

高自友 宋一凡 四兵锋 著

Urban Transportation
Continuous Equilibrium
Network Design Problem:
Theory and Method

城市交通
连续平衡网络设计
理论与方法

中国铁道出版社

国家自然科学基金

铁路科技图书出版基金

资助

教育部跨世纪优秀人才培养计划基金

城市交通连续平衡网络设计 ——理论与方法

Urban Transportation Continuous Equilibrium Network Design
Problem: Theory and Method

高自友 宋一凡 四兵锋 著

中国铁道出版社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书在作者多年从事城市交通规划研究与教学工作的基础上,深入而详细地论述了城市交通连续平衡网络设计问题的主要内容、方法、观点和思想,集成了作者近年来的主要研究成果。主要内容包括:城市交通网络平衡配流模型及算法的一般性介绍;双层规划模型的定义、可行性、计算复杂性以及现有的求解双层规划算法的一般性介绍;变分不等式的灵敏度分析理论和方法及非线性规划问题的灵敏度分析的基本概念;固定需求及弹性需求条件下城市交通网络平衡问题的灵敏度分析方法;固定需求及弹性需求条件下的城市交通连续平衡网络设计问题;信号控制与城市交通连续平衡网络设计问题;道路备用能力与城市交通连续平衡网络设计问题;土地使用与城市交通连续平衡网络设计问题。

本书可作为城市交通规划部门、交通管理部门、运筹学研究单位科研人员的参考书,也可作为高等院校城市规划、交通工程、系统工程等专业高年级本科生与研究生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市交通连续平衡网络设计:理论与方法/高自友,宋一凡,四兵锋著. —北京:中国铁道出版社,2000.7
ISBN 7-113-03762-3

I. 城… I. ①高… ②宋… ③四… II. 城市运输:交通运输-交通运输网-研究 N. U12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 25587 号

书 名:城市交通连续平衡网络设计——理论与方法

著作责任者:高自友 宋一凡 四兵锋

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:殷小燕

责任编辑:殷小燕

封面设计:陈东山

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:850×1168 1/32 印张:6.5 字数:167千

版 本:2000年7月第1版 2000年7月第1次印刷

印 数:1—2000册

书 号:ISBN 7-113-03762-3/U·1041

定 价:25.00元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

城市交通是城市经济结构中重要的组成部分,直接影响着城市的社会经济活动和城市居民的生活水平,它是城市地区的工业和商业、居民工作和日常生活等正常运转的必不可少的条件,是整个城市的基本构件,是实现城市现代化的基础。而各级部门对城市交通基础设施的投资是城市交通发展的主要资金来源,同时也决定着城市发展的规模、速度和趋向,影响着城市产业结构和经济的繁荣。随着国家现代化建设的发展,经济改革、对外开放政策的进一步深化,城市交通的地位显得更为重要,城市交通投资的后效益性日益显示出来,已成为支撑城市经济腾飞的重要支柱。

与此同时,城市交通供给与需求之间的矛盾更加尖锐,已到了非解决不可的地步。一方面城市人口规模的增长,文化生活水平的提高,带来了城市客运交通需求的急剧增长。城市土地、区域和规模的不断扩大,以及城市的开发建设都对城市交通基础设施提出了新的更高的要求;另一方面与不断增加的客流量和飞速发展的经济形势相比,城市交通投资的短缺及投资合理分配问题也日益突出。为了满足不断增加的交通需求,必须投资新建和改善城市交通网络。但是目前在城市交通投资方面存在明显的不足。首先,限于政府财力的制约,不可能满足各方面对投资的所有需求,必然带来城市交通投资的有限性;其次,由于对这些宝贵的有限投资资金的取向、分配、规模及管理等方面在很大程度上还缺少系统性、科学性、合理性,有些投资项目的效果难尽人意。

因此,结合我国交通问题现状和具体特点,研究用最少的资金投入,寻找最优的城市交通网络建设方案,以期取得最大的经济效益和社会效益就显得格外重要。首先,从解决目前在我国特大中心城市普遍存在的交通拥挤状况的角度来说,研究城市交通网络设

