 同济大学研究生教材

微观交通仿真分析指南

Guideline for Microscopic Traffic Simulation Analysis

孙 剑 编著

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

014032896

同济大学生教材

U491.2-39
06

微观交通仿真分析指南

Guideline for Microscopic Traffic Simulation Analysis

孙 剑 编著



U491.2-39
06



北航 C1721120

同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

01035890

同济大学图书馆

图书在版编目(CIP)数据

微观交通仿真分析指南 / 孙剑编著. — 上海: 同济大学出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5608-5366-6

I. ①微… II. ①孙… III. ①交通系统—系统仿真—分析—指南 IV. ①U491.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 279975 号

孙剑 微



微观交通仿真分析指南

孙 剑 编著

责任编辑 季 慧 助理编辑 陆克丽霞 责任校对 徐春莲 封面设计 张 微

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
印 刷 同济大学印刷厂
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 11.25
字 数 280 000
版 次 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-5366-6

定 价 32.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究



前 言

微观交通仿真是再现交通流运行规律,对交通系统进行管理、控制和优化的重要实验手段和工具。它可以对真实世界中尚未得到实施的技术进行事先分析;在不对现实交通流产生任何干扰的情况下进行效能分析;在较短时间内对交通系统进行多方案比较分析,进而引导更有效的交通系统规划、设计与运行管理。自20世纪90年代我国引入微观交通仿真软件以来,微观交通仿真已成为高等院校、设计院所以及行业主管部门对交通系统规划、设计、评价和优化的重要工具。2000年,同济大学在国内率先建设了交通仿真实验室,开设了“交通系统仿真”以及“实验交通工程”等多门与交通仿真相关的课程。笔者通过在交通仿真建模分析方面多年的科研、教学和社会实践工作,认为目前国内在交通仿真的运用方面存在如下问题。

1. 理论基础薄弱

这主要体现在四个方面:①对交通仿真的理论基础和交通仿真底层核心模型概念理解模糊;②对于仿真软件系统的机理认识不足,如仿真的随机性、仿真预热、仿真实验的可信度、仿真软件中基础模型的参数标定等;③对仿真的输入数据、输出数据以及统计特性没有足够认识;④对仿真分析和方案设计的关系存在认识误区。

2. 缺乏相应规范和资料积累

德国、美国、日本等国家的交通领域均有各自的仿真分析手册或指南类资料,有些还拥有全国性的学术团体,它们向工程技术人员提供技术方案和指导。但是,我国交通仿真应用尚处于无序阶段,对于技术流程、仿真实验方法均没有成熟的规范或指引,使得仿真软件的应用水平参差不齐,模型可信性无从评判,建模分析人员之间没有资源共享、互通有无。上述情况极大地限制了交通仿真技术在我国交通工程技术领域内的有效应用。

3. 对仿真的认识存在偏差

很多管理决策者,甚至部分技术人员对于仿真的认识都存在偏差,主要可总结为:要么认为仿真无所不能;要么认为仿真功能有限,主要作为方案的动画展示;还有的认为仿真能提出改善方案或者能自动优化方案。这些认识偏差,从技术之外的角度制约着交通仿真在我国的进一步推广应用。

多年以来,笔者倡导精细化的交通规划、设计及运行管理理念。本书旨在通过介绍微观交

通仿真建模分析的技术流程及关键技术,从而提高读者对微观交通仿真建模的认识和理解;为微观交通仿真模型的精细化应用提出指导和建议。本书进一步希望帮助分析人员以合理、规范、科学的步骤建立微观交通仿真模型,进而保证所建立的模型是稳定可靠的,能够在需求范围之内准确地反映建模对象的实际情况。在此基础上,进一步帮助分析人员以合理、有效的方式利用模型得出所需的分析结果以及进行方案的比较,得到有说服力的结论。

本书以笔者在国内诸多城市的微观仿真分析实践为依托,在参考美国、德国、日本等国家微观交通仿真分析相关手册、指南、研究报告和科研论文的基础上编著而成。在此对国内外有关作者表示衷心的感谢。全书结构由孙剑和李克平确定,研究生倪颖、黄玮南、潘斌、杨燕、杨小文、韩平超、张艳聪、朱芳芳、牛德宁参加了资料整理和案例编写。李克平教授对本书进行了审定。

