



NEW TECHNOLOGY
AND PRACTICE
OF THE URBAN ROAD TRAFFIC CONGESTION CONTROL

城市道路 **交通拥堵治理**
实践与新技术

王晓宁 王健 王乐 王占业 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

New Technology and Practice of the Urban Road Traffic Congestion Control
城市道路交通拥堵治理实践与新技术

王晓宁 王 健 王 乐 王占业 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书以治理城市道路交通拥堵为目标,系统介绍了城市道路交通拥堵的现象和特性,对拥堵的成因进行了分析,提出了改善措施,给出了深圳市公安局交通警察局、杭州海康威视数字技术股份有限公司治理交通拥堵的实例。全书共六章,内容包括:城市道路交通拥堵现象及特性、城市道路交通拥堵成因分析、城市道路交通拥堵改善措施、深圳市道路交通拥堵治理实践、世界各地交通拥堵治理的主要做法、海康威视交通拥堵治理技术。

本书基础理论系统全面、内容简明易懂、实例分析针对性强,既可作为交通运输类专业的教材,也可供城市建设、交通管理等相关人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市道路交通拥堵治理实践与新技术 / 王晓宁等编
著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018. 12
ISBN 978-7-114-15149-1

I. ①城… II. ①王… III. ①城市交通—交通拥挤—
交通运输管理—研究—深圳 IV. ①U491.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 266844 号

书 名:城市道路交通拥堵治理实践与新技术

著 者:王晓宁 王 健 王 乐 王占业

责任编辑:李 晴

责任校对:宿秀英

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京虎彩文化传播有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:11

字 数:249千

版 次:2018年12月 第1版

印 次:2018年12月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-15149-1

定 价:48.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

随着城市化进程的不断加快和交通机动化的迅速发展,道路交通拥堵现象在我国许多城市都不同程度地存在。近年来,交通拥堵已经成为制约城市发展的一个世界性难题,是我国城市面临的主要“城市病”之一。因此,交通拥堵的有效治理显得十分迫切。

我国已广泛开展城市道路交通拥堵的治理工作,众多专家、学者、管理者和工程技术人员从道路交通拥堵的产生机理出发,针对我国道路交通拥堵的特点,开展了大量关于治理交通拥堵的研究和实践。本书将对这些研究成果和实践经验进行梳理,详细分析城市交通拥堵产生的原因,结合国内外的研究成果,系统总结治理交通拥堵的相关措施和世界各地治堵的主要做法,并以深圳市交通拥堵治理的成功经验为例,对杭州海康威视数字技术股份有限公司提出的交通拥堵治理新技术进行介绍。本书编著过程中,编著者力求将传统方法与智能交通技术相结合,充分展示治理交通拥堵的各项措施。

本书分为六章,编写分工为:第一章、第二章由哈尔滨工业大学王晓宁副教授编写;第三章、第五章由哈尔滨工业大学王健教授编写;第四章涉及资料由深圳市公安局交通警察局王乐、王占业提供;第六章涉及资料由杭州海康威视数字技术股份有限公司郝勇刚、曹雨崧、郑立勇、刘烨、黄文彬提供。全书由哈尔滨工业大学王晓宁副教授统稿,李盟、罗良浩、范绍沙、张玉、王丽芬、黎睿等参与了资料收集和文字整理等工作。

在本书的编著过程中,参考了大量相关著作与资料,在此向涉及的专家、学者和工程技术人员表示由衷的感谢,您们对我国道路交通拥堵治理工作的贡献使本书得以顺利完成。限于学识和水平,书中不妥之处,敬请批评指正。

编著者

2018年7月

目 录

第一章 城市道路交通拥堵现象及特性	1
第一节 我国城市交通拥堵现状及分析	1
第二节 城市交通拥堵相关概念	5
第三节 城市交通拥堵特性分析	9
第四节 交通拥堵评价指标	12
第二章 城市道路交通拥堵成因分析	15
第一节 城市总体规划方面	15
第二节 城市道路交通规划方面	17
第三节 相关管理部门调控方面	20
第四节 道路几何设计方面	21
第五节 信号灯配时方面	24
第六节 行人与非机动车干扰方面	25
第七节 公共交通运行干扰方面	26
第八节 路边停车干扰方面	28
第九节 交通设施方面	29
第三章 城市道路交通拥堵改善措施	33
第一节 交通发生源调整	33
第二节 交通结构改善	35
第三节 路网结构优化	37
第四节 科学交通管治	40
第五节 停车系统管理	42
第六节 交通需求管理	43
第七节 交通参与者素质提升	46
第八节 支撑与保障体系强化	47
第九节 相关政策颁布	48
第四章 深圳市道路交通拥堵治理实践	55
第一节 彩田路—福华路“移位左转”路口	55
第二节 新洲路—红荔路路口双排借道左转方案	62
第三节 侨城西街右转待转改善方案	66
第四节 宝安大道—机场南路全待转方案	68
第五节 滨海大道“HOV(高承载率车辆)”车道	72

