

可再生能源研究与利用动态

2022 年第 2 期(总第 2 期)

南海天然气水合物钻采机理与调控研究取得阶段性进展

2021 年中国储能技术研究取得重要进展

国务院转发关于加快推进城镇环境基础设施建设指导意见的通知

锌催化剂助力废弃塑料循环利用

国家能源局发布：2021 年生物质发电量达 1637 亿千瓦时

国内首个可持续航空燃料产业基地落地茂名：地沟油变航空燃料

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、前沿观察

1. 青岛能源所首次开发出脂肪酸链长可调控的工业产油微藻4
2. 一步法制备戊酸酯生物燃料的新思路4
3. 生物质结渣固体碱催化剂制备生物柴油有了最佳配比5
4. 抗生素菌渣处理主流技术及未来发展6
5. 大型波浪能供电浮标模型成功完成大比尺波浪水槽试验7
6. 南海天然气水合物钻采机理与调控研究取得阶段性进展 7
7. 中国地热发电发展如何解脱困境 8
8. 2021 年中国储能技术研究取得重要进展8
9. 大连化物所开发出高性能光热转化石墨烯基复合相变材料 10
10. 海上风电水下压缩空气储能系统的建模与仿真10

二、主要政策

1. 工信部等八部门关于印发加快推动工业资源综合利用实施方案的通知11
2. 国务院转发关于加快推进城镇环境基础设施建设指导意见的通知 12
3. 国家发改委、能源局关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见13

三、科技动向

1. 基因改造细菌将废气转为化工原料14
2. “十四五”新增风电、光伏装机规模将超过 500GW，新能源产业集群雏形渐显15
3. 新型声表面波氢气传感器实现氢气秒级响应16
4. 锌催化剂助力废弃塑料循环利用16
5. 功能性水凝胶电解质问世 有助开发可充电水系锌离子电池17
6. 太阳能电池可用于促进无线水下通信17
7. 资源化利用二氧化碳 有了明确的催化反应控速步骤18
8. 反型钙钛矿电池效率破世界纪录18
9. 新催化剂将 CO₂ 转化汽油效率提高千倍 19

10. 新一代液流电池储能技术及产业化团队获奖	19
11. 美国加快波浪能发电技术研发和示范	19
12. 国家能源局发布：2021 年生物质发电量达 1637 亿千瓦时	20

四、产业进展

1. “深海一号”大气田 累计产气超 10 亿立方米	20
2. 广东首个兆瓦级电化学储能电站投运	21
3. 国内首个可持续航空燃料产业基地落地茂名：地沟油变航空燃料	21
4. 全球第一座也是最大的垃圾制氢工厂将在埃及建立	22
5. 海上风电新型桩—桶复合基础研发及其工程应用	22

《可再生能源研究与利用动态》仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、前沿观察

1. 青岛能源所首次开发出脂肪酸链长可控的工业产油微藻

最近,中国科学院青岛生物能源与过程研究所单细胞中心首次开发出脂肪酸“全链长范围”、“单元链长精度”精准可调的工业产油微藻,并提出工业微藻中脂肪酸链长调控的分子机制模型,该机制模型为针对脂肪酸链长的工业产油微藻分子育种提供了实验依据和理论基础,相关成果在《代谢工程》(Metabolic Engineering)发表。该项工作在国家重点研发计划、国家自然科学基金委等资助下,由单细胞中心徐健研究员和大连理工大学的薛松教授主持完成。

由于脂肪酸的细胞能够存储能量,因而在生物燃料、营养与健康、材料化工等产业得以广泛应用。脂肪酸的功能与用途取决于脂肪酸中的碳氢链或碳链的长度,每种链长的脂肪酸都各有其特殊的功能。要获得可持续和环境友好的脂肪酸的生产,就必须在全链长的范围内,精准控制单元链长度。

单细胞中心助理研究员王勤涛和大连理工大学副教授冯延宾带领的研究小组合作开展,解决了以上的关键问题。他们在工业产油微藻——海洋微拟球藻中,首先发现了细胞质中的硫酸酯酶可以调控长链和超长链脂肪酸的相对含量,随后通过大范围筛选不同物种来源的硫酸酯酶,使之能在微拟球藻细胞中大幅度提高脂肪酸的比重。这个重大突破将形成一种微藻链长可控的分子机制模型,使产油微藻进入大规模产业化应用。

相关论文见:

Qintao Wang#, Yanbin Feng#, Yandu Lu, Yi Xin, Chen Shen, Li Wei, Yuxue Liu, Nana Lv, Xuefeng Du, Wenqiang Zhu, Byeong-ryool Jeong, Song Xue*, Jian Xu*. Manipulating fatty-acid profile at unit chain-length resolution in the model industrial oleaginous microalgae *Nannochloropsis*. *Metabolic Engineering* 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2021.03.015>.

学术期刊与文献中心

2. 一步法制备戊酸酯生物燃料的新思路

戊酸酯是一种新型高级纤维素含氧燃料,戊酸乙酯(EP)可以与汽油按照一定的体积比混合后作为汽车燃料。目前制备戊酸生物燃料的方法有两种,一种是通过贵金属催化再通过

分子筛酸点定位制备,另一种是以乙酰丙酸溶液为原料,一步法制备戊酸生物燃料。第二种方法采用非金属催化剂,步骤少,反应快,是目前的主要研究方向。

近期,有研究者通过实验,利用过渡金属和具有酸性位点的分子筛载体,制备出负载型 Co 基双功能催化剂,提出了一步制备戊酸生物燃料新方法,为生物燃料的制备提供了新思路。相关研究论文发表在 2021 年第二期的《化工学报》。

据悉,研究者以 4 种不同的分子筛(H β 、HZSM-5、MCM-22、HY)为载体,Co(NO₃)₂·6H₂O 为活性组分前体,采用浸渍法分别制备出 4 种负载型 Co 催化剂(钴负载量为 10%),利用相关测试仪器,对这几种催化剂的物性、活性进行对比分析,最终找到具有较高催化性能的催化剂 10Co/HZSM-5。据分析,该催化剂上 Co 均匀分布,酸性及总酸量和还原性均最优,能保证反应快速进行,取得了预期效果。

随后,研究者对反应温度、反应压力等进一步优化,发现有一种催化剂能使乙酰丙酸乙酯的转化率达到 100%,戊酸酯和戊酸的总收率可达 90%。这种高催化性能催化剂,是以正辛烷作溶剂,在反应温度为 240℃、压力为 3 MPa、反应 3 h 的条件下制备出来。

据说,这种一步法对比以乙酰丙酸为原料一步制备戊酸生物燃料,直接从木质纤维素中分离得到乙酰丙酸乙酯具有更高的转化率和产率。

相关论文见:

王吴玉,史玉竹,严龙,张兴华,马隆龙,张琦.负载型 Co 基双功能催化剂上戊酸酯生物燃料的制备[J].化工学报,2022,73(02):689-698.

