

团 体 标 准

T/FSTI 001—2023

高速公路交通仿真运行评价指标体系

Evaluation Index System of Expressway Traffic Simulation

2023 - 04 - 20 发布

2023 - 04 - 30 实施

佛山市南海区九江科技创新协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1. 范围 4

2. 规范性引用文件 4

3. 术语和定义 4

4. 总体要求 5

4.1. 总体目标 5

4.2. 实施过程 6

5. 模型建立 7

5.1. 数据和信息采集 7

5.2. 初始模型建立 7

6. 模型校准与校核 8

6.1. 模型校准 8

6.2. 模型验证 9

7. 模型应用 9

附录 A（资料性） 路段流量校准目标 10

附录 B（资料性） 行程时间验证目标 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本文件由广东高速科技投资有限公司提出。

本文件由佛山市南海区九江科技创新协会归口。

本文件起草单位：广东高速科技投资有限公司、广东中科臻恒信息技术有限公司、广州市公共交通数据管理中心有限公司、广州市交通运输研究院有限公司、广州工业智能研究院、广州交信投科技股份有限公司、华南理工大学、中山大学、广东省科学院广州地理研究所、天津科畅慧通信息技术有限公司、西安邮电大学、佛山市南海区九江科技创新协会、广东中元创新科技有限公司、广佛高速公路有限公司、广州如约出行科技集团有限公司、亚哲科技股份有限公司、广州如约数据科技有限公司。

本文件主要起草人：李超亮、陈思源、刘晓松、张华云、樊朝林、朱树涌、韦清波、苏跃江、吴颖仪、杨敬锋、王立、魏忠伟、王宏刚、潘若禹、黄钦炎、肖金超、卫丽红、高媛，陈成、禰俊、黄洋、殷慧媛、杨峰、宋海娜、邓国勇、罗华清、刘强、张伟强、贺玲、张浩、关楚仪、张可可、李明、黄双莲、高浩民。

本文件是首次发布。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

引 言

为促进高速公路交通分析与评价的客观量化,规范高速公路交通仿真建模与评价过程和要求,制定本文件。高速公路交通仿真建模与评价应遵循精细化,精确化,流程化,标准化,可控制,可扩展的“四化两可”原则,准确建立路网、车辆、设施等模型,在构建逼近现实道路交通环境的仿真模型的基础上,有效进行交通分析与方案评价。

高速公路交通仿真运行评估指标体系

1. 范围

本文件规定了高速公路交通仿真建模与评价技术的基本流程和要求,具体包含总体要求、模型建立、模型校准与校核、模型应用、附录等。

本文件适用于高速公路交通仿真建模与评价服务。

2. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.

交通仿真 traffic simulation

交通仿真指用仿真技术来研究交通行为,是一门对交通移动随时间和空间的变化进行跟踪描述和模拟重现的技术。根据描述的颗粒度和精细度可分为宏观、中观和微观交通仿真,其中高速公路交通仿真运行评价侧重于中观交通仿真和微观交通仿真。

3.2.

路网 pattern of road distribution

代表道路的物理属性,包括节点、路段、拓扑关系以及道路的其他物理特征。

3.3. 出行 trip

有明确的活动目的,采用一种或多种交通方式从一个地方到另一个地方的过程。

3.4. 起讫点 origin & destination

从出行起点(Oring)到讫点(Destition)的过程,简称OD。

3.5.

交通分区 traffic zone

结合交通分析和交通仿真的需要将研究范围划分成的若干地理单元。

3.6.

起讫点矩阵 OD matrix

任意两个交通分区之间的居民或车辆出行量为起讫点矩阵，亦描述为OD矩阵。

3.7.

通行能力 traffic capacity

在一定的道路和交通条件下，某一路段单位时间内通过某一断面的最大车辆数或行人人数。

3.8.

模型校准 model calibration

通过优化仿真模型的输入参数，使模型的输出更加准确地接近现实世界的情况。

3.9.

模型验证 model validation

对校准模型后进行检查，将模型输出数据与观测数据进行比较，评估校准后模型的精确度。

3.10.

