

北京市智能交通系统 (ITS)
规划与示范研究 (I 期)

分课题三

交通流特征参数研究

结 题 报 告

(一)

项目承担单位：北京交通发展研究中心

课题承担单位：北京工业大学交通研究中心

二〇〇四年十一月

项目领导小组组长： 吉 林 范伯元

项目总体组组长： 全永燊

项目总体组成员： 于春全 刘小明 李建国

王笑京 郭继孚 荣 建

李少明 温慧敏 陈金川

项目承担单位： 北京交通发展研究中心

课题承担单位： 北京工业大学交通研究中心

课题负责人： 刘小明

主要参加人员： 杨孝宽 荣 建 陈艳艳

任福田 邵长桥 张智勇

梁 颖 钟连德 李秀文

马国旗 李春艳

目 录

1. 研究背景.....	1
1.1 现状与必要性.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 路段交通流特征参数.....	3
1.2.2 信号交叉口特征参数.....	4
1.2.3 交通流状况评价体系.....	5
1.3 本分课题与其它分课题之间的关系.....	6
2. 研究目标及内容.....	8
2.1 研究目标.....	8
2.2 研究内容.....	8
2.2.1 子课题 1 城市主干道交通流特征参数研究.....	8
2.2.2 子课题 2 快速路交通流特征参数研究.....	8
2.2.3 子课题 3 信号交叉口交通流特征参数研究.....	9
2.2.4 子课题 4 交通流状态评价模型研究.....	9
3. 研究方法及技术路线.....	10
3.1 解决关键技术问题的途径.....	10
3.2 研究方法.....	10
3.3 研究思路和技术路线.....	11
3.4 试验方案.....	12
4. 城市主干道交通流特征参数研究.....	14
4.1 主干道数据调查.....	14
4.2 主干道数据的回归分析.....	15
4.3 主干道分析结论.....	17
5. 城市快速路交通流特征参数研究.....	18
5.1 基本路段速度-流量统计分析模型.....	18

5.1.1 快速路基本路段的定义.....	18
5.1.2 数据采集方法	19
5.1.3 统计分析时段长度选择.....	19
5.1.4 流量-速度模型	20
5.1.5 交通流状态的划分.....	20
5.2 快速路分, 合流点速度-流量统计分析模型	22
5.2.1 分, 合流点研究的目标.....	22
5.2.2 分, 合流点的数据调查内容.....	23
5.2.3 分, 合流点的数据处理与通行能力分析.....	24
5.2.4 分流区通行能力的确定.....	25
5.3 交织区速度-流量统计分析模型	26
5.3.1 交织区研究的目标.....	26
5.3.2 交织区数据调查.....	26
5.3.3 交织区数据处理与分析.....	26
5.3.4 交织区通行能力和服务水平模型.....	29
5.4 交通量时空分布特性.....	30
5.4.1 交通量的时间分布特性.....	30
5.4.2 交通量的方向性分布及车道分布特性.....	31
6. 信号交叉口交通流特征参数研究.....	33
6.1 车辆到达特征分析及其模型标定.....	33
6.1.1 均匀分布	33
6.1.2 负指数分布	33
6.1.3 带位移的负指数分布.....	34
6.1.4 M3 分布.....	34
6.2 排队离散车头时距的分布.....	34
6.3 车辆延误模型.....	35
6.3.1 均匀延误	36
6.3.2 延误时间均值和方差.....	37

