

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

城市区域高（快）速路安全性评价规范

specification for urban expressway Safety audit

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发 布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 总体评价	2
6 专项评价	2
6.1 一般规定	2
6.2 隧道（出入口）间距受限路段	2
6.3 互通立交（出入口）间距受限路段	3
6.4 复合式互通立交路段	4
6.5 宽幅路面路段	4
6.6 小半径曲线路段	5
6.7 养护作业路段	6
6.8 其他风险路段	7
7 评价结论与报告	7
7.1 评价结论	7
7.2 评价报告	8
附录 A（规范性） 驾驶模拟实验评价过程	9
A.1 一般规定	9
A.2 实验设备	9
A.3 实验设计	9
A.4 实验准备	9
A.5 实验实施	9
附录 B（规范性） 交通仿真实验评价过程	10
附录 C（规范性） 水流场仿真计算流程	11
附录 D（规范性） 评价报告及封面与扉页格式	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由广州机场第二高速公路有限公司提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

本文件主要针对城市区域高（快）速路车道数多、交通量大、互通立交间距受限、存在复合式立交、隧道出入口与互通立交或服务区等间距受限等特点，明确评价重点，提出安全评价方法，指导安全评价而编制。

城市区域高（快）速路安全性评价规范

1 范围

本文件规定了城市区域高（快）速路安全性总体评价、专项评价、评价结论与报告等要求。

本文件适用于城市区域新建或改扩建高速公路和城市快速路项目中结构物间距受限路段、复合式互通立交路段、多车道路面宽幅路段、小半径曲线路段、其他风险路段、养护作业路段等的安全性评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG B01-2014 公路工程技术标准
JTG B05-2015 公路项目安全性评价规范
JTG D20-2017 公路路线设计规范
JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
JTG D81-2017 公路交通安全设施设计规范
JTG/T D21-2014 公路立体交叉设计细则
JTG/T D81-2017 公路交通安全设施设计细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市区域高（快）速路 Expressway in urban areas

在城市建成区及城郊，专供汽车分向分车道行驶，设有中央分隔带，全部控制出入的多车道道路，包括高速公路和城市快速路。

3.2

富余附着系数 Surplus adhesion coefficient

轮胎与路面的附着系数按照摩擦圆分配一部分横向力系数（包括弯道行驶及应急变道避让）后尚能提供纵向制动减速的能力。

3.3

结构物间距受限路段 Segment with Restricted Structure Spacing

在城市区域高（快）速路上，由于桥梁、隧道、互通立交、收费站、服务区等大型结构物出入口（起终点）间的距离较短，导致车辆在有限的距离内无法按照正常驾驶要求进行变道、减速或加速操作的路段。

3.4

宽幅路面路段 Wide Roadway Segment

车道数较多且路面宽度较大的城市区域高（快）速路段，通常包括多车道的主干道或辅道。

4 总体要求

- 4.1 城市区域高（快）速路安全性评价前应根据《公路项目安全性评价规范》（JTG B05-2015）进行对应阶段的安全性评价。
- 4.2 城市区域高（快）速路安全性评价包含总体评价和专项评价。
- 4.3 应在交通预测或道路交通运输状态调查的基础上，对城市区域高（快）速路安全性进行总体评价。
- 4.4 应在交通预测或道路交通运输状态调查的基础上，对城市区域高（快）速路的特定路段的安全性或特定时期的安全性进行专项评价。
- 4.5 应根据项目在工程可行性研究、初步设计、施工图设计、施工期等不同阶段的特点，按照后续条文中一般规定的说明确定相应的评价内容。

5 总体评价

- 5.1 应在城市区域高（快）路项目的初步设计阶段、施工图设计阶段、交工阶段、后评价阶段开展总体评价。
- 5.2 应根据道路功能定位、预测交通量及交通组成、大型结构物分布、沿线气象环境等，对项目采用的主要技术指标进行评价，各阶段应明确的重点路段和重点问题包括但不限于以下：
 - 5.2.1 初步设计阶段，应评价沿线地铁等基础设施，水源保护区、矿区等特殊地质和地理环境，桥梁、隧道、复杂互通立交及其他大型结构物对城市区域高（快）路安全性的影响。
 - 5.2.2 施工图设计阶段和交工阶段，应评价交通标志、标线等交通工程设计，服务区、停车区等沿线设施的布设对城市区域高（快）路安全性的影响。
 - 5.2.3 后评价阶段，应评价交通量及交通组成、路侧环境、管理技术、气象条件等对城市区域高（快）路的影响。
- 5.3 总体评价方法和结论参照《公路项目安全性评价规范》（JTG B05）执行。
- 5.4 改扩建高（快）速路利用既有道路的路段，应根据既有公路运营状况、交通事故资料等，分析该路段的特点，并按《公路项目安全性评价规范》（JTG B05）对利用路段的设计指标进行评价。
- 5.5 应对上一阶段的安全性评价意见的响应情况进行核查。

