

ICS 03.220.20; 43.080.01

CCS T 40

团体标准

T/ITS XXXX-XXXX

无人驾驶营运车辆安全技术条件

Safety specification for commercial vehicle for driverless vehicle
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX-实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语.....	2
4 总体要求.....	4
5 技术要求.....	6
6 测试方法.....	12
参 考 文 献.....	18

中国智能交通产业联盟

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》给出的规则起草。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

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。

本文件起草单位：交通运输部公路科学研究院、苏州智加科技有限公司、苏州挚途科技有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司。

本文件主要起草人：

无人驾驶营运车辆安全技术条件

1 范围

本文件规定了无人驾驶营运车辆的总体要求、技术要求和测试方法。

本文件适用于无人驾驶经营性机动车。

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。

GB 5768.2 国家道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志

GB 5768.3 国家道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB 7258 机动车安全运行技术条件

GB/T 920 公路路面等级与面层类型代码

GB/T 12534—1990 汽车道路试验方法通则

GB/T 12678—1990 汽车可靠性行驶试验方法

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 18411—2018 机动车产品标牌

GB/T 19056—2012 汽车行驶记录仪

GB/T 25978—2018 道路车辆 标牌和标签

GB/T 34590.1 道路车辆 功能安全 第1部分：术语

GB/T 34590.2 道路车辆 功能安全 第2部分：功能安全管理

GB/T 34590.3 道路车辆 功能安全 第3部分：概念阶段

GB/T 34590.4 道路车辆 功能安全 第4部分：产品开发：系统层面

GB/T 34590.5 道路车辆 功能安全 第5部分：产品开发：硬件层面

GB/T 34590.6 道路车辆 功能安全 第6部分：产品开发：软件层面

GB/T 34590.7 道路车辆 功能安全 第7部分：生产和运行

GB/T 34590.8 道路车辆 功能安全 第8部分：支持过程

GB/T 34590.9 道路车辆 功能安全 第9部分：以汽车安全完整性等级为导向和以安全为导向的分析

GB/T 34590.10 道路车辆 功能安全 第10部分：指南

GB/T 37376—2019 交通运输 数字证书格式

GB/T 38185 商用车辆电子稳定性控制系统性能要求及试验方法

GB 51038 城市道路交通标志和标线设置规范

JT/T 617.5 危险货物道路运输规则 第5部分：托运要求

JT/T 794—2019 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求

JT/T 713 路面橡胶减速带

JT/T 1094—2016 营运客车安全技术条件

JT/T 1178.1—2018 营运货车安全技术条件 第1部分：载货汽车

JT/T 1178.2—2019 营运货车安全技术条件 第2部分：牵引车辆与挂车

JT/T 1242 营运车辆自动紧急制动系统性能要求和测试规程

JT/T 1285 危险货物道路运输营运车辆安全技术条件

JT/T XXXX 营运车辆后向碰撞预警系统性能要求和测试规程

JTG D81 公路交通安全设施设计规范

QX/T 111-2010 高速公路交通气象条件等级

T/ITS 0113.1 营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶 第 1 部分：总体技术要求

T/ITS 0113.2 营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶 第 2 部分：驾驶场景和行驶行为要求

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

设计运行条件 operational design conditions (ODC)

实现无人驾驶的特定条件，包括但不限于运用空间、本车状态、道路类型、道路形状、道路路面、交通参与者适应、光线情况、气象情况、通信与信息情况。详见表 1。

3.1.2

动态驾驶任务 dynamic driving task (DDT)

完成车辆驾驶所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：车辆横向运动控制、车辆纵向运动控制、目标和事件探测与响应、驾驶决策、车辆照明及信号装置控制。

3.1.3

无人驾驶车辆 driverless vehicle

在设计运行条件内，自动执行所有动态驾驶任务的车辆。

3.1.4

无人驾驶营运车辆 driverless vehicle for commercial

在设计运行条件内，自动执行所有动态驾驶任务的经营性机动车。

3.1.5

封闭区域 closed area

自车禁止驶出，外界交通要素不允许进入该区域，如机场、港口、园区等区域。

3.1.6

有限开放区域 limited open area

自车可进出该区域，外界交通要素部分限制进出，如高速公路禁止行人和非机动车进入，如城市BRT专用车道在非平交口禁止其他外界交通要素进入，本区域覆盖封闭区域。

3.1.7

开放区域 open area

自车和外界交通要素都允许进出该区域，本区域覆盖有限开放区域。

3.1.8

驾驶员 driver

可以在车载驾驶位上进行接管，接管后实时执行部分或全部动态驾驶任务的人员。

3.1.9

远程驾驶员 remote driver

可以在非车载驾驶位上进行接管，接管后实时执行部分或全部动态驾驶任务的人员。

3.1.10

接管 take over control

无人驾驶营运车辆出现故障或即将超出设计运行条件或驾驶员（远程驾驶员）主动要求，由驾驶员或远程驾驶员执行动态驾驶任务。

3.1.11

脱离 disengagement

无人驾驶营运车辆出现故障或超出设计运行条件，无法承担动态驾驶任务，驾驶员或远程驾驶员必须接管的状态。

3.1.12

故障 failure

无人驾驶营运车辆发生导致其无法可靠地执行部分或全部动态驾驶任务并会引起无人驾驶脱离，甚至影响车辆行驶的事件。

3.1.13

控制模式 control model

按照驾驶控制主体进行划分，控制模式包括无人驾驶，驾驶员接管后的人工驾驶和远程驾驶员接管后的远程驾驶。

3.1.14

车间距 clearance

前车尾部与自车头部之间的距离。

[来源：改写GB/T 20608-2006，3.1.4]

