

化工原理多媒体教学

Unit Operation CAI

西北大学化工学院化工原理教学组



第六章 传热

第一节 概述

第二节 热传导

第三节 对流传热

第四节 沸腾给热与冷凝给热

第五节 热辐射

第六节 传热过程的计算

第七节 换热器



第六章 传热

第一节 概述

一、传热过程在化工生产中的应用

传热过程即热量的传递，是自然界和工程技术领域中极其普遍的一种传递过程。由热力学第二定律可知：

凡是温差存在的地方，就必然有热量的传递，且热量总是由高温处向低温处传递。

几乎所有的化学反应过程都需要控制在一定温下进行。也就是说化工生产过程都伴有传热过程。传热的目的是：





1、为了达到和保持所要求的温度，反应物进入反应器前总需要**加热或冷却**到一定的温度，反应过程也需要导入或移出热量。

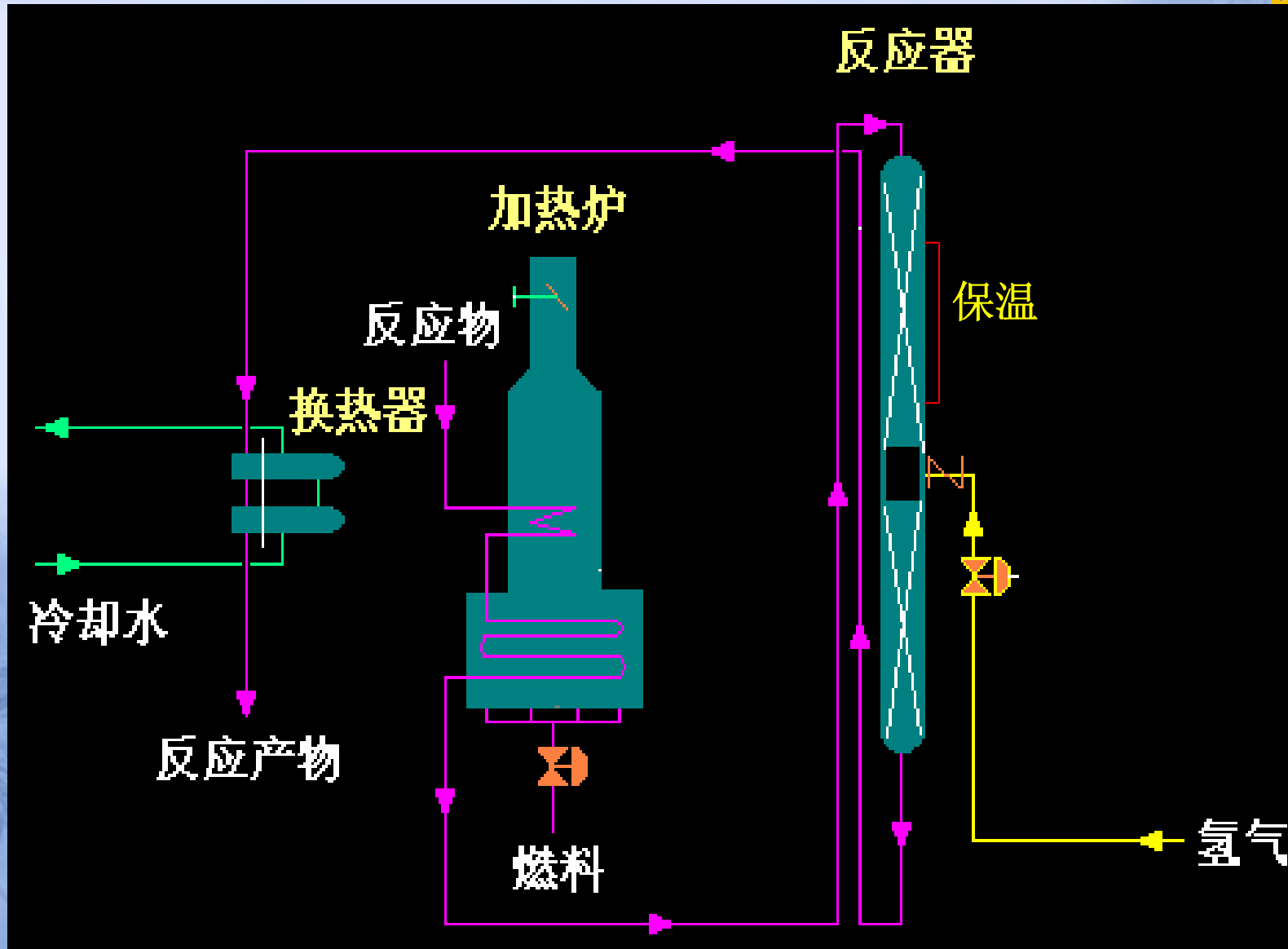
2、有些单元操作，如精馏、蒸发、干燥和结晶等都需要达到指定的**温度要求**。

3、许多设备和管道在高温或低温下操作，若要保证管路中的流体能维持一定的温度以及减少热量的损失，则要**保温（隔热）**或保冷。

4、随着能源价格的不断上涨，回收废热及节省能源已成为降低生产成本的重要措施之一。为了**节能**就必须回收废热。

由此可见：在化工生产中，传热过程具有相当重要的地位！







二、传热的三种方式

1、热传导——导热

当固体物体内部或两个直接接触的物体之间存在着温差时，物体中温度较高的分子因振动与相邻的分子碰撞而传递热量的现象称为导热，在热传导过程中，没有物质的宏观位移，即没有物质的形态变化。

