

Application of VISSIM in Signalized Intersection Optimization for Bus Rapid Transit*

Pei Zhou¹, Peijie Deng², Jianmin Xu¹

¹School of Civil and Transportation Engineering, South China University of Technology, Guangzhou

²Department of Technology & Facility, Detachment of Traffic Police, Guangzhou

Email: 114030487@qq.com, 55777384@qq.com

Received: May 14th, 2013; revised: Jun. 6th, 2013; accepted: Jun. 14th, 2013

Copyright © 2013 Pei Zhou et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Taking Tianhe road-sports east road intersection in Guangzhou city as an example, this paper analyzes the traffic flow with VISSIM, finds out the causes of congestion at this intersection. The improvement planes are proposed from aspects of intersection signal timing. Compared with these simulation programs, we can get the best improvement scheme.

Keywords: Intersection; Signal Timing; VISSIM Simulation

VISSIM 在快速公交信号交叉口优化中的应用*

周 沛¹, 邓培杰², 徐建闽¹

¹华南理工大学土木与交通学院, 广州

²广州市公安局交通警察支队科技设施处, 广州

Email: 114030487@qq.com, 55777384@qq.com

收稿日期: 2013 年 5 月 14 日; 修回日期: 2013 年 6 月 6 日; 录用日期: 2013 年 6 月 14 日

摘 要: 以广州市天河路 - 体育东路交叉口为例, 运用 VISSIM 软件进行交通流微观仿真分析, 找到该交叉口快速公交信号优化问题所在, 从信号配时角度提出改善方案, 再进行方案的仿真对比, 得到最佳的改善方案。

关键词: 交叉口; 信号配时; VISSIM 仿真

1. 引言

交叉口已经成为快速公交系统(Bus Rapid Transit, BRT)车辆在其专用道(路)上运行时受到外界因素干扰的最大区域,也是其他社会车辆受 BRT 车辆运营影响最大的区域^[1]。交叉口设计的不合理或者信号相位设计不合理会极大影响交通系统的运力,采取提高交叉口通行效率的措施也会很大程度改善 BRT 系统效率^[2]。所以 BRT 专用道的平面交叉口必须进行适当处理,

*基金项目: 路网交通状态感知与智能协调关键技术研究, 广州市科技计划项目, 12A12081559; 交通区域协调群决策控制系统的应用, 广东省工业科技攻关计划项目, 2008B010200010。

开展信号交叉口 BRT 优先方法及技术研究也显得十分必要^[3]。

本文提出通过 VISSIM 交通仿真软件,对多个改造备选方案进行仿真模拟并与改造前交叉口交通状况进行对比,从而进一步优化调整提出更加合理的方案。

2. 实例分析

2.1. 交叉口基本状况

天河路 - 体育东路交叉口位于广州市天河区的中心地带,属于较为标准的十字交叉口。东西方向为

天河路，路中设置双向两车道的 BRT 专用道，属城市主干道，交通流量相对较大。南北方向为体育东路，属城市次干道，交通流量相对较小。交叉口平面图如图 1 所示。

早高峰车流量见图 2。

现有的相位相序设计共分为 4 个相位，东西直行、东西直行 + 右转、南北直行 + 右转、东西左右转 + 南北右转，周期时长 129 s，各流向信号配时如图 3 所示。

经现场观察及根据以上数据仿真分析，发现该信号交叉口的设计不能满足当前的交通需求，因此必须进行优化改善以缓解交叉口拥堵问题。

2.2. 信号配时优化

采用韦氏最佳信号周期配时法，如式(1)所示^[4,5]：

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \quad (1)$$

式中： C_0 为信号周期时长； L 为一个周期内总的损失时间； Y 为路口各相位实际流量和饱和流量的比值的总和， $Y = \sum y_i$ 。

实测得到的社会车辆车头时距 XY 散点图如图 4 所示，由此可以看出社会车辆在第四辆车通过交叉口时车头时距开始稳定，计算得其饱和流量下车头时距平均值为 2.02 s。

实测得到的 BRT 车辆车头时距 XY 散点图如图 5 所示，由此可以看出 BRT 车辆在第三辆车通过交叉口时车头时距开始稳定，计算得其饱和流量下车头时距平均值为 5.01 s，是社会车辆的 2.48 倍。

