

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.08.017

我国交通事故损失影响因素及地区特征分析

——基于全国 31 个省市自治区 2004—2015 年面板数据^①

孙丽璐¹, 陈甜², 赵娟², 吴奇², 赵辉³

1. 重庆理工大学 管理学院, 重庆 400054; 2. 重庆理工大学 经济金融学院, 重庆 400054;

3. 陆军军医大学 第三附属医院交通医学研究所, 重庆 400042

摘要:近年来机动车总量和驾驶人员数量激增,人口流动频率加剧,人、车、路和环境矛盾凸显,而交通安全管理不足、事故应急系统不健全等问题,致使事故造成巨大经济损失,交通事故成为亟待解决的重大社会问题。此研究通过整理分析 2004—2015 年全国 31 个省市自治区交通相关指标面板数据,以汽车拥有量、交通投资、城市人口和交通事故死亡人数作为解释变量,进行回归和统计分析,探索各变量变化规律及其对交通事故直接财产损失的影响。结果表明:汽车拥有量、交通事故死亡人数、交通投资、城市人口与交通事故直接财产损失有显著相关性,其中汽车拥有量和城市人口与交通事故直接财产损失呈正相关,而交通死亡人数和交通投资呈负相关。我国不同地区的城市交通事故情况差异大,其中华东和中南地区交通事故情况复杂且更具特殊性,需要针对性进行预防和管理。

关键词:交通事故;直接财产损失;面板数据;计量经济模型;地区性失衡

中图分类号: U491.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2019)08-0114-10

随着经济投入和制度改进,中国道路建设和机动化水平显著提升。2015 年国家道路交通领域累计投资达 304 568.29 亿元,新增道路里程 270.66 万 km,汽车拥有量从 2004 年的 10 783.44 万辆升至 2015 年的 27 869.42 万辆,累计增加 158.45%。国家已出台一系列交通安全法规,国家道路交通安全水平不断提高,表现为全国道路交通事故量在近年来持续下降。截至 2015 年,道路交通事故量从 2004 年 517 889 起降至 187 781 起,下降 63.74%;伤亡从 587 941 人降至 257 902 人,下降 56.13%;直接经济损失从 239 141.01 万元降至 103 691.66 万元,降幅为 56.64%。可以看到,道路交通事故仍造成大量人员伤亡和巨额财产损失,道路交通事故是重要的公共安全问题,也是全球死亡和伤害的主要原因^[1]。涉事人员状况、车辆情况、道路环境等风险,已成为中国最主要的死亡风险因素之一,被称为“世界性公害”的交通事故给社会经济造成巨大损失,对居民生命健康构成巨大威胁^[2]。由交通事故导致的人员伤亡和损失不利于经济社会健康、稳定和持续发展,因此交通风险问题长期备受政府与学术界关注。

在评定交通事故损失时,Adebayo 等^[3]在其研究中提到,道路交通事故是导致人员伤亡的最主要原因,对交通事故损失的计量口径十分重要。美国最早开展交通事故损失研究,国外学者^[4-5]对于交通直接损失分类和构成存在地区差异,国内交通事故损失研究起步较晚,在损失构成方面,易俊^[6]根据我国交通事

① 收稿日期:2018-11-08

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0800702);国家自然科学基金项目(31470913);国家社会科学基金项目(2015XSH021);重庆市教委项目(16SKJD35,183065,yjg183113)。

作者简介:孙丽璐(1980-),女,副教授,博士,主要从事交通心理学、管理心理学的研究。

通信作者:赵辉,副教授。

故发生情况,将交通事故损失分为 3 个部分:直接财产损失;生产损失;生活质量损失;其中最主要的是直接财产损失.我国学者^[7-10]对交通事故损失的认识和评价多参考国家公安部交通管理局,对交通事故损失的统计口径多为直接财产损失,因此以国家公安部交通管理局《中华人民共和国道路交通事故统计年报》中交通事故直接财产损失作为最主要的衡量交通损失的指标具有科学性和客观性.

交通事故损失影响因素的研究是众多学者研究的重点,交通事故损失与人、车和管理等交通因素息息相关.第一:与交通事故直接财产损失最直接相关的是人,Adebayo 等^[3]在其研究中提到,道路交通事故是导致人员死亡的最主要原因,已使得人们过早死亡并带来了极大的损失,对交通事故损失的确定和计量十分重要.Carozzi 等^[5]认为交通事故导致的人员死伤对社会造成了多重成本、其中包括疾病成本、间接成本、道路交通伤害、生产率损失等.李晓娟等^[9]分析死伤人数与交通事故损失的关系,并以此提出了以 BP 神经网络为基础的交通事故损失预测方法.第二:从车辆拥有量角度看,马社强^[11]对中国 1952—2009 年机动化水平与交通安全指标相关性回归分析,结果表明,随着机动化水平的提高,我国万车死亡率水平持续下降,但下降的速度逐渐放缓.黄杰等^[12]发现机动车拥有量与交通死亡人数成正相关,汽车拥有量增加将导致交通死亡人数增加,从而影响交通事故直接财产损失.王军雷等^[13]基于宏观面板数据模型发现,在我国经济长期平稳发展下,收入增加必然导致汽车拥有量上升,由此导致交通事故死亡率提高.第三:交通管理方面,一系列政策和各方资金投入可能使人、车和管理等交通因素都发生变化,并对道路交通损失产生重要影响.世界银行 1990 年的研究报告:“发生在发展中国家的大多数道路交通事故问题都与资金的短缺(包括车主的资金短缺与政府的资金短缺)有关”.刘志强等^[14]认为我国应加强道路设计和建设的投资力度,从而减少交通事故.Vladislav Krivda 等^[15]认为道路交通可持续发展与道路交通基础设施投资程度和方向密切相关.

