



超级电容产业周报

2026年8月 第4期

- 科世达申请超级电容放电电路及碰撞解锁系统专利，有效提升车辆的碰撞解锁系统的长期可靠性
- 蓄力新能源赛道，赋能绿色发展！
- 聊城添3.3亿储能电站项目
- 河南首个采用“磷酸铁锂+超级电容”混合储能技术路线的火储联调项目并网投运
- 榆能榆神热电储能调频项目开工建设！
- 牵手国家队！绿发中科锂电容量产线项目落户姜堰
- 总投资12亿元！超级电容重仓常州
- Chemical Reviews(IF 64.2) 用于高能量、高功率超级电容器的合成多孔碳

【行业动态】

科世达申请超级电容放电电路及碰撞解锁系统专利 有效提升车辆的碰撞解锁系统的长期可靠性

国家知识产权局信息显示，**上海科世达-华阳汽车电器有限公司;科世达（上海）机电有限公司**申请一项名为“**一种超级电容的放电电路及碰撞解锁系统**”的专利，公开号CN122577360A，申请日期为2026年7月。

专利摘要显示，本发明公开了一种超级电容的放电电路及碰撞解锁系统，涉及车辆电子控制技术领域，**用于解决在车辆休眠模式下超级电容无法主动放电，导致其性能快速退化的问题**。本发明提供的放电电路包括控制模块、驱动模块及泄放模块，在所在的车辆进入休眠状态时，控制模块向驱动模块输出控制信号，驱动模块据此驱动泄放模块对超级电容进行放电，直至超级电容的电压下降至截止阈值，避免过度放电；控制模块还能在上述放电过程的恒流放电阶段内基于电压下降的时间差估算超级电容的容值，实现对其健康度的动态监控。可见，该放电电路可以在车辆的休眠模式下将超级电容放电至安全水平，从而延缓超级电容性能退化，有效提升车辆的碰撞解锁系统的长期可靠性。

信息来源：<https://m.163.com/dy/article/L4I8S3KN0519QIKK.html>

【行业动态】

蓄力新能源赛道 赋能绿色发展！

夏县100MW/124MWh混合储能电站项目正式开工

2026年8月18日，夏县100MW/124MWh混合储能电站项目正式开工。

中昊集团董事长刘晓敏带队出席开工仪式，统筹部署项目建设工作，为项目高质量推进明确方向、压实责任。此次项目开工，标志着企业在新型储能产业布局迈出关键步伐，为运城夏县新能源产业升级、区域能源结构优化注入全新动能。



混合储能技术，赋能高效电网调节

该项目由夏新恒生（山西）新能源有限公司投资建设，选址于山西省运城市夏县，项目总占地约30亩，总投资5.2亿元。项目建设100MW/124MWh混合独立储能电站，**由60MW/120MWh磷酸铁锂电池储能与40MW/6min超级电容储能两部分组成，采用锂电+超级电容混合技术路线，锂电承担长时能量调节，超级电容负责毫秒级快速功率响应，适配电网一次调频需求。**

项目配套新建220kV升压站，以220kV电压等级接入区域电网，建设期6个月，运营期20年，按照“无人值班、少人值守”模式运维。项目主要参与山西电力现货市场、调频辅助服务，可提升山西电网调频能力，平抑新能源出力波动，促进新能源消纳，具备良好的经济效益、社会效益与环境效益。





多维赋能，助力双碳绿色转型

此次混合储能电站项目的落地实施，具有重要的经济效益与社会效益。在能源保障层面，项目建成投运后，可有效**提升区域电网消纳能力，缓解电网峰谷差压力，保障区域电力供应稳定可靠，助力风电、光伏等新能源清洁能源大规模并网消纳，破解新能源发电间歇性、波动性难题。**在产业发展层面，项目将**进一步完善夏县新能源产业配套体系，带动地方新能源产业链上下游协同发展，激活区域绿色经济发展活力。**



深耕新能源赛道，实干赋能高质量发展

本项目是企业践行绿色发展理念、深耕新型储能领域的重要实践，也是助力地方能源低碳转型、践行社会责任的关键举措。

下一步，中昊集团将紧盯建设节点、倒排工期、挂图作战，全速推进项目建设，力争早日竣工投运、落地见效。未来将持续深耕新能源赛道，优化产业布局，加大清洁能源、新型储能领域的投资与研发力度，以实干担当助推区域“双碳”目标落地，为地方经济高质量发展持续赋能。

信息来源：

<https://mp.weixin.qq.com/s/N2pNC8FZdQufnuKMyNRi9w>

【行业动态】

聊城添3.3亿储能电站项目

国家电投山东聊城高新200MW/400MWh储能电站项目拟建设，项目由国家电投集团山东新能源有限公司建设，位于聊城市高新技术产业开发区S325南、许营路东。



项目新增占地面积约38.56亩，新建一座220KV升压站及相关配套设施，**电力出线拟通过1回220kV线路接入聊城凤南220kV变电站的备用间隔。项目建设规模为200MW/400MWh磷酸铁锂电池+2MW/4min超级电容，独立储能，建成后主要参与山东电网调峰调频辅助服务，同时作为集中建设的共享储能，将储能容量租赁给风电、光伏等新能源企业，减轻新能源企业自建配套储能的投资及运维成本，储能电池组采用磷酸铁锂电池(含动态可重构储能系统单元)与超级电容电池。**

