

10-3 离心分离设备

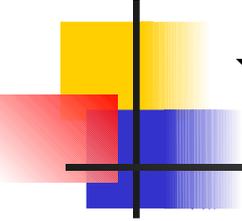
- 说出管式高速离心机、碟片式离心机、卧螺离心机的工作原理

离心分离设备

- **离心机 (centrifuge)**：利用转鼓高速运动所产生的离心力来实现悬浮液、乳浊液分离或浓缩的分离机械。
- 离心机的**分类**：过滤式和沉降式（区别见后面表）
- 离心分离设备的**优点**：分离速度快，分离效率高，液相澄清度好。
- **缺点**：设备投资高，耗能大。

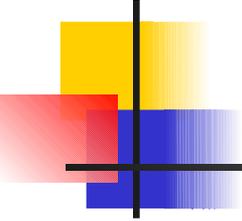
过滤式和沉降式的区别

	转鼓上 有无小孔	有无过 滤介质	分离原理	应用
过滤式	有，为 滤液通 道	有	在离心力作用下，液体穿过过滤介质经小孔流出（过滤过程）	主要用于处理悬浮液固体颗粒大，固体含量较高（ $\rho_{固} < \rho_{液}$ ）
沉降式	无	无	在离心力作用下，物料按密度的大小不同分离沉降（沉降过程）	悬浮液中固相密度大于液相密度（ $\rho_{固} > \rho_{液}$ ）



一、离心过滤设备

- **离心机 (centrifuge) :**
 - 上面开口的转鼓、转鼓壁上开有均匀、密集的小孔，鼓内贴放着滤布袋，转鼓四周有护壳，上有护盖，护壳一侧有滤液出口，护壳底部有电机相连。



一、离心过滤设备

操作

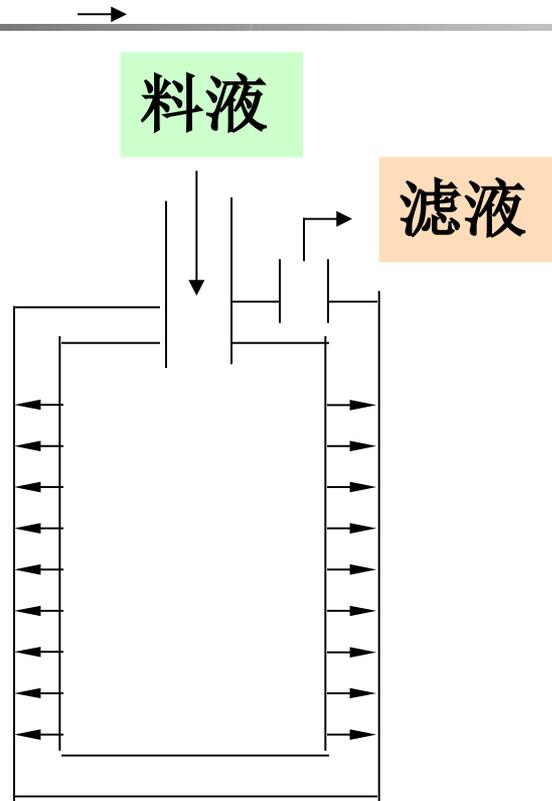
滤液—滤液出口

滤渣—人工排除（人工出渣）

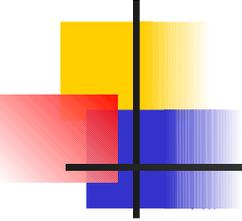
■ 间歇操作，且拆卸频繁易损坏机件，因此不适于处理湿含量高的料液

最常用的是**篮式离心机**

过滤式管状离心机

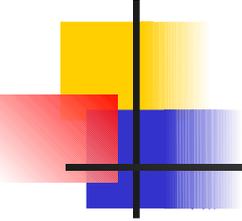


过滤式管状离心机



离心沉降设备 ---1、管式离心机

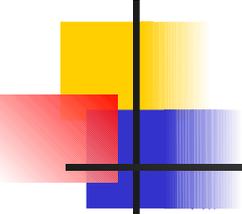
- **1、操作**
- 液 - 液分离（萃取）为连续操作
- 液 - 固分离（过滤）为间歇操作



