

## 建模背景

在交通流理论中，平均车速是衡量道路通行效率的重要指标之一。随着交通密度的增加，车辆之间的相互干扰加剧，导致平均车速逐渐下降。当交通密度接近道路的最大通行能力（即拥堵密度）时，平均速度趋于零。为了准确描述这一非线性关系，通常采用经验模型来刻画速度随交通密度和道路容量变化的动态特性。该类模型广泛应用于交通流仿真、拥堵预测和智能交通系统的设计中。

## 建模公式

$$v = v_{\text{free}} \cdot \left( 1 - \left( \frac{k}{k_{\text{jam}}} \right)^n \right)$$

该模型表达了在给定交通密度  $k$  和道路最大通行密度  $k_{\text{jam}}$  的条件下，平均速度  $v$  的非线性响应行为。其中， $v_{\text{free}}$  表示自由流条件下的最大车速， $n$  是经验性速度衰减指数，用于调节速度随密度变化的下降曲线形状。该形式能够较好地反映实际交通流中速度随密度增加而逐渐下降的趋势，适用于宏观交通流建模与分析。