



- 要闻 >
- 科研进展 >
- 通知公告 >
- 工作动态 >
- 媒体聚焦 >
- 科技动态 >
- 专家视野 >
- 区域新政 >

首页 > 科研进展

宁波材料所在基于SOEC电解CO₂合成燃料技术方面取得系列进展

文章来源：宁波材料技术与工程研究所 | 发布时间：2022-07-24 | 【打印】 【关闭】

二氧化碳(CO₂)循环高效再利用是实现“3060”双碳战略目标的重要途径，其中基于电化学方法电解CO₂合成燃料技术是关键的技术。目前基于电化学方法开展CO₂电解合成燃料主流的技术主要包括低温溶液电池、熔融碳酸盐电池(MCEC)以及固体氧化物电池(SOEC)三种。在上述三种技术中，SOEC在高温下将CO₂高效的转化为CO与O₂，可以和可再生电能与廉价热源耦合，综合成本最低。此外，SOEC逆反应还可以将化学能高效地转化为电能，即具有可逆特性。因此，SOEC在CO₂循环高效利用领域具有重要的应用潜能与价值。

目前国内外对SOEC电解CO₂合成燃料技术的研究主要集中在如何提高恒定电流电解的运行寿命与电池电极催化活性上，与SOEC在实际应用条件中的差距较大。近年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所燃料电池技术团队与可再生电力特性结合，基于自主研发的平管型固体氧化物电池，发展了具有实际应用能力的CO₂电解合成燃料关键技术，取得了系列成果。

2019年，燃料电池技术团队率先采用平管型结构SOEC开展了CO₂电解合成燃料的效率与稳定性研究。结果显示：在H₂与CO保护下，经过120h的电解后电池衰减率分别为2.78%与3.84%，电池在CO、H₂还原氛围保护下表现出了一定的运行稳定性(Composites Part B: Engineering, 2019,166:549-554)。

2020年，燃料电池技术团队通过电池性能的改善，进一步研究了平管型结构SOEC电解CO₂的长期运行稳定性及其效率。结果显示，平管型结构SOEC在750 °C与75 vol.%CO₂-25 vol.%H₂气氛中，以300mA/cm²恒定电流密度电解CO₂运行接近2000h(文献报道的最长运行时间)，衰减率为4.9%/kh。在电解CO₂进程中，CO₂转化率≥42%，CO生成速率≥180 mL/min，且该过程中的电解综合能量转化效率≥95%(Applied Energy, 259, 1141301, 2020)。

近两年来，燃料电池技术团队紧密结合可再生电力的储能需要，率先开展了耦合可再生电力特性的CO₂电解合成燃料技术研究。首先研究了SOEC在二氧化碳电解与以富氢为燃料放电之间的周期性循环效率与稳定性。研究结果显示：电池经历26次624 h的可逆循环运行，当电池在以200 mAcm⁻²电流与初始电压1.07V电解时，CO₂转化率最高达45.7%，综合转化能量效率达81.4%(Applied Energy, 314, 118969, 2022)。

同时，团队采用脉冲电流的策略模拟间歇性可再生电力的变化情况，开展了平管型结构SOEC电解CO₂的性能研究。结果显示：平管型结构电池在100~300 mAcm⁻²脉冲电流下进行了100次循环运行，运行时长约800 h。在经历100个循环后，电池在高电流密度冲击下(300 mAcm⁻²)衰减了0.041%/cycle，且CO₂电解转化率达到54.3%，在低电流密度冲击(100、200 mAcm⁻²)下衰减率小于0.034%/cycle(Carbon Energy, DOI: 10.1002/cey2.262, 2022)。

通过前期多年的CO₂电解合成燃料技术基础研究，团队掌握了SOEC电解CO₂合成燃料技术的关键技术参数变化特性。在此基础上，近年来燃料电池技术团队委托产业化孵化的浙江氢邦科技有限公司，开发了可进行CO₂电解及其可逆放电一体化的5kW功率样机。该功率样机为国内首台套5kW级的CO₂可逆一体机，同时可拓展到SOEC电解水制氢领域，具有多功能的特点。

