

# 基于情景分析法的武汉市交通政策研究

张子培 韩雄俊 刘庆元

**【摘要】**为给武汉市交通政策的制定提供参考依据,本文将情景分析法应用于武汉市交通政策研究,建立了武汉城市交通情景分析的指标体系,评估了小汽车政策和公共交通供给模式两种政策因素不同组合情景下的影响,得出:武汉市发展过程中明确实施公交优先政策、采用 TOD 开发模式和控制机动车增长率,有利于提升交通效率、保持环境质量。

**【关键词】**情景分析; 交通政策; 小汽车; 交通供给模式; 武汉市; 公交优先

## 0 引言

武汉市为 2014 年 GDP 达到 10069 亿元,市政交通建设投资总额达到 856 亿元。目前,随着鹦鹉洲长江大桥、姑嫂树快速通道等一批重点工程的完工,武汉市快速路系统已初具规模;随着轨道交通四号线二期工程的完工,轨道交通建设实现了武汉三镇通地铁。

交通基础设施的不断完善,导致市内交通机动化加速发展,城市交通发展态势日益严峻。2014 年武汉市机动车拥有量总量达到 187 万辆,较上年增长 22.2%。全市交通拥堵指数呈逐年上升趋势,2014 年全市年平均工作日交通拥堵指数为 6.3,进入“中度拥堵”等级,较 2013 年上升 18.9%。

面对日益严峻的交通拥堵问题,国内一线城市均采取了小汽车限牌等政策。限购的作用机制是通过降低小汽车增长速度,减缓交通拥堵和交通污染加剧的速度<sup>[1]</sup>。

提出公交优先发展政策,倡导市民采用公共交通方式出行,打造公交都市。公交优先是当前我国国家层面确定的城市交通发展战略的重要内容,它是解决我国城市交通问题的必然选择<sup>[2]</sup>。

随着市民出行机动化程度的不断提升,未来时期内主城区道路交通面临着持续恶化的趋势,将对交通政策的制定带来更大压力、提出更高要求。

为此,本文将情景分析法应用于武汉市交通政策研究,建立了武汉城市交通情景分析的指标体系,评估了机动车保有量和公共交通供给模式两种政策因素不同组合情景下的影响。

## 1 情景分析法概述

情景分析法是对未来待定部分的各种合理的政策或预测方案的描述性陈述。情景分析的基本上包含情景要素分析、建立新的情景、情景预测和得出决策措施等四个步骤<sup>[3]</sup>。

情景分析法的主要特点包括<sup>[4]</sup>：

①考虑问题周全，能考虑将来会出现的各种状况和各种不同的环境因素，将所有的可能尽可能展示出来，有利于决策者进行分析；

②能及时发现未来可能出现的难题，以便采取行动消除或减轻它们的影响，使决策者更好地进行决策。

情景预测法在分析过程中根据不同情景采取不同的预测方法，使定量、定性分析相结合，这样就弥补了定性预测和定量预测的各自缺陷<sup>[5]</sup>。

本次研究将进行交通需求预测与机动化发展趋势预测，建立情景分析的评价指标体系，建立评价指标的模型算法，根据需要考虑的发展战略因素进行情景分类，在不同情景下对预测结果进行调整，计算所选的评价指标，比较不同情景下的计算结果，通过定量的分析得到定性结论。

