

# 城市道路交叉口主要污染物减排计算方法研究

朱志威 林科 黄凯

(广东振业优控科技股份有限公司, 广东 中山 52800)

摘要: 本研究是以《GA/T1248-2015 道路交通拥堵经济损失评估指南》中的“观测期内路段污染物排放量”作为依据, 考虑信号控制下车辆(本文主要讨论汽油车)运行特点, 以及主要污染物的排放特征, 制定基于道路交叉口的观测期内路段污染物排放量简化计算模型, 通过“互联网平台”采集路口平均车速和排队长度等交通大数据, 用数据计算出交通优化后污染物排放量的变化, 实现数据治理污染物减排的有效应用。

关键词: 城市交通; 大数据应用; 数据采集; 数据计算; 数据治理; 污染物减排

## 一、研究综述

城市交通节能减排是当今社会热点话题, 交通信号控制是城市道路交通管理的一种重要技术管理手段, 对提升城市道路通行能力、缓解道路拥堵、降低机动车出行者延误有显著的作用。

国内外研究者开发了多种模型用于道路交叉口污染物排放的计算。如 MOVES 模型、MOBILE6.2 模型等, 这些模型通过模拟信号优化后道路车辆污染物排放的变化, 对交通管控的节能减排效应进行定量分析。

然而, 上述模型在不同城市、不同交通条件下的普适性和适应性有待进一步验证和改进。模型参数的本地化过程需要更加精细化, 以提高排放测算的准确性。

另外, 目前的研究多集中在 CO、NO<sub>x</sub> 等传统污染物, 对 PM<sub>2.5</sub> 等新兴污染物的研究相对较少, 仍需要加强对各类污染物排放特性的研究, 以实现更全面的污染物减排。

综上, 虽然道路交叉口污染物减排计算的研究取得了一定的进展, 但仍存在数据收集与处理、模型普适性和适应性、污染物种类多样性研究等方面的不足。

因此, 在面向工程应用中仍需要一套简化的计算模型, 以便于帮助政府交通管理部门、交通设计单位、交通科研机构更方便地分析道路交通主要污染物减排情况。

## 二、计算模型选取及简化

本次研究根据《GA/T1248-2015 道路交通拥堵经济损失评估指南》, 由于本次主要研究的是道路交叉口主要污染物减排计算, 因此本次选取机动车污染物排放增加量经济损失的计算公式, 考虑信号控制下车辆(本文主要讨论汽油车)运行特点, 以及主要

污染物的排放特征, 制定基于道路交叉口的观测期内路段污染物排放量简化模型如下:

$$F_n^k = (Q_i + \frac{N_{i-1} + N_i}{2}) \times L_{\text{路段长度}} \times \sum_{j=1}^J [EP_k(m, j) \times \text{Percent}_{ij}]$$

式中:

$F_n^k$ ——第 i 小时内路段 n 的 k 污染物排放量, 单位为克 (g);

$Q_i$ ——第 i 小时内通过的当量交通量, 单位为标准车 (pcu);

$L_{\text{路段长度}}$ ——观测路段长度距离, 单位为千米 (km);

$N_i$ ——第 i 小时结束时刻在路段内排队车辆数, 单位为标准车 (pcu);

$N_{i-1}$ ——第 i 小时开始时刻在路段内排队车辆数, 单位为标准车 (pcu);

$V_i$ ——第 i 小时进口的车辆平均速度, 单位为千米每小时 (km/h)。

$EP_k(m, j)$ ——平均车速为 m 时, 车型为 j 的 k 污染物的机动车污染物排放因子, 单位为 g 每千米 (g/km);

$\text{Percent}_{ij}$ ——第 i 小时内对应 j 车型的车数量比例, 单位为百分比 (%);

j——车辆类型总个数, j=1, 2, …, j, 一般小客车、中客车、大客车三种。

特别说明的是, 对于观测期的时长, 道路交叉口通常以小时来计算通行能力的变化, 所以以 1 小时作为每一个观测期;

对于计算路段长度, 以目标交叉口与上游交叉口的进口长度为计算, 作为当前交叉口的评测范围;

对于每个观测期, 在正常情况下都会车辆产生移动, 所以选

择平均速度大于零的污染物的综合排放因子作计算。

另外，由于交叉口整体排放量的需要考虑各个进口，所以在计算过程中应综合各个进口道排放量进行计算。

### 三、计算模型参数标定

依据我国生态环境部编制的《道路机动车排放清单编制技术指南》机动车尾气排放主要污染物为 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM2.5、PM10，它们排放因子会因天气、温度和车速等因素致使排放不同，但由于本次简化模型用于计算道路交叉口在优化前后的减排量，假设天气、温度因素保持不变，以平均车速作为对比交通优化前后的主要变化因素。

