

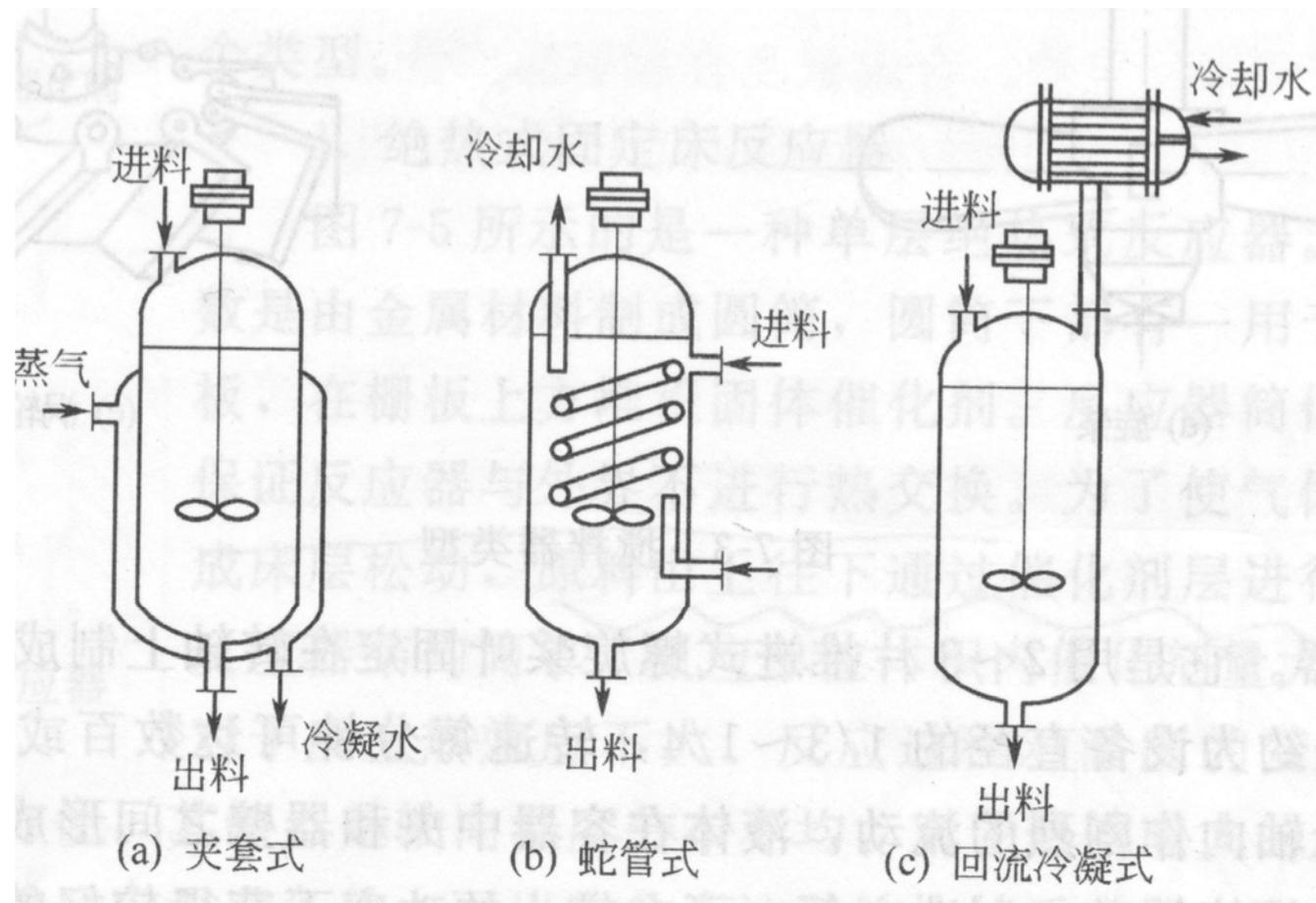
第八章 典型反应器

第一节 化学反应器的类型

❖ 均相反应器:

❖ 非均相反应器:

换热装置



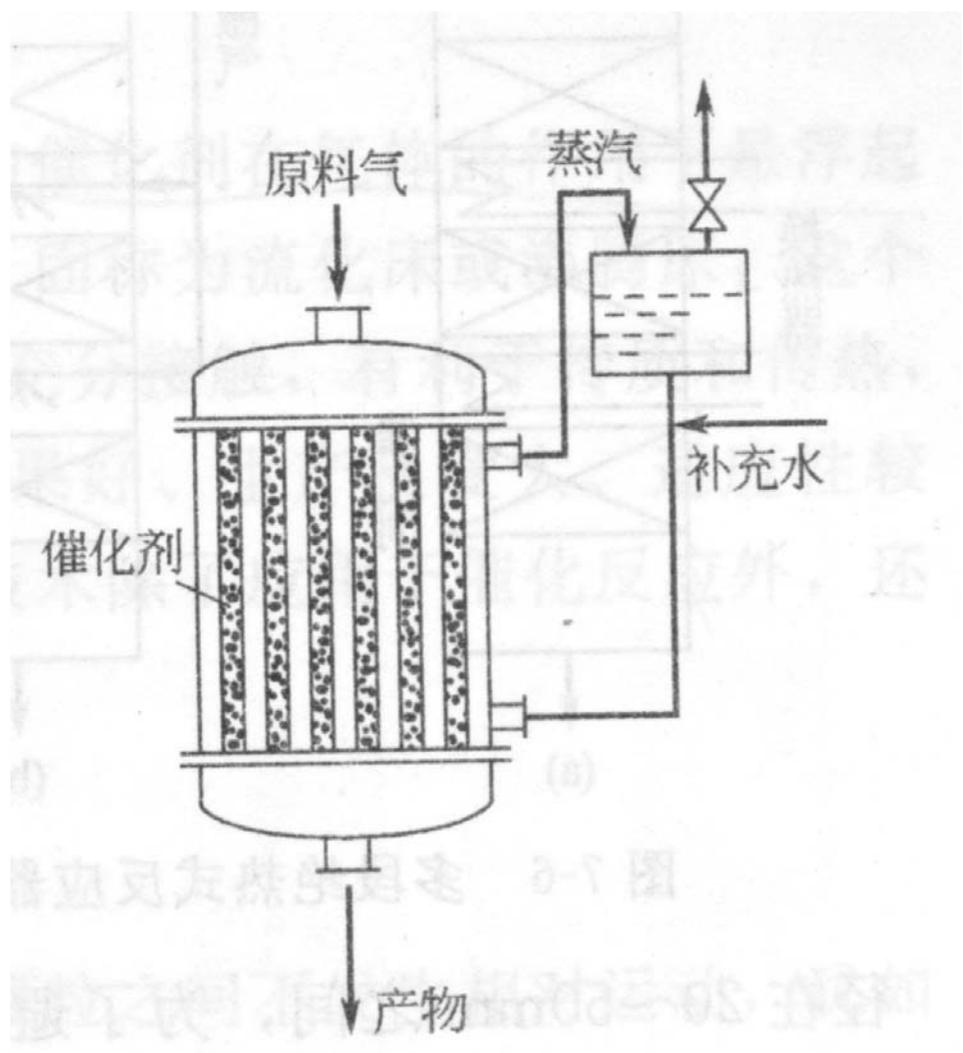
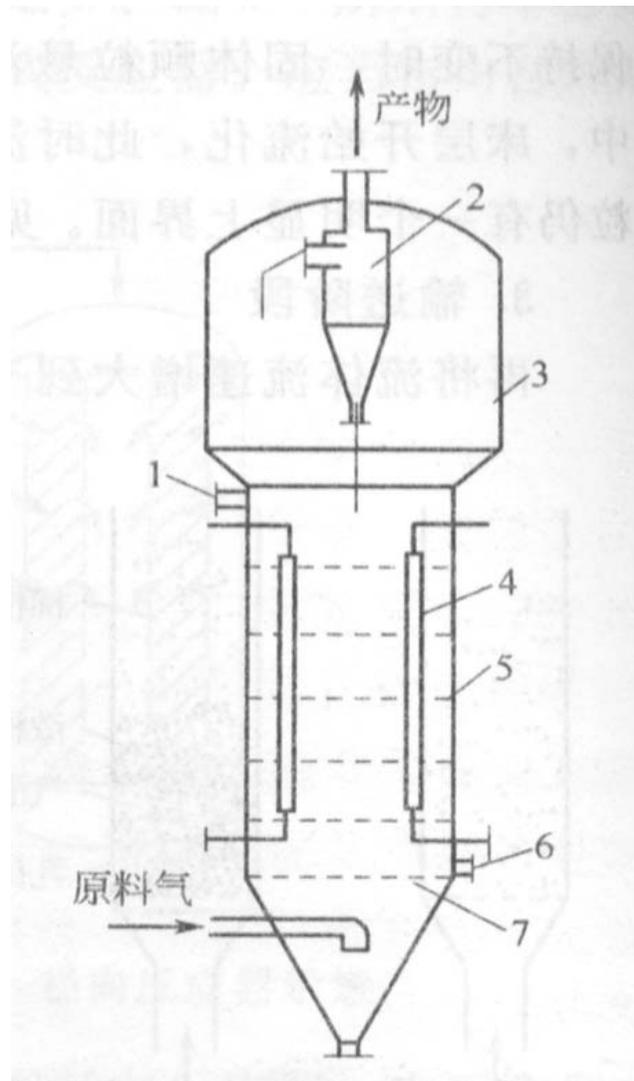
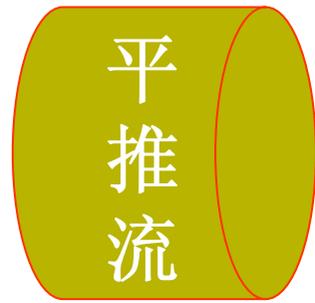


