

基于航拍视频的复杂交叉口交通调查研究

陶怀仁^{1,2},周成瑞¹,李天翔¹

(1.南通大学杏林学院,江苏 南通 226236;

2.南通大学 交通与土木工程学院,江苏 南通 226019)

[摘要]运用无人机航拍技术和人工调查相结合的交叉口调查方法,从多维角度对复杂交叉口的通行效率和交通安全进行全面诊断。在对复杂交叉口的调查方案设计、交叉口基本数据获取和处理、交叉口存在问题进行分析基础上,提出交叉口改善建议,为复杂交叉口的规划设计和控制管理的优化提供新的思路,对同类型交叉口的调查和优化设计具有参考价值。

[关键词]复杂交叉口;交通调查;航拍视频

[中图分类号]U491.5

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2020)08-0031-04

Application of Aerial Video in Traffic Survey at Complex Intersections

Tao Huairen^{1,2}, Zhou Chengrui¹, Li Tianxiang¹

(1. Nantong University Xinglin College, Nantong 226236;

2. School of Transportation & Civil Engineering, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: In this paper, we conducted a multi-angle comprehensive diagnosis of complex intersections concerning passage efficiency and traffic safety using the intersection survey method combining aerial photography and artificial investigation. Then on the basis of investigation scheme design, acquisition and processing of basic data, and analysis of the existing problems, we proposed the suggestions to improve the complex intersections, providing new ideas for the optimization of planning and control management of complex intersections and also of referential value for the survey and optimal design of specific types of complex intersections.

Keywords: complex intersection; traffic survey; aerial video

1 引言

交叉口作为城市交通的重要节点,是影响城市交通畅通的瓶颈点。道路交通在平面交叉口处频繁地分流、合流及交叉,使得其交通状况尤其复杂,城市交通拥挤问题往往突出表现在交叉口处,解决了交叉口的交通问题就解决了城市交通的关键问题。复杂交叉口属于不规则的交叉口,其自身具有特殊性,表现出的通行能力不足等问题更为突出,特别是规划设计不当、受地形条件限制的一类多路交叉口。因此对复杂交叉口进行合理的交通组织设计,减少交

通冲突与延误是提高整个城市路网通行能力极为重要的一环。通过科学合理的交叉口调查能为交叉口优化设计提供基础数据,全面掌握交通状况和问题症状所在。大部分的交叉口交通调查都是通过传统的人工实地调查进行记录和观测来获取^[1]。对于复杂交叉口的交通调查,主要以五路平面交叉的交叉口为对象结合理论方法展开调查研究。陈秋香,等^[2-4]提出五路相交平面交叉口交通量调查方法,将人工观测车牌法与相关模型结合,计算出各个方向的交通量。也有基于不同类型的视频,对十字交叉口的交通数据进行识别并判别交通状况,如:郑来,等^[5]

[收稿日期]2020-06-26

[基金项目]江苏省高校自然科学研究面上项目(19KJB580003);南通大学杏林学院大学生创新创业训练计划项目(202013993013xl);南通大学杏林学院科研基金项目(2016K118);南通大学自然科学研究项目(12Z052)

[作者简介]陶怀仁(1985-),男,湖南浏阳人,讲师,硕士,研究方向:交通运输规划与管理。

通过哈尔滨出租车的行车记录仪视屏为数据基础,分析信号交叉口排队车辆静态间距。李克平,等^[6-7]通过视屏图像分析技术,获取车辆的延误和交通量等数据。曹天扬,等^[8]通过架设在高处的摄像机获取交叉口的全景视屏,通过视屏检测技术,识别驶入交叉口各转向的交通量,判别交通拥堵。

本文以南通市一个五路交叉的复杂交叉口为调查对象,通过实地调查与无人机航拍技术结合,通过无人机记录每条车道及交叉口的通行状况并完成数据采集,以交叉口通行效率和交通安全为目标对复杂交叉口进行系统分析,为复杂交叉口的规划设计和控制管理的优化提供新的思路。

