

Analysis on Road Capacity of the Segment under the Influence of the Traffic Accident

Xin Wang

College of Science, Beijing Information Science and Technology University, Beijing
Email: bitimath@163.com

Received: Jul. 24th, 2015; accepted: Aug. 10th, 2015; published: Aug. 14th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The effects of traffic accident on road traffic capacity have been researched from some aspects including different lanes occupied, traffic flow of the road cross section and the length of vehicle queue. Some data after traffic accident has happened, such as the traffic flow from the upper section of accident, have been collected to analyze the variation process of road capacity. Moreover, the difference and reasons of road capacity varying have been further studied when the different lanes have been occupied in the process of accident treatment.

Keywords

Traffic Flow, Road Capacity, Cross Section, Queue Length

交通事故对路段通行能力影响作用分析

王 昕

北京信息科技大学理学院, 北京
Email: bitimath@163.com

收稿日期: 2015年7月24日; 录用日期: 2015年8月10日; 发布日期: 2015年8月14日

摘 要

本文针对交通事故占用的不同车道, 从道路横截面的车流量、车辆排队长度研究交通事故对城市道路通

行能力的影响。通过从视频中截取事故道路横断面的车流量、路段上游车流量、路段车辆排队长度等数据，分析交通事故持续期间路段通行能力的变化过程，并分析当事故占用不同车道时，通行能力变化的差异及原因。

关键词

车流量，道路通行能力，横断面，排队长度

1. 引言

随着国民经济的快速发展，城市发展步伐的加快，交通需求迅速增长，也使得城市道路交通呈现出交通流密度大、连续性强的特点。通行能力是衡量交通运输能力的重要指标，影响通行能力的原因纷繁复杂，车道被占用是其中之一。一条车道即使短时间内被占用，也可能对其他车道造成影响，降低路段所有车道的通行能力，引起车辆排队，出现交通阻塞。处理不当，甚至会出现区域性拥堵[1] [2]。本文根据全国大学生数学建模竞赛所给两个视频[3]，分析交通事故 1 和交通事故 2 发生至撤离期间，事故所处道路横断面实际通行能力的变化过程，并说明同一横断面交通事故所占车道不同对该横断面实际通行能力影响的差异。

2. 基本假设与名词解释

为了分析问题简化起见，给出如下假设[4] [5]：

- (1) 四轮以下机动车、电瓶车对交通流量无影响。
- (2) 路段上游车流量在红绿灯周期内为定值。
- (3) 所用统计数据真实可信且拟合曲线能够完全反映总体的特征。

值得说明的是，由于车流量、车辆排队长度等数据受多种因素的影响，如上游路段红绿灯、小区出入口车流、大型车占道等因素，因此从视频中所测数据都带有较大随机变动性。

3. 事故与道路通行能力的关系

3.1. 事故 1 所处横断面实际通行能力分析

除了一些众所周知的英文缩写，如 IP、CPU、FDA，所有的英文缩写在文中第一次出现时都应该给出其全称。文章标题中尽量避免使用生僻的英文缩写。将视频 1 中的事故发生时间 16:42:32 作为第一个时刻点，每过 60 秒取一点，记录视频中通过事故车辆所在横截面小型车、中型车、大型车的数量。按照折算比例将车辆长度转换成标准车当量，其中小型车、中型车、公交车的折算比例分别为 1 标准车当量、2 标准车当量和 3 标准车当量，在此标准下计算的车流量如表 1 所示。

由表 1 中数据，进行差值作图，描述车流量与事故延续时间之间的关系，如图 1 所示。

在图 1 中，从交通事故发生至撤离期间，事故所处横断面实际通行能力呈现出波动变化趋势。事故发生伊始，通行能力从 32 PCU/min 逐渐上升，大约 60 秒后到 38 PCU/min 左右，然后通行能力开始下降，大约 60 秒后降到 23 PCU/min 左右。对图像分析发现，每个单独的波形上升、下降时间都大约是 60 秒，这恰恰是信号灯的一个周期。当东西方向行车时，车流量大，事故路段上游来车较多，致使事故所处横断面实际通行能力下降。当南北方向行车时，车流量小，事故路段上游来车较少，致使事故所处横断面实际通行能力上升。

此外，事故发生 300 秒~600 秒之间车流量较小，大概在 25 PCU/min 左右，其余时间段车流量大概

Table 1. Vehicle flow at different time of video 1

表 1. 视频 1 中不同时刻的车流量

序号	时刻	离事故发生的时间差(秒)	通过事故车辆所在横截面的小型车 A(个)/10s	通过事故车辆所在横截面的中型车 B(个)/10s	通过事故车辆所在横截面的大型车 C(个)/10s	车流量 (PCU/min)
1	16:42:32	0	2	0	1	30
2	16:43:32	60	3	0	1	36
3	16:44:32	120	4	0	0	24
4	16:45:32	180	5	0	0	30
5	16:46:32	240	7	0	0	42
6	16:47:32	300	4	0	0	24
7	16:48:32	360	5	0	0	30
8	16:49:32	420	3	0	0	18
9	16:50:32	480	4	0	0	24
10	16:51:32	540	3	0	0	18
11	16:52:32	600	4	0	0	24
12	16:53:32	660	4	0	0	24
13	16:54:32	720	4	1	0	36
14	16:55:32	780	4	1	0	36
15	16:56:32	840	6	0	0	36
16	16:57:32	900	5	0	0	30
17	16:58:32	960	3	0	1	36
18	16:59:32	1020	6	0	0	36