计问题是最为迫切而最行之有效的、从系统工程观点出发来缓解整个或局部交通网络拥挤状况的对策和方法;其次,从城市交通规划的角度来说,研究城市交通网络设计问题可以得出最优的交通网络建设投资方案,供交通规划部门和人员比较、参考。而这一步是决定整个城市交通规划过程是否成功的相当关键的一步;第三,从我国的经济基础薄弱而导致的城市交通投资的有限性来说,研究城市交通网络设计问题可以使政府有限的资金投入能取得最佳的投资效益。总之,研究城市交通网络设计问题不仅在理论研究上有着重要的价值,而且能够用于解决实际的交通问题,在实际应用中有着宽广的应用前景,具有非常重要的现实意义。

本书是一本专门研究城市交通网络设计问题的应用基础性著作,其主要内容就是通过双层规划的思想建立数学模型用来描述城市交通连续平衡网络设计问题,通过优化计算方法寻找最优的用于道路网络新建或改善的交通建设投资方案,即研究如何能用最少的资金投入达到使整个交通网络中某种指标最优的目的。这些具体的系统性能指标可以是使整个网络中的系统总阻抗最小、交通拥挤程度最低、能源消耗最少、网络备用能力最大及交通所造成的污染程度最低等。从而为交通规划部门和决策人员提供科学、系统、合理、有效的决策方案和决策数据,使政府有限的资金投入能取得最佳的投资效益。

在城市交通规划、管理及控制过程中,需要有关规划部门、决策人员和交通工程师解决的主要问题之一就是已经存在的运量分布状况,提出如何改造和管理交通网络的最优方案,即城市交通网络设计问题。另一个主要的问题是预测各种城市交通网络改进方案(包括增加、扩展线路、增减站场和提高路面质量等)和管理规则(包括路口信号控制等)对运量分布的影响。一般而言,从解决整个城市交通问题的总体上讲,上述两个问题不是分离的,而是互相关系、相辅相成的。在研究城市交通网络设计问题时,如果不考虑城市交通网络中用户的路径选择行为,即不考虑城市交通网络中的流量分布,就会产生著名的 Braess 诡异现象。因此,研究城市交

通网络的流量分布是本书的另一个主要内容。

城市交通网络上形成的交通流量分布是两种机制相互作用达到平衡的结果。一方面,系统用户(各种车辆)试图通过选择最佳行驶路线来达到费用最少的目的;另一方面,用户遇到的阻力与系统被使用的情况密切相关,道路上的车流量越大,对应的行驶阻抗就越高。两种机制的交叉作用使我们很难找出节点与节点之间最佳行驶路线的位置分布和最后导致的流量分布结果。但可以用一定的数学工具模拟这两种机制,并估计网络上交通流量的合理分布即平衡分布。上述这种网络流量分布分析理论就是著名的用户平衡分析理论。围绕这一著名理论,本书介绍了与城市交通网络设计问题有关的平衡配流方面的内容。

无论是寻找最优的城市交通网络设计方案,还是应用用户平衡分析理论来研究城市交通网络中的流量分布都必须用到数学分析、线性代数及数学规划等方面的知识,它们构成了本书的第三个主要内容。为了使工科学生能够顺利阅读全书的大部分内容,本书尽量使用直观和通俗易懂的解释方法,对有关的数学基础知识进行了阐述和推导,并用算例做了相关的解释。

本书深入论述了城市交通连续平衡网络设计问题的主要内容、方法、观点和思想,不仅在理论研究上有着重要的价值,而且能够用于解决实际的城市交通问题,在实际应用中有着广泛的应用前景。可供有关道路交通工程、城市交通规划、城市交通管理及城市交通研究等部门的技术人员参考,也可作为大专院校的有关交通运输专业的高年级本科生的参考教材和研究生教材。

本书内容的绝大部分取自作者近年来的研究成果,再加上写作本书时查阅了大量相关文献,因此在写作本书时,力争做到内容新颖,取材丰富。然而由于城市交通网络设计问题被认为是交通研究领域难度最大、最具挑战性的问题之一,况且作者才疏学浅,水平有限,难免有许多不足之处,敬请广大读者批评指正,以求今后改进。

本书的撰写及出版得益于国家自然科学基金、教育部跨世纪

优秀人才培养计划基金及铁路科技图书出版基金的资助,谨此致谢。

作者感谢中国科学院应用数学研究所吴方教授及赖炎连教授、铁道部运输局吴风教授、北方交通大学李学伟教授、钱大琳副教授、吕永波副教授、郭田德副教授和单连龙博士的审阅及意见。感谢出版社的编辑殷小燕小姐为本书出版所付出的辛勤劳动。

