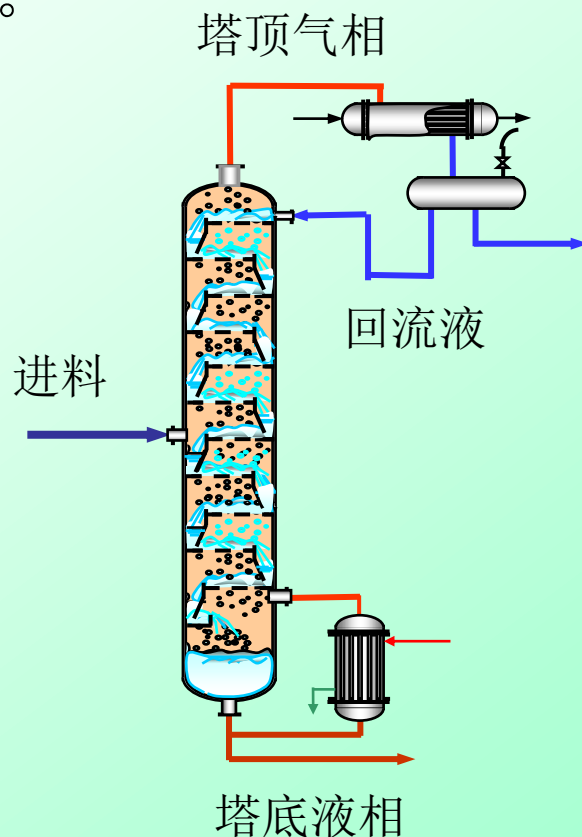


# 板式塔

## 1.1 板式塔结构及性能

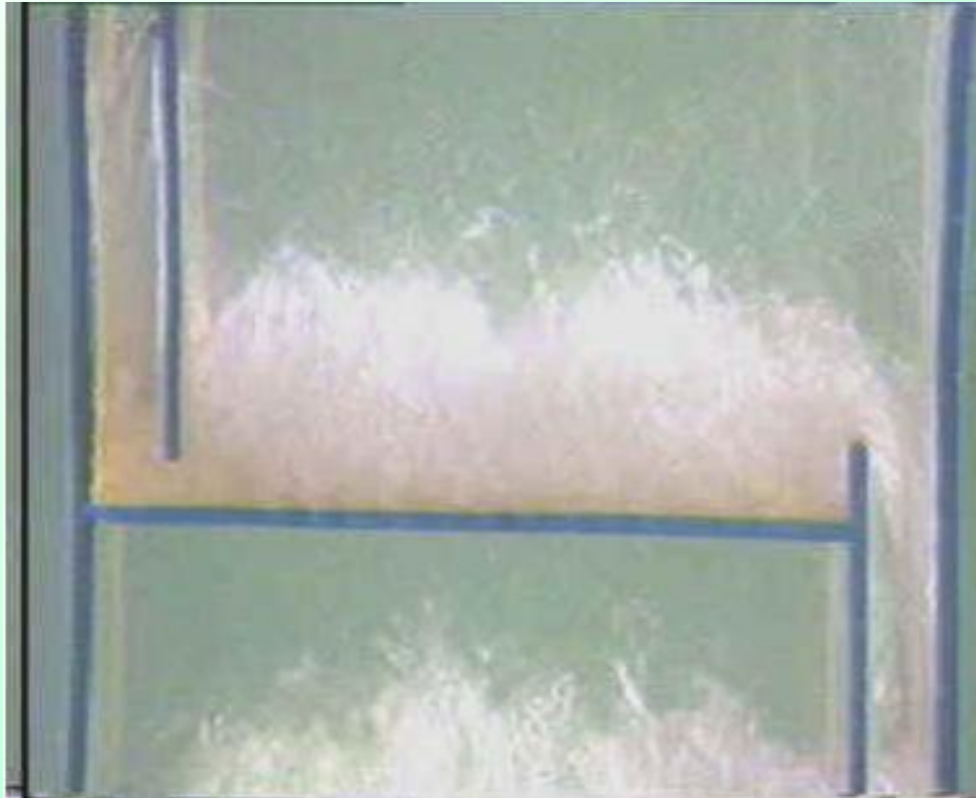
### (1) 板式塔结构

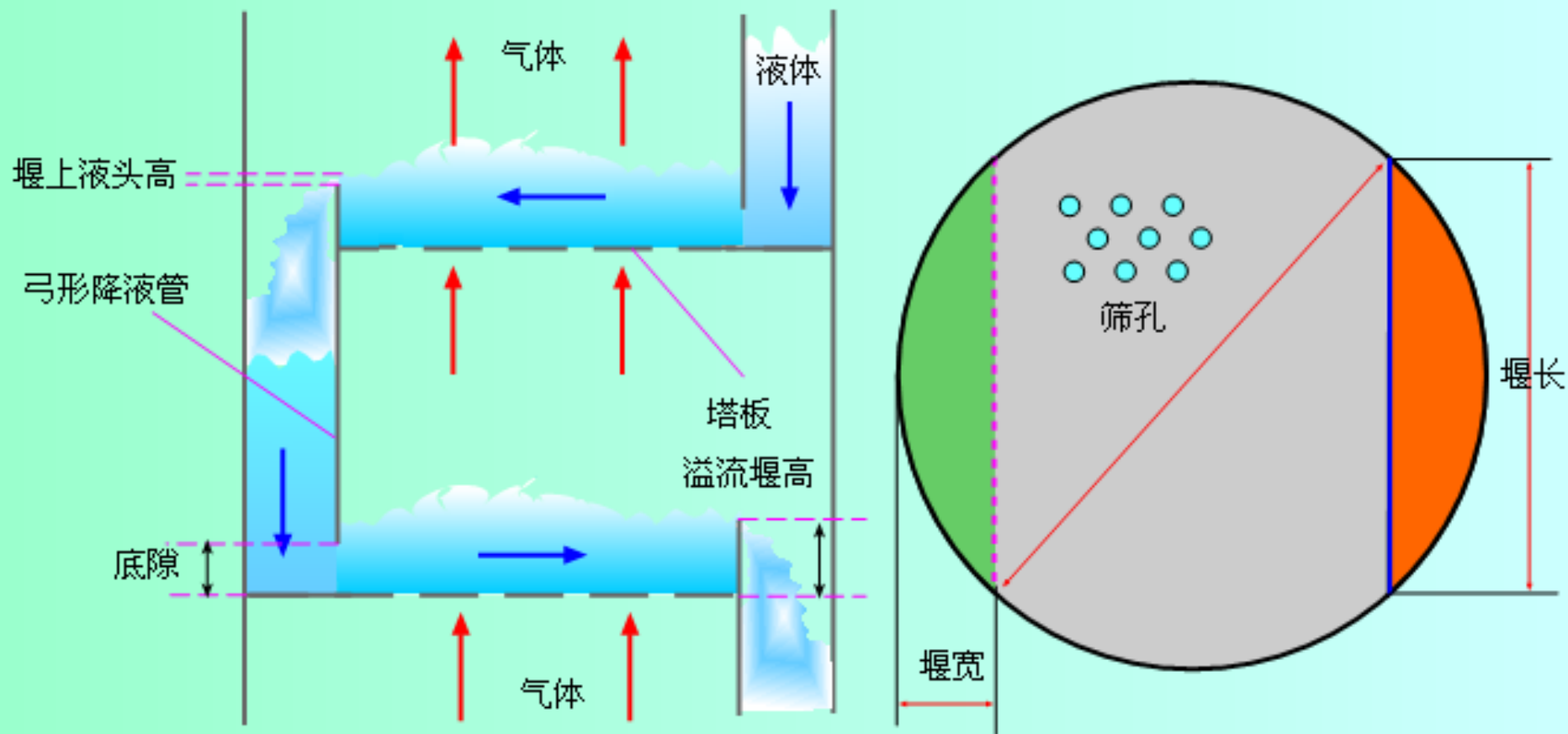
**功能：** 为混合物的气、液两相提供多级的充分、有效的接触与及时、完全分离的条件。