## 2 交通影响政策

### 2.1 小汽车政策

①无干预政策。城市尚未出台相关政策，城市的机动化按照目前趋势自由增长。

②控制性政策。这类政策主要通过停车收费、部分条件下限行、拥堵收费等措施限制小汽车的使用，从而达到鼓励绿色出行的目的。

③限制性政策。这类政策包括摇号、车牌拍卖等方式对小汽车的增长进行强制性的控制，从源头上限制小汽车的增长，同时也包含一系列的控制性政策。

### 2.2 交通供给模式

①维持现状：交通供给模式维持现状，公交分担率维持现状，道路拥堵逐渐加剧；

②公交优先：在交通供给模式上实行“公交优先”，城市轨道交通快速发展，公交分担率大幅度提高，道路拥堵得到一定改善；

③公交优先+TOD：在“公交优先”的前提下，推行 TOD 模式，一定程度上缩短出行距离，进一步提高轨道交通的分担率。

表 1 考虑小汽车政策和交通供给模式的 9 种情景分类

| 情景编号 | 内容描述               | 指标调整                |
|------|--------------------|---------------------|
| 1    | 基准情景               |                     |
| 2    | 公交优先               | 公交比例提高 3%           |
| 3    | 实行公交优先，推行 TOD 开发模式 | 公交比例提高 5%，出行距离逐渐缩短  |
| 4    | 控制小汽车使用            | 上路率逐年降低，小汽车增长率降低 1% |

|   |                                  |                           |
|---|----------------------------------|---------------------------|
| 5 | 控制小汽车使用, 实行公交优先                  | 上路率逐年降低, 小汽车增长率降低 1%+情景 2 |
| 6 | 控制小汽车使用, 实行公交优先,<br>推行 TOD 开发模式  | 上路率逐年降低, 小汽车增长率降低 1%+情景 3 |
| 7 | 限制小汽车的保有                         | 上路率逐年降低, 小汽车增长率降低 2%      |
| 8 | 限制小汽车的保有, 实行公交优先                 | 上路率逐年降低, 小汽车增长率降低 2%+情景 2 |
| 9 | 限制小汽车的保有, 实行公交优先,<br>推行 TOD 开发模式 | 上路率逐年降低, 小汽车增长率降低 2%+情景 3 |

### 3 武汉市城市群机动化发展预测

#### 3.1 机动化发展现状

根据美英日韩中 5 国千人机动车保有量对人均 GDP 的弹性值与千人机动车保有量关系, 可将千人机动车保有量的发展大致归类为五个阶段: 萌芽起步阶段、第一高速稳定增长期、第二缓速稳定增长期、波动增长期和稳定饱和期。截至 2014 年底, 武汉市机动车保有量达到 187 万辆, 增长率 22.2%, 连续 6 年增长率超过 10%。

第一类: 第一高速稳定增长期

第二类: 从萌芽起步阶段逐渐进入高速稳定增长期

第三类: 萌芽起步阶段

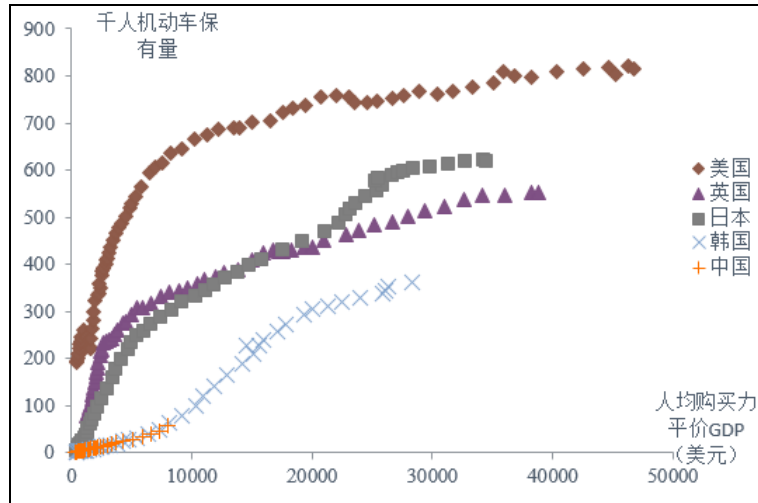


图 1 人均购买力与千人机动车保有量的关系 (单位: 辆/千人)

