

基于道路等级和车辆类型拥堵额外成本研究

张翼军

【摘要】随着城市化和机动化进程的不断加快，城市道路交通面临着严峻的拥堵问题。为了缓解城市交通拥堵，制定具有针对性、实用性、科学性的解决对策，需要对城市交通拥堵特性、拥堵影响因素作准确的判断。本文在宏微观环境因素分析的基础上，构建适用于不同类型城市的基于道路等级和车辆类型的拥堵额外时间成本模型、拥堵额外燃油成本模型和拥堵额外环境污染成本模型。并将 3 种模型用于河南省郑州市，测算高峰期城市交通拥堵额外成本，分析相关数据，在成本估算结果的基础上，从降低需求、增加供给、政策措施几方面提出郑州市拥堵治理的建议。

【关键词】交通拥堵；拥堵额外成本；道路等级；车辆类型；拥堵治理

1 引言

2014 年，全国生产汽车 2372 万辆，销售汽车 2349 万辆，同比增长 7.3% 和 6.9%^[1]。我国机动车特别是小汽车出行比例不断增加，但机动车快速化发展也给城市交通带来一系列的拥堵问题。

交通拥堵不仅仅是交通问题，还是经济问题和技术问题。拥堵已成为我国大城市的通病，对城市交通可持续发展和社会经济发展构成巨大威胁，解决城市拥堵刻不容缓。特别地，21 世纪以来，交通拥堵已从大城市向中小城市蔓延，并带来巨大损失，包括出行时间浪费、燃油成本增加、交通事故频发、环境污染加剧等。为了解决城市拥堵问题，国内外学者提了出大量有关拥堵治理的理论和实践方法。其中，因拥堵造成的损失成为研究热点。

拥堵成本定量研究最终将落实到拥堵治理措施这个根本目的，通过分析拥堵成本构成、模型参数，找出影响成本大小的主要原因，为拥堵治理提供定量依据。拥堵成本测算模型与人、车辆、道路、资源等因素相关，模型构建以经济学、数学、交通学多学科为基础，能反映城市拥堵现状的综合分析方法。拥堵成本研究从 20 世纪 60、70 年代的拥堵定价理论^[2]，到 20 世纪 90 年代欧美提出的城市拥堵成本估算体系^[3]，到我国多位学者提出的多种拥堵成本测算方法，这些方法能从某一层面反映拥堵现状，但关于拥堵成本定量分析至今仍没有统一的方法。

2 拥堵成本宏观环境分析

2.1 宏微观环境说明

城市交通拥堵与城市发展、社会子系统、经济子系统、环境子系统和交通子系统相关，各个子系统之间又相互联系相互制约。系统中多个因子与拥堵现象有着紧密联系，如社会子系统中人口与城市拥堵的关系，人口基数影响城市出行量；经济子系统中居民个人可支配收入、人均 GDP 等指标反映城市交通发展状况；环境子系统中不同排放标准车辆的比例构成影响车辆尾气排放和污染治理；交通子系统中车辆行驶里程、行驶速度、排队时间、延误等因子决定道路交通拥堵强度。从宏观与微观两个角度对城市交通拥堵环境进行说明，影响城市拥堵的因素流如图 1 所示。