汽、液两相接触方式 { 全塔：逆流接触  
塔板上：错流接触

两相流动的推动力 { 液体：重力  
气体：压力差





筛板塔塔板上两相流动

# 塔板结构

## ① 气体通道

形式很多，如筛板、浮阀、泡罩等，对塔板性能影响很大。

## ② 降液管（液体通道）

液体流通通道，多为弓形。

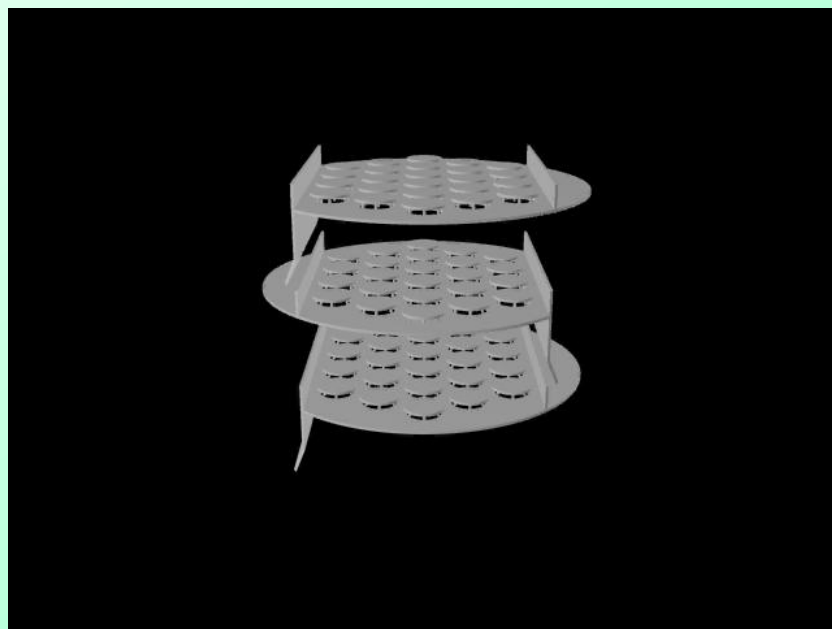
## ③ 受液盘

塔板上接受液体的部分。

## ④ 溢流堰

使塔板上维持一定高度的液层，保证两相充分接触。

浮阀塔内部结构



## 塔板上理想流动情况：

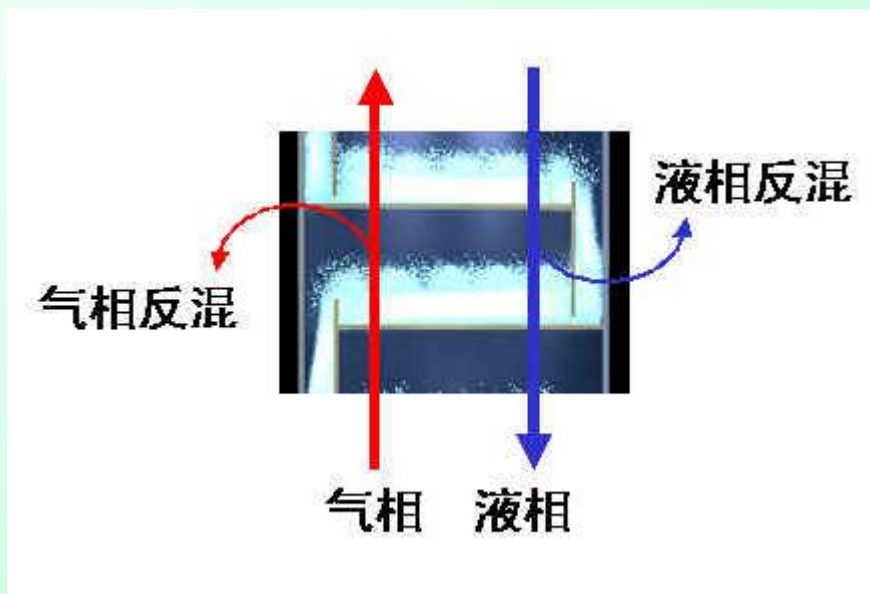
液体横向均匀流过塔板，气体从气体通道上升，均匀穿过液层。气液两相接触传质，达相平衡，分离后，继续流动。

## 传质的非理想流动情况：

### ①反向流动

液沫夹带、气泡夹带，即：返混现象

后果：使已分离的两相又混合，板效率降低，能耗增加。



### 主要影响因素

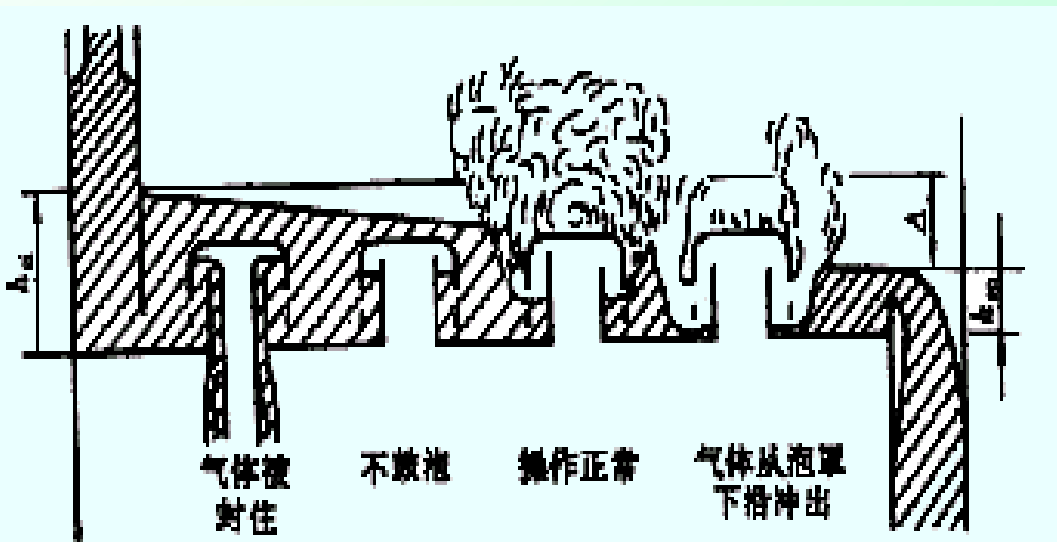
气量 $\uparrow$   $\rightarrow$  夹带量 $\uparrow$   
板间距 $HT$  $\downarrow$   $\rightarrow$  夹带量 $\uparrow$

## ②不均匀流动

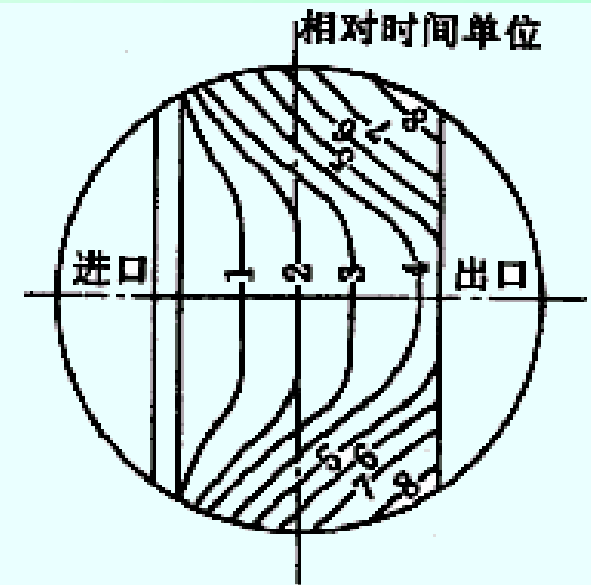
液面落差（水力坡度）：引起塔板上气速不均；

塔壁作用（阻力）：引起塔板上液速不均，中间 > 近壁；

后果：使塔板上气液接触不充分，板效率降低。



泡罩塔板上液面落差过大所引起的气流分布不均现象



液体在筛板上停留时间分布曲线

## (2) 板式塔性能要求

- ① 生产能力大；
- ② 塔板效率高；
- ③ 具有适当的操作弹性；
- ④ 塔板阻力小；
- ⑤ 塔结构简单，易于加工制造，维修保养。

## 1.2 塔内气、液两相异常流动

### (1) 液泛

如果由于某种原因，使得气、液两相流动不畅，使板上液层迅速积累，以致充满整个空间，破坏塔的正常操作，称此现象为液泛。

液泛现象:



