

A Research about Macroscopical Factors and Traffic Safety in China Basing on Random-Effects Negative Binomial Model

Tiejun Zhang¹, Chengcheng Tang¹, Fang Ye²

¹Research Institute of Highway, Beijing, China, 100088

²Beijing Jiaotong university, Beijing, China, 100044

Email: tj.zhang@rioh.cn

Abstract: A research about macroscopical factors and traffic safety in China was done basing on random-effects negative binomial model. The macroscopical factors included the macroscopical economy, society development level and traffic development level in 31 provinces. It was found that with the increase of assoeted GDP, the traffic accident number will increase first and decrease subsequently. Whole, with the increase of GDP, the traffic accident number will decrease and the traffic injured peoples will increase. With the increase of population, both the traffic accident number and the traffic injured peoples will increase. With the increase of education people, both the traffic accident number and the traffic injured peoples will decrease. With the increase of truck proportion, the traffic injured peoples will increase.

Keywords: random-effects negative binomial model; GDP; traffic accident

基于随机效应负二项模型的宏观因素对我国交通事故安全影响性分析研究

张铁军¹, 唐琤琤¹, 叶芳²

¹交通运输部公路科学研究所, 北京, 100088

²北京交通大学, 北京, 102300

Email: tj.zhang@rioh.cn

摘 要: 本文应用基于随机效应负二项模型的分析方法对我国31个省市地区的宏观经济、社会发展水平、交通发展状况等宏观因素对交通安全的影响特性进行了分析研究。研究表明, 分类GDP指标细节上对事故次数的影响呈先增加后降低的趋势, 从整体趋势上随着GDP的增加事故次数呈降低趋势, 而受伤人数呈增加趋势; 人口和城镇化程度对事故次数和受伤人数皆为正向影响, 每十万人中受教育人口数皆为负影响; 民用车中货车数量对事故受伤人数呈正向影响。

关键词: 随机效应负二项模型; GDP; 交通事故

1 引言

近年来, 中国的国民经济一直保持着持续快速发展的势头, 代表经济发展指标的GDP(国内生产总值)不断创造新的记录, 如图1中左图为我国1999年至2007年GDP发展情况。到2008年底我国GDP已经排名世界第三位, 我国港澳台GDP过万亿的省份已有13个, 而且保持着继续增加的趋势^[1]。

经济的快速发展, 反映在社会发展的方方面面。

基金项目: 科技部、公安部、交通运输部三部委国家道路交通安全科技行动计划“山区公路网安全保障技术体系研究与示范工程”课题: 2009BAG13A02

在经济快速发展的大背景下, 作为经济发展支撑动脉的交通建设也得到了蓬勃的发展, 图1中右图为1999年到2007年中国公路里程情况, 一直保持增长势头, 其中2006年后相对于2005年以前里程显著增加。

在中国交通建设取得巨大发展的同时, 中国交通安全的严峻形式也日益突出, 如图2所示的1999年至2007年中国交通事故次数和死亡、受伤人数分布情况^[2], 尽管2002年以来事故指标呈下降趋势, 但依然处于高位。交通事故给人民生命财产安全带来极大损失, 不利于社会和谐发展。

