

能 量 转 换

总 23 期
11/2019. 11

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. 新能源开发“东西部之争”再起 5
2. 推动可再生能源法全面有效实施和可再生能源持续健康发展 8
3. 数字孪生引领能源领域创新 8
4. 未来科学城开辟绿色“能源谷” 10
6. 聚焦能源转型搭建合作桥梁 12
7. 分布式能源装备“软硬”结合成趋势 13
9. 奔向 100% 可再生能源中外专家共商全球能源行业未来发展趋势 15
10. 中非共商清洁能源合作新路径 16
11. 我国又一国际能源交易中心成立 17
12. 重新认识我国的能源资源禀赋 19
13. 德国能源转型的第三大支柱 20
14. 中欧携手推动清洁能源与电力市场改革 22
15. 无锡国际新能源大会暨展览会举行 23
16. 向全球能源互联转型迈进 23
17. 让可再生能源发展更有序 25
18. 能源转型，中芬合力大有可为 28
19. 应将甲醇作为新兴能源纳入国家能源体系 30
20. 中国有条件成为能源新技术领跑者 32

二、热能、储能、动力工程

1. 未来电动车十分钟完成充电	33
2. 陕西首座“光储充”电动汽车充电站投运	34
3. 非金属碳基催化剂制备研究获突破	35
4. 推动新能源汽车合作可持续发展	35
5. 世界首条可再生能源柔性直流电网工程主体竣工	36
6. 电动化+可再生能源成就低碳交通未来	37
7. 平价可再生能源背景下储能前景	38
8. 电动汽车增长有望带动澳储能业发展	40
9. 让压缩空气储能驱动能源转型	41
10. 山区重力储能：填补长期储能空白	42
11. 广东上线运营氢能源有轨电车	43
12. 储能技术仍需注重基础研究	44
13. 研发出高效率绿光发光二极管	46

三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

1. 西安污泥集中处置项目试运行	46
2. 推动生物质能产业高质量发展	47
3. 新技术使制造化肥碳排放量减半	49
4. 畜禽粪便处理处置走向一体化、智能化	50
5. 污水处理厂可以成为“发电厂”	51
6. “无废城市”促进绿色发展	53
7. 陕西推动城镇污水处理提质增效	54
8. 吉林实施秸秆“变废为能”计划	55
9. 生物质能创新发展高峰论坛热议产业发展	55
10. 清洁能源家族新成员：便便发电	56
11. 上海首个火电厂污泥掺烧项目投产	57
12. 美加州甲烷最大排放源是填埋场	58
13. 生物转化技术让菜籽饼粕“身价”翻倍	58
14. 废渣不废 废水金贵	59
15. 秸秆有了好的归宿	61
16. 生物质能：“被忽视的巨人”如何长大	63
17. 利用“下一代工业生物技术”：海水也可变“燃料”	65

四、太阳能

1. “绿电进京”——北京电动汽车用上青海光伏扶贫电 68
2. 力拓急速扩大锂业务版图 69
3. 揭示准二维钙钛矿激子行为 71
4. 新材料让太阳能更“能” 72
5. “北京石墨烯论坛 2019” 召开 73
6. 越南光伏领跑东南亚 73
7. 中国光热发电产业全生命周期模式出海 74
8. 揭示非铅双钙钛矿纳米晶动力学机理 75
9. 光伏运维步入智能化时代 75
10. 达拉特旗试水“光伏治沙” 77
11. 分布式光伏迈入规模化发展阶段 80
12. 中国光伏产业发展与创新应用论坛在京召开 81

五、地热

1. 大港油田高效探索地热能可持续利用 82
2. 河北省深层地热技术创新中心获批建设 83
3. 向大地要热量新型供暖方式上线 83

六、氢能

1. 氢燃料电池直面产业化之痛 84
2. 氢能直面产业政策之困 86
3. 攻克核心技术难题 加快完善氢能源布局 88
4. 制取技术“短板”制约氢能大发展 89
5. 打造重大产业集群培育氢能产业集群 91

七、风能

1. 研究发现全球风速正越来越快 92
2. 世界风能研究面临三大挑战 92
3. 美能源部拨款支持海上风电技术研发 93
4. 广东 2030 年将建成海上风电 3000 万千瓦 93
5. 各地已出台分散式风电发展规划 94
6. ABB 为全球最大海上风场提供技术支撑 95

八、核能

1. 波兰政商两界争建国内首座核电站 96

2. 另辟蹊径！等离子体喷枪“瞄准”可控核聚变·····	97
3. 全国核电运行情况发布·····	99
4. 我国首个核能商业供热项目投运·····	100

九、其它

1. 推进“三气共采”煤层还有问题要捋捋·····	102
2. 我国南海东部油田累产油气3亿吨·····	104
3. 燃烧技术创新让燃煤锅炉更环保·····	105
4. 油页岩资源开发提速·····	107

行业动态

1. 恒大在广州召开新能源汽车全球战略合作峰会·····	110
2. 兰州大成敦煌光热示范项目厂用带电一次成功·····	112
3. 美军欲开发太空太阳能发电站·····	112
4. 中国“人造太阳”明年或投入运行·····	113
5. 氢电共存绘未来 厚积薄发的丰田赢得先机·····	114
6. 中法两国将合建氢能公司·····	115
7. 全球首列商业运营氢能源有轨电车佛山上线·····	116
8. 上海首批油氢合建站试运行·····	117
9. 我国首台风轮直径超200米海上风电机组问世·····	120
10. 我国首个核电技术服务产业联盟成立·····	120
11. 核能综合利用首入产业鼓励类目录·····	121

本简报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

一方认为新能源开发成本已经很低，应在资源优势突出的西部地区兴建超大规模新能源电站；另一方认为新能源真实电价并不低，开发重心应贴近消费中心，转向中东部地区。“十四五”能源电力发展规划正在酝酿制定之际——

新能源开发“东西部之争”再起

中国能源报 2019.11.4

“下面，我们有请国务院参事、住建部原副部长仇保兴作主旨报告，报告的题目是《沙漠太阳能计划（Desertec Industrial Initiative, DII）的中国版可行性初探》。”

10月27日，在一场国际清洁能源会议上，主持人话音刚落，记者就听到了身旁观众的阵阵私语：

“沙漠太阳能？在国内建吗？那不就是在西北吗？”

“西北现在还能建大光伏电站？风电、光伏发电都‘窝电’这么多年了，还能建？”

“现在光伏、风电的开发重心不是向东南部转移了吗？这是又要西移吗？”

“这是说还要大规模‘西电东送’？”

当前正值“十四五”能源电力发展规划酝酿制定之际，上述一连串疑问也折射出行业对光伏发电、风电等新能源未来发展布局，以及电力能源行业未来发展走势的关注。

“投标企业报出的电价已经低于当地的燃煤标杆电价”“这就是我们为什么要沿着‘沙漠太阳能计划’这个道路走下去的原因”

“今天我跟大家一起讨论的就是中国版DII计划的可行性——如果中国在青藏高原建三个超级太阳能发电站，可行性怎么样？”

仇保兴口中的DII计划始于2009年，是一项聚焦摩洛哥、突尼斯和阿尔及利亚等国的可再生能源开发项目。“实质上就是在撒哈拉沙漠里建设一个巨大的太阳能发电站，然后将电能输送到其他国家。同时DII也做了很详细的电网规划，预计到2025年，整个电站可以满足欧洲用电总需求的15%。”

2014年底，这个由德国企业发起的项目陷入了僵局，大多数成员公司纷纷选择退出。仇保兴认为，DII计划夭折的原因除了北非、中东地区出现的政治动荡，还有技术层面的“超预期”。“当时的DII计划把路线定在了光热发电上，但完全没有想到，十几年来，光热发电的成本并没有下降多少，光伏发电的成本却下降了90%左右。特别是今年8月，在内蒙古一个光伏项目的招标上，投标企业报出的电价已经低于当地的燃煤标杆电价，而且，我相信这个差额会越来越大。这就是我们为什么要沿着DII这个道路走下去的原因。”

仇保兴还指出：“我国青海和西藏太阳能资源丰富，平均辐照强度大，同时具备相对丰富的水资源条件，因此青海和西藏更具备规模化开发‘光伏+光热’清洁能源基地的条件。”

除了电源侧的成本、资源禀赋问题外，西部清洁能源大规模开发还面临着电力消纳问题。实际上，“消纳难”目前已成为西部清洁能源开发的最大“短板”，这在一定程度上促成了相关能源主管部门“严控”甚至“叫停”多地新能源开发。

对此，西北电力设计院副总工杨攀峰指出，目前西北地区的存量电站，特别是新疆、甘肃等地的弃电率已经在快速下降。“也就是说弃光、弃风的问题很快就能解决，到2020年就不会出现消纳困难的问题。那时如果新能源还能做到平价上网，不再需要国家补贴，把西北的新能源电力送到华中、华东地区还是很有优势的，这样西北地区还是具备开发价值的。”

杨攀峰还表示，目前国家对于火电项目的开发也有些许“松绑”迹象。“如果要在西北新建大型煤电基地，那么单独外送煤电可能并不合适，还是要打捆一定的可再生能源去输送，如此一来，在西北一些地区也还是有开发新能源集中式电站的空间。”

仇保兴表示，结合我国“十四五”能源发展预测，“基本判断，到2030年中东部地区完全具备接受3000万千瓦清洁电力的能力”；从促进“一带一路”亚欧陆上通道和孟中印缅经济走廊发展的角度出发，“还可以考虑将1000万千瓦清洁电力送到南亚的印度或者孟加拉”。换言之，中国版的“沙漠太阳能”可以通过“东送”为主、“外送”为辅的方式消纳。

“光伏等可再生能源是清洁的能源，但说它是廉价能源，绝对是误导”

低电价带来的信心能否支撑“DII中国版”的启动呢？在西部地区建设超级规模新能源电站的设想能否引起行业的共鸣？

“新能源电价低是一种误区，‘光伏等可再生能源是廉价能源’的观点是错误的。”中国工程院院士、新能源电力系统国家重点实验室主任刘吉臻直言不讳，“现在还不是谈光伏等可再生能源价格优势的时候。我们现在需要解决人类共同面临的气候变化、环境污染等问题，这些都是要付出代价的，甚至要付出高昂代价。天下没有免费的午餐，新能源当前的低电价并不是全成本价格。因为我们生产这么多的可再生能源，要适应用户的需求，光伏等间歇性强的能源要配套一定的储能或者调峰电源，这都应算作成本。同时，我们建一个电厂去发电，有建设成本、发电成本，输电的过程中有输电成本，此外还有企业的合理利润、税收等，综合这些因素才能得出合理的电价水平。”

刘吉臻表示，目前在很多可再生能源招标中，中标价格的形成受到多方因素影响，“有时一些企业甚至明知是亏本生意也愿意做，其中的原因应该是很复杂的。所以我们应该看到，一方面随着技术的发展，国家补贴在逐步退坡，可再生能源的竞争优势在逐步增强；但从另一个方面来讲，并不能拿某个项目的具体价格来代表行业整体水平。”

刘吉臻说：“总体来讲，光伏等可再生能源是清洁的能源，但说它是廉价能源，绝对是误导，这是不利于推动我国可再生能源发展的，也不利于整体的能源转型。”

记者在会议现场采访的多位与会者均表达了与刘吉臻类似的观点。

“东部应把能源自给和西电东送相结合，不应坐等西部供应东部，而应转变思路，进行能源自产自销，持续提高能源自给比例”

那么，未来西部地区清洁能源开发到底该怎么干？全国又该如何布局？

刘吉臻指出，为了将西部能源向东部负荷中心输送，必然要配套建设大规模的电网，其间特高压输电技术以及特高压电网发挥了重要作用。对于中国而言，大规模能源通道的建设是重要的国家战略。“最近一段时期，学界出现了一些声音，质疑甚至否定了能源通道的建设。我个人认为，这是不符合中国国情的，在我国西部大开发乃至整个能源布局上，西电东送都扮演着非常关键的角色。目前，我国更宜采取‘集中式开发、远距离输送与分布式开发、就地消纳并举’的策略，要两个拳头共同出击。当然，这后面还有一个句话，中东部地区应以分布式新能源开发利用为主。”

中国工程院院士、中国工程院原副院长杜祥琬对此深有同感：“中国的能源消耗和能源负荷区主要在东部地区，这决定了西电东送是长期国情。但我国东部地区城市应优先开发和利用‘身边来’的能源，同时再加上西电东送等‘远方来’的能源，东部应把能源自给和西电东送相结合，不应坐等西部供应东部，而应转变思路，进行能源自产自销，持续提高能源自给比例。”

据杜祥琬介绍，截至2018年底，我国光伏发电累计装机1.74亿千瓦，其中大型集中式电站占比71.17%，分布式光伏占比29.09%，而在世界其他国家则主要以分布式发电为主，分布式光伏可占光伏发电系统总容量的80%以上。“据统计，中东部地区已开发利用的太阳能及风能资源不足资源总量的10%。同时，与集中式远距离传输相比，分布式能源就地消纳由于不存在输电成本与损耗而具有一定的经济优势，以宁东-浙江特高压直流输电线路为例，浙江地区分布式光伏的发电成本即为供电成本，供电成本为0.42元/千瓦时，宁夏地区集中式光伏电站的发电成本为0.23元/千瓦时，特高压直流线路与送受端电网的输电成本为0.26元/千瓦时，在不考虑送端配套火电建设与调峰成本的情况下，供电成本已达到0.49元/千瓦时，高于受端分布式光伏成本。”

因此，杜祥琬建议，能源与电力“十四五”规划应重点关注中东部地区能源发展战略目标的转变，由能源消费者逐步成为能源产销者。

“如果到2035年，我们能开发一亿千瓦的海上风电，就相当于这些年来西电东送大开发、大输送的电量总和”

那么，东部地区又该选择哪些“身边来”的能源呢？

杜祥琬指出，在考虑低风速区域的情况下，我国中东部地区陆上风能资源技术可开发量共8.96亿千瓦。水深在5-20米范围内的海上风电可开发量约2.1亿千瓦，陆上和海上风电可开发资源量共计约11亿千瓦。

“近年来，已经有实践项目证明，我国海上风电的运行小时数有些甚至可以超过4000小时，效益非常好。海上风电离我们的负荷中心很近，基本不存在弃风问题。”刘吉臻看好我国海上风电的发展前景，“中国是海洋大国，如果到2035年，我们能开发1亿千瓦的海上风电，就相当于这些年来西电东送大开发、大输送的电量总和。这将对我国能源版图的变革以

及全社会的能源转型起到重大作用。所以，海上风电技术包括海上风电场规划设计、施工、集电系统、并网以及运维成套关键技术应该是未来风电发展的主要方向之一。”

另外，杜祥琬还建议，“十四五”期间应鼓励中东部地区分布式光伏发电建设，将光伏建筑一体化（Building Integrated PV，BIPV）列入建筑标准，提高建筑物的自发电能力，同时配置储能设备，发展大数据等信息技术的智能管理，建设工业园区、居民小区及企业级微网，改进我国能源和电力系统的空间格局和产业模式；因地制宜开展中东部地区分散式、低风速风电建设；加快生物质能、地热能、海洋能及工业余热的综合开发利用，构建多元化的清洁能源供给体系。（姚金楠）

全国人大常委会副委员长沈跃跃强调

推动可再生能源法全面有效实施和可再生能源持续健康发展

中国环境报 2019.11.19

本报记者郭薇 11月18日北京报道 全国人大常委会副委员长沈跃跃11月18日在可再生能源法执法检查组第二次全体会议上强调，要深入学习贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记关于推进能源生产和消费革命、推动可再生能源发展的重要论述精神，紧扣可再生能源法的各项规定找准问题，突出重点、有针对性地提出意见建议，认真做好执法检查报告审议和跟踪监督。副委员长丁仲礼主持会议。

沈跃跃指出，开展这项执法检查是全国人大常委会深入学习贯彻习近平生态文明思想、依法推动打好污染防治攻坚战的一项实际举措，也是今年常委会监督工作的重点任务之一。在各方共同努力下，执法检查工作取得了实际效果，推动各地学习宣传、贯彻落实习近平生态文明思想，充分发挥人大执法检查的法律监督作用，推动可再生能源法全面有效实施和可再生能源持续健康发展。

9家中国公司在“2019基础设施年度光辉大奖赛”获奖，涉及变电站、风电场、燃气发电等项目

数字孪生引领能源领域创新

中国能源报 2019.11.4

近日，由全球领先的综合软件提供商美国 Bentley 软件公司举办的“纵览基础设施2019”大会在新加坡召开。此次会议汇聚了来自全球不同国家和地区的基础设施领域设计者和相关企业，共同探讨数字化进程下电力、冶金、市政等基础设施领域的发展动态与变革。

会议期间，Bentley 公布了“2019基础设施年度光辉大奖赛”获奖名单。据悉，该年度赛事旨在表彰 Bentley 软件用户在推进全球基础设施设计、施工和运营方面做出的杰出贡献。

来自全球 60 余个国家和地区的 440 多个用户提交了 571 个参选项目，由著名业界专家组成的十二个独立评委会中选出了 54 个决赛入围者，其中中国企业 18 个。大奖赛最终评出了 18 个奖项类别的获奖者和 9 个特别荣誉奖获奖者，9 家中国企业获奖。

1/3 的入围项目来自中国

据了解，此次入围光辉大奖赛决赛的 18 个由中国企业设计的项目，涵盖了桥梁、建筑园区、变电站、风电场、核电站、水电、钢厂等众多领域，这些项目无一例外都应用了数字化技术，凭借着创新的设计理念和优异的设计成果，从众多项目中脱颖而出，其中能源领域的项目尤其引人注目。

以荣获了特别荣誉奖的河南济源钢铁 80MW 高温超高压煤气发电节能改造项目为例，该项目通过一套高温超高压的燃气轮机发电，将钢厂生产中产生的大量富余煤气消耗掉，以实现节能减排。而该项目的最大亮点，无疑是设计中应用的先进数字化技术。

“项目涵盖了数字化设计、施工、交付以及运维的全生命周期管理，实现实体工厂和数字平台的虚拟工厂同步设计、同步施工、同步移交给业主。各方用户依托一个三维数字化、可视化的平台，鼠标点到任何一个部件，相关 EPC 所有的信息都能一览无遗。”负责该项目的中冶京诚工程技术有限公司工程数字化 BIM 中心主任王永涛说。

由中国电建湖北省电力勘测设计院有限公司负责的汨罗西 220 kV 变电站项目，也是本次大奖赛获奖项目之一。据该公司主任助理王伟介绍，该工程是国家电网公司变电站建设历史上首批三维设计试点工程之一，项目全流程、全专业采用了 Bentley 的解决方案，包括建模技术、建筑结构方案、运行管理、施工管理等，整体设计非常精细。

“我们采用无人机倾斜摄影的方式对地形地貌进行了实景建模，以优化设计布置方案，避免对周围的房屋造成影响；在建构筑物这块的设计也非常精细化，比如我们初步设计时提供给施工单位的全站构支架用钢量是 154 吨，最终实际用钢量是 153.5 吨，仅仅只偏差了 0.5 吨。”王伟说。据悉，通过建模优化，项目的占地面积减少了 22.3%，设计时间减少了约 60 天，提前 30 天投产运行。

数字孪生模型正成为焦点

随着各入围项目的全方位展示，“数字孪生模型”一词成为与会现场热议的话题。

据悉，本次 54 个决赛入围项目中，共有来自全球 14 个国家和地区的 24 个项目体现了其在数字孪生模型上取得的进步，总计 17 个类别中的 139 个提名项目提到了在项目中创新地应用了数字孪生模型，数字上远超去年的 29 个提名项目。

所谓数字孪生模型，即物理资产、流程或系统以及供我们了解性能并对性能进行建模的工程信息的数字化表示。在能源领域，数字孪生模型多用于优化物理资产、系统和生产流程的运营和维护，包括壳牌、卢克石油公司等许多大型石油企业都已将数字孪生模型应用于项目中。

“数字孪生模型是‘实时的’或‘持续更新的’，从而突出了其与 BIM（建筑信息模

型)的最主要区别,它跨越了资产的全生命周期。可以基于传感器和无人机等多个来源实现数字孪生模型的持续更新,以近乎实时地呈现状态、工况或位置,以优化、跟踪物理资产、系统和施工流程的运营和维护,提高生产效率。”Bentley 软件公司产品 and 行业营销副总裁 Brian Robins 说。

而在众多能源领域用户看来,数字孪生模型也将引领能源领域的创新,成为 BIM 技术的新起点。“这项技术的着眼点在于怎么让彼此孤立数据建立联系,通过现代化的手段,让数据从设计延伸到施工运营,以产生更多的价值。”王永涛说。

将打造数字孪生生态系统

作为全球领先的综合软件和数字孪生模型服务提供商,Bentley 软件公司一直走在基础设施数字孪生模型研发的前沿,致力于通过技术的不断创新推进基础设施的设计、施工和运营。据介绍,自 2014 年以来,其在研发和收购方面已投资逾 10 亿美元,以打造基础设施领域的数字孪生全生态系统。

记者了解到,在过去的两年里,Bentley 推出了云服务 iModelHub,该服务赋予基础设施数字孪生模型统一性、可靠性和易取性,它可以统一不同的数字组件,并且可以将变更与可靠的变更记录进行同步,从而采集工程数据的变更方式、变更时间和变更人员信息。

此外,Bentley 软件公司为基础设施工程数字孪生模型推出了全新的 iTwin 云服务,它支持工程公司创建、清晰查看和分析基础设施工程和资产的数字孪生模型,实现数字孪生模型的“4D 可视化”,并通过工程/资产的变更时间线记录工程变更,从而提供何时由谁更改了哪些内容的可信记录。有助于决策者获得切实可行的见解,提前预见和避免问题,快速做出响应,从而节省成本、提高服务效率。

Bentley 软件公司创始人兼首席技术官 Keith Bentley 表示:“如今,‘数字孪生时代’已经到来,其发展步伐在日益加快。早期与我们合作的用户已经开始引领新的数字孪生经济时代,对其业务流程和业务模式进行创新。用开放、动态、可信和实时更新的数字孪生模型代替几十年来陈旧脱节的纸质工作流将带来巨大的好处。通过开源平台将其与创新生态系统结合在一起,将为基础设施变革提供强大助力。”(李玲)

未来科学城开辟绿色“能源谷”

中国城市能源周刊 2019.11.4

乘坐氢燃料电池大巴前行,金黄的树叶和依然碧绿的草坪映入眼帘。发源军都山麓的温榆河似绿色飘带,酝酿着高科技创新的火花,这就是位于北京市昌平区的未来科学城。

从 2009 年的京北四座宁静的村庄,到如今聚集十余家央企科研中心,十年间,未来科学城已经成为北京科技创新的主平台之一。未来科学城管委会主任助理石志国介绍,根据未来科学城新版规划,今后将进一步围绕先进能源、先进制造、医药健康三大核心领域,区域面积从 10 平方公里扩容到 170.6 平方公里。其中东区正在盘活存量资源,建设具有国际影

响力的“能源谷”。

研发机构集聚，能源生产和消费均低碳智慧

在科学城东区，国家电网公司海外高层次人才创新创业基地、国家能源创新园区、国电新能源技术研究院、华能清洁能源研究院等央企科研机构纷纷落户。“在能源产业领域，未来科技城东区集聚了14家央企研发机构，国内所有能源大型企业几乎都在未来科学城建设了自己的研发中心，让‘能源谷’成为了全国顶尖能源科研机构集聚地。”石志国介绍。

能源技术创新是未来科技城科技创新的一大亮点。今年6月，国电新能源技术研究院和鞍钢未来钢铁研究院有限公司成立新的院士专家工作站，至此，未来科学城院士专家工作站已达7家。

据了解，在清洁能源领域，未来科学城“能源谷”主要集中于核能、太阳能和氢能三方面，此外还有储能技术、新兴的能源互联网，共同构建了未来先进能源领域主要的发展方向。

作为首批国家智慧城市试点、北京市绿色生态示范区，未来科学城不只是低碳能源的研发生产地，其本身也是低碳能源的使用者。

记者在未来科学城展厅注意到，城区的低碳能源供应以热电冷联产为主，促进常规能源的梯级利用和高效利用，推广水源热泵、地源热泵、地热及太阳能等可再生能源，使清洁能源利用率达到100%。此外，绿色建筑也做到了“100%”：采用国内外领先的节能环保技术，构建绿色建筑标准体系，其中能通过绿色建筑新型认证的建筑面积超过40%。

高效分布式能源成未来方向

“这是我第三次来到未来科学城，感触非常深刻，‘能源谷’的打造确实需要智慧，用新技术来解决传统问题。能源行业其实是传统行业，但是怎么把传统行业加入新的智慧是门学问，希望未来科学城能够引领我国节能减排和绿色发展的方向。”R20国际区域气候行动组织中国区总裁程裕富提出了自己的期待。

谈起在未来科学城最有前途的“未来”能源，程裕富非常看好氢能：“广东佛山、江苏等地在氢能发展走在国内前面，希望这些比较好的模式能被带到未来科学城。”

在能源消费方面，中国石油大学（北京）经济管理学院副院长赵晓丽提出，未来科学城采用冷气电联供的利用效率是很高的，但是如何继续提高效率，降低价格，目前还有困难。分布式能源如果自用不完，又不能外送，利用效率就低，这就制约了分布式能源的发展。她表示，不同能源的协同利用，以及能源规划和城市规划的协同，都是城市能源发展中要考虑的问题。

对此，赵晓丽表示，高校有着科研优势，可以利用模型计算在不同的情形下，未来不同类的可再生能源的发展的最优比例。高校还可以通过企业调研，发现在未来推动分布式清洁能源利用过程中存在的障碍，并提出政策建议反馈给有关政府部门，帮助解决区域问题。（齐琛同）

聚焦能源转型 搭建合作桥梁

——2019 国际清洁能源投融资大会观察

中国电力能源报 2019.11.2

作为“一带一路”的重要节点城市，推动能源结构向绿色低碳转型，精心培育发展清洁能源产业，是西安扩大优化对外合作窗口不可或缺的重要环节。10月24日至25日，由西安市人民政府、中国投资协会主办的2019国际清洁能源投融资大会在西安举办。大会以“共投、共建、共赢、共享”为主题，来自中外国家能源领域的60余位专家、学者、企业代表共同就推动能源产能合作和能源产业可持续发展等议题进行研讨。

此次大会主要聚焦“一带一路”国家清洁能源国际产能合作，旨在为我国清洁能源创新与城市能源转型出谋划策，为清洁能源产业搭建一个全方位、深层次的投资合作平台和国际产能合作交流平台。会上，中外多方签订了《西安石油天然气交易平台框架协议》、《美国国家可持续发展中心与美国海洋能源公司合作落地中国》等多个合作协议。作为“一带一路”的起点城市，西安石油天然气交易平台的落成将为西安发展清洁能源产业提供更大的舞台。

近年来，在“四个革命，一个合作”的能源安全新战略指导下，我国坚持清洁低碳发展，能源转型步伐明显加快。中国投资协会副会长兼秘书长张永贵在会上表示，随着新技术的不断创新与应用，清洁能源的经济性也逐步凸显，具有更加广阔的发展前景。

公开数据显示，截至2018年底，我国主要可再生能源发电装机容量达到7.28亿千瓦，占全部电力装机容量的38.4%，其中水电装机3.52亿千瓦，风电装机1.84亿千瓦，连续9年位居全球第一。光伏发电装机1.74亿千瓦，全年新增和累计装机容量都居于世界首位。生物质发电装机1781万千瓦，地热发电装机4.38万千瓦，可再生能源的清洁能源替代作用日益凸显。

针对弃风、弃光问题，中国能源研究会常务副理事长史玉波在会上表示，我国弃光率和弃光率正在逐年下降，虽然幅度较小，但装机量却增加了好几倍，这说明清洁能源的利用效率在不断提升。

此次大会中，不少能源企业分享了清洁能源领域的相关经验。据国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司光伏产业创新中心（以下简称黄河公司）副总经理庞秀岚在会上介绍，黄河公司的清洁能源占比达93%。“基于对多能源电站的运行数据的研究，我们发现大规模的光伏之间，不同的光伏系统之间，都有互补性，风电也有互补性。解决新能源间歇性和波动性的问题，要从多能源互补和储能两方面进行研究。”庞秀岚说。

“无论是气候保护还是能源转型，一定要通过具体合作来推动。”对于国际合作，德国能源署前署长、德国欧亚能效投资公司总裁史蒂芬·科勒在接受记者采访时表示。作为德国能源转型的领导者，史蒂芬·科勒在新能源领域颇有成效。据史蒂芬·科勒介绍，他所主持的“欧瑞府零碳项目”已经提前实现了德国2050年的低碳减排目标。值得一提的是，这一

项目没有政府补贴支持，完全通过市场经济实现。

“俄罗斯与中国已经进行了很有成效的长期合作，下一步，中俄可以在发展智能电网上有更多合作。”俄罗斯联邦经济部前部长谢尔盖·什马特可在接受记者采访时表示。据谢尔盖·什马特可介绍，俄罗斯将于今年年底完成“西伯利亚力量”项目的天然气供气。这项由中国石油天然气集团公司和俄罗斯天然气工业集团共同合作的“西伯利亚力量”中俄输气管道东线工程，对缓解“少气”的中国天然气市场有很大帮助。（牛伟）

设备远程联网 能效在线分析

分布式能源装备“软硬”结合成趋势

中国能源报 2019.11.18

大型产业园区、工业企业、医院、数据中心、交通枢纽对能源需求量大且负荷相对稳定，是业内公认适合优先开展分布式能源的场景。然而发电设备昂贵，分布式用户多不是能源专业管理人员，运行效率有待提高。11月14日，记者在中国通用机械工业协会能量回收装备分会主办的2019（第七届）中国能量回收技术与装备论坛上了解到，分布式能源装备制造出来、卖出去不再是“一锤子买卖”，硬件与软件结合，帮助用户将设备“管起来”，将有助于提高分布式能源的运行效率。

分布式能源趋势不可逆转

“目前，我国能源使用率有待提升。要解决能源利用中存在的问题，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，需要立足于现有的能源资源，同时开发新的能源利用方式和新能源，扩大能源的综合利用范围，提高能源利用效率。分布式能源就是解决这样一个问题的关键技术之一。”陕西鼓风机（集团）有限公司（下称“陕鼓”）党委书记、董事长李宏安在论坛上说。

据了解，分布式能源是以小型发电技术为核心，集成智能电网、储能等技术形成的一种主要分布于用户侧的小型电力系统。分布式能源技术选择多样，既可以利用天然气，也可以利用太阳能、风能、生物质能等可再生能源；从供能模式来看，可以用于发电、制热、制冷多联供；从运行模式来看，既可以独立运行，也可以并网运行。李宏安介绍，分布式能源技术有能源综合利用率高、环境负面影响小、能源供应可靠性高、经济效益好等特点，是未来世界能源技术的重要发展方向。

看到了这个方向的陕鼓由能量转换领域单一产品制造商转向分布式能源领域系统解决方案商和系统服务商，形成了设备、工程EPC、服务、运营、金融、供应链、智能化等七大核心竞争力，其流程工业装置智能运营平台，面向流程工业企业装置智能化的运行与生产管理以及运维服务，建立的系统能源信息管理平台，可进行能效在线计算、分析和评估，提升装置生产运行管理水平。战略聚焦分布式能源让陕鼓获得了稳定、可预见的现金流和收益。“这就是转型的好处。”李宏安说。

设备远程联网帮用户把设备“管起来”

在会场某企业产品展示台上，电脑屏幕显示着用户各项能源数据，而采集这些数据的，就是工作人员手中的一个小小的黑色圆柱形设备。“这是无线传感器，用来采集机泵设备数据，通过物联网无线传输协议将大数据上传到云平台，用户可以通过手机等操作终端，对设备运行状态进行检测与管控。”该公司工作人员向记者介绍。

在荏原冷热系统（中国）有限公司技术总工李鹄看来，远程在线服务就像“身边的专家”，帮助用户调整和优化设备状态。他介绍，公司的能源管理监控云平台将分布在世界各地的空调冷热源站控数据进行汇总，通过对基础数据的分类统计，并以曲线、柱状图、饼图等形式展示，达到对设备能耗的总体把控。公司的远程监控中心可对用户机组进行全天 24 小时远程联网监控，可动态显示所有联网监控用户机组的运行状态、运行数据，当机组运行参数偏离时，在第一时间给用户操作人员以专家级建议，将机组调至最佳的运转状态。

曼恩能源方案集团分布式能源业务总经理严胜德也经常向客户建议一定使用远程在线服务。“远程在线服务可以监控、诊断、出报告，但是不会授权设备商启停机组的权限，客户不必有设备和数据安全的担心。”

严胜德还介绍，国内一些分布式能源站主设备为进口产品，出现故障后往往需要国外工程师来现场进行安装、指导、调试，周期长，费用高，修几次的费用可能够买一台新设备了。因此他建议客户在使用设备前进行充分培训，并且制定合理的安装调试计划。

多种能源互补成探索方向

业内普遍认为，我国能源发展的思路正在改变，过去主要依靠基地式大发展的路径会重点转向户用分布式发展，形成大规模集中利用与分布式生产、就地消纳有机结合，分布式与集中利用“双管齐下”的格局，分布式能源也面临着多元化发展。

谈起未来分布式能源的新方式，严胜德认为，混合能源发电技术会是传统能源发电走向氢能发电或其他新能源的过渡。传统能源混合新能源、储能及供热能降低燃料消耗和二氧化碳排放，降低能源生产成本。通过储能保证可用率和电网稳定性，是未来值得尝试的分布式发电方式。

双良节能系统股份有限公司供热工程部副总工程师张振新介绍，数据中心制冷可与周边供热较好地衔接起来。“数据中心全年都需要制冷，冬天进行制冷的同时，在数据中心另外一侧就可以供热。例如在数据中心一侧提供 15 度左右的冷水，满足低温制冷需求，同时可为另一侧提供 50 度左右的热水，满足周围区域供热需求。“这边可以找数据中心收冷费，那边可以找用户收热费，应该是非常好的项目。”张振新表示非常看好这种节能模式。

光热发电技术因其具备高效及储能等优势，而且成本下降空间可期，近几年在全球得到了广泛关注。中国长江动力集团节能动力事业部总经理胡哺松介绍，光热发电不仅有塔式高温高压技术，还有中低温发电模式，例如 400 千瓦等级左右的发电系统，既可以制冷，也可以制热。国内海岛如果建设小型光热电站，可以保证长期稳定运行，而不需要燃油、燃煤等化石能源，更加清洁可靠。（齐琛同）

奔向 100% 可再生能源

中外专家共商全球能源行业未来发展趋势

中国科学报 2019.11.4

“21 世纪的真正挑战是实现 100% 的可再生能源。”诺贝尔物理学奖获得者、美国斯坦福大学教授朱棣文说。

随着全球能源和环境问题日益严峻，能源变革已成为全人类的共同诉求。近年来全球能源行业明显呈现出“能源电力化、电力清洁化、风光比例显著提升”的趋势，但有专家表示，“我们的进展还是太慢了。”

在 10 月 27 日在京开幕的 2019 年国际清洁能源会议上，500 余名专家学者展开跨界交流，以期共同推动清洁能源的持续快速发展。

迫在眉睫的挑战

“在历史上，气候上升 1℃，海平面会升高 6 到 9 米。如果你在上海浦东有房产的话，这 6 到 9 米可不是件好事情，这意味着很多建筑会被淹没。”

“如果把全世界的肉牛和奶牛组成一个国家，这个‘国家’每年排放的温室气体超过了除美国和中国外的任何一个国家。”

朱棣文的报告中不乏生动鲜活的案例，但幽默背后是刺痛人心的现实。

森林大火、干旱洪水、物种灭绝……温室气体排放导致的气候变化正向地球上的每一个国家和每一个人发出严峻挑战。2015 年巴黎气候大会达成协定：把全球平均气温较工业化前水平升温控制在 2℃ 之内，并为把升温控制在 1.5℃ 之内而努力。

据计算，如果要保持 2℃ 以下的升温，二氧化碳的排放就必须低于 2900 吨。而按照目前的排放增速，大概 2035 年就会达到这个水平。

“我们的进展太慢了。”诺贝尔奖获得者、美国加州大学伯克利分校教授 Daniel Kammen 说，“而且，仅仅遵守巴黎协定，实现‘2℃’的目标是不够的，我们需要加倍的技术创新，才能从‘2℃’的目标推进到‘1.5℃’的目标。”

无可替代的合作

从 2000 年至 2017 年，美国加州的 GDP 增长了 60%，人口增长了 20%，温室气体排放则降低了 8%，单位 GDP 的温室气体排放降幅达到了 40%。

美国加州能源委员会分享的“加州经验”，被在场专家评价为“属于全人类的经验。”

“加州经验”是科技创新和精细化管理的结合，既包括把交通、工业、天然气和电力产生的碳进行固化，也包括在每个楼宇里放置显示耗电量的大屏幕。

加州气候法案要求 2045 年实现 100% 的可再生能源。Kammen 认为，要向这样的目标加速迈进，需要借鉴中国在电动汽车研制等方面的实践经验。

“如果没有同中国的合作，我们的众多项目是不可能行得通的。”Kammen 反复强调，中

国和美国是世界上最大的能源使用者，是排放大户，但也是清洁能源方面最大的创新者。在清洁能源革命进程中，中美双方开展深入密切合作具有不可替代的必要性。

共同迎向的未来

中国作为可再生能源发展最快的国家之一，近十年间风电装机增长 15 倍，光伏装机增长 1740 倍，风电和光伏的累计装机容量均居世界第一。

但大量的弃风弃光，成了制约我国能源转型发展的一大瓶颈。当新能源在我国产能中所占的比例越来越大，如何有效消纳这部分能源，让能源发挥应有的作用，是接下来必须面对的问题。

针对高比例新能源电力消纳，中国工程院院士、中国电机工程学会副理事长刘吉臻重点提出了提升火电灵活调峰能力、建设输电通道与柔性智能电网、开发推广新能源主动支撑技术、健全相关政策与市场机制等 7 条对策。

国务院参事、中国城市科学研究会理事长仇保兴提出，在我国能源清洁转型、“一带一路”倡议下，建议启动中国青藏地区太阳能大规模开发，通过特高压电网输送清洁电力，既可满足中东部地区用电需求，又有利于在我国加快形成具有国际竞争力的新能源产业。

“中国的清洁能源发展不仅面向中国，更要为全世界提供技术、装备和服务，通过建设绿色的‘一带一路’，不断推动围绕清洁能源技术的能源战略转型，实现绿色、低碳和可持续发展。”中国电机工程学会理事长、中国华能集团有限公司董事长舒印彪总结道。（李晨阳）

中非共商清洁能源合作新路径

中国能源报 2019.11.11

本报讯 11 月 6 日，2019 全球能源互联网暨中-非能源电力大会在北京开幕。来自全球 79 个国家的 1000 多位嘉宾围绕“全球能源互联网——绿色低碳可持续发展之路”和“非洲能源互联网——非洲发展新动能”两大主题，共商全球和非洲能源互联网发展大计。

国家能源局副局长刘宝华在致辞中表示，非洲水、风、光等清洁能源资源十分丰富，发展潜力巨大，中国在特高压、智能电网、清洁能源开发等领域具有世界领先的技术和装备。发挥中非双方互补优势，加大能源领域合作，对落实中非合作“八大行动”、推动非洲可持续发展具有重要意义。

全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚在主旨演讲中表示，全球能源互联网为各国寻求可持续发展道路提供了新思路、新方案，为各方参与国际能源合作搭建了广阔平台，在服务人类可持续发展、构建人类命运共同体中发挥了日益重要的作用。

大会提出，非洲能源互联网是全球能源互联网的重要组成部分，是实现非洲能源可持续发展的治本之策，将为非洲经济腾飞和中非合作带来重大机遇。

数据显示，当前非洲人均年用电量约为全球平均水平的 18%，平均电价高达每千瓦时

14 美分，还有近一半人口用不上电，制约着非洲经济社会发展。从资源禀赋看，非洲化石能源已探明储量仅占全球的 3.4%，而水能、太阳能、风能总技术可开发量达 734 万亿千瓦时/年，占全球的 39%。

刘振亚指出，解决非洲能源问题，必须走清洁发展道路，核心就是建设非洲能源互联网，加快大型水电、风电、太阳能发电基地和各类分布式电源开发，加强各国电网建设和跨国跨洲互联，打造覆盖全非洲的“电力高速公路”。

本次大会还聚焦中非能源电力合作和非洲能源互联网发展，致力于推动“中国倡议”落地非洲。

“建设非洲能源互联网，关键要发挥刚果河水电的引领和带动作用。”刘振亚说。据了解，刚果河下游水能资源极为丰富，金沙萨至入海口河段装机规模和年发电量可达 1.1 亿千瓦、7000 亿千瓦时，分别相当于 5 个、7 个中国三峡电站。“统筹开发大英加、皮奥卡、马塔迪三个梯级电站，在满足本国用电需求基础上，还可让清洁电力惠及全非洲。”刘振亚表示。

大会向与会各方发出三项呼吁：一是把握以清洁发展为根本方向的世界能源转型大势，建设全球能源互联网，形成能源生产清洁化、配置广域化、消费电气化的现代能源体系。二是强化战略规划、项目实施、市场运营、技术装备等全方位创新，夯实全球能源互联网发展基础。三是凝聚各方力量，按国内互联、洲内互联、全球互联三个阶段，推动全球能源互联网发展再上新台阶。

在本次大会上，全球能源互联网发展合作组织还发布了《刚果河水电开发与外送研究》、《非洲能源互联网研究》、《非洲“电—矿—冶—工—贸”联动发展新模式》三份报告，为推动非洲能源与经济社会环境协同发展提出解决方案。据悉，这是国际上首次在非洲能源互联网研究框架下开展刚果河下游水电系统开发和外送规划研究，也是首次从多产业联动角度提出非洲重大基础设施和工业项目建设发展模式。（路郑）

我国又一国际能源交易中心成立

落户粤港澳大湾区

中国城市能源周刊 2019.11.18

11 月 11 日，粤港澳大湾区国际能源交易中心成立仪式在京召开。记者在现场了解到，该交易中心由大洋国际交易集团股份有限公司发起设立，注册于香港。其旨在将国际资源与亚太市场进行对接，开展原油和天然气等能源贸易，力图打造继伦敦和纽约交易所后的又一国际交易平台。

