



4.6 换热器

4.6.1 换热器的分类

4.6.2 间壁式换热器的类型

4.6.3 列管换热器的选用

4.6.4 传热的强化措施

4.6.5 新型的换热设备





4.6.1 换热器的分类

- 按用途分类:

加热器、冷却器、冷凝器、蒸发器和再沸器

- 按冷热流体热量交换方式分类:

混合式、蓄热式和间壁式

- 主要内容:

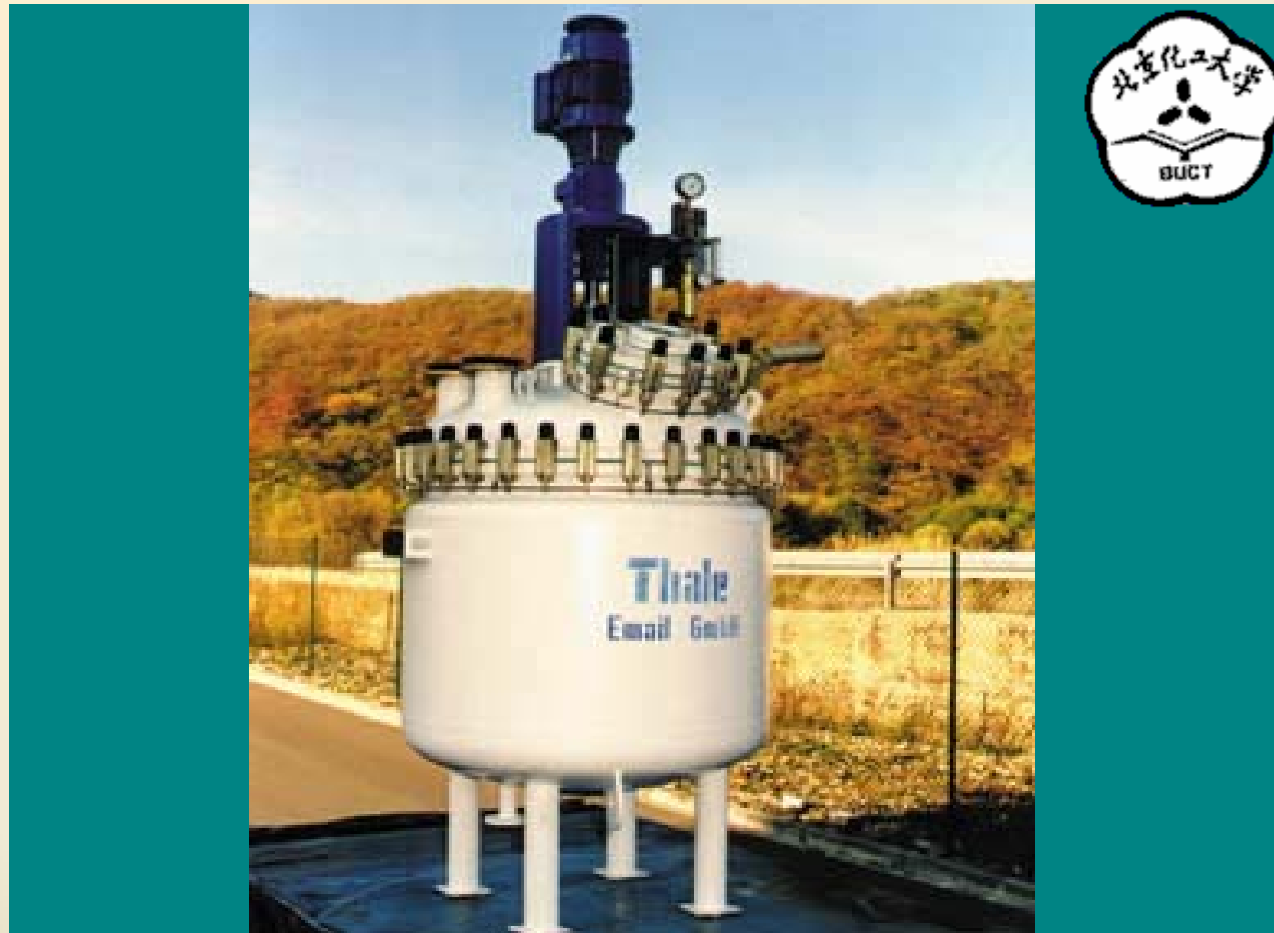
1. 根据工艺要求, 选择适当的换热器类型;
2. 通过计算选择合适的换热器规格。





