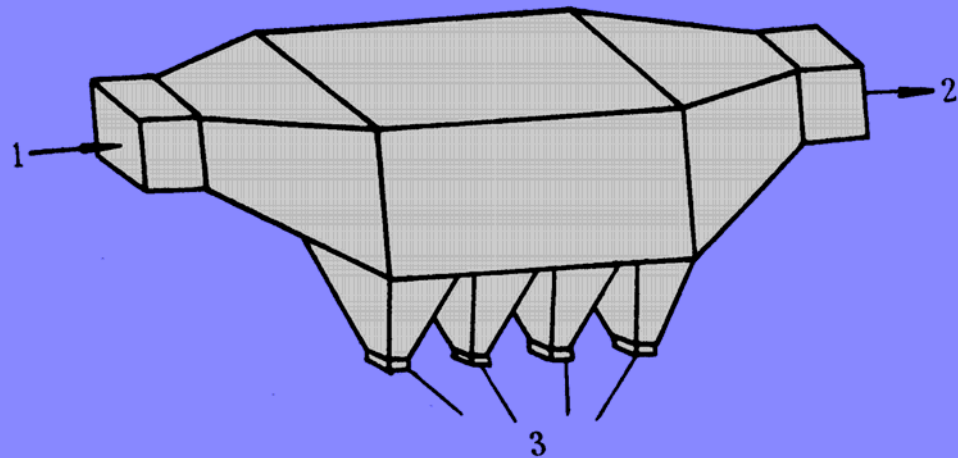


第三节 沉降分离设备

一、重力沉降设备

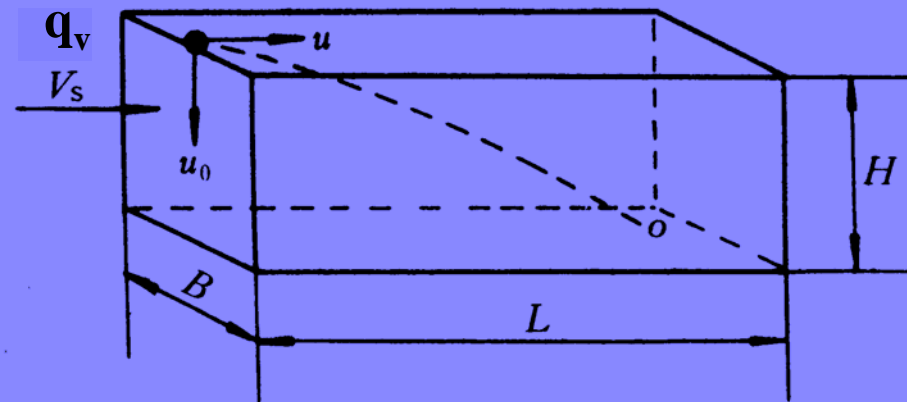
1. 降尘室

按流体流动方式的不同，重力沉降设备可分为水平流动型与上升流动型两种。下图为水平流动型降尘室。



降尘室

1—气体入口；2—气体出口；3—集尘斗



颗粒在降尘室中的运动

动画演示

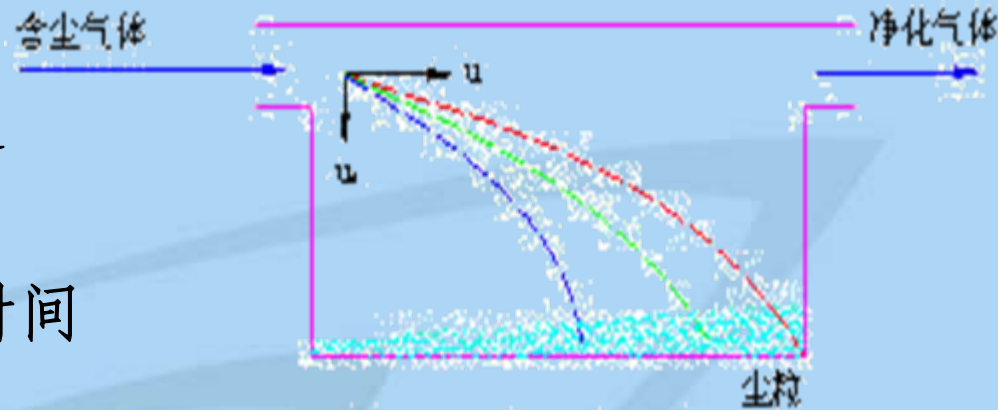


① 工作原理

气体入室→因A增大而减速
 →颗粒沉降并随气体运动
 沉降运动时间 ≤ 气体停留时间



分离



操作特点： $d_p \uparrow$ 、 $q_v \downarrow$ 尘粒易除去

② 临界直径 d_{min}

指能(100%)被降尘室除去的最小颗粒直径。

颗粒所需的沉降时间

$$\tau_t = H/u_t$$

在降尘室内停留时间

$$\tau_r = L/u$$

100% 分离满足的条件:

$$\tau_t = \frac{H}{u_t} \leq \frac{L}{u} = \tau_r$$





分离所需最小沉降速度 u_t :

$$u_t \geq \frac{Hu}{L} = \frac{HBu}{LW} = \frac{q_v}{A}$$

$$u_t = \frac{d_{\min}^2 (\rho_p - \rho) g}{18\mu} = \frac{q_v}{A}$$

能被100%分离的最小颗粒径（**临界直径 d_{\min}** ）:

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{18\mu \cdot u_t}{g(\rho_p - \rho)}} = \sqrt{\frac{18\mu}{g(\rho_p - \rho)} \frac{q_v}{A}} = \sqrt{\frac{18\mu}{g(\rho_p - \rho)} \frac{q_v}{BL}}$$