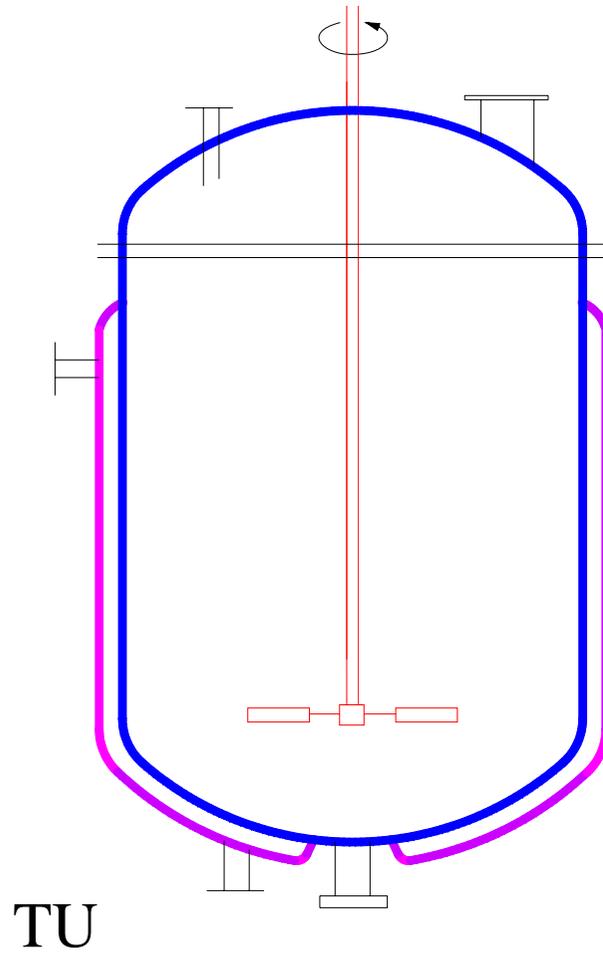
图 1-6 催化反应器示意图



连续操作反应器



第二节 间歇釜式反应器 (BSFR)



