

DB-XXXX《车载毫米波雷达探测性能测试方法》

报批稿编制说明

一、工作简况：

1. 任务来源：

随着我国汽车行业的快速发展，乘用车保有量持续增加，随之而来的道路交通事故逐年增多，交通安全成为整个行业技术进步的重点研发目标。车载毫米波雷达是驾驶安全辅助的重要感知部件，可实现辅助驾驶、辅助泊车、辅助倒车、防撞警示等功能，毫米波雷达的车载应用历史比较久，是视觉摄像头以外的另一个成熟方案，被应用的频率也在不断提高。目前，毫米波雷达作为传感器中的一个环节，车载应用历史比较久，为完全实现 ADAS（高级驾驶辅助系统 Advanced Driving Assistance System）是利用安装在车上的各式各样传感器，在汽车行驶过程中随时来感应周围的环境，收集数据，进行静态、动态物体的辨识、侦测与追踪，并结合导航地图数据，进行系统的运算与分析，从而预先让驾驶者察觉到可能发生的危险，有效增加汽车驾驶的舒适性和安全性）各项功能一般需要“1 长+4 中短”5 个毫米波雷达。随着 ADAS 渗透率提高，同时各国都在推进汽车的 AEB 功能，“4+1”的毫米波雷达配置模式逐步成为汽车标配。车载毫米波雷达技术成熟度高，产业规模庞大，我国具有自主可控的研发与生产能力。

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司于 2018 年 11 月在上海市场监督管理局的指导下，启动了该项标准的研究与制定工作。2018 年 11 月 9 日，上海市市场监督管理局下达了（沪质技监标【2018】503 号）推荐性地方标准《车载毫米波雷达技术要求及测试方法》制定计划。

2. 主要工作过程：

任务立项通过后，牵头起草单位上海机动车检测认证技术研究中心有限公司积极联合中国航天 802 所、苏州豪米波科技有限公司、吉利汽车公司、华为技术有限公司（上海）等单位，成立标准编制工作组开展标准的编制工作，并于 2019 年 12 月 6 日召开工作组会议，讨论标准编制稿，针对以下内容：

1) 车载毫米波相关国家标准 GB/T 36654-2018《76GHz 车辆无线电设备射频指标技术要求及测试方法》已于 2018 年 9 月 17 日发布并于 2019 年 1 月 1 日开始实施；本次编制将以国家标准为基础，在满足国标要求的前提下，针对上海市地方地域特色提出满足上海智能网联汽车道路场景使用的车载毫米波雷达的需求；

2) 随着智能网联汽车技术的不断发展，此次编制将从实际产品功能应用角度出发，对标准的技术内容进行调整；

3) 由于国家标准暂未提及探测性能方面的测试，本次的标准制定将提供一套切实可行的试验检测方法，同时兼顾国内企业的发展现状，通过标准引领，促进国内相关行业发展。

2020年9月21日至10月20日，标准于网上开展公示。期间收到芜湖森斯泰克智能科技有限公司对于标准术语定义、测试方法的相关意见建议，大部分予以采纳，并及时更新至标准文本中。

2021年3月19日，标准于上海市智能网联汽车及应用标准化技术委员会开展技术审查。会上收到赢彻科技、商汤科技、百度等公司对于术语定义、性能指标量化内容、测试方法、测试场景的相关意见建议，大部分予以采纳，并及时更新至标准文本中。

2021年4月27日，标准于上海市市场监督管理局开展标准审定会。专家建议标准名称修改为《车载毫米波雷达探测性能测试方法》，专家组一致同意标准通过审定，建议标准起草组根据专家组意见对于标准送审稿进行进一步完善，形成标准报批稿，报上海市市场监督管理局批准发布。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作：

