

微观交通仿真 实践指南

THE MICROSIMULATION
CONSULTANCY GOOD
PRACTICE GUIDE

张蕊/编译

胡树成 李伦 苏永云/翻译



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

014057679

U491.2-39
07

The Microsimulation Consultancy Good Practice Guide

微观交通仿真实践指南

张 蕊 编译
胡树成 李 伦 苏永云 翻译



U491.2-39
07

人民交通出版社



北航

C1742669

内 容 提 要

本书主要从微观交通仿真实践的角度介绍使用 S-Paramics 完成交通微观仿真项目以及进行项目管理的全过程方法。主要包括:微观交通仿真项目规划、数据需求与交通调查、微观交通仿真模型建立、模型校准、模型审核与验证、方案评估等。

本书可作为交通工程专业人士的微观交通仿真工具书,也可作为交通工程及相关专业微观交通仿真实践类教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微观交通仿真实践指南 / 张蕊编译. — 北京 :
人民交通出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-114-11207-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 037780 号

书 名: 微观交通仿真实践指南

著 作 者: 张 蕊 编 译

胡树成 李 伦 苏永云 翻 译

责任编辑: 岑 瑜 张一梅

出版发行: 人民交通出版社

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: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 720×960 1/16

印 张: 8.75

字 数: 140 千

版 次: 2014 年 7 月 第 1 版

印 次: 2014 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11207-2

定 价: 25.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

微观交通仿真能细致地描述交通系统中交通环境和车辆等构成要素,模拟车辆和驾驶人行为及其相互作用,可以详细地测试道路布局、交通需求、交通控制以及智能交通等变化的效果。由于其具有经济、方便、试验性等优点,微观仿真技术已经广泛应用于交通工程研究、交通规划、交通管理与控制以及道路交通设计等各个方面。

S-Paramics 是英国 SIAS 公司 1986 年开始研发的一款微观仿真软件,于 1997 年投入商业使用,一直是英国应用最广泛的微观交通仿真软件,也是英国中央及地方政府等其他交通运输规划咨询公司首选的交通仿真工具。S-Paramics 在世界许多国家和地区得到应用,获得业界的一致认可,并得到广泛传播。典型的应用实例有爱丁堡、格拉斯哥、曼彻斯特、米兰、阿姆斯特丹、都柏林、基督城等地的交通仿真研究,以及英国最为繁忙的伦敦 M25 环形高速路的仿真项目等。近年来,S-Paramics 也越来越被中国用户所认可,并用于中国的交通项目。为了更好、更方便中国用户使用该软件,特将英国 SIAS 公司的 S-Paramics 软件及其应用实践介绍给广大交通工程专业人士。

S-Paramics 可以应用于公路和城市道路的微观仿真。其具体应用包括环形交叉在内的各种交叉口设计、公共交通优先措施和公交专用道规划设计、高速公路设计、车辆尾气排放控制、道路收费站设置、城市交通管理与控制、较大区域的交通组织与管理、道路施工管理、停车场的选址和管理以及其他与道路交通相关的事件管理等。

本书可为使用 S-Paramics 进行交通项目微观仿真和项目咨询提供全程指导,协助项目成员和管理者规范微观仿真及评价过程。本书可作为交通工程专业人士的工具书、交通工程及相关专业微观交通仿真实践

类教学参考书。

本书在编译和出版的过程中得到了张宇、李之红、冉廷柱、傅惠、胡明伟、马昌喜、涂辉招、邹志云等的帮助,张哲宁、林霖、刘荣强、孙晨等也为本书的出版付出了辛勤劳动,在此一并表示感谢。

由于编译水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者多多指正。

编译者

2014年4月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 内容说明	1
1.2 微观仿真项目总览	1
1.3 相关指南文件	3
1.4 相关术语	3
第 2 章 模型规划	5
2.1 简介	5
2.2 现场调研	6
2.3 研究区域	7
2.4 道路等级系统	8
2.5 交通小区划分	11
2.6 矩阵属性	12
2.7 熟悉度	13
2.8 车辆类型	13
2.9 成本系数	14
2.10 模拟时间段	15
第 3 章 数据需求与交通调查	17
3.1 介绍	17
3.2 底图	17
3.3 路网物理特征	18
3.4 交通需求数据调查	18
3.5 调查管理	23
3.6 实施交通调查	24

