

# 能 量 转 换

总 13 期  
1/2019. 1

## 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. 北理工发布《中国能源报告（2018）》 ..... 6
2. 打造可再生能源“后备军”——聚焦液流电池商用之路 ..... 7
3. 可再生能源发展步入深水区——2018年太阳能、风电、生物质能源发电产业发展年度报告 ..... 9
4. 加速清洁能源消纳行动正当时——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020年）》解读（一） ..... 11
5. 正确认识清洁能源消纳利用率目标——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020年）》解读（二） ..... 13
6. 聚焦重点地区化解消纳难题——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020年）》解读（三） ..... 15
7. 加快推进清洁能源消纳重点工程——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020年）》解读（四） ..... 16
8. 创新可再生能源就地消纳模式——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020年）》解读（五） ..... 18
9. 建立清洁能源消纳长效机制——清洁能源消纳行动计划（2018 ~ 2020年）》解读（六） ..... 19
10. 不占指标 不限规模 新能源无补贴平价上网获政策支持 ..... 21
11. 向综合能源服务转型渐成行业共识 ..... 22
12. 2019年度能源经济预测与展望研究报告在京发布 ..... 31
13. 清洁能源消纳已达国际先进水平 ..... 26
14. 《世界能源发展2018》在北京发布 ..... 28

15. 燃料电池催化剂可以不“贵” .....	28
16. 新能源微电网示范项目实现节能近三成——综合能源服务结出“实用”果实 .....	30
<b>二、热能、储能、动力工程</b>	
1. 新型锂电池提高电动车续航力 .....	32
2. 充电“超级 APP”，来了 .....	33
3. 新型储能材料成供暖“黑科技” .....	34
4. 我国成功掌握低放有机废液热解焚烧技术 .....	36
5. 中国科大揭示能源催化过程的奥秘 .....	36
6. 新材料 .....	37
7. 2018 年储能/新能源汽车十大新闻 .....	39
8. 北方建筑热泵供暖应用关键技术获突破 .....	41
9. 锂离子电池有望成最廉价电力存储选择 .....	41
10. 是什么撬动了全球电池储能市场 .....	42
11. 欧盟大力推进镁电池研发 .....	45
12. 电动 + 智能 新能源汽车迈入 2.0 时代 .....	46
13. 中国能效经济委员会发布《中国能效 2018》：工业领域仍是中国节能工作重中之重 .....	48
14. “发展新能源物流车已成迫切需求” .....	49
15. 储能“新星”全钒液流电池前景几何 .....	51
16. 2019 年，储能市场谁称王？ .....	53
17. 化学催化剂激发碳氢键“性情” .....	55
18. 车用燃料电池技术有待提升 .....	56
19. 我国首台大型立式脉冲发电机组研制成功 .....	57
20. 固态电解质欲破金属锂电电极之困 .....	58
21. 海底多孔岩石可用于储能 .....	60
<b>三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 医疗垃圾闭环管理 堵住违法回收黑洞 .....	60
2. 四部门调整进口废物管理目录 .....	63
3. 中国科学家呼吁开展第三极水循环研究 .....	63
4. 垃圾发电核心技术待突破 .....	64
5. 广东生活垃圾处理能力首次超过生活垃圾产生量 .....	65
6. 天津发布铅蓄电池污染物排放标准 .....	66
7. 污泥处置亟待补齐技术短板 .....	66
8. 广东拟于 7 月 1 日执行国六标准 .....	67

9. 生态环保年度目标任务完成 .....	68
10. 固废治理走向“高效、高值、规模化” .....	69
11. 中石化废酸裂解回收技术通过鉴定 .....	71
12. 让混凝土“再生”助力节能减排 .....	72
13. 稻草变黄金：生物质电催化转化实现绿色高效升级 .....	73
14. 开发出“油脂结构定制化”微藻细胞工厂 .....	74
15. 广州四座资源热力电厂对公众开放 广州第四资源热力电厂环保宣教中心揭牌 .....	75
16. IEA《世界能源展望2018》：电力将成能源行业碳减排先锋 .....	75
17. 用二氧化碳杀死病菌 废水处理技术取得突破性进展 .....	77
<b>四、太阳能</b>	
1. 新加坡：商用垂直农场 .....	78
2. 军民携手让太空电能“下凡” .....	78
3. 日本研发出可裁剪无线充电膜片 .....	81
4. “小众”光热发电期待长成“大树” .....	81
5. 钙钛矿太阳能 .....	83
6. 把太阳能装进盒子里 美麻省理工学院设计新型储能系统 .....	83
7. 新研究或大幅提高钙钛矿电池寿命 .....	84
8. 太阳能中温供暖开启亿元级市场 .....	85
9. 揭示全小分子有机太阳能电池设计思路 .....	87
10. 量子裁剪太阳能聚光板有多神奇？ .....	88
11. 我国“人造太阳”迎来新型“充电宝” .....	90
12. 无补贴光伏项目有望年内落地 .....	91
13. 找到便宜好用的光热电探测器材料 .....	93
14. 光伏制造业规范化发展遇难题 .....	93
15. 有机太阳能电池光电转化效率世界之“最”诞生记 .....	95
<b>五、地热</b>	
1. 清洁取暖建设及地热能开发研讨会召开 .....	98
2. 实现取之不尽的清洁能源梦 .....	98
3. 最高地方建最大地热电站 .....	99
<b>六、海洋</b>	
1. 日本将正式开发海底稀土矿 .....	101
2. 我国首个深水自营气田半潜式生产平台开建 .....	102
<b>七、氢能</b>	
1. 新研制的燃料电池实现全产业链自主化 有助于氢能源在我国大规模应用 .....	102

2. 制氢成本有望降至每立方 1 块钱 .....	103
3. 新技术实现常温常压制备高纯度氢气 .....	103
4. 氢能汽车增加 3100 倍 带动就业 42 万 韩国发布氢能经济路线图 .....	104
5. 新型酸性析氧电催化剂 让电解水制氢变得更容易 .....	105
6. 上海交通大学氢科学中心启动 .....	107
7. 氢能发展急需完善顶层设计 .....	108
<b>八、风能</b>	
1. 加快推进海上风电建设 积极推进循环经济发展 .....	110
2. 阳江海上风电及合金材料产业迎来“开门红” .....	110
3. 风电光伏发电推无补贴平价上网 国家将开展试点项目建设 .....	113
4. 广东 8 个风电产业链项目开工 .....	113
5. 日媒报道：大型海上风机研发竞争激烈 .....	114
6. 用新方法寻找最低 LCOE 风机 .....	115
<b>九、核能</b>	
1. 南网中广核共助粤港澳大湾区建设 .....	116
2. 大国博弈不能无核电 .....	117
3. 西部省区谋划核能开发 .....	118
<b>十、其他</b>	
1. 我国鄂西地区发现高产页岩气藏 .....	120
2. 人工智能或可高精度预警油气井泄漏 .....	120
3. 德国将彻底停用煤电 .....	121
4. 我国天然气对外依存度突破 45% .....	121
5. 我国页岩气产量超百亿方 .....	123
6. 清洁低碳，我国能源消费结构继续优化 .....	124

.....

## 行业动态

1. 雄安将建绿色电力供应系统 .....	125
2. 苏北首座“光储充”一体化充电站启用 .....	125
3. 南京将建世界首个能源互联网示范城市 .....	126
4. 打造先进储能 拥抱碧海蓝天 .....	126
5. 河南电网百兆级电池储能电站投运 .....	127
6. 中控德令哈塔式熔盐储能光热电站并网 .....	128
7. 正信光电携石墨烯组件亮相中东能源展会 .....	128



8. 晶科能源中标柬埔寨 60 兆瓦光伏电站项目 .....	129
9. 敦煌塔式光热发电示范项目并网投运 .....	129
10. 广东首个山区光储微电网正式投运 遇停电可孤岛运行 18 小时 .....	129
11. 晋煤集团携手法中能源协会探索氢能源开发 .....	130
12. 甲醇氢燃料电池产业化迈出一大步 .....	130
13. 中国海装海上浮式项目获工信部立项 .....	132
14. 中国能建签署伊拉克海水淡化和水处理项目 .....	132
15. 向综合能源服务商转型 .....	133

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

## 一、总论

# 北理工发布《中国能源报告（2018）》

中国科学报 2019.1.15

本报讯（记者丁佳）1月13日，《中国能源报告（2018）：能源密集型部门绿色转型研究》在北京发布。该报告由北京理工大学能源与环境政策研究中心完成，聚焦电力、钢铁、水泥、化工、建筑和交通等能源密集型部门，围绕其绿色转型过程中的相关重大问题开展了系统性研究。

北京理工大学能源与环境政策研究中心主任魏一鸣介绍，《中国能源报告（2018）》评估了能源密集型部门绿色发展水平，探讨了能源密集型部门绿色转型的潜力及发展路径，预见能源供应、加工转换及储运、能源使用和末端治理等过程的技术发展前沿，并模拟了中国能源密集型部门绿色转型的政策。

报告研究发现，未来电力需求增长空间大但增速放缓，在社会经济转型情景下有望于2041年达峰至12.0万亿千瓦时，电力行业二氧化碳排放将有望于2023年达峰，二氧化硫和氮氧化物排放量则在2020年左右达峰。钢铁行业需求有望于2020年前达峰，后期随着建筑存量和钢材退役等因素的变动情况而波动，淘汰落后产能、发展短流程炼钢、节能技术改造和技术创新等可促使钢铁行业排放尽快达峰。

水泥产量与二氧化碳排在2016年已达峰，但后期将伴有短期震荡，其中先进技术改造、燃料替代和原料替代将推进绿色转型。而化工行业中，电石、烧碱等传统化工产品增长潜力有限，烯烃和芳烃等高附加值产品产量将持续增长，高端聚烯烃塑料和特种橡胶等化工新材料将得到发展，以乙烯为代表的大宗基础化学原料的二氧化碳和污染物排放将有望于2041年左右达峰。

此外，随着高效车辆技术进一步发展、客运结构不断优化以及清洁燃料进一步推广，未来城市客运交通的能耗与二氧化碳排放将在2020年左右达峰，而城际客运交通将有望于2035年至2045年达峰。对于建筑部门，研究发现，建筑能耗将有望于2040年前达峰。

基于上述发现，报告还形成了相关政策建议，如加快创新绿色能源技术，抢占技术制高点。电力行业绿色转型以发展清洁能源为主，提高能源转化效率并推动制度建设与市场机制建设。钢铁行业绿色转型的关键在于发展节能技术，并应持续推进行业供给侧改革、加强污染物的综合治理。水泥行业绿色转型应推动先进技术改造，长期发展应推行燃料替代和原料替代。化工行业绿色转型要着重于转变生产方式、改善原料结构并辅以改进生产工艺，实现长远发展则应引入突破性技术。

报告还建议，客运交通绿色转型要优化交通运输结构，充分发挥各种运输方式的潜力，并大力建设城市公共交通。建筑部门绿色转型亟须构建节能技术体系，优化建筑集中供热供冷方式，提升建筑设备能源利用效率。

# 打造可再生能源“后备军”

## ——聚焦液流电池商用之路

中国科学报 2019.1.4

近年来清洁能源逐渐兴起，能源公司也迎来了新问题：当太阳落山、风不再吹时，如何保障电网继续供电？液流电池（Flow Battery）或许就是答案。液流电池拥有巨大的装备体积，其电解液储能罐可留存足够的电力，甚至为成百上千户的家庭供电数小时。

但大部分液流电池目前仍有短板，比如依赖于稀有贵金属钒的全钒液流电池，或是电解质寿命较短、含有毒性等。目前来说，似乎仍没有哪一种液流电池能满足所有供电需求。

寻找替代品、优化解决方案成了研究者的头等要务。美国犹他州立大学化学与生物化学系助理教授刘天骢对《中国科学报》表示，目前对大规模储能电池有3个基本要求：安全性高、性价比高以及环境友好。

的确有科学家做到了。“目前，液流电池领域新成果频出。”德国耶拿大学的化学家 Ulrich Schubert 表示。

### 商业化“宠儿”：全钒电池

早在上世纪80年代，澳大利亚新南威尔士大学的研究者就发明出全钒液流电池——钒离子价态发生变化从而产生化学能和电能之间的循环。

经过20余年的发展，全钒液流电池的商用化渐成规模，业界因其在稳定性与储能容量等方面的优势纷纷表示看好。

小到特斯拉汽车，大到办公园区，锂电池在规模化供电中承担着重要角色。但在大规模、集中化的储能需求方面，锂电池的扩展性并不理想。而全钒电池的表现更出彩，其寿命比锂电池更长，且电解液更易回收，含有钒的电解液能够经受多次充放电循环，可为太阳能电网、城镇等更大规模的单元供能。

在中国，世界上最大的钒液流电池计划于2020年投入使用，这一由大连融科储能公司建设的储能系统可存储800兆瓦的容量。

唯一的问题是钒的资源有限，价格存在波动。钒是一种稀有贵金属，以钒钛磁铁矿为主。在世界范围内，俄罗斯、南非和中国占据了大部分产量，其中中国的产量可占近五成。除了用于电池储能，其在冶金化工领域也有广泛应用。

而且全钒电池还需要定期维护，因为是酸性电解质，一些化学反应过程需要专人维护，其应用规模、范围也相对固定。这意味着在资源总量有限的情况下，若对钒的需求爆发，价格则会进一步攀升，留给全钒电池的发展空间也将有限。

不过，“全钒电池仍是液流电池中商业化程度最高的一种，未来在原材料价格平稳的前提下，全钒电池依旧有不错的市场空间”。中科院大连化学物理研究所研究员、储能技术研究部部长李先锋告诉《中国科学报》。

## 电解液新形态

液流电池可分为水系和非水系两大类，即电解液是水溶液或有机溶剂。原理是将正负极活性物质分别溶解在阴极和阳极的电解液内，因此要求活性物质具有较好的化学稳定性。此外，电池的体积能量密度、功率密度与电解液的电化学稳定性、活性物质浓度以及导电率息息相关，因此需要针对电堆特性，采用不同酸碱性的电解液。

找到钒的替代品成了新的任务。从前以无机盐为基础的液流电池结构简单、可调控性不强，但若利用合成化学生成可调控的有机储能物，则更有望满足多种多样的储能需求。

以往的液流电池的电解质大多为强酸性或碱性，刘天骝团队近期在《焦耳》期刊上发表的研究则报告了一种可在中性环境下工作的液流电池。与以往需要溶解在含有钠盐或钾盐水溶液中的亚铁氰化物不同，研究团队找到了替代钠盐或钾盐的氮基化合物——铵，从而提升了亚铁氰化物的溶解量，可让电池存储更多电量。同时，在中性条件下，亚铁氰铵正极电解液和紫精负极电解液结合的有机液流电池表现出了非常稳定的电池循环性能。

“我们想弥补全钒电池不能满足的市场需求，比如分散的、非集中性的储能。”刘天骝作为研究团队负责人，向记者解释了研发的初衷。“通过理论计算调控设计出有机分子，我们可以找到与先前完全不同的可用于液流电池的活性物质，甚至有希望找到最有潜力的储能分子。”他说。

寻找替代品的脚步从未停止。2018年7月，来自哈佛大学的研究团队将有机化合物醌作为金属钒的替代品，通过在醌中添加羧酸基团使其更易溶于碱性溶液以减少电解质损耗。这样一来，醌的寿命增加、电解质的成本降低。虽然该方案并不能迅速商用，但相较以往研究，已经向前迈出了一大步。

## 仍有创新空间

依赖有限的贵金属资源、不够稳定、不够环境友好、成本过高……目前的液流电池电解质组成种类多样，但总会或多或少地存在缺陷。或许只用一种液流电池满足所有需求场景的设想有些苛刻。

“任何储能技术都有自己的应用优势。不仅是液流电池，锂离子电池、铅酸电池都不能满足所有需求。不同应用场景的储能或电力系统对电池的需求也不同。”李先锋表示。

因此找准使用场景对液流电池来说至关重要。比如全钒电池安全性高、寿命长，适用于大规模集中式的储能，而成本低、电压和体积能量密度高的锌基液流电池对分散的用户需求更为友好。

李先锋表示，其研究团队不仅致力于全钒液流电池的研发，还在锌基液流电池领域不断开拓新技术，如锌碘液流电池是目前团队部署的研发新方向。

谈及液流电池的商用之路，李先锋表示，实现在大规模系统中的市场应用是“最终目标”。“要解决好两方面问题：既需要技术可靠，也要有较低的成本。这样才能形成盈利模式。这也需要研究单位、相关企业等多方努力。”他表示。（任芳言）

# 可再生能源发展步入深水区

## ——2018 年太阳能、风电、生物质能源发电产业发展年度报告

中国电力报 2019.1.10

随着国家政策的支持以及绿色环保理念的日益深入，我国能源消费结构逐渐发生了巨大的变化，清洁能源消费占比不断提升，可再生能源的重要性愈发凸显。太阳能光伏、光热产业出“海”顺利，风电则向这更深远海上风电市场加足马力继续航行，生物质能源发电设备国产化进程加快，与分布式能源结合，实现多能互补。新能源发电作为我国能源发电形式的后起之秀，潜力无穷。

### 光伏海外市场热度高

2018 年，光伏行业经历了前所未有的跌宕起伏。新政的发布使产业加快提质增效的速度，去补贴让光伏产业趋于理性，给分布式光伏市场降温，而“领跑者”计划、光伏扶贫等持续推动，产业优胜劣汰趋势凸显，依旧不变的是以降低成本为主旨的技术进步、产业升级。

2018 年，第三批“领跑者”已有 6 个项目实现并网，其中内蒙古达拉特光伏发电应用领跑基地和机灵白城领跑者基地均实现全容量并网，江苏泗洪“领跑者”基地国电投资项目更是以“泗洪速度”仅用了短短 5 个月率先成为第三批“领跑者”项目中最早并网的项目。

这一年，两个政策对我国光伏制造业影响巨大，一个是 531 新政，一个是欧盟结束长达 5 年的对中国光伏电池和组件的反倾销和反补贴措施。

531 过后，光伏企业更加注重打磨内功，依靠高效技术创新重塑市场竞争格局，不可否认，光伏市场将迎来深度洗牌，虽然有不少企业因此被淘汰，但是仍有像晶科能源、隆基股份、协鑫等企业表现不凡。

隆基乐叶单晶 PERC 组件一年内 4 次刷新纪录。回顾 2018 年，PERC 产品仍然是市场主流，尤其在“领跑者”项目中，单晶 PERC 比较受宠，部分企业扩产能动作明显。另外双面组件成为今年的新晋“网红”，双面与 PERC 的结合，可以提高近 20% 的发电量，双面 PERC 组件可与 PERC 产线的工业结合，不用改变现有工艺方案，投资成本少、产线稳定度高，更能达到“领跑者”满分标准，这预示着双面 PERC 将成为未来发展趋势，除此之外，叠瓦、多主栅也成为技术新星，为电池、组件技术提供新思路。

这几年，光伏产业不断调整“走出去”结构，2018 年，我国光伏制造业海外产能主要呈现“下游在外”的局面。2018 年，随着欧盟对光伏电池和组件取消双反，我国光伏产品重返欧洲市场。2018 年晶科能源的海外业务拔得头筹，仅上半年的销售额是去年同期的 18 倍。2018 年，部分光伏企业纷纷将业务中心转移至海外，不少光伏企业开始将电站开发业务、EPC 业务、电站运营服务业务、储能业务拓展到海外，积极参与到国际光伏产业链下游的业务竞争中去。

海外新兴市场、欧洲市场拉动出口需求，南美、中东、北非等新兴市场为主的遍地开花局面继续发展。我国对欧洲主要市场荷兰、德国等光伏组件出口同比增长，对澳大利亚保持增长，乌克兰市场增长引人关注。

### 光热示范项目落地

相比前两年，2018 年光热示范项目建设取得了阶段性的成果。2018 年，我国共 10 个光热示范项目在实质性建设，包括首批示范项目中的 9 个项目和鲁能海西州多能互补示范项目中的 50 兆瓦塔式示范电站。

总建成项目数量达 3 个，分别是中广核德令哈 50 兆瓦槽式光热示范电站、首航节能敦煌 100 兆瓦塔式示范光热电站、中控德令哈 50 兆瓦塔式光热示范电站三大商业化光热电站并网投运，带来新增装机 200 兆瓦。实际仍在建项目共计 7 个，总装机 400 兆瓦。

其中，首航节能敦煌 100 兆瓦熔盐塔式光热发电示范项目并网投运，该电站是全球单体聚光规模最大、吸热塔最高、建设周期最短、可 24 小时连续发电的 100 兆瓦级熔盐塔式光热电站。该项目是我国首批光热示范项目中第二个并网投运的项目，也是我国首座百兆瓦级光热电站。三个“最”代表了我国光热制造已达国际领先水平，这标志着我国在光热领域迈出了坚实的一步。2018 年，多个光热示范项目并网，这就像一剂强心针，给正处于初期阶段的光热产业增添极大地信心。

2018 年，我国光热发电“走出去”也取得了显著成效。2018 年 4 月，上海电气正式签订全球最大的太阳能光热发电项目——阿联酋迪拜 MohammedbinRashidAlMaktoum 太阳能园区第四期 700 兆瓦光热发电站的总包合同。2018 年 12 月 21 日，该项目正式开工建设。2018 年 10 月，摩洛哥装机 200 兆瓦的 Noor 2 槽式光热发电项目和装机 150 兆瓦的 Noor 3 塔式光热发电项目实现全面投运。

山东电建三公司作为这两大项目的 EPC 联合体成员单位成功完成了项目的建设和并网投运。上述项目都是 2018 年中国光热发电走出去的标杆性工程，极大地刺激了国内光热发电行业的信心，并带动了国内部分产业链企业开始走向海外市场。

### 海上风电发展强劲

2018 年，我国风电装机保持增长态势，去年末，全国首份海上风电及陆上风电“竞价”标准细则正式发布，有专家预言 2019 年将正式步入“竞价上网”时代。2018 年，总体来看陆上风电装机容量增速放缓，海上风电的项目开工与并网的消息不绝于耳。

陆上风电持续以低风速开发为重心，智能化、大型化成为去年风机制造的新亮点，目前，金风科技、远景能源、明阳智能等第一梯队整机商在风机大型化方面走在行业前列，这些企业有望在即将到来的竞价时代占得先机。通过整理 2018 全年的新机发布，远景能源、明阳智能等整机商纷纷发布 3 兆瓦及以上的大容量风机，预示着未来我国陆上风电即将步入 3 兆瓦甚至 4 兆瓦风机时代。大兆瓦成为未来近几年发展的主流技术趋势。

2018 年，全球首个国际化大功率海上风电试验风场——福建兴化湾海上风

电一期项目落成，已安装的 14 台风电机组来自金风科技、海装风电、太原重工、明阳智能、东方风电、上海电气、湘电风能、GE 八家国内外主流整机商，国内整机商提供的海上风电机组成为风场主力。

通过建设典型海上风电场项目，对海上风电关键技术进行了探索和积累，海上风电关键技术取得突破。金风科技、上海电气、明阳智能、远景能源、中国海装、华锐风电等整机设备商都已经进行了 5 兆瓦以上大容量机组的试验示范。从我国已并网海上风电使用的机组来看，单机容量 4 兆瓦以上风电机组占已并网容量的一半以上，而上海电气也在 2018 年引进了 8 兆瓦海上风机的技术，该机组将再次刷新中国市场上最大单机容量风电机组纪录，中国风电发展迎来又一里程碑。这一特点也印证了未来风机发展趋势为大型化风机的预测。

### 生物质耦合兴起

煤电转型的脚步加快。发展农林生物质与燃煤耦合发电是化解煤电产能过剩、加快电力转型升级的有效手段，逐步实现电力生产绿色化低碳化，为国家能源转型作出贡献。

2018 年 2 月，中央一号文件《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》发布。在这份文件中，与能源相关的内容有两处，一是在“推动农村基础设施提档升级”部分中，提出要推进农村可再生能源开发利用；二是在“持续改善农村人居环境”部分中，提出要推进北方地区农村散煤替代，有条件的地方有序推进煤改气、煤改电和新能源利用。生物质发电迎来春天。

2018 年各地区相继出台了有关支持生物质发电的政策，大批利用焚烧秸秆等生物能发电项目陆续开建，行业专家曾给出预测，2018 年，垃圾焚烧项目装机容量将达到 650 万千瓦，年垃圾处理量将达到 1.1 亿吨，至 2018 年末，我国垃圾焚烧行业从不足 100 座焚烧厂发展到近 240 座。2018 年，中国垃圾焚烧发电进入快速发展轨道，垃圾焚烧发电装机规模、发电量均居世界第一。

针对我国目前生物质发电产业发展势头强劲，技术和设备的国产化程度有待提高。生物质发电的关键在于自主开发、引进技术，要充分的认识到自主开发才是最终的发展之路，同时还要不断的完善我国的生产技术，努力将其打造为主导中国市场的品牌。生物质等可再生能源利用的重要性逐渐增加，使传统火电发电设备制造技术得以向生物质锅炉方向转化，2018 年，哈电锅炉承制的国内首个最大国家级燃煤耦合生物质气化发电技术改造示范项目开建，东方锅炉燃煤耦合生物质发电一体化方案也通过了国家审批，实现了燃煤耦合生物质发电效益最大化和节能减排的目标。（简悦）

## 加速清洁能源消纳行动正当时

### ——《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020 年）》解读（一）

中国电力报 2019.1.17

近日，国家发展改革委、国家能源局印发了《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020

年)》(以下简称《行动计划》),在行业内引起强烈反响。从实际情况来看,当前我国清洁能源消纳问题尚未彻底解决,随着国家对推动清洁能源产业高质量发展提出新的更高要求,在“十三五”进程过半这个时间节点,出台《行动计划》可谓是恰当其时。

### 一、清洁能源发展面临消纳问题制约

近年来,随着全球能源转型步伐不断加快,我国坚持能源清洁低碳发展的大方向,不断完善政策保障体系,推动水能、风能、太阳能、核能等清洁能源发展取得了巨大成就。截至2017年底,水、风、光、核四类电源装机合计达到6.7亿千瓦,占全部电源装机的37.8%,其中水电3.41亿千瓦、风电1.64亿千瓦、光伏发电1.3亿千瓦,装机规模均位居世界首位;水、风、光、核四类电源年发电量1.87万亿千瓦时,占比达到29.1%,在推进能源结构调整方面发挥了积极作用。

与此同时,近年来也出现了较为突出的清洁能源消纳问题。其中,西南地区弃水问题较为严重,三北地区弃风弃光问题突出,辽宁、福建、广西等地区部分核电机组出现了降功率运行或停机备用的情况,设备利用率有待提升。弃水、弃风、弃光以及核电限发问题,严重制约了清洁能源行业健康发展,对我国能源结构调整造成了不利影响,亟需采取有效措施加快解决。

### 二、解决消纳问题成果仍不稳固

弃水、弃风、弃光以及核电限发问题,引起了党中央的高度重视以及社会各界的广泛关注。2017年政府工作报告提出“抓紧解决机制和技术问题,优先保障可再生能源发电上网,有效缓解弃水、弃风、弃光状况”。国家发展改革委、国家能源局先后印发《保障核电安全消纳暂行办法》《解决弃水弃风弃光问题实施方案》,要求各地能源主管部门和电网企业积极采取措施,加快解决清洁能源消纳问题。在主管部门的积极推动以及各方的共同努力下,弃水弃风弃光以及核电限发问题得到初步缓解。2017年,在来水较好的情况下,全国水能利用率达到96%左右,弃风率同比下降5.2个百分点,弃光率同比下降4.3个百分点,核电利用小时数同比增加48小时,整体形势有所好转。

但是,目前促进清洁能源消纳所取得的成果并不牢固,部分重点地区消纳形势依然严峻。其中,西南四川、云南的弃水问题,新疆、甘肃、内蒙古的弃风弃光问题,以及辽宁、福建等地的核电限发问题还没有得到根本性解决。究其原因,主要在于目前采取的短期措施较多,长效机制较少,突出表现在保障消纳的市场机制尚不完善、电力系统运行方式仍有待优化、省间壁垒问题较为突出、电力现货市场试点推进缓慢、辅助服务市场机制仍不健全、电源侧和用户侧灵活调节能力未能充分发挥。为有效解决弃水、弃风、弃光以及核电限发问题,需要加快研究建立促进清洁能源消纳的长效机制。

### 三、建立清洁能源消纳长效机制进入新时代

#### 进入新时代

我国能源结构调整与转型发展稳步推进,对清洁能源高质量发展的要求也在不断提升。



党的十九大提出，推动绿色发展，壮大清洁能源产业，构建清洁低碳、安全高效的能源体系；中央经济工作会议提出，打赢蓝天保卫战，调整能源结构，推动高质量发展；中央财经委员会第一次会议进一步提出，打赢污染防治攻坚战，调整能源结构，增加清洁能源使用。党中央的一系列决策部署明确指出，能源绿色转型发展离不开清洁能源产业的坚定支撑，推动高质量发展必须有效解决清洁能源的消纳问题。

《行动计划》正是贯彻落实党中央决策部署的重要举措，其根本目的就是针对目前清洁能源消纳面临的问题和挑战，从各方面综合施策，探索建立促进清洁能源消纳的长效机制，有效解决水电、风电、光伏发电、核电等清洁能源消纳问题。

### 从时间上看

目前“十三五”已发展过半，能源领域各项规划的中期评估与滚动调整工作正在有序开展，对于清洁能源消纳工作，也有必要在总结前期成果与经验的基础上进一步完善政策机制。此时出台《行动计划》，可以与规划中期评估与滚动调整工作有效衔接，在巩固前期成果的基础上，明确“十三五”后半段清洁能源消纳工作的行动纲领，探索建立促进清洁能源消纳的长效机制，可谓是恰当其时。

### 从措施上看

《行动计划》坚持目标导向，聚焦重点区域，通过系统综合施策，着力破解关键矛盾。其中，针对目前存在弃水、弃风、弃光以及核电限发问题的重点地区，制定了明确的发展目标，并从开发布局、调峰能力、电网建设、市场机制、保障政策等方面提出了系统全面的措施，有望为未来我国大规模、高比例清洁能源开发利用探索有益经验，效果值得期待。（陈俊杰）

## 正确认识清洁能源消纳利用率目标

### ——《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》解读（二）

中国电力报 2019.1.18

“十三五”以来，党和国家高度重视清洁能源发展和消纳利用，习近平总书记在党的十九大报告中和中央经济工作会议上对大力发展清洁能源提出明确要求，李克强总理对促进清洁能源消纳作出重要批示。近期国家能源局印发的《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》（以下简称《行动计划》）首次提出了清洁能源利用率目标，这是我国清洁能源产业政策思路和发展导向的一次重大创新。

长期以来，我国清洁能源消纳一直将弃电的多少作为重要的评价标准，再结合我国清洁能源发展基数大的特点，虽然“十三五”以来我国清洁能源消纳利用情况在各方共同努力下不断改善，但2017年弃水弃风弃光总量仍然超过了1000亿千瓦时，巨大的弃电量似乎已经成为盘旋在我国清洁能源产业上的乌云，挥之不去。再联想到水电、风电、光伏发电的边际成本为零的特点，很容易让人们认为这些弃电就是对清洁能源资源的白白浪费，从而得出

清洁能源弃电是坏事，应该把弃电降到最低的结论。

需要指出的是，清洁能源消纳的合理目标是一个考虑清洁能源生态环境效益后的全社会成本综合优化的问题。风电、光伏等新能源电源虽然在建成后发电边际成本几乎为零且没有二氧化碳和污染物的排放，但由于其随机性、波动性和低抗干扰能力，加上电力系统要求发电和用电的实时精确平衡，消纳清洁能源会增加电力系统的输送、调节、保障安全等各方面的成本。要实现百分之百全额消纳清洁能源需要额外付出的系统成本体现在：新能源输电通道的利用率会低于常规电源输电通道、火电深度调峰会增加单位煤耗和设备维护成本、调峰能力不足时需要额外建设储能设施或调峰气电、为适应新能源大规模并网需要额外建设电压频率支撑设备等。这些成本最终都会在全社会用电成本中分摊，需要与清洁能源带来的节能环保效益综合到一起“算大帐”。如果允许系统运行过程中舍弃个别时段概率较低的新能源尖峰出力，带来的新建输电通道和调节电源等投资节省大于这部分舍弃清洁能源电量的节能环保效益，这部分弃电是合理的，既实现了“清洁低碳”又兼顾了“安全高效”。

实际上，随着可再生能源在全球范围内的快速发展，欧美等国家的可再生能源也并非是一百之百消纳的，欧洲各国也都有不同程度的弃风弃光，例如德国、英国、爱尔兰等风电装机较多的国家，其风电的弃电率都在5%左右，只是在这些国家，清洁能源的百分之百消纳并不是发展的目标，提高清洁能源的占比，以最小的成本早日实现能源的绿色清洁低碳转型才是，因此，这一部分弃电被认为是合理的，从而避免了过分的宣传解读。

因此，科学的清洁能源消纳目标不应“一刀切”地要求所有清洁能源弃电量降至零，而应该是站在全社会的角度去权衡成本和效益，寻找一个满足全社会清洁能源发展需求的最优平衡点。《行动计划》明确了未来3年重点地区的清洁能源消纳利用率目标，综合考虑了各地区清洁能源消纳实际情况、消纳成本等。

正确认识新能源的利用率，不盲目以降低弃电为目标，不仅能减少不必要的社会成本，更有利于我国清洁能源行业的长远健康发展。现阶段，我国清洁能源利用率稳步提升，弃电量和弃电率都处于初步下降过程中，但可以预见，随着我国清洁能源利用率达到甚至超过国际先进水平，这一下降进程将逐步放缓，特别是随着我国清洁能源产业的发展壮大，我国清洁能源弃电的绝对量将长期维持在一个相对较高的数值。若一味追求降低弃电，那么现有资源势必会被主要用于解决存量问题，新的清洁能源项目将不能被有效发展。长此以往，看似解决了眼前的清洁能源弃电问题，实际上却是因噎废食，阻碍了我国清洁能源行业的健康发展，与我国能源清洁低碳转型的道路背道而驰。

《行动计划》充分考虑了我国是清洁能源发展大国的实际情况，不以弃电量绝对值作为发展目标，以积极正面的“利用率”作为发展目标，同时在相关指标设置过程中，充分参考了发达国家先进水平，是对国内清洁能源发展观念的一次革新，必将有力地促进我国清洁能源行业的高质量发展。（高雷）

## 聚焦重点地区化解消纳难题

### ——《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》解读（三）

中国电力报 2019.1.19

长期以来，我国清洁能源消纳困难主要集中在以风光三北、水电西南为代表的清洁能源资源富集省区。上述地区是我国清洁能源发展的重要区域，为我国清洁能源利用总量的快速增长发挥了巨大作用，但近年来却集中出现了严重的弃风、弃光、弃水现象，在某种程度上影响了清洁能源产业的健康发展，成为解决清洁能源消纳难题的“硬骨头”和实现国家能源战略目标必须跨越的“绊脚石”。

以2017年底统计数据为例，三北地区风电累计并网装机规模约占全国总规模的75%，弃风电量占比高达99%，以新疆、甘肃、黑龙江、内蒙古、吉林、河北为代表的弃风限电最严重省区累计并网装机规模约占全国总规模的50%，弃风电量却超过90%；西北地区光伏累计并网装机规模不足全国总规模的30%，但弃光电量占比却达到90%，其中新疆、甘肃两省区的累计并网装机规模仅略高于全国的10%，弃光电量却接近70%；西南地区的长江中游、雅砻江、大渡河、乌江、南盘江红水河等是我国主要的水电基地，主要分布在四川、云南和广西三个省区，水电装机规模接近全国的50%，弃水电量占比达到93%。

要实现清洁能源利用率较当前大幅提升的总体目标，化解消纳难题，就要求我们坚持问题导向，从源头入手找出造成清洁能源消纳水平不高的内因和规律，坚持方法引领，采取针对性举措有效解决具体问题，实现渐进指标，形成以点带面、全面推进的局面。

不难看出，我国清洁能源消纳重灾区全部属于资源富集省区，大部分远离负荷中心，自身消纳能力不足是核心因素，跨省跨区外送通道利用率低导致外送消纳能力有限。三北地区由于火电机组、供热机组、燃煤自备机组占比高的“三高”问题，以及燃煤自备机组基本不参与调峰运行、核电仅在节假日等特殊时段压出力运行等原因，导致自身灵活性调节电源比重低，叠加新能源开发规模与自身消纳能力不匹配、风光高度集中的相互影响、外送能力不足，跨省跨区通道利用率低、需求侧参与调峰的能力没得到有效发挥、电力市场机制不健全等导致三北地区出现了严重的弃风问题。西南地区弃水问题与三北地区新能源弃电类似，同样存在系统调峰能力不足、水电开发与市场消纳不协调以及消纳机制的问题，特殊的地理环境也导致水电开发外送网架条件制约性较大，此外，新能源的开发在一定程度上也有挤占水电消纳的市场空间。

“清洁能源消纳行动计划（2018~2020年）”（以下简称“行动计划”）立足我国能源发展现状，以推动清洁能源消纳为核心，提出了2018~2020年风电、光伏、水能利用率及核电消纳的全国性预期指标及重点省份年度目标。清洁能源消纳是一项复杂的系统工程，“行动计划”突出问题导向，准确把握了消纳问题的内因和规律，采用结构化思维方法，以抽丝剥茧的方式聚焦重点地区关键问题，提出了优化电源布局、控制电源开发节奏、加强宏观政

策引导、全面提升电力系统调节能力、完善电网基础设施、推进电力消费方式变革的政策措施，制定了重点省份消纳阶段性目标，层层推进，可望“以点带面”促进全国清洁能源消纳水平的提升和消纳目标的实现，为能源发展和转型工作保驾护航。（王爽）

## 加快推进清洁能源消纳重点工程

### 《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020 年）》解读（四）

中国电力报 2019.1.21

近年来，我国清洁能源发展取得了巨大成就，水电、核电、风电、光伏装机规模达到了 7.2 亿千瓦，占总装机的 40%，其中水电、风电、光伏在运装机及在建规模均位居世界第一，核电在建装机居世界第一；清洁能源发电量已达到总发电量的近三成。但与此同时，清洁能源发展不平衡、不充分的矛盾也日益凸显，特别是清洁能源消纳问题受到广泛关注，制约着行业健康、可持续发展。推动清洁能源高效利用消纳对于促进我国能源领域绿色、高质量发展，以及构建清洁低碳、安全高效的能源体系具有重大意义。

随着国家促进清洁能源消纳各项政策措施的陆续出台，在各方共同努力下，“三弃”问题不断稳步向好。2018 年 1 - 7 月，全国弃风率 8.1%，弃光率 3.2%，水能利用率 99%，较前两年有比较明显改善。但是，消纳的成果仍不稳固。从政策角度看，目前推动清洁能源消纳的措施多为短期的、局部的，缺少长效、系统的机制。此次国家能源局印发的《清洁能源消纳行动计划（2018 - 2020 年）》（以下简称《行动计划》），提出了更加有力促进清洁能源消纳的系统性方案，既立足当前，于近期采取有效措施，解决重点地区消纳困难，更谋划长远，建立新能源消纳的长效机制，确保消纳问题得到有效解决。

考虑到风电、光伏等新能源电源大规模接入后，为促进清洁能源消纳，电力系统需相应增加调峰电源、输电通道等建设，《行动计划》中特别提出了将加快推进清洁能源消纳重点工程建设，以有效提升系统调节能力和通道输送能力。

#### 重点发挥电网资源配置平台作用

加快跨省区输电通道建设。我国清洁能源资源与电力消费负荷呈逆向分布，风能资源集中在“三北”地区，太阳能集中在西部地区，水电集中在西南地区，虽然便于大规模集中开发，但由于周边区域负荷强度不高，不利于就近消纳。加之近年来清洁能源装机高速增长与负荷增速不匹配，消纳问题目前主要集中在少数省份，今年 1 - 7 月，四川、云南两省占弃水电量的 90% 以上，新疆、甘肃、内蒙古三省占弃风弃光电量的 90% 左右。依托跨区、跨省输电通道，将可再生资源富集地区的新能源电力输送至中东部等电力负荷中心，充分利用电能消费集中地区的消纳能力，实现新能源电量的联合消纳，是提升新能源利用水平、破解清洁能源消纳难题的重要手段之一。

近年来，国家能源局有序推动跨省、跨区通道建设，并取得积极进展，如酒泉 - 湖南特高压直流输电工程已于 2017 年 6 月投产；大气污染防治 12 条重点输电通道中共有 7 条通道

送端位于“三北”新能源富集地区，额定输电能力5750万千瓦，目前均已投产。

《行动计划》提出，将提升电网汇集和外送清洁能源能力，加快推进雅中、乌东德等水电外送通道建设，研究推进青海、内蒙古等富集地区高比例可再生能源通道建设。通过加强新能源开发重点地区网架优化完善工作，消除薄弱环节，解决送出受限问题，同时科学规划建设新增外送通道，全面提升通道利用率，将有效加强区域间电网互济能力，扩大电力消纳平台，实现更大范围消纳清洁能源。

实施城乡配电网建设和智能化升级。我国新能源开发模式已由集中式大规模开发为主逐步转为集中式、分布式开发并举，分布式清洁能源发展明显提速。在清洁能源消纳工作中，应优先考虑就地、就近消纳和利用。

近年来，国家能源局持续推动加强配电网建设和升级改造，重点是新能源就近并网和消纳等环节，同时大力推广智能电网和微电网技术，着力增强电力系统的灵活性、适应性，有效提升电网调节能力，引导可再生能源的就地消纳。此次《行动计划》也提出，将持续开展配电网和农网改造建设，推动智能电网建设，提升配电自动化覆盖率，以有效增强电网分布式清洁能源接纳能力以及对清洁供暖等新型终端用电的保障能力。

### **大力推动火电灵活性改造**

风电、光伏发电具有间歇性、波动性的特性，在电力系统电力电量平衡中，出力可靠性低。为确保供电稳定，电力系统消纳清洁能源时，需要系统内的火电机组和抽水蓄能等调峰电源配套运行。目前，我国电力系统中抽水蓄能、调峰气电等灵活调节电源比重不足6%，需配套大量的火电机组应急调峰。

以“三北地区”为例，煤电是其主要电源品种，占该地区总装机容量逾60%，预计该比例到2020年仍将高于60%；与之相比，抽水蓄能、调峰气电等调峰电源占比到2020年预计仍不足2%。“三北地区”电力系统在未来相当长一段时间内，仍将主要依靠煤电机组进行调峰。当地煤电机组不仅容量大，其灵活性潜力也十分可观，通过实施火电灵活性改造，可以增加20%以上额定容量的调峰能力。再者，灵活性改造经济性优势明显，单位投资一般不超过200元/千瓦，远低于新建调峰电源投资。若进一步考虑新建调峰电源的资源约束和建设工期限制，提升火电机组灵活性是“三北地区”在“十三五”期间增强电力系统调节能力、促进新能源消纳的主要举措，是符合我国实际的优化措施选择。

截止目前，国家能源局已实施了两批火电灵活性改造试点，带动“三北”地区约6000万千瓦火电机组实施改造，可大幅增强电力系统调峰能力。以东北地区为例，火电灵活性改造深入挖掘了传统电源调峰潜力，同时在辅助服务市场机制配合下，以市场化方式充分调动火电参与调峰的积极性，在促进新能源消纳方面发挥了重要作用，辽宁省弃风率已降至10%以下，吉林、黑龙江和蒙东地区弃风率也显著下降。

当前，我国煤电定位调整、转型发展步伐不断加快，煤电正由传统的提供电力、电量的主体性电源，逐步转变为提供可靠容量、电量的同时，向电力系统提供灵活性调节能力的基

基础性电源，火电灵活性改造提升将在此过程中发挥积极重要作用。因此，《行动计划》提出，将通过实施火电灵活性改造、核定火电最小出力与开机方式等方面深挖电源侧调峰潜力，全面提升系统调节能力，为清洁能源消纳留出更大空间。

清洁能源消纳工作“系统性强、差异性大、关注度高”，需要各级政府部门、电网企业、发电企业等相关各方共同努力，综合施策。《行动计划》以推动重点工程建设作为破解我国清洁能源消纳难题的主要抓手之一，“项目建设先行，机制完善跟进”，将切实提升电力系统电源侧与电网侧灵活性，最终实现新能源大规模消纳，促进我国清洁能源产业高质量发展。（程晨璐）

## 创新可再生能源就地消纳模式

### ——《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》解读（五）

中国电力报 2019.1.23

近年来，我国可再生能源的发展呈现集中式与分散式开发并举、就地消纳与跨省区输送并重的特点。近期国家能源局印发的《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》（以下简称《行动计划》）提出要推动可再生能源就近高效利用，选择可再生能源丰富的地区，建设可再生能源综合消纳示范区。这是推动我国可再生能源综合利用新途径、助力能源系统转型的重大关键性举措。

我国可再生能源主要分布在北部和西部地区，而这些地区受电力系统基础条件和体制机制的制约，目前也是可再生能源消纳问题最突出的地区，常见的消纳瓶颈包括：电网送出通道受限、自备电厂基本不参与调峰、供暖期热电调峰受限、灵活调峰电源占比低、调峰市场机制尚未健全等。同时，在这些地区有大批基于传统重工业体系发展的城市，目前正面临工业绿色转型和民生清洁用能的迫切需求。通过建设可再生能源综合消纳示范区，将可再生能源的消纳利用与示范区用能需求紧密结合，在解决可再生能源消纳问题的同时，构建长期、绿色、低成本的可再生能源供应体系，提升本地可再生能源消费占比。

《行动计划》提出开展以全额消纳清洁能源为目的的清洁能源电力专线供电试点，加快柔性直流输电等适应波动性可再生能源的电网新技术应用。

采用清洁能源电力专线供电是可再生能源在工业领域应用和促进消纳的重要切入点。我国传统工业城市的钢铁、电解铝等高耗能产业发展快速，用能需求巨大。采用柔性直流这种新型输电技术，可在不影响原有供电网络结构的情况下，可增加风电等波动性可再生能源的汇集输送能力，保障供电的稳定性与可靠性，实现当地可再生能源“点对点”直供工业用户。这些工业用户通常配置燃煤自备电厂，可通过自备电厂配合调峰促进可再生能源消纳。另外，考虑部分大工业负荷具备可调节、可中断特点，可作为一种“虚拟电厂”调节手段，发挥灵活用电潜力，消波动性可再生能源。通过“源—网—荷”一体化规划，实现可再生能源全额消纳，进一步结合辅助服务市场、输配电价改革等相关市场机制，提高可再生能源

的经济竞争力，为工业负荷提供长期绿色低价的清洁能源供应。

《行动计划》提出探索可再生能源富裕电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多途径就近高效利用。

