新奖励和补贴力度，重点培育具有自主核心技术的企业，将具有自主核心技术作为参与示范项目的前提条件或优选条件；制定加氢站等氢能基础设施建设审批管理办法。

氢能首次写入政府工作报告无疑是国家层面对氢能产业的认可。

“目前，全球各大著名车企纷纷发布氢燃料电池汽车，标志燃料电池进入商业化阶段，未来或将成为汽车领域主流车型。”东方电气（成都）氢燃料电池科技有限公司总经理曹剑绵介绍说，国家从顶层设计将氢能及燃料电池作为战略高度推进产业发展，各地政府积极响应相继制定区域发展规划和支持政策，燃料电池车销量持续提升。目前国内初步形成了华北、华中、西南、长三角和珠三角五个产业集聚区，氢能及燃料电池具备产业化基础。

自主创新掌握关键核心技术

“目前我国已构建了较为完善的氢能及燃料电池产业链条，但核心关键部件还存在国外垄断或技术壁垒的现状，产业推动亟待换挡加快。”曹剑绵说，由于关键部件和成本制约，以及相关政策和配套设施待完善，导致目前国内氢能及燃料电池产业化遇到瓶颈。

早在2010年，东方电气便开始氢燃料电池研发，近十年来坚持核心技术自主研发与创新，掌握了膜电极制备、电堆设计、燃料电池系统集成与控制技术在内的氢燃料电池系统全套核心技术和自主知识产权。东方电气坚持不懈走自主创新之路，始终把氢燃料电池技术发展主动权牢牢掌握在自己手里。

2017年10月25日，东方电气首台自主技术的氢燃料电池动力系统城市客车正式下线。2018年4月，为推动氢燃料电池科研成果转化及产业化，东方电气集团成立了东方电气（成都）氢燃料电池科技有限公司，开启了东方电气氢能及燃料电池产业化发展之路。2018年2月3日，东方电气自主技术的氢燃料电池动力系统城市客车成功进入工信部推荐目录。

伴随着氢能及燃料电池产业生机勃发的发展春风，4月10日，东方电气氢燃料电池自动化生产线一期工程正式投产，这是中国西部首条氢燃料电池自动化生产线，标志着东方电气 氢燃料电池这一自主知识产权成果实现批量化生产，核心技术成果应用再上新台阶，是东方电气氢能产业发展史上又一个重要里程碑。

“东方电气目前已形成膜电极、电池堆和燃料电池系统三大产品，并在汽车和备用电源领域推广应用，充分验证产品的可靠性和适应性。能够提供燃料电池发动机、供氢系统、驱动系统和整车控制的产品和服务，为客户提供车辆动力总成整体解决方案。”曹剑绵介绍说。

氢能及燃料电池发展目前处于产业化初期，国家层面要做好产业规划和发展引导，政府、企业、研究机构和用户相关方，多维发力才能推动产业健康稳定发展。坚持自主创新，加快建设完整的产业链。选择有条件的区域开展示范工作，扩大示范范围，并鼓励和支持自主创新的企业参与示范项目，加快加氢站和配套设施的建设，突破制约产业发展瓶颈。（于海江）

打造高质量发展“绿色引擎”

——走近我国首个百万吨级煤直接制油示范工程

南方日报　2019.4.17

壮丽70年·奋斗新时代

比面粉还细的煤粉进入生产线，20多个小时后，就能产出像矿泉水般清澈的柴油、石脑油等油品。在国家能源集团鄂尔多斯煤制油分公司，奇幻的变化令人惊叹。

10多年来，这家企业攻克一项项世界性技术难题，成功建设和运营了全球首条煤直接制油工业化示范生产线，为拓宽液体燃料供应渠道、保障国家能源安全提供技术支撑，对煤炭清洁高效利用发挥了技术引领、产业示范作用。

