

Vissim仿真软件模型参数标定与应用

Parameter Calibration and Application for the Vissim Simulation Model

杨洪¹ 韩胜风² 陈小鸿¹

(1.同济大学交通运输学院, 上海 200092; 2.上海市道路交通研究中心, 上海 200092)

YANG Hong¹, HAN Shengfeng², CHEN Xiaohong¹

(1. School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Road Traffic Research Center, Shanghai 200092, China)

摘要: 交通仿真技术对于道路交通研究工作提供了十分重要的工具。尽管各仿真软件有自身的特色,但就其核心思想而言并未发生深刻变化。仅以在国内外应用较为广泛的Vissim仿真软件为例,简要介绍了仿真系统的基本结构,并对路段仿真所涉及的相关参数进行了剖析。重点选取显著影响仿真结果的跟车模型所关联的参数进行多情景实验分析,对比仿真结果与规范值,得出在通常情况下较为合理的参数取值范围。最后,结合实际应用,拟定一个双车道路段仿真实验方案,比较不同仿真参数取值时仿真路段交通特性的变化,进一步验证了实验参数调整的重要性。

Abstract: Traffic simulation technique provides a critical tool for traffic engineering studies. Although the software features vary across different simulation packages, the fundamental simulation mechanism of those packages remains the same. Taking Vissim, a well-known traffic simulation software tool, as an example, this paper briefly introduces the basic structure of the simulation system, and analyzes the parameters related to link traffic simulation. An emphasis was placed on analyzing vehicle-following model related parameters that significantly influence the simulation results of different scenarios. A comparison of standard parameter values with the simulation results leads to a relatively reasonable range of parameter values under normal conditions. Finally, based on a simulation scenario for a two-lane street segment, the importance of adjusting the experimental parameters was validated through variations of traffic characteristics resulted from different parameter values used in the simulation.

关键词: Vissim; 路段仿真; 跟车模型; 参数标定

Key words: Vissim; link traffic simulation; car-following model; parameter calibration

中图分类号: U491.1+23

文献标识码: A

收稿日期: 2005-10-13

作者简介: 杨洪,男,同济大学交通运输学院硕士研究生,主要研究方向: 交通运输规划与管理。E-mail: yanghong108@sina.com

目前国内使用的微观仿真软件有相当一部分是从国外引进的,其系统开发背景较很大程度上基于国外的交通特性,因此在实际引进应用时,需要对系统参数根据国内的相关情况加以修正。然而,在应用中很多使用者往往忽略参数标定这一环节的工作,一般采用系统默认推荐值直接进行建模分析,使得仿真结果缺乏合理性。本文以德国PTV公司开发的Vissim微观仿真软件为例,对其路段仿真涉及的关键参数进行研究。

1 Vissim仿真系统路段仿真参数标定涉及的问题

Vissim 仿真系统对路段交通流模拟时,主要考虑车辆、道路、驾驶行为、环境、交通管制措施等影响因素^[1],使用者可根据需要自行变动模型参数。在实际应用中发现许多使用者通常采用系统默认的参数值,并未根据实际需要作出修订。对于车辆尺寸、道路宽度等物化设备及设施的基本参数,国内外差异不甚明显,并且此类参数的调整使用者也容易判别;但对于涉及驾驶人行为的部分参数,因国内外驾驶习惯及行驶规则差异等影响,参数的不同对仿真结果的影响相当显著。实验中发现,采用影响驾驶行为的不同参数的仿真结果与系统默认值对比,单车道车辆单位时间内车辆通过数、车道占有率、车流密度等相差可达35%~45%。

与驾驶人行为相关的参数内嵌在Vissim仿真系

统的Driving Behavior模块中。对于城市道路路段研究而言主要涉及的4类影响因素为：①车道变换、等待时间参数；②必要的车道或路径变换加减速度最大值及可接受值参数；③横向特性参数；④跟车行为参数。根据实际应用经验，前3个参数软件推荐的平均值基本能满足使用要求。除了这三个可调整影响因素以外，Vissim系统中对于仿真结果起到关键影响因素之一的在于车辆跟车行为的设定。因此，本文选取第四个，即对于跟车行为所涉及的参数进行相应分析，找出与国内道路交通特性比较吻合的特征值，为仿真应用提供一定参考。

