

建模背景

在食品加工与制造过程中，温度作为关键物理参数之一，显著影响食品的质量保持、微生物灭杀效率以及干燥速率等重要指标。为了深入理解食品在干燥过程中的内部水分迁移行为，通常采用数学建模的方法对其进行定量描述。本模型聚焦于食品物料内部水分的一维扩散过程，通过建立偏微分方程描述水分随时间和空间变化的分布情况，从而为干燥工艺的优化提供理论依据。

考虑到实际应用的简便性与可操作性，模型采用了一维扩散方程的解析解形式。该解析解基于指数衰减和正弦函数的结合，能够有效模拟食品中心区域在干燥过程中的水分变化趋势。该方法不仅保留了物理过程的基本特征，同时避免了复杂数值求解的计算负担，适用于初步评估干燥动力学特性。

建模公式

$$M(x, t) = M_0 \cdot e^{-kt} \cdot \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$$

其中：

- $M(x, t)$ 表示在空间位置 x 和时间 t 处的水分含量（kg水/kg干物质）；
- M_0 为初始水分含量；

- k 为干燥速率常数，反映干燥过程的快慢；
- L 为食品物料的厚度（空间长度）；
- x 为空间位置坐标；
- t 为时间。

该模型用于预测食品中心点（即 $x = L/2$

）在不同干燥时间下的水分含量变化，从而实现对干燥过程动态特性的有效模拟。