

文章编号: 1005-0523(2009)05-0019-07

基于交通流量的城市交叉口事故预测研究

——以广州市为例

杜卫卫¹, 姜立春¹, 刘付衍华²

(1. 华南理工大学 安全科学与工程研究所, 广东 广州 510640; 2. 南开大学 城市公共安全研究中心, 天津 300071)

摘要:通过对广州市天寿路交叉口高峰时段的流量调查及广州市的交通事故数据分析,发现北京市与广州市交通流量与事故数据存在相近性关系。应用线性回归分析法、事故率法建立北京市交通流量与交通事故数之间的一元线性关系模型,对广州市某交叉口的交通事故数进行预测分析。结果表明,在交通流量高峰时段,影响交通事故的最主要因素为交通流量,交通流量对于快速处理的事故影响作用大于一般事故;在交通流量相当小时段,交通事故存在着很大的偶然性,两者的关联度不高。

关键词:交通安全;城市交叉口;交通流量;预测模型

中图分类号: U491.31

文献标识码: A

随着国民经济的迅速发展,我国日益增多的机动车保有量、道路交通越来越拥挤,同时表现出来的交通事故不断增多,事故率、死亡人数居高不下,交通事故正在成为威胁人类生命的主要敌人,目前每年造成约120万人死亡、5000万人受伤。交通事故的发生具有很强的随机性和必然性。城市道路交通事故频发的重要原因之一就是交叉口的存在。交叉口作为城市道路的枢纽,与道路其它路段相比,更容易受到车流、人流、交通环境的影响。据统计^[1],美国交叉口及其附近的交通事故约占总交通事故的40.1%。1995年日本发生在交叉口的交通事故占总交通事故的58.7%;英国大约有33%的交通事故发生在交叉口,法国为24%;中国城市的交通事故大约30%发生在交叉口。我国城市交叉口在几何构造、导流、交通控制等方面存在不足,因此,迫切需要能够有效解决交叉口安全问题的对策。

目前国内外很多研究大多是有关道路交叉口安全分析的评价方法、事故黑点的鉴别、事故预测模型等,典型的预测方法主要有判断法、时间序列分析法、统计回归模型法、经验模型法、灰色预测法等^[2,3]。针对我国目前交叉口事故的特征规律以及发生机理的特点,不同地区的社会、经济、文化背景不同,交通问题的特征与症结也会有所不同。

1 交通流量对交叉口事故影响

一般说来,交通流量是影响交通事故发生次数的最主要因素。道路交通安全与道路的交通负荷程度并不呈现单调递增的变化趋势,道路交通事故率是交通事故数与交通量、长度的相对比率。

$$R = \frac{N}{V \cdot L} = \frac{N}{365 \cdot ADT \cdot L} \cdot 10^8 \quad (1)$$

式中: R 为道路交通事故率; N 为交通事故数; V 为交通量; L 为道路长度; ADT 为平均日交通量。

交通流量的大小直接影响驾驶员的心理紧张程度和交通事故率的高低。在交通流量较小时,车辆的行驶主要取决于道路条件和车辆本身的性能。交通肇事往往是由于高速行驶、冒险行车、汽车的运行状况与道路条件不相适应所致。随着交通流量的不断增大,车辆的相互干扰,互成障碍,超车不当,避让不及,常导致交通肇事。交通量和事故数的变化趋势如图1所示。

收稿日期: 2009-07-30

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金(200805611092)

作者简介: 杜卫卫(1984-),男,山东淄博人,华南理工大学工学硕士,从事安全工程领域研究。

2 现场调查

2.1 广州市交通流量

对广州市天河区的广园快速路—天寿路交叉口 3 天高峰时段的交通流量进行调查,这些数据都是指机动车的流量。广州市交叉口是采用当量法计算车辆,即对所统计车辆进行分类。

