

能 量 转 换

总 17 期
5/2019.5

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. 日媒：中美在能源领域展开争夺战 5
2. 广州南沙科学城来了 6
3. 从世界能源风向透视中国能源战略 9
4. 建设“三型两网”构建能源互联网商业新生态 12
5. 全球能源互联网发展合作组织再发两项创新研究成果 15
6. 可再生能源电力消纳保障机制出台 16
7. 刘中民：“三条主线”构建国家能源新体系 16
8. 能源互联网建设面临安全挑战 19
9. 中欧能源合作平台启动 21
10. 海南将变身 清洁能源岛 22
11. 德国能源转型的得与失 24
12. 释放新兴绿色产业发展新动能 26
13. 可再生能源发展应注重质量提升 27

二、热能、储能、动力工程

1. 新型铁基非晶合金廉价节能 29
2. 制备出新型碱性锌基液流电池离子传导膜 29
3. 新型空气极材料可用于固体燃料电池 30
4. 稀有元素钨发电实验首获成功 30
5. 氢燃料电池汽车商业化 还需迈过三道关 31
6. 一项研究有望成就新型柔性智能变色电池 32

7. 将锂电和铅蓄电池结合使用·····	33
8. 国际首台 10 兆瓦级中高温蓄热实验平台完成调试 ·····	34
9. 新技术可将化学反应催化速度提高万倍·····	35
10. 科学家开发出新型锂电池 ·····	35
11. 面向实用化的锂硫电池 ·····	37
12. 高功率长寿命水系钾离子全电池问世·····	38
13. 《车用氢能产业蓝皮书（2019）》编写启动 ·····	39
14. 锂离子电池容量刷新“世界纪录” ·····	39
15. 超导材料最高临界温度被刷新 ·····	41
16. 甲醇重整制氢燃料电池技术：“更接地气受欢迎” ·····	42
17. 只加水是误解 关键在于铝合金水解制氢材料 ·····	43
18. 上马石墨烯项目不可操之过急 ·····	45
19. 石墨烯最新“表亲”铅烯问世 ·····	46
20. 电动汽车的电池难题 ·····	47
三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 重建水下生态 提升自净能力 ·····	48
2. 加快推进农村生活污水处理 ·····	49
3. 生态环境部与农业农村部印发工作指南·····	53
4. 塑料垃圾变柴油还有多远·····	54
5. 180 国就减少塑料垃圾达成协议 美拒绝签约成“孤家寡人” ·····	56
6. 海南印发农业废弃物回收方案 ·····	57
7. 中国地沟油缘何成了“香饽饽” ·····	58
8. 广州一批新生活垃圾处理设施开建·····	60
9. 美国：新型植物材料有望替代泡沫塑料·····	61
10. 中国工业废水治理亟待加强 ·····	61
11. 生态环境部发布六项国家环保标准 ·····	62
12. “无废城市”需在资源循环利用上下功夫 ·····	63
13. 五大瓶颈制约生物天然气产量 ·····	64
14. 美媒报道：外卖红火让中国塑料垃圾成灾 ·····	65
四、太阳能	
1. 光伏上网电价政策正式落地 7 月 1 日起正式实施 ·····	66
2. 中国科学家为什么要“种太阳” ·····	67
3. 科学家从寒冷宇宙中获得电力 ·····	68
4. 自主创新铸造国之重器·····	69

5. 三问光伏发电竞争规则·····	71
6. 太阳给地表贴了层“膜”，让光照变成电流·····	73
7. 科学家提出预测太阳能数据新法·····	74
8. 美媒报道：中国将迎新一轮光伏热潮·····	75
五、氢能	
1. 广州打造“中国氢谷”·····	76
2. 第四届中国国际氢能与燃料电池技术大会召开·····	78
3. “绿氢”将迎经济性“大考”·····	79
4. 日本吹响“氢能社会”集结号·····	81
5. 氢供应“大考”将至，液氢储运渐获推崇·····	85
6. 新型催化剂可将制氢成本降低 80%·····	86
7. 我国科学家提出制备常温金属氢新方案·····	87
8. 我国氢气管网建设严重滞后·····	88
六、风能	
1. 《绿色风电场星级评价标准》编制启动·····	90
2. 海上风电“竞价”时限或放宽·····	90
3. 联合动力风电场发电量分析方法获专利·····	91
4. 北方寒冷地区海上风机基础安装技术获突破·····	91
5. 助力风电走向深海·····	92
6. 2021 年起新核准陆上风电项目全面平价上网·····	93
7. 国家能源局部署 2019 年风电、光伏发电建设·····	94
七、核能	
1. 中国科学家研发“吸铀海绵”·····	95
2. 《2018 年国外核工业与技术重大发展动向》发布·····	95
3. 海水提铀：科学家向大海要“黄金”·····	96
4. “人造太阳”聚变力量照亮未来能源之路·····	99
八、其他	
1. 一氧化碳和水催化转化直接制油品·····	101
2. 页岩油开发：从梦想到现实·····	102
3. 我国超大型煤气化技术获重大突破·····	104
4. 谢克昌院士：煤炭是能源转型立足点·····	105

行业动态

1. 中企主导全球电动车电池生产：	107
2. 南沙打造千亿级新能源智能网联汽车城	108
3. 中国电化学储能累计装机规模破吉瓦	109
4. 新能源汽车产业集群雏形初现	110
5. 亚洲首个开放国际碳捕集技术平台在汕尾海丰启动	112
6. 东方日升发布最新 HDT 异质结电池技术	113
7. 6 亿元基金助力广州环保产业创新	113
8. 广州首座加氢站投入使用	114
9. 氢能规模化商用渐行渐近	115
10. 阳江：世界级风电产业基地建设稳步推进	116
11. 百万吨级煤直接制油系列关键装备国产化	121

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

日媒：中美在能源领域展开争夺战

参考消息 2019.5.6

【《日本经济新闻》5月4日文章】题：又一个领域里的美中霸权争夺战（作者 该报编委松尾博文）

我们已经见识到了美中爆发摩擦的根基之深厚。如果从能源的角度看，我们也可以将其理解为全球最大的能源生产国美国与最大的能源消费国中国之间的攻防战。

凭借快速增长的石油和天然气产量，美国正寻求建立起“能源领域的支配地位”，而中国正试图通过掌握新一代能源技术挑战美国的地位。

美借页岩革命谋求霸权

2018年美国的原油产量比上一年增长17%，日均达到1095万桶，超过沙特和俄罗斯，跃升为全球最大的产油国。

毋庸多言，页岩革命成为推动产量激增的重要原因。凭借掌握到的将深埋在页岩层中的石油和天然气开采出来的技术，美国的原油产量仅在10年时间里就增至此前的两倍。

稳定的能源供应和国际政治是表里一体的关系。经历了20世纪的两次世界大战，能源安全已经成为各国国家安全的重中之重，围绕石油产生的地缘政治博弈也成为国际政治领域的重要关注点。

在二战即将结束的1945年，美国时任总统罗斯福在参加完确定战后国际格局的雅尔塔会议后前往中东。他在苏伊士运河上游弋的美国军舰上迎来了沙特首任国王伊本·沙特。

两位领导人确认，美国负责保卫沙特的安全，沙特则保证美国企业享有在沙特开采油田的权益。自此，美国拥有一条始于波斯湾的原油运输通道，并将其深深纳入美国的安全架构。

页岩革命单方面地打破了这种关系。按照日本能源经济研究所首席研究员小山坚的话说：“页岩革命将美国从依赖能源进口的紧张情绪中解放出来，美国能源政策的重心也从应对能源短缺转向了应对能源过剩。”

美国学者丹尼尔·耶金曾一语道破20世纪其实是“石油世纪”。他说：“如果比喻成棒球比赛的话，页岩革命已经进入到第五局。”高水平的生产眼下还会持续一段时间。凭借页岩革命的恩惠，特朗普总统已明确表示，谋求建立“美国在能源领域的支配地位”，并希望借此扩大美国的影响力。

中国双管齐下巧妙应对

中国被迫对这种变化做出应对。

日本石油、天然气和金属矿物资源机构首席研究员竹原美佳介绍说，算上通过管道运输和液化天然气在内，2018年中国进口的天然气达到9550万吨，超过日本，成为全球第一。

从消费量看，早在2009年中国就已超过美国，成为全球最大的一次能源消费国，而且

差距还在不断拉大。进口原油在中国总原油消费中的占比已经达到七成，进口天然气在中国天然气消费中的占比也达到四成。确保能源的稳定供应已经成为经济增长的绝对条件。

在美中的结构性磋商中，或许也可考虑，在粮食和飞机之外，通过中国扩大进口美国液化天然气来减少美国的贸易赤字。中国想买，美国想卖，乍一看两国的利害关系似乎一致。但是，美国想把中国纳入自己主导的石油和天然气支配体系，而中国根本没这个想法。

通过“一带一路”在经济上开拓新兴市场和在安全上扩大本国在沿线国家的势力范围是中国的国家战略，同时也包含了掌握资源和能源稳定供应的海上交通线的目的。

如果说凭借“一带一路”扩大在亚洲和非洲的影响力属于传统的能源地缘政治学操作的话，那么在新一代能源技术上先走一步就属于在时间上抢占先机的战略了。

除了太阳能和风力发电、电动汽车和车载电池等方面的技术外，中国的触角已经伸向了整个供应链，包括从生产蓄电池不可或缺的锂、钴等资源，到设备的生产、引进和循环利用。

2017年太阳能电池板出货量排名全球前十位的企业中有9家都是中国企业。当年售出的五成电动汽车也卖到了中国市场。政策上的强大支持也支撑了中国众多企业的发展。

放弃传统汽车选择电动车，放弃燃气轮机选择风力发电，中国想要的是在新一代技术领域掌握主导权，而不是在落后于欧美的传统技术领域再争高下。能源行业是美中技术霸权攻防战的最前线。

日本需要改变能源战略

消费全球近四分之一能源供应的中国正在参与的能源换代将决定世界的潮流，这可能使其拥有对于未来能源秩序的支配权。这才是让美国恐惧的原因。

能否掌握最先进的能源技术将决定能源霸权的归属。受美中摩擦持续升温的影响，美国的能源领域研究者们正在提出一种被称为“技术地缘政治学”的概念。

这是一个不再由资源多寡而是由技术优势决定能源地缘政治学轴心的时代。

身处美中夹缝中的日本又该如何行动？我们需要作为一种不可或缺的存在积极融入其中，而不是抵制中国主导的能源秩序，或者不知所措地被完全纳入中国的秩序。

日本综合研究所高级专家泷口信一郎认为：“虽然在太阳能电池板和风力发电机等某些设备上我们已经回天乏力，但在控制系统技术和运转技术方面日本仍然拥有优势。”

那么如何将现有优势发扬光大？日本的能源战略也需要转变方向了。

广州南沙科学城来了

南方日报 2019.5.10

除了现有的位于黄埔的广州科学城，广州将再建一座科学城。

近日，广州市与中国科学院（以下简称“中科院”）签署了两份协议：共建广州南沙科学城、广州明珠科学园。

今年3月，南沙科学城的概念首次见诸报端。广州市主要领导在接受南方日报专访时透

露，布局打造中新广州知识城、广州科学城、南沙科学城、琶洲粤港澳大湾区人工智能和数字经济创新试验区（含广州大学城）“三城一区”，建设广州国际生物岛、广州国际健康城等十三节点。

此次规划的南沙科学城大致包括珠江东、南沙湾、万顷沙、龙穴北4个片区，面积约40平方公里。明珠科学园位于南沙明珠湾片区。

南沙自贸片区的建设不仅仅是南沙的大事，更是广州的大事，也是广东的大事。

从地理区位来看，粤港澳大湾区内存在两个大都市圈，一个是以建设超级城市为目标的广佛大都市区，另外一个就是以港深为核心、通过港珠澳大桥、深中通道辐射西岸形成的“环伶仃洋大都市区”。

显而易见，南沙是广州打入“环伶仃洋大都市区”的桥头堡。广州要把南沙作为一把手工程，全力“南进”。

而南沙科学城正是广州“筹谋已久”的一个大招。它将成为综合性国家科学中心的重要组成部分，将打造成粤港澳大湾区前沿科学研究和高技术应用的创新高地。作为举全市之力推进粤港澳大湾区建设，加快建设科技创新强市的重要一步，广州联手中科院，将打造南海之滨这颗中国科学皇冠上的最美“明珠”。

更值得关注的是，至此，广州将拥有双“科学城”。“资深”的广州科学城已是广深港澳科技创新走廊上的重要节点，“新生”的南沙科学城又将为广州带来什么？

“双城”联动，大湾区的创新版图，广州又画出了浓重的一笔。

南沙科学城有什么？

此次南沙科学城的布局，从此前几个信息可以初见端倪。

今年3月，中科院与广州市人民政府在北京举行工作会谈。会上提到院市双方合作有两个关键信息：

一是面向国际科技前沿和国家重大需求，布局建设冷泉生态系统观测与模拟等重大科技基础设施，加快建设南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）、中科院南海生态环境工程创新研究院等重大创新平台；

二是整合中科院在广州及其他适合在广州发展的研究力量，共同推进中科院广州分院集中园区（广州科学园）建设。

“国家对南沙建设科技创新中心早有布局。“南沙区委常委翁殊武在接受记者采访时表示。《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008年—2020年）》中提出，建设南沙新区等合作区域，作为加强与港澳服务业、高新技术产业等方面合作载体的要求。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中要求，将南沙新区打造成为“服务内地、连接港澳的商业服务中心、科技创新中心和教育培训基地，建设临港产业配套合作区”。

此外，《粤港澳大湾区发展规划纲要》中也提到，“强化粤港澳联合科技创新，共同将广州南沙打造为华南科技创新成果转化高地，积极布局新一代信息技术、人工智能、生命健

康、海洋科技、新材料等科技前沿领域，培育发展平台经济、共享经济、体验经济等新业态。”

在更早前，南沙披露的“十三五规划”也有暗示。规划提到，将形成中科院“一院五所”、教育部属高校系列研发机构、以港澳为主体的境外合作科研机构三大科技创新组团。

中科院广州分院为中科院机关派出机构，有44个国家级和省部级重点实验室（工程实验室）。广东的南海海洋研究所、华南植物园、广州能源研究所、广州地球化学研究所、广州生物医药与健康研究院等院所都属于中科院矩阵。

也就是说，未来这些院所或将逐步向南沙科学城转移集聚。据相关人士透露，南海海洋研究所已决定整体搬迁。

南沙科学城的功能里提到了“三个重大”：重大科技基础设施、重大创新平台建设、重大科研任务和项目。其实，去年至今，一系列大院、大所、大装置正在不断地往南沙集聚，聚焦的科研领域非常前沿、尖端。

今年1月8日，中科院和广东省政府、广州市政府共建的南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）正式揭牌。实验室选址在广州南沙区，科研规划用地600亩，总投入超80亿元。

实验室将按照“8+7+6+5”的格局布局，聚焦8大海洋科学前沿基础研究方向，发展7大海洋高新技术研发方向，建设6大创新支撑平台，打造5个产业孵化中心，建成一流的海洋科学与工程研发基地，推进粤港澳大湾区海洋高科技产业发展。

4月25日，实验室第一届管理委员会第一次会议在广州召开。目前，丁德文、周成虎、张偲院士等15个院士团队已确定加入广州海洋实验室的核心团队。新型地球物理综合科学考察船已开工建设，天然气水合物钻采船（大洋钻探船）待国家发改委批复，将作为广州海洋实验室的重要共用资源。

还有一个“大家伙”值得关注——冷泉生态系统大科学装置。冷泉装置将为可燃冰提供全生命周期的实时长期观测和预警技术支撑，为人类安全、环保、经济、科学地利用可燃冰资源提供可靠保证，具有服务海洋强国的重要战略和科学意义。

此前，广州市已和中科院签署了《冷泉生态系统观测与模拟重大科技基础设施建设预研合作协议》。冷泉装置相关内容已纳入中科院、广州市政府、广州市南沙区政府《共建南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）合作协议》的重点内容。

此外，还有多个中科院所属单位在南沙早有谋划且已进驻，如中国科学院工程技术研究所、中国科学院软件应用技术研究等。

南沙自贸片区作为广州的一把手工程，必然将全市的资源力量统筹起来、组织起来、动员起来，全力推进建设。因此，南沙科学城并不仅仅是引进中科院“矩阵”的科研机构，而是众多前沿学科翘楚及机构的聚集。

今年1月，粤港澳大湾区博士后科技创新（南沙）公共研究中心落户南沙，这是国内

首个博士后公共研究中心落户南沙。当前，中心共有会员 102 名，承担项目近 400 项，将成为推动粤港澳大湾区产业技术协同创新的重要力量。

去年底，广州市政府与香港科技大学正式签署香港科技大学（广州）的合作协议。学校选址在南沙庆盛高铁站枢纽区域，占地 1.13 平方公里，相当于港科大本部面积的两倍。港科大广州校区力争今年年底动工，将采取边筹建边招生方式进行，今年 9 月开始招生，首批学生将赴香港就读。

南沙科学城小档案

◎位置

南沙科学城大致包括珠江东、南沙湾、万顷沙、龙穴北 4 个片区。根据未来项目布局情况规划范围可能还有调整。明珠科学园位于南沙明珠湾。

明珠科学园定位为广州南沙科学城的核心区，今年将启动第一批项目建设工作，计划在 2022 年底前完成建设。

◎定位目标

南沙科学城是综合性国家科学中心的重要组成部分，将打造成粤港澳大湾区前沿科学研究和高技术应用的创新高地。

◎功能

南沙科学城将推动中科院在穗研究机构和创新资源集聚发展，为重大科技基础设施和重大创新平台建设、重大科研任务和项目落地提供物理承载空间，积极打造吸引国内外高端创新资源集聚的开放平台。

◎重点布局内容

聚焦信息、生命、海洋等重点前沿科学领域。（陈思勤 宾红霞 周甫琦）

从世界能源风向透视中国能源战略

中国能源报 2019.5.6

当前，全球能源供需和治理格局发生深刻变化，世界主要国家和地区近年来纷纷适时调整中长期能源发展战略。作为全球能源领域最重要的影响者之一，我国有必要以更具有战略性的眼光，研判国际能源格局，以更具竞争力和引领性的定位参与国际能源竞合，基于全球化视野形成新时代能源发展战略的“中国思路”。

我国能源发展成就突出

2013 年 4 月新一届中央财经领导小组成立，并将能源发展等问题纳入社会发展与经济工作统筹考虑。之后，我国能源战略思想经历“两个里程碑”：一是 2014 年以能源安全为核心，提出“四个革命、一个合作”的能源发展战略；二是党的十九大着眼于生态文明千年大计，提出继续推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，并将能源安全这一核心问题提升至更高的层次，明确了绿色、高效和安全并重。

在高屋建瓴的能源战略思想指导下，我国能源发展成就显著，在国际能源治理格局中逐渐从“跟跑者”向“领跑者”转变，国家能源安全得到有效保障。

首先，我国形成了领先世界的绿色低碳发展国际竞争力。其次，能源科技创新成果显著，百万千瓦级超超临界煤电机组、非常规天然气勘探、特高压输电、“华龙一号”三代核电技术等也走在世界前列。第三，“一带一路”能源合作逐步从全球能源治理的重要参与者、贡献者进一步向舞台中心迈进，不断提升国际能源领域的话语权和影响力。最后，能源企业实力显著增强，大型工程施工建设和融资能力优势明显。

典型国家能源战略实践的参考

我们分析研究的十余个典型国家和地区的能源战略，从增强经济实力、谋求国际地位，抢占科技制高点、追求能源独立，解决社会问题、实现政治诉求，发展能源金融、保障能源安全等多个维度为能源在国家发展中的定位提供借鉴。

世界发达国家更注重引领能源变革、带动经济复苏，亚洲新兴经济体对能源安全和能源经济可承受性更重视，而南美洲和非洲地区主要着眼于解决社会问题。

第一，能源是国家安全、内政外交的重中之重。俄罗斯直接将能源作为经济发展的基石。虽然能源经济强相关是“双刃剑”，但能源出口已成为俄罗斯推动国内经济增长、参与世界经济体系、维护地缘政治影响、改善政治环境的重要战略手段。日本始终将科技立国理念贯穿于能源战略，早在第一次石油危机后就力推新能源、核电技术发展，以提升本国能源安全保障能力。目前，氢能已走在世界前列。

第二，参与全球能源治理体系，重视国际组织建设，是一国能源战略的核心内容。沙特以欧佩克为平台通过产量控制等手段左右国际油价、影响全球市场，又在此基础上构筑中东地区及阿拉伯世界的主导权。同样，经合组织成员国加入国际能源署（IEA），通过协调各国能源政策、战略石油储备使用等，以有效提升本国应对可能石油危机的能力。

第三，世界最发达国家和地区高度重视引领能源金融体系。美国早在布雷顿森林体系解体后，即将金融与能源战略绑定，选择石油作为美元新的锚定，建立了“石油—美元—美国国债”体系向全球输出流动性、转嫁风险和获取利益。美国的能源战略成为其左右世界能源格局、发挥地缘政治影响力的重要战略武器。欧盟致力于构建内部统一能源市场，完善能源金融体系和法律保障体系。尤其是，欧美作为发达地区，能源需求旺盛，在两次石油危机后分别建立 WTI 和布伦特原油期货市场，引入金融资本和产业资本，通过期货市场发现价格功能解决国际原油定价权问题，一定程度上限制了欧佩克对原油价格的垄断。

第四，发挥地缘优势，提升国家能源战略对外势能。能源与地理因素，特别是与交通枢纽的结合，形成了能源地缘政治。土耳其依靠“欧亚非大陆枢纽”这一天然优势，不断谋求能源枢纽地位并游走于欧美与俄罗斯等大国之间，不仅获得了能源资源，还显著提升了国际地位及话语权。新加坡依靠海上石油运输要道马六甲海峡东出入口的地理优势，炼油产业和石油进出口贸易得以蓬勃发展。

第五，能源战略与其他经济社会发展目标的权衡不可不察。南非“全民能源”特色既可直接缓解其能源短缺等问题，也解决了就业、人才体系建设等深层次社会问题。委内瑞拉则没有逃脱“资源诅咒”，其政治、经济、社会与石油资源息息相关，导致经济波动、政权更迭、资源归属权变动、货币与通货膨胀等方面的演变。而挪威虽然依靠水电立国、油气富国，但更重视通过能源与金融、企业、产业等领域的高效协同管理谋求可持续发展，成功走出“资源诅咒”陷阱。

我国能源战略初步探讨和建议

绿色发展、用能成本等问题已成为经济社会发展的核心关切，能源战略必须融入国家整体发展战略统筹考虑，将与社会各领域、行业各环节以及各市场主体发生更密切的联系，这就要求能源领域的战略谋划、政策制定、市场机制、规划审批和监督管理等更加统一协调。

首先，深化推进能源领域供给侧结构性改革，实现能源高质量发展，是当前能源战略制定的出发点和落脚点。今后，我国能源发展应从“保供应”向“求效率”转变。尤其是我国晚于西方发达国家现代化上百年，遭受一定程度的战略遏制也不可避免。在此背景下，如何将能源“革命”向深处推进，如何制定更有针对性和实效性的能源战略，是高度紧迫和复杂的工作。从经济周期理论的普遍适用性看，经济繁荣期过后将出现供给侧过剩，能源领域也难以避免。未来我国能源战略一定是紧抓“以需求为导向”这个牛鼻子，深化推进能源领域供给侧结构性改革，更加重视用户侧用能权和参与权，充分释放需求侧动力，形成供需互动、提质增效的局面，尤其要避免新兴能源业态走“以补贴为导向”的发展老路，出现新的潜在过剩产能。

其次，解决深层次的体制机制矛盾是当前能源战略制定的重中之重。一方面，能源领域体制机制的不协调和不顺畅是待解决的首要问题，发挥政府宏观调控作用与市场资源配置的决定性作用是根本出路。另一方面，如何培育能源新业态尤为重要，如何实现不同行业与能源领域管理职能的有效协同或整合也很关键。以大数据为例，美国早已通过其能源部门下设的能源信息署（EIA）进行能源“大数据”汇总处理。而我国的能源行业信息统计分布在各行业组织，以及部分大型国有企业中，能源大数据尚不具备体制基础。未来，对能源数据壁垒的认识有必要从“行业护城河”向“行业催化剂”转变，而以统一能源数据的独立处理为核心职能的能源信息机构将是最基础的一环。

再次，坚定推进能源颠覆性技术研发创新，布局国家能源实验室，力争引领世界能源技术和产业格局发展方向。着力推进以核聚变、天然气水合物、氢能为代表的颠覆性能源技术，抢占科技制高点。另外，提前布局国家能源重点实验室，整合产业、研究、政府资源，打造创新集群，弥补基础研究和产业化中间衔接问题，实现能源领域产学研深度融合。

同时，落实“一带一路”倡议，积极参与全球能源治理、提供国际制度等公共产品、推进能源—人民币金融体系，对内加强统一协调、不断提升能源企业实力。

能源领域推进“一带一路”倡议，需要建设大量能源基础设施，涉及的能源供应国、

过境国和需求国利益诉求各有不同，经常难以协调，导致项目悬而不决。同时，我国国际能源合作多以双边方式为主，且大多依托技术、资金和人力资源优势对外投资基础设施领域，不乏项目搁置和资金浪费等现象。因此，我国有必要更积极融入 IEA 等国际组织，参与能源宪章条约规则制定，并以“一带一路”国际合作高峰论坛、亚洲基础设施投资银行（AIIB）等为契机构建和完善以我国为主导的地区多边协调组织，更加重视法律法规、技术标准、谈判平台、纠纷解决机制等国际能源合作规则公共产品的提供，推动建立“一带一路”能源市场，扩大能源投资贸易人民币计价。

此外，目前，法律法规、商务规则、政治变动、汇率波动、环保约束、合同签订以及公共关系等风险已充分暴露，我国能源企业“走出去”必须更重视软实力提升。尤其当前全球市场需求不足，政治风向右转，能源企业有必要在经营理念上以国际市场通用规则和商务为导向把握市场机遇、规避各类风险，紧抓目标国家发展诉求、形成地区发展的利益共同体。单一企业由于实力和专业限制，不能形成合力。能源领域“一带一路”倡议推动中，应着眼大国外交，以国际能源合作专门管理部门实现各部委统筹协调，对能源企业“走出去”给予综合指导和监管。

未来，我国能源战略以寻求高质量发展、服务新能源业态生态圈和推进国际能源合作等为核心目标，更加协调统一、透明顺畅的管理机制是重要基础，参照生态环境部的组建初衷，可以在条件成熟、适当时机考虑将其他部委和司局的相关职能与国家能源局整合，打破能源品种壁垒、理顺能源管理体制机制，促进能源战略更好地落地实施，为我国经济社会发展贡献力量。（闫晓卿 鲁刚）

建设“三型两网”构建能源互联网商业新生态

中国电力报 2019.5.8

能源电力是关系国家安全与国民经济命脉的重要基础性产业，是国民经济体系中体量最重的传统产业之一。党的十九大报告提出，要“支持传统产业优化升级，加快发展现代服务业”，对传统产业发展升级提出了明确要求。国家电网有限公司在三届四次职代会暨 2019 年工作会议上提出，要建设“三型两网”世界一流能源互联网企业，推动企业战略升级（“三型”企业，即枢纽型、平台型、共享型企业，“两网”即坚强智能电网和泛在电力物联网）。“三型两网”企业建设，国家电网将发挥骨干央企带动作用，全力构建能源互联网商业新生态，以技术创新驱动产业链智能化转型，赋能产业链上下游企业，共同开创能源互联网业务蓝海。“三型两网”企业建设，既是国家电网在新时期积极拥抱新一代信息技术，对企业发展战略的守正创新，更是国家电网立足能源电力产业新阶段，主动求变，引领产业发展升级的担当之举。

〔以能源互联网为枢纽 打造能源电力产业链新生态〕

坚强智能电网与泛在电力物联网将融合发展成为能源互联网，成为能源电力全产业链能

源交汇转换、业务开拓创新与价值创造分享的枢纽。国家电网将依托能源互联网，围绕产业链需求，在发输配售储等多个环节发起建设开放共享的多层次商业平台体系，形成智慧能源商业的网络协同效应，为能源电力产业链打造新的商业生态。

构建能源互联网商业基础设施

国家电网将围绕能源电力产业链，依托广泛的物联基础和数据资源，大力建设契合发电企业、储能企业、工商业用户、居民家庭以及社会能源服务商实际需要的商业平台，形成能源电力商业生态网络协同效应，为能源互联网产业发展打通数据壁垒、打开资源边界、构筑多边市场，带动产业链上下游企业协同进化。

打造能源电力产业链新生态

传统的能源电力产业是以链条式、封闭式的产业链关系和机械式的信息传递为主，业务多在线下开展。在多层次能源互联网商业平台的支撑下，能源电力产业将加快从传统商业模式向智能商业模式升级，形成新的商业生态格局。

新的商业生态格局以多层次的商业平台为核心，以生态主体多样化、价值关系网络化、商业行为在线化、跨界合作多样化突出特点，打破了传统的产业链条关系，以复杂的网络协同共同为用户提供产品和服务，共同创造价值并分享价值。

〔以需求为牵引 带动能源电力产业链技术创新〕

国家电网作为企业主体，将着力发挥在科技创新中“需求牵引”作用，凝聚全社会创新力量，合作攻克关键技术和产品研制，带动全产业链技术创新。

实施“产学研用”一体化创新模式

国家电网将以“用”（需求）为导向，搭建创新合作平台，聚合“产”“学”“研”各环节创新主体，构建产业技术创新联盟，共同开展合作创新，实现创新成果产出与创新人才培养，带动能源电力技术水平和创新能力再上新台阶。

国家电网积极依托系统内产业单位和科研院所，加大与社会科研院所、高校、互联网技术公司、装备制造企业等主体的联盟合作，形成优势互补协同开展在通信、传感、能源设备等方面的技术创新。

推动攻克智能化转型的关键技术与产品

目前，国家电网正在统筹部署支撑“三型两网”战略落地的技术攻关与核心产品研发工作，将在智能芯片、人工智能、安全操作系统等共性技术领域，传感器、智能业务终端等感知领域，能源路由器等多能转换技术和产品研制，以及平台、数据、业务应用、安全等诸多领域加大研发开发投入，推动能源互联网相关技术和产品创新突破。

以服务实现带动 赋能全产业链共同开拓业务蓝海

在新的商业生态格局中，国家电网将树立用户导向、跨界融合、开放共享的新理念，依托源、网、荷、储等多环节的业务平台，联手社会资本和各类市场主体，为产业链上下游提供基于数据的综合服务和资源共享服务，赋能全产业链，以服务实现带动，共同开拓能源

互联网业务蓝海。

在电源端：服务新能源企业可持续发展

落实能源生产革命，服务新能源发电企业可持续发展，国家电网一方面继续建设运营好坚强智能电网，推进清洁能源的大范围优化配置，助推能源电力绿色低碳发展。另一方面，还要充分与社会各界加强合作，构建新能源大数据业务平台、光伏云平台等新商业基础设施，共同为能源生产企业、分布式光伏厂商和用户提供生产性服务和商业服务，助力新能源产业发展。例如，国家电网在青海建设了面向新能源发电企业的工业互联网平台，引入社会大数据科技团队，共同为太阳能和风力发电企业提供基于设备物联网的智能托管、功率预测、故障诊断等智能化服务，开展运维资源共享、备件联储服务等共享业务，帮助新能源发电企业降低运维成本、提高运行效率，促进清洁能源有序消纳。下一阶段，国家电网将继续完善服务平台建设，依托平台孕育更多新业态，携手全社会力量持续提升对新能源发电企业的服务能力。

在电网端：推动能源电力装备制造企业转型升级

党的十九大报告指出，要“加快建设制造强国，加快发展先进制造业”，并将“推动制造业高质量发展”列为2019年重点工作任务之首。我们国家的电力装备制造业经过十几年的发展，基本摆脱了“进口依赖”，并在特高压等领域实现了技术与标准领先。但总体上，电工装备的智能化水平、精益制造能力还有较大的提升空间。国家电网将部署建设电力输变电设备物联网，增强电力设备状态感知与数据获取能力，推动电工装备制造业智能化升级。国家电网正着手筹建电工装备（能效设备）的工业云网，依托长期积累的设备运行状态数据，与设备商开展深层次数据合作，支持电力装备制造企业发展智能制造。

在负荷端：赋能服务综合能源服务商与能源消费者

面向综合能源服务商，建设开放的综合能源服务平台，为产业链上下游企业和用户提供咨询设计、设备供应、施工安装、数据服务、运行维护、融资服务、保险服务以及碳交易等在内的一站式服务。为社会综合能源服务商提供平台技术服务，成为综合能源服务商的服务商，支持社会综合能源服务业务高质量发展。

面向能源消费者，建设智慧能源控制系统，支持楼宇、社区、工业企业、园区等用能设备广泛接入，提供托管运维和运营监测，降低建设运营成本。建设运营好智慧车联网平台，面向全社会提供充电设施接入服务和电动汽车充电数据产品服务，为社会中小充电运营商、充电设施生产企业提供充电设施 SaaS 平台服务，满足电动汽车产业链企业与用户需求。推广应用“网上国网”App，形成业务融通、数据共享的统一网上服务平台，实现全业务线上办理、全天候“一站式”服务。

在储能端：促进储能产业健康有序发展

国家电网以“大平台+微服务”互联网架构为基础，开发建设用户侧储能云平台。该平台将面向全社会提供全国统一的线上线下储能报装接入、储能设施运行监控、运营管理、

运维检修、信息服务等全生命周期“一站式”服务，并拓展基于数据的增值服务。通过平台促进全社会储能资源整合利用，打造多方共赢的商业模式，促进储能产业健康有序发展。

国家电网建设“三型两网”世界一流能源互联网企业，是从封闭的传统能源工业企业向具有互联网特征的、开放的科技型能源服务企业转型的重大实践。这一战略选择，将从基础设施、科技发展与业务业态等不同层面带动能源电力全产业链创新升级。作为大型骨干中央企业，国家电网将在战略转型中坚守使命，以更加开放的姿态全方位扩大与社会各界的合作空间，充分发挥国有经济的影响力和带动力，推动能源电力全产业链高质量发展。（张园 石书德 张勇）

全球能源互联网发展合作组织再发两项创新研究成果

推动亚欧非能源电力互联互通

中国电力报 2019.5.16

本报讯（记者 王怡 张栋钧）报道 5月13~14日，全球能源互联网发展合作组织在法国巴黎与联合国教科文组织共同举办国际水资源大会，发布两项创新研究成果，为促进非洲水能资源高效开发利用、推动亚欧非能源电力互联互通提供“中国方案”。

全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚在致辞中表示，构建全球能源互联网，转变能源发展方式、加快清洁低碳发展，既是解决能源问题的治本之策，也为应对当前世界水资源开发利用面临的水能开发率低、淡水供应紧缺、水质污染严重等挑战开辟了新道路。全球能源互联网依托先进特高压技术，架起联通全球清洁能源基地与用电地区的“高速公路”，将有力推动水能大规模开发和大范围配置。到2050年，全球水能开发利用率将达65%。以全球能源互联网为平台，到2050年，清洁能源发电量占比将超过80%，年节约发电用水1100亿立方米，并为大规模海水淡化、水利灌溉、污水处理提供充足电力。

本次大会上，全球能源互联网发展合作组织基于对非洲能源电力发展趋势、清洁能源开发利用条件及电网互联格局等分析预测，提出建设洲内紧密联系、洲外高效互联、多能互补互济的非洲能源互联网。同时，合作组织首创性提出“电-矿-冶-工-贸”联动发展新模式，即统筹水电等清洁能源基地、矿山冶金基地、工业园区规划与建设，形成发、输、用一体化的电力市场和采矿、冶炼、深加工一体化发展格局，有效解决非洲“工业发展缺电力、电力开发缺市场”的问题，实现电力、矿业、冶金、加工制造业、贸易协同发展。

在5月14日大会高级别会议上，全球能源互联网发展合作组织还发布了《欧洲能源互联网规划研究报告》。该报告基于欧洲经济社会环境发展特征、清洁能源资源禀赋和技术发展趋势，以清洁主导、电为中心、进一步加强互联互通为目标，系统分析欧洲能源需求、电力供需和电力流格局，提出了欧洲能源互联网规划方案以及非洲至欧洲、亚洲至欧洲共11项重点互联互通工程，并对欧洲能源互联网的综合效益进行了评估。

可再生能源电力消纳保障机制出台

中国科学报 2019.5.20

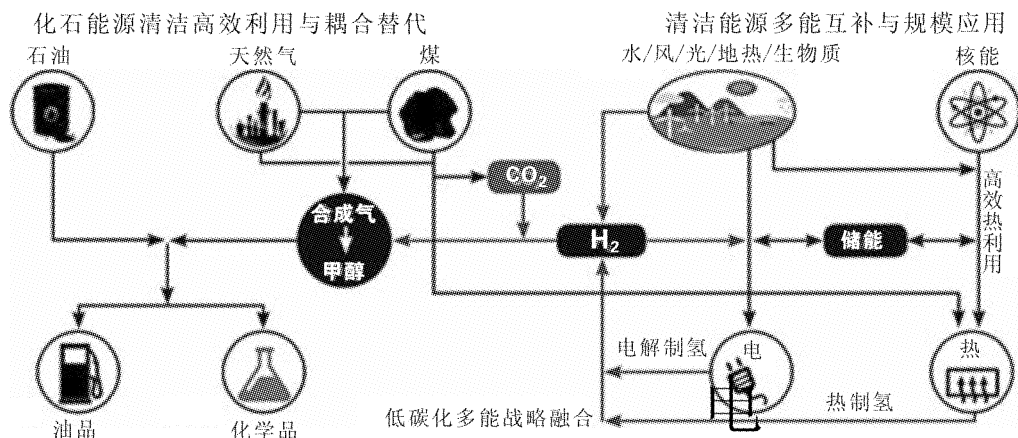
本报讯 5月15日,《中国科学报》记者从国家发展和改革委员会官网获悉,近日国家发展和改革委员会和国家能源局联合印发了《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》(简称《通知》),提出建立健全可再生能源电力消纳保障机制,明确国务院能源主管部门按省级行政区域确定消纳责任权重,包括总量消纳责任权重和非水电消纳责任权重。

《通知》以《可再生能源法》为依据,确定了各省级区域的可再生能源电量在电力消费中的占比目标,即“可再生能源电力消纳责任权重”。其目的是促使各省级区域优先消纳可再生能源,加快解决弃水弃风弃光问题,同时促使各类市场主体公平承担消纳责任,形成可再生能源电力消费引领的长效发展机制。

《通知》明确规定了政府部门、电网企业、各类市场主体的责任,提出分两个层次对消纳责任权重完成情况进行监测评价和考核:一是省级能源主管部门负责对承担消纳责任的市场主体进行考核,二是国家按省级行政区域进行监测评价。《通知》要求各省级能源主管部门对照2018年消纳责任权重开展自我核查,2019年模拟运行并对市场主体进行试考核。自2020年1月1日起,全面进行监测评价和正式考核。(计红梅)

刘中民：“三条主线”构建国家能源新体系

中国科学报 2019.5.20



构建化石能源、可再生能源、核能低碳化多能融合的新型能源体系

当前,全球对温室气体排放引起的气候变化问题已经形成共识,并达成了二氧化碳减排的约束性政府间协议。我国政府承诺,到2020年非化石能源消费比重达到15%,2030年前后碳排放达到峰值,2050年非化石能源消费比重达到50%。

然而,中国科学院专家研究分析认为,2050年目标难以单纯依靠现有技术的累积性进步来实现,因而一方面必须革新现有煤炭、石油、天然气、可再生能源、核能等各大能源类

型相互独立的格局，另一方面则需要技术上实现可使不同能源种类间优势互补、对冲融合的重大创新。

为此，中国科学院于2018年6月启动“变革性洁净能源关键技术与示范”战略性先导科技专项（A类），针对我国现有能源结构缺陷和发展趋势进行体系化顶层设计，通过变革性关键技术突破与示范，以能源技术革命促进能源革命，实现化石能源、可再生能源、核能的融合发展，助力构建国家清洁低碳、安全高效能源新体系。

该专项执行周期为5年，牵头单位为中科院大连化学物理研究所，该所所长、中国工程院院士刘中民为专项负责人。近日，在接受《中国科学报》采访时，刘中民强调，构建清洁低碳、安全高效的能源体系是我国未来能源发展的重大战略目标，而科技创新是实现这一目标的关键。

孤立系统难以协调发展

近年来，我国能源产业快速发展，但“富煤、贫油、少气”的资源禀赋特点使我国长期以来形成了以化石能源为主的能源消费结构，由此带来生态环境和能源资源瓶颈等问题，在应对气候变化上也面临越来越大的国际压力。

“我国能源发展面临前所未有的挑战，在保护环境和发展生态文明的大前提下解决能源问题，不仅要保障油气供应安全，还要解决二氧化碳减排协议约束与化石能源利用的矛盾；不仅要保障能源总量增加的发展需求，还要更加清洁化。”刘中民告诉记者。

当前，我国能源科技水平总体不高，在全球处于局部领先、部分先进、总体落后的地位。刘中民表示，我国能源创新活动与产业需求脱节的现象普遍存在，各创新单元同质化发展、无序竞争、低效率及低收益问题较为突出。能源产业缺乏关键核心技术，部分核心装备、工艺、材料仍受制于人，重大能源工程依赖进口设备的现象仍较为普遍，技术空心化和对外依存度偏高的现象尚未得到有效解决。

不仅如此，我国现有能源体系也存在结构性缺陷。长期以来，我国能源体系中逐渐形成了相对独立的各分系统，但系统间的发展不协调性日益凸显。刘中民指出，受限于我国的能源资源特点，石油化工难以足量提供化工基本原料，严重制约下游精细化工行业发展；而煤化工适于制取大宗化学品和油品，可以弥补石油资源不足，现代煤化工与石油化工亟待协调发展，优化合理的产业结构。

类似问题还体现在太阳能、风能发电并网率低，水能、核能局部相对过剩，燃料乙醇存在与人争粮风险等。“孤立的能源分系统难以协调发展，整体效率不高，‘九龙治水’已经不能适应发展的需求，亟待破除供给侧各能源种类之间板块分割、互相独立的体制壁垒，突破能源种类之间互补及耦合利用的核心技术。”刘中民说。

技术创新引领“三条主线”