2 问题分析与研究

2.1 路段仿真核心模型及关键参数

交通仿真模型的选取对于仿真结果至关重要。Vissim仿真系统采用的是Wiedemann(1974年)研发的基于驾驶人心理—生理(psycho-physical)的跟车模型。这一模型的基本理念为：以较快车速行驶的车辆其驾驶人感知到前方较慢的车辆时开始减速，并达到期望速度限值跟近行驶，由于后车驾驶人不能精确判断前车车速，因此其车速会低于前车速度，从而引发他一定程度上采取加速措施直至再次达到期望值。这一结果直接导致加速与减速反复作用的过程^[2](iterative process)。车辆的运动过程基本状态如图1所示。

仿真系统中采用的Wiedemann模型在原有基础上不断改进，反映车辆之间关键参数的模型如下：

$$\begin{cases} d=ax+bx, \\ bx=(bx_add+bx_mult \times z) \cdot \sqrt{v}, \end{cases}$$

式中： d 为车辆跟驰间距/m； ax 为车辆静止时的平均期望间距/m，具有 ± 1 m的变化； bx 为车辆期望安全间距/m； bx_add 为车辆期望安全距离的加和项(Additive part of desired safety distance)； bx_mult 为车辆期望安全距离的乘数项(Multiplic part of desired safety distance)； z 为在 $[0, 1]$ 的系数，正常分布值为0.5，具有0.15的标准差； v 为车辆速度/(m/s)。

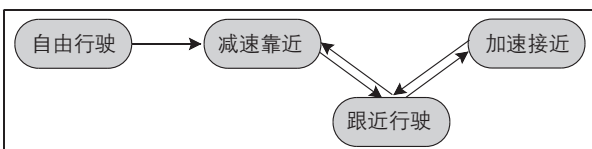


图1 车辆跟驰基本过程

Fig.1 Basic process of car following

实际应用中发现以上参数的调整对于仿真结果影响十分明显，在模型中因变量 bx 的取值可变范围较大，与之对应的 bx_add 和 bx_mult 因而作为重点分析对象。

2.2 参数测试及结果分析

利用宽度为3.50 m的单车道在给定 $ax = 2$ m以及其他驾驶行为参数标准化的前提下，测试车速、 bx_add 和 bx_mult 分别取不同值的情况下，对单车道通过能力进行测试。对应参数之间的一般关系，此处选取相应的 bx_add 和 bx_mult (等于 bx_add+1)参数值，为特定模拟内容做好准备。

由图2可以看出：①当 $bx_mult < 2.75$ 时，其变化对单位时间内车道通过流量影响不太明显；②当 $bx_mult > 3.75$ 时，其变化对单位时间内车道通过流量影响也不甚明显；③ bx_mult 处于 $2.75 \sim 3.75$ 时，不同参数取值确定的单车道最大通过流量差异较大。相比之下，当参数取值较小时，每车道每小时能够通过的最大车辆数随着速度的增加而不断增大。

按照《城市道路设计规范》推荐值，不同设计速度单车道可能通行能力值见表1。调整 bx_mul 取值，对其在 $2.75 \sim 3.75$ 取不同特征值，仿真得到的单位时间车道最大通过流量与规范推荐值见图3所示。

由图3可以看出仿真系统默认的参数值 $bx_add=2$ 和 $bx_mult=3$ 对应的流量值明显高于规范推荐的通行能力。当 bx_mult 取值处于 $3.5 \sim 3.75$ 时各速度对应最大通过流量能够较好地和规范推荐的通行能力值拟合，考

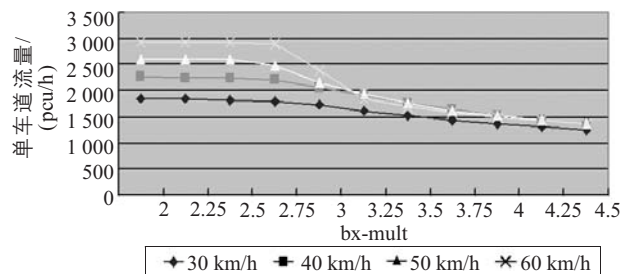


图2 各参数影响下流量图

Fig.2 Flow map of different parameters

表1 单车道可能通行能力

Tab.1 Possible capacity of single lane

计算行车速度/(km/h)	60	50	40	30
可能通行能力/(pcu/h)	1 730	1 690	1 640	1 550

考虑到车道通行能力是在最大通过流量的基础上进行一定修正而得，因此建议在进行仿真试验时，实验参数值 bx_mult 取3.5~3.75， bx_add 取2.5~2.75比较合理。

