

编者按:本专栏是2013年全国大学生数学建模竞赛有关题目的专家论述和讲评

# 基于视频数据的道路实际通行能力和 车辆排队过程分析

周义仓

(西安交通大学 数学与统计学院, 陕西 西安 710049)

**摘要:**讨论事故发生后道路的通行能力和车辆的排队现象对城市交通的管理有重要意义。以2013年全国大学生数学建模竞赛A题提供的视频数据为基础,对事故发生后不同车道被占用后道路的实际通行能力和车辆的排队过程进行建模和分析,并对竞赛中参赛同学所提供解答的优缺点给出简单的评注。

**关键词:**道路通行能力;排队长度;数学模型;视频数据

中图分类号:O29

文献标志码:A

文章编号:2095-3070(2013)5-6-0001-08

随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,城市中的各种车辆不断增加,使得许多城市的交通面临越来越大的压力。分析交通事故导致车道被堵后通行能力的变化和车辆的排队过程,对了解交通情况,制定交通疏导预案,科学地管理交通有重要意义。在此背景下,“车道被占用对城市道路通行能力的影响”就成了2013年全国大学生数学建模竞赛题之一。在这篇文章中,根据参赛同学所给出的解答,对事故发生后道路的实际通行能力和车辆的排队过程进行分析和综述。

## 1 竞赛题目及其要求

由于交通事故、施工、停车等原因,城市道路的一条或多条经常被堵塞,从而引起道路横断面通行能力的大幅下降和车辆排队现象。对车道被占用后城市道路的通行能力进行较准确的估计,可以为交通管理部门合理引导车辆行驶、审批占道施工、设置路边停车位等提供定量依据。

2013年全国大学生数学建模竞赛A题中给出了某城市同一路段交通情况的两段视频,其中视频1展示的是3车道中内侧的2条车道被堵住后的车辆通行情况;视频2展示的是3车道中外侧的2条车道被堵住后的车辆通行情况。题目还给出了事故发生点上游十字路口红绿灯的配时方案、交通组织方案,也给出了事故所处路段的3条车道上左转、直行、右转车辆的比例。题目要求学生:①根据视频描述交通事故发生至撤离期间,事故所处横断面实际通行能力的变化过程;②分析事故所占车道不同对该横断面实际通行能力影响的差异;③建立数学模型,分析交通事故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;④估算车辆排队长度达到140 m的时间。

题目实际背景明确,学生容易入手。尽管有4个小问题,实际上就是车道被占后通行能力和车辆排队长度分析两个方面。题目的难点在于通过视频资料获得车流数据,并以此为基础建立数学模型,分析部分车道被占用后,道路拥塞程度与上游来车量的关系。

在实际交通能力部分,要求学生能够从视频中给出通过堵塞点的车辆数据、上游和小区路口来车的数据、车辆排队等数据,给出实际交通能力的定义和计算方法。学生应该注意到,在被占用道路没有车辆排队时,通行能力等同于单车道情形,但当被占用道路有车辆排队时,由于被占用道路车辆的变道抢行,会使道路

的通行能力下降;并且实际的通行能力需要通过视频中的车流数据得到,不能仅由交通道路设计标准估计;需要通过视频2与视频1的数据对比给出通行能力的差异及原因分析;说明由于事故横断面下游交通流方向需求不同,会导致上游每条车道分配到的车辆数不同,使得两种情况下事故所处道路横断面形成多车道排队的机率不同,从而影响实际通行能力。

在车辆排队建模和分析时,应该给出交通事故引起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、路段上游车流量间的关系;模型的形式可以多样,但至少需要包含实际通行能力、事故持续时间、路段上游车流量这几个因素;还需要对模型参数确定的原则、模型求解过程、模型结果的验证过程进行说明;最后,用视频1中的数据确定模型的参数,计算出排队长度到达140 m所需要的时间。好的解答还可以分析上游路口信号灯的控制方案、上游来车的流量分布、随机性等对排队长度的影响。