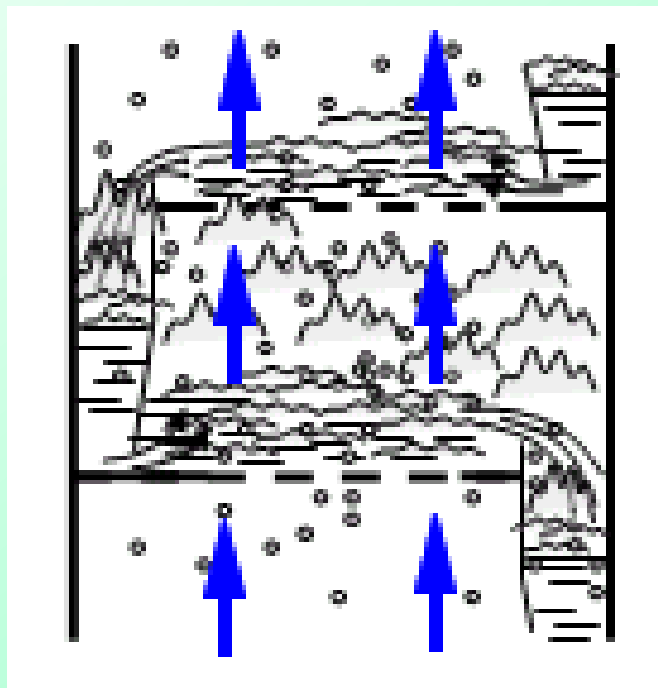


## ① 过量雾沫夹带液泛

原因:

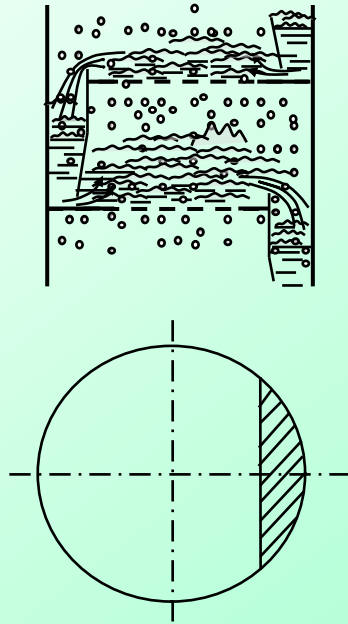
- ① 气相在液层中鼓泡，气泡破裂，将雾沫弹溅至上一层塔板；
- ② 气相运动是喷射状，将液体分散并可携带一部分液沫流动。

说明：开始发生液泛时的气速称之为**液泛气速**。



## ② 降液管液泛

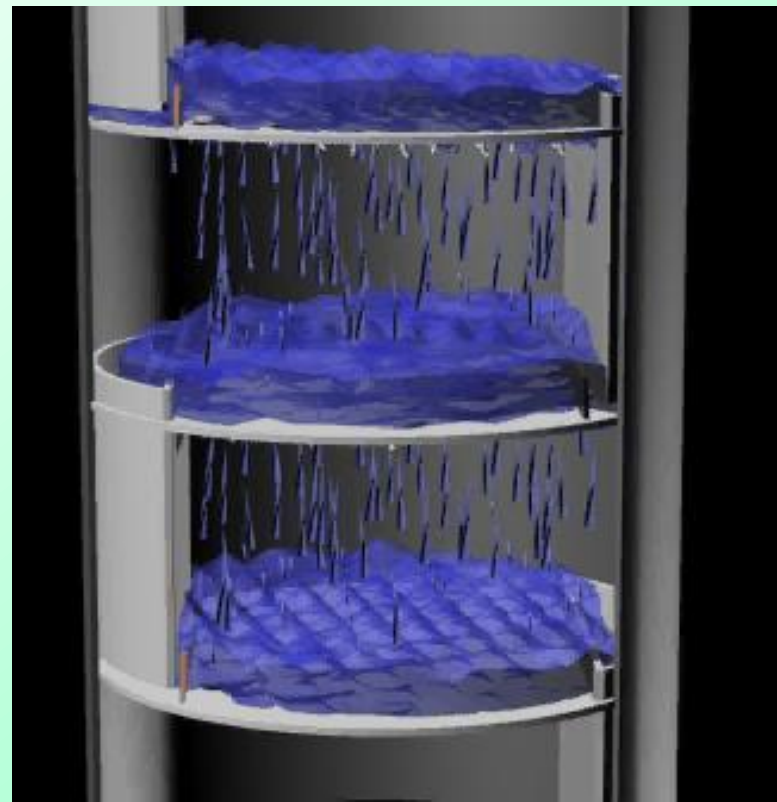
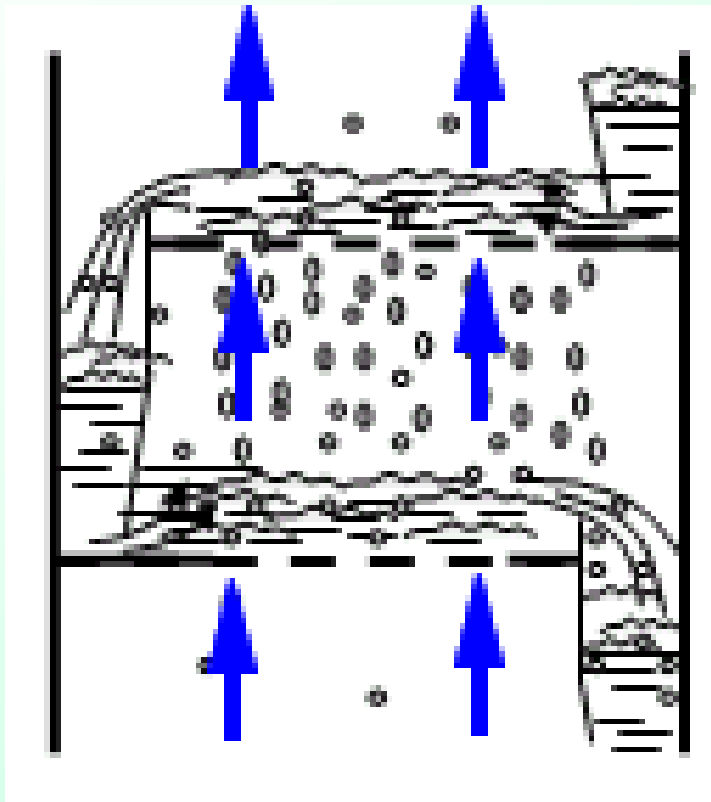
当塔内气、液两相流量较大，导致降液管内阻力及塔板阻力增大时，均会引起降液管液层升高，当降液管内液层高度难以维持塔板上液相畅通时，降液管内液层迅速上升，以致达到上一层塔板，逐渐充满塔板空间，即发生液泛。并称之为**降液管内液泛**。