项目建设周期5个月，时间为2026年8月至2026年12月。工程总投资33000万元，其中土建投资3000万元，项目资金来源为自有资金。

信息来源：https://www.sohu.com/a/1063445946_528099

【行业动态】

河南首个采用“磷酸铁锂+超级电容” 混合储能技术路线的火储联调项目并网投运

近日，华中院设计的大唐安阳电厂火储联调项目顺利并网投运，这是**河南省首个采用“磷酸铁锂+超级电容”混合储能技术路线的火储联调项目**，填补了河南省火储联调相关领域的技术空白。



该项目位于安阳市殷都区，整体配置容量12兆瓦，**由10兆瓦/20兆瓦时磷酸铁锂电池储能系统与2兆瓦超级电容储能系统组合构成，配套大唐安阳电厂1、2号发电机组调频工作**。该项目占地约2400平方米，集成了AI智能算法、电力交易策略、多类型储能协同控制三大核心技术，构建了火电灵活调节的智能化控制体系，犹如一个巨型智能“充电宝”，可在**毫秒内灵活完成电能存储与释放，大幅提升火电机组对河南电网的调频支撑能力，缓解高比例新能源接入带来的频率波动风险**。

华中院承担了该项目的咨询和设计工作，面对全新赛道带来的技术难题，华中院技术人员依据河南省煤电调频市场交易及调频考核现状，反复开展方案

研讨，梳理火储联合运行各类工况，模拟运行曲线，一遍遍校验储能接入安全边界条件，推演控制逻辑，对比多套技术路线，细致完成火储联调系统方案编制、图纸设计、接口定义等工作。进入现场实施阶段后，华中院技术人员主动对接现场一线，全程跟进服务设备安装、接线核对、逻辑组态以及系统调试工作，以高效的执行力为并网投运提供了技术保障。

在项目实施过程中，华中院技术人员还依托项目积极开展科技研发和技术创新，完成了《混合储能辅助火电厂调频技术电气方案研究》科研课题，同时形成了一批具有自主知识产权的专利、电气设计方案及研究报告，充分展现了华中院人敢闯新领域、敢攻硬难题的精神风貌，为河南省能源结构转型升级贡献智慧和电建方案。

下一步，华中院将以该项目设计为契机，深度探索新型电力系统建设的前沿技术和创新方案，统筹推进火电灵活性改造、新能源开发、储能应用等市场开发，全力打造绿色低碳、数字智慧的现代化能源示范基地，为推动能源结构转型、构建新型电力系统贡献电建力量。

信息来源：

https://mp.weixin.qq.com/s/z9DDLX26QUXGP3fdM3iIlw?poc_token=HGx4hmqjzPvdRmnKZCniP9P0qXqjJ4RQdVJ3uR5s

【行业动态】

榆能榆神热电储能调频项目开工建设！

8月15日，由榆能长隆光伏有限责任公司投资建设的榆能榆神热电储能调频项目正式开工。

项目位于榆林市榆阳区青云镇青云电厂场内东北角，占地约2123.6平方米。**项目采用“磷酸铁锂+混合超级电容”复合技术路线，配置8MW/8MWh磷酸铁锂电池系统及4MW/10min混合超级电容系统。**该技术路线结合了两类储能介质的优势，旨在**提升AGC调频响应速度与调节精度。**



项目建成后，将**有效增强区域电网调频能力，同时减少火电机组因频繁调整带来的设备损耗，优化机组运行效能。**

新能源科技有限公司、榆能榆神热电公司及相关参建单位人员参加了开工仪式。

信息来源: <https://mp.weixin.qq.com/s/mibdHvVbYAo20eukcCGA0g>

【行业动态】

牵手国家队！绿发中科锂电容量产线项目落户姜堰

8月13日，姜堰经济开发区与北京绿发中科锂电容量科技有限公司举行锂电容量产线项目签约活动。中国绿发投资集团董事长、党委书记孙瑜，市委书记姜冬冬出席活动并致辞。

中国绿发作为服务国家能源转型的国家队、践行绿色低碳发展使命的主力军，掌握全球领先的全碳型锂电容量原创核心技术。**本次签约项目总投资30亿元，共计建成年产900万支全碳型锂离子电容器生产线。**项目投产后，将进一步完善姜堰区锂电容量产业链布局，**为新能源及电力设备产业集群发展注入强劲动能、提供有力支撑。**



活动现场，姜冬冬与孙瑜等共同见证项目签约。

姜冬冬代表市委、市政府对项目成功签约表示祝贺。他表示，当前，泰州正加快构建“8+13+X”产业链群，着力打造以“大海新晨”为标志的现代化产业体系，深度融入沿沪宁产业创新带，持续深化与京津冀地区交流合作。绿发中科锂电容量产线项目落户泰州，既是中国绿发立足“双碳”目标、布局新兴赛道的战略选择，也是泰州培育发展新质生产力的有力支撑。泰州将持续打造“到泰州、泰周到”发展环境，助力项目加快建设、高效投产，全力为企业在泰州发展提供优质服务。

孙瑜对泰州市委、市政府给予项目的大力支持表示感谢。他说，泰州区位优势突出、产业基础厚实、营商环境优越，新能源产业链布局与中国绿发发展方向高度契合。集团将高标准加快项目建设运营，主动加强与本地产业链企业协同联动，推动创新成果加速落地。期待以本次签约为新起点，持续拓展新能源、文旅康养、新兴产业等领域合作，助力泰州培育壮大新质生产力，携手打造新型储能产业发展标杆，实现地企互利共赢。

