

# 基于 VISSIM 仿真的公交专用道对道路通行能力影响分析

谢柏洋 赵兰桐 易小迪

重庆交通大学 交通运输学院 重庆 400074

**摘要:** 本文结合国内外研究现状,分析了公交车专用道和公交车停靠站的类型及分类标准,介绍了通行能力的计算方法和计算步骤,并以郑州市为实例,对郑州市内设置公交车专用道的道路进行调研并结合理论知识对比分析,在此之后运用 VISSIM 仿真模拟技术模拟郑州市一条设置公交车专用道的城市道路并通过参数变化探究设置公交车专用道对道路通行能力的影响分析。

**关键词:** 城市道路; 公交专用道; 通行能力; 微观仿真

## Influence analysis of bus lanes on road capacity based on VISSIM simulation

Baiyang Xie, Lantong Zhao, Xiaodi Yi

School of Transportation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074

**Abstract:** Based on the research status at home and abroad, this paper analyzes the types and classification standards of bus lanes and bus stops, introduces the calculation methods and steps of traffic capacity, and takes Zhengzhou City as an example to investigate the roads with bus lanes in Zhengzhou and make a comparative analysis based on theoretical knowledge. After that, the VISSIM simulation technology was used to simulate an urban road with bus lanes in Zhengzhou City, and the influence analysis of bus lanes on road capacity was explored through parameter changes.

**Keywords:** Urban road; Bus lanes; Traffic capacity; Microsimulation

### 引言

在公交优先政策下,我国各地不断地完善公共交通事业,提高公共交通的服务水平,增加公交专用道的实施线路,进而提高城市公交车覆盖率。但公交专用道的设立,在本质上是占据原有道路上的一条车道,对原本道路的通行能力造成影响。探讨公交专用道是否合理占用道路资源、对原本道路造成过多的不利影响,以及解决道路的合理规划、资源的合理调配问题显得尤为重要。王凌琳<sup>[1]</sup>对快速公交系统的相关道路做出了概述和探讨,并根据站点的不同设置形式进行了分开讨论。杨清怡<sup>[2]</sup>把重点放在了单行条件的道路研究。苗齐壮等<sup>[3]</sup>着手效益评价方案,并基于 TransModeler 微观模型仿真技术对实例进行了优化和对比。陆化普等<sup>[4]</sup>使用双层优化算法对公交专用道进行了合理的布局,从而得到除了较为实用的交通布局体系。邱丰等<sup>[5]</sup>利用了公交停靠站站点的特性,得到了各种不同站点对通行能力的影响。马江红等<sup>[6]</sup>以误差为出发点,针对实际与模拟的区别对设置公交车专用道的结果效益进行了探讨和对比。郭晖<sup>[7]</sup>侧面推演出了效益的计算方式。

### 一、公交专用道设置条件

公交专用道的合理选择,关系到公交流量和道路车流量

之间能否达到最佳的状态,实现道路资源的高效利用。

目标道路的交通流量决定了该道路能否设置公交专用道,因此需要找到设置的临界值,假设一条道路位于设置的临界点时最小单车道的交通量 $P_{\text{最小}}$ (人/小时),目标道路一条车道的理论通行能力为 $C_0$ ,则对于该道路的可能通行能力 $C_1$ (辆/小时)有:

$$C_1 = C_0 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \quad (1)$$

其中:

$f_1$ ——行车道宽度对通行能力的影响系数

$f_2$ ——交通组成对通行能力的影响系数

$f_3$ ——横向干扰的影响系数

$f_4$ ——驾驶员整体特征

设汽车平均载客数为 $P_{\text{载}}$ (人/辆),则对于一条车道饱和通行交通量 $P_{\text{最小}}$ ,有

$$P_{\text{最小}} = P_{\text{载}} \times C_1 \quad (2)$$

同时设公交专用道可以搭载的交通量 $P_{\text{公交}}$ ,则公交车可搭载的交通量必须大于一条道路的交通量,即

$$P_{\text{公交}} = P_{\text{公交载}} \times C_{\text{公交}} \geq P_{\text{最小}} \quad (3)$$

其中:

$P_{\text{公交载}}$ ——一辆公交车平均载客数(人/辆)

$C_{\text{公交}}$ ——单向公交车流量 (辆/小时)

与上式联立整理得: 当此道路的公交运行状况满足式(4)时, 此公交专用道的设置才有意义。

$$\frac{P_{\text{公交载}} \times C_{\text{公交}}}{P_{\text{载}} \times C} \geq 1 \quad (4)$$

