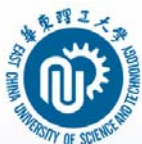




## 第二章 过滤

### 过滤设备及选型



### 2.5 过滤设备及选型

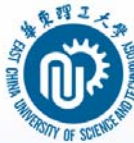
2.5.1 真空过滤机

2.5.2 加压过滤机

2.5.3 离心过滤机

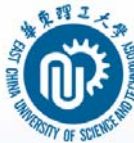
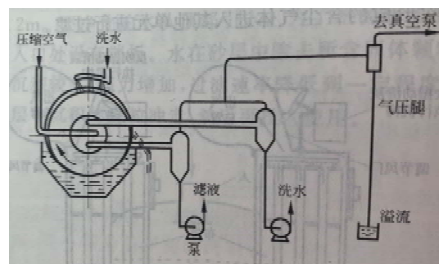
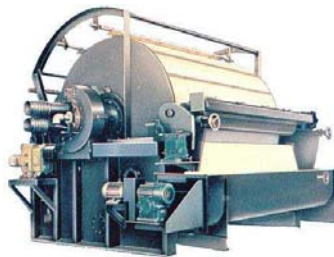
2.5.4 过滤机的选型





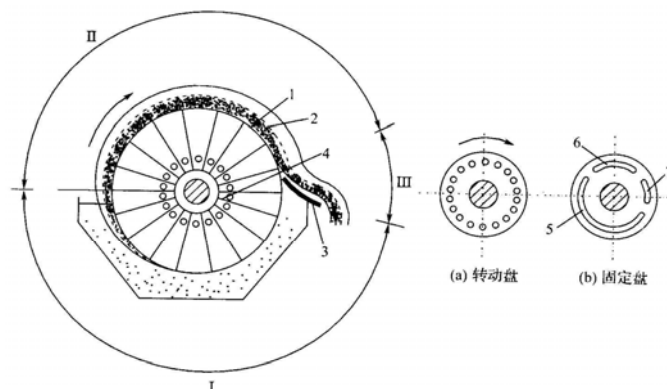
## 2.5.1 真空过滤机

- 在真空过滤中，以**转鼓过滤机**应用最为广泛，其常用真空度为0.052MPa
- 在转鼓的上方往往配备**辊—带式压榨脱水装置**，以降低滤饼的含湿率，提高滤饼的强度，使滤饼更易从滤布上卸除。此外，受压榨的滤饼不易产生裂纹，减少了真空损失
- 辊—带式压榨属于**二维压榨**

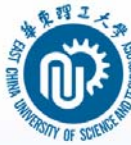


## 2.5.1 真空过滤机

### 回转真空过滤机工作过程示意

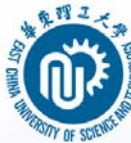
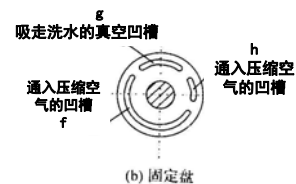
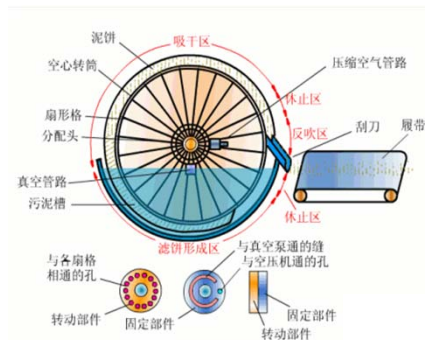


I—转筒；2—滤饼；3—刮刀；4—分配头；5—吸走滤液的真空凹槽；  
6—吸走洗水的真空凹槽；7—通入压缩空气的凹槽；I—过滤区；II—洗涤脱水区；III—卸渣区



