

摘 要

随着经济的发展和社会的进步,我国车辆数目大量增多,车辆拥堵问题也日趋严重。交叉口是将道路联通起来,形成路网的基础,也是人流和车辆最密集的地方,道路的拥堵状况也将最先在交叉口得到体现。在全路网范围内,路口作为通行能力与安全的重要节点,其通行能力较弱通常是引起日常交通堵塞的主要原因。故此,对已有路口的布置方案进行分析、研究、评估、改进等都是十分重要的。以廊坊市开发区某路段丁字路口为例,在学生返校的高峰时期,及上下班高峰期经常产生拥堵情况,来自东西向道路车辆涌入该路段,该路段内车辆向外驶出,产生车流交叉,经常产生拥堵情况。

本文将以排队论理论为基础,通过文献研究法,模拟分析法,摄像法来调查交叉口交通流的车流特征,并利用相关公式计算交通强度,道路通行能力等。并利用计算结果建立排队论的模型,来验证廊坊市开发区某路段丁字路口设计是否合理,存在何种问题。

在此背景下对廊坊市开发区交叉路口交通流进行进一步研究提出解决交通拥堵的方案,如机动车交通渠道化,拓宽左转车道,改变交通信号灯等,对比方案应用前后的交通改善情况。以更好地疏通线路,减少拥堵情况,提高廊坊市道路交叉口的道路通行能力。

关键词: 交叉口; 交通流; 排队论; 交通拥堵; 改善方法

ABSTRACT

With the development of economy and social progress, the number of vehicles in China has increased significantly, and the problem of vehicle congestion has become increasingly serious. The intersection is the basis for connecting the roads to form the road network, and it is also the place with the highest concentration of people and vehicles, and the congestion of the road will be reflected first at the intersection. In the whole road network, intersections, as important nodes of traffic capacity and safety, their weak traffic capacity is usually the main cause of daily traffic congestion. Therefore, it is very important to analyze, study, evaluate and improve the layout plan of the existing intersection. Taking the T-junction of a certain section of the Langfang Development Zone as an example, congestion often occurs during the peak period when students return to school and during the rush hour, and vehicles from east-west roads pour into the section, and vehicles in the section drive outward, resulting in traffic crossing, often resulting in congestion.

Based on the theory of queuing theory, this paper will investigate the traffic flow characteristics of intersection traffic flow through literature research method, simulation analysis method and camera method, and use relevant formulas to calculate traffic intensity and road traffic capacity. The calculation results are used to establish a model of queuing theory to verify whether the design of a T-intersection in a certain section of Langfang Development Zone is reasonable and what kind of problems exist.

In this context, the traffic flow at the intersection of Langfang Development Zone was further studied, and solutions to traffic congestion were proposed, such as channeling motor vehicle traffic, widening the left turn lane, changing traffic lights, etc., and comparing the traffic improvement before and after the application of the scheme. In order to better unblock the line, reduce congestion, and improve the road traffic capacity of the road intersection in Langfang City.

Key words: Intersection; Traffic Flow; Queuing Theory; Traffic Congestion; Improvement Methods

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 本课题研究的意义及背景.....	1
1.1.1 课题研究背景.....	1
1.1.2 课题研究的意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	1
1.2.1 交叉路口交通流的研究现状.....	2
1.2.2 排队论理论的研究现状.....	2
1.3 本课题研究的目的是.....	3
1.4 本文的主要内容.....	3
1.5 本章小结.....	4
第 2 章 排队论与交通流理论介绍.....	5
2.1 排队论基本概念.....	5
2.2 排队论理论应用	6
2.3 开发区交叉口交通流分析	7
2.3.1 交叉口机动车流量分析	7
2.3.2 开发区交叉口道路分析	9
2.4 本章小结	10
第 3 章 开发区交叉口交通流影响因素及其特征.....	11
3.1 交叉口交通流的影响因素.....	11
3.1.1 交通流的基本理论.....	11
3.1.2 交通流的影响因素.....	11
3.2 基于排队论的交叉口交通流计算.....	12