从研究方法来看,交通事故损失不是由一个因素引起,E Amoros 等^[16]认为引发道路交通事故的原因往往是多种因素综合作用的结果.戴永安^[17]认为通过单一因素很难对交通事故损失的变化进行分析,并利用 1997—2007 年中国 31 个省份面板数据,对 10 年间的中国交通事故进行了空间计量分析,城市人口密度和车辆保有量剧增,与交通事故损失增加有密切联系.吴卢荣等^[18]借助 MATLAB 和 SPSS,构建了以全国人口总数、民用汽车拥有量、国内生产总值和机动车驾驶人员数量为影响交通直接财产损失主要因素的超对数生产函数模型.高波^[19]采用偏最小二乘回归方法(PLS),对交通事故损失与 GDP、人口数、公路总里程和机动车保有量的相关性进行分析,构建了交通事故经济损失预测模型.国外学者^[20-23]多依据数据条件和目标选择来确定事故损失,进而估价预防事故费用,做出减少和预防交通损失的最优选择.而我国学者^[24-35]已通过多种研究方法(BP 神经网络、超对数生产函数模型、广义线性模型、偏最小二乘回归方法(PLS)等)对交通事故损失的影响因素进行了研究,相关成果对本文有重要参考作用.

综上所述,在交通事故损失构成上,我国尚未达成统一划分标准的共识;在交通事故损失影响因素上,已有研究分别对人、车、道路、经济环境进行深入探索,鲜见结合 4 个因素的交叉分析研究,以致于难以全面评价和预测交通事故损失程度并提出有效对策.因此,本文以全国 31 个省市 2004—2015 年的面板数据为支撑,以《中华人民共和国道路交通事故统计年报》相关数据统计口径为标准,建立交通事故直接财产损失影响因素的计量经济回归模型,重点对交通事故直接财产损失与交通投资、汽车拥有量、交通死亡人数和城市人口的相关性进行宏观实证分析.

1 研究方法

1.1 样本区间、数据来源说明

考虑研究的可靠性和实效性,并依据目前可搜集到的最新可靠数据,选取样本区间为除港、澳、台外的全国 31 个省市 2004—2015 年的面板数据,31 个省市自治区分别为北京(BJ)、天津(TJ)、河北(HeB)、辽宁(LN)、上海(SH)、江苏(JS)、浙江(ZJ)、福建(FJ)、山东(SD)、广东(GD)、海南(HN)、山西(SXT)、

吉林(JL)、黑龙江(HLJ)、安徽(AH)、江西(JX)、河南(HeN)、湖北(HuB)、湖南(HuN)、四川(SC)、重庆(CQ)、内蒙古(NMG)、贵州(GZ)、云南(YN)、西藏(XZ)、陕西(SXX)、甘肃(GS)、广西(GX)、青海(QH)、宁夏(NX)、新疆(XJ);数据来源依据我国对交通事故相关数据的标准统一口径,选取国家统计局网站(<http://www.stats.gov.cn/>)和公安部交通管理局《中华人民共和国道路交通事故统计年报》国家官方可靠数据。

1.2 变量说明

依据数据时间和地区双维度特征,以不同地区探索建立面板数据模型(Panel Data Model),同时有横截面与时间序列两个维度,综合考虑时间以及相关经济基础、车辆保有量、人口数量、交通管理状况等因素在地区上的差异,以更加准确探索各个因素间的相关关系。

1.2.1 直接财产损失

直接财产损失作为衡量交通事故损害最直接的经济因素,总体来看我国交通事故损失 2004—2015 年呈现下降趋势,2004 年交通事故引发的直接财产损失为 239 141 万元,此后逐年递减至 2009 年的 91 437 万元,但是从 2010 年开始该数据开始反弹,2011 年和 2012 年分别增加到 107 873 万元和 117 490 万元,截止到 2015 年,直接财产损失额为 103 692 万元。该数据曲线为一条下降的曲线,2010 年之后的减速明显放缓,2013 年之后开始保持相对稳定。说明我国的交通安全管理取得阶段性成果,有效减少了 130.6% 的指标,为了将直接财产损失继续降低至最小,切实保护人们的生命财产安全的任务依然严峻,需要继续寻求新的交通事故管理概念与方法。

1.2.2 汽车拥有量

我国的汽车拥有量从 2004 年 10 783.44 万辆升至 2015 年 27 869.42 万辆,累计增加 158.45%,且该发展曲线为一条近似平滑的直线,年均增加汽车拥有量相对稳定,约为 1 500 万辆。可以看出,随着我国国民收入的提高,汽车拥有量稳定发展,交通运输行业作为经济的“纽带”日益繁荣的同时,面对的交通压力也日渐增加,交通堵塞、路况管理、路面维护等问题将成为今后交通事故不可忽略的因素。

