

中国科学院A类战略性先导科技专项


变革性洁净能源关键技术与示范

Transformational Technologies
for Clean Energy and Demonstration

研究发展动态

2019年第4期（总第6期）

世界首例合成气一步制高碳醇联
产液体燃料完成万吨级工业试验



中国科学院大连化学物理研究所

中国科学院武汉文献情报中心

专项过程管理

- 专项2019年度总结交流会及总体组会议在大连召开.....1
专项办公室组织2019年档案互检.....2

专项研发进展

- 合成气制高碳醇通过科技成果鉴定.....2
河南鹤壁30万吨二甲醚制乙醇项目开工.....4
燃煤工业锅炉高效低氮燃烧技术示范工程实现NO_x超低排放.....4
散煤低NO_x解耦燃烧技术研发与示范取得新进展.....5
光伏直流升压变换器研制取得重要进展.....6
大连融科中标大唐10MW/40MWh全钒液流电池储能系统风电场
示范项目.....7
大连化物所新一代氢空燃料电池产品下线及示范应用.....7

国内视点

- 2020年全国能源工作会议：煤炭兜底保障、油气安全保障.....8
全钒液流电池和压缩空气储能技术入选工信部首套重大技术装备
推广目录.....10

国际瞭望

- IEA预测未来五年全球煤炭供需与贸易趋势.....11

专项过程管理

专项 2019 年度总结交流会及总体组会议在大连召开

1 月 13 日，中国科学院 A 类战略性先导科技专项“变革性洁净能源关键技术与示范”（以下简称“洁净能源先导专项”）2019 年度总结交流会及总体组会议在大连召开。会议由专项负责人刘中民院士主持。

会议听取了九个项目的 2019 年度亮点成果、组织管理工作、问题与举措、2020 年工作计划等，与会人员就项目推进过程存在的问题及下一步工作计划展开交流。

重大科技任务局材料能源处副处长何京东传达了 2019 年度中科院先导专项（A/C 类）2019 年度管理工作研讨会的精神和要求。希望大家珍惜来之不易的机会，不忘初心，抓好专项的管理工作，确保专项产出重大成果。他对专项后续工作提出了三点建议：第一，专项办要加强专项过程管理，对预期有重大产出和执行中遇到困难的项目要及时跟进了解情况，做好服务；第二，做好重大成果凝练和宣传工作；第三，加强专项中的战略研究。何京东指出，做好能源战略研究是洁净能源先导专项的重要目标，对我院及我国能源领域十四五规划、中长期规划及促进能源领域国家实验室建设具有重要作用，必须高度重视。

刘中民强调，2020 年是保障专项产出重大成果的关键之年，各项目负责人要切实担负起责任。第一，要重点关注各项目核心任务的执行情况，提前进行风险预判并拿出对策，及时解决执行过程中遇到的问题；第二，要加强亮点成果凝练，提前策划，保障专项重大成果产生重大影响；第三，要加强各项目间的交流融合，抓住我院与陕西省在榆林共创能源革命创新示范区的机遇，促进洁净能源技术在榆林率先实现集成示范。

院重大科技任务局、专项监理组、专项总体组、各项目负责人及

承担单位管理及科技骨干等 80 余人参加会议。

[中科院大连化物所 王春]

专项办公室组织 2019 年档案互检

2019 年 11 月 12-28 日，专项办档案小组按项目、课题和子课题承担的研究所所在区域分四个地区六个检查点(大连化物所、中科院电工所、中科院工程热、中科院理化所、青岛能源所和山西煤化所)进行 2019 年档案互检。

在专项各承担单位科技处、综合档案室、兼职档案员和科技人员的积极支持和配合下，经过档案专家 7 天的现场检查和指导，共形成了 87 份档案互检检查表、6 份专项的检查意见和 7 份档案备忘录。

互检检查后，专项办对专项各承担单位提出档案限期整改要求。专项各课题于 2020 年 1 月 10 日前，全部完成共 95 个项目、课题和子课题档案整改并提交整改报告。至此，专项 2019 年档案互检工作圆满结束。

