

DB13

河 北 省 地 方 标 准

DB13/T 2529—2017

公路交通仿真准则

Technical standards of highway traffic simulation

2017-05-17 发布

2017-08-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

前　　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口。

本标准主要起草单位：衡水市公路工程质量监督站、衡水市交通运输局、石家庄铁道大学。

本标准主要起草人：贾世东、杨永亮、赵青、陈队永、刘博航、卜宝峰、寇凤岐、张晓亮、许洪亮、李万峰、国文涛、倪宝书、张宏、黄安双、张荣华、朱庆瑞、臧同义。

公路交通仿真准则

1 范围

本标准规定了公路建设项目交通仿真评价的术语和定义、基本规定、仿真项目分类、数据采集、道路条件建模、交通流条件建模、交通控制管理及运行环境条件建模、模型修正、模型校验和交通仿真报告。

本标准适用于公路建设项目的规划、可行性研究、设计等项目中进行的交通仿真工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的,凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改)适用于本文件。

JTJ 002-87 公路工程名词术语

JTG B01-2014 公路工程技术标准

3 术语和定义

JTJ 002和JTG B01界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路交通仿真*traffic simulation of highway*

公路交通仿真以计算机作为主要工具,以信息技术、相似原理、系统工程和交通工程领域的基本理论和专业技术作为基础,利用交通系统仿真模型对公路交通系统的运行状态进行模拟,采用数字或图像的方式来描述公路动态交通系统,以便于控制和把握该系统的一门实用技术。

3.2

研究区域*study area coverage*

研究区域指仿真模型所包含的区域。研究区域的范围应大于项目要求的范围大,这样是为了确保能够满足相关的要求。

3.3

缺省值 *default parameters*

缺省值即默认值。指公路交通仿真系统中自动赋予的预先已经设定好的参数值。

3.4

校验*calibration and verification*

校正即校准和验证。校准是公路交通仿真系统的使用者通过改变公路交通仿真模型当中的输入参数,使得仿真模型的输出数据或者图像更加准确地接近现实当中的公路交通系统的状况。验证是以交通

仿真系统应用的目的为出发点,确定在一组新的数据条件下交通仿真系统是否在某些指定的指标上都能够有一定的水平上代表现实世界的公路交通运行特征。

3.5

仿真预热时间 *the readiness time of simulation*

仿真预热时间是由公路交通仿真系统的实现机制决定的,在交通仿真开始后,系统会在一段时间内处于不稳定的状态,为了让最后数据符合交通仿真目的及要求,初期会有一段时间的数据不在报告中采用,这段时间就是仿真预热时间。

3.6

仿真分析时间 *the time of traffic simulation analysis*

仿真分析时间指仿真系统经过预热后,从开始记录数据到仿真结束的时间。

3.7

建模检查 *model checking*

建模检查指建模完成后,对建模过程当中的全部建模要素及相关影响因素进行的检查。

3.8

动画检查 *review animation*

动画检查指根据公路交通仿真中输出的动画,定性地检查公路交通仿真模型的真实性。

4 基本规定

4.1 公路交通仿真应根据现有公路交通资料、调查数据或预期的交通流量进行,得到仿真结果,并提出相关建议。

4.2 公路交通仿真工作包括但不限下列内容:

- a) 明确交通仿真的范围与目的;
- b) 相关调查和资料收集;
- c) 分析仿真范围内交通流特性;
- d) 交通方案分析;
- e) 搭建仿真路网;
- f) 仿真基础模型修正;
- g) 分析仿真结果;
- h) 编写仿真分析报告。

5 仿真项目分类

5.1 对公路交通仿真项目进行分类并编码。编码位数为8位,第1位代码代表公路行政等级;第2位代码代表公路技术等级;第3位代码代表交通仿真项目发生的时间;第4位代码代表仿真项目的交通组织情况;第5位代码代表交通仿真项目的具体仿真对象;第6、7位代码代表交叉口的交叉形式;第8位代码代表交叉口的控制方式。公路交通仿真公路项目代码结构如图1所示。