期现结合推动能源电商快速发展

“今天是‘双十一’，是电商领域蓬勃发展的里程碑。粤港澳大湾区国际能源交易中心选择在今天成立，秉承一致理念，也将实现线上线下联动发展。”粤港澳大湾区国际能源交

易中心董事长龚家龙在启动仪式上说。

“伴随着粤港澳大湾区国际能源交易中心的正式上线，期现结合的交易模式，以及配套2000亿的粤港澳大湾区国际能源产业基金，这些都将大大推动粤港澳大湾区能源交易中心电商平台建设的快速发展。”龚家龙进一步指出。

据介绍，该能源交易中心将优先开展国际原油贸易，将中东、非洲、亚洲、美洲、俄罗斯等地区的资源与亚太市场进行对接，帮助原油进口企业直接获得产地资源，开展天然气的国际贸易，引导国际天然气生产企业与亚太进口国家建立直接对接，降低交易成本，形成反映亚太地区的市场化价格，缓解并消除天然气的“亚洲溢价”现象，开展成品油及燃料油的交易，挖掘亚太地区等国际运输业的需求。

记者了解到，该交易中心成立后，前期将以现货交易为主，中后期展开“现货+期货”业务。交易市场方面，采用现货交易、远期交易、报价交易、OTC市场交易等多种交易模式，建立外币结算、贸易融资、贸易清算、保证金管理等金融服务体系；打造集交易、信息、金融、物流于一体的功能体系，建设服务市场的专业平台。

落户大湾区国际化区位优势明显

在国际能源论坛秘书长孙贤胜看来，粤港澳大湾区国际能源交易中心成立有多重优势，首先就是区位优势。“香港在全球几大贸易中心中拥有较高的知名度，国际通行方便。”他认为，香港作为粤港澳大湾区的核心地区，能与中国和世界的市场进行直接有效联动，在香港设立粤港澳国际能源交易中心，是继伦敦和美国纽约交易所之后，又一个重要的国际交易平台。

据了解，截至2018年年底，粤港澳大湾区总人口约7千万，地区生产总值约10.9万亿元，是中国经济最具活力的区域之一。2019年2月18日，国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》，被认为是中国新一轮更高水平对外开放的重要标志之一。粤港澳大湾区建设将把香港、澳门融入国家发展大局，有望建成富有活力和国际竞争力的一流湾区和世界级城市群。

多位与会专家认为，粤港澳大湾区背靠中国及“一带一路”国家的巨大市场，将直接吸引世界能源领域的客户参与其业务，在世界能源领域的竞争中占得先机，利用好大湾区的政策红利、经济红利、资源红利和巨大的市场优势，可为全球大型能源企业及其余70%左右的中小型能源企业搭建一个开放、多元、互动、公平和高效的国际能源交易平台，向世界油气市场传递出合理的“价格”和“指数”。

能源交易中心落户粤港澳大湾区，视野和业务则在国际。中国驻美国休斯顿前总领事李强民表示，粤港澳大湾区国际能源交易中心的成立有利于促进“一带一路”倡议的推进。“我国的能源进口渠道包括非洲、中东、中亚等多国，特别是‘一带一路’沿线的国家，按照共建、共商、共享的原则，把这个平台利用好，可以把各国生产和需求的能源在这个平台上找到相应的买家和卖家。”

探索增强我国能源定价话语权

“粤港澳大湾区国际能源交易中心的成立可谓正当其时。” 龚家龙指出。

近年来，亚洲新兴国家发展势头强劲。据亚太经合组织（APEC）预测，到 2035 年全球将有超过 90% 的能源需求增长来自亚洲地区。亚太地区已成为了世界上最重要的油气消费的地区，使国际能源的消费中心向东半球逐渐偏移。

“在推动中国能源结构向低碳转型的过程中，天然气扮演了非常重要的角色。” BP 中国副总裁陈新指出，“在天然气行业面临重要挑战的时期，希望有机会借助粤港澳大湾区国际能源交易中心，加强天然气方面的贸易合作，为低碳社会发展起到重要作用。”

“客观地说，我国在能源领域的话语权还是不够的。英国的布伦特原油和美国西德克萨斯轻质原油是目前世界上最有名的两大油气定价机构，迪拜和新加坡也希望成为区域原油定价方。粤港澳大湾区国际能源交易中心将来在世界能源定价市场有资质，就有利于我国真正拥有能源的话语权。” 李强民认为，粤港澳大湾区国际能源交易中心有利于提升我国在能源领域的话语权，增强我国能源安全。

但是能源交易中心也面临着来自国内市场的挑战：目前上海期货交易所已经推出了原油期货交易，运行一年来，成效已经开始显现。此外，上海石油天然气交易中心、重庆石油天然气交易中心已开展天然气现货交易，浙江国际油气交易中心也已于 10 月份正式揭牌。

国内的这些交易中心是否会与大湾区能源交易中心形成竞争？与会多位专家表示，与上海、重庆等地的交易中心以国内区域交易不同，大湾区能源交易中心面对的是国际市场。国家能源局原副局长张玉清认为，国内在运行的能源交易中心的经验能为粤港澳大湾区国际能源交易中心提供一定的借鉴。他建议，粤港澳大湾区国际能源交易中心的发展方向要国际化，新增海外投资。此外，还要市场化和多元化，吸引国内外的机构、公司等更多主体参与。（齐琛同）

重新认识我国的能源资源禀赋

中国能源报 2019.11.11

说到我国的能源资源禀赋，通常的说法就是“富煤、缺油、少气”。这个认识对不对呢？如果我们视野中的能源只是化石能源的话，这个认识并不错。

二百多年来，化石能源的使用，推动了工业革命，大大提高了劳动生产率。虽然化石能源不可再生，但由于全球的化石能源资源比较丰富，至今，全球的一次能源消费结构中，化石能源仍然占主导地位。一个世纪以前，全球的一次能源结构中煤炭的占比也高达 70%，经过几十年的演变，油气的占比已超过 50%。中国和全球的差别在于，煤炭的占比至今仍高达近 60%，而油和气的占比较低，且对外依存度较高。

当化石能源在我国一次能源中占绝对多数时，把我们的能源资源禀赋理解为“富煤、缺油、少气”是可以理解的。

现在，这样的认识已跟不上发展了。

目前，非化石能源（包括可再生能源和核能）在全球一次能源中的占比已达 22%，在我国一次能源中的占比已达 14.3%。在能源结构中，这是正在稳定、快速增长的一块。

牵引可再生能源快速增长的，是经济社会可持续发展的需求，而支撑其稳定、快速增长的是其背后的自然资源和开发这些资源的技术能力的提升及成本的不断下降。

我国可再生能源资源大约有多少呢？文献给出，我国技术可开发的风能资源约为 35 亿千瓦，技术可开发的太阳能光伏资源约为 22 亿千瓦。而截至 2019 年上半年，我国已开发的风能装机为 1.98 亿千瓦，光伏装机为 1.9 亿千瓦，均不到技术可开发量的 1/10。技术可开发资源量已经除去了各种地理的、社会的不便开发的那部分资源量。如果再加上资源可观的生物质能、地热能，还有海洋能、太阳能热利用、固废能源化等，我国可再生能源的资源量是足够丰富的。可见，逐步发展可再生能源，使其达到高比例是完全可能的。

值得指出的是，这种资源的可再生性注定了它的可持续性；同时，这种资源是伴随着太阳的存在而自然存在的，而其量值的大小，则与技术开发能力有关。例如，高度至百米以上的风能资源，就比高度至 70—80 米的风能明显增多。至于这种资源的缺点，例如其间歇性，通过储能、调峰等技术手段是可以解决的。

值得强调的是，可再生能源资源的利用是我国自己可以掌控的，它不依赖国际地缘政治的变幻，有利于能源体系的独立性和安全性。

至于核能的资源，今天用于核裂变的重金属资源和明天用于核聚变的轻核同位素，那是另一个天地，这里暂不展开叙述。

总之，对我国的能源资源禀赋应该重新认识：在化石能源资源“富煤、缺油、少气”的同时，我国拥有丰富的非化石能源资源，特别是可再生能源资源。逐步建成我国以非化石能源为主的低碳能源体系，其资源基础是丰厚的。

由于对能源资源禀赋认识的局限性，一些能源负荷很重的地区，长期以来认为自己“负荷重、资源缺”，却没有认识到自己身边就有丰富的可再生能源资源可以开发，形成了对外来电、外来煤的依赖。这是一个影响能源政策和能源战略的实际问题。

重新认识我国的能源资源禀赋，是正确认识本国国情的要素。对于确保国家长远的能源安全、引导能源转型具有方向性、战略性的意义。（杜祥琬）

德国能源转型的第三大支柱

中国城市能源周刊 2019.11.18

在替代化石能源方面，德国正在探索新路径——Powerfuels（零碳燃料）。“它作为化石燃料的绿色替代品，可以充分挖掘可再生能源利用的潜力，通过将可再生能源生产的电力转化成为气态、液态使之便于存储、运输并在国际能源市场进行交易。”近日，在由中国城市能源变革产业发展联盟和中德可再生能源合作中心联合主办的第二期“城市能源变革”

沙龙上，德国能源署署长 Kuhlmann 对 Powerfuels 做了介绍。Kuhlmann 表示，零碳燃料在建筑、工业和运输等领域，将发挥日益重要的作用，正成为德国能源转型的第三大支柱。那么，何为 Powerfuels，让我们一起了解下。

记者：Powerfuels 是一个很新鲜的提法，该如何定义，又有哪些优点？

Kuhlmann：广义上，零碳燃料是基于可再生能源生产的气态或液态合成燃料；狭义地说，就是用可再生能源发出的电力生产的气态或液态合成燃料。除作为能源使用外，它还可用作化工基础原料。零碳燃料是化石能源的可再生替代资源，以此避免二氧化碳排放。

谈起零碳燃料的优点，首先，它便于运输，可利用现有基础设施并可长期存储，也可以降低能源转型的成本。其次，作为化石燃料的绿色替代品，它可加速去化石进程，充分挖掘可再生能源利用的潜力，使之便于存储、运输并在国际能源市场进行交易。

记者：使用了零碳燃料的一体化能源转型方案有何优势？

Kuhlmann：与单一将电力作为优先能源相比，包括了使用清洁合成燃料的一体化能源转型方案具有通过多种能源、基础设施和应用方案而显著降低成本的优势，并且更加安全可靠。因此我们认为，继提高能效、充分直接利用可再生能源（以发电为主）之后，发展零碳燃料将成为德国能源转型的第三大支柱。它将弥补通过提升能效和直接利用可再生能源发电仍不能满足的多样性用能需求。

记者：在建筑、工业和运输等领域，零碳燃料能起到哪些作用？

Kuhlmann：在建筑领域，零碳燃料是对通过建筑节能改造提升能效和使用可再生能源驱动热泵的补充。在一体化能源转型模式中将使用气体和液体的零碳燃料；在工业领域，氢能的应用正逐渐引起人们的关注，尤其是在钢铁和化工方面。比如，可用氢生产的合成甲烷对于某些工业流程很重要；在运输领域，可利用的能源种类正在增加。视应用场景而定，交通领域的燃料产品将主要包括氢、甲烷、合成汽油、合成柴油和合成航空油组成。

德国本土将生产零碳燃料，但发展方向是更多地从欧洲及欧洲以外可再生能源丰富的地区和国家进口零碳燃料。考虑到运输能力，氢能将主要在德国进行地区性生产。研究表明，随着技术的不断成熟和生产规模的扩大，零碳燃料的生产成本未来将会大幅下降。

各个地区的绿色氢生产成本差异巨大。从长期来看，氢能成本为光伏发电和陆上风力发电的混合成本。

记者：能否分析下，在中国的能源领域推广零碳燃料，将面临哪些挑战呢？

Kuhlmann：目前来看，中国能源领域面临着一些困难，比如如何将各种可再生能源整合到能源系统；从夏季到冬季，如何长期存储可再生电力；又如何降低对化石能源进口的依赖。

具体而言，中国可再生能源的资源和本地优势突出地区与能源需求中心的地理分布存在较大差异。输送可再生电力需要大规模扩充电网容量，由于新增输送配网时间成本高，目前可再生能源电力弃电仍是一个严重的问题。经济高效的解决方案是利用现有的石油和天然气管网，将无法并网的可再生电力转化为零碳燃料后进行输送。

弥合可再生电力生产和消耗之间的时间差距需要存储技术，但蓄电池、抽水蓄能装置有持续时间或容量限制。而零碳燃料具有高能量密度，大量的零碳燃料可以被长期存储。

就中国的现状而言，石油和天然气消耗大部分依赖进口。而风能和太阳能可以部分替代目前石油的使用。但是，有些领域却难以实现电气化，例如长途运输、航空、船舶、钢铁、石化等。因此，中国可以在这些领域使用来自风能和太阳能的零碳燃料，并减少对进口化石燃料的依赖，进而增加能源供应的安全。（张胜杰）

中欧携手推动清洁能源与电力市场改革

中国科学报 2019.11.4

本报讯（记者唐凤）“欧盟和中国是全球两大能源消费国（地区），两者消费了全球 1/3 的终端能源，然而 2017 年全球电力只有 12.1% 来自于清洁能源。”在近日于北京举行的“清洁能源转型与欧盟一体化高效电力市场作用研讨会”上，欧盟委员会能源总干事首席顾问 Tudor Constantinescu 说。

目前，“气候变暖”成为欧盟最热门的话题之一，欧盟提出到 2050 年实现“碳中和”。其中，欧盟电力市场曾被称为清洁能源的“变革先锋”。在此次研讨会上，与会中欧专家围绕清洁能源转型及电力市场的作用、电力监管、加强区域合作等话题展开了研讨。

“欧盟始终坚持利用市场化的手段驱动电力行业的发展变革，并注重与智能基础设施建设有机结合。”欧盟驻华代表团气候行动与能源参赞 Octavian Stamate 说，统一、高效的电力市场有助于促进清洁能源发展，帮助欧盟实现低碳目标。

“但是，欧盟电力市场仍存在诸多问题，例如各国仍‘各自为政’、合作较少、缺少透明度和信息共享、责任划分不够清晰。欧盟的发展、经验和问题，也将给中国清洁能源转型和电力市场发展提供借鉴。”Constantinescu 说。

一直以来，我国电力体制改革在不断深化，并取得了一些阶段性成果。2015 年，《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》发布，提出建立相对独立的电力交易机构，形成公平规范的市场交易平台。文件明确了新一轮深化电力体制改革的重点和路径。

“新一轮电力体制改革有助于进一步发挥市场机制在电力体制中的作用，并适应了建立清洁能源系统的需要。”国家能源局原新能源和可再生能源司副司长梁志鹏在研讨会上说，“但目前中国电力市场并不完善，例如统一、开放、竞争、有序的电力市场机制有待建立，交易价格有待完善、监管能力有待提高，法律法规尚不健全等。因此，学习欧盟经验有助于我们的提高。”

而在提及水电与火电如何同台竞争时，梁志鹏表示，我国水电、风电、光伏发电等可再生能源利用率显著提升，“弃水”“弃风”“弃光”状况得到缓解。

“针对‘弃水’等问题，我们还提出通过两次出清计算，处理弃水电量的最大程度消纳问题。”清华大学教授夏清说，“此外，我国需要推进跨省区电力现货市场建设，在更大范

围内配置资源，实现异构市场融合，全面推进能源互联网的高质量发展。”

“长期以来，中欧在清洁能源和电力市场方面的合作成绩斐然，加强中欧能源市场比较研究，有助于推动双方清洁能源转型。” Stamate 说。

该研讨会由中欧能源合作平台主办。该平台是中欧为落实 2019 年 4 月发表的《第二十一一次中国—欧盟领导人会晤关于落实中欧能源合作的联合声明》启动的旗舰项目，旨在巩固中欧能源对话成果，推动中欧在能源政策、能源行业改革、监管等方面开展交流对话与合作。

无锡国际新能源大会暨展览会举行

中国能源报 2019.11.11

本报讯 11 月 7 日-9 日，第十一届中国（无锡）国际新能源大会暨展览会（CREC 2019）举行，本届展会集中展示了光伏、风电、储能、新能源汽车及充电桩等领域的新技术和新产品。

同期举办的论坛，聚焦新能源平价上网、园区综合能源服务、光伏智能制造、分布式光伏市场开发、商业储能应用前景、氢能产业发展、新兴海外新能源市场开拓等行业热点话题，并举行了产业协作配套会等相关活动。

展会期间，无锡市人民政府与国家电力投资集团有限公司签署了《战略合作框架协议》，双方拟在清洁能源领域建立合作，按照江苏省“1+3”重点功能区战略布局，紧密结合无锡市“创新驱动、产业强市”发展战略，以期将无锡打造成扬子江城市群清洁能源创新开发基地、长江三角洲氢走廊新兴产业聚集中心。双方将在“优势互补、协同创新、注重实效、互惠互利、合作共赢”的原则指引下，在氢能业务、光伏风电等可再生能源业务、煤改气能源业务、综合能源控制中心和服务平台等领域开展全面合作。（仲新源）

向全球能源互联转型迈进

林洋能源致力打造智能、节能、新能源协同发展新模式

中国电力报电气周刊 2019.11.14

“全球能源互联网的核心是关注清洁与绿色的可持续发展，林洋能源始终努力促进清洁能源产业发展，拓展海外市场积极部署发展新动能。”江苏林洋能源股份有限公司（简称“林洋能源”）总经理方壮志在 2019 全球能源互联网暨中—非能源电力大会期间接受中国电力报记者采访时说，林洋能源聚焦“智能、节能、新能源”三大板块领域，始终秉持“打造绿色环境，创造美好生活”的使命，坚持高质量发展，为全球能源互联的发展贡献着林洋力量。

三大板块协同发展支撑能源服务

“从设备供应商转型到综合能源的运营与服务商，林洋能源不断调整企业战略规划，紧

跟时代步伐积极投入我国能源行业建设。面对电气制造行业结构性失衡的环境背景，林洋能源走出硬件制造低潮，用实际行动践行可持续发展理念。”方壮志结合行业情况分析认为，2012年，随着国内光伏下游应用市场发展兴起的契机，林洋能源再次进入新能源光伏领域。逐渐形成以“智能、节能、新能源”三个领域为主要方向融合发展的综合能源运营和服务商。

“在能源互联网的建设中，包含了能源网络和信息网络的深度融合，智能电表和智能计量是一个非常重要的部分。”方壮志表示，林洋能源致力于能源生产、传输、存储以及消费的智慧化，智能配用电领域的智能终端以及基于电力物联网的系统解决方案成为林洋能源在该领域的战略方向。“在节能领域，林洋能源通过打造能效管理平台及智能终端系统，为客户提供综合的能源服务解决方案。”方壮志说，在国家大力推进电力需求侧改革的背景下，林洋能源把握能源发展方向，在节能领域积极探索，不断突破，逐渐形成了以智慧能效管理云平台为基础，融合LED照明、储能微网、分布光伏、清洁供暖、蓄冷蓄热、电能质量管理、冷热电三联供等为一体的综合能源节能服务体系。

“在新能源领域，林洋能源着重打造绿色、低碳、环保的分布式光伏电站。”方壮志说，通过自主研发制造高效光伏电池、组件并和战略合作伙伴一起基于N型双面高效组件打造高效、高可靠性光伏电站系统解决方案，林洋能源为用户提供定制化和全方位的服务。

为民用、工商业、大规模电站等多领域提供持续可靠的太阳能电力。同时不断开拓光伏+储能创新的产品和商业模式。20年电力行业及光伏全产业链的经验积累，使“智能、节能、新能源”三大领域协同发展，让林洋能源实现全球能源管理服务商的步履更加铿锵有力。

智能业务板块是林洋能源核心板块。“林洋能源的智能业务主要聚焦在智能电网和智慧能源上。”方壮志表示，林洋能源作为国内智能电能表领军企业，长期致力于研发、生产、销售各类智能电能表、用电管理类产品，为客户提供可靠完善的AMI、微电网及储能系统和智能配电系统解决方案及产品，并提供完善的电力系统运维服务。

走过20多年磨炼、蜕变、腾飞的发展历程，林洋能源已取得很多骄傲的成绩：拥有超过160家子公司，总资产规模达到170亿元，净资产超过100亿元；长期居于国家电网有限公司量测类产品前三大供应商行列；企业技术研究成果填补多项行业空白……在原有的智能电能表业务外，林洋能源持续拓展创新，开辟了为全球能源互联服务的新型综合能源服务模式。

践行“一带一路”建设使命担当

“全球能源互联网要求企业加快走出去的步伐，林洋能源在智能计量系统解决方案业务上，也在不断拓展海外业务，实现清洁能源的转型发展。”方壮志向中国电力报记者介绍说，随着“一带一路”建设进入全面实施新阶段，林洋能源加速海外业务布局，先后同法国ENGIE集团、新加坡SUNSEAP集团、德国GREENCELLS达成战略合作协议，共同开展绿色能源业务，打造海外发展新动能。

此次大会呼吁把握以清洁能源发展为根本方向的世界能源转型大势，建设全球能源互联

网，形成能源清洁化、配置广域化、消费电气化的现代能源体系。开拓“一带一路”沿线国家市场是林洋能源践行全球能源互联网建设的一个缩影。

紧抓时代发展的脉搏，夯实全球能源互联网发展的基础离不开各方力量在战略规划、市场运营、技术装备等全方位的创新凝聚。目前林洋能源已在中国、立陶宛及孟加拉设立6大研发中心，并在立陶宛、南非、新加坡、印度尼西亚、孟加拉、澳大利亚、沙特等国家设立海外子公司或合资公司，海外业务遍布各大洲。

在全方位部署海外市场，践行全球能源互联建设的同时，林洋能源积极发展绿色能源转型，聚焦国内外新能源建设，尽显新时代企业的责任担当。据了解，截至目前，林洋能源已累计并网超1.5吉瓦分布式光伏电站，每年向社会贡献18亿千瓦时清洁能源，每年建好180万吨二氧化碳排放。在光伏精准扶贫项目上积极投入，累计捐资超4500万元。

“全球能源互联网离不开坚强智能电网与泛在电力物联网，建设泛在电力物联网与综合能源服务更是相辅相成、互为依托。开拓综合能源服务一定要突破传统方式，提高综合能源生产消费的智慧化和高效率，必然要依托物联网技术的传感网络及智能化的数据采集、数据分析。”在方壮志看来，2018年国家电网有限公司宣布开展综合能源服务业务，深入推进电能替代和综合能源服务。今年初，国家电网有限公司提出建设“三型两网、世界一流”的战略目标，林洋能源从能源互联网全产业链上着手，提供清洁能源从生产到消费的全方位计量和管理，为用户提供智慧能源整体解决方案，真正实现清洁能源转型。

“致力于成为全球分布式能源、能效管理领域最大的互联网运营和服务商。”是林洋能源矢志不渝的目标。肩负中国制造业奋斗、创造、转型的使命，新时代的征程已然扬帆起航，林洋能源始终稳步前行，用绿色能源创造更加美好的生活。（栗清振 邱燕超）

全国人大常委会开展可再生能源法执法检查

让可再生能源发展更有序

人民日报 2019.11.28

核心阅读

今年8月至11月，全国人大常委会组织开展可再生能源法执法检查。

执法检查组发现，自2006年法律实施以来，可再生能源开发利用规模显著扩大，技术装备水平明显提升，但在落实规划上下衔接、电网跨区域输送、技术研发能力等方面尚待加强，法律在实施中仍存在统筹协调不够、落实不到位等问题。

我国是世界可再生能源大国。今年8月至11月，全国人大常委会组织执法检查组分赴吉林、新疆等6个省区对可再生能源法实施情况进行了检查。自2006年法律实施以来，可再生能源开发利用规模显著扩大，技术装备水平明显提升，但法律在实施中仍存在统筹协调不够、落实不到位等问题。

规划不科学且缺乏有效衔接

9月2日，新疆能源（集团）哈密清洁能源有限责任公司。蓝天映衬下，整齐有序的风机和光伏电板矗立在一望无际的戈壁滩上，颇为壮观。

“你们规划选址依据什么？”检查组问。

“要看风力和光照。我们通过科学调查，调取风力数据，风光互补，有风用风，没风用光。”公司经理张森回答。

检查组叮嘱道：“可再生能源规划要科学、统筹，特别是要和电网建设规划相互衔接好。如果规划没有衔接好，就会出现弃光弃电问题。”

可再生能源法对编制可再生能源开发利用规划有明确要求，但检查中发现，国家和地方的可再生能源发展目标和规划衔接不够、约束性不足，国家目标未能充分考虑行业进步、成本降低带来的市场潜力，一些地方的中长期目标未严格依照全国总量目标确定，甚至超过上级总体目标，发展布局和速度也与上级规划不一致。同时，与电网建设规划之间缺乏有效衔接。一些地方反映，由于缺乏发电、输电和消纳同步规划，电网建设滞后于可再生能源发展，输电通道不足，且部分输电通道能力未能充分发挥，可再生能源电力输出受阻问题比较明显。

规划是如何制定的？规划在执行过程中要做哪些调整？规划对于引领可再生能源可持续发展有什么作用？检查组每到一处都会反复询问这些问题。但一些被检查地区和部门回避规划本身，只谈消纳和补贴拖欠问题。

检查组强调，科学规划是促进可再生能源有序健康发展的基础。根据可再生能源法的要求，应坚持规划先行，编制可再生能源规划以及水电、风电、太阳能相关发展规划，科学规划指导可再生能源有序开发利用。从发电到电网再到消纳，都应统筹协调好。

检查组成员、全国人大代表杨蓉说，依法规划就是要严格按照可再生能源法的要求，“制定了规划，在向国务院备案前，是否经过了专家论证，法律并没有明确。对于没有备案的，该如何追责，建议在修法时补充相关罚则。”

检查组强调，要严格落实可再生能源法中关于规划制度的要求，突出规划的科学性、前瞻性和约束性，科学合理确定可再生能源发展目标和发展时序，统筹可再生能源开发、输送、利用各环节的部署安排，积极促进可再生能源产业持续健康发展。地方各级能源主管部门要以国家规划为依据，按照法律规定的程序制定本行政区域可再生能源开发利用规划，使各级规划上下相衔接。

电网建设跟不上导致弃电

风、光资源虽取之不尽，但目前却难以足额输出和消纳。这是检查组听到的最集中的问题，也是所检查地区较为头痛的烦恼。

按照可再生能源法规定，国家鼓励和支持可再生能源并网发电，但可再生能源消纳市场仍不足。“电网建设和快速发展的新能源不同步，导致电能输出受限，一些地方弃电现象严重。”检查组认为，消纳难的问题，其实也是由于规划不科学且缺乏有效衔接所导致的。

检查组来到国网新疆电力调度控制中心。中心工作人员反映，新疆是弃风、弃光较多的地区，疆电外送的成本很高，有的地方不愿接受外地输送的电。

国家能源集团国华能源投资有限公司向检查组反映，随着国家对可再生能源支持力度不断加大，哈密可再生能源发展迅猛，哈密电网可再生能源装机容量占全疆可再生能源总量的1/3，但受外送能力不足等因素影响，可再生能源弃电比较高，影响全疆的可再生能源消纳率。

而在新疆尼勒克县，检查组在检查光伏项目时看到，每一块太阳能板距地面有3米高，太阳能板下可种植或养殖，这里有充沛的光热条件，实现了上面发电、下面种养殖的双赢。目前，年平均发电量2100余万千瓦时，收益1230余万元，收益资金将全部用于扶贫领域。“发展光伏扶贫产业，照亮了我们的扶贫之路。”县委书记周立新笑着说。这也得到了检查组的充分肯定。

检查组呼吁，应完善可再生能源电力市场交易机制，打破省间电力交易壁垒，鼓励送受两端市场主体直接开展交易，有针对性地建立可再生能源发电参与电力现货市场交易的体系。积极引导和规范电力市场建设，通过市场化方式提升可再生能源消纳能力。电网公司应加强输电通道建设，提高可再生能源电力跨区域输送能力。

关键核心技术研发能力仍然偏弱

可再生能源法规定，要将可再生能源开发利用的科学研究和产业化发展列为科技发展与高技术产业发展的优先领域，安排资金支持可再生能源开发利用的科学研究、应用示范和产业化发展，促进可再生能源开发利用的技术进步。

9月26日中午，火辣辣的太阳正当头，盐碱地上成片的光伏板一望无际。这里是国家能源局22个光伏领跑基地之一的吉林白城30万千瓦光伏领跑基地。

“科技进步和创新对可再生能源的支持、推动作用具体体现在哪些方面？”

“提高了发电量和光能转换率，降低了成本。你们看，每一个光伏板下都有转换轴承，光伏板能随着太阳转动，保证太阳直射。”基地负责人吕冠成自豪地指着光伏板介绍，“科技进步让我们的成本降了一半，效率却提高了20%—30%。”

检查组来到基地中控室。检查组成员指着电脑显示屏问道：“你能看出哪块光伏板有问题吗？”

“能看出来。蓝色是预测线，能预测发多少电；绿色是调度线，能调度发多少电。一旦发现问题，我们会马上通知运行维护人员去检测。”中控室工作人员熟练地演示。

检查组看到，科学预测、科学调度、科学管理，在安全可控的情况下，让效率实现了最大化。

不过，检查组也发现，虽然我国可再生能源技术水平取得显著进步，但在技术研发能力、装备制造质量、工程技术创新、公共技术体系建设方面有待加强。一些关键核心技术研发能力偏弱，大容量储能技术尚存在技术瓶颈，安全经济的新型储能产品有待突破；电网接入和运行技术有待快速提升，电网运行控制技术、智能化水平、灵活调节能力等，均需要提

升到适应高比例可再生能源并网运行水平；生物质能相关技术有待突破，成型燃料技术含量不高，生物燃料乙醇、生物质气化等存在技术瓶颈。

检查组提出，要坚持科技创新，推动解决发展中出现的问题。按照法律要求，更加重视科学技术对可再生能源发展的推动作用，加大资金投入，加强技术攻关，注重成果转化和应用示范，推动产业化应用等，努力将现有的补贴额度不够、发放不及时和绿色电力消纳能力不足等影响可再生能源产业发展的突出问题，通过科学进步、科技创新来推动解决。（王比学）

中芬能源转型商务论坛凝聚共识——

能源转型，中芬合力大有可为

中国能源报 2019.11.25

11月初，深秋时节的芬兰西部港市瓦萨（Vaasa）已是大雪纷飞，寒意逼人，同期在这里举行的“中芬能源转型商务论坛”却无比火热——围绕中芬乃至中欧开展可持续能源合作的有利条件和广阔前景，来自中芬政商学界的100余位嘉宾，分别从各自视角介绍了能源产业在中芬两国的发展情况，并一致认为两国在能源转型领域的合作潜力巨大，前景可期。

芬兰：欧盟能源转型排头兵

据了解，本次论坛是欧盟区域发展项目系列活动之一，旨在促进中芬两国能源企业在全球能源转型的大背景下密切合作，寻求共同发展的机会。中国驻芬兰大使陈立、瓦萨市市长Tomas Häyry、瓦萨大学副校长 Annukka Jokipii 出席论坛并致辞，芬兰欧盟议员 Miapetra Kumpula - Natri、国家发改委能源研究所副所长高世宪、芬兰中资企业协会会长朱梓齐、宁德时代储能事业部总裁谭立斌等分别就中芬能源政策、中芬企业合作前景及企业发展战略等发表主题演讲。

论坛主办方——瓦萨大学中芬科技创新研究中心执行主任梁雳霆博士告诉记者，中芬两国在能源转型中有天然的互补优势和良好的互信基础，作为欧盟经费支持的智库，中芬科技创新研究中心将继续发挥平台作用，促进两国在能源转型方面的全方位合作。

陈立大使在论坛致辞中表示，中国高度重视能源转型，作为当今世界最大的可再生能源制造国和消费国，中国将坚持履行《巴黎协定》，并愿与芬兰在能源转型领域加强合作。

Tomas Häyry 则在致辞中详细介绍了瓦萨乃至芬兰在欧洲能源领域的特殊地位和优势。“芬兰是欧盟能源转型的排头兵，而瓦萨是芬兰可持续发展程度最高的城市，也是名副其实的北欧能源之都，ABB、瓦锡兰（Wärtsilä）、丹佛斯（Danfoss）、安川电机（Yaskawa）等一大批国际知名能源企业云集于此，另有大量致力于可持续发展的中小型公司在此安家，而这一切都得益于芬兰充满活力的创新体系、充沛的人才储备和优质的营商环境。”

据介绍，早在2014年，芬兰即提前6年实现了“2020年可再生能源占比达到38%”的目标，成为欧盟内部唯一一个提前达标的国家（欧盟要求2020年前区域内可再生能源消费占比达到20%，并允许各成员国自行设定目标——编者注）。欧洲之外，芬兰也已成为能源

转型的世界级领跑者——在世界经济论坛（WEF）3月下旬发布的2019年能源转型指数（ETI）中，芬兰在115个采样国家中位列第四。

但芬兰在能源转型方面的耀眼成绩并非一日之功。据记者了解，芬兰本土无油无煤，传统化石能源资源极为匮乏，而其传统的支柱产业——林业和冶金都是耗能大户，加之冬季供暖期漫长，供热需求旺盛，导致芬兰能源对外依存度长期居高。统计数据显示，即使算上核电，本世纪头10年，芬兰的能源自给率也一直低于50%。为解决这一问题，芬兰在全力提升能源使用效率的同时，大力开发以可再生能源为主的新能源。

在赫尔辛基的机场接驳巴士上，记者看到一排醒目的英文：“本车所使用的燃料全部来自可回收废物，所有芬兰机场将在2019年实现碳中和”——在节能教育甚至已深入幼儿园的芬兰，类似的低碳化努力比比皆是。除了基于海量森林资源的二代生物燃料，芬兰的水电、风电、地热开发及应用也已颇具规模。

能源合作点亮中芬关系

芬兰是最早同新中国建交的西方国家之一，也是第一个同中国签订政府间贸易协定的西方国家，其在能源低碳化转型方面成功的先行先试，显然可为正在加速构建清洁低碳、安全高效现代能源体系的中国，带来有益的借鉴，并创造合作机会。

事实上，自中芬两国元首分别于2017年和2019年互访以来，中国和芬兰的商业合作获得了前所未有的巨大推动力，能源即为其中深度“受惠”并多点开花的合作领域。今年1月，国家能源局公布了首批中国-芬兰能源合作示范项目名单，位于广东、河南、北京的四个项目入选，这些项目涉及微电网、地热能清洁取暖、能源互联网、生物质耦合发电供热，均为充分发挥双方互补优势的前瞻性项目，对于两国探索未来能源发展路径都具有独特价值。从产业链的维度看，很多植根于芬兰的企业，如ABB、瓦锡兰、Switch等，正在深度参与中国的智能电网、船用动力、风机制造等细分能源领域，与国家电网、金风科技等众多能源企业有密切业务合作。

值得注意的是，随着可再生能源在全球范围内的高速发展，储能有望成为中欧开展深度合作的新兴领域。谭立斌在接受记者采访时表示，储能是宁德时代两大业务增长引擎之一，公司早在成立之初即着手布局，目前宁德时代的储能系统在发电侧、输配电侧、用电侧、微网网均已有成功应用案例。“我们坚信储能有广阔的发展前景，随着光伏和储能技术的不断提升，‘PV+ESS（光伏+储能）’在技术、应用场景和整体成本方面的优势会进一步凸显，将来会成为替代传统热发电的解决方案。”

与会的芬兰能源公司代表对此深有同感。“包括芬兰在内的欧洲国家都在全力发展光伏、风电等可再生能源，这些新能源的规模化应用催生了越来越频繁的调峰调频需求，储能一定会在未来欧洲能源系统中扮演关键角色，中国的可再生能源发展领跑世界，我们期待并欢迎中国企业带来储能解决方案。”

Annukka Jokipii进一步指出，企业直接合作之外，目前已有相当数量的芬兰大学、研究

机构与中国同行在可再生能源、废物处理、智能电网等领域开展深度合作，瓦萨大学即为其其中之一。

在此基础之上，参加论坛的芬方人士在接受记者采访时一致认为，两国能源企业的合作应进一步深入，特别是希望能有更多中国能源企业来芬兰“安家置业”。

在芬兰东博滕商会（Ostrobothnis Chamber of Commerce）首席执行官 Juha Häkkinen 看来，如果中企希望在欧盟范围内寻找商业机会，营商环境一流的芬兰是不二之选。“芬兰是北欧唯一将欧元作为主要流通货币的国家，这里的企业所得税率只有 20%，远低于其他欧盟发达国家，加之高质量教育带来的大量高科技人才储备，我们有能力为外企创造高价值的投资回报。”

尽管合作前景广阔，但中芬企业间经营理念与模式不同的问题仍待克服。“芬兰企业大多是术业有专攻的私企，手里有看家本领，但规模偏小，例如我的公司已经有 50 年历史了，但加上我也只有八名员工，而中国企业通常非常庞大，他们喜欢并购式的合作，而不是让对方独立地发挥其专精优势，这让我们感到困惑。”专注于提供国际化服务的芬兰市场营销公司 Viexpo CEO kristian Schrey 告诉记者。“但这也正是我来参加这次论坛的原因，了解彼此，才能更好合作，我相信这是个很好的开始。”（于欢）

应将甲醇作为新兴能源 纳入国家能源体系

中国能源报 2019.11.25

当前，面对“缺油、少气、富煤”的能源结构，如何在此基础上探索出一个既能保障能源安全，又能实现清洁利用和环境友好的能源消费体系，是我国能源产业人必须提交的答卷。做好这项工作，一是要依托资源禀赋，二是要因地制宜。中国工程院院士谢克昌在稍早前举办的“第九届全球新能源企业 500 强”峰会上提出“要防范不切实际的能源转型”，我赞同他的观点。我认为，这是给能源消费政策制定提出的一个警示。

发展甲醇燃料符合国情

2018 年我国石油对外依存度超过 70%，天然气的对外依存度达到 46%。经济发展和人民生活消耗的大量石油和天然气依靠进口，直接导致我国的能源安全难以得到保障。

甲醇产品仅含一个碳原子，生产原料十分丰富，煤炭、焦炉气、煤层气、天然气、生物质，以及二氧化碳均可制备甲醇，是完全可以实现碳中性循环的低碳燃料，所以又被称为“可再生合成能源”。甲醇生产技术成熟，我国是全球最大的甲醇生产国和消费国，产能和产量占全球一半以上。我国的煤炭资源丰富，但有相当一部分劣质煤炭，既不能发电，也不能作为燃料直接燃烧，但却是生产甲醇的好原料，高硫煤炭生产甲醇还可以获得宝贵的硫磺。生产甲醇过程中的高浓度二氧化碳可以收集再生产甲醇，实现资源综合利用。所以我认为，用甲醇做燃料，一是可以大幅度降低石油和天然气对外依赖度；二是实现煤炭产业资源综合利用，激活煤化工产业技术进步，实现煤炭产业链发展和增加就业；三是创建一个新兴

的甲醇燃料制备、储备、输配送、应用的新兴产业。

发展甲醇燃料有基础

在上世纪第一次石油危机发生时，国际汽车内燃机领域开始尝试将甲醇作为石油替代燃料。石油危机结束后，石油供应缓解、价格下降，甲醇作为燃料退出了应用体系。我国甲醇汽车和甲醇燃料的应用，始于上世纪70年代，先后有原国家科委、中国科学院、部分高校和科研院所、地方政府、部分企业参加应用研究和工程化研制。

2012年工业和信息化部发布《关于开展甲醇汽车试点工作的通知》，正式在山西、上海、陕西、贵州和甘肃的10个城市组织开展甲醇汽车试点工作。试点共有1024辆甲醇汽车参加，由乘用车、厢式货车、公共客车和重型卡车构成，总行驶里程达1.84亿公里，采集了涉及经济性、环保性、可靠性、安全性、适应性的5亿多条技术数据。

2018年初，10个城市甲醇汽车试点工作全部通过验收。在技术数据支撑下的评估总结报告，证明甲醇作为燃料可以安全地应用在机动车辆上。由国家卫生健康委员会负责开展的甲醇燃料对人体健康影响的研究报告，消除了长期存在民众间认为“甲醇有毒不能用于燃料”的误解和偏见。

截至今年10月31日，贵州省贵阳市完成机动车交通注册管理上路运行的甲醇出租车已经达到10367辆，西安市运行的甲醇出租车已经达到8124辆。连同其他试点城市仍在运行的甲醇车辆，全国至今在运行的甲醇汽车达20278辆。今年4月26日，在吉利商用车南充基地，吉利远征M100甲醇重卡正式下线投放市场，实现中国汽车工业甲醇重卡产品零的突破和首创，也是世界第一。5月30日，中国第一台铁路甲醇内燃机车在江苏常州戚墅堰通过台架考核验收。今年7月23日，中国第一条甲醇船舶在广东江龙船艇厂下水。目前，包括北京在内的很多城市，机关单位、餐饮业和民用灶具、取暖锅炉等，也在逐步替代旧式燃煤灶具和锅炉，部分地区的建材烧制窑炉、烟草烤制窑炉、玻璃烧制窑炉、蔬菜大棚取暖等，也采用甲醇作为燃料。

历经近60年的努力，甲醇汽车的发展和甲醇燃料的应用，无论是生产技术、生产装备还是应用技术，都已具有完全的知识产权和成熟的技术体系，完全可以开展更广范围的合作和协作。需要说明的是，中国甲醇燃料的推广应用，一直是以市场化形式进行，没有依赖政府的财政支持。甲醇燃料在动力和热力燃烧领域应用的技术水平，处于世界领先地位。将甲醇纳入大规模替代石油、实现碳基燃料清洁利用，由此带动相关产业转型升级，具有基础，具备条件。

推广应用需要政策推动

我国无论在甲醇生产还是应用方面，都有很好的基础，但是在实际推广应用中还存在诸多遗憾和很大困难。虽然今年3月份由工业和信息化部等八部委联合发布的《在部分地区推广应用甲醇汽车的指导意见》，正式将甲醇汽车和甲醇燃料合法推向汽车和燃料市场，对于推动甲醇汽车和甲醇燃料应用发挥了重要的作用。但是，在甲醇汽车和甲醇燃料推广应用

的实践中，特别是在实际操作和运行中还存在很大困难。这就需要加快甲醇燃料输配加注系统的建设，加大宣传引导力度，更重要的是要加速解除政府管理层面已经明显影响发展进程的规章制度的制约，破解部门间协调存在的诸多掣肘因素。

中国的甲醇产能已近亿吨，接近年消耗汽油的水平。我国甲醇生产，不论是在原料还是技术方面，都不存在任何瓶颈制约；在可再生甲醇的合成生产方面，更是处于世界领先地位。将甲醇作为燃料推广应用，实现低碳清洁利用，既是中国发展多元化能源体系的需求，相信也是全球的共识。