这是促进可再生能源在供暖、工商业、交通等领域应用的重要措施，可再生能源发展模式应从传统的集中式、大规模开发模式转变为分布式、综合利用模式。在终端用能价格高、用能需求多元化、电网扩容困难的区域可发展分布式能源系统，推动电、热、冷、气等多种能源联供，从而实现可再生能源的综合梯级利用，能源利用率一般可达到80%以上。一方面因地制宜开展可再生能源供热。我国北方地区冬季供暖用能总量大，供暖期往往与大风期及重叠，是风电等新能源消纳最困难的时段。推进北方城镇清洁供暖是中央提出的重要战略部署，对于促进可再生能源就地消纳有重要作用。另一方面开展可再生能源制氢利用。氢能具有可间歇性生产、能量密度高、易于存储的特点，为解决可再生能源消纳问题提供了新思路。氢能的应用领域广泛，可作为燃料电池、化工原料或转化为甲烷应用。目前河北省、吉林省开展了风电制氢示范应用，随着技术的发展成熟，未来氢能有望在工商业、民用和交通领域实现规模化应用，推动示范区可再生能源电力新型供应体系建设。

《行动计划》准确把握了我国可再生能源发展新趋势，着眼于可再生能源就近高效利用，将开展可再生能源综合消纳示范区建设作为促进消纳的重要举措之一。通过全面提升“源—网—荷”各环节的可再生能源消纳能力，积极探索可再生能源与多种二次能源的互补利用，将可再生能源消纳利用全面渗透至工业、民生、交通、商业等各个领域，有助于形成全国范围内可复制推广的可再生能源消纳利用创新途径，促进我国清洁能源行业的高质量发展。（王雅婷）

## 建立清洁能源消纳长效机制

### ——《清洁能源消纳行动计划（2018~2020年）》解读（六）

中国电力报 2019.1.23

近年来，我国清洁能源消纳取得了一定的成绩。按照国家规划，未来还需要大量开发新能源等非化石能源，并实现高效利用。巩固清洁能源消纳成果后续关键在长效机制的建立。近日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《清洁能源消纳行动计划（2018~2020年）》（发改能源〔2018〕1575号）。《行动计划》从电源开发布局优化、市场改革调控、宏观政策引导、电网基础设施完善、电力系统调节能力提升、电力消费方式变革、考核与监管7个方面，提出了28项具体措施，目标是2018年清洁能源消纳取得显著成效，2020年清洁能源消纳问题得到基本解决。本文主要从前3个方面分析《行动计划》提出建立清洁能源消纳的长效机制。

#### 优化电源布局

总量上，根据实际情况和发展需要，科学调整各类电源“十三五”规划发展目标；空间

上，清洁能源开发规模进一步向中东部消纳条件较好地区倾斜，优先鼓励分散式、分布式可再生能源开发；制度上，严格执行风电、光伏发电投资监测预警机制，实施煤电预警机制。这些措施体现了国家能源主管部门对发展清洁能源的方向是坚定的，对落实消纳条件、解决消纳问题的态度是坚决的。

### **加快电力市场化改革**

相对化石能源，清洁能源有边际成本低、出力波动两个特点。发挥市场在资源优化配置中的决定性作用，有利于促进清洁能源消纳。《行动计划》提出完善电力中长期交易机制、扩大清洁能源跨省区市场交易、统筹推进电力现货市场建设、全面推进辅助服务补偿（市场）机制建设，提出了电力市场化改革路线，为促进清洁能源跨省跨区消纳、参与实时竞价，鼓励其他市场主体主动提供辅助服务创造了有利环境。

### **加强宏观政策引导**

宏观政策方面，《行动计划》提出了4项重磅措施。

一是研究实施可再生能源电力配额制。为加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，促进可再生能源开发利用，研究实施可再生能源电力配额制。可再生能源电力配额是按省级行政区域对电力消费规定应达到的最低可再生能源比重指标，包括可再生能源电力总量配额（以下简称“总量配额”）和非水电可再生能源电力配额（以下简称“非水电配额”）。各省级人民政府承担配额落实责任，售电企业和电力用户协同承担配额义务。

二是完善非水可再生能源电价政策，加快推进风电、光伏发电平价上网。“十三五”以来，我国新能源规模持续扩大，技术水平不断进步，开发建设成本持续降低。据统计，2017年投产的风电、光伏电站平均建设成本已经分别降至每千瓦7000元和每千瓦6000元。从发展情况看，一些资源条件好、非技术成本低、煤电标杆电价高的地区已经具备了无补贴平价上网的条件。随着技术持续进步和非技术成本的有效控制，新能源的成本最终将达到甚至低于常规能源发电成本，新能源发展将由补贴支持过渡到市场竞争，国家财政补贴资金将彻底退出。提出新增陆上风电机组实现平价上网的时间为2020年，集中式光伏发电时间未明确，应理解为甚至可能早于2020年。文中提出“落实《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》有关要求，鼓励非水可再生能源积极参与电力市场交易”，根据《可再生能源全额保障性收购管理办法》，可再生能源发电量应保价保量收购，因此“鼓励参与电力市场交易”应在国家核定的保障小时数之外开展。

三是落实清洁能源优先发电制度。强调了要落实好《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》《保障核电安全消纳暂行办法》，为清洁能源发电量消纳预留空间，并明确了优先消纳政府间协议水电跨省跨区输电电量和保障利用小时内的新能源电量。明确了逐步减少燃煤电厂计划电量，且计划电量减小比例应不低于中长期市场的增加比例，二者的差额对应清洁能源消纳的增量。提出因清洁能源发电影响的计划调整，经省级政府主管部门核定后，不纳入“三公”考核，这是在电量计划执行过程中进一步落实清洁能源“优先”发电的有效措施。



四是启动可再生能源法修订工作。可再生能源法于2006年建立，在2009年进行了修订，随着我国可再生能源行业的快速发展，还有修订的空间。比如在立法当中没有明确规定强制性的目标和要求，也没有明确相关责任人以及处罚规定，许多制度都是通过相关部门的配套法规作出规定的，从而可能引起落实不到位，或者造成配套法规之间的冲突。又如考虑目前推行的竞争性配置资源和积极推进平价上网，可能需要对价格管理与费用补偿部分调整。（耿照为）

## 不占指标 不限规

# 新能源无补贴平价上网获政策支持

中国能源报 2019.1.14

对风电、光伏发电监测预警地区则分级对待，其中，红色地区不安排新的本地消纳的无补贴平价上网项目；橙色地区可选择资源条件好的项目进行开发

莫道桑榆晚，为霞尚满天。在风光平价上网的后补贴时代，提振信心已成当务之急。为促进风电光伏项目高质量发展，提高风电光伏发电的市场竞争力，1月9日，《国家发展改革委、国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（下称《通知》）正式下发。

《通知》明确鼓励同时满足“不要国家补贴、执行煤电标杆电价”两大条件的风电光伏项目建设，这类项目将不占用各省现有年度规模指标，而是作为各省份风电光伏市场增量体现，优先享受《通知》内各项扶持政策。受此利好消息影响，文件发布两天内，国内光伏市值大幅增加近170亿元。

### ▶ 除无国补外仍享政策扶持

“风电光伏的补贴政策正在逐步退出，这是行业共识。此次提出的‘无补贴平价上网’政策，不是国家扶持力度的减弱，而是尽可能允许一些条件好的省份、一批有先进技术的企业，参与建设更多平价上网的风电光伏项目。与2020年之后的真正的平价上网相比，现阶段无补贴平价上网项目仍然享受除国补外一系列政策优惠措施，政策扶持窗口期到2020年止，尚有近两年的时间可以申报。”近日，在国家能源局前期沟通会上相关人士介绍。

《通知》明确了在资源条件最优和市场消纳条件保障度高的地区，由省级能源主管部门牵头组织本地的平价上网项目和低价上网项目。只要不享受国家补贴，即使有省内补贴，同样视为风电光伏无补贴平价上网项目，享受《通知》内政策扶持措施。但对风电、光伏发电监测预警地区则分级对待，其中，红色地区不安排新的本地消纳的无补贴平价上网项目；橙色地区可选择资源条件好的项目进行开发；绿色地区则开放绿灯，自行开展项目。

同时，《通知》也对地方政府和电网提出约束要求。要求地方政府部门优化平价上网项目的投资环境，包括土地利用及相关税收工作、取消要求投资建厂、采购省内产品等不利于市场公平竞争的规定；降低非光伏技术成本；要求电网企业落实接网工程建设责任，明确项

目升压站之外的接网全部配套工程均由省级电网企业负责。

### ►20 年购电合同享核准时固定价格

受益于《通知》中的多重保障措施，无补贴平价上网项目可安心锁定长期稳定收益。目前，无补贴平价上网，一方面，可以通过绿证交易的途径获得收益，初步测算，每度电收益在 5 分左右；另一方面，允许社会资本投资增量配电网、清洁能源消纳产业园区、局域网、新能源微电网、能源互联网等无补贴平价上网项目，以试点方式开展就近直接交易；同时，减免接网及消纳未涉及的上一电压等级的输电费等，通过多条举措，切实减轻项目前期的投入成本。

《通知》要求，无补贴平价上网享受优先上网、优先输送和全额收购政策，由省级电网企业承担收购责任，落实全额保障收购政策。此类项目按核准时的上网电价，与风电、光伏发电项目企业，签订长期（不少于 20 年）固定电价购售电合同，不再参与电力市场化交易。如存在弃风弃光情况，将限发电量核定为可转让的有限发电计划，可在全国范围内参加发电权交易（转让）。跨省跨区输电通道外送消纳的，需确保无补贴平价上网项目优先输送，在送受端电网企业协商一致的基础上，与风电、光伏发电企业签订长期（不少于 20 年）固定电价购售电合同，不要求参与跨区电力市场化交易。

行业发展离不开金融有效助力和政府有力监管。《通知》也要求国家开发银行和四大国有银行以长信金融支持方式，鼓励项目通过发行企业债券进行融资；同时启动动态完善能源消费总量考核支持机制。

### ►政策频出倒逼平价上网加速

据记者了解，该文件历经半年酝酿，经过数轮征求意见才正式出台。不少企业反馈，这对行业和企业都是利好政策，关键还是要看实施力度和落地情况，真正解决非技术成本问题是此类项目有效启动的关键。

事实上，面对补贴拖欠、年度规模指标、去除非技术成本、保障全额收购等风电、光伏企业的主要诉求，国家主管部门一方面在积极兑现承诺；另一方面也在出台平价上网扶持政策。从 70.7 万千瓦平价项目的推动，到现今明文鼓励无补贴平价上网风电光伏项目的建设，向行业传递出国家发展新能源、护航 2020 年风电光伏顺利实现平价上网的决心。

“长远来看，无补贴是肯定的，但国家财政补贴的关门时间也早已公布，不会出现国家财政补贴提前关闭的情况。《通知》的下发，并非意味着有补贴的项目就没有了，国家每年仍要下发获得国补的规模、政策，申请路径延续之前。”上述能源局人士进一步说明。（钟银燕）

## 向综合能源服务转型渐成行业共识

中国能源报 2019.1.21

以前能源、电力、用户三者是上下游关系，难以融合。而随着可再生能源风电、光伏大规模高速度发展，三者开始高度融合，同时，服务的各方关系均发生了变化。

随着能源转型的提速，低碳化、清洁化已成为不可阻挡的趋势和潮流，“综合能源服务”也渐渐成为行业热词。在近日举办的“2019年综合能源服务产业年度峰会”上，与会专家学者们普遍认为，综合能源服务可解决能源高质量发展中安全、绿色、经济的痛点，提高能源利用效率。“我国综合能源服务市场潜力空间较大”“综合能源服务将是能源企业转型的主要方向”等已成为业内共识。

### 2020年市场规模或超5000亿元

尽管目前综合能源服务尚无统一的定义，但综合能源服务与国家能源方针政策密切相关，不仅涉及的能源产品种类多，而且涉及能源的产储输供销用各个环节，需要从新型能源体系建设的视角来思考综合能源服务。

国家发改委气候战略与国际合作中心原主任李俊峰在峰会上表示，能源转型的本质是一场资源依赖向技术依赖的变革，能源企业内部的界限越来越模糊，能源企业而非能源企业之间的界限越来越模糊，综合能源服务将成为企业生存与发展的重要支柱。

在中国电力企业联合会专职副理事长王志轩看来，综合能源服务已渗透到能源领域、自动化、信息化各个方面，“综合能源服务是发展必然的趋势，更是能源革命与技术发展共同促进的结果。以前能源、电力、用户三者是上下游关系，难以融合。而随着可再生能源风电、光电大规模高速度发展，能源、电力、用户开始高度融合，与此同时，服务的各方关系均发生了变化。综合能源服务听起来是一个非常专业的词，实际是给用户提供最最佳的能源利用方式。”

国网能源研究院全球能源互联网研究中心副主任张栋研判：“综合能源服务是个千亿元级的市场。从综合能源服务基础业务和终端能源需求两方面测算，2020年，我国综合能源服务市场潜力规模为5000—6000亿元。”

“综合能源服务的类型呈现多种形式，如节能服务、基于电能的领热供应、电力运维、分布式光伏发电、储能服务等。”张栋认为，在众多综合能源服务中，以电为中心是综合能源服务一体化发展的重要形态，以电为中心发展综合能源服务是适合我国国情和能源发展趋势的必然选择，电能满足终端需求和实现多能互补中处于核心地位。

### 已成国外企业跨界竞争“主战场”

专家们普遍认为，能源企业从生产向服务转型将是趋势。国外企业转型综合能源服务比较早、发展较快，综合能源服务已成为国外企业跨界竞争的“主战场”。

李俊峰说，互联网思维正推动着能源企业转型，从能源供应商向能源综合服务商转移，从垄断经营向提供服务转移。“比如，GE、西门子、ABB已提供系统解决方案，而不是仅仅卖设备；电力生产企业，EON、法电、美国南方能源等，提供综合能源服务，而不是单一地生产电力；道达尔、挪威石油、韩国SK等以油气为主的企业已经开始全面发展，道达尔已成为美国最大的太阳能发电集成商，挪威石油已发展为全球优秀的海上风电技术提供商。”

与国外相比，我国综合能源服务起步晚，虽然国网、南网在内的许多央企、国企、上市

公司已开始积极布局综合能源服务业务，但总体来看，国内综合能源管理服务尚处初级发展阶段。国家发改委能源研究所能源系统分析研究中心主任周伏秋用“2018年可称为中国综合能源服务元年”来评价国内综合能源服务。

“中国企业如果还固守所谓的‘主业’，不转型综合能源服务，将脱离世界潮流。”李俊峰认为。

近年来，我国综合能源服务虽然处于起步阶段，但发展迅速。国网早在2017年就发布《关于在各省公司开展综合能源服务的意见》，旨在做强做优综合能源服务。截至2018年12月底，国网下属26家省公司累计实现综合能源服务营收49亿元，同比增长133.4%。“从区域发展来看，我国各区域内综合能源服务的市场潜力具有一定的差异性，华北、华中、华东等‘三华’地区潜力较大，东北和西北地区相对略小。”张栋表示。

### 建立完善标准体系是重点

记者了解到，目前，各分能源（气、电、热、水）领域的技术标准相对较为完善，但是，对于跨领域的能源协同优化标准、新兴关键领域以及三网融合过程中的跨领域跨行业标准仍需加以完善。所以，采访中，完善综合能源服务标准的呼声不绝于耳。

采访获悉，综合能源管理泛能网术语、综合能源云管理泛能源协同控制总体功能过程要求、分布式冷热电联供系统设计导则、工业余热资源评价方法、工业余热梯级综合利用导则等多个综合能源标准化正在研究。

“下一步重点工作是建立完善标准体系，建议选取相关产业特色鲜明、区域代表性强、前期基础好的综合能源项目开展标准化示范应用工作。”中国标准化研究院资源与环境分院院长林翎认为，一方面通过标准化手段推动综合能源服务项目技术、管理上层次；另一方面，将示范应用过程中的成果经验反哺标准的提升完善，以标准为载体形成更大范围内可复制、可推广的综合能源发展模式。（苏南）

## 2019年度能源经济预测与展望研究报告在京发布

中国电力报 2019.1.19

在国际贸易形势变化和我国内部产业升级的背景下，我国能源行业在快速发展的同时也将面临调整压力。1月13日，北京理工大学能源与环境政策研究中心在北京举行了2019年度“能源经济预测与展望研究报告发布会”，发布了《新贸易形势下中国能源经济预测与展望》《我国农村居民生活用能现状与展望》等7份研究报告。

报告指出，我国整体的煤炭产量和消费量在当前的国家形势和贸易状态下都已处于达峰状态，并且呈现长期下降的趋势。报告建议，要增强农村居民清洁能源消费能力，加速推进高效炉灶研发、生产和市场推广。

### 多手段应对新贸易形势下能源经济波动

随着2018年以来中美贸易摩擦升级以及英国发布“脱欧”白皮书等国际形势的变动，

我国宏观经济不可避免地受到了国际贸易形势变化的冲击和影响。新的贸易形势使我国宏观经济面临巨大的挑战，同时这也意味着空前的机遇。《新贸易形势下中国能源经济预测与展望》报告执笔人郝宇副教授对中美贸易摩擦下中国能源消费总量以及国内生产总值（GDP）进行了预测。结果显示，在基准情景、维持关税情景、达成和解情景下中国 2025 年的能源消费总量将分别达到 53.52 亿吨标准煤、51.97 亿吨标准煤、55.11 亿吨标准煤，能源消费结构将持续优化；GDP 将分别达到 141.83 万亿元、137.58 万亿元、146.09 万亿元（按 2017 年不变价计算）。

从行业能源消费来看，新贸易形势对钢铁行业以及汽车制造业等能源密集型产业能源消费冲击较为明显。虽然新贸易形势对我国宏观经济总体的影响并不十分显著，但是从行业产值来看，中美贸易摩擦对石油与石化行业、水泥行业等能源密集型行业仍会有较为明显的影响。报告指出，中美贸易摩擦升级对煤炭行业的影响微乎其微。从产业结构来看，我国煤矿数量已经从上世纪 80 年代的 85000 多处减少到了 2018 年上半年的 4000 处左右，我国整体的煤炭产量和消费量在当前的国家形势和贸易状态下都已处于达峰状态，并且呈现长期下降的趋势。

报告认为，2019~2025 年是决胜全面建成小康社会的关键阶段，也是应对新国际贸易形势的重要时期。我国必须重视新贸易形势对宏观经济特别是对各能源行业与能源密集型产业的影响，采取扩大内部消费、寻找进口、出口替代国等多种措施减少其不利影响。从而减少经济波动，进一步调整经济结构，优化能源消费结构，提高能源利用效率，同心同德建设美丽中国。

#### **加快农村用能转型、外部供应与内在激励齐发力**

《我国农村居民生活用能现状与展望》报告执笔人廖华教授认为，在我国农村地区，柴草和煤炭等传统固体能源仍被广泛应用于炊事和取暖。推进农村能源转型，清洁能源供应设施建设、运营维护和服务体系建设应当并重，提升居民的清洁能源认知和消费能力应当并重。

报告指出，我国农村居民用能质量不高且清洁能源用量少。秸秆、薪柴、煤炭等传统固体能源使用还比较广泛、使用效率比较低。经测算，全国有 44% 和 24% 的农户以柴草、煤炭作为主要炊事取暖燃料。北方地区农村取暖用散烧煤接近 2 亿吨标准煤，大多数农户使用火炕、柴灶、炉子或土暖气等供暖，清洁取暖率不到 15%。我国农村居民用能能力偏弱且认知落后。相当一部分农村家庭因收入水平不高，不得不耗费大量时间收集柴草，或者购置价低但质劣的散烧煤作为家庭燃料。在少数燃气供应已到位的地区，这部分低收入家庭也不愿或较少使用价格较高的燃气。

此外，现行的“煤改气”“煤改电”供暖补贴额度尽管不低，但在部分地区仍难以弥补居民燃料费用增量，且中长期的补贴办法尚不明朗。用能费用不仅包括燃料成本，还有燃料设施购置和维护成本。价廉但效低质劣的炉具在农户中广泛存在。北方农村地区一半的采暖

设施是农户自制，大多数房屋没有保温层，气密性差，能源浪费大。研究显示，收入水平对于能源消费清洁化转型至关重要。煤炭、柴草已成为“非吉芬劣质品”，即收入增长、消费量下降。平均而言，农村居民收入每增长10%，其煤炭消费量下降约17%左右，南方地区比北方地区更为敏感，收入越高越为敏感。部分家庭习惯于传统低效的用能方式，没有充分认识到使用煤炭、柴草作为炊事和取暖燃料的危害性。

报告建议，增强农村居民清洁能源消费能力，加速推进高效炉灶研发、生产和市场推广。确保“煤改电”“煤改气”补贴及时、持续、足额发放到户，鼓励各地方尽早出台中长期补贴办法，避免“返煤”现象。依靠市场手段和需求侧管理进一步挖掘农村电力和燃气降价潜力。（于学华）

**2018年，我国风电、光伏利用率分别达到92.8%、97%，水电超95%，核电维持高位**

## 清洁能源消纳已达国际先进水平

中国能源报 2019.1.21

《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》进一步明确了弃电量、弃电率的概念和界定标准——原则上，对风电、光伏发电利用率超过95%的区域，其限发电量不再计入全国限电量统计。对水能利用率超过95%的区域和主要流域（河流、河段），其限发电量不再计入全国限电量统计。

1月15日，国家能源局电力司相关负责人就《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》（下称《行动计划》）答记者问时表示：“我国2018年清洁能源消纳的形势持续向好，已经达到国际先进水平（风电利用率90%，光伏发电利用率95%）。”

### 新能源弃电率持续大幅下降

据上述相关负责人介绍，2018年，全国风、光、水、核四种清洁能源总发电装机达到7.49亿千瓦，总发电量累计2.08万亿千瓦时，其中，风电利用率达92.8%，弃风率7.2%，同比下降4.9个百分点；光伏利用率达97%，弃光率3%，同比下降2.8个百分点；水能利用率95%以上；核电运行平稳，利用率保持较高水平。

据记者了解，2018年新能源弃电率延续了近年来的下降趋势。国家能源局新能源和可再生能源司副司长梁志鹏在去年年初该局召开的新闻发布会上曾表示，2017年可再生能源利用水平不断提高：“全年弃水电量515亿千瓦时，在来水好于上年的情况下，水能利用率达到96%左右；弃风电量419亿千瓦时，弃风率12%，同比下降5.2个百分点；弃光电量73亿千瓦时，弃光率6%，同比下降4.3个百分点。”换言之，弃风、弃光率近两年已分别累计下降超过12个百分点和7个百分点。

上述负责人指出，弃风弃光主要集中在新疆、甘肃和内蒙古等地区，多发生于冬季供暖期以及夜间负荷低谷时段。2018年，上述三省区弃风弃光电量超过300亿千瓦时，占全国

总弃风弃光电量比例超过 90%。

“弃风弃光的原因主要是新能源装机占比高，热电机组和自备电厂装机规模大，系统调峰压力较大，同时部分特高压通道的输电能力不足，存在新能源外送受限问题。弃水主要集中在西南的四川、云南地区，多发生于汛期。弃水的原因主要是水电建设规模较大，需要大规模跨省区外送消纳，涉及地域范围广、市场主体多、协调难度大，目前存在一定的网源建设不协调问题，同时市场化交易机制不健全，市场配置资源的决定性作用还没有充分发挥。”该负责人称。

### 能源利用率成为主要评价指标

近年来，我国清洁能源产业不断发展壮大，产业规模和技术装备水平连续跃上新台阶，为缓解能源资源约束和生态环境压力作出突出贡献。但同时，清洁能源发展不平衡不充分的矛盾也日益凸显，特别是清洁能源消纳问题突出，已严重制约电力行业健康可持续发展。

为进一步巩固已有成果，上述负责人表示，国家发改委、国家能源局日前编制了《行动计划》。《行动计划》制定了“2018 年清洁能源消纳取得显著成效，2020 年基本解决清洁能源消纳问题”的总体工作目标。其中，2018 年，风电利用率高于 88%（力争达到 90% 以上），光伏发电利用率高于 95%，全国水能利用率 95% 以上，大部分核电实现安全保障性消纳；2019 年，风电利用率高于 90%（力争达到 92% 左右），光伏发电利用率高于 95%，全国水能利用率 95% 以上，核电基本实现安全保障性消纳；2020 年，风电利用率达到国际先进水平（力争达到 95% 左右），弃光率低于 5%，全国水能利用率 95% 以上，核电实现安全保障性消纳。

上述负责人指出，《行动计划》更加突出了清洁能源的“利用率”，将风电利用率、光伏利用率和水能利用率作为清洁能源开发利用水平的主要评价指标。

“长期以来，我国清洁能源发展一直以‘弃电’的高低作为评价标准，但‘弃电量’‘弃电率’的说法只关注清洁能源电力的未利用部分，忽视了整个能源和电力系统为消纳清洁能源付出的努力和成本，易引起社会各界的误解。从整个能源系统经济性和全社会用电成本的角度，结合电力系统自身的特性，清洁能源消纳存在一个经济合理的利用率范围，片面追求 100% 消纳，将极大提高系统的备用成本，限制电力系统可承载的新能源规模，反而制约了新能源发展，因此并不是 100% 完全消纳最好。”该负责人解释称，实际上，近年来随着我国能源清洁产业不断发展壮大，在风电、光伏等装机和发电量比重快速提升的同时，清洁能源利用水平正逐步接近并部分超过国际公认的平均合理水平。因此，《行动计划》制定了更加突出清洁能源的“利用率”的评价指标。

### 利用率超 95% 后不再计入全国限电量

另外，值得注意的是，《行动计划》进一步明确了弃电量、弃电率的概念和界定标准——“原则上，对风电、光伏发电利用率超过 95% 的区域，其限发电量不再计入全国限电量统计。对水能利用率超过 95% 的区域和主要流域（河流、河段），其限发电量不再计入全

国限电量统计。”

对此，上述负责人表示，一方面，目前部分媒体比较关注清洁能源限电率和限电量的“双降”，但限电绝对量与清洁能源的装机规模和利用水平均相关，随着我国清洁能源发展规模持续扩大，绝对限电量的横向对比意义减弱，限电量增大也不一定意味着利用水平降低，因此不宜使用限发电量的绝对数值作为评价指标，必须要从利用率的角度来考虑。另一方面，《行动计划》参考国际先进水平（风电利用率 90%，光伏发电利用率 95%），提出 2020 年全国平均风电利用率、光伏利用率、水能利用率指标分别为 95% 左右、高于 95% 和高于 95%，达到了国际先进水平。

“同时，由于我国清洁能源发展规模逐步扩大，特别是集中连片清洁能源开发地区，即使清洁能源利用水平控制在合理范围内，限发电量的绝对量也较大，容易引发炒作和误解。”上述负责人称，因此《行动计划》制定了利用率 95% 后弃电量不再计入全国限电量的标准。（贾科华）

## 《世界能源发展 2018》在北京发布

中国电力报 2019.1.28

本报讯（记者王怡灵）报道 1 月 23 日，国际能源署年度旗舰出版物《世界能源展望 2018》在北京发布。该报告特别关注电力在全球能源转型中日益凸显的引领作用，并指出电力在全球能源消费中的比重接近 20%，且还将进一步增长，正日益成为首先“燃料”，预计到 2014 年电力需求会比当前增加 90%，而灵活性，将是电力系统的新主张。同时，全面分析了电气化水平的进一步提升带来的机遇和挑战，拟定了不同电力发展场景下能源系统转型的路线图，提出了许多新颖、重要的洞察，将有利于从更高层次和更大范围研判能源发展全局、把握能源发展趋势。

积极利用“一带一路”能源合作伙伴关系，中国将继续加强与国际能源署的合作，共同推动中国能源转型与全球能源可持续发展，重点关注能源政策研究合作，加强能力建设与人才培养合作，共同推动全球能源治理等领域。

2017 年，为了落实《中国国家能源局——国际能源署三年合作方案》，受国家能源局委托，电规总院与国际能源署共同成立了国际能源署中国联络办公室。此次是电规总院第二次与国际能源署共同举办《世界能源展望》的发布会。

## 燃料电池催化剂可以不“贵”

中国科学报 2019.1.21

电动汽车已穿梭在大街小巷，燃料电池车还会远吗？实现这样的场景，燃料电池是关键。

然而，除生产成本过高外，燃料电池的能量转换效率因阴极氧还原反应缓慢而受到制



约。因此，研究并开发替代贵金属催化剂、提高电催化剂活性成为燃料电池发展的重要研究课题之一。

中国科学技术大学国家同步辐射实验室副研究员刘庆华团队在相关研究中取得进展，不仅开发出一种替代贵金属催化剂，且其活性高出贵金属催化剂 2~10 倍。相关成果近日在线发表于《自然—能源》。

### 寻找替代贵金属

燃料电池不只在汽车工业的应用前景广阔，还可用在能源发电、家用电源、航空航天等领域。

作为一种可直接将燃料的化学能转化为电能电化学装置，燃料电池具有能量转换效率高、零排放或低排放等优点。“有望成为人类社会清洁高效能源利用的主要形式。”刘庆华告诉《中国科学报》。

然而，目前燃料电池的能量转换效率主要受限于电池阴极缓慢的氧反应的动力学过程。

在燃料电池中，铂（Pt）是最优的阴极氧还原反应催化剂，但其储量少、价格昂贵，是导致燃料电池生产成本较高的主要原因；而且铂作为催化剂的化学稳定性较弱，催化耐久性不足。刘庆华表示，因此“急需开发高活性、高稳定性、低成本的氧关联催化材料”。

相比于铂，铁（Fe）、钴（Co）、镍（Ni）等 3d 过渡金属材料在地球的储量丰富，价格便宜，并且具有高催化活性的潜力，研究人员一直梦想着激活这类 3d 过渡金属材料的活性，替代昂贵的贵金属催化剂。

但面临的挑战是，如何有效地将这些过渡金属原子连接，改变它们的电子结构并激活活性。

刘庆华等科研人员注意到，金属有机框架化合物这类材料可以通过有机连接剂将金属原子整齐地排列起来。“一是宏观上金属原子以单个原子的形式存在，极大地增加了金属原子的利用率；二是中间的有机连接剂为通过外力手段调控提供了可能。”刘庆华说。

### 借助同步辐射光源

电催化反应过程中，能有效参与反应的位于催化材料—电解质溶液的固—液反应界面上的活性位点不足，加之催化电极表面所吸附反应前驱物和反应中间产物的浓度极低，给实时探测带来很大的困难。

不过，高亮度的先进同步辐射光源为研究这一问题提供了契机。

同步辐射是一种强度大、亮度高、频谱连续、方向性及偏振性好、有脉冲时间结构和洁净真空环境的优异新型光源，国家同步辐射实验室有我国第一台以真空紫外和软 X 射线为主的专用同步辐射光源（以下简称合肥光源）。

刘庆华团队基于合肥光源，建立并发展了适用于固—液相电催化反应过程原位探测的傅里叶变换红外光谱实验技术，实现对上述问题的原位实时在线监测。

同时，研究人员利用光诱导晶格应变策略，将晶格应力引入到过渡金属基—金属有机框

架 (NiFe - MOF) 化合物的晶格中, 成功激活 NiFe - MOF 化合物金属节点的催化活性, 实现其高质量活性、高稳定性的电驱动氧关联催化。

在中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室特任教授孙永福看来, 同步辐射傅里叶变换红外光谱实验技术的完善, 对其他利用同步辐射光源的原位技术起到了指导作用。“为进一步研究燃料电池的内在机制, 发展燃料电池体系提供了技术支持。”他告诉《中国科学报》。

### 活性高出 2 ~ 10 倍

在此基础上, 刘庆华团队首次观察到在氧催化过程中, 伴随着过渡金属基镍活性中心价态的升高, 氧反应关键中间产物<sup>\*</sup>OOH 出现并与 Ni<sup>4+</sup> 高价活性中心直接成键, 从原子水平上揭示了 NiFe - MOF 化合物催化材料高效的电催化反应机制。

刘庆华介绍, 在氧催化反应中, NiFe - MOF 化合物表现出优异的电催化氧还原和氧析出活性, 是以碳为基的铂催化剂 (Pt/C) 的 2 ~ 10 倍。

例如, 将 NiFe - MOF 材料用在氧还原反应中, NiFe - MOF 的催化质量活性每克金属高达 500 安, Pt/C 的催化质量活性在相同条件下为每克金属 260 安。

接下来, 再将 NiFe - MOF 材料用在氧还原的逆反应—氧化反应中, NiFe - MOF 的催化质量活性更是每克金属高达 2000 安, 而二氧化钌在相同条件下的催化质量活性每克金属仅为 17 安。

刘庆华表示, 这意味着, “在相同的催化活性下, 相比于贵金属催化剂, NiFe - MOF 材料用量更少, 极大地节约材料并进一步降低成本”。

此外, NiFe - MOF 化合物催化材料在每平方厘米 100 ~ 200 毫安的高电流密度下连续进行 200 小时的电催化氧还原或析出氧反应, 仍能维持约 97% 的初始催化活性, 证实 NiFe - MOF 化合物具有极高的化学稳定性和催化耐久性。

孙永福认为, NiFe - MOF 化合物有望成为高效的工业燃料电池阴极氧还原催化剂, 为发展贵金属催化替代提供一种新的参考途径。

据悉, 燃料电池要满足工业上实际应用的需要, 需用 5000 小时以上的寿命和更大的工作电流密度。刘庆华表示, 下一步团队一方面将通过更长时间的工作运行测试, 检验该材料在工业工作条件下的稳定性和寿命; 另一方面, 也将进行实际的燃料电池组装, 研究该材料在实际器件中应用的可能性。(秦志伟)

## 新能源微电网示范项目实现节能近三成—— 综合能源服务结出“实用”果实

中国能源报 2019.1.28

智慧能源管控系统被称为综合能源服务的“大脑”。借助这个“大脑”, 国网节能公司投建的上海电力大学临港新校区综合能源服务项目实现了微网、热网、建筑能效、充电桩运

营等信息的集成及共享，满足了学校对新能源发电、用电、供水等综合能源的动态实时监控与管理。

刚过去的 2018 年被视为我国综合能源服务元年。尽管当前我国综合能源服务尚处于起步阶段，但已进入快速发展期，一些实力相对雄厚的企业开始积极布局相关业务。

日前，记者实地探访了上海电力大学临港新校区的综合能源服务项目，该项目由国网节能服务有限公司（下称“国网节能公司”）投资，国网（北京）节能设计研究院（下称“节能设计研究院”）设计建设，是全国首批、上海市唯一的“新能源微电网示范项目”，也是教育部能效领跑者示范项目，同时还是国网节能公司落实国家电网公司开展综合能源服务业务战略的典范项目。在这所刚建成不久的校园里，光伏发电面积达 2 万平方米，车棚可利用光伏发电直接为电动车充电，智慧能源管控系统优化运行，路灯也集成了照明、通讯、监控、充电桩、紧急呼叫等多种功能……

### **更多关注用户需求**

事实上，综合能源服务近年来已经成为能源企业转型的重要方向。

2017 年 10 月，国家电网公司即发布《关于在各省公司开展综合能源服务业务的意见》（下称《意见》），要求各省公司将综合能源服务作为主营业务，提出国网节能公司要在综合能源服务业务中发挥龙头作用，主要服务重大项目的开发建设，打造综合能源服务“样板间”；2018 年 12 月 18 日，国家电网公司在党组会上再次将“加大综合能源服务领域开放合作力度”作为深化改革的十大举措之一。

而对于“综合能源服务”的定义，业内尚未明确。节能设计研究院总经理徐杰彦认为，综合能源服务具有极强的实践性，对于能源的来源和供应一定要坚持因地制宜、实用性的原则；对于用能方案的设计一定要坚持贴近用户需求。

据介绍，以往建成的综合能源服务项目更多关注发电侧，但上海电力大学临港新校区的综合能源服务项目则是整体策划，以用户侧为主，更多关注实用性，“技术适度超前、工程经济可行”，匹配用户需求。在为学校供应安全稳定的分布式热水和电的同时，也满足了师生的教学、科研、培训需求，同时为上海电力学院更名为上海电力大学和申报博士点加分不少，项目本身的生命力很强。

“以前学生实习需到校外，但现在学校里就安装了最完善的新能源智能微电网系统，成为师生最好的教学科研对象。”该校数理学院教师刘晓霖表示。

### **三大模块“综合”服务**

据上海电力大学临港校区建设办公室主任王飞介绍，该校综合能源服务系统由三大模块构成，串起全校区的 2017 个电、水等“用能末梢”。

其中，风光储一体化新能源发电系统包含分布于 21 个建筑屋面的 2 兆瓦光伏发电及一台 300 千瓦的风力发电等新能源分布式发电系统。同时，该系统还配置磷酸铁锂电池、铅炭电池和超级电容储能设备，三种储能设备与学校的不间断电源相连，一并接入微网系统。

位于公寓楼顶的 10 套热水系统也极具特色。该“太阳能 + 空气源热泵”的智能热网系统每天可提供 800 吨热水，满足全校万名师生需求。

智慧能源管控系统被称为综合能源服务的“大脑”，借助这个“大脑”，实现了微网、热网、建筑能效、充电桩运营等信息集成及共享，满足了学校对新能源发电、用电、供水等综合能源的动态实时监控与管理。

据介绍，在国网上海市电力公司的大力支持下，该综合能源服务系统于 2018 年 9 月开始试运行，同年 12 月 18 日正式通过验收。自运行以来，新能源发电系统累计发电达 90 万千瓦时，热水系统已为全校师生累计供应热水 3.6 万余吨，整体运行稳定。

“这套新能源智能微电网系统承担了临港校区约 17% 的电力供应，同时将智慧能源系统融入到师生的学习生活中，增强了节能意识，学校能耗比同规模校园降低了近 30%。项目规划设计与电力大学的特点十分相符。”上海电力大学校长李和兴介绍，该综合能源服务项目提供规划设计、投资建设和专业化运营等一揽子服务，创造了高校能源专业化运维的新模式。

### 推广应用前景广阔

国家发改委资源节约和环境保护司副司长王善成此前明确表示，随着能源市场和消费革命不断推进，以及能源互联网、新能源的蓬勃发展，能源消费服务、分布式能源服务等都将成为能源综合服务的重要内容，发展前景非常广阔。

尽管目前国内综合能源服务项目不少，但真正能够称得上“精品工程”的案例却不多。

对此，业内人士认为，综合能源服务涉及的技术复杂、内容众多，但目前来看技术并不是“拦路虎”，问题的关键在于企业能力。因为综合能源服务既要符合用户需求，又要具有经济性。受限于企业能力，目前我国智能微电网综合能源服务的技术广度和深度不足，甚至项目建成后的运营服务能力也不够。

上海电力大学临港新校区的综合能源服务项目或成为一次突破。“该项目建设了一套具备技术前瞻性、展示性，并集教学与科研功能于一体的示范性绿色能源系统，是主动对接国家能源互联网战略所实施的一项重要举措。”中科院院士、清华大学教授卢强表示。

记者了解到，此项目与上海电力大学临港校区同步建设，避免了后期改造带来的诸多问题。同时，该系统也将由国网节能公司提供后续运营服务，20 年后移交学校。项目的商业模式可推广到高校、园区类的用户中，集成分布式、需求响应等技术，收益稳定，应用前景广阔。上海市政府则表示，将在上海市高校范围内进行推广，充分发挥其引领作用。（别凡）

## 二、热能、储能、动力工程

### 新型锂电池提高电动车续航力

参考消息 2019.1.1

【《日本经济新闻》网站 12 月 27 日报道】1 次充电可行驶 500 公里的锂离子电池技术开

发在日本正日趋活跃。日本积水化学工业的技术已经具备取得突破的头绪，日本旭化成工业公司也已接近实现目标。日本经济产业省将扶持充分发挥电池性能的技术开发。在世界范围内，转向纯电动汽车（EV）的趋势正在加速，如果作为课题的续航里程大幅延长，以锂离子电池为主角的时代或将持续。

如果在完全充电状态下可行驶 500 公里，EV 将具有匹敌汽油车的性能。日本经济产业省等认为这是 EV 普及的条件之一，并提出 2030 年达成的目标。

锂离子电池通过锂离子在正负电极间移动来产生电力和进行充电。要增加电池的容量，有必要增加电极中存储的离子，或减少内部电阻，使电子通过更加容易。

积水化学开发的是用于正极的技术，并在加入的炭材料的结构上下功夫，使电子流动更容易。扩大正极之中电子通过的通道，电子流动更加顺畅，达到以往的 10 倍左右。在实验中，电池的容量提高了三成左右。续航里程可从现在的 400 公里提高至超过 500 公里的水平。到 2021 年计划作为零部件加以销售。

旭化成则是通过向负极混入氧化硅，容量将提高两成左右。向采用碳类材料的负极中加入硅系物质，使得存储锂离子更加容易，并能增加容量。但是，这存在捕捉一部分离子的情况下无法释放的问题。通过在负极中预先注入离子，让被捕捉的部分不产生活动，锂离子的取得和释放变得顺利。旭化成力争在数年后实现实用化。

## 充电“超级 APP”，来了

——全国最大新能源汽车充电服务网络平台开始组建，覆盖全国超 80% 充电桩

中国电力报 2019.1.1

2018 年 12 月 21 日，随着雄安联行网络科技股份有限公司的成立，全国最大的新能源汽车充电服务网络平台组建工作宣告正式启动。雄安联行公司由国家电网有限公司、中国南方电网有限公司以及国内最大的两家民营充电设施运营商——青岛特来电、万帮新能源共同创建，其致力于打造的充电服务网络平台将覆盖全国超 80% 充电设施资源。

### 全国一张网，“一键找桩”不是梦

我国新能源汽车产业发展迅速，2018 年度销量突破 100 万辆，保有量超过 200 万辆，居世界第一位。随着新能源汽车的推广普及，实现充电设施互联互通，已成为提升用户体验、促进产业发展的迫切需要。

“现有的充电桩 APP 中，由于各家充电桩运营公司都在采取自建 APP 独立运作的方式，造成了充电桩资源不互联、预充值不共享、价格服务不透明等问题，给用户的充电体验设置了很大障碍。未来，随着充电运营龙头企业深度互联互通，用户通过一个‘超级 APP’便可实现充电服务全流程。”雄安联行公司董事冯义透露说，按现有推进情况看，“超级 APP”最快可在 2019 年中上线。

给自身发展植入互联网基因，是这家新成立企业的目标定位。如同充电桩领域的“高

德地图”“大众点评”，雄安联行公司的成立将以深度互联互通为切入，先行共享四大股东方既有的充电设施资源，令用户在使用 APP 时可一图查看所有充电桩运营情况、服务价格、用户评价等，短时高效获取信息，并完成充电、支付、结算等一系列行为。另外，结合互联网企业运作经验，雄安联行公司还将从充电桩共享开始，探索车位共享、出行共享、能源共享等，实现交通出行与能源的跨平台合作。

据冯义介绍，方便用户“一键找桩”仅是起步，“超级 APP”未来还可增加“一键报装”“一键赔付”等服务，简化充电桩报装、事故理赔流程，方便用户跟踪服务进度和节点。与此同时，“我们将致力于解决充电基础设施方面存在的诸多问题，如找桩难、充电桩运营难、充电故障多等，通过市场化手段打破充电桩运营领域的商业壁垒和技术瓶颈，让电动车主出行更加便利，真正实现充电比加油更方便。”

### 混改迈大步，国企民企战略协同优化资源配置

事实上，在雄安联行公司宣布成立前一晚，特锐德发布公告称，公司子公司特来电拟与国家电网、南方电网等发起设立合资公司。消息一经披露便引起业界广泛关注。

记者获悉，雄安联行公司由国网电动汽车公司、南网产投集团、特来电及万帮 4 家企业以混合所有制方式设立，注册资本为人民币 5 亿元。四家股东方持股比例分别为 49%、20%、9%、9%，英大信托代持 13%。

该公司的筹建历程并非一日之功，而是各主体间经过两年时间的谈判与洽谈，摒弃市场上的诸多障碍，理清各自利益诉求，才实现最终的合作。正如特来电新能源董事长于德翔所说，雄安联行公司的成立是我国大型国企和民营企业混合所有制改革的开路先锋。“四方实现了强强联合、优势互补、战略协同，将通过合资公司资源优化配置，在充电网的体系搭建、技术创新、产品研发、互联互通、标准制定、生态合作等方面打造世界新高地，共同构建新能源汽车服务产业生态，推动充电基础设施及新能源汽车数据的跨界融合，加速新能源汽车推广应用。”于德翔表示。

上述展望，如今正随着雄安联行公司的成立逐步走向现实。据了解，雄安联行公司目前正在同充电桩数量排名前 30~50 的企业洽谈合作事宜，以期利用市场化手段实现更多充电桩的接入。同时，雄安联行公司还在同汽车厂商进行对接，希望在下一代充电设施标准的引领和认证上先行一步。

## 新型储能材料成供暖“黑科技”

中国电力报 2019.1.17

腊月的江南，阴冷入骨，取暖基本“靠抖”。记者走进位于常州武进高新技术产业开发区的一栋办公楼内，汩汩暖流拂面，瞬间感到一身俱暖。

记者看到，在办公大厅的一角，一套小型的空调模样的设备正源源不断地向外输送暖气，驱散了冬季南方的阴冷。这套设备中藏着的正是一种新型储热材料，需要时还可快速切

换成制冷模式，或提供高温蒸气。

当前我国正在大力推进冬季清洁供暖，但受制于高电价，电供暖在不少补贴压力大的地区推进缓慢。这是一道题，面临有限的能源现状，如何能在“合理”与“现实”中间，求证一条最佳的“辅助线”？让我们跳出固化思维：不管是早期的福利制，还是商品化之后按面积计费，北方“大锅饭”式的集中供暖模式都已显现出它的种种弊端：能耗大、效率低、浪费严重。

随着储热技术的发展，让难题有了被破解的可能。“如何利用夜间便宜的谷电储热并在白天实现供暖成为关键。”江苏瑞旭新能源科技有限公司董事长崔旭告诉记者，技术进步正在快速提升储热行业的竞争力。

“以前储热无法大规模推广，主要受制于几个原因，比如工艺复杂、材料储热温度不高。”江苏瑞旭新能源科技有限公司总经理万荣南在接受记者采访时透露，以瑞旭自主研发的高温储热材料 RX-H800 为例，其使用温度高达 800 摄氏度，单位质量储热量是当前市场产品的 10 倍以上，同时具有成本低、腐蚀性小、导热性能好的特点。

有了这个供暖“黑科技”，就可以通过移动储能柜的方式解决民众的冬季采暖夏季制冷问题。记者了解到，标准 40 英尺的集装箱式储能柜存储的蓄热材料可满足 15 万平米的采暖面积、可满足 24 万平米的制冷面积。概括地说，一个集装箱式储能柜就可以解决一个中型小区的 24 小时不间断采暖制冷问题。