3.1.15

车间时距 time gap

自车驶过连续车辆的车间距所需的时间间隔。

[来源：改写GB/T 20608-2006，3.1.8]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ODC：设计运行条件(Operational Design Conditions)

DDT：动态驾驶任务(Dynamic Driving Task)

ESC：电子稳定性控制系统 (Electronic Stability Control System)

TTC：距离碰撞时间 (Time To Collision)

V2X：车用无线通信网络 (Vehicle To X)

4 总体要求

4.1 应满足 GB 7258 的规定，并根据车辆类型对应满足 JT/T 1178.1 或 JT/T 1178.2 或 JT/T 1285 或 JT/T 1094 的规定。为实现无人驾驶功能而无法满足上述规定的，应不降低车辆安全性能，包括但不限于：

- a) 车辆离合器踏板及踏板力、油门踏板及踏板力、制动踏板及踏板力、机械驻车、变速器换挡杆及换挡力、方向盘及方向盘转矩的相关要求；

- b) 车辆驾驶室及驾驶室内部分操纵装置的要求；
- c) 车辆外廓尺寸限制范围要求。

- 4.2 应具备常规机动车驾驶功能或远程驾驶功能，驾驶员或远程驾驶员能够驾驶车辆。
- 4.3 应实现行驶系、转向系、制动系的电子控制。
- 4.4 应具备制动控制系统、转向控制系统的备用系统或应急解决方案，当前制动控制系统或转向控制系统失效时，备用系统可以替代失效系统，或通过应急解决方案使无人驾驶营运车辆安全停车。
- 4.5 所有车轮应安装符合 JT/T 1178.1—2018 中附录 A 规定的防爆轮胎或爆胎应急安全装置。
- 4.6 所有车轮应安装符合 JT/T 1178.2—2019 中附录 B 规定的胎压监测系统或具有轮胎气压监测功能的装置。
- 4.7 应具备起火监测报警功能，能够检测到动力电池、发动机舱、驾驶舱、车厢（自卸车除外）起火点，并发出警报，必要时发出带有位置的救援信息。不具备常规机动车驾驶功能的车辆还应能够采取有效措施灭火。
- 4.8 应配置符合 GB/T 38185 规定的 ESC。
- 4.9 应安装无人驾驶标牌或标签，标牌的型式、标示位置、标示要求应符合 GB/T 18411—2018 中 4、6、7 规定，性能应符合 GB/T 25978—2018 中 4 的规定，标牌的内容应至少包括“无人驾驶”字样和设计运行条件。产品标牌如采用标签标示，则标签应符合 GB/T 25978—2018 中 4 的规定，标签的内容应至少包括“无人驾驶”字样和设计运行条件。
- 4.10 应具备无线通讯功能，覆盖 3G、4G、5G 通信制式。
- 4.11 宜具备 V2X，进行车车、车路、车云、车平台信息交互的能力。
- 4.12 功能安全宜符合 GB/T 34590.1 至 GB/T 34590.10 的规定。
- 4.13 设计运行条件的定义规则应符合表1，应在说明书中对表1规定的所有要素的适用情况进行说明。

表1 无人驾驶营运车辆设计运行条件定义规则

序号	类别	要素
1	运用空间	封闭区域、有限开放区域、开放区域
2	本车状态	车速范围、装载情况
3	道路类型	道路级别、分隔带情况、隧道、桥梁
4	道路形状	道路曲率、道路横坡、道路纵坡
5	道路路面	路面等级（按 GB/T 920 分级）、路面平整度、坑洞、刮痕、积水、积雪、结冰、修补色差、林荫道
6	弱势交通参与者适应	行人、自行车、摩托车、非机动三轮车
7	光线情况	照度范围、能见度
8	气象情况	能见度影响等级（QX/T111-2010 中 3.1）、降雨强度影响等级（QX/T111-2010 中 3.2）、风力影响等级（QX/T111-2010 中 3.3）、降雪影响等级（QX/T111-2010 中 3.4）、积雪影响等级（QX/T111-2010 中 3.5）、积雪影响等级（QX/T111-2010 中 3.6）、沙尘暴影响等级（QX/T111-2010 中 3.7）、气温区间、气压区间。
9	通信与信息情况	GNSS、高精地图、V2X