小时交通量 hourly volume

一天中某一小时内通过观测断面的实际交通量，简称VOL。

4. 总体要求

4.1. 总体目标

为客观量化高速公路交通运行评价，规范高速公路交通仿真的建模与评价过程和要求，应根据评价区域的交通系统状况，构建能反映实际交通状态的基础仿真模型；在基础模型上模拟真实世界中尚未得到实施的措施并进行再现模拟分析，并提出具体的优化建议。

4.2. 实施过程

高速公路交通仿真建模与评价主要包含建模准备（含工作计划和数据采集）、模型建立、模型校验（含校准和验证两个环节）以及模型应用等四个过程，其流程应符合图1和图2的要求。

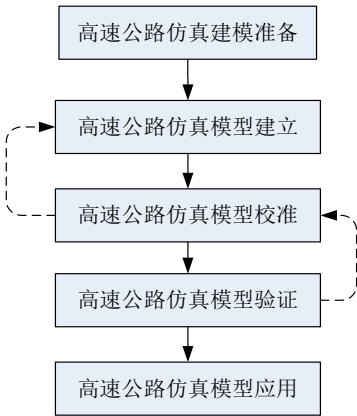


图 1 高速公路交通仿真建模与评价总体流程

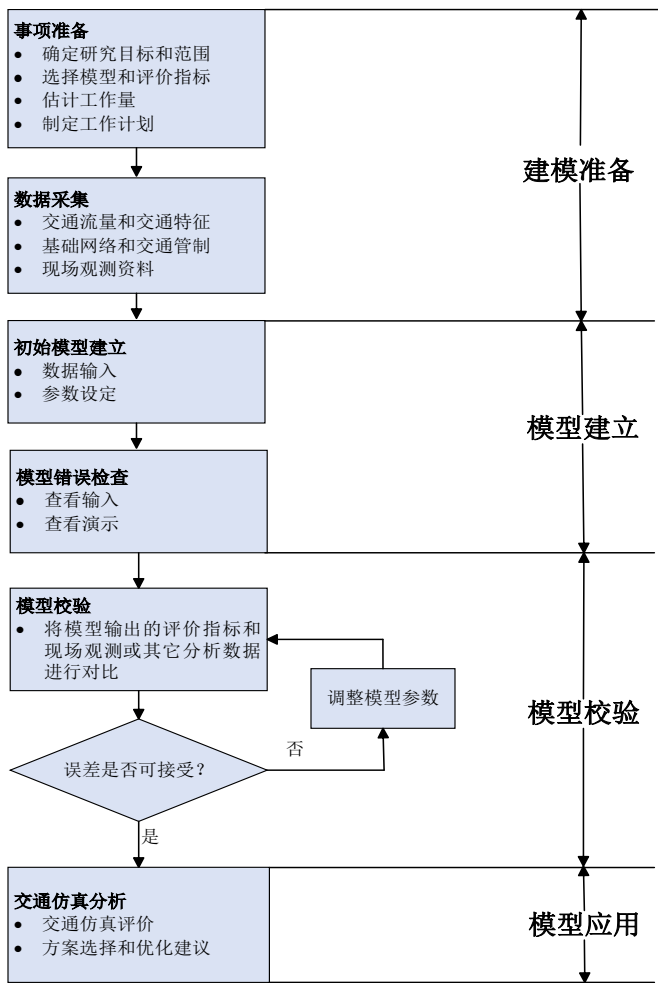


图 2 高速公路交通仿真建模与评价具体流程

5. 模型建立

5.1. 数据和信息采集

第一步，通过工作目标初步调研和分析，确定研究对象、研究范围和研究目的。

第二步，编写调查方案，在研究区域内确认没有任何交通管制或其它影响正常交通流状况下完成交通调查。详细流程如图3所示。

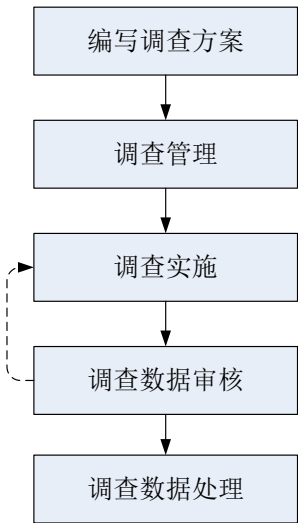


图 3 数据采集详细流程

数据和信息采集采集，包含静态数据和动态数据两个部分。

静态数据包含：高速公路底图信息、路网特征信息等。其中，高速公路底图信息采集不限于CAD图、航拍地图、GIS等。路网特征信息采集包括车道规模、车道宽度、车道功能、道路限速情况、交通标线、交通管理控制规则等；