全程参与该新型材料研发的肖丰博士给记者算了一笔账：以溴化锂制冷机组为例，当前主流的技术是通过电或燃气作为热源结合溴化锂机组进行制冷。当接入瑞旭储热设备技术工艺调整后变为谷电储热结合换热设备再通过溴化锂机组制冷，那么运营成本大幅度缩减，同时采用谷电错峰加热可以为企业节省相当可观的电力增容费用。另外以 10t/h 的电锅炉为例，结合瑞旭的技术，运营成本可由每年的 5000 万缩减到 1800 万，仅需要一年半的时间就可以收回投资。

新型材料，一箭双雕。据介绍，除了解决冬季清洁供暖的问题，该新型储热材料还可以缓解当前严峻的弃风弃光问题。

记者了解到，按照储能技术路线的不同，既包含抽水蓄能、压缩空气储能，也可采用锂电池、铅酸电池等电化学方法。当前，储能仍旧以抽水蓄能为主，虽然效率低，但具有装机容量大的优势。电池类可以直接存储电能，但致命缺陷是当前成本过高限制了其快速发展。储能的另一大类别就是热储能，既包含储热也包括储冷。同电化学存储相比较，热存储价格低廉，有量级的优势，同时可适用于大规模储能项目。

万荣南表示，利用高温储热设备将原本上不了电网的弃风弃光电正常上网，储热设备作为终端用户下载电能，电能转换为热能高温存储，再利用各地区国家已砍掉或计划砍掉的小机组改造为以储热为技术核心的无煤燃烧新型发电站，就能有效缓解新能源消纳难的问题。此外，与现有的多元硝酸熔盐类采暖技术相比，成本还能缩减 50% 以上。（朱怡）

## 我国成功掌握低放有机废液热解焚烧技术

中国电力报 2019.1.18

本报讯 1月13日，中核四川环保工程有限责任公司传来捷报，我国首个低放有机废液热解生产线在多轮冷热试车后，圆满完成312小时投料热试车运行，验证了工艺系统的可靠性和安全性，这意味着中核集团成功掌握了低放有机废液热解焚烧技术。

该工程是我国首个采用以热解焚烧技术处理放射性TBP/煤油有机溶液的三废治理工程。该工程投运后，建立了我国低放有机废液处理能力，也为今后国内类似中外合作项目提供了良好示范作用，具有明显的社会效益和经济效益。

## 中国科大揭示能源催化过程的奥秘

中国科学报 2019.1.4

本报讯（通讯员范琼 记者杨保国）中国科学技术大学国家同步辐射实验室教授姚涛、韦世强课题组和化学与材料科学学院教授杨金龙课题组合作，发展了原位同步辐射XAFS技术，结合理论计算，首次精确鉴别出钴基催化在电催化析氢反应过程中，活性位点的真实结构和动态演化过程，为揭示催化过程秘密、提高能源转化效率提供了有力方案。研究成果1月1日在线发表于《自然—催化》。

从水中分解出清洁无污染且可再生的能源氢，是解决能源问题的一个广为期待的方案，其中催化材料的参与必不可少，它是提升能量转化效率的关键。探明催化过程的奥秘，了解催化材料在实际工作状态下的真实结构，是当今科学界和工业界关注的前沿热点。

催化反应过程往往发生在材料的表界面，但在工业实际应用的电催化能量转化反应环境中，由于催化材料与电解质溶液接触的固—液表界面处的活性中心和吸附反应物的浓度极低，以及活性位结构随外加电场的动态变化，给探测真实反应活性位点的结构和中间过渡态造成了很大困难。

高亮度的先进同步辐射光源为解决这一难题提供了手段。“高度灵敏的同步辐射X射线吸收精细结构谱学技术，能够在原位实时在线探测处于工作状态的催化剂的‘一举一动’。”姚涛说。

研究团队依托合肥、北京和上海同步辐射光源建立测试装置，实时监测高度均一的钴基单原子催化材料，在碱性电催化析氢反应环境下原子和电子结构的演变过程，清晰地追踪了钴原子位点在电催化析氢反应过程中的本征活性结构及其发生的结构重组。

该研究利用原位同步辐射谱学技术发现了活性位在电催化反应过程中的高度敏感性，揭开了催化材料在实际工作状态中的真实面纱。这种原位同步辐射谱学技术同样适用于研究其他光电能量转化反应中催化材料表界面的动态过程，并为从原子尺度探究催化活性中心结构和反应机理提供了实验基础和理论指导，为设计高效的能量转化材料提供了新的思路。



# 新材料

科技日报 2019.1.7

## 美国：半导/超导材料有突破，功能性材料应用前景广

2018年，在半导/超导材料研发方面，美国科学家不仅开发出提升富勒烯材料导电性能的新方法，提高了有机材料应用于半导体制造的潜力，还发现两层石墨烯以特定角度缠扭可表现出非常规超导电性，并开发出通过压缩来操纵石墨烯电导率的新技术，大大拓宽了石墨烯在半导体和超导材料领域的应用前景。

科学家还开发出利用分子束外延的方法生长氮化铌基超导体的技术，并成功将该超导体材料与具有宽带隙的半导体材料相整合，为整合超导体和半导体材料奠定了基础。

一些特殊功能新材料陆续出现。如一种被称为“无规则杂聚合物”的合成高分子材料，让蛋白质能够清除化学污染，有望在环保领域建功立业；一种可生物兼容的人造橡胶，不仅具有生物组织的力学性能，还可在变形时改变颜色，或可在生物医学领域大显身手。

此外，美科学家设计的一种掺有铬和钒元素的锂镁氧化物，能大幅提高锂离子电池容量；而能够在不同波长光线照射下改变结构，在刚柔两种状态间转换的新型聚合物，因自愈特性及拓扑结构转换能力而具有广阔的应用前景。（刘海英）

## 日本：材料合成新方法层出，黑色涂层新材料面世

纳米颗粒是当前纳米技术的基础材料组之一，一般需要在金属离子浓度稀薄的溶液内合成，并大量排放废液，给环境造成巨大负担。山形大学设计并合成了适用于合成纳米颗粒、由有机配体和金属离子构成的金属络合物，还尝试开发了环境负荷较低的纳米颗粒合成法。

由京都大学、筑波大学、东海大学和产业技术综合研究所组成的研究小组发现，向相变材料 GeSbTe 化合物（GST）照射高强度太赫兹脉冲后，该材料会以纳米尺寸从非晶状态生长出晶体。

理化学研究所新开发了“原子混合法”，能在极微小的纳米颗粒中，以不同的比例和组合混合多种金属元素。利用这种方法，首次成功合成了分别混合5种和6种金属的多元合金纳米颗粒。该方法有助形成新的物质群和开拓新领域，开发出目前尚未发现的新型功能材料。

东北大学与美国华盛顿大学以及日本电气硝子公司通过共同研究，开发出了能以均等强度强烈吸收所有可见光（波长400—700纳米）的黑色涂层材料。如此一来，被视为液晶显示屏缺点的暗色显示将变得更加美观。而且，该涂层材料还能提高包括有机 EL 显示屏在内的所有显示屏的可设计性。（陈超）

## 以色列：双层涂料能吸热制冷，太空材料可造人工骨骼

以色列初创公司发明了双层涂料，它能吸收太阳热能，同时将吸收的热能用来制冷。太阳光能越强，涂层制冷能力越高。该涂层材料几乎可以用于商场、公寓楼、交通工具、卫星等任何一个物体的表面，且对环境无害，使用寿命为10—15年。

科学家发现卤化物钙钛矿等材料内部存在着自我修复功能，该发现不仅可以促进卤化物钙钛矿的使用（如获取太阳能），而且可以帮助寻找用于制造电子设备的其他自愈材料。

医务人员将由高分子聚合物构成的太空新材料 MPI 制造成人工骨骼，用于矫形外科手术中代替人体关节，从而开创了关节替代新疗法。（毛 黎）

#### **俄罗斯：尖端领域用新材料成果迭出，石墨烯改性助力量子计算机研发**

2018 年，俄科学家在新材料领域取得了一系列新成果：

托木斯克工业大学科学家利用聚合物纤维和亚麻纤维研发出高强度复合材料，具有重量轻、强度高的特性，未来可广泛应用于航空、航天和汽车工业等领域；

远东联邦大学和俄科学院远东分院学者在极端条件下，合成出粉末混合物材料，主要成分是铪的碳化物和氮化物，熔点达到 4400 开尔文，超过世界上最难熔材料五碳化四钽铪 ( $Ta_4HfC_5$ ) 的熔点 4200 开尔文纪录，该材料将主要应用在国防军工、航空航天、电子信息、能源、防化、冶金和核工业等尖端领域；

俄远东联邦大学自然科学学院的科研团队研制出新型 Nd: YAG 光学纳米陶瓷材料，含有高达 4% 钕离子活性添加剂，具有优良的物理机械性能，可作为地面及空间光学通讯设备材料，用于制造高精度距离测量及污染监测的仪器，以及开发新型激光加工、信息记录与存储方式等。

在石墨烯改性处理方面，莫斯科罗蒙诺索夫国立大学化学家合成出了一种外形酷似水母的特殊类型石墨烯纳米粒子，这些粒子的结构使其可被用于催化过程及制造导电聚合物，可用来制造超级电容器和电池的电极；

圣彼得堡国立大学和托木斯克国立大学的俄科学家参与的国际研究团队对石墨烯进行了改性处理，赋予了其钴和金磁性和自旋轨道耦合的特性，有助于改善量子计算机。（亓科伟）

#### **德国：首测二维材料力学性能，优化利用稀土和永磁体**

萨尔州大学的物理学家哈特曼和莱布尼茨新材料研究所的研究人员合作，通过对石墨烯进行扫描隧道显微镜测量，首次能够表征原子级薄膜材料的二维力学性能，为其从传感器、处理器到燃料电池等广泛应用开辟了新的途径。

德国弗劳恩霍夫协会下属的 8 家研究所联合开发出了优化稀土使用的解决方案。一种是采用新的解决方案可使稀土材料用量减少五分之一；另一种是将电动机、风力涡轮机或汽车上回收的永磁体重新再利用，通过纯氢处理将永磁体分解成微小颗粒，然后重新浇注或烧结，再生磁铁可达到新磁铁容量的 96%。

此外，德国尤利希研究中心专家开发出了一种新的固态电池，其充放电过程的充电率比文献记载的固态电池高出 10 倍。新电池组件由磷酸盐化合物制成，材料经过化学和机械性能的最佳匹配，实现电池持续良好的可通性。一般固态电池再次充满需要约 10—12 个小时，新型电池不到一个小时就能充足电，有望用于电动汽车、航空航天、智能住宅和医疗器械等众多领域。（顾 钢）

## 韩国：升级表面活性剂材料，低温合成大面积石墨烯

韩国研究团队成功开发出利用基因工程改造过的大肠杆菌和葡萄糖制造芳香族聚酯塑料的技术；利用纳米粒子研制出新代表表面活性剂；使用钨硒二维纳米膜与一维氧化锌纳米线研发出新一代宽光谱二极管感光元件；成功开发出以新型纳米复合体（氟化锡 SnF<sub>2</sub>）和碳素为基础的钠离子电池用负极材料，成功将钠离子电池容量提高约两倍。

此外，韩国大学利用二氧化硅纳米材料制造出高灵敏度、透明且柔软的压力传感器，在无源工况下利用离子的移动传输外部刺激信号，对血压、心电、物体表面特性等具有精密感应能力；利用钛金属开发成功高品质的大面积石墨烯低温合成技术；模拟电鳗发电原理和结构开发出微型高电压能量发生器，利用数千个能量发生器集群产生 600 伏电压。（邵 举）

# 2018 年储能/新能源汽车十大新闻

中国电力报 2019.1.10

## 首个国家级氢能产业联盟成立

**新闻回放**►2月；由国家能源集团牵头，联合包括国家电网公司在内的氢能生产与利用全产业链中的 17 家央企组成的跨学科、跨行业、跨部门的国家级产业联盟——中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟在京宣告成立。

点评：这是国内成立的首个国家级氢能产业联盟，对推动我国氢燃料电池汽车产业化具有重要意义，标志我国从国家层面开始重视和力推氢燃料电池汽车发展。

## 新能源汽车外资股比限制取消

**新闻回放**►4月，国家发展改革委就制定新的外商投资负面清单及制造业投资负面清单及制造业开放问题答记者问时表示，2018 年将率先取消新能源汽车和专用率领域外资股比限制。

点评：外资股比限制对国内车企学习外资的先进技术和管理经验发挥了重要作用。如今率先在新能源汽车领域放开限制，既显示了我国在新能源汽车制造水平的信心，更足为了促进自主品牌发展。

## 江苏首个锂电池梯次利用储能电站交付使用

**新闻回放**►5月，江苏首个锂电池梯次利用储能电站在常州交付使用。已交付的一期电站储能规模为 1 兆瓦，项目全部建成后将达到 10 兆瓦。

点评：退役动力电池用于储能被认为是解决退役动力电池环境污染隐患、充分发挥电池使用价值的理想方法。此次交付对国内大规模梯次利用储能电站的安全管理、运营运维均有借鉴意义。

## 国内最大的电网侧储能电站并网

**新闻回放**►7月，国内最大的电网侧储能电站—江苏镇江北山储能电站成功并网投运。该储能电站总功率 101 兆瓦，总容量 202 兆瓦时，是 2018 年国内规模最大的电储能项目。

点评：该储能电站是我国首个电网侧储能电站，其规模之大、投运之先足以标记国内储能发展的历史，为后期我国电网侧储能尤其是大规模电网侧储能建设在标准、经验、技术等方面提供了重要蓝本。

#### **国家首条百米级移动无线充电实验路段投运**

**新闻回放**▶8月，国家电网公司重点科技项目“电动汽车路段移动式无线充电系统关键技术及设备研制”暨“电动汽车移动式无线充电实验路段”通过验收。该项目由中国电力科学研究院有限公司承担，实验路段长181米，充电功率20千瓦，转化率可达到80%。

点评：电动汽车续航里程短、充电时间长严重影响了消费者用户体验。为解决上述问题，研究无线充电技术具有重要意义，如果能让新能源汽车在路上跑的时候同时补电，续航里程、充电时间问题无疑可以迎刃而解。

#### **“水氢碳回收醇封闭循环金三角”技术路线提出**

**新闻回放**▶10月，苏州高迈新能源有限公司董事长王建明在中国液态阳光产学研联盟发起会议上做了关于“水氢碳回收醇封闭循环金三角”技术路线的主题演讲并发出成立中国液态阳光产学研联盟的倡议。

点评：“水氢碳回收醇封闭循环金三角”技术路线完全不存在现有新能源汽车技术路线充电和加氢方面的制约，为新能源汽车发展提供了新的思路和新的技术路线。

#### **国内首条固态锂电池产线建成投产**

**新闻回放**▶11月，苏州清陶新能源科技有限公司首条固态锂电池产线建成投产，预计在2020年能够满足车企在动力电池方面的需求。

点评：为保障新能源汽车安全性，使用固态电池是主要方向，此次清陶固态锂电池产线的投产，将固态电池从实验室样品变成产业化产品，将大幅提升新能源汽车安全、动力电池能量密度。

#### **高品质超级电容活性炭有望实现国产替代**

**新闻回放**▶12月，由北海和荣活性炭科技有限责任公司和北海星石碳材料科技有限责任公司共同研发的“300吨/年高品质有机体系超级电容活性炭连续化制备技术及应用”科技成果通过鉴定。

点评：9年科研，终得收获。该科技成果通过鉴定，标志着我国高品质超级电容，活性炭有受实现国产替代，将为我国超级电容器产业进一步发展壮大其定坚实基础。

#### **四大充电设施巨头成立合资公司**

**新闻回放**▶12月，国家电网、南方电网、特来电、星星充电四大国内充电设施巨头在河北雄安新区签署合作协议，共同出资成立合资公司——河北雄安联行网络科技股份有限公司。

点评：国内四大充电设施巨头以成立合资公司的形式开展合作，无疑将为充电设施互联互通扫除诸多机制障碍，并一定程度推动我国充电基础设施建设进程，对新能源汽车主来说是一大利好消息。

## 平高集团 100.8 兆瓦/100.8 兆瓦时电储能项目投运

新闻回放▶12月，由平高集团负责投资建设的河南电网储能示范项目于2018年底全部投运。该项目选择河南9个地市的16个现有变电站加装储能系统，项目建设总规模为100.8兆瓦/100.8兆瓦时。

点评：不同于江苏镇江北山储能电站，河南电网侧储能项目采用“分布式布置、模块化设计、标准化接入、集中式调控”技术方案，项目分散布置于河南9个地市，是国内电网侧分布式储能的“领头雁”。

## 北方建筑热泵供暖应用关键技术获突破

中国电力报 2019.1.12

本报讯（记者王雪辰）报道2018年12月26日，住房和城乡建设部科学技术计划项目“北方建筑热泵供暖关键技术研究及规模化应用”（以下简称“热泵供暖技术研究项目”）验收会在北京召开。会上，中国建筑科学研究院（以下简称“中国建研院”）环能院院长徐伟代表项目组对项目研究背景、技术路线、主要成果、推广应用进行了系统介绍。验收委员会一致同意项目通过验收，认为项目多项成果填补了国内外空白，在热泵供暖领域达到了国际领先水平。

热泵供暖技术研究项目团队由中国建研院联合清华大学、北京工业大学、北京市建筑设计研究院、珠海格力、同方人环、恒有源科技等单位共同组成，针对热泵供暖规模化应用存在的空气源热泵结霜问题、地源热泵的效率衰减问题、农宅供暖负荷降低三方面主要技术障碍，从关键技术、产品研发、标准制定、工程设计、效果检测评价等方面开展全面系统研究。针对上述问题，热泵供暖技术研究项目系统开展了“空气源热泵最佳除霜控制点及除霜策略”研究，在国际上首次建立空气源热泵最佳除霜点理论和计算模型；研发了内金属传热外PE防腐的高效复合埋管换热器，解决了埋管地源热泵系统换热器性能提升问题。此外，还在国内首次建立了城市级热泵供暖监测平台。

该项目成果支撑了9项国家和省市级热泵供暖政策制定指导13个清洁取暖试点城市实施方案的编制工作，将各类热泵方案引入城市清洁供暖实施方案中，推广应用热泵供暖面积达上亿平方米。

### 九种技术“较量”结果显示

## 锂离子电池有望成最廉价电力存储选择

科技日报 2019.1.14

科技日报北京1月13日电（记者张梦然）据美国《焦耳》杂志近日消息，英国帝国理工学院发布了一项最新模型预测，结果显示：未来几十年，锂离子电池在多数应用场景中都

有望成为电力存储方面最廉价的选择。

上世纪 90 年代，日本索尼公司的研发人员把锂离子嵌入碳（石油焦炭和石墨）中形成负极，开发成功了锂离子电池，而当时传统锂电池是用锂或锂合金作负极。锂离子电池作为一种二次电池（充电电池），主要依靠锂离子在正极和负极之间移动来工作，将锂离子嵌入碳中，既克服了锂的高活性，又解决了传统锂电池存在的安全问题。最新研究报告主要作者、帝国理工学院科学家奥利弗·斯密特认为，未来锂离子电池因成本低和性能优，将在绝大多数电力系统应用中占据优势。

斯密特及其研究团队建立了一个模型，用以分析 2015 年至 2050 年间，9 种电力存储技术，其中包括大型电池、抽水蓄能电站等，在 12 种应用场景中的成本变化趋势。

研究表明，当前最廉价的电力存储方式，是抽水蓄能电站，即利用电力负荷低谷时的多余电能将水抽至上水库，然后在需要时通过放水至下水库进行发电。但根据模型预测，随着时间推移，抽水蓄能电站的成本不会进一步下降，而锂离子电池的成本会持续降低。

研究称，预计从 2030 年起，锂离子电池将成为最廉价的电力存储选择，而且这一结论适用于大多数应用场景。到 2050 年，锂离子电池的成本优势则会更为明显。

### 总编辑圈点

锂离子电池自上世纪 90 年代诞生以来，日益成为普通人生活中不可或缺的存在。从每天不离身的手机，到飞在天空的消费级无人机，再到跑在公路上的电动汽车，锂离子电池都是驱动它们的能量英雄。毋庸置疑，锂离子电池在未来一段时间，还将继续凭借优秀性能在电力存储方面笑傲江湖。不过，新技术革命风起云涌，一旦新的储能技术出现突破，半路杀出个程咬金，也不是没可能。

## 是什么撬动了全球电池储能市场

中国能源报 2019.1.14

**编者按** 储能是智能电网、可再生能源高占比能源系统、能源互联网的重要组成部分和关键支撑技术。电池储能应用灵活，据不完全统计，2000 - 2017 年间全球电池储能项目累计装机投运规模为 2.6 吉瓦，容量为 4.1 吉瓦时，年增长率分别达 30% 和 52%。电池储能的高速增长受益于哪些因素，又面临着哪些挑战？来自德勤的最新报告《全球电池储能市场面临的挑战与机遇》给出了答案。我们撷取报告中的重要观点，以飨读者。

### 电池储能市场驱动因素

#### 1. 成本和性能改进

各种储能形式已存在数十年，为何电池储能当前独占鳌头？最显而易见的答案是，其成本的下降以及性能的改善，这在锂离子电池方面尤为突出。同时，锂离子电池的崛起也受益于不断扩大的电动汽车市场。

#### 2. 电网现代化

许多国家正在实施电网现代化计划，以提高应对恶劣天气事件的复原能力，减少与老化基础设施相关的系统中断，并提高系统的整体效率。这些计划通常涉及在已建立的电网内部署智能技术，以实现双向通信和先进的数字控制系统、整合分布式能源。

电池储能的发展与为实现电网现代化所做出的努力密不可分。数字化电网支持生产者参与智能系统配置、预测性维护和自我修复，这为实施阶梯式费率结构铺平了道路。这一切为电池储能开辟了空间，促使其通过增加容量、调峰运行或改善电能质量创造价值。虽然智能技术已存在了一段时间，但电池储能的出现有助于挖掘它的全部潜能。

### 3. 全球可再生能源运动

广泛的可再生能源和减排扶持政策也在推动全球使用电池储能解决方案。电池在抵消可再生能源间歇性和减少排放方面所发挥的关键作用有目共睹。各类电力用户追逐清洁能源，其程度和普遍度仍在增长。这种情况在企业 and 公共部门中尤为明显。这预示着可再生能源能够持续发展，并可能会继续就电池储能作出部署，以协助整合更多的分布式能源。

### 4. 参与电力批发市场

电池储能可以帮助平衡接入任何电源的电网，并提高电能质量。这表明电池储能在全球范围内参与电力批发市场的机会越来越大。几乎我们所分析的所有国家都正在改造其批发市场结构，争取为电池储能开辟一席之地，供其提供容量以及诸如频率调节和电压控制等辅助服务。虽然这些应用仍处于初级阶段，但均取得了不同程度的成功。

各国的主管部门正在越来越多地采取行动来奖励电池储能在平衡电网运营方面所做出的贡献。例如，智利国家能源委员会起草了一个新的辅助服务监管框架，认同了电池储能系统能够做出的贡献；意大利也开放了其辅助服务市场，作为可再生能源和储能项目试点，将其引入为全面监管改革所做工作的一部分。

### 5. 财政激励

在我们所研究的国家，由政府出资进行财政激励，该措施进一步反映出政策制定者越来越意识到电池储能解决方案为整个电力价值链带来的各种益处。在我们的研究中，这些激励措施不仅包括通过退税偿还或直接偿还电池系统成本所占百分比，还包括通过赠款或者补贴融资来提供资金支持。如意大利，2017年为住宅储存装置提供了50%的税收减免；韩国，2017年上半年得到政府支持而投资的储能系统增长了89兆瓦时的产能，比上一年同期增长了61.8%。

### 6. FIT 或净电量结算政策退坡

由于消费者和企业试图从太阳能光伏投资中寻求获取更高回报的方式，太阳能发电上网电价补贴政策（FIT）或净电量结算政策的退坡成为进一步配置电表后端储能系统的驱动因素。这种情况发生在澳大利亚、德国、英国以及美国夏威夷。尽管这还不是一种全球性的趋势，但随着FIT政策的逐步取消、太阳能运营商会将电池作为一种调峰手段，为公共事业公司提供电网稳定等辅助服务。

## 7. 自给自足的愿望

住宅和化石能源消费者对能源自给自足的渴望日益高涨，这成为一股惊人的推动电表后端储能部署的力量。这种愿景在某种程度上助长了我们所考察的几乎所有国家的电表后端市场，这表明购买储能系统的动机并非纯粹只是金融方面。

## 8. 国家政策

对于电池储能供应商来说，国家所出台的促进各种战略目标的政策为他们提供了更多机会。许多国家认为，可再生能源 + 储能是一种全新的方式，可以帮助他们减少对能源进口的依赖、提高电力系统的可靠性和复原力、朝着环保目标和去碳化目标迈进。

储能的发展也受益于与发展中国家城市化和生活质量目标相关的广泛政策授权。例如，印度的智能城市倡议利用竞争挑战模式，以支撑在全国 100 个城市部署智能技术。其目标是确保充足的电力供应、实现环境可持续性。电动汽车、可再生能源和电池储能对于实现这些目标来说至关重要。

### 未来面临的挑战

尽管市场驱动力正日趋同化，并推动储能继续向前发展，但挑战依然存在。

#### 1. 经济性欠佳

与任何技术一样，电池储能并不总是经济的，而且对于特定应用来说，其成本往往过高。问题在于，若对于高成本的看法不准确，则可能会在考虑储能解决方案时将电池储能排除在外。

实际上，电池储能的成本正在飞速下降。以最近的 Xcel Energy 招标为例，它戏剧性地说明了电池价格的下降程度及其对整个系统成本所产生的影响，此次招标的最终结果是太阳能光伏 + 电池的平均价格为 36 美元/兆瓦时，而风能 + 电池的平均价格则为 21 美元/兆瓦时。这一价格在美国创下了新纪录。

据预计，无论是电池技术本身的成本，还是平衡系统组件的成本，其价格都将持续下跌。虽然这些基础技术并不像人们关注的技术那样引人注目，但它们却确实与电池本身一样重要，并引领着下一波成本大幅度降低的浪潮。例如，逆变器是储能项目的“大脑”，它们对项目绩效和回报的影响作用是显著的。然而，储能逆变器市场仍然是“新生和零散”的，随着市场不断成熟，储能逆变器的价格有望在未来几年内下降。

#### 2. 缺乏标准化

早期市场的参与者常常不得不对各种各样的技术要求、享受各种不同的政策。电池供应商也不例外。这无疑增加了整个价值链的复杂性和成本，使得缺乏标准化成为产业发展的重要障碍。

#### 3. 产业政策和市场设计的滞后性

正如可以预见新兴技术的出现一样，同样可以预测到产业政策正在落后于当今存在的储能技术。从全球范围来看，现行产业政策是在开发新的储能形式之前制定的，这些旧政策不



承认储能系统的灵活性，也无法创造公平的竞争环境。

然而，许多政策都正在更新辅助服务市场规则，以支持储能部署。电池储能系统增强电网灵活性和可靠性的能力得到了充分的证明，这也是主管机构倾向于首先关注电力批发市场的原因。同时需要更新的还有零售规则，并以此引起住宅和化石能源消费者对储能系统的兴趣。

迄今为止，在这一领域的讨论主要是关于针对智能电表实施的阶梯式或结构化分时费率。不实施阶梯式费率，电池储能就失去了它最吸引人的特性之一：即在价格便宜的时候储存电能，然后在价格昂贵时售出。虽然分时费率还未成为全球潮流，但随着智能电表在许多国家成功推行，这种情况可能将会迅速改变。

## 欧盟大力推进镁电池研发

### 有助于减少对锂原材料的依赖

科技日报 2019.1.22

科技日报柏林1月20日电（记者顾钢）德国乌尔姆亥姆霍兹研究所和卡尔斯鲁厄理工学院正在共同开发基于镁的储能技术。镁电池是欧盟“展望2020”科研计划下的项目（E-MAGIC），欧盟为此已投资超过650万欧元，汇集了欧洲10个科研机构的专业技术，未来该项目如取得成功，将有望替代现有的锂离子电池。

镁电池与传统锂离子电池相比具有更多优点。据乌尔姆亥姆霍兹研究所副主任、该项目负责人马克西米利·费希特内教授介绍，镁是后锂战略重要候选材料之一，镁作为阳极材料，允许有较高的能量密度，镁电池比锂离子电池储能效率更高、更便宜、更安全，“镁电池的广泛可用性，对推动电动汽车和分布式储能技术发展具有决定性作用”。

乌尔姆亥姆霍兹研究所与卡尔斯鲁厄理工学院以及德国航空航天中心等合作E-MAGIC项目，开展镁电池电化学概念的研究和设计。乌尔姆亥姆霍兹研究所科学家希望帮助合作伙伴了解材料层面的障碍和挑战，并找到解决当前障碍的新方法。

负责协调固态化学研究的赵志荣博士介绍说，镁电池面临的特殊挑战是使用寿命，这是目前需要重点攻关的内容。但镁电池确实有许多吸引人的特性，例如，镁阳极不会形成树枝状晶体，电极上的这种电化学沉积物可在锂离子电池中形成针状结构，引起干扰甚至短路，而镁没有类似的问题，这就是为什么我们可以使用金属形式的镁，直接使用金属镁可以增加电池的存储容量，提高电池的性能。

除了安全性和能量密度更高之外，地球上的镁元素比锂丰富约3000倍，且回收更简单。因此，镁电池比锂离子电池便宜，也有助于减少电池制造中对锂原材料的依赖。

随着欧盟在开发镁电池方面取得进步，还将有助于减少对亚洲电池制造商的依赖，并在欧洲建立具有竞争力的电池制造业。

# 电动 + 智能 新能源汽车迈入 2.0 时代

科技日报 2019.1.15

“截至 2018 年底，全球新能源汽车累计销售突破 550 万辆，中国占比超过了 53%，中国为全球的节能减碳、应对气候变化作出了新的贡献。”

1 月 12 日—13 日，“中国电动汽车百人会论坛 2019”如约而至，全国政协副主席、中国科学技术协会主席万钢的演讲以数据开场，阐明了中国新能源汽车取得的成绩。

比亚迪股份有限公司董事长王传福抛出的数据则喜忧参半，去年，我国汽车整体销量在增长 28 年后首次下滑，但是电动车却保持 60% 左右高速增长，新旧动能实现转换，中国汽车工业正阔步走向百年一遇的历史变革期。

“中国新能源汽车正在进入向高质量发展的 2.0 时代。”在北京汽车集团董事长徐和谊看来，其最重要的特征，就是电动化与智能网联化的相互融合。

全球零排放与全面电动化如何实现？电动化、智能网联怎样颠覆未来出行？为期两天的会议中，中国新能源汽车的未来走向成为与会者热议的话题。

## 关键拐点►更高效更绿色性价比更优

“电动汽车发展到一定程度，必须在制度上和技术上让电动化与新能源对接，并把电动化的全产业链放在绿色化的基础之上。”中国电动汽车百人会理事长陈清泰说，预期到 2025 年前后，电动汽车的性价比将超过燃油车，太阳能和风能等发电成本低于化石能源，市场将以强大的力量驱动电动汽车发展和能源结构转型，社会则会将日益加快的步伐走向零排放公路交通。

中国科学院院士、中国电动汽车百人会执行副理事长欧阳明高表示，锂离子电池、燃料电池等电动化技术正在全方位发展、成熟，新能源、可再生能源以及电动车都将在 2020 年到 2025 年达到性价比的拐点。

“计算燃油汽车的价格和全生命周期的费用，会发现燃油车和电动汽车将在不久后持平。另外，最严格的排放法规即将实施，燃油车的成本将会上升，拐点即将到来。”欧阳明高认为，在 2025 年左右，纯电动汽车性价比会实现大的突破。

然而，在拐点到来之前，必须直面电动汽车的里程焦虑、安全问题等。因为，这些问题直接影响用户的选择和使用体验。

自 2018 年以来，新能源汽车安全事故呈现上升态势。工业和信息化部部长苗圩透露，个别企业为了追求短期利益，将验证不够充分的产品直接推向市场，部分用户对新能源汽车的充电操作、维修保养也不够规范。随着推广规模的扩大和车辆使用年限的增加，新能源汽车安全风险不容低估。

值得关注的是，电动汽车的续驶里程已从 150 公里提至普遍 300 公里以上，但用户的抱怨并未减少，因为实际的续驶里程低于期望值。“实际的续驶里程对气温和驾驶风格非常敏

感。靠增大电池装载量来增加续航里程不是根本出路，主流技术路线是提高电动汽车能效和充电便利性。”欧阳明高说。

### **双轮驱动►电动与智能网联相得益彰**

克服驾驶焦虑，走上零排放的公路交通道路，专家们认为，必须让电动汽车增长“智慧”。

陈清泰直言，电动汽车是智能交通、智慧城市的基本单元，电动汽车把绿色能源、智能电网、新一代移动通讯、共享出行链接在了一起，从而推动能源革命、信息革命、交通革命和消费革命，较大程度破解了长期困扰我们的能源、环境、城市交通等痛点和难点问题。

“智能化和电动化在技术上可以互相融合、互相补充，而不是两条平行的道路。”蔚来联合创始人、总裁秦力洪举例说，当汽车行业朝无人驾驶技术发展时，车的控制和反应能力就变得非常重要。汽油发动机为主的车，要实现一个控制的动作如紧急刹车或急加速，一般需要 500 毫秒。而电动汽车 30 毫秒左右就能做到，“当我们在高速公路上以每小时 120 公里的速度行驶时，执行一个刹车动作，500 毫秒和 30 毫秒之间可能就是发生与不发生车祸的区别。”

徐和谊表示，电动化与智能网联化是汽车革命重要的两极；绿色发展、智能引领、个性驱动，是未来满足用户需求的重要组成因素。一方面，北汽不断深化电动力对传统燃油动力的替代；另一方面，大力推动智能化赋能，以全车丰富的电子元器件实现整车的感知、计算、通讯、控制、执行与交互，让电动为智能提供便利，让智能为电动拓展空间。

住房和城乡建设部部长王蒙徽透露，我国将把电动汽车、智能汽车的发展与智慧城市的发展和建设融合起来，促进城市基础设施数字化、智能化，加快建设智慧城市建设管理平台。

2018 年 7 月，住房和城乡建设部在浙江宁波、福建泉州和莆田开展智慧汽车基础设施和机制建设的试点工作。试点任务包括：建设支持智能汽车及智慧城市运用的基础设施，如 5G 通信、智能道路、城市地图等；搭建出行数据平台，布局智能汽车开放测试环境。同时，开展智能汽车和智能出行的示范运用，如智能公交、智能停车、智能物流等。

### **技术赋能 ►产业迈向高质量发展**

“我们把新能源汽车的发展分成三个阶段：第一个阶段是电动汽车，但还不是真正的新能源汽车；到了第二阶段，新能源电动汽车就是真正的新能源汽车了；第三个阶段是新能源智能化电动汽车，是全方位革命后最终的完成阶段。”欧阳明高就中国新能源汽车技术路线进行了展望。

在陈清泰看来，良好的动力只是电动汽车的 1.0 版本，充分释放未来汽车造福社会的潜能，还有赖于网联化、智能化和出行服务的创新。但要把电动汽车升级为“强大的移动智能平台”，对于传统车企是巨大挑战。“在跨界技术和造车新势力参与下重新定义未来的汽车，可以确保电动化的汽车把稳网联化、智能化的方向，很好地实现与未来的对接。”

科学技术部党组成员夏鸣九说，今后两年，是我国新能源汽车产业由政策驱动向市场驱动过渡的关键时期。如何度过这一爬坡过坎的阶段，国家出台完善相关产业政策是一个重要方面；更重要的是，要依靠科技创新，不断巩固和提升我国新能源汽车产业的核心竞争力。

国家发展和改革委员会副主任林念修表示，将加快推动汽车产业改造升级，促进汽车产业与信息通信、互联网、人工智能等新兴产业深度融合，积极拥抱智能汽车时代，开展智能汽车示范运行、系统验证人一车一路一云协同体系。同时，探索建立智能汽车全生命周期的数据安全机制，为未来智能汽车安全运行、交通管理应用服务等提供支撑。

“电动化、智能化和共享化正在引领汽车产业的转型升级和高质量发展。”万钢说，从技术创新的角度看，智能网联和自动驾驶的技术正推动汽车产业向安全、绿色、便捷、高效发展，新能源汽车成为智能化的最佳载体。智能网联和自动驾驶息息相关，最后要实现车、网、路的互联。而从市场需求来看，共享化成为汽车企业新的商业模式。

陈清泰强调，这次汽车颠覆性变革的基础是可再生能源，是电动化、网联化、智能化、共享化的高度融合。“而这几个方面恰恰都是我国近年来发展状况较好的新兴领域，有一定的比较优势。如果把握得好，我们有可能成为赢家。”（刘垠）

## 中国能效经济委员会发布《中国能效2018》： 工业领域仍是中国节能工作重中之重

中国能源报 2019.1.21

本报讯（实习记者王升）报道：中国能效经济委员会（CEEEE）日前发布的《中国能效2018》（以下简称报告）指出，近年来，中国的能源消费强度下降较为明显，但是工业部门特别是高耗能行业很多产品的单位产品能耗水平与国际先进水平相比，仍有10% - 30%的差距，如钢材、水泥、乙烯、平板玻璃、烧碱等。工业节能依然存在较大潜力，是中国节能工作的重中之重。

实施绿色发展、推动绿色增长是全球主要经济体的共同选择，也是提升国际竞争力的必然途径。报告称，中国工业总体上尚未摆脱高投入、高消耗、高排放的发展方式，资源能源消耗量大，生态环境问题比较突出，迫切需要加快推进工业绿色发展。中国工业绿色发展能够通过实施结构调整、提高能源利用效率、资源减量和循环化、燃料替代等举措推进工业绿色低碳转型和升级，进而建立绿色改造体系，实现节能降耗、降本增效，提升中国工业的国际竞争力，最终使工业与生态和谐发展。

对于中国能效的前景，报告指出，结构调整是实现工业能效大幅提升的根本。从产业结构来看，近年来，工业增加值占GDP的比重呈下降趋势，生产性服务业正在加快发展。可以预见，在“十三五”及未来一段时间内，服务业对中国经济发展的支撑作用将越来越强，产业结构轻型化的趋势也将愈发明显。这一趋势既符合当前中国工业发展阶段的特点和内在需求，也是优化能源配置、提高能源效率的重要途径。

从工业内部结构看，与发达国家相比，中国传统高耗能行业在工业内部的比重依然偏高，一些新兴产业（如工业战略新兴产业、高技术制造业）仍处于起步阶段。未来工业增长点将由传统的高耗能产业向新兴产业转移，这将优化工业内部结构，促进工业部门的提质增效。

从工业产品结构来看，中国有 200 多种工业品的产量位居全球首位，但多为能耗高、附加值低的中低端工业产品，高附加值工业品占比较少。未来中国工业企业如果能够努力改变市场定位、提升产品科技含量、降低资源能源消耗，中国的能源生产力水平将得到大幅提升。

报告称，协同发展是实现工业能效大幅提升的关键。目前中国工业存在区域发展水平不平衡、能源利用方式单一、资源再利用率低等问题。未来区域、产业、行业间的协同发展将是提升工业能源利用效率、优化产业结构的关键途径。中国正在加快推进城镇化建设，这为工业区域协同发展提供了良好契机。在区域间建立循环型工业发展体系，强化生态链接、原料互供、资源共享，促进区域内企业、行业和园区间的链接共生和协同利用，形成分工合理、功能互补的区域一体化协同发展情景，将有利于大幅度提高包括能源在内的资源利用效率。这一趋势在长三角、珠三角以及京津冀地区已有所体现，并有望在更多的区域内得到实践。

报告还称，区域能源系统的协同发展也是提升能效的重要工作内容。未来，应整合区域内石油、煤炭、天然气和电力等多种能源资源，建立不同范围的区域综合能源系统，实现不同能源的互补互济，在满足多元化用能需求的同时，促进能效提升和新能源消纳。

此外，强化再生资源回收利用也是工业部门内部协同发展的重要体现。在主要资源产品累计消费量和耐用消费品保有量快速增加的背景下，未来中国再生资源供应量将有较大增长潜力。加强资源循环利用能大幅度降低一次资源与能源的消耗，有效推动经济发展方式向集约型转变。

## “发展新能源物流车已成迫切需求”

中国能源报 2019.1.21

“目前全国有近 600 万辆城市物流配送车，其中老旧柴油车占比大、污染大、能耗高，加剧了城市的环境污染。随着污染防治工作的深入推进，加快老旧柴油货车的更新淘汰，发展新能源物流车已成为迫切需求。”交通运输部运输服务司副司长蔡团结在近日举办的电动汽车百人会上表示，目前我国新能源物流车的保有量已经达到 24.2 万辆，比 2016 年增长了 155%，已成为促进城市物流绿色高效发展的重要支撑。

1 月 4 日，11 部委联合印发《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》，提出发展绿色货运，需加快推进公共领域的新能源物流配送汽车，加快推进城市建成区新增和更新的公交、环卫、邮政、出租、通勤、轻型物流配送车辆采用新能源或清洁能源汽车。

**政府积极推进**

数据显示，2018年我国全社会物流总额已超过260万亿，成为全球第一大物流市场，全社会营运性货运量达506亿吨，其中绝大部分集中在城市配送领域，规模总量大，与人民群众的生产、生活密切相关。“目前市场需求空间不断壮大，为我国新能源物流车发展提供了内生动力。依托物流企业、依托新能源物流车发展标准化、绿色化、可视化配送服务的内生动力与日俱增，为新能源物流车的发展开阔了广阔的前景。”蔡团结指出。

近年来，国务院及相关部委对城市配送发展高度重视，2018年10月在国务院印发的《推进运输结构调整三年行动计划》文件中要求全面推进城市绿色货运配送工作，明确提出到2020年在全国建成100个左右城市绿色货运配送的示范项目，新增和更新轻型物流配送车辆等新能源车辆达到国VI排放标准清洁能源车的比例要超过50%，重点区域要达到80%。目前城市绿色货运配送22个示范城市在发展规划、财政补贴、路权保障、停车便利等方面也出台了一系列的政策措施。

除了国务院，交通运输部近年也在积极协调相关部门完善政策措施，引导各地加快新能源物流车辆的推广与应用。先后印发了《关于加快推进新能源汽车交通运输行业推广应用的实施意见》、《关于进一步规范和优化城市配送车辆通行管理的通知》，并组织起草了《电动营运货车选型技术要求》，2018年还联合公安部、商务部在全国22个城市开展“城市绿色货运配送”示范工程。

“交通运输部始终高度重视新能源物流车的推广应用，将其作为深化交通运输供给侧结构性改革，调整运输结构，促进物流业降本增效和节能减排的重要抓手和突破口。”蔡团结表示。

### 面临制约较多

“政策的推动带来了机遇，但当前新能源物流车发展仍然面临着较多的制约和障碍，对此我们应该有清醒的认识。”蔡团结强调，路权优先不明显，使目前大部分城市新能源物流车与传统物流车相比，在入城证发放方面并没有优先的通行权。

此外，成本效益不优也是目前阻碍新能源物流车发展的重要原因之一。据了解，新能源物流车在购置成本、电池更换、维修保养、零配件价格等运行成本高于传统燃油物流配送车辆，且二手车的贬值较快，三年贬值率高达60%以上。

“新能源物流车的成本不仅涉及到采购成本，还有使用成本，我建议从产品的全生命周期角度来看待成本问题。如果新能源物流车的购买成本高，但维护和使用成本偏低，或者用其他的金融手段来平衡差价，这样比起燃油车，大家也就更愿意使用电动车了。”UPS中国区公共事务副总裁吴静指出。

针对路权优先的问题，交通运输部交通干部管理学院张柱庭也表达了自己的看法。“要兼顾公平和效率的原则对城市配送车辆放宽管制。道路是公共产品，路权使用是平等的，为了小客车的通行效率，长期牺牲平等原则，对于货运车辆是歧视性的，没有给予优先，这是不公平的。所以，建议下一步按照公平和效率兼顾的原则，放宽对城市配送车辆的交通管制。”

此外，政策法规虽然对新能源物流车的很多车型都进行了划分，但在体系上仍然算不上完善。“未来应该兼顾客运车辆和货运配送车辆的划分，目前新能源机动车的政策法规对客运车辆投入了很多关注，对货运配送车辆却关注较少。”张柱庭指出，按照《大气污染防治法》，政府采购节能环保型的新能源车，限制高油耗、高排放机动车，该方法同样适用于物流车。

“下一步我们将联合公安、商务等部门坚持目标导向和问题导向，以城市物流货运配送示范工程为载体，指导各地结合城市的配送需求，制定出台新能源城市配送车辆便利的通行政策，进一步优化新能源物流车辆发展的外部环境。”蔡团结透露。（黄珮）

## 储能“新星”全钒液流电池前景几何

### 安全、环保优势明显，成本有待进一步降低

中国能源报 2019.1.21

近日，国内最大规模的全钒液流电池光储用一体化项目——10兆瓦光伏+10兆瓦/40兆瓦时全钒液流电池储能一期项目在湖北枣阳竣工投运。而在去年12月，武汉市临空港经济技术开发区也宣布将投资60亿元建设湖北第一座百兆瓦级全钒液流储能电站项目。除湖北外，湖南、四川、辽宁、江苏等各省市区也都有全钒液流电池储能项目的落地计划。

作为储能领域里的新秀，全钒液流电池缘何受到如此多的关注？未来全钒液流电池发展前景如何？为此，记者采访了多位业内人士。

#### 安全、可回收优势明显

全钒液流电池利用不同价态钒离子之间的相互转化，通过储存、释放化学能从而实现充放电的过程。与目前储能电站的主流电池——使用非水电解液的锂电池不同，由于全钒液流电池电解质离子存在于水溶液中，发生过热、爆炸的可能性大大降低，液流电池的安全性能让其在电池领域脱颖而出。

“坦率地讲，锂电池仍面临着安全性问题的挑战。锂电池导致的爆炸事故不仅是经济损失的问题，也可能带来严重的人身伤害。”中科院大连化学物理研究所洁净能源国家实验室储能技术研究部部长张华民表示，“但全钒电池是稀硫酸和钒的水溶液，只要管理得当就不存在爆炸的危险。”

北京普能世纪科技有限公司在全国多地建有全钒液流电池储能项目，该公司亚太区经理匡楨仁告诉记者，“与锂电池相比，全钒液流电池的特点很突出。最大的特点是安全，全钒液流电池可以做到兆瓦级、百兆瓦级，在电动汽车的规模上做锂电池比较适合，但是做大了就没那么安全。”

