

Study of Non-Motorized Lane Capacity in the Case of Mixed Non-Motorized Vehicle Flow

Minjie Huang¹, Jiayi Han¹, Yiwen Xu¹, Rui Mao¹, Shuichao Zhang¹, Haixing Yao²

¹Ningbo University of Technology, Ningbo

²Zhengjiang G & Z Architectural Design Institute Co., Ltd., Ningbo

Email: 451435144@qq.com

Received: Dec. 20th, 2014; accepted: Jan. 4th, 2015; published: Jan. 16th, 2015

Copyright © 2015 by authors 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

Non-motorized lane capacity calculation formula for pure bicycle flow cannot well apply to the case with mixed non-motorized vehicle flow. Based on field investigations and long-term observations, this paper studies the composition ratio of bicycles to electric bicycles for non-motorized traffic in the urban area of Ningbo. Through field surveys, research and data processing, the study obtain the possible capacity of non-motorized lane with mixed non-motorized vehicle flow.

Keywords

Mixed Non-Motorized Vehicle Flow, Capacity, Pure Bicycle Flow

混合非机动车流情况下的非机动车道通行能力研究

黄敏杰¹, 韩佳怡¹, 徐宜雯¹, 毛 锐¹, 张水潮¹, 姚海星²

¹宁波工程学院, 宁波

²浙江高专建筑设计研究院有限公司, 宁波

Email: 451435144@qq.com

收稿日期：2014年12月20日；录用日期：2015年1月4日；发布日期：2015年1月16日

摘要

纯自行车流情况下非机动车道的通行能力计算公式，已经不能适用于混合非机动车流情况下的通行能力计算。本文根据现场调查和长期观察结果，得出宁波市区非机动车流中自行车和电动自行车的组成比例，并且通过实地调查、研究和数据计算处理得到混合非机动车流情况下非机动车道上的通行能力 $N_{\text{观}}$ 值。

关键词

混合非机动车流，通行能力，纯自行车流

1. 引言

电动自行车作为一种新兴的交通工具，它以速度快、方便快捷、污染小、能耗低的优点而受到广大居民的青睐，并且保有数量在逐年增加。据调查统计，非机动车出行量在我国大城市中占到交通出行总量的25%~55%，在某些小城市甚至高达70%以上[1]，因此我们的城市在规划建设时应当重视这一现象，为非机动车的通行创造良好的环境和条件。

截至2013年底，国内自行车的保有量约为6亿辆，电动自行车保有量约为1.8亿辆。后又有统计，截至2013年底，每百户城镇居民家庭电动自行车的拥有量已经达到32辆[2][3]。因此，在我国非机动车出行的方式已由过去纯自行车出行方式转变为自行车与电动自行车共同承担出行的方式，也由此电动自行车与自行车共同构成了新的非机动车流，较以前由纯自行车所构成的非机动车流出现了明显变化。

由于电动自行车在非机动车流中所占的比重增加，直接导致了现阶段非机动车流通行能力计算方法存在不适应性。该计算方法不适应性的具体表现如下：非机动车道出现拥堵、非机动车频繁抢占机动车道、非机动车与行人矛盾激化等[4]。针对以上这些问题，我们应考虑研究混合非机动车流的车流组成以及混合非机动车流情况下的非机动车道通行能力的计算方法，以此缓解混合非机动车流带来的交通问题。

2. 非机动车道通行能力计算的一般方法

根据已有文献资料[5]，现已在北京、南京、福州等多个城市开展对纯自行车流情况下非机动车道通行能力的测定，先后获得13万多个数据，得出在纯自行车流、有机非分隔带情况下，每米宽度内自行车连续1h内通过断面的数量即通行能力 $N_{\text{观}}$ 值一般在0.58左右，而且波动的幅度很小，如表1所示[5]。

其计算方法依据以下非机动车道通行能力的计算公式，如下：

Table 1. The number of bicycles from the observation section in unit time

表 1. 单位时间通过观测断面的自行车数量 $N_{\text{观}}$ 观测值

城市名称	非机动车有效宽度 (m)	观测数量 (辆)	自行车平均行驶速度 (km/h)	每五秒通过的自行车数量 (辆)	通过的自行车数量 (辆/(s·m))
北京	5.5	8678	16.28	17.91	0.65
南京	3.3	1551	14.28	9.39	0.57
福州	6.5	3096	13.44	14.50	0.45
无锡	3.2	2975	14.23	10.52	0.66
平均值	4.6	4075	14.01	13.08	0.58

$$N_{\text{可}} = \frac{N_t}{B-0.5} \cdot \frac{3600}{T} \quad (1)$$

$N_{\text{可}}$: 每米宽度内自行车连续 1 小时内通过断面的自行车数量, 实际为 1 小时内连续车流的平均通过(辆/h), 为方便数据处理和对比分析, 本文中出现的 $N_{\text{可}}$ 值得单位均为(辆/s); B : 自行车道的宽度(m); T : 连续车流的通过时间(s); N_t : T 时间内通过观测断面的自行车数量。

