



RFID UHF标准发展现状 和标签性能检测方法

主讲人：中科国技-戴杰

联系方式：13818192254（同微信）

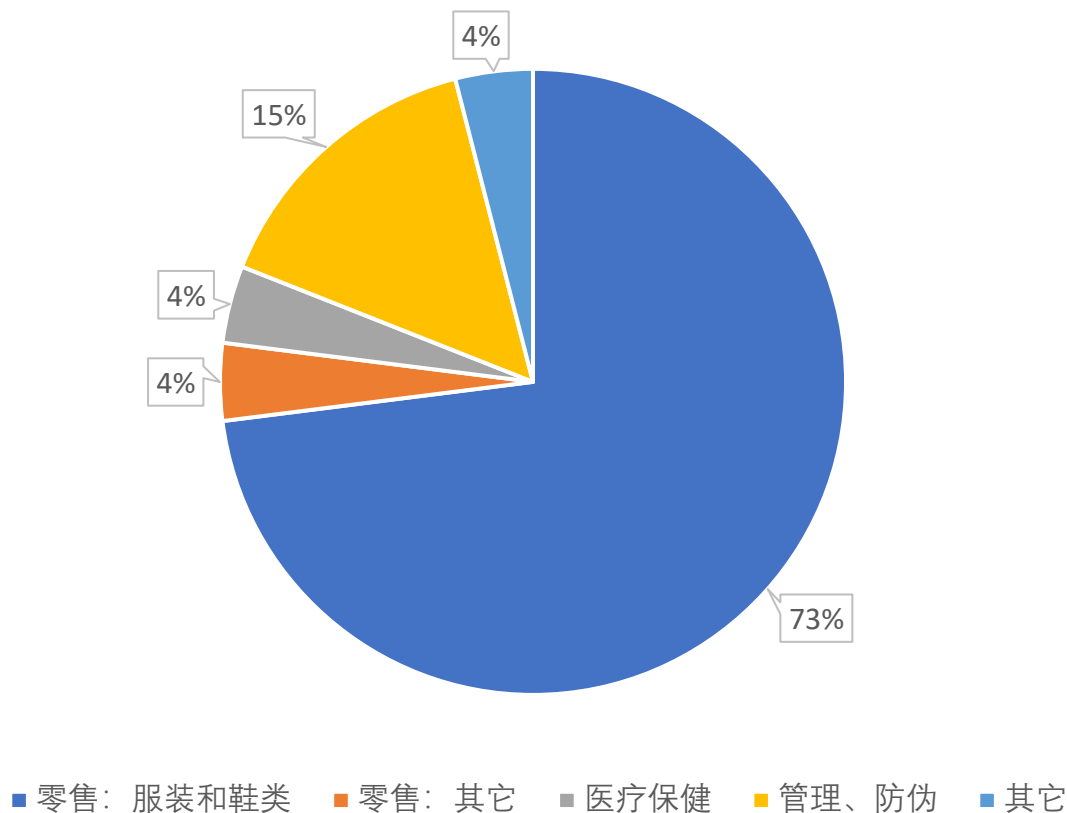


LABELEXPO
ASIA 2022

- 2021年RFID UHF标签使用总量和行业分布
- 现有RFID UHF标签协议和测试标准
- 标签不同阶段的测试
- 为什么要做标签性能检测？
- 影响标签性能一致性的因素？如何进行标签性能一致性测试？

2021年RFID UHF标签使用总量和行业分布

2021年无源UHF标签应用总量：232亿





国内现有的UHF标签应用



图书



国家电网



服装、零售



航空行李标签



汽车电子标识
(机动车、电瓶车)



酒类防伪

其它：
物资管理
医疗、工器具
物流
轮胎
洗涤
票务
托盘
珠宝



现有RFID UHF标签标准

➤ 空口协议标准:

- a. EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID
- b. ISO/IEC 18000-63 Part 63: Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz Type C
- c. GB/T 29768 《信息技术 射频识别800、900MHz空中接口协议》
- d. GJB 7377.1 《军用射频识别空中接口 第1部分：800/900MHz参数》

➤ 测试标准:

- a. ISO/IEC 18047-6 空口协议测试
- b. ISO/IEC 18046-3 性能测试方法
- c. GB/T 35102 空口协议测试
- d. GJB 7378.1 空口协议测试



现有RFID UHF标签标准

- 行业应用测试标准：
 - a. ARC 三维性能测试标准
 - b. Tagged-Item Performance Protocol (TIPP) Tagged-Item Grading Grade
 - c. Q/GDW 10893 《计量用电子标签技术规范》
 - d. GB/T 35788 《机动车电子标识安全技术要求》
 - e. ETSI EN 302 208 v3.1.1 欧洲CE认证
 - f. IATA 航空行李标签标准
 - g. 米其林轮胎标签标准



RFID UHF系统组成

➤ 最基本的RFID系统由三部分组成：

- ✓ 标签(Tag)：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象.
- ✓ 读写器(Reader)：读取(有时还可以写入)标签信息的设备，可设计为手持式或固定式.
- ✓ 天线(Antenna)：在标签和读取器间传递射频信号

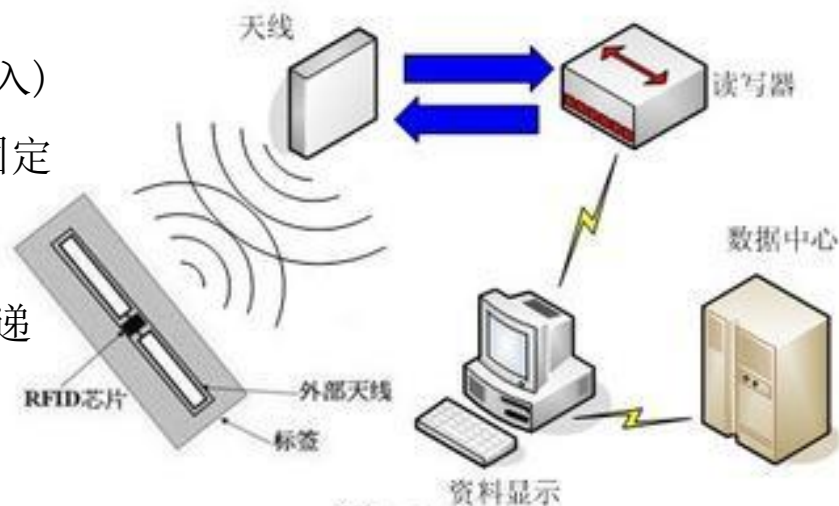
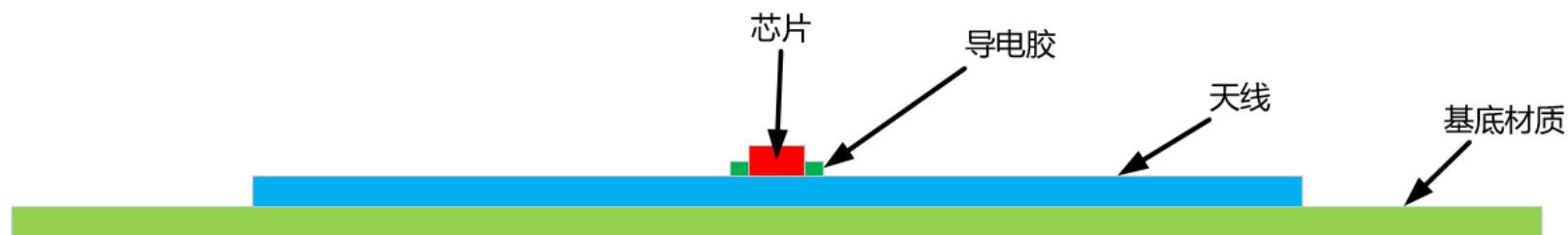
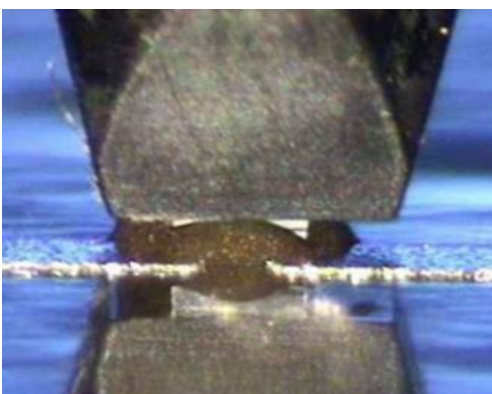
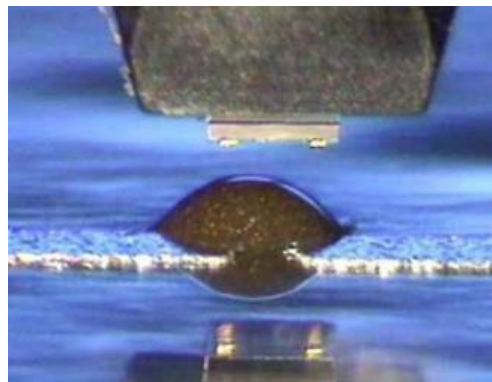


图1-1

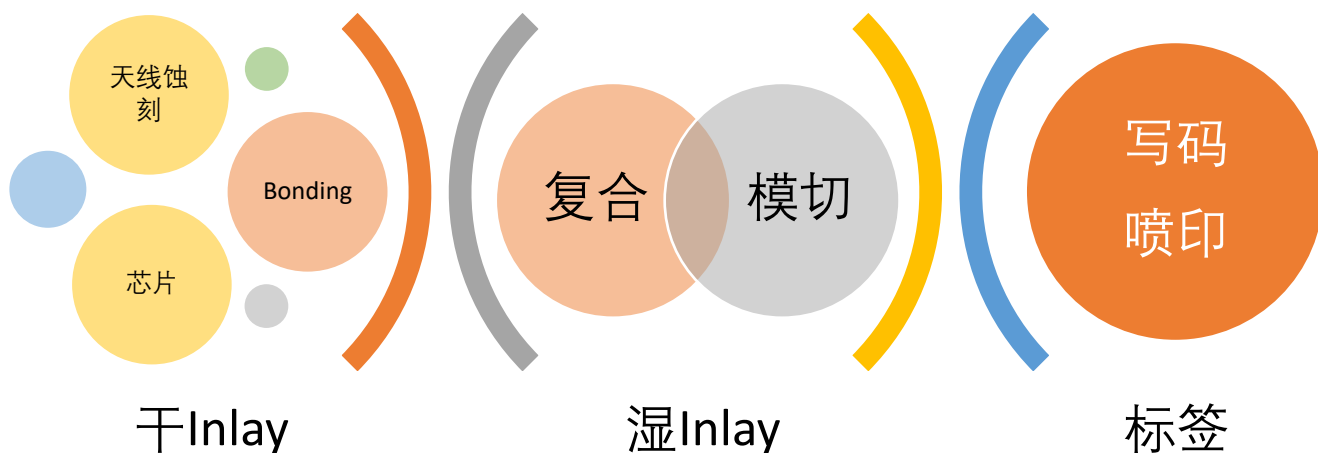
UHF标签的主要组成



UHF标签芯片绑定流程



标签制造流程



- 芯片：空口射频协议一致性
- 天线蚀刻：蚀刻精度
- Bonding、复合+模切：性能一致性测试
- 写码、喷印：写码准确性、喷印质量
- 其它：弯曲性能测试、剪切力测试、高低温测试



空口射频协议一致性测试

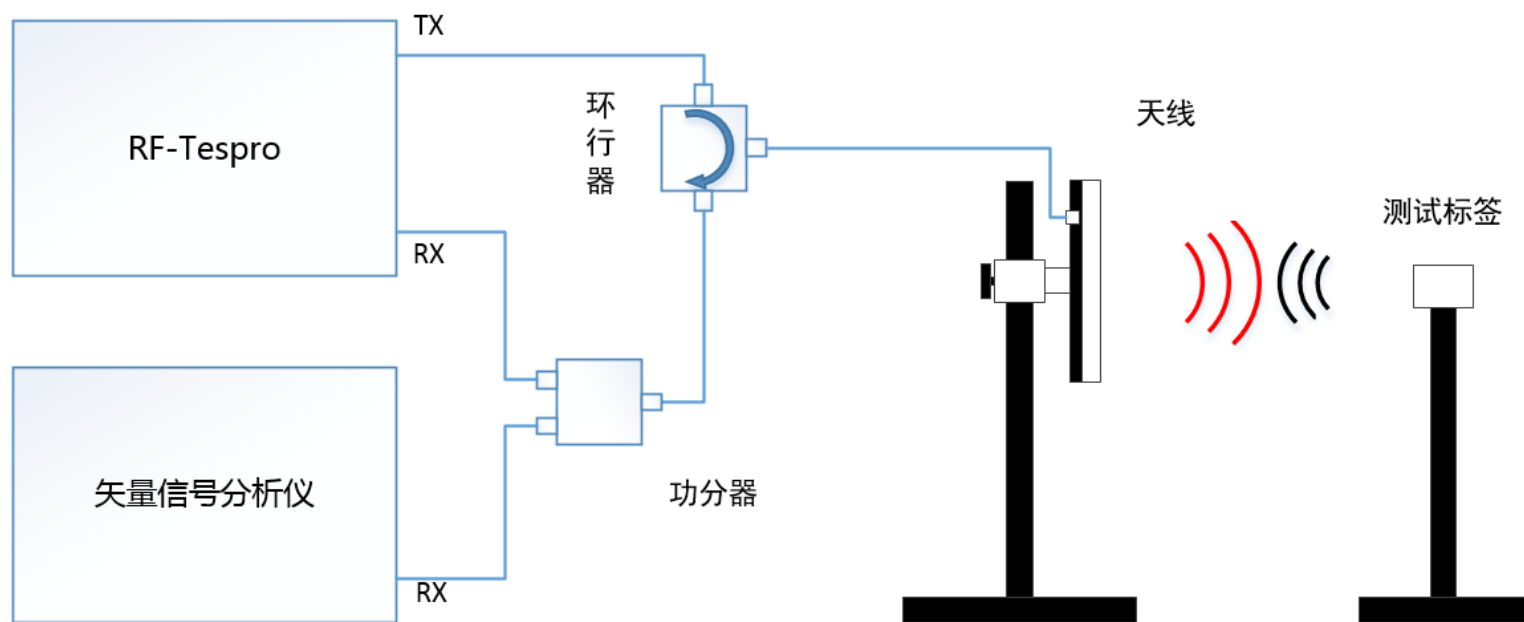
➤ 目的:

- 规范不同产品间的适用性、兼容性;
- 保证其识读效率;
- 保证读取、写入数据的正确性;
- 避免对其它频段通信设备造成干扰;

➤ 针对产品: 读写器、标签;

