

ICS 43.020

T 40

团 体 标 准

T/CDAIA 0001—2021

智能网联汽车封闭测试场环境建设 总体技术要求

2021-9-15 发布

2021-10-1 实施

成都市绿色智能网联汽车产业生态圈联盟 发布

目 次

目 次.....	I
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.....	2
4.1 封闭测试场地道路技术要求.....	2
4.1.1 直线道路技术条件.....	2
4.1.2 弯道道路技术条件.....	2
4.1.3 坡道道路技术条件.....	3
4.1.4 隧道道路技术条件.....	3
4.1.5 环形路口道路技术条件.....	4
4.1.6 道路出入口道路技术条件.....	5
4.1.7 十字路口道路技术条件.....	5
4.1.8 交叉路口道路技术条件.....	6
4.1.9 动态广场技术条件.....	6
4.1.10 人行横道技术条件.....	7
4.1.11 交通标线技术条件.....	7
4.1.12 障碍物检测道路技术条件.....	7
4.1.13 自动紧急制动道路技术条件.....	8
4.2 封闭测试场地设施技术要求.....	8
4.2.1 路侧通信单元技术条件.....	8
4.2.2 路侧感知单元技术条件.....	9
4.2.3 信号灯设施技术条件.....	10
4.2.4 交通标志设施技术条件.....	11
4.2.5 通信技术条件.....	11
4.2.6 北斗定位技术条件.....	11
4.2.7 气象监测站技术条件.....	12
4.3 其他技术要求.....	13
4.3.1 总体布置要求.....	13
4.3.2 供电技术条件.....	13
参 考 文 献.....	14

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。

本文件由成都市绿色智能网联汽车产业生态圈联盟提出并归口。

本文件起草单位：信通院车联网创新中心（成都）有限公司、华录易云科技有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、四川省新能源汽车智能控制与仿真测试技术工程研究中心、成都福马智行科技有限公司、中移物联网有限公司、成都卫士通信息产业股份有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、广东为辰信息科技有限公司、成都天合世纪科技有限责任公司。

本文件主要起草人：王龙翔、孙健康、余红艳、王松浩、万远航、李树、司廷哲、李磊、田国英、陈勇、陈昶李、蒋文杰、张治杰、黄明浩、高立志、廖湘荣、李允、赵焕宇、杨正兴、张成艳。

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专利的责任。

本文件为首次发布。

智能网联汽车封闭测试场环境建设总体技术要求

1 范围

本文件规范了智能网联汽车封闭测试场地环境建设的道路技术要求、设施技术要求及其他技术要求。

本文件适用于成都市智能网联汽车封闭测试场的环境建设，其他城市可以参照使用。

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，仅所注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。

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 50057-2016 建筑物防雷设计规范
GB 50034-2013 建筑照明设计标准
GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GM/T 0054-2018 信息系统密码应用基本要求
CJJ 37 城市道路工程设计规范
CJJ 45-2015 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 高速公路交通及沿线设施设计通用规范
JTG D81 公路交通安全设施设计规范
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
YD/T 3707-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求
YD/T 3708-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层测试方法
YD/T 3709-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求
YD/T 3710-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层测试方法
YD/T 3755-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备要求
YD/T 3592-2019 基于LTE的车联网无线通信技术 基站设备技术要求
YD/T 3593-2019 基于LTE的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求
YD/T 3594-2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求
YD/T 3750-2020 车联网无线通信安全技术指南

3 术语和定义

3.1

纵坡 Longitudinal Gradient
路线纵断面上同一坡段两点间的高差与其水平距离之比，以百分率表示。

4 技术要求

4.1 封闭测试场地道路技术要求

依据测试场景对测试道路进行分类建设，参考《T/CSAE 125—2020 智能网联汽车测试场设计技术要求》，对车道长度、车道宽度、车道数、坡度、设计车速、出入口数量等指标做出明确要求，以满足封闭测试场的不同场景的测试需求。

4.1.1 直线道路技术条件

直线道路示意图如图 1 所示，设计参数可参考表 1。



图 1 直线道路示意图

表 1 直线道路基本设计参数表

车道方向与数量	设计速度 km/h	车道宽度 m	最小有效长度 m
双向 2 车道 双向 4 车道 双向 6 车道	40	3.50	500
	60	3.50	600
	80	3.75	700
	100	3.75	800
	120	3.75	900