广州市天河区广园快速路—天寿路交叉口中,分别对不同分支口和不同时段交通流量进行分析。广园快速路—天寿路交叉口属于“十”字型交叉口,共有 4 个进出口,分别标识为:东进口,南进口,西进口,北进口。交通流量数据分析时段包括:08:00—10:00,15:00—17:00,20:00—22:00,这 4 个时段包含了一天 24 小时中主要交通时段,同时也是流量大,事故频发的时段,保证了交通流量调查的科学性和合理性。部分交通流量统计见表 1 所示。图 2(a)~(c)为 5 月 3 日、4 日和 11 日不同时段的不同进口交通流量分布。

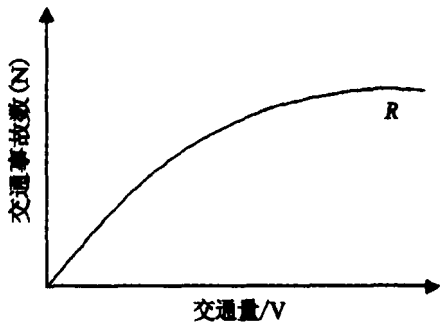


图 1 交通事故率与交通量的关系

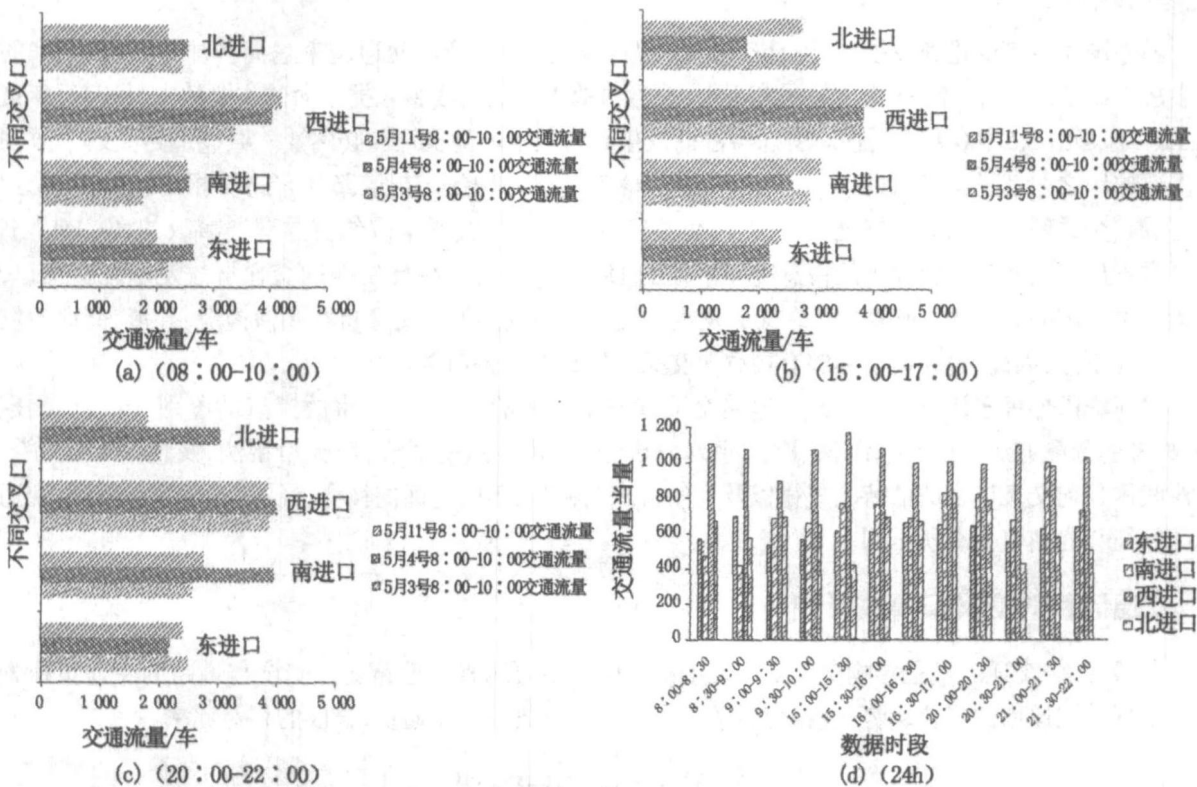


图 2 交通流量当量分布

调查结果表明,广园快速路—天寿路交叉口 4 个进口 3 个时段的流量都很大,基本上都超过 1 000 辆/h,特别是西进口达到 1 500 辆/h,已经超过此交叉口交通流量的容量。广州市天河区广园快速路——天寿路交叉口一天不同时段交通流量的变化如图 2(d)所示。