3.7	调查数据的审核	29
3.8	调查数据的保存	30
3.9	调查数据处理	30
3.10	获得现有交通数据	30
3.11	其他数据要求	30
第4章	建立路网	31
4.1	介绍	31
4.2	模型底图	32
4.3	节点和路段	32
4.4	小区	36
4.5	停车场	37
4.6	交叉口优先权	39
4.7	模拟时间段	42
4.8	公交车线路	43
4.9	说明	43
第5章	模型校准	44
5.1	主要概念	44
5.2	模型校准	45
5.3	校准水平评估	46
5.4	解决校准存在的问题	46
5.5	模型重新校准	46
第6章	路网校准	47
6.1	路网校准	47
6.2	节点特性	49
6.3	路段特性	53
第7章	构建出行矩阵	64
7.1	介绍	64
7.2	交通分配选项	65

7.3	初始矩阵	67
7.4	交通调查文件	70
7.5	路径信息文件	70
7.6	收敛标准	73
7.7	检查估计矩阵	76
第8章	交通分配	79
8.1	介绍	79
8.2	路径选择影响因素	80
8.3	多级路径选择	85
第9章	仿真运算	88
9.1	建模情况	88
9.2	随机种子	88
9.3	加载方法	89
9.4	多次运算	89
第10章	模型审计	94
10.1	介绍	94
10.2	内部审计	94
10.3	外部审计	94
10.4	审计报告	96
第11章	验证报告	101
11.1	模型验证	101
11.2	出行矩阵验证	102
11.3	模型验证评估	104
第12章	方案测试	110
12.1	方案测试	110
12.2	基础模型	111
12.3	参照模型	112
12.4	设计方案模型	112

12.5	评价设计方案	114
第 13 章	经济评估	115
13.1	经济评估	115
13.2	经济评估软件 PEARS	120
第 14 章	环境评估	122
14.1	环境评估	122
14.2	瞬时道路排放分析软件 AIRE	124
第 15 章	报告	126
15.1	微观交通仿真报告	126
15.2	书面报告	126
15.3	公开演示	127
15.4	使用快照	127
15.5	动画	128

第 1 章 概 述

1.1 内 容 说 明

本书中 Paramics 产品包括英国 SIAS 公司开发的 S-Paramics 2000 和 Paramics 视窗操作系统系列产品。

从第二章开始,本书每章介绍一个微观交通仿真阶段,在每章开始都会提供一张流程图。该流程图给出了微观交通仿真项目该阶段所包含的内容,并且明确该阶段在整个微观仿真流程中的位置及做法。这个流程图也可以作为微观交通仿真项目的检查清单,从而确保整个模拟过程符合逻辑,并确保该阶段考虑了所有与之相关联的要素。

1.2 微观仿真项目总览

应用 Paramics 进行微观交通仿真咨询项目的典型项目进度图和项目流程如图 1-1、图 1-2 所示。

项目阶段	第一季度			第二季度			第三季度			第四季度	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
准备工作和现场调研	■										
确定数据需求并获取现有数据	■	■									
模型规划		■	■								
建立基本路网			■	■							
数据调查			■	■							
路网校准				■	■						
建立需求矩阵				■	■						
出行分配				■	■						
模型校准				■	■						
模型审计					■						
验证报告						■					
方案测试							■	■			
分析结果								■	■		
经济评估									■	■	
报告输出										■	■

