

建模背景

在汽车制造与性能分析领域，制动距离是衡量车辆安全性与制动系统效能的重要指标。该指标受多种因素影响，包括车辆行驶速度、整车质量、轮胎与地面之间的摩擦特性以及制动系统所提供的制动力。为了更准确地反映实际制动过程中的复杂非线性行为，需建立一个能够综合考虑多种物理因素的建模函数。

本模型旨在模拟车辆在不同工况下的制动距离表现，适用于仿真分析、控制系统设计以及整车性能评估等工程应用场景。通过引入非线性修正项，模型在保持物理机理清晰的基础上，增强了对实际制动行为的逼近能力。

建模公式

制动距离 d 可表示为：

$$d = \frac{weight \times speed^2}{2 \times brake_force \times tire_friction} + 0.5 \times \log(speed + 1)$$

其中：

- $speed$

表示车辆行驶速度（单位：km/h），并被转换为国际单位制用于计算；

- $weight$ 表示整车质量（单位：kg）；
- $tire_friction$

表示轮胎与路面之间的摩擦系数，为无量纲量；

- brake_force 表示制动系统所提供的制动力（单位：N）；
- 模型中第一项反映动能转化为制动能量的过程；
- 第二项为经验性非线性修正项，用以模拟速度对制动距离的复杂影响。

该建模方法结合了物理驱动与经验修正，能够在不显著增加计算复杂度的前提下，提供对制动性能的合理估计。