

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5159—2025

车载毫米波雷达目标模拟器性能
测试规范

Test specification for millimeter wave automotive radar target
simulator

2025-07-28 发布

2025-08-28 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 测试条件与测试仪器2

5 测试方法2

参考文献.....7

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。

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。

本文件由江苏省市场监督管理局提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：江苏省计量科学研究院、东南大学、罗德与施瓦茨科技(中国)有限公司、南京隼眼电子科技有限公司、南京楚航科技有限公司。

本文件主要起草人：冯亮、赵品彰、季青、刘耀东、王耀辉、邓凌翔、王维、宋光明、王浩、茅巍巍、满皓、安靖婕、郝亮。

车载毫米波雷达目标模拟器性能 测试规范

1 范围

本文件规定了车载毫米波雷达目标模拟器的性能测试条件与测试仪器,描述了相应的测试方法。

本文件适用于车载毫米波雷达目标模拟器的性能测试。车载毫米波雷达仿真测试仪、雷达回波发生器等设备的性能测试可参照执行。

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/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

毫米波雷达 millimeter wave radar

工作在毫米波波段(电磁波波长为 1 mm~10 mm)的雷达。

3.2

雷达目标模拟器 radar target simulator;RTS

用于模拟雷达目标的速度、距离、雷达截面积的测试设备。

[来源:ETSI TS 103 788 V1.1.1, 3.1]

3.3

雷达截面积 radar cross section;RCS

用一等效的反射面积来表征目标相对雷达方向的散射特性,此面积称为目标的雷达截面积。

[来源:GB/T 3784—2009, 2.2.1.13]

3.4

瞬时带宽 instantaneous bandwidth

雷达能使不同频率分量的信号同时工作的频率范围。

[来源:GB/T 3784—2009, 2.3.1.2]

3.5

功率平坦度 power flatness

雷达在有效工作带宽内,功率的最大值与最小值之差。

3.6

多普勒频移 doppler shift

由目标与雷达径向相对运动引起的,雷达接收频率与发射频率的变化。

4 测试条件与测试仪器

4.1 测试条件

测试条件包括：

- 环境温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $25\%\sim 75\%$ ；
- 电源电压及频率： $220\times(1\pm 10\%) \text{V}$ 、 $50\times(1\pm 5\%) \text{Hz}$ ；
- 周围无影响测试工作的电磁干扰和机械振动。

4.2 测试仪器

4.2.1 矢量网络分析仪

矢量网络分析仪应符合以下要求：

- 频率范围覆盖被测毫米波 RTS 工作的频率范围；
- 矢量网络分析仪主机的测试端口本底噪声(中频带宽 100 Hz 时) $\leq -90 \text{ dBm}$ ；
- 测试端口扫迹噪声(中频带宽 100 Hz 时) $\leq 0.004 \text{ dB}$ ；
- 自校准修正后,方向性、源匹配和负载匹配 $\geq 20 \text{ dB}$ 。

4.2.2 校准件

校准件应符合以下要求：

- 频率范围覆盖被测毫米波 RTS 工作的频率范围；
- 含开路、短路、固定负载和精密转接头、力矩扳手以及相关的波导校准件(含波导扳手)；
- 波导接口类型符合 UG387/U-M 要求。

4.2.3 信号发生器

信号发生器应符合以下要求：

- 频率范围覆盖被测毫米波 RTS 工作的频率范围；
- 输出功率范围 $\geq -20 \text{ dBm}$ 。

4.2.4 频谱分析仪

频谱分析仪应符合以下要求：

- 频率范围覆盖被测毫米波 RTS 工作的频率范围；
- 功率测量动态范围 $\geq 110 \text{ dB}$ ；
- 功率测量最大允许误差： $\pm 3.5 \text{ dB}$ 。

5 测试方法

5.1 一般要求

5.1.1 对 RTS 的性能特性进行测试时,应在产品标准规定的额定工作条件进行。

5.1.2 测试的环境条件,若无特殊规定,应在 4.1 的规定测试条件进行。

5.1.3 被测 RTS 及测试用设备应按测试条件要求的环境下预热至少 30 min,按照被测设备工作要求进

行校准或调整(如有要求)。

5.1.4 测试时以 RTS 的输入输出端口为测试端面。

5.2 外观及工作正常性检查

外观应完好,各种标识清晰,旋钮按键功能正常,旋钮应牢固且调节正常,显示屏(如有)显示正常。

5.3 电气安全试验

应按 GB/T 6587—2012 中 5.8 的规定进行。

5.4 环境条件适应性试验

应按 GB/T 6587—2012 中 5.9 的规定进行。

5.5 电磁兼容性试验

应按 GB/T 6587—2012 中 5.11 的规定进行。

5.6 性能测试

5.6.1 频率范围

频率范围测试步骤包括:

- a) 如图 1 所示连接仪器;
- b) 设置 RTS 至工作的最大瞬时带宽,通过调节通道衰减或增益,设置 RCS 值为 10 dBsm,设置 RTS 的不同瞬时带宽,速度设置为 0 km/h 或 0 m/s;
- c) 矢量网络分析仪充分预热后,先使用校准件进行自校准。设置矢量网络分析仪输出功率为 -10 dBm,扫描频率范围覆盖 RTS 的工作频率范围;
- d) 测量 RTS 工作所占用的频率范围。

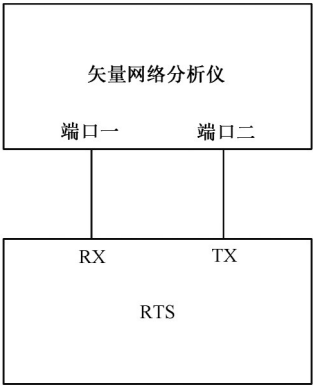


图 1 频率范围、瞬时带宽、幅度平坦度、仿真距离测试连接示意图

5.6.2 瞬时带宽

瞬时带宽测试步骤包括:

- a) 如图 1 所示连接仪器;
- b) 设置 RTS 至工作的最大瞬时带宽,通过调节通道衰减或增益,设置 RCS 值为 10 dBsm,速度设置为 0 km/h 或 0 m/s;
- c) 使用校准件对矢量网络分析仪进行自校准,设置矢量网络分析仪输出电平为 -10 dBm,扫描频

率范围覆盖 RTS 的工作频率范围；

- d) 测量 RTS 的 6 dB 和/或 10 dB 工作带宽,即瞬时带宽。

5.6.3 幅度平坦度

幅度平坦度测试步骤包括：

- 如图 1 所示连接仪器；
- 设置 RTS 的瞬时带宽为 1 GHz 以及其他固定瞬时带宽,通过调节通道衰减或增益,设置 RCS 值为 10 dBsm,延迟距离为 50 m；
- 设置矢量网络分析仪输出功率为 -10 dBm,扫描频率范围覆盖 RTS 的工作频率范围；
- 用矢量网络分析仪测试 RTS 工作频段内的散射参数(S_{21})幅值,计算散射参数幅值的最大变化量。

5.6.4 目标仿真距离

目标仿真距离测试步骤包括：

- 如图 1 所示连接仪器；
- 通过调节通道衰减或增益,设置 RCS 值为 10 dBsm,速度设置为 0 km/h 或 0 m/s；
- 使用矢量网络分析仪测量出不同距离下被测 RTS 处理回波信号的时延 τ ,根据公式(1)计算 RTS 的仿真距离 R ：

$$R = \tau c / 2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R —— RTS 目标仿真的距离,单位为米(m)；

τ —— RTS 处理回波信号的时延,单位为秒(s)；

c —— 电磁波的传播速度,单位为米每秒(m/s),取值为 $2.997\,924\,58 \times 10^8$ 。

5.6.5 目标仿真速度

目标仿真速度测试步骤包括：

- 如图 2 所示连接仪器；

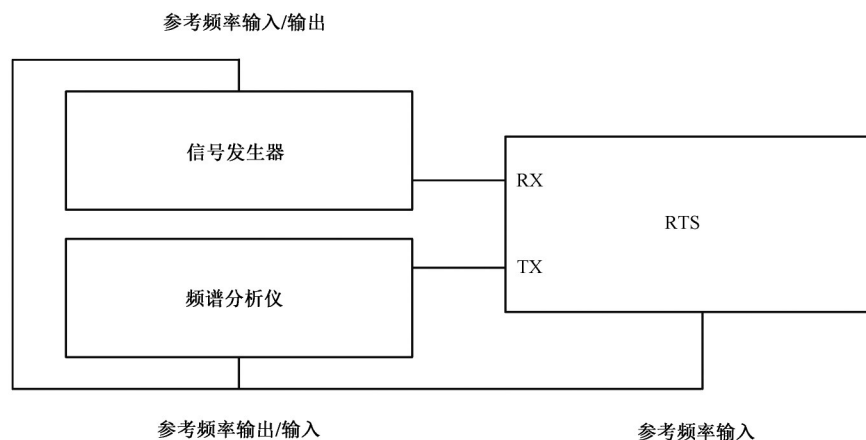


图 2 仿真速度测试连接示意图

- 通过调节通道衰减或增益,设置 RCS 值为 10 dBsm,延迟距离为 50 m；
- 将频谱分析仪和信号发生器共用参考时钟。设置 RTS 的目标径向速度值,信号发生器发射频率为 f_1 的连续波信号,频谱分析仪接收经待测 RTS 进行频移后频率为 f_2 的连续波信号,则多普