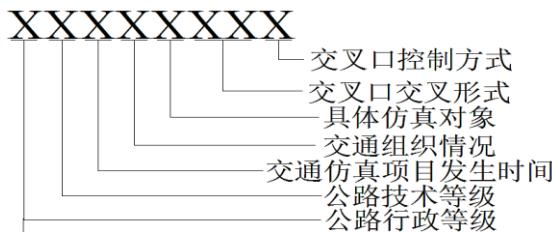


图 1 公路交通仿真项目代码结构

5.2 对交通仿真项目第 1 位进行编码。依据我国公路行政等级分类对仿真公路进行划分和编码，仿真公路按行政等级的分类和代码见表 1。

表 1 仿真公路按行政等级的分类和代码

分类	国家公路（国道）	省公路（省道）	县公路（县道）	乡公路（乡道）	专用公路	综合	其他
代码	G	S	X	Y	Z	C	0

注：综合是指仿真路网涉及两种及以上的不同行政等级的公路；其他是指仿真路网包含以上编号无法覆盖的类型。

5.3 对交通仿真项目第 2 位进行编码。依据我国公路技术等级分类对仿真路网进行划分和编码，仿真公路按技术等级的分类和代码见表 2。

表 2 仿真公路按技术等级的分类和代码

分类	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路	等外公路	综合	其他
代码	0	1	2	3	4	5	6	7

注：综合是指仿真路网涉及两种及以上的不同技术等级的公路；其他是指按技术等级没有划分到的公路。

5.4 对交通仿真项目第 3 位进行编码。依据对需要进行交通仿真的公路项目发生的具体时间进行分类和编码，公路仿真项目发生时间的分类和代码见表 3。

表 3 公路仿真项目发生时间的分类和代码

分类	现状交通	未来交通	其他
代码	1	2	3

5.5 对交通仿真项目第 4 位进行编码。依据对需要进行仿真的公路项目交通组织情况进行分类和编码，公路仿真项目交通组织情况的分类和代码见表 4。

表 4 公路仿真项目交通组织情况的分类和代码

分类	优化前	优化后	其他
代码	1	2	3

5.6 对交通仿真项目第 5 位进行编码。依据对需要进行仿真的公路项目具体仿真对象进行分类和编码，公路仿真路网具体对象分类和代码见表 5。

表 5 公路仿真路网具体对象分类和代码

分类	基本路段	交叉口	交织区	入口匝道	出口匝道	收费站	综合	其他
代码	1	2	3	4	5	6	7	8

注：综合是指公路仿真项目两种或两种以上的具体对象；其他指除表中列举的仿真项目具体对象之外的其他对象均定义为其他。

5.7 对交通仿真项目第6、7位进行编码。按照交叉口的交叉形式对仿真交叉口分类和编码，交叉口按交叉形式的分类和代码见表6。

表 6 交叉口按交叉形式的分类和代码

代码	名称	代码	名称
10	公路与公路平面交叉	25	部分苜蓿叶形立体交叉
11	T形平面交叉	26	Y形立体交叉
12	Y形平面交叉	27	喇叭加Y形立体交叉
13	十字形平面交叉	28	分离式立体交叉
14	X(斜)形平面交叉	29	其他形式的互通立体交叉
15	错位平面交叉	30	公路与铁路平面交叉
16	多岔平面交叉	40	公路与铁路立体交叉
17	环形平面交叉	41	上跨铁路立体交叉
18	折角式平面交叉	42	下穿铁路立体交叉
19	其他形式的平面交叉	50	公路与管线平面交叉
20	公路与公路立体交叉	60	公路与管线立体交叉
21	喇叭形立体交叉	70	公路与城市道路平面交叉
22	菱形立体交叉	80	公路与城市道路立体交叉
23	环形立体交叉(迂回式)	90	公路与其他设施交叉
24	完全苜蓿叶形立体交叉	91	综合

