

建模背景

在能源与化工过程中，产物收率是评估反应器性能和工艺效率的重要指标。为了实现对反应过程的定量分析与优化控制，需建立能够反映操作变量与产物收率之间复杂关系的非线性模型。该模型通常需考虑温度、压力、反应物浓度及停留时间等关键工艺参数的综合影响。

本模型以典型的气相反应过程为背景，假设反应速率受温度影响显著，采用指数函数描述反应动力学行为；压力对反应平衡产生正向促进作用，表现为线性增强效应；浓度影响则通过幂律形式体现非线性依赖关系；停留时间的增加有助于提高转化率，其影响近似为线性关系。通过综合这些因素，构建一个具有工程实用价值的非线性经验模型，可用于工艺优化、过程控制或性能预测等场景。

建模公式

$$\text{Yield} = 1 - e^{-k \cdot t \cdot C^n} \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right) \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^m$$

该模型通过参数 \$k, n, m\$ 反映反应动力学与传递过程的非线性特征，\$P_0\$ 与 \$T_0\$ 为参考压力与参考温度，用于对操作条件进行归一化处理。模型输出为产物收率（Yield），其值域控制在 \$[0, 1]\$ 之间，表示反应完成程度或分离效率。