4.1.2 弯道道路技术条件

弯道示意图如图 2 所示，设计参数可参考表 2。

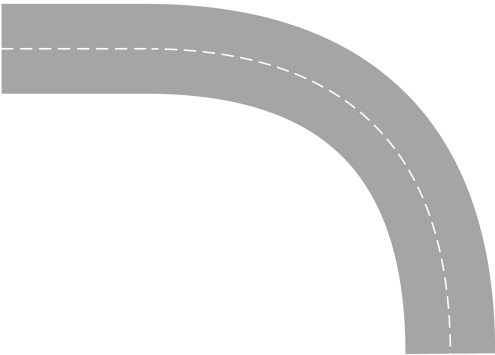


图 2 弯道示意图

表 2 弯道基本设计参数表

车道方向与数量	设计速度	车道宽度	最大超高	圆曲线最小半径	最小有效长度
---------	------	------	------	---------	--------

	(km/h)	(m)		(m)	(m)
双向 2 车道 双向 4 车道 双向 6 车道	40	3.50	8%	60	180
	60	3.50		125	280
	80	3.75		250	390
	100	3.75		400	440
	120	3.75		650	540

4.1.3 坡道道路技术条件

坡道包括直道纵坡、弯道纵坡，参考表 1、表 2。最大纵坡和最小坡长的设计参数可参考表 3，建设则遵照 JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定执行。

表 3 设计速度、最大纵坡、最小坡长对应表

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

4.1.4 隧道道路技术条件

4.1.4.1 真实隧道

隧道场景主要用于测试自动驾驶汽车在经过信号遮蔽和光线遮挡的隧道时所发生的跟车、减速、车道保持等驾驶行为，道路设置要求应符合下列规定：

- 公路隧道机电设施包括通风、照明、交通监控、紧急呼叫、火灾探测报警、消防、供配电、中央控制管理系统、通信网络、防雷与接地等；
- 真实隧道建设的要求按照 JTG B01《公路工程技术标准》标准进行。其长度可根据测试场地空间实际情况进行规划，可分为下穿式、地上凸起式。下穿式为地面下部进行真实隧道的建设；凸起式为地上通过覆盖岩土构建隧道；
- 隧道内轮廓设计除应符合公路隧道相关规范建筑限界的规定外，还应为洞内智能设备、照明、消防、监控等设施提供安装空间；
- 隧道横断面宽度宜根据测试需要的车道数进行确定；
- 隧道内路面坡度应根据隧道的长度及平、纵线形等综合分析确定。路面横坡宜为 1.5%~2.0%。当隧道位于超高平曲线段时，应根据超高横坡度设置路面横坡。隧道路面横坡不宜大于 5%。

4.1.4.2 模拟隧道

- 含模拟隧道的建设长度不宜小于 100 m，模拟隧道所选用的材质应能够屏蔽定位和通信信号，宜采用金属材料作为隧道洞壁的建筑材料，且应能够阻挡阳光透射。
- 模拟隧道可结合其它测试场景同步建设，如能够自由控制的灯光测试环境，以模拟现实交通中光线照明情况不佳和夜晚情形。
- 模拟隧道道路根据封闭测试场空间位置可设置为具有一定曲率的弯道。

- d) 为应对不同隧道的限速不一样，隧道的限速标志可使用数字式标志，或者设置能够快速安装的限速标志或移动式标志。
- e) 采用金属材料建设的模拟隧道应做好防雷接地设计，其接地电阻应小于 10Ω 。
- f) 隧道可以根据封闭测试场空间大小提供高速场景或低速场景，通信信号全覆盖，可在视线不足的情况模拟高速超视距障碍物预警。
- g) 应根据封闭测试场的空间大小决定是否在隧道内设置紧急停车带。

4.1.5 环形路口道路技术条件

环形路口基本形态为 3 叉及以上，示意图如图 3 所示，其基本设计参数要求如表 4 所示。环形路口最小半径和设计速度的关系参考表 5，环形路口内车道加宽值可参考表 6。其他应符合 CJJ 37《城市道路工程设计规范》或 JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定。