注：综合是指仿真路网交叉口包括以上两种及以上的交叉口类型。

5.8 对交通仿真项目第8位进行编码。对仿真交叉口按控制方式进行分类和编码，按控制方式对交叉口进行分类和编码见表7。

表 7 按控制方式对交叉口进行分类和编码

分类	无控制无优先级的路口	停车让行的路口	减速让行的路口	有信号灯控制的路口	立交路口	综合	其他
代码	1	2	3	4	5	6	7

注：环形交叉口控制方式通常属于减速让行，部分情况属于有信号灯控制；综合是指某交叉口的控制方式可能涉及前5种控制方式中两种及以上的组合；其他是指某交叉口不涉及前5种控制方式。

6 数据采集

6.1 数据采集类别

交通仿真公路项目采集的数据应包含道路数据、交通流数据和交通控制、管理及运行环境数据三大类。根据仿真对象和仿真目的不同，可以对采集的数据类别进行取舍。

6.2 数据采集方案

进行数据调查采集时，应根据数据所需精度选择适合的数据调查采集方案；设计调查方案时，应对调查的每一个步骤进行详细的说明，以减少调查时的人为误差；数据调查采集时，应严格遵守设计方案步骤和要求。

6.3 道路条件数据采集

道路条件数据资料优先考虑从规划、设计等相关部门获得，包括卫星地图，设计图纸及相关文件等。对于获得的数据资料应对其中的关键数据进行实地确认；对于无法获得的数据资料应组织测量人员前往项目现场进行实地测量。

6.4 交通流数据采集

交通流运行数据一般情况下包括交通量、通行能力、延误和排队时间等；车辆数据一般包括车辆的长度、宽度、期望速度、期望加速度等；出行者特性数据包括反应速度、路径选择行为、驾驶冒险性和信息遵从率等。应根据交通仿真目的或具体要求确定仿真数据采集的日期，时段。一般情况下调查工作日的早晚高峰时段。

6.5 交通控制管理及运行环境数据采集

交通管理数据应该包括各种交通标志形式及其位置、标线形式及其位置、信息服务标志及其位置以及其他管理措施。这些数据一般可从交警部门获取，也可以通过现场调查来获取。可能的运行环境数据包括阻塞及交通事故、车道关闭、施工区、路边临时停车、道路线形变化、天气因素等。

7 道路条件建模

7.1 确定仿真区域

仿真区域一般应包含全部项目研究范围，为了交通仿真系统能准确反映研究范围内交通流运行情况，一般应向外拓展200m；当条件受限时，项目评价区域外延路段长度的最小值应符合表8的规定。

表 8 项目评价区域外延路段长度的最小值规定

公路等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
车辆速度 (km/h)	60~120	60~100	40~80	30~60	20~40
路段长度 (m)	40~130	40~105	20~70	15~40	15~20

7.2 底图导入

确定仿真区域之后，导入仿真路网的底图，在底图基础上对路网进行设置。

7.3 公路交通仿真的道路条件设置包含内容

交通仿真单元基本说明见表9。

表 9 交通仿真单元基本说明

交通单元	基本说明
基本路段	在道路或匝道上, 车辆运行不受交织、分流和合流影响的路段。
交叉口	两条及两条以上道路的相交处。
入口匝道	供车辆驶入主线的匝道或匝道路段。
出口匝道	供车辆驶离主线的匝道或匝道路段。
收费站	为收取车辆通行费而建设的交通设施。
交织区	指行驶方向大致相同而不完全一致的两股或多股车流, 沿着一定长度的路段, 不借助于交通控制与指挥设备, 自主进行合流而又实现分流的区域。