说明:

I d_{pc} ~ 颗粒与气体物性 (ρ_p 、 d_p 、 ρ 、 μ)，气体处理量 (V_s)，底面积 (A) 有关，但与降尘室高度 (H) 无关；即：

$H \downarrow \rightarrow \tau_t$ 与 $\tau_r \downarrow \rightarrow u_{tc}$ 与 d_{pc} 不变。思考：除尘与预热的顺序？

II 考虑是 d_{pc} ，计算时一般认为处在层流区；

III 采用水平隔板分为 N 层时， u 与 τ_r 不变，每层高度与 u_{tc} 降为原来的 $\frac{1}{N}$ ， d_{pc} 则降为原来的 $\sqrt{\frac{1}{N}}$ ；

IV q_{Vmax} ~ 某一粒径能 100% 被去除；而 q_{Vmax} ~ (100% 去除的) d ， A ，与 H 无关；

V 气体均布重要性——入口锥形；

VI 横截面大——操作气速低 \rightarrow 不被卷起，

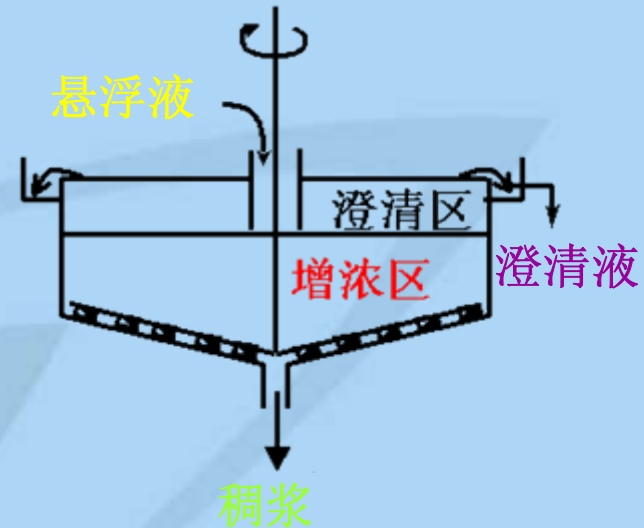
底面积大——分离效率高。



2. 增稠器

① 结构

增稠器的构造如右图。主要是一个底部略成锥形的大直径（数米~百米以上）浅槽（高度2.5~4m）。



[动画演示](#)

② 工作原理

料浆从中央进料口送入液面下0.3~1.0m处，以小扰动迅速分散到整个横截面上，颗粒下沉，从等浓区 → 变浓区 → 沉聚区；在槽底缓慢转动的耙把浓浆中的液体挤出去，并把沉渣聚拢到锥底的中央排渣口，以“底流”排出。清液向上流动，即使夹带粒子，颗粒在澄清区还是有机会再沉降，使“溢流”的澄清液体保持清洁。

[动画演示](#)