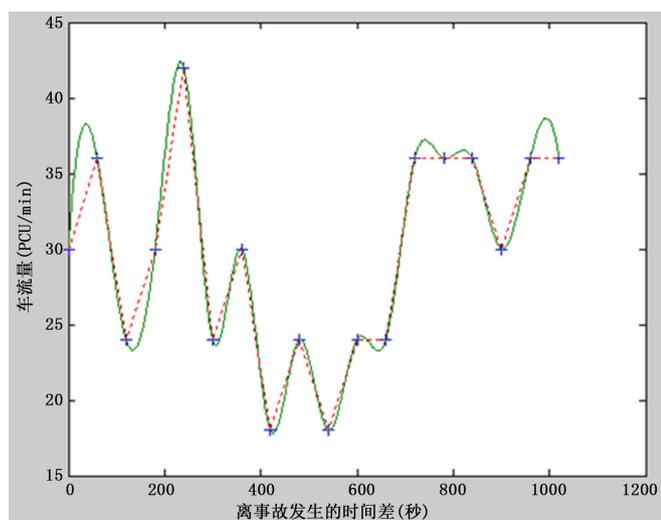


Figure 1. Relation curve of vehicle flow and accident duration in video 1

图 1. 视频 1 中车流量与事故持续时间关系曲线

都处于 35 PCU/min 左右。结合视频发现，在 300 秒~600 秒之间时，有大型车辆通过，致使事故所处横

断面车流量下降，其余时间段均是小型车辆通过，此为造成流量差异的原因。

3.2. 视频 2 事故所处横断面实际通行能力分析

针对视频 2，观察通过事故发生地点横截面的车流量，并依照表 1 中的折算比例，将车辆长度转换成标准车长度，具体数据如表 2 所示。

由表 2 中所示数据，进行差值作图 2，分析视频 2 中车流量与事故持续时间的关系。

由图 1 与图 2 可知，在事故 1 与事故 2 中，道路通行能力均受到影响，但其影响程度存在以下差异：

Table 2. Vehicle flow at different time of video 2

表 2. 视频 2 中不同时刻的车流量

序号	时刻	离事故发生的时间差(秒)	通过事故地点横截面的小型车 A(个)/10s	通过事故地点横截面的中型车 B(个)/10s	通过事故地点横截面的大型车 C(个)/10s	车流量 (PCU/min)
1	17:34:17	0	2	0	0	12
2	17:35:17	60	4	0	0	24
3	17:36:17	120	3	0	0	18
4	17:37:17	180	4	0	0	24
5	17:38:17	240	6	0	0	36
6	17:39:17	300	1	1	0	18
7	17:40:17	360	2	0	0	12
8	17:41:17	420	3	0	0	18
9	17:42:17	480	5	0	0	30
10	17:43:17	540	4	0	0	24
11	17:44:17	600	1	0	0	6
12	17:45:17	660	3	0	0	18
13	17:46:17	720	2	0	1	30
14	17:47:17	780	1	0	0	6
15	17:48:17	840	4	0	0	24
16	17:49:17	900	4	0	0	24
17	17:50:17	960	5	0	0	30
18	17:51:17	1020	4	0	0	24
19	17:52:17	1080	4	0	0	24
20	17:53:17	1140	3	1	0	30
21	17:54:17	1200	3	1	0	30
22	17:55:17	1260	1	1	1	36
23	17:56:17	1320	3	0	1	36
24	17:57:17	1380	4	0	0	24
25	17:58:17	1440	2	1	1	42
26	17:59:17	1500	1	0	1	24
27	18:00:17	1560	2	0	1	30
28	18:01:17	1620	4	0	0	24
29	18:02:17	1680	3	0	1	36