➤ 主要标准: ISO/IEC 18000-63、GB/T 29768、GJB 7377.1

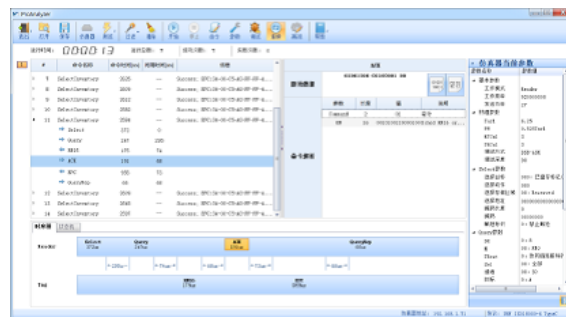
空口射频协议一致性测试系统结构





标签射频协议测试系统RF-Tespro

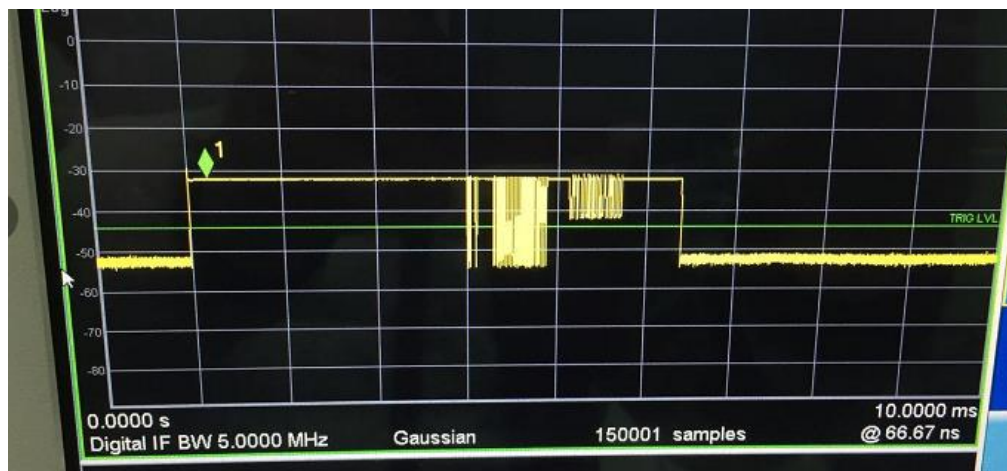
- 采用业界公认认证检测系统架构
- 可根据实际测试需求，自定义测试序列
- 突出的Log记录能力，记录检测中所有的测试数据
- 一键生成检测报告，可自定义报告模版
- 研发级测试软件：协议顾问软件
- 认证级测试软件：射频协议一致性测试软件



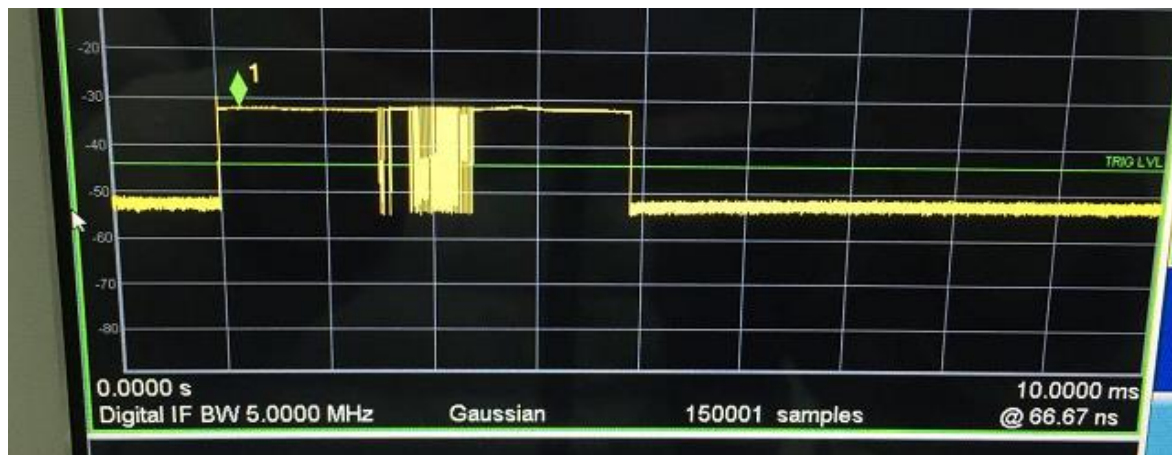
标准测试项目

测试产品	测试项目	测试产品	测试项目
标签	频率范围	读写器	频率精确度
	解调能力		数据编码
	FMO 占空比		射频包络波形参数
	FMO前同步码		射频包络波形特征
	米勒编码占空比		上电射频包络波形参数、包络波形
	米勒编码前同步码		下电射频包络波形参数、包络波形
	反向链路频率变化		前同步码结构
	链路定时参数 T1		链路定时参数 T2
	链路定时参数 T2		链路定时参数 T3
	标签状态机跳转		链路定时参数 T4
	标签指令集测试		

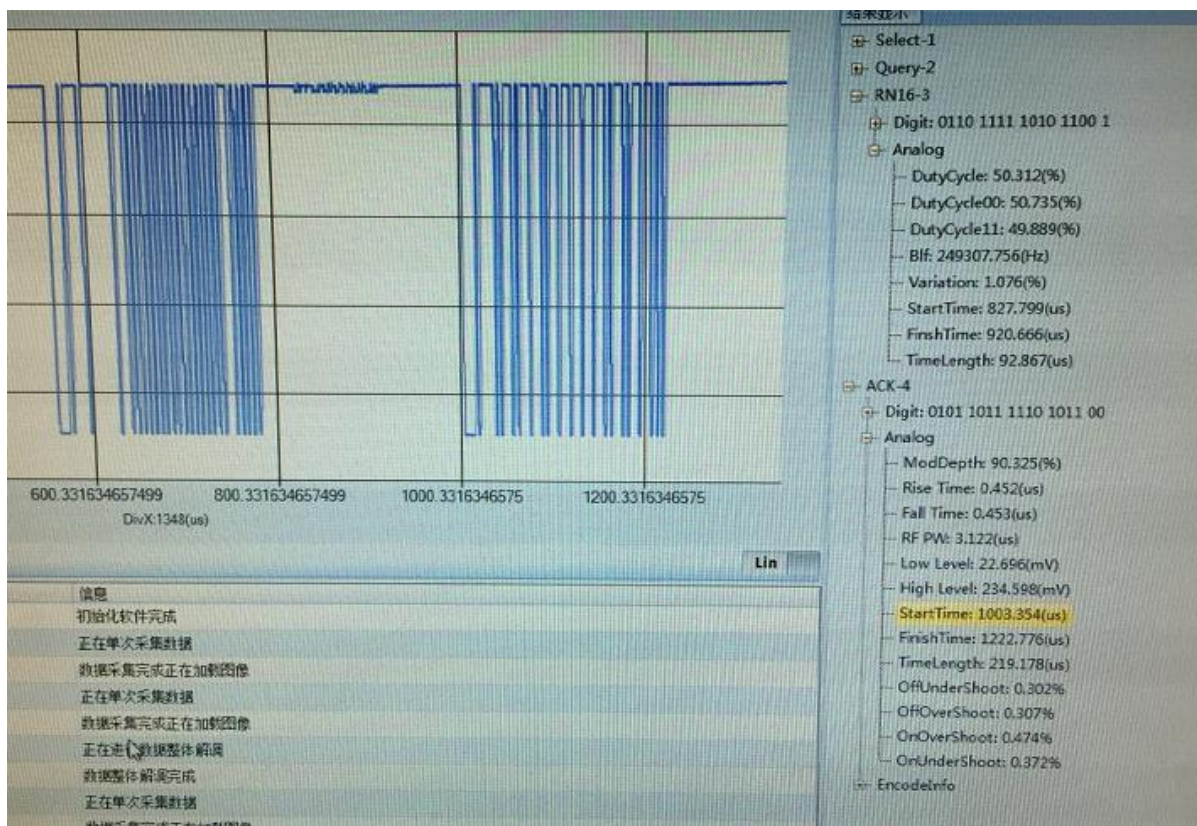
常见芯片问题一



- 芯片在Query命令前的载波时间为1.5ms时，芯片不工作，需要3ms才能正常工作。有的芯片需要命令前载波时间达到20ms激活性能才达到最好。

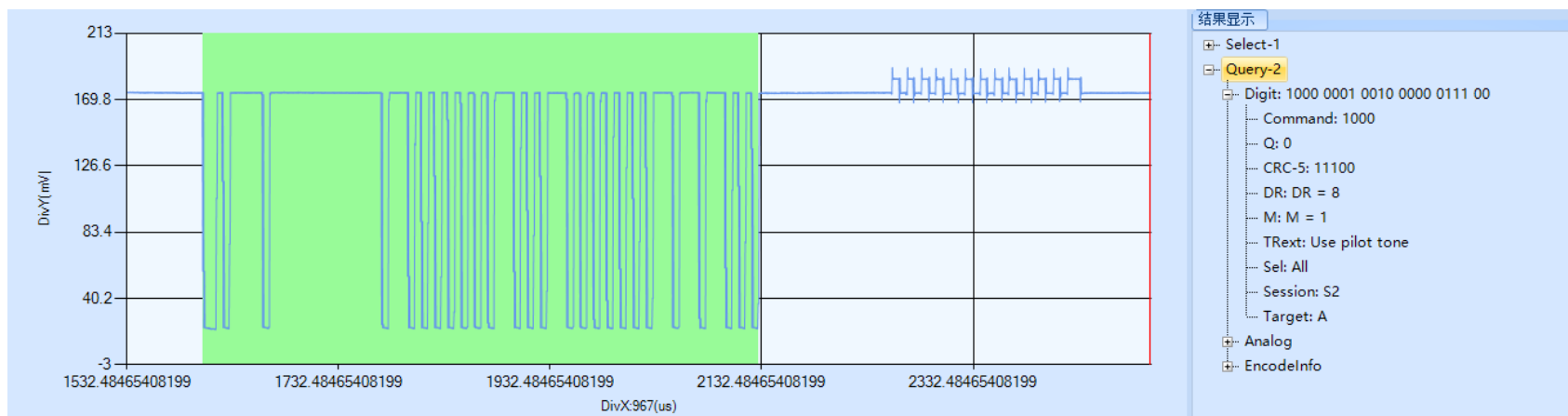


常见芯片问题二



- T2时间为标准要求最大值20倍T_{pri}的时候芯片不响应ACK指令

常见芯片问题三



➤ 反向编码方式为Miller 2时，标签返回RN16数据不全。

常见芯片问题四

- 标签返回RN16是伪随机，可多次抓到同样的RN16。

1 SelectInventory Tag Select Access Read Write Kill Script UserDefine

#	命令名称	命令时间(us)	间隔时间(us)	信息
1	← RN16	180	75	
2	→ Query	413	122	
3	← RN16	180	76	
4	→ Query	413	122	
5	← RN16	179	75	
6	→ Query	413	121	
7	← RN16	180	76	
8	→ Query	412	133	
9	← RN16	179	77	
10	→ Query	413	120	
11	← RN16	180	76	

原始数据

FF-FF

01001
10011

EB F6
4E F7

命令解析

参数	长度	值	说明
RN	16	FF-FF	handle

当前参数

参数名称	参数值
基本参数	
工作频率	920000000
发送功率	10
物理参数	
Tari	12.5
PW	0.5Tari
RTCal	2.5
TRCal	2
调制方式	DSB-ASK
调制深度	90
T2时间	10
Select参数	
选择目标	000: 已盘存标记
选择动作	000
选择存储区域	00: Reserved
选择地址	0000000000000000
掩码长度	0
掩码	00000000
截短标识	0: 禁止截短
Query参数	
DR	0: 8
M	00: FMO
TRext	0: 反向链路前导
Sel	00: 全部

时序图

状态机

Reader

Query 413us

Query 412us

Query 413us

Que 413

T1 ←76us→

T2 ←125us→

T1 ←76us→

T2 ←133us→

T1 ←77us→

T2 ←136us→

Tag

RN16 179us

RN16 180us

RN16 179us



常见芯片问题五

- Query参数T_{RExt}设置为0时，读、写指令响应的T_{RExt}还是为0。标准要求需要回复成功响应的回复T_{RExt}都要为1。

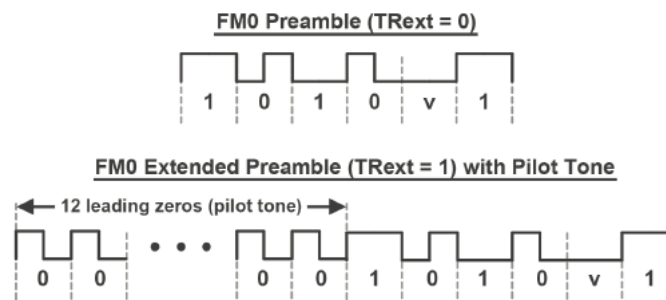


Table 6.13 — Tag reply after successfully executing a delayed-reply command

	Header	RN	CRC
# of bits	1	16	16
description	0	handle	CRC-16

A *delayed* Tag reply shall use the extended preamble shown in Figure 6.11 or Figure 6.15, as appropriate (i.e. the Tag shall reply as if T_{RExt}=1 regardless of the T_{RExt} value in the Query that initiated the inventory round).