序号	企业名称	企业性质	主要工作
1	上海机动车检测认证技术研究中心有限公司	测试机构	1. 牵头制定标准 2. 测试方法确定 3. 会议活动组织
2	上海汽车集团股份有限公司乘用车分公司	主机厂	1. 测试方法确定 2. 技术指标确定 3. 参与标准验证试验
3	吉利汽车集团	主机厂	1. 测试方法确定 2. 技术指标确定 3. 参与标准验证试验
4	大陆泰密克汽车系统（上海）有限公司	国外雷达供应商	1. 提供测试样品 2. 测试方法确定 3. 参与标准验证试验
5	东莞正扬电子机械有限公司	国内雷达供应商	1. 提供测试样品 2. 测试方法确定
6	华为技术有限公司	国内雷达供应商	1. 测试方法确定
7	深圳市大疆创新科技有限公司	国内雷达供应商	1. 测试方法确定

8	上海海拉电子有限公司南京研发分公司	国外雷达供应商	1. 测试方法确定
9	杭州海康汽车技术有限公司	国内雷达供应商	1. 测试方法确定
10	上海无线电设备研究所	军工	1. 提供测试样品 2. 测试方法确定 3. 参与标准验证试验
11	苏州豪米波技术有限公司	国内雷达供应商	1. 提供测试样品 2. 测试方法确定 3. 参与标准验证试验
12	南京隼眼电子科技有限公司	国内雷达供应商	1. 提供测试样品 2. 测试方法确定 3. 参与标准验证试验
13	华域汽车系统股份有限公司	国内雷达供应商	1. 测试方法确定

二、 标准编制原则和主要内容：

1. 编制原则

- (1) 标准文本依据 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草；
- (2) 本标准不限制技术路线，不限制产品形态，重点规定测试方法；
- (3) 本标准依据目前国内外同行业定型批量生产所使用的毫米波雷达评价方法，结合产业实际现状，提出试验方法。本标准在编制过程中，充分考虑了行业管理部门、整车企业、相关零部件配套企业、检测机构和等相关方对于系统的设计、验证、生产、使用和管理的需求。

2. 主要技术内容

(1) 标准范围

本文件规定了车载毫米波雷达的探测性能测试方法，包括：单机探测性能、外层覆盖件电磁性能、系统集成探测性能。

本文件适用于车载毫米波雷达的探测性能测试，应用频段涉及（24~24.25）GHz、（76~77）GHz。

(2) 测试方法

本标准编制主要包括以下内容：

- 1) 单机探测性能测试方法：探测范围、雷达抗干扰能力、检测精度、多目标跟踪能力、分辨力等；
- 2) 外层覆盖件测试方法：穿透损耗、反射率、均匀性；

3) 雷达组合系统探测性能测试方法。

(3) 参考文献

1) ETSI EN 301 091-1 Short Range Devices;Transport and Traffic Telematics(TTT);Radar equipment operating in the 76 GHz to 77 GHz range;Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU;Part 1:Ground based vehicular radar

2) ETSI EN 302 858 Short Range Devices;Transport and Traffic Telematics(TTT);Radar equipment operating in the 24.05 GHz to 24.25 GHz or 24.05 GHz to 24.50 GHz range;Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU

3) ETSI EN 303 396 Short Range Devices;Measurement Techniques for Automotive and Surveillance Radar Equipment

4) T/CAAMTB 15-2020 车载毫米波雷达模组检测方法

三、 主要试验情况：

起草组内的零部件供应商按照本标准的要求，在定型批量生产的产品中随机抽样作为验证试验的样品。

2019年5~7月，性能验证试验在上海机动车检测认证技术研究中心有限公司开展，具体试验内容如下表所示，部分试验图片如下图所示。

说明：由于车载毫米波雷达在汽车的应用场景较多，因各主机厂的个性化需求，其供货状态、通讯协议、输出指示等的不一致，不便于统一规定。通常在测试和试验中需要借助辅助测试装置（上位机软件），基于其用途和行业现实生产的实际情况，以便于使用本标准。

