工程热物理所高温太阳能热化学循环制备燃料气研究获进展

近日，中国科学院工程热物理研究所分布式供能与可再生能源实验室发现了一种通过利用化石燃料(例如CH4)吸热反应来回收等温法热化学循环反应器下游废热和
未反应气体(例如H_2O或者CO_2)的方法，并提出了基于甲烷重整的太阳能热化学多联产系统。

利用聚光太阳能的热量来驱动吸热反应的热化学循环是一种重要的太阳能储能技术，二氧化铈及其衍生物催化的两步法热化学循环由于其能够将H_2O和CO_2有效分解为H_2
和CO而受到广泛关注，而两
者均是生产氨气、甲醇和液态碳氢燃料的重要原料。铈基
H_2O和CO_2
分解过程
如下：首先，利用
太阳能在高温条件下将金属氧化物的
化合价降低，释放氧原子；接着水或者CO_2
在低温下被降价的金属或者金属氧化物还原，生成H2和CO。太阳能热化学等温法的氧化反应和还原反应温度一致，相比较而言，由于没有温差，利用气相进行热回收要比固体热回收简单。高效热回收和降低能耗是提高等温法热化学循环效率的
关键。氧化过程下游的气相混合物包含大量的显热，回收这些热量能够用于加热供给侧的CO_2和H_2O原料。

目前，1100 °C以上的换热器技术尚未成熟，等温法的氧化过程下游气相混合物的能量无法得到充分利用。工程热物理所科研人员研究了取代换热器的直接换热方式，提出了一种通过利用化石燃料 (例如CH_4)
吸热反应来回收等温热化学反应器下游废热和未反
应气体(例如H_2O或者CO_2
)的方法。等温法氧化反应后的混合气体温度能够降低至600-850 °C且混合气体的热值能够提高。在等温热化学反应器下游整合化石燃料能够进一步提高合成气的产量和利用太阳能。与直接太阳能重整或直接燃烧相同的化石燃料相比，由于合并了上游的等温法热化学循环反应，这种新方法有生产单位热值燃料低碳排放的优点。在此基础上，科研人员提出了
基于甲烷重整的甲
醇动力多联产系统，进一步证明了化
学热回收方式的优点。对于1600 °C下的CO_2和H_2O的分解过程，新系统的太阳能到合成气转化效率分别为45.7%和38.1%，而没
有甲烷整合且无热回收的等温
法热化学循环过程的效率仅为21.0%和6.4%。同时分解CO_2和H_2
O与甲烷重整相结合能够获取可调的CO/H_2
比例以满足不同的化学合成过程。生产单位质量的甲醇需要的化石燃料消耗大约为22GJ/ton，比目前典型的工业生产过程的能耗低，最佳太阳能到甲醇的转换效率可高达44%以上。

上述工作得到了青年千人项目和创新交叉团队项目的支持，相关研究成果已在国际期刊《应用热工程》（Applied Thermal Engineering）上发表。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/98425.html