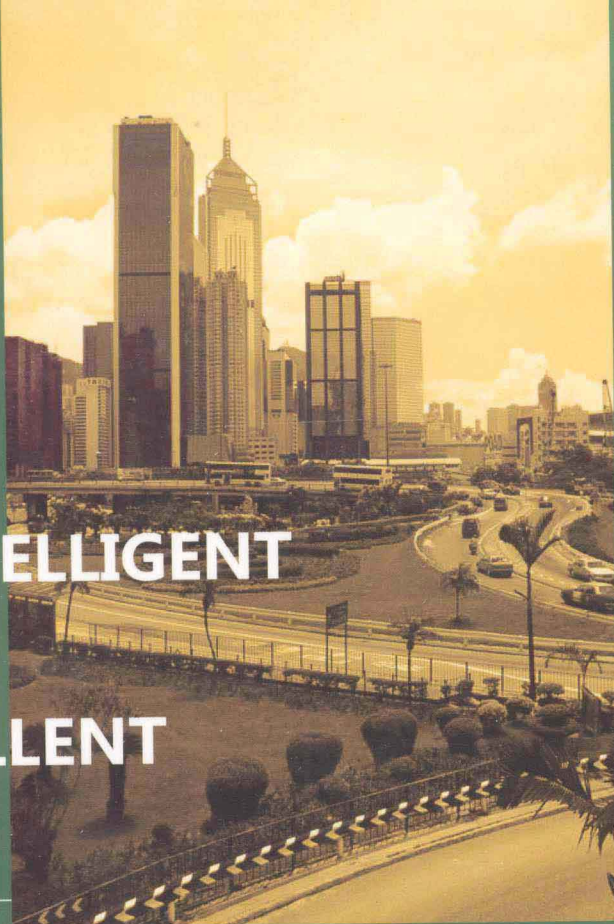


7th 2012

THE 7TH CHINA INTELLIGENT
TRANSPORTATION
CONFERENCE EXCELLENT
PROCEEDINGS



第七届中国智能交通年会 优秀论文集

第七届中国智能交通年会学术委员会 编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

第七届中国智能交通年会优秀 论文集

第七届中国智能交通年会学术委员会 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

第七届中国智能交通年会经科学技术部批准、由中国智能交通协会主办，于2012年9月26-28日在北京举行，活动以会议交流、成果展示为平台，以感知智能化交通为共同主题，以促进智能交通领域技术进步和产业发展为目标，共同构筑集政策研讨、技术交流、成果展示、项目合作、投融资对接、互动体验、科普宣传等于一体的行业盛会。

第七届智能交通年会优秀论文集汇集了国内外城市道路、公路、铁路、航空、水运等不同智能交通领域的108篇优秀论文，主要包含智能交通的发展与政策、智能交通技术、智能交通应用、智能交通的成果及转化以及智能交通领域最近的热点研究，对智能交通相关领域的技术人员、学者，以及相关政府管理部门、企事业单位等有重要的参考价值。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

第七届中国智能交通年会优秀论文集/第七届中国智能交通年会学术委员会编. —北京：电子工业出版社，2012.9
ISBN 978-7-121-18317-1

I. ①第… II. ①第… III. ①公路运输—交通运输管理—智能控制—中国—学术会议—文集
IV. ①U495-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第212226号

责任编辑：赵娜

特约编辑：韩奇桅 赵树刚

印刷：涿州市京南印刷厂

装订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编：100036

开本：850×1168 1/16 印张：47 字数：1203千字

印次：2012年9月第1次印刷

定价：298.00元(含光盘1张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

编委会名单

主 编：吴忠泽

副主编：武 平 金茂菁 张进华

编 委：李宏刚 杨 颖 金 晶 贾 研 郭丽君 孙 璇 刘 波

贺 松 张丛依 朱玉鹏 吕能超

学术委员会名单

主任委员：

黄 卫	新疆维吾尔自治区人民政府	教授、院士
-----	--------------	-------

顾问委员：

刘小明	北京市交通委员会	教授
方守恩	同济大学	教授
张 军	北京航空航天大学	教授
王笑京	交通部公路科学研究院	研究员
王长君	公安部交通管理科学研究所	研究员
王 炜	东南大学	教授
李克强	清华大学	教授

