

文章编号:1671-8879(2015)01-0226-04

## 基于 VISSIM 仿真的高速公路事故交通影响

陈 昊, 陆 建

(东南大学 城市智能交通江苏省重点实验室, 江苏 南京 210096)

**摘 要:**高速公路发生交通事故时,由于事故车辆占用车道,造成事故路段形成交通瓶颈,影响路段的实际通行能力,导致事发路段的车辆延误和排队长度的增加。为了研究高速公路交通事故对交通造成的影响,通过 VISSIM 仿真软件,建立高速公路基本路段和路段上的交通事故模型,分析不同输入交通量、大小车比例下,事故路段的车辆延误和平均排队长度随时间的变化规律;对中国高速公路在事故情况下的有效通行能力进行了研究。研究结果表明:高速公路基本路段输入交通量越大、大车所占比例越大,交通事故的影响时间越长、范围越大;运用 VISSIM 仿真模型得到基于中国高速公路交通特点的有效通行能力参数。

**关键词:**交通工程;高速公路事故;事故影响分析;VISSIM 仿真;有效通行能力

**中图分类号:**U491.3 **文献标志码:**A

## Traffic impact of highway accident on based on VISSIM simulation

CHEN Hao, LU Jian

(Jiangsu Key Laboratory of Urban ITS, Southeast University, Nanjing 210096, Jiangsu, China)

**Abstract:** When a traffic accident happened on the freeway, the lanes would be occupied by the accident vehicles. It would cause the transportation bottlenecks of the accident road, affecting the actual transportation capacity, and leading to vehicle delays and queue length increases in the accident road. In order to study the impacts of the freeway accidents on the traffic, through VISSIM simulation software, the models of the basic freeway and traffic accident section were established to analyze the variation rules of vehicle delays and average queue length with time on the accident section under different traffic volume and proportions of carts. In addition, there was a study about the effective capacity under the traffic accident on domestic freeway as well. The results show that the more traffic volume input, the greater proportion of carts on the basic freeway, the longer duration would be occurred, and the more scope of area would be affected. Based on VISSIM simulation, the effective capacity ratios of domestic freeway were found. 2 tabs, 5 figs, 11 refs.

**Key words:** traffic engineering; highway accident; analysis of accident impact; VISSIM simulation; actual capacity

收稿日期:2014-06-10

基金项目:新手驾驶人交通事故发生机理研究(51178108)

作者简介:陈 昊(1988-),男,江苏仪征人,工学硕士研究生,E-mail:175482784@qq.com。

## 0 引言

随着机动化交通需求的不断增长,部分高速公路频发交通拥堵、交通事故,尤其是恶性交通事故。据统计,从 2003 年至 2007 年,中国高速公路共发生交通事故 105 687 起,造成 30 588 人死亡、77 505 人受伤、直接财产损失 26.2 亿元。其中,超速行驶、高速行驶、速度离散是目前中国高速公路交通事故的主要原因。由于交通事件具有偶发性、不可预测性的特点,在实际研究中往往难以及时捕捉到交通事件的响应信息;同时,交通事件相关的历史数据不足,导致研究起来相当困难。交通仿真是研究复杂交通问题的重要工具,尤其是当一个系统过于复杂,无法用简单抽象的数学模型描述时,交通仿真的作用就更为突出<sup>[1]</sup>。目前,国内外学者对于高速公路事故交通影响分析多是采用基于交通流理论、波动理论等理论的数学模型分析方法,较少采用交通仿真分析方法。VISSIM 仿真试验可以获得延误、排队长度等指标,通过比较事故前后这些指标的变化情况,可以判断出高速公路事故路段受到影响的程度<sup>[2]</sup>。对于事故路段通行能力的研究,美国学者 Goolsby 等最早研究了交通事故造成高速道路车道阻塞后的瓶颈路段通行能力,给出了不同紧急事件下高速公路有效通行能力的比例<sup>[3]</sup>。但由于国内外高速公路车辆运行特性存在差异,因此,有必要对中国高速公路事故路段的有效通行能力比例进行研究。为此,本文采用 VISSIM 仿真软件构建基于 VISSIM 的高速公路事故路段的仿真模型<sup>[4-5]</sup>,采用沪宁(上海—宁波)高速公路车辆运行特征参数,介绍一种基于 VISSIM 的高速公路事故交通影响量化分析方法。