3.3 本章小结.....	18
第 4 章 交叉口交通流优化措施.....	19
4.1 引言.....	19
4.2 交通流优化.....	19
4.3 展望.....	23
4.4 本章小结.....	24
结论.....	25
参考文献.....	26
致谢.....	27

第 1 章 绪论

本章首先对选题的背景及意义进行了阐述，对选题的国内外现状、选题背景及选题的现状进行了阐述，并对选题的目的、选题的主要内容及选题的意义进行了阐述。起到对论文的相关基础知识和讨论背景进行概括，为课题研讨提供了方向。

1.1 本课题研究的意义及背景

1.1.1 课题研究背景

随着经济的发展和社会的进步,我国车辆数目大量增多,车辆拥堵问题也日趋严重。交叉口是将道路联通起来,形成路网的基础,也是人流和车辆最密集的地方,道路的拥堵状况也将最先在交叉口得到体现。在全路网范围内,路口作为通行能力与安全的重要节点,其通行能力较弱通常是引起日常交通堵塞的主要原因。故此,对已有路口的布置方案进行分析、研究、评估、改进等都是十分重要的。以廊坊市开发区某路段丁字路口为例,在学生返校的高峰时期,及上下班高峰期经常产生拥堵情况,来自东西向道路车辆涌入此路段前往学校,送完学生的车辆向外驶出,产生车流交叉,经常产生拥堵情况。在此背景下要对开发区某路段交叉路口交通流加以研究以更好地疏通线路,减少拥堵情况,提高道路通行能力。

1.1.2 课题研究的意义

针对廊坊市开发区某路段交叉路口交通流进行分析,提出其拥堵原因,并基于排队论理论建立排队模型,在满足精确度前提下进行深入分析理解,找到合理的解决办法。以改善此路段交叉口交通流问题,提高交叉口的通行能力。同时,证明排队论理论对于指导交通流并对交叉口通行能力的改善具有重大意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 交叉路口交通流的研究现状

交叉口是城市道路网系统中的关键节点,影响路段乃至路网的整体服务水平。从本质上讲,交通拥堵是由于道路通行能力供给和需求之间存在的不平衡而导致的,那么在交通需求不断增加的现实

情况下,解决问题的着手点落到了提高道路通行能力上面,其方式大体上有两种:一是对城市基础设施的完善以及扩建,二是在现有道路的基础上,结合计算机、物联网等高新技术,用科学的手段管制交通^[1]。由此可知改善开发区某路段交叉口交通拥堵情况,可以从两个方面入手。同时,在交叉口交通流中,左转交通流是交叉口产生冲突点的最多因素^[10]。以开发区重点路段为研究对象关注大学城区域路段状况下某丁字路口的左转交通流,在西进口左转交通流的影响下,此丁字路口的通行效率有所下降,产生的延误时间延长和安全隐患增加。因此,疏解好交叉口的左转交通流,是提高城市路网通行能力和交通安全水平的关键^[10]。在《交叉口左转交通流两种组织方式延误分析》王宇轩提出远引掉头实现左转是交叉口左转的一种组织方式。该方法提高了交叉口的整体运行效率以及安全性^[10]。王志刚在《平面道路交叉口交通流波动特性分析》提到由于交通堵塞及交通信号灯的控制,城市道路行驶工况存在一定的不稳定性,多数车辆经过信号交叉口时会产生周期性延误,因为,汽车在进入交叉口前的提前减速、停车和离开交叉口时的加速过程会使得交叉口交通流量呈现明显的波动现象^[9]。李茹婷,王伟,在《基于排队论某交叉口交通信号配时分析与优化》中运用排队论对交叉口的信号配时状况进行分析与设计,在研究过程中,实地调研繁华大道与金寨南路交叉口的各项交通数据,并对数据进行一系列处理^[2]。基于此建立比之前的配时方案优越的模型,以获得新的配时方案,进而对原有的红绿灯时间进行调整,以达到延误时间最短^[2]。Osorio 提出了一种整合了多个用于交通优化问题的仿真模型的优化框架,并在城市路网上评估该算法的性能,结果表明算法能够以较小的计算复杂度获得信号配时的最佳方案^{[11][12]}。赵帅在《关于道路交叉口疏堵改造设计思路的探讨》中研究的交叉口核心问题是解决京平高速匝道收费站出入口与黄康路、京承高速收费站出入口形成丁字路口处,此交叉口交通危险点多且运行效率低下、交通组织形式存在安全隐患问题^[14]。其工程疏堵方案设计思路主要通过改变和优化交通组织,实现对现状交叉口交通流的早高峰小时交通量合理汇集与再分配,减少危险点,扩大通行能力^[14]。