5 技术要求

5.1 感知要求

5.1.1 感知对象

应具备通过车载传感器和/或网络感知周边环境的能力。感知对象包括但不限于其他车辆、交通标志、交通标线、信号灯状态、机动车信号（转向灯、制动灯、闪光灯、警灯、报警器）、弱势交通参与者、道路基础设施、动物和其他障碍物及气象信息。

5.1.2 感知范围

感知范围应满足以下要求：

- a) 对行驶道路前向交通标志、标线的感知距离不少于150m。对行驶道路前向锥桶、雪糕桶引导线感知距离不少于120m。
- b) 对行驶道路前向交通信号灯的状态和时序的感知距离不少于70m。
- c) 对行驶车道和相邻车道上距离自车最近的前方车辆及其机动车信号灯，纵向感知距离不少于150m。
- d) 对行驶车道和相邻车道上距离自车最近的后方车辆及其机动车信号灯，纵向感知距离不少于100m。
- e) 对行驶道路前向的行人、自行车、摩托车、非机动三轮车或其他弱势交通参与者，纵向感知距离不少于100m，最小横向宽度不小于11.25m。
- f) 对行驶道路前向的三角警示牌及尺寸大于40 cm×40 cm×40 cm的遗落物，纵向感知距离不少于70m。

5.1.3 感知距离精度

感知精度应满足以下要求：

- a) 距离感知对象不大于50m时，纵向感知误差为±0.5m，横向感知误差为±0.2m；
- b) 距离感知对象大于50m且小于100m时，纵向感知误差为±1m，横向感知误差为±0.5m；
- c) 距离感知对象不小于100m时，纵向感知误差为±2m，横向感知误差为±1m。

5.1.5 定位精度

自车定位纵向误差为±0.2m,横向误差为±0.2m。

5.2 人机交互要求

5.2.1 无人驾驶营运车辆应能通过操作界面、声音或其他交互方式认知驾驶员或远程驾驶员以下指令：

- a) 进入无人驾驶模式；
- b) 驾驶员或远程驾驶员主动接管；
- c) 靠边停车后退出无人驾驶模式；

- d) 设定行驶目的地及路线；
- e) 变更行驶目的地；
- f) 调整行驶路线。

5.2.2 驾驶员或远程驾驶员应能够通过操作界面、声音或其他交互方式了解车辆运行的以下信息：

- a) 当前处于无人驾驶模式/驾驶员接管模式/远程驾驶员接管模式；
- b) 无人驾驶功能正常/异常；
- c) 行驶路线变更请求及原因；
- d) 无人驾驶模式脱离请求及原因；
- e) 车辆位置、速度等基本状态信息，以及备选行驶路线信息”；
- f) 行驶路线、预计到达时间等行程信息；
- g) 车辆故障及故障信息；
- h) 当前是否满足设计运行条件。

5.2.2 无人驾驶车辆应能够与其他交通参与者进行如下交互：

- a) 无人驾驶车辆转向或换道前应当开启转向灯；
- b) 无人驾驶车辆制动时应该开启制动灯；
- c) 无人驾驶车辆因故障紧急停车时应启动危险报警闪光灯。

5.3 事故防控要求

5.3.1 碰撞防控

碰撞防控包括前向自动紧急制动和后向碰撞预警：

- a) 前向自动紧急制动的碰撞预警、紧急制动、车内通信应符合JT/T 1242的要求。
- b) 后向碰撞预警应符合JT/T XXXX《营运车辆后向碰撞预警系统性能要求和测试规程》。

5.3.2 侧翻防控

应具备进行侧翻防控的能力，行驶过程中车辆或汽车列车质心处的侧向加速度不大于 4m/s^2 。

5.4 营运功能要求

5.4.1 无人驾驶营运货车应具备监测自车超载情况的能力，超过核定载质量时应在 10s 内对驾驶员或远程驾驶员预警，并将车辆行驶速度限制于 30km/h 以下，误差应不大于±5%。

5.4.2 无人驾驶营运客车应具备超员监测的能力，超过核定载客时应在 10s 内对驾驶员或远程驾驶员预警，并将车辆行驶速度限制于 30km/h 以下。

5.4.3 具备常规机动车驾驶功能的无人驾驶营运车辆应具备驾驶员安全带监测功能，行驶之前检测到驾驶员未系安全带，应在 10s 内对驾驶员预警，将车辆行驶速度限制于 30km/h 以下，并限制启动无人驾驶模式。在驾驶过程中出现安全带解开现象，应在 10s 内对驾驶员预警。

5.4.4 无人驾驶营运客车应具备乘员安全带监测功能，检测到乘员未系安全带，应在 10s 内对乘员和驾驶员或远程驾驶员预警。

5.4.5 无人驾驶营运客车的乘客门区、乘客区的视频监控除满足 JT/T 1094—2016 中 4.1.6 的规定外，还应具备异常报警功能，车辆行驶过程中检测到乘客走动、乘客门开启等异常时应向驾驶员或远程驾驶员进行预警。