6.3.3 增量延误	38
6.3.4 过饱和条件下的增量延误.....	38
6.3.5 过饱和条件下排队长度.....	38
6.3.6 过饱和条件下增量延误.....	39
6.4 控制延误模型.....	41
6.4.1 控制延误模型	41
6.4.2 参数标定	42
6.5 模型验证.....	44
6.6 模型的比较.....	44
6.6.1 与已有的稳态平衡延误模型比较.....	45
6.6.2 与 HCM 模型比较	45
6.6.3 和定数延误模型比较.....	46
6.6.4 信号交叉口左, 右转延误研究.....	46
6.7 信号灯交叉口服务水平划分方法研究.....	48
7. 交通流状态评价模型研究.....	50
7.1 研究背景及意义.....	50
7.2 研究内容.....	51
7.2.1 国内外交通流运行状态评价方法研究综述.....	51
7.2.2 畅通的标准	53
7.3 交通系统可靠性分析研究综述.....	53
7.3.1 网络可靠性分析在交通运行状态评价中的应用研究现状.....	53
7.3.2 可靠性指标的必要性及优越性.....	54
7.3.3 可靠性指标的应用前景.....	55
7.3.4 可靠性指标的现存问题及本报告研究重点.....	55
7.4 城市道路单元畅通可靠性评价.....	56
7.4.1 单元畅通可靠度.....	56
7.4.2 道路单元的功能函数.....	56
7.4.3 基于供需随机性分析的单元畅通可靠性评价.....	57

7.4.4 基于交通统计进行单元畅通可靠度评价.....	59
7.4.5 基于模糊估计进行单元畅通可靠度评价.....	59
7.5 城市道路交通系统畅通可靠性.....	60
7.5.1 高峰时段路径畅通可靠度.....	60
7.5.2 高峰时段出行 OD 对间的畅通可靠度.....	61
7.5.3 高峰时段路网运行状态评价.....	62
7.5.4 北京市二环内路网运行状态评价.....	63
8. 本研究的创新点及应用前景	68
主要参考文献.....	69

1. 研究背景

1.1 现状与必要性

如同世界上的许多大都市一样，北京正在经历着交通拥挤带来的不便和效益的降低。不仅城市的居民和旅游者在北京的生活质量受到影响，而且交通拥挤带来了巨大的经济损失。

为了解决交通问题，市政府对交通基础设施和管理设备投入了大量的资金和人力，可是基础建设的增长速度远远跟不上机动化的浪潮。北京已经连续多年机动车增长率保持在 15% 以上，而由于城市发展空间和资金的限制，基础设施的发展还不能满足机动车的发展需求。这一切都说明我们不仅需要加快基础设施的建设步伐，同时更要利用好现有道路，通过整合先进的信息技术、通信技术、控制技术、传感器技术和系统综合技术有效地集成并应用于交通运输系统，从而建立起大范围内发挥作用的，实时、准确、高效的交通运输系统，即通过调整城市布局 and 建立智能交通系统（ITS）来解决交通拥挤问题。

2008 年奥运会将对北京的交通从质和量上提出更高的要求，面对挑战，北京市必须大幅度提高交通运行管理的现代化水平和系统的整体运转效率。然而，先进技术的采用并不是仅仅通过硬件投入就可以得到高效益的。从 80 年代开始，北京和国内部分城市相继从国外引进了一些先进的交通管理控制系统，如 SCOOT, SCAT 系统等，但由于国内的混合交通流特性与国外的单一机动车流特性差别很大，特别在交叉路口，机动车、自行车、行人相互影响，致使通行能力严重下降。因此，从西方发达国家进口的交通控制系统没能很好地发挥作用。要真正解决这个问题，必须从微观和宏观的角度认真研究混合车流的特性，深入研究混合车流的特征参数和模型，从而对已有的交通控制系统进行参数修正。只有这样，才有可能从根本上解决问题。

正是如此，在北京市 ITS 系统规划和示范工程研究中，设立了交通流特征参数研究这一分题，其目的就是从小观和宏观、定量的角度对北京市道路混合交通流进行系统的观测、分析和研究，提出运用于交通管理、控制、和组织的参数与模型，并对交通流状态进行评价。从而为解决北京城市交通管理控制和智能交通系统中的相关问题，提供理论支持和实用工具。

从国内外的经验来看，ITS 系统的良好运营和先进技术的采用都是建立在对交通流的基本特性深入认识的基础上进行的。本分题立足于北京市的交通流特性，着眼于示范工程的运用，通过大量采集交通流数据，探寻北京市宏观交通流