比较各流向的总需求时间可得：

总需求时间：东直 > 东 BRT > 西直 > 西 BRT > 北直 > 南直 > 西左 > 东左。

根据 BRT 优先通行相位相序的设计原则以及考虑到行人过街的便利性，得到最终的相位相序方案为：(东西直行)→(东西直行、右转)→(南北直行、右转)→(东西左、右转+南北右)，与原相位相序方案一致。

以乘客人均延误最小为优化方案，经过编程计算，得到最佳周期时长 $C = 85$ s。把 BRT 以及社会车辆各参数带入求解黄灯时间，得到 BRT 车辆在时速为 60 km/h 时所需的黄灯时间为 8 s，社会车辆所需的黄灯时间为 3 s，与现状相比差异较大，具体的配时参数

优化结果如图 6 所示。

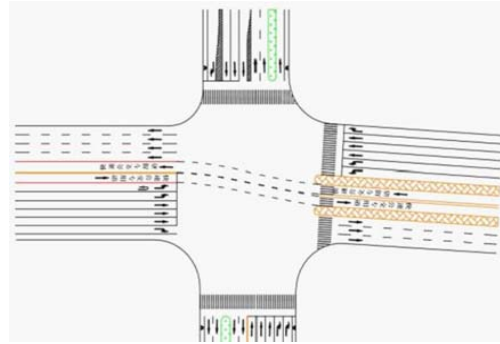


Figure 1. Schematic diagram of Tianhe road-sports east road intersection
图 1. 天河路 - 体育东路交叉口示意图

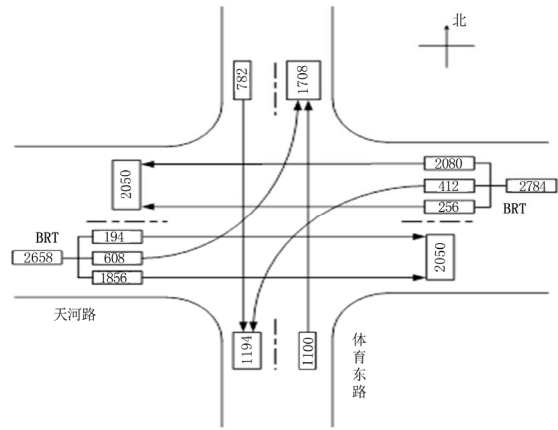


Figure 2. Schematic diagram of traffic volume in morning peak traffic hours
图 2. 早高峰车流量示意图

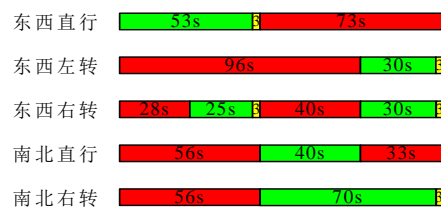


Figure 3. Timing situation of Tianhe road-sports east road intersection
图 3. 天河路 - 体育东路交叉口配时现状

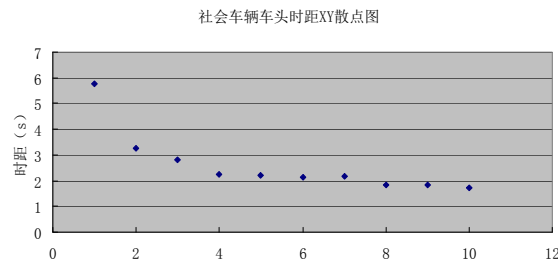


Figure 4. XY scatter diagram of social vehicle time-headway
图 4. 社会车辆车头时距 XY 散点图

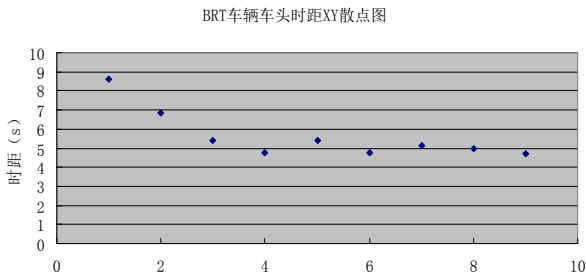


Figure 5. XY scatter diagram of BRT vehicle time-headway
图 5. BRT 车辆车头时距 XY 散点图

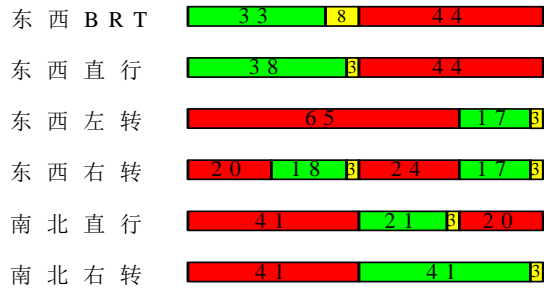


Figure 6. Timing situation of Tianhe road-sports east road intersection after optimization
图 6. 天河路 - 体育东路交叉口配时优化