理想间歇反应器

二 物料在反应器内流动状况

- 1、反应器中任一几何位置的物料浓度都相同
- 2、温度都相同
- 3、物料在反应器中停留时间都相同。
- 4、浓度随时间延长而降低

三、反应时间的计算

1、物料衡算（对间歇操作的釜式反应器）

$$t = n_{A,0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{r_A \cdot V} \quad (\text{通式})$$

2. 反应时间计算

间歇搅拌釜式反应器的基本方程式

$$t = n_{A,0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{r_A \cdot V}$$

四、反应器容积的计算

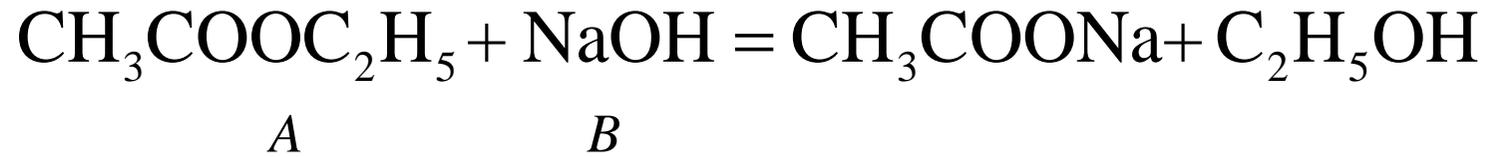
❖ 1. 有效容积 (V_R)

$$V_R = v(t + t')$$

❖ 2. 总容积 (v_T)