学术期刊与文献中心

3. 生物质结渣固体碱催化剂制备生物柴油有了最佳配比

未来,生物柴油将由于高值可再生而取代化石燃料。利用餐厨废油制取生物柴油存在粘度高、流动性差,容易堵塞柴油发动机,一般要先进行酯化反应。目前广泛使用有酸催化和碱催化。生物质气化炉结渣是生物质燃料在气化炉中高温燃烧后产生的灰渣废弃物,其主要结渣 CaO、MgO、K₂O、NaO 等是良好的固体碱催化剂。利用这些灰渣废弃物催化制备生物柴油,对生物质资源循环利用和可持续发展、实现碳达峰和碳中和具有重要的意义。

中国科学院广州能源所的研究人员通过相关实验,借助测试装备,研究生物质结渣固体碱催化剂制备生物柴油的相关情况和主要性能。经研究表明,生物质结渣固体碱是一种很好的生物柴油制备催化剂,并具有良好的活性,在一定的配比和反应条件下,能使生物柴油的转化率超出 95%,在连续使用几十次后,仍然保持在 85%以上,其物质配比和反应条件为:甲醇/菜籽油 14:1,催化剂量 20%,反应温度为 200 °C,反应时间为 8 h。

相关论文见:

苗长林,吕鹏梅,李志兵,庄新姝,杨玲梅,李惠文.生物质结渣固体碱催化剂制备生物柴油[J].太阳能学报,2022,43(02):33-39.DOI:10.19912/j.0254-0096.tynxb.2020-0338.

学术期刊与文献中心

4. 抗生素菌渣处理主要技术及未来发展

抗生素菌渣属于危险医疗废弃物,是一种生物固体废弃物,源于制药厂加工生产抗生素类药物后产生的固体废弃物,含有大量的氮和硫及残留的抗生素等,由于量大水分多,对环境危害极大。

目前主要处理技术有热化学处理技术和非热化学处理技术,其中,热化学处理技术已是一种比较成熟的技术,主要包括气化、热解、液化、焚烧和水热转化等。非热化学处理技术包括辐照技术、肥料化技术、厌氧消化技术、堆肥技术、生物吸附剂制备技术。

热化学处理能较大程度完成抗生素菌渣的处理和能源利用,而非热化学处理技术还在不断探索和完善中。

由于抗生素菌渣对环境的危害性,加之热化学处理对环境造成二次污染,随着对环境要求越来越高和技术的不断进步,对抗生素菌渣的处理将会逐渐缩小热化学处理比重,不断开拓非热化学处理范围,将会从传统的处理方法转向饲料化技术、提取活性物质、制备水煤浆技术、制备酵母膏(粉)技术等新型技术转化,使之更有针对性地资源化,创造更大的社会效益。

相关论文见:

陈冠益,刘环博,李健,颜蓓蓓,董磊.抗生素菌渣处理技术研究进展[J].环境化学,2021,40(02):459-473.

5. 大型波浪能供电浮标模型成功完成大比尺波浪水槽试验

目前,海洋观测浮标正在由波浪能原位供电向高功率、大型化和批量化发展。近日,中科院广州能源研究所海洋能盛松伟团队发文称,设计了一种四鹰头周向均布波浪能浮标模型,该模型利用点浮式和振荡水柱的波浪能转换方式成功将规则波和不规则波的转换率分别提高到46%和28%。下一步将以此为基础开展实海况装置参数设计和优化。试验是在国家海洋技术中心大比尺波浪水槽完成,相关研究得到了国家、中科院和广东省等项目支持,论文发表在2022年第3期《哈尔滨工程大学学报》。

广州能源研究所自上世纪80年代就实现了波浪能航标灯商业化,并逐步发展成小功率多型号系列产品。近年来,研究所进一步开展3kW至10kW大型波浪能供电浮标的研制,以满足不同观测设备的电力需求,为我国快速发展的海洋观测建设提供技术与装备支撑。

相关论文见:

吴明东,盛松伟,张亚群,姜家强.四鹰头周向均布波浪能浮标模型试验[J].哈尔滨工程大学学报,2022,43(03):333-339.

6. 南海天然气水合物钻采机理与调控研究取得阶段性进展

虽然中国已在南海成功完成海域天然气水合物两轮试采,但是,在试采过程中发现井壁易失稳、井漏、流动安全风险高、储层改造困难、单井日产气量低、稳产时间短等一系列技术难题,在第二次试采中,更发现水平井、多分支井等有望提高产气量的复杂结构井钻采难度更大。

针对以上关键问题,中国石油大学、中国石油集团工程技术研究院孙金声院士团队历时两年,开展了南海天然气水合物钻采机理与调控项目攻关研究,在钻采理论和方法方面取得了一系列成果,其中,井筒压力安全控制、试采降压方案数值模拟、储层射孔改造等技术对我国南海第二轮天然气水合物试采成功起到了重要支撑作用。相关研究得到了国家自然科学基金的支持。近期,孙院士以第一作者在《中国科学基金》撰文分享此项研究工作的进展。

相关论文见:

孙金声,程远方,秦绪文等.南海天然气水合物钻采机理与调控研究进展[J].中国科学基金,2021,35(06):940-951.DOI:10.16262/j.cnki.1000-8217.2021.06.014.