作 者

2000年元月于北京

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1.1 交通运输在社会经济发展中的重要性	1
§ 1.2 城市交通问题及对策	2
§ 1.3 我国城市交通的现状、问题及解决策略.....	5
§ 1.4 城市道路交通规划	8
§ 1.5 研究城市交通网络设计问题的意义.....	11
§ 1.6 城市交通网络设计问题.....	13
§ 1.7 本书的主要内容和结构.....	19
第二章 数学基础知识	22
§ 2.1 最优化模型概述.....	22
§ 2.2 非线性规划算法概述.....	23
§ 2.3 数学基础.....	26
§ 2.4 凸集与凸函数.....	29
§ 2.5 凸规划.....	34
§ 2.6 线性规划问题简介.....	36
§ 2.7 非线性规划问题的最优性条件.....	37
§ 2.8 求解非线性规划基本方法的概述.....	42
§ 2.9 Frank-Wolfe 方法	46
§ 2.10 小结	47
第三章 城市交通网络平衡配流模型	49
§ 3.1 符号定义.....	49
§ 3.2 Wardrop 平衡原则	51
§ 3.3 UE 配流的数学规划模型	53
§ 3.4 UE 配流模型的求解算法	57
§ 3.5 最短路径的计算方法.....	59

§ 3.6	系统最优模型	62
§ 3.7	弹性需求的 UE 配流模型	63
§ 3.8	运量分布与平衡配流的组合模型	67
§ 3.9	路段相互影响的 UE 配流模型	69
§ 3.10	随机平衡配流模型	71
§ 3.11	能力诡异现象简介	74
§ 3.12	小结	76
第四章	双层规划模型及其在城市交通网络设计问题中的应用	78
§ 4.1	双层规划模型的定义和特性	79
§ 4.2	用双层规划模型表示的城市交通网络设计问题	83
§ 4.3	双层规划模型在城市交通网络设计问题中的应用	85
§ 4.4	求解双层规划模型的算法概述	89
§ 4.5	小结	91
第五章	变分不等式及非线性规划问题的灵敏度分析	93
§ 5.1	变分不等式的灵敏度分析	93
§ 5.2	非线性规划问题的灵敏度分析	104
§ 5.3	小结	106
第六章	城市交通网络平衡配流问题的灵敏度分析	107
§ 6.1	固定需求条件下的城市交通网络平衡配流问题的灵敏度分析	109
§ 6.2	弹性需求条件下的城市交通网络平衡配流问题的灵敏度分析	115
§ 6.3	小结	120
第七章	固定需求条件下的城市交通连续平衡网络设计问题	121
§ 7.1	符号定义	121
§ 7.2	固定需求条件下的城市交通连续平衡网络设计	

问题的双层规划模型	122
§ 7.3 求解算法 1	124
§ 7.4 求解算法 2	125
§ 7.5 算例及算法数值分析与比较	127
§ 7.6 小结	133
第八章 弹性需求条件下的城市交通连续平衡网络设计问 题	136
§ 8.1 符号定义	136
§ 8.2 弹性需求条件下的城市交通连续平衡网络设计 问题的双层规划模型	137
§ 8.3 求解算法 1	139
§ 8.4 求解算法 2	140
§ 8.5 算例及算法数值分析与比较	141
§ 8.6 小结	144
第九章 信号控制网络中能力限制条件下的城市交通连续平 衡网络设计问题	147
§ 9.1 符号定义	148
§ 9.2 交通网络备用能力的定义	148
§ 9.3 信号控制网络中能力限制条件下的城市交通连 续平衡网络设计问题的双层规划模型	150
§ 9.4 基于灵敏度分析法的求解算法	152
§ 9.5 算例	153
§ 9.6 小结	157
第十章 信号控制与城市交通连续平衡网络设计的组合 问题	158
§ 10.1 符号定义	159
§ 10.2 消除能力诡异现象的方法	159
§ 10.3 网络备用能力定义的扩展	160
§ 10.4 信号控制网络中信号控制与城市交通连续平衡 网络设计的组合问题	161