综上所述,影响交叉口交通流正常流动的因素有左转车流,交通堵塞以及交通信号控制和配时等等。分析及疏导问题可以从多方面入手以达到疏导交通流,缓解交通堵塞。结合排队论方法并应用于交叉口交通流控制方案优化具有很大优势。同时此丁字路口拥堵问题可以通过合理的疏通交通流,减少危险点,延长丁字路口与其他路口的距离,增加左转车道数,调整信号灯配时等来减少拥堵情况。

1.2.2 排队论理论的研究现状

现阶段,

我们在对排队论理论的研究中，主要是从宏观和微观两个方面来展开的，在原来的交通流理论的基础上，国内外学者对车辆排队现象以及车辆排队规则进行了研究。为更好地阐明单个道路上的车辆运行特征，从微观视角对每个道路上的车辆跟车和换车道行为进行研究。在此基础上，针对全路网交通流量特征，将交通流量假定为遵循某种规律的流体，并结合交通流量特征与车辆队列特征，提出相应的理论与方法。目前，基于交通流理论，主要研究的对象为一般路段以及城市交叉口中的排队现象，并且在排队论、概率论方法以及累计曲线法等方法上取得了很大进展^[2]。排队论理论广泛应用于各领域中。例如：医院挂号结账、餐厅排队买单、银行办理柜台业务等服务类的系统，通信系统，交通系统，计算机系统，以及经济系统中都选择用排队论以解决各种不同的问题^[5]。

1.3 本课题研究的目的

本报告的研讨目标是依据排队论理论对廊坊市开发区某丁字路口的交通流加以分析，通过收集各方面数据、考虑各种可能的影响因素，利用多种方式方法充分调查廊坊市开发区某路段交叉口交通流现状并且分析可能的交叉口的拥堵原因，针对分析结果总结提出适用性高的疏堵改造方案，并将方案进行局部道路改造和试行等。通过对该路口的交通组织模式进行优化，以提高该路口的通行能力，从而提高该路口的服务水平。解决开发区交叉口通行能力不足，交通流紊乱等问题。

1.4 本文的主要内容

(1)本文首先介绍了开发区交通的基本情况以及排队论基本概念，排队论（queuing theory）是研究“服务”系统因“需求”量大而产生等待对列即排队的现象，以及合理协调“需求”与“服务”关系的数学理论，也称“随机服务系统理论”^[7]。它是运筹学的一个重要分支。排队系统的三个组成部分：输入过程、排队规则和服务机构^[7]。输入过程指各种类型的车辆以怎么样的到达规律抵达，可分为顾客总数（车辆源）、到达方式和服务机构三个部分；排队规则指到达的车辆按怎样的先后顺序停留在交叉口；服务机构指同一时刻可以接纳车辆的车道，被占用了多长时间，是串联服务台还是并联服务台，所需服务时间服从怎样的概率分布规律，是成批服务或是单个服务等^[7]。此外，还讨论了排队论理论的应用。

(2)在第二部分，主要对开发区某路段交叉口交通流特性进行了详细的分析，包括经过此交叉口的机动车流量分析和交叉口道路分析。对影响廊坊市开发区某丁字交叉口的交通流的因素进行初步假设，基于上述文献分析在实验中要更加关注左转车辆、交通堵塞、信号灯控制及配时对数据的影响。再基于排队论理论，将经过开发区某丁字路口的