学术期刊与文献中心

7. 中国地热发电发展如何解脱困境

在中国可再生能源的发展中,地热发电算是最早发展并运行发电,但近30年来却发展平缓,至2020年底,运装机容量仅44.56MW,远未达到“十三五”规划发展目标。

近日,有学者发文分析东非国家肯尼亚在地热方面高速发展的现状及原因,对比中国目前地热发展情况,提出中国地热发电产业发展缓慢的问题在于地热资源分布不均衡、高温地热资源尚未完全探明、相关政策支持不够、关键核心技术有待攻关。针对这些情况提出中国发展地热发电的五点建议:一是摸清资源家底,二是摸清资源家底,三是支持矿权办理,四是出台地热发电产业政策,五是攻关地热发电核心技术及关键装备。

从肯尼亚与中国地热装机容量情况对比看到,中国从1970年开始地热发电的开发,而肯尼亚是1980年才开始。在2000年之前,两国的情况相差不大,肯尼亚略为好些。在2000年之后,由于肯尼亚政府的重视和大力支持,该国的地热发电迎来了飞跃性发展,至2020年,装机容量达到865MW,已占全国发电总装机的三分之一;相比之下,中国依然发展缓慢,直至2020年,装机只有44.56MW。

肯尼亚之所以如此快速发展,主要是政府承担了前期勘探的开发工作,然后鼓励私人公司办矿,同时出台相关的地热政策,从资金、立法和电价补贴等方面,大力推动地热发电的发展,还积极争取国际合作和技术援助,获得包括中国、日本和法国的协议签订,共同开发该国的地热资源,加快地热发电的快速发展。

相关论文见:

谷雪曦,王惠民.肯尼亚地热发电快速发展之路及对中国地热发电的启示[J].中外能源,2022,27(02):24-30. 学术期刊与文献中心

8. 2021年中国储能技术研究取得重要进展

2021年,随着国家双碳战略的实施,储能技术和产业得以快速发展。为了清楚了解储能技术的发展情况,受《储能科学与技术》期刊邀请,陈海生、李泓,马文涛共30多位储

能技术研究专家一起对 2021 年中国主要储能技术研究进展进行回顾、分析以及 SCI 发文综合研判，形成综述，在《储能科学与技术》2022 年第 3 期发表。

专家分析的储能技术共 12 项：抽水蓄能技术、压缩空气储能、飞轮储能、铅蓄电池、锂离子电池、液流电池、钠离子电池、超级电容器、新型储能技术、集成技术和消防安全技术，分属物理储能、化学储能和其他储能。

据专家总结，2021 年中国储能技术在基础研究、关键技术和集成示范等方面均取得重要进展，中国已是世界上储能技术基础研究最活跃的国家，可以说，中国已成为世界储能技术研发和示范的主要核心国家之一。其中，抽水蓄能、压缩空气储能和储热储冷技术这几项技术的发展尤为突出。

抽水蓄能技术飞速发展，研究重点转向可变速、大容量超高水头、新能源联合的抽水蓄能，以及海水和利用废弃矿洞的抽水蓄能。国产盾构机等快速机械化施工技术已成熟应用，可变速、超高水头、超大容量抽水蓄能机组设计、制造和安装技术取得新突破。2021 年全国共建设投产了 8 座抽水蓄能电站。其中，国内单机容量最大(400 MW)700 米级水头的阳江抽水蓄能机组攻克了新型制造和安装技术的种种难题，使机组稳定运行，达到国际领先水平。

压缩空气储能技术取得了里程碑式的发展，在系统特性分析、压缩机和膨胀机关键技术、10~100 MW 集成示范等方面均取得重要进展；在压缩机技术、蓄热换热器技术、膨胀机技术、系统集成与控制技术等方面均有重大突破。2021 年，中国科学院工程热物理所研制了 10 MW 先进压缩空气储能系统用压缩机、透平膨胀级、高效超临界蓄热换热器，成功应用到肥城 10 MW 盐穴压缩空气储能商业电站；同时，还攻克了 100 MW 级先进压缩空气储能系统等技术难题，研制出国际首套 100 MW 系统压缩机、膨胀机和蓄热换热器，在张家口开展示范系统的集成调试。

储热储冷技术有了重要进展，主要体现在储热材料的物性调控机理、换热特性与强化、制备以及系统集成示范等方面。研制出可在 1100 °C 条件下安全使用的储热陶瓷颗粒材料，重点开展了低熔点二元熔盐、低熔点高温三元熔盐体系研究。2021 年在储热和储冷系统集成上，已分别在敦煌、哈密、河北、北京和张家口等地建成了示范工程，主要有熔盐储热太阳能热发电站、熔盐塔式光热发电、水蓄热太阳能储热采暖、中低温热化学储热、水合盐相变供暖、冰蓄冷、相变储冷等。

相关论文见:

陈海生,李泓,马文涛等.2021 年中国储能技术研究进展[J].储能科学与技术,2022,11(03):1052-1076.DOI:10.19799/j.cnki.2095-4239.2022.0105.

学术期刊与文献中心

9. 大连化物所开发出高性能光热转化石墨烯基复合相变材料

石墨烯基复合相变材料是太阳能热转换和存储领域中极具潜力的材料。目前,制备石墨烯基复合相变材料步骤多、过程复杂、耗时耗能,使实际应用受到影响。

针对此问题,中国科学院大连化物所热化学研究组史全研究员团队简化制备流程,利用一步合成法,开发了一种高性能光热转换效率的石墨烯基复合相变材料。该材料具有优异相变性能和光热转换能力,为大规模制备石墨烯基光热转化复合相变材料开拓了新思路。相关研究发表在近期的《化学工程杂志》(Chemical Engineering Journal)。

该方案是将聚乙二醇相变材料原位填充到氧化石墨烯网络结构水凝胶中,构建出石墨烯基定型复合相变材料。制备出的材料具有优异的相变储热性能和出色的光热转化能力,经测试,相变材料负载量高达 95wt%,在经历 1000 个冷热循环后仍可保持稳定的相变焓值 162.8J/g,光热转化效率最高可达 93.7%。