煤海变“油田”不再是梦

硫含量低于国六标准的1/10，符合国内外环保最高标准，凝点低至零下70摄氏度……说起自家产品的优点，煤制油分公司总经理王建立颇为自豪。

我国富煤缺油少气，把煤变成油曾是国人多年的梦想。

作为我国能源战略的组成部分，首条煤直接制油示范生产线投资超百亿元，设计年产油品108万吨，于2004年启动建设，2008年底试车成功，目前是全球唯一的煤直接制油工业化生产线。2011年起，生产线开始商业化运行，去年共产柴油、石脑油、汽油等油品近85万吨，副产沥青70万吨。

王建立说，每产1吨油品消耗原料煤约2.3吨，石油价格高于50美元/桶时就能盈利，能源转化率接近60%，远高于煤电和其他煤化工行业40%左右的水平，目前是以煤生产液体产品的最有效途径。

自主创新攀技术高峰

最初，示范生产线的单个周期运行时间设计值为310天，最近的3个周期运行时间分别达到420天、410天和415天，标志着技术和装备日益成熟。

该项目依托我国自主开发技术建设，当时无工业化经验可借鉴，加上装置规模从千吨级

直接放大到百万吨级，从设备生产到生产线安装调试、稳定运行面临众多技术挑战。

进口催化剂价格贵，研磨困难。公司党委副书记李瑞光说，在“863 计划”支持下，公司联合国内科研机构攻关，开发出的纳米级催化剂不仅廉价，催化效率还提高近 5%。

生产线的“心脏”加氢反应器，高近 38 米，单台重 2100 多吨，体量居全球在役加氢反应器之首。试产时，反应器遇到内部矿物质沉积、结焦问题。该公司与北京化工大学反复摸索运行参数，优化设备结构，终于拿下这道世界性难题。

多年来，企业联合科研机构、配套企业攻克了反应器制造、物料回炼等众多技术难题，实现了关键装备国产化。目前，生产线设备国产化率超过 98%，既保障了稳定运行，降低了运营成本，也带动了我国煤化工技术装备升级提档。

据王建立介绍，项目已获得技术专利 200 多项，核心技术取得了美国、欧盟、日本等 9 个国家和地区的专利授权，并在 2017 年荣获国家科技进步一等奖。

“单周期运行 500 天是下一个目标。”该公司质量技术部经理韩来喜说，有了技术经验，以后同等规模生产线的建设和达产时间将大大缩短，投资额可下降近 20%，产油率将明显提高，石油价格在 40 美元/桶以上时即可盈利。

高标准减排“绿色工厂”

煤制油分公司西侧 11 公里外的一处院落里，高高支起的 3 个银色储罐格外醒目，两米多高的红色阀门紧紧密封着 3 口深井，这里就是我国首个地下咸水层二氧化碳封存工程的注入作业区。

首条生产线启动后，煤制油分公司即与中科院、北师大等科研机构合作，兴建了 10 万吨/年二氧化碳捕集封存全流程示范项目。“通过 2495 米深的注入井，已经有 30 多万吨二氧化碳被注入地下 1500 至 2500 米之间的咸水层。”该公司工程师王永胜说，目前这是亚洲唯一的 10 万吨级地下咸水层二氧化碳封存项目。

该公司还瞄准商机，去年向化工、食品等企业出售二氧化碳 5 万多吨，实现收入 1000 多万元。

“首条生产线的技术、经济和环保指标明显优于预期，有效推动了我国乃至全球的煤制油技术产业化进程，将为我国做好现代能源经济文章、推进高质量发展发挥重要引领作用。”王建立说。

协同合作 打造城市能源变革品牌

中国能源报　2019.4.29

本报讯（记者卢彬）报道：4 月 26 日，中国城市能源变革产业发展联盟第一届第一次理事大会暨“泛在电力物联网”新业态发展研讨会在京召开。

据联盟常务副理事长高靖云介绍，该联盟由中国能源报、国网（苏州）城市能源研究院、中国能源研究会节能减排中心、银环集团有限公司、中关村智能电力产业技术联盟、中

氢新能技术有限公司、南瑞集团有限公司、明阳能源系统有限公司联合发起。“城市能源转型变革目前在未来发展方向、资源消耗等方面出现了许多令人困惑的问题，亟待出现新的思路和解决方案。联盟正是在这种情况下应运而生。”