1. 水平探测范围

(1) 标准对应条款：6.1.1.1

(2) 试验场景



(3) 试验结果

测试项目	水平探测范围	试验（记录）人员	/
		试验日期	2019 年 11 月 21 日
试验结果记录			
注：			
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；			
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;			
3. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；			
4. 判断目标出现无法继续跟踪临界点为极限值；			
空间距离 D_m : 1.7m			
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz			
目标 RCS 值(dBsm)	0	10	16
设定值（m）	77	173	250
测量值（m）	77.02	173.20	250.4

2. 垂直探测范围

(1) 标准对应条款：6.1.1.2

(2) 试验结果

测试项目	垂直测距范围	试验（记录）人员	/
		试验日期	2019 年 11 月 21 日
试验结果记录			
注：			
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；			
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;			
3. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；			
4. 判断目标出现无法继续跟踪临界点为极限值；			
空间距离 D_m : 1.7m			
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz			
目标 RCS 值(dBsm)	0	10	16
设定值（m）	56	126	175
测量值（m）	76.05	126.10	175.11

3. 速度范围

(1) 标准对应条款：6.1.1.3

(2) 试验结果

测试项目	速度范围	试验（记录）人员	/	
		试验日期	2019 年 11 月 21 日	
试验结果记录				
注：				
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；				
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;				
3. 测试时，RCS 值一般选取 10dBsm 代表机动车；				
4. 上位机速度显示稳定，直接记录；速度显示不稳定，取 10 个数值求平均值；				
5. 最大不模糊速度分为极大值和极小值，需要完成两侧极值的测试。				
空间距离 D _m : 1.7m				
中心频率 f _{GHz} : 76.217GHz				
目标 RCS 值 (dBsm)	10			
	接近		远离	
设定值 (km/h)	1	330	1	220
测量值 (km/h)	0.9	329.6	0.9	220.2
速度差 (km/h)	0.1	0.4	0.1	0.2

4. 抗干扰能力

(1) 标准对应条款：6.1.2

(2) 试验结果

测试项目	点频干扰	试验（记录）人员	/		
		试验日期	2019 年 11 月 23 日		
试验结果记录					
1. 录入表中的数据需修正初始角度， $A_{\text{录}}=A_{\text{测}}-A_0$					
2. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；					
3. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz；					
Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;					
4. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；					
空间距离 D_m : 1.7m					
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz					
RCS (dBsm)	干扰强度 (dBm)	设定距离 (m)	设定速度 (km/h)	设定角度 (°)	综合评定
0	-15	50	0	0	未影响
	-10	50	0	0	未影响
	0	50	0	0	未影响
10	-5	150m 到 30m	10	0	未影响
	0	150m 到 30m	10	0	未影响
	5	150m 到 30m	10	0	有影响

5. 距离精度

(1) 标准对应条款：6.1.3.1

(2) 试验结果

测试项目	距离精度	试验（记录）人员	/				
		试验日期	2019 年 11 月 21 日				
试验结果记录							
注：							
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；							
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz;							
Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;							
3. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；							
4. 上位机距离显示稳定，直接记录；距离显示不稳定，取 10 个数值求平均值。							
空间距离 D_m : 1.7m							
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz							
目标 RCS 值 (dBsm)	1.0	5.7	7.7	10.9	12.7	16.6	
设定值 (m)	80	100	150	180	200	250	
测量值 (m)	80.01	100.0	149.8	180.2	200.0	250.4	
测量误差 (m)	0.01	0	0.2	0.2	0	0.4	

6. 速度精度

(1) 标准对应条款：6.1.3.3

(2) 试验结果

测试项目	速度精度		试验（记录）人员				/			
			试验日期				2019 年 11 月 21 日			
试验结果记录										
注：										
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；										
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;										
3. 测试时，RCS 值一般选取 10dBsm 代表机动车；										
4. 上位机速度显示稳定，直接记录；速度显示不稳定，取 10 个数值求平均值。										
空间距离 D_m : 1.7m										
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz										
目标 RCS 值 (dBsm)	10									
设定值 (km/h)	-280	-180	-120	-80	-30	30	80	120	180	280
测量值 (km/h)	-279.9	-180.0	-119.7	-80.1	-29.7	29.7	80.1	119.7	180.0	279.9
测量误差 (km/h)	0.1	0	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0	0.1

