

CHENG SHI JIA OTONG XIANDA IHUA GUANLI

城市交通现代化管理

陆化普 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书从交通管理的实际需要出发,在提出了解决城市交通问题系统方法的基础上,着重论述了混合交通流统计分布特性的调查与分析方法,平面交叉口特性、通行能力、渠化设计原则与实例分析,交通信号控制设计理论与方法,以及交通仿真技术、交通需求管理方法和智能运输系统等交通领域的新理论和新技术。理论与实践紧密结合、深入浅出、便于应用的实用价值是本书的突出特点。

本书可供从事城市交通管理的科研、工程技术人员以及高等院校相关专业师生参考。

城市交通现代化管理

陆化普 编著

责任印制: 版式设计:周 园 责任校对:张 捷

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张: 字数: 千

1999 年 1 月 第 1 版

1999 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 册 定价: 元

ISBN 7-114- -

序 言

城市交通是城市社会经济活动的动脉。随着经济的发展,交通需求的迅速增长与交通基础设施缓慢变化的供需不平衡的矛盾日趋尖锐。为综合解决城市交通拥挤、交通事故、环境污染和交通能源问题,我们不仅要努力规划建设交通负荷小的城市形态,优先发展公共交通、形成合理的交通结构,而且要通过实现城市交通的科学化、现代化管理,使现有交通基础设施得到最有效的利用。

为加快城市交通管理现代化进程,交通管理者,尤其是实战单位的指挥员渴求交通工程科学知识,交通管理工作急待增强科技含量。本书作者清华大学副教授、交通研究所副所长陆化普,曾留学日本,承担过东京城市交通对策研究课题,在交通工程领域学术造诣颇深。此书正是他应当前我国城市交通管理的需要,多次赴交通管理第一线调查研究的成果。理论与实践紧密结合、深入浅出、便于操作的实用价值是本书的突出特点,因此这是一本城市交通管理者,特别是决策者案头必备的工具书。

本书针对城市交通科学化、现代化管理中的关键问题,结合实例,重点阐述了饱和交通量、路口延误等调查分析方法;平面道路交叉口的渠化原则与方法;交通信号设计理论与方法以及智能运输系统、交通需求管理等前沿研究领域的研究成果。这些内容既是目前解决城市交通拥挤等问题所急需的理论与方法,也是实现城市交通现代化管理的必不可少的基础。

相信本书的出版对提高交通管理者的业务素质、加快实现我国城市的科学化、现代化管理具有重要意义。

前 言

城市交通的科学化、现代化管理是综合解决城市道路交通问题的重要环节,而交通管理的科学化是使现代的交通管理设施和手段发挥最大效益的基本前提。因此,本书重点阐述的内容是城市交通现代化管理的基础。

本书写作的基本思路是按照一个城市实施现代化交通管理与控制所需要的交通工程知识体系编写的。本书从交通管理的实际需要出发,在论述了解决城市交通问题系统方法的基础上,着重讨论了城市道路交通特性调查与分析方法、交叉路口的渠化设计原则与实例分析、交通信号控制设计理论与方法,以及交通仿真技术、交通需求管理方法和智能运输系统等交通领域的新思路和新技术。本书如能对加速实现我国城市交通的科学化、现代化管理提供帮助,作者将感到不胜荣幸。

由于本人学识水平有限,加之时间仓促,本书难免有很多不完善之处,请各位读者不吝赐教。

本书编写过程中参考了本领域同行的有关著作和研究成果。本书的完成也得益于清华大学交通研究所师生们经常性的学术讨论和相互启发。在本书写作过程中,得到了中国道路交通安全协会蒋先进理事长和王振庆秘书长的热情鼓励和大力支持。在本书编辑出版过程中得到了人民交通出版社汽车编辑部夏平飞副主任和张景责任编辑的积极协助与大力支持。在此对参考文献的作者和上述有关人员深表谢意。