## 2 实际通行能力的计算

道路通行能力是道路交通特征的一个重要指标,通行能力的大小对交通规划、道路设计和管理有着很大影响,这方面已经有许多研究结果<sup>[1-7]</sup>。道路通行能力是指在一定的道路条件、交通条件和服务水平的情况下,单位时间内能够通过道路或车道上某截面处的最大交通流量,它反映了道路的性质与功能,也反映道路服务数量的多少或能力的大小。道路通行能力数值的变化随道路等级、线形、路况、交通状况的不同而变化。道路通行能力往往用道路上某一车道或某一断面单位时间内可能通过的最大交通量(例如,辆/h)表示,车辆一般按小汽车数计算,其他车辆均按照当量折算成小汽车。

道路通行能力又分为基本通行能力和实际通行能力。基本通行能力是指当道路与交通处于理想情况下,每一条车道在单位时间内能够通过的最大交通量。理想情况对车道宽度、坡度、视野、线形和路面状况都有具体的要求。在理想条件下,单一标准型汽车组成的车队在一条车道上以相同的速度连续不断地行驶,各车辆之间保持与车速相适应的最小车头间隔,且无任何方向的干扰。在这样的理想道路及交通条件下,由公式

$$C_b = \frac{3600}{t_0} = \frac{1000v}{l_0} \quad (1)$$

给出的最大交通通过量就是基本通行能力(辆/h)。其中, $t_0$ 是在理想状态下的车头时距, $l_0$ 是理想状态下车头之间的距离, $v$ 是车辆行驶速度。

路面的宽度、平整程度、行车视野、驾驶员对交通规则的遵守情况、车辆的拥挤程度都对道路的通行能力有着不同程度的影响。实际通行能力是在实际的道路和交通条件下,单位时间内通过道路上某一断面的最大可能交通量。实际通行能力计算时以基本通行能力为基础,考虑到实际的地形、道路和交通状况,确定其修正系数,再以此修正系数乘以前述的基本通行能力,即得到实际道路、交通在一定环境条件下的通行能力。其计算公式为

$$C = C_b \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \quad (2)$$

其中: $f_1$ 为车道宽度修正系数; $f_2$ 为侧向净空的修正系数; $f_3$ 为纵坡度修正系数; $f_4$ 为视距不足修正系数; $f_5$ 为沿途条件修正系数; $f_6$ 为考虑到不同车型影响的交通条件修正系数。公式(2)中通过一些修正系数和基本通行能力的乘积给出了实际通行能力,也可以考虑其他不同影响因素的修正系数的实际通行能力的计算公式。

在解决题目的①和②时,一定要体会到在实际的交通条件下,道路上某一断面的最大可能交通量就是实际的道路通行能力,在此基础上就可以参考公式(1)或者公式(2)给出视频1和视频2情况下道路的实际通行能力。下面给出几个参赛队的解答情况。

A158队的同学利用实际统计的车头时距和公式(1)给出了实际通行能力的数值。他们注意到,道路上实际交通量接近或等于其通行能力时,道路上行驶的车辆用接近匀速的车速跟踪行驶,出现车队行驶现象,车头时距比较接近,就可以利用公式(1)来计算实际的通行能力。他们先将车辆换算成小客车统计,并考虑到在一个车队中前几辆车的距离不稳定,将不同时间段内通过的车队中前4辆车的车头时距剔除,即从第5辆开始记录饱和时段各辆车通过事故所处横断面的时刻,直至最后一辆排队车辆,得到不同时间段内通过横

断面的车辆数,结果见表 1。

表 1 不同时间内的车辆数(视频 1)

序号	记录第 4 辆车时间	记录最后一辆车的时间	经过时间 /s	通过横断面的车辆数		当量小汽车数
				大车数量	小车数量	
1	16:42:49	16:43:23	34	2	7	11
2	16:43:37	16:43:51	14	0	5	5
3	16:43:55	16:44:26	31	3	5	11
4	16:45:51	16:46:22	31	1	8	10
5	16:48:01	16:48:37	36	1	9	11
6	16:49:32	16:49:48	16	0	5	5
7	16:51:59	16:52:10	11	0	4	4
8	16:52:00	16:54:10	70	1	20	22
9	16:52:34	16:52:48	14	0	5	5
10	16:54:17	16:55:04	47	2	12	16
11	16:55:10	16:55:24	12	0	4	4
12	16:56:06	16:59:25	19	0	7	7

