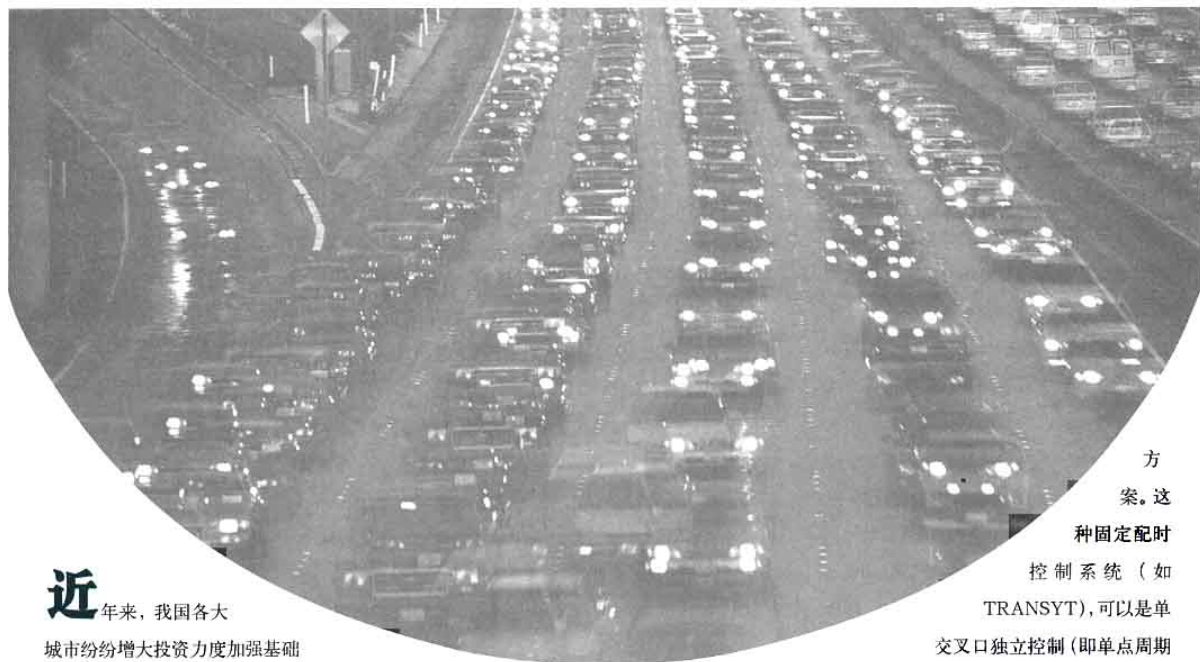


编者按:

对于城市道路来说,道路交叉口交通流量分析优化是一个复杂的问题。本文通过对一些信号控制交叉口基本理论的研究,以广州中山路—广大路这个交叉口为例,利用调查所得交通流量数据、交通配时数据、交叉口现场数据,输入交通模拟仿真软件——VISSIM,进行模拟分析,并根据分析结果,对交叉口通行能力进行流量仿真和评估。

# 城市道路交叉口 流量仿真及评估初探

□ 广东联合电子收费股份有限公司 李世松 广东省高速公路有限公司 吕洪燕 陈春  
广州东南西环高速公路有限公司 毕仕昌 华南理工大学交通学院 胡郁葱



近

年来,我国各大城市纷纷增大投资力度加强基础设施

建设,以高速公路、环市高架快速路等与地面相结合的立体交通网络已成为我国城市道路新格局的重要特点。道路网络的形成,对与之配套的交通信号控制系统和道路管理措施提出了更高的要求,常规的交通信号控制模式受到严峻的挑战。因此,由传统的交通信号发展到人工智能和信息技术为基础的智能交通,是道路交通发展的最新阶段,也是社会经济发展和科学技术进步的必然趋势。对新形式下的交通流

特性进行建模仿真与评价则是发展智能交通信号控制的基础工作。

## 交通信号控制系统概述

城市交通控制系统就交通信号的运行方式而言,经历3个发展阶段。第一个阶段是固定配时控制阶段,经过脱机运算确定不同时段(早高峰时间、日间平峰时间、晚高峰时间及夜间低峰时间等)不同的配时

方案。这种固定配时

控制系统(如TRANSYT),可以是单

交叉口独立控制(即单点周期

控制),也可以是多个交叉口,甚至整个网络的联动控制。第二个是预测配时方案生成系统,根据采集到的实时交通状况资料,每隔5分钟或10分钟由在线计算机制订一套配时方案,并付诸执行。这种方法的主要弊端在于未来时段(5或10分钟)的交通量的预测可靠性差,因此该系统生成的配时方案质量欠佳。而且系统每5分钟或10分钟更换一次控制方案,导致控制系统运行上频繁的跳跃式波动,影响车流运动的连

续性。第三个阶段是交通自适应协调控制系统。根据实时交通资料,或是从已有的方案中选择最符合当前几何交通流特征的控制方案(SCATS),或是实时产生出对目标性能指标来说最优的配时方案(SCOOT)。20世纪90年代初,美国联邦高速公路局(FHWA)开始研制新一代的自适应交通控制系统(RT-TRACS),至今它已针对不同的交通流特征,分别开发了3种不同的系统(RHODES、OPAC、RTACL)。