## 2.5.1 真空过滤机

回转真空过滤机工作过程示意



## 2.5.2 加压过滤机

加压过滤

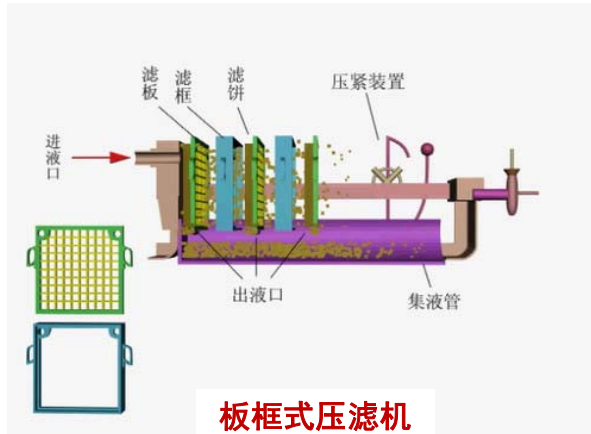
- **板框式和厢式压滤机**在加压过滤机中以适应性最广而著称，其中，厢式压滤机的过滤压通常为300-500kPa
- 有些厢式压滤机配备有**橡胶压榨隔膜**，用来给滤饼脱水。使隔膜膨胀的介质可以是压缩空气(0.7MPa以下时使用)，也可以是水(0.7MPa以上时使用)。隔膜的压榨寿命达7万次。这种压榨属于一维压榨



## 2.5.2 加压过滤机

### 板框压滤机

- 通过直接给悬浮液加压，迫使其穿过过滤介质来实现过滤的目的。其历史最久且已有超过100种以上的结构，最为常见的是板框式压滤机。



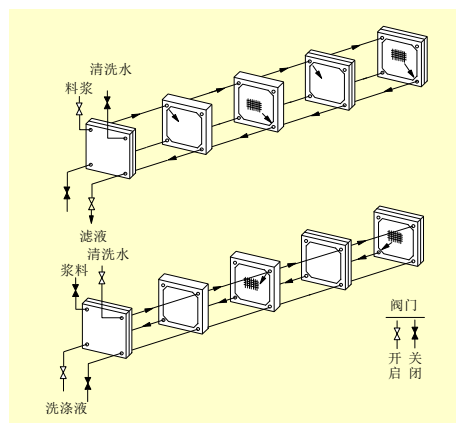
板框式压滤机

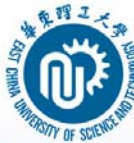


## 2.5.2 加压过滤机

### 板框压滤机

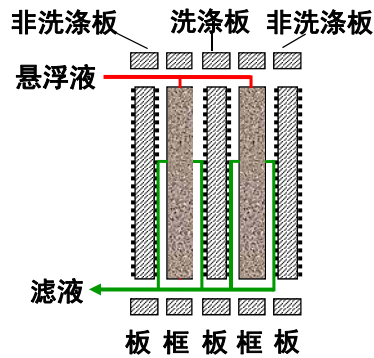
- **结构：**由交替排列的滤板、滤框与夹于板框之间的滤布叠合组装压紧而成。板框数可灵活调节。组装后，在板框的四角位置形成连通的流道，由机头上的阀门控制悬浮液、滤液及洗涤液的进出。



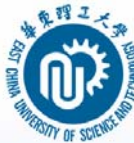


## 2.5.2 加压过滤机

### 板框压滤机的过滤操作

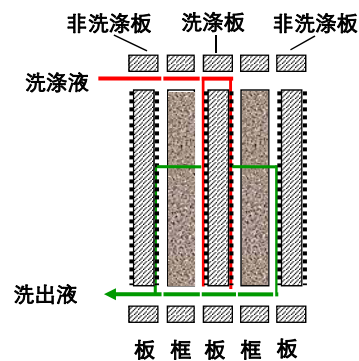


- 过滤阶段悬浮液从通道进入滤框，滤液在压力下穿过滤框两边的滤布，沿滤布与滤板凹凸表面之间形成的沟道流下，既可单独由每块滤板上设置的出液旋塞排出，称为明流式；也可汇总后排出，称为暗流式。

