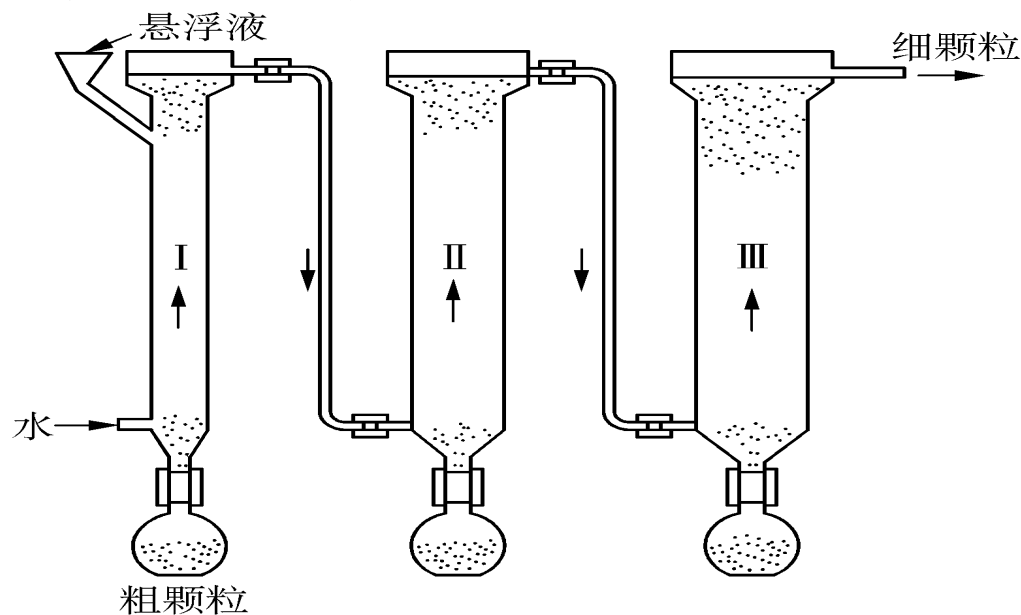


习题： 6, 8, 9

6. $\left(\frac{u_{tA \min}}{u_{tB \max}} > 1 \right)$ 即可分开) 8. $\left(x_{\text{出}i} = \frac{w_{\text{出}i}}{w_{\text{出}}} \right)$

5.3 沉降分离设备

2. 分级器 图 5-10



$\rho_p > \rho$ u_t 是向下, u 向上

当 $u > u_t$, u_p (合速度) 往上带走

当 $u < u_t$, 沉降下来。

利用不同管径造成 u 不同, 而加以分级

? 分级器的高度 H 一般较大, 是否意味着沉降能力与 H 有关。

① 加速 → 匀速

② 壁效应

5.3.2 离心沉降设备

1. 离心分离因数 α

离心沉降：

依靠离心力作用，使流体中的颗粒产生沉降运动。

$$\alpha = \frac{\text{离心力}}{\text{重力}} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

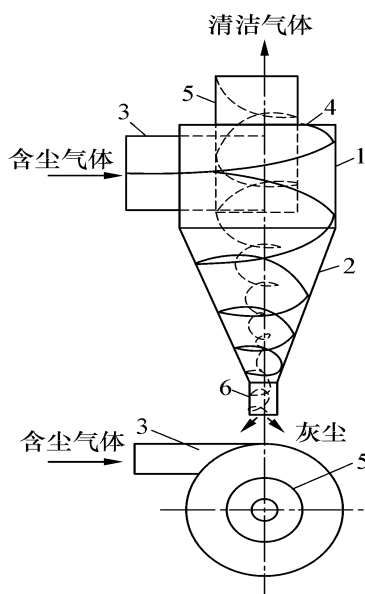
如 $u=20\text{m/s}, r=0.2\text{m}$

$$\alpha = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{u^2}{gr} = \frac{20^2}{9.81 \times 0.2} = 200$$

2. 旋风分离器

$\alpha=5\sim 2500$ ，分离 $5\sim 75\mu\text{m}$

(1)构造与工作原理



气体切线进入后形成两个旋涡

螺旋形旋转向下一外旋涡

由锥底螺旋形向上一内旋涡

中间是负压，所以在锥底必须密封。

(2)评价性能标准

两个标准

{ 压降
效率

{ 总效率
粒级效率

总效率： $\eta_0 = \frac{C_{\lambda} - C_{\text{出}}}{C_{\lambda}}$

粒级效率： $\eta_i = \frac{C_{i\lambda} - C_{i\text{出}}}{C_{i\lambda}}$

若含尘气中含 n 个粒级，则

$\eta_0 = \sum_{i=1}^n x_i \eta_i$

压降： $\Delta \mathcal{P} = \zeta \cdot \frac{1}{2} \rho u^2$

ζ —阻力系数， ζ 大小反映 $\Delta \mathcal{P}$ 大小，旋风分离器型式给定， ζ 为定值。

(3)旋风分离器

粗短型 细长型

新型 { 扩散式
 旁室式

粗短型 细长型

压降小，效率低 压降较大，效率较高

5.3.3 力学分离方法的选择

液-固系统

| 颗粒尺寸（ μm ） | 分离方法 |
|-----------------------|-----------|
| $>50\mu\text{m}$ | 重力沉降器：如过滤 |
| $>3\mu\text{m}$ | 旋液分离器 |
| $>0.5\mu\text{m}$ | 离心分离机 |

气-固系统

| 颗粒尺寸 (μm) | 分离方法 |
|------------------------|-------|
| $>50\mu\text{m}$ | 重力沉降室 |
| $>5\mu\text{m}$ | 旋风分离器 |
| $>1\mu\text{m}$ | 袋滤器 |
| $>0.1\mu\text{m}$ | 电除尘器 |