第六节	扩大非深号牌载客汽车限行区域范围	73
第七节	布吉路“自动化潮汐车道”	74
第八节	福田区下梅林一街潮汐车道	81
第九节	彩田路晚高峰潮汐车道	84
第十节	罗湖区东昌路潮汐车道改造	95
第十一节	深圳湾口岸交通拥堵改善方案	98
第十二节	高新南片区交通改善方案	100
第十三节	留仙大道—塘朗山隧道节点交通改善措施	105
第十四节	东湖立交交通拥堵缓解措施	107
第十五节	福田口岸交通组织优化方案	110
第十六节	建设路—解放路交叉口改善方案对比分析	112
第十七节	后海滨路—海德三路交叉口交通组织改善	115
第十八节	盐田区深盐路—临海路交叉口交通拥堵改善措施	117
第五章	世界各地交通拥堵治理的主要做法	118
第一节	美国应用智能交通系统	118
第二节	英国实行拥堵收费	119
第三节	韩国优先发展公共交通	120
第四节	日本应用尖端科技治堵	121
第五节	新加坡建立完善的公共交通系统	122
第六节	香港利用综合策略治堵	123
第六章	海康威视交通拥堵治理技术	128
第一节	交通事件检测系统	128
第二节	闯红灯自动记录系统	133
第三节	交通诱导应用系统	142
第四节	本溪市胜利路仿真案例	149
第五节	宜春市十运路口仿真案例	163
第六节	信号控制系统解决方案	165
参考文献	169

第一章 城市道路交通拥堵现象及特性

现代化交通工具给人类的生活质量和生活方式带来了根本性的改变。交通机动化水平的提高,使人员出行和货物的运输更加快捷方便,人们的活动范围大大增加,这极大地改善了人们的生活质量。根据公安部交通管理局统计,截至 2017 年底,我国机动车保有量达 3.10 亿辆,机动车驾驶人达 3.85 亿人,呈现快速增长的趋势。

随着城市化进程的推进和机动化水平的不断提高,交通需求迅速增长,城市交通频繁出现拥堵、阻塞现象,许多城市的汽车出行给人们带来“乘车难、出行难、停车难”的困扰。交通拥堵现象的日趋严重,已成为影响城市经济发展的重要制约因素之一。交通拥堵既是我国城市面临的一种“城市病”,也是影响国民经济进一步发展的瓶颈。

第一节 我国城市交通拥堵现状及分析

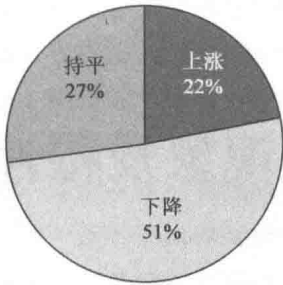
一、2017 年我国城市交通拥堵情况

2018 年初,由高德地图主办,以高德地图交通大数据发布平台、大数据开放平台、阿里云 ODPS 及相关数据挖掘支持发布的《中国主要城市交通分析报告》,以城市规划的中心城区或建成区作为城市整体道路网的评价范围,以拥堵延时指数(拥堵延时指数 = 交通拥堵通过的旅行时间/自由流通过的旅行时间)为指标,从全国 364 个城市中选取了 100 个具有代表性的城市进行统计分析。

(1)2017 年,从高峰来看,全国高峰时间超 26% 的城市处于拥堵状态,55% 的城市处于缓行状态,只有 19% 的城市不受高峰拥堵的影响。从平峰来看,超 63% 的城市平峰处于畅通状态,超 35% 的城市平峰处于缓行状态。从分布来看,西南地区由于地形等原因高峰时间拥堵程度较高,即使平峰时间西南区域也多数处于缓行状态。

(2)2017 年,从中国十大交通拥堵城市的分布来看,济南以 2.067 的高峰拥堵延时指数成为中国堵城排行榜第一名,北京、哈尔滨、重庆、呼和浩特、广州、合肥、上海、大连、长春跻身前十。令人欣慰的是,在汽车保有量不断增加,GDP 不断增长的情况下,作为 2017 年首堵的济南其拥堵程度较 2016 年基本持平。此外,2017 年拥堵前十名榜单中,呼和浩特、合肥、长春都是首次进入年度堵城排行榜前十。