2、对流，又称热对流，对流传热

由于流体质点的位移和混合，将热能由一处传至另一处的传递热量的方式称为对流传热。

对流

自然对流：若流体运动是由于流体内部冷热部分的密度不同而引起的。

强制对流：若流体运动是由于受到外力的作用而引起的。

3、辐射——是一种通过电磁波传递能量的过程



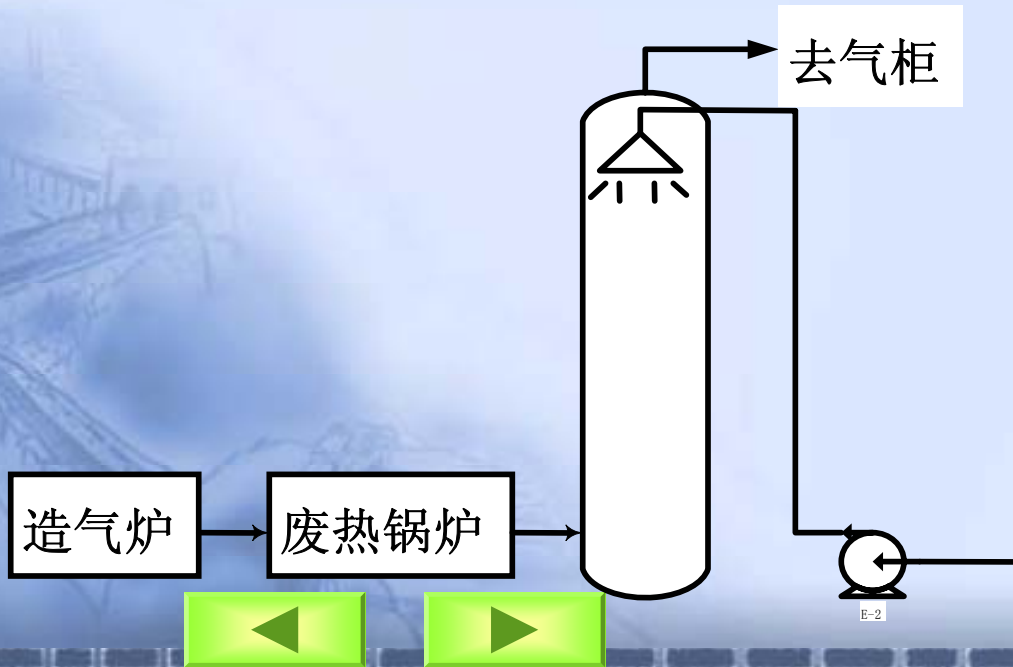


三、 传热过程中冷热流体的接触方式

根据冷热流体的接触情况，工业上的传热过程可分为三种基本方式，换热方式不同，所用换热器的形式也不同。

1、 直接接触式传热

如将水蒸汽直接通入槽内冷水中用以制备热水，工厂凉水塔中热水的直接空气冷却或热气的直接水冷即属此类型。



