

# 能 量 转 换

总 34 期  
10/2020. 10

## 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. 大力发展先进核能海上风电 加快培育氢能储能智慧能源 ..... 5
2. “十四五” 新能源将步入“量”“质” 齐升阶段 ..... 6
3. 绿能补给舱” 打造移动式“新能源 + 农业” ..... 8
4. 日本启动新一轮能源政策修订 ..... 9
5. 综合能源服务引领发展新机遇 ..... 9
6. 存量可再生能源补贴“账本” 来了 ..... 11
7. 延长石油致力打造“风光微电网集群” ..... 13
8. 日本促进可再生能源发展经济与消纳措施 ..... 14

#### 二、热能、储能、动力工程

1. 我国新型稀土储氢合金电极材料投产 ..... 16
2. 新技术为地铁插上“节能翅膀” ..... 16
3. 我国先进石墨烯晶圆研究成果集体亮相 ..... 18
4. 我国汽车多元化发展方向渐明 ..... 19
5. 储能行业标准化建设迈出关键一步 ..... 21
6. 有机成分源氢化物中观察到室温超导现象 ..... 22
7. 国务院常务会议通过《新能源汽车产业发展规划》 ..... 23
8. 俄开发航空燃气轮机用独特合金 ..... 23
9. 打造储能学科高地 ..... 24
10. 黑磷 + 石墨，这款复合材料有点酷 ..... 26

11. 电动汽车可实现“即停即充、边走边充” .....	27
12. 科学家研发“理想”电池 .....	28
13. 中外科学家研制出可快充的锂离子电池材料 .....	29
14. 攻克 50% 热效率技术难关 .....	29
15. 5G 为储能带来了什么 .....	30
16. 中国在电动车电池领域遥遥领先 .....	32
17. 执着“钠”十年 钠离子电池迎“破晓” .....	34
<b>三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 研究表明氧化亚氮排放增长挑战温控目标 .....	36
2. 中国着力制定“碳中和”路线图 .....	37
3. 四川十年间污染源有哪些变化？ .....	38
4. 10 年来治污设施建设进步巨大 .....	40
5. 英媒文章：中国碳中和承诺为什么重要 .....	41
6. 摸清中国生物质氮资源库潜力 .....	42
7. 2050 年二氧化碳减排目标任务艰巨 .....	43
8. 能源结构向深度“脱碳”转型 .....	44
9. 人类该如何应对海洋微塑料污染？ .....	47
10. 科学家提出海洋碳储存新方法 .....	49
11. 我国加速推进碳减排 .....	49
12. 世界进入脱碳大竞争时代 .....	50
13. 英国环境治理经验对我国的几点启示 .....	52
14. “十三五”中国应对气候变化工作成效显著 .....	54
15. 危废转移环境管理办法修订草案征求意见 原则上不鼓励 跨省转移处置危废 .....	55
16. 危废企业注意了！新固废法划的这八条红线要知晓 .....	56
17. 专家共议二氧化碳捕集、利用与封存 .....	59
<b>四、太阳能</b>	
1. 中外科学家合作破解钙钛矿稳定性难题 .....	60
2. 温宿建屋顶分布式光伏电站 .....	61
3. 光伏技术迭代路在何方 .....	61
4. 上海科技大学研发高效率高稳定性钙钛矿太阳能电池 .....	63
5. 光伏有望与综合能源服务深度耦合 .....	64
6. 全球浮式光伏市场有望爆发式增长 .....	66

7. 中科大研制出新型硫化物高效光催化剂·····	68
---------------------------	----

## 五、地热

1. 出台资源税优惠政策推动回灌式地热能开发·····	68
2. 全球地热能开发正当时·····	69

## 六、海洋

1. 广东提速天然气水合物商业化开采·····	71
2. 水热联供：“零能耗”海水淡化新方向·····	71
3. 一场全球大规模海洋科学行动启幕·····	74

## 七、氢能

1. 降低氢燃料成本有新法·····	75
2. 南海正成为氢能产业加速商业化的高地·····	76
3. 电解水制氢将成主流氢源？·····	77
4. 废弃塑料“一步”变氢气·····	78
5. 氢燃料飞机有望永久改变航空业·····	79
6. 电解水制氢经济性难题怎么解？·····	80
7. 氢气勘探理论与技术研究迫在眉睫·····	82
8. 我国制氢技术短板待补·····	85

## 八、风能

1. 《风能北京宣言》建言风电发展路线图 2060 年风电开发将达 30 亿千瓦·····	86
2. 华电在湘装机最大风电场风机全部投运·····	87
3. 我国首个海上风机塔 AIS 基站建成·····	87

## 九、核能

1. 清洁发电 多元利用 蹚出中国特色核能之路·····	88
2. “人造太阳”影响深远·····	89
3. 自主三代核电“国和一号”研发完成·····	90
4. 高温气冷堆示范工程首堆冷试成功·····	92

## 十、其它

1. 国家能源集团自主研发褐煤蜡技术填补国内空白·····	93
2. 煤电与气电之间不能简单替代·····	93
3. 现代煤化工“十四五”该如何定位·····	97
4. 涪陵页岩气田新增探明储量近 2000 亿方·····	99
5. 渤海湾首个千亿方大气田试验区投产·····	100

## 行业动态

1. 力争 2025 年纯电动汽车完全市场化·····	101
2. 全钒液流电池迎来推广窗口期·····	103
3. 广东发力创造一项环保“巨变”·····	105
4. 我国新型稀土储氢合金电极材料投产·····	106
5. 闯出危险废物污染防治的“广东经验”·····	106
6. 绿色氢能和液态阳光甲醇高端论坛在兰州举行·····	109
7. 我国首项核电领域国际标准正式发布·····	110
8. 汕头首个海上风电项目开建·····	111

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

## 一、总论

# 广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划（2021 - 2025）公布 大力发展先进核能海上风电 加快培育氢能储能智慧能源

羊城晚报 2020.10.1

在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下——育新机 开新局

羊城晚报讯（记者戚耀琪）报道：9月30日，广东省发改委公布了广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划（2021 - 2025）。按照计划目标，广东将会大力发展先进核能、海上风电、太阳能等优势产业，加快培育氢能、储能、智慧能源等新兴产业，到2025年，全省非化石能源消费约占全省能源消费总量的30%，形成国内领先、世界一流的新能源产业集群。

### 能源产业方面存在问题

本行动计划所指的新能源产业主要包括核能、风能、天然气及其水合物、太阳能、氢能、生物质能、地热能、海洋能、智能电网、储能等领域。

当前广东省在能源产业方面存在许多问题，一是资源利用不够充分。风能、太阳能发电装机规模明显低于苏浙鲁等省份，天然气开发利用水平还有待提高。二是能源基础设施建设仍需加快。电网建设不能满足大规模新能源发电发展需求，粤东、粤西、粤北部分地市及县区天然气管网不完善。三是自主创新能力有待提高。

按照工作目标，广东将大力发展先进核能、海上风电、太阳能等优势产业，加快培育氢能、储能、智慧能源等新兴产业，建设沿海新能源产业带和省内差异布局的产业集聚区，助推能源清洁低碳化转型，到2025年，全省非化石能源消费约占全省能源消费总量的30%，形成国内领先、世界一流的新能源产业集群。

### 要发展分散式陆上风电

在重点任务方面，广东将会有序推动新能源开发应用。安全高效发展核电，规模化开发海上风电，因地制宜发展分散式陆上风电，提高天然气利用水平，大力推进太阳能发电和集热；推进丙烷脱氢等工业副产氢、谷电制氢及清洁能源制氢等氢源建设，扩大氢能利用规模；稳步推进生物天然气开发；推广地热能与集中供热、制冷、燃机发电等方面的应用，示范开发海洋能。推进可再生能源、氢能在5G基站、特高压、充电桩、大数据中心等领域的应用。

其次，利用好能源领域广东省实验室建设的契机，以企业为主体，对准系统集成、硬核技术、关键材料、精密工艺等方面的应用短板实施攻关。推动南海神狐海域天然气水合物试采，支持珠海市大万山岛兆瓦级波浪能试验、河源黄村地热能综合利用示范，加快前沿技术产业化进程。

此外，广东还要加快建设产业创新平台。充分整合省内外科研院所、高校、企业等创新

资源，建设国家级和省级创新平台，鼓励地方科创研发平台申报创建省级新型研发机构。发挥龙头骨干企业带动作用，重点扶持根植于广东在核电、海上风电、太阳能、氢能、智能电网、储能等领域具有优势和潜力的龙头企业，支持龙头企业实行 EPC 总承包模式，引进上下游供应链企业，促进形成以大企业为核心、相关配套企业聚集发展的新能源产业集群。

### **建设陆丰和廉江核电**

**在重点工程方面，包括了——**

**海上风电领跑工程。**充分利用海上风能资源丰富的优势，加快海上风电规模化开发。

**先进核能推进工程。**坚持有序开发核电，推动惠州太平岭在建核电工程建成投产，开工建设汕尾陆丰、湛江廉江等地核电项目约 1200 万千瓦等。

**天然气发展利用提升工程。**积极落实国家油气体制改革，促进广东形成上游资源多渠道供应、中间管网统一高效集输、下游销售市场充分竞争的全省天然气市场体系。

**天然气水合物商业化开采加速工程。**大力推进天然气水合物勘查开采先导试验区建设，基本查清先导试验区等南海北部重点海域资源储量，完善开采理论，攻克深水未固结储层多井型开采的钻完井关键技术与装备。

**太阳能产业壮大工程。**推进千万千瓦级光伏发电平价上网项目建设，拓展分布式光伏发电应用，大力推广太阳能建筑一体化应用。

**氢能产业链培育工程。**聚焦氢能核心技术研发和先进设备制造，加快培育从氢气制储、加运、燃料电池电堆、关键零部件和动力系统集成的全产业链。

## **碳中和目标为新能源发展再添强劲动力——**

# **“十四五” 新能源将步入 “量” “质” 齐升阶段**

中国能源报 2020.10.12

据测算，2060 年实现我国提出的碳中和目标，需要将电力行业的碳排放量控制在 40.2 亿吨以内。这意味风电、光伏仍有较大增量空间。若光伏装机量占比达到 40%、风电装机量占比达到 35%，光伏总装机量将达到 5471GW，风电总装机量将达到 3275GW。与 2019 年末光伏 204GW、风电 210GW 的总装机规模相比，光伏有近 26 倍、风电有 15 倍的增长空间。

经过“十二五”、“十三五”的规模化发展，新能源逐渐从补充电源过渡为主力电源。“十四五”开局在即，新能源如何锚定高质量发展？

业内人士近日表示，在能源转型的大趋势下，当我国郑重提出争取 2060 年前实现“碳中和”目标后，“十四五”期间新能源持续较快增长将是大概率事件，而要实现新能源高质量发展，亟需中央与地方统筹规划安排。

### **提前实现新能源利用率 95% 目标**

记者近日在不同论坛、会议上获悉，业内普遍预测，“十四五”期间，新能源行业将继续

续进入高质量发展阶段，发展速度有望再上一个台阶。

纵向观察，我国新能源的发展速度惊人，近 10 多年都以 30% 以上的超常规速度在增长，如今我国已是全球风电和光伏发电规模最大、增速最快的国家。数据显示，截至 2019 年底，中国风电和太阳能发电累计装机容量为 4.1 亿千瓦，约占总装机容量的 20%，超过全球总量的 1/3。风电并网容量 10 年增长 15 倍，光伏并网容量 10 年增长 1247 倍。

“新能源已成为主力电源之一，去年有 21 个省（区）新能源发电装机成为当地第一、第二大电源。”国家电网国调中心原副总工程师裴哲义近日在中国水力发电工程学会的一次会议上表示，“十二五”期间，风电装机年均增速 34%，相当于每年新增 4 个丹麦的风电装机；太阳能发电装机呈爆发式增长，年均增速 178%。“截至 2019 年底，国网公司经营区新能源累计装机 3.4 亿千瓦，是 2008 年的 38 倍。”

规模越升的同时，新能源电力的利用率也在快速攀升。在政府、电网等多方的努力下，新能源利用水平持续提升，提前一年实现新能源利用率 95% 以上的目标。

### **碳中和承诺催生新机遇**

业内专家不约而同地认为，在我国郑重提出争取 2060 年前实现“碳中和”目标后，新能源产业发展的动力将更充足，这为“十四五”期间新能源发展带来新契机。

工业和信息化部原部长、中国工业经济联合会会长李毅中稍早前在中国综合能源服务产业高峰论坛上表示，目前全世界二氧化碳排放量为 331 亿立方米，我国 2019 年二氧化碳排放量超过 100 亿立方米，占比为 30%，想要完成 2060 年“碳中和”目标仍需应对一系列挑战。“实现目标最关键的是，加快推进能源供给侧的改革、创新，提高清洁能源或零碳、低碳能源中占比。”

国家电力投资集团战略规划部主任何勇健近日在“新能源发展与综合能源服务”分论坛上表示，未来清洁能源供应主力来自风电和光伏。即使不考虑 2060 年“碳中和”因素，2050 年电力总装机也将达 60 亿千瓦，风电、光电装机均超过 20 亿千瓦，占总装机的 2/3。

万联证券电新行业首席研究员江维也认为，从经济性以及能源发展的普适性考虑，风电和光伏将是未来新能源行业发展的重要方向。据测算，2060 年实现我国提出的碳中和目标，需要将电力行业的碳排放量控制在 40.2 亿吨以内。这意味着风电、光伏仍有较大增量空间。若光伏装机量占比达到 40%、风电装机量占比达到 35%，光伏总装机量将达到 5471GW，风电总装机量将达到 3275GW。与 2019 年末光伏 204GW、风电 210GW 的总装机规模相比，光伏有近 26 倍、风电有 15 倍的增长空间。

全国工商联副主席、正泰集团董事长南存辉认为，过去十年，光伏发电平均成本降幅最大最快，达到 82%。作为更安全、更环保、更便宜和更方便的能源，光伏将在能源转型过程中成为主要力量。

### **建议各地统筹协调发展**

受访的业内人士直言，在新能源行业高速发展的当下，需要进一步理清新能源未来发展

思路，进行顶层设计，制定更具体的统筹发展路线图。

一位不愿具名业内人士对记者直言，新能源发展不仅要重“量”，更要重“质”，各省要在消纳空间里合理确定新能源的新增规模，地方要确保新能源电力项目与电网同步建设，并对新能源企业设定资质、技术门槛，防止一哄而上。

三峡新能源副总经理兼总工程师吴启仁表示，要统筹协调国家规划和地方规划、新能源专项规划，以及各类能源专项规划。如果新能源发展过于迅猛，赶不上电网网架建设，势必造成新的消纳不足等问题。“建议国家在规划新能源发展时更注重科学性、前瞻性、约束性，地方各级规划应服从于国家规划，不能与国家规划相冲突。与此同时，新能源发展规划要与国土资源、生态环保等规划统筹协调，预防环保、生态等问题的发生。”（苏南）

## 绿能补给舱” 打造移动式“新能源 + 农业”

中国能源报 2020.10.12

两间小屋上覆盖着蓝晶晶的光伏板，小屋内无土栽培的蔬菜在 LED 灯的照射下绿油油地生长，这是记者在国家电投集团科学技术研究院有限公司（下称“国家电投中央研究院”）内看到的农光互补新产品——“绿能补给舱”。

9月30日，绿能补给舱项目推介发布会在京举办，多家媒体记者首次一睹其真面目。

据介绍，绿能补给舱是国家电投集团基金管理有限公司（下称“基金公司”）、国家电投中央研究院、福建省中科生物股份有限公司共同开发的可离网供能、全智能控制、高效生产的新型立体种植产品。

“屋顶和地面发电模块配备了18块390瓦的单晶硅太阳能电池板，光伏峰值功率7.02kWp，并采用安全且降噪的50kWh磷酸铁锂电池作为储能系统，共同保证补给舱的能源需求。同时内部配置LED光从促进植物快速生长，日产蔬菜量6.2千克，15—20天即可成熟一茬，与阳光温室相比，单位面积产量提高16—24倍，并且无菌无农药，健康环保。”国家电投中央研究院新能源技术研究所能源综合利用室副主任刘艳红向记者介绍。

基金公司战略发展部负责人陈阳告诉记者，绿能补给舱将植物工厂、光伏发电、储能系统有机融合，将风、光等可再生资源转化为可控制的植物生长条件，有效促进植物快速生长，可彻底摆脱传统农业对土地、气候等条件的依赖，实现“用电产粮”。

“绿能补给舱既可服务戈壁、高原、离岛等地区，也可作为城市‘菜篮子’，助力打造智能农业，是一个多系统集成、多场景应用的典型创新产品。”国家电投党组成员、总会计师陈西表示，其可利用基金孵化引导创新，构建能源产业与农牧生态产业合作生态圈，打造“能源+农业”综合智慧能源新产业。目前，基金公司和中央研究院以及合作单位发挥各自优势，通过集成创新，已衍生了植物工厂更多应用场景和商业模式。

“今天既是一代产品的发布会，也是二代产品的启动会，能源和农业的结合还有更多方式值得挖掘。”陈阳在推介会上表示。



据介绍，“LN2 版本”将新增更多功能，在光伏基础上增加微型水力发电、风力发电、生物质等可再生能源，能源供给率更高，互补性更强；同时配备制氢供氧系统和水循环净化系统，形成多模块、多产品组件设计，灵活满足不同应用场景和环境需求。并且随着能源成本的降低，未来可应用于“育种”“育苗”“种药”，实现“能源+高端种植业”模式，进一步提升附加值。（齐琛同）

## 日本启动新一轮能源政策修订

中国能源报 2020.10.19

**本报讯** 据路透社报道，日本近日宣布，启动新一轮的能源政策修订讨论，以调整能源结构，满足进一步减少温室气体排放的需求。

据了解，日本的能源政策修订讨论每三年进行一次，上一次讨论是在 2018 年。当时设定的能源结构目标是到 2030 年，可再生能源电力占比达到 22%—24%，核电占比达到 20%—22%，化石燃料发电占比为 56%。与此同时，到 2030 年日本的温室气体排放量要在 2013 年的基础上减少 26%。

然而，今年 7 月，日本环境部曾发布警告称，占该国二氧化碳排放量 40% 的电力行业恐怕无法实现 2030 年的减排目标。数据显示，截至 2019 年 3 月，日本包括 LNG 在内的化石燃料发电占比高达 77%，可再生能源电力占比仅为 17%，核电占比更低，为 6%。

雪上加霜的是，业内专家还普遍认为，由于福岛核事故后，公众对核电的态度始终没有转变，因此日本此前设定的核电占比目标恐怕很难实现。

据了解，目前，日本仅有两座核反应堆在运行发电，另有几座核反应堆处于关闭维修状态，其余大多数的反应堆仍在按照福岛核事故后的新安全标准重新申请运行许可。

诸多参与此次能源政策修订的专家表示，希望通过此次能源政策的调整，提高可再生能源在日本能源结构中的占比，并能制定长期明确的核电政策。

“此次讨论的关键问题包括能源成本、稳定的供应、打造低碳化社会。”日本产业大臣梶山浩在新闻发布会上表示，“目前，尚未在能源结构的具体比例方面达成一致。我们希望更多参与者提出意见和建议，并充分讨论。”

据悉，日本此次的能源政策修订讨论将持续到明年。（李慧）

## 综合能源服务引领发展新机遇

中国电力报 2020.10.22

伴随我国电力改革的不断深入，能源，电力、用户三者之间的关系日益紧密。地够门通电、气、热、冷等多种能源系统的壁垒、实现能源效率大幅提升的综合能源服务成为了近年来我国能源发展的一个重要领域。

2020 年中国综合能源服务高峰论坛暨中国中小企业协会综合能源服务专业委员会成立

大会于日前召开，聚集主管部门领导、行业智库、企业代表，围绕综合能源服务在我国“十四五”能源规划中的推进路线和行业发展现状、综合能源服务在国家能源转型及电力改革中的关键技术与应用经验等方面展开交流探讨。

### **“一站式”能源服务加快能源转型**

综合能源服务并不是一件新鲜事物。早在 2014 年，这一名词就在国家一系列政策文件中相继出现。从供给侧到消费侧，能够为用户提供“一站式”能源服务的综合能源服务体系，被业内视为了我国加快能源转型的必由之路。

“综合能源服务可以行之有效地调配各种能源。”正如中国中小企业协会综合能源服务专业委员会主任、晶科能源有限公司董事长李仙德所说，作为近年来能源领域的新业态，综合能源服务整合了能源行业包含制造端、应用端、服务端资源，充分利用了多种能源的时空耦合，有效提升能源综合利用效率。

于 2019 年 9 月 25 日正式投运的北京大兴国际机场，其可再生能源总量占机场年综合能源消费总量的 12%，是目前我国运用可再生能源比例最高的机场，被视为综合能源服务的一个典型案例。

据了解，大兴国际机场的综合能源服务系统由包括太阳能光伏发电、浅层地热、污水源热量、烟气余热、储能等形式组成。其中，以中央空调等国产设备为代表的地源热泵贡献了综合能源消费总量的 10%，在机场货运区、东跑道、公务机区等区域建设的分布式光伏发电系统为满足机场照明需求做出积极贡献。据测算，仅机场内安装的多能互补地源热泵工程，每年就可节省天然气 1735.89 立方米，相当于 21078 吨标准煤，可减少碳排放 1.8 万吨以上。

在加快能源消费方式变革的同时，综合能源服务的出现，也为可再生能源发展提供更多机遇。中国光伏行业协会秘书长王勃华明确表示，目前，分布式光伏已成为新建园区综合能源服务的主要构成之一。通过与政府等相关部门的协同合作，风光等多能互补的大型基地也将成为综合能源服务的重要方向，进一步挖掘光伏发电行业的发展潜力。

“综合能源服务将会成为能源创新的主战场。”电力规划设计总院能源研究所所长陈峥指出，近年来，伴随能源科技创新不断提速，以及区块链、5G、人工智能、大数据等现代信息技术的出现，推动能源产业发展日新月异。在“十四五”及未来一段时间，我国能源服务必将从单一能源向多元化、多样化能源结构转变，不断涌现新的利润增长点和市场业态，而这正是我国综合能源服务的主要方向。

### **抢占综合能源服务市场**

不可否认，与先行一步的欧美国家相比，我国综合能源服务水平和综合能效水平还存在一定差距。如何才能在综合能源服务这片蓝海抢先一步，成为了摆在我国能源企业及相关政府部面前的一道必答题。

中国中小企业协会综合能源服务专业委员会主任，晶科能源有限公司董事长李仙德表

示，为加快我国综合能源服务发展，中国中小企业协会综合能源服务专业委员会可以收集、整理综合能源服务市场化交易、智慧能耗等方面数据，为企业提供服务、政府制定政策及产业发展等提供客观参考。

针对客户服务，晶科能源有限公司副总裁钱晶指出，一定要从 B 端思维到 C 端思维，真正站在用户角度思考问题，从实际情况出发，设计出具有可行性的综合能源服务方案。同时，清华大学能源互联网创新研究院副院长高峰指出，要推进能源数据实现共享，为客户提供用能习惯分析等增值服务，为优化配置多元能源协同出力，真正提升能源服务效率。

“综合能源发展已是时不我待。”中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示，近年来，伴随我国风电光伏发电技术的飞速进步，成本持续下降，在一些地区已具备足够与火电同台竞争的能力。因此，推进综合能源发展，关键还是要推进相关机制落地，例如速配电价等电价政策，为行业发展提供更稳定可靠的政策环境，”尽快在全球市场上占领一席之地。”（伍梦尧）

## 合理利用小时数细则出台 存量可再生能源补贴“确权”

### 存量可再生能源补贴“账本”来了

中国能源报 2020.10.26

#### 核心阅读

细则出台后，几家欢喜几家愁。实际发电小时数高于核定小时数的区域最“受伤”。同时，有观点指出，政策对光伏与风电未能“一碗水端平”，不少业内人士对“厚”光伏“薄”风电颇有微词。

近日，财政部、发展改革委、国家能源局联合印发《关于〈关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见〉有关事项的补充通知》（以下简称《意见》），对可再生能源电价附加补助资金结算规则进行了明确。值得注意的是，本次《意见》仅针对存量可再生能源项目，增量的平价项目并不在《意见》范围之内。

从今年6月明确2020年923.55亿元的补贴预算，到“以收定支、优先级明确”的发放原则，再到当前“合理利用小时数”的确定，多部委连发文件，旨在“治愈”可再生能源补贴拖欠之痛。

“合理利用小时数”首次出现在今年1月财政部发布的财建4号文《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》和财建5号文《可再生能源电价附加补助资金管理办法》中，是相关部门综合考虑多种情况，计算出来的地区合理的满发小时数，与补贴发放金额直接挂钩。《意见》出台将对可再生能源行业产生什么影响？

#### “游戏规则变了” 明确补贴数额和时间

《意见》对风电、光伏发电以及生物质发电项目都进行了合理利用小时数的划定。相关项目的实际利用小时数，只有在合理利用小时数内的部分，才能获得中央财政的补贴资金。

以陆上风电为例，I至IV类资源区全生命周期合理利用小时数分别为48000小时、44000小时、40000小时和36000小时，经折算，年合理利用小时数约为2400、2200、2000和1800小时。

同时，补贴发放机制有了明显变化。《意见》要求在时间轴上，并网之日起20年、全生命周期合理利用小时数，两者取其一，以首先到达的时间节点计算核定发电量补贴，此后不再享受补贴。同时明确，选取核准容量和实际容量中的低值为补贴容量，如在核查中发现申报容量与实际容量不符，将按不符容量的2倍核减补贴资金。

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示：“这意味着，此前逐批进补贴目录的发放机制不再继续，国家批复的项目相当于‘确权’了，国家认拖欠补贴的账，利好光伏行业，可大大减少光伏企业不确定性。”

易渡（武汉）咨询服务有限公司负责人宋燕华表示，《意见》对补贴电价公式存在歧义的部分进行了修正。“2019年5月，财政部发布《关于下达可再生能源电价附加补助资金预算的通知》，文末补贴计算公式中的‘电网企业收购价格’引起激烈讨论。本次《通知》对此表述进行了修改，正本清源，减少了不必要的麻烦。”

#### **“几家欢喜几家愁” 配额、绿证交易大势所趋**

几家欢喜几家愁。有观点指出，《通知》对光伏与风电未能“一碗水端平”，光伏发电政策倾斜明显，不少业内人士对“厚”光伏“薄”风电颇有微词。

“光伏组件存在明显衰减，这一点在行业内已是共识，但是本次政策对‘衰减’二字只字未提。按合理利用小时数反算，光伏项目首年发电小时数可达1200-1800，高于目前光伏实际平均发电小时。发一度电有一度电的补贴，基本没有起到像风电一样‘砍’补贴的效果。”宋燕华表示。

“对于海上风电而言，新政对海上风电‘全生命周期合理利用小时数为52000小时’的确定，以及2021年以后国家补贴的退出，无疑会加剧海上风电项目的投资风险。”一位业内人士表示。

作为风电行业代表，远景能源高级副总裁田庆军表示：“这个政策主要针对已经获取补贴电价的项目，明年开始陆上风电全面平价，不再享受补贴，后年开始海上项目全面平价。行业应该正确看待此政策的出台，不必过度解读，政策更多导向可再生能源积极参与市场化绿证交易，减少对补贴的依赖。”

田庆军所说的绿证交易，也是《通知》中的重要内容之一，不再享受国家补贴后可核发绿证、参与绿证交易。刘译阳表示，未来在发展机制上，绿证、可再生能源配额要发挥更大作用。“绿证、配额制均是发挥全社会的力量支持可再生能源发展。要绿水青山、蓝天白云，就需要付出一定的代价。原机制大部分成本由电力企业承担，现在是‘谁付出、谁受益’，全社会所有电力用户共同承担。”

#### **“避免出现反激励” 积极拥抱变革谋得生存空间**

部分企业向记者透露，实际发电小时数高于核定小时数的区域最“受伤”，政策应避免对技术提升形成反激励。

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎告诉记者，同一个资源区更优质项目补贴额会变少。“以青海海南州为例，在不使用任何先进技术手段的前提下，Ⅱ类资源区的海南州某光伏电站的实际发电小时数可以达到1400小时，如果加上双面、跟踪等技术手段，实际发电小时在1600-1700小时左右。《通知》中，光伏Ⅱ类资源区合理利用小时数为1300小时，这意味着，这些光伏电站要提前两至三年退出补贴。”

兴业证券研报分析认为，本次《意见》充分说明，今年国家补贴收尾关门，低成本有竞争力的新能源发电形式将迎来更广阔的空间。平价之后，利用小时数无上限，产能利用率大幅度提升，而高成本的没有竞争力的发电形式，在成本降低至平价之前，不具备大规模发展的条件。

对存量项目来说，企业如何创新发展？宋燕华表示，在合理利用小时的激励下，未来业主进行技改提效和参与市场化交易的动力将会增强，如风资源和消纳条件允许，实际发电小时低于合理利用小时的项目应该成为技改服务商和售电主体的主攻方向，由于回报提升显著，还可采用收益分成模式。

“由于提升发电量的增收效果边际效益递减，对于正在抢装的项目，如建设方案仍可调整，业主应更关注即期造价降本而非发电量提升；对于已并网项目来说，由于折旧、利息费用等因素已经确定，运维服务应成为降本突破口，业主可以考虑放弃对运维人员数量的执念、接受和推广集控模式，以运行指标而非管理人数作为考核运维主体的标准。”宋燕华说。（赵紫原）

## 借力能源互联网 探索清洁低碳安全高效新能源体系 延长石油致力打造“风光微电网集群”

中国能源报 2020.10.26

能源互联网作为新时代能源产业发展新业态，是互联网与可再生能源生产、传输、存储、消费和能源市场等多方面的深度融合，是践行能源“四个革命 一个合作”战略思想，构建“清洁低碳安全高效”能源体系的重要手段。

2017年，“延长石油1GW风光气氢牧能源互联网试点示范项目”被列为国家能源局首批55个“互联网+”智慧能源（能源互联网）试点示范项目；同年，“榆林靖边光气氢牧多能互补集成优化示范工程”被列为国家能源局首批23个多能互补示范工程。两个项目双双在全国数百个项目竞争中脱颖而出，彰显了延长石油在“安全高效绿色低碳”能源转型探索中“开拓创新”的实力。

陕西延长石油（集团）有限责任公司本身既是能源生产大户，又是能源消耗大户，拥有数百亿千瓦时消费能力的“源网荷储信一体化”商业优势。时值公司创立115周年之际，

两个国家项目的子项目——“延长能源互联网能源管理与综合服务平台（1.0）”上线测试，标志着延长能源互联网国家示范项目进入一个新的阶段。

延长石油多年来聚力探索能源互联网创新，从2013年青化砭石1井光气储微电网到2017年获批两个国家首批示范，从2019年35千伏微电网到2020年10月“延长能源互联网能源管理与综合服务平台（1.0）”的上线，七年内取得建成一个能源互联网平台、投运两个风光气储微电网、参与三项中国电力联合会团体标准的三个阶段性成果。

延长石油在能源互联网探索中坚持绿色发展理念，战略布局“油气化煤电”产业，以“节能增效、产能释放”为目标，按照“整体规划、分期实施、试点先行”的原则分期建设。项目应用多能互补和大云边物智链技术，采取能源互联网商业模式，通过完善企业主动配电网，建设“风光微电网集群”和园区电热水氢多能互补集成优化系统，搭建“云边端”架构的能源管理和综合服务平台，形成“源网荷储信一体化”新能源体系，探索延长石油清洁低碳生产和安全高效消费的新能源示范。项目建成后可改善供电质量、提高综合能效、降低用能成本，其清洁能源利用率、二氧化碳减排、技术创新和装备国产化率具有国家示范水平，基本实现分布式能源站和微电网无人值守、少人巡检、全程监视、智能化运维和数字化运营，提高了劳动生产率。在资源优势转化为经济优势，资产优势转化为资本优势方面具有国家示范意义。（严文）

## 日本促进可再生能源发展经济与消纳措施

中国电力报能源周刊 2020.10.24

日本可再生能源发展以太阳能为主，将成为未来主力电源。由于国土面积及近每水域使用等方面的约束，日本可再生能源发展以太阳能为主。截至2019年底，日本太阳能发电装机达到6184万千瓦，风电装机为379万千瓦（海上风电约为6.5万千瓦）。2019年可再生能源发电量约占总发电量的17.1%，其中太阳能发电量占7.2%、风电发电量占0.996。根据日本政府2018年7月公布的《第5次能源基本计划》，2030年可再生能源发电量占比目标为22%~24%，将利用闲置土地、工厂、学校、住宅屋顶发展太阳能光伏，扩大海上风力发电。

### 降电价的政策

日本调整电价政策，以市场竞价促电价下降。日本政府于2009年11月启动了太阳能发电富余电量收购制度，以促进太阳能发电及其制造业发展。在2011年前，由于成本高、出力波动、电网接纳意愿不足等方面原因，发展规模较小。2011年之后，为解决能源自给率大幅下降问题，日本开始积极发展可再生能源，并于2012年7月1日开始实施固定电价收购政策（FIT）。

FIT政策有效的刺激了日本可再生能源投资与装机增长。自FIT政策启动到2018年底，日本可再生能源装机增长了4600万千瓦。其中居民光伏增长了583万千瓦、非居民光伏增

长了 3722 万千瓦、风电增长了 111 万千瓦在 FIT 政策下，电力公司被允许通过征收附加费的方式将购买可再生能源发电量的低成本转嫁给电力用户。为了降低太阳能发电的收购价格，日本于 2017 年开始对 2 兆瓦及以上容量的大太阳能发电启动竞价制度。通过竞价、中标价从 2017 年 11 月的 1.72 ~ 21.0 日元/千瓦时下降到 2019 年 9 月的 10.5 ~ 13.99 日元/千瓦时。2019 财年的附加费水平为 2.95 日元/千瓦时（日本全国为 2.4287 万亿日元）。FIT 政策的实施，促进了可再生能源发展，也暴露出一些问题：可再生能源附加费不断增长电网消纳可再生能源的难度不断加大。日本政府决定在 2020 财年末对 FIT 政策进行彻底改革以促进可再生能源以经济可持续方式成为电源结构中的核心组成部分。2019 年时的 FIT 收购价格和期限如文中图表所示。

### 多措并举促消纳

日本利用市场，再加上源 - 网 - 荷多措并举促进可再生能源消纳。

加强电力改革与市场建设。日本于 2013 年 4 月启动电力改革。改革进程分为三个阶段。第一阶段，2015 年建立输电运营商跨区协调组织（OCCTO）。第二阶段，2016 年建立完全自由的电力市场、放开零售和发电。第三阶段，到 2020 年正式拆分垂直一体化公司的输配电业务，消除管制的零售价格。

可再生能源发电出力控制管理。在 FIT 政策的激励下，一些地区的光伏装机容量已超过当地电网可接纳能力。如九州电力公司经营区可接纳能力为 820 万千瓦，而 2018 年 8 月的并网容量已达 810 万千瓦。2018 年 10 月后，在春秋电力负荷较低的节假日期间，在采取了限制火电出力，利用跨区联络线、利用抽水蓄能电站等措施后，对风光出力进行控制。

加强跨区联合规划。OCCTO 的主要职责是作为控制中心，管理跨区域的电力供应和需求发展规划，促进跨区域电力互济、确保电力供应安全，升级日本全国范围内的跨区电力联网系统。OCCTO 对英国使用的“连接与管理”联络线运行模型进行优化调整，主要有三大机制：基于实际运行情况来估计电源可用容量；“N - 1 内部消纳计划”，即系统发生 N - 1 故障时，立即限制出力以确保输电容量稳定；第三，“无固定接人”，即在电源输出被限制、而其他电源正常运行情况下，允许新的接人使用跨区联络线。

加强跨区联络线能力。近年来大规模分布式可再生能源并网给输电设施优化布局带来挑战。OCCTO 正在制定增强跨区联络线的规划。已经确定将 Tokyo - Chubu 联络线的变压器容量在 2020 财年提升到 900 万千瓦，Tokyo - Tohoku 联络线容量在 2027 财年提升 460 万千瓦等。

利用数字信息技术挖掘系统调节能力。为满足具有间歇性、波动性的风电和光伏发电大规模并网，目前主要依靠火电和抽水蓄能电站提供灵活调节能力。未来，将利用电池存储提升系统灵活能力，并积极探索发展利用数字信息技术的虚拟电厂（VPP）和需求侧响应（DR），以及人工智能技术（AI）和区块链技术应用等。（张栋 黄碧斌）

## 二、热能、储能、动力工程

### 我国新型稀土储氢合金电极材料投产

科技日报 2020.10.14

科技日报讯（记者张景阳 通讯员李宝乐）记者 12 日从包头稀土高新区获悉，我国具有自主知识产权的新型稀土储氢合金电极材料生产线投产运行，产品已开始供应国内镍氢动力电池企业。依托稀土资源优势和最新核心技术应用，该生产线生产大容量、宽温区、高工艺、低耗电镍氢动力电池关键材料，一举打破日本在新型稀土 A2B7 储氢科技、工业技术和产品方面对我国的垄断。

记者在中科院包头稀土研发中心孵化的生产线看到，新型稀土储氢合金电极材料生产线已经开始正常运转。“生产线为产能 200 吨，新型储氢合金较以往的储氢合金最大的优势是容量提高，每克提高 30% 左右，可达到每克 400 毫克安。同时具备良好的安全性，以及良好的低温性和较宽的温差范围，可实现在 -40℃ 正常使用。”生产技术部负责人肖明介绍。

作为我国具有自主知识产权的新型稀土储氢合金生产线，这一新型电极产品将被用来制备镍氢动力电池，由于其大容量、耐低温以及相较于镍镉电池更环保的特性，相较于锂电池更安全的优势，能够大范围应用于汽车的混合动力电池，以及固态储氢及氢燃料电池当中。

据介绍，该产品源自燕山大学的合金制备技术，通过稀土镁镍基储氢合金相结构与电化学储氢性能间的匹配关系，优化合金结构特性，开发出不同优势性能的 RE - Mg - Ni 基储氢合金新产品。稀土系储氢材料主要以镍和稀土金属为生产原料，使用的生产原料中有三分之一左右是轻稀土金属、也就是储量最为丰富的镧、铈元素，该生产线稀土储氢材料的市场应用，对推动我国轻稀土资源的充分利用起到积极作用。随着国产化的实现，该产品不仅价格优势明显，而且就地消化了北方稀土生产的镧、铈，将大幅提高稀土材料的附加值。

### 世界首套城轨交通地面式混合储能装置问世

#### 新技术为地铁插上“节能翅膀”

中国科学报 2020.10.9

上世纪 90 年代初，北京交通大学电气工程学院教授杨中平还是一位即将赴日留学的学生。那时，他来到北京并第一次看到了地铁的样子。这让他感到新鲜无比——当时，我国仅有的两条地铁都在北京，对于大多数国人来说，地铁还是一个“稀罕物”。