③ 应用

增稠器可用于间歇或连续操作，具有澄清液体和增稠悬浮液双重功能。适用于量大、低浓且颗粒不太细微的悬浮料浆，如污水、煤泥水处理等。处理大量悬浮液时常采用连续式增稠器。

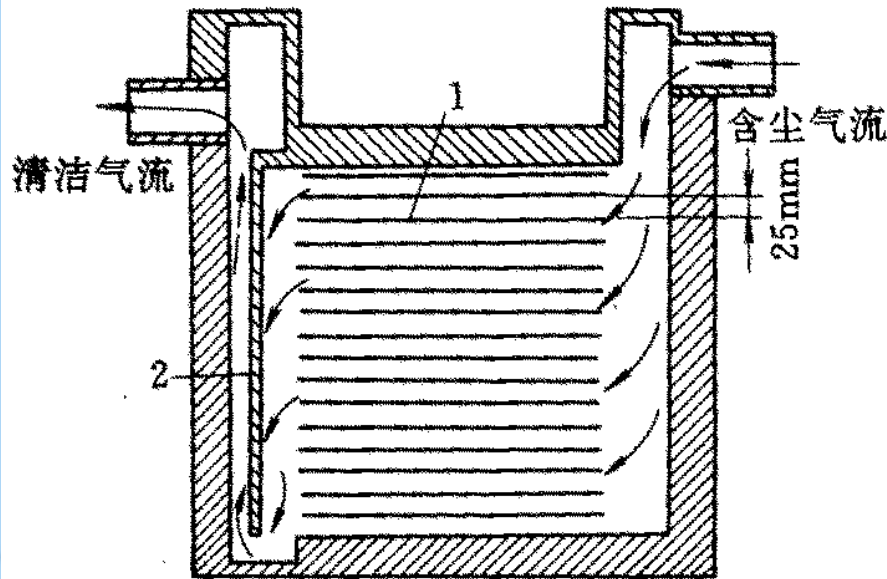


图 5-8 多层沉降器

1—隔板；2—挡板

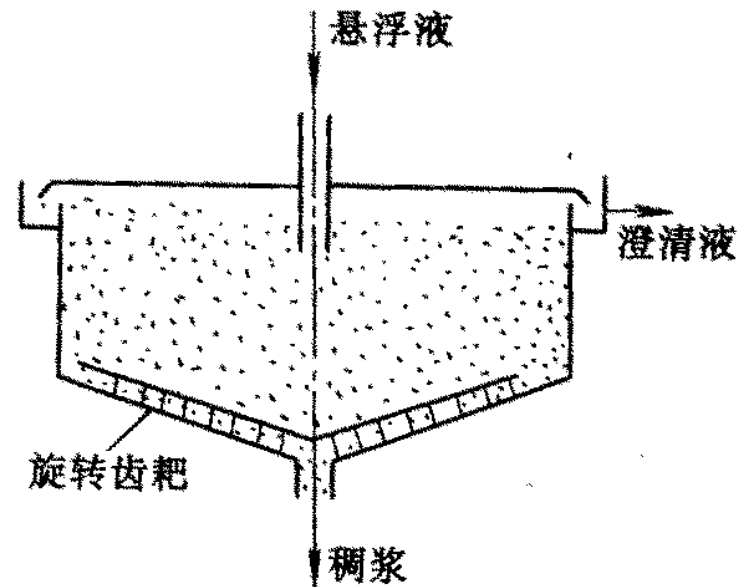