动画演示

2、间壁式传热

如套管换热器中，冷热流体分别通过环隙和内管，热量自热流体传热给冷流体，这种热量传递包括三个步骤（见P230）。

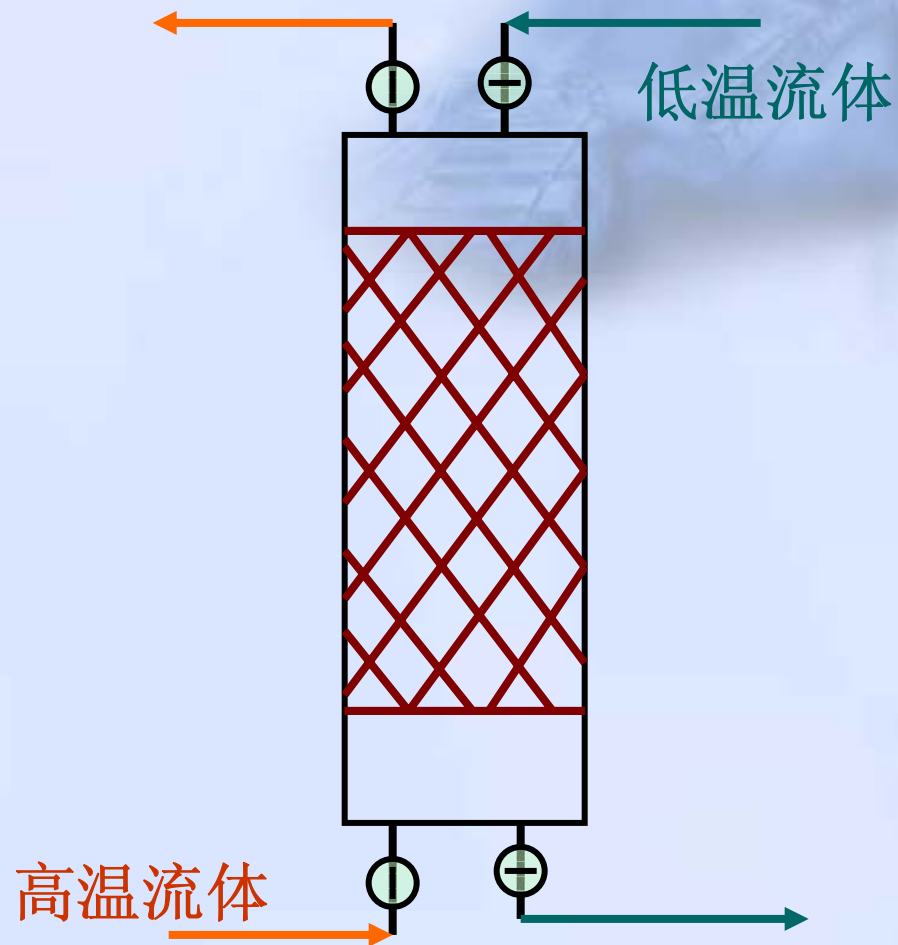
传热（或换热）过程，在冷热流体之间进行的热量传递过程称为传热（或换热）过程。

流体与壁面之间的热量传递过程称为给热过程。



3、蓄热式传热

使热流体流过蓄热器中固体壁面，用热流体将固体填充物加热，这时停止热流体，使冷流体通过固体表面，用固体填充物所积蓄的热量加热冷流体。如此反复操作，达到传热的目的。比如在石油化工中的蓄热式原油分解就属于此类。燃料油与原油交替喷入炉中。