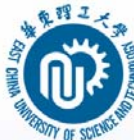


## 2.5.2 加压过滤机

### 板框压滤机的洗涤操作



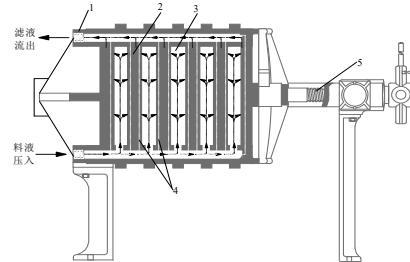
- 洗涤液由洗涤板上的通道进入其两侧与滤布形成的凹凸空间，穿过滤布、滤饼和滤框另一侧的滤布后排出。洗涤液的行程(包括滤饼和滤布)约为过滤终了时滤液行程的2倍，流通面积为其1/2，故洗涤速率约为过滤终了速率的1/4。
- 洗涤终了，可引入压缩空气使滤饼脱湿后，再拆开过滤机卸出滤饼，结束一次过滤操作。然后清洗、整理、重新组装、准备下一次操作。



## 2.5.2 加压过滤机

### 板框压滤机

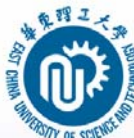
- 板框式压滤机主要用于含固量较多的悬浮液过滤。滤板和滤框可为铸铁、碳钢、不锈钢、塑料及木材等，聚乙烯和聚丙烯是目前较为广泛使用的材料。



- 常用规格的板框的厚度25~60mm，边框长0.2~2.0m，框数由数个至上百个不等。板框压滤机的操作压强一般在0.3~1.0MPa。

优点：结构简单、紧凑，过滤面积大并可承受较高的压差。

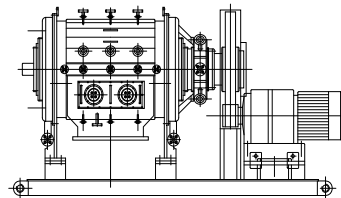
缺点：间歇操作，装、折、清洗时间较长，劳动强度大，生产效率较低。



## 2.5.2 加压过滤机

### 连续压滤机结构

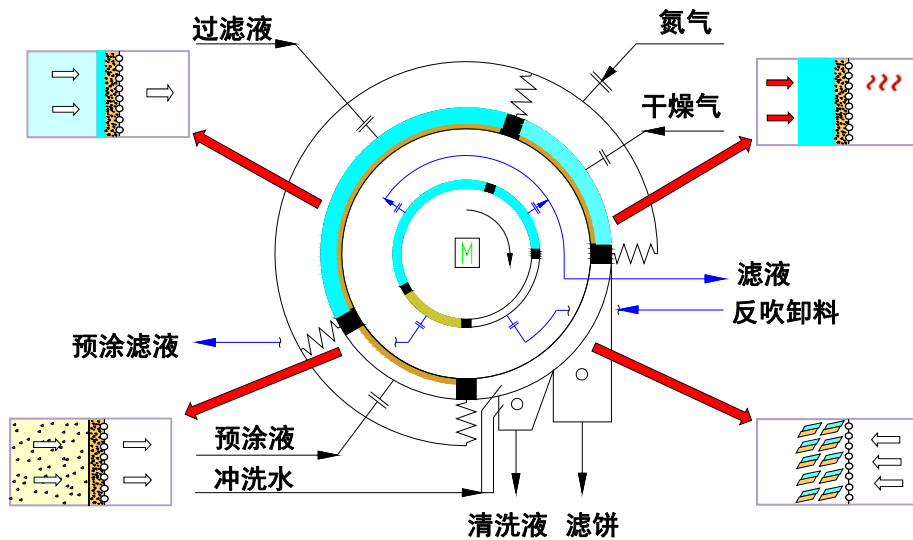
- 连续压滤机主要由加压单元、控制分配头系统、转鼓、预涂单元室、过滤单元室、烘干单位室、卸料部件、传动系统、框架等部件组成。





## 2.5.2 加压过滤机

### 连续压滤机工作过程



## 2.5.2 加压过滤机

### 连续压滤机特点

- 压滤机可以进行预涂处理，相当于滤饼过滤，**过滤精度高**；
- 压滤形成的滤饼可以进行烘干处理，避免造成现场污染，**环保性能优良**；
- 压滤机结构紧凑，占地小，**一次性投资低，运行成本低**；
- 压滤机连续运行，现场操作**劳动强度小**。



### 2.5.3 离心过滤机

**定义：**离心过滤是将料液送入有孔的转鼓并利用离心力场进行过滤的过程，以离心力为推动力完成过滤作业，兼有离心和过滤的双重作用。离心过滤一般分为滤饼形成、滤饼的压紧和滤饼压干三个阶段，但是根据物料性质的不同，有时可能只需进行一个或两个阶段。

