

此次展览中亮相的各参展项目，充分展现了中科院沈阳分院驻辽研究所在“十三五”期间取得的重大科技创新成果。这些成果将为驻辽研究所进一步对标对表“率先实现科学技术跨越发展，率先建成国家创新人才高地，率先建成国家高水平科技智库，率先建设国际一流科研机构”和“加快打造原始创新策源地，加快突破关键核心技术，努力抢占科技制高点”打下坚实基础。

### 大连化物所“纳米限域催化” 成果荣获2020年度 国家自然科学奖一等奖

11月3日上午，2020年度国家科学技术奖励大会在北京人民大会堂隆重召开。大连化物所包信和院士、潘秀莲研究员、傅强研究员、邓德会研究员的“纳米限域催化”成果荣获2020年度国家自然科学奖一等奖。

作为核心技术，催化在能源转化、材料合成、环境保护及生命健康等领域发挥着决定性作用。精准调控化学反应过程一直是催化化学追求的目标，在当今能源高效转化、资源优化利用及生态环境优化的需求推动下，需要催化过程更加温和，催化反应更加精准和高效，催化科学和技术正面临着创新变革的巨大机遇和挑战。

自上世纪90年代中开始，包信和带领团队从事纳米催化的基础和应用研究，孜孜不倦地追求着对催化过程的准确理解和对催化剂的理性设计。经过20多年的潜心研究和实践，研究团队借助纳米尺度的空间限域效应对体系电子能态进行调变，实现了催化性能的精准调控，提出“限域催化”概念；进一步将研究拓展至二维界面以及活性中心微环

境等相互作用系统对电子能态的调变，从实验和理论上阐明“限域”效应保持催化体系在反应过程中的活性状态以及维持催化体系循环往复的内在机制，从而明确定义和系统创建了具有广泛意义和普适性的“纳米限域催化”概念，为精准调控化学反应的性能和反应路径打下了坚实的基础，丰富和完善了催化基础理论，引领和推动了催化科学和技术的发展。

“纳米限域催化”概念在催化选择氧化和高效加氢等多个重要催化体系中得到验证，引起了国内外同行的高度关注和重视，相关领域成为当今催化基础研究和应用实践的热点之一。

在“纳米限域催化”概念指导下，包院士团队多项代表性应用成果也已经走到了工业试验阶段。基于界面限域概念设计了配位不饱和的纳米氧化物与贵金属匹配的复合催化体系，用于一氧化碳高选择催化氧化反应。创制的铂铁（Pt-FeO）催化剂与商用燃料电池系统匹配，室温下将重整氢气中30ppm一氧化碳高效脱除到1ppm以下，连续工作超过3500小时，解决了原料氢气中微量一氧化碳造成燃料电池催化剂失活的难题。采用氧化物界面限域稳定的氧缺陷活性中心与具有纳米孔道限域择形效应的分子筛耦合，创立OXZEO催化体系，实现了煤经合成气一步高选择性直接制取乙烯、丙烯和丁烯等低碳烯烃，从原理上摒弃了近百年来煤转化过程采用的传统费托合成路线，省去了耗水、耗能的水煤气变换和水-氢循环过程，并成功突破了目标产物分布的选择性理论极限（ASF）。包信和院士团队成功拓展OXZEO催化剂设计思想，初步创建了煤经合成气转化新技术平台，实现了系列高值化学品和燃料的定向合成，引领了节水、节能高效煤化工发展的新方向。

### 在“四个聚焦”上重点发力 鞍山钢铁前三季度 实现经营利润92.36亿元

11月5日，作为鞍钢集团最大的区域子公司，鞍山钢铁集团有限公司认真贯彻落实鞍钢集团应对下半年经营形势相关措施，咬减产不减效目标，在“四个聚焦”上重点发力，经营业绩稳步提升，发展动能显著增强。1月至9月，该公司经营利润再创历史新高，累计实现92.36亿元，同比增长508%。

聚焦全年生产经营目标，集约减量、强长补短。鞍山钢铁第一时间制定《鞍山钢铁应对下半年形势实现减产不减效目标生产经营实施方案》，出台九大方面二十九项应对举措。三季度，高炉利用系数比上半年提高2.19%。同时，强化目标管控，1月至9月，年化存货周转率和应收账款周转率均取得喜人成绩，资产负债率比年初降低3.74个百分点。

聚焦成本变革，对标提升、深挖潜力。鞍山钢铁坚持对标行业标杆，扎实推进工序降本，本部产品库存创历史新低，三季度现销量比前两季度平均水平降低3.2万吨。同时，全力降低能源成本，制定二十七项节能措施，最大限度提升自发电水平，三季度二次能源发电比例达到60%以上，有效化解了煤气短缺的影响。

聚焦深化改革，激活力、添动力。鞍山钢铁深化三项制度改革，在467个领导岗位实施竞争上岗，其中41个直管领导岗位面向全集团公开招聘。同时，大力推行“两制一契”改革，完成75家单位班子成员经营业绩责任书签订。此外，大力推广“朝阳经验”“热轧实践”“彩涂做法”，德邻陆港实施以市场为导向的精准激励，前三季度实现销售

收入和利润同比分别增长111.47%、135.53%。

聚焦科技自立自强，加快技术和产品创新。鞍山钢铁加大研发投入，积极打造原创技术策源地，今年以来，鞍钢股份负责的国家重点项目“低温高压服役条件下高强度管线用钢”下设课题通过绩效评价，国际首创的“高强度反应堆安全壳用钢自主化研制”项目通过中钢协鉴定。同时，加快产品开发，积极抢占高端市场，SK4高端工具钢宽幅热卷实现国内首发，碳钢不锈钢热连轧复合卷板各项性能指标达到国际领先水平。