3 应用实例

3.1 实验方法设计

为了进一步反映前述参数对于实验结果的影响，此处以一路段仿真情况为例，对比分析采用建议参数与系统推荐参数对应的双车道混合车流路段交通特性。

在Vissim仿真系统中设置了相应的数据采集器，可以分车道分方向收集任意长度路段上车辆的速度、流量、密度、车道占用率等指标。测试过程中采用总计400 m长的路段作为实验段，其中前200 m作为过渡段，后200 m作为仿真路段，测试车道为单向2车道，仿真时长取4 400 s(采集指标时间为第400~4 000 s，共计1 h)，车辆平均仿真期望速度设定为50 km/h(48~58 km/h)。车辆组成考虑小客车(4.11 m × 1.8 m~4.76 m × 1.8 m)和大货车(10.21 m × 2.5 m)。仿真时参数 $bx_add=2.75$ 和 $bx_mult=3.75$ ，其余参数采用系统默认值。仿真流程如图4所示。

3.2 实验结果与分析

根据上述设计的仿真方法与环境要求，对不同的车种组合条件分别采用多个随机数进行试验，取其平均值作为仿真结果。得到每种情况下车道的最大通过量及相关指标(见表2)。表2中同列左侧数据对应参数采用建议值，右侧数据对应系统默认参数值。

从表3可以看出，对于不同混合车流而言，采用系统默认参数使得测定的双车道路段最大通过流量较采用建议值平均高出35%左右；由于车流量的增加使

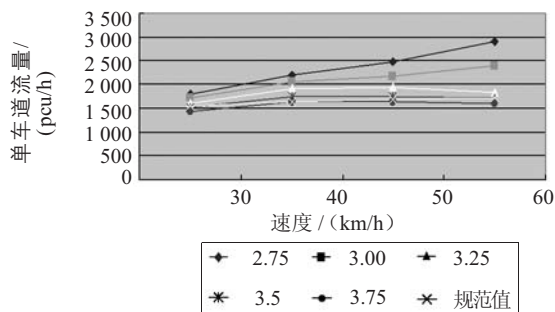


图3 系统默认参数值对应流量与规范值比较
Fig.3 Comparison of volumes between default and standard parameter values

得车道占有率平均高出建议值45%左右，车流密度也基本增加40%。参数取值的变化对于平均车速的影响不算明显，但是基本上较建议值降低5%左右。表2中车辆换算系数变化不大，其原因在于系统开发初期已经设定各车辆之间的基本换算情况，只是受到外界因素的影响后其值发生一定波动。尽管仅对车辆速度在50 km/h时做的上述实验，但结合第2节的分析，不难推定，在其他速度分布情况下，跟车模型中所采用的参数对于实验结果同样存在类似的影响。

3.3 小结

结合以上分析及实验环节所得的结果，在进行交通仿真研究时，以下几方面值得注意：

1) 在进行普通路段交通特性、管制方案效果分析等一系列仿真研究时，应首先拟合规范所建议的道路通行能力值或实际调查值；此环节可参考本研究结果，即仿真系统参数 bx_mult 取值范围为3.5~3.75， bx_add 取值范围为2.5~2.75。

2) 当 bx_mult 及 bx_add 取值低于建议值时，仿真速度与通行能力之间的敏感性极大；当取值高出建议值时，速度与通行能力之间的敏感性不明显。这种特性对于研究速度与通行能力之间的弹性关系十分重要，若不对参数进行合理标定，易被测试结果表象影响。