如今地铁早已成为人们出行的重要手段。“我国的城市轨道交通是全世界发展速度最快的。目前，我国的城轨总里程已经超过 6000 公里。”杨中平介绍说。

随着轨道交通规模的持续扩大，一个此前未被人重视的问题日益凸显，那就是城市轨道交通线路的耗能以及相应的节能问题。围绕这一实际问题，杨中平与同事经过多年努力，成功研



发出世界上首套城轨交通地面式混合储能装置。经测试，搭载该装置的城市轨道交通车辆，其平均节能率超过 15%。

### 一个现实问题

当前世界范围内的城市轨道交通，基本是以电力为主要动力源。在早期规模相对不大时，城轨的耗电量在国家整体用电量中的比例几乎可以忽略；但随着轨道交通成为城市交通系统中的重要组成部分，每天运行十几个小时的地铁，所需要的供电量已今非昔比。

“目前，我国城市轨道交通系统用电量在逐年上升，2019 年已占到全国总用电量的 3‰。这是一个巨大的数字。”在接受《中国科学报》采访时，北京市地铁运营有限公司技术部副部长李宇杰表示，这其中，有 50% 左右的电能为牵引用电，即用于地铁本身的载客运行过程。

如何在这一过程中节省电量，成为相关科研人员所努力的重点。

“地铁节能的方式有很多，比如减轻车体总重量、合理安排地铁发车时间等，但还有一种更加重要的节能手段，即回收、利用列车在制动时所产生的能量。”杨中平说，采用此方法，在一节列车从时速 70 公里减速至静止的过程中，可以产生大约 14 千瓦/时的电能。“考虑到目前我国如此巨大的城轨规模，这部分电能的节约潜力是巨大的。”

然而，要实现节能目标，一个现实问题必须克服，那就是列车的再生电能如何存储和释放的问题。

“目前给地铁提供电能的牵引变电站使用的是二极管整流器，而这种技术无法实现城市电网与地铁自身供电系统之间的双向供电。因此，我们的研究就是致力于研发一种能够高效且耐用的储能装置，回收地铁列车的再生制动电能。”项目组成员、北京交通大学电气工程学院教授林飞表示。

### 一波三折的研发

针对这一问题，早在十几年前，杨中平和同事们就开展了超级电容储能和再生制动能量的吸收利用相关的研发。2014 年，他们研发出 200 千瓦再生制动能量储存装置，并在北京地铁进行了实验性安装测试。

“测试取得了成功，但并不十分令人满意。”杨中平说，由于地铁系统的用电量是兆瓦级别的，当时的储能装置完全不能胜任。为了能够研发出符合城轨交通要求的储能设备，项目组联系到了中车四方车辆研究所有限公司的相关科研人员，双方通力合作，终于在 2016 年，研发出我国首套兆瓦级的地面超级电容储能系统。

然而此时，另一个问题出现了。

“简单地说，就是超级电容的能量密度不够。”杨中平说，以一节地铁一次制动所产生 14 度电为例，当时，我们一兆瓦储能装置只能吸收 7.4 度电，剩余的电由于无法吸收，只能白白浪费掉了。

能量密度不高是电容类装置的一种普遍特性，相较之下，电池的能量密度要高得多，但

后者也有自身的问题，比如“不耐用”。基于此，项目组萌发了将电池与电容相结合研发地面式混合储能装置的念头。

恰在此时，一项科技部“十三五”重大专项中，涉及到了再生能源的吸收存储问题，孩子项目也落到了杨中平课题组的肩上，这给了他们研究混合储能装置一个机会。

最终，他们也没有浪费这个机会。

### 显著提升的效率

据介绍，在2016年第一代产品的基础上，该项目组研发的这套混合储能系统利用超级电容和钛酸锂电池的储能特性，将列车制动能再生的电能，同时储存在超级电容和钛酸锂电池中；当列车牵引时，再将储存的能量释放出来，使再生能量得以充分利用。

这大大提升了节能率。经研究人员在北京地铁的实际测算，每周工作日期间，该装置可使地铁系统的节能率提升超过13%。在节假日期间的节能率可提升17%。如果按照节约1度电减排0.977千克二氧化碳来计算，该套装置工作日每日可减排1.46吨二氧化碳，周末每日可减排0.88吨二氧化碳。

“目前，北京市地铁系统一年的耗电量超过12亿度。如果全面使用该技术，即使按照节能率10%计算，一年也能节约用电超过1亿度，节省电费几千万。”受访时，李宇杰说。

“我们的项目从立项开始就受到了国内外多家科研机构和高校的关注，接连收到了许多合作意向。大家认为此次试验的成功，将推动我国轨道交通领域节能技术的进一步提高，推动我国储能技术应用的进一步发展。”杨中平说。

值得一提的是，该装置的研发从科研立项、理论研究、系统建模与仿真、软硬件设计、样机的研发，再到设备的安装、挂网试验，都有项目组学生的深度参与。”林飞表示，这样的经历给他们的最宝贵经验，就在于亲身体会了真正面向实际的科研是如何开展的，这对于他们未来的科研工作大有裨益。（陈彬）

## 我国先进石墨烯晶圆研究成果集体亮相

中国科学报 2020.10.21

本报讯（记者黄辛）10月16日至18日，以“开放合作 共筑烯未来”为主题的2020中国国际石墨烯创新大会在上海大学举行。作为本次大会最大的亮点，八英寸铜镍合金催化超平石墨烯单晶晶圆和八英寸锗基石墨烯单晶晶圆等新材料集体亮相，展示了我国在高质量石墨烯材料领域的创新成果。

在上海市石墨烯产业技术功能型平台的推动下，中国科学院上海微系统与信息技术研究所谢晓明团队实现了这些成果的小批量生产，产品尺寸和质量处于国际“领跑”水平。

专家表示，单晶石墨烯晶圆的批量制备有利于解决碳基电子器件实用化面临的技术障碍，加速推进我国碳基集成电路技术的创新跨越发展，同时也对石墨烯在传感器、可穿戴设备、数据通信，以及新能源等多项前沿领域规模化应用具有深远影响。

此外，为推进长三角石墨烯产业一体化发展，上海、浙江、安徽、无锡、常州等地石墨烯平台及政府代表共同为长三角石墨烯产业发展服务平台、上海超能硬科技梦想实验室揭牌；上海大学也与国际石墨烯产品认证中心和国际标准咨询中心签署了合作协议，今后三方将在标准、检测和认证等方面开展深入合作。

来自全球的 200 位专家参加了此次大会，解析石墨烯前沿技术及产业化应用，共同探索石墨烯未来发展。同时，300 多家企业单位在现场与广大参会者对接交流、洽谈合作，促进创新链与产业链的深度融合。

## 专家强力反对设置禁售燃油车时间表——

# 我国汽车多元化发展方向渐明

中国能源报 2020.10.12

### 核心阅读

2.0 版的“节能与新能源汽车技术路线图”是在坚持电动化战略方向不变的前提下，对车企满足低碳排放要求给出更多选择，更多鼓励未来汽车向多元化发展。

荷兰、挪威计划 2025 年禁售燃油车（下称“禁燃”），德国计划 2030 年禁燃，英国计划 2040 年禁燃……近年来，欧洲多国陆续出台禁燃时间表，成为业内关注的热点。

然而，与上述欧洲国家不同，我国并没有“跟风”设立禁燃时间表。“专家组不建议把传统汽车撤掉，不建议中国提出‘禁燃表’。”国家新能源汽车创新工程项目专家组组长王秉刚日前旗帜鲜明地表示，目前 2.0 版本的“节能与新能源汽车技术路线图”（下称“技术路线图”）已经通过专家评审，不久将发布。据“技术路线图”，设定今后 15 年，我国节能汽车与新能源汽车将并行发展，到 2035 年实现节能汽车与新能源汽车市场各占一半。

### “坚决反对我国推行禁燃措施”

“很多国家都提出了禁售燃油车的时间表，我国有的专家也跟风，包括现在推行的一些加速淘汰燃油车的举措，我是坚决反对的。”交通运输部运输服务司副司长蔡团结指出，这些举措都带有很强的行政色彩。市场经济条件下，更重要的是让各方在合理的经济成本和符合政府执政目标的前提下，有合理的政策引导和必要的自由选择。“虽然加速淘汰燃油车对部分企业短期销售纯电动车非常有好处，但对行业资源是极大浪费。加快汽车产业发展要站在全行业的角度思考问题，不能把有限资源强制拆解、浪费。”

记者了解到，欧洲国家推行禁燃时间表有三大原因：一是国土面积不大，以纯电动为代表的新能源汽车已经足够满足国内旅行需要，使用便利；二是经济比较发达，汽车市场已经接近饱和，强制禁燃可加速淘汰旧车，是刺激汽车消费的有效方式；三是欧洲国家电力主要来自于清洁发电，新能源汽车可实现真正的“零排放”，而不是把排放转嫁给发电站。

但在我国，由于地域广阔，地理、气候、道路、使用环境复杂，推广纯电动汽车并非唯一合适的选择。数据显示，我国每千人平均汽车保有量仅为 154 辆，而英国为 519 辆、挪威

为 584 辆，这意味着我国的汽车市场还有很大潜力，暂时不需要强制禁燃来刺激消费。此外，我国电力的 70% 都来自火电，如果全面禁燃，相当于汽车的动力大部分由煤来提供，环保争议仍存。

“我国是能源大国，仅靠石油、电都是不安全的，且目前我国电力还是以煤电为主。按照规划，到 2035 年燃煤发电仍占一半左右。同时，煤炭也是珍贵的材料资源，要珍惜。”王秉刚坦言，我国虽然坚持纯电驱动的战略不动摇，但传统汽车节能仍是未来 15 年非常重要的任务，混合动力是内燃机汽车最有效的节能技术。用“全面电驱动化计划”替代禁燃时间表更符合我国国情。

### **混合动力路线被市场看好**

目前业内普遍认为，混合动力是内燃机汽车最有效的节能技术，我国发展节能汽车更应该积极推动传统汽车实现“混动化”，而不是一味地在纯电动领域发力。

日前举办的北京国际车展似乎也证实了这一点。记者注意到，目前已有越来越多的车企在继续深挖燃油车节能减排的更多可能性，混动技术普遍被各大车企重视。

“目前，广汽丰田的混合动力车销量占比在 12% 左右，今后会朝着 25% - 30% 的方向努力。”广汽丰田市场营销部部长黄恒指出，目前纯电动汽车还需攻克里程焦虑、基础设施不足等痛点，纯粹市场驱动的电动汽车占比较低，究竟能发展多快还取决于技术发展的速度。

长安汽车执行副总裁刘波表示：“未来的汽车构成会发生很大变化，其中电动汽车电动的占比会相当大。插电式混合动力汽车在 2021 年或 2022 年的占比会快速上升。”

“混动技术方面，日系三大车企丰田、本田、日产以及韩系的现代起亚具备较大优势，百公里油耗可以降至 5 升以下；而国内车企做得好的并不多，吉利算是相对领先的，百公里油耗是五六升左右。”王秉刚补充，要引导自主品牌车企重视混动发展技术，加大研发投入，而不是一股脑儿扎堆搞纯电动车。

### **满足低排放前提下鼓励多元化发展**

“在未来很长一段时期内，我国汽车市场的基调，应该是节能汽车和新能源汽车并行，用两条腿走路，一方面继续挖掘内燃机的潜力，‘榨干’它们最后一点潜力；另一方面完善新能源汽车和相关设施，让它们用起来更舒服、更环保。”业内人士告诉记者，这意味着从技术路线上来说，未来汽车要走多元化道路。

王秉刚介绍，2.0 版的“节能与新能源汽车技术路线图”是在坚持电动化战略方向不变的前提下，对车企满足低碳排放要求给出更多选择，更多鼓励未来汽车向多元化发展。

实际上，从近年来车企的布局可以发现，他们并不再单一局限在纯电动汽车市场，而是走多元发展的道路。例如，上汽集团发布了“十百千万”的氢战略，计划在 2025 年前推出至少十款燃料电池整车；长城汽车也推出了氢能战略，首款燃料电池 SUV 预计 2021 年量产，预计 2022 年展示小批量氢能源车队，2023 年推出成熟的燃料电池乘用车车型；广汽集团 7 月宣布首款氢燃料电池车 AionLXFuelCell 计划在今年内投入示范运营；比亚迪也宣布与

蜀都客车签订合作协议，布局氢燃料电池汽车等。

“未来的新能源汽车，也许改用了性能极强的石墨烯电池，几秒内就能完成充电，续航上千公里；也许换成了氢燃料电池，像燃油车加油一样，加满氢就可以跑。”上述业内人士坦言，虽然未来的节能与新能源汽车依旧是纯电动汽车为主，但短期内仍有一个渐进的过程。“归根到底还是要看产品能否满足市场和消费者的需求，技术路线只是实现这一目标的路径。”（黄珮）

## 储能标准化信息平台发布—— 储能行业标准化建设迈出关键一步

中国能源报 2020.10.19

储能行业正处于由研发示范向商业化过渡的关键时期，迫切需要技术标准化体系保驾护航。在今年年初国家能源局综合司、应急管理部办公厅、国家市场监督管理总局办公厅联合发布《关于加强储能标准化工作的实施方案》（简称“《方案》”）后，我国储能标准化建设驶入“快车道”。10月13日，储能标准化信息平台 and 微信公众号正式发布，标志着我国储能行业进入新的发展阶段。

### 储能行业迎来里程碑

在国家能源局科技司副司长刘亚芳看来，历经数月紧张建设的储能标准化信息平台，使我国储能行业迎来一个里程碑。储能标准化信息平台是国家能源局标准化管理平台的补充和延伸，将成为我国储能标准化领域覆盖范围最全面、参与主体最具代表性、运行机制最为开放的标准化信息发布平台，为储能标准化工作持续发挥重要作用。

“建设储能标准化信息平台不仅是政府主管部门对行业管理的需求，更是企业对储能标准信息的需求。这个平台信息比较全面，包括组织机构、政策文件、标准公开、标准化动态、产业动态、标准实施反馈等模块。”宁德时代新能源科技有限公司经理刘訥直言，“储能标准化信息平台开通后，将使得标准修订透明化。例如，我们的使用感受是平台互动性比较强，企业可以通过平台在储能标准化工作征求意见阶段提出意见和建议。”

### 储能系统标准体系基本成型

按照《方案》要求，到2021年，我国将建立起较为系统的储能标准体系，并建立储能标准化信息平台，共享储能标准化工作动态。记者采访获悉，中电联依托全国电力储能标准化技术委员会开展了储能领域标准编制工作：归口管理国家标准14项，能源行业标准18项，中电联团体标准50项，其中62项已发布或正在报批，20项正在编制。截至目前，储能标准体系涉及电化学储能、超级电容器储能、氢储能、飞轮储能等多种储能形式，储能标准体系涵盖基础通用、规划设计、施工及验收、运行维护、检修、设备及试验、安全环保、技术管理等储能电站全寿命周期。

“尤其是《电化学储能电站设计规范》《电力储能用锂离子电池》《电力储能用铅碳电池》

《电化学储能系统储能变流器技术规范》《储能变流器检测规程》《电化学储能系统接入电网技术规定》《电化学储能接入电网测试规范》7项核心技术标准的发布，有力支撑了我国储能系统的集成设计、产品制造、并网检测和交接试验、电化学储能电站的示范工程和商业化项目建设，引导了国产储能装备技术创新，促进了我国储能设备技术升级。”全国电力储能标准化技术委员会主任惠东在发布会上表示。

### 将加快细分领域标准化制定

“未来将紧密跟踪不同应用领域储能技术成熟度，加快技术成果转化为标准化应用，开展前期预研，提高标准制定效率。将布局具有系统性、协调性、前瞻性的储能标准体系，并根据储能技术的发展和新形势下的应用需求，滚动修订标准体系，指导储能领域标准制修订工作。”中电联专职副理事长王志轩表示，“未来将重点关注储能电站安全、梯次利用、预制舱式储能等标准的编制。将加快储能电站设计标准修订工作，完善储能并网测试类标准，逐步有序开展压缩空气储能、飞轮储能、氢储能等标准的制定工作。”

据介绍，储能标准化信息平台下一步将继续加强储能标准化信息的开放共享，加强各标准化机构、标委会和企业之间的沟通交流，保障平台的高效稳定运行，反映储能标准化领域行业诉求，为政府、行业、企业服务。（苏南）

## 有机成分源氢化物中观察到室温超导现象

### 实现最优效率电力系统有望迈进一步

科技日报 2020.10.15

科技日报北京10月14日电（记者张梦然）英国《自然》杂志14日发表了一项物理学研究成果，一个美国科学家团队报告，高压下在有机成分源的氢化物中，观察到了室温超导现象。这代表人类向长久以来的目标——创造出具有最优效率的电力系统，迈出了重要一步。

超导现象指电能可以在材料中零电阻通过。但严格来说，是指在某一温度下电阻为零。而超导不仅仅具有零电阻的特性，还可以完全抗磁性——这让超导体在传输过程中几乎没有能量耗损，每平方厘米超导材料上还能承载更强的电流；而一般常规材料，在导电过程中都会消耗大量能量。

不过，这种效应最初是在接近绝对零度的温度下观察到的，目前大多数超导体也仅在接近绝对零度的温度下工作。人类如实现室温超导，有望通过产热最小化提升电导体和装置的效率。因此自1911年超导首次发现以来，寻找能在室温条件下达到的超导体一直是众多科学家竞相追求的目标。

此前研究表明，富氢材料在高压下可以将超导温度提高至 $-23^{\circ}\text{C}$ 左右。此次，美国罗彻斯特大学科学家蓝戈·迪亚兹及其同事，在最新研究中将可以实现零电阻的温度提高到了 $15^{\circ}\text{C}$ ，但这是在2670亿帕斯卡压力下的一个光化学合成三元含碳硫化氢系统中实现的。

本次研究中的压力，约是典型胎压的 100 万倍。在新系统中，用激光和压力将元素前驱体（碳、硫和分子氢）转化为超导材料。超导临界温度随压力增加而上升，达到了实验的最高压力值。

室温超导一直是有待摘取的“圣杯”，而今这一成果对超导现象的探索乃至实现能够应用的室温超导，都具有重要指导意义。研究团队下一个目标将是在环境压力下实现室温超导。研究人员表示，通过化学方式控制上述系统，或有助于降低所需的压力。

## 国务院常务会议通过《新能源汽车产业发展规划》

中国能源报 2020.10.12

本报讯 10 月 9 日，中国政府网发布消息称，为适应产业升级趋势和绿色消费新需求，当日召开的国务院常务会议通过了《新能源汽车产业发展规划》（下称《规划》）。

《规划》明确要充分发挥市场明确充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，强化企业在技术路线选择等方面的主体地位，更好发挥政府在标准法规制定、质量安全监管等方面作用；将引导新能源汽车产业有序发展，推动建立全国统一市场，提高产业集中度和市场竞争力。

一是要加大关键技术攻关，支持新能源汽车与能源、交通、信息通信等产业深度融合，推动电动化与网联化、智能化技术互融协同发展。二是要加强充换电、加氢等基础设施建设，加快形成快充为主的高速公路和城乡公共充电网络，对作为公共设施的充电桩建设给予财政支持，鼓励开展换电模式应用。三是要鼓励加强新能源汽车领域国际合作。四是要加大对公共服务领域使用新能源汽车的政策支持。2021 年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域新增或更新公交、出租、物流配送等公共领域车辆，新能源汽车比例不低于 80%。（林聪）

## 俄开发航空燃气轮机用独特合金

具有超高强度和良好延展性

科技日报 2020.10.21

科技日报莫斯科 10 月 19 日电（记者董映璧）俄罗斯别尔哥罗德国立研究型大学科研人员近日开发出新一代燃气涡轮发动机的独特合金，即高熵金属合金，这种合金具有超高强度和良好的延展性。

现代燃气涡轮发动机必须具有很高的能源效率，但研究表明，使用镍钛合金作为这种发动机的材料已不可能大幅度提高该指标，而耐火的高熵合金被认为是目前世界上现有高温材料中有良好应用价值的替代品。高熵合金通常由 4 到 5 种或更多的含有相当比例铝和硅添加剂的难熔金属组成，它在极高的温度下具有高超的强度。然而，大多数这样的合金在室温下

的延展性很差，同时，通常情况下使用标准技术方法（例如热处理）来控制耐火高熵合金的结构和性能也是不可能的。

别尔哥罗德国立研究型大学的科研人员找到了解决该问题的方法：由他们制造的高熔点、高熵合金同时具有独特的超高强度和良好的延展性。

该大学材料学和创新工艺研究所立体纳米结构材料实验室研究员尼基塔·尤尔琴科说：“我们的研究表明，可以通过简单的热处理技术对钛、铌、钎和铝材料的机械性能进行微调。例如，需要进行高温退火才能获得可塑性，在室温下利用较低的温度进行热处理可使合金的强度提高 50%，而延展性塑性却没有明显下降。”

尼基塔·尤尔琴科认为，合金的多元素性质以及其组成元素之间的复杂关系是在强度显著提高的情况下保持材料足够延展性的原因。他称，由于强度和延展性的独特结合，这样的合金可用于制造燃气涡轮发动机的叶片和盘片。

据悉，科研人员将继续研究这种新合金材料的性能特征，在此基础上进行实用性评估。

### **总编辑圈点**

一般我们说合金，主要金属大概只有一到两种，因为以前观点认为，组成合金的金属元素多了之后，反而会恶化性能。但高熵合金刷新了人们认知，它可以由多达 5 种甚至更多的金属形成，拥有一般材料难以企及的理想特性，是以高熵合金才在材料科学及工程领域被青睐有加。其实，高熵合金和传统合金，从设计理念到性能性质已经是两个“世界”的合金了，但如果想将其实现产业化，还需要在材料制备上更有组织、性能上也更稳定才行，这也为工程师们提供了更大的研究空间。

## **打造储能学科高地**

### **华北电力大学多措施并举加快培养储能领域“高精尖缺”人才**

中国电力报能源周刊 2020.10.21

近日，由华北电力大学主办的“全国储能技术专业学科建设论坛”在北京举行，国内储能科学与工程领域的专家学者、行业代表齐聚华电，共商储能科学与工程专业学科建设，以期推动储能产业的高质量发展。

在储能领域，华北电力大学发挥多学科交叉优势，着力打造储能学科高地，从储能材料、应用场景到储能技术等方面，建设完善了储能技术链和生态链。主办此次论坛，也成为该校联合各界推动储能专业学科人才培养、技术创新与科学研究的又一积极举措。

### **已在储能领域有拥有良好学科基础**

产业的发展离不开人才的支撑。当前，发展储能技术专业学科也已成为国家重大战略需求。今年 2 月，教育部、国家发展改革委、国家能源局联合印发了《储能技术专业学科发展行动计划（2020~2024 年）》，要求加快培养储能领域“高精尖缺”人才。

以能源电力为学科特色的华北电力大学，在储能领域有着良好的学科基础。常虬洋是该



校能源动力与机械工程学院能动1907班的学生，从今年8月大二开学起，他选择了能源与动力工程（储能方向）作为自己的专业方向，成为了华北电力大学能源与动力工程（储能方向）培养的第一批本科生。

2019年10月，华北电力大学启动储能专业建设和本科生培养规划工作，能源动力与机械工程学院牵头筹建储能科学与工程本科专业，同时制定了先确立储能方向、再申报储能专业的发展规划，明确了能源与动力工程（储能方向）本科生培养方案，初步建立了高水平的专业课程体系和教学团队，确立了产教融合的人才培养模式。

在研究生培养方面，华北电力大学目前各学科在储能技术方向每年可培养数十名硕士和博士研究生，涉及学科包括电气工程、动力工程及工程热物理等一级学科以及可再生能源与清洁能源、能源互联网、能源材料与装备等自设交叉学科。与此同时，华北电力大学还成立了储能专业学科建设领导小组，在储能技术顶层设计上引领发展，统筹规划储能技术人员培养。

### **积极推进储能技术链和生态链建设**

发展储能技术专业学科，增强产业关键核心技术攻关和自主创新能力至关重要。

据介绍，华北电力大学坚持产教融合、校企合作、协同发展，以平台建设为抓手，从储能材料、应用场景到储能技术等方面建设了储能技术链和生态链，着力打通基础研究、应用开发和成果转化等环节。

面向电网侧和发电侧技术需求，该校依托电气与工程学院等3个学院，凝练了锂电池材料与系统、储热材料与系统等共7个储能技术方向，形成了涵盖电化储能、物理储能、化学储能等多个方向的研究队伍。

通过加强与能源电力企业合作等方式，华北电力大学推动建设储能技术研发创新平台，在促进产教深度融合中，加快储能技术推广应用，并已获得累累硕果。成立先进材料研究院，在先进基础材料、关键战略材料、先进储能材料等方面开展科学研究；与国家电网共建能源互联网学院，聚焦泛在电力物联网、新能源电力系统和综合能源系统，开展基础理论、关键技术、重大装备和战略规划等研究；为更好地发挥完善的能源电力科学与工程学科体系的优势，在储能技术研究领域有所作为，2019年7月，华北电力大学正式组建储能技术研究院。

### **新工科理念推动储能产业高质量发展**

作为典型的学科交叉支撑的新工科专业，“储能科学与工程”专业要真正做到高起点建设，必须按照新工科内涵，通过多学科交叉融合培养未来人才，在学科交叉的专业课程体系构建中，实现多学科知识课程的真正融合，而非简单拼盘。

在此背景下，华北电力大学也将逐步完善储能方向课程体系及教学计划，建设好核心课程，在课程设置中更好体现“能源电力科学与工程”学科群特色优势；同时，围绕人才培养目标，构建“大类招生、交叉培养、通专融合”的储能专业和本科生培养体系，形成点

面结合、全校各专业合力培养储能人才的机制。

另外，储能是技术快速更新的产业，破解专业教育与产业发展需求脱节这一难题，是储能专业必须面对和解决的问题，这也是新工科专业建设的应有之义。

“在产学研合作中破解储能领域共性和瓶颈技术，攻克‘卡脖子’难题，实现更多‘从0到1’的突破。同时，完善产教协同育人机制，推动行业、企业和社会力量深度参与人才培养全过程，加速形成多元协同的育人格局，更加精准培养储能领域急需人才和高端创新人才。”在“全国储能技术专业学科建设论坛”致辞中，华北电力大学校长杨勇平说。

杨勇平同时表示，华北电力大学具备完善的“能源电力科学与工程”学科体系和科研平台，具有能源电力领域世界一流的师资队伍和最大的人才培养规模，在储能专业学科的人才培养、技术创新与科学研究方面具备良好的基础，有责任和义务在服务国家战略、投身行业发展、响应地方需求中不断提升贡献度、增强影响力，为高等教育发展、储能技术进步和世界能源技术革命作出贡献。（白宇 孙帅）

## 黑磷 + 石墨，这款复合材料有点酷

### 电动汽车使用该材料充电 10 分钟，可行驶 500 公里

陕西科技报 2020.10.21

日前，中国科学技术大学季恒星教授团队在国际顶尖杂志《科学》上刊发了一项科研成果——他们在新型锂离子电池电极材料研究方面取得重大突破：全新设计的黑磷复合材料有可能制备出兼具高容量、快速充电且长寿命三大优点的锂离子电池。

季恒星介绍，如果这项技术投入使用，“我们有可能让电动汽车在 10 分钟左右充满电，并能行驶约 500 公里”。充电时间长，一直是电动汽车的短板。目前，市售最先进电动汽车需要“坐等”充电一小时才能行驶约 500 公里。发展具有快速充电能力的大容量锂离子电池，一直是电动汽车行业的重要目标。

电极材料是决定电池性能指标的关键因素。“想提高电池充电速度，需要一款电化学反应速度很快的材料。其中一个非常重要的判断标准就是，电极材料传导电子和离子的能力是否够强。”季恒星说，研发团队希望能够发现一款既能在综合性能指标方面给行业以期待，又能适应工业化电池生产流程的电极材料。

论文第一作者金洪昌博士介绍：“能量通过锂离子与电极材料的化学反应进出电池，因此电极材料对锂离子的传导能力是决定充电速度的关键；另外，单位质量或体积的电极材料容纳锂离子的多少也是一个重要因素。”

季恒星团队发现，黑磷是一个优异的选择。首先，它的理论容量非常高，仅次于单晶硅或金属锂。其次，作为一款半导体材料，它传导电子的能力很强。第三，黑磷具有层状结构，锂离子可以在黑磷片层的层间快速传导。这些优异性质让黑磷成为一款非常有潜力、能够实现锂离子电池快充的电极材料。

黑磷是白磷的同素异形体，是极具潜力可满足快充要求的电极材料。但目前一系列研究发现，黑磷综合性能指标与预期具有一定差距。黑磷容易从层状结构边缘发生结构破坏，实测性能远低于理论预期。为此，季恒星团队采用“界面工程”策略将黑磷与石墨通过磷碳共价键连接在一起，使它的结构更加稳定，锂离子进入黑磷颗粒的过程更加容易，这样就极大提高了原本可能受限的锂离子传导。

此外，电极材料在工作过程中会被电解液逐渐分解的化学物质所包裹，部分物质会阻碍锂离子进入电极材料，就像玻璃表面的灰尘阻碍光线穿透。研究团队为此给这个复合材料穿上了一层衣服，他们用轻薄聚合物凝胶做成防尘外衣“穿”在黑磷石墨复合材料表面，使锂离子得以顺利进入。

“在这两个层面的界面优化下，这款黑磷复合材料达到了性能上的突破。”季恒星说。

“我们采用常规工艺路线与技术参数将黑磷复合材料做成电极片。实验室测量结果表明，电极片充电9分钟即可恢复约80%电量，2000次循环后仍可保持90%容量。”论文共同第一作者，中国科学院化学研究所研究员辛森介绍说，如果能实现这款材料的大规模生产，找到匹配的正极材料及其他辅助材料，优化设计后将有望获得能量密度达350瓦时/千克，并具备快充能力的锂离子电池——这意味着能够使电动汽车行驶里程接近1000千米，并将使电动汽车用户体验感上升一个台阶。

在此基础上，季恒星团队将在基础研究层面与规模制备技术方面继续探索。深入认识电极材料微观结构、理化性质与电化学反应过程等基础科学问题，同时了解产业界对核心材料的性能需求，这些是实现电池技术突破，推进消费电子、电动汽车等相关领域发展的必备条件。“实现这个愿景，仍有大量工作要做，但我们对未来充满了希望。”季恒星说。（余惠敏）

## 电动汽车可实现“即停即充、边走边充”

中国科学报 2020.10.21

**本报讯** 日前，由重庆大学教授戴欣所在的无线电能传输项目团队完成的“高性能电动汽车动/静态无线充电系统关键技术及应用”成果，在重庆市科学技术奖励大会上获得技术发明奖一等奖。该成果将实现电动汽车“即停即充、边走边充”的灵活充电。

据戴欣介绍，无线电能传输技术是一种借助高频电磁场实现能量无线传递的新兴技术，而无线充电是未来电动汽车便捷可靠电能补给的最佳解决方案。目前，制约该技术发展的瓶颈主要在于无线充电效率不高、无法适应快速行进车辆稳定无线充电、开放式传能空间带来的电磁泄漏等问题。

在国家重点研发计划、国家自然科学基金、重庆市科技计划等项目支持下，经过10多年努力，该项目团队逐渐形成具有自身特色的知识产权技术体系，使电动汽车静态无线充电的功率传输能力达到11千瓦，效率超过94%，有效电能传输距离大于22厘米。特别是在

电动汽车行驶过程中的动态充电取得突破，实现车速达到 120 公里/小时条件下大功率传输，整体效率高达 88%，电磁泄漏低于 4 微特斯拉。

据悉，围绕相关成果，该项目团队已获得授权发明专利 28 件，发表期刊论文 40 篇。成果已应用于江苏同里、广西南宁、河北雄安新区的电动汽车无线充电系统中，并取得了显著的经济及社会效益。（陈正雅）

## 科学家研发“理想”电池

中国科学报 2020.10.20

**本报讯** 目前，为电子设备和电动汽车提供动力的锂电池有许多缺点。例如，电解液（一种能使电子和正电荷在电极之间移动的介质）是易燃液体。此外，电池所用的锂是一种有限资源。近日，瑞士日内瓦大学（UNIGE）结晶学专家开发了一种不易燃的固态电解质，后者可以在室温下工作。

该电池的输送工具是地球上随处可见的钠，而不是锂。研究人员认为，这是一个成功的组合，也意味着有可能制造出更强大的电池。这些“理想”电池的性质将基于电解质的晶体结构，即由硼和氢组成的硼酸盐。UNIGE 研究小组在《细胞—物理科学报告》上发表了制造固体电解质的相关策略。

对于可持续发展来说，储存能源的挑战是巨大的。事实上，电动汽车的发展有赖于强大、安全的电池的存在，正如太阳能和风能等可再生能源的发展有赖于能源存储能力一样。锂电池是当前解决这些挑战的答案。不幸的是，锂需要液态电解质，一旦发生泄漏，这些电解质具有高度爆炸性，且锂在地球上并不是随处可见的。UNIGE 博士后研究员 Fabrizio Murgia 认为，钠是替代锂的一个很好的选择，因为它的化学和物理性质接近锂，而且随处可见。

这两种元素——钠和锂——在元素周期表中相距很近。“问题是钠比它的兄弟锂重。这意味着它很难在电池电解液中行走。”论文第一作者、UNIGE 博士后研究员 Matteo Brighi 补充说。2013 年和 2014 年，日本和美国的研究小组发现，在超过 120 摄氏度的温度下，硼酸盐是良好的钠导体。但对于日常使用的电池来说，这个温度过高了。

于是，UNIGE 结晶学家开始着手降低传导温度，最终成功地用硼酸盐作为电解质，且从室温到 250 摄氏度没有安全问题。该项目负责人 Radovan Cerny 表示，更重要的是，它们能抵抗更高的电位差，这意味着电池可存储更多的能量。

研究人员强调，该论文提供了可以用来产生和破坏硼酸盐结构的案例。硼酸盐的结构允许硼球和带负电荷的氢出现。这些球形结构为带正电荷的钠离子留下了足够的空间。“然而，由于负电荷和正电荷相互吸引，我们需要在结构中制造混乱来扰乱硼酸盐并允许钠移动。” Brighi 说。（唐一尘）

# 中外科学家研制出可快充的锂离子电池材料

山东科技报 2020.10.16

**本报讯** 日前，中国科学技术大学季恒星教授研究组与美国加州大学洛杉矶分校、中国科学院化学研究所等机构合作，研制出一种新型黑磷复合材料，充电9分钟即可恢复电池约80%电量。

“全新设计的黑磷复合材料使兼具高容量、快速充电且长寿命的锂离子电池成为可能。”据金洪昌博士介绍，“一方面，能量通过锂离子与电极材料的化学反应进出电池，因此电极材料对锂离子的传导能力是决定充电速度的关键；另一方面，单位质量或体积的电极材料容纳锂离子的多少也是一个重要因素。”

黑磷是白磷的同素异形体，特殊的层状结构赋予它很强的离子传导能力和高理论容量，是极具潜力的满足快充要求的电极材料。然而黑磷容易从层状结构的边缘开始发生结构破坏，实测性能远低于理论预期。季恒星团队采用“界面工程”策略将黑磷和石墨通过磷碳共价键连接在一起，在稳定材料结构的同时提升了黑磷石墨复合材料内部对锂离子的传导能力。

“我们采用常规的工艺路线和技术参数将黑磷复合材料做成电极片。实验室的测量结果表明，电极片充电9分钟即可恢复约80%的电量，2000次循环后仍可保持90%的容量。”共同第一作者，中国科学院化学研究所的辛森研究员介绍说，“如果能够实现这款材料的大规模生产，找到匹配的正极材料及其他辅助材料，并针对电芯结构、热管理和析锂防护等进行优化设计，将有望获得能量密度达350瓦时/千克，并具备快充能力的锂离子电池。”

据了解，具备每千克350瓦时能量密度的锂离子电池，能使电动汽车的行驶里程接近1000公里。结合快速充电能力，将使电动汽车的用户体验大幅提升。（常河 范琼）

## 攻克50%热效率技术难关

人民日报 2020.10.26

前不久，中国装备制造业知名企业潍柴集团发布了全球首款热效率突破50%的商业化柴油机，在国内外同行中引起轰动。这一突破，标志着我国重型柴油机技术实现了关键核心技术自主可控。

“热效率和排放往往是一对矛盾，在满足国六排放标准法规的前提下提高热效率，实际上是对内燃机综合技术的全面提升。”中国工程院院士苏万华说，提高热效率难度非常大，柴油机自1897年问世以来，热效率从26%提升到46%。但随着排放标准日益严苛，热效率提升越来越难，50%热效率被视为内燃机领域的难题。近年来，戴姆勒·奔驰、沃尔沃、康明斯等国际巨头都在全力攻关，但一直以来它们只能在实验室且附带余热回收的情况下达到50%。如何让本体热效率达到50%的柴油机实现商业化，是一道世界性难题。

## 潍柴集团是如何做到的？

2015年，集团启动了50%热效率商业化柴油机项目，并组建专门的技术攻关团队，开创协同燃烧技术、协调设计技术、排气能量分配技术、分区润滑技术、智能控制技术五大专有技术，先后解决了高效燃烧低传热、高爆压高可靠性、低摩擦损耗、低排放污染物、智能控制等系列难题。

值得一提的是，突破50%热效率核心技术的，是一群“80后”“90后”。项目团队核心成员有22人，其中21人是“80后”“90后”。

“项目启动时，几乎没人相信会成功。”“80后”李志杰是潍柴动力发动机研究院副院长，也是50%热效率柴油机项目团队的核心成员之一。“超越50%热效率柴油机是每个内燃机工程师毕生梦寐以求的事，有幸能参与这个项目，我必须全力以赴。”

突破50%不是某个环节的一蹴而就，而是对摩擦、散热、燃烧等发动机几乎所有系统进行重新调整优化。经过反复设计、可行性分析和仿真实验，2017年底，优化方案渐渐清晰，李志杰团队心里渐渐有了点底。

然而，脑子里虚拟的方案要落到实物上，仍有许多变数，后期需要持续研发和投入。

面对困难，潍柴集团董事长谭旭光说：“50%热效率柴油机项目是集团最核心的主业，投入上不封顶，人力支持不设限！”

除了核心团队，潍柴发动机研究院共有1000多人参与此项目，累计投入42亿元。

“以目前46%的行业水平估算，热效率提升至50%，柴油消耗、二氧化碳排放均可降低8%。”潍柴50%热效率柴油机项目经理王宝军说。（沈振江 赵永新）

## 5G 为储能带来了什么

中国科学报 2020.10.28

“对于普通老百姓的认识来说，5G的应用可能就是网速更快，看视频更顺畅，但如果5G仅限于这些应用，那就太浪费了。”中国移动通信集团设计院有限公司信息能源所所长马雁序在多个场合强调，5G网络主要为工业服务，其中就包括能源系统中的储能。