5.4.6 无人驾驶危险货物运输车应能接收危险货物运输企业采用加密或数字身份认证方式向终端下发的符合 JT/T 617.5 的电子运单信息。

5.4.7 具备常规机动车驾驶功能的无人驾驶营运车辆宜具备驾驶员身份识别功能，能够通过生物特征或人脸识别的方式对驾驶员身份进行验证，验证不通过限制启动无人驾驶模式和启动车辆。

5.4.8 具备自动编队功能的无人驾驶营运货车，宜满足 T/ITS 0113.1 和 T/ITS 0113.2 的相关要求。

5.5 接管与应急处置要求

5.5.1 无人驾驶营运车辆应具备对驾驶员或远程驾驶员进行监测的功能，能够实时分析驾驶员或远程驾驶员是否具备接管车辆的条件。

5.5.2 无人驾驶营运车辆在即将超出设计运行条件时，应发出接管请求并给驾驶员或远程驾驶员预留不少于 30s 的接管时间；超出接管时间没有得到响应或驾驶员与远程驾驶员不具备接管车辆的条件时应安全停车。

5.5.3 无人驾驶营运车辆在发生故障时启动危险报警闪光灯、发出接管请求并给驾驶员或远程驾驶员预留不少于 5s 的接管时间；超出接管时间没有得到响应或驾驶员与远程驾驶员不具备接管车辆的条件时应安全停车。

5.5.4 当驾驶员或远程驾驶员进行制动或操控方向盘时，能够直接接管车辆。

5.5.5 无人驾驶营运车辆在发生事故时，应停车后停止执行动态驾驶任务并在 5s 内进行车内和远程报警。

5.5.6 无人驾驶营运车辆在发生故障时，应停车后停止执行动态驾驶任务并在 1s 内向驾驶员或远程驾驶员发出提示并上报平台。

5.6 在线监控与数据记录要求

5.6.1 在线监控要求

5.6.1.1 应具备以下信息采集监测的能力，且延迟应不高于 2s:

- a) 能实时采集监测车辆的位置、速度、加速度、控制模式等状态信息，并向平台实时上报。
- b) 能实时采集监测档位、转向、制动、加速踏板、车门等控制信号信息，并向平台实时上报。
- c) 能实时采集监测发动机转速、尾气排放等发动机信息，并向平台实时上报。
- d) 具有动力电池的，能实时采集监测电池电压、电池温度、电机转速、电机温度等信息，并向平台实时上报。

5.6.1.2 车辆位置监测还应符合 JT/T 794 — 2019 中 5.2 的规定。

5.6.1.3 应具备视频监控功能，具体要求如下:

- a) 支持车辆前方、两侧和后方监测，监测分辨率不低于 720P;
- b) 监测画面能够叠加车辆控制模式、速度、牌照、视频通道号、时间等信息。

5.6.2 数据记录要求

5.6.2.1 数据记录系统应在车辆启动时不间断进行工作。应能以时、分、秒或 hh: mm: ss 的方式记录时间；应能以年、月、日或 yyyy/mm/dd 的方式记录日期。与标准时间相比时间误差 $\pm 5s$ 。

5.6.2.2 应采用独立的存储器进行存储记录数据，存储器宜为 SSD，存储容量不少于 500G。

5.6.2.3 应符合 GB/T 19056—2012 中 4.4、4.5、4.6、4.7 的规定。

5.6.2.4 具备常规驾驶功能的无人驾驶营运车辆应能记录驾驶员的操作信息和驾驶员状态信息。

5.6.2.5 应能记录车辆运行日志，具体要求如下:

- a) 车辆启动/熄火日志，包含车辆启动/熄火的时间和地点等；
- b) 车辆控制系统参数修改日志，包含修改时间、具体内容等；
- c) 车辆控制系统升级日志，包含升级时间、升级版本号等；
- d) 车辆控制模式日志，包含车辆控制模式变更时间、变更地点等。

5.6.2.6 应能记录车辆运行数据，具体要求如下:

- a) 能按照 1s 时间间隔记录车辆行驶位置和平均车速；
- b) 能记录保存车辆监测视频数据，且具备循环存储功能，能够自动覆盖最早视频，视频记录时间不少于 150h；
- c) 能记录车辆控制信号数据，包含车辆驾驶模式、档位、转向、制动、油门、车门、灯光变化等；
- d) 能记录车辆传感器感知数据，传感器包含并不限于激光雷达、毫米波雷达、陀螺仪数据以及其它智能感知设备；
- e) 能记录控制系统决策数据。

5.6.2.7 无人驾驶营运车辆在发生故障、事故时，能够记录至少事件发生前 90s 至发生后 30s 内的以下数据，数据车载本地存储时间应不少于 48h，并在事件发生时实时进行远程备份，数据保存应不少于三年:

- a) 车辆控制模式；
- b) 车辆操作信息；

- c) 车辆位置、车辆速度、加速度等运行信息；
- d) 车辆周围环境感知与响应状态；
- e) 车辆灯光、信号实时状态；
- f) 若有驾驶员或远程驾驶员，应具有驾驶员或远程驾驶员人机交互状态的车内视频及语音监控情况；
- g) 车内驾驶员及其驾驶行为；
- h) 车辆接收的远程控制指令；
- i) 车辆故障情况。

5.7 网络信息安全要求

5.7.1 硬件安全要求

车载端硬件安全要求是保证车载端系统使用的电路和芯片在实现数据运算和数据存储等功能时的安全性，能够对抗针对加解密操作的密码分析攻击，侧信道攻击，故障注入攻击等破坏数据保密性和完整性的安全威胁，保证车载端所存储的关键数据不被泄露或篡改，芯片功能可以正常使用。

5.7.2 系统安全要求

通过符合车载端应用场景的身份权限管理和访问控制机制，正确响应授权操作和处理异常行为，对抗针对操作系统的溢出攻击、暴力破解、中间人攻击、重放、篡改、伪造等多种安全威胁，保证操作系统文件和数据的可用性、保密性、完整性和可审计性，保证对各类资源的正常访问，系统能够按照预期正常运行或在各种操作情况之下处于安全状态。

5.7.3 应用安全要求

应用安全要求是要保证安装在车载端上的应用软件具备相应的来源标识和保密性、完整性的防护措施，可以对抗逆向分析、反编译、篡改、非授权访问等各种针对应用的安全威胁，并确保应用产生、使用户用的数据得到安全的处理、车载端应用与相关服务器之间通信的安全性。

5.7.4 数据安全要求

数据安全要求是要保证车载端所采集、存储、处理、传输的用户及车辆数据的安全性，确保车辆及用户数据的机密性、完整性和可用性得到有效的防护，同时具有清除机制，保护数据生命周期各环节的安全性。

5.7.5 通信安全要求

5.7.5.1 车内通信安全要求

应根据应用场景对通信和数据交换的需求，实现外部威胁与内部网络之间的安全隔离，保障车辆内部总线 and 关键电子电气系统不被伪造指令和重复指令、数据攻击。

5.7.5.2 车外通信安全要求

5.7.5.2.1 车车通信

应支持基于数字证书的双向身份认证机制，并且通过数字摘要、数字签名等手段保证在证书认证过程中的机密性、完整性、抗攻击性要求。安全证书基本元素说明参见GB/T 37376—2019第6.2.1章节。

5.7.5.2.2 车路通信

应支持基于数字证书的身份认证机制，并且通过数字摘要、数字签名等手段保证在证书认证过程中的机密性、完整性、抗攻击性要求。安全证书基本元素说明参见GB/T 37376—2019第6.2.1章节。

5.7.5.2.3 车云通信

应基于数字证书系统和鉴权管理系统实现双向的身份认证。应对所有通信数据基于IPSec、TLS等标准安全通信协议进行端到端的封装加密。

5.8 可靠性要求

5.8.1 封闭场地测试可靠性要求

封闭场地测试可靠性应符合以下要求：

- a) 在交通运输部或相关部门认定的无人驾驶封闭场地测试基地开展测试。
- b) ODD 包括夜晚的情况下，夜晚场景测试不低于 10%。
- c) ODD 包括雨、雪、雾等极端天气的情况下，相应极端天气场景测试不低于 10%。
- d) 测试场景包括但不限于 5.3 中的要求。
- e) 测试总里程不低于 5000km，可多辆（不超过 5 辆）测试车同时进行里程累计，其中每车不少于 100 km 且至少有 1 辆车完成不少于 1000 km。多辆同时测试车辆需满足“同车型、同系统、同架构”的三同要求。
- f) 测试中发生的脱离不高于 1 次/100 km。

5.8.2 开放道路测试可靠性要求

开放道路测试可靠性应符合以下要求：

- a) 测试车辆进行开放道路测试前应通过 5.8.1 规定的封闭场地测试。
- b) 在交通运输部或相关部门认定的开放道路测试区域开展测试。
- c) ODD 包括夜晚的情况下，夜晚场景测试不低于 10%。
- d) ODD 包括雨、雪、雾等极端天气的情况下，相应极端天气场景测试不低于 10%。
- e) 测试场景包括但不限于 5.3 中的要求。
- f) 测试总里程不低于 100000km，可多辆测试车可同时进行里程累计，其中每车不少于 1000 km 且至少有 1 辆车完成不少于 10000 km。多辆同时测试车辆需满足“同车型、同系统、同架构”的三同要求。
- g) 测试中发生的脱离不高于 1 次/1000 km。