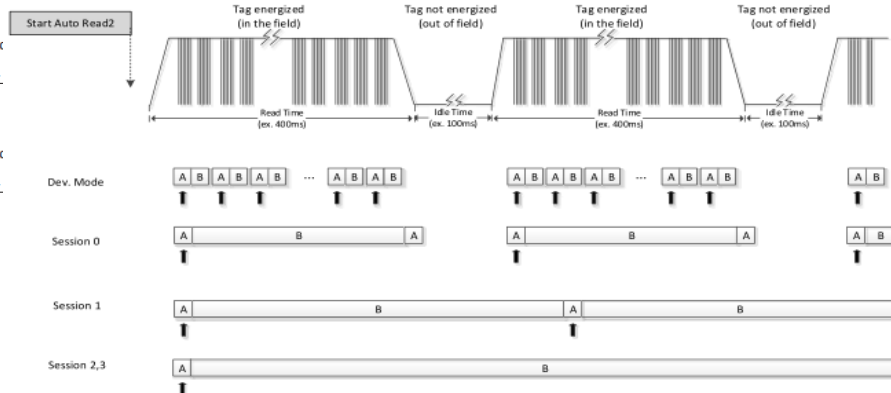
Figure 6.16 — Successful delayed-reply sequence

常见芯片问题六

➤ 标签Session通话状态下的标志位跳转和标准不符的问题。

Table 6.20 — Tag flags and persistence values

Flag	Time to Set	Required persistence
S0 inventoried flag	$\leq 2\text{ms}$ regardless of initial or final value ³	Tag energized: Indefinite Tag not energized: None
S1 inventoried flag ¹	$\leq 2\text{ms}$ regardless of initial or final value ³	Tag energized: Nominal temperature range: $500\text{ms} < \text{persistence} < 5\text{s}$ Extended temperature range: Not specified Tag not energized: Nominal temperature range: $500\text{ms} < \text{persistence} < 5\text{s}$ Extended temperature range: Not specified
S2 inventoried flag ¹	$\leq 2\text{ms}$ regardless of initial or final value ³	Tag energized: Indefinite Tag not energized: Nominal temperature range: $2\text{s} < \text{persistence}$ Extended temperature range: Not specified
S3 inventoried flag ¹	$\leq 2\ms$ regardless of initial or final value ³	Tag energized: Indefinite Tag not energized: Nominal temperature range: $2\text{s} < \text{persistence}$ Extended temperature range: Not specified



常见芯片问题七

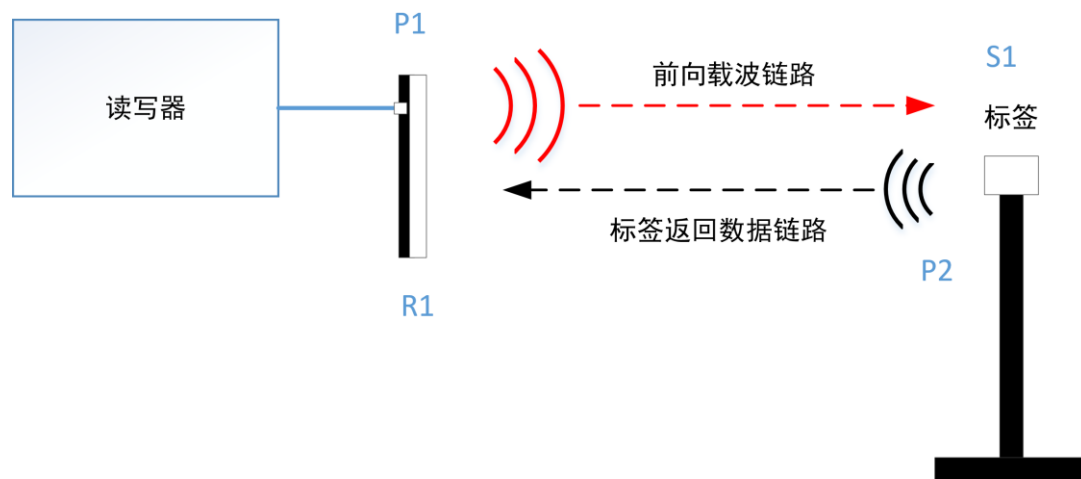
➤ BLF超出标准限制导致读写器无法解调

编号	参数	结果	门限	判定
1	Tari=6.25 M=FM0	BLF Error(%)=-2.40	$-22 \leq \text{Result} \leq 22$	Pass
		Variation(%)=0.03	$-2.50 \leq \text{Result} \leq 2.50$	Pass
2	Tari=6.25 M=Miller8	BLF Error(%)=-2.52	$-22 \leq \text{Result} \leq 22$	Pass
		Variation(%)=4.98	$-2.50 \leq \text{Result} \leq 2.50$	Fail
3	Tari=25 M=FM0	BLF Error(%)=0.11	$-5 \leq \text{Result} \leq 5$	Pass
		Variation(%)=1.90	$-2.50 \leq \text{Result} \leq 2.50$	Pass
4	Tari=25 M=Miller8	BLF Error(%)=0.04	$-5 \leq \text{Result} \leq 5$	Pass
		Variation(%)=0.63	$-2.50 \leq \text{Result} \leq 2.50$	Pass

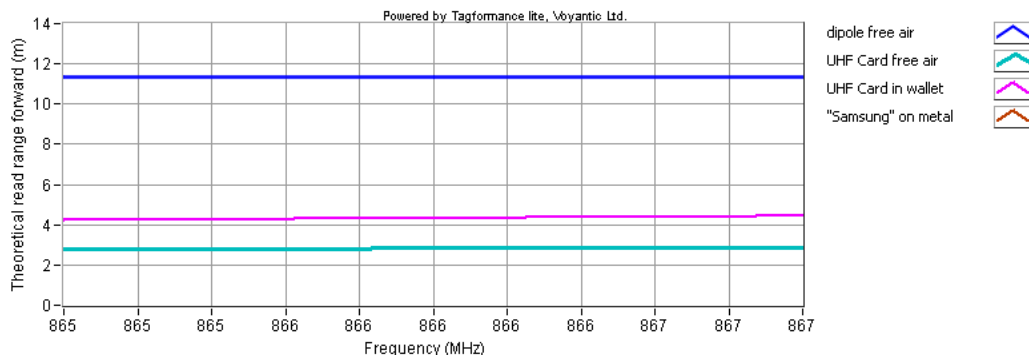
为什么要做标签性能检测？

➤ 标签性能参数：

- 标签激活灵敏度 (dBm)\激活电场强度 (V/m)
- 标签反向散射功率 (dBm)
- 前向识读距离 (m)
- 反向识读距离 (m)

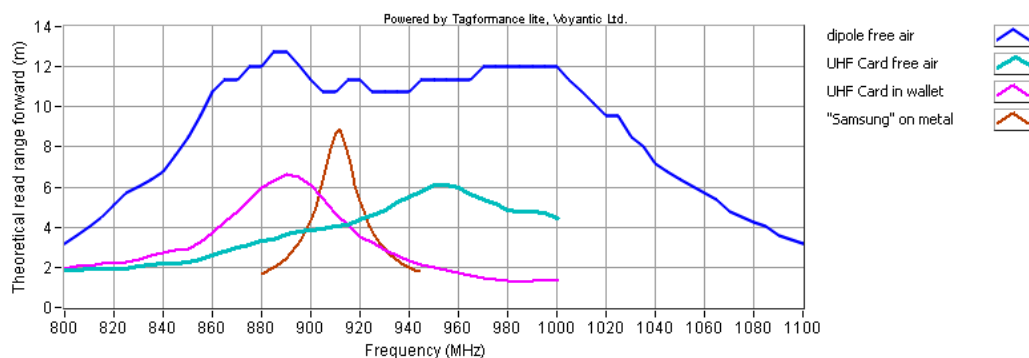


为什么要做标签性能检测？



传统方式:

- 频带窄
- 无法观察标签最佳识读频点

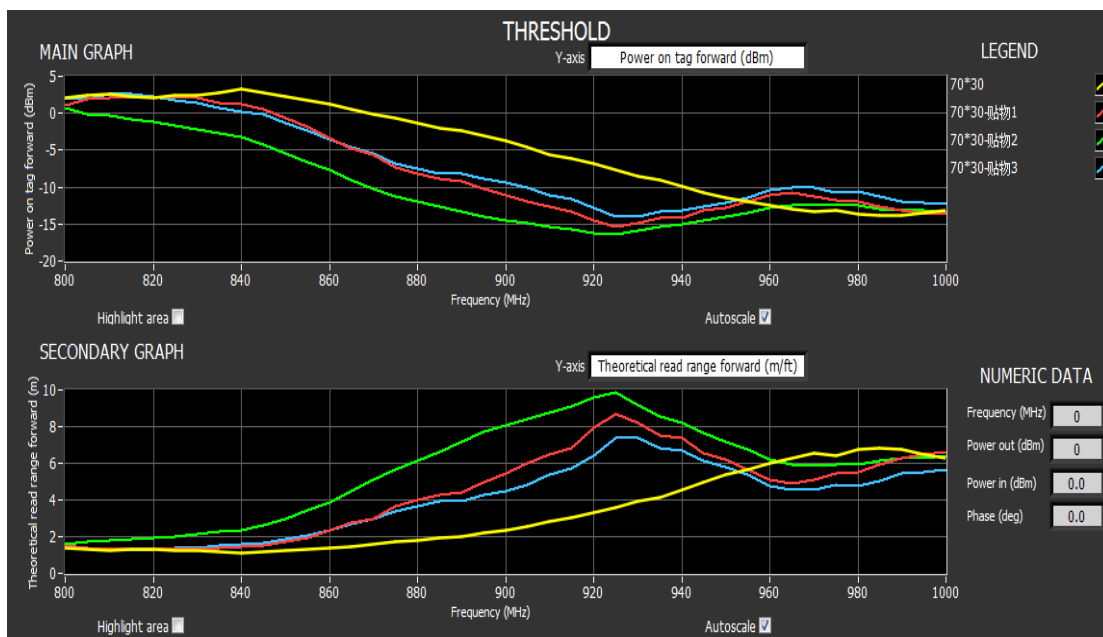


Tagformance Pro:

- 频带宽
- 可以观察标签最佳识读频点
- 确定标签修正方向

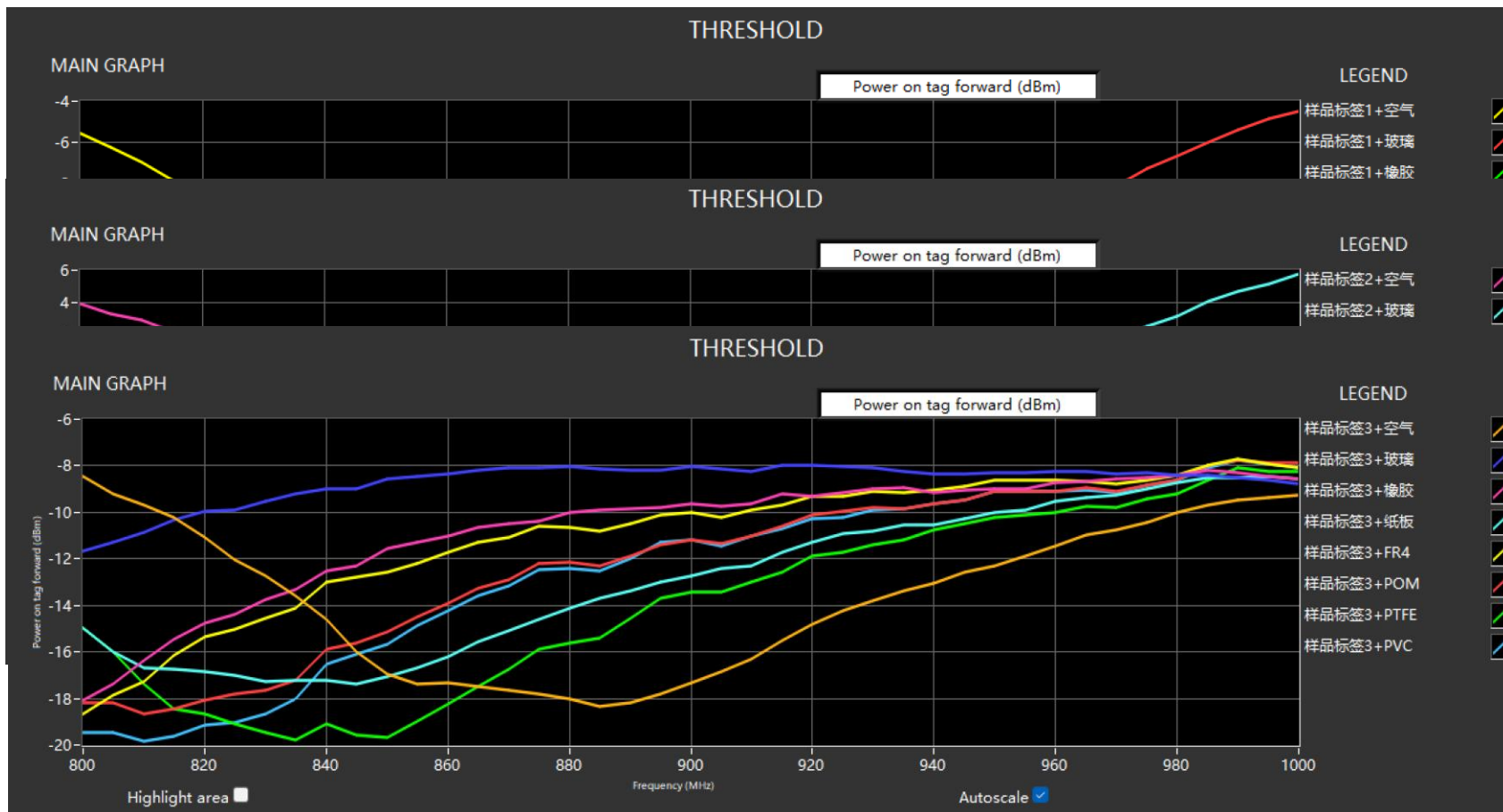


为什么要做标签性能检测？

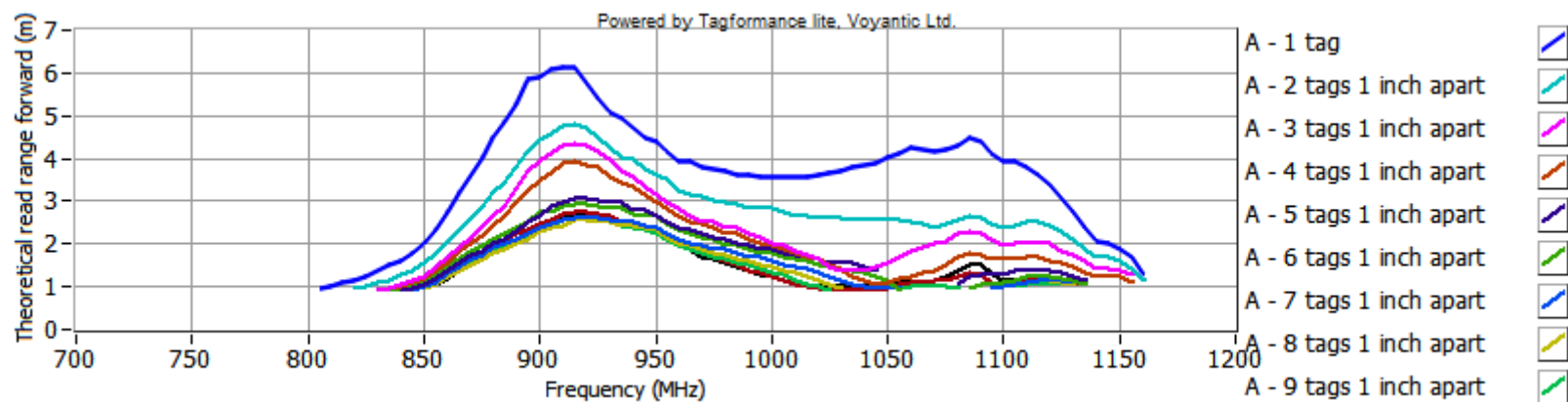


- 标签在材质上和空气中性能会发生变化
- 类似材质之间的标签性能也会有差异

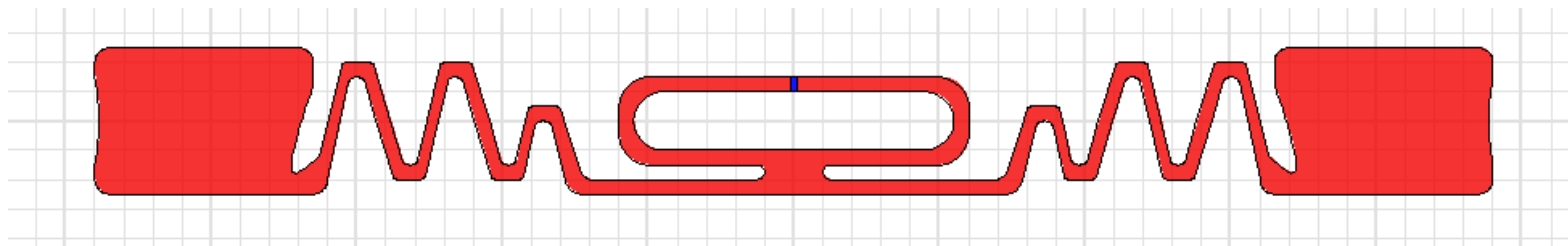
标签在不同材质上的性能表现



多标签环境对标签性能的影响



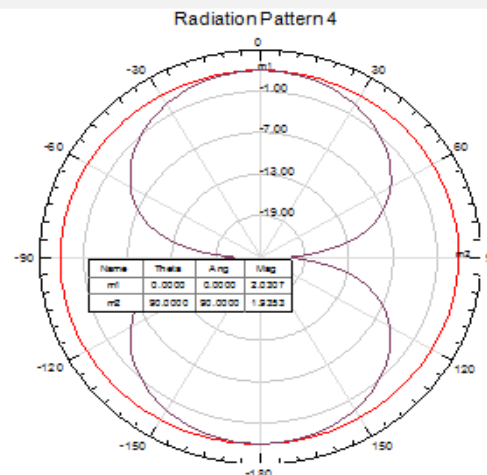
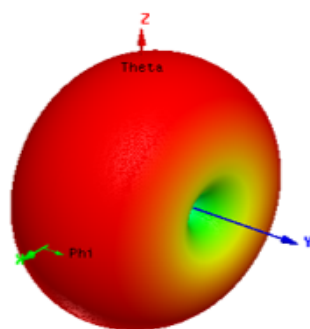
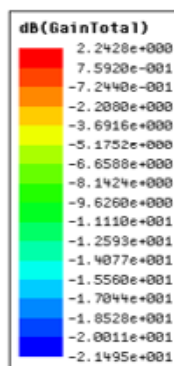
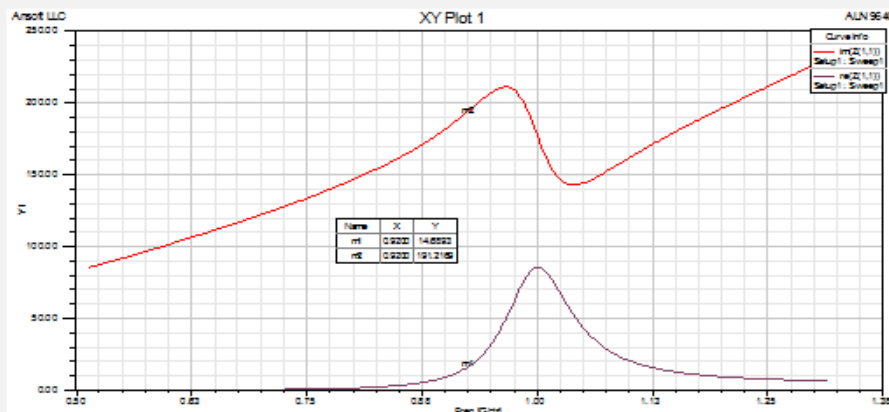
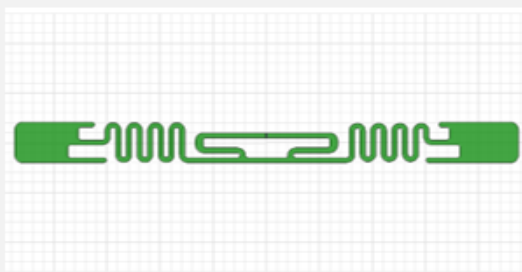
RFID UHF标签天线基本结构



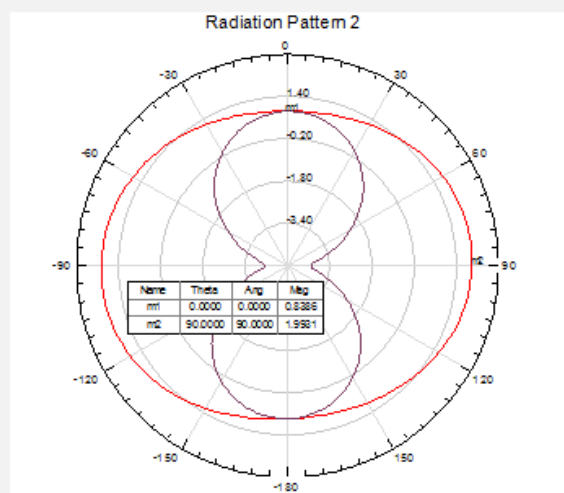
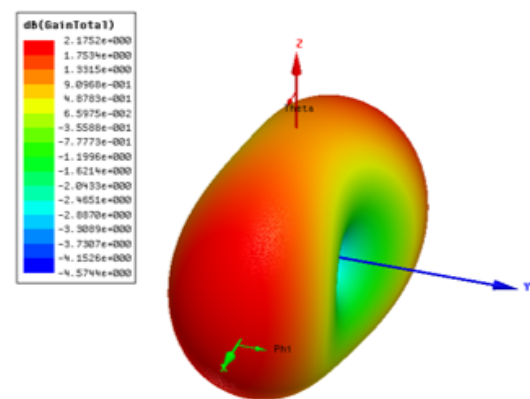
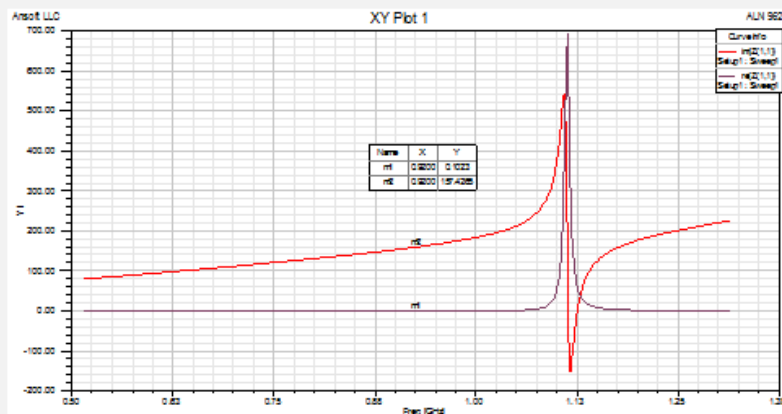
常规INLAY标签天线结构：

- 电小环： 周长远小于天线工作频率的波长；
- 偶极子天线： $1/2$ 波长；
- 末端加载： 改善天线阻抗特性，拓展天线带宽的作用

标签天线设计性能示例1



标签天线设计性能示例2





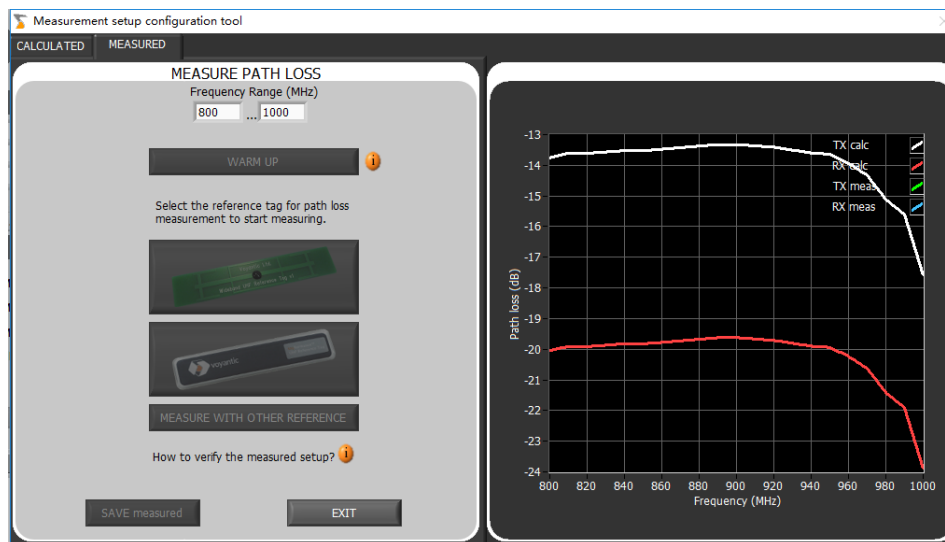
标签性能检测仪-Tagformance Pro



- Tagformance Pro 标签性能检测仪能够快速检测标签激活灵敏度以及反向散射功率
- 支持宽频带800~1000MHz（可扩展至600~1300MHz）标签性能测试
- 研究不同设计参数对标签性能的影响
- 设备携带方便，可用于实际应用场景测试，避免性能理论值与实际应用的误差
- 支持ISO/IEC 18000-6C、GB/T 29768、GJB 7377.1标准标签识别、读、写性能测试



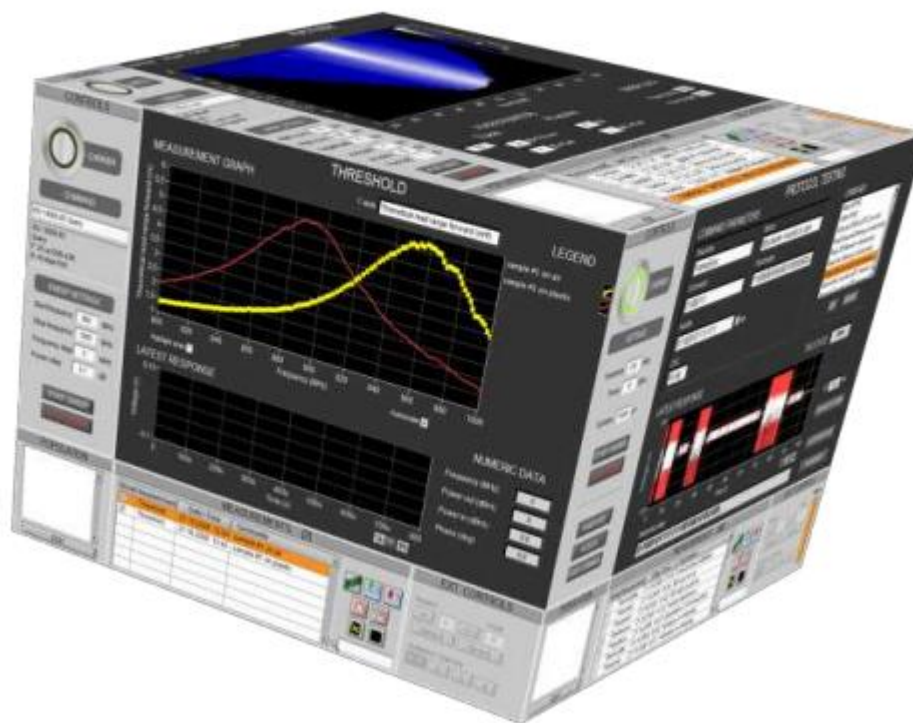
高精度路径损耗校准系统



- 提供两种线路校准方式，保证测试结果的一致性和准确性；
 - ✓ 计算方式：通过输入线缆损耗、天线增益、测试距离，来自动完成损耗计算，多用于暗室内固定场景测试；
 - ✓ 测量方式：通过测量参考标签，自动计算出前向和反向链路的损耗，多用于暗室外场景测试。

Tagformance Pro测试功能

- 设计性能测试套件
- 应用场景测试套件
- 通信协议测试套件
- TIPP性能测试套件
- ETSI RED测试套件

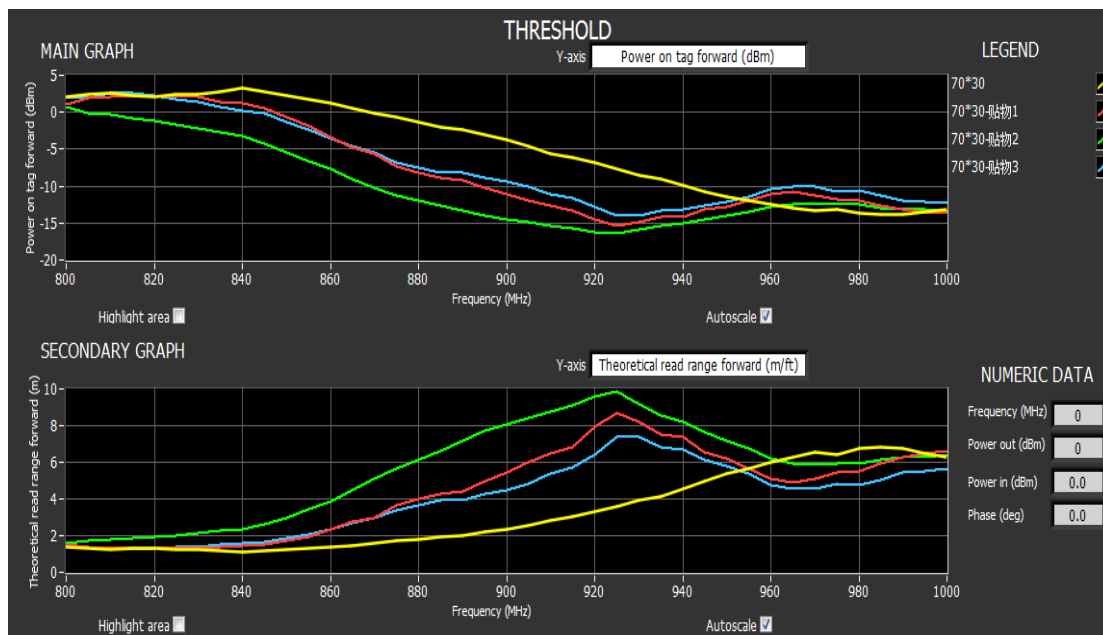


标签设计性能测试套件-测试参数

序号	主要测试参数	说明
1	Transmitted power (dBm)	设备发射端口发出功率
2	Backscattered power (dBm)	设备接收端口接收功率
3	Backscattered signal phase (deg)	接收到的反向信号相位
4	Electric field strength (V/m)	标签接收到的电场强度
5	DeltaRCS (dBsqm)	反向散射信号截面积
6	Power on tag forward (dBm)	标签接收到的信号功率
7	Power on tag reverse (dBm)	标签返回的信号功率
8	Theoretical read range forward (m/ft)	标签前向理论识读距离
9	Theoretical read range reverse (m/ft)	标签反向理论识读距离

