

气体吸收

Gas Absorption

概述

基本概念

气体吸收的典型设备类型

气体吸收操作的用途

吸收剂的选择

吸收操作的经济性分析

概述

当流体内部存在速度差、温度差、浓度差时，借助于分子扩散和流体质点的湍动，会相应地发生动量、热量、质量的传递。

质量传递是均相混合物得以分离的重要基础。

相内传质：物质在浓度梯度推动下在单相内部由一处转移到另一处。

相际传质：对多相物系，物质通过相界面由一相转移到另一相的过程。

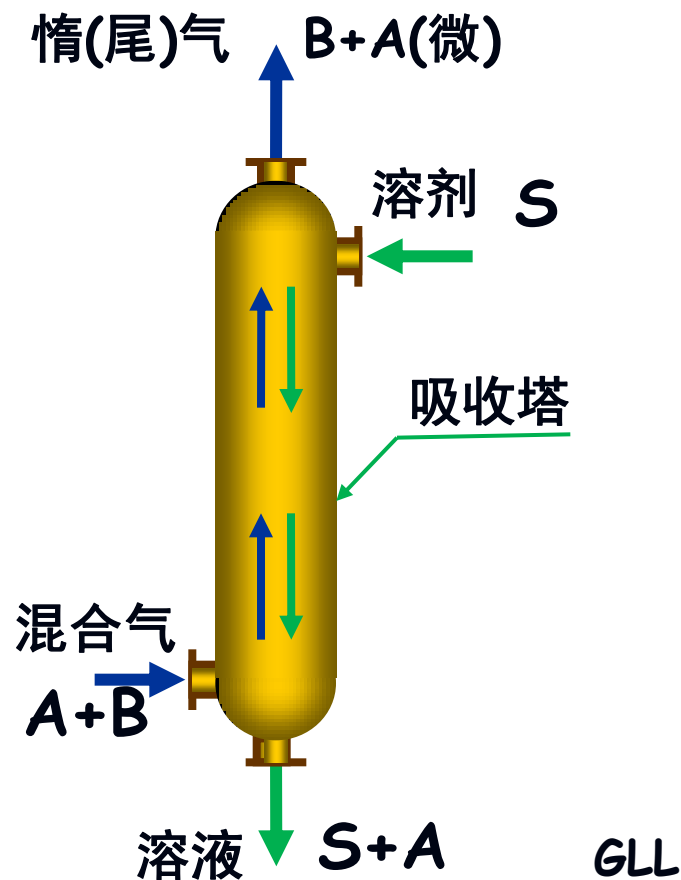
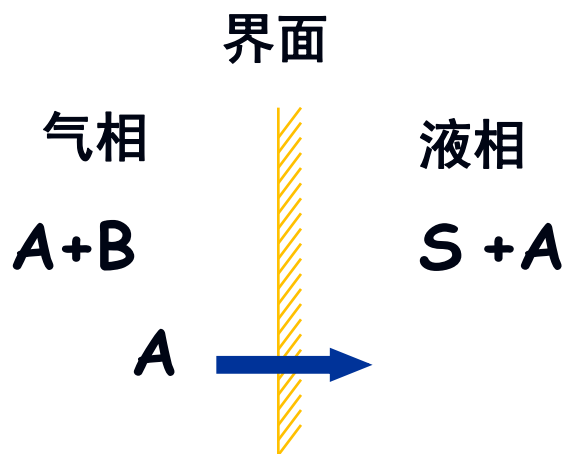
常见的传质分离过程有以下几类：

- ① 气—液传质过程 如吸收和解吸、气体的增湿和减湿
- ② 汽—液传质过程 如混合液体的蒸馏
- ③ 液—液传质过程 如液—液萃取
- ④ 液—固传质过程 如结晶、浸取、吸附等
- ⑤ 气—固传质过程 如干燥、吸附等