陆化普

1998年10月1日于清华大学

目 录

第一章 城市交通问题与对策体系.....	1
§ 1-1 城市交通现状	1
§ 1-2 交通拥挤机理	9
§ 1-3 综合交通对策体系	13
第二章 交通流理论	21
§ 2-1 概述	21
§ 2-2 交通流的统计分布特性	22
§ 2-3 排队论	27
§ 2-4 跟驰理论简介	29
§ 2-5 交通的流体力学与运动学模型	31
第三章 混合交通流统计分布特性的调查分析	38
§ 3-1 交通流统计分布特性的调查方法	38
§ 3-2 交通流统计分布特性的分析方法	44
§ 3-3 现场调查的实施	50
§ 3-4 调查结果分析	52
第四章 平面交叉口的特性	56
§ 4-1 平面交叉口及其研究意义	56
§ 4-2 平面交叉口的通行能力	58
§ 4-3 平面交叉口的几何构造	65
§ 4-4 平面交叉口的交通管制	70

第五章	平面信号交叉口通行能力的调查与分析	76
§ 5-1	概述	76
§ 5-2	饱和交通流量调查	81
§ 5-3	平面交叉口的延误	94
§ 5-4	调查的实施与调查结果分析	99
第六章	提高交叉口通行能力对策	103
§ 6-1	交叉口改良的基本原则	103
§ 6-2	交叉口改良设计的基本步骤	104
§ 6-3	交叉口交通处理能力研究	107
§ 6-4	交叉口设计的基本思路	109
§ 6-5	交叉口对策的关键与实例分析	111
第七章	道路交通标志与标线	157
§ 7-1	道路交通标志	157
§ 7-2	道路交通标线	167
第八章	交通信号控制概论	174
§ 8-1	交通信号控制系统发展简史	174
§ 8-2	交通信号灯的设置依据	175
§ 8-3	控制参数的种类与功能	182
§ 8-4	控制方式的种类与功能	186
§ 8-5	信号控制的评价指标	188
第九章	信号控制设计	192
§ 9-1	信号控制的规划设计程序	192
§ 9-2	交叉口交通量的统计分析和设计交通量的确定 ...	193
§ 9-3	相位方案设计	195
§ 9-4	饱和交通流量的计算	202
§ 9-5	所需显示率和交叉口饱和度的计算	208

§ 9-6	黄灯时间、全红时间的设计和损失时间	210
§ 9-7	周期长和绿信比的确定	216
§ 9-8	系统控制参数的确定	222
第十章	区域交通信号控制系统.....	232
§ 10-1	概念与分类	232
§ 10-2	定时式脱机操作系统	236
§ 10-3	感应式联机操作系统	241
§ 10-4	区域交通信号控制系统研究的新进展	253
第十一章	交通仿真模型.....	265
§ 11-1	概述	265
§ 11-2	几个经典的交通仿真模型	273
第十二章	智能运输系统.....	283
§ 12-1	智能运输系统的研究开发背景	283
§ 12-2	智能运输系统的研究内容	287
§ 12-3	智能运输系统研究开发的历史与发展	291
§ 12-4	智能运输系统的关键技术	298
第十三章	交通需求管理.....	304
§ 13-1	实施交通需求管理的背景	304
§ 13-2	交通需求管理的定义与内容	305
§ 13-3	各国的交通需求管理对策	306