(3)2017 年,全国城市交通拥堵整体趋势下降,拥堵程度同比 2016 年下降 2.45%,与 2015 年相当。同比 2016 年,有 51% 的城市拥堵下降,27% 的城市拥堵基本与去年持平,22% 的城市拥堵出现上涨(图 1-1)。值得注意的是,2017 年与 2015 年都是 12 月最堵,但较 2015



■ 拥堵下降 <-1.5% ■ 拥堵持平 -1.5%~1.5%
 ■ 拥堵上升 >1.5%

图 1-1 2017 年百城拥堵趋势

注:同比 2016 年的城市为 100 个。

年拥堵下降 2.43%，说明 2017 年拥堵较为平顺，未出现月份严重拥堵现象。而 2016 年最堵月是 9 月而非 12 月，主要与 2016 年 12 月北方城市大范围单双号限行有关。

(4) 从 2016 年和 2017 年来看，近 8 成的城市在第四季度最为拥堵。第一季度受春节影响，所以拥堵城市很少。第三季度中，虽然 9 月较为拥堵，但 7~8 月正值暑期学生放假并受高温天气影响，出行相对减少，所以在第三季度拥堵的城市也相对较少(图 1-2)。

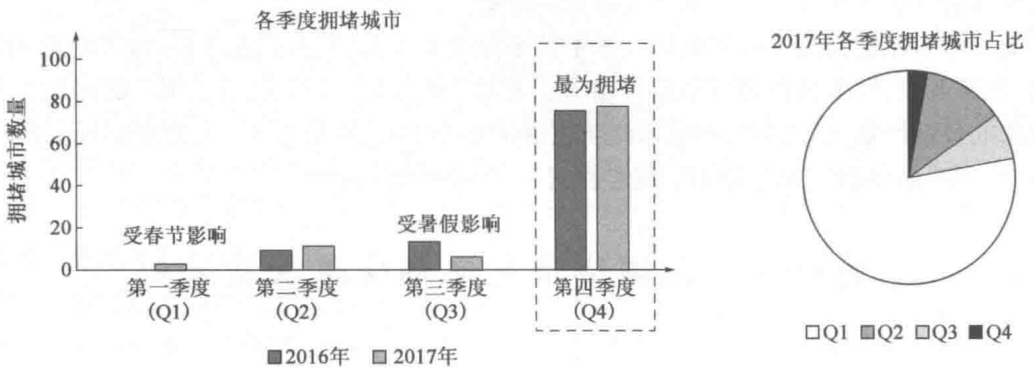


图 1-2 各季度拥堵城市及拥堵城市占比

二、我国各城市拥堵之“最”

(一) 高峰期最拥堵

高峰期最拥堵的城市多数位于我国北方，尤其冬季时，拥堵现象极为严重。这些城市在高峰小时期间，也就是每日的 7:00—8:00 与 17:00—18:00 这两个时段中，发生拥堵的主要原因有以下三点。

1. 通勤距离较远

通勤是指从家中前往工作地点的过程，距离也就是路程的长短。有报告显示，我国单程通勤平均距离最远的可达 11.0km，由此大大增加了交通出行需求。随着城市的发展，城市可以扩张到以前不可能扩张的地方，市郊的设立亦令市民可以在远离市区之处定居，这种现象极大地增加了人们的通勤距离，从而引发较严重的交通拥堵现象。

2. 公共交通分担率较低

据统计，我国北方较大的城市中，每天上班出行的人数有 1000 万人次之多，而公交车、出租车、地铁三种公共交通的运力加起来仅能分担 1/3 左右，几乎 2/3 的人都是以私车出行，这给城市交通带来了很大的压力，直接导致了交通拥堵现象的发生。

3. 天气条件差

我国北方的一些城市,尤其在冬季的时候,由于温度较低,路面结冰积雪现象较为严重,导致驾驶人在行驶时放缓车速,使得道路的通行能力下降。除此以外,由于结冰积雪等现象导致路面湿滑,摩擦阻力小,车辆制动需要更长的制动距离,这便造成了道路上的安全隐患,交通事故频发,而一旦发生交通事故必会影响到后续车辆的畅通行驶,间接地引起交通拥堵。

(二) 平峰期最拥堵

将每日的7:00—8:00与17:00—18:00这两个时段定义为高峰时段,那么其余的时间便可以定义为平峰时段,而在平峰时段中,较为拥堵的城市一般出现在我国西部的一些大城市中,主要原因有:

1. 时差不同

我国西部的一些城市相对于东部城市,时差偏晚,平均相差1~2h,这也就形成了西部地区上下班时间与其他地区的不同,一般为10:00点上班,19:00下班。因此,其产生拥堵的时间便向后顺延,从而形成了较为具有特色的平峰期拥堵。