气体吸收

利用混合气体中各组分在液体中溶解度差异，使某些易溶组分进入液相形成溶液，不溶或难溶组分仍留在气相，从而实现混合气体的分离。

气体吸收是混合气体中某些组分在气液相界面上溶解、在气相和液相内由浓度差推动的传质过程。



基本概念

吸收质或溶质：混合气体中的溶解组分，以A表示

惰性气体或载体：不溶或难溶组分，以B表示

吸收剂：吸收操作中所用的溶剂，以S表示

吸收液：吸收得到的溶液，主要成分为溶剂S和溶质A。

吸收尾气：吸收后排出的气体，主要成分为惰性气体B和少量的溶质A。

解吸或脱吸：与吸收相反的过程，即溶质从液相中分离而转移到气相的过程。

物理吸收：吸收过程溶质与溶剂不发生显著的化学反应，可视为单纯的气体溶解于液相的过程。如水吸收二氧化碳。

化学吸收：溶质与溶剂有显著的化学反应发生。

如氢氧化钠溶液吸收二氧化碳、稀硫酸吸收氨气。

化学反应能大大提高单位体积液体所能吸收的气体量，并加快吸收速率。但溶液解吸再生较困难。

单组分吸收：混合气体中只有一种组分被液相吸收，其余组分因溶解度甚小，其吸收量可忽略不计。

多组分吸收：有两个或两个以上组分被吸收。

溶解热：气体溶解于液体时所释放的热量。

化学反应热：化学吸收时，还会有化学反应热。

非等温吸收：体系温度发生明显变化的吸收过程。

等温吸收：体系温度变化不显著的吸收过程。

本章重点讨论：单组分等温物理吸收

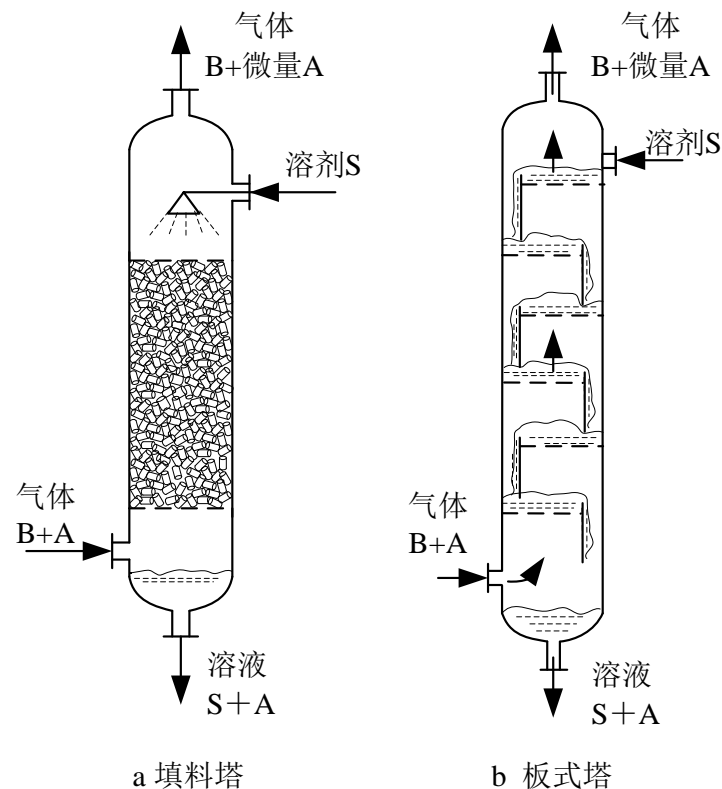
气体吸收的**典型**设备类型——填料塔与板式塔

填料塔

- *液体为分散相，气体为连续相
- *填料表面积即为气液接触传质面积
- *气液相组成沿塔高连续变化
- *气液流向可逆流或并流

板式塔

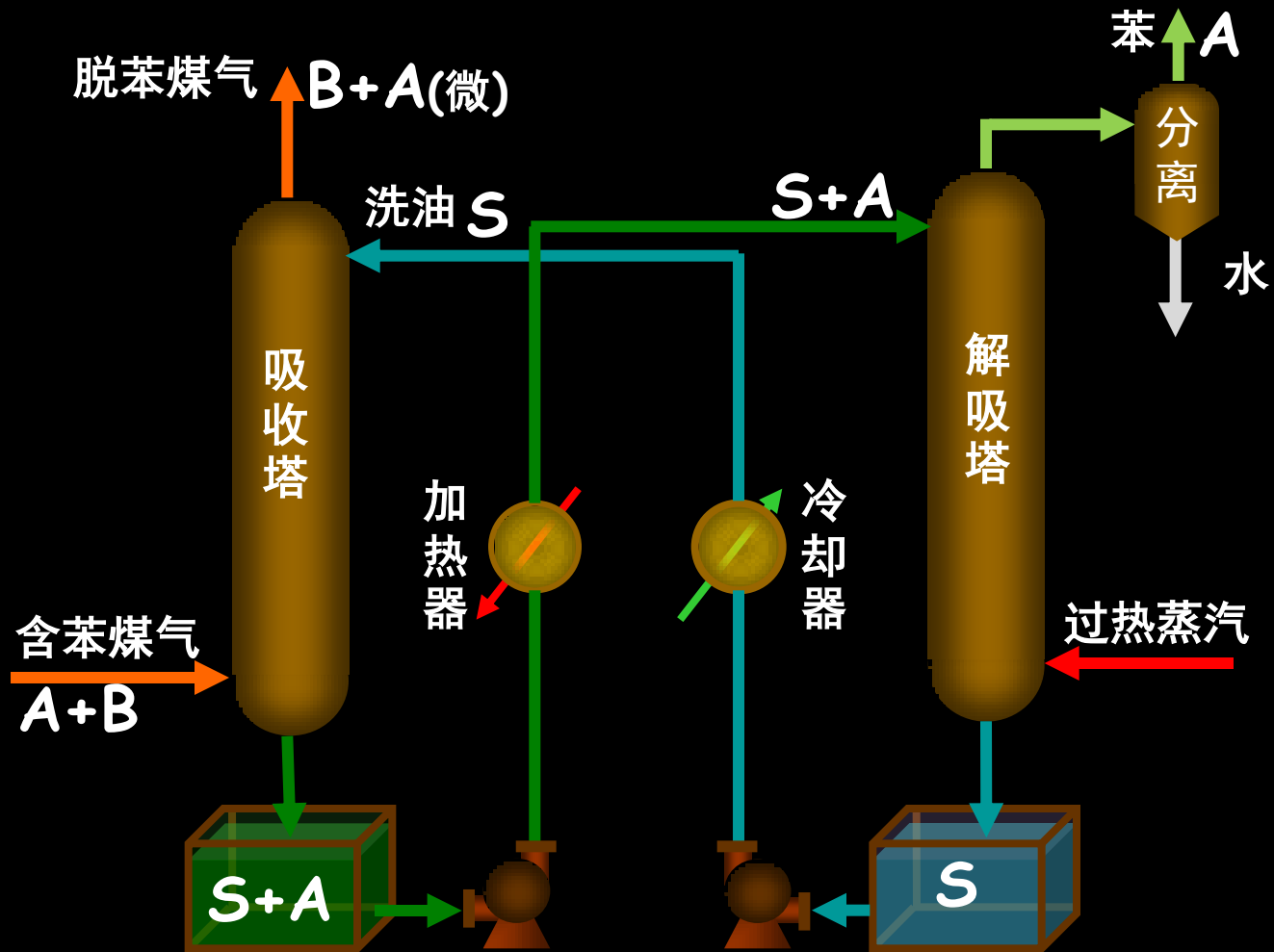
- *气体为分散相，液体为连续相
- *气体鼓泡通过塔板上液层时，气液接触传质
- *气液相组成沿塔高呈阶跃变化
- *气液流向为逆流



气体吸收操作的用途