车辆比作顾客，而东南门丁字路交叉口的

交通信号则可以视为服务台。在不考虑车辆发生违反交通规则的行为的前提下，且仅能够在当前的行驶方向上等候信号灯的放行。因此，在对其进行研究的时候，我们总是把同一方向的车道看作一条车道。在此基础上，提出了一种基于随机概率的交通流模型。所以，由信号灯、车辆组成的队列可以看成是一个 M/M/1 的队列。

(3)本次研究主要需要收集开发区某交叉口车流的流向、交通量 q (p c u/h)、流时，并结合收集数据计算饱和流量 S (p c u/h)、通行能力 $CAP = S\lambda$ (p c u/h) 等数据。代入数据计算结果，后建立排队论的模型，在满足一定精度要求的基础上，再对交叉口交通流的进行分析研究。利用单通道排队系统对交叉口交通流及车道数量合理性进行研究，同时，利用多通道排队系统验证交叉口车道布置合理性。

M/M/1 等待制排队模型的求解方法如式(1.1)(1.2)所记:

$P_n = P\{N = n\}$ ($n = 1, 2, \dots$) 为系统到达平衡状态后，队长 N 的概率分布，服务强度用 ρ 表示，所以可以得到 $P_n = \rho^n p_0, n = 1, 2, \dots$ 其中:

$$P_0 = 1 / (1 + \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n) = (\sum_{n=0}^{\infty} \rho^n)^{-1} = (1 / (1 - \rho))^{-1} = 1 - \rho \quad (1.1)$$

因为，服务强度 $\rho = q / \mu$

q —— 顾客平均到达率

μ —— 平均服务率

所以，

$$P_n = (1 - \rho) \rho^n, \quad n = 1, 2, \dots \quad (1.2)$$

服务强度 ρ 是系统繁忙的程度的反映。

(4)通过计算结果和建立的排队论的模型，验证开发区某路段丁字路口设计是否合理，存在何种问题。并在本文末章讨论了改善大学城交叉口交通流的各种方案，以及如何具体应用和应用后产生的结果。以求最大限度的改善交通流，满足进出大学城的交通流需求。

1.5 本章小结

本章主要讲述交叉口交通流以及排队论理论的国内外现状、研讨背景及研讨现状。其次阐述了选题的目的，选题的主要内容，以及选题的意义。概述了论文的内容，以及本文的行文思路，为课题研讨奠定了方向。

第 2 章 排队论与交通流理论介绍

本章主要论述排队论理论的相关概念及应用方式，为后续以排队论为基础计算问题，建立模型进行基础的知识铺垫。并在本章结尾详细分析了廊坊市开发区交叉口的交通流情况及道路情况，系统的介绍了开发区交叉口的交通情况。

2.1 排队论基本概念

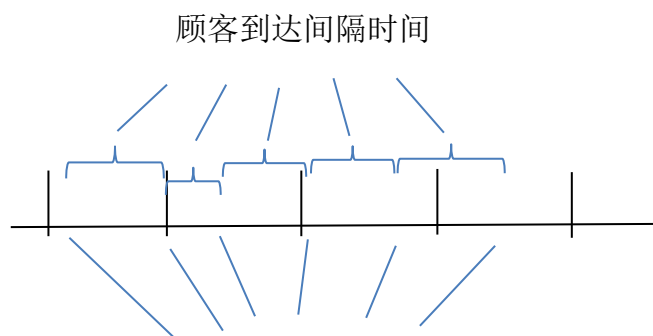
排队论（queuing theory）是研究“服务”系统因“需求”聚集而产生等待对列即排队现象，以及合理协调“需求”与“服务”关系的数学理论，也称“随机服务系统理论”^[7]。它是运筹学的一个重要分支，凡是具有公共服务性质的事业和工作，凡是出现拥挤现象的领域，都可以运用排队论，排队系统的三个组成部分：输入过程、排队规则和服务机构^[7]。

