

# 水处理设备使用及维护 (专用设备部分)

# 目录

## 1、水力循环澄清池

### 1.1水力循环澄清池的工作原理

## 2、虹吸滤池

### 2.1、虹吸滤池的设备结构及工作原理

## 3、纤维球过滤器

### 3.1、纤维球过滤器的结构及工作原理

## 4、双室浮动床离子交换器

### 4.1、双室浮动床离子交换器结构及工作原理

### 4.2、双室浮动床离子交换器操作时需注意的问题

## 5、固定床离子交换器结构

## 6、混合离子交换器

### 6.1、混合离子交换器结构及原理

### 6.2、混合离子交换器常见故障

## 7、反渗透膜组

### 7.1、反渗透原理及结构

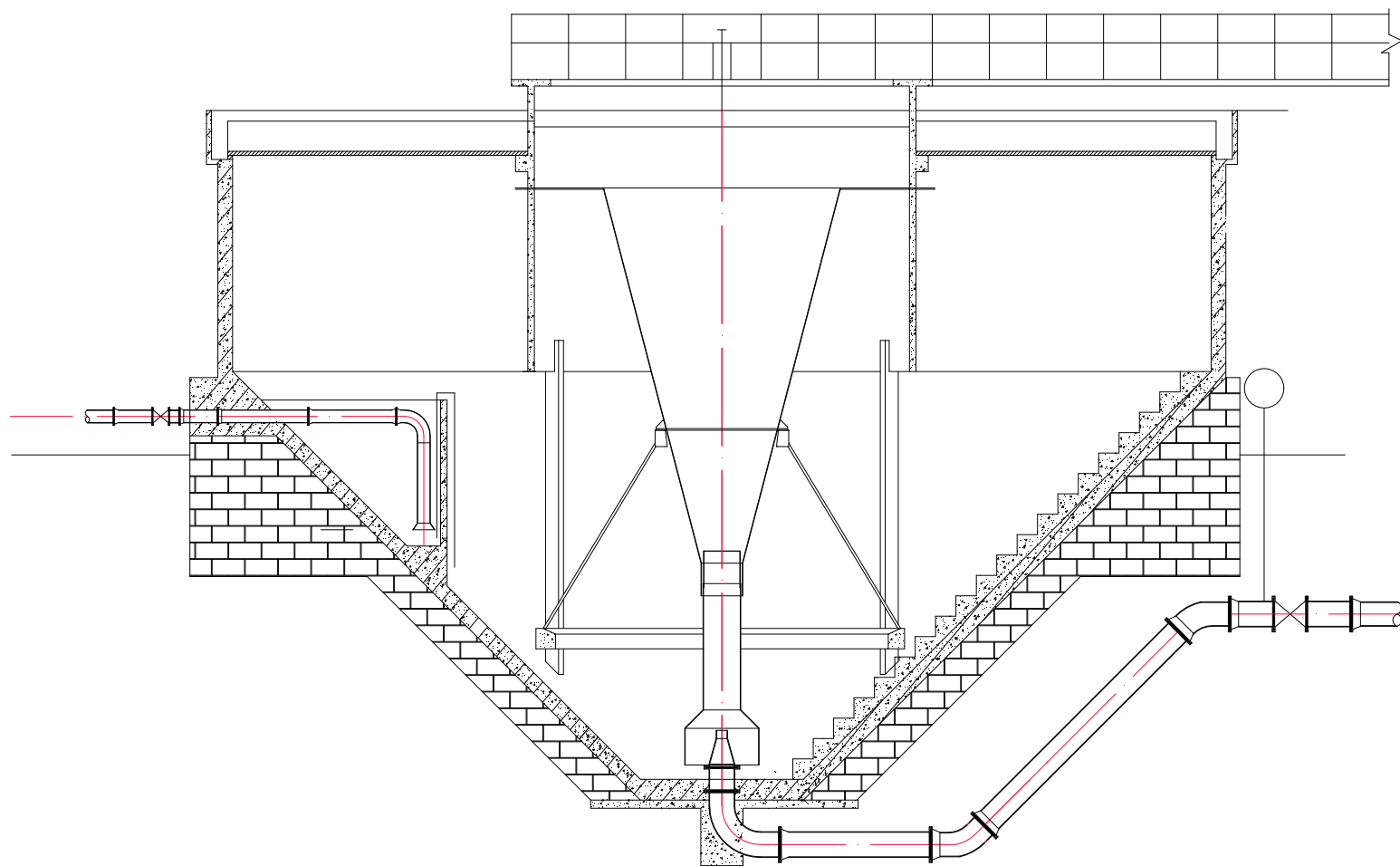
## 8、盘式过滤器结构及工作原理

## 9、超滤装置结构及工作原理

## 1、水力循环澄清池

## 1.1、水力循环澄清池的工作原理

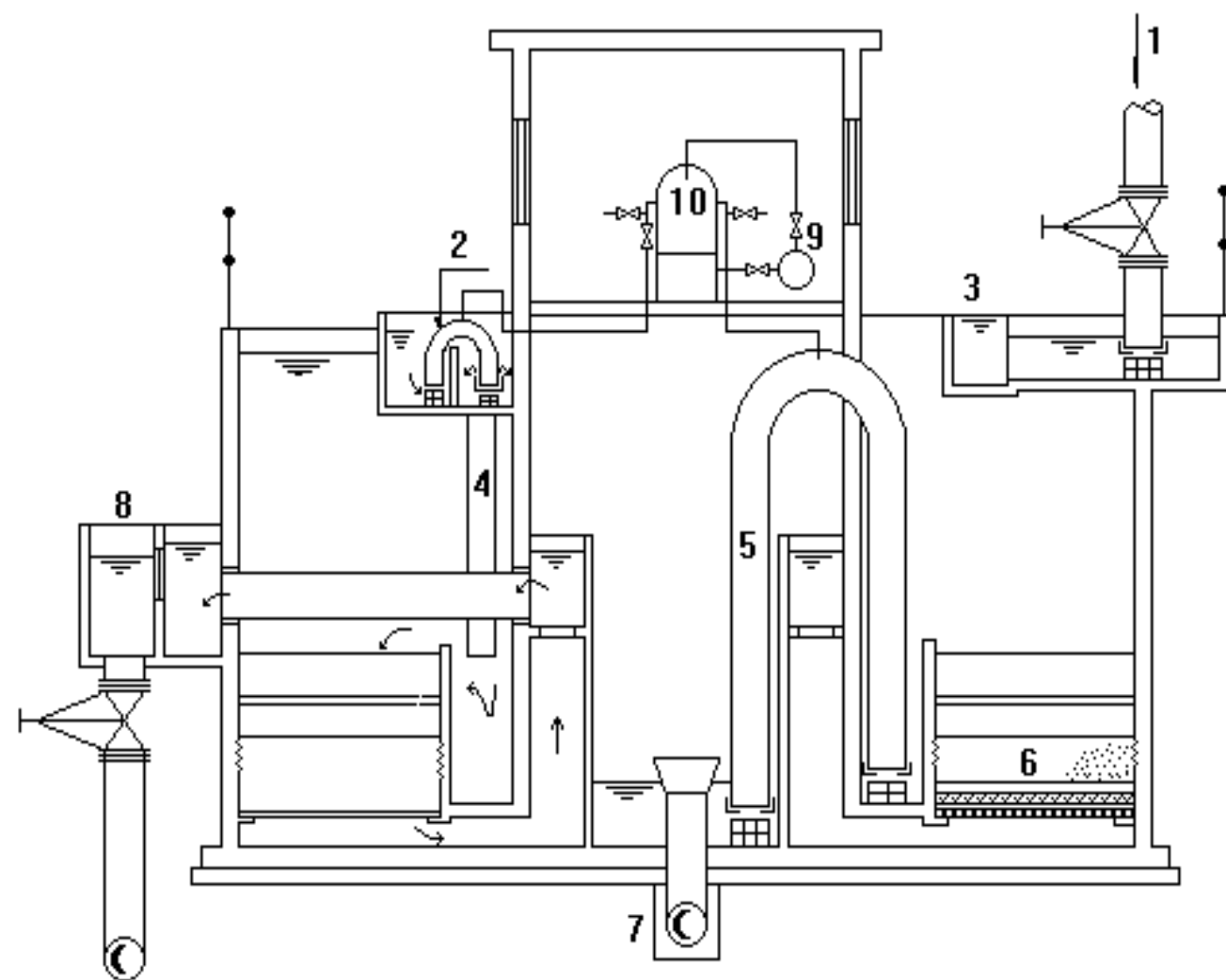
原水由底部进入池内，经喷嘴喷出。喷嘴上面为混合室、喉管和第一反应室。喷嘴和混合室组成一个射流器，喷嘴高速水流把池子锥型底部含有大量絮凝体的水吸进混合室内和进水掺合后，经第一反应室喇叭口溢流出来，进入第二反应室中。吸进去的流量称为回流，一般为进口流量的2~4倍。