和微观交通流特征参数的规律，为北京市进行智能交通控制、交叉口优化设计等示范工程的实施打下基础，为北京 ITS 的顺利实施提供坚实的理论支持和数据保障。

首先，交通设施的交通流统计分析模型，如速度—流量统计曲线可以很清楚地表达速度随流量的变化规律，从而标定理想条件下的通行能力值，是交通分析中经常使用的交通流模型。本研究项目立足于成果在实际工作中的应用，摆脱只重视理论分析而不重视应用的研究模式。通过收集大量的实测数据，以真实的交通流数据为基础，从交通流状况的实际出发，结合交通流特征的理论分析和多种统计模型的对比分析，建立我国典型快速道路系统在实际道路、交通条件下的统计分析模型。使用该统计分析模型，使工程技术人员可以直观地了解交通流特征，为利用模型和参数解决工程实际问题创造条件。

第二，信号交叉口是城市路网中重要的交通设施之一。信号交叉口车辆到达和离散模型及排队延误模型是信号交叉口规划、设计和信号配时的基础。但从已有的建模和估算方法来看，存在许多问题有待解决；另外，现有成果大都是基于国外的道路、交通和环境条件得到的，而我国交通、环境等条件与国外有着一定的差别，直接引进国外先进的控制系统无法适应我国的交通环境。特别是我国国内目前尚无统一的计算方法，给信号交叉口设计带来了一定的困难。因此，有必要根据实际情况，对信号交叉口仔细研究，寻求适合我国交通特点的车辆到达和离散模型及排队延误模型的分析 and 估算方法，为实施智能交通控制系统的示范工程提供基本的交通流模型和参数。

第三，随着城市经济的发展和机动车数量的高速增长，城市道路交通系统所面临的压力越来越大。其结果，一方面城市交通设施总容量的扩张远远赶不上交通需求的增长，供需之间的矛盾不断恶化；另一方面，现有交通设施的利用率低下，交通组织管理水平还需要提高。如何从系统管理的角度，采用科学的方法，优化交通组织，使已有的交通设施发挥最大的效益，是当前我国城市交通管理科学亟待解决的问题。多年以来，有关部门在城市交通组织优化与管理上也做了不少努力。由于缺乏必要的分析手段，无法将一个个局部的交通组织方案置于整个市区道路交通大系统中做出定量的分析评价。因此，在实施前无法对这些方案的可行性做出评估，实施效果难免不尽如人意。本研究将从管理者和用路者两方面的需求出发，筛选出能够反映交通流（包括间断流和连续流）状况的评价指标，并建立相应的评价方法。评价方法力求实用、操作性强，能为城市交通规划和交通管理部门提供一个分析评价交通流状况的科学工具，利用该评价体系去评价交通组织与管理措施与方案的实施效果，为充分挖掘现有道路通行能力的潜力，提高服务水平提供科学的依据。

1.2 国内外研究现状

目前, ITS 在全世界发展迅速, 其功能和规模不断扩大, 对其构成的描述也不尽相同。在美国, ITS 的前身称之为智能车辆和公路系统 (IVHS, Intelligent Vehicle Highway System), 它是在星球大战之后, 美国政府将用于军事的一些高精尖技术运用于道路交通系统的产物, 主要研究智能车辆和自动公路系统。1994 年美国将 IVHS 改为 ITS, 以表明这方面的研究不仅限于车辆和道路, 还可以推广到一切交通工具及其智能化系统。目前对进行 ITS 研究和运用较为先进的国家主要有美国、欧盟和日本。它们对 ITS 系统进行了大量的试验, 并已经建立了相当的实用系统, 以道路系统为例, 典型的智能系统有: ATMS (Advanced Traffic Management System), 即“先进的交通管理系统”; VICS (Vehicle Information and Communication System), 即“车辆信息与通讯系统”; AHS (Automated Highway System), 即“自动驾驶公路系统”; CVOM (Commercial Vehicle Operation/Fleet Management), 即“商用车辆运营管理系统”; APTS (Advanced Public Transport System), 即先进的公共交通系统等。