7. 角度精度

(1) 标准对应条款：6.1.3.2

(2) 试验结果

测试项目	角度精度	试验（记录）人员			/	
		试验日期			2019 年 11 月 22 日	
试验结果记录						
注：						
1. 录入表中的数据需修正初始角度， $A_{\text{录}}=A_{\text{测}}-A_0$						
2. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；						
3. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;						
4. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；						
空间距离 D_m : 1.7m						
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz						
目标 RCS 值 (dBsm)	0			10		
速度 (km/h)	0			0		
距离 (m)	20;初始零位偏-1.15°			70;初始零位偏-1.15°		
/	角度设定值 (°)	角度测量值(°)	角度误差 (°)	角度设定 值 (°)	角度测量 值 (°)	角度误差 (°)
	-49	-48.67	0.33	-48	-47.43	0.57
	-48	-47.06	0.94	-45	-44.54	0.46
	-45	-44.65	0.35	-40	-39.58	0.42
	-40	-39.81	0.19	-35	-35.03	-0.03
	-35	-34.91	0.09	-30	-29.73	0.27
	-30	-30.00	0.00	-25	-24.76	0.24
	-25	-24.89	0.11	-20	-19.77	0.23
	-20	-19.80	0.20	-15	-14.91	0.09
	-15	-14.94	0.06	-10	-9.87	0.13
	-10	-9.81	0.19	-5	-4.92	0.08
	-5	-5.18	-0.18	0	0.00	0.00
	0	0.00	0.00	5	5.08	0.08
	5	5.16	0.16	10	9.86	-0.14
	10	9.78	-0.22	15	14.87	-0.13
	15	14.92	-0.08	20	19.79	-0.21
	20	19.78	-0.22	25	24.86	-0.14
	25	24.95	-0.05	30	29.62	-0.38
	30	29.50	-0.50	35	34.52	-0.48
	35	34.38	-0.62	40	39.78	-0.22
	40	39.73	-0.27	45	44.30	-0.70
	45	44.55	-0.45	50	48.92	-1.08

8. 多目标跟踪能力

(1) 标准对应条款：6.1.4

(2) 试验结果

动态目标测试

测试项目	双目标	试验（记录）人员	/
		试验日期	2019 年 11 月 22 日
试验结果记录			
1.录入表中的数据需修正初始角度， $A_{\text{录}}=A_{\text{测}}-A_0$			
2.空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；			
3.模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;			
4.测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；			
空间距离 D_m : 1.7m			
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz			
目标 1	加速远离	加速靠近	减速靠近
初始速度（km/h）	-10	10	60
结束速度（km/h）	-60	60	10
初始距离（m）	20	150	20
结束距离（m）	150	20	150
目标 2	加速远离	加速靠近	减速靠近
初始速度（km/h）	-10	10	90
结束速度（km/h）	-50	90	10
初始距离（m）	30	150	20
结束距离（m）	160	20	150
跟踪效果	两目标可分开，可稳定跟踪	两目标可分开，可稳定跟踪	两目标可分开，可稳定跟踪

9. 距离分辨力

(1) 标准对应条款: 6.1.5.1

(2) 试验结果

测试项目	距离分辨力	试验（记录）人员		/	
		试验日期		2019 年 11 月 21 日	
试验结果记录					
注：					
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；					
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;					
3. 测试时, RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人, 10dBsm 代表机动车;					
4. 目标 2 从距离目标 1 点 5m 处开始递减, 直至雷达无法正常区分两目标。					
空间距离 D_m : 1.7m					
中心频率 f_{GHz} : 76.217GHz					
目标 RCS 值 1 (dBsm)		10			
目标 RCS 值 2 (dBsm)		10			
目标 1 (m)		60	80	150	180
目标 2 (m)		60.2	80.2	150.2	180.2
距离差 (m)		0.2	0.2	0.2	0.2