第一章 城市交通问题与对策体系

§ 1-1 城市交通现状

一、城市交通问题

1. 交通拥挤日趋严重

随着国民经济的高速发展和城市化进程的加快,我国机动车拥有量及道路交通量急剧增加。尤其是在大城市,交通拥挤堵塞以及由此导致的交通事故的增加、环境污染的加剧,是我国城市面临的极其严重的“城市病”之一,已经成为国民经济进一步发展的瓶颈问题。以北京市为例,交通问题已经成为影响城市功能正常发挥和城市可持续发展的一个全局性问题。1996年,全市共发生交通拥挤堵塞16798起;市区严重拥堵的路口、路段已从1994年的36处猛增到99处;市区高峰期每小时机动车流量超过10000辆的路口已达27个;二、三环路断面双向机动车流量每小时已超过11000辆,城区主要道路平均负荷度高达95%以上。由此造成市区11条主要干道的车速降至12km/h,个别路段时速仅有7~8km。由于道路交通拥挤程度逐年加剧,导致公共汽车平均运营速度下降。“五五”期间为19km/h,“六五”期间为17km/h,“七五”期间为15km/h,“八五”期间降到13km/h,进入“九五”期间仍呈下降趋势。

交通拥挤的加剧,不仅会造成巨额的经济损失,而且如果发展严重甚至还会导致城市功能的瘫痪。交通拥挤的直接危害是使交通延误增大,行车速度降低,带来时间损失;低速行驶增加耗油量

导致燃料费用的增加;增加汽车尾气排污量导致环境恶化。此外,交通拥挤使交通事故增多,而交通事故的发生又使交通阻塞加剧,形成恶性循环。美国德州运输研究所研究美国 39 个主要城市,估算美国每年因交通阻塞而造成的经济损失约为 410 亿美元,12 个最大城市每年的损失均超过 10 亿美元。日本东京都的专业运输成本 1985 年和 1980 年相比,年度成本增加 842 亿日元,也是主要由于交通阻塞加剧,货车每日行驶距离缩短,成本上升造成的。日本东京每年因交通拥挤造成交通参与者的时间损失相当于 123000 亿日元。欧洲每年因交通事故、交通拥挤和环境污染造成的经济损失分别为 500 亿欧元、5000 亿欧元和 50 ~ 500 亿欧元。

2. 城市交通与资源环境

随着我国城市化和机动化的发展,城市交通体系越来越多地需要占用大量的土地,消耗大量的化石类燃料,产生大量的环境污染和生态负效应;另一方面,我国现有的资源(包括土地资源)储量和能源结构,以及基于城市发展模式和可持续发展进程的环境容量限制对于城市交通的发展也有着各方面的制约作用。这种城市交通与资源环境相互影响主要体现在以下三个方面:

(1) 城市交通用地是城市主要的用地类型之一

城市发展模式与一定的城市经济水平、交通工具体系密切相关。过去我国城市主要是建立在以公共交通、非机动车交通和步行为主要交通方式的基础上,因而城市布局紧凑、城市交通用地较少。根据世界各汽车化交通发达国家的城市交通用地分析可知:其城市道路面积率范围一般在 18% ~ 35%,而我国城市道路面积率平均不足 7% (1993 年),即使在机动化水平较高的城市,如北京、上海等,其道路面积率也仅为 10% 左右。

但是,提高我国城市的道路面积率将会受到一定的制约。首先,我国国土面积有限,人均国土面积仅为 14.4 亩,与世界水平相比是少地国家;我国可耕地更少,据统计,1995 年我国人均耕地只有 1.2 亩,沿海地区省份更少:广东省人均耕地 0.52 亩,福建省 0.57 亩,浙江省为 0.58 亩,江苏省为 0.95 亩。显然,像我国这样

12 亿人口的大国,要解决吃饭问题,在城市化进程中,难以采用北美一些城市低密度发展的策略,城市模式只可能是紧凑型。其次,由于我国是一个历史悠久的国家,城市创建的年代久远,也往往采用同心圆式的紧凑型城市结构,城市道路面积率的增加也往往集中于同心圆的外围,形成同心圆式的向外辐射,这种结构限制了城市交通对土地的开发和利用,而供求矛盾的焦点仍在城市中心。据调查,北京市区客车出行量的 42.6%、货车出行量的 13.5% 是以城区为起止点的,且城区道路建设往往与旧城改造项目同步进行,难度很大。所以希望近期大幅度提高城市交通用地率是不切实际的。

