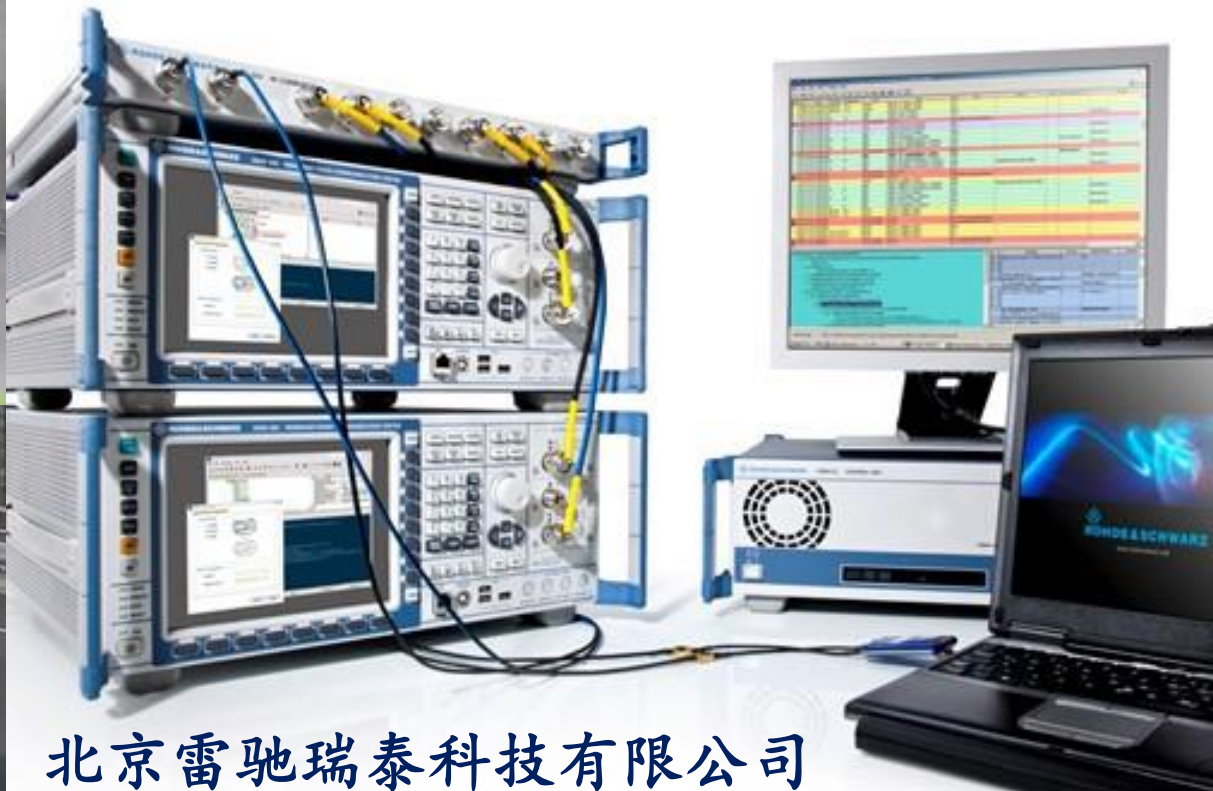
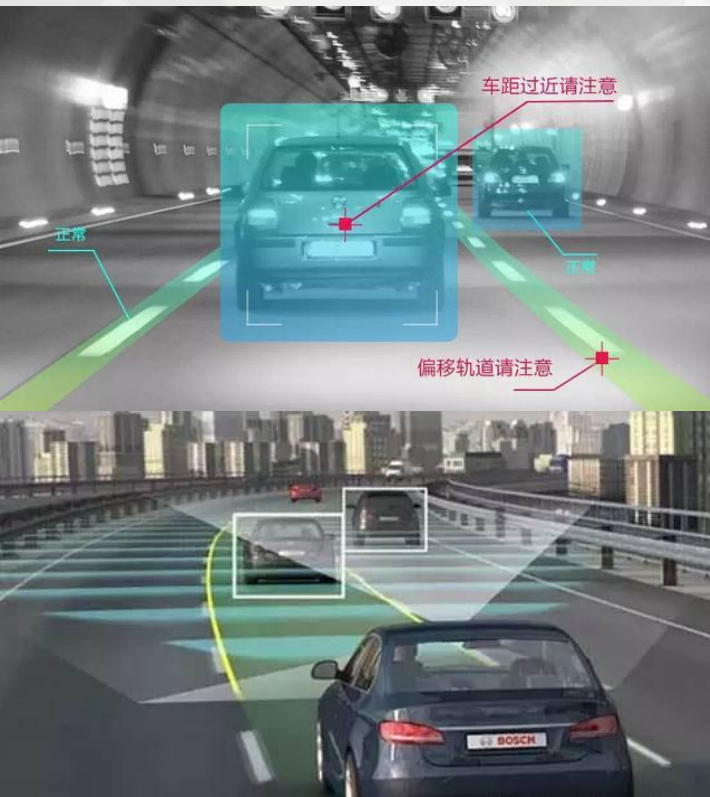