6 测试方法

6.1 测试环境

6.1.1 场地环境条件

测试场地环境条件应满足以下要求：

- a) 试验在水平、干燥、具有良好附着能力的混凝土或沥青路面上进行，水平能见度大于 1 km；
- b) 测试环境温度范围为-20℃~45℃，环境风速小于 5 m/s；
- c) 封闭测试场地符合《自动驾驶封闭测试场地建设技术指南（暂行）》要求；
- d) 交通标志符合 GB 5768.2 要求；
- e) 交通标线符合 GB 5768.3 要求；
- f) 交通标志、标线设置 GB 51038 要求；
- g) 交通信号灯符合 GB 14887 要求；
- h) 交通信号灯设置符合 GB 14886 要求；
- i) 场地满足 JTG D81 要求；
- j) 减速带满足 JT/T 713 要求。

6.1.2 车路通信条件

测试场景中所有交通标志、标线、信号灯及其他设施应均可通过车路通信获得。

6.1.3 车辆条件

整个试验过程中，装载应符合GB/T 12534—1990的3.1要求。

6.2 感知功能测试

6.2.1 交通标志、标线、信号灯等感知测试

6.2.1.1 测试过程

位置1与人行横道标线2的距离150m，为人行横道交通标线2识别的测试位；位置3距离路口红绿灯70m，为红绿灯识别的测试位；位置4距离锥桶5和限速标志6的距离分别为120m和150m，为锥桶5和限速标志6识别的测试位，位置6距离三角警示牌7的距离为70m，为三角警示牌7的识别测试位。信号灯为红灯，自车为无人驾驶模式，自车以20km/h车速匀速行驶，行驶路线为直行通过前方第一个路口，距离路口300m时测试开始。自车在路口停车5s后，信号灯由红灯变为绿灯，自车直行通过前方第一个路口，在三角警示牌前停车或发生碰撞测试结束，自车实时显示检测到的交通标志、标线、信号灯等，进行一次测试，测试过程方法见图1。

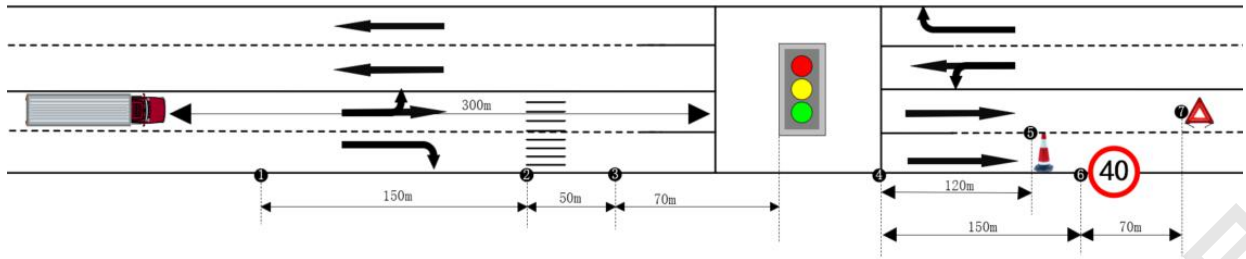


图1 交通标志、标线、信号灯感知测试过程方法

6.2.1.2 试验有效性要求

距离测量误差应小于 $\pm 0.1\text{m}$;

6.2.1.3 试验通过性要求

试验通过性应符合以下要求:

- 识别到人行横道交通标线2、红绿灯、锥桶5、限速交通标志6、三角警示牌7;
- 对人行横道交通标线2、红绿灯、锥桶5、限速交通标志6、三角警示牌7识别的范围符合5.1.2的相关要求;
- 感知精度符合5.1.3的要求;
- 感知频率符合5.1.4的要求。

6.2.2 交通参与者、机动车信号感知测试

6.2.2.1 测试过程

3辆目标车、自行车1和行人5测试开始前位置见图2，自行车1距离目标车2、目标车3的纵向距离均为20米，目标车4距离自行车1的纵向距离为350米，行人5距离自行车1的纵向距离为150米。测试开始后，目标车2、目标车3、目标车4、行人5保持位置；目标车2鸣消防警笛、目标车3开启右转向灯，目标车4开启制动灯，行人5朝向道路横垂线。自行车1为无人驾驶模式，以 5km/h 的车速沿道路直线行驶，距离目标车4小于 50m 时测试结束。自行车1实时显示检测到的目标车辆及其信号灯和行人，进行一次测试，测试过程方法如图2。