科学家的共识是，以科技创新为引领，才能保障国家目标的顺利实现。

对此，刘中民联合诸多科学家建议，我国应从能源系统顶层设计角度出发，以能源技术

创新为引领，以化石能源清洁高效利用与耦合替代、清洁能源多能互补与规模应用、低碳化多能战略融合为三条主线，逐步构建清洁低碳、安全高效的国家能源新体系。

值得关注的是，相比其他能源种类，煤炭在我国能源结构中的比重虽然有所下降，但其作为我国能源结构主体的基本国情在未来很长一段时间内难以改变。因此，刘中民首先鼓励发展以煤炭为代表的化石能源清洁高效利用与耦合替代技术，保障能源安全。

具体而言，通过技术创新，加强新产品开发，通过延伸产业链，发展高附加值、精细化、差异化的产品。重点以甲醇转化为平台，耦合石油基原料，实现烯烃、芳烃和含氧化合物大宗化学品/燃料的合成技术变革，形成煤化工与石油化工协调发展、构建合理产业结构的整体理念。

另外，还要重点研究煤转化以及油煤气耦合制燃料和大宗化学品的新路线和新方法，突破以煤经合成气、甲醇为平台化合物的能源化学品合成新技术，推动煤化工与石油化工融合发展和相关工业转型升级，突破民用散烧、工业燃煤高效超低排放燃烧关键技术瓶颈等。

第二条主线是发展清洁能源多能互补与规模应用技术。刘中民表示，在未来的新型能源体系中，可再生能源与新能源将替代化石能源供电、供热，并通过富余电力生产氢能，为交通燃料生产、化工品合成提供氢源；高碳化石能源、低碳生物质能将通过物质转化，满足交通燃料、化工品、焦炭、电石、新型炭材料等产品生产需求，而储能是关键的平台技术。

随着电动车的推广和普及，化石能源原料消费也将更集中于化工品、新型含碳材料等产品生产。例如，以电动车作为分布式储能的终端，根据车辆使用情况进行电能反馈，提高电网的稳定性，推动风电、太阳能发电大规模接入电网，有利于实现电动汽车、智能电网与可再生能源的融合发展。

第三条主线是创新驱动低碳化多能战略融合。当前，能源结构正处于从高碳到低碳、无碳的过渡期。我国能源消费以化石能源为主，利用化石能源必然排放二氧化碳，而要减排二氧化碳，只能从能源系统融合发展角度，发展新的能源体系。

“原理上，在保障满足能源总需求量的同时，多能互补融合可以比单纯增加可再生能源实现更大幅度的碳减排。”刘中民告诉记者，利用可再生能源、高温核能等制取的低碳氢，可以补充煤化工之所缺，同时与二氧化碳通过催化耦合制取油品和大宗化学品，以产氢和用氢为纽带，实现能源总体上的低碳化和低碳排放。

在技术创新上，刘中民指出，要针对重要能源载体甲醇和氢的可再生能源大规模制备及应用，创新发展各种能源的互补、耦合利用技术，围绕氢能经济，打造氢的生产、储运和消费的完整技术链，发展可再生能源制氢、核能制氢技术及应用体系；开发二氧化碳低能耗大规模捕集、资源化利用技术，将二氧化碳与氢反应生成甲醇等化学品；开展先进燃料电池和燃料电池分布式发电技术，引领带动电动车等战略新兴产业变革和发展，实现低碳化多能融合发展，为由化石能源时代迈向阳光能源时代打通道路。

实施新型举国体制

为使政府能够精准地制定引导性政策，作为国家目标还需要不断地清晰技术路径。而“构建清洁低碳、安全高效能源体系”的内涵，也决定了必须实施新型举国体制才有可能实现国家目标。

为推动能源领域的科技发展，刘中民建议，首先应加强顶层设计，布局实施能源领域重大科技任务。在化石能源清洁高效利用、可再生能源大规模开发利用、安全先进核能、多能互补融合关键技术等战略必争领域，与国家科技创新体系构建紧密结合，论证启动实施洁净能源相关重大项目，发挥各创新主体优势，研究提出梯次接续方案，从能源供给侧、消费侧技术革命的高度进行顶层设计和统筹，部署洁净能源技术攻关任务。

其次，应加强能源战略研究，打造高端智库，为国家构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系提供智力支撑。组建具有全球影响力的能源战略研究专业团队，给予其必要的稳定资源配置，发展符合我国能源现状的能源发展战略创新研究方法，科学合理地提出支撑我国能源体系构建的关键技术和技术集成战略，从顶层进行全局性的能源发展战略研究，为国家政策制定提供科学依据。

最后，应加快完善国家能源创新体系。建立创新链、产业链、资金链、政策链相互交织、相互支撑的全链条创新体系。明确各类创新主体在国家创新体系中的使命定位。刘中民建议，从国家层面加速推进洁净能源领域国家实验室的建设，这对推动我国能源科技进步、提升能源领域国际影响力，以及构建“清洁低碳、安全高效”的能源体系具有重要意义。（李惠钰）

风电、太阳能等分布式新能源正开启万物互联、高度智能的碎片化能源时代 能源互联网建设面临安全挑战

中国能源报 2019.5.20

核心阅读

预计到2020年，5G网络将连接7万亿台设备、500亿个字节数据，以及80%的关键商业流程。在能源互联网时代，任何一个微小的安全漏洞，都可能导致大批风电场和光伏电站陷入瘫痪，或是自动驾驶的电动汽车改变路线。推进能源数据安全监测与防护保障能力建设已迫在眉睫。

4G改变生活，5G改变社会。5G技术正加速推动互联网进入下半场，即产业互联网，而能源互联网将是产业互联网的最重要应用领域之一。

在日前举行的2019 C3安全峰会上，相关专家表示，在依托5G技术的能源互联网时代，伴随智能终端设备量激增，网络的安全性问题将更加凸显。任何一个微小的安全漏洞，都可能导致大批风电场和光伏电站陷入瘫痪，或是自动驾驶的电动汽车改变路线，从而对生产生活造成重大风险。

智慧能源时代已来临

智慧能源和能源互联网时代正呼啸而来。

数据显示，截至今年一季度末，我国风电装机已达 1.89 亿千瓦、光伏发电装机已达 1.80 亿千瓦。

业内认为，随着风电、太阳能等新能源发电量的快速增长，能源系统正向碎片化能源时代转型，碎片化能源将以万物互联、高度智能的形态存在并使其价值最大化。也正是基于这一能源变革趋势，国网公司提出了建设泛在电力物联网的宏伟蓝图。

所谓智慧能源，就是能源利用技术与人工智能、大数据技术深度融合形成的新模式和新业态，是能源互联网的基础架构。智慧能源既实现了风电、太阳能等多能互补，也实现了电力网、热力网、燃料网、交通网等多网融合。

国家工业信息安全发展研究中心保障技术所副所长陈雪鸿认为，智慧能源在生产、传输、存储、交易、运维、消费等环节将产生大量数据。推进这些数据安全监测与防护保障能力建设已迫在眉睫。

能源互联网依赖于 5G 技术

业内认为，在以能源互联网为代表的产业互联网时代，信息化正在开启以数据的深度挖掘和融合应用为主要特征的智能化阶段，这也与我们建设“数字中国”的大背景相契合。

互联网只是联接了 70 亿人，而 5G 将支撑产业互联网，不仅将实现万物互联，而且要做到万事互联。预计到 2020 年，5G 网络可能要连接 7 万亿台设备、500 亿个字节数据，以及 80% 的关键商业流程。

亚信集团董事长田溯宁打了个比方：“如果说云像大脑，5G 就是神经系统。5G 实现了从人的连接到物的连接，到知识连接再到商业流程的连接。也就是说，5G 时代的开启，将真正开启产业互联网元年。”

据介绍，5G 技术是产业互联网的基础设施，而云网一体化是 5G 时代最重要的特征。IT（Information Technology，信息技术）、OT（Operational Technology，运营技术）与 CT（Communication Technology，通信技术）将实现与 ST（Security Technology，网络安全技术）的深度融合。在实现万物连接之后，开放性、云物一体等 5G 特征也使得网络安全问题变得更加凸显。

目前，中国移动正在包括能源、智慧交通等在内的九大领域进行 5G 的创新应用。中国移动的 5G 联创中心已经拥有 500+ 的跨行业合作伙伴、22 个开放实验室、5 大行业联盟。

全球能源互联网研究院计算及应用研究所所长高昆仑表示，在能源互联网的背景下，多能互补，能源流、信息流、业务流高度融合，智能化、自动化、网络化是其主要特征。在泛在电力物联网技术发展趋势下，终端类型和结构日趋复杂，网络越来越开放，业务越来越融合，越需要实现端、边、云的安全免疫。

伴随海量设备的接入和物与物的广泛连接，在 5G 时代，无论是能源互联网，还是其他类型的产业互联网，其安全性都比 3G 和 4G 时代更加紧迫。

对此，GSMA 行业安全专家 Jon France 表示：“随着网络不断的扩大，攻击面也在不断扩展，受益于 5G 等网络技术的发展，到 2025 年，物联网设备接入量可能将达到 250 亿，这些海量的联网设备将引入大量的黑客攻击，导致企业数据出现泄漏，由此造成的损失每年高达数十亿美元。在 5G 时代，关键的安全挑战包括网络功能虚拟化、密集化与物理安全、监管与 CNI、数据存储与隐私保护、供应链与运营等，我们需要遵循设计安全、部署安全、运营安全这几个原则，来开展网络安全保护实践。”

没有安全就没有能源互联网

IT 技术的融合创新，以及数字化转型的不断深入，无不体现着全球网络安全生态正迎来深刻变革。在能源领域亦是如此。

“5G 云网是未来所有商业和产业互联网最重要的基础设施。5G 云网时代下需要产业互联网的安全运营商，因为没有安全就没有 5G 云网，就可能没有更美好的未来。”田溯宁认为。

据介绍，随着新能源并网量的激增，新能源工控安全也面临着新挑战。如，网络边界防护不完善、风电集控中心到风电场远程调度未使用电力专网、通过互联网使用远程通讯软件来远程控制风机、控制区和非控制区之间未进行逻辑隔离、风电场服务器未进行加固防护等。

国家能源集团华电天仁公司副总经理刘曙元解释说，传统火电装机量虽然大，但设备相对集中于几大厂家。新能源控制厂家涉及更多，对工控安全提出了更高要求。

业内专家称，国网公司提出的泛在电力物联网就是要打造能源互联网生态圈。承载电力流的坚强智能电网和承载数据流的泛在电力物联网相辅相成，融合发展，共同构成能源流、业务流、数据流“三流合一”的能源互联网。

对此，国网网安（北京）科技有限公司总工程师许勇刚表示，泛在电力物联网的覆盖面、应用面、互联与连通性，以及能源对于社会运行发展的关键性，将导致泛在电力物联网逐步成为网络战的重点目标。另外，泛在电力物联网中终端部署量增多，部署位置广泛，终端的智能化程度提高，为保证通信效率，终端的通信协议相对简单，终端生产商较多在生产研发过程中进行安全控制难度加大，这些因素都使得泛在电力物联网的网络安全“暴露面”急剧扩大。

“鉴于此，应采取主动防御、安全可控路线进行防护，从根本上避免受制于人。泛在电力物联网建设刚刚启动，需要加强网络安全同步规划、同步建设、同步使用的原则，从源头防范网络安全问题。”许勇刚呼吁。（张子瑞）

中欧能源合作平台启动

中国能源报 2019.5.20

本报讯（记者李慧）报道：5月15日，旨在促进中国与欧盟之间能源领域合作的中欧能源合作平台（ECECP）项目在北京启动。与会的中欧双方专家学者现场就电力市场改革、天然气/LNG 市场发展、节能和清洁能源市场化融资，以及能源技术创新等议题进行了探讨。

据了解，中欧能源合作平台项目指导委员会由欧盟能源总司、中国国家能源局，以及欧盟驻华使馆组成。项目旨在加强欧盟与中国在能源领域的交流合作，增进中欧双方的理解与互信，推动中欧在能源领域的合作共赢，进而为全球能源的清洁转型做出贡献。

该项目在今年4月举行的第21次欧盟—中国领导人会晤期间，还获得了双方发布联合声明的特别支持。与此同时，在第8次欧盟—中国能源对话会议上签署的《关于落实中欧能源合作的联合声明》中也提到，双方将致力于通过中欧能源合作平台落实能源合作举措。

欧盟驻华大使郁白在项目启动现场表示，全球能源结构正在面临严峻挑战，很大程度地依赖于化学燃料，只有欧中相互合作才能应对这些挑战。欧盟和中国有共同的意愿和目标进行清洁能源转型和可持续发展，开放灵活、透明、监管良好的能源市场，开展更多互利合作，这是双方履行《巴黎协定》的重要举措，将给双方带来利好影响。

郁白强调，欧盟企业愿意通过中欧能源合作平台和中国企业以积极的态势展开更多合作，希望欧中在清洁能源技术产业化、市场准入、电网并网、可再生能源使用等方面取得更多实质性成果。

据中欧能源合作平台能源政策专家熊小平介绍，今年5月起，该项目将在三年内分三个阶段实施，预计2021年10月完成。项目将重点在电力系统、LNG市场、可再生能源、提升能效的市场化机制等方面发力，通过研讨会、联合研究、参观考察等形式，不断深化中欧双方在能源各个领域的合作。

欧盟能源总司国际合作司司长 Megan Richards 指出，中国与欧盟在能源领域有许多共同之处，有很好的合作基础，双方在许多问题上也有着各自独特的解决办法。中欧能源合作平台的搭建，能够促进中欧双方更好地交流、配合，进而共同推动能源产业发展、促进能源转型。

“事实上，欧盟与中国在能源领域已经开展了许多合作，也取得了许多成果。” Megan Richards 在接受本报记者专访时表示，“此次启动的中欧能源合作平台虽然并非双方开展合作的唯一平台，但却是双方在能源领域双边合作最重要的平台。未来，在此平台上，双方将在推动能源市场运行、提升能源效率、发展可再生能源，以及能源技术创新领域展开密切的合作。当然，双方的合作也不仅限于这些方面，在减排等领域也将继续保持良好的合作关系。我们期待此次启动的平台项目能更好地为欧盟和中国的能源合作贡献更多，令双方乃至全球受益。”

海南将变身 清洁能源岛

2020年清洁能源装机比重提高到50%以上

中国能源报 2019.5.20

本报讯（记者路邦）报道：日前，为进一步发挥海南省生态优势，深入开展生态文明体制改革综合试验，建设国家生态文明试验区，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《国

家生态文明试验区（海南）实施方案》（下称《方案》），提出将海南建设成为清洁能源优先发展示范区，建设海南清洁能源岛。以生态环境质量和资源利用效率居于世界领先水平为目标，将海南生态文明建设逐步升级，到2020年，海南单位国内生产总值能耗比2015年下降10%，单位地区生产总值二氧化碳排放比2015年下降12%，清洁能源装机比重提高到50%以上。

《方案》将清洁能源优先发展示范区作为海南生态文明试验区建设的战略定位之一，提出建设清洁能源岛，加快构建安全、绿色、集约、高效的清洁能源供应体系。大力推行“削煤减油”，逐步加快燃煤机组清洁能源替代，到2020年淘汰达不到超低排放要求的企业自备燃煤机组，各市县建成区范围内全面淘汰35蒸吨/小时及以下燃煤小锅炉。

在新能源汽车领域，《方案》提出，要编制出台海南省清洁能源汽车发展规划，加快充电桩等基础设施建设，加快推广新能源汽车和节能环保汽车，在海南岛逐步禁止销售燃油汽车。

针对气电领域，《方案》明确，要加大天然气资源开发利用力度，加快推进东方气田、陵水气田、文昌至三亚天然气东部管线项目，按需有序推进清澜、洋浦、万宁、琼海气电项目规划建设，全面实施城镇燃气工程，在切实落实气源的前提下全面推广农村用气。加快推进昌江核电二期，有序发展光伏、风电等新能源，推进海洋能发电示范。推动清洁低碳能源优先上网，拓宽清洁能源消纳渠道。结合智能电网升级改造、现代农村电网建设、微电网示范建设、蓄能供冷等新型储能技术，实现可再生能源的规模化应用。

为建立完善生态环境质量巩固提升机制，持续保持优良空气质量，《方案》要求，大力推进船舶靠港使用岸电，免收需量（容量）电费，降低岸电使用成本。鼓励液化天然气（LNG）动力船舶发展。沿海港口新增、更换拖船优先使用清洁能源。实施跨省域大气污染联防联控，研究制定环境空气质量分阶段逐步提升计划。全面禁止新建小水电项目，对现有小水电有序实施生态化改造或关停退出。加强环境基础设施建设，到2020年基本实现生活垃圾无害化处理率95%以上，统筹布局、高标准建设生活垃圾焚烧发电项目，大幅提升焚烧处置比例。

此外，为加快推进产业绿色发展，《方案》强调，要支持海南制定实施产业结构调整负面清单和落后产能淘汰政策，全面禁止高能耗、高污染、高排放产业和低端制造业发展，推动现有制造业向智能化、绿色化和服务型转变。制定实施“限塑令”，2020年年底前在全省范围内全面禁止生产、销售和使用一次性不可降解塑料袋、塑料餐具等。推进快递绿色包装产品使用，2020年基本实现省内同城快递业务绿色包装应用全覆盖。

对此，业内专家表示，全面深化改革开放的海南不仅要在经济社会发展上改革创新、先行先试，也将在生态文明建设上作出表率。在《方案》中，海南被赋予生态文明体制改革样板区、陆海统筹保护发展实践区、生态价值实现机制试验区、清洁能源优先发展示范区的战略定位，意味着对政府各部门推进生态文明建设各项工作提出更高要求。

德国能源转型的得与失

中国电力报能源周刊 2019.5.25

大约在 40 年前的 1980 年，弗赖堡生态研究院第一次发表了关于德国能源转型的研究报告，其标题是《能源转型——没有石油和铀的增长与繁荣》。能源转型的设想是在 20 世纪 70 年代石油价格危机的影响和对核能的强烈抵制下形成的，预计结果是到 2030 年德国的主要能源需求将减少 50%，其余 50% 的能源需求将全部由可再生能源提供。在 1985 年出版的《能源转型是可能的——关于地方政府新的能源政策》一书（本文作者是该书的作者之一）中，将更大程度的分布式实现以及重视地方层面的作为确定为成功实施能源转型必要的先决条件。这两本书都清楚地表明，能源转型的成功基于三大支柱，即：持续开发能效潜力、智慧地使用可再生能源以及有效利用化石燃料。另一个重要信息是：重要的是提供相关的能源服务，而不是能源，即提供温暖舒适的住宅和交通便利。而提供能源服务需要专业知识、技术、资金和能源。使用的专业知识、技术和资金越多，能源需求就越低。

可再生能源法的高明之处

当时的能源转型讨论在一场重大的公民倡议运动中获得了广泛的基础，这也促成了“绿党”的建立。1986 年 4 月 26 日苏联切尔诺贝利核电站发生的反应堆事故，给人们以附加的动力。而在各个政党和联邦政府内部，这个问题也同样变得更加重要，并且在 1986 年促成了联邦政府环境部的成立。1998 年，社会民主党和绿党赢得了大选，并于 10 月 27 日接管了政府。这就为能源转型的成功实施铺平了道路。2000 年，在当时的总理办公厅主任弗兰克·施泰因迈尔（Frank Steinmeier）的领导下，制定了按照所谓的“电量模型”逐步淘汰核能的战略，目的是在 2022 年至 2025 年间关闭最后一座核电站。同年还通过了可再生能源法（EEG），该法案旨在大规模发展可再生发电设施。可再生能源法的高明之处在于，它为发电设备投资者和运营商提供了 20 年的发电并网保证，包括固定的上网电价补偿以及发电的优先并网。这项法律可以被视为德国能源转型的巨大成功，因为它的结果是大幅降低了光伏发电和风力发电的成本。这导致了全球范围内的发展热潮，如今使得许多国家都从中受益。2011 年 3 月 11 日，日本福岛核电站的反应堆发生灾难性事故后，当时的德国基督教民主联盟、基督教社会联盟和自由民主党联合政府尽管在前一年延长了德国核电站的运行期限，此时也转向了能源转型模式。在 2015 年巴黎气候大会上，世界各国联合商定了雄心勃勃的气候目标。这似乎是全球能源转型终于获得突破的标志。算是个好消息。

成本效益十分重要

德国《明镜周刊》在其 2019 年 5 月 4 日出版的封面上，向读者描绘了毁坏的风力发电机，标题是“德国的粗制滥造——能源转型：一个伟大的构想是如何在德国人的狭隘思维中失败的”。人们现在不应陷入过度炒作的喧嚣，把能源转型的实施看作亿万投资的坟墓，而应该冷静地分析事实，并从中得出正确的结论。德国联邦政府的监测小组客观地分析了能源

转型目标的实现情况。其结果是，在开发能效潜力方面，我们距离目标的实现相差甚远，例如在建筑领域。此外，从德国北部到南部的输电线路的建设方面，以及在改造中压和低压电网（例如电动车充电的基础设施）方面，仍然存在很大的缺口。同样，通过灵活的用电负荷和存储系统的扩展，将强烈波动的风电和光伏电有效地集成到电力系统这方面也较为欠缺。到目前为止，我们唯一超额实现目标的领域是光伏发电和风能发电。然而，我们也注意到，尽管光伏和风力发电站的规模很大，但我们并没有达到气候保护的目标。多年来，尽管我们每年为可再生能源发电支付约 300 亿欧元，但二氧化碳的排放量几乎没有减少。

而且民众对能源转型的接受程度也大幅下降，因为他们现在意识到，能源转型并不像“太阳能利益游说集团”和受意识形态影响的政客们一再承诺的那样具有成本效益。游说者提出的“阳光是不收费的”的口号也被证明是有误导性质的。关于光伏和风力发电站在如今具有竞争力的说法也是具有误导性的。因为还必须考虑到整个系统的成本，包括电网建设的成本和能源供应安全所需的存储技术。

然而，人们还注意到，能源转型不是虚拟的，而是直接渗透到他们的“周围环境”中，自然会对周围产生巨大的影响和改变。能源转型意味着房屋需要翻新、汽车需要提高能效，这是和每个人都息息相关的。能源转型的实施要求我们所有的人都必须在与我们有关的领域采取行动，而不只是某些人的责任。能源转型和气候保护也需要资金。这就是成本效益特别重要的原因。

转型并不意味着“风光发电”的扩建

恰恰在我们处于的关键点上，在德国联邦政府和德国工业协会的专家的支持下，过去一些年来，犯了一个很大的政策错误，这就是追求全电气化战略。如果仅用电力作为工业、建筑供暖和供冷以及整个交通运输的能源，是完全不可能的。这种假设到 2050 年——即 30 年内也是不可行的。电动汽车并不是实现无二氧化碳排放机动车的唯一途径。天然气、沼气和未来的氢气与电力一起构成了多种能源的综合体，可以用更低的成本来提供电力、热量、冷量和机动车能源。此外，它们非常容易存储，具有完善的基础设施。因此，必须尽快改变目前实施的全电气化战略，而在这一点上革新也已崭露头角。德国经济与能源部的新任国务秘书费希特发表的关于推行能源开放战略的声明，希望放弃以前意识形态化的战略。

而在其他领域也迫切需要采取行动，例如我称之为成功典范的可再生能源法。这是一个在早些年的成功模式，通过为光伏和风力发电站创造安全的投资条件、鼓励发展可再生能源，以实现上述成本的降低。然而，却没有及时地让可再生能源投资者从对福利的享受中走出，进入能源市场。现已采用的投标模式是一个小小的进步，但却半途而止。必须创造框架条件，使得可再生电力能够不受到任何阻碍地销售。例如，在新的建筑能源法草案中仍然规定，只有在建筑物上产生的用于减少二氧化碳排放的电力才能计算在内。例如，不允许将购买的风电计入在内，并被斥为洗绿。如今，仅仅出于市场营销的原因，就有很多房地产商、商业企业和工业企业愿意直接购买可再生能源以改善其碳足迹。

《明镜周刊》说的有一点是正确的，德国的能源转型被淹没在上百个具体的措施中，反而忽视了其效用和综合发力。

因此，能源转型必须再次成为减少二氧化碳排放的有效工具，而不是光伏和风力发电站的扩建计划。这意味着为不同领域制定明确的二氧化碳减排目标，而具体如何做则应由参与者自行决定。通过哪种技术或能源载体实现二氧化碳减排，应该由参与者自己决定。对技术和能源的开放战略将引发创新，这也会使德国公司处于有利地位。

尽管有人对实施能源转型的不足之处提出了合理的批评，但并不意味着我们要告别能源转型，而是应以最低的成本提供最有效的能源服务为基本核心，来成功地减少二氧化碳的排放量。（本文作者：德国能源署前署长，欧亚能源有限责任公司总经理斯蒂芬·科勒；翻译：姚慧敏；校对：陶光远）

释放新兴绿色产业发展新动能

中国科学报 2019.5.30

当前，以信息技术、新能源技术、节能环保技术等为主导的新兴绿色产业正在成为世界产业发展的主导产业。为发展计，我们必须选择、建设新阶段的主导产业及产业群，释放新兴绿色产业发展新动能。

产业可持续发展能力强

新兴绿色产业，顾名思义是指采用先进的生产技术，以较少的资源投入获得高产出并与环境形成良性循环的产业，其本质上是一种“绿色”与“新兴”相互融合及协同提升的全新发展方式，是国家产业在创新驱动下迈向“全要素生产率提升、资源集约高效利用、污染物排放减少、环境影响降低、可持续发展能力增强”的澎湃新动能。

“全要素生产率提升”体现为新能源产业、节能环保产业、新一代信息技术产业等新兴绿色产业着力从要素驱动和投资驱动向创新驱动转变，不断提高由全要素生产率所代表的增长中的质量贡献；“资源集约高效利用”讲求促进更多资源节约型及资源综合利用技术的发展，从根本上缓解工业增长与自然资源之间的矛盾；“污染物排放减少”表征新兴绿色产业致力于改善环境质量，广泛开展低碳经济、生态经济、循环经济、清洁生产机制等；“环境影响降低”则要求新兴绿色产业进一步优化能源结构，大幅提升清洁能源和可再生能源比重，减少化石能源消耗对环境系统的负面影响。

综上所述，以经济的生态化、循环化、低碳化为主要内容的新兴绿色产业，因其强调经济发展的可持续性以及人与自然的和谐共生，注重物质的循环再生利用，重视资源的合理匹配和保护，从而具备“可持续发展能力强”的特征。

澎湃动能需制度支持

如何释放新兴绿色产业的澎湃动能？笔者认为，需要技术创新、制度支持、市场培育三大机制。

所谓“新兴”，最重要的特征是采用了新技术。新兴绿色产业的创新，其实是一种链式技术创新：不仅需要企业应用创新，还需要科研院所及高校的原始创新。在这条产业链中，科研院所、高校、企业研发机构及新兴技术转让中介等缺一不可。因此，技术的创新和跨越，需要庞大的、高精尖的科技系统为支撑。其中，原始创新是“核心单元”，只有加强前沿技术的突破，才能把握科技发展趋势，掌握竞争先机。

同时，新兴绿色产业的链式结构模式决定了其培育过程是极其漫长的，原始创新前期是默默无闻的，只有对其持之以恒地钻研才能盼来创新的曙光。因此，相关企业要注重技术储备，真正重视核心技术突破，不要太偏好于商业模式创新，而是更关注生产技术和产品创新，从而实现可持续发展。

新兴绿色产业需要的制度支持，有三方面：一是新兴产业成长期往往需要大量的固定资产投资，政府投资是扩大增量和吸引外部投资的重要保证；二是技术的发展方向多样，需要政府进行技术开发引导和制定出台技术标准；三是新兴产业作为一项“高风险投入”，政府的财税政策等对于新兴绿色产业生产能力正相关，在产业萌芽期、成长期及成熟期，都需要政府制定合理的产业政策和发展规划，以引导、规范、服务产业发展。

市场培育扮“推手”角色

市场培育机制将在新兴绿色产业的发展中扮演“推手”角色，分三个阶段：应用示范阶段、规模化发展与价格形成阶段和经营模式创新阶段。

其中，“应用示范”要求政府通过推进示范工程项目等方式，促进新兴绿色产业的市场应用，不断完善技术与产业配套体系，并在重视顶层统筹的同时注重微观操作层面厂商行为与消费者行为的示范引导，将政策扶持重点向终端市场和消费者转移，以挖掘潜在新需求的供给拉力。

“价格机制”是市场机制的核心。新型绿色产业在初期往往因成本偏高、性价比低等导致缺乏市场竞争力，这需要政府通过财税政策、优先采购等方式进行市场支持，促进新产品的规模化应用，不断降低成本。同时，新兴绿色企业也应重视非价格竞争手段，比如通过使用新技术提高产品差异化竞争优势，以吸引更多的客户购买。

当产业体系与生产要素开始进行市场优化配置，“经营模式创新”就变得重要起来。经营模式的创新可分为三类：重构商业模式、补全产业链和在商业终端建立平台鼓励“参与式创新”。（贾品荣 赵广立）

可再生能源发展应注重质量提升

中国电力报 2019.5.30

我国可再生能源产业进入规模化以后，保持了健康稳定的发展。截至2018年，我国可再生能源累计装机达到7.28亿千瓦，占全部电力装机的38.3%；发电量约1.87万亿千瓦时，占全部发电量的26.7%。进入“十三五”，可再生能源产业的外部发展环境和内部发展

动力都出现了新的变化。从去年开始，补贴、价格、项目管理等方面都有了新的调整。可再生能源从完全需要国家补贴或其他经济激励性手段支撑，开始向无补贴过渡，整个政策体系都在进行深刻的变化。

“十三五”后期，我国可再生能源的发展趋势如何？国家发展改革委能源研究所可再生能源发展中心副主任陶冶在近日举办的2019清洁电力国际工程科技高端论坛暨国家能源集团清洁能源国际高端论坛上分享了自己的观点。

弃风率有望降至5% 光伏应坚持结构合理

按照“十三五”的目标设定，到2020年，全国风电装机达到2.1亿千瓦以上，光伏发电装机达到1.1亿千瓦以上。截至2018年，全国风电和光伏装机分别达到1.8亿千瓦、1.7亿千瓦。从目前发展情况来看，可再生能源的发展是否有些过快？

“国家非化石能源发展目标是2020年达到15%，按照目前初步匡算，2018年底是14.3%。2019年能源工作会议确定今年非化石能源发展目标为14.6%，按照每年0.3~0.4个百分点这样一个速率进行能源转型，即使目前光伏发展快于“十三五”规划底线目标，但在国家能源结构转型目标仍是按照既定路径增长的。”陶冶表示。

陶冶认为，下一步，风电和光伏的发展需求仍然是刚性的。保守估计，到2020年，风电装机可达235吉瓦，光伏装机可达250吉瓦。

“2018年风电发展质量显著提升。2019~2020年，风电开发以消纳存量核准项目为主，发展区域及模式均衡的态势将会得以延续。”他同时表示，近日，国家发展改革委和国家能源局联合印发《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》（以下简称《通知》）将重点解决消纳问题，而消纳当中最为重要的是解决打破省间壁垒的问题，增加地方政府可再生能源购电意愿。“今年弃风率降到6%左右是可以期待的，明年确保全国平均弃风水平降低到5%以下。”他说道。

对于光伏行业的发展，陶冶认为要坚持结构合理。“既要有集中式，也要有分布式。这两年的分布式光伏占比达到40%以上。下一步全国范围内的竞争性配置应考虑区域均衡，新增并网规模不能仅仅集中在一些度电成本低、光资源强度好的地理区域，希望每个地区都有一定量的光伏发展，实现发展均衡。”

消纳保障机制出台 引导可再生能源良性发展

陶冶表示，《通知》的目标，是在下一步电力市场化建设的大背景下，能够有效落实我国非化石能源发展目标，建立促进可再生能源发展和消纳的长效机制。“这是我们目前阶段最为明确的目标，解决消纳。但远期来看，这也是为激励政策改革打下基础。平价之后，固定标杆价格没有了，对于补贴项目的管理也没有了，可再生能源该如何引导值得思考。”

2019年初，国家能源局下发了《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，提出对平价（低价）上网项目核发绿证，鼓励其通过绿证交易获得合理收益补偿。对应我国保障机制，将自愿认购绿证作为完成考核的补充（替代）方式，实际也是向

市场主体提供了完成消纳责任考核的最终方式，同时也间接约定了超额消纳量交易的价格上限为绿证价格，是保障机制顺利开展的重要环节。目前，由于绿证出售后替代国家财政补贴，其交易价格与补贴强度基本相当。

据了解，在 2020 年风电、光伏发电等平价上网项目建成后，其绿证价格相对低廉，自愿认购绿证成本将一定幅度下降。“对于平价之后，风光是否能进入跨越式的发展，我个人认为仍然需要时间。在全生命周期实现度电成本跟煤电基本相当之后，仍然要通过提升电力质量和电量品质，才能够把每年 20 吉瓦左右的风电和 40 吉瓦左右的光伏新增并网规模再上一个台阶。还要靠制造业和运维等方面的技术来融合，降低度电成本，提高质量，这是我目前的思考。”陶冶表示。（莫非）

二、热能、储能、动力工程

新型铁基非晶合金廉价节能

科技日报 2019.5.6

由俄罗斯国家研究型工艺技术大学“莫斯科钢铁合金学院”（NUST MISIS）、中国天津大学及日本和美国学者共同组成的国际团队利用金属铁，制作出一种新型的节能合金，既拥有极高的机械性能和磁性，又价格低廉。研究结果发表在《合金与化合物杂志》上。

该节能型新材料不光可以减少电力传输和变压损失，还有助于减少生产时的危险气体排放量。

NUST MISIS 工程师安德烈·巴兹洛夫说：“在总体性能上，我们所获得的新型铁基非晶合金已经超过了世界市场上流行的工业相似品。而且，它们的优点格外突出，铁合金的价格相对低廉，工业获取方法简便。”

（来源：俄罗斯卫星通讯社 整编：本报实习记者于昊原）

制备出新型碱性锌基液流电池离子传导膜

中国科学报 2019.5.13

本报讯（记者刘万生 通讯员常娜娜）近日，中科院大连化学物理研究所储能技术研究部研究员李先锋、张华民带领研究团队，在碱性锌基液流电池离子传导膜研究方面取得新进展，研究成果发表于《先进功能材料》。

锌基液流电池储能技术以储量丰富的锌作为负极活性物质，具有成本低、安全性高、开路电压高和环境友好等特点，在分布式储能领域具有良好的应用前景。锌基液流电池的关键问题为锌负极的枝晶、累积和脱落，膜在调控锌沉积形貌和抑制枝晶生长从而提高电池运行可靠性方面发挥了重要作用。

此前研究团队通过调节多孔离子传导膜的负电荷性质，实现了对锌沉积方向和形貌的调

控，大幅度提高了锌基液流电池的面容量和电池的循环稳定性。

在该研究中，研究人员选用商业化聚乙烯多孔膜为基膜，原位将功能化空心球引入到基膜中制备出混合基质多孔膜，空心球极大地缩短了离子传输路径，显著提高了电池的功率密度。此外，选用的空心球在碱中具有优良的稳定性，所制得的膜具有优良的机械性能，可有效抑制锌枝晶的生长，进一步提高了锌基液流电池的循环稳定性。利用该膜材料组装的碱性锌铁液流单电池，在 $80\text{mA}/\text{cm}^2$ 充放电条件下，能量效率超过了 88%。

新型空气极材料可用于固体燃料电池

科技日报 2019.5.9

日本中部大学开发出了用于固体氧化物燃料电池（SOFC）电极的新型空气极材料。这种空气极使镧镍氧化物与氧化钪掺杂氧化铈相结合，实现了高性能。

SOFC 作为家用燃料电池系统“ENE - FARM”正逐渐普及，工作温度约为 750°C 。采用新开发的空气极材料，能将工作温度降至稍高于 500°C 。由此，可以使用价格低廉但容易受高温腐蚀的铁氧体基不锈钢，从而大幅削减成本。随着工作温度降低，启动性也得到提高，所以移动体也可以使用，比如应用于飞机的辅助电源（APU）和电动汽车的增程发动机。

稀有元素镅发电实验首获成功

可为未来太空飞行提供充足动力

科技日报 2019.5.8

科技日报伦敦 5 月 6 日电（记者田学科）英国科学家利用稀有化学元素镅进行发电的实验首次获得成功。英国航天局称，这种方法为未来航天器太空飞行和探索宇宙奥秘提供了能源供应的新途径，使用这种供电方式为太空飞行器提供能源，可以支持其执行太空任务长达 400 年。

稀有元素镅在自然界中并不存在，而是铀衰变的副产品，可以在核反应堆运行过程中产生。由英国国家核实验室（NNL）领导的一个科研团队在莱斯特大学的配合下，通过多年研究，终于在坎布里亚郡 NNL 中心实验室的一个特殊屏蔽区域内，从英国铀储备中提取出镅，并且利用高放射性物质产生的热量制造出足够的电流，点亮了一个小灯泡。

这一突破意味着在放射性同位素动力系统中使用镅的可能性很大。在执行太空任务时，镅颗粒产生的热量可用于为进入深空的航天器提供动力，或用于其他能源（如太阳能电池板）不能发挥作用的行星表面。使用这种供电方式，可以使太空图像和数据传输时间大大延长。

NNL 业务主管蒂姆·廷斯利指出，镅以这种方式获得利用，意味着把一个行业的废物回收利用，变成另一个行业的重要资源，是一件非常有意义的事。莱斯特大学项目负责人理查德·安布罗西教授认为，放射性同位素电源是欧洲未来空间探索任务的一项重要技术，因

为它们的使用将带来更有能力的航天器，以及能够进入遥远、寒冷、黑暗和不适宜居住环境的探测器。欧洲航天局负责这项工作的负责人基思·斯蒂芬森则认为，核能和航天领域的成功合作为欧洲航天创造了一种全新的能力。

总编辑圈点

没有一种元素是无用的，即使它偏门到没几个人研究。镅的潜力发挥在航天器电池上，不仅找到了这种核电副产品的用途，而且可以让人类探索太空的步伐迈得更远。以放射性能量发电，镅或许不是最后一个备选元素。如有更强大的电源，载人星际旅行就更可能成真了。

氢燃料电池汽车商业化 还需迈过三道关

科技日报 2019.5.10

似乎是一夜之间，氢燃料电池汽车在2019年迎来了政策、市场的强劲东风。全国两会期间，政府工作报告的83处修订中就包括“推进充电、加氢等设施建设”，这是氢能首次被写入政府工作报告。2019上海国际汽车展览会上，氢燃料电池汽车与各方“科技新星”一道崭露头角；韩国现代公司将在四川生产氢燃料汽车整车；北汽福田、丰田汽车和北京亿华通已达成意向，共同合作推出氢燃料电池客车。

氢燃料电池汽车正在迎来“天时地利人和”的发展期，在商用车领域的推广中具有先行优势。“2020年我国加氢站数量达到100座，燃料电池车辆达到1万辆”——《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2016）》首次提到的发展目标，正在逐步成为现实。

技术成熟满足续航要求为“天时”。目前，单纯依赖锂离子电池的纯电动商用车比较难满足全气候条件下续航里程超过200公里的要求。同时，氢燃料电池汽车核心部件和附件技术不断成熟、核心指标不断提升。如能采用氢燃料电池为发电机，匹配一定比例的锂动力电池作为车载能源，就可以充分发挥两者优势，日常通过加注氢气即可维持车辆的正常运营。冬季中重型商用车驱动功率需求高、耗电量大，而燃料电池的特性可以降低低温环境对车辆氢耗的影响，更好地满足续航能力的要求。

“地利”则来自现代城市区域发展对中长途交通的迫切需求。以京津冀地区为例，结合氢燃料电池汽车与纯电动汽车相比的差异化优势，可以在区域内的特定场景实现氢燃料电池汽车与纯电动汽车互补型的发展布局，形成核心城市区域（30公里运营半径）以纯电动客车发展为主，城际运营及城区辐射城郊和跨城区的快速交通（单程运营距离30公里以上）以燃料电池客车发展为主。初步建成300公里以上城际燃料电池物流车的运营基础设施网络，形成环北京的中长途500公里半径的氢燃料电池物流圈。

环保意识在公众观念中的日渐深化，是为“人和”。汽油、天然气、电力，提供动力的原料在向着更加清洁和环保的方向发展。氢燃料电池无噪声污染，不排放碳氢化合物等污染物，是最有发展前途的发电技术而非储能电池。

当然，氢燃料电池汽车蓬勃发展也并非一蹴而就，还需迈过三道关。

首先，还是要在运营阶段的投入产出方面行得通，保持可持续运营。重点在于应鼓励和支持有条件的区域发展制氢产业。随着制氢成本的进一步降低，液氢储运技术成熟带来储运效率进一步提高，再结合税收、碳排放权交易等政策杠杆，氢燃料电池汽车在特定区域、特定场景的运营中，将迎来商业化的拐点。

其次，要考虑相关上下游及产业链的同步建设。初期优先聚焦资源及经济基础条件相对较好的京津冀、长三角及粤港澳大湾区，同步加大氢能基础设施的建设，打造氢能经济产业链。同时，充分挖掘现有加油场站资源，科学布局加氢站点，规范并简化加氢站审批流程，推进央企等多主体参与加氢站建设运营。

最后，应建立燃料电池核心零部件燃料电池电堆、氢系统及氢能等阶段性达成的控制性目标，实现燃料电池汽车在产品全生命周期的可比竞争优势，推动燃料电池汽车技术的可持续发展。此外，还应建立鼓励和支持核心关键技术创新能力的培育体系；重点扶持以整车企业为龙头，燃料电池电堆、膜电极等关键零部件为支撑，实现燃料电池整车核心关键技术的创新突破，推动国内领先的氢能及燃料电池汽车的产业链协同发展。

汽车已经成为人们生活中不可缺少的一部分，但其尾气造成的污染也在持续考验着每个人的神经。找到舒适、便捷与环保的平衡点，将是整个汽车领域未来的发展方向。而氢燃料电池汽车，或许会是一种答案。

一项研究有望成就新型柔性智能变色电池

科技日报 2019.5.15

科技日报西安5月14日电（记者史俊斌）记者14日从西安交通大学获悉，该校前沿科学技术研究院何刚教授课题组成功制备了含硫族元素紫罗精聚合物，并将其作为电极材料应用到有机自由基锂离子电池中，其研究成果以论文形式近日在德国《应用化学》上发表。

紫罗精类化合物是一种具有优异氧化还原特性的阳离子型有机分子。在施加电压或光照条件下，可经历两步可逆的单电子氧化还原生成自由基正离子状态和中性分子状态，并伴随着明显的颜色变化。其独特的氧化还原特性使其在储能材料领域被广泛应用，例如无机/有机锂/钠/镁离子电池，水系有机液流电池，有机自由基电池以及锂-氧电池等。