1、管式离心机

■ 2、结构：

- 顶盖、带空心轴的底盖、管状转鼓（细长而高速旋转）。
- 顶盖上靠近中心处为轻液出口，靠近转鼓壁处为重液出口（液 - 固分离时用石棉垫堵塞重液出口）

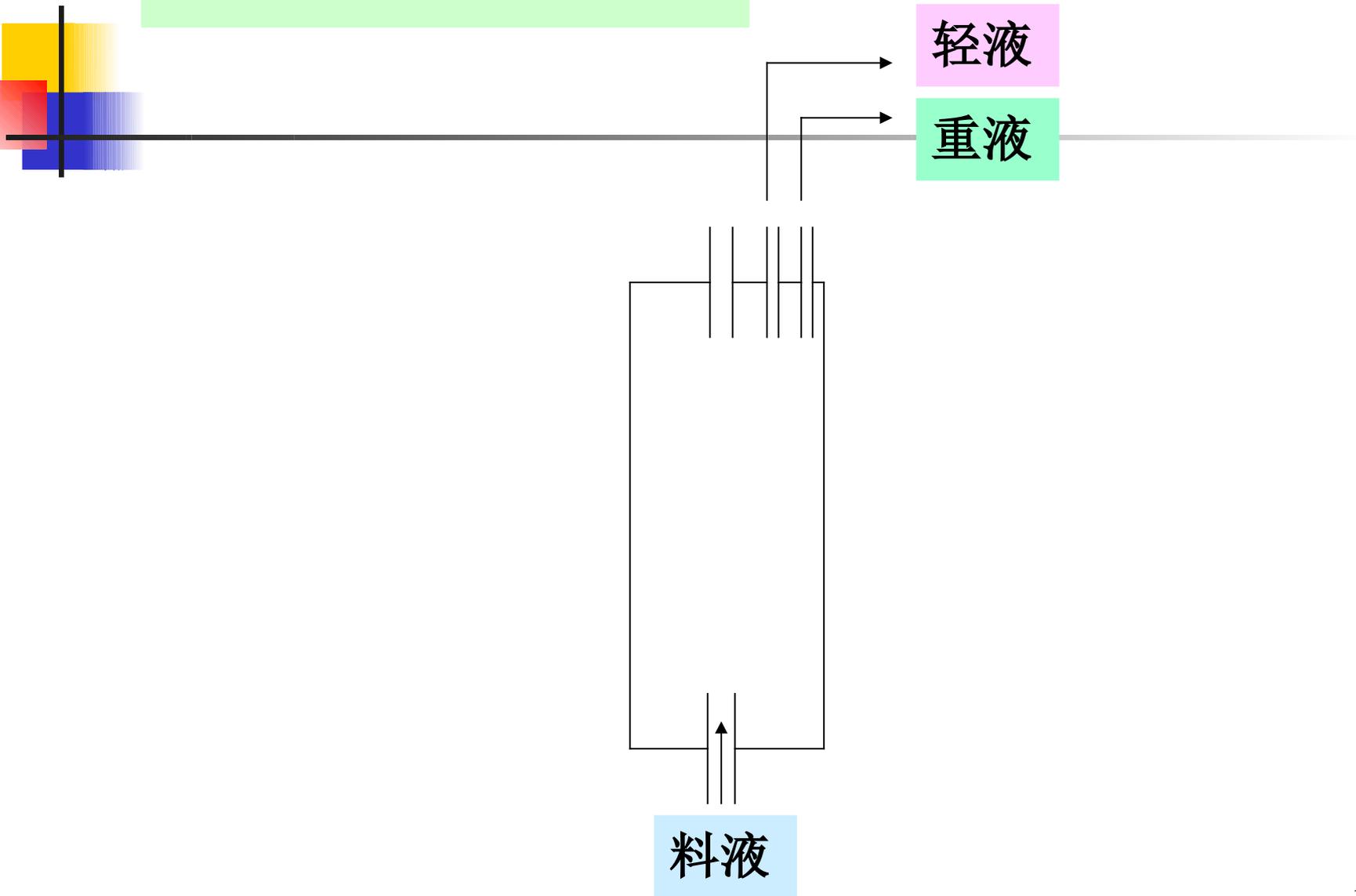


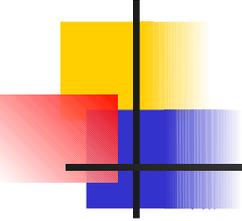
1、管式离心机

■ 3、工作原理（萃取）

■液 - 液分离：待处理的料液在一定压力下由进料管经底部空心轴进入鼓底，分布于转鼓的四周，并被加速到转鼓速度，在离心力作用下，乳浊液沿轴向上流动的过程中被分层成轻液相和重液相，从顶盖上各自的出口流出。

沉降式管状离心机





1、管式离心机

■ 3、工作原理（过滤）

液 - 固分离（**过滤**）：待处理的料液在一定压力下由进料管经底部空心轴进入鼓底，分布于转鼓的四周，并被加速到转鼓速度，在离心力作用下，悬浮液沿轴向上流动的过程中被分层成液相和固相，液相从中央轻液出口流出（重液出口关闭），固体在离心力场下沉积于鼓壁上，达到一定数量后，停机以人工清除。

