

高压流体循环池-氨溶液对 CO₂ 捕集

石未凡 曾洪宇 编译

(法国塞塔拉姆仪器公司北京办事处, 北京 100081)

关键词: 减排, 氨溶液, 二氧化碳捕集, 高压, 微量热

1 简介

CO₂ 捕集及封存 (Carbon Capture and Sequestration, CCS) 过程的第一步就是捕集或分离 CO₂, 包括从发电厂的燃料源、炼油厂的燃料源、工业化生产大工厂 (如钢铁工业, 水泥工业) 的燃料源中等。捕集则是 CO₂ 捕集及封存步骤中成本最高、耗能最大的步骤。

使用化学吸附剂是当今最普遍的燃烧后过程中 CO₂ 捕集吸附技术。在这些工业化过程中, 氨溶液通常由吸收塔顶端加入, 而燃尽的包含 CO₂ 的尾气由吸收塔底部上升。当在吸收塔内密切接触后, 氨溶液对混合气体中的 CO₂ 产生化学吸附, 这个过程涉及两个热力学参数: 气体溶解性及吸收焓。根据吸附气体的总量以及相应的溶液热容对流出吸附柱的液体温度进行推断。

流体循环量热法是测量这种吸收焓的一种理想技术, 为了满足高压的测试环境, 适用于 Setaram C80 微量热仪的精密高压气体循环池应运而生, 其具体构造如下图所示。

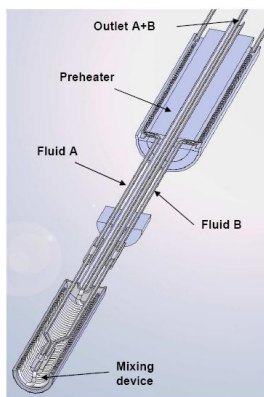


图1 高压气体循环池示意图



图2 高压气体循环池

气体循环池由螺旋状不锈钢管构成的圆柱形容器, 密闭的与柱形有热接触的管长约为 240cm。液体 (二氧化碳和氨溶液) 被引至测试池上部两个垂直的同心管里。液体先预加热到量热仪中测试池的温度, 然后注入量热区域, 这是为了避免由于液体热容变化引起的热流信号扰动。



图3 高压气体循环池内部

当管子的较窄部分接触到测试池底部时, 混合 (如溶解、反应) 开始, 最终的混合物能通过导出管从测试池中取出。

与反应相关的热流信号通过池壁, 在气体导管和量热块之间进行交换, 而仪器通常在恒温模式下工作。

2. 高压气体循环池

3 技术优势

高压气体循环池的适用范围是从室温到 200°C，流体压力从 0.1 MPa 到 20 MPa，流体流速可从 50uL/min 到 1500uL/min，可以满足大多数混合物的测试要求。

4 应用实例

高压气体循环量热测试池主要适用于探测液体吸附剂对于 CO₂ 的吸收，尤其是氨溶液。此外还可以应用于常压或高压下的液液流动混合和液气流动混合。

一个具体应用实例是 AMP (2-氨基-2-甲基-1-丙醇) 溶液中的二氧化碳溶解焓测定。二氧化碳的载量与溶解焓的具体数据如图所示，实验温度 322.5K，AMP 溶液浓度 15wt%。

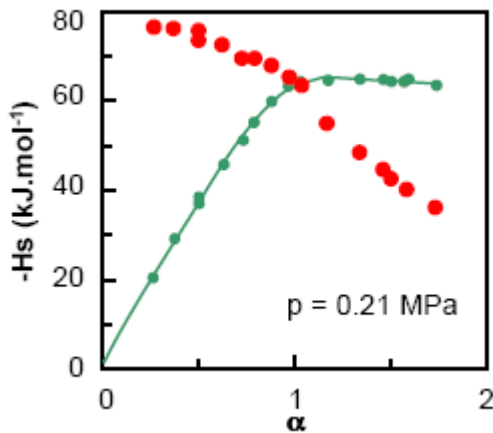


图 4 0.21MPa 二氧化碳吸附量

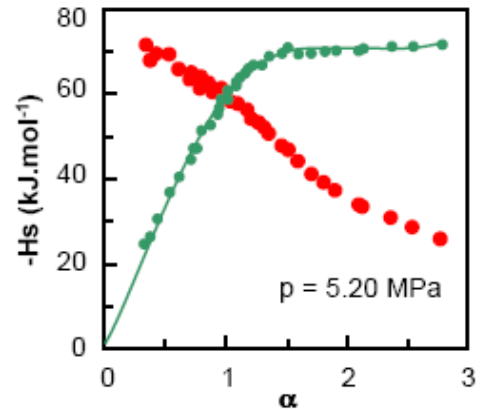


图 5 5.20MPa 二氧化碳吸附量

图中数据，红点代表每摩尔气体的溶解焓，绿点代表每摩尔氨溶液的溶解焓。从溶解焓 (-Hs) 与 CO₂ 载量 (α) 的曲线可以看出：溶解焓 (-Hs) 随着 CO₂ 在 AMP 水溶液中的溶解而增大，直至 AMP 溶液的饱和。并且在达到饱和点后，溶解焓 (-Hs) 与 CO₂ 载量 (α) 呈现出非线性关系。

由此可见，量热数据可以作为一个间接测定 AMP 水溶液中二氧化碳溶解度的方法。以此为据，在掌握了溶解动力学后，便于研究者们开发出更为有效的捕集吸收 CO₂ 的醇胺溶液体系。

参考文献:

[1] H.Arcis, L.Rodier, J-Y.Coxam, J.Chem.Thermodynamics 39 (2007) 878-887.