勒频移 $f_d = f_2 - f_1$ 。并根据公式(2)计算出仿真目标的速度 v ：

$$v = c \left| f_d / 2f_0 \right| \dots\dots\dots (2)$$

式中：

v ——模拟对象相对待测雷达的径向速度,单位为米每秒(m/s)；

f_d ——多普勒频移,单位为赫兹(Hz)；

f_0 ——RTS 工作中心频率的标称值,单位为赫兹(Hz)。

5.6.6 雷达截面积

雷达截面积测试步骤包括：

a) 如图 3 所示连接仪器；

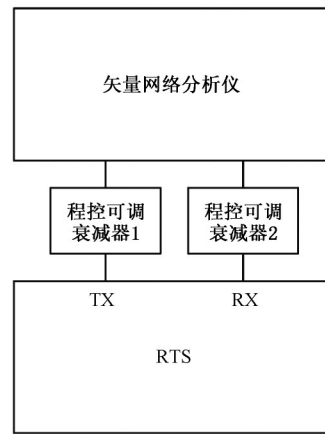


图 3 雷达截面积测试连接示意图

- b) 设置 RTS 的仿真距离,改变程控可调衰减器的衰减值,使 RCS 分别为 -10 dBsm、 0 dBsm、 10 dBsm,RTS 的发射天线和接收天线的增益值设置为 0 dB,RTS 空间距离 D_{air} 为 5 m；
- c) 设置矢量网络分析仪输出电平为 -10 dBm,中频带宽为 100 Hz,扫描点数宜设置为 1001 ,扫描频率范围覆盖 RTS 的工作频率范围；
- d) 使用矢量网络分析仪测量不同设置下的散射参数(S_{21})幅值；
- e) 根据公式(3)计算得到 RTS 雷达截面积的实测值：

$$RCS_a = -A_{\text{rts}} + G_{\text{tx}} + G_{\text{rx}} + 20\lg\left(\frac{c}{f_0}\right) - 10\lg(4\pi) + 40\lg\left(\frac{D_{\text{air}} + R}{D_{\text{air}}}\right) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

RCS_a ——雷达截面积的实测值,单位为分贝平方米(dBsm)；

A_{rts} ——RTS 的衰减值,单位为分贝(dB)；

G_{tx} ——RTS 发射天线的增益,单位为分贝(dB)；

G_{rx} ——RTS 接收天线的增益,单位为分贝(dB)；

D_{air} ——RTS 前端和待测雷达的空间距离,单位为米(m)。

5.6.7 相位噪声

相位噪声测试步骤包括：

a) 如图 4 所示连接仪器；

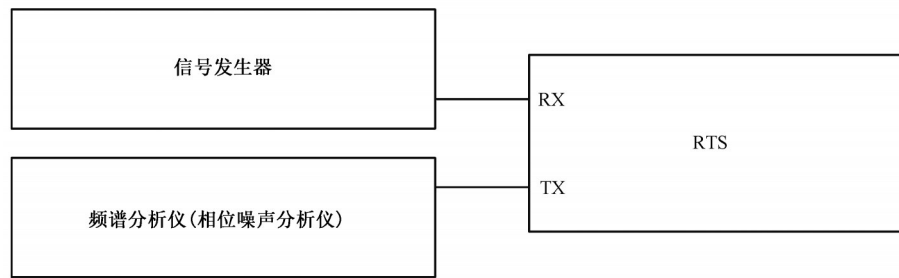


图4 相位噪声测试连接示意图

- b) 通过调节通道衰减或增益,设置 RTS 的 RCS 值为 10 dBsm,设置至最大目标仿真距离,设置速度值;
- c) 设置信号源频率为 RTS 的中心工作频率,输出功率设置为 -10 dBm;
- d) 使用频谱分析仪或相位噪声分析仪测试 RTS 中心工作频率为载频、频偏范围为 1 kHz 至 1 MHz 的单边带相位噪声。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3784—2009 电工术语 雷达
 - [2] GB/T 36654—2018 76 GHz 车辆无线电设备射频指标技术要求及测试方法
 - [3] GB/T 18268.1—2010 测量控制和实验室用电气设备的电磁兼容性要求 第1部分:通用要求
 - [4] GB 4824—2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
 - [5] GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安要求 第1部分:通用要求
 - [6] JJF(通信) 068—2023 雷达回波模拟器校准规范
 - [7] EN 302 264 V2.1.1 Short Range Devices; Transport and Traffic Telematics (TTT); Short range radar equipment operating in the 77 GHz to 81 GHz band
 - [8] EN 303 396 V1.1.1 Short Range Devices; Measurement Techniques for Automotive and Surveillance Radar Equipment
 - [9] EN 302 288 V2.1.1 Short Range Devices; Transport and Traffic Telematics (TTT); Ultra-wideband radar equipment operating in the 24,25 GHz to 26,65 GHz range
 - [10] ETSI TS 103 788 V1.1.1 Short Range Devices (SRD) and Ultra Wide Band (UWB); Measurement techniques and specification for RX conformance tests with target simulator
-