#### 3.2 机动化发展预测结果

千人机动车保有量接近 50 辆, 千人机动车保有量对人均 GDP 的弹性值维持在较高水平, 大概在 1.4 到 1.7 之间。

根据千人机动车保有量和人均 GDP 的相关关系, 并且考虑人口增长、城镇化程度、就业岗位等因素进行调整, 得到武汉市机动车保有量的未来变化趋势。

预计达到 2020 年, 武汉市占比接近 70%, 达到 230-330 万辆。

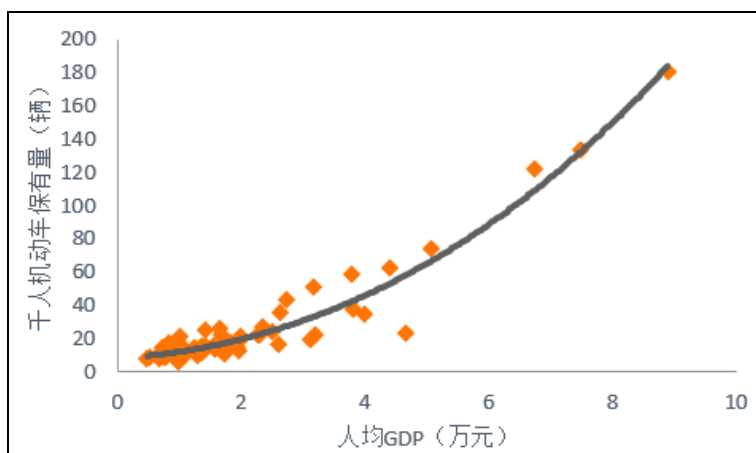


图2 武汉市人均GDP与千人机动车保有量的关系曲线

## 4 情景分析法指标体系

### 4.1 能源节约

目前武汉市大规模基础设施建设、交通运输方式变革将对城市交通能源消费总量、消费结构产生重大影响，在当前制定武汉市交通发展战略考虑能源节约这一因素十分必要<sup>[6]</sup>。

$$E_e = Q\eta dR \quad (1)$$

其中： $E_e$ 为城市交通能源消费总量；

$Q$ 为汽车保有量；

$\eta$ 为汽车车辆上路率；

$d$ 为车辆上路日在城市内的平均行驶里程；

$R$ 为车辆平均百公里油耗。

### 4.2 环境保护

目前武汉市中，武汉市正处于机动化快速发展的阶段，城市交通带来的环境问题日益严峻。机动车某种污染物年排放量模型如下<sup>[6]</sup>：

$$E_{j,w} = 10^{-6} Q_j d_j \xi_{j,w} \quad (2)$$

$$E_w = \sum_{j=1}^n E_{j,w} \quad (3)$$

其中： $E_{j,w}$ 为车型  $j$  的  $w$  种污染物的日排放量

$Q_j$ 为车型  $j$  的保有量

$d_j$ 为车型  $j$  的日出行距离

$\xi_{j,w}$ 为j车型的w中污染物的排放因子。

城市交通中汽车产生噪声的机理是复杂的,考虑到汽车产生噪声的影响因素众多和不确定性较大,这里简化考虑汽车产生的道路噪声和车流量正相关:

$$E_n = \xi_{\Delta} Q \eta \quad (4)$$

其中: $E_n$ 为交通噪声贡献分贝

$\xi_{\Delta}$ 为车辆噪音贡献系数

Q为小汽车保有量

$\eta$ 为车辆的上路率。

#### 4.4 交通效率

从城市机动化的发展模式出发探讨交通效率,可以考虑将高峰小时的车辆总延误 $E_t$ 作为评价指标。在交通基础设施供给一定的条件下,随着小汽车的快速增长,车辆出行的所需时间相对自由流状态下所需要更多时间,在高峰小时内这种延误将更为明显<sup>[7]</sup>。