中国绿发党委委员、副总经理刘军，市领导秦猛、叶冬华，区领导刘江明、贺骏、孔纬参加活动。

信息来源: <https://mp.weixin.qq.com/s/2GBnG-zJwa7SAwXWzCJD3Q?scene=1>

【行业动态】

总投资12亿元！超级电容重仓常州

8月15日，常州西太湖科技产业园管理委员会与深圳清研电子科技有限公司签约，清研电子PTFE高端覆铜板与干法超级电容器研发制造基地项目正式落户西太湖。



效果图

当前全球AI大模型、AIDC算力基础设施建设进入爆发期，AI服务器单机柜功率密度大幅提升，瞬时算力负载波动对供电缓冲、高频高速信号传输提出双重刚需。PTFE高端覆铜板、干法超级电容器作为AI服务器高速互联基材、算力机房瞬时稳压储能核心器件，市场需求持续激增，产业链国产替代空间广阔。

当前全球AI大模型、AIDC算力基础设施建设进入爆发期，AI服务器单机柜功率密度大幅提升，瞬时算力负载波动对供电缓冲、高频高速信号传输提出双重刚需。PTFE高端覆铜板、干法超级电容器作为AI服务器高速互联基材、算力机房瞬时稳压储能核心器件，市场需求持续激增，产业链国产替代空间广阔。**清研电子计划在西太湖征地71.3亩，规划建设厂房约6.5万平方米，总投资12亿元打造年产100万平方米PTFE高端覆铜板生产基地及150ppm干法超级电容器全自动生产线。**这是清研电子在西太湖落地调频储能超级电容器、干法电极量产线项目后，又一次重磅“加仓”。

信息来源：<https://mp.weixin.qq.com/s/IFH6SFtZHIM-weR7m0ldQA>

Synthetic Porous Carbons for High-Energy, High-Power Supercapacitors

Fan Wang, Nikolaos Samartzis, Tao Wang,* and Sheng Dai*



Cite This: Chem. Rev. 2026, 126, 8517–8598



Read Online

文章摘要

多孔碳是超级电容器的首选电极材料，然而，克服能量密度与功率密度之间的权衡关系仍是一项根本性挑战。在实现高能量与高功率兼得的总体目标指引下，先进碳材料的设计取得了重大进展，同时对复杂界面上电化学电荷存储的机理认识也日益深化。本综述全面且批判性地概述了更广泛研究群体在合成多孔碳（SPCs）方面的关键进展，重点聚焦于由结构明确的分子和聚合物前驱体衍生的碳材料。我们强调了自下而上的合成策略，这些策略能够对孔结构和表面化学实现精确控制。我们总结了基本的电荷存储机制，并讨论了如何通过合理设计分级孔隙率和杂原子掺杂来平衡能量与功率性能。新兴的合成方法学、机器学习指导的材料设计以及先进的原位和操作态表征技术，被认为是实现预测性、可规模化碳设计的关键推动力。这些见解为下一代能够同时实现快速充电和高能量存储的超级电容器指明了路径。

