

2013 年度山东省优秀硕士学位论文（获得者张建社）

研 究 生：张建社

导 师：郭庆杰 教授

论文题目：10 MWth 煤基化学链气化过程模拟研究

主要研究内容及创新性：首先对化学链系统做了整体概述，包括 CCS 形势和化学链发展过程中的重要里程碑，其次对化学链燃烧原理进行了阐述，包括热力学分析和热质传递分析，再次对载氧体的选择做了简单说明，最后对目前化学链系统反应器形式和规模进行了总结；首先利用热力学软件 HSC chemistry 5.0 对系统主要化学反应可行性进行了分析，其次采用流程模拟软件 ASPEN PLUS 基于 Gibbs 自由能最小原理对化学反应进行了模拟计算，获得温度对气体平衡组成和固体产物分布的影响，对计算结果进行讨论分析，为实验设计提供理论依据；从单个气化炉层面考查了操作条件对气化性能（合成气产率、组成、冷煤气效率及气化炉热效应）的影响。操作条件分为单因素变量和双因素变量，其中单因素变量包括：气化温度、气化压力、载氧体煤比、水蒸汽煤比、载氧体入口温度及水蒸汽入口温度等；双因素变量包括：水蒸汽煤比和 气化温度、水蒸汽入口温度和载氧体入口温度、载氧体煤比和 气化温度、气化温度和压力等；建立了煤基化学链气化、燃烧联合循环系统，并对此系统进行了全面分析。从系统的角度首先研究了化学链气化部分载氧体煤比对气化性能的影响，其次利

用气化部分所得合成气作为燃料，对化学链燃烧系统性能进行了分析计算，最后对化学链气化、燃烧联合循环系统进行了热电效率分析。

创新点主要在以下四个方面：

(1) 将化学链技术引入到煤气化中，形成实现固体燃料利用的化学链气化技术。

(2) 采用价格低廉，高载氧能力的 CaSO_4 作为化学链气化的载氧体， CaSO_4 载氧体能大幅降低整个化学链气化系统的运行成本，还能避免金属载氧体潜在的重金属二次污染问题。

(3) 从单个气化炉层面考查了操作条件（如温度、载氧体煤比等）对气化性能（合成气产率、组成、冷煤气效率及气化炉热效应）的影响。

(4) 构建了煤基化学链气化、燃烧联合循环（CCLG-CC）系统，并对此系统进行了全面分析。

攻读硕士学位期间取得成果：

科技论文：

[1] **Jianshe Zhang**, Qingjie Guo, Yongzhuo Liu, Yu Cheng. Preparation and characterization of $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ using the solution combustion approach for chemical looping combustion [J]. **Ind. Eng. Chem. Res.**, 2012, 51 (39), 12773-12781.

[2] Qingjie Guo, **Jianshe Zhang**, Hongjing Tian. Recent advances

on CaSO_4 oxygen carrier for chemical-looping combustion (CLC) progress [J]. **Chem. Eng. Comm.**, 2012, 199 (11): 1463-1491.

[3] 张建社, 付国家, 田红景, 郭庆杰. 煤/钙基载氧体化学链燃烧操作参数分析 [J]. **高校化学工程学报**, 2012, **26**(2), 247-253 (EI).

[4] Qingjie Guo, Zhennan Yang, **Jianshe Zhang**. Influence of a combined external field on the agglomeration of inhalable particles from a coal combustion plant [J]. **Powder Technology**, 2012, 227: 67-73.

[5] Hongjing Tian, Qingjie Guo, **Jianshe Zhang**. Investigation into hydrogen of alkaline sodium borohydride solution using attapulgite clay-supported Co-B-Ce catalyst [J] & [C]. **Advanced Materials Research**, 2012, 508: 212-215 (EI). Proceedings of the 9th International Conference on Measurement and Control of Granular Materials (ISTP, 国际会议).

[6] 张建社, 郭庆杰. 流化床生物质 CO_2 催化气化模拟分析 [J]. **化工进展**, 2011, **30**(S1), 816-821 (核心).

[7] 郭庆杰, 张建社, 刘永卓. 化学链燃烧载氧体颗粒制备技术研究 [C]. **2011 海峡两岸气候变迁与能源永续发展论坛**, 台湾 台北. http://taise.org.tw/editor_images/2011/2011forum/thesis/c2_A-6.pdf (国内会议).

[8] 付国家, 张建社, 郭庆杰. 核桃壳化学-物理耦合活化法制备活性炭及表征 [J]. **青岛科技大学学报**, 2012, **33**(2), 126-130 (核心).

[9] **Jianshe Zhang**, Qingjie Guo. Preparation and characterization of Fe-based oxygen carrier by the solution combustion approach for chemical looping combustion, 2nd International Conference on Chemical Looping, 26-28 September 2012, Darmstadt, Germany.

学术报告:

[1] 张建社. 以 CO₂ 为气化剂的流化床生物质催化气化模拟分析 [C]. 中国化工学会 2011 年年会分组报告, 河南 郑州. <http://hxgc.zzu.edu.cn/view.asp?id=2504>.

[2] 2010 年中国过程系统工程年会(PSE 年会) [R]. 山东 青岛, 2010.8.17-21.

荣誉称号:

[1] 2011年12月, 校级优秀毕业生; 2012年3月, 省级优秀毕业生; 2012年4月, 金能科技奖学金; 2012年6月, 省级优秀毕业生.

科研成果:

[1] 青岛科技大学第四届研究生十佳“学术之星”.