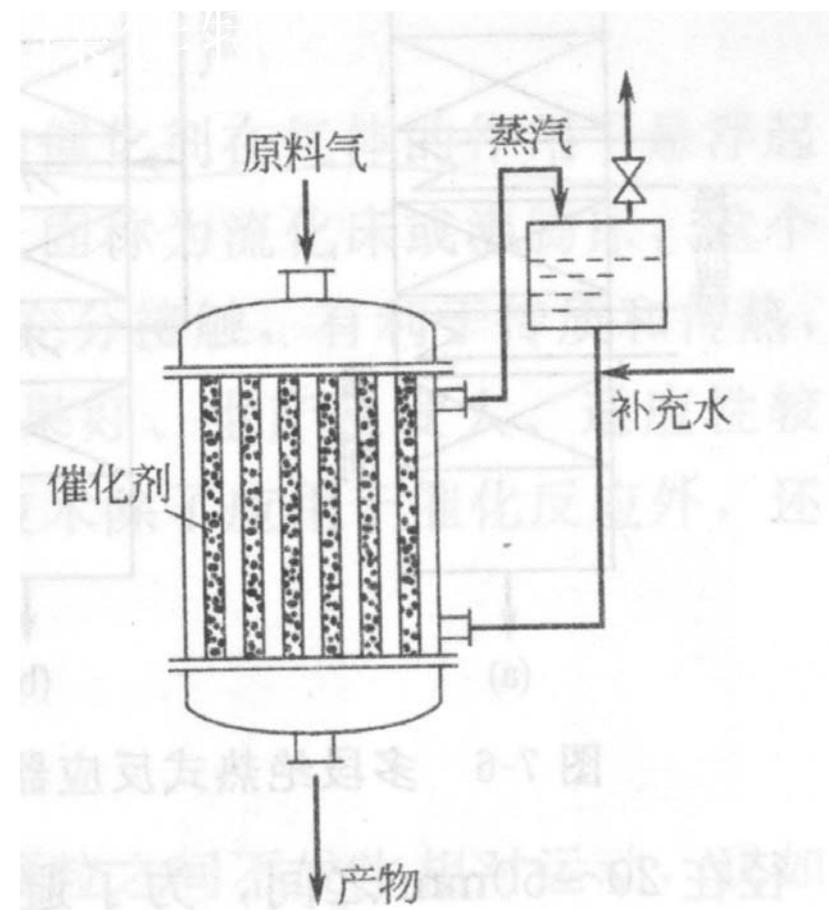
$$V_T = \frac{V_R}{\varphi}$$

例：在等温间歇反应器中进行乙酸乙酯皂化反应：

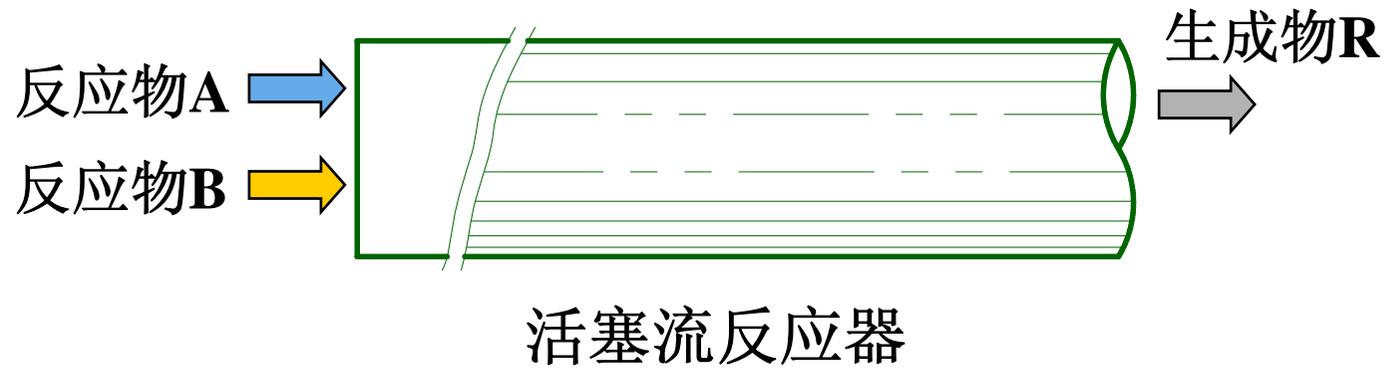


该反应对乙酸乙酯及氢氧化钠均为一级。反应开始时乙酸乙酯及氢氧化钠的浓度均为**0.02 mol/L**，反应速率常数等于**4.6 L/(mol min)**。试求乙酸乙酯转化率分别达到**80%**、**90%**和**95%**时的反应时间。

第三节 管式反应器 (PFR)



二、物料流动状况



1、停留时间

$$t = \frac{\text{反应器的有效容积}}{\text{反应器中物料的体积流量}} = \frac{V_R}{q_V}$$

2、空间时间

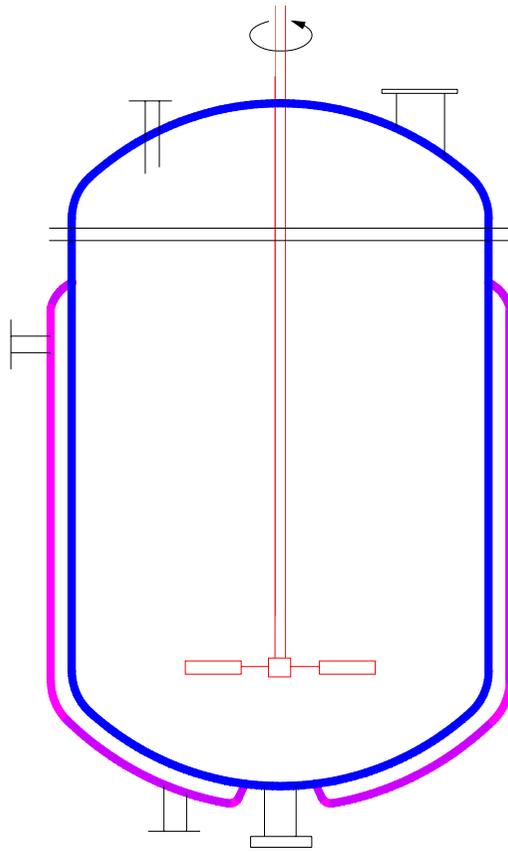
$$t = \frac{\text{反应器的有效容积}}{\text{进口状态物料的体积流量}} = \frac{V_R}{q_{V,0}}$$

