

# 团 体 标 准

T/CSAE XX - 2019

## 智能网联汽车测试场设计技术要求

Intelligent and connected vehicles test field design technical  
specification

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

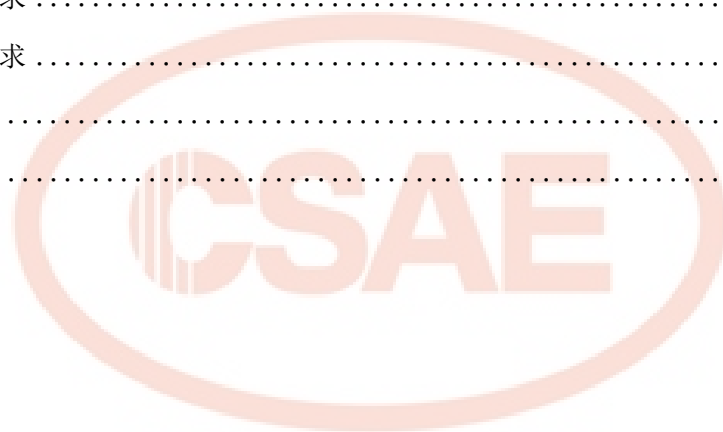
XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术要求 .....	3
5 基础测试道路技术要求 .....	4
6 一般测试道路技术要求 .....	18
7 道路网联环境要求 .....	21
8 配套服务设施要求 .....	22
附录 A.....	24
参考文献 .....	27



# 前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

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。

本标准由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本标准起草单位：上海淞泓智能汽车科技有限公司、湖南湘江智能科技创新有限公司、清华大学苏州汽车研究院、启迪云控(北京)科技有限公司、东风汽车有限公司东风日产乘用车公司、工业和信息化部电子第五研究所、四川紫荆花开智能网联汽车科技有限公司、苏州高铁新城大数据产业发展有限公司、北京智能车联产业创新中心有限公司、中汽中心盐城汽车试验场有限公司、国家智能商用车质量监督检验中心、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、公安部交通管理科学研究所、襄阳达安汽车检测中心有限公司、国家智能网联汽车应用(北方)示范区、宝马(中国)服务有限公司、上汽大众汽车有限公司、华为技术有限公司、3M 中国有限公司、海南热带汽车试验有限公司、赢彻科技(上海)有限公司、同济大学、中汽研汽车工业工程(天津)有限公司、上海伊狄达汽车技术服务有限公司

本标准主要起草人：李霖、谢国富、郭润清、李小强、田思波、吴琼、邹永锋、李家文、胡坚耀、陈国平、李焱、苑林、李超、谭福庆、丰爱松、叶佳勇、樊晓旭、刘芳、潘舟金、马玉林、栾帅、刘兵、陈勇、党利冈、孙磊、潘新福、裴毓、刘明、杨凯、边思默、张思远、许顺凯、刘楠、陈瑶、黄思浙、何庆洪、王宣锋、陈君毅、陈次良、徐高鹏、徐国栋、霍燕燕、王玉。

# 智能网联汽车测试场设计技术要求

## 1 范围

本标准规定了智能网联汽车测试场设计所包含的测试道路类型、道路网联环境和配套服务设施等技术要求。

本标准适用于面向 M、N 类车型的智能网联汽车测试场的规划、设计与建设。

## 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，仅所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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5768 道路交通标志和标线
- GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB 14887 道路交通信号灯
- GB/T 20999 交通信号控制机与上位机间的通信协议标准要求
- GB 25280 道路交通信号控制机
- GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范
- GB 50966 电动汽车充电站设计规范
- GB/T 51224 乡村道路工程技术规范
- CJJ 37 城市道路工程设计规范
- CJJ 45 城市道路照明设计标准
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG D20 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
- JTJ 002-87 公路工程名词术语
- YD/T 3400-2018 基于 LTE 的车联网无线通信技术 总体技术要求
- YD/T 3340-2018 基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**智能网联汽车** intelligent and connected vehicle; ICV

搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与 X（车、路、人、云等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、

高效、舒适、节能”行驶，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。

### 3.2

#### **测试场 test field**

用于智能网联汽车研发测试、性能评价测试和认证测试等目的的封闭场地。

### 3.3

#### **设计运行范围 operational design domain; ODD**

设计时确定的自动驾驶功能的运行条件（如：道路、天气、交通、速度、时间等）。

### 3.4

#### **自动驾驶功能 autonomous driving function**

在特定的设计运行范围内，自动驾驶汽车所能够实现的具体的动态驾驶任务的能力。

### 3.5

#### **动态驾驶任务 dynamic driving task**

完成车辆驾驶所需的感知、决策和操作，包括但不限于：

- 控制车辆横向运动；
- 控制车辆纵向运动；
- 目标和事件探测与响应；
- 行驶规划；
- 控制车辆照明及信号装置。

注：不包括行程计划，目的地和路径的选择等任务。

### 3.6

#### **测试场景 test scenario**

车辆测试过程中所处的地理环境、天气、道路、交通状态及车辆状态和时间等要素的集合。

### 3.7

#### **基础测试道路 fundamental test road**

封闭测试场内为满足智能网联汽车基础自动驾驶功能测试所需要的最低标准要求的测试道路。

### 3.8

#### **道路弱势群体 vulnerable road user; VRU**

行人、骑自行车者、骑两轮电动车者等道路使用者。

### 3.9

#### **最小有效长度 minimum effective length**

满足自动驾驶功能测试最低要求的测试道路的最小长度（包括：测试准备段、测试段和安全缓冲段）。

### 3.10

#### 回旋线长度 clothoid length

指缓和曲线长度，一般为两横坡之间的过渡段。

### 3.11

#### 回旋线参数 clothoid parameter A

通过回旋线长度  $L_c$  及半径  $R$  来确定的参数，回旋线参数  $A$  按下式计算：

$$A = \sqrt{R \times L_c}$$

式中：

$R$  —— 回旋线上任意给定点的曲线半径 (m)；

$L_c$  —— 回旋线上任意给定点到原点的曲线长 (m)。

### 3.12

#### 复合交叉路口 compound intersection

道路交叉口处的入口道路超过 4 条的交叉路口。

### 3.13

#### 停车视距 stopping sight distance

汽车行驶时，驾驶人员自看到前方障碍物时起，至到达障碍物前安全停车止，所需的最短行车距离。

[JTJ 002-87，定义 4.2.28]

### 3.14

#### 车道加宽 lane widening

汽车在曲线路段上行驶时，后轮轨迹偏向曲线内侧，为适应行车需要，弯道内侧相应增加路面、路基宽度。

### 3.15

#### 环形交叉 rotary intersection

道路交会处设有中心岛，所有横穿交通流都被交织运行所代替，形成一个单向行驶的环行交通系统，其中心岛称环岛。

[JTJ 002-87，定义 4.3.6]

## 4 总体要求

4.1 智能网联汽车测试场设计应以满足基础自动驾驶功能测试为主，同时结合多种道路类型设计需求，辅以道路网联环境和配套服务基础设施。

4.2 智能网联汽车测试场设计应根据实际场地规模大小和投资预算等，并结合测试场的设计应用需求，选择适用的自动驾驶功能和道路类型。

- 4.3 智能网联汽车测试场设计应结合当地的道路环境和交通特点，进行差异化的测试场道路建设，满足智能网联汽车差异化的测试需求。
- 4.4 智能网联汽车测试场设计应根据测试道路的类型，规划和建设相应的交通标志和标线，满足智能网联汽车交通标志和标线识别及响应的测试需求。
- 4.5 智能网联汽车测试场设计宜参照 CJJ 45 等相关标准设置夜间照明路灯，满足夜间相关测试需求。
- 4.6 智能网联汽车测试场道路设计应满足公路工程 and 道路设计相关国家标准和行业标准，允许在不影响本文件规定的自动驾驶功能测试的前提下根据测试场实际场地条件进行相应调整。
- 4.7 智能网联汽车测试场在设计时，不同类型测试道路的连接和规划应充分考虑场景测试连续性原则，以满足未来技术发展对于封闭场地场景链的测试需求。
- 4.8 智能网联汽车测试场在设计时宜预留可定制化的测试区域，通过柔性化设计，方便能够根据不同的测试需求搭建不同的测试场景。
- 4.9 智能网联汽车测试场应与公共道路进行物理隔离并设有门禁系统，确保测试场运营安全。

