

基于过程强化的工业二氧化碳资源化利用技术研究

在全球气候变化和碳减排目标不断推进的背景下，工业二氧化碳排放已成为温室气体控制的重点领域。除碳捕集与封存技术外，将二氧化碳作为资源加以利用，被认为是实现工业系统低碳转型和循环经济发展的重要途径。工业二氧化碳资源化利用通过将捕集的 CO₂转化为燃料、化学品或功能材料，不仅可以降低净排放水平，还能够创造附加经济价值。然而，传统二氧化碳利用工艺普遍存在反应速率低、能耗高和装置规模受限等问题，制约了其工程化应用。

过程强化技术通过强化传质、传热和反应过程，提高单位体积内的反应效率，为解决二氧化碳资源化利用过程中的工程瓶颈提供了新的技术路径。常见的过程强化手段包括微反应器、多相反应耦合、催化剂结构优化及反应-分离一体化等，这些技术能够显著提升 CO₂转化效率，降低系统能耗，并缩小装置体积。在工业应用中，过程强化不仅有助于提高反应性能，还可增强系统运行的灵活性和稳定性，为二氧化碳资源化技术的规模化推广奠定基础。

本文围绕工业二氧化碳资源化利用需求，系统分析了基于过程强化的关键技术路径。通过构建反应动力学与传递过程耦合模型，研究不同强化手段对 CO₂转化效率、能耗分布及系统性能的影响。同时，结合典型工业应用场景，对过程强化技术在甲醇合成、合成燃料制备及化学品生产中的工程适用性进行评估。研究结果可为工业二氧化碳资源化利用工艺的设计优化和技术选择提供理论依据和工程参考。

本研究有助于推动过程强化技术在工业碳资源化领域的应用，为实现工业减排、资源高效利用和低碳可持续发展提供技术支撑，促进工业系统向绿色循环方

向转型。