管式高速离心机

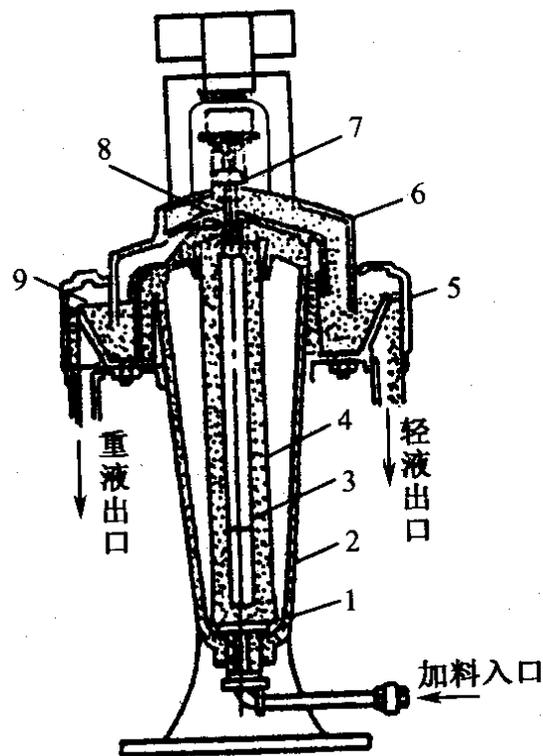
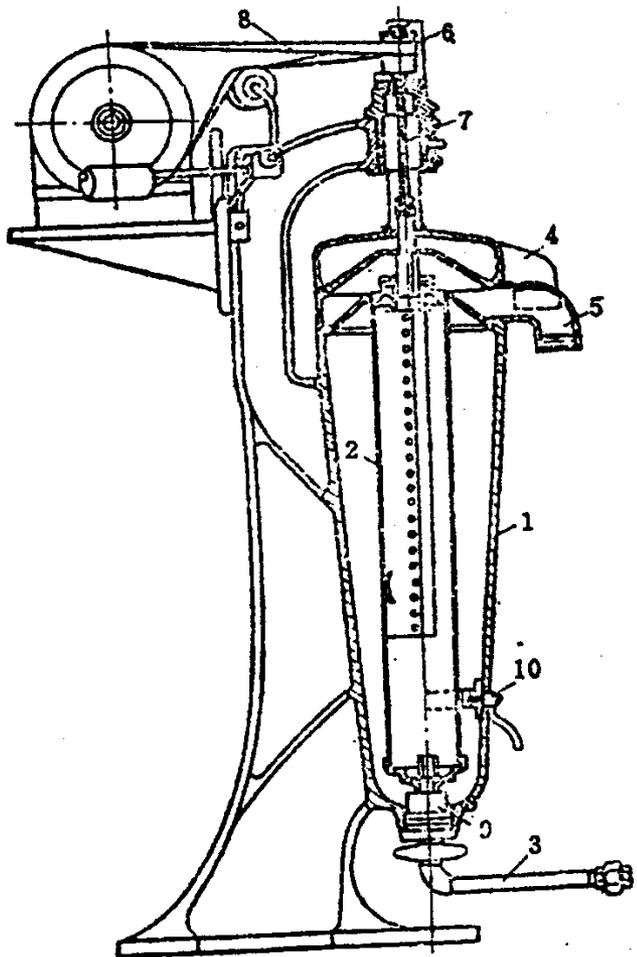
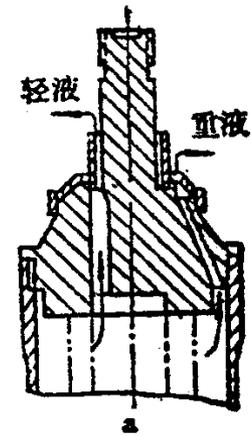


图 10-7 管式离心机结构

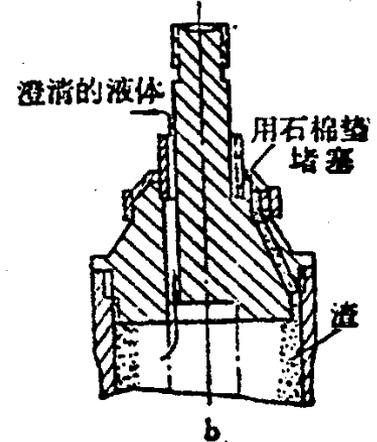
1. 圆形折转器；
2. 固定机壳；
3. 十字形挡板；
4. 管状转鼓；
5. 轻液室；
6. 排液罩；
7. 挠性驱动轴；
8. 环状隔盘；
9. 重液室



(a) 结构示意图



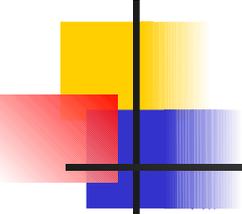
① 用于液-液分离时



② 用于液-固分离时
(b) 工作状态示意图

图 6—8 管式超速离心机

- 1-机座; 2-转筒; 3-乳浊液进入管; 4-轻液排出管; 5-重液排出管;
6-皮带轮; 7-挠性轴; 8-平皮带; 9-支撑轴承; 10-掣动器



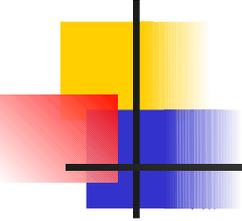
2、碟片式离心机

- (1) 转鼓中加入许多重叠的锥形碟片，增加了沉降面积，使分离效率大为提高。
- (2) 碟片与碟片间为分离室
- (3) 碟片形式：

碟片式离心机既能分离悬浮液（液 - 固分离），又能分离乳浊液（液 - 液分离或液 - 液 - 固分离），但分离时碟片形式有所不同。

液 - 固分离时，碟片无孔，

液 - 液 - 固分离时（液 - 液分离），碟片有孔。



2、碟片式离心机

- (4) 工作原理：
 - 转鼓连同碟片高速旋转使碟片处于离心力场中，料液 (**mixture**) 从中央导筒加入，充满了转鼓（即充满了碟片薄层空间），在离心力 (**centrifugal force**) 作用下，由于固液密度不同，使液 - 固分离。
 - 碟片间悬浮液中的固体颗粒有较大的质量，先沉降于碟片的内腹面，并连续向鼓壁的方向沉降，澄清的液体则被迫反向移动，最终在转鼓颈壁进液管周围的出液管排出。