**说明：**两种液泛互相影响和关联，其最终现象相同。

## (2) 严重漏液

漏液量增大，导致塔板上难以维持正常操作所需的液面，无法操作。此漏液为严重漏液，称相应的孔流气速为**漏液点气速**。



## 1.3 塔板上气、液两相接触状态

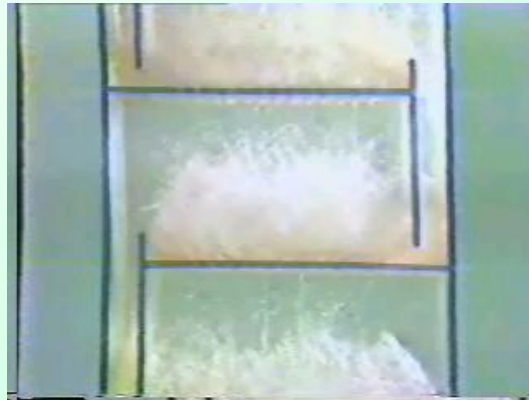
从严重漏液到液泛整个范围内存在有五种接触状态，即：

鼓泡状态、蜂窝状态、**泡沫状态**、**喷射状态**及乳化状态。



鼓泡接触状态

稳定的气泡表面



泡沫接触状态

更新的液膜表面



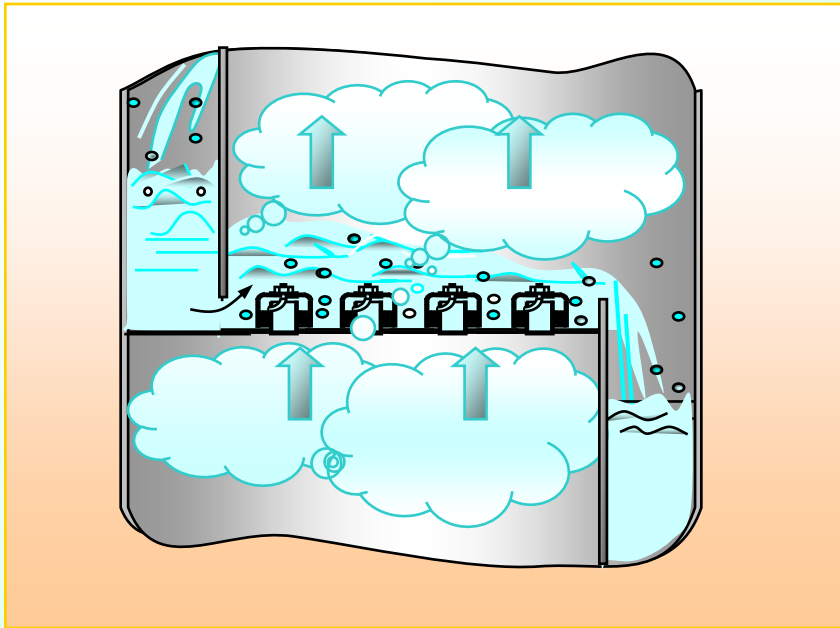
喷射接触状态

更新的液滴表面

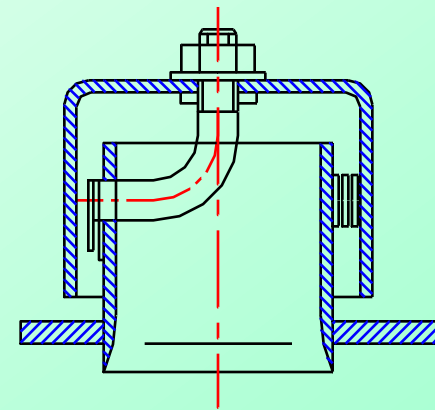
# 1.4 常用塔板的类型

塔板是气液两相接触传质的场所，为提高塔板性能，采用各种形式塔板。

## (1) 泡罩塔



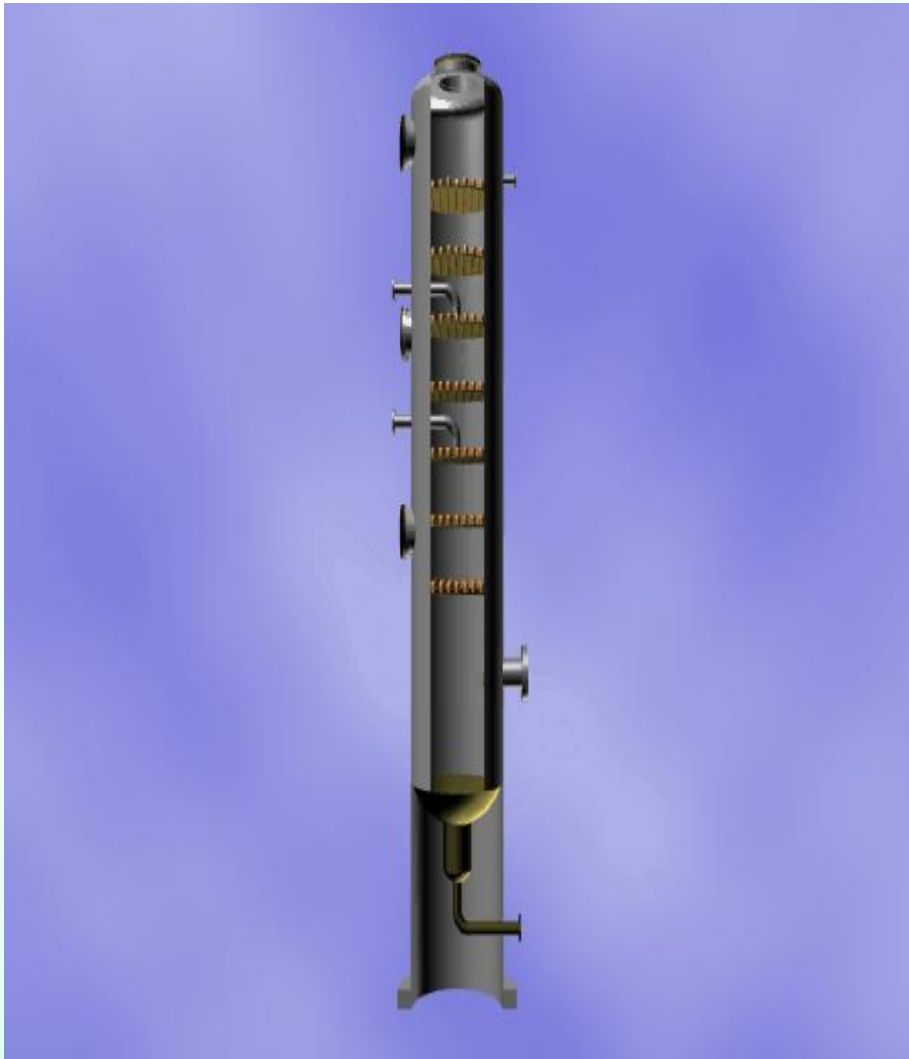
组成：升气管和泡罩