建议将甲醇作为新兴能源纳入国家能源体系。由国家能源和工业管理部门联合对“甲醇燃料定义、甲醇燃料动力燃烧和热力燃烧应用范围、甲醇燃料生产制造供应、甲醇燃料消费应用监督管理、甲醇燃料应用安全保障措施要求、科技基础性前瞻研究、产业化应用研究、政策支持”等8个方面予以明确和分工定位，全面主导和指导我国甲醇燃料的推广和应用。为在能源消耗最大的动力燃烧和热力燃烧产业推广应用低碳清洁能源方面指明方向，提出要求，规范管理。

建议将甲醇汽车纳入新能源汽车体系管理。八部委联合发文明确指出，“研究把甲醇汽车纳入《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》管理，支持甲醇汽车发展”。既然甲醇汽车纳入双积分管理，就应享受诸如牌照、行驶以及税费方面的优惠待遇，因为甲醇汽车是清洁的（甲醇燃料一个碳，汽油7-13个碳，柴油14-22个碳，且电动汽车动力电池需要回收和无污染处理），消耗的燃料可以实现自给自足，对保障能源安全有可观的贡献率。（何光远）

《全球能源转型之七大挑战》发布：

中国有条件成为能源新技术领跑者

中国能源报 2019.11.25

本报讯（记者武晓娟）报道：日前，落基山研究所发布了《全球能源转型之七大挑战》报告，提出了排放可视化、能源生产率增长两倍、借助可再生能源推进电气化进程、重塑城市、推动清洁技术发展、重新设计工业部门以及确保快速而公平的转型等全球能源系统转型面临的七大挑战，并呼吁利益相关方通过对话与合作，加速推进能源转型。报告认为，在七大挑战中，借助可再生能源电力推进电气化进程是快速实现全球能源系统转型的最重要手段之一。

“如果想减少温室气体排放，电气化是一个非常有力的手段。”落基山研究所首席执行官 Jules Kortenhorst 对记者表示，电气化的重要性体现在两个方面：一是清洁能源电力不会带来碳排放和空气污染；二是电机能效远高于内燃机引擎，热泵技术能效远高于燃气锅炉。

为确保具有成本优势的可再生能源得以推广应用，报告建议监管者和政策制定者通过“采取利用竞争性电力批发市场机制”“以公开透明的方式采购各种资源”“优先储能、需求

侧或清洁燃料等资源的“市场开发和研究”等行动来推进相关工作。

此外，Jules Kortenhorst 还指出，虽然电气化在出行领域发展很快，随着电池成本下降，电动车的成本也越来越低，但仍需建设更多充电基础设施；而在建筑电气化领域，将所有建筑的传统供暖方式转变为电力供暖也并非易事。

报告表示，在这方面，政府能够发挥重要作用，譬如开发试点项目，或者制定一些相关的标准。

在全球能源转型进行程中，清洁能源发展一直被寄予厚望，但目前依旧面临技术、成本等瓶颈问题。

对此，Jules Kortenhorst 表示：“很多清洁能源技术正在不断涌现，有许多富有智慧的创意以及好的研究，但最大挑战是如何把它们从实验室推广到全国各地。”

这个问题该如何解决？“这需要政府提供政策支持、行业合作以及早期的融资支持。” Jules Kortenhorst 认为，中国在大规模推广清洁技术方面已经取得很大成功，“比如，中国有协鑫、天合光能、金风科技、远景能源、比亚迪和其他电动车公司等大量技术企业。中国有条件成为下一代能源新技术的全球领跑者，如氢能。”

报告认为，根据清洁能源新技术的类型、成熟程度和市场情况，加速新技术的开发与应用需要不同的干预手段：对已经成熟但成本依然过高的技术，通过刺激需求或供给降低成本；对尚未成熟的技术，可以打造生态系统，帮助学术界、企业家、风险投资、公司和政府开展无缝协调。

Jules Kortenhorst 认为：“从长远来看，通过从煤炭向可再生能源转型，中国会具备更高的国际竞争力、更好的经济发展，并实现生态文明发展目标。”

二、热能、储能、动力工程

科学家研发出新型锂电池，未来电动车十分钟完成充电

参考消息 2019.11.1

【英国《卫报》网站 10 月 30 日报道】题：研究发现未来电动车可十分钟完成充电（记者 尼古拉·戴维斯）

根据最新研究，新的电池技术可使电动汽车充电短短 10 分钟就能行驶 200 英里（1 英里约合 1.6 千米）以上。

锂离子电池的出现具有重大意义，因为小小块锂离子电池就能够储存大量能量并且反复充电。本月早些时候，三名科学家因其在锂离子电池研发领域作出的贡献而荣获诺贝尔化学奖。不过，锂离子电池也给司机带来后顾之忧，他们担心车子在半路上耗光了电而可能被迫花费很长时间来充电。

现在，科学人员说，他们正在设法解决这个问题，办法是让电池充电变得更快、更便捷，那样一来，汽车在充电站花费的时间将大大减少，可以更快地重新上路。

美国宾夕法尼亚州立大学教授、研究报告的共同作者王朝阳对本报记者说：“如果快速充电设施在路边随处可见，司机们就不必再担心续航里程，每充一次电行驶 200 至 300 英里以后，充电 10 分钟就能再行驶 200 至 300 英里。”

短短几分钟内快速充电需要强电流。然而，在低温条件下，哪怕是在 30 摄氏度，锂离子电池的这种充电方式也可能会带来问题，因为金属锂会在阳极周围沉积。温度升高到大约 60 摄氏度，可以让锂离子更快地移动从而避免这个问题，但让电池持续处于高温状态仍会有问题。

王教授说：“在高温下，电池活性材料会与电解液发生反应，形成钝化膜，这会消耗活性锂，引起高电阻。”他说，这种膜的形成是需要时间的，因此，研究团队想出了一个办法，就是让电池处于 60 摄氏度的时长只要足够充电就行了。

为此，研究团队开发了一种使用薄薄的镍箔制造出内部自热结构的电池。他们将电池加热到 60 摄氏度，然后冷却至室温，得以在 10 分钟内充电 80% 而又避免损坏电池，即使反复以这种方式充电也无碍。特斯拉的 Model S 目前使用超级充电桩给电力耗尽的电池充电 80% 需要 40 分钟。

团队在研究中使用的是容量较小（约为 10 安培小时）的单芯电池，但他们表示，这项技术可以用来为电动汽车开发电池。“我们可以用同样的（充电）时间给不同大小的电池充电，只要充电电流与电池大小成比例增加，”王教授说，“对于 150 安培小时的汽车电池，快速充电站必须持续 10 分钟提供 900 毫安的电流。”

他说，现有的快速充电桩已经可以做到这一点。

王教授表示，前景一派光明。他说：“我们的技术很简单但很出色……我估计，在用于商用车之前，它还需要两到三年的车载测试和评估。”

并未参与这项研究的英国剑桥大学教授克莱尔·格雷对这一成果表示欢迎。她说：“值得关注的一点是，这表明加热的积极作用——减少镀锂——超过了在较高温度下产生的降解过程。”但格雷补充说，要走的路还很长，这种方法现在需要扩展到更大的电池组，同时可能会有其他需要考虑的降解机制。不过，她表示：“挑战传统思维、想出创新办法很重要。”

陕西首座“光储充”电动汽车充电站投运

中国能源报 2019.11.4

本报讯 日前，陕西省首座“光储充一体化”大功率智能充电站、西安咸阳国际机场第一座对外运营的快速充电站——腾飞充电站在西安咸阳国际机场正式投运。

腾飞充电站位于西安咸阳国际机场 T3 航站楼停车场，该站建设有一机双枪直流快速充电桩 18 台，可同时为 36 台电动汽车提供快速充电服务。该充电站的投运，将为西安咸阳国际机场的网约车、私家车、旅游大巴等电动汽车在机场提供更为便捷的充电服务。

该站还设置有 1 套 600 千瓦和 2 套 360 千瓦柔性群充群控单元，以及由 360 块光伏板构

成的 100 千瓦的光伏雨棚和 300 安时的储能系统。分布式光伏预计年均发电量可达 12 万千瓦时，储能系统按照在低谷和平段储能，高峰时段放电，一天可以实现“两充两放”，可向充电站放电 600 千瓦时，每年可为充电站储放电量 22 万千瓦时。

据了解，“光储充”一体化充电站是通过“以光养桩”，实现新能源、储能、智能充电互相协调支撑的一种高科技绿色充电模式。该站所有充电桩采用绿色设计元素，配置多媒体宣传屏，可以实时宣传充电设施、电动汽车政策，推广绿色出行理念。（陈彪）

非金属碳基催化剂制备研究获突破

中国科学报 2019.11.18

近日，天津工业大学化学与化工学院副教授尹振课题组在《德国应用化学》发表的论文，被选为当期热点文章。该课题组与北京大学教授马丁课题组、中科院大连化学物理研究所研究员汪国雄课题组等合作，在非金属碳基催化剂制备和氧还原反应（ORR）研究方面取得突破性进展，成功获得 sp² 碳和 sp³ 碳共存且氮掺杂的三维碳泡沫（CF）。

新型能源转换技术和清洁能源的开发对于我国能源供给和环境保护至关重要。氧还原反应是燃料电池和金属空气电池中的电极反应，其中催化剂对于电极反应性能和电池性能提升具有关键性作用。然而，氧还原催化剂的研究主要集中于 Pt 基催化剂，成本较高，严重限制其大规模应用。

近些年，碳基催化剂作为一种低成本高效的催化剂受到广泛关注，然而目前碳基催化剂的制备和应用研究主要集中在 sp² 碳，比如石墨烯。而 Sp³ 碳由于催化活性低、高温稳定性差和导电性差等原因，在催化方面鲜有报道。

此次尹振等人的氧还原反应结果表明：该三维碳泡沫不但显示出优异的催化活性，而且起峰电位、半波电位和 Tafel 斜率均优于商业化的 Pt/C 催化剂。同时，利用该三维碳泡沫作为阴极催化剂组装锌—空气电极，该电池的功率密度最高可达 222.0 mW cm⁻²，并且在长达 100 小时的性能测试中显示出良好的稳定性。

此外，他们通过理论计算同样证实，sp³ 碳和 sp² 碳界面的氮原子对于碳材料的 ORR 性能具有决定性的影响作用。该工作不但为碳材料的合成和催化应用开辟了新的思路和方法，而且证实在分子水平上可以实现碳材料的设计和可控合成。（陈彬）

中德电动汽车示范合作指导委员会第 4 次会议在柏林召开

推动新能源汽车合作可持续发展

科技日报 2019.11.14

科技日报柏林 11 月 12 日电（记者李山）中德电动汽车示范合作指导委员会第 4 次会议 11 日在德国柏林召开。在中国科技部与德国联邦交通部的共同主持下，双方交流了中德两

国电动汽车和燃料电池汽车发展现状和战略趋势，讨论了未来加强合作的内容和方式，并为中德电动汽车创新支撑中心举行了揭牌仪式。

2019年10月，中国科技部王志刚部长与德国联邦交通部邵伊尔部长签署了有关加强中德电动汽车领域合作的联合意向声明。此次中德电动汽车示范合作指导委员会第4次会议是积极落实两位部长会晤共识的具体举措之一。

出席会议的中国科技部国际合作司叶冬柏司长表示，希望通过中德电动汽车领域的合作，为中德在发展新能源汽车所面临的共性问题找到解决方案，促进双方在新能源汽车领域的可持续发展。

中德双方交流了两国电动汽车和燃料电池汽车的发展现状和战略趋势。截至2019年6月，中国的新能源汽车保有量已达344万辆，公共和私人充电桩保有量合计超过80万，规模居世界首位。而德国的电动汽车保有量约为22.5万辆（含插电式混合动力车），公共充电桩约2.1万个。加氢站中国有近30个，而德国有77个。发展战略方面，德国在提高电动汽车购置补贴，而中国的补贴却在大幅下降。但双方均重视燃料电池汽车的发展。

此外，委员会听取了中德电动汽车创新支撑中心的工作汇报，以及具有代表性的中德合作项目的进展汇报。关于未来合作的讨论，叶冬柏司长提了几点建议，如加强战略沟通与协调，确保合作研究领域的先进性和前瞻性；确定联合研究的重点方向，确保研究方法与研究路线的科学性与合理性；促进双方机构间交流和共同研究成果的共享，避免重复研究；以及充分发挥“中德电动汽车创新支撑中心”的创新平台优势等。

主持会议的德国交通部政策事务司司长克劳斯·邦霍夫博士对此表示支持。他说，会议的讨论有很多建设性的意见，关于未来我们已经有了共同的想法，要一起去做。我们将在目前合作的基础上，继续扩大合作范围，一起推动更多的合作项目。我们认为及早地沟通项目是非常重要的，这也是中德电动汽车示范合作指导委员会的任务之一。他建议德国联邦交通部与中国科技部继续加强直接沟通。双方一致同意2021年在北京召开下一次指导委员会会议。

世界首条可再生能源柔性直流电网工程主体竣工

河北日报 2019.11.4

本报讯 11月3日，河北省送变电有限公司负责施工的世界首条可再生能源柔性直流电网——张北柔性直流电网试验示范工程±500千伏丰宁-北京线路（3标段）主体竣工，预计年底前投运。届时，北京冬奥场馆将实现100%清洁能源供电。

据了解，该项目是世界上电压等级最高、输送容量最大的柔性直流工程，也是国家电网服务绿色低碳冬奥的重点建设项目，电源侧全部采用风电、光电等清洁能源。工程建成后将实现张北地区新能源大功率输出，为京津冀地区提供稳定可靠的清洁能源。目前，该工程正准备展开复检验收工作，预计今年12月具备带电条件。

电动化 + 可再生能源成就低碳交通未来

中国城市能源周刊 2019.11.4

“随着太阳能、风能等清洁能源成本的大幅消减，驱动了绿色能源的持续增长，而发展智能电网和储能等关键技术，则是对实现清洁能源并网和有效利用的关键。随着电动汽车、无人驾驶等先进技术的涌现，智能交通的发展不仅可以减少大气污染，还可以形成移动的电网，帮助进一步整合清洁能源。”美中绿色能源促进会执行会长王麒在10月27日举办的2019国际清洁能源会议上表示。

我国能源还是交通相关规划都强调了“低碳”二字，记者在采访中发现，电动化和可再生能源的利用成为低碳交通的未来方向。

交通电动化加速将倒逼燃油车退出舞台

目前全球电动汽车推广已经进入增长期，中国电动汽车保有量占全球50%以上。据了解，2019年1—9月，我国新能源汽车累计销量为67.2万辆，同比累计上涨63.6%。2018年新增的公交车94%为新能源公交车，新能源公交占比超过了55%。

多数大型车企也发布了全部生产新能源汽车的时间表，燃油汽车将逐步退出历史舞台。与此同时，电力在交通用能终端占比将快速提升，据预计，电力在交通用能终端占比将从2018年的1%上升到2050年的33%。石油在交通用能终端占比显著下降，从2018年的94%将下降到2050年的33%。

能源交通与创新中心(iCET)高级分析师毛世越分析，我国新能源汽车发展的四大驱动力：第一是提升国家石油安全，降低汽车的化石能源消耗；第二是减少交通温室气体排放，实现国家目标与承诺；第三是打赢蓝天保卫战，降低污染物排放，提升空气质量；第四是推动汽车产业转型与升级，促进经济高质量发展。

毫无疑问的是，新能源汽车的发展已经势不可挡。2019年7月在海南博鳌发布的《世界新能源汽车大会博鳌共识》提出，力争到2035年，全球新能源汽车的市场份额达到50%，全球汽车产业基本实现电动化转型。

可再生能源与交通系统融合或成未来选择

《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》指出应推动节能低碳发展、强化生态保护和污染防治以及推进资源集约节约利用；鼓励淘汰老旧高能耗车船，提高运输工具和港站等节能环保技术水平；加快新能源汽车充电设施建设，推进新能源运输工具规模化应用。

然而，我国非电气化铁路都集中在光照强度为一类或二类地区，新能源汽车保有量较高的城市也大多集中在光照强度为三类或四类的中部和东南部。可再生能源和交通负荷在地理上不完全匹配，二者如何良好融合？

“交通导向的能源系统创新模式成为关键问题。”华北电力大学国家能源交通融合发展研究院执行院长马静指出。他建议，解决方案是构建的“源—网—荷”属性之间的供需平

衡和灵活响应，从发电侧需要因地制宜利用太阳能资源，储电侧需要高效经济的混合储能系统配置，用电侧需要灵活鲁棒的能源管理网络建设。

海南省得天独厚的太阳能等自然禀赋，以及建成国际首创清洁能源汽车生态之岛的目标，让其已经开始了可再生能源与交通融合的探索。马静介绍，海南省能源交通融合发展整体思路是充分利用挖掘太阳能资源，充分利用占用征地，丰富电站功能，充换电站、光伏电站、退役电池回收站和储能电站“多站合一”，开发独具海南特色的能源交通融合场景。

根据《海南省清洁能源汽车发展规划》，预计到2030年海南电动汽车累计推广应用约100万辆，实现各类领域电动汽车全覆盖。对此，马静建议拓展分布式光伏应用场景，降低配电网的投资扩容，同时增加电网的调峰能力，减少海南电网的电力缺口，大幅降低梯次利用成本，提高充电站利用率，丰富其功能，并增加收益模式，提高海南土地资源利用率。（齐琛罔）

平价可再生能源背景下储能前景

中国电力报 2019.11.18

作为当前能源领域发展最快的两类技术，可再生能源与储能的关联日益紧密。尽管基于可再生能源弃电的发电侧储能市场空间有限，但随着可再生能源发电成本的不断下降和电力体制改革的深入，大量平价可再生能源融入电力系统将为储能营造更多元的应用场景和更高的价值回报。

平价可再生能源提升电力现货市场储能价值

早期较高的可再生能源上网电价和部分地区严重的弃电问题带动了国内一部分发电侧储能需求。但由于近年来可再生能源补贴水平不断下降和消纳问题逐步缓解，单纯依赖弃电消纳的发电侧储能商业模式难以为继。随着光伏发电、风电在未来2~3年陆续实现发电侧全面平价，大量平价可再生能源参与电力市场交易将把发电侧可再生能源的调峰需求传递至系统侧，进而提升储能在电力现货市场中的应用价值。

一直以来，以电力现货市场为重点之一的电力体制改革一直被认为将开辟储能应用新场景。由于电力系统运行的实时状态瞬息变化，基于经济调度的日前、实时现货市场将导致电能在不同时刻的价格差异，也形成了储能充放电的激励信号。然而，以目前价格波动水平，现货市场价差对储能的吸引力却十分有限。国内8个现货市场试点已全面进入结算试运行阶段，以广东省为例，试运行结算（6月22日）的日前现货市场平均节点峰谷电价差为0.3元/千瓦时，其中价格波动最明显节点（含线路阻塞）的峰谷价差也仅为0.37元/千瓦时。考虑到市场交易电量中的输配电费用、政府基金等为固定价格，用户购电峰谷差价亦在0.4元/千瓦时以下，远低于当地目录电价峰谷差水平（0.7元/千瓦时）。

大量波动性可再生能源参与市场交易将改变现货市场价格曲线，国外相对成熟电力市场对此开展了较为系统的定量研究。根据劳伦斯伯克利实验室（LBNL）针对美国4个区域电

力市场的分析，当波动性可再生能源（风力、光伏）发电容量渗透率提升至 40% 时，4 个区域现货市场价格波动增幅在 2~4 倍之间。其中，高渗透率光伏对价格波动的影响尤为突出，变化最大的德克萨斯州（光伏发电、风电装机比例 30% 和 10%）现货市场价格波动增幅可达 6.6 倍。但需要说明的是，在加剧电价波动的同时，运营成本较低的可再生能源发电也有拉低现货市场平均出清价格的趋势。同样以上述 4 个地区为例，高可再生能源渗透率下现货市场平均价格降幅在 20%~40% 之间。按照当前发展形势，2030 年我国风电、光伏发电装机量大概率超过 10 亿千瓦，其在发电总装机中的比重也将突破 40%。若简单套用 LBNL 案例结果，综合考虑价格波动增幅和平均价格降幅，可再生能源仍将提升现货市场峰谷价差 2 倍左右，其对储能的吸引力将与当前用户侧峰谷电价套利相当。

当然，实现较高的可再生能源渗透率并非一蹴而就，且未来由可再生能源带来的现货市场价格波动也可能由售电商传导至零售侧。因此，单从峰谷价差的角度看，可再生能源渗透率的提升并不会降低用户侧储能的收益水平，在相当长的一段时间内，用户侧峰谷电价套利仍将是储能最重要的能量型应用场景。

高渗透率可再生能源拉动辅助服务市场需求。

由于波动性可再生能源和负荷存在小时内的明显波动，以小时为单位的现货市场仍然难以充分反映系统供需的实际状况，高渗透率可再生能源也因此意味着更多辅助服务需求。国家能源局《完善电力辅助服务补偿（市场）机制工作方案》明确了我国电力辅助服务补偿（市场）的 3 个实施阶段，其中第 3 阶段（2019 年~2020 年）需配合现货交易试点，开展电力辅助服务市场建设。目前，国家已批复东北、福建、山东、山西、新疆、宁夏、广东、甘肃等地开展辅助服务市场建设试点工作。随着电力辅助服务试点范围不断扩大，市场化辅助服务共享和分担机制正在形成，储能也被鼓励参与提供电力辅助服务。目前各试点地区的调频辅助服务的报价/出清价格区间集中在 5~10 元/兆瓦。假设每次调频持续时长为 30 秒，则储能参与调频单位千瓦时充放电的潜在收益就将超过 1 元，明显高于用户侧和现货市场移峰填谷的收益水平。

然而，相比电能量现货市场和负荷侧峰谷电价调节，调频辅助服务的市场空间相对有限。特别是随着储能等灵活性资源越来越多进入调频市场，调频服务或出现供大于求的情况，其价格也将因此受到影响。近年来山西等地调频辅助服务价格下滑与当地储能项目频繁上马不无关系。但渗透率不断提高的波动性可再生能源将带来新一轮电力辅助服务需求。同样参考 LBNL 案例分析结果，当波动性可再生能源发电装机容量占比提升至 40% 时，4 个区域调频辅助服务的价格将有 2~9 倍的增幅。可见，大量波动性可再生能源融入电网将同时推高电能量市场的价格波动性和辅助服务的价格水平。换言之，在高渗透率可再生能源背景下，电力辅助服务仍是补偿单价最高的储能应用模式。

市场机制和商业模式创新释放储能应用潜力

合理的市场机制设计可以吸引更多高品质、低成本灵活性资源参与电力系统调节，在降

低清洁能源转型成本的同时，也为储能营造更多元的应用场景。对比发电侧和用户侧，系统侧储能可直接响应调度指令，其参与现货电能量市场和辅助服务市场的门槛和复杂程度更低。但市场机制的完善并非朝夕之间，围绕现有峰谷目录电价的用户侧储能仍然是近期大多数储能项目的现实选择。另一方面，若未来批发与零售市场充分衔接，用户侧储能理论上同样能够参与批发市场，提供与系统侧储能相似的充放电服务，继而实现在不同应用场景间的价值叠加。

不可否认，当前用户侧储能面临高成本和降电价的双重压力。虽然储能电池、PCS 等硬件成本正在快速下降，但用户侧储能项目设计、控制软件、安装调试、场地租赁、安全保障等周边成本同样不容忽视。用户侧储能应用环境复杂，加之相关标准尚不清晰，导致项目的可复制性低，非技术环节的降本难度大。因此，除继续降低硬件成本外，未来用户侧储能的突破还有赖于商业模式的创新，例如通过储能产品的模块化最大程度发挥电池在用户侧储能应用场景下的规模效应。而标准化的储能产品有助于在项目设计、控制软件、安装调试等多个环节简化流程，最终以即插即用方式降低用户侧储能的综合成本。

展望未来，不论是在用户侧还是系统侧，储能在高渗透率可再生能源系统中都可凭借辅助服务获得更高经济回报。但目前储能参与辅助服务仍存在多重阻碍，需在体制机制、市场规则和基础设施方面进行调整。在体制机制层面，应首先明确储能作为灵活性资源的核心价值，同时通过机制创新使电力系统中各类灵活性资源价值得以合理体现。在市场规则方面，应将荷电状态、容量边界等储能关键参数纳入辅助服务市场报价过程，在最小接入功率、最短放电时间等方面尽可能降低储能准入门槛，使储能得以无缝地纳入现有市场交易与调度规则。在基础设施方面，应加快配电网升级，在继电保护、检修规程、计量结算、数据通信等方面为未来用户侧储能的大面积接入营造条件。（刘坚）

电动汽车增长有望带动澳储能业发展

中国能源报 2019.11.18

本报讯 近日，澳大利亚可再生能源公司 AGL 表示，电动汽车的增长将带动储能产业的快速发展。预计到 2030 年，澳大利亚电动汽车保有量将达 2100 万辆，销量将占汽车销量的 50% 以上。得益于此，储能电池装机容量将较目前的 2 吉瓦时增长 20 倍，达 40 吉瓦时。

AGL 认为，澳大利亚分布式能源普及率较高，即使在人口较少的南澳大利亚州和西澳大利亚州，其分布式光伏占有率也已超过 30%。如果家中有电动汽车，那么就可将电池视为储能单元，将电动汽车转变为储能装置。在保证用车出行的情况下，户用屋顶光伏所发电量可存于电池中，上网销售，获取电费。如突发断电，电池还能满足应急用电需求。

不过，澳大利亚气候理事会今年的最新民意调查显示，目前仅有 1/6 的澳民众愿意购买电动汽车。彭博新能源财指出，这主要是由于电动汽车售价过高，当燃油车和电动汽车价格持平时，预计这一比例有望提高至 50% 以上。

据彭博新能源财经预计，2022年电动汽车的制造成本有望和传统燃油车持平，这将成为澳电动汽车销量的拐点。预计未来电力和运输产业之间的联系将越来越紧密，也将促使更多的能源公司涉足“电力+运输”领域，开发新型商业模式。（董梓童）

让压缩空气储能驱动能源转型

中国能源报 2019.11.18

核心阅读：卢强院士认为，压缩空气储能是减少弃电、提高可再生能源利用效率的最佳方式，是新时代能源革命的主要组成部分。

日前，山西大同同煤集团云冈矿压缩空气储能项目正式开工。中国科学院院士、清华大学教授卢强的团队又开始了新一阶段的忙碌。长期致力于压缩空气储能技术的科研和工程实践，卢强成功主持了安徽芜湖、江苏常州等多个压缩空气储能项目。压缩空气到底如何储能？它的技术前景又如何呢？为此，本报记者专访了卢强。

“后半夜的风电、小水电和正午的光伏发电，不小的一部分在不少地区都被丢弃了。用一句外交辞令可以说是‘令人遗憾’。须知，节约的能源就是最绿的能源——The greenest energy is the energy saved，这是外企的一位专家说的。用这些被弃的电能，当然还有低谷电去启动空气压缩机，把电能转化成空气分子势能存储到一个空间里，等到用电高峰时段把这些高温、高压气流释放出来，喷入涡轮机做功，带动发电机发电，这就是压缩空气储能。”卢强用能量转换的知识向记者科普了压缩空气储能的原理。

国家能源局统计数据显示，今年前三季度，我国主要流域弃水电量244亿千瓦时，全国弃风、弃光电量分别达到128亿和32.5亿千瓦时。在卢强看来，压缩空气储能是减少弃电、提高可再生能源利用效率的最佳方式。“其实就是物理变化，基本原理就那么简单。当然，做起来还是有点复杂，要下点功夫。”

卢强说的“下点功夫”是从“热力学”开始的。“带动发电机发电的是高温、高压的空气，要想提高储能效率，到底该把注意力放在温度上还是放在压力上？”带着这样的问题，自称“热力学初学者”的卢强说，“我发现在一定范围内，随着压力增加，气压超过110个大气压后，效率曲线的上升出现‘饱和’现象；但是随着温度的增加，效率曲线基本上是直线上升（我只算到450℃）。那我们为什么不把主要精力放在提高温度上？”

因此，卢强决定，加压到100个大气压即可。

“国家电网公司是第一个支持我们做试验示范工程的企业。当时他们没有给我们很大压力，只说‘电效率能达30%就不错了’，结果实测效率略大于40%。”卢强说。

卢强一直想把压缩空气储能的第一个工程项目放在他家乡安徽，当地政府和地方电力公司也给予了大力支持，于是世界首台无补燃500kW压缩空气储能示范工程就在安徽做成了。

“接着我们团队又在青海大学做了第二个工程项目，压缩机的导热介质不再是水，而是导热油，发电效率到了50%。再往后，在国家发改委、国家能源局下达的60兆瓦示范工程

中我们采用了导热熔岩，温度提到 380℃，电效率将达到 60% 以上。”

得益于项目电效率连上台阶的大好势头，清华大学电力系统国家重点实验室的压缩空气储能也受到了越来越多的关注。

日前，启迪清洁能源集团正联合同煤集团，利用同煤集团大同云冈矿北巷道作为储气库，计划在大同兴建数百兆瓦级的压缩空气储能工程。目前首期 60 兆瓦工程已经开工。

“云冈矿周围环山，山体稳定，能耐高压气体。”卢强团队研究技术，也注意经济性，“废弃的煤矿巷道本来对企业来讲是‘包袱’，现在就会变成资源了，一举多赢。”

最后当记者问起中国版的压缩空气储能优越性时，卢强说该创新工程有六大优点：第一，成为电网削峰填谷的主力，逐渐做到不让高效火电机组（超临界、超超临界机组）“深度调峰”，以免降低其效率；第二，以 1:100 配置，可在现有基础上大幅提高风电、光伏发电等天然绿能的利用率约 20%。以 2018 年约 332 亿千瓦时的弃风、弃光电量计算，每年可减少弃电量超过 60 亿千瓦时；第三，自始至终零排放。大力发展后，我国还可在碳交易中受益；第四，长寿命，全寿命周期为 40—50 年；第五，电、热、冷、磁四联供。这里的“磁”指的是调相。把这四者用好，总效益可达约 90% 以上；第六，在紧急情况下，可有力支撑和控制电网有功、无功，防止大停电事故发生。

“总之，让我们共同努力，给中国和‘一带一路’国家一个分散的但总能量巨大的天然绿能库——压缩空气储能，这是新时代能源革命的主要组成部分。”卢强说。（姚金楠）

山区重力储能：填补长期储能空白

中国电力报能源周刊 2019.11.23

在研究人员的努力下，电池正在变得越来越便宜，并提供一种廉价的短期解决方案来储存能量以满足日常能源需求。但是，电池的长期储能能力（例如按年循环）在经济上是不可行的。尽管抽水蓄能技术对大容量（可高于 50 兆瓦）长期储能来说是一种经济可行的方法，但对于一些储能需求小于 20 兆瓦，且有季节性需求的地区来说，这种技术太昂贵了。

实现干旱地区储能

近日，在《能源》杂志上发表的一项研究中，国际应用系统分析研究所（IIASA）研究员朱利安·亨特和他的同事们提出了用 MGES 来缩小现有的短期和长期储能技术之间的差距。MGES 是指在陡峭的山体边缘建造起重机，起重机的规模足以将沙子（或砾石）从底部储存场地运输到顶部的储存场地。马达/发电机将装满沙子的储存容器从底部移动到顶部，类似于滑雪升降机。

在这个过程中，势能被储存起来，当沙子从上面的储存地点降落到下面时，产生了电能。如果山上有河流，MGES 系统可以与水力发电相结合，在利用率高高峰期，水将代替沙子或砾石产生能量。MGES 系统的好处是可以在系统的任何高度添加水，从而增加了从山区不同高度取水的可能性，这在常规水电站是不能实现的。

“这种系统的好处之一是：沙子很便宜，它跟水不一样，不会蒸发——所以你永远不会失去这种潜在的能量，它可以重复利用无数次，这使得这种方法非常有趣，尤其是在干旱地区。”亨特说。

与其他可再生能源配合使用

亨特还指出，由于水压非常高，抽水蓄能电站（PHs）受到高度差的限制，一般在1200米以内。MGES系统的高度差可以超过5000米。因此，喜马拉雅山、阿尔卑斯山、落基山等高山地区可能成为重要的长期能源储存中心。MGES其他有趣的选址是夏威夷、佛得角、马德拉等岛屿，以及地形陡峭的太平洋岛屿。

在这篇论文中，作者还提出了夏威夷莫洛凯岛未来的能源矩阵，仅使用风能、太阳能、电池和MGES来满足该岛的能源需求。亨特强调，MGES技术不应用于高峰发电或以天为周期储存能源的情景，而是填补了长期储能的空白。例如，MGES系统可以连续储存几个月的能量，然后连续发电几个月。水电站和电池则处理日常的储能周期。

亨特总结说：“需要注意的是，MGES技术没有取代任何现有的储能方案，而是为在高山地区储能，以及利用未开发的水电潜力开辟了新的途径。（于琳娜/译）”

广东上线运营氢能源有轨电车

云浮日报 2019.11.30

新华社广州11月29日电（记者刘宏宇）29日，首列商业运营的氢能源有轨电车在广东省佛山市高明区正式上线。

高明氢能有轨电车总投资为10.7亿元，规划全长17.4公里，设车站20座。当日上线的示范线为首期工程，全长6.57公里，共设置车站10座。记者试乘，感受平稳、舒适、噪音小。

高明现代轨道交通建设投资有限公司副总经理麦超明说，上线运营的氢能有轨电车可以载客285人，最大运行速度为每小时70公里。每列车安装6个储气瓶，续航能力可达100公里。

与传统的有轨电车相比，氢能源有轨电车其特别之处在于采用氢燃料电池作为动力源，即通过燃料电池内氢和氧相结合的化学反应产生电能，驱动有轨电车，做到污染物“零排放”。

高明氢能源产业发展较快，已集聚了中车四方、泰极动力等数十家涉及氢能源产业的相关企业，基本构成了整车制造、动力电池、汽车动力转向器及配套零部件等上中下游产业链。

佛山市副市长许国说，佛山市是国内发展氢能源产业较早的城市之一，截至今年10月，全市累计投放氢燃料电池汽车768辆，建成投运6座加氢站。今年将建成12座加氢站，并计划2020年推广千辆以上的氢燃料电池公交车、氢燃料电池物流车以及建设28座加氢站。

《电力储能专业发展报告（2018-2019）》发布

储能技术仍需注重基础研究

中国能源报 2019.11.25

储能类型		额定能量	优点	缺点	应用场景
电化学储能	铅炭电池	数小时	技术成熟 成本低	寿命短 比能量低	削峰填谷，容量备用
	液流电池	1~数小时	寿命长	比能量低 能量效率低 成本高	辅助可再生能源接入
	钠硫电池	4~6小时	比能量高	安全性能差 成本高	辅助可再生能源接入， 削峰填谷
	锂离子电池	分钟~数小时	响应快 比能量高 能量效率高	安全性 有待提高	辅助可再生能源接入， 调峰，调频，容量备用
机械储能	压缩空气储能	1~数十小时	适用于大规模	响应慢 能量效率低	调峰，调频， 系统容量备用
电磁场储能	飞轮储能	1秒~30分钟	响应快 比效率高	比能量低 成本高	电能质量调节
	超导储能	1~30秒		比能量高 运维复杂	电能质量调节 电网暂态稳定调节
	超级电容	1~300秒		比能量低 成本高	电能质量调节
相变储能高	热熔岩储能	1~12小时	储热系统集成 相对简单	比能量低 自放热与 热损问题突出	太阳能热发电， 间接性余热利用

表格选自中国电机工程学会电力储能专委会《电力储能专业发展报告（2018~2019）》

“现在储能技术类型这么多，应用场景也五花八门。但各种储能技术在各到到底发展到什么程度？还有哪些制约因素？不同的场景下到底适合什么样的储能？”在刚刚结束的《中国电机工程学会专业发展报告（2018-2019）》新闻发布会上，坐在嘉宾席的学会学术工作委员会副主任委员、清华大学电机系教授梁曦东在提问环节多次举手示意，希望得到一个提问机会。梁曦东把问题聚焦在了储能技术的研发和应用上。

在此次发布的《中国电机工程学会专业发展报告（2018-2019）》中，电力储能专委会专门编写了《电力储能专业发展报告（2018-2019）》（以下简称《储能报告》），尝试对业界普遍关注的问题给出答案。

不均衡：多种技术类型发展参差不齐

“按照技术类别，电力储能可分为电化学储能、机械储能、电磁场储能、相变储能和氢储能等几个主要方面。”《储能报告》副主编、中国电力科学研究院储能与电工新技术研究所李蓓指出，目前，储能关键技术的发展还很不均衡。（详见表格）

《储能报告》指出，在世界范围内，钠硫电池、锂离子电池、铅炭电池储能等已进入到准商业工程应用状态，液流电池储能、熔岩储热仍处于工程示范阶段，而压缩空气储能、飞轮储能、超级电容储能尚处于工程样机演示试验阶段，超导储能和氢储能则处于可行性研究论证之中。

“目前，全球主要的储能装机分布于美国、西班牙、中国、日本、韩国、德国、英国和澳大利亚等国。我国从‘十一五’期间布局储能技术发展至今，主要科研投入还是围绕在电化学储能领域。”李蓓介绍。此次发布的《储能报告》还特别关注到中国和世界其他国家在储能研发应用领域的不同侧重。中国在电化学储能，尤其是锂离子电池、铅炭电池和全钒液流电池等方面的研发和应用处于国际先进水平。《储能报告》援引第二届国际能源署创新周电力储能论坛的专家观点预测，未来十年，电力系统中的主要储能本体仍将是锂离子电池和铅炭电池。

此外，《储能报告》指出，在新型压缩空气储能方面，我国与国外的科研机构处于并跑阶段。但在相变储能（热熔岩储能）装置研发以及工程应用方面，我国与美国、西班牙等国的先进水平仍有5-8年差距。

不系统：各环节研究相对孤立

纵观整个储能技术的研发应用，在世界范围内又存在哪些共性问题呢？《储能报告》结合美国的发展实践点破了当前储能技术研究面临的挑战。

《储能报告》指出，美国在储能技术领域起步早、投入多、政策支持力度大，阿贡国家实验室、西北太平洋国家实验室、桑迪亚国家实验室、可再生能源国家实验等相关实验室均具备很高的硬件平台水平和研究实验能力，侧重于新型电池材料体系研发、电池工况研究、新型电池本体特性、电池集成方法、储能装置安全性、能效研究和评价等不同领域，基本涵盖了储能电池研究体系的关键材料、本体制造、综合性能分析以及产业化转移等关键环节，但却没能连接贯通成为完整的闭环。

“各国家实验室各有侧重，环节相对孤立，虽具雏形但并未构成完整体系。”李蓓坦言，储能技术研发模式的现状就是体系不健全、资源整合度不够、顶端引领作用还比较弱。

重应用、轻基础模式亟待改变

基于各自为战、缺乏统筹的现状，《储能报告》指出，当前，储能的研发还处于“重应用、轻基础”的模式。美国在2012年初由能源部牵头设立电池与储能创新中心，旨在打通各国家实验室间的相互联系。但相比于硬件水平的交流提升和应用领域的贯通，在基础性研究，尤其是基础理论、新型材料研究等方面仍有欠缺。

为此,《储能报告》也建议,要打破对已有技术“小修小补”甚至直接套用的研发思路,转而建立以需求导向为顶层,健全的应用基础理论为指导的全新模式和体系,将材料和储能本体技术的原始创新作为行业发展的根本驱动力。(姚金楠)

研发出高效率绿光发光二极管

中国科学报 2019.11.26

本报讯(见习记者卜叶)准二维钙钛矿的特殊结构赋予其优越的发光潜能。尽管一些准二维钙钛矿发光二极管已达到较高的电光转换效率,但当采用不同有机组分时,一些绿光器件效率较低的原因依然未知。近日,中国科学院长春应用化学研究所秦川江课题组与日本九州大学教授安达千波矢课题组的一项研究取得新进展,研究人员通过分析大量的实验数据,发现某类有机组分是导致器件性能低下的原因,进而研制出高效率绿光发光二极管。相关成果在线发表于《自然—光子学》。

目前,发光二极管大多基于无机材料,而有机无机杂化钙钛矿因成本低、容易加工以及光电特性优异,在光电子研究领域受到了广泛关注,基于该类材料的发光二极管也极具潜力成为下一代照明和显示技术。

该论文第一作者秦川江表示,该研究中使用的有机无机杂化钙钛矿拥有与无机钛酸钙相似的晶体结构,同时引入了有机组分和其他无机元素。其中,三维钙钛矿由有机和无机组分在三维空间交替结合而成,二维钙钛矿是由两种组分交替形成的片层结构,而准二维钙钛矿则是两类钙钛矿的混合结构,即由大尺寸有机壳层包裹着不同尺寸的三维钙钛矿。

研究发现,如果采用具有相反性质的有机组分,就能大大降低器件性能低下的概率。基于此,研究人员选择合适的准二维钙钛矿有机组分,制备了能够高效俘获三线态激子的绿光发光二极管,并获得了12.4%的电光转换效率。“该研究有望在太阳能电池、激光和场效应晶体管等领域展开应用。”秦川江说。

三、生物质能、环保工程(污水、垃圾)

西安污泥集中处置项目试运行

日处理生活污水1000吨,生产4.5万立方米沼气

中国环境报 2019.11.1

本报记者王双瑾西安报道 随着第一辆污泥车驶入污水处理厂大门,为期7个月紧张建设的西安市污水处理厂污泥集中处置项目近日开始试运行。污泥车进厂后将污泥倒入全封闭式污泥接收仓,接着厂区内机器声响起,处理后的污泥将瘦身七成,变身为沼气、生物肥料和建筑材料。

“在污水处理领域有句话:治水不治泥,等于未治水;治水不治泥,污染大转移。”西

安市污水处理监督管理中心主任叶文龙告诉记者，这一污泥集中处置项目是西安市第一个大规模、现代化、污泥集中处置项目，对全市污泥的无害化、减量化、资源化处理处置有重要意义。

相关数据显示，一座日处理污水 40 万立方米的污水处理厂每天产生脱水污泥 400 吨。目前西安市日均主城区污泥产量超过 1900 吨，现阶段主要采用制砖、水泥窑掺烧、堆肥、填埋等处理处置工艺。

“热水解 + 厌氧消化的高级厌氧消化处理工艺是本项目的核心，10 多年来，全国各地都在尝试采用厌氧消化的工艺处理污泥，均遇到了有机物降解率低、沼气产量低、沉砂量大、设备运行连续稳定性差等问题。”中国环境保护集团有限公司总工程师吴晓向记者介绍项目技术难点。