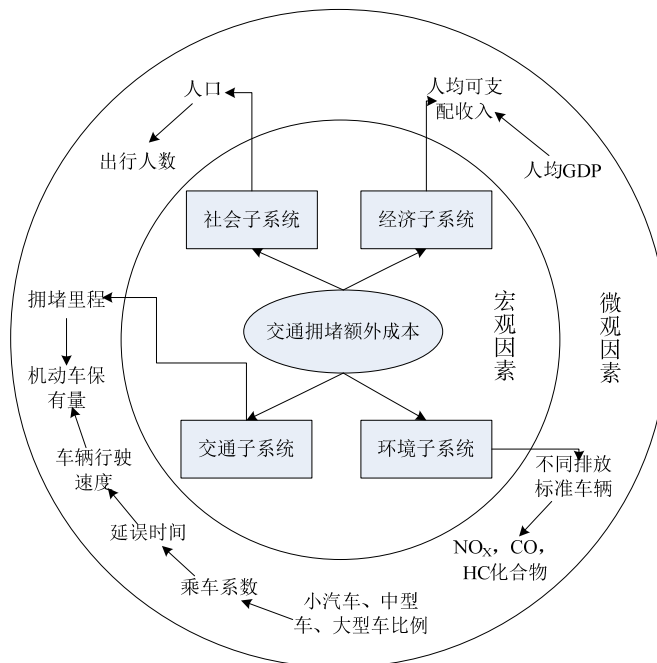


图 1 城市拥堵成本宏观因素与微观因素流图

2.2 建模参数说明

拥堵额外成本大小与多种因素相关，包括道路等级、车辆类型以及由此两类参数外延的参数，具体说明如下。

(1) 道路等级

城市中绝大部分车辆行驶在快速路、主干路和次干路上，不同等级道路设计车速不同，车辆实际速度也会表现出等级差异。不同等级道路拥堵临界速度、排队长度、延误也不一样。

(2) 车辆类型

由于不同类型车辆的额定载客率（载重率）、发动机排量、工况、扭矩、马力不一样，

不同类型车辆行驶速度、油耗也会表现较大差异。按车型大小分为大型车（大客车、公交车）、中型车（面包车、城市配送车）和小汽车。

借鉴北京市公路局公路设计研究院和北京工业大学交通工程研究中心《北京市公路通行能力研究报告》的研究结果，小汽车包括9座以下的私家车、出租车、公务车，乘客系数为1.4；中型车包括中巴车、面包车、中型皮卡等，乘客系数为1.8；大型车包括城市常规公交车、快速公交车、单位大客车、长途大巴车，乘客系数为70^[4]。本文研究对象乘车系数可依该值进行微调。

本节拥堵程度判别参数选择车辆的平均行程速度。一方面，车辆平均行程速度测算和数据获取较为方便和经济，另一方面，平均行程速度也能反映道路交通真实状况。不同等级道路不同车型拥堵强度对应的速度范围如表2-1所示^[5]。

表 2-1 城市不同类型道路交通状态分类参考标准

交通状态分类	城市道路平均行驶速度 (km/h)								
	小汽车			中型车			大型车		
	快	主	次/支	快	主	次/支	快	主	次/支
非常畅通	>70	>55	>45	>60	>50	>35	>45	>40	>30
畅通	50~70	40~55	35~45	40~60	35~50	25~35	30~45	25~40	20~30
基本畅通	35~50	30~40	20~35	30~40	25~35	18~25	20~30	20~25	15~20
轻度拥堵	22~35	20~30	15~20	20~30	16~25	12~18	17~20	13~20	8~15
严重拥堵	<22	<20	<15	<20	<16	<12	<17	<13	<8

说明：表中“快”表示快速路，“主”表示主干路，“次”表示次干路，“支”表示支路，下文同上表

(3) 拥堵时间

拥堵时间为不同等级道路不同车型早、午、晚高峰期平均拥堵时间，全年天数以一年工作日为准，全年天数取250。

(4) 人均单位时间价值

人均单位小时价值分3个等级，小汽车出行人群人均单位小时价值、中型车出行人群人均单位小时价值和大型车出行人群人均单位小时价值。以某一城市统计年鉴中不同等级人均收入为准，计算不同人群人均单位小时价值，小汽车出行者人均单位小时价值对应较高收入户、中型车出行者人均单位小时价值对应中间收入户、大型车出行者人均单位小时价值对应较低收入户。

(5) 工况

汽车工况指标按车型（大型、中型、小型）分类，以平均工况为准。2000年以前，按我国车辆划分标准，根据排量大小可将小汽车分为如下几类。

表 2-2 不同等级车辆排量表

车型	微型轿车	普通级轿车	中级轿车	中高级轿车	高级轿车
排量	1L 以下	1.0~1.6L	1.6~2.5L	2.5~4.0L	4L 以上

说明：排量，液压传动专用术语，是指每行程或每循环吸入或排出的液体体积。

中型车排量为 2.4~3.0L，平均综合工况为 12~15L/km。

对不同品牌公交车油耗统计，不同能源 1 标台公交车工况如表 2-3 所示。

表 2-3 不同燃料 1 标台公交车工况表

大型车（公交车或大客车）	柴油公交车	油电混合公交车	汽油公交车
工况（L/km）	25~35	20~30	20~30

(6) 排放系数及不同污染物环境成本

汽车排放的废气中含有 150~200 种不同的化合物，其中对人体危害最大的有一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化合物、及固体悬浮颗粒物。