同时，张华民指出，全钒液流电池另一个优势在于，其电解液在废弃回收处理后，能够实现重复利用。近年来，随着电动汽车产业扩张，大量报废的锂电池由于含有重金属镍与钴，需要进行大规模的环保回收处理，这也成为了行业内亟需解决的问题。但全钒液流电池

的充放电主要是钒离子价态变化，张华民指出，“电解液在充放电不会产生杂质，也不会产生环境污染物，回收经过处理后仍有利用价值，相当于是‘半永久’、可以保值的产品。”

值得一提的是，除安全、可回收等优势外，全钒液流电池生命周期相对更长，目前所建储能电站使用寿命均可达 15 年左右。“全钒液流电池储能电站建设成本更高，但度电成本可能比锂电池更低。”匡楨仁说。

### 原料成本飘忽不定

尽管全钒液流电池优势突出，但钒作为一种稀有金属，其原料成本目前是限制全钒液流电池发展的主要影响因素。据了解，钒通常在地壳中以化合物的形态存在，主要分布地区为中国、俄罗斯与南非，其中我国钒矿资源占全球总量的 1/3 左右。“以材料掌握度来看，全钒液流电池的关键材料钒，中国具有矿场产地优势，因此有开发的价值。”咨询机构 Energy Trend 研究经理吕理舜说。

事实上，钒的应用也相对广泛，其最主要的应用则是在钢铁行业中，作为铁的合金元素可提高钢材的坚硬程度。早在 2012 年，国家发改委便印发《钒钛资源综合利用和产业发展“十二五”规划》，其中就提出要提高资源利用水平、淘汰落后产能的要求。

“2018 年钒的表现非常突出，一度涨到了 2017 年价格的 5、6 倍。”匡楨仁说。之所以出现如此大幅的增长，业内人士分析认为，一是因为 2018 年国家提高了钢材标准，原料钒的需求有大幅提高；二是由于国家环保政策“一刀切”，部分钒矿由于达不到环保标准从而关停，导致钒的供应量也有所下滑。

据记者了解，目前钒电解液成本占全钒液流电池储能电站成本的 60% 以上，“如果钒价能够回到正常水平，对降低成本来说将十分重要。”但钒价上涨也带动了钒矿开发商的积极性，从市场来看，钒供应量于近期已有所回升，匡楨仁表示，“2018 年底至今钒价已经出现了下降，预测认为 2019 年钒价会继续向下走，但未来仍需要看政策和市场的综合表现。”

### 产业链形成仍需时日

资料显示，近年来全钒液流电池度电成本已出现了显著下降，2015 年全钒液流电池储能电站度电成本约为 4500 元左右，有预测认为，到 2020 年度电成本有望降低至 2000 元。随着电池成本下降，技术优势明显，全钒液流电池距离规模化发展还有多远？

“全钒液流电池的研究开发时间相对较短，目前国家对液流电池的支持力度也相对较小，从科研经费、产业扶持角度来看，国家对全钒液流电池投入远小于对锂电池的投入。要形成像锂电池一样，从材料到应用完整的产业链仍需要时间。”张华民坦言。

另外，记者了解到，受限于钒在水中的溶解度，相较于锂电池和另一储能“热点”全固态电池，全钒液流电池始终存在能量密度低的劣势。电解质水溶液导致电池体积相对更大，需要配套复杂的管道系统，因此液流电池不适合电动汽车等移动装置，仅限于固定式储能。

尽管应用仍受到限制，多位业内专家均对其表示了信心。“如果加大投入，全钒液流电池从性能、成本控制上仍有很大的发展空间，远没有触到‘天花板’。”张华民说。吕理舜



也认为，在低温或者极高温的环境下，全钒液流电池比锂电池及铅酸电池将更加安全与可靠，仍旧有其专属的特定市场需求。（李丽旻）

## 2019 年，储能市场谁称王？

安全性好、循环寿命高、成本低、效率高、易回收的技术路线将最终胜出

中国能源报 2019.1.21

**编者按** 最近两年，储能市场呈现转机，特别是电化学储能出现爆发式增长，2018 年国内电网侧储能新增装机比重首次超过用户侧储能。进入 2019 年，多种技术路线并存的储能市场将迎来哪些转变，哪一种技术路线发展势头最猛？中国化学与物理电源行业协会储能应用分会的统计数据或许能让我们对储能市场有一个全景式了解。

### 锂离子电池：

截至 2018 年 6 月底，全球已投运电化学储能项目的累计装机规模为 3623.7 兆瓦，占比为 2.1%。2018 年上半年，全球新增投运电化学储能项目装机规模 697.1 兆瓦，其中锂离子电池装机规模的最大，为 690.2 兆瓦；中国新增投运电化学储能项目装机规模 100.4 兆瓦，其中锂离子电池的装机规模最大，为 94.1 兆瓦。

现阶段化学储能技术应用较为超前的国家，锂离子电池的装机规模体量都较大，且均在快速提升。其中，美国锂离子电池项目以三元和磷酸铁锂为主；日本、韩国、德国、英国、澳大利亚以日韩系锂离子电池技术为主，大多偏向三元系；中国则以磷酸铁锂为主。

远期来看，锂离子电池在各个应用场景的装机增长将受技术发展水平、政策导向、市场机制、安全性等综合因素决定，随着电动汽车快速发展所带来电池成本的快速下降，未来 3-5 年锂离子电池发展潜力巨大。

### 液流电池：

截至 2017 年底，全球已投运液流电池储能项目 117.2 兆瓦。在建或规划的化学储能项目中，共有 2 座大型液流电池储能电站，分别是德国 700 兆瓦电网级应用以及中国大连 200 兆瓦液流电池调峰电站。

### 钠硫电池：

自 2002 年起，日本 NGK 公司开始钠硫电池的商业化，以钠硫电池为主的钠基电池开始进入储能市场。截至 2017 年底，全球已投运钠基电池装机规模 425.6 兆瓦，在 2011-2013 年间，钠硫电池经历了较为严重的安全危机。

### 氢能：

据不完全统计，目前，全球已有 13 座共计 20.5 兆瓦氢储能示范电站，主要分布在德国、意大利、英国、挪威等。

中国氢储能仍处于初期阶段，参与机构主要以北京有色金属研究总院、浙江大学、北京大学等高校以及国家电网公司（全球能源互联网研究院）、国家能源集团（北京低碳所）等

国企为主，与此同时，民营企业如雄韬电源等开始快速加入。

#### **铅酸/铅炭电池：**

截至 2017 年底，全球已有 155 座共计 299 兆瓦铅蓄电池储能电站投入运行。中国已有 59 座共计 135.2 兆瓦铅蓄电池储能项目投入运行，并保持持续增长态势。铅蓄电池储能项目各类应用场景中，分布式及微网、用户侧所占比例之和达到 96%，综合考虑铅蓄电池技术特点、中国分布式及离网电站、启停电源、数据中心、后备电源市场发展现状，在未来几年，铅蓄电池在上述应用领域仍将保持一定发展速度。

当前，国内铅炭电池寿命预期 70% DOD 充放电深度下稳定循环 3700 - 4200 次，全寿命周期成本 1200 - 150 元/千瓦时，度电成本约 0.5 - 0.7 元/千瓦时，已初步具备商业化规模应用的条件，尤其是针对工商业峰谷电价差较高的江苏、广东、北京等地。

#### **蓄热/蓄冷：**

截至 2017 年底，全球已投运蓄热/蓄冷储能装机规模 2785.3 兆瓦，尤其是 2015 年之后全球蓄热/蓄冷储能增速显著加快，2017 年新增蓄热/蓄冷储能规模达到 567.1 兆瓦，主要分布在西班牙、美国、智利、摩洛哥、南非等国。全球蓄热储能电站主要参与可再生能源并网，占比达到 92%，其他领域占比较小。中国已投运 3 座共计 11.7 兆瓦熔融盐储热项目。随着国内光热发电项目的快速落地，储热装机也将迎来快速增长。

#### **抽水蓄能电站：**

截至 2017 年底，中国已有 36 座共计 32.4 吉瓦抽水蓄能电站投入运行（包含两座台湾抽水蓄能电站），中国投运的抽水蓄能电站中，华东装机规模最高，其次依次是华南、华中、华北、东北、西南。

#### **压缩空气储能：**

截至 2017 年底，全球已有 16 座共计 748.9 兆瓦压缩空气储能电站投入运行，投运的压缩空气储能类型包括传统洞穴式压缩空气、先进绝热压缩空气以及液化压缩空气。压缩空气储能项目主要分布在英国、德国和美国，中国、荷兰、瑞士有小规模项目示范。

#### **飞轮储能：**

统计数据显示，飞轮储能非常适用于电力调频、轨道制动能量回收、企业级 UPS 等领域。尤其是在对调频响应速度和启动时间要求较高的一次快速调频领域，飞轮储能具有独特的优势。截至 2017 年底，全球已有 48 座共计 944.8 兆瓦飞轮储能电站投入运行。在国内，代表项目有国家电网公司“保定工业园区 0.1 兆瓦微网示范工程”、中原油田首台兆瓦级飞轮储能新型能源钻机混合动力系统及“西宁韵家口风光水储智能微电网 0.5 兆瓦示范项目”。国内主要研究机构包括清华大学飞轮储能实验室、华北电力大学、浙江大学、中科院等科研院所。

中国化学与物理电源行业协会储能应用分会认为，现阶段，储能市场正处于多种技术并存、短期内仍将维持现状的局面。每类技术都有各自的优势和不可避免的缺陷，这也决定了

不同技术适用于特定应用领域的特性。各类储能技术仍将保持多元化的发展格局，但安全性好、循环寿命高、成本低、效率高、易回收的技术将是未来储能技术的共同追求。

2019年，哪一种储能技术路线能够脱颖而出，受多重因素影响，包括技术路线可行性、研发群体数量和质量、关联企业参与度、进入市场速度和市场反应等。(陈祎)

## 化学催化剂激发碳氢键“性情”

中国科学报 2019.1.21

几十年来，化学家们一直想破解在碳氢键上进行精细化学控制的难题。因为它需要一个微型破坏球的力量来破坏这些极强的化学键，再结合微观镊子的精细技术，从众多堆积在分子上的碳氢键中挑选出特定的键。

最近，《自然》杂志发表了一种将这两种因素结合起来的方法，使惰性碳氢键发生反应——有效地将化学“垃圾”变成“宝藏”。该论文展示了一种利用二铈催化剂以流线型方式选择性地功能化碳氢键的能力，同时几乎可以完全控制生成的分子的三维形状。

论文第一作者、埃默里大学研究生 J. T. Fu 表示：“我们可以将一种用途有限、廉价而丰富的碳氢化合物，转变成一种有价值的支架，用于开发新药和其他精细化学品。”

“这种最新的催化剂选择性非常强，它只会很快地形成一个碳氢键——尽管分子中有几个与之非常相似的碳氢键。”埃默里大学有机化学教授、这篇论文的作者 Huw Davies 表示。

这种二铈催化剂作用于叔丁基环己烷的底物上，叔丁基环己烷是一种碳氢化合物——最简单的有机分子之一，完全由碳氢键组成。也是化学中的经典有机结构，这有助于验证 C-H 功能。

传统上的有机合成侧重于修饰分子中的反应性或功能性基团。C-H 功能化破坏了如何制造化合物的规则。它绕过反应性基团，在通常被认为是惰性碳氢键的条件下进行合成，这种有机化合物富含惰性碳氢键。其目的是有效地将简单、丰富的分子——在某些情况下甚至是化学废料，转化为较复杂、具有附加值的分子。碳氢键功能化为精细化学品的合成开辟了新的途径，这些途径更加简单，成本更低，也更清洁。

例如，有机合成通常涉及许多试剂的使用，且会产生有毒的无机副产品。相比之下，Davies 实验室开发的每一种二铈催化剂只使用一种试剂，不但可以加速反应且不会在反应中耗尽。绝大多数的催化剂可以回收再利用，唯一的副产品是无危害的氮。

进行碳氢官能化实验的化学家通常使用一个导向基团——一种结合到催化剂上，然后将催化剂导向特定碳氢键的化学实体。这个过程虽然可行，但是很麻烦。然而，Davies 实验室通过开发包裹在三维支架中的催化剂，绕过了对定向基团的需要。碗状支架就像一把锁和钥匙，只允许化合物中特定的碳氢键靠近催化剂并发生反应。Davies 说：“我们正在开发一套新的催化剂和试剂，可以在不同分子的不同位点进行选择性的碳氢功能化。

除控制位点选择性外，二铈催化剂的支架还可以控制反应中产生的分子的手性。手性，

也称为“利手性”，是指三维对称的一种性质。正如人类的手是手性的，因为右手是左手的镜像，分子也可以是“右手”或“左手”。

分子的手性在有机化学中很重要，因为这种三维形状影响着它与其他手性分子的相互作用。例如，当开发一种新药时，控制药物分子的手性是至关重要的，因为生物分子能够识别这种差异。

该论文还描述了 Davies 实验室在过去两年中开发的第五大碳氢功能化催化剂。“我们已经实现了两三年前人们认为不可能实现的精细的催化剂控制。” Davies 实验室目前正在探索在二铑催化剂中添加电子的效应。

Davies 解释说：“我们希望催化剂能够具有电子排斥或吸引不同分子的能力，而不仅仅是与惰性分子相互作用。这可能会使我们的方法比我们现在的方法更加复杂和精细，开辟出更多新的化学途径。”（刘建文）

## 车用燃料电池技术有待提升

中国科学报 2019.1.21

从国际上看，燃料电池目前已进入市场导入阶段，发动机的功率大幅度提升，用 70MPa 氢气瓶可以运行 500 公里以上。

燃料电池的发电原理为电化学，因此效率较高；工作方式为内燃机，燃料储存在储罐当中，因此安全性比锂离子电池高。燃料电池车与电动车和插电式混合动力车相比，更适合于大功率、长距离的运输，因此在公交车和重载车上的应用有明显优势。

目前，氢燃料电池在寿命、可靠性、适用性上已经基本达到了车辆使用的要求，国内也已经掌握了氢燃料电池的核心技术。现在，国内加氢站有 10 台左右正在运行，明年预计有 100 台左右，运行最频繁的是张家口、云浮和上海，加氢量是最多的。中国已经掌握了燃料电池的核心技术，并经过了大量的示范运行，积累了丰富经验，具备了进行大规模示范运行的条件。

但目前的问题是，燃料电池仍没有大批量的生产线，成本较高，并且受到加氢站的制约。所以，从电堆、燃料电池的角度，当前的首要任务就是降低铂用量和催化剂的成本。中国的车用燃料电池要想在国际上具有竞争力，核心问题就是提高电堆工作电流密度和比功率。

从国际上来看，燃料电池车已经达到了四缸内燃机的体积水平，本田宣布已经达到了六缸内燃机的水平，功率密度超过每立升 3 千瓦。我们国内装车的电堆现在在每立升 2.0 千瓦左右，所以我们电堆比功率比国外还要低 1/3 左右。

目前，首先要尽快实现关键材料、电催化剂、质子交换膜、膜电极三合一、双极板等批量生产，为降低电堆成本和提高电堆一致性奠定基础。其次要降低铂用量，进一步提高电堆和电池系统的可靠性和耐久性。

要想降低燃料电池发动机的成本，特别是电堆成本，首先就要研究提高单电池的比功

率，降低化学极化、欧姆极化和传质极化。而要想降低化学极化，就要研发更高效的电催化剂。中科院大连化物所研发的超小铂铜合金催化剂，性能是现在碳铂催化剂的3~5倍；铂镍纳米线催化剂性能也是碳铂催化剂的3倍多。有了高效的电催化剂，就可以提高电堆的工作电流密度，减少化学极化。同时要采用薄的增强的复合膜，降低欧姆极化。

现在，国内实验室里单池研究已经达到了每平方厘米1安培的时候在0.7V以上，每平方厘米2安培在0.6V以上，我们正在向2.5安培进军。以后要发展到每平方厘米2~2.5安培，这样我们的电堆水平就可以达到丰田的水平以至于超过丰田的水平。

从电堆角度来看，流场阻力越大，电堆的一致性越好，但是供气压力加大，空压机内耗也会增加。为此，我们要研究低内耗的空压机，才能保证电堆的高功率密度输出。另外要提高双极板制备的一致性，特别是平整度，不管是金属板还是石墨板，平整决定电堆一致性，是关键因素。

电堆都是按压力机方式组装起来的，主要构成是双极板和MEA、密封件，因此还要进一步改进电堆的组装工艺，开发严格定位技术。

燃料电池的寿命是电堆和系统双方配合的结果，而不是电堆自己的努力。所以，我们也要加强电堆部分、系统部分关键部件的研发。

第一，尽快完善燃料电池的产业链，建立扩散层碳纸等关键材料的生产线。另外，注意力不能只集中在膜电极和双极板上，还要发展空压机和氢气循环泵。

第二，要提高电堆的工作电流密度，提高电堆的体积和重量比功率，降低电堆的成本，为开发乘用车奠定基础。

第三，要深入研发电堆的衰减机理，开发抗腐蚀、稳定的新材料，大幅度提高发动机的可靠性和耐久性。可靠性和耐久性由系统和电堆共同决定，电堆进步了，系统就可以简化，所以电堆和系统要相互配合，通过关键材料的进步来简化电池系统。

第四，要开展超低铂和非铂电催化剂的理论和应用研究，进一步把电池的铂用量降低到每千瓦小于0.1克，这是国际上车用燃料电池发动机商业化的基本要求。

第五，建立关键部件、电堆和电池系统的测试与耐久性快速评价方法，这也是燃料电池标委会正在做的一件事情。所以，我们要尽快建立中立性的检测机构，对推进我国燃料电池技术的进步，赶上世界水平会有重大作用。

希望燃料电池车尽快实现商业化的S型曲线的上升阶段，达到一定程度后可以甩开补贴而盈利。有人预计，燃料电池车从关键材料来讲，只要铂用量降下来了，成本比锂电池还要低，但这需要我们技术人员的共同努力。（衣宝廉）

## 我国首台大型立式脉冲发电机组研制成功

中国电力报 2019.1.24

本报讯（通讯员王学善）报道 1月17日，哈电集团哈尔滨电机厂有限责任公司（简称

“哈电电机”)研发、设计、制造、安装、调试及试验的30万千伏安立式脉冲发电机组,在成都中核集团核工业西南物理研究院(简称核西物院”)通过系统验收,这标志着“中国环流器二号M(HL-2M)”装置拥有了专属的高性能“能量驱动器”。

该机组是我国首台的30万千伏安立式脉冲发电机组,也是国内最大的的脉冲发电机组。验收中,由唐任远和邓建军两位中国工程院院士牵头组成的9人专家组一致认为,该机组总体性能参数达到国际先进水平。

在该机组研制过程中,哈电电机先后攻克了六相大电流发电机、大惯量高速转子、宽频变化控保系统等技术难题,形成了一批拥有自主知识产权的创新成果。该机组总重约800吨、总高约15.5米,运行中能产生短时高电压、大电流或大功率脉冲,瞬时发电功率高达30万千伏安,能够满足“中国环流器二号M(HL-2M)”这一聚变研究先进装置的大功率、高储能供电需求,从而为相关研究提供保障。

哈电电机党委书记、董事长王贵在讲话中表示,30万千伏安立式脉冲发电机组是核西物院与哈电电机共同推进我国核聚变能源开发与应用的重要成果。今后,哈电电机将进一步加快科技创新步伐,与更多像核西物院这样优秀的机构和企业强强联手、优势互补,共同助力国家开发、应用清洁能源,努力为人类应对能源挑战提供更多更好地解决方案。

## 固态电解质欲破金属锂电极之困

中国科学报 2019.1.28

电子设备的智能化和电动汽车的续航不足给电池的能量密度提出了迫切要求。发展下一代高能量密度、长寿命和高安全的电池系统已迫在眉睫。

目前,电极材料中的石墨负极已经接近发挥出其理论容量,但仍无法满足高能量密度电池的需求。金属锂负极的理论能量密度是石墨负极的10倍,是非常有前景的电极材料。因此,金属锂电极的安全利用成为下一代高能量密度电池的关键。

研究发现,固态电解质为金属锂电极的安全和高效运行提供了可能,固态电解质与金属锂的“联姻”也被认为是下一条高能量密度金属锂电池的必经之路,是解决新体系电池的“卡脖子”关键技术。

近日,清华大学教授张强团队就金属锂电极和固态电解质匹配过程中存在的材料和界面化学问题进行了梳理,并在《化学》期刊发表综述论文。在本篇综述中,研究人员指出固态电解质和金属锂电极匹配时存在问题的同时,也对今后的固态金属锂电极的研究和发展方向进行了展望。

### 匹配仍存在诸多问题

张强团队指出,目前的金属锂电极主要存在枝晶生长、高金属锂反应活性、剧烈的体积膨胀等问题,这些问题会严重降低电池的安全性、能量密度和使用寿命,也是金属锂电极无法商业应用的关键。

相对于常规的液态电解质，固态电解质与金属锂的反应活性大大降低，而且固态电解质的高机械模量对于金属锂的枝晶生长也具有抑制作用。因此，固态电解质为金属锂电极的安全和高效运行提供了可能。

石油和化学工业规划院工程师田桂丽表示，固态电解质作为固态电池区别于传统液态电池的核心部件，是固态电池发展的技术重点。全固态锂电池的电解质材料很大程度上决定了固态锂电池的各项性能参数，如功率密度、循环稳定性、安全性能、使用寿命等。

不过，张强团队指出，当固态电解质与金属锂匹配时，两者之间的界面并不是完全稳定，某些固态电解质在与熔融金属锂接触时，也会发生爆炸。

不仅如此，金属锂在和固态电解质接触后，由于界面接触差等问题，金属锂的枝晶生长并不能有效解决。这些问题使得目前的金属锂电极在和固态电解质匹配之后，室温循环性能很差，容量和电流远低于目前金属锂在液态电解质中的循环数据。

为了满足固态电解质的实用化要求，固态电解质一般是聚合物高分子和无机陶瓷的复合体系。张强认为，在这种复合固态电解质内部的离子传输通道如何分配，是决定电解质离子导率的基本问题。而固态电解质与金属锂接触的界面，不仅会存在物理上的孔洞，也可能会像硫化物固态电解质和氧化物正极那样存在一个空间电荷层，若存在将会对电池的性能产生重要影响。

### **构建高效固态金属锂电极**

为了构建高效的固态金属锂电极，张强团队提出了复合固态电解质、界面修饰和混合导体金属锂网络等。复合固态电解质可提高电解质的机械性能、离子导率，改善与金属锂的接触界面。在界面修饰方面，研究人员提出了合金层界面、柔性高分子修饰层和液态电解质润湿层等。混合导体网络则是希望在金属锂电极内部，通过同时构建导电子（导电骨架）和导离子（复合固态电解质）的通道，实现金属锂的高效存储和沉积/脱出。

张强团队表示，为了获得长循环、高容量和高安全的金属锂电极，固态电解质和金属锂的界面处的扩散和反应行为、稳定界面构建、界面阻抗降低、与正极的兼容性、工作状态下电池的特征、高通量筛选、电池整体考虑等还需要进一步设计。通过化学、工程、能源材料、机械和电池管理等的协同合作，固态金属锂电池的实际应用也会发生在不久的未来。

使用固态电解质和金属锂负极的固态金属锂电池有望进一步提高电池的能量密度，提供大幅度提高3C类电子产品和电动汽车续航时间的美好愿景。

田桂丽表示，固态锂电池安全性高、能量密度高，是新能源电池极有希望的发展方向，发展前景广阔。固态电池发展的核心在于固态电解质等材料技术与电池技术的突破，合理的规划布局将有利于我国抓住固态电池迅猛发展的机遇，促使传统电池尤其是动力电池企业加速转型，在新能源汽车产业领域实现突破。（李惠钰）

# 海底多孔岩石可用于储能

中国科学报 2019.1.25

据新华社电 英国爱丁堡大学近日发布的一项研究说，英国北海海床上的多孔岩石有望用于长期储存可再生能源发电产生的电力，从而解决海上风电等的储存问题。

利用风能、太阳能等可再生能源发电往往依赖天气状况，因此想要将其作为持续稳定的供电方式，找到可靠廉价的储能技术很有必要。爱丁堡大学和斯特拉思克莱德大学的研究人员利用数学模型来评估一种名为“压缩空气储能”技术的潜力，并将这项技术与英国北海的地质构造数据结合起来分析英国的储能能力。

研究人员表示，在北海海床中的多孔岩石中钻出深井，利用可再生能源发电产生的电力来制造压缩空气，然后将这些压缩空气在高压条件下存储在岩石的孔缝中；在电力短缺时，这些压缩空气可被抽取出来，驱动涡轮机来发电。

相关研究成果刊登在最新一期英国《自然·能源》杂志上。报告作者之一、爱丁堡大学的朱利安·穆利-卡斯蒂略说，这种技术有可能在夏季把可再生能源发电储存起来，留待冬季用电高峰时使用。不过，穆利-卡斯蒂略也承认，这种方法虽然有可行性，但成本可能相对高，“未来还需更多研究来完善这一技术，以便把成本降下来”。（张家伟）

## 三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

羊城晚报暗访报道引发省政协委员关注并形成提案；省卫健委建议——

### 医疗垃圾闭环管理 堵住违法回收黑洞

羊城晚报 2019.1.2

医疗垃圾，针管、注射器、一次性输液瓶、输液袋等等，流入“三无”小作坊，直接被破碎回收；黑作坊里雨水药水横流、味道刺鼻，处理完的塑料成品不知流向……羊城晚报记者经过两个月的暗访，于上年7月底推出“医疗可回收物出路调查”系列报道，引起极大震动，相关部门迅速行动，对曝光的问题进行了查处。

从长远来看，如何方能堵住医疗垃圾回收“黑洞”？三位省政协委员经过细致的调研，对羊城晚报记者暗访暴露出来的问题，形成正式提案，并引起了对“医疗可回收物”领域问题的关注。省卫生健康委联合省工业和信息化厅、省司法厅、省生态环境厅、省商务厅、省人大教育科学文化卫生委等相关单位进行了专题座谈调研，并于近日做出正式回复——将联合相关部门开展一次专题调研，加强监督执法，进一步加强对未被污染医疗物品处置能力和经营单位运营管理水平，依法打击未被污染医疗物品回收利用违法违规处置行为。

#### 摸查情况▶▶ 未被污染医疗物品回收利用隐患突出

三位省政协委员曾璇、黄文起、杨杰向羊城晚报记者表示，羊城晚报等媒体对医疗垃圾



回收“黑洞”的暗访报道，引起他们的极大关注，在认真细致调研后，三位委员联合提交了“关于立法规范回收未被污染医疗物品的提案”（第20180882号）。

提案称：2018年6-7月羊城晚报、广东电视台和新快报等媒体，经过为期两个月的摸查，发现东莞、惠州、广州、中山等地不法分子，与各医疗卫生机构后勤服务人员勾结，将夹带感染性医疗废物的输液材料转运至没有取得立项备案、没有环评报批手续、没有环保竣工验收等设备简陋的小作坊或三无企业进行加工回收利用，回收过程中导致病毒感染卫生事件和造成当地环境污染情况时有发生，即使有一定规模的广州市果燃好环保科技有限公司和惠州市芸安恒信环保科技有限公司也没有环评审批手续和完善的污染治理设施。长期以来，医疗卫生机构产生的一次性输液材料废物，回收利用后去向不明确，安全隐患突出，导致的危害十分可怕：

一、医院相关人员为了利益，将使用后一次性输液瓶（袋）给无环评批复、无环保治理设施、无环保验收手续的“三无”企业，给环境造成了极大的污染。

二、有的医院交给“洋垃圾”回收企业，这些公司不能识别医疗废物和未被污染的一次性输液袋的区别，也没有针对来自医院一次性输液袋的回收利用处理设施，对残留的抗生素、葡萄糖等药水也没有相应的处理措施，造成很大的污染及疾病传染的风险。

三、有一些企业虽然有危险废物经营许可证，但其实设施和环评都不达标，而且经常私下把原材料卖给无证的企业；有些回收企业用一次性输液瓶制成的产品去向不明，甚至有企业将其用于食品包装和儿童用品等禁用的领域。

#### **五点建议▶▶指定机构定点处理将会降低监控难度**

曾璇委员表示，目前广东省的医疗废物是有专门固定回收的，这部分目前监管得比较好；本提案所有涉及的都不是医疗废物，而是未被污染的可回收物。这一部分未被污染的可回收物有可利用价值，但是目前没有被纳入监管范围，因此去向不明。

三位委员认为：无法控制这些废物被回收之后的流向，相当于在社会中埋下一颗定时炸弹。因此，规范化广东省一次性输液瓶（袋）的回收利用，十分迫切和必要，特提出以下建议：

1、建议地方立法，建立完善未被污染输液瓶（袋）统一回收、处理的具体办法。建议广东省卫健委经过会商省生态环境厅，制定本省有关办法，报省人大常委会审议。可借鉴其他省市的成功做法，制定地方性法规，确定医疗一次性输液瓶（袋）定点回收企业的规模、布局、建设标准和管理规范、行业准则等基本要求，既对“上游”的医疗机构进行规范管理，又对“下游”回收机构进行约束与科学监管。

2、加强监管，坚决取缔无证医疗一次性输液瓶（袋）回收加工小作坊，对未通过环评的回收加工企业责令整改，环评达标后方可生产。

3、规范化管理，引导医疗一次性输液器产业链走向正规渠道，不仅减少因废物流失造成的社会危害，且有效区分医疗废物与普通废物，降低医疗废物流失风险。

4、通过指定机构定点处理，可大大降低监控成本和难度，提高监控的质量和效率，减少监管的压力。

5、建立互联网+回收体系，确保输液瓶（袋）回收去向可控，不会用于危害健康用途。

#### **如何治理▶▶医疗可回收垃圾须做到去向可控**

曾璇委员告诉羊城晚报记者，提案发出后，引起了省卫健委的高度重视。2018年11月16日，省卫健委组织省工业和信息化厅、省司法厅、省生态环境厅、省商务厅、省人大教育科学文化卫生委等相关单位，邀请几位政协委员共同专题开会研究提案。羊城晚报也派出记者列席了该专题会。

省卫健委相关负责人介绍，目前全省医疗废物主要进行燃烧处理，在这一块已经有完整的处理路径。但在医疗可回收垃圾这一块，只能对医院进行严格要求和监管，对于医疗垃圾被回收企业制成塑料颗粒之后的去向无法监管。相关文件有明确要求生产出来的塑料不能用于原用途，不能用于食品、玩具等。省生态环境厅相关负责人表示，“生产出来的产品，怎么来管理？这些塑料去向哪里？环保部门无法监管。”

省生态环境厅相关负责人表示，在环保部门处理过程中发现，许多医院没有将一些医疗废物从医疗垃圾中分出来，就被送到了回收企业。但是回收企业没有处理危废的资质，就导致产生违规行为。省卫健委负责人也表示，希望医院要分好类，对合作对象有所选择，要管控好医疗垃圾的流向。

#### **回应▶▶省卫健委：医疗废物回收形成闭环管理**

近日，省卫健委对提案（第20180882号）做出正式回应：称提案中提到的有关规范回收未被污染医疗物品的问题，有助于引导未被污染医疗物品规范化管理，减少未被污染医疗物品流失造成的社会危害。

省卫健委表示，支持相关立法工作，进一步规范未被污染一次性输液瓶（袋）物品的管理。当务之急是各有关部门要根据现行的相关规定切实抓好落实，按照职责分工，规范回收利用未被污染医疗物品，防止危害人体健康和污染环境。

省卫健委和生态环境等部门同意加强监管的建议，并持续加强对医疗机构、医疗废物处置经营单位的环境监管工作：

一、定期开展专项评估，加强对医疗机构的监管。各级卫生健康行政部门将医疗废物监督检查工作纳入日常监督工作重点。强化专项管理，细化明确未被污染输液瓶（袋）的分类要求，要求医疗机构严格源头分类、规范处置、加强监管，积极推动具有回收利用价值的医疗废弃物从产生到回收利用形成全过程的闭环管理。

二、省生态环境厅严格按照相关规定，对省内21家持有《医疗废物经营许可证》经营单位开展规范化管理督查考核；对在考核过程中发现的企业违法行为，严格依法查处；涉嫌环境犯罪的将移送司法机关。

针对提案中提出“指定定点机构回收”，省卫健委答复，国家已经在做相关试点。2018

年9月，国家卫生健康委医政医管局要求各级卫生健康部门要积极主动与相关部门或企业组织加强信息沟通，充分了解辖区内有能力规范处置医疗机构各类废弃物品的企业信息，拓宽可回收物的回收渠道，并及时向行业公开，促进医疗机构可回收垃圾规范回收处置。

省卫健委称，支持各地探索适合本地区实际情况的互联网+回收体系，充分利用信息化管理手段，形成源头管理、过程收运、末端处置的全链条、全流程信息化监管模式。

### 声音▶▶黄文起：仍将持续关注医疗垃圾回收

提案发起人之一的省政协常委黄文起日前向羊城晚报记者表示，他将持续关注医疗垃圾回收问题，积极参与相关部门后续的调研和执法检查。

黄文起是出身医疗界的政协委员，他告诉羊城晚报记者，因为是专业人士，所以他对医疗废物带来的危害有更切身的了解。

黄委员表示，随着人们对环境意识的提高和国家对环境治理的规定越来越严格，过去对医疗废品粗放式的管理模式已经一去不复还：“不能等到出了大问题才来重视和解决，对医疗可回收品领域的各种问题，相关的调研和规划一定要做在前面。”

黄文起和曾璇等委员表示，媒体的暗访是提案形成和重视的前提，非常感谢记者们的努力，接下来将和媒体及相关部门一起，全力推进“堵住医疗垃圾回收‘黑洞’”。

## 四部门调整进口废物管理目录

中国能源报 2019.1.7

**本报讯** 近日，生态环境部、商务部、国家发改委、海关总署联合印发调整进口废物管理目录的《公告》，将废钢铁、铜废碎料、铝废碎料等8个品种固体废物从《非限制进口类可用作原料的固体废物目录》调入《限制进口类可用作原料的固体废物目录》，自2019年7月1日起执行。

调整《进口废物管理目录》是推进固体废物进口管理制度改革的既定安排，此前已经调整过两次。在2017年将生活来源废塑料、未经分拣废纸、废纺织品、钒渣等4类24种固体废物调整为禁止进口的基础上，2018年4月调整了第二、第三批目录：将废五金、废船、废汽车压件、冶炼渣、工业来源废塑料等16种固体废物调整为禁止进口，自2018年12月31日起执行；将不锈钢废碎料、钛废碎料、木废碎料等16种固体废物调整为禁止进口，自2019年12月31日起执行。同时，有关部门正在研究制定回收铜、回收铝原料产品质量标准，符合国家有关产品质量标准的回收铜、回收铝原料产品，不属于固体废物，可按普通自由进口货物管理。（寇江泽）

## 中国科学家呼吁开展第三极水循环研究

中国科学报 2019.1.4

**本报讯** 1月3日，中科院院士、第二次青藏高原综合科学考察研究（STEP）首席科学

家、泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设战略性先导科技专项（以下简称“丝路环境”专项）首席科学家、第三极环境（TPE）国际计划主席姚檀栋团队在《自然》杂志发表题为《冰崩威胁亚洲水安全》的科学评论文章，旨在阐明第三极地区正在经历的加速水循环过程及其影响和建立系统的气象—水体稳定同位素观测网的重要性，呼吁全球自然科学家和社会科学家投身到第三极水循环研究中，构建聚焦水问题的观测和地球系统模型新体系，服务于亚洲水塔和丝路地区的水安全战略和水资源管理。

文章分析了气候变化对“第三极”固态水库的威胁及其对该区域河流、湖泊变化的影响，强调了在已建成的全球最大地表水气稳定同位素观测网的基础上，继续沿西风—季风传输路径拓展高精度三维（地表至高空）水气稳定同位素观测的重要性。为了清楚认识该区域水循环，服务于“一带一路”国家绿色发展，在“丝路环境”专项和 STEP 的支持下，TPE 国际计划和青藏高原所致力于在泛第三极地区沿西风—季风传输断面建立气象和三维水体稳定同位素观测网络，并在 3 个热点地区：帕米尔山脉（西风主导）、喜马拉雅山脉（受印度季风影响）和横断山脉（东亚季风盛行）开展海拔、大气环流和水气相互作用的加强观测研究，同时，推动适用于全球和区域气候模型的数据共享，研发能够实现第三极多圈层相互作用的新一代地球系统模型，以评估人类活动和气候减缓策略的区域影响，从而帮助社会各群体制定相应的风险控制和适应策略。

文章呼吁全球从气候学到社会科学的多学科科学家必须通力合作，科学应对全球变暖在第三极的链式影响和响应。

## 垃圾发电核心技术待突破

中国能源报 2019.1.7

**本报讯（实习记者王升）报道：**日前，“第五届固体废物管理研讨会”在北京举行。与会人士围绕我国固废产业面临的问题，就科技评价和科技服务等内容进行了探讨和交流。多位与会人士认为，目前我国垃圾焚烧发电产业标准体系日趋严格，核心技术有待进一步突破。

中国建设科技集团副总裁徐文龙指出，垃圾焚烧是目前垃圾处理的主要模式之一，目前占垃圾处理率的 40% 左右，但比例还会继续增长，预计占比 50% - 60%。“随着环保标准趋严，垃圾处理装备的相关标准会更加严格，处理费用也会继续提高。”徐文龙认为，执行严格的垃圾焚烧标准需要与科技和经济投入相配套，否则行业发展问题更加突出。

据悉，我国现行的《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485 - 2014）中要求二噁英的排放标准为 0.1 ng TEQ /Nm<sup>3</sup> 以下，被多位专家称为“史上最严”。

上海康恒环境股份有限公司董事长龙吉生指出，我国垃圾焚烧项目发展较快，对全球垃圾发电产业贡献较大。目前来看，全国每日产生约 100 万吨生活垃圾，垃圾焚烧发电的日处理能力 30 多万吨，加上在建项目日处理能力达 60 多万吨。从国际上看，欧盟的垃圾焚烧发

电日处理能力目前约为 20 万吨，美国、日本各约为 10 万吨。

“我国垃圾焚烧发电装备的国产化水平较高，但在监测仪器等装备方面还有待提高水平，高性能的液压、PLC 等零部件仍然依靠进口，需要我国工业基础水平的进一步整体提升，才能确保国际领先水平。”龙吉生进一步指出。

住建部环境卫生工程技术研究中心副主任刘晶昊认为，就垃圾焚烧而言，自动化控制技术能够提高燃烧效率。目前，我国通过引进国外相关技术，能够自主地把一些装备加工制造、仿造或微创新。但是自动化控制技术的发展水平依然较低，尚未实现高智能的自动化技术。

中国科学院地理科学与资源研究所环境修复研究中心主任陈同斌表示，目前的固废产业是资本驱动型产业，有些企业较为短视。“一些企业认为，只要有了固废来源，投资建设一个处理厂就能开展商业模式了，但是发展固废产业缺乏核心技术的源头创新，这不容忽视。”

“下一步，固废产业应发展为技术驱动型产业。发展固废领域智能化装备，如机器人。机器人能够完成自动取料、自动配送、自动破碎等过程，不再需要人来干这些苦活了。”陈同斌说。

### 去年新开工棚户区改造安置住房 3.45 万套

## 广东生活垃圾处理能力首次超过生活垃圾产生量

羊城晚报 2019.1.10

羊城晚报讯（记者赵燕华）报道：1月8日，全省住房城乡建设工作会议在广州召开。会上，羊城晚报记者了解到，去年，广东新增配套管网近 8000 公里，再次刷新了纪录；新建垃圾处理设施数量和规模为近年来最快，全省生活垃圾处理能力首次超过生活垃圾产生量；去年广东全省新开工棚户区改造安置住房 3.45 万套，任务完成率达到 133.2%。

省住房城乡建设厅有关负责人透露，去年，广东全省新增城市（县城）污水处理设施 24 座，新增配套管网近 8000 公里，再次刷新了纪录。新建成 18 座生活垃圾处理设施，日处理能力 2.7 万吨，新建垃圾处理设施数量和规模为近年来最快，全省生活垃圾处理能力首次超过生活垃圾产生量。广州、深圳逐步建立完善分类收运处理体系。此外，广东对全省 20 个地级以上市开展农村生活垃圾治理省级验收，广州等 9 个市达到“七有”标准。粤东粤西粤北地区和惠州、江门、肇庆等 15 个地级市共 72 个县（市、区）全面推行 PPP 模式整县推进村镇污水处理设施建设。

广东去年新开工棚户区改造安置住房 3.45 万套，任务完成率达到 133.2%。通过住房公积金缓缴和降低缴存比例为企业降成本 39 亿元。农村危房改造方面，去年完成 40407 户。

截至去年 10 月底，广东新建和提升城市公厕 1210 座。完成全省 3183 处历史建筑摸查测绘，在全国率先建立覆盖全省的历史建筑数字化平台。建成省级数字化城市管理监督平台，实现与 17 个城市省市对接联动，推动形成全省数字化城市管理“一张网”。截至去年 11 月，全省共治理违法建设 9774.69 万平方米，其中拆除违法建设 7067.33 万平方米，超

额完成年度治理目标，初步遏制了新增违法建设。

此外，广东建筑业现代化水平不断提高。全省房屋市政工程一次通过验收合格率为100%。全省年内新增绿色建筑面积8990万平方米，同比增长27%，绿色建筑实现量质齐升。

会上，相关人士提出2019年工作重点，包括五个方面：第一是完善住房保障增加有效供给，强调坚持调控目标不动摇、力度不放松，着力建立和完善房地产市场平稳健康发展的长效机制，坚决防范化解房地产市场风险。第二是坚持把新发展理念贯穿到城市建设管理全过程。第三，坚持协调发展、均衡发展，大力推动乡村振兴战略实施。第四，不断提高建筑产业现代化水平，促进建筑产业转型升级，全面提高建筑业发展质量和效益。第五，坚持全面深化改革，不断激发住房城乡建设工作新动能。

## 天津发布铅蓄电池污染物排放标准

中国能源报 2019.1.12

本报讯1月9日，天津市发布《铅蓄电池工业污染物排放标准》，新建企业自2019年2月1日起执行；现有企业自2020年1月1日起执行。

该标准规定了铅蓄电池生产行业水、大气污染物排放限值、监测和控制要求，以及标准实施与监督等相关规定。本标准控制项目包括11项污染物排放限值和单位产品基准排水量；其中涉及水污染物8项，包括pH值、化学需氧量、悬浮物、总磷、总氮、氨氮、总铅、总镉；大气污染物3项，包括铅及其化合物、硫酸雾和颗粒物。

据悉，铅蓄电池工业是重金属污染防治的重点监管行业，是天津市铅排放占比最高的行业。该标准实施后，可以有效促进企业加强运营管理、提高工艺水平、减少无组织排放，有利于天津市地表水环境质量及环境空气质量的改善，通过减少铅、镉等对人体健康有危害的重金属污染物排放，有助于铅蓄电池行业的健康、可持续发展。（淑琴）

## 污泥处置亟待补齐技术短板

中国科学报 2019.1.14

随着我国污水处理行业的迅速发展，污泥产量大幅增长，但污泥处置行业却因实用技术的缺失以及相关政策趋严，一直以来少有重大突破。

这是《中国科学报》记者从1月12日在海口市召开的“第五届污泥高峰论坛”上了解到的情况。此次论坛由全国污泥处理处置促进会、中国自然资源学会城市废弃物资源化专业委员会、中国城镇供水排水协会排水专业委员会主办。

长期以来，我国污泥处理处置设施建设相对滞后，污泥无害化处置率严重不足。该问题成为我国环境污染治理、环境保护工作中面临的新挑战，已引起越来越多的关注。

全国污泥处理处置促进会副理事长、中科院地理科学与资源所研究员陈同斌在接受《中国科学报》采访时表示，一直以来，污泥处理工作有着“臭、脏、累”的特点，臭气污

染严重，作业环境脏乱，劳动强度大。污泥处理过程中往往会释放硫化氢等有毒有害气体，对作业人员的健康产生潜在影响。

而污泥处理处置装备的智能化发展能一定程度上解决这些问题，是未来发展趋势，也是国家重点支持的战略新兴产业方向。

环保行业具有多学科、多领域融合的特点，无论哪一方面的科技进步，都会给环保领域带来创新的可能。在陈同斌看来，目前污泥处理技术的亮点在于智能化、集成化、装备化水平越来越高，同时更为清洁和节能。

对于当前污泥处置行业发展面临的技术操作复杂、运营管理难度大、二次污染风险大、缺乏政策扶持等问题，陈同斌认为，技术、装备、规范、污泥处置去向等需妥善解决。他认为，对于众多环保企业尤其是污泥处理企业来说，如果没有核心技术，不重视科技进步，不积极创新，不仅难以抓住千亿元污泥市场机遇，还可能很快被优化淘汰。

陈同斌提醒说，无论哪种污泥处理技术，都需要控制处置过程中的二次污染问题，要同步提升技术，避免环保企业沦为污染企业。同时，他提出要更多关注污泥处理处置技术的环境因素识别风险，处理技术及设备运行要具有不同地域环境的高适应性，避免技术和设备的简单复制。（王卉）

## 广东拟于7月1日执行国六标准

广东 PM2.5 再创新低 仅为 31 微克/立方米

广州日报 2019.1.19

31 微克/立方米，2018 年广东 PM2.5 年均浓度创下历史新低，蓝天保卫战交出漂亮成绩单。1 月 19 日，广东省生态环境厅召开发布会，通报了去年全省空气质量状况和今年蓝天保卫战思路。省生态环境厅有关负责人表示，近年来臭氧已经成为我省大气治理中面临的最主要问题，2018 年臭氧作为首要污染物的占比接近 6 成，远远高于 PM2.5。为此，广东计划按照原先的部署，拟从 2019 年 7 月 1 日起实施机动车国六排放标准。

### 汕尾湛江茂名空气质量居前三

2018 年，我省空气质量总体保持良好，六项污染物指标年评价浓度均达到国家二级标准。全省 PM2.5、PM10、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>-8h、SO<sub>2</sub> 和 CO 年评价浓度分别为 31、49、28、154、10 微克/立方米和 1.1 毫克/立方米，同比变化分别为 -6.1%、-3.9%、-3.4%、0.7%、-9.1% 和 -8.3%。全省空气质量优良天数比例（AQI 达标率）为 88.9%，较 2017 年下降 0.5 个百分点；珠三角地区空气质量优良天数比例（AQI 达标率）为 85.4%，较去年上升 0.9 个百分点。

省生态环境厅大气环境管理处副处长张瑞凤表示，全省大气六项污染物年评价浓度连续 4 年达标，珠三角地区大气污染物各项指标与上年同比全面改善，全省和珠三角 PM2.5 年均浓度再创新低，深圳、惠州、湛江、汕尾市连续 4 年 PM2.5 年均浓度保持在 30 微克/立方