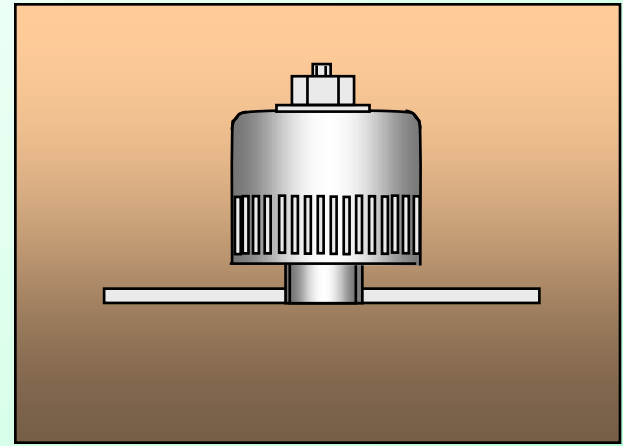
优点：塔板操作弹性大，塔效率也比较高，不易堵。

缺点：结构复杂，制造成本高，塔板阻力大但生产能力不大。

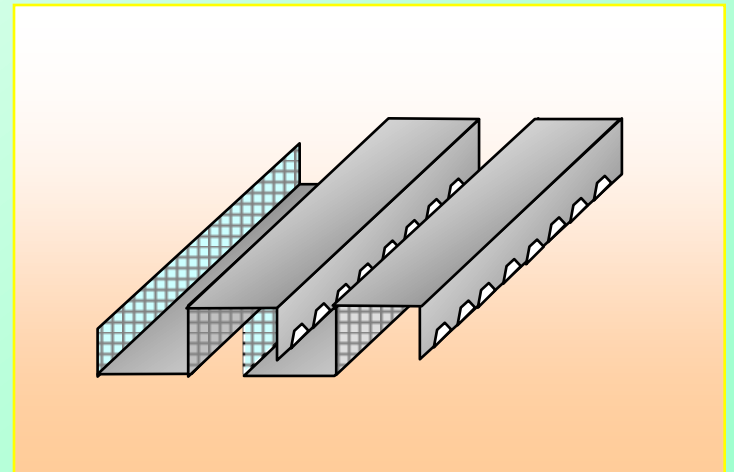




泡罩塔



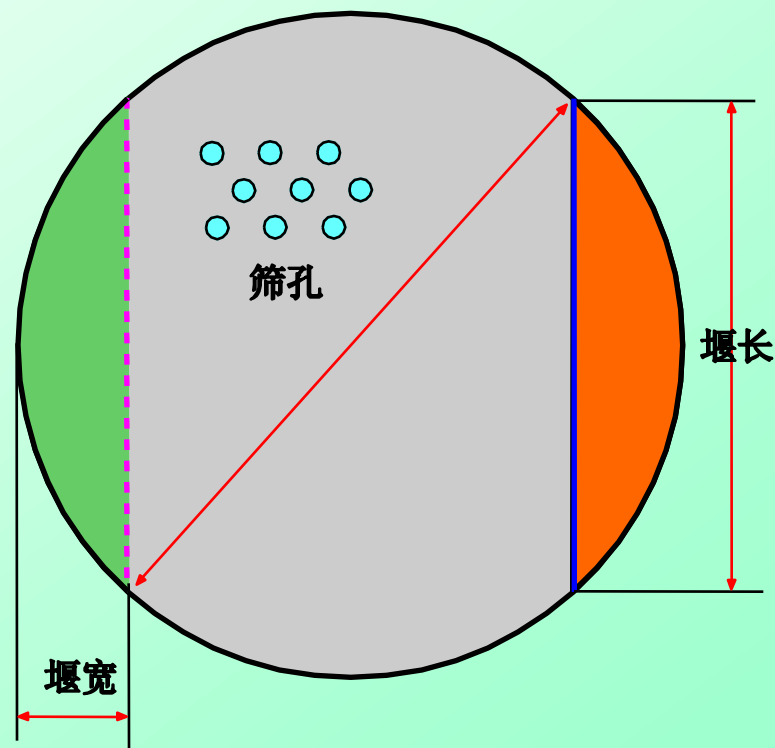
圆形泡罩



条形泡罩

## (2) 筛板塔板

塔板上开圆孔，孔径：3 - 8 mm，大孔径筛板：12 - 25 mm。



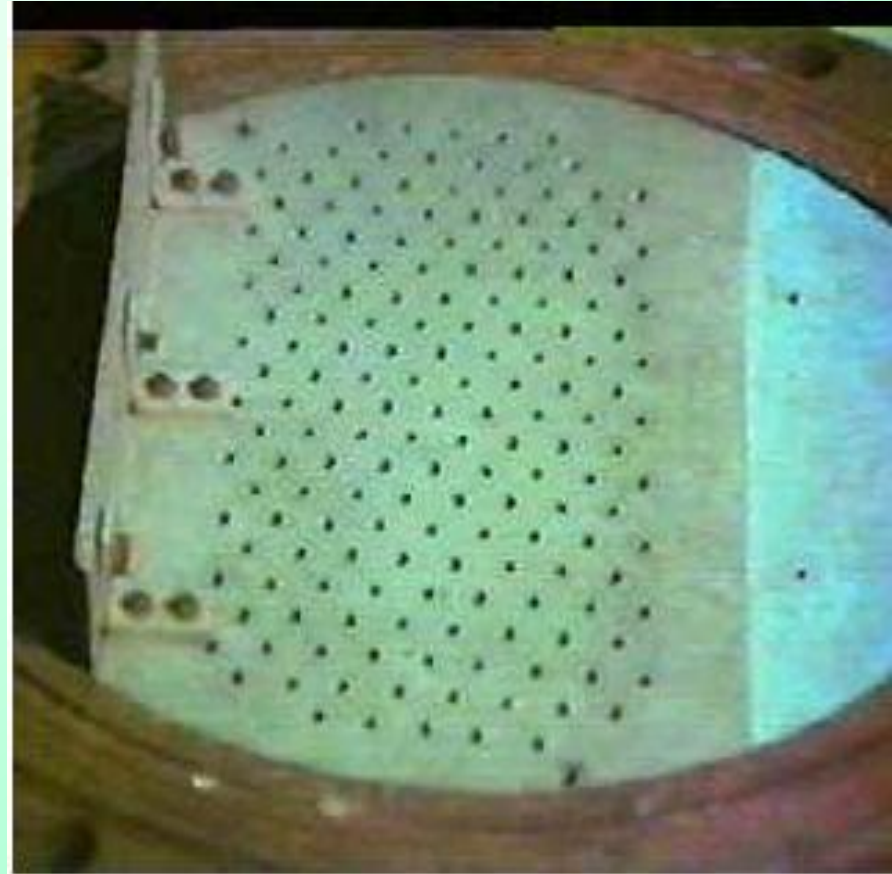
目前，广泛应用的一种塔型。



# 筛板



图2 筛板塔塔板





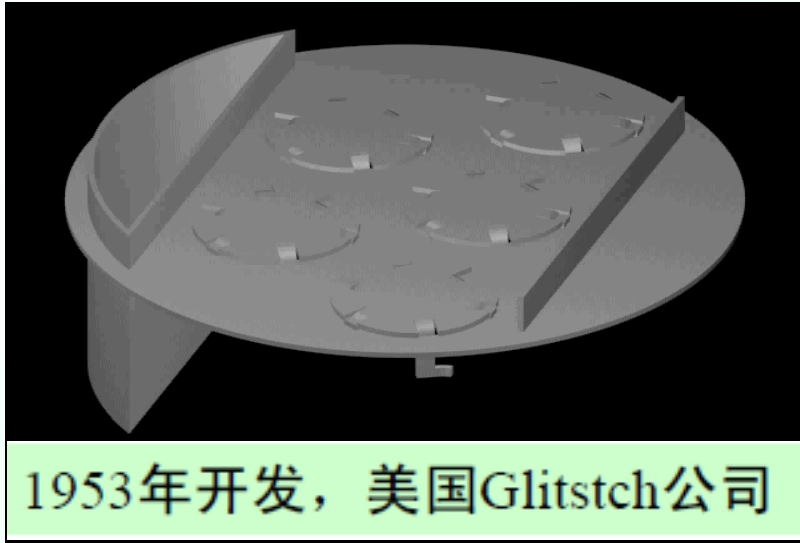
## 筛孔塔板的优点

- 结构简单、造价低；
- 液面落差小，压降低；
- 生产能力大；
- 塔板效率较高。

## 筛孔塔板的缺点

- 筛孔易堵塞；不宜处理易结焦、粘度大的物料；

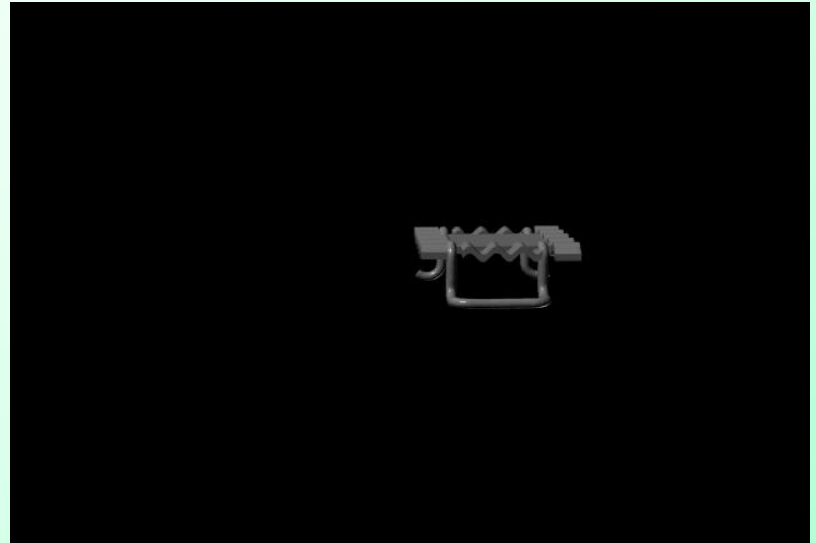