1.2.3 交通事故死亡人数

交通死亡人数是交通事故研究中的重点,数据显示全国交通事故 2004 年死亡人数为 107 077 人,逐年呈现大幅减少的趋势,并于 2012 年降至 59 997 人,而从 2012 年开始,该数据曲线趋于平稳,2012 年至 2015 年该指标降低了 1 975 人,与 2012 年相比减少了 3.29%,2015 年相较 2014 年交通死亡人数减少 501 人,同比减少 0.86%。说明当前我国对于交通死亡的控制政策已见成效,但若要继续降低死亡人数需要新的思路、方法,经济发展因素的研究可能会对现状有新的理论意义。

1.2.4 交通投资

国家将综合交通领域作为改革重点,不断增加投资比重和建设力度,2004—2015 年期间,国家道路交通领域累计投资达 304 568.29 亿元。2004—2015 年,我国每年交通投资额逐年增加,2015 年交通投资额较 2004 年增长了 41 553.81 亿元,是 2004 年的 5.5 倍,这和我们的经济发展息息相关,体现了交通在我国发展中的重要地位。

1.2.5 城市人口

城市人口从 2004 年的 129 988 万人逐年稳步增加到 2015 年 137 462 万人,人口的不断增长使得交通建设和管理的压力加大,人为因素是交通管理研究的重点之一,根据《道路交通事故统计》公布的数据,发生交通事故的主要原因包括驾驶员疲劳驾驶、酒后驾车、超速行驶等,而由此类危险操作导致的交通事故占总数的 60%,是大多数交通事故的直接原因。研究表明不仅是驾驶员、行人的交通行为需要被规范,还需继续加强安全意识和出行文明教育,同时对交通管理者和政策制定者也提出了更高的要求。

1.3 模型构建

近些年,一些学者^[16-19]在研究我国道路交通安全问题时提出引发道路交通事故的原因往往是多种因素综合作用的结果。本文通过整理相关数据,并运用 Eviews 数据分析得到,以交通事故直接财产损失(万元)

作为被解释变量, 分别以汽车拥有量(CM)、交通事故死亡人数(P)、交通投资(I)、城市人口(D)做解释变量的单个影响因素模型检验结果见表 1.

表 1 单因素模型检验结果

变量	影响系数	t 检验值	概率值	拟合优度	F 检验值
CM /万辆	0.518 053	3.829 457	0.000 2	0.038 123	14.664 74
P /人	0.134 865	0.713 759	0.475 8	0.001 375	0.509 452
I /亿元	-0.306 420	-1.649 455	0.099 9	0.007 300	2.720 701
D /人	0.381 552	1.737 317	0.083 2	0.008 091	3.018 270

通过分析可以看出单因素模型中变量汽车拥有量(CM)的 t 检验值为 $3.829 457 > 2$, 通过了 t 检验, 但拟合优度为 $0.038 123$, 与 1 严重偏离, 模型的整体效果一般; 变量交通事故死亡人数(P)、交通投资(I)和城市人口(D)的 t 检验值的绝对值均小于 2, 且拟合优度均与 1 严重偏离, 因此单因素模型的效果都不好, 故本文以交通事故直接财产损失作为被解释变量, 以汽车拥有量、交通事故死亡人数、交通投资、城市人口做解释变量, 构建交通事故直接财产损失的计量经济面板模型. 但考虑多因素模型中, 多个解释变量间可能存在相关性, 取 2004—2015 年全国 31 省市 4 个变量的 372 个数据绘制散点图, 见图 1.

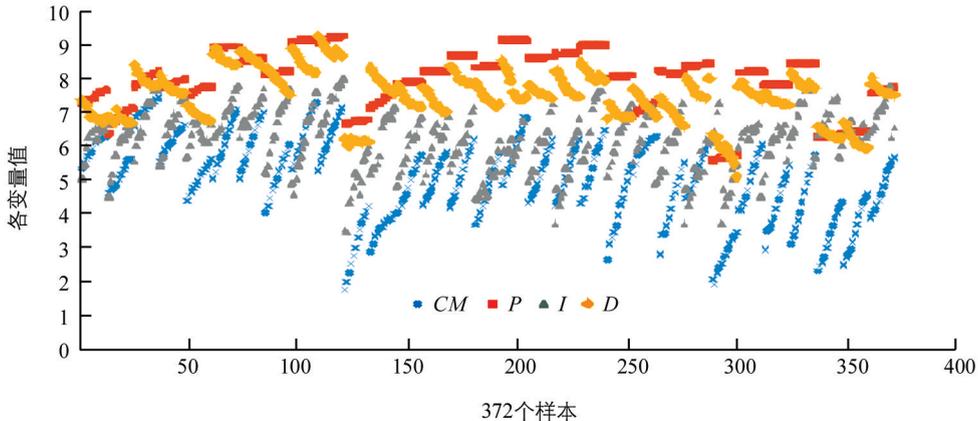


图 1 解释变量散点图

以散点图分析解释变量间的共线性问题, 经济模型中变量之间存在相关关系很正常, 由图 1 可以看出变量 CM 、 P 、 I 和 D 之间不存在完全共线, 因此只要面板回归结果通过检验, 那么回归结果即是有效的, 因此可以构建具体模型如下:

$$M^i = \alpha_0 + \beta_1 CM_{it} + \beta_2 P_{it} + \beta_3 I_{it} + \beta_4 D_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 31; t = 1, 2, 3, \dots, 12$$

其中, i 表示 31 个省市; t 表示年份; M^i 表示各省市交通事故直接财产损失(万元); α_0 为截距项; CM_{it} 表示各省市汽车拥有量(万辆); P_{it} 表示各省市交通死亡人数(人); I_{it} 表示各省市交通投资(亿元); D_{it} 表示各省市城市人口(人); μ_{it} 为随机误差项.