## 1 VISSIM 仿真建模

利用 VISSIM 软件对高速公路基本路段进行微观仿真,具体步骤如下。

(1)设计一条长约 10 km 的双向 6 车道高速公路基本路段的仿真模型。由于沪宁高速公路几何条件对交通流特性影响较小,所以在设计该基本路段的仿真模型时,将行车道宽度统一设为 3.5 m,纵坡设计为 0,平曲线和限速标志等均按理想条件下设置。

(2)调整交通流参数。VISSIM 软件中的模型参数默认值是在国外的交通环境下设定的,为使本次仿真更接近实际情况,根据沪宁高速公路上车辆

运行特征对车辆期望速度、车辆加速度等参数进行修正<sup>[6]</sup>。如表 1 所示。

表 1 模型参数设置

Tab. 1 Setting of model parameters

参 数	数值
设计车速/(km·h <sup>-1</sup> )	120
小客车 85%位车速/(km·h <sup>-1</sup> )	110
小客车 15%位车速/(km·h <sup>-1</sup> )	100
重型车 85%位车速/(km·h <sup>-1</sup> )	80
重型车 15%位车速/(km·h <sup>-1</sup> )	70
减速区内小车加速度/(m·s <sup>-2</sup> )	-2.8
减速区内大车加速度/(m·s <sup>-2</sup> )	-1.8

(3)模拟交通事故。一般情况下,高速公路事故持续时间为 15~30 min,在本次仿真中,将事故的持续时间设定为 15 min。在路段模型上的 9 800 m 模拟交通事故,模拟交通事故发生在第 900 s,至 1 800 s 结束,持续时间共 15 min。

(4)设置加减速区域。通常情况下,上游来车距离事故发生位置一定距离时会减速。本次仿真在事故点上游 200 m 处设置减速区,减速后的速度为 15~20 km/h。

(5)设置数据采集点和排队计数器。在 9 750 m 和 9 800 m 处设置数据采集点和排队计数器。

## 2 分析方法

高速公路发生事故后,路段形成瓶颈是由于事故下游驶去率小于上游车辆到达率,一般情况下,驶去率是一定的,而车辆到达率主要与输入交通量和卡车比例有关。因此,高速公路事故交通影响范围主要与事故路段上游输入交通流的交通量和卡车所占比例有关。

高速公路事故的交通影响的评价指标是用来判断事故路段的运行状况,本文可以通过事故路段的车辆延误和排队长度 2 个指标进行表征<sup>[10]</sup>。

分别改变卡车比例(20%、40%、60%)和输入交通量(1 000 veh/h/line、1 250 veh/h/line、1 500 (veh/h/line)),研究不同情况下,事故路段的延误和平均排队长度的变化规律,分析事故的交通影响时间范围和空间范围。

## 3 结果分析

### 3.1 高速公路事故交通流运行特征

以 20%的卡车比例、1 500 (veh·h<sup>-1</sup>)/line 的

交通量参数进行仿真,得到高速公路发生事故后交通流车辆延误随时间的变化规律如图 1 所示。

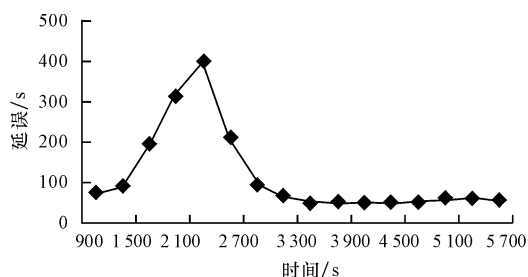


图 1 高速公路事故路段车辆延误随时间变化

从图 1 可以看出,事故影响主要可以分为 2 个阶段<sup>[7-9]</sup>:

(1)第 1 阶段为事故影响增长阶段。900 s 时,由于事故车辆占用了一股车道,导致事故点车辆驶去率小于到达率,此时车辆延误和平均排队长度均大幅增加。1 800 s 时,事故处理完毕,但由于此时事故点车辆驶去率虽在逐步恢复,但仍小于上游的到达率,因此车辆延误和平均排队长度仍在增长,直至最大值。

(2)第 2 阶段为事故影响消散阶段。当事故路段的车辆驶去率恢复到正常水平后,事故影响开始消散,车辆延误和平均排队长度逐渐减小,最终,车辆延误恢复到正常水平,平均排队长度减小为 0。需要注意的是,此阶段,实际中平均排队长度应该为缓慢减小为 0,仿真结果中其迅速减小为 0 主要与 VISSIM 软件本身的排队长度计算方法有关<sup>[6]</sup>。

