

# 信号交叉口交通组织优化设计

马建明, 任福田, 刘小明, 荣建  
(北京工业大学 交通工程研究所, 北京 100022)

**摘要:** 以独立信号交叉口为研究对象, 采用信号配时、交通工程和交通管理等措施, 利用微观仿真模型, 提出了信号交叉口交通组织优化的设计方法, 讨论了交通组织优化的评价方法、交通仿真机制和模型框架等关键问题。

**关键词:** 信号配时; 渠化; 微观仿真; 交通组织

**中图分类号:** U 491.234

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0254-0037(2001)02-0237-03

由于道路建设条件和资金的限制, 平面信号交叉口仍然是城市交通的主要形式。作为车辆汇集和转向所在地, 交叉口复杂的交通特征使其容易成为交通秩序混乱和事故的多发点, 降低了道路网通行能力。因此, 如何改善路口行车秩序, 提高路网通行能力是国内外共同关注的问题。一方面, 原有道路布局和基础设施因规划、资金等原因所限, 不能像新建城市的道路那样可以按照交通需求的发展趋势进行道路的规划设计; 另一方面, 完全靠拓宽道路和修建立体交通网络等途径来解决交通拥挤问题也是不现实的。

## 1 交通组织优化方法

在交通组织优化过程中, 多方案比选是解决问题的关键。只有对交叉口组织方案进行充分比选, 做到在方案实施前充分了解实施效果, 才能保证交通组织的有效性, 避免组织方案不合理带来的危害。

作者以提高交叉口的通行能力, 减少车辆的平均行驶延误为优化目标, 以信号配时、交通工程措施为信号交叉口组织优化手段, 通过计算机仿真模型计算多种方案的优化指标, 比选出特定信号交叉口的最优方案或提出改进措施, 具体的组织优化方法见图 1。本课题主要针对独立交叉口进行优化设计, 暂不考虑相邻路口的影响。

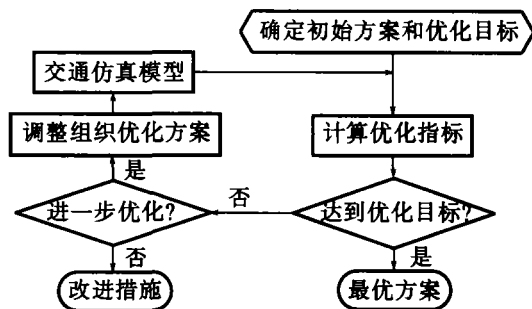


图1 信号交叉口交通组织优化流程图

## 2 交通组织方案的优化步骤

根据实施交通组织方案的难易程度, 本文按信号配时、交通工程措施以及交通管理措施的顺序对交叉口的交通组织进行优化。首先从信号配时着手, 包括相位、周期、绿信比等信号配时的调整<sup>[1]</sup>。合理的信号配时能有效地利用交叉口时空资源, 是提高交叉口通行能力的有效手段, 而且信号配时的调整操作简单, 成本低, 可操作性强。当调整信号配时不能达到优化目标时, 进行交通工程设计。内容包括划分车道功能、交叉口渠化和拓宽入口等; 通过改善交通流组织方式和道路条件, 保证良好的交通秩序, 从而提高实际通行能力, 减少行驶延误。当以上 2 种措施都不能达到优化目标时, 采用交通管制, 非机动车行人分流

收稿日期: 2000-06-16.

基金项目: 北京市教委资助项目.

等控制交通需求的管理措施限制部分交通需求,减轻交叉口的压力<sup>[2]</sup>。具体优化步骤见图2。

### 3 交通组织优化的关键问题

以下讨论利用微观仿真模型实现信号交叉口交通组织优化的关键问题。

#### 3.1 评价内容

##### 3.1.1 运行效率

运行效率主要体现在车辆平均延误与实际通行能力上。车辆平均延误是指所有车辆在通过交叉口时由于交通信号装置而产生的延误总和除以总交通量。车辆平均延误的大小与交叉口的服务水平紧密相关。实际通行能力又可通过饱和度来体现;饱和度为交叉口实际交通量与通行能力的比值,反映了交叉口道路的时空利用率。

##### 3.1.2 运行秩序

运行秩序的优劣直接影响着交叉口的安全水平。评价运行秩序的优劣通常需要考虑交叉口的冲突点面密度、渠化状况、行人过街设施等。因此,本文选取了通行能力、平均行驶延误、冲突点面密度作为平面交叉口交通组织优化的评价指标,从运行效率和运行秩序两个方面来衡量交通组织的优劣程度。

#### 3.2 评价方法的选取

当平面交叉口的道路几何条件和交通条件确定后,冲突点面密度很容易求得。而由于平面信号交叉口的通行能力和行驶延误的影响因素很多,其计算方法也较多;常见的有经验模型、理论模型和仿真模型。

在应用上,经验模型或理论模型都有其局限性。在交叉口上车流的运行特性相当复杂,就是最繁复的数学模型也不得不将所有车辆和驾驶员一般化而使其有相同的特征。而且经验模型和理论模型都需要大量的数据来标定,才能得到符合精度要求的数据;而我国的平面信号交叉口类型多,交通流特征不清晰,要得到良好的经验模型或理论模型都非常困难。

相比之下,利用仿真模型来计算通行能力和行驶延误具有明显的优势。①平面交叉口仿真模型有很大的适应性,可概括相当大范围的道路条件和交通条件<sup>[3]</sup>。②对仿真模型的输入,可随意使用特定的分布、交通控制方式和驾驶员的特征。可见,仿真模型可最大程度地满足多方案对道路条件、交通条件的描述。因此,作者选取了仿真模型来计算评价指标。