表 1 广州市某交叉口部分交通流量统计

时段	东进口/辆	南进口/辆	西进口/辆	北进口/辆	日期
08:00—10:00	2 093	1 528	3 205	2 200	5 月 3 号
15:00—17:00	2 231	2 942	3 804	3 082	
20:00—22:00	2 473	2 517	3 806	1 952	

时段	东进口/辆	南进口/辆	西进口/辆	北进口/辆	日期
08:00-10:00	2 672	2 603	4 000	2 591	5 月 4 号
15:00-17:00	2 219	2 603	3 832	1 683	
20:00-22:00	2 033	2 564	3 802	1 938	
08:00-10:00	2 000	2 502	4 211	2 193	5 月 11 号
15:00-17:00	2 483	3 084	4 439	2 754	
20:00-22:00	2 385	2 802	3 802	1 736	

2.2 广州市事故数据

据交警部门最新统计,近来广州交通事故高发时段为早上 7 时至 9 时和晚上 7 时至 12 时,而晚 8 时至 10 时为全天事故的最高发时段。另据 120 急救中心随机统计,4 月 1 日至 15 日接到的交通事故求救电话共 307 个,其中白天 144 个(死伤 167 人),夜晚高达 163 个(死伤 218 人)。广州市 2005,2006,2007 年道路交通事故统计如下^[5,6]:

表 2 广州市 2005,2006,2007 年交通事故统计

年份/年	事故/宗	死亡/人	受伤/人	损失折款/万元
2005	8 809	1 739	12 033	3 194
2006	7 829	1 511	10 876	2 667
2007	6 711	1 435	9 543	2 254

2.3 北京市交通流量

北京市二环路交通流量只对小汽车进行统计。北京市二环路一周 24 小时部分交通流量统计如表 3 所示^[4]。北京市二环路一周 24 小时交通流量分布如图 3(a)所示。

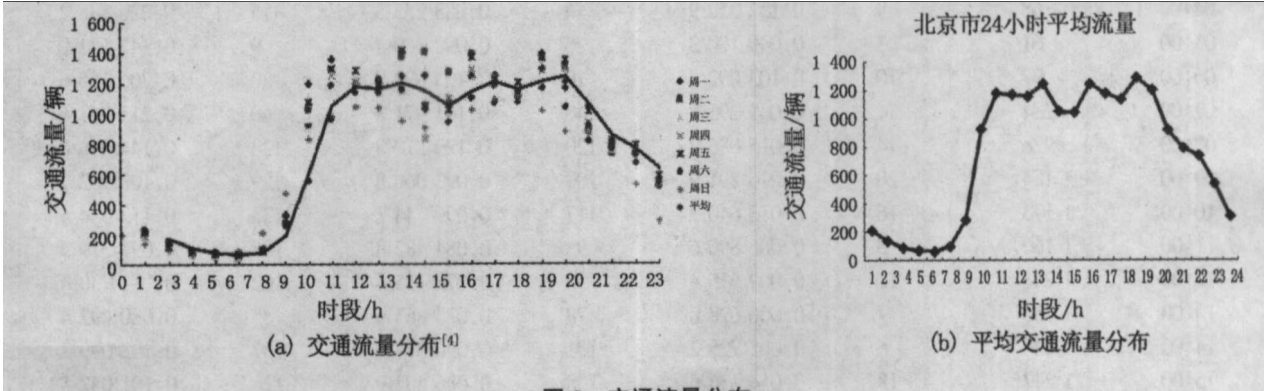


图 3 交通流量分布

对于全日的流量分布规律,采用一周的平均交通量(以一个小时为划分点,分别对同一个时间段内、不同日期的流量进行平均,就得到了下图中的纵坐标值)作为依据,如图 3(b)所示。北京市二环路一周全日交通流量分布高峰时段在 08:00-10:00 和 15:00-17:00,这与广州市某交叉口所采集流量数据时段比较一致。这两个城市之间的交通流量分布有一定的相似性。

