



昆明理工大学化学工程学院

固体流态化演示

化工原理实验中心



使颗粒状物料与流动的气体或液体相接触，并在流体作用下呈现出类似于流体的状态，这就是固体流态化。工业上粉粒状物料的输送、混合、涂层、换热、干燥、吸附、煅烧和气-固反应等过程中都广泛地应用了流态化技术。



一、实验目的

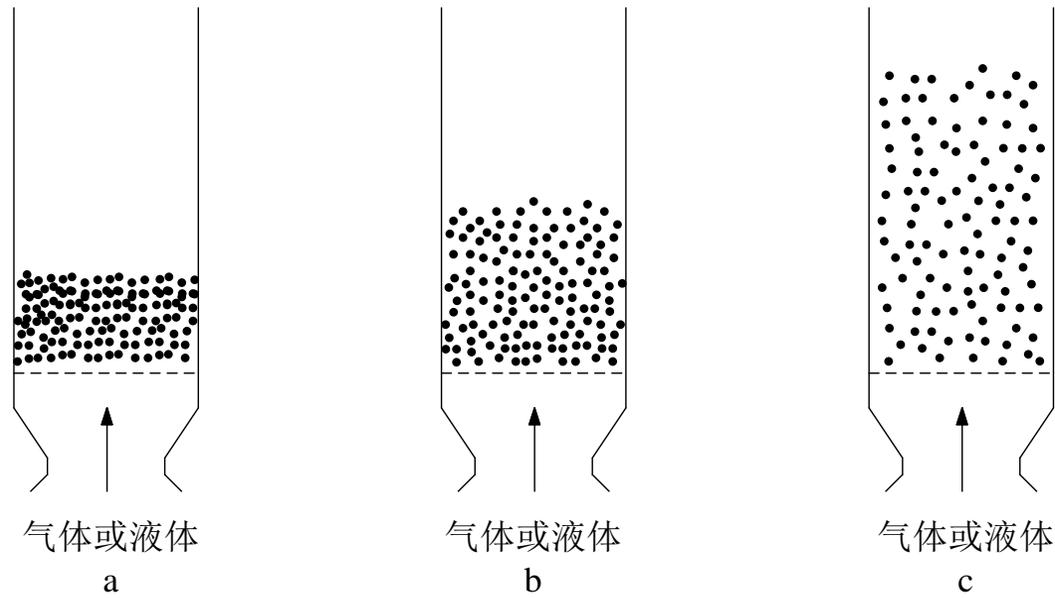
- ① 观察聚式、散式流态化的实验现象；
- ② 学会流体通过颗粒层时流动特性的测量方法；
- ③ 测定临界流化速度，并作出流化曲线图。



二. 基本原理

① 固体流态化过程的基本概念

如果流体自下而上地流过颗粒层，则根据流速的不同，会出现三种不同的阶段，如图



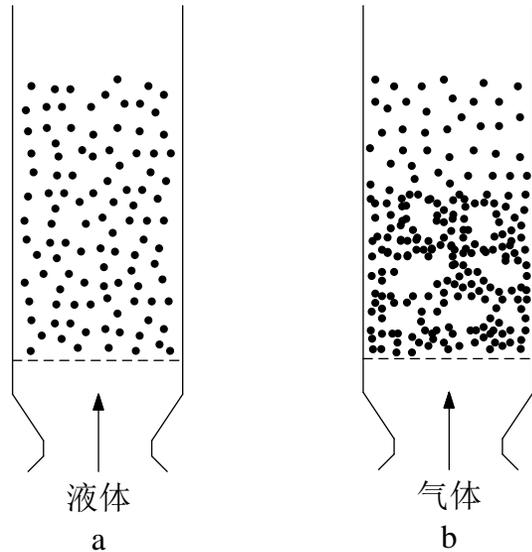
流态化过程的几个阶段

a-固定床；b-流化床；c-输送床



② 固体流态化的分类

流态化按其性状的不同可以分成两类，即散式流态化和聚式流态化。



散式流态化和聚式流态化

a-散式流化床；b-聚式流化床

聚式流化床中有以下两种不正常现象：

a. 腾涌现象：如果床层高度与直径的比值过大，气速过高时，就容易产生气泡的相互聚合，在气泡直径长大到与床径相等时，就将床层分成几段，床内物料以活塞推进的方式向上运动，这即是腾涌，又称节涌。