2 检验与实证结果

由于面板数据包含时间、截面两个维度, 所以易出现“伪回归”现象. 为了避免建模时出现此现象, 需对各变量进行单位根检验. 首先, 以稳健性更高的 ADF-Fisher 检验和 LLC 检验对面板数据进行单位根检验; 以 DF、ADF 检验为前提的 Kao 检验证明模型是否存在协整关系以及用 random effects-Hausman 检验, 判定模型属于固定模型还是随机模型.

2.1 平稳性检验

本文选择 LLC 检验和 ADF-Fisher 检验两种方法来进行面板数据单位根检验, 检验结果如表 2.

表 2 单位根平稳性检验结果

变量标准	数值	数值	概率	概率	判断结论
	ADF 检验	LLC 检验	ADF 检验	LLC 检验	
<i>M</i>	水平	150.658*	-10.477 4(* ** *)	0.0000	平稳
<i>CM</i>	水平	106.547	-10.517 6(* ** *)	0.0000	平稳
<i>P</i>	水平	131.027	-6.666 7(* ** *)	0.0000	平稳
<i>I</i>	1 阶	229.459	-18.004 7(* ** *)	0.0000	平稳
<i>D</i>	水平	186.696	-15.702 6(* ** *)	0.0000	平稳

注:***表示在 1%显著性水平上显著,*表示在 5%显著性水平上显著。

表 1 单位根平稳性检验结果显示:各变量 ADF 检验结果中 *M*,*CM*,*P*,*D* 4 个变量均在 1%的显著水平上表现平稳,从而拒绝存在单位根的原假设;变量 *I* 在 1%的显著水平上,表现非平稳,但是在经过一阶差分后,均在 1%的显著水平上表现平稳,从而拒绝原假设;依据 LLC 检验结果,各变量检验的 $p < 0.01$,则各变量通过单位根检验。综上所述,5 个变量均具有平稳性,满足下文协整检验条件。

2.2 协整检验

面板数据的协整检验方法,主要分为两大类:一类是建立在 Johansen 协整检验基础上的面板协整检验,另一类是建立在 Engle and Granger 二步法检验基础上的面板协整检验,具体方法主要有 Pedroni 检验、Kao 检验;文中计量模型涉及 5 个变量,采用 Kao 检验更为科学合理。故 Engle and Granger 面板协整里的 Kao 检验更加适合,Kao 协整检验结果,如表 3 所示。

表 3 Kao 协整检验结果

ADF 检验值	<i>t</i> 检验值	概率
	3.664 238	0.000 1
残差值	0.024 017	
HAC 检验值	0.024 017	

如上表所示,Kao 检验概率值为 0.0001,通过协整检验,说明被解释变量交通事故直接财产损失与解释变量交通投资、汽车拥有量、交通死亡人数和城市人口这 4 个变量之间存在长期协整关系。

2.3 Hausman 检验

根据对个体影响处理方式的不同,变截距模型分为固定影响模型、随机影响模型。下面通过 random effects-Hausman 检验,来判定模型属于固定模型还是随机模型。检验结果,如表 4 所示。

表 4 Hausman 检验结果

横截面数据随机模型 (<i>Rho</i> 值)	特殊变量随机模型 (<i>Rho</i> 值)	拟合优度	概率 (<i>F</i> 检验值)
0.402 0	0.954 5	0.971 965	0.000 000

如表 4: Hausman 检验横截面数据随机模型和特殊变量随机模型的概率值为 0.402 0,0.954 5,均大于 0.05,所以,接受原假设,即模型应该建立随机效应模型,可决系数(拟合优度)=0.971 965,较为接近于 1,表明模型拟合效果较好;概率(*F* 检验值)为 0.000 小于 0.01,说明模型较好地通过了 *F* 检验,所建方程模型总体线性显著。

2.4 实证结果

根据 random effects-Hausman 检验结果,各参数估计值见表 5。

表 5 random effects 模型估计结果

变量	影响系数	标准误差	<i>t</i> 检验值	概率值
<i>C</i>	19.079 72	1.908 419	9.997 658	0.000 0
<i>CM</i>	1.066 619	0.181 436	5.878 770	0.000 0
<i>P</i>	-1.146 691	0.333 891	-3.434 327	0.000 7
<i>I</i>	-0.919 460	0.202 612	-4.538 032	0.000 0
<i>D</i>	0.854 488 7	0.358 134	2.387 061	0.017 5