国家自然科学基金(61004113, 51278362)以及教育部新世纪人才计划(NCET-13-0425)支持了本书研究内容,本书出版同时获得了同济大学“985三期”研究生教材建设立项资助,在此表示感谢。

本书假定读者具备微观交通仿真软件基本操作技能,书中案例和说明主要以微观交通仿真模型 VISSIM 为基础。

本书可以作为高等院校交通工程、道路工程和交通运输专业本科高年级学生和研究生的参考书,也可作为交通运输领域特别是交通工程领域的广大科研工作者、管理人员和工程技术人员的重要参考资料。

由于编者水平有限,书中如有不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者

2013年12月

目 录

前 言

第 1 章 微观交通仿真概论	1
1.1 系统仿真与交通系统仿真	1
1.1.1 系统仿真概述	1
1.1.2 交通系统仿真	1
1.1.3 交通系统仿真软件与仿真模型	2
1.2 微观交通仿真建模分析流程	2
1.3 本书的结构	5
第 2 章 微观交通仿真模型分析	7
2.1 微观交通仿真系统模型框架	7
2.1.1 仿真底层模型概述	7
2.1.2 交通需求模型	7
2.1.3 出行行为模型	8
2.1.4 影响因素模型	15
2.2 微观交通仿真系统的实现机理	16
2.2.1 微观交通仿真系统概况	16
2.2.2 若干值得注意的实现细节	17
2.3 本章要点	20
第 3 章 微观交通仿真任务总体规划	22
3.1 任务目标	22
3.2 仿真项目研究的范围	23
3.3 仿真分析时间	24
3.3.1 预热时间	24
3.3.2 稳定分析时间	25
3.4 仿真分析人员及时间安排	25
3.5 仿真分析任务管理	26

3.6	本章要点	27
第4章	数据采集及统计分析	29
4.1	数据采集	29
4.1.1	交通路网数据	30
4.1.2	交通管理控制数据	30
4.1.3	交通需求数据	31
4.1.4	驾驶员-车辆数据	34
4.1.5	校正数据	35
4.1.6	其他数据	42
4.1.7	运行环境数据	42
4.2	数据检查及预处理	42
4.3	数据需求分析	43
4.4	仿真“实验”特性	44
4.4.1	概述	44
4.4.2	数据模型方法	44
4.4.3	确定最小仿真次数	48
4.4.4	仿真有效性判断	50
4.4.5	不同方案对比分析	53
4.5	本章要点	53
第5章	仿真基础模型建立	55
5.1	概述	55
5.2	基础路网编码	56
5.3	交通控制设施建模	57
5.4	交通管理方案建模	57
5.5	交通需求数据建模	57
5.6	驾驶员-车辆数据建模	58
5.7	交通行为数据建模	58
5.8	运行环境数据建模	59
5.9	影响因素识别	59
5.10	仿真控制参数设定	61
5.11	本章要点	61
第6章	错误检查	62
6.1	软件检查	62
6.2	建模检查	62
6.3	输出动画检查	64
6.4	剩余错误检查	65

6.5	终止判断条件	65
6.6	本章要点	65
第7章 模型校正		67
7.1	模型校正基本概念	67
7.1.1	校核、校准与验证	67
7.1.2	模型校正的前提	68
7.1.3	校正的对象——仿真底层模型参数	68
7.1.4	校正方法概述	69
7.1.5	校正指标	70
7.1.6	模型可信度评价	71
7.1.7	参数校正流程	71
7.2	模型校准	72
7.2.1	默认参数评价	72
7.2.2	校准指标的确定	73
7.2.3	待校准参数的选择	73
7.2.4	校准试验	76
7.2.5	校准目标	77
7.2.6	校准总结	78
7.3	模型验证	78
7.3.1	统计验证	78
7.3.2	动画验证	79
7.4	模型校正实例	79
7.4.1	模型概况	79
7.4.2	错误检查	79
7.4.3	模型预热时间和最小仿真次数确定	80
7.4.4	校正指标确定	81
7.4.5	待校准参数选择及范围确定	82
7.4.6	待校准参数分级	83
7.4.7	待校准模型基础情况	83
7.4.8	校准试验	84
7.4.9	系统性能校准	86
7.4.10	模型验证	86
7.5	本章要点	88
第8章 多方案分析		89
8.1	概述	89
8.2	未来需求的预测	89
8.2.1	需求预测	90