中国产业信息网数据显示，2019年我国新增5G基站13万个，相应新增储能需求约为1.9~3.1吉瓦时。另据日前发布的《2020储能产业应用研究报告》（以下简称《报告》），预计今年年底我国5G基站数量将超过60万个。

“预计2020年底，5G基站带来的备用电源储能需求约为10亿瓦时/年级别。”中国化学与物理电源协会储能应用分会产业政策研究中心副主任、教授级高工江卫良表示。

### 功耗为4G的3~4倍

5G网络作为下一代经济增长点，备受世界各国重视。在近日举行的5G创新发展高峰论坛上，中国移动研究院副院长黄宇红介绍，目前全球已有超过100个运营商使用5G网络，其中中国的贡献巨大。即使在疫情期间，仅中国移动就在全国340个城市建成超过30

万个5G基站，并计划在年底达到35万个。

“随着5G基站建设速度加快，我国至少需要新建或改造1438万个基站。”专家表示，基站本身可以存储低谷电，所以5G基站也是重要的储能装置。

5G具有高宽带、高流量和高发射功率等特点，同时收发通道数明显增加，但这也导致其功耗的增加。据统计，5G设备的功耗为同配置4G的3~4倍。

也就是说，以4G时代基站能效水平来运行5G网络，能源浪费将翻倍。

根据《报告》，由于现网叠加5G建设，现网站点主要面临供电容量不足的问题，导致90%存量电源需扩容改造，投入高、工期长；而对于新建站点，也面临选址、市电引入、安装工程等费用高的问题，其占建设费用的90%以上。

江卫良表示，在2G、3G、4G时代，站点电源以被动响应为主，缺乏主动规划，导致多套电源叠加建设，电源、配电、空间不匹配，系统运行效率低，多套电源运行维护工作大等问题。“若5G时代仍延续传统建设方案，将带来大量基础设施改造和资源闲置浪费。”

与此同时，面对5G网络海量站点，目前大多数运营商每站年均运维成本从数万元到几十万元人民币不等。如果采用传统的运维方式，依赖人工上站维护，成本将极大增加。

5G基站建设的另一个痛点来自于电源支持多。

“一个站内有2G、3G、4G、5G不同的系统，2G、3G并不是我国主导的，主要购买外国设备，一个国家设备一个样，供电很复杂。”更令马雁序担忧的是，基站的空间没有了，无法增加新的设备，而机房的承重也不够。

因此，对于5G基站而言，如何提高供电方案能效水平、控制成本迫在眉睫。

### **磷酸铁锂电池受欢迎**

目前基站蓄电池主要有铅酸电池和锂电池两种类型，前者体积大、重量重，对机房空间和载重要求高，正逐步被体积小、重量轻的锂电池所替代。磷酸铁锂电池因其安装成本低、使用寿命长等特点备受欢迎，并且已经应用于实践。

更为关键的是，磷酸铁锂电池充放电次数可达3500~5000次；能量密度可达到100~110瓦时/千克，皆高于铅蓄电池。

中国铁塔股份有限公司2020年以来已在20个省市发布了24项招标通知，总预算超过8945万元，多项招标要求采购磷酸铁锂电池。中国移动通信集团有限公司在2020年3月初也发布了1.95吉瓦时磷酸铁锂电池的采购订单。

北方工业大学储能技术工程研究中心教授李建林等人撰文介绍，锂电池在4G时代应用于运营站点储能系统，但5G时代通信基站的环境更加复杂，对储能系统的要求更为苛刻。

### **柔性、智能、高效是关键**

《中国科学报》采访时了解到，基于“柔性、智能、高效”设计理念，业界提出“融合发展、动态匹配”的智能数字供电技术，具体表现在多能源融合发展、电源设备数字化和电池设备智能化。

以多能源融合发展为例，江卫良表示，可以将市电、新能源、存量电源等多路能源整合到一套系统，实现对能源输入智能调度，优先利用新能源及低成本能源；同时接入存量电源余量，平滑演进，提升资源利用率，降低建设投资。

而在输出配电方面，可考虑实现多电压等级智能输出，匹配业务设备供电需求，按需配置，灵活扩展。

中国移动设计院自主研发的5G基站一体化能源柜是一种智能数字能源产品。据悉，该产品主要由智能多输入多输出电源单元、智能锂电池单元和机柜组成，可实现能源多输入、多输出，支持新旧电源并机输出，有效解决供电容量不足等问题。

“产品具有免市电改造、免电源改造和免电池改造的特点。”马雁序说，“例如，原来一个基站建设需要各个厂家设备到位以后，施工队在现场安装接电路和电线，一个基站的供电设备安装时间一般需要2~3天，而现在一体化能源柜仅需两三个小时。”

值得一提的是，与传统建设方案相比，采用5G基站一体化能源柜，能将改造周期缩短约90%、资本性支出降低30%~40%，整站能效提升8%~17%。

据悉，中国移动设计院持续积极拓展港澳台及海外多元化市场，在前不久中国移动召开的iConnect Week全球运营商线上研讨会后，南非、泰国、阿联酋等海外客户已表达明确购买意向，泰国甚至已开始按照运营商True的要求进行采购前的设备测试。（秦志伟）

## 中国在电动车电池领域遥遥领先

参考消息 2020.10.27

【香港《南华早报》网站10月24日报道】题：中国在电动汽车电池领域遥遥领先，全球电池生产商怎么才能赶上？【记者 埃里克·吴（音）】

### 中国是行业巨擘

一个多世纪以前，美国艾奥瓦州首府得梅因是全球电动车中心。1912年，该行业达到顶峰时生产了3万多辆“无马马车”。随后的一个世纪里，苏格兰移民、化学家威廉·莫里森发明的这种“自动行进车”（也就是老式汽车）被内燃机动车辆取代。

现在，尾气排放及其对气候变化的影响迫使各国政府为燃油汽车寻找替代品，世界重新把目光投向电动汽车。20年前刚刚起步的中国乘用车市场不仅在电动汽车的普及和制造方面、也在其最重要零部件电池方面处于全球领先地位。电池占电动汽车总价值的30%到50%。

荷兰稀土和电池金属咨询企业阿达马斯商情公司的总经理瑞安·卡斯蒂尤说：“中国是目前的行业领先者，未来15年它将继续快速发展并主宰价值链的每一步，欧洲则紧随其后。特斯拉仍将是电动汽车领域的巨擘，但就国家而言，中国也是巨擘。”

### 欧美在加紧追赶

分析人士说，尽管其欧美竞争对手在加紧追赶，中国电池生产商将保持行业主导地位，已经具备和计划建设的生产能力可能会在十年内增长三倍以上。



彭博新能源财经的能源储存部负责人詹姆斯·弗里思说，下一个十年将“格外令人关注”，因为欧洲和美国正努力打造自己的电池业翘楚来挑战目前的亚洲翘楚。彭博新能源财经上月说，中国拥有世界上最具竞争力的锂离子供应链，取代了日本和韩国在该领域长达十年的引领地位。

竞争力的助推因素包括，中国 72 吉瓦时的国内电池需求以及对全球 80% 原材料提炼能力、77% 电池生产能力和 60% 零部件的控制。

虽然在创新和基础设施方面排名第 11，但中国的这个行业正大力投资来进行改进。世界第二大电动汽车电池制造商宁德时代准备投入 33 亿元人民币（约合 4.95 亿美元），在五年内建成一个拥有 1000 名员工的世界级研究中心。总部设在福建省宁德市的该公司称，其重点是下一代锂离子电池、固态电池和钠离子电池技术。根据工信部 4 月份颁发的认证书，小鹏汽车的 P7 中型电动轿车使用该公司的电池，单次充电的最大行驶里程为 706 公里。

中国多年来积累的另一个竞争优势是对全球大量资源的控制以及对锂、钴、镍、锰和其他电池所需关键材料的开采能力。

中国汽车市场的电动车销量也超过了其他所有地方。据瑞士信贷银行说，去年中国电动汽车的销量为 105 万辆，相当于全球总量的 54%，比位居第二的美国高出 2.3 倍。在政府给予政策扶持、电池成本不断下降和充电基础设施迅速扩建的推动下，到 2025 年，电动汽车销量可能会达到 450 万辆。

### 电池成本将下降

据韩国 SNE 研究公司预测，目前供过于求的电动汽车电池很可能在 2023 年前陷入短缺，届时需求量将比今年增长约四倍达到 916 吉瓦时。

电池成本的持续下降将推动需求量的这种增长。埃信华迈公司的数据显示，锂离子电池的平均成本在过去八年里下降了 82%，到 2023 年预计将进一步降至每千瓦时 100 美元，到 2030 年将降至 73 美元。卡斯蒂尤说，两年后的平均价格（每千瓦时 100 美元）将是一个重要里程碑，它会让没有补贴的电动车在成本上可与燃油车竞争。

据估计，全球电动汽车电池的供应将掌握在中国、日本和韩国制造商手中。

罗斯基尔信息服务公司的电池和材料分析师戴维·梅里曼说：“欧洲在建的许多生产能力归根结底还是属于亚洲制造商。”

SNE 研究公司的数据显示，韩国的 LG 化学公司和中国的宁德时代在欧洲有自己的工厂，前者在今年头八个月生产了全球电动汽车电池的 24.6%，后者的市场份额为 24%。

随着全球电动汽车和电池产能增加，区域性供应链逐步建立起来以削减成本。

梅里曼说：“如果要将锂精矿运往中国加工，再运往韩国，再运回中国，再运往欧洲，那成本就太高了，根本无法维持。另外，重要行业的供应保障还受到一些地缘政治影响。”

他说：“欧洲现在很紧张，因为内燃机的动力渐渐不足，而它是支撑经济的主力。我们正在努力发展本地区的电动汽车技术并增强产能，以保持强劲的就业和经济增长。”

# 执着“钠”十年 钠离子电池迎“破晓”

中国科学报 2020.10.30

“如果失败了呢?”

“成与不成，这辈子只干这一件事。”

当众人聚焦锂离子电池的时候，中国科学院物理研究所研究员（以下简称物理所）胡勇胜把目光转向了冷门的钠离子电池，“一眼”就是10年。而就是这“一眼”，让他打开了钠离子电池产业化的大门。

此时的胡勇胜，已是中科海钠的创始人。不久前，中科海钠生产的全球首款具备自主知识产权的钠离子电池实现量产，目前电芯产能可达30万只/月。

## 从“一枝独秀”到“珠联璧合”

有着200余年历史的电池在新一轮能源革命中迎来“大浪淘沙”。上世纪90年代，在众多二次电池中，锂离子电池率先抓住机遇强劲发展。据中关村储能产业技术联盟2019年数据显示，在全球电化学规模储能示范项目中，锂离子电池占比高达80%。

然而锂离子电池却面临无法回避的“天花板”。

“在二次电池中，锂离子电池的性能虽是最好，但锂资源的储量有限，且70%分布在南美洲，而目前我国80%锂资源依赖进口。锂离子电池难以兼顾电动汽车和电网储能两大产业。”胡勇胜告诉《中国科学报》。

“一枝独秀”的锂离子电池已无法全面改变传统能源结构，“百花齐放”的二次电池中，替代或补充锂离子电池的储能技术成为国际新能源技术的竞争热点。

不仅如此，曾经的“主力队员”铅酸电池因其不可避免的环境污染及无法满足新国标面临“退役”问题，2019年4月，《电动自行车安全技术规范》强制性国家标准规定电动自行车的整车质量（含电池）不高于55kg，但目前市场上铅酸电池电动自行车重量普遍超70kg。

“目前碳酸锂大概4万元/吨，如果用锂离子电池替代铅酸电池，电动自行车的成本将大幅上涨。而碳酸钠平均仅有2000元/吨，用钠离子电池替代铅酸电池的优势显而易见。”胡勇胜告诉记者。

在胡勇胜看来，钠离子电池具备低成本、长寿命和高安全性能等优势，不仅能在一定程度上成为锂离子电池的补充，缓解锂资源短缺的问题，还能逐步替代环境污染严重的铅酸电池，保证国家能源安全和社会可持续发展。

值得一提的是，钠离子电池巨大的储能市场还包括光伏、风能等新能源接入储存系统。据了解，2018年我国弃光、弃风、弃水电量共计1022亿度。胡勇胜说：“储能是智能电网的重要环节，钠离子电池因其成本及资源优势将在大规模储能市场中大有作为。”

“此外，钠离子电池凭借其诸多优势还有望在低速电动车、电动船、数据中心、通信基

站、家庭/工业储能领域快速发展。”胡勇胜表示。

### “要做用户最需要的”

近年来，国际领域纷纷加码钠离子电池研发。2020年，美国能源部明确将钠离子电池作为储能电池的发展体系；欧盟储能计划“电池2030”项目将钠离子电池列在非锂离子电池体系的首位。

实际上，在胡勇胜团队开展研究时，虽然钠离子电池不是热门领域，但已有其他团队在研究。但胡勇胜给自己定了“做科研就要做用得上的研究，做用户最需要的钠离子电池”的目标：“我们要做老百姓能买得起的低成本、高安全的电池。”

“降低电池正负极材料成本”成为胡勇胜团队首先思考的重要课题。目前锂离子电池常用的活性元素是Ni和Co，但成本较高。“能否找到又有活性成本又低的元素替代呢？”通过不断的研究，胡勇胜团队发现Cu在钠离子电池中不但具有活性，且成本只有Co的1/4和Ni的1/2，正是替代Ni和Co的“完美”元素。

经过多年的探索，胡勇胜团队最终成功研制出Cu基钠离子层状氧化物正极材料。

挑战接踵而至——钠离子电池负极材料成本如何降低？“当时，石墨作为成熟的锂离子电池负极材料却几乎不具备储钠能力；无定形硬碳是众多研究的焦点，但价格较高。通过对碳源前驱体进行调研，我们发现无烟煤的成本平均1800元/吨，如果用无烟煤制备无定形碳负极材料将有利于大幅降低电池成本。基于这样的考虑，我们立即开始实验，最终研制出了无烟煤基钠离子电池负极材料。”胡勇胜回忆道。

在团队成员、中科院物理所副研究员陆雅翔看来，成功降低钠离子电池成本的关键在于敢于另辟蹊径、大胆创新。“在当时，国内外对钠离子电池的研究主要集中于借鉴锂离子电池的研发思路，所以迟迟没有突破性的进展，我们另辟蹊径，尝试探索别人忽视的、认为不可能的道路。”

在攻克钠离子电池正负极材料成本问题后，胡勇胜团队继续深入挖掘钠离子电池的其他优势，发现钠离子电池不仅拥有更好的安全性，在零下40℃的低温时，钠离子电池汽车还能释放80%的电量，比锂离子电池汽车更加“耐寒”。

“此外，钠离子电池汽车充电速度更快，仅需20分钟，接下来将挑战10分钟的充电速度。”胡勇胜告诉记者。

对于电池制备而言，建立完整的生产线至关重要但投资巨大。而钠离子电池可以直接使用锂离子电池的生产线，无需重建。“不久前，我们使用锂离子电池生产线生产了8万只钠离子电池。这（用锂离子电池的生产线）让钠离子电池市场化的速度更快。”胡勇胜表示。

目前，胡勇胜团队在钠离子电池正负极材料、电解液等关键材料体系和电芯制造、装配工艺等工程技术上都已具备完全自主研发能力，产品核心专利已获得中国、美国、欧盟等多个国家和地区的授权。

### 眼前有产业 脚下有科研

胡勇胜与物理所的缘分已有 20 年。2001 年，胡勇胜便来到物理所攻读博士学位，师从中国工程院院士陈立泉。正是这一份师生情谊改变了胡勇胜的职业生涯。

博士毕业后，胡勇胜先后到德国和美国进修，就在完成学业之时，陈立泉联系胡勇胜，希望他能回到物理所工作。

“我毫不犹豫地就回来了。陈老师心系国家能源安全，从长远出发推动电动中国梦想的实现，不畏困难，敢于挑战，这种精神令我敬佩。此外，陈老师带领的团队有激情、有梦想、有情怀，我非常喜欢团队的科研氛围。”胡勇胜回忆道，自那时起，他就设定了“做用户最需要的钠离子电池，这辈子只做这一件事”的科研目标。

胡勇胜也担心会失败：“我也想过可能失败，但如果大家都在观望一个领域时，它可能是机遇，如果大家都已经开始做了，可能它就不再是机会了。”

但技术产业化与做科研完全不同。在胡勇胜看来，“基础研究强调前沿性，而产业化要做以用户为导向和市场需要的产品，不能为了新而新。此外，实验室研究阶段很多问题是看不见的，而当进入工程化阶段后，要保证产品的一致性和稳定性，是很有挑战的事情”。

“酒香也怕巷子深！”寻找投资人和合作者，为科研成果注入转化资本，是科研成果转化的必经且不易之路。胡勇胜告诉记者，产业化初期，出差作报告、谈合作、找厂家塞满了胡勇胜的日程，“那些年，我不是在出差，就是在出差的路上”。

随着钠离子电池产品的优越性能和低廉成本逐渐被国内外所认可，胡勇胜也从最初的主动找合作，转变为越来越多的合作“找上门”，产业化的“羊肠小道”逐渐走成了“康庄大道”。

十年磨一剑。今年是胡勇胜团队深耕钠离子电池的第 10 年，也是中科海钠市场化的“破晓”之刻，他对未来充满了期待。他期待钠离子电池能够走进寻常百姓家，成为守护国家能源安全的“主力军”。

“但科研是产业化的基础，在带领团队产业化的同时，还必须潜心科研，为实现钠离子电池充电更快、能量密度更大、安全性更高、成本更低的目标夯实基础。”胡勇胜感慨道。（田瑞颖）

### 三、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

## 研究表明氧化亚氮排放增长挑战温控目标

中国科学报 2020.10.9

本报讯（记者崔雪芹）近日，《自然》刊登了由美国奥本大学国际气候与全球变化研究中心主任田汉勤领衔的国际团队的研究成果。论文指出，人类活动导致全球氧化亚氮排放增长速度快于联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）预测的所有排放情景，远高于《巴黎协定》的目标。研究人员表示，农业贡献了约 70% 的人为来源氧化亚氮排放，人类需要通过改变农业生产方式减少氧化亚氮排放、缓解气候变暖。

该研究合作者，中国科学院院士、中国科学院生态环境研究中心研究员傅伯杰告诉《中国科学报》：“该研究历时5年，综合利用了多种数据和方法对全球各大区域21个门类的氧化亚氮收支进行了评估，估算了自1980年以来全球陆地和海洋氧化亚氮排放量的时空变化，以及各类自然和人为排放源的贡献，是迄今为止关于氧化亚氮最为详尽的研究成果。”

研究显示，东亚、南亚、非洲和南美对全球氧化亚氮排放贡献最大。在中国、印度和美国，由化肥施用导致的排放占主导地位；而在非洲和南美，畜禽粪便制成的有机肥的排放占主导地位。

研究人员发现人类活动导致过去的30多年中全球氧化亚氮排放加速增长。田汉勤指出：“大气中氧化亚氮浓度升高的主要驱动力是农业，人类对食物以及动物饲料需求的增长将进一步增加全球氧化亚氮的排放。”此外，气候变化与生态系统中氮素增加的相互作用也促进了氧化亚氮排放的增长。

研究人员还强调了减少氧化亚氮排放对缓解全球气候变化的重要性，指出精准施肥、减少化肥过量施用是最有潜力的减排措施。

论文作者认为，该研究最重要的发现是当前的氧化亚氮排放趋势与《巴黎协定》的气候控制目标背道而驰。研究合作者、美国斯坦福大学教授Robert Jackson说：“目前的排放量对应的是全球温度升高超过3摄氏度的情景，这一幅度是《巴黎协定》目标的两倍。”

尽管如此，奥地利国际应用系统分析研究所资深学者Wilfried Winiwarter认为氧化亚氮减排仍然是可能的。他表示：“欧洲的实践表明，优化肥料使用效率对减少温室气体和空气污染是有效的。”

来自14个国家和地区的48个研究单位的学者共同合作完成了该研究，中国科学院生态环境研究中心、北京大学、北京师范大学等都参与其中。

## 中国着力制定“碳中和”路线图

### 推广可再生能源拟设强制性目标

参考消息 2020.10.19

【《日本经济新闻》10月18日报道】题：中国拟提高可再生能源消费目标（记者川手伊织发自北京）

中国领导层将在“十四五”规划（2021-2025年）中提高可再生能源的消费目标。有观点认为，非化石燃料占一次能源消费的比重目标将从原来的15%提高到18%。中国还将设立可再生能源使用交易市场，在利用可再生能源方面行动迟缓的电力零售企业将被强制购买。

这是在为实现习近平主席所说“碳中和”的长期目标而进行准备。

中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议将于26日至29日举行，研究制定国民

经济和社会发展第十四个五年规划。除设定经济增长目标和提出振兴内需政策外，中国出台怎样的气候变化对策也将颇受关注。

背景原因是，习近平主席 9 月在联合国大会发表视频演讲时，表明了“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”这一长期目标。

围绕“十四五”规划，中国国务院副总理韩正 13 日表示，要组织编制“十四五”应对气候变化专项规划，制定二氧化碳排放达峰行动计划。优先课题便是扩大使用可再生能源。包括核电在内的非化石燃料占一次能源消费的比重目标，在 2015 年为 12%，到 2019 年已提升到了 15% 以上。一位学者表示，到 2025 年，这一比重目标有可能提高到 18%。

作为促进可再生能源利用的具体措施，中国将设立可再生能源使用交易市场，它将与碳排放交易机制相似。后者规定，企业的二氧化碳排放量超过国家规定的上限后，就需要从其他企业购买排放额度。

“十四五”规划将设立有关温室气体排放的强制性目标。一个典型例子就是控制煤炭消费。据中国国家统计局的数据，2018 年中国煤炭消费量约为 39 亿吨，相比 2013 年的峰值下降不少。即便如此，煤炭占一次能源消费比重仍达 55%。有分析认为，到 2025 年上述比重将降至 50% 以下。

价格低廉、国内储藏丰富的煤炭也是战略物资。官方机构预计，今后 10 年里年均煤炭消费量为 30 亿至 35 亿吨。不过，在提供同样热量的情况下，煤炭的二氧化碳排放量比液化天然气高出八成。把煤炭作为主要能源继续使用下去，对于“努力争取 2060 年前实现碳中和”非常不利。

中国国家电网麾下的国网能源研究院估计，到 2050 年中国的二氧化碳排放量仍高达 62 亿吨。中国必须采取根本性政策，在增加植被对二氧化碳吸收量的同时，控制二氧化碳排放量较高的煤炭的消费。（王晓）

## 四川十年间污染源有哪些变化？

### 废气重点行业企业呈减少趋势，污染治理设施数量增长了十三点七倍

中国环境报 2020.10.13

“截至 2017 年底，四川省各类污染源数量是 137710 个（移动源不计入），其中与 2007 年的‘一污普’相比，废气重点行业企业呈减少趋势，集中式污染治理设施数量增长了 13.7 倍，年均增长率为 30.01%。”近日，四川省人民政府公布了全省第二次全国污染源普查情况。

#### 颗粒物排放量降低 20.2%

记者从现场获悉，从 2007 年第一次全国污染源普查到 2017 年，10 年里四川蓬勃发展，工业经济和社会人口结构，包括污染源的类型、分布、规模和性质等都发生了巨大变化。

总体来看，四川省各类污染源数量是 137710 个（不包括移动源）。其中，工业源 70803 个，畜禽规模养殖场 14911 个，生活源 48272 个，集中式污染治理设施 3512 个。全省机动车保有量 1492.37 万辆，工程机械保有量 18.5 万台，农业机械柴油总动力 2825.73 万千瓦，铁路内燃机车燃油消耗量 1.79 万吨，民航起降架次 33.71 万次。

全省废水排放量 32.4 亿吨，其中，工业废水 4.66 亿吨，占废水排放量的 14.2%，与 2007 年相比下降了 44.1%。全省化学需氧量排放 116.36 万吨，降低 3.81%；氨氮排放 5.91 万吨，降低 40.42%；总磷排放 1.58 万吨。此外，城镇生活污水排放量增长了 83.7%。“主要原因是四川省过去 10 年城镇常住人口大幅增加了 45.8%。”四川省生态环境厅党组成员、副厅长李岳东介绍说。

全省二氧化硫排放 26.37 万吨，与 2007 年相比降低了 65.1%；氮氧化物排放 64.71 万吨，颗粒污染物排放 65.20 万吨，颗粒污染物排放量与 2007 年相比降低了 20.2%。据李岳东介绍，大气污染物大幅下降，主要得益于四川近年来加大了生态环境保护工作力度，强化了污染治理，“如脱硫设施由‘一污普’的 471 台增长到 3718 台，除尘设施由 5312 台增长到 43778 台。”

#### **污染治理设施数量增长 13.7 倍**

时隔 10 年，四川的污染源状态呈现出新的特点。

行业分布上，非金属矿物制品业，农副食品加工业，酒、饮料和精制茶制造业，家具制造业和金属制造业等 6 个行业占全省工业污染源总数的 49.37%。与 2007 年的“一污普”相比，废水排放重点行业企业呈增加趋势，黑色金属冶炼企业数量减少 46.10%，造纸、化学原料及化学制品制造业和石油加工炼焦等工业数量均有所增加。

值得注意的是，全省废气重点行业企业呈减少趋势，集中式污染治理设施数量与 2007 年“一污普”相比大幅增长，达 13.7 倍，年均增长率为 30.01%。与 2007 年“一污普”相比，全省钢铁企业减少 46.10%，水泥企业减少 61.21%，火力发电企业减少 37.93%。

“‘十三五’以来，四川省认真贯彻落实国家相关政策，通过结构调整，深入推进钢铁、水泥化解过剩产能工作，部分产能和企业退出了市场，很多大气污染的企业都呈加速退出的态势。同时，‘二污普’增加了农村污水处理设施和简易垃圾处理厂的普查，也说明四川省推进城镇及农村污水处理设施建设取得了明显进步。”李岳东分析。

#### **严把质量关，确保数据高质量、低差错**

普查数据的质量是普查工作的生命线，也是生态环境质量持续改善的关键所在。而四川省在国家污普办组织的对各省的核查中是差错率较低的，面对如此庞大的数据量，四川是如何确保每一个数据全面、真实、准确的？

“为严把质量关，四川省、市、县三级政府和全省所有的普查对象，都建立了严密的工作机制，落实了工作细则和管理技术规范，对数据的产生、记录、汇总、审核等均严格把关。”李岳东说。

实践中，四川省坚持普查工作质量的全过程管理，做到“谁填报、谁负责”“谁审核、谁负责”“谁签字、谁负责”，普查全过程可追溯，还委托了第三方机构对全省21个市（州）入户调查的质量进行全过程的跟踪监督和检查评估。

同时，为全面提升数据质量，四川省还组织开展了普查对象自查、普查员现场普查、普查指导员现场复核，县市区全面审核、市上集中审核、省上抽查复核，最后由生态环境部最终会审。

### 全方位利用，将普查成果效益最大化

普查的最终目的在于结果运用，这次污染源普查产生了大量有价值的信息。据了解，四川省将以这次普查数据为基准，对近年的有关污染物排放数据做一些更新调整，加强总量减排、污染防治、环境管理等方面的科学研究，为污染防治攻坚、生态环境保护、生态文明建设提供有力的支撑。

“具体来说，一方面，要加快构建‘5+1’产业体系，加快节能环保装备产业发展，进一步依法依规坚决淘汰落后产能，按期完成工业园区集中污水处理设施建设，从源头上减少污染排放。”李岳东说。

另一方面，要切实推进生活污水收集处理补短板强弱项，做好城镇生活污水处理提质增效，积极推动生活垃圾分类立法，加快城乡生活垃圾分类系统建设，加快推行城镇污水和城乡垃圾处理设施专业化运维，推进设施运行监管平台建设。

此外，四川省将以现代农业“10+3”产业体系为着力点，积极打造种养结合示范区，建设高质量、高标准的现代农业园区，确保今年年底，全省畜禽粪污综合利用率达到75%以上，全面提高四川省畜禽养殖废弃物处理和资源化利用水平。（温宗萍 王小玲）

## 云南省第二次污染源普查公报显示 10年来治污设施建设进步巨大

中国环境报 2020.10.13

**本报记者蒋朝晖昆明报道** 记者近日从云南省人民政府新闻办公室召开的云南省第二次全国污染源普查公报新闻发布会上获悉，云南省已圆满完成普查各项工作任务，普查成果除广泛应用于污染防治攻坚战，还将为“十四五”生态环境保护、污染防治提供基础支撑，为生态环境保护综合决策提供技术支撑。

云南省生态环境厅党组成员、副厅长杨春明介绍，省生态环境厅、省统计局、省农业农村厅等15个单位和部门与全省各地、各部门和各级普查机构共同努力，历时近3年，圆满完成了第二次全国污染源普查各项工作任务。云南省第二次全国污染源普查对工业源、农业源、集中式污染治理设施、生活源、移动源等五大污染源开展普查，其中，对5万余个生产活动单位和个体经营户进行了全面调查，摸清了全省各类污染源的数量、行业和地区分布及主要污染物产生、排放和处理情况，建立健全了重点污染源档案，实现了预期目标。



杨春明介绍，普查的成果主要体现在6个方面：摸清了全省各类污染源的基本情况，各类污染源的数量、结构和分布状况；掌握了各类污染物的排放情况；建成了云南省污染源普查的“一个库”“一张图”；提升了云南污染源管理信息化水平；培养锻炼了一批具有生态环保铁军精神的业务骨干；进一步提高了全民生态环境意识。

普查结果显示，与2007年第一次开展的全国污染源普查相比，10年来，云南省污染治理设施建设取得了巨大进步。工业企业废水处理设施数量增长1.39倍。工业企业脱硫、除尘等设施数量分别增长6.68倍、2.12倍。城市基础设施建设成效显著，城镇污水处理厂的数量增加了4.67倍，处理能力增加了2.58倍，实际污水处理量增加了2.93倍；生活垃圾处置厂增加了95座，其中，垃圾焚烧厂的数量增加了45个，焚烧处理量增长了119倍，焚烧处理量比例由2.07%提高到了34.2%。危险废物集中利用处置厂增加了14个，设计处置能力增加了88798吨/年，增长7倍。集中处置利用量增加了37959吨，增长12.3倍。

据介绍，普查成果当前已经广泛应用于污染防治攻坚战，同时为“十四五”生态环境保护和污染防治提供基础支撑。另外，普查成果还将为生态环境保护综合决策提供技术支撑。

## 英媒文章：中国碳中和承诺为什么重要

参考消息 2020.10.15

【英国《金融时报》网站10月13日文章】题：中国现在必须就净零承诺采取行动（作者 约翰·波德斯塔 戴维·桑达洛）

中国国家主席习近平上个月在联合国大会上承诺中国将努力争取2060年前实现碳中和。那距离现在还有40年时间，是人类平均寿命的一半多。那么，在我们今天已经看到周围都是由气候变化带来的灾难性影响之际，中国的承诺真的很重要吗？

简单地回答，是的。习主席的表示是全球应对气候变化方面向前迈出的出奇重要的一步。它有可能帮助中国和全世界大幅减少温室气体排放。

但这项承诺必须伴随短期减排才有意义。

中国是世界上最大的温室气体排放国。去年，中国的排放约占全球排放总量的27%，超过美国、欧洲和日本的总和。

中国的各项气候政策存在明显反差。一方面，中国的煤炭消耗量超过世界其他国家的总和。2020年上半年，中国当局批准了许多新燃煤电厂的建设。

然而，中国在太阳能、风能和电动汽车使用方面居于世界领先地位。中国的能源效率政策雄心勃勃、非常成功。中国领导层中没有已知的否认气候问题者。

那么北京的承诺为什么重要？

首先，这意味着中国的能源系统会发生巨大变化。去年，中国有85%以上的一次能源来自煤炭、石油和天然气，它们都会产生二氧化碳。“碳中和”要求由这些燃料几乎完全过

渡到清洁能源，比如太阳能、风能、水力和核能。它要求由余留的化石燃料使用所排放的二氧化碳得到捕获并得到永久储存或抵消。

第二，长期目标是中国政治文化的组成部分。一项 2049 年目标已经在影响政策制定。北京目前正在制定第十四个五年规划。中国的长期规划能力远远超过其他许多国家。

第三，这些声明将在未来几年左右中国体制内的决策。

最后，习主席的承诺向世界各国传递了一条讯息。世界第一大排放国已经宣布，它将在某个日期之前实现碳中和。世界各国政府将感到压力并受到鼓舞，从而效仿中国。

中国哲学家老子曾说：“千里之行，始于足下。”未来几个月，中国将有若干次机会迈出脚步，包括在“十四五”规划（2021 年至 2025 年）和中国根据《巴黎协定》提交的国家气候行动计划中。

40 年是一段漫长的时间。但如果中国政府现在开始走上一条以 2060 年实现碳中和为目标（如果全球雄心继续增强，这一目标的实现或将远远早于 2060 年）的严肃道路，那么这将为对抗气候变化做出重大贡献。

## 摸清中国生物质氮资源库潜力

中国科学报 2020.10.19

**本报讯（记者丁佳）**日前，中科院植物研究所研究员蒋高明团队揭示了中国生物质氮资源库及其替代化肥潜力，这项研究为我国高效生态农业发展提供了理论支撑。相关成果近日发表于《可再生与可持续能源评论》。

蒋高明研究组长期从事高效生态农业栽培模式和技术研究。为了探讨生物质氮库及其替代化肥的潜力，该团队以中国为例，统计了 2009 ~ 2018 年间 12 种生物质资源量，并详细计算了氮库。

科研人员发现，中国每年产生的生物质资源量（干重）约为 15.27 亿吨，动物尿液（湿重）约为 8.79 亿吨，共含有 2553 万吨纯氮，是全国农业栽培植物实际吸收化学合成氮的 4.12 倍，有机肥替代化肥潜力巨大。

生物质氮最大贡献者来自畜禽粪便和尿液（54.5%），其次是作物秸秆（22.9%），蔬菜废弃物（9.4%），酒糟、醋糟和酱油糟（2.3%），城市污泥（2.2%），园林废弃物（2.1%），城乡可降解生活垃圾（1.8%），果园废弃物（1.8%），渔业废弃物（1.6%），中草药渣（0.64%），菌棒（0.63%），屠宰场废弃物（0.13%）等。

蒋高明表示，近年来，中国大力推进农药化肥“零增长”行动，倡导用有机肥替代化肥，有机肥来源成为研究的热点问题之一。理论上，地球上所有光合产物及其衍生物，如作物秸秆、蔬菜废弃物、畜禽粪便、城乡可降解生活垃圾等均可作为有机肥原料替代化肥。然而，具体到某一地区或者某个国家，生物质资源量及生物质氮库容量及其替代化肥的潜力尚不清楚。

# 2050年二氧化碳减排目标任务艰巨

中国能源报 2020.10.19

## 核心阅读

一是制造业在国际产业价值链中仍处于中低端，产品能耗物耗高，增加值率低，经济结构调整和产业升级任务艰巨；二是煤炭消费占比较大，单位能源的二氧化碳排放强度比世界平均水平高，能源结构优化任务艰巨；三是单位GDP能耗依然较高，建立绿色低碳的经济体系任务艰巨。

日前，清华大学气候变化与可持续发展研究院（下称“清华气候院”）发布“中国长期低碳发展战略与转型路径研究”项目成果报告，这一研究成果揭示了我国在本世纪中叶实现碳中和目标的可能路径。该报告还针对“十四五”规划提出了多项建议，包括重点城市以及高能耗强度行业应制定十年达峰计划、严格控制煤电产能和煤炭消费总量反弹、完善全国碳市场建设等。

## 研究建议十年内碳排放达峰

据清华气候院学术委员会主任何建坤介绍，该研究由清华气候院组织、国内十几家主流研究单位共同参与，共设置了18个课题，研究论证了中国2050年实现与《巴黎协定》长期目标相契合的低碳发展目标和路径，同时为中国政府在2020年提交本世纪中叶低碳排放发展战略提供了技术支撑。

报告研究指出，随着经济发展、国内生态环境根本好转和国际影响力的提升，强化深度二氧化碳减排的目标导向将占据越来越重要的地位。

该报告提出了四种主要二氧化碳排放情景：一为政策情景，二氧化碳排放量预计将在2030年左右达峰，到2050年实现二氧化碳排放量降至90亿吨；二为强化政策情景，我国碳排放量将在2030年前实现达峰，到2050年碳排放量下降至约62亿吨；三为2℃温控目标情景，到2025年左右碳排放量实现达峰，在碳捕捉与封存技术（CCS）、生物质能源和碳捕捉与封存技术（BECCS）与农林业碳汇的支持下，届时人均碳排放量可控制在1.5吨左右；四为1.5℃温控目标情景，争取到2050年基本实现二氧化碳净零排放。

针对这一报告情景预测，何建坤指出，按照当前趋势以及强化政策构想，2050年我国尚不能实现与全球2℃温升控制目标相契合的减排路径，考虑到能源与经济体系惯性，我国也难以迅速实现2℃与1.5℃情景的减排路径。对此，他建议，我国长期低碳排放路径选择应是从强化政策情景向2℃温控目标情景和1.5℃温控目标情景过渡，力争2030年前尽早实现二氧化碳排放达峰，其后加速向2℃目标和1.5℃目标减排路径过渡。

## 我国碳减排挑战仍然巨大

尽管减排目标明确，但要达到目标仍有多座“大山”需要翻过。生态环境部气候变化事务特别顾问、清华气候院院长解振华指出，我国的低碳发展转型还存在巨大的发展空间和

发展潜力，同时也面临着巨大挑战。

解振华表示：“一是制造业在国际产业价值链中仍处于中低端，产品能耗物耗高，增加值率低，经济结构调整和产业升级任务艰巨；二是煤炭消费占比较高，目前占比仍超过50%，单位能源的二氧化碳排放强度比世界平均水平高约30%，能源结构优化任务艰巨；三是单位GDP能耗依然较高，为世界平均水平的1.5倍、发达国家的2-3倍，建立绿色低碳的经济体系任务艰巨。”

根据报告情景分析的数据，实现长期低碳转型目标的投资需要包括能源和电力系统、终端节能和能源替代等领域基础设施建设，同时也包括既有设施改造以及化石能源搁浅资产的成本，如果要实现2℃情景，总计投资需要达到127.24万亿元，而实现1.5℃情景总投资需求则高达174.38万亿元。

在清华气候院常务副院长李政看来，实现减碳目标、降低对煤炭等化石能源使用量，不仅是经济问题，更是社会价值导向的体现。“要降低煤电在电力结构中的占比，实际上是一种倒逼机制。当前能源转型也面临着基础设施转变周期长、可能引发社会不公平等问题，虽然转型障碍很多，但能源转型仍是为了照顾大多数人利益，目标应十分明确。”