评审委员：（按姓氏字母排序）

戴 斌	国防科技大学	教授
付长青	国家道路交通管理工程技术研究中心	研究员

顾怀中	南京市公安局交通管理局	高工
关积珍	北京四通智能交通系统集成有限公司	教授
郭继孚	北京市交通发展研究中心	研究员
胡家兴	山东省公安厅交警总队	博士
胡江碧	北京工业大学交通研究中心	教授
贾利民	北京交通大学	教授
梁玉庆	北京市公安局公安交通管理局	教授级高工
林维望	深圳交通警察局科技处	高工
刘春煌	中国铁道科学研究院	研究员
陆化普	清华大学	教授
罗俊仪	中国道路交通安全协会	研究员
马 林	建设部城市交通工程技术中心	教授级高工
冉 斌	东南大学	教授
史天运	中国铁道科学研究院	研究员
王 刚	北京市交通委员会	教授级高工
王军利	中国人民公安大学	教授
王 庆	东南大学	教授
王云鹏	北京航空航天大学	教授
谢振东	广州市交通委员会	高工
徐建闽	华南理工大学	教授
徐亚国	广州市公安局	教授级高工

严新平	武汉理工大学	教授
杨东援	同济大学	教授
杨晓光	同济大学	教授
余 志	中山大学	教授
张遂征	北京宏德信智源信息技术有限公司	教授
张 毅	清华大学	教授
朱 中	青岛海信网络科技股份有限公司	高工

目 录

第 1 部分 智能交通技术

动车组年度高级检修量预测方法	李 燕 张惟皎 贾志凯 (3)
网络交通流宏观基本图研究综述	廖大彬 马万经 (4)
动车组管理信息系统及其关键技术	史天运 (9)
高速公路立交区驾驶员行为特性分析	胡江碧 朱强斌 (16)
基于 IC 卡和 AVL 系统数据的公交乘客上下车站点判别方法	侯现耀 陈学武 陈峥嵘 陈素平 (24)
铁路客运站复杂环境中的背景建模算法	刘康亚 孙首群 刘硕妍 吕晓军 詹 璇 (32)
信号交叉口饱和流率动态提取方法研究	罗江邻 刘 翀 段征宇 (33)
基于分类回归树的交通流短时预测	许岩岩 翟 希 孔庆杰 刘允才 (34)
基于宏观基本图的城市路网交通状态判别与监控	王福建 韦 薇 王殿海 祁宏生 (35)
基于变权参数的铁路视频监控系统视频质量 动态检测方法研究	王辉麟 史 宏 (41)
基于车路协同的单点信号交叉口自适应优化控制方法	周建山 田大新 韩 旭 王云鹏 (48)
基于视频的违章车辆自动识别技术研究	黄 丹 蔡 可 (60)
基于宏观交通理论的交通控制子区划分方法	李刚奇 赵娅丽 (67)
基于信息熵的公交时间可靠性度量模型	胡继华 程智锋 (73)
基于驾驶负荷的交通标志信息量度研究进展分析	付 强 吴超仲 吕能超 (80)
基于联合特征的车标自动识别方法	杜小毅 于 濂 (89)
基于 Ad Hoc 网络技术的列车无线局域网设计与研究	张秋亮 史 宏 方 凯 (98)
基于浮动车数据的上海市主干道车速特征分析	王雪松 刘浩冰 (104)
偶发性交通事件对网络交通状态的影响分析	王 玉 段征宇 (112)
基于神经网络的交通流速度估计	魏 超 陆爽蕾 刘允才 (120)
一种具有一致性协同响应的地铁应急平台研究	杜军威 陈维强 朱 中 刘 新 万思军 (127)
考虑路段标志的指引信息连续性分析及评价研究	饶明雷 黄 敏 李 敏 (133)
基于 XMPP 协议的车载 LBS 应用开发	田大新 罗 浩 段续庭 (139)
出租车交接班空间分析算法研究	孙 蕊 于海涛 杜 勇 (146)
瓶颈交叉口需求控制策略研究	陈东静 吴 兵 (153)
道路交叉口信号相位设计实用方法	张雷元 树爱兵 (159)
基于城市道路交通状况监测的固定式车检器布点优化	李 攀 朱雷雷 (169)
干线局部拥挤条件下红波带信控策略设计与实施研究	孙洪运 陈东静 肖 琳 李林波 吴 兵 (177)
Gis 平面网格编码算法实践	汪寒寒 史晓青 (185)
基于灰色分析的道路交通安全综合评价模型	刘文超 胡孟夏 李一兵 (192)
基于 VSP 分布的北京道路划分	池晶晶 黄 坚 杜博文 (197)
基于插电式动力系统的公交客车设计开发	张群政 王坤俊 谭志红 (204)
船岸一体化多源信息融合研究	严忠贞 谢 磊 王哲月 (211)