读取分析得到的影响系数带入公式(1), 模型估计为

$$M_{it} = 19.08 + 1.07CM_{it} - 1.45P_{it} - 0.92I_{it} + 0.85D_{it} \quad (2)$$

$$t = (1.00) \quad (5.89) \quad (-3.43) \quad (-4.54) \quad (2.39)$$

$$R^2 = 0.971965 \quad F = 343.6364$$

$$(i = 1, 2, \dots, 31; t = 1, 2, \dots, 12)$$

结果显示: 由公式(2)中变量汽车拥有量(CM)、交通死亡人数(P)、交通投资(I)、城市人口(D)下面的 t 检验值判断各解释变量对被解释变量影响的显著性, 可以看出, 各个变量 t 检验的结果 t_i 分别为: 5.89, -3.43, -4.54, 2.39. 由 $|t_i| > 2$, 说明汽车拥有量(CM)、交通死亡人数(P)、交通投资(I)、城市人口(D)与交通事故直接财产损失(M)间有显著的相关性, 用线性回归模型探索其之间的关联性: 汽车拥有量(CM)和城市人口(D)与交通事故直接财产损失(M)呈现正的相关关系, 汽车拥有量(CM)平均每增加 1 辆, 交通事故直接财产损失(M)平均增加 1.07 万元; 城市人口(D)平均每增加 1 人, 交通事故直接财产损失(M)平均增加 0.85 万元; 交通死亡人数(P)和交通投资(I)与交通事故直接财产损失(M)呈现负的相关关系, 从模型结果上来看, 交通死亡人数(P)与交通事故直接财产损失(M)呈现反向相关; 交通投资(I)平均每减少 1 亿元, 交通事故直接财产损失(M)平均增加了 0.9 万元. 从现实意义上来说, 交通死亡人数(P)、交通投资(I)和交通事故直接财产损失(M)的变化关系较为复杂, 通过 hausman 分析结果可以看出, 交通死亡人数(P)、交通投资(I)和交通事故直接财产损失(M)之间的关系受社会经济水平时间差异和地区差异的影响显著.

依据我们所构建的随机效应模型, 各地区随机效应影响因素差异大, 对于个别变量受到地区间经济发展水平、道路环境状况以及人口流动性等多因素的影响, 在地区上表现出的失衡, 需基于不同地区客观数据和现实情况进行深入具体分析, 且从时间上来看, 随着我国经济和科技的发展, 交通管理投资加大、技术和方法改善, 使得各个变量时间趋势明显, 因此在做地区分析时结合时间趋势来进行再次分析.

2.5 地区及时间差异分析

基于上面构建的地区时间效应模型, 得出我国 31 个省市自治区的随机效应值结果(表 6)和时间随机效应值(表 7), 基于交通事故损失随机效应模型, 结合交通事故损失时间差异深入分析地区差异的影响(图 2).

表 6 全国 31 个省市自治区随机效应值

华 北					东 北			华 东		
BJ	TJ	HeB	SXT	NMG	LN	JL	HLJ	SH	JS	ZJ
1.23	1.26	1.00	0.88	0.37	0.93	1.46	1.64	1.12	0.77	1.55
华 东				中 南				西 南		
SD	JX	FJ	AH	HeN	HuN	HuB	GD	GX	HN	CQ
1.57	2.03	1.42	1.55	2.00	2.01	1.90	-7.49	-8.24	-8.56	1.37
西 南				西 北						
SC	GZ	YN	XZ	SXX	GS	NX	QH	XJ		
-7.11	1.31	1.18	0.22	1.47	0.75	0.47	-0.27	0.12		

表 7 时间随机效应值

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009
C 值	0.588240	0.323705	0.126290	-0.039474	-0.167738	-0.498111
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
C 值	-0.198373	-0.030702	0.50332	-0.042814	-0.025617	-0.085738

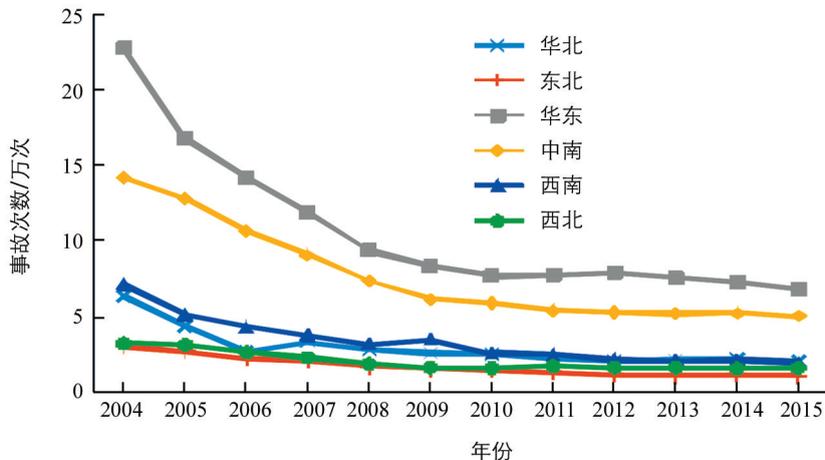


图 2 2004—2015 全国六大片区事故次数(次)

以地区随机效应值表示各地区的交通事故损失与平均值的偏离程度,对地区交通事故情况按地区进行深入分析.考虑地区交通事故具体情况,依据交通事故直接财产损失在人口、地形、道路环境上的差异,将 31 个省市自治区大致分为东、中、西 3 个部分,在此基础上依据经济发展水平、交通投资、城市汽车保有量等差异,对采集全国数据按 6 个大行政区分为 6 组:华北(北京、天津、河北、山西、内蒙古);东北(辽宁、吉林、黑龙江);华东(上海、江苏、浙江、山东、江西、福建、安徽);中南(河南、湖南、湖北、广东、广西、海南);西南(重庆、四川、贵州、云南、西藏);西北(陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆),通过交通事故起数、死亡人数、受伤人数和直接财产损失 4 个指标,用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计分析,以 F 检验对 6 个大片区组间方差齐性进行检验,在检验结果为齐性的基础上,进一步对各地区进行指标比较 LSD 差异检验,深入分析 6 个大行政区的交通事故伤亡情况.