第一反应室和第二反应室构成了一个悬浮物区，第二反应室出水进入分离室，相当于进水量的清水向上流向出口，剩余流量则向下流动，经喷嘴吸入与进水混合，再重复上述水流过程。该池优点是：无需机械搅拌设备，运行管理较方便；锥底角度大，排泥效果好。缺点是：反应时间较短，造成运行上不够稳定，不能适用于大水量。



## 2、虹吸滤池

## 2.1、虹吸滤池设备结构及工作原理

虹吸滤池是快滤池的一种形式，它的特点是利用虹吸原理进水和排走洗砂水，因此节省了两个闸门。此外，它利用小阻力配水系统和池子本身的水位来进行反冲洗，不需另设冲洗水箱或水泵，加之较易利用水力，自动控制池子的运行，所以已较多地得到应用。



- 1 来水
- 2 进水
- 3 环形槽
- 4 进水导流筒
- 5 反洗管
- 6 石英砂
- 7 排水井
- 8 出水堰
- 9 真空泵
- 10 真空罐

虹吸滤池



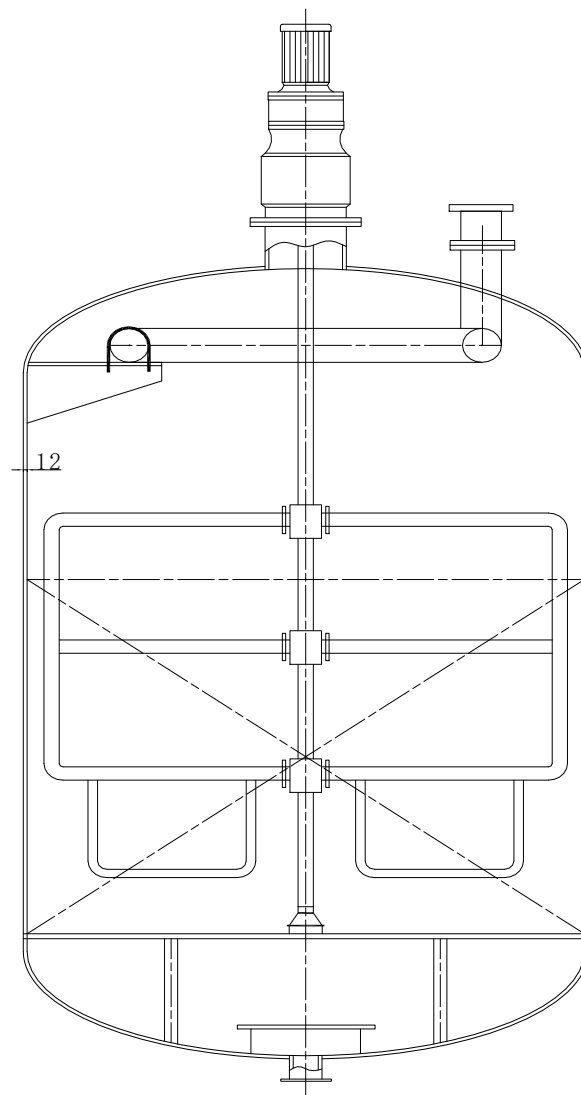
### 3、纤维球过滤器

### 3.1、纤维球过滤器结构及工作原理

过滤器的功能特点机械过滤器的工作原理是源水通过滤料，滤除水中悬浮物，不溶性颗粒物，絮状沉淀等异物、脱色去味。出水达到一定的净化水平。当过滤一定水量后利用反冲洗方式将滤层中截留杂质，冲出过滤器，恢复初始过滤功能。根据功能不同，充填不同的填料。过滤器可分为砂石过滤器、活性炭过滤器及各类专业过滤器。

