

内部资料  
注意保存

# 科技参考

产业科技动态·优势产业

第 15 期（总第 47 期）

徐州市科学技术局  
徐州市科技情报研究所

2024 年 8 月

## 本期要目

首批 7 项电动工程机械国家标准在徐发布

均质化正极材料让锂电池化身“劲量小子”

徐州抢占新材料产业竞争制高点



## 编者按

集群化是产业链向中高端迈进的必由之路，是提升产业发展能级、增强区域产业竞争力的关键抓手。徐州依托现有产业基础优势，坚持“工业立市、产业强市”，聚力打造梯度清晰、竞争优势突出的“343”创新产业集群体系。

为紧跟科技发展前沿，及时掌握产业动态，我局专门成立产业研究专班跟踪国内外产业和技术发展现状与趋势，学习先进地区经验做法，编发《产业科技动态》，开展有科技特色的研究活动，以便为各级政府部门提供参考。

本册为优势产业动态，每月一期，主要关注工程机械、绿色低碳能源、新材料3个优势创新产业集群。

徐州市科学技术局





## 目 录

### 工程机械产业

- 首批 7 项电动工程机械国家标准在徐发布·····1
- 徐工集团完成全国首次城市低空长隧道无人摊铺技术应用···4
- 徐工玖行首台套动力电池箱暨成套化充换电产品在徐州  
高新区发布·····6
- 我国一批重大技术装备实现新突破·····8

### 绿色低碳能源产业

- 均质化正极材料让锂电池化身“劲量小子”·····10
- 巴西乙醇燃料产业概览·····13
- 我国煤电低碳化改造建设有了路线图·····17

### 新材料产业

- 徐州抢占新材料产业竞争制高点·····19
- 我国科学家开发出面向新型芯片的绝缘材料·····23



# 本地 动态

## 首批 7 项电动工程机械国家标准在徐发布

2024 年 8 月 5 日，由国家市场监督管理总局标准技术管理司主办的“电动工程机械标准稳链经验交流现场推进会”在徐召开，现场发布首批 7 项电动工程机械国家标准。与会领导和嘉宾深入交流工程机械行业技术创新和标准研制经验，实地观摩徐工电动工程机械产业链装备和电动装载机生产线。

国家标准化管理委员会组织制定首批 7 项电动工程机械国家标准，涵盖术语、整机、能耗试验方法、动力电池安全等产业链各个方面，填补国家电动工程机械标准体系空白。其中，徐工集团牵头起草《土方机械高原隧道用纯电动液压挖掘机》国家标准，并参与其他 6 项电动工程机械国家标准的制定工作。这些标准的发布，有助于解决传统内燃机工程机械能耗高、噪声大、污染环境严重等突出问题，规范产业转型发展亟须的技术要求，统一上下游技术规格，打通产业链发展的断点和堵点，同时也为设备的选购和检测给出统一的技术依据和测试规范，加速电动工程机械市场化进程，为工程机械行业绿色转型升级提供技术支

撑。

近年来，徐工集团锚定“高端化、智能化、绿色化、服务化、国际化”的方向，不断探索中国工程机械产业转型升级实际经验。2023年，徐工集团16类主机市场占有率稳居国内第一，工程机械集群入围国家首批公布的45个先进制造业集群，成为江苏省“1650”重点打造的世界级先进制造业集群和徐州市“343”创新产业集群“一号产业”。

作为中国工程机械的排头兵，徐工集团始终坚持以标准引领技术创新，高度重视标准化工作，先后承担全国流动式起重机和全国土方机械可持续发展分标委会，担任ISO起重机安全使用国际标准工作组召集人，牵头制定4条省重点产业链标准化工作行动计划，制定修订完成国际标准5项、国家标准219项。聚焦“双碳”目标，徐工持续推进工程机械领域的绿色革新，赋予产品更出色的环保属性。特别是近年来，面对工程机械电动化迅猛发展势头和巨大的市场空间，徐工率先组建新能源研究院，参与制定此次发布的全部7项电动工程机械国家标准，自主研发全球最大吨位纯电装载机、无人驾驶刚性矿车、高压锂电叉车等一大批行业领先的电动化产品，并成套化应用于铲装转场、矿山施工、物料搬运、城市建设等主流场景，打开了工程机械新一轮的增长空间，领先全球的电动化技术