## 5 基础测试道路技术要求

### 5.1 基础测试道路一般要求

- 5.1.1 基础测试道路设计应满足测试速度 60 km/h 的最低要求，以满足测试车辆多数城市道路场景通行的测试需求。
- 5.1.2 测试场地需要满足城市快速路和高速公路等高速测试需求时，基础测试道路设计宜满足测试速度 100 km/h 的要求。
- 5.1.3 基础测试道路的峰值附着系数应不小于 0.8，道路表面应为沥青或者混凝土，道路应平坦，无明显的凹坑、裂缝等不良情况，水平平面度应小于 1%。
- 5.1.4 车道线的设置应满足 GB 5768.3 的要求，根据不同的道路设置车道线，颜色应为白色或黄色，线型为实线或虚线；车道线应清晰完整，不存在破损、遮蔽等缺陷。
- 5.1.5 弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系，其中典型测试速度与最小弯道半径的对应关系如表 1 所示。

表 1 典型测试速度与最小弯道半径对应表

最高测试速度 km/h	最小半径 m
40	60
60	125
80	250
100	400
120	650

### 5.2 自动驾驶功能和基础道路的基本对应关系

智能网联汽车测试场的设计应以满足自动驾驶功能测试为首要目的。智能网联汽车基础自动驾驶

功能参考附录 A。

智能网联汽车每一项自动驾驶功能测试所需要的基础测试道路类型会有所不同，本文件规定的自动驾驶功能所对应的基础测试道路类型如表 2 所示。智能网联汽车测试场设计时应根据测试场所需满足的基础自动驾驶功能测试要求，选择相应的基础测试道路类型作为测试场设计的最低要求。当不同自动驾驶功能对应的基础测试道路类型有重叠或者包含关系时，宜选择覆盖自动驾驶功能最广的基础道路类型进行测试场设计，提高道路使用效率，避免重复建设。

表 2 自动驾驶功能与所需基础测试道路列表

编号	基础自动驾驶功能	基础测试道路类型（最低要求）
1	车速保持	直道和弯道，单向单车道
2	车道保持	直道和弯道，单向单车道
3	跟车行驶	直道和弯道，双向三车道
4	并道行驶	直道和弯道，单向两车道
5	超车	直道，双向三车道
6	驶入/驶出匝道	出口匝道，单车道；入口匝道，单车道
7	交叉路口通行	十字交叉路口，某一方向至少为双向三车道
8	环形路口通行	十字环岛，岛内双车道，双向两车道和环岛连接
9	交通信号灯通行	十字交叉路口，某一方向至少为双向三车道
10	施工区域通行	直道和弯道，单向两车道
11	前方车辆变道识别与避让	直道和弯道，单向两车道
12	道路弱势群体避让通行	直道和弯道，单向两车道；十字交叉路口
13	障碍物避让通行	直道和弯道，单向两车道
14	N 型掉头	直道，双向两车道
15	U 型掉头	直道，双向三车道
16	靠边停车	直道，单向两车道
17	避让对向来车	直道，双向两车道
18	网联通信	直道，单向两车道；十字交叉路口
19	自动泊车	垂直式车位、平行式车位、斜列式车位

### 5.3 基础测试道路设计要求

#### 5.3.1 车速保持

车速保持测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向单车道，如图 1 和图 2 所示，道路的基本设计参数要求如表 3 所示。弯道分为无加速段弯道和有加速段弯道两种，当弯道测试可通过直道提前加速至测试速度时，弯道的最小有效长度取有加速度段情况下的数值。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。表 3 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 3 规定的数值基础上增加 100m。



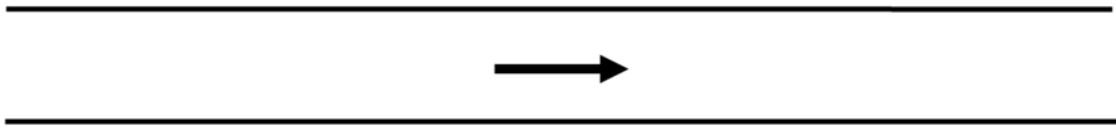


图 1 单向单车道测试道路示意图（直道）

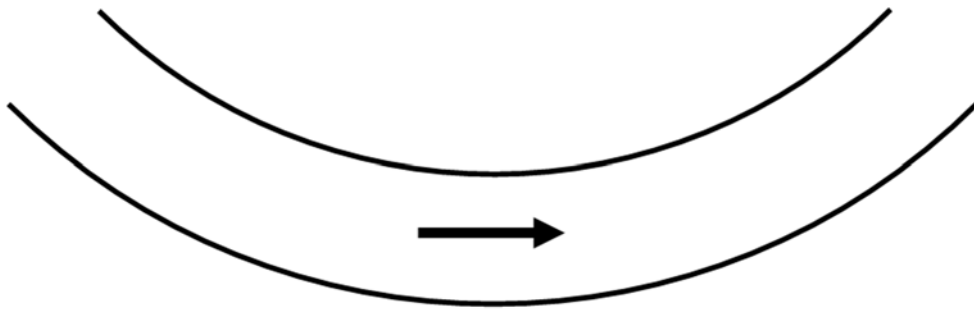


图 2 单向单车道测试道路示意图（弯道）

表 3 单向单车道基本道路设计参数

道路类型	车道数	车道宽度 m	最小有效长度 m		曲率半径 m
			设计速度 60 km/h	设计速度 100 km/h	
直道	单向单车道	3.5~3.75	500	650	-
弯道（无加速段）	单向单车道	3.5~3.75	500	650	125~500
弯道（有加速段）	单向单车道	3.5~3.75	300	450	125~500

### 5.3.2 车道保持

车道保持测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向单车道，如图 1 和图 2 所示，道路的基本设计要求如表 3 所示，弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。

### 5.3.3 跟车行驶

跟车行驶测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，双向三车道，如图 3 和图 4 所示，道路的基本设计要求如表 4 所示。弯道分为无加速段弯道和有加速段弯道两种，当弯道测试可通过直道提前加速至测试速度时，弯道的最小有效长度取有加速度段情况下的数值。如测试道路可根据测试需求设计成潮汐车道，则车道数满足两车道即可，如图 5 所示。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。表 4 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 4 规定的数值基础上增加 100m。