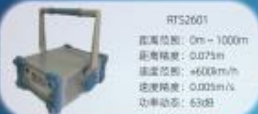
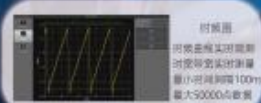
# 数字型雷达目标模拟器



北京雷驰瑞泰科技有限公司

LONT 雷驰瑞泰

专注目标模拟 12 年



## 公司简介

## Company introduction

北京雷驰瑞泰科技有限公司成立于2016年12月，专注于雷达目标模拟器设备的研发、生产和销售，产品服务于汽车电子、轨道交通、军工三大领域。

在汽车电子领域，我们的产品包括24GHz和77GHz的雷达目标模拟器，帮助雷达制造商、Tier1、主机厂进行雷达和无人驾驶技术的研发和量产测试。

## 军工领域



## 轨道交通



## 公路交通



## 无人机



## 智能家居





雷达的目的是探测目标，并测量目标的距离、速度、角度信息

Narrow band

窄带处理



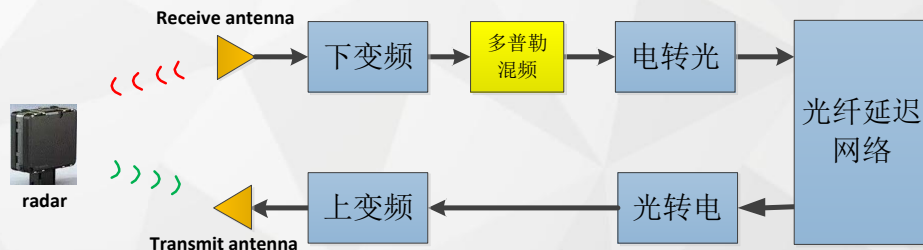
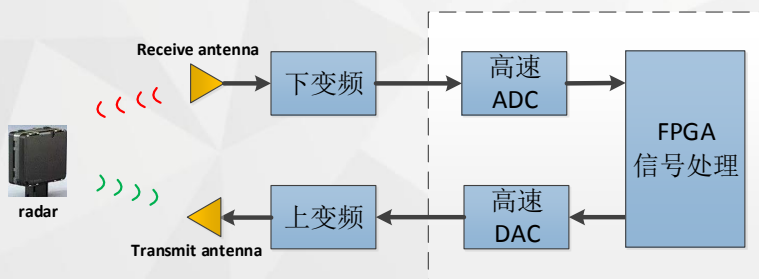
模拟器的目的是模拟目标的距离、速度、角度信息