常用测量方法的适用粒径范围

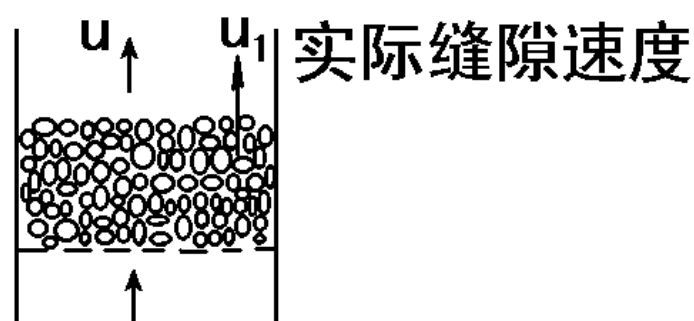
| 测量方法 | 筛分法 | 风筛法 | 光学显微镜 | 电子显微镜 | 吸附法 | 光散射 |
|-------------------------|-------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 粒径范围 / μm | >45 | $1\sim100$ | $0.5\sim100$ | $0.001\sim10$ | $0.002\sim2$ | $0.001\sim10$ |

5.4 固体流态化技术

5.4.1 流态化三阶段

固定床 (I) $u_1 < u_t$

流化床 (II) $u_{mf} < u < u_t$



起始流化速度 u_{mf} —固定床向流化床转变点车速。

当 u_1 刚大于 u_t 时，固体颗粒被吹动，

$\varepsilon \uparrow$ ，使 $u_1 = u_t$ ，

$$u = \varepsilon u_1$$

当 $u=u_{mf}=\varepsilon u_t$ 时,

开始由

固定床 \longrightarrow 流化床但 $u < u_t$, 颗粒被吹起而不飞走

颗粒输送 (III)

$$u \geq u_t$$

5.4.2 流化床主要特性

- (1) 具有液体一样特性
- (2) 固体混合强烈均匀
- (3) 恒定的压降

$$\Delta \mathcal{P} = \frac{m}{A \rho_p} (\rho_p - \rho) g$$

讨论

- (1) $\Delta \mathcal{P}$ 等于单位截面床层内固体的表观重量 (净重力), 而与气速无关。
- (2) 流化床中 $\Delta \mathcal{P}$ 恒定, 是判断床层是否流化以及流化优劣标准。

* 允许采用细小颗粒而无需担心过大压降。

- (3) $\Delta \mathcal{P}$ 与床层高度 L 与空隙率 ε 的关系

$$\begin{aligned}\Delta \mathcal{P} &= \frac{m}{A\rho_p}(\rho_p - \rho)g = \frac{V_p}{A}(\rho_p - \rho)g \\ &= \frac{LA(1-\varepsilon)}{A}(\rho_p - \rho)g \\ \therefore \Delta \mathcal{P} &= L(1-\varepsilon)(\rho_p - \rho)g\end{aligned}$$

注意：L 与 ε 应对应。

定义：流化床的膨胀比

$$R = \frac{L}{L_{mf}} = \frac{1-\varepsilon_{mf}}{1-\varepsilon}$$

下标：mf 表示起始流化值

5.4.3 实际流化现象

—聚式流化与散式流化

气固系统—聚式流化（出现空穴、气泡）

液固系统—散式流化（平稳）

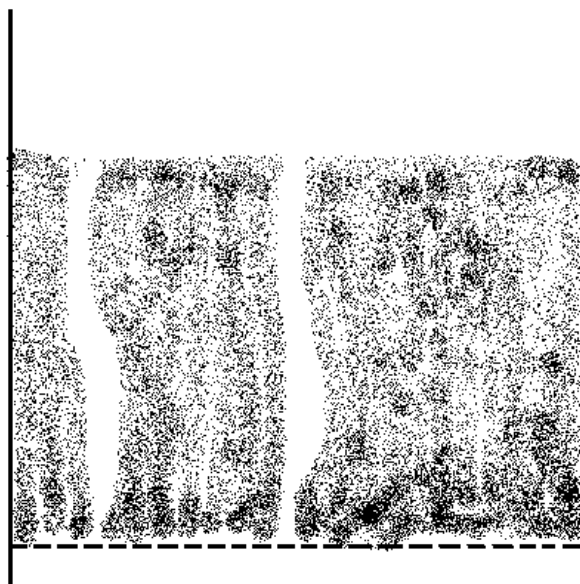
5.4.4 常见不正常现象

—腾涌与沟流

腾涌现象：如图 5-26 所示



腾涌



沟流

沟流

贯穿沟流

局部沟流

—造成“死床”

5.4.5 流化床的操作范围

$$u_{mf} \leq u \leq u_t$$

起始速度

带出（沉降）速度

$$u_{mf} = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho) g}{1650 \mu}$$

5.4.6 改善流化质量的措施

流化质量好—

流化床内流体分布及气-固两相接触均匀

提高流化质量的措施:

- (1) 增加分布板阻力
- (2) 采用内部部件
- (3) 采用小直径, 宽分布颗粒
- (4) 采用细颗粒, 高气速流化床

5.5 气力输送

5.5.1 气力输送装置

图 5-33~图 5-37

优点: 系统密闭, 利用空间
设备紧凑, 联合操作

5.5.2 经济指标

—固气比

$$R = \frac{M}{G} \quad R \uparrow \text{有利}$$

M : kg 固体/s•m² 管截面

G : kg 气体/s•m² 管截面

5.5.3 稀相输送流体特性

水平输送 沉降速度 u_s

必须 $u_{\text{表}} > u_s$

垂直输送 噎塞 (ye sai) 速度 u_{cb}

$$u_{\text{表}} > u_{cb}$$