

建模背景

在食品加工与制造过程中，干燥是一个关键的工艺环节，广泛应用于延长食品保质期、改善质地和便于储存。水分含量的变化率是评估干燥效率的重要指标。为了对干燥过程进行定量分析和过程优化，建立数学模型以描述水分含量随时间变化的行为具有重要意义。

本模型旨在模拟食品在热风干燥过程中单位时间内水分含量的变化率（记作 dM/dt ），其受到干燥温度、空气相对湿度、空气流速以及时间等多个因素的影响。通过构建一个经验型微分方程模型，可以更系统地理解各操作参数对干燥速率的贡献，为工艺参数的调控提供理论依据。

建模公式

根据传热传质的基本原理和经验关系，建立如下微分方程以描述水分含量变化率：

$$\frac{dM}{dt} = -k \cdot v \cdot (T - T_0) \cdot \left(1 - \frac{RH}{100}\right) \cdot e^{-\alpha \cdot t}$$

其中：

- k 为经验传质系数，反映物料与干燥介质之间的质量传递能力；
- T 表示干燥空气的温度；
- T_0 为参考温度，用于归一化温度效应；
- RH 表示干燥环境的相对湿度；

- v 表示空气流速，反映对流传质强度；
- t 表示干燥时间；
- k 为时间衰减系数，用于描述干燥速率随时间递减的趋势。

该模型综合考虑了温度梯度、湿度差、气流强度以及时间依赖效应，适用于描述食品在恒定操作条件下的瞬时干燥行为，可作为进一步动态仿真与过程优化的基础。