§ 10.5	基于灵敏度分析法的求解算法·····	164
§ 10.6	算例 1·····	166
§ 10.7	算例 2·····	168
§ 10.8	小结·····	171
第十一章	城市土地使用与城市交通连续平衡网络设计的组合问题·····	173
§ 11.1	城市土地使用与城市交通运输之间的关系·····	173
§ 11.2	符号定义·····	175
§ 11.3	城市交通连续平衡网络设计与土地使用的组合问题·····	176
§ 11.4	基于灵敏度分析法的求解算法·····	178
§ 11.5	算例·····	179
§ 11.6	小结·····	181
结束语	·····	183
参考文献	·····	186

第一章 绪 论

§ 1.1 交通运输在社会经济发展中的重要性

众所周知,作为国民经济综合体重要组成部分之一的交通运输业与政治活动、经济活动和科技进步相互联系,早已渗透到人们的日常生活及社会活动中的方方面面,影响着客观世界的演变及微观领域的运动。随着我国改革开放的不断深入,根据生产发展和人民生活的需要,作为服务于社会化生产和人民生活的交通运输业,以一个独立的生产部门立足于社会。交通运输业的基本任务就是通过提高整个交通运输系统的能力和服务质量,改善国家不同经济地区之间的运输联系,安全迅速而又经济合理地组织旅客和货物运输,保证最大限度地满足社会、国防建设及其它各个方面对交通运输的需求。

我们知道,国民经济是一个复杂而庞大的系统,它是由各地区、各部门和各产业组成的相互联系、相互促进、相互制约的统一体。交通运输业在其中具有相当重要的地位,具体表现为以下几点:

首先,交通运输业是国民经济正常、高效运行的载体。科技进步与经济发展相互促进,社会进步需要依靠经济基础推动,而经济发展离不开人员和物品的流动。在此一系列连带关系中,交通运输业起着纽带和桥梁作用,它把社会生产、分配、交换和消费各个环节有机的联系起来,是保证社会经济活动得以正常进行和发展的前提条件。交通运输为国民经济提供服务,而国民经济发展在客观上对交通运输提出需求。

其次,交通运输业是国民经济中的一个重要的物质生产部门。一方面,它是社会生产力的组成部分;另一方面,它又以运输生产

过程中所形成的生产关系为其特点。

第三,交通运输业是国民经济系统中最基本的子系统之一。它的基本性表现为:工农业生产、人民生活、国防建设及其他社会活动诸方面对交通运输有着普遍的需求,并且随着社会、经济的发展,国民经济各地区、各部门和各产业,社会各方面对交通运输需求的增长愈来愈快。因此交通运输业成为保障国民经济大系统充满生机和活力、人民安居乐业的基本条件。

交通运输状况的改变在很大程度上会影响社会经济机制的正常运行,随着社会的进步和商品经济的发展,经济的区域化和专业化会得到更进一步的增强,社会经济各个方面对交通运输的依赖性会愈来愈强,交通运输业的作用和地位会更加突出。许多国家的经验表明:一个经济发达的国家也同时具有完善的交通运输系统,并且交通运输手段越完善,其经济活力也越具有高效率和高效益的特征。无论是西方发达国家经济的快速增长阶段,还是发展中国家建立新经济秩序的经济起飞阶段都十分重视交通运输的战略地位。正确处理好交通运输与国民经济发展的关系有利于搞好交通运输发展水平与国民经济发展速度之间的综合平衡,有利于搞好交通运输内部不同运输方式之间有效的运输需求和运输供给的平衡、以及资源利用方面的布局平衡,有利于搞好每种运输方式内部多种经济关系的平衡。所有这些都是增强一个国家综合国力、加速国民经济腾飞的关键因素。

§ 1.2 城市交通问题及对策

城市交通就是在城市区域系统内和城际区域利用交通工具,通过时间的延迟和空间的占用,将客货的发生点和消失点联系起来,使客货发生位移的活动。现代的大交通运输业包括铁路、公路、水运、航空和管道五种基本的运输方式,它们以人或货物在空间上的移动即位移为其产品。然而,这些产品中的绝大部分的发生和结束需要在城市中进行,借助城市的交通运输系统来完成,特别是这几种运输方式之间的相互补充、相互协调,则更加坚定地依靠城市