4.6.2 间壁式换热器的类型

一、夹套换热器





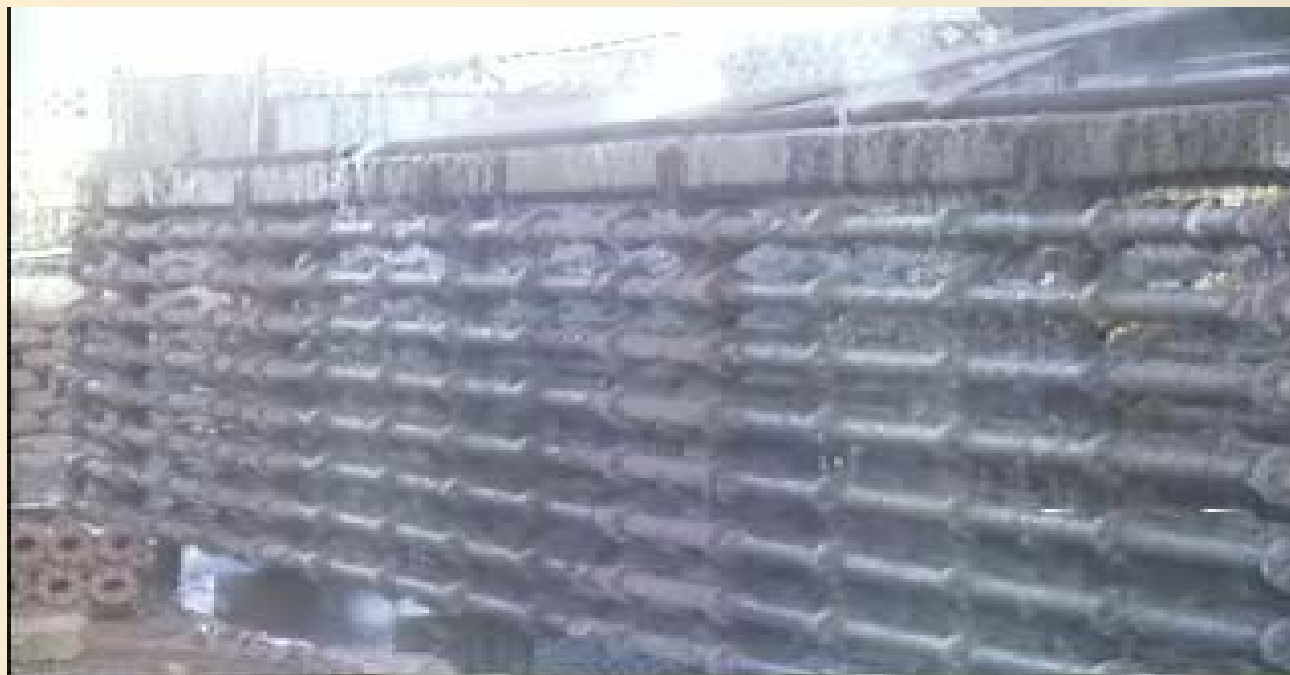
二、蛇管换热器

1. 沉浸式



强化措施：可减少管外空间；容器内加搅拌器。





优点：结构简单；便于耐腐蚀；管内能耐高压；管外 α 比沉浸式大。

缺点：冷却水喷淋不均匀影响传热效果；只能安装在室外，占地面积大。






三、套管换热器

套管式换热器

The diagram illustrates two types of double-pipe heat exchangers. The upper part shows a U-tube bundle where two tubes are connected at one end by a U-shaped tube, and the other ends are open. The lower part shows a straight tube bundle consisting of two parallel tubes of equal length, with both ends open.

套管式换热器主要应用于流体的加热、冷却
或两流体间的热交换。





四、列管换热器





列管式换热器

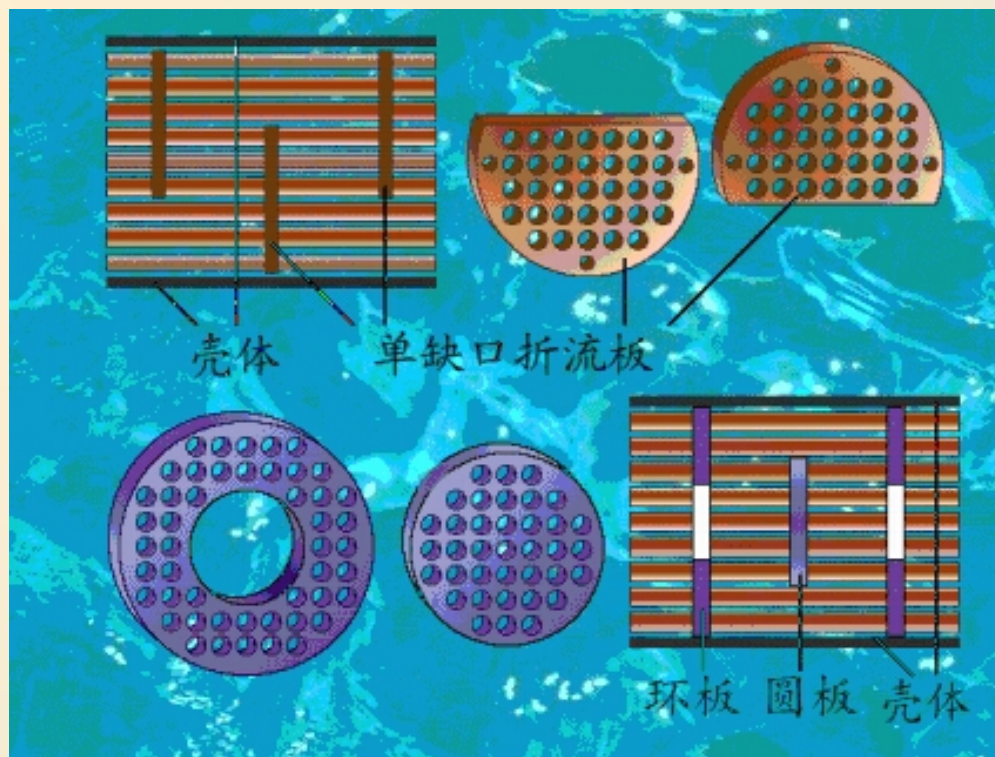


结构简单、紧凑且
耐温、耐压 在大型换
热设备中
用量达70%

SnagIt 视频捕获

捕获统计		开始(S)
捕获帧:	0	停止(E)
丢失帧:	0	恢复(R)
文件大小:	0	取消(C)
视频长度:	0 秒	
捕获长度:	0 秒	
捕获属性		
帧大小:	640 x 440	
帧速率:	15.0 帧/秒	
颜色:	65536	
压缩:	Microsoft Video	
记录音频:	禁止	