6 专项评价

6.1 一般规定

- 6.1.1 专项评价包含结构物间距受限路段、复合式互通立交路段、多车道路面宽幅路段、小半径曲线路段、其他风险路段、养护作业路段等的安全性评价。
- 6.1.2 专项评价可采用驾驶模拟和交通仿真的技术手段进行。

6.2 隧道（出入口）间距受限路段

- 6.2.1 隧道（出入口）间距受限路段包含隧道出口间距受限路段、隧道入口间距受限路段。
 - 6.2.1.1 隧道出口间距受限路段包含隧道出口-互通立交（服务区、停车区）出口路段、隧道出口-桥梁起点路段。
 - 6.2.1.2 隧道入口间距受限路段包含互通立交（服务区、停车区）入口-隧道入口路段、桥梁终点-隧道入口路段。
- 6.2.2 隧道（出入口）间距受限路段应进行安全性等级评级。
 - 6.2.2.1 隧道（出入口）间距受限路段安全性等级可通过驾驶模拟方式，对道路线形、交通标志标线等指路与诱导设施进行评价，评价方法见附录 A。
 - 6.2.2.3 隧道（出入口）间距受限路段的安全性等级分为低、中、高三级，安全性等级应按下列流程确定：
 - a) 按照公式（1）计算出过渡参数 βX ；
 - b) 按照公式（2）计算隧道（出入口）间距受限路段各类安全等级对应的风险概率；
 - c) 在各类安全等级对应的风险概率值中取最大的数值为风险概率；

d) 根据风险概率对应的安全等级类型，确定安全性等级。

$$\beta X = -0.98L + 1.17N_3 + 3.09F_{High} + 0.66S \dots\dots\dots (1)$$

$$\begin{cases} P(j=l) = \frac{\exp(1.88-\beta X)}{1+\exp(1.88-\beta X)} \\ P(j=m) = \frac{\exp(5.30-\beta X)}{1+\exp(5.30-\beta X)} - P(j=l) \dots\dots\dots (2) \\ P(j=h) = T \times E \times \left(1 - \frac{\exp(5.30-\beta X)}{1+\exp(5.30-\beta X)}\right) \end{cases}$$

式中：

βX ——过渡参数，综合反应道路几何特征和交通运行环境的中间变量；

L ——间距受限路段长度，单位为100m；

N_3 ——主线车道数系数，反映主线车道数量对安全性影响的调整系数，4车道时为1.5，3车道时为1，2车道为0；

F_{High} ——交通流状态系数，用于评估不同交通流状态下道路运行安全性的调整系数，高密度状态（大于1200pcu/（ln·h））为1，低密度状态为0；

S ——主线限速，单位为10km/h；

$P(j)$ ——第 j 类安全等级对应的概率（0~1）， $j=l、m、h$ 分别对应安全性等级低、中、高；

T ——交通流系数，综合反映交通流特性对道路安全性和通行能力影响的调整系数，当分流车辆占比高于20%-30%时取1.2，否则为1.0；

E ——交通环境系数，衡量外部环境因素对道路安全性和通行能力影响的调整系数，根据隧道环境和当地气候选取，不利条件下为1.1，否则为1.0。

6.3 互通立交（出入口）间距受限路段

6.3.1 互通立交（出入口）间距受限路段包含单体互通立交变速车道间距受限路段、相邻互通立交间距受限路段。

6.3.2 互通立交间距受限路段安全性评价可分为互通立交（出入口）非自由流评估与自由流评估两个层次。

6.3.2.1 互通立交（出入口）非自由流评估可通过交通仿真方式进行评价，评价方法见附录A，应符合下列规定：

- 非自由流评估适用于工程可行性研究阶段；
- 非自由流评估应重点考虑几何影响因素和交通流影响因素；
- 应考虑包含间距受限段长度、间距受限段车道数等几何线形要素；
- 应考虑包含间距受限段交通量、交织流量比、汇出比等交通流因素；
- 非自由流评估安全性分级标准应符合表1的要求；