参数 B 、 T 、 N_t 分别由调查人员实地调查得到, 从而计算得出通行能力即 $N_{\text{可}}$ 值; 其中参数 N_t 是 T 时间内通过观测断面的自行车数量, 是确定路段内通行能力的重要参数, 受道路、交通管理及气候等条件影响较大。

3. 混合非机动车饱和流的交通特性调查及分析

3.1. 调查地点

借鉴原有的研究方法, 本文提出在混合非机动车流的情况下与之相适应的交通调查方案设计: 为获得准确的参数值 N_t , 本文选取宁波市区一些交叉口为观测对象, 并对调查所选非机动车道提出以下要求。

- 1) 非机动车道均有机非分隔带, 非机动车道路宽度为 2.5~5.0 m;
- 2) 所选非机动车道附近无对非机动车流产生干扰的因素(如公交站、人行道进出口等);
- 3) 有密集、接近饱和的非机动车流量。

鉴于第三点要求较高, 调查选择在天气条件良好情况下, 选择非机动车流量大的交叉口, 并选择在交叉口的非机动车道出口道沿车道向内延伸 10~15 m 处, 待绿灯放行后, 此时会有接近饱和数量的非机动车驶入交叉口出口道即形成所谓的“动态集团” [6]。若观测车流出现断续, 则停止时间计时, 待下一波饱和车流经过断面时, 再继续计时, 计满十分钟为止。调查数据的收集工作时段选择在 7:00~9:00 早高峰时段或 16:00~18:00 晚高峰时段, 以确保调查数据样本更接近期望值。

以宁波市区江夏街和灵桥路交叉口、姚隘路和桑田路交叉口为例, 调查地点均选在交叉口的非机动车道出口道并沿车道向内延伸 10~15 m 处(图 1, 图 2)。

3.2. 调查数据(部分)

如表 2。

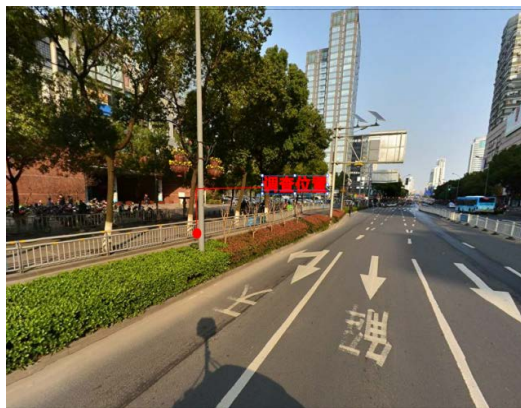


Figure 1. The survey location at Jiangxia street & Ling bridge intersection in Ningbo city (status map)

图 1. 实景图: 宁波市区江夏街和灵桥路交叉口调查位置



Figure 2. The survey location at Yaoga road & Sangtian road intersection in Ningbo city (plan)

图 2. 平面图：宁波市区姚隘路和桑田路交叉口调查位置

Table 2. Survey data sheet table (partially)

表 2. 调查数据表(部分)

次数	调查地点	电动自行车 (辆/h)	自行车 (辆/h)	观察总量 (辆/h)	电动自行车 所占比例	非机动车 车宽度(m)	机非隔离方式	$N_{可}$ 值
1	兴宁路 (黄鹂小区北)	1275	328	1603	79.50%	4.5	绿化隔离	0.67
2	中山东路 - 江东北路	1292	320	1612	80.10%	5	绿化隔离	0.6
3	中山东路 - 江夏街	1356	420	1776	76.30%	5	绿化隔离	0.66
4	百丈东路 - 沧海路	1310	300	1610	81.30%	5	隔离栏隔离	0.6
5	人民路 - 中马路 (南)	1115	270	1385	80.50%	3.5	标线隔离	0.77
6	药行街 - 灵桥路 (南)	1620	390	2010	80.50%	4.2	标线隔离	0.9
7	甬港南路 - 新河路 (南)	1030	280	1310	78.60%	3	标线隔离	0.87
8	中山西路 - 环城西路 (西)	1150	225	1375	83.60%	4	标线隔离	0.65