圆缺形

圆盘形

多管程：增大管内流体 u ，提高管内的 α

加挡板：增大壳程流体的湍动，提高壳程的 α



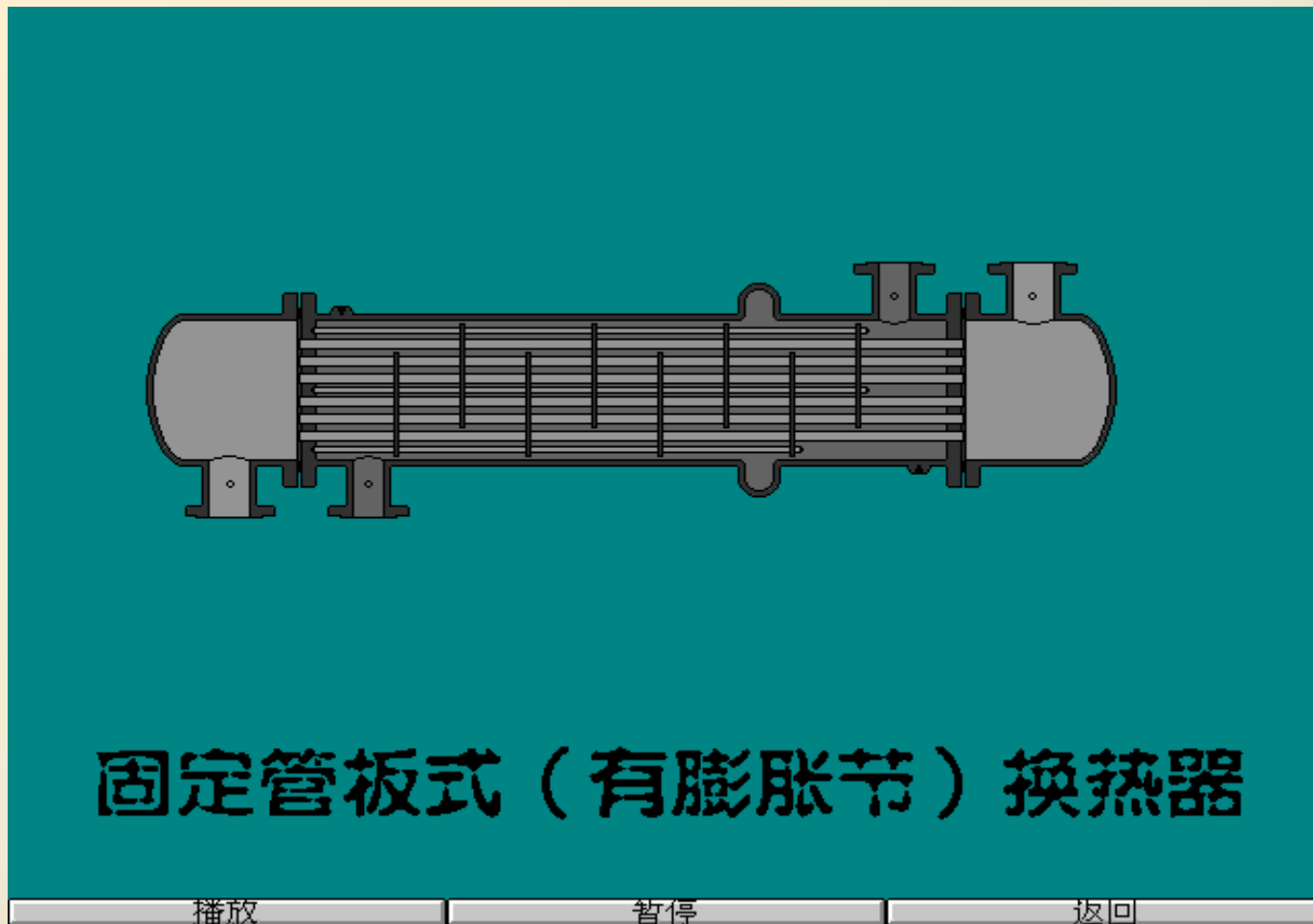


流体流过折流挡板





1. 固定管板式

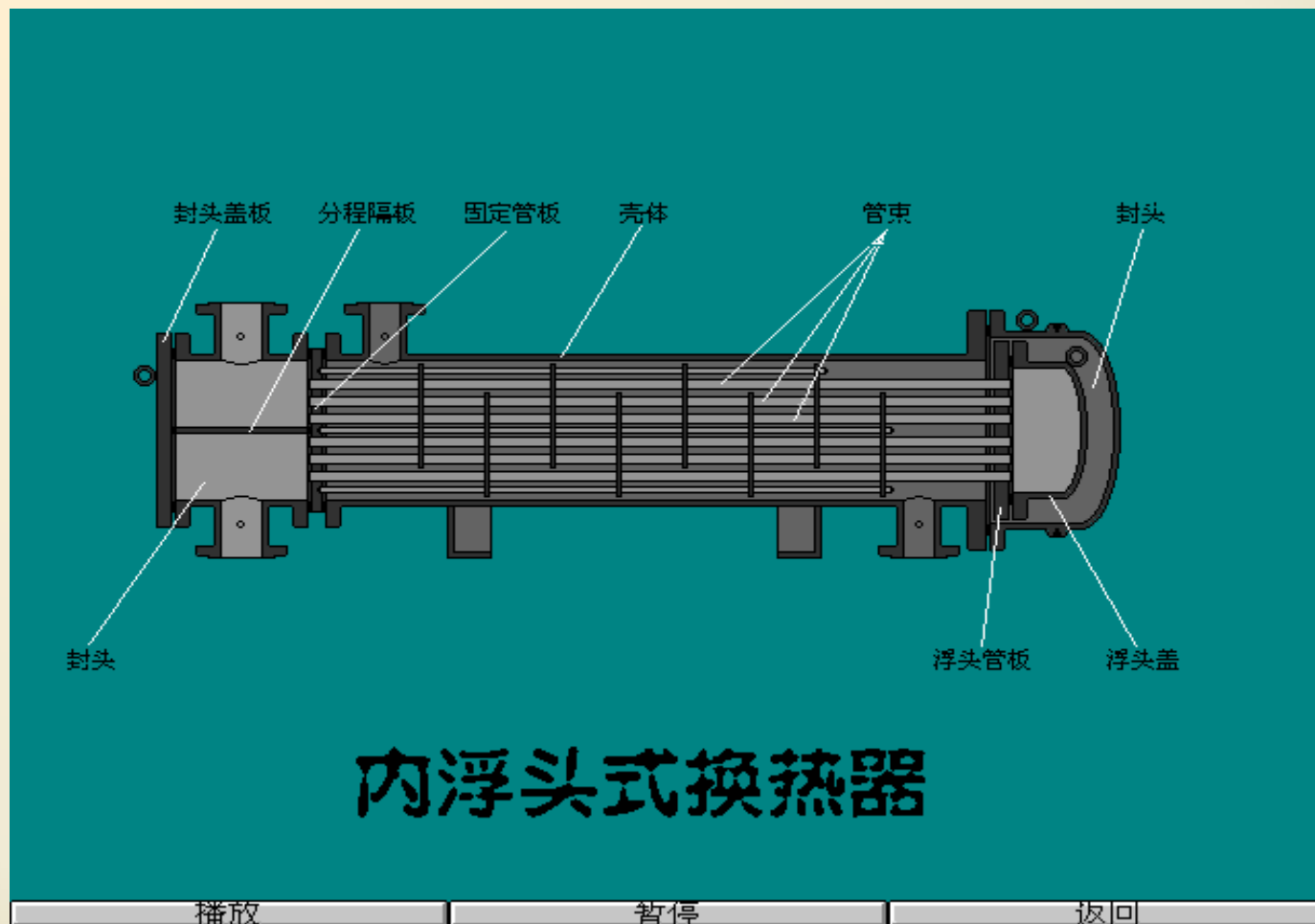


特点：结构简单；但壳程检修和清洗困难。





2. 浮头式

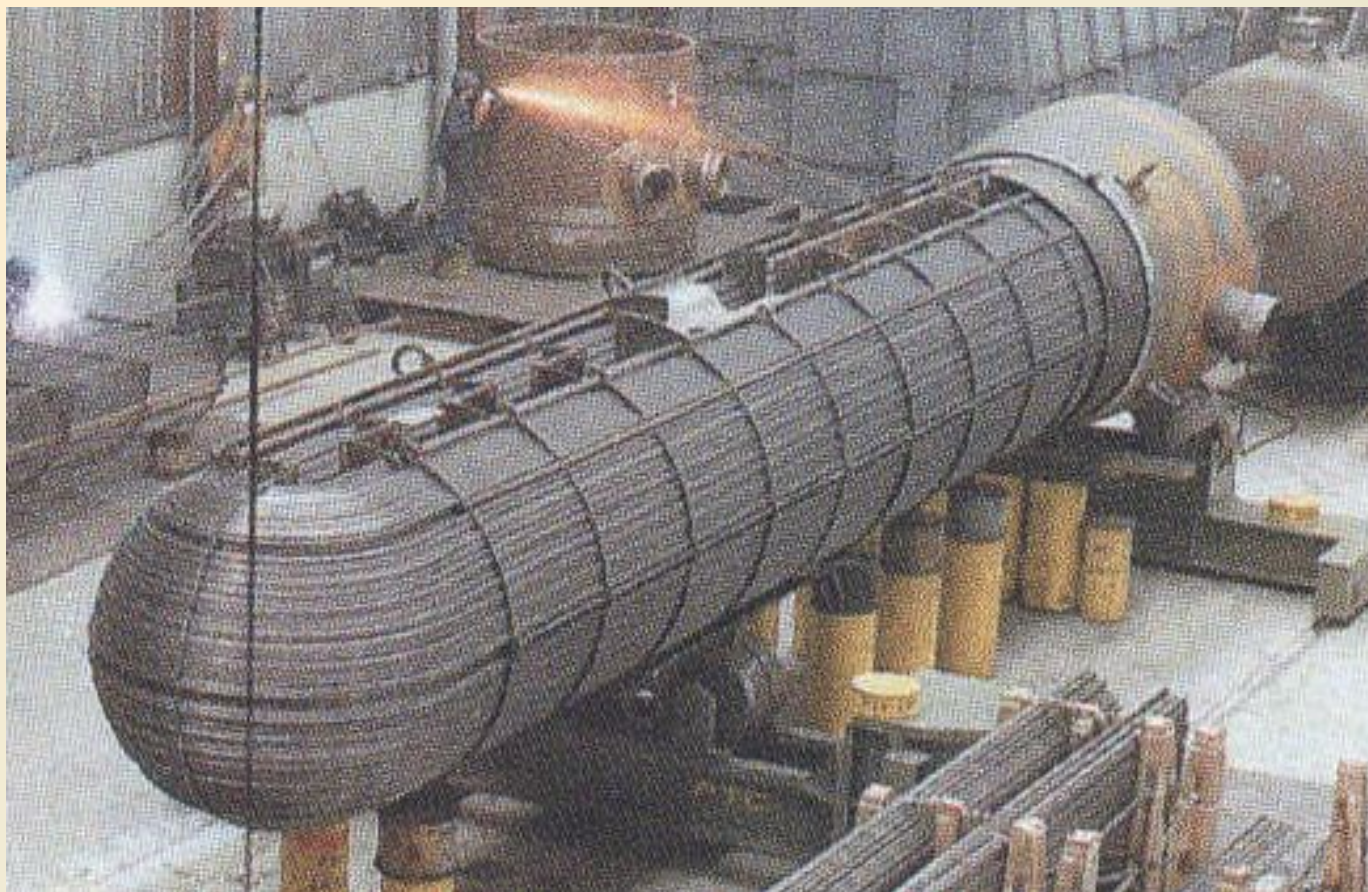


特点：可完全消除热应力,便于清洗和检修,结构复杂





3. U型管式



特点：结构较浮头简单；但管程不易清洗。





4.6.3 列管换热器的选用

1. 根据工艺任务，计算热负荷

2. 计算 Δt_m

先按单壳程多管程的计算，如果 $\phi < 0.8$ ，应增加壳程数；

3. 依据经验选取K，估算A

4. 确定冷热流体流经管程或壳程，选定u

由u和V估算单管程的管子根数，由管子根数和估算的A，估算管子长度，再由系列标准选适当型号的换热器。





5. 核算K

分别计算管程和壳程的 α ，确定垢阻，求出K，并与估算的K进行比较。如果相差较多，应重新估算。

6. 计算A

根据计算的K和 Δt_m ，计算A，并与选定的换热器A相比，应有10%~25%的裕量。





选用换热器中的有关问题：

(1) 流体流经管程或壳程的选择

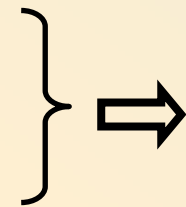
原则：传热效果好，结构简单，清洗方便

管程：不清洁或易结垢、腐蚀性、压力高的流体。

壳程：饱和蒸汽、需要冷却、粘度大或流量小的流体。

(2) 流体 u

$u \uparrow \rightarrow \alpha \uparrow K \uparrow$ ，在同 Q 、 Δt_m 下 $A \downarrow$ ，节省设备
费；
 $u \uparrow \rightarrow H_f \uparrow \uparrow$ ，操作费用增加；