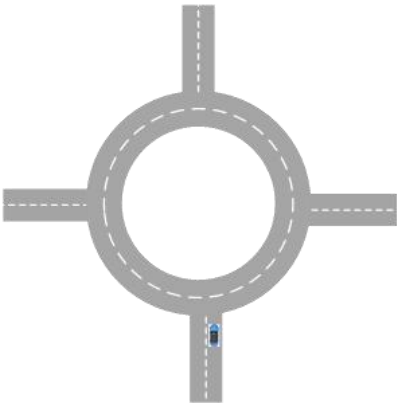


图 3 环形路口示意图

表 4 环形路口基本设计参数表

出入口数	环形路口内车道数	出入口车道方向及数量	出入口最小车道宽度 (m)	出入口车道最小有效长度 (m)
≥3	2	双向双车道	3.25~3.50	300

表 5 环形路口最小半径和设计速度参考表

设计速度 (km/h)	最小半径 (m)
20	20
25	25
30	35
35	50
40	65

表 6 环形路口内的车道加宽值表

半径范围 (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

4.1.6 道路出入口道路技术条件

道路出入口示意图如图 4 所示，其基本设计参数要求如表 7 所示。其他应符合 JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定。

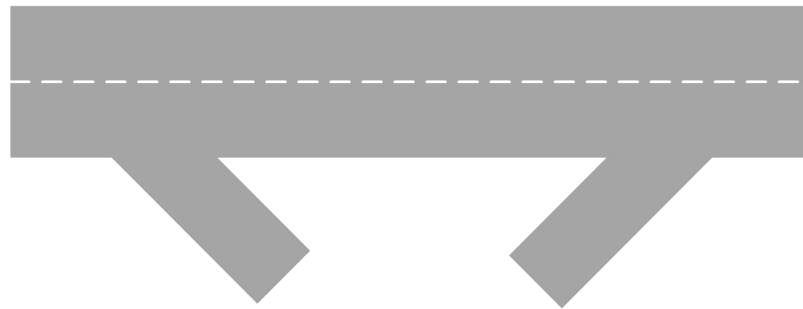


图 4 道路出入口示意图

表 7 道路出入口基本设计参数表

车道方向与数量	设计速度 (km/h)	车道宽度 (m)	圆曲线最小半径 (m)		最小有效长度 (m)	回旋线参数 A (m)	回旋线长度 (m)
			一般值	极限值			
双向 2 车道 双向 4 车道	30	3.25	30	25	150	20	25
	35	3.25	40	35	180	30	30
	40	3.50	60	50	200	35	35
	50	3.50	100	80	250	50	40
	60	3.50	150	120	300	70	50
	70	3.50	210	175	350	100	60
	80	3.75	280	230	410	140	70

4.1.7 十字路口道路技术条件

十字交叉路口至少某一方向上为双向三车道，根据测试场景设置是否需要交通信号灯以及交通信号灯类型。若交通信号灯有倒计时功能，需要保证其相位可调，其类型、设置与安装应满足 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》的要求，示意图如图 5 所示，基本设计参数要求如表 8 所示。其他应符合 CJJ 37《城市道路工程设计规范》、JTG B01《公路工程技术标准》、JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定。

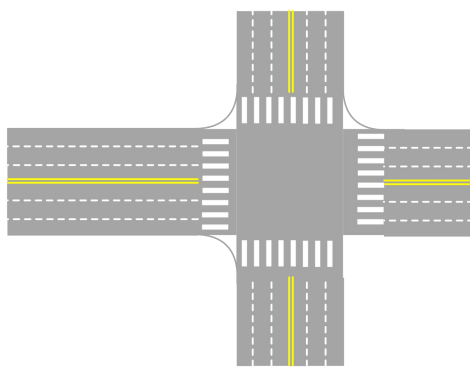


图 5 十字路口示意图

表 8 十字路口基本设计参数表

入口道路类型	入口车道方向及最少车道数	最小车道宽度 (m)	入口车道最小有效长度 (m)	信号灯数
直道	双向 4 车道+双向 2 车道	3.25~3.50	300	4

4.1.8 交叉路口道路技术条件

交叉路口基本形态不超过 4 叉，交角不小于 70° ，至少在某一方向上为双向两车道，示意图如图 6 所示，其基本设计参数要求如表 9 所示。其他应符合 CJJ 37《城市道路工程设计规范》、JTG B01《公路工程技术标准》、JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定。