上述的 ITS 系统在各国的的发展都有一个共同的特点: 就是无一例外地重视对交通流的基本理论与特征参数的研究工作。ITS 系统的良好运营和先进技术的采用都是建立在对交通流的基本特性深入认识的基础上进行的, 反过来, 先进技术的采用也为交通流特征参数研究的提供了有利的工具。因此, 从发达国家的研究现状来说, 对交通流特征参数的研究一直就没有停止过。

1.2.1 路段交通流特征参数

追溯交通流模型及特征参数研究的历史, 深入、系统的研究最早始于美国。从二十世纪 40 年代起, 美国针对公路的规划、设计和运营中出现的问题, 展开了道路通行能力的研究, 并从此进行了长期的研究, 其研究成果编写为《道路通行能力手册》(Highway Capacity Manual, 以下简称 HCM), 是当今最系统、最具权威性的交通流特性研究成果, 并先后于 1950 年、1965 年、1985 年和 2001 年更新发布了四版道路通行能力手册。除此之外, 许多机动化程度较高的国家, 如英国、法国、德国、瑞典、澳大利亚、日本等, 根据本国实际情况, 编制了适合各自国情的 HCM 手册。近些年, 一些发展中国家也相继编写了适合本国国情的道路通行能力手册, 如马来西亚、印度尼西亚等。

对于城市快速道路交通流特性的研究, 国外始于二十世纪 70 年代, 起初是利用位于城市出入口高速公路流量大的特点, 采集大流量的数据, 研究流量达到道路通行能力附近时的交通流特性, 以及速度—流量曲线在饱和流状态下的变化情况; 随后专门针对快速道路路段, 提出了速度—密度方程来描述快速道路中经

常出现的交通拥堵状况，以及应用空间—时间离散化方法扩展了方程的功能，增强模型描述复杂交通现象的能力，提高模型精度。但由于需要求解大量的非线性方程，需要大量的计算时间和费用，且不能很好地描述严重拥堵时的交通情况。1985年版的《HCM》手册出现对城市快速道路分合流点和交织区通行能力的研究，提出了相应的通行能力的分析方法及服务水平评价指标。随着各类交通设施通行能力研究的深入，在最新的《HCM2000》版中，在高速公路和城市干道通行能力分析的基础上，又提出了交通走廊的通行能力分析。但总的来说，相对于其他类型道路来说，国外对城市快速道路通行能力的研究不多，研究基础相对薄弱。

从国内来看，从二十世纪80年代开始，交通部公路科学研究所、北京工业大学、东南大学和同济大学等有关单位在引进国外有关通行能力研究方法和内容的同时，对适合我国国情的通行能力和服务水平等方面开展了多方位的研究。特别是国家“九五”攻关项目“公路通行能力研究”于2000年10月通过国家验收，标志着我国传统的道路通行能力研究进入了一个崭新的阶段。该项目针对高速公路基本路段、交织区、匝道连接处、多车道公路、双车道公路、无信号交叉口、收费站等交通设施的通行能力进行了广泛、深入的研究，开发了配套的交通仿真模型和通行能力分析软件，编制的《公路通行能力指南》即将纳入我国新修订的《公路工程技术标准》和《路线设计规范》，其研究成果将广泛应用于今后的公路交通规划与交通运营分析中，科学地指导我国的各级公路规划与建设。

但是，从总体来说，我国的交通流特性的研究较多的是集中在公路上，而对于城市道路的交通流特性还缺乏深入系统的研究。同时，我国城市交通流的机非混行、机动车、行人混行的特点在一段时期还将持续下去，国外城市道路交通流研究的成果很难适应于我国的国情。目前，国外的先进控制系统引入到我国后，往往不能很好地发挥其应有的效果，究其原因这是由于我国的交通流特性与国外有着很大的区别。因此，深入研究北京市交通流特征参数，将为实施智能交通控制、交通管理和组织打下良好的基础。