表1 非自由流评估安全性等级大小

安全性等级	高	中	低
ATC（次/pcu·km）	ATC < 2.0	2.0 ≤ ATC < 3.8	ATC ≥ 3.8

f) 非自由流评估指标宜选用车公里冲突率（ATC），按公式（3）计算；

g) 应针对评估结果进行安全性影响因素分析。

$$ATC = (0.964, 0.246, 1.101, 0.986, 1.043) \begin{bmatrix} 2.637L^2 - 5.5675L + 3.7023 \\ -0.0922N^2 + 1.3747N - 2.1747 \\ 3 \times 10^{-9}Q^2 + 0.0003Q + 0.8456 \\ 17.95QR^2 - 9.821QR + 2.547 \\ 11.093R^2 - 1.4707R + 1.0706 \end{bmatrix} - 8.254 \dots\dots (3)$$

式中：

ATC ——车公里冲突率，既间距受限段运行风险值；

L ——间距受限段长度，单位为m；

N ——间距受限段车道数；

Q ——间距受限段交通量，单位为pcu/h；

QR ——交织流量比，交织区内交织流量占总交通量的比例（0~1）；

R ——汇出比，交织区内汇出车辆占交织流量的比例（0~1）；

6.3.2.2 自由流评估应对道路线形、交通标志标线等指路与诱导设施进行评价，评价方式可通过驾驶模拟实验进行，评价方法见附录B，应符合下列规定：

a) 自由流评估指标宜选用风险指数得分 RIS ，自由流评估安全性等级宜选用风险指数得分 RIS 进行分级，并符合表2的规定；

表2 自由流评估安全性等级大小

安全性等级	高	中	低
RIS	[0, 0.36)	[0.36, 0.6)	[0.60, 1]

b) 风险指数得分 RIS 应按照公式（4）计算；

c) 加速度指数 R_a 应按照表3选取；

$$\begin{cases} RIS = \alpha \times R_v + \beta \times R_h + \gamma \times R_a \\ R_v = \max(0, \frac{V_a - V_b}{V_a}) \\ R_h = \max(0, 1 - \frac{h}{h_s}) \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

RIS ——风险指数得分；

R_v ——车速差指数；

R_h ——车头间距指数；

R_a ——加速度指数

α ——车速差指数的权重，建议取0.193；

β ——车头间距指数的权重，建议取0.724；

γ ——减速度指数的权重，建议取0.083；

V_a ——后车车速，单位km/h；

V_b ——前车车速，单位km/h；

h ——前后车间距，单位m；

h_s ——最小安全行车间距，单位km/h；

表3 不同加速度下危险程度一览表

危险程度	安全	较安全	较危险	很危险
$ a $ (m·s ⁻²)	<2	2-3	3-6	>6
R_a	0	0.2	0.5	1
注： a 为加速度绝对值。				

6.4 复合式互通立交路段

6.4.1 应对复合式互通立交的连接方式、适用性及交通标志标线等指路与诱导设施进行评价，宜采用附录A的驾驶模拟方式。

6.4.2 应结合运行速度、交通流、交通组成等对复合式互通立交平面、纵断面视距进行评价。

6.4.3 对于采用辅助车道相连的复合式互通立交，应对辅助车道长度、辅助车道与主线速度协调性进行评价。

6.4.4 当互通立交与服务区合并复合设置时，应结合服务区与互通立交相对位置关系，对相邻分流鼻间距进行评价。

6.4.5 应结合路段线形和交通运行特性，对复合式互通立交标志标线的交通诱导效果进行评价，可采用标志视认实验评价驾驶员的寻路正确性。

6.5 宽幅路面路段

6.5.1 应重点检查宽幅路面路段的排水设施是否满足要求并重点分析平曲线超高过渡段的水膜厚度对行车安全的影响。

6.5.2 应根据区位特点，合理估算降雨强度，以便进行水膜厚度计算。降雨强度可按照公式（5）进行估算。

$$q_{p,t} = \frac{1600(1+0.846 \lg P)}{(t+7.0)^{0.656}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$q_{p,t}$ ——设计降雨强度（L/（s·hm²））；

