

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.08.005

基于 Synchro 仿真的城市交通疏堵应用方法研究 ——以拉萨市柳梧大桥南桥头为例

鲍小奎, 王山川, 尚德申

(北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京市 100045)

摘要: 如何解决非系统性城市拥堵问题, 目前普遍采用单点优化和道路线性调整, 以提高道路通行能力, 但均缺少系统性。针对此问题, 提出定性定量、宏观与微观相结合的方法, 以解决交通拥堵。定性定量分析, 期望通过“以点带面”, 寻求较经济的疏堵方案, 最终达到区域路网的联动、交通组织的合理化。定量与微观分析, 则在定性定量分析的基础上, 进行单点或一条路的优化。以拉萨柳梧大桥拥堵节点为例, 通过 Synchro 仿真软件进行定量分析, 鉴别关键节点的拥堵改善程度, 评估疏堵的效果和效益。

关键词: 交通疏堵; 单点微处理; 路网均衡化; Synchro 仿真

中图分类号: U491

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)08-0017-04

1 Synchro 仿真软件的应用现状

目前 Synchro 仿真软件的应用主要在单点优化上。马建明^[1]等研究独立信号交叉口, 提出基于微观仿真模型的信号交叉口交通组织优化方法。王昊^[2]等针对多支路 T 形交叉口, 提出主干路与支路接驳处进行渠化设计和主干路信号协调控制相结合的交通组织设计方法。针对行人过街节点优化的研究有: 陈小红^[3]研究了行人过街对路段上机动车流的影响, 建立了交叉口与人行横道信号协调控制优化模型; 曹晓奎^[4]对路段行人过街设施的合理间隔进行分析, 提出了行人过街设施的间隔优化方法。

针对某一条道路系统性交通组织优化研究的有闫章存^[5], 利用 Synchro 软件研究沿江道路交通特征, 提出针对交叉口和路段的信号协调控制方案的交通组织优化方法。

现有研究集中于交叉口和路段优化, 而针对道路路网进行的系统性交通组织优化的研究相对较少。

2 拉萨交通运行现状分析

拉萨市交通主要干道受用地布局的影响主要集中在东西方向, 南北通道起着连接东西通道的作用, 兼顾跨河功能。拉萨市交通调查发现, 每年 4 月份道路流量较大, 主要通道及负荷度见表 1。

收稿日期: 2021-10-31

作者简介: 鲍小奎(1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事交通工程规划与设计工作。

表 1 拉萨市主要道路网运行分析表

序号	道路名称	道路走向	道路流量 (双向)/(pcu·h ⁻¹)	负荷度
1	北环路	东西向	3 293	B
2	南环路	东西向	2 939	B
3	当热路	东西向	3 263	C
4	江苏路	东西向	3 376	D
5	鲁定路(柳梧大桥)	南北向	3 930	E
6	藏热路	南北向	2 497	D
7	北京路	东西向	2 985	E

7 条主要干道之中, 北京路、鲁定路最为拥堵。北京路连接着主城区的主要景点(布达拉宫、大小昭寺、罗布林卡), 道路拥堵的原因为游客多、宗教活动多。鲁定路涉及跨河交通的集中问题, 在柳梧大桥形成了明显的漏斗(见图 1)。



图 1 拉萨市主要路网及跨河通道图

目前跨拉萨河的通道有柳梧大桥、4# 闸桥、拉萨大桥和纳金大桥, 共计 4 处。跨河交通主要集中在柳梧大桥和纳金大桥; 其次为拉萨大桥、4# 闸桥, 目前桥梁通行实行车辆限制管理, 通行能力较小, 承担

跨河交通作用有限。

3 交通疏堵的方法研究

导致交通拥堵的原因有很多,如用地开发与道路系统的不匹配、道路网结构性的问题、小汽车的过度使用、公共交通发展的滞后、道路参与者的使用习惯、机非相互干扰等。

城市交通拥堵可分为两类,即系统性拥堵和节点拥堵。系统性拥堵表现为路网的整体运行效率低下,解决该类型拥堵的措施主要包括:增加道路通行能力,加密路网提高疏散能力,提倡公共交通出行等系统性解决措施。节点拥堵侧重于城市中某个交通节点的负荷度过高,解决该种拥堵的措施主要包括:改善单点交通控制方案,调整路口交通组织,渠化交通拓宽进口车道数,机非分离减小干扰等措施。