### 我国科学家突破CO<sub>2</sub> 人工合成淀粉技术

淀粉是“粥饭”中最主要的碳水化合物，是面粉、大米、玉米等粮食的主要成分，也是重要的工业原料。目前主要由玉米等作物通过光合作用固定二氧化碳产生。这个过程涉及大约六十个生化反应以及复杂的生理调控。该工艺的理论能量转换效率仅为2%左右。

目前，迫切需要可持续供应淀粉和利用二氧化碳的战略来克服人类面临的重大挑战，例如粮食危机和气候变化。设计不依赖于植物光合作用的新途径将二氧化碳转化为淀粉是一项重要的创新科技任务，将成为当今世界的一项重大颠覆性技术。此前，多国科学家积极探索，但一直未取得实质性重要突破。

中国科学院天津工业生物技术研究所的马延和研究员带领团队，采用一种类似“搭积木”的方式，从头设计、构建了十一步反应的非自然固碳与淀粉合成途径，在实验室中首次实现从二氧化碳到淀粉分子的全合成。核磁共振等检测发现，人工合成淀粉分子与自然淀粉分子的结构组成一致，实验室初步测

试显示，人工合成淀粉的效率约为传统农业生产淀粉的8.5倍。在充足能量供给的条件下，按照目前技术参数，理论上1立方米大小的生物反应器年产淀粉量相当于我国5亩玉米地的年产淀粉量。这条新路线使淀粉生产方式从传统的农业种植向工业制造转变成可能，为从CO<sub>2</sub>合成复杂分子开辟了新的技术路线。相关研究成果以题为“Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from carbon dioxide”发表于最新一期《Science》上，并被新华社、科技日报争相报道。

### 长纤维高性能锂离子电池研究 取得重要突破

纤维锂离子电池为智能织物等各种可穿戴电子产品提供能源供给。批量生产柔性、安全和可清洗的纤维电池线轴，是推动便携式和可穿戴电子产品发展的关键。目前，主流研究方向是制造直径为数十至数百微米的纤维锂离子电池，然而迄今为止，研制的纤维电池只有几厘米长，且整个电池能量密度低，大规模生产长纤维高性能锂离子电池仍然是一个挑战。

近期，科技部高技术研究中心（基础研究管理中心）受托管理的国家重点研发计划“纳米科技”重点专项“新型纤维状储能器件的重大科学技术问题”项目取得重要研究进展。复旦大学科研团队经过协同攻关，将钴酸锂正极和隔膜包裹的纤维负极扭在一起制造出不同长度的纤维锂离子电池，并发现电池的内阻随着长度的增加而减小。研究团队将纤维锂离子电池编织成大面积纺织品，将其集成到日常服装中，破坏性实验证明，经各种方式折叠或被汽车碾压后，该

电池未发生燃烧或爆炸，即使经机器清洗或被刀片刺穿后，仍可继续为平板电脑充电，呈现出良好的安全性能。此外，将该纤维锂离子电池纺织品制成保健夹克，用于个人实时健康管理，对接受康复体育锻炼的囊性纤维化患者、骨髓瘤或肝硬化患者的早期诊断具有一定效果。

该研究成果有望实现高性能纤维锂离子电池的大规模生产，为下一代智能纺织品、生物医学和商业可穿戴设备开辟一条全新的路径。相关研究成果于2021年9月发表在Nature上。

### 首辆国产雪车将出征北京冬奥会 车体采用国产TG800宇航级 碳纤维复合材料打造

在2022年北京冬奥会期间，中国运动员有望驾驶第一辆自行设计的雪车参赛。据中国媒体报道，这项技术成果需要至少12家中国航空航天和汽车行业内领先公司的支持。

项目经理周宇是中国航天科技集团一院703所结构复合材料研究应用中心的高级工程师，从事树脂基结构复合材料的研究、开发及应用。中国的长征五号和长征七号火箭中的不少部段都采用了周宇及其同事开发的新型碳纤维复合材料。

尽管自1924年第一届冬奥会以来，雪车已被列为正式比赛项目，但直到目前，这项竞速类冬季运动在中国仍非常小众。周宇的团队于2020年5月启动了该项目。冬奥会雪车主要由车体和车架两部分组成，对重量、尺寸和材料有明确要求。针对车体，要求低风阻、耐冲击，这样才能提高速度，同时确保运动员的安全。

中国媒体明确提到，用于制造车体的是国产TG800宇航级碳纤维复合材料。周宇说：“这种材料看起来像壁纸，它是一种三明治结构。夹在中间的黑色碳纤维复合材料预浸料两面有黏性，轻薄、柔软、延展性好，呈细小的编织状。此外，每根碳纤维单丝的直径只有人类头发直径的十分之一左右。”

全车铺贴完成后，必须对车体进行加热和加压，使原本柔软的复合材料中间体完全固化，成为坚硬、结实的车体。

然而，雪车的研制过程并非一帆风顺。从航空航天产品到雪车，科研团队必须完成大幅度的“跨界”，这不是一个小挑战。原有团队与中国汽车巨头一汽集团成立了一个联合攻关组，双方分工明确。703研究所负责设计和制造自主低风险、高可靠的碳纤维车身和其他复合材料零件，一汽集团则负责设计和制造雪车的底盘、车架和其他金属部件。

2021年9月，首批4辆国产雪车正式交付，其中包括两辆2人雪车和两辆4人雪车。据中国媒体报道，目前中国已具备年产60至100辆雪车的产业化能力。

### 吉林化纤凯美克公司六百吨高性能碳纤维项目一次试车成功

10月28日，在吉林化纤凯美克公司碳化车间生产线上，雪白的碳纤维原丝有序穿行，伴随着预氧丝成功产出，吉林化纤集团凯美克公司六百吨高性能碳纤维项目首条碳化线一次试车成功。