大型活动客流信息采集与处理关键技术	吴超腾	虞 鸿	林 瑜	(218)
区域交叉口群协调控制方法研究	徐建闽	周 沛	刘轼介	(223)
以人为本的校园内人行道宽度设计研究——以同济大学嘉定校区某路为例	关金平	杨东援		(232)
基于 ITIL 的客票系统运维体系之事件及问题管理研究	王 芳	江 琳	王洪业	(239)
车辆制动距离影响因素分析	田雪健	胡江碧		(245)
基于实时数据的交通枢纽客流态势研究	张 昕	胡金星	尹 凌	(252)
铁路运输统计智能化模型研究	贺晓玲	刘承亮	史宏	(260)
基于视频录像的交通状态判别算法准确度评测	窦 瑞	云美萍	杨晓光	(267)
非常态交通区域临时停靠车辆变结构控制方法研究	王嘉文	云美萍	杨晓光	(274)
基于交叉口绿冲突物理辨别方法研究	吕红振	宋志洪	董婉丽	(280)
高铁闸机智能监控行人检测算法研究	赵瑞宇	孙首群	沈海燕	(285)
轨道交通产品 RAMS 技术要求及验证方法研究	吴 婷			(292)
干线协调下的公交信号优先适用条件仿真分析	张茂雷	刘 微	张四海	(302)
基于 RBAC 的动车组管理信息系统的访问权限模型设计	王忠凯	史天运	张惟皎	(309)
基于 PID 控制的交通拥堵路段优化控制算法研究	宋志洪	梁子君		(315)
铁路公用基础信息分类与编码研究	马小宁	史天运	李 芳	(323)
铁路客运站复杂环境中的行人跟踪算法	孙首群	刘康亚	刘硕妍	(329)
城市交通流量检测在线预处理算法研究	陈迎迎	杨永耀	吴昊昊	(341)
基于驾驶员视觉特性的指路标志视认性研究	李 娅	龚 翔	陆 建	(346)

第 2 部分 智能交通应用

铁路救援基地规划选址模型及应用研究	吴艳华	王富章	李 芳	(357)
基于手机数据交通规划、建设、管理决策支持应用研究	关志超	胡 斌	张 昕	(358)
实时交通数据在城市环境中的应用及展望	陈 烨	朱景瑜		(368)
铁路车站人脸识别系统的研究与应用	王辉麟	安 然		(374)
铁路货检站安全集中监控系统关键技术的研究与应用	蒋 荟	王华伟	王志华	(382)
基于手机技术的上海市轨道交通站点换乘客流特征分析研究	何 承	顾承华	裘炜毅	(389)
面向监管的公交服务可靠性评价	张抒扬	杨晓光	滕 靖	(396)
车路协同环境下紧急车辆信号控制优先通行系统实现	王吟松	杨晓光	黄罗毅	(405)
我国城市公共监管信息平台框架体系探讨	杨晓光	滕 靖	刘向龙	(413)
政府主导下的智能交通体系规划设计与建设管理研究——以深圳市为例	关志超	张 昕	胡 斌	(418)
基于预案消息库的 VMS 交通信息发布实现方法	李日涵	徐广宁	夏创文	(430)
基于看门狗技术的列车巡检机器人控制系统	张秋亮	康增建	方 凯	(437)
上海区域停车诱导系统效果评估及建议	朱 昊	冯淑媛	刘 涛	(441)
基于车联网的校车实时监控系統	王 建	朱致富	田大新	(448)
基于交通冲突的 ETC 混合收费站安全评价模型研究	张剑桥	吴志周	范宇杰	(454)