助力徐工在全球市场实现弯道超车。同时，徐工承担了流动式起重机、土方机械可持续2个分标委；正在牵头制定挖掘机械、起重机械、路面机械、应急救援4条江苏省重点产业链标准化工作行动计划。

电动工程机械国家标准的发布，加快了电动工程机械强链补链延链，我市工程机械产业将以本次电动工程机械标准发布为起点，继续深入践行电动工程机械标准稳链行动，以标准创新强链，以智改数转网联补链，以商业模式创新延链，推动“标准—技术—产业”协同发展，着力打造新质生产力、推进新型工业化，为工程机械行业高质量发展作出新的更大贡献。（工程机械产业研究团队尚爱乐 提供）

## 热点 资讯

### 徐工集团完成全国首次城市低空长隧道 无人摊铺技术应用

近期，徐工无人摊铺机首次完成城市地下长隧道施工（上海北横通道），为此类工况场景贡献技术支持并增添智能应用案例参考。上海北横通道东段主线，全长约 6.9 公里，全线为地下道路。隧道穿越中心城区，面对着管线密集、作业面狭小、交通组织等各类难题，每一项都是对施工技术的严苛考验。徐工无人摊铺机以其精准的控制，成功完成全国首次城市低空长隧道无人摊铺技术应用，为交通工程智能建设发展迈出一大步。上海北横通道东段主线全线由徐工摊铺机 RP1005、RP805IV 进行双机联铺，摊铺宽度 9-11.5m、沥青上面层摊铺厚度 4cm，并由 XD135TIV 双钢轮压路机进行压实，在狭窄的作业空间内展现出强大的施工能力。此次隧道路面铺设工艺，是国内首次在城市低空长隧道中进行无人摊铺、压实新工艺应用。铺筑后路面密实度达 99.9%，平整度比传统提升 20%，渗水构造深度达 100%。

徐工无人摊铺机是徐工数智技术成套道路装备之一，徐工数智技术是一种面向未来的智能化、精细化施工技术，与传统沥青摊铺相比较，大大减少对驾驶人员的依赖，具有减轻环境对施工人员影响、降低安全隐患、提升施工精度等优势。此次在城市地下长隧道的应用对拓展无人驾驶摊铺的应用场景、满足多样化的城市建设需求，也是一次具有价值的研究和实践。

（工程机械产业研究团队马鑫勇 提供）

## 本地 资讯

### 徐工玖行首台套动力电池箱暨成套化充换电产品 在徐州高新区发布

近期，徐工玖行能源科技有限公司（以下简称“徐工玖行”）首台套动力电池箱暨成套化充换电产品下线仪式盛大举行，既是徐工集团发展新质生产力，布局新能源商用车的又一重要项目，也是徐州高新区紧抓“双碳”产业机遇，围绕链主企业构建新能源产业链、创新链的又一成果。

徐工玖行作为强强联合的创新型高科技企业，依托徐工集团深厚的制造底蕴和上海玖行在充换电技术方面的领先优势，将加速成长为充换电行业的领军企业、领跑新能源赛道的明日之星。徐工玖行首台套动力电池箱总成、充电设备、换电站集中下线，标志着徐工在成套化充换电设备领域已具备产品研发、批量生产、稳定交付的一体化运营能力，为进一步做强做大新能源支柱产业奠定坚实基础。

近年来，在国家“双碳战略”的指引下，徐工集团大力发展新能源“三电”关键核心零部件技术和规模化应用，全面补强新能源产业链，争当行业新能源



转型的先行者。2024年1月29日，徐工集团与玖行能源携手，成立徐工玖行能源科技有限公司，补链新能源产业链充换电产品研发制造环节，共同打造徐工新能源成套化产品。2月7日，徐工玖行基建工作启动。短短5个月时间，徐工玖行实现产品批量下线，在绿色赛道上跑出了“徐州速度”。生产线高度自动化，各环节无缝衔接，确保每一台产品都经过严格的质量检测，达到行业一流的品质标准。此次集中下线发布的产品包括一体双枪直流桩、低压直流充电桩、挖装运统型换电单元、MINI换电站、800系列换电站等。