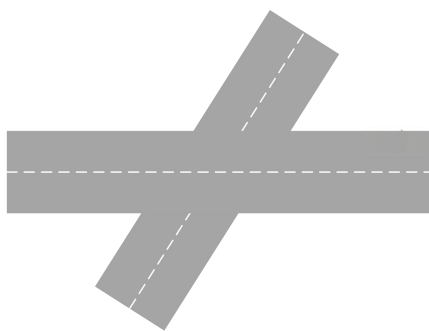


图 6 交叉路口示意图

表 9 交叉路口基本设计参数表

入口道路类型	入口车道方向及最少车道数	最小车道宽度 (m)	入口车道最小有效长度 (m)
直道	双向三车道+双向双车道	3.25~3.50	300

4.1.9 动态广场技术条件

动态广场有多种基本形态，若为圆形广场，则半径不宜低于 50m，示意图如图 7 所示。侧向坡或伞形坡小于 0.5%，路面材质为沥青混凝土或水泥混凝土，平坦均匀铺设，干燥地

面最大附着系数为 0.9，且长期保持稳定，可设置淋水或溢水设施以调节路面附着系数。需有数百米直线或梯形加速道与动态广场相接，另可建设回程切向道路。

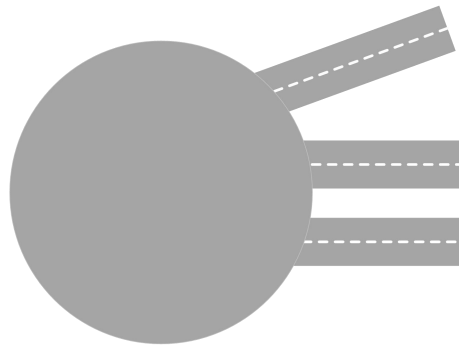


图 7 圆形动态广场示意图

4.1.10 人行横道技术条件

人行横道的标线需要满足 GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》的关于人行横道的相关技术条件，在人行横道前方需要设置停止线，人行横道的最小宽度是 300cm，线宽为 40cm 或 45cm，线间隔为 60cm。

4.1.11 交通标线技术条件

4.1.11.1 指示标线

左转弯待转区线、可变导向车道线、双向两车道路面中心线、车行道分界线、车行道边缘线、人行横道线、停车位标线等，依照 GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》要求施划。

4.1.11.2 禁止标线

禁止超车线、停止线、停车让行线、减速让行线、导流线、网状线、专用车道线等，依照 GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》要求施划。

警告标线：根据实际道路情况，依照 GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》要求施划。

4.1.11.3 其他标线

- a) 作业区标志：根据实际道路情况，依照 GB 5768.4-2017《道路交通标志和标线 第 4 部分：作业区》要求施划。
- b) 限制速度标志：根据实际道路情况，依照 GB 5768.5-2017《道路交通标志和标线 第 5 部分：限制速度》要求施划。
- c) 铁路道口标志：根据实际道路情况，依照 GB 5768.6-2017《道路交通标志和标线 第 6 部分：铁路道口》要求施划。
- d) 非机动车和行人：根据实际道路情况，依照 GB 5768.7-2018《道路交通标志和标线 第 7 部分：非机动车和行人》要求施划。
- e) 学校区域标志：根据实际道路情况，依照 GB 5768.8-2018《道路交通标志和标线 第 8 部分：学校区域》要求施划。

4.1.12 障碍物检测道路技术条件

测试道路应符合 JTG D20《公路路线设计规范》的相关规定，应在测试路段安装下水道井盖、铁板或锥桶等障碍物。

4.1.13 自动紧急制动道路技术条件

- a) 水平、干燥、具有良好附着能力的混凝土或沥青路面，附着系数宜为 0.9 以上。
- b) 参考《C-NCAP 管理规则》（2018 版），试验道路的坡度单一且保持在水平 1%以内。

4.2 封闭测试场地设施技术要求

4.2.1 路侧通信单元技术条件

4.2.1.1 技术要求

智能网联汽车封闭测试场宜部署 C-V2X 网联通信设施，部署的路侧单元（RSU）必须支持蜂窝通信（Uu）和直连通信（PC5）两种工作模式。

路侧单元应满足 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》、YD/T 3755-2020《基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备要求》等标准要求。