broadband

宽带处理

## 雷达模拟器的两种实现方式

## Two ways of implementation



DRFM : Digital Radio Frequency Memory

光纤延迟线  
Fiber delay line

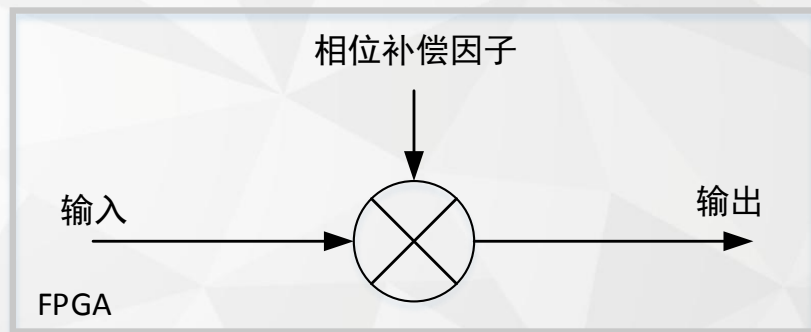
## 数字模拟器优点：大范围，小步进

## 传统模拟器延时法



2.5G采样率对应0.4ns，对应的距离步进为6cm

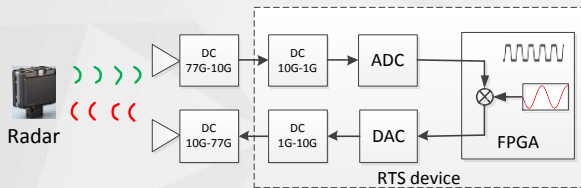
## 我公司独创



FPGA数字补偿频率步进量为1Hz  
距离步进量与调频斜率K有关  
例：时宽10us，带宽1GHz，对应步进为1um



### 速度步进/分辨率 速度精度



#### 多普勒频率量化步进

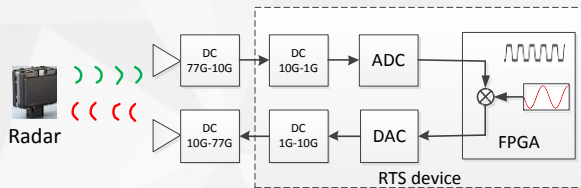
- FPGA的步进量是1Hz
- 最大多普勒频率误差 $\pm 0.5\text{Hz}$
- 对应最大速度误差为 $\pm 0.001\text{m/s}$

#### 系统频率稳定度

- 初始频率误差： $\pm 0.5\text{ppm}$
- 全温度范围： $\pm 0.025\text{ppm}$
- 长期（20年）： $\pm 4.6\text{ppm}$

参考时间	最大速度误差
24小时	$\pm 0.001\text{m/s}$
20年	$\pm 0.0015\text{m/s}$

### 距离步进/分辨率 距离精度



#### 距离延时量化步进

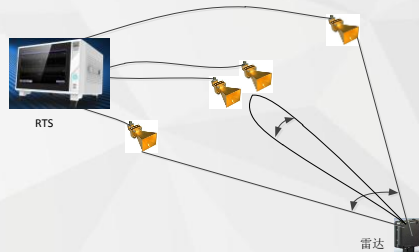
- FPGA的步进量是1Hz
- 当10us调制1GHz带宽情况下，对应距离步进量为 $1\mu\text{m}$

#### 系统频率稳定度

- 初始频率误差： $\pm 0.5\text{ppm}$
- 全温度范围： $\pm 0.025\text{ppm}$
- 长期（20年）： $\pm 4.6\text{ppm}$

参考时间	最大距离误差
24小时	$\pm 0.001\text{mm}$
20年	$\pm 0.005\text{mm}$

### 角度步进/分辨率 角度精度

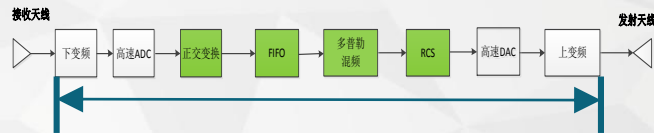


	机械	相控阵/FOV=10
角度步进	$0.1^\circ$	FOV的1% / $0.1^\circ$
角度精度	$0.05^\circ$	FOV的0.5% / $0.05^\circ$
角速度	$90^\circ / \text{s}$	1ms更新速率 基本不受限制

当我们选择模拟器的实现方案，首选数字，因为精度高、重复性好、功能强大灵活、性价比高，但数字方式固有延时问题，导致最近距离只能到8m

RTS厂家	技术方案	最近距离(米)
Mirosys-ARTS9510C	数字	8
R&S®AREG100A	光纤	4
Keysight—E8708A	光纤	4
NI	数字+光纤	4

### 传统数字DRFM模拟器



系统固有最小时延对应的距离 8-10m，无法满足市场应用

## 被迫无奈，选择光纤，抛弃数字！

### 痛点

对于汽车雷达，近距离模拟是刚需，至少需要到1m，国外模拟器为了保证近距离，以光纤为主，最好也只能到4m，没有办法了。

另外带来的问题就是：光纤的距离精度差，多目标成本高，稳定性、重复性差。

### 技术创新 改进型数字DRFM模拟器

相位 (FSK)

频率 (FMCW)

相位+频率 (MFSK)