下一步，徐工玖行将进一步加强内部协同，共同推动技术升级、产品迭代，推动工程机械充换电新标准的建立，提升徐工成套化品牌竞争力，补链新能源产业链，实现“车—站—桩—电池”一体化市场推广，共同助力我市新能源产业高速发展。（工程机械产业研究团队刘雅辉 提供）

# 科技 新闻

## 我国一批重大技术装备实现新突破

从中国机械工业联合会 8 月 7 日在京举行的新闻发布会上获悉，今年以来，机械行业有效应对风险挑战，紧跟新一轮科技革命和产业变革发展新趋势，积极推进协同创新、开展联合攻关，加快培育新动能新优势，一批重大技术装备实现新突破。

发布会介绍，经过多年联合攻关，我国自主研发的 300 兆瓦级 F 级重型燃气轮机首台样机在上海电气集团总装下线，对我国燃气轮机基础学科进步、产业技术发展具有显著的带动作用，对保障我国能源安全和绿色发展具有重要意义；徐工 4000 吨级轮式起重机发布，第七次打破全球最大轮式起重机纪录；世界首台（套）300 兆瓦级压气储能电站——湖北应城 300 兆瓦级压气储能电站示范工程实现并网发电，创造了单机功率、储能规模、转换效率 3 项世界纪录；沈鼓集团研制成功国内容量最大的循环气迷宫压缩机，填补了多项国内技术空白，打破了外资垄断，解决了该类产品长期依赖进口的问题。

“近年来，机械工业聚焦产业链供应链的关键环

节和短板弱项，加快推进关键核心技术和设备的自主研发。上半年，一批自主研发成果集中涌现。”中国机械工业联合会执行副会长罗俊杰在会上表示，防城港核电站4号机组实现投产发电，标志着中广核“华龙一号”示范工程全面建成，带动上下游数千家核电设备企业实现400多项关键设备自主化，已具备核电整机设备100%国产化能力，有力促进我国核电产业链韧性和实力的提升。中国一拖主持完成“无级变速传动系统在线检测关键技术与装备”“大马力拖拉机机液复合无级变速系统关键技术及应用”“重型自动动力换挡技术及产业化应用”“园艺电动割草机关键技术研发及应用”四个项目，均填补了国内空白、达到国际先进水平，实现了技术的自主可控。（徐州市科技情报研究所陈研研 提供）

## 热点 资讯

### 均质化正极材料让锂电池化身“劲量小子”

据中国科学院 8 月 6 日消息，中国科学院青岛生物能源与过程研究所（以下简称“青岛能源所”）研究员崔光磊团队开发出一种均质化正极材料——锂钛锆磷硫硒。该材料的离子电导率、电子电导率比传统电池材料（层状氧化物正极材料）高出 1000 倍以上，这使得电池正极即便不依赖导电助剂也能顺畅地完成充放电过程。相关研究成果近日发表于国际学术期刊《自然·能源》。这项研究不仅提升了电池的性能，还为全固态锂电池的商业化铺平了道路。对开发高能量密度、长使用寿命的储能设备，发展新型生产力，加快我国建设新型能源体系具有里程碑式的意义。

当前，采用不可燃无机固态电解质的全固态锂电池是解决高安全性储能系统日益增长需求的重要途径。全固态锂电池通常采用包含了电极活性材料、导电子和导离子助剂的复合电极等多种组分，而不同组分之间在化学、电化学和力学等性能上难以完美匹配从而诱发多种界面问题，严重影响了电池的能量密度和使用寿命。

崔光磊团队通过调控  $\text{LiTi}_2(\text{PS}_4)_3$  的电导率和充放电容量，成功合成出兼具高离子电导率、高电子电导率和高放电比容量的  $\text{Li}_{1.75}\text{Ti}_2(\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_{3.8}\text{Se}_{0.2})_3$ （锂钛锗磷硫硒）。该材料的出现颠覆了全固态锂电池复合正极的范式，从根本上解决了上述难题，制备出兼具高能量密度和长循环寿命的全固态锂电池。与传统材料相比，该材料存在以下几个突出的优势：