相关论文见: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.132439>

学术期刊与文献中心

10. 海上风电水下压缩空气储能系统运行的建模与仿真

为了研究海上风电水下压缩空气储能系统运行最优工况,有研究者建立了水下压缩空气储能(UWCAES, underwater compressed air energy storage) UWCAES 系统仿真模型,依据所确定的最优额定工况,优化变工况运行条件,然后模拟真实风力发电和海岛用户负荷,获取系统循环效率的数据,并在无储能工况下,得出系统运行的弃风率和负荷满足率。相关研究于2022年2月的《南方电网技术》网络首发。

研究结果显示,在充-储-释理想运行模式下,UWCAES系统可在10%~120%工况范围内运行,且系统循环效率范围为48.1%~58.4%;在模拟真实海上风电和用电负荷运行模式下,系统循环效率为53.7%,并且弃风率减少至0.58%,负荷满足率提升至99.57%。

UWCAES系统主要部件包括压缩机、膨胀机、换热器、储油罐、储气装置、电机，以及辅助部件泵和管路等。系统运行的基本原理是，多余风电带动电机运转，将空气压缩储存，等到发电不足时，压缩空气自动释放，整动发电机发电，补充不足的电能。通俗地讲，UWCAES系统在海上风力发电中起到移峰填谷的作用。而为了提高能效，该系统需经多次压缩和膨胀。

随着海上风电大规模开发时代到来，所产生的大量不稳定风电将对电网造成巨大的冲击和危害，影响电网正常运行。利用深处海水静压，进行压缩空气储能，其应用潜力巨大。对其进行变工况分析和研究将有效促进海上风电的大规模开发。

相关论文见：

刘扬波,陈俊生,李全皎,张京伟,何婷,吴振龙.海上风电水下压缩空气储能系统运行及变工况分析[J/OL].南方电网技术:1-10[2022-04-01].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1643.TK.20220211.1510.002.html>

学术期刊与文献中心

二、主要政策

1. 工信部等八部门关于印发加快推动工业资源综合利用实施方案的通知

2月27日，工业和信息化部、国家发展改革委、科技部、财政部、自然资源部等八部门联合印发《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》(以下简称《实施方案》)，就推动工业资源综合利用作出部署。

工业资源综合利用是构建新发展格局、建设生态文明建设的重要内容。《实施方案》指出，要大力推动重点行业工业固废源头减量和规模化高效综合利用，加快推进再生资源高值化循环利用，促进工业资源协同利用，着力提升工业资源利用效率，促进经济社会发展全面绿色转型，助力如期实现碳达峰、碳中和目标。

在工业固废综合利用提质增效工程方面，《实施方案》提出，推广非硫酸法分解中低品位磷矿、尾矿和煤矸石原位井下充填等先进工艺；推动工业固废按元素价值综合开发利用，加快推进尾矿(共伴生矿)、粉煤灰、煤矸石、赤泥等工业固废在有色组分提取、建材生产、市政设施建设、井下充填、生态修复、土壤治理等领域的规模化利用；在保证安全环保的前提下，探索磷石膏在地下采空区充填、道路材料等方面的应用。支持在湖北、四川、贵州、

云南等地建设磷石膏规模化高效利用示范工程，鼓励有条件地区推行“以渣定产”。鼓励山西、山东、河南、广西、贵州、云南等地建设赤泥综合利用示范工程，引领带动赤泥综合利用产业和氧化铝行业绿色协同发展。

在工业资源综合利用能力提升工程方面，《实施方案》明确，加强跨区域协同利用。在京津冀及周边地区，建设一批全固废胶凝材料示范项目和大型尾矿、废石生产砂石骨料基地。在黄河流域，着力促进煤矸石、粉煤灰等固废通过多式联运跨区域协同利用。

政策全文见：http://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk10/202202/t20220227_970047.html

中国自然资源报 2 月 27 日

2. 国务院转发关于加快推进城镇环境基础设施建设指导意见的通知

2 月 9 日，国务院办公厅转发国家发展改革委等部门《关于加快推进城镇环境基础设施建设的指导意见》（以下简称《指导意见》），部署加快推进城镇环境基础设施建设，助力稳投资和深入打好污染防治攻坚战。

《指导意见》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，深化体制机制改革创新，加快转变发展方式，着力补短板、强弱项，优布局、提品质，全面提高城镇环境基础设施供给质量和运行效率，推进环境基础设施一体化、智能化、绿色化发展，逐步形成由城市向建制镇和乡村延伸覆盖的环境基础设施网络，推动减污降碳协同增效，促进生态环境质量持续改善，助力实现碳达峰碳中和目标。

《指导意见》提出，到 2025 年，城镇环境基础设施供给能力和水平显著提升，加快补齐重点地区、重点领域短板弱项，构建集污水、垃圾、固体废物、危险废物、医疗废物处理处置设施和监测监管能力于一体的环境基础设施体系；到 2030 年，基本建立系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化环境基础设施体系。同时提出了到 2025 年，新增污水处理能力 2000 万立方米/日，生活垃圾分类收运能力达到 70 万吨/日左右，城镇生活垃圾焚烧处理能力达到 80 万吨/日左右，新增大宗固体废物综合利用率达到 60%等具体目标。

《指导意见》明确了加快推进城镇环境基础设施建设 5 方面 15 项重点任务。一是加快补齐能力短板，包括健全污水收集处理及资源化利用设施、逐步提升生活垃圾分类和处理能

力、持续推进固体废物处置设施建设、提升危险废物医疗废物处置能力等。二是着力构建一体化城镇环境基础设施，包括推动环境基础设施体系统筹规划、强化设施协同高效衔接等。三是推动智能绿色升级，包括推进数字化融合、推动环境基础设施绿色高效发展等。四是提升建设运营市场化水平，包括积极营造规范开放市场环境、深入推行环境污染第三方治理、探索开展环境综合治理托管服务等。五是健全保障体系，包括加强科技支撑、健全价格收费制度、加大财税金融政策支持力度、完善统计制度等。

《指导意见》要求，加强组织领导，强化要素保障，建立评估机制。国家发展改革委等有关部门加强统筹协调，强化政策联动，按照职责分工推进城镇环境基础设施建设。地方人民政府要细化目标任务，明确责任分工，制定工作措施，推动工作有效落实。