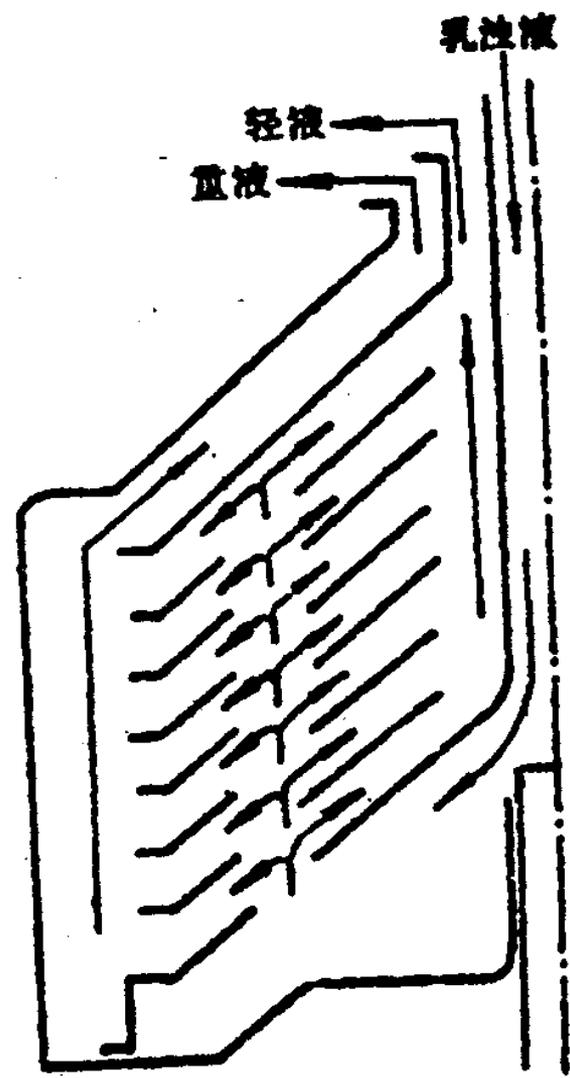
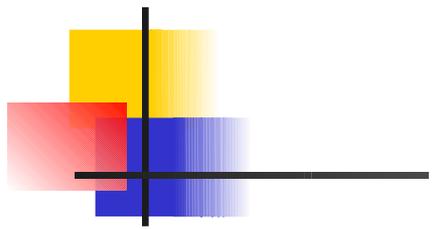
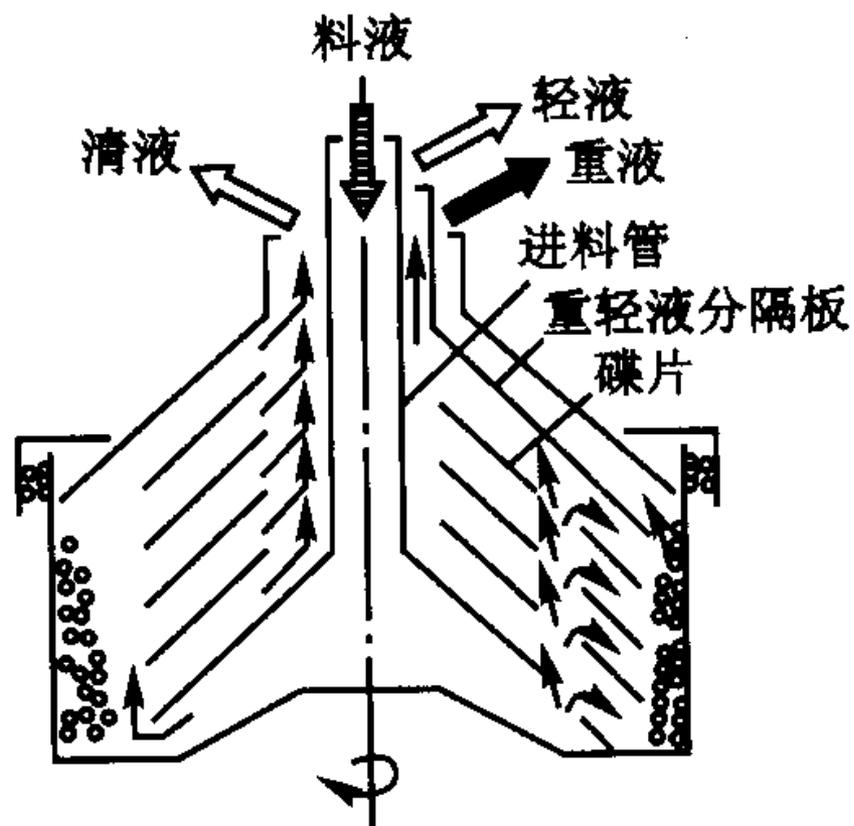


