工程热物理所钙循环能量存储与转化研究获进展

火电、水泥等高碳排放行业难以单纯依靠节能提效、清洁燃料替代等技术实现自身净零碳排放，节能减碳协同可再生能源的电气化将有望助力部分高碳排放行业率先实现碳中和。钙循环是颇具代表性的碳捕获及能量转换与存储技术，近年来在太阳能热存储利用和低碳制氢转化的多能互联方面的研究得到关注。

中国科学院工程热物理研究所储能研发中心深度剖析了钙循环在传统CCS行业的应用瓶颈，提出能量耦合对传统化石燃料电厂的贡献；钙循环热耦合对化石燃料低能耗制氢发挥了重要作用，其富氢及脱碳的协同转化机制亦在燃料电池、燃气轮机发电等领域应用前景广阔，并有望在匹配太阳能光热存储利用方面，发挥其能源互补耦合的特殊优势。该进展为探索CCS能源化利用的多尺度问题提供了研究思路。

该研究围绕钙循环的能源化利用面临的热-质失配问题，以钙循环反应动力学受限步骤作为突破口，设计“气-液-固”三相反应界面，并将材料相态演变规律、热效应和分子模拟进行多尺度关联，以探索熔盐相变约束条件下气-固反应行为及控制因素。研究发现，传统钙循环性能衰减受制于反应界面约束控制，随着反应进行，反应动力学模型由“体”约束逐渐转变为“面”约束。支撑熔盐诱导二氧化碳在固体表面形成耦合离子，并伴随钙循环产生“热伴热”效应，遵循分步反应动力学模型，即前期形核自由生长模型和后期界面约束模型，分步活化提升了钙循环能源化利用的循环稳定性。

相关研究成果发表在Carbon Neutrality（2022, 1:35, 1-32）、Chemical Engineering Journal（2022, 444, 136353）上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院国际伙伴计划、中科院洁净能源创新研究院合作基金等的支持。