图3 双向三车道测试道路示意图（直道）

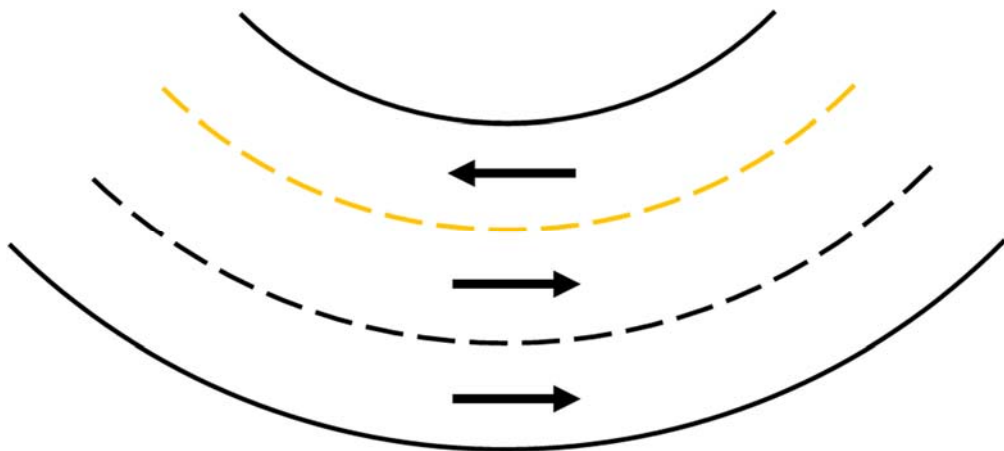


图4 双向三车道测试道路示意图（弯道）

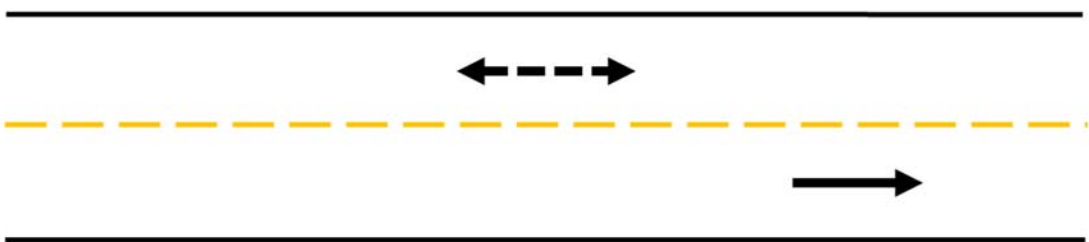


图5 潮汐测试道路示意图

表4 双向三车道基本道路设计参数

道路类型	车道数	车道宽度 m	最小有效长度 m		曲率半径 m
			设计速度 60km/h	设计速度 100 km/h	
直道	双向三车道	3.5~3.75	500	650	-
弯道（无加速段）	双向三车道	3.5~3.75	500	650	125~500
弯道（有加速段）	双向三车道	3.5~3.75	300	450	125~500

### 5.3.4 并道行驶

并道行驶测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向两车道，如图6和图7所示，道路的基本设计要求如表5所示。弯道分为无加速段弯道和有加速段弯道两种，当弯道测试可通过直道提前加速至测试速度时，弯道的最小有效长度取有加速度段情况下的数值。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表1所示）。表5中的最小有效长度适用于M1、M2、N1和N2类车型，对于M3和N3类车型，最小有效长度宜在表5规定的数值基础上增加100m。

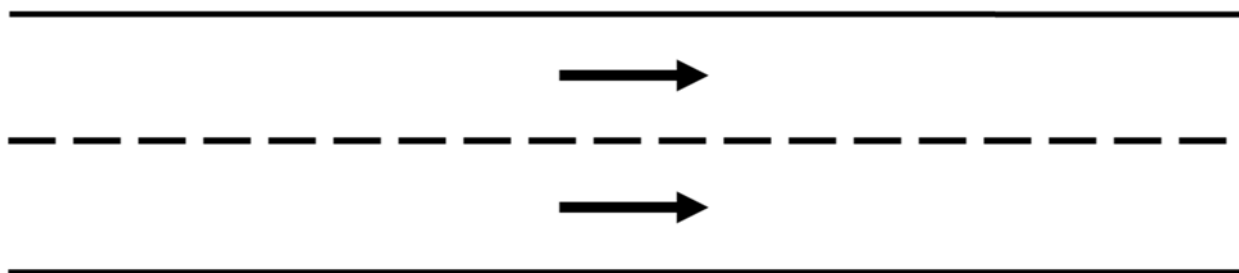


图6 单向两车道测试道路示意图（直道）

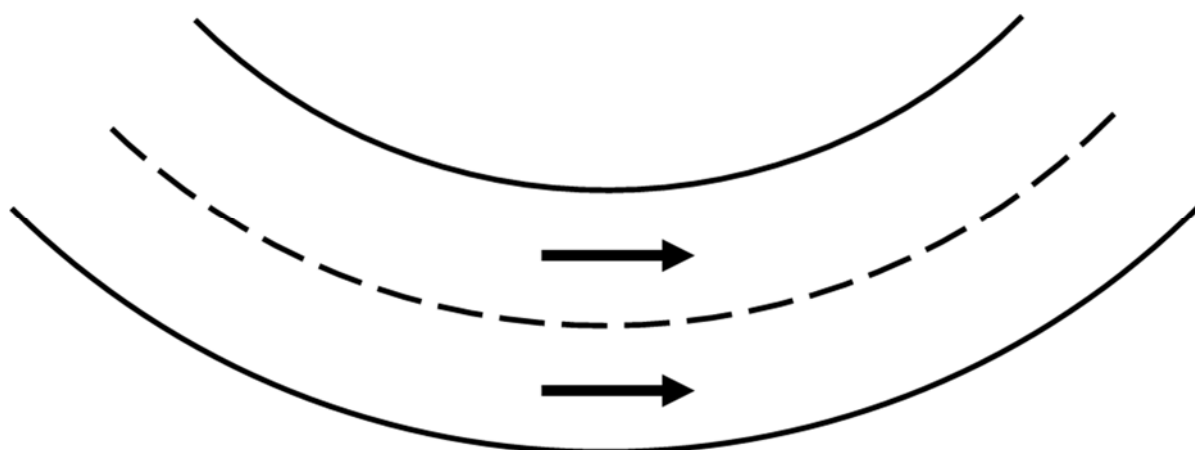


图7 单向两车道测试道路示意图（弯道）

表5 单向两车道基本道路设计参数

道路类型	车道数	车道宽度 m	最小有效长度 m		曲率半径 m
			设计速度 60 km/h	设计速度 100 km/h	
直道	单向两车道	3.5~3.75	500	650	-
弯道（无加速段）	单向两车道	3.5~3.75	500	650	125~500
弯道（有加速段）	单向两车道	3.5~3.75	300	450	125~500

### 5.3.5 超车

超车测试需要的基础测试道路类型为直道，双向三车道，如图 3 所示，道路的基本设计要求如表 4 所示。如果测试道路可根据测试需求设计成潮汐车道，则车道数满足两车道即可，如图 5 所示。

### 5.3.6 驶入/驶出匝道

驶入或驶出匝道测试需要的基础测试道路类型为出口匝道，单车道和入口匝道，单车道，如图 8 和图 9 所示。匝道内的最低设计速度宜满足 40km/h 的要求，其中匝道道路基本设计参数参考表 6。匝道设计除满足基本设计参数外，还应符合 JTG D20 标准中有关匝道的设计要求，其中，典型匝道设计时速与最小曲率半径对应关系参考表 7，典型匝道回旋线参数及长度参数参考表 8。表 6 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 6 规定的数值基础上增加 50m。