(2)城市交通是我国石油资源的最大消耗者

据联合国统计,交通运输部门已经成为最大的化石燃料消耗部门。我国经济的发展、城市规模的扩大、人口的增加,刺激了人们对交通设施的需求,并相应地引起交通运输业对土地、交通工具的占用和一次性能源消耗的增加。但是,我国资源存储也存在很多不足,如人均资源占有量少,低于世界平均水平;存在资源消耗速度快,强度高,利用率低,后备不足,供求矛盾等问题;且资源的空间分布不均衡,质量差别大,劣质资源比例高。特别是能源结构不合理,一次性能源中,低效率、高污染的煤占 75% ,而高效率、低污染的石油、天然气仅占 20% 左右,无污染的水力资源仅占 5% ,核能利用水平低,离多元化的能源结构相距甚远。这些对生态环境的可持续能力、经济增长和交通发展的可持续性均造成不良的影响。这一矛盾将制约我国交通运输业的发展。

(3)城市交通是我国城市的主要污染源

近些年来,随着我国经济的发展和城市化、机动化进程的加快,我国城市的环境和生态状况质量下降的相当严重。在世界十大污染城市中,我国就占了 4 个,分别是北京、上海、广州、沈阳。在环境污染中比较严重的是大气污染和噪声污染。目前我国城市大气污染物主要有悬浮颗粒物、SO₂、NO_x、CO 等气体,城市交通是这些污染的主要排放源。我国城市目前的机动车密度虽然较低,即使

北京、上海等机动化程度较高的城市的汽车密度也远远低于世界上的一些发达城市,但由于车型、燃料、维护不善等原因,使单车尾气和噪声污染高于国外汽车,加上电气化普及率较低等因素,使得我国城市交通污染在整个城市污染排放中的分担率相当的高(表 1-1)。

中美城市机动车污染分担率比较 表 1-1

国 家	城市机动车污染分担率				
	CO ₂	NO _x	SO ₂	CO	HC
中 国	33%	56%	15%	55%	30%
美 国	45%	70%	—	80%	35%

城市交通引起的噪声污染也相当严重。根据 1992 年对 40 个城市的统计,有 39 个城市的道路交通噪声平均值超过 70dB(A),我国北京、上海、广州等大城市的噪声均高于纽约、东京和巴黎。在城市噪声污染源中,交通噪声的污染分担率为 30.2%。

城市交通对环境影响的一个重要方面就是城市生态环境。城市生态环境是城市生存和持续发展的前提和基础,持续发展是目标。由于城市人口密度高,生物多样性差,对外界环境的依赖性强,使得城市生态环境相对薄弱,形成倒金字塔型的生态结构。而城市交通设施的建设造成的地域隔断、城市交通发展对土地资源的占用、交通环境污染对生态环境的破坏等一系列因素使得城市有效绿地面积下降、城郊耕地减少、城市可用水源下降、生态保护区被分割和破坏,从而使人们的生存环境质量下降,城市灾害发生频度上升,严重影响了城市的可持续发展。

二、交通发展与城市结构变化

交通系统的不断发展和完善,将会大大缩短时空距离,扩大人们的活动范围。随着交通的发展,人们的生活圈不断扩大,就业圈、购物圈、娱乐圈的半径越来越大。也就是说,交通的发达将会改变城市结构和土地利用形态,使得城市中心区的过密人口向城市周围疏散,城市商业中心更加集中、规模加大,土地利用的功能划分