7.3.1 基本路段设置

应如实反映车道数、行车道宽度、中间带及路肩宽度等的路段要素, 应如实反映道路横断面的组织形式, 并且参数变化可以如实反映道路线形以及坡度的变化情况, 各参数实测值与理论值的误差应控制在一定范围以内。

7.3.2 交叉口设置

交叉口数目应以实际调查的交叉口数目为准。交叉口的几何形式及控制方式应能准确反映交叉口的现实状况。

7.3.3 入口匝道设置

应能如实反映影响入口匝道处影响交通流运行的主要几何参数, 包括主线和匝道的车道数、平纵线形、匝道汇入角等。

7.3.4 出口匝道设置

应能如实反映影响出口匝道处影响交通流运行的主要几何参数, 包括主线和匝道的车道数、平纵线形、相交角度等。

7.3.5 收费站设置

应如实反映收费站车道数, 收费车道和收费岛的几何尺寸、收费站位置等特征。

7.3.6 交织区设置

应能如实反映交织区长度、交织区断面车道数、交织区类型等参数。

7.4 核实公路交通仿真中道路条件各参数的正确性

公路交通仿真路网设置后,应对车道数、车道宽度、路肩宽度、中间带、道路长度、出入口匝道与主路的交角、交织区长度、收费站处车道、收费亭的几何尺寸、交叉口数量和交叉口的几何形状进行逐一检查。仿真项目中各道路构成元素与实际值误差应控制在一定范围内。

8 交通流条件建模

8.1 交通流运行数据

应能如实反映交通流量、交通组成、区间平均速度、车辆平均延误和排队长度等数据。

8.2 车辆基本数据

应能如实反映车辆类型、长度、宽度、高度、重量及载客量、期望速度、最大加速度、最大减速度、期望加速度、期望减速度等数据。

8.3 车辆运动数据

应能如实反映平均跟随车头时距、车道变换行为相关参数、排队状态下车辆间的最小间隔、可穿越间隙等数据。

8.4 驾驶员有关数据

应能如实反映驾驶员反应时间、驾驶冒险度、道路设施偏好等。

8.5 非机动车交通流数据

应能如实反映非机动车骑行者的跟驰行为、转弯行为和机非干扰行为等。

8.6 行人交通流数据

应能如实反映行人个体速度、步幅、步频等。

8.7 核实公路交通仿真中交通流条件各参数的正确性

公路交通仿真中交通流数据包括交通流运行数据、车辆基本数据、车辆运动数据、驾驶员等有关数据。

9 交通控制、管理及运行环境条件建模

9.1 交通控制设施

应能如实反映包括但不限下列交通控制措施的相关影响:

- a) 无控制时,应能如实反映让行区域及让行规则等;
- b) 停车控制,应能如实反映停车信号、停车线、停车区域;
- c) 信号控制,应能如实反映定时控制、感应式控制、自适应式控制的相关参数;
- d) 匝道控制,应能如实反映匝道控制相关控制参数。

9.2 交通管理情况

应能如实反映包括但不限下列交通管理情况:

- a) 警示措施的影响:包括交通事故、下坡、建筑物出口等情况下设置的警示措施产生的影响;

- b) 限行、禁行措施的影响：包括车速限制、绕道行驶、车道禁用、禁止转弯、禁止直行、禁止货车通行和禁止掉头等交通管理措施产生的影响；
- c) 信息诱导措施的影响：包括指路标志、动态可变信息显示板等交通管理措施产生的影响；
- d) 其它：公路交通仿真还应能如实反映其它交通管理措施和情况，如交通检测设备的类型和位置等。

9.3 运行环境数据

应能如实反映包括但不限下列交通运行环境：

- a) 阻塞及交通事故；
- b) 车道关闭；
- c) 施工区；
- d) 路边临时停车；
- e) 转弯、路段相互干扰等引起的车速变化；
- f) 天气因素（温度、风、雨、雪、冰、雾、光等）。