为客观反映国民经济快速发展形势下我国交通安

全特性及其发展趋势,本文针对1999年至2007年,我国31个省市地区的宏观经济、社会发展水平、交通发展状况等宏观因素对交通安全的影响特性进行分析研

究,具体指标有GDP、人口数目、土地面积、车辆保有量、道路里程、驾驶员数量、公共交通发展水平、城镇化发展水平、医疗发展水平、受教育人口比例等。

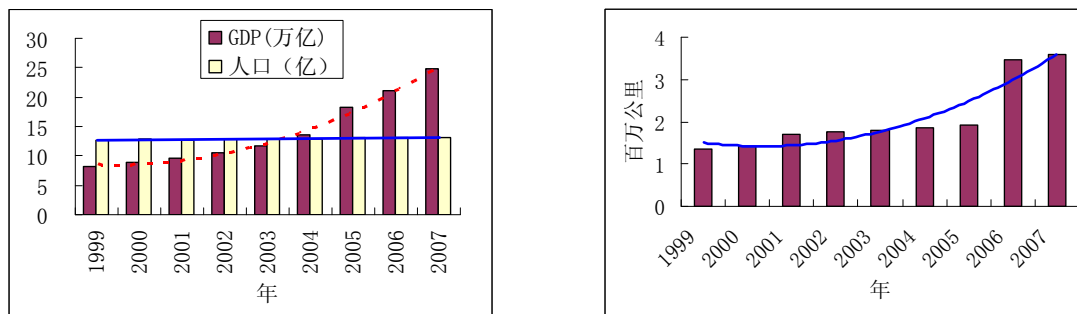


图1. 1999年到2007年中国GDP和人口发展形势（左）和公路里程发展情况（右）

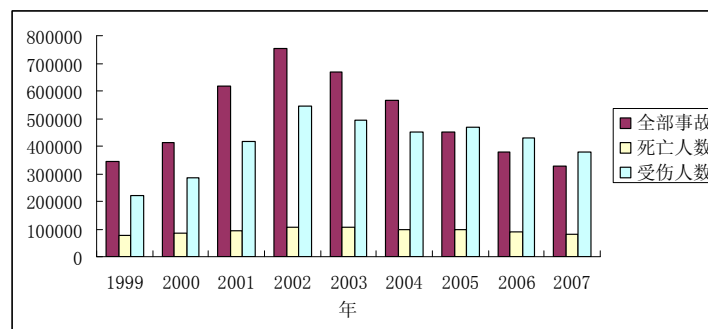


图2. 1999年到2007年中国道路交通事故发展情况

2 国内外研究现状

目前,国内外有大量关于宏观因素对交通安全影响特性的相关研究。比较典型的有毛力增等^[3]对世界上具有国际代表性的26个国家和地区的道路交通安全状况研究。研究的道路交通安全影响因素涵盖了机动车保有量、道路总里程、GDP总量、人口、人均机动车保有量、人均GDP以及各国的交通安全目标七个方面。对道路交通安全水平采用交通事故死亡人数、受伤人数、万车死亡率、10万人口死亡率和致死率进行评价。通过相关性分析得出交通事故伤亡人数与机动车保有量、道路总里程、GDP总量以及人口的数量存在密切的联系,其中万车死亡率随着人均机动车保有量的增加而降低;交通事故致死率与经济发展水平尤其密切,人均GDP和人均机动车保有量越高的国家或地区,交通事故致死率就低。

梁广华等^[4]根据1983年以来交通系统人-车-路中相关数据按照多元统计方法建立了我国交通安全模型,揭示出交通安全中交通事故发生量、死亡人数同

驾驶员人数、汽车保有量、公路里程、GDP之间的定量关系:交通事故发生量随汽车保有量的增加而减少,随公路里程的增加而增加,同驾驶员人数、GDP无关;交通事故死亡人数随驾驶员人数的增加而减少,随公路里程、GDP的增加而增加,同汽车保有量无关。

国外研究中,Robert B.Noland等^[5]分析能有效减少交通事故伤亡率的各种因素,重点分析了改善医疗服务和技术的影响。分析表明在平均住院时间、国家卫生服务人员平均水平和等待入医院治疗平均人数这三个医疗服务状况相对变化不大的前提下,改进医疗技术能大大减少总的事故伤亡人数。其他有效的因素还包括总人口中的老年人比例,酒精的平均支出、道路承载能力、平均车龄等。

W.Odero等^[6]指出每万车死亡率随着车辆保有量的增加而减少,相反,亚洲和非洲的低经济收入国家每年每十万人的伤亡率低于东南亚和中东的中等收入国家。

World Bank^[7]用88个国家1963-1999年的面板数据

研究了收入增长对交通事故死亡率、每车死亡率、机动化水平的影响。机动车死亡率随着到达平均收入前的收入水平的提高而增加,到达峰值后即随着收入水平的提高而下降。因为在低收入期,机动车增长水平超过每车死亡率的下降水平,高收入国家则相反。

综合国内外关于宏观因素对安全的影响成果,在研究方法上多以简单线性相关的方法为主,相关分析指标多受研究目标的影响而不够全面,并且分析数据多为不同国家间的比较,而尚缺少反映我国各省市地区横向对比情况的分析。基于上述情况,本文应用随机效应负二项模型对1999年至2007年,我国31个省市地区尽可能多的宏观因素指标对安全影响特性进行分析和研究有利于更客观、准确地反映我国的安全特性。

3 研究数据

本文用于分析和研究的数据为1999年至2007年我国31个省市自治区的26项宏观数据指标。其中GDP、人口、土地面积、公共交通客运总量、每万人拥有公

共交通车辆数、人均城市道路面积、民用汽车拥有量、民用载客汽车、民用载货汽车、各地区公路运输汽车拥有量、公路载客汽车、公路载货汽车、民用机动车驾驶员人数、民用汽车驾驶员人数、城镇化水平、卫生机构人员数、公路里程、高速公路里程、一级公路里程、二级公路里程和等外公路里程这21个指标项的数据直接来源于《中国统计年鉴》(2001-2008)。交通事故起数、交通事故死亡人数、交通事故受伤人数和交通事故直接财产损失这4个数据指标取自公安交通管理部门发布的《交通事故年报》由公安局统计资料所得。为了分析教育程度对安全的影响,本文借用每十万人人口中正在受教育人口数指标,其值为每十万总人口数中小学、初中、高中、大专及以上人口数之和,是由《中国统计年鉴》中小学、初中、高中、大专及以上人口数的统计数据计算所得。由于在分析过程中为了保证指标间的均衡性,对一些指标进行了对数处理、增大量级等措施,用于本文分析和研究的变量含义和基本统计情况如表1。