FHWA从20世纪90年代初开始研制“实时交通自适应控制系统”也叫“RT-TRACS”根据不同的交通流特征,饱和、非饱和、半饱和、过饱和等,设计相应的控制算法,目前已开发了3种算法系统(RHODES、OPAC、RTACL)分别对应不同的交通流控制。这种新型的交通控制系统采用停车线检测器与先进的视频检测器相结合的检测技术,对交通流信息进行全面准确的数据采集。RT-TRACS采用新型的2070交通控制器,通过控制器每秒一次与相邻控制器通讯,实现交叉口间的信号协调。例如:上游交叉口发出一个交通排队信号,通知下游路口在10秒内将有10辆车排队,以及在两个路口间的行程时间。这种方案允许在信号交叉口有不同的周期长度,来提供信号协调。而目前采用的一些传统信号控制系统甚至SCATS和SCOOT也是要求不同的部分一般要用相同的周期长度或是倍数,以实现协调。由于这种新特征,PR-TRACS不需要调时差,只需要每10-15分钟进行一次调整,或在高峰小时每半小时调整一次。

## 交通仿真模型的建立

### 一、交通仿真模型简介

仿真模型越来越广泛应用于分析各类不适用其他方法研究的动态问题,这些动态问题常常与复杂过程联系,无法用简单的分析公式得出。仿真模型就是仿真这些系统的行为,正确的设计模型集成了这些

分离的实体行为和相互作用,可得到对系统性能的详细定量的描述。仿真模型需要对系统操作进行静态和图表式的描述,其分析的数值结果提供详细的、定量的、可能发生的交通情况的描述。

交通仿真模型可以用于评价不同的控制方法,利用仿真可以设置不同的试验环境和交通条件。以前交通仿真模型用于评价信号控制策略,现在它是ATMS(Advanced Traffic Management System)研究开发的一个完整部分。必须强调的是,仿真本身是无法代替优化模型、通行能力估计处理、需求建模和实际设计工作的。但仿真可以成为这些工作的支持,作为嵌入的子模型或评价系统的工具。

### 二、仿真模型分类

几乎所有的仿真模型均描述动态系统——时间总是基本非约束变量。连续仿真模型描述当系统组成变化时,状态是如何随时间响应连续激励变化的。离散仿真模型其状态变化在时间上是突变的,以此来表示实际系统(连续或离散)。一般有两种离散间隔,在每个间隔内,仿真模型计算改变所选系统元素的行为。这种方法与非约束变量 $\Delta t$ 的有限微分表达来表示初始值微分方程类似。

仿真模型也可以根据描述等级分类:

#### ● 微观的(高保真)

微观模型非常详细地描述了系统实体和它们之间的作用。例如,这一等级的变道可以引发目标车辆和其前车间的跟车行为,同时考虑假定的后车和前车在目标车道运行,也表示了其他细节的驾驶员决策过程。变道持续的时间也可以计算出来。

#### ● 中观的(混合保真)

中观模型一般比较详细地描述大多数实体,但没有微观模型那么详细。例如,在这一等级的变道可以作为个体车辆一个基于相对车道密度决策的瞬间行为,而不是详细的车辆间的相互作用。

#### ● 宏观的(低保真)

宏观模型在低细节等级描述实体以及实体的活动和实体间的相互作用。例如,交通流可以用和的形式,用统计直方图模拟流率、密度、速度的标量值,虽然无法描述变道过程,模型会将交通流合理地分配到车道上,或是近似处理。

另一种模型分类是将其分为:确定型和随机型。确定模型没有随机变量,所有的相互作用由确定关系(数学的、统计的和逻辑的)定义;随机模型则包含概率函数,如一个跟车模型可以通过定义司机的反应时间是常量或是随机变量,来选择用确定或是随机关系描述。

## VISSIM 软件简介

VISSIM是一个建立在现代城市交通和公共交通基础上的交通运行仿真软件,它可以在一定的交通约束条件下(例如线路情况、交通量的构成、交通信号的配置、公交车站等)对交通和公交系统的运行进行合理的分析,因此对不断变化的交通系统具有重要的意义。

VISSIM还可以运用于各种交通问题的解决上,下面是一些较为常用的功能:

#### ● 对交通信号配置方案的评价和改善

● VISSIM适用于各种不同类型的信号控制模拟,除了软件中原本设置好的数据外,用户还可以根据需要添加新的要素,每种信号控制方案都能被很好地模拟,例如SCATS和SCOOT系统;

● 可以对将信号联动控制应用于城市街道网络的可行性和影响进行全面而有效的评价和分析;

● 可以对慢速车流的交织汇合地带的运行状况进行模拟和分析;

● VISSIM还可以对交叉口、转弯路段、立体交叉口的信号控制和停车标志方案进行比较和选择;

● 对轻轨和公交系统的设计容量、运行过程及状况进行分析;