城市轨道交通与公交换乘枢纽设计	李 洁 姜 亭 (465)
基于业务规则的动车组运用检修计划管理	王 辉 张惟皎 王忠凯 郭 悦 (473)
基于客流预测的列车运能调配研究及其在青藏公司的应用	吕晓艳 王洪业 贾新茹 王炜炜 (479)
城市智能交通管理系统集成平台开发	谷 丰 胡志坤 陈晓龙 李 勋 (483)
基于 VMS 的交通诱导信息有效性研究	万灵君 周彤梅 (489)
基于 J2EE 的企业级 Web 信息系统快速开发平台设计	王 敏 (495)
铁路车站综合运输统计分析应用系统设计	贺晓玲 张锦超 史 宏 (506)
插件式智能交通系统软件架构设计	朱 毅 王思东 李玉展 (513)
蚁群算法在军用车辆路径规划中的应用	孙 琳 刘惠义 徐建忠 (518)
上海地面公交信息服务系统框架研究	赵 方 朱 昊 (522)
上海地铁三色状态运营信息系统	沈 峰 林 瑜 潘振兴 (529)
面向车路协同的紧急事件广播通信平台构建	黄罗毅 杨晓光 王吟松 吴志周 (535)
上海城市地面公交信息化标准体系研究	朱 昊 陶晨亮 (543)
基于虚拟化技术的业务负载均衡模型在铁路客票系统中的应用研究	王红爱 王元媛 王洪业 (551)
智能技术在快速公交系统设计中的应用	郭晓蒙 (556)
杭州市“错峰限行”等交通管理措施绩效评估技术研究与应用	谭永朝 高杨斌 郑 瑾 梁丽娟 裴洪雨 (566)
杭州湾跨海大桥全监控优化设计及实施应用	吴承隆 (575)
车牌自动识别技术概述	宋 驰 沈国江 杨永耀 张 伟 (580)
智能交通中 LED 补光技术应用现状以及发展趋势	盖 健 陈维强 刘 新 刘 微 刘 韶 郝旭宁 (585)
基于机器视觉的局域智能公共交通系统	王之凤 袁洁锋 乐志国 刘宗巍 赵福全 (593)
基于 Agent 和 ESB 技术的智能交通系统运行维护平台设计	陈懋戎 王天瑞 (601)
基于多任务融合的城轨车载维检系统的设计与实现	徐 伟 肖宝弟 (609)
基于 hadoop 的交通云数据处理平台设计	生昕格 (615)
上海公交车载信息系统一体化方案研究	刘 涛 朱 昊 (621)
上海世博会多模式交通信息服务系统研究	周扬华 高 颖 (625)
基于 ZIGBEE 特种车辆信号优先控制协同系统研究	闫欢欢 (635)
基于 Flex 的内场设备仿真监控	华建记 刘 通 李 强 (642)
地理信息系统在铁路应急处置中的应用	邹 丹 王英杰 封博卿 (648)
基于物联网和云计算技术的新一代城市公交信息化体系研究	武 勇 邢建平 马振良 (653)
智能铁路发展框架中的北斗卫星应用	张雪松 (661)
新疆公路网交通事故应急救援资源调度系统设计及应用	王 兵 贾利民 龙 慧 郭杜杜 马玉春 (667)
汽车共用对城市机动化出行的影响	张 森 惠 英 汪鸣泉 (673)
可伸缩视频技术 (H.264/SVC 和 HEVC/SVC) 在智能交通中的应用	胡 斌 孙立朋 孙 俊 (679)
地铁列车行车安全语音警示系统	王华东 姜 峰 侯晓宇 李 军 罗来珩 (684)
基于 ITIL 的高速公路机电设备运维管理系统	唐红斌 (689)