政策原文见：http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/09/content_5672710.htm

新华社 2 月 9 日

3. 国家发改委、国家能源局关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见

2 月 10 日，国家发展改革委、国家能源局印发《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》（以下简称《意见》），要求从国情实际出发，统筹发展与安全、稳增长和调结构，深化能源领域体制机制改革创新，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，促进能源高质量发展和经济社会发展全面绿色转型，为科学有序推动如期实现碳达峰、碳中和目标和建设现代化经济体系提供保障。

《意见》指出，能源生产和消费相关活动是最主要的二氧化碳排放源，大力推动能源领域碳减排是做好碳达峰碳中和工作，以及加快构建现代能源体系的重要举措。党的十八大以来，各地区、各有关部门围绕能源绿色低碳发展制定了一系列政策措施，推动太阳能、风能、水能、生物质能、地热能等清洁能源开发利用取得了明显成效，但现有的体制机制、政策体系、治理方式等仍然面临一些困难和挑战，难以适应新形势下推进能源绿色低碳转型的需要。

《意见》提出要坚持“系统观念、统筹推进，保障安全、有序转型，创新驱动、集约高效，市场主导、政府引导”4 项基本原则。明确主要目标，要求“十四五”时期，基本建立推进能源绿色低碳发展的制度框架，形成比较完善的政策、标准、市场和监管体系，构建以能耗“双控”和非化石能源目标制度为引领的能源绿色低碳转型推进机制。到 2030 年，基本建立

完整的能源绿色低碳发展基本制度和政策体系，形成非化石能源既基本满足能源需求增量又规模化替代化石能源存量、能源安全保障能力得到全面增强的能源生产消费格局。

《意见》部署十个方面的主要任务，一是完善国家能源战略和规划实施的协同推进机制。强化能源战略和规划的引导约束作用，建立能源绿色低碳转型监测评价机制，健全能源绿色低碳转型组织协调机制。二是完善引导绿色能源消费的制度和政策体系。完善能耗“双控”和非化石能源目标制度，建立健全绿色能源消费促进机制，完善工业领域绿色能源消费支持政策，完善建筑绿色用能和清洁取暖政策，完善交通运输领域能源清洁替代政策。三是建立绿色低碳为导向的能源开发利用新机制。建立清洁低碳能源资源普查和信息共享机制，推动构建以清洁低碳能源为主体的能源供应体系，创新农村可再生能源开发利用机制，建立清洁低碳能源开发利用的国土空间管理机制。四是完善新型电力系统建设和运行机制。加强新型电力系统顶层设计，完善适应可再生能源局域深度利用和广域输送的电网体系，健全适应新型电力系统的市场机制，完善灵活性电源建设和运行机制，完善电力需求响应机制，探索建立区域综合能源服务机制。五是完善化石能源清洁高效开发利用机制。完善煤炭清洁开发利用政策，完善煤电清洁高效转型政策，完善油气清洁高效利用机制。六是健全能源绿色低碳转型安全保供体系。健全能源预测预警机制，构建电力系统安全运行和综合防御体系，健全能源供应保障和储备应急体系。七是建立支撑能源绿色低碳转型的科技创新体系。建立清洁低碳能源重大科技协同创新体系，建立清洁低碳能源产业链供应链协同创新机制，完善能源绿色低碳转型科技创新激励政策。八是建立支撑能源绿色低碳转型的财政金融政策保障机制。完善支持能源绿色低碳转型的多元化投融资机制，完善能源绿色低碳转型的金融支持政策。九是促进能源绿色低碳转型国际合作。促进“一带一路”绿色能源合作，积极推动全球能源治理中绿色低碳转型发展合作，充分利用国际要素助力国内能源绿色低碳发展。十是完善能源绿色低碳发展相关治理机制。健全能源法律和标准体系，深化能源领域“放管服”改革，加强能源领域监管。

政策原文见：

https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202202/t20220210_1314511.html?code=&state=123

中国发展网 2 月 10 日

三、科技动向

1. 基因改造细菌将废气转为化工原料

当今大部分商用化学品都完全来自石油、天然气或煤炭等化石资源，丙酮和异丙醇的商业生产也是这样。丙酮和异丙醇是非常有用的化工原料、溶剂、消毒剂和防腐剂，占有较大的全球市场份额，但生产过程中的 CO₂ 排放导致温室气体排放。

美国西北大学和郎泽科技公司研究人员在最新一期《自然·生物技术》发表论文称，他们在项新的试点研究中，将一种梭菌进行遗传工程改造，用于合成此前它们无法产生的化合物，这种选择、设计和优化细菌菌株的过程，成功地证明了其将 CO₂ 转化为丙酮和异丙醇的能力。这种新的气体发酵过程不仅可从大气中去除温室气体，还可避免使用化石燃料。在进行生命周期分析后，研究团队发现，如果广泛采用，与传统工艺相比，该负碳平台可减少 160% 的温室气体排放。

这是一种新的气体发酵工艺，能够可持续生产。他们从自产乙醇梭菌开始，然后使用合成生物学工具对细菌进行重新编程，以发酵 CO₂ 来制造丙酮和异丙醇。

研究人员指出，该项研究的设计和路径优化将生产时间缩短了一年多，相信其开发的菌株和发酵过程可转化为工业规模，还可用于简化其他有价值化学品的生产流程。

新开发的丙酮和异丙醇路径将通过关闭碳循环来加速其他新产品的开发，可替代现有利用石油或天然气生产的流程，该方法提供了一种负碳排手段。

——摘自《科技日报》2月28日

报道原文：http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/28/content_531178.htm

2. “十四五”新增风电、光伏装机规模将超过 500GW，新能源产业集群雏形渐显

随着各省级行政区“十四五”相关规划陆续出台，各地新能源发展目标也浮出水面。据不完全统计，在目前已发布的 20 余个省级规划中，“十四五”期间新增风电、光伏装机规模将超过 500GW，各地也在积极打造新能源产业集群。

与此同时，制造端的产能也在扩张，以光伏为例，去年，硅料、硅片、电池、组件四大制造环节的产量增长了 28.8%~46.9% 不等，硅片、硅料等赛道均涌入了众多新玩家；风电行业的塔筒、叶片也有类似的扩产迹象。