表1. 变量含义、赋值和基本统计表

含义	变量	均值 Mean	标准差 Std. Dev.	最小值 Min	最大值 Max
年份	year	2003.5	2.295921	2000	2007
省份	pro	16	8.962359	1	31
GDP(亿元)	gdp	5343.721	5109.715	117.464	31084.4
GDP 取对数	lgdp	8.122984	1.080983	4.766132	10.34446
GDP 除以 1000	llgdp	5.343721	5.109715	.117464	31.0844
人口(万人)	pop	4135.848	2633.007	262	9717
人口取对数	lpop	8.035762	.8840508	5.568345	9.181632
土地面积(万平方公里)	area	29.97774	36.8108	.62	160
公共交通客运总量(万人次)	gjkyl	136182.7	113864	109	596176
公共交通客运总量取对数	lgkyl	11.35389	1.271988	4.691348	13.29829
每万人拥有公共交通工具数(标台)	gjl	9.542974	4.685675	3	30.81362
人均城市道路面积(平方米)	rjcsdl	10.08372	3.384157	3.9	31.82977
民用汽车拥有量(万辆)	mqc	85.06129	72.34963	4.5	428.95
民用汽车拥有量取对数	lmqc	4.090383	.9106137	1.504077	6.06134
民用载客汽车(万辆)	mzk	54.98564	52.76599	2.3	302.49
民用载客汽车取对数	lmzk	3.577718	.997918	.8329091	5.712048
民用载货汽车(万辆)	mzh	28.10399	21.40647	2.12	118.88
民用机动车驾驶员人数(万人)	mjjsy	360.4591	308.5646	6.67	1610.05
民用机动车驾驶员人数取对数	lmjjsy	5.495229	1.011529	1.89762	7.38402
城镇化水平	czh	44.64585	15.61572	18.93	89.09
卫生机构人员数(人)	wsjg	177398.3	101900.5	10058	452061
卫生机构人员数取对数	lwsjg	11.83896	.831921	9.216124	13.02157
每十万人中受教育人口数(人)	jyqk	83526.3	8222.66	41399.39	94482.09
每十万人中受教育人口数取对数	ljyqk	11.32698	.1156236	10.63102	11.45617
公路里程(公里)	gllc	70635.79	48216.16	4325	238676
公路里程取对数	lgllc	10.89351	.8139571	8.372168	12.38286
高速公路里程(公里)	gsle	1069.198	850.5499	0	4556
交通事故起数(起)	qs	16839.73	15198.32	638	69555
交通事故起数取对数	lqs	9.292798	1.037544	6.458338	11.14987
交通事故起数除以 1000	llqs	16.83973	15.19832	.638	69.555
交通事故死亡人数(人)	sw	3051.746	2182.432	210	11151
交通事故死亡人数取对数	lsw	7.752574	.7898683	5.347107	9.319284
交通事故死亡人数除以 1000	llsw	3.051746	2.182432	.21	11.151
交通事故受伤人数(人)	ss	14027.27	13053.34	451	77591

交通事故受伤人数取对数	lss	9.143394	.9787702	6.111467	11.25921
交通事故受伤人数除以 1000	llss	14.02727	13.05334	.451	77.591
高速公路里程比例	gsbl	1.822635	1.30759	0	6.905056
分类 GDP	fgdp	5665.323	4494.136	500	18000
分类 GDP 除 1000	llfgdp	5.665323	4.494136	.5	18

4 分析方法

基于本文研究的交通事故及相关数据的时间序列性和空间序列性，数据具有典型的面板数据特性。面板数据即时间序列和截面数据的混合。一般严格地讲是指对一组个体（如居民、国家、公司等）连续观察多期得到的资料，很多时候也称其为“追踪资料”[8]。近年来，由于面板数据资料获得变得相对容易，使得其应用范围也不断扩大，其在交通安全研究领域也得到了初步的应用[9]。面板数据研究模型有固定效用模型和随机效用模型等形式。固定效应模型的基本目的是在控制个体效应的前提下估计模型的参数，而随机效应模型在分离出方差中的长期成分和短期成分更为适用。在以往的事故预测模型研究中，负二项模型在于符合事故分布上具有明显的优势，被证明是经典事故预测研究模型[10]。但其未能有效解决事故分布的时间和空间三维相关性问题。

(1) 模型基础

基于面板数据的负二项模型由普通的泊松和负二项模型发展而来。在随机效用和固定效用的偏分离差模型中， y_{it} 表示第*i*组中的第*t*个观测值。 y_{it} 服从均值为 γ_{it} 的泊松分布， γ_{it} 服从均值为 λ_{it} ，方差为 δ_i 的gamma分布，其中 $\lambda_{it} = \exp(x_{it}\beta + offset_{it})$ 。该模型为：

$$\Pr(Y_{it}=y_{it}|\delta_i) = \frac{\Gamma(\lambda_{it}+y_{it})}{\Gamma(\lambda_{it})\Gamma(y_{it}+1)} \left(\frac{1}{1+\delta_i}\right)^{\lambda_{it}} \left(\frac{\delta_i}{1+\delta_i}\right)^{y_{it}} \quad (式1)$$

