

# 自行车群时间长度计算方法

梁春岩<sup>1</sup>, 王殿海<sup>2</sup>

(1. 吉林建筑工程学院 交通科学与工程学院, 长春 130021; 2. 吉林大学 交通学院, 长春 130025)

**摘 要:** 为了研究不同交通流之间的干扰和黏滞特性, 通过分析自行车群空隙与自行车流量之间的定量关系, 以自行车群中包含的自行车数量为自变量, 建立自行车群时间长度计算模型, 并通过实际调查数据对模型进行验证, 结果表明模型可靠。通过该模型, 只要观测某一自行车群中包含的自行车数量就可以计算该自行车群的时间长度, 根据需要可以将其转换成空间距离。

**关键词:** 自行车群; 时间长度; 空隙; 自行车交通流

**中图分类号:** U 491

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0254-0037(2009)08-1080-04

混合交通是我国的主要交通特征, 在混合交通环境下机动车与自行车对时空资源的使用冲突是造成交通秩序混乱的主要因素, 也是城市交通管理的难题<sup>[1-2]</sup>。为了有效地解决交通冲突问题, 保证道路时空资源在机动车与自行车交通流之间得到合理的分配是比较合理的途径, 因此对机动车与自行车交通流的特性及运行规律的研究是必不可少的基础性工作。自行车交通流区别于机动车交通流, 具有速度慢、稳定性差、集群运行以及机动灵活等特点<sup>[3-4]</sup>, 其中以自行车交通流的集群性最为突出。在自行车交通流与机动车交通流相互影响的过程中, 自行车常以集群形式存在, 单个自行车也可以看成是只有一辆自行车组成的特殊群体。自行车群是否占主导地位与自行车群中包含的自行车数量有关, 当自行车数量很少时, 自行车会给机动车让行, 自行车的运行受到影响, 否则相反, 所以, 在研究机动车与自行车相互影响时以自行车群为研究对象更符合实际情况。长期以来, 自行车交通流特性研究成果较多, 而关于自行车群特性的研究一直是交通工程领域的薄弱环节, 相关研究成果远不能满足城市交通管理对相关理论的需求<sup>[5-8]</sup>。从目前的研究情况来看, 对于自行车的集群性特征基本上还停留在定性研究上, 对自行车集群特性进行深入细致的研究是制定混合交通管理与控制策略的基础。

## 1 自行车群定义

以往的研究认为, 当自行车处于自由行驶状态时, 其动态空间为  $6 \sim 8 \text{ m}^2$ , 因此若自行车的行驶空间小于该值, 且速度比较一致, 则可以认为这些自行车是一个群<sup>[9]</sup>。按照这个定义, 要想确定一个自行车群需要知道自行车在道路上行驶时的动态空间, 这在实际数据的采集是很难获得的。

作者以道路某一断面为参考界面, 在某段时间内该断面没有自行车通过, 就将这段没有自行车通过的时间段称为自行车流中的一个空隙, 如图 1 所示。将任意 2 个相邻空隙之间的自行车定义为一群, 并用群中包含的自行车数量表示自行车群的大小, 但是当空隙很小时, 2 群自行车之间的相互影响较大, 运行特性相似, 则可以把它们合并成一群。

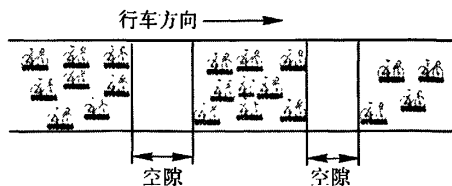


图 1 自行车交通流中空隙示意图

Fig. 1 Sketch of gap included in bicycle traffic flow

收稿日期: 2007-11-19.

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目(2006CB705505); 国家自然科学基金资助项目(50422285).

作者简介: 梁春岩(1978—), 女, 吉林长春人, 讲师。

## 2 自行车群空隙确定

根据本文对自行车群的定义,对于不同的应用环境和条件,针对不同的研究内容和目标,群的划分标准是不一样的,也就是划分群的空隙临界值不同.如果要研究右转机动车穿越直行自行车流的情况,则以右转机动车穿越直行自行车流的临界空隙为划分群的依据<sup>[10-11]</sup>.本文要研究的是自行车群的统计特性,通过对大量实际数据的统计分析得到,当空隙小于0.4 s时,前后自行车之间的运行状态相似,相互影响较大,而当空隙大于0.4 s时,自行车行驶时的自由度较大,相互影响较小,所以选择0.4 s作为划分群的依据.

空隙的分布规律除了与道路交通状况有关外,自行车流量也是决定空隙大小的一个重要参数.直观上可以得到,自行车流量越大,自行车群间的空隙越小.现以路段为例研究空隙与自行车流量之间的关系.

路段自行车的运行不受交叉口信号灯的影响,运行比较平稳,随着自行车流量的增加,集群性特征明显,自行车群中所包含的自行车数量增加,而群之间的空隙减小.通过实际调查数据拟合得自行车流量与群空隙之间的关系如图2所示.