“比如，热水解预处理系统就像是一个大的高压锅，污泥在其中能完成破壁、大分子断裂等过程，改善了污泥的流动性，有利于排砂，污泥的沼气产量提高了 1 倍多，1 吨污泥能够产生 45 立方米的沼气。预计半年后，项目可实现满负荷运行，每天将生产 4.5 万立方米沼气，可供项目内发电使用。厌氧消化停留时间减少 1/3，厌氧消化设备的综合负荷比传统厌氧消化提高 3 倍多。”吴晓说，目前，这是全国处理工艺最先进的污泥处理厂区，中国环保集团目标是将这一项目打造为全国污泥处理的样板工程。

1000 吨的污泥经过热水解、厌氧消化、离心脱水、低温干化等处理工艺，变成 240 吨的终端产品，这些产品可作为建材原材料、园林绿化肥料等，实现绿色、循环和可持续发展。预计调试运行半年后，可达到日处理西安市政污水处理厂的生活污泥 1000 吨（含水率 80%、年处理总量 36.5 万吨），可满足西安市主城区近一半以上的污泥处理需求。同时，西安市污水处理厂污泥集中处置项目为西安市环境和城市基础设施建设重点项目，采用政府与社会资本合作的 PPP 模式，西安市污水处理监督管理中心、中国环境保护集团有限公司、西安市市政道桥建设有限公司共同参与项目的建设和运行。

另据了解，目前西安市已开始筹划新的污泥处置项目，计划在高陵区和沣西新城各建设一座 1100 吨的污泥焚烧处置项目，这两个项目的建成投产，将满足西安市 2030 年污泥处理处置需要。

推动生物质能产业高质量发展

中国电力报发电周刊 2019.11.18

近年来，随着能源供给侧结构性改革的持续推进，生物质能产业在各界的“翘首相盼”中取得了一定的发展成绩。“截至 2018 年年底，我国生物质发电装机容量已达 18 吉瓦，2019 年上半年已实现 1995 万千瓦。”国家可再生能源中心窦克军研究员在日前举办的“2019——POWERCEC 第十届中国生物质综合利用发展论坛暨发电技术交流会”上介绍，近年来我国生物质能产业已经实现了突破性的发展。

不过，“从当前的发展实践来看，经过一轮的快速发展，生物质能行业迈入瓶颈期。以已有 10 多年发展历程的农林生物质发电为例来看，其机组效率低、整体效益差，许多企业面临生存危机。”在此次会议上，与会专家直击行业痛点。如此，我国生物质能行业该如何实现新一轮突破性、高质量的发展，成为与会嘉宾热议的焦点。

扩大热电联产规模 提升产业附加值

“目前，制约我国生物质能行业发展的一个重要因素就是热电联产规模小。”对黑龙江庆翔集团总经理王国茂提出的这一观点，多位与会嘉宾表示认同。

事实上，在 2017 年，国家能源局已经要求把农林生物质发电项目实现热电联产作为项目核准的必备条件。然而，截至 2018 年年底，在我国已经投运的 321 家、总装机容量 806 万千瓦的农林生物质发电项目中，热电联产项目仅有 137 家，装机容量只有 346 万千瓦。“热电联产机组和容量占比小，这不符合生物质能产业的发展方向。”王国茂言辞凿凿。

王国茂说，目前，我国整个生物质能行业绝大多数企业都是单纯发电，这种业务单一、低效、低附加值和完全依靠国家补贴的供能模式已经不能满足社会发展和时代进步的需要。他认为，实现生物质热电联产是生物质能产业最佳的发展方向，也是提升企业效益、增强企业生存能力的重要举措。对此，窦克军表示认可：“应该全面推进生物质热电联产，合理拓展生物质燃煤耦合改造，充分发挥非电领域的清洁能源替代，向炭、气、油、肥多联产高附加值深入发展。”

“国家缺热不缺电。随着燃煤小锅炉全面关停和广大民众对环境要求不断提高，如何解决供热矛盾是一个重要课题，生物质能源供给侧结构性改革势在必行。”王国茂认为，在不久的将来，生物质热电联产还可能会享受优惠政策，应该加快扩大其生产规模。

进行机组技改 提高企业核心竞争力

我国生物质发电设备已由第一代 75 吨中温中压或次高温次高压机组，发展为第二代高温高压机组，再到目前的高温超高压中间再热及双超再热参数机组，技术不断进步，效率不断提高。“不过，当下，第一代机组尚有 30%、近百家的企业还在艰难维持运行，设备故障率高、经济性差，如何进行改造，不断提高其经济效率和安全性，成为行业健康发展所必须解决的问题。”中节能（宿迁）生物质能发电有限公司副总经理高伟在会上抛出了这个行业关切的话题。

高伟介绍，从该公司自主研发的两台秸秆直燃中温中压 75T/H 循环流化床锅炉配套 12 兆瓦汽轮发电机组运行情况来看，一些问题已经明显暴露。例如，锅炉运行周期短，甚至运行不到 10 天就需停机检修；发电机组难以满负荷运行；燃料入炉输送系统故障率高、经济性差、安全隐患大等。

“近年来，随着燃料成本上涨，利润空间被淹没，企业正常生产经营及生存面临巨大压力，进行机组改造，提高其经济效率和安全性势在必行。”与会专家提出。

“通过燃料入炉系统技术创新与改造、屏式过热器布置方式优化等一系列技改，我们的

锅炉负荷由当初的 60T/H 提升到额定负荷，甚至达到 80 吨以上，可以安全、连续运行 3 个月；锅炉效率提高 3%，接近 90%；与改造前相比，节约燃料达 6200 吨/年……”高伟“现身说法”，机组改造能够实实在在提升企业核心竞争力，必须加快推进。

推动清洁生产 实现绿色低碳发展

“发展生物质能是改善环境质量、发展循环经济的重要任务。需要强调的是，生物质能自身必须实现清洁生产，才能真正实现绿色、低碳发展。”与会专家强调，如何处理好主要污染物粉尘、硝等的排放问题，是事关行业“生死存亡”的大事。

琦泉集团副院长曲宠上介绍，生物质烟气中粉尘较大、灰分较细，燃料燃烧不充分，极易出现反吹时指标超标或布袋着火等情况，在造成排放不达标的同时埋下安全隐患，并影响锅炉长周期运行，造成重大经济损失。“以 130 吨锅炉为例，直接经济损失可达 2000 万元。”对于粉尘处理，有专家建议，应重点对传统的返料系统大灰斗设计进行改造。实践证明，生物质灰流动性差，大灰斗尾部物料滞留时间过长，容易造成板结。滚筒流量阀下游斜槽与大灰斗共用流化风系统，容易造成“抢风”现象，使大灰斗严重欠流化等。“传统返料系统大灰斗设计导致实际运行中建床困难，且床压极其不稳定，亟待改进。”

对于脱硝，硝排放指标一直是困扰生物质锅炉环保的“卡脖子”问题。据介绍，目前业内主要使用 SCR、SNCR 脱硝技术。其中 SCR 技术的脱硝效率一般为 40%~60%，但其反应效率受到炉内温度的制约。SNCR 技术的脱硝效率可达 80%~90%，但烟气再加热的运行费用极高。为此，业内亟待创新研发更加经济、高效的脱硝技术。

“我们新近研发的高分子深度干法脱硝技术能很好地满足超低排放标准需求，且经济可行。”常州泰聚环保科技有限公司董事长倪同奎介绍，经实际应用测量，该技术脱硝效率可达 95% 左右，且氨逃逸低于国家排放标准，为生物质能脱硝达标带来了新希望。（白明琴）

新技术使制造化肥碳排放量减半

旧工艺每年释放超过 4.5 亿吨碳，占人类碳排放总量 1%

中国科学报 2019.11.8

本报讯 为了养活全球 70 多亿人口，人类依靠有上百年历史的哈伯—博世工艺将空气中的氮和天然气中的甲烷转化为氨，后者是制造化肥的原始材料。但是这一过程每年排放了超过 4.5 亿吨的二氧化碳，约占人类碳排放总量的 1%，比任何其他工业化学反应的碳排放量都要多。

如今，一种新型陶瓷反应器可以将这一过程的碳排放量减半。如果可以扩大规模，这项新技术还可以降低全球化肥价格，因为它可以让农田附近的小化工厂更加容易地生产化肥。

“这一成果让我印象很深。”并未参与该项研究的美国剑桥市麻省理工学院化学工程师 Karthish Manthiram 说。20 世纪初发明的哈伯—博世工艺使用 3 个独立的反应器从甲烷中生成氢，然后将甲烷与氮结合生成氨。相比之下，新方法将 3 个反应器合为 1 个反应器。

“这种流线型设计减少了能源消耗和二氧化碳排放量。” Manthiram 说。

制造氨的标准三步法的第一步被称为蒸汽甲烷转化。在这一过程中，高温以及 1000 摄氏度的高温，使得蒸汽和甲烷在固体镍催化剂上混合。催化剂加速了解析蒸汽和甲烷的化学反应，并生成了氢气分子和一氧化碳（一种有毒气体）分子。随后，第二个反应器将一氧化碳和蒸汽转化为更温和的二氧化碳和氢气。最后，第三个反应器将氢气和氮转化为氨。但是在第一个反应器中产生的氢气减慢了镍催化剂的工作速度。

为了让催化剂以一种更高的速度工作，荷兰埃因霍芬市基础能源研究所化学工程师 Vasileios Kyriakou 和来自希腊的同事，寻求了一种新的反应器设计，能在氢原子从甲烷分子中剥离出来后立即将其移除。

研究人员制造了一根薄薄的陶瓷管，蒸汽和甲烷在里面像往常一样混合在一起。管道内壁上的镍催化剂产生了带正电荷的氢离子、电子和二氧化碳。随后，二氧化碳以废气的形式从管中排出，同时，外加的电压推动带负电荷的电子通过一根导线到达覆盖在陶瓷管外表面的第二种催化剂上。

这些负电荷反过来使带正电荷的氢离子穿过陶瓷膜壁来到管的外表面。这种离子的虹吸作用使得陶瓷管内的催化剂能够以更快的速度工作。它还可以使该反应在大约 600 摄氏度的环境中进行，这个温度只产生副产品二氧化碳，而不是必须进一步处理的一氧化碳。

与此同时，在陶瓷管的外表面，含有钒、氮和铁的第二种催化剂使氢离子、电子和氮分子分别进入管道并形成氨，所有这些反应都是在大气压下进行的。

研究人员在本周出版的《焦耳》杂志上报告说，由于驱动反应所需的能量减少，他们只需用常规蒸汽甲烷转化产生的二氧化碳的一半就能制造出氨。

Kyriakou 指出，除了更有价值的氨外，第二种催化剂还生成一些氢气。研究人员通过将这些氢气注入燃料电池，并使之与氧气结合，从而产生了水和电，而这些电被他们用来驱动陶瓷氨反应器。

Kyriakou 说，目前氨合成催化剂在陶瓷管的外表面仍然太慢，导致这个过程无法与蒸汽甲烷转化竞争。然而，他说，自己和同事已经在寻找改进的催化剂，以帮助他们颠覆有史以来最重要的化学过程之一。

研究人员可能会得到很多帮助。Manthiram 说：“这是一种截然不同的（制造氨的）战略，将激励许多其他机构尝试这种做法。”（赵熙熙）

畜禽粪便处理处置走向一体化、智能化

中国科学报 2019.11.21

本报讯 日前，第二十二届中国北京国际科技产业博览会在京举行。在这次国家级的年度例展上，北京中科博联环境工程有限公司推出的一体化智能好氧发酵装备引人注目。

如今，畜禽饲养业虽然发展趋势很好，但是其对环境的污染问题也随之而来。养殖场粪

便产出量大，处理压力也不断增加，很多地方都发生了环境污染恶劣事件。该一体化智能好氧发酵装备（农林版），适用于畜禽粪便的处理处置，因其研发实力、技术积累和丰富的行业经验，相继受到正大集团、伊利、双汇、温氏等跨国公司和国内外上市集团及龙头企业的青睐。

据介绍，作为一项环保机器人技术，该技术突破了有机固废处理装备模块集成、精准定位、智能发酵的瓶颈，实现了环保装备一体化、智能化，符合时代发展趋势。

据介绍，这种装备的优势还在于可一键操作、操作管理智能化，减少操作失误。一个机器人，发酵过程自动化，减少人工作业；一个密封舱，臭气废水全净化，避免环保困扰；一个新景观，设施整体美观化，消除脏乱印象；一流性价比，投资成本合理化，节约厂房建设成本。（王卉）

污水处理过程中能耗成本占比很高

污水处理厂可以成为“发电厂”

《水美中国》白皮书发布，构建水与能源相互辅助的合作关系

中国环境报 2019.11.21

“未来中国城市‘水—能源—气候变化’体系的趋势包括技术智能化、气候适应化和资源再生化、质效精细化、价值体系化等趋势。”这是日前在“中丹可持续水技术峰会”（以下简称“峰会”）上正式发布的《水美中国：共谱水与能源同美共生的可持续新未来白皮书》（以下简称《白皮书》）上提出的。

《白皮书》由格兰富与国际水务智库（GWI）共同撰写，以“水—能源—气候变化”体系为基础，探讨中国在供水保障、水质改善，以及应对气候变化方面的挑战，旨在为城市水系统管理和可持续发展提供一定的借鉴和参考。

峰会由丹麦出口协会与格兰富共同举办。据介绍，今年是丹麦出口协会为期3年的“中丹U-SE水项目”启动的第一年。

水处理行业要关注能源消耗问题

“水处理行业也要关注能耗问题。”中规院（北京）规划设计公司生态市政院院长、GWI中国水业特邀顾问王家卓给出一系列数据表明，水与能源消耗、气候变化等问题密不可分。

联合国统计数据显示，目前全球用于能源的生产用水共计占全球水资源消耗总量的15%左右，而水的相关生产和运输也是能源的主要消耗单元。美国2017年能源消耗量中约2%用于饮用水和污水处理系统，共产生约4100万吨温室气体。而全球污水处理等水处理行业的碳排放量目前大约占全球碳排放量2%左右。

“水和废水的处理流程消耗了25%~40%的市政电力。”丹麦南部水研究中心、丹麦水

厂首席执行官 Mads Leth 介绍说，一直以来，人们更关心水处理行业的效果、水质如何，而对水处理行业的能源消耗问题并未过多关注。但实际上，水处理行业的能源消耗问题一直存在。

大连首创水务有限公司总经理康弘曾告诉记者，污水处理过程中的能耗在污水处理成本中占比很高。

《白皮书》显示，由于不同的污水处理厂所用的处理技术级别、设备类型和总厂规划不同，每个厂的能耗也差别较大。据《2015 年城镇排水统计年鉴数据》显示，全国城镇污水处理厂的能耗范围约在 0.01 ~ 2.014 千瓦时/立方米。据丹麦的国际水泵制造商格兰富集团发布的数据显示，水泵消耗的能源占有与水相关的设施能耗的 10% 左右。

王家卓认为，污水处理厂中曝气的精确控制很关键，很多能耗消耗在污水处理厂曝气系统中，在这方面做一些工作，都能减少二氧化碳排放。

新兴技术促进节水即节能

《白皮书》指出，协调并平衡“水—能源—气候变化”共联共存的关系，在气候变化的大背景下对城市水环境和能源进行全过程的统筹管理。水和能源在生产处理过程中相互依存而又相互制约，“节水即节能”。

《白皮书》显示，在 2007 年至 2017 年间，中国的污水处理量从 176.5 亿吨增加至 569.8 亿吨，实现了逾 3 倍的惊人增长。未来还将继续增长。在这种背景下，“厂网一体化”项目、智能化排水系统将越来越普遍。智能化的管理系统不仅可以提高污水处理厂的运行效率，还可以有效降低能耗控制成本。目前，国际上已有许多污水处理厂自动化运行的案例，有的已实现节能高达 40%、降低能源成本高达 50%、降低化学品消耗高达 35% 的显著成果。

《白皮书》中介绍说，2017 年，威尔士自来水公司（Welsh Water）公司在拉内利市的整个合流排水系统和泵站中部署了传感器，以优化网络运行，并使用算法泵站控制来优化流量，使得每年的合流制溢流污染次数从 414 次减少到 140 次，溢流污染流量成功削减 95%。由于这些优化措施，为拉内利市节省了一座 5 万立方米的污水蓄水池的投资。

《白皮书》指出，全球范围内涌现出节能水泵、智能管网监测系统和自动化污水厂等新兴技术，在节水和节能方面成效显著。专家指出，通过对水泵的节能改造，最高可以帮助部分系统节省近 40% 的能耗。而通过使用具有数字化智能监控、计量和数据分析等功能的水泵，则可帮助商用建筑的供水系统节能 20 ~ 50%。

格兰富中国区建筑事业部总经理方勇介绍说，南京钢铁集团把原来的 52 台冷却水循环水泵换成格兰富的高效节能泵，能耗较改造之前平均下降 27.5%，每年节省用电约 1446 万千瓦，相当于每年减少 14417 吨二氧化碳的排放。

将污水处理厂变成能源回收工厂

“未来可以将污水处理等行业的能源进行回收利用。”王家卓介绍说，丹麦的一些污水

处理厂在这方面做得非常好，比如丹麦 VCS 供水与污水处理公司甚至可以向外输出能源。“现在，欧洲一些城市提出将污水处理厂变成能源回收工厂，变成水回收的工厂，这些都是新趋势。中国现在也提出了自己的概念水厂。”

《白皮书》指出，除了废水的回用之外，污水处理厂中各处理环节所产生的废热、沼气等能量也可以通过有效的措施进行回收，从而实现更好的节能和能源补偿。例如，可以增加污水厌氧消化处理阶段的能量回收、或通过改进收集、预处理、消化来提高污泥处理质量、加强污水处理的沼气回收、以及增加可再生能源在污水处理厂中与常规能源的协同使用等，对污水处理厂整厂的能源使用效率进行优化。

在全球的污水处理领域，许多先进的技术、工艺正在被应用到污水处理领域，以增加可利用能源的回收。比如，泰晤士水务公司位于英国伦敦的贝辛斯托克污水处理厂在 2017 到 2018 年的时候对其污泥处理设施进行了升级改造，通过引入先进的水解技术以及厌氧消化技术，大大增加了沼气的回收，每天收集的沼气可以产生高达 62 兆瓦时的电力，可以为整个污水厂供电，并将 50% 的额外剩余电力输出到社区，不仅降低了运营成本，更减少了碳足迹。

《白皮书》指出，传统的水与能源的相互制约的竞争关系将向互相辅助的合作关系进行转变——可再生能源的开发利用将使耗能较大的非常规水资源的开发得以普及。可再生能源的快速发展将带来可再生水资源的快速发展。（文雯）

“无废城市” 促进绿色发展

人民日报 2019.11.22

【现象】在第二届中国国际进口博览会上，根据中国市场需求，德国一家参展公司首发了一款固体废物及建筑垃圾处理设备。只需一名工人一键操作，该设备就能以每小时 150 吨至 200 吨的速度处理建筑垃圾，实现资源化利用。有研究估计，到 2020 年，我国至少新产生建筑垃圾 50 亿吨，其中的 50% 可以转化为再生绿色建材，仅此就可以创造价值 6000 亿元。

【点评】在第二届进博会现场，德国这家参展公司收到了不少来自中国的意向订单。需求来自现实。修桥筑路、建造高楼大厦，会产生大量固体废物、建筑垃圾。如不能妥善处理，既影响生态环境，也降低了资源使用效率。

不久前，一则“西安最大垃圾场提前 20 年饱和”的新闻，触动了很多人。基于物质流动的视角，良性发展既要懂得“生产”，更要学会“消化”。都说垃圾是放错地方的资源，那么建筑垃圾更是“城市的矿藏”，具有极高的再利用价值。比如，将建筑垃圾倒入德国的这台固废及建筑垃圾处理设备，就能实现沙子和钢筋的逐步分离，产出鸡蛋大小的石块，整个过程几乎听不到轰鸣的噪音。产出的小石块可铺设路基，沙子可加工生产成脱水砖，铁块还能由钢厂回收处理，实现了资源利用的最大化。

近年来，我国不断加快绿色发展步伐，建立“河长制”“湖长制”，强力防治大气污染，取得了显著成果。与此同时也要看到，治理固体废物污染依然是一块短板，对不同固体废物的产生分布、利用处置、污染特性等方面的专项科学技术研究比较薄弱，专业平台少，技术人员不足，科研经费投入不够；同时，利用处置固体废物的标准规范体系不够健全、技术水平偏低、技术储备较少。这些问题的存在，提示我们要有针对性地补足短板、完善制度。

从全球范围来看，“无废城市”的发展理念正在逐步被接受。“无废城市”，简言之就是要实现城市固废资源化与无害化，推进循环利用和节能减排，打造低碳、环保、节能、友好的社会环境。为此，国务院办公厅印发《“无废城市”建设试点工作方案》。上海垃圾分类从今年起也进入强制执行阶段，目的就是实现生活垃圾减量化、资源化、无害化，积极推进生活垃圾源头减量和资源循环利用。从实现生活垃圾减量化发展到推动建筑垃圾变废为宝，不落下一个环节，才能真正为城市发展减负。

“无废城市”，体现的是循环经济的理念。专家认为，循环经济不同于人类工业革命以来以高开采、低利用、高排放为特征的线性模式，而是把经济过程组织成为具有高资源效率和高环境效率的闭环过程。资源在生产环节上不断位移，能够不断挖掘出价值。这不仅需要技术创新，也有赖诸如分享经济这样的社会创新，从而更有力推动绿色发展。（石朗渡）

陕西推动城镇污水处理提质增效

2021年底实现城市建成区基本无生活污水直排口

中国环境报 2019.11.22

本报通讯员张晋西安报道 为了加快补齐城镇污水收集处理设施短板，进一步提升全省城镇污水收集、处理系统效能，日前，陕西省住房和城乡建设厅、省生态环境厅、省发展和改革委员会联合制定印发《陕西省城镇污水处理提质增效三年行动实施方案（2019-2021年）》（以下简称《方案》），要求各地认真贯彻落实。

《方案》明确规定，各市（区）要立即组织制定本地区城市排水管网排查工作方案，夯实部门责任，明确工作目标，11月30日前，全面完成城市建成区市政污水管网以及居民小区、公共建筑及企事业单位内部等非市政污水管网排查工作。要落实排水管网周期性检测评估制度，在全面排查基础上，依法建立市政排水管网地理信息系统（GIS），实现管网信息化、账册化管理。要修编完善城市排水与污水处理规划，加快推进污水管网建设，加快污水处理设施提标改造，全面推进排水管网的改造，推进污泥处理处置及污水再生利用设施建设，健全管网建设质量管控机制，全面加快推进生活污水收集处理设施建设改造。

《方案》提出，2021年底，各市（含县级市）、杨凌示范区、西咸新区城市建成区基本无生活污水直排口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，基本消除黑臭水体，城市生活污水集中收集效能显著提高，稳步推进县城污水处理提质增效工作。

实施七大任务提高“五化”利用率

吉林实施秸秆“变废为能”计划

中国环境报 2019.11.6

本报讯 吉林省日前提出今后将以秸秆肥料化利用为先，饲料化、能源化利用为重点，原料化、基料化利用为辅，不断提高秸秆综合利用率。

吉林省发展改革委、农业农村厅、生态环境厅、能源局和畜牧局5部门日前联合印发《吉林省秸秆综合利用三年行动方案（2019-2021年）》（以下简称《方案》），明确了到2021年全省实现秸秆全量利用的目标任务，其中“五化”利用率为79%，剩余约21%根据调研和各地反馈实际需求，留作农民生活燃用。其中，2019年、2020年和2021年全省秸秆综合利用率，计划分别达到70%（含农民生活燃用约25%）、83%（含农民生活燃用约23%）和全量化利用（含农民生活燃用约21%）。

《方案》涵盖七大任务，其中肥料化利用主要是实施秸秆覆盖还田保护性耕作，建立“点、片、区”梯次结合示范区，推广保护性耕作技术，利用1495万吨，利用率约37%。饲料化利用主要是推进粮改饲试点，完善“企业+农户”的经营模式，发展草食畜牧业，利用740万吨，利用率约18%。能源化利用主要是推动磐石等9个续建和7个新建秸秆直燃电厂建设，加快秸秆成型燃料加工和燃煤供热锅炉改造，有序开展农村户用炉具推广，利用863万吨，利用率约21%。原料化利用主要是推进秸秆新型建材、制浆造纸、碳基肥利用，发展秸秆包装材料、秸秆餐具等产品，探索秸秆化工等利用新途径，利用65万吨，利用率约2%。基料化利用主要是扩大食用菌基料化生产规模，发展秸秆基质育苗产业，扩大绿色种植面积，利用31万吨，利用率约1%。同时，加快秸秆离田和收储运体系建设，主要是以行政村为基本单元，细化秸秆离田和收储运方案。支持秸秆储存基地建设，培育专业化合作组织；加强秸秆“禁烧”监管，主要是全面落实禁烧区和限烧区有关规定，实施网格化监管等十项工作机制，实现全域禁烧。（辛培国）

生物质能创新发展高峰论坛热议产业发展

中国能源报 2019.11.11

本报讯（记者李慧）报道：11月6日，由中国产业发展促进会、国际能源署（IEA）联合主办的“2019全球生物质能创新发展高峰论坛”在北京召开。本次论坛以“共筑生态文明之基 同走绿色发展之路”为主题，来自全国各地的1000余名行业人士、专家学者、企业代表共同探讨了生物质能产业的发展。

“生物能源是‘可再生能源中被忽视的巨人’，挖掘出生物质能的巨大潜能，可以帮助我们为后代打造一个低碳能源体系。”IEA可再生能源中心主任Paolo Frankl表示。

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心副主任胡华龙则在致辞中表示，加快开发利

用生物质能和可再生能源已经成为世界各国的普通共识和一致行动，也是全球能源转型的重大战略举措。生物质能是一种重要的可再生能源，开发利用生物质能源对推动中国生态文明建设、能源革命和低碳经济、美丽乡村建设、应对全球气候变化等国家重大战略落地具有重要意义。

针对我国生物质能产业发展现状，中国工程院院士倪维斗指出，当前，我国的生物质能产业发展并不充分，最主要的原因在于该产业没有被看做能源的重要组成部分，也没有同一的政策支持发展，处于各地“自由发展”的现状。

倪维斗院士表示，我国“缺油少气”的资源状况使我们很难按照西方的路径煤改油气；同时，对煤炭“一刀切”的做法也是不正确的。应该发展可再生能源与核能为主的能源供应系统。生物质能源具有稳定供应，易存储、易运输、易转化、高品位等特点，是可再生能源中利用成本最低的能源。

据倪维斗院士预计，将来很大的方向是用生物质替代煤来发电，既可以充分利用原油的电厂基础设施，也可以大大减少二氧化碳的排放。此外，还应该将“三农”建设和生物质利用密切联系起来，可以将生物质利用作为解决“三农”的问题核心办法。

“生物质的利用不仅仅可以解决能源问题，也可以解决我国的‘三农’问题。”倪维斗建议国家对此要有一个很好的认识和正确的规划。一是实施“生物质能扶贫工程”，政府搭台主推产业链形成，引进技术企业与农民形成利益共同体，调动积极性，形成“自造血”。二是设立“生物质能综合利用示范区”，分区域建设“生物质能综合利用示范区”，大力推动生物质能利用从单一原料和产品模式转向原料多元化、产品多样化、和多联产的循环经济梯级综合利用模式，因地制宜解决农村居民燃料、供热、取暖等问题。三是依托生物质为核心，实现农村供能体系的多能协同。依托生物质能，配以空气能、太阳能灯可再生能源助力北方清洁取暖。

清洁能源家族新成员：便便发电

中国科学报 2019.11.4

在寻找清洁电力的过程中，芬兰的电力公司正在以一种褐色的方式向绿色转变，并将目光投向了一种此前未被开发的能源：动物粪便。

在近日芬兰赫尔辛基国际马展上由国际马术联合会（FEI）举行的世界杯马术障碍赛资格赛期间，100吨粪便被装进两个大集装箱，用手推车运到雅文帕发电厂焚烧。

据5年前发起“马能”项目的能源公司 Fortum 介绍，由此产生的150兆瓦的电能足以给为期4天的整个展览提供电力，其中一些电能还将用于为芬兰首都的家庭供暖。

“芬兰有这么多马，当然世界各地的马更多，所以如果我们能把所有的粪便都转化成能量，那将会非常神奇。”Fortum 公司的 Krista Hellgren 说。该公司称，两匹马每天产生的粪便可以为一个家庭提供一年的热量，而200毫升的量就足够给手机充电了。

与此同时，芬兰另一家电力公司也呼吁公众将宠物的粪便交给他们。芬兰万塔能源公司（Vantaan Energia）通过贴纸和在线活动呼吁狗主人们“给便便一个新生命”。只要将它们扔进垃圾箱，它们就会每天和其他垃圾一起抵达一个巨大的垃圾焚化厂。

“踩在上面不太好，把它烧了作为电能和热能的燃料更好。”万塔能源公司生产总监 Kalle Patomeri 说。

尽管每天焚烧的家庭垃圾有 1000 吨，狗粪只是其中的一小部分，但 Patomeri 表示，狗粪有助于以有限的排放和剩余废弃物产生有效的能源。借此，万塔能源公司希望在两年内实现无煤发电。

这种由粪便转化为能源的做法受到了驯狗师玛丽安·迈耶的欢迎。她积极支持这一做法。她说，她的客户名单上有 50 只狗，其每周粪便的“产量相当大”。如果不对它们加以利用，这些粪便就可能会被丢弃在森林的地面上，或被扔进生物质废弃物中。

“终于有人对它们采取行动了，它们将会变成能源。”对此，她非常高兴。“鉴于我们需要化石以外的其他能源，这将是非常积极的努力方向。”（计红梅编译）

上海首个火电厂污泥掺烧项目投产

中国能源报 2019.11.11

本报讯 日前，在上海最南端金山区漕泾镇的上海电力漕泾电厂 2 号圆形煤场，来自上海奉贤、松江两区的污泥被倒入事故煤斗，标志着上海地区首个火电厂污泥掺烧项目正式启动，这对构建当地资源与环境协调发展的循环经济体系具有重要的示范意义。

上海是特大型城市，每日产生生活污水污泥量近 1000 吨干基，从最终处置来看，污泥填埋量占比 75% 以上，采用具有不占用土地、消除臭气、可回收热量等优点的干化焚烧处置方式仅不到 1/4。根据上海市政府批复的相关规划，到 2035 年污水处理厂污泥处理规模将达到 2700 吨干基/日。

上海电力漕泾电厂拥有当代最先进的 2 × 1000MW 燃煤机组，自 2018 年开始决定充分发挥清洁高效的燃煤技术、成熟稳定的配煤掺烧技术以及超低排放设施开展污泥掺烧工作。

据了解，该厂结合自身优势，充分利用已有设备进行项目改造，确保达到“投资少、工期短、质量优”的目标：项目利用圆形煤场原有的事故煤斗，将污泥直接推入，通过输送皮带调速掺配，既节约了设备投资又减少了场地使用；对原煤仓加装防堵装置，确保污泥与煤料在煤斗内流动畅通；利用磨煤机对污泥进行研磨和干燥，将污泥中的水分直接送入炉膛燃烧，成功解决了传统污泥干燥工艺中渗沥液的处置难题。

污泥掺烧项目既是漕泾电厂转型升级的坚实一步，又是上海电力作为央企深度融入城市生活业态的关键一环。上海电力高度重视，先后组织漕泾电厂 4 次开展污泥掺烧试验，于行业内首次验证 1000MW 机组掺烧含水率 60% 污泥的适应性，实验中最高掺烧率达 15%，日最大掺烧量达 704 吨。

据了解，该项目投产后年可消纳含水率 60% 污泥 10 万吨，实现了污泥处置的无害化、减量化、资源化，从源头解决污泥处理造成的环境污染问题，对改善上海地区周边生态环境，实现地方经济、环境和社会多方受益具有积极贡献。（魏建文 吴栋梁）

通过机载分光仪鉴定：

美加州甲烷最大排放源是填埋场

科技日报 2019.11.27

科技日报讯（记者张梦然）根据英国《自然》杂志近日公开的一项环境研究，通过机载分光仪鉴定，美国加州 2016 年 1/3 的甲烷排放来自本地单一排放源，10% 的点源（直径不到 10 米）占点源排放总量的 60%。但将初步调查数据告知那些超级排放者后，可使甲烷排放得到缓解。

在全球能源体系向低碳未来过渡过程中，天然气所发挥的作用会受到甲烷排放量减少的影响。甲烷是天然气的主要成分，作为一种温室气体，其排放后 20 年内的增温作用是二氧化碳的 80 倍还多。据美国《科学》杂志去年 6 月发表的一项研究显示，美国油气业每年约排放 1300 万吨甲烷，比美国环境保护署预计的水平高 60%。

为了监测加州的点源排放，美国加州理工学院喷气推进实验室科学家瑞里·杜恩及其同事，使用能够快速检测甲烷羽流的机载分光仪，调查了逾 272000 种基础设施元素。2016—2018 年，他们在几个月的时间里进行了 5 次检测，覆盖肥料/废物管理行业和油气行业。结果检测、定位和量化了 564 个突出的甲烷点源。研究团队发现，甲烷点源排放的最大来源是填埋场，其次是乳品和油气行业。

将所得观测结果告知合作设施的运营者后，直接使调查检测到的甲烷排放源减少了排放。例如，天然气管道和储罐被研究人员发现泄漏后，便得到了修理。

此前研究称，人们通常认为煤炭消费以及火电厂的排放负担更重，采用天然气更有利于减排，但油气业的甲烷排放问题，可能从某种程度上削弱了天然气的排放优势。因此，有必要减少来自小型表面地物或基础设施（如填埋场或油气设施）的高浓度甲烷排放，这在很大程度上有助于缓解气候变化。

生物转化技术让菜籽饼粕“身价”翻倍

中国科学报 2019.11.26

本报讯 近日，中国农科院油料作物所（以下简称油料所）“菜籽饼粕生物转化与高值化利用技术”通过湖北食品科技学会组织的专家鉴定。

以中国工程院院士陈坚为组长的专家组认为，该成果通过原料品质分析、微生物特性及功能产物挖掘、节能低耗发酵工艺开发和产品创制，开发出食品添加剂、动物饲料添加剂和

植物用生物菌剂三大类产品，实现了菜籽饼粕的多元化和高值化利用，整体技术居国际先进水平。

当前我国年产油菜籽饼粕超过 700 万吨，由于饼粕中含有抗营养因子且缺少绿色高效加工方式，导致油菜籽饼粕品质参差不齐、利用价值低，制约油菜产业高质量发展。为此，油料所油料品质化学与营养创新团队建立了高效油料基营养和化学成分分析平台以及高效生物转化平台，选育出具有自主知识产权且能高效转化菜籽饼粕的优良微生物菌株，研发出 DHA 和 β -胡萝卜素新型食品添加剂、伊枯草菌素 A 和动物饲料添加剂菜籽饼粕多肽等高附加值产品，实现了菜籽饼粕的多元、高值和有效利用。

目前，该成果获国家授权专利 10 件，制定国家标准 1 项、行业标准 1 项，并在湖北、辽宁、黑龙江等省份的多家企业成功应用。（鲁伟 邹仕乔）

威胁长江水质的磷石膏与选矿水再利用，贵州磷化工转型升级

废渣不废 废水金贵

人民日报 2019.11.27

核心阅读

长江经济带集中了我国大部分磷化工产能，不过，以往磷化工行业产生的污染，也给生态环境带来了沉重负担。

近年来，贵州推动磷化工行业转型升级，改进生产工艺，实现资源的梯级利用，减少污染的同时，提升了企业效益。

“再订 30 吨磷石膏抹灰砂浆！”最近，每隔一段时间，贵州省铜仁市碧江区的经销商向涛就会到福泉市建材产业园洽谈订单。

磷石膏是生产磷酸过程中产生的固体废渣。长江经济带集中了我国大部分磷化工产能，磷石膏堆积是导致长江部分河段水体总磷严重超标的原因之一。而现在通过深加工，把磷石膏变成建筑材料，这不仅缓解了污染问题，还能产生经济效益。

此前，生态环境部部署了长江“三磷”（磷矿、磷化工和磷石膏库）专项排查整治，贵州省是涉及的七省市之一。磷石膏的变废为宝，是贵州磷化工企业绿色转型的一个缩影。

以渣定产，磷石膏加工为建材

在福泉市瓮福新型磷石膏建材产业园内，伴随着车间机器的轰鸣声，长短不一的石膏条板，型号多样的石膏砌块，形态各异的石膏模具被生产出来。

该产业园紧邻瓮福马场坪化工园区磷石膏渣场，位于重安江上游。马场坪化工园区的磷石膏渣场已经使用了 20 年，目前磷石膏总量有 4000 万吨。磷石膏产生的酸性废液一旦泄漏，很容易造成重安江水质总磷含量超标，对长江流域的水质产生威胁。

记者了解到，大多数磷化工企业，每生产 1 吨磷酸产品会产生 5 吨左右的磷石膏。据统计，2018 年，贵州产生的磷石膏总量就有 1345 万吨。

“最常见的处理方式就是堆存，但会占用大量土地资源，而且堆存产生的废液一旦泄漏，就会腐蚀土壤和岩层，加上贵州多喀斯特地貌，污染范围很难控制。”贵州省生态环境厅水生态环境处处长李斌坦言。

2018年初，贵州省原经济和信息化委员会制定了《贵州省磷化工转型升级方案》，鼓励和支持企业对传统磷化工生产工艺进行绿色化改造升级。2018年开始，贵州全面实施“以渣定产”，将企业消纳磷石膏情况与产品生产挂钩，实现产消平衡，倒逼企业加快磷石膏综合利用和绿色发展步伐。

瓮福化工科技有限公司生产部副经理张天毅介绍，他们很早就开始琢磨磷石膏的利用问题，苦于没有找到合适的方向。“后来看到普通石膏建材的广告，就想着天然石膏可以生产建材，不知道磷石膏行不行。经过反复试验，经过水洗、净化，用磷石膏加工成的建材并不比天然石膏差。”

目前，该建材产业园一年能消纳磷石膏接近200万吨。马场坪磷石膏渣场堆量虽然还在增加，但速度已经放缓，按计划，明年建材产业园可将当年产生的磷石膏全部消纳。随着建材产业园消纳能力提升，渣场的存量未来会逐渐减少。

截至9月底，贵州今年新增磷石膏945万吨，目前已综合利用401万吨。记者从贵州省工业和信息化厅了解到，政府会继续鼓励有条件的磷化工企业，通过建设新型磷石膏建材产业园，实现磷石膏产品的集聚化、规模化、产业化，提高产品附加值。

减少丢弃，提高磷矿石使用率

在福泉市瓮福磷矿新龙坝选矿厂，一辆辆矿车不停地将磷矿石倒入大型装置内。厂长何德飞告诉记者，“以前只有五氧化二磷达到30%以上的高品位磷矿石才能运到车间加工，现在就连18%的低品位磷矿石都能加工，开采的矿石几乎都能充分利用。”

以往，采矿过程中大量丢弃废矿石，不仅造成资源浪费，还占用大量土地。以英坪矿为例，总储量有3000万吨，放在以前，有将近一半不能使用。除了末端治理，更要从源头减轻污染。提高磷矿石的使用率尤为关键。

何德飞的“魔法”都在选矿设备里：磷矿石进入大型装置后，没多久矿石变成了灰色粉末状，接着加入水、硫酸和选矿药剂，经过鼓气、搅拌等环节，矿石中的杂质自动附着在表层泡沫中，再用像滚筒一样的机器将泡沫剔除，剩下的就是达到生产标准的磷精矿。

“这就是浮选技术，别看流程很简单，最关键就是选矿药剂。”何德飞介绍，他们前后试验了3000多次，才成功配比出药剂。

药剂的问题解决了，水资源的循环利用问题又接踵而至。

“磷化工企业每年都会产生大量酸性废水，处理成本高，水的循环利用是走绿色转型之路必须要跨越的。”浙江大学工业自动化国家工程研究中心总工程师杨颖说。

“选矿需要水和硫酸，废水也呈酸性，它们之间有没有替代的可能？”哪怕有一丝希望也要紧紧抓住，何德飞与技术员们又进行了一系列试验，结果喜出望外。“废水经过处理，

不仅选矿质量稳定，还不会产生沉淀物堵塞设备，结果表明方法是可行的。”

很快，选矿厂专门修建了输送酸性废水的管道，还建起了污水处理设施。选矿产生的废水经过处理后又能用来选矿，反复循环使用。

目前，选矿厂每年可消耗磷化工废水 150 万立方米，节约硫酸 10 万吨，选矿消耗的清水从之前的 2.99 立方米/吨降至 0.46 立方米/吨，如此，既节约了成本，又保护了环境。

吃干榨净，产品加工更精细

磷精矿能加工成多少种产品？

在瓮福化工公司产业园内，一个陈列架吸引了记者的注意，上面摆满了大小相同、装满不同颜色液体的玻璃瓶。凑近细看，瓶子上都有详细的标注，包括化学元素成分、生产日期、主要用途……“这些都是我们新近研发的不同磷酸产品，价值最高的就是这种电子级磷酸。”副经理杨刚指着其中的一个玻璃瓶介绍，“它是高端的磷酸盐，可用于大规模集成电路、半导体制造。”

据了解，以前，磷肥是大部分磷化工企业的主打产品。不过，磷肥产品利润不高，生产过程不仅会产生大量磷石膏，排放的气体中氟、硫等元素含量很高。精细加工之后，废气废渣明显减少，还创造了可观的经济效益。

贵州省工业和信息化厅相关负责人表示，绿色转型过程中，要鼓励企业调整产品结构，增强抵御市场风险的能力。由于磷矿石中还含有一定的碘、氟、硅等元素，为了实现综合利用，许多磷化工企业将注意力转向这些“边角料”。

在生产磷肥的过程中会产生氟硅酸，可以作为提取氟元素的来源。“依靠自主创新，我们建成了氟硅酸线路无水氟化氢装置，年产量达到 8.5 万吨，是目前所有产品中效益最好的。”贵州瓮福蓝天氟化工股份有限公司总经理张红映说。

在清华大学化学工程系教授骆广生看来，只有不断创新技术，改变产品结构，实现资源的梯级利用，才能给企业打开新的发展空间。“不能简单追求规模效应，应该进行差异化生产，实现低质低用，高质高用，综合利用。”（万秀斌 苏滨）