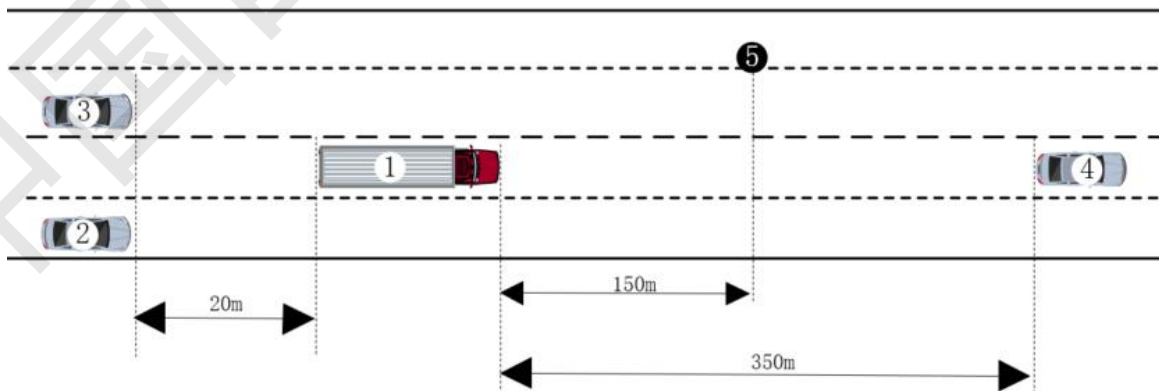


图2 交通参与者、机动车信号感知测试过程方法

6.2.2.2 试验有效性要求

距离测量误差应小于 $\pm 0.1\text{m}$ 。

6.2.2.3 试验通过性要求

试验通过性应符合以下要求：

- a) 识别到目标车2及其信号、目标车3及其信号、目标车4及其信号和行人5；
- b) 对目标车2及其信号、目标车3及其信号、目标车4及其信号和行人5的识别范围符合5.1.2的相关要求；
- c) 感知精度符合5.1.3的要求；
- d) 感知频率符合5.1.4的要求；

6.3 事故防控功能测试

6.3.1 碰撞防控测试

碰撞防控测试应符合以下要求：

- a) 自动紧急制动按照JT/T 1242的规定进行测试；
- b) 后向防撞功能按照《营运车辆后向碰撞预警系统性能要求和测试规程》的规定进行测试。

6.3.2 侧翻防控测试

6.3.2.1 测试过程

侧翻防控测试过程如下：

- a) 试验道路包含一段长度为22.9m直线入口，一段与直线相切的半径为45.7m的弯道，测试道路的宽度为3.7m。圆弧起始位置为直线道路与弯道的切点，结束位置为120°圆弧对应的点。图16为逆时针方向的试验轨迹，顺时针方向的试验轨迹与之对称。
- b) 以32km/h \pm 2km/h的初始车速，逐次增加2km/h，分别进行顺时针和逆时针转向试验，直到激活ESC制动或有一车轮偏离出车道。ESC激活制动前0.5s时的车速即各自的初始基准车速。在试验中如果在圆弧车道的任何一处有轮胎偏离出车道，应以相同的车速重复试验。如果有任一轮胎再次偏出车道，需要以相同的车速连续做4次测试。
- c) 在确定的初始基准车速分别进行顺时针和逆时针转向试验来确定基准车速。每个方向各进行4次连续试验，在4次连续的测试中，至少有2次出现了ESC制动，则最小的车速就是基准车速。如果未满足“至少有2次出现ESC制动”的条件，则初始基准车速增加2km/h，重复进行试验，直到确定基准车速。
- d) 最大的测试车速为基准车速的130%和48km/h中的较高者，在人工驾驶模式下，分别进行顺时针和逆时针进行两轮试验。

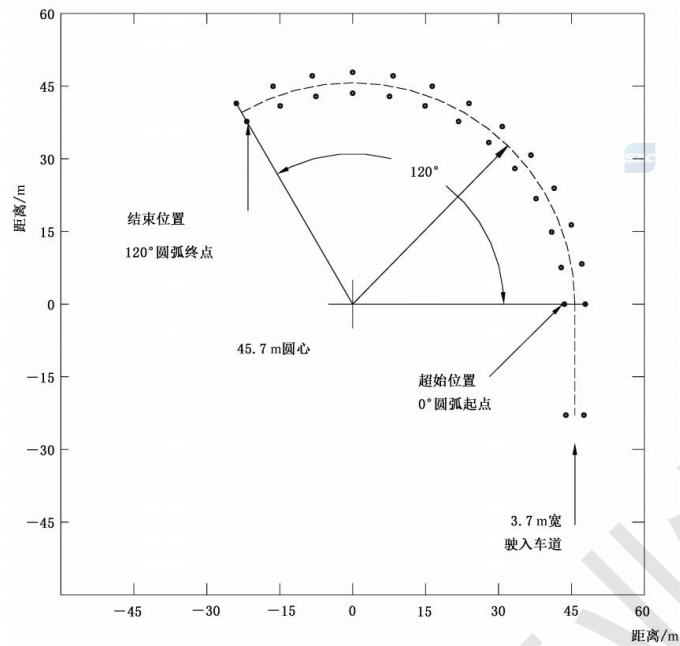


图 3 侧翻试验道路要求

6.3.2.2 试验有效性要求

试验有效性应符合以下要求：

- a) 每次测试之前，最热的制动器摩擦片温度应为 $60^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 每次测试，当 ESC 降低入口车速超过 5km/h ，应松开加速踏板；
- c) 每一轮测试，应该以相同的入口车速进行 8 次连续的测试；
- d) 速度测量误差不大于 $\pm 0.5\text{km/h}$ ；
- e) 侧向加速度测量误差不大于 $\pm 0.1\text{m/s}^2$ 。