图 7—1 碟片式离心分离机原理图



左侧：液-固分离 右侧：液-液-固分离

图 10-8 液-固分离和液-液-固分离的工作原理

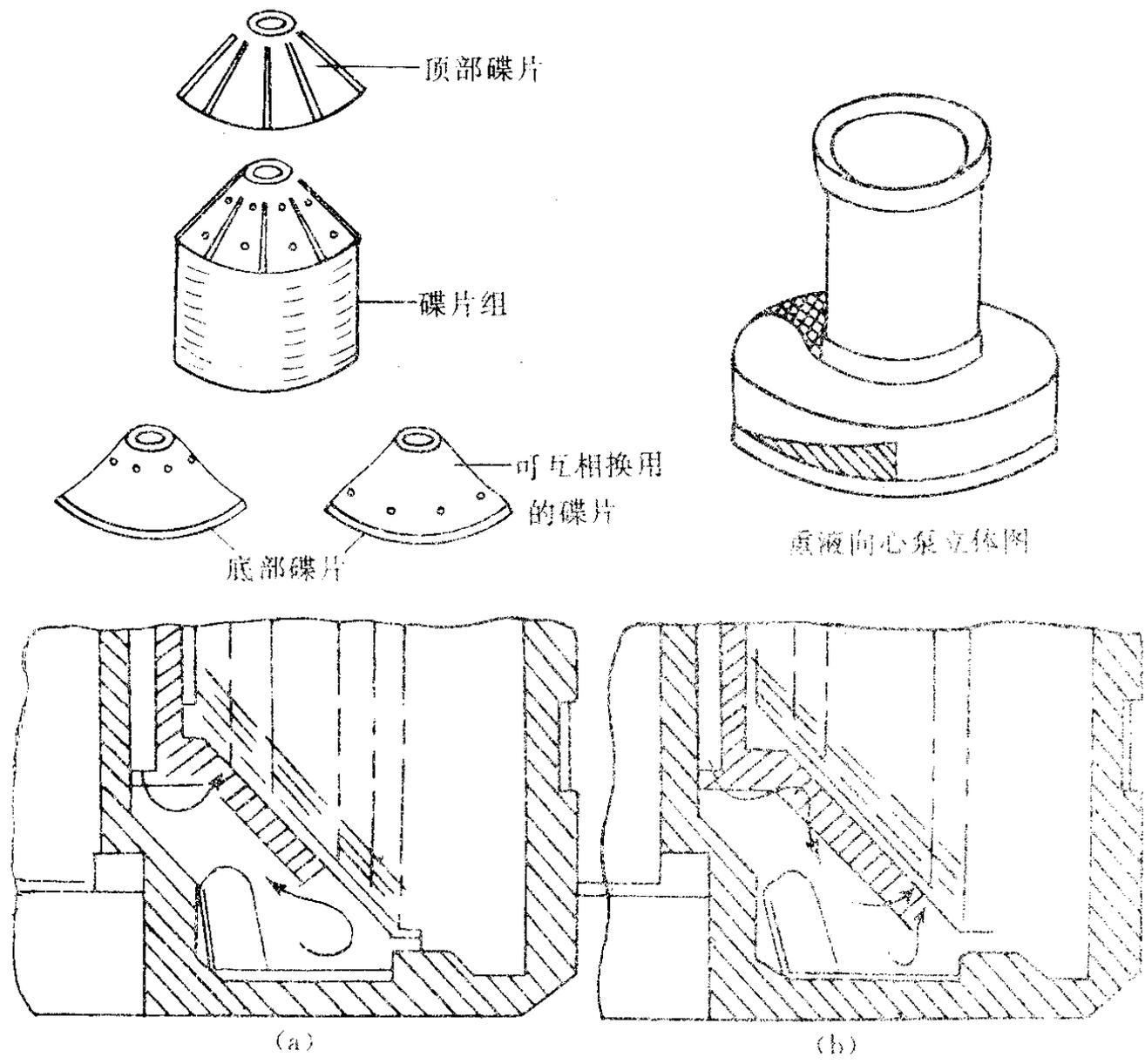
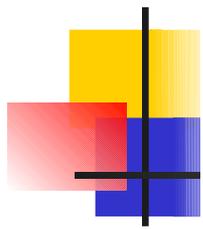
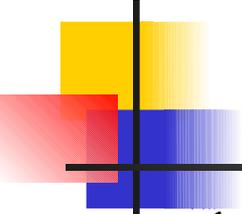


图 4-19

(a)重液 > 60% ; (b)轻液 > 60%



2、碟片式离心机

- **(5) 自动出渣装置**有喷嘴式和活门式（自动排渣碟片式）两种。
- **喷嘴式**：在有特殊形状内壁的转鼓壁上开设若干喷嘴（**12-24**个），由于喷嘴始终是开启的，使排出的残渣湿含量相当高，如果将这样的湿渣弃去，将影响收率。为了减少损失，提高固体纯度，需要进行洗涤。所以在使用时，往往采用两台离心机串联使用，将第一台分离出来的湿渣，加水混合洗涤，混合液进入第二台离心机进行分离，分离出来的洗水，并入第一台的滤液中，以提高收率。喷嘴易磨损、堵塞。