更加明确。同时，交通的规划和建设对土地利用和城市发展具有导向作用。

表 1-2 为北京、东京、纽约和巴黎的城市都心部、内周部、外周部面积和人口比较表。

世界部分大城市的城市都心部
内周部、外周部面积和人口比较表 表 1-2

		都 心 部	内 周 部	外 周 部	合 计
北 京	面积 (km ²)	62	96	492	650
	人口 (1000)	1747	2161	837	4745
	就业 (1000)	1672			3862
东 京	面积 (km ²)	42	68	508	618
	人口 (1000)	266	1108	6789	8163
	就业 (1000)	2202	1500	2979	6681
纽 约	面积 (km ²)	26	35	772	833
	人口 (1000)	526	944	5843	7313
	就业 (1000)	1964	726	1472	4162
巴 黎	面积 (km ²)	39	66	657	762
	人口 (1000)	656	1490	3991	6137
	就业 (1000)	986	822	1632	3440

从表中可以看出 4 个世界著名大城市的空间结构特征。其中北京和东京的面积接近，北京市区人口 475 万，少于东京的 816 万。从人口分布特点看，北京的人口主要分布在都心部和内周部，而东京都心部的居住人口很少，主要集中在外周部。因为东京都心土地价格昂贵，主体是商业用地和政府机关用地等，住宅用地很少；另一方面，都心部交通噪声、环境污染等城市病的不断恶化，也促使人们选择更接近自然、环境更加优雅、生活质量更高的近城区。而交通的发达使上述变化成为可能，使城市规模越来越大。

从就业人口分布来看，由于发达国家的大城市都心部集中了大量的金融、商贸、咨询公司，以及各级政府机关等，从而形成都心部大量就业人口集中的状况。由表 1-2 可知，东京都心部就业人口

数是居住人口的 8 倍,而北京都心部的就业人口数却低于居住人口数。上述城市空间结构的不同特征,决定了不同的城市交通特性。发达国家一般形成了远离市中心居住,早晨流向市中心,晚上离开市中心的交通特征。

三、中国城市交通面临的问题

目前我国城市交通面临的形势是:城市交通基础设施建设速度跟不上迅速增长的交通需求,加之过去长期欠帐过多,导致交通供给能力不足,尤其是缺少大运量的快速轨道交通系统,所以城市交通供需不平衡的矛盾十分尖锐。

到 1994 年底,全国道路总里程为 103 万 km,其中高级、次高级路面占道路总面积的 80% 左右。各城市道路面积率一般只有 4% ~ 15%,人均道路面积仅为 $3 \sim 7\text{m}^2$,道路网的密度约为 $5 \sim 7\text{km} / \text{km}^2$;而工业发达国家的城市道路面积率多为 25% 左右,个别城市高达 35% 以上,人均道路面积为 30m^2 ,道路网密度约为 $20\text{km} / \text{km}^2$ 。上述数字表明发达国家的人均道路面积、道路面积率及路网密度大致为我国同类城市的 2 ~ 3 倍,再加上我国城市人口密度大、用地紧张、道路质量不好、技术管理落后,因此在城市交通拥挤、环境污染和城市能源消费上,城市道路数量不足、质量不高的问题十分突出。

1983 年全国城市机动车保有量近 200 万辆,比 1977 年几乎翻了一番;1994 年城市机动车保有量已近 500 万辆,又比 1983 年翻了一番多,约占全国机动车总数的 50%。近些年来,全国机动车的年平均增长率达到 15% (不包括摩托车),个别城市高达 30%。近 10 年,私人汽车的数量成倍增长,到 1993 年全国私人拥有的客车已达 59.85 万辆。1994 年北京私人汽车拥有量约 10 万辆,占北京市汽车总量的 17%。

不少城市交通量的年增长率超过了 20%,城市交通堵塞现象随之增多,车速普遍下降。一般城市干道上机动车的运行速度只有 $15 \sim 20\text{km} / \text{h}$,大城市中心区的车速已降至 $10 \sim 15\text{km} / \text{h}$ 。

表 1-3 和表 1-4 为北京市历年道路长度、道路面积、机动车保有量及交通需求的变化趋势。由表可知,从 1984~1993 年,北京市道路长度年增长率仅为 1.836%,而机动车保有量年增长率却高达 14.48%。