### 技术支撑不可或缺

报告认为，要实现长期深度脱碳或碳中和目标，各个领域仍需要有突破性技术支撑：除需要进一步提高对需求侧管理和能效技术、新能源和可再生能源发电及热利用技术的关注外，还需要特别关注当前虽然尚不成熟但对深度脱碳可发挥关键作用的战略性技术。报告指出，大规模储能技术、智能电网技术、分布式可再生能源网络技术、能源互联网等技术都将是减排的重要推手。

另外，报告强调，CCS技术和地球工程技术也是实现深度脱碳的重要备选技术，在深度减排目标下，CCS技术可用于化石能源发电和煤化工及石油化工领域，实现化石能源利用的深度脱碳，同时BECCS技术则能在利用生物质燃料发电的基础上，实现二氧化碳捕集和埋存，进而做到二氧化碳负排放。

李政告诉记者，针对CCS技术，全球多国已经做了诸多研究，这一技术不论从理论、方法还是工程技术方面都已基本成熟。“CCS技术本身包含三个环节，二氧化碳捕捉与运输方面技术已基本成熟，目前挑战主要是降低成本。同时，地质研究也在不断推动二氧化碳埋存技术发展，所以，CCS前景可期。预期到2030年，第一代CCS将投入产业化使用，并开始第二代CCS技术示范，2035年则有望将低能耗CCS技术投入使用。”（李丽旻）

## 能源结构向深度“脱碳”转型

中国科学报 2020.10.21

仅30年，中国将从二氧化碳排放达到峰值过渡到碳中和。

日前，中国在第七十五届联合国大会上承诺，将提高国家自主贡献力度，采取更加有力

的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

这也是中国首次向全球明确实现碳中和的时间。美国《纽约时报》称：“中国若实现该承诺，将对减缓全球变暖作出重大贡献。”

值得关注的是，目前碳基能源仍然是我国能源结构的主体，化石能源的消费占比超过 80%，其中煤炭占比高达 55%。在此情况下，脱“碳”目标能否按期实现？挑战之余是否还有新的机遇？

“近年来，我国通过调整经济结构，推动可持续发展转型和整体创新，采取了一系列绿色发展举措，取得了良好的节能减排效果，有望在 2060 年前实现碳中和的目标。”欧洲科学院和发展中国家科学院院士、厦门大学讲席教授吕永龙在接受《中国科学报》采访时强调，我国还需进一步提升能源利用效率，推动能源结构转型，分阶段（短期和长期）实现目标。

### 未来使然 向“零”而生

碳中和也称净零排放。吕永龙解释道，碳中和是指企业、团体或个人在一定时间内从事生产和生活活动等过程中产生的温室气体排放总量，通过节能减排、植树造林、购买碳配额等形式而得到抵消，实现二氧化碳零排放。

为实现碳中和的目标，2015 年，全球 196 个国家和地区签署了应对气候变化《巴黎协定》，提出在本世纪下半叶实现温室气体净零排放的目标，并指出到本世纪末将全球气温升幅控制在工业化前水平 2℃ 以内，并为将气温升幅控制在工业化前水平 1.5℃ 以内而努力。

随着我国经济的高速发展，碳排放量也日渐增加。环境统计数据显示，2008 年我国二氧化碳排放总量约 65.5 亿吨，占全球总量的 22.29%；预计到 2030 年，我国温室气体排放量将达 128 亿吨碳，占全球总量的 30.5%，亟待能源转型和绿色发展。

在吕永龙看来，2060 年前实现碳中和的目标是对《巴黎协定》原定目标的提升，彰显了我国负责任大国的形象，对全球控制二氧化碳、构建命运共同体有重要影响。

实际上，近年来我国在低碳转型中已初步取得成效。2010 年，我国在哥本哈根气候变化大会上做出自主减排承诺：到 2020 年，单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 40% ~ 45%，非化石能源占一次能源消费的比重达到 15% 左右。

截至 2019 年底，我国碳强度较 2005 年降低约 48.1%，非化石能源占能源消费比重达 15.3%，均已提前完成我国向国际社会承诺的 2020 年目标。

此外，据生态环境部统计，2020 年我国可再生能源领域装机和发电量、投资、专利数连续多年位列全球第一，可再生能源投资连续五年超 1000 亿美元；2019 年规模以上企业单位工业增加值能耗比 2015 年累计下降超过 15%，节约能源成本约 4000 亿元。

### 调整结构 多管齐下

实际上，欧美等发达国家和地区从二氧化碳排放达到峰值到碳中和普遍有 50 ~ 70 年的过渡期，而我国从 2030 年达到峰值，再到 2060 年实现碳中和的过渡期只有 30 年。中国将于 2030 年后以平均 8% ~ 10% 的年减排率减排，速度和力度均超发达国家，挑战将更为严

峻。

近日，清华大学气候变化与可持续发展研究院院长解振华在“中国长期低碳发展战略与转型路径研究”成果发布会上指出，我国低碳发展转型面临三大艰巨挑战：一是在国际产业价值链中制造业仍处于中低端，经济结构调整和产业升级任务艰巨；二是煤炭消费占比高，仍超过50%，能源结构优化任务艰巨；三是单位GDP能耗仍然较高，为世界平均水平的1.4倍、发达国家的2~3倍，建立绿色低碳的经济体系任务艰巨。

对此，清华大学气候变化与可持续发展研究院学术委员会主任何建坤表示：“中国的碳中和目标，实际上是以实现1.5℃温控目标为导向的长期深度脱碳转型路径。”

为此，该研究提出了我国实现碳中和目标的可能路径：在2030年达到峰值前，将强化自主贡献目标（NDC）并不断加大减排力度；在2030年后显著加大减排力度，迅速向1.5℃目标所要求的减排路径靠拢。

这也意味着，该路径相比从最初就聚焦1.5℃目标开展减排的路径更为“陡峭”。未来我国煤基能源的可持续发展和能源转型挑战与机遇并存，业内普遍认为，能源转型将有两个重要方向：一是化石能源清洁低碳化，二是低碳清洁能源规模化。

在吕永龙看来，实现碳中和最重要的是调整能源结构和经济结构，降低化石能源占比，增加清洁能源，进一步挖掘能源潜力，提升能源利用效率。他还指出，实现碳中和需要更新节能减排技术，淘汰落后技术，采用绿色技术体系；要加强植树造林活动，提升自然生态系统服务功能；要改善生活方式，减少资源浪费，抑制过度消费。

北京交通大学轨道交通控制与安全国家重点实验室教授徐猛向《中国科学报》描述了交通领域的碳中和路线——建立低碳交通发展体系，落实绿色出行，加快实现碳中和。

首先，相关政府部门要落实碳足迹计算，针对交通领域产生的温室气体来源进行清查和数据搜集，掌握二氧化碳排放量化技术，是实现碳中和管理、构建低碳交通发展体系的基础。

其次，通过制定相关措施和技术创新，减少交通活动中所产生的碳排放。同时，构建碳中和市场，逐步实现碳中和。交通领域的排放者以自愿为基本原则，通过购买碳减排额的方式实现碳排放的抵消，通常由买方（排放者）、卖方（减排者）和交易机构（中介）三方来共同完成。

最后，要建立低碳交通发展体系。通过碳足迹的定量化、减少碳排放的管理措施、碳中和市场的建立以及相关评价体系的建立，逐步建立低碳交通发展体系，加快实现碳中和。

### **抓住机遇“和”气生“财”**

世界气象组织总干事佩特里·塔拉斯在日内瓦接受媒体采访时表示：“中国正在摆脱煤炭能源、使用太阳能等清洁能源、大范围推广电动汽车，这些是缓解气候变化危机的行动，同时也会带来经济效益。”

据《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》报告预测，实现1.5℃目标导向转型路

径，需新增投资约 138 亿元，超过每年 GDP 的 2.5%，能源系统转型将带来新的经济增长点和新的就业机会。

吕永龙认为，碳中和的目标对我国而言既是挑战，也是机遇。“要盯紧全球市场，力争节能减排技术体系走在国际前列。此外，从长远出发，要开展前瞻性研究，真正实现原始创新，注重科技创新与工贸相结合。”

徐猛指出：“交通领域的节能减排技术往往涵盖多个领域，除了‘互联网+交通’等交通新理念和新业态有助于交通领域的节能减排外，当前已有诸多技术运用于交通领域，例如新能源汽车的新电池技术、交通枢纽（如车站、机场、港口等）采用回/排风机变频技术实现空调系统节能、列车节能减排系统、交通运营设备的混合动力改造等。”

“绿色节能的交通工具将实现动力系统、能源管理系统、绿色驾驶辅助系统和替代动力燃料系统等的集成，实现真正的零排放出行。新的交通管理和服务理念将影响人们的出行，交通出行将变得智慧有序，交通系统的效率将得到提升。”徐猛说。

实际上，为加快实现碳中和，2019 年生态环境部发布的《大型活动碳中和实施指南（试行）》就提出，大型活动组织者应通过购买碳配额、碳信用的方式或新建林业项目产生碳汇量的方式抵消大型活动实际产生的温室气体排放量；鼓励优先采用来自贫困地区的碳信用或在贫困地区新建林业碳汇项目。

“碳中和相关政策的制定要从能源战略出发，注重政策的延续性，还要进一步加强国际合作，因为碳中和的实现需要全球各国的共同努力。”吕永龙强调说。（田瑞颖）

## 全球海底微塑料污染或达 1400 万吨以上

### 人类该如何应对海洋微塑料污染？

中国环境报 2020.10.19

近日，澳大利亚联邦科学与工业研究组织发布一项新的研究成果：据估算，世界海洋底部可能有至少 1400 万吨直径小于 5 毫米的塑料碎片，其重量可能是漂浮在海洋表面的塑料碎片的 30 多倍。深海就像一个“水槽”，汇聚着大量微塑料。

塑料给人类生活带来了极大便利的同时，白色污染也在持续增加，部分塑料垃圾通过多种渠道进入海洋，形成海洋微塑料，直接或间接地给海洋生态环境带来危害。人类该如何应对海洋微塑料污染？

#### 海洋微塑料分布广泛，危害颇多

海洋微塑料是海洋垃圾的一种特殊形态，通常是指粒径在 5 毫米以下的塑料颗粒，包括碎片、薄膜、纤维等。由于微塑料体积小，部分可达微米乃至纳米级，对海洋生态环境有很大危害，因此也被称为“海洋中的 PM2.5”。

海洋微塑料体积小，但吸附污染物的能力很强。例如，如果海洋环境中存在多氯联苯、双酚 A 等持久性有机污染物，一旦微塑料和这些污染物相遇，正好聚集形成一个有机污染

球体。微塑料相当于成为污染物的坐骑，二者结合起来可以在环境中到处游荡。

微塑料部分来源于塑料制品，本身释放着有毒有害物质，对海洋环境造成直接危害。同时微塑料容易被海洋生物吞噬，在海洋生物体内蓄积，危害海洋生物安全，危害海洋生态系统的稳定。

更令人担忧的是，海洋微塑料不仅存在于海洋，而且有可能通过海洋食物链传递，最终进入人体。研究表明，部分金枪鱼、龙虾等海洋生物体内均检测到微塑料的存在。

虽然目前尚未证实微塑料对人体健康存在哪些确切的危害，但值得警惕的是，微塑料能进入血液、淋巴系统甚至肝脏，肠道中的微塑料也可能影响消化系统的免疫反应，最终危害人类健康。

### **微塑料存在形式多样，生成机制复杂**

海洋垃圾和海洋微塑料污染问题广受社会关注。生态环境部海洋生态环境司副司长霍传林认为，从海洋垃圾的角度来讲，塑料垃圾是海洋垃圾里面占比最大的，大概在 80% 左右。

目前，微塑料根据来源可分为初生微塑料和次生微塑料两大类。初生微塑料是指经过河流、污水处理厂等排入海洋环境中的塑料颗粒工业产品。次生微塑料是由大型塑料垃圾经过物理、化学和生物过程造成分裂和体积减小而成的塑料颗粒。

环境中的微塑料肉眼难以看到，但这些不同来源的塑料经过物理、化学、生物等层层分解，由大变小，由小变微，几乎遍布全球。据有关专家表示，如果放任海洋塑料污染的问题持续下去，预计到 2050 年，海洋中塑料的总重量将超过鱼类总和，全球 99% 的海鸟都会误食塑料制品，“最终损害的是人类和海洋”。

### **确保源头减量，加强全球共治**

我国是塑料生产大国，但并不是塑料垃圾和海洋微塑料污染大国。2019 年的监测数据表明，我国近海表层水体微塑料含量处于中低水平。这一结果的取得既离不开我国政府长期的高度重视，也离不开相关部门的共同努力。

为了科学地应对微塑料污染，我国自 2007 年正式启动了海洋垃圾监测工作，并于 2016 年将海洋微塑料纳入监测范围，2017 年首次将海洋微塑料监测范围扩大至大洋和极地领域。

生态环境部针对海洋垃圾和微塑料的治理，采取了源头减量、替代使用、加强回收、开展治理等一系列活动。今年以来，国家发展改革委、生态环境部等多部门先后印发了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》等政策文件，对禁塑限塑阶段性任务提出了明确要求。

减少塑料垃圾，遏制微塑料的扩散，是人类不可推卸的共同责任。霍传林表示，海洋微塑料与海洋垃圾既要协同治理，又要作为全球的问题一起来解决。中国一直坚持同世界各国一道，深度参与全球海洋垃圾和微塑料的污染防治。未来，生态环境部将结合法律法规的修订，强化自身职责，共同推动海洋塑料垃圾和微塑料污染的治理，共同守护碧海蓝天。（李茹玉）



## 科学家提出海洋碳储存新方法

中国自然资源报 2020.10.23

【世界经济论坛官网 2020 年 10 月 15 日消息】海洋目前吸收的人为二氧化碳排放量不到 1/3，这导致海洋酸化程度上升、牡蛎和珊瑚等生物难以生存。科学家们研发出一些新的海洋碳清除方法，同时不会增加海洋酸化程度。第一种是生物方法，利用光合作用的能力捕获二氧化碳。这可促进恢复盐沼、红树林和海草等沿海蓝碳生态系统，增加沿海沉积物中碳的储存量。预计到 2050 年，沿海蓝碳生态系统的碳去除潜力约为每年几亿吨。第二种是化学方法，提高碱度，向海洋添加不同类型的矿物质，与溶解的二氧化碳反应并将其转化为溶解的碳酸氢盐，从而使海洋在海洋与空气交界处从空中吸收更多的二氧化碳。第三种是电化学方法，以溶解的碳酸氢盐形式存储碳。与化学方法不同，电化学方法通过在海水中的电流来实现，可产生有价值的氢气或浓缩的二氧化碳，用于工业用途或存储。

## 我国加速推进碳减排

### 碳排放达峰行动将纳入中央生态环保督察

人民日报 2020.10.29

10 月 28 日，生态环境部举行例行新闻发布会，介绍了我国推进碳减排工作的相关情况。

“我国实施积极应对气候变化国家战略，将碳强度下降作为约束性指标纳入国民经济和社会发展规划，采取了调整产业结构、优化能源结构、节能提高能效、推进市场机制建设、积极增加森林碳汇等一系列政策措施。”生态环境部应对气候变化司司长李高表示，截至 2019 年底，我国碳强度较 2005 年降低约 48.1%，非化石能源占一次能源消费比重达 15.3%，提前完成了我国对外承诺的 2020 年目标。

我国可再生能源领域专利数、投资、装机和发电量连续多年稳居全球第一，风电、光伏的装机规模均占全球 30% 以上。中国的可再生能源发展降低了全球可再生能源的价格，为促进全球可再生能源的发展产生了巨大推动作用。

仅 2016—2019 年，我国节能提高能效工作的效果，相当于减少二氧化碳排放 14 亿吨。在建筑领域，绿色建筑占城镇新建民用建筑比例达到约 60%。

2010 年以来，我国新能源汽车以年均翻一番的增速增长。在应对气候变化过程中，协同减少了二氧化硫、氮氧化物等大气污染物排放，推动了大气环境的改善。

碳市场建设试点先行，有序推进。李高介绍，截至今年 8 月，北京等试点省市碳市场共覆盖钢铁、电力、水泥等 20 多个行业，接近 3000 家企业，累计成交量超过 4 亿吨，累计成交额超过 90 亿元，碳排放总量和强度保持双降趋势。

此外，我国将持续部署开展碳排放达峰行动。李高说：“达峰行动有关工作将纳入中央生态环保督察，并对各地方进展情况开展考核评估。”（寇江泽）

# 世界进入脱碳大竞争时代

参考消息 2020.10.29

【《日本经济新闻》10月27日报道】题：世界进入脱碳大竞争时代

菅义伟首相26日提出了温室气体净零排放的目标，在制订具体计划方面走在前面的是欧盟和中国。除可再生能源和节能外，氢社会的实现是关键。各国举官民之力推进的技术开发竞争日益激烈。

国际能源署（IEA）10月发布的报告指出，为了到2050年达到世界温室气体净零排放，必须在2030年前达到以下几点：二氧化碳排放量比2010年减少45%；电力部门二氧化碳排放量比2019年减少60%；可再生能源在电力供应中所占比例由2019年的27%上升至60%；2030年在售汽车一半以上是电动汽车（EV）。

以上几点实行难度都比较大。

IEA还提议改变个人行为，鼓励两成劳动者每周在家办公三次以上，将汽车时速下调7公里，将冷暖气的设定温度减低3摄氏度，将3公里以内的汽车出行改为骑自行车或步行。

## 欧盟探讨推出“碳边境税”

欧盟提出2050年温室气体净零排放，之前设定了到2030年温室气体排放比1990年减少40%的目标，讨论进一步上调目标至“减少55%”。在2030年前主要是普及可再生能源和节能等，2030年以后则寄希望于新技术发挥作用，主要是氢技术。

空中客车公司首席执行官纪尧姆·福里充满信心地说道，在商用飞机领域，这是一个历史性的时刻。9月，空客宣布在2035年之前实现以氢为燃料飞机的商用化。全世界飞机的二氧化碳排放量约占2%。如果飞机实现以氢为燃料，则温室气体排放量接近零。

欧盟7月创建欧洲清洁氢能联盟，推进官民研发和基础设施建设。欧盟委员会执行副主席弗里斯·蒂默曼斯将氢称为“新能源界的摇滚明星”。欧盟认为，2050年氢在全球能源需求中担负的比例将达到24%。

氢等新技术成本较高，目前欧洲企业可能在竞争力方面陷入不利。在环保政策较宽松的国家生产出的低价产品可能流入欧洲，为了防范这一风险，欧盟探讨推出“碳边境税”。其内容是，对环保对策不充分的国家的产品加征事实上的关税。此举旨在缓解欧洲企业的不安心理。欧盟认为有必要确保公平的竞争条件，最迟在2023年前实行碳边境税政策。

## 中国向碳中和目标迈进

中国国家主席习近平9月在联合国发表讲话，强调努力争取碳中和。虽然这只是一个努力目标，但其他国家的政府相关人士都对设定这样的目标感到惊讶。

中国是二氧化碳排放量最大的国家，占世界总量的近三成。但中国积极引进可再生能源，是世界最大的电动汽车市场。据IEA统计，2019年中国市场电动汽车销量占世界总销量的54%。中国太阳能发电量2018年占世界的32%，是日本所占份额的近三倍。

26日开幕的十九届五中全会将制订“十四五”规划，有人认为，“十四五”规划将把非化石燃料占一次能源消费比重目标值由15%上升至18%。

作为具体措施，将建立可再生能源“利用业绩”的交易市场。就是跟温室气体排放量交易类似的机制。完不成中央政府所规定的可再生能源利用目标的电力零售企业等可以向已完成目标的企业购买“利用业绩”。

中国也将加快氢社会的实现。中国政府9月取消对燃料电池车（FCV）的销售补贴制度，引进对核心技术研发企业发放奖励的制度。燃料电池车技术难度较大，政府认为当前有必要对技术开发提供直接的财政援助。

2020年9月，北京市新设大兴国际氢能示范区，建立氢能基础设施，提高拥有核心技术的厂商的技术实力。

### 日本力保环保大国地位

日本将如何实现计划呢？首先增强输电网，为了弥补可再生能源输出功率不稳定的缺点，出动财政支持完善大容量蓄电池量产机制。

日本还计划，在2030年前在全国建设海上风力发电设施，确保相当于10个核电机组的1000万千瓦发电容量。政府还探讨出台促进减少低效率设备的措施，如对火力发电企业设定发电效率目标。

关于2018年度发电量仅占6%的核电站，经济产业相梶山弘志表示，今后10年将全力推动核电站重启。不过，重启核电站面临的门槛较高，除非新建核电站，预计日本到2030年核电在电力结构中所占比重最高只有15%左右。

日本一直以来因出色的节能和电池技术在环保领域备受好评，不过，中国和欧洲的飞跃发展大大动摇了日本地位。世界竞相实现温室气体净零排放的背景下，日本的未来取决于能否进行技术革新。

在“脱碳社会”中成为竞争力源泉的是可再生能源和蓄电池技术。有望实现革新的技术萌芽已经出现。问题是如何发展相关技术。

在可再生能源中，可以将无穷无尽的太阳光转化为电的太阳能电池的升级必不可少。屋顶上安装的普通太阳能电池将太阳光转化为电的效率一直停滞不前。不过，专家认为，可以实现突破极限的太阳能电池。

2019年秋，文部科学省科学技术学术政策研究所分析称，到2036年，能量转换效率超过50%的太阳能电池可以实现实用化。新太阳能电池开发急速进展。钙钛矿型太阳能电池生产成本低，厚度较小，可以覆盖较难安装传统太阳能电池的建筑物墙面和曲面，太阳能电池安装面积可能得到飞跃性增长。

人们长期以来没有积极利用可再生能源太阳能和风力发电，是因为受气象条件影响，发电量会发生变化，可能停电等。如果有大容量蓄电池，则可以存储多余的电量，在必要的时候进行利用。一直以来依赖火力发电的世界将发生很大变化。

支撑可再生能源普及的是蓄电池。以电动汽车为例，通过采用各种方法，一次充电可以持续行驶 500 多公里的电动汽车终于开始出现。2030 年实用化的新一代蓄电池需要具备一次充电可供汽车持续行驶 1000 多公里的功能。

如果要追求多样化发电能源，则有必要在本世纪 40 年代实现安全小型核反应堆实用化。在新一代核能技术方面，欧美中也在开展竞争。被指提高了安全性的核聚变发电技术有望在 50 年代实现实用化。欧日中等在法国推进联合研发。

也应该对回收二氧化碳的技术进行总动员。世界各国企业的研发不断取得进展，可能到 30 年代，从空气中提取二氧化碳并作为化学原料等进行再利用将成为理所当然的技术。

地球变暖给产业界带来的一个威胁是，仅一个技术革新就会导致此前的胜负格局发生变化。日本此前一直在节能和可再生能源方面领先世界，但随着脱碳社会的进展，市场转眼被中国和欧洲夺走。如果不把 2050 年温室气体净零排放目标视为良机，则日本不可能重回环保大国地位。

## 英国环境治理经验对我国的几点启示

中国环境报 2020.10.26

英国是典型的“先污染、后治理”国家。历经 160 多年治理，有效控制了环境污染，成为环境治理的典范。2019 年英国二氧化碳排放量约为 3.54 亿吨，比 2018 年下降 2.9%，碳排放量降至 1888 年的水平。治污技术与产业“联姻”铸就环保治理高效的传奇。

目前，我国具有以重化工业为主的产业结构和以燃煤为主的能源结构，环境治理处于压力叠加、负重前行的关键期，借鉴英国经验，促使环保技术与产业的深度融合，有助于我国环境治理水平提升。

### 英国环境治理技术的主要经验

工业革命时期，英国加快技术研发与产业深度融合，形成了政府投资、技术支撑、产业联动的治理格局，筑牢了环境治理的支撑点。

政府持续加大投资推动环保技术研发。据 2019 年日本科学技术振兴机构发布《主要国家研究开发战略报告》显示，英国用来支持环保技术的研发经费自 2000 年以来一直呈增长趋势。英国政府通过基金的方式来弥补公共部门研究机构自身的技术转移在市场发展的不足。2001 年，英国建立了由政府投资、按企业方式运作的碳基金非营利组织，旨在帮助企业排除低碳生产模式转变过程中所面临的技术、经济和管理障碍。对具有市场前景的低碳技术进行商业投资，帮助其扩宽市场。

经过近百年的技术研发，英国企业在低碳、能源效率和可再生能源技术等领域形成自身优势，特别是碳捕获和储存技术开发方面不断取得新进展，在清洁技术、水处理等领域也形成环保产业新的增长点。英国通过政府对环保企业注入强大资金流，奠定技术创新与产业融合的先发优势，实现了企业转型升级与技术市场化的共生共荣。

以技术革新节约能源缓解污染排放。英国工业化早期，煤烟过度排放是造成环境污染的首要因素。为解决用煤污染难题，英国加速环保产业技术改造，利用清洁能源技术，大力发展低碳经济。为降低煤炭污染，英国创新选煤技术和矿井开采技术，不断尝试技术革新，提高生产效率。比如，使用鼓风机作为气流的高炉，每生产1吨铁需要的煤炭从2.5吨降低到1.9吨，大大减少了煤的使用量。

总之，英国通过加大能源的利用效率、温室气体的净化等领域的科技创新，走出一条环保治理新路子。

全力打造集团化环保技术推广模式。英国工业化后期，为确保本国环保技术价值的利益最大化、实现技术的商品化，英国构建了完备的技术推广转移体系。1949年英国建立了国家研究开发公司，负责对政府资助下的研究成果进行技术商品化推广。1981年，英国将国家研究开发公司与国家企业联盟合并，更名“英国技术集团”，主要为英国大学、研究委员会以及政府研究机构创造的新科技和工程产品及工艺提供财政资助，促进其技术开发。目前，此机构已经私有化并上市，成为世界上最大的专门从事技术转移的科技中介机构之一。

同时，为破解曾经先进的技术因授权延误而导致有可能过时或被新技术取代的难题，英国加快了专利申请审批进程，有力保护了申请人技术发明权益和研发积极性。

另外，1995年，英国政府在《英国竞争白皮书》提出组建环保市场局，旨在协调英国的环保产业与市场，帮助英国环保产业全方位进入国际市场。

英国通过持续环保技术的有效推广应用，从市场的实际需要挑选技术项目，并通过最有效的手段将技术推向市场，对控制大气污染和环境保护起到了重要作用。

### **英国治理经验对我国的借鉴意义**

随着中央生态环保督察的强力推进、环境监管的不断收紧、标准政策的不断加严、各项污染防治攻坚行动的持续开展，我国环境治理对先进、适用的技术提出了更加迫切的市场需求。英国环保技术与产业融合的治理经验，对推动我国环境治理具有一定借鉴意义。

以高新技术促进产业结构转型，提高环境治理的收益。大力发展现代煤化工产业，力求形成环保产业带，以聚合多边资源，激发产业转型变革。引入第三方综合环境治理服务商，将污染治理工作分行业整体打包给“环保管家”，以市场招技术、引服务，培育行业环保治理龙头企业，改善企业各自为战的低效治污状况，提高环保治理的组织化水平。建立虚拟环保产业集群实验基地，将分散的高新技术企业按行业价值链整合，突破治污地域性限制，提高原材料、资本、技能、劳动力利用率。

推动技术革新，提升环境治理的效能。激励企业引进国外先进环保技术，尤其环保产业涉及的共性关键技术、前沿引领技术、现代工程技术。统筹推进企业技术创新，建立产业和企业融通的快车道，推动已有技术、正在开发的技术快速转化成生产力，增强环保产业造血能力。把数据赋能作为产业升级的助推器，推动人工智能与优势产业集群融合发展，加快推动传统环保装备制造的智能化、标准化。

加快搭建环保技术的增容平台，扩展环境治理的链条。搭建技术推广平台，解决企业转型升级技术的聚集问题。积极引导我国先进企业将成熟技术单独成立新的技术服务公司或建立扶持技术推广中介机构。利用平台把分散在不同区域、专注于不同技术的企业连接起来，实现链条拉伸和功能整合，为传统产业转型升级提供一体化技术改造方案，把先进企业的好技术推广出去，把国外的先进技术引进来，把现有技术进行再改造再提升，促进环保企业成长壮大。对仍使用我国拟淘汰类项目、落后产能、技术装备水平低于全国平均水平的生产线等的企业，实行节能环保的老树发新芽策略，实现企业集群转型升级。（卓成霞）

## “十三五”中国应对气候变化工作成效显著

中国科学报 2020.10.28

本报讯（记者李惠钰）10月21日，国新办举行“十三五”生态环境保护工作新闻发布会。生态环境部副部长赵英民在会上表示，“十三五”时期是我国生态环境质量改善成效最大、生态环境保护事业发展最好的五年。在这期间，中国积极实施应对气候变化国家战略，采取调整产业结构、优化能源结构、节能提高能效、推进碳市场建设、增加森林碳汇等一系列措施，应对气候变化工作取得显著成效。

赵英民表示，目前，我国温室气体排放已得到有效控制。全国单位GDP二氧化碳排放持续下降，基本扭转了二氧化碳排放总量快速增长的局面。截至去年底，碳排放强度比2015年下降18.2%，提前完成了“十三五”约束性目标。碳强度比2005年降低48.1%，非化石能源占能源消费比重达到15.3%，都已经提前完成了中国向国际社会承诺的2020年目标。

与此同时，我国重点领域节能工作进展顺利。中国规模以上企业单位工业增加值能耗2019年比2015年累计下降超过15%，相当于节能4.8亿吨标准煤。中国绿色建筑占城镇新建民用建筑比例达到60%，通过城镇既有居民居住建筑的节能改造，提升建筑运行效率，有效地改善了人居环境，惠及2100多万户居民。2010年以来，中国新能源汽车快速增长，销量占全球新能源汽车55%，全国公交车电动化比例也从2015年的20%提高到目前的60%。

此外，我国可再生能源也得到快速发展。“十三五”以来，可再生能源装机年均增长大约12%，新增装机年度占比超过50%，总装机占比稳步提升，成为能源转型的重要组成部分和未来电力增量的主体，其中风电和太阳能发电等新能源发展迅速，成为可再生能源发展主体。截至2019年年底，新能源装机在可再生能源总装机当中占比达到55.2%，常规水电和抽水蓄能稳步发展，水电总装机在可再生能源总装机中占44.8%。

赵英民表示，为加强对适应气候变化领域的指导，我国还在28个城市开展了气候适应城市试点工作，开展了第三批共六个省区81个城市低碳省市试点建设，强化应对气候变化和生态环境保护工作统筹协调，完成了全国应对气候变化工作机构改革和职能调整。

赵英民透露，“十四五”期间，生态环境部还将以生态环境高水平保护推动经济社会高质量发展，科学设定“十四五”生态环境保护规划目标、指标和重点任务，开展二氧化碳排放达峰行动，加快建设全国碳排放权交易市场。下一步将积极推进产业、能源、运输、用地四大结构调整优化，加强PM2.5和臭氧的协同控制，提升环境监测和执法监管能力。

## 危废转移环境管理办法修订草案征求意见

### 原则上不鼓励 跨省转移处置危废

中国科学报 2020.10.9

本报记者王玮北京报道 生态环境部研究起草的《危险废物转移环境管理办法（修订草案）》（征求意见稿，以下简称“征求意见稿”）近日向社会公开并征求意见。征求意见稿提出，原则上不鼓励跨省转移处置危险废物。

#### 合规委托责任是危废移出人的首要责任

据了解，1999年10月1日起施行的《危险废物转移联单管理办法》迄今已满21年，已不适应当前危险废物转移管理的需要。在该办法基础上公布的征求意见稿共六章35条，相比现行办法，增加了交通运输主管部门和公安部门的职责，明确了移出人、托运人、承运人、接受人的责任，细化了从移出到接受各环节的转移要求。

此次修订特别明确了危险废物转移相关方的一般责任。按照进一步落实产废单位主体责任的原则，移出人负有对危险废物的合规委托责任、如实填写转移联单、定期核对、如实备案及报告责任等。其中，合规委托责任是移出人的首要责任，移出人负责选择有资质的委托方。

危险废物托运人负责按照危险废物运输的相关要求，合规委托、明确危险货物相关信息、填写危险货物托运清单、核实承运人相关信息等责任。

危险废物承运人负责将承运的危险废物妥善地运输、交付给接受人，负有核对拟承运危险废物相关信息、安全运输、应急处置和报告等责任。

危险废物接受人负责对接收的危险废物以无害化方式进行利用处置，负有核对转移联单和接受危险废物的责任、合规利用处置责任、结果告知责任和如实记录及报告责任。

#### 允许同一单位使用同一联单在同一车船转移多类别危废

征求意见稿还明确了危险废物跨省转移审批的基本原则、程序及时限。

除针对全国统筹布局的特殊类别危险废物处置设施，省、自治区、直辖市之间开展区域合作的危险废物处置设施，以及企业集团内部共享的危险废物处置设施外，原则上不鼓励跨省转移处置危险废物。

征求意见稿提出，在网上实现危险废物跨省转移的申请、受理、商请、回复、批准等活动。其中，受理时限为5个工作日内；移出地应在受理后10个工作日内作出初步核准意见，同意转出的向接受地发出跨省转移商请函；接受地应在接到商请函之日起20个工作日内出

具是否同意接受危险废物的意见；移出地在接受地复函之日起 10 个工作日内作出批准决定。

运行危险废物转移电子联单是发展趋势，根据征求意见稿，危险废物转移应通过国家危险废物信息管理系统运行电子联单。删除了现行办法关于“每车、船（次）有多类危险废物的，应当按每类危险废物填写一份联单”的规定，允许同一单位使用同一份联单在同一车、船（次）转移多个类别的危险废物，以简化联单手续。

### **危废移出人与造成污染和破坏的受托方承担连带责任**

此外，针对通过管道方式运输危险废物的情形，征求意见稿规定移出人和接受人分别记录每天危险废物转移的种类、数量、形态和危险特性等信息，根据所在地生态环境主管部门的要求运行转移联单。

征求意见稿同时更新并细化了转移联单和运行等过程中出现违规行为的处罚措施，明确针对危险废物转移相关方一般责任的罚则，规定危险废物移出人与造成环境污染和生态破坏的受托方承担连带责任，明确构成犯罪的追究刑事责任的内容。

新修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定，危险废物转移管理应当全程管控、提高效率，具体办法由国务院生态环境主管部门会同国务院交通运输主管部门和公安部门制定。今年 8 月，生态环境部就征求意见稿征求了交通运输部、公安部的意见，并根据意见修改完善后于 10 月 21 日公布，征求意见稿截止时间为 2020 年 11 月 22 日。

## **危废企业注意了！新固废法划的这八条红线要知晓**

中国环境报 2020.10.30

新修订的《固体废物污染环境防治法》（以下简称新固废法）中涉及到六大类企业，主要包括产生危废的企业，经营危废的企业（包括医疗废物集中处置），产生工业固废的企业，生活垃圾和污水处理企业，电子产品生产企业以及电商、快递和外卖企业等。

其中，产生危废的企业，在新固废法中涉及到的责任最多，第六章专章对“危险废物”予以规定，从第 74 条到第 91 条，一共有 18 条，这是除了第二章“监督管理”（共 19 条）和第八章“法律责任”（共 23 条）之外，条款最多的章节，由此可知，产生危废的企业是生态环境主管部门固废监管的重中之重。

对于新固废法以及大气、水、土壤等生态环境保护法律法规中，对这些企业共性的责任要求，如环境影响评价、申领排污许可证、环保竣工验收、清洁生产审核等，不再赘述。本文将重点介绍新固废法对产生危险废物的企业需要注意的红线问题，涉及以下 8 个方面。

### **红线一▶▷不制定危废管理计划，最高罚 100 万元**

新固废法第 78 条规定，产生危险废物的单位，首先要按照国家有关规定制定危险废物管理计划；其次，危险废物管理计划应当报产生危险废物的单位所在地生态环境主管部门备案。危险废物管理计划的内容，应当包括减少危险废物产生量和降低危险废物危害性的措施以及危险废物贮存、利用、处置措施。



如果没有制定危险废物管理计划或者申报危险废物有关资料的，就要按照新固废法第 112 条对产生危废的单位进行处罚，即由生态环境主管部门责令改正，处 10 万 ~ 100 万元的罚款，没收违法所得；情节严重的，报经有批准权的人民政府批准，可以责令停业或者关闭。

#### **红线二▶▷不建立危废管理台账，最高罚 100 万元**

新固废法第 78 条规定，产生危废的单位，应当建立危险废物管理台账，如实记录有关信息，并通过国家危险废物信息管理系统向所在地生态环境主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

如果没有建立危险废物管理台账并如实记录的，就要按照新固废法第 112 条第（二）项对产生危废的单位进行处罚，即由生态环境主管部门责令改正，处 10 万 ~ 100 万元的罚款，没收违法所得；情节严重的，报经有批准权的人民政府批准，可以责令停业或者关闭。

#### **红线三▶▷将危废提供或委托给无证者造成严重污染环境后果，可能构成非法经营罪**

新固废法第 80 条规定，产生危废的单位，禁止将危险废物提供或者委托给无许可证的单位或者其他生产经营者从事收集、贮存、利用、处置活动。

如果将危废提供或者委托给无许可证的单位或者其他生产经营者从事经营活动的，就要按照新固废法第 112 条第（四）项进行处罚，即由生态环境主管部门对产生危废的单位处以所需处置费用 3 倍 ~ 5 倍的罚款，所需处置费用不足 20 万元的，按 20 万元计算。

造成严重环境污染后果，尚不构成犯罪的，还要按照新固废法第 120 条的规定，由公安机关对法定代表人、主要负责人、直接负责的主管人员和其他责任人员处 10 ~ 15 日的拘留；情节较轻的，处 5 ~ 10 日的拘留。

无危险废物许可证从事收集、贮存、利用、处置危险废物经营活动，严重污染环境的，根据“两高”办理环境污染刑事案件司法解释第 6 条的规定，按照《刑法》第 338 条“污染环境罪”定罪处罚；同时构成《刑法》第 225 条“非法经营罪”的，依照处罚较重的规定定罪处罚。

明知他人无危险废物许可证，向其提供或者委托其收集、贮存、利用、处置危险废物，严重污染环境的，根据“两高”办理环境污染刑事案件司法解释第 7 条的规定，以共同犯罪论处。

#### **红线四▶▷擅自倾倒或堆放危废后果特别严重的，最高刑期 7 年**

新固废法第 79 条规定，产生危废的单位，应当按照国家有关规定和环境保护标准要求贮存、利用、处置危险废物，不得擅自倾倒、堆放。

如果擅自倾倒、堆放危废的，就要按照新固废法第 112 条第（三）项进行处罚，即由生态环境主管部门对产生危废的单位处以所需处置费用 3 倍 ~ 5 倍的罚款，所需处置费用不足 20 万元的，按 20 万元计算。