主要图例

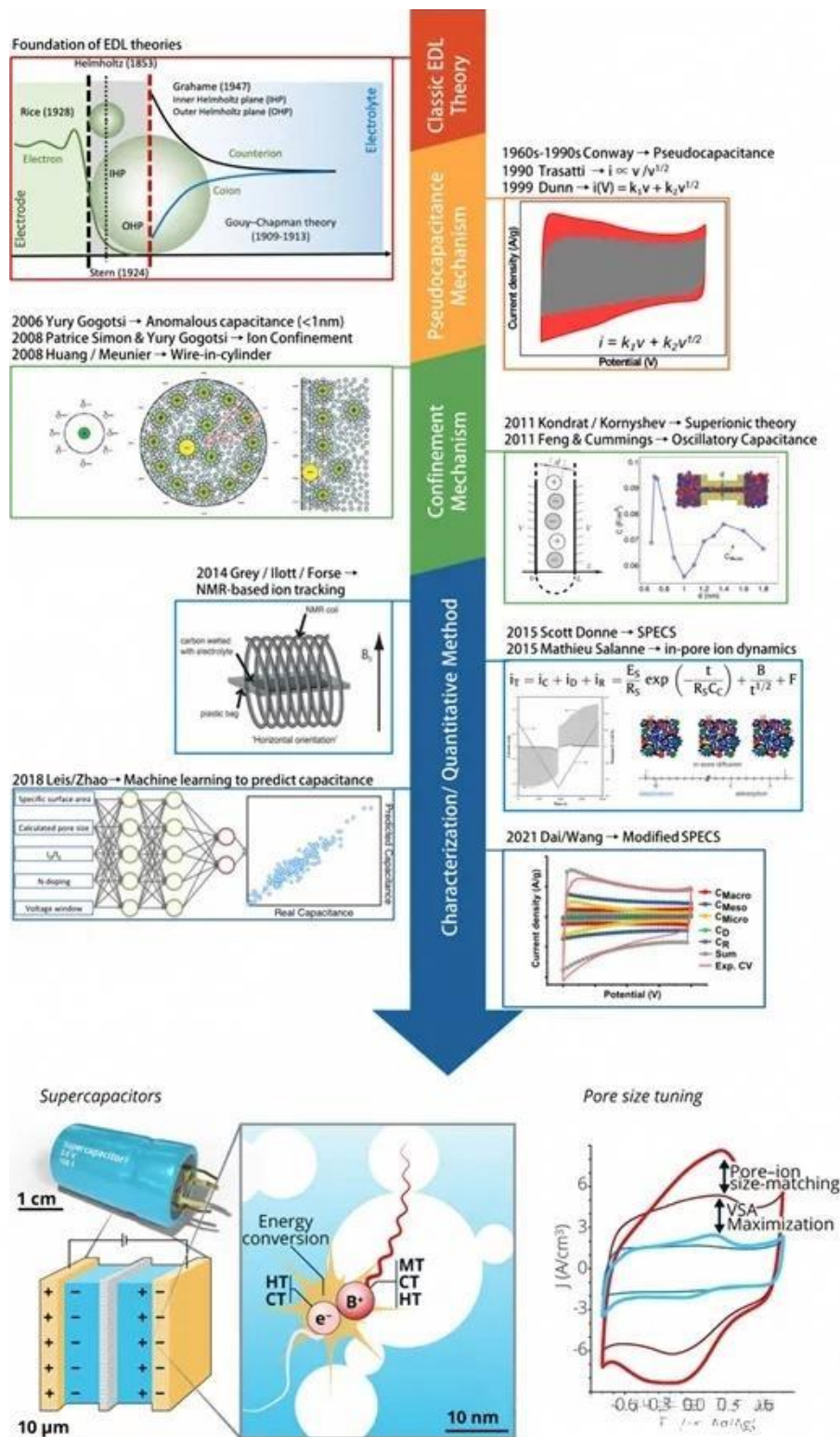


Figure 1. 碳基超级电容器机理的发展时间线。

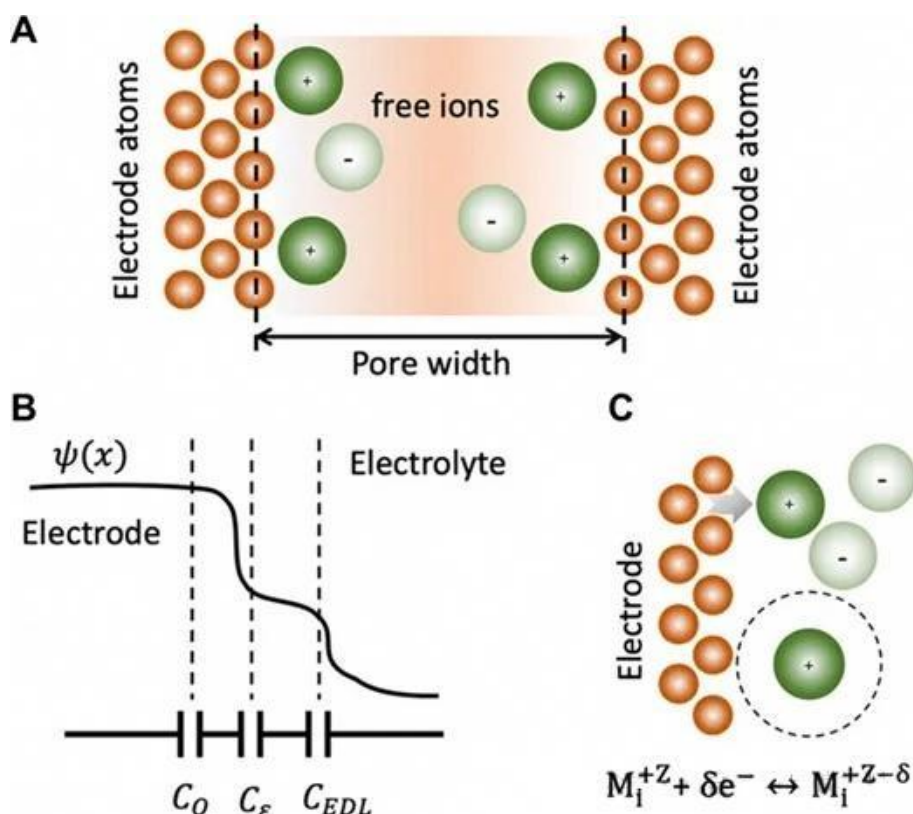


Figure 2. 电双层的示意图。A) 定义为开放体系的多孔电极中电解质溶液的示意图，即具有固定的电子化学势(μ_e)、溶剂分子化学势(μ_s)和离子物种化学势($\mu_{\pm}$)的体系。B) 局部电势及总电容的各贡献：量子电容(C_Q)、介电电容(C_ϵ)和扩散层电容(C_{EDL})。C) 电极原子(M_i)与吸附离子之间通过法拉第反应表示的电荷转移。经许可转载自参考文献74。版权2022 American Chemical Society。