- **制取产品：**用吸收剂吸收气体中某些组分而获得产品
93% H_2SO_4 吸收 SO_3 → 浓硫酸
水+甲醛→福尔马林液
水+ HCl →盐酸
- **分离混合气体：**吸收剂选择性地吸收气体中某些组分以达到分离目的。如从焦炉气或城市煤气中分离苯（流程图见后）
- **气体净化：**
 - ①原料气的净化，即除去混合气体中的杂质；
 - ②尾气处理和废气净化以保护环境。

工业吸收过程：煤气脱苯



吸收剂的选择

选择良好的吸收剂对吸收过程至关重要。

选择原则：

- 对溶质有较大的溶解度。溶解度 \uparrow ，溶剂用量 \downarrow ，溶剂再生费用 \downarrow ；溶解度 \uparrow ，对一定的液气比，吸收推动力 \uparrow ，吸收传质速率 \uparrow ，完成一定的传质任务所需设备尺寸 \downarrow ；
- 良好的选择性。对欲吸收组分的溶解度大，其余组分溶解度小或不溶；
- 稳定不易挥发，以减少溶剂损失；
- 粘度低。有利于气液接触与分散，提高吸收速率；
- 无毒、腐蚀性小、不易燃易爆、价廉等。

吸收操作的经济性

吸收操作费用和吸收设备费用

吸收操作的费用主要包括：

- ① 气液两相流经吸收设备的能量消耗（泵、风机的能耗）
- ② 溶剂的挥发损失和变质损失；
- ③ 溶剂的再生费用，即解吸操作费，此项所占的比例最大。

吸收设备费用：

吸收塔及辅助设备（泵、风机、加热器、冷却器等）的费用

吸收操作的经济性分析

常用的解吸方法有升温、减压、吹气，其中升温与吹气特别是升温与吹气同时使用最为常见。

溶剂在吸收与解吸设备之间循环，其间的加热和冷却、泄压与加压必消耗较多的能量。

如果溶剂的溶解能力差，离开吸收设备的溶剂中溶质浓度低，则所需的溶剂循环量必大，再生时的能量消耗也大。

同样，若溶剂的溶解力对温度变化不敏感，所需的解吸温度较高，溶剂再生的能耗也将增大。

吸收操作的经济性是由总费用（操作费用与设备费用之和）来衡量的。最经济的吸收操作应使总费用最小。