

填料塔吸收-解吸实验

实验目的及任务：

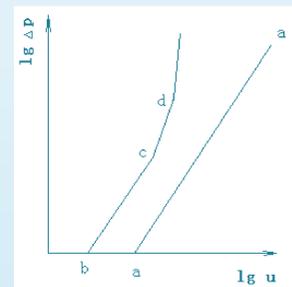
1. 熟悉填料塔的构造与操作。2. 观察填料塔流体力学状况，测定压降与气速的关系曲线。3. 掌握总传质系数 $K_x a$ 的测定方法并分析影响因素。4. 学习气液连续接触式填料塔，利用传质速率方程处理传质问题的方法。

实验基本原理：

本装置先用吸收塔将水吸收二氧化碳形成富含二氧化碳的水后（并流操作），送入解吸塔顶用空气进行解吸，实验需测定不同液量和气量下的吸收及解吸总传质系数 $K_x a$ ，并进行关联，得到 $K_x a = AL^a \cdot V^b$ 的关联式，同时对两种不同填料的传质效果及流体力学性能进行比较。本实验引入了计算机在线数据采集技术，加快了数据记录与处理的速度。

1. 填料塔流体力学特性：

气体通过干填料层时，流体流动引起的压降和湍流流动引起的压降规律相一致。右图所示，在双对数坐标系中，此压降对气速作图可得一斜率为1.8~2的直线（图中aa线）。当有喷淋量时，在低气速下（c点以前）压降也正比于气速的1.8~2次幂，但大于同一气速下干填料的压降（图中bc段）。随气速的增加，出现载点（图中c点），持液量开始增大，压降-气速线向上弯，斜率变陡（图中cd段）。到液泛点（图中d点）后，在几乎不变的气速下，压降急剧上升。



填料层压降 - 气速关系示意图

2. 传质实验：

填料塔与板式塔气液两相接触情况不同。在填料塔中，两相传质主要是在填料有效湿表面上进行，需要计算完成一定吸收任务所需填料高度，其计算方法有：传质系数法、传质单元法和等板高度法。

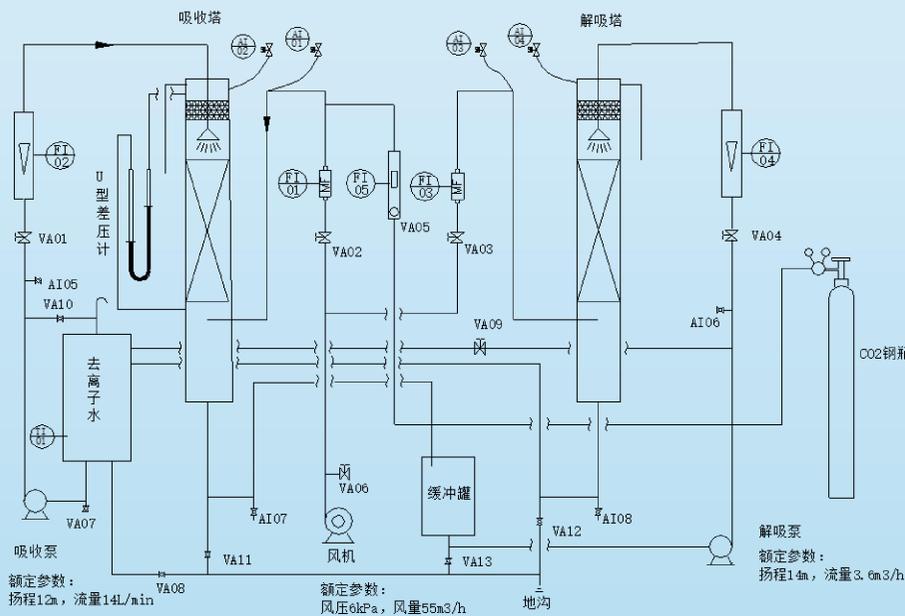
本实验是对富含二氧化碳的水进行解吸。由于其浓度很小，可认为气液两相的平衡关系服从亨利定律，即平衡线为直线，操作线也是直线，因此可以用对数平均浓度差计算填料层传质平均推动力。整理得到相应的传质速率方式为：

$$G_A = K_x a \cdot V_p \cdot \Delta x_m \quad K_x a = G_A / V_p \cdot \Delta x_m$$