五、BSTR与PFR比较

1. 共同点

2. 不同点

第四节 全混流反应器



二、物料流动状况

- 1、反应器内的混合程度 ∞
- 2、连续加料又高速搅拌
- 3、高速搅拌，连续出料
- 4、物料在反应器内停留时间从 $0\sim\infty$ 都存在

三、物料衡算

$$q_V \cdot c_{A,0} = q_V \cdot c_A + r_A \cdot V_R + 0$$

$$q_V \cdot (c_{A,0} - c_A) = r_A \cdot V_R$$

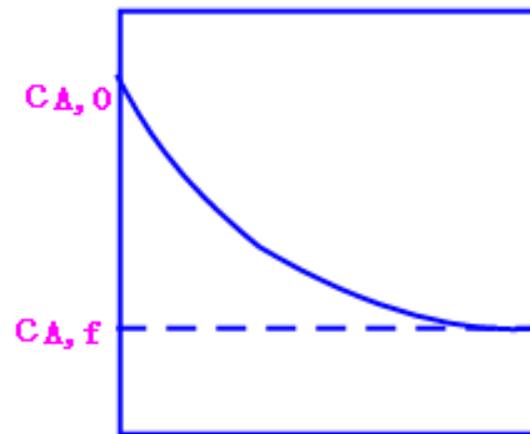
$$t = \frac{V_R}{q_V} = \frac{c_{A,0} - c_A}{r_A} \quad \text{or} \quad t = \frac{V_R}{q_V} = \frac{c_{A,0}(1 - x_A)}{r_A} \quad \text{CSTR基本方程式}$$

可以推导出

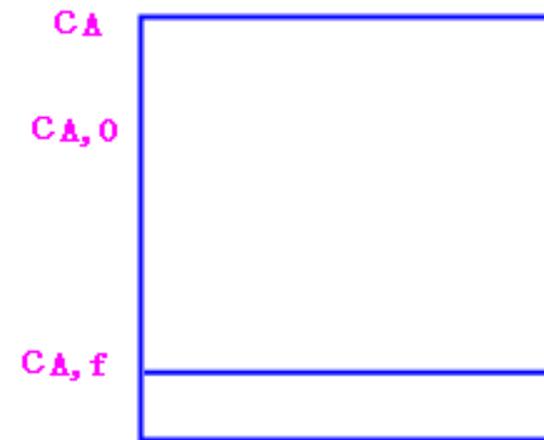
$$\frac{t}{c_{A,0}} = \frac{V_R}{q_V \cdot c_{A,0}} = \frac{V_R}{q_{n,A0}} = \frac{x_A}{r_A}$$