2. 建设条件较差

时差的不同,导致了拥堵时间的后移,而建设条件差,则真正导致了拥堵的产生。这是由于我国西部地区受山地地形和历史发展的影响,交通基础设施的建设相对滞后,并且中心城区干道网密度从其级配关系看,某些城市的主干路、次干路、支路比例与规范要求的水平有一定差距,次干路不足,支路明显缺乏。

(三) 节假日最拥堵

节假日的拥堵现象一般发生在旅游类城市以及旅游城市周边的途经城市,尤其是城市周边有流量较大的高速公路,其吸引了较多的车流,增大了自身的交通压力,直接导致拥堵延时指数升高,主要原因有:

1. 出行时间较为集中

如在十一长假时,较多的人都会选择10月1日出门,10月7日返程,导致车流扎堆,形成较为严重的交通拥堵现象。并且根据我国放假制度的安排,除了国庆假期与春节假期外,其余节假日均为3天,从而间接地使得人们集中于选择十一假期外出游玩。

2. 个别时间出行量较大

基于我国人口众多,机动车保有量较高,从而使得节假日时出行量较大。如在春节假期中,外地工作的人大都要回家过年,此时交通需求便会急剧增大,导致交通拥堵。

(四) 拥堵成本最高

拥堵成本高的城市,一般多为经济发达的地区,而在一年中,拥堵成本最高的月份一般为九月份,即为开学季。拥堵成本的计算,以北京市为例,高峰每出行1h,就有30min耗费在堵车上,北京市职工平均工资为8467元/月,折合到每小时,就是 $(8467/22)/8 = 48.11$ 元(按每月22个工作日,每日8h计算),那么每小时因拥堵造成的时间成本就是24.05元。

三、我国城市交通拥堵特征分析

(一) 交通拥堵的时间特征

首先,交通拥堵时间有明显规律性。一般情况下,发生交通拥堵的主要时段是在7:00—9:00和17:00—19:00,这段时间为工作时间的上下班高峰期,发生交通拥堵的概率很高。而早晚高峰对比发现,晚高峰的拥堵程度明显要比早高峰更加严重,晚高峰平均行驶速度更低,拥堵开始的早、结束的晚、持续时间更长。另一个时期是全国性的法定节假日,由于假日出行更加集中,所以堵车经常发生。

其次,交通拥堵时间有不稳定性。在正常情况下,由于周末的原因,星期一的上午和星期五的下午出现交通拥堵的几率更大,其余时间比较低,波动较为显著。

最后,交通拥堵时间有明显季节性。在一年四季当中,相比冬季,其他三个季节温度适宜,更适合人们的出行,引发交通拥堵概率大,但在寒冷的冬季,人们经常在室内不出门,所以交通拥堵状况会相对减弱,同时交通拥堵现象会出现明显的冬季特点:早高峰延后,晚高峰提前。

(二) 交通拥堵的空间特征

一般情况下,当某一路段或交叉口发生交通拥堵时,不仅仅在这一片区域会出现交通拥堵,往往会蔓延至其他区域,甚至会造成大面积的交通拥堵。

拥堵一般分为三种类型:一是点拥堵,指交通拥堵仅发生在一个路段,或者仅发生在一个交叉路口;二是线拥堵,指交通流量的快速增长或局部的拥堵未得到及时缓解等导致拥堵在相互关联的路段上蔓延,并且拥堵主要分布在一条主干道路上;三是面拥堵,指交通拥堵广泛分布于路网中,造成区域性大范围的交通拥堵。

依据地理位置划分,拥堵地点可以分为:主干道、次干道、主要交叉路口、次要交叉路口等。一般情况下,交通要道、商业密集区、学校、医院、交通信号灯多的路段和较多行人穿行马路的路段发生拥堵的概率更大。

例如,一些中小学和大型医院门口道路,特别是很多位于城市中心区、老城区的重点学校、甲级医院门口的道路,每天在固定的时间段,如上学、放学期间,由于具有交通流量大、出行者及其交通工具多且混行、需要临时停车上下人、可能与上下班高峰交通流产生交叉、场地狭小、交通冲突严重等特点,使其成为固定时间段的常态化拥堵点之一,拥堵所形成的局部瓶颈如果不能迅速消散,进一步的演化可能会随时向线、面扩展,进而影响到整个城市交通网络。