标签设计性能测试套件-阈值测试

1) Threshold 阈值测试



- 测试新设计标签的性能以确定改进方向
- 测试标签在不同介质上的性能变化
- 不同标签性能对比

标签设计性能测试套件-阈值测试

1) Threshold 阈值测试

- 前向理论识读距离计算，其中最大发射功率按3.28W计算

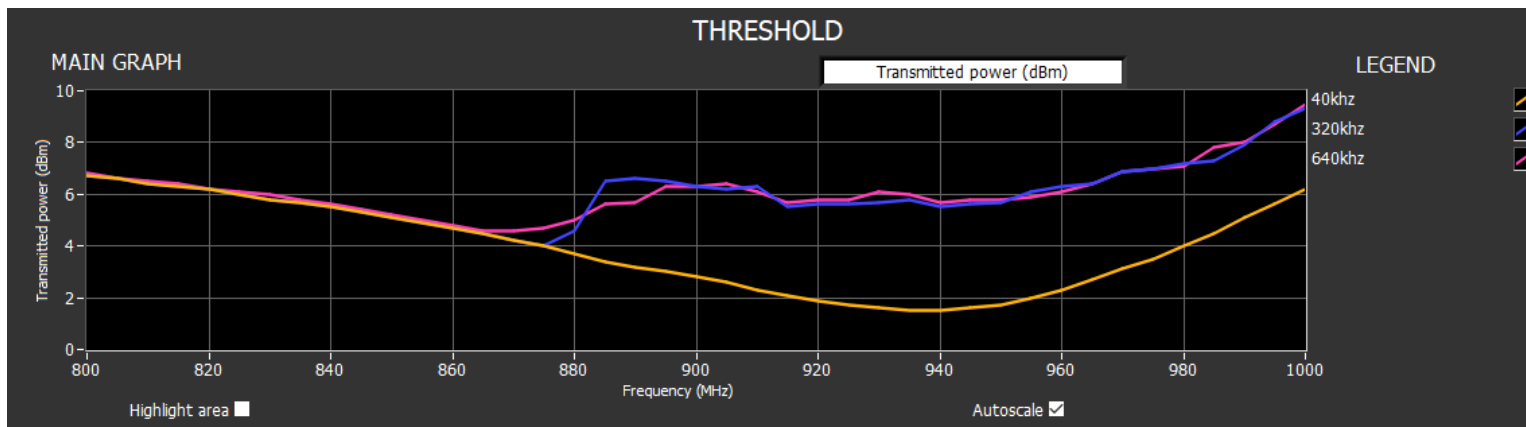
$$R_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max, EIRP}}{P_{tag}}} \cdot \frac{c}{4\pi f}$$

- 反向理论识读距离计算，其中最小接收功率按-74dBm计算

$$R_{\max, BS} = \sqrt{\frac{P_{tag, BS}}{P_{EIRP, BS, limit}}} \cdot \frac{c}{4\pi f}$$



常见芯片问题八



- 横坐标：频率；纵坐标：发射功率
- 芯片在不同反向速率下，其激活性能会恶化

读写器物理层参数设置

Table 7 — Interrogator data encoding test parameters

TEST: Interrogator data encoding				
RF PARAMETERS				
Power EIRP (dBm): max power authorized			Frequency (MHz): Interrogator supported frequencies	
Modulation type: Interrogator supported modulations			Modulation index : Variable	
PROTOCOL SETTINGS				
Command: Query				
Parameters	DR: 64/3	M: 1	Trext: 1	
Timings	Tari (μs): Variables	PW (μs): 0,5* Tari	RTcal (μs): A fixed number of times of Tari	TRcal (μs): Variable

- 频率范围
- Tari: 6.25、12.5、25us
- RTcal: 2.5~3*Tari
- TRcal: 1.1~3*RTcal
- DR: 8、64/3

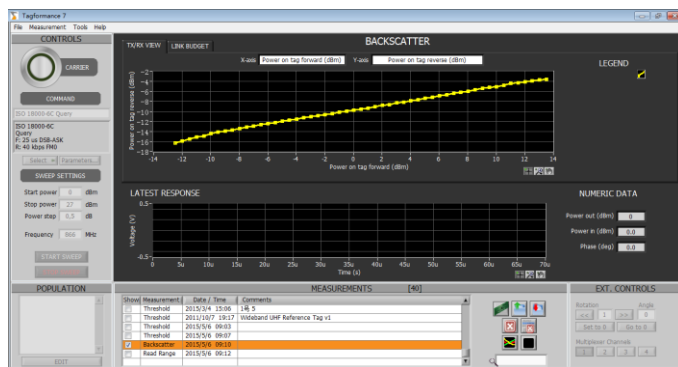
$$BLF = \frac{DR}{TRcal}$$

$$1.1 \times RTcal \leq TRcal \leq 3 \times RTcal$$

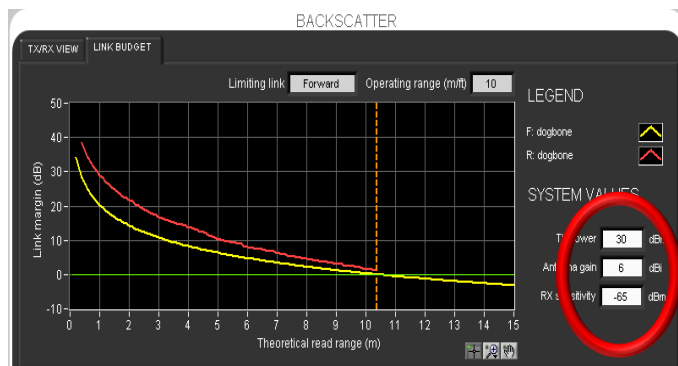
BLF范围: 40kHz~640kHz

标签设计性能测试套件-反向散射测试

2) Backscattered 反向散射测试

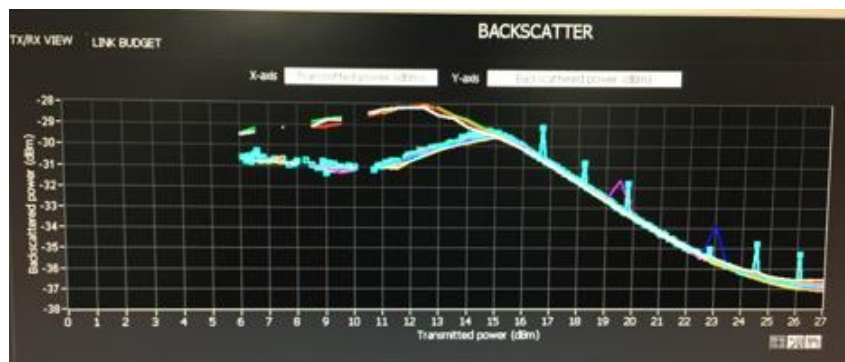
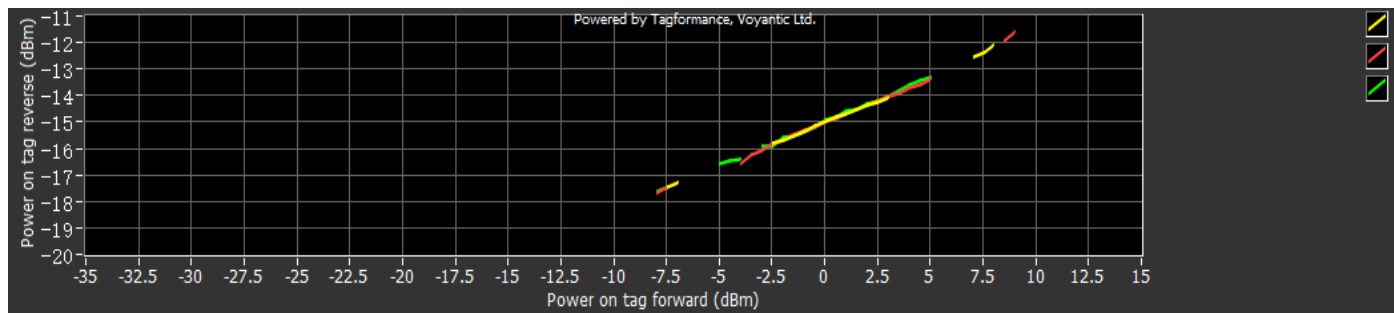


- 研究标签反向链路与前向链路数据关系
- 通过设置读写器参数，看标签识读距离受制于前向链路还是反向链路（帮助挑选读写器）





常见芯片问题九

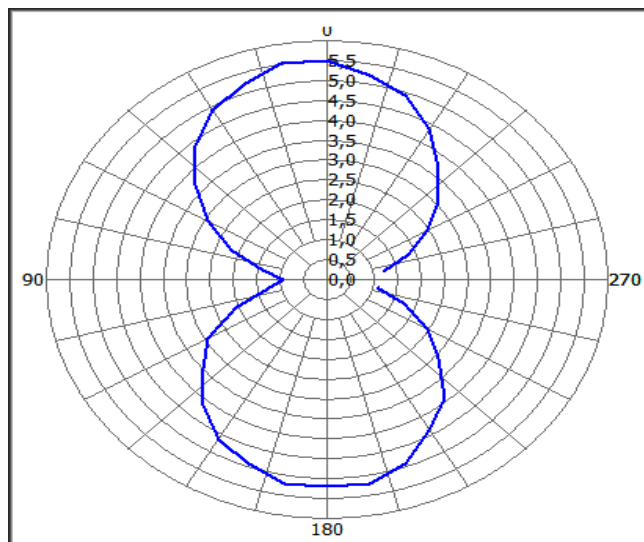


- 横坐标：发射功率；纵坐标：标签反向散射信号强度
- 标签激活不稳定，存在盲区
- 大功率下反向性能会急剧恶化。



标签设计性能测试套件-方向性测试

3) Orientation 方向性测试



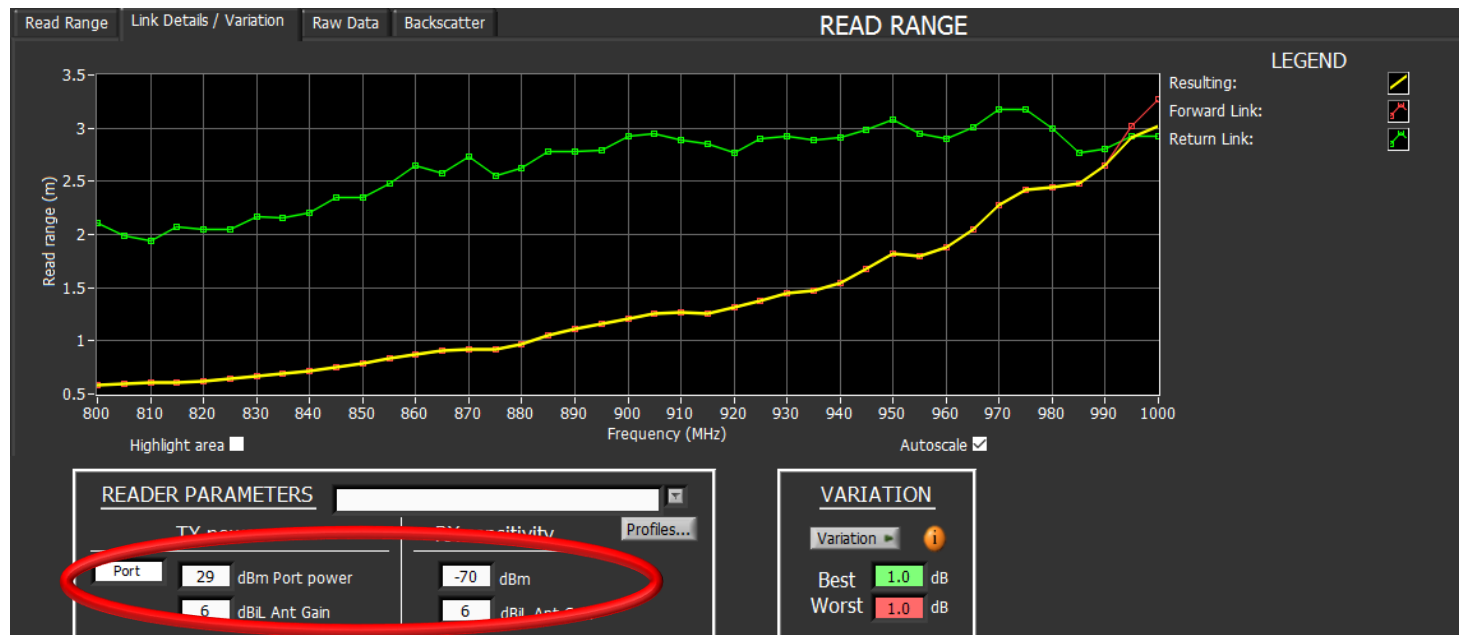
- 寻找标签在单标签环境或多标签的环境下最佳识读位置
- 测试标签在不同介质上的方向性性能
- 操作便捷，配合转台自动完成测试