**原理：**以间歇离心过滤为例，料液首先进入装有过滤介质的转鼓中，然后被加速到转鼓旋转速度，形成附着在鼓壁上的液环。粒子受离心力而沉积，过滤介质阻止粒子的通过，从而形成滤饼



### 2.5.3 离心过滤机

#### 三足离心过滤机



- **三足离心机**，又称三足式离心机，因为底部支撑为等分三角形的三个柱脚而得名。
- 三足式离心机是为了克服上悬式离心机较高的缺点而研制的，适用场合类似上悬式。

- 针对纺织革命中的棉布脱水，1836年出现了最早的三足离心机。此后一百多年来，三足式离心机形成了十几个系列共计一百多种规格产品，完全覆盖了分离市场。但其分离效率为卧式螺旋卸料过滤离心机 $1/3 \sim 1/4$



## 2.5.3 离心过滤机

### 卧式刮刀卸料离心机

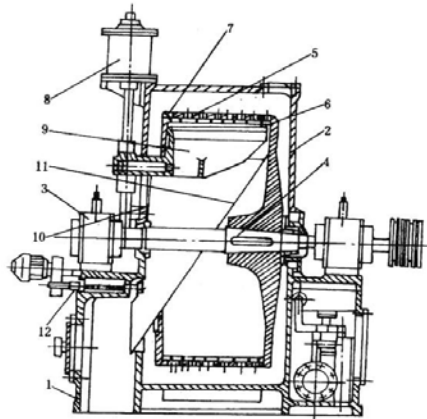


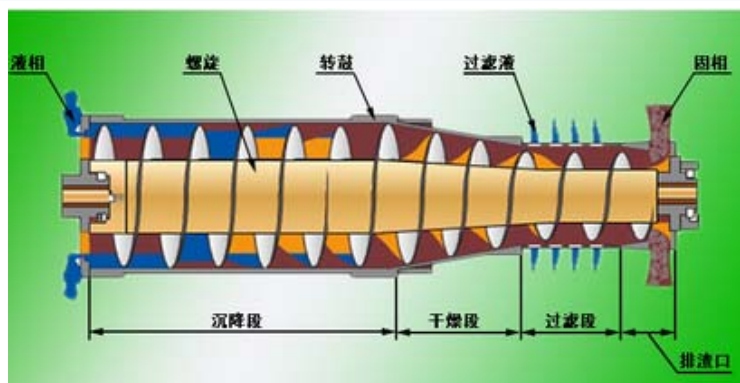
图 3-42 刮刀卸料离心机

1. 机座 2. 机壳 3. 轴承 4. 轴 5. 转鼓体 6. 底板 7. 拦液板  
8. 油缸 9. 刮刀 10. 加料管 11. 卸料口 12. 振动器

- 卧式刮刀卸料离心机是**连续运转、间歇操作**的过滤式离心机
- 可在全速下加料、过滤及卸饼连续操作，克服立式离心机不能连续操作缺点
- 主要适用于滤浆固相浓度大于25%、颗粒大于 $10\mu\text{m}$ 、液相粘度 $10^{-2}\text{Pa}\cdot\text{s}$

## 2.5.3 离心过滤机

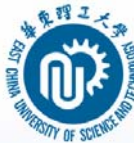
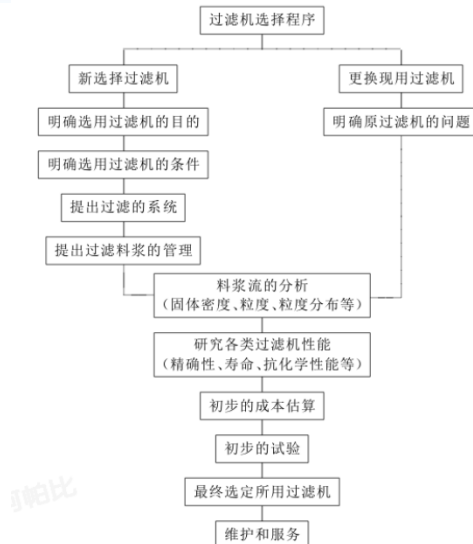
### 螺旋卸料过滤离心机