集团公司主要领导刘凤久、孙小君、金东杰、王宏及相关部室领导参加试车。集团公司党委副书记、纪委书记刘凤久现场

致辞，他首先向凯美克公司及项目组表示热烈祝贺，1号精功线的顺利试车是集团在产业转型升级上的新突破，也是集团公司上下齐心、通力合作取得的阶段性的成果，同时强调，2号线也将进入设备安装阶段，希望凯美克公司要加快速度，保质保量完成安装任务，继续发扬“吉纤建设者”精神，为碳纤维产业五百亿的发展规划添砖加瓦。六百吨高性能碳纤维项目总投资1.98亿元，引进国内外先进设备，将建设两条年产三百吨碳化生产线。项目于2021年4月破土动工，主要依托吉林碳谷优质的原丝原料以及集团公司成熟市场优势，生产1K、3K等小丝束碳纤维。该项目是吉林化纤集团二十万吨碳纤维全产业链项目规划中的重要组成，全部投产后年可实现销售收入2.9亿元，利税1025万元，产品主要应用于航空、军工、工业、建筑、体育、休闲用品等领域。

### 中科大合成铂金属间纳米颗粒催化剂推动氢燃料电池应用

燃料电池具有高效率 and 环保特性，因此在燃料电池汽车（FCV）中得到越来越广泛的应用，如汽车、叉车、公共汽车和飞机等。然而，这种电池的催化剂生产成本高，使其大规模生产和应用受到阻碍。

燃料电池催化剂通常由铂或铂合金制成，将过渡金属薄层涂覆在多孔碳载体上。铂是一种理想的催化材料，能够有效抵抗酸性条件，并有效提高化学反应速度。然而，这种材料的储量有限，成本较高。因此，开发和筛选低铂含量、高催化活性的新型催化剂，是实现燃料电池商业化的迫切需要。

据外媒报道，中国科技大学（USTC）等

机构的研究人员，通过高温硫锚定方式，成功合成小尺寸铂金属间纳米颗粒（i-NP）催化剂，其中铂载量超低，并具有高质量活性。研究人员还建立了i-NP库，包括46种铂纳米粒子（NPs），以筛选低成本、耐用的电极材料，并系统地探索i-NPs的结构和活性关系。

i-NPs具有独特的原子有序特性，在许多化学反应中表现出卓越的催化性能，因此备受关注。然而，在合成i-NPs的高温环境中，不可避免会出现金属烧结现象，导致产生更大的晶粒。这会减少比表面积，并降低材料的催化活性，最终降低铂利用率，提高燃料电池的成本。

该研究团队利用铂和硫之间强效的化学相互作用。在掺硫碳（S-C）载体上制备铂金属间化合物，以抑制NPs高温烧结，并获得平均尺寸<5nm的原子有序i-NPs。S-C载体具有良好的抗烧结性能，在1000℃高温退火后得到的Pt NPs平均直径仍小于5nm。而经过同样的退火过程，商用炭黑载体上的Pt烧结严重。

为了利用这种抗烧结性能，研究人员在S-C载体上合成了46种小尺寸铂基i-NPs，并建立了i-NP库。具体的光谱表征结果，验证了Pt-S键之间的强化学相互作用。此外，X射线衍射（XRD）结果表明，库中的i-NP催化剂有序度高、尺寸小，与高角度环形暗场扫描透射电子显微镜（HAADF-STEM）的观察统计分析相一致。

研究负责人梁海伟教授表示：“基于i-NP库，可以系统性研究催化剂结构和性能之间的关系。样本数量充足，有助于我们筛选有效的催化剂，有望大幅降低燃料电池的成本。”研究人员筛选出i-NPs，并将其应用于质子交换膜燃料电池（PEMFCs）。在氧化还原反应中，这些催化剂表现出卓越的电催

化性能，尤其是氢-空气PEMFC，尽管i-NPs的铂负载量比Pt/C低11.5倍，这些i-NP催化剂的正极仍表现出与Pt/C正极相当的性能。

这项研究为合成氢燃料电池用铂合金催化剂提供了一条通用途径。这种方法有望减少铂使用量，从而降低燃料电池成本。梁教授表示：“通过设计碳载体的多孔结构和表面功能，可以进一步提高燃料电池的效率，从而加快其从实验室向公众的转移。”

### 铁电新材料或可大幅减少 手机芯片能耗

美国宾州大学材料研究所材料科学与工程教授Jon-Paul Maria等研究人员近日在《应用物理学杂志》（Journal of Applied Physics）发表论文，称掺杂镁的氧化锌（magnesium-substituted zinc oxide）呈现铁电性，这一铁电新材料有望在低能耗条件下提高数字信息存储能力。

铁电材料指在一定温度范围内具有自发极化，且极化方向能被外加电场改变的材料。铁电材料可在无外加电源的情况下保持较稳定的极化状态，因此可提供低能耗的数据存储解决方案。Jon-Paul Maria教授表示，该团队发现的新材料可制作微型电容器并设定极化方向。新材料由掺杂镁的氧化锌薄膜制作，该薄膜通过溅射沉积法制备，即氩离子以高速冲击含有镁和锌的标靶，使镁、锌原子脱离标靶并以气相状态游移，直至发生氧化反应，最后在铂金涂层的氧化铝基质上沉积而形成薄膜。

铁电新材料研发的下一步是将其制成厚度约为10纳米、长度约为20—30纳米的电容器。研究人员需要想办法控制材料的沉积，防止出现瑕疵。这将是铁电新材料用于手机芯片新技术的关键所在。

### 科研人员研发镁合金抗腐蚀新工艺

据俄罗斯国家科学院西伯利亚分院网站报道，西伯利亚分院强电研究所、托木斯克科学中心科研人员与米兰理工大学合作，利用电子束对镁合金表面进行处理，能将镁合金耐腐蚀性提升数倍。研究成果发表在《Surface and Coatings Technology》杂志上。

根据科研人员介绍，镁合金在航天和汽车工业等领域应用广泛。但其耐磨损和耐腐蚀性较差。例如使用比较广泛的镁铝合金，含有90%的镁、6%—8%的铝和其他金属元素。合金的结构呈异质状，表面可检测到金属间相，容易受到外部腐蚀影响。科研人员采用不同辐照模式对不同等级的镁合金进行电子束加工，在电子束照射下，合金表面最表层开始融化，金属间相发生溶解，合金表面产生铝富集模式，其强度和耐腐蚀性显著提高。经过反复实验研究，科研人员总结出电子束辐照最佳模式。