表 3 北京市二环路一周 24 小时交通流量统计

时刻	周一/辆	周二/辆	周三/辆	周四/辆	周五/辆	周六/辆	周日/辆	平均/辆
00:00	227	199	208	187	218	231	202	210
01:00	154	122	132	129	119	158	138	136
02:00	88	73	72	86	90	100	97	87
03:00	50	62	62	73	72	84	74	68
04:00	68	49	54	60	65	74	59	61
08:00	1 357	1 287	1 294	1 253	1 299	968	832	1 184
09:00	1 197	1 188	1 206	1 213	1 287	114	979	1 173
10:00	1 202	1 219	1 141	1 177	1 199	1 139	1 044	1 160
15:00	1 255	1 241	1 208	1 242	1 226	1 069	1 027	1 181
16:00	1 180	1 111	1 171	1 136	1 209	1 074	1 094	1 139
17:00	1 392	1 368	1 353	1 282	1 368	1 165	1 114	1 292

2.4 北京市交通事故

据北京市公安局公安交通管理局相关数据,北京市 2005,2006,2007 年交通事故统计见表 4^[7,8]。

表 4 北京市 2005,2006,2007 年交通事故统计

年份/年	事故/宗	死亡/人	受伤/人	损失折款/万元
2005	6 364	1 515	12 596	2 609.46
2006	5 808	1 373	11 217	2 771.98
2007	5 321	1 182	11 176	2 285.10

通过北京市与广州市流量数据与事故数据对比,发现两市在流量和数据上都很相近。

2.5 影响分析

应用事故率法分析交通流量对事故的影响。北京市二环路事故数据统计来源与《城市交叉口安全分析研究》^[4]。事故率法在交叉口中的应用模型为

事故率 = $\frac{\text{事故次数} \times 10^6}{\text{相应时间内总的车辆进入数}}$ (次/百万车)

表 5 给出了事故率法在交通事故中的计算结果。

表 5 北京市二环路事故率

时刻	平均流量 /辆	一般事故 /宗	一般事故率 /(次/百万辆)	快速事故 /宗	快速事故率 /(次/百万辆)	总事故 /次	总事故率 /(次/百万辆)
01:00	210	14	0.066 666 7	16	0.076 190 5	30	0.142 857 1
02:00	136	11	0.080 882 4	25	0.183 823 5	36	0.264 705 9
03:00	87	9	0.103 448 3	10	0.114 942 5	19	0.218 390 8
04:00	68	9	0.132 352 9	6	0.088 235 3	15	0.220 588 2
05:00	61	3	0.049 180 3	6	0.098 360 7	9	0.147 541 0
06:00	97	10	0.103 092 8	10	0.103 092 8	20	0.206 185 6
07:00	284	14	0.049 295 8	46	0.161 971 8	60	0.211 267 6
08:00	928	14	0.015 086 2	120	0.129 310 3	134	0.144 396 6
09:00	1 184	20	0.016 891 9	109	0.092 060 8	129	0.108 952 7
10:00	1 173	16	0.013 640 2	117	0.099 744 2	133	0.113 384 5
11:00	1 160	8	0.006 896 6	98	0.084 482 8	106	0.091 379 3
12:00	1 248	12	0.009 615 4	90	0.072 115 4	102	0.081 730 8
13:00	1 056	7	0.006 628 8	78	0.073 863 6	85	0.080 492 4
14:00	1 048	6	0.005 725 2	101	0.096 374 0	107	0.102 099 2
15:00	1 247	18	0.014 434 6	108	0.086 607 9	126	0.101 042 5
16:00	1 181	18	0.015 241 3	94	0.079 593 6	112	0.094 834 9
17:00	1 139	19	0.016 681 3	110	0.096 575 9	129	0.113 257 2
18:00	1 292	10	0.007 739 9	98	0.075 851 4	108	0.083 591 3
19:00	1 206	10	0.008 291 9	66	0.054 726 4	76	0.063 018 2
20:00	923	12	0.013 001 1	55	0.059 588 3	67	0.072 589 4
21:00	794	19	0.023 929 5	43	0.054 156 2	62	0.078 085 6
22:00	740	17	0.022 973 0	41	0.055 405 4	58	0.078 378 4
23:00	541	21	0.038 817 0	14	0.025 878 0	35	0.064 695 0
24:00	311	21	0.067 524 1	41	0.131 832 8	62	0.199 356 9