● VISSIM还可以提供公交优先的处理

方法,例如可以不按次序排队、拓宽道路、设立公交车专用车道等。

VISSIM在网络中将驾驶者和车辆合二为一,每一个驾驶者对应一辆具体的车,驾驶者的操作与车辆的特性相符合;此外,各种车辆理想速度的设置对网络模拟的效果影响很大,所以要预先对其进行设置和编辑。网络中的车辆将会以定义好的速度在其中运行,当然前提是不阻碍别的车辆的正常行驶。

实例模拟及分析

一、选取交叉口的几何形状及有关参数

为了检验VISSIM对交叉口交通运行状况的模拟效果和分析作用,我们在这里选取了中山五路和广大路交接处的一个“T”型交叉口作为实例进行简单的模拟和分析。

该交叉口的几何状况如图1所示。

该交叉口的交通量构成主要有出租车、小汽车、公共汽车、小货车、大型货车、摩托车等,我们选取了几个时间段对其流量进行了统计。从可靠性等方面考虑,我们选取10:00—11:00这个时间段进行模拟。

在折算标准流量时,各种车型的换算系数分别是:出租车、小汽车、小货车为1,公共汽车为2.25,大型车为1.75,摩托车为0.33,自行车为0.2。

该交叉口信号灯的相位设计如图2所示。

在A相中,允许中山五路上的车辆直行,而广大路出口的车辆需要停下等待;在B相中,允许广大路出口的车辆左转和右转,而中山五路的直行车辆被禁止通行。需要说明的是,中山五路上的车辆在该交叉口是一直被禁止左转和右转的。

中山五路直行方向信号灯绿灯时间为70秒,黄灯时间为5秒,红灯时间为35秒;广大路左右转方向信号灯绿灯时间为30秒,黄灯时间为3秒,红灯时间为77秒。

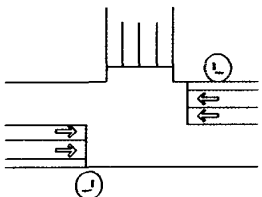


图1 中山路与广大路几何形状图



A相 B相  
图2 中山路与广大路交叉口交通信号相位图

二、运用VISSIM软件进行交通运行状况模拟

要建立该模型,首先要通过计算建立起各条进口道路的交通量结构(见表1)。由于VISSIM中把小汽车、出租车、小货车都列为小型车,所以下面所说的小型车是指三种类型车辆之和。考虑到各向的大型车数量极少,所以在这里忽略不计。

表1 各进口交通量结构

	标准交通量 (辆/小时)	小型车	公共汽车	摩托车	合计
中山五路东进口	738.6	43%	34%	23%	100%
中山五路西进口	766.03	54%	26%	20%	100%
广大路左转	186	61%	28%	11%	100%
广大路右转	199.4	63%	26%	11%	100%

依照软件规定做好图,输入交通量构成和信号灯配置,就可以对该交叉口的交通运行状况进行模拟了。由于该软件是测试版,所以很多评价参数的输出不能实现,在这里只能用车辆的平均行驶时间来评价其交通状况。用户可以同时定义多个测试路线,结果输出时可以同时显示车辆在其上通行的平均时间。当然一般而言,该时间数值越小,表明车辆通过该路段所用时间越少,则该路段交通状况就越好。

三、模型结果评价

在该实例中我们选取了中山五路交叉口附近东向和西向各一段距离为一百米的道路作为测试对象,通过一个小时的模拟,结果输出如图3所示。在当前的交通信号控制和交通状况下,西—东的车辆平均行驶时间为7.9秒,可以计算出其平均行驶速度为45.6公里/小时,而东—西的车辆平均行驶时间为9.0秒,计算出其行驶速度为40公里/小时。

由上面的数据看来,在当前的道路条件和信号控制方案下,该交叉口附近的交通状况良好,车辆能以40公里/小时以上的速度行驶。然而,此时的方案未必是最佳的,我们还可以通过调整信号配置和道路条件等方法使其得到进一步改善。或者如上面所述,利用行驶时间来衡量有关方案的改善是否合理和可行。

当然,VISSIM对路网运行状况的评价方法远远不止这么一两点,要充分运用它来为我们提供分析的依据,还有待再进行学习和发掘。

图3 VISSIM软件计算结果

总结

交叉口的通行能力和运行状况,是直接影响到城市道路交通运行的主要因素,在一些大中型城市中尤其如此。因此,提高交叉口的通行能力是解决城市日益繁重的交通问题的重要途径之一。

改善交叉口通行状况的方法有很多,如拓宽路口、改善信号控制的配时、利用各种交通设施进行渠化等。但是,设想的方法是否可行、方案是否合理,应该如何进行检验呢?交通仿真软件正为此提供有力的工具。VISSIM软件则是较好地解决这一问题的工具之一。用户可以把要研究的交叉口的几何条件、和交通量有关的参数输入其中,然后把要试用的交通控制方案模拟到模型中去,利用该软件对试用前后的交通状况进行分析和评价,检验该方案的可行性。在此过程中还可以对其不断给予调整,直至找到较佳甚至最佳方案。

(责任编辑:李奔薇)