### 美国加州理工学院等开发新型高强度纳米结构材料

近期，一个由美国加州理工学院（Caltech）牵头的国际研究团队在《自然材料》杂志发表论文，介绍新开发的一种碳纳米结构材料，可有效吸收超音速微粒的冲击能量，同等质量下防护效果优于凯夫拉（Kevlar）复合纤维材料。麻省理工学院（MIT）和瑞士苏黎世联邦理工学院（ETH Zürich）参与了相关研究。

研究人员表示这种材料比头发丝还细，由相互连接的十四面体结构组成。这种十四面体结构又称为“开尔文细胞”（Kelvin

Cells），由开尔文勋爵在1887年首次提出，指出这是填满三维空间同等体积下表面积最小的结构。Caltech研究人员利用双光子光刻技术（Two-Photon Lithography）在光敏聚合物中制备出这种材料，随后使用极高温使之变成热解碳。经过测试，同等质量下这种材料性能比钢高100%，比凯夫拉复合纤维材料高70%。

### 科学家发现六方氮化硼拥有超强抗断裂能力 韧性是石墨烯的十倍

来自新加坡南洋理工大学和美国莱斯大学的一个联合研究团队发现六方氮化硼（h-BN）具有石墨烯十倍的抗断裂能力，并找出了其抗断裂能力突出的关键原因。相关研究成果发表在近期的《自然》杂志。

h-BN是一种厚度仅为一个原子的2D材料，因为它具有绝缘性并能承受高达1000℃的温度，现用作二维电子产品中的保护层。h-BN也用于很多化妆品中，因为它能够吸收面部多余油脂并均匀分散色素。

h-BN在结构上和石墨烯基本一致，原子都排列在相互连接的六边形平面晶格中。不同的是，在石墨烯中，所有的原子都是碳原子，而在h-BN中，每个六边形包含三个氮原子和三个硼原子。经过实验和计算机模拟，科学家发现由于h-BN含有两种不同的元素，导致其结构有轻微的不对称现象。对h-BN施加压力时，产生的裂缝有分支和转弯的趋势。在石墨烯中，裂缝的尖端会直接穿过材料，但h-BN的晶格不对称产生了一个可以形成分支的“分叉”，这意味着需要消耗额外的能量来使裂缝变大，材料的抗断裂能力显著增强。

## 美国国家科学院发布： 材料有哪些研究前沿

美国国家科学院、工程院和医学科学院发布了针对材料研究的第三次十年调查——《材料研究前沿：十年调查》报告。

该报告主要评估了过去十年中材料研究领域的进展和成就，确定了2020-2030年材料研究的机遇、挑战和新方向，并提出了应对这些挑战的建议。

报告指出，发达国家和发展中国家在智能制造和材料科学等领域的竞争将在未来十年内加剧。随着美国在数字和信息时代的发展以及面临的全球挑战，材料研究对美国的新兴技术、国家需求和科学的影响将更加重要。《材料研究前沿：十年调查》报告发布了未来10年材料研究的机遇，主要包括九大领域：

### 1. 金属



2020-2030年，金属和合金领域的基础研

究将继续推动新科技革命和对材料行为的更深入理解，从而产生新的材料设备和系统。未来十年有前景的研究领域包括：

①迄今尚无法实现的在相同长度和时间尺度上进行耦合实验和计算模拟研究；

②原位/操作实验表征数据的实时分析；

③加工方法和材料组分创新，以实现下一代高性能轻质合金、超高强度钢和耐火合金，以及多功能高级建筑材料系统的设计和制造；

④理解多相高熵合金的固溶效应，并通过开发可靠的实验和计算热力学数据库创建在常规合金中不可能出现的微结构；

⑤通过实验和建模进一步理解纳米晶材料中的变形机制、分解应力的作用、微观结构演变的过程和机制。

### 2. 陶瓷、玻璃、复合材料和混合材料



陶瓷和玻璃研究领域的新机遇包括:

①将缺陷作为材料设计的新维度,理解晶界相演化与晶相演变,确定制造陶瓷的节能工艺,生产更致密和超高温的陶瓷,探索冷烧结技术产生的过液相致密化的基本机制。

②玻璃将作为储能和非线性光学器件的固体电解质,广泛应用于储能和量子通信,研究的热点材料包括绝缘体结构上硅、III-V材料、具有飞秒激光写入特征的硅晶片、非线性光学材料。

复合材料和混合材料研究领域的新机遇包括:

①在聚合物树脂基材料和高性能纤维增强材料的成分组成上进行创新,使其具有更强的定制性和多功能性;

②开发可以快速评估和准确预测复合材料的复杂行为的分析和预测工具、多尺度建模工具套件;

③加强多维性能增强及梯度/形态关系领域的制造科学研究。钙钛矿材料未来的潜在研究方向是基于甲基铵的钙钛矿太阳能电池的稳定性以及有毒元素的替代研究。

聚合物/纳米颗粒混合材料和纳米复合材料未来的研究重点是研究外部场(电、磁)对活性纳米粒子组装过程的影响。研究具有分布式驱动性能的软质和硬质复合材料,这是制备多材料机器人的理想材料。

### 3. 半导体及其它电子材料

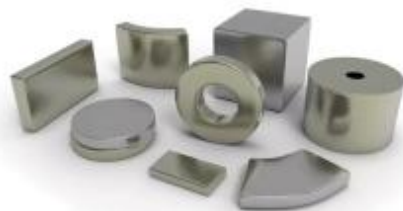


半导体及其它电子材料未来的工作重点将转向日益复杂的单片集成器件、功能更强大的微处理器以及充分利用三维布局的芯片,这需要研发新材料,以用于结合存储器和逻辑功能的新设备、能执行机器学习的低能耗架构的设备、能执行与传统计