通过北京市交通流量、一般事故率、快速事故率 3 者的对比和不同时段的发展趋势分析,如图 4 中所示,发现在 08:00-10:00,15:00-17:00 和 20:00-22:00 三个时段,交通流量与事故率的变化趋势比较接近,快速事故率与交通流量呈正相关关系,而一般事故率的影响不是很明显。因此,可以认为在交通流量高峰时段下,交通事故的最主要影响因素是交通流量;交通流量对快速事故的影响比一般事故的影响更为明显。

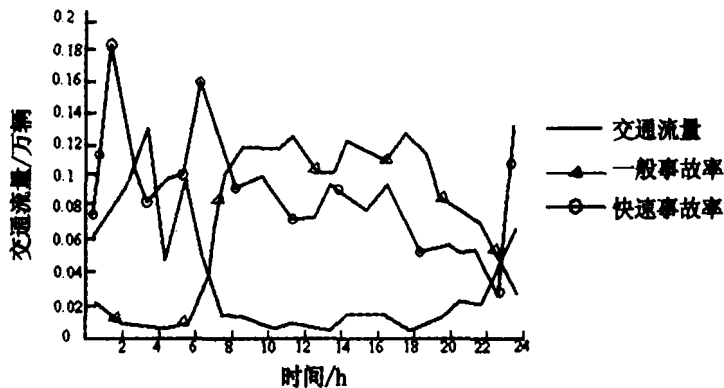


图 4 交通流量与事故率对比图

3 事故建模

3.1 快速事故与交通流量

通过数据分析,表 6 给出了快速事故与交通流量的一元线性关系。

表 6 快速事故一元线性回归分析

线性方程	系数	标准误差	相关系数
$Y = a + bX$	$a = 1.875\ 737\ 9$ $b = 0.072\ 099\ 466$	0.072 099 466	0.879 597 1

回归所得图形如图 5 所示

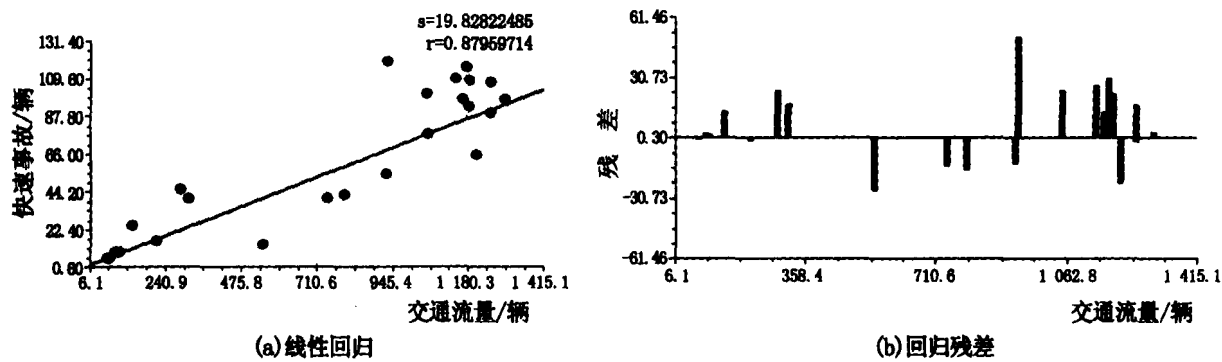


图 5 交通流量与快速事故一元线性回归

相关系数达到 0.879 597 1,交通流量与快速事故的关系可以表示为

$$Y = 1.875\ 737\ 9 + 0.072\ 099\ 466X$$

(2)