### (3) 浮阀塔板 浮阀塔盘



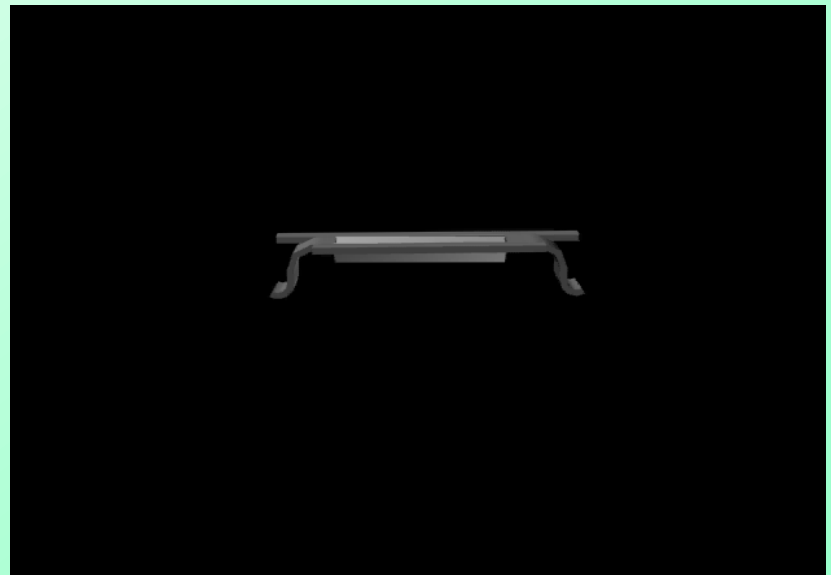
圆形浮阀



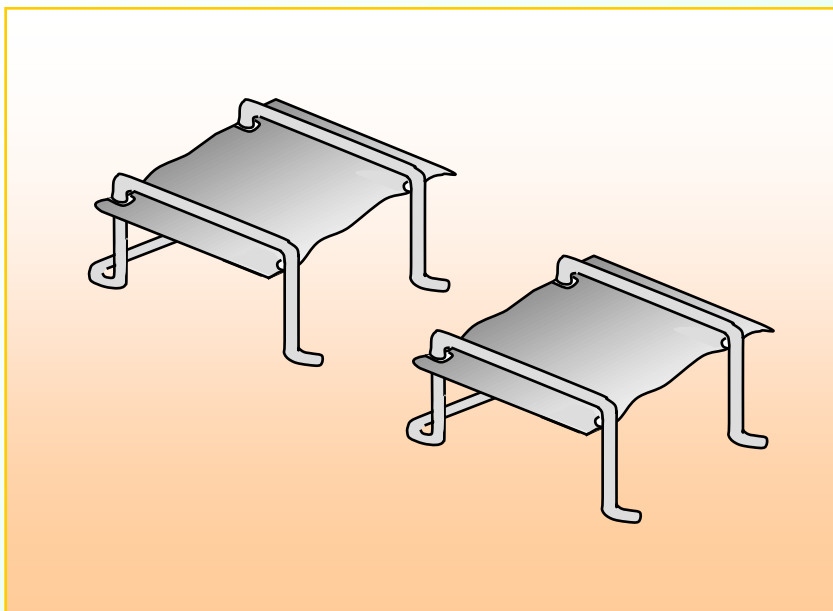
方形浮阀



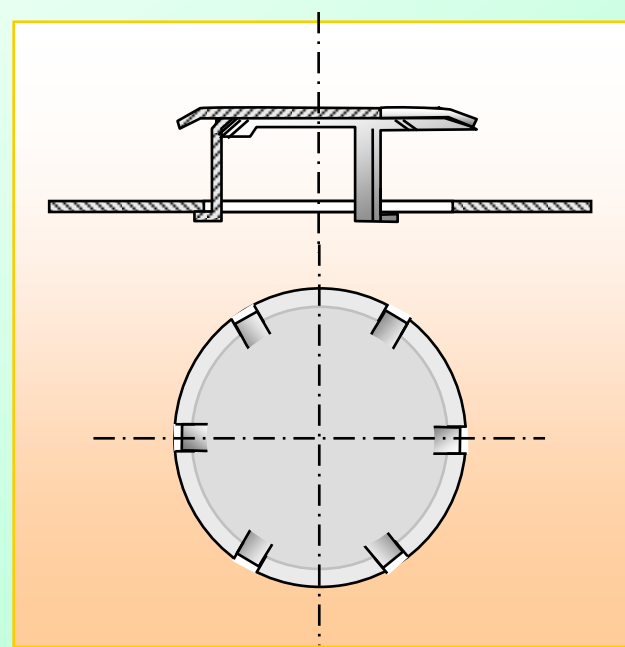
条形浮阀



## 方形浮阀



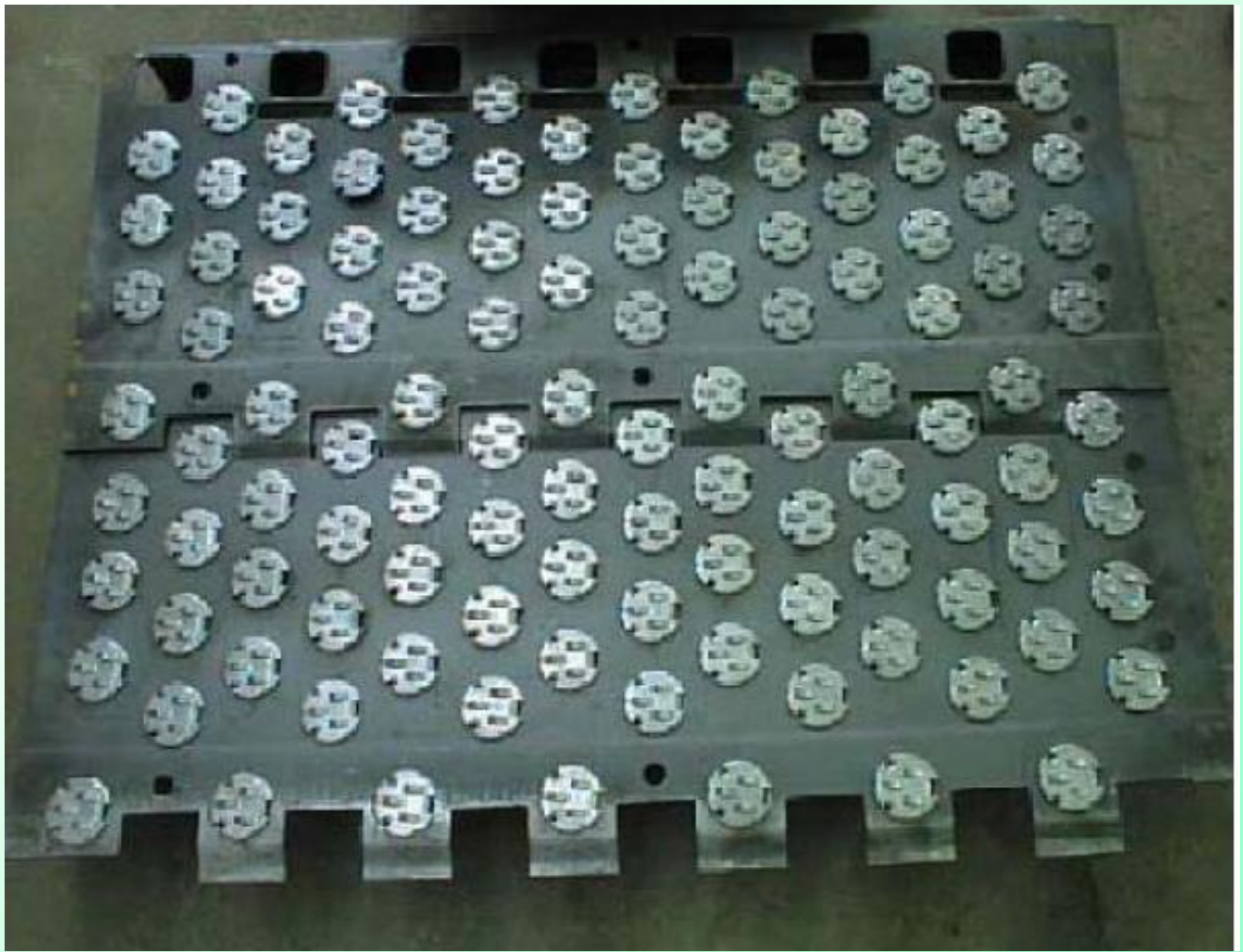
## F1型浮阀



**优点：**浮阀根据气体流量，自动调节开度，提高了塔板的操作弹性、降低塔板的压降，同时具有较高塔板效率，在生产中得到广泛的应用。

**缺点：**浮阀易脱落或损坏。





## (4) 喷射型塔板

气流方向：垂直  $\rightarrow$  小角度倾斜，  
改善液沫夹带、液面落差。

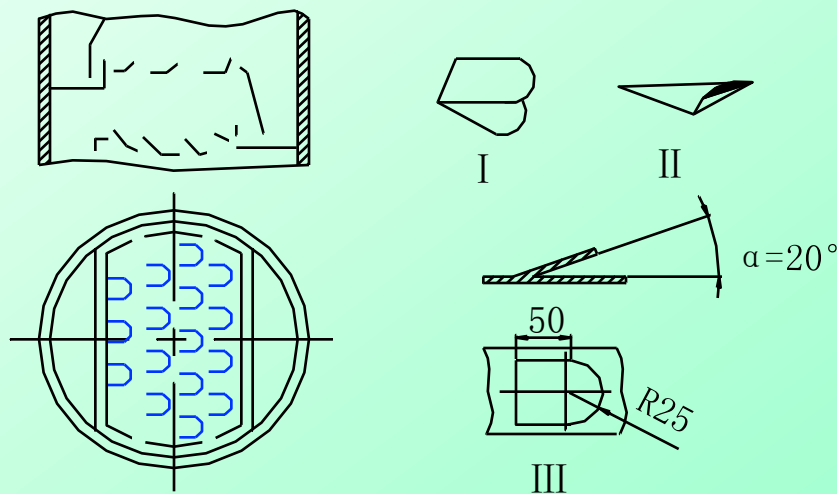
形式：舌形塔板、浮舌塔板、斜孔塔板、垂直筛板等。

气液接触状态：喷射状态

连续相：气相；分散相：液相 促进两相传质。