“我们的愿景是，通过联盟的努力，在 2 至 3 年内影响 100 个城市的能源供应模式，同时我们最少要惠及 1000 家以上企业，特别是能源的生产、制造、供应、服务这类企业，同时做到最少 1 万个案例推广。”高靖云说。

据介绍，该联盟业务范围主要包括品牌服务、课题研究、专项咨询、投融资服务、国际交流与合作、项目孵化、人才培训、平台搭建等，专注工业能耗、建筑节能、绿色交通、智慧城市、能源互联网、生态环境等专业领域。

会上，高靖云还介绍了联盟在 2019 年的项目启动情况：“《中国城市能源周刊》已于 3 月 4 日正式创刊，中国城市能源变革指数研究与山西能源革命指数研究也已启动研究。此外，联盟即将打造‘军民融合及新能源产业园’示范项目。该项目位于中关村未来科技城核心地段北清路上，占地面积 500 亩，第一期将开发 100 亩，现处于规划中。”

针对联盟未来三年的战略规划，高靖云表示，联盟将秉承能源变革推动城市高质量发展这一使命，团结“政、产、学、研、用”各界，为城市绿色可持续发展提供可复制的案例和解决方案。据悉，联盟已聘请中国科学院院士卢强、陈维江，中国工程院院士杜祥琬、薛禹胜、江亿为联盟顾问，并聘请了来自政府、企业、高校、研究院所的其他专家 28 位。

“联盟将以科技创新为导向，以协同合作为准绳，打造一个创新发展的生态平台，促进成员单位之间优势互补、项目互动、资本联动，实现融合发展。同时，搭建交流协作、技术产品成果转化平台，打造产业舆情监测及宣传推广渠道，为我国城市能源变革建设走品牌化道路作出积极的贡献。”高靖云表示。

值得注意的是，联盟分支机构中，专门设立了供热专委会。联盟供热专委会常务副会长、青岛市供热协会总工程师刘振指出，我国供热事业从上世纪 50 年代起步，经过近 70 年不断发展壮大，我国城镇集中供热作为城市重要基础设施和民生产业，在整个城市建设中的地位越来越突出。“企业、百姓、社会对供热的需求，越来越强烈和具有依赖性。城镇供热已从单一性、季节性、一般性、附属性工作转变为综合性、日常性、专业性、主导性工作。”

据了解，改革开放 40 年来，北方地区供热面积从近 3000 万平方米增长到今天的 200 多亿平方米。“当前和今后一段时期，能源结构调整、大气环境治理、能源有效利用、清洁供热、节能降耗、清洁能源及自由能源的技术研发特别是供热计量收费改革等，是能源工作者和供热工作的重中之重。”刘振表示，“未来，联盟供热专委会将汇聚能源与供热两大领域专家顾问、技术与装备资源，破解北方地区供热发展难题，探讨南方地区供热发展议题，引导我国供热领域运营型企业向能源服务型企业转变，为我国城市供热健康发展提供有效路径和解决方案。”

国家能源局原副局长张玉清在讲话中称，能源是一座城市正常运转不可或缺的要素，全

世界 80% 的能源消费集中在城市。“随着我国经济发展和城镇化加速推进，城市的能源需求也在不断增长，然而大部分城市能源资源有限，化石能源的大量使用也给城市带来了严重的环境污染。”张玉清表示，“为保证城市能源变革能够朝着高质量发展迈进，应从深化能源体制改革、鼓励能源领域技术创新、切实发挥城市能源变革产业发展平台作用等方面着手。希望中国城市能源变革发展联盟积极发挥政府参谋、企业顾问的作用，为推动城市能源高质量发展，为我国城市能源变革建设走平台化道路作出贡献。”