10 模型修正

10.1 修正检查包括软件检查、建模检查、输出动画检查三步。

10.2 软件检查是对软件版本和缺陷的检查，宜使用主流软件的最新版本。

10.3 建模检查应对路网模型及其他交通供给、交通需求、出行者行为及车辆特性、仿真控制参数、影响因素、输出数据等建模要素进行检查。

10.4 输出动画检查是依据软件输出的动画对模型进行定性检查。

10.5 只有满足包括但不限下列条件时，检查才可停止：

- a) 所有建模输入数据都是正确的；
- b) 交通行为参数、影响因素数据及其代理方法是合理的；
- c) 仿真动画是合理的。

11 模型校验

11.1 模型校验的前提、范围和步骤

11.1.1 公路交通仿真必须进行模型校正环节，以提高仿真模型的可信度。

11.1.2 校验应该在完成数据采集及分析、基础模型建立以及错误检查等工作的基础上进行。

11.1.3 校验指标应至少包括交通量、通行能力以及系统运行指标三类指标。

11.1.4 校验包括模型的校准和模型的验证两部分。

11.1.5 在模型校正之前应确定模型的预热时间和最小仿真次数。

11.2 模型校准

11.2.1 校正过程应首先进行模型校准。模型校准须严格按照校准步骤进行，校准步骤为：默认参数评价；校准指标的确定；待校准参数的选择；仿真实验校准。

11.2.2 模型校准应首先进行默认参数评价。当对默认参数进行可行性测试时，若模型样本和实测样本之间具有很高的拟合度，则默认参数不需要调整。否则，需要进行默认参数调整。

11.2.3 参数校准宜采用直接法，无此条件时，才可选择间接法。确定影响校准指标的参数应包括参数初选、参数敏感性分析、参数范围确定和可行性分析。

11.2.3.1 参数初选

所选参数应能够反映以下指标：平均跟随车头时距（或空距）、驾驶员反应时间、车道变换距离相关参数以及排队状态下车辆的最小间隔。

11.2.3.2 参数敏感性分析

参数敏感性分析应首先进行随机误差比较，判断由参数变化引起的结果变动是否显著，然后对不同参数的敏感度进行排序。

11.2.3.3 参数范围的确定和可行性分析

参数范围的确定应根据所用仿真软件的用户手册来确定相应参数可能达到的最大值和最小值。同时辅之以相应的可行性测试，以证实参数范围的可行性。在参数范围的可行性得到确认后，根据参数的敏感度，确定参数的阈值空间和分级水平。

11.2.4 仿真实验校准

校准实验的方法应采用正交实验法。

11.3 模型验证

11.3.1 公路交通仿真模型的校正过程应进行模型验证。模型验证应分为统计验证和三维动画验证两步骤进行。

11.3.2 模型验证时应从以下方面进行考虑：应用一组新的输入数据来验证经校准的仿真模型是否能真正反映仿真对象的真实情况；若没有新的输入数据，应重新选择一组或几组新的系统性能评价指标来验证仿真模型是否还能得到较可信的结果。

- a) 在进行统计验证时，宜采用交通量、通行能力及延误三个指标进行验证；
- b) 在进行统计验证时，宜采用仿真结果分布结构检验法；
- c) 在进行动画验证的过程中，应关注瓶颈点的位置和数量、拥挤处的排队和消散情况、冲突区域和严重程度、重点路段的速度—流量关系以及车辆汇入汇出区域的交通行为。

12 交通仿真报告

12.1 完整的交通仿真项目应出具模型分析报告和模型技术报告。

12.2 模型分析报告

模型分析报告包括但不限下列主要内容：

- a) 仿真范围与仿真目的；

- b) 仿真分析方法概述;
- c) 数据的来源、处理数据时所用的方法和预测假设;
- d) 建模过程概述;
- e) 参数的校正数值;
- f) 仿真评价结果数据
- g) 可选替代方案的描述;
- h) 不同方案的比较结果;
- i) 结论以及建议。