(三) 交通拥堵的其他特征

除了时间和空间特征,交通拥堵还受到很多特殊因素的影响。以降雪为例,降雪天对交通运行的影响,包括出行结构的改变、出行方式的转移,最终导致交通需求的变化。通过调查现有城市交通现状得出,即使降雪会降低道路通行条件,但由于降雪明显抑制交通需求,所以可能会出现降雪天的通行速度高于正常天。因此,本节用降雪初期和降雪后期,定量分析降雪对各等级道路平均行程速度的影响。

经过相关调查得到的工作日降雪初期、后期在不同道路等级、不同时段下的速度变化,见图1-3,正值表示速度上升,负值表示速度下降。高峰降雪初期时,快速路、主干路、次支路速

度下降依次为 10.3km/h(24%)、4.2km/h(16%)、3.1km/h(13%);平峰时降雪初期快速路、主干路、次支路速度下降依次为 14%、8%、6%;夜间时降雪初期速度下降约 8%。降雪天气带来的恶劣通行环境,使车速普遍下降,由此引发车辆积压等问题,加重交通拥堵。

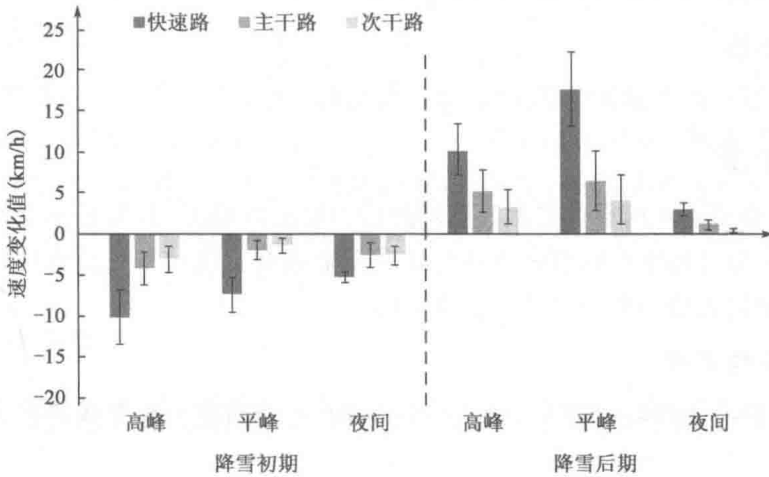


图 1-3 降雪天气下不同时段、不同道路等级速度变化

第二节 城市交通拥堵相关概念

交通拥堵是指交通需求超过道路的交通容量时,超过部分的交通量滞留在道路上的交通现象,城市交通拥堵相关概念有交通速度、交通延误、高峰小时系数、饱和交通流率、道路通行能力。

一、交通速度

交通速度用车速来表示,是单位时间内车辆所行驶的距离。根据不同研究目的,有以下 8 种不同类型的车速。

(一) 地点车速

地点车速是车辆通过道路某一地点(道路某断面)时的速度,也叫作瞬时车速。

(二) 行程车速

行程车速是车辆行驶在道路某区间的距离与行程时间的比值,也叫作区间车速。行程时间包括行驶时间和中途受阻时的停车时间。行程车速是评价道路行车通畅程度,分析车辆延误原因的主要数据。

(三) 行驶车速

行驶车速是车辆行驶在道路某区间的距离与行驶时间(扣除因堵塞而停车的时间)的比值,也叫作运行车速。

(四) 运营车速

运营车速是车辆在运输线上的周转速度,即车辆行驶距离与运营时间的比值。运营车速是衡量运输企业管理水平和运输效率的重要指标。

(五) 临界车速

临界车速是通行能力最大时的车速,也叫作最佳车速。

(六) 设计车速

设计速度是在道路几何设计要素具有可控性的特定路段上,具有平均驾驶技术水平的驾驶人在天气良好、低交通密度时所能维持的最高安全速度。设计车速是道路几何设计的基本依据,也是表明道路等级与服务水平的主要指标。

(七) 时间平均车速

时间平均车速是道路某断面上车速分布的平均值,即断面上各车辆通过时地点车速的算术平均值。

(八) 空间平均车速

空间平均车速是在给定的路段上,同一瞬间车速分布的平均值。

二、交通延误

交通延误包括路段行车延误和交叉口延误两部分。根据发生延误的不同原因可以将延误分为固定延误、运行延误、停车延误、行程时间延误、排队延误和引道延误。

(一) 固定延误

由交通控制装置引起的延误,与交通量大小及交通干扰无关,主要发生在交叉口处。交通信号、停车标志、让路标志,铁路道口都会引起固定延误。

(二) 运行延误

由各种交通组成部分之间的相互干扰引起的延误分为两类。一是由其他交通组成部分对车流的干扰(侧向干扰)引起的延误,例如,行人、受阻车辆、路侧停车以及横穿交通等因素引起的延误;二是由交通流之间的干扰引起的延误,例如,交通拥挤、汇流、超车与交织运行等因素引起的延误。