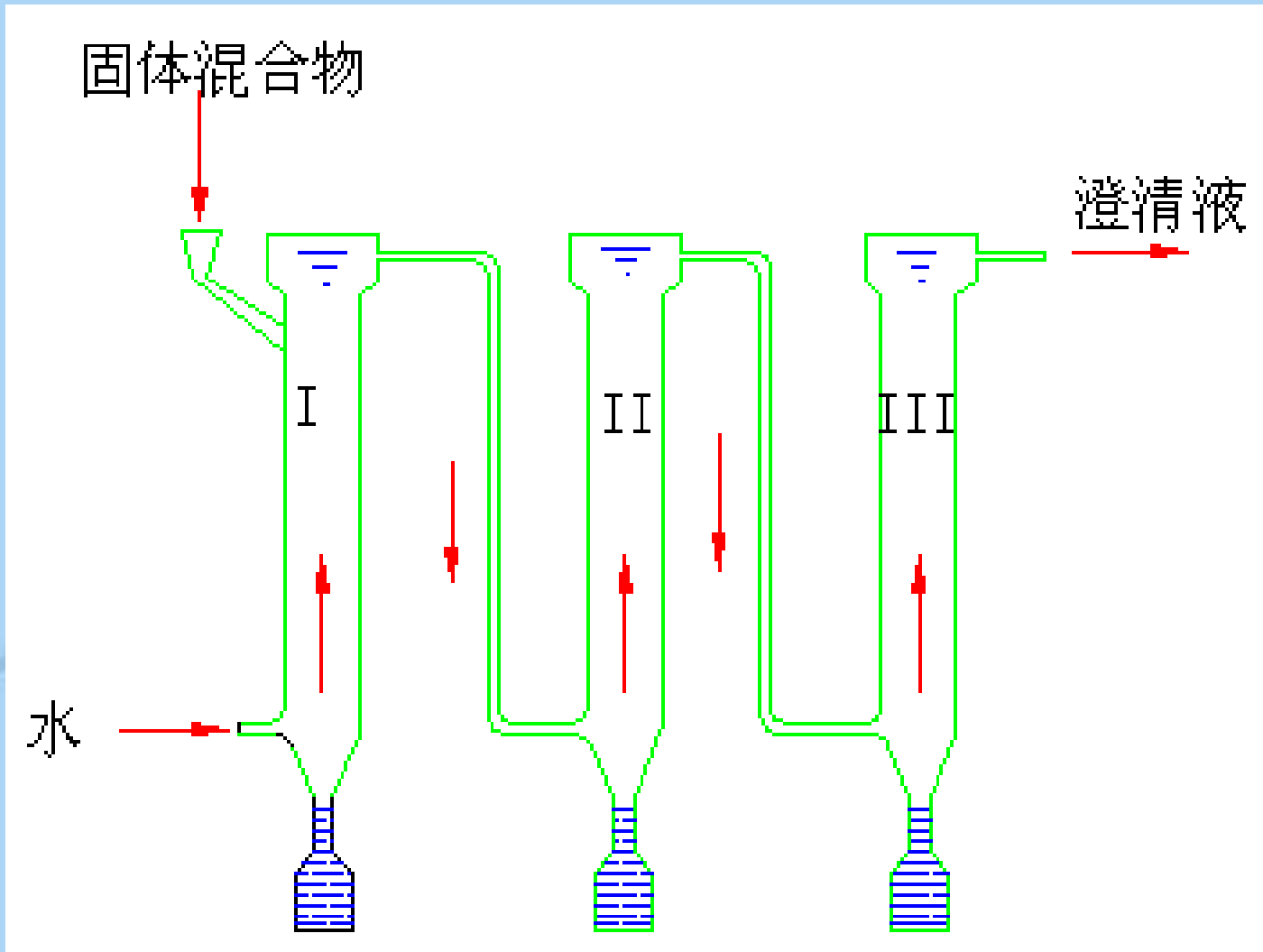


图 5-9 增稠器



3. 分级器



二、离心沉降设备

对 $(\rho_p - \rho)$ 较小，粒度较细的非均相体系，可采用离心沉降

$$\alpha = \frac{F_c}{F_g} = \frac{mr\omega^2}{mg} = \frac{r\omega^2}{g} = \frac{r^2\omega^2}{rg} = \frac{u^2}{rg}$$