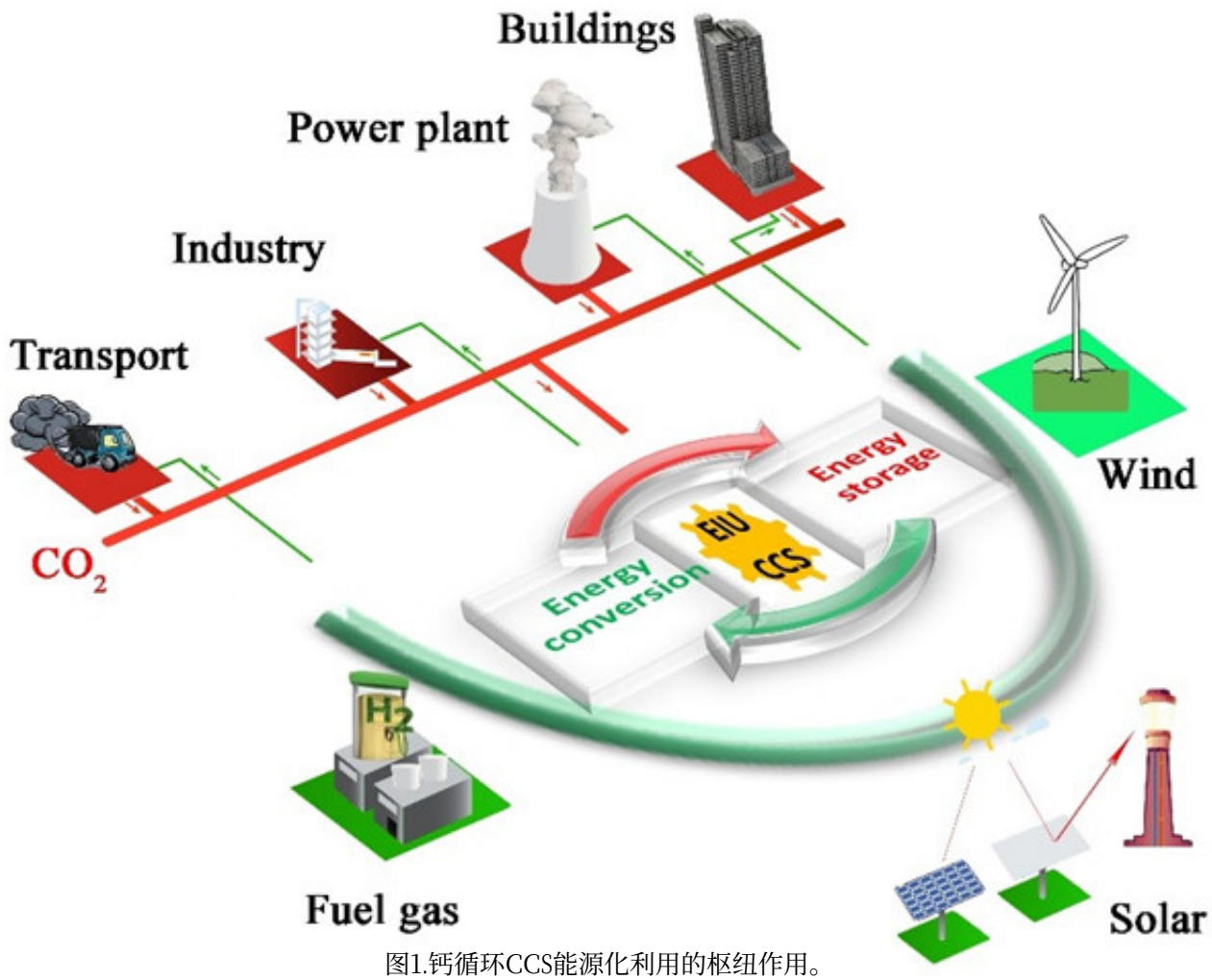

图1.钙循环CCS能源化利用的枢纽作用。

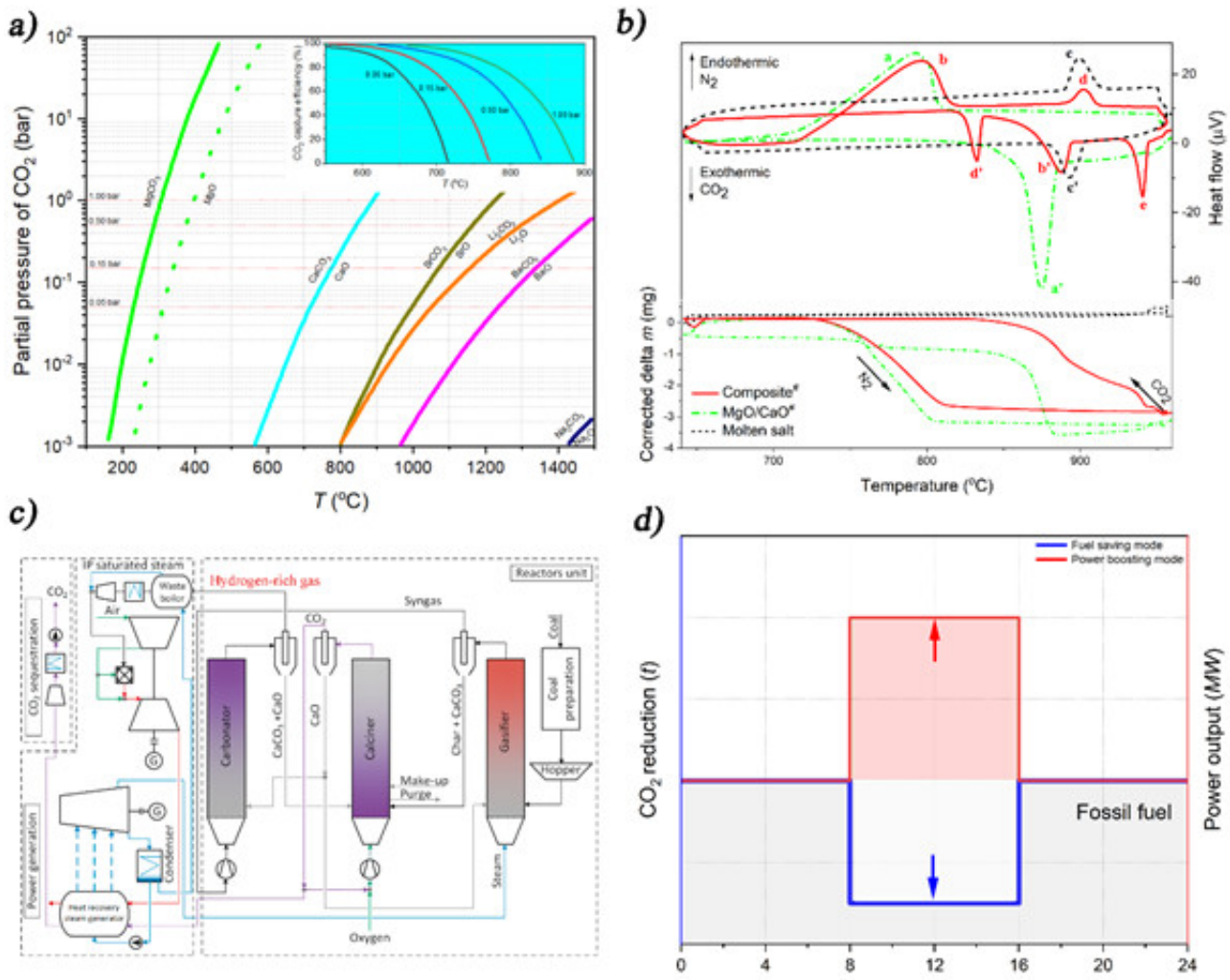

图2.钙循环多尺度研究的迫切性：（a）反应机理及动力学受限、（b）材料循环反应热的稳定性、（c）多相态颗粒流化及协同富氢反应系统、（d）能量耦合的主要模式。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/189053.html