修改回波相位  
完成距离补偿

**最近距离突破模拟器固有时延的限制，可达零米！**

**我们的解决方案全球唯一。更重要的是：保留了数字方式优秀的性能！**

专利的适用性

For all waveforms

对利用回波相位或频率进行测距的雷达波形都适用！覆盖当前所有汽车雷达波形！

**FSK MFSK FCS DFCS**

- 任意参数的上述波形
- 上述波形的任意组合

编码雷达MIMO  
虚拟阵列

数字型雷达目标模拟器  
实际应用案例：

雷达厂家	最近距离 (m)
德赛西威	0.78
北京遥感设备研究所	1.5
日本电装	1.8
雷科防务	0.9

	雷驰瑞泰	雷驰瑞泰	罗德	Keysight	NI	keycom
产品型号	RTS8101DC	RTS8101FC	ARTS9510C	E8708A	VRTS	7220A-77/79
技术体制	数字	光纤	数字	光纤	数字+光纤	数字+光纤
工作频率范围	76-81GHz	76-81GHz	76-81GHz	76-81GHz	76-81GHz	76-81GHz
瞬时带宽	2GHz	5GHz	1GHz	4GHz	1GHz	4GHz
单方向目标个数	2	1	1	1	1	1
最近距离	0	6	8m	4m	4m	5
距离步进	0.001m	0.05m	0.056m	0.1m	0.1m	0.25
距离精度	0.001m	0.1m	0.028m	±0.3m	0.15m	0.125
速度步进	0.0072km/h	0.0072km/h	0.01km/h	0.1km/h	0.1km/h	1km/h
速度精度	0.0036km/h	0.0036km/h	0.01km/h	0.05km/h	0.05km/h	0.5km/h
RCS功率范围	110	80	80	60dB	/	50dB
RCS步进	0.25dB	0.25dB	1dB	1dB	1dB	1dB
RCS精度	0.25dB	0.5dB	0.5dB	0.5dB	0.5dB	

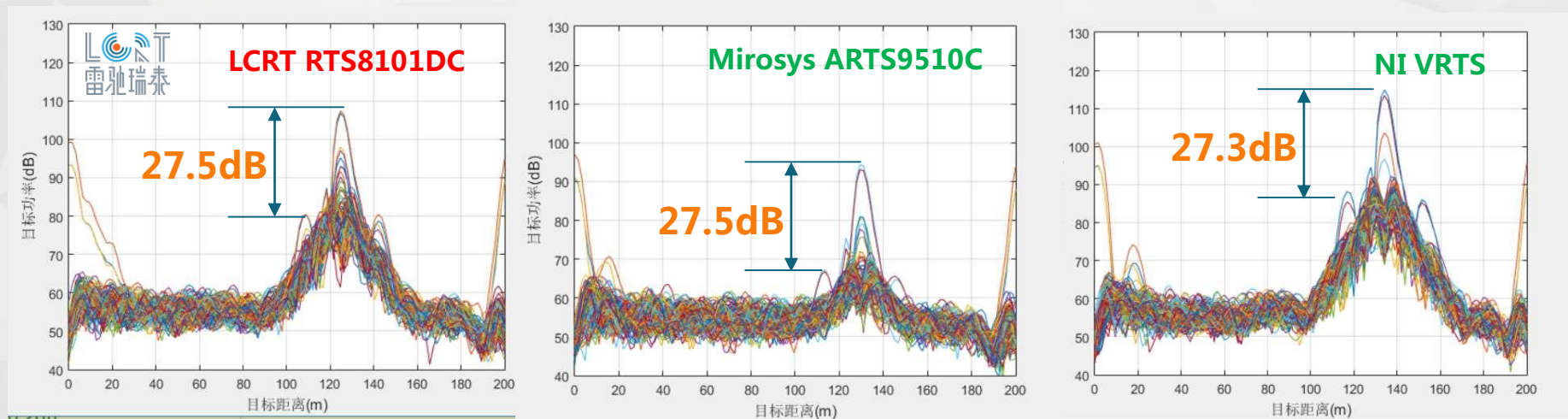
如何选择通用型模拟器：

1. 试用1周以上的时间，多家对比，多与厂家沟通手册上的技术指标，经过实际测试确认性能可以达到手册指标
2. 模拟器更新换代比较快，需要厂家提供升级方案，确保已采购的产品具备可持续价值
3. 在性能、价格、服务几个因素上进行综合考虑