记饱和车头时距为 $\bar{h}$ ,最后一辆排队车辆通过事故所处横断面的时刻为 $t_n$ ,第 5 辆车通过事故所处横断面的时刻为 $t_5$ ,则饱和车头时距为 $t_h = \frac{t_n - t_5}{n - 4}$ ,再利用公式 $C = \frac{3600}{t_h}$ 就可以得到事故所处横断面的实际通行能力(表 2)。

表 2 横断面实际通行能力(视频 1)

辆/h

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
通行能力	1165	1260	1271	1161	1100	1125	1309	1131	1260	1226	1200	1326

同理得到视频 2 中的情况下道路的实际通行能力(表 3)。

表 3 事故所处横断面实际通行能力(视频 2)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
通行能力	1385	1408	1385	1440	1400	1440	1366	1440	1385	1409	1440	1367
序号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
通行能力	1385	1421	1440	1350	1440	1358	1385	1425	1385	1397	1405	1385

也有一些参赛队的同学利用公式(1)中的 $C_b = \frac{1000v}{l_0}$ 来计算实际通行能力,他们将 $l_0$ 具体化为 $l_0 = l_{反} + l_{制} + l_{安} + l_{车} = \frac{v}{3.6} + \frac{v^2}{254\varphi} + l_{安} + l_{车}$ 。其中: $l_{反}$ 为在司机的反应时间内行驶过的距离; $l_{制}$ 为车辆的制动距离; $l_{安}$ 为车辆间的安全距离; $l_{车}$ 是车辆的平均长度; $\varphi$ 是与车辆轮胎花纹、路面粗糙度、平整度、表面湿度、行车速度等因素有关的量。在这些参数根据参考文献确定后,再根据视频中的交通情况统计出在不同时段的

行车速度,代入公式后就可以求出实际通行能力。

对实际通行能力的理解是求解 A 题前两问的关键所在,这需要根据题目所给的视频,在发生交通拥挤的情况下给出道路在单位时间内所能通过的最大车辆数。有些参赛队的同学对实际通行能力有很好的理解,将在道路发生拥堵和有车辆排队的情况下,把单位时间的通行量作为实际的通行能力,并根据从两个视频中所提取的数据进行了合理的计算。注意到了视频 1 共有 5 次排队现象,视频 2 中共有 9 次排队现象,将这些排队发生时所在时段上的车流量按段采集,按段读取数据和统计持续时间情况,分别计算单位时间内的车流量,就得到了每 min 实际通行能力的近似值,结果见表 4 和表 5。

表 4 视频 1 排队期间经过事故横断面处车流量及道路实际通行能力表

时间段	车流量		间隔时间 /s	道路实际通行能力/(pcu/min)
	标准车	大型车		
16:42:44—16:44:27	28	4	103	20.97
16:44:33—16:44:51	6	0	18	20.00
16:45:46—16:47:14	23	2	88	18.41
16:47:50—16:49:38	35	1	108	20.55
16:50:42—16:56:05	93	4	323	18.76

表 5 视频 2 排队期间经过事故横断面处车流量及道路实际通行能力表

时间段	车流量		间隔时间 /s	道路实际通行能力/(pcu/min)
	标准车	大型车		
17:34:48—17:35:12	10	2	30	28.00
17:35:48—17:36:14	8	1	26	23.08
17:36:54—17:37:24	12	0	30	24.00
17:39:42—17:40:04	9	0	21	25.71
17:41:46—17:42:53	24	1	67	23.28
17:43:04—17:43:19	4	1	15	24.00
17:45:43—17:46:10	10	0	27	22.22
17:47:51—17:48:28	10	2	37	22.70
17:48:51—18:03:35	259	26	884	21.11