纤维球过滤器选用的纤维球滤料，是由经过新的化学配方合成的特种纤维丝做成，其主要特点是经过本质的改性处理将纤维滤料由亲油型改变为亲水型。其滤料直径可达几十微米甚至几微米，具有比表面积大，过滤阻力小等优点，解决了粒状滤料的过滤精度受滤料粒径限制等问题。是石英砂等颗粒状滤料过滤设备的更新换代产品。

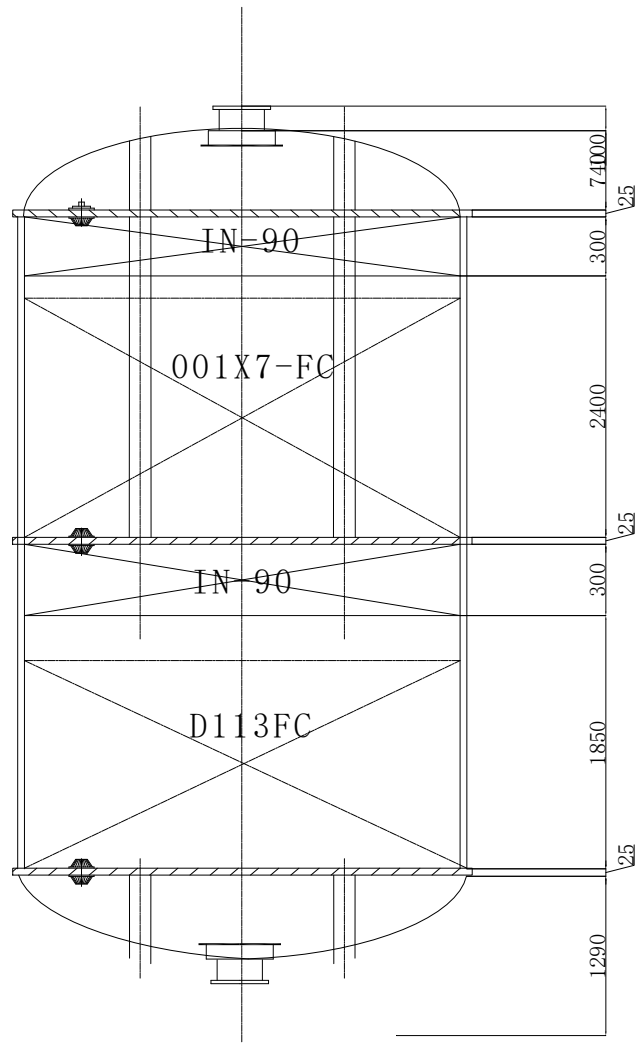




## 4、双室浮动床离子交换器

## 4.1、双室浮动床离子交换器结构及工作原理

双室浮动床是在单室浮动床中装设一块带双头水帽的多孔板，分成两室，上室装填强型树脂，下室装弱型树脂。在双室浮动床中，两种树脂各自为对方提供了有利的工作条件，即弱型树脂为强型树脂提供了高再生水平，从而提高了强型树脂的工作交换容量，而强型树脂有较高的漏过，充分发挥了树脂的特长，这样将高再生效率、高再生容量的弱型和在高再生水平下工作的强型树脂联合应用于水的化学除盐。另外，双室浮动床还具有用水率低，运行操作简单及可在高流速下运行等特点。

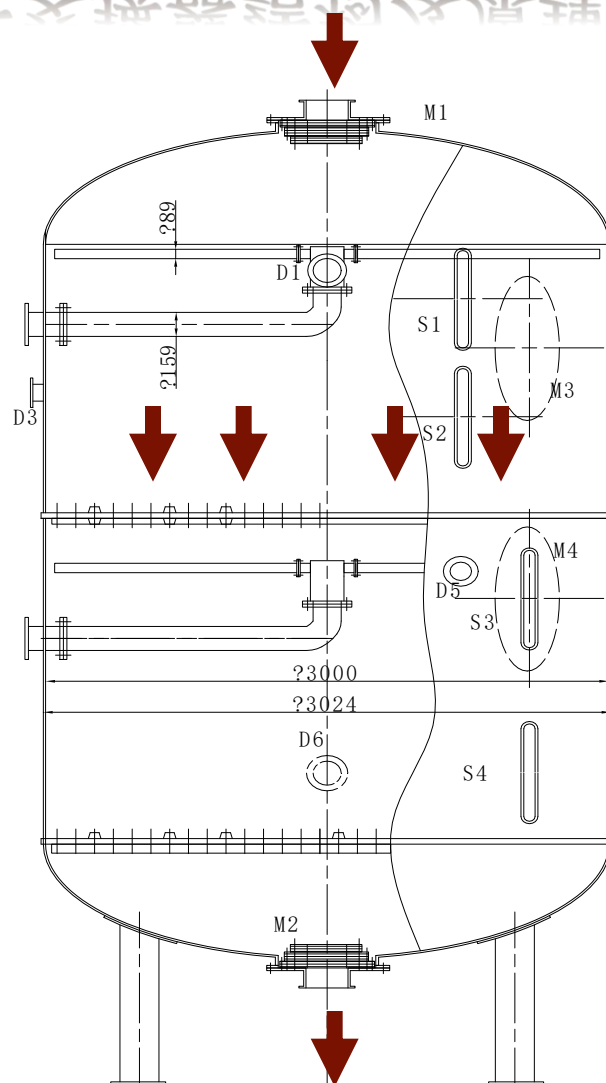


## 4.2、双室浮动床离子交换器操作时需注意的问题

- (1)需增设专门的清洗装置进行床体的清洗。
- (2)运行不宜中断，否则将造成树脂乱层，影响出水水质和周期制水量。
- (3)为使上下室同时成床，需要较大的流速。
- (4)树脂预处理，双室床与双室浮动床设计的自由空间很小，树脂最好采用体外预处理，如利用单独的树脂清洗罐进行交叉浸泡等。