上述工作得到了中科院基础前沿科学研究计划从0到1原始创新项目(ZDBS-LY-JSC021)支持。

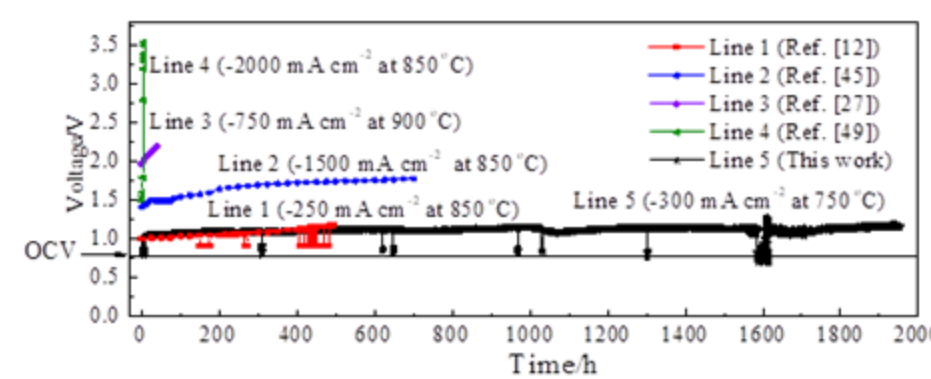


图1 CO₂电解运行的长期稳定性

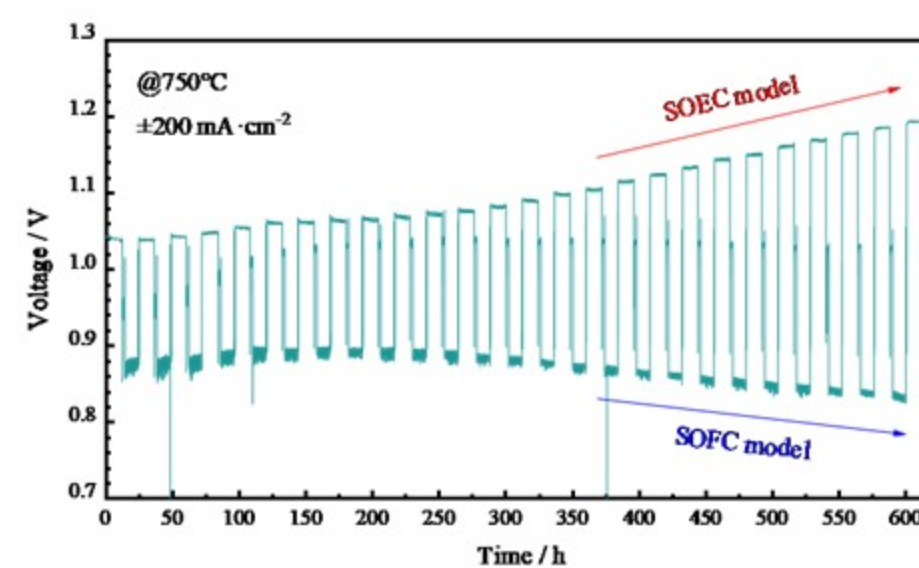


图2 CO₂电解与氢燃料下放电的可逆循环运行曲线

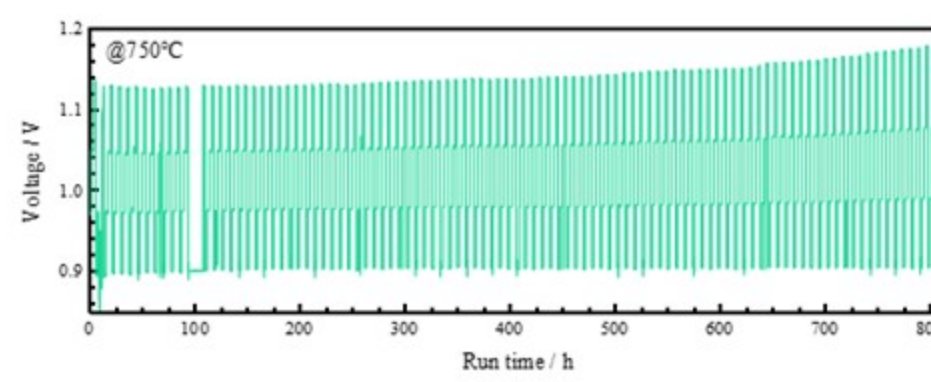


图3 脉冲循环CO₂电解运行曲线



图4 5kW级的CO₂电解与放电可逆一体机

(新能源所 武安祺)