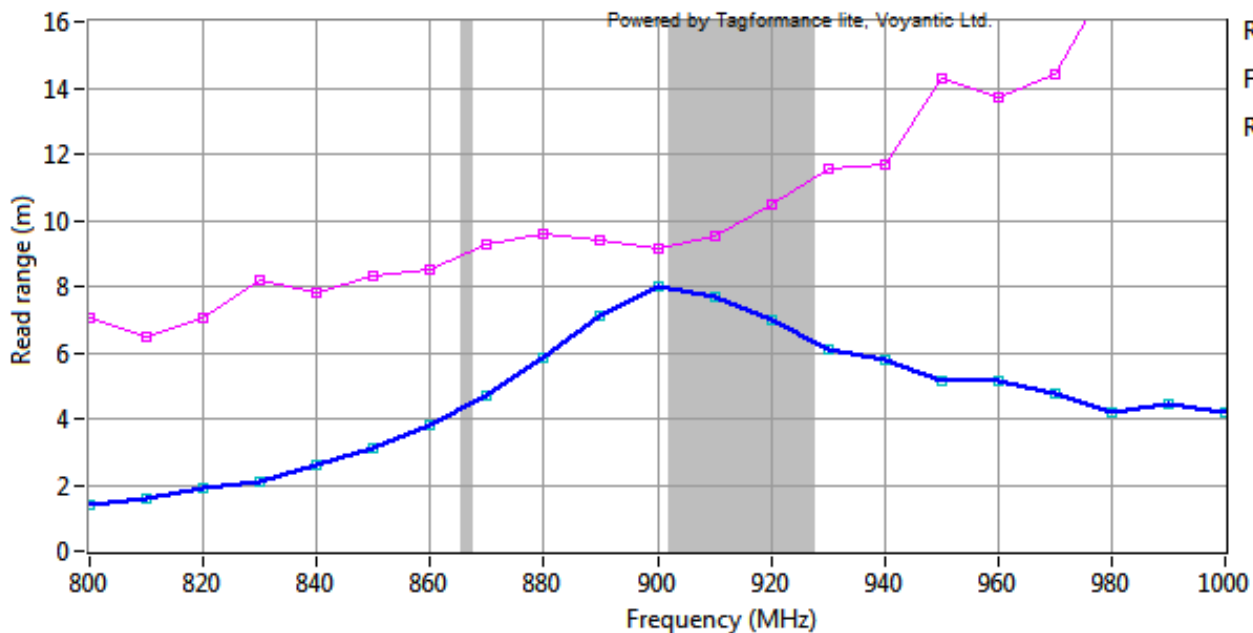
标签设计性能测试套件-识读距离测试

4) Read Range 识读距离测试



- 研究读写器性能参数的变化对初始识读距离的影响
- 使用特定读写器，测试您选择的标签

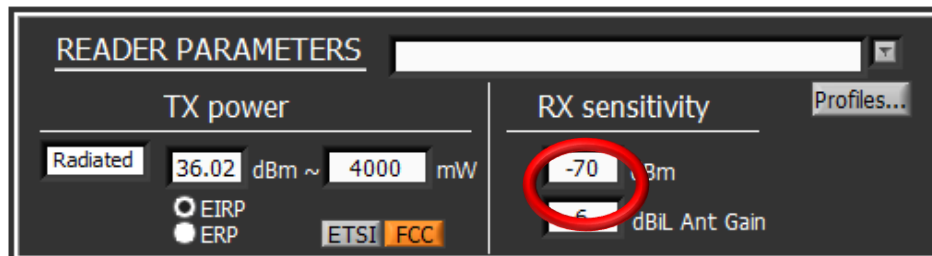
标签设计性能测试套件-识读距离测试



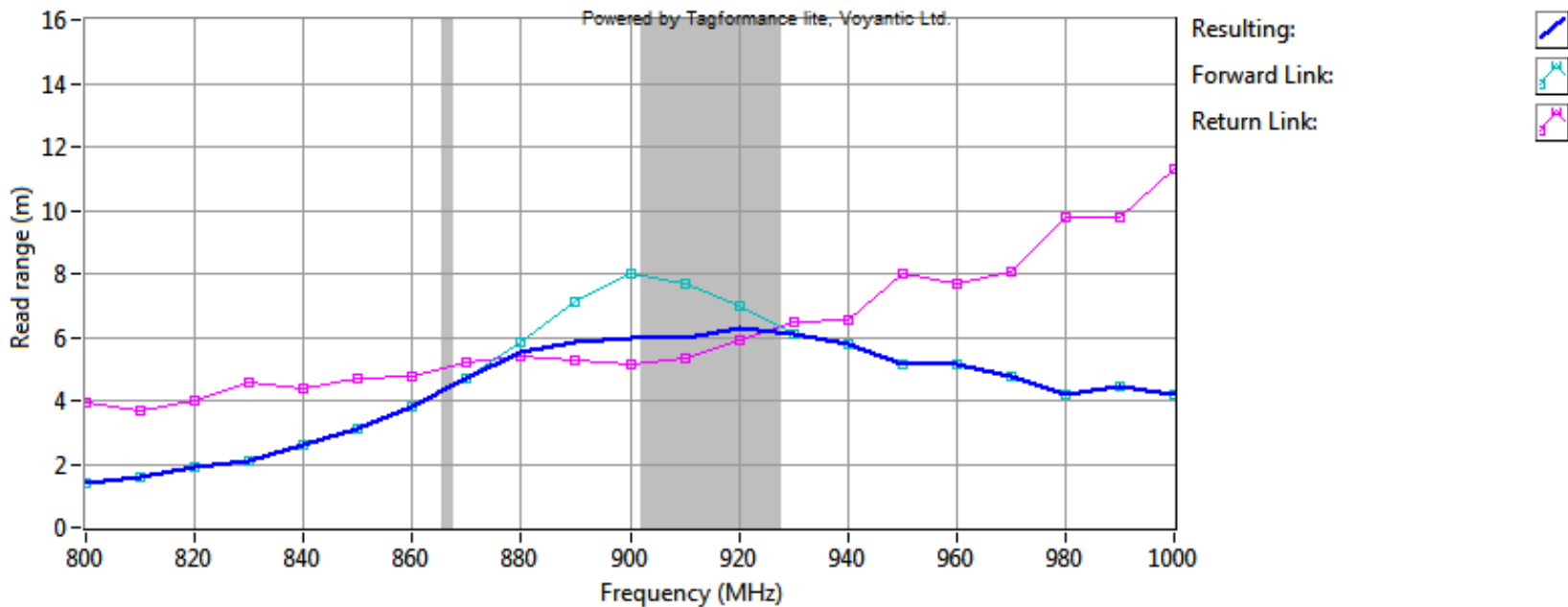
Resulting:
Forward Link:
Return Link:



标签读距如何随着前
读写器性能的变化而
变化



标签设计性能测试套件-识读距离测试



READER PARAMETERS

TX power

Radiated 36.02 dBm ~ 4000 mW

EIRP ERP

ETSI FCC

RX sensitivity

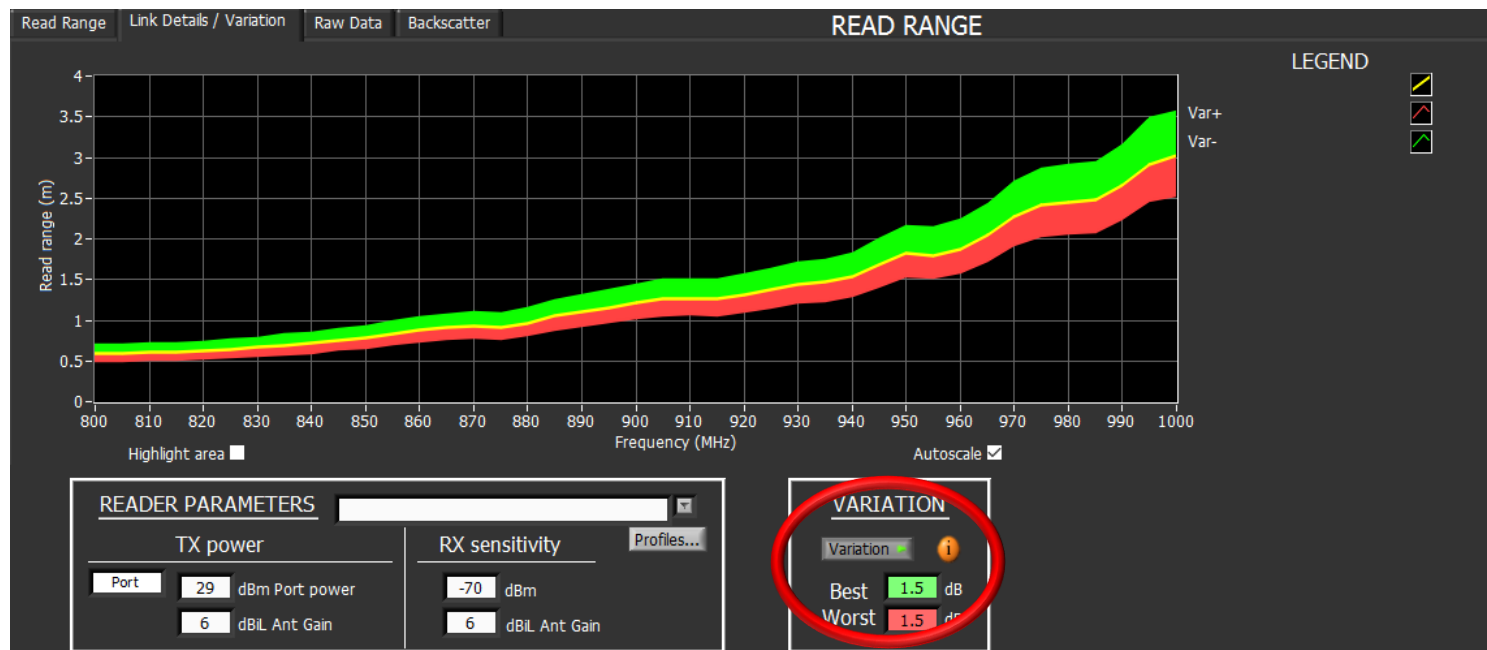
-65 dBm

6 dBi Ant Gain

Profiles...

