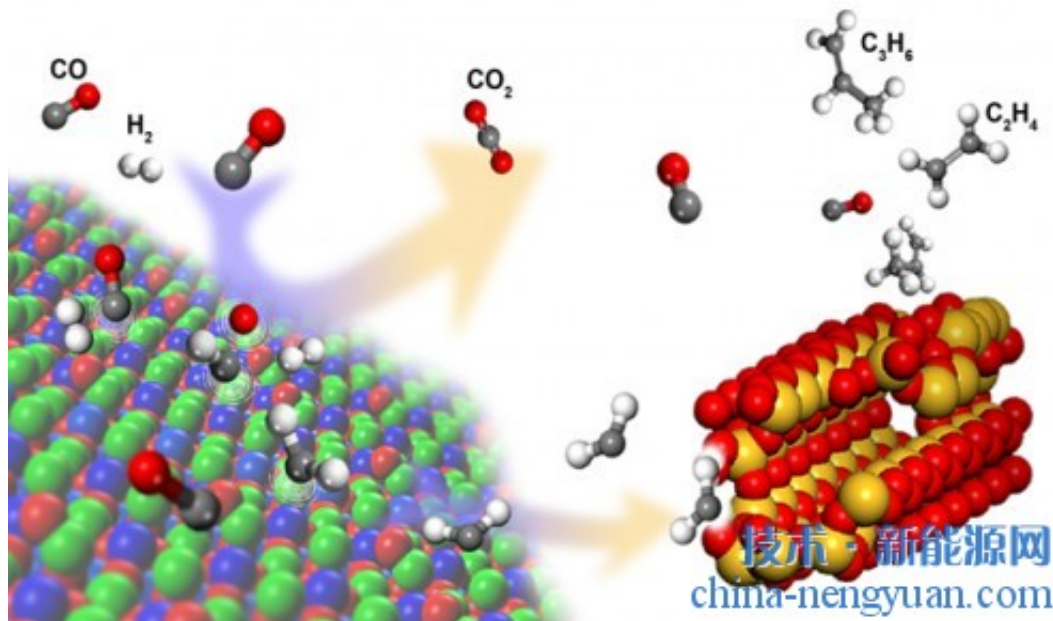


大连化物所煤气化直接制烯烃研究获重大突破



近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员、中国科学院院士包信和和研究员潘秀莲领导的团队颠覆了90多年来煤化工一直沿袭的费-托（简称为F-T）路线，创造性地采用一

种新型复合催化剂，可将煤气化产生的合成气（纯化后CO和H₂

的混合气体）直接转化，高选择性地一步反应获得低碳烯烃。该研究成果于3月4日在美国《科学》（Science）杂志上发表，过程已申报中国发明专利和国际PCT专利。这项成果被同行誉为“煤转化领域里程碑式的重大突破”。《科学》杂志同期刊发了以《令人惊奇的选择性》（Surprised by Selectivity）为题的专家评述文章，认为该过程未来在工业上将具有巨大的竞争力。

德国科学家Fischer（费舍尔）和Tropsch（托普希）于1923年发明了煤经合成气生产高碳化学品和液体燃料的F-T过程。尽管该过程并不完美，比如，除产生大量的二氧化碳以外，还消耗大量的水，且产物选择性差，后续处理消耗大量的能量，然而国际能源和化工界却一直认为该过程不可替代。如今，这一过程被大连化物所的研究人员颠覆——他们摒弃了高水耗和高能耗的水煤气变换制氢过程，直接采用煤气化产生的混合气体（经纯化），高选择性地获得低碳烯烃。当CO单程转化率为17%时，低碳烃类产物的选择性达到94%，其中低碳烯烃（乙烯、丙烯和丁烯）的选择性大于80%，打破了传统费-托合成过程低碳烯烃的选择性最高为58%的极限（SF极限）。

传统的F-T过程采用金属（还原态）作催化剂。CO分子在金属催化剂表面被活化解离成C原子和O原子，C原子和O原子与吸附在催化剂表面的氢发生反应，形成亚甲基（CH₂

）中间体，同时放出水分子。亚甲基中间体通过迁移插入反应，在催化剂表面进行自由聚合，生成含不同碳原子数（从一到三十，有时甚至到上百个碳原子）的烃类产物。整个反应烃类产物碳原子数分布广，目标产物的选择性低。同时，这一过程需要消耗大量氢气来移去金属催化剂表面CO解离生成的O原子，而这些宝贵的氢气是通过水煤气变换（CO+H₂O→H₂+CO₂

）获得的，水煤气变换过程是一个高能耗的过程，还要释放出大量CO₂

。大连化物所研究人员创制的过程采用部分还原的复合氧化物作催化剂，CO分子在催化剂氧缺陷位上吸附并解离，气相氢分子选择性地与解离生成的C原子反应生成亚甲基自由基，而催化剂表面CO解离生成的氧原子倾向于与另一个CO反应，形成CO₂。与传统的F-T过程不同，在氧缺陷位产生的亚甲基自由基，不在催化剂表面停留或发生表面聚合反应，而是迅速进入分子筛孔道，在孔道限域环境中进行择形偶联反应，定向生成低碳烯烃，大大提高了产物的选择性。通过对分子筛孔道和酸性质的调控，可以实现产物分子的可控调变。

这一突破，通过以CO替代H₂

来消除烃类形成中多余的氧原子，在反应不改变CO₂

总排放的情况下，摒弃了高能耗和高耗水的水煤气变换反应，从原理上开创了一条低耗水（结构上没有水循环）进行煤转化的新途径，成功地回答了国务院总理李克强一直关心的“能不能不用水或少用水进行煤化工”的问题。同时，通过创造性地将氧化物催化剂与分子筛复合，巧妙地实现了CO活化和中间体偶联等两种催化活性中心的有效分离，把传统F-T技术上“漫无目的、无拘无束”生长的“自由基”控制在一个“笼子”（分子筛）里，通过限制其行为，使其最终变成研究人员想要的目标产物（低碳烯烃）。破解了传统催化反应中活性与选择性此长彼消的“跷跷板”难题，为高效催化剂和催化反应过程的设计提供了指南。

新发明的过程除了节水和在工艺上降低CO₂

排放（缩短流程、降低能耗）外，还具有很高的经济效益。据中国石化工程建设有限公司（SEI）初步评估，在现有的条件下，该过程的内部收益率（IRR）可达14%以上。国内外多家化学公司都对该过程的进一步应用推广非常关注。经认真评估和协商，目前大连化物所已与国内重要化工企业和国外著名化学公司达成初步协议，着手在催化剂制备和工艺过程开发等方面共同合作，力争尽快实现工业示范和产业化，努力将这一原创性成果转变为真正的生产力。

该项目的研究得到了国家自然科学基金委员会、科学技术部和中国科学院战略性先导科技专项的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/90557.html>