本文提出系统解决交通疏堵的方法,主要步骤包括:单点微处理、路网均衡化、节点最优化、最终疏堵方案等。该方法主要解决非系统性拥堵问题。

3.1 单点微处理

缓解城市道路交通压力最常用的方法就是增建、扩建交通设施。这种方法短期内可以缓解交通拥堵,然而,交通设施的建设速度往往跟不上交通量的增长速度,一段时间以后拥堵又会重新出现。在城市交通拥堵已经成为常态的今天,通过大规模工程手段来解决交通问题的局限性越发明显,如交通设施供给满足不了需求的增长速度,投资巨大,拆迁带来的社会问题,环境污染问题,等等。

显然,通过大规模道路工程改造手段来解决交通拥堵问题不经济,而通过一些精细化的手段^[6],如交叉口优化设计、优化交通组织、地下交通空间利用、优化交通管理措施等,对改善城市交通,特别是缓解老城区的交通堵塞,不仅效果显著,而且投入较少。

单点微处理适用于非系统性的拥堵情况,如单点信号控制相位配置不合理、交叉口进口道交通组织方案与交通流不匹配、人车干扰导致交叉口通行缓慢等问题,均可通过充分挖掘现有交通设施潜力,对交叉口进行适当调整,而不是直接进行土建施工。因此,提高道路使用效率是一条缓解交通问题的捷径。

针对单点拥堵情况,首先应进行交通调查,了解造成拥堵的原因,通过 Synchro 软件能够进行优化仿真,衡量缓解拥堵程度是否能够达到预期效果。

3.2 路网均衡化

城市中道路网的功能等级是比较明确的,分为

交通型干道和集散型道路。交通型干道通常承担长距离、快速化的出行需求,集散型道路实现小区与交通型干道的连通。目前城市建设中,大多重视主要干道的功能,忽视次要道路的集散功能,路网系统没有搭建完善,导致主干路拥堵不堪。

路网均衡化可以解决因集散道路缺失而造成的拥堵,完善的路网能够最大限度地增加路网弹性和路网的运行安全。同时,提升整体路网的容量及通行能力,比解决单个节点拥堵更有效,更持久。

但是,通过该方法解决交通拥堵具有延迟性和风险性,只有路网均衡化措施实施后,方可与节点最优化方案共同解决节点的疏堵问题。

3.3 节点最优化

该步骤是节点疏堵的末端程序,通过对路网均衡化措施的评估可预测措施所起到的效果,进而对节点采取“节点微处理+工程方案”的组合方式,如调整信号周期、调整信号相位、拓宽进口道、缩小交叉口范围、增加人行天桥或过街通道等。具体流程见图 2。

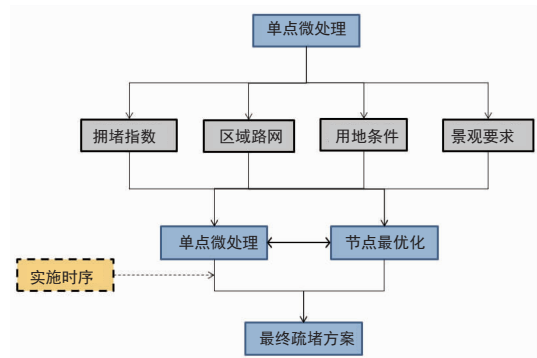


图 2 交通疏堵逻辑图

4 Synchro 软件在拥堵节点改造中的应用

针对拉萨市柳梧大桥南桥头拥堵节点,在现状节点评估的基础上,分析了客群的具体需求,同时考虑节点周边的道路网情况,最终确定节点改造的选择方向。

4.1 现状评价

4.1.1 节点交通管理及交通需求现状

对现状柳梧大桥与世纪大道交叉口的流量、信号控制方案及交叉口交通组织进行统计(见表 2)。

4.1.2 现状节点仿真

针对交通拥堵的评价指标有许多,其中针对路段拥堵评价指标体系^[7]的主要包括路段交通量、平均速度、可接受出行时间、可接受出行速率、延误、总延误、相对延误率等,而针对交叉口的拥堵指标则有所

