

## 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，广泛应用于食品的保存与品质控制。水分含量的变化是干燥过程的核心参数，直接影响食品的稳定性、微生物安全性和感官特性。为了准确描述食品在干燥过程中的动态行为，建立水分含量随时间变化的数学模型具有重要意义。该模型可用于预测干燥时间、优化工艺参数以及实现过程自动化控制。

本模型聚焦于食品在干燥介质（如热空气）作用下的水分迁移行为，通过微分方程描述其水分含量随时间的变化率。该模型假设干燥速率与当前水分含量和平衡水分含量之间的差值成正比，适用于描述中等温度条件下食品的恒速干燥阶段与降速干燥阶段的过渡行为。

## 建模公式

描述食品干燥过程中水分含量变化的微分方程如下：

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

其中：

- \$ M \$ 表示食品当前的水分含量，单位为克水/克干物质 (g/g dry basis)；
- \$ t \$ 表示时间，单位为秒 (s)；
- \$ k \$

为干燥速率常数，单位为每秒（1/s），反映干燥条件和物料特性的综合影响；

- $M_{eq}$  为平衡水分含量，表示在特定环境条件下食品所能达到的最低水分含量，单位为克水/克干物质（g/g dry basis）。

该方程表达了食品在干燥过程中水分含量趋向于环境平衡水分的动态过程，负号表示当食品水分高于平衡值时，水分含量随时间减少；反之，若环境湿度较高，水分可能增加。此模型适用于对干燥过程进行定量分析和模拟仿真，有助于食品工程中的过程设计与优化。