1.2.2 信号交叉口特征参数

五、六十年代以来，交通工程研究人员就一直致力于寻求更好的度量和评价信号交叉口行为的方法和模型。经过几十年的努力形成了相对独立的理论—交通信号控制理论，该理论系统定义和描述了信号交叉口各种车辆运行特征和交通需求之间的关系。在此基础上，引入了控制延误、排队长度、停车率等指标描述信号交叉口的运行效率，但最常用的是使用延误评价信号交叉口运行效率。研究人员围绕着以上指标给出了许多模型和估计方法，特别是延误分析模型和方法。

近年来，由于交通需求剧增，交叉口越来越拥挤，车辆由于过饱和造成的延

误已不容忽视。1997 年美国通行能力手册对延误模型作了相应的修改。此外,最新出版的 2000HCM 更全面的讨论了各种交通控制条件下的车辆延误情况,特别是许可相位控制条件下车辆的延误情况。

我国已在几个城市对信号交叉口延误进行了相关研究,如上海、杭州、石家庄等,并且取得了一定的成果。在调查实测数据的基础上,上海、杭州采用了指数函数形式的延误公式。东南大学《道路通行能力研究》课题组曾对无信号交叉口的延误作过调查分析,并提出用延误-流量来评价无信号交叉口的服务水平,其研究方法具有借鉴的价值。此外,我国香港学者考虑了公共汽车对交通的影响,提出了对韦伯斯特公式的修改。相对而言,我国关于这方面的研究起步较晚,而已有的研究成果也主要是借鉴国外研究成果,还有待于进一步的研究出适合我国国情的模型。

1.2.3 交通流状况评价体系

随着我国交通事业的发展与进步,相应地在交通系统评价领域内做了一些研究工作,取得了一些成果。

在交通安全领域,针对交通安全评价建立了几类评价模型,提高了评价的科学性。例如由北京工业大学提出的灰色评价方法,在研究了国内外道路交通安全评价方法的基础上,适合于我国交通管理特点,筛选了宏观道路交通安全评价指标,运用灰色系统理论建立了宏观道路交通安全灰色评价方法;又如道路交通安全宏观模糊评价模型,采用了模糊统计、主成份分析法和层次分析法确定模糊参数,提出了道路交通安全宏观评价的两级模糊数学模型。在实际的应用中,曾做过北京市道路交通安全分析及评价,取得了较好的效果。

此外,在已发表的多种文献资料中,国外对交通安全的评价主要采用相对事故率法、时间序列分析法和回归分析法(Smeed 模型)。

对于道路拥堵状况的评价,国外对此有较为成熟的评价方法,例如美国《道路通行能力手册》中明确给出了对应于各级服务水平下的交通量和拥堵状况。由于我国大陆上的大城市道路交通是一种混合交通方式,这种方式可以说在世界上各大城市中绝无仅有,因此对我国,特别是对北京道路交通拥堵如何评价,具有重大意义。

由于拥堵往往发生在道路交叉口,因此,根据道路交叉口的拥堵状况为评价依据将道路拥堵程度分为三类,通过这三个标准,可以定性地得到市区范围内拥堵状况的分布和严重程度。

严重拥堵交叉口的评价:为了更直观地掌握主要交叉口的高峰期间拥堵状况,在宏观评价的基础上,又对严重拥堵的路口提出了较为具体的评价标准。依

据是在高峰小时期间平均等三次以上的或排队等灯长度超过 200 米的路口，即被视为严重拥堵路口。

事故率降低、出行时间的缩短和出行费用的减少构成了大多数交通项目和措施的直接效益。而出行时间的节省又是项目效益中最重要的因素，国内外在这方面做了许多相关研究。

对时间价值的评价始于二十世纪四十年代，但直到六十年代才有了比较成型的理论，如德·都尼理论，该理论考虑建立了一个消费者效用方程。后来瓦森特所提出的理论与德·都尼的效用函数也很相似。