第 3 部分 近期热点

交通突发事件态势评估流程与指标体系构建 侯 琳 张 佐 张 毅 (701)

基于 VR 与 V2I 的道路交通管理研究 韩 直 陈鹏宇 (711)

公安交通指挥中心建设和发展的思考 邱红桐 俞春俊 (716)

交通拥堵预测预警在北京市的实际应用 张 溪 温慧敏 孙建平 (723)

农村公路交通安全设施设置 古丽巴哈尔·托乎提 王 兵 (728)

道路运输行政执法成套软硬件技术的研究与应用
..... 张夕珂 罗万华 韩 亮 周祥军 刘 超 (735)

第1部分

智能交通技术

动车组年度高级检修量预测方法

李 燕 张惟皎 贾志凯

(中国铁道科学院电子计算技术研究所, 北京 100044)

摘 要: 预测未来任意时间周期内可能发生的高级修检修总量, 对于合理安排动车组的运用、维修计划, 制定检修单位中、长期建设方案有重要的现实意义。本文以动车组上线运行至今的运用、检修数据为依托, 详细阐述了高级检修量预测两种方法——推算法和走行公里倍除法的算法原理和实现, 提出了各自的适用范围和优缺点。同时, 对日均走行、开行天数等关键参数进行了讨论。在应用案例部分, 日均参数取值的差异对于不同车型、不同修程的高级修预测规律不产生影响, 充分说明了预测方法的稳定性和可靠性。

关键词: 预测;高级检修;动车组

Forecast Methods of Annual EMU' Overhaul Quantity

Yan Li, Weijiao Zhang, Zhikai Jia

(Institute of Computing Technology, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100044, China)

Abstract: The forecasting of annual overhaul quantity is a key point which ensures the rationality and efficiency of EMU (Electronic Multiple Unit) running, maintenance as well as overhaul, promotes the construction of overhaul manufactory scientifically. In this paper, we described the algorithms of two overhaul quantity forecasting methods in detail, which are computative method and kilometer multiple method. The applicability and application range of these two methods, the key parameters which may affect the forecasting result are also discussed in this paper. The practice proved that these algorithms are robust and reasonable with the variety of different values of parameters.

Keywords: Forecasting, overhaul, EMU

网络交通流宏观基本图研究综述

廖大彬 马万经

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 200092)

摘要: 网络交通流宏观基本图(Macroscopic Fundamental Diagram, MFD)作为网络交通流研究的新进展,在最近的研究中越来越受到人们的关注。本文将其相关研究进行综述分析,首先回顾了网络交通流宏观基本图的产生过程及其定义,在此基础上从宏观基本图的存在性、形状、适用条件、影响因素及运用方向等多方面梳理了相关的研究成果。最后,结合最新研究成果对本领域未来发展方向进行分析。

关键词: 宏观基本图; 网络交通流; 交通小区

Review of the Macroscopic Fundamental Diagram

Dabin Liao, Wanjing Ma

(Department of traffic Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Macroscopic Fundamental Diagram as the new progress in the research of network traffic flow is attracting more and more intentions from home and abroad. The main idea of this paper is to give a detailed literatures review about this area, first of all, the definition and the progress of the Macroscopic Fundamental Diagram will be introduced. On the basis of this, the achievements about the existence, shape, application conditions, influencing factors and application in many aspects of the Macroscopic Fundamental Diagram will be settled. At last the future research directions were given accordingly.