其中
$$\Delta x_m = \frac{(x_1 - x_{e1}) - (x_2 - x_{e2})}{\ln \frac{x_1 - x_{e1}}{x_2 - x_{e2}}} \quad G_A = L(x_1 - x_2) \quad V_p = Z \cdot \Omega$$

$$Z = \frac{L}{K_x a \cdot \Omega} \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{x_e - x} = H_{OL} \cdot N_{OL} \quad H_{OL} = Z / N_{OL}$$

$$N_{OL} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{x_e - x} = \frac{x_1 - x_2}{\Delta x_m} \quad H_{OL} = \frac{L}{K_x a \cdot \Omega}$$



VA01—吸收液流量调节阀，VA02—吸收塔空气流量调节阀，VA03—解吸塔空气流量调节阀，VA04—解吸液流量调节阀，VA05—吸收塔CO2流量调节阀，VA06—风机旁路调节阀，VA07—吸收泵放空阀，VA08—水箱放空阀，VA09—解吸液回流阀，VA10—吸收泵回流阀，AI01—吸收塔进气采样阀，AI02—吸收塔排气采样阀，AI03—解吸塔进气采样阀，AI04—解吸塔排气采样阀，AI05—吸收塔塔顶液体采样阀，AI06—吸收塔塔底液体采样阀，AI07—解吸塔塔顶液体采样阀，AI08—解吸塔塔底液体采样阀，VA11—吸收塔放空阀，VA12—解吸塔放空阀，VA13—缓冲罐放空阀；TI01—液相温度；FI01—吸收塔空气流量，FI02—吸收液流量，FI03—解吸塔空气流量，FI04—解吸液流量，FI05—CO2气体流量
吸收与解吸实验流程图

实验步骤：

1. 流体力学性能测定

测定干填料压降时，塔内填料务必事先吹干。

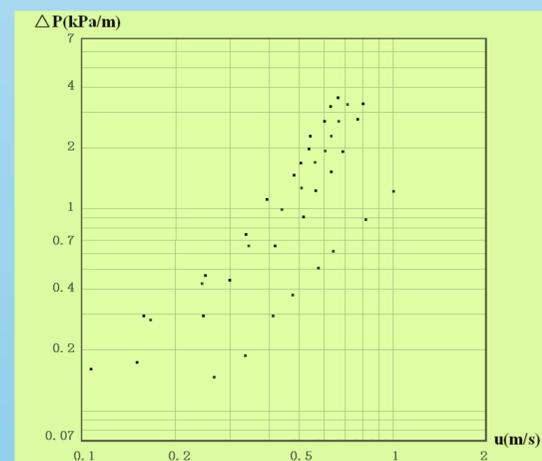
测定湿填料压降，要进行预液泛，使填料表面充分润湿。实验接近液泛时，进塔气体的增加量要减小，否则图中泛点不容易找到。密切观察填料表面气液接触状况，并注意填料层压降变化幅度，务必让各参数稳定后再读数据，液泛后填料层压降在几乎不变气速下明显上升，务必要掌握这个特点。稍稍增加气量，再取一、两个点即可。

2. 传质实验

二氧化碳减压后进入缓冲罐，罐内压力保持0.03~0.04[Mpa]，不要过高，并注意减压阀使用方法。为保证稳定供气，二氧化碳钢瓶可提前打开。根据不同填料分别调节合适的喷淋量和气速，改变喷淋量进行实验。实验稳定后，采用二氧化碳红外检测仪检测各管路二氧化碳含量，切换检测管路后需等待示数稳定再进行读数。

吸收-解吸联动实验，注意保持缓冲罐内液位平稳。

实验完毕，关闭二氧化碳时，务必先关二氧化碳钢瓶总阀，然后才能关闭减压阀2及调节阀8。检查总电源、总水阀及各管路阀门，确实安全后方可离开。



流体力学实验处理结果示意图

注意事项：

1. 风机启动前，检查出口阀门是否关闭，风机启动后，迅速徐徐开启出口调节阀；
2. 测干填料时填料要吹干，测湿填料时要先预液泛；
3. 不要使气速过分超过泛点，避免冲破和冲跑填料；
4. 安全使用二氧化碳钢瓶。