

建模背景

在汽车制造与制动系统设计中，热传导分析是评估关键零部件性能的重要环节。刹车盘在制动过程中由于摩擦作用产生大量热量，导致局部温度迅速升高，这不仅影响制动效率，还可能引发材料疲劳和结构失效。因此，建立合理的热传导模型以预测刹车盘在不同工况下的温度分布具有重要意义。该模型可为材料选择、结构优化和热管理设计提供理论依据。

建模公式

温度变化过程被建模为一个关于时间、半径和摩擦系数的函数，描述了热量在刹车盘中的传导与积累行为。模型中考虑了热扩散效应以及摩擦生热的非线性影响，形式如下：

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \beta \cdot \mu^2$$

为便于模拟与工程应用，进一步构造了一个经验表达式以近似温度分布：

$$T(t, r, \mu) = T_0 + \gamma_1 \cdot t \cdot \ln(r + 1) + \gamma_2 \cdot \mu^2 \cdot t$$

其中各项参数具有明确的物理意义，能够反映时间演化、空间分布及摩擦强度对温度场的影响。