4.2.1.1.1 发射功率

直连链路传送发射功率限值（EIRP）应不大于 29dBm。

4.2.1.1.2 通信距离

视距范围内，路侧单元直连通信的有效通信距离应不小于 300 m。

4.2.1.1.3 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通信时延不超过 100 ms。对于车路通信，车与路侧单元的最大通信时延不超过 100 ms。

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，端到端的最大时延不超过 1000 ms。

4.2.1.1.4 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 10 Hz 的消息发送频率。

4.2.1.2 功能要求

4.2.1.2.1 业务功能

路侧单元网络层应满足 YD/T 3707-2020《基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求》标准要求；

路侧单元消息层应满足 YD/T 3709-2020《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求》标准要求；

路侧单元应用功能包括：交通信息收发、交通设备接入、交通场景分析和定位等功能。

4.2.1.2.2 管理功能

路侧单元管理功能包括：远程配置管理、远程升级、远程维护、设备安全与认知鉴权功能。

4.2.1.3 布设场景

路侧单元支持多种道路条件下的布设，包括直线道路、弯道、坡道、隧道、环形路口、交叉路口、道路出入口等。

4.2.1.3.1 直线道路

城市直线道路路段，路侧单元数量视间距而定，路侧单元的布设间距宜为 500-800m，开阔路段间距可取较高值，遮挡物（植被、建筑物）多的路段间距应取较低值。

4.2.1.3.2 交叉路口

每个路口至少布设 1 套路侧单元，确保交叉口的每个来车方向均在路侧单元的天线覆盖范围内。

4.2.2 路侧感知单元技术条件

4.2.2.1 雷达技术条件

4.2.2.1.1 毫米波雷达

- a) 毫米波探测距离： $\geq 150\text{m}$
- b) 探测水平角度： $> 130^\circ$
- c) 探测垂直角度： $> 15^\circ$
- d) 毫米波雷达前端感应目标数量： ≥ 256

4.2.2.1.2 激光雷达

- a) 激光雷达精准度： $\pm 2\text{cm}$
- b) 激光雷达测距长度： $\geq 200\text{m}$
- c) 扫描频率： $> 10\text{Hz}$
- d) 激光类别：1 类激光产品

4.2.2.2 摄像头技术条件

4.2.2.2.1 通信协议结构

视频、音频、数据等信息传输、交换、控制的通信协议的结构如下图所示。

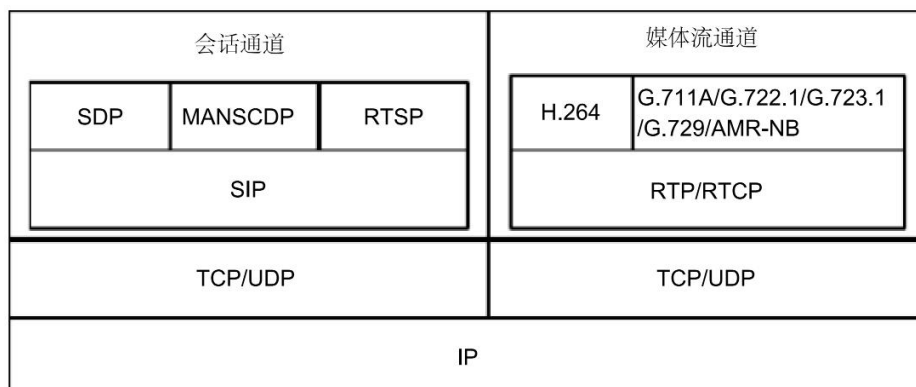


图 8 通信协议的结构

联网系统在进行视音频传输及控制时应建立两个传输通道：会话通道和媒体流通道。会话通道用于在设备之间建立会话并传输系统控制命令；媒体流通道用于传输视音频数据，经过压缩编码的视音频流采用 RTP/RTCP 传输。

4.2.2.3 传输基本要求

4.2.2.3.1 网络传输协议要求

网络层应支持 IP 协议，传输层应支持 TCP 和 UDP 协议。

4.2.2.3.2 消息传输延迟要求

信息（可包括视音频信息、控制信息及报警信息等）经由 IP 网络传输时，端到端的信息延迟时间（包括发送端信息采集、编码、网络传输、信息接收端解码、显示等过程所经历的时间）应满足下列要求：