1. **高电导率**：这种新材料兼具高离子电导率、高电子电导率，比传统的电池材料（层状氧化物正极材料）高出 1000 倍以上。这使得即便不依赖导电助剂，正极也能顺畅地完成充放电过程，显著提升了电池的整体性能。

2. **高放电比容量**：新材料的放电比容量较高，超过了目前使用的高镍正极材料。在相同的重量或体积下，新材料的电池能够存储更多的电能。这不仅能够让电池在不频繁充电的情况下持续运行更长时间，提高续航能力，而且减小电池的体积，有助于设计更紧凑的设备。

3. **低体积变化**：在充放电过程中，新材料的体积变化仅为 1.2%，远低于传统材料（层状氧化物正极材料）的 50%。这种微小的体积变化有助于维持电池结构的稳定性，从而延长电池的使用寿命。

4. **高能量密度**：使用这种新材料的全固态锂电池，

其能量密度达到 390 瓦时每千克，是目前所报道长循环全固态锂电池的 1.3 倍。

5. 长使用寿命：使用该材料的全固态锂电池可以实现大于 10000 圈的超长循环，电池在经过 5000 次循环充电后，仍能保持 80% 的初始容量。（绿色低碳能源产业研究团队张兆祥 提供）

# 产业 分析

## 巴西乙醇燃料产业概览

为应对石油危机的挑战，减少对石油进口的依赖，巴西于上世纪开始研发乙醇燃料，充分利用本国的农业资源，尤其是甘蔗种植的优势，制定了以甘蔗为主要原料的乙醇燃料发展计划。经过近 30 年的努力，巴西掌握了生产乙醇燃料的成熟技术。目前，巴西全国使用乙醇汽油，已成为世界上唯一不供应纯汽油的国家，也是世界上以乙醇为汽车燃料最为成功的国家之一。

巴西国家能源政策委员会的 **RenovaBio** 项目于 2019 年 12 月正式启动。作为全世界最大的乙醇生产国，巴西证券交易所 2020 年 4 月为了减少温室气体排放率，从而对生物燃料 **CBios**（脱碳生产）进行认证。目前其境内有 339 家生物燃料工厂（占巴西工厂总数的 75% 以上）获得了 **CBios** 认证（283 家甘蔗乙醇厂、6 家甘蔗和玉米乙醇厂、1 家纤维素乙醇厂、5 家玉米乙醇厂、38 家生物柴油厂和 6 家生物甲烷厂）。目前，还没有国外工厂通过此项认证。

自 2015 年以来，巴西汽油的乙醇含量要求保持在 27%（E27）。同中国的 E10 不同，汽油中添加乙醇含



量低于 10% 时无需对发动机进行调整，但是添加量大于 15% 时则需全面调整发动机参数。尽管巴西宣称巴西境内制造的车辆上装有“燃料灵活探测程序”，能依据感应器测定燃料类型及混合燃料中各成分的比例，自动调节氧气和燃料的比例及发动机的喷射系统，从而使不同的燃料都可发挥最高的效能。但汽油中乙醇含量过大时，会造成发动机耐久性降低及相关环境问题。目前，巴西矿业和能源部已开始讨论在 2023 年将乙醇的要求提高到 30%（E30）。可以看出，巴西政府开展 **RenovaBio** 项目主要原因是抑制石油进口兼顾降低碳排放，而不是为了可持续发展。

2022 年 6 月，巴西政府批准了第 194 号补充法案，将燃料税限制在 17-18% 之间，以控制燃料价格。2023 年巴西乙醇总产量约为 329.5 亿升，相对于 2022 年增长 7%。用于燃料的乙醇产量估计为 299 亿升，与 22 年相比增加了 23.7 亿升。乙醇产量与甘蔗产量关系密切。由于气候条件有利，巴西中南部地区在 2023 年度甘蔗收成良好，而高糖价也确保了农民保留甘蔗种植园的意愿。化肥供应对巴西农业生产的影响很小，这要归功于巴西农业部开展的“化肥外交”。虽然乌克兰是世界上重要的化肥出口国，但俄乌冲突对巴西甘蔗作物却几乎没有影响，这是因为巴西从战争开始就设法找到了化肥的替代来源。