有机自由基电池作为一类新兴的储能器件，具有不含稀有金属、氧化还原性质可调、在分子层面上可柔性设计等优势，但这类电池还存在氧化还原态少、容量低、稳定性差等缺陷，极大地限制了其应用。

西安交大何刚教授团队相关机理研究表明，随着碲原子的引入极大提高了电极材料的电导率以及增加了锂化位点。在此基础之上，他们将含碲元素紫罗精聚合物的电致变色性质与电池应用相结合，制备了一种新型的柔性变色电池，在电池的充放电过程中，伴随着明显的颜色变化。

这一研究工作不仅发展了一类新型的有机自由基电池，还为变色电池领域的研究提供了新的思路，可将含硫族元素紫罗精化合物应用于有机自由基锂离子电池，不仅能大大提高自由基电池的性能，还可以将这类分子的变色性质与电池性能相结合，发展新型的有机变色电池。

将锂电和铅蓄电池结合使用

——访理士国际技术有限公司网络能源电池产品线总工程师林晓东

中国电力报电气周刊 2019.5.9

当前，铅蓄电池的市场空间不断被锂电所侵占，国内许多老牌铅蓄电池企业也不得不开始自己的转型之路，日渐广阔的储能市场成为首选之地。老牌铅蓄电池企业如何看待储能市场发展，又会如何布局，带着这些问题，中国电力报记者采访了理士国际技术有限公司网络能源电池产品线总工程师林晓东。

中国电力报：您认为储能产业的曙光在哪里？

林晓东：当前储能产业很多都是从技术角度来探讨我们能做什么，但是很少能从客户需求的角度来探讨储能的发展。如大家普遍认为科工园的增量用电是储能的机会之一，在我看来未必。增量用电对电网企业来说，有着十分成熟的解决办法，用储能方式来解决用电增量问题，是不是合算，这是一个值得思考的问题。从用户角度来说，他们也会更倾向于选择一个更经济、更可靠、更有传统经验的方案。从电网企业角度来说，他们也不可能把自己固有的这部分蛋糕分给别人。这就是为什么市场的容量显得如此庞大，但是真正找项目却很难。

大家都预测全球储能行业年复合增长率应该在6.4%，我国可能还要更快。但是当前需要大家冷静思考怎样的商业模式才适合储能。这也是理士国际一直在布局储能，但还没有大规模投入的原因之一。一旦商业模式清晰，是储能真正爆发的时候。

中国电力报：请您从技术角度谈谈储能发展的趋势？

林晓东：以目前电化学储能市场占主流的锂电池和铅蓄电池两大体系来看。铅蓄的优点是安全性高，但也存在笨重、能量密度低、充电慢问题。锂电池除了有比功率、比能量高的优点，体积小也越来越成为其重要优势，但是锂电从材料到壳体，都是可燃的，所以要花很大力气、很多手段保障锂电的安全。

如何把铅蓄电池的安全性和锂电池的能量密度优点结合起来，是未来储能电站一个发展趋势。如一个储能电站中，部分使用铅蓄、部分使用锂电，现在已有实践项目。但是也需要具备一些前提条件，如场站面积、所服务地区功耗等。此外，在配置电池管理系统（BMS）上也要进一步研究锂电池和铅蓄电池寿命不同问题该如何破解。

中国电力报：理士国际在储能市场有哪些布局？

林晓东：近年来，锂电价格已经和铅蓄趋于接壤，加之新能源汽车退役动力电池数量巨大，去年铅蓄电池重要用户之一的中国铁塔公司已经宣布不再使用铅蓄电池，铅蓄电池企业不得不面临转型。

理士国际一方面开始向新的技术方向发展，理士国际的锂电生产线正在扩展之中，未来将生产专用于储能的锂电池。另一方面也在积极开发新的业务板块，理士国际已经开展了包括国家电网金寨重点光伏发电消纳研发项目、贵州大学储能科研示范项目、四川甘孜传灯项目等在内的一系列储能项目。此外，理士国际也在不断强化海外市场。目前理士国际在国内交付的项目主要是以铅炭为主，海外更侧重于锂离子电池的方案，基于此，公司也在加大锂离子电池的投入和建设。

环保产业与新能源领域的发展，必将是未来的一大趋势，理士国际作为蓄电池行业的引领者，也必将把握机遇努力成为新能源储能领域的开拓者与实践者。（邓恢平）

国际首台 10 兆瓦级中高温蓄热实验平台完成调试

中国科学报 2019.5.13

本报讯（记者李惠钰）近日，中科院工程热物理研究所储能研发中心团队自主设计研发的国际首台 10 兆瓦（MW）级中高温蓄热实验平台在研究所毕节分所暨国家能源大规模物理储能技术（毕节）研发中心完成调试，各项性能参数均达到或超过设计指标。

储热技术是解决热能供需不平衡的矛盾、满足社会能源需求和实现能源循环利用的重要手段。中科院工程热物理研究所储能研发中心项目研究员王亮告诉《中国科学报》，在新型储热装备和系统的研发过程中，储热实验平台是对其进行全工况测试与检测，提供储热特性参数、循环稳定性等方面关键数据所必需的实验平台。

据中科院工程热物理研究所储能研发中心助理研究员于东介绍，此次调试成功的中高温蓄热实验平台主要由冷热源制备系统、冷热源存储系统、蒸汽发生系统、过热系统、测量与控制系统等部分组成。该实验平台以亚临界水和亚临界蒸汽为介质、温度范围达 600℃、压力达 10MPa，测试功率和容量达 10MW 和 10MWh 的高参数实验条件。此外，该实验平台还采用自行研发的大规模储热系统控制与检测装置，突破热力学多参数解耦控制等关键技术，实现对中高温蓄热实验平台的快速和高精度的控制、测量与检测。

王亮表示，基于该平台可开展应用于太阳能热发电、先进压缩空气储能、智能建筑、储热调峰和清洁供暖等领域的多种新型大规模显热、相变和热化学储热装备与系统的实验与检测，深入了解大规模储热装备与系统的流体力学、热力学和传热学特征，进而解决设计加工过程中的关键科学技术问题。该平台的成功研制还将为新型、大规模、低成本和高效率储热技术提供全工况测试与检测关键数据、缩短研发周期和提高迭代速度，有力促进新型大规模储热技术在可再生能源、工业节能和清洁供暖等方面的研发与产业化进程。

据了解，国家能源大规模物理储能技术（毕节）研发中心是我国大规模物理储能领域的首家国家级研发中心。中科院工程热物理研究所高级工程师左志涛对《中国科学报》介绍，该研发中心下设五个实验室，包括系统集成实验室、压缩机实验室、膨胀机实验室、蓄冷蓄热实验室和新技术实验室，主攻方向是超临界压缩空气储能技术、蓄热式压缩空气储能

技术、大规模蓄热技术、微小型抽水储能和先进工业节能技术等，计划建成系统集成实验平台、离心压缩机闭式实验平台、高负荷膨胀机实验平台、蓄冷蓄热实验与检测平台等 11 个实验平台。

左志涛表示，目前，研发中心规划的实验与检测平台已建设完成，是亚洲最大的大规模物理储能研发中心，可为大规模物理储能系统研发、示范和产业化提供整体解决方案，并为可再生能源大规模并网、电网削峰填谷、电网事故备用、分布式能源和智能电网提供技术支撑。

新技术可将化学反应催化速度提高万倍

科技日报 2019.5.30

科技日报北京 5 月 29 日电（记者刘霞）据物理学家组织网 28 日报道，美国研究人员发现了一种新技术，可将化学反应的催化速度提高到现有催化速度极限的 10000 倍，有望大大提高数千种化学过程的速度，并显著降低成本，让肥料、食品、燃料、塑料等产业受益。

科学家使用催化剂（如金属）来加速化学反应，但催化速度只能达到萨巴蒂尔原理所允许的限度。自从这一准则在 1960 年定量建立后，萨巴蒂尔最大值一直是催化速度的极限。

由美国能源部资助的催化能源创新中心的研究人员发现，他们可以通过朝催化剂施加波，制造出振荡催化剂来打破这一速度限制。波拥有波峰和波谷，当施加波时，波允许化学反应的两个部分以不同的速度独自进行。当施加到催化剂表面的波与化学反应的固有频率相匹配时，所谓的“共振”机制会导致催化速率显著上升。

作者之一、明尼苏达大学化学工程和材料科学教授保罗·多恩豪尔说：“我们很早就意识到催化剂需要随着时间的推移而改变，事实证明，千赫兹到兆赫兹频率会显著加快催化速度。”

研究人员称，提高化学反应速度会让开发肥料、食品、燃料、塑料等的数千种化学和材料技术大大受益，可显著减少制造这些材料所需的设备数量，并降低许多日常材料的总体成本。

催化能源创新中心主任多尼希斯·维拉科斯教授说：“这有可能彻底改变我们制造几乎所有最基本化学品、材料和燃料的方式，从常规催化剂到动态催化剂的转变，将与从直流电到交流电的转变一样大。”

科学家开发出新型锂电池

中国科学报 2019.5.14

本报讯 从笔记本电脑到割草机，锂离子电池正在为许多电器提供动力。但由于依赖易燃组件，锂离子电池在损坏时容易燃烧。如今，研究人员报告说，他们已经重新设计了这些电池，使其可以利用不易燃烧的材料。除此之外，新电池甚至可能比现有型号存储更多的电

能。

并未参与该项研究的美国亚特兰大佐治亚理工学院材料科学家 Gleb Yushin 说，这项工作是“绝对显著的进步”。如果商业化，这种新型电池将有助于保护电动汽车司机的安全，即便他们不幸遭遇了事故。

锂离子电池包含 3 个主要部件——两个储电电极和将它们分开的液态有机电解液。在充放电过程中，电解液在电极之间来回运送锂离子，但这些电解液是易燃的。

近年来，研究人员尝试用固体电解质或不会着火的水基电解质取代这些有机电解质。但是，如果这些水基电池的工作电压超过 1.23 伏特 (V) ——这甚至低于 1.5V 的 AA 电池的工作电压，电极材料就会与水分子发生反应，将它们分解成氢气和氧气，这通常会导致爆炸。

然而，当研究人员将工作电压保持在 1.23V 的阈值以下时，最终电池存储的能量远远低于传统锂离子电池，后者的工作电压约为 4V。

2015 年，由马里兰大学帕克分校材料科学家王春生领导的研究团队报告称，他们开发了一种新型的富含盐的水基电解质。这种含盐的水电解质 (WiSE) 促使电极周围形成一个保护性固体屏障，进而防止电极撕裂电解质内部的水分子。但这些电池中的电极材料只能达到 3V 的工作电压。

2017 年，当王春生和他的同事报告称已经开发出一种与 4V 电压兼容并可与 WiSE 一道工作的正极材料时，前景一片光明。接下来就只剩处理带负电荷的电极了。

如今，王春生和他的同事已经做到了这一点。他们 5 月 8 日在《自然》杂志上报告说，已经开发出一种基于石墨的阴极，可以在 4V 或更高电压下与 WiSE 一道工作。

新的电极材料包括溴和氯，通过将反应电极材料锁定在电极周围的固体盐颗粒中，使其免受水基电解质的影响。电池中的锂被固体锂—溴和锂—氯盐颗粒包裹在由碳原子层组成的石墨电极周围。当电池充电时，溴原子和氯原子会抛弃锂原子，将电子交给阴极，并楔入石墨碳层之间，形成另一种紧密的固体。然后，两个电极之间的电压差驱动带正电荷的锂离子通过水基电解质到达阳极，在那里，它们与外部电路提供的电子相遇。

当电池在使用过程中放电时，锂离子会放弃这些电子，转而流向阴极。电子通过外部电路回到阴极，在那里，溴原子和氯原子会抓住它们。这些电荷会从石墨中扩散出来。然后锂离子会抓住它们，使固体盐颗粒重新形成，这些固体盐颗粒会一直呆在原地，直到下一轮充电。

王春生和他的同事注意到，他们的阴极材料已经能够比传统阴极材料多储存大约 30% 的电荷。但包括新电解质在内的全电池最终是否能比商业电池储存更多的能量，仍有待观察。

新的 WiSE 电池将不需要钴，这是一种传统锂离子阴极中的有毒金属。在刚果民主共和国，钴矿开采与普遍的矿工死亡有关，这些死者通常是儿童。刚果民主共和国的钴矿相对丰富。新电池不仅对消费者更安全，对矿工和环境也 safer。(赵熙熙)

面向实用化的锂硫电池

中国科学报 2019.5.13

近年来随着移动电子设备、电动汽车和智能电网的飞速发展，高能量密度电池体系的需求不断加大。

锂硫电池以单质硫或含硫化合物作为正极、金属锂作为负极，基于硫和锂之间的多电子转化反应实现能量储存，其理论能量密度高达 2600 Wh kg^{-1} ，是目前商业化钴酸锂/石墨电池理论能量密度的 6 倍以上 (387 Wh kg^{-1})。同时，硫自然资源丰富、价格低廉且环境友好，有望进一步降低电池成本，符合电动汽车和大规模储能领域对电池的要求。因此，锂硫电池被认为是极具发展前景的下一代电池体系，并成为高比能储能器件领域的前沿研究热点。

由于硫的电导率低、充放电中间产物多硫化物易溶于电解液，充放电时体积变化较大，锂硫电池正极通常面临着活性物质利用率低、循环稳定性差、库仑效率低等问题，严重制约了其大规模商业化应用。

提升硫正极导电性

“如何有效提升硫正极导电性，抑制多硫化物溶解并缓冲活性物质的体积变化，是发展高性能锂硫电池并最终实现其实际应用的关键之一。”中国科学院金属研究所研究员李峰向《中国科学报》介绍说：“由于碳材料具有导电性高、表面积大、孔结构丰富及结构多样化等优点，可为硫电极构建高效且稳定的导电网络，并对多硫化物起到良好的吸附和锚定作用，同时为硫的体积膨胀提供缓冲空间，从而有效提升活性物质利用率、电化学反应动力学和电极循环稳定性。”

为此，他们以碳质材料为基础，围绕硫正极存在的关键问题，从碳材料导电/限域网络构建、界面调控和一体化电极结构设计出发，对硫正极结构进行设计优化，以提升硫的电化学活性，抑制多硫离子在电解液中的溶解与扩散，并缓冲硫在充放电过程中的体积变化，为高能量密度、长循环寿命锂硫电池的设计提供科学依据。

“我们发现，与大直径碳纳米管相比，采用直径较小的碳纳米管，具有较高的电子传导效率，能够在实现较高硫含量条件下，保证电子/离子扩散路径，从而提升硫利用率。”中科院金属所方若翮博士介绍说，基于这个认识，利用具有互联导电网络结构的单壁碳纳米管薄膜，他们实现了硫含量高达 95wt% 的硫/单壁碳纳米管网络结构复合电极，硫在复合电极中呈纳米级均匀分布。通过简单的层叠法，可实现 8.63 mAh cm^{-2} 的面容量，提升了电极的实用价值。

该研究团队将棉花经过高温碳化处理后获得三维连通空心碳纤维泡沫，以此作为三维集流体，结合碳纳米管和碳黑纳米颗粒，为硫电极构建兼具短程和长程的多级导电网络，实现了单位面积硫载量高达 21.2 mg cm^{-2} 的复合硫电极设计。三维集流体能在三维尺度上保证与活性物质良好的导电接触，从而提升高硫载量时的活性物质利用率，实现了高达

23.32mAh cm⁻²的面容量和较好的循环稳定性。“基于三维集流体对电解液的高吸附能力，我们提出了限域多硫化物的新机制：电极在吸附电解液的同时，也将溶解在电解液中的多硫化物吸附在正极区域，从而有效抑制了多硫化物的扩散，保证了电极良好的循环稳定性。”

一体化电极结构设计

除了正极材料和电解液方面的进展外，近期的研究表明锂硫电池结构设计和改进也可以有效地抑制或消除穿梭效应。由于电池结构主要由正极、负极、隔膜组成，通过采用在正负极之间添加夹层的设计及隔膜改造可以有效地抑制多硫化物的扩散和负极锂枝晶的生长，从而提高活性物质利用率及增加电池循环寿命。

采用高孔容石墨烯作为硫载体，部分氧化石墨烯作为间隔层，高导电石墨烯作为集流体，提出了全石墨烯基正极结构设计。高孔容石墨烯实现了电极材料 80wt% 的硫含量与电极 5mg cm⁻² 的硫载量。部分氧化石墨烯表面适量的含氧基团能有效吸附多硫化物，提升电极循环性能。高导电石墨烯集流体能提升电极活性物质与集流体的黏附力，同时其轻质的特点有助于电池整体能量密度的提升。通过三种石墨烯的协同作用，全石墨烯硫正极可实现高达 90% 的活性物质利用率与优异的循环稳定性。

“我们将通过原位或外原位表征技术，观察不同硫含量和硫载量电极在充放电过程中的结构变化，及其对金属锂负极的影响，探索高硫载量电极在长循环下容量衰减和库仑效率降低的机制，并从电解液优化、锂负极保护等方面对电池整体进行改进，为进一步提升高硫载量电极的稳定性和反应可逆性提供指导。”李峰表示，未来他们将基于碳基一体化电极的设计思想，组装锂硫全电池并测试其电化学性能，探索实际应用。（张晶晶）

高功率长寿命水系钾离子全电池问世

中国科学报 2019.5.20

本报讯（记者唐凤）近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心清洁能源重点实验室博士生蒋礼威在研究员胡勇胜和副研究员陆雅翔的指导下，利用铁部分取代锰的富锰钾基普鲁士蓝为正极、有机染料苝艳紫红 29（PTCDI）为负极，及 22mol/L 的三氟甲基磺酸钾水溶液为电解液，成功构建了一款水系钾离子全电池。该研究结果近日发表在《自然—能源》上。

水系碱金属离子电池由于其固有的安全性，成为电网储能的新兴候选体系之一。然而由于很多电极材料在水中存在溶解现象、传统水系电解液电压窗口较窄等，大大限制了电极材料在水系电池中的选择。

对于正极，富锰钾基普鲁士蓝材料由于对水稳定且兼具高电压和高容量的优点，成为水系钾离子电池正极材料的首选，但是，其在低盐浓度电解液中循环时存在严重的溶解问题。研究人员发现，采用高盐浓度的 22mol/L 三氟甲基磺酸钾水系电解液后，电极的溶解大幅减少但仍然存在电压和循环衰减现象。研究进一步发现，通过铁部分取代锰，可以减少材料溶

解并大幅度提升循环性能。通过进一步优化，新电池正极材料在前 40 周循环时几乎没有任何电压和容量衰减。

由于可用于水系钾离子电池的负极材料极少，该研究第一次将有机染料 PTCDI 用作负极，发现 PTCDI 在 22mol/L 三氟甲基磺酸钾电解液中具有很高的储钾容量和较好的倍率性能。相关电解液不仅具有宽电压窗口、高电导率，而且由于高盐浓度电解液中自由水很少，可以抑制正、负极材料的溶解，从而使得全电池具备高电压、宽温区、高功率、长寿命等特性。

组装成的水系钾离子全电池，可以在 0V ~ 2.6 V 电压区间内运行，其理论能量密度可达 80 Wh/kg，寿命可达 2000 次以上（保持率 73%）。研究人员还组装了水系钾离子软包电池，并演示了软包电池良好的低倍率和高低温性能。

《车用氢能产业蓝皮书（2019）》编写启动

中国能源报 2019.5.20

本报讯 5 月 15 日，在中国汽车技术研究中心有限公司（下称中汽中心）主办的《车用氢能产业蓝皮书（2019）》编写启动与研讨会上了解到，适应国内外氢能及燃料电池产业发展趋势，继 2018 年中汽中心编撰发布国内首部车用氢能产业蓝皮书之后，将正式启动《车用氢能产业蓝皮书（2019）》的编写。

中汽中心北京工作部主任、蓝皮书主编王成指出，目前我国氢能燃料电池汽车正在从技术研发向产业化和示范应用转变，产业发展开始进入关键推进期，中汽中心北京工作部将继续开展中国车用氢能产业发展研究年度性报告的持续研究和编制工作，致力搭建行业交流和成果分享的平台。”

据蓝皮书副主编、中汽中心北京工作部张长令博士介绍，随着自主化技术的突破和产业链的完善，我国将进入燃料电池汽车规模示范的关键时期，车用氢能体系建设是当前亟待解决的问题，这将成为今年蓝皮书编撰聚焦的主题。

据悉，《车用氢能产业蓝皮书（2019）》预计将于今年 9 月由社会科学文献出版社出版发行。（何英）

锂离子电池容量刷新“世界纪录”

中国科学报 2019.5.23

锂离子电池已广泛应用于各类便携式电子设备，并有望在电动汽车、智能电网及分布式储能等领域大规模应用。随着人类社会的发展，以及信息化、移动化、智能化，新型高容量、长寿命、低成本、高安全的电池亟待开发。

近日，中科院院士、南开大学教授陈军团队设计合成了一种具有超高容量的锂离子电池有机正极材料——环己六酮，刷新了锂离子电池有机正极材料容量的世界纪录。相关成果发表于《德国应用化学》。

正极是锂离子电池的“短板”

锂离子电池的容量、能量密度等性能由正极限量，陈军告诉《中国科学报》：“可以说，正极是锂离子电池的一个‘短板’。”

另外，现有的锂离子电池正极材料包含钴等金属元素，合成工艺涉及选矿、冶炼、回收等技术，存在资源匮乏、环境污染等难题。“因此，高容量、可再生、绿色环保、低成本的锂电池正极材料已成为当前该领域的研究热点和重点。”陈军说。

含有碳、氢、氧等元素的有机电极材料因其结构可设计性、对环境友好以及廉价丰富等优点被认为是极具发展前景的下一代锂离子电池正极材料。然而，该类材料仍面临实际容量不高（ $< 600\text{mAh/g}$ ）、易溶解于有机电解液等问题，导致其能量密度较低、容量衰减较严重、循环寿命较短。因此，如何设计合成具有超高容量的有机正极材料，并解决其在电解液中的溶解问题是锂离子电池的一项挑战。

研究人员把目标锁定在环己六酮。该材料只由六个羰基构成，不存在任何非电化学活性的结构单元，且每一个羰基都能参与电化学反应，因此，环己六酮目前在众多有机羰基正极材料中拥有最高的理论比容量（ 957mAh/g ）。

“开发出更高容量的锂离子电池正极材料可以不断提高电池体系的能量密度，从而延长电池的工作时间。”陈军表示。

突破：提高材料的容量和寿命

在众多有机羰基正极材料中，环己六酮材料虽具有最高的理论容量，但其易与水反应生成稳定的水合物，因此一直没被合成出来。经分析探索，研究人员发展了一种脱水反应新方法，通过精确控制脱水反应的温度和压力，成功实现了环己六酮材料的合成。

另外，就正极材料而言，循环寿命的长短是决定其能否实现实际应用的一个重要因素。作为有机小分子材料，环己六酮易溶解在基于有机酯类和醚类的锂离子电解液中，导致其循环寿命较短。

论文第一作者、南开大学博士卢勇接受《中国科学报》采访时表示，为解决此问题，团队结合相似相溶原理，采用基于离子液体的电解液，并经过系列优化，发现离子液体较大的极性能够使环己六酮的溶解度大大降低。

陈军指出，该方法有效提高了环己六酮的循环寿命，为环己六酮进一步实际应用奠定了基础。他表示，合成具有超高容量的环己六酮材料，并优化匹配的电解液、提高材料寿命，是这项研究的两个主要突破。

随后研究人员研究了环己六酮材料在锂离子电池中的充放电反应机理和电化学性能，结果表明环己六酮的放电比容量可达 902mAh/g ，为目前已知的有机电极材料容量最高值，组装的电池具有长循环寿命等特征。

锂离子电池的新高度

研究人员表示，以环己六酮为正极的锂离子电池具备电池容量更高、寿命更长等优势，

为将来锂离子电池在电动汽车、储能电网等领域的应用提供支撑。

论文审稿人认为，该研究首次合成了超高容量环己六酮正极材料，并通过理论计算和实验手段研究了环己六酮在锂离子电池中的性能和充放电机理，是一项原始创新的工作，是未来可持续能源存储技术领域的一个重要突破。

陈军指出，超高容量锂离子电池环己六酮正极材料的合成以及锂离子电池的应用探究，将有机正极材料的能量密度提高到一个新的水平。

“具体来说，环己六酮材料的能量密度高达 1533Wh/kg，此能量密度远高于目前商品化的锂离子电池正极材料，如钴酸锂（约 600Wh/kg），同时也高于目前研究报道的其他有机正极材料。”陈军认为，对只含有高丰度碳、氧元素的高能量密度环己六酮材料进行进一步优化，有利于实现其大规模的实际应用，为未来大容量有机电极材料的设计、制备和电池应用提供新思路。

美国工程院院士、康奈尔大学教授 Lynden A. Archer 表示，这一开创性成果把该领域的工作推向了顶峰。（辛雨 马超）

超导材料最高临界温度被刷新

2019.5.27

【阿根廷布宜诺斯艾利斯经济新闻网 5 月 23 日报道】超导性是某些材料具备的一种特性，它可以让电子流通而不会产生电阻，从而实现电流完全有效的流动。超导性通常只有在温度极低的情况下才能实现，这个温度实在太低了，使得普通材料很难具有超导性。之前的低温纪录是零下 73 摄氏度，这是一个很难达到和维持的温度。

英国《自然》杂志 5 月 23 日刊发文章指出，美国芝加哥大学的科学家找到一种在零下 23 摄氏度的条件下实现超导性的方法，这是技术上的重大突破。

芝加哥大学的科学家对一种材料施加 150 至 170 吉帕的巨大压力——这个压力相当于海平面压力的 150 万倍——之后，可以观察到这个材料能够提供 100% 的电流传导效率。

这个发现可能意味着超导性新时代的到来。超导性对当今世界影响重大，电流不会损耗的电线、速度极快的超级计算机、高效电机和磁悬浮列车等，这些都是超导性可能为人类提供的重大发明。

1911 年，荷兰莱顿大学的海克·卡末林·昂内斯发现，将汞冷却到零下 269.15 摄氏度（4 开尔文）1 时，汞的电阻突然消失。后来他又发现许多金属和合金都具有与上述与汞相类似的低温下失去电阻的特性，由于这种特殊导电性能，昂内斯称之为超导态。让材料变成超导体的温度称为临界温度。很快人们发现，如果能找到临界温度高于 4 开尔文的超导材料，那将是非常有用的。

昂内斯由于他的这一发现获得了 1913 年的诺贝尔物理学奖。在过去的一个世纪中，随着越来越多的超导体被发现，最高临界温度的纪录正朝着室温下超导性的最终目标前进。

超导体在今天的應用包括醫院核磁共振成像機器、將機械能轉換成電能的發電機（如風電和水电發電機）以及粒子加速器，例如瑞士的大型強子對撞機等。使用由超導線圈製成的磁鐵能夠減少發電機中的機械能損失，將是最大程度利用替代能量生產的關鍵。（曹磊）

甲醇重整制氫燃料電池技術：“更接地氣受歡迎”

中國城市能源周刊 2019.5.20

如今，燃料電池汽車的發展使得國內“氫”風暴刮得如火如荼。除了傳統的化石燃料制氫方法外，甲醇重整制氫燃料電池技術正成為新寵。華中科技大學能源與動力工程學院教授、湖北省汽車工程學會副理事長蔣炎坤曾表示，甲醇重整氫燃料電池汽車是現階段環境和條件下更接地氣的一種技術路線，不僅能解決氫氣的製取和運輸問題，且甲醇加注站的建設成本也更低。

目前，在我國，無論是從經濟性還是從安全性考慮，制氫、儲氫、運氫、加氫等面臨着一系列的問題，如何突破這一瓶頸？用甲醇作為載體，使用甲醇重整制氫燃料電池技術路線是有效地解決途徑之一。

說到該路線最顯著的技術特點，中氫新能技術有限公司董事長周明強用“安全、可靠、現實、可行”八個字來概括。甲醇重整制氫燃料電池以甲醇水為燃料，經過在設備內部重整為氫氣。從安全性考慮，甲醇水要比純氫高很多，而且甲醇水便於儲存和運輸。氫氣是隨產隨用且為常壓，不需要高壓氫氣罐和建設加氫站等基礎設施，其使用的電堆為高溫電堆，一般的工作溫度超過100℃，電堆使用的氫氣為重整所製，因高溫電堆具有較高的CO耐受性，重整氫氣不需要提純便可以直接使用，同時高溫堆不需要複雜的水管理和溫度管理，使整個系統更簡單；另外，其模塊化結構簡單、可靠性好、故障率低且易於維護。因此，甲醇重整制氫燃料電池是一種安全、可靠、現實、可行的燃料電池技術。

該技術鋪開推廣應用，甲醇燃料是否能供應充足？這是目前行業內最大的擔憂。

業內人士指出，當前我國是世界上甲醇產量最多的國家之一，甲醇供應充沛。首先，從燃料來源看，最主要的來源是煤製甲醇，煤製甲醇將有效解決煤炭直接燃燒污染大氣的問題；其次，用天然氣也可製甲醇；第三，還可通過回收溫室氣體二氧化碳，與氫氣一起合成製作；第四，通過生物質也可製取。

談及“甲醇重整制氫燃料電池”技術現在的應用場景，周明強形象地說，“將這一技術應用在交通工具，相當於在氫燃料電池的基礎上，把一個小型的制氫站搬到了車內，省去了氫燃料儲存、運輸的問題。”

甲醇重整制氫技術路線是甲醇—甲醇加注—甲醇直接重整制氫燃料電池。在電池系統中，甲醇常溫下為液體，便於儲存運輸，氫氣“即產即用”，系統無高溫高壓，運行更加安全可靠，優勢明顯。有效突破了氫氣的儲、運、加注環節，在應用層面有效解決了當前政府推廣加氫站難等問題，便於市場快速的推廣。

据介绍，目前甲醇氢燃料电池汽车已应用于公交车、物流车、大巴车、冷链物流车等交通领域。业内专家表示，这是一次革命性的技术突破，不仅仅是对于甲醇动力运用的一次探索，更架构起两个新旧能源时代的关联，在人类迈向氢能源时代走出了意义重大的一步。（张胜杰）

为南阳水氢车提供关键制氢技术的湖北工业大学教授： 只加水是误解 关键在于铝合金水解制氢材料

南方都市报 2019.5.28

南阳水氢燃料车事件持续引发热议，水代替油成为车载燃料的说法也从引发质疑到被多方“辟谣”。

青年汽车集团与湖北工业大学从2006年开始联合研发车载水解制氢的氢能源汽车。5月25日，湖北工业大学官方微博称“南阳神车”使用的关键制氢技术的确由该校提供支持。“目前只是临门一脚还有待实现。氢气制备残留物的提取及后续制氢的稳定性还有待研究。”校方相关负责人称。

对此，有专家表示将水转换为氢气，以及将氢气作为车载燃料的技术路线都是可行的，但氢燃料电池发动机离大规模应用还有段距离。“我国的新能源车目前仍然以锂电池等可充电电池为主要动力来源，氢燃料电池车已进入示范运行，但技术的落地需要一个过程。”

“水只是必备条件之一 核心技术在于铝合金水解制氢材料”

5月25日，湖北工业大学官方微博首次针对引发网络舆论的“南阳神车”发声，文章称南阳水氢车使用的关键制氢技术由该校提供支持，并简单解释了原理。校方相关负责人表示，制氢技术是新能源汽车动力的关键，此外还需要动力电池等系统的支持。

“目前只是临门一脚还有待实现。氢气制备残留物的提取及后续制氢的稳定性还有待研究，如果这些技术难题解决了，在新能源车上的大规模应用就指日可待。”该负责人提到，青年汽车仅使用了校方团队授权的制氢材料和相关技术，发动机、电池等其他动力技术来自其他途径。同日，湖北工业大学科技与产业处发布声明称，校方将两项相关专利授权给青年汽车集团的关联公司——南阳市青动能源科技有限公司，授权期限为4年。

湖北工业大学教授董仕节则表示，团队的核心技术在于研发了一种高效低成本的铝合金水解制氢材料，该材料在自主研发的制氢装置里和水发生化学反应后产生氢气，可实现低成本即时制氢“我们的制氢技术并不是在一个装置里加水就可以产生氢气，而是水在制氢装置中与新型制氢材料共同作用的结果。水只是一个必备的参与条件，车辆只需加水即可行驶纯属误解。”

2018年5月16日，庞青年曾出席了在湖北工业大学举行的一场科技成果转化签约大会“材化学院董仕节教授领衔的团队，正在研发一项车载铝合金水解制氢技术，可以实现随制随用，避免氢气需要存储和运输带来的技术困难，该技术处于世界领先水平。”南都记者从

该校官网上获悉，团队主要研发人员罗平博士介绍，他们正在氢能客车上研发新的解决方案——即时制氢技术。

“我们的技术如同在车里安装了一台小型氢气制备装置，通过添加剂让铝合金与水发生反应产生氢能转化为电能驱动汽车。”罗平表示，上述技术采用了廉价可控的生产方式，可做到随时制备，随时使用。该项技术已在中试阶段，研发阶段测算运行成本只有电动汽车的一半左右。

在那场签约会上，董仕节团队与青年汽车集团签订合作协议。据公开的签约项目信息，双方的签约金额为2亿元，市场预期中提到的预计年产值为1亿元。

早在2010年4月，湖北工业大学教授董仕节主持的《车载水解制氢用铝合金制备的关键技术基础研究》获得2010年973计划前期研究专项资助，资助金额为70万元。据介绍，这项关键技术的研究为未来研究车载铝合金水解制氢装置和将车载铝合金水解制氢用于汽车的能源打下基础。

青年汽车专利未涉及水氢技术 类似专利多通过“甲醇制氢”

5月24日，青年汽车集团宣传部向南都记者表示，该公司与湖北工业大学从2006年开始联合研发车载水解制氢的氢能源汽车，2019年5月22日在南阳组装下线。水氢燃料汽车还未走向市场。

青年汽车集团董事长庞青年曾在2017年4月公开表示，氢燃料汽车被国际公认为“终极新能源汽车解决方案”。同年8月，青年汽车官网刊登文章《全球首辆水氢燃料车在青年诞生》，根据文章描述，青年水氢燃料车不用加油，也不用充电，只加水，续航里程可超过500公里，轿车可续航1000公里。

青年汽车集团相关技术人员透露，水氢燃料车的科技成果就是一种特殊催化剂，在这种特殊催化剂的作用下，才能将水转换成氢气。“青年水氢燃料车的车顶会安置一个蓄水箱，车内的特殊转换设置可以将水转换成为氢气，再输入氢燃料反应堆，产生电能，然后驱动车载电机和引擎，使得汽车行驶。”

通过搜索，南都记者却未发现前述“核心技术”在青年汽车集团的专利布局中有所体现。根据“企查查”的检索结果，青年汽车集团有多项围绕新能源汽车申请的专利，但多以“外观专利”和“实用新型”为主，如新能源公交车（6120BEV1）、纯电动汽车制动实时传感装置、客车天然气瓶布置结构等。

南都记者随后以“水氢”为关键词进行专利搜索，发现了大量与之相关的专利信息。

以成立于2012年的上海合既得动氢机器有限公司（下称“合既得公司”）为例，该公司的官方介绍中宣称，团队围绕“水氢机”技术已经申请了近1000项专利，并实现了水氢机在低速电动车、新能源汽车等领域的应用。公司官网还展示了多个水氢应用项目，如水氢轿车、水氢观光车、水氢梦幻重卡等。以“水氢轿车”为例，项目介绍称该车的续航里程可达450公里，运营这一项目的是合既得公司的关联公司——广东永鼎水氢汽车有限公司。

根据企查查的检索信息，合既得公司的 227 条专利信息中，“水氢”这个关键词以高频率出现，包括“一种水氢 B 超机”“一种水氢运动器材、跑步机”“一种水氢探照灯”等。2017 年 6 月，合既得公司申请了名为“一种水氢动力交通工具及其空调系统”的专利，“甲醇水重整制氢装置利用甲醇水蒸气重整制备氢气，获取的氢气通过氢燃料电池发电。”专利说明书显示，该实用新型属于电动汽车技术领域，涉及一种电动汽车，2018 年 3 月 9 日，合既得公司获得了该实用新型专利权。

从以上相关专利信息来看，“水制氢”并非直接将水作为动力“原料”，需要通过“甲醇制氢系统”实现氢气制取。

追问

当前技术水平下，水解氢气做车载燃料是否可行？

5 月 25 日，董仕节研究团队的技术服务合作者、西安交通大学教授江峰发布了一条“科普”视频，展示了铝合金粉末（含金属催化剂）加水制氢气的过程。

南都记者在视频中看到，实验操作者先将少量铝合金粉末放入容器，再倒入纯净水，二者发生反应后产生了大量氢气并被点燃。江峰此举旨在展示“铝合金粉末 + 水”制取氢气技术的可能性。

在当前的技术水平下，将水转换为氢气再用作为车载燃料是否可行？

华南理工大学机械与汽车工程学院教授袁伟认为，上述问题要从两方面来解读，“将水转换为氢气的技术路线是存在的，例如工业上经常用的电解水制氢。以氢气作为车载燃料也是可行的，将氢气供给燃料电池作为车载动力是当前的技术热点。但由于燃料电池对氢气的纯度有很高的要求，结合成本经济性的考虑，以及加氢储氢设施尚未健全等问题，氢燃料电池发动机离大规模应用还有段距离，但是技术的整体成熟度已经具备了。”袁伟表示，技术的落地需要一个过程，氢燃料电池车已进入示范运行。

“我国目前常见的新能源车仍然以锂电池等可充电电池为主要动力来源。对于读者来说，将水作为燃料的这个概念听起来给人以超乎寻常的感觉，比较吸引人，毕竟水是随处可见的。”袁伟称，相关报道称可以直接加水作为车载能源，这会给人以“水替代油”的错觉。

“这和前面提到的技术原理是两码事。当前国际上都在大力发展氢燃料技术，我国正在力推新能源汽车，国家、企业、科研单位也在对氢燃料这一前沿技术进行大力攻关。”袁伟表示，这一技术要做到落地还需要解决系统安全性、耐久性、极端环境下稳定性、加氢站等基础设施建设等一系列问题，这也是当前需要重点突破的难题。（秦楚乔）

上马石墨烯项目不可操之过急

科技日报 2019.5.27

日前，中国科协组织中国科学院院士成会明、国际材联主席韩雅芳等 10 多位专家赴东

北某省调研石墨项目。然而，最后的调研对象似乎成了石墨烯，因为近 20 个调研点几乎都有做石墨烯项目。

石墨烯是从石墨中剥离的一种新材料。从“石墨”到“石墨烯”，一字之差，却能一窥石墨烯在中国持续升温的现状。在这股热浪下，习惯坐冷板凳的石墨烯专家被拥为座上宾。然而，备受瞩目的专家们却纷纷紧锁眉头：石墨烯产业发展，有些操之过急！

如今，石墨烯是“明星材料”，但 10 年前并没有太多人关注它。2004 年，俄罗斯科学家安德烈·盖姆和同事康斯坦丁·诺沃肖洛夫首次分离出石墨烯，石墨烯出色的性能惊讶了世人。两位科学家也因此获得 2010 年的诺贝尔物理学奖。随之而来的是学界和产业界对石墨烯的竞相追逐，在国内，此现象尤甚。

据《全球石墨烯产业研究报告（2018）》显示，截至 2017 年 12 月底，我国从事石墨烯的研发、生产、销售推广等相关单位的数量多达 4800 多家。一些石墨矿资源相对丰富的地区，把发展石墨烯产业视为经济转型升级的“灵丹妙药”，石墨烯产业园遍地开花。

但易被忽略的是，不论何种应用场景，石墨烯的使用量可谓九牛一毛。比如用于材料改性时，通常只需添加百分之零点的石墨烯。而且，在现有的应用场景中，石墨烯并非不可替代。以锂电池负极材料和地暖设备为例，传统碳材料都可以代替石墨烯发挥作用，甚至在成本、加工性能、环保等方面前者更为优越。然而，资本在利益驱使下，不惜炒作石墨烯概念，把原本只是“调味品”的石墨烯吹捧成了“大米”。

石墨烯具有独特性能，但不能徒手扭转乾坤。至少从现阶段来看，石墨烯产业的发展还有待“杀手锏”式的应用出现。另外，石墨烯的标准化、制备工艺等发展还不够成熟，要避免散、小、弱的企业把石墨资源卖成“白菜价”，浪费资源又破坏生态环境。

从科研创新角度来说，这是一场漫长的马拉松，需要时间和耐心。没有脚踏实地的艰难探索，中国石墨烯产业大繁荣或许只是泡沫。

正如安德烈·盖姆本人所言，石墨烯虽被广泛应用，但质量不足以满足高科技应用的需求。石墨烯需要时间找到合适的应用，需要时间使它变得更好、更便宜。等一等石墨烯，给它足够时间，就像我们曾经对硅材料那样。（代小佩）

石墨烯最新“表亲”铅烯问世

有望成为具有实用价值的拓扑绝缘体

科技日报 2019.5.30

科技日报北京 5 月 29 日电（记者刘霞）据美国《每日科学》网站近日报道，由第 14 族元素构成的二维材料（石墨烯的“表亲”）近年来引起极大关注，因为它们具有成为拓扑绝缘体的潜力。近日，日本科学家首次让纯理论性的铅基二维蜂窝状材料铅烯（plumbene）成为现实。

铅烯引人瞩目的原因在于：铅的电子轨道结构及因而产生的最大能带隙，使它具有最大

的自旋轨道相互作用，这有可能使它成为一种坚固耐用的二维拓扑绝缘体。在这种绝缘体中，量子自旋霍尔效应甚至有可能在高于室温的环境下发生。因此，找到一种可靠且成本低廉的方法合成铅烯一直是材料科学研究的重要目标。

在最新研究中，由名古屋大学牵头的研究团队，通过在钪上对超薄铅膜进行退火处理，制造出了铅烯，由此形成的平面材料具有二维单层的标志性蜂窝结构。

令他们惊讶的是，在铅烯下面形成了一种具有气泡结构的钪铅合金薄膜，类似于“威尔—费伦”结构（它把空间分割成体积相等的单元，让它们之间接触面的表面积之和达到最小）。2008年，北京奥运会比赛场馆国家游泳中心“水立方”的设计灵感就来源于“威尔—费伦”结构。