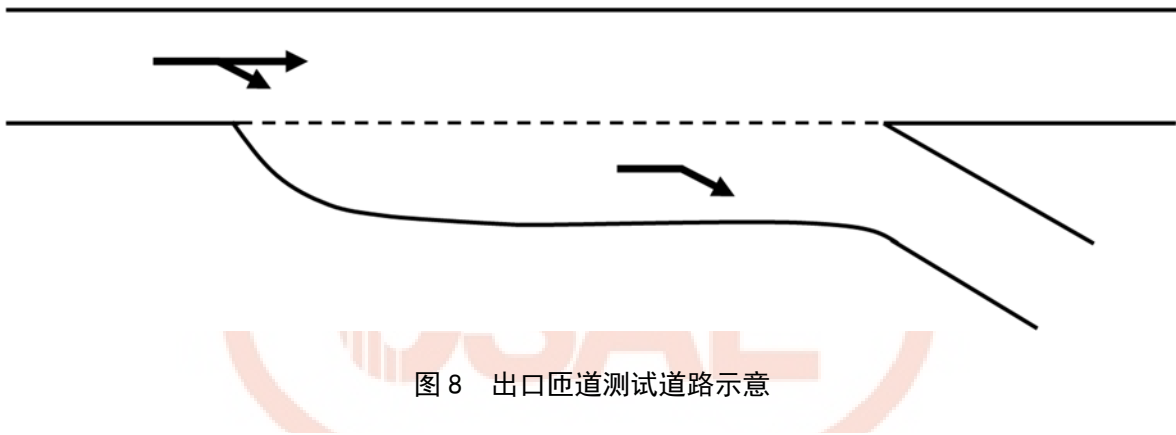


图 8 出口匝道测试道路示意

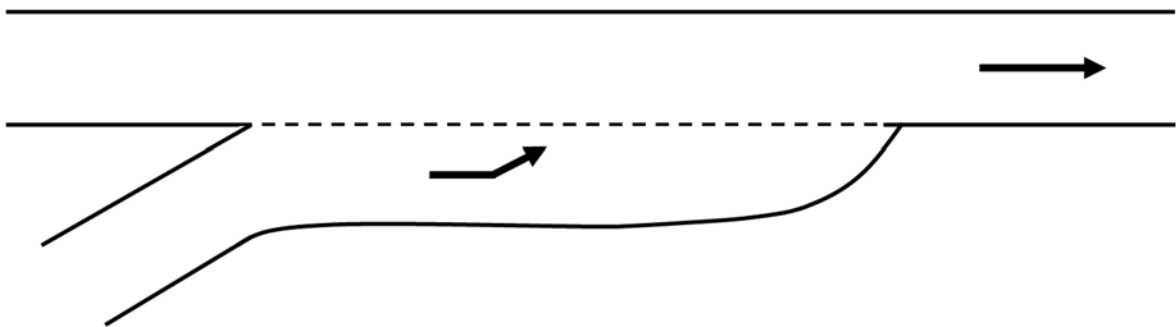


图 9 入口匝道测试道路示意图

表 6 匝道道路基本设计参数

道路类型	车道数	车道宽度 m	最小有效长度 m	回旋线长度 m
入口匝道	单车道	3.5~3.75	200	35
出口匝道	单车道	3.5~3.75	120	35

注：表内最小有效长度和回旋线长度对应的设计时速为 40 km/h

表 7 典型匝道设计时速与最小曲率半径对应表

匝道最高设计速度 km/h	匝道最小曲率半径 m	
	一般值	极限值
30	30	25
35	40	35
40	60	50
50	100	80
60	150	120

表 8 典型匝道回旋线参数及长度参数表

匝道最高设计速度 km/h	回旋线参数 A	回旋线长度
	m	m
30	20	25
35	30	30
40	35	35
50	50	40
60	70	50

### 5.3.7 交叉路口通行

交叉路口通行测试需要的基础测试道路类型为十字交叉路口，且至少某一方向上为双向三车道，如图 10 所示，道路的基本设计要求如表 9 所示，其中，至少双向三车道一入口直线段最小有效长度为 200m。交叉路口设计除了满足基本设计参数外，还应符合公路工程设计相关国家标准和行业标准，其中，平面交叉口安全停车视距参考表 10，平面交叉口转弯最小半径参考表 11。表 9 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 9 规定的数值基础上增加 100m。

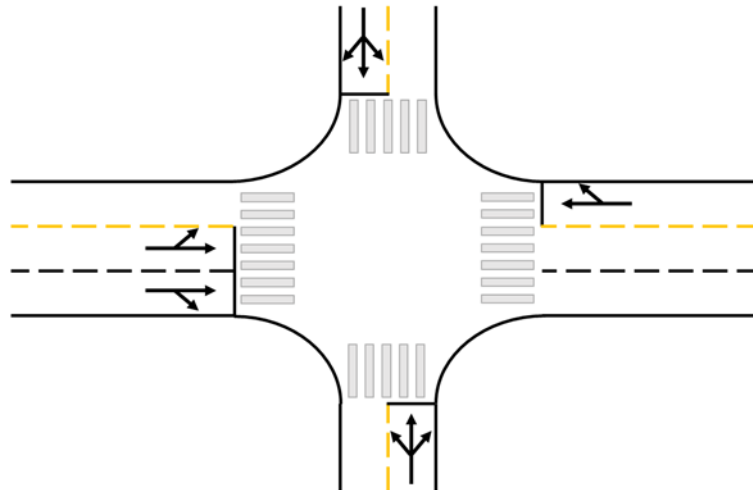


图 10 十字交叉路口测试道路示意图

表 9 十字路口基本道路设计参数

道路类型	入口车道数	车道宽度 m	入口直线段最小有效长度 m
直道	双向三车道+双向两车道	3.25~3.75	200

表 10 平面交叉口安全停车视距

路线设计速度 km/h	安全停车视距 m
30	30
40	40
50	60
60	75

表 11 平面交叉口转弯最小半径

右转弯计算行车速度 km/h	转弯半径 m
15	10
20	15
25	20
30	25

### 5.3.8 环形路口通行

环形路口通行测试需要的基础测试道路类型为环形交叉路口，环岛内双车道，双向两车道和环岛连接，且有四个入口，如图 11 所示，道路的基本设计要求如表 12 所示，其中，至少一入口直线段最小有效长度为 200m。环岛最小半径和环岛最小设计速度的关系参考表 13。环岛内的机动车车道宽度视中心岛的半径大小对内侧车道进行加宽，车道加宽值可参考下表 14 的数值。表 12 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 12 规定的数值基础上增加 100m。

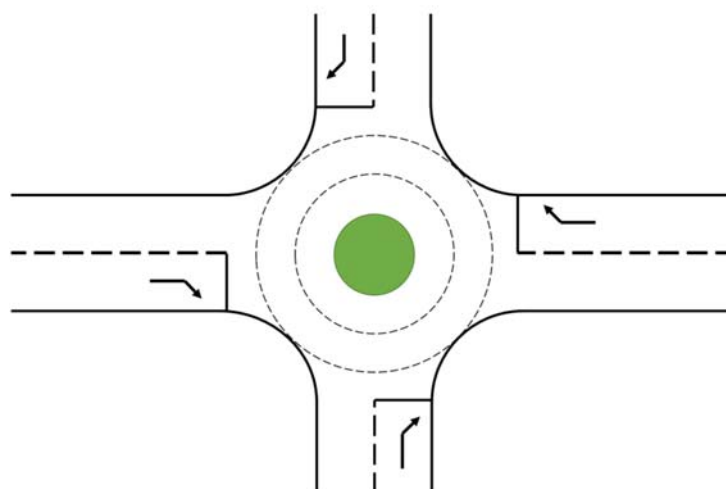


图 11 环形路口通行测试道路示意图

表 12 环形路口道路基本设计参数

入口数	岛内车道数	入口车道数	出入口车道宽度 m	入口直线段最小有效长度 m
4	2	双向两车道	3.25~3.75	200

表 13 环岛设计速度与环岛最小半径

环岛设计速度 km/h	环岛最小半径 m
20	20
25	25
30	35
35	50
40	65

表 14 环岛内的机动车车道加宽值

环岛半径 m	车道加宽值 m
15~20	2.2
20~25	1.8
25~30	1.5
30~50	1.3
50~70	0.9

### 5.3.9 交通信号灯通行

交通信号灯通行测试需要的基础测试道路类型为十字交叉路口，且至少某一方向上为双向三车道，如图 12 所示，道路的基本设计要求如表 15 所示，其中，至少双向三车道一入口直线段最小有效长度为 200m。交通信号灯应具备红黄绿三色，且信号灯相位可调，同时交通信号灯类型、设置与安装应满足 GB 14886 和 GB 14887 的要求。表 15 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 15 规定的数值基础上增加 100m。

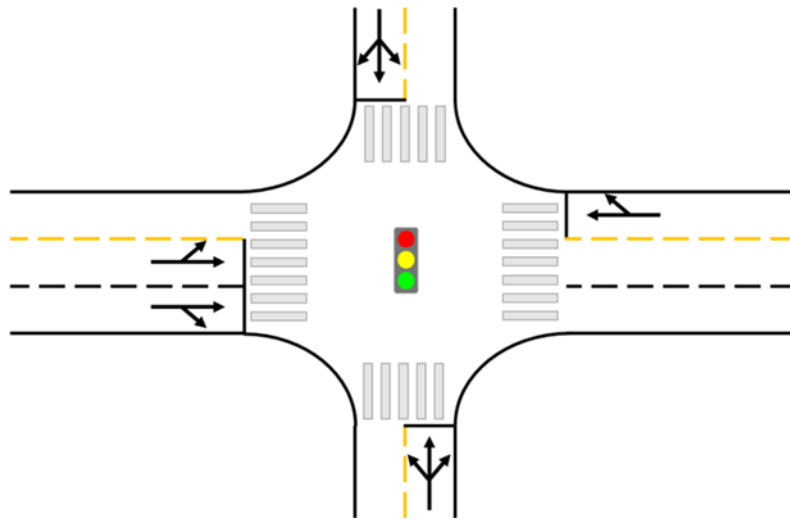


图 12 交通信号灯十字路口测试道路示意图

表 15 交通信号灯十字路口基本道路设计参数

道路类型	入口车道数	车道宽度 m	入口直线段最小有效长度 m	信号灯数量
直道	双向三车道+双向两车道	3.25~3.75	200	4

### 5.3.10 施工区域通行

施工区域通行测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向两车道，如图 13 和图 14 所示，道路的基本设计要求如表 5 所示。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。施工区域的设置应按照 GB 5768.4-2017 道路交通标志和标线 第 4 部分-作业区的要求进行。