P ——设计重现期（a）；

t ——降雨历时（min）。

6.5.3 双向八车道零纵坡降雨强度为0.64mm/min（暴雨）的超高过渡段平均水膜厚度按表4估算。

表4 不同曲线半径水膜厚度估算参考值

平曲线半径（米）	650	1000	3000
平均水膜厚度（mm）	6.44	5.54	3.31
90%分位水膜厚度（mm）	21.0	17.5	10.5
不同降雨强度的水膜厚度按此等比例折算； 不同曲线半径的水膜厚度按二次多项式进行内插。			
注：90%分位水膜厚度是指超过过渡段中水膜厚度低于该值的面积占比为90%；			

6.5.4 道路纵坡不为零时应考虑纵坡对平均水膜厚度的影响，水膜厚度降低率可按表5取值。

表5 纵坡对水膜厚度降低率

道路纵坡/%	0	0.5	1	2	3
I型路面	0	31.7%	37.7%	41.8%	43.3%
II型路面	0	52.4%	53.4%	59.3%	61.1%
注1：I型路面位于第一缓和曲线段，从上游端的正常路拱开始，到下游端的全超高结束 注2：II型路面位于第二缓和曲线段，从全超高开始，以正常路拱结束。					

6.5.5 当设置竖曲线时，不同前坡值的道路平均水膜厚度增加率按表6取值。

表6 不同前坡值的道路平均水膜厚度增加率

路面类型	I型路面				II型路面				
	前坡值/%	0.5	1	2	3	-0.5	-1	-2	-3
增长率/%	凹曲线	-0.34	-0.06	0.13	-	3.56	29.21	8.39	3.91
	凸曲线	0.04	-0.35	-0.22	-0.52	-6.14	-1.88	0.25	-
本表中凹曲线对应的竖曲线后坡为3%，凸曲线应的曲线后坡为-3%，其他数值可以通过内插估算。									

6.5.6 为准确计算不同降雨强度和道路平纵横组合下的水膜厚度，可进行水流场仿真计算，计算方法见附录C。

6.5.7 水膜厚度及其分布对道路安全的影响可按表7进行安全性等级的评估。

表7 不同前坡值的道路平均水膜厚度增加率

安全性等级	很低	低	一般	高
平均水膜厚度（mm）	>2.7	2~2.7	1.5~2	<1.5
90%分位水膜厚度（mm）	>9	6.3~9	4.8~6.3	<4.8

6.6 小半径曲线路段

6.6.1 应对圆曲线半径小于等于一般最小半径及设超高推荐半径（表8）的路段进行重点评价。

表8 不同设计车速下一般最小（设超高推荐）半径

设计车速 (km/h)	120	100	80	60
高速公路一般最小半径 (m)	1000	700	400	200
城市快速路设超高推荐半径 (m)	/	650	400	300

6.6.2 应采用相邻路段运行速度协调性对小半径曲线路段安全性等级进行评价，相邻路段运行速度协调性采用相邻路段运行速度差值的绝对值 $|\Delta v_{85}|$ 及运行速度梯度的绝对值 $|\Delta I_v|$ 进行评价， $|\Delta v_{85}|$ 和 $|\Delta I_v|$ 应根据《公路项目安全性评价规范计算》（JTG B05-2015）。相邻路段运行速度协调性评价标准的安全性等级可按表9进行评估。

表9 相邻路段运行速度协调性与安全性等级大小

设计速度	评价标准	对策与建议	安全性等级
≥80km/h	$ \Delta v_{85} < 10\text{km/h}$ 且 $ \Delta I_v \leq 10\text{km}/(\text{h} \cdot \text{m})$	-	高
	$10\text{km/h} \leq \Delta v_{85} < 20\text{km/h}$ 且 $ \Delta I_v \leq 10\text{km}/(\text{h} \cdot \text{m})$	相邻路段为减速时，宜对相邻路段平纵面设计进行优化，或采取安全改善措施	一般
	$ \Delta v_{85} \geq 20\text{km/h}$ 或 $ \Delta I_v > 10\text{km}/(\text{h} \cdot \text{m})$	相邻路段为减速时，应调整相邻路段平纵面设计；当调整困难时，应采取安全改善措施	低
<80km/h	$ \Delta v_{85} < 20\text{km/h}$ 且 $ \Delta I_v \leq 15\text{km}/(\text{h} \cdot \text{m})$	-	高
	$ \Delta v_{85} \geq 20\text{km/h}$ 或 $ \Delta I_v > 15\text{km}/(\text{h} \cdot \text{m})$	相邻路段为减速时，应调整相邻路段平纵面设计，或采取安全改善措施	低