研究小组带头人柚原淳司表示，北京“水立方”和“威尔—费伦”结构并非建筑师与材料科学家相互启发的第一个例子。他说：“1967年，建筑师巴克敏斯特·富勒为蒙特利尔世界博览会设计了测地线球体，后来碳60以他的名字被命名为‘巴克敏斯特·富勒烯’。我们可以期待，2020年东京奥运会、2024年巴黎奥运会、2020年迪拜世博会、2023年布宜诺斯艾利斯世博会、2025年大阪世博会等活动的场馆都有可能表现未来的新材料而引起世人瞩目。”

总编辑圈点

石墨烯作为一个从石墨材料中剥离出的二维碳材料，已经向人们展示了其优异的热力效应、电学性能以及低温吸氢、常温无散射、应变传感等功能。而随着材料科学界合成技术的快速迭代，石墨烯的“亲友”们也开始走入人们视线，铅烯就是这样一个例子。由于独特的结构，铅烯可以说是给纳米自然界增加了一道靓丽风景，而未来，铅烯在触摸屏、超级电容等电子产品中的应用也会逐渐成为现实。

电动汽车的电池难题

人民日报 2019.5.28

电动汽车正成为普通家庭购车的选项之一，而续航问题是其扩大市场的一大短板。近期，德国汽车品牌保时捷公布了一项研究成果：功率高达450千瓦的超级充电桩，充电3分钟可续航100公里，15分钟即可充电80%。特斯拉也发布了新一代超级充电桩，充电时间可缩短一半。这种超级充电桩技术能否帮助电动汽车克服短板呢？

的确，超充技术将有助于电动汽车的长途出行，但尚不能彻底解决续航短、充电不便的问题。

与体积小巧的慢速充电桩相比，超级充电桩对供电线路要求高、占地面积大，无法安装在普通车位上。考虑到建设与运营成本，超级充电桩多见于城市郊区、高速路沿途。相关研究结果显示，普通消费者用车场景90%以上为市内短途出行，长途出行不到10%。因此，为住宅区、办公区与商业区的小区普及慢速充电桩，比建设超级充电桩更加务实。

此外，超充技术的实现，不仅需要建设强大的充电桩，也对锂电池性能提出了更高要求。在高达数百千瓦的充电功率下，电池可能出现寿命衰减问题，甚至安全风险。因此，为了与当前锂电池性能匹配，实际应用的充电桩功率要比预期低很多。目前，充电基础设施的建设目标是“夜间慢充为主，日间快充为辅”。超级快充的普及尚需时日。

如果说基础设施决定了补充续航里程的便利性，那么锂电池本身则直接影响续航里程的长短。对传统燃油车来说，想要实现续航里程增加一倍，只需将油箱相应扩大一倍，基本不会增加整车成本。这一招对电动汽车不管用。一方面，电池价格不菲，增加电池会显著增加购车成本；另一方面，电池的能量密度很低，增加电池容量会显著增加车重，从而降低续航里程。

随着技术提高和生产规模扩大，锂电池成本会逐步降低，而能量密度就成了主要难题。目前电动汽车的锂离子电池主要分为磷酸铁锂与三元锂两种。前者能量密度较低，主攻低成本与高安全性，应用在空间较为宽松的大客车上；后者能量密度较高，主攻高能量密度，应用在布局紧凑的轿车与 SUV 上。所谓三元锂，一般是指电池的正极由镍钴锰三种元素组成，调节三种元素的比例可以实现更高的能量密度。研究发现，能量密度越高的元素配比，稳定性、安全性一般也越差，这使得三元锂电池的技术前路困难重重。

新能源的发展不是一帆风顺的。多年来，风能、太阳能等产业发展历经起伏。其中的技术瓶颈、产业化掣肘等问题，仍有赖于人们共同努力去解决。电动汽车的发展也面临类似挑战。目前，世界各国的研发机构一方面尽可能研究锂离子电池的极限，另一方面开始探索下一代锂电池，例如锂空气电池、锂硫电池等。其中，固态锂电池被寄予厚望。不过，下一代锂电池的量产乐观估计仍需 5—10 年。在这种情况下，汽车行业开始重视氢燃料电池技术。虽然这一技术的完善可能需要更大的投入，但可以避开锂电池的能量密度限制，为解决电动汽车的电池难题提供了新思路。（郑岳久）

三、生物质、环保工程（污水、垃圾）

世园会广东园运用水生态环保新技术净化水体

重建水下生态 提升自净能力

南方日报 2019.5.5

踱耳墙根随意坐，泮塘湖边休闲倚。从世园会广东室外园“南粤园”蝶翠亭俯瞰，丝香阁、倚翠廊、盆景园尽收眼底，一湾碧水宛如一块翠绿宝石镶嵌其中，水中不时有鱼儿游过。

令人心旷神怡的不仅是美景，可亲近的园林水体也为游客创造了极佳的游玩体验。“南粤园”设计项目负责人黎英杰介绍，“南粤园”水体面积约有 700 平方米，在各省园区中是较大的。

如此大面积的湖水如何保持清澈、无异味？原来，在维护、治理园区水体时，“南粤园”运用了“水下生态重建”的创新理念，采用“多生态位操纵清水型水体构建”技术，构建了稳定可持续清水型生态系统，取得良好效果。

“‘南粤园’水体运用了‘多生态位操纵清水型水体构建’的创新技术，该技术通过构建在微生物、藻类、浮游生物、沉水植物等关键生态位应用了多种新材料、新品种，建立完整的网状生态链结构，形成接近自然界‘清水型水体’的稳定、可持续的水生态系统。在营造极佳的景观效果的同时，还令水体保持了强大的水质自净能力。”广东省优阔环境科技有限公司总经理黄慧燕介绍，正是该公司为园区水体净化提供了技术支持。

由于园林中的景观水体一般都是浅水湖泊，受地表径流和空气沉降的影响，往往容易成为富营养化水体，导致水质浑浊，形成蓝绿藻水体，甚至爆发水华、产生恶臭，严重影响园林水景景观效果。

“南粤园”使用的创新技术则有可持续及环保节能等优势。“清水型生态系统以大型维管束植物为基础。在施工时，需要根据不同的季节、水质、水文条件等情况，选择合理次序，构建各生态位的生物群落，使其逐渐稳定。”黄慧燕告诉记者，一旦这种生态系统建成后，依靠内部复杂的生态网结构，就可长期自我维持，保持水体自然清澈。

目前，这种水生态修复技术已在广东包括广州的越秀公园、荔湾湖公园、海珠湿地公园等多个公园内得到应用。“由于这项技术是纯生态环保技术，所用材料都是无残留无污染的环保型材料。此外，这一生态技术的净化原动力来自于沉水植物的光合作用，其主要能源为阳光，很少用电，可节约不少能源。”黄慧燕说。（黄叙浩）

加快推进农村生活污水处理

——生态环境部土壤生态环境司有关负责人就《农村生活污水处理设施水污染物排放控制规范编制工作指南（试行）》答记者问

中国环境报 2019.5.1

本报讯 近日，生态环境部、农业农村部正式印发《农村生活污水处理设施水污染物排放控制规范编制工作指南（试行）》（以下简称《工作指南》），生态环境部土壤生态环境司有关负责人就《工作指南》的背景、指导原则、主要内容等问题回答了记者的提问。

诸多短板制约农村生活污水治理

问：为什么要出台《工作指南》？

答：治理农村生活污水是实施乡村振兴战略的重要任务，事关全面建成小康社会，事关农村生态文明建设。党中央、国务院高度重视农村生活污水治理工作。习近平总书记强调，要因因地制宜做好厕所下水道管网建设和农村污水处理，不断提高农村居民生活质量。中共中央办公厅、国务院办公厅印发《农村人居环境整治三年行动方案》要求“各地区要区分排

水方式、排放去向等，分类制定农村生活污水处理排放标准”。生态环境部积极推动各地加快制定农村生活污水处理排放标准，2018年9月印发《关于加快制定地方农村生活污水处理排放标准的通知》（环办水体函〔2018〕1083号），明确了制定农村生活污水处理排放标准的总体要求、控制指标及排放限值等，要求各地于2019年6月底前完成地方农村生活污水处理排放标准制修订工作。

近年来，各地区各部门认真贯彻落实党中央、国务院决策部署，积极推进农村生活污水处理排放标准制修订工作。部分省（区、市）已出台相关排放标准，但总体上看，地方农村生活污水排放标准存在适用范围不清晰、控制指标选取及排放限值不合理等问题，已成为制约农村生活污水治理的短板。为进一步明确农村生活污水处理排放标准制定要求，生态环境部、农业农村部在开展深入调研、广泛征求各方面意见的基础上，编制印发《工作指南》，对农村生活污水处理排放标准控制指标确定、污染物排放限值、尾水利用要求、采样监测要求等作了进一步明确细化，指导各地加快推进农村生活污水处理排放标准制修订工作。

明确农村生活污水处理设施水污染物排放控制要求

问：《工作指南》总体考虑是什么？

答：有以下三点：

一是落实党中央、国务院关于农村生活污水治理的决策部署。《工作指南》深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，紧扣《乡村振兴战略规划（2018—2022年）》《农村人居环境整治三年行动方案》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》等相关要求，推进我国农村水污染防治工作，明确农村生活污水处理设施水污染物排放控制要求。

二是重点突出，进一步明确排放标准制定思路。制定农村生活污水处理排放标准，要根据农村区位条件、人口聚集程度、污水处理规模、排放去向和人居环境改善需求，按照分区分级、宽严相济、回用优先、注重实效、便于监管的原则，分类确定控制指标和排放限值。《工作指南》就控制指标选取、排放限值不合理等重点问题，进一步明确细化相关规定，确保地方科学合理制定排放标准。

三是充分衔接现有农村生活污水处理设施污染物排放指导文件，并适当细化和完善。《工作指南》充分衔接《关于加快制定地方农村生活污水处理排放标准的通知》，并根据调研结果、反馈意见及专家建议，对农村生活污水处理设施水污染物排放标准分类分级、控制指标、排放限值及尾水利用等作了具体要求。

坚持以人为本、因地制宜、技术可行、体系协调

问：《工作指南》指导原则是什么？

答：一是以人为本。以保障饮用水水源地安全、改善农村人居环境质量为目标，通过标准的实施，改善农村水环境质量，推动美丽乡村建设；同时，加强与污水处理设施周边群众的沟通，从源头上减少社会矛盾。

二是因地制宜。根据农村区位条件、污水处理规模和排放去向等，分区分类分级确定控

制指标和排放要求。在不加重下游水体污染的前提下，尽可能利用和考虑农村地区自然生态、土地及景观要素，鼓励优先选择氮磷资源化与尾水利用技术、手段或途径。

三是技术可行。地方标准制修订应充分考虑技术经济因素并具有一定前瞻性。以国内外技术水平和经济条件为依托，充分考虑相关技术所能达到的污染控制水平，兼顾农村地区的经济承受能力和管理水平。

四是体系协调。地方标准制修订应充分考虑与《城镇污水处理厂污染物排放标准》《污水综合排放标准》《农田灌溉水质标准》《渔业水质标准》《城市污水再生利用 景观环境用水水质标准》等现行国家和地方标准相衔接，与相关法律、法规、规划和政策相衔接。

全方位规定指导各地加快推进农村生活污水处理

问：《工作指南》包括哪些主要内容？

答：一是排放标准制订技术路线及格式要求。按照《国家水污染物排放标准制订技术导则》（HJ 945.2 - 2018）要求开展各阶段工作，主要包括环境管理需求分析与现行标准实施评估、农村生活污水处理现状分析、技术内容确定等。格式应满足 HJ 945.2 - 2018 要求。

二是污染物排放控制总体要求。主要包括标准分级、控制指标确定及污染物排放控制要求，也可对标准实施的技术和管理措施做出具体要求。

三是监测要求及实施与监督。主要包括采样点设置、监测频次和采样时间确定及污染物测定方法确定等。实施与监督主要是明确对排放标准的实施进行监督管理的责任主体，可由县级以上人民政府确定。功能不确定的水体可由地方生态环境、农业农村主管部门根据当地水环境的实际情况确定。

四是地方排放标准编制说明的内容与格式要求。主要包括项目背景、制修订标准的必要性和意义、制修订原则和技术路线、农村生活污水处理概况、标准主要条款说明、达标处理技术分析、国内外相关标准情况、实施本标准环境效益分析、标准实施建议等。编制说明格式应满足 HJ 945.2 - 2018 要求。

各地可根据实际情况增加地方控制指标

问：《工作指南》中污染物控制指标是如何考虑的？

答：通过对全国农村生活污水处理设施的进出水进行分析测试和筛选，将 pH 值、化学需氧量（COD_{Cr}）和悬浮物（SS）作为判断水质的基本指标。对生化需氧量（BOD₅）和 COD_{Cr} 两项指标，二者均反应水体受还原性物质污染的情况，由于农村生活污水可生化性较好，BOD₅ 和 COD_{Cr} 两项指标具有一定相关性，但 BOD₅ 测定所需时间较长，COD_{Cr} 属于国家重点控制污染物且监测便捷，因此选取 COD_{Cr} 作为控制指标。

氨氮（NH₃ - N）含量较高时，对鱼类等水生生物呈现毒害作用，对人体健康也有不同程度的伤害，但农村生活污水处理设施 NH₃ - N 处理费用较高，因此，对出水直接排入 II、III 类功能水域的处理设施要求控制 NH₃ - N，对其他水体 NH₃ - N 暂不作强制要求，各地可根据实际情况自行确定。控制指标 TN、TP 含量可反映水体富营养化程度，TN、TP 的去除

虽可采用人工湿地等生态处理方法，但其处理效果不稳定，要实现稳定去除，需采取脱氮除磷深度处理工艺，农村生活污水处理设施处理规模一般较小，其污泥回流比难以控制，去除效果难以实现稳定，且需增加投药量及运行费用。因此，对于出水排入封闭水体或超标因子为氮磷的不达标水体，控制指标除上述基本指标外增加 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、TN 和 TP，其他情况暂不作强制要求，各地可根据实际情况自行确定。

随着提供餐饮服务的农村旅游项目日益增加，餐饮废水排放量增大，且该类废水中动植物油含量较多，因此，含提供餐饮服务的农村旅游项目生活污水的处理设施，除上述基本指标外应增加动植物油。

粪大肠菌群数一般作为重要的生物性指标进行控制，若对该项指标进行限定，处理工艺最后须设消毒设施。根据对全国农村生活污水集中处理设施的调研情况发现，大量的工艺流程中即使有消毒设施，但是运行成本高，多数未运行。综合技术经济因素考虑，目前阶段对于粪大肠菌群数暂不作强制要求，各地可根据实际情况自行确定。

色度是水质的外观指标，对于农村生活污水来说，一方面，进水浓度中色度普遍较低；另一方面，常规的沉淀法对色度有较好的去除效果，所以对色度暂不作强制要求。

综上所述，选取 pH 值、化学需氧量（ COD_{Cr} ）和悬浮物（SS）作为基本指标。其中，出水直接排入《地面水环境质量标准》（GB 3838 - 2002）地表水 II、III 类功能水域、《海水水质标准》（GB 3097 - 1997）二类海域及村庄附近池塘等环境功能未明确的水体，除上述基本指标外，应增加 $\text{NH}_3 - \text{N}$ ；出水直接排入 GB 3838 - 2002 地表水 IV、V 类功能水域的及 GB 3097 - 1997 三、四类海域的，污染物控制指标至少应包括基本指标。出水排入封闭水体，除上述基本指标外，应增加 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、TN 和 TP；出水排入超标因子为氮磷的不达标水体，除上述指标外，应增加超标因子相应的控制指标。提供餐饮服务的农村旅游项目生活污水的处理设施，除上述基本指标外，应增加动植物油。各地可根据实际情况增加地方控制指标。

出水排入不同水体污染物排放控制需符合相应限值要求

问：《工作指南》中污染物排放控制总体要求是如何确定的？

答：原则上控制指标值可参考《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918 - 2002）中相应指标的标准浓度限值，并综合考虑农村区位条件、村庄人口聚集程度、污水产生规模、排放去向和人居环境改善需求、自然景观、受纳水体污染物排放总量控制要求及现有技术水平等因素进行确定。一定规模以下的污水处理设施原则上可适当放宽，但应规定标准实施的技术和管理措施。

出水直接排入 GB 3838 - 2002 地表水 II、III 类功能水域的及 GB 3097 - 1997 二类海域，其相应控制指标值参考不宽于 GB 18918 - 2002 一级 B 标准的浓度限值，且污染物应按照水体功能要求实现污染物总量控制。出水排入 GB 3838 - 2002 地表水 IV、V 类功能水域的及 GB 3097 - 1997 三、四类海域的，其相应控制指标值参考不宽于 GB 18918 - 2002 二级标准的浓度限值；其中受纳水体有 TN（以 N 计）控制要求的，由地方根据实际情况，科学制定

其排放浓度限值。

出水直接排入村庄附近池塘等环境功能未明确的水体，控制指标值的确定，应保证该受纳水体不发生黑臭，其基本控制指标值参考不宽于 GB 18918 - 2002 三级标准的浓度限值， $\text{NH}_3 - \text{N}$ （以 N 计）参考不宽于《城市黑臭水体整治工作指南》（建城〔2015〕130 号）中规定的城市黑臭水体污染程度分级标准轻度黑臭的浓度限值。

出水流经自然湿地等间接排入水体的，其控制指标值参考不宽于 GB 18918 - 2002 三级标准的浓度限值，同时，自然湿地等出水应满足受纳水体的污染物排放控制要求。

鼓励优先选择氮磷资源化与尾水利用技术、手段或途径

问：《工作指南》中关于尾水利用有哪些要求？

答：农村生活污水含有的氮、磷等是农作物生长所需的营养物质，经预处理后可就近资源化利用，减少化肥农药施用，降低水体富营养化风险。因此，《工作指南》鼓励优先选择氮磷资源化与尾水利用技术、手段或途径，尾水利用应满足国家或地方相应的标准或要求。其中，用于农田、林地、草地等施肥的，应符合施肥的相关标准和要求，不得造成环境污染；用于农田灌溉的，相关控制指标应满足《农田灌溉水质标准》（GB 5084 - 2005）规定；用于渔业的，相关控制指标应满足《渔业水质标准》（GB 11607 - 1989）规定；用于景观环境的，相关控制指标应满足《城市污水再生利用 景观环境用水水质》（GB/T 18921 - 2002）规定。特定利用情形且没有相应再生利用水水质要求的，可根据尾水利用特点、土壤性质和生态环境保护需求，在排放标准中规定尾水应达到的水质要求和水质监控位置。

排放标准制修订工作需因地制宜

问：我国各地情况差异较大，地方在制定排放标准中如何做到因地制宜，既尽力而为，又量力而行？

答：我国幅员辽阔，农村自然禀赋差异较大，经济发展水平参差不齐。《工作指南》明确要求，排放标准制修订工作要因地制宜、实事求是。各地要根据农村区位条件、人口聚集程度、污水处理规模、排放去向和人居环境改善需求、自然景观、受纳水体污染物排放总量控制要求及现有技术水平等因素，既尽力而为，又量力而行，制订科学合理的排放标准。从实际出发，采用适用的治理技术，注重实效，不搞一刀切，不搞形式主义。

生态环境部与农业农村部印发工作指南

指导各地农村生活污水处理排放标准制修订

中国环境报 2019.5.1

本报讯 生态环境部、农业农村部近日印发《农村生活污水处理设施水污染物排放控制规范编制工作指南（试行）》（以下简称《工作指南》），对农村生活污水处理排放标准控制指标确定、污染物排放限值、尾水利用要求、采样监测要求等作了进一步明确细化，指导各地加快推进农村生活污水处理排放标准制修订工作。

《工作指南》主要包括四方面内容。一是排放标准制订技术路线及格式要求。二是污染物排放控制总体要求，包括标准分级、控制指标确定及污染物排放控制要求等。三是监测要求及实施与监督。主要包括采样点设置、监测频次和采样时间确定及污染物测定方法确定等。四是地方排放标准编制说明的内容与格式要求。主要包括项目背景、制修订标准的必要性和意义、制修订原则和技术路线、农村生活污水处理概况、标准主要条款说明、达标处理技术分析、国内外相关标准情况、实施本标准环境效益分析、标准实施建议等。

塑料垃圾变柴油还有多远

中国科学报 2019.5.6

塑料不易降解的特性虽然给生活带来了便利，但同时也给地球带来了麻烦，甚至已经成为“无法承受之重”。新技术可以将日常生活中的聚乙烯废塑料，比如塑料瓶、保鲜膜、塑料袋等降解成清洁燃油。但是，量产的前提是催化剂效率的进一步提高，以及废塑料的分类回收。

塑料已经深入人类生活的方方面面。从食物包装袋到3D打印材料，从小小的乒乓球到贯穿城市的下水管道，到处都有塑料。塑料不易降解的特性虽然给生活带来了便利，但同时也给地球带来了麻烦，甚至已经成为“无法承受之重”。

关于减塑及塑料垃圾处理的问题在世界各国及不同行业领域里都备受关注。近日，第46期理解未来讲座就邀请科学家和艺术家坐到了一起，分享彼此对于塑料的诸多观点。其中，上海有机化学研究所金属有机化学国家重点实验室课题组长、研究员、博士生导师黄正分享了关于聚乙烯废塑料降解的研究，在科学家们的不断努力下，塑料垃圾也能变废为宝，比如转化为柴油。

塑料如何变柴油

如果在搜索引擎输入“塑料变柴油”，会显示一些骗局新闻，也有人将它视作和“水变油”一样的诈骗行为。但事实上塑料变柴油却并非天方夜谭，只是要真正达到量产还需要诸多步骤。

塑料为何能变柴油呢？黄正向《中国科学报》介绍说，大部分塑料都来自于石油气。“很多塑料最初都是来自石油，石油裂解产生了乙烯、丁二烯等物质，而它们是生产塑料的原料。”

身为一名化学家，就会考虑塑料的降解是否可以从哪里来到哪里去。黄正解释说：“聚乙烯废塑料是理想的燃油，成分与柴油、汽油的组成是一样的，如果能把它用起来，它不含硫、氮这些杂原子。关键在这里面，塑料袋是固体，汽油、柴油是液体，我们应该把它降解下来，把它的分子变小才可以拿来用。”

将高分子量的聚乙烯类的废塑料进行降解是他和团队长久以来的重点研究方向之一，希望通过催化剂的设计与发展，把塑料转化为高附加值的产品——“比如把聚乙烯在温和条

件下降解选择性生成燃油”。

既有的办法是通过热裂解技术实现。“但这个办法能量效率低，温度往往要大约 400 摄氏度，并且高温情况下塑料会产生各种各样的产物，包括烷烃、芳烃、烯烃。这个产物可以是汽、油或蜡，非常复杂，使它的利用率很低。”

黄正采用了交叉烷烃复分解催化的策略。研究团队使用价廉量大的低碳烷烃作为反应试剂和溶剂，通过与聚乙烯发生重组反应，有效降低聚乙烯的分子量和长度。在反应体系中低碳烷烃过量存在，可多次参与与聚乙烯的重组反应，直至把分子量上万，甚至上百万的聚乙烯降解为清洁柴油。

“这个工作主要基于用一种双金属催化烷烃复分解的方法，这是 2006 年 Goldman、Brookhart 发在《科学》上的工作。我们想用交叉烷烃复分解，把聚乙烯降解下来，在较温和的条件下，如在小于 200 摄氏度的情况下，将高分子量的聚合物降解为低分子的燃油烷烃。”黄正向《中国科学报》进一步解释说，“高分子聚乙烯与小分子烷烃进行重组，小分子烷烃把高分子像剪刀一样剪断了，剪断以后证明它的分子量就降低了，而且在这里面，小分子烷烃是大量过量的，有很多把剪刀可以不断地把高分子的一条长链剪断，进而变成燃油的烷烃。”

实现量产有前提

有了这项技术，日常生活中的聚乙烯废塑料，比如塑料瓶、保鲜膜、塑料袋等就可以降解成清洁燃油。但是，前提是催化剂效率的进一步提高，以及废塑料的分类回收。

黄正介绍说，目前研究中催化剂的使用量相对较大，催化剂跟废塑料质量比，大约能做到 1 到 100 左右；但如果要真正实现量产，比例则要提升到 1 比 10 万，甚至 1 比 100 万。也就是说，加入 1 克的催化剂就可以将 100 万克的废塑料降解。“达到这个效率的时候，催化剂就有机会实现量产，这正是我们目前努力的方向，把催化剂效率提高，降低催化剂的用量。”

黄正的学生贾香清博士研究发现，钷催化剂和铈催化剂可以将聚合物降解，把聚乙烯降解成在分子量可以适用于作为柴油的烷烃。但钷和铈两个都是贵金属，价格不菲。黄正表示：“一方面我们在考虑催化剂的回收利用，另外也在考虑是否能用廉价的金属，比如铁来做代替。”

除了进一步提高催化效率、降低成本之外，实现塑料变柴油的另外一个前提条件就是塑料的回收和分类。塑料垃圾属于可回收类别，但是可回收里面还有纸张、饮料罐等，需要进一步进行精细分类。

“如果把它和生活垃圾混在一起，再分类就很头痛，另外还要清洗，清洗过程又造成水污染。所以回收非常重要。”另外，黄正强调说，现在做的工作只是个开头，并不是说已经能够解决这个问题。

能靠微生物实现塑料降解吗？

关于微生物降解塑料的研究近年来多次见诸报端。2016年，日本京都科技大学小田耕平课题组就曾报道发现了一种相当有潜质的处理塑料的微生物；2017年，中国科学院昆明植物研究所许建初团队发现了塔宾曲霉菌对聚氨基甲酸酯的生物降解作用；此外关于合成生物的进展也让很多人对微生物降解塑料抱以期待。

黄正说，用微生物降解塑料很有意义也很有趣，同时需要考虑的另外一点是，降解以后的产物怎么再利用。中国科学院动物研究所基因工程技术研究组组长、研究员王皓毅解释说，不太可能有一种微生物能降解所有塑料，一定是降解某一类塑料；能否实际应用不仅是科学问题，也涉及公共管理的问题，能够实现特定种类塑料的收集。

此外，王皓毅指出：“现在人们还没有能力从头创建一种新的微生物。合成生物学的进展可以改变已有的微生物中的几个乃至几十个基因，可以把一整套由多种生物酶构成的化学反应体系在微生物中建立起来。生物体的化学反应效率是很高的，很多时候它可以比在体外催化有更高活性。如果未来利用合成生物学能得到具有良好降解塑料能力的微生物，它的应用还是需要考虑很多问题，需要将其可降解的类型的塑料做有效的分类集中，经过基因改造的微生物也需要严格保持与自然界的隔离，以避免影响其他微生物的生态平衡。要真正从实验室走到应用，这一系列合成生物学和生态的问题都需要一点一点攻克和解决。”（张晶晶）

180 国就减少塑料垃圾达成协议

美拒绝签约成“孤家寡人”

参考消息 2019.5.

【美联社日内瓦5月10日电】联合国环境官员周五说，全世界几乎所有国家都已就减少塑料垃圾达成了具有法律约束力的框架协议，只有美国是一个明显的例外。

联合国环境规划署的罗尔夫·佩耶说，这一“历史性”协议与得到联合国支持、缔约方达186个的《巴塞尔公约》相关，达成协议意味着，各国将不得不监测并追踪流到境外的塑料垃圾。“这向全球其他各方——私营部门和消费市场——发出了一个非常强烈的政治信号即我们需要有所行动；”佩耶说，“各国已决定有所作为，这将转化为实际行动。”

受该协议影响的产品被用于一系列行业，比如医疗保健、技术、航空航天、时尚、食品和饮料。

佩耶说，各国必须找到自己遵守协议的方式。即使像美国这样的少数非缔约国在向缔约国运输塑料垃圾时也可能受到影响。佩耶说：塑料垃圾的进出口将拥有一个透明的、可追溯的制度。”

【法新社日内瓦5月10日电】约180个国家周五在日内瓦就塑料垃圾出口规则达成一致。每年有800万吨塑料垃圾被排入海洋。

“巴塞尔公约”、“鹿特丹公约”和“斯德哥尔摩公约”缔约方的1400名代表在12天中讨论了全球环境和居民健康面临的“最紧迫问题”。

联合国环境规划署三项公约联合秘书处执行秘书罗尔夫·佩耶表示：“我为公约缔约方就管理塑料垃圾的强制性和整体性合法机制达成协议感到骄傲。”

集合了全球多个非政府组织的国际消除持久性有机污染物网络对这一协议表示赞赏，其在一份公报中称：“有了这项协议，很多发展中国家将首次获知进入其领土的塑料垃圾的信息且有权拒绝这些垃圾进入。长期以来，美国、加拿大等发达国家向亚洲国家出口塑料和有毒垃圾并宣称这些垃圾会得到循环利用。但实际上，大部分无法得到循环利用的垃圾被丢弃、焚烧或出现在海洋深处。”

人们估计有 1 亿吨塑料垃圾在污染海洋。

国际消除持久性有机污染物网络指出，由挪威提议的新限制措施曾遭美国、巴西、阿根廷以及化工企业的激烈反对。

中国 2018 年初禁止进口塑料垃圾，发达国家的塑料垃圾开始大规模转运至东南亚国家，特别是马来西亚。

海南印发农业废弃物回收方案

以综合利用、建立补贴带动持续回收

中国环境报 2019.5.15

本报记者孙秀英海口报道 海南省农业农村厅日前印发《2019 年农业投入品废弃物回收工作方案》（以下简称《方案》），提出构建“农户零散收集、乡镇集中储运、企业回收处置、市县统一监管”的农业投入品废弃物回收利用体系，实现减存量、控增量目标。

海南省将以综合利用带动持续回收，逐年减少田间残留存量，同时推广使用标准地膜和探索可全降解生物膜试验示范，努力实现投入量和回收利用量基本平衡，保障农产品产地安全和农产品质量安全。

根据《方案》，海南省将逐步清洁田园，实现农业投入品废弃物当季使用和当季回收，科学处置利用，防止二次污染，确保农用地膜回收率达到 85% 以上，农药包装物回收率达到 50% 以上，其中主要田洋农业投入品废弃物回收率实现 100%，白色污染得到有效防控。

此外，《方案》还明确了今年全省农业投入品废弃物回收工作任务和重点工作。其中包括，落实农膜回收属地责任、探索建立长效收集制度、推广标准化地膜产品、推进农膜处置专业化等。

重点工作包括建设回收利用示范县，探索建立技术可推广、运营可持续、政策可落地、机制可复制的示范样板，加强科技创新，引进、试验、示范、推广机械回收地膜技术，提高回收效率，降低回收人工成本等。

为加快推广进度和提高农民参与积极性，海南还将建立农膜回收补贴制度，通过明确补贴环节、范围和方式，用购买服务方式调动使用者、销售者参与回收农膜，主动捡拾、收集及交缴农膜，推进农田清洁生产。

国内“人见人嫌”危及餐桌安全，国外“大受追捧”变身绿色能源；近年来，地沟油出口欧洲呈爆发式增长——

中国地沟油缘何成了“香饽饽”

中国能源报 2019.5.13

我国每年有500万吨的地沟油“产量”，但只有100万吨成为生物柴油的生产原料，另有30万吨出口，其他流向不明。

从2017年开始，国内向欧洲地区出口的地沟油呈现爆发式增长，当年出口量超过24万吨，是2016年的5倍之多，填补了欧洲近1/3的地沟油需求缺口。2018年，出口量继续增至30万吨，预计这一数字在2019年有望进一步攀升至50万吨。

“据我所知，目前在江苏泰兴港常驻的地沟油国际经销商不少于10家，他们大量收购国内的地沟油，然后出口到欧洲，每次的发货量高达数万吨。而不少国内生物柴油企业买到地沟油原料后，只是经过简单处理就将其出口了，这使得本已生存困难的、以地沟油为主要原料的国内生物柴油行业雪上加霜，要么生产装置闲置率高，要么只能加工品质很差的地沟油原料。”近日，在由京津冀废弃油脂资源化利用产业联盟举办的企业家沙龙活动上，谈及生物柴油企业当下面临的发展窘境，河北隆海生物能股份有限公司董事长韩志广言语中透露着焦虑。

地沟油是餐饮业的废弃油脂，我国每年产生的地沟油可达500万吨左右，其中仅京津冀地区每年的地沟油“产量”就在30万吨左右。地沟油在我国“臭名昭著”，处理费力，导致与之相关的一系列关联产业发展在国内举步维艰。然而国内“人见人嫌”的地沟油在欧洲成了“抢手货”。

统计数据显示，2018年，国内以生物柴油原料身份向欧洲出口的地沟油量已达30万吨，预计这一数字在2019年有望进一步攀升至50万吨。同时，我国以地沟油为原料的生物柴油产品在2018年的出口量也达到31万吨，约占全年国内生物柴油总产量的1/3。

地沟油热销欧洲

据了解，从2017年开始，国内向欧洲地区出口的地沟油呈现爆发式增长态势，当年欧洲各国从中国进口的地沟油总量超过24万吨，是2016年的5倍之多，满足了欧洲近1/3的地沟油需求缺口。

“我们国家的地沟油之所以能热销欧洲，主要有两方面原因。一是近两年欧洲国家有进口‘地沟油’的动力，他们强制要求添加使用生物柴油，并将其纳入碳减排考核系统；二是目前中国对于‘地沟油’出口有退税优惠政策，从而吸引了大量欧洲企业驻扎中国港口，专门注册公司从事地沟油进出口贸易。”北京市市容环境卫生协会有机废弃物处理专业委员会主任宋建国直言。

据介绍，为了最大限度降低交通运输领域的温室气体排放，欧洲现行法规积极支持利用

废料转化生物燃料，同时为了最大限度减少使用粮食原料（主要为菜籽油）转化生物燃料，在碳减排值的核算上，废料转化的生物柴油碳减排可重复计算，最终计为粮食原料转化生物柴油的两倍。这就意味着，在欧洲，使用地沟油转化生物柴油相较于粮食转化生物柴油极具竞争优势。在此背景下，近两年欧洲国家对地沟油的需求激增——相关数据显示，2018年欧洲地区对地沟油的需求缺口已高达50%。

与此同时，在中国，根据现行税制规定，地沟油出口比照“工业级混合油”税种给予相应退税优惠。“如此一来，生物柴油在长期遭遇国内销路不畅，且出口又没有任何政策鼓励视同内销的情况下，直接出口地沟油原料不失为一条出路。事实上，也正是得益于上述国内外多重政策优惠，生物柴油企业拿到地沟油后经过简单处理直接出口，所获利润也要高于地沟油加工成生物柴油产品后再出口的利润。”韩志广说。

“从目前情况看，中国的地沟油供应商已经开始从供应紧缺的欧洲市场获利，且未来仍有巨大的增长空间。”宋建国进一步指出。

机遇还是危机？

据记者了解，尽管我国每年有500万吨的地沟油“产量”，但只有100万吨成为生物柴油的生产原料，另有30万吨出口，其他流向不明：有的用于生产动物饲料油，有的则以食用油的身份“回流”到了餐桌。值得注意的是，地沟油也有品质高低之分，出口欧洲的大多品质较高。

大量地沟油出口无疑将有助于解决地沟油“回流”餐桌的顽疾。与此同时，欧洲地区为推广使用生物柴油而出台的强制添加政策，也使得国内生物柴油产品的出口量自2015年开始出现翻倍增长的态势，这对于国内生物柴油行业无疑也是极大的利好。

然而在多位生物柴油行业专家与企业人士看来，“出口”虽然是出路，但也可能危及国内生物柴油行业的整体可持续发展。“就生物柴油出口而言，想要出口欧洲，首先产品质量要达到欧洲的26项标准要求，这并非一般生物柴油企业能做到的。因此真正能大批量出口的企业很少。生物柴油产业的发展还是要立足国内。”唐山金利海生物柴油股份有限公司董事长李艾军强调。

而在韩志广看来，现行的地沟油出口退税政策实际上是在让利给国际经销商。“中国拿自己的钱补贴了老外，反而导致国内生物柴油企业的原料收购价格丧失竞争优势，这肯定不是我们政策制定的初衷，大量高品质地沟油用于出口，对于原料供应本来就严重不足、尚没有实现正常盈利的国内生物柴油行业来说，无疑是雪上加霜，如果没有有效对策，大部分国内生物柴油企业会更难生存。”

“把紧缺的原料尽可能留在国内”

目前，我国生物柴油生产主要以地沟油为原料。据全国生物柴油行业协作组秘书长孙善林介绍，目前，我国地沟油制生物柴油装置总产能超过250万吨，由于出口渠道通畅，加之油价处于相对高位，市场需求显著增加，2018年我国生物柴油产量已增至近97万吨，预计

2019 年有望突破 100 万吨。

“立足问题导向，在我国，地沟油或者生物柴油产业的发展首先应是基于保障食品安全，进而上升到资源化和绿色产业发展高度。”北京市容环境卫生协会理事长崔建华强调。

从食品安全角度看，相关研究显示，每生产 10 万吨生物柴油就可让上千万人免食地沟油，这是我国生物柴油产业发展的最大意义所在。而从环保角度看，经联合国相关权威机构鉴定，每生产使用 1 吨生物柴油比生产使用 1 吨石化柴油，至少可减排 2.5 吨二氧化碳。与此同时，生物柴油和石化柴油掺混使用还可大幅减少 PM2.5、PM10 等污染物的排放。

“也就是说，我国发展生物柴油产业首先是基于社会效益的考量，解决地沟油‘回流’餐桌的问题，其次才是经济效益。因此，我国应该借鉴欧洲做法，在政策层面明确鼓励国内生物柴油产业发展，而不是放任自流，甚至由于政策错配而制约其发展。不公平的竞争并不利于生物柴油这样一个利国利民产业的发展。”崔建华进一步指出。

宋建国指出，经历了 10 余年的发展，国内生物柴油行业迄今仍未实现正常盈利，发展举步维艰，主要原因在于原料供应严重不足。“目前行业面临的共性问题就是如何保证地沟油原料的供给与价格的可控，需要遏制出口，把紧缺的原料尽可能留在国内。同时要从政策层面给予明确的定位，扶持本国生物柴油产业的发展。”（全晓波）

广州一批新生活垃圾处理设施开建

建成后，广州市生活垃圾日焚烧处理能力将达到 3 万吨

广州日报 2019.5.10

广州日报讯（全媒体记者李波 通讯员广环投）日前，广州市第四资源热力电厂二期工程及周边场地预处理工程顺利开工，拉开了广州市新一轮生活垃圾处理设施建设的序幕。

记者了解到，继广州市五座资源热力电厂一期项目建成投产后，广州环投集团高标准谋划五座资源热力电厂二期、五座餐厨垃圾处理厂和五座应急储备填埋场项目，总投资约 136 亿元。其中五座资源热力电厂二期项目日总处理规模 1.6 万吨。建成后，广州市生活垃圾日焚烧处理能力将达到 3 万吨，满足广州市未来发展需要，在全国一线城市居于前列。

为保障二期项目在各方面优于一期，广州环投集团高标准建设新一轮生活垃圾处理设施。

据悉，此次项目设计更规范，结合一期项目成功建设经验，编制设计标准化技术需求书，使项目设计工作标准化、程序化、模块化，从源头上保障了施工质量，有效降低项目建设成本；信息化手段也更先进，引入 BIM - 技术和智慧工地概念，利用互联网技术和设备监控技术，打造高效节能、绿色环保的数字化电厂。烟气排放指标更优，采用“半干法 + 干法 + 湿法联合脱酸以及 SNCR + SCR 联合脱硝技术”，使污染物处理效率更高，系统能量消耗更低，烟气排放指标全部优于欧盟和国家最新排放标准。此外，循环经济作用也将更为凸显。以垃圾焚烧电厂建设为中心，打造循环经济产业园，配套建设污水厂、炉渣厂、飞灰处理厂、餐厨厂等设施，实现资源循环利用。

美国：新型植物材料有望替代泡沫塑料

中国环境报 2019.5.23

据新华社电 美国研究人员开发出一种环保植物性材料，其隔热性能优于聚苯乙烯泡沫塑料，未来有望成为制造一次性咖啡杯等用品的替代材料。

美国华盛顿州立大学近日发表公报说，这种环保材料主要由植物纤维素纳米晶体构成，制造过程简单，且无需使用有害溶剂。

聚苯乙烯泡沫塑料广泛用于制造一次性咖啡杯及多种建筑材料，但其原料常来自石油等不可再生能源，生成的聚苯乙烯高温条件下可能产生对人体有害组分，且无法自然降解，燃烧时还会造成环境污染。此前研究人员尝试用植物纤维作为替代品，但后者强度和隔热性较差，高温高湿度条件下易降解。

在华盛顿州立大学团队开发的新材料中，从木浆中提取出的植物纤维素纳米晶体约占75%。研究人员在植物纤维素纳米晶体中加入另一种高分子材料聚乙烯醇，使其合成一种独特结构，实验显示其隔热性比聚苯乙烯泡沫塑料更佳。

研究还显示，这种环保材料质量较轻，可支撑自身重量200倍的物体而不变形，还可自然降解，燃烧不会产生污染性烟尘。

相关研究已发表在《碳水化合物聚合物》杂志网络版上。论文作者之一、华盛顿州立大学机械与材料工程学院助理教授阿米尔·阿梅利说，作为可再生材料的植物纤维素纳米晶体隔热和机械性能好，可节约化石能源，降低对环境的影响。

设施不足 标准缺失

中国工业废水治理亟待加强

参考消息 2019.5.27

【香港《南华早报》网站5月26日报道】题：为何中国的污水处理厂是最大的污染源 一项新联合研究显示，污水管道短缺、地方政府监管不力和排污标准缺失阻碍了中国减少工业废水污染的努力。

绿色和平组织和南京大学联合开展的这项研究还发现，中国的许多污水处理厂是被有关部门点名的最大污染源之一。

研究人员是通过研究中国生态环境部去年公布的数据和报告作出这一评估的。在2018年因排污超标严重而被罚款的436家污染企业中，有243家是污水处理厂，占比56%。

治理水污染是中央政府承诺在2020年之前修复该国受损的环境的一部分。

中国生态环境部环境规划院环境政策部副主任董战峰说，污水处理是污染防治的重要一环。董战峰说：“污染防治被称为‘攻坚战’，因为任务非常艰巨。”

为了控制工业污染，中央政府敦促各省份把工厂集中到工业园区，工业园区必须建设基

基础设施以处理污水。

绿色和平组织和南京大学的研究人员发现，到去年9月末，内地2411家工业园区污水处理厂建成率达97%。但由于连接工厂和污水处理厂的管道不足，并非所有建成的污水处理厂都已全面投入使用。