10. 速度分辨力

(1) 标准对应条款：6.1.5.2

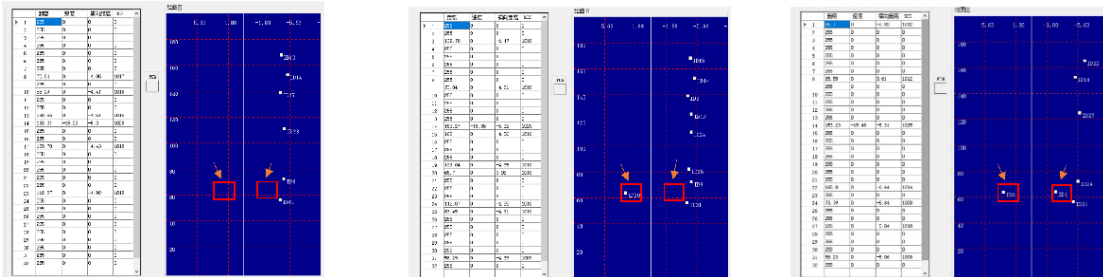
(2) 试验结果

测试项目	速度分辨力	试验（记录）人员		/					
		试验日期		2019 年 11 月 22 日					
试验结果记录									
注：									
1. 空间距离指雷达距离模拟器发射天线边沿的距离；									
2. 模拟器设置:Gain Trim: -3.9dB@24GHz, -0.8dB@77GHz/79GHz; Range Trim: 0.89dB;Tx Antenna Gain: 23dB;Rx Antenna Gain: 23dB;									
3. 测试时，RCS 值一般选取 0dBsm 代表行人，10dBsm 代表机动车；									
4. 上位机速度显示稳定，直接记录；速度显示不稳定，取 10 个数值求平均值。									
5. 目标 2 从距离目标 1 点 2km/h 处开始递减，直至雷达无法正常区分两目标。									
空间距离 D_m : <u>1.7m</u>									
中心频率 f_{GHz} : <u>76.217GHz</u>									
目标 1 RCS 10dBsm;目标 2 RCS 10 dBsm									
目标 1 (km/h)	-300	-200	-100	-50	80	120	150	200	250
目标 2 (km/h)	-300.9	-200.9	-100.9	-50.9	80.9	120.9	150.9	200. 9	250.9
速度差 (km/h)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