6.6.3 采用富余附着系数对安全性进行评价应符合下列规定：

a) 富余附着系数可按公式6计算：

$$\varphi_{\text{富余}} = \sqrt{\varphi_0^2 - \left(v_{\text{运}}^2 \times \left(\frac{1}{R} + 0.0025 \right) / 9.8 - i_{\text{超}} \right)^2} + i_{\text{纵}} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$\varphi_{\text{富余}}$ ——富余附着系数；

φ_0 ——潮湿状态路面附着系数，一般取0.4；

$v_{\text{运}}$ ——运行速度（m/s²），根据JTG B05-2015 公路项目安全性评价规范计算或按实测值选取；

R ——圆曲线半径（m）；

$i_{\text{超}}$ ——超高值；

$i_{\text{纵}}$ ——道路纵坡，上坡为正。

b) 安全性等级按表10的规定判定。

表10 富余附着系数与安全性等级大小

富余附着系数	<0.15	0.15~0.25	0.25~0.35	>0.35
安全性等级	很低	低	一般	高

条文说明

轮胎与路面的附着系数 φ_0 取潮湿状态的值并不是说只适合潮湿状态，而考虑到一般道路条件下较不利的情况，这与道路设计规范中确定停车视距进行计算时轮胎与路面的附着系数的取值考虑是一致的，也相对偏安全。需要说明潮湿状态和路面有明显积水、结冰是不一样的，前者道路运行状态是正常通行，后者道路运行状态属于灾害天气下的运营安全管控。

6.7 养护作业路段

6.7.1 城市区域新建和改扩建高（快）速路在养护作业期间，应对交通组织对路网的影响进行全面的

安全性评价。评价内容应涵盖作业期间交通流的变化、夜间照明条件对交通安全的影响，以及潜在的交通冲突风险。

6.7.2 城市区域高（快）速路养护作业区域的路网评价应包括以下内容：

- a) 应分析分流道路的几何特征、通行能力以及对主要交通流的适应性；
- b) 应评估养护作业期间交通流量的变化，以及路网整体的承载能力，确保分流和主干道路能够有效承载并分配交通流；
- c) 应对养护作业区内及周边的交通组织方案进行评估，确保交通流动顺畅，并减少对主路和周边道路的干扰。

6.7.3 城市区域高（快）速路养护作业期间，应对养护作业区内部及上下游的交通组织进行详细评价，包括以下内容：

- a) 应分析养护作业区内交通流的组织方式，确保车辆能够安全通过作业区，并减少对作业的干扰。
- b) 应通过分析车速、车距、车流交织等因素，评估养护作业区内及上下游区域的潜在交通冲突和安全隐患，并提出相应的优化措施。
- c) 应评价临时设置的交通标志、标线、照明设施、诱导设备等设施的合理性与有效性，特别是在夜间条件下的可视性和易识别性。

6.8 其他风险路段

6.8.1 应对匝道的线形协调性进行评价。受天气影响严重的匝道应对提示天气的安全附属设施进行评价。并符合下列规定：

- a) 应采用运行速度对匝道线形协调性进行评价。复合式互通、枢纽互通的匝道线形设计协调性可采用仿真实验数据进行评价；
- b) 应根据天气影响匝道运行的技术指标对提示天气的安全附属设施进行评价。匝道沿线的安全附属设施密集的，可采用仿真实验评价驾驶员的操作负荷。

条文说明

a) 本条所指的天气不仅包括雨雾冰雪风天、晴天、阴天、多云等天气的影响，也包含背阴、向阳等因光照条件导致的影响车辆运行的环境条件。

b) 天气对交通运行的影响体现在对车辆运行的影响和对驾驶员视认的影响，而据此可以将天气对交通运行的影响划分为直接影响和间接影响，但是，该分类隐含了一个假设：即驾驶员能够完全认知到直观影响并在操控刹车、油门、方向盘的过程中符合天气的客观变化。很多事故数据表明，驾驶员对天气的影响往往是认识不足的，如黑冰路面、薄层积水路面等，因此本条提出对提示天气的安全附属设施进行评价。

6.8.2 应充分考虑交通时空分布的不均匀性，对下列路段的交通冲突类型和交通冲突的严重程度进行评价；条件允许时，可采用交通仿真的方法进行评价。

- a) 集散车道；
- b) 辅助车道；
- c) 复合式高快速路上下层之间的匝道；
- d) 同向分离路段的分合流区域；
- e) 主辅路之间的出入口；
- f) 其他需要评价的路段。