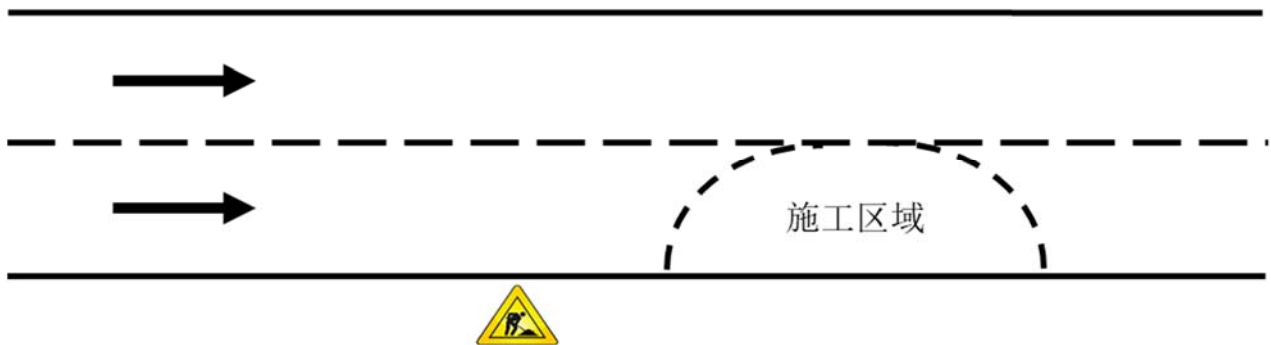


图 13 施工区域直道测试道路示意图



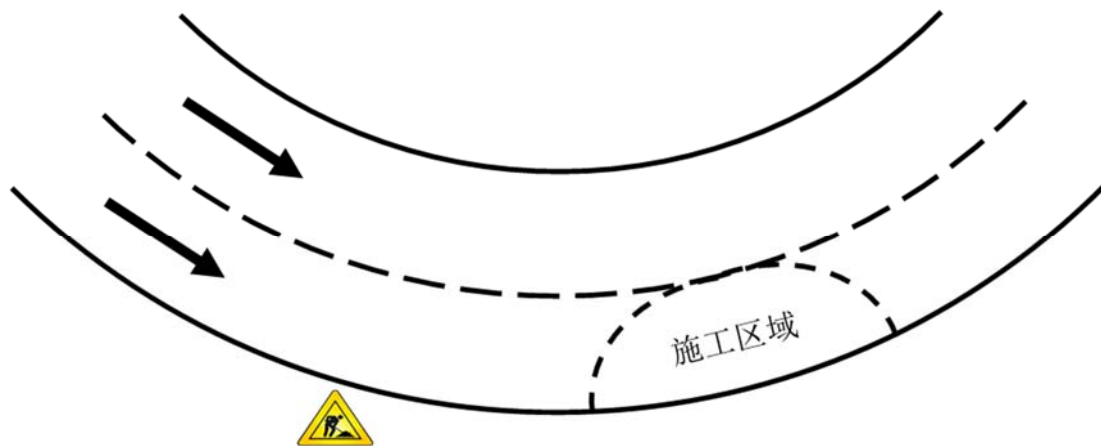


图 14 施工区域弯道测试道路示意图

### 5.3.11 前方车辆变道识别与避让

前方车辆变道识别与避让测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向两车道，如图 6 和图 7 所示，道路的基本设计要求如表 5 所示。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。

### 5.3.12 道路弱势群体避让通行

道路弱势群体避让通行测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向两车道以及十字路口，如图 6、图 7 和图 10 所示，道路的基本设计要求如表 5 和表 9 所示，其中，至少双向三车道一入口直线段最小有效长度为 200m。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。交叉路口设计除了满足基本设计参数外，还应符合公路工程设计相关国家标准和行业标准，其中，平面交叉口安全停车视距参考表 10，平面交叉口转弯最小半径参考表 11。

### 5.3.13 障碍物避让通行

障碍物避让通行测试需要的基础测试道路类型为直道和弯道，单向两车道，如图 6 和图 7 所示，道路的基本设计要求如表 5 所示。弯道曲率半径应满足测试速度与最小弯道曲率半径的对应关系（表 1 所示）。

### 5.3.14 N 型掉头

N 型掉头测试需要的基础测试道路类型为直道，双向两车道，如图 15 所示，道路的基本设计要求如下表 16 所示。其中，车道分道标线应为虚线，满足车辆掉头标线的基本交通规则要求。表 16 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 16 规定的数值基础上增加 100m（车长超过 7m 的 M 和 N 类车不适用于 N 型掉头测试）。



图 15 N型掉头测试道路示意图

表 16 N型掉头道路基本设计参数

道路类型	车道数	车道宽度	最小有效长度	
			m	
			设计速度 60km/h	设计速度 100km/h
直道	双向两车道	3.5~3.75	200	-

### 5.3.15 U型掉头

U型掉头测试需要的基础测试道路类型为直道，双向三车道，如图 16 所示，道路的基本设计要求如下表 17 所示。其中，车道分道标线应为虚线，满足车辆掉头标线的基本交通规则要求。表 17 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 17 规定的数值基础上增加 100m（车长超过 10m 的 M 和 N 类车不适用于 U 型掉头测试）。



图 16 U型掉头测试道路示意图

表 17 U型掉头道路基本设计参数

道路类型	车道数	车道宽度	最小有效长度	
			m	
			设计速度 60km/h	设计速度 100km/h
直道	双向三车道	3.5~3.75	200	-

### 5.3.16 靠边停车

靠边停车测试需要的基础测试道路类型为直道，单向两车道，如图 6 所示，道路的基本设计要求如表 5 所示。

### 5.3.17 避让对向来车

避让对向来车测试需要的基础测试道路类型为直道，双向两车道，如图 17 所示，道路的基本设计要求如下表 18 所示。其中，车道分道标线应为虚线，满足逆向来车的基本交通规则要求。表 18 中的最小有效长度适用于 M1、M2、N1 和 N2 类车型，对于 M3 和 N3 类车型，最小有效长度宜在表 18 规定的数值基础上增加 200m。



图 17 避让对向来车测试道路示意图

表 18 避让对向来车道路基本设计参数

道路类型	车道数	车道宽度 m	最小有效长度 m	
			设计速度 60km/h	设计速度 100km/h
直道	双向两车道	3.5~3.75	800	-

### 5.3.18 网联通信

网联通信测试需要的基础测试道路类型为直道，单向两车道以及十字交叉路口，如图 6 和图 12 所示，网联通信直线道路的基本设计要求如表 5 所示，网联通信交叉路口道路的基本设计要求如表 15 所示，其中，至少双向三车道一入口直线段最小有效长度为 200m。

### 5.3.19 自动泊车

自动泊车测试需要的基础测试道路类型为平行式车位、垂直式车位和斜列式车位，如图 18、图 19 和图 20 所示，图中标注的 L 为驶入停车位过程中所需要的无障碍行驶空间宽度，停车位的基本设计要求如下表 19 所示。对于不同停车位所需要的无障碍行驶空间宽度要求如表 20 所示。

