

建模背景

在化工过程中，连续搅拌釜反应器（CSTR）是常见的反应装置，用于实现连续操作的化学反应。本模型描述了一个一级放热反应在CSTR中的动态行为，重点在于反应物浓度随时间的变化规律。该变化不仅受到进料浓度和流速的影响，还受到温度通过反应速率常数对反应速率的非线性调控。通过建立常微分方程（ODE）模型，可以对反应过程进行动态仿真与优化控制设计。

建模公式

浓度变化率由以下常微分方程描述：

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{v}{V}(C_{A0} - C_A) - k_0 \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \cdot C_A$$

其中各符号含义如下：

- C_A ：反应物 A 的瞬时浓度，单位为 mol/m^3
- C_{A0} ：进料中反应物 A 的浓度，单位为 mol/m^3
- k_0 ：反应速率常数的指前因子，单位为 $1/\text{s}$
- E_a ：反应的活化能，单位为 J/mol
- R ：理想气体常数，取值为 $8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
- T ：反应体系的绝对温度，单位为 K

- v/V : 体积流速与反应器体积的比值, 单位为 $1/s$

该模型综合考虑了物料平衡项与化学反应动力学项, 适用于描述连续操作条件下反应物浓度的动态演化过程。