
高轻量化3D固体氧化物燃料电池，或助力航空航天及星球探索

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34538.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！

高轻量化3D固体氧化物燃料电池，或助力航空航天及星球探索。

2025年7月18日，丹麦技术大学能源系Vincenzo Esposito教授、周志鹏博士等研究人员在Nature Energy期刊上发表了一篇题为Monolithic gyroidal solid oxide cells by additive manufacturing的研究成果。

该成果报道了一种新的固体氧化物燃料电池/电解池（solid oxide cells-SOCs）结构，即3D-SOC。相较于目前采用的平板式SOC（即2D-SOC），3D-SOC的比质量和比体积性能指标高出了近一个数量级。这或将助力SOC技术在航空航天领域的应用。

论文通讯作者是周志鹏、Venkata K. Nadimpalli、Vincenzo Esposito；第一作者是周志鹏。

固体氧化物电池（Solid Oxide Cells-SOCs）是一种全固态陶瓷结构的、无需使用贵金属催化剂（如铂）、高效、清洁、具有可逆模式的电化学能量转化装置。在燃料电池（SOFC）模式下，其可利用燃料如氢气及碳基燃气进行发电；在电解池（SOEC）模式下，其可电解水或CO₂来获得燃气及氧气。近年来，Airbus（空客）提出了HYdrogeneLectrical Engine Novel Architecture[1]，构想SOFC将在未来大型客机上应用，以发挥SOFC零排放、高效能、低材料成本的优势；同时，NASA（美国宇航局）基于SOEC对电解CO₂的独特优势和其全固态的安全及稳定结构，已开始布局SOEC在火星上电解CO₂生产氧气，为未来人类在火星上的探索活动提供保障[2]。这足以体现SOC技术在一些特殊领域独特的应用优势，但也对SOC电堆的轻量化、紧凑性和稳定性提出了极高的要求。

由于传统制造技术的限制，复杂陶瓷结构成形困难。目前，主要采用平板式2D-SOC电堆。平板式2D-SOC电堆由多个单电池（single cell）、金属连接体、密封垫片及其他部件封装集成（如示意图1A所示）。金属连接体通常就占据了电堆质量的75%以上，且存在氧化腐蚀降低电堆性能的隐患。导致电堆的质量大、体积大、比质量和比体积效能低，使其在航空航天及载具领域的应用具有很大的挑战。

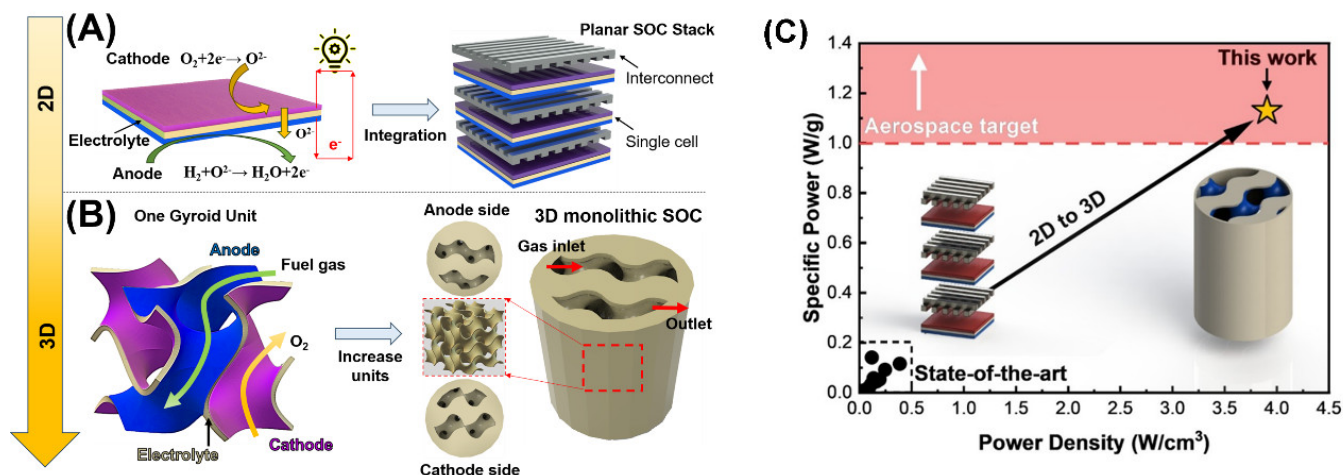


图1：从2D-SOC到3D-SOC。（A）平板式2D-SOC电堆示意图；（B）整体式3D-SOC示意图；（C）2D-SOC电堆与整体式3D-SOC的效能对比。

近期，丹麦技术大学（DTU）能源系周志鹏、Vincenzo Esposito等研究人员提出了整体式3D-SOC的概念（如图1B所示）。并通过陶瓷增材制造技术将其实现。整体式3D-SOC所使用的电解质为高空间利用率的立体Gyroid结构，其增殖不再依赖于单电池与金属连接体的堆叠，而可以通过增殖Gyroid单元数量直接实现。这个概念将SOC技术从2D推进到了3D。整体式3D-SOC结构将电解质、密封及支撑体部件一体化设计和成形，移除了金属连接体，具有高紧凑性、高轻量化、高稳定性的特点。通过测试，3D-SOC的比质量和比体积效能高出传统电堆近一个数量级，并体现出了优异的动态稳定性。同等效能的3D-SOC与传统2D-SOC电堆相比，其质量和体积都会有近10倍的减小。直观来讲，如果使用整体式3D-SOC，NASA火星计划所需求的SOEC电堆有望从6.4吨和6.6立方米减小至0.6吨和0.6立方米。

目前丹麦技术大学研究团队正在积极推进3D-SOC的商业化，并且已经获得了丹麦国家项目The Danish national VILLUM P2X Accelerator Program的资助。项目由Vincenzo Esposito教授和周志鹏博士共同申请和主持。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-025-01811-y>

作者：周志鹏等 来源：《自然-能源》

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](https://www.iikx.com)转发