

《智能网联汽车 特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求》编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

《智能网联汽车 特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求》团体标准是由中国汽车工程学会批准立项。文件号中汽学函【2022】09号，任务号为2022-09:。本标准由中国汽车工程学会联盟分会/中国智能网联汽车产业创新联盟提出，启明信息技术股份有限公司、海南热带汽车试验有限公司，中国汽车工程研究院股份有限公司等单位起草。

1.2 编制背景与目标

随着自动驾驶技术日趋成熟，具备自动驾驶功能的车辆逐步走向市场。在大规模产业化落地前，智能网联汽车需要经过大量的测试验证和反复的算法迭代才能确保在各类场景下正常行驶。在众多自动驾驶环境中，低温冰雪、热带气候、山地丘陵等特殊场景会严重影响自动驾驶系统感知、决策、规划与控制，对智能网联汽车的性能提出了严峻的挑战。

随着自动驾驶技术的发展，对特殊环境测试的需求不断增加，启明信息技术股份有限公司联合海南热带汽车试验有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司，根据各单位地理环境优势及相关技术特长，共同编制《智能网联汽车特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求》，形成具体测试场景，并明确对应的测试方法，为自动驾驶在特殊环境中的功能测试提供指导性意见。

1.3 主要工作过程

本标准于2022年2月开始标准启动会，同时进行了标准制定学习工作；2022年2月至7月进行了标准编写工作；2022年7月份至9月份对标准进行了申报、修改及讨论。预计2022年10月底之前完成标准的公布工作。

2022年2月18日召开了标准启动会，会议对本标准的任务来源、技术内容、编制说明等进行了简要介绍，并宣布成立标准起草组。2022年7月7日召开了标准推进会，各起草人对本标准的内容逐字逐句地进行了积极热烈的讨论，形成了征求意见处理汇总处理表，其中大部分意见被予以采纳和接受。例如，对本标准中规范性引用文件的相关讨论、相关语句表述问题、具体场景设置原则，场景数量等。

2022 年 10 月 8 日，形成征求意见稿并公开征求意见，起草组根据反馈意见进行修改后形成标准送审稿。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 标准制定原则

在充分总结和比较了国内外智能网联汽车测试标准的基础上，参考了GB/T 40429-2021《汽车驾驶自动化分级》、GB/T 17297-1998《中国气候区划名称域代码气候带和气候大区》和GB/T 5768《道路交通标志和标线》中的有关编写内容，本标准对智能网联汽车在冰雪环境、热带环境、山地环境及特殊光照环境下进行测试等方面作了较详细的规定，以确保测试的准确性。

2.1.1 通用性原则

本标准提出的测试方法及要求仅适用于智能网联汽车在冰雪环境、热带环境、山地环境及特殊光照环境下进行测试时使用。

2.1.2 指导性原则

本标准提出的测试方法及要求能为智能网联汽车在冰雪环境、热带环境、山地环境及特殊光照环境下进行测试时提供指导作用。

2.1.3 协调性原则

本标准提出的方法与目前使用的国家标准中的方法协调统一、互不交叉。仅作为一种更便捷、精确度更高、更高效的方法对目前使用的方法进行补充。

2.1.4 兼容性原则

本标准提出的特殊环境测试方法充分考虑了智能网联汽车所能实现的功能，具有普遍适用性。

2.2 标准主要技术内容

a. 文件适用范围

本标准规定了智能网联汽车特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求覆盖的范围、规范性引用文件、术语和定义、符号和缩略语、通用要求（包括试验场

地、试验环境、试验设备及数据采集、试验过程和通过要求）、试验项目（试验场景、试验方法及通过要求）。

b. 标准术语和定义

本文件主要参照 GB 5768（道路交通标志和标线）、GB/T 40429-2021（汽车驾驶自动化分级）、GB/T 28592-2012（降水量等级）、GB/T 35236-2017（地面气象观测规范 地面状态）、GB/T 35224-2017（地面气象观测规范 天气现象）、T/CSAEXX-2020（汽车高寒地区环境适应性试验方法）、GB/T 17297-1998（中国气候区划名称域代码 气候带和气候大区）、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）、GB/T 39323-2020 乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法定义了以下术语、定义以及系列字母符号等。