缺点：气泡夹带现象比较严重。

舌形塔板：

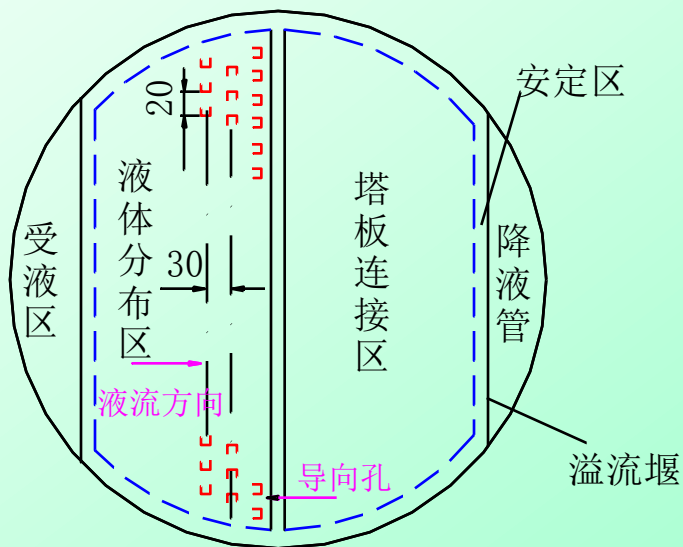
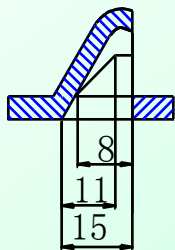
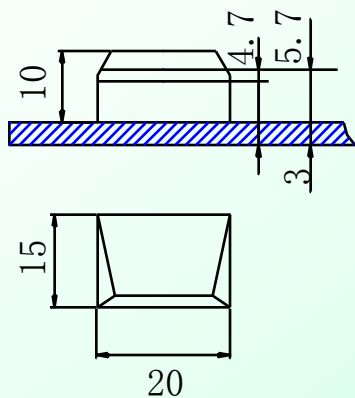


I 三面切口舌片； II 拱形舌片；  
III 50×50mm定向舌片的尺寸和倾角





# 斜孔塔板:



(a) 斜孔结构之一

(b) 塔板布置

斜孔塔板





网孔塔板：

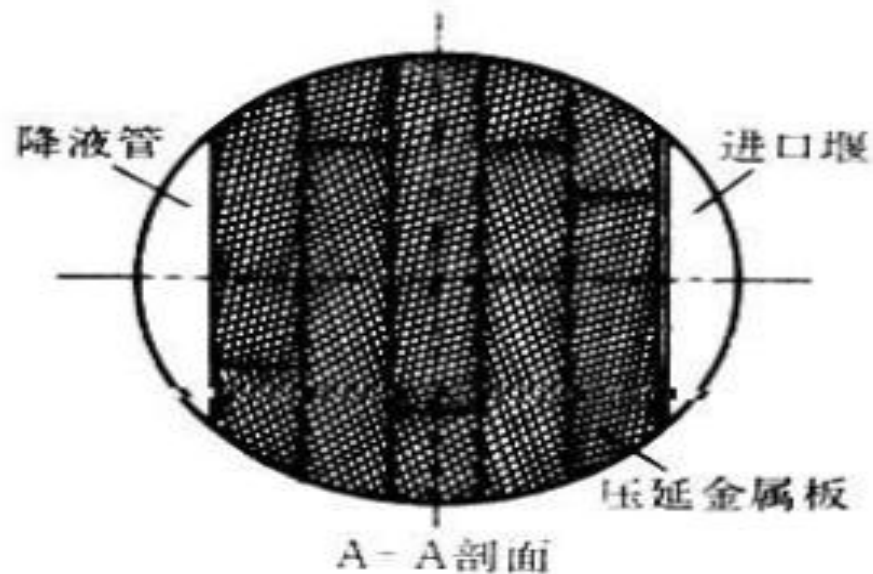
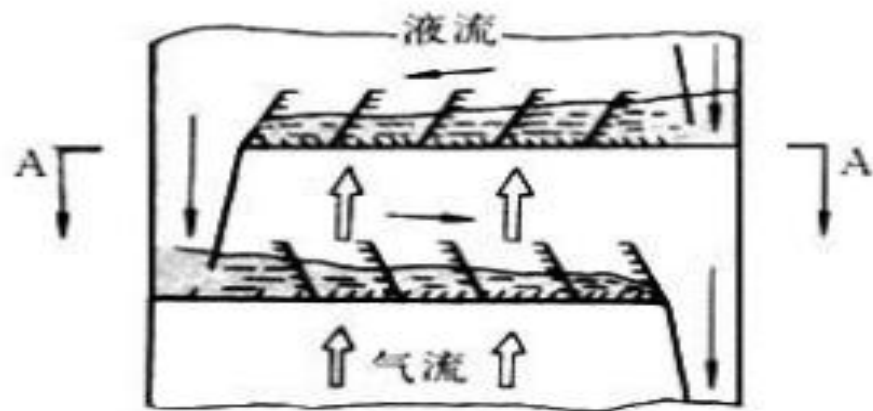
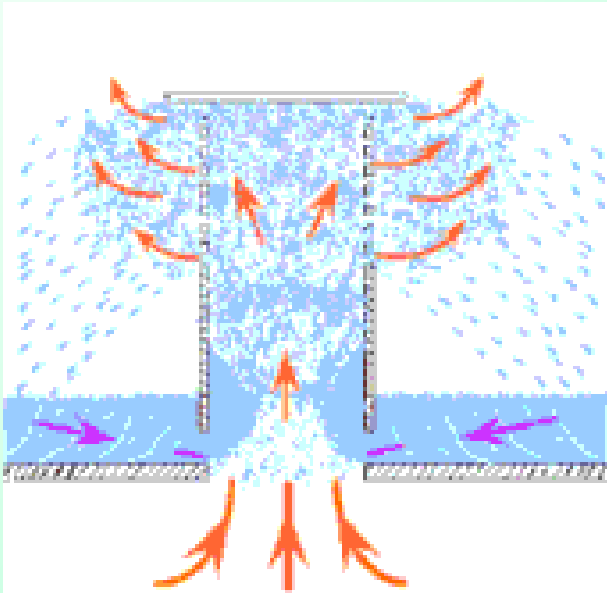
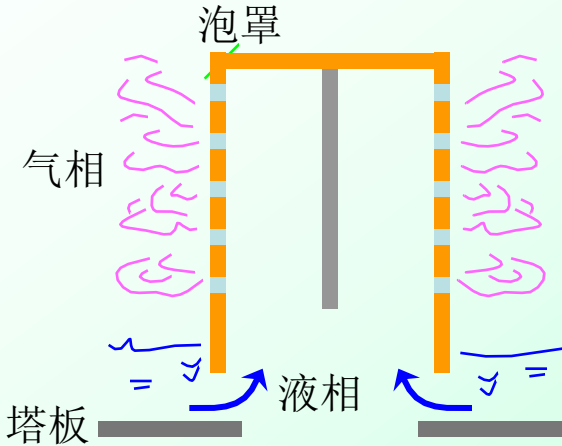


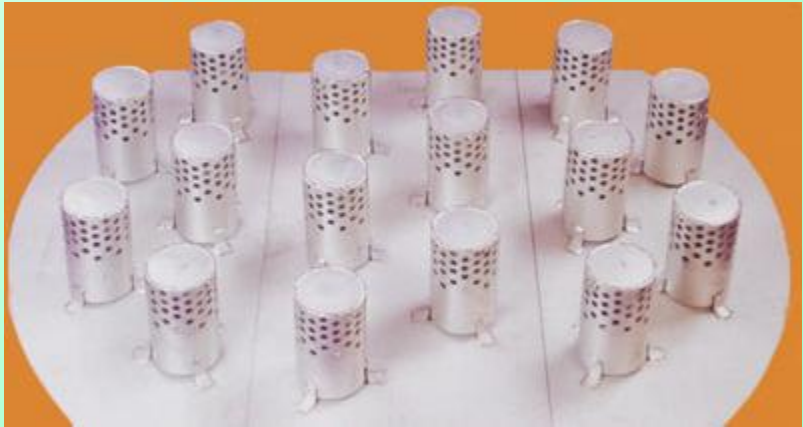
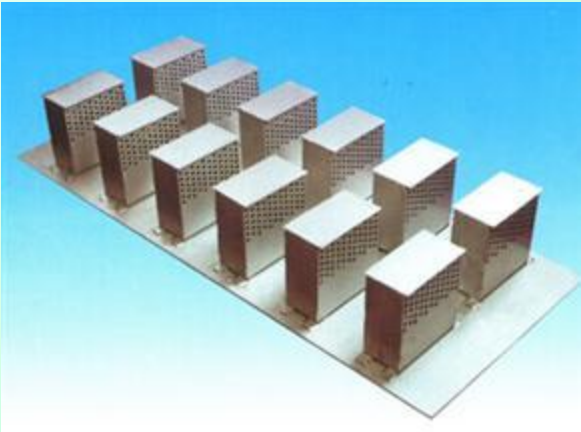
图 7 网孔塔板

