



4.1 概述

4.1.1 传热过程在化工生产中的应用

4.1.2 传热的三种基本方式

4.1.3 冷热流体的接触方式

4.1.4 热载体及其选择

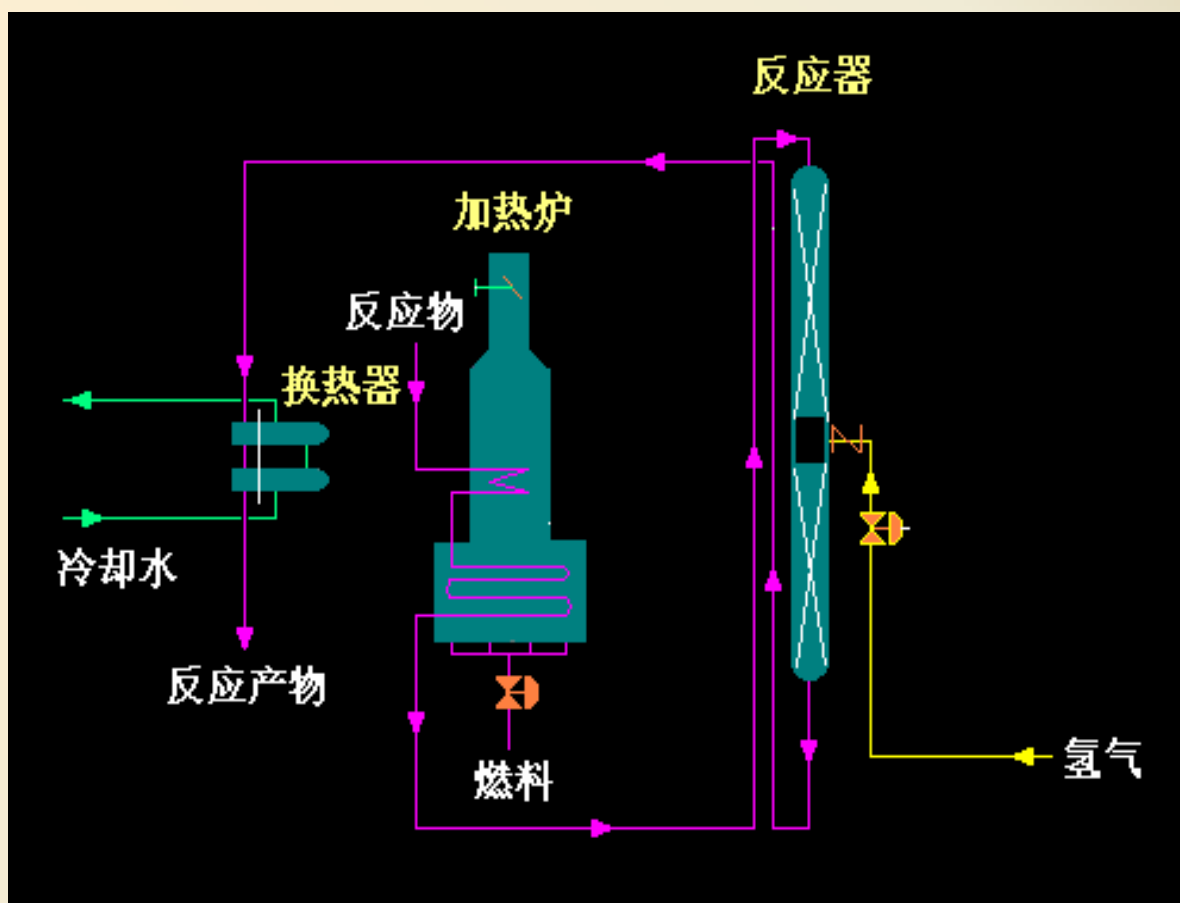
4.1.5 间壁式换热器的传热过程





4.1.1 传热过程在化工生产中的应用

- 加热或冷却
- 换热
- 保温
- 强化传热过程
- 削弱传热过程





4.1.2 传热的三种基本方式