在此次检查中，档案预立卷做得较好的有 3 个项目、2 个课题和 2 个子课题；做得欠缺的有 3 个课题、2 个子课题。检查结果在 2020 年 1 月 13 日召开的洁净能源先导专项 2019 年年度总结交流会及专项总体组会议上进行了通报。

[中科院大连化物所 于沁]

专项研发进展

合成气制高碳醇通过科技成果鉴定

11 月 26 日，中科院“变革性洁净能源关键技术与示范”A 类战略先导专项重大科技任务“合成气制混合醇联产柴油万吨/年级工业示范”的阶段性研究成果“合成气制高碳醇 Co-Co₂C 基催化剂的创制

及其在万吨级装置上的评价试验”在北京通过了中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定，鉴定委员会专家一致认为：合成气制高碳醇 Co-Co₂C 基催化剂获授权发明专利 11 件，属于原创性技术，指标先进，应用性强，居国际领先水平。

该项目在先导专项支持下，由我所与陕西延长石油榆林煤化有限公司共同开展，于 2018 年正式启动。项目创新性地采用我所开发的碳材料负载的新型钴-碳化钴基催化剂，在大型浆态床反应器中完成了世界首例合成气一步制高碳醇联产液体燃料的万吨级工业试验。今年 10 月 31 日至 11 月 2 日，该工业试验通过了中国石油和化学工业联合会组织的连续 72 小时催化剂性能考核。在装置负荷 30% 的条件下，合成气总转化率大于 84%，甲烷选择性低于 6%，醇/醛总选择性高于 42%。

高碳醇是重要的化工原料，全球年消费量约为 1500 万吨，且以年均 10% 速率递增。当前，国际主流的高碳醇生产方法——高碳烯烃氢甲酰化法的原料和工艺技术被国外垄断。该项目的推广实施，将为以高碳醇为原料的化工行业提供廉价而充足的原料来源。

此外，该项目通过调变催化剂可以改变产物中高碳醇与液体燃料的比例，符合我国大力发展煤制液体燃料、保障国家能源安全的指导思想，能够显著提升煤制燃料企业的经济效益，提高装置经济性和抗风险能力。同时，以高碳醇为原料可以生产高碳 α -烯烃，从而缓解我国润滑油基础油供应的紧张局面，高碳 α -烯烃也是我国发展高端聚乙烯材料紧缺的原料。该项目所用催化剂载体为碳材料，易于回收处理，可实现低固废甚至无固废。

该项目开拓了一条合成气清洁转化直接制高碳醇等高附加值化学品的新途径，为合成气中氧元素的高值化利用提供了新的发展方向，是合成气化工向高值化、精细化转型的重要进展。

[中科院大连化物所 赵子昂、卢巍]

河南鹤壁 30 万吨二甲醚制乙醇项目开工



2019 年 10 月 26 日, 大连化学物理研究所与鹤壁腾飞清洁能源有限公司就鹤壁市山城区年产 30 万吨二甲醚制乙醇项目进行了签约。2019 年 11 月 28

日上午, 鹤壁腾飞清洁能源有限公司年产 30 万吨二甲醚制乙醇项目开工奠基仪式在河南省鹤壁市山城区牟山工业园区南部片区举行。

该项目以合成气、二甲醚为原料, 经二甲醚羰基化、乙酸甲酯加氢合成乙醇, 采用中国科学院大连化学物理研究所研发的二甲醚羰基化反应加氢路线工艺技术, 是世界首创的合成气/



甲醇经二甲醚羰基化加氢制乙醇工艺技术, 具有较强的成本、安全和环保优势。鹤壁腾飞清洁能源有限公司年产 30 万吨二甲醚制乙醇项目主要建设内容为新建反应容器、换热器、容器塔器、屏蔽泵、加热炉、混合器、空冷器、离心式压缩机、往复式压缩机等设备设施及与之配套的公用工程设施、基础建设、辅助设施等。项目占地 500 亩, 总投资 11.8 亿元, 建设期一年, 项目建成后年销售收入预计为 16.8 亿元, 年利税总额 3.8 亿元。