我国交通事故起数、死亡人数、受伤人数均呈逐年减少态势,同比分别下降 4.6%,0.9%和 5.7%,但直接财产损失先减后增了.从时间上看(表 7),我国道路交通安全发展不平衡,主要呈现出两个阶段,第一阶段:2004—2006 年,时间随机效应值为正数,但是值越来越小,说明 2004—2006 年是我国交通事故直接损失快速降低的阶段,但是降低的速度逐年放缓;第二阶段:2007—2015 年,随机效应值为负值,说明交通事故直接财产损失降低速度放缓,且在 2012 年出现小幅增加.从地区上来看(表 6 和图 2):2004—2015 年间,华东和中南地区发生交通事故起数有明显下降,华北、东北、西北和西南地区降幅较小;6 个大行政片区组间交通事故起数、死亡人数、受伤人数和直接财产损失进行 LSD 多重比较,其结果提示:华东和中南地区与其他地区显著差异($p < 0.01$),西南与东北有差异($t = -13254.90, p < 0.05$),华北与西南、西北和东北差异不显著.结合各地区随机效应值(表 6),其中华北地区北京(1.23)和天津(1.26),东北地区吉林(1.46)和黑龙江(1.64),西南地区重庆(1.37)和贵州(1.31),以及西北地区陕西(1.47)交通状况相对严峻,而华东和华南地区更具特殊性,主要表现在交通事故起数、死亡人数、受伤人数和直接财产损失的集中性和波动性上,与其它各地区均差异显著,且华东地区区内不同省市间随机效益值普遍较高,而中南地区不同省市间随机效益值最大差异值达到了 10.25,华东地区和中南地区交通事故情况复杂需重点关注.

3 讨论

由实证结果可知,汽车拥有量、交通死亡人数、交通投资、城市人口因素对交通事故直接财产损失有显著影响.

汽车拥有量对我国交通事故直接财产损失有正面影响.在我国经济长期平稳发展的前提下,居民收入、道路扩张和汽车行业发展必然导致汽车数量不断攀升,比如汽车保有量从 2006 年 14 522.90 万辆上升到 2015 年 27 869.42 万辆,累计增加 91.89%,由此加剧道路负担引发交通堵塞等问题,增加交通事故发生风险,一旦发生事故,极可能是多车相撞或连环事故,从而带来更大的财产损失.

交通事故死亡人数和交通事故直接财产损失呈负相关,交通事故死亡人数由 2006 年的 89 455 起减至

2015 年的 58 022 起, 涉事人员安全管理成果显著, 这与我国道路交通规划的完善、交通安全管理的改进、以及医疗救治技术提升息息相关. 但交通事故伤亡人员救援费用、车辆损失及维修费用却持续上升, 表现为直接财产损失在 2009—2012 年间多次反弹, 其后下降速度不断放缓.

交通投资与交通事故直接财产损失呈反向变动. 近年来, 我国坚持交通强国的战略, 国家道路交通领域累计投资已达到 287 308.03 亿元, 政府机构愈加重视交通安全, 表现为更多政策支持和管理升级, 而社会资本也正逐渐进入到交通安全领域中, 协助改善交通道路行驶情况, 降低交通事故发生风险, 在未来会继续加大交通建设及管理投资, 以此减少交通事故带来的直接财产损失.

城市人口对交通事故直接财产损害有正面影响, 城市人口越多, 且随着人均可支配收入的增长, 出行方式具有多元化发展态势. 车多、人挤、道路建设不匹配等问题, 加大了交通事故发生的风险, 可能导致交通事故的严重性更大, 伤亡率更大, 由此所带来的直接财产损失也随之增加.

不同地区城市在经济发展水平、汽车拥有量、人口数量上表现出的地区性失衡, 导致不同地区交通事故发生情况差异显著, 华东和中南地区与其他地区显著差异, 西南与东北有差异, 华北与西南、西北和东北差异不显著. 华东和华南地区更具特殊性, 主要表现在交通事故起数、死亡人数、受伤人数和直接财产损失的集中性和波动性上, 华东地区内不同省市间随机效益值普遍较高, 中南地区不同省市间随机效益值最大差异值达到了 10.25, 华东地区和中南地区交通事故情况复杂需重点关注.