造成严重环境污染后果，尚不构成犯罪的，还要按照新固废法第 120 条的规定，由公安

机关对法定代表人、主要负责人、直接负责的主管人员和其他责任人员处 10 ~ 15 日的拘留；情节较轻的，处 5 ~ 10 日的拘留。

非法排放、倾倒危险废物达到三吨（含三吨）以上的，则已经构成犯罪，按照《刑法》第 338 条“污染环境罪”定罪处罚，处 3 年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处罚金；后果特别严重的，处 3 ~ 7 年有期徒刑，并处罚金。

特别要注意的是，根据“两高”办理环境污染刑事案件司法解释，通过暗管、渗井、渗坑、裂隙、溶洞、灌注等逃避监管的方式排放、倾倒、处置危废的，或者二年内曾因非法排放、倾倒、处置危废受过两次以上行政处罚后又再犯的，都被认定为“严重污染环境”，即要按照《刑法》第 338 条“污染环境罪”定罪，处 3 年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处罚金；后果特别严重的，处 3 ~ 7 年有期徒刑，并处罚金。

#### **红线五▶▷未按规定填写转移联单最高罚 100 万元，擅自转移危废要行政拘留**

新固废法第 82 条规定，转移危险废物，要按照国家有关规定填写、运行危险废物电子或者纸质转移联单。如果是跨省转移危废的，要向危废移出地省级生态环境部门申请。移出地省级生态环境部门及时商经接受地省级生态环境部门同意后，在规定期限内批准转移该危险废物，并将批准信息通报相关省级生态环境部门和交通运输部门。未经批准的，不得转移。

如果没有按照国家有关规定填写、运行危险废物转移联单，或者未经批准擅自转移危险废物的，将按照新固废法第 112 条第（五）项进行处罚，即由生态环境主管部门责令改正，处 10 万 ~ 100 万元的罚款，没收违法所得；情节严重的，报经有批准权的人民政府批准，可以责令停业或者关闭。

未经批准擅自转移危险废物的，还要按照新固废法第 120 条的规定，由公安机关对法定代表人、主要负责人、直接负责的主管人员和其他责任人员处 10 ~ 15 日的拘留；情节较轻的，处 5 ~ 10 日的拘留。

#### **红线六▶▷运输危废需遵守危险货物道路运输安全管理规定**

新固废法第 83 条规定，运输危险废物，首先要遵守国家有关危险货物运输管理的规定，并采取防止污染环境的措施。其次，禁止将危险废物与旅客在同一运输工具上载运。

运输危险废物要遵守的国家有关危险货物运输管理的规定，即《危险货物道路运输安全管理规定》（交通运输部令 2019 年第 29 号），这个办法是交通运输部、工业和信息化部、公安部、生态环境部、应急管理部、市场监督管理总局等 6 部委，于 2019 年 11 月 10 日联合发布，自 2020 年 1 月 1 日起施行。《国家危险废物名录》中明确的在转移和运输环节实行豁免管理的危险废物，不适用该办法，由生态环境等主管部门依据职责管理。

如果在运输过程中沿途丢弃、遗撒危险废物的，将按照新固废法第 112 条第（十一）项进行处罚，即由生态环境主管部门对产生危废的单位处以所需处置费用 3 倍 ~ 5 倍的罚款，所需处置费用不足 20 万元的，按 20 万元计算。

如果将危险废物与旅客在同一运输工具上载运的，将按照新固废法第 112 条第（八）项进行处罚，即由生态环境主管部门责令改正，处 10 万 ~ 100 万元的罚款，没收违法所得；情节严重的，报经有批准权的人民政府批准，可以责令停业或者关闭。

### **红线七▶▷不制定意外事故防范设施和应急预案，最高罚 100 万元**

新固废法第 85 条规定，产生危险废物的单位，要制定意外事故的防范设施和应急预案，并向所在地生态环境主管部门和其他负有固体废物污染环境防治监督管理职责的部门备案。

如果没有制定危险废物意外事故防范设施和应急预案的，就要按照新固废法第 112 条第（十二）项进行处罚，即由生态环境主管部门责令改正，处 10 万 ~ 100 万元的罚款，没收违法所得；情节严重的，报经有批准权的人民政府批准，可以责令停业或者关闭。

### **红线八▶▷污染担责，造成重特大污染环境事故，负责人年收入 50% 要交罚款了**

本次修订的新固废法在第 5 条明确了“污染担责”原则，要求产生固废和危废的单位和个人，应采取措施防止或者减少固废和危废对环境的污染，对所造成的环境污染依法承担责任。

新固废法第 113 条规定，危险废物产生者未按照规定处置其产生的危险废物被责令改正后拒不改正的，由生态环境主管部门组织代为处置，处置费用由危险废物产生者承担；拒不承担代为处置费用的，处代为处置费用 1 ~ 3 倍的罚款。

新固废法第 86 条要求，因发生事故或者其他突发性事件，造成危险废物严重污染环境的单位，应当立即采取有效措施消除或者减轻对环境的污染危害，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向所在地生态环境主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

同时，在第 118 条明确规定，造成污染环境事故的，除依法承担赔偿责任、处以罚款、责令限期采取治理措施外，对于造成重大或者特大污染环境事故的，还可以报经有批准权的人民政府批准，责令关闭。

造成一般或者较大污染环境事故的，按照事故造成的直接经济损失的 1 ~ 3 倍计算罚款；造成重大或者特大污染环境事故的，按照事故造成的直接经济损失的 3 ~ 5 倍计算罚款，并对法定代表人、主要负责人、直接负责的主管人员和其他责任人员处上一年度从本单位取得的收入 50% 以下的罚款。（李静云）

## **专家共议二氧化碳捕集、利用与封存**

中国科学报 2020.10.15

**本报讯（记者张行勇）**近日，由西北大学、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司联合主办的“应对气候变化和二氧化碳捕集、利用与封存会议”在西安举行。

全球气候变化的本质是过度使用化石能源，二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）是国际公认的能够快速显著减少燃煤发电、煤化工等碳排放的技术解决方案。

与会专家报告指出，CCUS 技术是未来全球实现大规模减排的关键技术之一，大力推动这一技术，进一步打造一体化项目的落地运营，将是我国实现碳中和愿景的重要途径。而地处鄂尔多斯盆地的陕北地区具有开展大规模二氧化碳驱油的内在要求和巨大潜力。

据悉，西北大学联合国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、中国石油长庆油田分公司等单位，拟共同建设鄂尔多斯盆地 CCUS 设施。会上还成立了鄂尔多斯盆地 CCUS 设施科技委员会。

#### 四、太阳能

### 中外科学家合作破解钙钛矿稳定性难题

中国科学报 2020.10.9

本报讯（记者黄辛）复旦大学信息科学与工程学院詹义强、郑立荣和瑞士洛桑联邦理工大学团队合作，成功通过一种气相辅助生长方法研发了室温稳定的黑相甲脒铅碘钙钛矿（FAPbI<sub>3</sub>）材料，并且制备出了光电转换效率大于 23% 的高效稳定太阳能电池。近日，相关研究成果在线发表于《科学》。

金属卤化物钙钛矿因其卓越的光电性能和低温制备工艺得到了广泛关注，并被研制成太阳能光伏电池、发光二极管（LED）、激光器等。但此类材料的最大缺点是热稳定性差，严重制约了其实际应用。其中 FAPbI<sub>3</sub> 因其良好的热稳定性和接近理想带隙等特点而备受瞩目，然而其在室温下会从光活性的黑相转变成非光活性的黄相，进而造成材料降解及电池性能衰减。

研究人员深入研究了 FAPbI<sub>3</sub> 的相变机理，创新性地开发了硫氰酸甲基铵气相辅助生长技术。基于此项技术，能够在较低退火温度下（100℃）将 FAPbI<sub>3</sub> 从黄相完全转化为黑相，并保持长期稳定。在 500 小时、85℃ 的加热老化实验测试中，该黑相甲脒铅碘薄膜保持零衰减，呈现出卓越的热稳定性。

该低温制备的 FAPbI<sub>3</sub> 钙钛矿太阳能电池的效率超过 23%，并在最大功率点追踪 500 小时后依然保持原有性能的 90% 以上，体现了其超高工作状态稳定性。

此外，复旦团队采用全低温制备工艺还成功在 PET 基材上制备了效率高达 20% 的柔性太阳能电池，使得未来太阳能泛在利用成为可能，例如可以与建筑物、汽车车身等一体化集成。

实验测量表明，除了卓越的光伏性能，该材料也可以在低至 0.75V 的开启电压下实现电致发光，在未来大面积柔性显示、照明和可穿戴电子等领域也具有应用潜力。

专家表示，这项成果为钙钛矿材料在高效轻质光伏电池、新型 LED 和其他光电器件系统等方面的应用奠定了基础，对太阳能清洁能源的泛在利用、新型柔性大面积光电器件与系统，以及智能机器人自主供电等具有重要意义。

# 温宿建屋顶分布式光伏电站

## 利用供电所屋顶闲置空间

中国环境报 2020.10.13

本报记者杨涛利 通讯员赵二安报道 近日，国网温宿县供电公司恰格拉克乡供电所屋顶分布式光伏电站并网发电成功，开启了新疆供电所屋顶分布式光伏电站运行的先河。

温宿县恰格拉克乡位于天山中段托木尔峰南麓，干旱少雨，光照充足，可为光伏电站提供充足的光照资源，是建设光伏发电站较为理想的地区。这一供电所屋顶光伏电站利用屋顶的闲置空间，采用倾角固定支架方式，由光伏组件、并网逆变器、计量装置及交流配电系统等设备组成。太阳能通过光伏组件转化为直流电力，通过并网逆变器接至供电所配电系统上网，并实施自动化采集数据资料和远程通信、远程控制。

恰格拉克乡供电所光伏电站的并网，将为地区探索可再生能源有效空间的利用和清洁能源消纳起到积极的作用。

温宿县恰格拉克乡供电所屋顶分布式光伏电站于2020年5月筹建，8月建成。日前，经国网阿克苏供电公司电力调度控制中心、新疆综合能源服务公司、阿克苏鸿通电业发展有限责任公司三方组织对光伏电站进行验收后，设备并网发电。恰格拉克乡供电所屋顶施工面积352平方米，共安装180块功率为275瓦的光伏组件，总装机容量为49500瓦，年发电量约7.3万千瓦时，每年可节约燃煤21.76吨，减少排放二氧化硫0.36吨、氮氧化物0.12吨。

## 电池转换效率逼近天花板

### 光伏技术迭代路在何方

中国能源报 2020.10.19

我国光伏行业高速发展的背后是企业不断的“降本增效”，尤其是近几年，降价成为国内光伏市场的主题。为此，不少光伏企业把提高光电转换效率作为抢占先机的“法宝”。在受访业内人士看来，虽然目前光伏电池转换率临近天花板，但随着技术的不断迭代，提高转换效率仍将是光伏上下游产业链的主攻方向。

#### 超高功率市场崛起

回顾光伏行业发展趋势，技术进步驱动转换效率不断提升。自中环股份2019年发布210mm大尺寸硅片以来，短短一年，超高功率光伏生态链日渐完善，保利协鑫、爱旭、通威等电池制造商纷纷入场，适配210产品的支架、接线盒等相关配件均已做好匹配，目前天合光能、东方日升等210组件企业更可以量产超高功率电池。

“更大硅片、更高功率组件市场颇为乐观。随着超高功率产业化的推动，技术不断创新超越，24%+高效电池的大规模量产将超过预期，预计明年超高功率电池将迎来爆发期。”

天合光能中国区组件销售创团总裁曾义判断。

东方日升新能源股份有限公司副总裁黄强接受记者采访时也表示，光伏超高功率市场前景光明。东方日升通过“210+异质结”，引领了行业在组件高功率和电池高效率上的进展。作为首批实现158.75mm 9BB异质结电池量产的厂家，最高量产效率高达24.2%，成为业内首批实现9BB异质结半片低温焊接封装工艺的供应商。2020年6月，首个重大客户35MW订单顺利并网发电。

#### PERC 电池转换效率接近天花板

在受访的业内人士看来，P型单晶PERC电池产品是现阶段市场的主流，其量产效率已经超过23%，正在向24%进发。“我们认为，P型PERC电池效率在未来两三年内还有提升空间，也是目前量产性价比最高的技术。”隆基股份品牌总经理王英歌对记者表示。

东方日升全球市场总监庄英宏接受记者采访时称，目前，公司单晶电池片的转换效率突破23.5%，类单晶电池片的转换效率突破23%，硅片N型单晶电池片的转换效率突破24.2%，单晶组件转换效率突破21.4%，半片异质结组件转换效率突破21.9%。

集邦咨询旗下新能源研究机构EnergyTrend分析认为，2020年全球光伏市场P型PERC电池产能达到199.7GW，约占电池片环节产能78%。其中，市场上销售的单晶PERC电池片转化效率集中在21.8%–23%，2020年新建成的产线效率普遍在22.5%以上，实验室单晶PERC效率在24%左右，可见PERC电池量产效率已接近实验室效率，该技术发展已进入成熟阶段。

记者采访了解到，由于TOPCon技术与主流PERC电池产线大部分工艺兼容，目前该技术在投资成本、配套设备成熟度上更有优势。TOPCon电池实验室研发效率可达24.8%，量产效率能够达到23.2%–23.8%。包括LG、REC、中来、天合、林洋、阿特斯、晶科、国电投等多家企业均拥有TOPCon电池技术储备，并实现了较高的研发或量产转换效率，预计2020年TOPCon电池片产能达到5.4GW。

盈亚证券研究认为，电池是光伏产业链技术发展最快的环节，目前PERC转换效率已接近天花板，行业正探索并布局新的技术。PERC+、TOPCON、HJT等多种新兴技术有望推动产业持续进步，并推动产业进入新一轮的降本增效浪潮。

“从短期看，TOPCon成本优势较强，与现有PERC产线兼容性高，但从中长期看，HJT量产潜力更大。”EnergyTrend分析表示，目前各企业中长期规划均以HJT+IBC（HBC）、TOPCon+IBC（TBC）等技术叠加方式进行电池片研发。

晋能科技总经理杨立友对记者表示，看好异质结技术在提高转换效率上的前景。该技术具有工艺流程少、转换效率高、超低衰减、超低温度系数、高双面率、弱光响应性能优异等优势。公司在探索异质结技术量产与降本的同时，还在探索异质结技术与钙钛矿等前沿技术结合，以期待不断的提高转换效率、降低光伏发电度电成本。

#### 技术迭代谋求效率突破

纵观近几年光伏电池发展趋势，其发电成本持续下降，电池转换率快速提升。数据显示，2007年至2020年上半年，组件成本下降24倍，系统成本下降15倍。而在光伏电池效率方面，多晶、单晶PERC、TOPCon、IBC、异质结等技术路线效率不断打破纪录。仅天合光能一家公司的高效P型单晶PERC太阳能电池光电转换效率就累计15次打破电池和组件效率世界纪录。

今年，基于硅片大尺寸化趋势，从光伏产业链主流组件企业的量产水平来看，切片、多主栅、焊带改进、高密度封装等技术从组件环节优化光伏效率，主流企业在大尺寸组件产线基本都采用了多种组件技术叠加，将组件效率推升至20%以上，功率可达600W。

记者采访了解到，目前PERC电池技术量产效率提升主要搭配各环节先进工艺升级为“PERC+”，其工艺电池升级路线主要包括PERC+SE、PERC+MWT、双面PERC、SiNx优化等。天合、晶澳、正泰等主流企业PERC电池量产平均效率在22.8%以上，从电池片生产企业研发预期来看，“PERC+”电池转化效率有望进一步达到24.5%左右。

在王英歌看来，光伏技术迭代，前提是可靠性，在可靠性保障下，一方面看转化效率；另一方面看光伏与不同应用场景、不同能源的融合技术发展，比如光伏+储能、光伏+氢能、光伏+建筑一体化、光伏+电动汽车充电桩、光伏+数据中心，光伏+5G基站等。

EnergyTrend表示，处于量产导入期的TOPCon与HJT电池技术，需要产业链各环节内设备、辅材等企业与产品端协同优化产线，随着产品通过终端电站应用测试验证，才有望进入市场推广阶段。

晶科能源相关负责人接受记者采访时表示，光伏技术的转化效率提高有相对清晰的技术进步路径，各项技术的开展都围绕着：衬底材料提升、钝化结构优化、金属化性能提升、光学路径优化等几个主流的研究方向上。从目前技术来看，N型电池的TOPCon技术代表的高效、低成本电池，将是技术发展的主流，在此基础上会有很多新兴附属技术形成一代产品。此外，还应关注新型光伏基底材料，如钙钛矿、碳化硅、三代半导体材料等。针对结构性提效技术，叠层电池技术、光子转换技术等都能够成为提效利器。

国家发改委能源研究所一位不愿具名专家对记者表示，光伏转换效率虽然临近天花板，但目前效率已可以实现与煤电成本相当，且未来仍有效率提升空间。“此外，一些新兴技术，如目前较为成熟的异质结、处于技术前沿的钙钛矿，如能突破规模与经济性，成本可以降低至更低水平。”（苏南 实习记者 董梓童）

## 上海科技大学研发高效率高稳定性钙钛矿太阳能电池

山东科技报 2020.10.23

**本报讯** 近日，上海科技大学物质学院陈刚课题组通过使用烷基胺盐对三维钙钛矿薄膜表面进行后处理，获得高效率、高稳定性的钙钛矿太阳能电池，并进步研究了界面调控与器件性能之间的相互联系。

近年来，有机无机杂化钙钛矿太阳能电池的光电转换效率提升至 25% 以上。高性能钙钛矿太阳能电池中一般含有甲脒和甲胺等有机阳离子，然而甲胺遇热易分解的特性导致其热稳定性远达不到商业化标准；此外钙钛矿/电荷传输层界面存在的大量缺陷态进一步制约了钙钛矿太阳能电池的发展。

针对这一系列重要问题，陈刚团队选用烷基胺盐对三维无甲胺钙钛矿薄膜表面进行后处理，在钙钛矿和电荷传输层之间构筑界面层，提升无甲胺钙钛矿太阳能电池的光伏性能。利用同步辐射掠入射 X 射线衍射、紫外光电子能谱、紫外-可见吸收光谱以及荧光光谱等技术，全面研究界面层的结构和组成，并从缺陷钝化效果、能级匹配和薄膜疏水性等方面探讨界面层的结构和组成与器件性能的关系。（黄辛）

## 光伏有望与综合能源服务深度耦合

中国能源报 2020.10.19

### 核心阅读

“综合能源服务”这一概念在我国提出已久，但由于可再生能源在发展过程中存在差异性，上下游未完全打通，商业模式还有待开发，光伏企业参与度仍然有限。

随着不同能源系统之间的连接越来越紧密，能源服务形式正由单一向综合服务模式加速演进。日前，在 2020 年中国综合能源服务高峰论坛上，中国中小企业协会会长李子彬表示：“综合能源服务开始成为现代能源产业发展的一个重要方向。各类能源企业纷纷向综合能源服务商转型，深入开展综合能源服务有利于增强能源安全保障能力、降低企业投资运营成本，推进能源供给侧改革。”

光伏行业也不例外。在市场不断扩大的背景下，越来越多的光伏企业希望从中“分羹”，并将“成为综合能源管理服务供应商”定为自身发展的目标。针对这一刚刚起步的产业，光伏企业应扮演何种角色，又将如何利用自身优势促进其发展？

### 打通上下游：不仅发电，还将售电

近年来，我国能源转型不断提速，电力体制改革不断深入，能源、电力、用户三者之间的关系变得越来越紧密，开展满足多元化能源生产与消费需求的综合能源服务是其重要内容，这将打破不同能源产品上下游独立运行的传统模式，实现能源供应生产侧和消费侧之间的协同。

国家电力投资集团有限公司战略规划部战略管理处处长李鹏认为，这种新型能源服务方式促使发电企业不只专注于能源生产，从面向售电企业的的服务转换为直接为客户提供服务。

中国光伏行业协会秘书长王勃华补充说：“从消费端来讲，它是一种综合服务，综合了管理、技术、市场等，同时涵盖了咨询、项目承包、委托运维等各个方面，是促进我国能源转型的关键方向。而光伏作为可再生能源中发展较快的能源，将在其中扮演相当重要的角



色。”

王勃华认为，综合能源服务可以为光伏带来许多新的市场机遇。“比如集中式，我们可以参与水风光多能互补大型基地，而在分布式方面，供能工业园区成为光伏企业参与综合能源服务的主要战场。”

业内普遍表示，光伏和综合能源服务之间是一种正向促进关系，共同繁荣、发展。一方面，作为可再生能源发展的主力军，光伏产业的发展不断提速，成本快速下降，为光伏参与综合能源服务不同领域的发展提供了更多可能性；另一方面，综合能源产业的发展将为光伏产业开辟更多的应用场景，同时拓展光伏企业参与能源市场的路径，持续促进光伏产业的发展。

### **灵活性更高：分布式市场优势明显**

中美绿色基金董事长徐林表示，分布式能源技术是促进能源资源配置效率提高的有效方式，而开拓综合能源服务市场的目的之一也是提高能源资源配置效率，若能将分布式能源技术运用在该产业，则将显著提高我国清洁能源供应水平。越来越多的企业开始把目光聚集于此。

李鹏认为，综合能源服务将重构分布式能源生产和供应。以分布式光伏为例，光伏企业为用户建设电站供电或供暖，不仅可以自发自用，还可以余电上网，参与电力市场。在分布式能源聚集形成一个集群后，则就变成了能源网络，而不是此前简单的发电设施。

数据显示，2019年，全球新增分布式能源装机占总装机规模的23.7%。在业内看来，随着市场空间不断拓展，分布式领域将成为光伏产业促进综合能源发展的主力军。同时，和大型电力企业相比，光伏企业优势更为明显。

清华大学能源互联网创新研究院副院长高峰说：“和集中式能源服务相比，分布式能源服务需求更加多样，而不是要求统一标准。相比大企业，中小企业更适合这一市场，提供灵活、定制化的服务。”

晶科能源有限公司副总裁钱晶认为，分布式能源的特点是破打了能源垄断，用户可以自发地选择所需产品，如此倒逼能源企业改革创新，提供柔性、高弹性的服务。

王勃华也非常看好光伏分布式能源在综合能源服务市场的发展。“目前，光伏产业已经开始拓展园区供能市场，作为分布式光伏的主要形式，未来这一领域发展将不断扩大。”

### **市场仍待拓展：开发新型商业模式**

“综合能源服务”这个概念在我国提出已久，但由于可再生能源在发展过程中存在差异性，上下游未完全打通，商业模式还有待开发，光伏企业参与度仍然有限。

记者了解到，成熟的综合能源服务不仅能打通可再生能源产业上下游，还能打破不同能源品种单独规划、单独设计、单独运行的传统模式，实现横向“电热冷气水”能源多品种之间，纵向“源网荷储用”能源多供应环节之间的协同以及生产侧和消费侧的互动。而就目前能源企业开展的综合能源服务项目来说，企业的应用场景和商业模式比较相似，方式比

较单一。

李鹏建议，为了完善商业模式，可以利用互联网技术开展项目试点，此后再进行复制推广。

高峰提出了一个设想：“利用数字化技术建设综合能源合作平台，这一平台可实现线下会商，线上自动运行，使得我们不管是供电主体、供热主体，还是供气主体、监管主体都能够参与其中，形成新的产业形态。

为促进综合能源服务的发展，会上，中国中小企业协会宣布正式成立综合能源服务专业委员会，以搭建线上和线下的双重平台，整合行业上下游，行之有效的调配各种能源，充分利用各种能源的时空耦合，满足电网的安全和可靠，从而有效提高能源综合利用效率。（董梓童）

## 全球浮式光伏市场有望爆发式增长

5年内预计新增装机超10吉瓦，以中国为代表的亚洲国家表现将“尤为突出”

中国能源报 2020.10.26

随着“绿色复苏”热潮席卷全球，浮式光伏成为能源领域新的投资热土。日前，行业咨询机构惠誉解决方案（Fitch Solutions）发布报告称，在各国政府的大力支持下，预计未来5年，全球浮式光伏新增装机有望超过10吉瓦。

### 装机量增长潜力巨大

报告指出，从现有的数据来看，全球范围内总计有16个已公布的规划或在建浮式光伏项目，总装机量超过11吉瓦。同时，全球光伏装机排名靠前的多个国家均已开始浮式光伏项目的试点工作，这推动了浮式光伏的成本不断下降。在上述多重因素的影响下，预计未来数年内，公共事业规模的浮式光伏装机总量将呈现爆发式增长。

事实上，多个机构的研究都表明，从可利用的资源角度看，全球发展浮式光伏的潜力十分可观。根据美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）此前发布的一项研究成果，如果在全球所有水电站的水库都安装浮式光伏设施，将能满足全球近一半的电力需求。

另据行业研究机构DNV GL最新发布的研究报告，全球现有水电站的水库为浮式光伏带来的资源潜力将达到4太瓦。

惠誉解决方案分析师表示，目前，全球已有多个国家在布局浮式光伏设施。去年，荷兰开建了全球首个海上浮式光伏项目；今年7月，西班牙公用事业公司Acciona也宣布，将建设该国首座浮式光伏项目，总装机量为1.1兆瓦，同时表示未来将在西班牙更多水电站的水库建设更大规模的浮式光伏设施。

### 亚洲国家打“先锋”

从地区上看，报告强调，亚洲将引领全球浮式光伏市场发展。惠誉解决方案指出，光伏产业发展迅速的亚洲国家，大多有较长的海岸线或大量的水库，这为其开发浮式光伏打下了

良好的基础，许多亚洲国家已经落地了大规模的浮式光伏项目。

报告统计显示，在当前规划或在建的 16 个浮式光伏项目中，有 14 个位于亚洲国家。其中，中国、韩国、印度、泰国以及越南的浮式光伏市场，在未来 10 年间的表现将“尤为突出”。“中国作为当前全球最大的光伏市场，浮式光伏技术发展前景也颇为可观，截至目前，已有多个在建大型浮式光伏项目，包括位于杭州慈溪的 320 兆瓦浮式光伏项目、安徽 150 兆瓦浮式光伏项目等。与此同时，韩国也正计划建设装机规模为 2.1 吉瓦的浮式光伏项目。”

报告同时认为，越南的浮式光伏市场也值得期待。报告称：“尽管当前越南已加大针对地面光伏电站的招标力度，但越南浮式光伏项目的电价高达 7.69 美分/千瓦时，对于投资者来说吸引力较大。”

另据了解，目前越南政府已宣布，将于今明两年举行两场浮式光伏项目招标，预计在今年年底前实现 50—100 兆瓦项目招标，在 2021 年完成另一 300 兆瓦项目的招标。

惠誉解决方案指出，目前，全球多国都给予了浮式光伏项目一定的补贴刺激，同时对于技术开发等方面也有一定的政策倾斜，这也是浮式光伏在亚洲国家获得快速发展的主要原因之一。

### 能源转型不可或缺

事实上，浮式光伏并非新兴事物，相关项目最早在 2007 年诞生于日本，随后一年全球首座商业化运行的浮式光伏项目也在美国投入使用。随着各国光伏装机规模的扩大以及光伏度电成本的走低，浮式光伏也再次吸引了投资者的目光。

报告表示，在土地资源愈加稀缺的情况下，利用未开发水域实现可再生能源发电将广受欢迎，因此预计浮式光伏也将在全球能源转型过程中起到重要作用。

此前，DNV GL 也曾在其发布的《能源转型展望》中指出，全球各国要实现 2050 年的减排目标，光伏装机应增长 10 倍以上，达到 5 太瓦，这其中，浮式光伏项目的开发不可或缺。

惠誉解决方案的报告分析认为，浮式光伏能更好地利用水上空间与水电项目相结合，并且电站施工时间相对较短。另外，浮式光伏的应用对于水体本身也能起到有利作用，不论是饮用水水库或水电项目，结合浮式光伏将能降低水面蒸发强度，甚至可能抑制藻类的产生。

而在 NREL 的研究人员 Nathan Lee 看来，在水电站水库建设浮式光伏项目有诸多优点，既能在多雨季节利用水电，也可以在干燥少雨的季节充分利用光伏发电，同时抽水蓄能装置在这一系统中可能也能具备应用空间，堪称“一举三得”。

不过，也有业内专家提醒称，考虑到浮式光伏市场尚未成熟，相关技术标准以及长期项目风险仍有待确认。分析认为，浮式光伏项目的成本常常因项目而异，与项目所在水域的水深、水质以及盐度息息相关，同时也与该地区风力强度有所关联。

对此，Nathan Lee 也承认，尽管浮式光伏潜力巨大，但这并不意味着所有水体都能够进行商业化开发，未来仍需考虑到各个水体的环境限制以及发电系统的整体表现。（李丽旻）

# 中科大研制出新型硫化物高效光催化剂

安徽科技报 2020.10.28

本报讯（陈婉婉）笔者10月21日从中国科学技术大学获悉，近日，该校俞书宏院士团队发展了一种胶体化学合成法，成功制备了一种新型四元硫化物单晶纳米带光催化剂，并表现出优异的光催化产氢性能。相关成果日前发表在《自然·通讯》上，为设计开发新型高效光催化剂提供了新途径。

设计新型半导体纳米材料以捕获太阳能并实现高效光化学转化，是解决全球能源与环境危机的理想途径之一。铜基多元硫化物具有良好的可见光吸收性能，是一种重要的光催化剂材料。然而，其低的电导率和高光生载流子复合速率，阻碍了铜基四元硫化物在光催化领域的应用，制备高效的铜基四元硫化物光催化剂面临重要挑战。

俞书宏团队在研究中发现，纳米晶的形貌和表面晶面可以有效地增强和优化半导体材料的光催化性能，而且单晶结构的铜基多元硫化物更有利于电荷分离进而增强光催化性能。他们设计了一种简单的胶体化学合成法，成功制备了只暴露某个特殊晶面的单晶铜基多元硫化物纳米带。这种纳米带光催化剂性能优异，且具有很好的稳定性。

这项研究利用表面活性剂辅助成功制备暴露特定晶面的纳米带，提出一种多元硫化物纳米光催化剂设计的新策略，有望拓展到其他多元硫化物化合物纳米晶的合成并通过完善合成方法实现其形貌和表面的精细调控，预期在光电探测和光电催化等方面具有独特应用价值。

## 五、地热

院士专家呼吁——

### 出台资源税优惠政策推动回灌式地热能开发

中国自然资源报 2020.10.14

本报讯（记者于德福）在日前举行的2020第十二届中国国际地源热泵行业高层论坛上，中国科学院院士汪集暘呼吁，对采取100%回灌措施的地热能开发企业，应执行免征资源税的优惠政策，从而吸引社会资金投入推动地热能开发。

据了解，9月1日起实施的《资源税法》明确，地热资源税的征税对象为原矿，征收方式为从价计征或者从量计征，税率分别为1%~20%或每立方米1元~30元，具体计征方式和税率由省级人民政府提出报同级人大常委会决定，并报全国人大常委会和国务院备案。

中国科学院地质与地球物理研究所副研究员孔彦龙介绍，目前全国已有29个省（区、市）公布了征收标准，且均选择从量计征方式，税率最低为每立方米1元，最高为每立方米30元。

“地热用于发电、供暖时，在 100% 回灌的条件下，地热水仅作为能量载体，回灌后并不存在水的消耗问题。”汪集暘说，“现行《可再生能源法》已经明确将地热能纳为可再生能源。”他表示，同为可再生能源的太阳能、风能、潮汐能等并未被列入资源税的征收对象，因此也应对地热能免征资源税。

孔彦龙表示，《资源税法》对地热资源税的计征单位是立方米，而随着水温升高，水的密度会降低、体积会增大，这就意味着缴资源税要比基于水流量计统计的按吨计征要大得多。以河北雄县为例：一口流量每小时 120 立方米、温度在 70 摄氏度的地热井，有效供暖面积为 10 万平方米。若全县 400 万平方米的建筑全部用地热井供暖，以各地对回灌型开采的最低资源标准每立方米 1 元算，需缴的资源税约 1300 万元，相当于每平方米供暖面积增加成本 3.3 元。目前，雄县居民供暖费用标准为每平方米 16 元，仅资源税就占到了企业供暖收入的 20.6%。

如何通过国家政策引导各类资金投入到地热能开发利用上？院士专家建议，对应税人分为回灌式和非回灌式两类，对回灌的地热水免征资源税。“目前，世界上利用地热发电的国家已有 27 个，免征资源税是各国的通行做法。”中国能源研究会地热专业委员会专家委员会主任、中国地源热泵产业联盟专家委员会主任郑克桢说。

孔彦龙进一步提出建议：一是对 100% 回灌式开采地热水的企业免征资源税；二是明确应税产品到底是地热水（汽）还是地热能；三是改应税产品的计征单位为吨，或者将目前的计征方式由从量计征改为从价计征。

## 开发技术日趋完善，多国出台支持政策——

### 全球地热能开发正当时

中国能源报 2020.10.19

日前，挪威能源研究机构雷斯塔能源发布报告称，受“绿色经济”政策刺激及相关技术的发展完善，全球能源企业正加快布局地热能开发，预计未来 5 年内，全球地热能市场将快速增长。

#### 市场前景可期

根据雷斯塔能源的统计数据，2019 年，全球地热井数量为 223 座。与此同时，2010 年至 2020 年期间，全球新增地热能投资总量已达 400 亿美元。雷斯塔能源预计，今年全球地热能发电装机容量将达到 16 吉瓦，到 2025 年，这一数值将上涨至 24 吉瓦，涨幅达到 50% 以上。而未来 5 年，全球地热能领域将有望迎来超过 250 亿美元新增投资，地热井数量将达到 380 座。

从现有的地热能开发项目来看，全球地热装机总量排名前 5 的国家分别是美国、印尼、菲律宾、土耳其以及意大利。同时，全球地热能项目装机总量排名前 10 的国家包揽了全球 90% 的地热装机市场份额。

报告认为，从历史角度来看，地热领域投资支出中，约有 35%—40% 来自于项目成本，同时约有 60%—65% 的成本为地表基础设施建设开支。其中，钻井成本很大程度上取决于钻井深度以及所用技术水平。从资源角度来看，当前全球地热项目大多在拥有丰富活火山资源的国家。自然形成的火山系统热区为产生地热能创造了有利的环境，例如冰岛、意大利和土耳其等的地热能开发力都十分可观。不过，报告同时表示，即使在不具备大量活火山资源的国家，钻井达到一定深度也能够获取有效温差，进而实现地热发电或发热。

### 减排压力倒逼进行业发展

分析指出，随着全球各国相继提出减排目标，地热能也将迎来全新的发展契机。“目前，地热能已经逐渐开始与其他可再生能源进行同台竞争，很多地热能项目已经进入规划阶段。”雷斯塔能源服务研究主管 Audun Martinsen 表示，“但是，与风电、光伏不同的是，同等发电量的地热能电厂建设用地面积要小得多，这将是地热能的一大优势。”

雷斯塔能源预测称，除了当前已经在地热能领域“有所作为”的国家，未来将有越来越多的国家进入地热能市场，许多欧洲国家都将发力。

报告统计称，截止目前，匈牙利、克罗地亚、比利时、英国以及德国等均有在役的地热能电厂。其中，德国拥有 37 座地热能发电设施，并计划在未来数年里新增 16 座地热能发电以及供热设施，同时，每年还将新增地热钻井 20 座，垂直钻井深度将达到 600 米。

根据今年 9 月欧盟发布的最新减碳目标，欧盟将进一步提高碳减排量。有数据显示，欧盟供热体系中，有超过 80% 的热能来自于化石能源，同时供热也占据欧盟能源消耗总量的一半左右。对此，欧盟地热能源委员会（EGEC）发布声明称，对于欧盟来说，供热体系去碳化尤为重要。EGEC 呼吁供热行业加入到欧盟碳价体系中。预测认为，一旦欧盟将供热制冷领域纳入碳价体系，以地热能为主的可再生能源供热技术将获得更多优先发展机会。

### “新玩家”不断涌入

报告称，目前地热能领域规模最大的开发商少有跨界，大多为专注于这一领域的专业化企业，不过这一现状正在逐渐发生改变。此前，油气公司雪佛龙曾在菲律宾以及印尼等国开发地热设施，总计地热装机超过 1 吉瓦，但在 2017 年，雪佛龙以 300 亿的价格售出这一资产。然而，考虑到化石能源前景，雷斯塔能源称，未来将会有更多跨国油气企业进入到这一领域，利用其现有技术手段开发地热能，进而获得新的市场增长机会。

今年 9 月，参与英国页岩气项目开采的油气企业 IGas Energy 就曾表示，正采取行动，使其投资组合更加多元化，并与英国深海地热项目开发商 GT Energy 达成了合作协议。据 IGas Energy 公司透露，该公司正在将可再生能源技术加入其重点开发领域，其中就包括地热能相关技术。

此外，油服巨头斯伦贝谢也于今年 9 月和地热能企业“热能合作伙伴”（TEP）组建了地热能企业 GeoFrame，计划在油气资源丰富的美国德克萨斯州开发地热能资源。（李丽旻）

## 六、海洋

### 广东提速天然气水合物商业化开采

中国电力报能源周刊 2020.10.21

本报讯（记者安栋平）报道9月29日，广东省能源局发文要求加速天然气水合物商业化开采。具体措施包括：大力推进天然气水合物勘查开采先导试验区建设，基本查清先导试验区等南海北部重点海域资源储量，完善开采理论攻克深水未固结储层多井型开采的钻完井关键技术与装备；推动建立大科学装置“冷泉系统实验装置”，加快广州海洋地质调查局国家工程研究中心、深海科技创新中心基地建设，初步建成世界领先的天然气水合物勘查开发技术及装备的工程化开发平台；研发近海底高精度探测和随钻测井等勘查技术装备高效产能模拟实验装置、天然气水合物开采海底沉降等环境监测设备，形成集天然气水合物勘查、产能模拟、开发和环境保护于一体的系列装备；支持成立涵盖天然气水合物勘探开发储运、服务等环节为一体的工程公司，加快天然气水合物产业化进程。

### 水热联供：“零能耗”海水淡化新方向

中国科学报 2020.10.28

我国沿海城市基本均为缺水城市，水热联供项目可有效利用沿海火电和核电余热，并开辟出非常规水资源，对节能减排、低碳发展、提高供水安全性、实现可持续发展都有重要作用。

随着城镇化建设带来的人口聚集和社会经济的飞速发展，生产、生活和生态用水量持续增加，导致我国北方沿海地区淡水资源愈发匮乏。目前，海水淡化是解决淡水资源短缺的主要途径。然而，由于节能和低碳发展的要求，使得我国很难通过大规模蒸馏法进行海水淡化。

对此，清华大学建筑节能研究中心提出“水热联供”的概念，即利用北方东部沿海地区火电与核电余热为动力，采用新的蒸馏方式，将海水制取为温度为100℃~120℃的热淡水。这些热淡水可通过单管长途输送，不仅能用于建筑供暖，还能在终端分离出常温淡水，满足城市淡水的需求。