## 5、固定床离子交换器结构及原理



## 6、混合离子交换器

## 6.1、混合离子交换器结构及工作原理

混合床离子交换器，简称混床，是将阴阳树脂按一定比例装填在同一交换器中，运行前将它们混合均匀。此时被处理水在通过混合离子交换床后，所产生的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  离子立即生成溶解度很低的水。混合床串联在反渗透或一级复床除盐系统后面，用于纯水或高纯水的制备。

## 6.2、混合离子交换器常见故障

混合离子交换器的中排装置，在强制高负荷状态下运行，使中排装置压弯发生严重损坏，支管严重变形、下弯，支撑中部出现断裂，中排母管下塌呈“V”形状，支管变形严重。

## 原因分析

除盐水制水设备中为什么混合离子交换器会出现不能在高负荷下运行呢？阻力大的原因主要是由排水装置（水帽）及树脂层所引起的。

### 水帽缝隙大小对水的阻力的影响

当流体流过水帽时，水帽缝隙的大小对水的阻力有一定的影响。水帽流通面积的增加使通过水帽的流速减小，从而使水的阻力下降。从表3还可看出，当水帽缝隙流速小于 $0.5 \text{ m/s}$ 时，再增加水帽流通截面积，水的阻力减小的幅度不大。

从动力学角度来看，当流体流动属于层流区时，流体的流动阻力受流速的影响较小；流体流动属于湍流区时，流体的阻力与流速的二次方成正比，因此，当水帽截面积较小，使流体的流动处于湍流区时，流速的增加将使水的阻力大幅度增加；而当流体的流动处于层流区时，流速进一步降低时水的阻力降低值较少。

## 树脂颗粒大小对阻力影响

树脂颗粒大小除了对树脂床层阻力有影响外，对水帽阻力也有影响

树脂变小时，不但树脂床层阻力上升，而且水帽阻力也上升。这种现象可以解释为树脂颗粒破碎后变小，它对水帽缝隙的堵塞率上升，而使阻力增加。同时，由于树脂的破碎，小的破碎树脂嵌入大树脂之间，使树脂层的孔隙率减小即流体的流通截面相对减小而使阻力增加。

经过进一步的分析和探讨，发现这是由于我厂混合离子交换器内部结构存在着缺陷以及在设备运行过程中的某些不合理操作引起的：

- 1) 混合离子交换器在运行过程中易形成树脂干层。这是因为离子交换器在运行过程中用进口阀调节运行流量，交换器长时间处在低压的状态下运行，最后在中排装置下部树脂层内形成干层，因树脂干层收缩，会造成中排支管的向下弯曲。从而给离子交换器中排损坏创造了基本条件。

2) 混合离子交换器在运行过程中树脂层易夹杂气泡。在混合离子交换器的运行中，树脂层内出现气泡是因为混合离子交换器用进口阀门调节流量，交换器在低压（0.1~0.2Mpa）下运行，经交换反应生成的碳酸变为游离的CO<sub>2</sub>析出，积聚在树脂层内。此外，如果水泵轴封漏气，也会使空气随水流进入交换器，积聚在树脂层中。在树脂层中有气泡或干层的情况下，正洗进水流速过高，树脂层尚未散开，树脂的流动性差，夹在干树脂层中的中间排液装置被向下挤压而造成的。