交通系统来实现。否则的话,大交通运输系统将变为孤立的线和网,形成不了客流和物流的集散,运输也将成为一句空话。并且由于大量的客流和货流多由城市集散,因此如果没有城市交通的保障和结合,全国的大交通运输网络就不可能畅通无阻。具体而言,城市交通系统有如下三项功能:

- (1)保证和促进城市生产活动;
- (2)保证城市居民正常生活工作;
- (3)保证城市外部循环输送。

城市交通系统是一个国家或地区统一的大交通运输系统的重要组成部分,是全国大交通运输网络的枢纽,它是由城市市内交通系统和城市对外交通系统两部分组成的。市内交通系统的交通方式有轨道(地铁和轻轨)和公路两种,个别城市还有水路运输方式;城市对外交通系统中有五种运输方式,即铁路、公路、水运、航空和管道。习惯上,人们将市内交通系统通称为城市交通系统(本书所研究的城市交通问题指的就是市内交通,并且主要是市内道路交通。如果不特别注明,则城市交通指的就是城市市内道路交通)。

由于城市对外交通系统中的各种交通方式汇集于城市中的车站、港口和机场,从而对市内交通造成压力。而市内交通起着内外交通的“消化”作用,这样一来,城市就形成了庞杂的运输枢纽。判断一个城市,或者说一个中心城市的发展是否强劲的关键在于它本身是否拥有强大的“消化能力”、“凝聚能力”和“反馈辐射能力”。其中,交通运输则是一个不可缺少的重要条件。城市内部交通和对外交通对城市社会、经济的发展起着重要的作用。然而,其中起着直接作用的是城市内部交通,它同工作、居住和休憩一起构成了城市的四大活动。这四大活动影响着城市的“消化能力”,而“消化能力”又是城市“凝聚能力”和“反馈辐射能力”的前提。因此,城市内部交通是城市社会和经济发展的动脉,是城市重要的基础设施,是建设现代化城市的基本条件,是城市发展水平的重要标志之一。随着城市的发展,城市交通对城市社会和经济等各个方面将发挥着越来越重要的作用。

交通事业的发展,有利于生活质量和生产效率的提高。同时,高水平的生产活动和生活质量又对交通条件提出更高的要求。在这种循环作用下,交通供需之间的矛盾越发突出。由于城市人口、车辆及出行活动的增加,产生了更多的人、车交通量,而城市有限的空间又不可能无限的满足交通需求,由此导致世界上大多数城市的交通条件日益恶化。不论是纽约还是孟买,北京还是上海,东京还是巴黎,都能见到缓缓流动的车流、满腹怨言的乘客和与运输工具现代化极不相称的狭窄坑洼的道路与原始落后的管理控制方法和手段。几乎所有的市政当局每年都要为交通系统提供巨额的、越来越难以负担的财政补贴。所有这一切,都促使政府官员、专家学者和一切关心城市发展的人们,积极研究城市交通系统和与之相关的各种问题,不断探索解决城市交通问题的各种有效途径,以缓解城市交通的拥挤状况。一般来说,在城市交通中存在的主要问题有:

(1)道路负荷过重,交通拥挤严重。交通量过大,造成道路负荷过重,车速随之下降,由道路上车速与密度之间的关系可知,随着道路上车流密度的增加,车速呈下降趋势,直至为零,从而造成交通阻塞。产生交通阻塞的根本原因在于道路上实际的交通流量大于道路能够提供的通行能力。具体表现为:车行道宽度不够;平面交叉路口通行能力有限,造成路口及路段上交通阻塞;道路上各种车辆和行人混行,相互干扰,造成交通阻塞;立交桥形式选择不当,或匝道设计通行能力不足,也有可能造成交通阻塞;机动车辆的大幅度增加,加大了道路的负荷;出行方式的不合理分布,会加剧交通拥挤程度;缺乏严格的交通管理,道路空间被占现象严重等。

(2)交通安全。现代化的交通运输是城市生产和生活的重要支柱,但随之而发生的交通事故给人民的生命财产带来了巨大的损失。据统计,全世界每年在交通事故中丧生的人数在 25 万左右,仅 1988 年在我国交通事故中死亡的人数就为 54814 人,是交通事故死亡人数比较高的国家之一。影响交通事故的因素很多,涉及人、车、路和环境等各个方面。由于城市人口密集,机动车辆多,还有大

