



# 汽车雷达目标模拟器

## FAQ

## 提高篇

北京雷驰瑞泰科技有限公司

2023 年 10 月

## 缩略词

全程	简称	英文简写
汽车毫米波雷达	雷达	Automotive Radar
汽车毫米波雷达目标模拟器	模拟器 目标模拟器 雷达模拟器	RTS
空馈		OTA
空间距离		Airgap

# 目 录

1 数字模拟器和光纤模拟器各有什么优缺点 .....	2
2 使用模拟器时是否一定需要暗箱? .....	2
3 相对于角反射器, 目标模拟器有什么优势? .....	3
4 什么是多普勒模拟器? .....	3
5 光纤模拟器模拟目标的最近距离受到哪些因素的限制? .....	3
6 数字模拟器模拟目标的最近距离受到哪些因素的限制? .....	3
7 为什么模拟器在模拟近距离的时候会有很多目标的出现? .....	3
8 为什么在室内测试的时候会有假目标的出现? .....	3
9 为什么要在暗室内使用激光笔? .....	4
10 能否采用一收两发的模拟器来实现两个方位角度目标的模拟? .....	4
11 雷达与模拟器之间的摆放距离大概是多少米? .....	4
12 为什么汽车雷达模拟器都是空馈测试, 而不是线馈测试? .....	4
13 什么情况下用单喇叭天线? .....	4
14 如何利用模拟器测试雷达的距离分辨率? .....	5
15 如何利用模拟器测试雷达的速度分辨率? .....	5
16 如何利用模拟器测试雷达的角度分辨率? .....	5

## 1 数字模拟器和光纤模拟器各有什么优缺点

- 1) 数字模拟器距离步进小，精度高，能做到 1mm；光纤模拟器步进和精度只能做到 1cm。
- 2) 数字模拟器固有延时比光纤大，但通过补偿算法可以实现接近零米的距离模拟（Airgap 和外部射频长度都可以被补偿掉）。光纤模拟器固有延时较小，一般最近可以模拟到 2m（不包含 Airgap 和外部射频线缆长度）。
- 3) 数字模拟器远距离模拟几乎无硬件成本提升，可以模拟上百公里的距离目标。光纤模拟器需要增加级联开关才能模拟远距离，一般最远也就做到几公里。
- 4) 单个通道内，数字模拟器可以很容易做到多个目标，硬件成本提升很低，光纤模拟器如果需要在通道内做两个目标，成本几乎翻倍。
- 5) 数字模拟器内部具有 ADC 和 FPGA，因此通过软件就可以集成信号源、干扰源以及频谱仪的功能。光纤模拟器没有这个硬件优势，需要额外采购相应的仪器设备。
- 6) 数字模拟器具有幅度补偿功能，因此平坦度指标可以做的比较好。
- 7) 光纤模拟器具有大带宽的优势，可以到 5G 的瞬时带宽，数字模拟器目前最大瞬时带宽能做到 2GHz，后续硬件升级可以做到 3GHz 或者 4GHz。
- 8) 数字模拟器是通过补偿算法实现近距离模拟，因此近距离目标的噪声比光纤模拟器略高（大约 5dB），一般基本不影响使用。
- 9) 数字模拟器不能对脉冲压缩体制雷达实现近距离模拟，光纤模拟器没有这个限制。但在汽车雷达领域考虑到低成本，基本都是 FMCW 类波形，不采用脉压体制，因此数字模拟器都可以用

## 2 使用模拟器时是否一定需要暗箱？

很多场合下不是必要的，但有暗箱会更好。

室内电磁波照射到静止的物体会产生静止的回波，室内环境复杂，墙壁、地板、天花板等所有静止物体都会反射电磁波，雷达在室内使用时，电磁波会在室内多次反射，形成静止杂波，随着电磁波反射次数增加，功率会大幅度下降，因此一般静止杂波随着距离衰减较大，距离较近时，杂波功率较强。当雷达工作在运动目标检测模式下，其实这些静止杂波都会被滤除掉，所以基本没什么影响。如果室内有运动的人，进入雷达照射范围则会产生运动目标。在暗箱中做实验，这种二次反射会大幅度下降，但是直接的反射也是比较强，一般对于汽车雷达，暗室内壁反射形成的几米处的静止目标信噪比也可以达到 30dB~40dB，所以对于角反射器这种静止目标时，都有不同程度的影响。在暗室雷达也最好工作在运动目标模式，这就需要

使用模拟器来产生运动目标或者 距离固定的带多普勒目标了。

### 3 相对于角反射器，目标模拟器有什么优势？

具有三大优势：

- 1) 角反射器一般在室内只能模拟近距离，无法模拟远距离，但模拟器可以模拟远距离。
- 2) 角反射器模拟的都是静止目标，容易受到室内静止环境干扰，但模拟器可以模拟距离不动的带多普勒的目标，雷达容易区分，因此不容易受到室内静止环境干扰，在进行产线雷达多通道相位标 定时具有优势。
- 3) 角反射器模拟的都是静止目标，但模拟器可以模拟运动目标，高逼真地模拟目标运动状态。
- 4) 角反射器功率不可以调整，模拟器可以调整。