(三) 停车延误

车辆由于某种原因而处于静止状态所产生的延误,等于停车时间,其中包括车辆由停止到再次启动时驾驶人的反应时间。

(四) 行程时间延误

实际行驶的总行程时间与完全排除干扰后以平均速度通过调查路段的自由行驶时间之差。除包括停车延误之外,还包括因加减速而产生的加速延误和减速延误。

(五) 排队延误

车辆排队时间与车辆按自由行驶车速驶过排队路段的时间(自由行驶时间)之差。排队时间是指车辆从第一次停车到越过停车线所用的时间,排队路段是指车辆的第一次停车断面与停车线之间的道路。

(六) 引道延误

引道实际耗时与引道自由行驶时间之差。其中引道实际耗时为车辆通过引道延误段所用的时间,引道自由行驶时间为不受干扰车辆通过引道延误段所需要的时间。引道延误段指的是引起全部或大部分引道延误的引道路段,其长度随引道上的排队车辆数而变化,实际选用时通常将可能出现的最大排队长度作为引道延误段。

三、高峰小时系数

高峰小时系数是高峰小时交通量与高峰小时内某一时段的交通量扩大为一个小时的交通量之比,见式(1-1):

$$PHF_t = \frac{\text{高峰小时交通量}}{t \text{ 时段内统计所得最大交通量} \times \frac{60}{t}} \quad (1-1)$$

其中 t 一般取值 5min、6min、10min、15min。

四、饱和交通流率

饱和交通流率是指在信号交叉口的进口道处有相当长的车辆排队等待时,绿信号时段内,能通过的最大交通流量,用每小时有效绿信号中通过的车辆数来表示,见式(1-2):

$$S = \frac{3600}{h} \quad (1-2)$$

式中: S ——饱和交通流率(辆/h);

h ——饱和车头时距(s)。

通常条件下,某点的饱和交通流率可以直接通过现场观测来确定,并且不作修正。如果选用理想饱和交通流率的标准值,则必须根据所研究地点具体的几何条件、交通条件和运行环境条件等进行修正。

五、道路通行能力

道路通行能力是指道路上某一车道或某一断面处,单位时间内能够通过的最大的交通实体数(车辆数或行人数)。通常定义为一定的道路、交通和环境条件下,单位时间内一条车道或道路的某一断面上能够通过的最大车辆或行人数量,亦称道路容量、交通容量或简称容量。一般以辆/h、人/h表示,亦有用辆/昼夜或辆/s表示的。

道路通行能力是道路的一种性能,是度量道路疏导车辆能力的物理量。道路通行能力的大小取决于道路条件、交通条件、交通管制条件及度量标准。

根据交通流运行状态的特征,道路通行能力可分为四类,即路段的通行能力、信号交叉

的通行能力、匝道的通行能力和交织路段的通行能力。

美国《道路通行能力手册》中根据通行能力的性质和使用要求,将道路通行能力划为基本通行能力、可能通行能力和设计通行能力。

(1) 基本通行能力为理想的道路条件、交通条件下的通行能力。

(2) 可能通行能力是指在现实的道路、交通条件下能通过道路某断面的小客车最大车辆数。其计算采用对基本通行能力考虑按照现实的实际道路条件和交通条件进行补偿(乘以折减系数)的方法求出。

(3) 设计通行能力是指在规划、设计道路时,根据道路的种类、特性、重要性、适应全年应提供的服务质量规定的交通量。其值通过可能通行能力乘以全年应提供的营运质量(规划等级)的系数求出。

六、饱和度

(一) 饱和度定义

道路饱和度是反映道路服务水平的重要指标之一,其计算公式即为人们常说的 V/C ,其中 V 为最大交通量, C 为最大通行能力。饱和度值越高,代表道路服务水平越低。由于道路服务水平、拥挤程度受多方面因素的制约,实际中难以考虑多方面因素,常以饱和度数值作为评价服务水平的主要指标。美国的《道路通行能力手册》将道路的服务水平根据饱和度等指标的不同分为六级。我国则一般根据饱和度值将道路拥挤程度、服务水平分为四级,具体见表 1-1。

我国服务水平等级划分

表 1-1

服务水平等级	道路情况	V/C
一级	道路交通顺畅,服务水平高	0 ~ 0.6
二级	道路稍有拥堵,服务水平较高	0.6 ~ 0.8
三级	道路拥堵,服务水平较差	0.8 ~ 1.0
四级	道路严重拥堵,服务水平极差	> 1.0