#### 3.3 仿真方法的确定

仿真模型的开发首先需要确定仿真机制。在研究道路车流中,常用两种仿真形式:类比仿真和数字仿真。前者介乎现实世界和类比物理体系之间,而类比物理体系的各个部分的相互影响与真实情况应彼此相似;后者是将仿真体系的状况用数字方式加以存储,并按照存储的指令或模型规则,将仿真体系的状况随事态发展更新。而体系更新可用两种方式定时扫描或事件扫描<sup>[4]</sup>。

应用定时扫描方式,是按等段扫描时间来考察车流体系的状态,及时计算出一个时段所有车辆的动态属性,并依据车流情况扫描模型的各个部分;然后,等到下一个扫描时段,再重复这样的过程。扫描时段的长短,会影响模型的精度;只要能概括所有车辆有意义的动作就够了,但如时段太短,将增加计算机的运转

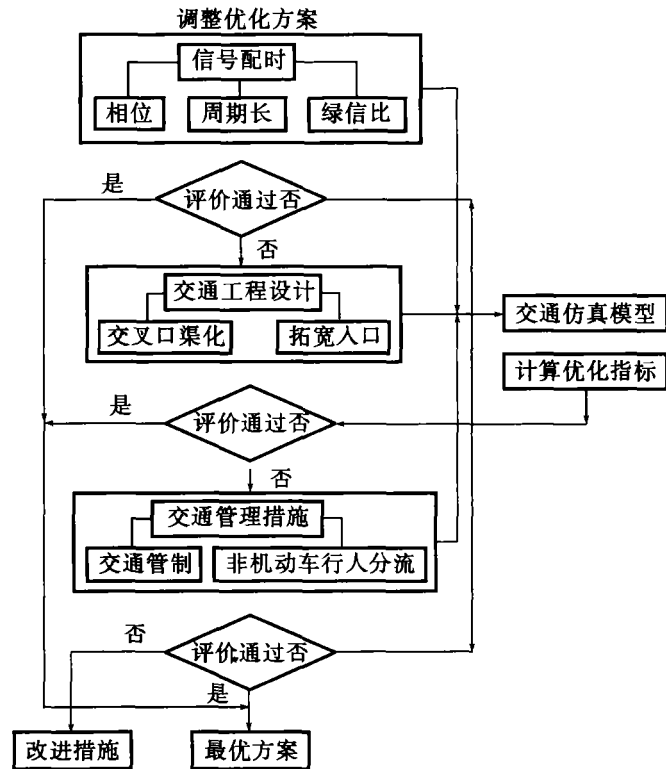


图2 优化步骤

时间。因此,扫描时段的选择,将决定于所用计算机的性能、仿真程序的目的,以及车头时距形成的方法。

在应用事件扫描时,用来建立程序的事件要在程序运行中具有重要性的事件。下一次有意义事件发生的时间,将由程序以及将事件调整到最新的车流情况来决定。

作者考虑到交叉口内交通时间较多,利用事件扫描并不能节约时间和计算机资源,且仿真模型应该具有较大的适应性,所以采用了时间扫描的数字仿真对交叉口组织优化进行模拟。

### 3.4 仿真模型的建立

为了研究交叉口的通行能力及平均行驶延误,仿真模型考虑了道路条件、驾驶员特性以及车辆性能对交叉口运行状况的影响,建立了基本结构(如图3)<sup>[5]</sup>。其中,道路模块是仿真模型中的基础单元,它描述了交叉口道路的纵坡、车道宽度、路面划线以及交通信号等组成部分。这些构成了交通仿真的静态外部环境,它还将和人-车单元模块建立的动态外部环境一起构成完整的交通仿真环境。仿真模块定义了车辆的运行规则,其中包括发车模型与跟驰模型<sup>[6]</sup>。

本文从信号配时、交通工程措施以及交通管理措施等方面,提出了利用微观仿真模型进行信号交叉口组织方案的优化设计方法,为分析交叉口通行能力及延误建立了仿真研究的思路。

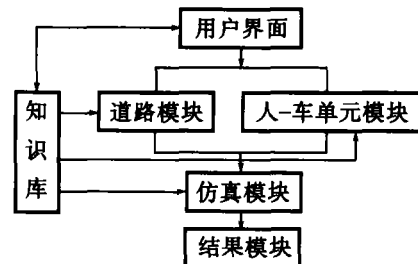


图3 仿真模型结构示意图

#### 参考文献:

- [1] 任福田, 徐吉谦, 朱长仁. 交通工程学导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987.
- [2] 全永燊. 城市交通控制[M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [3] JUAN Zhi-cai, CHEN Ling, ZHANG Jie. A simulation model for mixing traffic flow at an intersection[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 1996, 7(3): 65-68.
- [4] 杨肇夏. 计算机仿真及其应用[M]. 北京: 北方交通大学, 1997.
- [5] 荣建. 高速公路基本路段通行能力研究[D]. 北京: 北京工业大学, 1999.
- [6] CHIN H C. SIMRO: A model to simulate traffic at roundabouts[J]. Traffic Engineering+Control, 1985, 109-113.

## Study on Optimizing Traffic Operation of Signalized Intersection

MA Jian-ming, REN Fu-tian, LIU Xiao-ming, RONG Jian

( Research Center of Transportation, Beijing Polytechnic University, Beijing 100022, China )

**Abstract:** A new design method of optimizing traffic operation on isolated signalized intersection is introduced and described. The design items include signal timing, traffic engineering design and traffic management, and are based on microscopic computer emulation. Additionally, the evaluating method of traffic operation, optimization traffic emulation mechanism and modeling are discussed.

**Key words:** signal timing; channelization; microscopic emulation; traffic operation