2 复杂交叉口调查组织方案设计

本次调查共安排10位调查人员,主要采用了人工调查的方法,分类型、分时段记录具体车辆数和进口道的信号时长,并使用航拍进行辅助调查,通过航拍视频识别车流方向、运行轨迹和车辆排队,以及行人、非机动车对机动车的冲突点分布情况。(1)调查时间。调查时间为工作日晚高峰17:30-19:00,为期90min的高峰交通量调查,5min为一个时间段。主要调查内容为通过该交叉口的车辆数,车型主要包括小汽车、出租车、公交车及小货车。(2)人员分配。南大街进口道、青年中路西进口道、青年中路东进口道各安排2名调查人员,一人负责统计左转、直行交通量,一人负责统计无信号右转交通量;段家坝路进口道安排2名调查人员,一人负责统计左转交通量和下一相位右转交通量,一人负责统计直行交通量;段家坝支路安排1名调查人员,负责统计进入该路段的交通量;1名调查人员负责航拍,记录整个交叉口交通运行状况。具体情况如图1所示,其中星形标记为调查时调查人员和航拍人员所在位置。

3 复杂交叉口基本现状

3.1 道路基础条件

该交叉口由城市主干道青年中路与城市次干道南大街、段家坝路以及段家坝支路组成。其中青年

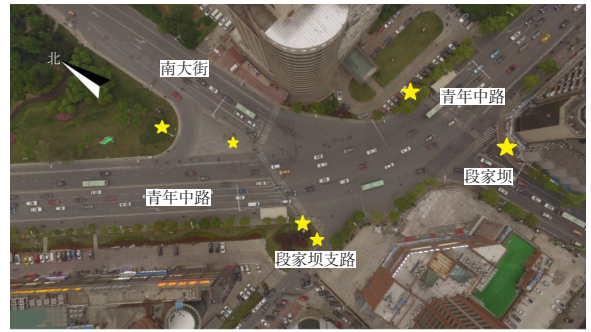


图1 调查人员在复杂交叉口的的位置分布图

中路是机非分隔的三板路幅结构;南大街是机动车分隔、机非混行的两块板路幅结构;段家坝路和段家坝支路是机非混行的一块板路幅结构,其具体的交叉口道路数据见表1。

表1 复杂交叉口基础道路数据

进口道	车道数	驶入方向
南大街进口道	左转车道一条	青年中路东出口道
	直行车道一条	段家坝路出口道、段家坝支路
	右转车道一条	青年中路西出口道
段家坝路进口道	左转车道一条	青年中路西出口道、段家坝支路
	直行右转车道一条	南大街出口道、青年中路东出口道
青年中路东进口道	左转车道一条	段家坝路出口道、段家坝支路
	直行车道两条	青年中路西出口道
	右转车道一条	南大街出口道
青年中路西进口道	左转车道一条	南大街出口道
	直行车道两条	青年中路东出口道
	右转车道一条	段家坝路出口道、段家坝支路

3.2 现状相位及信号配时

交叉口现有相位及信号配时数据如图2所示。第一相位青年中路东进口与西进口的左转,第二相位为青年中路东进口与西进口的直行,第三相位为段家坝进口与南大街进口的左转,第四相位为段家坝进口的直行右转和南大街进口的直行。除段家坝右转车道与直行车道合并外,其余进口道的右转车道均为无信号右转,信号周期为136s。

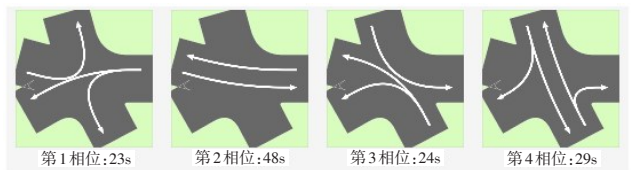


图2 复杂交叉口相位及信号配时

3.3 各路口基本交通量数据

经过实地调查记录数据并进行统计分析后,将不同类型的车辆转化为标准车型,本次调查统计的车型包括小汽车、小货车和公交车,其车辆换算系数为小汽车 1.0、公交车 2、小火车 1.5,得到该复杂交叉口的高峰小时交通量数据,如图 3 所示。