7 评价结论与报告

7.1 评价结论

7.1.1 评价结论应明确城市区域高（快）速路总体安全状况，针对安全要素提出相应的技术调整建议。

7.1.2 评价结论内容应包括总体评价结论和专项评价结论。

7.1.3 总体评价结论应明确城市区域高（快）速路总体交通安全情况。

7.1.4 专项评价结论应明确存在的主要安全问题并提出相应的交通安全保障对策。

7.2 评价报告

7.2.1 评价报告应按附录 D 的格式进行编制，幅面采用 A4 大小，且装订应在左侧；

7.2.2 评价报告宜包括下列内容：

- a) 封面；
- b) 扉页；
- c) 目录；
- d) 正文；
- e) 附录。

7.2.3 评价报告封面宜包括下列内容：

- a) 评价项目名称；
- b) 标题宜统一为“城市区域高（快）速路安全性评价报告”；
- c) 承担单位名称；
- d) 报告完成日期。

7.2.4 扉页宜包括下列内容：

- a) 评价项目名称；
- b) 标题宜统一为“城市区域高（快）速路安全性评价报告”；
- c) 承担单位负责人、技术负责人、项目负责人及主要参加人员姓名；
- d) 承担单位名称及公章或技术成果章；
- e) 公路安全评价报告完成日期。

7.2.5 评价报告正文应由概述、评价项目概况、总体评价、专项评价、评价结论与建议等部分组成。

7.2.5.1 概述部分应阐明安全性评价的背景及目的、评价依据和评价过程。

7.2.5.2 评价项目概况应包括评价项目概况应包括城市区域高（快）速路的基本情况，如路线长度、车道数、设计标准、交通流量、路段功能、周边环境以及项目的建设背景和历史等内容。

7.2.5.3 总体评价应对城市区域高（快）速路的安全性、路网运行的影响、主要技术指标、改扩建路段的现状与设计指标进行全面评估，并核查上一阶段安全性评价的反馈落实情况。

7.2.5.4 专项评价应对城市区域高（快）速路结构物间距受限路段、复合式互通立交路段、多车道路面宽幅路段、小半径曲线路段、其他风险路段、养护作业路段等进行评价。

7.2.5.5 评价结论与建议应包括对城市区域高（快）速路的总体安全性评价结果、识别出的主要安全隐患和风险源、针对发现的问题提出的改进建议和风险控制措施、对项目后续阶段应关注的重点安全问题的建议、进一步的监测和评估建议等内容。

附录 A (规范性) 驾驶模拟实验评价过程

A.1 一般规定

驾驶模拟实验包括实验设备、实验设计、实验准备、实验实施。

A.2 实验设备

A.2.1 实验设备应包含驾驶模拟器和辅助仪器。

A.2.2 驾驶模拟器应根据实验场景需要和复杂程度,选用固定底座驾驶模拟器、多自由度驾驶模拟器,收集车辆运行数据。对于线形组合、桥梁、隧道、互通式立体交叉等特殊路段,宜采用多自由度驾驶模拟。

A.2.3 辅助仪器应根据实验实际需要,选用眼动仪、脑电仪、血氧仪等收集驾驶员生理心理数据。

A.3 实验设计

A.3.1 实验设计包括实验场景设置、被试选取、实验顺序安排和实验数据选取。

A.3.2 实验场景设置应确定以下内容:

- a) 确定天气、气象、光照、路面条件等实验环境。
- b) 针对有车辆间交互需求的场景,实验中应增加环境交互车辆。

A.3.3 被试选取应考虑样本量和样本组成,并应符合下列规定:

- a) 被试的样本量应不少于 30 人。
- b) 样本组成应包括道路、交通设计专业人员,样本的性别、年龄、驾龄分布宜参考交通管理部门公布的驾驶人特征信息。

A.3.4 应以交叉实验方法安排实验顺序以降低被试的学习效应影响。

A.3.5 应选取实验所需采集的车辆运行数据和驾驶员生理心理数据。其中,车辆运行数据应至少包括速度、纵向加速度、横向加速度、轨迹偏移;驾驶员生理心理数据按需选取。