Keywords: Macroscopic Fundamental Diagram, network traffic flow, traffic neighbourhood

随着社会的发展,机动车拥有量也在迅猛增长,随之而来的交通阻塞问题也越来越严重。对于如何改善现有交通运行状况,相关研究也在不断地深入。宏观交通流模型作为分析网络交通状态及其演变的基本工具,很早便引起了学者们的重视。对于宏观交通流的研究始于20世纪50年代,Wardrop (1952)^[1]和Smeed (1968)^[2]首先发展了针对于干道的宏观模型,后来该模型被扩展到普通的交通网络中。Smeed于1966年提出能够进入城市中心区的车辆数是城市区域面积的函数。Thomson从伦敦收集了多年的交通数据,并发现平均速度和流量呈近似线性递减的关系。Wardrop于1968年提出平均速度和流量的一般关系式,该关系式仍然是单调递减^[3]。以上提到的单调递减的关系只适用于流量较低的情况,不能反应流量和速度都较低的拥挤情况^[4]。1979年Herman^[5,6]提出“二流模型”(Two-Fluid Model),假设网络中的交通流可以分为两类,即为“二流”,一类为运动的车辆,另一类为由于拥挤、交通信号灯、交通事故等造成的停止的车辆,但该部分车辆中不包含到达目的地而停车的车辆。

然而,这些研究大多针对于相对孤立的设施上的交通流(如一条快速路等)进行建模。随着研究的深入,学者们开始探索以一个交通网络为整体的交通流运行规律,网络交通流宏观基本图正是在这一背景下由Daganzo等人提出。本文基于Daganzo等的研究成果,从对MFD的认识着手,对其研究进

行总体概括,综述有关宏观基本图的已有研究成果,并对后续待研究的问题进行展望。

1 交通流宏观基本图的提出

随着人们对交通拥挤问题的研究对象从孤立的点向把小区为基本单位转变,并最终转移到整个网络基础上来,人们在不断地研究中发现大城市中存在 MFD。Daganzo 和 Geroliminis 最早提出了宏观基本图这个概念,并在随后的研究中给出了 MFD 一种描述性的定义,认为它可以描述网络中移动的车辆数和网络运行水平之间的普遍关系。并建立了网络中的加权流量和网络总交通量的关系,以及整个高速公路网络中所行驶的距离与所花费的时间之间的关系^[7,8],在随后的研究中,该定义也得到了进一步的完善。Daganzo 认为对一区域来说,MFD 也可以用于描述该区域输出的流量(包括到达目的地和驶出该区域的流量)与该区域内车辆数之间的关系^[9]。并认为 MFD 是交通流总量与密度之间的关系,或者说是车辆已运行里程与车辆已运行时间之间的关系的总称^[10]。

在此之后,围绕 MFD 的研究也是在不断地展开。相关研究主要集中在对 MFD 的存在性、形状、适用条件、影响因素以及运用方向进行验证与研究,以下分别进行综述分析。

2 宏观基本图的基本特性

MFD 基本特性主要从其存在性、形状和适用条件几方面进行综述。

2.1 宏观基本图存在性的验证

Daganzo 提出 MFD 后,通过多次的实地试验验证了大城市中 MFD 的存在。其中最主要的验证是在日本的横滨,通过固定检测器和浮动车两种方法采集到的数据均验证了大城市中 MFD 的存在^[8~11]。然而,通过类似的方法采集高速公路网络的数据进行分析后,发现由于“滞回现象”的影响,MFD 在高速公路网络中的运用准确性并不高^[7,10,12]。所谓“滞回现象”就是所采集的数据在流量与占有率比例关系图形中构成封闭曲线,而不是线性曲线,而引起这种现象的主要原因在于高速公路网络中密度分布的不均匀性以及所采集的数据量不足^[12]。

2.2 宏观基本图的形状

通过对实地的数据采集、处理与分析,并对流量和密度、车辆已行驶里程与车辆已行驶时间的散点图进行研究,Daganzo 认为 MFD 为三角形^[10],如图 1 所示。