8.2.2	限制需求增长以适应通行能力	90
8.2.3	需求预测中的不确定性	91
8.3	替代方案的建模	92
8.3.1	替代方案生成	92
8.3.2	替代方案建模	92
8.4	选择评价指标	93
8.4.1	系统整体性能评价指标	93
8.4.2	系统局部(瓶颈)评价指标	96
8.4.3	评价指标的平均值与最差值	96
8.5	模型运行	97
8.5.1	仿真结果分析概述	98
8.5.2	仿真结果动画分析	98
8.5.3	仿真结果数据分析	99
8.5.4	仿真分析结果修正	100
8.6	方案的评价	101
8.6.1	概述	101
8.6.2	最小仿真次数计算	101
8.6.3	两方案对比评价	103
8.6.4	多方案对比评价	103
8.6.5	多指标评价	104
8.7	本章要点	104
第9章	仿真分析报告	105
9.1	模型分析报告	105
9.2	模型技术报告	106
第10章	微观交通仿真软件二次开发	107
10.1	仿真软件二次开发需求	107
10.2	仿真软件二次开发原理	108
10.3	仿真模型二次开发案例	109
10.3.1	面向功能拓展的仿真模型二次开发	109
10.3.2	“软件在环”仿真模型二次开发	113
10.3.3	面向人机交互的仿真模型二次开发	116
10.3.4	仿真模型底层核心模型二次开发	119
10.4	本章要点	126
第11章	微观交通仿真建模分析实例	127
11.1	研究概述	127
11.1.1	研究背景	127

11.1.2	研究范围	127
11.1.3	研究时限	127
11.1.4	研究目标	128
11.1.5	分析工具和计划安排	128
11.2	数据采集	128
11.2.1	交通供给及运行环境数据	128
11.2.2	交通需求数据	129
11.2.3	校正数据	130
11.2.4	驾驶员-车辆数据	131
11.2.5	其他数据	131
11.2.6	数据一致性检查	131
11.3	基础建模	132
11.4	错误检查	136
11.5	模型校准与验证	137
11.6	多方案分析	142
11.6.1	未来年需求预测	142
11.6.2	评价指标	142
11.6.3	方案生成	142
11.6.4	方案分析及评价	143
11.6.5	方案分析总结	145
附录 A	交通分析工具及软件选择	146
A.1	交通系统仿真与交通分析	146
A.1.1	交通分析及其模型工具	146
A.2	交通分析工具的选择	147
A.2.1	选择原则概述	147
A.2.2	确定性分析工具与仿真分析工具间的选择	147
A.2.3	三类仿真工具间的选择	148
A.3	微观交通仿真软件的选择	149
附录 B	交叉口交通信息综合观测法	151
B.1	概述	151
B.1.1	饱和流量与延误的关系	151
B.1.2	观测方法的改进	151
B.1.3	饱和流量计算方法的改进	152
B.1.4	进口道延误分析计算方法的改进	153
B.1.5	附加统计数据计算	154
B.2	综合观测法软件简介	155
B.2.1	基本资料设置	155

B.2.2 观测数据的录入 155

B.2.3 观测数据的分析与统计 156

B.2.4 综合观测法分析统计实例 156

附录 C 方案分析的深入讨论 159

C.1 方案分析的顺序 159

C.2 现况再现 159

C.3 多场景分析 160

C.4 敏感度分析 162

C.5 协调分析 163

参考文献 166

第1章

微观交通仿真概论

1.1 系统仿真与交通系统仿真

1.1.1 系统仿真概述

计算机仿真本质上由三个要素构成,即:实际系统、模型和计算机系统,它们之间存在建模关系和仿真关系,如图 1-1 所示。建模主要研究实际系统与模型之间的关系,它通过对实际系统的观察和检测,在忽略次要因素的基础上,用数学方法来描述系统的运行及各因素之间的交互作用,从而获得实际系统的简化模型;仿真主要研究计算机的程序实现与系统模型之间的关系,即如何在计算机中通过编程语言来正确地表达系统模型^[1]。