### 4 什么是多普勒模拟器？

只模拟一个多普勒频率和 RCS 幅度，不做时延模拟。这种模拟器成本较低。大约在 1 万元以下。

### 5 光纤模拟器模拟目标的最近距离受到哪些因素的限制？

雷达与模拟器之间的物理距离和模拟器的整机系统延时，模拟器的整机系统延时一般包括：射频头延迟、射频头与主机之间线缆长度、主机延迟三部分。

对于射频内置型的模拟器，主机内包含了射频头，其整机系统延迟大约在 1m，不同厂家指标不同。

### 6 数字模拟器模拟目标的最近距离受到哪些因素的限制？

市面上的大多数模拟器厂家的数字模拟器产品的最近距离都在百米左右，因此无法满足汽车雷达应用，也逐渐被市场淘汰，这些厂家基本都采用光纤型模拟器。目前只有北京雷驰瑞泰科技有限公司的数字模拟器产品采用独特的距离补偿算法实现近距离模拟，对于射频头延迟、射频头与主机之间线缆长度以及主机固有延迟都可以补偿掉，因此最近距离可以模拟到零米。

### 7 为什么模拟器在模拟近距离的时候会有很多目标的出现？

近距离一般目标 RCS 较大，回波功率强，导致雷达检测到很多目标，属于正常现象。

### 8 为什么在室内测试的时候会有假目标的出现？

墙壁等外部环境引起的多次反射造成假目标。一般不严重，不影响我们需要测试的目标结果即可。

## 9 为什么要在暗室内使用激光笔？

为了测试准确，模拟器的收发天线中心法线应当与雷达的相位中心法线重合，这就需要采用激光笔来对准。

## 10 能否采用一收两发的模拟器来实现两个方位角度目标的模拟？

如果雷达在方位上不是 MIMO 体制，而是一发多收体制，则没有问题。

如果雷达在方位上是 MIMO 体制，则不可以。

模拟器必须采用两套一收一发的射频模块，此时主机内也是包含了两套对应的延迟系统，才能完成两个目标的模拟

## 11 雷达与模拟器之间的摆放距离大概是多少米？

雷达与模拟器之间的摆放距离又称为物理距离，物理距离的近端一般要大于 0.6m 以上，太近了雷达模拟器会接收饱和，模拟目标会不正常。物理距离的远端要看模拟器的具体指标参数，一般物理距离可以支持到 3m~4m，太远了模拟目标的 RCS 受限。

如果需要做角度标定或者通道间相位标定，一般需要满足远场条件，公式如下：

$$R_{airgap} \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

其中  $D$  是雷达的孔径。 $\lambda$  是雷达的波长。当  $D=0.1m$  时， $R_{airgap} = 5.1m$ 。

## 12 为什么汽车雷达模拟器都是空馈测试，而不是线馈测试？

空馈测试就是 OTA (over the air) 测试。

因为汽车雷达芯片射频接收和发射管脚均直接连接到微带天线，所以只能通过 OTA 测试。军用雷达一般射频收发组件通过 SMA 线缆与天线连接，所以它既可以 OTA 测试，也可以不接天线，让雷达射频与模拟器射频直接线缆连接，实现线馈测试。

## 13 什么情况下用单喇叭天线？

在精确标定多通道相位差的测试情况下，可以采用单喇叭天线。此时方位和俯仰位置点比较准确，但是模拟器单喇叭天线配置下，也存在环形器隔离度比较差的问题。

双喇叭天线隔离度较好，对于方位维的标定，可以将收发天线放置在一个竖直的线上。对于俯仰维的

标定，可以将收发天线放置在一个水平线上。

一般采用双喇叭天线可以满足所有的应用场景。

#### 14 如何利用模拟器测试雷达的距离分辨率？

模拟器在单通道内模拟两个距离不同，速度相同的目标，即可进行雷达距离分辨率的测试。

#### 15 如何利用模拟器测试雷达的速度分辨率？

模拟器在单通道内模拟两个速度不同，距离相同的目标，即可进行雷达速度分辨率的测试。

#### 16 如何利用模拟器测试雷达的角度分辨率？

需要两个模拟器射频头来模拟两个距离和速度相同，但是方向不同的目标，即可进行雷达角度分辨率的测试。

## 关于雷驰瑞泰

北京雷驰瑞泰科技有限公司，简称雷驰瑞泰（LCRT），成立于 2016 年 12 月，公司专注于雷达目标模拟器产品的研发、生产和销售，以优质的产品服务于汽车电子、轨道交通、公路交通、军工电子四大领域。在汽车电子领域，我们具有全球领先的 24GHz 和 77GHz 全数字雷达目标模拟器，可以帮助雷达制造商、Tier1 企业、汽车主机厂进行雷达的研发、测试以及整车测试。在轨道交通领域，我们的产品是 24GHz 高铁、地铁测速雷达的回波模拟器，可以对列车测速雷达进行故障定位和指导维修。在公路交通领域，我们的产品是 24GHz 卡口测距、测速雷达回波模拟器。在军用电子领域，我们可以定制各种军用雷达的目标、杂波和干扰模拟器。

公司拥有以北京理工大学雷达与对抗技术研究所技术骨干为核心的研发团队，在技术工程服务方面，我们与电动车辆国家工程实验室上海通敏车辆检测技术有限公司联合成立“汽车 ADAS 智能测试实验室”，为无人驾驶、智能网联汽车提供测试技术服务。

## 联系我们

公司：北京雷驰瑞泰科技有限公司

地址：北京市海淀区中关村南大街韦伯时代中心 C 座 17 层 1713

电话：+86 010-82168864

国内联系邮箱：sales@targsim.com

国际联系邮箱：info@targsim.com

国内访问网站：www.targsim.com 或 lcrttech.com

国际访问网站：targsim.com



**雷达目标模拟器  
雷达系统测试解决方案**

北京雷驰瑞泰科技有限公司 Beijing Leichi Radar Technology Co., Ltd  
● 网址: www.targsim.com  
● 电话: 010-82168864

关注公众号 了解更多服务详情



官网 公众号 视频号





雷驰瑞泰 雷达目标模拟专家

关注公众号 了解更多服务详情



官网



公众号



视频号