报告援引极端例子说，管道工程不完善导致湖北的两家污水处理厂沉睡了两年，迫使工业园区的工厂直接将污水排放到河道里。

在其他情况下，未与工业污水处理厂连接的工厂将废水排入普通的下水道系统，而这些污水最后流入到仅能过滤部分工业废水的生活污水处理厂。

中国西南省份贵州就存在这种情况，由于缺少污水管道，128家工业园区中有89家依靠城市排污系统来处理工业废水。

绿色和平组织驻北京的污染防治项目主任邓婷婷说：“新建的污水处理厂没有使用，同时工业废水被排入溪流和河流。目前的状况是一团糟，这使得企业无法进入日益扩大的废水处理市场。”

中国生态环境部去年估计，中国还需要建设40万公里的污水管道，耗资约1万亿元人民币。

上述研究发现的另一个主要问题是，目前中国缺乏一套针对工业园区污水处理厂的排放标准，许多工厂采用的是生活废水处理标准。

此外，研究人员还强调了地方政府和工业园管理部门逃避执行监管责任的问题。报告呼吁在地方环境监管机构、行业部门、工业园区和污水处理厂之间明确划分管理和监管责任。

生态环境部发布六项国家环保标准

中国环境报 2019.5.22

本报记者谢佳沥北京报道 为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护生态环境，保障人体健康，规范生态环境监测工作，生态环境部近日批准并发布6项国家环境保护标准。

此次发布的6项标准分别为《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）、《土壤和沉积物 石油烃（C6-C9）的测定 吹扫捕集/气相色谱法》（HJ 1020-2019）、《土壤和沉积物 石油烃（C10-C40）的测定 气相色谱法》（HJ 1021-2019）、《土壤和沉积物 苯氧羧酸类农药的测定 高效液相色谱法》（HJ 1022-2019）、《土壤和沉积物 有机磷类和拟除虫菊酯类等47种农药的测定 气相色谱-质谱法》（HJ 1023-2019）、《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》（HJ 491-2019）。

6项标准自2019年9月1日起实施，标准内容可在生态环境部网站查询。自上述标准实施之日起，《土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》（HJ 491-2009）废止；《土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法》（GB/T 17138-1997）和《土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》（GB/T 17139-1997）在相应的环境质量标准和污染物排放（控制）标准实施中停止执行。

“无废城市”需在资源循环利用上下功夫

中国环境报 2019.5.24

可延伸生产者责任，制定落实生产者付费制、押金一返还制度等，还可将原生材料征税返还用于固废回收利用、再生材料补贴等，从而保障回收利用的资金来源。

日前，全国“无废城市”建设试点工作全面启动，深圳、包头、铜陵等11个城市成为首批建设试点。资源循环利用是“无废城市”建设的重要路径，在生产领域内要推进循环经济发展，生活领域内要构建社会化的固体废弃物回收利用系统。这样，既可削减固废产生量、降低环境污染程度，又可变废为宝发挥固废的经济价值。

实现城市生产无废的关键，是发展城市生产领域的循环经济。

消解生产领域固体废弃物的最佳路径，是在生产领域内部实现闭合循环、再资源化。这就必须打造城市生产领域的循环经济共同体，促进企业内部、企业间、园区间、产业间、区域间物质和能量的生态化链接，构建生产领域内循环化的实物链、价值链和经济链。但由于投入大、周期长、风险大、短期收益低，多数企业缺乏发展循环经济的内生动力，需要综合运用各种政策进行引导。

一方面，应严格执行生态环保法律法规，倒逼企业发展循环经济；另一方面，应构建循环经济示范带动体系，如建设一批循环型的示范企业、示范工业园、示范农业园等，增强示范引领力。

同时，各级政府应为循环经济量身定制税收金融扶持政策，增强政策支撑力。比如，在税收政策方面，可将购买用于循环经济的固定资产、技术、知识产权计入当期成本费用，在计算应纳税所得额中扣除；对资源循环利用技术开发、转让及咨询等应纳税行为实行免征增值税政策。在金融政策方面，对循环经济项目实施优惠利率的绿色信贷，允许企业将循环经济项目打捆后集合发行绿色债券等。构建“政产学研金用”资源循环利用技术研发平台，企业出题目、大学和研究机构搞研发、金融机构提供资金融通、市场提供需求、政府搭建合作平台，整合各类创新资源，培育科技创新力。

实现城市生活无废的关键，是构建组织化和集约化程度高的固体废弃物回收利用系统。

当前，我国废弃物回收利用体系结构较为松散，系统化和组织化程度较低，分类回收、清运和资源化3个环节难以有效衔接，导致回收和再资源化效率低、能力弱。笔者认为，试点城市可借鉴德国经验，建设符合本地实际的固废回收利用系统。

首先，为固废回收利用开辟资金渠道。可延伸生产者责任，制定落实生产者付费制、押金一返还制度等，还可将原生材料征税返还用于固废回收利用、再生材料补贴等，从而保障回收利用的资金来源。

其次，提升固体废弃物回收利用体系的系统化和组织化程度。我国城市小而散的固废回收和资源化格局，制约了资源化利用效率和水平的提高。打破这种格局，需要组建和整合固

废回收利用产业链，即分类回收—清运—资源化。鉴于资源化企业处于回收利用链条的末端，具有较强的资金技术实力、产业带动力和辐射力，可由其来整合全产业链，打造组织化、一体化、规模化水平较高的固废回收利用系统。系统内各主体之间要按市场化原则进行商业交易，政府引导但不主导，充分发挥市场调节作用和市场主体的能动性。（席鹭军）

五大瓶颈制约生物天然气产量

环保带动产业发展，但仍存在政策、技术、建设、运营等障碍

中国环境报 2019.5.28

●在产业政策上，生物天然气产业相关扶持与激励政策还不够完善，缺乏相关产品强制市场保障措施与机制，无法形成稳定的市场需求。

“《生物质能发展‘十三五’规划》中提出，到2020年生物质基本实现商业化和规模化利用，生物天然气产量将达80亿立方米，但目前距离这个目标还很远。”国家可再生能源中心副主任任东明在近日由中国产业发展促进会生物质能产业分会主办的2019全国规模化生物天然气技术创新交流大会上表示。

作为我国能源安全的重要组成部分，生物天然气正在迈入产业化发展，但技术、政策、建设、运营等方面仍然存在问题，也急需政府、行业和企业共同解决。

产业化瓶颈待打破

产业化基础薄弱、商业模式不成熟、产业支撑体系不健全、技术研发能力不足等都是难题

“我国是农林大国，发展生物质天然气基础良好，可利用的农作物秸秆、林木废弃物等原料非常丰富，具备规模化、产业化开发利用的资源优势条件。”中国产业发展促进会副会长兼秘书长于士和介绍说，粗略估计目前我国生物质天然气资源量两千亿立方米，发展潜力巨大。

但生物天然气产业仍然羸弱，大规模产业化发展存在问题。对此，生物质能产业促进会秘书长张大勇表示，首先，产业化基础薄弱。我国生物天然气产业发展暂未形成规模，投资主体不多，投产项目较少，尚未形成专业化一体化投资建设运行管理体系，以及成熟的商业化市场环境。

第二，商业模式不成熟。在原料收运方面，畜禽粪便尚未建立有偿处理机制，农作物秸秆收储运模式尚不完善，缺乏专业收储运团队，建立经济可承受的原料收集保障模式仍有待探索。在产品市场方面，生物天然气产品存在较大的市场壁垒，多元化消费体系尚未建立，项目盈利水平不足；生物天然气有机肥的市场尚未完全打开，绿色产品属性有待建立，没有形成有效的市场支撑机制。

第三，产业支撑体系不健全。在产业政策上，生物天然气产业相关扶持与激励政策还不够完善，缺乏相关产品强制市场保障措施与机制，无法形成稳定的市场需求，市场可持续拉

动力较差；在行业标准体系上，尚未建立完整的行业标准体系目录，存在较大的技术、施工及管理标准空白，未能形成有效的行业指导。

“在行业监管上，暂未建立原料收运、生物天然气生产及沼渣沼液肥料生产与利用等全过程的环保监管与执法监察体系，规范行业发展。”张大勇说。

第四，技术研发能力有待提升。虽然我国生物天然气工程生产工艺与装备技术水平已基本满足国内项目建设要求，但在系统整体效率、稳定性、装配可靠性等方面仍与国外先进水平存在较大差距，导致核心竞争力不足。同时，对于技术研发与科研创新等重视度不够，资源投入相对较少，致使技术创新与发展进程缓慢，未能对产业发展形成强有力的支撑。

第五，政策协调难度大。禽畜粪便收集、污染物排放付

费、有机肥推广应用和城市燃气特许经营等产业链重要环节涉及多部门，协调难度大。此外，生物天然气项目占地面积一般较大，对项目的建设落地有一定影响。

发展缓慢如何前行？

建议将生物质能利用纳入到国家能源、环保、农业发展战略，统筹兼顾，协同推进各类生物质能有序发展

据了解，按照国家规划，生物天然气起步发展阶段到2020年，年产量超过20亿立方米；快速发展阶段到2025年，年产量超过150亿立方米；稳步发展阶段到2030年，年产量超过300亿立方米；支持生物天然气并入城镇燃气管网和消费。

“截至2018年年底，生物质能发电累计装机达到1781万千瓦，生物天然气总产能大概达到5760万平方米，产业发展仍然缓慢。另外，市场投入主体比较少，产能比较少，产业基础比较薄弱，还没有形成专业化、一体化的投资运行服务体系，商业模式也不是太成熟。”任东明表示。

他建议，将生物质能利用纳入到国家能源、环保、农业发展战略，统筹兼顾，协同推进各类生物质能有序发展，特别是生物质锅炉和生物质天然气相关政策，配套相关的商业市场环境，逐步降低生物质能利用的末端使用成本，扩大生物质能使用规模。

“环保带动产业发展。”北京盈和瑞环境科技股份有限公司总经理周建华介绍说，我国对环境质量改善的要求提升，要求农业废弃物也得到有效处置，以前他们要花钱收购农业废弃物，现在政府付费处置，企业不用再付费收购，处置需求量明显增加。他认为，仅把生物天然气当作能源是不够的，还要重视其环保属性，作为绿色能源发展看待。（崔煜晨）

美媒报道：外卖红火让中国塑料垃圾成灾

参考消息 2019.5.30

【美国“纽约时报”网站5月28日报道】题：外卖应用程序正使中国淹没在塑料制品中
中国互联网繁荣留下的持久有形的遗产，很可能不是用玻璃钢筋建成的办公楼、也不是技术精英们的豪华寓所，而是塑料。

中国外卖应用程序的迅猛发展使外卖餐盒、餐具和包装袋充斥了这个国家，该国不完善的回收利用系统跟不上形势的发展，研究人员和回收商说，这些塑料制品中的绝大部分最终都被丢弃、掩埋，或与其他垃圾一起被焚烧。

科学家估计，2017年中国的在线外卖业务产生了160万吨包装垃圾，是两年前的9倍，这其中包括120万吨塑料盒、17.5万吨一次性筷子、16.4万吨塑料袋和4.4万吨塑料勺子，据估计，2018年这一数字更是增加到了约200万吨。

中国人均产生的塑料垃圾量仍低于美国，但研究人员估计，中国近四分之三的塑料垃圾最终会进入管理不善的垃圾填埋场或露天场所，这样就很容易进入大海，而塑料需要几个世纪才能在海底降解。

回收商设法将中国的一些塑料垃圾转化成可用的形式，供该国的工厂使用，政府统计数据 displays，中国大约四分之一的塑料垃圾能够回收利用，而在美国这个比例只有不到10%，但在中国，外卖盒基本上不会得到回收利用，因为必须先把它们洗干净，而它们的重量非常小，以至于收废品的人必须收集大量的废品才能将其出售给回收商。

“干上半天只能换来几分钱，太不值了，”40岁的任勇（音）说，他在上海市中心一座办公大楼内收废品，他说他会把外卖餐盒扔掉。

对中国许多过度劳累或单纯只是犯懒的人来说，美团和饿了么这类主要的外卖平台正在取代自己做饭或外出就餐，成为他们获取营养的首选方式。美团说，去年它接到了64亿份外卖订单，比2017年增长近60%。

在全世界露天倾倒的塑料垃圾中，有四分之一是在中国，科学家估计，2015年长江向大海排放了36.7万吨塑料垃圾，比世界上任何一条河流都多。

外卖应用程序可能也在间接鼓励餐馆增加塑料用量，通过美团和饿了么做生意的中国餐馆说，它们对用户点评依赖度很高，为避免因食物撒漏遭差评，他们宁肯用重一些的餐盒，或多套一层保鲜膜来包裹食物。

四、太阳能

光伏上网电价政策正式落地 7月1日起正式实施

信息时报 2019.5.1

信息时报讯 国家发改委4月30日发布了《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》，标志着在光伏政策中最为重要的价格政策正式落地。

《通知》指出，将集中式光伏电站标杆上网电价改为指导价。Ⅰ-Ⅲ类资源区集中式光伏电站指导价分别为：Ⅰ类地区0.4元/千瓦时、Ⅱ类地区0.45元/千瓦时、Ⅲ类地区0.55元/千瓦时。

《通知》强调，集中式光伏电站上网电价通过市场竞争方式确定，不得超过所在资源区

指导价。

对于已经批复的纳入财政补贴规模的项目，《通知》规定2019年6月30日（含）前并网的，上网电价按照《关于2018年光伏发电有关事项的通知》（发改能源〔2018〕823号）规定执行；7月1日（含）后并网的，上网电价按照本通知规定的指导价执行。

对纳入国家可再生能源电价附加资金补助目录的村级光伏扶贫电站（含联村电站），《通知》确定对应的Ⅰ-Ⅲ类资源区上网电价保持不变，仍分别按照每千瓦时0.65元、0.75元、0.85元执行。

《通知》还适当降低了新增分布式光伏发电补贴标准。纳入2019年财政补贴规模，采用“自发自用、余量上网”模式的工商业分布式（即除户用以外的分布式）光伏发电项目，全发电量补贴标准调整为每千瓦时0.10元；采用“全额上网”模式的工商业分布式光伏发电项目，按所在资源区集中式光伏电站指导价执行。能源主管部门统一实行市场竞争方式配置的工商业分布式项目，市场竞争形成的价格不得超过所在资源区指导价，且补贴标准不得超过每千瓦时0.10元。纳入2019年财政补贴规模，采用“自发自用、余量上网”模式和“全额上网”模式的户用分布式光伏全发电量补贴标准调整为每千瓦时0.18元。

中国科学家为什么要“种太阳”

老人报 2019.5.8

最近一个科学家迪斯科版《种太阳》在网络上大火。为什么要唱《种太阳》呢？因为他们真的在造一个“太阳”。这几天，由国务院国资委新闻中心发起的#科幻作家走进新国企#中核篇活动中，这个神秘的“太阳”基地才首次大规模对外开放！

什么是“人造太阳”？简单说，就是科学家想在地球上建造一个装置，模拟太阳发光发热释放能量，一劳永逸解决人类的能源问题。这个听起来极其疯狂的事情真的能实现吗？

为什么非要“造个太阳”？

已经有一个太阳了，为什么还非得再造个太阳呢？要说清这个问题，需要从能源说起。我们人类从生产到生活，各种活动无一不需要能源。但地球上的能源不是取之不尽的，比如我们常用的煤、石油、天然气等化石能源，大概只能用几十年。除了储量有限，化石能源还有一个问题就是污染环境。风能、水能虽然干净，但供量有限，且受自然条件影响大。

人类千方百计去解决能源不足问题，但迄今为止，没有任何一种方式能像头顶这颗太阳那样无限供应能源且不带来污染。于是在核技术不断创新的今天，人们对于建设一个类似“人造太阳”的愿望愈发强烈。

“人造太阳”产能的原理是什么？

太阳是利用核聚变反应，不断向地球输送能源的，“人造太阳”当然也需要借助核技术。而这种核技术尝试分为两条道路：核裂变和核聚变。核裂变则是由重的原子核分裂变化为轻的原子核，从而产生巨大的能量。

核聚变是将两个质量轻的原子核“聚合”成为一个重原子核，我们知道能量是守恒的，“消失”的质量会转变为巨大的能量，而且能量比核裂变更高。

聚变反应产生能量有多大？

有个形象且相对准确的说法就是——1升海水通过聚变反应产生的能量相当于300升汽油。

而且核聚变反应的完美之处在于：反应产物仅为惰性气体氦，无毒无害；即便运行过程中也可以即关即停，极少产生放射性废物或不可控负面效果；原料容易获得，毕竟聚变反应所需元素广泛的存在于海水中，而“地球上什么都缺，最不缺的就是海水”。

核聚变离我们生活遥远吗？一点都不。核聚变部分关键技术已经被应用到了生活中的方方面面，如医用高场核磁共振、军民两用高功率微波技术、病菌灭活等。

我国“人造太阳”造的怎么样了？

那我们国家的“太阳”造的怎么样了？仅以中核集团核工业西南物理研究院为例，已独立建成2座，升级改造一座，在建一座。目前环流器一号、新一号服役期已满，正在服役的是二号A装置，即将投入使用的是二号M装置。

人类建造“人造太阳”的道路上，不断让其各项功能趋于真正的太阳，这个过程就类似于医生用听诊器来了解个体的健康状况。

作为世界聚变研究的重要组成部分，中国环流器系列装置多项成果达到、甚至超过世界水平，每一个数据的产生都经过了科研人员长达数年的准备工作和反复验证，凝聚了无数科研人员的梦想与汗水。（贺明明 马泽宇 王海 李波 郑雪 杨龙）

科学家从寒冷宇宙中获得电力

中国电力报 2019.5.11

太阳能电池板的明显缺点是需要阳光才能发电。一些人观察到，在面向地球的空间里（温度寒冷）放置装置，可以利用与太阳能相同的光电物理学获得冷流能量。AIP出版的《应用物理学快报》最近刊登了一项新的研究成果，试图为太阳能电池发电提供一条新的途径，可以在夜间为电子设备供电。

一个由科研人员组成的国际小组首次证明，直接从寒冷的宇宙中的二极管获得电力是可以实现的。红外半导体件面向天空，利用地球和空间的温差发电。

论文作者表示，浩瀚的宇宙是一种热力学资源：在光电物理学方面，在接收到的辐射之间，确实存在着非常漂亮的对称性。

与普通太阳能电池那样利用输入能量不同，负照明效应允许在热量离开表面时收集电能。然而，现在的技术并不能有效地捕捉这些负温差下的能量。通过研究小组的设备指向温度接近绝对零度的空间，研究小组能够找到足够大的温差，通过早期的设计产生能量。

论文作者之一小野正史说：“目前，通过这个实验，我们可以产生的能量远远低于理论极限。”研究小组发现，他们的负照明二极管每平方米可以产生约64毫瓦的电能，虽然这

个数字很小，但这是一个重要的概念证明，可以通过提高所用材料的量子光电性能来改进这一点。计算表明，当考虑到大气效应时，目前的装置理论上每平方米可以产生近 4 瓦的电能，大约是目前实验装置的 100 万倍，足以在夜间为机械提供动力。相比之下，现在的太阳能电池板每平方米的发电量为 100 ~ 200 瓦。虽然研究结果表明了地面设备朝向天空的前景，但同样的原理也可以用于回收机器的余热。目前，团队正致力于提高设备的性能。（于琳娜/译）

自主创新铸造国之重器

——探访中核集团“人造太阳”“华龙一号”研发现场

中国能源报 2019.5.13

从我国第一座自主设计建造的秦山核电站开始，中核集团逐渐掌握了 30 万、60 万、100 万千瓦级核电技术，“华龙一号”已成为国家名片，国家核动力研发基地一期工程全面建成，而且具备四代核电技术高温气冷堆和快堆的研发能力，依靠自主创新走向了世界核能舞台。

红色的“八角形”装置横亘于主机大厅中央，三脚架将每个角支起，形态各异的机柜、管路满满当当围在四周，错综复杂的线圈将其连接成一个整体。“当心磁场”“当心微波”“当心高压”的安全警示标志随处可见，同样醒目的还有“科学发展上水平，聚变研究创一流”的大字横幅。这个占地几百平方米的“钢铁侠”，就是由中核集团核工业西南物理研究院（以下简称“核西物院”）研制的“人造太阳”——环流器二号 A（HL—2A）装置主机。

日前，记者跟随“科幻作家走进新国企”——中核集团“人造太阳”主题活动，走进核西物院和中国核动力研究设计院（以下简称“核动力院”），近距离了解“人造太阳”与“华龙一号”背后的故事。

“人造太阳”核心部位今年底建成

太阳产生的能量来自核聚变反应，如果人类能“驾驭”核聚变反应，地球上便可拥有用之不竭的“人造太阳”能量。相关资料显示，一升海水中提取的氘，完全聚变反应可释放相当于燃烧 300 升汽油的能量。同时，氘氘反应产物没有放射性，也不会产生硫、氮氧化物等物质，碳排放几近为零，而且只要停电，反应堆就自动停止运行。

受控核聚变实现之日，也是人类摆脱能源危机之时，核西物院正是这项硬“核”科技的核心研究单位。

控制大厅中的中央屏幕上，显示着核聚变装置的运行图像，两侧共 24 个分屏显示当前实验各种参数、等离子图像以及各子系统监视图像等。核西物院工作人员介绍，环流器二号 A（HL—2A）系统复杂，包含超导磁体、大功率电源、超高真空、超低温等技术，仅磁场电源就有 8 套。

“去年我国环流器二号 A（HL—2A）加热功率超过 10 兆瓦，等离子体储能增加到 300

千焦，等离子体中心电子温度首次达到1亿度。今年年底，装置核心部位将建成，电流有望从现有1兆安培提高到3兆安培。”核西物院院长刘永告诉记者。

环流器二号A（HL—2A）装置不断取得进步，但距离可控至少还有50年的路要走。“用什么方法加热气体，是受控热核聚变首先要解决的问题。其次，等离子体温度能上升到百万度、千万度、上亿度。但超过万度以上的气体需用极强的磁场约束超高温的等离子体，用什么材料装着‘太阳’而不会化为乌有？这些技术难度可想而知。”刘永说。

“华龙”首堆进入调试阶段

1997年，大西南山坳的二层小楼里热闹非凡，核动力院专家们正对我国百万千瓦级核电方案的主要技术参数展开激烈讨论。21年后，彼时的“177堆芯”已化身为拥有自主知识产权的“华龙一号”。

4月28日，福清核电5号机组一回路水压试验一次成功，标志着“华龙一号”全球首堆顶住“高压”，提前50天启动冷态功能试验，由安装阶段全面转入调试阶段。

在核动力院的一处实验基地，无数钢筋围绕并支撑起一座镂空的“银塔”，明黄色的围栏将其层层包围，此“塔”便是“华龙一号”部分“非能动”安全装置的实验台。

核动力院工作人员表示：“‘华龙一号’在原有‘能动’系统基础上，引入‘非能动’安全装置。该装置的冷却水箱内有3000多吨水，事故发生时，水会在重力作用下迅速注入堆腔内冷却堆芯，反应堆余热可及时逸散，最大可能保障核安全。”

据介绍，“华龙一号”福清核电5号机组所有主设备均就位核岛，预计2020年并网发电，6号机组预计2021年并网发电。“华龙一号”海外工程——巴基斯坦卡拉奇核电工程2号、3号机组正处于安装高峰，部分系统逐步进入调试阶段。

同时，中核集团已开启“互联网+”的核电建设“2.0时代”，在“华龙一号”设计中，将核电设计、应用软件集成与互联网相结合，建立了异地综合协同设计平台。目前，该平台与核电业主、工程采购等20余家链接，终端数量达500，可满足“华龙一号”示范工程及K2、K3项目设计与建设需要，解决了不同平台的数据传递和集成等难题，达到国际先进水平。

持续创新增实力

置身于西南大山中的核动力院职工宿舍，红砖平房的墙体坑坑洼洼，屋顶的瓦片长满了青苔，不少屋檐已经剥落，窗户油漆已斑驳。透过半掩的玻璃窗，依稀看到一张写字台和单人床，似乎默默讲述着核工业人的创业历史，讲述着核动力事业从无到有、由弱到强的过往。

上世纪中叶，第一批核动力院人聚集到今天仍以工号和代号命名的山沟里，开始了我国第一座压水型核动力反应堆的研制。改革开放初期，核动力院开展了多种新型反应堆的研究，并瞄准了被美国独家垄断的脉冲堆技术，于上世纪80年代末成功建成我国首座脉冲型反应堆，成为世界上第二个掌握该技术的国家。

40 年后的今天，核动力院早已搬出大山，面貌焕然一新。进入本世纪，我国核动力技术发展迎来“黄金期”，特别是民用核动力技术领域，通过优化二代核电技术，形成了具有中国特色的二代改进型核电技术品牌。从 2007 年开始，特别是日本福岛核事故以后，核动力院作为主要研发单位参与了具有中国自主知识产权的三代核电技术“华龙一号”的研发工作并实现了出口。

据了解，从我国第一座自主设计建造的秦山核电站开始，中核集团逐渐掌握了 30 万、60 万、100 万千瓦级核电技术，“华龙一号”已成为国家名片，国家核动力研发基地一期工程全面建成，而且具备四代核电技术高温气冷堆和快堆的研发能力，依靠自主创新走向了世界核能舞台。（赵紫原）

三问光伏发电竞争规则

中国能源报 2019.5.13

4 月底，国家发改委发布《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》，2019 年的光伏电价终于尘埃落定。但这份不足千字的新政策仅确定了“天花板”电价，实际价格仍待后续出台的年度建设管理工作方案来确定。

随着国家发改委《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》（下称《通知》）的下发，2019 年的光伏电价终于尘埃落定。但这份不足千字的新政策并未回答行业的所有疑问。按照此前多方征求意见后确定的“发改委定价格上限、能源局定竞争规则”的原则，行业更为期待的是后续的“竞争规则”，即年度光伏建设管理的具体工作方案。

集中式电站：年内补贴退坡吗？

根据《通知》，集中式光伏电站标杆上网电价改为指导价。综合考虑技术进步等多方面因素，将纳入国家财政补贴范围的 I - III 类资源区新增集中式光伏电站指导价分别确定为每千瓦时 0.40 元（含税，下同）、0.45 元、0.55 元。与 2018 年“5·31”新政中的 0.5 元、0.6 元、0.7 元相比，三类资源区电价均有不同程度下调。

“指导价”确定无疑，对于年内电价补贴是否还会退坡，《通知》中并未提及。在国家能源局今年 2 月中旬举行的座谈会上，国家发改委价格司副处长支玉强曾指出，对于普通的集中式地面光伏电站，补贴或将按季度退坡。“2019 年补贴退坡拟从第三季度起执行，每季度降低 0.01 元/千瓦时。同时，对于延期并网项目，延期一个季度的，上网电价下降 0.01 元/千瓦时，延期两个季度及以上的，拟每季度在中标价格基础上降低 5%。”

如今，《通知》下发已是 4 月底，这是否意味着 2019 年普通的集中式光伏电站电价补贴将不再退坡呢？

“今年应该不会再退坡了。”中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示：“一方面由于政策下发时间较晚，企业申报、施工等时间安排已经被迫后延。剩下的时间可能只有两个季度左右，难道还要再退 0.01 元/千瓦时？所以，今年应该不会这样操作了。”另一方面，刘译阳

指出，此前的“标杆电价”已经转变为现在的“指导价”。“这意味着最终执行的电价都是要通过竞争性配置确定的，也不再需要退坡了，‘指导价’只是上限。”

此外，国家能源局在《2019年光伏发电建设管理工作方案》的最新一轮征求意见稿中已强调，要明确建设期限，凡列入国家补贴范围的光伏发电项目，应在申报的预计投产时间所在的季度末之前全容量建成并网，逾期未建成并网的，每逾期一个季度并网电价补贴降低0.01元/千瓦时。在申报投产所在季度后两个季度内仍未建成并网的，取消项目补贴资格。“按照这样的规定，国家能源局已经对项目实施的时间进度有了一定的要求，补贴是否降低应该是按照企业承诺的并网时间走的。”刘译阳说。

工商业分布式：余电上网项目竞争吗？

按照《通知》，纳入2019年财政补贴规模，采用“自发自用、余量上网”模式的工商业分布式（即除户用以外的分布式）光伏发电项目，全发电量补贴标准调整为0.10元/千瓦时。

“根据这一表述，既然是全发电量补贴0.10元/千瓦时，并没有说是上限，而是一个明确的数字，那是不是意味着‘自发自用、余电上网’的项目不需要参加竞价，直接就拿0.10元/千瓦时的补贴就行了？”国内某光伏企业工商业分布式项目负责人向记者阐述了自己的理解。

有政策制定过程中参与意见讨论的业内专家指出，《通知》中虽给定的是0.10元/千瓦时的固定数字，但并不代表“自发自用、余电上网”的工商业分布式项目可以直接享有电价补贴。“原则上，这部分项目还是要参与竞争性配置。特别是《通知》中给出了一个前提，即纳入2019年财政补贴规模，怎么纳入、纳不纳入最终要国家能源局来决定。至少目前来看，按照国家能源局征求意见稿的要求，‘自发自用、余电上网’的工商业分布式项目也需要参与竞争配置。”

户用光伏：先建先得？

今年开始，户用光伏作为一种单独的项目类型进行管理。而根据《通知》，从今年7月1日起，无论是“自发自用、余量上网”还是“全额上网”模式，只要纳入到2019年财政补贴规模的户用分布式项目，全发电量将享受0.18元/千瓦时的补贴。

虽然是不分模式的全电量补贴，但用于户用光伏补贴的7.5亿元（折合350万千瓦）总额却是确定的。那么，对户用光伏而言，补贴是否会出现先到先得的抢装呢？

“首先，户用光伏的单体规模相对较小。同时，符合规定的户用光伏项目要向电网公司提交申请，审核通过才可以享受补贴，所以，总体而言国家层面还是可控的。”但对于参与户用光伏项目的企业或个人业主是否现在就要行动起来，刘译阳也提醒，“毕竟现在国家能源局对于2019年光伏发电的管理办法还处于征求意见阶段。这时候考验的就是谁对政策研究得透一些，都说‘早起的鸟儿有虫吃’，但早下手肯定是有风险的，而风险和收益又是成正比的，这也印证了光伏行业正朝着市场化的方向不断迈进。”（姚金楠）

太阳给地表贴了层“膜”，让光照变成电流

科技日报 2019.5.16

自然界的矿物也在发生“光合作用”。

这听起来不可思议，因为在寻常的认知中，只有生物才能进行光合作用。然而，北京大学地球与空间科学学院鲁安怀团队日前发表于《美国科学院院刊》的研究揭示，自然界无机矿物可转化成太阳能系统，地表矿物也有光合作用。

“最初，我们自己也不敢确定，发现并提出这样一个新现象、新观点是否会被业界认可。”鲁安怀接受科技日报记者采访时说，本次研究采用了环境矿物学、半导体物理学与光电化学等交叉学科研究手段，凝聚了团队长达18年的心血，其间曾获得若干国家自然科学基金项目等资助。

鲁安怀告诉记者，惊人的是，这种现象分布在我们星球许多地貌景观的矿物表面上，既不罕见亦不隐秘，而是随处可见。

与植物光合作用有区别

广义上的光合作用是指物质吸收太阳光后发生物理、化学等反应的过程；狭义上的光合作用理论（即经典光合作用理论）则是指生物利用光能，把二氧化碳和水转化成有机物，并释放出氧气的过程，通俗地说，就是植物的呼吸作用。矿物属于无机物，如何发生光合作用呢？实际上，已有研究表明，植物把水变成氧气这一过程中，锰簇化合物即锰的氧化物（无机物）起着关键作用。也就是说，即便从经典的生物光合作用上来解释，无机物也与光合作用有着莫大关联，甚至可以说是生物光合作用的起源。

鲁安怀团队对中国北方戈壁、沙漠以及南方喀斯特和红壤等典型地貌中岩石/土壤样品进行了深入系统观测分析，发现直接暴露在太阳光下的岩石/土壤颗粒体表面普遍覆盖着一层铁锰氧化物——“矿物膜”，其结构构造与化学成分显著区别于被包覆的岩石或土壤。

他们发现，这些铁锰氧化物半导体“矿物膜”能吸收太阳光并将其转化成光电子。尽管理论分析显示，“矿物膜”中的锰氧化物矿物在吸收光能之后具备催化氧化水产生氧气的潜力，而且能“固定”大气中二氧化碳，但目前尚未证实“矿物膜”能否释放氧气。“虽然我们发现矿物可以转化太阳能，但目前还不能跟生物的光合作用一一对应。”鲁安怀说。

太阳晒出来的“矿物膜”

地表“矿物膜”与太阳光关系密切，说它是“太阳晒出来的”产物一点都不足为奇。通常，日照越强，“矿物膜”发育状况越好。“在南北向山沟两侧断崖上，沟东侧的‘矿物膜’往往比沟西侧的‘矿物膜’发育得更好。”鲁安怀解释道，因为西侧受到上午太阳光的照射，东侧受到午后太阳光照射，而午后的太阳光更强烈。“当然，山的阳面‘矿物膜’往往比阴面‘矿物膜’发育得更好，高原日光强辐照区‘矿物膜’也发育得更好。”

“矿物膜”发育得越好，就越“黑亮”，其中锰含量越高，而且富含促进其光催化功能

的稀土元素铈（Ce）。富锰矿物仅在日光照射下的红壤矿物颗粒、喀斯特和戈壁岩石正面“矿物膜”中出现，最常见的是半导体性能优良的层状结构水钠锰矿，而无光照的岩石背面则不富集水钠锰矿。

在全球陆地系统中，深色富锰“矿物膜”的分布恰与太阳光的强辐射区域相吻合。此现象在类地行星表面也有发现，如火星表面同样发现深色富锰“矿物膜”存在于裸露岩石表面的证据。

铁锰氧化物“矿物膜”不仅存在于陆地地表，还存在于海洋透光层中。可以认为地表“矿物膜”是地球上分布最广的天然“太阳能薄膜”，从功能上“矿物膜”相当于继地核、地幔和地壳之后的地球第四大圈层，构成了地球“新圈层”。鲁安怀表示，进一步揭示地球“新圈层”功能有助于理解地球物质演化、生命起源进化与环境演变的宏观过程。

具有稳定的光电转化性质

“矿物膜”具有较好的日光响应性能，用它制作的电极在可见光照射下能产生明显的光电流，而光电流的产生主要与铁锰氧化物有关。

鲁安怀向记者介绍，“矿物膜”在日光辐射下可产生光电子能量，具有稳定的光电转换性质。继太阳光子能量和元素价电子能量之后，发现地表第三种能量形式——矿物光电子能量。矿物光电子可将大气中二氧化碳有效还原为甲酸和甲烷等小分子有机物质，为地球早期生命起源进化提供基本物质。2012年，鲁安怀团队曾在《自然·通讯》上发表文章，揭示了微生物利用这种光电子的机制。

据文章公布的一组数据，以全球日光平均辐照强度计算，一平方米沙漠岩石漆平均每秒可释放22.3万亿由光诱导的电子。“这些光电子可能是某些细菌细胞外能量的重要来源。”鲁安怀说道，鉴于地表“矿物膜”所覆盖的陆地面积如此之大，它们所产生的“光合作用”不可忽视。

专家表示，在自然界中，不同半导体矿物的光电子具有不同的能量，可对地表元素化合态及其地球化学循环路径乃至微生物胞外电子传递产生普遍的影响。鲁安怀称，接下来他将和团队进一步研究，以揭示更多有关地表“矿物膜”的秘密。（代小佩）

科学家提出预测太阳能数据新法

中国科学报 2019.5.28

本报讯 太阳能研究者传统上只利用单个住宅太阳能光伏系统的功率测量值推测一个城市的发电量。但一个住宅的安装情况并非一个城市的理想代表，因为一天的不同时间、太阳能板的方向、树和云投下的阴影都会影响发电量。要充分了解如何在破坏发展中国家赖以生存的可靠电力供应的前提下，将这种可再生能源整合到电网中，迫切需要从分布在整个城市的光伏系统中获得数据。

澳大利亚国立大学和德国伊瑟市弗劳恩霍夫太阳能系统研究所的工程师提供了一个可免

费获取的控制质量的调优数据集，数据来自澳大利亚 1287 户居民住宅的太阳能光伏系统安装情况。该数据集 5 月 28 日发表在美国物理联合会出版的《可再生和可持续能源杂志》上。该数据集作者 Jamie Bright 将其称作是太阳能研究者的“礼物”，“之前还没有人拿出一份可以免费获取的涵盖 3 个城市 6 个月测量值的数据集，这是一个很大的量”。

Bright 解释说，此前研究人员为了收集功率值绞尽脑汁，还发明了在城市中移动的云模型，“捏造”不同地点的光伏电力输出。“这是第一次，人们可以轻而易举地访问数据，进行所需要的空间分析，以一种可控的方式管理太阳能与电网的整合。” Bright 说。

在澳大利亚，近 23% 的居民家庭拥有光伏系统，这对于安全可靠地管理电网非常重要。例如，为了维持电器的建议电压，保障电力供应，电网操作人员需要对太阳能波动作出应对和计划。

通过订阅公共网站 pvoutput.org，Bright 和同事得以获取由光伏系统电力转换器自动记录和提供的原始光伏电力数据。一名计算机程序员从网站上提取数据，并将其输入工程师的数据库中，从而收集了每个光伏系统的细节特征，比如大小和效率。利用这些元数据和卫星图像，他们对数据集进行了严格的质量控制，并训练调优算法清理所有的“不良数据”。

“我们的调优程序是寻找阴影等所有潜在的系统性损失的方法，并将它们从数据集中删除。不仅要删除它们，还要将其缩小，使其具有代表性。” Bright 说。然后，可以将具有代表性的情况外推到更大的区域，与卫星一起用于改进太阳能预报。

Bright 说：“我们已经用这个数据集证明，实时报告光伏系统可以显著改善预测情况。太阳能预测公司正在把我们的方法应用到实际的工业预测系统中。”

通过在每个处理阶段为数据集提供代码和指令，Bright 希望能够给其他研究人员提供一个良好的开端。（晋楠）

美媒报道：中国将迎新一轮光伏热潮

参考消息 2019.5.29

【美国“福布斯”双周刊网站 5 月 27 日报道】题：中国等待光伏项目开始井喷的时刻（记者约翰·帕内尔）

中国很可能打算在不到半年的时间里，完成欧洲过去两年实现的光伏装机容量。

这是部分中国太阳能板制造商做出的预测。这些厂家正在为迎接大潮做准备。

大约一年前中国政府公布“5·31”新政后，国内光伏装机工作几乎陷入停顿。新政不是什么利好政策。大多数项目的补贴在一夜之间被叫停。补贴审批停步不前。

效果一比便知。2017 年，中国的新增光伏发电装机容量达到 52 吉瓦，约占全球一半。今年一季度，中国的新增光伏发电装机容量为 5 吉瓦。如果二季度延续这一趋势，今年势必成为自 2015 年以来表现最差的一年。在一个习惯于对任何偏离爆炸式增长道路的数据点都感到失望的行业里，这样的表现确实让大家失望。

不过，随着新增装机容量持续减少，中国官员也在和业内人士沟通，着手制订新的补贴计划。目前的情况是，预计将有 30 亿元人民币的资金到位。

这笔补贴将由多种类型的项目分享。电站级项目将必须参与竞价，与基准燃煤电价相比溢价最低的项目将赢得补贴。有人估计，30 亿元的资金池可以支持今年建设 30 吉瓦的项目。

不过，由于新政策尚未正式落地，所以相关工作尚无法展开。

光伏产业在初创时期曾经得到丰厚的补贴支持，经常出现为督促按期完工而设置逾期费用的情况。在英国，加班加点是家常便饭。按照一些人的说法，那些抢手的电网工程师会乘坐直升机飞往英国各地，就为确保不错过更多有利可图的项目。

中国最终确认新政策后，将释放出光伏行业有史以来领教过的最强大的刺激力量。

届时竞价程序将最终确立，厂商也会做好投本准备，这一过程可能需要一个月。一名业内高管近日在德国慕尼黑太阳光电展览会上表示，这意味着新政策将在 7 月获批。对开发人员来说，最好的情况将是在五个月时间里完成相当于全年总量的装机容量。延期会导致补贴减少，所以没有人能够承担拖后腿的后果。

中国需求增加对全球的影响将是涨价。三名中国厂商高管预计涨幅会在 10% 到 15%。协鑫控股有限公司一名高管公开预测说，他认为下半年中国国内新增光伏发电装机容量将这到 25 吉瓦。

此外，上周获批的 15 吉瓦电网平价项目也令需求增加。幸运的是，这些能够与当地基准燃煤电价保持一致的项目不会全部在今年建成。

不管怎样，对于任何正在欣欣向荣的西班牙或东南亚市场开展业务的人士而言，信息都简单明了：赶紧采购组件吧。

五、氢能

广州打造“中国氢谷”

八大新兴产业之一的节能和新能源产业进入发展快车道

广州日报 2019.5.5

巩固好开局 增强新动能

新能源车年产能达 30 万辆，电动公交车投入规模居世界城市前列，全国首家燃料电池膜电极产业化项目正式建成，广州正打造“中国氢谷”……记者从广州市工信局获悉，“十三五”以来广州市出台系列政策，加大产业扶持力度，八大新兴产业之一的节能和新能源产业进入发展快车道，对促进经济增长、产业转型升级，建设生态文明城市、美丽广州的目标发挥了重要作用。2018 年广州市节能和新能源产业增加值 547.53 亿元，规模稳步提高，绿色低碳发展水平不断提升。

电动公交车投入规模居世界城市前列

目前广州市新能源汽车产能已达 30 万辆/年，全年广汽新能源产销超过 2 万辆，同比增长 4 倍以上。新能源汽车推广规模不断攀升。2018 年广州市新增新能源汽车 73160 辆，保有量达到 134041 辆，同比增长 165%，占全市机动车保有量 257.33 万辆的 5.2%，占全国新能源汽车保有量 261 万辆的 5.1%。推广规模紧随上海、北京、深圳之后，车辆累计行驶里程超 30 亿公里。

广州全面实现公交电动化。截至 2018 年底，全市累计推广应用纯电动公交车 11225 辆，超额完成超过 1 万辆的原定工作目标，电动公交车投入规模居世界城市前列。全市累计建成各类充电桩约 2.6 万个、换电站 13 座，累计充电 4 亿度。

超前布局氢能产业核心技术

目前，广州以智慧能源为引领，发展多种新能源利用。去年 9 月，国家能源局综合司批复广州开发区建设新能源综合利用示范区。广州超前布局氢能产业核心技术，着力发展黄埔区（广州开发区）氢能产业，发挥集聚效应，积极打造“中国氢谷”。