经过拟合,得关系式为

$$y = -7.12x + 3.25 \quad (1)$$

式中, $x$ 为自行车流量(辆/(s·m)); $y$ 为自行车群平均空隙(s).同时得复相关系数: $R^2 = 0.85$ ,拟合效果较好.

当 $y = 0$  s时, $x = 0.46$  辆/(s·m),是指当自行车流量达到0.46 辆/(s·m)时,自行车流中就不会出现空隙,即0.46 辆/(s·m)是该模型有效的临界值.当自行车流量达到该临界值时,可以考虑给自行车群优先权,在有其他车辆需要穿越自行车流时,需采取必要的控制方法保证车流间的相互影响最小,在安全运行的前提下,实现通行能力最大,延误最小.但值得注意的是,此时并不是自行车交通流的饱和状态,虽然纵向上自行车相互叠加而没有空隙,但是横向上并不一定达到饱和.随着自行车流量的增加,自行车密度增大,逐渐趋于饱和状态.

## 3 自行车群时间长度计算

自行车与机动车之间的冲突除了由于转弯产生的交叉冲突外,在交叉口或无机非物理隔离设施的路段,自行车与同向行驶的机动车之间还存在侧向干扰<sup>[12]</sup>,产生干扰的机动车或自行车可能是个体也可能是由几个个体组成的群体,那么这个群体的长度就是研究相互干扰的重要参数之一.机动车不同的车型具有不同的固定长度,并且在固定的车道上行驶时,不会出现车辆叠加现象,所以机动车群体的长度相对比较容易确定,这里重点说明自行车群长度的确定.

在实际数据调查中发现,由于自行车群是个动态群体,空间长度很难直接获得,在以道路某断面为依据的前提下,可以获得自行车群的时间长度,而自行车群的长度与群中包含的自行车数量有关,所以作者以时间距离来表征自行车群的长度,如果需要转换成空间距离,乘以群的平均速度即可.

虽然自行车交通流在运行过程中有叠加现象,但是通过对自行车群统计特性的研究发现,自行车群之间的空隙大小随着自行车流量的增加而减少,同时单个自行车群的大小(本文用自行车群中包含的自行车数量表征)随之增加,则自行车群通过道路某一断面的时间延长,即自行车群的时间长度随自行车群中包含的自行车数量的增加而增加,设自行车群长度与自行车群中自行车数量之间存在线性关系

$$T = \alpha N / W \quad (2)$$

式中, $T$ 为自行车群的时间长度(s); $\alpha$ 为回归系数; $W$ 为自行车道宽度(m); $N$ 为自行车群中包含的自行

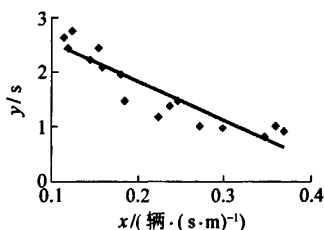


图2 自行车流量与平均空隙关系

Fig.2 Relationship show between bicycle volume and gap

车数(辆).

以石家庄市裕华路河北省人才市场门口由东向西的实际调查数据为例,自行车道宽度为 7 m,即  $W = 7$  m,通过回归得

$$T = 2.3422N/W \quad (3)$$

同时,得相关系数  $R = 0.9557$ ,说明模型相关性很好.实际值与理论值的对比示意图如图 3 所示.

对于不同的道路交通条件,自行车的运行状态是不一样的,为了验证此方法的可行性,另以石家庄市中山路(建华—体育南大街)由东向西早高峰数据为例,自行车道宽度为 3.8 m,即  $W = 3.8$  m,经过回归得

$$T = 1.933N/W \quad (4)$$

同时,得相关系数  $R = 0.7974$ ,模型的相关性较好.实际值与理论值的对比示意图如图 4 所示.

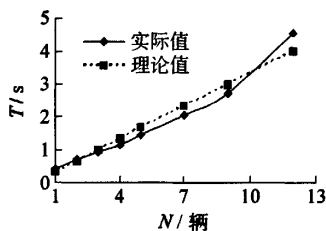


图 3 裕华路自行车群时间长度实际值与理论值

Fig. 3 Contrast between practice and theory value of time length for bicycle group

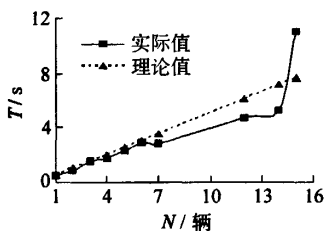


图 4 中山路自行车群时间长度实际值与理论值

Fig. 4 Contrasty between practice and theory value of time length for bicycle group

通过对比分析可以看出,模型拟合效果较好,对于任何一个自行车群,通过统计其包含的自行车数量就可以计算群的时间长度.但是由于道路条件、自行车道宽度以及自行车流量等因素的影响,在研究某条道路的自行车群时间长度之前,需要根据该路段的实际调查数据拟合得到回归系数,进而应用群中包含的自行车数量来定量标定自行车群的时间长度,通过统计自行车群的平均速度,即可将时间长度转换成空间长度,为研究自行车交通流与机动车交通流之间的侧向干扰、相互影响及黏滞等问题提供一定的依据.