u 选择是经济上权衡的问题，但要避免层流流
17动。



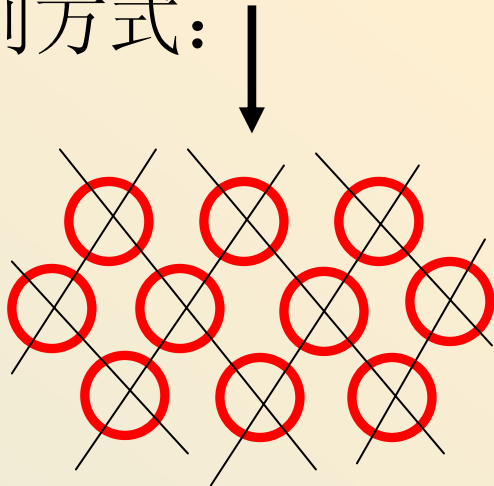


(3) 换热器中管子的规格和排列方式

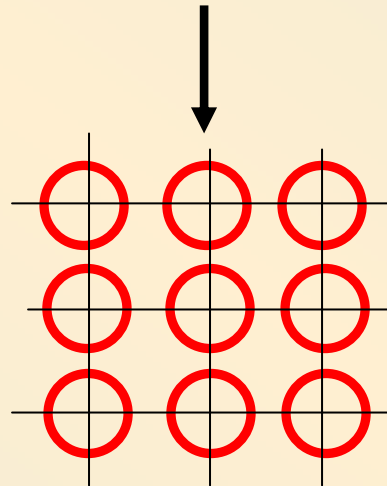
管子的规格： $\Phi 19 \times 2\text{mm}$ 和 $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$

管长：1.5m、2.0m、3.0m、6.0m

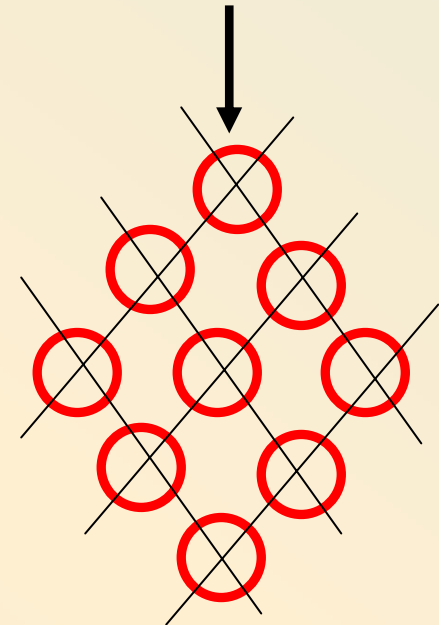
排列方式：



正三角形



正方形直列



正方形错列





流体垂直流过管束外流动





4.6.4 传热过程的强化途径

$$Q = KA\Delta t_m$$

为了增强传热效率，可采取 $\Delta t_m \uparrow$ 、 $A/V \uparrow$ 、 $K \uparrow$ 。

一、增大 Δt_m

- 两侧变温情况下，尽量采用逆流流动
- 提高加热剂 T_1 的温度或降低冷却剂 t_1 的温度

二、增大 A/V

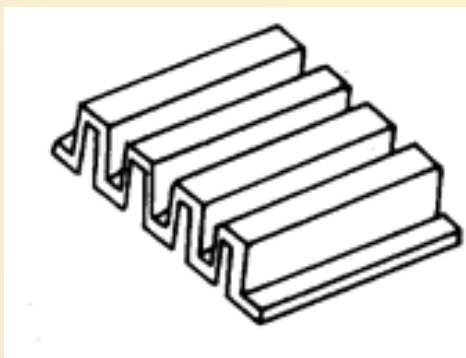
- 直接接触传热，可增大 A 和湍动程度，使 $Q \uparrow$



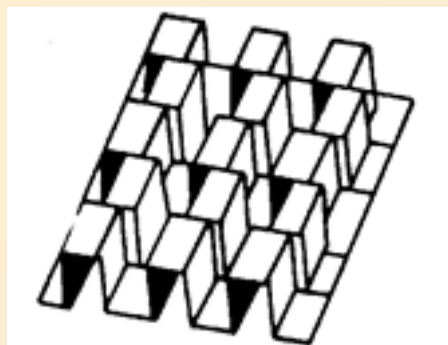


- 采用高效新型换热器

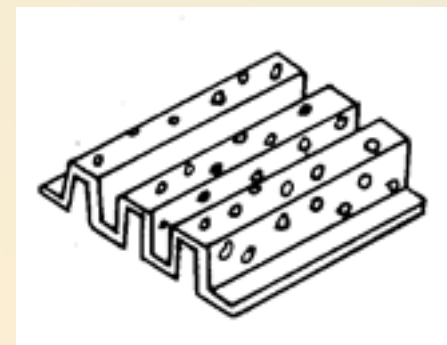
改进传热面结构入手来增大A 和湍动程度，使 $Q \uparrow$



(a) 光直翅片



(b) 锯齿翅片



(c) 多孔翅片





三、增大K

$$\frac{1}{K} = \left(\frac{1}{\alpha_1} + R_1\right) + \frac{b}{\lambda} + \left(\frac{1}{\alpha_2} + R_2\right)$$

- 尽可能利用有相变的热载体 (α 大)
- 用 λ 大的热载体, 如液体金属Na等
- 减小金属壁、污垢及两侧流体热阻中较大者的热阻
- 提高 α 较小一侧有效

提高 α 的方法(无相变):