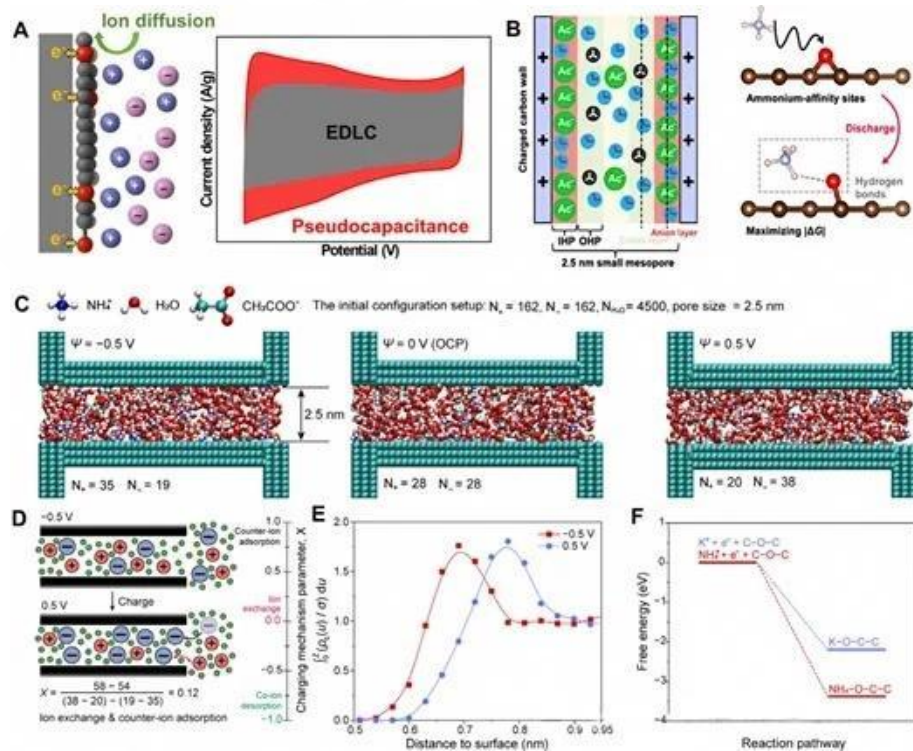


Figure 3. A) 杂原子掺杂碳表面电容产生的机理；经许可转载自参考文献90。版权2023 American

Chemical Society。B) 杂原子掺杂碳介孔中电容产生的机理；C) 在不同极化电势下，2.5 nm碳孔内 H_2O 、 NH_4^+ 和 Ac^- 的分布；D) 基于分子动力学模拟提出的电荷存储机理示意图；E) 离子层电荷密度(ρq)对碳表面距离(z)的积分，并归一化至碳表面电荷；F) 在 K^+ 和 NH_4^+ 辅助下环氧基开环反应的吉布斯自由能变化。经许可转载自参考文献91。版权2025 Elsevier。

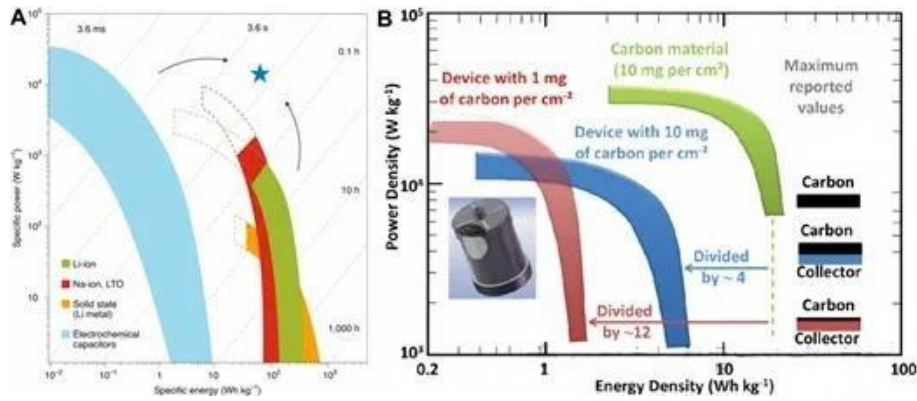


Figure 4. A) 图中展示了电池和电化学电容器（箭头）向着更高比功率和比能量发展的趋势，两条趋势线交汇处（星标）模糊了两者界限。虚线表示对称循环（100%放电深度下相同充放电倍率）时器件循环性能变化的区域。对于锂离子电池，负极上的锂沉积是循环寿命下降和充电倍率受限的主要原因。生成A图的所有数据均来自商用器件（数据表或实际测试）。固态电池数据来自行业路线图。对角虚线和时间标尺表示特征工作时间尺度，由能量除以功率得到。LTO：钛酸锂($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)。经许可转载自参考文献3。版权2023 Springer Nature。B) 拉贡图。基于质量（重量）基准的同一电化学电容器的功率密度与能量密度图。计算采用碳密度 0.8 g cm^{-3} ，电容 $80\text{--}120\text{ F g}^{-1}$ ， $70\text{ }\mu\text{m}$ 厚铝集流体，电池体积 370 cm^3 ，电池电压 3 V 。经许可转载自参考文献93。版权2013 American Chemical Society。

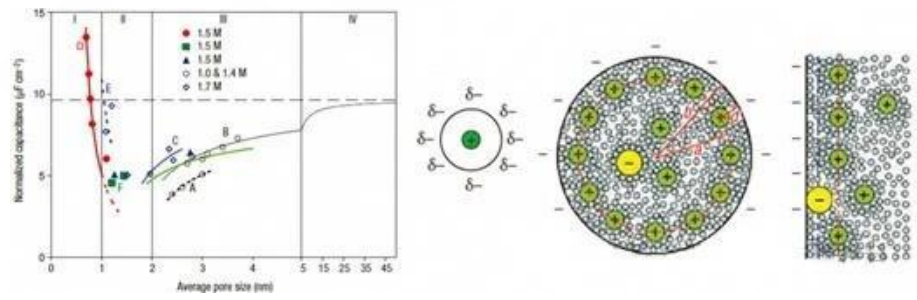


Figure 5. 不同碳样品的比电容（以SSA归一化）随孔径的变化。所有样品在同一电解质（ NET_4^+ BF_4^- /乙腈）中测试；浓度见图中说明。符号表示CDC、模板化介孔碳和活性炭的实验数据，线条为模型拟合。在区域I中，具有最小孔径的微孔碳显示出巨大的归一化电容增加，这在传统观点中是不预期的。部分或完全脱溶剂化解释了这种反常行为。如示意图所示，区域I和II可采用“线-圆柱”电容器模型，区域III应考虑“双圆柱”电容器模型，而对于较大孔（区域IV），当曲率/尺寸效应可忽略时，可采用常用的平面电双层电容器模型。A、B：模板化介孔碳；C：活性介孔碳；D、F：微孔