算机逻辑和架构截然不同的算法的设备。

器件小型化和超越小型化方面的研究重点是提升极紫外(EUV)光刻的制造能力和薄膜压电材料性能。金属微机电系统合金的沉积技术和成形技术的发展有望实现物联网。下一代信息和能源系统将需要能提供更高功率密度、更高效率和更小占位面积的新型电子材料和器件。集成和封装的变化以及场效应晶体管、自旋电子器件和光子器件等新器件的出现,需要研发新材料来解决互连中出现的新限制。

### 4. 量子材料



量子材料包括超导体、磁性材料、二维材料和拓扑材料等,有望实现变革性的未来应用,涵盖计算、数据存储、通信、传感和其他新兴技术领域。

超导体方面的研究前沿是发现新材料、制备单晶、了解材料的分层结构及功能组件,研究重点包括研发可以预测新材料结构及性能的理论/计算/实验集成的工具;发现和理解新型超导材料,推动相干性和拓扑保护研究发展,进一步理解与更广泛量子信息科学相关的物质。

磁性材料可能会出现“磁振子玻色爱因斯坦凝聚”等新集体自旋模式,非铁金属制备的反铁磁体将成为未来自旋动力学领域的重点研究方向。

二维材料的重点研究方向包括:高质量二维材料及其多层异质结构的可控增长、异质结构和集成装置的界面(粘附和摩擦)力学、过渡金属二硫化物的低温合成等。

在拓扑材料方面,机械超材料可能是新的重要研究方向,其具有负泊松比、负压缩性和声子带隙等新的机械性能。



## 5. 聚合物、生物材料和其他软物质



聚合物将在环境、能源和自然资源应用、通信和信息、健康等领域发挥重要作用。

(1) 在环境领域，聚合物应用的目标是以有效和可持续的方式使用原料和聚合物产品，研究方向包括：

①研究被忽视的原材料（如农业、工业或人类活动产生的废物，其他含碳或硅的物质）使其形成有用的聚合物材料；

②将自修复材料市场化以提高其寿命、耐用性和回收利用；

③加强分离技术或其他物理过程的研究以实现混合塑料回收。

(2) 在能源和自然资源应用领域，研究方向包括：

①提高能量存储系统的安全性和效率，包括固体电解质、全有机电池和用于液流电池的氧化还原聚合物；

②开发用于能量转换的聚合物，包括有机光伏和LED、薄膜晶体管、热电材料、导致柔性和可穿戴系统；

③开发用于能量-水联结的聚合物，如膜和抗污染材料；

④提高能源效率及能运输清洁水的智能建筑材料；

⑤实施和整合绿色化学和工程原理、生命周期/可持续性思想，设计开发商品和先进聚合物技术。

(3) 在通信和信息领域，研究方向包括：

①在聚合物和有机半导体中，提高器件中电荷传输的电荷载流子迁移率；

②在光电器件中，设计和开发考虑了结构/性质/工艺之间关系的半导体有机和聚合物材料；

③数据库的开发和使用。

(4) 在健康领域，研究方向包括：

①提升基于聚合物的纳米材料的设计，扩展至

免疫工程等新应用；

②开发能进一步控制微纳结构以及提高设备和植入物的定制、一次成型和现场制造可能性的增材制造技术；

③发展基于聚合物的组织工程以减少动物模型在药物测试和材料测试中的使用。

(5) 在基础聚合物科学领域，研究方向包括：

①在多个尺度范围内研究聚合物的合成、结构控制、性质表征、动态响应等；

②建造和集成能力更强、更易于获取使用权的先进仪器；

③通过联合创新计划来打破实验至上和理论至上两类研究队伍之间的认知障碍；

④开发可获得、可扩展、同时具有更绿色生命周期的聚合物。

生物材料的进一步发展需要先进的合成方法、新颖的表征工具及先进的计算能力。未来的研究方向包括研究软物质的自主行为以及掌握具有与肌肉骨骼组织相当性质和功能的合成材料的制造方法。

未来无机生物材料的重要研究方向包含生物金属的金属材料和陶瓷生物材料、用无机粉末的增材制造技术、生物分子材料性能的提升及糖化学。

软生物材料的重要方向包括超分子组件中的结构控制、水凝胶材料中水的组织和动力学、纳米结构内多个生物信号的精确空间定位方法。

## 6. 结构化材料和超材料



结构化材料具有量身定制的材料特性和响应，使用结构化材料进行轻量化，可以提高能效、有效负载能力和生命周期性能以及生活质量。未来的研究方向包括开发用于解耦和独立优化特性的稳健方法，创建结构化多材料系统等。

超材料是设计出来的具有特定功能（磁、电、

振动、机械等)响应的结构化材料,这些功能一般在自然界不存在。超材料的未来研究方向包括:制造用于光子器件的纳米级结构,控制电磁相位匹配的非线性设计,设计能产生负折射率的非电子材料,减少电子跃迁的固有损失。

#### 7. 能源材料、催化材料和极端环境材料



能源材料的研究方向包括:持续研发非晶硅、有机光伏、钙钛矿材料等太阳能转换为电能的材料,开发新的发光材料,研发低功耗电子器件,开发用于电阻切换的新材料以促进神经形态计算发展。

催化材料的研究方向包括:改良催化材料的理论预测,高催化性能无机核/壳纳米颗粒的合成,高效催化剂适合工业生产及应用的可扩展合成方案,催化反应中助催化剂在活性位场上的选择性沉积,二维材料催化剂的研究。

极端环境材料是指在各种极端操作环境下能符合条件地运行的高性能材料,研究方向包括:

①基于科学的设计开发下一代极端环境材料,如利用对材料中与温度相关的纳米级变形机制的理解来改进合金的设计,利用对腐蚀机理的科学理解来设计新的耐腐蚀材料;