排放因子可参考我国汽车尾气排放标准。目前，常用的汽车尾气标准国家或地区包括日本、美国、欧洲，各标准之间差别甚微。我国汽车尾气排放标准分轻型汽车排放标准和重型汽车排放标准。轻型汽车排放标准包括国 I、国 II、国 III 和国 IV 4 个排放标准，基本与欧 I、欧 II、欧 III 和欧 IV 相对应；重型汽车排放标准包括国 I、国 II、国 III、国 IV 和国 V 五个标准，基本与欧 I、欧 II、欧 III、欧 IV 和欧 V 相对应^[6]。

表 2-4 轿车的欧洲排放标准（M1 类车）单位（g/km）

燃油种类	标准等级	开始实施日期	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	PM
柴油	欧 1	1992.07	2.72 (3.16)	—	—	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
	欧 2	1996.01	1.0	—	—	0.7	0.08
	欧 3	2000.01	0.64	—	0.5	0.56	0.05
	欧 4	2005.01	0.5	—	0.25	0.3	0.025
	欧 5	2009.09	0.5	—	0.18	0.23	0.005
	欧 6	2014.09	0.5	—	0.08	0.17	0.005
汽油	欧 1	1992.07	2.72 (3.16)	—	—	0.97 (1.13)	—
	欧 2	1996.01	2.2	—	—	0.5	—
	欧 3	2000.01	1.3	0.2	0.15	—	—
	欧 4	2005.01	1.0	0.1	0.08	—	—
	欧 5	2009.09	1.0	0.1	0.06	—	0.005
	欧 6	2014.09	1.0	0.1	0.06	—	0.005

我国相关学者根据欧盟研究成果，结合我国基本国情，综合考虑人均 GDP 的差异、特殊的经济发展阶段以及通货膨胀对货币价值的影响，估算 2010 年我国主要污染物排放的边际成本：氮氧化物（NO_x）20810 元/吨、一氧化碳（CO）3247 元/吨、颗粒物（PM）37567 元/吨^[5]。

3 基于道路等级和车辆类型拥堵额外成本模型构建

3.1 模型构建流程

综合国内外相关模型优点,以综合交通模型为技术支撑,以交通拥堵宏微观环境为背景,以测量的各路段车速、车流量作为依据,对调查数据进行筛选,基于城市道路等级、车辆类型,构建能适用于不同类型城市的交通拥堵额外成本估算模型。

在拥堵成本量化过程中,考虑数据获取的真实性、经济性、科学性,从时间、燃油、环境污染三个方面,构建的拥堵额外成本模型包括拥堵额外时间成本模型、额外燃油成本模型、额外环境污染成本模型,其他拥堵额外损失暂不考虑,模型构建流程如图 3-1 所示。

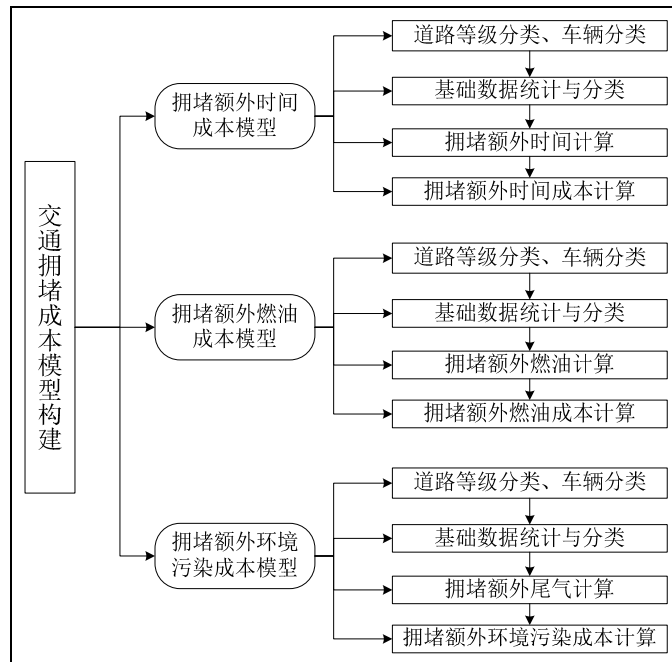


图 3-1 拥堵额外时间成本估算流程

3.2 模型构建

3.2.1 拥堵额外时间成本模型构建

模型中城市道路分快速路、主干路、次干路 3 个等级;车型分大、中、小 3 种类型;分别测算不同拥堵强度条件下不同道路等级不同车型的平均行程速度、平均交通密度以及不同车型构成比,构建拥堵额外时间成本模型。