[中科院大连化物所 朱文良]

燃煤工业锅炉高效低氮燃烧技术示范工程实现 NO_x 超低排放

2019 年 12 月, 采用工程热物理研究所循环流化床研发团队开发循环流化床高温超低氮燃烧技术的示范工程——兴隆庄 75t/h 循环流化床高温低氮燃烧工业锅炉于 2019 年 12 月顺利通过 168 小时试运行考核后投入商业运行, 实现 NO_x 原始排放达到超低排放标准 (NO_x ≤ 50mg/m³)。



该项目满负荷条件下， NO_x 原始排放浓度达到 $38\text{mg}/\text{m}^3$ ，该锅炉的成功投运充分验证了循环流化床高温低氮燃烧技术的优越性，直接实现了 NO_x 超低排放，锅炉热效率达到 90% 以上。

我国在用燃煤工业锅炉近 50 万台，约占全国煤炭消费总量的 20%，由于工业领域燃煤锅炉呈现容量小、保有量大、分布广等特点，采用成熟燃煤电站锅炉污染物控制技术成本极高，市场无法接受。因此，在煤燃烧源头最大限度降低 NO_x 原始排放的循环流化床高温超低氮燃烧技术，无需烟气脱硝设备直接实现超低排放，是符合我国现阶段国情的实现低成本燃煤超低排放的重要解决方案，该技术如推广到全国循环流化床工业锅炉，可节约成本近百亿元。

[中科院工程热物理研究所 李诗媛]

散煤低 NO_x 解耦燃烧技术研发与示范取得新进展

在民用清洁取暖领域，针对不同的民用煤炭燃料，开发相应的高效环保炉具，并制定合理可行的燃料、炉具及污染物排放标准，是实现居民取暖用煤高效燃烧和清洁排放的重要途径，而关键在于实现煤炉匹配以及煤炉匹配模式与用户需求的匹配。

在中科院 A 类先导科技专项的支持下，由中科院过程工程研究所与兖矿集团有限公司共同提出的“改性烟煤型煤+解耦环保炉具”路线在 2019 年 3 月通过生态环境部科技发展中心的技术评估，被认为是解决我国散煤燃烧污染的经济有效途径。

中科院过程工程研究所突破热解与燃烧定量耦合的民用解耦炉设计核心技术,开发解耦炉智能化设计软件;发展完善型煤预燃耦合空气分级的新型解耦型煤链条锅炉技术,原始 NO_x 排放不经烟气脱硝就优于燃煤工业炉国家重点地区排放限值。



河北省在前期小规模试用的基础上,将“改性烟煤型煤+解耦环保炉具”匹配使用模式在承德市大范围推广,并将围场县列为燃煤清洁取暖示范县。2019-2020年取暖季,围场县31个乡镇、200多个村的2万余户村民自愿认购解耦环保炉具2.6万余台,改性烟煤型煤5.3万余吨。

2019年12月14日,生态环境部部长李干杰深入围场县黄土坎乡海字村调研,得知当地村民用上了政府推广的改性烟煤型煤和解耦环保炉具,他对有关情况进行了询问,十分关心群众冬季清洁取暖工作。他还让打开解耦环保炉具的炊事盖,查看清洁型煤的燃烧情况,对使用效果表示满意。

[中科院过程工程研究所 刘新华]

光伏直流升压变换器研制取得重要进展

电工研究所可再生能源发电系统研发团队研制完成了±30kV/1MW集中型光伏直流升压变换器,最大转换效率96.5%,可实现最大升压比120倍,可实现光伏直流升压并网。与光伏交流汇集系

统相比，光伏直流汇集系统效率提高了 1-4%，成本可降低 12%。与国内外同类报道相比，该团队技术水平国际先进、国内领先。作为全球研发案例，研究成果入选《MI 智能电网国家报告 2019》，并获得“第四届创新使命倡议部长级会议”报道。



[中科院电工研究所 许壮]