11. 角度分辨力

(1) 标准对应条款：6.1.5.3

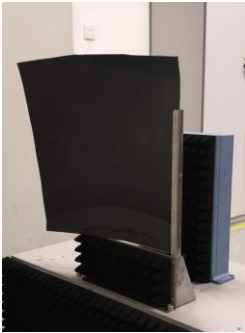
(2) 试验结果



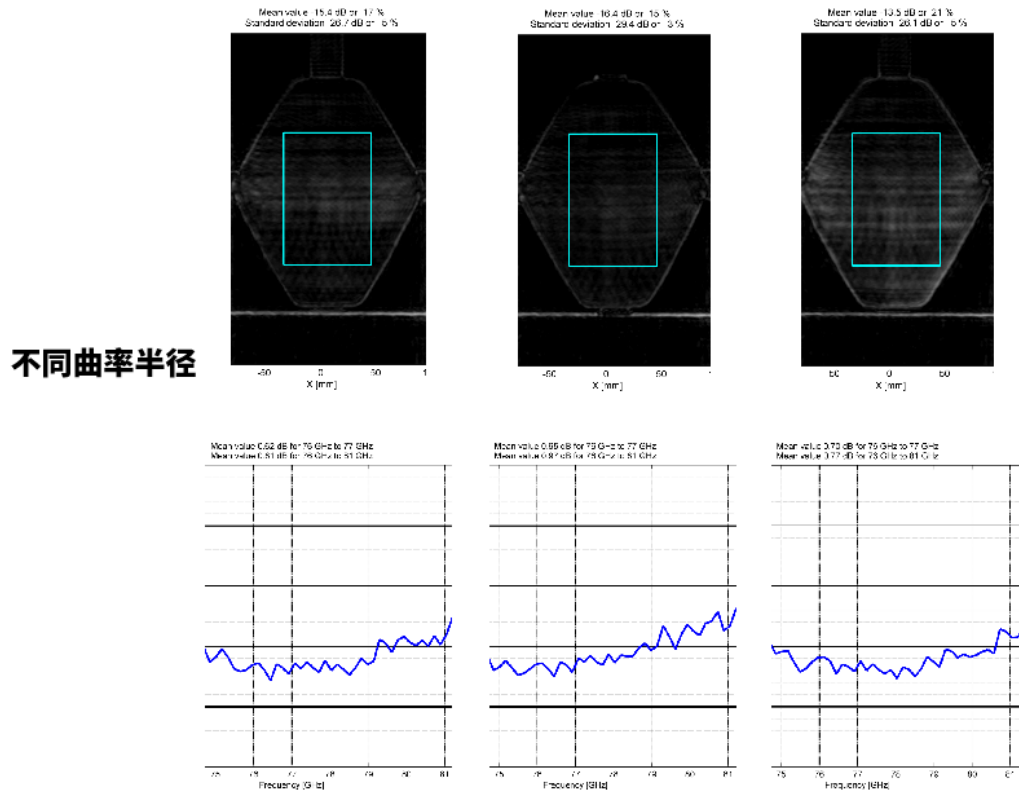
12. 外层覆盖件反射特性

(1) 标准对应条款：6.2.1

(2) 试验场景



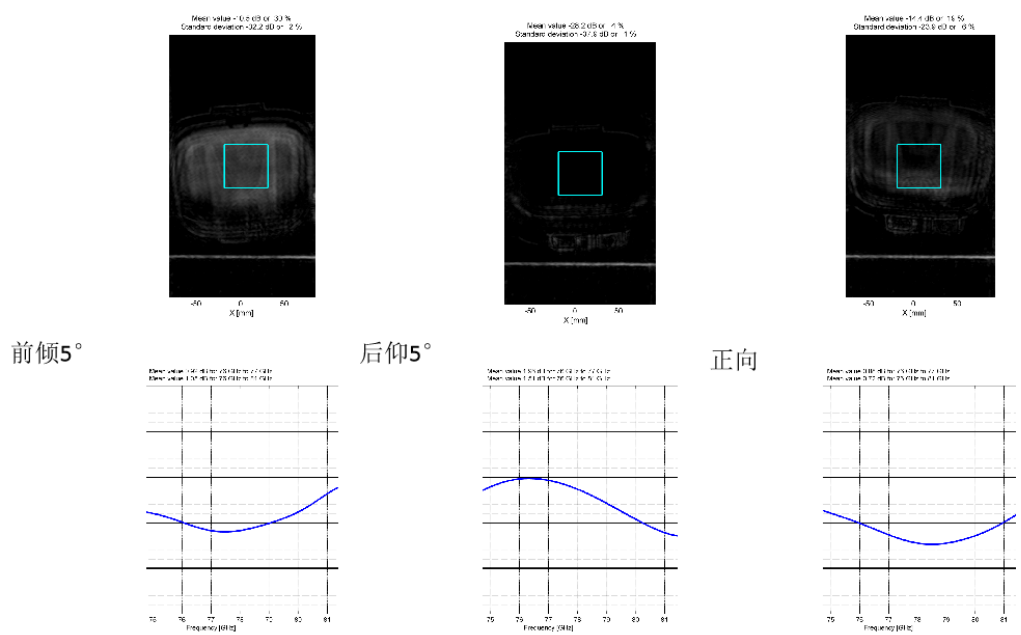
(3) 试验结果



13. 外层覆盖件传输特性

(1) 标准对应条款：6.2.2

(2) 试验结果



14. 典型场景测试

(1) 标准对应条款：6.3.2

(2) 试验场景



(3) 试验结果

单目标					
	加速远离	减速远离	静止	加速靠近	减速靠近
初始速度（km/h）	36	72	设置目标距离 50m	36	72
结束速度（km/h）	72	36		72	36
初始距离（m）	50	50		200	200
结束距离（m）	150	150		100	100
	可连续跟踪，模拟距离结束后仍持续上报并推演目标信息 3 秒。	可连续跟踪，模拟距离结束后发生折叠返回	测得距离 51.01m	可连续跟踪，模拟距离结束后仍持续上报并推演目标信息 3 秒。	可连续正常跟踪。
多目标					
目标 1	运动状态 1	运动状态 2	运动状态 3	运动状态 4	运动状态 5
初始速度（km/h）	36	36	18	18	108
结束速度（km/h）	36	72	36	36	72
初始距离（m）	90	90	90	90	90
结束距离（m）	20	20	20	20	20
目标 2					
初始速度（km/h）	72	72	36	108	72
结束速度（km/h）	72	36	18	72	54
初始距离（m）	100	100	100	100	100
结束距离（m）	150	150	150	150	150
	可跟踪两个目标，但速度值会上下误差 10m/s				

序号	试验内容	标准条款	试验结果
1	水平探测范围	7.1.1.1	符合
2	垂直探测范围	7.1.1.2	符合