量横过街道的行人,自然,发生交通事故的机率比乡村大得多。一个美好的城市首先应使居住在其中的人们有安全感。因此,减少城市道路交通事故是城市交通规划和管理工作中的一项重要内容。

(3)交通造成的城市污染。城市中大量的机动车辆会给城市带来非常严重的空气污染和噪音污染,其中汽车废气中包含有一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化合物、硫的氧化合物、铅的氧化合物及烟尘等。不同车辆和不同的燃油类型所排放的废气成分和数量有所不同,但无论什么车辆、无论何种燃油类型,当交通拥挤时,车辆运行速度放慢,排放出的废气总量就更大。同样,道路上的交通量越大,距离道路越近,感受到的噪声级就越高。此外,车辆行驶时的震动和飞尘也都会造成城市的污染。

§ 1.3 我国城市交通的现状、问题及解决策略

经济的繁荣带动城市及城市之间的社会交往和经济贸易日益频繁,加之我国人口稠密,交通设施原本不发达,以及作为发展中国家工业化过程中的机动车高增长率(年10%以上),导致交通供需矛盾日益尖锐。据统计,1978~1995年我国的机动车辆的增长速度是公路里程增长速度的81倍。1978~1993年我国城市道路面积和长度增加了3.7倍和2.9倍,人均道路面积从3.4平方米增长至6.5平方米,公交车辆和线路分别增长了2.4倍和2.8倍。但同期,城市汽车增长了5~7倍。并且近年来我国汽车年增长率普遍保持在15%~20%,有的城市高达30%,并且有继续增长的趋势。另外,由于我国城市交通是一种包括行人、非机动车辆和机动车辆在内的混合交通,从而使交通组织、交通管理和交通控制之间的矛盾更加突出,因而导致严重的城市交通拥挤和堵塞。具体表现为:乘车出行拥挤,道路超负荷,平均车速下降,交通事故频发,交通污染严重等。据统计,我国市区机动车平均行驶速度已由60年代的25~30km/h下降为现在的10~15km/h;1978~1993年全国发生交通事故310万余起,死亡63.2万余人。

具体而言,我国城市交通和道路系统存在的问题有:

(1)长期以来在城市规划建设中缺乏对城市交通问题的重视。建国初期,汽车交通发展缓慢,城市交通的矛盾不明显。60年代以后,随着我国石油工业和国民经济其它产业的发展,汽车发展速度大大加快,运输量也随之增加,铁路和水运逐渐饱和,汽车运输逐渐占据十分重要的地位。尤其是文革后期,城市交通迅速增长,城市中心地区的交通矛盾很快激化。1978年以来,虽然重视了道路交通设施的建设,但由于城市中心地区改造困难,新区建设量比较大,交通基础设施的建设和规划仍相对滞后。进入20世纪90年代后,虽然政府加大了对交通基础设施的投资力度,但由于多年来欠账太多,远远比不上同期我国城市交通需求的增长速度。

(2)城市发展的基本模式一般是单一中心的同心圆式的发展。由于在城市发展建设上缺乏远见,没有清晰的、超前的规划思想,而主要是继承了中国古代城市集中式布局的传统,从而使城市像滚雪球一样越滚越大。城市布局的不合理性造成工作与居住、生产与生活联系的不方便,人和车的平均出行距离越来越大,加大了交通流量,使得城市生产和生活周转减慢,越来越不经济。

(3)城市建设中忽视道路系统的建设。大多数的城市道路系统不完整,交通流过于集中在少数干道上,迂回运输现象比较普遍;城市交通结构不合理,各种交通工具没有合理地负担各自的运输任务,以及自行车交通量的不合理发展;同时,城市中缺少各种车辆的停车场,各种车辆的乱停乱放及其它堆放物占用道路和人行道的现象十分严重。这也是造成城市交通拥挤和阻塞的重要原因之一。

(4)交通流的混杂和相互干扰。由于我国城市的整体经济水平比较低,交通工具种类繁多,差异很大。不同性能和不同功能的交通流在同一平面上混杂在一起,互相干扰,特别是机动车受到非机动车和行人的干扰,使得机动车流量的速度降低,带来的是城市道路利用率降低,从而导致城市交通效率大大下降。

(5)城市交通管理落后。城市中社会车辆比例过高,而专业车辆比例较小,造成了车辆空驶率很高,无形之中加大了交通量。