秸秆有了好的归宿

中国科学报 2019.11.26

江苏省太仓市东林村稻麦机械化生产基地，联合收割机刚刚收割后的大片稻田里，秸秆搂草机、打捆机、包膜机轮番上阵。很快，一个个圆滚滚的秸秆捆在田间地头完成了“打包”。田间地头，秸秆有了好的归宿。

有数据显示，每年我国畜禽粪污产生量达 38 亿吨，农作物秸秆近 10 亿吨，蔬菜废弃物 1 亿吨，其它有机废弃物约有 0.5 亿吨。如何合理利用资源、保护生态环境、推进可持续发展，成为农业绿色发展新的挑战 and 机遇。

11 月 15 日，由国家农业废弃物循环利用创新联盟（以下简称联盟）主办的“农业废弃

物循环利用暨稻麦周年绿色丰产技术观摩会”在江苏省太仓市召开。联盟单位代表通过现场机械作业观摩和经验技术交流，共同探索进一步提升秸秆、畜禽粪污等农业废弃物综合利用的新方法。

秸秆再利用实现全程机械化

联盟秘书长、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所副所长董红敏告诉《中国科学报》，目前关于我国农业废弃物的产量是根据作物和养殖规模估算的，而且不同部门的统计数据不同，“但肯定的是，目前我国农业废弃物产生量巨大，农业废弃物的资源化利用率有待进一步提升，相关技术装备也相对比较落后”。

董红敏介绍，联盟成立3年来，成员单位通过科技创新，研究提出了畜禽废弃物利用、秸秆生物炭和农膜回收机械等10项关键技术和产品，并实施了联盟重大任务“农业废弃物资源化利用关键技术研究示范”。“我们将这些‘接地气’的技术成果在示范基地推广实施，收到的反馈都非常好。”董红敏说。

在太仓这个江南鱼米之乡，联盟实施了稻麦周年绿色丰产技术示范。农业农村部南京农业机械化研究所研究员陈永生告诉《中国科学报》：“这样一套秸秆收集、打捆设备每天可处理100余亩稻田秸秆。”得益于农作物秸秆综合利用试点项目的实施，这套现代化农机装备，使东林村农作物秸秆收集能力大幅提升。

秸秆具备质地蓬松、能量密度低、运输成本高、空间分散和时间集中度高等特点。“要提高秸秆规模化、产业化的综合利用率，解决秸秆的收、储、运，让秸秆快速离田是前提。”陈永生说。

为了扫除秸秆收储“最后一公里”的障碍，陈永生带领的生物质转化利用装备创新团队针对南方小田块稻麦秸秆，研发了自走式秸秆捡拾打捆机，针对大田块稻麦和玉米秸秆，研发了散草捡拾集箱离田式装备。此外，针对新疆地区的棉花秸秆，团队还研发了拔秆收获和残膜回收联合作业机，并在山东、江苏、新疆等地实现了产业化。

“方草捆自动有序码放、不停机卸圆捆连续作业、秸秆低密度捡拾、棉秆整秆拔除切碎，在我们这里都不是问题了。”陈永生自信地说。

在实现秸秆快速离田的基础上，团队针对秸秆肥料化、能源化以及基质化利用的需求现状，对相关装备进行了创新改良。

“秸秆肥料化利用目前面临的问题是秸秆堆体小、占地多，缺乏适用的翻堆装备，并且好氧发酵周期长。”陈永生介绍，团队利用超大堆体移位翻抛技术，集合变量除臭菌剂喷射，在保证整机平稳推进的前提下，实现了秸秆的强制破碎和移位输送。

构建农牧生态循环产业链

近年来，东林村在联盟单位等专业机构的指导下，以秸秆饲料化增值利用为核心环节，构建了“稻麦生产、秸秆收集制饲料、秸秆饲料养殖肉羊、羊粪制肥、有机肥还田”的物质循环闭链技术思路，将稻麦粮食生产定位为主导产业，量身定制主导产业与秸秆饲料化、

草饲家畜养殖、有机肥培肥地力等关联产业的规模配比，系统提升各产业的生产力水平，打造形成了现代农牧循环的生产方式。

江苏省农业科学院循环农业研究中心研究员叶小梅向《中国科学报》介绍，东林合作农场的循环产业链模式可以用“一根草、一片田、一头羊、一袋肥”来概括。

“一根草”：传统的秸秆处理方式是焚烧后将“草木灰”用作肥料，但这种做法会产生诸多环境和社会问题。东林村则利用现代化秸秆收集设备将秸秆收集到生态饲料厂制作饲料。

“一片田”：有机肥被用于浇灌稻麦田和生态果园，为农产品提供养料，同时，稻麦田里又孕育着新一批的秸秆。

“一头羊”：羊的反刍能力使其对秸秆饲料十分喜爱。东林村的养殖特色是本地湖羊，秸秆饲料占湖羊食谱 50% 以上，平均每头羊每天可消耗 3.5kg 秸秆饲料，而因生态饲料的喂养，湖羊肉质鲜美，广受欢迎。

“一袋肥”：东林生态羊场年出栏羊 15000 头，将羊粪导入生态肥料厂，有机肥料年均生产量可达 6000 吨。与传统粪肥相比，加工后的有机肥料更能提升土壤的有机物含量。

“种植—秸秆饲料—养殖—肥料—种植”，东林村的农业生态循环模式消耗低、排放低、效率高。董红敏表示，从实施效果来看，科技创新显著提升了农业废弃物资源化利用比例，东林村也因此找到了适合自身发展的绿色农业之路。她希望以此为示范基础，在全国范围内进一步探索农业废弃物综合利用的新方法。（辛雨）

生物质能：“被忽视的巨人”如何长大

中国科学报 2019.11.25

近年来，生物质能发展虽取得了长足进步，但与风电、光伏相比，仍旧是增长乏力、不温不火。

“我国生物质能的发展实在‘不给力’。”近日在北京召开的 2019 全球生物质能创新发展高峰论坛上，中国工程院院士、清华大学教授倪维斗指出，生物质能之所以不尽如人意，就是因为至今还未被看作是能源的重要组成部分，也缺乏国家层面的顶层设计，从而呈现各地“自由发展”的现状。

国家发展改革委能源研究所可再生能源发展中心主任任东明分析称，行业动力不足造成了目前生物质能的不温不火，例如补贴政策不到位就极大影响了生物质能发电企业的财务状况，生物天然气项目与生物液体燃料也面临投资主体少、产业基础薄弱等多重阻力。

“生物质能源是‘可再生能源中被忽视的巨人’，挖掘出生物质能的巨大潜能，可以帮助我们为后代打造一个低碳能源体系。”国际能源署（IEA）可再生能源中心主任 Paolo Frankl 说，面对当下各国能源问题与全球气候变化问题，如何获得生物质能产业发展的新动力迫在眉睫。

能源革命的主力

“保证能源的可持续发展，须满足经济增长需求，保障能源供应安全，确保公平的能源服务，而生物质能源就能够满足这些条件。”倪维斗表示，生物质能源是将来全球能源革命的主力，也是全世界能源发展的生力军。

“气候变化已不是未来挑战，而是眼前威胁。”倪维斗抛出一组数据：当前，全球气温已比2017~2018年高出1℃，按照这一排放速度，2040年左右将比工业化前高出1.5℃，2065年左右可能达到甚至超过2℃。这意味着提前40年左右超过《巴黎协定》确定的本世纪末全球温升控制目标。

“实现1.5℃温升控制目标要求我们从现在起就采取大规模的减排措施。”倪维斗表示，中国不仅要治理眼前的雾霾，更要警惕温室效应，进行能源革命是走出目前能源与发展困境的出路。

倪维斗认为，中国“缺油少气”的资源状况使我国很难按照西方的路径煤改油，同时对煤炭“一刀切”的做法也是不正确的，我国必须建立可再生能源与核能为主的能源供给系统。而生物质能源具有稳定供应、易存储、易运输、易转化、高品位等特点，是可再生能源中利用成本最低的能源。

倪维斗预计，将来很大的可能是用生物质替代煤来发电，这样既可以充分利用原有的电厂基础设施，也可以大大减少二氧化碳的排放。此外，还应该将“三农”建设和生物质利用密切联系起来，将生物质利用作为解决“三农”问题的核心办法。

任东明也认为，生物质能可以解决农村能源问题。无论是最初支持农村发展沼气，还是面对当前的“三农”问题，生物质原料的开发利用在一定程度上解决了农民的收入问题，实现了工业反哺农业，对于解决农村富余劳动力就业，以及带动相关产业和第三产业的发展等，都具有非常重要的作用。

目前我国石油对外依存度达70%以上，天然气对外依存度也达50%。在任东明看来，如果有足够的生物液体燃料和生物天然气，就可以大大减轻石油和天然气进口压力。

发展动力明显不足

统计数据显示，2018年生物质发电仅占全国发电总装机容量的0.94%，与高速前行的风电、光伏发电相比，明显动力不足。

在任东明看来，补贴不到位是生物质能产业发展的主要问题之一。“对于列入国家可再生能源电价附加资金补助目录的农林生物质发电项目，因电价补贴资金落实不及时，往往导致企业财务成本增加、运营负担重。”

此外，在原料供给保障上也出现了很多问题。任东明指出，“十三五”以来，由于我国生物质发电项目审批权限下放到地方，一些地方出现乱批、乱建现象。同时，随着技术进步，生物质原料出现多元化应用的格局，导致生物质发电企业原料收储运困难，原料价格攀升，严重影响企业的经济效益，甚至出现亏损现象。

而垃圾发电项目发展的速度则更为缓慢，“目前大部分省市尚未建立垃圾焚烧发电中长期发展规划，仍存在项目布局不合理、资金和技术力量分散、重复建设等问题，不利于产业规范化、专业化发展。”任东明说。

此外，生物天然气项目与生物液体燃料所遇到的阻力也颇多。比如，生物天然气项目面临投资主体少、产业基础薄弱等问题，虽然可选择的商业模式很多，但相对来说并不很成熟，企业盈利也较为困难。同样，在生物液体燃料发展过程中，生物柴油行业管理不完善以及销售渠道不通畅等都是当前面临的问题。

业界专家普遍认为，我国农村生物质能发展潜力巨大，特别是在清洁取暖方面。不过，清华大学教授杨旭东表示，要想使生物质能真正在清洁取暖方面占有一席之地，还需要解决颗粒燃料如何降低价格、方便获取，以及生物质炉具如何更加高效、清洁化和便捷化，让老百姓喜欢用、愿意用等现实问题。

“对于生物质能否在农村真正实现规模化清洁利用的问题，其最难之处是生物质原料的收集，而原料收集的困难在于模式而不是技术。”杨旭东强调。

未来的发展趋势

据公开数据计算，我国的生物质能源总量大约是 10 亿吨标准煤，包括农作物秸秆、农产品加工剩余物、畜禽养殖剩余物和林业生物质资源等。在倪维斗看来，“10 亿吨标准煤这个数字仍旧比较保守，未来从各方面来讲都可以大大增加”。

面对这一资源“富矿”，我国又该如何挖掘新动力？对此，倪维斗希望国家首先要对生物质能有一个正确的认识和规划。他建议，国家实施“生物质能扶贫工程”，由政府搭台主推产业链形成，引进技术企业与农民形成利益共同体，调动积极性，实现“自造血”。

另外，他还建议设立“生物质能综合利用示范区”，分区域建设“生物质能综合利用示范区”，大力推动生物质能利用从单一原料和产品模式转向原料多元化、产品多样化、多联产的循环经济梯级综合利用模式，因地制宜解决农村居民燃料、供热、取暖等问题。

实际上，任何产业的快速发展都离不开技术的创新与进步，生物质能产业也不例外，任东明就建议通过开发新技术来增加新动力。他表示，生物质发电技术存在工艺不稳定、能耗高、效率低等问题，纤维素乙醇关键技术及工程化也尚未突破，亟待开发高效混合原料发酵装置、大型低排放生物质锅炉等现代化专用设备，提高生物天然气和成型燃料工程化水平。（李惠钰）

利用“下一代工业生物技术”：

海水也可变“燃料”

中国科学报 2019.11.11

近日，英国曼彻斯特大学发布了一则消息称，该校生物技术研究所的研究人员正在与美国一家研究机构合作，探讨利用合成生物学技术制造新一代生物燃料，所使用的原料部分来

自海水。

研究人员发现，海水中的盐单胞菌能够提供有效的“微生物底盘”，用于合成高价值化合物。未来，这种新一代生物燃料的制作方法，可以通过类似酿酒行业的生产方式实现更为经济的生物燃料规模生产。

对于生物燃料行业来说，此项研究可谓是突破性的。不过，《中国科学报》采访发现，早在2006年，清华大学生命科学学院教授陈国强实验室就开始了海水发酵的研究工作，并于2018年在《生物技术近期述评》（*Current Opinion in Biotechnology*）期刊首次提出以海水为介质的下一代工业生物技术，曼彻斯特大学此次的研究就是该技术的进一步延伸。

“这项技术最大程度地降低了生物燃料的成本，前景很好。”陈国强告诉记者，对于下一代工业生物技术的应用，该团队已经克服了许多困难，目前可以利用海水作为发酵用水生产生物降解塑料，并实现了小规模（35吨规模）的工业应用，现在正在进行更大规模产业化的尝试。

生物制造技术升级换代

化学工业虽然为现代社会作出了极大的贡献，但也带来了环境污染、温室气体排放等诸多问题。随着分子生物学、生物化学和合成生物学的快速发展，利用生物活体、细胞器或酶等生物制品，以生化反应的形式对原料进行加工的工业生物技术，被认为是更有效的手段。

不过，相比传统的化学工业，工业生物技术虽然对环境破坏更小，但由于底物价格昂贵、消毒灭菌步骤繁琐，并且需要消耗大量能源和水资源等原因，在市场竞争中并不占优势。开发一系列可以高效、经济地生产各类产品的菌种，就成为当下的重要任务。

为此，科学家把焦点放在了生活在极端条件下并且具有特殊性质的微生物身上，比如嗜盐、嗜碱、嗜酸、嗜热微生物等。其中，以盐单胞菌属为例的嗜盐微生物，由于可在高盐高碱条件下进行开放的、连续的发酵，成为工业生物技术的研究热点。

陈国强表示，下一代工业生物技术就是以极端（嗜盐微生物）微生物合成生物学为基础的工业生物制造技术，主要针对现阶段生物制造固有的耗能、耗水、过程操作复杂、产物最终浓度低、产物纯化复杂、过程不能连续、设备投资昂贵及与人争粮等缺点，在不燃不爆、无污染、少耗水的情况下部分代替化学工业，提供大量材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行必需品，满足人类需求。

在他看来，我国拥有世界规模最大的工业生物制造产业（产值近万亿元），迫切需要产业升级。下一代工业生物技术可以克服现有生物制造的缺点，促进我国生物制造的全面升级换代，解决面临的生态、资源和可持续发展危机。

海水带来的无限可能

嗜盐微生物是一类生长过程中需要高浓度氯化钠的微生物的总称，通常栖息在高盐环境或海洋中，盐单胞菌就是其中一种。曼彻斯特大学此次研究聚焦利用合成生物学将海水中生长的盐单胞菌制成生物燃料。

研究人员称，这一技术突破的关键在于通过基因重组技术改变微生物的新陈代谢，以创造出用于替代原油的高质量生物燃料，这种制造方法比目前使用的化学合成方法更为高效和可持续。

当前，化学合成的方式仍存在环境和经济性等方面的问题。曼彻斯特大学生物技术研究所所长奈杰尔·斯库顿表示，有效的生物燃料战略应避免使用淡水，并能够大规模、经济地生产源自微生物宿主的燃料。改造细菌以复制化学合成同样的工艺，不仅可以大幅提高生物燃料制造的可持续性，限制有毒副产品的产生，还不依赖于原油等非可持续资源。

陈国强同样非常看好利用海水制造生物燃料的前景，因为嗜盐微生物本身就处于高盐、高碱的生长环境，这让它不易被染菌，所以不需要在无菌条件下进行。发酵过程中无需高温高压灭菌，并能够进行长时间的连续发酵，这就使得过程的操作简单了许多，并在很大程度上节能和降低成本，提高产品的市场竞争力。

“发酵过程无需高温高压灭菌，就不需要使用昂贵的不锈钢发酵罐和不锈钢管道系统，转而使用便宜的塑料、陶瓷甚至水泥罐体或管道等，过程设备投资也大幅度减少。”陈国强补充道，由于可以用海水替代淡水，过程产生的水可以多次循环利用，节水也成为一大优势。

此外，利用海水制造生物燃料不与人争粮。曼彻斯特大学生物技术研究所商业化总监柯克·马隆称，目前，生物燃料制作依赖玉米、甜菜等作物，占用农地，借助海水制作生物燃料可减少燃料与粮食生产抢资源的矛盾，最终制造出来的生物燃料与现在使用的燃料品质基本一样，交通工具无须改装引擎就可使用，并且仍能保持高性能。

陈国强也指出，合成生物学改造的嗜盐细菌可以利用淀粉、蛋白、脂肪甚至纤维素和脂肪酸等生长，这些都是食物的组成，甚至用餐厨废料也能使嗜盐细菌生长，制造所需的产品。除了不与人争粮，通过分子操作，还可使嗜盐细菌在高密度情况下仍能继续生长，大幅提高产品最终浓度；通过表达细菌分离遏制基因，使细菌形态发生变化，能产生自凝絮作用，使菌体与发酵液自然分离，产物纯化变得更为简单。

仍存技术挑战

围绕嗜盐微生物，陈国强团队也进行了一场合成生物学的改造，将这个神奇的微生物变成高效的生物制造平台，使其能够在无灭菌和连续工艺过程中，利用海水为介质高效生产各种生物塑料 PHA（聚羟基脂肪酸酯），成本比之前的技术降低三分之一。

据记者了解，用于 PHA 的下一代工业生物技术中试已经完成，用中试生产线合成的 PHA 可以制成可生物降解的农用地膜、超市购物袋、快递和外卖的包装材料等，甚至还可以把 PHA 制成纱线，进而纺成布料用以代替丝绸。

对于基于海水中的嗜盐微生物制造生物燃料，前景虽然也十分诱人，但如果要展开实际应用，在可行性上仍然存在技术障碍。陈国强告诉记者，对嗜盐微生物进行合成生物学改造难度较大，目前最需要解决的技术难题就是在嗜盐微生物中构建高效燃料合成路径。

陈国强表示，由于嗜盐细菌的鲁棒性，发酵工艺也能保持一致，使工艺开发简单化，未

来技术研发的方向将聚焦在利用一个菌种进行多个产品的生产。他表示，未来，下一代工业生物技术将使国家在困难（如战争）的情况下，仍然能够大量生产各种材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行等必需品，满足社会需求。（李惠钰）

四、太阳能

“绿电进京”——北京电动汽车用上青海光伏扶贫电

中国能源报 2019.11.4

从10月17日到今年底，北京市电动汽车都将使用来自西北的绿电。10月17日，由国家电网有限公司主办的“智慧车联网+绿电交易、扶贫公益”发布会透露，该公司将从当日起跨省采购7000万千瓦时西北绿电，全部用于北京地区国家电网投资建设的充电桩充电。

截至目前，北京电动汽车全绿电供应已超过半月，绿电供应的情况如何？这对全国推广电动汽车全绿电供应又有何借鉴经验？对此，本报记者采访了青海电力交易中心有限公司、国网电动汽车服务有限公司能源服务分公司。

扶贫、减排等综合效益显著

“打开‘e充电’APP扫码后，就可以开始充电了。”正在使用充电站的车主王先生向记者介绍，充绿电和以往的充电操作都是一样的，使用体验也没有任何差别，但相比之下，充绿电更环保低碳。

据了解，此次电动汽车100%绿电供应是我国电动汽车首次大规模使用全绿电，采购的7000万千瓦时西北绿电预计可满足约200万辆次充电电量，将减少标准煤燃烧2.03万吨，减排二氧化碳6.72万吨。在采购的7000万千瓦时西北绿电中，其中有约3500万千瓦时来自于甘肃的清洁电力，剩余2500万千瓦时来自于青海的光伏扶贫电力。

国家电网有限公司副总经理韩君在发布会上表示：“此次的扶贫绿电跨省交易，首次将一辆辆电动汽车和一家家贫困户直接‘连接’，实现了电动汽车对清洁电力的定向消纳，让每一位电动汽车车主都能为扶贫做贡献。”北京电动汽车全绿电供应，不仅能够降低车主充电成本，引导人们更多使用绿电，还能助力贫困地区的经济发展。

那么进京的绿电除低碳环保、助力扶贫外，价格是否划算？这是用户们最关心的话题。“此次绿电进京跨区成本较高，加上购买了部分青海光伏扶贫电力，所以电差价非常小。但是我们通过预测计算结果，开展了每充30度绿电返0.6元折扣券的活动，最大限度地 will 利润返赠给用户，鼓励用户接纳全绿电充电，助力未来跨区绿电消纳的大规模发展。”国网电动汽车服务有限公司能源服务分公司总监彭晓峰说。

智能有序充电保安全

“如果按照现在的发展趋势，到2030年，电动汽车总量达到约8000万辆时，估计再造一个电网也满足不了其同时用电需求，如果没有有序充电，或者通过储能的配合来改变充电

特性的话，对电网就会有灾难性的影响。”彭晓峰说。

如何在保证电网安全的前提下满足 8000 万辆电动汽车的充电需求呢？“一方面是对用户充电习惯和行为的引导，根据电网的情况，进行柔性调节；另一方面是发展车网双向智能互动应用（V2G）技术。”彭晓峰认为，车网双向智能互动应用就是当电动汽车未运行时，将其电池的能量传送到电网；反之，当电动汽车需要充电时，电池也可以从电网获取电能。

电动汽车原本是交通工具，但如今也可以作为移动的储能工具，在吸收多余电量的同时，也可以在正确的时间、地点释放电量。“例如一辆电动汽车释放电量 30 千瓦时，就足以满足普通家庭 3 天的用电量，设想如果 100 辆车同时放电，将可以为整个小区供电，产生的能量是巨大的。”彭晓峰告诉记者。车网双向智能互动应用的实践，将在保障电网安全稳定的同时，为电动汽车参与电网需求响应、辅助服务等电力市场，激活电动汽车分布式移动储能特性提供经验。

渝、浙、晋等地推动电动汽车绿电交易

电网安全的问题解决了，那么未来供应 8000 万辆电动汽车的绿电充足吗？

“目前，用于北京电动汽车的绿电约占青海省光伏扶贫电力的 10%，现在全国电动汽车的充电量为 30 亿千瓦时左右，就目前来看，绿电的发电量会远远大于电动汽车的需求量。”青海省电力交易中心有限公司交易部主任温振江介绍，“随着新能源的快速发展，未来将为体量更大的电动汽车提供绿色清洁的电力，这不仅能提高北京当地消纳清洁能源占比，还将提高西北地区清洁能源消纳能力，也拓展了整个西北区域的清洁能源消纳的市场。”

据了解，目前重庆、浙江两地也开展了电动汽车全绿电供应的相关试点，已完成交易电量 1.5 亿千瓦时。国网山西省电力公司正在编制完善《基于车联网平台的绿电交易实施方案》，为电动汽车实现 100% 绿电供应做准备。未来，清洁能源消纳的规模将不断扩大，扶贫绿电交易也将在更多省份开展。（张金梦）

加州废矿意外发现大量资源 有望跃升为美国最大锂供应商

力拓急速扩大锂业务版图

中国能源报 2019.11.4

日前，跨国矿业巨头力拓（Rio Tinto）在一份公开声明中表示，该公司在位于美国加州的一座废旧矿产中意外发现锂矿资源，现已计划开始试产碳酸锂。截至目前，力拓已与全球多家动力电池生产商及电动汽车企业开始了合作沟通，将进一步扩大该公司的矿业版图。

旧矿山“变废为宝”

据《洛杉矶时报》报道，力拓在其最近发布的一份声明中表示，公司在美国矿产地 Boron 进行掘金工作时，意外发现了丰富的碳酸锂资源。据了解，Boron 矿产地位于美国加州，区域矿产资源超过 80 种。

根据目前公布的计划，力拓已开始了 Boron 地区的碳酸锂生产工作，预计将建设一座小

规模试生产工厂，碳酸锂年产量为 10 吨，投资额约为 1000 万美元。力拓在声明指出，若试生产进行顺利，将进一步扩大锂生产规模，加大加州地区的锂产量，并提升其在美国本土锂矿产质量。

据了解，目前美国仅有一家本土锂生产商，是由全球最大的锂生产商 Albermarle 运营的内华达州 Silver Peak 锂矿区。

力拓能源及矿产部门首席执行官 Bold Baatar 在接受路透社采访时表示，由于 Boron 矿区已开发多年，在此基础上开采锂的成本将大大降低。

《华尔街日报》撰文称，全球矿企都在降低开矿成本，利用不断进步的新技术，在废旧矿产中实现废物利用能够有效压缩开发成本。由于全球需求正不断变化，近十年来锂等电池金属价格出现了飙升，曾经的“废弃矿产”很可能变得价值连城。

据了解，力拓在加州发现的锂矿一旦实现大规模生产，产能预计将与 Albermarle 位于美国内华达州的锂矿产能相当，力拓这一新业务的开发可能将快速扩大其在美国的市场竞争力。

Bold Baatar 表示：“如果试生产及规模化生产都进行顺利，力拓将有望成为美国最大的本土电池级锂生产商，锂供应量将能够满足美国未来需求，美国本土可能将不再需要开采新矿。”

试图分电动汽车市场一杯羹

作为全球第二大矿企，力拓下一步计划投资 5000 万美元，建设工业级锂生产工厂，锂年产量预计将达到 5000 吨，并将与下游电池制造企业建立合作关系。

力拓在声明中指出，锂生产工厂一旦建成，将能够为日本松下及其他电池阴极制造企业提供原料，足以为 1.5 万辆特斯拉 Model S 电动汽车提供动力电池。

力拓作为一家拥有多元矿产业务的跨国企业，目前公司主要经营范围包括煤、铁、铜、黄金、钻石、铝等。业内人士指出，近年来，力拓逐步剥离旗下煤炭业务，进入部分低碳领域，扩张锂生产方面的业务正是其低碳转型的一部分。

据了解，力拓此前已着手在全球范围内收购部分锂矿资产，并已经在塞尔维亚开发 Jadar 锂矿。金融机构摩根士丹利预测称，受到电动汽车产业爆发影响，到 2025 年，全球碳酸锂需求预计将在 2017 年的基础上翻两倍。数据显示，力拓当前锂产量占全球锂需求的 5% 左右。

事实上，除力拓以外，全球多家矿业巨头都看准了正在扩张的电动汽车市场，意图在其中分一杯羹。彭博社撰文指出，受到电动汽车市场扩张的带动影响，全球多家矿企都已逐步进入电池金属领域，而力拓则是首家涉足锂矿生产的跨国矿业巨头。

据了解，为进入动力电池产业链，跨国矿企 Glencore 公布计划称将增加铜、镍、钴等电池金属产量，同时全球最大的矿企必和必拓（BHP）正计划发力金属镍以及动力电池阴极材料的生产。必和必拓首席财务官 Peter Beaven 今年上半年曾表示，对他们来说，锂是一个吸引力相对较小的业务选择。

据消息人士透露，力拓已与全球多个动力电池生产企业以及电动汽车企业进行了沟通，包括中国电池生产商宁德时代以及美国电动汽车生产商特斯拉等。

布局锂业“恰逢其时”

彭博新能源财经（BNEF）在今年7月发布的一份报告中指出，随着电动汽车使用量的快速增长，动力电池需求也不断上涨，到2030年，全球锂需求将攀升至当前的8倍。尽管2018年以来，澳大利亚和智利作为全球主要的锂生产国不断计划增产，而全球电动汽车销量增速已出现放缓，全球锂市场出现了短暂的供应过剩局面，但BNEF指出，直到2025年左右，全球锂市场的供需才有可能再次实现平衡。

路透社撰文指出，由于全球锂需求仍预计上涨，力拓扩大美国本土锂产量的举措已获得了美国政府部门的支持。美国内政部曾发表言论称，锂是一种对于美国经济及国家安全都至关重要的“战略矿产”，美国需要加大对锂的重视程度，锂在电动汽车产业以及其他高科技设备的制造领域都有重要应用。美国总统特朗普也曾多次强调美国稀土金属及其他工业是“战略矿产”。《洛杉矶时报》撰文认为，力拓积极开拓其他金属矿产业务“恰逢其时”。

截至目前，除大力布局锂矿产业外，力拓也已开始布局美国稀土金属产业链。另外，力拓在美国犹他州也已加大铜矿生产，同时也计划扩大美国金属铟的供应量，以满足美国光伏组件以及电子触摸屏的生产需求。（李丽旻）

揭示准二维钙钛矿激子行为

中国科学报 2019.11.21

本报讯（记者沈春蕾）近日，中国科学院长春应用化学研究所（以下简称长春应化所）和日本九州大学组成的联合研究团队揭示了导致一类准二维钙钛矿发光效率低的机理，进而开发出基于该类材料的高效率绿光发光二极管，相关成果在线发表于《自然—光子学》。

有机无机杂化钙钛矿因成本低、容易加工以及光电特性优异，受到了光电子研究领域的广泛关注，基于该类材料的发光二极管也极有潜力成为下一代照明和显示元件。其中，三维钙钛矿是由有机和无机组分在三维空间交替结合而成，二维钙钛矿是由两种组分交替形成的片层结构，而准二维钙钛矿则是两类钙钛矿的混合结构，即由大尺寸有机壳层包裹着不同尺寸的三维钙钛矿。

“由于准二维钙钛矿存在天然形成的量子阱结构，与传统的三维钙钛矿相比具有更大的激子结合能，从而更有利于发光。”论文第一作者、长春应化所研究员秦川江指出，“尽管一些准二维钙钛矿发光二极管已达到较高电光转换效率，但当采用不同有机组分时，一些绿光器件的效率很低，其原因仍然未知。”

联合研究团队通过国际合作获得的大量相关实验数据对该问题作出了回答。秦川江向《中国科学报》介绍：“目前多数研究者认为这类钙钛矿表现出更多传统无机半导体的特性，然而我们证明了准二维钙钛矿具有很多有机半导体的属性，因此需要考虑到具有不同能量的

激子行为。”

与典型的无机半导体不同，有机半导体在电致发光过程中首先形成激子态而后弛豫发光。由于电子的自旋特性，将会形成单线态和三线态两种不同性质的激子。尽管调控单线态和三线态激子是设计和开发高效有机发光二极管的基础，但在钙钛矿发光二极管的研究中却未被考虑。

联合研究团队比较了两类具有相似晶体性质、含有不同有机组分的钙钛矿发光材料，发现其中一类钙钛矿材料中的三线态激子消失了。通过分析，这类钙钛矿中采用了具有低三线态能级的有机组分，其发光性能差的原因应是三线态激子转移至能量较低的有机部分，造成非辐射能量损失。而当采用具有高三线态能级的有机组分时，三线态激子会保留在钙钛矿发光主体中，从而获得较高的发光效率。

此外，联合研究团队还发现在特定的准二维钙钛矿中，暗态三线态激子也能够上转换为辐射发光的单线态激子，使得在准二维钙钛矿器件中实现全部激子利用成为可能。

基于上述发现，联合研究团队通过选择合适的有机组分，制备了能够高效俘获三线态激子的准二维钙钛矿发光二极管，获得了 12.4% 的电光转换效率。“我们不仅解释了之前观察到的实验现象，一些新发现也为开发高效钙钛矿光电器件，如发光二极管、激光和太阳能电池等提供了指引。”领导该研究的日本九州大学教授安达千波矢说。

新材料让太阳能更“能”

中国科学报 2019.11.18

太阳能电池是一种将太阳能转换为电能、实现节能减排的重要产品。自 2009 年首次应用到太阳能发电领域以来，钙钛矿基于优异的性能、低廉的成本等特征，被认为具有巨大的商业价值，钙钛矿太阳能电池也日益受到关注和欢迎。那么，钙钛矿太阳能电池能否进一步提升光电转换效率，让太阳能更“能”呢？近日，中国石油大学（北京）新能源与材料学院副研究员李振兴等人针对钙钛矿太阳能电池的电子传输材料进行了深入研究，设计出一种新型的电子传输材料，光电转换效率比传统的电子传输材料提高 40%。

对于钙钛矿太阳能电池而言，电子传输材料是决定其光电转换效率的重要因素。李振兴与美国加州大学洛杉矶分校教授杨阳、苏州大学教授王照奎合作，针对钙钛矿太阳能电池的电子传输材料进行了深入研究，通过溶剂热方法设计出一种新型的电子传输材料氧化锡包覆氧化锌核壳纳米结构（ $\text{ZnO}@ \text{SnO}_2$ ）。该研究成果以《氧化锡包覆氧化锌核壳结构纳米颗粒有效提高无机钙钛矿太阳能电池光电转换效率》为题，发表在国际著名学术期刊《美国化学会志》上。

该研究成果首次提出了氧化锡包覆氧化锌核壳纳米结构的制备方法，揭示了其具有较高光电转换效率的内在机理。由于 SnO_2 壳层的能级匹配和核层 ZnO 纳米粒子的高电子迁移率，无机钙钛矿太阳能电池的光电转换效率高达 14.35%。 $\text{ZnO}@ \text{SnO}_2$ 核—壳纳米粒子的尺

寸为 8.1 纳米，电子迁移率是 SnO₂ 纳米粒子的 7 倍。同时，均匀的核壳型 ZnO@ SnO₂ 纳米粒子对无机钙钛矿薄膜的生长极为有利。这些结果表明，氧化锡包覆氧化锌核壳纳米结构是一种理想的太阳能电池的电子传输层，光电转换效率比传统的电子传输材料提高 40%。（计红梅）

“北京石墨烯论坛 2019” 召开

2019.11.4

本报讯（记者武晓娟）报道：“北京石墨烯论坛 2019” 近日召开，国内外石墨烯相关领域的科研院校、企业及政府代表近 500 人参会，分享前沿技术和产业化观点、共襄石墨烯产业发展大计。

本次论坛上，北京石墨烯研究院与中国石油大学（北京）、苏州大学、长春工业大学、中科院苏州纳米所合作共建的 4 个协同创新中心，同时，与中蓝晨光化工研究设计院有限公司、中国航空制造技术研究院、中国航发北京航空材料研究院共建的 3 个联合实验室正式成立；此外，北京石墨烯研究院还与国家石墨烯产品质量监督检验中心国家知识产权运营公共服务平台、济宁市高新区、利特纳米公司 4 家单位进行了合作签约。

北京石墨烯研究院院长刘忠范院士在会上指出，新一代电池集流体对电池行业非常重要，有很大市场规模，目前，研究院正在研发第三代石墨烯铝箔，各项性能综合指标远超原有系统，并实现了年产 5000 平米的生产规模。

据悉，北京石墨烯论坛已逐步发展成为全球石墨烯行业交流的重要平台之一，本次论坛促进了我国石墨烯相关学术、技术及产业化的沟通交流。

越南光伏领跑东南亚

累计装机容量 5.5 吉瓦，占地区总量的 44%

中国能源报 2019.11.18

能源咨询公司伍德麦肯兹近日发布的报告称，越南正在引领东南亚光伏市场，光伏累计装机容量已经位居地区首位。数据显示，2019 年，东南亚地区光伏累计装机容量将增至 12.6 吉瓦，其中越南累计装机容量达 5.5 吉瓦，占到地区总量的 44%。

从自然条件上看，越南光照条件优越，年日照数达 1600—2700 小时，平均光照量为 4—5 千瓦时/立方米，这成为促进越南光伏发展的基础因素。越南政府还承诺，到 2030 年，光伏发电将在该国可再生能源发电中占比 20%。

伍德麦肯兹分析认为，越南光伏产业发展领跑东南亚地区，主要得益于该国的补贴政策。2017 年，越南政府出台光伏补贴政策，规定光伏上网电价为 93.5 美元/兆瓦时，内部收益率约 15%，吸引了诸多投资。另外，越南光伏项目还享有企业所得税、设备进口关税、

土地使用等福利政策。

另据国际能源署（IEA）发布的《东南亚能源展望 2019》报告，虽然公共财政仍然在光伏领域投资中发挥较大作用，但越南一些地区的光伏项目开发者和商业银行也能够提供部分资金。IEA 预计，随着越南的公共债务总额正在接近国家规定的上限，未来私人资本将在光伏投资领域发挥更大的作用。

不过，越南光伏市场也面临消纳难的问题。伍德麦肯兹光伏分析师 Rishab Shrestha 表示，越南主要省份的电力装机容量比电网容量高 18%。其中，在 Ninh Thuan 和 Binh Thuan 地区，电力装机容量已经达到了电网容量的 2 倍多，光伏发电的消纳问题十分突出。

“解决光伏消纳难问题需要进一步增加投资。项目资金来自东南亚地区和当地银行。” Rishab Shrestha 表示，“预计到 2020 年，越南南方主要省份的光伏上网容量有望同比提高 25%。”

但 IEA 指出，目前整个东南亚地区和电网相关的投资水平都较低，甚至低于 2010 年水平。为满足日益增长的电力需求，东南亚地区的能源投资重点都在发电领域，对发电项目的投资占能源总投资的一半以上。

对于未来发展趋势，伍德麦肯兹表示，尽管今年东南亚地区光伏累计装机容量将达 12.6 吉瓦，但该地区仍是新兴光伏市场。预计到 2024 年，东南亚地区光伏装机容量将达 35.8 吉瓦，同比增长近 3 倍。对越南而言，未来五年，大型光伏发电项目将主导市场；同时，分布式光伏占比也将有所提升，预计小型光伏项目将在新增产能中占比 32%。

“光伏项目在越南大部分地区将继续保持吸引力。越南政府的最新政策显示，光伏地面安装项目的上网电价为 70.9 美元/兆瓦时。预计到 2021 年，越南光伏的上网电价约为 59 美元/兆瓦时—96 美元/兆瓦时，具体电价视地区而定。” Rishab Shrestha 表示。（王升）

中国光热发电产业全生命周期模式出海

中国能源报 2019.11.18

本报讯 日前，在中希两国领导人的见证下，希腊 MINOS 50MW 光热发电项目多边合作协议成功签署。此前，MINOS 50MW 光热发电项目 EPC 合同也成功签约。中国能建下属的中国葛洲坝集团国际工程有限公司将与浙江中控太阳能技术有限公司组成联营体负责项目 EPC 建设。

在 EPC 合同签约仪式上，Nur Energie 公司董事会主席 Kevin Sara 回顾了与葛洲坝国际公司、中控太阳能公司的合作历程。他表示，基于葛洲坝国际公司强大的国际工程能力，以及中控太阳能公司全球领先的光热发电技术，他对本项目取得成功充满信心。

该项目位于希腊克里特岛，是希腊首个塔式光热发电项目，装机规模为 50MW，储能发电为 5 小时，可提供克里特岛所需 10% 的电力供应，能大幅提高当地清洁能源比例，保护岛内生态环境与旅游资源。项目建设期间，还将有效带动当地就业，促进光热产业上下游发展。

MINOS 50MW 光热发电项目的签约，是中国光热发电首次以“技术 + 装备 + 工程 + 资金 + 运营”的完整全生命周期模式走向国门。依托中国金融机构强大的国际项目融资能力、中国工程公司丰富的海外工程管理经验、以及中国高新技术企业自主研发的核心技术与装备，本项目将成为中国光热发电产融结合、拓展国际市场的典范。（鞠放）

中科院大连化物所

揭示非铅双钙钛矿纳米晶动力学机理

中国科学报 2019.11.8

本报讯（记者刘万生）中科院大连化学物理研究所研究员韩克利团队揭示了非铅钠羟基双钙钛矿纳米晶动力学机理，创新性地采用变温热注射法成功合成未掺杂及银掺杂的非铅双钙钛矿纳米晶，银掺杂纳米晶展现出明亮的黄色荧光，并详细论述了其自陷激子发光动力学机理。相关成果近期发表在《德国应用化学》上。

非铅钙钛矿纳米晶由于其无毒性及稳定性引起人们的关注，尤其是具有三维结构和直接带隙的羟基双钙钛矿纳米晶被认为是理想的发光材料，有望被用于照明领域。目前，未掺杂的羟基纳米晶的荧光量子产率仍很低，未能达到人们的预期，主要由于其机理不清楚，制约着新型高效的钙钛矿材料的设计和发展，需要进一步深入研究。

研究团队采用变温热注射法，成功合成了高质量未掺杂及银掺杂直接带隙钠羟基非铅双钙钛矿纳米晶，该方法对非铅钙钛矿纳米晶的合成具有普适性。研究发现，未掺杂纳米晶几乎没有荧光。科研人员通过掺杂微量银，不仅能打破未掺杂纳米晶暗态自陷激子，使其转变为亮态自陷激子，还可以钝化纳米晶的缺陷。因此，掺杂后的纳米晶表现出明亮的黄光和更好的稳定性，荧光量子产率高达 31.1%。

本项工作强调了合成方法优化和适当的元素掺杂对新型半导体材料设计的重要性，为寻找新型高性能纳米材料在光电子领域的应用提供了一种新的可行途径。

1.9 亿千瓦存量光伏资产如何运维引业内关注

光伏运维步入智能化时代

中国能源报 2019.11.11

核心阅读

当前，光伏电站重建设、轻运维、集约化程度不高、效率低等问题仍然突出。光伏运维向智能化转变的趋势，或将有助于破解上述问题，并进一步提升运维全链条水平。

据国家能源局的最新数据，截至今年9月底，我国光伏发电累计装机容量已达1.9亿千瓦。在国内光伏装机容量不断攀升的情况下，光伏电站运营及后期服务的重要性逐渐凸显。

“在2016年至2019年的3年间，我国光伏发电新增装机容量超过1.2亿千瓦。面对补

贴拖欠的资金压力，光伏企业从后期运营维护出发，进行了一系列的技术创新和模式探索，推动了整个光伏行业的进步。”近日，在第四届光伏发电运营及后服务研讨会上，中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示。

开启智能化运维时代

光伏电站建成并网后，发电量便成为衡量其价值的重要标准。如果电站没有专业化运维，其发电能力或将受限，进而减少收益。从长期来看，还将影响电站的评级和资产评估。

“一直以来，光伏电站重建设、轻运维，存在着技术和管理水平不高、集约化程度不够、效率低等一系列问题。”鉴衡认证中心副主任纪振双表示。

一位业内人士告诉记者，其实近几年建成投运的电站，都非常重视电站的后期运维工作。但由于电站占地面积较大，仅凭人力清洁、排查故障，耗时长，难免不及时。在此情况下，为降低人力运维成本，智能化运维成为业主选择的新方向。