2020 年全球新冠疫情爆发后，全球燃料消费量急剧下跌。在过去的三年内，乙醇消费量尚未恢复到大流行前的水平。除了甘蔗制造乙醇外，巴西玉米乙醇生产也继续处于强劲的扩张阶段，占乙醇总产量的份额不断增加。根据巴西玉米乙醇全国联盟的最新信息，巴西 2023 年玉米乙醇总产量估计为 60 亿升，比 2022 年修订后的产量数字（45 亿升）增加 33%。2022 年用于生产乙醇的玉米总量估计约为 1438 万吨，约占 2022 年玉米产量（1.29 亿吨）的 11%。当前成熟技术下，每吨玉米平均可以生产 417 升乙醇以及附加 18 升玉米油等，生产量十分可观。但是巴西全国基础运输行业限制了乙醇运输，至少在管道和铁路连接发展起来之前，巴西玉米乙醇工业的扩张潜力仍然有限。巴西的玉米乙醇生产主要集中在巴西的中西部地区，特别是马托格罗索州，靠近相对便宜的玉米供应和家禽养殖场，这些养殖场消耗了乙醇蒸馏副产品生产的部分干酒糟及其可溶物。

2023 年巴西乙醇出口总量为 22.1 亿升，韩国是主要出口市场，其次是荷兰和美国。由于巴西的甘蔗乙醇在加州低碳信贷市场中获得了有利的碳强度（C1）评级，因此运往美国的所有或几乎所有乙醇都在加州作为燃料消费。不仅如此，巴西还在持续进口乙醇燃料用于转售至全球其他地区。2023 年巴西乙醇进口总

量为 4.05 亿升，与 2022 年修订后的数字（3.22 亿升）相比增加了 8300 万升。目前巴西绝大部分乙醇进口来自巴拉圭。

目前来看，巴西的乙醇产业无论从技术还是规模在全球都处于垄断地位。（绿色低碳能源产业研究团队张中强 提供）

# 政策解读

## 我国煤电低碳化改造建设有了路线图

近日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《煤电低碳化改造建设行动方案（2024-2027年）》（以下简称《方案》）。《方案》提出，到2025年，首批煤电低碳化改造建设项目全部开工，转化应用一批煤电低碳发电技术；相关项目度电碳排放较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低20%左右；到2027年，相关项目度电碳排放较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低50%左右、接近天然气发电机组碳排放水平。

《方案》提出了3种改造建设方式：一是生物质掺烧，充分利用农林废弃物、沙生植物、能源植物等生物质资源，实施煤电机组耦合生物质发电；二是绿氨掺烧，利用风电、太阳能发电等可再生能源富余电力，通过电解水制绿氢并合成绿氨，实施燃煤机组掺烧绿氨发电；三是碳捕集利用与封存，采用化学法、吸附法、膜法等技术分离捕集燃煤锅炉烟气中的二氧化碳，实施高效驱油、制备甲醇等资源化利用，或因地制宜实施地质封存。

《方案》明确了加大资金支持力度、强化政策支

撑保障、优化电网运行调度、加强技术创新应用等4方面保障措施，包括发挥政府投资放大带动效应，利用超长期特别国债等资金渠道对符合条件的煤电低碳化改造建设项目予以支持；电网企业要优化电力运行调度方案，优先支持碳减排效果突出的煤电低碳化改造建设项目接入电网等。

《方案》提出，加强煤电掺烧生物质、低成本绿氨制备、高比例掺烧农作物秸秆等技术攻关，加快煤电烟气二氧化碳捕集降耗、吸收剂减损、大型塔内件传质性能提升、捕集—发电系统协同、控制流程优化等技术研发，补齐二氧化碳资源化利用、咸水层封存、产业集成耦合等技术短板。掺氨燃烧属于前沿发电技术，以绿氨替代一定比例燃煤进行清洁高效耦合燃烧，可有效降低煤电碳排放水平。

下一步，国家发展改革委、国家能源局将支持各有关方面申报实施煤电低碳化改造建设项目，确定有关项目清单并加强组织实施，持续推动降低煤电碳排放水平。（徐州市科技情报研究所郝丹丹 提供）