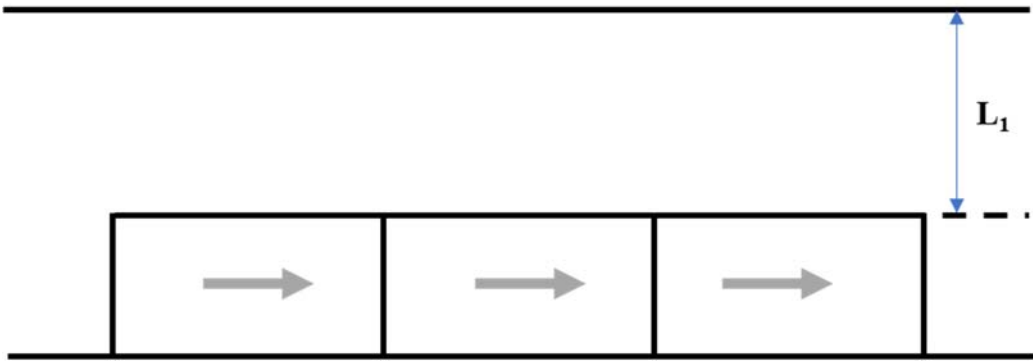


图 18 平行式停车位示意图

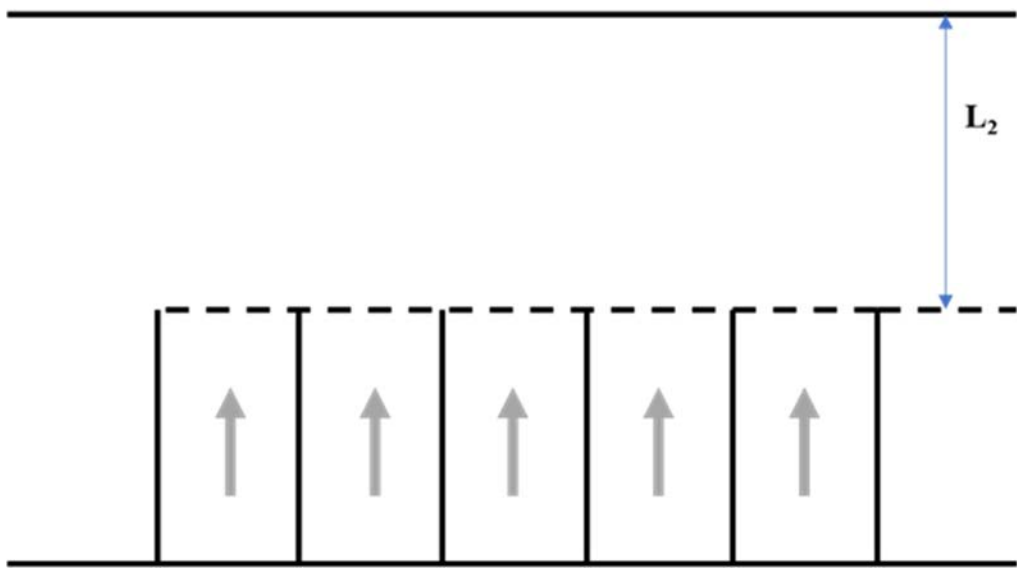


图 19 垂直式停车位示意图

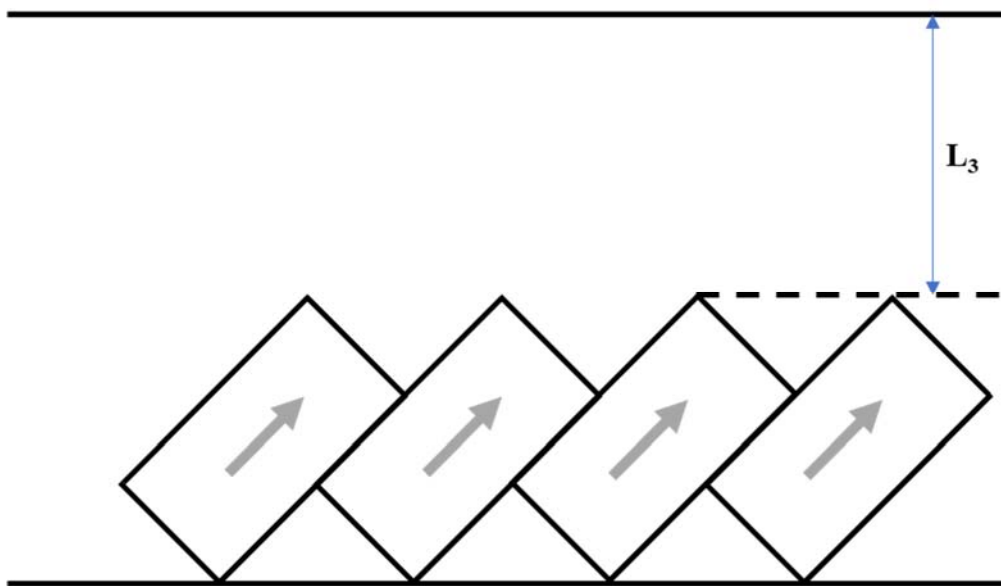


图 20 斜列式停车位示意图

表 19 停车位基本设计参数

车辆类型	车位类型	车位长度 m	车位宽度 m	斜向车位倾斜角度 °
M1、N1	平行、垂直、斜列	5.0~5.5	2.5	30、45、60
M2、M3、N2、N3	平行、垂直、斜列	12	4.2	30、45、60

表 20 无障碍行驶空间宽度要求

车辆类型	平行式车位 m	垂直式车位 m	斜列式车位 m
M1、N1	$L1 \geq 4.5$	$L2 \geq 6$	$L3 \geq 3.8$
M2、M3、N2、N3	$L1 \geq 6$	$L2 \geq 13$	$L3 \geq 8.5$

## 6 一般测试道路技术要求

### 6.1 高速测试道路

结合测试场实际情况，高速测试道路宜选择建设以下类型的高速道路：

- 高速直道，可选择单向两车道、单向三车道、双向四车道、双向六车道等，同时可选择有坡度和无坡度两种情况；
- 高速弯道，可选择单向两车道、单向三车道、双向四车道、双向六车道等，同时可选择有坡度和无坡度两种情况；
- 高速上下匝道，可选择单向单车道、单向两车道。
- 高速测试道路建设选择的原则为：尽可能丰富高速测试道路类型，通过不同高速测试道路类型的选择，提供丰富的高速公路测试场景。高速测试道路设计与施工应满足 JTG B01 和 JTG D80 等相关标准。

### 6.2 城市测试道路

结合测试场实际情况，城市测试道路宜选择建设以下类型的城市道路：

- 城市单行道，包括单向单车道、单向两车道等，同时可包含有坡道和无坡道两种情况，可选择设置人行横道红绿灯；
- 城市双向直道，包括双向两车道、双向三车道、双向四车道等，同时可包含有坡道和无坡道两种情况，可选择设置人行横道红绿灯；
- 城市双向弯道，包括双向两车道、双向三车道、双向四车道等，同时可包含有坡道和无坡道两种情况，弯道可根据场地情况选择不同的曲率半径，宜包含多种不同曲率半径的弯道，弯道曲率半径宜从以下数值中进行选择：125m，250m，500m；
- 红绿灯交叉路口，包括 T 型交叉路口、Y 型交叉路口、十字交叉路口、X 型交叉路口、复合交叉路口等，同时交叉路口处的红绿灯设置可按照 GB 14886 要求配置不同形式的红绿灯；
- 环形交叉路口，包括四入口环岛、五入口环岛等；

- f) 行人和非机动车道，包括人行道、非机动车道；
- g) 城市测试道路建设选择的为原则为：尽可能涵盖多种不同城市道路类型，通过不同城市道路类型的选择和组合，提供复杂多样的城市道路测试场景。城市测试道路设计与施工应满足 JTG B01 和 GB/T 51224 等相关标准。

