

## 建模背景

在交通运输领域，交通密度是衡量道路拥堵程度的重要状态变量，定义为单位长度道路上的车辆数量（单位：辆/公里）。为了模拟交通密度随时间的演变过程，构建一个基于差分方程的动态模型，能够反映交通流在特定路段上的聚集与疏散行为。该模型考虑了单位时间内的车辆流入与流出对密度变化的影响，并为未来引入速度与流量之间的动态关系预留接口。本模型设定时间步长  $\Delta t$  为1小时，路段长度  $L$  为1公里，从而简化计算过程。通过分析上一时刻的交通密度以及当前时段的进出车流，预测当前时刻的交通密度，为交通状态评估与预测提供基础支持。

## 建模公式

该模型采用如下差分方程描述交通密度的时间演化过程：

$$\text{density}(t) = \text{density}(t - 1) + \Delta t \cdot (\text{flow\_in} - \text{flow\_out}) / L$$

其中， $\Delta t$  为时间步长， $L$  为路段长度。由于  $\Delta t$  和  $L$  均设为1，模型可进一步简化为：

$$\text{density}(t) = \text{density}(t - 1) + (\text{flow\_in} - \text{flow\_out})$$

该公式表明，当前时刻的交通密度由上一时刻的密度与该时段内净流入车辆数的代数和决定。流入车辆增加密度，流出车辆减少密度，体现了交通流守恒的基本原理。