4 结 语

1) 汽车拥有量的增加是交通事故损失上升的一个重要原因, 目前单双号限行和摇号的方法只能短期内减缓汽车拥有量的增速, 但是长远来看并不能改善我国道路交通环境, 应针对更为特殊的地区和路段的道路交通. 依据研究结果, 道路交通情况更为复杂的华东、中南地区和交通情况相对更严峻的省市: 北京、天津、吉林、黑龙江、重庆、贵州、陕西, 以及上下班、春运等特殊时期特殊路段, 应制定针对性和适应性更强的特殊法律法规并加强实时管理. 加强交通法律体系建设和执法力度, 依据路况修订和完善地方交通法规和管理办法, 是政府最为直接和有效的交通管理手段, 通过交通立法刺激行为改变来改善道路安全, 减少中国的交通事故直接财产损失.

2) 当前, 交通事故死亡人数大幅度减少, 但是由于事后救援的不及时, 导致由此带来的直接财产损失仍然较高. 因此要建立更加完善的交通管理体系, 设立系统性覆盖率高且及时的交通实时监控、反馈和控制交通监测站和救援站, 对这些交通相关情况进行监控、收集、反馈和研究, 是交通管理的重要辅助手段, 贯穿事前控制、事中监测和事后救援. 事前交通道路状况的监测和反馈, 能有效预防交通事故的发生; 事中交通事故发生情况的监测, 有利于明确事故责任, 找出并避免事故致因; 事后事故发生情况的及时反馈, 对于相关伤亡人员的救援起到了至关重要作用. 根据交通事故发生的频率, 建立地区交通事故救援站, 以交通事故发生的具体的情况来做相应的准备, 合理配置救援物资. 对事故后的实时监控、精准定位、充分沟通和及时救援, 有利于挽救事后生命和财产损失.

3) 根据研究结果加大交通建设和安全管理投资能有效减少交通事故带来的财产损失. 增加交通安全基础设施投资, 优化交通投资结构, 依据收集来的不同地区省市的交通及相关影响因素信息, 通过分析, 重点投资于建设汽车保有量大且增加速度较快的地区, 人口密集且复杂的地区也是交通投资建设的重点. 在规划好地区投资的同时优化道路建设和相关安全基础设施的建设比例. 近年来, 我国大量的交通投资都投资于道路建设上, 相对忽略了相关交通安全基础设施的建设, 应加大对交通安全基础设施建设的投资.

4) 人是交通事故中唯一主观和有意识的主体, 是交通安全管理的关键. 近年来随着经济发展和人口增加, 驾驶人员数量也急剧增加, 由此导致交通事故直接财产损失增高. 因此加强对驾驶人员的培训、考核和发证管理, 特别是对中青年驾驶人员的继续教育和培训. 提高驾驶人员交通安全素质, 加强全民交通安全教育, 建立适合我国交通事故特征的全民交通安全教育体系. 不同地区交通事故发生分布情况差异大, 要建立由上而下、具体到以村镇、社区和公司为单位的交通安全教育, 重点把握交通法规和安全知识的学习, 对交通主体人的充分管理, 有利于将事后处罚和控制转变为事前预防.

参考文献:

- [1] WANGDI C, GURUNG M S, TASHI D B, et al. Burden, Pattern and Causes of Road Traffic Accidents in Bhutan, 2013-2014: A Police Record Review [J]. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 2018, 25(1): 65-69.
- [2] WORLD HEALTH ORGANIZATION. World Report on Road Traffic Injury Prevention [R]. World Report on Road Traffic Injury Prevention. World Health Organization, 2004: 270-275.
- [3] OYETUBO A O, AFOLABI O J, OHIDA M E. Analysis of Road Traffic Safety in Minna Niger State, Nigeria [J]. *Logistics & Sustainable Transport*, 2018, 9(1): 23-38.
- [4] NGUYEN H, IVERS R Q, JAN S, et al. The Economic Burden of Road Traffic Injuries: Evidence from a Provincial General Hospital in Vietnam [J]. *Injury Prevention Journal of the International Society for Child & Adolescent Injury Prevention*, 2013, 19(2): 79-84.
- [5] CAROZZI S, ELORZA M E, MOSCOSO N S, et al. Methodologies for Estimating the Indirect Costs of Traffic Accidents [J]. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 2017, 55(4): 441-451.
- [6] 易俊. 道路交通事故经济损失分析与评价 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- [7] 武娟. 道路交通事故经济损失评估指标体系及其测算方法研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
- [8] 刘恩猛. 道路交通事故经济损失计算方法研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [9] 李晓娟, 丁艺, 岳小泉, 等. 基于BP神经网络的道路交通事故损失预测 [J]. *森林工程*, 2006, 22(5): 57-59.
- [10] 姜华平, 尹涛, 李新来, 等. 道路交通事故社会经济损失量化指标与方法的探讨 [J]. *公路交通科技*, 2005, 22(4): 120-124.
- [11] 马社强. 区域道路交通安全评价的理论与方法 [D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [12] 黄杰, 叶厚元, 云俊. 基于宏观计量经济面板数据模型的我国交通事故发生规律研究 [J]. *安全与环境工程*, 2017, 24(4): 105-111.
- [13] 王军雷, 孙小端, 贺玉龙, 等. 基于面板数据的交通事故宏观模型研究 [J]. *北京工业大学学报*, 2012, 38(4): 575-580.
- [14] 刘志强, 赵艳萍. 中国交通安全技术分析 [J]. *中国安全科学学报*, 2003, 13(8): 18-21.
- [15] KRIVDA V, PETRU J. Usage of Video Analysis of Traffic Conflicts for the Evaluation of Inappropriately Designed Building Elements on Intersections [J]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, 143: 12-56.
- [16] AMOROS E, MARTIN J L, LAUMON B. Comparison of Road Crashes Incidence and Severity between some French Counties [J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2003, 35(4): 537-547.
- [17] 戴永安. 中国交通事故发生机制的空间计量分析 [J]. *统计与信息论坛*, 2012, 27(1): 38-43.
- [18] 吴卢荣, 梁方方, 施志楷. 中国交通事故损失的超越对数生产函数模型 [J]. *数学的实践与认识*, 2010, 40(22): 56-61.
- [19] 高波. 基于PLS的道路交通事故经济损失预测模型的构建 [J]. *辽宁警察学院学报*, 2017, 19(2): 59-63.
- [20] TRIANTIS K, SARANGI S, TEODOROVIC D, et al. Traffic Congestion Mitigation: Combining Engineering and Economic Perspectives [J]. *Transportation Planning & Technology*, 2011, 34(7): 637-645.
- [21] YANG S, LU S, WU Y J. GIS-based Economic Cost Estimation of Traffic Accidents in St. Louis, Missouri [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, 96: 2907-2915.
- [22] SENGOELGE M, LAFLAMME L, ELKHATIB Z. Ecological Study of Road Traffic Injuries in the Eastern Mediterranean Region: Country Economic Level, Road User Category and Gender Perspectives [J]. *Bmc Public Health*, 2018, 18(1): 236-249.
- [23] MOKDAD A H. Intentional Injuries in the Eastern Mediterranean Region, 1990—2015: findings from the Global Burden of Disease 2015 study [J]. *International Journal of Public Health*, 2017, 95(6): 1-8.
- [24] 刘银, 吕建新. 道路交通事故损失的致因分析与控制策略 [J]. *道路交通与安全*, 2008, 28(4): 14-17.
- [25] 曾娟. 基于广义线性模型交通事故损失影响因素研究 [J]. *武汉理工大学学报*, 2010, 32(6): 155-158.
- [26] 张浩, 马路, 俞宏熙, 等. 基于固有匹配对数据的交通事故致死亡风险因素分析 [J]. *交通信息与安全*, 2016, 34(5): 61-67.
- [27] 任英, 彭红星. 中国交通事故伤亡人数影响因素的实证分析 [J]. *预测*, 2013, 32(3): 1-7.
- [28] 孙丽璐, 吴奇, 赵娟, 等. 我国2004—2015年交通事故影响因素实证研究 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*,