据测算，为支撑 2030 年前碳达峰，“十四五”、“十五五”非化石能源增量在能源消费增量中的占比，要从“十三五”期间的 44% 增长到 100%；而要实现 2060 年碳中和，那么 2060 年非化石能源消费比重达到 80% 以上，风电、光伏发电装机容量预计将达到 50 亿千瓦左右。

——摘自《证券时报》2月25日

报道原文: <http://www.zqrb.cn/finance/hangyedongtai/2022-02-25/A1645727812307.html>

3. 新型声表面波氢气传感器实现氢气秒级响应

近日, 传感器领域的重要期刊《Sensors and Actuators B:Chemical》上线了一篇重要论文, 展现了氢气传感技术的新进展。中国科学院声学研究所超声学实验室研究员王文带领课题组在前期工作基础上, 与南开大学教授杨大驰团队合作, 将微纳声表面波器件技术与钌镍纳米线氢敏材料相结合, 提出并研制了一种具有秒级响应、高灵敏和低检测限的新型声表面波氢气传感器。

作为一种新兴能源载体和化工原料, 氢气具有来源广泛、清洁环保、可循环利用等一系列优点, 与太阳能、风能等被称为九大新能源, 并被誉为最具发展前景的二次能源。但氢气无色无味、易燃易爆, 使得氢气在泄漏时难以被察觉, 累积后极易产生安全事故。据数据统计, 2019年夏天, 全球在20天内发生了3次氢气相关的爆炸事件。为了更好地开发利用氢能, 有必要研发快速、高灵敏的氢气传感技术。

近年来, 各国科研院所持续投入力量开展氢气传感的新原理新技术研究, 氢气传感器得到了飞速发展, 涌现了诸多如电化学、电学式及光学式等不同技术原理的商用氢气传感器。预计, 随着碳达峰碳中和工作深入推进, 高灵敏氢气传感器将得到广泛应用。

——摘自《科技日报》2月23日

报道原文: http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/23/content_530728.htm?div=-1

4. 锌催化剂助力废弃塑料循环利用

随着禁塑在全国各地的全面实施, 由可再生原料淀粉制造的聚乳酸材料及其加工生产的各种可降解塑料制品, 已成为普通塑料的主要替代品, 随之而来出现大量聚乳酸材料废弃物的回收利用问题。利用化学循环的方式实现聚乳酸的回收利用, 为废弃聚乳酸后处理提供了一种有效解决途径。

2月16日, 从中国科学院青岛生物能源与过程研究所获悉, 该所王庆刚研究员带领的催化聚合与工程研究组发展了一种聚合物降解再聚合的升级化学循环新策略, 以“聚合物到聚合物”的方式成功实现了聚乳酸废弃物到新聚乳酸材料的循环再利用过程。相关成果发表在高分子领域权威期刊《大分子》(Macromolecules)上, 该所博士研究生杨茹琳为论文第一作者, 部分科研成果“一种锌催化剂催化聚乳酸材料回收再利用的方法”已经申请发明专利。

据专家介绍,该技术的关键是在再聚合过程中,通过加入不同类型单体以获得性质各异的最终材料。该成果为聚乳酸循环利用提供了新的解决思路,并在聚合物的改性和合成方面具有发展前景。

——摘自《科技日报》2月23日

报道原文: http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/23/content_530738.htm?div=-1

5. 功能性水凝胶电解质问世 有助开发可充电水系锌离子电池

2月21日,从中国科学院合肥物质科学研究院了解到,该院固体能源材料与器件研究部胡林华研究员团队,与石家庄学院季登辉教授合作,开发出一种机械性能优异、离子电导率高、具有宽操作温区(-20℃—60℃)的功能性水凝胶电解质,并研究了其在水系锌离子电池中的应用性能,相关研究成果日前发表在国际知名期刊《化学工程杂志》上。

由该水凝胶电解质制备的锌离子电池具有超过3000小时的稳定循环性能、优异的电化学性能和库伦效率达到99.5%的高可逆的锌嵌入/脱出。在-20℃—60℃的温度条件下,具有很好的稳定性。此外,这种功能性水凝胶电解质具有很好的拉伸、扭曲、压缩和吸附性能,使得其具有制备柔性储能器件的潜力。而且该水凝胶还能抑制析氢析氧副反应的发生,也能防止泄露,解决了水系锌离子电池常用电解液存在的关键问题,是很有发展前景的水系电解质。

——摘自《科技日报》2月23日

报道原文: http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/23/content_530742.htm?div=-1

6. 太阳能电池可用于促进无线水下通信

无线电波在水中的传播表现并不好,因此像ROV这样的设备通常需要通信电缆实现水下操作。不过根据一项新的研究,太阳能电池板可能很快就能实现实用的水下光基通信。

据悉,浙江大学首席科学家徐敬教授带领的团队开展了这方面的研究,设置了包含一个3x3的链接太阳能电池阵列,创造了一个3.4x3.4厘米(1.3英寸)的检测区域。该阵列被放置在一个7米(22.9英尺)长的水箱的一端,水箱的另一端是一个激光二极管。水箱内的一系列镜子使激光必须经过总共35米(114.8英尺)的路程才能从二极管到达太阳能阵列。

通过利用连接太阳能电池的“计算机”建模和模拟,研究人员优化外围电路,大大改善了基于太阳能电池的探测器的性能,解决了电波水下传播不畅的问题,从而有望实现无线水下通信。

报道原文：<https://www.cnbeta.com/articles/science/1237767.htm>

7. 资源化利用二氧化碳 有了明确的催化反应控速步骤

日前，天津大学新能源化工实验室与丹麦技术大学物理系在二氧化碳资源化利用领域合作取得突破，揭示了二氧化碳电化学还原反应的控速步骤，在该研究方向提出了全新的机理认识。相关成果发表于《自然·通讯》杂志。