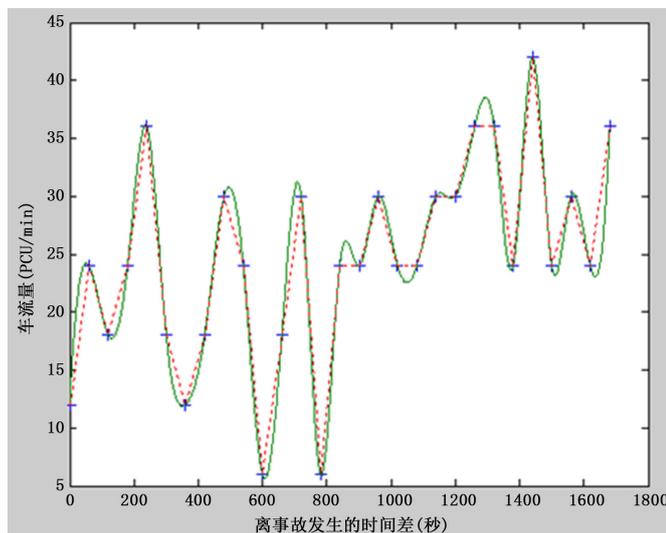


Figure 2. Relation curve of vehicle flow and accident duration in video 2

图 2. 视频 2 中车流量与事故持续时间关系曲线

第一、车流量随时间波动的幅度不同。事故 2 中车流量随时间波动的幅度较大，且有两次触底。

第二、车流量随时间波动的频率不同。在相同时间内，事故 1 中车流量波动的频率较大。

第三、车流总量不同。在图 2 中，车流量达到 25 PCU/min (含)以上较多，因此视频 2 中的车流总量较大。

第四、事故持续时间不同，事故 2 持续时间较长。

通过视频对比可以发现，事故 1 与事故 2 中，道路均发生拥堵，均出现车辆集结现象，但是其拥堵的范围、程度不同，即道路通行能力受到的影响不同。

3.3. 所占车道不同对该横断面实际通行能力影响的差异分析

通过对表 1、表 2 及图 1、图 2 的分析可知，车流量会随时间变化，是因为路段通行能力在时刻变化。而流量会随事故持续时间发生波动，是由于集结车辆终会消散，道路通行能力会有所恢复，但上游又会补充车辆，造成道路通行能力再次下降。事故 2 持续时间长，经历的信号灯周期个数多，故波动频繁，因此从波动频率上尚且不能得知哪一个事故对道路通行能力的影响较大。但是波动频率却可以看出，事故 1 造成道路通行能力变化频繁，车流不稳定；尽管事故 2 比事故 1 车流量波动的幅度大，其原因是事故 2 处于下班高峰期，上游车流量较大。

此外，通行能力受到不同程度的影响，主要取决于事故所占车道的位置不同。视频 1 中出事车辆占用左车道(第三车道)和中间车道(第二车道)，视频 2 中出事车辆占用右车道(第一车道)和中间车道(第二车道)。所占车道的不同会造成影响的差异原因有两点：

其一，左车道为快车道，而右车道比左车道靠近自行车道、人行横道和绿化带，所以行驶在右车道的车辆车速更低。在事故 1 中车辆需要换道从右车道通行，而事故 2 中车辆需要换道从左车道通行。所以，事故 1 比事故 2 车辆通过“瓶颈”的速度慢，车辆集结消散的速度较慢，从而造成了事故 1 实际通行能力受到的影响较大；

其二，左转流量比例与右转流量比例不同。根据附件 3 可以看出，左转流量比例是 35%，右转流量比例是 21%。所以，左车道比右车道的车流量要更大。因此事故 1 中需要换道通行的车辆要比事故 2 中

的车辆多。根据“车辆多的道路发生交通事故对道路影响大”的原则，事故 1 受到的影响较大。从视频上看，事故车道距离小区出口的位置对通行能力的影响几乎相同，在这里可以不计差异。

4. 结论

本文主要考虑了车道被占用对城市道路通行能力的影响，通过分析交通事故所影响的路段车辆排队长度与事故横断面实际通行能力、事故持续时间、路段上游车流量之间的关系。通过数学模型、视频数据、理论分析、从多角度，不同方面来衡量车道被占用对城市道路通行能力的影响，为以后的异常事件下的交通流预测奠定基础。其主要结论对城市交通的启示作用有：

(1) 合理规划车道，将非机动车道与机动车道用绿化带分开。若仅用车道线将机动车道与非机动车道进行划分，则驾驶员在行驶过程出于对行人安全的考虑，使得右侧车道的机动车行驶缓慢，容易造成车速降低，发生车辆集结，从而导致道路实际通行能力降低。

(2) 有交通事故发生时，一定要尽快启动交通特殊备用管理系统，协调好上游交叉路口信号灯周期与事故横断面车辆消散时间，确保上游道路需求量与事故道路实际剩余通行能力相符。

(3) 做好对道路的定时监测，对于车流量、车流密度较大的路段，要进行道路交通拥堵预警，通过实时信息反馈，提示驾驶员绕行。

基金项目

北京市青年英才项目(YETP1508)；北京市教委科技面上项目(KM201411232019)；北京信息科技大学高教研究项目(2013GJYB15)。

参考文献 (References)

- [1] 臧华, 彭国雄 (2003) 城市快速道路异常事件下路段行程时间的研究. *交通运输系统工程与信息*, **2**, 57-59.
- [2] 余斌 (2006) 道路交通事故的影响范围与处理资源调动研究. 硕士学位论文, 东南大学, 南京.
- [3] 2013 高教社杯全国大学生数学建模竞赛题目 (2013) 车道被占用对城市道路通行能力的影响. <http://www.mcm.edu.cn/problem/2013/2013.html>
- [4] 陈诚, 谭满春 (2001) 交通事故影响下事发路段交通流量变化分析. *科学技术与工程*, **28**, 6904-6909.
- [5] 程望斌, 罗艳, 张浩, 等 (2013) 交通事故影响下事发路段通行能力变化研究. *湖南理工学院学报*, **4**, 13-17.