对交通系统中局部路段和节点运行状况的评价：在对交通系统运行状况的评价中，除了对整个系统进行评价，即宏观评价之外，还包括对局部路段和某些节点的运行状况进行评价，即微观评价。不难看出，微观评价的对象通常是一些重要的路段和交叉口。

1.3 本分课题与其它分课题之间的关系

交通流特征参数研究作为北京市 ITS 系统规划和示范工程项目的分课题之一，在整个项目中具有特殊的基础地位。交通流特征参数研究的目的是为整个课题的相关内容提供基础的参数和交通流模型，特别是对于智能交通控制系统和仿真系统的建立提供基本的参数和模型，为示范工程实施提供理论支持。同时，其它研究分题将为本分题研究提供一部分数据。例如交通流实时动态信息采集、处理/分析发布系统已经在交通管理部门建设了大量的数据采集设备，并已经有了一定历史数据积累，本研究将对其提供的数据进行有效性验证后采用。

对于信号交叉口优化设计分题，本分题主要为它提供机动车的相关模型，而非机动车以及行人的模型则由该分题自行研究。

本分课题与其它相关课题的联系如图 1-1 所示：

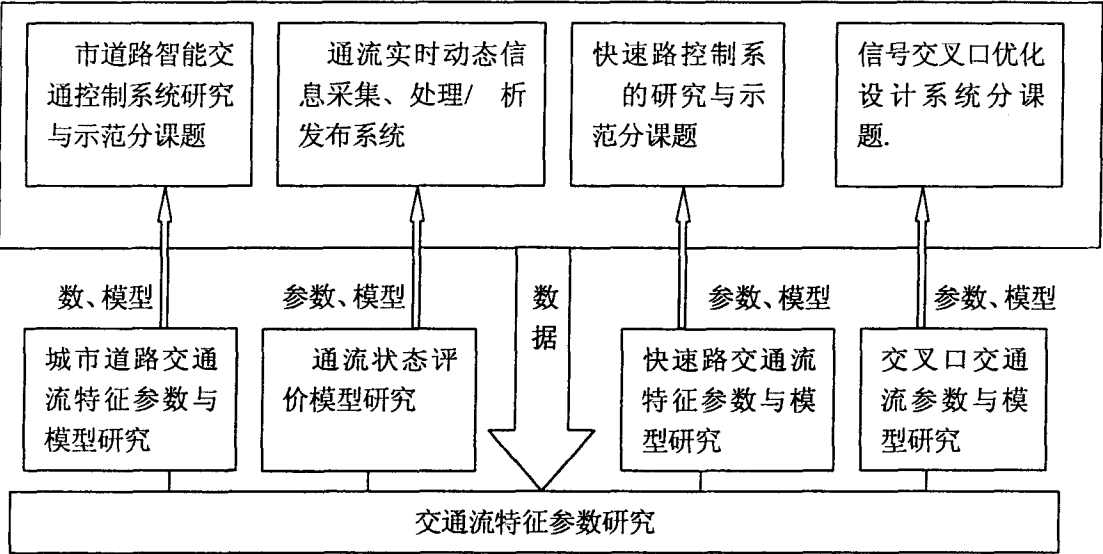


图 1-1 交通流特征参数研究与其它分课题之间的关系

2. 研究目标及内容

2.1 研究目标

交通流特征参数研究作为北京市 ITS 系统规划和示范工程项目的分课题之一，具体的研究目标为：通过城市道路路段和交叉口交通流特征参数的研究，确定城市道路路段和交叉口交通流关键参数以及模型和影响因素；建立我国典型快速道路系统理想道路、交通条件下的统计分析模型。使用该统计分析模型，使工程技术人员可以直观地了解交通流特征，为解决交通控制、交通组织管理、交通信息服务等工程实际问题创造条件；研究信号交叉口的车辆到达和离散以及排队和延误的规律，可为信号交叉口的设计和管理研究奠定基础；从管理者和道路使用者两方面的需求出发，筛选出能够反映交通流（包括间断流和连续流）状况的评价指标，并建立相应的评价方法。评价方法力求实用、操作性强，能为城市交通规划和交通管理部门提供一个分析评价交通流状况的科学工具，利用该评价体系去评价交通组织与管理措施与方案的实施效果，为充分挖掘现有道路通行能力的潜力，提高服务水平提供科学的依据。