### 6.3 乡村测试道路

结合测试场实际情况，乡村测试道路宜选择建设以下类型的乡村道路：

- a) 双向单车道，中间无分道线，包括直道和弯曲车道，弯道可根据场地情况选择不同的曲率半径，宜包含多种不同曲率半径的弯道；
- b) 双向两车道，中间有分道线，包括直道和弯曲车道，弯道可根据场地情况选择不同的曲率半径，宜包含多种不同曲率半径的弯道；

乡村测试道路建设选择的为原则为：尽可能涵盖多种不同乡村道路类型，通过不同乡村道路类型的选择，提供丰富的乡村道路测试场景。乡村测试道路设计与施工应满足 JTG B01 和 GB/T 51224 等相关标准。

### 6.4 特殊测试道路

#### 6.4.1 坡道

智能网联汽车测试场宜建设坡道测试道路以满足自动驾驶汽车坡道行驶能力测试。坡道测试道路包括直道纵坡和弯道纵坡两种类型。坡道建设的要求按照 JTG D20 标准进行，其中坡道的最大纵坡和最小坡长的设计参数参考下表 21。

表 21 设计速度和最大纵坡和最小坡长的对应关系

设计速度 km/h	最大纵坡 %	最小坡长 m
20	9	60
30	8	100
40	7	120
60	6	150
80	5	200
100	4	250
120	3	300

#### 6.4.2 隧道（含模拟隧道）

智能网联汽车测试场宜建设隧道测试道路以满足自动驾驶汽车通过隧道的适应性测试，隧道建设的要求按照 JTGB01 标准进行。为了降低建设成本，亦可选择建设模拟隧道（如图 21 所示）。隧道（含模拟隧道）的建设长度不宜小于 100m，模拟隧道所选用的材质应能够屏蔽定位和通信信号，且应能够阻挡阳光透射。



图 21 模拟隧道示意图

#### 6.4.3 天气和灯光环境模拟道路

智能网联汽车测试场宜建设天气和灯光环境模拟道路以满足自动驾驶汽车对天气和灯光环境的适应性测试。天气模拟道路用来模拟真实雨、雾等天气，灯光模拟道路用来模拟夜晚灯光环境，应满足以下要求：

- a) 雨、雾等天气模拟器宜采用自动化控制系统；
- b) 雨、雾等天气模拟系统总长度应不小于 100m；
- c) 灯光模拟道路总长度应不小于 500m。

#### 6.4.4 模拟加油站和充电站

智能网联汽车测试场宜建设模拟加油站以满足自动驾驶汽服务类应用场景的测试。模拟加油站的设计与施工要求应满足 GB 50156 要求。

智能网联汽车测试场宜建设模拟充电站以满足电动汽车充电场景测试。模拟充电站的设计与施工要求应满足 GB 50966 要求。

#### 6.4.5 模拟公交站

智能网联汽车测试场宜建设模拟公交站以满足模拟自动驾驶汽车进站接驳和行驶出站场景测试。模拟公交站的设计与规划应满足 CJJ 37 标准要求。

#### 6.4.6 模拟高速公路收费站

智能网联汽车测试场宜建设模拟高速公路收费站以满足自动驾驶汽车进出高速公路收费站场景的测试。模拟高速公路收费站应以 ETC 收费站建设为主，模拟高速公路收费站的设计与规划应满足 JTG D20 标准要求。

#### 6.4.7 网联功能特殊测试道路

智能网联汽车测试场宜建设适用于网联扩展功能测试的特殊测试道路，其中网联扩展功能主要包括编队加减速、编队换道、自适应编队和绿波通行等。编队加减速、编队换道、自适应编队网联扩展功能对应的测试道路为直道，单向两车道，车道最小长度为 1000m（对应设计速度 60km/h）。绿波通行网联扩展功能对应的测试道路为红绿灯十字路口，十字交叉路口的数量至少 2 个，且连接交叉路口的直线段长度至少 200m，入口直线段长度至少 200m。

网联功能特殊测试道路对应的路侧网联通信设备要求应满足 7.1 节规定的要求。

## 7 道路网联环境要求

### 7.1 网联通信设备要求

智能网联汽车测试场宜部署 C-V2X 网联通信方式，且部署的 C-V2X 网联通信设备应支持蜂窝通信（Uu）和直连通信（PC5）两种工作模式。

C-V2X 通信系统建设包括 C-V2X 基站部署和基于路侧单元（RSU）通信环境的搭建，应满足 YD/T 3400-2018、YD/T 3340-2018 标准要求。

#### 7.1.1 发射功率限值

对于路侧单元（RSU）， $EIRP \leq 29\text{dBm}$ 。

#### 7.1.2 移动速度

C-V2X 通信系统应能够支持最高相对速度为 500km/h 的车辆间发送消息，以及最高绝对速度为 250km/h 的车辆与车辆、车辆与路侧单元和行人发送消息。

#### 7.1.3 通信时延

对于支持车车和车人通信的终端，无论直接发送还是由路侧单元转发，C-V2X 通信系统应保证最大空口通信时延不超过 100ms。

对于车路通信，车与路边单元的最大空口通信时延不超过 100ms。

对于经过 C-V2X 通信系统网络实体的车与应用服务器之间的 V2N 通信，最大端到端时延不超过 1000ms。

仅对于特殊用例（如碰撞感知），车与车之间、车与路侧单元之间发送消息的最大空口通信时延宜不超过 20ms。

#### 7.1.4 传输可靠性

C-V2X 通信网络应不依赖应用层重传即可提供高可靠传输。

#### 7.1.5 覆盖要求

V2X 业务在有运营商网络和无运营商网络覆盖的情况下均须支持。

#### 7.1.6 消息发送频率

对于周期性消息，C-V2X 通信网络应能够支持路侧单元和车辆最大 10Hz 的消息发送频率。

#### 7.1.7 消息大小要求

不包括安全相关的消息单元，周期性消息的大小在 50-300byte 之间，事件触发的消息最大为 1200byte。

### 7.2 高精度定位设备要求

智能网联汽车测试场应能够提供高精度定位差分信号，差分信号应满足下列要求：



- a) 北斗和 GPS 等多种制式多频点差分增强信号；
- b) 支持 RTD 和 RTK 差分信息。实时 RTK 定位精度：水平优于 3cm；事后静态解算精度：水平优于 5mm；实时网络 RTD 定位精度：优于 1m。兼容性要求：能够接入国内外主流厂家生产的移动终端。

### 7.3 交通信号控制系统要求

智能网联汽车测试场内交叉路口宜部署交通信号控制系统，为自动驾驶车辆测试提供城市道路环境下真实的交叉路口场景，自动驾驶测试车辆可通过信号机数据获取丰富的交叉口信息。交通信号控制系统应满足以下要求：

- a) 信号机应满足 GB 25280 标准要求；
- b) 交通信号控制机应满足 GB/T 20999 标准要求，并兼容国家运输 ITS 通信协议（NTCIP）协议；
- c) 交通信号灯设置与安装规范应满足 GB 14886 标准要求，如设置有多个交通信号灯路口，则应至少有一个交通信号灯路口符合 GB 14886 的要求，其余可根据当地道路特点进行交通信号灯设置。

## 8 配套服务设施要求

### 8.1 基础设施要求

智能网联汽车测试场应设有车辆准备车间、数据中心等用于保障测试场的基本测试服务。测试场宜设有新能源车充电设施、保密车库、停车场和展示中心，提高测试场的运营服务水平。

### 8.2 车辆准备车间

车辆准备车间应根据测试场可支持的测试车辆类型，设置相对应的车辆准备车间。准备车间宜包含车辆举升架或地沟、工具箱等方便车辆检查调试设施设备。

### 8.3 数据中心

数据中心是测试场运营产生的数据的存储、管理和应用的中心，应包括场地测试数据、虚拟仿真数据、网联通信数据等。

- a) 数据中心应满足相关的数据保密要求，切实保护数据所有者的相关权益；
- b) 数据格式应符合通用性相关要求。
- c) 相关数据应至少存储 90 天。
- d) 需满足国家标准《数据中心设计规范》GB50174-2017 的 B 级要求。

### 8.4 云控平台

智能网联汽车测试场宜部署云控平台，为智能网联汽车和智能路侧设备数据交互提供标准认证、车辆与路侧系统数据分析及存储、测试场环境与测试过程监控、以及提供车路协同感知、决策与控制辅助与增强等能力。