3.3. 调查数据分析处理

根据大量调查数据显示宁波市区电动自行车出行量与自行车出行量的比例接近 4:1, 即电动自行车数量约占非机动车的 80%, 因此我们研究调查将在电动自行车占非机动车数量 80% 的混合非机动车流情况下, 研究计算非机动车道的通行能力, 即 $N_{可}$ (图 3, 图 4)。

除去个别误差较大数据得到混合非机动车流(80%的电动自行车比例)情况下 $N_{可}$ 平均值的计算:

$$\overline{N_{可}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{可_i}}{n} = 2812 \text{ 辆}/(\text{h} \cdot \text{m}) = 0.78 \text{ 辆}/(\text{s} \cdot \text{m}) \quad (2)$$

混合非机动车流(80%的电瓶车比例)情况下 $N_{可}$ 方差的计算:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (N_{可_i} - \overline{N_{可}})^2}{n} = 0.12 \quad (3)$$

根据相同的计算公式,纯自行车车流情况下的非机动车道通行能力 $N_{\text{可}}$ 平均值为0.58,方差为0.007(图5)。

混合非机动车流情况下的 $N_{\text{可}}$ 平均值较纯自行车流情况下的 $N_{\text{可}}$ 平均值大,而且在混合非机动车流的情况下, $N_{\text{可}}$ 值离散性更大,表现出较大的波动性。

出现这种现象的原因如下:

1) 因非机动车流中有电动自行车的加入,而电动自行车车速比自行车车速大,因此使得混合非机动车流的 $N_{\text{可}}$ 值较大。

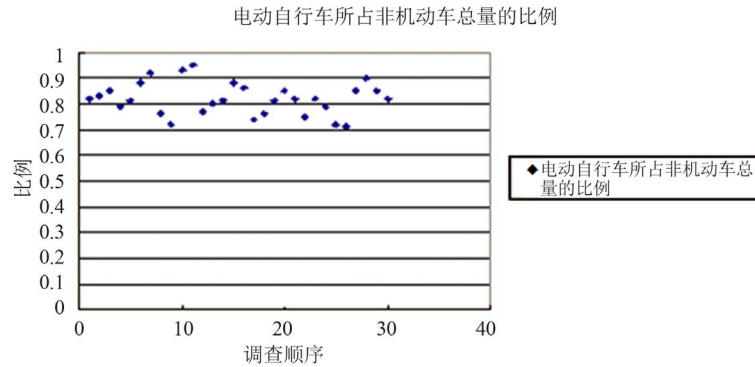


Figure 3. The proportion of electric bicycle in the total non-motor vehicles
图 3. 电动自行车所占非机动车总量的比例

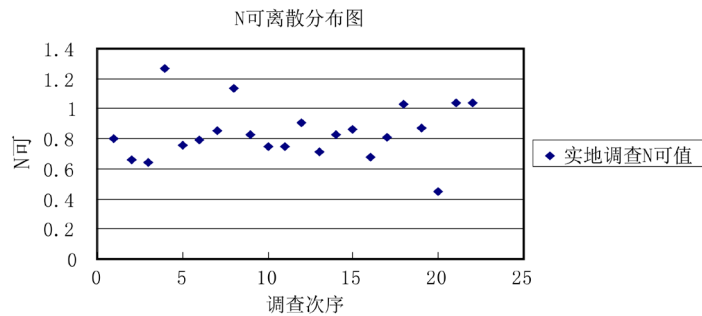


Figure 4. The discrete map $N_{\text{可}}$ in the investigation
图 4. 实地调查 $N_{\text{可}}$ 值离散图

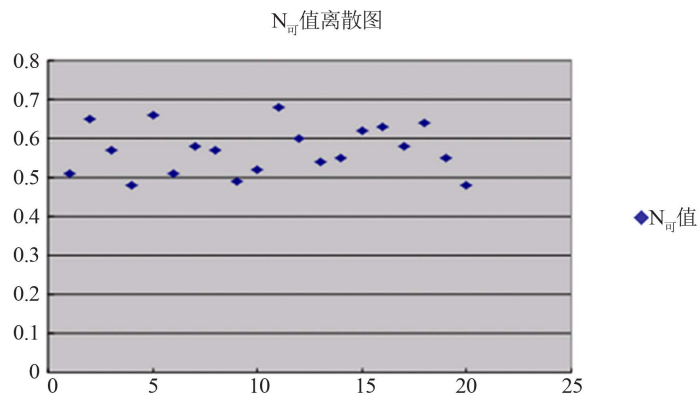


Figure 5. The discrete map $N_{\text{可}}$ under the condition of pure bicycles
图 5. 纯自行车情况下的 $N_{\text{可}}$ 值离散图