$$\begin{cases} C_{extrat} = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} L_i \times \left(\frac{1}{V_{ij}} - \frac{1}{V_i'} \right) \times D \times P_j \times Q_{ij} \times \lambda_{ij} \times \omega_j \times \eta \\ Q_{ij} = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} K_{ij} \times V_{ij} \end{cases} \quad \text{式 (2-1)}$$

式中 C_{extrat} 为城市交通拥堵造成的额外时间成本(元); i 为 3 种道路类型,分别为快速路、

主干路、次干路 ($i=1,2,3$); J 为 3 种不同类型车辆, 小汽车、中型车、大型车 ($j=1,2,3$); L_i 为某 i 等级道路拥堵长度和 (km); V_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车的实际平均行程速度 (km/h); V_{ij}^c 为某 i 等级道路上 J 型车拥堵临界速度 (km/h); D 为车辆平均每年使用道路天数 (取 $D \approx 250$); K_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车的交通密度 (辆/km); P_j 为 J 型车载客系数; Q_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车高峰小时流量 (pcu); λ_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车所占比; ω_j 为 J 型车乘客人均单位小时时间价值 (元/小时); η 为车城市配送车货物拥堵经济损失换算系数 (取 $\eta \approx 2$)。

3.2.2 拥堵额外燃油成本模型构建

本模型中, 为了简化计算过程, 小汽车和中型车默认燃料为汽油, 大型车默认燃料为柴油。基于道路等级、车辆类型, 构建拥堵额外燃油消耗成本模型。

$$\begin{cases} C_{extraf} = \sum_{k=1}^{n_k} \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \frac{1}{100} \times \left(\frac{L_i}{F_j} - \frac{L_i}{\bar{F}_j} \right) \times Q_{ij} \times \lambda_{ij} \times D \times P_k \\ Q_{ij} = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} K_{ij} \times V_{ij} \end{cases} \quad \text{式 (2-2)}$$

式中: C_{extraf} 为城市交通拥堵造成的额外燃油成本 (元); i 为 3 种道路类型, 分别为快速路、主干路、次干路 ($i=1,2,3$); J 为 3 种不同类型车辆, 小汽车、中型车、大型车 ($j=1,2,3$); L_i 为某 i 等级道路拥堵长度之和 (km); \bar{F}_j 为畅通条件下 J 型车百公里燃油消耗平均值 (L/100km); F_j 为拥堵条件下 J 型车百公里燃油消耗 (L/100km); Q_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车高峰小时流量 (pcu); D 为车辆平均每年使用道路天数 (取 $D \approx 250$); K_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车的交通密度 (辆/km); P_k 为汽油和柴油 ($k=1,2$)。

3.2.3 拥堵额外环境污染成本模型构建

拥堵额外环境污染成本为基本畅通条件下尾气排放环境成本与拥堵条件下尾气排放环境成本的差值。

$$\begin{cases} C_{extrapollutant} = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_k} 10^{-6} \times TC_j \times (\omega_{jk} - \omega'_{jk}) \times CE_k \times \lambda_{ij} \\ TC_j = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} L_i \times \left(\frac{1}{V_{ij}} - \frac{1}{V'_j} \right) \times D \times Q_{ij} \\ Q_{ij} = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} K_{ij} \times V_{ij} \end{cases} \quad \text{式 (2-3)}$$