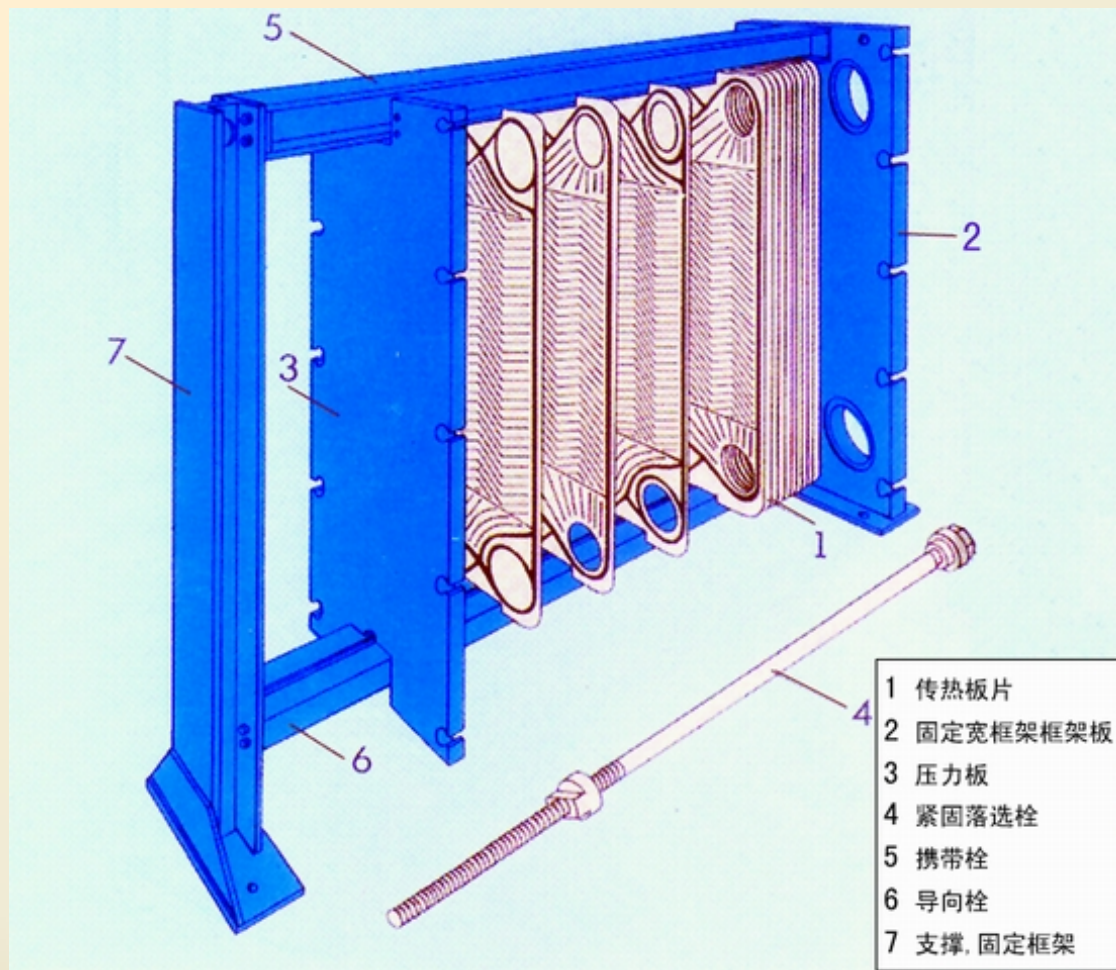
- 增大流速
- 管内加扰流元件
- 改变传热面形状和增加粗糙度

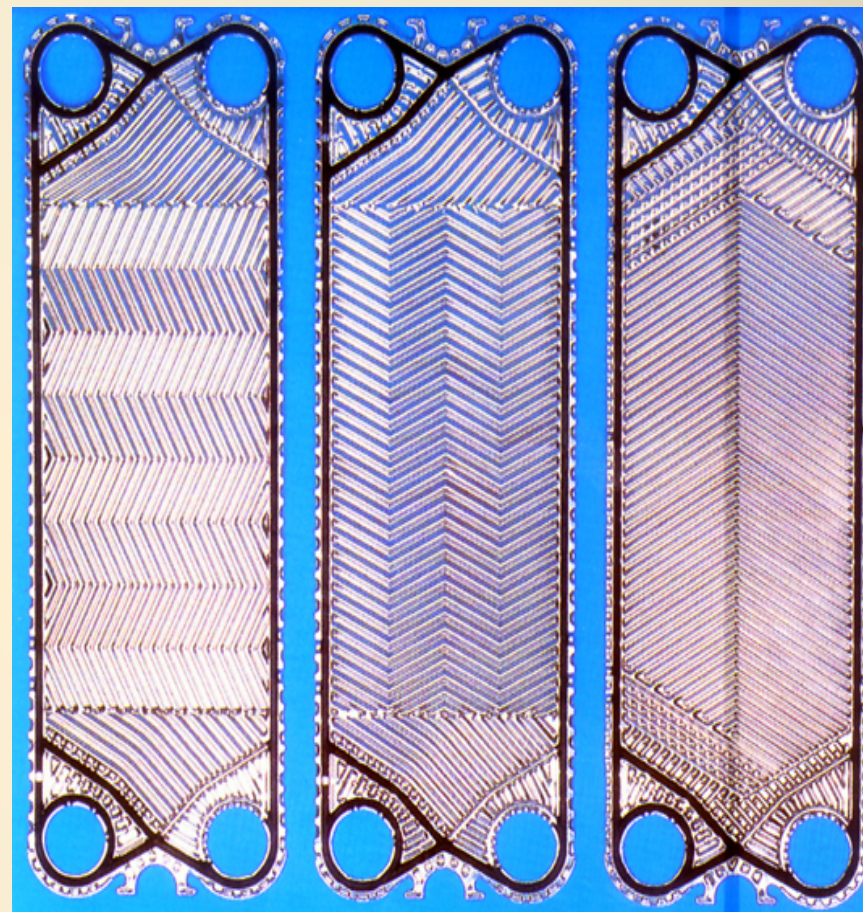
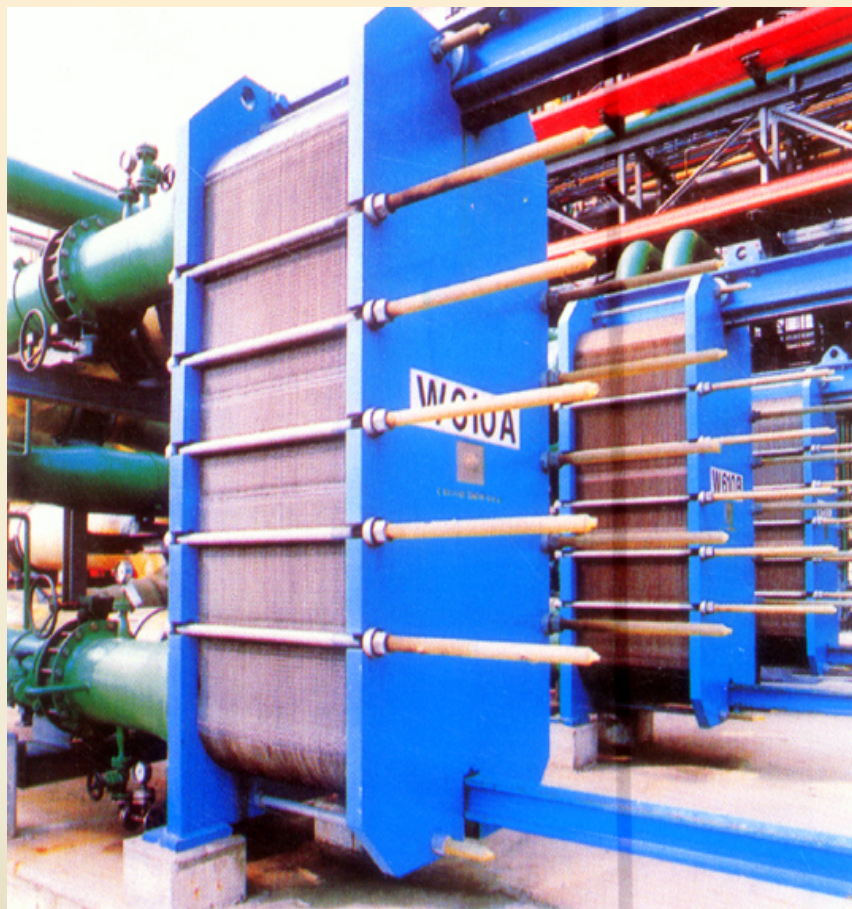