其中:

$P_{\text{公交载}}$ ——一辆公交车平均载客数 (人/辆)

$C_{\text{公交}}$ ——单向公交车流量 (辆/小时)

$P_{\text{载}}$ ——高峰小时社会车辆平均载客数 (人/辆)

$C_1$ ——高峰小时社会车辆可能通行能力 (辆/小时)

以上分析过程是在不考虑过多问题的前提下, 检验公交专用道建立合理与否的最低要求, 而并不是最精准的评判标准, 最终的判断方法需要更多的计算和微观仿真模拟共同完成。

## 二、道路通行能力理论

根据使用方式和性质的不同, 通行能力分为理论通行能力和可能通行能力, 理论通行能力是指在理想状态下, 车流量按照完美的车流理论进行运行。可能通行能力是在考虑到一些限制条件之后修正过的结果, 是道路可以承担的最大交通量。

### 1 理论通行能力

在理想条件下的一定时间段内, 一条车道所容许通过的最大连续交通流量 $C_0$ 的计算公式为:

$$C_0 = \frac{3600}{t} \quad (5)$$

其中:  $t$ ——最小安全车头时距 (s)

按照《城市综合交通体系规划编制办法》规划, 城市道路的主干道理论通行能力为 800~1100 (Pcu/h/车道), 次干道为 600~800 (Pcu/h/车道), 支路为 500 (Pcu/h/车道) 以下。

### 2 可能通行能力

可能通行能力是在实际状况下道路实际的最大可容交通量, 记为 $C_1$ , 根据之前的对道路通行能力的影响因素分析, 可以得到可能通行能力计算公式:

$$C_1 = C_0 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \quad (6)$$

其中:

$C_1$ ——可能通行能力

$C_0$ ——理论通行能力

$f_1$ ——行车道宽度对通行能力的影响系数

$f_2$ ——交通组成对通行能力的影响系数

$f_3$ ——横向干扰的影响系数

$f_4$ ——驾驶员整体特征

折算系数  $f$  的取值方法如下所示:

1) 对于行车道宽度对通行能力的影响系数 $f_1$ , 一般当车道宽度为 3.75 时取 1, 当车道宽度为 3.5 时取 0.96

2) 交通组成对通行能力的影响系数 $f_2$ 有以下计算公式:

$$f_2 = \frac{1}{1 + \sum P_i (E_i - 1)} \quad (7)$$

式中:

$E_i$ ——交通流量组成车型  $i$  的折算系数

$P_i$ ——车型  $i$  所占据的比例

3) 横向干扰的影响系数 $f_3$ , 根据上文中的分析, 因为城市道路受到的横向干涉较小, 干扰等级为 1 级且权重为 1, 因此 $f_3 = 0.95$

4) 同样的, 根据之前分析, 驾驶员整体特征系数 $f_4$ 取值为 1

设计通行能力是在道路设计规划时所用的通行能力值, 可以反映道路服务水平等级的数值, 与道路运行状况和和服务水平划分相联系。

## 三、仿真方案设计

为统计比较公交专用道的设置对道路通行能力的影响, 本文采用车辆的旅行时间作为参数进行比较, 在设置公交车专用道之后占用了一条普通车道, 压缩了剩下的道路资源, 对道路通行能力造成了一定的影响, 但是所造成的影响效果肯定会根据小汽车交通量和公交车交通量的不同而改变。本文为了探究设置公交车专用道与不设置的区别, 以两种车辆在目标路段上的总旅行时间为参数, 在设置与不设置的基础上分别做以下两种仿真观测:

1) 保持公交车车流量不变, 逐步增加小汽车的车流量, 分别记录设置公交专用道与不设置的两种车辆的平均旅行时间 $t_{\text{小}}$ 、 $t_{\text{公}}$ 。

2) 保持小汽车车流量不变, 逐步增加公交车的车流量, 分别记录设置公交专用道与不设置的两种车辆的平均旅行时间 $t_{\text{小}}$ 、 $t_{\text{公}}$ 。

通过之前对商务外环路金水立交辅道—商务东四街路段南侧的交通调研, 在高峰小时时段, 小客车流量为 1072 (veh/H), 公交车流量为 72 (veh/H), 本文以实测结果为基础, 逐步增加上述的车流量 (veh/H), 其中公交车车流量每次增加 5 (veh/H), 小汽车车流量每次增加 500 (veh/H), 分析对比每一组的平均旅行时间 $t_{\text{小}}$ 、 $t_{\text{公}}$ , 以得出结论。