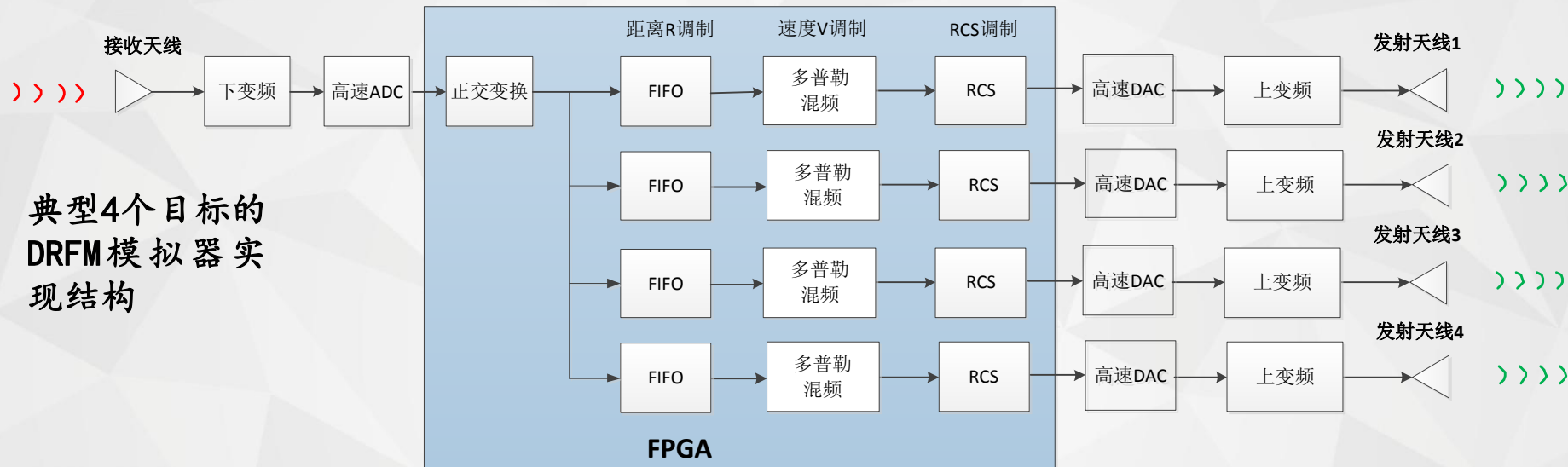
- 高精度：距离和速度的步进分别为1mm 和 1mm/s，实际精度与信噪比有关系。
- 负距离：无视雷达与模拟器之间的距离，仍然模拟接近零米的目标。
- 多目标：单个收发通道内， 模拟两个目标， 直接完成距离和速度分辨的测试。
- 快响应：目标参数更新率达到50us，彻底解决雷达模拟台阶化带来的RCS闪烁效应。光纤模拟器的更新时间为100 us ，此时间内，无法实现距离的移动。这样与现实是有较大差距。
- 多功能：具有EIRP测量、时频图、功率图、频率图的测量功能。

不同厂家模拟器模拟一个130m左右的静止目标，某国产77GHz雷达RD图像在距离维度的投影



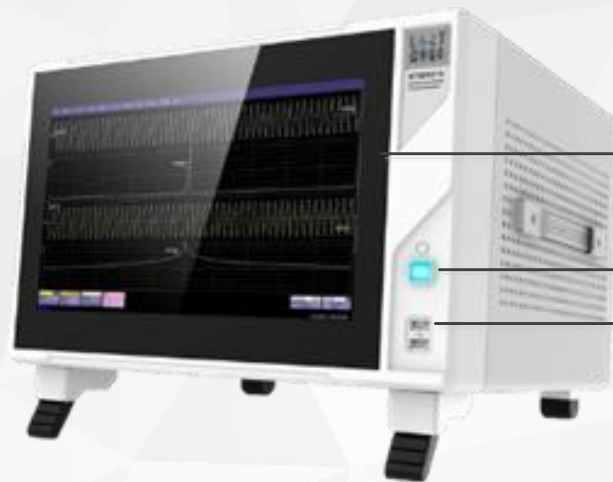
从雷达端看，测试结果表明，在杂散和谐波方面，我们的模拟器性能指标与国外水平相同

- 目前我们提供1G以及2G带宽的模拟器，正在着手研发4GHz带宽的数字模拟器
- 同时研发相控阵模拟器，满足未来对角度模拟的需求



- 距离的模拟通过FPGA的内部FIFO动态调整
- 速度的模拟通过数字正交混频技术
- RCS模拟也是数字乘法完成
- 角度的模拟通过机械滑轨、转台

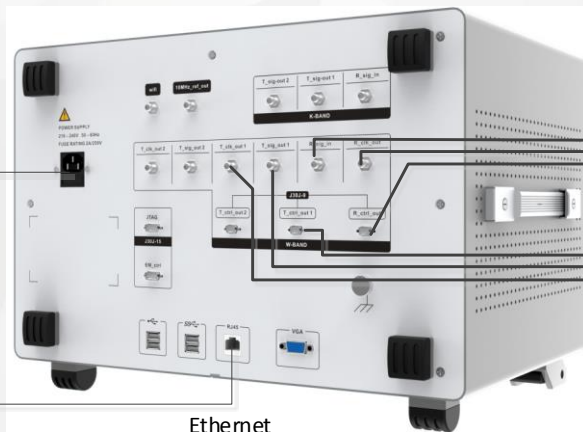
**特点：单片FPGA实现多个目标的模拟，数字控制  
精度高、一致性好、性价比高**