动画演示





四、载热体及其选择

为将物料加热或冷却，常用另一种流体来供给热量或取走热量，这种流体叫做**载热体**，起加热作用的载体称为**加热剂**。

为了提高传热过程的经济性，必须根据具体情况选择适当温度的载热体。除此之外，选择载热体还应该参考以下几个方面。（参见P231）

1. 载热体温度易于调节；
2. 载热体的饱和蒸汽压低，加热不分解；
3. 不易燃、无毒、无腐蚀、不易结垢；
4. 价廉易得；





几种工业常用的载热体

载热体		温度范围	特点
加热剂	热水	40~100°C	利用蒸汽冷凝水或工艺余热
	饱和水蒸气	100~180°C	最高 374 °C ，但 >180 °C 用不经济
	矿物油	180~250°C	价廉，但 >250 °C 易分解且易燃
	道生油	255~380°C	适用范围广，易调节，但有毒性
	熔盐	142~530°C	加热均匀，热容小
	烟道气	500~1000°C	温度高，热容与对流传热系数小
	电加热	>1000°C	升温快，环保安全但能耗大
冷却剂	空气	<35°C	用于缺水或禁水场合，受环境影响
	冷水	15~35°C	价廉易得，调节方便，应用广
	冷冻盐水	0~-20°C	温度低，降温快，但成本高
	液氨	-15~-30°C	用于低温冷却，成本高且有毒性





五、换热过程

间壁式传热在化工生产中的应用最为广泛，所以以下讨论仅限于此中传热过程。

1、传热速率，可用两种方式表示。

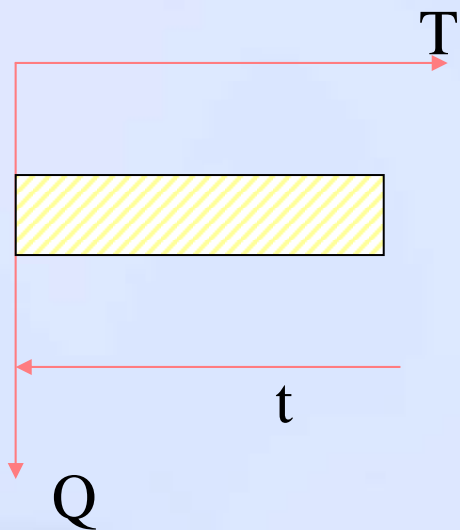
(1) **热流量Q（传热速率）**：指单位时间内通过换热器整个传热面所传递的热量，国际单位 J/s或W。工程： $(kcal/h)$

(2) **热流密度q（或热通量）**：单位时间内通过单位传热面积传递的热量，单位 $J/(s \cdot m^2)$ 或 W/m^2 。工程： $(kcal / m^2 \cdot h)$

$$Q = qA = \int_A q dA \quad \text{或} \quad q = \frac{Q}{A} = \frac{dQ}{dA}$$

与Q不同，**q与A的大小无关，完全取决于冷热流体之间的热量传递过程，是反映具体传递过程速率大小的特征量**，对定态传热过程，q、Q及有关的物理量都不随时间而变。





如图设固体壁面的边界层为层流。冷热流体的传热方式有传导（固体内部）同时有发生对流（固体表面）， $q \propto (T - t)$ ，对某一个截面 $q = K(T - t)$ ， K 叫 **传热系数**。

$$q = KA\Delta t \text{ —— 传热速率方程式}$$

$T - t$ 是对某一截面而言的。 K 值的影响因素很多，以后将着重介绍。

六、要求

- 1、会算 Q （从热量衡算式）
- 2、求 A ，传热面积的设计。 $W_1 C_{p1} \Delta T = W_2 C_{p2} \Delta t = Q$
- 3、强化分析。

本节完