②理解极端条件下材料性能极限和基本退化机理。

#### 8. 水、可持续性和洁净技术中的材料研究



碳捕集和储存的材料研究的机遇包括:基于溶

剂、吸附剂和膜材料的碳捕集,金属有机框架等新型碳捕集材料,电化学捕集,通过地质材料进行碳封存。

洁净水的材料问题涉及膜、吸附剂、催化剂和地下地质构造中的界面材料科学现象,需要开发新材料、新表征方法和新界面化学品。

可再生能源储存方面的材料研究基于:研发多价离子导体和新的电池材料以提高锂离子电池能量密度,研发高能量密度储氢的新材料以实现水分解/燃料电池能量系统。

聚合物材料为可持续清洁技术领域提供独特的机遇和挑战,未来研究方向包括:利用可持续材料制备新塑料的方法,高度天然丰富的聚合物(如纤维素)的有效加工方式,稀土的高效使用、非稀土替代品的寻找和制备,稀土材料的回收和再利用,用于先进燃料电池的非铂催化剂。

#### 9. 移动、储存、泵送和管理热能的材料



热管理已成为从电池到高超音速飞机等诸多技术中最重要方面之一,因为在高需求的设备和应用中,效率的微小提高会对能源的使用产生重大影响,需要加强能存储、转换、泵送和管理热能材料的开发。研究方向包括:

①开发更稳定和耐腐蚀的材料,或开发具有较大熔化热变化的新型相变材料,以提高太阳能热存储效率;

②开发新的热电材料,聚焦能量色散关系明显偏离传统谱带的固体材料;

③通过外力改变热特性或研究相变,开发新的有源热材料。

## 盘点！中国领先欧美的硬核科技（下）

### 九、中国的新一代永磁电机和潜艇AIP发动机技术



中国第一台拥有完全自主知识产权的艇用永磁推进电机试车成功。永磁电机，能够有效降低潜艇噪音，并具备功率密度大、结构简单、运行可靠等优点。值得一提的是，中国船舶重工集团公司第七一一研究所历时近10年，研制成功拥有自主知识产权的新型AIP发动机，中国的AIP发动机与国外最先进的同类产品相比，功率大幅提高了117%，属于全球首创，现已列入国家下一代舰船的应用计划。

### 十、中国的高铁技术

中国高铁闻名天下，其中复兴号高铁已实现350公里/小时，时速超过日德法（美国目前无高铁技术）。



复兴号动车组列车，是中国标准动车组的中文命名，由中国铁路总公司牵头组织研制、具有完全自主知识产权、达到世界先进水平的动车组列车，是目前世界上运营时速最高的高铁列车。

“复兴号”曾经进行了60万公里考核，比欧洲

标准还多了20万公里。最终，整车性能指标实现较大提升，“复兴号”的设计寿命达到了30年，而“和谐号”是20年。

复兴号列车阻力比既有CRH380系列大幅降低7.5%—12.3%，列车在350公里时速下运行，人均百公里能耗下降17%左右。列车的高度从3700毫米增高到了4050毫米。而且车厢内实现了WiFi网络全覆盖。

复兴号设置了智能化感知系统，且具有强大的安全监测系统，全车部署了2500余项监测点，比以往监测点最多的车型还多出约500个，能够对走行部状态、轴承温度、冷却系统温度、制动系统状态、客室环境进行全方位实时监测。它可以采集各种车辆状态信息1500余项，为全方位、多维度故障诊断、维修提供支持。

### 十一、中国的电动汽车电池

比亚迪早在2015年超过美国的特斯拉（销出42091辆第三）、日产电动（44533辆第二）以销出50979辆的成绩夺得第一。

中国的电池研发，已处于全球第一集团。中国已实现电动车电池技术突破：比如天津未来科技城研发的充放电次数可达5000次以上，一次充电即可满足续航里程为300公里需求的高能镍碳超级电容电池。

值得一提的，高能镍碳超级电容电池曾是中科泰能科技发展有限公司的新能源专利项目，该新型电池在电动汽车用动力电源选择上实现重大突破，攻克及突破了一般电动汽车安全性差、充电时间长等技术壁垒。

高能镍碳超级电容电池具有高功率充放电特性：可以采用大电流15至20分钟快充模式，满足公交车线路循环发车的运营需要；若运用在纯电动公交车上，一次充满电可以满足每天行驶200至300公里的能量需求；电池循环使用寿命长，充放电次

数可达5000次以上，可满足纯电动公交车8年或45万公里以上需求，电池长期使用成本低。该电池的节能环保效果好，电池采用稀土和镍为主要材料，在生产和使用中不产生污染，电池使用完全可以全部回收再次利用。

#### 十二、中国的造岛神器——“天鲲号”



中国自主设计制造的6600kW绞刀功率重型自航绞吸船“天鲲号”在江苏启东下水。由于“天鲲号”具有吨位大、爪牙锋利、挖掘和传输效率高，在以后的造岛工程中，将大有用武之地。正是因为“造岛神器”的工作效率异常惊人。在2017年5月，我们正式发布公告：为维护国家安全，对大型挖泥船实施出口管制，未经许可任何单位和个人不得对外出口。“天鲲号”是由中国自主设计、制造的。

#### 十三、中国的飞机刹车技术

全世界起飞重量最大的飞机为乌克兰的安-225超重型运输机，这款飞机的最大起飞重量为640吨，能够搭载超过250吨货物。波音737和空客320这种典型的单通道客机，起飞最大重量大概在50-80吨的范围；而波音747这样的四发双通道宽体客机，起飞最大重量在300-400吨，尤其是空客380这样的超大型客机能有500吨以上。因此，飞机的重量不但非常重，而且落地时速高达几百公里，无疑飞机刹车技术十分关键。