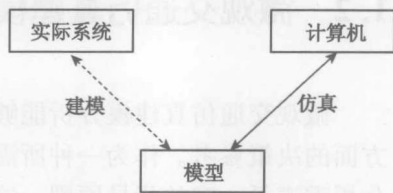


图 1-1 计算机系统仿真基本要素及相互关系

系统仿真在军事科学、土木工程学、物理学、医学等领域都有广泛的应用^[2]。本书所探讨的问题不是交通系统仿真模型的开发,而是使用已经开发好的系统仿真软件,在此平台上模拟仿真交通系统,分析交通改善方案对系统的影响,从而更好地解决交通实际问题,最终达到服务社会的目的。

1.1.2 交通系统仿真

交通工程学是研究道路交通的发生、构成和运动规律的理论及其应用的学科,是综合探讨人、车、路和环境四者关系的综合性交叉学科。它把道路工程学、汽车工程、运输工程和环境科学等统一在一个系统中,综合地研讨如何达到道路的通行能力最大、交通事故最少和公害程度最轻。而交通系统仿真则是使用系统仿真技术来研究交通行为的过程,根据 Wilhiem Leutzbach 和 Rainer Wiedemann 的定义,交通仿真是使用数学模型,来重现交通流时间、空间变化的技术^[3]。从交通系统仿真所采用的技术手段以及所具有的本质特征来看,交通系统仿真是一门在计算机上进行交通实验的技术方法。交通仿真是基于描述交通运输系统在一定期间实时运动的数学模型建立的,因此具有随机特性。同时,交通系统仿真也是再现交通流运行规律,对交通系统进行管理、控制和优化的重要实验手段和工具。它可以对真实世界中尚未得到实施的 ITS 技术进行模拟分析,对已实施的技术提出具体的优化建议,在不对现有交通系统

产生任何干扰下进行多种系统方案的检验,引导更有效的系统实施。目前,交通仿真技术已被应用到交通规划、设计和运行管理的各个方面,成为交通工程领域不可缺少的分析工具。

1.1.3 交通系统仿真软件与仿真模型

通常,交通仿真模型是以分辨率为基础进行分类的。分辨率,也称粒度,是指仿真模型再现仿真对象细节的详细程度。按照分辨率的不同,交通仿真模型可以分为三类:微观模型、中观模型和宏观模型。不同分辨率的交通仿真模型,其机理、特点和应用范围各有不同^[4]。附录 A 介绍了不同分辨率的交通仿真分析工具及选择原则。本书所探讨的对象是微观交通仿真模型。

在交通仿真建模分析中有一个术语的含义常常被混淆:交通仿真模型。其可能的含义有 3 种:①微观交通仿真软件所依赖的核心算法模型,如跟驰模型、换道模型、路径选择模型等;②具体的交通仿真模型软件,如 VISSIM、PARAMICS 以及 AIMSUN 等;③利用交通仿真软件所建立的具体仿真对象的仿真模型。上述三个概念在不同背景下均可称为交通仿真模型。在本书中,为了区分,将第一种称为交通仿真底层核心模型;第二种称为交通仿真软件;第三种称为交通仿真模型。本书所讨论的微观交通仿真应用分析主要是指导读者如何更高效地应用微观交通仿真软件,建立交通仿真模型进行仿真分析。

1.2 微观交通仿真建模分析流程

微观交通仿真建模分析能够为交通分析人员提供交通系统的现状以及可能的改进措施等方面的决策参考。作为一种所需资源密集、任务时间跨度较长的分析手段,微观交通仿真建模分析需遵循一定的指导原则。这些原则包括:

(1) 合理的人员构成。为了完成一个高质量的微观交通仿真建模分析,需要具备三个基本要素:合适的微观交通仿真建模软件、熟悉该工具的模型工程师以及熟悉建模对象区域交通特征的交通工程师。上述三个要素相辅相成,缺一不可。当然,一个人可能兼具模型工程师和交通工程师技能。