2) 因电动自行车为电力驱动, 基本不存在骑行人员因长时间骑行致使车速降低的可能性, 而自行车则存在这一可能性, 因此使得混合非机动车流的 $N_{\text{可}}$ 值较大。

3) 因电动自行车本身车速波动范围较大, 普遍介于 15 km/h~35 km/h, 而自行车的车速普遍介于 10 km/h~15 km/h, 因此混合非机动车流情况下的离散图的波动较大即方差值较大。

4) 因电动自行车车速较大, 在并排骑行过程中, 一些骑行人员考虑到安全因素会主动降低车速, 致使混合非机动车流车速波动较大即方差值较大。

4. 非机动车道通行能力参数值分析与结论

经上文数据分析与处理, 得出非机动车道上的非机动车车流组成为电动自行车: 自行车 = 4:1, 即电动自行车所占混合非机动车流的比例为 80%, 并在该条件下经计算得出在混合非机动车流情况下非机动车道通行能力 $N_{\text{可}} = 0.78$ 辆/(s·m)。在实地调查观测中, 发现参数 N_i 对通行能力 $N_{\text{可}}$ 起着决定性作用, 参数 N_i 主要受车道宽度、路面平整度、天气条件等因素影响, 参数 B 、 T 基本为固定值。

在得出该条件下的 $N_{\text{可}} = 0.78$ 辆/(s·m)后, 我们将与已知纯自行车流情况下的 $N_{\text{可}} = 0.58$ 辆/(s·m) 做一个比较, 得到通行能力比值, 记为 α 。

$$\alpha = \frac{N_{\text{可}}}{N_{\text{可(纯自行车)}}} = \frac{0.78}{0.58} = 1.3448 \quad (4)$$

该比值说明在电动自行车所占混合非机动车流的比例为 80% 的情况下, 非机动车道的通行能力为纯自行车流情况下的 1.3448 倍。

5. 总结

首先, 目前城市道路上普遍存在的混合非机动车流不相适应的现象。在过去, 非机动车道的规划普遍停留在只考虑纯自行车通行的层面上, 而不利于混合非机动车流状态下的非机动车顺畅、舒适地行驶。

其次, 在交通管理方案的制定方面, 由于缺乏对混合非机动车流交通特性的充分认识, 交管部门在制定交叉口非机动车管控方案、路段机非分道方案、非机动车交通事故应对等方面均存在不同程度的盲目性。

再次, 由于以上两方面的不足, 使得混合非机动车流状态下非机动车存在较大的安全隐患, 交通安全事因此居高不下。显然, 这些对纯自行车的设计规范不能满足我们实际非机动车道的需求量, 而且可能会带来更多的交通安全问题。现阶段拟通过交通现状调查, 观测混合非机动车流量, 获得在混合非机动车流的情况下非机动车道的通行能力, 以进一步通过对比, 掌握混合非机动车流的基本交通特性, 对混合非机动车流情况下的非机动车道通行能力进行计算和研究。因此本文建议在统计非机动车流量和计算通行能力、服务水平的实际应用中, 考虑应用该通行能力数值 0.78 辆/(s·m), 而不单纯以纯自行车流作为应用背景。

参考文献 (References)

- [1] 张易知等 (2002) 虚拟仪器的设计与实现. 西安电子科技大学出版社, 西安.
- [2] 华星 (2012) 关于电动自行车交通管理的研究. 硕士论文, 南京航空航天大学, 南京.
- [3] 黄岩, 张胜, 廖祖杏 (2014) 非机动车系统规划设计研究. *城市道桥与防洪*, 8, 249-253.
- [4] 石臣鹏 (2007) 电动自行车交通现状分析及对策研究. 硕士论文, 重庆交通大学, 重庆.
- [5] 王炜, 过秀成 (2000) 交通工程学. 东南大学出版社, 南京.
- [6] 魏恒, 任福田, 小明 (1993) 自行车行驶状态与自行车道通行能力关系研究. *中国公路学报*, 4, 60-64.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