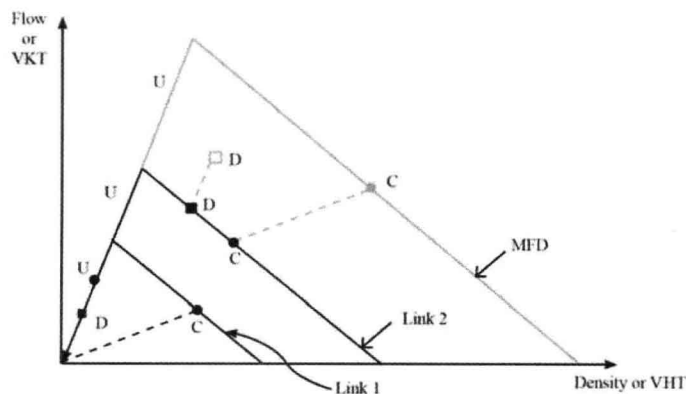


图1 三角形的MFD

随着研究的深入, Daganzo 等人发现之前认为的三角形不够准确。由于 MFD 是网络的固有属性, 与交通需求量等是没有关系, 因此, 如果一个区域存在 MFD, 那么在一个范围内该 MFD 有一个最大值, 而且该值保持不变^[8,9,11]。对于这一点, 马莹莹在其博士论文中进行了比较全面的论述, 通过 VISSIM 对选定路网的仿真, 并对最后的输出结果进行拟合, 发现, 当网络内交通流量在一定范围内时, 区域中的输出车辆数保持不变^[13]。即其图形类似一个梯形, 如图 2 所示。

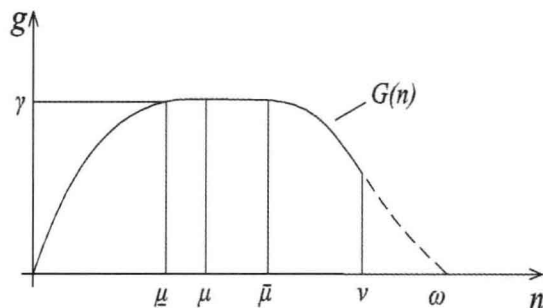


图 2 类似梯形的 MFD

2.3 宏观基本图的适用条件

Daganzo 在提出 MFD 并验证其存在后, 也随之提出了 MFD 存在的充分条件。MFD 用于大城市交通繁忙而且交通拥挤状况在时间上是同质的地区, 并称这种区域为小区。在这种小区中, 即使是外部的条件比如交通需求随着时间而不断变化, MFD 也不会有实质性的变化^[8]。之后对这一条件进行了更加深入的研究, 发现这一条件可以推广到整个网络中, 并且对于之前的充分条件进行了修改并形成了新的条件, 即整个网络中的所有线路的所有道路都要么全处于交通拥挤状态要么全都没有处于交通拥挤状态。即使车辆在时空上的速度变化很大, 这种情况也适用。与原条件比起来这个新条件的不同之处在于: ①将范围扩大了, 不再局限于小区, 而是整个道路网络; ②将条件放宽, 不在要求小区内的交通状况的同质性, 只要求所有道路都处于拥堵或都没有处于拥堵状态, 而不管其拥堵的情况以及原因是否一致。这种新条件比以前的充分条件要宽松很多, 但是由于“滞回现象”的影响, 此法对于大的高速公路系统尚感不足^[10]。

3 宏观基本图的影响因素及运用

3.1 宏观基本图的影响因素

Daganzo 等人在对 MFD 进行研究的过程中发现了对 MFD 影响比较大的影响因素以及基本上没有影响的影响因素。姬杨蓓蓓论证了路网中关键路段对 MFD 的影响, 通过 VISSIM 仿真模拟的办法, 确定了城市路网中对 MFD 形状影响最大的关键线路。并提出在关键线路上设置检测器, 可以在保证精度的前提下得到效果比较好的 MFD。这种布设检测器的方法避免了在路网中的所有道路上都布设检测器的问题, 从而节省了大量的人力物力和财力^[14]; 马莹莹则论证了城市道路中信号周期对 MFD 的影响。认为当信号交叉口的周期过大时, 会造成网络通行能力的降低。当网络内交叉口的信号周期在一定的合理范围内波动时, 信号周期对宏观交通流模型的影响不大。因此可以应用宏观交通流模型作为网络信号控制的依据^[13]; 随后, Daganzo 和 Geroliminis 通过分析得出, 虽然建立 MFD 的数据来源于道路检测器的检测结果, 但是 MFD 与检测器本身以及其位置没有关系, 只与网络本身有关。不仅如此, 还探索了城市中信号控制条件下整个路网结构对 MFD 的影响^[8]; Daganzo 以及 Kitae Jang 论证了不合格