3.2 一般事故与交通流量

通过数据分析,表 7 给出了一般事故与交通流量的一元线性关系。

表 7 一般事故一元线性回归分析

线性方程	系数	标准误差	相关系数
$Y = a + bX$	$a = 8.338\ 694\ 8$ $b = 0.003\ 484\ 041\ 7$	5.673 023 0	0.423 164 0

回归所得图形如图 6 所示。

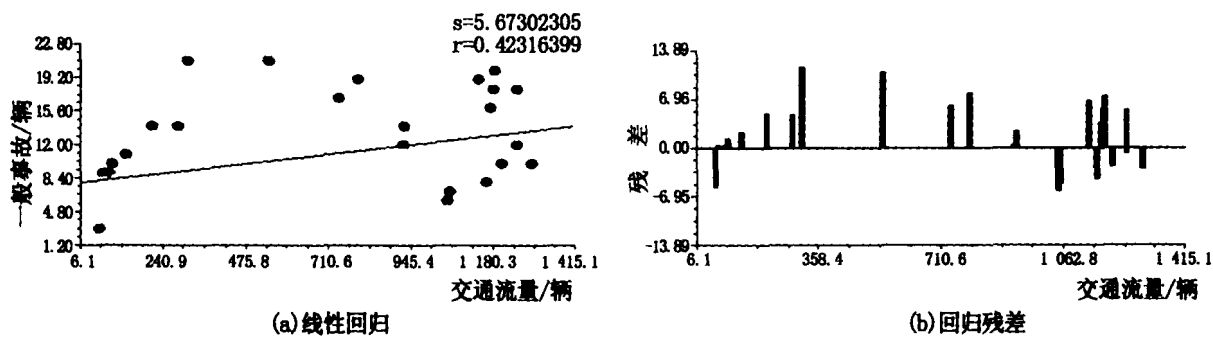


图 6 交通流量与一般事故一元线性回归

交通流量与一般事故的关系可以表示为

$$Y = 8.338\,694\,8 + 0.003\,484\,041\,7X$$

(3)

通过交通流量与快速事故、一般事故的一元线性关系比较,交通流量对于快速事故的相关系数达到 0.88,具有更高的线性相关性,交通流量对快速事故的影响比一般事故的影响更为明显,这与采用事故率法分析交通流量对事故的影响所得结果相同。

4 事故预测

4.1 事故率法预测

应用由事故率法建立交通事故预测模型,对广园快速路—天寿路交叉口交通事故进行预测。并将广州市与北京市两个城市的交通流量进行对比。表 8 给出了事故率法预测结果。

表 8 事故率法事故预测

时段	交通流量/辆		二环路快速事故率 /(次/百万辆)	快速事故 预测/宗	二环路一般事故率 /(次/百万辆)	一般事故 预测/宗
	建立模型	预测交叉口				
08:00	928	5 287.0	0.129 310 3	683.663	0.015 086 2	79.760
09:00	1 184	5 460.5	0.092 060 8	502.697	0.016 891 9	92.238
15:00	1 247	5 788.0	0.086 607 9	501.286	0.014 434 6	83.547
16:00	1 181	5 968.0	0.079 593 6	475.014	0.015 241 3	90.960
20:00	923	5 675.0	0.059 588 3	338.163	0.013 001 1	73.781
21:00	794	5 780.0	0.054 156 2	313.022	0.023 929 5	138.31

所建立预测模型属于单一因素分析,只考虑交通流量对交叉口的安全影响。从表中可以看出,建立模型所根据的交通流量和预测交叉口的交通流量有很大的差距,这是由于交通事故并不是与交通流量呈直线相关,预测结果可能会偏大。