(二) 影响因素

饱和度的大小取决于道路的车流量和通行能力,此外,影响饱和度的因素还有行驶速度及运行时间等。

1. 行驶速度与运行时间

道路行驶速度越高、运行时间越短,饱和度值就越低,反之则越高。因此,饱和度值与行驶速度成反比,与行驶时间成正比。

2. 车辆行驶时的自由程度(通畅性)

饱和度与车辆行驶时的自由程度成反比,即行驶自由程度越大,饱和度值越低。

3. 交通受阻或受干扰程度

车辆在道路上受阻或干扰,如大型车辆的混入、超车等越多,饱和度值就越高,即两者呈正

相关关系。

4. 气候因素

雨、雾、雪及台风等,会使车辆行驶速度减慢,饱和度值增加。

第三节 城市交通拥堵特性分析

一、城市交通拥堵属性

(一) 拥堵发生的时间

交通时段根据道路交通流量的大小分为高峰期、平峰期和低谷期。交通拥堵一般都发生在上下班、节假日活动等的高峰时段。而发生在高峰时间段的交通拥堵往往由于得不到及时的疏解,随着交通流量的不断增大产生更为严重的拥堵状况。

(二) 拥堵发生的地点

城市交通道路有主次之分,对不同地段发生的拥堵,要采用不同的控制措施。地点分类为:主要道路、次要道路、重要交叉口、次要交叉口等。如果交通拥堵发生在关键路段而没有得到快速有效的控制,往往会迅速引起交通拥堵向其他路段蔓延,造成更大面积的拥堵。

(三) 拥堵发生的原因

产生拥堵的原因可以分为正常情况和非正常情况两种类型,前者主要是由于流量的突然增大,超过了正常的道路容量,这种拥堵最易发生在高峰时间,较有规律,属于周期性拥堵。非正常情况下的交通拥堵多是由特殊事件引起的,这类拥堵没有规律可循,并且由于事发突然,极易造成混乱,如果不能对这些非正常情况下的交通拥堵进行及时解决,极可能会造成更为严重的交通拥堵现象。

(四) 拥堵发生的类型

从拥堵形成先后次序,可以判断拥堵的类型。由于道路网的不健全,在一个瓶颈处首先形成的拥堵,称为原始拥堵;由原始拥堵的回流和蔓延而形成的拥堵,称为后续拥堵。通常我们更注重对于初始拥堵的解决,使之尽量避免后续拥堵的发生。

(五) 拥堵发生的程度

考虑与交叉口相关联的进口路段上的拥堵程度,可以用车辆等待的信号周期数或排队长度来描述其拥堵程度,如分为拥堵、非常拥堵、严重拥堵、死锁等。

二、城市交通拥堵分类

根据产生交通拥堵的不同原因,交通拥堵可分为常发性交通拥堵和偶发性交通拥堵,见图 1-4。

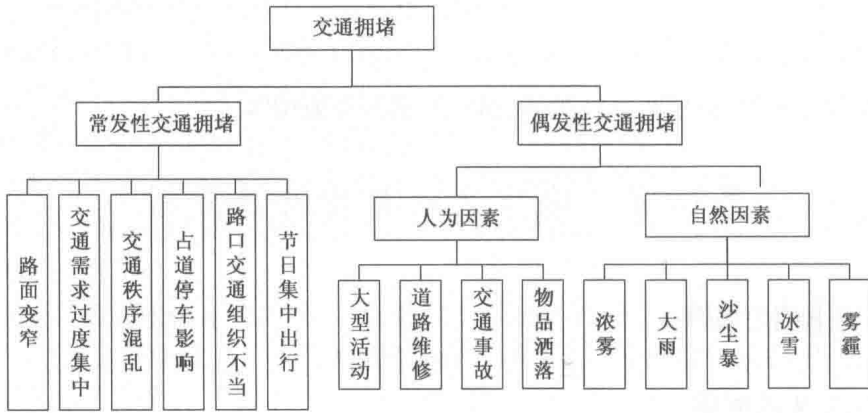


图 1-4 交通拥堵分类

常发性交通拥堵是在某些特定的位置和特定的时间,由于交通流量突然增大,超出道路设施正常的容量所引起的交通拥堵。常发性交通拥堵相对稳定、有规律且可以预测,这种拥堵最容易发生在出行高峰时间,属于周期性拥堵。主要包括路面变窄、交通需求过度集中、交通秩序混乱、占道停车影响、路口交通组织不当、节日集中出行造成的交通拥堵。