- 螺旋卸料过滤离心机适用于 $0.2\mu\text{m}$ 颗粒占大多数、固相含量大于40%的滤浆，滤液固相物含量较大，往往需进一步澄清或重新进入生产循环。该机的主要缺点是滤饼洗涤效率不高和固相受到粉碎作用



## 2.5.4 过滤机的选型



## 2.5.4 过滤机的选型

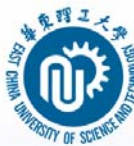
### 工艺要求

#### (1) 处理量，石膏浆液，旋流器-带式真空过滤机

- a. 大量，选连续式，如转鼓真空过滤机、水平带式真空过滤机等
- b. 中量，选卧式螺旋卸料离心过滤机等
- c. 少量，选间歇式，如容器型加压过滤机。

#### (2) 处理目的，获得固相、液相中的零种、一种或两种

- a. 产品为固相，则应选滤饼含湿率满意的过滤机，青海盐湖提钾。
- b. 产品为液相，选滤液中的固含量低、液相未达到饱和的过滤机，以免结晶堵塞滤布和管线，如乙烯循环油脱焦粉。
- c. 液相产品中的含固量要求，决定着应采用滤饼过滤还是介质过滤，加氢原料油过滤器



## 2.5.4 过滤机的选型

工艺要求

### (3) 固相的洗涤和脱水

滤饼必须洗涤，宜选水平滤面的过滤机，如水平带式真空过滤机和立式压滤机等，如手工制作黄豆浆。固相的含湿率尽量低时，选具有压榨功能的过滤机，如油菜籽和桐梓压榨制油

### (4) 滤饼的压缩性和剥离性等滤饼性质

比阻与压力无关的非压缩性滤饼，选加压式过滤机，如生石灰制熟石灰浆液。可压缩性滤饼，滤饼的比阻随压力的升高而呈指数关系增大，提高过滤压力反而降低过滤速度，如污水处理场活性污泥，应选真空过滤机，或选能进行薄饼过滤的加压过滤机



## 2.5.4 过滤机的选型

工艺要求

### (5) 与过滤前道和后道工序的组合

过滤后干燥，对滤饼的含湿率有要求。过滤前是反应器或结晶器，需要考虑过滤精度及循环与否。

### (6) 药剂的使用

表面活性剂能降低液体的表面张力，能促进滤饼的脱水。pH值可调节滤浆的酸碱度，调控固体颗粒的悬浮状态。尤其在添加絮凝剂之前，必须先调节pH值。絮凝剂和凝结剂用来使众多的微小颗粒形成絮团，以加速沉降和提高过滤速度。这些药剂的混合装置和添加方式，也应选择合适



## 2.5.4 过滤机的选型

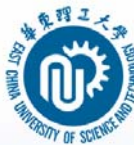
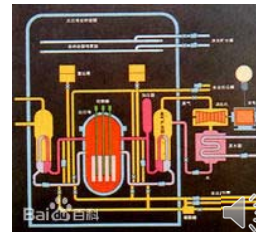
### 工艺要求

#### (7) 设备的可靠性和空间利用率

对设备使用者的操作经验应进行总结和归纳；对使用的大型过滤机应建立数据库。如新过滤机需安装在现有厂房中，就应考虑其空间高度和占地面积及进出料部位的方位和高度

#### (8) 特殊要求

指滤浆的放射性、毒性、挥发性及易燃易爆性所带来的要求，如核岛高放射性固体颗粒的过滤。通常用密封操作、充氮气等方法来解决。



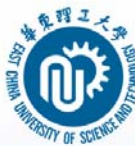
## 2.5.4 过滤机的选型

### 固相性质

(1) **化学组成**，滤浆的化学组成、毒性及放射性，以便预测pH值、溶剂、温度、压力的变化所引起的反应

(2) **固相质量浓度**，固粒体积分数超过1%，选滤饼过滤机；小于0.01%，选澄清过滤器；大于0.01%但小于1%，浓缩或澄清预处理；固粒超过50%，不应选板框压滤机或叶滤机，而应选用转鼓真空过滤机，且应降低转鼓的浸液率和进料量。