米以下，广州市 PM2.5 年均浓度连续 2 年达标，佛山市 PM2.5 年均浓度首次实现达标，汕尾市 PM2.5 年均浓度（23 微克/立方米）首次达到世界卫生组织（WHO）第二阶段控制目标，也是欧盟现行标准。全省各城市按照环境空气综合质量指数排名，汕尾、湛江和茂名位列前三。

### 臭氧成首要污染物占 59.6%

未来“广东蓝”还将更蓝！近日省政府印发的《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》，又提出了全省空气质量改善的新目标：到 2020 年，全省空气质量优良天数比例（AQI）达到 92.5%，PM2.5 年均浓度控制在 33 微克/立方米以下，基本消除重污染天气，各地级以上市空气质量六项基本指标年均浓度均达到国家二级标准，深圳市力争 PM2.5 年均浓度降至 25 微克/立方米以下。

在 PM2.5 污染问题大幅改善的同时，臭氧仍是广东空气治理中面临的难题。数据显示，去年全省臭氧浓度略有上升，也是六项污染物中唯一出现上升的；臭氧作为空气中首要污染物比例达到 59.6%，远远超过 PM2.5（占 21.5%）和 NO<sub>2</sub>（占 10.6%）。

### 是否提前实施国六？将举行听证会

机动车尾气是城市中氮氧化物排放的重要来源，其减排对臭氧和 PM2.5 治理有着重要意义。去年 8 月，《广东省提前实施机动车国六排放标准方案（征求意见稿）》公布，其中要求 2019 年 7 月 1 日起全省实施国六标准；广州、深圳市提前实施国六标准的具体日期和要求经省人民政府批复同意后分别由广州市人民政府、深圳市人民政府另行公告实施。但值得关注的是，这一征求意见稿至今并未正式印发。

与此同时，深圳是省内计划最早实施国六标准的城市，原定于今年 1 月 1 日实施，但其后深圳将时间推迟到今年的 7 月 1 日。其理由是缓解经销商的“国五”车型的库存压力，同时也为生产商留出更多升级产品的时间。

去年 11 月，广州市政府常务会议审议通过了《广州市提前执行轻型汽车国六排放标准工作方案》，当时预计从 2019 年 3 月 1 日起提前执行轻型汽车国六（b 阶段）排放标准。但广州是否会在 3 月 1 日提前实施国六，广州市环保局有关负责人的答复是：“以市政府最终公布时间为准。”

那么，全省实施国六的时间点是否会推迟呢？昨日，省生态环境厅大气环境管理处处长李智广表示，鉴于近年我省臭氧污染问题凸显，全省拟按照原计划在今年 7 月 1 日实施国六机动车排放标准，预计还将举行听证会。（杜娟、王楚涵 粤环宣）

## 生态环保年度目标任务完成

### 二氧化硫减排提前完成“十三五”规划目标

人民日报 2019.1.21

本报北京 1 月 20 日电（记者寇江泽、孙秀艳）记者从 2019 年全国生态环境保护工作会



议上获悉：生态环境保护 2018 年年度目标任务圆满完成，各项刚性目标任务均达到或超过“十三五”规划序时进度要求。据初步统计，二氧化硫总量同比减排 6.7%，较 2015 年下降 18.9%，已提前完成“十三五”规划下降 15% 的目标。

生态环境部部长李干杰表示，2018 年，全国 338 个地级及以上城市优良天数比例为 79.3%，同比上升 1.3 个百分点；PM2.5 平均浓度为 39 微克/立方米，同比下降 9.3%。全国地表水优良（Ⅰ—Ⅲ类）水质断面比例上升 3.1 个百分点，劣Ⅴ类断面比例下降 1.6 个百分点。

2018 年，主要污染物化学需氧量、氨氮、氮氧化物排放量分别下降 3.1%、2.7%、4.9%，较 2015 年分别下降 8.5%、8.9%、13.1%，这三项污染物减排已达到序时进度。

据介绍，2018 年，全国固体废物进口总量 2263 万吨，同比减少 46.5%。截至 2018 年年底，京津冀、长江经济带和宁夏回族自治区等 15 个省份初步划定生态保护红线，山西等 16 个省份基本形成划定方案。

## 国家发改委、工信部联合发布《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》

### 固废治理走向“高效、高值、规模化”

中国能源报 2019.1.21

随着治理规模与需求的持续提升，固废综合利用正在由“低效、低值、分散利用”走向“高效、高值、规模利用”。国家发改委、工信部近日发布的《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》（下称《通知》）提出，以尾矿、煤矸石、粉煤灰、化工渣等固体废物为重点，以集聚化、产业化、市场化、生态化为向导，以提高资源利用效率为核心，积极探索大宗固体废物区域整体协同解决方案，带动资源综合利用水平全面提升。

按照要求，到 2020 年，我国将建设 50 个大宗固体废物综合利用基地、50 个工业资源综合利用基地，基地废弃物综合利用率达到 75%，形成多途径、高附加值的综合利用发展新格局。其中，将重点鼓励京津冀及周边地区、长江经济带、东北老工业基地等区域，开展跨区域基地建设和协同发展。

#### 资源化率虽有提升低质、分散的治理局面未变

治污对象复杂繁多，这一次为何会瞄准固废板块？根据《通知》，随着我国煤炭、电力、化工等行业迅猛发展，随之而来的环境和资源压力也在加大。“其中，大宗固体废弃物排放影响和制约着产业经济的高质量发展。开展综合利用基地建设，是不断提高和扩大大宗固体废物综合利用技术水平、装备能力、应用规模和领域、品质和效益等的有效途径及重要保障。”

就在《通知》发布不到一周，生态环境部随即公布《2018 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》，系统介绍 2017 年固废产业状况。统计显示，全国 202 个大、中城市一

年产生的工业固体废物量超过 13.1 亿吨，工业危险废物产生量为 4010.1 万吨，生活垃圾产生量达 20194.4 万吨。而上述被《通知》列入重点的处置对象，综合利用率分别在 50% - 88% 不等。

以粉煤灰为例，产生量最大的行业是电力、热力生产和供应业，综合利用率为 77.3%；其次是化学原料和化学制品制造业、石油、煤炭及其他燃料加工等行业，综合利用率均达 60% 以上。再如由煤炭开采和洗选业产生的煤矸石处理，目前综合利用率为 53.1%。

利用率越来越高，为何还要进一步整合？E20 环境平台固废产业研究中心负责人潘功认为，从技术、产业等角度看，我国对固废、尤其工业废弃物的治理已走在世界前列，但供需平衡方面仍存在不匹配、低效率等局限。“例如，一家或几家产废企业不足以支撑治理企业的运营，但介于成本等因素，我们又无法大动干戈聚集更多产废企业。相比之下，选择将这些固废先集合、再处置，反倒是一个更合理的方式。通过整合，资源回用几率越高、价值越大。”

旺能环境股份有限公司董事长管会斌同时指出，截至目前，固废监管仍相对分散，各地涉及城管、住建、农业、商务及生态环境等不同主管部门，“五龙治水”的状态较难形成合力。“尤其在早期规划中，由于各监管单位考虑角度不同、处理规划统一不足，项目选址较为分散、集约化水平低、无法理顺产业链条，各自形成‘孤岛’，存在独立、单一等处置壁垒，大量设施重复投资建设，造成土地、财政、管理等资源浪费。也正因此，系统规划、统一协调渐成趋势。”

#### 源头减量与综合利用相结合技术与经济性兼顾

围绕“低效、低值、分散利用”现状，《通知》提出“源头减量与综合利用”结合的治理方向，要求在优化设计、科学管理基础上，首先从源头减少固废排放。同时，通过提高品质、扩大品种和拓展应用领域，提高资源综合利用水平、加大固废利用量，最终实现增量和存量总和的负增长。除技术、标准、管理等层面，《通知》还首次强调，要完善资源综合利用的产业、财税及金融等政策。

面对这一“新蓝海”，潘功提醒，要真正实现“高效、高值”，经济性也是必不可少的因素。“相比其他环保分枝，固废治理具有一定门槛，企业并非带着钱来就能参与。除一定的资金投入，也离不开资质、技术、人员等必要配备。尤其时下大热的工业固废治理，业主往往是一家企业或一个园区，谁产生、谁付费，不同于生活垃圾有政府出面‘兜底’，这就多了一些不确定因素。参与企业既要考虑技术可行，也要兼顾治理的经济性。如果通过综合处置得来的材料比直接购买原料还贵，为什么还要开展资源化利用？”

此说法也在《通知》中得到印证。根据要求，拟建设的 50 个工业资源综合利用基地不仅要达环保、安全等要求，同时还需满足年综合利用总量 1000 万吨以上、综合利用率 65% 以上、年产值超过 10 亿元的经济指标。

此外，多位业内人士向记者坦言，我国固废治理虽呈现整体向好趋势，但具体到单一对象，目前仍存在部分难以攻克的技术瓶颈。“例如煤化工行业的复产盐，就因产量大及成分

杂而面临技术难题。”国家能源集团北京低碳清洁能源研究院水处理平台总监熊日华举例称，一个60万吨/年的煤制烯烃项目，年产盐量3-5万吨；一个40亿立方米/年的煤制天然气项目，年产盐量5-8万吨。“相当于每个煤化工项目，每年都有几万吨杂盐待处置。但目前即便做到极致也只能回用70%-80%，剩余部分暂未找到有效处理办法。”

上海环境集团股份有限公司总裁王家樑则表示，因早期管理体系粗放、科技体系脆弱等因素，技术现状与处置的“多样化、产业化和智能化”需求矛盾突出。“尤其在项目环评过程中，我们就深刻感受到，目前单一的末端消纳远远不够，急需形成复合新型的污染处置技术。”（朱妍）

## 中石化废酸裂解回收技术通过鉴定

中国能源报 2019.1.21

**本报讯** 由中石化南京化工研究院有限公司承担的高浓度废硫酸裂解回收技术中试研究和3万吨/年烷基化待生酸裂解再生工业运用试验两项目，日前通过中国石化科技部组织的科研成果鉴定，专家组认为其整体技术达到国际先进水平。

截至目前，采用高浓度废硫酸裂解回收技术的3万吨/年烷基化待生酸裂解再生工业装置已连续稳定运行4个月。装置技术标定数据结果显示：成品酸品质达到工业硫酸优等品的指标；尾气排放中酸雾含量、NO<sub>x</sub>含量均优于国家排放标准；新技术、新设备均达到或优于设计运行指标。装置投资低，经济和社会效益显著，整体技术达到国际先进水平。

随着汽油标准升级的推进，烷基化油的市场需求大幅增长。伴随硫酸法烷基化工艺装置产生的废硫酸采用传统的处理方法很难处理，对环境危害极大。废硫酸高温裂解再生技术以废硫酸作为生产原料，生产出质量可达优等品标准的工业硫酸产品。该工艺具有处理量大、生产连续稳定、能耗低、回收酸品质好、不产生二次污染等优点，是目前最清洁、能彻底处理烷基化废硫酸的方法。深入开发研究该技术，优化废硫酸裂解工艺并应用于实际工业化生产具有极其重要的现实意义和经济价值。

针对烷基化废硫酸的特点，高浓度废硫酸裂解回收技术中试研究项目开展了废硫酸裂解再生中试研究，完成了160吨/年废酸裂解中试装置的研发，对废酸裂解的工艺参数进行了优化，确定了最优工艺条件，使废酸分解率可达到99.1%以上，烟气中SO<sub>2</sub>浓度达到8.0%以上。此外项目组还配套开发了安全可靠的联锁自控方案，形成了具有自主知识产权的硫酸法烷基化待生酸裂解再生成套技术。

在中试研究基础上，3万吨/年烷基化待生酸裂解再生工业运用试验项目完成了装置工艺包的开发工作，并据此在天津分公司设计建成了工业装置，开展工业应用试验。通过对各项工艺参数的优化调整，得到了更优的控制参数。（陈斌 江碧清）

## 废旧混凝土再生利用技术及应用获国家科技进步奖二等奖

### 让混凝土“再生”助力节能减排

南方日报 2019.1.23

“获奖是对我们既有工作的肯定，后期还有很多工作，要继续努力。”前不久，由教育部“长江学者”特聘教授、华南理工大学土木与交通学院院长吴波牵头、华南理工大学为第一完成单位的“废旧混凝土再生利用关键技术及工程应用”项目获得2018年国家科技进步奖二等奖。

多年来，吴波一直致力于混凝土结构和组合结构的基本性能、耐火性能、抗震性能等方面的研究工作，并先后涉及新建结构、加固结构和废旧混凝土循环利用结构，主编了我国第一部建筑混凝土结构耐火设计标准，以及国内外首部再生块体混凝土结构技术标准，实现了建筑结构采用大尺度废旧混凝土块体的首例工程应用。吴波一心扑在工作上，科研成果丰硕，是同事和学生心目中的“工作狂”。

#### 潜心科研：学生眼中的“工作狂”

近日，笔者来到华南理工大学与吴波对话，聊天的过程中他的一位学生来到办公室汇报试验准备情况。他拿起学生的方案仔细看起来，不时询问试验细节，还反复叮嘱道：“试验时一定要小心观察，并注意安全……试验后要记得留存记录。”

在2014级博士研究生金和卯的眼里，吴波是一个“严于律己，精益求精”的人。他说：“吴老师非常勤奋和专注。除了外出参加学术会议，大部分时间都待在工作室和实验室里。”每周，吴波都会聚集学生，召开团队例会。他会逐一聆听学生们近期的学习情况，并给予指导。

而在关键的技术节点上，吴波都是“亲自上阵”。他的学生兼助手、华南理工大学副教授赵新宇回忆，前几年，再生块体混凝土技术在广州进行一项工程应用，需要现场浇筑一整天。吴波很重视，一大早就与学生们来到工地进行指导，并亲自示范。忙到晚上12时多，他才和大家带着一身泥浆回到学校，随后又一起总结畅谈至凌晨两时才回家休息。

吴波的学术生涯一直与混凝土打交道。他早期主要从事混凝土结构抗震和耐火研究。由于试验需要，团队每隔一段时间就要采购砂石等建筑材料，在这个过程中他敏锐地发现，混凝土的价格越来越高，而砂石订购也越来越难。

不难理解，混凝土的生产与使用不仅消耗大量天然资源，还会破坏生态环境；废弃混凝土的堆放、填埋还占用了大量土地。上述问题已成为制约我国可持续发展的瓶颈之一。据中国混凝土与水泥制品协会的统计，我国2016年商品混凝土产量18亿立方米，约占全球的50%，每年产生废旧混凝土高达2亿吨以上。

“如果既有的混凝土在完成历史使命之后，还可以重复利用那该有多好。”吴波说，他带着这个初衷，开始了长达10年的刻苦攻关。

## 未来期许：推广技术造福人类

从北京领奖回来，同事和学生们接连向吴波道贺，但他并没有特别的兴奋和激动，而是如往常一样工作。不同的是，在每周的团队例会上，学生们察觉到吴老师的学术激情更加高昂了。

从2008年开始，吴波将大部分精力都投入到“废旧混凝土再生利用关键技术及工程应用”研究项目上来。坚硬的废旧混凝土破碎成细小的骨料，化整为零工作量太大，吴波带领团队提出了混凝土循环利用新思路，直接将较大尺度的废旧混凝土块体与新混凝土混合搅拌形成再生块体混凝土，然后在新建工程中使用。经过测算，相比常规循环利用方法，这种技术可降低废旧混凝土的破碎处理能耗40%—60%，节省水泥用量约30%。

这项工作的难点在于，新、旧混凝土混合使用后，如何评估混合材料及相应结构构件的各项性能。吴波带领团队刻苦攻关，最终完成了对再生块体混凝土及其构件的基本力学性能，以及徐变、冻融、抗震、耐火等性能的完整评测，为再生块体混凝土的工程应用提供了关键技术支撑。通过大量研究和工程示范，证明废旧混凝土完全可用于工程的主要部位。

“任何研究都要有一个出口，不能为了研究而研究。”这是吴波常说的。2010年，团队实现了再生块体混凝土技术在国际上的首例工程应用，至今已在广东、福建、贵州等地的多项实际工程中得到应用，取得良好效果。吴波说，随着技术的日益成熟与不可再生资源的逐渐枯竭，再生块体混凝土将有更好的应用前景。

经过10年科研攻关，吴波团队主编了再生块体混凝土结构的首部技术标准，获得发明专利授权20件，为技术的推广应用奠定了坚实基础。吴波介绍，目前团队正在抓紧研发第二代再生块体混凝土，用再生砂石生产再生块体混凝土中的新混凝土，从而进一步提高废旧混凝土的综合利用率。他不忘初心，始终怀着学术研究的朴素初衷，希望这些技术可以推广，保护环境，造福人类。（杜玮淦）

## 稻草变黄金：生物质电催化转化实现绿色高效升级

科技日报 2019.1.23

科技日报合肥1月22日电（记者吴长锋）记者从中科院合肥物质科学研究院获悉，该院固体所在生物质电催化转化方面取得重要进展，实现了生物质平台分子—糠醛的绿色电催化转化升级。研究成果日前发表在《应用催化》上。

生物质作为一种重要的可再生资源产生方式，被看作是替代化石能源制备燃料与化学品的重要途径，其中纤维素作为生物质最主要的组成部分，占生物质组成的40%—60%，是自然界中最丰富的非粮碳水化合物，对其催化转化制取具有高附加值的化学品是实现人类社会可持续发展的关键。如何将纤维素初步衍生的平台分子，进一步催化转化得到更高附加值的化学品已成为能源领域的重点研究方向。然而，生物质衍生的平台分子转化率和选择性低，将生物质平台分子推广到更大应用范围，仍然是一个极具挑战性的问题。

科研人员选择糠醛的电催化升级反应作为模型，采用新颖的气相水热法，设计并构筑了碳纤维布负载金属磷化物电极，并利用该电极组装了糠醛电催化转化体系，实现了高选择性、高法拉第效率、高电流密度糠醛加氢还原转化到糠醇、氧化转化到糠酸；通过同位素标记法，直接证明了糠醛电催化加氢的氢就是来自于水中的氢原子。此外，科研人员还通过密度泛函理论计算探究了对糠醛高效电催化加氢的机理，结果表明，该催化体系具有较高的吸附氢原子浓度及较高的氢气脱附能，抑制了电催化析氢过程，从而实现了其对糠醛电催化加氢的选择性。

此研究成果不仅对如何设计高催化活性、高选择性电催化转移加氢催化剂具有指导意义，而且对电催化有机合成体系的设计和构建也具有重要的指导价值。

## 开发出“油脂结构定制化”微藻细胞工厂

中国科学报 2019.1.21

本报讯（记者沈春蕾 通讯员孔凤茹）日前，中科院青岛能源所单细胞中心研究证明，自然界中存在对于二十碳五烯酸（EPA）、亚油酸（LA）等多不饱和脂肪酸（PUFAs）分子具有选择性的 II 型二酰甘油酰基转移酶（DGAT<sub>2</sub>），并基于此示范了甘油三酯（TAG）之 PUFA 组成“定制化”的工业微藻细胞工厂。相关研究成果在线发表于《分子植物》。

甘油三酯是地球上能量载荷最高、结构最多元的生物大分子之一，因此它们是地球上动物、植物和人体中能量与碳源的存储载体与通用“货币”，也是生物柴油的重要来源。每个 TAG 分子由 1 个甘油分子和其上搭载的 3 个脂肪酸（FA）分子构成，后者的饱和度与碳链长度等特征决定了 TAG 分子的营养功效、燃油特性与经济价值。

是否能够“定制化设计”TAG 上的这三个 FA 的组成，来服务于精准健康与特种生物燃料合成呢？

微拟球藻是一种能够将阳光、海水和二氧化碳直接转化为 TAG 的工业产油微藻，在世界各地被作为一种燃料细胞工厂和高值饵料藻规模培养。其藻油中同时含有饱和脂肪酸（SFAs）、单不饱和脂肪酸（MUFAs）与 PUFAs。如果 MUFAs 含量高，藻油较适合作为优质液体燃料，服务于能源市场；而如果 PUFAs 含量高，藻油则更适合作为人体保健品。

青岛能源所单细胞中心前期在微拟球藻中发现了三个 DGAT<sub>2</sub>，分别对于 SFAs、MUFAs 和 PUFAs 这三大类 FA 具有一定的底物偏好性。但是，PUFAs 中涵盖了数十种不同饱和度和链长的 FA 分子，其化学特性不同、营养功效各异，能否在单种 PUFA 分子的精度，实现 TAG 分子的理性设计呢？

该中心辛一、申琛等人在微拟球藻中发现了两个全新的 II 型 DGAT<sub>2</sub> 蛋白元件，它们均在叶绿体上参与了 TAG 组装，却分别对 EPA 和 LA 具有特异的底物偏好性，继而通过在微拟球藻中调节上述 DGAT<sub>2</sub> 的转录水平，实现了 TAG 分子上 EPA 和 LA 组成的理性控制。

工业微藻 TAG 中 EPA 和 LA 组成可控性的证明，为利用合成生物学手段生产自然界不

存在或稀有的、具有特殊燃料特性或营养功效的“特种 TAG”打开了大门。同时，这种设计 TAG 分子结构的方法，为基于工业微藻乃至动植物底盘来规模生产“精准燃料”和“精准营养”提供了崭新思路。

## 广州四座资源热力电厂对公众开放

### 广州第四资源热力电厂环保宣教中心揭牌

广州日报 2019.1.24

广州日报讯（全媒体记者李波 通讯员成广聚、广环投）1月22日，位于南沙区的广州市第四资源热力电厂环保宣教中心建成并举行揭牌仪式。这标志着继去年底第六、第七两座资源热力电厂环保宣教中心揭牌后，广州市第四资源热力电厂环保宣教中心正式对公众开放。

记者了解到，第四资源热力电厂环保宣教中心采用传统岭南园林景观为基础进行设计，建筑设计色彩丰富、造型多变、富于童趣，外观流光溢彩，以良好的“绿色厂区、山水文园”为载体，致力于向公众提供全方位的环保融入体验和科普教育。同时，为增加参观者的体验感和互动性，环保宣教中心特设计开发了垃圾分类互动游戏、垃圾焚烧发电互动流程图、资源再利用产物互动橱窗等科普展示项目，营造现代化科技体验式科普宣教氛围。

据悉，第六、第七资源热力电厂对公众开放1个月以来，已接待443人，共19批次，前来参观的人员对环保宣教中心兴趣浓厚，积极与工作人员进行咨询和交流。下一阶段，其他几座资源热力电厂环保宣教中心建成后，也将陆续对外开放。据介绍，市城管局今年将继续联合广环投集团开展“城管开放体验日”活动，每月18日，广州市第一、第四、第六、第七资源热力电厂将向公众开放，市民可通过该集团官方网站、微信公众号报名参加活动。

在揭牌仪式上，广环投集团负责人表示，广州市第四资源热力电厂环保宣教中心顺利建成，将进一步推动广州由传统灌输式的宣传教育向科普大传播方向转变的进程，为建设生态宜居、高品质的新广州贡献环保科普宣传力量，下一步将着力把第四资源热力电厂环保宣教中心打造成为广州又一张靓丽的“环保名片”。

IEA 《世界能源展望 2018》：

### 电力将成能源行业碳减排先锋

中国能源报 2019.1.28

“全球能源相关的二氧化碳排放量在连续3年持平后，2017年再度上涨了1.6%，且今年初的数据表明，2018年排放还将继续增长，与实现气候变化目标所需的发展轨迹相距甚远。而与能源相关的空气污染每年仍导致数百万人过早死亡。”国际能源署（IEA）发布的《世界能源展望2018》（下称《展望》），针对当前能源系统的可持续性发展抛出的这一结

论，引发了业内关注。

根据《展望》，在新政策情景中，从现在到 2040 年能源相关的碳排放将呈缓慢上升态势，远远跟不上科学界测算的应对气候变化所需的减排步伐。

“全球能源行业二氧化碳排放近两年之所以呈现上升态势，主要与同期的经济复苏、交通领域燃油消费进一步增长有关，我们认为交通用油的消费近期不会达峰，同时，随着可再生能源技术的持续进步，能源行业的数字化应用逐渐普及，以及电力重要性日益突显，未来电力领域将成为能源行业碳减排的第一重点。”在《展望》报告发布会上，IEA 首席能源模型官劳拉·科齐女士说。

### **电力行业成碳减排先锋**

电力是 IEA 本次《展望》的特别关注领域。根据该报告，在低碳技术崛起推动发电方式发生重大转变的同时，电力在全球能源消费中的比重正在增加，特别是对于更依赖轻工业、服务业和数字技术的经济体，电力正日益成为首选“燃料”。预计到 2040 年电力需求会比当前增加 90%，这一增量是如今美国电力需求的近两倍。

《展望》预计，光伏装机容量 2025 年前会超过风电，2030 年左右超过水电，2040 年前超过煤电。预计到 2040 年可再生能源发电占比将从当前的 25% 增长到约 40%。

“目前，发达经济体电力需求增长温和，而发展中经济体不断攀升的电力需求，使得更清洁、人人可用、可负担的电力成为经济发展和减排战略的核心，风电、光伏仍是下一步电力发展重点。”劳拉·科齐说。

劳拉·科齐认为，电气化虽然可以提高城市空气质量，但如果要充分释放潜力、实现气候目标，需采取进一步措施实现电力供应低碳化，否则，就会出现二氧化碳排放只是从终端领域向上游转移到发电环节的风险。

她进一步指出，“通过分析不同国别的电力装机结构，发现到 2040 年，可再生能源发电需要达到 80%—85% 才可能实现碳减排目标，可从中看出电气化在碳减排方面的潜力。”

### **提升系统灵活性至关重要**

虽然风电和光伏能够提供可负担的低排放电力，却对电力系统的可靠运行提出了新要求。《展望》强调，“太阳能光伏和风电的崛起，使电力系统的灵活性变得空前重要。”

而从电力系统灵活性到网络安全也将成为电力行业面临的新挑战。这正是本次《展望》报告中总结出的能源系统三大关键支柱之“可靠性”方面存在的弊端。

“下一步，各国需要在提升电力系统灵活性方面付出巨大努力，这将关乎到全球能源转型与电力安全供应。”劳拉·科齐指出。

《展望》认为，传统电厂依然是保持系统灵活性的主力，新的电网互联、储电和需求侧响应技术起支持作用。随着电池存储成本迅速下降，电池与燃气调峰电厂在应对短时供需波动方面的竞争也将日趋激烈。而欧盟致力于建设“能源联盟”的努力说明，区域融合有助于推动可再生能源消纳。



## 需多领域协同综合施策

劳拉·科齐说，为实现全球碳减排目标，电力之外，也需要其他能源行业的协同。“事实上，交通、工业领域比电力领域碳减排难度更大。我们目前重点关注的二氧化碳捕集、利用和封存（CCUS）技术，以及工业领域其他低碳技术的不断创新均将为全球能源行业的低碳转型作出重要贡献。”她说。

据介绍，从交通领域看，当前乘用车约占石油消费的 20%，随着世界各国对乘用车的减排要求逐渐趋严，传统燃油车能效水平将不断提升，目前全球已经有约 70% 的乘用车普及了能效标识。加之电动汽车的进一步发展，“我们预测未来乘用车的保有量还会翻倍，但石油在乘用车领域的消费约在本世纪 20 年代中期达到峰值，并维持平衡状态。”劳拉·科齐说。

值得关注的是，过去两年，大气污染治理措施使得中国天然气的消费增长大大超出预期。2018 年，中国超过日本成为全球第一大天然气进口国。《展望》认为，以中国为首的发展中经济体不断上涨的需求将支撑全球天然气消费规模继续扩大，预计到 2030 年，天然气将超越煤炭成为全球能源结构中的第二大燃料。

“但天然气毕竟不是零碳排放的能源，天然气的碳排放主要来自于燃烧过程，以及天然气在开采过程中的甲烷泄漏。尤其后者的有效控制将对碳减排贡献非常大。目前 IEA 已经牵头制定了一个导则，旨在推动天然气生产企业通过天然气生产工艺与作业过程的优化以降低甲烷（天然气主要成分）泄漏。除此之外，天然气与氢能或生物甲烷的结合也将是低碳天然气的一个重要发展方向。”劳拉·科齐说。

## 用二氧化碳杀死病菌 废水处理技术取得突破性进展

参考消息 2019.1.28

【《澳大利亚》网站 1 月 25 日报道】题：用二氧化碳杀死病毒和细菌（记者格雷厄姆·劳埃德）

一种低成本的废水处理方法利用一个不太可能的盟友——二氧化碳，首次杀死了废水中的病毒和细菌（包括大肠杆菌）。

这项突破性研究成果今天发表在英国《自然》周刊上，将可能对世界上一些最紧迫的环境问题产生重大影响。这项研究成果将使从全球废水中清除数十亿个塑料瓶成为可能，并应对发生的致命疫情，包括非洲的埃博拉疫情。

该方法的秘诀是不起眼的气泡，其工作原理就像把柴油发动机的排气口固定到低技术含量的处理厂那样简单。

这套系统由新南威尔士大学和澳大利亚国立大学的科学家联合开发，其最大的优势在于，不需要昂贵的薄膜、高温或压力，因而价格低廉。

澳大利亚科学院马修·弗林德斯奖章 2016 年的获得者、研究报告的合作者巴里·尼纳姆教授说，研究发现，二氧化碳能杀死病毒，是自然界抵御感染的防护物。他说，以往所有

的水处理方法都存在一个大问题，即虽然可以处理细菌，但无法处理病毒或药物。

尼纳姆说，研究证明，这种新的水处理方法在处理猪舍中的水方面是成功的，它是一系列研究的一部分，这些研究包括：新的低成本脱盐方法，以及消除砷、铅、汞和放射性废料等重金属的研究。

研究报告称，获取清洁水是世界面临的一个重大问题。“水中病毒造成的代价和破坏仍是一个尚未解决的挑战，它对再生水的使用构成了重大限制。所以，我们开发了一项对环境友好的技术，用于对水进行消毒处理。”

报告称：“这种技术让加热、不加压的二氧化碳或废气在鼓泡塔中通过废水冒泡，从而有效地消灭了细菌和病毒。这个过程非常划算，不存在副产品方面的问题。”

英国《自然》周刊的一篇社论写道，由理查德·帕什利领导的研究团队展示了用二氧化碳冒泡对水进行消毒处理的过程，这一过程不需要对二氧化碳加压。

## 四、太阳能

### 新加坡：商用垂直农场

广州日报 2019.1.4

新加坡有一种非常奇特的景观：很多种农产品都生长在楼房与楼房之间的空地甚至是停车场。其中，商用垂直农场是新加坡常见的一种种植设施。新加坡目前拥有世界最多的商用垂直农场，该农场为半透明结构，一般有四层高，整栋建筑全部采用已回收材料和可回收材料建设，顶部采用太阳能电池板铺设，农场运行的至少40%的用电量都来自太阳能；除此以外，建筑内部还采用无土栽培技术，有发达的雨水收集系统，用收集的雨水灌溉作物；而且在这里可以将污水转化为电力，每月仅需花费3元的电费大量节省了能源成本。

### 军民携手让太空电能“下凡”

科技日报 2019.1.7

在距离地面3.6万公里的太空，建太阳能电站，向地面提供电力，这一看似“天方夜谭”的项目却在重庆落地。近日，在重庆璧山举行的空间太阳能电站技术暨第三届重庆军民深度融合产业发展交流会上，璧山区与重庆大学、中国空间技术研究院西安分院、西安电子科技大学联合签署合作协议。这标志着我国空间太阳能电站实验基地在璧山启动建设。

这样的项目为什么会落地重庆？这与重庆军民融合协同创新研究院（以下简称创新研究院）的探索分不开。

#### 建空间太阳能电站不是天方夜谭

空间太阳能电站即在地球同步轨道上建立太阳能电站收集太阳能，并通过无线能量传输方式向地面提供持续电力的天地一体化发电系统。

中国工程院院士、重庆大学教授杨士中介绍，因为太阳能经过大气层时会衰减，在地面上的利用率并不高，不过在太空中，太阳能却非常充裕。每平方米太阳能电池在我国西北地区的最高发电功率约0.4千瓦，在平流层的发电功率达7千瓦—8千瓦，而在距离地球表面约3.6万公里的地球同步轨道上，发电功率可达10千瓦—14千瓦。如果能够攻克空间太阳能发电技术，则从根本上可以解决人类对清洁能源和环境保护的需求。因此，空间太阳能电站被称为“能源领域的伟大变革”。

目前，美国、日本等国家已在空间太阳能电站领域展开研究。2008年，我国将空间太阳能电站研发工作纳入国家先期研究规划，近年来提出了平台非聚光型、二次对称聚光型等空间太阳能电站方案，同时在无线能量传输等关键技术方面取得重大进步。

然而，在3.6万公里的太空建电站，绝非易事，需要攻克材料运送、太空制造、电能运输等技术难题。2015年，杨士中团队率先发起微波输能与空间太阳能电站领域攻关，目前已完成了一套具备高空系留锚定能力的氦气浮空平台及其微波输能载荷的研制。

下一步的研究不仅需要场地，更要集众智、汇众力，汇聚多方资源。在哪里做？如何做？需要有一个创新试点区。

#### **产业研究基地让好项目有了落脚点**

2016年11月21日，重庆市璧山区成立了重庆军民融合协同创新研究院。该院由璧山高新区联合国防科工局经济技术发展中心、重庆大学教育部深空探测联合研究中心、上海宇航系统工程研究所、中国电子科技集团第十一研究所、重庆科学技术研究院等高校院所共同组建。

创新研究院副院长谢更新介绍，成立该院就是希望积极落实国家军民融合发展战略，抓住国家和重庆市建设国家军民融合创新示范区契机，加快军民技术转移和军民科技成果转化，在重庆市军民融合发展领域先行先试，将其打造为全国具有影响力的军民融合发展创新平台。

“重庆大学目前把璧山作为军民融合的产业研究基地，将国防技术进行转移转化。”重庆大学副校长廖瑞金说，太空太阳能电站就是其中一项主要的合作。璧山空间太阳能电站实验基地技术团队以重庆大学杨士中团队为主，联合重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室、西安电子科技大学段宝岩院士团队、中国空间技术研究院西安分院微波技术重点实验室、中国航天科技集团钱学森空间技术实验室空间能源技术研究中心等单位共同组建。

璧山实验基地主要承担的任务包括：构建基于临近空间浮空平台的小型太阳能电站，并实现空对地微波（和激光）无线传能，地面接收装置再将微波或激光束能转变为电能，送入重庆供电网。最终完成空间太阳能电站的相关模拟实验。

廖瑞金说，太空太阳能电站的建设既是长远之策，又是系统工程。在璧山实验基地进行前期演示模拟与验证，将为未来中国真正在太空建立太阳能电站打下基础。也通过重庆大学

和璧山高新区建设科学研究实验平台，为国内乃至全球科学家搭建太空能源技术的公共平台，并将部分科研成果进行转化。

### **搭建平台加速技术转移转化**

“创新研究院重点围绕人工智能、新一代信息技术、空间信息、新型材料等军民两用新技术领域，联合各方资源开展合作研究。”谢更新介绍，自2016年创新研究院成立以来，联合地方高校、科研院所、军工及民营企业等协同创新，推进军民融合深度发展，开启科技成果转化快捷通道，成效显著。

如何让军民两用技术资源的共享和转移转化更加顺畅？

“空间太阳能电站的建设是一项宏伟的系统工程，涉及众多重要技术领域，我们鼓励更多的民营企业参与其中，也欢迎致力于相关领域研究的单位和专家共同加入。”谢更新表示，创新研究院正在积极对接重庆科技大市场等机构，并得到国家国防科工局的支持，在璧山设立了国防科技工业局经济技术中心（原协作配套中心）西南工作部，搭建集科研政策咨询、科技要素价值评估、科技资源共享、市场交易、技术转移孵化等于一体的军民两用技术转移转化交易平台。

同时，创新研究院还在积极打造国家级军民融合高端创新型孵化器。以科技型创业企业为服务对象，依托军民融合产业联盟，完善充实科技型中小企业共享服务平台，挖掘优秀军民两用技术成果，扶持和培育“民参军”“军转民”科技成果产业化。

### **新体系打造军民融合发展高地**

谢更新说，以建设太空电站为契机，璧山将以承接国家重大科学工程为战略布局，推动重大科学装置集群落地，建设国家重点实验室、新型研发机构、知名企业研发中心、新型孵化器等科技平台，创新引智，打造以太空电站为中心的新能源产业技术聚集区。除此之外，重庆大学在特种机器人、微纳传感器等军民两用技术上的成果也将在这里得到转化。

“目前已成立得润汽车电子研究院、众泰新能源汽车研究院、黄桷树智能传感器研究院、瑞普智能机器人研究院4个专业研究院。”谢更新说，创新研究院按照“1+10+N”创新体系建设。“1”即重庆军民融合协同创新研究院，“10”指10个左右专业研究院，“N”即企业各类创新研发机构，促进40%以上规上工业企业建立研发机构。

谢更新表示，研究院按照“发展一个、培育一个、成熟一个、启动一个”的原则，选择有影响力的龙头企业或吸引大型军民企业来璧山建立专业研究院。这样能提升核心技术创新能力，引领技术发展方向；又能以技术和产品为目标，在创新能力突出、R&D投入占比高的中小企业建立研究所和企业技术研发中心，提高企业产品的竞争力。

同时，为了更好地促进军地合作，加速科研项目转化落地，创新研究院还成立了军民融合产业联盟。以红宇精工为理事长单位，联合青山、嘉陵、虎溪电机等重点军工企业和有能力、有基础、有意向的民营企业成立璧山军民融合产业联盟，集聚优势资源，打造军民融合发展高地。（雍黎王珂）

## 日本研发出可裁剪无线充电膜片

人民日报 2019.1.22

日本东京大学研究人员研发出一种可裁剪无线充电膜片，能裁剪成各种尺寸，“贴”在衣服口袋、包、桌子等物体表面给手机等电子设备充电。

东京大学研究团队近日在学校官网上介绍，现有无线充电产品通常根据特定产品的形状来设计安装充电线圈阵列，但一旦部分切断就可能失去充电能力，而他们开发的无线充电膜片，经裁剪后还能充电。

这种无线充电膜片采用特殊的 H 型内部线圈阵列，在膜片中设置电源，膜片四周边缘可以剪裁，剩余线圈保持充电能力。

在实验中，研究人员在长宽各约 40 厘米的柔性基板上制成重约 82 克的无线充电膜片，最大充电功率可达 5 瓦左右。研究小组期待这一技术能应用在衣服口袋、包内侧、桌子或者盒子上，赋予一些日常用品无线充电功能。

### 具备风电、光伏不可比拟优势

## “小众”光热发电期待长成“大树”

中国能源报 2019.1.7

“光热发电的最突出特点是，电源可控且具有储能系统，与传统化石能源发电特性非常接近。因此，光热发电不仅可以替代火电，也可以带动风电、光伏等其他可再生能源的发展。但现状是，光热发电规模在我国还很小。”日前，在甘肃敦煌举行的 2019 中国光热市场形势预测及策略峰会上，国务院参事室特约研究员徐晓东说，“对光热发电不重视，对其优势没有充分认识，是导致这一现状的重要原因。”

### 集发电储能于一身，光热项目有优势

随着我国首个百兆瓦级光热电站——首航节能敦煌 100 兆瓦塔式光热示范电站成功并网发电，光热发电如何更好地发展成为本次峰会聚焦的话题。会议上，多名专家表示，光热发电目前仍属可再生能源的“小众”领域，但和风电、光伏相比，光热发电有其不可比拟的优势，集发电与储能于一身，是稳定的可控电源，发展前景广阔。

当前，我国已确定到 2020 年和 2030 年非化石能源在一次能源消费占比中要分别达到 15% 和 20% 的发展目标。这意味着到 2030 年，太阳能发电量占比要达到 10%，风电占比也要达到 10%。按照这一比例，折合成光伏装机需达到 7.2 亿千瓦。与此同时，按照规划目标，燃煤火电装机到 2030 年要降到 9 亿千瓦。海量的光伏装机，需要配备储能设施，而储能面临成本较高的问题。

据电力规划设计总院副院长孙锐估算，7.2 亿千瓦光伏装机，要对应配套 3.8 亿千瓦的储能。而投运 1 亿千瓦的光热项目，可将 3.8 亿千瓦的配套储能降低到 1.3 亿千瓦。光热项

目的优势不言而喻。

酒泉市能源局局长陈学军表示：“光热发电享受的标杆电价较风电、光伏更高，而且不限电。这是基于绿色革命和生态文明建设的战略考虑，同时也说明我国光热发电前景广阔。”

### **周期长，经历沉淀才能迎来爆发**

光热发电与光伏有本质上的区别，光热行业周期相对较长，更需要耐心等待。

浙江中控太阳能技术有限公司董事长金建祥说：“光伏是电子行业的递增，建个光伏电站，厂家不可能单独给你设计光伏板，都是大批量制造。光热是机械行业，每个设备都定制，几乎没有通用的。光伏的施工、验证都很快，不到半年就建成了，很快就能证明有没有达产。而光热建设周期是两年多，建成后还需要两年时间验证技术路线。但是，光热项目一旦通过了拐点，就会迎来爆发性增长。如果国内的光热项目今后两年有很好的发电量数据，2020年底产业将进入实质性爆发性增长阶段，到时可能忙不过来。”

水电水利规划设计总院新能源部副主任王霁雪认为：“光热项目的建设过程和海上风电颇有相似之处，前段进展缓慢，后期会迎来爆发式增长。二者的相似之处还体现在，投资体量都非常大；技术比较复杂，技术风险比较高；在很多环节上是一种串联的关系，一个问题可能带来整个链条的中断，直接影响最后的结果。”

“国内海上风电起步于2005-2006年，但到了2017-2018年，才真正迎来爆发点，产业开始加速度。光热发电行业也需要经历一个发展和沉淀的过程，才能迎来真正的爆发。”王霁雪说。

### **政策支持和产业链协同不可少**

作为新兴行业，光热发电的进一步发展离不开国家和地方政策的支持，长远来看，更离不开整个产业链的协同合作。

有与会人士表示：“征地费用高是行业面临的一个较大问题。如果光热电站和光伏电站一样，从面征变成点征，企业的资金压力会小很多。”

对此，徐晓东表示：“作为政府来讲，应该把眼光放长远一点，可以给出一些优惠条件。比如土地，一开始可以考虑让项目免费用。初始阶段虽无直接收入，但可以带来人气，带来其他产业。有了人气，地方的发展就有了基础。”

光热发展面临的另一难题是资金补贴。王霁雪坦言：“风电和光伏的快速降价甚至平价，对光热发电是利好。一方面，光伏和风电退出补贴，才能把补贴的空间让给其他行业；另一方面，风电和光伏经济性增强，有利于和光热发电的融合发展。”

中广核新能源德令哈有限公司副总经理赵雄表示，短期内靠补贴没问题，但行业要持续发展，不能一直依赖于补贴。

首航节能总经理高峰说：“整个光热产业链一定要互相支持、互相维护，共同把这个产业发展好。尽管在有些项目上存在竞争关系，但应该看得更长远。光热市场足够大，需要有更多的企业聚集到光热产业中来。”（常洁木）

# 钙钛矿太阳能

中国科学报 2019.1.14

近年来，钙钛矿材料的研究和电池技术取得了快速发展，小尺寸电池效率已达到或超过传统薄膜电池材料。钙钛矿太阳能的研究重点也将转向如何使用量产工艺在低成本的前提下生产稳定的钙钛矿组件。

日前，欧盟宣布了一项研究计划，将出资 500 万欧元供欧洲的多个研究所、大学和公司共同进行钙钛矿太阳能发电技术的研究。项目名为“可靠钙钛矿组件的高效结构和工艺”（简称 ESPResSo）。

欧盟对钙钛矿技术的研发支持旨在保证自己在光伏技术和工艺方面的领先优势，确保其即使在生产成本不占优势的情况下，仍可拥有输出材料和设备的实力。

## 把太阳能装进盒子里

### 麻省理工学院设计新型储能系统

中国电力报 2019.1.19

美国麻省理工学院的工程师们提出了一个概念性的设计方案，用于储存可再生能源，如太阳能和风能，并根据需要将能源送回电网。该新型设计不仅可以在太阳能、风能充足时为小城市供电，而且可以实现昼夜供电。这项研究设计被发表在《能源和环境科学》杂志上。

#### 新系统成本是抽水蓄能电站一半

现在主流的储能方式是锂离子电池和抽水蓄能电站。锂离子电池已经被认为是一种可行但昂贵的储存可再生能源的方法。抽水蓄能电站则是迄今为止最便宜的电网规模蓄能方式。

麻省理工学院的研究者开发的新型储能方式为：将太阳能或风能产生的多余电力以热能的形式储存在白热熔融硅容器中，然后在需要时将热能转换成电能。

研究人员估计，这种系统比锂离子电池要便宜得多，成本大约是抽水蓄能电站的一半。

“即使我们现在想以纯粹的可再生能源为基础来运行电网，我们也做不到。因为你需要用化石燃料涡轮机来弥补可再生能源不能按需分配这一事实。”机械工程系副教授阿森格·亨利表示。“我们正在开发一项新技术，如果成功，将解决能源和气候变化中最重要、最关键的问题，即能源储存问题。”

#### 硅元素发挥关键作用

这个新的储能系统源于一个项目，在该项目中，研究人员寻找提高集中式太阳能热发电效率的方式。与传统太阳能发电厂使用太阳能电池板将光转换为电能不同，集中式太阳能热发电需要大面积的巨型反射镜，这些反射镜将阳光集中到中央塔上。在那里，光被转化为热，最终转化为电能。

“技术之所以有趣，是因为一旦你进入了这种以聚焦光来获得能量的过程，相对于储

存电力，你储存热量将会便宜得多。”亨利说。

集中式太阳能热发电厂把太阳能储存在装满熔融盐的大罐子里，然后加热到 1000 华氏度左右的高温，当需要电时，热盐通过热交换器把热量传递到蒸汽中，然后涡轮机把蒸汽变成电力。亨利说：“这种技术已经存在了一段时间，但人们一直认为其成本不会低到足以与天然气相竞争。因此，如果找到在更高温度下操作的方法，就需要使用更有效的热机并降低成本。”然而，如果操作人员将盐加热到极高温，那么盐会腐蚀储存其的不锈钢罐。

亨利的研究小组寻找到了一种除了盐之外的介质，这种介质可以在更高的温度下储存热量。研究人员最初试验了液态金属，并最终锁定了硅——这种地壳中含量最多的元素，可以承受超过 4000 华氏度的高温。

2017 年，研究小组开发了一种可以承受高温的泵，而且可以通过可再生储存系统来输送液态硅，这是吉尼斯世界纪录中提到的一项壮举。自那次开发以来，该团队一直在设计一个储能系统，可以集成这样一种高温泵。