式中 $C_{extrapollutant}$ 为拥堵增加的污染物所产生的损失总和（元）； i 为 3 种道路类型，分别为快速路、主干路、次干路（ $i=1,2,3$ ）； J 为 3 种不同类型车辆，小汽车、中型车、大型车（ $j=1,2,3$ ）； k 为 3 种汽车尾气污染物，分别为 CO、HC 化合物和 PM（ $k=1,2,3$ ）； TC_j 为 J 型车拥堵额外时间和（h）； ω_{jk} 为拥堵过程中的减速及怠速， J 型车某 k 污染物排放系数（g/h），由排放因子算得； ω'_{jk} 为畅通条件下 J 型车某 k 污染物排放系数（g/h），由排放因子算得； CE_k 为每增加一种 k 污染物所造成的环境成本（元/吨）； L_i 为 i 种道路拥堵长度之和（km）； Q_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车高峰小时流量（pcu）； V_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车的实际平均速度（km/h）； V'_j 为某 i 等级道路上 J 型车拥堵临界速度（km/h）； λ_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车不同排放标准车辆的比例（国 I 以前排放标准、国 I 排放标准、国 II 排放标准、国 III 排放标准和国 IV 排放标准）； D 为车辆平均每年使用道路天数（取 $D \approx 250$ ）； K_{ij} 为某 i 等级道路上 J 型车的交通密度（辆/km）。

3.3 交通拥堵参数剖析

从交通拥堵额外拥堵时间成本模型式 (2-1) 可知，成本值 C_{extrat} 与车辆的实际平均速度 V_{ij} 成反比，速度越小，成本越大；与某一等级道路拥堵总人数 P_{ij} 、乘客平均每小时时间价值 ω_j 成正比。从交通拥堵额外燃油成本模型式 (2-2) 可知，成本值 C_{extraf} 与拥堵道路长度 L_i 成正比，与某类车型车辆百公里燃油消耗 \bar{F}_j 成反比。从交通拥堵额外环境污染成本模型式 (2-3) 可知，成本值 $C_{extrapollutant}$ 与某类车型拥堵时间 TC_j 、减速或怠速过程中某类车型污染排放系数成正比。

三种拥堵额外成本模型因变量与车速、拥堵里程、单位时间价值等因素与因变量近似线

性关系；车流密度 K 的变化不仅影响成本值，而且会影响拥堵时间、车速、拥堵里程值，车流密度与拥堵额外时间、额外燃油消耗、额外尾气排放量、拥堵时间、拥堵里程成正比，与车速成反比。因此，车流密度 K 与因变量成本值呈非线性关系，且是影响拥堵成本值显著性最强的参数。剖析三种成本模型相关参数可知，交通拥堵额外成本与拥堵道路长度、车流量、乘车人数、道路拥堵时间、车辆类型等因素密切相关，参数值的改变对拥堵治理具有指导作用。

4 实例分析——以郑州市为例

4.1 拥堵额外时间成本

调查统计郑州市交通拥堵范围内主要拥堵路段平均行程速度和交通密度，测算不同等级道路拥堵里程和不同类型车辆拥堵速度，如表 4-1 所示。

表 4-1 郑州市交通拥堵范围内主要道路拥堵平均行程速度和拥堵里程

分类	城市道路平均行程速度 (km/h)								
	小汽车			中型车			大型车		
	快	主	次	快	主	次	快	主	次
轻度拥堵	24	20	16	20	18	13	17	13	10
严重拥堵	20	15	12	18	15	10	12	10	8
轻度拥堵 里程 (km)		9.5 (快)			50.9 (主)			60.8 (次)	
严重拥堵里程 (km)		13.5 (快)			56.3 (主)			45.5 (次)	

计算乘坐小汽车、中型车、大型车群体的单位小时时间价值 ω_j 。分析郑州市不同收入群体人均收入，选取较高收入、中间收入、较低收入分别近似为小汽车、中型车和大型车乘客的平均收入。相关研究表明，我国人均全年可支配收入占人均全年 GDP40%左右，可算得郑州市较高收入、中间收入、较低收入人均单位小时价值分别为 33.23 元/h、26.49 元/h、20.89 元/h^[7]。