表2 柳梧大桥南桥头节点统计表

统计项目	北进口 / 相位一			南进口 / 相位二			西进口 / 相位三			东进口 / 相位四		
信号相序												
相位时间 / 总周期	45 s			30 s			25 s			45 s		
	145 s											
流向及流量 / (pcu·h ⁻¹)	左转	直行	右转	左转	直行	右转	左转	直行	右转	左转	直行	右转
	203	602	1 825	50	550	175	950	275	75	308	175	325
	2 630			775			1 300			808		

差别,主要指标有延误、饱和度(V/C)、排队长度及服务水平, Synchro 仿真软件的拥堵评价指标也是基于此项指标。

通过具体指标呈现该节点的交通运行状况(见表3)。

表3 节点拥堵评价表

方向	转向	交通量 / (pcu·h ⁻¹)	饱和度	延误 / s	排队长度 / m	服务水平
北进口	左转	203	0.45	43.3	55.1	D
	直行	602	0.66	46.2	92.1	D
	右转	1 825	2.27	335.8	837.7	F
南进口	左转	50	0.09	49.9	7.1	D
	直行	550	1.81	286.0	271.4	F
	右转	175	0.60	41.7	40.5	D
西进口	左转	950	1.08	95.6	178.7	F
	直行	275	0.3	41.0	37.4	D
	右转	75	0.42	15.4	2.7	B
东进口	左转	300	0.66	59.0	48.7	E
	直行	175	0.71	61.8	55.6	E
	右转	325	0.51	3.9	0	A
路口总评价		5 513	153.9%	172.5		F

通过 Synchro 仿真分析发现,北进口右转方向饱和度(V/C)、延误和50%排队长度明显高于其他流向,该流向的交通量大是该交叉口拥堵的主因。南进口直行方向饱和度(V/C)、延误和50%排队长度也较高,原因在于交通组织与车流量的不匹配。西进口左转方向也存在流量较大,难以在交叉口平衡的问题。现状交叉口整体拥堵严重(F级)

4.1.3 拥堵成因分析

成因一:柳梧大桥在拉萨河北岸通过立交汇集交通量,而在南岸信控节点形成了明显的瓶颈,信号控制交叉口严重制约了柳梧大桥连通拉萨河两岸的通行能力。

成因二:南环路为连通拉萨河南岸各组团的骨

干通道,且道路远离组团中心,因此定位为过境、长距离出行的交通型骨干道路,主要道路网见图3。柳梧大桥与南环路为非互通立交关系,无法形成两条道路的转换功能,因此也无法发挥南环路的优势,这属于路网功能性缺失。



图3 节点周边主要路网图

成因三:跨河通道少,拉萨河北岸的东西向通道普遍受旅游客流、宗教活动影响,较为拥堵,因此主城区及西部组团跨河交通均选择柳梧大桥,造成了交通流的聚集,导致无法快速疏散的状况。

4.2 路网均衡化分析

措施一:增大过河通道的通行能力,结合目前4#闸桥的改造,将该桥交通能力进行提升,将有效分担柳梧大桥的压力。

措施二:将柳梧大桥与南环路连通,充分发掘南环路的功能,同时形成一条快速通道(见图4),重点服务机场、火车站、堆龙片区和日喀则方向的机动化出行。该措施需要处理2个交叉口,简便、有效、易行。

4.3 节点疏堵方案评估

采取路网分流措施后,节点需要疏散的交通量大大减少,尤其是北进口右转、西进口左转,分流了去往机场、火车站、日喀则及堆龙片区方向的车流,基本解决了局部流向流量过大的问题,分流后交叉口各流向更均衡。



