

工程热物理所化工动力多联产与温室气体减排研究获进展

中国科学院工程热物理研究所分布式供能研究团队在煤基化工-动力多联产节能机理、关键技术研发及系统集成与优化等方面开展了相关工作，进展如下：

一、机理研究层面

采用分析方法，研究了多联产系统的损失分布规律，发现并揭示了化工合成过程损失在高化工转化率时的“能耗拐点现象”。

针对联产系统CO₂捕集，从燃料转化过程中吉布斯自由能转化利用思路出发，探索了燃料转化过程中吉布斯自由能损失规律与CO₂的富集机制，阐明了吉布斯自由能利用和CO₂分离能耗之间的耦合关系，进而揭示联产系统CO₂捕集能耗最小化机理。研究机理表明，通过燃料的适度转化，可避免燃料转化过程中过高的吉布斯自由能损失，实现燃料转化反应的吉布斯自由能利用并富集CO₂，能够达到能源系统化学能梯级利用和降低CO₂分离功的双重目的，实现二者的有机耦合。

二、关键技术研发

开展三项关键技术研发：关键化工合成过程的催化剂及工艺研发、低能耗CO₂分离技术、新型煤气化技术。

针对多联产系统中涉及到的合成反应，开发了用于甲烷化的镍基催化剂。甲烷化反应的温度区间为350 ~ 700 °C，该催化剂在此温度区间内能够保持良好的催化活性、热稳定性及机械强度等。

开发了利用碳酸钾溶液结晶法脱除CO₂的工艺。对于传统的碳酸钾溶液吸收工艺，由于富液中含有大量水分（一般约60% ~ 70%），溶液再生时需要消耗大量的热量用以水分蒸发，导致CO₂再生能耗高。而碳酸钾溶液结晶法吸收工艺利用碳酸钾的结晶特性，将碳酸钾富液结晶浓缩后再送入再生塔，大幅降低了再生塔由于水分蒸发而带来的热量浪费，该工艺可使CO₂再生能耗低到传统工艺的40% ~ 60%。

另外，还开展了“煤炭碳氢组分分级气化”新型煤气化技术的研发与实验验证。该技术已经完成了部分煤种测试及反应条件测试。目前，正在搭建小规模实验装置，有望在数月内完成小规模调试。

三、系统集成与创新：

通过流程创新，提出了化工未反应气适度循环型、无调整适度循环型，以及回收CO₂的多个联产系统。研究表明，相对于带CO₂捕集的IGCC和化工单产系统，回收CO₂的联产系统具有良好的节能效果，在设计条件下系统相对节能率可达14% ~ 21%。通过化工未反应气适度循环，回收CO₂的联产系统能够避免化工合成单元能耗随转化率急剧上升的现象（“拐点现象”），同时实现CO₂的富集，存在最佳化工循环倍率，使得联产系统热力性能最佳。联产系统相对于IGCC和SNG分产系统的吉布斯自由能收益可抵消CO₂的分离功，实现负能耗代价捕集CO₂。

目前相关工作已获得多项授权专利，研究成果已在Environmental Science and Technology, Applied Energy, ASME Transactions等多个国内外期刊上发表。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/78838.html>