分别计算表 4 和表 5 中每 min 的实际通行能力的平均值,得到视频 1 和视频 2 中道路的实际通行能力分别是 19.74 pcu/min 和 23.79 pcu/min。由此就很清楚地看到,视频 2 中的通行能力明显大于视频 1 中的实际通行能力。这样对实际通行能力的处理方法抓住了问题的核心,在实际通行能力计算中的数据提取和应用合理,给出的计算方法简单实用,充分应用了视频资料的深层信息,思路和计算方法十分有效。

视频 1 和视频 2 中都是两条车道被堵,一条车道通行,但这两种情况下实际通行能力不同,3 车道的通行能力明显大于 1 车道的通行能力。车流出口比例不同(21%,44%,35%)和交通规则是造成这个差异的主要原因。从视频 1 和视频 2 中统计的车流量看出,视频 1 中车道 2 与车道 3 单位时间的车流量为 16.31 pcu/min,大于视频 2 中车道 1 和车道 2 单位时间的车流量 14.21 pcu/min,即视频 1 中每 min 有 16.31 辆车从车道 2 和车道 3 转到车道 1 行驶,视频 2 中每 min 有 14.21 辆车需要从车道 1 和车道 2 转到车道 3 行驶。车辆在变道行驶过程中需要额外消耗一些时间,当有车辆排队时这样的变道所导致的延迟更严重。在道路设计和交通规则中,内车道车速高,实际通行能力也就大于外侧车道的实际通行能力。右转车辆不受红绿灯的影响,外侧车道加入的车辆多;小区出入车辆和公交车也对 1 车道的通行能力有一些影响。如公交车经常在外车道行驶,需要经常停靠站点,这对 1 车道通行能力的影响明显大于对 3 车道通行能力的影响。

### 3 车辆排队长度的建模与计算

车辆排队问题研究的方法和模型很多<sup>[8]</sup>,竞赛答卷中对事故发生后车辆排队问题研究中涉及到的有二流理论、交通波动模型、集散波理论、红绿灯模型、仿真模型、排队论模型、差分方程,也包括回归模型。

由于上游来车数量和通过堵塞点的车辆数不平衡,这就导致了车辆的排队现象发生,模型中应该明确包含与车辆排队长度直接相关的上游来车数量、通过数量和时间这 3 个因素。排队模型的一个基本出发点就是流量守恒原理: $L_0 + Q(t) = P(t) + L(t)$ 。其中: $L_0$  是 0 时刻上下游断面之间的车辆数; $Q(t)$  和  $P(t)$  分别是  $t$  时刻通过上、下游断面累计的车辆数; $L(t)$  是  $t$  时刻上、下游断面之间的车辆数,即堵塞点前排队的车辆数。由此得到排队长度为

$$L(t) = L_0 + Q(t) - P(t) = L_0 + \int_0^t q(s)ds - P(t) \quad (3)$$

其中: $q(t)$  是  $t$  时刻上游来车的车流密度; $P(t)$  是与上游车辆到达密度、 $t$  时刻的排队长度、堵塞点的实际通行能力相关的量。在实际应用中,取定比较小的时间间隔  $h$ ,通过离散化的办法来计算在  $0, h, 2h, 3h, \dots$  时间点上排队车辆的数量。利用矩形公式计算积分的近似值,在区间  $[kh, (k+1)h]$  上取积分区间左端点被积函数的值与区间长度的乘积作为该区间上积分的近似值,于是有

$$\begin{aligned} L(h) &= L_0 + hq(0) - \min\{L(0) + hq(0), hC(0)\}, \\ L(2h) &= L_0 + hq(0) - \min\{L(0) + hq(0), hC(0)\} + hq(h) - \min\{L(h) + hq(h), hC(h)\}, \\ L(3h) &= L_0 + hq(0) - \min\{L(0) + hq(0), hC(0)\} + hq(h) - \min\{L(h) + hq(h), hC(h)\} + \\ &\quad hq(2h) - \min\{L(2h) + hq(2h), hC(2h)\}, \\ &\quad \dots \end{aligned}$$