3	速度范围	7.1.1.3	符合
4	抗干扰能力	7.1.2	符合
5	距离精度	7.1.3.1	符合
6	角度精度	7.1.3.2	符合
7	速度精度	7.1.3.3	符合
8	多目标跟踪能力	7.1.4	符合
9	距离分辨力	7.1.5.1	符合
10	速度分辨力	7.1.5.2	符合
11	角度分辨力	7.1.5.3	符合
12	外层覆盖件反射特性	7.2.1	符合
13	外层覆盖件传输特性	7.2.2	符合
14	系统探测基本性能	7.3.1	符合
15	典型场景测试	7.3.2	符合

四、 标准中涉及专利的情况：

本标准在编写过程中主要基于日常实验过程总结，未有引用目前相关专利技术文件，本标准不涉及专利。

五、 预期达到的社会效益，对产业发展的作用等情况：

本标准给出了车载毫米波雷达的性能评价方法，以帮助政府及相关生产企业梳理毫米波雷达相关核心指标，对比国内外主流厂商的差距，立足在标准细化过程中找到补差看齐的方法，帮助企业在辅助驾驶发展方面找准产品定位、功能定位和市场定位，引领上海乃至长三角地区的产业发展。

六、 与国际、国外对比情况：

本标准未采用国际标准。目前国际上也没有针对此类系统的车规级产品标准。

七、 在标准在体系中的位置，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：

本标准针对的主体为车载毫米波雷达，目前国家层面没有制定该型产品的标

准法规要求，与现行法律、法规和政策以及有关基础和相关标准协调一致。

八、 重大分歧意见的处理经过和依据：

无重大分歧意见。

九、 标准性质的建议说明：

建议按推荐性地方标准发布。

十、 贯彻标准的要求和措施建议：

本标准是运用毫米波相关技术实现汽车外部环境感知的第一个上海地方性标准。本标准的发布对于制定其他应用于环境感知系统的类似传感器标准具有借鉴和指导的作用，同时为基于毫米波雷达的相关高级辅助驾驶系统设计和性能验证提供技术支持。推荐为管理机构的认证、检测和市场监督管理的依据。

十一、 废止现行相关标准的建议：

无废止现行相关标准的建议。

十二、 其他说明事项：

无其他应予说明的事项。