- 前端设备与直接接入信号的社会图像接入平台相应设备间端到端的信息延迟时间应不大于 2s；
- 前端设备与用户终端设备间端到端的信息延迟时间应不大于 4s。

4.2.2.3.3 网络传输质量要求

IP 网络的传输质量（如传输时延、包丢失率、包误差率、虚假包率等）应符合如下要求：

- 网络时延上限值为 400ms；
- 时延抖动上限值为 50ms；
- 丢包率上限值为 1×10^{-2} 。

4.2.2.4 交通流检测器

交通流检测器需要满足以下要求：

- 任何单一车道流量检测精度>95%，总流量检测精度>98%；
- 车速 10~250km/h 时，单车车速检测精度>97%；
- 车速 10~250km/h 时，平均车速检测精度>97%；
- 车道占有率检测精度>95%；
- 具有 7 种车型识别能力，综合车型识别精度≥95%。

4.2.3 信号灯设施技术条件

针对需要信号灯的场景，按照标准 GB 14886《道路交通信号灯设置与安装规范》的关于信号灯的技术条件安装机动车信号灯、非机动车信号灯、路口方向信号指示灯、路口人行横道信号灯。

4.2.3.1 机动车信号灯

由红色、黄色、绿色三个几何位置分立的无图案的圆形单元组成的一组信号灯，指导机动车通行。机动车信号灯需要有悬挂式和便携式移动信号灯。

4.2.3.2 非机动车信号灯

由红色、黄色、绿色三个几何位置分立的内有自行车图案的圆形单元组成的一组信号灯，指导非机动车通行。

4.2.3.3 路口方向信号指示灯

由红色、黄色、绿色三个几何位置分立的内有同向箭头图案的圆形单元组成的一组信号灯，用于指导某一方向上机动车通行。箭头方向向左、向上或向右分别代表了左转、直行、右转。绿色箭头：表示允许车辆沿箭头所指的方向通行；红色或黄色箭头：表示仅对箭头所在方向起红灯或黄灯的作用。方向信号指示灯需要配备计数装置。

4.2.3.4 路口人行横道信号灯

由几何位置分立的红色行人站立图案的单元和内有绿色行人行走图案的单元组成的一组信号灯，指示行人通行。

人行横道信号灯应安装在人行横道两端内沿或外沿线的延长线、距路沿的距离为 0.8m 到 2m 的人行横道上，采用对向灯安装。

4.2.4 交通标志设施技术条件

指示标志、警告标志、禁令标志、指路标志、道路施工安全标志、辅助标志、限高标志等交通标志应依据实际道路情况，按照 GB 5768.2 要求设置。

4.2.5 通信技术条件

测试场地内除隧道等特殊场景外，应完全覆盖 3G/4G/5G 蜂窝网通信信号。场地内网联通信路侧设备的网联通信协议、性能及安全、互联互通和互操作要求需符合：

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

YD/T 3707-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求

YD/T 3708-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层测试方法

YD/T 3709-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求

YD/T 3710-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层测试方法

YD/T 3592-2019 基于LTE的车联网无线通信技术 基站设备技术要求

YD/T 3593-2019 基于LTE的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求

YD/T 3594-2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求

YD/T 3750-2020 车联网无线通信安全技术指南

4.2.6 北斗定位技术条件

4.2.6.1 一般要求

场地内需提供高精度定位差分信号，差分信号需满足：

- a) 支持北斗和 GPS 两种制式差分信号；
- b) 支持 RTK 差分信息；
- c) 支持网络等多种接收模式；
- d) 北斗系统的跟踪通道为 B1、B2、B3，全球定位系统（GPS）的跟踪通道为 L1、L2、L5。

4.2.6.2 差分基站部署要求

如场地无差分信号覆盖，可在场地布设差分基站，自行播发差分信号，信号需满足以上要求。差分基站的选择与部署应选取满足以下要求的地点：

- a) 地质条件良好、点位稳定；
- b) 视野开阔，周围无高度角超过 10°的障碍物；
- c) 周围无信号反射物；
- d) 能方便地播发或传送差分改正信号。

4.2.7 气象监测站技术条件

4.2.7.1 一般要求

监测设施符合 GB/T 33697《公路交通气象监测设施技术要求》的规定，重点监测项目包括：能见度、路面温度、路面状况（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、风速、风向等。