中国在全球第一个完成了碳陶刹车盘，并且已经应用于军用飞机的7个机型上，这项技术是源自2004年的国家科技发明一等奖的陶瓷基复合材料制备技术。

值得一提的是，由中国西北工业大学与中航工业西安航空制动科技有限公司联合研制的碳陶刹车盘产品，已成批量装备部队7个飞机机型，让我国成为全球第一个率先使用碳陶刹车盘的国家，标志着中国飞机刹车技术跻身于世界领先水平。

#### 十四、基因测序仪



基因测序仪又称DNA测序仪，是测定DNA片段的碱基顺序、种类和定量的仪器。由于测序是全球蓬勃发展的产业，作为核心装备的基因测序仪，一台价格高达数百万人民币，其设计制造目前只有美国、中国和瑞士三个国家掌握，其中美国仅有的两家测序仪供应商Illumina和生命科技，Illumina一度成为美国的大牛股，因为在过去十年时间里股价上涨了200倍，被评为全球最聪明的公司，排名甚至在特斯拉之前。中国国内目前有6款国产基因测序仪，尤其是深圳华因康和华大基因都相当不错。

值得一提的是，国产的测序仪的价格是国外同类产品的一半，试剂耗材则只有国外同类产品的三分之一。尤其是日本德国法国英国这些国家，基因测序仪设备依然需要进口。

#### 十五、特高压电网



中国在特高压输电之高端制造领域领先世界，我国不仅仅是特高压输电大国，更是连欧美发达国家都承认的强国。更值得一提的是，中国是全球唯一掌握特高压技术的国家，中国特高压技术标准也是全球唯一的技术标准。

中国在全球率先建立了完整的特高压交直流、智能电网技术标准体系，主导制定国际标准三十九项，标准建设成效显著。截至2017年3月，中国提交并立项的ISO/IEC标准接近六百项，主导编制三十九项国际标准。中国主导制定的特高压、新能源接入等国际标准成为全球相关工程建设的重要规范。

输电电压一般分为高压、超高压和特高压。国际上，高压通常指35—220千伏的电压，超高压则指330千伏及以上、1000千伏以下的电压，而特高压则是1000千伏及以上的电压。具体而言，特高压输电技术又分为特高压交流输电（不小于1000千伏）和特高压直流输电（不小于±800千伏），其中特高压直流输电以其更适合长距离点对点输电成为各国竞相发展的前沿技术。

#### 十六、世界最大射电望远镜



中国天眼“FAST”，是口径达到500米的球面射电望远镜，是中国自主设计建造的，是全世界最大的，也是性能最先进的射电望远镜。中国天眼主要用于寻找暗物质、暗能量和收集宇宙中的各种信号。

FAST可把中国空间测控能力由地球同步轨道延伸至太阳系外缘，将深空通讯数据下行速率提高100倍。其应用价值可以是自主导航这一前瞻性研究制作脉冲星钟；诊断识别微弱的空间讯号，为国家安全服务；FAST能够提供高分辨率和高效率的地面观测；跟踪探测日冕物质抛射事件，服务于太空天气预报。

即使是远在百亿光年外的射电信号，中国“天眼”也有可能捕捉到，还可能发现高红移的巨脉泽星系，实现银河系外第一个甲醇超脉泽的观测突破；用于搜寻识别可能的星际通讯信号，寻找地外文明等。全世界已有多达十多个国家的天文学家来到中国，希望能够参与到FAST的科研项目中。

#### 十七、非线性光学晶体



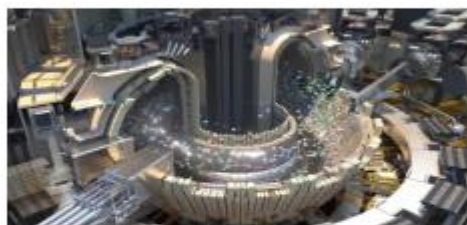
非线性光学晶体是对于激光强电场显示二次以上非线性光学效应的晶体。非线性光学晶体，是高新技术和军事技术不可或缺的关键材料之一，直接影响激光技术的发展进程。1990年，中国材料学界的泰斗陈创天院士研究组研发出全球第一块KBBF晶体，KBBF成为控制激光武器的“命门”。

KBBF晶体，是唯一一种能直接倍频产生深紫外激光的非线性光学晶体。深紫外激光由于其波长短、加工精度高，在半导体光刻、激光光电子能谱和激光等领域有着十分重要的应用。据资料显示，KBBF晶体是当前世界各国在太空激光武器的研发中，不能缺少的关键材料，它同时也可以用于测量固体电子能、应用于光电子能谱仪、超导技术、以及新兴的前沿科学技术领域。

起初中国曾经向全世界开放KBBF晶体，但实践证明这项技术实在是太重要，在2009年中国停止对外出口，从而导致美国在此领域停滞不前。尽管美国人经数年研究，美国先进光学晶体公司曾经宣布，他们用15年的时间最终研发出具有完全自主知识产权的KBBF晶体，而中国在2015年就成功研发出更加先进的LSBC晶体，再次领先美国。

#### 十八、“启明星2号”及热核聚变

中国在2016年底成功进行核反应堆零功率装置“启明星2号”的首次临界试验，试验显示，不但可以大幅度降低核废料的放射性危害，而且还能将



核燃料的利用率提升到95%，让核能源变成真正清洁、安全可持续性的战略能源。

装置是由中核集团中国原子能科学研究院和中国科学院近代物理研究所联合研制的，核反应堆零功率装置“启明星II号”实现首次临界。这标志着中国加速器驱动次临界系统（ADS）研究完成又一个重大节点，同时也标志着我国在核反应堆新一代零功率装置研发领域达到全球先进水平。

加速器驱动的次临界系统——ADS嬗变系统，可以使长寿命高放核废料嬗变为短寿命低放核废料，同时减小体积，对于解决“核废料安全处置”问题具有重要意义，世界上尚未有ADS嬗变系统工程化应用的先例，该装置将为ADS嬗变系统工程化研究提供关键实验数据。