b. 沟流现象：在大直径床层中，由于颗粒堆积不匀或气体初始分布不良，大量气体经过局部地区的通道上升，而床层的其余部分仍处于固定床阶段而未被流化。



③ 流化床压降与流速关系

床层一旦流态化，全部颗粒处于悬浮状态。取床层作为主体，忽略流体与容器壁面间的摩擦力，对主体作力的衡算，则

$$\Delta p A = m_s g + m_l g$$

其中

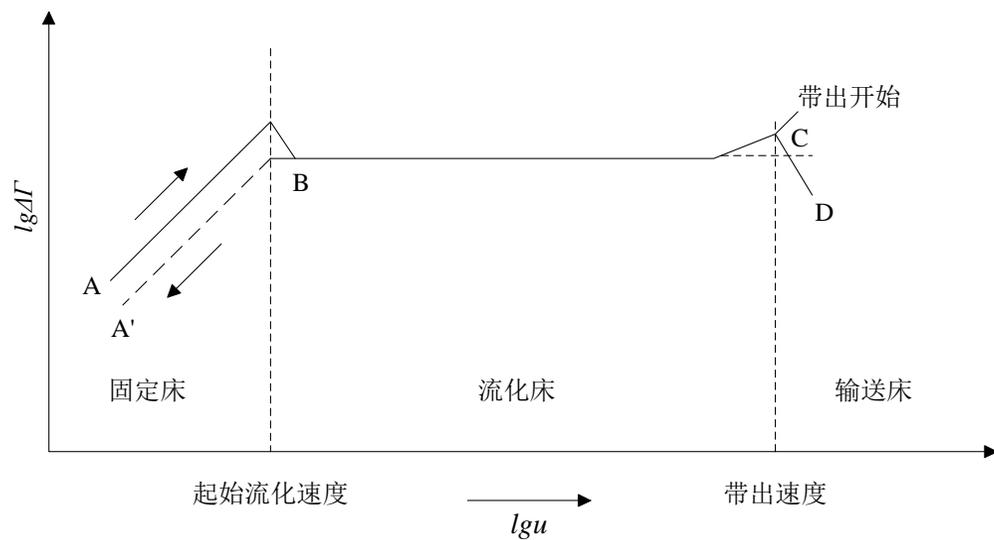
$$m_l = \left(AL - \frac{m_s}{\rho_p} \right) \rho$$

引用广义压力概念，整理得

$$\Delta \Gamma = \Delta p - L \rho g = \frac{m_s}{A \rho_p} (\rho_p - \rho) g$$



④ 流化床压降与流速关系

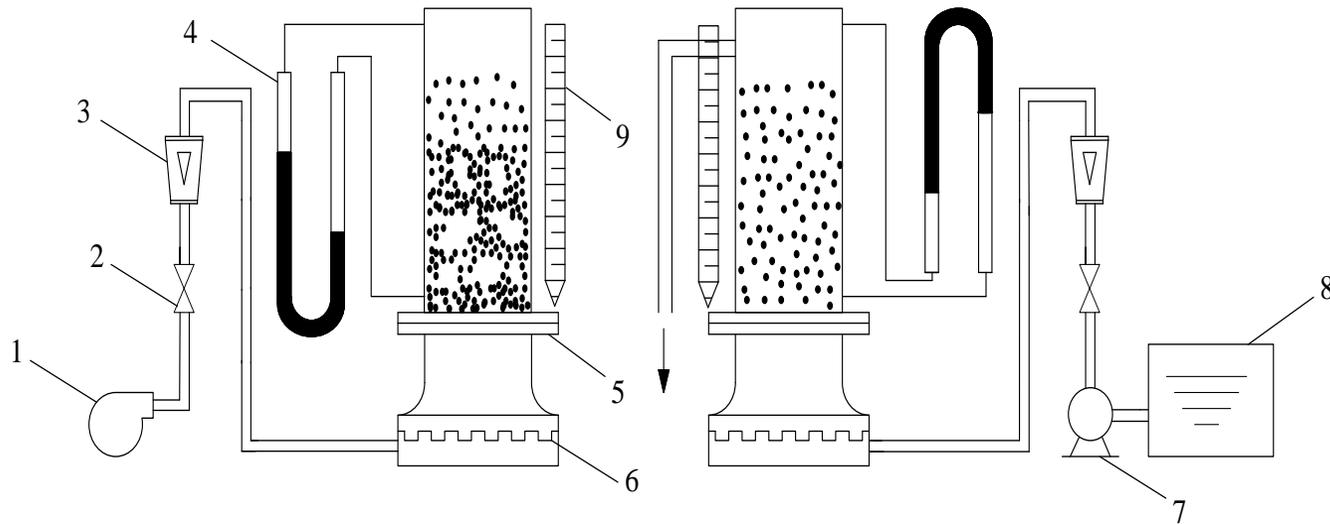


流化床压力降与气速关系

图中AB段为固定床阶段，由于流体在此阶段流速较低，通常处于层流状态，广义压差与表观速度的一次方成正比，因此该段为斜率等于1的直线。图中A'B段表示从流化床回复到固定床时的广义压差变化关系，由于颗粒由上升流体中落下所形成的床层较人工装填的疏松一些，因而广义压差也小一些，故A'B线段处在AB线段的下方。图中CD段向下倾斜，表示此时由于某些颗粒开始为上升流体所带走，床内颗粒量减少，平衡颗粒重力所需的压力自然不断下降，直至颗粒全部被带走。



三、实验装置及演示操作要求



固体流态化装置流程图

1-风机；2-调节阀；3-转子流量计；4- U型压差计；5-分布板；6-均布器；
7-水泵；8-水箱；9-标尺

1 实验前的准备工作

- 熟悉实验装置及流程。

2 实验数据的测定

- 测定流量、床层高度和压差。



四. 演示操作

- ① 检查装置中各个开关及仪表是否处于备用状态。
- ② 用木棒轻敲床层，使固体颗粒填充紧密，测定静床高度。
- ③ 启动风机或泵，将调节阀调至较小流量，记录压差计和流量计读数变化。观察床层高度变化及临界流化状态时的现象。
- ④ 由大到小改变气或液量（注意，不要带出床层内的固体颗粒），重复步骤3，注意操作要平稳细致。
- ⑤ 关闭电源，测量静床高度，比较两次静床高度的变化。