3) 实验中未考虑货车与客车速度的差异，特别是在高速公路及主干路这种二者速度差异较大的道路上，

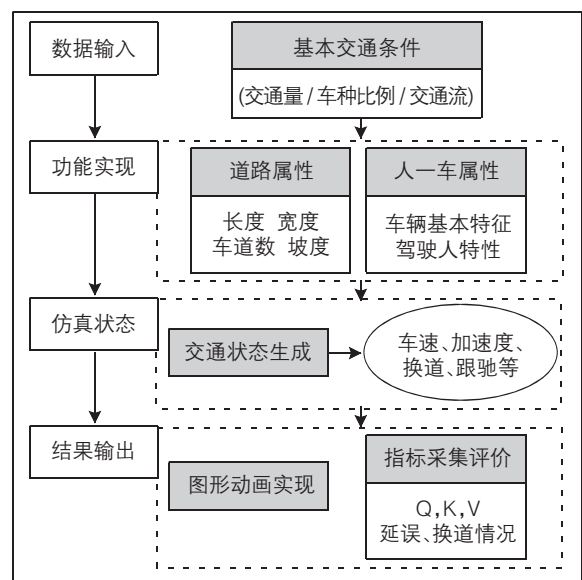


图4 路段仿真流程
Fig.4 A link simulation model process

以上建议取值有必要针对车种混合比例的影响加以修正，切忌以经验值为背景作为计算诸如v/c、密度等多个指标的基础。

4)尽管研究仅针对一般城市道路，对部分特殊研究对象，如交叉口、坡道、高架道路上下匝道、匝道合流及分流段等进行分析时，受信号控制、坡度、线形等其他因素约束，也应尽量结合实测交通状况对仿真模型参数进行标定，以上所采用的验证方法可以作为参考。

4 结语

相对较为简单的建模及测试过程，仿真系统后台的一系列关键参数的调整才是影响交通仿真效果的重

点所在。本文分析的两个关键指标仅为一个代表，包括车辆加减速、横向干扰等其他诸多因素的影响也需要加以重视。包括Vissim、CroSim、Synchro等在内的诸多仿真软件的开发都有其特殊的背景及适应环境，因此，在应用到具体的项目与研究当中时，对于系统参数的熟悉和标定非常重要，只有采用能够与实际情况拟合较好的参数作为基础才能确保仿真结果的精度。

参考文献

1 杨琪, 王炜.路段通行能力的动态微观仿真研究 [J].东南大学学报, 1998, 28 (3): 61~63
2 PTV. VISSIM 4.10 USER MANUAL [Z].German: Planung Transport Verkeher AG, 2005

表2 不同参数取值路段交通特征比较
Tab.2 Comparison of traffic characteristics with different parameters

小客车比例 /%	通过车辆数 / (辆/h)		车道平均占用率 /%		路段平均速度 / (km/h)		车流密度 / (辆/km)		等效大车换算系数	
100	1 632	2 181	14.30	19.85	50.9	49.2	32.2	44.1		
95	1 590	2 131	14.90	21.20	50.9	48.4	31.3	43.2	1.528	1.469
90	1 545	2 101	15.40	21.95	50.8	48.8	30.4	42.8	1.563	1.381
85	1 505	2 027	15.90	23.55	50.6	47.0	29.6	42.2	1.563	1.506
80	1 456	1 972	16.25	23.65	50.5	47.6	28.7	40.4	1.604	1.530
75	1 416	1 915	16.70	24.25	50.2	47.3	27.9	39.5	1.610	1.556
70	1 366	1 794	16.80	24.45	50.3	46.9	27.0	37.8	1.649	1.719
65	1 322	1 715	17.85	25.34	48.9	46.2	26.8	37.3	1.670	1.776
60	1 286	1 681	17.65	25.15	49.6	47.0	25.5	35.4	1.673	1.744

表3 系统默认参数相对于建议值对应各指标变化情况
Tab.3 Variations of parameters between system default and proposed values %

小客车比例 /%	通过车辆数变化	车道占用率变化	平均车速变化	车流密度变化	车辆换算系数
100	+33.64	+38.81	-3.34	+36.96	
95	+34.03	+42.28	-4.91	+38.02	-3.86
90	+35.99	+42.53	-3.94	+40.79	-11.66
85	+34.68	+48.11	-7.11	+42.57	-3.59
80	+35.44	+45.54	-5.74	+40.77	-4.64
75	+35.24	+45.21	-5.78	+41.58	-3.39
70	+31.33	+45.54	-6.76	+40.00	+4.24
65	+29.73	+41.96	-5.52	+39.18	+6.37
60	+30.72	+42.49	-5.24	+38.82	+4.24

注：表中“+”表示指标值增加的百分数，“-”表示指标值减少的百分数