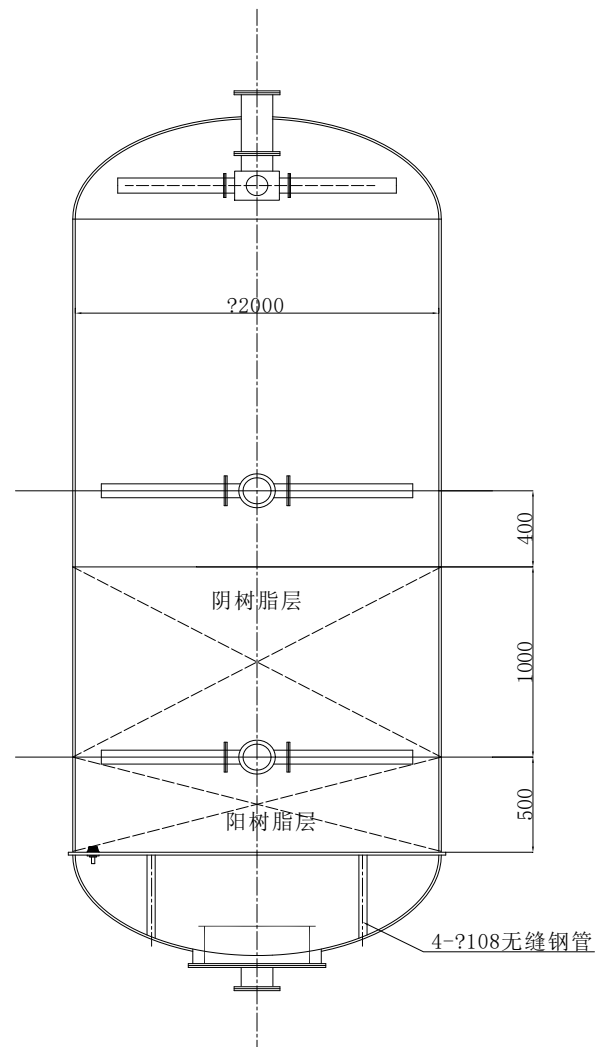
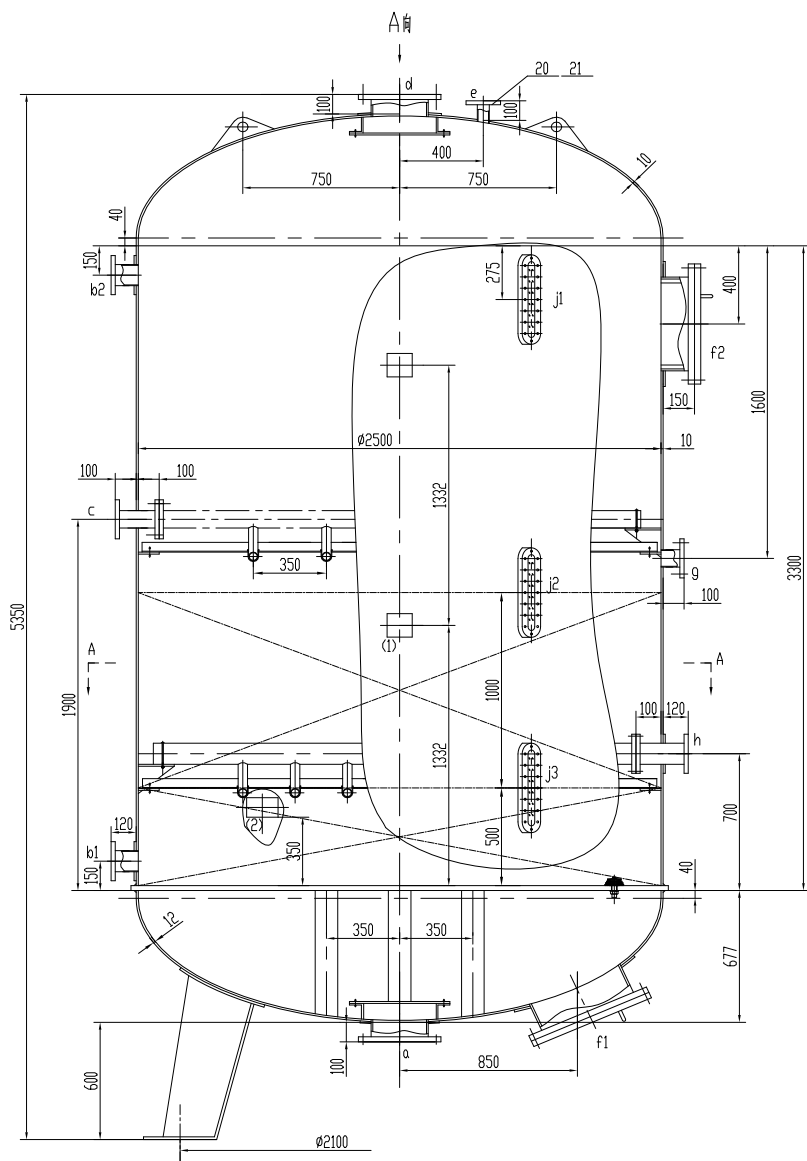


3) 长期的超负荷运行，运行中树脂压脂层的压差过大。我厂混合离子交换器除处理反渗透出水外还直接处理一部分冷凝液，当冷凝液水质不好时，进水中大量油和有机物进入混合离子交换器，在其树脂压层内聚集，从而使混合离子交换器进出口压差逐渐增大，在运行中易对整个中排装置产生很大的应力。

4) 目前化学除盐使用的离子交换树脂，其颗粒都是完整的球体。在使用过程中，少量的树脂因磨损、涨缩等原因发生破碎现象是正常的。这些破碎的树脂积在树脂层中会造成水流阻力的增大，影响设备的正常运行。为此，应在离子交换器的反洗过程中将它们除去。在正常情况下，当树脂颗粒的破碎率和损耗率明显超过正常值时，可认为该树脂发生了破损问题。在树脂的贮存、运输和使用过程中，都可能造成树脂颗粒的破碎。

5) 混合离子交换器投运过程中操作合理。混合离子交换器入口管线设有一手动隔膜阀和一气动蝶阀，蝶阀没有调节流量的作用。投用的时候操作人员在手动隔膜阀未关闭的状态下打开气动蝶阀，在蝶阀开启的瞬间大量的水冲击树脂层，树脂堆压挤坏中排装置或再生布碱装置。