Touch Screen

Power Switch

USB



Power Input

HIL system or EOL system

Ethernet

77G Receive module

77G Transmit module



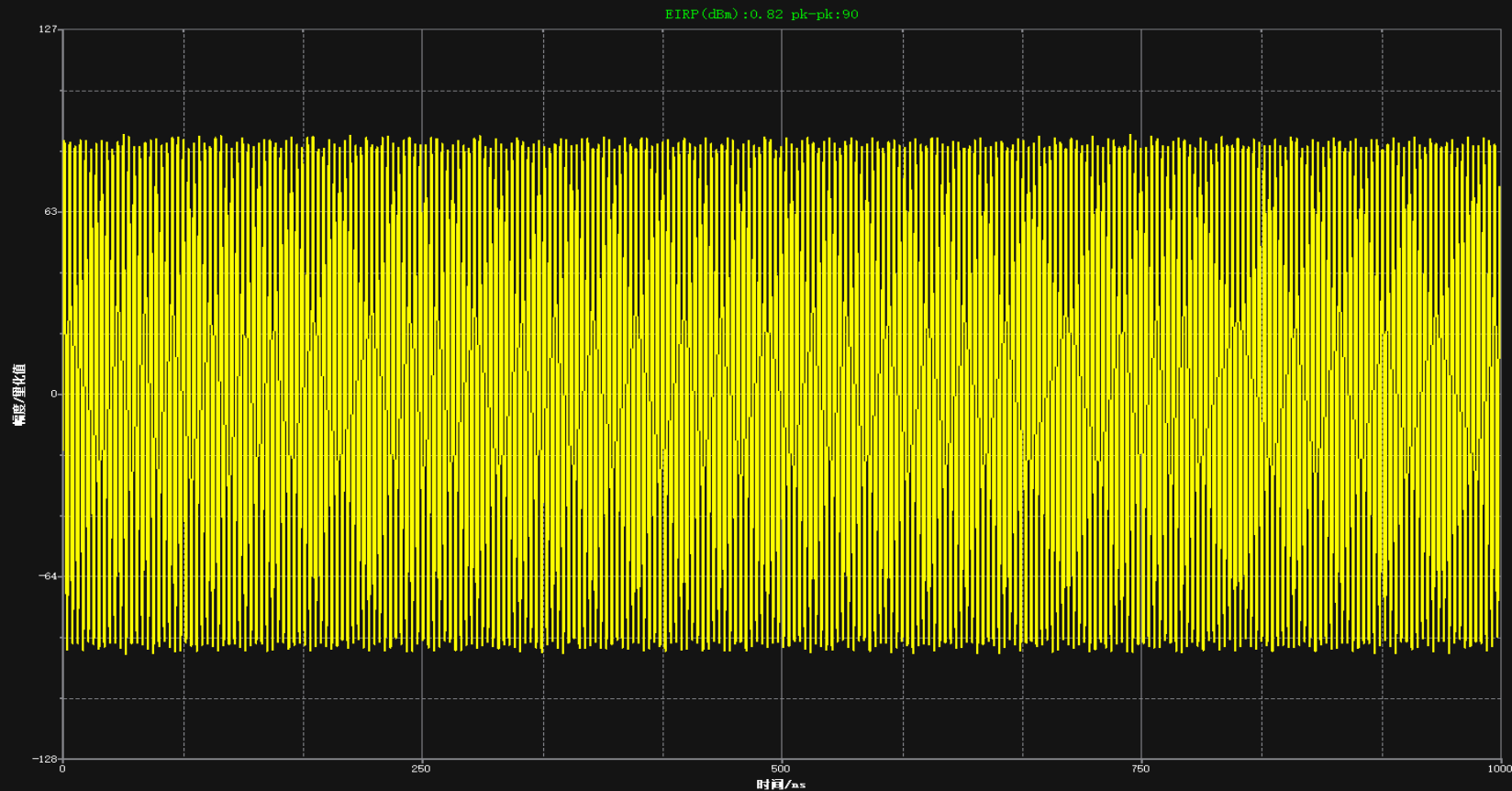
时域图



时频图



目标模拟





北京雷驰瑞泰科技有限公司

汽车雷达目标模拟器



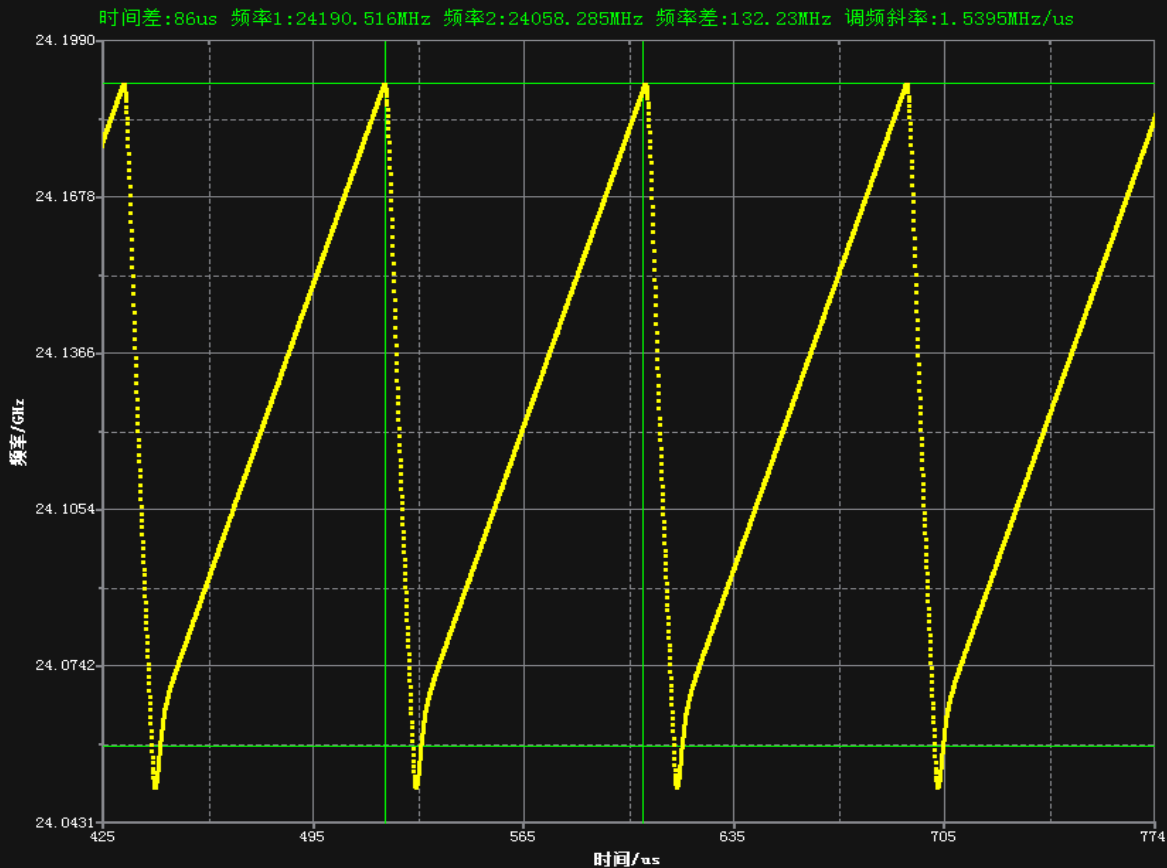
