

基于仿真的城市信号交叉口评估与优化

Evaluation and Optimization of Urban Signalized Intersection Based on Simulation

宋嘉辉 贾乐 李天赐 卢晓龙 余成威

Jiahui Song Le Jia Tianci Li Xiaolong Lu Chengwei Yu

湖北文理学院 中国·湖北 襄阳 441053

Hubei University of Arts and Sciences, Xiangyang, Hubei, 441053, China

摘要: 城市道路交叉口作为交通流的重要组成环节,其路口交通信号的控制效果好坏直接影响着整个交通路网的安全与效率,信号控制优化与道路渠化能有效地缓解交叉口处拥堵。论文以襄阳市檀溪路—双湖路交叉口为例,通过对交叉口处的交通路况、几何现状、交通流星和信号控制方案的分析,制定了交叉口信号控制优化与道路渠化结合的综合优化方案,最后利用 VISSIM 软件对优化前后的交叉口进行仿真分析,获得了车辆排队长度及平均延误时长。对比优化前后平均延误以及平均排队时间和平均排队长度,优化以及仿真结果表明了实施新的优化方案后,车辆的排队长度显著降低,有效缓解了交叉口处的拥堵,提高了道路的通行能力,相关研究可为恩施市道路的发展与规划提供有效参考。

Abstract: Urban road intersections are an important part of traffic flow, the control effect of traffic signals directly affects the safety and efficiency of the entire traffic network., signal control optimization and road channelization can effectively alleviate congestion at intersections. Taking the intersection of Tanxi Road and Shuanghu Road in Xiangyang City as an example, this paper formulated a comprehensive optimization plan combining intersection signal control optimization and road channelization through the analysis of traffic conditions, geometric status, traffic meteor and signal control schemes at the intersection, finally using the VISSIM software to optimize the intersection simulation analysis, obtained the vehicle queue length and the average delay time. Comparing the average delay before and after optimization as well as the average queuing time and the average queuing length, the optimization as well as the simulation results show that after the implementation of the new optimization scheme, the queuing length of the vehicles is significantly reduced, which effectively alleviates the congestion at the intersection and improves the capacity of the road, and the related research can provide an effective reference for the development and planning of the road in Enshi City.

关键词: 交叉口信号; VISSIM 仿真; 车头时距; 饱和流率

Keywords: intersection signal; VISSIM simulation; headway; saturation flow rate

DOI: 10.12346/etr.v5i6.8188

1 研究背景

伴随着经济的快速发展,汽车数量急剧增长,但公路建设却远远落后于汽车数量。对于城市道路来说,交叉口是城市交通中最重要的一环。由于城市建设规划、路网老旧等原因,导致城市拥堵、停车难、过街难等问题变得越来越严重。因此,在已有道路的基础上,我们可以通过交通调查,对现有的资源进行合理地利用,将道路的潜能挖掘出来,从而让我们的交通变得更加畅通,让人们的出行变得更加安全、更加方便。

2 调查方案设计

研究并深入探究交通流动的实际情况以及其随着时间、地点的推移而发生的变化,将有助于更好地进行交通规划、有效的交通控制、优化工程经济效益。具体步骤如下:

①确定襄阳市檀溪路与双湖路交叉口为调查地点,7:45—8:45 为调查时间,采用人工计数法^[1],按每 15 分钟一个时段进行调查。

②确定交叉口信号灯周期和交叉口几何设计。

【作者简介】宋嘉辉(2002-),男,中国湖北天门人,本科,从事交通设备与控制工程研究。

③根据调查数据分析存在的问题，如道路、交通、环境等方面。

④绘画 VISSIM 模型，针对问题进行优化设计^[2]。

⑤调查资料分析和总结形成报告。

3 交叉口概况与调查数据

3.1 交叉口概况

关于交叉口概况如表 1 所示。

表 1 交叉口概况

路口	西进口	南进口	东进口	北进口
进口车道数	5	5	5	5
车道宽度 /m	3	3.6	3	3.6
左转车道	1	2	1	2
右转车道	1	1	1	1

3.2 交通量调查

关于交通量调查概况如表 2 所示。

表 2 交叉口机动车流量汇总表

进口道方向	交通流方向	时间 /h	机动车 / 辆	总计
东进口	左转	1	104	924
	右转	1	92	
	直行	1	728	
南进口	左转	1	280	628
	右转	1	208	
	直行	1	140	
西进口	左转	1	196	944
	右转	1	200	
	直行	1	548	
北进口	左转	1	368	532
	右转	1	420	
	直行	1	68	

3.3 交叉口交通信号控制状况调查

相位图如图 1 所示。

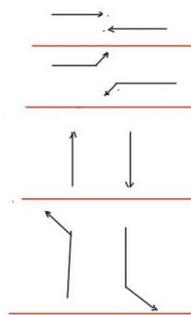


图 1 相位图

信号配时如图 2 所示。

4 交叉口优化

4.1 交叉口渠化设计与相位方案设计

为了满足不同车型的需求，我们在两个主要的入口处建造了 5 条车道。其中，一条专门用于左转，另一条专门用于右转。由于两个入口处的车辆数量相对较少，并且缺乏人员通道，我们建议在两个入口处建造一条专门用于两种驾驶员的车道，以满足不同驾驶员的需求。