6.3.2.3 试验通过性要求

系统的侧翻防控能力符合 5.3.2 的要求。

6.4 接管与应急处置功能测试

6.4.1 非紧急接管测试

6.4.1.1 试验过程

在自行车行驶路线前方设置不满足自车 ODD 的场景，如车道线缺失等，试验过程中不予接管。自行车发出接管提示并停车或驶入不满足自车 ODD 的场景范围时试验结束。

6.4.1.1 试验通过性

试验通过性应符合以下要求：

- a) 符合 5.5.1 的要求；
- b) 自行车在驶入不满足 ODD 的场景前停车。

6.4.2 紧急接管与故障上报测试

6.4.2.1 试验过程

向行驶中的自车发送故障信号，如传感器失效等，试验过程中不予接管。自车发出接管提示并停车或10s后试验结束。

6.4.2.2 试验通过性

符合5.5.2和5.5.5的要求。

6.4.3 主动接管测试

6.4.3.1 试验过程

主动接管测试过程如下：

- a) 自车沿设定路线行驶，行驶过程中，驾驶人进行制动。
- b) 自车沿设定路线行驶，行驶过程中，驾驶人进行换道。

6.4.3.2 试验通过性

符合5.5.3的要求。

6.4.4 事故报警测试

6.4.4.1 试验过程

通过后台向行驶中的自车注入事故信号，如追尾等。

6.4.4.2 试验通过性

符合5.5.4的要求。

6.5 可靠性测试

6.5.1 封闭场地可靠性测试

6.5.1.1 测试方法

综合所有测试项目形成测试路线，每条测试路线长度不小于5km，场景不少于10个。无人驾驶营运车辆在测试开始后，无操作人员协助或驾驶员接管情况下完成每条线路的可靠性测试，测试过程中应始终保持无人驾驶模式。

6.5.1.2 试验有效性要求

测试车辆应安装监管设备和无人驾驶数据记录装备，并接受相关部门的日常监管。

6.5.1.4 试验通过性要求

无人驾驶营运车辆满足5.8.1封闭场地测试可靠性要求。

6.5.2 开放道路可靠性测试

6.5.2.1 测试方法

无人驾驶营运车辆可以选择在公共道路完成可靠性测试，测试过程中需要安装测试数据记录设备对测试路线，测试道路交通环境，测试时间，测试天气条件，测试里程进行记录。综合所有测试项目形成测试路线，每条测试路线长度不小于10km，场景不少于10个。

6.5.2.2 试验有效性要求

测试车辆应安装监管设备和无人驾驶数据记录装备，并接受相关部门的日常监管。

6.5.2.3 通过性标准

无人驾驶营运车辆满足 5.8.2 开放道路测试可靠性要求。

中国智能交通产业联盟

参 考 文 献

- [1] 《自动驾驶封闭测试场地建设技术指南（暂行）》
- [2] GB/T 12678 汽车可靠性行驶试验方法
- [3] GB 18565 道路运输车辆综合性能和检验方法
- [4] GB/T 19392—2013 车载卫星导航设备通用规范
- [5] GB/T 20608—2006 智能运输系统 自适应巡航控制系统 性能要求与检测方法
- [6] GB/T 29765—2013 信息安全技术、数据备份与恢复产品技术要求与测试评价方法
- [7] GB 12676—2014 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法
- [8] GB/T 31024.1—2014 合作式智能运输系统 专用短程通信 第1部分：总体技术要求
- [9] GB/T 31024.2—2014 合作式智能运输系统 专用短程通信 第2部分：媒体访问控制层和物理层规范
- [10] GB/T 乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法（征求意见稿）
- [11] T/ITS 0024—2015 基于公众电信网的联网汽车信息安全技术要求
- [12] YD/T 3594—2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求
- [13] ISO 11270:2014 Intelligent transport systems -- Lane keeping assistance systems (LKAS) -- Performance requirements and test procedures
- [14] ISO 11067:2015 Intelligent transport systems -- Curve speed warning systems (CSWS) -- Performance requirements and test procedures
- [15] ISO 17387:2008 Intelligent transport systems -- Lane change decision aid systems (LCDAS) -- Performance requirements and test procedures
- [16] ISO 19638:2018 Intelligent transport systems -- Road boundary departure prevention systems (RBDPS) -- Performance requirements and test procedures
- [17] ISO 20900:2019 Intelligent transport systems -- Partially automated parking systems (PAPS) -- Performance requirements and test procedures
- [18] ISO/DIS 21202 Intelligent transport systems -- Partially Automated Lane Change Systems (PALS) -- Functional / operational requirements and test procedures
- [19] ISO 26262:2018 Road vehicles — Functional safety
- [20] 《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》
-

中国智能交通产业联盟
标准

无人驾驶营运车辆安全技术条件

T/ITS XXXX-XXXX

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021 年 X 月第一版 2021 年 X 月第一次印刷