时域图



时频图



目标模拟



时间分辨率(us) 0.1

时长(ms) 1

提取

保存

加载



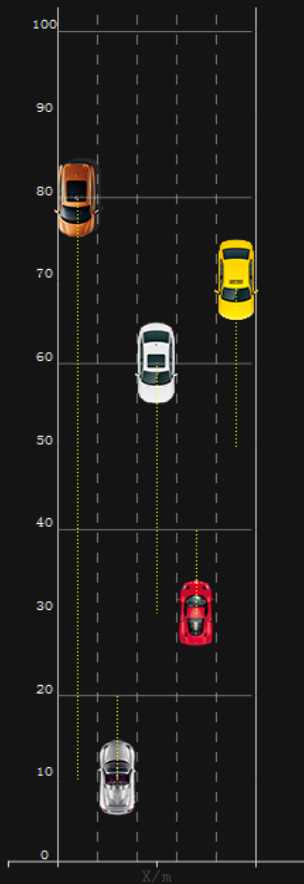
时域图



时频图



目标模拟



目标设置

运动目标

距离衰变幅度

角度不模拟

目标序号

起始距离  
(m)结束距离  
(m)起始速度  
(km/h)结束速度  
(km/h)RCS  
(dBsm)起始角度  
(°)结束角度  
(°)