其中, $C(t)$  是  $t$  时刻堵塞点的实际通行能力。递推计算可得

$$L((k+1)h) = L(kh) + hq(kh) - \min\{L(kh) + hq(kh), hC(kh)\} \quad (4)$$

式(3)是排队车辆数和上游来车数量、堵塞点的通行能力及时间关系的数学模型,式(4)就是这个模型可计算的具体形式。

在利用模型(3)或者(4)进行具体求解计算时,取  $L_0 = 0$ ,假设  $C(t)$  为常量,其值取做堵塞点的实际交通能力的平均值。模型求解中上游的来车密度  $q(t)$  可以针对不同的情况进行讨论,如最简单的常数、考虑红绿灯配时方案的周期函数、考虑随机因素的随机函数等。

对  $q(t) = q$  取常数的最简单情况,模型(3)变为  $L(t) = qt - Q(t)$ 。其离散形式为  $L((k+1)h) = L(kh) + hq - \min\{L(kh) + hq, hC\}$ ,由此得到当  $q < C$  时, $L(kh) = 0$ ;而当  $q > C$  时, $L(kh) = kh(q - C)$ 。

考虑红绿灯变化时, $q(t)$  选取为周期函数,简化的情形是假设绿灯期间放行的车辆能立即到达堵车点前,假设红绿灯每 1 min 变化一次,绿灯时间占一半,此时取

$$q(t) = \begin{cases} q_0, & t \in [k, k+0.5) \\ 0, & t \in [k+0.5, k+1] \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

取时间区间的长度为半分钟, $h = 0.5$ ,利用公式(4)对应的离散形式递推计算可以得到  $q_0 < C, C < q_0 < 2C$  和  $q_0 > 2C$  时的排队情况。

当  $q_0 < C$  时, $L(kh) = 0$ ;

当  $C < q_0 < 2C$  时, $L((2k-1)h) = h(q_0 - C), L(2kh) = 0, k = 1, 2, \dots$ ;

当  $q_0 > 2C$  时, $L((2k-1)h) = h(kq_0 - (2k-1)C), L(2kh) = h(kq_0 - 2kC), k = 1, 2, \dots$ 。

考虑到随机因素影响时,可以通过随机模拟的方法对排队情况进行仿真。例如取堵塞点的实际交通能力为每 min 20 辆,一辆车通过堵塞点用 1、2、3、4、5、6 和 7 s 的比例分别为 0.09、0.31、0.36、0.14、0.05、0.03 和 0.02。每 min 通过上游到达堵塞点区域的车辆数目服从泊松分布。在红绿灯配时方案的影响下,每 1 min 的 20 s 内没有车辆到达堵塞点所在区域,绿灯放行时通过的车辆到达堵塞点的时间分布在 40 s 内,到达间隔服从负指数分布。利用 Matlab 语言编程计算,分别模拟上游车流量为 900、1200 和 1500 pcu/h 时堵塞点的排队情况,其结果见图 1—图 3。

随机模拟进行 20 min,上游车流量为 900 pcu/h 时,共有 320 辆车到达和通过堵塞点,按照先到先服务的原则排队通过。图 1(a)给出了每 min 到达的车辆数;图 1(b)给出了每辆车排队等待的时间(s);图 1(c)给出了每 min 排队的车辆数;图 1(d)给出了每辆车排队时的队列长度。在这种情况下,每辆车平均等待的时间为 7.7 s,每辆车排队的平均长度为 2.97 辆车。