输入过程指各种类型的车辆按怎样的规律到来，可分为顾客总数（车辆源）、到达方式和服务机构三个部分^[7]。

(1) 顾客的总体(称为顾客源) 客户的总数（被称作客户来源）的构成可以是有限度或不受限制的。江水流入大海，可以说整个总体都是无穷无尽的，而在修理厂里，等待维修的车辆却是有限度的。

(2) 顾客到达的方式可以是逐个到达，也可以是成批抵达的。例如到澡堂洗澡的客人就有一个人来的还有几个人结伴到来的。

(3) 客户到达的时间可以遵循一定的模式，也可以是完全随机的。例如，五定班列、航班、货船等的到达是确定的。相比之下，医院的病人、购物中心的购物者、十字路口的车辆和行人的到达则非常得随机。图 2.1 显示的是对于随机型的情形，单位时间内的顾客到达数或相继到达的间隔时间的概率分布。



顾客到达

图 2.1 顾客到达间隔图

(4) 顾客的到达是互不干涉的，换句话说来说就是先前的到达的顾客于后来的顾客的到来互不牵扯。

排队规则指到达的车辆按怎样的次序在交叉口停留，也可分成损失制、混合制和等待制。

(1) 当客户抵达时，恰好所有的服务台都有人占据，那么客户有两个选择，一个是选择走，另一个是选择排队。由于会失去很多客户，所以第一类客户选择退出被称作亏损型客户；还有一种客户选择了排队，叫做等待系统。在排队系统中，采取了“先来后到”的原则。

(2) 从占据的空间角度，排队的地点可以是一个特定的地点（例如售票处、挂号处等），也可以是一个抽象的地点（例如呼叫一个电话交换机）。根据队列的个数，可以为一列或多列。

服务机构指同一时刻有几条车道可接纳车辆，它们被占用了多长时间，可以将它们划分为几个服务台，它们是串联的，还是并联的，它们所需的服务时间遵循着怎样的概率分布，每一个所需的服务时间是否彼此独立，它们是成批服务，还是单一服务等。如图 2.2 所显示为排队系统的组成：

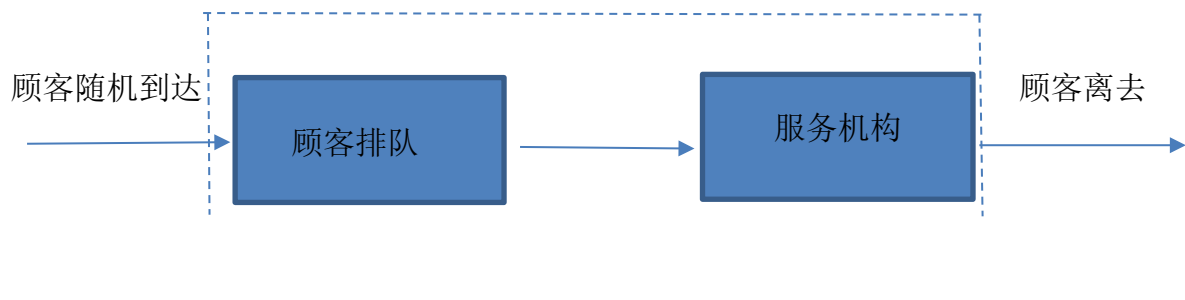


图 2.2 排队系统的组成

2.2 排队论理论的应用

以排队系统的模型表示为依据， $M/M/n$ 系统是使用最为广泛的排队模型，通常会出现在较大的系统中，比如港口的装卸货服务、大型火车站、汽车站的购票窗口，大型景区购票窗口都是这种结构^[3]。基于此，

提出了一种新的基于统计的、基于统计分析的、基于随机抽样的、基于概率统计的、面向随机抽样的多用户随机抽样方法。 $M/M/n$ 队列体系指的是一个具有 n 个或 n 个以上的服务台的系统，并且对顾客的数量没有任何的限制。设 $M/M/n$ 系统的输入过程是参数为 λ 的泊松过程，每个服务台的服务时间是参数为 μ 的泊松过程。图 2.3 表示多服务台单队列结构排队模型，图 2.4 表示多服务台多队列结构排队模型。