CDC; E: 微孔活性炭。经许可转载自参考文献67。版权2008 Springer Nature。

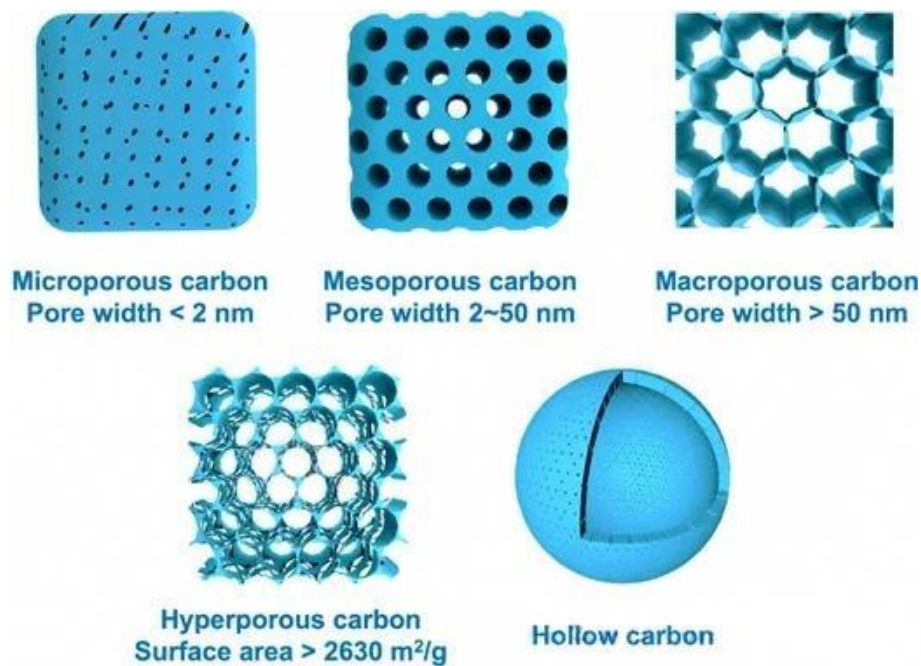


Figure 6. 具有不同孔结构的典型多孔碳材料的示意图。

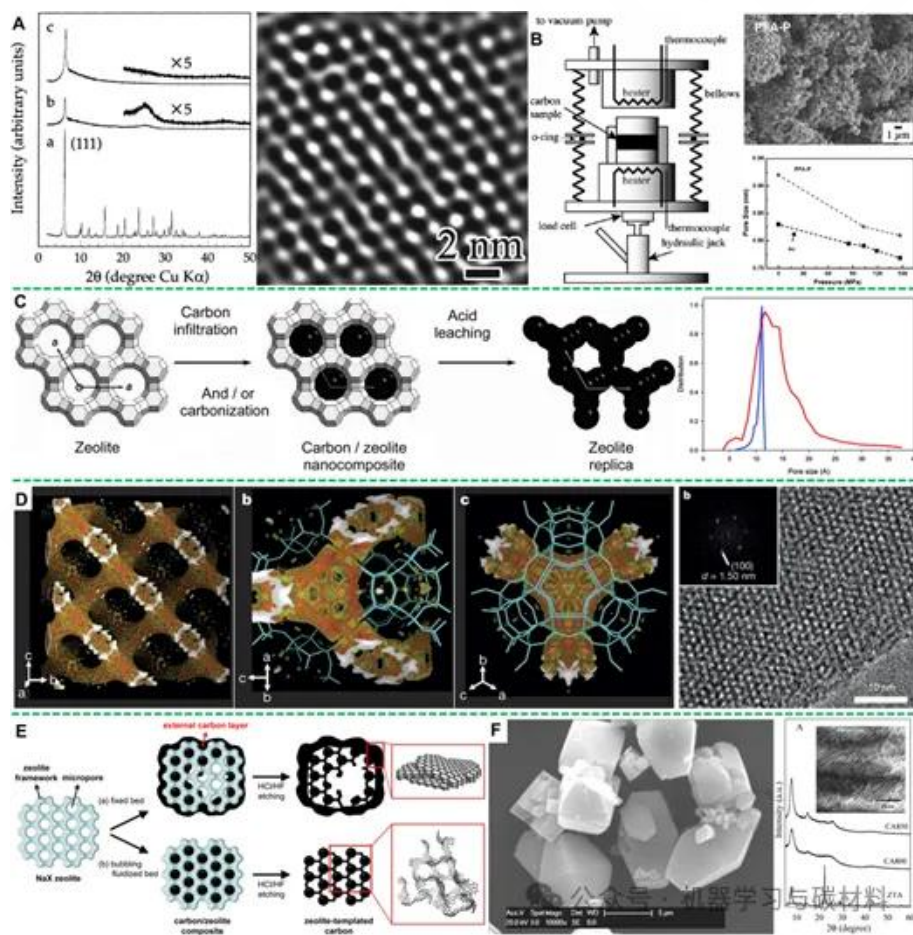


Figure 7. A) 以Y型沸石为模板，通过CVD法制备微孔碳的工艺示意图，以及其N₂ 吸附等温线。经许可转载自参考文献167。版权2001 American Chemical Society。B) 碳粉热压装置、SEM图像及以Y型沸石为模板制备的微孔碳的N₂ 吸附等温线。经许可转载自参考文献168。版权2007

Elsevier。C) 沸石模板及孔径的合成过程示意图。经许可转载自参考文献169。版权2007 American Chemical Society。D) 在沸石模板中铜催化合成微孔三维石墨烯类碳。经许可转载自参考文献170。版权2016 Springer Nature。E) 无外部碳沉积的可规模化合成沸石模板有序微孔碳。经许可转载自参考文献171。版权2020 Elsevier。F) 高比表面类沸石碳材料。经许可转载自参考文献172。版权2007 American Chemical Society。