图 1-1 Paramics 微观交通仿真项目进度图

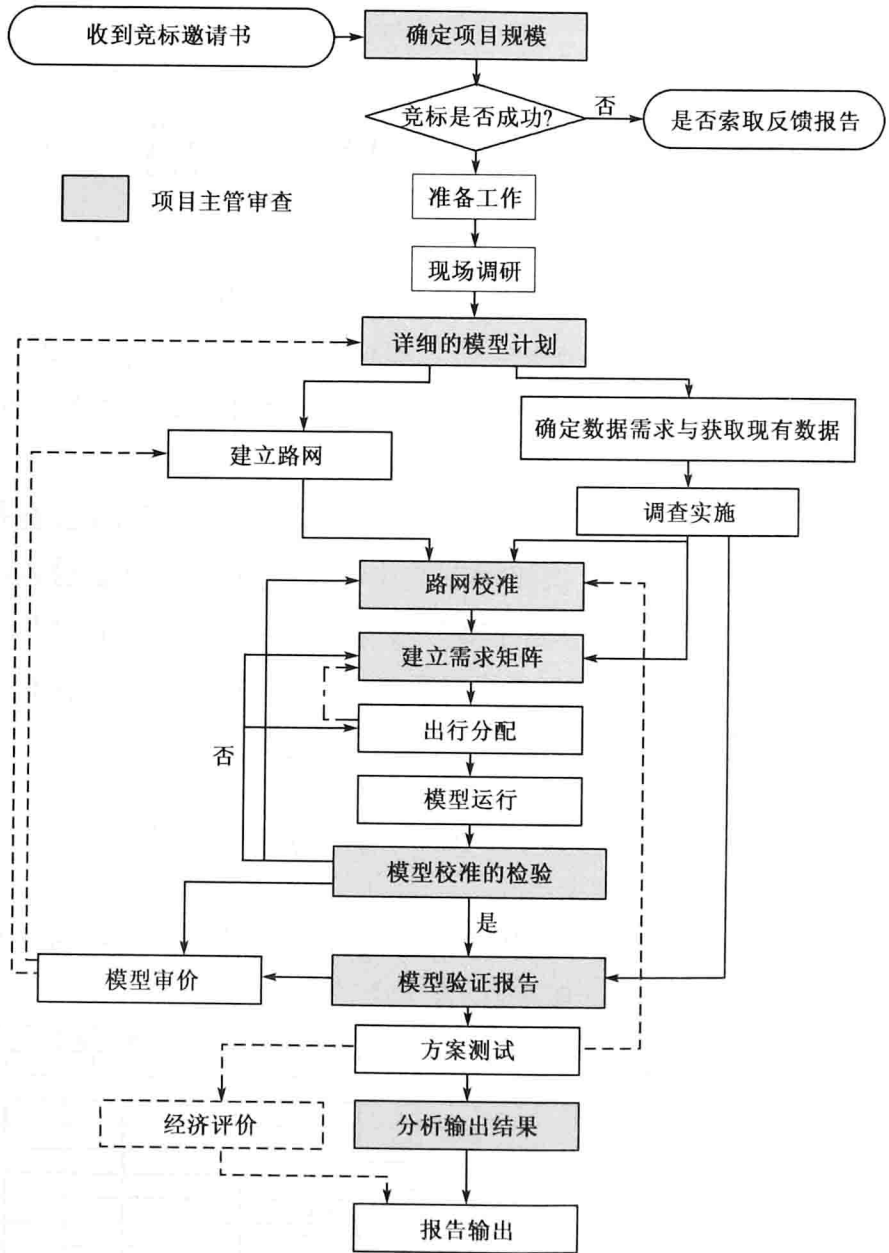


图 1-2 微观交通仿真项目总流程

从图 1-1 可以看出,在建立和标定模型时,有些仿真工作可以平行作业,如建模和校准工作必须同时进行。图中工期长短为示意,与实际所需时间无关。

图 1-2 是理想的项目流程图。图中列出了各步骤间大致的先后顺序。图中整个过程只有少量步骤存在反复的情况,在现实中往往并非如此。图 1-2 所包含的这些步骤构成了本书的主要章节。在项目每一步骤完成之后都应对其进行详细检查。这一环节非常重要,能够确保该步骤满足项目要求并可以开始下一步骤的工作。

某些步骤有少量反复符合项目工作规范,但是过多反复不仅费时而且会增加项目支出,从而导致项目逾期或超出预算。

1.3 相关指南文件

英国的《路桥设计手册》(The Design Manual for Roads and Bridges, DMRB)是由英国交通部发行的一套适用于英联邦及其殖民地国家和地区的道路、桥梁、交通工程综合性指导手册,涵盖了道路、桥梁、交通工程的各个方面。手册共分 15 卷,各卷分为若干节,每一节又进一步分为若干部分,冠以 H、B、T 代号,分别代表公路、桥梁和交通。本书中引用了手册中的一些内容,并对重点段落进行了摘录。

英国其他相关文献包括:

(1)英国交通部《交通分析指南》(Transport Analysis Guidance, WebTAG);

(2)英国《财政部绿皮书》(Treasury Green Book);

