

## 建模背景

在汽车制造过程中，喷漆工艺是关键的表面处理环节之一，其干燥时间直接影响生产效率与工艺质量。干燥时间受多种环境因素影响，其中烘房温度与空气湿度是最主要的外部变量。为了更贴近实际生产中的不确定性，引入随机性建模方法，以模拟真实工况下的时间波动情况。该模型可用于工艺优化、流程排程以及质量控制的辅助决策。

## 建模公式

干燥时间（分钟）由基础干燥时间出发，结合温度与湿度的综合影响，并引入随机扰动项，构建多因素响应模型。其数学表达如下：

$$T_{\text{dry}} = T_{\text{base}} \cdot (1 + \alpha_T \cdot T \cdot \varepsilon_T) \cdot (1 + \alpha_H \cdot H \cdot \varepsilon_H) \cdot \varepsilon_N$$

其中：

- $T_{\text{dry}}$ ：预测的喷漆干燥时间（分钟）
- $T_{\text{base}}$ ：标准条件下的基础干燥时间
- $\alpha_T$   $\alpha_H$  为其对应的影响系数
- $\varepsilon_T$   $\varepsilon_H$  为其对应的影响系数
- $\varepsilon_T, \varepsilon_H$

$\varepsilon_N$ ：分别表示温度和湿度影响的随机扰动项，服从小范围均匀分布

- $\varepsilon_N$

\$: 整体时间尺度的随机扰动因子, 用于模拟系统不确定性

该模型通过引入随机变量, 模拟实际生产中不可控微环境变化对干燥过程的影响, 从而提升预测的工程适用性。