从上述 2 个地点的对比图可以看出,当自行车群较小时,理论值大于实际值,但是达到某一数值后,实际值大于理论值.这是由于自行车群沿着横向和纵向同时向外扩张,当自行车群中的自行车数量较少时,横向空间较大,自行车群实际的横向扩大程度比理论值大,导致了纵向的实际延伸程度比理论值小,也就出现了实际值小于理论值的现象.但是,随着自行车流量的增加,由于有物理隔离设施,自行车群不可能无限地进行横向扩张,此时自行车在横向上达到饱和,那么自行车只能沿纵向延伸,使得实际值迅速增加而大于理论值.

## 4 结束语

作者给出了自行车群一个简单且容易实现的定义,通过定量分析可以得到,自行车群空隙随着自行车流量的增加而减小,而自行车群增大,也就是该群的时间长度增大,因此,建立了以自行车群中自行车数量为因变量的自行车群时间长度线性计算模型,并应用实际调查数据进行验证.结果表明,模型可以描述自行车群与自行车流间的定量关系,同时也可以看到,不同的道路交通条件下回归系数也不同,所以在应用模型前,应先根据研究路段的实际调查数据标定回归系数,这也是模型有待改进和需要进一步研究的方面.通过该模型可以很容易得到某一自行车群的时间长度,根据需要乘以该自行车群的平均速度就可以将其转换成空间长度.

## 参考文献:

- [1] 丁建梅,王可崇.典型交通控制模型分析及对混合交通控制建模的探讨[J].哈尔滨建筑大学学报,2001,34(1):119-122.

- DING Jian-mei, WANG Ke-chong. Analysis of typical traffic control models and discussion of mixed traffic control modeling [J]. Journal of Harbin University of C.E. & Architecture, 2001, 34(1): 119-122. (in Chinese)
- [2] WEI Heng, LU Feng, HOU Gang, et al. Nonmotorized interference and control measures at signalized intersections in China [J]. Transportation Research Record, 2003(1846): 44-49.
- [3] 钱大琳. 城市道路混合交通流干扰的安全因素分析[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(2): 31-33.
- QIAN Da-lin. Analysis on safety factors of the disturbance of mixed traffic flow on urban roadways[J]. China Safety Science Journal, 2004, 14(2): 31-33. (in Chinese)
- [4] 陆化普. 解析城市交通[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [5] 景春光. 平面交叉口机非冲突机理及应用研究[D]. 长春: 吉林大学交通学院, 2005.
- JING Chun-guang. Research on the theory and application of vehicle-bicycle conflict at intersection[D]. Changchun: College of Transportation, Jinlin University, 2005. (in Chinese)
- [6] 钱大琳, 蒋海峰, 黄迪, 等. 信号交叉口混合交通流干扰影响及其计算方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2006, 6(3): 75-78.
- QIAN Da-lin, JIANG Hai-feng, HUANG Di, et al. On the effect of intersection caused by mixed traffic at signalized intersection[J]. Journal of Transportation System Engineering and Information Technology, 2006, 6(3): 75-78. (in Chinese)
- [7] RUBINS Daniel I, HANDY Susan. Times of bicycle crossings: case study of Davis, California[J]. Transportation Research Record, 2005(1939): 22-27.
- [8] BOTMA H, PAPENDRECHT H. Traffic operation of bicycle traffic[DB/OL]. [2007-10-10]. <http://pubsindex.trb.org/document/view/default.asp?lbid=365588>.
- [9] 徐吉谦. 交通工程学[M]. 北京: 人民交通出版社, 1991.
- [10] 王殿海. 交通流理论[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [11] 梁春岩, 王春光, 沈战, 等. 机非混行交叉口右转机动车行程时间计算方法[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2007, 37(5): 1053-1057.
- LIANG Chun-yan, WANG Chun-guang, SHEN Zhan, et al. Calculation method of travel time of right-turn vehicles at motor-and nonmotor-bicycle mixed traffic intersection[J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2007, 37(5): 1053-1057. (in Chinese)
- [12] 关宏志, 王文明, 池红波. 混合交通中非机动车对路段交通流的影响[J]. 北京工业大学学报, 2005, 31(3): 281-283.
- GUAN Hong-zhi, WANG Wen-ming, CHI Hong-bo. Study on road traffic delay caused by bicycle for mixed traffic stream [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2005, 31(3): 281-283. (in Chinese)

## Computation Method of Time Length for Bicycle Group

LIANG Chun-yan<sup>1</sup>, WANG Dian-hai<sup>2</sup>

(1. Department of Traffic Science and Engineer, Jilin Architecture and Civil Engineering Institute, Changchun 130021, China;  
2. College of Transportation, Jilin University, Changchun 130025, China)

**Abstract:** In order to research the interference and stickiness between different traffic flows, by analyzing quantificational relationship between gap of bicycle group and bicycle flow rate, a computation model for time length of bicycle group is established taking the bicycle quantity as independent variable. Validation is done based on practical survey data for the intersections. Results show that the model is credible. From the model, the time length is computed as long as the bicycle quantity including in the bicycle group is obtained. It can be converted into space length according to demand.

**Key words:** bicycle group; time length; gap; bicycle traffic flow

(责任编辑 梁 洁)