# 本地 资讯

## 徐州抢占新材料产业竞争制高点

徐州日报8月6日讯，上月底，《2024胡润中国新材料企业百强榜》发布。先导电科和鑫华半导体两家徐企上榜。此前，这两家企业还接连入选了2024中国独角兽、2024全球独角兽榜单。两家行业龙头接连横扫各大“榜单”，也彰显了我市在新材料产业的澎湃发展势能。

新材料产业是全市“343”创新产业集群三大优势产业的重要组成部分。我市正按照“提质先进基础材料、壮大关键战略材料、布局尖端前沿材料”路径，加快培育龙头骨干企业，打造具有较强区域竞争力的新材料创新产业集群。

### 转型提质先进基础材料

当前，钢铁行业已进入深度调整期，我市正积极推动徐钢、中新、金虹等重点企业适应市场变化，全力研发优特精品钢、高端专用钢、特种合金钢等高附加值品种钢，打造高、中、普“金字塔”型产品结构，加快迈向产业链、价值链中高端。作为省级专精特新

企业，徐州卧牛山新型防水材料有限公司已累计参与近零能耗建筑实施超 220 万平方米，推动了防水建材全产业链质量提升。

先进基础材料是指具有优异性能、量大面广且“一材多用”的新材料。在我市有较好产业基础。除钢铁、建材产业已培育一批龙头企业外，在高分子材料领域，徐州企业华信新材料在国内率先将 PHA 材料（高分子材料）应用于卡片制造，这种材料被誉为“碳中和得分最高的可降解塑料”，为绿水青山更添一份保障。

### **培育壮大关键战略材料**

江苏先导电子科技有限公司数字化车间的半导体金属靶材产线、HIT 显示靶材产线、镍氢电极产线等，可实现年产各类电子专用材料 1000 吨、半导体专用电子材料 100 万片。另外，该公司超导线材生产线也在建设中，投产后有望形成国产替代。作为我市近年来引进的首家全球独角兽企业，先导电科正致力打造全球化的高端材料制造企业。

江苏鑫华半导体科技股份有限公司作为电子技术多晶硅的材料供应商，是国内首家实现电子级多晶硅量产且全尺寸覆盖的企业。目前，鑫华半导体围绕半导体、光伏、硅碳材料等泛半导体产业链进行新产品开发；金龙湖泛半导体创新中心建设也在推进中。

为进一步培育壮大关键战略材料，我市将加快发



展稀土材料，如金属镨、钕、镝等稀土金属及钕铁硼等强磁材料；大力发展晶体材料，如多晶硅、单晶硅、颗粒硅及硅片、电池片等太阳能光伏材料，电子级多晶硅、单晶硅、碳化硅、晶圆等半导体材料；培育第四代宽禁带半导体材料，发展人工晶体材料等。

### 前瞻布局尖端前沿材料

作为金属增材制造领域的国家级专精特新“小巨人”企业，威拉里新研发的镍基高温合金材料面向航空航天、国防工业等领域重大需求，可在 900°C 以下长期使用，短时最高使用温度可达 1000°C，适用于航空发动机燃烧室和加力燃烧室等高温结构件的制备。

中航迈特增材制造（徐州）有限公司也是一家业内领先的金属 3D 打印材料企业，研发生产的粉末产品涵盖钛合金、高温合金等可广泛应用于 3D 打印、激光熔覆、喷涂、注射成型、粉末冶金等领域。

江苏珈云新材料有限公司系列产品填补了国内气凝胶材料市场的空白，并且积极布局海外专利，成功开拓海外市场，正加快成长为气凝胶材料行业全球领跑者。

江苏师范大学柔性电子（未来技术）研究院今年 4 月也已揭牌，标志着该校在柔性电子新材料研究方面将有新的发展与作为。目前，江苏师范大学和徐州高新区已达成多项产学研合作项目，政企携手，共同布

局未来前沿材料产业。

我市正加快布局尖端前沿材料产业，增材制造领域重点以 3D 打印合金材料制备为方向，突破气雾化制粉等关键技术，发展低成本钛合金、高温合金等金属粉末材料；加快推动纳米材料产业化进程；依托中国矿大材料与物理学院仿生研发团队，培育仿生功能水凝胶材料、人工关节材料、仿生储能材料等，加快仿生关节在生物介质及人体环境创新应用。加强超导材料基础研究，开发核磁共振用关键超导材料等。（新材料产业研究团队左晓婷 提供）