6) 系统设计不尽合理，是混合离子交换器中排装置易损坏的一个重要原因。我厂混合离子交换器没有进出口压差监测系统，当设备高负荷运行时，没有评判标准，易失去控制。



## 7、反渗透膜组

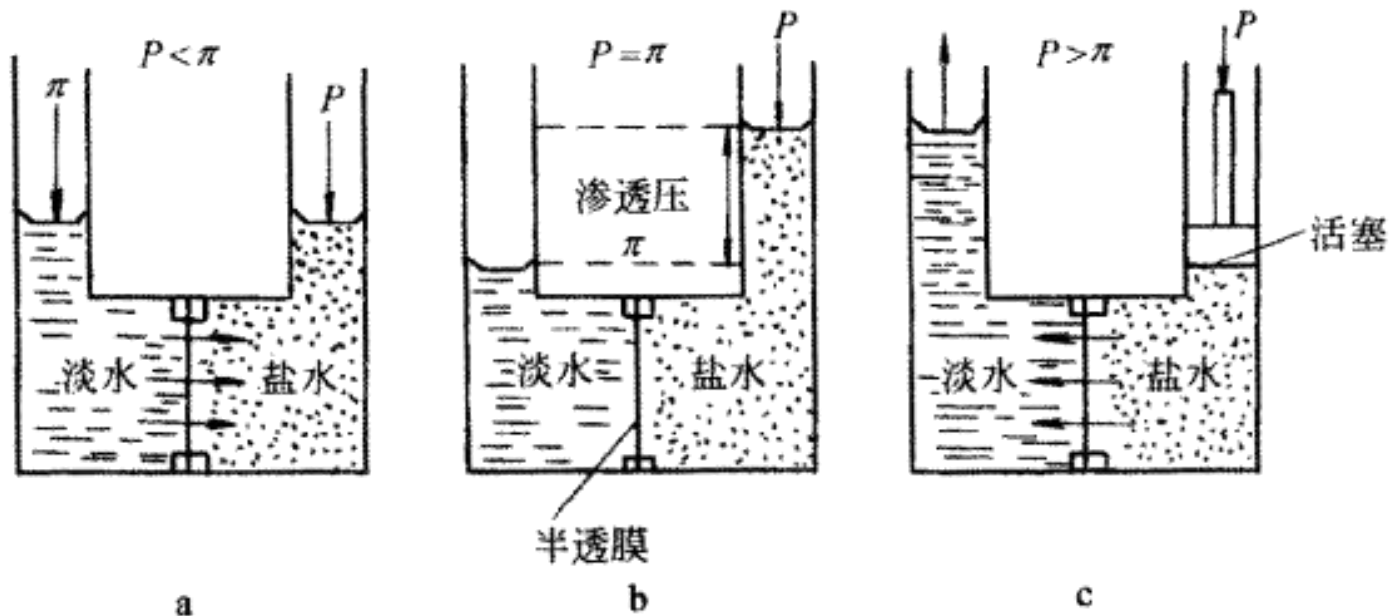
## 7.1、反渗透原理及结构

### 1) . 渗透及渗透压

渗透现象在自然界是常见的,比如将一根黄瓜放入盐水中,黄瓜就会因失水而变小。黄瓜中的水分子进入盐水溶液的过程就是渗透过程。如下图所示,如果用一个只有水分子才能透过的薄膜将一个水池隔断成两部分,在隔膜两边分别注入纯水和盐水到同一高度。过一段时间就可以发现纯水液面降低了,而盐水的液面升高了。我们把水分子透过这个隔膜迁移到盐水中的现象叫做渗透现象。盐水液面升高不是无止境的,到了一定高度就会达到一个平衡点。这时隔膜两端液面差所代表的压力被称为渗透压。渗透压的大小与盐水的浓度直接相关。

## 2) . 反渗透现象和反渗透净水技术

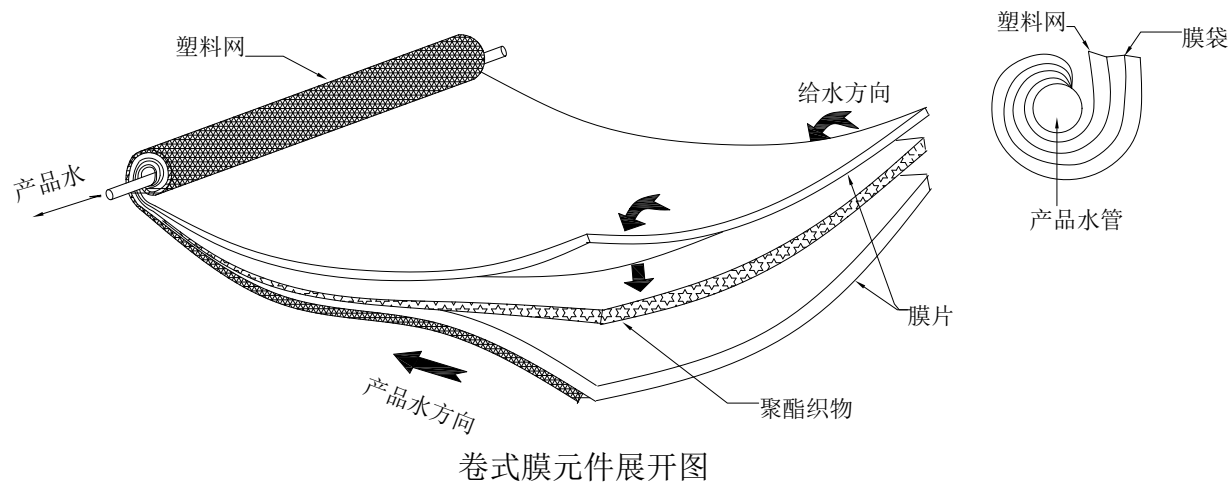
在以上装置达到平衡后,如果在盐水端液面上施加一定压力,此时,水分子就会由盐水端向纯水端迁移。液剂分子在压力作用下由稀溶液向浓溶液迁移的过程这一现象被称为反渗透现象。如果将盐水加入以上设施的一端,并在该端施加超过该盐水渗透压的压力,我们就可以在另一端得到纯水。这就是反渗透净水的原理。

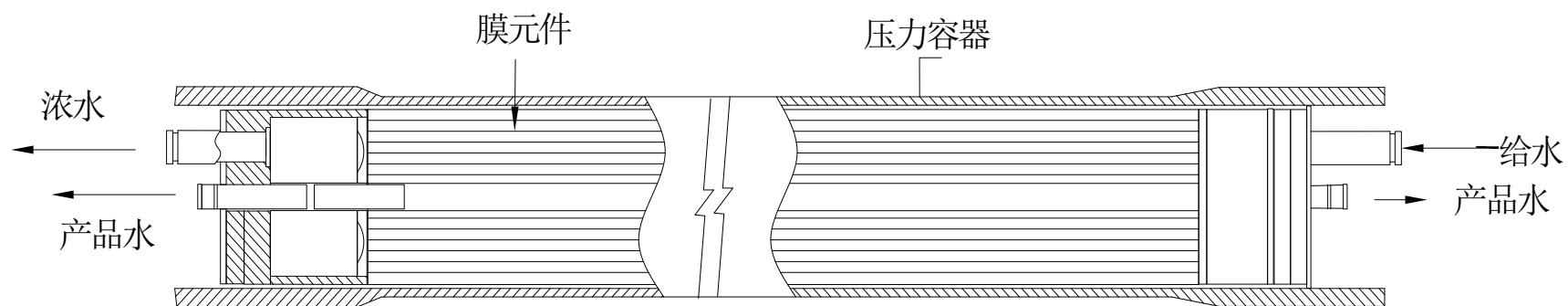


反渗透设施生产纯水的关键有两个，一是一个有选择性的膜，我们称之为半透膜，二是一定的压力。简单地说，反渗透半透膜上有众多的孔，这些孔的大小与水分子的大小相当，由于细菌、病毒、大部分有机污染物和水合离子均比水分子大得多，因此不能透过反渗透半透膜而与透过反渗透膜的水相分离。在水中众多种杂质中,溶解性盐类是最难清除的.因此,经常根据除盐率的高低来确定反渗透的净水效果.反渗透除盐率的高低主要决定于反渗透半透膜的选择性。目前，较高选择性的反渗透膜元件除盐率可以高达**99.7%**。