仅从组内效应看，第*i*组可用方差为 $1+\delta_i$ 的负二项分布模型来进行描述，即每组的方差是恒定的。特别注意的是该负二项分布模型的参数与普通负二项模型的默认参数不一致，普通负二项模型的方差为 $1+\alpha \exp(x\beta+offset)$ 。

在随机效应最大离差模型中， δ_i 在各组中随机变化。即假设 $1/(1+\delta_i)$ 服从Beta(r,s)分布。第*i*组的联合概率值为：

$$\begin{aligned} & \Pr(Y_{i1}=y_{i1}, \dots, Y_{in_i}=y_{in_i}) \\ &= \int \prod_{t=1}^{n_i} \Pr(Y_{it}=y_{it} | \delta_i) f(\delta_i) d\delta_i \quad (式2) \\ &= \frac{\Gamma(r+s)\Gamma(r+\sum_{t=1}^{n_i} \lambda_{it})\Gamma(s+\sum_{t=1}^{n_i} y_{it})}{\Gamma(r)\Gamma(s)\Gamma(r+s+\sum_{t=1}^{n_i} \lambda_{it}+\sum_{t=1}^{n_i} y_{it})} \end{aligned}$$

$$\times \prod_{t=1}^{n_i} \frac{\Gamma(\lambda_{it}+y_{it})}{\Gamma(\lambda_{it})\Gamma(y_{it}+1)} \quad (式3)$$

结果值的对数可能性为：

$$\begin{aligned} \ln L = \sum_{i=1}^n \omega_i \left\{ \ln \Gamma(r+s) + \ln \Gamma(r+\sum_{k=1}^{n_i} \lambda_{ik}) + \ln \Gamma(s+\sum_{k=1}^{n_i} y_{ik}) \right. \\ \left. - \ln \Gamma(r) - \ln \Gamma(s) - \ln \Gamma(r+s+\sum_{k=1}^{n_i} \lambda_{ik}+\sum_{k=1}^{n_i} y_{ik}) \right. \\ \left. + \sum_{t=1}^{n_i} [\ln \Gamma(\lambda_{it}+y_{it}) - \ln \Gamma(\lambda_{it}) - \ln \Gamma(y_{it}+1)] \right\} \quad (式4) \end{aligned}$$

式中 $\lambda_{it} = \exp(x_{it}\beta + offset_{it})$ ， ω_i 代表第*i*组的权重值。

(2) 验证方法

关于模型有效性和优劣的验证方法有很多种，每种都有其特点和适用性，至于那种最好，要结合实际条件，尚无明显界定。常用回归结果的评估方法有 ρ^2 评定法和AIC评定法等，目前关于具体哪种方法最好尚无定论。对于 ρ^2 评定法，其值越大说明模型拟合越好；AIC评定法，其值越小模型拟合越好[9]。

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_0} = \frac{\ln L_0 - \ln L}{\ln L_0} \quad (式5)$$

其中 $\ln L_0$ 为似然函数起始值， $\ln L$ 为似然函数收敛值

对数似然被用来计算Akaike信息标准（AIC）。

$$AIC = -2\log L + 2k \quad (式6)$$

式6中： $\log L$ 是对数似然；

k 是估计参数的个数；

n 是观测数。

AIC的值越小，模型越好。在基于AIC选择模型时，随着样本规模的扩大，选择复杂模型的趋势有所增加。

5 安全特性分析

在本文研究中，基于随机效应负二项模型针对获取的各种宏观因素与交通事故的规律关系进行了分析和研究，分析内容既包括针对事故次数的研究，也包括针对伤亡人数的研究。在各种宏观因素的有效性分析时，根据数据量级和特征，对宏观因素的原始采集数据、对数化和减少数量级后都进行了分析，最终在

模型结果中保留的因素为经分析表明是对安全指标有显著影响的因素。对于GDP指标,也考虑了分类水平划分,具体标准为500、1000、2000、3000、4000、5000、6000、7000、8000、9000、10000、11000、12000、13000、15000、18000等16个划分阶段的标准。由于1999年的数据中影响因素资料不全面,所以实际分析数据为

2000年至2007年,并且由于关于死亡人数的因素分析不能得到显著效果,在本文未进行重点说明。

如图3为2000年至2007年我国31个省市地区事故次数和受伤人数分布情况,表明单从事故分布情况来看,各省间事故指标相对趋势基本保持一致。但近年来各省的事故指标呈降低趋势。