智能清洗机器人、无人智能巡检机和割草机器人等专业化运维设备的出现，极大地提升了光伏电站的运维能力和效率，实现了优质资源的内部化共享，经济效益也更加明显。

以智能清洗机器人为例，通过手机 APP，运维人员就可以选择光伏电站特定区域内的某排光伏组件，实现自动清洁。这一过程只需几秒，节省了大量的时间、物力、人力。在实际应用案例中，使用智能清洗产品后，最多可以增加电站 30% 的发电收益。

纪振双表示，在新一代信息技术产业的影响下，光伏电站运维在向智能化转变，光伏电站少人或无人值守是大势所趋。

提升运维全链条水平

除了智能化硬件装备的支持，软件类产品也成为光伏电站运维的“法宝”。

多家企业高管告诉记者，在提质增效的要求下，传统的电站管理方法已不太适用，为此，数字化管理系统应运而生。

据介绍，数字化管理系统被称为“第三只眼”，可以完成数据采集、数据分析（气象数据、发电量统计、PR 分析、设备运行）、组串故障定位、告警中心、缺陷管理、自动化报表管理等工作。在 24 小时全天候监测下，运维人员可以通过实时数据及时掌握电站动态，早发现故障，早排查。

远景智能光伏解决方案总监黄学洪表示，数字化管理系统还可以“反哺”前期电站地形勘查、评估、设计和设备选用工作。“这可以形成一个良性循环。管理系统所积累的大量实际运行数据，可以为地形、环境等条件不同的光伏电站实现最优化设计，真正做到因地制宜。”

黄学洪认为，在光伏装机容量大规模增长的背景下，市场对多领域协同、精细化、数字化管理提出了更高的要求。这就需要光伏运维企业考虑光伏电站资产的全生命周期，从项目开发、建设、运营，到后续资产交易，全方位把控电站的发展方向。

“一个高性能的电站，不但要‘生得好’，还要‘养得好’。光伏行业要实现高质量发

展，需要着力提升整个链条的管控水平。”纪振双说。

紧贴业主个性化需求

随着全球光伏电站的数量急剧增多，为了提高发电率，光伏电站已由大规模发展转变为大规模运营。

据能源资讯机构伍德麦肯兹发布的最新数据，到2024年，光伏行业的年度运营和维护成本将突破90亿美元，较目前的45亿美元翻番。大数据平台和智能化工具等新兴技术在光伏电站运维中的应用将愈加广泛，光伏运维市场的大航海时代正在开启。

在智能化运维产品不断涌现的情况下，产品逐渐分层，一定程度上增加了业主操作的难度。

据了解，目前多数光伏电站都会配置一个大数据平台，但大多数数据平台所提供的服务比较单一，只能提供电量实时监测或电站健康检测等某一功能。如果业主希望实现多种功能服务，则需要安装下载多种应用平台，而每一个应用平台的数据都是封闭的，均不共享。

此外，通常系统只能实现对单个电站的全面监控，而一些较大的光伏电站投资者无法在一个平台上实现全部资产的管控。

“为了满足业主的不同需求，远景推出阿波罗光伏云数字化资产管理系统。”黄学洪说，“依托于远景智能物联操作系统EnOSTM，业主可以制定专属于自己的光伏资产管理平台，真正实现个性化管理。”

在黄学洪看来，进入机器社交网络时代，光伏电站管理模式越来越高效。未来，在智能物联网等的支持下，机器社交的能力和红利将进一步被释放。（董梓童）

达拉特旗试水“光伏治沙”

打造全国唯一由非化石能源反哺化石能源的鲜活样本

中国能源报 2019.11.18

核心阅读

内蒙古达拉特旗以库布齐沙漠为先导，把清洁能源开发与防沙治沙有机结合，正在探索现代能源经济的达拉特旗样板。目前，该旗生态系统正从恶性循环向良性循环加速转化，全旗已进入增绿、增质、增效的新阶段。

这里有全国最大的沙漠生态光伏电站，打破了吉尼斯世界纪录；这里也是中国荒漠化治理的试验场，开启发展沙漠经济的先导区；这里还是市场化治沙、新能源巨头的主战场，目前国际最先进的光伏发电技术、最前沿的产品均在这里大规模运用。这里就是内蒙古库布其沙漠达拉特旗光伏发电应用领跑基地。“一期项目已经建成，二期项目已经开始打桩。”内蒙古自治区达拉特旗旗委书记奇·达楞太日前接受记者采访时表示。

有效利用沙漠光伏资源 用工业化理念治沙

在库布其沙漠腹地，178万块太阳能光伏板整齐排列，宛若一片“蓝色海洋”，“金沙”

“蓝海”“绿地”六个大字矗立在光伏板旁。来自达拉特旗的资料显示，基地位于库布其沙漠中段，建设规模200万千瓦，占地面积10万亩，总投资150亿元，目前该基地也是国内沙漠地区最大集中连片光伏基地。项目全部建成后，年发电量可达40亿度，有效治沙20万亩，年减排二氧化碳320万吨，节约标准煤135万吨。

2017年，达拉特旗把荒漠化防治作为建设我国北方生态安全屏障、促进经济高质量发展的重要战略举措，开始在库布其沙漠谋划建设光伏治沙项目。2017年底，50万千瓦的一期项目实现全容量并网发电。

今年6月，国家能源局确定内蒙古达拉特、吉林白城、江苏泗洪3个基地为第三期光伏发电领跑奖励基地，每个基地奖励规模为50万千瓦。达拉特旗国家光伏发电领跑奖励基地项目已于今年10月12日正式开工，这是该旗建设现代能源经济示范旗、打造库布其沙漠经济先导区的又一重大工程。

奇·达楞太接受记者采访时表示，建设光伏发电领跑基地，对促进达旗现代能源经济发展、持续推进库布其沙漠生态环境改善、提升三次产业融合发展示范水平、加快地区经济转型升级步伐产生重大而深远的影响。

记者了解到，库布其沙漠位于鄂尔多斯高原脊线的北部，总面积约145万公顷，流动沙丘约占61%，像一条黄龙横卧在鄂尔多斯高原北部，横跨内蒙古三旗。在过去的很多年，不仅当地民众一年四季都要忍受漫天黄沙飞扬之苦，也因为该沙漠距离北京最近，被称为“悬在首都头上的一壶沙”。如今放眼望去，金色的戈壁滩和排列整齐的蓝色光伏发电板交相辉映，成为一道靓丽的风景。

达拉特旗奖励项目预计将于2020年6月10前实现一次性全容量并网发电，项目建成后，将与达拉特光伏一期项目连成一体，成为全国最大的沙漠集中式光伏发电基地和世界最大的光伏治沙项目。“达拉特旗光伏基地入围企业平均电价在0.26-0.27元，是全国唯一一个由非化石能源反哺化石能源的鲜活样本。”水规院新能源部副主任王霁雪如此评价。

“过去我们搞沙漠治理，只停留在治理的层面。沙漠里既有土地，又有光资源，现在我们通过光伏治沙，用工业化的理念治理沙漠，建设‘沙漠经济先导区’，将沙漠资源有效利用。”奇·达楞太向记者介绍说，“达拉特旗光伏发电应用领跑基地转变了以政府投入为主导的传统治沙模式，把沙漠治理与科学利用有机结合起来，以项目建设驱动生态建设，坚持沙漠治理、生态修复、生态经济、沙漠产业多位一体治用并行、平衡发展。”

随着项目建设的逐步推进，治理区域还将向外拓展延伸，预计200万千瓦项目全部建成后，可完成生态治沙面积20万亩。

改变传统光伏分散式思维 打造现代能源经济示范

达拉特旗光伏发电应用领跑基地的规划建设，是把发展现代能源经济作为目标出路。“内蒙古自治区打造现代能源经济示范区、鄂尔多斯创建国家现代能源经济示范城市，为我旗发展清洁能源，推动工业经济转型提供了重要机遇。”奇·达楞太对记者表示，该旗计划

依托光伏基地输电半径短和电厂煤电资源充足的优势，结合开发区正在实施的增量配电改革试点，推动形成光伏、火电相互配套补充，就地消纳与向外输送相结合的多能互补模式和区域微电网，加快现代能源经济发展。

奇·达楞太认为，打造现代能源经济，实现高质量发展，核心路径是改革创新。记者了解到，领跑基地把理念技术创新作为重点突破，改变了传统光伏产业分散式的思维，采取集中化规划、集成化技术、集聚化运营管理的模式，统一规划建设、运营维护，降低成本，提升效能。据悉，达拉特旗光伏发电应用领跑基地采取集约化空间布局、集成化技术应用、集聚化运营管理的模式，获得了业内认可。

目前，基地一期项目发电量达 8.1 亿度，实现产值 2.8 亿元，平均电价为 0.35 元/度，度电成本和电价处于全国领先水平，未来随着气候条件改善，光伏项目技术领跑优势将进一步放大，经济效益会超过预期，全年预计发电量将突破 11 亿度，实现产值 3.85 亿元。

“下一步，我旗将重点依托达拉特经济开发区和达拉特光伏发电应用领跑基地两大经济龙头板块，坚持生态优先、绿色发展理念，以构筑沙漠清洁能源经济综合发展新引擎为主线，以新能源开发建设为抓手，统筹一二三产业融合发展新思路，充分做足沙漠清洁能源经济上下游产业链延伸大文章，协同推进全域现代能源经济建设，实现我旗经济高质量发展。”奇·达楞太表示。

推动光伏 + 多产业融合发展 打响当地光伏旅游品牌

奇·达楞太口中的一二三产业融合发展，是把发展光伏产业与沙漠有机农业、沙漠风情旅游和乡村振兴有机结合起来，推动生态产业化和产业生态化，最大程度地放大基地的生态效益、经济效益和社会效益。

据达拉特旗发改委主任李锐向记者介绍，当地光伏项目采取“板上发电、板间养殖、板下种草（药）”的方式，实现土地的综合利用，推动形成“农、林、牧、光、游”多产业融合发展格局。通过项目建设带动生态保护建设，形成沙漠治理、生态修复、生态经济、沙漠产业多位一体、治用并行、平衡发展的发展体系。

如今基地采用“光伏 + 治沙 + 农林 + 旅游”的融合发展已经取得初步成效，截至目前，一期项目实施生态建设 2.3 万亩，其中，防护林 3000 亩，栽植沙障 1.75 万亩，套种红枣等经济林 1.2 万亩，黄芩、黄芪等中草药 5000 亩，年内可实现有效固沙 5 万亩。

由于几年前装的光伏板下草长得太多、太高，光伏电站干脆养起了羊群，羊群穿梭在光伏板之间，已成为当地一大特色风景，这些羊也因此有了新称呼——“光伏羊”。很多光伏板为此还特意加高，以方便羊吃草。

除了养羊，光伏电站还养鸡、养鹅，“光伏 + ”不断玩出新花样。达拉特旗借此打响了光伏旅游品牌。基地还拥有一项“世界之最”，由国家电投集团建设的“骏马”光伏电站，于今年 7 月 9 日成功通过吉尼斯世界纪录认证，成为世界上最大的光伏板图形电站。如今，这个电站已经成为一个知名景点，很多游客慕名而来。

当前，库布其光能环沙漠乐园旅游项目总投资已达 7.6 亿元，年内计划完成投资 2.44 亿元，项目建成后年可接待游客 150 万人，实现产值 4 亿元。“其中，正在规划建设的‘光能环沙漠乐园项目’已取得立项批复，建成后将与响沙湾、恩格贝、银肯塔拉等景区有效联结起来，形成沙漠旅游经济综合示范区。我们计划把基地建成沙漠研学教育基地。”库布齐沙漠林业公司副总经理王海峰向记者透露。（苏南）

前三季度新增装机量首次超过集中式光伏 分布式光伏迈入规模化发展阶段

中国能源报 2019.11.25

近日，第四届光伏产业创新论坛在京举行。会议以“新生态·新市场·新征程”为主题，就我国前三季度光伏产业发展情况以及未来发展趋势进行了深入探讨。记者在会上了解到，今年我国分布式光伏发展动力强劲，贡献了前三季度光伏发电新增装机的半壁江山。

山东、河北、浙江增长强劲

据国家能源局最新统计数据，1-9月，全国光伏发电新增装机容量为 1599 万千瓦，其中集中式光伏电站新增装机规模为 773 万千瓦，占比 48.32%；分布式光伏新增装机规模为 826 万千瓦，占比 51.68%。这是近 5 年来，前三季度分布式光伏新增装机量首次超过集中式光伏电站。

从地区分布上看，在今年全国户用光伏度电补贴统一为 0.18 元/kWh 的情况下，山东、河北、浙江等光照条件较好的省份成为分布式光伏新增装机大省。

国网能源研究院新能源与统计研究所所长李琼慧表示，截至目前，我国分布式光伏累计装机规模已超过 5000 万千瓦，这标志着我国分布式光伏已经进入规模化发展阶段。而其装机容量的大幅提升是因为“就近平衡”的特点逐渐显现。“从户用角度分析，在农村和偏远山村，大电网供电成本非常高，而分布式电源的灵活度较高，可操作性也优于集中式供电，这让分布式电源的优势凸显，且具有不可替代性。”

正从“政策驱动”转向“需求驱动”

与会企业代表普遍认为，除了户用外，工商业也是分布式光伏发展的沃土。“目前，工商业占我国能源消费比重的 70% 左右。而工商业的平均用电成本远高于工商业分布式光伏的系统成本。因此，越来越多的企业开始选择安装屋顶光伏项目，采用‘自发自用、余电上网’模式，这样不仅可以节省电费，还更加‘绿色’。”

在业内看来，由于光伏补贴政策的调整，分布式光伏迎来了市场化发展，产业逐步从“政策驱动”迈向“需求驱动”。今年以来，我国光伏市场交易已经开始从传统的集中式电站向分布式光伏电站资产转向。各大光伏企业也相继加大分布式光伏投资力度。不管是组件企业、逆变器企业还是后期运维企业，都推出了针对户用屋顶光伏或工商业屋顶光伏的定制化产品，甚至部分企业已经将光伏产品和储能相结合，以解决光伏发电稳定性或上网难的问

题。

光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华强调，不管是从发展规模还是从产品结构上看，分布式光伏都是今年产业的最大亮点。

分布式和集中式占比趋于均衡

“‘调结构’是现阶段我国光伏产业发展目标之一。从目前情况来看，集中式光伏和分布式光伏的装机占比逐渐趋于平衡，无疑是积极的发展方向。”国家可再生能源中心副主任陶冶说，“希望‘十四五’期间，分布式光伏仍将能维持稳步发展的良好态势。”

展望未来，李琼慧提出，分布式光伏在工业园区、新城镇等场景的发展潜力将进一步扩大，呈现分布广、多元化、集成化的特点。“同时，从市场化发展趋势来看，分布式能源作为一种电力新业态，既是生产方又是消费方，如果可以参与电力现货市场，那么将进一步开发分布式能源的潜力。”（董梓童）

中国光伏产业发展与创新应用论坛在京召开

中国电力报能源周刊 2019.11.30

本报讯（见习记者卢羽佳）报道 11月15日，以“新生态、新市场、新征程”为主题的第四届中国光伏产业发展与创新应用论坛在北京召开。

此次论坛通过1场大咖现场即兴演说、2场高端对话、2场主旨报告、1场专题对话的模式进行呈现。

国务院原参事、科技部原秘书长石定寰在致辞中强调，在制定“十四五”的中长期规划之际，如何加大可再生能源发展的呼声，加强应用端的技术创新，广泛开展“光伏+”应用市场，如何配合国家电网实现“三型两网”战略，是时下光伏企业无论是产业端还是应用端都应该着重思考的问题。

中国光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华提出，尽管光伏产业在中国的发展受到了诸多瓶颈，但在全球范围来看，整个市场还是处于持续上升的阶段，而且上升速度还在逐步加快。未来几年，光伏产业将加速深度整合重组，国有企业的强势进入、落后民企的逐步退出将成为一个必然的趋势。

“光伏+储能”的互补能源系统是人类未来能源的终极解决方案，同时也是人类应对气候变化的有力武器。这是隆基绿能科技股份有限公司创始人兼总裁李振国对“光伏+储能”这一关键词的定义。作为制造端的代表，李振国呼吁，业界同仁仍然要继续创新研究，降低成本，提高光伏产业竞争性，进一步加强与传统能源的竞争力，在复杂的能源利益格局的基础上，国家的支持政策将为日后的能源平衡增添一份助力。

论坛同期举办2019中国好光伏品牌年度盛典。本次盛典通过公开投票、专家评审的多轮竞选环节，决出了2019年度领袖企业奖（TOP5）、2019年度分布式光伏系统十大品牌奖、2019年度分布式光伏组件十大品牌奖等22大奖项。

五、地热

循环利用 绿色发展 助力冬供

大港油田高效探索地热能可持续利用

中国能源报 2019.11.18

本报讯 日前，由中国石油大港油田采出井 DG-30 流出的地热水汨汨流入回灌井 DG-30B，标志着这个油田扭转了地热开发只开采未回灌的单一局面，实现了开采回灌一体化，开启了地热资源可持续利用的新时代。

近年来，国家对地热能发展非常重视，已将地热能列为重点扶持的战略性新兴产业，出台了一系列支持政策。去年6月召开的国务院常务会议指出，要坚持从实际出发，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热，确保北方地区群众安全取暖过冬。地热能已成为北方冬季保供的重要能源之一。

勘探开发实践证明，沉积盆地不仅富集油气资源，也蕴藏丰富的中低温地热资源。油田开发采出的热水也是地热资源的一部分。初步测算，中国石油探区主要盆地地热资源量达5900亿吨标准煤，约占全国地热资源总量的70%，但地热利用项目较少，规模有限。

中国石油探区内约2/3的地热资源集中分布在松辽和渤海湾盆地。地处渤海湾的大港油田地热资源主要分布在明化镇组、馆陶组、东营组、沙河街组、孔店组等层中。为解决居民供暖问题，早在1980年北大港地区就开始开发利用地热资源，自主钻探地热井23口。上世纪90年代，大港油田将3口报废油井改造为地热井试验，当时地热井总数为26口，总供暖面积68万平方米，补水面积达到120万平方米，主要开采层段为馆陶组。由于多年来仅实施单一开采，未进行回灌，造成地层压力逐年降低、地下水位持续下降。为此，大港油田积极探索热储层回灌及热泵提效利用等技术。

此次投入运行的回灌井 DG-30B 坐落于渤海装备新世纪公司院内，是大港油田在天津市政府公开招标中中标的第一口井。回灌井 DG-30B 和开采井 DG-30 相互配合，开采井采出水经过换热系统后，尾水温度降到25摄氏度以下，充分提取热量，然后全部回灌进入同层位回灌井中，保持地层压力的平衡及水量的不流失，实现对井采灌平衡。同时，进一步提高了地热开发利用的绿色环保水平，对今后地热资源的可持续开发利用具有重要意义。

随着国家能源结构的调整和蓝天保卫战的全面打响，作为中国石油绿色矿山建设的试点，大港油田把地热业务作为重要补充业务，逐步加大这一清洁能源的开发利用力度，编制了《大港油田地热能开发利用规划（2018年—2035年）》，制定了地热供暖面积1200万平方米的总目标。第一阶段主要开展研究院院区+采油五厂片区地热利用先导试验；第二阶段将开展重难点技术攻关，在油区内扩大地热供暖及余热回收规模；第三阶段实施“走出去”战略，拓展京津冀等外部市场。到2035年，预计可实现年减少二氧化碳排放25万吨，年节约天然气565万立方米。

截至目前,《第五采油厂办公楼地源热泵示范工程》已通过股份公司评审。这是中国石油首次规模应用地源热泵系统制冷供暖,将为油田办公区清洁绿色低碳运行起到引领示范作用。与此同时,四个中深层地热能利用项目已启动立项研究程序,两个采出水联合站利用项目已通过可行性研究报告的评审。

大港油田积极推进采出水余热资源利用,孔店联合站余热回收利用工程已整体投产运行,年节约原油 2166 吨,创效 485 万元。(张敬潇 邹红丽)

河北省深层地热技术创新中心获批建设

中国电力报能源周刊 2019.11.9

本报讯记者张溥)报道 根据近日河北省科学技术厅发布的《关于 2019 年新建省级技术创新中心的通知》显示,新奥集团申建的“河北省深层地热技术创新中心”被纳入河北省省级科技研发平台建设计划。

“河北省深层地热技术创新中心”由新奥集团能源研究院承建。旨在研发深层地热关键技术,解决高温超硬花岗岩开发存在的钻井成本高、压裂建储连通难等技术难题,促进深层地热技术研发、工业示范与推广应用。按照相关规定,该中心建设期为两年,验收通过后正式挂牌运行,纳入河北省省级技术创新中心序列管理。

新奥能源研究院作为新奥集团旗下专业科研机构,正致力于增强型地热系统开发技术科研探索,现已建成国际化的专业研发团队,搭建了国内领先水平的实验平台,高效开展研究探索实验,并在关键设备和材料方面取得显著进展。据了解,增强型地热系统(EGS)是开发深层地热的主导技术,通过它可以利用深层地热能实现多种用途,比如直接供热和发电。

新奥集团能源研究院相关负责人表示,新奥集团能源研究院将根据建设实施方案,落实各项建设内容及人、财、物等保障措施,通过关键技术研发突破,推动河北省及我国深层地热技术水平的整体提升。

向大地要热量 新型供暖方式上线

科技日报 2019.11.7

在寒冷的冬季,北京将有越来越多的地方依靠“地源热泵”取暖。

近日,北京市发改委批复了 3 个地源热泵项目,分别位于石景山、海淀和顺义。这 3 个项目将在今明两年陆续竣工,建成后总计供暖面积达 36 万平方米,能够替代燃煤约 4500 吨,相当于减少二氧化碳排放 1.13 万吨、氮氧化物排放 6.66 吨。

这种新型地源热泵是怎么抽取热量,为居民供暖的呢?

“地表浅层地热资源(通常小于 400 米深),是指地表土壤、地下水或河流、湖泊中吸收太阳能、地热能而蕴藏的低温位热能。”中国能源研究会地热专业委员会专家委员会主任、中国地源热泵产业联盟专家委员会主任郑克桢说,“地表浅层好象一个巨大的太阳能集

热器，收集了 47% 辐射到地球的太阳能，超过人类每年利用能量的 500 倍。这种近乎无限，不受地域、资源限制的低焓热能，是人类可以利用的清洁可再生能源。而且地表浅层地热资源不像太阳能那样受气候的影响，也不像深层地热受资源和地质结构的限制。”

郑克桢介绍，地源热泵可以将地表浅层地热资源采集提取后用于建筑供热。冬季，当地源热泵机组在制热模式时，就从地表浅层土壤或水中吸收热量，通过压缩机和热交换器把大地的热量集中，并以较高的温度释放到室内。

北京市发改委相关负责人解释，与传统供热方式相比，地源热泵供暖方式后期运行费用较低，同时供热温度稳定，居民感受也更加舒适。

“地热资源的优点在于钻井得到热水或蒸汽后，一天 24 小时、一年 365 天皆可使用。”郑克桢说，“世界统计数据显示，地热发电的年利用时间是 72%，而水能、风能和太阳能对应比例分别为 42%、21% 和 14%。”

地源热泵不仅能在冬天供暖还能在夏天制冷。北京市新能源与可再生能源协会理事长史殿林说：“由于地源温度全年相对稳定，冬季比环境空气温度高，夏季比环境空气温度低，是很好的热泵热源和空调冷源，这种温度特性使得地源热泵比传统空调系统运行效率要高，节省运行费用。”（马爱平）

六、氢能

氢燃料电池直面产业化之痛

可支撑规模化、批量化的产业链尚未形成，同时面临较大降本压力

中国能源报 2019.11.18

受技术和成本制约，我国 80% 的氢产量都来自煤制氢和工业副产氢，并且绝大部分在厂内自产自销，供给到外部的使用量很少。鉴于氢气供给的这一特点，目前我国存在氢气基础设施建设不足的情况，并突出表现在氢气的储运上。

“2008 年奥运会是中国电动汽车走向产业化的关键节点，2022 年冬奥会也将成为我国燃料电池汽车发展的里程碑。”11 月 14 日，在张家口举办的 2019 年长城国际可再生能源论坛上，清华大学教授、中国科学院院士欧阳明高指出。

这一观点得到了统计数据的印证。11 月 11 日，中国汽车工业协会发布的汽车工业经济运行情况显示，2019 年 1-10 月，我国燃料电池汽车产销分别完成 1391 辆和 1327 辆，比上年同期分别增长 8.2 倍和 8.0 倍，成为汽车市场“寒冬”中的一抹亮色。

各地规划布局提速

我国早在 2006 年就将氢能与燃料电池写入《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》，此后，《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》等国家级规划都明确了氢能与燃料电池产业的战略性地位，

2019年的政府工作报告指出，要“推动充电、加氢等设施建设”。政策的支持提振了行业发展信心，各地对氢燃料电池的规划布局全面提速。

京津冀地区以冬奥会为牵引，北京和张家口建立多个“氢能出行”示范运营区域，天津计划到2022年打造产值突破150亿元的氢能生态圈；在华中地区，武汉根据加氢站的日加注量给予建设运营补贴；在长三角地区，江苏省规划到2025年，氢燃料电池汽车年产量突破1万辆，加氢站突破50座；上海市发布的燃料电池汽车发展规划显示，到2020年，上海将建设加氢站5至10座，燃料电池汽车运行规模达到3000辆。此外，西北、西南及珠三角地区都在大力支持加氢站建设及氢能产业发展。

“近年来，我国在燃料电池汽车技术方面获得一定进展，如东岳集团研发了膜电极制备、燃料电池系统集成与控制技术等核心技术，国家电网、中石油、中石化等大型企业纷纷布局产氢、储氢、运氢、加氢产业链。”张家口氢能与可再生能源研究院执行院长、清华大学副教授王贺武指出。

规模化发展仍需时日

一方面，氢燃料电池汽车具有高效、续航里程长等优点，另一方面，其面临的成本、储存、运输等问题也同样明显。

发展氢燃料电池汽车，首先要解决氢的来源。“2018年，我国氢产量约2200万吨，是世界第一产氢大国。”北京低碳清洁能源研究所新能源中心助理主任、氢能研发部门经理何广利说。

何广利指出，受技术和成本限制，我国80%的氢产量都来自煤制氢和工业副产氢，并且绝大部分在厂内就自产自销了，供给到外部的使用量很少。因此，氢燃料电池汽车的氢来源并不多。

鉴于氢气供给的这一特点，目前我国存在氢气基础设施建设不足的情况，并突出表现在氢气的储运上。

“在储氢领域，现阶段我国主要应用35MPaIII型、70MPaIII型瓶，氢气的储运质量密度小、效率低、成本高。”北汽福田汽车股份有限公司新能源平台总监秦志东表示。

据了解，氢的运输方式有两种，一种是通过车、船等运输工具运输，另一种是管道运输。“目前，我国《氢能汽车用燃料液氢》《液氢生产系统技术规范》《液氢贮存和运输安全技术要求》三项国家标准已通过专家评审，落地后将开启液氢民用化的第一步。管道方面，我国规模很小，与欧美成熟的市场相比有一定差距，目前正在开展两项工作，一是高压氢管道的氢脆筛选和管道筛选，二是尝试在天然气管道里面掺氢。但是，‘三桶油’的管网业务马上要归并到国家油气管网公司，将来由谁来归口、怎么归都不确定，预计真正到应用阶段还有五六年的探索期。”北京海德利森科技有限公司副总经理、产品总监韩武林指出。

氢燃料电池汽车的核心部分在于燃料电池，“氢燃料电池系统的关键零部件，如电堆、催化剂、膜电极、双极板、密封材料等，我国目前已能够实现国产化，但规模化、批量生产

的产业链还未完全形成，成本较高。”清华大学教授李建秋坦言。

找准突破口实现新跨越

“张家口是国家级可再生能源示范区，又是冬奥会的举办地，是氢燃料电池最佳的产业化市场基地。”欧阳明高表示，具备天时、地利、人和优势的张家口将成为氢燃料电池发展的突破口。

据秦志东介绍，张家口率先进行了氢燃料电池汽车的商业化运营，最新一代燃料电池公交车于去年8月1日投入运营，单车最高运行里程近10万公里，经过大量测试与统计，目前张家口的氢燃料电池汽车运营成本达到了与传统燃油车相当的水平。

欧阳明高进一步指出，考虑到与纯电动汽车成本平衡点的对比，氢燃料电池动力系统更适合长途大型高速重载车辆（重型卡车、物流车、公交车等），主要替代柴油机，锂离子电池动力系统更适合小型轿车，主要替代汽油机，两种技术不是替代关系，而是互补的。

同时，多位业内专家指出，由于冬天车内供暖耗能较高，如采用纯电动车，续航里程会显著缩短。而燃料电池本身的余热就能保证供暖，因此，氢燃料电池汽车在北方地区更有优势。

“实现氢燃料电池汽车的低成本、高安全运行，需要整个产业链共同协作配合。”王贺武表示。（樊桐杰）

氢能直面产业政策之困

中国能源报 2019.11.11

在产业发展进程中，政策制定者的政府思维往往会与从业者的产业思维脱节，地方政府在政策制定过程中的跃进也可能给产业发展带来事与愿违的结果。对于起步期的中国氢能产业而言，如何让产业政策更有利于培育本土企业、更有利于扶持自主技术，考验着政策制定者的智慧。

11月6日，法国液化空气公司与中国石化在北京签署谅解备忘录，以加速中国市场氢能交通解决方案部署。同时，中国石化控股、法国液化空气公司作为参股方之一将发起成立氢能公司，共同推动中国氢能产业发展。两大巨头的跨国合作成为中国氢能热潮的最新注脚。

然而，产业发展不可能一蹴而就。目前，国内氢能发展虽有政策助力，但政策与产业的脱节以及产业短板的制约问题仍然存在。多位业内人士向记者表示，对于当前的中国氢能产业而言，突破政策和产业短板，找到适合的发展路径尤为关键。

职责归口管理尚待明晰

记者了解到，各地主管部门不统一、主管部门之间职责界限模糊一直是氢能产业发展面临的外部制约之一。以加氢站为例，由于目前氢气属于危化品，国内没有统一的建设程序覆盖加氢站建设，因此在加氢站建设过程中往往因找不到问题归口部门而影响建设进程。

在此前已出台的各地政策中，只有广东对氢能产业链条尤其是加氢站建设明确了具体的负责部门。今年6月6日，广东省发布《关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》，其中

明确了加氢站从设计、建设到运营中的所有问题由该省住房城乡建设厅负责。

10月10日，宁波发布关于公开征求《宁波市促进氢能产业发展实施办法》意见的公告，在企业引进培育、加氢站、燃料电池汽车应用、人才培育和引进、平台、关键技术突破及成果转换、行业标准制定、园区培育等方面明确了责任单位。

“责任明确非常必要，氢能行业涉及面广，从制氢、储运氢到最后的应用是一根很长的链条，除涉及材料、装备等技术和工程问题外，还有市场和政策等更为宏观的问题。”中科院宁波材料所新能源所所长陈亮研究员告诉记者。

一位不愿具名的业内人士表示，对于庞大的氢能产业而言，想要明确其链条上每一个节点的细分责任难度较大，但类似宁波出台的《办法》中对责任部门的明确是一种完善和进步，对氢能行业的发展无疑有积极影响。

政策制定应避免产业“虚火”

作为极具前景的“终极能源”，氢能产业受到国家政策的倾斜。以应用端为例，与电动汽车的补贴不断退坡不同，高补贴正成为氢燃料电池车商业化的重要推手，根据国家新能源汽车补贴政策，氢燃料电池汽车的补贴在2020年前不退坡。

对此，陈亮表示：“对一个新兴且国家看好的产业，所有企业都想入局分一杯羹无可非议，一拥而上的大干快干是产业发展初期的必经阶段，氢能产业链每个节点都有亟需解决的问题，补贴与扶持政策可以让整个行业获得更多关注，从而吸引人才与资本进入，加速产业快速发展。”

值得关注的是，面对因政策导向而产生的巨大市场预期，全国多地相继宣布建设氢能产业园、投建加氢站，多家上市公司也在加速布局氢能产业，这也引来了氢能产业是否存在“虚火”的质疑。

不过，合理的质疑、审慎的态度对产业发展并非坏事。10月23日，广东省发改委发布的关于《广东省加快氢燃料电池汽车产业发展实施方案》的征求意见提到，“不具有或未预留70MPa加氢口的，按上述标准70%补贴，”由于70MPa是否适用于我国现阶段氢能产业的技术路径还有待商榷，这一规定受到了业内质疑，正是这些质疑促成了广东省发改委重新修正实施方案，也真正起到了征求意见的作用。

业内专家认为，在产业发展进程中，政策制定者的政府思维往往会与从业者的产业思维脱节，除此之外，地方政府在政策制定过程中的跃进可能给产业发展带来事与愿违的结果。

对此，张家港氢云新能源研究院院长魏蔚表示，我国各地产业发展不均衡，对于各个发展阶段的技术选择而言应取决于市场，更多地考量成本与性价比等，产业政策若对技术路线过多干预，则会本末倒置，不利于产业技术的进步。

“地方政府的产业发展指导意见，需要针对本地资源禀赋条件，扬长避短，发挥本地企业优势，而不宜盲目地靠招商引资建立氢能全产业链。”魏蔚进一步指出。

政策着力不当或致补贴外流

今年6月发布的《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到2050年，氢能在中国能源体系中的占比约为10%，氢气需求量接近6000万吨，年经济产值超过10万亿元，燃料电池车年产量达到520万辆。届时，可累计拉动33万亿元经济产值，且预计2050年平均制氢成本不高于10元/公斤。氢能产业发展前景被寄予厚望。

对此，业内人士告诉记者：“政策可以为行业提供便利的发展环境，但想实现整个产业的商业化，脱离对补贴的依赖，就必须从产业自身出发弥补短板，将重心放在核心技术的发展与突破。”

“以应用端为例，氢燃料电池汽车的补贴政策必然是暂时的，如果完全靠补贴发展，就失去了行业存在的价值。”陈亮表示，“不能完全等靠政策，氢能的核心技术问题如储运、膜电极以及装备等需要整个行业协同解决。”

另外，业内认为，产业政策如何真正起到培育本土企业和扶持自主技术的作用，也考验着政策制定者的智慧。

“我国尚有一些未突破的关键技术，氢燃料电池汽车产业链利润大都在上游电堆环节，但核心技术和原材料在国外，产业政策若着力不当，很可能导致产业链利润大幅外流，那么来自政府的补贴就相当于补贴给了外国企业，不利于培养中国本土企业，无法改变技术受制于人的局面。”魏蔚举例说。

魏蔚对记者表示，对于氢能行业而言，要借鉴国外的发展路径而非直接照搬，在实践中摸索符合本国特色的产业发展道路是关键。（仲蕊）

加拿大工程院院士叶思宇谈广东新能源发展： 攻克核心技术难题 加快完善氢能源布局

南方日报 2019.11.22

如果将每一份氢燃料电池比作一台电机，那膜电极就是芯片，是氢能源技术的核心。作为膜电极和燃料电池电催化的顶尖专家，加拿大工程院院士叶思宇曾担任全球最领先的燃料电池研发和生产企业——加拿大巴拉德动力系统公司的首席科学家。2018年归国后，他加入鸿基创能科技（广州）有限公司担任首席技术官兼董事，积极投身广东新能源产业发展。

21日，参加2019广东国际咨询会的叶思宇接受了南方日报记者专访。他认为，广东的新能源产业具有先发优势，接下来要攻克氢能源产业的核心技术难题，突破“卡脖子”技术，同时完善布局产业链。他建议建立一套粤港澳大湾区的产学研网络和产业联盟，推动新能源发展。

南方日报：作为氢能源领域的专家，您是首次参加“国际咨询会”，给广东带来哪些建议？

叶思宇：我的建议主要还是围绕熟悉的环保和新能源行业。近几年来，中国新能源汽车发展已经上了一个新台阶，但是同时也遇到一些新挑战。比如现在广泛使用的纯电动汽车，

它的里程焦虑（驾驶电动汽车时因担心突然没电引起的精神痛苦或忧虑）和充电速度一直是“瓶颈”。比较幸运的是，还有氢燃料电池也可以用于交通领域，它正好克服了传统纯电动汽车的问题，尤其在卡车、物流车、公交车等大功率交通工具运用上，更有独特的优势。

在纯电动车领域，广东有比亚迪这样的企业；在氢能与燃料电池领域，广东近两年也处于领先地位，比如云浮的国鸿氢能，国内燃料电池电堆产能的70%—80%都是由这家公司提供的。广东在新能源领域已经有先发优势，希望围绕其中发展氢能源的课题给省政府一些建议。

南方日报：广东发展氢能源方面那还有哪些不足，以及该如何弥补？

叶思宇：除了加氢站的建设以外，还需要加紧攻关燃料电池的核心技术。目前许多关键材料和部件还是广泛依赖进口，比如我们称为电池芯片的膜电极。另外就是产业链的布局还有待完善，核心技术离产业化有一定距离。目前氢能源的大部分尖端技术掌握在美国、加拿大、德国和日本这些国家的手中，广东要通过不断的产学研结合，促进核心创新技术的发展；要不断加大科研投入，把知识成果转化成产业，才能最终在全国起带头作用。

南方日报：广东省应如何进一步提高科研技术水平、尤其是氢能源领域的技术研发水平？

叶思宇：这需要注重人才的引进，除了在基础科学方面引进国内外的专家以外，也应该在应用研究甚至产业化研究方面引进国外的优秀人才，而且最好引进整个梯队团队，让团队形成凝聚力，利用他们的影响力培养出新一代的专家。

在氢能源的产学研方面，我还提出两个建议：一是在大湾区范围内设立高校研发技术网络，制定未来发展蓝图，保证分工配合；二是产业上形成粤港澳大湾区的产业联盟，规划实施产业、项目的落地。（张艳）

制取技术“短板”制约氢能大发展

中国能源报 2019.11.18

核心阅读 我国在发展氢能方面的重要优势之一就是拥有丰富的氢源基础，但氢能制取技术这一世界性难题至今并未取得大的突破，氢能制取成本严重制约行业发展。

国内的氢能火到什么程度？“今年8月，中国工程院举行了一场氢能相关的项目咨询会，全国有39个省、市级政府报名参加，还有100多家企业到场，我怎么也没想到，开始准备的一个300多人的小会场，最后却来了将近700人。”11月13日，在2019中国电机工程学会年会院士专家论坛上，中国工程院院士、中国矿业大学教授彭苏萍用“非常大的热潮”形容目前国内氢能的火爆。

“上世纪90年代美国就提出发展氢能的观念，但一直没有推广起来，是什么原因？2011年日本福岛核事故后，日本对氢能也越来越重视，目前也在大力推广。”在彭苏萍看来，世界氢能的“风口”之上，中国应该真正找到自身发展氢能的优势。

须区分“原料氢气”和“能源氢气”

“现在主要的制氢路线有煤制氢、天然气制氢、工业副产品制氢和电解水制氢。由此可以看出，我国在发展氢能方面重要的优势之一就是拥有丰富的氢源基础。”彭苏萍逐一算起了账，“我国煤炭资源保有量约1.95万亿吨，假设用10%来制氢，按照制备一千克氢气消耗8千克煤计算，煤制氢的潜力就达到约243.8亿吨；同样，我国天然气可采资源量是50.1万亿立方米，假设用5%来制氢，制备1千克氢气约消耗5立方米天然气，天然气制氢潜力可以达到约5.01亿吨。”此外，据彭苏萍计算，利用焦炭生产过程产生的大量焦炉煤气，我国焦炉煤气制氢潜力约为566.4万吨/年；若利用弃风、弃光、弃水的电量进行电解水制氢，年产氢潜力也接近180万吨。

“这样测算下来，我国氢气的年产量可以达到约2000万吨。其中，煤制氢约占62%，天然气制氢约占19%，工业副产品等制氢约占18%，水电解制氢约占1%。”彭苏萍说。

另一方面，氢源基础虽丰富多样，但中国工程院院士杨裕生强调，在用途上，必须区分“原料氢气”和“能源氢气”。“自然界没有单质氢气可以开采，必须从含氢物质中提取。提取氢气的目的原本是用作化工原料，而用作能源的历史则很短。原料氢气和能源氢气，虽然都是氢气，但是原料氢气只有在不影响其原来生产使用的前提下，才能拿出一小部分用作能源，其数量是十分有限的。”

“三弃”电量制氢成本高昂

资源有优势，又该如何充分发挥优势呢？

“为什么美国推了20多年的氢能却推不下去，实际上主要的原因之一就是氢能太贵，制氢成本太高。”彭苏萍指出，要想发挥在制氢层面的优势，在充足氢源的基础上，要尽可能降低制氢成本。“目前，煤制氢的技术成熟度是最高的，成本也相对低廉。煤制氢叠加碳捕捉与封存技术（CCS）的制氢路线成本与天然气制氢相当。传统的电解水制氢成本还是比较高的。”

对于电解水制氢，彭苏萍特别强调，要充分考虑弃风、弃光、弃水等弃电的综合成本。“有很多观点认为‘三弃’的电量可以用来制氢，好像这些电就是不要钱的，但实际上我国在可再生能源基础设施开发建设上的投资是很大的，这个成本不容忽视。”

不仅如此，通过“三弃”制备出的氢也同样存在消纳问题。“我国‘三北’地区的弃风、弃光电解出的氢，在‘三北’地区是消耗不了的，必须远距离输送到燃料电池车盛行的地区，这个输送过程中的耗能自不在话下，而且高压纯氢对管道钢的氢脆更是一个难关。”此外，杨裕生还指出，目前我国“三北”地区的弃风、弃光是不正常的短期现象，“一旦造成这种现象的人为和技术原因消除，也就无弃风、弃光可用了，因为输电相比于输氢，无论是设备的建设还是运行，都要合理得多。”

而且，就电解水制氢技术而言，彭苏萍指出，碱性水电解制氢相对成熟，固体氧化物水电解制氢和质子交换膜（PEM）电解水制氢等技术还处于可行性研究或示范论证阶段。

低成本供氢体系建设任重道远

基于目前的技术发展和相关产业推进情况，彭苏萍预测，未来五年，我国的氢气年需求量将达到约 2200 万吨。而且由于成本相对较低且接近主要的消费市场，工业副产品制氢将成为有效的制氢主体，同时，根据不同地区的具体情况，可在有条件的地区探索开展可再生能源电解水制氢的项目示范。

对于工业副产品制氢并应用于燃料电池的路线，杨裕生表示：“原则上我完全赞成，但账到底怎么算要商榷，因为不是所有副产氢都可用于燃料电池。以焦炉炼焦行业为例，要将焦炉煤气中的几项重要杂质降到国家标准 GB/T 37244 - 2018《质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气》的要求，不仅要解决一系列技术难题，还要消耗大量的能量。”