研究团队提出了一种有效解析二氧化碳电化学还原制一氧化碳和甲酸盐反应控速步骤的方法。团队基于 Butler-Volmer 原理，推导出了不同潜在控速步骤条件下的反应速率表达式，通过结合反应动力学解析，明确两电子转移二氧化碳电化学还原反应控速步骤为二氧化碳吸附过程。这一研究结果表明了提高反应效率的关键在于增强二氧化碳的吸附。

利用太阳能等可再生能源产生的电能将二氧化碳高效转化为化学品是其资源化利用的重要方向，而明确催化反应的控速步骤是设计高性能催化剂和反应系统的关键。据研究人员说，该成果提供了碳减排的电催化技术反应机理的新认识，有利于我国抢占二氧化碳利用技术领域的高地。

——摘自《科技日报》2 月 16 日

报道原文：http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/16/content_530424.htm?div=-1

8. 反型钙钛矿电池效率破世界纪录

近日，华东师范大学教授方俊锋团队与中科院宁波材料技术与工程研究所副研究员李晓冬合作，在《科学》杂志发表论文，介绍了他们在反型钙钛矿太阳能电池研究方面的最新成果。

从该杂志审稿人获悉，研究成果令人鼓舞，该研究使反型钙钛矿电池转化效率首次实现大于 24%，突破了钙钛矿电池长期发展受阻的瓶颈。

钙钛矿太阳能电池是利用钙钛矿型“有机—金属卤化物杂化”半导体作为吸光材料的太阳能电池，属于第三代太阳能电池，也被称为新概念太阳能电池。

钙钛矿电池分为正型 N-I-P 电池和反型 P-I-N 电池。相对正型，反型钙钛矿电池有其自身优势，可低温制备、工艺简单、稳定性好，同时能与晶硅电池兼容，实现叠层电池的制备。但反型钙钛矿电池的效率仍较低，最高效率只维持在 22%~23%。

——摘自《中国科学报》2 月 16 日

报道原文：<https://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2022/2/368133.shtm>

9. 新催化剂将 CO₂ 转化汽油效率提高千倍

近日，发表在《美国国家科学院院刊》的一篇论文中描述了一种新发明的催化剂，可通过增加化学反应中长链碳氢化合物的产量将 CO₂ 转化为其他有用的化学品，例如丙烷、丁烷或其他由碳和氢长链组成的碳氢化合物燃料。

这种新催化剂由元素钨（一种属于铂族的稀有过渡金属）组成，涂有一层薄薄的塑料。像任何催化剂一样，这一发明加速了化学反应，却不会在过程中耗尽。钨还具有比其他高质量催化剂（如钨和铂）便宜的优势。在相同条件下，新催化剂产生的丁烷，是标准催化剂在最大压力下可产生的最长碳氢化合物的 1000 倍。

该催化剂是斯坦福大学化学工程师马泰奥·卡涅罗团队花了 7 年的时间发现和完善的，是一项从反应中生产汽油的突破。

——摘自《科技日报》2 月 15 日

报道原文：http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/15/content_530385.htm?div=-1

10. 新一代液流电池储能技术及产业化团队获奖

由于电力长距离输送及可再生能源的不稳定性造成各种各样的电力供给问题，科研人员希望创新储能方式，在能源收集和利用之间架起一座桥梁。中科院大连化学物理研究所李先锋研究员团队研发液流电池领域 20 余年，近日，其研究的新一代液流电池储能技术及研发团队一起获得 2021 年中国科学院科技促进奖。

据说，液流电池与传统电池不同，它可将液体电解质存储在外部，储能介质为水溶液，无着火爆炸风险，安全性高、寿命长，还可按需组合，实现功率与容量的自主调控，在电力系统储能领域具有广阔的应用前景。

新一代液流电池储能技术及产业化团队面向国家战略重大需求，近年来解决了液流电池产业化过程中存在的关键科学与技术问题，突破了新一代高功率密度全钒液流电池、用户侧锌基液流电池关键材料、核心部件电堆及系统集成等关键核心技术。

——摘自《中国科学报》2 月 10 日

报道原文：<https://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2022/2/368050.shtm>

11. 美国加快波浪能发电技术研发和示范

近日，美国能源部宣布将提供 2500 万美元（约合 1.6 亿元人民币）资金支持相关科研机构开展波浪能发电技术研发和示范，以期提升波浪能发电技术水平，加快其商业化进程，助力美国联邦政府实现“到 2050 年达到净零碳排放”的目标。据悉，此次资助的项目将

重点关注 3 个方面：波浪能转换器测试、先进波浪能转换器设计以及波浪能技术研发。

——摘自中国自然资源报 2 月 11 日

12. 国家能源局发布：2021 年生物质发电量达 1637 亿千瓦时

1 月 28 日，国家能源局发布 2021 年可再生能源并网运行情况。2021 年，生物质发电新增装机 808 万千瓦，累计装机达 3798 万千瓦，生物质发电量 1637 亿千瓦时。

累计装机排名前五位的省份是山东、广东、浙江、江苏和安徽，分别为 395.6 万千瓦、376.6 万千瓦、291.7 万千瓦、288.0 万千瓦和 239.1 万千瓦；新增装机排名前五位的省份是河北、河南、黑龙江、山东和浙江，分别为 91.8 万千瓦、78.7 万千瓦、72.3 万千瓦、61.1 万千瓦和 58.1 万千瓦；年发电量排名前六位的省份是广东、山东、浙江、江苏、安徽和黑龙江，分别为 206.6 亿千瓦时、180.2 亿千瓦时、143.8 亿千瓦时、133.9 亿千瓦时、117.4 亿千瓦时和 79.7 亿千瓦时。

——摘自中国能源网 2 月 8 日

报道原文：http://www.cnenergynews.cn/guonei/2022/02/08/detail_20220208117072.html

四、产业进展

1. “深海一号”大气田 累计产气超 10 亿立方米

中国海洋石油集团有限公司（以下简称中国海油）近日宣布，我国首个自营 1500 米超深水大气田“深海一号”自 2021 年 6 月 25 日正式投产以来，累计生产天然气超 10 亿立方米，在保供季为粤港澳大湾区和海南自贸港建设提供了清洁能源。