大连融科中标大唐 10MW/40MWh 全钒液流电池储能系统风电场示范项目

目

近日，大连融科储能技术发展有限公司以 1.42 亿元中标辽宁大唐国际瓦房店风电场示范项目 10MW/40MWh 全钒液流电池储能系统设备。该项目配套的风场位于大连瓦房店市复州城镇镇海村，风场规模为 100MW。本次招标的大唐瓦房店储能项目建设周期为 2020 年 4 月 1 日至 2020 年 11 月 30 日。

近年来，国家及地方政府加快了全钒液流储能产业的推进步伐。2019 年 7 月，四部委发布《2019-2020 年储能行动计划》，特别指出：要推动大连液流储能电站等大规模储能电站建设工作。与此同时，大连 200MW/800MWh 全钒液流电池储能调峰电站国家示范项目获得国家开发银行、中国农业发展银行和邮储银行三家银行提供的银团贷款 15 亿元支持。目前，该项目一期 100MW/400MWh 工程已经全面推进。

[中科院大连化物所 郑琼]

大连化物所新一代氢空燃料电池产品下线及示范应用

大连化物所邵志刚研究团队承担的氢空燃料电池应用关键技术研发取得新进展。研制出多级结构膜电极并在 10 千瓦级示范堆中验

证，铂用量为 0.189g/kW，达到世界先进水平；建成张家港膜电极中试线，采用卷对卷涂布工艺，满足连续涂布、间歇涂布及条纹涂布等工艺需求，实现在线产品质量监控；牵头申请的“车用燃料电池膜电极及批量制备技术”项目获国家重点研发计划资助。

在示范应用方面，研究团队研制出基于不锈钢双极板的新一代氢燃料电池电堆，低温启动温度 -36°C 、电堆比功率 $\geq 3.3\text{ kW/L}$ ，达到国际先进水平。研究团队研制的高比功率电堆和新一代车用氢燃料电池系统入选 2019 全国双创周主题展，通过专利实施许可在安徽明天氢能公司建成我国首套自主知识产权的金属板电堆生产线，2019 年 10 月 18 日成功实现产品下线。搭载该电堆产品的氢能公交车 2019 年 12 月 26 日在安徽省六安市 301 路公交线上线运行。



[中科院大连化学物理研究所 袁秀忠]

国内视点

2020 年全国能源工作会议：煤炭兜底保障、油气安全保障

12 月 16 日，2020 年全国能源工作会议在北京召开，总结了 2019 年的能源工作进展并部署 2020 年的工作重点任务。与 2019 年全国能源工作会议的内容相比，新一年能源工作重点任务的基调有所调整，石油天然气成为着墨最多的领域。

今年能源工作会议对于各能源品种的定位是：要稳基础、优产能，切实抓好煤炭兜底保障；要补短板、稳增长，切实抓好油气安全保障；要优布局、盯重点，切实抓好清洁能源发展和消纳。这是继今年 10

月国家能源委员会定调“根据我国以煤为主的能源资源禀赋，科学规划煤炭开发布局”之后，官方再度强调煤炭对于现阶段中国能源体系无可取代的重要支撑作用。会议同时提及了重大技术装备攻关、能源合作、电力体制改革及油气体制改革方向，“四个革命、一个合作”能源安全新战略贯穿其中。

根据全国能源工作会议上披露的数据，2019年，国内油气增储上产态势良好：预计全年完成上游勘探开发投资3321亿元，同比增长21.9%；石油和天然气新增探明储量分别达到12亿吨、1.4万亿方，同比增长25%和68%；原油产量达到1.91亿吨，扭转了2016年以来的持续下滑态势；天然气产量（不含煤制气）达到1733亿方，连续3年增产超100亿方，页岩气、煤层气、煤制气全面增产。天然气长远发展面临的严重掣肘，也在逐一“补短板”。今年年内，我国天然气产供储销体系建设成效显著。加快构建“全国一张网”，全力推进多项互联互通重点工程，日供气能力提升5000万立方米。狠抓储气能力建设，布局若干个区域地下储气库基地，积极推动LNG（液化天然气）接收站布局建设，实施罐箱多式联运示范工程，压实上游供气企业、城镇燃气企业和地方政府的应急储气责任，加快推进多元进口体系建设，天然气供应保障总体平稳。持续推进油气领域上中下游改革，配合组建国家油气管网公司，制定出台《油气管网设施公平开放监管办法》，推动油气改革进入新阶段。