### 3500 ~ 4300 华氏度的循环之旅

现在，研究人员已经找到了一种新的可再生能源储存系统的概念，将其称之为 TEGS - MJP，与传统凹面镜或中央塔来集热的方式不同，他们直接把可再生能源产生的电力（如太阳能和风能）转化为热能——电流通过加热元件的过程。

该系统可以与现有的可再生能源系统配套，以捕获白天多余的电力，并将其储存起来供日后使用。亨利说：“假设每个人下班回家，虽然太阳就要落山了，但还是很热，于是需要打开空调。这时光伏发电将不会有太多的输出，这时储存的能量就派上用场了。”这个系统由一个石墨制成的、高大的、高度绝缘的、充满液态硅的水箱组成，水箱宽度为 10 米，最低温度几乎达到 3500 华氏度。暴露在加热元件中的一排管子将这个“冷水箱”连接到另一个“热水箱”。当城市太阳能产生的电进入这个系统时，这些能量被转换成加热元件的热量。同时，液态硅被泵出冷罐，当通过暴露在加热元件下的排管时，进一步加热然后进入热罐。在那里，热能被储存在大约 4300 华氏度的高温下。

当需要电力时，炽热的液态硅被泵入罐子中，专门的太阳能电池（多结光伏）将其能源转换为电能输送到电网中。冷却下来的硅可以被泵回冷水箱，直到下一轮存储——从而有效地充当一个大型的可充电电池。

亨利说：“人们开始称我们的设计为‘盒子中的太阳’。这是一个很形象的说法，它基本上就是一个非常强烈的光源，把所有的光源都装在一个盒子里，这个盒子可以收集热量。”（于琳娜）

## 新研究或大幅提高钙钛矿电池寿命

科技日报 2019.1.21

科技日报讯（王迎霞）在保证转换效率的基础上极大地提高电池寿命，是钙钛矿太阳



能电池研究者的目标。日前，北京大学工学院材料科学与工程系周欢萍课题组和化学与分子工程学院严纯华院士课题组的合作成果“利用  $\text{Eu}^{3+}/\text{Eu}^{2+}$  氧化还原离子对提高铅碘钙钛矿太阳能电池工作寿命”，在线发表于国际期刊《科学》主刊。

器件寿命（即稳定性）和光电转换效率是决定太阳能电池最终发电成本的两个关键因素。全球普遍使用的晶体硅太阳能电池，效率已接近理论上限，成本难再下降。因此，兼顾成本和效率优势的钙钛矿太阳能电池成为该领域最大研究热门。

钙钛矿太阳能电池，采用具有钙钛矿晶体结构的有机无机杂化的金属卤化物作为吸光层，自 2009 年以来，因制备方式简单、生产成本低廉和光电性能优异而备受关注，光电转换效率由 3.8% 迅速升至 23.7%，成为当前发展最快光伏技术。然而，对于钙钛矿电池而言，其稳定性是最难解决的问题，且目前我国对钙钛矿产业化急需解决的成本、工艺、寿命等方面关注较少。

该研究针对钙钛矿材料在光照及热辐射作用下的不稳定性问题，提出了一种全新的机制，即在钙钛矿活性层中引入  $\text{Eu}^{3+}/\text{Eu}^{2+}$  的氧化还原离子对。该离子对可同时消除  $\text{Pb}^0$  和  $\text{I}^0$  缺陷，并在器件使用寿命期内循环发挥作用。基于此，电池初始效率得到提升，特别是其长期稳定性显著提升，解决了铅卤钙钛矿电池中限制其稳定性的一个重要本质性问题，将有力推进实现钙钛矿太阳能电池的工业化生产。

据介绍，该突破还可推广至其他钙钛矿光电器件，对其他面临类似问题的无机半导体器件，也具有重要参考意义。）

## 太阳能中温供暖开启亿元级市场

中国能源报 2019.1.14

1月8-9日，太阳能中温热利用技术大会在京召开。据了解，本次会议由中国可再生能源协会主办，是国内第一次聚焦太阳能中温热利用的专业性技术会议，吸引了来自企业、研究机构、产业联盟以及高校等 200 多位代表参会。记者在会上了解到，太阳能中温热利用技术作为新能源供暖的重要方式之一，目前仍是一片“处女地”，随着新能源清洁供暖工作的持续推进，太阳能供暖将在未来发挥重要作用，在助力绿色发展的同时，亿级市场的大门也将逐渐打开。

### 政策支持 前景广阔

可再生能源利用并不局限于电力应用，还存在热能等其他利用方式。作为可再生能源应用的一个重要分支，太阳能热利用可分为低温、中温、高温三大应用领域。

“低温热利用的主要形式是太阳能热水器及热水工程，目前已实现规模化发展。高温热利用主要应用于热发电，我国首个百兆瓦级光热电站——首航节能敦煌 100 兆瓦塔式光热示范电站就是其中代表。”与会专家介绍，“中温热利用介于低温、高温之间，是尚待深入开发的新领域，在供暖市场、工农业热利用市场潜力较大，应用前景广阔。”

中国农村行业协会太阳能热利用专业委员会的数据显示，我国太阳能集热器销量在2012年达到顶峰，随后出现大量下滑；2017年我国太阳能集热器销量为3723万平方米，仅为2012年的58%，市场缩水严重。而《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2020）》（下称《规划》）的发布或将为这一情况带来转机。

《规划》明确提出，利用天然气、电、地热、生物质、太阳能、工业余热、清洁化燃煤（超低排放）、核能等清洁化能源，实现低排放、低能耗的取暖方式；到2021年，太阳能取暖面积需达5000万平方米。

政策的支持在一定程度上带动了市场的需求，产业内呼吁发展太阳能供暖的声音也越来越大。

据了解，作为真正意义上的清洁能源，太阳能供暖具有使用寿命长、应用场景广泛等特点。其中，最重要的是成本优势。若最大效率地利用太阳能量，可节约能源成本40% - 60%，在同等供热情况下大大降低了运行费用。

“受益于清洁供暖市场的兴起和工农业热利用市场的发展，中国太阳能热利用市场将长期呈现‘U’型复苏。”美国国际铜专业协会北京代表处黄俊鹏预测。

#### **创新驱动 因地制宜**

据北京市统计局2017年12月发布的《北京市居民煤改清洁能源调研报告》，在调研涉及的16个区536户居民中，采用空气源热泵、地源热泵方式采暖的占51.3%，蓄热式电采暖器占18.5%，也就是说，电采暖占到了调研用户的70%以上。

“虽然清洁供暖工作的推进为可再生能源提供了发展机遇，但是由于改造任务来得急、要求高，使得电采暖和天然气采暖得到了更多的支持和关注。”国家发改委能源研究所可再生能源发展中心副研究员胡润青告诉记者，“这在一定程度上挤压了如太阳能供暖等在内的可再生能源市场。”黄俊鹏表示，太阳能利用行业若不在太阳能采暖方面有突破性创新，将错过这一轮煤改清洁能源的市场机会，失去广阔的清洁采暖市场。

中国工程院院士刘加平提出，建筑节能是太阳能供暖的基础条件。“建筑是能源消耗的重要载体，约占能源消费总量的20%。目前，我国建筑运行商品年能耗总量为8亿吨标煤，如果不控制建筑总面积和推广节能建筑，则总能耗有可能超过10亿吨标煤。”刘加平说，“理论上，建筑用能都可以通过太阳能提供，但要在工程上实现太阳能供暖，以节约建筑采暖，则需要通过技术经济分析确定。”

中国可再生能源协会热利用专业委员会秘书长、中国建筑科学研究院有限公司教授级高工何涛介绍，目前主要有空气集热太阳能供暖、热水集热太阳能供暖两种应用形式；空气集热系统启动快、耐冻、效率较低，可结合空心楼板等蓄热措施实施，但既有建筑需对结构进行较大改造，适宜在新建建筑中使用；而热水集热系统具有效率高、产业成熟、易安装、适用范围广等优势，但控制不当易发生冻害、过热。

何涛表示，太阳能供暖，尤其是集中式太阳能区域供暖是目前国际发展的趋势和方向，

资源富集区实现 100% 太阳能供暖完全可能。”这就需要我们充分借鉴国外先进经验，同时要实事求是，结合我国的自然资源和社会发展水平，考虑太阳能集热器对外观风貌、地域文化、民族特色的影响。”

### 协同攻关 企业先行

国际能源署统计数据显示，2010 - 2014 年，中国用于太阳能供暖的集热器面积仅为 15.5 万平方米，太阳能区域供暖案例较少。但经过几年的发展，2017 年太阳能热利用市场发生了较大变化。据美国国际铜专业协会研究，2017 年以前，太阳能热利用市场经销商对太阳能供暖、太阳能建筑、以及区域供热的市场选择占比分别为 18%、12% 以及 1%，而 2017 年以后，这三类数据占比或将分别达到 15%、18% 和 18%，三者总占比提高了 18 个百分点。国际金融太阳能产业联盟统计显示，太阳能热利用行业前 10 名所占市场份额从 2014 年的小于 10% 提升至 2017 年的逾 40%，企业数量从 1500 家缩减至 200 家。这从一定程度上反映了产业的逐渐成熟。

2018 年 12 月 26 日，“十三五”中电研发计划项目“藏区、西北及高原地区利用可再生能源采暖空调新技术”支持建设的平板太阳能生产线投产，无疑为市场的进一步打开奠定了基础。

北京热力集团还提出了对新能源供暖发展的具体目标。数据显示，截至 2017 年底，公司总供热面积为 2.96 亿平方米。目标提出，到 2020 年，北京热力城市核心区供热面积中新能源和可再生能源供热占比达 20%；2030 年，这一指标需达 30%。

胡润青说：“未来，随着可再生能源供暖比例的逐步提升，如何将太阳能热水等供暖方式融入到大的集成供暖系统中，也是我们需要思考的问题。”

值得一提的是，太阳能中温利用也不是只能与供暖相契合。中国可再生能源学会理事长谭天伟表示，化学工业和生物质炼制过程目前仍主要采用传统能源，可再生能源电力、热能与生物炼制过程有较高匹配度，联合利用具有良好前景。（董梓童）

## 揭示全小分子有机太阳能电池设计思路

中国科学报 2019.1.24

**本报讯（记者刘晓倩）**1 月 22 日，记者从兰州大学获悉，该校化学化工学院张浩力课题组发现的具有双吸电子单元的给体分子设计策略，可大幅提升全小分子有机太阳能电池使用效率，对获得性能优越的电池具有重要的指导意义，并为全小分子电池活性层形貌的精准调控提供了有效思路。相关成果日前发表于《化学材料》。

据介绍，全小分子有机太阳能电池是以有机小分子为给体材料、稠环电子受体为受体材料的一类新型有机太阳能电池，这类电池可以充分结合小分子给体和稠环电子受体各自优势，具有很大的研究价值和应用潜能。但是，这类电池目前研究较少、性能偏低，主要是由于性能优越的小分子给体材料的设计和活性层形貌的精准调控面临很大的挑战。

张浩力与北京大学工学院教授占肖卫合作，围绕高效全小分子有机太阳能电池，针对这两个主要的科学问题与挑战，取得了一系列新进展。研究人员设计合成了双吸电子单元，基于二元电池可以得到 9.2% 的效率，基于三元电池可以得到 10.9% 的效率，这是目前该类电池的最高效率之一。该研究得到了国家重点研发计划及国家自然科学基金的资助。

## 量子裁剪太阳能聚光板有多神奇？

中国科学报 2019.1.14

能源问题始终是困扰人类的重要问题之一。太阳能绿色无污染，而且在可预见的时间范围内取之不尽，被看作是未来解决能源问题的重要途径。

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员吴凯丰团队基于稀土金属镱掺杂的纳米晶材料，首次提出“量子裁剪太阳能聚光板”概念，并基于该概念，制备了高效率太阳能聚光板原型器件。相关研究发表在《纳米快报》上。

### 荧光型太阳能聚光板有优势

2011 年以来，太阳能光伏发电系统在全球发展迅速。根据国际能源署（IEA）发布的报告，2017 年我国无论从新增和累计装机容量方面均处于市场第一位，新增装机容量为 53GW 占全球总新增装机容量的 54.08%；截至 2017 年末，我国累计装机容量为 131GW，占全球累计装机容量 32.57%，位居全球第一。

其中城市太阳能发电所面临的一个重要问题是，对于高层建筑物集中的城市而言，大部分太阳光照射在大楼的侧面，而不是楼顶，但目前的太阳能聚光器却主要安装在楼顶。

是否可以将其安装在大楼侧面，充当窗户的同时来吸收太阳能发电呢？既充当了窗户，又给建筑物提供电，正符合时下热门的“智能建筑”的概念。但窗户的功能是透光，太阳能聚光器的功能是聚光，普遍使用的硅基太阳能电池板更是不透光的。如何能实现既透光又聚光的设想呢？

吴凯丰在接受《中国科学报》采访时介绍说，太阳光聚光技术有聚焦型、反光型和荧光聚光三种。其中聚焦型和反光性都属于几何聚光，利用的是几何光学的基本原理对太阳光实现汇聚，比如常见的放大镜就可以实现几何聚光；而荧光型聚光涉及的是光和物质的相互作用，太阳光激发发光团，发出荧光，然后对荧光光子进行波导汇聚。

1976 年，荧光型太阳能聚光板（Luminescent Solar Concentrators；LSC）由 W.H.Weber 等人首次提出。关于荧光型太阳能聚光板的工作模式，吴凯丰介绍说：“LSC 是一种结构相对简单的大面积太阳能捕获装置，由发光团通过涂覆或镶嵌于透明基底（如玻璃板等）构成。发光团在吸收入射到板上的太阳光子之后发出荧光光子，由于基底和空气折射率的差别，大约 75% 的光子会进入全反射模式进而被波导到板的边缘，用于激发贴在边缘处的太阳能电池，从而实现将光能转化为电能。”

与其他两种聚光方式相比，荧光聚光有哪些优点呢？

吴凯丰说主要有两个方面的优点。“首先，几何聚光需要聚光装置对太阳光入射角进行实时追踪，从而实现有效的聚光，这种追踪的装置通常成本是很高的；相比而言，荧光聚光可以对各种角度的漫反射和散射光线实现聚光，无须对太阳光进行追踪。其次，荧光聚光板的外表看起来就像是一个半透明或全透明的窗户，可以集成到建筑物里面，有可能实现‘太阳能窗户’产能的目标。”

### LSC 成本低但效率待提高

对比几何聚光和荧光聚光两种方式，两者的工作原理完全不同，各自有自己的优缺点和适用范围。

“很难定义这两者哪个被看好哪个不被看好。对于一些效率而非成本是最主要考虑因素的应用领域，比如航空航天用到的光伏器件，几何聚光是具有显著优势的。而对于另外一些应用，比如太阳能窗户等，则荧光聚光显然具有独一无二的优势。”吴凯丰总结说。

据介绍，荧光聚光的缺点目前是聚光效率比几何聚光低很多。从数据上看，传统的 LSCs 受限于发光团较低的荧光效率（通常小于 80%），以及自吸收损失，导致器件内部光学效率一般小于 60%。因此，目前聚光型的光伏装置里面用的都是几何聚光。

但由于荧光型太阳能聚光板由廉价的聚合物、玻璃和少量的荧光团材料构成，成本上远低于目前主流的太阳能面板（比如多晶硅）的。

如果聚光效率足够高，一块 LSC 加上边缘处的少量太阳能电池在功能上等同于一整块大面积的太阳能电池，将大大降低光伏产能的成本。吴凯丰指出：“我们进行过一些简单的估算，成本可能不超过 1/10。然而，对于实际应用真正重要的是类似于性价比的参数。这一点，由于 LSC 目前的效率较低，性价比相比太阳能面板可能仅仅具有微弱优势。这也是这项技术尚未实现商业化的原因之一。”

### 量子裁剪太阳能聚光板更神奇

为了提高传统 LSC 发光团荧光效率，科学家想到了很多方法。比如对于有机染料分子，通过进行基团修饰等可以提高荧光效率；或者对于无机纳米颗粒（量子点等），进行核/壳包覆，也可以显著提高荧光效率。但无论如何，这些传统发光材料的荧光效率上限就是 100%；而吴凯丰团队通过量子裁剪的方式，将这个上限提高到了 200%。

量子裁剪（quantum cutting）是一种新奇的光学现象。“基于该效应的材料可吸收一个高能光子，同时释放两个低能光子，满足能量守恒的基本物理规律。”吴凯丰说，“而我们知道，一般的发光材料，无论吸收何种能量的一个光子（只要该光子可以激发材料），都最多只能发出一个光子。因此，量子剪裁可以使发光效率倍增。”

基于量子裁剪效应的 LSCs 理论上可实现倍增的荧光量子效率（200%），同时可以完全抑制自吸收损失。吴凯丰解释说：“一般的发光团由于吸收和发光之间存在较大的光谱重叠，荧光光子在波导过程中会损失于自吸收过程。对于量子裁剪材料，由于发光波长远离材料的吸收位置，几乎可以完全抑制自吸收损失，这对 LSC 效率的提高也是极为关键的。”

吴凯丰研究团队提出，基于量子裁剪效应的 LSCs 内部光学效率可重新定义一个新的理论极限为 150%。研究团队合成了稀土金属镱掺杂的 CsPbCl<sub>3</sub> 纳米晶，发现其荧光效率高达 164%，表现出典型的量子裁剪特征。通过 CsPbCl<sub>3</sub> 纳米晶吸收一个蓝光光子产生激子，再将能量转移给两个镱原子的激发态，从而发出两个近红外光子。动力学测试表明高效的量子裁剪过程发生于皮秒级别。采用此类纳米晶制备出原型的量子裁剪 LSCs，实现了约 120% 的器件内部光学效率。可预期的是，通过进一步优化器件和提高太阳光吸收能力，可在大面积 LSCs 中突破 10% 的外部光学效率。

该研究创新性地将镱掺杂纳米晶引入到 LSC 领域，得到了同行的高度评价。关于未来的研究方向，吴凯丰表示，CsPbCl<sub>3</sub> 纳米晶的吸收主要集中于紫外部分，对太阳光的利用效率太低，团队目前正在尝试进行材料上的改性以实现更宽光谱的太阳光吸收。其次，CsPbCl<sub>3</sub> 属于目前广泛研究的含铅钙钛矿材料，它们的毒性和稳定性都是亟须解决的问题。

“很难预测解决这些技术问题具体需要多长时间，但我们已经看到，含铅钙钛矿太阳能电池的稳定性等通过几年的研究都得到了巨大的提升，因此，我觉得应该对该领域持乐观态度。”吴凯丰说。

## 我国“人造太阳”迎来新型“充电宝”

中国科学报 2019.1.18

新华社电一台 30 万千伏安立式脉冲发电机组 1 月 17 日在四川成都通过验收，它将满足“中国环流器二号 M”这一聚变研究先进装置的大功率、高储能供电需求，成为我国“人造太阳”的新型“充电宝”。

太阳的光和热，来源于氢原子核聚变反应所释放出的能量。“人造太阳”指通过可控热核聚变的方式给人类带来几乎无限的清洁能源。“中国环流器二号 M”是中核集团核工业西南物理研究院在建的我国新托卡马克装置，主要用于可控热核聚变研究。

当日，该发电机组的各项性能指标得到包括两位中国工程院院士在内的验收专家组的一致认可，验收专家组认为其总体参数达到国际先进水平。

该大型立式脉冲发电机组的额定转速为 500 转/分，总储能达到 2600 兆焦，额定电压 3 千伏，额定电流 29 千安。机组总重约 800 吨，总高约 15.5 米。

据介绍，该机组的成功研制，将有望驱动“中国环流器二号 M”装置的等离子体电流达到我国现有装置的 2 倍以上、等离子体温度超过 1.5 亿摄氏度，从而为开展堆芯级聚变等离子体物理实验和关键技术研究提供保障。

据悉，该机组由中核集团核工业西南物理研究院与哈电集团哈尔滨电机厂有限责任公司共同研制。研发团队攻克了六相大电流发电机、大惯量高速转子、宽频变化控保系统等技术难题，在研制过程中形成了一批拥有自主知识产权的创新成果。（李华梁）

# 无补贴光伏项目有望年内落地

中国能源报 2019.1.21

从2014年的《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》到今年1月刚刚发布的《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》（发改能源〔2019〕19号）（下称19号文），光伏产业进化的主旋律一直围绕着“平价上网”展开。光伏发电“领跑者”计划作为国家能源局牵头推动、实行的光伏扶持专项计划，是减少新能源电价补贴、早日实现平价上网的有力抓手，一直颇受业界关注。

1月16日，在中国光伏行业协会主办的“光伏领跑基地及平价（低价）项目开发研讨会”上，记者了解到，新年已至，市场对于新一轮光伏发电“领跑者”计划的期待也逐渐提高。辽宁阜新、河南南阳等地方政府正在积极申报第四批光伏“领跑者”项目基地，各光伏企业也开始摩拳擦掌，提前准备招标事宜。

## 新技术层出不穷

“2018年，电站总投资元/瓦进入4元时代，EPC项目甚至到了3元时代，这促进了部分区域项目直接实现无补贴。”上海电力设计院新能源公司崔云说。

“领跑者”青海格尔木基地0.31元/千瓦时的中标价格便是有力代表，再次刷新国内光伏电站最低电价纪录，舆论对于“平价上网近在眼前”的推论不绝于耳。

“‘降本增效，平价上网。’要想早日实现平价上网，成本依旧是关键，技术仍然是根基。”多位企业代表认为。

崔云告诉记者，目前在光伏电站总投资中，设备购置费占70%以上，组件占其中的60%左右，因此建议在项目实施时严格控制关键设备成本，以保证整个项目技术成本的降低。这使得光伏企业仍将目光锁定在降低组件成本这一重点任务上。

为此，晋能科技正积极开发HJT技术。“HJT组件具有工艺流程简单、无光致衰减、无电位衰减、低温度系数等优势，是未来光伏产业向25%效率水平发展的有效过渡。”晋能科技技术总监李高非向记者介绍，目前晋能科技超高效HJT组件量产最高效率已达到24.04%，60片双面组件最高功率档位达370瓦，产品专项降本也取得了初步成果。

另辟蹊径的企业不少，但更多的企业还是走在单晶PERC的主流大道上，不同的是，单晶PERC双面组件似乎成为了“领跑者”项目以及低价（平价）项目的“新法宝”。这和2019年光伏逆变器的发展趋势不谋而合。

“‘双面组件+组串逆变器+1500伏+跟踪系统’能大幅提升系统发电量，是未来光伏逆变器发展重点，也是实现平价上网的主流方案。”华为相关负责人告诉记者，“1500伏系统可有效节省设备成本、缆线成本、施工成本，已成为全球低电价及无补贴光伏项目的首选。”

## 优惠政策助平价

中国光伏行业协会副秘书长王世江表示，随着相关配套政策的逐步完善、竞争性配置方式的引入、技术指标的提高，光伏行业技术进程正在加快；“领跑者”基地为高效组件提供了广阔市场空间，直接推动了多种制造技术蓬勃发展，不乏代表未来趋势的技术在项目中应用。

在王世江看来，第四批“领跑者”基地将继续引领我国光伏发电的去补贴化进程，并且非技术成本的降低等诸多因素也将推动平价上网时代的来临。

这对行业来说，无疑是一个好消息。众所周知，非技术成本过高是光伏平价上网的一大阻碍。西北勘测设计研究院新能源工程院资源与总图所所长惠星介绍，以国内某光伏平价项目为例，其非技术成本占比在10%左右。

这一数据相比去年普通电站的非技术成本投入占比已有大幅下降。降低非技术成本以及其中最为企业“诟病”的土地成本也已成为地方政府申报“领跑者”项目的必备优惠条件。据记者了解，如包括内蒙古达拉特旗在内的不少第二、三批“领跑者”基地在协调土地流转、免征土地税等相关非技术成本方面均提供了优惠政策，第四批“领跑者”基地申报地区负责人也表示在土地租金等方面具备优势。

这和19号文对于地方政府的明确规定相一致。为推动无补贴平价上网项目，19号文要求地方政府部门优化平价上网项目的投资环境，包括土地利用及相关税收工作、取消要求投资建厂、采购省内产品等不利于市场公平竞争的规定；降低非光伏技术成本。

惠星认为，降低非技术成本是国内平价（低价）示范项目的主要适应条件之一。“太阳能资源条件对能否开展平价示范项目起到了很关键的作用，资源好、消纳好、成本低是这类项目的三大要素。若地方政府支持相关产业发展，具有土地政策、接入条件、税费等优势，将会在一定程度上带动平价、低价项目的发展。”

### 商业模式待拓展

在技术、政策的支持下，王世江预测，在即将开展的第四批“领跑者”项目中，可能会出现完全不需要补贴的投标价格。

而在崔云看来，除了上述提及的与技术创新、政策推动相联系的项目成本、费用支出、上网电量、综合运维等要素外，无补贴光伏电站的推进还涉及建设模式这一要点。“目前，我国光伏电站建设模式‘单一’，包括关注点‘单一’、运营思路‘单一’、投资模式‘单一’、设计方案‘单一’以及项目模式‘单一’，亟待模式创新。”

以投资模式为例，国内光伏电站大多由单一企业投资，同时采取和渔业、农业、旅游等相结合的发展路径，并且这种模式有可能在未来一段时期内持续。

据第四批积极申报光伏“领跑者”基地的相关负责人介绍，“光伏+农业”仍然是创新“光伏+”的主要路径，各地方政府仍聚焦于适合于当地种植的农作物。

同时，多数企业也表示，将在不影响光伏发电的前提下，积极探索土地复合利用的发展之路。



中国光伏行业协会秘书长王勃华认为，在模式创新方面，隔墙售电、可再生能源配额制等政策的呼之欲出将改变未来光伏发电系统的运营管理模式。此外，他还提出，光伏行业新业态、新模式、新产品的加速涌现，在一定程度上与现行管理机制不协调，对新业态的支撑有待提升。（董梓童）

## 找到便宜好用的光热电探测器材料

中国科学报 2019.1.25

本报讯（记者刘万生 通讯员陆晓伟）近日，中科院大连化物所研究员姜鹏、中国科学院院士包信和团队在新型光热电探测器开发研究中取得进展，相关成果发表于《自然-通讯》。

光热电探测器是基于光热转换和热电转换的一种探测器。当光照射在热电材料的一端时，光能经过光热转换首先转化为热能，从而在热电材料两端建立温差。在温差的驱动下，载流子会向冷端扩散（即热电转换中的 Seebeck 效应），进而在材料两端建立电势差。

光热电探测器具有自供电、非制冷、响应波长范围宽等优点，在光探测、红外热成像、温度监测等军用、民用领域具有重要的应用前景。

光热电探测器的响应度正比于材料的 Seebeck 系数（S）和材料两端的温差。传统光热电探测器采用的是 Seebeck 系数较低的传统热电材料，为了提高响应度，通常需采用微加工工艺来构造阵列结构，这增加了制备工艺的复杂性，提高了产品成本。

研究团队突破传统限制，采用了具有较高室温 Seebeck 系数的钛酸锶，同时借助钛酸锶在长波红外大气窗口（8~14 微米）的声子吸收来增强光热转换效率。

结合这两个优势，单个钛酸锶光热电元件在 10 微米波长附近的响应度可达 1.2V/W。进一步的研究表明，钛酸锶光热电探测器的响应波长可从深紫外线延伸至远红外线，可承受的光功率密度达到每平方米 1000 瓦。

专家认为，钛酸锶光热电探测器价格便宜、环境友好、耐高温、性能优异且制备工艺简单。该研究为开发新型高性能光热电探测器提供了全新的思路。

## 光伏制造业规范化发展遇难题

中国能源报 2019.1.21

去年底，工信部公示了第七批符合《光伏制造行业规范条件》的企业名单，共计 9 家企业拟列入。此外，23 家企业因不能满足规范条件要求，拟从规范条件企业名单上撤下。自 2013 年起，《光伏制造行业规范条件》企业名单发布以来，已累计有 263 家企业上榜。“上榜”或是“下榜”是否真能引导光伏行业走上健康发展之路？对此，记者进行了采访调查。

标准不断提高

工信部按照《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发〔2013〕24号）、《光伏制造行业规范条件》（2018年本）及《光伏制造行业规范公告管理暂行办法》的要求，经企业申报、省级工业和信息化管理部门核实推荐、专家复核等环节，于去年12月公示了第七批符合《光伏制造行业规范条件》企业名单。其中，北京中科信电子装备有限公司、安徽银欣新能源科技有限公司等9家企业拟列入。与此同时，巨力新能源股份有限公司、上海艾力克新能源有限公司等23家企业，因不能满足规范条件要求，拟从名单中撤销。

业内人士告诉记者，《光伏制造行业规范条件》是“光伏领跑者计划”的核心内容。《光伏制造行业规范条件（2018年本）》是为了加强光伏行业管理，引导产业加快转型升级和结构调整，推动中国光伏产业持续健康发展而制定的法规。

据记者了解，截至目前，《光伏制造行业规范条件》已更新过三个版本，与2013年和2015年的两个旧版本相比，2018年新版《规范条件》的要求也在不断提高。比如严格控制新上单纯扩大产能的光伏制造项目，引导光伏企业加强技术创新、提高产品质量、降低生产成本。新建和改扩建多晶硅制造项目，最低资本金比例为30%，其他新建和改扩建光伏制造项目，最低资本金比例为20%；现有光伏制造企业及项目产品则应满足一系列技术指标要求，其中多晶硅电池和单晶硅电池的最低光电转换效率分别不低于18%和19.5%；硅基、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）及其他薄膜电池组件的最低光电转换效率分别不低于8%、13%、12%、10%。新建和改扩建企业及项目产品的技术指标要求则更高：多晶硅电池和单晶硅电池的最低光电转换效率分别不低于19%和21%；硅基、CIGS、CdTe及其他薄膜电池组件的最低光电转换效率分别不低于12%、14%、14%、12%。

### 行业影响几何

相比进入名单，从名单中被剔除更引起业内的关注。有业内人士告诉记者，《光伏制造行业规范条件》中所列的要求是对企业的基本要求，主流企业一般均可达到。

巨力新能源股份有限公司（电池）部分在此次拟撤销企业名录里。记者费尽周折，联系到该企业。

巨力新能源相关负责人向记者透露：“我们公司的‘组件’部分依然在企业名单里面，只是‘电池’部分撤销了，这是我们自己申请的。因为企业产业结构调整，电池部分暂时不做了，只保留了组件部分，所以并非企业不再符合该名录要求而被撤销。我们也专门在公司主页上澄清此事，因为这会影响到部分国外客户的选择。该名单发布后，一些法国和德国的客户特意致电询问，在他们眼中该名单相当于光伏行业合格证书，国外客户还是比较看重的。”

“光伏行业虽然发展了十几年，但依然是新兴产业，企业良莠不齐，《光伏制造行业规范条件》可以促使企业更加规范，淘汰不合格的企业，倒逼企业进步和行业发展。”一位光伏组件相关负责人说。

在采访过程中，记者发现部分在撤销名单中的企业，不太愿意接受采访，或者给出含糊

其辞的回答。比如浙江向日葵光能科技有限公司称：“该事件还在处理中，在审批的过程中我们递交的材料可能有部分遗漏造成了现在的结果，并非企业不再合乎行业规范。”

也有多位光伏企业相关负责人表示，该名单对企业的实质性影响并不大，并未影响企业的市场竞争力，尤其在退税和项目申报方面没有受到影响。

“该名单资质相当于企业的荣誉证书，大部分主流光伏企业都已位列该名单。因此，进入该名单的象征意义大于实际意义。”有光伏企业人士说。

### 争议如影相随

中国是全球最大的光伏装机市场，2018 年对光伏行业来说，是不平凡的一年，经历了“5·31 新政”等阶段性行业低谷，行业如何进一步规范化发展，依然任重而道远。

有业内人士表示，对光伏行业来说，企业最关心的莫过于上网电价和项目审批，而《光伏制造行业规范条件》还未起到这两方面的约束作用。“不能真正打到企业的痛处，威慑力自然大打折扣。”

此外，也有不同的声音认为，行业需要什么样的产品，什么样的企业能够生存，“市场的手”自会做出调节。而《光伏制造行业规范条件》对很多指标做了量化的要求，用行政力量干预市场也许无法达到推动行业进步的初衷。

“企业都有自己在新能源板块的战略布局，而《光伏制造行业规范条件》详细规定了新建项目的最低资金比例、出货量等，也可能会打乱企业的战略部署。”一位不愿具名的企业人士说。（常溱木）

## 有机太阳能电池光电转化效率世界之“最”诞生记

中国科学报 2019.1.21

人类文明的进步一直以能源为重要驱动力，而太阳能是近些年来全球最为关注的绿色清洁能源。2018 年 8 月，由南开大学化学学院教授陈永胜领衔的团队在有机太阳能电池领域研究中获突破性进展。他们设计和制备的具有高效、宽光谱吸收特性的叠层有机太阳能电池材料和器件，实现了 17.3% 的光电转化效率，刷新了文献报道的有机/高分子太阳能电池光电转化效率的世界最高纪录。这一最新成果让有机太阳能电池距离产业化更近一步。相关研究论文在线发表于《科学》。

1 月 8 日，2018 年度国家科学技术奖励大会在北京人民大会堂隆重举行。南开大学教授陈永胜团队“面向能源转化与存储的有机和碳纳米材料研究”项目荣获国家自然科学奖二等奖。

刚刚在北京人民大会堂参加国家科技奖励大会的陈永胜对《中国科学报》表示，得知获奖，自己的心情十分激动。

“这体现出国家对于科技创新的高度重视，未来国际竞争的核心是科技竞争，我感受到从事能源材料研究工作对于国家民族发展、人类社会进步的重要使命感和责任感。”他表

示，作为一名科技工作者，应当将荣誉和奖励化为不断前进的动力，更加务实地做好本职工作。

### **有机太阳能电池：绿色能源的未来选择**

目前已商业化应用的太阳能电池，主要是以晶硅等无机原料制备的，其原材料及电池构筑生产工艺复杂，存在生产成本低、能耗大、污染严重等问题，很大程度上限制了其应用和发展。因此，发展成本低、环境友好、高效的新型太阳能技术成为新能源领域的重要课题之一。

而基于有机高分子材料作为光敏活性层的有机太阳能电池，具有材料结构多样性、可大面积低成本印刷制备、柔性、半透明甚至全透明等优点，具备其他太阳能电池技术所不具有的许多优良特性。除了作为正常的发电装置，在其他领域如节能建筑一体化、可穿戴设备等方面亦具有巨大的应用潜力，引起了学术界和工业界的大量研究。

“如果能利用地球及未来最丰富的元素之一——碳及其材料为基本原料实现高效低成本的绿色能源技术，将对解决目前人类面临的能源问题具有重大的意义。”陈永胜介绍说，有机电子学及有机（高分子）功能材料的研究从上世纪70年代开始，发展中里程碑式的事件是原美国柯达公司的邓青云（Ching W. Tang）博士于1986年报道的双层结构染料光伏器件，光电转换效率约为1%。

### **突破瓶颈：努力提高光电转化效率**

低光电转化效率成为限制有机太阳能电池发展的最大瓶颈。提高光电转化效率是发展有机太阳能电池研究首要解决的问题，也是其实现产业化的关键之一。

2004年，陈永胜回母校南开大学任教，建立了以碳材料为基础的绿色能源材料和应用研究团队，并在2007年开始进行有机太阳能发电和以碳纳米材料为基础的储电方面的研究。当时整个领域研究正处于低谷。

“光电转化效率在5%左右。许多研究者对有机太阳能电池的未来发展不抱信心，甚至纷纷退出。而作为最重要的碳纳米材料石墨烯的研究国内当时还是空白。”

发展高效率、低成本以及重现性良好的可溶液加工活性材料，即有机太阳能电池吸光层材料，是提高光电转化效率的基础。当时世界上从事有机太阳能电池领域研究的团队几乎全部集中在传统聚合物活性材料上，如果进行这方面的研究风险会很小，但难以形成特色和实现重大突破。

凭借对该领域敏锐的洞察力和审慎分析，陈永胜果断选择了在当时具有重大风险和挑战的新型可溶液加工处理的有机小分子和寡聚物活性材料作为其团队的太阳能发电的主要突破点。

从分子材料设计到光伏器件的制备优化，陈永胜团队经过十多年的不懈努力，终于发展出了具有鲜明特色的寡聚小分子有机太阳能材料体系。他们提出了具有“给体—受体—给体”（A-D-A）构架及确定分子结构的溶液可处理高效寡聚小分子光伏材料设计理念。通

过 A - D - A 分子中各单元结构的调节, 实现了对材料太阳光吸收、电荷分离传输和成膜性等的有效调控, 并克服了聚合物分子量多分散性带来的器件性能重现性问题及传统小分子难于溶液加工的缺点。

根据上述理念, 陈永胜团队设计合成了具有确定分子结构和精确分子量的一系列高效有机光伏寡聚物材料, 开创了以绕丹宁、茚满二酮等单元为端基, 双键桥连的 A - D - A 结构的新型高效可溶液加工的光伏活性层材料体系。

通过对比无机材料和有机材料的特点, 陈永胜认为, 要充分发挥有机高分子材料的优势, 并实现以无机材料为基础的太阳能技术性能的目标, 叠层太阳能电池是一个极具潜力的方案。有机叠层太阳能电池可以充分利用和发挥有机/高分子材料具有的结构多样性、太阳光吸收和能级可调节等优点, 获得具有良好太阳光吸收互补的子电池活性层材料, 从而实现更高的光伏效率。

2015 年, 研究团队开始进行有机叠层太阳能电池研究。他们利用设计合成的系列寡聚小分子制备获得 12.7% 的有机叠层太阳能电池, 刷新了当时有机太阳电池领域的效率; 2018 年, 团队验证了效率为 17.3% 的光电转化效率, 将有机太阳电池的研究推向了一个新的高度。

十几年来, 陈永胜带领团队多次刷新了有机太阳能电池领域光电转换效率的世界纪录。他们不仅成为有机太阳能电池领域的佼佼者, 其研究成果也大大提升了人们对于有机太阳能电池的信心。由该团队提出的设计理念和方法、发展的结构单元等被广泛应用。

### **在路上: 继续坚持自主创新**

对于未来的研究方向, 陈永胜介绍说, 将在进一步提高有机太阳能效率的同时, 研究柔性可穿戴的包括透明的有机太阳能电池, 并和储能设备结合, 发展发电储电一体化材料和技术。

目前, 团队已经着手开始研究更高效率的有机太阳能电池材料设计与器件构筑, 并且已经在有机太阳能电池应用的关键部分——柔性透明电极取得了进展。发展的可适用于有机太阳能电池的柔性透明电极有望进入大面积生产制备, 从而在有机太阳能电池柔性印刷制备这一关键技术问题上获得突破, 并取得独立的知识产权。

陈永胜希望能和中国企业紧密合作, 实现这一领域中国全产业链的独立自主的太阳能电池制备技术。

“在有机太阳能电池这一领域, 是为数不多我们中国人处于比较领先位置的领域, 同时我们有自己最核心的材料和完全自主的制备技术, 虽然还有很多事要做, 但我们完全有信心在这一绿色能源领域的竞争中为国家提供独立自主和具有国际领先的完全的技术方案。”  
(张晶晶 吴军辉)

## 五、地热

### 清洁取暖建设及地热能开发研讨会召开

中国电力报 2019.1.19

本报讯（记者邹春蕾通讯员毕波）报道 1 月 14 日，由中国能源研究会地热专业委员会主办，河南郑州市人民政府承办，“智汇郑州·1125 聚才计划”顶尖人才汪集暘院士团队协办的“清洁取暖建设及地热能综合开发利用研讨会”在郑州召开。会上，政府部门领导、专家学者、企业人士等汇聚一堂，积极交流清洁取暖建设经验，探讨地热供暖的效果和技术路径，为推进北方地区清洁取暖献计献策。

中国科学院院士汪集暘在会上指出，我国地热资源丰富，与太阳能、风能、生物质能等其他能源相比，地热能基础载荷稳定、资源量巨大、开发利用系数可高达 76%，碳减排效果显著，而且成本低廉易于推广，是促进北方地区清洁取暖建设的首选能源。自 2017 年申请成为国家清洁取暖试点城市以来，郑州建设了一批具有示范和带动意义的典型项目，清洁能源取暖工作取得了一定的成绩。尤其是大力发展地热取暖，积极开展区域集中供热，起到了良好的示范效果和带动作用。

万江集团董事长陈泽民作为企业代表分享了世界地热开发项目先进技术成果，并介绍该集团通过采用地热综合开发利用项目模式，可以帮助地方政府在零投资的前提下，达到增强公共服务供给能力，最终实现政、企、民多方共赢。

### 实现取之不尽的清洁能源梦

中国电力报 2019.1.12

早在 1970 年，著名地质学家李四光就是出：“地下是一个大热库，是人类开辟自然北源的一个新来源，就像人类发现煤炭、石油可以燃烧一样。”要将地下的热取出来，若是能只取热，不取水，那才算是迈进了地热能利用的大门。”

几十年来，无数的科研工作者不断努力寻找打开地热能源之门的钥匙……

记者从业内专家处了解到，地热有几种表现形式，分为水热型地热、地压型地热、熔岩地热、干热岩型地热。水热型地热即地球浅处所见的水热或水热蒸气，就像我们常见的温泉。地压型地热是某些大型沉积盆地（或含油气）深处存有大量高温高压流体，熔岩地热是储存在高温（700 摄氏度 ~ 1200 摄氏度）熔融岩体中的巨大热能，例如火山岩浆。而干热岩是埋藏于地面以下 1000 米至 10000 米，内部不存在流体或仅有少量地下流体的高温岩体，它的温度在几十摄氏度至几百摄氏度之间，是一种可用于采暖、发电的清洁可再生能源。

非常幸运的是，干热岩的储量十分丰富，约为已探明的地热资源总量的 30%。在较浅层的干热岩资源中，蕴藏的热能是包括石油、天然气和煤在内的所有化石燃料能量的 300 倍

还多。因此，干热岩型地热被称作“最具潜力的地热能源”，业内专家欣喜地用“干热岩地热能是无处不在，取之不尽的新能源”来形容。

“中深层无干扰地热供暖技术”的问世打开了地热利用的大门，也使利用干热岩供热取暖成为现实。干热岩清洁供热在陕西西安、西成新区的推广实施使得清洁取暖的家族里又填上了一个生龙活虎的小兄弟，让国家清洁取暖战略的实施和“打赢蓝天保卫战”如虎添翼。

陕西省是我国的煤炭大省，曾经，煤炭的开采让这里饱含着能源富饶的骄傲；但随着全球生态环境的恶化，煤与污染被联系在了一起，纠缠着陕西的能源发展。在北方地区打响蓝天保卫的战役中，各个省份根据自己的特点和资源优势创造了不同的清洁取暖路径，而陕西省干热岩清洁取暖方式的创新程度独树一帜，让记者深深感受到传统煤电大省在清洁取暖转型中壮士断腕的决心。

“有深度，就有热度。可以说，站在地球的每一个角落，脚下几千米深处的岩石，都是热源。与传统化石能源相比，干热岩地热能是一种绿色、节能、环保的清洁可再生能源。而且与其他清洁能源相比，干热岩能够实现稳定、可靠且安全的能源供应。”这是干热岩供热技术创造者的心声，刚好圆了我们每个实现取之不尽、用之不竭的清洁能源中国梦。

## 最高地方建最大地热电站

### ——中国电建河南工程公司承建西藏羊易地热电站纪实

中国电力报 2019.1.22

时光匆匆，转眼距离中国电建集团河南工程有限公司（简称“河南工程公司”）承建的西藏羊易地热电站机组72小时满负试运圆满成功已三个月了。这座世界上海拔最高、国内单机容量最大的地热发电机组顺利投产发电，填补了国内外地热发电技术领域多项空白，为西藏高海拔地区地热资源的应用立下一座丰碑。

#### 最严峻的挑战

羊易地热电站是继拉萨燃机工程、昌都应急电源工程、阿里渡冬供电工程及山南昌珠110千伏变电工程后，河南工程人在西藏地区顺利完成的第五个电力工程。数次高原征战，他们早已熟悉了这里无瑕的蓝天白云，熟悉了这里静默的雪山戈壁，也熟悉了这里的低氧、烈日、风沙和严寒。然而，羊易地热电站的建设并没有因为这熟悉而一帆风顺。因项目所在地十分偏僻，海拔又高，开工与竣工都因不可抗力而未能按计划推进，更是面临物资供应难、材料运输难、气候条件差、人体承受力有限等多项制约因素。

2017年6月8日，基础施工正式开始。空冷岛、汽轮机等设备的基础土方挖掘工作很快完成，但参建人员却在基础混凝土浇筑阶段遇到难题。因为羊八井的商混站混凝土供应量有限，不能满足现场浇筑需要，直接影响了混凝土浇筑质量乃至项目工期进度。为此，项目部联合甲方联系拉萨市委，通过政府部门协调，羊八井商混站最终同意加大生产力度，昼夜施工，全力保证了现场基础施工的顺利进行。

工程建设进行了两个月，甲方因贷款批复问题造成资金链暂时断裂，工程因此陷入困境。项目的设备材料采购、分包单位进度款支付都面临资金不足的问题。河南工程公司立足“诚信服务合作共赢”的履约承诺，毅然做出重大决策，主动筹措资金，垫付部分施工、设备及材料费用，保障了工程的施工进度。

排除了这两个难题，项目又遭遇了意外事件。项目团队突然得到消息，运送管束的车辆在渡河时车轮陷入了河床，而车上运送的正是项目苦等多日、数次为之调整施工计划的重要物资。于是，项目团队当机立断，立刻派出由项目部管理人员组成的抢险队，他们跳进冰冷的河水，拿着铁锹挖开虚沙、填入硬石，再利用大型挖掘机一点一点地把车辆拉出来。尽管OEC设备的到场供应本应由甲方负责，河南工程人依然在被动等待与工期进度之间，选择了这最寒冷的一夜。

### **最艰难的战役**

无论是自然气候、资金困难，还是突发事件，羊易地热项目团队都展现出高效执行与一往无前的决心，项目始终在向前推进。2017年8月10日，空冷岛钢构架第一根钢梁起吊；8月25日，发电机吊装就位；8月26日，空冷岛管束安装完成；8月30日，工质泵安装完成；9月18日，各级换热器安装就位；9月29日，汽轮机安装就位……11月16日，压缩空气设备安装就位。短短三个月时间内，厂内所有机务设备全部安装完成，单项验收均一次性通过，完美而有力地彰显了河南工程人强大的履约能力与雄厚的技术实力。

迥异于人们所向往的美丽与神秘，这里所展现的西藏是更加残酷和超乎想象的现实。羊易村海拔4700米，周边雪山终年不化。每年的2~5月份是雪季，彼时一片银装素裹；7月中旬~8月底是雨季，几乎每天都要经历两三场暴雨，上一秒朗朗晴空，几分钟就乌云密布；9月底即进入冬季，每日狂风飞沙不说，高原的冰寒几乎能令人窒息。这样恶劣的自然环境与施工条件，即使对于跑惯了工程、吃惯了苦的电建铁军来说，依然是个艰难的挑战。多少人刚到羊易时因为缺氧而步伐蹒跚，多少人因为强烈的紫外线而嘴唇脸皮干裂，多少人因为气候干燥而每天晨起鼻腔里都结了血痂……面对这一切，他们要做到的不仅仅是适应，还要在这里高效、优质地完成工程建设任务。或许，只有亲身经历，才知道这是一场怎样艰难的战役。

### **最惊艳的作品**

相较于困苦的环境，让人欣慰的就是最惊艳的作品。2018年6月，工程进入最后的安装收尾及调试阶段，也是整个项目最关键的时期。厂外管道安装、电热电缆敷设等作业都进行了计划倒排；奥玛特厂家工程师到场进行调试指导……前期的所有工作都到了期末考试的前夕，前期的所有努力也要经受最终的考验。2018年6月13日，电热电缆敷设完成；6月14日，BOP系统汽水管贯通；8月11日，厂用电受电完成；8月12日，BOP管道水压试验完成；8月31日，整体试运成功——

“工质泵运行正常！”



“回灌泵运行正常!”

