

建模背景

在食品加工与制造过程中，干燥是一个关键的单元操作，广泛应用于食品保藏、品质调控和产品成型等环节。干燥过程的核心是物料中水分的蒸发与迁移，其速率和效率受到多种因素的影响，包括物料的初始含水率、干燥介质（如热空气）的温度与流速、环境相对湿度以及物料的几何特性（如厚度）。为了实现对干燥过程的有效控制与优化，建立能够描述物料含水率随时间变化的数学模型具有重要意义。

本建模任务聚焦于构建一个简化的常微分方程（ODE）模型，用于描述食品物料在干燥过程中的含水率动态变化。该模型可用于预测在给定初始条件和操作参数下，干燥一段时间后物料的剩余含水率，为工艺设计和过程控制提供理论依据。

建模公式

干燥过程中物料含水率 $M(t)$ 的变化率被建模为当前含水率与环境条件下所能达到的平衡含水率之间差值的函数，其数学表达如下：

$$\frac{dM}{dt} = -k \cdot (M - M_{eq})$$

其中：

- M 表示当前时刻物料的含水率（kg水/kg干物质）；
- M_{eq} 为在给定温度与相对湿度条件下的平衡含水率；

- k 是干燥速率常数，反映空气流速、物料厚度等对干燥速率的影响。

该模型假设干燥速率与当前含水率和平衡含水率之间的偏差成正比，符合一级动力学行为，适用于描述恒速干燥阶段后的降速干燥过程。通过数值求解该常微分方程，可以预测在特定操作条件下干燥一段时间后物料的含水率水平。