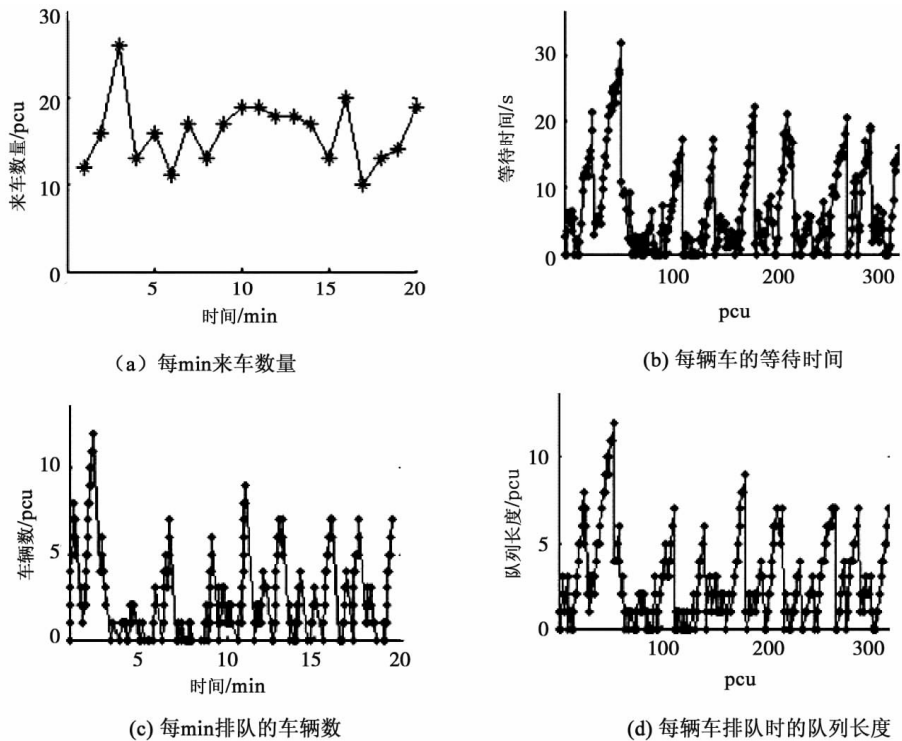


图 1 上游车流量为 900 pcu/h 时堵塞点的排队情况

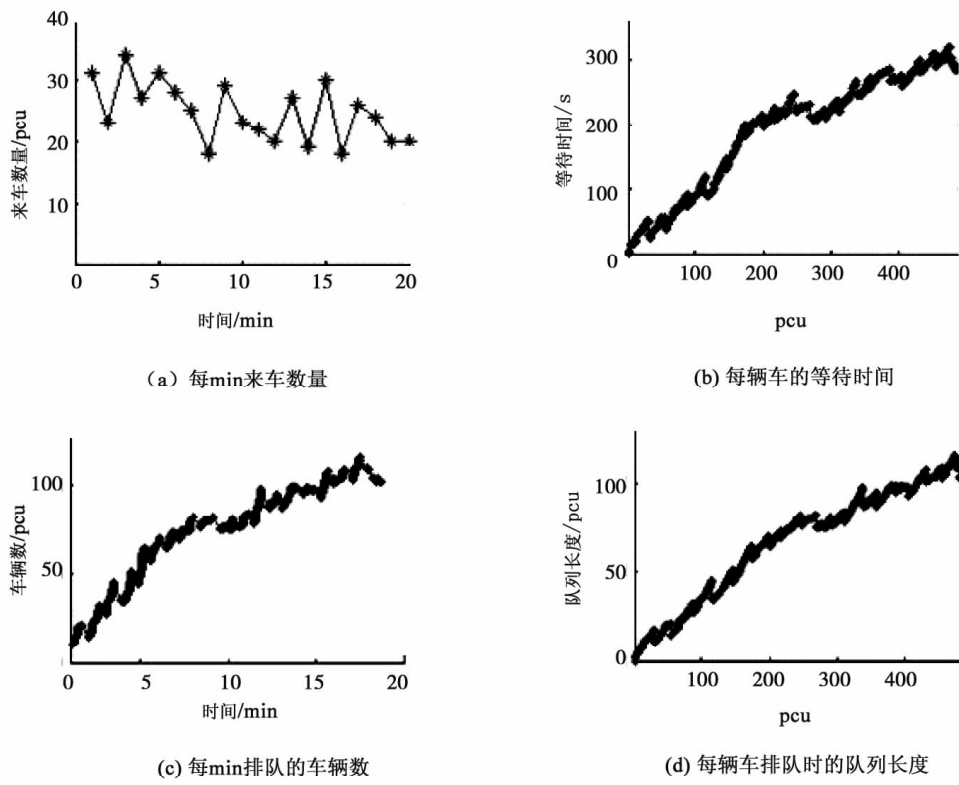


图 2 上游车流量为 1200 pcu/h 时堵塞点的排队情况

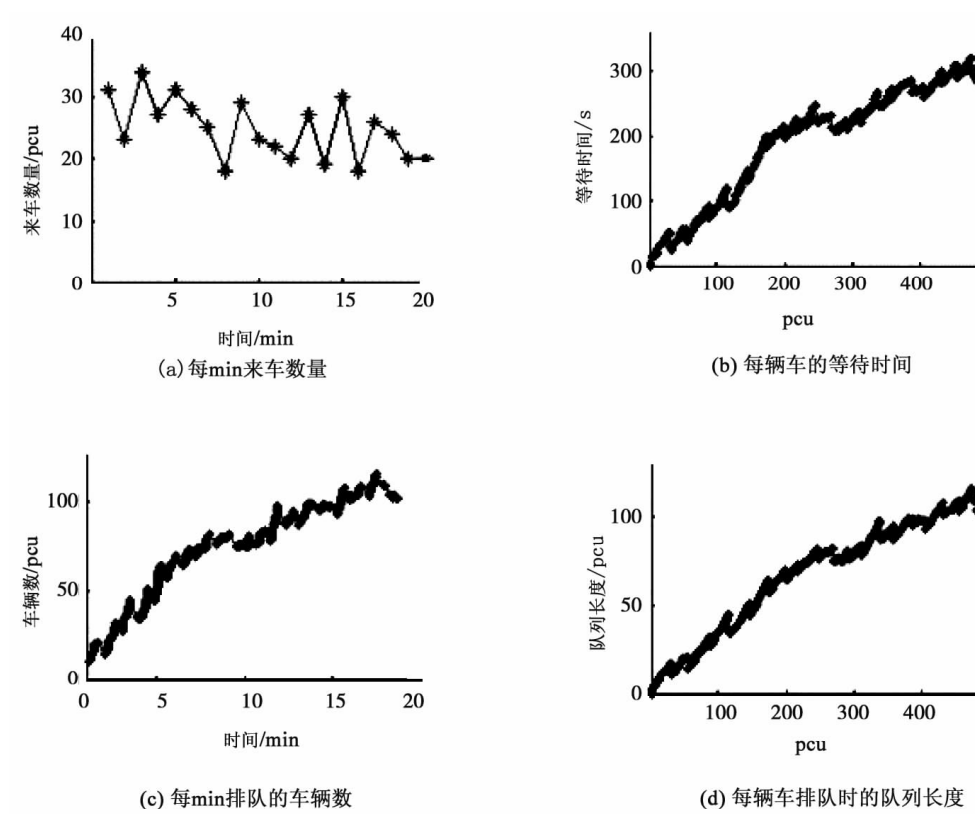


图 3 上游车流量为 1500 pcu/h 时堵塞点的排队情况

图 2 和图 3 中各个子图的含义与图 1 相同,但每 min 的来车数量、每辆车的平均等待时间和平均排队长度有所增加。图 2 的情况下每辆车平均等待的时间为 32.47 s,每辆车排队的平均长度为 11.48 辆车。图 3 的情况下每辆车平均等待的时间为 142.35 s,每辆车排队的平均长度为 49.23 辆车。

为了得到上游车流量为 1500 pcu/h 时车辆排队达到 140 m 所需的时间,先计算出这段路面上可以等待的车辆总数。每辆小车的长度按照 5 m 计算,两车之间的距离按照 5 m 计算,每辆车所占路面的距离为 10 m,140 m 的 3 车道可以容纳 42 辆车辆排队。利用视频 1 中的数据估算得到堵塞点的实际通行能力为每 min 20 辆,上游车流量为 25 辆,代入最简单的模型中得到排队长度达到 140 m 的时间是 8.5 min。如果考虑红绿灯配时方案的情况,代入模型后递推计算后得到,经过 6.4 min 后,车辆就排到 140 m。利用随机模拟后得到,经过 4.3 min 后,车辆就可以排到十字路口。