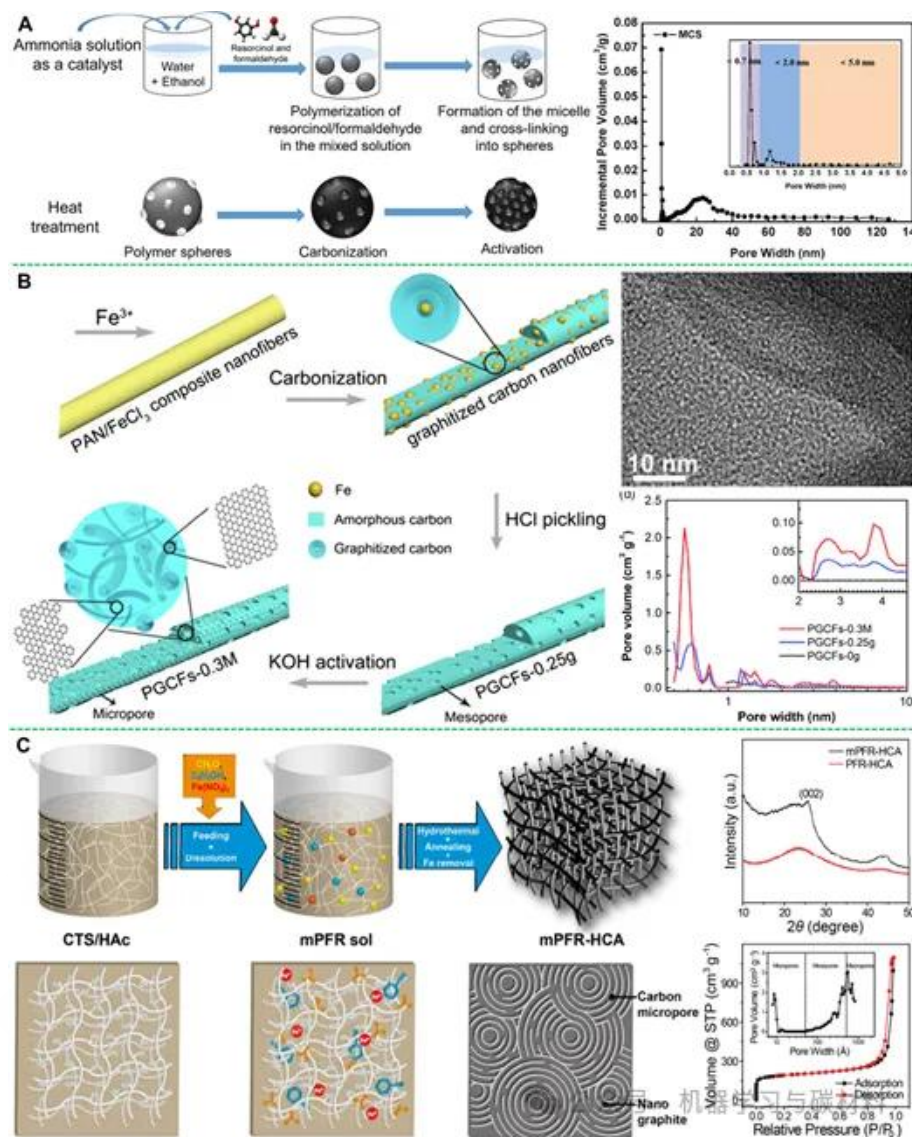


Figure 8. A) 微孔碳纳米球的制备与活化。经许可转载自参考文献186。版权2020 American Chemical Society。B) 多孔石墨化碳纤维(PGCFs)的合成。经许可转载自参考文献187。版权2020 Wiley。C) 离子催化合成嵌入膨胀纳米石墨的微孔硬碳。经许可转载自参考文献188。版权2016 American Chemical Society。

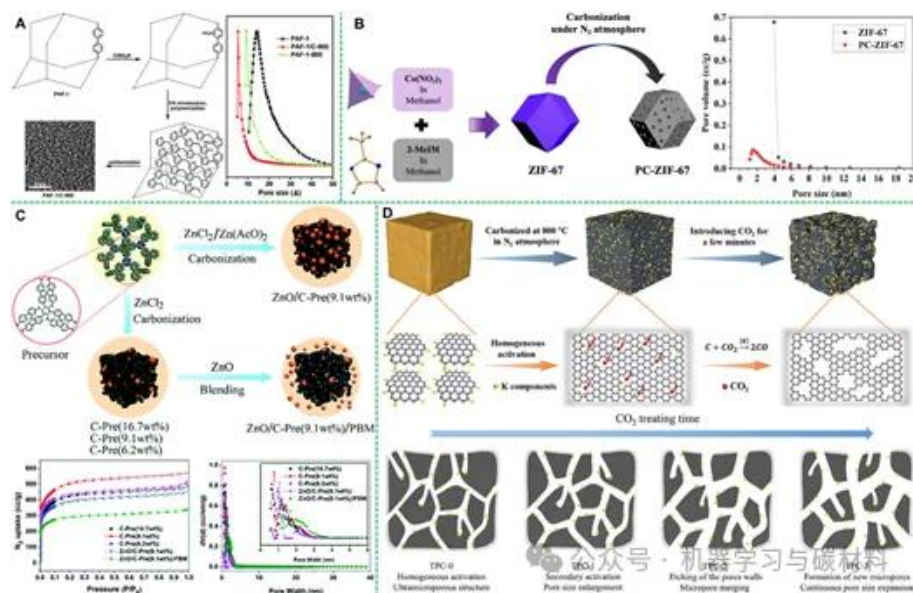


Figure 9. A) 通过热解负载额外碳源的多孔芳香骨架制备微孔碳材料。经许可转载自参考文献191。版权2013 Royal Society of Chemistry。B) 由沸石咪唑酯骨架-67衍生的微孔碳。经许可转载自参考文献193。版权2023 Elsevier。C) 由微孔有机聚合物制备的多孔碳。经许可转载自参考文献194。版权2019 Royal Society of Chemistry。D) 通过短时CO₂ 后活化实现碳的孔道超快调控。经许可转载自参考文献195。版权2022 Elsevier。