标签设计性能测试套件-识读距离测试

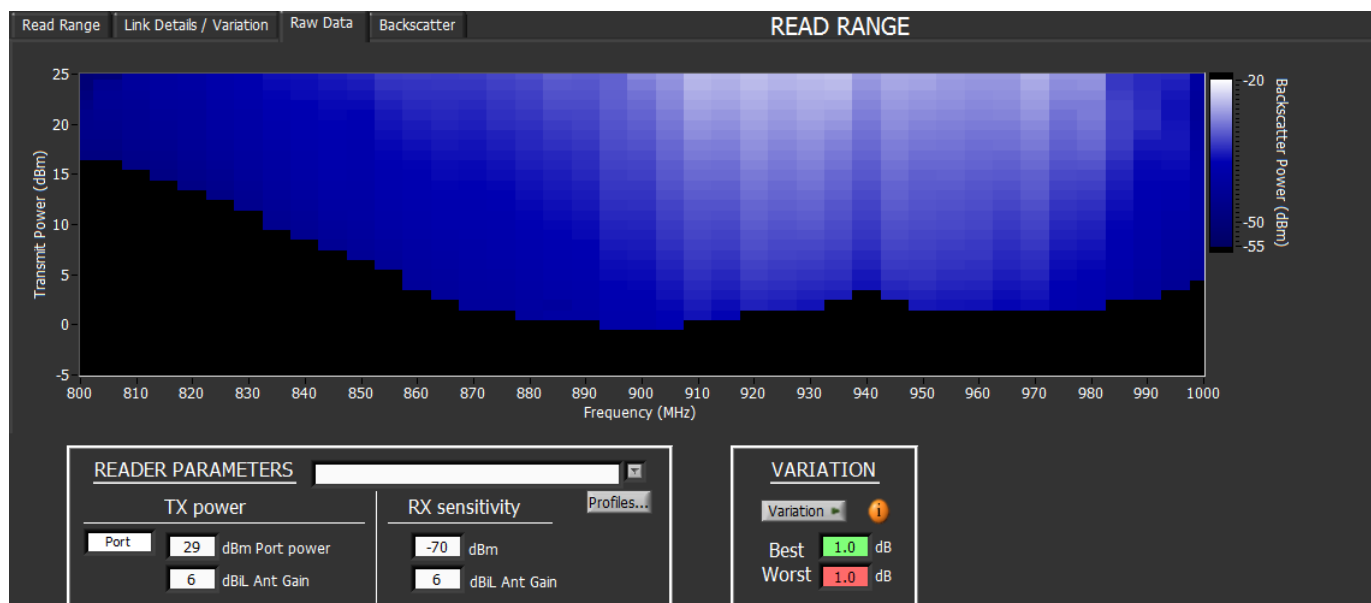
4) Read Range 识读距离测试



- 并可通过设置Variation值，看标签性能好或弱时的最远识读距离变化

标签设计性能测试套件-识读距离测试

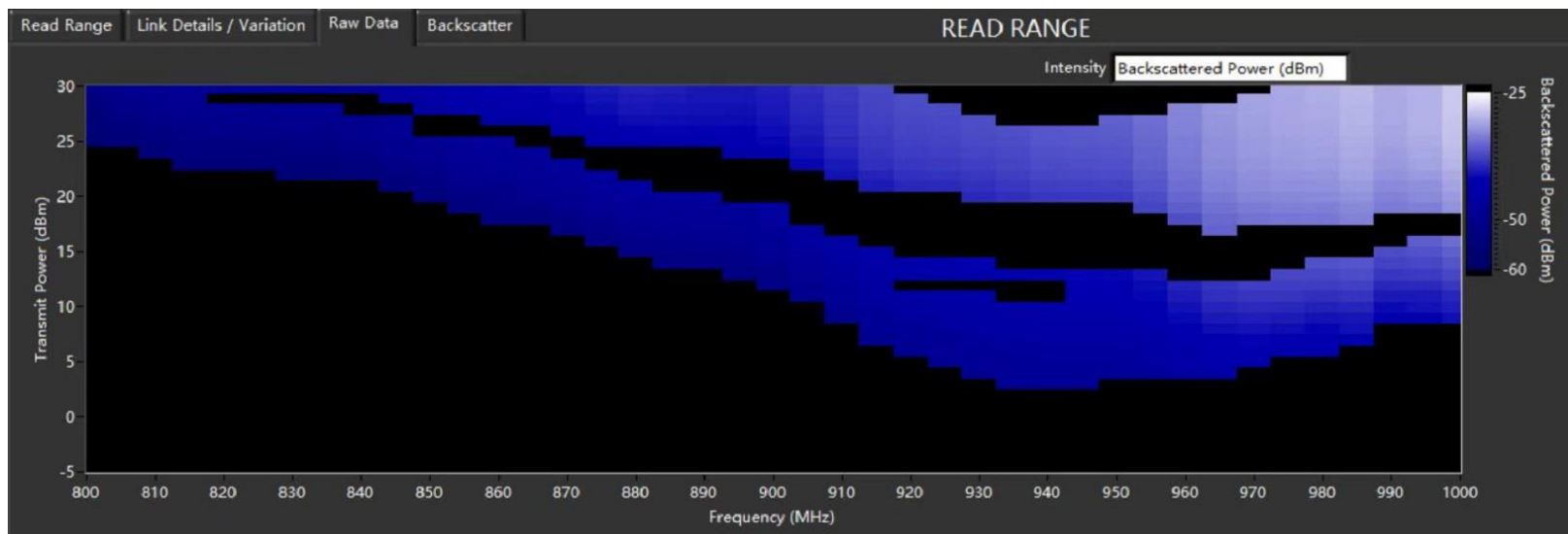
4) Read Range 识读距离测试



- 通过观察原始数据，研究标签在不同频点下不同发射功率的反向散射大小



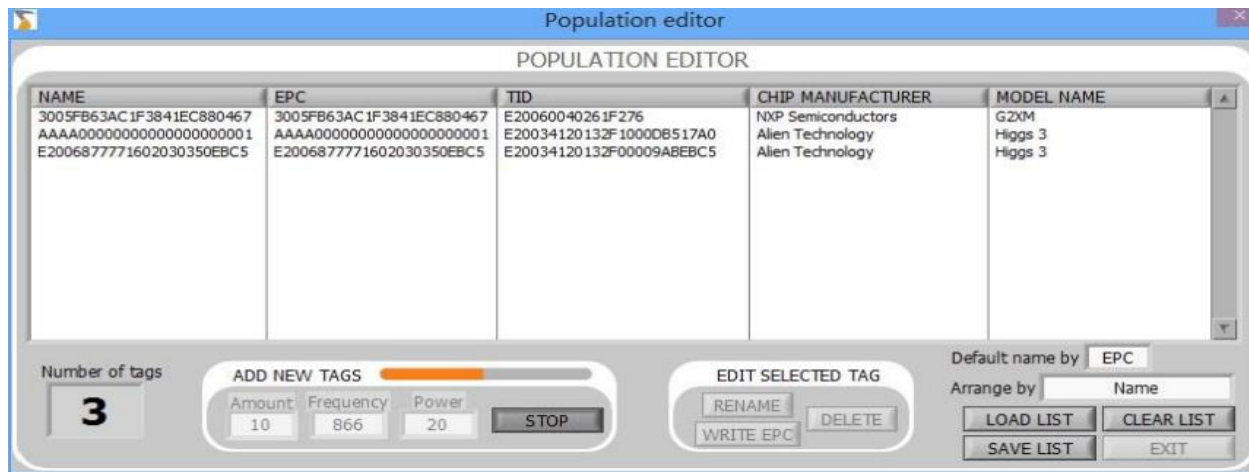
常见芯片问题十



- 横坐标：频率；纵坐标：发射功率；色块：标签反向散射信号强度
- 芯片在不同频率、接收功率下，标签响应情况和反向散射强度

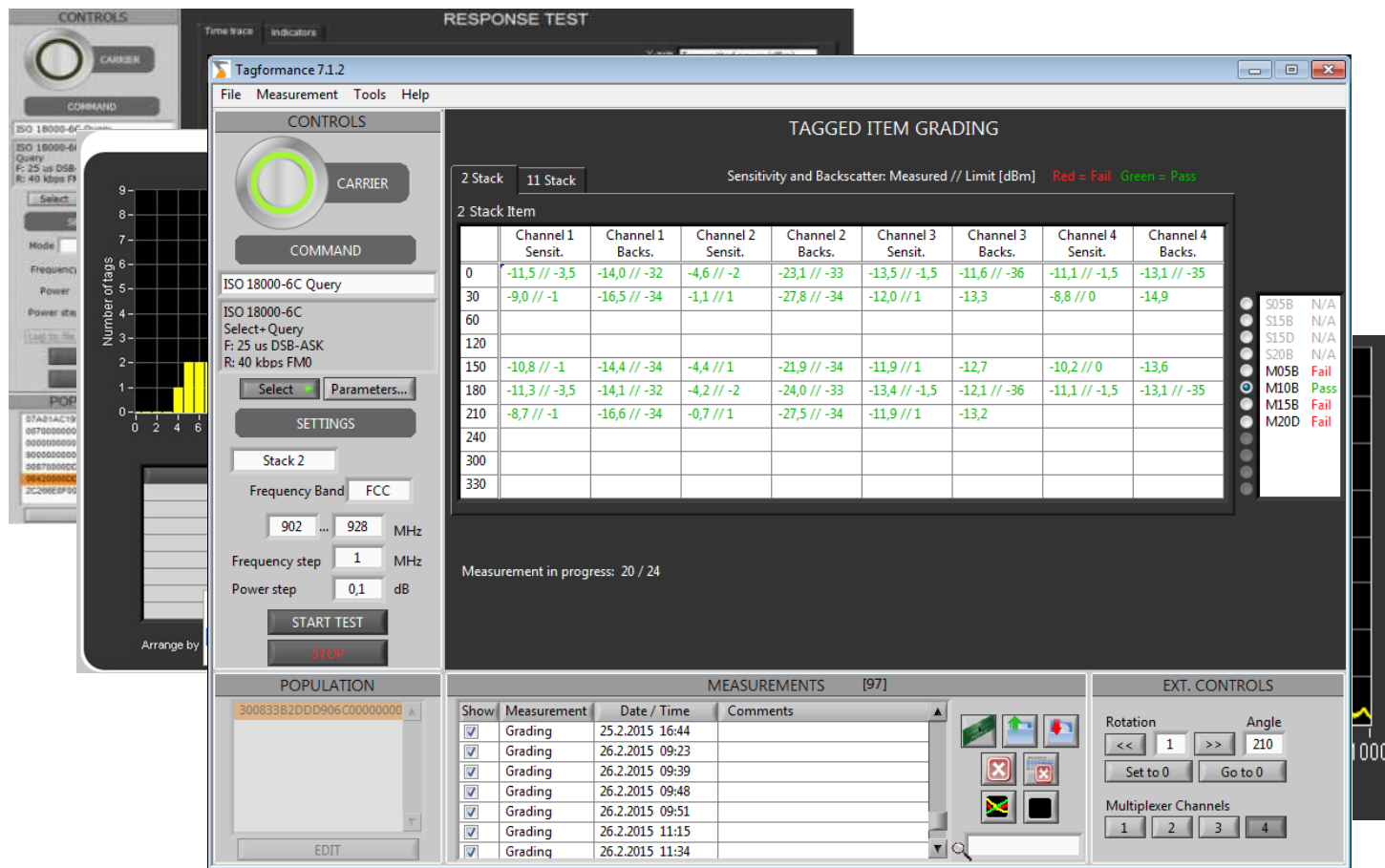
标签应用场景测试套件-群管理器

1) Population 群管理器



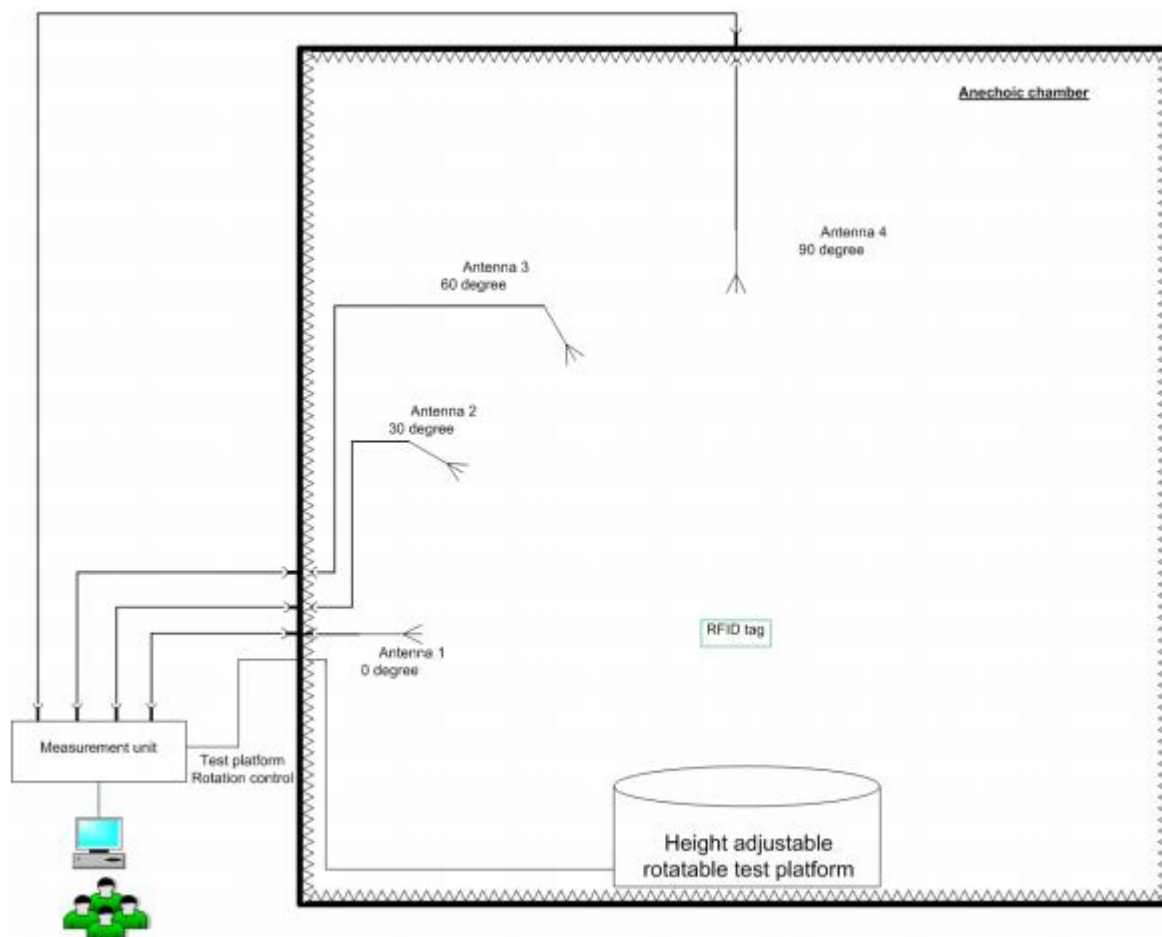
- 在群标签环境下对特定单个或多个标签进行识读的必不可少的工具。
- 可读取标签的EPC、TID及芯片信息，以及写入EPC。
- 可修改NAME参数，方便区分测试标签。
- 可保存盘存标签数据，方便多次测试

标签性能检测仪-其它测试能力





ARC/TIPP系统结构图



ARC/TIPP系统配置

➤ 暗室

- 全电波暗室

➤ 程控转台

- 可以以1° 的角度步进旋转360°

➤ 测试天线

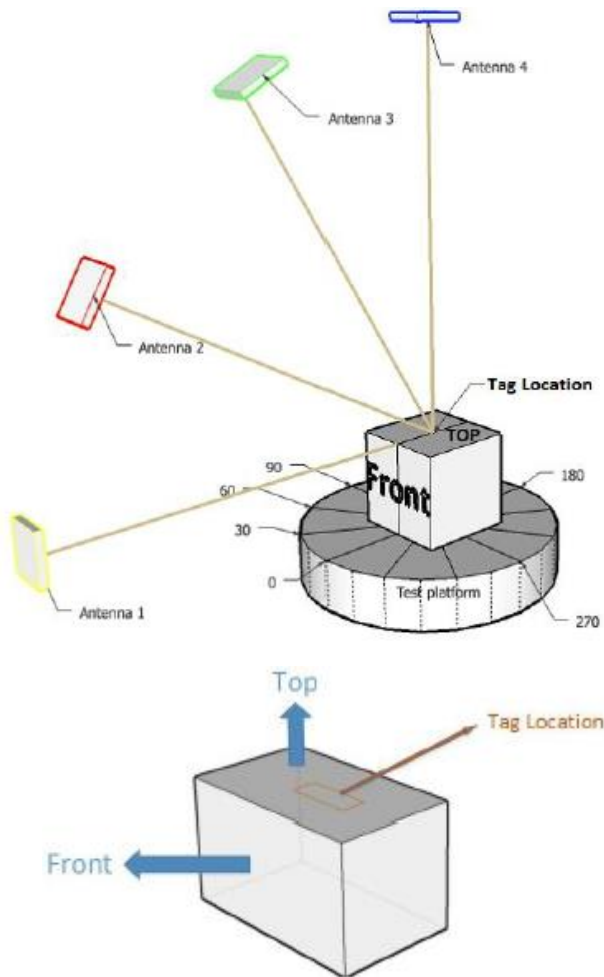
- 线极化天线4个，分别安装在与标签角度0度，30度，60度，90度的位置，并且保证各天线和标签距离相同。天线和标签的最小距离为0.4m。

➤ 测试仪器

- 可以生成、发送、接收RFID信号。支持频率范围800~980MHz，频率步进1MHz，功率步进0.1dBm，支持DSB-ASK调制。



ARC/TIPP系统测试方法

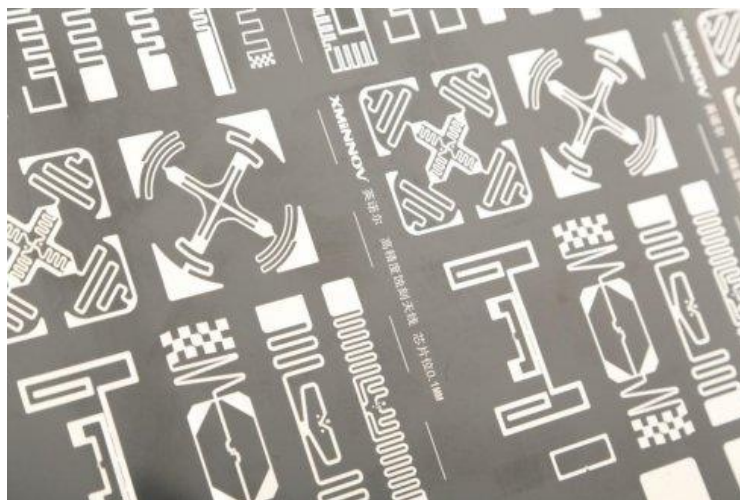


- 如图所示，标签平方在测试台上，天线极化方向与标签平行。
- 转台以 30° 角度步进旋转 $0\sim 330^\circ$ 。
- 转台每转 30° ，4个天线分别测试标签性能。