# 前沿 技术

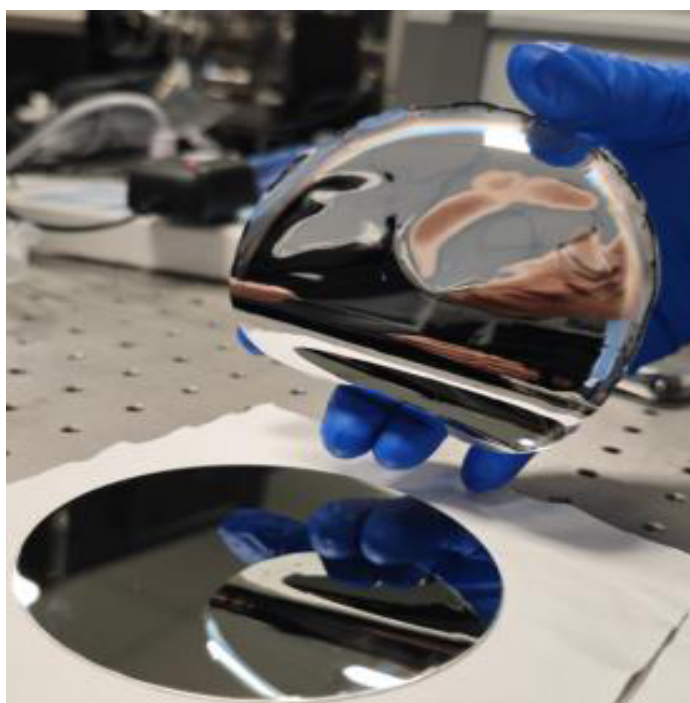
## 我国科学家开发出面向新型芯片的绝缘材料

据新华网8月8日消息，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员狄增峰团队开发出面向二维集成电路的单晶氧化铝栅介质材料——人造蓝宝石，这种材料具有卓越的绝缘性能，即使在厚度仅为1纳米时，也能有效阻止电流泄漏。作为组成芯片的基本元件，晶体管的尺寸随着芯片缩小不断接近物理极限，其中发挥着绝缘作用的栅介质材料十分关键，相关成果8月7日发表于国际学术期刊《自然》。

二维集成电路是一种新型芯片，由厚度仅为1个或几个原子层的二维半导体材料构建，有望突破传统芯片的物理极限。但由于缺少与之匹配的高质量栅介质材料，其实际性能与理论相比尚存较大差异。传统的栅介质材料在厚度减小到纳米级别时，绝缘性能会下降，进而导致电流泄漏，增加芯片的能耗和发热量。为应对该难题，该团队创新开发出原位插层氧化技术。

原位插层氧化技术的核心在于精准控制氧原子一层一层有序嵌入金属元素的晶格中。传统氧化铝材料通常呈无序结构，这会导致其在极薄层面上的绝缘性

能大幅下降。而该团队首先以锗基石墨烯晶圆作为预沉积衬底生长单晶金属铝，并利用石墨烯与单晶金属铝之间较弱的范德华作用力，实现 4 英寸单晶金属铝晶圆无损剥离，剥离后单晶金属铝表面呈现无缺陷的原子级平整。随后，在极低的氧气氛围下，氧原子逐层嵌入单晶金属铝表面的晶格中，最终得到稳定、化学计量比准确、原子级厚度均匀的氧化铝薄膜晶圆。



**氧化铝薄膜晶圆**

该团队成功以单晶氧化铝为栅介质材料制备出低功耗的晶体管阵列，晶体管阵列具有良好的性能一致性。晶体管的击穿场强、栅漏电流、界面态密度等指标均满足国际器件与系统路线图对未来低功耗芯片的要求，有望启发业界发展新一代栅介质材料。（新材料产业研究团队万思 提供）



责任主编：鲍 斌

副主编：季小超 张 燕

编 辑：王 莹 史 伟 李承昊 万 思

研究团队：工程机械、绿色低碳能源、新材料产业团队



地 址：徐州市新城区元和路1号行政中心东综合楼B区

邮 编：221000

电 话：0516-83842594 邮 箱：xzskjqbyjs@126.com