陕西氢能产业发展有限公司

“揭榜挂帅”关键技术攻关项目

陕西氢能产业发展有限公司（以下简称“陕西氢能”）2023年度“揭榜挂帅”关键技术攻关项目“固体氧化物燃料电池技术研发与应用示范”，主要是解决固体氧化物电池（SOC）技术在分布式发电、电解水制氢、共电解CO2领域应用示范中的“卡脖子”技术难题和支撑产业高质量发展的关键技术需求。具体如下：

**一、项目概况**

陕西氢能发挥统领陕西全省氢能产业发展作用，统筹陕西全省氢能供应、产业基础和市场空间整体布局，协调产业链上下游企业，整合氢产业各类资源，科学有序开展氢能技术创新和应用示范，构建协同发展的氢能产业发展新局面。陕西氢能以“落地榆林、发展陕西、辐射西北、建设一流企业，打造‘西部氢谷’”为战略目标，力争到2030年实现500万吨/年氢能供给、建设一个氢能产业链研发、生产、制造基地、建成一个氢能应用示范区、10000辆氢能重卡运营服务场景平台、1000亿元产值、撬动榆林10000亿元GDP发展的规划目标。根据陕西氢能公司总体战略规划，解决氢能产业的“卡脖子”技术，特设置“固体氧化物燃料电池技术研发与应用示范”项目。

**二、存在的主要技术问题**

国外先进水平已经达到百千瓦到兆瓦级SOC系统的商业化应用，而我国尚且没有商用的百千瓦级SOC系统，电堆和系统技术仍有差距。本项目拟开展高效率、大功率SOC系统开发，掌握SOC全产业链自主知识产权，并推动SOC系统的国产化、商业化。拟解决的关键技术问题如下：

**（一）单电池/单体电解池运行参数**

单电池、单体电解池的性能与材料物性、结构参数等密切相关，需要明确电极结构在运行条件下的稳定性和组分变化，建立运行参数、电极结构变化与性能衰减之间的关系，有效指导电池结构设计及运行条件的优化。采用模拟仿真与实验紧密结合的方法，诠释运行参数、电池性能与电池结构的作用关系，指导单电池、单体电解池结构优化和运行参数优化。

**（二）一致性电堆结构及集成技术**

由于电堆结构布局及燃料流量、压力等因素，导致电堆单元组件间温度、组分分布不均，不利于电堆稳定运行；在系统负载变化时，进出电堆的燃料/尾气流量、压力、温度也会随之发生变化，可能会出现燃料亏空、积碳、超出温度约束、电堆效率降低等问题。将电堆在线测试、工况调节结合电堆多物理场耦合模型，研究内部组分、温度、电流密度分布等与电堆的结构、形状等的关系，剖析在不同工况下电堆结构、性能与运行参数的关系，指导开发高一致性电堆结构及相应的集成技术，形成批量化制备能力。

**（三）高可靠性模组集成策略**

建立多级电堆的模组模型，获得模组内各级电堆串并联方式及所含单元数与热电综合性能的映射关系，提出具有广泛适用性的模组结构优化方案；结合模组输出功率、发电效率、安全运行等需求，通过实验测量与仿真模拟，明确不同燃料组分与运行工况下模组内电堆发热量与局部温度；建立模组传热模型，优化空气流量、入口温度、外加热量等参数，优选模组隔热材料，集成大功率安全可靠的电堆模组。

**（四）系统优化设计及热平衡管理方案**

设计高度集成的热管理和气体供给模块，通过系统仿真构造多种系统流程方案，包括不同的高温部件布置、电堆模块组合方式、尾气部分循环方案等，获得详细的物料及热量平衡数据，进行能效分析、成本分析及敏感性分析，确定最优的系统设计方案。参照模组的最佳工作温度，选择合适的换热和加热方式，对热管理系统进行优化设计，提高系统综合能源转化效率，提出稳定可靠系统管理方案。

**三、预期目标**

项目将建成固体氧化物电池技术分布式发电、电解水制氢、共电解CO2示范系统。主要考核指标如下：

**（一）SOFC分布式发电系统：**输出功率500kW，系统综合热电效率≥85%，兼具多燃料适应性；

**（二）SOEC电解制氢系统：**电解功率≥100kW，产氢量≥30Nm3/h，直流电耗≤4.0kWh/Nm3；

**（三）共电解CO2系统：**电解功率≥20kW，直流电耗≤4.2kWh/Nm3。