基于 VISSIM 进行模拟仿真: 1) 道路车道建设, 本文通过 VISSIM 仿真模拟软件, 对郑州市商务外环路商务东四街—金水立交辅道路段进行仿真, 内容包括: 车道建立和连接、

车道方向、停车标识、信号配时、减速区域、优先原则等。

2) 公交建设, 对公交车相关参数进行设置, 包括公交车类型、公交车速度、公交车流量、公交优先原则设置、公交车停靠站建设。3) 各路线路建设, 对所用到的各路线进行设置, 包括各类车辆行车速度、行车路线、减速区域加减速度、公交线路设置、公交专用道限行设置。

#### 四、仿真结果与分析

本文通过微观仿真模型的建立与探究, 对设置公交车专用道和不设置公交专用道两种情况下车辆的旅行时间随交通量的变化而变化情况做了对比分析, 仿真结果汇总如下表:

表 1 仿真结果

小客车流量 (veh/H)	公交车流量 (veh/H)	设置公交专用道		未设置公交专用道	
		小客车旅行时 (s)	公交车旅行时 (s)	小客车旅行时 (s)	公交车旅行时 (s)
3072	16	72.4	158.9	66.8	163.4
2572	16	70.9	158.0	66.0	163.0
2072	16	71.7	155.9	63.3	162.7
1572	16	65.1	155.8	62.9	158.9
1072	16	63.4	156.0	62.8	156.2
1072	21	63.4	156.5	62.7	160.2
1072	26	65.1	156.3	63.6	159.3
1072	31	64.9	156.7	64.1	159.1
1072	36	65.2	157.1	65.1	161.0

为比较设置公交专用道前后的具体差别, 本文分别针对小客车和公交车的流量增

长进行以下具体分析:

1) 两种类型道路的车辆平均旅行时间与小客车流量的变化关系如下图 1 图 2 所示

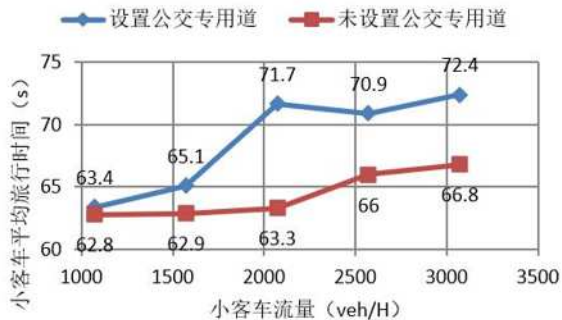


图 1 小客车平均旅行时间和小客车流量变化关系图

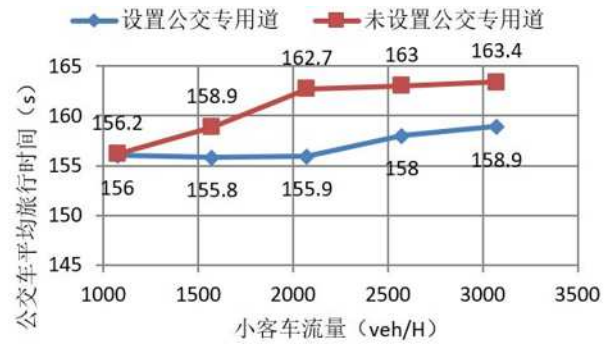


图 2 公交车平均旅行时间和小客车流量变化关系图 2) 两种类型道路的车辆平均旅行时间与公交车流量的变化关系如下图 3 图 4 所示。

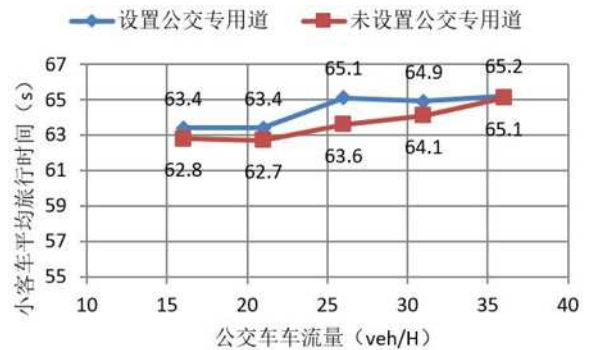


图 3 小客车平均旅行时间和公交车流量变化关系图

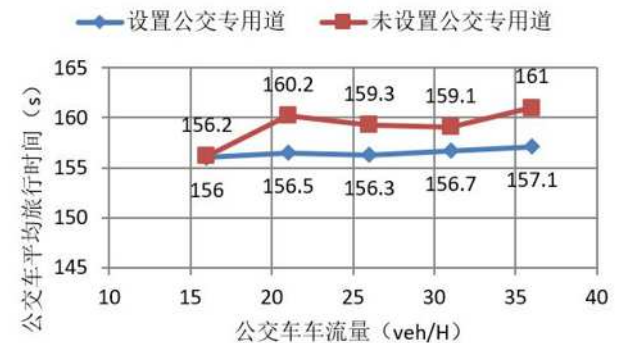


图 4 公交车平均旅行时间和公交车流量变化关系图

通过对上幅四图的对比分析, 可以发现:

1) 小客车更容易受到车流量变化的影响。

对比图 1 图和 2 以及图 3 图 4, 小客车的旅行时间变化比公交车旅行时间变化的范围更大, 说明无论设置公交专用道与否, 小客车都容易受到车流量的影响。

2) 设置公交车专用道之后, 小客车通行能力更弱, 公交车通行能力更强。

在图 1 和图 3 中设置公交车专用道之后小客车平均旅行时间更长, 说明其通行能力相对更弱, 而在图 2 和图 4 中设置公交车专用道之后公交车平均旅行时间更短, 说明其通行能力相对更强。

3) 设置公交车专用道之后, 公交车的旅行时间更为稳

定。

通过对图 2 和图 4 中设置公交专用道和不设置公交专用道两种情况下的变化对比,在设置公交车专用道之后公交车旅行时间增长趋势更加平稳,说明在设置公交车专用道之后整条道路对公交车的包容性更强,更适宜公交车通行,此时为了增大整条道路的总体客运量,可以多安排公交线路。

4) 设置公交专用道前后通行能力对各种车辆的流量变化敏感度不同。

通过对图 1 和图 2 的结合对比分析,当公交车车流量保持不变时,随着小客车车流量的增加,公交车旅行时间和小客车旅行时间都有增加,但是设置公交车专用道比不设置公交专用道的小客车旅行时间增长得更快,同时不设置公交车专用道比设置公交专用道的公交车旅行时间增长得更快,这说明在设置公交车专用道之后,小客车的通行能力更容易受到小客车车流量的影响,而公交车更不容易受到公交车车流量的影响。通过对图 3 和图 4 的结合对比分析,同样在小客车车流量保持不变,小客车车流量逐步增加时,两种车流量与两类车辆的平均旅行时间也有相同的变化关系。

## 五、结语

运用 VISSIM 仿真模拟技术模拟郑州市一条设置公交车专用道的城市道路并通过参数变化探究设置公交车专用道对道路通行能力的影响分析,得到如下结论:1)小客车更容易受到车流量变化的影响。2)设置公交车专用道之后,小客车通行能力更弱,公交车通行能力更强。3)设置公交

车专用道之后,公交车的旅行时间更为稳定。4)设置公交专用道前后通行能力对各种车辆的流量变化敏感度不同。

另外,在设置模型的时候本文选用的是相同的小客车模型和公交车模型,每辆车的乘客承载量都是相同的,因此,在探讨一条道路是否需要设置公交专用道这个问题的时候,还需要根据原本道路各种车辆的交通量,公交车及小客车承载能力来结合实际状况具体分析。

## 参考文献

- [1]王凌琳.城市公交专用道设置方法及其适应性研究[J].中国市政工程, 2010, 02: 67-69
- [2]杨清怡, 韩印, 郭子健.城市单行条件下设置公交专用道的道路条件研究[J].交通与运输(学术版), 2013, 02: 97-100
- [3]苗齐壮, 孙凤英.城市公交专用道效益评价及仿真[J].森林工程, 2012, 02: 71-74
- [4]陆化普, 孙煦, 吴娟.公交专用道优化设计的双层规划模型[J].中国公路学报, 2015, 02: 87-94
- [5]邱丰, 李文权, 张健, 谢秋峰.站点设置形式对公交专用道通行能力的影响分析[J].交通运输工程与信息学报, 2012, 01: 58-63.
- [6]马红江, 赵雅秀, 李政等.公交专用车道设置效益分析[J].交通信息与安全, 2011, 01: 86-88
- [7]郭晖, 李文权.设置临时性公交专用道的效益分析[J].交通运输工程与信息学报, 2011, 02: 92-96