$$E_t = \sum_{i=1}^n Q_i D_i \quad (5)$$

$$D_i = \frac{d_{max}}{v} - t_0 \quad (6)$$

其中: $E_t$ 为小汽车的出行延误

v为道路行驶速度

$t_0$ 为自由流状态所需时间

$Q_i$ 为路段i的高峰小时流量

$D_i$ 为路段i的单位车辆延误。

#### 4.5 武汉市交通情景分析指标体系

依据情景分析指标体系,结合武汉市统计年鉴和历年交通调查数据,分析得出武汉市交通情景分析的指标体系。

表 2 武汉市交通情景分析的指标体系

| 一级指标 | 二级指标              | 三级指标            | 量纲      | 现状参考值 | 数据来源       |
|------|-------------------|-----------------|---------|-------|------------|
| 能源节约 | 交通能源消费总量<br>$E_e$ | 机动车保有量          | 万辆      | 260   | 统计年鉴       |
|      |                   | 机动车上路率          | %       | 89.90 | 交通调查       |
|      |                   | 日平均出行距离         | Km      | 30.50 | 交通调查       |
|      |                   | 平均机动车百公里能<br>油耗 | L/100km | 11.00 | 全国平均水<br>平 |
| 环境保护 | 交通排放量 $E_j$       | 机动车保有量          | 万辆      | 260   | 统计年鉴       |
|      |                   | 机动车日行驶路程        | Km      | 30.50 | 交通调查       |
|      |                   | 平均机动车排放因子       | Kg/km   | 1.9   | 相关规范       |
|      | 交通噪声贡献率<br>$E_n$  | 机动车保有量          | 万辆      | 260   | 统计年鉴       |
|      |                   | 机动车上路率          | %       | 89.90 | 交通调查       |
| 交通效率 | 高峰小时总延误<br>$E_t$  | 常规公交分担率         | %       | 44.0  | 交通调查       |
|      |                   | 轨道交通分担率         | %       | 11.5  | 交通调查       |
|      |                   | 小汽车分担率          | %       | 25.0  | 交通调查       |
|      |                   | 路网平均延误          | h       | 0.12  | 仿真结果       |
|      |                   | 轨道交通速度          | Km/h    | 35    | 轨道技术数<br>据 |

## 5 情景对比分析

### 5.1 节能环保

预计在情景 1（即基准情景）下，能源消耗总量将在 2020 年超过 500 万吨，这种能源需求的增长相对其他行业而言是十分快速的。就目前而言多数交通政策和管理措施更多地考虑城市交通路网的通行能力不足，预计在未来，交通对能源的巨大消耗将会引起注意。

面对未来交通燃油需求的快速增长，通过提高燃油价格或者额外增收燃油税等措施可能会相继出现。9 种情景呈现出三个阶梯的形式，在 2020 年之前，不同的小汽车政策对交通能源消耗具有显著的影响。

通过对比分析可以看出，小汽车保有量每年增长率减少 2%，交通燃油消耗总量将会降低 100 万吨，九种情景分别在 500 万吨、400 万吨和 300 万吨三个阶梯。在 2020 年之前对城市控制小汽车保有量是迫切并且效果显著的。