切实抓好油气安全保障仍是国家能源局2020年重点工作之一。“补短板、稳增长，切实抓好油气安全保障。”据国家发改委主管媒体报道，谈及2020年石油天然气领域的重点任务，章建华表示，要着眼保障国家能源安全，大力推进油气勘探开发，全面加强天然气产供储销体系建设。具体而言，国家能源局将加快海洋及深水油气勘探开发等关键技术创新，持续推动“七年行动方案”目标任务落实，做大渤海湾、四川、新疆、鄂尔多斯四大油气上产基地，坚决防止增储

上产态势滑坡；加快推动天然气管网建设，尽快形成“全国一张网”，多措并举增加储备能力，建立以地下储气库和沿海 LNG 接收站为主、重点地区内陆集约化规模化 LNG 储罐为辅、管网互联互通为支撑的多层次储气系统。

国家能源局还提出，要推动完善油气勘查开采管理体制，配合制定相关准入条件，积极推动制定勘查区块竞争出让、退出办法，健全油气管网运营机制，重点配合做好管网资产有序交接，推动国家油气管网公司平稳运营，健全管道业务利益共享机制。

[中科院武汉文献情报中心 岳芳]

文章来源：https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_5266548

全钒液流电池和压缩空气储能技术入选工信部首套重大技术装备推广目录

近日，工信部日前印发《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2019年版）》，目录共包含14个领域600多项装备产品。全钒液流电池储能系统、压缩空气储能技术入选工信部首套重大技术装备推广目录。

《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》由工业和信息化部制定，并根据重大技术装备发展情况进行适时调整。列入《目录》的重大技术装备产品须满足当前国民经济建设和国家重大工程急需的装备产品、经济效益和社会效益显著等条件。

首台（套）重大技术装备是指经过创新，其品种、规格或技术参数等有重大突破，具有知识产权但尚未取得市场业绩的首台（套）或首批次装备、系统和核心部件等。其中，“首台（套）”是指用户首次使用的前三台（套）装备产品；“首批次”是指用户首次使用的同品种、同技术规格参数、同批签订合同、同批生产交付的装备产品。

党中央、国务院高度重视首台（套）重大技术装备研发应用。2015

年起，财政部、工业和信息化部、原保监会组织实施了首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点工作，通过市场化方式支持破解初期市场信任不足导致的研发应用瓶颈，促进重大技术装备创新。

[中科院大连化物所 郑琼]