“各控制阀门运行正常!”

“油系统运行正常!”

“空压机运行正常!”

“汽轮机开始冲转，运行正常!”

“试并网成功!”

一道道令人振奋的汇报声传来羊易地热电站工程的项目团队迎来最美丽的金秋丰收。500个日夜的坚守千言万语道不尽的辛苦与汗水，在这一刻，都收到了最好的回馈。项目团队的所有成员彼此对望，泪水和欢笑混杂，酸慰与快意交织。

千里之外，河南工程公司总部着也分享这一份喜悦与激动。兴奋的笑脸出现在公司、检修工程事业部、各专业化公司各级领导的脸上，出现在每一位曾为羊易工程贡献过力量的河南工程人脸上。

这座世界海拔最高、国内单机容量最大的地热电站一经惊艳亮相，国内多家投资单位接踵而至、争相考察，进一步奠定了河南工程公司在西藏新能源电力开发领域的领军地位，也为西藏地热资源的开发应用高扬了一面旗帜。

而对于项目的建设者来说，电力建设的征程一如高原雄鹰展翅翱翔的天空，广阔而没有终点，他们期待着、也盼望着，再次迎战风雨、搏击长空。

## 六、海洋

### 日本将正式开发海底稀土矿

参考消息 2019.1.8

【《日本经济新闻》1月7日报道】题：日本将开始正式开发稀土矿泥

日本对位于深海底矿物资源的开发将正式开始。由日本海洋研究开发机构和产业技术综合研究所等组成的团队将在国家支持下于2月开始对南鸟岛周边稀土矿泥的含量进行调查。对冲绳周边海域热水矿床的开发也在进行研究。要实现产业化，需要准确了解其蕴藏量和品质。

海底资源开发是内阁府“SIP”研究项目的一部分，其负责人石井正一表示：“调查工作比预想的进展更快。”2018年秋季先行进行的航海行动中，科研团队从南鸟岛周边5000米深海海底的25个地点采集了样本，并随后进行分析。

2019年将推进海底地质调查，海洋研究开发机构和产业技术综合研究所等将对稀土矿泥的数量进行准确估计。计划在2022年度在南鸟岛近海进行试采。

从2014年前后开始，东京大学和大约30家企业组成的民间团体就一直在南鸟岛近海实施调查和增进采掘技术。东京大学教授加藤泰浩2013年发现了含有高浓度钷的稀土泥。随后政府也开始支持开发。

加藤教授说，这里“含有很多市场价值很高的稀土，而且从稀土泥里提取矿物的工程也很简单”。可以利用专门的管道把稀土泥吸到海面，再将其浸入酸中，泥里的矿物质就会被提取出来。石井表示：“希望准确掌握资源量，尽早实现产业化。”

此前日本一直下大力气开发位于较浅海底的热水矿床。热水矿床是由含有金属的热水喷出后形成的，里面含有铜、锌、金等金属，多位于水深 1000 米左右的海底，较易实施调查，已于 2017 年在冲绳周边成功进行试采。

但要实现产业化还需进一步调查。日本石油、天然气和金属矿物资源机构称，产业化需要一天 5000 吨的采掘规模。照此规模计算，不清楚是否具有可持续开采几十年的资源量。

在目前的状况下，采掘上述两种资源是否能盈利都尚不清楚。

石井表示，“要促进民间企业参与，就需要展示产业化之后的整体状况”，打算通过“SIP”计划来推动详细调查，完善必要信息以供企业进行判断。

中国、韩国、印度和俄罗斯都在推进海底资源蕴藏量调查。联合国下属的国际海底机构计划在考虑环境影响的前提下于 2020 年制定海底资源开发规则。

日本资源能源厅表示：“在了解采掘对海底环境的影响方面，日本拥有领先技术。”要一边发挥领先技术，一边实现产业化，需要基于调查结果进行充分讨论，并邀请企业参与讨论。

## 我国首个深水自营气田半潜式生产平台开建

中国电力报 2019.1.14

**本报讯** 近日，我国首个深水自营气田—陵水 17-2 气田开发工程项目半潜式生产平台在海洋石油工程青岛制造场地开工建造。项目投产后，产出的凝析油将进入平台储存，通过油轮外输，天然气则通过外输海管接入崖城海底管线，通过中国香港终端、高栏终端及南山终端分别向中国香港、广东及海南用户供气。该气田最快有望于“十三五”末期投产，每年约生产 30 亿至 35 亿立方米天然气。

### 七、氢能

## 新研制的燃料电池实现全产业链自主化

有助于氢能源在我国大规模应用

科技日报 2019.1.

**科技日报讯**（记者葛进）记者近日从国家电投集团氢能科技发展有限公司获悉，该公司科研团队新研制的燃料电池实现了全产业链的完全自主化，具有技术水平先进、成本低等优势，有助于燃料电池在我国大规模应用。

据介绍，公司总师柴茂荣博士团队新研制的燃料电池，包括催化剂载体、催化剂合成、

扩散层制造、膜电极涂覆、流路设计、材料开发、成型工艺、防腐涂层与工艺、电极绝缘密封、电堆结构设计、电堆组装工艺、电堆密封工艺、水热平衡仿真、系统控制、空气泵以及其他附属设备等，实现了全产业链的完全自主化。

该燃料电池属于第三代电堆，对标目前世界最先进水平。以燃料电池的核心部件双极板为例，新研制的非不锈钢金属双极板无论是在厚度、导电性，还是在加工成型工艺和耐腐蚀性方面均达到全球领先水平。而以此为基础研发的燃料电池堆功率密度可大于 3.0 千瓦/升；耐久性能推计将大于 10000 小时；铂用量可小于 30 克/120 千瓦，这些数据指标均居于世界前列。

新研制的燃料电池主要特点在于：实现了燃料电池技术的自主化。此次氢能公司不但在短时间内实现了技术突破，而且研发的燃料电池堆在所有关键技术方面均为国产，且具有低成本的优势。如正式投产，预计其成本会较国外进口堆大幅降低。这对于燃料电池迅速进入产业化阶段无疑具有重要意义。

## 制氢成本有望降至每立方 1 块钱

科技日报 2019.1.10

日本物质材料研究机构（NIMS）与东京大学和广岛大学合作，对光伏发电和蓄电池的制氢系统进行了技术经济效益评估。

研究小组设计了根据光伏发电量调整蓄电池的充放电量和水电解制氢量的综合系统，通过综合考虑将来的技术改良，并全面调查蓄电池和水电解装置的容量等，确定了具备国际价格竞争力的低成本制氢所需的技术水平。例如，通过开发 2030 年前后完全可能实用化的、放电较慢但成本低廉的蓄电池，日本国内有望实现每立方米 17 - 27 日元（约 1.04 - 1.64 元人民币）的制氢成本。

在使可再生能源成为主力电源的技术开发中，此次的成果可作为重要指南。

## 新技术实现常温常压制备高纯度氢气

科技日报 2019.1.17

科技日报讯（记者李大庆）目前工业上大规模制备氢气离不开高温高压以及目标产物的提纯。近日，我国科学家提出并实现了一种常温常压、高效率制备高纯氢气（>99.99%）的新策略。相关论文发表在最新一期的《自然·通讯》杂志上。

氢能源被视为 21 世纪最具发展潜力的清洁能源。目前，水汽变换（WGS）反应（ $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ）是工业上大规模制备氢气的主要方法。WGS 过程通常需要在高温（180℃ - 250℃）和高压（1.0 兆帕 - 6.0 兆帕）的条件下进行。除了苛刻的反应条件，通过 WGS 反应制得的氢气往往含有约 1% - 10% 的一氧化碳残留及反应产物二氧化碳和甲烷等，需要进一步分离纯化才能进行下游的应用。因此，发展更经济的、环境友好的方法，在

温和条件下直接制备高纯氢气是氢能源发展的迫切需求。

中科院大连化物所催化基础国家重点实验室研究员邓德会团队，经过长期探索，结合电化学反应原理，巧妙地将 WGS 的氧化还原反应拆分为彼此分离的两个“半反应”，首次提出了一种能在常温常压下直接制备高纯氢气的电学水汽变换概念：室温电学水汽变换（EWGS）反应。在这个反应中，一氧化碳在阳极发生氧化反应，生成的二氧化碳与电解质氢氧化钾进一步反应生成碳酸钾，避免了二氧化碳的排放；同时水在阴极直接被还原生成高纯氢气。阴阳两极由阴离子交换膜分隔开，从而有效分隔两极产物，因此从原理上避免了传统 WGS 中氢气需要分离提纯的过程。

实验结果显示，通过对催化剂的设计和电极结构的优化，EWGS 反应在常温常压条件下实现了 99.99% 的高纯氢制备。这与传统的 WGS 反应完全不同，为低能耗生产高纯氢气提供了新思路。

## 氢能汽车增加 3100 倍 带动就业 42 万

### 韩国发布氢能经济路线图

科技日报 2019.1.21

科技日报北京 1 月 20 日电（实习记者胡定坤）韩国总统文在寅近日在蔚山市政府大楼发布“氢能经济发展路线图”，宣布韩国将大力发展氢能产业，引领全球氢能市场发展。

根据该路线图，韩国政府计划到 2019 年底，在国内普及 4000 辆以上氢燃料电池汽车；到 2025 年，建立年产量达 10 万辆氢燃料电池汽车的生产体系；到 2040 年，将分阶段生产 620 万辆氢燃料电池汽车，而韩国目前仅有氢燃料电池汽车 2000 辆。届时，韩国境内氢燃料电池汽车售价有望降低 50%，达到 3000 万韩元左右，约合人民币 18.9 万元。

韩国政府还计划在公共交通领域普及氢燃料电池汽车，力争到 2022 年有 2000 辆、到 2040 年有 4 万辆氢燃料电池公交车投入使用。此外，到 2021 年，韩国警方将用氢燃料电池汽车替换 820 辆警务大巴。

为了保证氢燃料电池汽车的正常运行，韩国政府将通过为汽车加氢站提供补贴、放宽管制等措施积极吸引民间资本参与。到 2040 年，加氢站将从现有的 14 个增至 1200 个。

燃料电池方面，到 2040 年，韩国政府争取将燃料电池年发电量扩大至 15 吉瓦，达到 2018 年韩国发电总量的 7% - 8%。为此，政府将积极利用石化工程中产生的氢气，并积极扩建相关基础设施。

韩国政府认为，如果该路线图顺利落实，到 2040 年可创造出 43 万亿韩元的年附加值和 42 万个工作岗位，氢能经济有望成为创新增长的重要动力。

文在寅表示，氢能经济将为韩国带来发展新机遇，政府建立氢能经济的决心是坚定的。

与产生温室气体和粉尘的碳能源不同，氢是一种清洁能源，水是唯一的副产品。因此，氢燃料电池汽车还具有净化细粉尘的作用。氢是一种无穷无尽的资源，可以在任何地方找

到。韩国 95% 的能源需求依赖进口，一旦氢能经济能够提供一定比例的能源，韩国就可以更加稳定地发展经济和加强能源安全。

## 新型酸性析氧电催化剂 让电解水制氢变得更容易

中国科学报 2019. 1. 28

2018 年 12 月，国家发展改革委与国家能源局联合印发《清洁能源消纳行动计划（2018-2020 年）》（以下简称《计划》），《计划》指出，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。

而电解水制氢正是将富余电力转化为氢能的好途径。近期，中国科学院宁波材料技术与工程研究所所属新能源所研究员陈亮团队提供了一种高效的酸性析氧电催化剂，并提出了相应的机理解释，一定程度上推动了酸性电解水制氢的研究。相关研究发表在《自然-通讯》上。

### 电解水制氢实现富余电力转化

氢能和电能都是重要的二次能源，也是未来主要的绿色清洁能源。氢气无污染、零排放，在未来人类生活生产中扮演极其重要的角色。

氢能具有远距离输送、大规模存储和氢-电互换的特性，目前主要的生产方式包括化石燃料制氢、电解水制氢、工业副产氢等。

中科院宁波材料技术与工程研究所研究员、论文通讯作者陈亮在采访中向《中国科学报》解释说：“目前，工业上主要采用化石燃料重整制氢，化石燃料可以是天然气、石油和煤。采用这种方法制备氢气所含的能量因为热损失会低于原始的化石燃料所含的能量。此外，采用这种方法制备氢气并不会降低二氧化碳的排放，因为重整制氢的过程所排放的二氧化碳与直接燃烧化石燃料所排放的二氧化碳是一样的。”

目前，实验室阶段正在研究的替代化石燃料重整制氢的方法有生物法制氢、电解水制氢、光电化学制氢和光电催化制氢，其中电解水制氢技术在工业上已经有一定规模的应用。

电解水制氢的主要目的是将富余电力转化为氢能。中国有世界上最大的风力发电、太阳能发电，然而太阳能、风能存在间歇性问题，受昼夜变化、气候因素限制。

“电的存储一直是个难题，所发出用不完的电要么输入到国家电网、要么进行能换转化，否则只能浪费掉。因为太阳能、风能发出的电不稳定，直接输入到电网中会产生一系列问题。因此需要大力发展富余电力转化技术。”陈亮解释说。

### 新型高效酸性析氧电催化剂

根据电解质的不同，电解水制氢可分为碱性电催化制氢和酸性电催化制氢。陈亮解释说，电解水包括两个半反应——阴极上的析氢反应和阳极上的析氧反应。根据电解质的不同分为碱性电解水和酸性电解水。对于碱性电解水，难点是阴极上的析氢；而对于酸性电解

水，难点是阳极上的析氧。

据介绍，目前业内对碱性电解水研究已经较为透彻，工业上也有一定的应用。但与碱性电解水性比，酸性电解水更受青睐，其理由是“酸性电解水的反应速率快了2~3个数量级，副产物少，并且可以使用质子交换膜（proton exchange membrane, PEM），进而使得电解槽非常轻便”。

而限制酸性电解水发展的瓶颈正是阳极上的析氧反应，目前尚缺乏高效的酸性析氧电催化剂。而此次陈亮团队提供了一种高效的新型酸性析氧电催化剂—— $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体材料，并提出了相应的机理解释。

团队中的林贻超博士基于 Cr 基金属有机框架材料，通过吸附  $\text{RuCl}_3$  前驱体、退火等手段成功制备出新型  $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体材料。通过 PXRD 晶修、Vegard's law 验证等技术确定了  $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体的结构，并通过原子分辨球差电镜直接观察到 Cr、Ru 原子均匀分布于同一个纳米单晶中。

陈亮指出，该制备过程非常简单，其中最关键的是选择一种合适的、可以大量吸附  $\text{RuCl}_3$  的 Cr 基金属有机框架材料。“金属有机框架材料至今已经报道了数万种，Cr 基的也有上千种，如果盲目筛选工作量非常大。得益于将近十年关于金属有机框架材料研究积累，实现了快速切入。”

结果显示， $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体材料用于酸性电催化制氢阳极上的析氧电催化剂，降低反应的过电势，即降低反应的能耗。该材料在  $10\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  电流密度下，其过电位仅为 178mV，并且经过 10000 次循环后，过电位仅升高了 11mV，远优于商业  $\text{RuO}_2$ 。通过同步辐射近边吸收测试发现 Ru 原子在晶体结构中由于 4 价 Cr 的强吸电子作用，价态略高于 +4 价，并且 Ru-O 的键长变短。

该团队的田子奇博士通过密度泛函模拟计算发现，正是由于晶格中 +4 价 Cr 的吸电子作用导致 Ru 的催化活性变高，降低了反应能垒。此外，值得注意的是，该固溶体材料中贵金属 Ru 的含量仅占 40%，可显著降低催化剂的成本。

据介绍， $\text{RuO}_2$  和  $\text{IrO}_2$  以及它们的衍生物是目前公认的具有酸性析氧电催化活性的催化剂。其中  $\text{IrO}_2$  基材料的酸性析氧活性非常稳定，但是 Ir 的价格非常昂贵，目前的 Ir 金属的市场价约 390 元/克。相比之下，Ru 金属是最便宜的铂族元素，价格约 60 元/克。虽然  $\text{RuO}_2$  基材料的酸性析氧电催化活性较高，但是很不稳定。而此次报道的新型  $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体材料目前具有最高的酸性析氧电催化活性，并且在  $10\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  的电流密度下可以稳定 10 小时，远优于商业  $\text{RuO}_2$ 。

陈亮给出了如下的数字：“新材料的分子式是  $\text{Cr}_{0.6}\text{Ru}_{0.4}\text{O}_2$ ，Cr 的价格是 0.4 元/克，相比 Ru 的价格几乎可以忽略。因此简单地从元素成分上估算，其成本可以降低约 60%。当然，前提是新材料大规模制备方法也得开发出来。”

**氢能是最具前景的二次能源**

全球氢工业发展迅猛，市场规模从 2011 年的 1870.82 亿美元增长到 2017 年的 2514.93 亿美元，增速达 34.4%。其中，美国是工业氢气最大的进口国，而荷兰则是工业氢气最大的出口国。

资料显示，2017 年，全球主要人工制氢原料的 96% 以上都来源于传统化石资源的热化学重整，仅有 4% 左右来源于电解水。煤炭和天然气同样是我国人工制氢的主要原料，占比分别为 62% 和 19%。《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2018）》数据显示，2016 年中国氢气产量约为 2100 万吨，其中煤制氢占比 62%，为主要的氢气来源；天然气制氢其次，占比 19%。

中国科学院院士、中国石油勘探开发研究院副院长邹才能分析说，煤气化制氢虽然同样会产生大量二氧化碳，但由于其原料丰富、价格低廉，故仍是规模化、低成本人工制氢的最佳途径；高炉烟道气、化工尾气等通过变压吸附（PSA）技术可实现低成本回收氢气；太阳能制氢技术（光催化、光热解）是未来理想的制氢技术，但受制于转换效率和成本等问题，预计 2030 年前难以实现规模化。

在所有的人工制氢途径中，电解水制氢将贯穿于氢能发展的全过程，是建设未来“氢能社会”工业氢气的主要来源之一。随着电解水制氢技术的不断发展和成本的逐渐降低，电解水制氢将能逐渐满足商业化的要求，实现分布式制氢。

陈亮表示，团队未来会继续优化  $\text{CrO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体材料的制备方法。目前金属有机框架材料还处在实验室阶段，并未实现商业化，团队将尝试采用其他可以直接商业获取且便宜的 Cr 基原材料。此外，他们还将尝试采用相同的策略制备其他金红石型的固溶体材料，例如  $\text{MnO}_2 - \text{RuO}_2$  固溶体，以期获得更高性能的酸性析氧电催化剂。

## 上海交通大学氢科学中心启动

中国科学报 2019.1.21

本报讯（记者黄辛）1 月 18 日，上海交通大学氢科学中心正式启动。同时，“氢科学与技术联盟”筹备成立仪式举行。据悉，该联盟将融合氢能源、氢医学和氢农业等领域的技术研发以及相关产品的研究、开发、生产、制造及服务的相关单位，探索产学研结合的产业技术创新机制，创建技术创新资源的集成与共享通道，解决制氢、储氢、用氢过程中的关键问题和技术瓶颈，成为产 - 学 - 研紧密结合的纽带和有效载体。

上海交通大学校长、中国工程院院士林忠钦表示，氢能源是一种极具发展前景的理想清洁能源，氢科学与人类社会发展所面临的能源、医学、农业等的重要问题息息相关，在生命和生物领域的重要应用也逐渐引起各国科学家关注。上海交大氢科学中心将围绕氢能源和氢生物领域的关键科学问题展开研究，以全程开放方式吸引和引进全球优秀科学家参与其中，通过氢科学及技术研究集聚高端人才和培养创新人才，服务国家创新战略。

据了解，上海交通大学氢科学中心是目前国内首家致力于氢能源、氢医学、氢农学等领

域研究的机构。上海交通大学氢科学中心筹备负责人、中国工程院院士丁文江表示，该中心将在“氢制取、氢储运、氢利用”等三个方向的研究上布局，重点研究氢能源和氢生物领域的关键科学问题，包括光氢催化、光电氢转化、光热氢转化、氢存储应用、氢医学、氢农业等关键共性技术。

上海交大氢科学中心将以建设具有世界影响力的氢科学及技术创新中心为目标，引领世界氢科学技术发展，并为我国未来的能源环境转型、生物医药、农业以及经济社会发展提供重要支撑。

为促进氢科学与技术的发展，上海交通大学科研院常务副院长朱新远表示，“氢科学与技术联盟”的筹备成立，旨在发起一个跨学科、跨行业、跨部门、产学研用结合的氢科学与技术联盟。

据悉，该中心已具备自主知识产权和行业标准，其金属双极板技术和膜电极技术已成功用于上汽集团生产的国内首款燃料电池汽车。此外，在氢医疗和氢农业方面也发表了大量的学术论文和专著。

## 氢能发展急需完善顶层设计

### 加氢站用地审批难等非技术问题阻碍产业发展壮大

中国电力报 2019.1.24

近两年来，随着全国上下对氢燃料电池汽车的日益关注，氢能这种绿色清洁、高效易得的二次能源也逐渐揭开其神秘面纱，从航天发射基地这些具有一定保密性的应用领域走到社会大众面前，逐渐被公众所了解、认识，也开始了其走向寻常百姓家的路程。

#### 界限不清不利于产业长远发展

当前，我国氢能产业发展尚处于初级阶段，虽然步子才刚刚迈开，但是在新能源汽车产业的巨大力量推动下，氢能发展的势头却可以用蓬勃迸发来形容。从北到南，从东到西，一张氢能发展的大写意蓝图正在绘就。

1月20日，上海大学教授张久俊在“2019全国氢燃料电池汽车产业技术峰会”上介绍，我国已经初步形成7大氢燃料电池产业聚集区，它们分别是以北京、天津、河北张家口等城市为代表的京津冀产业聚集区，以上海、安徽合肥、江苏如皋、镇江、浙江嘉兴为代表的华东产业聚集区、以广东佛山、云浮、广州、深圳、福建福州为代表的华南产业聚集区，以湖北武汉为代表的华中产业聚集区，以山东济南、潍坊、聊城、河南郑州为代表的华北产业聚集区，以辽宁大连、抚顺为代表的东北产业聚集区，以陕西西安、山西太原为代表的西北产业聚集区。

可以明显感觉到的是，过去一年来，各地对氢燃料电池汽车产业的投资不断增多，各种基础设施建设也相继开工，氢能已经成为不少城市竞相看好的经济发展新动能。但同时也应该注意到，当前氢能产业发展的顶层设计还未清晰，这也已成为阻碍氢能产业发展的重要障



碍。

从管理方面来说，一是目前国内对氢能的定义还属于危险化学品，对加氢站、运储氢仍然参照危化品管理标准，对后期氢燃料电池汽车的商业化推广十分不利。二是没有明确的主管部门，目前氢燃料电池汽车制造主要归口工业和信息化部管理，而加氢站等基础设施没有明确的主管部门，各地建设加氢站普遍存在用地审批难问题，只能以特事特批形式进行，大大制约了基础设施建设的进度。

尤其是加氢站用地审批难的问题，行业内人士已经多次在不同场合呼吁。日前，中国石油化工集团（简称“中石化”）副总裁黄文生在“第一届中国·张家口氢能与可再生能源论坛”上表示，氢能是中石化发展的战略新兴产业之一，目前中石化已经选址了10个点建设加氢站，但是在用地审批上还存在一定困难。

1月21日，山东青岛市人大代表、青岛汉河集团股份有限公司董事长张大伟在青岛市第十六届人大第三次会议也表示，青岛市化工副产氢气年产量约9.5亿标立方，发展以燃料电池生产研发、有轨电车、氢能装备智能制造等为主的氢能相关产业已具备一定基础。但是青岛市的氢能产业发展还面临着缺少系统产业布局、加氢站等基础设施建设滞后、商业化发展起步缓慢等问题。对此，他建议加快氢能源产业发展，开辟加氢站建设审批“绿色通道”。

此外，由于氢燃料电池汽车在国内刚刚起步，标准规范尚不健全，很多方面仍然缺乏研究。对此，北京伯肯节能科技股份有限公司董事长徐焕恩在峰会上表示，在标准规范方面应该加强国际合作，对于国内目前仍处于空白的领域，应该注重引进国外已有研究成果，不能自己“闭门造车”。

### **氢气储运成本有待降低**

当前，氢燃料电池汽车发展的运营成本仍然大幅高于燃油车，其主要原因就是氢气的储运成本较高。以目前国内主流的气态氢运输为例，一辆运送氢气的鱼雷车，其运输的氢气质量仅为车身自重的2%左右，每趟只能运输300~400公斤的氢气，单趟装卸时间达十几个小时，大大拉高了氢气的使用成本。

并且气态氢的运输还受距离限制，距离越远越不划算，辐射半径为200公里左右。这对于离氢气生产基地较远的地区来说，很难保证充足经济的氢气供给。

岩谷产业株式会社（简称“岩谷产业”）中央研究所所长井上吾一告诉中国电力报记者，相比于气态氢，液态氢在储运上具备一定经济优势。岩谷产业借助于在日本的三个液态氢生产基地，氢气运输半径已经可以实现覆盖日本全境。

北京低碳清洁能源研究院氢能技术开发部门经理何广利也表示，液态氢在远距离运输上更划算，而且存储时占地面积小，能为加氢站建设节省用地成本。但是液态氢也存在液化时能耗大、全过程蒸发等不利因素，因此近期可探索在电价便宜地区发展氢气液化。

另外，他还指出，目前我国现有的加氢站绝大部分都是自用或者示范站，甚至有些可能

需要界定为设备，今后需要考虑商业化运行时高负荷且随机性强的氢气需求特点，建设更多的商业化加氢站。（邓恢平）

## 八、风能

马兴瑞到阳江、茂名调研，强调：

### 加快推进海上风电建设 积极推进循环经济发展

羊城晚报 2019.1.13

羊城晚报讯 1月12日，为深入贯彻落实习近平总书记对广东重要讲话和重要指示批示精神，推动省委十二届六次全会精神落地落实，省长马兴瑞先后到阳江市调研海上风电产业发展情况和茂名市调研循环经济发展及固体废物危险废物治理情况。马兴瑞首先来到阳江市，考察了海上风电装备制造产业基地建设现场，详细听取明阳风电、龙马集团、金风科技等企业负责人的介绍。马兴瑞指出，省委十二届六次全会认真贯彻落实习近平总书记对广东重要讲话和重要指示批示精神，提出要深化供给侧结构性改革，推动制造业高质量发展，培育壮大海上风电产业链，加快阳江、粤东、中山等海上风电基地建设。阳江市要充分发挥海洋资源丰富、合金材料和能源工业基础好等优势，坚持市场主导与政府引导相结合，积极践行新发展理念，按照集约化发展的要求，系统谋划海上风电产业装备制造产业和海上风电场布局，吸引集聚国内外风电产业龙头企业，加强海上风电装备研发创新与生产，为我省优化能源结构、建设现代化经济体系和打造海洋强省提供有力支撑。

在茂名市，马兴瑞考察了该市循环经济示范中心和信宜市绿能环保（垃圾）发电项目，听取了有关负责同志关于发展循环经济技术、推进固废危废处理等方面的情况汇报。马兴瑞强调，要深入学习领会习近平生态文明思想，按照中央第五环境保护督察组“回头看”及专项督察反馈意见，进一步加大固废危废污染防治工作，采用坚决有力的措施打好污染防治攻坚战。要科学规划、合理布局，充分借鉴国内外先进经验，选择最优技术路线，大力发展循环经济，全面加快固废危废处置设施和垃圾发电项目建设，进一步完善固废危废处置链条，不断提升固废危废处置的安全化、产业化、集约化水平，推动我省固废危废污染防治工作取得新成效。

副省长张光军参加有关调研活动。（符信）

### 阳江海上风电及合金材料产业迎来“开门红”

南方日报 2019.1.14

12日，广东（阳江）海上风电装备制造产业基地和中国（阳江）合金材料产业基地重大项目动工仪式成功举行。8个重大项目总投资达178亿元、投产后年产值达405亿元，阳江取得2019年重大项目建设开门红。

近年来，阳江积极参与粤港澳大湾区产业分工协作，抢抓“一核一带一区”发展机遇，全力将合金材料和海上风电培育成全市战略性支柱产业。此次动工的项目主要为海上风电装备制造和合金材料产业项目，投资额大、带动能力强、技术含量高，是具有“强链”“延链”“补链”效果的关键性项目，对打通合金材料和海上风电产业上下游关键环节具有支撑性作用。项目的动工，标志着阳江全力打造千亿级合金材料产业集群、建设世界级风电产业基地又迈出重要步伐，为全年经济高质量发展打下坚实基础。

### ■现场直击▶▶8大项目投资178亿

12日早上，阳江高新区群星汇聚，高朋满座，园内风电产业和合金材料产业的知名企业代表——新疆金风科技股份有限公司董事长武钢、明阳智慧能源集团股份公司董事长张传卫、山东龙马控股集团董事长樊宪国、江苏中车电机有限公司总经理王杰、宏旺投资集团有限公司董事长戴促辉、广东甬金金属科技有限公司总经理李飏等一起见证了项目动工。8个动工项目总投资178亿元、投产后年产值达405亿元。其中5个项目为海上风电制造项目，3个为合金材料产业项目。

据了解，在海上风电制造项目方面，在同行业排名全国第一、世界第三的金风科技，此次将风电整机制造项目及相关配套项目落户广东（阳江）海上风电装备制造产业基地，将建设海上风电整机及相应的配套零部件生产制造基地、海上风电大数据中心、智能运维基地、风电智慧能源基地以及与区域院校合作办学或建立培训机构等。

龙马集团阳江高端装备制造基地项目主要建设铸铁、铸钢、锻造项目，以及起重机、压力容器、风电塔架、港口机械等结构件项目和汽车零部件项目……以上这些风电项目的进驻，将形成龙头带动效应，进一步加快上下游产业集聚，有效提升阳江海上风电及高端装备产业水平。

3大合金材料产业项目为宏旺集团70万吨不锈钢冷轧、甬金68万吨不锈钢冷轧和紧固件一期项目。其中，宏旺冷轧总投资15亿元，达产后年产值100亿元，生产高品质不锈钢冷轧板70万吨/年，以及年产30万吨精加工产品；甬金冷轧总投资18.1亿元，预计产值102亿元，生产高品质精密冷轧不锈钢产品，年产能68万吨；紧固件一期项目，投资10亿元，建设紧固件产业基地，一期共有24家紧固件企业制造项目动工，涵盖紧固件产业的拉丝制品、螺丝螺母、机械设备、数控设备、模具、热处理等完整生产链条。

### ■产业透视▶▶支撑两大核心产业发展

阳江重点打造合金材料和海上风电两大产业集群。特别是去年11月29日阳江市委、市政府召开高新区建设推进现场会后，阳江掀起合金材料和海上风电项目动工建设热潮。此次动工的一批项目均为两大产业的核心关键项目，项目的动工意味着阳江朝着千亿级合金材料产业集群、世界级风电产业基地目标又迈出坚实的一步。

### “风电速度”海上风电产业将变为现实

阳江是沿海大都市，是全省海上风电开发主阵地。该市以资源换产业，立足海上风电开发

巨大市场，将海上风电产业作为重点发展的支柱产业。为抢占海上风电产业发展先机，阳江率先规划建设 7.4 平方公里的广东（阳江）海上风电装备制造产业基地。清晰的产业发展定位，以及良好的区位优势，吸引了一批国内外风电装备制造业上下游龙头企业落户园区，呈现产业链集群式发展态势，创造了阳江产业发展的“风电速度”。目前，已落户和计划落户项目 28 个，阳江成为全省目前唯一的海上风电装备制造产业基地。

此次几大重点项目的动工，包括此前已投产的明阳风机叶片，中水电四局塔筒、塔架，粤水电塔筒 3 个项目，以及在建的明阳整机项目，广东（阳江）海上风电装备制造产业基地目前共有 3 个建成项目，13 个在建项目，总投资达 167.96 亿元，投产后预计总产值约 296.02 亿元，涵盖海上风电装备主机及核心零部件、关键材料和系列化产品生产，形成一个较为完善的风电装备产业集群。据了解，该批动工企业投产时间集中在今年 6 月至 2020 年 6 月，届时广东（阳江）海上风电装备制造产业基地将由蓝图变成现实，一个集零部件生产到主机集成的完整海上风电装备制造产业集群将形成规模。

下一步，阳江将依托海上风电形成的产业集群优势，加大上下游招商力度，致力于打造海上风电“一基地四中心”，即风电制造基地、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，着力打造集研发设计、装备制造、检测认证、运营维护为一体的世界一流海上风电装备制造产业基地。力争到 2023 年，基本形成集研发检测与认证、装备制造、港口服务与施工安装、运行维护与管理等为一体的风电产业生态体系，成为世界级风电产业集群和母港。

### **强链补链引发合金材料产业“链式”反应**

阳江高新区已聚集广青金属科技、世纪青山和翌川金属科技 3 家镍合金企业，具备 200 万吨不锈钢冶炼产能。为进一步延伸产业链，发展壮大不锈钢产业，阳江高新区规划了 6.17 平方公里中国（阳江）合金材料产业基地，打造千亿级合金材料产业集群。

阳江加大招商引资力度，大力引进不锈钢热轧、冷轧等深加工项目。今年内投资 20 亿元的广青金属科技热轧生产线，将原有 200 万吨钢坯产能，通过热轧深加工成压延卷板，新增产值 200 亿元，这是阳江合金材料产业集群发展的第一次跨越，预计年内将实现投产。作为合金材料产业集群中的重要“补链”“强链”项目，此次动工的甬金不锈钢冷轧、宏旺冷轧项目再一次延伸阳江高端不锈钢产业链条，实现由生产热轧板到生产冷轧板。无论是产业链关键技术的延伸，还是整个产业集群产值的增加，此次两大冷轧项目的动工，将是阳江合金产业发展的又一次重大跨越。据了解，两大冷轧项目带动能力强，投资额共 33.1 亿元，预计分别于今年 6 月、10 月投产，投产后年产值超 200 亿元，阳江合金产业集群的量级将实现新飞跃。

作为合金材料产业集群的重要环节，此次动工的紧固件一期项目投资达 10 亿元，项目位于阳东珠海（阳东万象）产业转移园。去年初，珠三角超过 60 家紧固件企业“抱团”落户阳江，进一步延长了阳江五金配件产业链。此次紧固件一期项目共有 24 家紧固件企业生

产项目，今年底投产，产值达 20 亿元。

除动工建设的热轧、冷轧外，中国（阳江）合金材料产业基地已签约引进开宝不锈钢精加工、永贤不锈钢深加工产业园等项目。下一步，阳江将全力推动已动工项目早日投产，推动签约项目早日动工，并通过靶向招商引入合金材料其他分类企业落户，不断完善合金材料产业链，形成合金材料从基础原料到金属制品的完整产业链。力争到 2020 年，合金材料产业链基本完善和形成规模，初步形成产业链最完整的合金材料产业基地、华南地区重要基础原材料生产基地，力争早日形成产值 1000 亿元的产业集群（张俊 陈瑞锋 陈文教 敖卓俭）

## 风电光伏发电推无补贴平价上网

### 国家将开展试点项目建设

南方日报 2019.1.10

新华社北京 1 月 9 日电 记者 9 日从国家发展改革委了解到，我国将开展风电、光伏发电平价上网项目和低价上网试点项目建设。

根据近日发布的《国家发展改革委国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，各地区要认真总结经验，结合资源、消纳和新技术应用等条件，推进建设不需要国家补贴执行燃煤标杆上网电价的风电、光伏发电平价上网试点项目。在资源条件优良和市场消纳条件保障度高的地区，引导建设一批上网电价低于燃煤标杆上网电价的低价上网试点项目。

通知明确，优化平价上网项目和低价上网项目投资环境，保障优先发电和全额保障性收购，鼓励平价上网项目和低价上网项目通过绿证交易获得合理收益补偿，认真落实电网企业接网工程建设责任。

通知强调，促进风电、光伏发电通过电力市场化交易无补贴发展，降低就近直接交易的输配电价及收费，扎实推进本地消纳平价上网项目和低价上网项目建设，结合跨省跨区输电通道建设推进无补贴风电、光伏发电项目建设。同时要创新金融支持方式，做好预警管理衔接，动态完善能源消费总量考核支持机制。

通知指出，对按照通知要求在 2020 年底前核准（备案）并开工建设的风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目，在其项目经营期内有关支持政策保持不变。国家发展改革委、国家能源局将及时研究总结各地区的试点经验，根据风电、光伏发电的发展状况适时调整 2020 年后的平价上网政策。

## 广东 8 个风电产业链项目开工

中国能源报 2019.1.21

本报讯 日前，一批风电产业链相关项目在广东（阳江）海上风电装备制造基地举行开

工仪式。

据了解，此次动工仪式共 8 个项目，分别是龙马集团阳江高端装备制造基地项目、金风科技海上风电整机制造项目、江苏中车电机制造项目、风电基地配套项目、深圳禾望电气设备制造项目、宏旺集团 70 万吨不锈钢冷轧项目、甬金集团 68 万吨不锈钢冷轧项目、紧固件一期项目，计划投资总额共 178 亿元，预计投产后产值达 405 亿元。

“这批项目的开工建设，对于推动全市经济社会发展、促进产业结构优化升级，将产业积极而深远的影响。”阳江市市委常委、常务副市长陈绩表示，下一步，阳江市将把高新区作为经济发展的主战场，为项目建设创造宽松的环境，提供一流的服务，全力将高新区打造成招商引资的新高地，新兴产业的聚集地，经济发展的主引擎。

据悉，目前阳江市已规划建设了 7.4 平方公里的海上风电装备产业基地，已落户和计划落户项目 28 个。（陈祎）

## 日媒报道：大型海上风机研发竞争激烈

参考消息 2019.1.30

【《日本经济新闻》1 月 29 日报道】题：大型海上风力发电机研发竞争激烈

在市场需求急剧扩大的海上风力发电领域，风力发电巨头正在竞相研发可提高效率的大型发电机组。世界排名第一的风力发电公司德国西门子歌美飒风电公司将于 2022 年推出输出功率提高约 30%、直径 193 米的风力发电机组。三菱重工与丹麦风力发电巨头维斯塔斯合资的 MHI 维斯塔斯公司也着手研发世界最大输出功率的风力发电机组。日本等国去年底通过了关于推进海上风力发电机组研发的法律。

歌美飒风电公司海上风力发电项目负责人璠恩 25 日在接受本报采访时自信地说：“风力发电机组的设计可以抗击台风，我们的发电机组在台湾的销售业绩不错。日本也有风力大的海域适合安装这种发电机组。”歌美飒风电公司 1 月发布了超大型风力发电机组，直径比该公司过去最大的风力发电机组还要长 20 多米，每台机组的输出功率为 1 万千瓦，提高约 30%。

海上风力发电机组在海底打地基，一边安装组件一边进行建设，大规模施工成本占总投资的近一半。如果实现发电机组大型化，每台发电机组的最大输出功率将提高约 30%，同一发电容量的发电机组建设成本可以降低 30%。

为此，世界三大风力发电巨头正在加紧研发大型发电机组。世界排名第二的 MHI 维斯塔斯公司已经交付了目前世界输出功率最大的 9500 千瓦大型发电机组，将输出功率提高到 1 万千瓦的发电机组也开始接收订单，此外还在着手开发直径扩大 10 米、输出功率超过 1 万千瓦的发电机组。

美国通用电气公司也计划在荷兰建设直径超过 200 米、输出功率为 1.2 万千瓦的风力发电机组，地面高度达到 260 米。

现在，世界海上风力发电量急剧增加。国际能源机构预测，2030 年的海上风力发电量将高达 5490 亿千瓦时，与 2017 年相比增长 9.8 倍。英国和德国的风力发电在发电总量中的比率超过了 10%。风电作为廉价高效的可再生能源愈发获得了好评，世界各国发展海上风力发电的时机日益成熟。

## 用新方法寻找最低 LCOE 风机

### 三一重能总结出适用于我国风电场平准化度电成本的计算方法

中国电力报 2019.1.17

从 2018 年竞价政策推行以来，风电项目的平准化度电成本（简称“LCOE”）成为风电行业热度很高的指标。2019 年 1 月 9 日，国家发改委与国家能源局发布《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》，要求“积极推进风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目建设”。在平价上网时期，LCOE 将会成为评价风电项目开发价值的关键指标。

LCOE 在国外的应用主要在于相同时间跨行业、相同行业跨时间的趋势对比，而我国风电行业引入这个指标后更多将之应用到具体项目的评价中，因此会遇到增值税、所得税、WACC 非线性变化导致的水土不服。

#### 利用 LCOE 选出最合适的机型

搜索一年内行业主体尤其是主机厂家以 LCOE 为题的文章可知，大多数企业以 LCOE 的理解流于形式，以此为题的文章往往新瓶装旧酒，或突出电量高，或突出每瓦造价低，并没有对指标做深入思考与解剖。其实，LCOE 是很好的指标。与传统评价指标 IRR 相比，LCOE 最大的区别在于，IRR 指标过于综合，而 LCOE 的分子分母清晰可见而且均为业主可控因素，比如发电量、造价、融资成本、运维费用等。

而对我国行业最大的贡献是，提示大家风电项目投资决策不应该是目前的风资源 - 造价 - 经评的线性漏斗；而应该是自始在同一时间、同一平台综合考虑发电量、造价、融资费用、经营期等要素得出竞价逻辑下的最适机型和最佳方案。

要实现多要素下的决策，前提是打开黑箱，寻找风机与整体造价、发电量与运营管理效率、电力交易改革与保障小时和电价的关系，终极目标是实现确定了风机，不仅可以明确发电量，还可明确总造价、运维费、长期经营，以此反推才可以寻找到“最低 LCOE 风机”。

基于此，三一重能有限公司（简称“三一重能”）技术部人员进行了详细分析，并总结出适用于我国风电场平准化度电成本的计算方法。

#### 因地制宜，对国际公式加以修正

随着竞价上网政策的推行，LCOE 越来越受到业内的关注。国外给出了 LCOE 计算过程，并以此作为成本电价，然而由于税收和财务制度的差异，该计算方法并不适用于计算我国的成本电价。本文对风电场经济性评估入手，考虑到了增值税、增值税抵扣、增值税即征

即退 50%、5 年运维、所得税三免三减半等因素，分析了国外计算方法不适用于国内的具体原因，并对 LCOE 计算方法进行了改进。

通用的 LCOE 计算方法是，成本的定义是生产和销售一定种类与数量产品以耗费资源用货币计量的经济价值，从广义上来讲，税收是成本。按照广义的定义来理解，在风电场运营期内，按照 LCOE 进行售电，项目在生命周期内的现金流等于总投资。而 LCOE 是从国外引进的概念，在公式中并未考虑中国特有的因素，如：增值税、增值税抵扣、增值税即征即退 50%、销售税金及附加、所得税三免三减半等因素。但是如果将上式的 LCOE 算出的成本作为价格带入到绝大多数风电场经济模型当中，得出的 IRR 都远小于 8%，甚至于小于银行贷款利率。显然是不符合国情。

三一重能在多次验算研究过程中，对通用的 LCOE 计算公式进行修正，在现有的 LCOE 公式上考虑以下几个因素：一是，增值税及增值税抵扣，包括即征即退 50%；二是，营业税金及附加；三是，所得税及所得税三免三减半。

国外的 LCOE 项目考虑了因为运维而增加的成本，并且扣除了因运维成本而避免缴纳的所得税；考虑了因为折旧所避免的所得税，在计算的过程中减去了因为折旧而避免缴纳的所得税。

如考虑以上因素，所得税的计算过程中必须减去折旧及运维成本；因此在修正的计算过程，原 LCOE 公式因折旧及运维成本所避免缴纳的所得税在计算所得税成本时已计算，所以这两项目剔除。同时不考虑残值，因为若是考虑残值作用，在成本里面减去残值，在现金流最后一年会加上残值收入，最终两者相抵，所以剔除原 LCOE 模型残值项。

在以上修正后的公式中，LCOE 的计算过程是一个反复迭代的过程，因为其中除数（折算当年电量）不受价格影响，其余的所有项目均受价格影响。求出成本 Z 并作为价格再次带入，会使得增值税及所得税变动，而价格经过几次迭代后会无限趋近于一个定值。

三一重能最终得出结论，最简单的求得风电场平准化度电成本的办法就是指定 IRR 等于贴现率，指定净现值等于投资总额，进而反推出能够使其成立的价格即是成本价。

## 九、核能

### 南网中广核共助粤港澳大湾区建设

中国电力报 2019.1.7

**本报讯（通讯员孙维锋）报道：**1月2日，南方电网公司党组书记、董事长孟振平会见了来访的中国广核集团有限公司党委书记、董事长贺禹一行。南方电网公司党组成员、副总经理毕亚雄，中广核省委常委、副总经理施兵、庞松涛参加会见。

孟振平感谢中广核一直以来对南方电网公司的关心和支持。他表示，南方电网公司当前正加快建设具有全球竞争力的世界一流企业，加快向智能电网运营商、能源产业价值链整合商、能源生态系统服务商转型，希望双方未来在国际业务等领域进一步深化合作，实现共赢



发展。同时，南方电网公司愿同中广核等能源企业一道，把握发展机遇，更加紧密合作，为更好地支持和服务粤港澳大湾区建设作出应有贡献。

贺禹感谢南方电网公司长期以来对中广核的关心和支持，并重点介绍了中广核生产经营和产业布局等有关情况。他表示，双方合作基础良好，已有合作项目进展顺利，希望进一步加强高层沟通交流，拓展新的合作空间，推动合作走深走实，携手助力粤港澳大湾区建设。