3 月 27 日，广州鸿基创能公司举行了“氢芯中国”氢燃料电池膜电极产业化项目竣工仪式和产品发布会。鸿基创能公司建设的氢燃料电池膜电极生产线，规划产能为 10 万平方米/年，产品功率密度达 1.2 瓦/平方米，为全国最大膜电极生产线。鸿基创能科技（广州）有限公司首席技术官、加拿大国家工程院院士叶思宇表示，鸿基创能是全国首家实现燃料电池膜电极产业化的企业，拥有目前国内燃料电池领域领军人才密度最高的技术团队。

据悉，在广州市有关部门的大力支持和协调下，该项目一方面加紧完成厂房装修和设备订制、安装、调试，另一方面创造条件与国外企业合作，加快产品测试验证。鸿基创能的生产线建设与产品测试验证、完善几乎同步完成，于是有了竣工与产品发布同时呈现的“壮举”。

同时，黄埔区依托省级氢燃料电池汽车商业运营示范区建设，引进了加拿大工程院叶思宇院士，牵头联合广州氢丰能源、鸿基创能、雄川氢能等公司筹划建设氢能创新研究中心，开展燃料电池用低铂金催化剂、电解水制氢与车用燃料电池电堆和系统等关键技术研发创新。

今年以来，中新知识城、广州开发区西区建成了加氢站，氢燃料电池物流车已开始示范运行。

评论

推动新能源产业驶入快车道

谁抓住了新兴战略产业，谁就有了发展新动能。以节能和新能源为代表的战略性新兴产业，代表了新一轮科技革命和产业变革的方向，是城市获取未来竞争新优势之关键所在。譬如，氢能源就是 21 世纪最具发展潜力的清洁能源，具有“能量密度高、零排放、效率高、来源广、可再生”等特点，符合环保和可持续发展的要求，世界各国都在大力推进。在节能和新能源产业方面，广州谋划较早、起点较高，成绩不俗。

让全社会认识并接受节能和新能源产品，垒起节能和新能源产业的巍巍大厦，要进一步夯实地基，特别是基础设施供给。以新能源汽车为例，在电池技术尚未完全成熟的今天，硬件设施的建设情况决定了车主们能走多远、放心走多远。具体来说，就是充电桩的可及性，包括铺设数量和密度。揆诸现实，在充电桩建设方面，仍然有巨大的提升空间。充电尚且如此，对于氢能源来说，加氢站的技术含量更高、建设难度更大，无论管网建设，还是站点设置，都需要政府予以大力支持，方能行稳致远。

节能和新能源产业的竞争，归根结底是人才的竞争。围绕节能和新能源产业的新技术不断涌现，这一领域的竞争也越发激烈，行业高精尖人才显得尤为重要。广州要发挥高等教育和科研机构众多的优势，以基础研究为依托，以商业应用为目标，联合海内外特别是港澳地区科学家，瞄准国内顶级水平、世界先进水平，不断推动节能和新能源研究上水平，为相关企业培养高素质人才，为市场提供先进产品技术。

相关链接

百亿级基金瞄准新能源节能环保领域

记者从工信局获悉，广州搭建节能环保融资平台，国内首只专业推动节能环保的产业投资基金——中宸基金落户广州；总规模预计超 100 亿元的“中欧一带一路产业基金”在广州成立，将投资新能源、节能环保等领域。仅 2017 年在节能与新能源产业投入的工程技术研究和试验发展资金就超过 25 亿元。

雄厚的研究实力、多元的研究载体、大力的研发投入，使得广州市近几年在高效节能、智能电网、新能源等多方面取得一系列自主创新技术和科研成果，有些已达到国际领先水平。

24 个产业集聚区 5 所国家级重点实验室

如今，在广州节能与新能源产业领域，广州龙头骨干企业不断崛起，生产要素资源集聚发展，已形成白云电器节能与智能电器产业园、广州开发区节能环保产业集聚区、增城低碳总部园、新能源综合利用示范区、南沙核电装备产业园区及循环经济产业园等 24 个产业集聚区，初步实现规模效应和集聚效应。

广州科技创新能力显著提升。在节能与新能源领域拥有有害生物控制与资源利用国家重点实验室等 5 所国家级重点实验室、3 所教育部重点实验室、1 所国家级工程研究中心、1 所国家地方联合工程研究中心以及广东省绿色能源技术重点实验室等 17 所广东省重点实验室。（王维宣 穗发宣 穗工宣）

第四届中国国际氢能与燃料电池技术大会召开

中国电力报 2019.5.8

本报讯（记者赵冉）报道 5 月 6~7 日，CHFCE2019（第四届）中国国际氢能与燃料电池技术应用展览暨产业发展大会在北京中国国际展览中心举办。作为国内首个成规模的氢能与燃料电池行业的专业展览会议，本届大会探讨了降低成本、技术创新、政策制约、氢能伦

理等行业焦点问题，并推出了 80 千瓦大功率氢燃料电池发动机、铂碳催化剂等先进技术产品。

氢能被写入今年的政府工作报告后，氢能产业受到前所未有的关注，对正在重构的能源工业体系产生深远影响，加速了氢能燃料电池行业的发展进程。本次大会顺应行业形势，展品涵盖了整个氢能产业链，从制氢、储氢、氢运输及燃料电池应用各环节，特别是展示近年来国内在氢能和燃料电池领域“卡脖子”关键进展。

大会在技术层面上围绕“安全至上、降本有方”这一主题内容，从制氢安全、加氢站安全到燃料电池汽车安全等产业链出发，关注全产业链安全。与会专家表示，行业的快速发展更需要进一步从全氢能产业链各方面降低成本。引进吸收、自主创新、工艺改进、材料替代等方面都要降低成本，增强行业内生力量。

清华大学核能与新能源技术研究院教授毛宗强发表讲话指出，氢是一种普适的能源解决方案，根据中国国情，氢能发展将经历先东后西，先南后北，先经济发达再欠发达的发展阶段。氢的能量密度是汽油的 3 倍，锂电池的 130 倍，未来氢能燃料电池汽车将完胜燃油汽车，并与纯电动汽车互补发展。

中国机械工业联合会执行副会长张克林指出，氢能与燃料电池发展的核心驱动力是技术装备的发展，行业要努力提高技术装备水平。同时，氢能与燃料电池是全新技术，对未来将产生颠覆性影响，因此应研究有效的政策和发展措施，充分调研、谨慎决策，推动行业发展。

大会由中国机械工业联合会、中国电器工业协会燃料电池分会及中国氢能技术创新与应用联盟共同主办，国际氢能协会、加拿大氢能燃料电池协会、中国可再生能源学会氢能专业委员会支持。展出单位 40 余家，规模约 3000 平方米，来自韩国、法国、德国、瑞典及美国的企业参加了展出。

据预测，到 2030 年，可再生能源电解水制氢或达到商业化应用要求

“绿氢”将迎经济性“大考”

中国能源报 2019.5.13

核心阅读

从我国现状来看，新能源发电成本约为 0.4 - 0.6 元/千瓦时，用于电解水制氢成本依然偏高。如果利用当前可再生能源弃电制氢，弃电价格按 0.1 元/千瓦时计算，制氢成本可下降至 10 元/公斤，与煤制氢、天然气制氢的价格相当，但目前弃水、弃风、弃光率均呈现下降趋势，弃电制氢只是过渡。

近日，由国家能源集团牵头承担的国家重点研发计划“大规模风/光互补制氢关键技术研究及示范”项目正式获得科技部高技术研究发展中心的立项批复，并进入启动阶段。该项目成果将填补我国兆瓦级大规模风光耦合制 - 储 - 用氢系统运营示范工程空白。

据记者了解，来自可再生能源的电力可以制氢，而氢气又可为难以通过电气化实现脱碳

的部门提供能源，助力实现向低碳社会的转型。

不过，从目前来看，可再生能源发电制氢仍面临着经济性难题，如何降低成本，迈向大规模商业化应用，仍值得探索。

“绿氢”成本仍高昂

总体上，氢能具有燃烧热值高、环保、利用形式多、可储能等特点，正逐渐被业内关注。相关数据显示，单位质量氢的热值约是煤炭的4倍，汽油的3.1倍，天然气的2.6倍。

从分类上看，氢分为绿氢、蓝氢和灰氢。国际公认绿氢最为干净，即通过来源于风能和太阳能的可再生能源电解水制取，突出特点是不排放碳，但受制于发电成本；蓝氢较为干净，通过煤炭、天然气等化石燃料制取，但需运用CCUS（碳捕捉、利用和封存技术）实现碳中和；灰氢主要由煤炭、天然气、焦炉煤气、氯碱尾气制取，生产过程中排放大量二氧化碳，适用于市场发展初期。

考虑到成本问题，目前绿氢成本与蓝氢和灰氢相比差异较大。据国际权威机构估测，目前来看，灰氢价格约1.5欧元/公斤（约合11元/公斤），蓝氢价格略贵于灰氢，而绿氢价格高达3.5-5欧元/公斤（约合26.5-38元/公斤）。

对于上述数据，国家发改委能源研究所研究员刘坚博士表示认可。“与煤制氢和天然气制氢等工艺相比，我国可再生能源制氢产量极低（不足1%）且价格昂贵，约38元/公斤。”刘坚告诉记者，“以当前国内煤炭和天然气常规价格计算，氢气成本在10-15元/公斤，但缺点是在生产过程中碳排放较大并产生一定污染。此外，目前焦炉煤气制氢、氯碱尾气制氢等装置已经得到推广应用，氢气价格约8-14元/公斤，具有较高的成本优势。”

如何提升经济性

当前，可再生能源制氢成本较高。但从技术上看，部分可再生能源制氢技术已经成熟。

据记者了解，目前相对成熟的可再生能源制氢技术包括水电解、生物甲烷/沼气蒸汽重整，有待成熟的技术路线包括生物质气化和热解、热化学水分解、光催化、生物质超临界水气化，以及黑暗发酵和厌氧分解相结合。

那么可再生能源制氢成本为何如此之高？

以电解水制氢为例，经测算，水电解制氢成本约30-40元/公斤，生产出的气态氢价格比汽油高65%，液态氢则比汽油高260%以上。在电解水制氢过程中，能耗较高，能源转换效率待提升。目前的商用电解槽能耗水平约4.5千瓦时-5.5千瓦时/标方氢气，能效在72%-82%之间。

接受记者采访的业内人士一致认为，最关键因素是绿色电力的成本需要进一步下降。在阳光和风力充足的国家，如中东、北非和拉丁美洲，绿色电价已经降至2欧分/千瓦时（约合0.15元/千瓦时）。美国能源部前部长朱棣文日前表示，绿色电力成本将会进一步下降，达1.3欧分/千瓦时（约合0.1元/千瓦时）。

“从我国现状来看，新能源发电成本约0.4-0.6元/千瓦时，用于电解水制氢成本依然

偏高。如果利用当前可再生能源弃电制氢，弃电按 0.1 元/千瓦时计算，制氢成本可下降至 10 元/公斤，这和煤制氢、天然气制氢的价格相当。”刘坚表示，“但目前弃水、弃风、弃光率均呈现下降趋势，弃电制氢只是过渡。”

对于绿色电力成本高的问题，业内人士表示，在风电方面，应降低机组成本、风场建设成本和运维成本，提高机组发电性能等；对于光伏而言，应降低多晶硅片、电池片和组件成本，提高高效组件比例等。

以规模化应用倒逼成本下降

目前可再生能源制氢的产量极低且成本高昂，但从规划上看，前景较为明朗。据国际权威机构预测，到 2030 年，可再生能源电解水制氢项目的经济性可达到商业化应用要求。

据了解，去年 12 月，国家发改委和国家能源局联合印发的《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020 年）》明确提出，探索可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多途径就近高效利用。

从国际上看，法国、日本等发达国家将发展绿色氢能产业提升到国家能源战略高度。例如，到 2022 年，绿氢将在法国工业中的应用比例增至 10%，到 2027 年进一步增至 20% - 40%。另外，日本政府要求，到 2040 年绿氢成本将显著降低；法国能源巨头 Engie 集团也定下明确目标，到 2030 年，绿氢成本将降至灰氢水平。

“要降低可再生能源制氢的应用成本，关键是扩大氢能应用规模，实现批量化生产。”宁波晓兰氢能源高科技有限公司总经理陆旭昊告诉记者。

那么如何扩大可再生能源制氢的应用规模？国际可再生能源署发布的《可再生能源发电制氢：能源转型的技术前景》指出，工业方面，目前在若干工业（炼油厂、氨气、散装化学品等）中从技术上可以利用可再生能源制氢。在交通运输部门，当燃料电池电动汽车（FCEV）使用可再生能源生产的氢气作为燃料时，可为人们提供低碳出行选择，而且提供的驾驶性能（可行驶里程、燃料加注时间）可与传统车辆相当。另外，将氢气注入天然气管网，可减少天然气的消耗。

“要实现可再生能源制氢的商业化运营，除了在终端扩大应用规模以外，也要在上游和中游多下功夫，如加强氢气储运相关技术研发示范，降低可再生能源发电和制氢的装备制造成本，提高可再生能源发电比例，完善电力辅助服务市场机制。”刘坚告诉记者。（王升）

日本吹响“氢能社会”集结号

中国能源报 2019.5.13

发展氢能议题已列入即将于今年 6 月召开的 2019 年 G20 峰会议程，2020 年东京奥运会则是日本向国际社会展示其氢能技术发展成果的一场“氢能秀”，2025 年大阪世界博览会更是真正检阅日本氢能社会建设成果的“大考”。日本着实有点焦虑，急于要在氢能源上拔得世界头筹。

“氢能社会”是指以氢为主要能源的经济社会，氢能广泛应用于交通、建筑、工业和电力等各个领域。3月12日，日本经济产业省发布了新版《氢能与燃料电池路线图》，这是继2014年6月发布、2016年3月修订后的再度修订。新版路线图依据日本政府2017年12月制定的《氢能基本战略》、2018年7月制定的《第五次能源基本计划》、2018年10月首届国际氢能部长级会议发表的《东京宣言》所提出的目标和方针进行了大幅修订。

与5年前相比，日本孤注一掷的氢能产业已不再孤独，越来越多国家加入发展氢能产业的大军，特别是氢能在中国受到热捧，让日本又喜又忧。喜的是氢能遭到很长一段时间的非议和沉寂之后成为全球市场追捧的“香饽饽”，而中国广阔的市场更是日本看中的一块大蛋糕；忧的是各国竞相展开氢能和燃料电池研发和投资，危及日本全球氢技术领跑地位，当前居高不下的成本更让日本市场普及进展缓慢，给日本建设“氢能社会”目标拖了后腿。

发展氢能议题已列入即将于今年6月召开的2019年G20峰会议程，2020年东京奥运会则是日本向国际社会展示其氢能技术发展成果的一场“氢能秀”，2025年大阪世界博览会更是真正检阅日本氢能社会建设成果的“大考”。日本着实有点焦虑，急于要在氢能源上拔得世界头筹。因此，“降成本、促发展”成为此次修订的主基调。

■ 发力交通领域应用

燃料电池汽车：自2014年12月投放市场以来，截至2018年12月仅售出2926辆，低于美国德州5000多台的保有量。距2020年实现4万台销售的目标仍有不少差距，要实现2025年的20万台和2030年的80万台市场目标还有点难。为此，必须大幅降低成本才有望实现既定目标。到2025年燃料电池电堆系统成本要从2万日元/kW降至0.5万日元/kW（注：10000日元约等于600元人民币左右），储氢系统要从目前的70万日元降至2030年的10—20万日元，燃料电池整车车价与同等级别混动车差价要从目前的300万日元减少到70万日元。最大功率密度要从目前的3.0kW/L提高到2030年的6.0kW/L，续航里程要从2020年650公里提高到2030年800公里。2025年还计划开发出普及型的燃料电池车型。

燃料电池巴士：自2017年3月投入运营以来，截至2019年2月东京地区在运巴士有18台，2020年东京奥运会之前要达到100台，2030年要达到1200台。为此，2025年之前车价要减半，即从目前的1亿零500万日元降至5250万日元，2030年左右实现经济完全自立。

燃料电池铲车：自2017年开始投放市场，截至2019年2月在各大机场与批发市场投运的铲车约150台，到2020年要达到500台，2030年要达到1万台。与此同时要积极扩大海外市场销售。

日本还计划开发燃料电池卡车、船舶和列车等其它交通工具。目前，日本利用海上风电制氢运营的燃料电池船舶已经下海；燃料电池物流车已试制完成；燃料电池动力列车被德国抢了鲜，日本正在加紧追赶之中。此外，日本还计划将燃料电池技术推广应用到工业、宇航等领域。

商业加氢站：自2013年开始建设以来，截至2019年3月共开放了103个。2020年要达

到 160 个，2025 年要达到 320 个。为此，到 2025 年要大幅降低加氢站的建设运维费和关键设备成本，其中建设费从 3.5 亿日元减至 2 亿日元，运维费要从 3400 万日元/年降至 1500 万日元/年，压缩机从 0.9 亿日元降至 0.5 亿日元，蓄压器从 0.5 亿日元降至 0.1 亿日元。2020 年加氢站的机器装备将统一规格，以进一步挖掘降价空间。加氢站运维费中的人力成本占据 35% 左右，因此日本决定在东京奥运会之前设立无人值守的加氢站，今年 8 月前将完成相关法规、技术解决方案和安全措施的制定。

■ 开拓居民、工商业应用

家用燃料电池：2009 年日本率先推出以家用燃料电池为主的小型热电联产系统，普通家庭可节能 25%，实现减排 40%，综合效率达到 95% 以上。截至 2019 年 1 月，市场共售出 27.4 万台。价格从 10 年前的 300 多万日元降至今日的 94 万日元。2020 年将实现经济自立，其中固体高分子型燃料电池（PEFC）售价由 94 万日元降为 80 万日元，固体氧化物型燃料电池（SOFC）售价由 119 万日元降至 100 万日元，2030 年的市场普及目标要达到 530 万台，投资回收期限由 7—8 年缩短至 5 年。

商用和工业级燃料电池：到 2025 年发电效率要达到 55% 以上，将来超过 65%。发电成本要与标杆电价持平，其中低压设备成本为 50 万日元/kW，发电成本为 25 日元/kWh，高压设备成本为 30 万日元/kW，发电成本为 17 日元/kWh。使用寿命从目前的 9 万小时要增加到 13 万小时。

氢燃料发电：替代火力发电的最佳低碳化选项是利用氢燃料发电。技术上首先从氢燃料与天然气混燃发电开始突破，开发利用余热进行甲基环己烷（MCH）、氨等氢载体的脱氢反应技术，高效脱氢工艺可进一步降低成本，与此同时加快脱硝燃烧器和非喷淋脱硝技术的开发。2019 年内还要完成利用既有火电设备进行混燃发电的综合评估，包括混燃对火焰温度、火焰稳定性、氮氧化物、发电性能和发电设备以及环境的影响。2020 年小型纯氢燃料热电联产的发电效率从 26% 增加到 27%，到 2030 年要全面实现商业化氢燃料发电。2018 年 1 月，日本已成功完成氢气与天然气混燃比例达到 30% 的发电试验，同年 4 月，又在全球率先实现了 1MW 级纯氢燃料热电联产项目的投运，与天然气混燃完全不受比例限制。

■ 注重制氢能力提升

降低氢制备成本：目前氢制备成本偏高，远高于化石能源成本，化石能源市场的价格波动性较强，若以天然气价格（10 美元/MMBtu）为例进行测算，相等热值的氢价目标应该定在 13.3 日元/Nm³。但 2030 年目标价位仍确定为 30 日元/Nm³，只有未来达到 20 日元/Nm³ 以下才真正具竞争性。

化石能源制氢：构建国际化氢制备、储存和运输的产业供应链对于日本降低成本具有重要的意义。其中开发利用国外的化石能源与碳捕捉和封存（CCS）技术组合制备氢是实现零碳氢燃料供给的关键所在。2025 年之前，利用澳大利亚褐煤制氢成本要从几百日元降至 12 日元/Nm³，液化氢罐容量从数千 m 增加到 5 万 m³，从而大大提高氢储运的经济性。氢气液

化能耗从 13.6kWh/kg 降至 6kWh/kg，则可大幅降低液化环节的成本。与此同时还要降低 CCS 的成本，从目前的 4200 日元/t - CO₂ 降至 2000 日元/t - CO₂。

可再生能源制氢：为防止弃风弃光和限电，大规模利用可再生能源富余电力制氢，即电转气（P2G）技术已为市场普遍看好。日本已在福岛建立了全球最大的单机 10MW 级的电解水装备示范项目，最大年产量为 900t，所制氢气将用于 2020 年东京奥运村的供电和供热。但要真正全面推广 P2G 项目，降低成本和减少转化损耗是关键。到 2030 年，电解水装置成本要从 20 万日元/kW 降至 5 万日元/kW，能耗从 5kWh/Nm³ 减少至 4.3kWh/Nm³。强碱型和固体高分子型（PEM）电解水装备各项指标计划见表 1、2。

表 1 强碱型电解水装置

项目		单位	2020 年	2030
系统	能耗	KWh/Nm ³	4.5	4.3
	设备成本	万日元/Nm ³ /h 万日元/KW	34.8 (7.8)	22.3 (5.2)
	运维成本	日元/（Nm ³ /h）年	7200	4500
堆栈	劣化率	%/1000 小时	0.12	0.10
	电流密度	A/cm ²	0.7	0.8
	触媒钴使用量	Mg/W	3.4	0.7

表 2 固态高分子型电解水装置

项目		单位	2020 年	2030
系统	能耗	KWh/Nm ³	4.9	4.5
	设备成本	万日元/Nm ³ /h 万日元/KW	57.5 (11.7)	29.1 (6.5)
	运维成本	日元/（Nm ³ /h）年	11400	5900
堆栈	劣化率	%/1000 小时	0.19	0.12
	电流密度	A/cm ²	2.2	2.5
	触媒贵金属使用量（PGM）	Mg/W	2.7	0.4
	触媒贵金属使用量（白金）	Mg/W	0.7	0.1
其他	热启动	秒	2	1
	冷启动	秒	30	10
	占地面积	m ² /MW	100	45

日本《氢能基本战略》提出了 2030 年氢能社会建设的基本目标和 2050 年实现氢能社会的宏伟愿景；日本《第五次能源基本计划》将氢能列入新能源范畴，且与可再生能源具有同等重要地位，氢制备成本目标要做到与油气等传统能源价格基本持平；日本主导的《东京宣言》则呼吁推动四方面的国际合作：一是，为加速氢制备成本和燃料电池汽车等氢能产品降价，各国要进行技术合作，加强法规和标准制定的协调；二是，为确保加氢站和储氢

系统等相关设施的安全性，以及因地制宜建立氢能产业链，要积极推广和扩大氢能利用，推动各国联合研发；三是，为提高和分享对建设氢能社会的共识，调查和评估氢能的潜力、经济效果、CO₂ 减排效果具有重要的意义；四是，为扩大氢能产业投资，要加强氢能教育和宣传活动，以提高社会接受度。此次新版路线图则设定了新的基础技术规格和各细分项目成本目标，并提出了实现该目标的必要措施，与此同时设立专家评估工作小组，对各领域最新进展进行评估和追踪。

这一切标志着日本将举全国之力向“氢能社会”建设目标挺进。（周杰）

氢供应“大考”将至，液氢储运渐获推崇

中国能源报 2019.5.20

我国发展氢燃料电池汽车的愿景是，2030 年实现百万辆氢燃料电池汽车上路行驶。业内人士指出，这意味着每年百万吨级的氢燃料需求。作为让燃料电池汽车“跑起来”的源头产业，在国家政策和地方政府的大力扶持下，国内氢能产业已经从原来的小规模示范，进入到产业规模示范阶段，下一步的目标是商业化运行。

但规划只是一方面，实际落地还有一段艰难的路程要走。加氢难、加氢站运营不力的消息不时传出。氢供应挑战近在眼前，建立有效的氢能供应体系成当务之急。

产能没问题，储运卡脖子

从氢气源头来看，我国氢总产量规模居世界前列，且制氢路径多元，其中包括大量工业副产氢、化工制氢，以及可再生能源电解水制氢。在此背景下，业内人士指出，“氢供应体系的源头没问题。”

中国地质大学可持续能源实验室主任程寒松进一步介绍了我国产氢情况：“我们做了一些基本统计，中国现有的工业副产氢，大约可供 6000 万辆燃料电池汽车使用。如果把不能上网的电，用来电解水制氢，仅弃风这一项可以供 100 万辆车使用；弃光电制氢可供 140 万辆车使用；弃核电制氢也可供 1600 万辆车使用。总而言之，中国根本不缺氢。”

既然氢气制取已成规模，各方也正大力推进加氢站建设，那么加氢到底难在哪儿？

业内人士告诉记者，现阶段根本问题在于储运环节发展滞后。氢气体积能量密度极低，其运输成本远超石油及天然气等传统燃料。之前，氢气应用并没有形成规模，在我国主要限于工业领域应用，运输成本和能效问题没有引发关注。然而随着燃料电池汽车行业兴起，氢气商用需求增加，氢能产业规模经济与技术进步导致制氢成本下降，运输成本所占的比重却在不断提高。

中国科学院院士欧阳明高曾表示，现在的氢能技术，比如储氢、运氢等，大多都是多年前的工艺，需要技术上的更新，因为这些工艺的能效偏低，成本偏高，并不理想。

液氢储运成关注焦点

储运降本和能效提升，无疑已成行业关注热点话题。而此时，液氢体现出来的种种特

性，使其得到更多业内人士关注，行业内推广液氢的呼声越来越高。

众所周知，氢输送之所以效率低，是因为储氢密度太低。目前输送氢的主要方式一般是输送储存的氢。如果储氢密度提高了，输送效率自然也能提高。相关数据显示，液氢虽然储存要求很高，但能量密度比高压气态氢多出 75%。中船重工第七一八研究所制氢设备工程部总工程师薛贺来曾指出：“低温液态储氢在质量密度和气体密度方面，都较有优势。”

在成本上，北京中科富海低温科技有限公司总经理高金林表示，不管用何种方式制氢，液态氢的储运在成本上都要比压缩氢气占优势。同时，液氢加氢站高压储存和增压器设备紧凑联系在一起，占地面积会小很多，液态氢的加氢站建设成本也要比气态加氢站成本低。

据业内人士介绍，目前国外液氢发展已经比较成熟，从液氢的储存到使用，包括加氢站建设都有比较规范的标准。目前全球约 400 座加氢站，液氢储氢型加氢站占比接近 40%，主要集中在美国、欧洲、日本。

瓶颈问题仍待解决

尽管液氢优势惹眼且有发展样板可作为参考，但碍于国内液氢技术方面存在瓶颈，而且缺少相关的技术标准和政策规范，令不少企业心存顾虑。

在技术瓶颈方面，有业内人士指出，“我国在液氢技术、液氢工厂、相关产业化上几乎都是空白。”

“目前的氢能技术落后于燃料电池技术，需要全链条各环节氢能技术有新的突破，比如说液化需要进一步降低能耗。”欧阳明高指出。

法规政策方面，首先整个氢能相关法规都有待完善。高金林指出，“因为我国没有相应标准法律法规以及管理办法，所以现在制氢、运氢以及加氢站的审批相当困难，手续相当复杂，几乎没有相应政府部门负责审批工作。”

企业更介意的是，液氢运输没有法律法规护航，上路难。“液氢不比天然气危险，但我国能源法里只有天然气的管理办法，没有氢的管理办法，导致氢运输、特别是液氢运输无法进行审批。还有一个更关键的问题是，液氢不在危险货物的编号之列，没法申请上路运输，也没有相关部门接受申请。但在一些发达国家，液氢和汽油一样，是作为燃料在公路上进行运输。”高金林说。（赵滢）

新型催化剂可将制氢成本降低 80%

科技日报 2019.5.14

最新发现与创新

科技日报杭州 5 月 13 日电（记者江耘 实习生洪恒飞 通讯员柯溢能）13 日，记者从浙江大学获悉，该校化学工程与生物工程学院侯阳研究员，通过将高度分散的镍单原子锚定在氮—硫掺杂的多孔纳米碳基底，设计开发出了一种单原子 OER 催化剂，能使电/光电催化水裂解析氧反应更加高效，从而提升氢气制备的效率。这种新型催化剂可降低 80% 的制氢成

本，并大幅提升 OER 反应的稳定性。该成果已被知名学术期刊《自然通讯》在线报道。

通过水裂解产生氧气，进而形成氢气，是最常见的氢气制备方法，其产生的电/光电催化析氧反应（OER），会限制整体的能量转换效率。此前有科研人员研究出了金属铱作为催化剂来提升反应效率，但其价格十分昂贵。因此，研制出既保证催化效果又价格低廉的替代品，成了学界面临的难题。

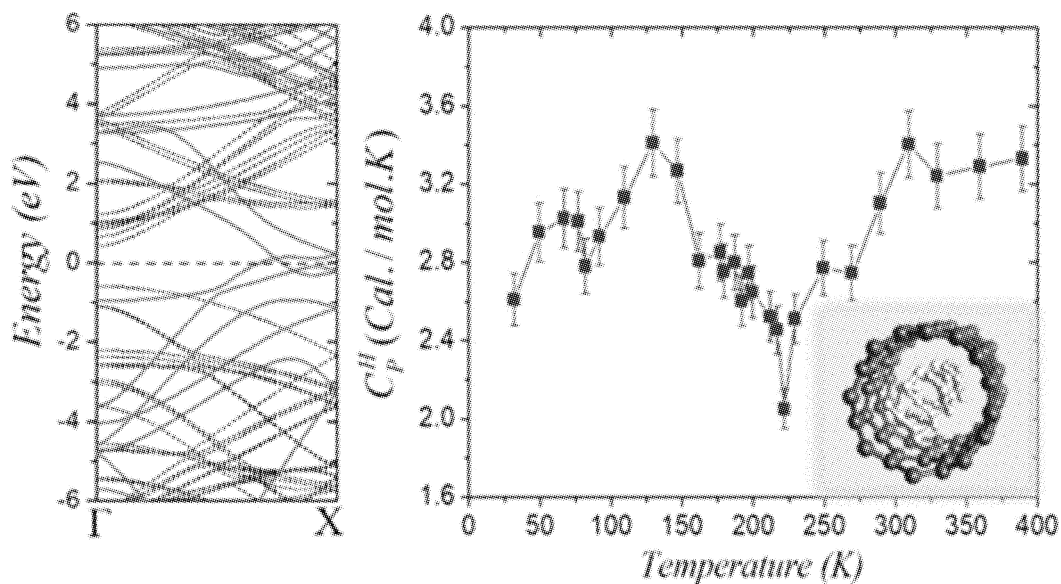
侯阳课题组通过仿生学方法，从材料的原子结构开始剖析。他们发现叶绿体中存在一种金属——氮配位卟啉结构，可收集太阳能，利用光合作用氧化反应分解水，并释放出氧气。侯阳介绍，他们还通过分析发现了镍—氮配位掺杂的碳材料。

“在这一特殊结构中，四个氮原子‘拉着’金属镍原子，吸引氢氧根离子吸附，降低了各种中间环节的转换难度，进而加速氧气析出。”侯阳称，课题组创新性地用一个硫单原子替换了一个氮原子，进一步优化材料表面的电荷分布，同时采用特殊工艺，将镍—氮材料“锚定”在碳基底上，规避了材料的不稳定性，最终使这种新型催化剂电极在碱性条件下表现出优异的电催化水裂解析氧活性和稳定性。

“OER 析氧反应是水裂解器件和金属—空气电池的核心过程”。侯阳表示，这项成果或将助力新一代氢能汽车大规模降低燃料成本。

我国科学家提出制备常温金属氢新方案

中国科学报 2019.5.30



超导的临界温度接近室温

本报讯 近日，山东大学教授赵明文团队在《纳米快报》发表文章，提出利用碳纳米管高机械强度的特点，在碳纳米管中以相对“较低”的压力制备与保护准一维“金属氢”，并由此发展出相应的理论模型。

金属氢是液态或固态氢在上百万大气压的高压下变成的导体，是一种高密度、高储能材料，其导电性类似于金属，故称金属氢。

1935年，物理学家 Eugene Wigner 和 Hillard Bell Huntington 曾预言，金属氢存在于超高压条件下。随后，金属氢成为各国科学家竞相攻关的目标，它是高压物理研究领域一项十分活跃的课题。

金属氢的一个重要性质是它的超导特性。根据理论模型推算，在 450GPa（450 万倍大气压）下，金属氢具有接近室温的超导特性。但是，如此高的压力对于实验是一个极大的挑战，令实验论证步履维艰。

2017年，哈佛大学课题组在《科学》上发表文章称，他们在实验室里成功制造出 495 GPa 的超高压，首次报道了真正意义上的“金属氢”。但是，后来该“金属氢”的样品莫名其妙地消失了。因此，如何在相对“较低”的压力下获得“金属氢”，成为目前一个重要的研究方向。

赵明文团队提出制备“金属氢”的新方法，即利用碳纳米管高机械强度的特点，在碳纳米管内形成超高密度的准一维“金属氢”。作为容器的碳纳米管，不仅可以保护稍纵即逝的“金属氢”，而且能有效地降低氢金属化的临界压力，在相对“较低”的压力下实现氢的金属化和超导特性。

研究团队介绍，基于量子力学第一性原理的分子动力学模拟显示，束缚于碳纳米管的准一维氢在 163.5GPa（163.5 万倍大气压）下可以变为金属态，其超导的临界温度也接近室温。研究人员在 Eliashberg 超导理论的基础上，已发展出相应的理论模型，成功解释了准一维“金属氢”的超导特性。

这项理论成果为实验上制备和研究常温超导体“金属氢”提供了新的方案。（辛雨）

我国氢气管网建设严重滞后

总里程仅有约 400 公里，成本居高不下成最大限制因素

中国能源报 2019.5.27

核心阅读：

管道氢气价格是影响加氢站内部收益率的首要因素，管道氢气价格波动 10%，其对加氢站内部收益率的影响超 11%。目前，氢气运输管道建设仍面临诸多挑战。如，管道运输更适用于大规模的点对点运输，氢气与某些金属存在氢脆现象，并对管道材料有特殊要求等，这些都导致氢气运输管网的建设成本偏高。

“如果一个地区有 2000 辆氢燃料电池商用车，每辆车每天消耗 12 公斤氢气，那这无疑将是一笔不小的氢气消耗量。按这个规模计算，现有的长管拖车运氢方式可能不再适用，我们需要考虑更先进的管道运输方式。”中国钢研科技集团的一位负责人在日前召开的氢燃料电池及加氢站设备发展论坛上作出上述判断。

随着我国氢燃料电池汽车产业化脚步渐行渐近，氢气的运输问题逐渐成为各方关心的热点问题。在此背景下，氢气的管网运输现状如何？氢气管网建设还存在哪些困难？

仍停留在“百公里”阶段

氢气运输是氢能利用的重要环节。如何合理选择氢气运输方式、降低运输成本一直是业内关注的重点。目前，气态氢气运输较为普遍，一般通过装有高压容器的车船和管网方式运输。随着氢燃料电池汽车的大热，加氢需求潜力巨大，在长管拖车运氢方式存在短板、管道运输被寄予厚望的时候，我国氢气管网建设却明显滞后。

“据初步统计，截至2017年底，我国氢气管道总里程约400公里，主要分布在环渤海湾、长三角等地。相比之下，我国油气管网是以‘万公里’为单位，而氢气管网却仅是以‘百公里’为单位，规模差距巨大。”上述负责人指出。

2015年，中石油管道局曾在河南省济源市工业园区——洛阳市吉利区投资1.54亿元建成一条全长25公里的氢气管道，该氢气管道管径508毫米，设计压力4兆帕，年输氢量10.04万吨，是我国目前管径最大、压力最高、输量最高的氢气管道。而大规模的氢气管道运输目前在我国仍未形成。

按照《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2016）》预计，到2030年，我国燃料电池汽车将达200万辆，届时将建成3000公里以上的氢气长输管道。

成本偏高成掣肘

事实上，是否使用氢气管网运输对氢气的市场价格影响巨大。多位与会人士一致认为，大规模的氢气管网建设是降低氢气成本的关键。有研究表明，管道氢气价格是影响加氢站内部收益率的首要因素，管道氢气价格波动10%，则对加氢站内部收益率影响超11%。

上述负责人还给记者算了一笔账：一些国际大型气体公司的平均氢气销售单价约20元/公斤，与我国某些区域的氢气出厂成本基本相当，而这些地区的氢气终端销售价格则高达40元/公斤。

“差价如此之大，究其原因，除一些国家的制氢原料成本较低外，管道输送方式是关键因素，建设氢气管网是降低氢气销售价格的必然选择。”该负责人说。

但是，氢气运输管道建设仍面临诸多挑战。记者了解到，管道运输更适用于大规模的点对点运输。另外，氢气与某些金属存在氢脆现象，对管道材料有特殊要求。因此，建设氢气运输管道的投入成本较高。

数据显示，目前美国氢气管道的造价高达31-94万美元/公里，几乎是造价为12.5-50万美元/公里的天然气管道的2倍。而我国氢气运输管道建设的成本与美国基本相同。

对此，业内人士表示，目前国内外低压氢气管道运输尚处于初步发展阶段，要突破成本制约，除建设纯氢管道运输之外，还可以在天然气管网中掺混含量不大于20%的氢气，运输结束后再对混合气体进行氢气提纯，目前，该运输方式已经具有良好的经济性与安全性。

（王升）

六、风能

《绿色风电场星级评价标准》编制启动

中国电力报电气周刊 2019.5.16

本报讯（通讯员梁旭）报道 5月9日，由北京天润新能投资有限公司作为主申报单位申报，并经中国可再生能源学会批准立项的《绿色风电场星级评价标准》（简称“标准”）团体标准启动会暨第一次标准讨论会在北京召开。

《标准》融合了风电场全生命周期绿色理念，系统的结合了循环经济、低碳经济和新时代政策要求的绿色经济思想，从“节约、环保、低碳、健康”四个维度和打造符合绿色开发、绿色设计、绿色采购、绿色建设、绿色运维等方面提出了“绿色风电场”建设全过程的具体要求，形成评价性标准，具有很强的行业特色和先进性。

《标准》提倡的绿色星级风电场在满足各项国家行业法律法规和设计、施工、运营过程中相关规范和标准要求的基础上，实现风电全生命周期环保低碳、健康安全，着重节约并循环利用自然资源，强调生态环境和生物多样性保护，严格规范环境和水土保持工程施工要求，保障风电场员工健康工作和生活，明确风电项目建设在应对全球环境变化和治理中的自身责任。《标准》还要求风电场建设应与当地自然景观、传统文化相融合，建设绿色、美丽、富有文化内涵的风电项目，促进人与自然环境的和谐统一。《标准》的编制可填补风电领域绿色标准的空白，对促进风电行业的健康持续发展具有重要的意义和价值。

国家能源局再次讨论风电电价政策——

海上风电“竞价”时限或放宽

中国能源报 2019.5.13

广受业内关注的风电电价政策又面临新的变数。

5月8日，国家能源局组织召开2019年风电建设管理办法征求意见座谈会，对此前征求意见情况进行了再讨论。虽然2019年风电项目竞价上网“大势”已定，但2018年底“抢”得核准的海上风电项目是否参与竞价上网仍未最终定论。

根据座谈会透露的信息，2018年获核准的海上风电项目若在2021年底前完成并网，则有望确保0.85元/千瓦时的海上风电上网电价。同时，座谈会指出，核准未建、核准在建的陆上风电项目2020年底之前必须并网，这些项目若满足核准之后两年内开工，或申请延期并在有效期内开工，可以豁免参与竞价上网。

分析指出，座谈会释放的这两大“信号”是在上月发布的《关于2019年风电、光伏发电建设管理有关要求的通知（征求意见稿）》（下称“征求意见稿”）基础上，对风电项目竞价时限的一定程度“放宽”。

该征求意见稿提出，2018 年度未通过竞争方式进入国家补贴范围并确定上网电价的海上风电项目，其核准文件不能作为享受国家补贴的依据。而根据 2018 年 5 月发布的《关于 2018 年度风电建设管理有关要求的通知》，2019 年新增核准的海上风电项目才需要参与竞价上网。为获得 0.85 元/千瓦时的上网电价，2018 年底江苏、广东等地迎来了海上风电“抢核准”热潮。按照征求意见稿，“抢”到核准却仍需参与竞价，海上风电相关企业一时大受打击。

据中国三峡新能源有限公司副总经理赵国庆透露，若推翻 0.85 元/千瓦时的上网电价，部分已核准项目将无法按计划开工，企业将面临前期工作和投入的巨大损失，在未来电价不明确的情况下建设工作将大面积停滞。

为平衡企业诉求，推进风电行业发展，座谈会有意调整陆上、海上风电管理办法，但最终意见还需要由能源局、发改委等多部门协同确定。

风电电价政策最终如何确定，还有待官方的正式文件发布。

然而，有分析指出，即使放宽海上风电竞价上网时限，也并不意味着 2018 年获得核准的所有海上风电项目均能获得 0.85 元/千瓦时的上网电价。若要求获核准的海上风电项目于 2021 年底前完成并网，海上风电行业很可能迎来一波“抢装潮”，然而在并网接入容量有限的情况下，部分海上风电项目或仍将面临竞价上网的可能。（李丽旻）

联合动力风电场发电量分析方法获专利

中国电力报电气周刊 2019.5.20

本报讯（记者冯义军）报道 近日，国电联合动力技术有限公司申请的“基于机舱风速仪的风电机组损失电量评估方法”发明专利，获得国家知识产权局授权。

目前风电场发电量分析方法在用的各种指标，包括考核可利用小时完成率、风电场 KPI 指标等等，以上指标的目的均为考核现场实际发电量和理论电量之间的差异，对风电场损失电量的科学计算和科学分类研究较少，各风电场基本采用了标杆风机的方法或人工估算的方法，但这些方法误差较大。因此，需要为风电机组损失电量的评估提供一种更加科学的途径，对于分析风电场的运行管理情况、电网经济调度、提高风能利用率具有重要意义。

本项发明的目的是提供基于机舱风速仪的风电机组损失电量评估方法，使其能够简单、有效、可靠地对风机损失电量进行评估，且评估结果误差小，准确度高，可以为风电场评估提供科学依据。

北方寒冷地区海上风机基础安装技术获突破

中国能源报 2019.5.13

本报讯 日前，三峡新能源大连市庄河 III（300 兆瓦）海上风电项目第一批次风电机组基础及安装工程顺利完成北方地区首根大直径单桩基础嵌岩施工作业。该工程是中交三航局