### 3.2 不同交通量下的事故交通影响变化

为了研究上游路段交通量对事故路段交通的影响,以 20% 的大车比例为基准,分别以该基准下 1 000、1 250 和 1 500 (veh · h<sup>-1</sup>)/line 的交通量进行仿真分析,得到不同交通量下的延误和平均排队长度变化情况如图 2、图 3 所示。从图 2、图 3 可以看出,输入交通量越大,在事故影响增长阶段,车辆延误和平均排队长度的增幅越大,且同一时刻的数值越大;在事故影响消散阶段,车辆延误和平均排队长度降幅约小,同时交通流恢复得越慢。

高速公路发生事故后,上游交通量越大,事故影响增长得越快,事故影响持续时间越长,事故影响的时间和空间范围更大。

### 3.3 不同大车比例下的交通事故影响变化

为了研究上游路段交通流大车所占比例对事故路段交通的影响,以 1 500 (veh · h<sup>-1</sup>)/line 的交通量为基准,分别以该基准下的 20%、40%、60% 的大车比例进行仿真分析。由于不同大车比例的交通流

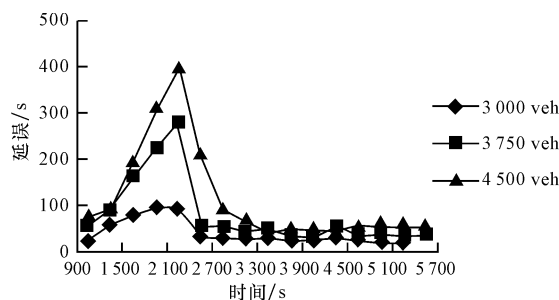


图 2 不同交通量下的延误变化

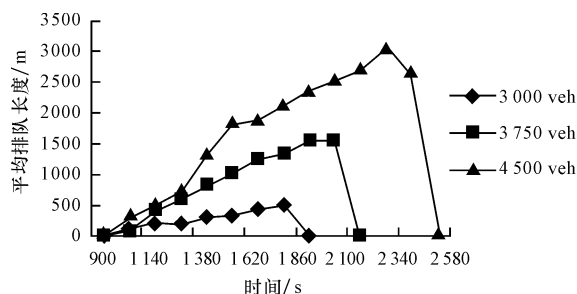


图 3 不同交通量下的平均排队长度变化

由于大车车型较长本身就会导致排队长度更大,并且考虑到 VISSIM 仿真结果中的排队长度变化在事故消散阶段不具有实际意义,因此仅以不同大车比例下的延误变化情况进行分析,如图 4 所示。从图 4 可以看出,在事故影响增长阶段,大车所占比例的变化对车辆延误的影响较小;但事故影响消散阶段,大车比例越大,延误则会减小得越慢,交通流恢复得越慢。

高速公路发生事故后,上游交通流大车所占比例越大,事故影响的时间和空间范围越大,并且由于大车车型本身长度较长,导致事故影响的空间范围相对交通量的影响更为明显。

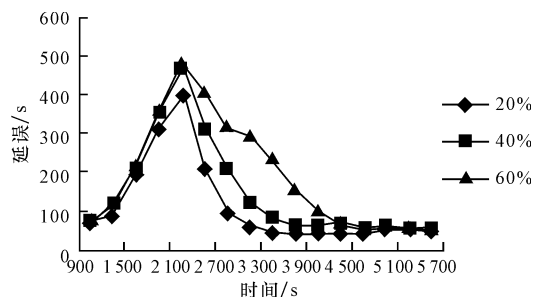


图 4 不同大车比例下的车辆延误变化

## 4 高速公路事故路段有效通行能力

通行能力是指在一定的道路、交通、控制和环境条件下,对应于一定的行驶质量即服务水平,在某一道断面单位时间所能通过的最大车辆数。通行能力反映了道路所能承受的交通负荷能力,是公路

网规划、公路设计、交通运行管理、项目可行性研究及公路建设项目后评估的基本参数<sup>[11]</sup>。

为了研究中国交通条件下高速公路事故路段的有效通行能力,以 1 500 (veh·h<sup>-1</sup>)/line 的交通量和 20%的大车比例为基准,以双向 4 车道高速公路发生事故阻塞 1 个车道为例,利用 VISSIM 仿真得到通过事故点的车辆数随时间的变化规律,如图 5 所示。