2.3. VISSIM 仿真模拟

交通管理和控制效果的好坏，可以利用仿真的方法进行评估，通过交通仿真，可以避免进行一些费用昂贵且周期较长的交通调查和现场试验，以很小的代价获得难以调查的大量数据。本文通过采用微观仿真软件 VISSIM 进行仿真试验来论证交通组织是否有效。仿真时间为 1 小时，仿真所用车流量为该交叉口实际车流量。选用车辆选取每小时平均停车次数、车均延误、平均排队长度、最大排队长度、人均延误为评价指标，对优化前现行的配时方案及优化后的配时结果进行交通仿真，仿真前后路网如图 7 所示。

由图 7 我们可以直观看到，优化后车辆的最大排队长度明显减少。

不考虑机动车的右转，各个流向的平均停车次数、车均延误、平均排队长度、最大排队长度、人均延误如表 1 所示。

表 2 是车均延误与服务水平的对应表^[5,6]。

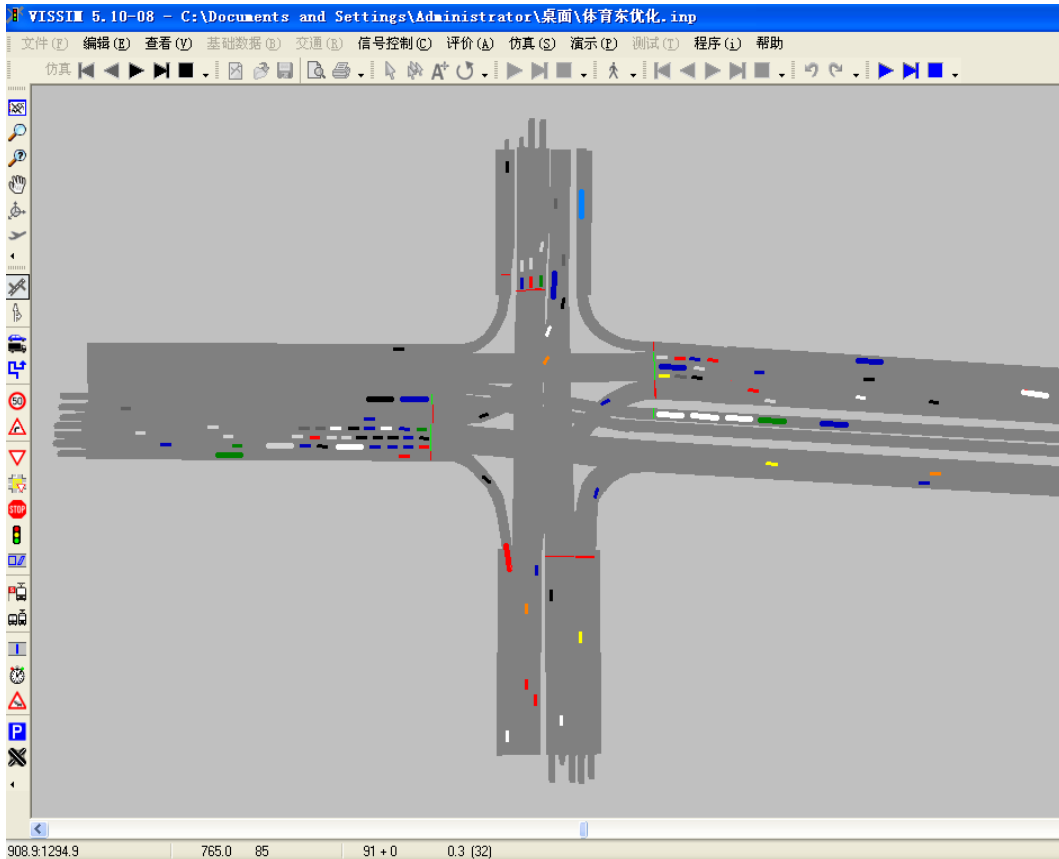


Figure 7. Comparison before and after optimization
图 7. 优化前后效果对比图

由此可知,该交叉口的整体服务水平为 C 级且接近 D 级,各流向的服务水平如表 3 所示。

同样选用车辆选取平均停车次数、车均延误、平均排队长度、最大排队长度、人均延误为评价指标,得评价指标表 4。

优化后该交叉口的整体服务水平为 C 级且接近 B 级,各流向的服务水平如表 5 所示。

同原配时方法相比,最大排队长度减少 46.6 m,平均排队长度减少 7.1 m,社会车辆车均延误减少 6.7 s, BRT 车辆车均延误减少 16.6 s,人均延误减少 5 s。如表 6 所示。

