

## 建模背景

在能源化工过程中，连续搅拌釜反应器（CSTR）是一种常见的反应装置，广泛应用于石油炼制、化工合成等领域。为了对反应过程进行有效控制与优化，通常需要对关键组分的浓度变化进行建模。本模型聚焦于一个一级不可逆化学反应  $A \rightarrow B$  的过程，通过差分方程方法描述产物 B 的浓度随时间演化的动态行为。该模型考虑了反应物 A 的进料浓度变化对产物 B 的影响，并假设出料浓度保持恒定，适用于离散时间序列下的过程建模与预测。

## 建模公式

模型采用一阶线性差分方程形式，描述当前时间步下产物 B 浓度与其前一时间步状态以及当前输入变量之间的关系：

$$C_B(t) = \alpha \cdot C_B(t-1) + \beta \cdot (C_{A,in}(t) - C_{A,out}(t))$$

其中， $C_B(t)$  表示时间  $t$  时产物 B 的浓度； $C_{A,in}(t)$  为反应物 A 在时间  $t$  的进料浓度； $C_{A,out}(t)$  为反应物 A 的出料浓度，通常假设为常数；模型参数  $\alpha$  和  $\beta$  分别反映了系统的状态保持能力和对输入变化的响应强度，其取值与反应动力学、物料停留时间等过程特性密切相关。