主要结论

由分子和聚合物前驱体衍生的合成多孔碳（SPCs）已成为设计高性能超级电容器的强大平台，在孔结构、表面化学和结构演化方面提供了前所未有的控制能力。如本综述所详述，自下而上合成、分级设计以及先进表征技术的进展显著加深了我们对结构-传输-性能关系的理解。

然而，尽管取得了这些进展，一个关键性的再审视揭示该领域正接近一个概念瓶颈，而非材料瓶颈。核心问题在于，所报道的材料级性能与实际器件运行之间持续存在脱节。在低载量、薄电极和过量电解液条件下，超过300–500 F g⁻¹的质量比电容常规可得。但在实际条件下——高载量(> 10 mg cm⁻²)、厚电极(> 100 μm)和有限电解液——电容保持率经常下降50%–80%。这种差异表明，大量报道的“高性能”源于测量条件而非材料的本征设计，并突显了将性能基准重新定义为体积、面积和高倍率指标的紧迫性。

除了实验上的不一致性，更深层的局限源于指导材料设计的不完整机理框架。被广泛采用的“表面控制vs扩散控制”范式提供了有用的现象学描述，但无法捕捉限域孔内离子脱溶剂化、限域诱导重构和局域结构异质性等耦合过程。越来越多的证据表明，孔的可及性、连

通性和结构无序性——而非仅比表面积——决定了电荷存储行为，但合成策略仍在优先追求比表面积最大化。这种不匹配凸显了因果结构-性能关系的缺失，这是阻碍预测性设计的根本障碍。

在更基本的层面上，对电双层电容（EDLC）的依赖对能量密度施加了固有上限。尽管杂原子掺杂常被引入以贡献赝电容，但其作用仍不明确。在多数情况下，性能提升无法明确归因于氧化还原活性、润湿性改善或电子结构修饰。更关键的是，碳骨架的电子结构——特别是费米能级附近的态密度、功函数及相关的量子电容——作为一个统一设计参数仍很大程度上未被探索。在此背景下，新兴概念如“还原性碳”和“贵碳”——通过有意调控电子结构来调节界面电势排列、抑制自放电和优化离子-电子耦合——为超越传统掺杂策略提供了新概念框架。这些方法表明，未来的SPC设计必须从几何优化转向电子结构驱动的工程，其中电荷存储不仅取决于可及比表面积，还取决于电极-电解质界面的能态景观。

这些局限性共同指向了定义SPC研究下一阶段的若干基础科学挑战。首先，跨多尺度的离子传输与电荷存储之间的耦合仍未解决。尽管分级多孔性被广泛采用，但通常仅作为孔径的统计分布，而非受控的传输网络。未来的进展需要从孔径优化转向孔连通性和传输路径工程，特别是在实际电极厚度下。其次，领域必须转向对表面化学和电子结构的更精确控制。开发能够实现可控掺杂和电子性质系统调控的合成策略，对于建立因果设计原则至关重要。第三，精度合成与规模化之间的挑战仍未解决。许多结构明确的多孔碳依赖于复杂的模板法和多步工艺，与工业生产不兼容。在结构精度与可规模化、绿色合成之间架桥对于实际应用仍然不可或缺。

应对这些挑战需要转向更集成的设计策略。一个关键方向是数据驱动的材料设计框架。机器学习方法，包括新兴的大语言模型辅助策略，为导航复杂合成空间和识别最优结构-性能关系提供了新机遇。然而，其预测能力关键取决于与原位和操作态表征的整合，后者可直接洞察实际条件下离子动力学和界面过程。因此，ML与操作态技术的结合代表了建立预测性且经实验验证的设计规则的有力途径。

同样重要的是，将电极和电解液视为耦合系统而非独立变量。多孔碳中的电荷存储根本上由孔结构与电解质离子之间的相互作用决定，包括离子尺寸、溶剂化结构和传输行为。在此背景下，高熵电解质与离子混合物电解质系统一起，通过引入化学多样的离子环境和可调的溶剂化结构，扩大了设计空间。将孔结构与这类复杂电解质相匹配，为同时增强能量密度和保持快速离子传输提供了有前景的途径。

用于超级电容器的SPC的发展已进入这样一个阶段：进一步的进展不能依靠比表面积、

孔径分布或掺杂含量的增量改进。相反，它需要直面电化学储能的基本权衡：孔隙率与密度之间、可及性与限域之间、结构精度与可规模性之间。超越这些限制需要从经验优化转向机理知情的集成设计，其中孔结构、电子结构和离子传输被视为跨越多个尺度的互连系统。通过整合精密合成、先进表征和数据驱动方法，可以建立将分子结构与器件级性能相连的预测性设计原则。这样的框架对于将SPCs从高性能模型材料转变为能够在实际运行条件下同时提供高能量密度和高功率能力的实用储能平台至关重要。

原文链接

DOI: 10.1021/acs.chemrev.6c00037

信息来源：<https://mp.weixin.qq.com/s/mEAPnmLn9bDchCCbZXeZjQ>



产业



学术

联系我们

电话：13311368548、13164268122

网址：www.china-sc.org.cn

邮箱：13311368548@163.com

地址：北京市海淀区万寿路27号



小秘书



超级电容+