“深海一号”大气田是我国迄今为止自主发现的平均水深最深、勘探开发难度最大的海上超深水气田，科学家为该气田量身定制了全球首座 10 万吨级深水半潜式生产储油平台——“深海一号”能源站，投产后每年可向粤港琼等地稳定供气 30 亿立方米，能满足粤港澳大湾区四分之一的民生用气需求。

据专家说，气田成功达产 10 亿立方米，验证了我国自主创建的深水油气资源勘探开发生产运维完整技术体系的先进性与可靠性，也标志着我国进入了深海油气勘探开发先进国家行列。

目前，以“深海一号”为重要枢纽，中国海油正积极推动“深海二号”（陵水 25-1）等气田的开发，推动南海万亿大气区建设从蓝图变为现实，以更好地满足粤港澳大湾区和海南自贸区（港）日益增长的清洁能源需求。

——摘自《科技日报》2月28日

报道原文：http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2022-02/28/content_531173.htm?div=-1

2. 广东首个兆瓦级电化学储能电站投运

近日，南网广东电网首个电网侧兆瓦级变电站电化学储能示范项目——东莞南社站电网侧电化学储能工程（一期）在广东东莞市投运。这是《广东电网公司“十四五”电化学储能发展实施方案》中第一批电网侧储能示范项目。

工程采用工厂预制，现场安装、调试的方法进行。项目占地约3200平方米，新建预制舱19座，包括电池舱、升压一体化舱、开关站舱、站用电源舱等。舱内储能电池容量规模达10兆瓦/30兆瓦时，“就像一个巨型充电宝，采用电化学储能主流技术路线进行充放电。”专家介绍，项目还应用了广东电网自主研发的能量管理系统和广东电网基建“五新”技术9项，能有效对电池内部存储的电能进行能效管控。

据悉，该储能项目的建成可缓解110千伏南社站主变重载问题，满足周边片区用电负荷增速过快的需求。且可以进一步降低昼夜峰谷差，提升电网运行的稳定性和灵活性，延缓输变电升级改造建设投资。

——摘自中国电力新闻网2月25日

报道原文：http://www.cpn.cn/news/dfny/202202/t20220225_1486460_wap.html

3. 国内首个可持续航空燃料产业基地落地茂名——地沟油变航空燃料

2月25日，东华能源股份有限公司与霍尼韦尔UOP在广东茂名签署战略合作协议，携手打造东华能源（茂名）烷烃与绿色能源资源综合利用项目——国内首个可持续航空燃料产业基地。双方将在茂名建设年产量达100万吨的可持续航空燃料（SAF）生产基地。相对以石油为原料的石油基产品，100万吨装置每年碳减排量达240万吨，减少约83%的二氧化碳排放。

项目引进的霍尼韦尔UOP的Ecofining™工艺技术，是全球首个被用于规模化生产商用航空可持续航空燃料的技术，将厨余油、地沟油等生物质资源转化为绿色航空燃料。

据专家说，项目分两期建设，建造两套以厨余油和动物脂肪为主要原料的生产装置，首套装置于2020年3月动工，计划于2023年投产。基地建成后，将是单套全球最大的以厨余油为主的可持续航空燃料装置，也将是全球最大的以厨余油为主要原料的可持续航空燃料生产基地。

报道原文：https://epaper.southcn.com/nfdaily/html/202202/27/content_10006294.html

4. 全球第一座也是最大的垃圾制氢工厂将在埃及建立

美国一家研发氢气生产和储存的公司 H2 Industries Inc. 宣布已获得开发 1GW 液态有机氢载体(LOHC)氢枢纽的初步批准，这将是美国同类项目中的第一个也是目前全球最大的垃圾制氢项目。建成后，该氢气工厂每年将处理 400 万吨有机废弃物和不可回收塑料。

据悉，H2 Industries 投资数百万美元准备开展几个废物转化为氢的项目，转化塑料和农业废物等有机废物，甚至污水、污泥等。得到的氢气可以运输到行业中称为液态有机氢载体(LOHC)的有机“载液”中，它可以像柴油一样被运输并用于填充储罐，但使用时不会产生碳排放。H2 Industries 工艺产生的废热可用于蒸汽轮机和发电机发电。

埃及将建设世界上第一座也是最大的垃圾制氢工厂

据 H2 Industries 称，公司已获得苏伊士运河经济区（SC Zone）总局的初步批准，可在 East Port Said 开发 1GW (LOHC)氢枢纽，这将是全球首个该类型的项目。项目将以目前绿色氢生产的一半的成本每年产出 30 万吨绿色氢气，并将埃及收集的大量废物转化为绿色氢。

建成后的氢气工厂每年将在地中海运河入口处处理并转化 400 万吨有机废弃物和不可回收塑料。H2 Industries 执行主席 Michael Stusch 表示，垃圾制氢是使绿色氢在经济上可行的突破，不仅有助于减少全球二氧化碳排放，还有助于减少该国水资源的污染和损害。

H2 Industries 还将其他绿色氢产品商业化，以满足最终用户的商业需求，其应用范围从燃煤电厂到氢电厂的改造以及钢铁、水泥和玻璃生产流程的改造。

——摘自新能源网综合 2月15日

报道原文：http://www.cnenergynews.cn/huagong/2022/02/15/detail_20220215117538.html

5. 海上风电新型桩—桶复合基础研发及其工程应用

风电发电的未来在深远海，所以风机大型化是必然趋势。风电基础造价占比超过 25%，是控制项目经济可行的决定因素之一。

一项技术发明：新型桩—桶复合基础(ZL201310144668.9)提出了一体化设计方法等系列核心技术，于 2021 年 9 月全球首次应用与福建平海湾海上风电工程，既实现了替代“打桩—钻—扩孔—浇筑混凝土—打桩”式嵌岩单桩，避免了嵌岩和桩周冲刷防护施工，又大幅提

高了施工效率，降低了造价。该核心技术突破了多桩基础施工效率低而常规单桩基础承载力不足且需要冲刷防护等瓶颈，并为单桩沉桩不到位的补救处理提供了新的解决思路。

该项技术发明，为我国海上风电工程技术进步提供了原创性的、具有自主知识产权的核心技术解决方案。

——摘自《中国自然资源报》2月21日