(2) 采用合适的仿真工具。对于交通分析人员而言,在未能掌握仿真工具的特性和限制之前,切忌草率地选择仿真工具。分析人员需要确保所选择的仿真工具能够胜任分析需求(选择的原则可参见附录 A)。

(3) 建模基础数据、校正数据的规模和质量以及预估可用的时间、经费资源等因素对仿真分析的可信度起着重要的作用。有经验的交通分析人员应尽量避免在基础数据不足、时间压力过大的情况下采用微观交通仿真软件进行建模分析。

(4) 分析人员必须对所建立的微观交通仿真模型进行本地化校正。由于我国交通研究和咨询领域目前主要依赖国外交通仿真软件,因此仿真模型参数的本地化校正问题显得尤为突出。

(5) 分析人员需要把握委托方需求与仿真建模工具能力和局限间的平衡。没有一款微观交通仿真软件能够胜任所有的交通分析任务,分析人员需要动态掌控需求与供给之间的契合度。与委托方建立良好的沟通策略是保证这一原则的有效手段。

在以上原则的指导下,微观交通仿真模型的建模和分析过程,一般遵循以下 7 个步骤^[5]:

(1) 明确研究(任务)目标、研究范围和研究方法;

- (2) 数据收集和准备工作;
- (3) 基础模型建立;
- (4) 错误检查;
- (5) 模型校正;
- (6) 备选方案分析;
- (7) 形成最终报告,编制技术文档。