根据反渗透原理将半透膜、导流层、隔网按一定排列粘合卷制在有排孔的中心管上，原水从元件一端进入隔网层在经过隔网层时，在压力作用下，一部分水通过半透膜，渗透到导流管内，能通过导流管内，通过导流层水道，流到中心管，经排孔从中心管流出，剩余部分则从隔网层的另一端排出。



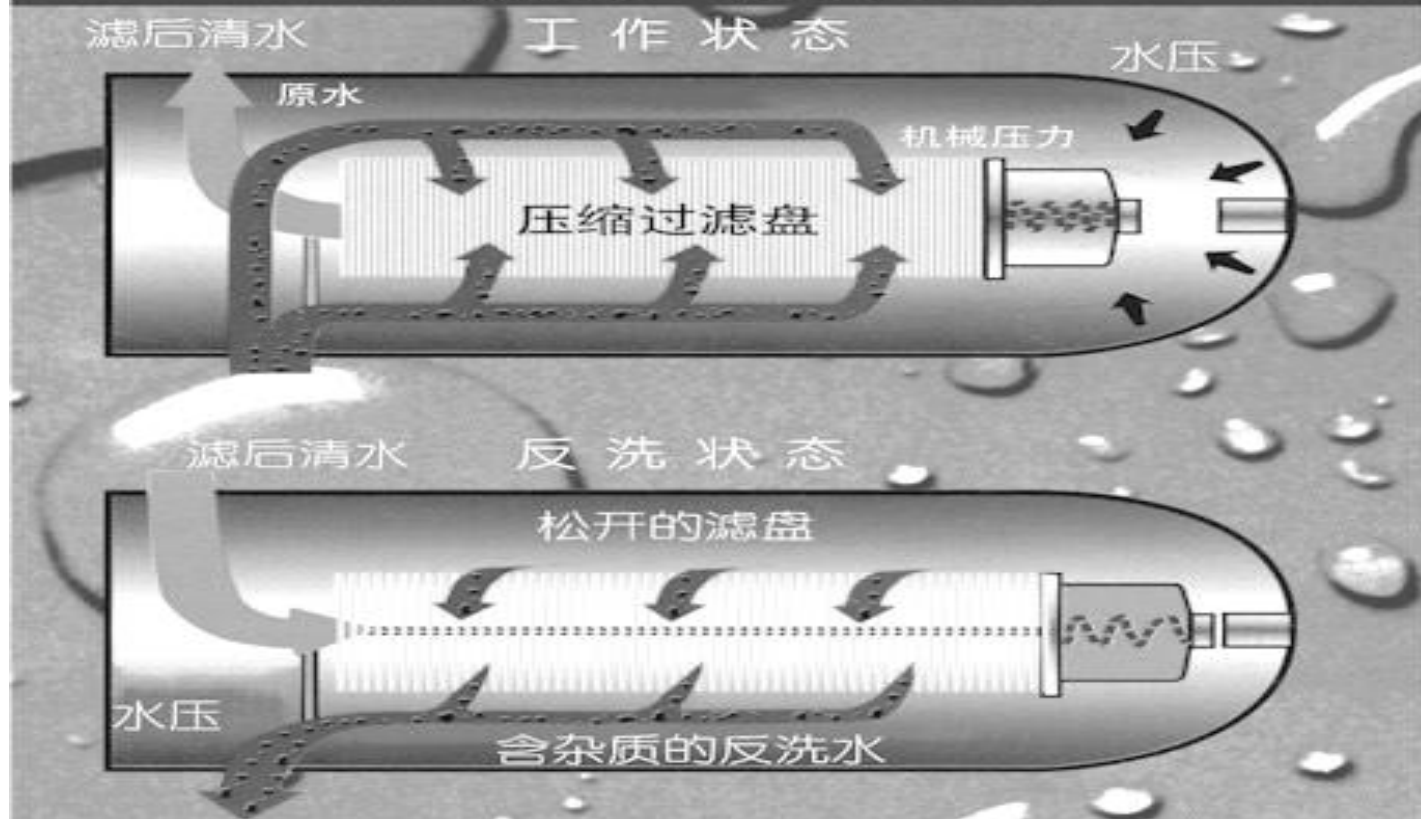


## 8、盘式过滤器结构及工作原理

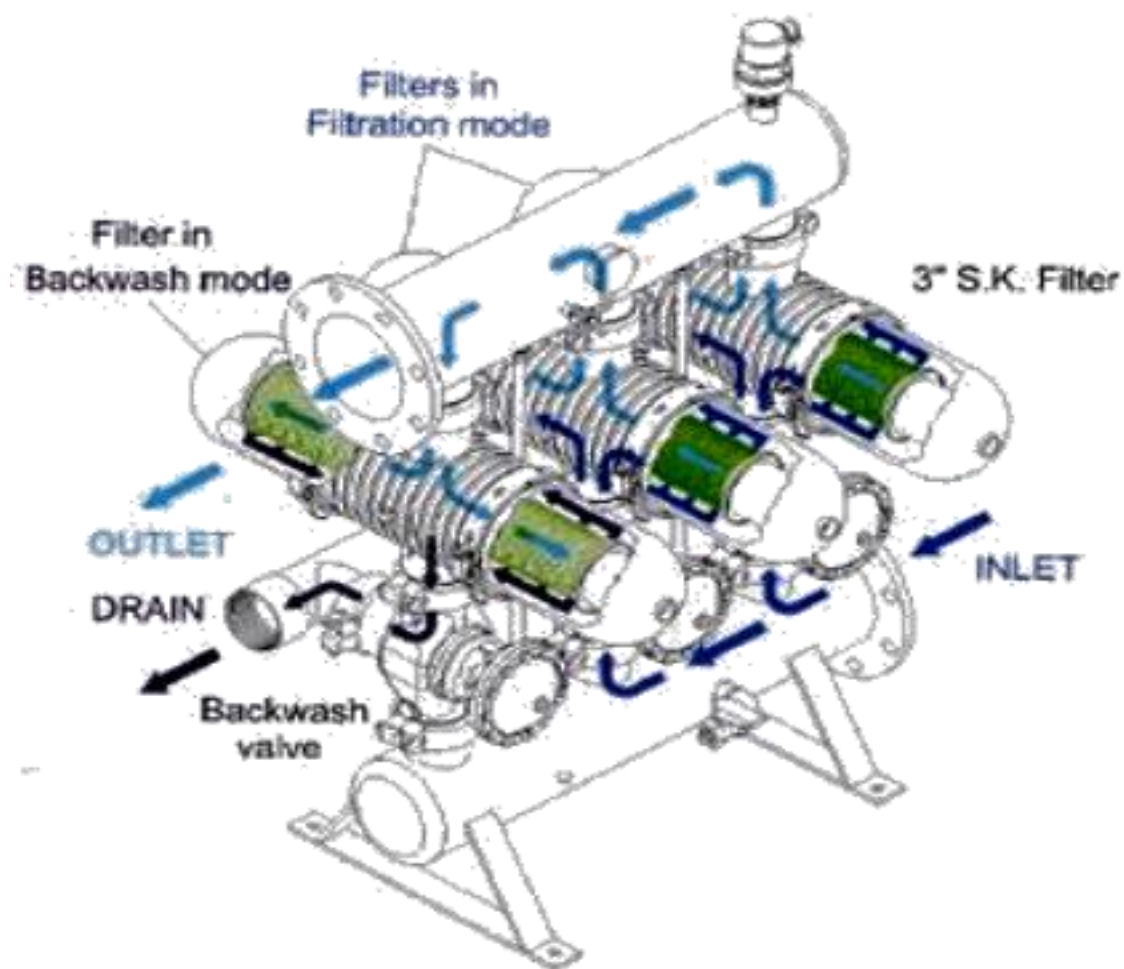
盘式过滤器的叠片两边刻有大量的微米尺寸级的沟槽，一串同种模式的叠片叠压在特别设计的内撑上，通过弹簧和液体压力压紧时，叠片之间的沟槽交叉，从而制造出拥有一系列独特过滤通道的深层过滤单元，这个过滤单元装在一个耐压耐腐蚀的滤筒中就形成了盘式过滤器。

原水通过盘式过滤器，在弹簧力和液体压力作用下，压紧的过滤叠片将水中携带的颗粒性杂质、铁锈和部分悬浮物截留在叠片交叉点，从而达到去除杂质的目的，保证超滤的进水要求。