经过仔细分析，我们可以确定每个进口道是否应该安装左转保护相位。根据转保护相位判别条件，对每个进口道进行了详细的检查和评估。

西进口： $q_{LT}=196 < 200$ 但 $196 \times (1200/3) = 71200 > 50000$ ，需要设置左转保护相位。

东进口： $q_{LT}=170 < 200$ 但 $170 \times (1200/3) = 68000 > 50000$ ，需要设置左转保护相位。

北进口： $q_{LT}=208 > 200$ ，需要设置左转保护相位。

南进口： $q_{LT}=368 < 200$ ，需要设置左转保护相位^[3]。

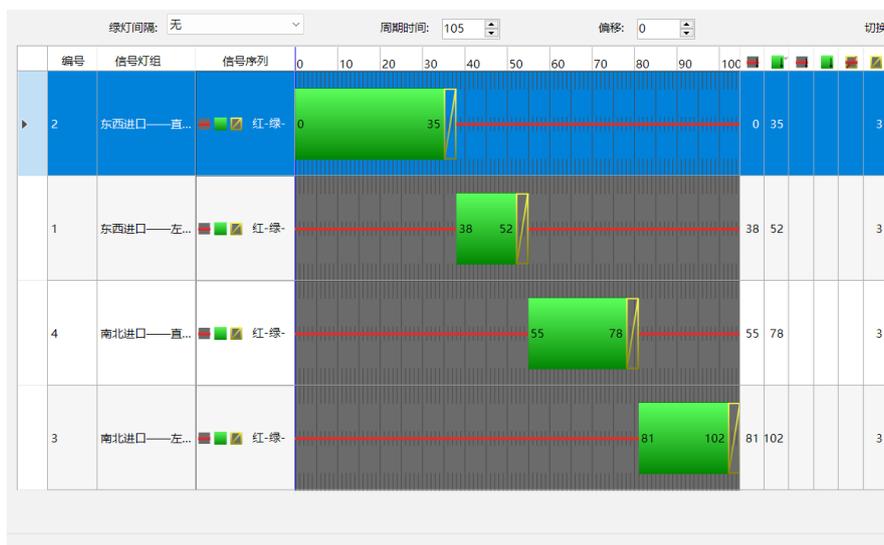


图 2 VISSIM 配时图

经过研究，我们最终决定在这个交叉路口采用以下三种不同的相对位置：第一种是朝着东、西两侧直接前进，然后再朝着两侧偏移；第二种是朝着东、西两侧偏移，然后再朝着两侧偏移；第三种是朝着南、北两侧前进，再朝着两侧偏移。

4.2 绿时配比

通过计算各相位的有效绿灯时长为：

$$g_{E,1} = (112 - 14) \times \frac{0.28}{0.82} = 43s$$

$$g_{E,2} = (112 - 14) \times \frac{0.28}{0.82} = 16s$$

$$g_{E,3} = (72 - 14) \times \frac{0.16}{0.616} = 15s$$

$$g_{E,4} = (72 - 14) \times \frac{0.19}{0.616} = 18s$$

至此，完成了交叉口的信号配时方案的优化。

5 优化前后延误对比

由 VISSIM 仿真的优化前交叉口延误水平如下，由图 3 可知原配时方案下，东进口和北进口延误水平较高。

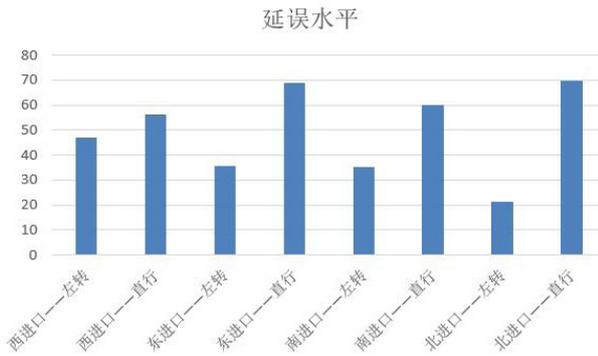


图 3 延误水平

配时优化后延误水平如图 4 所示。

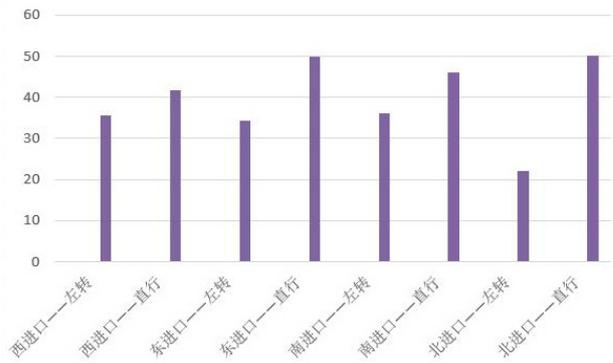


图 4 配时优化后延误水平

配时优化后各路口的延误水平都有下降，优化结果可行。

6 结语

论文对中国湖北省襄阳市双湖路与檀溪路交叉口进行了交通调查，分工合作收集了 2023 年 5 月 30 日双湖路与檀溪路交叉口各路口的车流量、红绿灯时间分布以及人行道行人流量，并通过对数据的整合计算获得了此交叉口的红绿灯相位以及高峰小时的交通流量，得到了交叉口的饱和流率。我们利用 Excel 将这些数据进行整理制成了图表以对数据进行相关分析，并通过数据绘制了交叉口的 VISSIM 模型，发现该交叉口的延误水平相对较高，于是对交叉口的信号灯配时进行了一定的优化。研究表明，采取优化的信号配时策略可显著改善这个交叉路口的通行状况，大幅度缩短了车辆与行人的等待时间。因此，我们强烈推荐采取这种新的信号配时策略，来改善这个路段的交通状况。

参考文献

- [1] 高鹏,柯磊,徐倩,等.基于人工计数法的交通量调查与应用研究[J].电子测试,2019(16):3.
- [2] 杨洪,韩胜风,陈小鸿.Vissim仿真软件模型参数标定与应用[J].城市交通,2006,4(6):4.
- [3] 李爱增,王啸啸,李文权.城市无信号控制T型交叉口通行能力计算方法[J].交通运输系统工程与信息,2015,15(5):8.