特殊环境 special environment

是指单一或多种自然天气条件和道路地理环境要素的组合所产生的具有一定复杂或特殊性的车辆行驶环境。

冰雪环境 ice and snow environment

包含降雪以及由降雪引起的道路表面结冰、积雪、湿滑工况和特殊目标物的总称。

热带环境 tropical environment

是指具有高温、高湿、雨量大、日温差小等特点自然环境。

山地城市环境 mountainous urban environment

是指城市主要分布在山地区域，结构化道路、坡度起伏大且具有显著气候差异的地理环境。

结冰路面 icy road surface

道路表面全部或部分被冰层覆盖，附着系数为0.1~0.2。

积雪路面 snowy road surface

道路表面全部或部分被雪覆盖，附着系数为0.2~0.3。

超高路面 ultra-high road surface

超高路面指的是车辆在圆曲线上行驶时，受横向力或离心力作用会产生滑移，为抵消车辆在圆曲线路段上行驶时所产生的离心力，保证车辆能安全、稳定、舒适地通过圆曲线，在该路段横断面上设置的外侧高于内侧的单向横坡。

曲率半径 radius of curvature

曲率的倒数就是曲率半径，即 $R=1/K$ ，主要用来描述曲线上某处的弯曲变化程度。如弯道越急，曲率就越大，曲率半径越小。

坡度 slope

通常把坡面的垂直高度（h）和水平方向的距离（l）的比叫做坡度（i），用于表示地表单元陡缓的程度。表示坡度最常用的方法为百分比法，即两点的高程差与其路程的百分比，如坡度3% 是指路程每100米，垂直方向上升(下降)3米。

根据标准体系建设的既定原则，综合考虑我国智能网联汽车技术发展现状和趋势，拟在启明信息技术股份有限公司/国家智能网联汽车应用（北方）示范区、海南热带汽车试验有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司开展特殊场景智能网联汽车功能测试标准的制定。试验项目具体包括冰雪环境、热带环境、山地环境、特殊光照环境等 4 部分。

本标准适用于进行特殊场景场地试验的具备 L3 级以上自动驾驶功能的 M、N 类车辆，其他车辆可参考执行。附录部分则对标准试验项目的分类及选取，明确了自动驾驶行驶区域与试验项目对照关系。

2.3 关键技术问题说明

基于各起草单位的地理环境优势及相关测试技术，提出具有代表性、可实操的特殊测试场景，对场景数量进行统一规划，基于每个具体场景分别给出需要重点关注的性能指标及阈值。

例如：冰雪环境试验中需要重点关注车辆在降雪天气中的目标识别率、湿滑路面上的加速度、减速度变化率及具体功能表现。

热带环境试验中需要重点关注车辆在茂密植形成的林荫路中对车道线的识别率及具体功能表现。

山地环境试验中需要重点关注车辆在小曲率山路中的横向加速度、减速度变化率及具体功能表现。

特殊光照环境试验中需要重点关注车辆在无光、逆光、强光环境下目标及车道线识别率及具体功能表现。

2.4 标准主要内容的论据

本标准主要参照 GB 5768（道路交通标志和标线）、GB/T 40429-2021（汽车驾驶自动化分级）、GB/T 28592-2012（降水量等级）、GB/T 35236-2017（地面气象观测规范 地面状态）、GB/T 35224-2017（地面气象观测规范 天气现象）、

T/CSAEXX—2020（汽车高寒地区环境适应性试验方法）、GB/T 17297-1998（中国气候区划名称域代码 气候带和气候大区）、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），GB/T 39323—2020 乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法提出测试方法及要求，具体测试场景中的性能参数阈值要求，均以实车测试为基础，在冰雪环境、热带环境、山地环境、特殊光照环境中分别进行实车测试，通过相关试验验证，得到了业内专家的一致性认可。

2.5 标准工作基础

编写组主要起草单位为启明信息技术股份有限公司、海南热带汽车试验有限公司及中国汽车工程研究院股份有限公司，启明信息技术股份有限公司囊括了国家级北方示范区，有智能网联汽车上牌资质，同时亦是政府三方机构。三家单位均具备智能网联汽车测试能力，积累了大量的道路试验数据，其测试过程及结果得到了众多专家的认可，本标准具有一定的先进性、通用性、科学性和可操作性。

三、主要试验（或验证）情况分析

下面列举典型场景进行验证，以表征本文件的实际可应用性。

1) 冰雪环境试验中，测试车辆在降雪天气中对红绿灯的识别及响应：

试验地点：北方示范区封闭测试场

试验要求：测试车辆不受降雪天气影响，正确识别红绿灯状态并响应，遵循“红灯停、绿灯行”交通规则。

测试过程中，测试车辆的减速度不应大于 4 m/s^2 ，纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

试验车辆应在停止线前停车，试验车辆为乘用车时，最前端与停车让行线最小距离不应大于 2 m ，当信号灯变为绿色后，启动时间不应超过 3 s 。

试验结果：通过



测试项目：降雪天气红绿灯识别及响应			
测试日期：2021-12-2			
测试天气：降雪天气			
测试地点：十字路口			
测试车型：			
测试车辆（VIN）：			
测试里程： km			
测试员：			
序号	测试过程记录	测试数据记录	参考标准
1	测试起始时刻：	测试车辆最高车速：35km/h	$>30\text{km/h}$
	信号灯绿灯开启时刻：	测试车辆停车后距停止线距离：1.8m	$(\leq 2\text{m})$
	测试车辆启动时刻：	信号灯变绿后测试车辆启动时长：2.5s	$\leq 3\text{s}$
	☐ 碾压车道线 ☐ 发生碰撞 ☐ 人工接管 ☐ 其他问题		

