

长寿命金刚石碳骨架粒子电极 技术白皮书

发布日期：2026年1月 | 主题：源自固态电池技术的下一代工业废水三维电解核心耗材

1. 产品概述 (Executive Summary)

在高浓度难降解有机废水及贵金属回收领域，传统填料面临“寿命短、能耗高、功能单一”的困境。南京簇峰机电科技有限公司基于先进的界面工程原理，开发了一种以微米级金刚石为结构骨架、高导电碳材料为基体的新型复合粒子电极。

该产品完美整合了金刚石的极致机械耐久性和碳材料的优异电化学活性，不仅为印染、医药化工废水提供了一种全生命周期成本最低的解决方案，更在黄金提炼、核工业等高端领域展现出不可替代的资源回收价值。

2. 技术原理与核心优势

本方案的核心技术源自全固态锂金属电池的高模量负极宿主材料。我们利用同样的“刚柔并济”微观结构设计，解决了水处理领域的工程难题。

2.1 仿生学刚性导电复合体 (Biomimetic Structure)

- ✓ **连续导电相（电子通道）：**采用高石墨化碳材料作为基体，将金刚石骨料紧密包裹并连通。通过特殊的界面改性与致密化工艺，实现了硬质骨料与导电基体之间的强力冶金结合，确保材料在长期水流冲刷下不解体、不剥离。
- ✓ **超硬骨料相（耐磨核心）：**引入工业级金刚石微粉。利用金刚石极高的硬度（莫氏 10），在粒子内部构建起致密的刚性网络，承担流化过程中所有的机械碰撞与摩擦。**结果：抗压强度 > 100 MPa，实现“零产泥”运行。**

2.2 类 BDD 高级氧化机理

金刚石相具有极宽的电化学窗口。在电场作用下，金刚石表面能高效产生羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$)，氧化电位高达 2.8V。相比传统吸附主导的材料，本方案能无差别矿化难降解有机物，COD 去除率较传统材料提升 20-30%。

3. 核心性能深度对标 (Benchmark)

以下数据基于标准三维电解反应器测试结果，直观展示本方案在工程应用中的绝对优势。

对比维度	金刚石碳骨架 (本方案) 推荐	颗粒活性炭 (GAC)	负载型陶粒	树脂基碳球
机械强度 (抗压/耐磨)	> 100 MPa (极高, 零粉化)	< 10 MPa (极易泥化)	20-30 MPa (涂层易磨损)	中等 (易碎)
使用寿命	5 - 8 年	3 - 6 个月	1 - 2 年	1 - 2 年
导电模式	体相全导电 (磨损不失效)	体相导电	表面涂层导电 (磨损即绝缘)	体相导电
催化机理	高级氧化 ·OH 高效矿化	物理吸附为主 易饱和	金属氧化物催化	物理吸附为主
危废产生	无	大量废炭泥 (处置费极高)	少量废渣	少量
综合能耗	低 (槽电压低)	中	高 (电阻大)	中

4. 目标市场应用全景图谱

本产品不仅适用于传统的污水处理，更在资源回收和特种领域具有独特优势。

🏆 黄金与贵金属冶炼

高利润 资源回收

核心痛点：氰化物剧毒难解；微量黄金流失。

本方案价值：

- 利用 ·OH 高效氧化破除氰根。
- 利用多孔导电骨架原位电沉积回收黄金，变废为宝。

🏭 电镀/PCB 园区废水

重金属 络合物

核心痛点：重金属络合物破络难；COD/氨氮难达标。

本方案价值：强氧化能力瞬间破络，释放重金属离子并在阴极沉积回收（如铜、镍），实现达标排放。

💊 医药/农药化工废水

高盐 高毒性

核心痛点：盐分高抑制生化；抗生素/苯环类毒性大。

本方案价值：金刚石骨架耐高盐腐蚀；强氧化性直接开环断链，大幅提高废水的可生化性。

🖨️ 印染/造纸废水提标

大水量 降本

核心痛点：活性炭频繁粉化，污泥处置费高昂。

本方案价值：直接替换现有活性炭填料，5年不换料，年化运行成本降低 40% 以上。

☢️ 核工业废水处理

高壁垒 长寿命

油田回注水/压裂液

耐油污 不板结

核心痛点：含油含聚合物，填料易板结堵塞。

核心痛点：维护困难，要求设备极度稳定，减少耗材更换。

本方案价值：金刚石极耐辐射，且**超长寿命免维护**特性完美契合核工业“少人/无人值守”的需求。

本方案价值：表面化学惰性，不易吸附油污；强氧化能力直接降解聚合物，防止地层堵塞。

5. 经济效益与合作模式

 **综合降本：**虽然单吨采购价高于活性炭，但由于**寿命长 (>5年 vs 0.5年)**且**无危废处置费**，全生命周期综合成本降低 **50% 以上**。

 **灵活模式：**

- 直接销售：**适合新建项目或大修替换。
- 租赁服务：**针对运营方，按年收取租赁费，客户无资产压力。
- 效益分成：**针对黄金回收项目，可按回收金属价值进行分成。

开启合作

金刚石碳骨架粒子电极——让工业废水处理从“成本中心”转向“价值中心”。

欢迎联系我们获取样品或预约现场中试。

南京簇峰机电科技有限公司

地址：江苏省南京市江北新区行知路2号2栋9层909室

邮箱：wangbo@tospike.com

官网：www.tospike.com

© 2026 南京簇峰机电科技有限公司 | 保留所有权利