
深圳先进院等构建一套有机半导体材料赋能大肠杆菌光驱动产氢体系

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13629.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院深圳先进技术研究院合成所副研究员王博团队联合江苏大学教授姜志锋、香港中文大学教授Po Keung Wong构建了一套简易高效的有机半导体材料（碘掺杂水热碳，I-HTCC）“外挂式”赋能大肠杆菌光驱动产氢体系，并以Interfacing iodine-doped hydrothermally carbonized carbon with Escherichia coli through an “add-on” mode for enhanced light-driven hydrogen production为题，在线发表在Advanced Energy Materials上。香港中文大学博士研究生肖可蒙为论文第一作者，王博、姜志锋和Po Keung Wong为论文共同通讯作者。

由于能源和环境危机日益加剧，加强对太阳能等清洁能源的有效利用与转化成为实现人类社会可持续发展的重要发展方向之一。基于此，半人工光合领域应运而生，该体系结合了半导体材料对光能的高效捕获能力及生物的高选择催化能力，有效吸收太阳能产生光生电子或还原力以驱动生物体内高附加价值产物的代谢。目前，该体系的构建主要依赖于微生物自身矿化或者内吞作用，实现金属半导体材料如硫化物的沉积及量子点纳米材料的吸收。鉴于重金属离子的毒性和金属半导体材料的光腐蚀性，以无机材料/微生物为代表的杂化体系存在环境隐患的同时，负载效率和物质代谢能力也受到重金属离子毒性的限制。

以碳基材料为代表的有机材料具备较好的生物兼容性，理化性质稳定，但存在光能捕获效率较低和光生载流子复合快的问题。通过碘的掺杂作用，水热碳具备了常碳基材料优势，并拥有良好的全光谱吸收和光生电子迁移能力。此外，碘掺杂水热碳可由一系列碳水化合物前驱体，如蔗糖、淀粉、稻草和动物粪便等水热合成且无温室气体的排放。这些特性使得碘掺杂水热碳成为低廉高效的微生物伴生光驱材料。

化能异养微生物大肠杆菌被选为该体系的微生物工厂，一方面由于大肠杆菌成熟的基因操作技术赋予其产物多样性的特点；另一方面其清晰的代谢通路有助于研究材料微生物界面能量电子迁移的问题，后者是半人工光合领域尚未攻克的难题之一。为克服上述提出的生物矿化和内吞作用对微生物的影响，该研究采用普适便捷的“外挂式”自组装方式，通过改性微生物表面电荷，使其与带负电荷的碘掺杂水热碳通过静电吸附快速结合，在光照下实现光生电子的有效迁移。该方法突破了纳米材料和微生物自身的局限，可根据实验需求设计不同半导体材料和微生物的高效组合体系。自组装的I-HTCC@E.coli体系产氢效率相比于纯大肠杆菌黑暗发酵体系明显提高，实现了

(< 3%) 。

该研究进一步分析了光生电子迁移路径以及对大肠杆菌产氢代谢的调控难题。实验结果表明，碘掺杂水热碳的光生电子主要通过直接传递和NA

D⁺

/NADH介导的间接传递作用被微生物利用。迁移到微生物体内的光生电子主要通过一种微妙的形式正反馈调节大肠杆菌的甲酸产氢途径和NADH产氢途径的底物以提高大肠杆菌的氢能转化效率。该体系同样具备了较好的光稳定性和普适性，可应用于不同碳基材料，对大肠杆菌产氢均显示了不同程度的促进作用。

研究工作得到国家自然科学基金委员会、科技部国家重点研发计划、中科院深圳先进院、中科院定量工程生物学重点实验室和深圳合成生物学创新研究院的资助。

[论文链接](#)