2) 热带环境试验中，测试车辆在林荫路中对车道线的识别及响应：

试验地点：海南封闭测试场

试验要求：测试车辆不受林荫路造成的折射影响，能正确识别车道线，稳定居中行驶通过林荫路。

测试过程中，测试车辆应稳定居中行驶，车辆中心线与车道中心线的横向距离始终小于 0.2m。

试验结果：通过

	测试项目：	林荫路通行测试	
	测试日期：	2021-11-3	
	测试天气：	晴	
	测试地点：	林荫路测试路段	
	测试车型：		
	测试车辆（VIN）：		
	测试里程：	km	
	测试员：		
	序号	测试过程记录	测试数据记录
	1	测试起始时刻：	测试车辆最高车速：35km/h
		通过过程：	测试车辆中心线与车道中心线横向距离：0.1m
		□碾压车道线 □发生碰撞 □人工接管 □其他问题	
			参考标准
			>30km/h (≤0.2m)

3) 山地环境试验中，测试车辆在小曲率弯道的通行表现：

试验地点：中国汽车工程研究院股份有限公司大足试验基地

试验要求：测试车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧，测试车辆能平顺地驶出弯道，车辆无侧滑，无明显晃动，无明显蛇形，测试车辆在弯道路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s²，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s³。

试验结果：通过

	测试项目：	小曲率半径弯道通行	
	测试日期：	2021-9-10	
	测试天气：	晴	
	测试地点：	小曲率半径弯道路段	
	测试车型：		
	测试车辆（VIN）：		
	测试里程：	km	
	测试员：		
	序号	测试过程记录	测试数据记录
	1	测试起始时刻：	测试车辆最高车速：35km/h
		通过过程：	车辆横向加速度：2.5 m/s ²
		通过过程：	车辆横向加速度变化率：4.5 m/s ³
			参考标准
			>30km/h (≤3 m/s ²) ≤5 m/s ³

4) 特殊光照环境试验中，测试车辆在逆光环境下的通行表现：

试验地点：海南封闭测试场

试验要求：测试车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧，测试车辆的自动驾驶系统或驾驶辅助系统可以稳定持续激活，不应出现暂时性或持

续性退出，稳定行驶时试验车辆不应出现明显左右摆动，中心线与车道中心线的距离不大于 0.2 m，试验车辆横向加速度不大于 3 m/s²。

试验结果：通过



测试项目:	逆光环境通行		
测试日期:	2021-9-15		
测试天气:	晴		
测试地点:	长直路测试路段		
测试车型:			
测试车辆 (VIN):			
测试里程:	km		
测试员:			
序号	测试过程记录	测试数据记录	参考标准
1	测试起始时刻:	测试车辆最高车速: 35km/h	>30km/h
	通过程:	车辆横向加速度: 2.5 m/s ²	(≤3 m/s ²)
	通过程:	车辆中心线与车道中心线横向距离: 0.1m	≤0.2 m
	☐ 碾压车道线 ☐ 发生碰撞 ☐ 人工接管 ☐ 其他问题		

综上所述，本标准提出的方法对于当前智能网联汽车测试具有良好的适用性，是智能网联汽车标准环境测试标准的一个强有力补充。

四、标准中涉及专利的情况

尚无

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

随着自动驾驶技术的不断成熟与演进，特殊环境自动驾驶功能场地测试是智能网联汽车落地前的必经阶段，但国内外在该领域的标准尚属空白，本标准适用于进行特殊环境场地试验的具备 L3 级以上自动驾驶功能的 M、N 类车辆，其他车辆可参考执行。本标准着眼于国内复杂多样的特殊行驶环境，构建智能网联汽车测试场景，针对低温冰雪、热带气候、山地丘陵，特殊光照典型特殊环境，提出特殊环境下的自动驾驶功能场地测试方法及通过要求，填补了行业内的标准空白，助力自动驾驶产业快速发展。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

尚无。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、行业标准相协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

尚无。

九、标准性质的建议说明

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准，供学会会员和社会自愿使用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

严格按照本标准提出的试验方法对智能网联汽车在特殊环境中进行检测，对试验人员进行理论学习和操作培训，保证检测方法操作的准确性。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组
2022 年 10 月 8 日

（注：具体内容可以结合项目本身撰写，如不涉及的可填写无）