该装置是ADS研发第二阶段的重要成果。此前，零功率装置“启明星I号”在国家973项目支持下，于2005年7月在中国原子能科学研究院研制成功，并成为国际原子能机构开展ADS试验研究的基准装置。《中国科技报》之前的文章，谈及ADS嬗变系统研制，称“在很多专业人士看来，ADS嬗变系统是一个比‘两弹一星’还要难的项目，没有任何的经验可学习借鉴”。可见这一系统的研制难度之高。

目前世界上许多国家都选择地下深埋方式处理核废料。比如美国在尤卡山建立的储藏库，耗费300亿美元，将核废料埋藏在地表下数百米的岩层中。这些设施从选址到运行需耗费数十年，而且不能保证绝对安全。

而相应的，ADS嬗变系统，则是使用加速器产生的质子流来轰击核废料，使之发生嬗变反应，变为半衰期较短的核废物，可以大大降低放射性废物的储量和毒性；而在这个过程中，ADS的次临界反应堆还可以发电，等于将核废料变成了可以用于发电的核燃料，且发电后产生的废料可以相对安全的

处理。中国则是世界上首个开展ADS系统大工程项目研制的国家。中国自主研制的大型核废料运输容器样机已通过验收，彻底解决了困扰我国多年的核废料处理与运输难题。

美国曾经为处理核废料不惜斥资6400亿元人民币建造一巨型的存放核废料基地，但截止2015年，基地内核废料的存储量高达75%，意味着要不了多久，其基地存储量将达到饱和。

### 十九、量子技术

中国在全球首次实现了量子通信百公里隐形传态，量子通信的重要意义：可实现无限距离完全保密通信。



中国的光量子路线，2017年5月中科大潘建伟宣布中国目前可以实现10个光量子纠缠，是世界上首台可以超越早期经典计算机运算速度的原型机。

中国的超导路线，2016年底中国已经实现10个量子比特，刷新之前9个量子比特的世界记录。

中国的量子存储器，2015年10月，李传锋研究组成功实现确定性单光子的多模式固态量子存储，一次可以存储100个量子比特，创造了世界最高水平。

2016年5月，中科大的潘建伟、包小辉等采用冷原子系综在国际上首次实现了百毫秒高效量子存储器。

2017年5月，清华大学量子信息中心段路明研究组首次实现具有225个存储单元的原子量子存储器，将原有量子存储器存储容量的国际记录（12个）提高一个数量级。

中国量子通信卫星2016年发射上天，北京到上海的1000公里级别量子通信干线已经开通，目前正在进行安全性测试。值得一提的是中科大的郭光灿团队已经研制成功半导体量子芯片，可以进行逻辑运算和信息处理，日本时至今日还没有量子芯片问世，在量子计算机领域落在中国后面。

## 二十、第三代核电技术

核工业是高科技战略产业，同时也是国家安全的基石。现在中国核电技术已发展到第三代，自主的第三代核电华龙一号机组已对外输出到英国、阿根廷。已成为又一张“国家名片”。比日本发生事故的二代技术领先一代。

## 二十一、高超音速导弹



中国被称为“东风ZF”的高超音速导弹（俗称“水漂弹”）等三种高超音速武器已经多次实验成功，最高运行速度可达13倍音速，可以突防一切反导系统。值得一提的是，美国在此方面的实验屡次失败，没有进展。

## 二十二、暗物质探索

世界上唯一一颗暗物质探索卫星，是中国于2015年11月发射的“悟空号”，而其他国家目前依然处于实验室探索阶段。

## 二十三、光伏产业（太阳能发电技术）

中国光伏产业世界领先，并占有世界70%的市场份额。太阳能发电称为“光伏产业”。中国光伏企业无论是从技术水平还是实际应用，都处于世界最前列。以至于美国等以贸易垄断为由曾经对我国光伏产业发起双反、201调查。



早在2016年，中国光伏发电总量已经达到4318

万千瓦，新增和累计装机量均为全球第一，就发电量而言，中国现在已经是全球最大的太阳能发电国，并且是美国的两倍。联合国国际能源署的黑米·巴哈尔说：中国目前已经统治光伏发电领域，全球超过60%的太阳能电池板都是由中国生产，光伏产业以前最大的阻碍是太阳能电池板高昂的造价成本。值得一提的是，中国多晶硅产量达10万吨，占世界总量的52%，意味着中国已经掌握降低材料生产成本的技术。中国多晶硅、薄膜技术提升，转换率达20%的晶硅电池实现产业化。光伏组件成本下降达70%。

## 二十四、军民用无人机技术

全球著名民用品牌中国的大疆无人机已占领八成世界市场。是全球领先的无人飞行器控制系统及无人机解决方案的研发和生产商，客户遍布全球100多个国家。

早在2015年2月，美国权威商业杂志《快公司》评选出2015年十大消费类电子产品创新型公司，中国的大疆创新科技有限公司是唯一一家中国本土企业，在谷歌、特斯拉之后位列第三。2015年12月，推出一款智能农业喷洒防治无人机—大疆MG-1农业植保机，正式进入农业无人机领域。2016年，《The Verge》评测大疆推出的 Mavic Pro 并给予9.5分，是该评分榜史上最高分的消费电子产品。

## 二十五、超级计算机

中国的神威太湖之光、天河二号，分别占据全球超算前两名，这可是全部自主研发并有中国“芯”。从2010年开始，中国超算一直占据冠军位置。全球超算500强中国上榜总数也超越美国，成为超算第一强国。

2016年6月20日，在法兰克福世界超算大会上，国际TOP500组织发布的榜单显示，“神威·太湖之光”超级计算机系统登顶榜单之首，不仅速度比第二名“天河二号”快出近两倍，其效率也提高3倍。

2016年11月14日，新一期全球超级计算机500强(TOP500)榜单，中国“神威·太湖之光”以较大的运算速度优势轻松蝉联冠军。如果算上此前“天河二号”的六连冠，中国已连续4年占据全球超算排行榜的最高席位。