## 大国博弈不能无核电

中国科学报 2019.1.14

日本福岛核电站事故后，一些国家收紧原有的核能发展政策，但美、俄等国却并未丝毫放缓先进核能技术的发展脚步，凸显大国博弈中核电的重要性。我国要实现中华民族伟大复兴的“中国梦”、建设核工业强国，同样离不开核电的支撑。

三十多年来，我国坚持走引进、吸收和消化国际先进核电技术与自主研发相结合的道路，成功研发以华龙一号等为代表的自主核电技术；自主建成一批核电机组，极大带动了相关产业转型升级发展；核电工程项目自主建设、核电装备自主制造能力与水平进入世界先进行列。近期，美国政府针对我国民用核能，尤其是针对华龙一号等自主核电技术出台限制政策，也充分说明其对此领域的重视和对我国发展现状的忧虑。当前全球化竞争日趋激烈，我国正面临复杂的国际形势和转型发展巨大压力，核电作为最为复杂的能源系统，其发展不仅能够带动核燃料循环全产业链的发展，推动做强做优核工业，同时还能有效带动其他大量相关高技术产业发展，促进传统产业改造升级，大幅提升我国装备制造与科技自主创新能力。目前，华龙一号首堆示范工程与海外工程建设进展顺利，其安全性与先进性得到了国际认可，成为“一带一路”上“中国制造”的靓丽名片。我国已成为世界上第四个拥有自主三代压水堆核电技术和全产业链技术的国家。

荣耀之余，也深感忧虑，因为我国核电发展正面临着前所未有的巨大挑战。我国核电发展规模不足，在电力供应上所占比重较低，核电的安全性与经济性依然是行业规模化发展的制约因素。与推进先进压水堆核电技术发展并行的是四代核电商业化尝试。然而国际上对四代核电商业化应用的预期不断推后，预计2030年前压水堆仍将作为主力堆型。其技术发展能否实现更大的突破，将对核电行业这一阶段发展产生重大影响。因此，核电行业应聚焦关键技术瓶颈，加大科技创新投入力度，持续提升压水堆核电技术的“固有安全性”和“经济性”。

核安全始终是国家和民众关心的首要问题。国家已颁布核安全法，将核安全纳入国家总体安全体系。要核电安全高效发展，首先需要国家政策的支持，国家对核电发展的战略定位与发展规划，是引领发展方向和推动发展的根本。在国家政策支持下，我国三十年未曾间断核电建设，成就了今天的发展，未来核电行业面对更大的发展挑战，更需要国家政策的支持。

实现安全高效发展，关键是要加快科技创新的步伐。科技创新是实现核电持续发展的动力，核电行业应将核电技术发展放到全球与国家经济、社会及科技发展的背景下，找准新时代核电发展的奋斗目标，明确科技创新目标，全力以赴推进落实国家发展战略。美国针对中国民用核电行业发起禁令，核定不批准相关技术、设备和材料，再一次说明只有掌握核心技术，才能不受制于人。对比核电技术强国，未来要实现技术引领，我们必须加强前沿性、基础性和共性应用技术研究投入，尽快弥补我国核电长期以来在基础研究和应用技术研究上的短板。密切跟踪并结合科技发展的最新成果，研究实现提升核能利用的安全性与经济性的途径。应聚焦在新材料技术、新型核燃料技术、核安全研究设计的新理念与新方法和新技术、数字化核电与智慧电厂应用技术等方面，并不断推动产生突破性研究成果，以此支撑新的型号研发与建设，用科技创新拓宽核能发展的新空间，在突破核电发展瓶颈的同时实现引领未来发展。

实现安全高效发展，同时需要核电行业进一步深化改革，扩大对外合作。核电企业应抓住机遇，大力推进内部体制改革，通过对机构的优化整合和体制机制创新，提高整合内外部资源的能力，充分调动员工创新创业的积极性。要统筹规划关键核心技术与型号研发，在统一核电技术发展路线上形成共识；合理配置与协调资源，在技术创新攻关上形成合力，为加速发展打好基础。展望未来，核电企业必须具有国际视野，紧密结合国内外技术发展，积极探索进一步整合国内外优势资源、开展产学研合作的新模式，积极参与全球化竞争，在加快推进核电“走出去”的同时，以中国技术与中国标准影响核能行业国际规则与国际标准的制定，开创我国核电发展的新局面与世界核能发展新格局。（邢继）

## 西部省区谋划核能开发

### 青海、宁夏将开展厂址规划和保护等前期工作

中国电力报 2019.1.21

《青海省建设国家清洁能源示范省工作方案（2018-2020年）》明确，利用“十三五”后两年核电项目“空档期”，积极开展研究，做好规划、踏勘选址等前期工作。

《宁夏回族自治区能源发展“十三五”规划（修订本）》明确，根据国家核电发展政策，积极推进核电项目厂址普选论证及保护工作。

**本报讯（实习记者赵紫原）**青海省在2018年12月24日印发的《关于〈青海省建设国家清洁能源示范省工作方案（2018-2020年）〉的通知》（以下简称《通知》）中明确，要充分把握未来核电发展契机，利用“十三五”后两年核电项目“空档期”，积极开展研究，做好规划、踏勘选址等前期工作，为全国核电项目建设积累工程技术经验。

2018年12月29日，中核集团与青海省政府、清华大学、国家电网签署青海省核能开发利用战略合作协议，几方将根据青海实际需求，积极推动核能开发利用工作，同时依托核能项目建设，助力核能相关专业人才培养，联合推进技术创新，推动核能开发利用实验室建设。

业内分析人士认为，青海等西部省份开始布局核能发展，一方面说明地方政府对核能开发抱有积极的态度，另一方面说明我国核能发展还有空间和优势。

作为我国重要的资源基地和能源基地，青海省发布的上述《通知》称，以2019年初启动核能供热及核电建设项目初步可行性研究报告编制为工作目标，重点完成厂址踏勘报告、确定候选厂址、启动初步可行性研究报告编制。同时，2020年底争取国家核准核能供热及核电建设项目，重点完成预可行性研究报告、可行性研究报告、项目申请报告。

青海省表示，将依托清洁能源资源富集优势，建设“四大”清洁能源基地，推进核电发展、非常规能源资源开发“两项”前期工作，为国家能源安全提供重要保障。《通知》中明确，计划在格尔木、德令哈地区提前谋划核电项目，开展核电站厂址普选工作，为海西清洁能源大规模外送提供支撑，此计划由青海省政府相关部门、中核集团与黄河上游水电开发有限责任公司协同负责。

《通知》同时提出，围绕“使青海成为国家重要新型能源产业基地”，以新能源规模化开发为重点，以100%清洁能源使用为目标；到2020年，基本形成国家清洁能源示范省建设框架和发展机制，清洁能源开发利用水平达到全国前列，清洁能源生产比重达到51%，消费比重达到41%。

“100%清洁能源供电”早已成为青海省的能源特色。2017年6月，青海省实现连续7天100%清洁能源供电；2018年6月，“绿电9日”清洁能源供电再创世界纪录。

除了青海，西部省区中，甘肃省此前也曾规划过小型堆核能供热项目。此外，作为国家新能源综合示范区，宁夏回族自治区于2018年10月发布的《关于印发〈宁夏回族自治区能源发展“十三五”规划（修订本）〉的通知》明确，“根据国家核电发展政策，积极推进核电项目厂址普选论证及保护工作。”

近年来，北方地区频受雾霾之困，能源利用低碳化、清洁化已成为社会共识。2017年，十部委印发的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021）》明确提出，加强清洁供暖科技创新，研究探索核能供热。在此背景下，核能供热项目正在多地加速落地。

记者了解到，除青海、宁夏外，黑龙江、吉林、辽宁、河北等多个省区政府发布相关文件，开展厂址普选、产业推广等前期工作。

2017年11月，中核集团发布了我国自主研发实现区域供热的“燕龙”泳池式低温供热堆。据悉，“燕龙”热功率达到400MW，供热面积相当于为20万户三居室供热。据记者了解，中核新能源有限公司目前已在辽宁、内蒙古、陕西等地筛选了示范工程厂址，正在开展前期工作，预计2020年后建成投运。

2018年2月，中广核联合清华大学开展国内首个核能供暖示范项目的前期工作，采用成熟的NHR200-II低温供热堆技术，在华北规划建设我国首个小型核能供暖示范项目。2018年7月，国家电投成立核能供暖产业联盟。公开信息显示，吉林省长白山项目已经完成普选报告审查，通化市核供热的厂址普选工作也已启动。

## 十、其他

### 我国鄂西地区发现高产页岩气藏

中国电力报 2019.1.24

本报讯日前，从自然资源部中国地质调查局传出消息，鄂西地区（湖北西部）页岩气调查取得重大突破，页岩气地质资源量达 11.68 万亿立方米，具有建成年产能 100 亿立方米的资源基础。由此，鄂西地区有望成为我国页岩气勘查开发和天然气增储上产新的基地，形成与重庆涪陵、长宁—威远“三足鼎立”的资源格局，打破我国页岩气开发均集中在长江上游的局面。

### 人工智能或可高精度预警油气井泄漏

中国能源报 2019.1.7

本报讯 近日，一项由美国佛蒙特大学最新发布的研究表明，利用人工智能油气企业或监管部门能够有效预测石油、天然气钻井甲烷泄漏的状态。在测试过程中，研究人员对位于加拿大的 38391 个油气井进行了检测，通过输入油气井内相关的流体参数，使用机器学习算法便能够判断油气井是否存在甲烷泄漏的问题，比对现场勘查的数据，其准确率可达 87%。这一成果发表于学术杂志《环境地质科学》。

甲烷作为天然气的主要成分，也是一种不可忽视的温室气体，在过去 20 年里同样体积的甲烷带来的温室效应远远超过二氧化碳。根据一项 2018 年 7 月发表于《科学》杂志的研究，在油气开采过程中，每口油气井甲烷的排放量约为美国天然气一年总产量的 2.3% 左右，也就意味着每年有价值高达 20 亿美元的甲烷面临着浪费。这一数值远超过了科学家此前的预期，也对各国应对气候变化的行动带来不利影响。

在这项研究中，通过对加拿大阿尔伯塔省发布的油井检测数据进行分析，并与是否出现甲烷泄漏这一因素关联起来，在数据模型中加入 16 个与油气井相关的流体、机械等参数，其中油井偏离垂直钻井线的程度、油井的老旧程度和大口径油气井水泥的孔隙大小是判断一个油井是否有泄漏的三个主要因素。根据机器学习模型，研究人员对油气井是否会甲烷泄漏进行了预判，其结果准确率可达 87%。

“从宏观层面来看，我们现在已经有可以更加有效地判断油气井状态的工具。由于甲烷是一个重要的温室气体，这一工具将十分有实际应用价值。”这一研究的主要作者、佛蒙特大学 George Pinder 教授表示。

据资料显示，现在部分上游油气开发企业也越来越重视油气井甲烷泄漏的问题，通常使用红外探测、无人机或卫星对油井是否泄漏进行探测，如跨国油气企业埃克森·美孚则计划在 2020 年前，更换已经老化的油气井设备，并减少 15% 的甲烷排放量。一位来自美国康奈尔大学、并未参与这一研究的学者 A. R. Ingraffea 教授对此项研究发表评论称，“地区监管部

门从来没有足够的检测人员和资金支持来定位可能泄漏甲烷的油气井，更不用说进行维修。因此，这一研究对这些企业和监管部门来说将十分有价值，现在他们能够更多地关注到检测油气井本身的参数，并找出最有可能泄漏的地方。”

同时，这一研究也将为新建油气井提供相应的指导，通过合理的结构设计尽可能地减小甲烷泄漏的可能性。但研究人员也指出，现有的数据可能还低估了泄漏的油气井规模，由于随着油气井的老化将更有可能出现故障，因此未来还需要更多的研究对这一模型进行完善。（李丽旻）

## 德国将彻底停用煤电

参考消息 2019.1.28

【法国《回声报》网站1月26日报道】题：德国将在19年内结束用煤发电

历经7个月讨论以及一场21小时的马拉松谈判后，德国政府授权负责提出德国能源转型计划的委员会28名成员最终达成一致。他们提出最晚到2038年彻底停止用煤炭发电。

经济增长、结构变革和就业委员会主席罗纳德·波法拉周六称，对德国而言这是“历史性一天”，“联邦政府自此有了明晰的指导路线，它包含三方面的关注：创造就业、国家能源供应安全以及环境保护”。

该委员会要求到2022年关停或更新装机容量12.5吉瓦的多个煤电厂。这一过程将有助于德国相比于1990年削减其45%的二氧化碳排放，完成到2030年削减排放55%的目标。

到2030年将只有17吉装机容量仍由煤炭提供，而目前则是45吉瓦。该委员会让政府自行决定哪些是优先关闭的煤电站。该委员会强调希望莱茵-威斯特伐利亚发电厂所拥有的汉巴赫森林能得到保护。

这一措施涉及的资金相当巨大：德国消费的电力1/3由煤炭提供，而且相关行业就业人数近2万人且多处于以煤炭行业为主的产业单一地区。为做好能源转型，委员会建议联邦扶助资金至少要提供400亿欧元，在2040年前拨付给北莱茵-威斯特法伦州、萨克森州、萨克森-安哈尔特州、勃兰登堡州的煤炭产业地区。政府还要每年拿出20亿欧元以弥补可能出现的个人和企业用电价格上涨。

中石油经济技术研究院发布《2018年国内外油气行业发展报告》——

## 我国天然气对外依存度突破45%

中国能源报 2019.1.21

本报讯（记者吴莉）报道：1月16日，中国石油经济技术研究院在北京发布的《2018年国内外油气行业发展报告》（下称报告）称，2018年，我国天然气消费保持强劲增长，进口量约1254亿立方米，增幅高达31.7%，进口量首次超过日本，成为全球第一大天然气进

口国，对外依存度升至 45.3%，较上年的 39.1% 增长 6.2 个百分点。

报告分析，2018 年，环保政策助力天然气市场蓬勃发展。受需求拉动，我国天然气市场需求高速增长，全年供需形势偏紧，季节性供需紧张有所缓解。预计全年天然气消费量 2766 亿立方米，同比增长 16.6%，年增量超 390 亿立方米，在一次能源消费中占比 7.8%。

因此，2018 年我国全年天然气消费呈现“淡季不淡”特点。二季度天然气消费量 618 亿立方米，增加 115 亿立方米，主要是由于一季度“压非保民”后，工业、发电、化工等非居民用气需求得到释放，以及大量上年底完工煤改气工程通气投产；三季度天然气消费量为 628 亿立方米，增加 94 亿立方米。一季度和四季度天然气消费量快速增长，受资源供应、工业停工限产等影响，增量分别为 95 亿立方米和 108 亿立方米，创 10 年新高。

具体到行业来看，报告预测，2018 年城市燃气用量为 990 亿立方米，增幅为 16.2%；工业用气量为 911 亿立方米，增幅为 20%；发电用气量为 615 亿立方米，增幅为 23.4%；受资源、调峰等因素影响，化工用气由升转降，用气量为 250 亿立方米，降幅为 5.1%。增长地区主要是中东部，西部地区增长较慢。

从供应侧看，2018 年，估计全年国内天然气产量为 1573 亿立方米（不含地方企业煤层气），同比增长 6.7%，远低于消费增速。其中，煤制气产量 23 亿立方米，同比增长 4.5%；煤层气产量为 50 亿立方米，同比增长 6.7%；页岩气产量超过 110 亿立方米，同比增长 22.2%。

另从进口资源来看，LNG（液化天然气）进口量占比 59%，较上年提高 4 个百分点。去年，我国估计全年 LNG 进口量为 5400 万吨（约 734 亿立方米），同比增长 41.1%。进口 LNG 主要来自澳大利亚、卡塔尔、印尼等国，澳大利亚是我国 LNG 的最大来源国，占 LNG 进口量的 42%。广东是我国进口 LNG 最多的省份，占全国进口 LNG 的 20%。

LNG 进口资源的增长得益于我国与供应商签署了多项进口 LNG 购销合同。2018 年，中石油与切尼尔能源公司、卡塔尔液化天然气公司和埃克森美孚公司签署进口合同。中海油与马来西亚石油液化天然气公司签署进口合同，加上中海油与 BP 签署的 LNG 合同将于 2019 年履约，新增 LNG 合同量将超过 1000 万吨/年。

进口气的另一个重要来源管道气进口量也呈现快速增长。报告预计，2018 年全年管道气进口量约为 520 亿立方米，同比增长 20.6%，增量主要来自哈萨克斯坦和乌兹别克斯坦，两国进口气在我国管道气中占比 25%，较上年提升 15 个百分点。10 月，中石油与哈萨克斯坦签署协议，从 2019 年 1 月起，进口哈萨克斯坦管道气量将由 50 亿立方米/年增至 100 亿立方米/年。

报告分析，2019 年，环保政策继续推进，将继续拉动国内天然气需求增长，预计全年天然气消费量将达 3080 亿立方米，同比增长 11.4%。天然气产量稳步增长，预计产量为（含煤制气）1708 亿立方米，同比增长 8.6%。全年天然气市场供需紧平衡，国家将继续推进储气调峰建设，季节性供需矛盾将持续好转。天然气进口量仍将保持增长。

# 我国页岩气产量超百亿方

中国能源报 2019.1.14

新年伊始，页岩气产量传捷报，凭借可观储量和产量稳坐非常规油气“头把交椅”。

日前，从中石化江汉油田涪陵页岩气公司传来消息，涪陵页岩气田 2018 年全年生产页岩气 60.2 亿立方米，销售 57.8 亿立方米，产销量保持全国第一。

仅用 4 年时间，涪陵成为中国页岩气产销双料冠军。

与此同时，从中国石油西南油气田传来消息，2018 年中石油在川页岩气产量达 42.7 亿立方米，较 2017 年增长 40%。

如果说“涪陵速度”折射出中国干劲，中石油在川成果则为保障国家能源安全、促进四川省经济社会绿色发展提供了又一强力支撑。

## 产量可观

接受记者采访的业内人士均表示，一方面，国内大力支持页岩气等非常规天然气利用，页岩气商业化开采将大大增加国产天然气的供应量。另一方面，随着 LNG（液化天然气）进口量大幅增长和 LNG 接收站的陆续投产运营，对天然气供应的增加起到很大作用。

在国内和国外供应量“双双”加速增长的预期下，未来国内天然气的供应量将再上新台阶，国内天然气供需形势将越来越缓和，天然气市场的发展也将更加健全。

此外，管道互联互通，为高产的页岩气带来更多“出路”。

据悉，中石油与中石化南川页岩气互联互通工程累计向重庆南川、万盛、綦江区域供气达到 5556.16 万立方米，12 月平均日输气量 76.1 万立方米，日最高输气量突破了 80 万立方米。涪陵页岩气田日均产气达到 1670 万方左右，可满足 3200 万户居民的生活用气，而从涪王管线外输页岩气已累计突破 130 亿立方米，今冬明春，页岩气将持续从这里输出，惠及沿线 6 省 2 市 70 多个大中型城市，让上千家企业、两亿多居民从中受益。

## 谨慎乐观

目前，进口天然气增速明显，鉴于对能源战略安全的考虑，“求人不如求己”，2018 年底“两桶油”提速页岩气勘探开发，沉寂许久的页岩气再次“快马扬鞭”。

“非常规天然气，尤其是页岩气的提速发展，是资源基础和政策持续发力的体现。”中国国际经济交流中心信息部副部长景春梅对记者说，“虽然储量和市场潜力很大，但是目前页岩气总体并不成熟，不论是否能够完成‘十三五’规划目标和对天然气供需是否能起到支撑作用，都还有待观察。”

“因为就目前来看，页岩气主要产量还是集中在中石油和中石化的个别区块，而美国页岩气之所以成功并且对全球油价产生影响，是因为页岩气井遍布全国各地。而中国页岩气井分布局限，数量有限，产量虽然可观但是持续性还有待观察。”卓创资讯天然气行业分析师刘广彬说。

此外，要想页岩气在天然供需中“有地位”，中游管网放开继续加速。允许第三方市场主体接入国有石油公司的液化天然气接收站以及放开管道网络，能够推动天然气运营商以较低价格实现供应渠道多元化，从而积极推动需求。“产量还需要管网不断输送才能形成良性循环，有生产有销售。此外，参与勘探的企业也需要有相对合适的管输费用，例如与‘三桶油’管输费齐平，这样才能更好地刺激企业产生动力，让更多的主体参与到勘探开发中去。”刘广彬说。

中国石油经济技术研究院天然气市场研究所高级经济师徐博表示，尽管页岩气开发受到国家财政的扶持，但对企业来说，目前的减税政策仍不足以减轻高昂的初期投入带来的压力。（渠沛然）

## 清洁低碳，我国能源消费结构继续优化

2018年煤炭消费比重首次降至60%以内，清洁能源消费比重提高到22.1%左右

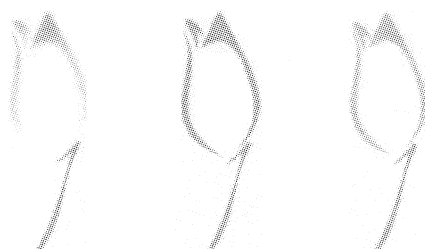
中国电力报 2019.1.29

根据近期国家权威部门发布的有关数据，2018年我国能源消费结构继续优化，煤炭消费比重首次降至60%以内，天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的比重已提高到22.1%左右。

1月21日“国民经济运行情况新闻发布会”上，国家统计局发布，2018年全年天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的比重比上年提高约1.3个百分点。

《中华人民共和国2017年国民经济和社会发展统计公报》显示，2017年煤炭消费量占能源消费总量的60.4%，比上年下降1.6个百分点；天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的20.8%，上升1.3个百分点。由此可知，2018年天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的比重已提高到22.1%左右，而煤炭的消费比重则首次降到60%以内，约59%左右。

根据中电传媒记者数据库，2012年以来我国清洁能源消费比重持续明显提高。2012~2018年天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的比重分别为14.5%、15.5%、17.0%、18.0%、19.5%、20.8%和22.1%左右。我国能源消费结构持续优化。





## 雄安将建绿色电力供应系统

中国电力报 2019.1.4

**本报讯（记者刘泊静）**报道 近日，国务院批复同意《河北雄安新区总体规划（2018—2035年）》（简称“《总体规划》”）。批复提出要优化能源结构，建设绿色电力供应系统和清洁环保的供热系统，推进本地可再生能源利用，严格控制碳排放。

批复指出，《总体规划》对于高起点规划高标准建设雄安新区、创造“雄安质量”、建设“廉洁雄安”、打造推动高质量发展的全国样板、建设现代化经济体系的新引擎具有重要意义，是雄安新区发展、建设、管理的基本依据，必须严格执行。

批复对雄安新区建设提出十三点要求，要紧扣雄安新区战略定位，有序承接北京非首都功能疏解，优化国土空间开发保护格局，打造优美自然生态环境，推进城乡融合发展，塑造新区风貌特色，打造宜居宜业环境，构建现代综合交通体系，建设绿色低碳之城，建设国际一流的创新型城市，创建数字智能之城，确保城市安全运行，加强规划组织实施。

## 苏北首座“光储充”一体化充电站启用

中国能源报 2019.1.14

**本报讯** 1月7日，在江苏省淮安市首座电动汽车充电站——板闸充电站，一辆红色的电动汽车正通过充电桩充电。据悉，板闸充电站经过国网淮安供电公司技术升级，成为苏北首座“光储充”一体化汽车充电站，投入以来运行良好。

板闸充电站于2012年底启用，之前只能供新能源汽车充电，现在该站集成了智能充电桩充电、储能电池、光伏发电等多项先进技术，集“光充储”于一体，实现发、储、充清洁能源的循环利用。充电站每天发电量30度电，可满足1辆电动汽车的充电需求。充电站一楼机房安装了两套储能装置，每天可储能72度。

淮安供电公司市场及大客户室副主任黄国英表示：“板闸充电站的储能系统，采用的是高能量密度的磷酸铁锂储能电池，配备能量智慧管理系统，可以将光伏发电自动切换应用于电动汽车充电，也可以选取电网电价低谷时段充电，高峰时段放电，这样可以有效地平抑电网峰谷负荷，提高项目整体经济效益。”

淮安市新能源汽车推广应用以来，新能源汽车保有量目前超过3000辆，板闸光充储电站目前建设充电桩10台。“我们在板闸开展光充储一体化应用研究，目的是让新能源汽车真正用上绿色清洁能源。一个月的投入使用说明这套系统运行成功，今后，我们还将加大投入，提高光伏发电量，拓展储能应用空间，满足更多的新能源汽车充电需求。”黄国英介绍。（陆彦平 高尚杰）

# 南京将建世界首个能源互联网示范城市

中国能源报 2019.1.14

本报讯 1月7日，“建设世界首个能源互联网示范应用城市战略合作签约仪式”在江苏南京江北新区举行。会上，江北新区管委会与国网江苏省电力有限公司南京供电分公司共同签署了《建设世界首个能源互联网示范应用城市战略合作协议》。

据悉，区域能源互联网指以局部范围内的各类工业企业和居民为用户群体，通过搜集能源生产、消费、传输、存储等信息数据，凭借数据分析、能源协调与优化调度机制满足区域内用户的负荷需求。其能源利用清洁化、能源互智能化、能源服务优质化和能源管控高效化的典型特征也在运用实践中逐步体现。

能源作为经济社会发展重要的物质基础保障，在助力江北新区高质量发展方面将起到关键作用。因此，此次签约对江北新区建设能源互联网示范区具有突出意义，为新区打造长江经济带创新支点提供充足的能源保障。

伴随江北新区智慧能源互联网示范区的建立，新区供电可靠率将由99.995%提高至99.999%，年均停电时间5分钟，达到新加坡等发达国家水平。单位GDP能耗由0.54吨标煤降至0.4吨标煤，基本达到德国、日本综合能效水平。（赵泽珩）

## 打造先进储能 拥抱碧海蓝天

### 许继集团总包的国内最大的发电侧电化学储能项目并网成功

中国电力报 2019.1.17

2018年12月25日上午11时16分，由许继集团总包的国内最大的发电侧电化学储能项目鲁能海西州多能互补集成优化示范工程储能电站（海西州储能电站）一次性并网成功。该项目对新能源发展、可再生能源储能的推进具有重要意义，同时标志着许继集团在大规模电池储能系统应用于新能源领域迈出关键一步。

#### 攻坚克难，抢占储能技术高峰

许继集团抓住储能发展新机遇，在推进先进储能新兴业务发展的过程中进一步打造核心竞争力、优化业务布局、强化行业引领、深化能源服务生态圈建设，持续推动新兴业务发展。先进储能作为许继集团五大新兴战略业务之一，通过合资设立许继电科储能技术有限公司，充分发挥许继集团与中国电科院的各自优势，加速科技成果产业化，提升在储能领域整体解决方案的能力。

许继集团高度重视储能核心技术研究，开发长寿命、低成本、高安全、高效率储能系统核心产品，包括PCS储能变流器、电池成组及管理系统、监控及能量管理系统、预装式储能电站、储能电池维护系统等。先后攻克了多台PCS变流器直接并联技术，解决了百兆瓦级储能电站的并机系统稳定性及高低频环流谐振抑制；攻克了大规模储能虚拟同步机、虚拟

励磁调压、惯性控制和协调控制等多项关键技术，实现了国内最大的新能源侧百兆瓦时储能电站的系统集成、统一调度及工程应用，率先树立了先进储能技术应用的标杆。攻克了百兆瓦级储能电站百万大数据处理关键技术，在海西州多能互补 50 兆瓦/100 兆瓦时储能中，通讯数据量达到百万点，许继集团采用自主研发的百万点大数据平台，对存储数据进行实时监控并展示，整体系统响应时间 1 秒以内，技术水平达行业领先。

### **规范管控，铸就储能精品工程**

许继集团在储能项目工程管理方面，发挥整体优势，整合内外部资源，根据工程实际抽调相关部门和单位各领域优秀骨干成立项目攻坚团队，制定项目管理计划。

加强各环节科学管理，搭建厂内“首台套”测试环境，有效缩短现场调试时间，保障工程施工“安全零事故、质量零缺陷”，成立“储能站建设青年突击队”，引导鼓励青年员工在工程中闪光，啃最硬的骨头，完成最艰难的任务，严格按照“一周一个突破口，一天一个大变样”的工程实施目标，高效解决安装、调试、并网等技术问题。坚持“质量为先”，严格进行工程监理和过程管控。

许继集团拥有国内领先的储能系统集成解决方案能力，业务涵盖电网侧、新能源发电侧、用户侧、微网及电力辅助服务等领域，目前已成功实施江苏镇江电网侧 34 兆瓦/68 兆瓦时储能电站项目、苏州同里新能源小镇、国家张北风光储输示范项目一期储能系统和二期梯次储能系统、薛家岛电动汽车智能充放储一体化示范电站、青海省海西州风光热储多能互补集成优化示范一期示范基地储能 50 兆瓦/100 兆瓦时项目等 60 余个储能项目。

### **着眼未来，绘就储能宏伟蓝图**

目前，新型可再生清洁能源的开发利用是解决能源危机和环境问题行之有效的途径，随着风能、太阳能等可再生能源的普及应用，新能源汽车产业的发展及智能电网的建设，各种储能技术成为万众瞩目的焦点。大规模储能技术作为支撑可再生能源普及的战略性新兴产业，得到各界的关注与重视。

先进储能是“蓝海”业务，许继集团抓住储能发展新机遇，提前布局谋划，以“创新驱动、质量为先、服务保障、降本增效、激励约束”为指引，持续强化储能技术研发，定位核心产品，增强试验能力，打造标准化、系列化产品体系，明确市场方向，强化内部管控，增强团队力量，强化合作关系，加快人才引进，深化一体化运作，凝聚强大合力，聚焦重点问题研究，发挥产销协同、系统集成优势，提升核心竞争力，扩大许继集团储能市场优势，成为一流的储能系统解决方案提供商及核心产品制造商。

## **河南电网百兆级电池储能电站投运**

中国电力报 2019.1.14

本报讯（通讯员 代小龙 宋宁希）报道：2018 年 12 月 28 日 15 时 38 分，随着开封兰考电池储能电站顺利并网，标志着河南电网 100 兆瓦电池储能示范工程继首批洛阳黄龙、信阳

龙山两座电池储能电站6月底成功并网后，第二批14座储能电站全部建成投运，这是我国建成投运的首个电网侧分布式百兆级电池储能工程，也标志着在电网侧分布式储能电站标准化、规模化建设上迈出重要一步。

2018年，国网河南省电力公司与平高集团有限公司合作，选择郑州、洛阳、信阳等9个地市的16座变电站，采用“分布式布置、模块化设计、单元化接入、集中式调控”的技术方案，建设国家电网公司首个电网侧分布式百兆级电池储能工程。工程建设规模为100.8兆瓦/125.8兆瓦时，共计84个电池集装箱。

下一步，河南电力将加强示范工程运行数据积累，优化调控策略，深化消防措施及储能技术研究，提高储能系统可靠运行水平，全力打造成电网侧分布式百兆瓦级储能示范应用创新技术平台。

## 中控德令哈塔式熔盐储能光热电站并网

中国能源报 2019.1.7

本报讯 2018年12月30日，中国能建规划设计集团西北院设计的青海中控太阳能德令哈50兆瓦塔式熔盐储能光热电站一次并网成功，标志着这座位于海拔3017米高原的“超级工程”如期实现并网发电的目标。

该电站是国家首批光热发电示范项目之一，配置7小时熔盐储能系统，设计年发电量1.46亿千瓦时。电站于2017年3月15日正式开工建设，95%以上的设备实现了国产化，对于推进我国光热技术进步具有重要意义。（张先扬）

## 正信光电携石墨烯组件亮相中东能源展会

中国能源报 2019.1.21

1月14-17日，中东地区最大的可持续能源展会——“世界未来能源峰会”在阿联酋首都阿布扎比举办。正信光电携石墨烯组件参展。

当前，中东地区尤其是阿联酋正在展开大踏步的新能源发展规划。阿布扎比政府开展的“MASDAR行动计划”，更加快了开发可替代能源的步伐。随着中东新能源发展规划以及新能源产业的进一步发展，中东地区的新能源产品需求将快速扩大。

为推动中东地区的新能源发展，正信光电针对当地特殊的沙漠气候，特别推出12栅石墨烯组件系列。该组件在传统单、双玻组件生产工艺基础上，融入多主栅电池技术、石墨烯应用技术PERC、N型双面、黑硅电池工艺等多项现行前沿技术，使发电量成功增加6%，高温发电量衰降随之大幅减少，特别适用于中东持续高温的气候条件。

与此同时，石墨烯表面的超亲水特性赋予了光伏玻璃自清洁功能，可成功克服当地风沙大、运维难等问题，应用空间广阔。在电站长达20年的使用周期内，石墨烯高效组件可保持电站持续高效的电力输出。

正信光电营销总裁李倩表示，2019年，正信光电将重点布局中东市场。“公司利用石墨烯组件服务中东市场，是因地制宜的发展策略。不只是中东市场，我们近年来也积极推进印度、日本、欧洲、东南亚等海外市场，通过优质的服务、完善的产业链、领先的行业技术赢得客户的认可，加快推动光伏发电在全球的规模化应用。”（孟林）

## 晶科能源中标柬埔寨 60 兆瓦光伏电站项目

中国能源报 2019.1.14

**本报讯** 日前，晶科能源宣布与柬埔寨施耐特集团旗下 Schneitec Renewable 公司合作，计划在柬埔寨磅士卑省建造一座 60 兆瓦的太阳能光伏电站，电站总投资 5823 万美元，项目建成后预计将成为柬埔寨最大的光伏电站。

据介绍，该光伏电站将使用晶科能源提供的 20 万块 Eagle 高效太阳能组件，项目于 2018 年 11 月初获得了柬埔寨发展理事会（CDC）批准，安装工作于本月开始，预计于 2019 年 12 月投入运营。

据悉，第三季度晶科能源组件业务继续保持增长，约 80% 的组件出货量来自海外市场。晶科能源通过锁定海外组件订单的策略，降低经营风险，从而抵消了因“531”新政造成的国内市场短期需求量的下滑影响。

“公司 2018 年第四季度海外订单充沛，维持全年组件出货量指导值，预计 2018 年全年度总出货量为 11.5 吉瓦至 11.8 吉瓦。”上述负责人表示。（肖蓓）

## 敦煌塔式光热发电示范项目并网投运

中国能源报 2019.1.7

**本报讯** 2018 年 12 月 28 日，中国能建北方建投天津电建承建的我国首座百兆瓦级光热电站——首航节能敦煌 100 兆瓦熔盐塔式光热发电示范项目并网投运。

该项目是国家首批光热发电示范项目，镜场由 12000 多台定日镜围绕着 260 米高的吸热塔组成，每台定日镜的采光面积达 115 平米。据了解，项目配置 11 小时的熔盐储热系统，可实现 24 小时连续发电，一年发电量可达 3.9 亿千瓦时。（高博轩）

## 广东首个山区光储微电网正式投运，遇停电可孤岛运行 18 小时

羊城晚报 2019.1.20

**羊城晚报讯**（记者程行欢、通讯员沈甸）报道：记者 18 日从南方电网广东电网获悉，广东省首个山区光储微电网在清远市连南县金坑村正式投运。该项目投运后，能提供有效备用电源，使该地区在停电情况下能“孤岛运行”（脱离电网继续供电）至少 18 小时。

金坑村地处偏远高寒山区，位于连南瑶族自治县北部，是中国唯一的排瑶聚居地。村子

仅有一条县道与外界相连，当地经济发展主要依靠旅游业。

该村由 110 千伏金坑变电站供电，10 千伏配网线路长达 16.7 千米，供电半径长；距离最近的供电所超过 30 公里，日常运维“鞭长莫及”。当地自然条件恶劣，线路故障多由气象灾害造成，抢修难度大，复电时间长。为了保障该地区群众用电，广东电网投资建设了 10 千伏金狮线光伏储能微电网。

“光储微电网是由光伏发电的分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷监控装置和保护装置汇集而成的小型发配电系统，既可以并网运行，也可以脱离电网‘孤岛运行’。”据连南供电局生产计划部主任唐金水介绍，电网正常运行时，10 千伏线路由电网和分布式电源同时供电；一旦电网发生故障，微网综合控制器“出手”，线路将进入‘孤岛运行’模式，维持电压稳定，“接力”继续供电。

## 晋煤集团携手法中能源协会探索氢能源开发

中国能源报 2019.1.21

**本报讯** 日前，晋煤集团与法中能源协会举行氢能产业研讨会暨战略合作协议签约仪式，旨在通过国际合作探索氢能源开发利用，实现传统能源向更深层次、更清洁化利用转变。

据了解，氢能源属二次能源，具有广阔的市场前景。工业生产氢能可在煤炭气化、天然气水蒸气催化转化、电解水等多个方面制造产生。

作为全国最大的煤化工生产企业，晋煤集团生产的煤炭超过 40% 在自有煤化工企业通过煤炭气化制造出各种煤化工产品。探索开发氢能制造，不但在成本上具有巨大优势，而且也在煤炭更深层次、更清洁化利用方面具有重大意义。法中能源协会隶属于法国生态能源部，主要致力于促进中法、中欧能源及相关领域科学、技术、管理交流，为中法及中欧能源领域合作起到桥梁作用。该协会会员包括分布在欧洲、非洲及中国的世界五百强跨国集团、新能源创新公司、著名大学及科研机构等。（武小渝）

### 全球最大甲醇氢燃料电池生产基地奠基，计划 2020 年建成投产

## 甲醇氢燃料电池产业化迈出一大步

中国能源报 2019.1.7

氢能及氢燃料电池产业已行至“风口”。稍早前，位于宁波慈溪投资约 30 亿元、年产 20 万台套的氢燃料电池生产基地项目举行奠基仪式，这是全球首个以“甲醇”为加注介质的氢燃料电池生产基地。

根据规划，项目于 2020 年全部建成投产后，年产值预计可达到 100 亿元。其中，一期年产能 5 万台套，将于 2019 年第三季度投产，可供 1 万辆甲醇氢燃料电池汽车使用。

“宁波市政府旨在打造一个全国氢能领域的示范性、产业集聚型燃料电池生产基地。我

们通过招商引资，与政府达成共建合作协议，为项目提供核心技术支撑与资金支持。”近日，项目运营方——上海博氢新能源科技有限公司（下称“上海博氢”）董事长沈建跃在接受记者专访时说。在他看来，燃料电池行业经过30年跌宕发展，目前已迎来新的发展高潮，而中国市场被广为看好，“可以说，当今世界上有80% - 90%的燃料电池企业都在中国建厂、开展技术研发。”

### 更具推广优势

沈建跃于上世纪80年代即开始从事燃料电池技术与产品的研发攻关，其运营的燃料电池合资公司于2002年在加拿大成功上市。因看好中国燃料电池巨大的市场潜力与强有力的政策支持，他于2009年将重心转向国内。

据了解，传统的氢燃料电池技术路线为氢—加氢站—燃料电池。而甲醇氢燃料电池技术路线却是甲醇—甲醇加注—甲醇重整制氢燃料电池。在前者电池系统中氢气存在压缩困难、储存条件苛刻、运输成本高等制约燃料电池汽车推广的诸多问题；后者电池系统中，甲醇常温下为液体，便于储存运输，氢气“即产即用”，系统无高温高压，运行更加安全可靠。

在沈建跃看来，受加氢站建设制约，氢能或者氢燃料电池产业如果完全靠高压加氢、储氢方案，推进会非常缓慢，五年内难以实现规模推广。而与高压储氢燃料电池相比较，甲醇重整制氢燃料电池更加经济、现实可行。“我们预计到2020年有1万台甲醇氢燃料电池汽车或者更多投入运行。目前在我们的生产基地周边就有多家客户正在与我们开展合作洽谈，这也是宁波基地建设推进如此快的重要原因。”他说。

### 已有成功示范

有燃料电池行业专家向记者指出：“从技术层面讲，甲醇氢燃料电池汽车完全没有问题。”

据介绍，目前甲醇氢燃料电池汽车已经成功示范应用于物流车、大巴车、冷链物流车等交通领域。

“我们与东风汽车合作推出的中国首辆30千瓦甲醇氢燃料电池物流车已获得工信部《新能源汽车产品公告》。该车型目前已开始批量生产。”沈建跃说。

就在今年10月，上海博氢还宣布中国首批5辆甲醇重整氢燃料电池轻型卡车在苏州正式投入商业运营。

事实上，汽车领域之外，沈建跃亦将眼光瞄向了发电市场，在他看来这将是一个更加“前途无量”的甲醇氢燃料电池应用领域。

“我们的技术方案实际上就是一个多用途的发电机，在分布式发电领域具有无法替代的行业竞争优势，那些缺电、电网无法接通或者离网的地方都是我们的市场，慈溪基地燃料电池产品最重要的市场就是分布式发电市场。而且我们认为分布式发电市场应用会比汽车应用推进速度更快。”他说。

据介绍，上海博氢与中氢公司合作推出了中国首台军民融合移动发电站——“1千瓦

时、30 千瓦静默移动发电车”，相关技术已获得军队认可，相关军标也正在制定中。今年，该公司启动了 20 千瓦的高功率燃料电池系统模块研发项目，为进入乘用车市场和大功率发电生产做准备。

### 甲醇供应充沛

记者采访中了解到，行业对于甲醇氢燃料电池或发电系统存在的最大担忧更在于一旦铺开推广应用，甲醇燃料是否足以供应。

当前我国已是全球最大甲醇生产国，来自中国氮肥工业协会统计数据显示，经历持续 10 余年的连续增长，截至 2017 年底，我国甲醇总产能已达到近 8400 万吨。该协会预计，2019 年，我国甲醇产能有望突破 9000 万吨。2020 年更有望突破 1 亿吨。

“当前甲醇生产技术成熟，且成本要低于汽、柴油。可以说，中国煤炭资源丰富，仅以煤制甲醇便可保证我国百年能源安全，未来甲醇还可通过生物质、农作物秸秆等制取。随着技术的进步，通过加收二氧化碳制备甲醇，人们将源源不断获取清洁可再生能源。”沈建跃说。

## 中国海装海上浮式项目获工信部立项

中国能源报 2019.1.14

**本报讯** 日前，国家工业和信息化部公示了 2018 年高技术船舶拟立项科研项目，中国海装申报的“海上浮式风电装备研制”项目成功立项。

高技术船舶科研项目评选由工业和信息化部高技术船舶司组织，推进战略新兴海工装备工程实施，提升我国高端装备研发设计水平。

中国海装此次获立项的“海上浮式风电装备研制”项目，拟通过开展海上浮式风电装备总体设计、系泊系统设计、制造与调试等关键共性技术研究，完成大功率海上浮式风电装备研制，并实现海上浮式风电装备的工程示范应用。

据悉，该项目将填补国内目前在大功率海上浮式风电装备一体化设计及应用验证方面的空白，为我国远海风电规模化发展提供必要技术支撑，对实现海上风电装备制造业自主创新与产业升级具有重要的意义。（孙海平）

## 中国能建签署伊拉克海水淡化和水处理项目

中国能源报 2019.1.

**本报讯** 当地时间 2018 年 12 月 23 日，中国能建国际公司与伊拉克巴士拉省政府签署了伊拉克巴士拉海水淡化和水处理项目 EPC 合同。据悉，该项目是巴士拉省恢复重建项目群中的首批项目，将解决巴生拉城市饮用水的安全卫生供给问题，由伊拉克中央政府提供全部资金的现汇项目，预计 2019 年初开工。该项目由中国能建国际公司负责开发，广东院 EPC 总承包，天津电建负责工程施工，为中国能建进一步开拓伊拉克市场打下了良好基础。（宗合）



# 向综合能源服务商转型

## 江苏宝航携手德国宝马开展储能电池合作

中国电力报 2019.1.24

汽车动力电池再利用领域有了新进展。1月18日，江苏宝航能源技术有限公司和德国宝马集团携手合作，在江苏扬中举办“悦生态、乘大势、享共赢”储能合作签约仪式；大航控股集团江苏宝航能源技术有限公司（简称“江苏宝航”）宣告正式成立，并发布了智慧储能1.0产品，标志着扬中清洁能源发展、智慧能源转型和绿色城市建设进入新的阶段。

### 宝马 i3 汽车动力电池再利用

一直以来，江苏扬中积极响应创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，大力参与全球绿色能源发展，努力探索绿色能源发展的“扬中路径”。在绿色理念践行上，倡导绿色出行，推广新能源汽车、新能源公交，低碳出行深入人心。在绿色生态保护上，推进减煤炭消费、去化工产能、治大气污染，建成国家级生态、卫生、环保、园林城市。

江苏扬中不断深化绿色能源岛建设，2018年新建屋顶光伏项目32个，新增装机容量13.2兆瓦；建成电网侧、用户侧储能项目4个，新增储能容量28.5兆瓦；创成国家高比例新能源示范城市。

由于风能、太阳能等新能源具有显著的间歇性特征，大规模、高比例接入电网，给电力系统带来巨大调峰调频压力，电网安全稳定运行面临一系列新挑战。而储能系统的接入是提高电力系统效率、安全和经济的关键环节，预计到2030年，我国储能装机将达200吉瓦。此外，电动汽车市场刺激了人力、财力在锂电池领域的投入，

不管从规模上，还是技术储备上，锂电池化学储能将有望成为储能市场未来的重点发展方向。

正是在这样的背景下，江苏宝航与德国宝马集团展开合作，将基于宝马 i3 电动汽车锂电池，集成储能系统，在宝马锂电池安全系统技术授权基础上，融合智能制造与综合能源服务云平台，致力于成为全球一流的储能设备及系统解决方案供应商。

据了解，江苏宝航利用宝马 i3 汽车动力电池作为储能介质的清洁能源储存和利用的解决方案，受到了来自德国宝马以及百威等合作伙伴的认可。

### 打造综合能源服务商

当天的仪式上，宝马集团副总裁 Mr. UweBreitweg（分管动力总成系统商业客户事业部）、江苏宝航能源储能合作伙伴代表百威全球原料采购副总裁 Mr. MatthewFrost 对即将进行的合作信心满怀，并分别与江苏宝航签署了储能合作协议和储能项目合作协议。

“我们看好储能对于清洁能源应用的前景。利用新能源汽车动力电池更环保，也符合百威的可持续发展目标。”百威全球原料采购副总裁 Mr. MatthewFrost 表示。

“今年，我们在储能领域的目标是200兆瓦时。现在江苏宝航除了拥有储能系统之外，

还拥有包括户用储能、应急储能电源、风电光伏的电能存储调度等技术，我们的目标是从单一储能提供商发展成为综合能源服务商。”江苏宝航能源技术有限公司总经理尹智海给出了企业发展预期。（记者秦虹）