偶发性交通拥堵是由一些特殊事件引起的道路容量的减少或是吸引过多的流量而引起的拥堵。最常见的道路上突发事件有:大型活动、交通事故、道路维修、物品洒落等人为因素和大雨、浓雾、沙尘暴、冰雪、雾霾等自然因素造成的交通拥堵。偶发性交通拥堵是没有规律和不可预测的,且可能持续时间较长。

常发性拥堵和偶发性拥堵几乎同时发生的现象称为混合性交通拥堵,如在交通高峰期发生事故、特殊事件或其他偶发事件造成道路实际通行能力下降而引起的交通拥堵现象。

根据出行者对拥堵的接受程度将拥堵分为可接受拥堵和不可接受拥堵。

可接受拥堵(Acceptable Congestion)是当出行时间或延误超过自由流状态下正常发生的时间或延误时形成的拥堵。

不可接受拥堵(Unacceptable Congestion)是当出行时间或延误超过了共同接受标准(Agreed-upon Norm)时的拥堵。这个标准随着交通设施类型、出行方式、地理位置和出行时段的不同而不同。

另外,根据产生的交通拥堵是否具有周期性,可将其分为周期性拥堵和非周期性拥堵。

周期性拥堵一般是指在同一地点和同一时间重复出现的拥堵。

非周期性拥堵是由某种偶然事件造成的,比如,交通事故或关闭一条道路所引起的交通拥堵。

三、城市交通拥堵的特点

(一)主干路段拥堵严重

目前我国诸多大城市的大部分城区主干路上交通流都处于饱和或超饱和状态,路段交通流量的增大使一些路口也长期处于饱和状态,导致交通严重拥堵,如上海中心区内高架道路、“三纵三横”等干路的交通流量均大大超出其设计通行能力,早晚高峰时段,这些干路处于拥

堵状态,沪太路中山北路上匝道交通拥挤状态,饱和度大于1,拥堵严重,见图1-5。

(二) 产生特有的“瓶颈现象”

交通瓶颈根据产生原因不同,分为固定交通瓶颈和动态交通瓶颈。

固定交通瓶颈,是指路网中自身存在的天然道路瓶颈,或是导致拥堵产生的时间与空间较固定的地点。如一些“蜂腰”路段,断头路,畸形交叉口,学校附近区域,公共交通站点等均会较易演变成为固定交通瓶颈,这些地点产生的交通瓶颈,具有较强的预见性与稳定性。

动态交通瓶颈是指考虑到路网中动态交通流的情况下,由于实时交通流的变化,路网基础设施运力不足或者运力与交通流不匹配等原因造成交通流拥堵的路段或交叉口。动态交通瓶颈具有很强的可变性与随机性,就整个网络而言,动态交通瓶颈还具有并发性、瞬时性与传播性,这些特性均是伴随着交通流的实时变化出现的。同时,随着交通流的不断变化,动态交通瓶颈可能会出现延伸、扩散、转移、消散的现象。但是,动态交通瓶颈和固定交通瓶颈是相对的,在一定状态下,它们之间可以相互转化。

(三) 快速路上的辅路运行混乱

在我国,一些大城市一般都将环路建设成为城市的快速路。为保证这些主路的快速畅通,一般采用主路两侧的辅路来承受公共交通、沿线单位的交通,之外还要承受大量非机动车的通行,并与次干路相交。由于存在着大量的非机动车,大量平行快速车道的直行交通(辅路上的)又要通过路口,这使路口进一步恶化,造成混乱。汽车和非机动车混杂在一起,桥下拥堵不堪,而桥上却畅通无阻。有人称此现象为“桥上可爱,桥下可怕”,见图1-6。



图1-6 快速路辅路交通拥堵

(四) 中心城区拥挤较为严重

从城市布局来看,我国大城市多是单中心或双中心的城市结构,这使得城市政治、经济、文化都集中在这一区域,这就不可避免地会产生中心区人口密度高,交通流量大等现象,导致严重的交通拥堵和交通事故的发生。虽然将城市环路改扩建为城市快速路后,对缓解中心城区交通压力起到了不可低估的作用,但是随着环路交通负荷趋于饱和,它对城区道路交通量的分流与“屏蔽”作用也将达到尽头。

以北京为例,据资料记载,北京市第一次全城交通大拥堵发生在1984年国庆节后,当时市区经常堵塞的路口33个,个别路口高峰时间要等绿灯10次以上。而如今,安定门、复兴门、建国门、崇文门等55个路口,西直门到动物园、安定门桥到安贞桥等44个路段在交通流量高峰时均发生恶性拥堵。此外,上海市区道路交通的紧张局面主要出现在中心区,尤其以内环线以



图1-5 沪太路中山北路上匝道交通拥堵