(3)苏格兰《苏格兰交通评价指南》(Scottish Transport Appraisal Guide, STAG)。

中国的交通工程师在进行微观交通仿真时应采用中国的相关标准及规定。

1.4 相关术语

项目:指客户委托的工程,需要使用 Paramics 模型完成。书中大部分内容也同样适用于其他微观交通仿真模型。

研究区域:指模型所覆盖的实际地域。研究区域范围有时会比客户关注的范围要大些,以确保能满足所有相关职能部门的要求。

模型:指道路网络和交通分配模型。

路网:指所代表道路的物理属性,包括节点、路段以及道路的其他物理特征,不包含所分配的交通量。

路网校准(Calibration):指调整模型中与路网有关的参数,以确保单个车辆间的相互作用与实际相符合。

出行矩阵(Matrices):表示车辆在路网中以一小区为起点,以另一小区为终点的出行,也被称为需求矩阵。

交通分配(Assignment):指将需求矩阵分配到路网的过程。

校准:校准是一个迭代过程,适用于路网和模型。

验证(Validation):验证是一个非迭代过程。

验证报告:验证报告用于记录模型验证的最终结果。验证报告完成后将不会再对模型进行修改。

第2章 模型规划

2.1 简介

本章讨论模型规划阶段的各个步骤,并提供相关知识以确保建模工作的顺利进行。模型规划流程如图 2-1 所示。

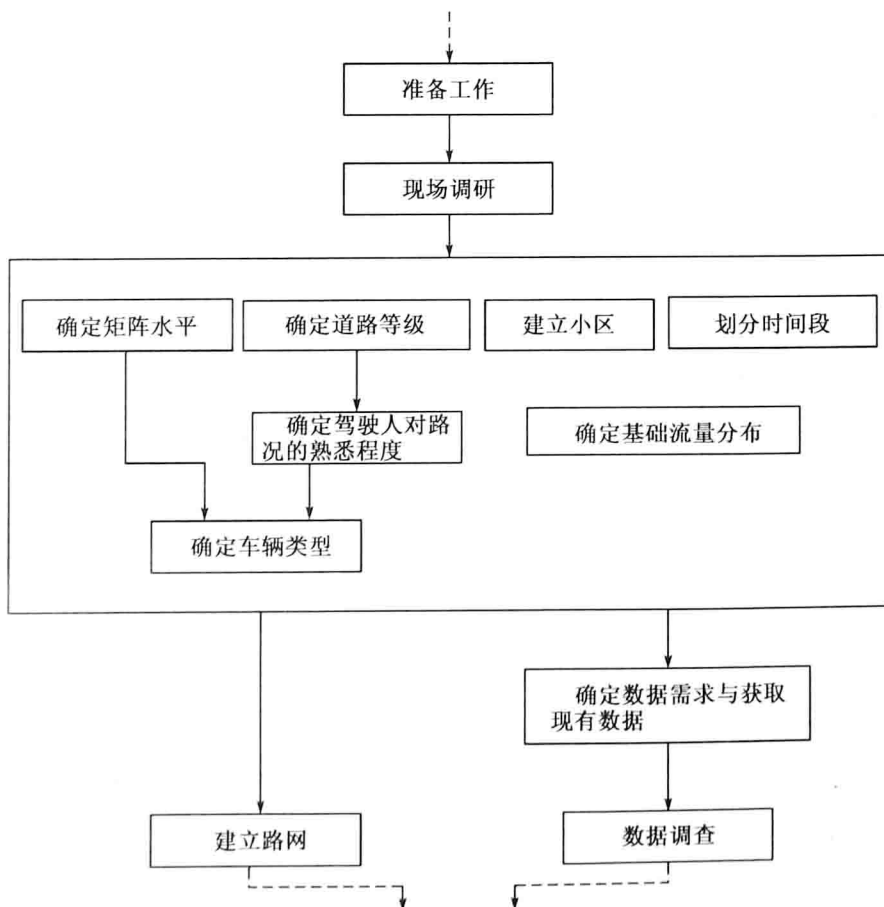


图 2-1 模型规划流程图

2.2 现场调研(Site Visit)

对于任何建模工作来说,现场调研都是十分必要的。条件允许的话,全体项目组成员均应参加。

现场调研的时间段应尽可能与模型模拟时间段一致。每个时间段一般都会有其特有的交通特性,因此对不同模拟时间段的路网交通状况进行观测十分必要。如果模型模拟的时间段中间有间隔,如时间段为早高峰和晚高峰,调研应根据早晚高峰时间分段进行。

在进行现场调研之前应做好充分准备,以确保在一次调研中能够完成所有观测任务。在建模过程中如果发现前期调研有遗漏或需要进行补充调研,则有必要做进一步调研来满足模型需求。

现场调研时,建议携带录像设备。录像应显示时间和日期,并存档备案。这样可以将模型区域的交通状况进行长久记录,供整个项目开发过程使用。另外,录像也可供项目组其他成员查阅,并为模型校准提供帮助。