A.4 实验准备

A.4.1 实验准备包括实验场景建模、实验人员准备和预实验。

A.4.2 实验场景建模的对象应包括三维道路、交通环境、实验车辆。

A.4.3 实验人员准备应包括主试实验交底、被试招募。

A.4.4 应按实验设计开展预实验,校核实验设计合理性、数据采集完整性,测算实验时长,并结合预实验开展情况优化实验设计。

A.5 实验实施

A.5.1 实验实施的流程应包括实验指导、试驾、正式实验和实验收尾等四个阶段。

A.5.2 实验指导阶段,主试应向被试介绍实验目的、实验要求和实验设备操作方法,被试签署实验知情同意书、填写基本信息问卷。

A.5.3 试驾阶段,应选取与正式实验特征相近的场景开展试驾,时长约5分钟。

A.5.4 正式实验阶段,应按实验设计开展并采集实验数据。

A.5.5 实验收尾阶段,被试填写公路线形、交通标志和标线的主观评价问卷。

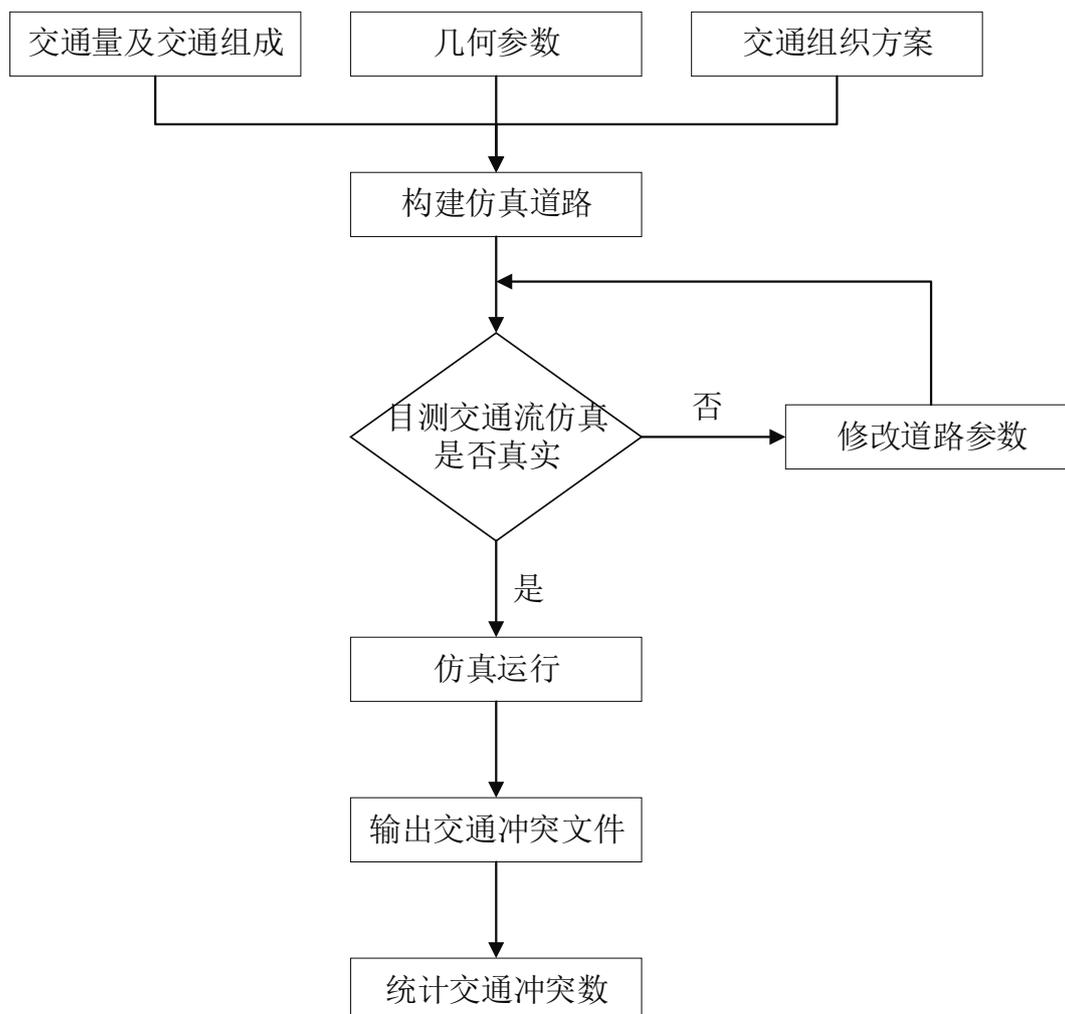
A.5.6 完成所有被试的实验后,应校核被试数据有效性。

附录 B
(规范性)
交通仿真实验评价过程

B.1 交通仿真实验可通过交通仿真软件开展。

B.2 交通仿真实验可按照图 B.1 所示流程进行，具体包括以下几个过程：

- a) 应首先确定交通量及交通组织方案，包括道路上车辆的数量、类型及交通管理策略等因素；
- b) 应收集道路的几何参数，包括道路的宽度、车道数量、坡度、曲线半径等；
- c) 在确定了交通量、交通组织方案和几何参数后，宜构建仿真道路模型，以作为仿真实验的基础；
- d) 应对初步构建的仿真道路模型进行测试，并目测评估交通流仿真结果是否与实际情况相符；
- e) 若仿真结果不够真实，应返回并修改道路参数，调整模型以更好地反映实际交通状况；
- f) 在模型调整至满意状态后，应进行正式的仿真运行；
- g) 仿真运行结束后，应输出交通冲突文件，作为统计交通冲突情况的主要数据源；
- h) 宜基于输出的文件，统计仿真过程中的交通冲突次数，以分析交通流的安全性和稳定性。



图B.1 交通仿真实验流程图

附录 C
(规范性)
水流场仿真计算流程

C.1 水流场仿真实验可通过水流场仿真软件开展。

C.2 以 DHI Mike 为例，水流场仿真实验流程如下：

- a) 创建二维网格地形文件：
利用道路设计软件根据道路设计参数绘制道路中央分隔带边线、行车道边线、路肩边线和横断面线等相应的空间曲线，创建三维边界网格曲面，再将边界网格分解为离散的三维面，对每个三维面提取坐标信息，生成 Mike 软件所需的后缀名为.xyz 的 ASCII 数据格式，并导入到 Mike21 中，用 Export Mesh 命令输出 mesh 文件。