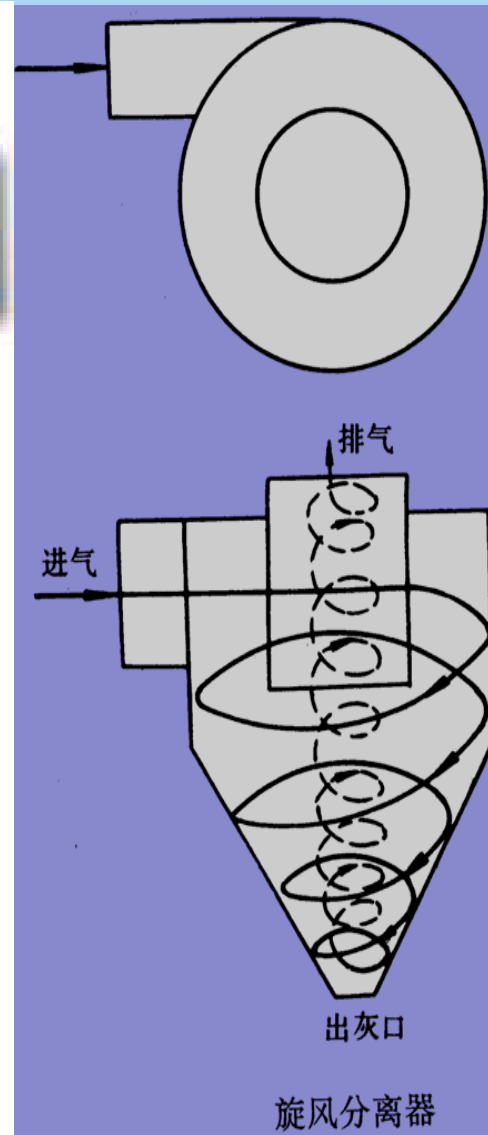
$$u = r\omega$$

α —离心分离因素

1. 旋风分离器

① 结构与工作原理

分离器主体上部为圆筒形，下部为圆锥形，见右图。



工作原理:

圆筒、圆锥、矩形切线入口
气流获得旋转

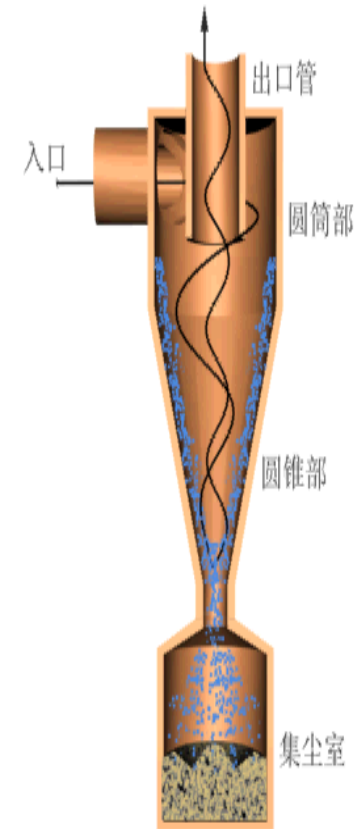
颗粒向下→锥口

净化气体向上→顶部中央排气口

颗粒→器壁→滑落

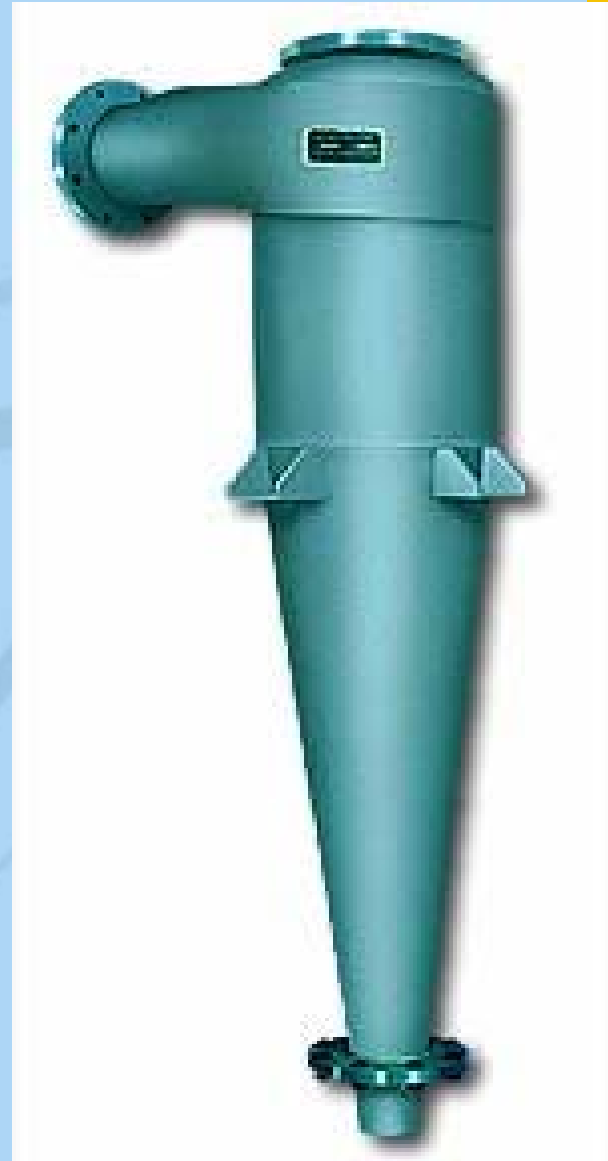
各部分尺寸——按比例

参见教材图5-14和图5-15



普通旋风除尘器







② 评价指标

I 分离效率

总效率 $\eta_0 = \frac{C_{enter} - C_{exit}}{C_{enter}}$

粒级效率 $\eta_i = \frac{C_{i\text{enter}} - C_{i\text{exit}}}{C_{i\text{enter}}}$

$d_{pi} \rightarrow C_{i\text{enter}}, C_{i\text{exit}}$

总效率与粒级效率间的关系：

$$\eta_0 = \sum \eta_i x_i$$

II 压降

能量损失——进气管、排气管、器壁、各各局部，通常

表示为

$$\Delta p = \xi \frac{1}{2} \rho u^2$$

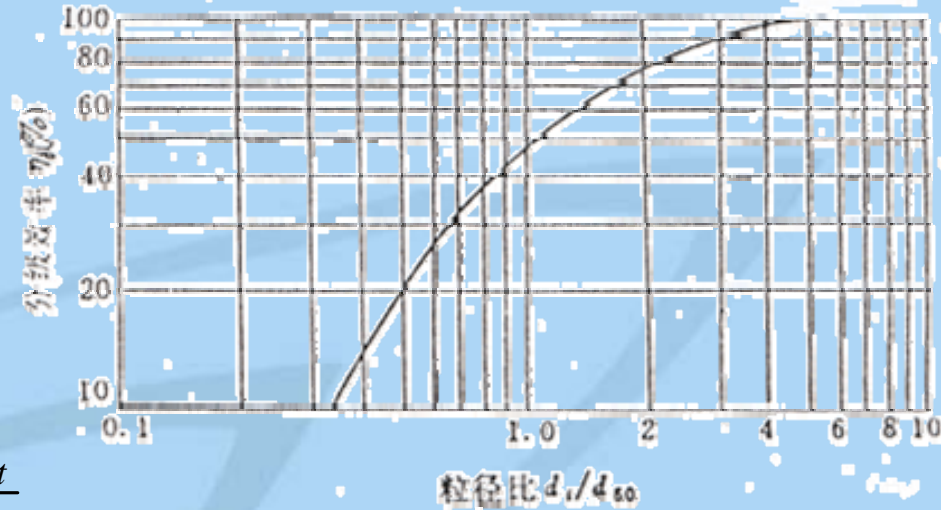


图5-12 旋风分离器的粒级效率



③ 特点及应用

旋风分离器具有结构简单、制造方便、价格低廉、分离效率高、无活动部件、操作范围广等诸多优点，可分离高温含尘气体，是最常用的一种除尘、分离设备。可用于 $5\sim 200\mu\text{m}$ 直径颗粒的分离，但不适于处理粘性、含湿量高和腐蚀性粉尘。

④ 提高分离效率的措施

- ◆ 缩小旋风分离器的直径；
- ◆ 采用较大的进气速度；
- ◆ 延长锥体部分的高度；
- ◆ 采用串联、并联操作。



2.旋液分离器

① 结构与操作原理

旋液分离器又称水力旋流器，是利用离心沉降的原理，使悬浮液中的固体颗粒增稠或使粒径密度不同的颗粒进行分级。

与旋风分离器相同，旋液分离器的设备主体也是由圆筒和圆锥两部分组成，其操作原理也与旋风分离器相似。

② 特点及应用

可适用于悬浮液的增浓，不互溶液体的分离、气液分离及传热、传质和雾化等操作中，广泛应用于多种工业领域。



3. 管式离心机

管式离心机是利用离心沉降的原理来分离悬浮液或乳浊液的机械。

有内径为75~150mm、长度约1500mm、转速高达15000r/min的管式转鼓。

离心分离因数可达 10^5 ，液体处理量为： $0.2 \sim 2\text{m}^3/\text{h}$ 。可用于分离乳浊液及含细颗粒的稀悬浮液。