1

80.00

10.00

36.00

36.00

0

0.00

0.00

2

10.00

20.00

72.00

72.00

0

0.00

0.00

3

60.00

30.00

36.00

36.00

0

0.00

0.00

4

30.00

40.00

36.00

36.00

0

0.00

0.00

5

70.00

50.00

36.00

36.00

0

0.00

0.00

自定义目标

目标下载

模拟设置

单次模拟

发射衰减(dB)

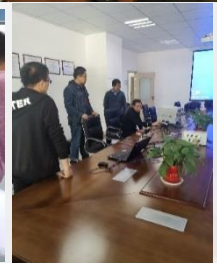
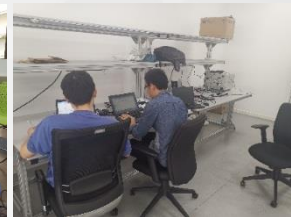
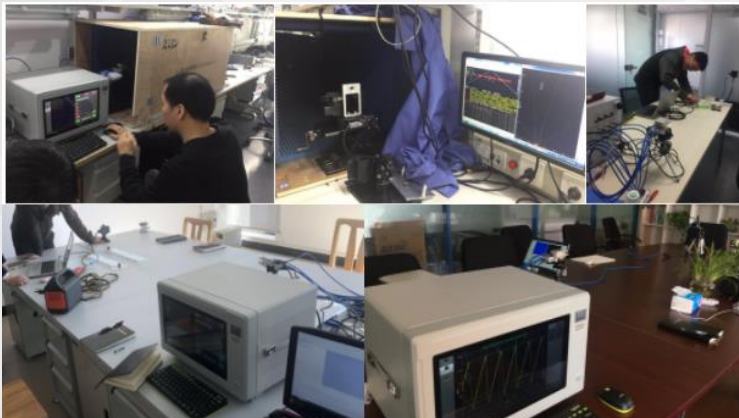
-

0

+

开始模拟

雷达模拟器对接了大约50家客户，所有雷达都可以模拟  
包括华为、大陆、德尔福、denso



1. 理工雷科
2. 木牛科技
3. 川速微波
4. 行易道
5. 25所
6. 微度芯创
7. 呐雷
8. 莫之比
9. 德赛西威
10. 深圳卓影
11. 一谷电子
12. 承泰科技
13. 厦门意行
14. 厦门亚得
15. 深圳豪恩
16. 惠州华阳
17. 比亚迪
18. 华域汽车
19. 南京相控阵
20. 苏州毫米波
21. Freetech
22. 华为
23. 中电38所
24. 上海神添
25. 大疆
26. 厦门同致电子
27. 轩辕智驾
28. 深圳安志杰
29. 合肥楚航
30. 芜湖易来达
31. 森思泰克

测试工程师：王维龙

测试日期：2018 年 09 月 18 日

测试地址：中国计量科学研究院昌平第二基地 18 号楼



## 测试指标

频率模拟范围

频率模拟最大偏差

频率模拟稳定度

功率模拟稳定度

## 测试结果(24小时)

$\pm 1\text{MHz}$

0.7Hz

0.1Hz, 对应距离0.1mm以下

0.5dB

中国计量科学研究院  
National Institute of Metrology



## 测试报告 Test Report

报告编号: XD4/2018-4665  
Report No.

客户名称  
Client: 北京雷驰瑞泰科技有限公司  
Beijing Leichi Radar technology Co., Ltd.  
器具名称  
Instrument: 雷达目标模拟器  
Radar Target Simulator  
型号/规格  
Type/Model: /  
出厂编号  
Serial No.: /  
生产厂商  
Manufacturer: 北京雷驰瑞泰科技有限公司  
Beijing Leichi Radar technology Co., Ltd.  
客户地址  
Client Address: 北京市海淀区中关村大街 18 号 B 座 9 层 909 室 593  
No. 593 Room 909, floor 9, block B, 18 zhongguancun street,  
haidian district, Beijing  
校准日期  
Date of Calibration: 2018 年 11 月 8 日  
08/11/2018

批准人:  
Approved by

王维龙



地址: 中国北京北三环东路 18 号邮编: 100029  
Address: No. 18 Bei San Huan Dong Lu, Beijing, P.R. China Post Code  
电话: +86-10-6452569/74 传真: +86-10-64271948  
Tel/Fax  
网址: <http://www.nim.ac.cn> 电子邮箱: [kehufuwu@nim.ac.cn](mailto:kehufuwu@nim.ac.cn)  
Website/Email