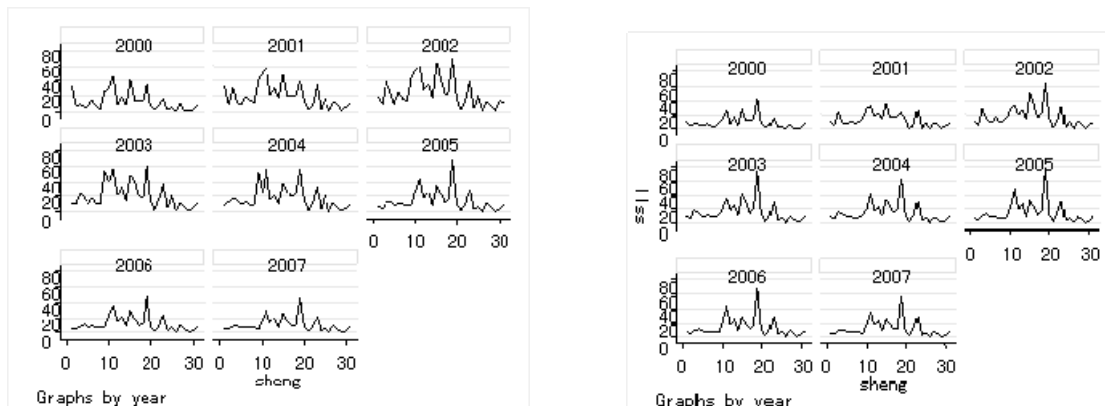


图3. 2000年至2007年31个省份事故次数和受伤人数分布图 (左: 事故次数, 右: 受伤人数)

(1) 事故次数分析

针对事故次数的分析包括按GDP分级分析和不按GDP分级两种,其中按GDP分级分析是尝试尽可能全面的分析GDP指标对安全的影响规律。分级分析中是把GDP按前述标准分成16个阶段后与其它因素进行的组合建模研究,建模结果如模型1。研究结果表明, $lpop$ 、 gjl 、 czh 、 $ljyqk$ 四个变量为对事故次数有显著影响的变量,即人口对数、每万人拥有公共交通工具数、城镇化程度、每十万人中受教育人口数取对数四个因素对事故次数影响显著。对于GDP的分级分析,以 $llfgdp_1$ 为基础条件 (<500),分析指标表明交通事故次数先随着GDP的增加整体呈上升的趋势,当达到5000以后整体呈锯齿形下降趋势。但由于GDP指标在

模型中的重要程度未通过检验,其系数值只能反映其对交通事故影响的趋势。由此把GDP指标按整体指标与其它因素进行综合分析后,其分析结果如模型2,其中保持重要性的因素不变。对比可综合反映两模型拟合程度的AIC值和BIC值,模型2都有较好的拟合结果。模型2的结果表明交通事故次数随着分类GDP提高量级后的指标值增大而减少,随着人口对数、每万人拥有公共交通工具数、城镇化程度三个因素的增加而增加,随着每十万人中受教育人口数取对数值的增加而减小。基于模型2的分析结果,综合预测值和因素的分布情况如图4到图6,反映了在综合因素影响情况下各因素对事故次数预测结果的影响情况。