2、碟片式离心机

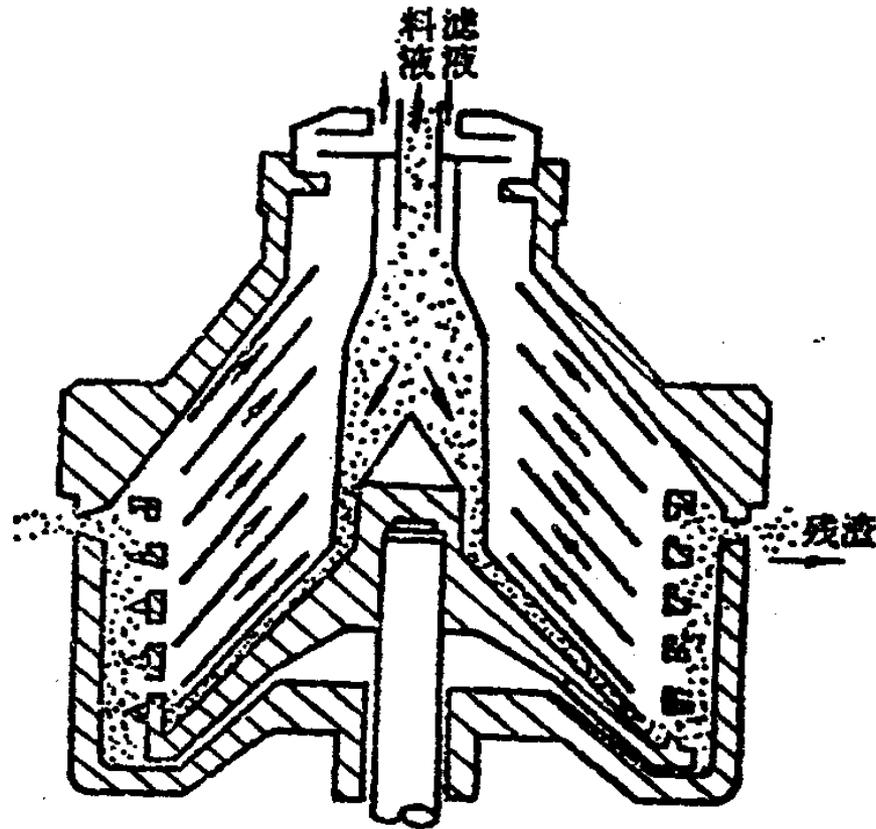
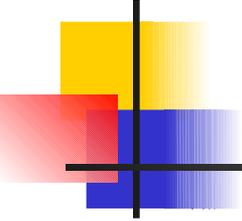
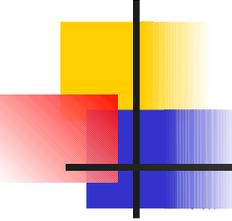


图 6—9 用喷嘴排出残渣的碟片式离心机



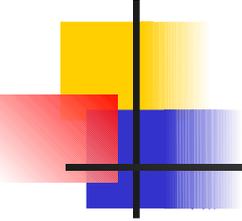
2、碟片式离心机

- **活门式**（自动排渣碟片式）
 - **1**、进料和分离液的排出是连续的，被分离的固相浓缩则是间歇排出。
 - **2**、转鼓由上下两部分组成，上转鼓不做上下运动，下转鼓通过液压作用能做上下运动。
 - **3**、操作时，依靠液压使下转鼓向上顶紧关闭活门。



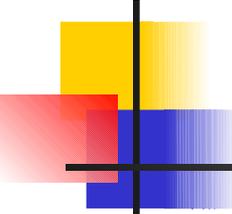
3、卧螺离心机 (Decanter)

- (1) 是一种连续操作的设备，各工序在同一时间内连续进行
- (2) 效率高，适应性强，应用广
- (3) 分两类：
 - 液 - 固两相分离
 - 轻液 - 重液 - 固体三相分离 (可用于直接从发酵液中分离出经萃取后的溶媒，使液 - 固分离和萃取两个单元操作在一机内完成)



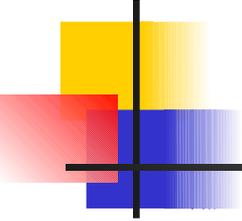
卧螺离心机

- (4) 组成:
- 卧式圆柱 - 圆锥形转鼓 + 装在转鼓中的螺旋输送机，螺旋与转鼓内壁之间有微量间隙，用一差动变速器维持 **1%** 的转差。



卧螺离心机

- (5) 操作:
- 液 - 液 - 固分离:
- 料液从重液相进液管进入转鼓的逆流萃取区，轻液相萃取剂从中心管进入，两者在离心力场的作用下密切接触，迅速完成相之间的物质转移和液 - 液 - 固分离。
- 固体沉降到转鼓内壁上，借助于螺旋转子缓慢推向转鼓锥端（螺旋作用）并连续推出。
- 萃取液从各自出口排出。



- **(5) 操作:**

- **液 - 固分离:** 料液从中心管加入，位置在螺旋中部，前面为沉降区，后面为甩干区。在离心力作用下固体沉降到转鼓壁上，液体从左侧溢孔排出，固体由螺旋作用推出。