“由于该技术消耗的余热量与供热热量相同，所以实现了零能耗海水淡化。”中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿告诉《中国科学报》，从连云港到大连沿海地区的1亿千瓦火电和核电，可满足这一地区40亿平方米建筑冬季供热需求，占我国北方城镇未来供热建筑总量的四分之一；在供暖期产生的35亿吨淡水，还能满足这一地区20%的淡水供应需求。

不久前，清华大学建筑节能研究中心针对水热联供组织了一场专家研讨会。会上，中国工程院院士张建云、王浩、马军等专家一致认为，我国沿海城市基本均为缺水城市，水热联

供项目可有效利用沿海火电和核电余热，并开辟出非常规水资源，对节能减排、低碳发展、提高供水安全性、实现可持续发展都有重要作用。

### 北方沿海地区供水供能困境

上世纪八九十年代，为了满足日益增长的水需求，超采地下水导致一些地区地下水位持续下降，生态环境遭受不同程度的破坏。进入本世纪，南水北调、引黄济冀等工程使得地下水超采有所缓解，但江亿认为，完全依靠调水并不能实现淡水供应的长治久安，只有多源头供水才能有效应对各种自然和人为灾害导致的供水安全问题。

当前，全球很多缺水地区都把海水淡化作为解决水资源不足问题的重要途径。在中东地区，海水淡化占其淡水来源的40%以上。然而，我国海水淡化提供的淡水量还不足南水北调的2%。

“原因之一就是，我国沿海海水中硼含量较高，采用膜分离法很难去除这些有害成分，所制备的淡水无法满足生活用水，尤其是饮用水的要求。”江亿告诉记者，若采用真空加热蒸馏的方法制取蒸馏水，虽然可有效去除海水中各类有害物质，得到高质量淡水，但却需要消耗大量热能，也难以满足国内低碳发展的要求。

实际上，在我国北方东部沿海地区，从吉林丹东沿渤海、黄海至连云港，布满了核电和火电。这些发电厂通过海水冷却方式在生产8000万千瓦电力的同时，也向海水排放了超过12000万千瓦的低品位余热量。仅有部分电厂在冬季回收其排放的余热，为周边城镇建筑供暖。

不过，江亿表示，由于热量输送的经济距离为50~80公里，而北方东部沿海地区的很多电厂，尤其是核电厂，大多与建筑密集的城镇距离超过100~150公里，因此就很难利用这些电厂的余热在冬季为远距离的城镇供热。

### 水热联供的创新

三年前，清华大学建筑节能研究中心就提出“水热联供”的概念。该技术主要由水热联产、水热同送、水热分离三个关键环节构成。

水热联产是利用核电厂或火电厂发电后的蒸汽余热，通过蒸馏方式用海水制备热淡水。江亿给出的数据显示，1兆瓦130℃蒸汽余热可制备7.5吨/时的120℃热淡水；一台30万千瓦燃煤火电机组产生的余热，可以把6000吨/时3%盐分、5℃的海水分离为2300吨、温度为120℃的热淡水和3700吨、盐分约为5%、温度为8℃的浓海水。

水热同送，即利用单管实现长途输送热淡水，其功能相当于通过循环水输送热量的两根热水管道和一根输送常温淡水的管道。“三管变一管，管道初投资可降低到原来的一半以下，驱动水泵的耗电量则降低到原来的1/3。这样一来，输送热量的经济距离就从原来的50~80公里增加到150~200公里。”江亿说，我国北方东部沿海地区大型、超大型城市，与附近沿海的核电或火电厂的距离，正好处于这一范围之内。

水热分离，即在城市热网接入处通过换热器把热淡水的热量传递给城市集中供热网的循环水。据江亿介绍，城市热网循环水供回水温度为115/40℃时，淡水温度通过换热后可降



低到 45℃。此时，再通过电动热泵进一步把淡水温度降低到 10℃ ~ 15℃，所获取的热量同样可以作为供热热源。若城市热网采用了低回水温度技术，供回水温度为 115/15℃ 的话，则在城市热网接入处直接换热就可以把淡水温度降低到 20℃。通过安装少量热泵，还可进一步把水温降低到 10 ~ 15℃，从而再多提取 10% 的热量。

江亿告诉记者，若进入系统的海水温度为 5℃，排出的浓海水为 8℃，最终在城市终端输出的淡水温度是 10℃，则系统的热效率为 92%，同时在水热分离处热泵还要消耗总热量 3% 左右的电力。这就意味着，系统的用能水平与常规热电联产相当。如果所消耗的热能全部计入供暖能耗的话，则相当于实现了零能耗的蒸馏法海水淡化。

### 社会和经济效益显著

在我国北方东部沿海长达 1500 公里的海岸线上，目前已建成装机容量为 8000 万千瓦的核电和火电。根据规划，未来将建成约 1 亿千瓦的核电和调峰火电。如果全部按照水热联供方式回收这些电厂的发电余热，则可形成 1.2 亿千瓦的供热能力和日产淡水 2246 万吨/日的海水淡化能力。

需要强调的是，“海水淡化尽管是利用核电余热，但核岛热量是在其输出后又经过三个换热环节才接触到所处理的海水，且海水侧接近真空态的低压，因此，即使在事故状况下，也不会对所制备的淡水造成任何放射性污染。”江亿说。

从节能减排的角度，根据初步分析计算，大规模推广水热联供技术，每年可减少二氧化碳排放 1.7 亿吨，接近我国目前化石能源燃烧所造成的二氧化碳排放总量的 2%。同时，每提供 1 兆瓦的热量对应的电耗不到 200 千瓦时，远低于采用各类热泵时的电耗。1.2 亿千瓦的热量就可以为 40 亿平方米建筑提供冬季供暖的基础负荷，基本满足这一地区城镇建筑供暖的需要。

而从投资成本的角度来讲，水热联供的供热能耗和热电联产相同，初投资与热法海水淡化制水相同，制水相当于零能耗。即使把输送成本全部摊入输热，水热同送输热成本也比传统长输供热低 40%。

北方沿海地区若实施水热联供项目，总投资约 6700 亿元，其中装备投资 4200 亿元（主要是钢铁材料，可消纳钢铁过剩产能），土建安装投资 1500 亿元。与会专家一致认为，项目的实施，不仅可作为经济内循环的新增长点，也将成为扩大有效投资、拉动就业、保障国计民生的重要举措。

目前水热联供技术已经具备示范条件，为促进该技术的发展与应用，张建云等人建议，该项目应作为疫情后的“新基建”内容列入国家相关计划，“十四五”期间尽快建成 1 个示范项目，以示范工程拉动工程技术研发应用，并进一步在北方沿海地区推广建成 2 ~ 3 个重点工程，到 2035 年全面实现北方沿海城市 35 亿吨水资源供应和 40 亿平方米的建筑清洁供热。

此外，专家们还建议由科技部、国家发展改革委等部委牵头，设立国家科技重大专项，针对技术实施的关键问题展开联合科研攻关，推动示范项目，促进技术推广。（李惠钰）

# 一场全球大规模海洋科学行动启幕

中国自然资源报 2020.10.28

近日,《“联合国海洋科学促进可持续发展十年(2021~2030年)”实施计划》(以下简称《实施计划》)摘要正式发布。《实施计划》为跨地区、跨部门、跨学科和跨世代的海洋科学行动提供了框架性方案。

## 让更多国家和机构持续参与海洋科学管理

随着经济社会的发展,海洋正面临着前所未有的威胁。在全世界掀起一场大规模海洋科学行动,让更多国家和机构广泛而持续地参与到海洋科学管理中来,这是《实施计划》开展的初衷。

2017年12月,联合国大会第72届会议宣布,2021年~2030年为“联合国海洋科学促进可持续发展十年”(以下简称“海洋十年”),旨在通过海洋科学行动,在《联合国海洋法公约》框架下为全球、区域、国家以及地方等不同层级海洋管理提供科学解决方案,以遏制海洋健康不断下滑的趋势,使海洋继续为人类可持续发展提供强有力支撑。

联合国大会同时呼吁联合国教科文组织政府间海洋学委员会(以下简称海委会)与会员国、联合国合作伙伴和各类利益攸关方群体协商,为“海洋十年”制定实施计划。

2018年年初,在海委会的组织下,《实施计划》正式启动编制。19位全球海洋科学领域领军人物组成了执行规划组,负责制定《实施计划》有关内容。自然资源部第一海洋研究所研究员乔方利入选该执行规划组。经过两年多的沟通和筹备,在一系列全球和区域研讨会的讨论成果的基础上,并经过广泛征求各国意见,“海洋十年”《实施计划》编制完成。

## 打造“我们所希望的海洋”

“构建我们所需要的科学,打造我们所希望的海洋”,这是“海洋十年”的宏大愿景。

“海洋十年”还清晰描绘出“我们所希望的海洋”的七方面样貌:一个清洁的海洋,海洋污染源得到查明并有所减少或被消除;一个健康的且有复原力的海洋,海洋生态系统得到了解、保护、恢复和管理;一个物产丰盈的海洋,能够为可持续粮食供应和可持续海洋经济提供支持;一个可预测的海洋,人类社会了解并能够应对不断变化的海洋状况;一个安全的海洋,保护生命和生计免遭与海洋有关的危害;一个可获取的海洋,可以开放并公平地获取与海洋有关的数据、信息、技术和创新;一个富于启迪并具有吸引力的海洋,人类社会能够理解并重视海洋与人类福祉和可持续发展息息相关。

## 开展全球范围内多方参与的行动

为了实现“海洋十年”愿景,《实施计划》提出,在全球范围内实施具体的“海洋十年”行动举措。该项举措包括计划、项目、活动及捐助四部分,将由研究机构和大学、各国政府、联合国实体、政府间组织、其他国际和地区组织、工商界等广泛参与实施。

据介绍,每次的“海洋十年”行动实施都应符合一定的标准,包括有助于完成“海洋

十年”挑战，并有助于实现“海洋十年”目标及相关次级目标；加快生成或利用关于海洋的知识以及对海洋的了解；由知识生产者 and 使用者共同涉及或交付，从而促进科学和海洋知识在政策、决策、管理或创新中应用；以开放获取、共享、可发现的方式提供所有数据和由此生成的知识，将数据和知识妥善存放在公认的数据库中；加强现有的或建立新的国家间或不同海洋体间的合作伙伴关系；促进能力建设，包括但不限于小岛屿发展中国家、最不发达国家和内陆发展中国家中的受益者；克服阻碍视线多样性和公平性；与当地和土著知识持有者合并动员他们参与行动。

### 将建设海洋数字生态系统

海洋相关数据、信息和知识的数字化、获取、管理以及最重要的使用，将是“海洋十年”成功的基石。为此，《实施计划》提出，将重点设计和建设一个能够呈现整个海洋（包括其社会和经济特征）且由多个部分组成的数字生态系统。这一系统可以利用历史、当代及建模数据来描述过去和当前的海洋状况，并预测未来的海洋状况，从而有助于了解海洋。

“海洋十年”数字生态系统将涵盖所有类型的海洋数据，包括物理、地质、测深、生物地球化学、生物、生态、社会、经济、文化和治理相关数据，并将纳入现有的和新建成的数字管理平台和工具。

《实施计划》还指出，科学界、国家和国家以下各级政府、联合国机构和政府间组织、工商界、慈善基金会、非政府组织和海洋界青年专业人员等各类利益攸关方的积极参与，是“海洋十年”取得成功的关键。期待各方面广泛参与“海洋十年”这场海洋科学行动，为全球海洋科学发展作出贡献。

## 七、氢能

### 降低氢燃料成本有新法

科技日报 2020.10.20

俄罗斯托木斯克理工大学科学家研发出一种获得高纯立方碳化钨的独特技术。相关研究结果近日发表在《合金与化合物》杂志上。

氢气广泛用于原油加工和化肥生产，是一种环保燃料，燃烧时会产生干净的水。氢气生产成本直接影响能源发展，因此许多研究团队都在寻找用新材料替代传统材料的办法。

高纯立方碳化钨是这一领域可用的一种有前景的材料，能够取代昂贵的铂催化剂并降低获取氢燃料的成本。科学家称，这种材料在普通条件下难以获得，在3000摄氏度的高温和快速冷却后才能合成。依靠一套独特的科学装置，托木斯克理工大学教授亚历山大·西夫科夫领导的研究团队获得了纯度高达95%的立方碳化钨。

这套装置借助超高速等离子流实现高温和快速冷却，使用的原材料是预先与催速剂混合的钨和炭黑的粉末，这两种材料容易获取且相对廉价。当等离子流进入工作室时，初始粉末在等离子化学反应中转化为立方碳化钨。

亚历山大·西夫科夫介绍说：“这种装置成功地用于用电催化从水中获取氢气的反应中，能尽可能减少使用稀有的铂族贵金属。”

新研发的等离子体动力学合成法能克服获取高纯立方碳化钨的大部分限制。托木斯克理工大学的科学家联合中国吉林大学和青岛大学的科研人员，已证实该材料用于电催化制氢的巨大潜力。

未来，科研人员计划学会控制这种材料的性能，进一步提高材料的催化活性，以实现彻底弃用贵金属的目标。（董映璧）

## 2020 联合国开发计划署氢能产业大会在佛山南海开幕

### 南海正成为氢能产业加速商业化的高地

南方都市报 2020.10.21

10月19日—22日，2020联合国开发计划署氢能产业大会（下称“氢能产业大会”）在佛山市南海区樵山文化中心召开，联合国开发计划署驻华代表、产业专家学者、国内外行业和企业代表数百人出席大会，共同探讨氢能产业发展方向，促进产业合作与技术进步。

这是佛山市南海区第4年举行氢能产业大会。作为国内最早布局氢能产业的地区之一，南海区近年来积极探索氢能产业化发展，推进氢能应用，成为国内燃料电池汽车推广规模最大、种类最多、体系最完善的地区，吸引了50多家氢能企业集聚发展，成为氢能产业加速商业化的高地。

#### 完善产业配套吸引项目集聚

随着氢能产业配套的不断完善，南海吸引了越来越多的氢能项目集聚发展。在本次大会上，一批重点氢能产业项目进行了集中投产和签约，推进南海氢能产业链趋于完善，为南海区未来氢能源大规模布局、高质量发展创造条件。

“佛山南海是全产业链最全的地方，吸引了非常多优秀的龙头企业和上下游企业。我们来这里也是希望能更接近我们的客户。这里也有非常好的营商环境。”广东济平新能源科技有限公司董事长刘瑾慧说，企业去年来南海参会，了解到南海氢能产业的发展情况，一年时间就实现了项目投产。该项目位于南海丹灶，已建成拥有自主知识产权的规模化全自动生产线，并投入生产，催化剂年产能2吨，可配套2万台套电堆。

此外，现场还有16个项目进行了签约落户，签约方包括中国石化集团资本、国华能源投资、江苏清能股份、中深新产业、西安交通大学等企业和院校，涵盖氢源、加氢基础设施、燃料电池、核心零部件等产业链环节。

“一个地区氢能产业竞争力，不仅仅在于落户多少企业，而是要形成一个完整的产业生态链。”南海区委副书记、区长顾耀辉表示，今天签约和投产的项目，某种程度上涵盖了整个产业链条，将推进南海氢能产业链趋于完善，产业聚集度不断提高，为南海区未来氢能源大规模布局、高质量发展创造条件，为国内氢能产业发展贡献“南海经验”。

## 氢能商业化已走在全国前列

相较于去年，今年的大会规模更大、规格更高，为国内外氢能及燃料电池产业搭建深度交流的平台。同期举办第四届中国（佛山）国际氢能与燃料电池技术及产品展览会（CHFE2020），参展企业近300家，数量创历史新高。

早在2009年，南海区就率先布局氢能产业。近年来，南海将氢能作为南海构建“两高四新”现代产业体系中的重要组成部分，全力推动产业发展。经过多年努力，目前南海区已经拥有50多家氢能企业，产业核心项目计划投资共超250亿元，形成了较完整的、具有国内自主知识产权的氢能产业链，涵盖上下游6大环节。

“南海的氢能发展在产业化实践方面，处在全国‘排头兵’和‘领头雁’的位置。”中国国际经济交流中心信息部副部长、研究员、中国氢能产业发展指数课题组联席组长景春梅这样评价了南海氢能产业的地位。她表示，南海区在前端实验领域不断发力，往全产业链延伸，更加全面、理性地布局氢能产业。

在今年大会开幕现场，还有一系列氢能产业研究成果重磅发布。世界氢能技术大会（WHTC）是全球历史最悠久、覆盖面最广的氢能顶级会议，被誉为全球氢能“奥运会”，将于2023年定于南海举行。此外，会上进行了《燃料电池电动汽车安全指南》新书发布，《中国氢能产业发展指数研究》启动发布等。

“氢能产业大会已经成为南海对外推广南海形象、发展南海氢能产业的重大平台。”南海区区长顾耀辉表示，接下来南海将发挥好会议的平台功能，做好招商引资工作，借氢能产业大会的东风，落实好相关项目进度，为氢能产业的发展再添新动力。（关婉灵 周子健）

## 电解水制氢将成主流氢源？

中国能源报 2020.10.19

2018年我国的氢气产量约为2100万吨，其中煤制氢占比62%，天然气制氢占19%，而电解水制氢仅占1%——这是记者在日前举办的定州氢能产业发展论坛上获得的一组数据，可以看出，目前我国氢气制备仍以化石原料为主，电解水制氢所占比例极低。但记者在现场发现，与会专家普遍看好电解水制氢，并将其视为未来发展的主要方向之一。原因何在？

“根本原因在于现有的成熟制氢技术会造成大量的碳排放。”中国三峡集团科学技术研究院氢能组负责人谢宁宁表示：“现有制氢方式包括化石燃料制氢、工业副产氢、电解水制氢等，但化石燃料制氢过程中会产生大量二氧化碳及少量二氧化硫，会对环境造成很大污染。”

中国船舶集团有限公司第七一八研究所制氢工程部副总工薛贺来也表示：“对氯碱行业的气体进行提纯得到的副产氢，虽对废气进行了有效利用，但制取出的氢气有杂质，如直接用于氢燃料电池将对其寿命有一定伤害。电解水制氢相较于其他制氢方法，产气量虽然较小，但气体纯度相对较高，并且可以随开随停，具有优秀的调节功能。”

据悉，电力成本高是电解水制氢目前面临的最关键问题。对此，谢宁宁直言：“电解水制氢未来在降成本还有规模化的提升方面，需要与可再生能源结合。因为随着可再生能源尤其是太阳能和风能成本的走低，可再生能源电解水制氢的成本有望大幅下降。”

薛贺来也表示：“电解槽非常适合氢气的集中式生产，同时电解水制氢尤其适合与光伏、风能等可再生能源联合使用，当电价低于每千瓦时 0.3 元时，零碳排放的可再生能源制氢将与煤制氢成本相当。”

据中国投资协会能源投资专委会专家主席石定寰介绍：“由于持续的技术创新和进步，我国可再生能源产业近年来得到大力发展，太阳能、风电都已实现平价上网，比脱硫煤电的价格还低。”换言之，未来随着可再生能源电价的持续下降，用其电解水制氢的经济性问题将迎刃而解。

另据了解，除了经济性，当前电解水制氢在设备技术方面也面临调整。

据与会专家介绍，目前电解水制氢技术主要有碱性电解水、质子交换膜（PEM）电解水和固体氧化物电解水三类。其中，碱性电解水技术已经实现工业化规模化产氢，商业化较为成熟；PEM 电解水处于产业化发展初期，而固体氧化物电解水还处在实验室开发阶段。

“PEM 制出的氢气纯度很高，可以直接用于燃料电池，并能满足不同用户需求。”薛贺来指出，“同时 PEM 制氢设备具有灵活性和反应性好等优点，能在短时间内按高于额定负荷的标准运行，能够适应波动性变化，因此更适合与可再生能源发电配合。”

但值得关注的是，PEM 水电解设备成本很高。“这里面的关键技术是膜电极的组件，需要使用贵金属催化剂，国内电解堆大多使用的是进口的质子交换膜，进一步抬高了设备成本，因此技术的不成熟以及国产化进程慢等问题阻碍了国内 PEM 电解的发展。”薛贺来说，“此外，为了使得电解水整体设备进一步适应可再生能源制氢，可以将多台套碱性电解水技术和 PEM 电解水技术组合在一起，实现整套系统宽频的调节范围，但这都需要进一步的研发。”（仲蕊）

## 废弃塑料“一步”变氢气

中国科学报 2020.10.21

120 亿吨，这是 2050 年全球废弃塑料将会增加的数量。面对这一触目惊心的数字，科学家们不断开发各种方法，将这些废弃的聚合物转化为碳氢燃料、碳纳米管（CNTs）等高附加值产品。近年来，将废弃塑料制备成氢气，成为研究热点。

近日，牛津大学联合剑桥大学的课题组，在《自然—催化》上报道了一种简单且快速的一步法催化分解废弃塑料的过程。该过程涉及到微波引发的固—固催化反应，即将机械粉碎的塑料混合物与作为添加剂的铁氧化物/铝氧化物复合催化剂相混合，然后进行微波处理，使得大量的氢气迅速生成。

这种简单的一步法微波催化过程，大大简化了废弃塑料催化分解的方法，可快速将普通

块状塑料粉末分解成氢气和高价值的碳材料。实验数据显示，高效的催化剂在暴露于微波后，氢气迅速析出，并在约 90 秒的时间内形成固体碳和其它小碎片。微波催化反应开始后 30 秒内，析出的氢气可迅速增加到 80 vol%（指体积百分比）。

据介绍，本研究中使用的塑料袋（低密度聚乙烯）、食品包装袋（聚丙烯）和塑料泡沫（聚苯乙烯）等实际废弃塑料均从大型连锁超市使用的废料中收集而来。从塑料中快速、选择性地生产氢气和碳纳米材料，也为解决日益严重的塑料废料问题提供了一条可能的途径。（盛夏）

## 氢燃料飞机有望永久改变航空业

参考消息 2020.10.6

【美国有线电视新闻网网站 10 月 3 日报道】题：为什么这款太空时代飞机可能永久改变飞行（记者 保罗·西勒斯）

它看起来像宇宙飞船，使用的燃料直到几年前还被专家们称为“离谱”，而且基本还停留在制图板上；但在一家世界主要飞机制造企业的眼里，它无疑就是未来。

而且是不远的未来。空中客车公司希望我们在短短 15 年后就能搭乘它的一款全新设计飞机在空中翱翔，让喷气式发动机造成的污染和乘坐飞机令人羞愧的日子一去不复返。

“翼身融合”飞机是空客公司近来推出的三款环保氢动力机型之一，该公司有志于成为航空业脱碳的先锋。

这是一项大胆的计划，就在数月之前还显得匪夷所思，因为当时搭乘化石燃料飞机出行的需求持续上升，显然丝毫未受环保关切的影响。

但是，新冠肺炎疫情的暴发以及它对航空业的影响可能在不经意间为反思飞行技术带来了机会。

空客公司将这个最新项目命名为 ZEROe。业已披露的设计不是原型机，只是以此为起点来探索所需技术，以便开始制造首批不会引起气候变化的商用飞机。

空客公司首席技术官格拉齐娅·维塔迪尼在关于新机型的新闻发布会上说：“在碳中和是长远核心竞争力因素的情况下，怎样才能摆脱疫情的影响？”

她表示：“这并非无法实现。早在危机爆发前，大家就一致认识到，保护气候、保护环境是打造未来飞行方式时必须考虑到的、不可或缺的关键因素。”

空客计划在 2035 年前向市场推出零排放客机，这意味着需要在 2025 年开始规划技术路线。事实上，需要规划多条路线。这是因为任何一项技术都无法满足为所有机型——从飞行出租车到短程、中程和远程飞机——提供动力的能源需求。

虽然空客公司最近比较重视开发电动小型飞机，但现在已经把重点转向用氢来解决航空业的碳排放问题。

空客公司负责零排放飞机项目的副总裁格伦·卢埃林说：“电池方面的经验告诉我们，

电池技术的发展没有达到我们想要的速度。于是氢出场了，每公斤氢产生的能量远远大于当今电池。”

卢埃林说，空客已经开始与航空公司、能源公司和机场讨论氢的问题，因为“这种改变真的需要各个行业以及航空业内部进行合作才能实现”。

长期以来，学术界一直认为氢是一种可行的燃料，但它到目前为止在实践中得到的支持微乎其微。

现在，由于电池不尽如人意，氢的时代到来了。

英国克兰菲尔德大学航空航天系主任伊恩·格雷说：“一年半以前，要是有人谈到在航空业使用氢，大家会认为离谱。但现在，人人都认为氢是解决零碳难题的一个重要手段。”

克兰菲尔德大学一直在支持 Zero Avia 公司，这家初创企业从英国政府获得 270 万英镑（约合 330 万美元）的拨款来研发零排放航空技术，9 月份在克兰菲尔德机场用一架商用级飞机实现了世界上首次以氢燃料电池为动力的飞行。

三款 ZEROe 概念机当中，真正的话题是翼身融合机型，即飞机的机翼与机身合并，形成高度流线型的形状，宛如“飞行的翅膀”。

空客公司的这款氢动力翼身融合飞机看上去就像《星际迷航》中的飞行器，最多可搭载 200 名乘客。其独特的构造将为乘客提供全新的客舱内部布局，同时为储存氢燃料提供充足的空间。

**造价是煤制氢 3 倍、天然气制氢 1.5 倍**

**电解水制氢经济性难题怎么解？**

**专家认为，甲醇储氢可提供全新解决方案**

中国城市能源周刊 2020.10.26

当前，氢能发展备受瞩目。因“跨界耦合”的特性，其被公认为清洁能源体系建设的助推器。传统制氢方式包括天然气制氢、煤制氢等，但仍难摆脱对化石能源的依赖。近两年，可再生能源电解水制氢技术发展势头渐显，其工艺简单、无污染，被视为制氢最佳路线。

据中国氢能联盟发布的《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到 2050 年，氢能在中国能源体系中的占比约为 10%，氢能需求量接近 6000 万吨，可再生能源电解水制氢将成为有效供氢主体。

资料显示，氢气制备方法中天然气制氢占比最高，达 48%；其次是石油气化制氢，占比 30%；煤制氢第三，占比 18%；而被各界寄予厚望的电解水制氢却仅占 4%。原因何在？

**尚处起步阶段造价高削弱电力富余优势**

“当前，我国新能源装机量逐年增长，已远超电网承载能力，新能源消纳矛盾突出。弃



风、弃光、弃水电量呈逐年增加趋势，这在一定程度上为可再生能源电解水制氢提供了有利条件。” 康明斯公司战略部氢能项目负责人杨小珂说。

据国家能源局发布的数据显示，2018 年，我国弃风弃光电量 554 亿千瓦时。若按照每立方米氢气耗电 5 千瓦时计算，全国弃风电量即可生产 110.8 亿立方米高纯度氢气；水电方面，2018 年，我国全年弃水量达 691 亿千瓦时，大量水电富余。

“采用电解水制氢可有效缓解水电弃水难题。通过利用富余水电制氢，将弃水‘变废为宝’，在产氢的同时，也提升了水电项目的综合经济效益。” 中氢新技术有限公司董事长周明强同时指出，富余水电、光电、风电制氢在技术上完全可行，但其尚无法形成规模化发展的主要症结在于制氢成本过高。

记者多方获悉，我国煤制氢技术路线成本在 0.8—1.2 元/标准立方米氢气之间，天然气制氢成本受原料价格影响较大，综合成本略高于煤制氢，为 0.8—1.5 元/标准立方米氢气，而对电解水制氢而言，按目前生产每立方米氢气需要消耗大约 5—5.5 千瓦时电能计算，即使采用低谷电制氢（电价取 0.25 元/千瓦时），加上电费以外的固定投资，制氢综合成本高于 1.7 元/立方米。

“从电解水设备来讲，其造价比其他制氢方式都要高。” 周明强说，同等规模的制氢系统，电解水制氢的造价约为天然气制氢的 1.5 倍、煤制氢的 3 倍，相较于其他制氢方式，可再生能源电解水制氢方式不具价格优势。

“针对可再生能源电解水制氢实践的数量和体量近年来快速增长，来自各行各业的热情正在升温，但规模和探索尚处起步阶段。” 杨小珂说。

### **生产与储运成本制约规模化发展**

采访中，多位业内人士指出，可再生能源电解水制氢成本主要集中在电价和氢能运输两方面。

据业内人士透露，当到户电价在 0.25 元/千瓦时左右时，可再生能源电解水制氢的成本才会与传统化石能源制氢相当，而对于电价较高的上海、北京等地而言，仅电解水的电价成本，就足以让可再生能源电解水制氢企业“望而却步”。

“我国西北、西南地区可再生资源丰富，电价偏低，其用电价格普遍在全国平均线以下，对发展可再生能源电解水制氢较为有利，制氢成本可以明显降低。在一定规模下，甚至能够与化石能源制氢持平。” 杨小珂说。

对此，周明强表示，风电富裕地区虽可满足可再生能源电解水制氢对电价的成本要求，但对于可再生能源丰富的地区，如新疆、甘肃、内蒙古、四川、云南等地，氢能消纳能力却相对有限，因此，制得的氢气需运输至其他氢能应用规模较大的地市。

“氢的运输成本高、效率低。” 周明强说，当前国内最普遍的运氢方式为高压储氢罐拖车运输，但其运输效率极低，仅为 1—2%。

记者了解到，一台高压储氢罐拖车的成本约为 160 万元，其运输百公里储运成本为

8.66 元/kg，随着距离的增加，其运输成本受人工费和油费推动仍会显著上升；若采用液氢槽车运输氢气，虽运输效率有明显提高，但一台液氢槽车的投资为 400 万元，液氢槽车运输百公里储运成本为 13.57 元/kg，若距离增加至 500 千米，成本则为 14.01 元/kg。

“氢气的运输成本占终端氢气售价的一大部分，这极大阻碍了可再生能源电解水制氢的规模化发展。”周明强说。

### 甲醇储氢项目落地有望打开新局面

对于氢储存运输成本高、运输难问题，中国科学院院士、中科院大连化学物理研究所研究员李灿日前表示，目前，兰州新区液态太阳燃料项目已开发出采用二氧化碳加氢制甲醇储存方式，为氢运输提供了全新途径。其可解决高压运输、储存成本与安全问题，还可实现二氧化碳回收和全流程清洁目标。

记者了解到，兰州新区液态太阳燃料项目于 2018 年启动，该项目采用 10MW 光伏电解水制氢，制得的氢再与企业排放的二氧化碳合成甲醇。“兰州新区液态太阳燃料项目将制得的氢气合成甲醇，省去了运输氢气的高昂费用，亦使得效率提高至 80% 以上。目前，该项目也已在张家港等地进行示范。”周明强说。

对此，中科院大连化学物理研究所副研究员王集杰认为，该项目技术路线对缓解我国能源安全问题乃至全球生态文明建设具有重大意义：一方面其探索了中国西部地区丰富的太阳能等可再生能源的优化利用模式，将太阳能等可再生能源转化为液体燃料甲醇，提供了一条特高压输电之外的有效利用可再生能源的路径；另一方面，液体燃料甲醇又是绿氢载体，有助于解决氢能储存和运输的安全难题。

对于电解水制氢未来发展，杨小珂表示，近年来，无论项目数量还是项目规模，可再生能源电解水制氢发展都在加速增长。

“长期来看，经济性是未来可再生能源电解水制氢市场可持续性发展的关键。要想实现经济性，除了政府要加大政策支持外，可再生能源电解水制氢企业也应不断探索氢能发展全产业链商业模式，找准终端应用氢能场景，电解水制氢实现规模化、产业化将指日可待。”杨小珂说。（张金梦）

## 氢气勘探理论与技术研究迫在眉睫

中国科学报 2020.10.21

氢气，这种“绿色”燃料燃烧后只产生纯水，并释放出巨大能量，因而被认为是最有希望的可持续能源载体。

在石油炼化产业中，生产氢气主要通过催化重整产氢和以烃类物质为原料的水蒸气法及部分氧化产氢两种方式。但受成本、工艺及环境等条件的限制，目前仍难以实现大规模生产和利用。

那么，自然界中的氢气能否像天然气那样，储存于地下气藏中呢？

2018 年就有科学家发现，在形成于地下 410 ~ 660 千米深处的珍贵稀有的天然蓝钻石内部包裹着氢气和其他气体。如今，在大洋中脊、板块构造边缘和板块内沉积盆地中，也都发现了广泛分布的氢气资源。因此，自然界中氢气资源分布广，资源潜力巨大。

### 自然界中氢气的成因机制

在地质体中，氢气主要来自深部缺氧地层中。对于地球深部来说，幔源脱气会伴生着大量氢气的释放；对于地壳浅部岩层来说，水岩作用、水受放射性粒子辐射作用、微生物作用、有机质快速热裂解，甚至岩层断裂活动产生自由基反应等方式也可以产生氢气。

深部地幔中氯化物释放出的氢气沿切穿盆地基底的深大断裂，或伴随岩浆活动上涌进入浅部地层，或以火山形式喷出地表。金刚石包裹体中分子氢的发现就说明了深部地幔中富氢组分的存在。

水岩反应中，最主要的是蛇纹石化。蛇纹石化是基性—超基性岩发育区常见的一种低温（ $< 500^{\circ}\text{C}$ ）热液蚀变反应。蚀变过程中，橄榄石、辉石等矿物的  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，同时水中的氢元素被还原为氢气。

水受放射性粒子辐射作用生氢主要是地下  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  粒子辐射导致水分解产生氢气。有科学家通过对比模型计算结果与实际检测结果后认为，水的辐射分解是导致南非威特沃特斯兰德盆地和加拿大蒂明斯盆地深部裂缝水中高氢气含量的主要原因。

微生物作用生氢主要为还原性细菌通过对有机质的分解产生氢气。柴达木盆地三湖地区的天然气中发现了少量的氢气。根据天然气产出的地质背景，该地区天然气藏中的氢气是有机质在微生物作用下产生。同时，有机质在高温高压环境下发生自身脱氢反应，含硅岩层机械断裂自由基反应也会生成少量氢气。

总而言之，不同地质背景赋存的氢气具有不同的成因机制。大洋中脊、大陆裂谷带等构造活动带岩浆热液活动较为活跃，含  $\text{Fe}^{2+}$  矿物的水合反应是该环境中重要的氢气形成机制之一。古老地壳基底中的氢气含量受到基底岩石中含钾矿物的含量和放射性衰变时间的影响。盆地沉积物中的氢气包含母源基底岩石中继承的氢气和沉积以来有机质成熟演化过程及放射性元素持续衰变辐射作用形成的氢气。

由于构造环境的复杂，自然界产出的氢气常为多种来源氢气的混合，如何鉴别不同来源的氢气是完善氢气体系研究中需要解决的一个重要问题。以现有的分析技术和地球化学鉴别指标很难对不同来源的氢气做明确的鉴别。因此，在氢气成因分析中，需充分考虑氢气分布的构造、沉积环境和岩相组合等因素，排除不符合实际地质情况的成因模型，并结合其他伴生气体的地球化学特征进行综合判断。

### 最小分子氢气如何迁移保存

与常规天然气藏相比，氢气的富集及保存对储盖围岩及流体组分要求更高。由于氢气的化学性质活泼，氢气一般在原位或运移短距离至邻近层位聚集。因此，氢气储存需要考虑基底岩体、潜在储集体和相关断裂带所在的位置，综合分析岩石孔隙度、渗透率、围岩矿物地

球化学、水体属性、pH 值、Eh 值、温度、微生物等特征，动态评价可能的流体—岩石的物理化学反应、气体储存与逸散。由于围岩与流体的物理化学反应对储层孔隙度—渗透率演化具有重要影响，进而影响气体流动过程和岩石的阻隔性。

氢气最有利的存储模式为自生自储模式，以减少氢气运移过程中与流体组分或围岩矿物组分反应而被消耗，因为氢气自身化学性质活泼，在沉积含水层中易被消耗。深部基岩中的存储空间自身裂缝发育，可以增大与反应流体接触面积，提供更大储存空间，同时上覆地层为致密性良好的沉积岩层系，以有效地封存基岩裂隙中持续产生的氢气，达到了供给大于逸散，使得氢气富集形成气藏。

因此，氢气储存主要考虑氢气供给的潜在反应、氢气高扩散系数、地层流体物理化学性质、岩石矿物组成和储盖层物性等因素，以做综合评价。

在氢气聚集体系中，蒸发岩等所谓渗透性最低的盖层也只是起到减小氢气迁移动力、降低氢气散失速率的作用，难以完全阻隔氢气的散失。而氢气的聚集需要在氢气充注量大于散失量的条件下，通过稳态积累实现。因此，在氢气聚集体系中，地表较高含量的氢气散失同样可以指示沉积盆地等构造单元中存在一定规模的氢气聚集。

考虑到氢气赋存的媒介，以气态氢的形式从液态水中和黏土矿物表面的解吸是两种重要的方式。此外，岩石矿物颗粒的破碎使得包裹体中氢气的释放同样是氢气散失的一种可能途径，散失的氢气以扩散或对流的方式散逸到大气中。

地质体中氢气资源前景如何？

据国际氢能委员会预计，在温度变化控制在 2℃ 情况下，到 2050 年全球氢能需求潜力可达  $5.5 \times 10^8$  吨，这可以减少  $60 \times 10^8$  吨二氧化碳的排放，届时氢能在交通运输领域的需求可达  $1.6 \times 10^8$  吨。

目前监测数据评估到的氢气含量占比很低，在世界能源结构中占比难以客观评价。全球工业氢气市场的发展需求与地区经济增长密切联系。由于中国和印度等发展中国家经济快速增长带来的对氢气的强劲需求，亚太地区工业氢气生产量稳居全球首位。2017 年亚太地区工业氢气的生产规模价值为 1071.36 亿美元，北美为 555.80 亿美元，而欧洲则为 517.57 亿美元。这极大促进了氢气生产和存储的发展。

目前，氢气的生产还是以化工生产为主要方式，成本高、易于形成能源二次消耗和污染。因此，加强地质体中氢气资源的理论与相关技术研究迫在眉睫，特别是加强对地质体中氢气来源、运移通道、聚集和保存的规律研究，预测高含量氢气的分布区域，从而降低氢气勘探风险，为氢能可持续、低成本发展提供理论和技术支撑。

随着科技进步，人们对地质体中氢气储量规模的认识将越来越清晰，发现和探明富氢气藏的规模也越来越大，氢气在能源结构中发挥的作用将更加重要。这对加快发展氢能源、优化能源结构、保护环境和经济可持续发展具有重要意义。（刘全有 刘佳宜）