如果研究区域内有交通信号设施,则需要对每个交叉口的单个或多个信号周期进行录像,这样有助于检查模型中交通信号的标定是否正确。录像也可以帮助确认采用的信号系统,如是固定配时,还是其他方式配时。还应绘制研究区域的所有交通信号的相位图及相位配时图。尽管在建模过程中可能会从交通主管部门获取交通信号相位及其配时图,但观测到的信号运行配时图对模型路网中的交叉口信号设置仍会有很大的帮助。

通过观测交通信号运行情况,可以检查交叉口处停车线以内区域(Yellow Box)的交通秩序情况以及闯红灯等违章行为,以便于在模型中进行相应的模拟。

在模型研究区域内驾车行驶时,安装在仪表板上部的行车记录仪对

建模很有用处。行车记录仪保存的录像资料有助于估算车辆旅行时间,并能显示研究区域的道路交通状况。

现场调研时还应携带数码相机,对所有涉及的交叉口进行拍照,并要求照片能够清楚地显示所有停车线和道路渠化情况。在创建路网阶段,这些照片有助于交叉口的准确标定。现场绘制的标有以上特征的草图也可以起到同样作用。

应对公交车站进行拍照,这对其在模型中的正确模拟十分重要。照片上应该能够确认车辆是否可以在不跨越道路中心线的情况下,从停留的公共汽车旁驶过。如果公交车站内有使用该站的公交运营线路信息,也应对其进行拍照。

评估交叉口的可见度(见 6.3 节)情况。因为只有在现场调研时能够对其进行准确的评估。Paramics 允许用户在交叉口进口道上设置可见度参数,该参数对交叉口性能会有显著的影响。如果调研时能够在现场确定交叉口可见度参数,建模时则会减少很多路网校准的工作量。

还应对任何影响车辆运行的路网及道路特征进行拍照,如行人过街设施、公交停车港湾、公交专用车道的起讫点、其他专用车道设置情况、路上停车区域等。这些信息对搭建路网是必要的。充分的准备可以减少项目后期再次调研,进而节约项目成本。

2.3 研究区域

研究区域的范围对项目方案的经济评价尤为重要。应该考虑项目方案可能产生影响的整个区域。进行微观仿真之前,应尽早与项目涉及的所有部门与机构进行协商,共同确定研究区域的范围。研究区域将构成模型区域,其范围应该与客户以及项目审批部门协商决定,有时二者的意见可能会不统一。

2.4 道路等级系统

在创建路网模型之前,建模人员应该熟悉研究区域的道路状况,明确道路的等级。这样可以避免路网建完之后再重新标定的麻烦,从而节约时间和成本。道路等级系统取决于道路的分类,受“广义费用”(见第 8.2 节)和“驾驶人熟悉度”(见本章 2.7 节)的影响。道路等级系统通过驾驶人熟悉度影响交通分配。由主要路段和次要路段构成的道路等级系统为不同类型的驾驶人(对路网熟悉和不熟悉)提供了不同的路径选择。对路网熟悉的驾驶人对路网中所有路段的计算成本不进行调整,而对路网不熟悉的驾驶人认为在次要路段上行驶的成本会加倍。这样对路网不熟悉的驾驶人会更倾向于选择主要路段;而对路网熟悉的驾驶人则没有这种优先选择考虑,其路线选择主要受路段成本费用的影响。

2.4.1 主要路段和次要路段

对路况不熟悉的驾驶人对次要路段成本感知的差异使道路等级系统发挥作用。

次要路段:对路网熟悉和不熟悉的驾驶人对次要路段感知的成本不同。对路网不熟悉的驾驶人感知的次要路段成本(由广义费用定义)是实际成本的两倍。这样,对路网不熟悉的驾驶人会减少使用由多个次要路段组成的路线的可能性。而对路况熟悉的驾驶人感知的广义费用成本与实际没有任何差异,即不会乘以一个系数使该成本增加。

主要路段:对路网熟悉和不熟悉的驾驶人对主要路段感知的成本相同。由主要路段构成的线路通常被认为是具有“指向性的”或被优先选择的线路。而由次要路段构成的线路则对应为没有“指向性”的线路或为小路、支路等。

如果研究区域内不涉及路径选择,如交通走廊或单个交叉口模型,则无需考虑上述主要/次要路段。但建模时应该考虑模型的未来应用和扩展的可能性。