2.2 研究内容

根据交通流特征参数研究分课题在整个项目中的基础地位，以及分课题所涉及的范围，甄选出重要且急需解决的内容进行研究，确定了四个子课题进行研究：

2.2.1 子课题 1 城市主干道交通流特征参数研究

针对城市主干道交通设施的流量、速度等宏观交通流特征参数的规律进行研究。城市道路交通流特征参数研究具体研究目标如下：

- ✓ 北京市主干道交通流宏观参数特性及模型。

2.2.2 子课题 2 快速路交通流特征参数研究

针对实施城市快速路控制所需要的交通流特征参数进行研究，包括对快速路的基本路段、交织区、分流点、合流点的流量、速度、密度等宏观交通流特征参数的规律研究；此外，快速路交通量的时空分布特性对于快速路控制也有着很重要的作用。因此，快速道路交通流特征参数研究具体目标如下：

- ✓ 快速道路基本路段速度—流量统计分析模型；
- ✓ 快速道路合流点速度—流量统计分析模型；

- ✓ 快速道路分流点速度—流量统计分析模型；
- ✓ 快速道路交织区速度—流量统计分析模型；
- ✓ 北京市快速路交通量时空分布特性。

2.2.3 子课题 3 信号交叉口交通流特征参数研究

间断流交通设施交通流特征参数：包括信号交叉口的车辆到达分布、车辆离散分布的统计规律，也包括车辆排队、车辆延误等宏观交通流参数的特性，还包括车头时距、反应时间、加速度、跟车特性等微观交通流特性，同时还有信号配时、交通控制策略等对特征参数的影响；

信号交叉口交通流特征参数研究的具体研究内容如下：

- ✓ 信号交叉口车辆到达模型及排队延误模型；
- ✓ 信号交叉口车辆到达分布及车辆集结模型研究；
- ✓ 信号交叉口车辆排队离开模型研究；
- ✓ 信号交叉口车辆延误模型研究；
- ✓ 影响信号交叉口车辆到达和离散的因素研究。

2.2.4 子课题 4 交通流状态评价模型研究

交通流特征参数评价参数：包括交通安全评价、道路拥堵状况的评价、严重拥堵交叉口的评价、对节省时间（减少延误）的价值进行评价、对交通系统中局部路段和节点运行状况的评价、环境评价（空气污染噪声污染）。

交通流状况评价体系的具体研究目标如下：

- ✓ 确定建立交通流状况评价指标体系的原则；
- ✓ 筛选交通流状况评价指标；
- ✓ 交通流状况指标定义及标定；
- ✓ 交通流状况评价方法；
- ✓ 建立交通流状况评价模型；
- ✓ 建立交通流状况评价指标体系；
- ✓ 交通流状况评价体系验证研究。

3. 研究方法及技术路线

3.1 解决关键技术问题的途径

城市道路系统宏观和微观交通特性调查与参数采集、处理技术，特别是微观交通流特性参数的采集与处理技术：利用交通量自动采集分析系统、视频数据采集分析系统采集快速道路系统宏观和微观交通流特征数据；利用雷达测速仪、车载高精度 GPS 系统采集微观交通流特征参数和时间序列数据；利用与数据采集系统相配套的软件进行数据的初步处理。

城市道路交通流特征参数的模型分析及其建模技术：利用数据诊断技术对初步整理过的数据进行分类，选择能够反映真实城市道路交通流特性的数据，采用统计回归及其他数学方法构造快速道路系统通行能力分析模型。

城市道路交通流状态量化评价指标体系的构建技术：根据实测数据，利用层次分析法、动态聚类法、相关性分析、因子分析法筛选出合适的指标作为城市道路交通流状态量化评价指标，并构造相应的评价方法及评价标准。