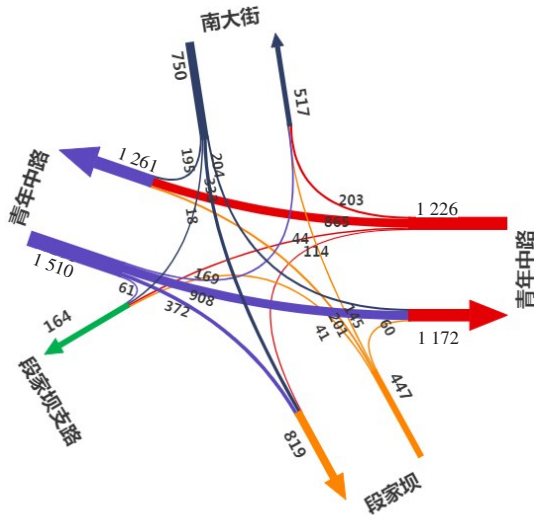


图 3 复杂交叉口各方向标准车型交通量

根据图 3 可以看出,在驶入段家坝支路的车辆中,由青年中路西进口道的车辆为最多,并且各专用右转车道均为无信号右转,导致从青年中路西进口右转车道驶入段家坝支路的车辆与其他驶入段家坝的车辆存在冲突问题。同时通过统计各进口道转向交通量比例发现,青年中路和南大街进口道直行交通量占比高,段家坝进口道左转交通量占比高。具体见表 2。

表 2 复杂交叉口主流交通量占比情况

进口道方向	总交通量	主流交通量	主流交通量占比	主流方向
青年中路西进口	1 510	908	60.1%	直行
青年中路东进口	1 226	865	70.5%	直行
南大街进口	750	333	48.1%	直行
段家坝进口	447	201	45.0%	左转

由于该交叉口的面积过大,受无人机航拍高度上升和电池容量限制等影响,航拍记录以每 15min 作为一个调查时间段。通过航拍视频统计机动车和非机动车通过交叉口的时间,见表 3。青年中路东西直

行方向机动车通过交叉口的通过时间约为 15s,通过时间指在交叉口进口道对应相位绿灯亮时,第一车辆从进口道停车线驶入交叉口直至驶离交叉口出口道停车线的时间。南北方向直行车辆通过该交叉口的时间约为 20s,且没有固定的行车路线,大多靠司机的经验判断。再加上非机动车同相位通行,存在机动车与非机动车相互干扰严重,这极大的影响了该交叉口的行车效率与通行安全。

表 3 交通量通过交叉口时间

进口道	左转(绿灯 23s)		直行(绿灯 48s)		段家坝支路	
	机动车	非机动车	机动车	非机动车	机动车	非机动车
青年中路东进口	13s	11s	14s	17s	13s	17s
青年中路西进口	9s	14s	15s	19s	10s	--
进口道	左转(绿灯 24s)		直行(绿灯 29s)		段家坝支路	
	机动车	非机动车	机动车	非机动车	机动车	非机动车
段家坝进口	17s	22s	19s	16s	15s	--
南大街进口	15s	19s	16s	23s	16s	13s

4 复杂交叉口通行能力现状分析

根据《城市道路工程设计规范》规定,信号管制平面交叉口通行能力按进口车道布置类型根据“停止线法”计算^[9]。将调查得到的一小时交通量作为高峰小时交通量,然后将按照上述公式计算所得的数据作为道路通行能力,计算饱和度,得到的结果见表 4。青年中路的服务水平为 D 级,南大街-段家坝的服务水平为 C 级,当车辆数增大时,这两条道路的服务水平可能会下降。

表 4 复杂交叉口饱和度

进口	高峰小时交通量	设计通行能力	饱和度	服务水平
青年中路	2 736	3 434	0.797	D
南大街-段家坝	1 197	2 308	0.519	C

5 交叉口存在的问题分析

通过实地调查和数据分析,可以得出该复杂交叉口的现状特点和存在的问题,并对这些问题进行

系统分析,为后续交通问题诊断以及优化设计提供方向和依据。

(1)由于该交叉口是由五路交叉形成的大面积复杂交叉口,导致各进口道的信号灯位置设置不够合理,且采用先左转后直行的放行模式,不少司机及非机动车驾驶员反映信号灯不容易理解,特别是不熟悉路况的驾驶员时有看错信号,误驶入交叉口内,违章行为常有发生。

