

项目榜单

榜单名称	金属型富集单壁碳纳米管的可控宏量制备及其在锂离子电池的应用研究		
行业领域	新型储能	专业方向	高端浆料
(计划)启动时间	2025-1-1	计划完成时间	2026-12-31
榜单提出目的	<p>硅负极材料因具有高理论容量而被认为是下一代锂离子电池的理想选择，但其不良的电导率以及较大的体积膨胀不可避免地导致较差的循环稳定性，限制其大规模应用。单壁碳纳米管（SWCNTs）拥有极高长径比、极强的柔性网络构筑能力和范德华作用力，能很好地吸附在硅负极材料表面，在极低添加量下在硅负极颗粒之间形成三维导电网络，使得电极拥有稳定的循环性能、较高的首次库伦效率和出色的倍率性能。</p> <p>预计2024~2026年，宁德时代、比亚迪等头部锂离子电池企业将实现硅负极的批量化应用，硅负极的用量将达到几万吨级规模，对应的SWCNTs粉体市场需求将达到几百吨级规模。目前全球仅OCSiAl公司实现了常规的SWCNTs吨级量产，而国内只达到了公斤级制备水平，且成本远高于OCSiAl，差距较大。</p> <p>同时，在常规的SWCNTs中只有1/3是金属型(导电性好)， 2/3是半导体型(导电性差)，整体的导电性能尚未充分发挥出来,若能提高金属型SWCNTs的丰度，其导电性能将会大幅提高。但直接制备高纯度的金属型SWCNTs十分困难,多年来科学家使用了各种技术尝试生产金属型SWCNTS，但收效甚微，且制造成本十分高昂。因此，亟待开发一种可控宏量制备金属型富集SWCNTs的新技术。</p>		

榜单任务内容	<p>本项目聚焦金属型富集单壁碳纳米管在锂离子动力电池中的应用。当前新能源汽车需高能量密度电池，硅负极循环性能差，添加单壁碳纳米管是有效方案，但常规单壁碳纳米管中金属型仅占三分之一，导电性能未充分发挥。项目需解决四大技术难题：一是通过优化工艺参数实现金属型富集单壁碳纳米管的可控宏量制备；二是开发低成本绿色分离方法；三是解决单壁碳纳米管的分散难题；四是探索其在锂离子电池中的应用，包括筛选分散剂和优化制浆工艺配方等。</p> <p>材料合成方面，有化学气相沉积系统、微波等离子体化学气相沉积系统等用于合成单壁碳管。后处理和纯化设备包括超声波清洗机、离心机、过滤设备等。表征和分析设备涵盖透射电子显微镜、扫描电子显微镜、拉曼光谱仪等多种仪器。测试和性能评估设备有四探针电阻测试仪、热重分析仪等。实验室设施包括无尘室、通风橱、高压反应釜等。此外，还需计算和模拟工具以及稳定的电源、气体供应和废气废液处理系统，及专业人员等。这些配置可提高研究和生产效率，推动其在多个领域的应用。项目拟达到的技术指标如下：</p> <p>1) 单壁碳纳米管粉体：管径0.7~3 nm，G/D≥40，灰分≤30%（提纯后≤3%），金属型SWCNTs丰度≥50%，单台设备的粉体连续稳定生长时间≥72h，单台设备平均产率≥500g/h；</p> <p>2) 单壁碳纳米管导电浆料：固含量≥1%，粘度≤20000 mPa·s，Fe含量≤100 ppm，Co，Ni，Cu，Zn，Cr含量≤20 ppm，1%添加到硅材料中膜阻≤8 Ω·cm，储存稳定性≥90天；</p> <p>3) 制备的电芯为2-3Ah的叠片型软包电芯，其中正极为NCM811；负极为硅碳（气相沉积硅与人造石墨）复合材料，负极克容量≥550mAh/g，负极体系内单壁管粉体的添加量与硅碳活性物质的占比≤0.08%；其锂离子电池应用指标如下：</p> <p>(1) 首次库仑效率≥80%；</p> <p>(2) 3C/1C的放电倍率≥62%；</p> <p>(3) ACR≤15 mΩ，DCR(50°C,3C) ≤60mΩ，Rct（EIS）≤20mΩ；</p> <p>(4) 45°C存储28天容量保持率≥88%，容量恢复率≥94%，内阻变化率≤30%。</p>
榜单效益目标	<p>经济效益:实现单壁碳纳米管量产的国产化替代，量产工艺技术达到国际先进水平。金属富集型单壁碳管的量产技术研究达国际领先水平。按项目实施后3年预估，预计项目年产20吨单壁碳纳米管，售价约为2000万元/T，应用单壁碳管制备导电剂浆料5000吨，售价约15万/T，则预计年销售额为7.5亿元/年，毛利润为2.25亿元，估算税收为1.13亿元。</p> <p>社会效益：单壁碳管被广泛用于新型储能设备如电池或超级电容器，将促进电动汽车、无人机、便携式电子设备等产业的发展，提升社会生产力，最终可能大幅减少全球能源消耗，带来实质性的环保效果，进一步提升该行业在国际的影响力。</p>