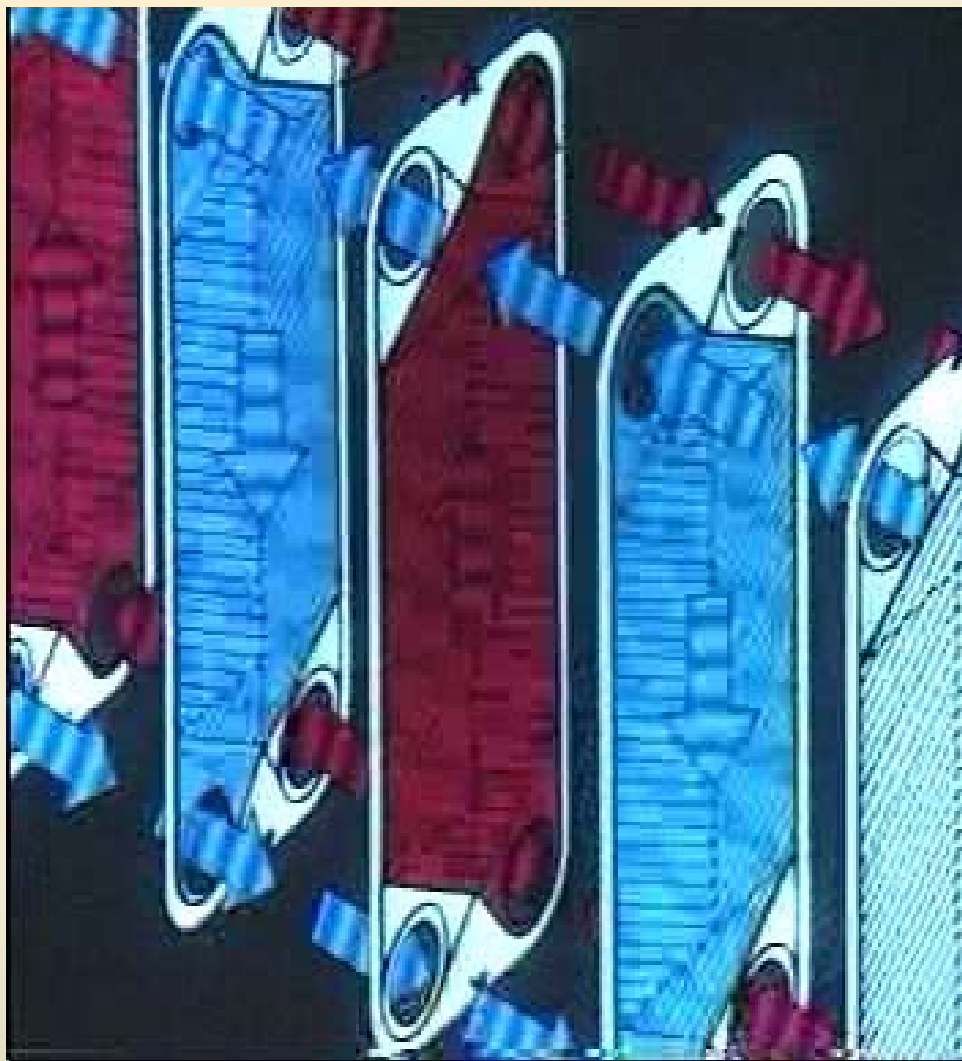


4.6.5 新型的换热器

一、平板式换热器







优点:

- 传热效率高, K 大
- 结构紧凑, 操作灵活, 安装检修方便

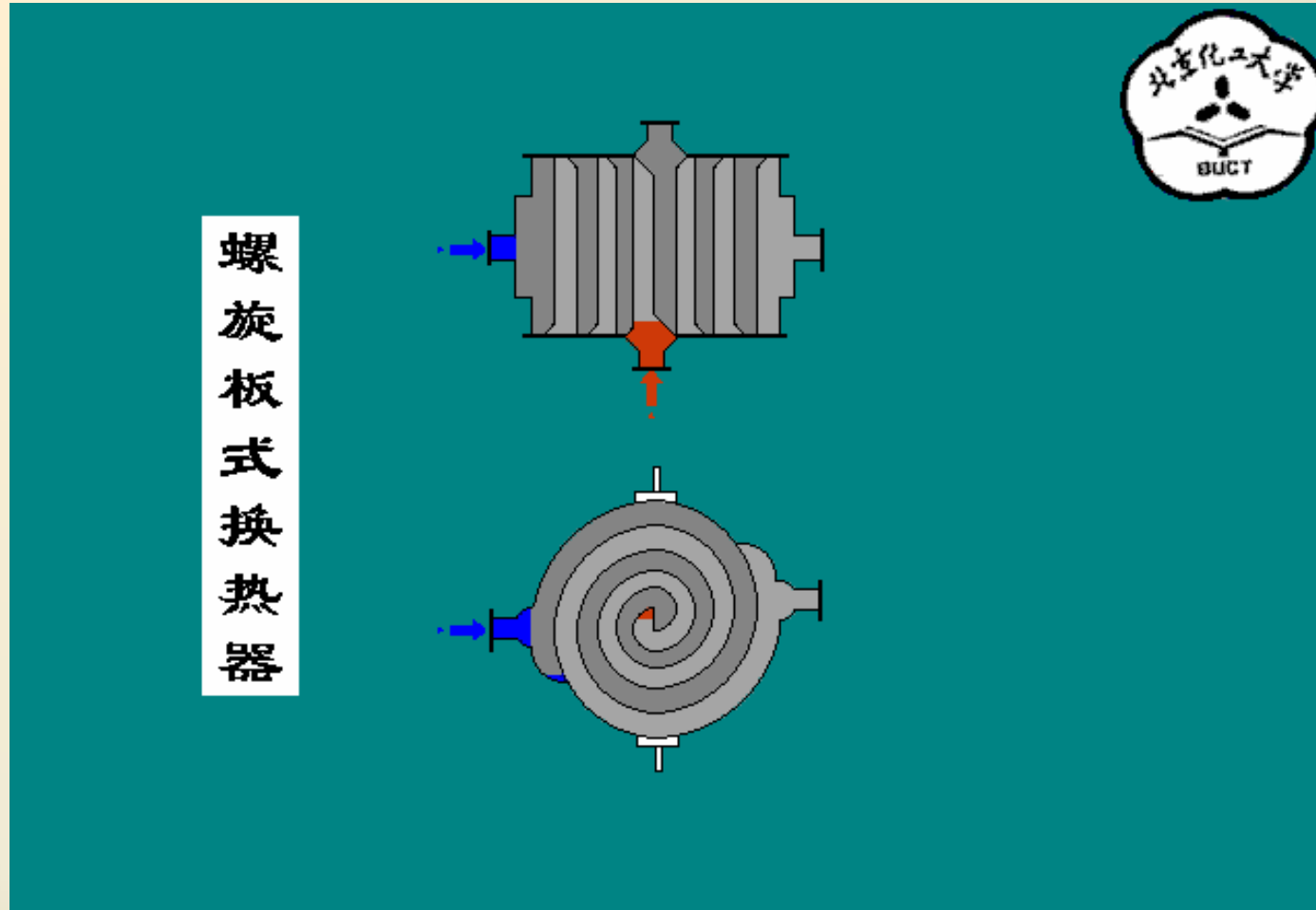
缺点:

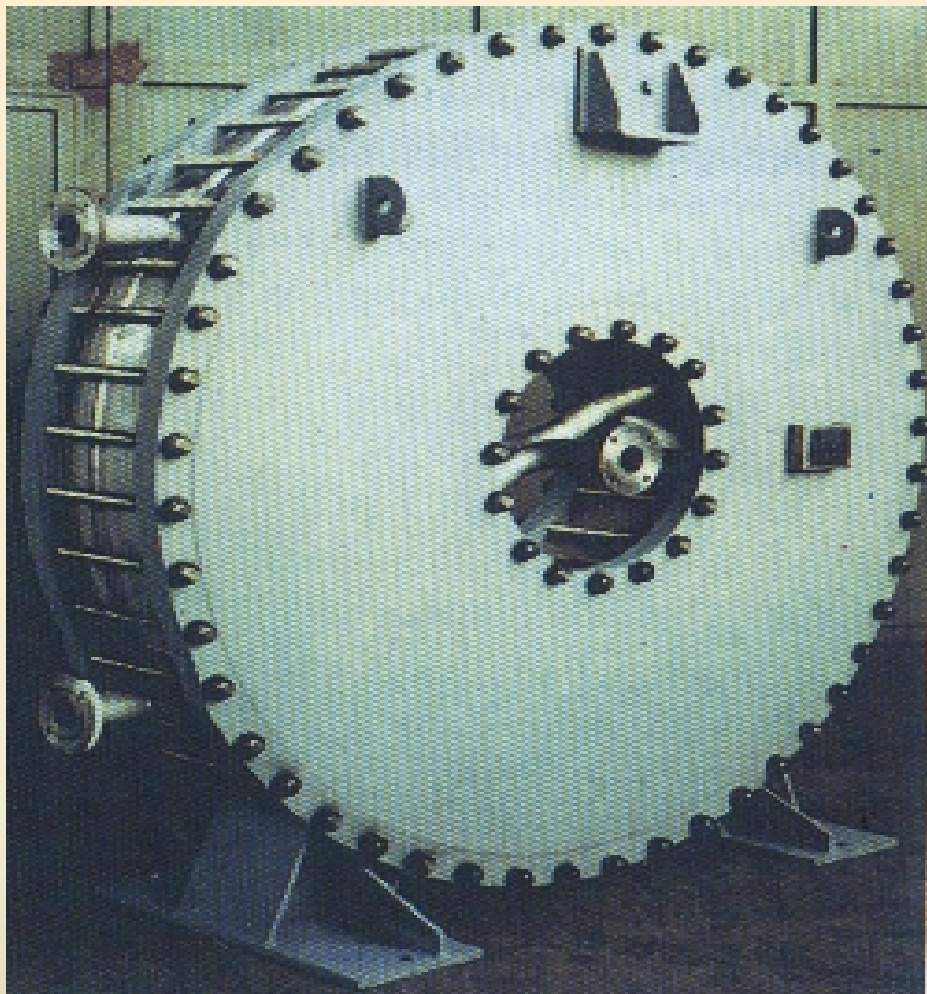
- 耐温、耐压差
- 易渗漏, 处理量小





二、螺旋板式换热器





优点:

- 传热效率高
- 不易堵塞
- 结构紧凑，成本较低

缺点:

- 压力、温度不能太高
- 难以维修





三、翅片管换热器

翅片管换热器

特点：增加A，增强管外流体的湍流来提高 α 。

重要的应用场合：空气冷却器

管外加翅片，大大改善了空气侧的传热效果