其中, b项中应说明研究分析所采用的工具, 分析方法和基本依据。并说明可能采用的交通需求假设或其他由交通仿真使用者做出的假设。

其中, g、h两项可以根据情况取舍, 其他项目为必须。

结论一般应包含仿真范围内重要交叉口的延误和排队长度指标, 重要区段的延误和运行时间。交叉口或其他交通单元的改善建议。

12.3 模型技术报告

模型技术报告包括但不限下列主要内容:

- a) 仿真范围与仿真目的;
- b) 数据调查过程和处理过程, 包括预测假设的过程;
- c) 道路条件建模的过程及中间数据;
- d) 交通流条件建模的过程及中间数据;
- e) 交通控制、管理及运行环境建模的过程及中间数据;
- f) 模型修正和模型校验的过程和中间数据;
- g) 主要交通方案的仿真结果;
- h) 可选替代方案的仿真模型修改过程及中间数据;
- i) 不同方案的比较结果及比较数据;
- j) 结论以及建议。

在分析报告的基础上, 技术报告应说明建模与分析过程中所运用的方法和得到的中间数据。数据必须是可以再现的。

技术报告中应对模型的建立和应用时所涉及的相关数据和资料进行整理, 并用表格的形式表现出来, 以便日后检索查阅。

技术报告可以在分析报告的末尾以附录的形式出现, 也可以单独制定成册。以附录形式出现时, 可以选择以上项目中重要的1项或几项, 作为模型分析报告的细节补充, 并非所提到项目均要撰写。

参 考 文 献

- [1] 刘博航, 安桂江等. 交通仿真实验教程(第2版) [M]. 北京: 人民交通出版社, 2015
- [2] 刘博航, 安桂江等. 交通仿真实验教程 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2012
- [3] 任其亮, 刘博航等. 交通仿真 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2013
- [4] 裴玉龙, 张亚平等. 道路交通系统仿真 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004
- [5] 吴娇蓉. 交通系统仿真及应用 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2002
- [6] 刘运通, 石建军, 熊辉. 交通系统仿真技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [7] 孙剑等. 微观交通仿真分析指南 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2014
- [8] 郭敏, 杜怡曼等. 微观交通仿真基础理论及应用实例 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2012
- [9] 孙剑, 杨晓光. 微观交通仿真模型系统参数校正研究——以VISSIM的应用为例 [J]. 交通与计算机, 2004, 22(3): 3-6
- [10] 张长春, 牛学勤. 基于正交试验法的交叉口VISSIM模型参数标定 [J]. 交通科技, 2011(2): 110-112
- [11] 李志明, 闫小勇. 基于遗传算法的交通仿真模型参数校正方法研究 [J]. 交通标准化, 2006(4): 21-23
- [12] 王殿海, 陶鹏飞, 金盛, 马东方. 跟驰模型参数标定及验证 [J]. 吉林大学学报, 2011, 41(1): 59-65
- [13] 关宏志, 王明文, 池红波. 混合交通中非机动车对路段交通流的影响 [J]. 北京工业大学学报, 2005, 31(3): 281-283
- [14] 盖春英. VISSIM微观仿真系统及在道路交通中的应用 [J]. 公路, 2005(8): 118-121
- [15] VISSIM Version 5.0 User Manual [M]. PTV AG. Karlsruhe, Germany. 2011
- [16] FRITZSCHE H T. A model for traffic simulation [J]. Transportation Engineering contribution, 1994, 5; 317-321
- [17] SIAS Limited. The Micro simulation Transport Analysis Guide [EB/OL]. 2007-07-05.
<http://www.sias.com>
- [18] JTG D80-2006, 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范 [S]
- [19] JTG D81-2006, 公路交通安全设施设计规范 [S]
- [20] JTG/T D81-2006, 公路交通安全设施设计细则 [S]