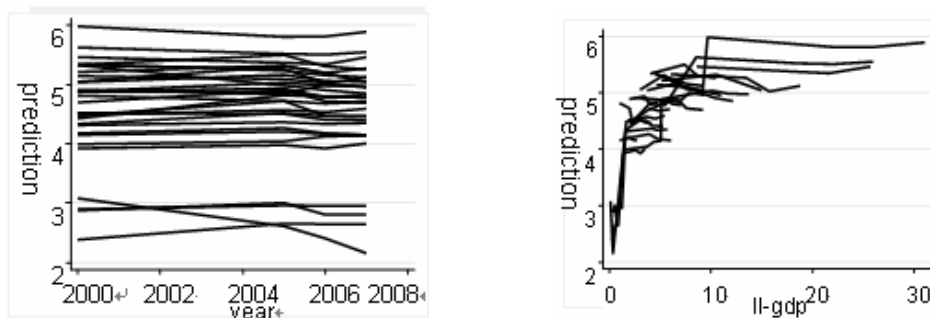


图4. 预测值按年时间 (左) 和分类GDP对数 (右) 分布图

表2. 事故次数安全影响建模分析结果汇总表

参数	模型 1（按 GDP 分级）			模型 2（不按 GDP 分级）		
	coef.	S.E	P> z	coef.	S.E	P> z
_llfgdp_1	0	0	0			
_llfgdp_2	.0684871	.6278513	0.913	-	-	-
_llfgdp_3	.1299496	.7307784	0.859	-	-	-
_llfgdp_4	.5851347	.7473997	0.434	-	-	-
_llfgdp_5	-.0396067	.7667429	0.959	-	-	-
_llfgdp_6	.0209177	.7839454	0.979	-	-	-
_llfgdp_7	-.1912376	.7931659	0.809	-	-	-
_llfgdp_8	-.2019121	.7991881	0.801	-	-	-
_llfgdp_9	-.2965608	.8069187	0.713	-	-	-
_llfgdp_10	-.055258	.8363635	0.947	-	-	-
_llfgdp_11	-.6342561	.8214752	0.440	-	-	-
_llfgdp_12	-.3546072	.8423676	0.674	-	-	-
_llfgdp_13	-.5827638	.8813236	0.508	-	-	-
_llfgdp_14	-.714244	.8758842	0.415	-	-	-
_llfgdp_15	-.5195059	.8583881	0.545	-	-	-
_llfgdp_16	-.5910418	.8783839	0.501	-	-	-
llfgdp	-	-	-	-.0402353	.0126051	0.001
lpop	1.399109	.1942778	0.000	1.307951	.1462374	0.000
gjl	.0309992	.0159512	0.052	.0285497	.0171328	0.096
czh	.0407903	.0089966	0.000	.0317639	.0084765	0.000
lyqk	-3.623619	1.119663	0.001	-2.596994	.980562	0.008
_cons	45.50539	595.4801	0.939	22.05516	10.91517	0.043
整体检验						
/ln_r	17.12546	595.3529		4.254473	1.609161	
/ln_s	1.685366	.3133481		1.917026	.3582786	
Wald chi2(19)	126.81			89.28		
AIC=-2*ML+2*k	694.1583			697.455		
BIC	756.2045			720.0172		

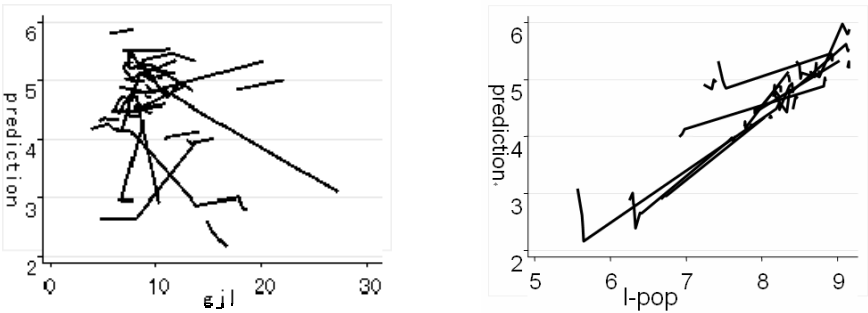


图5. 预测值按每万人拥有公共车辆数（左）和人口对数（右）分布图

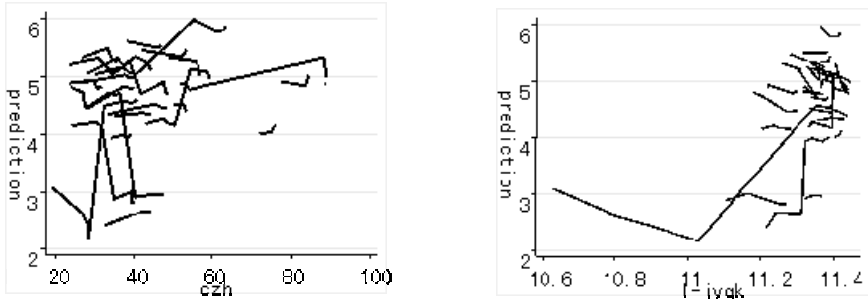


图6. 预测值按城镇化（左）和每十万人中受教育人口数取对数（右）分布图

(2) 受伤人数分析

针对受伤人数的分析只包括不按GDP分级, 建模结果如模型3。研究表明, $lfgdp$ 、 $lpop$ 、 mzh 、 czh 、 $ljyqk$ 五个变量为对受伤人数有显著影响的变量, 即分类GDP的对数、人口对数、民用货车数量、城镇化程度、每十万人中受教育人口数取对数五个因素对受伤影响显著。对比可综合反映两模型拟合程度的AIC值和BIC值, 模型3相比反映事故次数的模型2有较

好的拟合结果。模型3的结果表明交通事故次数随着分类GDP对数值增大而增大, 随着人口对数、民用货车数量、城镇化程度三个因素的增加而增加, 随着每十万人中受教育人口数取对数值的增加而减小。基于模型3的分析结果, 综合预测值和因素的分布情况如图7到图9, 反映了在综合因素影响情况下各因素对受伤人数预测结果的影响情况。

表3. 受伤人数安全影响建模分析结果汇总表

参数	模型 3 (不按 GDP 分级)		
	coef.	S.E	P> z
$lfgdp$	.2648782	.1299298	0.041
$lpop$	.6770519	.1723751	0.000
mzh	.0064185	.0035368	0.070
czh	.0136256	.007871	0.083
$ljyqk$	-1.825163	.905992	0.044
_cons	30.76783	405.1602	0.939
整体检验			
/ln_r	18.4098	405.0447	
/ln_s	2.070729	.3111162	
Wald chi2(19)	147.19		
AIC=-2*ML+2*k	639.0729		
BIC	661.6351		