云控平台应满足以下要求：

- a) 支持智能网联测试车辆、智能路侧设备数据交互的标准化 CA 认证服务；
- b) 支持与第三方云平台的数据对接，数据接收时延低于 100 毫秒；
- c) 对所测试车辆、路侧设备进行标准化数据采集、存储和分析，并按照管理要求实时动态监控测试过程；
- d) 实时为测试车辆、测试场交通指示设备提供融合车路信息的感知、决策与控制辅助计算服务，包括提供协同感知数据，驾驶决策和控制建议，交通系统控制建议，以及驾驶行为提示、预警、引导等一系列云端计算结果，相关计算服务需保证满足车辆测试功能的周期时延要求；
- e) 支持第三方应用在云平台上按照标准开发接口与开发要求进行仿真测试和实际环境测试。

## 8.5 气象监测站

智能网联汽车测试场宜搭建气象监测站，全天候精确监控测试场内环境，气象监测系统应可获取风速、大气温湿度、能见度、路面湿滑状况、路面温度等数据。



**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**基础自动驾驶功能**

**A.1 车速保持**

自动驾驶车辆通过纵向控制保持车辆以安全车速稳定行驶的能力，包括正确识别限速标牌信息，并按限速标牌要求车速稳定行驶。车速保持主要包括直道车速保持和弯道车速保持两种道路类型的测试。

**A.2 车道保持**

自动驾驶车辆通过横向控制保持车辆在车道内行驶的能力。车道保持主要包括直道车道保持和弯道车道保持两种道路类型的测试。

**A.3 跟车行驶**

自动驾驶车辆通过横向和纵向控制，使自车能够跟随前方车辆在车道内稳定行驶，如遇车道线暂时丢失的情况，自车应能在有效探测距离内跟随前车行驶轨迹继续安全行驶。跟车行驶主要包括直道跟车行驶和弯道跟车行驶两种道路类型的测试。

**A.4 并道行驶**

自动驾驶车辆在有并道行驶需求时（包括本车道前方车道数减少，前方有低速车辆等），实现主动并道任务，并在不干扰其他交通参与者的前提下，安全稳定的行驶到对应的相邻车道。并道行驶主要包括直道并道行驶和弯道并道行驶两种道路类型的测试。

**A.5 超车**

自动驾驶车辆在遇到前方低速行驶车辆时，主动向左侧变道超越原车道低速车辆后，并回到原车道继续行驶。超车主要包括借左侧同向相邻车道超车和借左侧逆向车道超车，均为直道超车一种道路类型的测试。

**A.6 驶入/驶出匝道**

自动驾驶车辆驶出高速公路或城市快速路进入匝道，或通过匝道并入高速公路或城市快速路的过程。驶入/驶出匝道主要包括驶入匝道和驶出匝道两种道路类型的测试。

**A.7 交叉路口通行**

自动驾驶车辆按路径规划安全通过交叉路口到达相应的路径规划终点（例如车辆左转车道左转通行，右转车道右转通行等）。交叉路口通行主要有十字交叉路口道路类型的测试。

**A.8 环形路口通行**

自动驾驶车辆按路径规划绕环岛稳定行驶，并从指定出口驶出环岛。环形路口通行主要有十字环岛道路类型的测试。

#### A.9 交通信号灯通行

自动驾驶车辆通过交通信号灯路口时正确识别交通信号灯并做出相应的响应，不出现闯红灯或在绿灯情况下车辆识别具备安全通行条件却停车不前等状况。交通信号灯通行主要有交通信号灯十字路口交叉路口一种道路类型的测试。

#### A.10 施工区域通行

自动驾驶车辆在遇到前方施工区域或者有施工区域标识时，能够避让施工区域安全通行。施工区域通行主要包括直道施工区域通行和弯道施工区域通行两种道路类型的测试。

#### A.11 前方车辆变道识别与避让

自动驾驶车辆在遇到前方车辆有变更车道行为时（例如前方相邻车道车辆切入，前方本车道车辆切出等场景），能够识别并避让前方车辆变更车道行为并顺利通行。前方车辆变道识别与避让主要包括直道前方车辆变道识别与避让和弯道前方车辆变道识别与避让两种道路类型的测试。

#### A.12 道路弱势群体避让通行

自动驾驶车辆应能够识别行进路线上的道路弱势群体，避免与其发生碰撞并顺利通行。道路弱势群体避让通行主要包括直道道路弱势群体避让通行和弯道道路弱势群体避让通行两种道路类型的测试。

#### A.13 障碍物避让通行

自动驾驶车辆在遇到障碍物时能够避让通行，且对不影响车辆正常行驶的障碍物不能有明显的非正常反应。障碍物避让通行主要包括直道障碍物避让通行和弯道障碍物避让通行两种道路类型的测试。

#### A.14 N型掉头

自动驾驶车辆在较窄的路段进行掉头时，通过前后反复移动调整车辆方向实现车辆的掉头行驶。N型掉头主要有直道N型掉头一种道路类型的测试。

#### A.15 U型掉头

自动驾驶车辆在较宽敞的路段进行掉头时，通过一次车辆方向调整实现车辆的掉头行驶。U型掉头主要有直道U型掉头一种道路类型的测试。

#### A.16 靠边停车

自动驾驶车辆在路径规划、系统故障等原因导致自动驾驶系统需要进行停靠路边情况下，准确安全地停靠在路边相对安全区域。靠边停车主要有直道靠边停车一种道路类型的测试。

#### A. 17 避让对向来车

自动驾驶车辆通过探测对向占用本车车道超车行驶的车辆，并通过制动、转向避让等行为避免发生碰撞实现避让通行。避让对向来车主要有直道避让对向来车一种道路类型的测试。

#### A. 18 网联通信

自动驾驶车辆通过车车、车路、车人等通信，使车辆能够根据接收到的行驶环境信息进行相应的决策规划并安全通行。网联通信主要包括直道网联通信和十字交叉路口网联通信两种道路类型的测试。

#### A. 19 自动泊车

自动驾驶车辆通过横向和纵向控制，自动将车辆安全驶入或者驶出相应的停车位。自动泊车主要包括平行式车位、垂直式车位和斜列式车位三种停车位类型的测试。



## 参考文献

- [1] GB 15089 机动车辆及挂车分类
  - [2] GB/T 34590 道路车辆 功能安全（1~10部分）
  - [3] CJJ 152 城市道路交叉口设计规程
  - [4] JGJ 100-2015 车库建筑设计规范
  - [5] JTG 2111 小交通量农村公路工程技术标准
  - [6] JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范
  - [7] JTG D60 公路桥涵设计通用规范
  - [8] JTG D81 公路交通安全设施设计规范
  - [9] JTG/T D81 公路交通安全设施设计细则
  - [10] T/CMAA 116-02-2018 自动驾驶车辆封闭试验场地技术要求
  - [11] 车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz 频段管理规定（试行）
  - [12] 湖南省长沙市在2019年6月发布的长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则（试行）V2.0
  - [13] 吉林省长春市工信局、公安局、交通运输局在2018年4月发布的长春市智能网联汽车道路测试管理办法（试行）
  - [14] 江苏省经信委、省公安厅、省交通厅在2018年9月发布的江苏省智能网联汽车道路测试管理细则（试行）
  - [15] 上海市智能网联汽车道路测试推进工作小组在2018年2月发布的上海市智能网联汽车道路测试管理办法（试行）
  - [16] 中国智能网联汽车产业创新联盟和全国汽标委智能网联汽车分技术委员会在2018年8月联合发布的智能网联汽车自动驾驶功能测试规程（试行）
  - [17] 中华人民共和国交通运输部在2018年5月发布的自动驾驶封闭测试场地建设技术指南（暂行）
  - [18] ISO 16787-2017 Intelligent transport systems-Assisted parking system (APS)-Performance requirements and test procedures.
  - [19] ISO/PAS 21448-2019 Road vehicles-Safety of the intended functionality.
-