下面简要介绍每个步骤,如图 1-2 所示,该流程图包含了微观仿真模型建模和分析的流程,它可以作为全文的快速参考。具体内容参见本书相关章节。

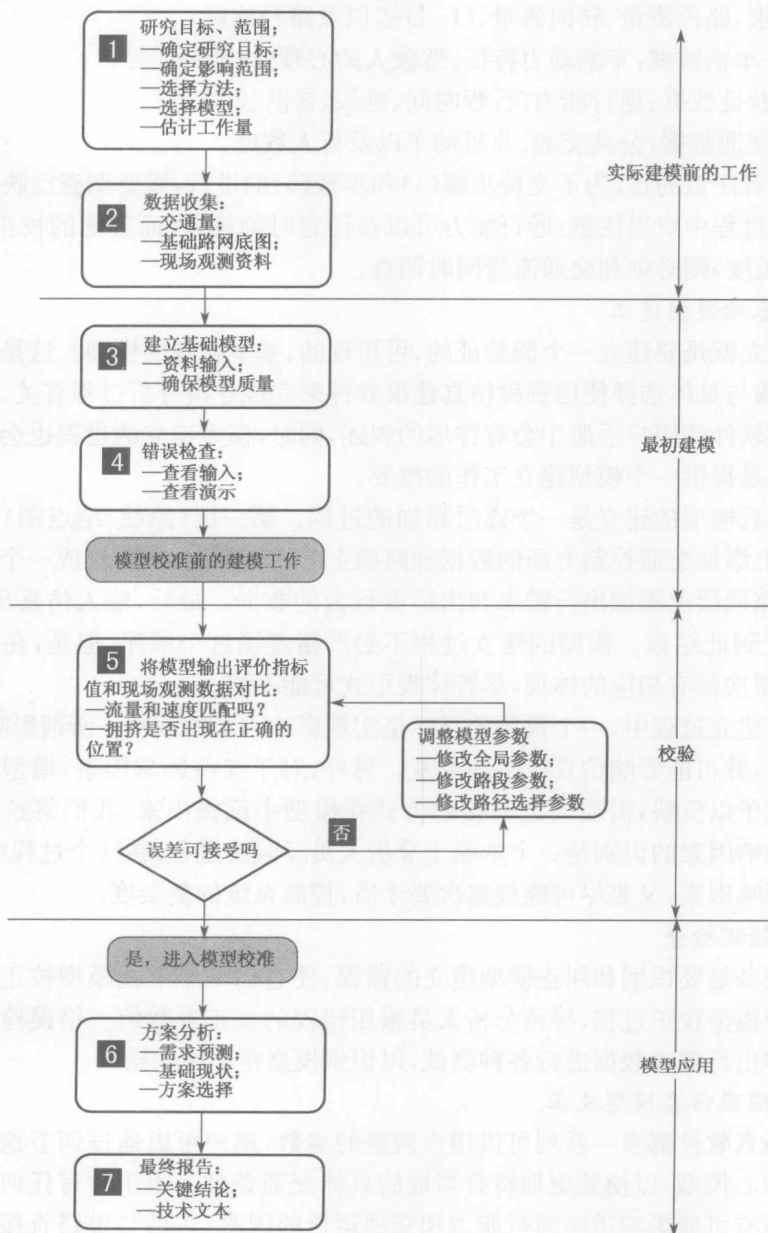


图 1-2 微观交通仿真分析步骤^[5]

1. 步骤 1: 确定研究目标和范围

仿真分析的目标和范围直接影响后续的各步骤工作,因此也称为仿真分析任务总体规划,其具体内容包括:任务目标确定,任务所涉及的时空范围确定,时间计划及关键节点制定。

2. 步骤 2: 数据收集和准备工作

这项工作包括收集和准备微观交通仿真建模分析需要的所有数据。微观交通仿真模型依赖大量的基础数据,包括:

- (1) 道路几何线形数据:道路长度、车道数、交叉口渠化、站点及线路等;
- (2) 管理控制数据:信号配时、交通管理信息等;
- (3) 交通需求:路段流量、转向流量、O-D表以及路径流量;
- (4) 驾驶人-车辆数据:车辆动力特征、驾驶人的心理-物理特性等;
- (5) 校准与验证数据:通行能力、行程时间、延误、排队长度等;
- (6) 多模式交通数据:公共交通、非机动车以及行人数据。

需要提醒读者注意的是,为了支持步骤(4)和步骤(5)的进行,需要调查反映现状情况的准确数据。在调查过程中应当注意:通行能力可以在任意时刻调查,而其他的校正数据(行程时间、延误和排队长度)则必须和交通流量同时调查。

3. 步骤 3: 基础模型建立

基础模型建立就是要建立一个能验证的、可再现的、基本合理的模型。这是一项复杂而耗时的的工作,其步骤与具体选择使用哪种仿真建模软件来完成建模分析过程有关。通常,模型建立的细节在各种软件的用户手册中会有详尽的叙述,同时,模型建立的过程也会随软件的变化而变化。本书只是提供一个模型建立工作的概要。

微观交通仿真模型的建立是一个逐层累加的过程。第一层(路线/结点图)是基础层。然后,在此基础层上添加交通控制方面的数据和路段上的运行情况,从而构成一个相对完整的路网层。随后,在路网层上添加出行需求和出行者行为的数据。最后,输入仿真运行控制数据,模型的初步建立到此结束。模型的建立过程不必严格遵循这个顺序,但是,在任何仿真模型中,上述每一个层次都有相应的体现,尽管体现形式可能不同。

在基础模型建立过程中,一个重要的目标是实现影响因素的识别。所谓影响因素,是指在仿真对象中存在,并可能影响仿真结果的要素。另外,对于某些影响因素,模型中没有对应的模型实体或参数予以反映,需要通过间接的方式在模型中反映出来,我们将这种思想称之为“代理”方法。影响因素的识别是一个依赖于分析人员经验的过程,在这个过程中,既要保证不能遗漏有用的影响因素,又要尽可能规避次要矛盾,控制系统的复杂度。

4. 步骤 4: 错误检查

错误检查任务是要识别和纠正模型建立的错误,使它们不至干扰模型校正工作。模型建立的错误会误导模型校正过程,导致分析人员采用错误的校正参数值。错误检查包括对已建立的路网模型和出行需求数据进行各种测试,以识别模型建立中的错误。