4.2.7.2 性能要求

- a) 能见度、路面温度、路面状况（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、风速、风向等监测项目性能指标应符合表 10 的要求。
- b) 路面状况检测设备应能够检测并区分路面干燥、潮湿、积水、结冰、积雪等五种状态。
- c) 各监测要素采集输出频率不低于 1 次/min。

表 10 气象监测项目性能要求

测量项目		测量范围	分辨力	最大允许误差
能见度		10m~2000m	1m	±10%（≤1500m）
				±20%（＞1500m）
路面温度		-50℃~+80℃	0.1℃	±0.5℃
风速		0~60m/s	0.1m/s	±（0.5m/s+0.03V） V 为标准风速值）
风向		0~360°	3°	±5°
路面 状态	积水（水膜）深度、积雪层厚度、结冰层厚度等	≥0.1mm	0.1mm	±0.5mm
	冰点温度（仅限埋入式传感器）	-50℃~0℃	0.1℃	±0.5℃

4.2.7.3 部署要求

- a) 宜根据公路线形条件、沿线气象状况特点等合理部署监测设备，实现全线气象状况监测。
- b) 存在多种恶劣气象条件的路段，应同时监测相应环境参数，宜统筹部署气象监测设备，节约建设和运维成本。

4.3 其他技术要求

4.3.1 总体布置要求

- a) 场地规划应考虑测试场景、测试路线、道路出入口、排水规划、办公位置、绿化环境等因素合理布局。
- b) 场地建筑布置与设计应符合相应的建筑设计规范。
- c) 场地道路设计应参照 JTG D80、JTG D81、CJJ 37。路面设计轴载：标准轴载 BZZ-100。除测试路段外，积雪或冰冻地区的主路纵坡不应大于 3.5%，其它地区主路纵坡不应大于 6%。除按要求设计的积水路面外，道路排水应顺畅，不应有积水。
- d) 场地道路路面两侧与路外场地落差超过 0.5m，且坡度超过 4%时，应在道路边缘设置防护设施。场地通道与道路衔接出入口处应满足行车视距的要求。
- e) 采用路缘石作为道路边缘线的，路缘石结构与强度应能承受测试车辆碾压，不应错位、倾倒。
- f) 绿化布置应符合道路建筑限界要求并不应妨碍行车视距。T/CMAX 116-02—2018
- g) 场地竖向规划设计应包括地形和地貌的合理利用、确定道路控制高程的确定和地面的排水规划。当自然地形坡度大于 8%时，场地应采用台式布置，台地之间应用挡土墙或护坡连接。

4.3.2 供电技术条件

- a) 供电电源就近引自附近的变配电所，宜按三级负荷进行供电。电源应选用交流电压 220V 或 380V，三相四线制系统。对配套办公及服务设施场地内机房应当设置不间断备用电源。总配电装置应设置在专门的配电室内。
- b) 一般负荷宜采用树干式配电，集中负荷或重要负荷宜采用放射式配电。供电电源点至配电装置的供电线路宜采用电缆敷设，至室外各用电设备的线路宜采用电缆埋地敷设。
- c) 系统应采用 TN-S 接地故障保护。至室外灯具的线路需设置 PE 线，穿线用的保护金属管及灯具金属部分应与 PE 线连接，PE 线应与相线等截面。总配电装置处应设总等电位装置。
- d) 场地内建筑物、构筑物防雷设计应符合 GB 50057《建筑物防雷设计规范》要求。高杆灯应设避雷针进行保护，并利用金属灯杆作引下线。每盏高杆灯处应设置独立的接地装置，穿线用的金属保护管应与该装置连接。
- e) 照明设施按场地使用需求设置。测试场地内道路照明按 CJJ 45《城市道路照明设计标准》中 III 级执行，其它道路及场所照明按 GB 50034《建筑照明设计标准》有关条款执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 39901-2021 《乘用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法》
- [2] T/CECS G: V21-01-2020 自动驾驶汽车试验道路技术标准
- [3] T/CMAA 116-02—2018 自动驾驶车辆封闭试验场地技术要求
- [4] T/CSAE 125—2020 智能网联汽车测试场设计技术要求
- [5] 中国交通运输部办公厅于2018年5月印发的《自动驾驶封闭测试场地建设技术指南（暂行）》
- [6] 中国科学技术出版社《汽车试验场总论》
- [7] 《C-NCAP 管理规则》（2018 版）