第五节 返混及其对化学反应的影响

两种反应器内的浓度分布



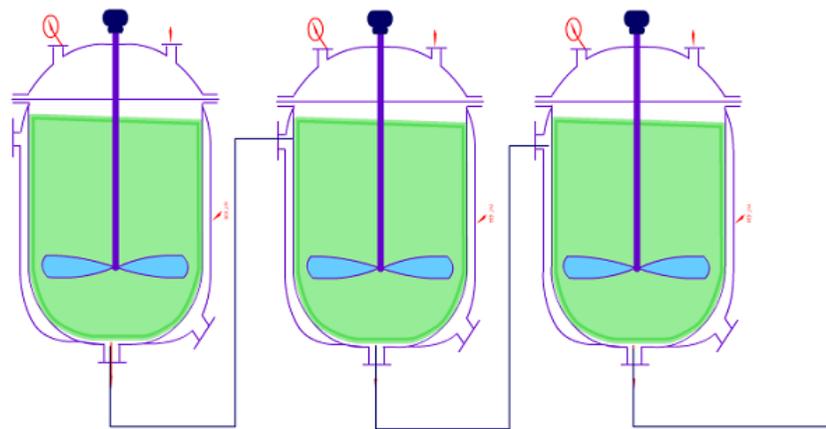
平推流反应器



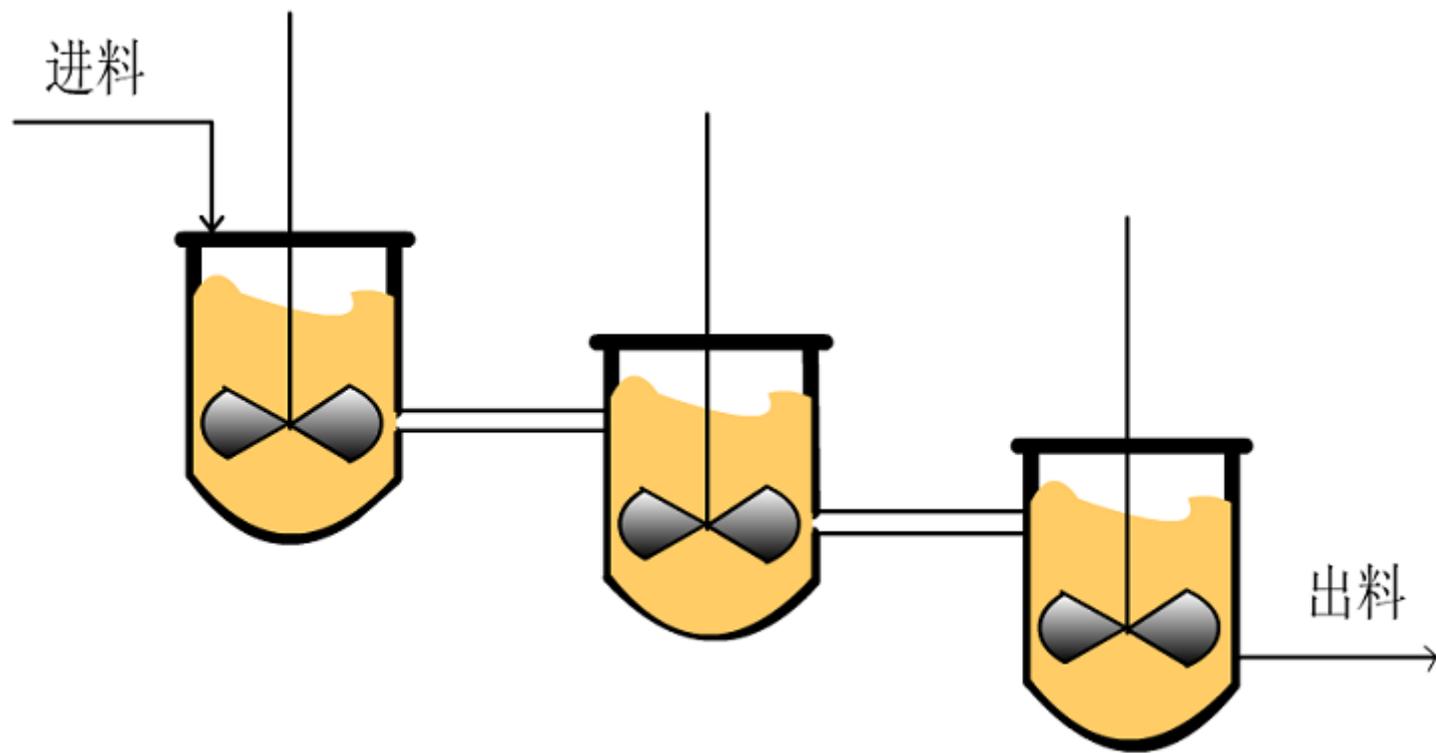
全混流反应器

第六节 多釜串联反应器

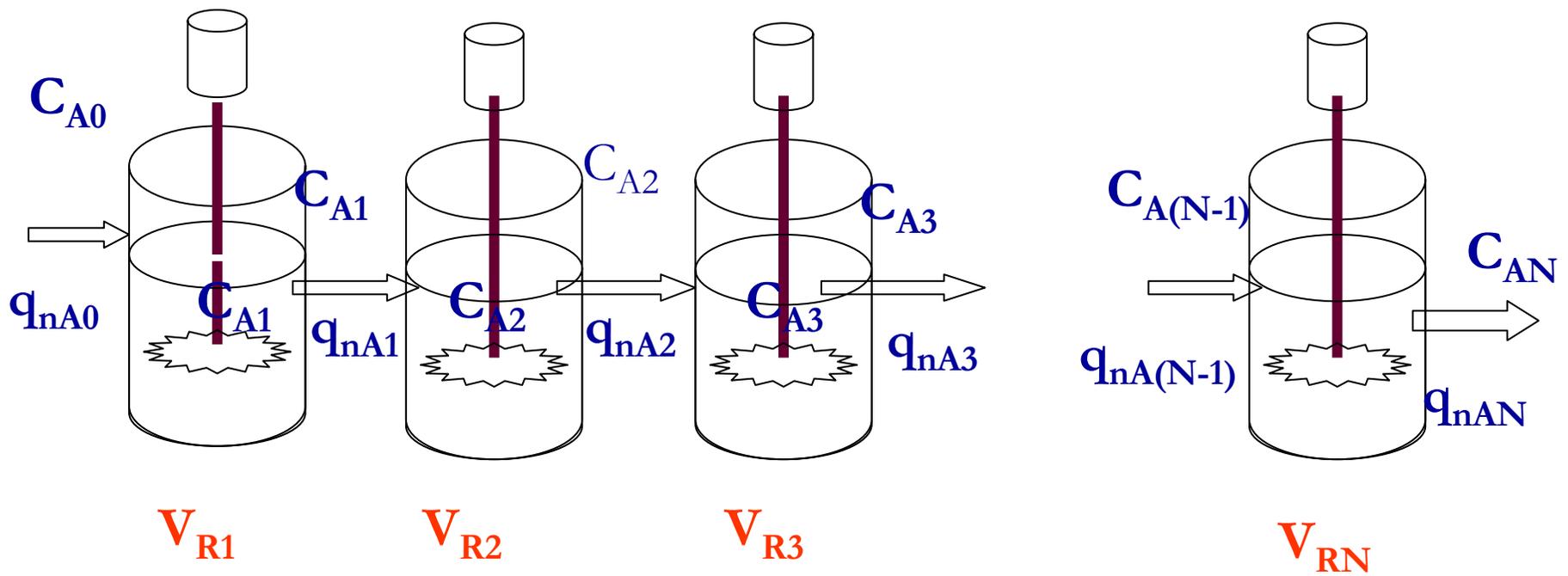
一、结构与操作特点



多釜串联的全混流反应器



二、物料流动状况

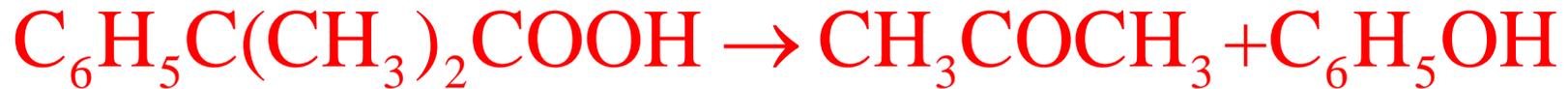


四、多釜串联反应器的计算

- 1、求有多少反应釜
- 2、已知釜数，求可达到多大转化率
- 3、已知釜数，已知 $C_{A,0}$ 、 $C_{A,N}$ 或 $X_{A,N}$ ，求每釜 $(V_R)_i$ 及总 V_R

方法： 1、代数法
2、图解法

例：在一个体积为**300 L**的反应器中，**86℃**等温下将浓度为**3.2** 的过氧化氢异丙苯溶液分解：



生产苯酚和丙酮。该反应为1级反应，反应温度下反应速率常数等于 0.08 s^{-1} ，最终转化率达98.9%，试计算苯酚的产量。

- (1) 如果这个反应器是间歇操作反应器，并设辅助操作时间为15 min；
- (2) 如果是全混反应器；
- (3) 试比较上述两问的计算结果；
- (4) 若过氧化氢异丙苯浓度增加一倍，其他条件不变，结果怎样？

五、自催化反应

定义

指反应产物对反应本身具有催化作用，能加速反应的进行。

特点

可表示为 $A+P \rightarrow P+P$

第七节 反应器类型的比较和选择

- ❖ 在化学反应工程中各种反应器各有自己的特性，只有反应器特性与反应特性相结合，才能最合理的使用反应器。