动态数据包括：基于ETC的车辆出行起讫点信息、车型、出行时刻、行驶路径等，其中行驶路径主要通过高速公路门架信息体现；收费站进出流量；路段流量；车辆通过高速公路收费站的平均时耗；路段通行能力、互通立交和匝道转向流量比例、行程时间等。

第三步，检查数据的一致性以及与目标符合性，将审核后的数据整理成电子格式进行保存。

5.2. 初始模型建立

模型建立应在数字化底图并结合路网物理特征数据基础上以“描摹”形式建立，以确保在反映路网拓扑结构的同时，能够有效地反映路网的基本几何属性。

初始模型构建应输入数据和信息包含底图信息、路网特征信息、交通需求数据（如初始路段流量或初始 OD 数据）等，并设定交通仿真模型参数，构建初步基础模型。

模型建立后应进行错误检查，具体步骤是：

第一步，进行路网表达检查，检查是否正确搭建路网基础设施模型；

第二步，输出检查，对模型输入初始路段流量或初始 OD 数据，检查车辆行驶轨迹是否与实际相匹配，重点对车道数发生变化位置以及路口转弯处的车辆行驶轨迹进行检查。

6. 模型校准与校核

6.1. 模型校准

模型校准是确保交通仿真结果有效性和可靠性的关键步骤。高速公路仿真建模主要开展模型路段流量校准，其流程如图 4 所示。

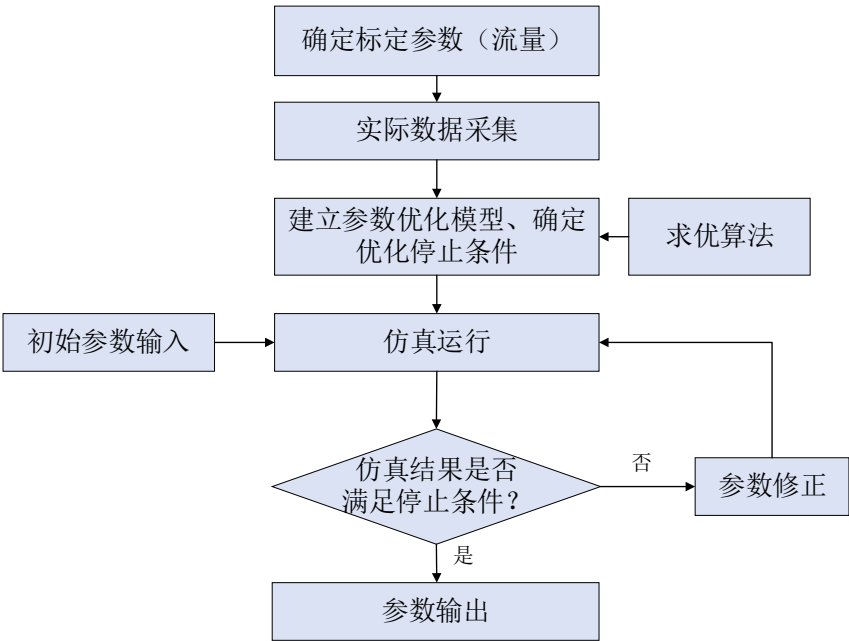


图 4 模型校准流程

模型流量校准输入数据包括：初始基础模型、路段理论通行能力等。模型参数校正目标是通过调整待校正参数组合，使得校正目标函数值达到一定的要求，这个临界值即为目标阈值，输出的模型参数应满足附录 A 临界值校准目标。

进行路段流量校准时输入数据应包括：车辆类型、车辆比例、车辆属性、路段流量或者区域 OD 数据、路段流量。路段流量校准首先应确保车辆类型、组成比例以及车辆属性与调查数据相符，对存在多个模拟时段的模型，应对每个模拟时段进行独立的路段流量校准。

可调整的影响校准目标的（路段流量）的参数，包括车头间距、车头时距以及警示距离、驾驶员熟悉度、路段成本费用等。

需要说明的是，根据模拟时段输入与之相对应的交通需求数据，应进行多次运行仿真，统计每次仿真一定时间间隔的路段流量，剔除与大多数结果差异较大的运算结果，并对剩下的结果进行分析，最后与调查得到的路段流量数据进行对比。若不满足附录 A 路段流量校准目标，应调整可调整的影响校准