# 我国制氢技术短板待补

中国能源报 2020.10.26

10月19日—22日，2020联合国开发计划署氢能产业大会在广东佛山举行。与会专家表示，我国氢能产业虽初步形成产业链和实现小范围产业化示范，但仍处于探索期。

未来，尽快突破制氢技术“短板”则是氢能规模化推广应用的基础。

## “绿氢”占比较低

中国科学技术协会主席万钢认为，氢能作为众多一次能源转换、传输和融合交互的纽带，将在我国能源体系中发挥越来越重要的作用。当前，全球氢能产业链关键核心技术趋于成熟，产业发展前景可观。

中国政府欧洲事务特别代表吴红波认为，当前我国氢气年产量世界第一、金属储氢材料年销量世界第一，同时，已经形成了京津冀、华东、华南及华中四个区域产业集群。“我国在氢能和燃料电池两大技术攻关领域，坚持战略引领和创新驱动，加快产业布局，坚持市场导向，扩大国际合作，推进氢能和燃料电池产业高质量发展。”

吴红波指出，虽然氢气产量世界第一，但当前我国制氢原料70%为煤炭和天然气，“绿氢”占比低。化石燃料生产的氢能是以碳排放和空气污染为代价，并非真正的清洁能源。“光伏发电成本已经比10年前降低了80%以上，氢能要在可再生能源的竞争中胜出需要进一步提升经济性，制氢则是突破口。”

## 制氢突破是前提

在原国务院参事徐锭明看来，未来氢能发展想要发展，几大问题要想透彻：“氢是什么，氢从哪里来，用什么样的氢，怎么样才能用好氢，如何打造氢能产业链？”同时，还要做好氢能的质量、计量工作、解决绿色、安全等相关问题。

“氢能，被冠以未来能源和清洁能源的美誉，发展氢能是人类能源结构调整和产业结构转型的必经之路，世界各国已经开始启动对氢能的研究和尝试，目前氢能的利用技术逐渐趋于成熟，氢燃料电池已经开始商用化，氢能汽车和氢能汽轮机等一些绿色产品已开始投入市场。我国是第一产氢大国，具有丰富的氢源基础，氢能和燃料电池已经提升到战略性能源技术高度。”欧洲科学院院士余家国表示，“未来，氢能规模化应用将提高对制氢技术的要求。高效、低成本、大规模制氢技术的开发将成为氢能时代的迫切需求。”

## 鼓励制氢技术创新

制氢一直以来是我国氢能发展的“卡脖子”难题，如何高效制取相对环保的“蓝氢”和“绿氢”，如何开拓思路、攻克技术瓶颈，自然成为了行业专家的研究重点。

中国科学院院士郭烈锦介绍了“煤炭超临界水制氢”的技术。该技术“以水为基、水煤直接接触”，让二氧化碳自然富集，清洁高效制氢。“这一技术实现了煤的高效洁净低碳转化，同时能有效解决环境污染问题。”

澳大利亚国家工程院外籍院士刘科则展示了另一种技术路径，甲醇在线制氢系统。据介绍，甲醇是非常好的液体储氢、运氢载体，氢能汽车通过车载甲醇制氢与燃料电池系统集成，可实现氢气即产即用、即时制氢发电。而且该系统在效率与成本上均具备优势。在刘科看来，基于甲醇的氢燃料发电，还将是未来 5G 电源供应和分布式能源的发展方向。

而应用更为广泛的则是“光催化制氢”，欧洲科学院院士余家国表示，“光催化制氢利用太阳光催化分解制备氢气，光催化材料和技术在解决能源和环境问题方面有着非常广阔的应用前景。目前，美国、欧洲、日本、韩国都在重点开展光催化分解水制氢的研究。”（韩逸飞）

## 八、风能

### 《风能北京宣言》建言风电发展路线图

### 2060 年风电开发将达 30 亿千瓦

中国科学报 2020.10.21

本报讯（记者李惠钰）10月14日，2020年北京国际风能大会在京举行，来自全球400余家风能企业代表共同签署并发布了《风能北京宣言：开发30亿风电，引领绿色发展，落实“30·60”目标》（以下简称《宣言》），提出在“十四五”规划中，须为风电设定与碳中和国家战略相适应的发展空间：保证年均新增装机5000万千瓦以上。2025年后，中国风电年均新增装机容量应不低于6000万千瓦，到2030年至少达到8亿千瓦，到2060年至少达到30亿千瓦。

上述数字也意味着，风电即将进入倍增阶段。中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩表示，每年新增装机5000万千瓦是一个非常强烈的市场信号，所有开发企业、制造企业都会按照这个目标制定其发展、投资规划。

《宣言》提出，全球风能资源技术开发潜力约为当前全球电力需求的40倍，而绝大部分资源尚未开发利用，如中国已开发风能资源不到蕴藏量的5%。在当前技术水平下，仅“三北”地区（西北、东北、华北）风能资源储量就超过40亿千瓦，通过本地消纳与跨区平衡，可提供最低成本的电力供应；而中部东南部风能资源储量近10亿千瓦，因地制宜集约节约发展潜力巨大。

值得关注的是，《宣言》称，未来五年，海上风电有能力实现规模化、平价化发展。为此，数百家企业建议，各国政府应保持政策的连续性和针对性，加大对海上风电等关键技术领域的支持力度，为建设最具成本优势风电提供必要政策支持。同时，针对海上风电等前沿技术、关键共性技术开展联合研究，共享创新成果，储备技术实力，持续推动成本下降。

为进一步加快全球风电发展，《宣言》还发出五点倡议，包括设定支撑碳中和目标的产业发展规划、依法建设良好产业政策环境、将风电打造成绿色复苏新动能、推动电力消费侧

的绿色革命、建立更加紧密的国际合作机制等。

“风电产业作为清洁能源的重要力量之一，必将承担更多责任，也必将迎来更大发展空间。”国家能源局新能源和可再生能源司副司长任育之表示，国家能源局正在组织开展可再生能源发展“十四五”规划编制相关工作，将大力推动新能源和可再生能源高质量发展，更大力度推动风电规模化发展。

任育之表示，未来我国将坚持集中式与分散式并举、本地消纳与外送消纳并举、陆上与海上并举，积极推进“三北”地区陆上大型风电基地建设和规模化外送，加快推动近海规模化发展、深远海示范化发展，大力推动中东部和南方地区生态友好型分散式风电发展。

## 华电在湘装机最大风电场风机全部投运

中国电力报发电周刊 2020.10.26

本报讯（通讯员赵阳 管美艳）报道 10月16日，中国华电集团有限公司在湘装机最大风电场—湖南永州宁远梅岗120兆瓦风电项目全部风机成功并网，标志华电湖南公司向完成“保电价”项目建设目标又迈出了坚实的一步。

该项目总装机容量为120兆瓦，项目设计年上网电量26109万千瓦时，总投资9.88亿元，是湖南省次性核准建设最大的风电场项目，也是华电在湘“调结构提效益”的“保电价”项目项目运营后，每年可为电网节约标煤8.02万吨，相应每年减少二氧化硫排放量约1547.8吨，一氧化碳约21.4吨，二氧化碳约19.1万吨。

项目建设以来，面对新冠肺炎疫情、“抢装潮”导致设备供货不足、施工条件复杂等多重困难，华电湖南公司上下坚定信心，主动作为，抢抓一切有利时机加强设备催交和建设吊装工作。该公司安排专人驻守各设备生产基地，协调并督促设备生产发货和运输等有关工作；在项目建设吊装上，科学合理调整建设工期，通过增加作业面、硬化困难路段增加牵引车辆等措施，有效确保了项目建设进度。

## 我国首个海上风机塔 AIS 基站建成

中国电力报 2020.10.28

本报讯 10月27日，在距离长江口南支航道0.7海里的风机塔上，东海航海保障中心上海航标处顺利完成临港海上风电场 AIS（船舶自动识别系统）基站的新建工作，中国首个海上风机塔 AIS 基站宣告建成。该基站的建成，使上海港南支航道、南槽航道水域实现了信号全覆盖，可为往来该水域的各类船舶提供更加优质的导助航服务。

## 九、核能

# 清洁发电 多元利用 蹚出中国特色核能之路

科技日报 2020.10.9

### “十三五”成就巡礼

9月28日，国家电投集团公司在上海发布我国三代核电自主化标志性成果——中国自主核电技术品牌、世界先进三代核电型号“国和一号”。

一年前的2019年9月，国务院新闻办发表的我国首部核安全白皮书——《中国的核安全》白皮书指出，中国核事业形成了完备的核工业体系，为保障能源安全、保护生态环境、提高人民生活水平、促进经济高质量发展作出了重要贡献，也走出一条中国特色核安全之路。

### 三代、四代核电从图纸走向现实

9月2日，国务院总理李克强主持召开国务院常务会议。会议核准了采用华龙一号三代核电技术的海南昌江核电二期工程和民营资本首次参股投资的浙江三澳核电一期工程。两个项目有效总投资超过700亿元，将带动大量就业。

2015年5月7日，华龙一号全球首堆示范工程——福清5号机组第一罐混凝土浇筑，标志着工程正式开工。5年多来，福清核电5号机组进展顺利，按照计划进度开展建设成为重要标签，有望于今年年底前投产运行。此外，华龙一号已在宁德、漳州、防城港落地。

中核集团华龙一号总设计师、中国核电工程有限公司总工程师邢继说，随着华龙一号陆续开工，由此带来的规模效应、集成效应，将带动国内装备制造企业不断提升技术和管理水平，推动高端装备制造业的整体转型升级。

过去5年，我国引进的三代核电技术项目，包括三门、海阳的AP1000项目和台山的EPR项目，也都实现了发电。

在山东石岛湾，第四代核电技术——世界首座模块式高温气冷堆示范电站已完成土建、安装，进入全面调试阶段。参建各方正在按照2021年底建成发电的目标全力推进。

截至2019年12月底，我国运行核电机组达到47台，总装机容量为4875万千瓦，仅次于美国、法国，位列全球第三，核电总装机容量占全国电力装机总量的2.42%。与此同时，《原子能法》《核电管理条例》等一批涉核法律法规正在抓紧制定。

### 未来核能稳步推进

今年7月28日，国际热核聚变实验堆（ITER）计划重大工程安装启动仪式在法国举行。

国际热核聚变实验堆计划是当今世界规模最大、影响最深远的国际大科学工程，我国于2006年正式签约加入该计划。这是我国以平等身份参加的最大国际科技合作项目。

2017年，活跃在聚变研究领域的科研人员共聚一堂，就ITER计划及全球聚变能研发的



未来之路展开讨论，国际聚变界 30 余位外籍专家及 10 余位中国专家代表起草并签署了《北京聚变宣言——支持中国聚变能发展》，宣言认为，中国为 ITER 准时交付高质量部件，显示出中国在 ITER 中扮演了重要角色，并进一步倡导世界聚变界的科学家们为聚变能相关技术研发加强合作，为最终解决世界能源短缺和环境污染问题贡献力量。

### 核能利用趋势从发电到多元

今年年初，随着新冠疫情的发展，快速防疫或快速治疗成为重中之重。之前，我国国标医用防护服大多采用环氧乙烷灭菌，需要 7 天—14 天时间。但医疗器材特别是一次性防护服消耗过快，如何让其产能及时跟上需求成为主要问题。

核技术在疫情防控中“临危受命”，从 2 月 9 日—24 日，核工业领域就有 44 家单位，完成 139 万套医用一次性防护服辐照灭菌。根据疫情期间《医用一次性防护服辐照灭菌应急规范（临时）》，其采用的辐照（钴 60 或电子加速器）技术，可将灭菌时间缩短到 1 天以内。

既能用于辐照生产，又可为北方地区冬季清洁取暖提供热源。2019 年，山东海阳 70 万平方米的核能供热项目一期工程正式供热，标志全国首个核能商业供热项目正式启动。

未来，核能还将在工业供汽、海水淡化、余电制氢、同位素生产、制冷等方面发挥重要作用。（陈瑜）

## “人造太阳”影响深远

人民日报 2020.10.14

前不久，中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯、美国 7 方 30 多个国家共同参与的国际热核聚变实验反应堆（ITER）计划启动主体安装工作，标志着人类距离“人造太阳”梦想又近了一步。

我们知道，当今原子能电站及原子弹的能量来自核裂变。与重原子核在中子打击下分裂放出“裂变能”正好相反，核聚变反应是由两个较轻的原子核（主要是氢的同位素），聚合成较重的原子核，同时释放能量的过程。太阳内部无时无刻不在发生着核聚变，这是大自然最普遍的能量来源。“聚变能”具有资源无限、环境友好、不产生高放射性物质等特点，被认为是最理想的洁净能源之一。人类梦想在地球上制造聚变反应堆，像太阳一样为人类提供源源不断的能源，俗称“人造太阳”。ITER 计划的目标就是验证受控核聚变的科学与工程可行性。

核聚变反应原理虽然看上去很清晰，但要实现受控热核聚变反应却非常困难。这需要上亿摄氏度的高温，一定的原子核密度和足够长的控制原子核时间（约束时间）。20 世纪 50 年代，英国科学家提出了被称为“劳森判据”的经典公式，给出了核聚变点火条件：当核聚变燃料的温度、密度和约束时间三者的乘积大于一个特定值时，就可以发生核聚变反应。按照劳森判据和核聚变本身特点，氢的同位素——氘氚反应被证明是最易实现的核聚变反

应，也是当前研究的重点。

ITER 计划的实施大体分三个阶段。从 2006 年开始是第一阶段建造期，目前计划在 2025 年安装调试完毕，可用来产生温度、密度和约束时间符合核聚变条件的高温等离子体（即电离了的“气体”）。2025 年—2037 年，ITER 将进入装置运行期，最后还有 5 年的去活化期，使反应材料冷却到符合环境安全的程度。除了不用于发电，ITER 将基本上验证或解决未来商用电站规模的受控核聚变发电所面临的物理、工程与科学方面的关键难题。

ITER 项目耗时较长的原因有四：一是工程建造难度高，这里有世界上最大的磁体、超高真空室、供电系统、冷却系统等；二是项目具有科学和工程双重属性，没有成功案例可借鉴，工程决策难度大，大量的科学论证、工程验证需要反复迭代进行；三是项目管理挑战巨大，很多关键系统由多方参与采购制造，各方实力、规定差异较大，为项目的集成管理带来了极大挑战；四是参与方多，多文化背景交融，部分成员方的国内经济、政治形势变化也对 ITER 计划的实施产生直接影响。

从 ITER 到受控核聚变商用阶段，中间还需经过示范堆的实验。为弥补 ITER 和未来聚变电站之间的差距，我国聚变界提出建设中国聚变工程实验堆，建议在本世纪中叶开展中国聚变示范原型电站的建设和聚变能商业开发。在 ITER 专项支持下，我国于 2014 年完成了中国聚变工程实验堆的概念设计，目前正在开展详细物理工程设计、关键技术预研和聚变堆材料研发等工作，这一过程也广泛吸纳了国际各方的参与合作。商用核聚变挑战巨大，影响深远，带动广泛，需要各国科学家和政府共同努力，不断探索。（罗德隆）

## 自主三代核电“国和一号”研发完成

中国能源报 2020.10.12

### 核心阅读

成功打破多项技术垄断，主泵、爆破阀、压力容器、蒸汽发生器、堆内构件、控制棒驱动机构、大锻件、核级焊材、690U 型管等关键设备、关键材料全部实现自主化设计和国产化制造，设备整体国产化率达到 90% 以上，批量化后工程造价还能再降低 20%。

9 月 28 日，正值上海核工程研究设计院（以下简称“上海核工院”）建院 50 周年，国家电投在上海发布我国三代核电自主化标志性成果“国和一号”。据了解，作为我国完全自主设计的核电技术品牌，“国和一号”集中国三代核电技术和产业创新之大成，标志着我国已完全具备先进核电自主化能力。

### 铸就先进三代核电品牌

在三代核电自主化成果发布会上，上海核工院相关负责人表示，三代核电自主化战略从本世纪初实施，如今已总体完成。“其核心意义，在于通过依托项目建设、设备国产化和压水堆重大专项的牵引，推动了我国核电行业和技术整体升级换代，实现从‘二代’到‘三代’的跨越。”

据了解，在安全性上，“国和一号”基于多层防御体系并系统性地应用非能动和简化理念，经过了完整的试验验证，包括新建 22 个台架，完成 17 项试验共 887 个工况，完成了堆芯熔融、安全壳冷却等 6 大试验课题，建成了一批具有世界先进水平的综合配套试验设施，支撑型号安全审评，确保安全。

在经济性上，“国和一号”成功打破多项技术垄断，主泵、爆破阀、压力容器、蒸汽发生器、堆内构件、控制棒驱动机构、大锻件、核级焊材、690U 型管等关键设备、关键材料全部实现自主化设计和国产化制造，设备整体国产化率达到 90% 以上，批量化后工程造价还能再降低 20% 左右，具有国际竞争力。

而在创新方面，2016 年，“国和一号”通过中国专利保护学会专家评审，认为“具有自主知识产权和出口权”，为我国三代先进核电的规模化、批量化发展与“走出去”提供了有力保障。截至今年 8 月，“国和一号”压水堆重大专项已累计形成知识产权成果 6513 项，获得国家授权专利 1052 项，形成新产品、新材料、新工艺、新装置、新软件 392 项。

### 厚积薄发自主创新再升级

1970 年 2 月 8 日，上海市传达周恩来总理关于在上海建核电站的指示精神，上海核工院正式组建，我国核电事业拉开大幕。2006 年，党中央、国务院决定实施三代核电自主化战略，上海核工院作为三代非能动核电“引进消化吸收再创新”的技术主体。

从重大专项确立，直到“国和一号”正式发布，十余年时间里，结合依托项目、技术引进、设备国产化和重大专项研发，我国核电产业的多项技术和工艺空白得以填补，并建成了具有国际先进水平的三代核电自主创新体系和产业链体系。2019 年，作为非能动核电技术“全球首堆”的三门核电 1 号机组投产，之后三门、海阳核电依托项目 4 台机组在 2019 年 1 月全部建成投运，标志着我国完整掌握三代核电工程建设技术。

但是，业内也有质疑认为，“国和一号”不过是“买来的技术”。

对此，“国和一号”压水堆重大专项总设计师郑明光指出，引进、消化、吸收并非简单地购买国外技术成果，而是集交流合作、技术验证、突破创新等在内的复杂工程，在 AP1000、“国和一号”实施过程中形成了许多我国自主知识产权。“‘国和一号’的成功研发，依靠的是 60 多年的完备核工业体系、50 年的核电技术持续研发、数十年电力装备制造业的快速发展，以及压水堆重大专项的研发攻关。”

### 拓路核能综合多元利用

从秦山核电站实现中国大陆核电“零的突破”，铸就“国之光荣”，到巴基斯坦恰希玛核电站实现“走出去”，成为“南南合作的典范”，再到中国第一座重水堆核电站总体技术支持，开创国内大型核电站工程设计和项目管理与国际接轨的先例，上海核工院五十年来走出了一条核电自主创新之路。而今，“国和一号”的成功研发，既是我国核电自主化道路取得的又一个重大成果，也为我国核电事业开启了新的历史发展时期。

国家电投相关负责人指出，国家电投未来将着力打造最具竞争力的、世界一流的核能技

术创新与工程建设平台公司，加快核电向核能的拓展与综合利用，并全面融入数字化、智慧化发展大势。

具体而言，国家电投将聚焦率先实现“世界一流研发”目标，以型号为驱动，积极推动“国和”系列核电以及先进小堆型号开发和优化，做强供给侧，引导需求侧；聚焦关键技术、前端技术研究，加大自主投入，进一步推动设计数字化、材料和燃料基础研究、国产化100%、运维智能化，并布局研究堆联合建设、聚变堆联合研发。同时，以“世界一流AE”为目标，发挥设计、建造一体化效能，成为中国乃至世界核能项目建设的重要力量。

2019-2020供暖季，海阳核电成功实现抽汽供热。在此基础上，国家电投按照“更安全、更经济、更数字智能、更和谐”的理念，成功研发了一体化核能供热小堆。该型号高度集成、全自然循环，实现了简化设计、放射性零排放、缩小场外应急计划区的目标，具有固有安全性、环境友好性，达到国际领先、国内领跑水平。一体化供热小堆兼顾居民供暖和工业供汽，对缓解我国煤炭供应压力、推动能源结构多元化、清洁供暖保障民生具有重要意义。（卢彬）

## 高温气冷堆示范工程首堆冷试成功

中国能源报 2020.10.26

本报讯 10月19日17时42分，华能石岛湾高温气冷堆示范工程首台反应堆冷态功能试验一次成功（以下简称“冷试”），这是该工程全面进入调试阶段以来首个重大节点胜利，标志着反应堆性能顺利通过首次全面考验，对工程商运投产具有里程碑意义。

作为国家科技重大专项，华能石岛湾高温气冷堆示范工程于今年7月25日全面进入调试阶段，10月6日启动首堆冷试，共历时14天，主要验证反应堆一回路系统和设备及其辅助管道在高于设计压力下的强度及严密性。

据了解，在没有经验可借鉴的情况下，以压缩空气和少量氦气作为试验介质，华能牵头开展了脆性转变温度、升降压速率、超压保护、温度控制、泄漏检查、容器位移检查、压力容器支承结构目视检查等方面的研究，完成了一系列技术创新与攻关。

冷试期间，首台反应堆分阶段经过了10个压力平台的工序测试，压力最高峰值达8.9兆帕（89个大气压），开创了国内工程领域超大容积、超高气压系统试验的先例。首堆冷试的成功有效检验了示范工程核岛设备制造和安装质量的可靠性。

华能介绍，目前示范工程第二台反应堆冷试已经启动，两台反应堆冷试目标的实现将为后续热态功能试验和装料奠定基础。（刘权甲）

## 十、其它

### 国家能源集团自主研发褐煤蜡技术填补国内空白

中国电力报能源周刊 2020.10.24

本报讯（通讯员张翠清 张中华）报道 近日，国家能源集团北京低碳清洁能源研究院（以下简称低碳院）自主研发的百公斤级褐煤蜡绿色提取试验装置在打通全流程后，实现连续稳定运转顺利产出满足煤炭行业褐煤蜡技术条件二级标准的福煤蜡产品。提取效率相比行业现有水平提高5%以上，脱蜡煤残剂含量远低于环保要求。

传统褐煤蜡提取工艺采用毒性较高的苯/甲苯作为萃取剂，难以满足日益严格的环保和安全要求。为解决这个行业发展难题，低碳院于2018年研制出了具有自主知识产权的低毒褐煤蜡提取萃取剂，并针对国家能源集团国神宝清煤电化公司富蜡褐煤树脂含量高、水分高、易粉化的煤质特点，于2019年开发出适应该煤种的绿色提蜡脱脂集成新工艺，包括褐煤蜡绿色提取树脂分离、溶剂回收、残煤处理等关键单元。随后，技术团队克服新冠疫情的影响，于今年6月底在国家能源集团榆林化工公司中试基地建成百公斤级全流程连续试验装置，经过3个多月的调试和改造，于近日正式投料运行。

我国富含褐煤蜡的褐煤资源稀少，分布于云南、内蒙、东北等少数地区，国家能源集团国神宝清煤电化公司露天矿褐煤平均蜡含量5%以上，局部高达11.6%，属于稀缺的富蜡褐煤资源。褐煤蜡绿色提取技术可与其他褐煤综合利用技术集成优化，在提取出高附加值的褐煤蜡产品后，脱蜡褐煤可继续作为发电燃料或气化原料，真正实现了煤炭资源梯级高效利用。

该技术开发的成功，将填补国内褐煤蜡市场空白。下一步，低碳院重点对工艺系统和核心设备进行优化，计划作为落实黑龙江省“煤头化尾战略”的具体举措，与国家能源集团宝清煤电化公司共同建设工业化示范装置，发展新型煤电化工联产同时将持续开发产品分级和精制技术，进一步增强产品的市场竞争力。

### 煤电与气电之间不能简单替代

中国能源报 2020.10.12

近年来，燃煤发电（以下简称“煤电”）比燃机发电（主要指以天然气为燃料的燃气轮机或燃气—蒸汽联合循环发电）更清洁的言论经常见诸媒体，但反驳声音也时有响起。认为煤电更清洁的主论点是，实施了大气污染物超低排放改造后的煤电比燃机发电更清洁。而反对者认为，煤电污染物排放在实际运行中还是远大于燃机发电，只不过是在超低排放要求中的排放限值比燃机发电排放限值低而已。笔者曾在2014年煤电大气污染物超低排放项目初起时专门写过文章，认为不宜直接比较煤电与燃机排放哪个更少。当前，“十四五”时期煤电与燃机到底该如何发展遇到了新选择，煤电与燃机发电谁更清洁的争论时而又现。

严格来说，燃煤发电与燃机发电哪个更清洁本身就是一个“模糊命题”，以往持不同看法的人是各自定义“清洁”内涵，划定比较范围，通过媒体隔空对话，少有面对面辩论，以致产生了各种认识上的错位，并对政府决策产生了一定影响。我国在推进煤电清洁发展中，用燃机发电的某些清洁性特点比喻煤电的清洁性更简单、直观、易传播。但同时，由于此种方法概念模糊，久而久之导致人们对煤电和燃机发电作用、地位的认识，以及政府部门在能源发展科学决策上产生偏差。笔者认为，有必要从专业角度分析和澄清。

### 将微观认识简单应用到宏观层面催生“模糊命题”

笔者分析，最初有人将微观层面的某个煤电项目的环保改造结果简单应用到宏观层面的煤电清洁性认识上；将特定条件下某项污染因子的治理成果简单推论到煤电整体“清洁化”层面上。显然，这种模糊而简单地比较法对于特定项目虽有标志性意义，对于减少煤电（或者燃机发电）行业大气污染物排放量具有示范性意义，但同时也对公众甚至决策者造成一定的误导，如在宏观层面上推动“以煤代气”（或“一刀切”式的“以气代煤”）等具有排他性的“二选一”政策出台。

实际上，即便是在微观层面上可以比较的煤电和燃机发电项目的3项污染物（二氧化硫、氮氧化物、颗粒物）排放浓度，也只是诸多环保因素中的一方面而已，且不见得能单纯从污染物浓度上看出对环境质量的影响。如，要在某市拟建一座火电厂，我们须知道是电量需要还是电与热需要；当地环保容量如何，二氧化硫与氮氧化物哪个是更为敏感的因素；燃料来源、水源、运输条件以及生产经营活动对当地经济发展、社会发展的影响等等。条件确定后，完全可分析出建煤电和建燃机哪个更合适，而不是只看污染物排放浓度。正如从北京到上海，可以选择飞机、汽车、高铁等出行方式，但如果从北京天安门到复兴门我们可能会选择步行。

所以，在一个具体项目的决策中，某方案的某一方面优势或劣势与其他条件的比较也是相对的。不宜把微观事项决策中的结果简单类比或者照搬到宏观事项决策中。从现实争论看，在比较煤电和燃机发电的清洁性时，大部分比较的只是国家或者地方政府颁布的《火电厂大气污染物排放标准》中三项污染物的“污染排放浓度限值”的大小，并不是比较单位产品生产过程中污染物排放量的大小，更不是比较其污染物排入大气环境后对当地环境质量影响的大小。

其次，即便能从排放标准比较中看出煤电和燃机发电的排放限值大小，也说明不了谁更清洁，即不能用评价“马”的标准来评价“牛”。如，燃机发电的二氧化硫排放限值是35毫克/立方米，燃煤发电排放限值是100毫克/立方米，这并不能说明燃机比燃煤机组更环保。正如高铁比汽车跑得快，不能说明高铁比汽车更好，因为高铁是高铁的标准，汽车是汽车的标准，各有各的作用和应用范围。因此，我国现行的《火电厂大气污染物排放标准》（GB13221-2011）（以下简称《标准》）对不同燃料、不同发电方式规定了不同的污染物排放限值，这是科学合理的，也是国际通行做法。

烟气含氧量折算后虽可比较出数值大小，但没有实质意义。《标准》规定，直接监测的大气污染物的浓度要折算成“大气污染物基准含氧量排放浓度”后才能与限值比较出是否超标。用基准含氧量折算就是为了防止在监测点前用空气稀释污染物浓度的做法。煤电与燃机发电虽然都是“火电”，但燃煤锅炉、燃气锅炉、燃气轮机组的“基准含氧量”数值是不同的，分别是6%、3%和15%。

“基准含氧量”之所以不同，是因为不同燃烧装置的燃烧原理和工艺不同，燃料燃烧所需的过剩空气系数不同造成烟气中的含氧量不同。煤炭在电站锅炉中燃烧及通过负压烟道后，烟气中的氧含量约为6%；而燃机燃烧时需要更多的过量空气才能有更高的燃烧效率，烟气中氧含量约为15%。因此，将不同发电方式的典型工艺的烟气含氧量作为规定的基准氧含量。

显然，即使监测中得到煤电机组与燃机的排放浓度相同，其内涵也不同。如果将不同燃烧（发电）装置的排放限值按相同的“基准含氧量”折算比较，就会发现排放限值的大小排序发生变化。如《标准》规定，“天然气锅炉或燃气轮机组”的烟尘排放限值都为5毫克/立方米，若将燃机的基准含氧量按燃气锅炉折算，则燃机发电排放限值为25毫克/立方米（基准含氧量为3%）。再如，同样是用天然气发电，用燃机发电与用锅炉燃烧发电的氮氧化物排放限值分别为50毫克/标准立方米、100毫克/标准立方米，表面上看燃机发电比燃气锅炉发电的限值低1/2，但折算后燃机的限值为250毫克/标准立方米（3%基准含氧量），比燃气锅炉的排放限值反而高2.5倍。由于燃机比煤电的大气污染物基准含氧量高2.5倍，所以将燃机的排放限值乘以2.5再与煤电排放限值比较才具同基准下的比较意义。

不过，这只是比较了排放限值的数值大小，却得不出谁更清洁的结论。对于谁更清洁的比较，除了烟气中的污染物外，还有发电效率等更多因素。总之，用烟气排放浓度大小或排放限值大小的比较来判定煤电和燃机发电的清洁性是不科学的。

#### **煤电与燃机发电的排放限值不能断定谁更清洁**

《中华人民共和国环境保护法》明确提出：“国务院环境保护主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准。”且规定了“省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方污染物排放标准；对国家污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。”可见，由于不同地区的环境质量要求不同，不同地区的排放标准可以严于国家要求，同时，经济、技术条件也是制定排放标准的重要先决条件。

由于环保要求、技术条件、经济性三者之间互相制约、动态平衡，因此，排放标准限值并不是越严越好，而是一个互相协调的结果。根据环保法规和标准化法等有关规定，排放标准制定时要遵循一系列程序以满足实质性和程序性要求，保证标准制定的科学性、合法性。

《标准》从1991年颁布实施以来，历经1996年、2003年、2011年多次修订，就是不断适应环保、技术、经济三者之间新平衡的结果。同时，北京、上海、天津、广东等省级政府

都颁布了地方排放标准，体现了我国区域发展和环保要求的不平衡性特点。国家通过政府部门联合颁布文件并在《政府工作报告》中提出要求，在全国范围内推进了比《标准》更严的燃煤电厂大气污染物超低排放要求。因此，从法律和科学上讲，煤电和燃机发电“标准”中的排放限值或超低排放规定中的排放限值，不论数值是否相同都不能断定谁更清洁。

### 判定煤电与燃机发电的环境影响要用法律规则

燃煤发电产生的环境问题有大气污染、水污染、固体废物污染等。在大气环境污染物中除了烟尘、二氧化硫、氮氧化物三项污染物外，还有在污染治理中可能产生的二次污染以及重金属排放问题。

针对这些问题，我国政府根据对环境影响的大小，吸纳国际经验，通过污染物排放标准、环境影响评价等环保管理手段，进行严格管理。如，《标准》中对燃煤电厂烟气中的“汞及其化合物”规定的排放限值是0.03毫克/立方米。因此，不论是燃机还是燃煤电厂，只要满足政府的环保要求，在环保上就是合法的。如果一定要对煤电、燃机的环境影响“说个子午卯酉”，那么就一定要用法律规则来评判。且评判时不应比较排放污染物的多少，而要评判谁更好地执行了排放标准。如果燃机（或煤电）超过排放限值规定，即便其排放量比另一方低也是不环保的，反之亦然。

我国燃煤电厂各种污染物排放限值是世界上最严格的，且由于经过十多年的污染强化治理，污染控制技术也是世界上最先进的。需要指出，现实中绝大部分生产活动对环境都有一定影响，关键不是看是否排放了某种污染物，而是要知道排放了多少、在环境中产生了多大影响（浓度多大）、持续了多长时间、是否符合环境质量或排放要求等。

一些专家对煤电或燃机发电排放进行比较，往往人云亦云、缺乏定量表述，不管是否达标（合格），这是一种没有法律和科学依据的臆测。随着时代的进步和人们环保意识的提高，环保要求总体不断趋严，技术不断发展，人们对环保投入的经济性认识也不断变化，这都使得排放标准更加科学、严格、法治。

### “十四五”煤电和燃机发电要在能源转型中找准自身位置

从环保角度看，这也是一个宏观范畴的问题。不能从项目层面看宏观层面的问题，而要从煤电和燃机发电的全生命周期，从区域层面，更重要的是从经济、社会、能源、电力系统转型层面，从资源禀赋、能源安全、绿色发展、能源价格等约束性方面看煤电和燃机发电的功能和定位。

面向未来，煤电和燃机发展的关键性制约因素是二氧化碳排放约束问题。以往在比较“清洁”时，往往忽略这一因素，显然在“十四五”时期必须着重考虑。同样热值的天然气比煤炭的碳排放量要低约40%，提高天然气比重显然有利于低碳发展，但也不能因为这一点就必须大力发展燃机。因此，不论是煤电还是燃机发电，都要从我国经济、社会、能源转型的大趋势中找到合适位置。

天然气需要积极发展，主要是用于灵活性电源和居民用气替代直接燃煤以及分布式能源



电力系统。是否要“大力”发展天然气发电，取决于天然气的对外依存度、供气安全性以及价格等方面。煤电发展应因地、因网制宜，并严格限制新建煤电，防止碳锁定。一部分存量煤电要进行灵活性改造，为稳定电力系统提供更多支撑性保障，同时也要为解决城市生活污水污泥处理、掺烧生物质、热电冷联供以及促进区域和产业循环经济发展贡献力量。

特别需要指出的是，天然气发展战略与水电、核电发展，尤其是可再生能源的进一步大力发展、成本的进一步下降以及储能的发展有着重要关联。总体来看，经过“十四五”的发展，我国应初步形成以可再生能源逐步替代煤炭的战略，而不是在以气态燃料替代煤炭后再以可再生能源替代气态燃料，要形成具有中国特色的能源转型模式。

总而言之，首先，燃煤发电与燃机发电哪个更清洁是一个模糊命题，它模糊了清洁与低碳概念的不同、模糊了某一机组与整个行业的区别、模糊了个别排放中的个别污染因子与生命周期环境影响的区别、模糊了宏观能源结构调整与微观具体项目要求等。

其次，从企业层面看，不论是煤电还是燃机，其污染控制水平或清洁发展水平高低，要以排放标准或清洁生产指标标准为准绳进行判定，不能简单地以不同类型发电方式来进行比较、判定。

再次，从宏观层面看，是发展煤电还是发展燃机发电，要从清洁低碳安全高效的整体能源战略要求和经济社会发展的整体需求综合决策，而不是两种机组之间的简单替代。

最后，污染控制、清洁生产水平是随着技术进步、环保要求提高和经济性提高而持续提高的，但不论是针对煤电还是燃机发电，提出更为严格的环保要求，都应当是依法提出、依法实施。（王志轩）

**煤化工产业不仅承担煤炭清洁高效利用、弥补石油资源不足等基本任务，更应“超越石油替代”，与石油化工协调发展、推动工业结构走向合理——**

## 现代煤化工“十四五”该如何定位

中国能源报 2020.10.19

“煤化工的基本任务通常被认为是‘石油替代’，从字面看就是单纯弥补石油资源及产品供应不足。但产业发展至今，不能再用‘替代’二字简单理解。煤化工与石油化工不仅仅是竞争关系，二者更要协调发展，促进相关产业进步，由此形成更加合理的工业结构。”近日举行的2020（第九届）中国国际煤化工发展论坛上，中国工程院院士刘中民提出新观点，将煤化工产业的任务升级为“超越石油替代”。

刘中民表示，基于当前形势、下游需求等变化，煤化工应告别“就煤论煤”的传统思路，在能源革命的高度及能源总体框架下进行产业布局。与石油化工协调发展，既是战略层面需求，也具备技术可行性及空间。在此背景下，如何定位煤化工“十四五”新发展？记者就此采访行业专家进行探讨。

### 行业技术处于快速发展期

近年来，我国煤化工产业规模及质量均稳步增长。截至2019年，全行业可实现煤炭年转化能力约3.1亿吨标准煤，为煤炭清洁高效利用作出重要贡献。

来自中国石油和化学工业联合会煤化工专委会的数据可直观说明：“十三五”末，已建成8套煤制油、4套煤制天然气、32套煤（甲醇）制烯烃、24套煤制乙二醇示范及产业化推广项目，产业示范取得阶段性成果。上述4类主要产品的产能，较2015年增幅分别达到180.88%、64.41%、99.74%和112.17%。从产能利用率来看，除煤制乙二醇为72.5%，其他均实现80%以上。

除规模外，装置运行水平、关键重点技术也大幅提升。“过去提到煤制油，很多人印象就是水耗高，产1吨油耗费十几吨水。目前，1吨产品用水降到五六吨左右，打破水耗制约。”内蒙古伊泰集团副总裁李俊诚举例。

“2019年，煤制油年产量较2015年增幅高达365.91%。通过开展工程示范，对保障国家能源安全、提高国际石油贸易话语权、丰富我国清洁油品来源，有着十分重要的战略意义。”石化联合会副秘书长胡迁林也称。以国家能源集团鄂尔多斯煤直接液化示范项目为例，生产负荷可维持在85%左右，单周期稳定运行突破420天，远超设计的310天运行时间。在煤炭间接液化方面，由宁夏煤业、山西潞安、伊泰化工打造的三个百万吨级项目，运行负荷率均达到95%以上。

刘中民表示，因自有资源不足、对外依赖度高及原料重质化严重，我国石油加工与化工产业存在结构性缺陷。现有结构勉强可满足量的需求，但质量尚待提高，对化工产品和下游产业支撑能力不足。“作为弥补，煤化工可以做的事情很多。我国煤化工产业已经走在世界前列，行业技术处于快速发展期。”

### 碳减排、水资源管理压力加剧

在现有基础上，充分认识外部环境及行业形势的变化，是明确“十四五”产业定位及方向的前提。

“煤炭占一次能源消费总量的比例虽逐年降低，但用煤总量并未减少。在化石能源中，煤炭约占95%，仅有5%是油、气。按照能源革命基本任务，构建与能源资源相适应的中国特色能源体系，煤炭清洁高效利用仍是重中之重。”刘中民表示，在此背景下，碳减排成为煤化工面临的新压力。