(2)该交叉口的冲突点多。由于交叉口没有右转专用信号,进口道的右转车道交通不受信号控制,容易造成右转机动车与其他方向驶出交叉口的机动车存在交汇,与非机动车存在交叉,导致交叉口道路通行能力下降的同时给机动车驾驶员、行人及非机动车带来安全隐患。如驶入段家坝支路的车辆较容易与青年中路西进口右转进入段家坝支路的车辆发生冲突,造成拥堵。同时段家坝路进口道的直行与右转为一条混行车道,在该车道放行时,右转机动车容易与直行的非机动车及行人发生冲突,严重降低该方向上的通行效率。

(3)该交叉口行人以及非机动车违章现象普遍,特别是南北方向左转时,部分非机动车驾驶员利用非机动车自身启动快的特点,抓住红灯转绿灯的间隙时间违章直行。出行者有“从众”的行为心态,加上部分出行者不理解信号的配时相位,被误导跟随违章出行。机动车在通过交叉口过程中,为避免与非机动车、行人发生冲突,会减速行驶,也是通过交叉口时间过长的原因之一。绿灯时间通过的流量有限,造成交叉口整体通行效率的不高。

(4)该交叉口由两条城市主干道构成,其中青年中路为南通市重要的交通干道,车流量较大,南大街为连接市中心的主要道路,段家坝路连接着众多居民小区。因此在高峰时,该交叉口的车流量较大,车辆排队长度较大,延误时间较长,拥堵情况严重,特别是在恶劣天气条件下,十分影响人们的出行体验。

(5)机动车占用非机动车道通行的情况时有发生。由于段家坝路进口道是一条直右混行车道,通

行效率有限,常有右转车辆占用非机动车道实行右转,容易与直行的非机动车及行人形成人为的冲突。

(6)交叉口先天条件不足,交通管理方式简单,交通冲突点多,交通秩序较为混乱,存在交通隐患多,交通事故频发。主要表现在机动车与非机动车的刮碰,以及非机动车与非机动车的碰撞所引发的轻微事故。

6 结语

通过人工调查与航拍技术的综合应用,从多维角度对复杂交叉口的通行效率和交通安全进行全面诊断,发现问题所在,认为复杂交叉口优化设计应从如下几方面进行改善:(1)对交叉口进行合理渠化,通过停车线前移,缩小交叉口面积,拓展专用车道,提高交叉口通过性;(2)调整信号灯设置位置,合理优化信号相位和配时,提高通行效率;(3)加强交通管理,利用交叉口流向交通量大小的特征,优化交通秩序,减少交通冲突,提高交通安全;(4)强化出行者交通规章教育,养成良好的出行习惯。

[参考文献]

- [1]徐良杰,王炜,凌镭.城市交叉口交通量调查方法研究[J].交通与计算机,2003,(4):6-8.
- [2]陈秋香,李岩.5路相交平面交叉口交通量调查方法探讨[J].西华大学学报(自然科学版),2012,(3):27-29,37.
- [3]徐翔宇,马晓旦.基于双约束重力模型的5路环形交叉口车流量预测研究—以上海五角场为例[J].物流科技,2019,(1):76-79,85.
- [4]姚裔虎,徐良杰,秦亚晓.五路环形交叉口交通量观测及计算方法研究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2013,(1):162-166.
- [5]郑来,陈永胜,孙金玮.基于计算机视觉的信号交叉口排队车辆静态间距研究[J].公路交通科技,2018,(2):95-100.
- [6]李克平.基于视频和仿真技术的城市道路交叉口效率与安全分析方法[J].交通与运输(学术版),2013,(2):45-47.
- [7]刘卫宁,曾恒,孙隽华,等.基于视频检测技术的交通拥挤判别模型[J].计算机应用研究,2010,27(8):3 006-3 008.
- [8]曹天扬,申莉.交叉口交通流的全景视频分析算法[A].第十届中国智能交通年会优秀论文集[C].2015.
- [9]CJJ37-2012,城市道路工程设计规范[S].