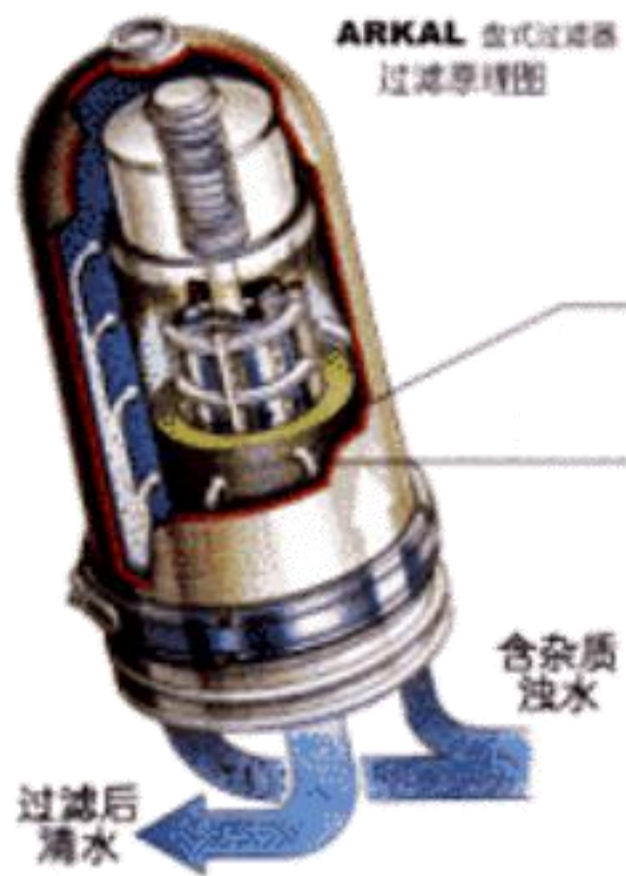
## 过滤器工作原理图



# 盘式过滤器



ARKAL 盘式过滤器  
过滤原理图



GIAANT 清华紫光技术部

## 9、超滤装置结构及工作原理

超滤及微滤是依托于材料科学发展起来的先进的膜分离技术。近年来，超滤和微滤的制造技术和应用技术迅速发展并日趋成熟，正越来越广泛地应用到工业及市政建设的各个领域。超滤和微滤均是利用多孔材料的拦截能力，以物理截留的方式去除水中一定大小的杂质颗粒。该过程为常温操作，无相态变化，不产生二次污染。操作形式分为内压和外压两种。内压式结构—原水走管内。外压式结构—原水走管外。

外压式

流道空间不固定，预过滤精度要求更低；  
适应进水悬浮物含量高的应用，可简化流程；  
全流过滤，水回收率更高。  
但是进水由侧位进，有流速梯度递减。  
膜内有死角，不易清洗。

内压式

更易清洗  
流道畅通



## 中空纤维超滤膜过滤原理图