如上所述,我国城市交通现状特点是:汽车增长速度快;道路建设无法满足日益增长的交通需求;常规公共交通萎缩;出租车迅速增加;轨道交通开始起步;交通管理技术水平低。上述问题导致城市交通拥挤堵塞日趋严重、交通事故频发、环境污染加剧、城市环境恶化。

按照目前的交通基础设施建设速度和交通需求增长速度,进入 21 世纪之后,我国城市交通供需不平衡的矛盾将会更加尖锐。交通拥挤、交通事故、环境污染以及能源问题将会日趋严重。如果我们不能及早采取综合措施,加强城市交通基础设施的规划、建设与运营管理,则交通问题就会成为影响经济发展和城市功能的瓶颈问题。结合一些城市的发展状况分析,我国未来的城市交通状况可能会有如下几种前景,即目前的北京、日本东京和泰国曼谷的状态。

北京市历年道路长度、
道路面积及机动车保有量变化趋势 表 1-3

年 度	道路长度 (km)	道路面积 (10000m ²)	道路长度年 增长率(%)	道路面积年 增长率(%)	机动车保有量 (万辆)	机动车保有量 年增长率(%)
1984	2509	1994	2.36	3.61	16.7	13.68
1985	2545	2091			22.4	14.42
1986	2583	2145			26.7	14.80
1987	2614	2189			27.2	15.24
1988	2644	2234			31.2	15.02
1989	2690	2307			35.3	14.73
1990	2710	2366	1.05	3.45	38.9	14.12
1991	2751	2489			42.5	13.83
1992	2768	2581			47.8	13.88
1993	2805	2642			56.8	15.05

北京市市区流量、交通拥堵情况

表 1-4

条 目	1994	1995	1996
高峰小时平均流量未超过设计通行能力(条)	25	20	14
高峰小时平均流量超过设计通行能力(条)	76	81	87
周期性拥堵点、段(处)	36	55	99
交通拥堵(起)	16411	12128	16789

1. 发达国家的首都——日本东京

日本东京 23 个区,人口 816 万,面积 617.8km^2 ,拥有 460 万辆小汽车。在此区域内,有城市高速道路 157km,一般道路 1097km,形成了较好的道路网;有 12 条地铁线,总长 210.5km,再加上国铁和私铁进入市内的部分,几乎可以方便地乘坐快速轨道交通到达都内的任何目的地。东京都内(23 区)的全交通目的交通方式分担的情况是:铁道 39.6%,巴士 2.8%,私人小汽车 16.4%,步行和摩托车 41.2%。

尽管东京都内的铁路和道路网都十分发达,但东京的城市交通却面临着极其严峻的局面。铁道最拥挤区段的拥挤度:地铁为 217,国铁为 277,私人铁路为 209。在早晚高峰期,通勤者无法靠自己的力量上车,地铁车站为此招收了大量临时工推乘客上车。这就是日本东京“通勤地狱”的现状。从道路交通来看,东京都有主要交通拥挤地点 51 个,首都高速道路最大拥挤长度(处于拥挤状况下的机动车排队长度)9.87km,最长拥挤时间 17h,几乎是终日处于拥挤状态。

2. 经济高速发展中的泰国曼谷

泰国曼谷自 1984~1993 年间经济增长率为 8.3%,是世界上发展速度最快的国家之一。由于中等收入阶层人数的增加,小汽车拥有量急速增加。现在,曼谷大约有 340 万辆小汽车,平均每 2.5 人拥有 1 辆。由于机动车交通过大,市中心的车速急剧下降,平均只有 3km/h ,有的甚至只有 1.2km/h ,堵车时间持续 1~2h。目前

小汽车拥有量仍以每天 400 ~ 500 辆的速度猛增,交通拥挤的现象在相当长的时间内不但无法改变,甚至越来越严重。因交通堵塞,泰国每年的经济损失达 40 亿美元。