对车型调研可知，拥堵道路上不同车型比例构成小汽车约 90%、中型车约 3%、大型车约 7%，拥堵总里程为 236.5km。

对拥堵时间调研可知，郑州市早高峰时段为 7:45-9:00、晚高峰时段为 18:00-19:30，工作日 1 天交通拥堵平均时间约为 2.75h。

根据式 (2-1)，测算郑州市交通拥堵范围内拥堵额外时间成本，结果如表 4-2 所示。

4-2 郑州市交通拥堵范围内拥堵额外时间成本估算结果

分类	拥堵额外时间成本（万元）								
	小汽车			中型车			大型车		
	快	主	次	快	主	次	快	主	次
轻度拥堵额外时间成本	2078	4469	2465	140	342	177	3201	11454	5295
	9012			659			19951		
严重拥堵额外时间成本	3591	5970	2802	225	397	202	7392	12166	5657
	12363			824			25216		
全年高峰小时拥堵额外时间成本	21375			1482			45167		
全年拥堵额外时间成本	58781			4077			124209		
合计	187067								

4.2 拥堵额外燃油成本

目前，小汽车分类较为通俗的方法是以价格为主，以技术为辅。单价 20 万元以上为中级小汽车，20-15 万元成为中级小汽车，15-10 万元为普通小汽车，10 万元以下为微型小汽车或经济型小汽车。根据工信部统计数据，2013 年我国乘用车销售量 1792.89 万辆，增长 15.71%。2013 年，1.6L 及以下排量乘用车全年共销售 1192.37 万辆，占乘用车销售市场的 66.51%。小汽车排量以 1.6L 为标准，在交通基本畅通条件下，1.6L 排量小汽车平均综合工况为 7L/100km，早晚高峰期油耗将提高 10%-50%。

根据式（2-2），测算郑州市交通拥堵范围内拥堵额外燃油成本，结果如表 4-3 所示。

表 4-3 郑州市交通拥堵范围内拥堵额外燃油成本结果

分类	拥堵额外燃油成本（万元）								
	小汽车			中型车			大型车		
	快	主	次	快	主	次	快	主	次
轻度拥堵额外燃油成本	535	1210	441	8	19	6	4	11	5
	2186			33			20		
严重拥堵额外燃油成本	1208	1895	398	19	33	6	7	15	4
	3501			57			26		
全年高峰小时拥堵额外燃油成本	5687			90			46		
全年拥堵额外燃油成本	15638			247			126		
合计	16012								

4.3 拥堵额外环境污染成本

据统计，汽车发动机每燃烧 1kg 燃油，将消耗约 15kg 空气，同时排出 15-200g CO, 4-8gHC 化合物以及 4-20gNOX。相关研究表明，城市道路上，车辆速度在 10-20km/h 时，HC 化合物排放量是车速为 30-40km/h 的 1.55 倍，CO 排放量约为正常行驶速度的 1.9 倍^[5]。

根据式（2-3），测算郑州市交通拥堵范围内拥堵额外环境污染成本，结果如表 4-4 所示。

表 4-4 郑州市交通拥堵范围内拥堵额外环境污染成本估算结果

分类	拥堵额外环境污染成本（万元）								
	小汽车			中型车			大型车		
	快	主	次	快	主	次	快	主	次
轻度拥堵额外环境污染成本	379	850	312	11	25	8	17	43	15
	1540			44			75		
严重拥堵额外环境污染成本	448	938	193	13	31	5	21	48	10
	1579			50			79		
全年高峰小时拥堵额外环境污染成本	3118			94			153		
全年拥堵额外环境污染成本	8576			259			422		
合计	9255								

以《2013 年中国机动车污染防治年报》不同排放标准车辆构成比例近似为郑州市不同排放标准车辆构成比例值。测算不同排放标准车辆拥堵额外环境污染成本，污染物包括 CO、HC 化合物、PM2.5，结果如表 4-4 所示。

表 4-5 郑州市交通拥堵范围内不同排放标准车辆拥堵额外环境污染成本估算结果

分类		不同排放标准车辆拥堵额外环境污染成本（万元）					
		国 I 以前	国 I	国 II	国 III	国 IV	合计
污染 物类 型	CO	309	449	333	883	97	2072
	HC 化合物	1368	2178	504	1303	197	5550
	PM2.5	302	574	352	350	57	1635
合计		1980	3201	1188	2536	352	9255