卧螺离心机

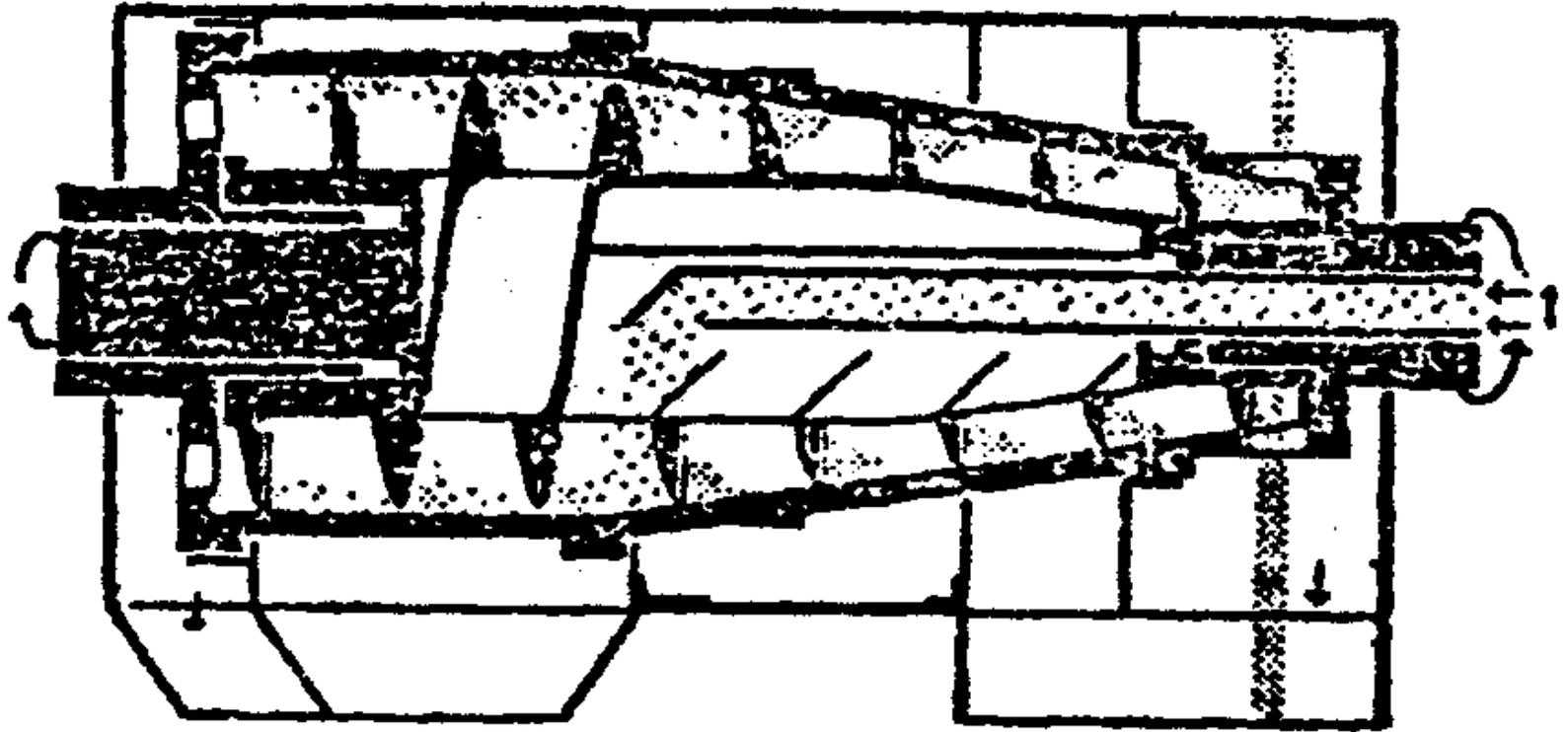
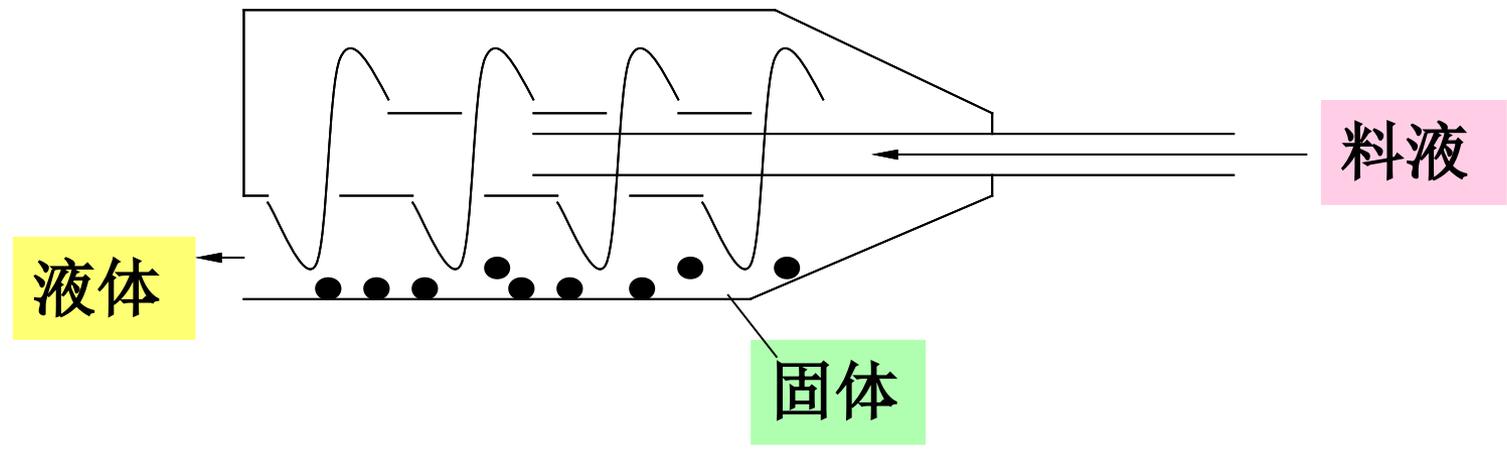
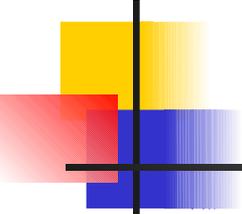