3. 城市化、机动化急速发展的首都北京

到 1995 年底,北京市公路一环以内宽度 6m 以上道路长度 1070.47km,用地 30.79km^2 ,道路网密度 $1.65\text{km}/\text{km}^2$,用地率 4.74%。在所有的交通方式中,机动车一直以惊人的速度发展,包括摩托车和拖拉机在内的全市机动车保有量自 1988 年以来平均以 13.8% 递增。到现在为止,全市机动车数(含出租车)已达 106 万辆。市区有停车位 3.86 万个,仅占市区机动车拥有量的 8.5%,总停车位中 47% 为路上停车^[7]。由于交通结构不合理、道路容量不足、交通控制管理设施不健全、行人自行车违章以及交通事故、乱停车导致的交通拥挤,致使机动车车速不断下降,平均车速只有 15km 左右。

清华大学交通研究所对白石桥、新街口豁口、新街口、西单等路口进行的现场调查表明:在早晚高峰期,很多路口的车辆的排队长度都在 100 ~ 200m;机动车路口延误有时长达 2 ~ 3min;实际饱和交通量率只有发达国家的 70% 左右。因此,通过实施城市交通的科学化、现代化管理,充分利用现有道路交通设施的潜力很大。

随着国民经济的快速发展,我国大中城市的交通需求将会不断增长,并将呈现多样化的趋势。如果我们不能恰当地确定我国城市交通的发展战略,确切地制定并实施城市综合交通规划,真正实现城市交通的科学化、现代化管理,我国大中城市的交通状况可能会重蹈东京、曼谷之覆辙。

§ 1-2 交通拥挤机理

一、交通拥挤的概念

所谓交通拥挤,是指交通需求(一定时间内想要通过某道路的

车辆台数)超过某道路的交通容量(一定时间内该道路所能通过的最大车辆台数)时,超过部分交通滞留在道路上的交通现象。

当交通需求很小时,出行者可以很快到达目的地。随着交通需求的增加,道路交通由畅通的自由流状态开始变得混乱,到达目的地的时间逐渐变长。随着交通需求的进一步增加,当交通需求超过了行走路径上的交通容量最小地点(瓶颈)的交通容量时,道路的交通状态就会发生变化。

来自上流的交通需求中超过容量的部分,即超过需求将无法通过瓶颈,在瓶颈处形成等待行列,这种交通现象称为交通拥挤。交通拥挤的具体定义各国尚无统一标准,日本道路公团对高速公路的交通拥挤定义为:在高速公路上以车速 40km/h 以下低速行走或反复停车·起车的车列连续 1km 以上,并持续 15m in 以上的状态为交通拥挤。美国道路通行能力手册在对城市干线街道的服务水平的等级划分中,将车速为 22km/h 以下的不稳定车流称为拥挤车流。总之,拥挤速度对于城市道路规定的要低些,对于高速道路规定的要高些。表 1-5 为日本建设省 1994 年在制定新交通拥挤对策计划时确定的交通拥挤地点判别标准。

日本交通拥挤地点判别标准

表 1-5

道路种类	主要拥挤点标准
一般道路(D ID)	拥挤长 1km 以上或拥挤时间 10m in 以上
一般道路(其它)	拥挤长 500m 以上或拥挤时间 5m in 以上
高速公路及汽车专用路	拥挤回数 30 回/年以上或平均拥挤长大约 2km 以上
首都高速道路	拥挤量(拥挤长×持续时间)15h·km/日以上
阪神高速道路	拥挤长大约 4km 以上

二、交通拥挤发生机理

图 1-1 表示行车速度和车头距离(车间距离+车长)的关系曲线。在此速度——车头距离关系曲线上,存在着不连续的分界线。该线的左侧部分为拥挤流领域,右侧部分为自由流领域。此不连续