参照《道路机动车排放清单编制技术指南》中列出《汽油车各车型综合基准排放系数》，以国五标准车辆作为对比对象，列出“不同车型的 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM2.5、PM10 污染物基础排放因子”如下。

表 1 不同车型的 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM2.5、PM10 污染物基础排放因子

| 车型      | 污染物排放情况 (g/km) |       |                 |       |       |
|---------|----------------|-------|-----------------|-------|-------|
|         | CO             | HC    | NO <sub>x</sub> | PM2.5 | PM10  |
| 微型、小型货车 | 0.46           | 0.056 | 0.017           | 0.003 | 0.003 |
| 中型客车    | 1.98           | 0.107 | 0.147           | 0.006 | 0.007 |
| 大型客车    | 3.77           | 0.418 | 0.582           | 0.044 | 0.049 |
| 微型、轻型货车 | 2.37           | 0.169 | 0.172           | 0.006 | 0.007 |
| 中型货车    | 4.50           | 0.573 | 0.680           | 0.044 | 0.049 |
| 重型货车    | 4.50           | 0.555 | 0.680           | 0.044 | 0.049 |
| 出租车     | 2.25           | 0.257 | 0.095           | 0.003 | 0.003 |
| 公交车     | 3.77           | 0.418 | 0.582           | 0.044 | 0.049 |

同时，道路交通状况修正因子根据当地车辆平均行驶速度确定，分为 <20、20-30、30-40、40-80 和 >80km/h 五个速度区间，对基准排放因子进行修正，得出目标排放因子。

### 四、计算实例验证

为了验证计算模型的有效性和稳定性，本次结合我司业务城市路口交通优化案例，选取不同城市的 52 个路口作验证测试，得到结果如下：

表 2 选取不同城市的 52 个路口作验证测试得出结果

| 对比项 | 主要污染物减排量 (kg/h) |       |                 |       |      |
|-----|-----------------|-------|-----------------|-------|------|
|     | CO              | HC    | NO <sub>x</sub> | PM2.5 | PM10 |
| 最低值 | 0.15            | 0.01  | 0.59            | 0.00  | 0.00 |
| 最高值 | 519.05          | 72.64 | 8.32            | 3.88  | 3.88 |
| 中位数 | 30.92           | 3.76  | 0.24            | 0.20  | 0.20 |
| 平均值 | 75.35           | 11.41 | 1.08            | 0.60  | 0.60 |

### 1、计算效率

通过对比人工计算而言，本次采取简化的道路交叉口主要污染物减排计算模型，同时实现程序化后，在同样采集数据条件下，通过本次研发工具可以减少 80% 以上花费时间，每个路口录入和计算响应时间不超 15 分钟。

### 2、计算稳定性

通过对录入数据规范设定，确保计算输入数据的质量，保障计算稳定性达到 90% 以上，将输出结果的数据控制在合理范围。

### 3、计算准确性

通过对比人工计算，利用工具计算准确性达到 100%，并且减少因人工输入或计算而造成的误差，确保计算结果准确和可用。

### 五、结论

本研究基于《GA/T1248-2015 道路交通拥堵经济损失评估指南》进行计算模型选取及简化，对计算模型参数标定，得到简化后的道路交叉口主要污染物减排计算方法，经过选取不同城市的 52 个路口作验证测试和改进，确保该模型在效率、稳定性和准确性均能够满足工程项目的实施要求。

虽然本次研究取得一定效果，但在研究过程中，也发现以下不足可以改进：

1、本次研究模型虽然简化道路交叉口主要污染物减排计算过程，但采集过程仍然需要通过人工或检测器获取，数据来源有效性和实时性并不能同时满足，下一步可以考虑从低空无人机进行实时采取和识别获取信息，用于计算输入；

2、本次研究工具中的模型计算参数主要为参考现行国标的统一标准值，尚未对不同城市的参数进行细致的校正和标定，为提高计算准确性，下一步仍需要考虑该项研究工作。

### 参考文献：

[1] 杨洋, 王高飞, 赵凯等. 基于城市道路交通信号优化的机动车尾气减排测量方法研究 [J]. 中国科技信息, 2022, 33 (17): 48-50.

[2] 杨阳, 张义, 王小平等. MOVES 模型在城市交通碳减排评估中的应用 [J]. 太原科技大学车辆与交通工程学院, 2024 (03): 007.

[3] 王彩凤, 祁昊, 吴忠宜. 智能网联交通系统碳减排效益评估与实证研究 [J]. 公路交通科技, 2024 (01): 002.