化学链燃烧技术中载氧体的最新研究进展

刘杨先，张　军，盛昌栋，张永春，袁士杰
（东南大学能源与环境学院，江苏 南京 210096）

摘要：介绍了化学链燃烧（CLC）技术的基本概念，指出了其具有在燃烧过程中捕获高浓度 CO_2，同时消除大气污染物（NO_x）等优点。载氧体的性能对其应用非常关键。总结了该领域最近几年新开发的单金属氧化物、复合金属氧化物以及非金属氧化物载氧体的最新研究进展。对具有广泛应用前景的固体燃料化学链燃烧技术及其合适的载氧体做了综述。最后，对化学链燃烧技术中与载氧体相关的重点问题做了展望。

关键词：化学链燃烧；二氧化碳捕获；载氧体；复合金属氧化物；非金属氧化物；固体燃料
中图分类号：TK16　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－4320(2008)09－0027－06

Advances in oxygen carriers in chemical-looping combustion technology

LIU Yang-xian, ZHANG Jun, SHENG Chang-dong, ZHANG Yong-chun, YUAN Shi-jie
(School of Energy & Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The basic concept of chemical-looping combustion (CLC) is introduced, and its advantages which can lead both to capture of high concentraed carbon dioxide and simultaneous removal of atmospheric contaminants (NO_x) are pointed out. The performance of oxygen carriers is the key to its application. The new research advances in oxygen carriers in several recent years, including single metal oxides, multiplex metal oxides, nonmetal oxides are given. A review of promising solid fuels chemical-looping combustion technology and appropriate oxygen carriers is done. At last, some important aspects related to oxygen carriers in the chemical-looping combustion technology are put forward.

Key words: chemical-looping combustion (CLC); CO_2 capture; oxygen carriers; multiplex metal oxides; nonmetal oxides; solid fuels

化学链燃烧（CLC）是一种新的无火焰燃烧技术，该技术具有非常高的能源利用效率，没有 NO_x 等污染物释放。特别是在使用含碳气体燃料时，燃烧产物仅包含 CO_2 和 H_2O，只需经过简单的冷凝就能得到高纯度的 CO_2，从而以较低的能源消耗实现 CO_2 的减排[1]。因此，化学链燃烧技术具有广阔的发展前景。化学链燃烧包括 2 个串联的反应器：燃料反应器和空气反应器。金属氧化物作为氧载体，在 2 个反应器中循环，实现氧的转移。因此，氧载体的性能对化学链燃烧技术的应用非常关键。此外，近年针对 CLC 的研究主要集中在气体燃料方面，而对于固体燃料的 CLC 的研究才刚起步。对于以固体燃料为主的国家，研究固体 CLC 技术具有重要意义。本文主要对近几年来新开发的载氧体进行了综述，同时还对适用于固体 CLC 的载氧体的最新成果进行了介绍。

当前研究较多的载氧体是金属氧化物，主要包括 Ni、Fe、Co、Mn、Cu、Cd 等及其构成的复合金属氧化物。此外，对于 Ca、Ba、Sr 基非金属氧化物载氧体也有所研究。负载于惰性载体有助于增加载氧体的比表面积、机械强度和热稳定性。目前文献中报道较多的惰性载体主要有 SiO_2、Al_2O_3、TiO_2、ZrO_2、MgO、钇稳定氧化锆（YSZ）、海泡石、高岭土、膨润土和铝、镁酸盐等[2]。

1　镍基载氧体

镍基载氧体具有很高的活性、较强的抗高温能力、较低的高温挥发性和较大的载氧量，因而较早地受到人们的关注。但其具有价格昂贵和对环境有害等不足，反应产物中一般有 CO 和 H_2 产生，碳沉积严重也是困扰其发展的一个重要因素。

Son 等[3]将 NiO 和 Fe_2O_3 分别负载于膨润土、TiO_2 和 Al_2O_3 上，并对其还原性和燃烧效率进行了对比研究。结果表明，以 O_2 和 CH_4 为氧化还原剂，在 923～1 223 K 下，NiO 的反应性要高于 Fe_2O_3，而 NiO/膨润土和 NiO/Fe_2O_3 的反应性要高于 NiO/TiO_2

收稿日期：2008－05－29
基金项目：国家自然基金国际合作项目（50721140649）；华中科技大学煤燃烧国家重点实验室开放基金项目（200502）
作者简介：刘杨先（1984－），男，硕士生；张军（1963－），男，教授，博士生导师，研究方向为电厂污染控制，liuyangxian1984@163.com。