快速道路系统交通流特性微观仿真建模技术：通过分析快速道路系统交通流特征，利用车载高精度 GPS 系统采集的反映微观交通流特征参数的时间序列数据，构造快速道路系统交通流特性微观仿真模型。

3.2 研究方法

本分课题将运用多种研究方法保障研究目标顺利实现，具体的研究方法有：

运用系统分析的方法综合考虑城市道路交通流特征参数研究涉及到交通工程学、道路工程学、心理学、计算机技术、数理统计、交通法规及系统工程等众多学科，以及在研究过程中涉及到的分析方法及数学模型比选，计算机模拟与实测结果的校验等，为发掘城市道路交通流特征参数的客观规律奠定科学的理论基础；

运用车载高精度 GPS、视频交通信息检测等数据采集方法测量城市道路微观交通流中相互跟驰车辆的位置、速度、加速度变化轨迹，以及宏观交通流中的速度、密度、流量、延误、排队等数据，取得大量实测数据作为研究工作的基础；

运用数理统计及其他数学方法，如正交实验设计、统计回归、数据诊断、层次分析、动态聚类、相关分析、因子分析等数学方法，用于分析观测点的分布、实测抽样、数据处理和分析，构造分析城市道路系统宏观和微观交通流特征参数

的规律和建立理论、统计和仿真模型;

运用计算机仿真方法直接用于各种条件下的交通运行分析,以减少大量的野外观测工作,再现复杂交通条件下的车流运行特征,可以弥补观测数据的不足,省时省力。

3.3 研究思路和技术路线

课题主体研究思路和技术路线将“从实际工程应用出发、依靠高新设备采集交通流数据,运用科学的理论方法,结合计算机仿真技术,以为北京市 ITS 系统规划和示范工程奠定基础为落脚点,”展开对城市道路交通流特征参数的研究。

着眼于实际应用、以解决快速道路上的拥堵作为出发点:目前我国大城市的干道系统经常性发生的交通拥堵,导致整个城市道路系统的功能不能正常发挥。由于对城市快速路交通流特性和通行能力等基础领域缺乏深入、系统的研究以及相关的分析手段,面对城市道路系统存在的问题,多数城市一味靠扩大城市道路建设规模,修建更多车道的道路来解决问题,结果往往不尽如人意,解决了一个老问题,出现了两个新问题,不能达到系统的优化,不能从根本上解决城市道路的交通拥堵问题。因此,本课题将以解决目前城市道路上的拥堵作为研究的出发点。

依靠高新数据采集设备,以大量观测数据为基础:交通数据采集需要投入大量的人力、物力和财力,是一项耗时费力的工作。本研究将依托国内外最先进实用的数据采集设备,如利用交通量自动采集分析系统、视频数据采集分析系统采集城市道路系统宏观和微观交通流特征数据;利用雷达和激光测速仪、车载高精度 GPS 系统采集微观交通流特征参数和时间序列数据。现场实测数据最能反映交通流的真实情况,它是计算机仿真和数学建模的基础。本研究课题将投入大量的人力、财力进行大规模的城市道路交通流参数实际观测,包括宏观和微观的交通流特性参数。观测地点涵盖北京市内主要城市道路的基本路段、出入口匝道、交织区和交叉口。观测内容包括交通流量、车速、密度以及车头时距的观测。只有获取足够的观测点样本和观测数据样本,才能满足计算机微观仿真建模和统计建模的要求。

此外,本研究充分利用已有采集设备和数据来源,例如对于城市主干道的路段交通流特性分析,将在对已有的公安交通管理局视频和微波等检测设备的基础上,对其精度进行分析采用,以达到节省人力物力、加快项目进展的目的。

利用数理统计及其他数学方法,结合计算机仿真技术:在交通流特征参数研究中,从观测点的分布、实测抽样、数据处理和分析,到构造分析和仿真模型,无不渗透着数理统计及系统分析的数学方法。为此,研究中将始终贯穿着正交实