2018, 40(11): 112-118.

- [29] 杨 东, 张岫竹, 张彦琦, 等. 2004—2015 年中国高速公路与普通公路交通伤对比研究 [J]. 第三军医大学学报, 2017, 39(6): 589-596.
- [30] 刘金广. 城市交通综合发展及供需关系测算模型研究 [J]. 综合运输, 2016, 38(7): 30-36.
- [31] 王博宇, 李杰伟. 中国交通事故的统计分析及对策 [J]. 当代经济, 2015(20): 116-119.
- [32] 郑渊茂, 何原荣, 冷 鹏, 等. 基于无人机的交通事故现场快速制图及归档系统构建 [J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2017, 31(11): 146-155.
- [33] 刘志强, 王 玲, 张爱红, 等. 基于贝叶斯模型的雾霾天高速公路交通事故发生机理研究 [J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2018, 32(1): 43-49.
- [34] 徐培培, 陈富坚, 戴 波, 等. 基于消费行为学的城市交通工具选择决策机制 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2018, 40(10): 173-180.
- [35] SUN L L, LIU D, et al. Analysis on the Accident Casualties Influenced by Several Economic Factors Based on the Traffic-Related Data in China from 2004 to 2016 [J]. Chinese Journal of Traumatology, 2019, 22: 75-79.

Analysis of the Influencing Factors of Traffic Accident Losses and Their Regional Features in China

——A Study Based on the Panel Data of 31 Provinces from 2004 to 2015

SUN Li-lu¹, CHEN Tian², ZHAO Juan²,
WU Qi², ZHAO Hui³

1. School of Management, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;

2. School of Economy and Finance, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;

3. Institute of Traffic Medicine, the Third Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400042, China

Abstract: In recent years, the number of motor vehicles and drivers has surged, the frequency of population movements has intensified, and contradictions among people, cars, roads and the environment have become prominent. However, regional traffic safety management is inadequate and the accident emergency system is not perfect, resulting in huge economic losses. Traffic accidents have become a major social problem that needs to be solved urgently. This paper analyzes the panel data of traffic-related indicators of 31 provinces/municipalities in China from 2004 to 2015. taking car ownership, traffic investment, urban population and traffic accident deaths as the explanatory variables. Regression and statistical analyses are carried out to explore the changing laws of factors and their impact on the direct property losses of traffic accidents. The results show that direct property loss from traffic accidents is in a significant correlation with car ownership, death toll from traffic accidents, traffic investment and urban population. Car ownership and urban population are positively correlated with direct property loss from traffic accidents, while traffic death toll is negatively correlated with traffic investment. Urban traffic accidents vary greatly in different regions. Traffic accidents in East China and Central and South China are complicated and more special, which requires targeted prevention and management.

Key words: traffic accident; direct property loss; panel data; econometric model; regional imbalance