#### 4 竞赛答卷中的优缺点概述

竞赛答卷中显示出的优点是大部分同学都查阅了大量有关交通问题的文献,建立模型和求解分析时都应用了许多道路交通中的概念、定义、原理和方法。还有些同学使用了专业的交通仿真软件对模型的结果进行验证。

在赛题的解答中也存在许多问题。一个普遍的情况是大部分同学没有在道路被占用后把交通状况作为一个整体进行研究,而是逐个回答赛题中所提出的各个问题。在前两问的解答中,许多参赛队把从视频中统计得到的单位时间内的车流量当作实际通行能力。尽管事故发生后大部分时间段堵塞点前有车辆排队,交通流量已经达到饱和,道路实际的通行能力和单位时间内的车流量比较接近,但把流量当作能力是一个概念错误。

在后面两个问题解答中存在的主要问题是,不少参赛队在答卷中给出了交通波动模型、集散波理论、红绿灯模型、排队论模型等方法,甚至将一些论文中的图形、很长的推导过程都罗列出来,但对这些方法如何应用在具体问题的研究中阐述不足。评阅这类论文时感觉到他们只是搜索到了交通排队的相关理论和方法,但不理解这些方法的本质,没有体会到这些方法应用过程中的问题,所以给出的结果不能令人满意。也注意

到一些同学通过曲线拟合的办法来给出排队长度与上游来车数量、通行能力及时间的关系,这样的处理没有任何机理,也无法验证,最后得到的数值结果出入也太大。

还有些参赛同学给出的数值结果有明显的矛盾。例如他们得到的实际通行能力是 1800 pcu/h,而最后的结论是 5.2 min 后车辆就可以排到十字路口。还有的队统计得到在 120 m 的路段上排队等待的车辆数为 205 辆。一些答卷中也给出了一些无用或者明显不合理的假设,如假设在视频时间段内车道通行能力不受自然天气因素的影响,假设所有司机都遵守交通规则,假设车辆排队过程中首尾相接(忽略车间距离),假设小区只有一个出口等。

2013 全国大学生数学建模竞赛 A 题所提供的视频资料更接近实际,学生可以根据需要反复从视频获取信息(如车流量、车辆类型、排队长度、上游来车情况、小区出入车辆、直行和拐弯比例、可以以不同的长度区间统计)。同学们有许多好的解答,有兴趣的读者可以参阅刊登在《工程数学学报》建模专辑中的优秀论文。

## 参考文献

- [1]杨小宝,王文凯.道路通行能力研究现状及展望[J].中外公路运,2006,26(4):217-220.
- [2]周凤耀,卜伶俐,曾菲圆,等.城市道路通行能力的研究现状及发展趋势[J].公路与汽运,2013(1):32-36.
- [3]邵敏华,邵显智,孙立军.对城市道路通行能力定义方法的探讨[J].交通与计算机,2005,23(6):68-71.
- [4]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].道路交通安全,2007,7(1):30-32.
- [5]李家杰,郑义.影响城市道路通行能力因素分析[J].道路交通,2006(3):19-21.
- [6]贾晓敏.城市道路通行能力影响因素研究[D].西安:长安大学,2009.
- [7]茹红蕾.城市道路通行能力的影响因素研究[D].上海:同济大学,2008.
- [8]姚荣涵.车辆排队模型研究[D].长春:吉林大学,2007.

## Analysis of the Road Capacity and Vehicle Queuing Based on Video Data

Zhou Yicang

(School of Mathematics and Statistics, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049, China)

**Abstract:** The analysis of the road traffic capacity and vehicle queuing after accidents has important significance for the management of the urban traffic. Based on the video data of the 2013 national undergraduate mathematical contest in modeling we define the actual road capacity and investigate the vehicle queuing process when the different lane is occupied after an accident. We also mention some advantages and disadvantages of the student's solution papers.

**Key words:** road capacity; queuing length; mathematical model; video data

## 作者简介

周义仓(1957—),教授,博士生导师,从事生物数学和传染病动力学研究、数学建模等课程的教学工作。