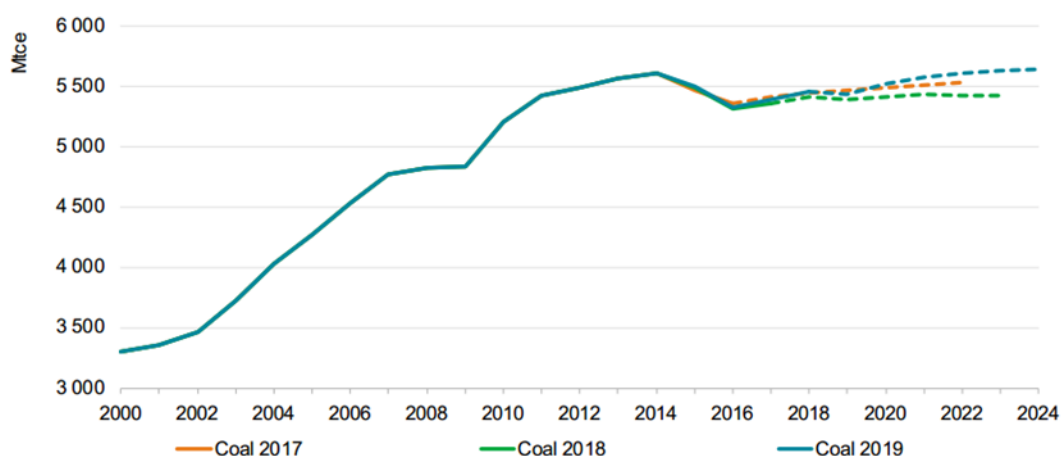
国际瞭望

IEA 预测未来五年全球煤炭供需与贸易趋势

12月17日，国际能源署（IEA）发布煤炭中期市场报告《煤炭2019》，详细分析了煤炭市场近期情况，并预测了到2024年全球煤炭供应、需求和贸易趋势。报告指出，2019年全球燃煤发电量出现有史以来最大降幅（降低超过250太瓦时），其中美国和欧洲跌幅超过两位数，受此影响2019年全球煤炭需求将有所下降。IEA预测，煤电在全球电力结构中占比将从2018年的38%降至2024年的35%，但其仍将是全球最大电力来源。尽管欧美的燃煤发电量将在未来五年持续下降，但受到亚洲市场强劲增长支撑，全球煤炭需求将保持稳定缓慢增长。全球煤炭市场趋势将在很大程度上取决于中国，其煤炭生产和消费量占全球一半。报告主要内容如下：

2017年以前，全球煤炭需求连续三年下降，投资商和私营企业等也逐渐转向清洁技术投资，公众也越来越抵触化石燃料，尤其是煤炭。来自天然气和可再生能源的竞争，以及碳价和逐步淘汰煤炭政策的出台等诸多因素，导致燃煤发电在发达国家中的地位被削弱。但全球煤炭需求走势并未一路走跌，而是在2017年出现反弹，2018年延续这一势头增长了1.1%，其主要原因是燃煤发电量在2018年增长近2%，创历史新高。燃煤发电在总发电量中占比38%，仍为最大的电力来源。中国、印度和其他亚洲国家引领煤电增长，欧洲和北美的燃煤发电量则在下降。尽管中国大力推行煤改气，但全球非电力行业煤

炭需求仍保持稳定。预计 2019 年全球煤炭需求将有所下降，到 2024 年将保持稳定缓慢增长。



作为世界最大煤炭生产国和消费国，中国的煤炭消费量将在 2022 年左右达到平稳。过去几年，中国电力消费和基础设施建设发展超出预期，导致煤炭消费量增加。但未来五年由于空气污染问题，住宅和小型工业部门的煤炭消费量将持续减少，受经济结构变化和宏观经济状况影响，重工业煤炭用量也将有所下降。尽管发电量增速正在放缓，预计燃煤发电量仍将保持增长，但其在总发电量中的占比将从 2018 年的 67% 下降到 2024 年的 59%。总体而言，到 2022 年中国煤炭需求将达到平稳状态，然后开始缓慢下降。此外，中国煤炭需求走势将受到政府经济增长目标及核电、风能、太阳能以及煤炭转化政策的影响。尽管减少空气污染和二氧化碳排放是中国的政策重点，煤炭仍将继续在维持经济增长和保障能源安全方面发挥重要作用。

[中科院武汉文献情报中心 岳芳]

版权及合理使用声明

《变革性洁净能源关键技术与示范研究发展动态》（简称《洁净能源专项动态》）由中国科学院A类战略性先导科技专项资助、中国科学院大连化学物理研究所和中国科学院武汉文献情报中心合办，洁净能源先导专项管理办公室负责编辑出版。《洁净能源专项动态》反映中国科学院“变革性洁净能源关键技术与示范”A类战略性先导科技专项的研究成果以及国际发展动态。《洁净能源专项动态》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法利益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《洁净能源专项动态》用于任何商业或其他营利性用途。未经中国科学院大连化学物理研究所同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中国科学院大连化学物理研究所允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关内容。任何单位要链接、整期发布或转载《洁净能源专项动态》内容，应向中国科学院大连化学物理研究所发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并中国科学院大连化学物理研究所签订协议。欢迎对《洁净能源专项动态》提出意见与建议。



中国科学院大连化学物理研究所

地址：大连市中山路457号
电话：0411-84379960



中国科学院武汉文献情报中心

地址：武汉市武昌区小洪山西25号
电话：027-87199180