4.2 一元线性回归法预测

由一元线性回归分析所得快速事故与一般事故交通事故关系进行事故预测。表 9 给出了事故预测结果。

表 9 一元线性回归法事故预测

时刻	交通流量/辆	快速事故/宗	一般事故/宗
08:00	5 287.0	383.065 61	26.758 82
09:00	5 460.5	395.574 87	27.363 33
15:00	5 788.0	419.187 44	28.504 33
16:00	5 968.0	432.165 35	29.131 46
20:00	5 675.0	411.040 21	28.110 63
21:00	5 780.0	418.610 65	28.476 46

从所预测结果中可以看出,快速事故的预测比较接近真实情况,一般事故预测结果偏大。原因可能有以下几点:所建立事故预测模型的交通流量与预测交叉口的交通流量不在同一水平范围;交通流量对快速事故与一般事故的影响程度不同。

道路交叉口事故是一个很难控制的随机过程,它不可能绝对不发生,预测数据也只能说明一个大致趋势,最精确的计算方法也无法保证其预测结果的准确性。一元线性回归模型运用最小二乘法进行两者相关性分析,由线性回归残差图可以看出,除了事故数目较小或是较大的时候,变化幅度较大,其它区间的表现都比较合理。对于原始数据缺乏,或是只研究单一因素对交通事故的影响的时候,建立交通事故预测模型进行交通事故预测是有实际意义的。

5 结语

(1) 对广州市和北京市的交通流量和事故数据进行比对,发现两市在流量和事故上相近。

(2) 一个区域内的事故发生数量受交通流量影响很大,交通流量对于快速处理的事故影响作用大于一般事故。如果在预测模型中,将交通流量因子换成交通流量与交叉口容量的比值,分时段建立预测模型,预测结果可能会更加准确。

(3) 在交通流量高峰时段,影响交通事故的最主要因素是交通流量,两者呈正相关关系;在交通流量相当小和比较大的时段,交通事故存在着很大的偶然性,两者的关系并不明显。

影响交叉口事故的因素较多,如何提高预测模型的准确性,建立符合地方特色的预测模型以及交通安全预防措施等还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 潘福全,陆 键,项乔君,张国强.公路信号平面交叉口安全服务水平研究[J].东南大学学报:自然科学版,2008,3(2): 298-303.
- [2] 陈宽民,王玉萍.城市道路交通事故分布特点及预防对策[J].交通运输工程学报,2003,3(1):84-7.
- [3] 张 杰,刘小明,贺玉龙,陈永胜.ARIMA模型在交通事故预测中的应用[J].北京工业大学学报,2007,12(12):1295-99.
- [4] 解建华.城市交叉口安全分析研究[D].北京:北京工业大学,2006.
- [5] 广州市统计局.《广州统计年鉴》-2007[M].
- [6] 广州市统计局.《广州统计年鉴》-2008[M].

Accident Model Prediction of Urban Intersection Based on Traffic Flow ——Taking Guangzhou as an Example

DU Wei-wei¹, JIANG Li-chun¹, LIUFU Yan-hua²

(1. Institute of Safety Science & Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Center of Urban Public Safety Research, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Beijing and Guangzhou are found to be similar in the aspect of traffic flow and accident data by analyzing the traffic flow of traffic peak hours in Tianshou Road intersection in Guangzhou City, and the traffic accident data of Guangzhou. In order to establish the one-dimensional linear relationship model between traffic flow and accidents in Beijing, the linear regression analysis and the accident rate method are applied and the obtained results are used to predict the number of traffic accidents of some road intersection in Guangzhou city. The results indicate that in the traffic flow peak hours, what affects traffic accident most is the traffic flow, and that the effect of traffic flow on rapid processing of accident is larger than the general accidents. When the traffic flow is small, traffic accidents are most likely to happen, and the relationship of the both is not obvious.

Key words: traffic safety; urban intersection; traffic flow; predicting model

(责任编辑:王全金)