在北方寒冷地区承接的首个深水海上风电项目，首根单桩嵌岩基础施工完成不但为工程后续施工积累了丰富的经验，也为整个项目顺利完成提供了有力保障。

该项目经设计变更后，共有 5 台嵌岩式单桩基础，单桩桩径为 5.5 米至 6.1 米，是我国北方寒冷地区直径最大的嵌岩型单桩。在施工过程中，考虑到地勘报告与实际地质的差异性，加之基础地质结构复杂性和岩面起伏变化较大，为防止在沉桩施工中出现溜桩、卷边及嵌岩过程中塌孔、钻机损伤等情况，施工单位与监理、设计、业主单位召开多次专项会议反复研究，不断优化方案，并对 5 根嵌岩桩施工采取不同的专项技术方案，以满足设计要求及施工安全性。

施工过程中，首根嵌岩成功的 F5 号桩，桩长 71 米，桩重 675 吨，底基岩为中风化灰岩，采用打入式嵌岩施工工艺，即由液压锤进行单桩初次沉桩，满足停锤标准后进行嵌岩钻进施工，最后再由液压锤复打至设计标高。

项目部采用荷兰进口 PBA DDC1450 钻机进行钻孔施工，经过 12 天的不懈努力，成功钻至设计标高，经过四方代表的确认后，拆除钻杆，吊离钻机。5 月 5 日 12 时 15 分，开始进行复打施工，经过将近 4 小时的精心施工，随着最后一声锤响，F5 号桩顺利复打至设计标高，标志着本工程首根打入式嵌岩桩施工完成。（李海军 孙家盛）

助力风电走向深海

中天科技打造海洋产业增长极

中国能源报 2019.5.13

江苏如东，南黄海滩涂旁，海鸥翔集，鱼儿戏水，一排排光伏板在阳光下熠熠生辉。这座渔光互补光伏电站的所有者是江苏中天科技股份有限公司。

创于 1992 年，起步于光纤通信领域，历经近 30 年发展，中天科技的产业布局日趋多元，如今已形成通信、电网、新能源、海洋装备及智能制造五大产业格局。

尽管多点开花且皆有建树，但身边的大海依然是中天人的牵挂——秉承着“海缆向系统发展，海工向总包发展”的思路，中天科技正追风逐浪、入海敷龙，为实现我国海洋强国梦增光添力。

进军海洋 助力海上风电降本

借助江苏省大力发展海上风电的“东风”，中天科技集团董事长薛济萍表示，随着国家海洋经济的发展，下一步海洋产业将成为中天新的增长极。

“海洋产业链的发展得益于如东，如东拥有约 110 公里长的海岸线，海上资源丰富，而中天科技自 1999 年就进入海缆领域，经过近 20 年发展，现已形成巨大的产业规模，技术也领先于业内其他企业。”薛济萍说。

海缆作为海上风电场重要输送部件，在复杂海底环境中，其制造工艺的高低决定了海上风电是否具备足够的可靠性。今年 4 月，有消息称，有关部门酝酿将 2019 年海上风电上网

电价下调0.05元。中天科技作为海上风电的部件供应商，也面临着电价下调带来的成本压力。

对此中天科技海缆有限公司总经理薛建凌表示，进一步优化产品设计、为客户带来增值服务将成为中天科技助力海上风电降本的一大策略。“我国海上风电产业正向高质量发展迈进，海缆作为高端制造，开发成本较高。中天科技立足如东，凭借自身产业链完善的优势，运输成本压力降到最低，服务速度领先同行，加上多年来地方政府对企业的帮助，中天科技海洋产业发展将十分迅速。”薛建凌说。今年3月，中天科技中标国内最大的海缆总包项目，包括后湖海上风电场（500MW）、甲子一海上风电场（500MW）、甲子二海上风电场（400MW）在内中标金额达到24.83亿元。

打破垄断 打造国际化品牌

面对日益激烈的国际市场竞争，记者了解到，多年来中天科技与华东地区多家高校进行产学研合作，为打破国际垄断、突破技术瓶颈做出努力。为降低风场成本和施工难度，中天科技开展了薄绝缘铝芯66kV三芯海缆研究，设计绝缘层厚度11.0mm，对比国内已有工程经验绝缘减薄达到3.0mm，轻型屏蔽结构设计满足了大型风机对轻型阵列海缆的需求。

另外，由中天科技自主研发的薄绝缘220kV三芯海缆、含不等截面软接头薄绝缘中压三芯海缆等海缆技术也已投入应用，降低了高压海缆建设成本，并为海缆选型提供了新的解决方案。中天科技对标国际同行，研发节能环保友好型系列海缆产品，具有重量轻、成本低、环保等优点，出口沙特、菲律宾等多个国家，并在国内率先应用于中海油示范项目，未来必将替代传统海缆铅套结构，引领行业创新；研发超高压柔性直流输电海缆，解决了交流海缆远距离传输的高损耗问题，为将来远海输电做准备，实现全球能源互联；研发场内大容量海底电缆替代原有海底电缆，为未来高至10MW的风机做技术储备。“从目前来看，中天科技沿着新产品、新投入的路线，海洋板块已经步入良性循环，未来增长十分可观。”薛建凌表示。

作为一家有多年“走出去”经验的中国民营企业，2018年，中天科技圆满交付德国电力公司155kV海缆总包项目，成为我国首个出口欧洲国家的总包工程企业。中天海洋系统有限公司总经理杨华勇表示，基于对准市场、快速决策的创新机制，民营企业具有创新潜力，将为提升装备竞争力、提高技术国产化水平带来希望。（李丽旻）

2021年起新核准陆上风电项目全面平价上网

中国电力报 2019.5.28

中国电力新闻网讯 见习记者张溥报道 5月24日，《国家发展改革委关于完善风电上网电价政策的通知》（以下简称《通知》）发布，对2019年7月1日起执行的陆上和海上风电上网电价作出规定。

《通知》对陆上风电上网电价作出以下规定：一是将陆上风电标杆上网电价改为指导

价。新核准的集中式陆上风电项目上网电价全部通过竞争方式确定，不得高于项目所在资源区指导价。二是2019年I~IV类资源区符合规划、纳入财政补贴年度规模管理的新核准陆上风电指导价分别调整为每千瓦时0.34元、0.39元、0.43元、0.52元（含税、下同）；2020年指导价分别调整为每千瓦时0.29元、0.34元、0.38元、0.47元。指导价低于当地燃煤机组标杆上网电价（含脱硫、脱硝、除尘电价，下同）的地区，以燃煤机组标杆上网电价作为指导价。三是参与分布式市场化交易的分散式风电上网电价由发电企业与电力用户直接协商形成，不享受国家补贴。不参与分布式市场化交易的分散式风电项目，执行项目所在资源区指导价。四是2018年底前核准的陆上风电项目，2020年底前仍未完成并网的，国家不再补贴；2019年1月1日至2020年底前核准的陆上风电项目，2021年底前仍未完成并网的，国家不再补贴。自2021年1月1日开始，新核准的陆上风电项目全面实现平价上网，国家不再补贴。

《通知》对海上风电上网电价作出以下规定：一是将海上风电标杆上网电价改为指导价，新核准海上风电项目全部通过竞争方式确定上网电价。二是2019年符合规划、纳入财政补贴年度规模管理的新核准近海风电指导价调整为每千瓦时0.8元，2020年调整为每千瓦时0.75元。新核准近海风电项目通过竞争方式确定的上网电价，不得高于上述指导价。三是新核准潮间带风电项目通过竞争方式确定的上网电价，不得高于项目所在资源区陆上风电指导价。四是对2018年底前已核准的海上风电项目，如在2021年底前全部机组完成并网的，执行核准时的上网电价；2022年及以后全部机组完成并网的，执行并网年份的指导价。

国家能源局部署2019年风电、光伏发电建设

优先推进平价上网项目，竞价排序确定补贴名单

中国电力报 2019.5.31

中国电力新闻网讯（记者王怡 伍梦尧）报道5月30日，国家能源局印发《关于2019年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》（以下简称《通知》），明确要加快降低补贴强度，发挥市场在资源配置中的决定性作用，推进风电、光伏产业实现高质量发展。

《通知》对2019年度风电、光伏发电项目建设提出四项总体要求。一是优先推进平价上网项目建设，再开展需国家补贴项目的竞争配置工作。二是严格规范补贴项目竞争配置，将上网电价作为重要竞争条件，优先建设补贴强度低、退坡力度大的项目。三是全面落实电力送出和消纳条件，优先保障平价上网项目的电力送出和消纳。四是优化建设投资营商环境，各派出能源监管机构加强对土地使用税等非技术成本方面的监管工作。

《通知》指出，2019年，在风电建设方面，需国家补贴的新建集中式风电项目应全部通过竞争配置方式选择，积极推动分散式风电参与分布式发电市场化交易试点，新增海上风电项目必须通过竞争配置确定项目业主单位。在光伏建设方面，2019年度，包括新建光伏扶贫项目、户用光伏、普通光伏电站、工商业分布式光伏发电项目及国家组织实施的专项工程

或示范项目在内的五类项目，可获得总规模在 30 亿元的新建光伏项目补贴预算额度。其中，除光伏扶贫、户用光伏外，其余需要补贴的项目原则上均由地方通过竞争配置方式组织项目，国家根据补贴额度通过竞价排序确定补贴名单。

七、核能

中国科学家研发“吸铀海绵”

参考消息 2019.5.15

【英国《新科学家》周刊网站 5 月 11 日报道】一种特制海绵可以从海水中获取铀作为核电站燃料，还可以用来帮助清理核电站废物。

获取铀的最简单办法是从地壳的矿石中开采。大约有 760 万吨铀比较容易开采，预计足以满足全球约 100 年的需求。海水中含有超过 45 亿吨铀，因此是一个潜在极佳备用来源。

天然海绵经常被用来监测海洋中的重金属，因为它们会在大量海水流过时积聚这些物质。中国海南大学的王东（音）及其同事创造了一种特殊海绵，可以通过同样的方法吸收铀。

这种海绵是由三聚氰胺泡沫制成的，该材料亦用于某些家用清洁海绵。将泡沫浸泡在含有易与铀结合的化学物质的溶液中，风干后海绵内部结构会留下一层化学薄膜。

在 5 吨海水中浸泡 8 周后，每克海绵吸收了大约 1.9 毫克铀。美国田纳西州橡树岭国家实验室的戴胜（音）说，这与从海洋中获取铀的其他方法产生的结果数量差不多。但他表示，与许多其他方法使用的塑料相比，三聚氰胺海绵更容易生物降解，因此更环保。

海绵吸收铀之后，会呈现出这种元素所具有的黄色。通过漂洗可以提取铀作为核电站燃料，然后海绵可以重新放置在海洋中。海绵在每次回收过程中都会失去一些功效，因为它会积聚其他较难清洗的元素。

目前采用这种方法比开采铀矿成本高，但当矿产最终枯竭时，可以使用相对较少的海绵材料从海上获取大量核燃料。

《2018 年国外核工业与技术重大发展动向》发布

中国科学报 2019.5.13

本报讯 日前，《2018 年国外核工业与技术重大发展动向》在京发布。该报告研究聚焦核武器与核军工、核能与核燃料、核技术应用三个领域，准确反映核领域重大技术动态，梳理剖析国际核领域热点问题。

该报告全面梳理了 2018 年度国外核工业与技术发展动态，遴选出 30 个具有重大现实或潜在影响意义的专题，形成具有重要参考价值的高度凝练的研究成果，目的是准确反映国外核工业与技术领域战略规划、工业能力建设、装备与技术研发等方面的重大发展动向，为有

关政府部门领导、核工业从业人员提供决策和研究参考，为公众提供了解国外核工业与技术最新发展的窗口。

该报告显示，美俄等核大国仍将核武器视为国家安全基石，投入巨资更新老旧核弹头与核武器运载系统，研发新型核武器以期取得核威慑优势。美国与俄罗斯战略对抗基本保持稳定，但未来呈现加剧趋势，有可能恶化国际安全环境。

同时，核能作为清洁能源仍具有广阔的发展前景。美国政府支持大型压水堆和小型模块化反应堆等开发部署，国际社会重点关注提高核反应堆安全性，加快推进铅冷快堆发展，研发铀钼合金燃料和耐事故核燃料。核聚变能源研究异军突起，新材料、新原理将大幅缩短核聚变能源应用的时间，美国小型核聚变反应堆向实用化迈进重要一步，英国高速撞击聚变装置完成验证测试。核技术应用呈现出从军事领域向民用领域转移的特点，有望成为新的经济增长点和科技创新点。（潘希）

海水提铀：科学家向大海要“黄金”

中国科学报 2019.5.13

相比于陆地，海水中的铀矿资源甚至可以用“取之不尽”来形容。海水中铀的储量约为45亿吨，相当于陆地铀矿储量的1000倍。随着海水提铀技术的不断进步，未来如果能够将海水中的铀资源有效利用起来，足以保证核电的可持续发展，满足人类对能源的需求。

最近几个月，关于海水提铀方面的研究进展不时见诸媒体。美国橡树岭国家实验室和劳伦斯伯克利国家实验室的科研人员日前发现了一种新型海水提铀吸附剂，可在温和的碳酸盐溶液中再生并重复使用。

此前，海南大学南海海洋资源利用国家重点实验室团队联合清华大学材料学院伍晖教授课题组也在《先进能源材料》上发表研究成果，他们开发的功能纳米纤维在铀掺杂的天然海水中的吸附容量是目前美国能源部开发的提铀纤维吸附容量的5倍左右，更是日本原子能机构开发提铀材料的25倍左右。

相比于陆地，海水中的铀矿资源甚至可以用“取之不尽”来形容。海水中铀的储量约为45亿吨，相当于陆地铀矿储量的1000倍，这也使得国内外都将目标锁定在了海洋这一巨大的铀矿上。

随着海水提铀技术的不断进步，未来如果能够将海水中的铀资源有效利用起来，足以保证核电的可持续发展，满足人类对能源的需求。

取之不尽的资源

核电作为一种高效的清洁能源，正逐渐成为我国调整能源结构、实现经济和环境协调发展、促进产业结构升级的重要保障。我国在“十三五”规划中就确定了一个目标——力争到2030年前，核电站在发电能力和运行数量方面超过日美，成为世界最大的“核能强国”。

而要想实现这一目标，作为最重要的核燃料资源，铀的储量就成为我国核电可持续发展

的基石。但实际上，我国铀矿储备并不十分丰富，国内已探明陆地铀资源储量约 20 万吨，由于资源需求和能源消耗非常大，这些铀资源就显得有些贫乏。

“我国很多时候铀矿还需要从国外进口，随着经济建设的进一步发展，铀资源将成为制约我国核能发展的主要因素之一。”一位不愿具名的核技术专家告诉《中国科学报》，“海水中蕴藏着约 45 亿吨铀，河水每年还可以汇集补充约 2.7 万吨铀，如果能够将海水中的铀资源有效利用起来，铀将会是一种‘取之不尽’的资源。”

尽管海水中含铀总量巨大，但要想从海水中提取到铀矿，难度堪比沙里淘金。铀主要以三碳酸铀酰离子的稳定结构存在于海水中，但其浓度只有 3.3mg/L，也就是说，1 吨海水中只有 3.3 毫克铀，是钠含量的约三百万分之一。

除了铀浓度极低，海水中与铀竞争的干扰离子太多也是海水提铀面临的主要挑战。中国工程物理研究院核物理与化学研究所副研究员文君告诉《中国科学报》，海水中有大量与铀酰离子共存，且含量大大高于铀酰离子的其它金属离子，海水中组成复杂的生物系统也会对提铀造成很大干扰。另外，海水提铀需要处理大量海水，实施周期长，还可能要面对海上的极端气候，这些因素都导致了海水提铀在具体实施上存在巨大的技术难度。

不仅如此，提铀材料只有大面积接触海水，才能有效提取铀酰离子，最重要的是提铀材料在海水特定的 pH 值、离子强度下能稳定完成吸附工作，这也意味着提铀材料必须耐得住海水的腐蚀，力学强度、机械性能都要很强，这都对材料提出了更高的要求。

吸附材料的进步是核心要素

良好的铀吸附材料是海水提铀的关键。当前，美国、日本等多国都投入大量的人力、物力研究开发海水提铀材料，希望抢占未来海水提铀的制高点。我国也不甘落后，近年来在提铀吸附材料上不断取得突破。从近期公开发表的学术论文可发现，我国吸附材料的铀吸附性能目前已经超过了美国能源部牵头的大海提铀专项所报道的性能指标。

以纤维类吸附材料为核心的直接吸附提取方法，被认为是目前最具工业化潜力的海水提铀方法。海南大学南海海洋资源利用国家重点实验室海水提铀研究团队与伍晖团队联合开发，实现了此类新型功能纳米纤维的低成本、宏量化制造以及实验室级别的海试研究，功能纳米纤维在天然海水中铀的吸附捕捉能力为目前纤维类吸附材料的最高水平。

“一个优异的提铀材料需要具有高选择性、高吸附容量、快速的吸附和洗脱速率、低萃取剂损伤和低成本。”在文君看来，对于海水提铀而言，由于提铀材料在海水环境下需要较好的稳定性，以便可以长期稳定地进行铀吸附，同时便于材料的回收，因此使用固相萃取剂更适合海水提铀。

除了吸附材料的进步，《中国科学报》了解到，由中国工程物理研究院核物理与化学研究所牵头，联合海南大学、清华大学和中科院上海应用物理研究所组建的海水提铀研究团队，已自主研发完成了海水提铀测试系统的搭建，使其成为我国首个真实海水提铀性能测试平台，同时正在设计提出我国海水提铀测试的国家标准。此外，该团队还从海水中提取出克

量级铀并纯化制备成为黄饼，充分证明了海水提铀的技术可行性。

实现工业化任重道远

与陆地开采铀矿不同的是，海水提铀的过程对于环境非常友好，可以实现经济发展与环境保护兼顾，这也使得国内外十分看好海水提铀的市场前景和社会价值。

海南大学南海海洋资源利用国家重点实验室副研究员王东对《中国科学报》表示，基于目前纤维吸附材料提铀技术的能源投资回报值约为 22（单位质量回收铀生产的能源/海水提铀消耗的能源），从能源投资回报值和生态影响来看，海水提铀已经优于陆地铀开采。

但他也同时指出，海水提铀研发的终极目标是开发出从成本、规模和效率方面都能够与陆地铀矿提铀相当（或替代）的工程化技术方案，但从目前研究进展来看，海水提铀要实现工业化依然任重道远。

“成本是海水提铀开发的一个核心要素。”王东表示，海水提铀开发的成本主要包括吸附材料的制造成本，以及在实际使用过程中涉及的如运输、固定、回收、洗脱等方面的成本。考虑到吸附材料需要大规模、持续数十天地在天然海水中进行使用，其使用过程中涉及的成本往往比吸附材料本身的制造成本要高得多。

不仅如此，王东指出，目前国内的海水提铀还主要在实验室阶段，其吸附材料在真实海水中的吸附性能考查也主要是以室内天然海水中的吸附实验为主，几乎没有研究团队进行持续的、一定规模的野外海试研究，更没有工业化的海水提铀被报道。

诸多业内专家的共识是，海水提铀是一个实际应用目的非常强的研究方向，因此，研究者必须遵从“实用+经济”的基本原则，在这个原则的基础上进行科学创新和技术攻关。

“海试试验是海水提铀工业化的关键，是海水提铀能否成功的试金石。”上述不愿具名的核技术专家表示，海试试验能够发现很多项目运行的实际问题，因此，海试也是海水提铀必须开展的研究项目。另外，海水提铀海试联用技术也是以后一个重要的发展方向，在已有的设备平台上结合海水提铀可以降低成本，提高设备利用率，加快海水提铀工业化进程。

在提铀材料性能不断提升的今天，海水提铀工程化技术储备不足的问题日益突出。对此，文君表示，要提升我国海水提铀工程化技术就需要以海水提铀的工程需求为牵引，大力发展海水提铀海试试验，综合性地研究海水提铀规模化海试过程中的科学、技术和工程问题，为工业化提供足够的技术支持。

文君还建议，海水提铀技术需要进一步推广，通过选择性控制以实现海洋中多种有价值的金属资源提取，同时海水提铀的技术研发要重视与海水淡化、海盐提取等成熟工业的结合，实现海洋资源的综合利用。

他还希望沿海地方重视海水提铀项目，并在实验海域与政策经费上给予支持；社会相关企业能够积极参与并投入到海水提铀项目的研发。此外，海水提铀的研究必须建立国家测试标准和实验平台，全国开放，加强合作，共同推动中国海水提铀的基础研究与工程化进程。

（李惠钰）

“人造太阳” 聚变力量照亮未来能源之路

——解密我国受控核聚变事业的前世今生

中国电力报能源周刊 2019.5.18

《流浪地球》《复仇者联盟》……在许多科幻电影中，核聚变往往成为终极能源被人类所掌握。近日，记者跟随国务院国资委新闻中心组织的“科幻作家走进新国企”活动，来到位于四川省成都市的中核集团核工业西南物理研究院（以下简称“核西物院”），近距离接触现实版“人造太阳”的聚变力量，亲身感受受控核聚变的前世今生。

HL—2A 助推我国跻身核聚变 能源开发国际先进水平

“核裂变是由重的原子核分裂为轻的原子核，释放中子并发生链式反应；而核聚变则是裂变相反的核反应形式，由较轻的原子核变化为较重的原子核。”核西物院院长刘永表示。

资料显示，目前在运核电站利用的核能均由核裂变产生，而核聚变释放的能量比核裂变更大。在人工控制下的聚变为受控聚变，在受控情况下释放能量的聚变装置称为聚变反应堆或聚变堆。

刘永介绍，太阳犹如一个巨大的核聚变反应装置，不断地向外辐射能量，向地球输送能源。由于受控核聚变装置的基本物理原理与太阳内部核反应的机理相仿，所以这种装置被形象地称为“人造太阳”。

当然，距离完全掌握受控核聚变技术还存在一段征程，但是人类从未停止对此项技术的探索，位于核西物院内的中国环流器二号 A（HL—2A）就是最好的证明。

据介绍，HL—2A 是我国第一个带偏滤器的大型托卡马克聚变研究装置，为我国受控核聚变研究提供了重要的实验平台。来到容纳 HL—2A 的“车间”，巨大且复杂成为记者对该装置的第一印象。仔细观察，该装置占地面积可达上百平方米，整体外形类似一个大型的轮胎，周围铺设的管路、线圈等各种辅助设备使整个装置多了几分神秘的色彩。

而这也仅仅是 HL—2A 的主体部分，据刘永介绍，HL—2A 还有多个辅助系统分布于不同的厂房内。

“中国环流器二号 A 的辅助系统包括 5 兆瓦电子回旋器加热系统、3 兆瓦中性束注入加热系统、高性能计算机与数据处理系统以及 30 多种 50 余台套诊断系统等。”刘永补充。

而基于 HL—2A，我国在核聚变领域也取得了诸多成果。据介绍，HL—2A 于 2002 年建成投入使用；2006 年，HL—2A 装置等离子体温度达到 5500 万摄氏度，向聚变所需的亿摄氏度高温迈进了一大步；2009 年，HL—2A 装置在国内首次实现了偏滤器位形下高约束模式运行，标志着我国已跻身核聚变能源开发国际先进水平。

据记者了解，在高密度条件下，等离子体温度一旦达到 1 亿摄氏度以上，可使数目可观的粒子具有足够动能克服原子核间斥力而实现核聚变反应，产生可观的聚变能。对此，刘永也透露，核西物院将于今年底建成中国环流器二号 M 装置（HL—2M），届时装置内等离子

体温度将超过 1 亿摄氏度，具备开展堆芯等离子体研究的条件。

我国已制定“三步走”核能发展战略

那么受控核聚变作为未来能源有何优势？针对这一问题，刘永向记者表示：“核聚变能是人类最理想的能源，其固有安全性较高，产生的放射性废物极少，环境可接受性较为良好。”

另外，刘永介绍，核聚变反应的原料也极为充足。由于在所有核聚变反应中，氢的同位素氘和氚的核聚变反应最容易实现，而氘在海水中储量极为丰富，从一升海水中提出的氘，在完全的聚变反应中可释放相当于燃烧 300 升汽油的能量。

我国在上世纪 50 年代就开始了核聚变的研究。随后在 1965 年，核西物院在四川建立，成为了我国最早的聚变研究专业院所，并先后建立了角向箍缩、仿星器、磁镜、反场箍缩等不同类型的装置。

上世纪 70 年代末到 80 年代初，我国开始对托卡马克型装置上进行了重点研究。1984 年，在核西物院建成的中国环流器一号（HL-1）成为我国自主设计建造的聚变大科学工程装置，荣获国家科学技术进步一等奖，标志着我国受控核聚变研究进入大规模物理实验阶段。

而在上世纪 90 年代，我国也制定了热堆、快堆、聚变堆的“三步走”核能发展战略。可以说，为了实现发展战略中的第三步，我国科学家们已投入半个世纪时间去探索研究。

当然，研究核聚变的事业并不是一路坦途。“核聚变技术还面临诸多问题等待我们去解决。”在谈及核聚变研究目前的瓶颈时，刘永坦言。

“1 亿摄氏度以上的高温、长时间约束在有限的空间中、足够高的密度是受控核聚变的三大条件。而在如此高的温度下，物质已经成为等离子体，这是除固体、液体和气体之外的第四种形态，我们对于该形态的认知还有待加强，而如何约束等离子体，也成为核聚变实验的重中之重。另外，还有核聚变装置的材料选择等方面的问题，都需要我们去探索研究。”刘永表示。

参与 ITER 计划为世界聚变研究贡献中国力量

面对受控核聚变这一未来能源，共同研究、共同探索成为全球各国的选择。在此背景下，“国际热核聚变实验堆（ITER）计划”也应运而生。

据介绍，ITER 计划是目前全球规模最大、影响最深远的国际科研合作项目之一，同时，ITER 也将是世界上第一个聚变实验堆，是最终实现磁约束聚变能商业化必不可少的一步。2006 年 11 月 21 日，中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国七方正式签署 ITER 计划的联合实施协定及相关文件。

“ITER 是世界上在建的最大、最复杂的托卡马克装置，也是技术最先进的‘人造太阳’。它的体积接近天坛的祈年殿，高 30 米，直径 28 米，重达 1 万吨。”刘永介绍道。

而在 ITER 计划中，中国也发挥了重要的作用。

“我国承担了 ITER 装置 9% 的采购包制造任务，如包层第一壁就由我国承担制造，目前我国已成为除欧盟外承担任务最多的国家。”刘永介绍道，核西物院作为我国参与 ITER 计划的主要技术支撑和研制任务主要承担单位之一，承担了我国 ITER 采购包任务中绝大部分涉核部件的研发与加工制造任务。

在参与 ITER 计划采购包制造任务的同时，我国核聚变领域的研究也获得了诸多突破。如 316LN 奥氏体控氮不锈钢、镍基 718 和 A286 高温合金等材料的成功研制，提升了我国聚变堆关键材料的研发能力，为中国聚变工程实验堆（CFETR）的设计与建造提供强有力的技术支撑；建成一系列从室温到极低温（-269℃）的材料和部件测试平台，达到国际先进水平，在支撑 ITER 计划制造任务顺利实施的同时，还可应用于航空、航天、军工等高端领域。

而 ITER 计划也并非聚变研究的终点，未来，采用聚变技术的试验堆、原型电站也均有望走向台前，聚变的发展脉络也已逐渐明晰，人类掌握受控核聚变或也不再遥远。（白宇）

八、其他

一氧化碳和水催化转化直接制油品

中国科学报 2019.5.6

本报讯 近日，天津工业大学化学与化工学院化工系尹振博士和北京大学教授马丁、复旦大学教授曹勇的研究团队合作在一步催化转化 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 制备油品的研究方面取得重要进展，相关研究成果近日发表于《自然—通讯》杂志。

据介绍，CO 的催化转化是当前 C1 化学工业的核心过程，对于合成气的转化、 CO_2 催化转化和利用、温室气体和工业尾气减排等均具有重要的科学意义和应用价值。其中，CO 通过费托合成反应（FTS）转化为油品，是目前为止被认为最有可能代替石油化工过程的途径，且相应的煤制油过程已经实现大规模工业化应用。但是，该过程必须以特定比例的合成气为原料，需要经过复杂的分离和净化过程，导致该过程投资和生产成本较高。同时，在钢铁冶炼和电石生产等工业过程中，产生大量以 CO 作为主要成分的工业尾气，通常这些工业废气以燃烧方式的处理或者直接排入大气。以我国为例，仅高炉煤气每年的放散量可达数百亿立方米，对环境造成巨大的危害。然而，这些工业尾气中通常 CO 含量非常高（最高可达 70% 以上），而 H_2 含量非常低（5% 以下），难以实现高附加值的转化利用，从而导致其回收和高效利用一直是化工和冶金等工业界备受关注的难点。此外，目前在 CO_2 转化利用过程中，CO 作为高选择性的中间产物成为实现 CO_2 高效转化利用的关键之一。

为了实现贫氢或无氢条件下 CO 的高效利用，研究团队选择最为廉价易得的 H_2O 作为氢源，通过构建水汽迁移反应（WGS）活性中心 Pt - Mo_2C 和费托合成反应（FTS）活性中心 Ru 的 Pt - Ru 双金属催化剂体系，实现水汽迁移反应与费托合成反应在热力学和动力学上的匹配，进而成功将两个反应耦合，在国际上首次报道温和条件下（200℃ 以下），将 CO 和

H₂O 一步直接转化制备油品。

该研究得到国家自然科学基金、科技部重点研发计划、中国科学院等资助以及上海光源和中科合成油技术有限公司的支持和帮助。(张赛晖)

页岩油开发：从梦想到现实

中国科学报 2019.5.6

近日，国际油气巨头壳牌与中国石化签署协议，将与中国石化胜利油田联合研究勘探中国胜利区的页岩油资源。这表明壳牌对中国非常规上游资源的兴趣与日俱增，也释放出这样的信号——中国页岩油市场前景可期。

据国际能源署的统计，作为全球仅次于俄、美的页岩油资源量大国，中国的页岩油可采储量接近 50 亿吨，占据全球页岩油可采储量超过 10%。从目前中国的页岩油开采规模来看，拥有非常高的增产潜力。

不过，当前我国页岩油开发总体进展仍不容乐观。中国的页岩油开采已近十年，但目前国内的勘探开发进度和我国页岩油资源的资源禀赋相比，显然相对落后。

为此，中国科学院院士金之钧近日在第二届页岩油资源与勘探开发技术国际研讨会上呼吁，我国亟待加强页岩油基础理论及勘探开发关键技术的研究，应尽快制定页岩油发展战略规划，确保该产业的健康、稳定和可持续发展。

美国的启示：降本增效有一个过程

过去，人们普遍认为页岩似“磨刀石”铁板一般没有孔隙，只可作为常规油气的盖层，而如今，页岩不仅可储油、储气，甚至可产油、产气，勘探理论的深化加速非常规页岩油气革命的到来。

据金之钧介绍，页岩油是指蕴藏在以富含有机质页岩和页理与纹层发育的碳酸盐岩，具有超低孔隙度和渗透率的烃源岩层系中的石油资源，包括泥页岩孔隙和裂缝中的石油，也包括泥页岩层系中的致密碳酸岩或碎屑岩中的石油资源，其开发需要使用与页岩气类似的水平井和水力压裂技术。

尽管页岩油资源广泛存在于世界各地，但是由于自然环境、地质构造和技术水平等因素的限制，页岩油开采并没有在全世界大规模普及。目前，世界上只有美国和加拿大进行了大规模商业化的开采活动。其中，美国页岩油的生产占绝对主导地位。

金之钧表示，当前，页岩油已经成为北美地区石油工业快速发展的主要资源，2018 年，美国页岩油产量达 3.29 亿吨，占原油产量的 59%，形成了美国原油产量的第二次高峰，正深刻地影响着国际能源格局。

美国页岩油霸主的地位与其较低的成本不无关系。金之钧给出一组数据：美国早期阶段主要页岩区带页岩油成本在 80 美元/桶以上，目前保本成本大致在 45 ~ 55 美元/桶，单井钻完井成本 2012 ~ 2016 年持续下降，2017 ~ 2018 年有所上升，但仍低于油价下跌前。

此外，美国页岩油开采效率也在不断提升。“美国主要页岩区带的钻完井效率和生产效率持续增高，低油价以来尤为明显，钻井效率提高了约 50%、水平效率提高了 100%。单台钻机新井页岩油日产量是油价下跌前的 3 倍左右。”金之钧说。

不过，从美国页岩油勘探开发历程来看，虽然现在的成本很低，但在初期阶段成本依然很高，最高时可达 100 ~ 120 美元/桶。所以，在金之钧看来，美国的经验带来的启示是，页岩油开发降本增效需要有一个过程，任何国家都无法做到一下子降低成本，他认为这个概念国内产业界一定要树立起来。

“页岩油开发在开始阶段一定是高成本的，只有慢慢随着技术的进步与成熟，成本才可能降低。随着规模的展开，成本慢慢摊薄，才能够把成本逐一地降下来。”金之钧强调说，自 2014 年以来，美国通过技术进步降低成本才取得了如今的成就。

金之钧进一步举例称，美国先进的选区与甜点评价技术，能够精准识别甜点区，这也是其成功的要素之一。另外，美国超长水平井技术也十分惊人，一趟钻水平井段可以达到 5000 米，而我国最长记录只有 2000 多米，差距十分明显。不仅如此，美国立体井网布井技术、多分支井技术、细切割水力压裂技术以及重复压裂技术等技术的进步，也都成为其页岩油降本增效的核心。

中国的挑战：仍需加强科研攻关

技术不对路，油就出不来；管理不革命，就不能实现经济开采。要想达到页岩油规模巨大的效益开发，建井周期长、开发成本高、核心技术未突破等都是我国必须要迈过的坎儿。

虽然我国页岩油开发起步较晚，但是近年来我国页岩油勘探开发在东、中、西部多点取得突破，特别是在地质认识和工程技术上也取得一定进展。

金之钧介绍，我国目前已经初步形成了页岩油水平井钻井关键技术，优化形成了二开制井身结构方案，降低了钻井成本；形成了“一趟钻”钻井配套技术，钻井周期大幅度下降；长水平段固井技术日趋成熟。

此外，我国也实现了工厂化钻井作业模式，大幅降低了钻井综合成本。例如，吉林油田通过井工厂作业，钻井费用降幅达 40% ~ 55%。

不仅如此，金之钧表示，我国还形成了各具特色的页岩油体积压裂技术系列，压裂效果取得突破；规模优化了压裂材料，压裂综合成本有所降低；充分利用压裂液增能、渗析置换作用，低返排率提高压后产量等一系列工程技术进展。

但他也同时指出，我国页岩油地质条件复杂，富有机质页岩以陆相的湖泊沉积为主，盆地形成时间晚，热演化程度偏低，具有油质重、黏度高、流动能力差、黏度矿物含量高、脆性较差、气油比低、地层能量不足等特点，依靠现有的技术还无法实现规模效益开发。

“我国页岩油的勘探开发工作起步晚，油藏特征复杂，在理论和技术层面还没有找到适合我国陆相特点的页岩油开发技术，亟须加强科研攻关。”金之钧强调，“在设备与人才队伍支撑上，我国从企业到研究院所和高校都普遍缺乏针对页岩油理论研究与技术研究的实验

条件和科研队伍。”

中国工程院院士、中国石油化工股份有限公司总经理马永生在致大会的贺信中也表示，我国油气对外依存度越来越高，大力提升油气勘探开发力度，既是保障国家能源安全的需要，又是各大石油公司肩负的重要使命。为此，各油气企业应加强交流，增进合作，共同寻找资源与勘探开发领域下一步攻关的突破口和技术路线。

未来发展与建议

“加强页岩油勘探开发是保障国家能源安全的重要举措，也是老油田及百万石油人可持续发展的关键。”为此，金之钧建议，首先应在理论研究的基础上，尽快组织专业队伍开展全国页岩油资源评价工作，进一步摸清家底，制定我国页岩油发展战略和相关规划，从总体上对其开发进行战略部署，进而确保该产业的健康、稳定和可持续发展。

其次，要加强基础理论及勘探开发关键技术研究——2019—2025年，重点突破陆相页岩油甜点预测技术、水平井多分段压裂技术，能够有效动用我国中高成熟度高压区页岩油资源；2028年前，重点突破陆相页岩油水平井增能驱油压裂技术，能够有效动用我国普遍存在的常压低压中高成熟度页岩油资源；2030年前，重点突破陆相页岩油储层高效原位改质开采技术；2035年前，具备规模化工业产能，能够有效动用我国中低成熟度页岩油资源。

在实验室与人才队伍建设方面，金之钧建议国家发展改革委能够给予重大装备研发支持，包括大型压裂设备、旋转导向钻井、低下原位加热工具等重大装备。另外，通过走出去与请进来相结合、研究与实践相结合的办法，加大加快人才队伍建设，加强国家实验室建设，并考虑建立页岩油勘探开发国家实验室。

最后，金之钧还建议推进勘探开发重点示范工程建设，重点开展准噶尔盆地吉木萨尔芦草沟组页岩油、渤海湾盆地古近系页岩油、汉江盆地古近系页岩油、鄂尔多斯盆地三叠系页岩油、松辽盆地白垩系页岩油五大勘探开发示范工程先导试验区建设，做到先行先试。

中国科学院院士、中国石油勘探开发研究院副院长邹才能表示，陆相页岩油革命之梦是中国石油工业的一个愿景，也许很快实现，也许路途艰难。只有不断求索科学真理，不断研发工程技术，探索出一条成熟的技术路线，才能完成“页岩油革命”的历史使命。（李惠钰）

我国超大型煤气化技术获重大突破

中国能源报 2019.5.13

本报讯 日前，世界首套双流化床超大型（5000 t/d）粉煤气化（KSY）技术工业试验装置（100 t/d），在非常稳定和全自控无人工干预状态下，于陕西兴平通过陕西省化工学会专家委员会72小时现场考核标定。这标志着我国超大型煤气化技术获得重大突破。

标定结果显示，装置负荷、煤气产率、有效气（CO + H₂）、煤气热值、冷煤气效率和碳转化率均达到或优于设计指标。“KSY技术是一种采用干法进料、干法排灰、两段反应器高效耦合的双流化床粉煤气化技术。”延长石油集团首席煤化工专家、碳氢中心主任李大鹏

指出，该技术具有单套装置处理量大、煤种适应性广、项目投资少、低耗环保等特点。

这一技术是延长石油集团碳氢研发中心技术研发团队继粉煤热解气化一体化（CCSI）技术开发成功后与有关方合作并主导完成的又一项重大科技成果。该试验装置自 2013 年开工建设，2016 年完成首次投料试验，至今已开展 9 次试验，试烧了陕北及彬长矿区多个煤种，获取了大量、翔实的试验数据。通过试验研究创立了双循环流化场流化理论，研发了专有的流化床粉煤进料系统、高效精准的气化剂调控及温度控制系统、连续减压排灰装置等核心技术和装备，从而形成了一整套具有高度创新性特征的粉煤气化工艺技术。

据本次考核组组长、中国石油咨询中心教授级高级工程师门存贵介绍，标定专家组通过现场查看、DCS 后台历史数据调阅、实地测量与数据验证、问询与答疑、数据计算及讨论论证后，一致认为，这项技术中有高度工程创新理念的第一、二气化反应器的耦合，实现了在两个不同温度场、流化场以及固体颗粒在高倍率双循环流化条件下碳的高效转化和合成气的高效产出，为正在开发中的超大型 5000 吨/天 KSY 工业化装置工艺设计包提供了可靠的基础数据。装置中提升管反应器、TCD 反应器、高效多级旋分、连续减压排灰装置、流化床废锅、PCD 除尘器等专利、专有设备运行良好，在工艺技术上实现了设计理念，构成了一个完整的气化创新体系，其先进性和可靠性在运行中得到充分的验证。

西北大学化工学院教授、本次考核组副组长马晓迅表示，超大型煤气化技术的开发是国家在“十三五”能源发展规划中提出的重大产业技术任务，双流化床粉煤气化技术的开发成功为完成这一任务奠定了基础。（闫俊荣）

谢克昌院士：煤炭是能源转型立足点

中国能源报 2019.5.27

“我目睹了世界能源发展从高碳到低碳、从低效到高效、从局部平衡到大范围配置的深刻变革，也见证了中国政府在推进能源生产和消费革命、构建清洁低碳安全高效能源体系方面作出的努力。”中国工程院院长李晓红在 2019 年清洁电力国际工程科技高端论坛暨国家能源集团清洁能源国际高端论坛上说。

国际能源署署长比罗尔表示，全球电力增长速度是能源需求增长速度的两倍。气候变化压力下，如何推进清洁发电技术，建立绿色低碳全球清洁能源体系？论坛期间，中外院士和知名专家学者近 200 人，聚焦清洁电力推进能源革命主题，探寻解决方案。

2018 年全球碳排放创新高

“2018 年是全球一次能源需求增长最快的一年，二氧化碳排放也达历史新高。”比罗尔同时指出，尽管电力发展速度非常快，全球仍有近十亿人没有得到电力供应，面对这些困难，必须用更加可持续的方式来建立能源体系。

据悉，去年全球能源投资达到 1.8 万亿美元，其中，中国全球能源投资最高。改革开放 40 年以来，中国电力能源高速发展，发电量增长了 26.5 倍。“中国电力行业发展成绩非常

显著，但是也面临众多挑战。”国家能源集团副总经理米树华进一步指出，“生态环境方面，尽管火电超低排放已取得重大进展，但一些重金属，如火电的重金属废水废渣问题还没得到彻底解决；利用效率方面，部分地区仍存在弃风弃光弃水问题；以煤电为主的发电结构决定了二氧化碳排放强度大；传统可再生能源补贴的机制不可持续，需进一步进行改革。”

比罗尔认为，为实现到《巴黎气候协议》全球平均温升低于两度的目标，不仅需要建造可持续发展的新电站，还需要改造升级现有电力设施。

对此，中国电机协会理事长郑宝森也认为：“推进清洁发电技术重点是要做好火力发电与新能源发电的协同发展，优势互补。”一方面要大力推进风、光、水可再生能源发电，降低碳排放，大力提升新能源的消纳能力。另外一方面要逐步采用更高参数更高效率更低排放的超高参数机组，并进一步推进火电机组的节能环保改造。

同时，中国工程院院士、国家能源集团首席科学家谢克昌还强调：“中国以实际行动应对气候变化，百分之百承担自己的义务，同时也要科学应对气候变化，确保合理的发展权。”