(3) **颗粒的尺寸分布**，颗粒的尺寸及其分布，对滤浆的过滤性和沉降性有明显影响，许多分离设备的最佳效率都是在有限的尺寸范围内获得的



## 2.5.4 过滤机的选型

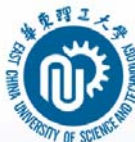
### 固相性质

#### (4) 颗粒的密度、形状、强度，沉降性取决于颗粒和液体间的密度差

颗粒形状影响比表面积和压实密度。针状颗粒比团状颗粒有较低的压力降，盘形颗粒的洗涤和脱水较难，高剪切力可使细胞性颗粒破裂。单颗粒的机械性能测试，如英国伯明翰大学张志斌教授

#### (5) 颗粒的溶解性、磨蚀性

在过滤饱和与近饱和溶液时，温度一降低就会析出晶核或结晶，它们可能堵塞进料管道和过滤介质，因而在过滤过程中需加以保温或加热。



## 2.5.4 过滤机的选型

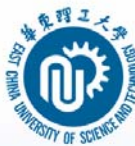
### 固相性质

#### (6) 颗粒的磁性、表面性质

当颗粒对磁场有反应时，可选用磁分离设备，如高梯度磁过滤机。颗粒的表面性质影响其分散状态；表面的亲/疏水性的改善能促使颗粒的絮凝；颗粒的表面电性影响对絮凝剂的吸附。

#### (7) 密闭性，满足良好生产规范GMP(Good Manufacturing Practice)

在处理有化学反应性、毒性和放射性物质时，或要求呈无菌状态时，均要求进行密闭操作。在排料之前，先用氮气净化设备；氮气净化后，须防止空气凝结在设备内及氮源中



## 2.5.4 过滤机的选型

### 液相性质

#### (1) 化学组成

液相的化学组成会影响颗粒的分离性，腐蚀性决定了设备和过滤介质的材质

#### (2) 密度、温度、黏度

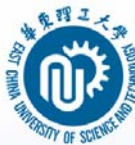
温度上升，液体黏度约呈指数降低，既提高流动性，又不易结晶。例如叶滤机筒体外侧设置加温夹套。但对热敏性物质要仔细控制温度

#### (3) pH值

液体pH值对絮凝效果颇有影响。添加絮凝剂，先要调整滤浆酸碱性

#### (4) 密闭性

处理挥发性、有毒性、易燃性及无菌性物质，应密闭操作。真空过滤设备尤其重要；应防止这些物质在过滤介质下流方向，或是在真空管线及泵中产生蒸汽



## 2.5.4 过滤机的选型

### 按滤饼形成速度料浆过滤性分五类

(1) **过滤性良好的滤浆**：矿石细粒、石英砂、结晶物及煤浆等，在数秒内形成较厚滤饼，选内部加料型转鼓真空过滤机、水平带型真空过滤机等

(2) **过滤性中等的滤浆**，淀粉、磷石膏、炭粉、氢氧化铝及硫化精矿等，缓慢搅拌能保持悬浮状态，滤饼形成速度25mm/min以上，选转鼓真空过滤机

(3) **过滤性差的滤浆**，碳酸钙、水泥、锌精矿、硫酸锌、氟化钠及氢氧化钠等，稍加缓慢搅拌很容易呈悬浮状态，滤饼形成速度不超过6mm/min，过滤速度很慢，可选加压式或真空式过滤机

(4) **稀薄滤浆**，废活性炭、发酵培养液、陶土、蛋白质及氢氧化钛等，含固5%以下，滤饼速度小于1mm/min，预敷层过滤机、间歇式加压过滤机。

(5) **极稀薄滤浆**，胶体分散系等，含固低于0.1%，**不形成滤饼，属介质过滤机制**。5 μm以上颗粒，选压滤机、滤芯式过滤机及预敷层过滤机；高黏滤浆也可选该機種；低黏滤浆选间歇式预敷层加压过滤机。5 μm以下，高黏滤浆选压滤机；高分子高黏度液体，特殊设计的筒形滤芯过滤机



### 2.5.3 过滤机的选型

过滤器选型的简要方法