Table 1. Every evaluation index of intersection before optimization
表 1. 交叉口现状各评价指标表

流向	每小时平均停车次数(次)	车均延误(s)	平均排队长度(m)	最大排队长度(m)	人均延误(s)
西进口直行	0.67	28.5	32.3	116.8	25.1
西进口左转	0.78	44.8	23.6	75.0	43.0
西进口 BRT	0.52	32.5	17.2	68.3	32.5
东进口直行	0.43	23.0	18.3	61.6	12.5
东进口左转	0.66	42.3	26.7	60.9	35.0
东进口 BRT	0.61	30.4	22.5	97.0	30.4
北进口直行	0.75	40.2	19.6	58.8	41.6
南进口直行	0.59	27.5	12.2	47.3	32.9
交叉口总计	0.59	28.5	21.6	116.8	27.9

Table 2. Correspondence of delay and service level
表 2. 车均延误与服务水平的对应表

服务水平	车均延误(s)	服务水平	车均延误(s)
A	<10	D	36~55
B	11~20	E	56~80
C	21~35	F	>80

Table 3. Service level of every traffic flow before optimization
表 3. 各流向服务水平表

流向	服务水平	流向	服务水平	流向	服务水平
西进口直行	C	东进口直行	C	南进口直行	C
西进口左转	D	东进口左转	D	北进口直行	D
西进口 BRT	C	东进口 BRT	C	交叉口整体	C

3. 结语

通过运用微观仿真软件 VISSIM 对交叉口的交通拥堵问题进行分析研究,提出合理的优化方案,最后无论是从直观的视频效果还是从具体的定量指标上,都可以看出交叉口的交通改善状况。为交叉口的实际

Table 4. Every evaluation index of intersection after optimization
表 4. 交叉口优化后各评价指标表

流向	每小时平均停车次数(次)	车均延误(s)	平均排队长度(m)	最大排队长度(m)	人均延误(s)
西进口直行	0.60	19.1	17.6	66.8	20.6
西进口左转	0.79	33.2	17.1	59.8	38.3
西进口 BRT	0.53	21.9	10.0	68.9	21.9
东进口直行	0.47	15.3	11.5	48.2	15.6
东进口左转	0.83	41.5	20.6	47.5	43.4
东进口 BRT	0.47	21.2	13.0	70.2	21.2
北进口直行	0.76	26.9	14.0	58.7	28.0
南进口直行	0.73	27.9	12.3	38.4	34.4
交叉口总计	0.61	21.8	14.5	70.2	22.9

Table 5. Service level of every traffic flow after optimization
表 5. 各流向服务水平表

流向	服务水平	流向	服务水平	流向	服务水平
西进口直行	B	东进口直行	B	南进口直行	C
西进口左转	C	东进口左转	D	北进口直行	C
西进口 BRT	C	东进口 BRT	C	交叉口整体	C

Table 6. Comparison of performance indexes
表 6. 性能指标对比

	优化前	优化后
最大排队长度(m)	116.8	70.2
平均排队长度(m)	21.6	14.5
社会车辆车均延误(s)	28.5	21.8
BRT 车辆车均延误(s)	38.1	21.5
人均延误(s)	27.9	22.9

改造提供了有力的理论支持。

参考文献 (References)

- [1] TCRP Report 100: Transit capacity and quality of service manual, 2nd Edition, 2003.
- [2] 陶玲. 信号交叉口 BRT 优先方法及技术研究[D]. 广州: 华南理工大学交通信息工程及控制, 2010.
- [3] 余璇. 交叉口信号控制安全的研究[D]. 上海: 同济大学交通信息工程与控制, 2008.
- [4] 徐建闽. 交通管理与控制[M]. 北京: 人民交通出版, 2007.
- [5] 尹宏宾, 徐建闽. 道路交通控制技术[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000.
- [6] 许旺土, 何世伟, 宋瑞等. 城市交通仿真中的延误计算模型对比分析研究[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(13): 3880-3884.