5. 步骤 5: 微观仿真模型校正

每个微观仿真软件都有一系列可供用户调整的参数,用户可以通过调节这些参数来校正仿真软件底层核心模型,以使其更加符合当地的具体交通条件。由于没有任何一个微观仿真软件能够涵盖所有可能影响道路通行能力和交通运行的因素(包括与道路直接相关的因素和路外的间接影响因素),特别是目前国外交通仿真软件应用于我国典型的混合交通流场景仿

真,因此参数调整和校正是必不可少的。校正过程是通过调整软件中包含的校正参数,来解释模型和现实驾驶行为的差异以及其他未建模的因素对交通的影响。

模型校正的一般过程为:分析人员选择一定的待校准参数,通过反复调试模型以确定这些参数的最佳值。这个过程需要分析人员反复地进行仿真实验、记录仿真实验的条件(参数、输入设置)和结果(模型的运行指标)。

模型校正中的关键问题包括:

- (1) 明确模型校正目标;
- (2) 给模型校正过程分配充分的时间和资源;
- (3) 选择合适的待校准参数;
- (4) 通过一系列仿真实验确定合理的校准参数值,使仿真运行结果与实际调查结果相吻合;
- (5) 选用另一组数据,以系统总体性能的观测值,例如行程时间、延误和排队数为基础,对参数调整结果的有效性进行验证。

6. 步骤6:微观仿真模型的分析

这是模型应用过程的第一项工作。需要通过运行校正后的微观仿真模型来测试各种方案。在此步骤中,分析人员需要首先预测原方案未来的交通需求,再将各种改进方案纳入所建立的模型中。然后,分析人员可以决定收集哪些交通性能统计数据以评价每个备选方案,最终得到科学的评价结论。

备选方案分析所涉及的关键问题包括:

- (1) 预测未来的出行需求;
- (2) 对备选方案的敏感性分析以及多方案的协调选择;
- (3) 选择合适的交通性能指标来评价备选方案;
- (4) 精确计算每个备选方案减少拥堵的效益;
- (5) 从统计学观点判断备选方案的优劣;
- (6) 未来仿真场景下必要的模型参数调整。

7. 步骤7:最终报告

此步骤的目标是形成总结分析成果的最终报告和记录分析方法的技术文档,也包括向技术主管(主任工程师或总工程师)、政府官员以及公众展示的分析成果。

仿真分析的最终报告以一种项目决策者容易理解的方式展示分析结果。为形成最终报告对研究成果进行总结所做的努力也不可低估,因为微观仿真模型会产生很多需要制表和总结的输出数据。

技术文档能使决策者理解结论背后的假设,还能让其他的分析人员再现仿真结果。技术文档必须是充分的,即给定相同的输入数据,其他分析人员也能理解整个校正过程,并且能够再现不同方案的分析过程,得到相同的分析结果。

1.3 本书的结构

本书由以下的章节及附录组成:

第1章,微观交通仿真概论。概括阐述系统仿真、交通系统仿真、交通分析等基本概念,介

绍微观仿真分析的一般流程。

第2章,微观交通仿真模型分析。介绍微观交通仿真的底层核心基础模型。

第3章,微观仿真分析任务总体规划。介绍仿真研究的时空范围确定方法。

第4章,数据采集及其统计分析。介绍微观交通仿真建模所需数据的采集和分析方法。

第5章,仿真基础模型建立。介绍微观交通仿真基础模型建立方法。

第6章,错误检查。介绍基础模型的错误检查方法。

第7章,模型校正。介绍微观交通仿真模型参数的校准和验证方法。

第8章,多方案分析。介绍不同方案分析评价的方法。

第9章,仿真分析报告。介绍仿真分析总结报告和技术报告的撰写要求。

第10章,微观交通仿真软件二次开发。介绍仿真软件二次开发的原理及几类开发示例。

第11章,微观交通仿真建模分析实例。通过城市混合交通流建模分析典型案例,以期使读者进一步加深对本书内容的理解。

附录A,交通分析工具及软件选择。介绍了不同交通分析工具及选择方法。

附录B,交叉口交通信息综合观测法。介绍了一种通过视频录像统计交叉口流量、车型、绿灯损失、饱和流率、排队长度及延误的综合观测法。

附录C,方案分析的深入讨论。介绍了未来年交通需求及驾驶行为不确定情况下的仿真对策。