随着技术的发展进步，彭苏萍表示，到 2025 ~ 2030 年，我国的氢气年需求量将上升至约 3500 万吨，煤制氢配合 CCS 技术、可再生能源电解水制氢将成为有效制氢主体。而放眼 2030 ~ 2050 年的远期发展，彭苏萍认为，我国氢能的年需求量将达到约 6000 万吨，可再生能源电解水制氢将成为有效供氢主体，煤制氢配合 CCS 技术、生物制氢和太阳能光催化分解水制氢等技术将成为有效补充。届时，我国有望实现整体氢能供给充裕，建成低碳、低成本的供氢体系。“预计到 2050 年，我国氢气使用量将达到 0.6 亿 ~ 1 亿吨，占我国终端能源结构的 10% 以上，产业链年产值约 12 万亿元。”（姚金楠 刘澄彦）

打造重大产业集群培育氢能产业集群

广州日报 2019.11.29

高明氢能源有轨电车的正式上线，在标志着高明迈入了轨道交通时代的同时，也开启了人们对高明新能源产业的遐想。高明区区长梁耀斌表示，氢能源有轨电车撬动了高明氢能源、新能源产业的发展，接下来高明将新能源产业、新材产业作为高明新兴的战略性产业来推进。近年来，高明区委区政府高度重视新能源产业发展，积极谋划和培育包括氢能源在内的新能源产业集群。正是因为如此，在粤港澳大湾区先进装备制造业大的背景下，高明能够实现跨越式发展，在氢能源为核心的新能源汽车的产业链中分一杯羹。

据介绍，早在 2011 年，高明区便获批成为“广东省战略性基地（佛山·轻型纯电动车）”及“广东省新能源汽车推广应用综合示范区”。目前高明已拥有新能源汽车中下游企业 20 家左右。今年以来，高明引进以研发生产膜电组件总成及其配件为主的广东泰极动力和松澜（科曼斯）日本汽车零部件产业园等重点项目。

为推动省委“1+1+9”工作部署落地生根，高明区委积极打造重大产业集群项目，力争 2020 年培育超 300 亿的新能源汽车及零配件集群，并积极培育氢能产业集群。截至目前，高明累计推广新能源汽车 690 辆，其中，新能源公交车 244 辆，新能源乘用车及其他车型 366 辆，氢能公交车 80 辆。共建成启用充电桩 160 个，共建成有轨电车项目配套加氢站、更合加氢站共 2 座加氢站。氢能源产业已成为高明区新能源产业集群发展的一支重要力量。

七、风能

研究发现全球风速正越来越快

中国科学报 2019.11.22

本报讯（记者崔雪芹）近日，南方科技大学副教授曾振中、教授刘俊国等在全球和东南亚风速与风能变化及其物理机制研究方面取得进展，相关成果11月19日发表于《自然—气候变化》。

风能是近年来发展迅速的新能源。截至2018年底，全球风力涡轮机总装机容量已达597GW，可覆盖全球近6%的电力需求。先前研究认为，全球风速会在未来几十年持续下降。但研究人员首次发现，经过几十年的静止后，全球地表风速从2010年开始快速反弹，并在短短8年间恢复到1980年左右的水平。最近的增长速度是2010年以前下降速度的3倍，其中北美、欧洲和亚洲3个区域增长最显著，东南亚风速提速早于全球，在2000年以后开始显著变快。

该团队还研究了全球陆地静止状态及其逆转的潜在原因。目前，有假设认为，植被生长活动增强或城市化引起的地表粗糙度增加导致了全球风速静止。但课题组研究发现，地表风速变化（包括先前的静止和最近的逆转）是由大规模的海洋/大气振荡所驱动的。其中，太平洋年代际涛动、北大西洋涛动和热带北大西洋指数是造成地表风速变化的最关键因素。

风速变化将对风能行业产生巨大影响。鉴于2010—2017年风速的稳健提升以及自然界海洋/大气的长周期震荡，风速上升的趋势至少会持续10年。研究者预测，以目前的趋势，风能将在2024年提高37%，这个增长幅度甚至比很多情景下预测的气候变化引起的风能潜力还要大。这些发现对电力行业在近期内的发展是重大利好。

这些研究成果对全球风能领域具有非常重要的价值，将有利于电力行业的蓬勃发展，将风能发展成可再生能源的重要科技支撑。

世界风能研究面临三大挑战

科技日报 2019.11.6

科技日报讯（记者顾钢）在美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）的领导下，一个国际科学家团队确定了全球风能研究面临的三个最大挑战。这项研究已发表在最近的《科学》杂志上。

近几十年来，风能已成为全球能源不可或缺的一部分。但要释放风能的全部潜力并满足全球对清洁能源的需求，还需要更多的创新。来自美国、德国、丹麦、芬兰、瑞典、西班牙和挪威的风能专家在《科学》杂志上提出了当今风能研究面临的三个最大挑战。

第一个挑战是要更好地了解大气中的风力环境。为了获得更多的风能，风力涡轮机建造

得越来越高，彼此之间的距离也越来越远。因此，研发人员必须了解在这些海拔高度下的风力环境。之前，运营商使用简化的物理模型和简单的观测技术，可以在一般地形中安装风机，但是对于复杂地形的大气风力知识知之甚少。如果能更精确地计算出复杂地形下的风力条件，则可以进一步在经济和技术上优化风机，将其安装在适当的位置。

第二个挑战是解决巨型风机的旋转机械结构和系统动力学问题。风力涡轮机是目前世界上最大的柔性旋转机械，其叶片长度超过 80 米，塔架高度超过 100 米。相比之下风机的转子所扫过的区域相当于空客 A380 - 800 的三架最大客机的机头。随着风力涡轮机变得越来越大，需要新的材料和制造工艺来解决可伸缩性、运输和回收问题。上一代风力涡轮机设计时使用的许多简化条件不再有效。风能研究人员不仅必须了解大气，还需要评估如何同时确保结构安全和高效发电。

第三个挑战是设计和操作风力涡轮机，使其能够支持并提高电网的可靠性和弹性。来自风能和太阳能的更高馈入将极大地改变未来的电网。创新的控制概念可以利用风力涡轮机的特性来优化能源产量，同时支持电网稳定性。通过评估传感器的测量结果，可以提高风能产量，降低成本，并使操作适应电网要求。为了实现未来的愿景，需要进行广泛的研究，重点是模拟大气流动，各个涡轮机动力学以及与高级电力系统结合的系统控制。

美能源部拨款支持海上风电技术研发

中国能源报 2019.11.4

本报讯 据美国新能源网报道，美国能源部近日宣布，将拨款 2800 万美元用于研究开发新的海上风电技术，总共 13 个项目将获得资金份额。

美国能源部公布的数据显示，在美国，基于公用事业规模的陆地风电规模已增长至 96 吉瓦，但仍有降低成本的空间，特别是在近海风电、分布式风电和高空风电领域。

美国能源部能源效率和可再生能源办公室助理秘书 Daniel R Simmons 表示：“此次获得资助项目将有效降低技术成本，增加消费者对于风能消费的选择。”（仲蕊）

广东省 2030 年将建成海上风电 3000 万千瓦

中国电力报 2019.11.16

近年来，广东省高度重视海上风电发展，目前省内在运海上风电装机 18 万千瓦，今年在建项目约 150 万千瓦。根据《广东省海上风电发展规划（2017~2030 年）（修编）》，预计到 2030 年底，广东建成投产海上风电装机容量将达到 3000 万千瓦，届时或将成为全国海上风电装机容量最大的省份。

2030 年发电量将达 900 亿千瓦时

“3000 万千瓦海上风电装机年发电量约 900 亿千瓦时，超过东莞市 2018 年全社会用电量，以普通家庭每年用电量约 3000 千瓦时来计算，可供 3000 万家庭使用一年。”广东电

网战略规划部主网规划科相关负责人说。

在广东省海上风电规划场址分布图上，笔者看到，23个海上风电场址中，位于近海浅水区的场址共15个，位于近海深水区的场址共8个。广东电网规划中心许亮介绍，粤西海域海上风电开发条件好，已成为近期广东发展海上风电“主战场”；而粤东地区海上风电资源更为丰富，未来全省约80%的装机将集中在粤东海域。

“为适应广东海上风电发展新形势，我们出台了《海上风电并网服务手册》，有效实施海上风电并网技术帮扶，提供全方位支撑。”广东电网调控中心并网与新能源管理部相关负责人介绍。

伴随着海上风能资源规模化开发，风机零部件制造、风电整机制造和风电场运营等海上风电产业链将被激活，“一核一带一区”尤其是沿海经济带将迎来风电产业发展的新机遇。

消纳海上风电需额外配置百万千瓦储能

“在发展海上风电的实际过程中，我们面临着相当大的挑战。”许亮表示，海上风电夜大昼小、冬大夏小的特征与广东用电负荷特性匹配性不高，这给海上风电的并网消纳带来了很大困难。

相关人员表示，推动海上风电的配套储能建设是提升海上风电消纳率和电力系统调节能力的有效措施。“全社会消纳新能源的成本包括电源开发和系统消纳成本，以全社会成本最优进行测算，广东海上风电电量的合理消纳率约为95%，预计3000万千瓦海上风电开发需额外配置约700万千瓦储能。

此外，广东电网规划到2030年海上风电接入电网输电线路规模将超过1000千米，以推动海上风电高质量发展和消纳，进一步推动广东省能源结构优化，为助力打赢污染防治攻坚战，助力粤港澳大湾区建设提供绿色可靠的能源支持。（缪世超 席佳 廖倩丹 谭嫣 陈杰辉）

各地已出台分散式 风电发展规划

中国能源报 2019.11.25

省、自治区、直辖市部分

天津▶2019年1月，天津市发改委印发《天津市分散式风电发展规划（2018-2025年）》的通知。《规划》明确了天津市各区域分散式风电开发规模与布局，并指出到2025年分散式风电装机容量力争达到78万千瓦。

湖北▶2019年3月，湖北省发改委印发《省能源局关于开展2019年分散式风电示范项目建设的通知》，《通知》指出，2019年在湖北省10个左右县市开展示范项目建设，每个示范县市总开发容量不低于2万千瓦。通过示范，探索可在全省复制和推广的分散式风电开发模式。

黑龙江▶2019年5月，黑龙江省发改委发布《关于黑龙江省分散式风电开发建设方案（2019-2020年）的公示》，《建设方案》明确，黑龙江省共计98个分散式风电项目，总装

机容量 626.9 兆瓦。

宁夏▶2019 年 7 月，宁夏回族自治区发展改革委印发《宁夏回族自治区 2019 年分散式风电项目开发建设方案》的通知，明确了符合条件的 14 个分散式风电项目，总建设规模 452.5 兆瓦。

内蒙古▶2019 年 7 月，内蒙古自治区能源局发布《关于印发内蒙古自治区分散式风电（2019 - 2020 年）开发建设规划的通知》，明确该区 2019 - 2020 年分散式风电开发建设规划规模为 122 万千瓦，涉及 12 个盟市，其中，2019 年规划容量为 72 万千瓦，2020 年规划容量为 50 万千瓦，蒙西 90 万千瓦，蒙东 32 万千瓦。

河南▶2019 年 8 月，河南省发布《关于做好河南省“十三五”分散式风电开发方案调整工作的通知》，将对 2017 年发布原“十三五”分散式风电开发方案做出调整，原开发方案涉及共 124 个项目，总规模 210.7 万千瓦。调整后项目数量为 175 个，规划装机 453.73 兆瓦。

河北▶2018 年 2 月，河北省发改委印发《河北省 2018 - 2020 年分散式接入风电发展规划》的通知，明确 2018 - 2020 年，该省规划开发分散式接入风电 430 万千瓦，至 2025 年，力争累计达到 700 万千瓦。

地级市部分

青海西宁▶2019 年 5 月，西宁市发改委编制完成的《西宁市分散式风电发展规划》正式获得青海省能源局批复，规划分散式风电建设规模 138 兆瓦，其中湟源县 128 兆瓦，湟中县 10 兆瓦，总投资 9.66 亿元。

青海海北州▶2019 年 9 月，青海省海北州发改委发布《海北州 2019 年分散式风电项目建设方案公告》，根据该《公告》，按照统筹规划、分步实施、本地平衡、就近消纳的原则，海北州 2019 年共规划 65 兆瓦分散式风电项目。

安徽滁州▶2019 年 2 月，安徽省滁州市发改委发布《关于纳入分散式风电实施方案项目的通知》，包含 18 个分散式风电项目，总规模为 15.3 万千瓦。

ABB 为全球最大海上风场提供技术支撑

中国电力报电气周刊 2019.11.7

本报讯 近日，ABB 宣布，将为英国北海 Dogger Bank 地区的海上风电场提供轻型高压直流换流系统，助力其并入英国输电网络。

该项目由挪威国家石油公司 Equinor 和英国电力公司 SSE 共同打造，装机容量为 3.6 吉瓦，约占英国总发电量的 5%，预计将满足 450 万英国家庭的用电需求。该项目标志着英国海上风电市场首次应用高压直流输电技术。凭借紧凑的换流站设计和最低的电能损耗，ABB 技术可以降低对环境的影响。ABB 将为该项目提供高压直流换流系统。而 Aibel 公司将提供两个高压直流海上换流器平台。（李胜永）

八、核能

波兰政商两界争建国内首座核电站

中国能源报 2019.11.4

波兰政商两界正在争建该国首座核电站。为了降低对煤炭严重依赖并实现能源来源多样化，波兰政府早在 2005 年就着手引进核电技术，但随着欧洲部分国家核电项目成本增加、建设拖延，波政界对核电的信心下降，原计划 2020 年前后投产的国内首座核电站，时至今日仍然未能解决筹资、选址和建设规划等关键问题。

而波兰商界则希望改变“原地踏步”的现状，采用更具成本优势的小型模块化核反应堆技术，以尽早实现国内首座核电站的落地。

政府瞄准大型核电站

根据波兰能源部去年底公布的能源政策文件草案，2020 年确定首座核电站厂址，2021 年确定技术和总承包商，2033 年首座装机 1 - 1.5 吉瓦核电站投产运行，2043 年实现 6 - 9 吉瓦核电总装机，约占国内发电量 10%。

路透社指出，按照上述核电时间表，波兰政府时下应该拿出具体实施方案，但迄今为止唯一可以确定的是，大型核电站是波兰政府的首选。尽管成本高昂仍是一大障碍，但波兰政界对于小型模块化核反应堆的投资合理性以及短期上线能力持质疑态度。

力挺核电的波兰能源部长 Krzysztof Tchorzewski 今年 5 月曾公开表示，准备在北部波美拉尼亚地区建造波首座核电站，负责建设和运营的波兰最大公用事业公司波兰能源集团（PGE）正在两处沿海候选厂址进行环境研究。

当前，波兰约 80% 的电力依靠煤炭，在欧盟乃至全球气候行动纲领的带动下，该国虽然承诺减少煤炭使用，但制定的目标仍然“未尽全力”，即 2030 年将燃煤发电占比降至 60%、2050 年降至 50%；2040 年将天然气、海上风电、太阳能和核能总发电占比提高至 20%。

对于波兰第二富豪米哈·索罗日前与通用电气日立核能公司（GEH）达成的小型模块化核反应堆合作，波兰能源部在一份声明中表示，小型核堆可以为工业提供动力，但仍寄希望于大型核电技术为国家经济注入新活力。

商界看好模块化小堆

彭博社日前报道称，索罗所有的欧洲第二大合成橡胶制造商、波兰大型化学原料生产商 Synthos 与 GEH 签署了谅解备忘录，双方将围绕后者 BWRX - 300 小型模块化反应堆技术在波兰的潜在部署应用进行合作，同时计划在波兰南部投建一座装机 300 兆瓦的小堆，估计成本 10 亿美元，预计最早 2027 年投产上线。

这比波兰政府首座核电站的问世时间要提早 6 年，但由于 GEH 的 BWRX - 300 技术迄今尚未实现商业化，因此索罗代表的商界能否拔得头筹尚属未知。

索罗本人则信心十足，他日前接受波兰《商业脉动报》采访时表示，坚信小型模块化反应堆将在下个 10 年末建成。

“小型模块化反应堆可以在波兰应对能源挑战、能源领域现代化以及实现必要和负责任的深度去碳化中发挥重要作用。”索罗强调，“它不仅帮助我们远离煤炭，同时还能给行业发展和国家经济带来积极影响。”

索罗补充称，BWRX-300 只要能在 2024 年之前实现商业化，就能够实现 2027 年投产波兰首座核电站的目标。

由于欧盟碳排放成本逐年上涨，使得燃煤发电不再经济实惠，Synthos 公司正在寻求可靠的、经济的、无碳的电力来源。在索罗看来，发展核电是波兰实现能源供应多样化的重要一步，而被视为核能未来新方向的小型模块化核反应堆，无疑将加速波兰能源转型的进程。

小堆低成本优势凸显

据了解，GEH 去年 7 月获得了美国能源部授出的 190 万美元资金，旨在用于研究以 BWRX-300 小型模块化反应堆为基础的高效建造电站的方法。GEH 指出，BWRX-300 的优势在于成本低和安全性高。

GEH 首席咨询工程师在去年于亚特兰大召开的国际小型模块堆和先进反应堆会议上透露，BWRX-300 的规模和复杂性仅为大型核堆的 1/10，基建成本约 700 万美元，每千瓦 2250 美元；运行和维修成本低于 16 美元/兆瓦时，平准化发电成本为 40 美元/兆瓦时。

“BWRX-300 是核电行业一个突破性创新，是新核能经济进步的一大标志，尤其是在行业正面临成本高企的当下。”GEH 核电站项目执行副总裁 Jon Ball 表示，“与目前的轻水反应堆相比，BWRX-300 更有效率、更简单、更安全、占地面积更小，建造成本比其它开发中的小型模块反应堆低 40% - 60%，完全可以与天然气、可再生能源等发电形式竞争。”

对于模块化小堆在波兰的发展前景，业内普遍持正面态度。能源和气候专家 Krzysztof Bolesta 表示：“这一合作从能力上讲，可能微不足道，但单就理念而言，却非常重要。这是一项明智的商业举动，间接指明了波兰能源经济的未来方向。”

彭博新能源财经欧洲政策分析师 Katherine Poseidon 则认为，小型模块化核反应堆距离商业化还有很长的路要走，全球首个此类项目不会在 2026 年前上线，但对于严重依赖煤炭的波兰而言，这绝对是一大迈进，表明其开始重视低碳转型并愿意创造一个可负担得起的零碳经济未来。（王林）

另辟蹊径！等离子体喷枪“瞄准”可控核聚变

科技日报 2019.11.6

通过把氢原子碰撞在一起，进而产生取之不尽、用之不竭的能量，还能实现零排放——这一核聚变过程，被视为能源生产领域的“圣杯”。但几十年来，这种想法一直都有几分痴人说梦的味道。

世易时移，随着科技不断发展，在一项充满未来主义色彩的实验和几十支等离子体喷枪的加持下，如今，科学家们可能向获得可行的核聚变能迈进了一小步。据美国趣味科学网站近日报道，美国洛斯阿拉莫斯国家实验室正在进行一项等离子体线性实验（PLX），旨在结合目前两种核聚变方式之所长，另辟蹊径，实现可控的核聚变。

能源生产领域的“圣杯”

核聚变的潜力在于，它能产生大量能量。因为每当两个氢原子聚变成氦时，它们中的一小部分物质就转化为巨大能量。

聚变能具有资源无限、不污染环境、不产生高放射性核废料等优点，因此一直被视为能源生产领域的“圣杯”。我们赖以生存的太阳和其他恒星一样，就是一个天然的聚变反应堆，几十年来，人们一直在努力复制太阳的能量驱动过程。

所谓知易行难！有关原理还是很简单的，但难在实施。核聚变的问题在于，迄今还没有人知道如何以有效的方式制造出这种能量。

目前，世界上有很多氢聚变炸弹，它们可以在瞬间释放出全部能量，然后自我摧毁并毁灭周围的其他一切事物。而现有的核聚变反应堆用掉的能量比它们创造的能量还要多。至今还没有人成功创造出一种可控且持续的核聚变反应，使其释放的能量超过制造并控制核聚变反应的设施所消耗的能量。

目前两种主流方法

在实现核聚变方面，目前有两种主流方法。

其中一种叫做（等离子）磁约束，这也是所谓的托卡马克核聚变反应堆所用的原理。托卡马克核聚变反应堆利用强大的磁体，让发生核聚变的原子在机器内形成的超高温高密等离子体处于悬浮状态，以维持其持续进行核聚变而不会逃逸。

现在托卡马克核聚变反应堆中规模最大的要属国际热核聚变实验反应堆计划（ITER）。这座机器位于法国，重达 2.3 万吨，计划于 2035 年竣工。但英国广播公司在 2017 年的报道中指出，鉴于该项目一直面临延期和成本超支等问题，乐观预测其要到本世纪 50 年代才能竣工。

英国《自然》杂志今年 10 月中旬报道，英国政府近日宣布，将投资两亿英镑（2.48 亿美元）建造全球首个商用核聚变发电厂，希望到 2040 年实现核聚变能源生产的商业化。

英国拟建的核聚变发电厂“能源生产用球形托卡马克”（STEP）也将采用托卡马克设计方式。不过，ITER 的托卡马克是甜甜圈形状的装置；而 STEP 则将这些超热的气体置于更紧凑的苹果核形状的装置中。

第二种方法名为惯性约束。美国能源部下属的劳伦斯·利弗莫尔国家实验室内名为“国家点火实验设施”（NIF）的机器就采用这种方法进行核聚变。从本质上讲，NIF 是一个庞大的系统，用于向含氢的微型燃料电池发射超强激光。当激光照射燃料时，氢的温度会升高，被捕获在燃料电池内部，随之发生核聚变。

NIF 具备可操作性，但它产生的能量并不比其消耗的能量多。

PLX 另辟蹊径

据美国物理学会发布的一份声明称，PLX 实验方法与上述两种方法略有不同。PLX 使用磁体来限制氢，就像托卡马克核聚变反应堆一样，但让氢达到核聚变所需要的温度和压力的，是该装置球形室周围排列的等离子体喷枪喷射的等离子体热流，即该方法使用的是等离子体喷枪，而不像 NIF 那样使用激光。

美国物理学会称，负责 PLX 项目的物理学家们利用已经安装就位的 18 支等离子体喷枪进行了一些初步实验。这些实验为研究人员提供了有关等离子体热喷流在机器内发生碰撞时行动状态的初步数据。研究人员表示，这些数据非常重要，因为在解释等离子体发生此类碰撞时的行动状态这一问题上，目前存在多种互相矛盾的理论模型。

洛斯阿拉莫斯国家实验室称，研究小组希望明年初将剩余的 18 支等离子体喷枪安装到位，并在明年底利用全套 36 支等离子体喷枪进行实验。他们希望，PLX 实验首创的这种方法可让科学家们制造出核聚变能量，并且其生产效率具备实用价值。（刘霞）

全国核电运行情况发布

1-9 月，运行机组累计发电量为 2535 亿千瓦时

中国环境报 2019.11.18

本报讯 中国核能行业协会近日发布 1-9 月全国核电运行情况，截至 2019 年 9 月 30 日，我国运行核电机组共 47 台（本报告不含台湾地区核电信息），装机容量为 48751.16MWe（额定装机容量）。1-9 月，全国共有 2 台核电机组完成首次装料。

1-9 月全国累计发电量为 52967.30 亿千瓦时，运行核电机组累计发电量为 2535.31 亿千瓦时，约占全国累计发电量的 4.79%。与燃煤发电相比，核能发电相当于减少燃烧标准煤 7808.75 万吨，减少排放二氧化碳 20458.94 万吨，减少排放二氧化硫 66.37 万吨，减少排放氮氧化物 57.78 万吨。

其中，7-9 月全国累计发电量为 19294.50 亿千瓦时，运行核电机组累计发电量为 937.82 亿千瓦时，约占全国 7-9 月累计发电量的 4.86%。

1-9 月，各运行核电厂未发生一般及以上辐射事故，未发生较大及以上生产安全事故，未发生一般及以上环境事件，未发生职业病危害事故及职业性超剂量照射。

1-9 月放射性流出物排放统计结果表明，各运行核电厂放射性流出物的排放量均低于国家核安全局批准限值。1-9 月辐射环境监测数据表明，运行核电基地外围监督性监测自动站测出的环境空气吸收剂量率在当地本底辐射水平正常范围内，未监测到因核电基地运行引起的异常。（孙浩）

山东海阳核能供热项目一期工程第一阶段正式供热

我国首个核能商业供热项目投运

后续机组建成投运后，预计供热半径达 100 公里，每年节约标煤约 662 万吨

中国环境报 2019. 11. 25

供热是指以热水或蒸汽作为热媒，由一个或多个热源通过热网向用户提供生产、生活所需的热量。供热的 3 个基本要素是热源、热网和热用户。

核能作为一种安全、清洁的能源，利用其为区域供热在我国已有成功实践。以低温供热堆为代表的小型反应堆正逐步走进人们的视野。

按照热源不同分为：

- 燃煤锅炉供热系统
- 天然气锅炉供热系统
- 地源热泵供热系统
- 水源热泵供热系统
- 工业余热供热系统
- 核能供热系统
- 太阳能供热系统

本报综合报道 山东核电有限公司近日发布消息，经过数日试运行后，山东海阳核能供热项目一期工程第一阶段正式投用。今年 12 月，山东海阳核电将具备向周边提供 70 万平方米供热能力，山东核电员工倒班宿舍、海阳市部分居民小区在内的区域将正式用上稳定、清洁的核能供暖。到 2021 年，海阳核电将具备满足海阳市内供热能力。

据了解，我国城市集中供热始于 20 世纪 50 年代，改革开放后，随着城镇化进程的推进，集中供暖大面积铺开，特别是 2011 年以来，我国城市集中供热事业得到了快速发展，供热面积和供热量稳定增长。由于传统供热热源以燃煤为主，具有高能耗、高排放、高投入、低效率的“三高一低”特点。2018 年，我国电力行业供热年消耗 2.55 亿吨标煤，供热耗煤成为冬季雾霾的重要叠加成因。

当前，利用核能开展清洁供暖成为我国调整能源结构等问题的现实选择。2017 年 12 月出台的由国家发改委、能源局、原环境保护部等十部门共同制定的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017 - 2021 年）》明确提出，研究探索核能供热，推动现役核电机组向周边供热，安全发展低温泳池堆供暖示范。

今年 5 月，海阳市政府与山东核电有限公司签署了全国首个核能商业供热项目——海阳核电厂核能清洁供热项目协议。核能供热项目采取核电厂—市政府—供热公司模式，政府购买热量，供热公司按计量付费。核电厂、政府、供热公司分段负责管道建设运营，从核电机组二回路抽取蒸汽作为热源（此热源没有放射性），通过核电厂厂内换热站、丰源热力换热

站、热力管网系统，将热量传递至最终用户。

在国家电投清洁能源战略的引领下，结合第一阶段 70 万 m² 的成功经验，山东核电正在加快推进以核电热电联产方式进行的核能供热，逐步实现更大区域的供热能力。据了解，1、2 号机组稍加改造后，即可具备 3000 万 m² 供热能力。随着后续机组建成投运，预计最终可提供超过 2 亿 m² 供热能力，供热半径达 100km，每年可节约标煤约 662 万吨。

据悉，预计在 2030 年前，国家电投将依托海阳核电及新核电基地，同时联合其他清洁能源供热方式，替代胶东半岛所有燃煤锅炉供热，打造供热“零碳”地区、北方地区清洁供热样板，为节能减排、打赢蓝天保卫战作出贡献。

相比传统供热方式，核能供热有何优势？核能供热的安全性到底如何？中国环境报记者为此专访了清华大学工程物理系副研究员俞冀阳。

中国环境报：核能供热在我国的发展情况如何？

俞冀阳：作为全国首个核能商业供热项目，海阳核能供热项目是创造性落实“加快推进北方地区冬季清洁取暖”要求的有力举措，是推动《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021 年）》实施的良好实践，还为核电行业开拓核能综合利用领域作出了有益的尝试和探索。

目前可实现的核能供热主要有两种方式：一种是建一个靠近居民生活区的小型反应堆，对附近的居民进行供热。另一种是利用现有的大型核电厂，从核电机组二回路抽取蒸汽作为热源，通过换热站进行换热，然后经市政供热管网将热量传递至最终用户。目前投入使用的海阳核电供热项目属于第二种方式。

此外，采用化学热管远程核供热系统正在研发，它利用高温蒸汽热源进行可逆反应，在常温下通过管道送到用户，在再生装置中产生逆反应放出化学热，以供用户应用。这种方法可将大规模的核热送到远处供大片地区使用。

中国环境报：核能供热有何优势？

俞冀阳：核能供热的优点十分明显。首先是可以显著降低二氧化碳和大气污染物的排放，改善供热区域的空气质量。其次，由于核裂变能的能量密度大，核能供热具有稳定可靠而且可以大规模开发利用的优势。

采用大型核电厂热电联供的方式，还可以提高核电厂的综合效益。核能供热以清洁高效的供暖方式改善民生、造福地方，具有居民供暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、生态环保效益大、提高核电厂效率、拉动新产业等多个效果，实现企业与地方、环境、公众的协调发展和多方共赢。

中国环境报：核能供热的安全性如何保障？未来发展会如何？

俞冀阳：城市集中供热所需温度不高，正在研究开发的低温供热堆的压力只有 1~2 兆帕，可以输出 100 度左右的热水供城市使用。其反应堆工作参数低，安全性好，是一种有可能建造在城市近郊的供热方案。但是，由于要建造在人口密集区域，对其安全性就会提出更

高的要求。

2017年，中核集团发布了可实现区域供热的“燕龙”泳池式低温供热堆的设计方案。这一方案就是采用安全系数较高的游泳池式堆的设计。所谓游泳池式堆，就是把堆芯设计在一个巨大的水池底部，实现在任何情况下堆芯都可以被水浸泡着，从而实际消除场外重大放射性释放。

这种设计方案，具有固有安全性好，功率大小灵活，无须场外应急准备，可以建造在人口密集区等优点。但是，由于只有供热季节可以使用，温度参数太低从而导致在非供热季节无法发电，使得其经济效益比较差。而为了保证供热堆和热力公司均有获利，会造成居民的供暖价格比较高。否则就需要大量的财政补贴，增加政府负担。而且，由于供热堆靠近居民生活区，存在较大的公众沟通工作量，因此这种方式的核能供暖并没有真正实现。

而第二种方式的核热联供电厂，它和普通热电联供的火电厂原理相似，只是用核电厂的高温蒸汽供热。核热电厂反应堆工作参数高，非供热季节也可以发电，发电和供热两不误，综合经济效益好。但是核电厂须建在相对远离居民区的地点，从而使它的供热范围受到一定的限制。

目前，世界上有些国家早就已经开展核能供热，在已运行的核电厂中，有十余座已经实现抽汽供热方式的热电联供。（孙浩）

十、其它

推进“三气共采”煤层气还有问题要捋捋

中国能源报 2019.11.11

煤层气、页岩气和致密气在很多区域都叠置共生，但一直以来却属于三种资源，即使在同一区块开采，也需要进行三次矿业权登记，结果往往是同一区块只开采其中一种，手续繁冗的同时导致部分资源浪费。

作为煤层气资源大省，山西近期将以“三气共采”为突破，用共采共探示范区打开“国家非常规天然气基地”的大门。

坐拥全国三分之一煤层气资源，山西已不是第一次成为煤层气开发的“试验田”。但多位业内人士表示，山西煤层气的发展问题也折射出行业普遍存在的问题，在发力“三气共采”并高效利用煤层气之前，还有诸多问题需要捋捋。

管理效率待升，监管体系不完善

“在探明储量的过程中，排采要达到一定标准才能称为储量。在此期间煤层气烧了可惜，卖了违规。探明权和开采权分离，不符合勘探开发一体化的特点。”众多专家学者和从业人员道出煤层气开发的无奈和问题所在。

探采制度急需改革。作为资源大省，山西将作为“代表”率先推进煤层气“三气共采”、“探采一体”。

而分析人士认为，“试验田”成败与否，离不开深化放管服、转变政府职能、逐步建立市场主体、政府和社会共治的机制。管理和执行不到位、监管无法层层递进将减缓机制建立的步伐。

此前，煤层气资源管理在山西省实行“部控省管”的试点，初衷是改革和简化管理，但实践中仍存问题。国家能源委咨询专家委员会委员孙茂远表示，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，现在由于程序、环节复杂，盖章增多，数月甚至半年没有预期结果”，孙茂远说，“需要加强国家相关部门监督，尽可能简化程序，减少干扰，提高管理效率。”

不仅如此，在煤层气项目审批上，往往存在当地审批部门“你情我不愿”的推诿状态。

“因此建议建立县乡镇三级政府平台，实现一站式窗口服务，别让企业为政府上下级之间审批‘踢皮球’的成本买单。”中国石油大学（北京）煤层气研究中心主任张遂安建议。

张遂安认为，煤层气开发还急需建立诚信制度，不仅企业要纳入体系，个人也应当列入其中，加大个人执业追责力度，逐步实施质量和安全责任终生追责制。“在发达国家，工程出现质量问题，追究的是项目监理工程师而非企业责任，因此要完善个人职业资格制度，不能只强化企业职责，同时大力推动个人执业保险制度”，张遂安说，“如此，每一个监理都会守住质量和责任的底线，方可规避很多不必要的废弃井。”

投资主体单一，“钱”途不明

作为高风险高投入产业，煤层气的发展离不开补贴，然而补贴政策却未能“如愿”。

目前，煤层气、页岩气和致密气三种都归为非常规天然气，列于可再生能源发展专项基金之一。政策对超过上年开采利用量按照超额程度给予梯级奖补，对未达到上年开采利用量的，按照未达标程度扣减奖补资金。

“在煤层气领域，要实现高效盈利开发任重道远，技术需要突破，补贴更得跟上。现在盘子大了补贴份额少了，我们呼吁补贴单独出来才能更好地支持行业发展。”张遂安说。

张遂安还建议，政府应该推动资源的资本化运作。“山西矿业权改革以后，若不推动资本化运作，部分实力较弱企业将抱着矿权死掉。只有资本运作，才有投资者愿意参与，产业才会发展。而采矿人不仅应当获得采气收益，还应该有资源发现的获益，高利润才能带动高风险产业推进。”

据了解，美国从事煤层气开采的中小企业投资主体丰富，将一个小区块做成功后大公司并购，达成双赢局面，从而继续投资下一个区块，形成良性互动。

一位不愿具名的业内人士表示，国内煤层气区块有某大型国企投入，则极少会有其他投资主体进入。“这是机制问题，也是造成市场活力有限的问题之一。”

“从资本化的角度来讲，现在从采矿权、探矿权收益，都应该做资本化运作，甚至可以做抵押贷款。资源就是资产，这样才可以把企业盘活。”张遂安说。

政府角色需变，给予创新时间

煤层气发展的难，不只有资金和技术的障碍，政府态度至关重要。

此前矿权出让使一些民企获得矿权，但值得注意的是，部分企业此前未涉及煤层气开采业务，面临基本业务流程不熟、有效勘探开发技术团队和管理团队匮乏的尴尬境地。

上述不愿具名的业内人士表示，没有核心竞争技术的企业试图依靠招聘专家学者等“外援”进行勘探，却忽略了煤层气开发是一个系统工程。“如果‘外援’与老板员工之间意见相左，就会导致开发思路不清晰，可能出现一味省钱而质量无法保证的情况，得不偿失。”上述业内人士说。

与此同时，政府角色应当从下达任务和命令向扶持和帮助企业转变，应充分考虑不同类型和规模企业的不同情况给予指导和便利。“产气量和技术创新研究不是对等挂钩关系，对于煤层气的开采，不论政府还是企业不能急功近利，要给予创新更多的时间。”张遂安说。

“我们创新需要基础性研究机构，同时切记片面追求实际。应该鼓励那些不具备煤层气等非常规天然气资源勘探开发人才队伍的矿权人，采用项目技术托管或者项目整体托管的方式进行运作。这样就可以通过有技术、懂管理的平台，实行一站式和一体化的服务，保证矿业权的勘探顺利开展。同时，建议将企业的研究机构收回，委托专业机构研究技术战略，反馈回企业，进而转化为生产力。”张遂安表示。（渠沛然）

我国南海东部油田累产油气 3 亿吨

创造连续 24 年油气年产量超千万方纪录，持续为粤港澳大发展提供清洁能源保障

中国能源报 2019.11.18

本报讯（记者吴莉）报道：11月14日，记者从中国海洋石油集团有限公司（下称中国海油）获悉，作为我国重要的油气产区，南海东部油田长期稳产高产，截至目前累计生产油气3亿吨油当量。油田发展36年来，在南海东部13.1万平方公里的“蓝色国土”上，创造了连续24年油气年产量超千万立方米的纪录，源源不断的能源在保障国家能源安全的同时，为粤港澳大湾区发展注入不竭动能。

改革开放为南海东部油田注入了强劲发展动力。上世纪70年代末，珠江口盆地一经对外开放，就吸引了世界主要大石油公司。经过四轮国际招标和多次招商，这片“海上经济特区”先后与15个国家和地区的57家公司签订了石油合同和协议，引进外资上百亿美元和世界海洋油气勘探开发先进技术，吸收了国际石油公司的管理理念，成为我国海洋石油工业对外合作的主战场。

自1990年首个开发项目投产以来，南海东部油田高速开发，快速见产，不到六年即上产千万立方米，成为当时位居大庆、胜利、辽河之后的全国第四大产油区。此后，南海东部油田开发生产建设持续发展，桶油成本持续下降，效益不断提高，合作与自营两条腿走路，同时新的项目不断开启，一派生机。

据了解，位于我国南海东部海域的亚洲最大的对外合作深海油气平台之一——荔湾3-1

已累计贡献清洁天然气 156 亿立方米。荔湾 3-1 气田是南海东部海域的主力天然气田，其生产的南海深水天然气在珠海高栏终端处理后，通过中国海油建设的天然气管网输送到广东省的燃气电厂、工业企业和居民家中，贯穿了粤港澳大湾区的大半个地区。目前，珠海和高栏两个天然气终端每年为粤港澳大湾区输送清洁天然气近 58 亿方，大大缓解了用气紧张，也为绿水青山的实现和“打赢蓝天保卫战”做出了杰出贡献。

在长期发展中，南海东部油田借鉴国际公司的管理模式，建立了具有现代管理职能、精干高效的对外合作联合管理委员会。在国内石油行业率先实行生产作业的国际化招标，充分利用国外作业和后勤服务，成功实践了中国海油的对外合作，形成了“互利多赢，发展自己”的管理思想和对外合作理念，并通过“互利多赢”逐步实现企业价值最大化和不断实现自我发展和成长。

南海东部油田坚持科技驱动，通过引进消化吸收、集成创新和自主创新，拥有了独立自主勘探开发海上油气资源的能力。高新技术的灵活运用使一批小油田和边际油田产生显著经济效益。流花 11-1 油田开发工程技术首创 7 项世界第一，曾被石油界誉为“明天的油田”。流花 4-1 油田集成 13 项国际或国内首次应用的新技术，中国海油自营开发海洋油气资源的能力突破了 300 米水深。荔湾 3-1 气田建成投产，更是将我国海洋油气开发的“标尺”一举提升到 1500 米水深。

今天，深圳已经全面吹响了建设先行示范区的号角，南海东部油田将进一步融入大湾区建设，深入推进先行示范区建设，为地区和城市发展贡献清洁能源。

在刚刚结束的中国国际进口博览会上，中国海油董事长汪东进表示，未来一段时间，中国国内海洋油气的投资和工作量将会有较大幅度的增长，这不仅是中国海洋石油工业的发展机遇，也给国内外合作伙伴提供了广阔的合作空间。我向全球合作伙伴发出邀请，期望进一步深化在中国油气领域的合作。

燃烧技术创新让燃煤锅炉更环保

中国能源报 2019.11.11

近两年，在清洁供暖领域，煤炭的作用及地位再次得到政策认可，相关部门多次明确“宜煤则煤”。那么，锅炉燃烧技术的发展能否保证燃煤锅炉实现煤炭清洁高效利用？对此，记者近日调研了多个燃煤锅炉供暖项目。

“只见烟囱不见烟”

与世界互联网大会举办地乌镇一河之隔，江苏省吴江桃源染料公司的环保要求有多高不难想象。因化工产品生产工艺需 200℃ - 300℃ 加热烘干，同时又距离市区太远无法使用集中供热，该公司至今还保留着一台燃煤锅炉。而记者在现场看到，这台燃煤锅炉真正实现了“只见烟囱不见烟”，不仅排放经第三方环保机构检测完全达标，而且实现了林格曼黑度小于 1。

该公司经理庄永祥告诉记者，他们于两年前委托苏州金洋环保科技有限公司进行了锅炉改造，不仅进一步降低了污染物排放，也明显节约了成本。

“燃煤锅炉改造后，虽然我们还是使用 4800 - 5000 大卡的混煤，但实现了节煤 25%，每年可节约煤炭 2000 吨，为我们减少了约 160 万元的成本。而且，锅炉电器用电也减少了 5% 左右。”庄永祥介绍。

类似的燃煤锅炉改造案例也发生在河北遵化马兰峪镇。负责该镇集中供暖的马兰峪众兴热力有限公司总经理温守东告诉记者，自 2010 年安装至今，他所负责的这台燃煤锅炉每年要为全镇约 600 户、10 万多平米住宅提供冬季供暖。尽管是镇上集中供暖的“重点工程”，温守东却坦言近年来“公司收益不高，勉强维持度日”。

而在清华大学教授张恩仲看来，改变这种“勉强维持度日”并非难事。“煤炭是完全可以清洁高效利用的能源，重点要在锅炉燃烧技术上创新。马兰峪镇集中供暖的燃煤锅炉烟囱排烟温度还可以再降，用煤量也还可以再减，燃煤锅炉改造后，成本也就随之大幅下降。”张恩仲表示。

小改进让炉内燃烧更彻底

“只见烟囱不见烟”的环保水平和显著的节煤能力究竟是从何而来？“常用的锅炉进风管有几十毫米，但我们把进风管改进到了 5 毫米左右。通过合理设置锅炉内的底风、引风、横流风等的配比量，使得锅炉内的燃烧更充分，更彻底。”苏州金洋环保科技有限公司总工程师董俊华介绍，通过技术改造，即使是小吨位的燃煤锅炉也能实现排放达标、节能降耗，而且他们的燃煤锅炉节能减排工艺已经于 2018 年获得国家知识产权局颁发的发明专利证书。