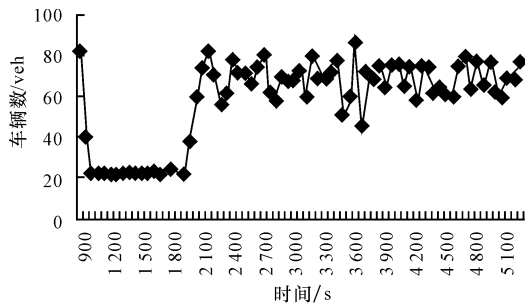


图 5 通过事故点的车辆数

从图 5 可以看出,1 080~1 800 s 发生事故后阻塞 1 个车道的时间内,路段交通流为饱和流,所以在这个阶段内 1 min 通过的最大车辆数即为事故后的有效通行能力,约为 25 veh/h,在恢复 2 车道后的一段时间内,路段交通流仍未饱和流,事故处理结束后 1 min 通过的最大车辆数即为正常状态下的路段通行能力,为 86 veh/min。

所以,双向 4 车道高速公路发生交通事故导致 1 个车道堵塞时的有效通行能力比例为 25/86≈0.29。

类似地,分别对双向 6 车道阻塞 1 个和 2 个车道,双向 8 车道阻塞 1 个、2 个、3 个车道后的高速公路基本路段进行仿真分析计算,得到基于 VISSIM 仿真的中国高速公路事故有效通行能力比例,如表 2 所示。

表 2 基于 VISSIM 仿真的中国高速公路事故有效通行能力比例

高速公路在每个方向上的车道数(个)的比例	交通事故导致的车道堵塞数/个		
	1	2	3
2	0.29	0.00	
3	0.44	0.20	0.00
4	0.53	0.34	0.16

5 结 语

(1)基于 VISSIM 仿真对高速公路事故交通影

响进行了分析,根据仿真结果对影响过程中交通流的运行状态进行了分析,并结合定量化的数据结果分析了不同交通量、不同大车比例对事故交通影响范围的影响。研究表明,输入交通量越大、大车所占比例越大,发生事故后的交通影响时间和空间范围越大。

(2)在此基础上,提出了基于 VISSIM 的中国高速公路事故路段有效通行能力的识别方法,计算出了中国双向 4 车道、6 车道和 8 车道高速公路发生事故后阻塞不同数目车道时的事故路段有效通行比例数值。另外本文仿真模型与实际仍存在一定的差异,在今后的研究中应考虑通过遗传算法调整模型参数使模型与实际交通流运行特点更加匹配。

参考文献:  
References:

[1] 李 嘉,刘小兰,陈 明. 交通仿真技术在交通事故研究中的应用[J]. 中南公路工程,2004,29(3):68-73.

[2] 易 璐,李志强. TransCAD-VISSIM 在交通影响分析中的应用[J]. 科学技术与工程,2009,12(23):7066-7067.

[3] Transportation Research Board. Highway capacity manual [M]. Washington DC: National Research Council, 2000.

[4] Fellendorf M, Vortisch P. Validation of the microscopic traffic flow model VISSIM in different real-world situations[J]. TRB,2001:2-8.

[5] 赵 林,邵长桥. 基于 VISSIM 的高速公路基本路段实际通行能力仿真分析[J]. 道路与安全,2007,7(1):30-32.

[6] 孙 剑,杨晓光,刘好德. 微观交通仿真模型系统参数校正研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(1):48-50.

[7] 张海军,张 珏,杨晓光. 异常事件下高速道路交通状态的分析与仿真[J]. 交通工程学报,2008,8(2):117-121.

[8] 王 丽,刘小明,任福田. 交通仿真在交通影响分析中的应用[J]. 交通运输系统工程与信息,2004,4(3):70-71.

[9] 郭 晶,程金良,王骏骅,方守恩. 基于仿真的高速公路紧急事件交通流特征研究[J]. 中国安全生产科学技术,2009,5(4):43-46.

[10] 张贵宾,刘 清,严新平. 公共事件对交通延误影响分析[J]. 道路交通安全,2008,8(1):17-19.

[11] 王 炜,过秀成. 交通工程学[M]. 南京:东南大学出版社,2000.