一、热传导

热量从物体内部温度较高的部分传递到温度较低的部分，或传递到与之接触的另一物体的过程称为热传导，又称导热。

特点：没有物质的宏观位移

◆**气体** 分子做不规则热运动时相互碰撞的结果

◆**固体** 导电体：自由电子在晶格间的运动

非导电体：通过晶格结构的振动来实现的

◆**液体** 机理复杂





二、对流

流体内部质点发生相对位移的热量传递过程。

- 自然对流
- 强制对流

三、热辐射

物体因热的原因发出辐射能的过程称为热辐射。

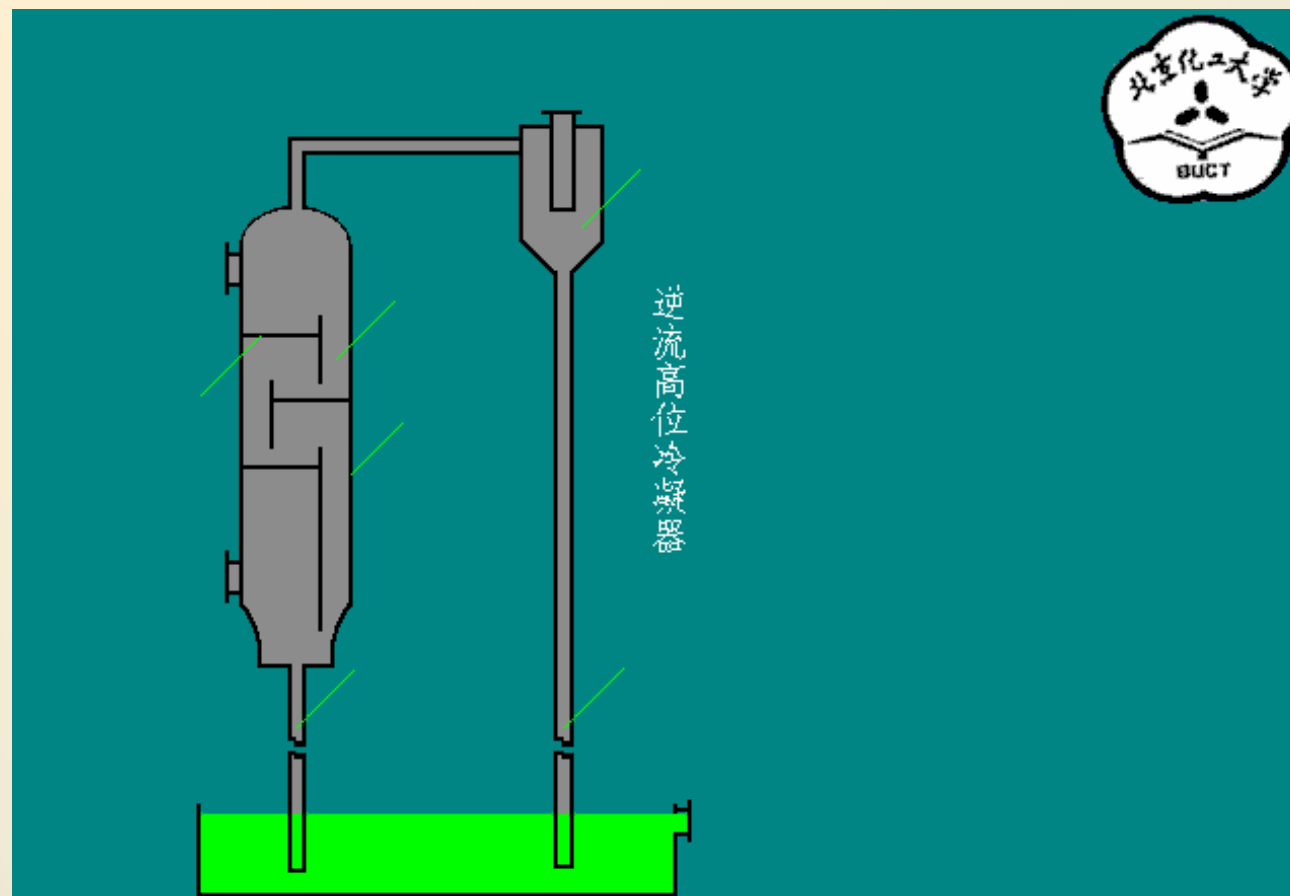
- 能量转移、能量形式的转化
- 不需要任何物质作媒介





4.1.3 冷热流体的接触方式

一、直接接触式



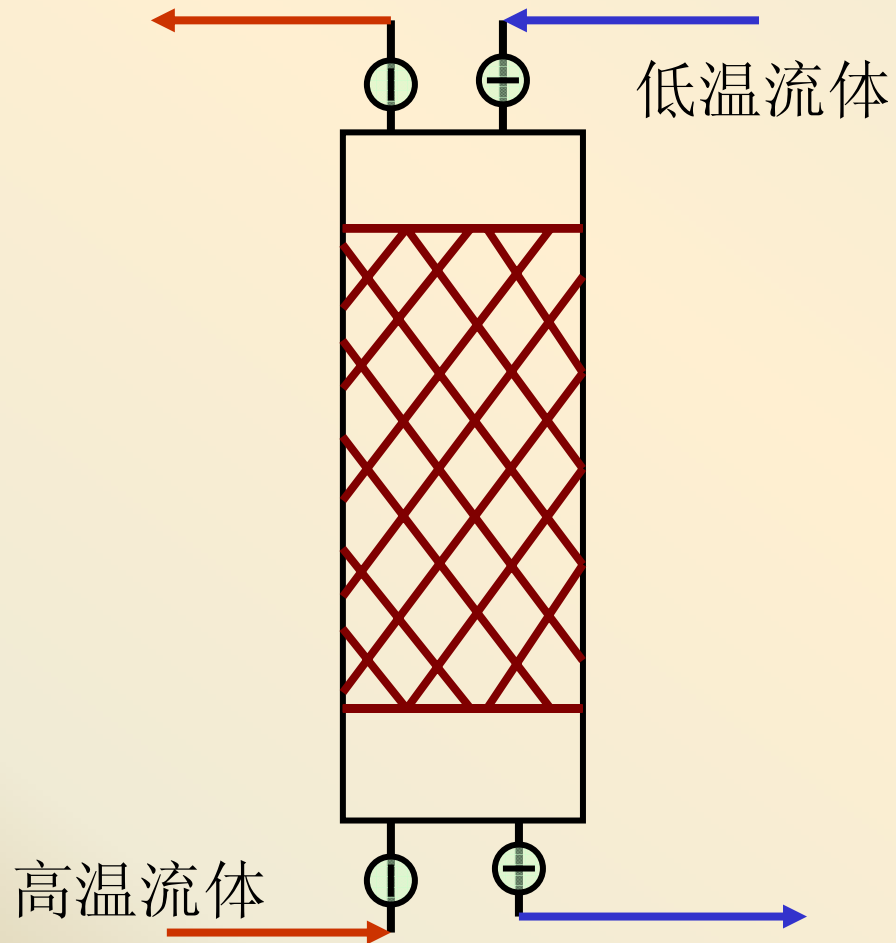


直接接触式传热设备





二、蓄热式



优点:

- 结构较简单
- 耐高温

缺点:

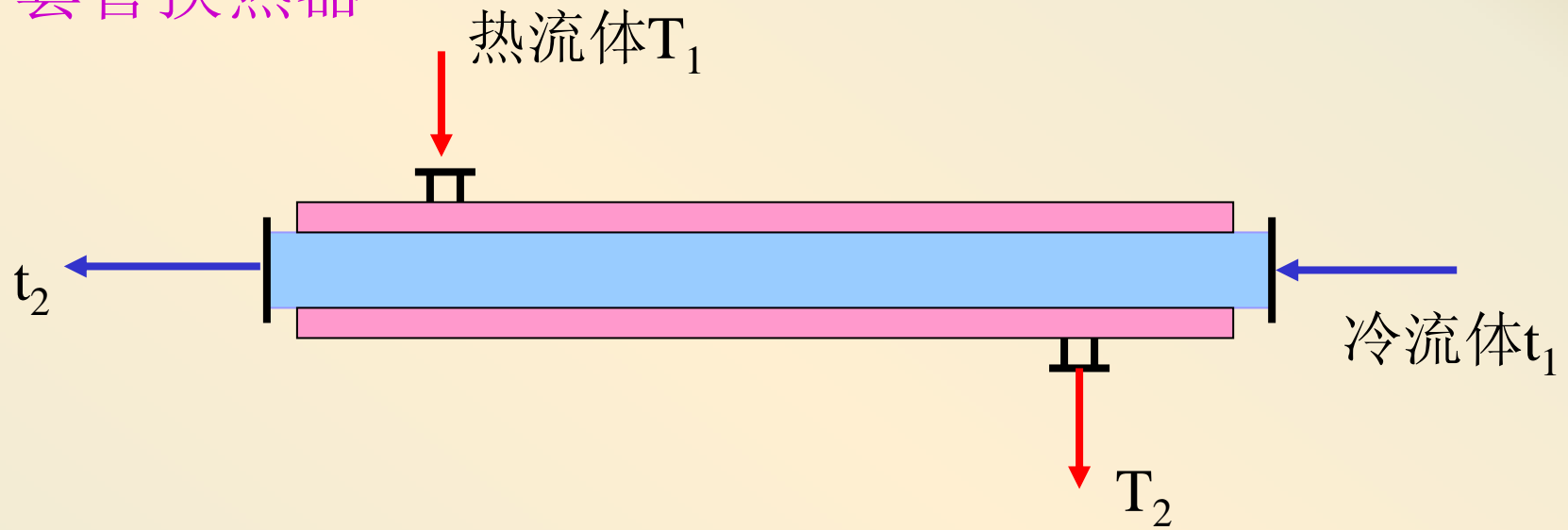
- 设备体积大
- 有一定程度的混合





三、间壁式

套管换热器

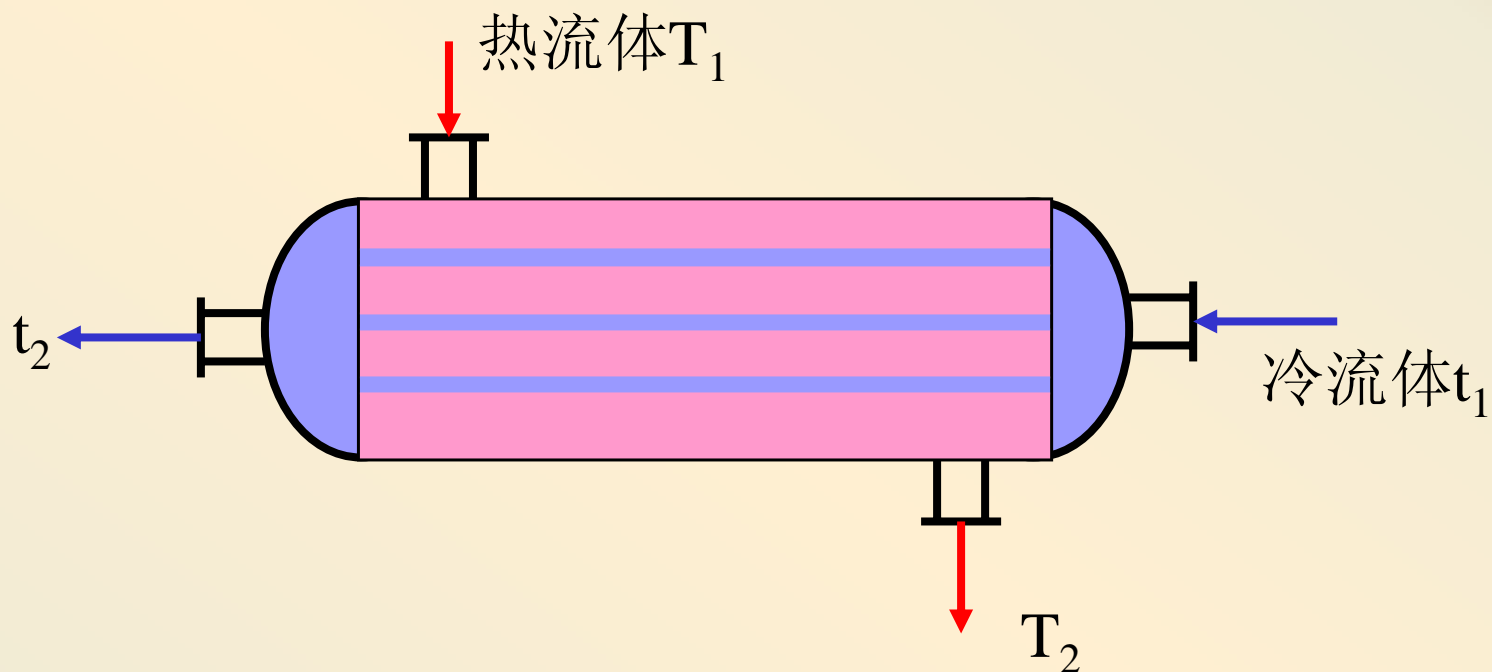


传热面为内管壁的面积





列管换热器



传热面为壳内所有管束壁的表面积





4.1.4 热载体及其选择

加热剂：热水、饱和水蒸气

矿物油或联苯等低熔混合物、烟道气等

用电加热

冷却剂：水、空气、冷冻盐水、液氨等

- ◆ 冷却温度 $>30^{\circ}\text{C}$ 水
- ◆ 加热温度 $<180^{\circ}\text{C}$ 饱和水蒸气





4.1.5 间壁式换热器的传热过程

一、基本概念

热负荷 Q' : 工艺要求, 同种流体需要温升或温降时, 吸收或放出的热量, 单位 J/s或W。

传热速率 Q : 热流量, 单位时间内通过换热器的整个传热面传递的热量, 单位 J/s或W。

热流密度 q : 热通量, 单位时间内通过单位传热面积传递的热量, 单位 J/(s·m²)或W/m²。





$$q = \frac{Q}{A}$$

式中 A ——总传热面积， m^2 。

二、稳态与非稳态传热

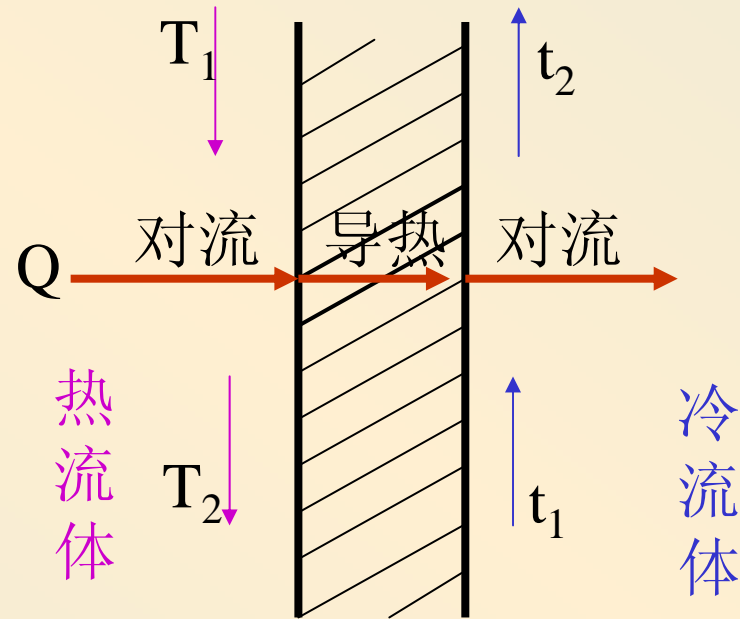
非稳态传热 $Q, q, t \cdots = f(x, y, z, \theta)$

稳态传热 $Q, q, t \cdots = f(x, y, z) \quad \frac{\partial t}{\partial \theta} = 0$





三、冷热流体通过间壁的传热过程



(1) 热流体 $\xrightarrow{Q_1(\text{对流})}$ 管壁内侧

(2) 管壁内侧 $\xrightarrow{Q_2(\text{热传导})}$ 管壁外侧

(3) 管壁外侧 $\xrightarrow{Q_3(\text{对流})}$ 冷流体





稳态传热： $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$

总传热速率方程：

$$Q = KA\Delta t_m = \frac{\Delta t_m}{1/KA} = \frac{\text{总传热推动力}}{\text{总热阻}}$$

式中 K ——总传热系数， $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 或 $W/(m^2 \cdot K)$ ；

Q ——传热速率， W 或 J/s ；

A ——总传热面积， m^2 ；

Δt_m ——两流体的平均温差， $^\circ C$ 或 K 。