郑州市每年主要拥堵额外总成本为 21.23 亿元，占全年 GDP 总量比例高达 0.382%，从拥堵额外成本占相应城市 GDP 比重结果可知，郑州市交通拥堵额外成本占相应城市全年 GDP 比重高，城市拥堵损失大，拥堵严重。小汽车和大型车年均拥堵额外成本占总成本比最大，小汽车年均拥堵额外成本所占比重为 39.09%，大型车为 58.75%，说明小汽车人均占道率高和小汽车数量大是造成小汽车拥堵额外成本比例高的主要原因。保有量比例不到 23% 的国 I 和国 I 以前排放标准车辆拥堵额外环境污染成本占拥堵额外环境污染总成本比高达 55%，高排放的机动车是汽车尾气污染的罪魁祸首。从拥堵额外燃油成本分析可知，郑州市小汽车拥堵额外燃油成本占总拥堵额外燃油成本比例高达 97%。

综合可知，小汽车是高额拥堵成本产生的直接引导者，一方面小汽车拥堵额外时间成本和拥堵额外燃油成本大，另一方面，小汽车会严重降低同一车流中大型车（公交车和大客车）的机动性，加之大型车乘客系数大，致使拥堵额外时间累积成本大。

4.4 拥堵治理建议

拥堵产生的额外时间成本中，大型车所占比重最高，提高高峰期公共交通出行速度能降

低大型车拥堵额外成本。以缓解拥堵、降低拥堵额外成本为目标，从控制需求、增加供给、政策鼓励几个方面提出郑州市拥堵治理建议。

从增加供给的角度。

第一，大力发展大中运量的地铁、有轨电车和 BRT，合理布设线网，严重拥堵区域客流用大运量高服务水平的轨道交通进行集散。

第二，加大地面公交建设资金投入，提高地面公交服务水平，如适当裁减严重拥堵道路公交线路和公交客流小的线路；逐渐普及低排放或零排放的新能源公交车；严重拥堵路段高峰期采用公交专用道、交叉口公交优先等措施，使大型车与小汽车实现分离，降低干扰，提高公交准点率。

第三，加快公交信息平台建设，如电子站、智能调度系统、公交手机服务平台等。公交优先和高服务质量给市民提供良好的公交环境，吸引市民公交出行，减少小汽车出行，提高路面交通速度，降低拥堵额外成本，缓解城市交通拥堵。

从控制需求的角度。

某些严重拥堵区域，可将拥堵额外成本转化为拥堵收费，以点—线—面的形式逐步推广。交通高峰期，严重拥堵路段禁止路边停车，拖车按时清理；部分区域采取高峰期小汽车限行、交通工程渠化等措施，做好铁路线路与道路交通衔接处的交通组织。

从基础设施角度。

在严重拥堵区域和商业区增加人行过街天桥，实现人车分离；严重拥堵区域内汽车客运枢纽可外迁至市郊。

一期拥堵治理路段选取建议：京广快速路、北三环、东风路、农业路、花园路、金水路、人民路、文化路、二七路、解放路、建设路。

二期拥堵治理路段选取建议：中州大道、未来路、紫金山路、一马路、姚砦路、百花路、淮河路、政通路。

5 小结

本文基于道路等级和车辆类型，构建了能适用于不同类型城市拥堵额外成本估算模型，模型能科学的反映城市拥堵实际情况，能实现城市交通拥堵额外成本的量化计算，在一定程度上为城市交通拥堵的治理提供了分析方法支持。

【参考文献】

- [1] 2013 年我国汽车产销量首破 2000 万 . 中国消费网 ,2014.01.
<http://www.ccn.com.cn/news/yaowen/2014/0109/526214.html>
- [2] Button KJ, Verhoef E T. Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment [M]. Edward Elgar, Cheltenham, UK,(1998).
- [3] David Schrank, Tim Lomax.2011 URBAN MOBILITY REPORT[R].Texas Transportation Institute ,The Texas A&M University System.2011.
- [4] 谢旭轩.北京市交通拥堵的社会成本分析[J].中国人口.资源与环境,2011,21(01):28-32.
- [5] 李琳.我国城市道路交通拥堵的成本测算及对策研究[D]:[硕士学位论文],大连:大连海事大学硕士学位论文.2013 年.
- [6] European emission standards. Wikipedia, the free encyclopedia.2009.04. http://en.wikipedia.org/wiki/Euro_5#Euro5.
- [7] 国家统计局河南调查总队.河南省 2013 统计年鉴[M].中国统计出版社.2013 年.

【作者简介】

张翼军，男，硕士，深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司，工程师。电子信箱：
zhangyj@sutpc.com