刘中民称，碳减排要求，在经济社会发展、能源总量增加的情况下，二氧化碳排放量大幅减少，直至实现碳中和。“换句话说，煤化工要实现高碳能源的低碳化利用。关键是发展洁净能源技术，抢占能源技术战略制高点，以科技进步推动工业结构全面转型升级。”

在石油和化学工业规划院党委副书记白颐看来，节能减排、尤其水资源管理是又一挑战。一方面，由于清洁生产及污染治理压力大，煤化工项目的用煤、用能及环境容量指标获取难度较大。在部分省份，要求不新增煤炭消费总量，用煤指标制约更加明显。另一方面，

对水资源“三条红线”（开发利用控制、用水效率控制及水功能区限制纳污红线）全面管控，向煤化工水资源获取及废水排放提出更高要求。“国家对黄河流域生态保护越来越重视，不少煤化工项目恰恰布局在沿线区域，未来‘水’的约束必将更严。”

胡迁林还称，油气、煤炭及化工产品比价关系正在发生变化，国家油价低位运行、产品价格大幅下降，但煤化工原料成本变动不大。除煤制烯烃外，产品经济性差，导致多数项目处于亏损状态，成本竞争力成为关键制约。若不从高端化、差异化上解决同质化问题，产业还将很快出现产能过剩、无序竞争的局面。

### 首要任务不是急于扩大规模

多位专家一致认为，煤化工是我国石油化工多元发展的战略之一，在符合条件的地区适度发展有其必要性。结合新变化，“十四五”也有新的发展方向及途径。

胡迁林表示，“十四五”期间，预计将出台更多新的节能环保政策，随着污染控制加严，煤化工必须守住红线。“煤化工项目涉及固、液、气多相转换，相较于炼油化工，反应更复杂、工艺流程更长、环保要求更高。通过技术进步，逐步降低单位产品能耗、水耗指标，积极探索降本增效的长效机制，加大绿色低碳生产工艺、技术和装备的研发、示范和推广力度。”

具体而言，废水处理处置、结晶盐处置和综合利用等关键技术是下一阶段重点。“以现有示范项目为基础，开展行业环保示范，提升‘三废’资源化利用水平，探索开展二氧化碳综合利用新途径。”胡迁林称。

白颐表示，对于现代煤化工而言，“十四五”首要任务不是急于扩大规模，而是通过一批重点示范项目建设，解决装备大型化、工艺技术方案优化、提高转化效率、促进节能减排、降低环境影响等关键性问题，探索煤炭高效清洁转化和石化原料、清洁燃料多元化发展的途径。“根据当地水资源和环境承载力，可推进‘煤电化一体化’发展，形成以现代煤化工为核心的‘油气化电’多联产新模式，探索与煤炭、冶金、电力、纺织等产业融合发展，进而提高产业竞争力与整体效益。”

记者了解到，随着经济发展的高端化需求增加、市场差异化空间加大，满足传统需求的产品窗口期已逐渐过去，待开发类型的市场呈现较好成长性。“建议将煤化工产品定位在燃料和大宗化学品，并将后者作为精细化发展的基础与前提。”刘中民称。（朱妍）

## 涪陵页岩气田新增探明储量近 2000 亿方

中国能源报 2020.10.19

**本报讯** 中国石化新闻办日前发布消息称，自然资源部组织专家组顺利通过涪陵页岩气田东胜—平桥西五峰组—龙马溪组页岩气探明储量新增报告的审查，新增探明地质储量1918.27亿立方米。截至目前，中国石化累计探明页岩气地质储量9407.72亿方，助推我国页岩气探明储量超过2万亿方，页岩气已成为我国天然气发展的重要领域。

此次申报的东胜 - 平桥西探明储量区位于南川页岩气勘查区块。该区块是中国石化 2011 年获取的国家首轮招标页岩气勘查区块。至此，中国石化涪陵页岩气田累计探明页岩气地质储量 7926.41 亿立方米。

继 2017 年涪陵页岩气田探明地质储量 6008 亿方、建成百亿方气田后，中国石化在页岩气勘探开发上持续发力，2018 年探明发现国内首个深层页岩气田——威荣页岩气田，探明页岩气地质储量 1247 亿方，实现 3800 米深层页岩气商业开发。与此同时，加大盆缘复杂构造区页岩气富集高产主控因素研究与部署力度，在涪陵页岩气田南川区块部署实施的焦页 10 井、焦页 10 - 10 井、胜页 2 井等探井相继试获工业气流，实现了页岩气规模储量的探明。

中国石化表示，将坚持勘探开发一体化、科研生产一体化、地质工程一体化、生产经营一体化，加大低成本工艺技术攻关力度，积极推动我国页岩气快速发展，全力保障国家能源安全。（吴莉）

## 渤海湾首个千亿方大气田试验区投产

中国能源报 2020.10.26

**本报讯** 10 月 23 日，中国海洋石油集团有限公司（下称中国海油）对外宣布，我国渤海湾首个千亿方大气田——渤中 19 - 6 气田试验区开发项目正式投产，预计 2020 年底将实现高峰日产天然气 100 万方，凝析油 910 方，将为京津冀协同发展、雄安新区建设等提供更加安全、清洁、低碳的能源保障，助力打赢“蓝天保卫战”。

渤中 19 - 6 气田是中国海油加大国内油气勘探开发的重要成果之一。2019 年 2 月，该公司宣布在距天津市 175 公里的渤海中部海域发现渤中 19 - 6 凝析气田。中国海油勘探团队通过地质理论创新、技术突破、管理提升，高效完成天然气田评价。截至 2019 年底，渤中 19 - 6 气田石油探明地质储量 1.8 亿方，天然气探明地质储量 1712 亿方，投产后可供百万人口城市的居民使用上百年。

在此前勘探过程中，中国海油先后攻克了油型盆地如何大规模生气、深层变质岩潜山是否存在规模型优质储层等 5 大世界级难题，形成了渤海湾盆地深层大型整装凝析气田勘探理论技术。在该理论技术成果的支撑下，成功钻获渤中 19 - 6 大气田，该理论技术成果也因此荣获 2019 年度国家科学技术进步奖一等奖。

据介绍，渤中 19 - 6 气田是“全国天然气产供储销体系建设重大事项”之一，为尽早实现投产，中国海油采取了“整体部署、分期开发、试验先行”的总体开发策略。

此次建成投产的渤中 19 - 6 气田试验区共布置 7 口生产井，1 口水源井，生产井平均井深达 5170 米以上，创渤海油田开发项目纪录。气田开发项目团队克服了地层高温高压、气藏埋藏深、地质环境条件复杂等多个难题，从勘探开发到工程建设一路按下“快进键”，在做好疫情防控的同时，稳步推进渤中 19 - 6 试验区开发项目建设，为后续气田整体开发奠定

坚实基础。

中国海油董事长汪东进表示，渤中 19-6 气田的勘探开发是中国海油在勘探领域解放思想 and 转变思路的重要成果之一。公司将继续发挥勘探龙头作用，以寻找大中型油气田为主线，大力提升国内油气勘探开发力度，力争获得更多油气新发现，为推动我国海洋石油工业高质量发展和保障国家能源安全作出重要贡献。（吴莉）

## 行业动态

### 《2020 世界新能源汽车大会共识》在琼发布—— 力争 2025 年纯电动汽车完全市场化

中国能源报 2020.10.12

#### 核心阅读

我国新能源汽车已进入市场化和高质量发展攻坚期，要保持战略定力，加快推动新能源汽车由政策驱动向“市场+政策”双轮驱动转变。

日前在海南召开的 2020 世界新能源汽车大会上，全国政协副主席万钢发布了《2020 世界新能源汽车大会共识》（下称《共识》）。

基于对全球新能源汽车发展现状及趋势的综合研判，《共识》再次确认了“博鳌共识”提出的“到 2035 年全球新能源汽车市场份额达到 50%”的目标。同时指出，未来 5 至 10 年政策扶持仍将发挥不可或缺的作用，尤其需要进一步发挥地方政府作用，加快完善新能源汽车使用环境。通过技术进步和规模效应，力争到 2025 年前后纯电动汽车基本具备完全市场化条件。

#### 产销量大幅下滑 寻求合作共同应对挑战

受宏观经济下行、补贴退坡以及新冠肺炎疫情等因素叠加影响，我国新能源汽车产销量大幅下滑。中汽协数据显示，今年 1-8 月，我国新能源汽车产销量分别为 60.2 万辆和 59.6 万辆，同比分别下降 26.2% 和 26.4%。

市场不乐观，车企承压。上汽集团副总裁祖似杰坦言，纯电动整车架构、功率、半导体、基础材料等技术都需要大量资金投入，今年受疫情冲击，全球汽车企业的营利和现金储备都面临严峻考验。

工业和信息化部副部长辛国斌认为，要理性看待当前新能源汽车销量的阶段性下滑。消费者对新能源汽车总体持欢迎态度，随着动力电池技术的进步和充换电基础设施建设的逐步完善，新能源汽车的发展优势将会愈加明显。

《共识》提出，新能源汽车产业应当加强全球合作、共同应对挑战，更加坚定不移地推进“电动化、智能化、共享化”转型发展，依靠创新化危为机，构建更有竞争力、稳定可持续的全球汽车产业体系。

辛国斌强调，我国新能源汽车产业从业者应当笃定前行，坚定发展方向、提高供给质量、优化消费环境，推动新能源汽车产业再上新台阶。他进一步表示，新能源汽车产业要深化开放合作，共同维护汽车供应链稳定和畅通，积极开展研发设计、贸易投资、标准法规等领域的合作，以高水平开放来促进高水平发展，推动形成全球开放型新能源汽车产业的发展新格局。

### **结构性困境凸显 亟需摆脱“两个依赖”**

随着经济形势逐步恢复，7月以来，我国新能源汽车产销量出现回暖趋势。回暖的背后，市场也出现了微妙的结构性变化。

长安汽车常务副总裁袁明学分析，首先是私人消费占比从2019年的71%上升到了2020年上半年的86%；其次在产品结构上，呈现出了“一高一低”两极分化的发展态势，“以8月为例，售价在25万元以上的产品市场占有率同比提升了11个百分点，达到34%，而售价5万元以下的产品市场占有率从去年同期的0.01%提升到10%。”

“售价在10万-20万元的新能源汽车市场占有率仅为27%，远低于传统燃油车在该价位区间的市场占有率。”袁明学认为，主流消费群体所在的市场还未有效启动，这部分消费者对新能源汽车仍持观望态度。

“多数新能源汽车产品在技术、安全、体验等方面仍存在不少短板和痛点，与同等价位的燃油车相比，还未形成显著的差异化和颠覆性的驾乘体验。”在上汽集团总裁王晓秋看来，新能源汽车市场的受挫，既有新能源汽车消费补贴依赖的后遗症影响，也有网约车等营运车辆销售占比偏高的结构失衡原因。

“新能源汽车在商用车领域，过度依赖公交电动化；在乘用车领域，过度依赖运营类车辆电动化。”国网电动汽车服务有限公司董事长全生明指出，总体上我国新能源汽车仍高度依赖发达省份和大型城市，亟待破除“两个过度依赖”。

### **发展进入关键期 要加快培育竞争优势**

万钢指出，我国新能源汽车已进入市场化和高质量发展攻坚期，要保持战略定力，加快推动新能源汽车由政策驱动向“市场+政策”双轮驱动转变。

在科学技术部副部长李萌看来，我国新能源汽车产业从无到有，逐步壮大，走进千家万户离不开动力电池、电驱动等技术的突破。“过去十年，新能源汽车技术取得显著进步，其动力电池单体能量密度提升了2倍以上，接近300 Wh/kg；驱动电机重量比功率提升3倍，超过了4.3 kW/kg；燃料电池电堆功率密度进一步提升到4.2 kW/L；石墨双极板电堆寿命达到12000小时。”他表示，展望下一个十年，随着基础理论研究的不断深入和共性关键技术的不断攻克，固态电池、第三代半导体功率元器件、高度自动化驾驶等技术逐渐走向成熟

和实际应用，必将再次掀起新一轮汽车产业变革。

“我国在电池、电机、电控上已经具备较好基础，要扬长避短，加快培育市场竞争优势。”辛国斌也指出，目前新能源汽车产业发展还存在创新能力不强、整车成本偏高，基础设施滞后、安全隐患较多等突出问题，必须以更大力度、更大决心迎接挑战，推动发展。

为开拓新能源汽车市场，今年相关部门组织开展了新能源汽车下乡活动。初步统计，参与下乡的企业已增至 19 家共 52 款车型，近两个月的销量已超过 4 万辆。成效较为明显。

“我国新能源汽车有两条路可走，一条是走高端发展路线；另一条走下沉路线，向农村市场进军。”中国汽车工业协会副总工程师许海东指出，农村具有巨大的市场潜力，但农村用户对价格较为敏感，目前市场上可选的车型种类相对较少，存在供需错位的问题。他建议，车企要进一步研究农村市场需求，推出适合农村的产品和服务，加强对新能源汽车的宣传和充电基础设施建设的支持力度。（卢奇秀）

## 全钒液流电池迎来推广窗口期

中国能源报 2020.10.26

“‘十四五’期间，我国全钒液流电池将迎来非常好的大规模推广时机。随着各地全钒液流电池储能示范项目落地并获得成功的技术验证，未来五年内预计将是液流电池从成熟走向推广的重要窗口期。”国家能源集团北京低碳清洁能源研究院（下称“低碳院”）储能技术负责人刘庆华近日在接受记者采访时表示。今年以来，全钒液流电池项目已相继在我国新疆、福建、辽宁等地区落地投运。液流电池作为大容量储能领域的“未来之星”，在储能市场不断扩张的当下，未来将如何在激烈竞争中赢得市场青睐？

### 技术迭代成本快速下降

近年来，我国储能装机规模始终处于快速增长阶段，在全球“绿色经济”大潮下，可再生能源配储的呼声也大力提振了储能市场。液流电池作为电化学储能中的一种，因其大容量、高安全性等优势而备受行业关注。其中，全钒液流电池因其良好电池性能更加受到研究者青睐。

据了解，全钒液流电池因其水基储能介质而拥有更高的安全性能，同时，全钒液流电池在循环次数寿命、全生命周期度电成本、资源可持续性以及资源可回收特性等关键性能指标方面具有明显竞争优势。多年以来，国内外研究人员始终在推动这一新兴电池技术降本路径。

而在刘庆华看来，高功率密度电池电堆设计创新是重要的降本突破口。记者了解到，低碳院最新研究成果显示，针对全钒液流电池电堆设计进行创新，能够有效提高电池功率密度。低碳院也凭借此次成果获得中国国际储能大会组委会“2020 年度中国储能产业最佳前沿储能技术创新奖”。刘庆华告诉记者：“低碳院最新研发的全钒液流电池，相较于常规全钒液流电池，其储能电堆功率密度和电池能量效率都有显著提升，此外成本也下降约 30%

左右，低碳院此技术有着明显的性价比优势。

在电池技术不断迭代更新、成本不断下降的情况下，业内专家普遍认为，全钒液流电池已经具备商业化开发条件。中国科学院金属研究所研究员、教授严川伟曾公开表示，目前全钒液流电池是最成熟的液流电池，考虑到液流电池本身优势，全钒液流电池是满足大规模储能产业化要求较为理想的技术，其技术性能与成本也已达到可规模化发展的水平。

### 示范项目已“落户”多地

记者查阅公开资料了解到，全钒液流电池示范项目已在我国多地区落地。今年9月23日，新疆阿克苏全钒液流电池产业园项目开工奠基，该项目预计将形成100兆瓦全钒液流电池储能装备产能，对当地电网调峰起到重要作用。同月，我国唯一化学储能调峰电站大连液流电池储能调峰电站国家示范项目也启动了220千伏送出工程，该项目的推进也意味着液流电池在储能领域应用进入新阶段。

刘庆华告诉记者，从前期示范项目运行情况来看，全钒液流储能功能齐全，单体储能电站规模也具备优势，安全性以及可靠性已得到充分验证。有数据显示，截至2019年底，全球范围内全钒液流电池技术示范应用项目已超过200个，最早项目运行至今时间跨度也已超过20年。

业内人士普遍认为，在当前技术发展条件下，大容量、快速响应的全钒液流电池储能系统在多种未来储能应用场景中都能够拥有一定的市场空间，具体应用场景则可能包括可再生能源配储、电网侧储能、火电调频、城市储能电站应急保电等。

### 产业化瓶颈不复存在

相关数据显示，截至2019年底，在我国已投运的储能项目中，抽水蓄能装机占总体装机的93%上，包括锂离子电池、铅蓄电池、液流电池等技术路线的电化学储能装机占比约为5%，而在电化学储能装机中，液流电池比例为2%左右。同时，锂离子电池装机占比超过75%以上，在储能行业内，锂离子电池仍处于“主导”地位。

天能电池集团股份有限公司智慧能源事业部副总裁刘晓露指出：“与其他电化学储能技术路线相比，锂离子电池更加容易实现标准化、模块化，同时也更加能够做到灵活部署。我国锂离子电池技术在全球范围内已处于领先地位，未来一段时间内锂离子电池很可能仍是储能行业的主流。”

在此情况下，液流电池将如何在众多电池技术路线扩大市场份额？

在刘庆华看来，随着高功率密度全钒液流电池电堆的开发成功，和新一代全钒液流电池技术的成熟，以及产业链上游更多企业的参与，全钒液流电池在初始投资成本和系统效率等方面的竞争力将不断提升。

严川伟也指出，近两三年内全钒液流电池技术突飞猛进，现在这一技术已经能够形成完整的研发体系，在产业化发展方面已不存在不可逾越的难关或瓶颈。

“高功率密度全钒液流电池电堆的出现为新一代低成本的全钒液流电池的发展提供了基



基础性技术支撑，同时也为推动产业链整合提供了契机。技术革新将不断吸引较强价格竞争力的电解液开发商、高可靠性系统集成商以及大规模资本的进入，此后也为进一步降低储能系统成本提供了基础。”刘庆华说。（李丽旻）

## 广东发力创造一项环保“巨变” 危废利用处置能力到年底或超 750 万吨/年

羊城晚报 2020.10.28

“之前一吨树脂危险废物（下称‘危废’）焚烧处置费要 1.1 万元 - 1.2 万元，现在不到 6000 元了！”近日，在广东松下电子部品（江门）有限公司的危废贮存仓库里，公司环保负责人向记者算了一笔账，“一年下来处理费用省了不少。”

让松下等危废产生企业直接受益的是江门市一批新建危废处理处置设施的建成投产。江门市生态环境局相关负责人表示，危废处理处置设施的加快建设，为企业解决了后顾之忧，促进了当地电子、摩托车、化工等传统制造产业健康可持续发展。

曾因危废问题被生态环境部约谈的江门市的改变，折射了广东全省危废工作的巨变。2018 年年底，广东这项工作还在中央环保督察“回头看”中被专项督察；时间过去仅一年多，近日，广东却作为典型在全国性会议上作经验发言。

### 加大危废处置投入

区域性综合危废处置基地投资大周期长，社会资本不敢大规模投入。对此，广东充分发挥财政投入、国有企业的“兜底”作用，去年由省财政安排 10 亿元增资广晟、广业等大型国有骨干企业，带动银行、社会资本等投入，重点建设 13 个危废处置项目，形成危废处置的基础性重大保障。

省生态环境厅固体处副处长刘彩霞称，截至 2020 年 9 月底，全省有 138 家危险废物综合经营许可单位，核准规模 635.36 万吨/年。预计 2020 年年底，利用处置能力将达到 750 万吨/年以上，基本满足全省利用处置需求。

针对过去危废处置难、收费贵问题，广东省将收集、储存危废从“收集 + 处置”的综合模式中分离出来，有效降低了产废企业成本、规范化了危废管理模式。“有的企业危废成本降了近一半。”碧海蓝天公司的陈经理表示。

### 全过程信息化监管

信息化管理下，生态环境管理部门也收获颇多。“各种海量资料信息，通过分类整理和及时更新，让我们更好地摸清底数，进一步提升危废处理处置设施规划建设针对性，实施有效管理和精准治污。”刘彩霞告诉记者。

据广东省固体废物和化学品环境中心副主任苏闯介绍，监管平台建设通过物联网技术试点应用，初步摸索出一套危废从产生到贮存、转移运输、利用处置全过程信息化监管的管理模式。

## 推进跨省联防联控

在推进信息化管理的同时，广东强化区域联动、部门联动，推进危废跨省联防联控，推动形成环境风险防范合力。广东与广西率先签订《粤桂危险废物跨省非法转移联防联控合作协议》。在生态环境部的指导支持下，2019年10月广东又牵头编制了《福建、江西、湖南、广东、广西五省（区）危险废物跨省非法转移联防联控合作协议》。今年以来，跨省非法转移倾倒固体废物案件大幅度下降。（陈亮 实习生 杭莹 黄慧诚 钟奇振）

## 我国新型稀土储氢合金电极材料投产

山东科技报 2020.10.23

**本报讯** 近日，我国具有自主知识产权的新型稀土储氢合金电极材料生产线投产运行，产品已开始供应国内镍氢动力电池企业。依托稀土资源优势 and 最新核心技术应用，该生产线生产大容量、宽温区、高工艺、低耗电镍氢动力电池关键材料，一举打破日本在新型稀土A2B7储氢科技、工业技术和产品方面对我国的垄断。

中科院包头稀土研发中心孵化的新型稀土储氢合金电极材料生产线已经开始正常运转。“生产线为产能200吨，新型储氢合金较以往的储氢合金最大的优势是容量提高，每克提高30%左右，可达到每克400毫克安。同时具备良好的安全性，以及良好的低温性和较宽的温差范围，可实现在-40℃正常使用。”生产技术部负责人肖明介绍。

作为我国具有自主知识产权的新型稀土储氢合金生产线，这一新型电极产品将被用来制备镍氢动力电池，由于其大容量、耐低温以及相较于镍镉电池更环保的特性，相较于锂电池更安全的优势，能够大范围应用于汽车的混合动力电池，以及固态储氢及氢燃料电池当中。

据介绍，该产品源自燕山大学的合金制备技术，通过稀土镁镍基储氢合金相结构与电化学储氢性能间的匹配关系，优化合金结构特性，开发出不同优势性能的RE-Mg-Ni基储氢合金新产品。稀土系储氢材料主要以镍和稀土金属为生产原料，使用的生产原料中有三分之一左右是轻稀土金属、也就是储量最为丰富的镧，镨元素，该生产线稀土储氢材料的市场应用，对推动我国轻稀土资源的充分利用起到积极作用。随着国产化的实现，该产品不仅价格优势明显，而且就地消化了北方稀土生产的镧、镨，将大幅提高稀土材料的附加值。（张景阳 李宝乐）

## 闯出危险废物污染防治的“广东经验”

中国环境报 2020.10.26

“之前一吨树脂危险废物焚烧处置费要1.1万-1.2万元，最高时达1.5万元；去年10月起，降至8000-9000元，现在不到6000元了。”在广东松下电子部品（江门）有限公司的危废贮存仓库里，公司环保负责人向记者算了一笔账。

让松下等危废产生企业直接受益的是江门市一批新建危废处理处置设施的建成投产。今

年底全市危废处置能力将达到 55.8 万吨/年，较前两年增加了 129.6%。“本地运输距离近，可选择处理的企业多了，处理价格自然下降。”江门市生态环境局相关负责人表示，危废处理处置设施的加快建设，为企业解决了后顾之忧，促进了当地电子、摩托车、化工等传统制造产业健康和可持续发展。

曾因危废问题被生态环境部约谈的江门市的改变，折射了广东全省危废工作的巨变。2018 年底，广东这项工作还在中央环保督察“回头看”中被专项督察；一年多后，却作为典型近日在全国性会议上作经验发言。

### 9.62 万家危废单位纳入监管云平台，信息化管理出成效

“现在坐在办公室电脑前操作，就可以履行法定申报义务，还能在线完成不少业务办理，省心又省事。”

像广州汽车本田有限公司、东江环保股份有限公司一样“爱上”广东省固体废物环境监管云平台的危废产生单位和危废处理处置单位已有 9.62 万家。

面对危废产生单位点多面广的特点和各地基层管理部门人手有限的困难，广东省以完善省市县联网、政府与企业共享的监管云平台为载体，大力推进危废信息化管理。目前纳入平台监管的危废单位数由 2017 年的 1.86 万家增长到如今的 9.62 万家，增长了 417.2%；申报量也由 356.3 万吨增长到 491.30 万吨，极大地提升了监管覆盖面。

打开平台窗口，各项危废管理主要业务一目了然。据广东省固体废物和化学品环境中心副主任苏闯介绍，今年 1-9 月份，通过平台网上办理年度申报登记、年度管理计划、跨省转移审批、转移联单备案等业务，就能节省至少 58 万次现场办理，极大地提高了便民服务水平。

不仅如此，危废产生单位还能在平台上方便地找到危废处置企业（目前省内、省外共有 446 家），通过货比三家、自主选择，极大地降低了处置成本。

生态环境管理部门也在信息化管理中收获颇多。“各种海量资料信息，通过分类整理和及时更新，让我们更好地摸清底数，进一步提升危废处理处置设施规划建设针对性，实施有效管理和精准治污。”省生态环境厅固体处副处长刘彩霞说。

“我们会努力做到更好。”苏闯说，平台通过视频联网监控、智能电子地磅数据传输、运输车辆车牌智能识别、无人机巡拍等物联网技术试点应用，初步摸索出一套危废从产生到贮存、转移运输、利用处置全过程信息化监管的管理模式。为进一步检验企业在平台自行申报数据的真实性，今年起，广东省生态环境厅又组织第三方专业技术机构对电镀等 5 个重点行业和广州等 4 个重点城市的危废申报情况进行环境审计。根据环境审计结果，对部分行业企业申报数据进行校核，对数据差别较大企业，要求当地环境管理人员做好申报服务指导。

在推进信息化管理的同时，广东省强化区域联动、部门联动，推进危废跨省联防联控，推动形成环境风险防范合力。

如与广西壮族自治区率先签订《粤桂危险废物跨省非法转移联防联控合作协议》，探索

建立“四项制度”，实施“六个合作”，大力打击跨省转移倾倒危废违法行为。在生态环境部的指导支持下，2019年10月又牵头编制《福建、江西、湖南、广东、广西五省（区）危险废物跨省非法转移联防联控合作协议》，进一步拓展联防联控合作机制和内容，加快跨省转移审批，强化区域利用设施能力共享。今年以来，跨省非法转移倾倒固体废物案件大幅度下降。

为强化废弃危险化学品监管，广东省生态环境厅主动与应急管理部门沟通，建立联动工作机制，开展联合执法行动，排除风险隐患。

### 精准发力“补短板”，危废处理处置能力年底达750万吨/年以上

废油泥、活性炭、有机树脂等各种危险废物，预处理后拌进粘土、灰石中，送进温度达1450摄氏度以上回转窑煅烧，实现无害化处理，这是记者在江门华新水泥（恩平）有限公司看到的一幕。

江门恩平水泥产能大，当地因地制宜，支持水泥企业开展水泥窑协同处置危废，把危废变成水泥原料，走出资源化利用新路子。江门危废处置能力也迅速升“档”，仅华新水泥厂每年最多可处置9万多吨危废。依托水泥窑这一“大胃王”，华新水泥厂成为江门“中西南北”四大危废综合处置中心的西中心。危废处理业务也给企业增添了新的经济收益。

“过去这些危废都是运给有资质的外单位处理，仅运输环节就要一大笔支出，还会带来运输污染。现在都是在我们自己厂里处理，经济又环保。”

在“支持产废量大的企业自建危废利用处置设施”政策指引下，从市中心搬迁到南沙区的广州造纸厂，在新厂区新建了危废处理焚烧炉。据统计，2019年该厂自我“消化”处理5万吨自产油墨废渣，省去约1亿元处置费。

区域性综合危废处置基地投资大、周期长，社会资本不敢大规模投入。部分危废缺乏资源化利用价值、处置技术难，民营企业不愿意收，怎么办？

广东省充分发挥财政投入、国有企业的“兜底”作用，去年由省财政安排10亿元注资广晟、广业等大型国有骨干企业，带动银行、社会资本等投入，重点建设13个危废处置项目，形成危废处置的基础性重大保障。今年8月，汕尾市医疗废物处置中心正式投产，全省实现医废处理“一市一厂”，为疫情医疗废物处置提供有力保障。粤北危废处置中心年底就可投入使用，东莞立沙岛危废综合处置中心等项目也在加快形成处置能力。

“2019年广东新增危废利用处置能力126万吨，提前一年完成中央环保督察新增25万吨/年焚烧和填埋处置能力的整改任务。”刘彩霞说，截至2020年9月底，全省有138家危险废物综合经营许可单位，核准规模635.36万吨/年。预计2020年底，利用处置能力将达到750万吨/年以上，基本满足全省利用处置需求。

### 创新专业收集储存模式，破解中小企业“处置难”

“我们按预约时间把危废打包好，处置公司却说临时来不了，最长的时候拖了6个月。”两年前海废处置的窘境，让佛山市振达家具有限公司经理杜兵印象深刻。由于危废量少，签

约的大型危废处置单位经常以路途远、不顺路等原因爽约。

2018 年底，佛山市生态环境局探索开展危险废物专业收集储存试点，让杜兵看到了希望。他通过市生态环境局网上平台搜索专业危废收集企业，找到了佛山碧海蓝天公司。“现在提前一周来电话预约，准时上门清运，价格还比以前便宜。”杜兵高兴地说。

“处置难、收费贵，问题非常突出，严重影响中小微企业合法处置危废的积极性。”佛山市生态环境局副局长唐来奎介绍说，佛山涉危废产生单位有两万多家，大部分是中小微企业；然而，去年底全市只有 6 家危险废物持证经营企业，而且处置类别少。

将收集、储存从“收集+处置”的综合模式中分离出来。从 2018 年底开始，佛山市开展危险废物专业收集试点，通过社会公开招标培育了 19 家收集试点单位。

新模式带来的是产废企业成本下降、危废管理规范化等诸多变化。“有的企业危废成本降了近一半。”碧海蓝天公司的陈经理说，收集单位纷纷采取“拼车”、小车快运、就近布点等模式加速收运，危废处理从“买方市场”向“卖方市场”转变，收费明显下降。

为了收到更多危废，收集单位还进一步向产废单位前端延伸专业服务如危废如何储存、分类、放置，如何进行网上申报、登记台账等。“这是生态环境部门对收集单位的一个核心要求。”唐来奎说，“既要鼓励竞争，也要防止恶性竞争导致非法倾倒，我们正在进一步总结试点经验，支持收集单位优胜劣汰，并通过提高环保规范化要求，提升收集单位的规模化、专业化水平。

据悉，佛山试点经验也在广东省内进一步应用推广，广州、中山等地也在开展危废收集储存试点工作，形成了约 50 万吨/年的危废收集贮存转运能力，为中小微企业危废处置提供了有效助力。（黄慧诚 钟奇振）

## 绿色氢能和液态阳光甲醇高端论坛在兰州举行

甘肃科技报 2020.10.20

本报兰州讯（记者 武文宣）10 月 16 日，由中国科学院大连化学物理研究所、甘肃省科协、甘肃省科技厅、兰州市委、市政府主办，兰州新区工作委员会、兰州新区管理委员会、兰州市科协、中国科学院洁净能源创新研究院承办的“绿色氢能和液态阳光甲醇高端论坛”在兰州新区举行。来自国内的 18 名两院院士、逾百名知名专家学者齐聚一堂，汇聚智慧，通过主题演讲和座谈交流，共话新时代背景下绿色能源领域的热点和前沿问题，深入探讨可再生能源、氢能、甲醇应用以及绿色新兴产业发展，为兰州新区未来发展赋“能”。

副省长李沛兴，中国科学院院士、中国科学院副院长张涛，中国科学院院士、兰州大学校长严纯华出席开幕式并致辞；国家科技部、国家自然科学基金委、工信部、国家发展和改革委员会能源研究所的有关通知及省市相关领导参加了论坛。全球甲醇行业协会 CEO 格雷格·多兰发来视频祝贺。来自全国能源领域的政府、高校、科研院所和企业界等 400 余人参加了本次论坛。论坛为期两天，20 余位专家学者通过专题报告和高端对话进行了交流探讨。

李沛兴代表省委、省政府向出席论坛的嘉宾表示热烈欢迎，向李灿院士团队二氧化碳加氢合成甲醇工业化示范装置通过科技成果鉴定表示祝贺。他说，二氧化碳加氢合成甲醇工业化示范项目开启了可再生能源制备液体燃料的先河，是全球首套催化成本最低、技术指标领先的液态太阳燃料合成项目，对改善全球气候、保障能源安全具有重大实践意义。该项目在兰州新区的投产运营，标志着中科院在该领域的研究和应用走到了世界前列，开创了兰州新区与一流科研院所、一流院士专家创新合作新境界，对于全省深入贯彻习近平生态文明思想和“四个革命、一个合作”能源战略思想，建设美丽中国具有非同寻常的意义。

据悉，10月15日，由中国科学院院士李灿团队研发、落地于兰州新区的“千吨级二氧化碳加氢合成甲醇工业化示范装置”通过科技成果鉴定。全球甲醇行业协会 CEO 格雷格·多兰表示，绿色甲醇作为可再生燃料用于交通和化学工业基础的大即将打开，中科院大连化物所研发的一氧化碳加氢合成甲醇项目处于领先水平并获得社会各界的认可，它的成功运行标志着迈出可再生路径的关键一步。

近年来，兰州新区坚持把发展绿色能源产业作为推进生态优先、绿色发展的重要战略任务，加快构建系统开发“新格局”、打造产业集群“新高地”、布局智慧能源“新基建”。此次绿色氢能和液态阳光甲醇高端论坛的举办对兰州新区乃至甘肃省贯彻新发展理念、创新人才引进模式、探索绿色生态可循环发展之路、促进绿色生态产业高质量发展具有重要意义，必将为新区乃至全国新能源产业发展增“光”添彩、赋“能”加力。

兰州新区党工委副书记、管委会主任李东新表示，兰州新区将以此论坛为契机，深入交流、互学互鉴，掀起“头脑风暴”，形成“智力磁场”，让“液态阳光”照亮生态文明，并始终把发展绿色能源产业摆在突出位置，主动融入国内大循环和国内国际双循环，在循环中育新机，在循环中开新局，持续推动节能、低碳、智能等前沿技术落地应用，全力支持绿色能源、绿色化工项目落地生根、开花结果，努力为能源清洁低碳转型、促进人与自然和谐共生作出新的更大贡献。

## 我国首项核电领域国际标准正式发布

中国电力报 2020.10.28

**本报讯** 据国际标准化组织（ISO）官方消息，由中核集团组织、中国核动力研究设计院主导编制、核工业标准化研究所参与编制的国际标准《压水堆核电厂一·回路冷却剂系统设备和管道保温层设计规范》（标准编号为 ISO23466：2020）于2020年10月26日正式发布。该标准是我国首项核电国际标准，也是我国核领域首项 ISO 标准。该标准的发布标志着我国自主核电技术进步获得国际认可，是中核集团在世界核电领域增强竞争力的重要布局，对支撑华龙”号“走出去”和提升我国核电国际影响力具有重要意义。

总投资额 106.395 亿元的 12 个重点建设项目在汕头市濠江区举行集中开工仪式

## 汕头首个海上风电项目开建

羊城晚报 2020.10.27

羊城晚报讯（记者赵映光 通讯员余晓蓬、吴岸敏）报道：26 日，总投资额达 106.395 亿元的 12 个重点建设项目在汕头市濠江区举行集中开工仪式。记者梳理发现，当天集中开工的重点建设项目涵盖海上风电、现代装备制造、水产冷链、仓储物流、城市发展等领域。

### 大唐携手汕头开发海洋能源

濠江地处汕头经济特区前沿阵地，集聚粤东港口群唯一核心港区和粤东首个综合保税区平台，并且汇集汕汕高铁、深汕高速、汕湛高速等交通支撑要素，近海风能资源丰富，发展前景广阔。

据介绍，当天集中开工的项目中，汕头大唐勒门 I 海上风电项目总投资 50.77 亿元，力争年发电利用小时数达到 3400 小时，年发电量 7.51 亿千瓦时，建成投运后年产值约 7 亿元，预计每年可节约标煤 26 万吨，减少二氧化碳排放量 50 万吨左右，具有良好的社会效益和经济效益，对汕头乃至粤东地区的海上风电发展具有重大标志性意义。

记者在采访中获悉，汕头大唐勒门 I 海上风电项目位于汕头市南澳县南部海域的勒门列岛附近，项目规划装机总容量 245MW，是广东省粤东地区首批海上风电示范项目，也是汕头市首个开工的海上风电项目。当天正式开工建设后，该项目就将开始陆上开关站三通一平工程。

“汕头大唐勒门 I 海上风电项目的开工建设，开启了中国大唐在粤东开发建设新能源项目的新篇章，具有里程碑意义。希望以勒门项目为起点，中国大唐和广东省、汕头市能够携手并肩，进一步落实国家能源发展战略，在海洋能源开发等方面开展更加广泛深入的合作。”中国大唐集团有限公司的相关负责人说。

### 鲁能获百万千瓦海上风电项目

当天集中开工的项目中，以鲁能集团为代表的 7 个产业项目总投资 14.195 亿元，预计产值 41.95 亿元。其中鲁能集团携手国电南瑞科技股份有限公司合作柔性直流生产项目落地建设，总投资为 10 亿元，项目建成达产后年产值达 20 亿元，标志着电气设备关键技术和设备国产化的成功替代，打造了国内领先的海上风电电气整体解决方案，项目建设投产必将引领深水区海上风电产业高质量发展。

目前，鲁能公司已获得中澎二 100 万千瓦海上风电开发项目，项目总投资超 200 亿元，将为濠江高质量发展注入澎湃动能，助力濠江在汕头建设省域副中心城市、打造现代化沿海经济带重要发展极进程中奋楫扬帆、拼搏进取。

### 城市发展重点项目投资逾 41 亿

而以碧桂园为代表的 4 个城市发展重点项目总投资 41.43 亿元，其中，碧桂园城市发展

综合体项目位于濠江区渔港经济区，总投资 25 亿元。南滨绿地公园、石林湖公园建设工程占地约 1678 亩，将建设包括园区步道、骑行道、栈道、草坪树木、绿化景观、湖泊湿地、游乐场、活动广场等休闲场所。格兰云天·海上传奇酒店将在北沙湾片区打造一座高端智能休闲度假酒店。

“这些项目的正式启动，将开创濠江城市发展扩容提质的新局面，焕发濠江高质量发展的新活力。”汕头市濠江区区委书记彭聪恩表示，濠江区将把招商引资作为发展生命线，树牢服务企业就是服务发展的理念，有求必应、无事不扰，为项目落户建设提供最真诚的支持、最便利的条件、最优质的服务，让项目引得进、留得住、养得大，让企业有尊严、有荣耀、有地位。