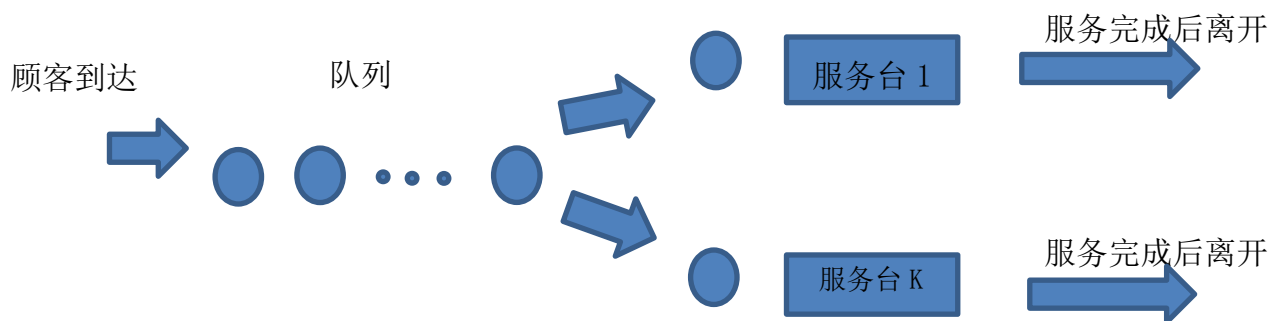


图 2.3 多服务台单队列结构排队模型

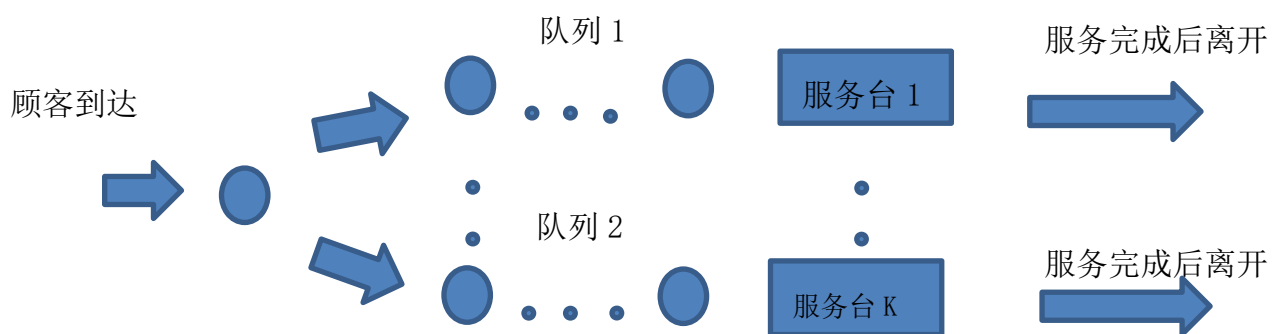


图 2.4 多服务台多队列结构排队模型

2.3 开发区交叉口交通流分析

2.3.1 交叉口机动车流量分析

图 2.5 为以开发区重点路段为研究对象关注大学城区域路段状况下某丁字路口

卫星图——廊坊市开发区叶圣陶路与北环路交叉口，此交叉口为大学城外部东西向道路进入大学城的“咽喉要道”，因其重要地位，对大学城交通流正常行驶有非常大的影响，基于此，本文将主要以开发区重点路段为研究对象关注大学城区域路段状况下某丁字交叉口为研究重点。



图 2.5 开发区叶圣陶路与北环路交叉口卫星图

下面是一个例子，对开发区某路段交叉口在晚高峰时段的机动车流量进行了分析，在丁字交叉口，它的车流量大，占据了总体的百分之 59.58。在这当中，左转的车辆占有很大的比重，它占了西进口总车流量的百分之 63.57。其次为东门入口，占百分之 26.37，且以右转为重，达百分之 85.69；进入北面的机动车交通占到了交通总量的百分之 24.95，并在离开校园后向左右分流。西门出口处的车流较多，且在此路段存在着与汽车争道的现象，导致了此路段的车流速度较慢、方向变化较大、交通流混乱。另外，在西部入口有很大一部分的左转车，与对向直行来车的车流产生交叉点，容易造成左转车辆拥堵等待，无法顺利转入大学城内，常常要等几个红绿灯。而机动车和行人大多不遵守交通规则，横穿马路，使得机动车行动困难。如图 2.6 所示为开发区某路段交叉口交通流示意图。