灵活电力系统改变“靠天吃饭”困局

多位专家在会上强调，实现电力工业清洁发展，应不断提高新能源和可再生能源的利用效率，大幅度降低成本，实现更大规模的利用新能源。

截至2018年底，中国发电装机已达到19亿千瓦，全口径发电量达到7.1万亿千瓦。“可再生能源发电装机突破7亿千瓦，水电、风电、光伏装机达到3.5亿、1.8亿和1.7亿千瓦，均位居世界第一，核电装机达到4464万千瓦，在建装机1218万千瓦，在建规模世界第一，总体上中国非化石能源发电装机占比约占40%，发电量占比接近30%，同时中国已经建成世界上规模最大的清洁高效煤电系统，煤电超低排放机组超过8亿千瓦，排放标准世界领先。”国家能源局局长章建华在会上指出。

由于成本降低以及很多国家的政策支持，风能和太阳能发展迅速。但是，“这两种‘靠天吃饭’的清洁能源，不稳定性问题也非常显著。保证电力系统安全，必须建立更灵活的电力系统，需在储能、管理以及投资等方面努力。”比罗尔指出。

国际能源署全球能源关系亚太部主任吉田绫也强调：“目前弃能问题严重，需要煤电能灵活容纳更多可再生能源发电。”她同时指出，亚洲的空调制冷需求越来越强，到2050年将是现在的3倍，这就需要增加可再生能源利用，并提高能源使用效率。“没有一个技术可以解决所有问题，我们需要把每一种能源和每一种技术的最佳优势发挥出来。”

同时，中国工程院院士陈清泉还指出，各种能源结构融合的最大阻力是标准问题，构建高效利用的智能能源系统，需制定能各行各业通用的标准。

煤炭用好了也是清洁能源

李晓红指出：“中国作为一个负责任的能源生产和消费大国，在煤炭绿色开发与清洁利用可再生能源等领域取得了重大发展，为人类命运共同体拥有可持续发展的未来，作出了应有的贡献。”

以国家能源集团为例，该集团在煤炭绿色开采、清洁高效智能发电以及百万吨级煤直接液化、400万吨级煤间接液化、重载铁路运输等方面取得了一系列重要成就。

“中国的能源结构与供需关系，决定了中国必须大力推进煤炭清洁高效可持续开发利用，并以此作为能源转型发展的立足点和首要任务。实现了清洁高效利用的煤炭就是清洁能源。”谢克昌指出，“通过超低排放技术改造和末端治理，燃煤机组排放水平可以低于燃气机组排放标准；现代煤化工是煤炭清洁高效利用的重要途径，煤炭在热转化过程、化学转化过程当中可以去除有害的成分，有利于实现无害化处理。”（武晓娟）

行业动态

中企主导全球电动车电池生产： 中国绝对领先关键在于掌控原材料

参考消息 2019.5.4

【法新社巴黎5月2日电】全球电动汽车电池的生产主要集中在亚洲，而中国、日本和韩国公司主导着这一行业，它们还在欧洲建厂以维持霸主地位。

然而，欧洲正谋求反击。法国和德国今天表示，它们将组建一个研发下一代电池的联盟，以抗衡亚洲的主导地位。

锂离子电池是电动汽车的一个关键组成部分，但考虑到建厂的巨大成本和目前依然有限的需求，很少有公司敢于真正涉足锂离子电池生产行业。

汽车制造商倾向于有若干专业供应商可供选择，特别是在电池技术正迅猛发展的当下。

占全球电动汽车销量一半的中国要求汽车制造商使用本土生产的电池。中国锂离子电池单体的产量占到全球总产量的三分之二，目前在车用锂离子电池行业处于领先地位。

该行业前十名的全是亚洲企业：去年，中国的宁德时代贡献了全球总产量的23%，超过了日本的松下公司（占全球总产量的22%）。

中国的比亚迪以13%的份额紧随其后，是唯一在电池生产方面取得成功的汽车制造商。

据美国汽车研究中心说，韩国LG化学公司的市场份额为10%，三星SDI为5.5%。

欧洲则只占全球产量的1%。

美国在全球范围内仍然处于边缘地位，尽管特斯拉与松下联合设立了特斯拉千兆工厂。

中国处于绝对领先地位的另一个关键因素是，掌控了生产电池所需的原材料——锂和钴。

据彭博新闻社报道，由于对澳大利亚和南美的锂矿进行投资，赣锋锂业和天齐锂业这两

家中国公司分别控制着全球锂产量的 17% 和 12%。

与此同时，根据彭博新闻社援引的估计数字，中国企业控制着刚果（金）钴产量的至少一半，而 70% 的全球产量都来自刚果（金）。

2016 年，中国的洛钼集团以 26.5 亿美元的价格从美国麦克莫兰自由港公司手中收购了刚果（金）的一座大矿。

中国还是精炼钴的最大生产国。

由于担心供应，若干汽车制造商与中国公司达成了长期协议。大众汽车公司在 4 月初宣布，与赣锋锂业达成一项为期 10 年的锂供应协议，大众可以转而向自己选择的电池制造商提供这些锂。

波士顿咨询公司称，到 2027 年，全球汽车电池的市场规模可能达到 450 亿欧元（1 欧元约合 7.5 元人民币），欧洲届时将占到其中的 20% 至 30%，但亚洲公司预计是最大的受益者。

宁德时代正投资约 2.4 亿欧元在德国中部城市爱尔福特建造一家工厂，这家工厂将从 2022 年起向宝马供应锂电池。这家豪华汽车制造商已经与宁德时代签订了一项价值 40 亿欧元的锂电池采购合同，其中 15 亿欧元的锂电池将来自上述新工厂。

自去年以来，LG 化学公司一直在波兰的一座工厂为戴姆勒、沃尔沃、奥迪和雷诺生产电池。

三星 SDI 在匈牙利设有一家工厂，韩国 SK 创新公司也正在匈牙利投资 15 亿美元建设两家工厂，这两家工厂可能最终会为大众公司服务。

欧洲硕果仅存的专门生产电池的企业之一是瑞典北方伏特公司。目前，该公司正与德国西门子公司一起在瑞典建造欧洲最大的电池工厂。

该工厂预计将至少耗资 16 亿欧元，从 2020 年起出产电池，到 2023 年产量饱和时，它的产量应该会达到宁德时代在德国所建工厂的两倍。

由两名前特斯拉员工创建的北方伏特公司 2019 年 3 月与大众汽车联手创建了“欧洲电池联盟”，以推动研发。北方伏特也与宝马开展了合作。

与此同时，已经在中国建立了一家大型工厂的荷兰锂电池公司一直在就耗资 10 亿美元（1 美元约合 6.7 元人民币）在波兰建立一家工厂的事宜进行谈判。

南沙打造千亿级新能源智能网联汽车城

广州日报 2019.5.9

广州日报讯（全媒体记者耿旭静）昨日，2019 年第三代半导体支撑新能源汽车创新发展高峰论坛在广州南沙召开。市委常委、南沙区委书记蔡朝林，中国工程院院士、国家新材料产业发展专家咨询委员会主任干勇等分别致辞。

蔡朝林表示，南沙重点产业发展方向与本次高峰论坛的主旨高度契合，前景广阔、机遇无限。未来南沙将推动形成第三代半导体与新能源汽车协同创新的产业生态，打造一个千亿

级新能源智能网联汽车城。据了解，南沙目前已形成了以广汽丰田为龙头的千亿级汽车产业集群，正规划建设 10 平方公里的万顷沙智能网联汽车产业园，投资建设超 1000 亿元的恒大智能汽车、广汽丰田新能源动力研发生产线、广汽蔚来研发基地以及芯聚能第三代半导体、联晶智能 LED 车灯模组等重点项目。

论坛上，中国工程院院士、国家新材料产业发展专家咨询委员会主任干勇，中国科学院院士、南京大学教授郑有焯，中国科学院院士、南方科技大学校长陈十一，中国电源学会理事长、浙江大学教授徐德鸿，第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲等院士专家云集，共同就推动新能源汽车与第三代半导体产业发展，建设汽车强国进行深度交流和探讨。

在参加峰会的各界精英共同倡议和推动下，此次峰会上第三代半导体产业技术创新战略联盟正式发起成立了第三代半导体产业技术创新战略联盟粤港澳大湾区委员会；南沙与第三代半导体产业技术创新战略联盟达成战略合作协议，并将共同建设南沙新能源汽车第三代半导体创新中心。

中国电化学储能累计装机规模破吉瓦

中国科学报 2019.5.20

本报讯（记者陈欢欢）5月18日，中关村储能产业技术联盟发布《储能产业研究白皮书 2019》（以下简称《白皮书》）。《白皮书》显示，截至 2018 年底，中国投运储能项目累计装机规模 31.3 吉瓦，占全球市场总规模的 17.3%。其中，电化学储能项目的累计装机规模达 1072.7 兆瓦，突破吉瓦大关，占全球电化学储能市场总规模的 16.2%，同比增长 175.2%。

据《白皮书》不完全统计，截至 2018 年底，全球投运储能项目累计装机规模 181.0 吉瓦，同比增长 3.2%。其中，电化学储能项目的累计装机规模达 6625.4 兆瓦，同比增长 126.4%，所占比重为 3.7%，较 2017 年同期增长了 2.0 个百分点。

2018 年，全球新增投运的电化学储能项目装机规模达 3698.8 兆瓦，同比增长 304.6%，主要分布在全球 39 个国家和地区。装机规模排名前十位的国家分别是：韩国、中国、英国、美国、澳大利亚、德国、日本、比利时、瑞士和加拿大。

2018 年，中国新增投运电化学储能项目的装机规模为 682.9 兆瓦，同比增长 464.4%，主要分布在 26 个省份。装机规模排名前十位的省份分别是：江苏、河南、青海、广东、内蒙古、浙江、贵州、山西、北京和河北。

针对近几年来一直高速增长的电化学储能市场规模，《白皮书》预测，2019 年底，我国电化学储能的累计投运规模将达到 1.92 吉瓦；在“十三五”的收官之年，即 2020 年，将延续超过 70% 的年增长速度；到 2021 年，储能的应用将在全领域铺开，规模化生产趋势明显，从而促使成本的理性下降。

《白皮书》认为，随着电力体制改革的进一步推进，储能将迎来新一轮的高速发展，电化学储能的规模将实现两连跳，2022 年突破 10 吉瓦，2023 年接近 20 吉瓦。

南沙“造车新势力”交出首款纯电动智能汽车

新能源汽车产业集群雏形初现

南方日报 2019.5.22

5月20日，南沙“造车新贵”——广汽蔚来向外界发布首款纯电动智能汽车及全新品牌“HYCAN 合创”，这距离该企业去年4月在南沙完成注册登记仅过了一年时间。

南沙北部黄阁汽车城由广汽丰田领头，预计新增产能40万辆/年；南部的万顷沙恒大国能等新能源汽车新贵集聚，还将建成10平方公里的智能网联汽车产业园；中部的明珠湾区，无人驾驶的汽车将可通过APP一键预约……目前，南沙已经完成三大板块造车新格局，新能源汽车产业集群雏形初现。

广汽蔚来首款纯电动智能汽车或将年底量产

5月20日，广汽蔚来首款纯电动智能汽车在杭州云栖小镇国际会展中心惊艳亮相。该车采用了悬浮式车顶设计，以“平衡美学”为设计理念，恰到好处的美学表达让整体造型充满动感。

笔者在现场了解到，该款新车或将在今年年底于南沙举行正式产品发布会，全面量产下线。据透露，这款纯电动车将有多种款式供挑选，最强的续航里程可达600公里。

“广汽蔚来代表优势制造与创新思维两股力量融合的开始，也是中国汽车行业转型升级的新探索。”在发布会上，广汽蔚来CEO廖兵介绍，广汽蔚来由广汽集团、广汽新能源、蔚来基金、蔚来汽车以及创始团队、员工共同持股，是汽车行业转型升级的一种新探索。

会上还正式发布新品牌“HYCAN 合创”。廖兵介绍，在电动化、智能化、网联化、共享化的新出行生态中，各种力量均不可或缺，亟需资源的更优配置和全面融合。在这样的时代背景下，“HYCAN 合创”应运而生。

“‘HYCAN 合创’不仅是一种商业模式，更是创造最佳用户体验的通路。同时，也是汽车产业发展至今天的一种必然。”廖兵介绍，“HYCAN 合创”将构建一个“开放、共享”的“智联+”出行生态平台，融合传统汽车制造产业链以及智能化、网联化等造车新趋势，共同打造“车+泛产品”形成的出行生态圈。

南沙开发区商务局局长谢晓晖表示，“合创”模式也为南沙在高科技、轻资产等类似产业上提供很好的借鉴，以更高效率发挥更好创造效果。谢晓晖表示，广汽蔚来、恒大国能、广汽丰田都是在近两年投资南沙布局新能源汽车产业，除了看重粤港澳大湾区和自贸片区的空间优势，更重要的是受到南沙一流的营商环境和政策体系所吸引。

打通新能源汽车产业链上下游

5月8日，恒大智能汽车（广东）有限公司公开《恒大智能汽车零部件项目环境影响报告书》（报批本）。该公司选址南沙区万顷沙保税港加工制造业区块电子信息工业园，将以纯电动乘用车配套零部件为代表产品，建设年生产纯电动乘用车车身、装配动力单元部件

(电池包、驱动单元等采购后组装)各10万辆份的零部件生产基地。

作为近年来南沙产业发展的重点方向,从新能源汽车产业链上下游来看,南沙已经打通芯片、模块、电池、系统集成、智能LED车灯、整车制造等关键环节。

目前,两家将为新能源汽车提供“眼睛”和“大脑”的第三代半导体企业已在南沙完成注册,预计年内动工建设研发基地。

联晶智能电子有限公司系广东晶科电子股份有限公司(以下简称“晶科电子”)的全资子公司,首期注册资本1亿元人民币。依托晶科电子及其股东晶元光电第三代半导体光源厂商的技术优势,发力中游车灯模组板块,完成智能LED车灯产业链的垂直整合,实现技术自主、成本可控。

该项目将建成面向新能源汽车及自动驾驶的智能LED车灯模组、高端封装部件、新型显示器件的设计、研发与生产基地。

另一家企业-芯聚能总投资达25亿元,立足产业链中游模块厂商,通过战略合作和投资关系,上游对接芯片厂,下游对接系统集成厂商和整车制造商,完成汽车电子核心零部件的垂直整合。

第三代半导体将让新能源汽车更便宜、更可靠。

5月8日,第三代半导体支撑新能源汽车创新发展高峰论坛在南沙召开。南沙新能源汽车第三代半导体创新中心也在当天成立。该创新中心将以第三代半导体产业技术创新战略联盟作为技术支持,联合新能源汽车第三代半导体上、中、下游产业链企业共同筹建,以促进新能源汽车及半导体的融合创新。

“南沙位于粤港澳大湾区地理几何中心,相信将在第三代半导体支撑新能源汽车产业建设的方面发挥重要作用。我们也希望借助论坛这个平台吸引更多的企业和研究机构落户南沙,助力南沙打通新能源汽车产业链。”第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲表示。

三大板块造车新格局渐成

笔者梳理传统龙头车企和南沙“造车新势力”发现,南沙目前已经形成北部、中部、南部三大造车板块,剑指粤港澳大湾区新能源汽车产业集群高地。

其中,北部的黄阁汽车城由广汽丰田领头,已发布公告将在黄阁斥资113亿元建设新能源车产能扩建项目一期和二期,两期项目合计新增产能40万辆/年,计划2022年投产。

在广汽蔚来首款纯电动智能汽车发布会上,广汽集团董事长曾庆洪也表示,将借此在南沙打造粤港澳大湾区新能源汽车产业集群。这也意味着,广汽或将在南沙布局更多的新能源汽车产业资源,助力南沙造车新格局形成。

南部的万顷沙则是新贵们的大本营。恒大国能新能源汽车集团生产基地已于去年动工。据恒大今年3月公布的2018年报表示,恒大已经完成布局新能源汽车全产业链,计划2020年投产,将力争3-5年成为世界规模最大、实力最强的新能源汽车集团,计划三年内实现

50万-100万辆的产能建设。

据透露，广汽蔚来的生产基地也将落地万顷沙，其发布首款纯电动智能汽车有望年底在南沙举行产品发布会，实现全面量产下线。

此外，万顷沙还将建成10平方公里的智能网联汽车产业园，加快建设新能源汽车重点项目，推动形成第三代半导体与新能源汽车协同创新的产业生态，打造新能源智能网联汽车城。

据透露，已在南沙深耕智能网联汽车多年的中科院系资源都将入驻其中，为南沙布局千亿级智能网联汽车产业集群贡献智慧。

在中部的明珠湾区，无人驾驶的汽车将可通过APP一键预约。5月13日，南沙新区明珠湾起步区灵山岛尖智能驾驶示范段建设采购项目公开招标，将采购智能驾驶示范段支撑系统和配套硬件设备，建设展示人车路全面协同的智能驾驶示范支撑系统。

目前，灵山岛尖智能驾驶示范段建设采购项目已经招标，5G时代人车路全面协同将在此实现。明珠湾起步区灵山岛尖将通过以应用物联网、大数据、云计算和人工智能为代表的新一代信息技术，整合现存的城市管理应用系统和数据资源，建设展示人车路全面协同的智能驾驶示范支撑系统。（宾红霞 罗瑞娴）

亚洲首个开放国际碳捕集技术平台在汕尾海丰启动

每年可捕集二氧化碳2万吨

南方日报 2019.5.16

南方日报讯（记者林亚茗 通讯员陈晓露 发自汕尾）15日，在蓝色的海和天之间的华润电力海丰电厂，亚洲首个多技术开放国际碳捕集技术测试平台——广东省碳捕集测试项目正式投入运行（见图，陈晓露摄）。该项目由华润电力集团牵手中英（广东）CCUS中心和广东省电力设计研究院共同开发建设，一期总投资约1亿元人民币，捕集能力为每年2万吨二氧化碳。

碳捕集、利用与封存（CCUS）是一项新兴的二氧化碳减排的重要技术，对控制全球气候变化及温室效应具有积极的意义。该技术得到世界各国的重视，美国、英国、澳大利亚以及欧盟等发达国家和地区颁布了CCUS技术的发展战略，我国在近年来也通过政府宏观调控和支持，令许多企业和科研单位参与有关的技术研发和应用示范。

广东省在创建国家低碳示范省的过程中，也在推动CCUS技术研发与产业化。2013年9月，广东省开始与英国能源与气候变化部进行合作，由中英（广东）CCUS中心、中国能源建设集团广东省电力设计院、英国爱丁堡大学与华润电力集团，在华润电力海丰电厂共同开展CCUS科技示范项目。于15日正式投产的广东省碳捕集测试平台，是继美国、挪威之后世界第三个该技术的国际性测试平台，可吸引各国科学家来进行多种碳捕集技术的测试与对比，以寻求最佳的降低捕集成本与能耗的技术方案及材料设备。

东方日升发布最新 HDT 异质结电池技术

中国能源报 2019.5.20

本报讯 5 月 15 日，东方日升新能源股份有限公司携带全新的技术研发成果 HDT（Heterojunction Double-side Technology）异质结电池技术登录 2019 年德国 Intersolar 展会，向行业首发这一最新技术成果。

东方日升最新 HDT 异质结组件采用高效双面异质结电池技术，具备生产工艺温度低、转换效率高、温度系数低等特性，采用这一技术的组件效率可达 23% 以上。

东方日升总裁王洪表示：“异质结电池技术的理念虽然已经流行多年，但是其复杂的技术构造，以及高昂的成本，让其一直和终端消费者保持着一定距离。近年来东方日升在技术研发上持续发力，实现了 HDT 异质结电池技术的全面商业化量产，将挡在异质结电池和终端用户之间的一层神秘“面纱”直接揭开，让这种结合了晶硅、非晶硅、半片、双面发电等多项最前沿流行工艺的产品高速直达到了消费者面前。（刘亮）

6 亿元基金助力广州环保产业创新

南方日报 2019.5.22

20 日，由广州市市场监督管理局（知识产权局）指导，广东省知识经济发展促进会主办的“首届绿色经济（广东）创新创业大赛暨第二届绿色广州·环保创新创业大赛颁奖典礼暨项目路演”在广州举行。此次参赛项目涉及的技术累计获得专利授权 156 项，比去年增幅 1 倍以上。

环保产业是广州市财政引导资金重点扶持的产业之一。数据显示，近年来，政策的激励为环保产业的发展带来了新的活力。广东环保领域专利申请量逐年递增。

参赛项目技术获专利授权 156 项

大赛评出一等奖 1 名、二等奖 2 名、三等奖 3 名，另有最佳创新奖、最具商业价值奖、最具社会价值奖、最具知识产权实力奖 4 个单项奖。此次参赛项目涉及的技术累计获得专利授权 156 项，比去年增幅 1 倍以上。

广州市市场监督管理局（知识产权局）调研员徐炜说：“本次大赛将知识产权与环保技术创新主题深度融合，进一步激发环保行业创新创业活力。参赛项目分别来自环保、节能、新能源、新材料、物联网等相关领域，新增专利申请较首届有较大增幅，在一定程度上反映了广州环保技术创新水平。”

“举办此次大赛的根本原因是希望通过大赛及路演的形式，让企业的创新项目得到更多的展示机会，帮助企业实现技术转化、股权投资、商务合作等目标。”广东省知识经济发展促进会会长顾奇志介绍。

环保产业是广州市财政引导资金重点扶持的产业之一。2017 年 12 月 6 日，为提升广州

市重点产业知识产权运营水平，原广州市知识产权局、广州市财政局印发了《广州市重点产业知识产权运营基金管理办法》，由多家机构共同组建的方式设立，共 1.2 亿元作为财政引导资金，按照财政资金 1:5 以上的比例放大带动社会资金的投入，基金总规模 6 亿元。

该笔基金重点投向广州市信息技术、生物与健康、新材料与高端制造、新能源与节能环保等战略性新兴产业。一些拥有核心知识产权的初创期或成长期企业项目能够获得相应的扶持而得到持续发展。

徐炜在大赛现场表示，希望获奖项目能够切实将知识产权作为提升企业市场核心竞争力的有力武器，充分利用政策，加强知识产权的转化运用，让先进技术产生实实在在的效益，助力企业发展壮大。

广东环保领域专利申请量逐年递增

大赛以“发展绿色经济，共创幸福广东”为主题，历时 6 个月，经过专家评选出获奖项目。广东埃森环保科技有限公司的“冶金烧结烟气旋流雾化超洁净排放技术”获一等奖，并获得最佳创新奖、最具商业价值奖、最具社会价值奖和最具知识产权实力奖四大单项奖。

据主办方介绍，大赛邀请了 15 家不同领域的企事业单位作为合作单位，搭建参赛项目与金融、科技、法律等服务对接平台，并提供项目收购考察、股权投资、银行贷款、知识产权服务、宣传推广等资源对接支持。

政策的激励为环保产业的发展带来了新的活力。主办方透露，近年来，在广东环保技术专利领域，专利申请量和授权量都呈现逐年递增趋势。据国家知识产权局专利查询系统和广东省专利大数据应用服务系统作为检索数据库进行专利大数据统计，广东的环保领域专利申请量由 2015 年的 6318 件增长到 2017 年的 13521 件，专利授权量由 4240 件上升到 7820 件。

值得关注的是，截至 2017 年，广州的环保技术专利申请量排名全省第一位，其中，华南理工大学以 1562 件位居申请主体第一名。截至 2018 年，广州市专利授权量 89826 件，同比增长 49.2%，其中发明专利授权量 10797 件，同比增长 15.5%。（郭苏莹）

广州首座加氢站昨投入使用

与燃油车相比无污染、无噪声

广州日报 2019.5.17

广州日报讯（全媒体记者张露）昨日，广州市首座加氢示范站投入使用，开启了广州氢能应用于汽车领域的序幕。

据悉，广州市首座加氢示范站项目由联新能源发展有限公司承担，位于黄埔区春园东路，共分两期建设，一期已建成的加氢能力每天 500 公斤，可以为 120 台物流车（8 吨车）或 50 台公交车提供加氢服务，二期建成后加氢能力可达到每天 1000 公斤。

与传统的燃油汽车和电动汽车相比，氢能源汽车有什么区别、优势在哪里？“与燃油汽车相比，它具有无污染、无噪声等优势，与电动汽车相比，它具有续航里程长、电池衰减系

数小等优势。”广州联新氢能有限公司总工程师钟胜光接受记者采访时表示，就拿续航里程来讲，氢能汽车的续航里程比纯电汽车要长，像物流车可达到400公里，乘用车可达到800~1000公里，而现在电动车也就300多公里。“目前使用的氢能主要是物流车和公交车。”

那加氢站是什么？加氢站是给燃料电池汽车提供氢气的燃气站。加氢站的三大核心设备为氢气压缩机、高压储氢罐、氢气加注机，其为燃料电池车加注氢气的手段与加油站类似。加氢站的投入使用，为氢燃料电池汽车项目发展奠定了坚实基础，解决了氢燃料汽车没有氢站加氢的窘境。

记者了解到，高成本是目前氢能发展一大瓶颈。钟胜光解释道：“目前来讲，氢能在我们国家刚刚起步，使用范围不是很广泛，成本相对较高，但随着国家对氢能产业的重视及大力发展，其成本会越来越低。”根据《广州开发区新能源综合利用示范区规划方案》，黄埔区计划在2020年建成5座加氢站，并投入一批商用燃料电池汽车示范运营。

中国西部首条氢燃料电池生产线投产 年产能达1000套

氢能规模化商用渐行渐近

中国城市能源周刊 2019.5.20

氢燃料电池的批量化生产，将有助于燃料电池在我国的大规模应用。有专家表示，从全球产业化进程来看，全球各大车企纷纷发布了氢燃料电池汽车，标志着燃料电池进入了商业化阶段初期，未来或将成为汽车领域的主流。中国能否搭上这趟氢能产业的“高速列车”，氢燃料电池核心技术领域的突破尤为关键。

四川水电、天然气资源丰富，决定了其发展氢燃料电池产业有独特的优势。4月10日，中国西部首条氢燃料电池生产线——东方电气氢燃料电池自动化生产线一期工程在成都正式投产。该条示范生产线具备年产1000套氢燃料电池发动机的批量化生产能力，标志着东方电气氢燃料电池产品的生产制造迈入了批量化、自动化、智能化的新纪元。这一成果在中国东方电气集团有限公司党组书记、董事长邹磊看来意义重大。作为全国政协委员，他在今年的全国两会期间就建议将氢能纳入国家能源体系，制定国家氢能及燃料电池产业发展战略及实施路线图。

记者了解到，目前国内初步形成了华北、华中、西南、长三角和珠三角五个产业集聚区，氢能及燃料电池具备产业化基础。“但是，通过梳理当前国内氢能及燃料电池产业链从制氢、加氢、燃料电池等全过程后可以看到，关键零部件、原材料国内生产较少，还比较依赖国外供应，还需要进一步加强自主创新。”东方电气（成都）氢燃料电池科技有限公司总经理曹剑绵说，由于关键部件和成本的制约，以及相关政策和配套设施有待完善，导致目前国内产业化遇到瓶颈，需要去突破。

早在2010年，东方电气便立项启动氢燃料电池研发，通过近10年的努力，现已掌握了膜电极制备、电堆设计、燃料电池系统集成与控制技术在内的氢燃料电池系统全套核心技术

和自主知识产权。曹剑绵介绍说，2017年，东方电气首台自主技术的氢燃料电池动力系统城市客车正式下线。2018年2月28日，装载东方电气燃料电池发动机系统的氢燃料电池客车在成都市郫都区正式上线运营，6月28日，首批10台氢燃料电池客车全部交付并投入运营。“通过示范运营，完成了对氢燃料电池客车安全性、可靠性、耐久性、环境适应性及氢耗水平的初步技术验证。同时依托示范运营数据，我们对氢燃料电池产品不断进行优化升级，提高其安全性、稳定性与经济性。”

在东方电气（成都）氢燃料电池科技有限公司生产线车间，第二代燃料电池发动机“整装待发”，相较于第一代产品，第二代的系统功率密度及防护等级等都得到了大幅提升。制造部副部长卢毅告诉记者，功率密度的提高意味着同样体积重量的电池可以产生更大的功率，性能更优，性价比更高。此外，在燃料电池的核心部件膜电极上，已经完成了第三代车用膜电极的技术定型，提升了催化反应活性，降低了电极电阻，改善了环境适应性、耐久性等技术指标，达到国际先进水平，并已完成批量化工艺验证与试生产。

氢燃料电池自主知识产权成果实现批量化生产，是地区氢能产业发展的一个有力助推器。曹剑绵说：“未来还应选择适合的区域扩大示范，比如，选择具有丰富或低廉氢源，且产业相对成熟的地区，或者城市经济总量、车辆保有量较大，节能减排压力也较大的地方进行示范试点。无论是技术提升还是成本控制，批量生产都需要在示范过程中逐步迭代、优化，然后逐渐推广应用。”（彭扬）

2019年全球海上风电发展大会5月31日至6月2日在阳江召开

阳江：世界级风电产业基地建设稳步推进

南方日报 2019.5.31

5月31日至6月2日，2019年全球海上风电发展大会在阳江召开，全球海上风电领域知名企业家代表和专家学者汇聚阳江，共谋海上风电高质量发展，一方面说明了阳江海上风电产业在业内具备举足轻重的影响力，另一方面也再次表明阳江正在链接全球资源、对接国际标准，打造具有世界一流水准的海上风电产业。

阳江海洋资源丰富、区位优势突出。在全省构建“一核一带一区”区域发展格局中，阳江被赋予“打造沿海经济带的重要战略支点、宜居宜业宜游的现代化滨海城市”的定位。目前，我省正举全省之力推进粤港澳大湾区建设，阳江立足新战略定位，主动对接融入大湾区建设，大力发展现代海洋经济、高端临港工业，构建现代产业体系，打造沿海经济带的重要战略支点，并将海上风电产业作为主导产业重点建设，打造世界级风电产业基地，将风电产业打造成广东沿海经济带上的优势产业集群和新增长点，为大湾区建设提供安全稳定、充足的清洁能源。

目前，阳江海上风电开发及风电装备制造产业发展取得显著成效，打造世界级风电产业基地正稳步推进。在海上风电开发方面，阳江现有海上风电总规划装机容量1000万千瓦，

首批4个共130万千瓦海上风电项目加快建设，力争明年底前投产；在风电装备制造业方面，阳江海上风电装备制造产业基地是全省唯一的风电产业基地，已有17家国内外风电装备制造龙头企业的风电制造项目落户，3个项目已投产，“阳江造”风电装备正源源不断送至沿海各大海上风电场建设中。

区位优势突出▶▶ 营造海上风电一流发展环境

阳江是粤西沿海大都市，区位优势突出、海洋资源丰富，发展海上风电产业拥有独特的优势和绝佳的发展环境。

发展海上风电具备“天时”。海上风电作为绿色清洁能源，是开发潜力巨大、前景广阔的“能源蓝海”。去年4月省发改委发布的《广东省海上风电发展规划（2017—2030年）（修编）》提出，到2020年底，开工建设海上风电装机容量1200万千瓦以上，其中建成投产200万千瓦以上；到2030年底，建成投产海上风电装机容量约3000万千瓦，形成整机制造、关键零部件生产、海工施工及相关服务业协调发展的海上风电产业体系，海上风电设备研发、制造和服务水平达到国际领先水平。

阳江发展海上风电具备“地利”。阳江区位优势突出，地处粤港澳大湾区、北部湾城市群和海南自贸区交汇地带，是粤港澳大湾区通向粤西、北部湾城市群的首座城市。粤港澳大湾区对清洁能源需求巨大，为阳江开发海上风电提供了良好的外部条件。此外，阳江是粤西沿海大都市，是广东沿海经济带的重要战略支点，海岸线长458.6公里，海上风能资源丰富、发展腹地广阔，具备海上风电开发和发展风电装备制造产业链的资源条件。

阳江海上风电产业发展具备“人和”。阳江抢抓海上风电发展机遇，打造更加稳定公平透明可预期的法治化、国际化、便利化的营商环境，出台一系列扶持风电产业发展的政策文件。阳江着力深化“放管服”改革，重点在简审批、优服务上下功夫，努力做到“四减一提速”，让企业多用时间跑市场，少费功夫跑审批；在降低企业成本上，不折不扣落实国家减税降费政策，全面落实省“民营经济十条”、省“实体经济十条”，出台《阳江市降低制造业企业成本支持实体经济发展若干政策措施（修订版）》。在扶持海上风电发展上，建立阳江市海上风电产业发展协调领导机构和协调联动工作机制，在全省率先规划7.4平方公里广东（阳江）海上风电装备制造产业基地，建设风电装备出运母港，筹建海上风电产业发展基金，组建风电装备监督检验中心、风电技术创新中心、风电运维中心、风电大数据中心以及风电人才培训中心等，为海上风电产业发展提供全要素的风电产业服务体系。

海上风电开发▶▶ 成为全省海上风电开发主战场

阳江是国家新能源基地，2018年发电量占全省11.9%，涵盖核电、火电、水电、风电、太阳能光伏发电、LNG等在内的电力形式。乘着海上风电快速发展东风，阳江加快海上风电资源开发利用。

数据显示，广东海上风电规划总装机量6685万千瓦，是全国海上风电规划装机量最大的省份之一，阳江1000万千瓦海上风电装机容量已在去年底全部核准，创造了海上风电核

准开发的“阳江速度”。

在海上风电场建设上，阳江已有首期第一批4个浅水区海上风电共130万千瓦项目在建，占全省在建总装机容量180万千瓦的72%，预计年底吊装风机80台，并网发电40万千瓦，明年将全部建成投产。目前，阳江正在建设的海上风电场均由三峡、中广核、中节能、粤电、华电等大型风电开发龙头企业进行规模化、连片化、整体化开发。

中节能南鹏岛30万千瓦海上风电场是首批4个在建风电场之一，位于距离阳东区东平渔港约22海里海域。施工现场“华天龙”号巨型作业船施展巨臂，进行风机机组钢管桩沉桩作业，为之后的风机架设打下坚实基础。据了解，首批4个海上风电场项目总投资逾260亿元，项目建成投产后年发电量约36.4亿千瓦时，年产值达31亿元。此外，阳江正加快推进第二批170万千瓦项目建设，加快推进近海深水区700万千瓦项目前期工作。预计到2025年，阳江市规划1000万千瓦海上风电装机将全部建成投产，投资近2000亿元，年产值达250亿元。

据了解，阳江市还将新增1000万千瓦海上风电规划储备容量，届时阳江海上风电装机总容量将达2000万千瓦，成为广东省乃至全国名副其实的海上风电基地和清洁能源基地。

风电装备制造▶▶快速形成风电装备产业链集群

阳江被赋予广东沿海经济带重要战略支点的定位，并被纳入珠江西岸先进装备制造产业带。在举全市之力加快海上风电场建设的同时，阳江凭借沿海临港的资源和区位优势，立足本地及周边沿海地区海上风电开发对风电装备巨大的市场需求，在全省率先规划建设广东（阳江）海上风电装备制造产业基地，海上风电装备制造业异军突起。

截至目前，已有17个总投资近200亿元的风电装备制造企业落户阳江，并有明阳风机叶片，中水电四局塔筒、塔架，粤水电塔筒等3个项目投产。阳江风电装备产业已成为广东沿海经济带和珠江西岸先进装备制造产业带上的特色产业集群。今年1月，金风科技风电整机制造项目及相关配套项目、龙马集团阳江高端装备制造基地项目、江苏中车电机制造项目、深圳禾望电气设备制造项目等5个总投资达134.6亿元的项目集体动工，为阳江风电装备制造产业发展注入新动力。

在阳江高新区7.4平方公里的广东（阳江）海上风电装备制造产业基地内，粤水电新能源装备有限公司厂房外一个个巨型塔筒格外引人注目。据介绍，风电塔筒是海上风机的关键零部件，总高度78米。作为首批入驻的海上风电配套设备生产企业，该公司去年7月投产以来已实现3条生产线投产，可年生产2兆瓦及以下陆上风电塔架、3兆瓦至6兆瓦海上风电塔架、海上风电导管架合计280套，年产值超15亿元。

截至目前，阳江海上风电装备制造产业基地内17家风电装备制造龙头企业制造项目，涵盖了风电整机、叶片、电机、塔筒、海底电缆、电梯等系列风电关键装备部件，无论是落户企业数量、规模，还是产业链完整度，阳江风电装备制造业已走在广东乃至全国前列。其中，风电整机生产方面共有明阳整机和金风科技两大项目，风电关键零部件有明阳风机叶

片，中水电四局塔筒、塔架，粤水电塔筒，龙马集团阳江高端制造，金风科技配套零部件生产制造，江苏中车电机制造，以及 8 家风电机组滑环、变桨系统、润滑系统、海上风电变流器、相关在线监测系统生产项目。

风电全产业链发展▶▷打造“一地一港一平台四中心”

阳江海上风电产业发展还有着更远大的目标。据了解，阳江将依托海上风电产业的先发优势和集群优势，加大上下游招商力度，致力于打造海上风电产业“一地一港一平台四中心”，即“风电装备制造基地、南中国海海上风电母港、海上风电配套综合服务平台”和“风电研发中心、认证中心、大数据中心、运维中心”，全力引进研发、认证、检测、运维等产业链上下游企业，构建海上风电全产业链生态体系，着力打造集研发设计、装备制造、检测认证、运营维护为一体，具有国际一流水平的世界级风电产业基地。

在打造南中国海海上风电母港方面，阳江将利用阳江港现有基础条件，围绕海上风电出运、安装和运维等方面，加快引进船舶、吊装、仓储、应急保障和运维等方面企业，建设专业化、规模化的海上风电母港。

在打造海上风电配套综合服务平台上，阳江重点加强海上风电人才培养，风电产业金融服务、标准制定，以及国际交流等方面配套建设，首期规模近 20 亿元的阳江海上风电产业发展基金已具备运营条件，金风大学将在阳江市设立分校并进行风电人才培养。

在打造风电监督检验中心方面，国家认监委已批复同意北京鉴衡认证中心在阳江筹建“国家海上风电装备质量监督检验中心”，建设国内一流的认证及风电装备监督检验中心；在建设技术创新中心方面，阳江重点谋划建设广东省能源（海上风电）重点工程实验室、国家级柔性直流输电海上风电示范基地、近海深水区输电集中送出示范区、漂浮式海上风电技术研究和应用推广等，成为海上风电技术创新的策源地和技术转化应用基地；在建设大数据监控中心方面，广东（阳江）海上风电大数据监控中心将挂牌成立，为海上风电先进技术研发、检测认证、标准制定、金融保险等提供全面详实数据支持；在建设运维中心方面，落户阳江的海上风电开发企业和装备制造企业正联合其他有关企业加快组建海上风电专业运维公司，着力打造全方位的专业运维队伍。

阳江海上风电全产业链发展前景值得期待。不久的将来，一个集海上风电研发试验、检测与认证、装备制造、港口服务与施工安装、运行维护与管理、大数据利用、金融租赁、人才培养、国际交流展示等全产业链高度一体化的、国际一流的世界级风电产业基地将在阳江成为现实。

数读

●海上风电开发

海上风电 1000 万千瓦项目已完成核准；在建 4 个海上风电场共 130 万千瓦，占全省在建装机量 72%

加快推进第二批 170 万千瓦项目建设，加快近海深水区 700 万千瓦项目前期工作

预计到2025年，1000万千瓦海上风电全部投产，投资近2000亿元，年产值达250亿元

● 风电装备制造

7.4平方公里海上风电装备制造产业基地全省唯一

基地已有17家风电装备制造龙头企业进驻，总投资近200亿元

明阳风机叶片，中水电四局塔筒、塔架，粤水电塔筒3个项目已投产

● 发展目标

到2025年，阳江风电装备制造基地整机年产800套，风电装备制造产业年产值达700亿元，海上风电全产业实现年产值1000亿元

到2030年，阳江风电制造基地整机年产1500套，风电装备制造产业年产值达1300亿元，海上风电全产业实现年产值1800亿元

■ 企业家说

近年来，阳江十分重视以海上风电开发带动装备产业集群化建设，奋力打造世界级风电产业基地，我对阳江的风电产业发展前景十分看好。我们在阳江的风电项目一期工程已经投产，我们还谋划包括控制系统、电机、沉箱、光纤、海洋工程部件在内的，超过30家风电产业链条上的关键企业，甚至是世界500强企业聚集阳江，构建产业集群。我们希望大家共同努力，通过阳江基地拉动广东海上风电产业建设，同时有计划有步骤地推动和引领阳江基地走向全球，向着顶级的世界级海上风电产业集群目标迈进。

——明阳智慧能源集团股份有限公司董事长张传卫

阳江是三峡集团布局海上风电发展的重要区域。阳江将发展先进装备制造业、提升科研技术水平作为实现海上风电高质量发展的重要抓手，全力打造海上风电基地，三峡集团将积极携手产业链上下游企业，共同建设集海上风电研发设计、装备制造、检测认证、运营维护等全产业链高度一体化的国际海上风电产业聚集区。我们将积极配合阳江开展招商引资和技术研发、示范工作，将阳江风电产业辐射至珠三角、粤港澳大湾区乃至东南亚地区，使海上风电成为广东、成为阳江高质量发展的一张“新名片”。

——中国长江三峡集团有限公司广东分公司总经理赵国庆

阳江作为广东唯一的全产业链的海上风电产业基地，在整个广东海上风电布局中非常重要。我们将以金风阳江基地为依托，建立海上风电工程研究中心，充分发挥金风科技的产品研发实力、运维技术优势、数字化优势，助力阳江打造成为国际先进的全产业链的海上风电装备制造基地。此外，还将建立运维中心和人才培训中心，利用金风大学的相关师资力量和培训经验，与阳江本地院校合作开办与风电有关的课程，进一步提升阳江制造业水平。

——广东金风科技有限公司总经理许磊

百万吨级煤直接制油系列关键装备国产化

广州日报 2019.5.5

据新华社呼和浩特5月4日电 记者从能源集团鄂尔多斯煤制油分公司了解到，经过10多年技术攻关，我国成功实现百万吨级煤直接制油系列关键装备的国产化。

我国富煤缺油少气，开发煤炭清洁高效利用技术，拓宽液体燃料供应渠道，对保障能源安全、缓解环保压力意义重大。鄂尔多斯煤制油分公司建设的我国首个百万吨级煤直接制油示范项目，是能源战略的组成部分。

鄂尔多斯煤制油分公司总经理王建立介绍说，示范项目的首条生产线于2004年启动建设，设计年产柴油、石脑油等油品108万吨，于2008年底建成并成功试车。目前首条生产线的设备国产化率已经达到98%以上，既解决了生产线长周期稳定运行的瓶颈，还带动了我国煤化工关键装备的研发制造能力提升，为国内现代煤化工产业规模化发展扫除了障碍。