- b) 模型运行参数设置：
在 Mike21 模块中设置仿真计算时间、干湿边界、底摩擦力、降雨-蒸发等参数。
- c) 创建一维排水管网模型：
在 ArcGIS 中生成包含管网数据的 ShapeFile 文件 (*.shp)，新建 Mike Urban 模型文件，利用 Import/Export Wizard 工具导入生成的 ShapeFile 文件，建立排水管网概化图，创建一个类型为 Network 的模拟场景。
- d) 构建一二维水动力耦合模型：
在 Mike Flood 耦合模型平台上创建城市连接 (Urban Link)，将一维排水管网模型 Mike Urban 与二维路表漫流模型 Mike21 耦合起来。耦合模型主要通过集水井进行管网模型和路表漫流模型之间水流的交换。
- e) 仿真计算与结果输出：
通过改变道路线形、雨型、降雨强度、地表曼宁粗糙系数等参数可以计算出不同条件下水膜厚度分布规律，包括最大水膜厚度所在位置、平均水膜厚度、大于某厚度的积水面积等。

附录 D
(规范性)
评价报告及封面与扉页格式

D.1 图 D.1 给出了评价报告封面的格式。

<p>评价项目名称 (二号宋体加粗)</p> <p>城市区域高(快)速路 安全性评价报告 (一号黑体加粗)</p> <p>承担单位名称 (三号宋体加粗)</p> <p>评价报告完成日期 (三号宋体加粗)</p>
--

图D.1 评价报告封面格式

D.2 图 D.2 给出了评价报告扉页的格式。

<p style="text-align: center;">评价项目名称 (二号宋体加粗)</p> <p style="text-align: center;">城市区域高（快）速路 安全性评价报告 (一号黑体加粗)</p> <p>单位负责人：(四号宋体加粗)</p> <p>技术负责人：(四号宋体加粗)</p> <p>项目负责人：(四号宋体加粗)</p> <p>主要参加人员：(四号宋体加粗)</p> <p style="text-align: center;">承担单位名称及用章 (四号宋体加粗)</p> <p style="text-align: center;">承担单位资质证书名称及编号 (四号宋体加粗)</p> <p style="text-align: center;">评价报告完成日期 (四号宋体加粗)</p>

图D.2 评价报告扉页格式

参 考 文 献

- [1] DB31/T 1043-2017 暴雨强度公式与设计雨型标准
-