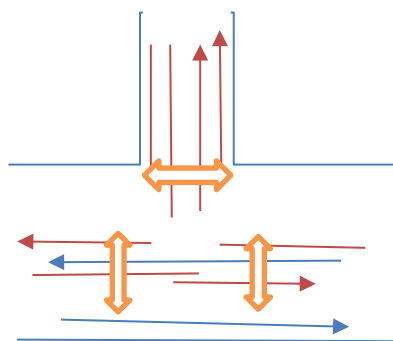


图 2.6 开发区某路段交叉口交通流示意图

此外，廊坊“独有的三轮车产业”每逢学生离返校期间，便在大学城内来来往往，横冲直撞，影响机动车正常行驶，容易造成交通混乱，如图 2.7。故从总体来看，驶入驶出大学城的车辆源源不断，车辆流向复杂，交叉点多，必然造成严重的拥堵。



图 2.7 三轮车影响交通

2.3.2 开发区交叉口道路分析

以开发区重点路段为研究对象关注大学城区域路段状况下某丁字路口是东西向道路进入大学城的进口，是交通流的主要汇集地，此交叉口交通危险点多且运行效率低下。如图 2.8 所示开发区叶圣陶路与北环路交叉口门岗亭，由门卫岗亭于大门正中间分流进出车辆，可却占用了进出大学城的部分道路，导致道路狭窄，只能单车道缓慢进入，导致车流行驶缓慢，容易造成车辆堆积、拥堵。非机动车道路和行人道路位于两侧门洞内，道路狭窄，不好走行，非机动车为了快速方便进出大学城常常抢占机动车道路。而进入大学聚集地的另一进出口，不靠近主干道，鲜为人知，导致车流聚集于同一进出口，对向车流交汇，车流量巨大，道路情况复杂。大学城内高校众多，每逢学生离返校期间，返校离校车流激增，路边随意停车，让道路更加拥挤。



图 2.8 开发区叶圣陶路与北环路交叉口门岗亭

2.4 本章小结

本章对排队论理论进行论述包括其基本概念及应用，讨论了几种排队论模型，分别为多服务台单队列结构和多服务台多队列结构的排队模型，并绘制了示意图。最后对开发区某路段交叉口交通流及道路状况进行了描述分析，后续本文将以开发区重点路段为研究对象关注大学城区域路段状况下某丁字路口的交通流情况和道路情况为重点研究对象，基于排队论理论进行具体计算。

第3章 开发区交叉口交通流影响因素及其特征

通过上一章对开发区某路段交叉口交通流及道路情况的分析，本章将以此为基础收集数据，以排队论理论为依据计算开发区某路段交叉口各道口各方向的交通流情况，找出交叉口容易出现交通拥堵问题的原因。

3.1 交叉口交通流的影响因素

3.1.1 交通流的基本理论

(1) 交通流量指在选定的单位时间内通过某一车道、某一横断面或者某一点的交通实体数量称为交通流量，其中交通实体是对机动车、非机动车和行人的统称^[5]。本文所提到的交通流量仅涉及机动车。交通流量可用下式(3.1)表示：

$$q = N T \quad (3.1)$$

式中： T ——观测时间；

N ——观测时间内通过的车辆总数。

(2) 交通密度是指某路段中某一车道单位长度的车辆数，一般用 k 表示，当车辆数达到路段的容量上限并完全堵塞时，车流无法向前移动，速度降为0，此时的交通密度称为阻塞密度^[5]。

(3) 车流速度指的是选定路段中在某一时间内所有车辆行驶的平均速度，一般用 v 表示^[5]。由交通流理论可知，交通流量 q 可以表示为式(3.2)：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/638060047136006054>