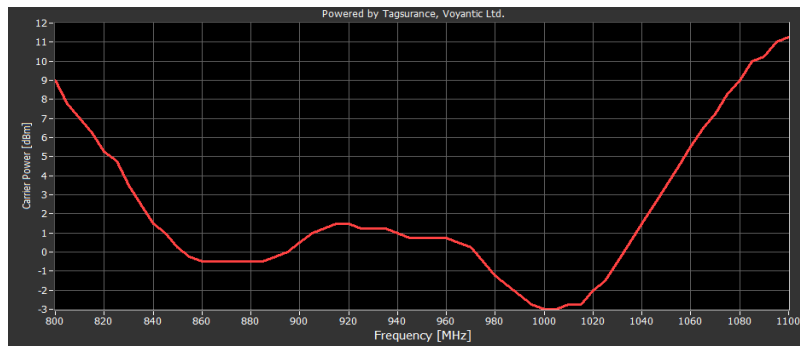
影响标签性能一致性的因素？

- 人员操作；
- 胶水质量；
- 热压温度、压力；
- 芯片质量；
- 生产设备稳定性；
- 天线印刷工艺；
- 封装工艺等。

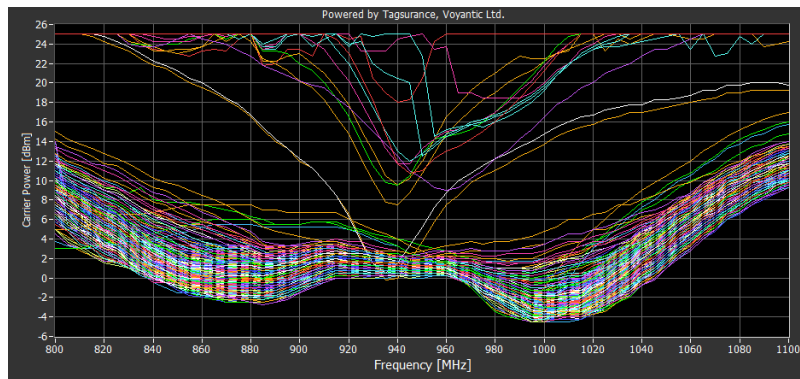




标签设计与实际对比

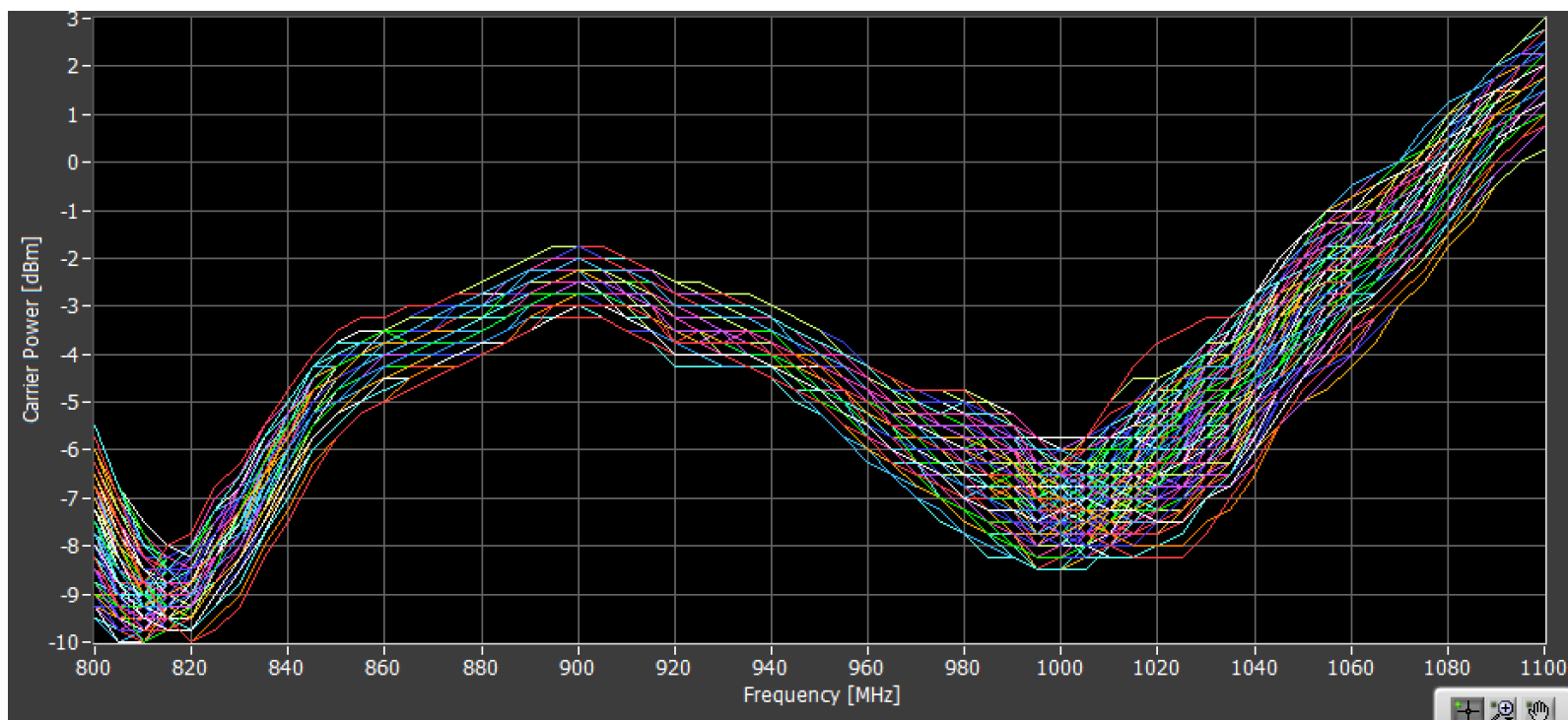


标签设计性能



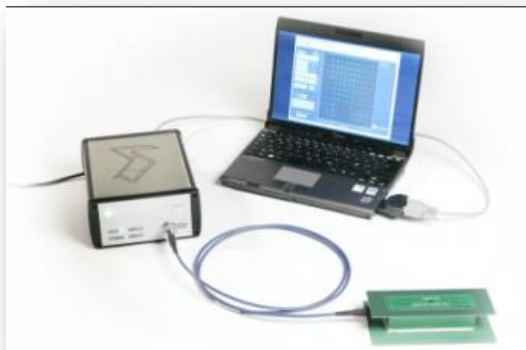
实际生产

- 标签在实验室中设计好后，因为生产误差等外部因素，会造成标签性能变化，所以需要在生产后对标签进行性能一致性检测。





标签性能一致性检测-Tag-suracne UHF



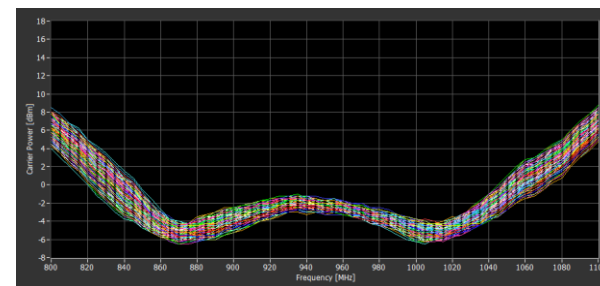
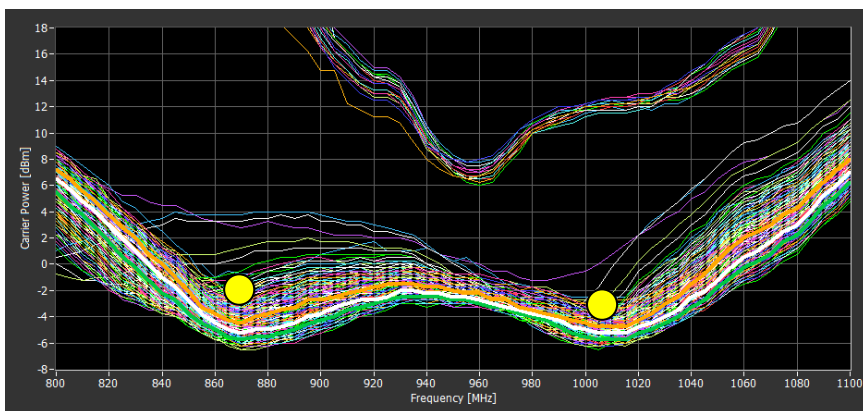
- 高速的产线性能一致性检测设备
- 实时进程监测
- 提供接口，利于集成测试
- 可输出Pass/Fail结果
- 现在已经在多个厂家的绑定线、复合线上安装使用



高速挑选出弱标签

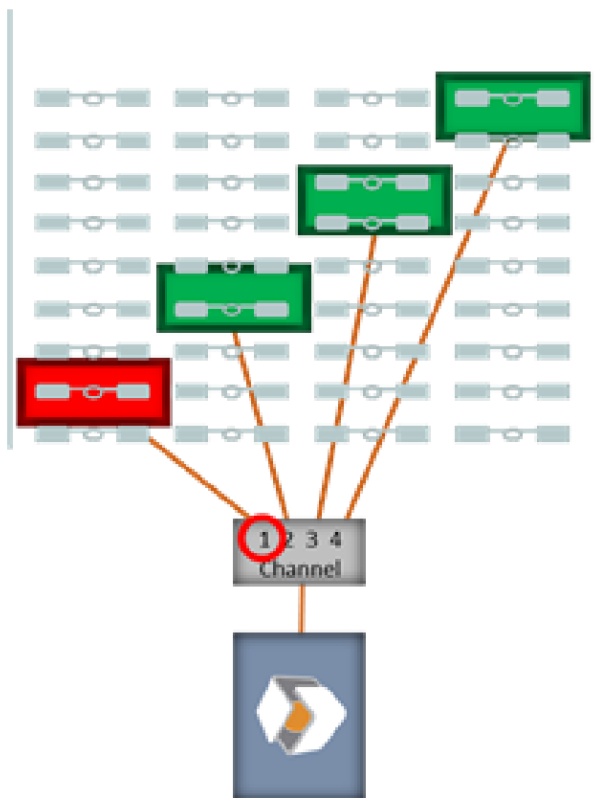
➤ 高速测试：

- ✓ 单点测试只需5ms
- ✓ 最快测试数量超过8万枚/小时
- ✓ 不会影响绑定、复合生产速度

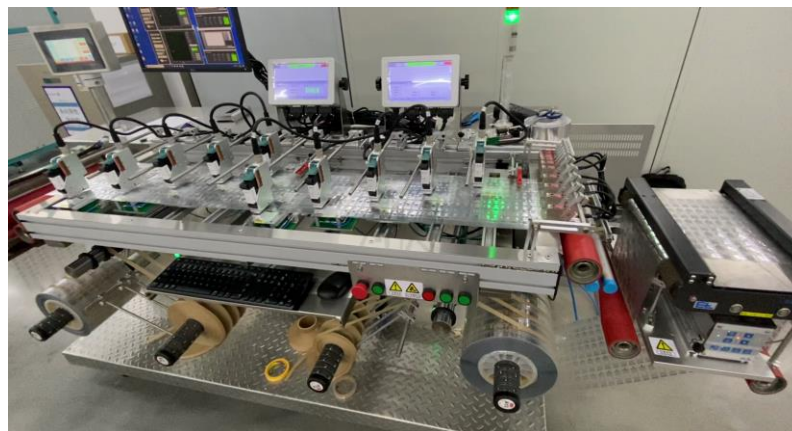




支持多道标签性能一致性检测

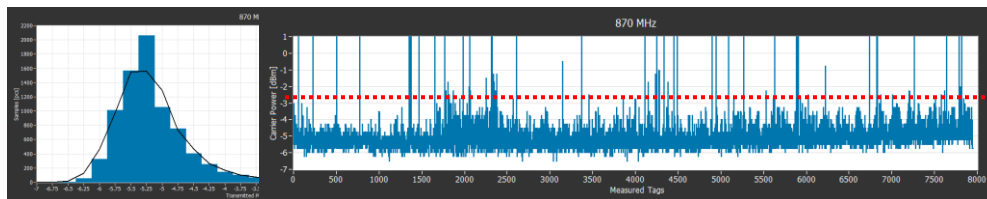


- 1台测试主机支持多道标签性能检测
- 单台最多支持6道
- 支持每道单独触发、单独标记

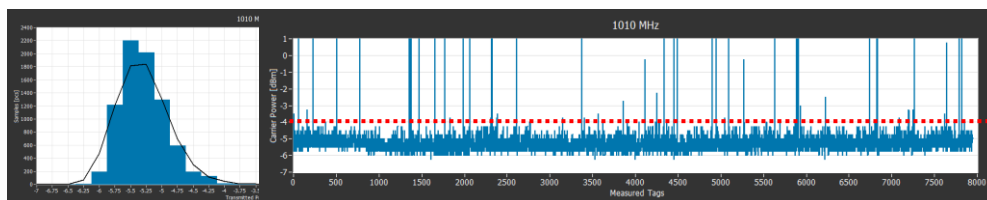




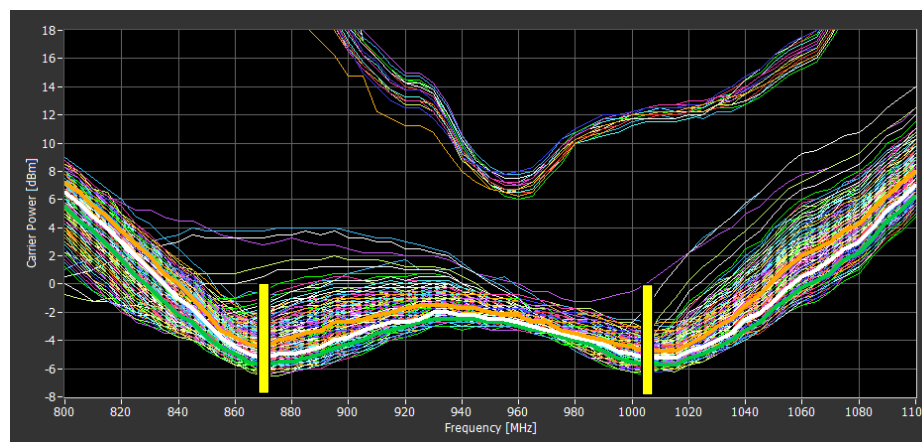
可显示每片标签的生产性能



870MHz



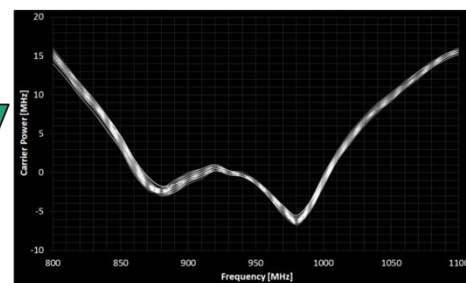
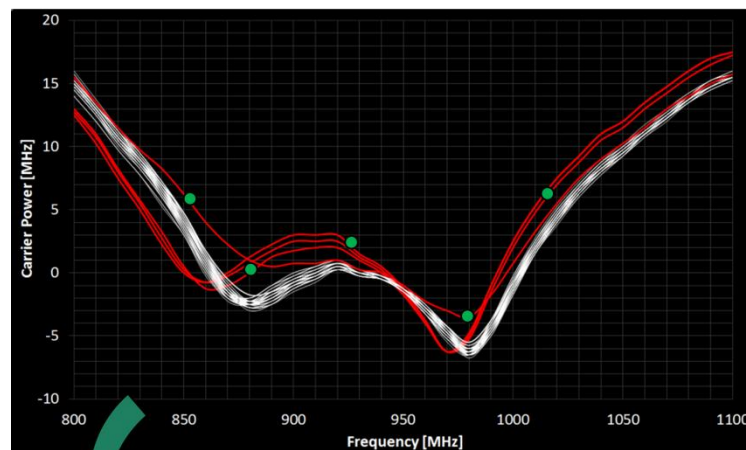
1010MHz





Tagsurance UHF-测试能力

- 点模式
 - 快速测试
- 阈值扫屏模式
 - 分析标签性能趋势
- 读/写模式
 - 可追溯, , 可自定数值
- 灵敏度测试模式
 - 实时灵敏度监控
- 编码模式
 - 基于标签测试结果设置编码



详尽的测试报告

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Tagsuranc	#####	11:27										
2	Test unit	UT-0015											
3													
4	Read spec	Frequency	Power [dBm]	Bank	Start adr	Word cour	Repetitic	Tolerance					
5	Read 1	923	7	TID (10)	0	5	1	0					
6													
7	Sweep spe	Start [MHz]	Stop [MHz]	Step [MHz]									
8	Sweep 1	800	1100	5									
9													
10	Case specifications												
11	Frequency [MHz]	923	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	
12	Power [dBm]	7											
13	Mode	Read 1	Sweep 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14													
15													
16	Results (Tags tested: 1248, Yield: 99.84%)												
17													
18	Time stan	Pass/Fail	Read data	Sweep 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	11:27:49	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	6.75	5.75	5	4	2.75	1.5
20	11:27:55	PASS	0/E280110	10.75	9.5	8.75	7.75	6.75	5.75	4.75	3.75	2.75	1.5
21	11:28:02	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	6.75	5.75	5	4	2.75	1.5
22	11:28:08	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	7	6	5	4	3	1.75
23	11:28:15	PASS	0/E280110	11	10	9	8	7.25	6.25	5.25	4.25	3.25	2
24	11:28:37	PASS	0/E280110	11.25	10.25	9.25	8.25	7.25	6.5	5.5	4.5	3.5	2
25	11:28:44	PASS	0/E280110	11	10	9	8	7	6	5.25	4.25	3	1.75
26	11:28:50	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	6.75	5.75	4.75	4	2.75	1.5
27	11:29:09	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	6.75	5.75	4.75	4	2.75	1.5
28	11:29:17	PASS	0/E280110	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.75	5.5	4.75	3.5	2.25
29	11:29:27	PASS	0/E280110	10.75	9.75	8.75	7.75	7	6	5	4	3	1.5
30	11:29:33	PASS	0/E280110	11	10	9	8	7.25	6	5.25	4.25	3	1.75
31	11:29:38	PASS	0/E280110	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5	4.5	3.5	2.5	1.25

- 详细记录每次测试结果；
- 自动保存每次测试结果记录。