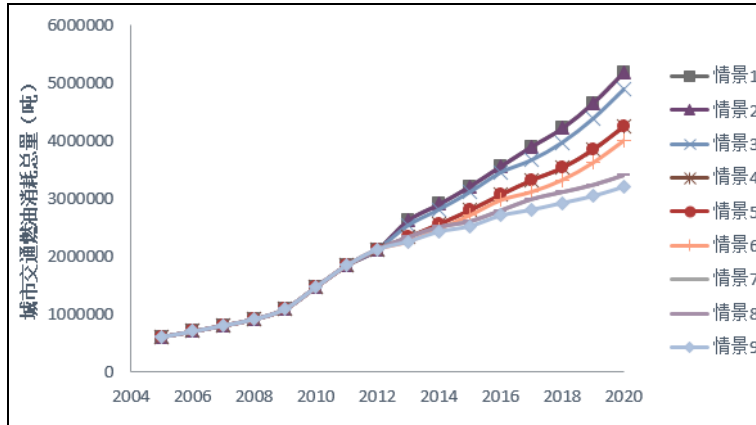


图 3 节能环保指标系的结果分析

## 5.2 交通效率

高峰小时的延误更为显著的增长：

- 1) 随着机动车的快速增长，道路个体交通的数量出现增长；
- 2) 机动车的增长使得道路运行速度降低从而单位车辆延误增长。

情景 9 与情景 1 相比，时间延误减少接近 40%，单位车辆平均延误从 15.3 分钟降低为 11.3 分钟。

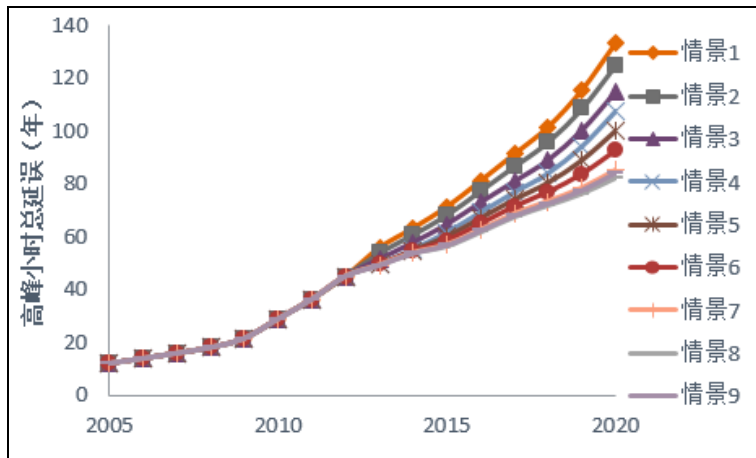


图 4 交通效率指标系的结果分析

表 3 各交通情景下延误比（2020 年）

| 情景编号 | 小汽车政策 | 交通供给模式   | 延误比（2020 年） |
|------|-------|----------|-------------|
| 1    | 无干预政策 | 维持现状     | 1.00        |
| 2    |       | 公交优先     | 0.94        |
| 3    |       | 公交优先+TOD | 0.86        |
| 4    | 控制性政策 | 维持现状     | 0.81        |
| 5    |       | 公交优先     | 0.75        |
| 6    |       | 公交优先+TOD | 0.69        |
| 7    | 限制性政策 | 维持现状     | 0.64        |

|   |  |          |      |
|---|--|----------|------|
| 8 |  | 公交优先     | 0.62 |
| 9 |  | 公交优先+TOD | 0.62 |

### 5.3 分析结论

1) 预计 2020 年小汽车保有量的快速增长将带来尾气排放、能源消耗和时间延误的成倍增长，城市交通的发展态势日趋严峻。

2) 在 2020 年之前对各个城市采取对应的小汽车控制政策，是保护环境、节约能源和提高城市交通效率必要并且有效的措施。汽车保有量每年减少 2% 的增长率，将带来约 100 万吨汽油的能源节约，同时平均车辆的时间延误将降低 29%。

3) TOD 开发模式无论对于城市交通还是城际交通，都能够在一定程度上减少私人交通的分担率，是一种节能环保同时也能够提高交通效率的开发模式。

## 6 结语

通过情景分析法在武汉市交通政策研究中的应用，全面地分析了武汉市小汽车政策和交通供给模式在不同组合情景下武汉市的交通效率和环境质量的水平，得出了小汽车控制政策、公交优先和 TOD 开发模式存在协同作用的效果。但对交通影响因素的细分指标分析值得进一步研究。

### 【参考文献】

- [1] 王光荣.小汽车限购政策与城市交通问题治理[J]. 中国社会科学报,2014-03-28,B10.
- [2] 王志高,王江燕,何东全. 公交优先政策对 CO<sub>2</sub> 排放的影响评估[J].城市交通,2011(4):12-20.
- [3] 熊琦,虞明远.基于情景分析法的北京市道路省际客运需求预测研究[J].交通运输工程与信息学报,2006(4):94-99.
- [4] Eurocontrol. Air navigation system safety assessment methodology [R]. Brussels: Eurocontrol, 2004.
- [5] U.S. Department of Federal Aviation. 2004 federal aviation administration national aviation research plan [R]. U.S. Department of Federal Aviation, February 2004.
- [6] GB HJ/T180-2005 城市机动车排放空气污染测算方法[S].
- [7] 董玉波.受阻车辆总延误时间的计算方法[J]. 中国人民公安大学学报:自然科学版,2012,18(4):56-62.
- [8] 董艳华.城市群交通规划的理论分析与政策建议 [J]. 综合运输,2010(9):21-26.

### 【作者简介】

张子培，武汉市交通发展战略研究院  
 韩雄俊，武汉市交通发展战略研究院  
 刘庆元，山东省交通规划设计院