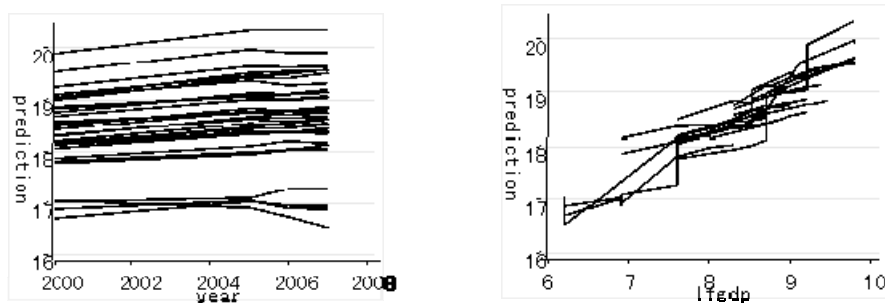


图7. 预测值按年时间(左)和分类GDP千分之一(右)分布图

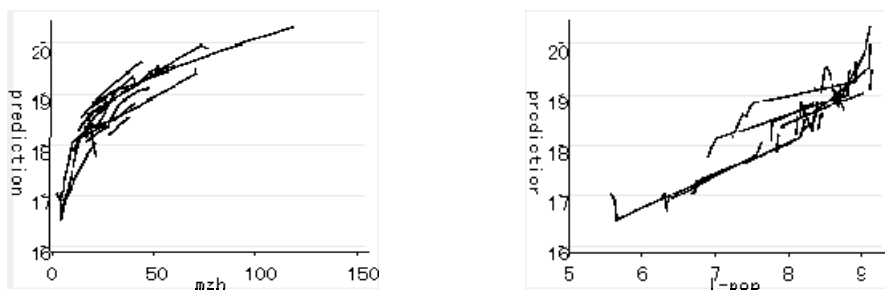


图8. 预测值按民用货车数量(左)和人口对数(右)分布图

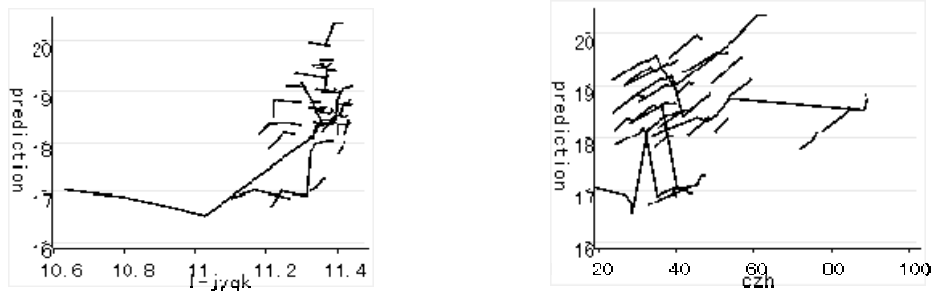


图9. 预测值按每十万人中受教育人口数取对数(左)和城镇化(右)分布图

(3) 讨论

针对事故次数和事故受伤人数的模型分析表明,在两类模型中GDP指标、人口对数、城镇化程度、每十万人中受教育人口数取对数4个因素皆有重要影响,而每万人拥有公共交通工具数对事故次数有影响,民用车中货车数量对受伤人数有显著影响。尽管分类GDP指标细节上对事故次数的影响呈先增加后降低的趋势,但从整体趋势上GDP的增加对事故次数呈降低趋势,而对受伤人数的增加呈增加趋势。在Teik Hua Law等的研究中认为GDP对交通事故的影响呈倒U型的形式^[11],这与本研究分类GDP指标细节研究结果一致(但结果不显著)。

人口和城镇化程度对事故次数和受伤人数皆为正向影响,一方面在于人口多、城镇化程度高的区域往往经济和交通也比较发达,出行需求大,人和车辆在交通环境中的暴露程度也高,事故风险增大。每万人拥有公共交通工具数对事故次数的影响,也和人口密度、城镇化程度高等因素相关,公共交通工具数越大一般交通需求也大。

每十万人中受教育人口数取对数指标对事故次数和受伤人数皆为负影响,也就是受教育人口比例越高,则交通事故指标越低。根据2007年《中华人民共和国道路交通事故统计年报》^[1],事故原因分析结果表明,直接与道路相关的原因只占到0.01%,与人相关的占到了绝对的比例,其表现形式多为机动车和非机动车、行人等的违章或不规范交通行为。每十万人中受教育人口数的提高,可在一定程度反映教育水平和交通参与者素质提高的情况,也就是说交通参与者的素质越高,可以预期交通安全水平越高。

民用车中货车数量对事故受伤人数呈正向影响,即受伤人数随着货车数量的增加而增多。在美国联邦公路局的交互式公路安全设计研究的事故预测模型中,把货车比例作为一个安全影响因素,其也为正向