图 4 路网分流路径图

4.3.1 分流后节点信号优化

考虑 4# 闸桥分流作用的滞后,暂按新建的一对桥梁匝道的合理通行能力进行计算,暂按 750 pcu/h 进行考虑。对改造前后进行对比(见表 4)。

表 4 分流后评估对比表

评价指标	改造前	改造后
信号周期 /s	145	130
延误 /s	172.5	70.9
服务水平	F	E

柳梧大桥南桥头节点的信号配时经优化后,整体延误降低,各进口控制延误较之前均衡,各项指标均有一定改善,但总体上服务水平没有达到期望水平,各进口服务水平仍较低。

这说明该节点拥堵问题仅通过信号配时优化已无法得到彻底解决,应该考虑采用进一步改善交叉口几何条件、交通组织和信号配时优化相结合的方法来实现。

4.3.2 优化后方案评估

在现有交通组织情况下对分流后的信号周期进行优化,在仍然无法满足疏堵要求的情况下,进行交通组织的调整。本次通过局部交叉口渠化、改变车道交通组织进行调整。调整后的交通组织见表 5,调整后的仿真指标及效果见表 6。

经路网分流、改善几何条件、交通组织调整和信号优化后,交叉口各流向的饱和度、延误及 50%排队长度均较小,整个信号周期为 90 s,交叉口服务水平为 C 级,达到了节点改造的要求。

5 结 语

交通疏堵是复杂的工程,不同城市拥堵性质不同,因此通过定性与定量研究、区域与节点分析相结

表 5 调整后交通组织表

调整项目	北进口 / 相位一	南进口 / 相位二	西进口 / 相位三	东进口 / 相位四
信号相序				

表 6 交通组织优化后方案评价表

方向	转向	交通量 / (pcu·h ⁻¹)	饱和度	延误 /s	排队长度 /m	服务水平
北进口	左转	203	0.57	31.9	36.0	C
	直行	602	0.67	29.2	55.5	C
	右转	1 075	0.96	16.1	3.0	B
南进口	左转	50	0.13	27.0	7.7	C
	直行	550	0.90	46.7	56.5	D
	右转	175	0.46	10.5	7.3	B
西进口	左转	200	0.36	32.8	178.7	C
	直行	275	0.64	37.3	37.4	D
东进口	左转	75	0.27	7.3	2.7	A
	直行	300	0.54	34.0	28.0	C
东进口	直行	175	0.46	31.0	30.1	C
	右转	325	0.69	4.6	0	A
路口总评价		4 013	72.0%	26.1		C

合的方法,系统分析交通疏堵的策略,进而对关键节点进行定量评估、选择,确定最符合疏堵要求、因地制宜的方案。本文强调宏观与微观、定性与定量相结合的方法,同时利用 Synchro 仿真软件对具体节点进行定量评估。该系统方法对于工程项目具有普遍的适用功能和借鉴作用。

参考文献:

- [1] 马建明,张海涛,任福田,等.信号交叉口交通组织与管理方案优化分析系统设计[J].公路交通科技,2001,4(5):87-89.
- [2] 王昊,王伟,陈峻.城市主干道与多支路 T 型交叉区域的交通组织方式[J].交通运输工程学报,2006,4(1):108-112.
- [3] 陈小红,钱大琳,黄军红.交叉口与人行横道信号协调控制优化模型[J].交通运输工程学报,2011,11(1):100-106,113.
- [4] 曹晓奎,杜仁兵,裴玉龙.路段行人过街设施的合理间隔[J].交通信息与安全,2010,28(2):24-27.
- [5] 闫章存.基于 Synchro 的沿江道路交通组织优化[C]//品质交通与协同共治—2019 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2019.
- [6] 李媛媛.通过精细化手段挖潜市政交通设施[J].城市道桥与防洪,2009(1):11-13.
- [7] 周南金,吴有奇,卿焱景.城市道路路段交通拥堵评价指标体系研究[J].交通建设,2017(12):238-240.