目标的（路段流量）的参数中影响交通分配的参数。

求优化算法，宜采用遗传算法、模拟退火算法等机器学习算法。

6.2. 模型验证

模型验证包括：满足附录 A 路段流量校准目标模型、行程时间和路径，其流程图如图 5 所示。

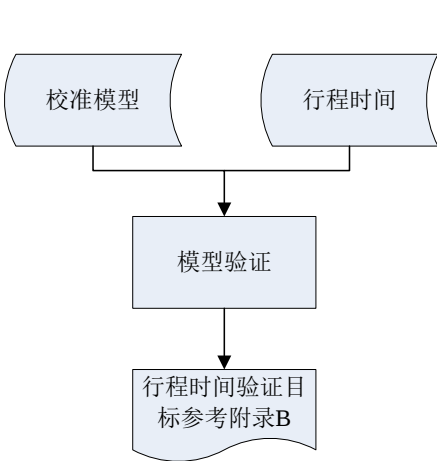


图 5 模型验证流程

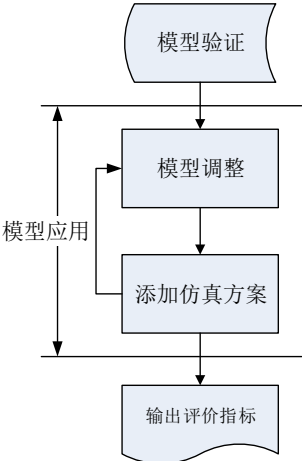


图 6 模型应用流程

若模型模拟多个时段，每个模拟时段都应进行独立的路径行程时间验证。

模拟经过多次模型运算，产生行程时间指标，剔除与大多数结果差异较大的运算结果，并对剩下的结果进行分析，最后与调查得到的行程时间数据进行验证。行程时间验证应满足附录 B。

完成基础模型的验证后，在不对其进行任何改变情况下应及时备份仿真模型。

7. 模型应用

模型应用即方案评价分析，通过仿真不同的设计方案得到相应的评价指标，从而为规划方案的对比选择提供决策参考。模型应用输入包括验证模型、设计方案仿真和对比分析，其流程如图 6 所示。

第一步，模型应用应在验证模型的平台上添方案并进行仿真测试。

第二步，在进行一个或多个方案的仿真测试时，除方案本身可存在差异外，验证模型和设计方案仿真模型的其他参数应保持一致。

第三步，设计方案仿真模型应进行一系列仿真模拟运算，以保证仿真模型结果与基础模型的可靠性。

第四步，交通仿真模型应用要对不同方案进行对比分析，并得出结论及优化建议。

附录 A
(资料性)
路段流量校准目标

仿真对象测量标准		单个或几个交叉口模拟 (OD ≤ 6*6)	通道模拟(高速公路、快速路、主干路) (6*6<OD≤15*15)	路网模拟 (OD > 15*15)
路段流量	小时流量 VOL 判断标准: (1) VOL<700, 绝对差在 100 以内; (2) 700<VOL<2700, 误差在 15%以内;	90% 以上路段符合此要求	85% 以上路段符合此要求	80% 以上路段符合此要求
	(3) VOL>2700, 绝对差在 400 以内; (4) 所有路段流量平均误差。	误差在 5% 以内	误差在 5% 以内	误差在 10% 以内
	GEH 判断标准: (1) 单个路段 GEH<5; (2) 所有路段平均。	90% 以上路段符合此要求	85% 以上路段符合此要求	80% 以上路段符合此要求
		GEH<3	GEH<4	GEH<5

GEH 计算公式如下:

$$GEH = \sqrt{\frac{(M - C)^2}{(M + C)}}$$

式中:
M——模型输出数据;
C——观测数据。

附 录 B
(资料性)
路段行程时间验证目标

行程时间验证目标	单个或几个交叉口 模拟 (OD ≤ 6*6)	通道模拟 (高速公路、快速路、主干路) (6*6<OD≤15*15)	路网模拟 (OD > 15*15)
单个路段/路径误差在 85% (或 1min 内)	90%以上路段符合 要求	85%以上路段符合要求	80%以上路段符合 要求