影响因素^[12]。冯雨芹等对于城市道路上货车比例安全影响进行了研究,研究表明,大型车辆混杂率超过50%的路段交通事故率较高^[13]。不同车辆类型间速度差别越大,则交通事故率随混合交通率增大而增加。

但在本文研究中,未发现部分国外研究^[11]表明的医疗机构人数、道路里程等因素对交通安全状况有显著影响的情况。

6 结论

中国的国民经济快速持续增长,道路里程迅速增加,交通发展迅猛。但尽管交通安全研究和完善工作取得了很大的效果,但事故次数和死亡人数仍然处于高位,给人民生命和财产安全带来巨大损失。为客观反映国民经济快速发展形势下我国交通安全特性及其发展趋势,本文针对1999年至2007年,我国31个省市地区的宏观经济、社会发展水平、交通发展状况等宏观因素对交通安全的影响特性进行了分析研究。在分析过程中应用了基于随机效应负二项模型的分析方法,其优势在于考虑交通事故数据分布的时间特性(年份)和空间特性(省份),经由本研究,主要有如下结论:

(1) GDP指标、人口对数、城镇化程度、每十万人中受教育人口数取对数对事故次数和受伤人数影响显著,每万人拥有公共交通工具数对事故次数、民用车中货车数量对受伤人数影响显著;

(2) 分类GDP指标细节上对事故次数的影响呈先增加后降低的趋势,但从整体趋势上GDP的增加对事故次数呈降低趋势,而对受伤人数的增加呈增加趋势;

(3) 人口和城镇化程度对事故次数和受伤人数皆为正向影响,每十万人中受教育人口数取对数指标对事故次数和受伤人数皆为负影响;

(4) 民用车中货车数量对事故受伤人数呈正向影响。

本文研究为应用处理面板数据的基于随机效应负二项模型的事故预测方法进行宏观因素安全特性分析的尝试, 尽管在现有条件下充分进行了宏观因素的数据收集, 但研究数据的范围仍然比较有限。在未来的工作中进一步完善数据收集, 已经加强数据处理工作, 为下一步工作重点。

References (参考文献)

- [1] “CHINA STATISTICAL YEARBOOK” (2001-2008)
《中国统计年鉴》(2001-2008)
- [2] Ministry of Public Security Transportation Administrative bureau, The People's Republic of China statistical yearbook of road traffic accidents (1999-2007)
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 (1999-2007)
- [3] MAO Li-zeng, DUAN Li-ren, MAO En-rong. International Comparison Analysis on Road Traffic Safety Factors[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2007, 7(3): 111-117.
毛力增, 段里仁, 毛恩荣. 道路交通安全影响因素的国际对比与系统分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7(3): 111-117.
- [4] LIANG Guang-hua etc. National Traffic Safety Prediction and Analysis [J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2005, 3(3): 116-121.
梁广华等. 我国交通安全预测与分析[J]. 交通运输工程与信息学报, 2005, 3(3): 116-121.
- [5] Robert B. Noland, Mohammed A. Quddus. Improvements in Medical Care and Technology and Reductions in Traffic-related Fatalities in Great Britain[A]. Annual Meeting of the European Regional Science Association[C], 2002.
- [6] W. Otero, P. Garner, A. Zwi. Road Traffic Injuries in Developing Countries: A Comprehensive Review of Epidemiological Studies[J]. Tropical Medicine and International Health, 1997, 2(5): 445-460.
- [7] World Bank. Traffic Fatalities and Economic Growth[R]. April 2003.
- [8] Liang, K.-Y. and S. L. Zeger. 1986. Longitudinal data analysis using generalized linear models[J]. Biometrika 73: 13-22.
- [9] WANG X S, Incorporating Traffic Operation Measures in Safety Analysis at Signalized Intersections[J], TRB 2009 Annual Meeting CD-ROM. 2009. 1: 09-1062
- [10] HARWOOD D W, COUNCIL F. M, HAUER E, et al. Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways[R]. FHWA-RD-99-207. 2003. 11: 33-40
- [11] Teik Hua Law, Robert B. Noland, Andrew W. Evans; Factors associated with the relationship between motorcycle deaths and economic growth[J]; Accident Analysis & Prevention; Volume 41, Issue 2, 2009: 234-240
- [12] Vogt Andrew, Bared Joe G. Accident Models for Two-Lane Rural Roads [R]. FHWA-RD-98-133, 1998. 10
- [13] FENG Yu-qin YU Ji-cheng ZHAO Yu-yang : A study of vehicle conversion factors based on traffic capacity; TECHNOLOGY & ECONOMY IN AREAS OF COMMUNICATIONS, 2006 (4)
冯雨芹, 于继承, 赵雨阳; 基于通行能力分析的车辆折算系数研究; 交通科技与经济, 2006 (4)