图 6—10 倾析式离心机

卧螺离心机





膜分离设备

- **1**、以细菌为生产菌种的氨基酸发酵液，固体含量少且菌体小，上述设备中只有用管式高速离心机才能分离出菌体
- **膜分离技术**：以选择性透过膜为分离介质，进行分离、提纯
- 微滤（**MF**）；超滤（**UF**）；反渗透（**RO**）
- 透析过滤：**diafiltration**
- **优点**：常温操作，无相变，适于处理热敏性物质

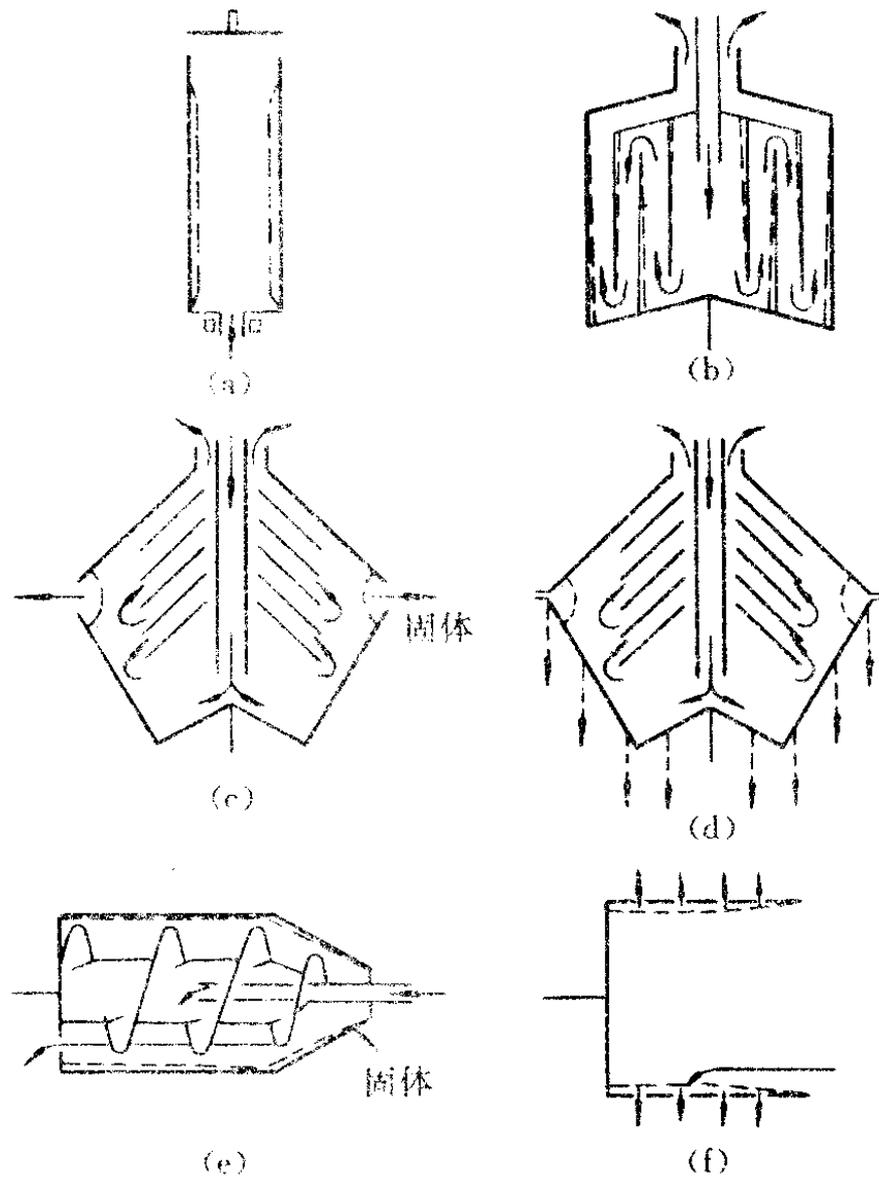


图 2-8 固-液分离操作中采用的离心机

(a)一管式转筒；(b)一套筒式；(c)一碟片式喷嘴排渣；(d)一碟片式间歇排渣；(e)一倾析式；(f)一篮式