资料显示，灰尘、硫化物以及氮氧化物是大气污染的三大污染物，燃煤是这三大污染物的主要原因。但是，从燃烧过程入手，控制三项污染物的排放量，加上适量、恰当的环保设备，可实现环境治理和节煤的双收益。

“采用清洁燃烧方法是避免减少上述三项污染物的根本方法。”张恩仲介绍，要实现燃煤锅炉的清洁燃烧，分级送燃料、分级送风、830℃ - 1030℃ 低温燃烧、低氧、惰性气体使用以及冷风降温是重点。

张恩仲进一步强调，上述方法应用后，一般即可取得良好环保效果。如仍未达到国家环保标准，可再增加小型环保设备。“为解决能源短缺，世界各国都在着手寻找新的能源形式。但从根本上讲，当前，通过使用新技术提高使用效率、减少浪费、节约能源是当前解决能源短缺最有效的方法之一。”张恩仲表示。

推广难题待解

既获得了锅炉运营方赞许，又获得了专利的燃煤锅炉改造技术是不是能在清洁供暖市场上“很吃得开”呢？

“虽然我们已经改造了一百多台燃煤锅炉，但仍可以明确感受到，虽然地方政府也认识到了燃煤锅炉改造技术是个好东西，煤炭可以清洁高效利用，但目前燃煤锅炉供暖的政策在

地方政府看来仍不是很明晰，地方政府的态度很模糊，我们的技术推广并不顺畅。”董俊华告诉记者。

不过，燃煤锅炉取暖的尴尬境地或因政策的不断完善，以及锅炉燃烧技术的持续升级得到缓解。一位接近生态环境部的人士告诉记者，当前，环保“一刀切”被严令禁止，我国地域辽阔、国情复杂，尤其是在一些非城市中心的乡镇地区，无论是通过使用清洁煤还是通过锅炉燃烧技术改进，如果是关系民生的，且真正能够实现超低排放的燃煤锅炉，并不会被“无情”取缔。

张恩仲则称，相对而言，燃烧理论和设备的技术水平是热动力系统节能减排的关键。大量实践证明，同一类技术用在同类不同容量的锅炉上，其效果与容量大小呈反比关系。

随着燃烧技术的创新，燃煤锅炉在清洁供暖领域或将有更大市场。在这个过程中，相关企业也需加强技术储备与升级。（别凡）

油页岩资源开发提速

中国科学报 2019.11.4

石油被誉为“工业的血液”。随着传统石油资源日渐匮乏，非常规油气资源的开发被提上日程，而一种能榨出油的石头——油页岩，尤其受青睐。

不久前，我国规模最大的油页岩产业基金——吉林省众诚油页岩产业投资基金在长春宣告成立，基金首期1亿元资金募集将于6个月内认缴到位。民间资本的涌入再加上官方的投资，“两条腿走路”的油页岩产业正在提速。

业内专家认为，随着油页岩地下原位开采技术的进一步完善，油页岩将成国内资源开发与投资的新宠。

石油资源的重要替代

油页岩也被称为“油母页岩”，是一种高灰分的含可燃有机质的沉积岩，不仅可以通过干馏法炼制成油页岩油，并获得汽油、煤油、柴油等多种石油化工产品，还可作为燃料用来发电、取暖和运输，也可生产建筑材料和化肥等。

世界油页岩资源主要分布于美国、俄罗斯、中国、爱沙尼亚等国家。为了提高油气产量，许多国家都在积极尝试对油页岩的开发利用。油页岩也以资源丰富和开发利用的可行性而被列为21世纪非常重要的接替能源。

中国科学院院士李廷栋说，油页岩作为常规油气的重要接替或补充资源，在全球资源战略中的地位日益彰显，开发油页岩有利于满足我国石油需求、降低对进口石油的依存度。

根据国土资源部油气资源战略研究中心（2014）评价结果，我国油页岩资源量为9723.2亿吨，折算成可提炼的油页岩油为164.3亿吨，累计探明储量1082亿吨，探明程度11.1%。

中国石油大学（北京）地球科学学院院长曾溅辉教授告诉《中国科学报》，自2000年以来，我国油页岩油产量总体进入了快速增长阶段，从2005年以来一直位居世界第一，

2015年达到了83万吨，为历史新高。2018年，全国油页岩油产量统计为74万吨。

曾溅辉表示，目前我国正在重点开展油页岩开发利用，各企业不仅在单一炼油或单一发电方面寻求新的先进技术，同时也在油页岩综合利用方面不断完善，力求对油页岩及其产品高效、完全地利用。

可以说，油页岩是当前具有广阔开发前景的重要能源，不管是其开发还是利用都蕴含巨大的潜能。青海煤炭地质一〇五勘探队工程师严翔告诉记者，就目前来看，全球的油页岩储量十分丰富，比石油资源储量多50%以上，并且其分布也相对集中，有利于对其进行有效开发与利用。

不过，严翔同时指出，油页岩开采工艺复杂、开采成本较高，再加上环保等问题的影响，其开发与利用的过程中还存在很多质疑与问题。因此，对我国油页岩储量、资源量以及经济效益等进行科学合理评价，是促进油页岩开采行业顺利稳定发展的重要基础。

亟须清洁高效开采

截至目前，几乎全球所有油页岩的开采都如同采煤一样，开采到地面再进行利用。曾溅辉介绍，从油页岩制取油页岩油的加工技术主要为地面干馏技术。地面干馏是指油页岩经露天开采或井下坑道开采运输至地面，并经过破碎筛分至所需的粒度或块度，再传输至干馏炉内，经加热低温干馏生成油页岩油、油页岩气及页岩半焦等。

根据干馏的不同方法，油页岩干馏还可进一步分为外热和内热蒸馏。外部热蒸馏是指将油页岩通过炉壁输送到炉内，从而加热干馏；内部热蒸馏则是在炉内与油页岩直接接触，然后实现油页岩的热解。

虽然传统的油页岩开采工艺较为成熟，但缺点不容忽视。地面干馏工艺提取油页岩油会产生大量的废渣，每提炼一吨油页岩油平均产生15吨至30吨废渣，废渣堆放占地较多、污染环境，同时产生的废水和废气的处理难度也很大。

曾溅辉称，粉末状油页岩干馏所产生的油气出炉时会带出粉末、粉尘，处理起来比较困难，而且油页岩发电和炼油后产生的大量灰渣，随意丢弃不仅浪费资源，还严重污染环境。此外，内热式干馏为了充分利用不同杂质（块状、颗粒状、粉末状）油页岩，经常需要同时配备多种干馏炉，在工艺技术和设备上比较复杂，使得成本进一步增加。

“因此，清洁、高效地利用油页岩灰渣及尾矿成为当前亟待解决的重大科技问题。”曾溅辉强调说，首先应对油页岩的开采技术进行更新，创造一种污染小、成本低、可行性大、产量高的全新技术。其次应积极对油页岩进行勘探，探索油页岩分布规律，争取发现更多的优质油页岩，加大油页岩油产量。

原位开采技术受关注

为推动油页岩大规模绿色开发利用，国际各大石油公司不断加强油页岩地下原位开采技术的研究，即不开采油页岩矿石，而是通过地下原位加热油页岩，将有机质（干酪根）裂解成“油”和可燃的“烃气”，然后将油气导出地表。

目前，壳牌、埃克森美孚、EGL 等公司都正在进行原位开采的工业试验，其中壳牌的电加热原位开采技术相对成熟。“壳牌的关键技术是通过把热量直接引入地下，从而加热地下的油页岩层，使油页岩中的固态有机质受热裂解，形成可在地层孔隙中流动的液态和气态有机质（即油气）。然后，将这些油气采集并输送到地面进行分离处理。这样，不必把地下的岩层挖掘到地面就可以得到油页岩油。”曾溅辉介绍说。

近年来，我国先后有吉林省众城油页岩投资开发有限公司（简称众城油页岩公司）和吉林大学实现了油页岩原位开采技术。早在 2014 年 7 月，众城油页岩公司就成功从地下 300 米深的油页岩层开采出我国第一桶原位技术油页岩油。

中国工程院院士康玉柱等多位专家认为，众城油页岩公司原位开采技术的初步成功，是我国油页岩原位开采技术的首次重大突破，也是一项自主创新的重大成果，开辟了油页岩原位开采的新途径，具有里程碑意义。

曾溅辉表示，原位开采技术一方面可以避免油页岩开采后在干馏装置内热加工时生成的废水、废气和废渣所导致的环境污染，另一方面可以开采中深部（大于 500 米以上）的油页岩，实现资源的最大化利用。该技术通过对油页岩进行缓慢加热，使得油气成熟的自然进程提前了好几年。

不过，原位开采技术仍然存在一定问题。曾溅辉指出，要利用地下转化工艺技术开发油页岩层，首先要从地面向下钻许多用于不同目的的井。有的井用于向地下输送热量，有的井则用于采集生成的油气并输送到地面，还有的井用于监测温度、地下水动态等。这就不可避免地加大了开采成本，有可能造成开发困难，可行性低、开发难度过大。

也有专家表示，壳牌的电加热原位开采技术虽然相对成熟，技术可行性也得到了验证，但对于大规模工业应用仍具有一定局限性，主要表现在加热井距小、加热时间长，不适合层薄、含油率低、有断层、有顶底水层等油页岩储层。

然而，这些问题并不影响业界对地下原位开采技术前景的期望。抚顺矿业集团总经理韩放表示，根据其几十年来的建矿实践经验，全国地上干馏油页岩油年产量约 100 万吨，只有利用地下原位技术才能实现油页岩大规模开发。（李惠钰）



十一、行业动态

恒大在广州召开新能源汽车全球战略合作峰会

首款“恒驰”汽车明年亮相，全系列产品 2021 年实现量产

南方日报 2019.11.13

11月12日，恒大新能源汽车全球战略合作伙伴峰会在广州举行。206家全球汽车产业工程技术、造型设计、制造设备、零部件、电池、电机等领域龙头企业的CEO及高管出席峰会。峰会现场，恒大与数十家国际知名汽车零部件企业签订战略合作协议，将其纳入自己的新能源汽车“朋友圈”。

今年以来，恒大在新能源领域大动作不断，在核心技术、工程技术、造型设计、产品规划、生产制造、零部件供应链领域进行了深度布局。外界对新能源车的“新玩家”恒大一直抱有好奇，并对恒大何时推出自主研发的车型保持着关注。峰会现场，恒大集团董事局主席许家印给出了答案——首款“恒驰”汽车“恒驰1”将在明年上半年正式亮相，从2021年陆续实现全面量产。

首款“恒驰”明年亮相

在恒大新能源汽车全球战略合作伙伴峰会现场，许家印表示，恒大将汽车产业作为集团四大产业之一，是恒大的龙头产业。恒大在新能源汽车领域将用3年时间，投资450亿元，打造“恒驰”汽车。其中今年投资200亿元，明年投资150亿元，后年投资100亿元。

为了“恒驰”品牌汽车的出道，恒大铺垫已久。今年8月底广州恒大与鹿岛鹿角的亚冠比赛上，恒大队员身着“恒驰”字样比赛服在球场上公开亮相，现场球迷也获发印有“恒驰”字样的球迷服装，这也是恒大首次公开其新能源汽车品牌名称。

如今“恒驰”品牌汽车也有了具体的时间表。许家印透露，备受瞩目的恒驰的第一款车——“恒驰1”将在明年上半年正式亮相，恒驰全系列产品将从2021年起陆续实现全面量产。

在未来，恒大将建立丰富的汽车产品线，许家印现场表示，恒大将在多地布局生产基地，并同步研发15款新车型，覆盖顶级型、超豪华型、豪华型、尊享型、舒适型、经典型等所有档次及轿车、SUV、MPV等全系列车型，实现产品线全覆盖。

此次峰会上，恒大还与博世、麦格纳、大陆等数十家国际知名汽车零部件企业签订战略合作协议。通过此次合作，恒大将这些零部件龙头企业纳入自己的“朋友圈”，打造汽车零部件供应链“天团”。

“换道超车”实现多项创举

汽车产业规模庞大，产业链构成复杂，需要大量资金、长时间的研发周期以及强大的制造能力，因此不少新兴车企会选择将零部件甚至整车外包给其他工厂进行代工。这种模式相对缩短周期，但会受制新兴车企的实力和代工企业的产能，如果资金不足，很难真正实现扩

大生产。

许家印在峰会上表示，恒大要开辟一条和大部分汽车企业不一样的造车路，即“恒大造车路”，“恒大造车路有什么不同？我们不叫‘弯道超车’，我们叫‘换道超车’”。所谓“换道超车”的路子，即瞄准一切有利于打造世界一流产品的国际顶级资源，通过国际并购与合作，站在众多世界汽车工业巨人的肩膀上，站在超前的起跑线上起跑。

正因如此，恒大的选择与此前新兴车企有所不同。自2018年下半年宣布入局新能源汽车领域以来，恒大通过密集的收并购及入股等方式，将一批新能源车上下游企业和技术纳入麾下，拼接出一条新能源汽车全产业链，并实现了多个创举。

在核心技术领域，恒大通过一系列国际并购与战略合作，在电池、电机、动力总成、3.0底盘架构、先进整车制造等各领域关键环节拥有世界最顶级核心技术和知识产权。在工程技术领域，恒大与FEV、EDAG、IAV、AVL、MAGNA等全球五大汽车工程技术龙头战略合作。在造型设计领域，恒大与Michael Robinson、Andres Warming、Stephane Schwarz等15位全球顶尖造型设计大师战略合作。

在零部件供应链领域，恒大与数十家国际知名汽车零部件企业签订战略合作协议。在产品规划领域，恒大与五大汽车工程技术龙头联手，在世界最先进3.0底盘架构基础上同步研发15款新车型，覆盖顶级型、超豪华型、豪华型、尊享型、舒适型、经典型等全系列产品。

在生产制造领域，恒大将在中国、瑞典等多个国家布局十大生产基地，全部采用高标准打造高端智能工厂，其中一处生产基地就在广州。今年6月，恒大与广州签约，计划在南沙布局新能源汽车整车研发生产基地、新能源电池研发生产基地和电机研发生产基地，总投资超过千亿元，其中整车研发生产基地远期将达到年产100万辆的规模。

“汽车梦”正在照进现实

“10年前，我们开始实施多元化战略，今天的恒大已经形成了以房地产为基础，旅游、健康为两翼，汽车产业为龙头的四大产业格局”，许家印在峰会现场表示，恒大将汽车产业作为四大产业的龙头，在恒大的产业格局中是极其重要的产业。

恒大为何会对新能源车如此看重？许家印给出了三个理由。

“第一，新能源汽车是保护环境、造福人类的产业；第二，新能源汽车在全球市场巨大，有广阔的发展前景；第三，新能源汽车在世界汽车历史上，它的诞生和发展是世界汽车历史的一场革命，蕴藏着巨大的机遇和商机”，许家印指出，恒大进入新能源汽车产业，不管从社会责任、产业规模、发展机遇，都是与恒大的多元化发展、打造百年老店的战略不谋而合，因此进入新能源汽车产业也是恒大产业发展的重大战略决策。

对于新能源汽车业务的目标，许家印给出了“用3—5年成为全世界规模最大、实力最强的新能源汽车集团”的愿景。他还提出了“三个必须”，即“核心技术必须世界领先”“产品品质必须世界一流”“成本必须大幅度下降”。

多位全球汽车产业领域龙头企业代表在发言中表示，看好恒大新能源汽车的发展前景，

表示认可恒大“换道超车”独特策略，有信心和恒大并肩打造出世界一流品质的新能源汽车。

如今，恒大的造车事业已经“箭在弦上”。在许家印的大战略、大目标、大格局和大决心引领下，恒大的“汽车梦”正一步步从梦想照进现实，“恒驰”也必将成为享誉全球的民族品牌，向世界彰显中国智造，为中国从汽车大国迈向汽车强国作出贡献。

“恒大造车是站在很多巨人的肩膀上，沿着恒大开辟的造车路，我们的‘造车梦’一定能够实现”，许家印说。撰文：拱千舒 葛政涵

兰州大成敦煌光热示范项目厂用带电一次成功

中国能源报 2019.11.18

本报讯 日前，兰州大成敦煌 50MW 熔盐线性菲涅尔光热项目厂用带电一次成功，这为下一步启动锅炉制汽、化水制水以及各分系统调试奠定了基础。

今年 9 月 26 日，兰州大成敦煌 50MW 熔盐菲涅尔光热项目一举完成汽轮机扣缸工作，标志着汽机本体主体安装工程基本结束；10 月 29 日，该项目第一台热罐熔盐泵顺利吊装就位。

兰州大成敦煌 50MW 光热发电示范项目于 2016 年 9 月成功入选我国首批光热发电示范项目，项目位于甘肃省敦煌市七里镇光电产业园区，总投资约 16.88 亿元，规划装机容量 50MW。项目采用兰州大成具有自主知识产权的线性菲涅尔聚光集热技术，并采用熔盐作为集热、传热和储热的统一介质，储热时长 15 小时，具备 24 小时持续发电能力。项目 EPC 总包方为中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司。（刘平）

美军欲开发太空太阳能发电站

参考消息 2019.11.8

【英国《每日邮报》网站 11 月 5 日报道】题：空军开发新系统在太空收集太阳能，然后传送到偏远地区的军事基地（记者 迈克尔·汤姆森）

美国空军宣布了一项激进的新计划，要向偏远地区或缺乏稳定电力来源地区的军事基地输送电力。

通过与美国国防承包商诺斯罗普－格鲁曼公司之间价值 1 亿美元的新合作项目，美国空军研究实验所将开发一套带有太阳能电池板的卫星系统，以便在其绕地球轨道飞行时获取太阳能。

这些卫星收集的能量随后将被转化为无线电波，并传输到地球表面，在那里它们将被转化为可用的能源。

空军少校蒂姆·艾伦对《星条旗报》记者说：“这项技术最早是在 20 世纪 60 年代左右研究的，但当时并不具有成本效益。”

他说：“现在，我们将开展一些测试，以弄清这项技术是否划算。如果我们发现它划算，并且我们开始具备这种操作能力，我认为商业领域会乐于模仿我们的做法，将这种电力供应扩大至除了军事方面外的商业领域。”

该系统名为“太空太阳能增量示范和研究”，它要求一大群装有太阳能板的卫星收集太阳能，每个太阳能板的大小相当于两个多足球场。

这些卫星可以飞往太阳能充足的地区，比如新墨西哥州，然后将其传送到阳光照射较少的地区。

据卫星系统工程师蕾切尔·德莱尼说，该项目眼下面临的最大挑战是卫星在处理如此大量的太阳能时要控制温度。此外，还有长期维护这些大型卫星的后勤问题。

美空军研究实验所所长埃里克·费尔特上校说：“能源是我们国家和国防部的一个战略促成点也是潜在弱点。为了确保国防部任务的成功，我们必须在正确的时间、正确的地点拥有所需的能源。”

中国“人造太阳”明年或投入运行

参考消息 2019.11.29

【英国《每日电讯报》网站11月27日报道】题：中国完成“人造太阳”技术核反应堆的建造（记者 杰米·富勒顿）

在全世界竞相寻找化石燃料替代品之际，中国已经完成了一个用于实验性核聚变的反应堆的建设，这又被称为“人造太阳”。

中国官方媒体宣布，成都一个研究中心开发的新一代可控核聚变研究装置“中国环流器二号M”目前建设顺利，预计2020年投入运行。

核聚变技术——通过聚合而不是分裂原子来产生能量，其原理与太阳类似——一直是实现永无止境的清洁能源供应的希望，但是，科学家迄今为止尚未完全实现从核聚变到高效能源的转变，他们一直无法创造出产生能量比使用能量更多的系统。

中国等几个国家以及一些私营企业都在致力于核聚变现实利用的项目。

清华大学的一位物理学专家对《南华早报》谈到核聚变技术时说：“不能保证所有这些问题都能得到解决，但如果我们不去做，问题肯定得不到解决。”

对将核技术作为化石燃料替代品持批评态度的人认为，让它成为可行的替代品过于昂贵和不切实际，但这并没有阻止全球努力去破解这个难题。

中国与欧盟、美国、印度、日本、韩国和俄罗斯一道参与了国际热核实验反应堆项目，并表示将为该项目提供这一新技术。

国际热核实验反应堆项目耗资155亿英镑（约合1409亿元人民币——本报注），是世界上的最昂贵的国际科研项目，它的重点是位于法国南部的一个核聚变反应堆，该反应堆已经在小规模生产能量。

英国曼彻斯特大学道尔顿核研究所核能技术客座教授胡安·马修斯说：“核聚变是人们共同为之努力的能量之一。”

国际热核实验反应堆项目计划于 2025 年投入运行。该项目和其他一些聚变试验，包括“中国环流器二号 M”，使用的是一种甜甜圈形状的托卡马克装置——这是由苏联人在上世纪 60 年代首创的。

英国原子能管理局负责人伊恩·查普曼说：“所有人都认识到核聚变的巨大潜力，如果能够以具有市场竞争力的方式实现这一点，那么对未来气候变化的影响将是巨大的。每个人都都很热衷，这并不令人意外。”

氢电共存绘未来 厚积薄发的丰田赢得先机

广州日报 2019.11.7

2019 年 11 月 5 日，第二届中国国际进口博览会（下称“进博会”）拉开帷幕。在汽车馆的 2.1H 展厅，丰田以“保护蓝天，共建未来”为主题出展，在去年展示的“可持续发展社会”相关内容基础上，今年更聚焦于推动全方位电动化，并倾情描绘丰田对氢电共存的能源管理社会的美好愿景。

可以预见，随着国内氢与电并驾齐驱的新能源发展战略不断推进，拥有雄厚电动化技术实力并且已经将其推广落地的丰田汽车无疑将赢得先机。而丰田也通过共享技术专利、开展产业合作等方式加速推进电动化技术普及。

【氢能源产业链全面布局】

目前，作为可再生能源，氢能源被视为未来重点发展的能源形式之一。《中国氢能产业基础设施蓝皮书》中提到，到 2030 年，氢能产业将成为我国新的经济增长点和新能源战略的重要组成部分，产业产值将突破 10000 亿元；国内将建成加氢站 1000 座，氢燃料电池车达到 100 万辆。

提前布局的丰田在氢能源产业取得了巨大进展，无论是产品技术还是对未来社会能源结构的方针规划都拥有行业领先的实力，具有重要借鉴意义。2014 年，丰田推出全球首款量产氢燃料电池车 MIRAI，如今在全球累计销售台数达到了 10,000 台左右。在今年 10 月举办的东京车展上，还发布了下一代 MIRAI Concept，其目标之一是比较现款 MIRAI 的续航里程提升 30%。

除了氢能源产品，丰田在日本与各地区及公司合作，开发了氢的制造、运输、储存和使用相关技术，并开展了示范运行。同时，丰田同丰田通商、丰田自动织机等集团企业一起针对氢产业链的各个环节进行了实证实验，例如：利用太阳能、风力、污水污泥以及家畜粪便等制取氢，普及加氢站等基础设施等。

此外，在汽车生产过程中，丰田同样通过氢能源应用挑战二氧化碳零排放。在生产 MIRAI 的日本总部工厂，搭载了 MIRAI 燃料电池堆的燃料电池发电机将运输到工厂的氢气转

换为电力后向工厂供电，燃料电池叉车直接使用氢气，成为首家使用氢气的工厂。在电能方面，夜间将电力传输到蓄电池中储存，并在白天用电高峰期间作为补偿电力使用，从而实现节能。这种梯次利用了混合动力车的废弃动力电池的蓄电系统已经在日本开始示范运行和销售。

在中国，丰田于2019年开启全面推广普及氢燃料电池技术，特别是FC商用车领域，继上海车展上宣布FC柯斯达将作为丰田品牌首次引进中国的FCEV之后，又陆续通过与北汽福田、亿华通、中国一汽、苏州金龙、上海重塑等企业开展合作，向多家中国商用车厂商提供丰田氢燃料电池组件，以此实现FCEV在中国更大范围的普及。

【氢与电互补 产品规划赢得先机】

工信部在新能源汽车发展的规划上，已经明确纯电动和氢燃料电池车并存互补的规划，开始加大FCEV的商业化进程。丰田的战略与中国产业规划不谋而合，面向氢电共存的未来能源管理社会，丰田致力于全方位环保车辆的开发工作，根据行驶距离、使用场景、天气等，将每种环保车型的作用最大限度发挥出来。此次在进博会展出的电动化汽车系列今后将扩大规模，并力争为北京冬奥会残奥会的低碳召开做出贡献。

在目前的市场上，丰田已经依靠雄厚的电动化技术积累推出了系列HEV双擎产品，深受消费者欢迎。在HEV成熟的技术基础上，今年又推出了双擎E+这样的PHEV车型。正是依靠多年的技术优势，丰田电动化产品在全球销量已超过1400万台。2020年，丰田电动化家族量产EV车型也将率先在国内上市。

作为电动化汽车家族的一员，氢燃料电池车MIRAI是为环保出力不可或缺的一份子。利用氢作为燃料的氢燃料电池汽车，不但在行驶过程中只排放水，没有任何污染物，还具有类似空气净化器的功能，可以将吸入空气里所含的PM物质过滤掉，越行驶空气越清新，能起到负排放的效果。此外，MIRAI还具有外部供电功能，可以为家用电器和家庭供电，在发生灾难时可以作为应急电源。

秉承着“只有实现环保车辆的普及才能真正为环境做贡献”的信念，丰田计划到2025年全球电动化汽车销量达到550万辆以上，并将在中国市场投入10款电动化车型。随着补贴退补、双积分政策新规定等变化，以及氢能源相关政策的发布，市场即将迎来洗牌，届时丰田的电动化产品也逐渐落地，厚积薄发的丰田将迎来更好的发展机遇。

中法两国将合建氢能公司

科技日报 2019.11.7

科技日报北京11月6日电（记者瞿剑）在中国国家主席习近平和法国总统马克龙共同见证下，中国石化董事长戴厚良与法国液化空气集团董事长兼首席执行官博天代表双方公司6日在北京人民大会堂签署合作备忘录，成立氢能公司，加强氢能领域合作。

中国石化方面介绍，即将成立的氢能公司，致力于氢能技术研发以及基础设施网络建

设，并引入国际领先的氢能企业作为战略投资者，联合打造氢能产业链和氢能经济生态圈。根据合作备忘录，法液空将成为中国石化氢能公司的参股方之一，共同推动氢能和燃料电池汽车整体解决方案在中国的推广和应用。

中国石化表示，氢能将成为其主动拥抱能源革命、积极布局战略新兴产业的重要方向。据悉，中国石化是上中下游一体化的能源化工公司，年产氢气超过300万吨，拥有超过3万座加油站，具有布局氢能产业的天然优势，2019年7月在佛山建成国内首座油氢合建站。中国石化资本公司作为中国石化培育新动能、打造新引擎的战略投资平台，前不久已战略参股国内氢能企业上海重塑。

法液空是世界领先的工业气体生产和服务公司，在氢气（液氢）生产、加氢站基础设施建设运营方面拥有丰富的技术和经验，已在全球建设了近120座加氢站，直接拥有并运营加氢站近60座，是国际氢能理事会的创始企业和轮值主席。

法液空和中国石化目前已经合资成立了三家工业气体公司。此次合作，将发挥法液空在氢气制、储、运、加全产业链的专业经验，为中国发展氢能和燃料电池提供有竞争力的氢气供应方案。

全球首列商业运营氢能源有轨电车佛山上线

污染物“零排放”，加氢一次跑100公里，预计年底正式开通

羊城晚报 2019.11.30

29日上午10时29分，随着“叮——”发车铃声响起，首列商业运营的氢能源有轨电车在佛山市高明区出发，宣布正式上线。该有轨电车以氢燃料电池作为动力源，实现污染物“零排放”，预计年底正式运营。

同时，以“新机场、新能源、氢城而出”为主题的2019年佛山氢能源产业交流峰会在高明举行，《佛山市高明区氢能产业发展规划（2019-2030年）》正式发布，力争到2030年将高明区建成“中国氢城”。

争取年底开通，未来将与佛山二号线接驳

据悉，高明氢能有轨电车是世界首列商业运营的氢能源有轨电车，总投资10.7亿元，规划全长17.4公里，设车站20座。

此次上线的是示范线首期工程，于2017年2月动工开建，全长6.57公里，南起沧江路与中山路交叉口，北止于西江新城智湖，沿途共设置沧江路站、跃华路站、怡乐路站、荷城站、文化中心站、明湖公园站、新江路站、体育中心站、阮涌站、智湖站10座车站。列车最高运行时速为70km，最大载客量可达285人。每列车安装6个储气瓶，续航能力可达100公里。未来，示范线将与佛山地铁二号线接驳。

首期项目运营时间表初定为7时至20时，每隔15分钟发一班车。高峰期将运营4列车（10分钟左右一班），平峰期运营3列车。全程票价统一为2元/次，老年人有相关优惠。

项目方介绍，目前，项目天桥和车站已进入收尾工作，预计12月初完成。示范线12月将迎来最终专家评审。专家评审通过后，争取年底开通运营。

技术世界领先，不仅更环保也更舒适节能

与传统的有轨电车相比，氢能源有轨电车的特别之处在于采用氢燃料电池作为动力源，即通过燃料电池内氢和氧相结合的化学反应产生电能，源源不断为车辆供电，驱动有轨电车。这一发电过程相当于电解水逆过程，唯一产物是水。高明氢能源有轨电车作为运营车辆，车顶安装有储氢瓶，加注一次氢气可持续行驶约100公里，整个过程唯一产物是水，做到了污染物“零排放”。

高明氢能源有轨电车不仅具有显著的环保优势，其设计也相当人性化。该有轨电车采用3节编组，车厢内部宽敞，设有60个座位。头尾两端均设驾驶室，可双向行驶。车辆采用世界最先进的100%低地板技术，车门处地板距地面仅0.345米，与站台基本持平，对出行不便人士上下车更加友好。

该有轨电车还采用了两项世界领先技术：采用铰接式转向架，电车曲线通过能力更强，乘坐起来更平稳舒适；采用永磁电机直驱技术，没有传统的齿轮箱，启停快、噪音低、方便维护，且更节能。

高明力争2030年建成“中国氢城”

高明氢能源产业发展驶上“快车道”，目前集聚了中车四方、泰极动力等数十家涉及氢能源产业的相关企业，基本构成整车制造、动力电池、汽车动力转向器及配套零部件等上中下游产业链。《佛山市高明区氢能源产业发展规划》提出，到2030年，高明区氢能源产业引育氢能及燃料电池龙头企业20家，产值达到320亿元，占新兴产业总产值的35%，并以“中国氢城”为建设愿景，力争建设成为国内领先且具有国际影响力的氢能源产业发展先行示范区。

作为国内发展氢能源产业较早的城市之一，到今年年底，佛山市投入运营氢燃料电池公交车将达1000辆，成为全球氢燃料电池公交车推广规模最大的城市。依托良好的产业、市场、环境、企业等优势，佛山将力争建成全国领先的氢能产业示范城市。

上海首批油氢合建站试运行

将为打造上海氢能港、上海氢走廊、长三角氢走廊赋能

中国电力报能源周刊 2019.11.30

近日，中国石化发布消息称，该公司位于上海市嘉定区的西上海油氢合建站和安智油氢合建站于11月18日竣工并试运行。据悉，这是中国石化和法国液化空气集团签署协议在中国发展氢能的第一个落地项目，也是上海市首批商业化提供加油加氢服务的综合功能站，将为打造上海氢能港、上海氢走廊、长三角氢走廊赋能。

两座油氢合建站采用当今世界最先进的装备和技术建造

具体来看，此次试运行的两座油氢合建站均为拥有两个汽油罐、两个柴油罐、4 个储氢罐的二级加油加氢站，站内设置两台 12 枪加油机，两台 4 枪 35 兆帕加氢机，另预留一台 70 兆帕的加氢机器。两座油氢气站的工艺流程管线均按标准升级后的 70 兆帕设计建造，可满足现有 35 兆帕车辆用户，也可满足 700 兆帕车辆的加注需求。

同时，两座油氢合建站采用当今世界最先进的装备和技术建造。这种大型商用加氢站的日加氢能力可达到 1000 千克，可全天候服务城市氢燃料的公交物流及乘用车辆。油氢合建站每日至少可满足 100 辆车加注，每台车辆加注约需 6 分钟，续航里程达 300~400 千米。

据中国石化上海石油有关人员介绍，不同于以往的油氢装置分设在两个雨棚下，相互独立，该项目的两座油氢合建站是在原加油站的基础上利用现有土地，通过科研创新成果转化，建设成为油氢一体化的二级能源综合站，是目前氢能应用落地的最好方式。这样既可有效节约土地资源，也为新能源设施布点减少风险源点。

此次中国石化选择在上海建设加氢站并非偶然。资料显示，两座油氢合建站位于上海市嘉定区，该区域一直是新能源发展示范区。同时，为加快培育氢燃料电池汽车产业新动能，日前上海市嘉定区还发布了《嘉定区鼓励氢燃料电池汽车产业发展的有关意见（试行）》，明确了多种举措支持氢燃料电池汽车产业的发展，体现了政府对加氢站建设发展的重视程度，同时也为推广和发展加氢站创造了优势条件，提供了政策支持。

另外，依据《上海市燃料电池汽车发展规划》，到 2025 年，上海市将建成加氢站 50 座；同时，《长三角氢走廊建设发展规划》中设定的阶段性发展目标为在 2025 年之前长三角要建成 200 余座加氢站。在此背景下，中国石化上海石油也将利用现有 580 余座加油站的土地资源，在上海市各区主要城市道路、高速路网上合理布局。

中国石化将成立氢能公司

除了支持上海市及长三角地区的氢能产业发展外，此次试运行的两座油氢合建站也是中国石化和法国液化空气集团签署协议在中国发展氢能的第一个落地项目。11 月 6 日，中国石化董事长戴厚良与法国液化空气集团董事长兼首席执行官博天在北京人民大会堂签署合作备忘录，探讨加强氢能领域合作。今年正值中法建交 55 周年，两国企业签署氢能合作文件，揭开了中法清洁能源合作的新篇章。

资料显示，此次与中国石化签署合作备忘录的法国液化空气集团是世界领先的工业气体生产和服务公司，在氢气（液氢）生产、加氢站基础设施建设运营方面拥有丰富的技术和经验，已在全球建设近 120 座加氢站，直接拥有并运营加氢站近 60 座，是国际氢能理事会的创始企业和轮值主席。目前，法国液化空气集团和中国石化已经合资成立了 3 家工业气体公司。此次合作将发挥法国液化空气集团在氢气制、储、运、加全产业链的专业经验，为中国发展氢能和燃料电池提供有竞争力的氢气供应方案。

中国石化也将成立氢能公司，致力于氢能技术研发以及基础设施网络建设，引入国际领先的氢能企业作为战略投资者，联合打造氢能产业链和氢能经济生态圈。根据合作备忘录，

法国液化空气集团将成为中国石化氢能公司的参股方之一，共同推动氢能和燃料电池汽车整体解决方案在中国的推广和应用。对此，戴厚良也表示，中国石化秉承为美好生活加油”的企业使命，不断促进能源的可持续发展。“我们相信氢能将在中国乃至世界的绿色低碳转型中发挥重要作用，也希望携手法国液化空气集团等国内外杰出伙伴，共同为中国氢能发展作出贡献。”

据记者了解，此前中国石化已在氢能领域进行了多项积极探索。今年7月，中国石化在广东佛山建成了国内首座油氢合建站。另外，2018年10月，中国石化与亿华通签订《战略合作框架协议》，确认将在氢气供应、车辆加氢、加氢站运营等方面展开深入合作，加速北京加氢基础设施建设。2018年11月，中国石化还与日本能源集团JXTG签署协议，双方将在第三方市场合作开发建设加氢站。中国石化在原有的加油站基础上建设加氢站，JXTG利用与汽车燃料供应相关的基础设施和专有技术建立起高效的氢供应链。

对此，中国国际经济交流中心信息部研究员景春梅在接受记者采访时表示，在油气改革的大背景下，油气企业的管道业务将被剥离，产业链上的利益格局也将被重新调整，中国石化加码氢能领域的布局，应该说也是其多元经营的业务发展需要。

“另外，从能源企业的发展趋势上来说，大型能源企业最终都将朝着综合能源供应商的方向发展，而终端的能源供给形式也将更趋多样化，包括气电融合、氢电融合等，相互融合的趋势将会越来越明显。”景春梅补充道。

我国已基本具备氢能产业化条件

氢能被称为21世纪的“终极能源”。近年来，氢能在国内的热度逐渐升温，同时也成为中国石化主动拥抱能源革命、积极布局新兴产业的重要方向。

“首先从氢能自身的特性来说，氢能是一种绿色能源，可实现零碳排放，具有较高的环保属性，符合我国的能源发展要求；其次，氢能的制取方式较多，属于一种易获取的能源；第二，近年来新能源车大热，汽车企业以及能源企业都在积极探索新的业务增长点，加之氢能产业多年的积累，也使氢燃料电池逐渐走向台前。”在谈及氢能的发展优势时，景春梅分析。

景春梅同时指出，我国氢能资源丰富，可以通过氢能燃料电池技术整合成为电、热、气一体化的能源利用方式，是实现电网和气网互联互通的重要手段。经过多年积累，我国已基本具备氢能产业化条件。

据记者了解，近年来国家一系列政策规划也将氢能发展与燃料电池技术创新提升到国家战略高度。《能源技术革命创新行动计划（2016~2030年）》《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《“十三五”国家科技创新规划》和《国家创新驱动发展战略纲要》等文件中都对氢能发展与燃料电池技术创新等内容有所着墨。同时，今年的《政府工作报告》也指出，要推动充电、加氢等设施建设，表明了国家将更加重视氢能发展。

另外，地方政府和企业也在积极探索氢能产业发展。“目前我国已初步形成包括制备、

储运、应用等环节的完整产业链，形成了以北上广为中心的京津冀、长三角、珠三角等主要氢能产业集群，并逐渐辐射到周边地区。例如，张家口就以服务 2022 年冬奥会为契机，正打造我国北方氢能产业示范基地。”景春梅介绍说。

在落地方面，景春梅认为，类似中国石化油氢合建站的模式是值得鼓励的，未来也可发展油、电、氢、气四位一体的合建站。“这种合建站的模式更加高效和集约，而且对于油气企业来说，其拥有数量众多的加油站，具有布局氢能产业的天然优势。当然，在建设类似的多种能源混合的加注站时应注意到，不同形式的能源之间具有不同的技术标准操作、安全等方面的要求也不尽相同。因此在未来发展时应注重形成标准化的、可复制的推广模式。”景春梅补充道。

我国首台风轮直径超 200 米海上风电机组问世

中国科学报 2019.11.8

据新华社电 11 月 7 日，记者从重庆市科技局高新技术处获悉，中国船舶重工集团海装风电股份有限公司（以下简称中国海装）成功研发设计 H210 - 10 兆瓦海上风电机组，风轮直径超过 200 米，填补了我国超大型海上风力发电机组的空白。

中国海装设计的海上风电机组单机容量为 10 兆瓦，叶轮设计直径 210 米，是我国首台叶轮直径超过 200 米的风电机组，已获得中国电力科学研究院颁发的设计认证证书。

中国海装研究院院长韩花丽说，目前我国海上风电机组中，发电量效果最好的是叶轮直径 171 米的 5 兆瓦风电机组，其单机 1 年可以发出近 2000 万度电。而 10 兆瓦风电机组一经投入使用，其单机 1 年的发电量可达到约 4000 万度电，以每户 1 年用 1000 度电来说，可以保障 4 万用户 1 年的用电量。

接下来，该机组将进入生产环节，计划主要应用在福建和广东一带。（刘博伟 黎华玲）

我国首个核电技术服务产业联盟正式成立

中国电力报 2019.11.28

本报讯（通讯员王菲报道）为进一步推进核电技术服务产业发展，加快核电产业“走出去”步伐，11 月 22 日，以“核力创造美好世界”为主题的核电技术服务产业联盟成立大会暨技术服务“走出去”专题交流会在上海召开，共计 55 家核电产业单位共襄盛举，共享未来。

与会代表一致认为，四十年来，我国核电实现了“零”的突破，在设计、建设、运维、设备、技术管理等核电产业链环节持续改革创新，积累了丰富的核电设计、建设和运维经验，成就了当前中国核电大国的地位。当前国际核能发展态势趋于稳定，国内核电机组持续开工建设和商运，巨大的市场空间为核电的发展打造了一条“高速公路”，这是我国核电行业发展的“天时”；40 年的核电产业技术、经验的积累和创新，这是“地利”；核电技术服

务产业联盟的成立，则是“人和”。通过联盟的成立，可以在遵守法律法规、满足公司治理要求的前提下，共同提升核安全保障水平，共同促进核电技术服务产业发展，为联盟成员间的交流与合作提供更大平台，形成更加科学、高效的合作机制，加强信息及资源共享，互通互信，互利共赢，合力推动核电技术服务产业“走出去”。

据悉，核电技术服务产业联盟将承担信息共享、资源利用、创新驱动、经验反馈、产业联盟等5项职责，首批13家单位来自中核、中广核、国家电投和华能集团，业务领域涵盖国内全部商用堆型从设计、建造、调试运行、延寿直至退役的全生命周期，中核武汉核电运行技术股份有限公司为联盟秘书单位。

核能综合利用首入产业鼓励类目录

中国能源报 2019.11.18

本报讯（实习记者赵紫原）报道：11月6日，国家发改委公布《产业结构调整指导目录（2019年本）》，核能鼓励类产业目录共有13项，限制类0项，淘汰类0项。与《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》相比，此次核能目录调整3项，新增1项。

其中，“核能综合利用（供暖、供汽、海水淡化等）”首次进入鼓励类目录之列；“先进核反应堆建造与技术开发”修改为“先进核反应堆及多用途模块化小型堆建造与技术开发”，“高性能核燃料元件制造”修改为“高性能核燃料元件、MOX元件、金属元件制造”，“核设施实体保护仪器仪表开发”修改为“核安保关键系统开发与设备制造”。

根据新版指导目录，核能产业下一步发展旨在完善产业链：上游鼓励铀矿地质勘查和铀矿采冶、铀精制、铀转化，先进的铀同位素分离技术开发与设备制造等；中游重点鼓励高性能核燃料元件、MOX元件、金属元件制造，核电站延寿及退役技术和设备，核能综合利用等；下游鼓励核电站建设、乏燃料后处理、核安保关键系统开发与设备制造，以及核电站应急抢险技术和设备等。