数据对 MFD 的影响。解释了以往有些小区不存在 MFD 的原因,即所采集到的有些数据来源于这样的地方,这些地方并不满足要么全部处于拥堵状态要么全不处于拥挤状态这一充分条件。如果将这些数据剔除,那么就得到良好的 MFD,并给出了数据剔除的原则:当所获取的数据来源于如下路段就该被剔除:①在专用道路上;②路段上存在多种管理方式;③路段上允许超车变道^[10]。Geroliminis Jie Sun 则论述了密度是影响 MFD 最主要的原因之一^[7]; Geroliminis and Daganzo 同样论述了 MFD 独立于交通需求而存在^[11]。

3.2 宏观基本图的运用

随着对 MFD 研究的不断深入,对宏观基本图的运用也有了比较初步的认识。Daganzo 和 Geroliminis 论述了 MFD 可以通过控制交通需求来提高道路可达性,并以此来确定城市的驶出车辆占车辆总数的比例,这可以通过经济、配给以及基于邻近区交通总量和车速的边界控制策略来实现,而且由于 MFD 独立于交通需求而存在,这就使得大型网络交通拥挤状态可以独立于该地区的 OD 量而进行预测,如果将这个结果应用到未来的交通监控中,那么交通工程行业的从业者就有一个值得信赖的工具来预测智能交通管理策略的效果,并在此基础上进行相应的规划,从而替代现在基于不确定因素的预测方法。当获得准确的 MFD 以及监控交通运营状态后,交通管理者就能知道道路网络是不是处于最好的可达性水平,并据此来做出各种必要的调整^[8]。

利用网络动态的宏观基本图,可以实现对车辆聚集状态的基于小区的实时监控和调整,从而提高城市的机动性能,缓解城市拥堵。运用这种方法处理城市交通问题的最大优势之一在于不需要城市的 OD 交通量和系统的细微变化情况。以往的交通模型在计算机上模拟的很精确,但是在实际中效果不理想,主要由于以下三方面的原因:①模型需要大量的 OD 矩阵;②实际交通过程中难以对驾驶员的行为进行很好地预测;③现实交通状况的混乱复杂性。现在提出的基于宏观基本图的网络交通流模型所需要的数据可以直接通过道路检测器进行数据采集,不仅如此,驾驶员行为也不会对模型产生显著影响,从而提高了模型的适用性。

Daganzo 通过两个极端的例子验证了驶入驶出流量之间的关系,进而推广到通过驶入流量来预测驶出流量^[9]。MFD 可用以反映所研究的网络中驶入交通量与驶出交通量之间的函数关系以及车辆行驶时间与行驶路程之间的关系等,因此, MFD 还可以用以评价城市交通规划、管理及控制措施的实施效果评价就可以通过上述关系的变化所反映出来,最后通过分析结果即可了解该控制措施的优劣。

4 综述分析

从 Daganzo 和 Geroliminis 提出 MFD 之后,众多专家学者对 MFD 展开了研究,在有关 MFD 存在性、形状、适用条件、影响因素以及运用方向等方面取得了不少的成就。然而,还有如下问题值得深入研究。

(1) 有关 MFD 的其他影响因素。虽然目前对 MFD 影响因素的研究已经取得了重要进展,但目前研究的方面依旧不够全面,比如不同的交通管理策略、不同的路网结构、规模等对 MFD 的影响。

(2) 在运用 MFD 进行网络交通管理措施评价过程中交通小区的划分问题,值得深入的研究。

(3) 对于 MFD 存在的充分条件即要么全处于拥挤状态,要么都不处于拥挤状态,如何在实际运用过程中进行判定,对于这类问题还有待进一步的研究。