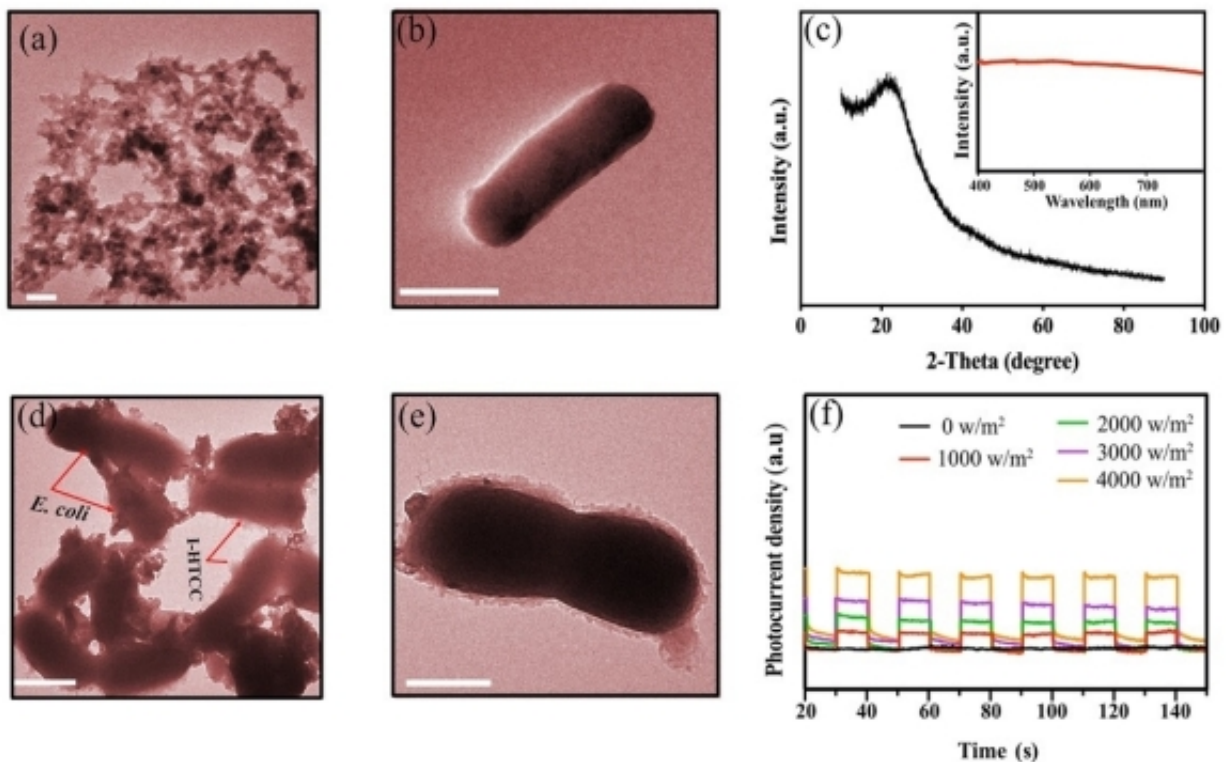


图1.样品表征。(a)碘掺杂水热碳透射电镜；(b)PAH改性后细胞形貌；(c)碘掺杂水热碳的x射线衍射和紫外可见光吸收图谱；(d)、(e)碘掺杂水热碳和大肠杆菌自组装体系透射电镜；(f)不同光电流下碘掺杂水热碳光电流响应。

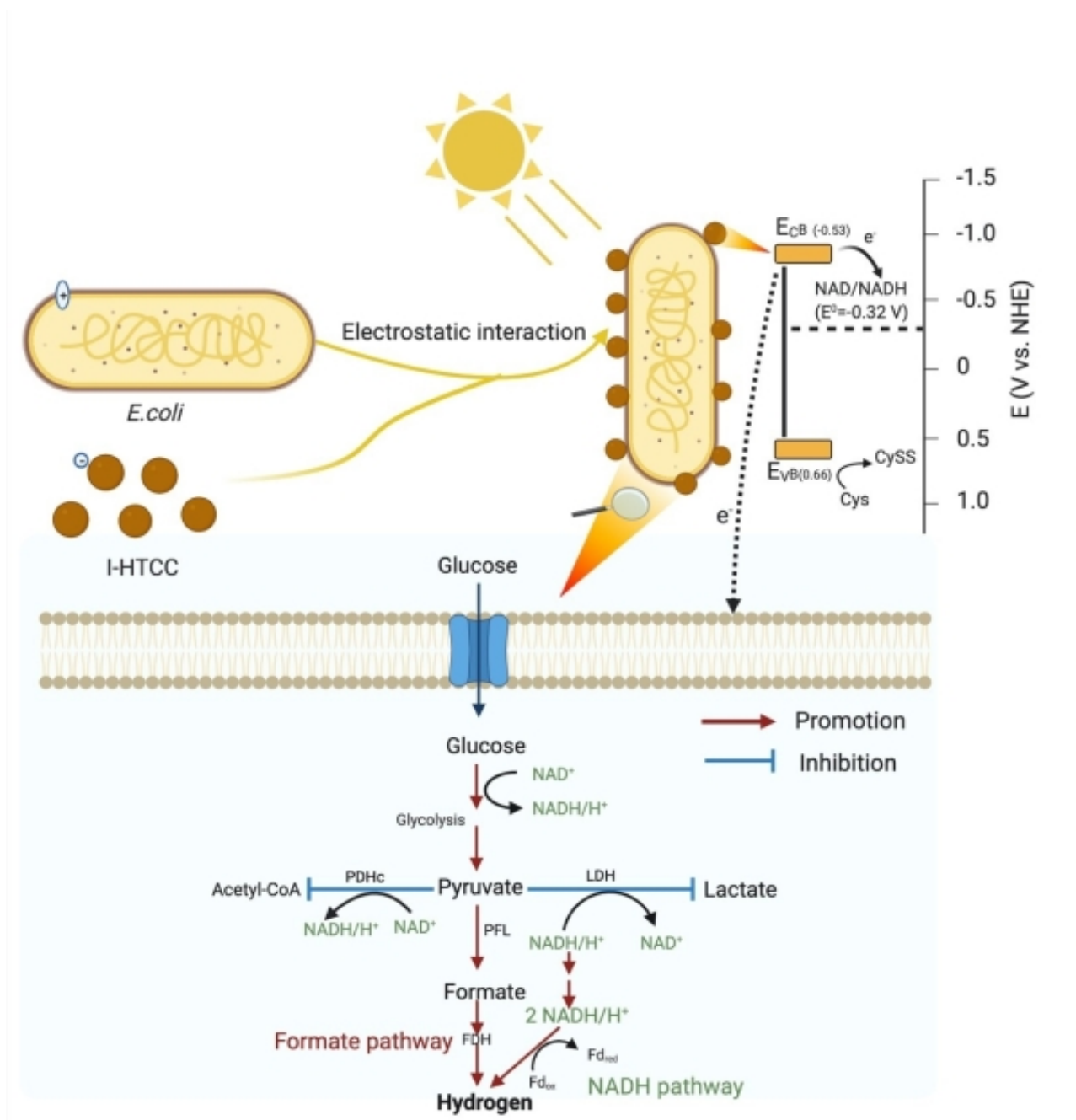


图2.驱动碘参杂水热碳和大肠杆菌自组装体系产氢的机理。

研究团队单位：深圳先进技术研究院

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发