网孔塔板

# 垂直筛板:

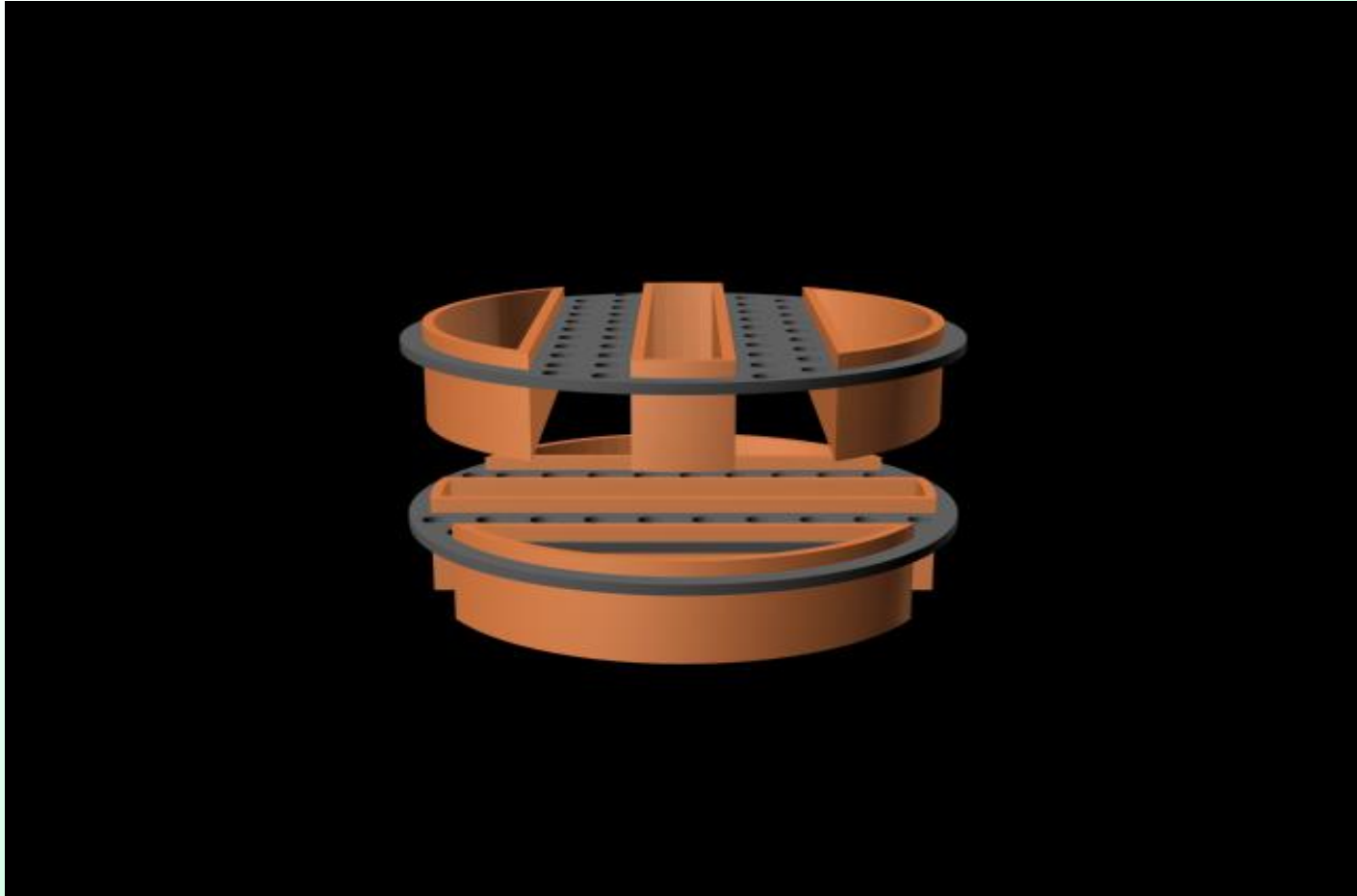


# 垂直筛板



## (5) 多降液管 (MD) 塔板

优点：提高允许液体流量



## (6) 林德筛板（导向筛板）

应用：用于减压塔的低阻力、高效率塔板。

斜台：抵消液面落差的影响。

导向孔：使气、液流向一致，减小液面落差。

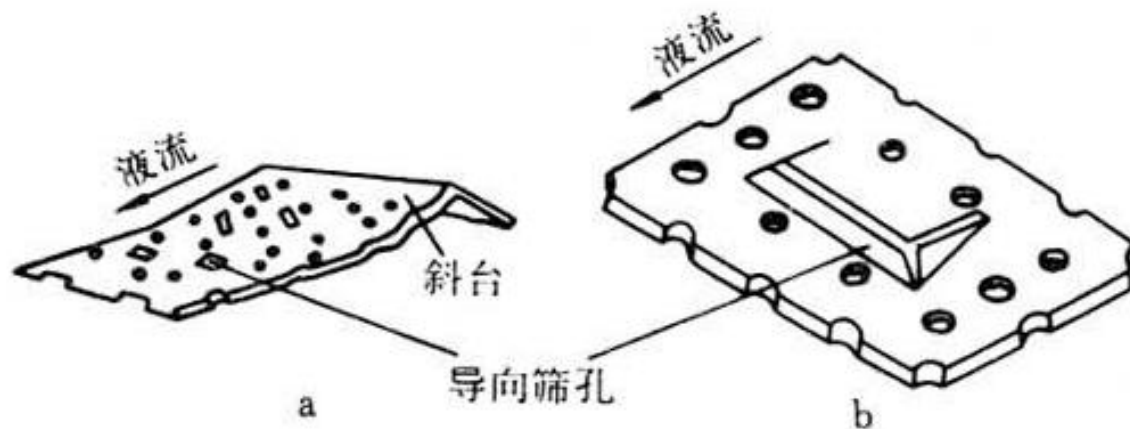


图8 林德筛板

a 斜台转鼓泡装置 b 导向筛孔

## (1) 林德筛板

适用于真空精馏

结构特点:

①导向斜孔

②鼓泡促进器





## (7) 无溢流塔板

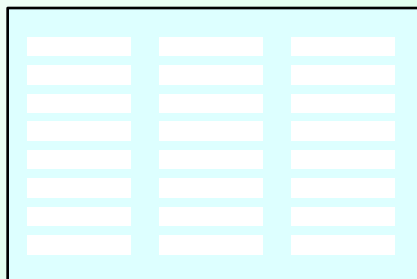
有溢流塔板：有降液管的塔板；

无溢流塔板：无降液管的塔板；

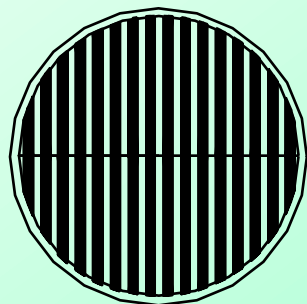
形式：无溢流栅板和无溢流筛板；

特点：生产能力大，结构简单，塔板阻力小；

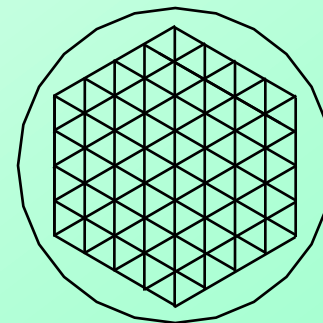
但操作弹性小，塔板效率低。



冲制栅板



由金属条组成的  
栅板



无溢流筛板

## 常见塔板的性能比较

塔板类型	相对生产能力	相对塔板效率	操作弹性	压力降	结构	成本
泡罩塔板	1.0	1.0	中	高	复杂	1.0
筛孔塔板	1.2~1.4	1.1	低	低	简单	0.4~0.5
浮阀塔板	1.2~1.3	1.1~1.2	大	中	一般	0.4~0.5
舌形塔板	1.3~1.5	1.1	小	低	简单	0.4~0.5
垂直塔板	1.6~1.8	1.2	大	低	一般	0.5~0.6
<b>CTST塔板</b>	<b>2.4~2.6</b>	<b>1.3</b>	<b>大</b>	<b>低</b>	<b>一般</b>	<b>0.5~0.6</b>