

利用高新技术改善生活,精益求精振兴民族产业

如何提升RFID测量的计量准确性

邵晖

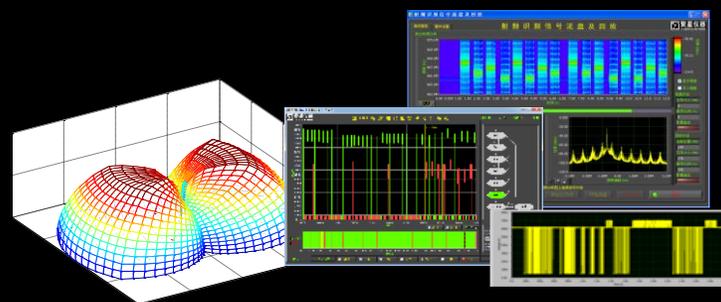
2019-3



聚星定制, 您的仪器

大纲

- 关于聚星仪器
- RFID标签测量溯源理论
- 标签测量溯源校准实践
- 阅读器溯源校准
- 结论



聚星定制，您的仪器

聚星仪器



- 定制仪器公司
 - RFID, 射频收发系统和模块
- 国际化团队
 - 2004创立的研发型企业
 - 国际认证的RFID测试仪器
 - 标准工作组成员
 - 200+ RFID 测试系统 100+ 客户
 - 办公室：上海、北京、西安、重庆、东莞
 - 本地化服务伙伴：日本、奥地利、韩国、美国 ...

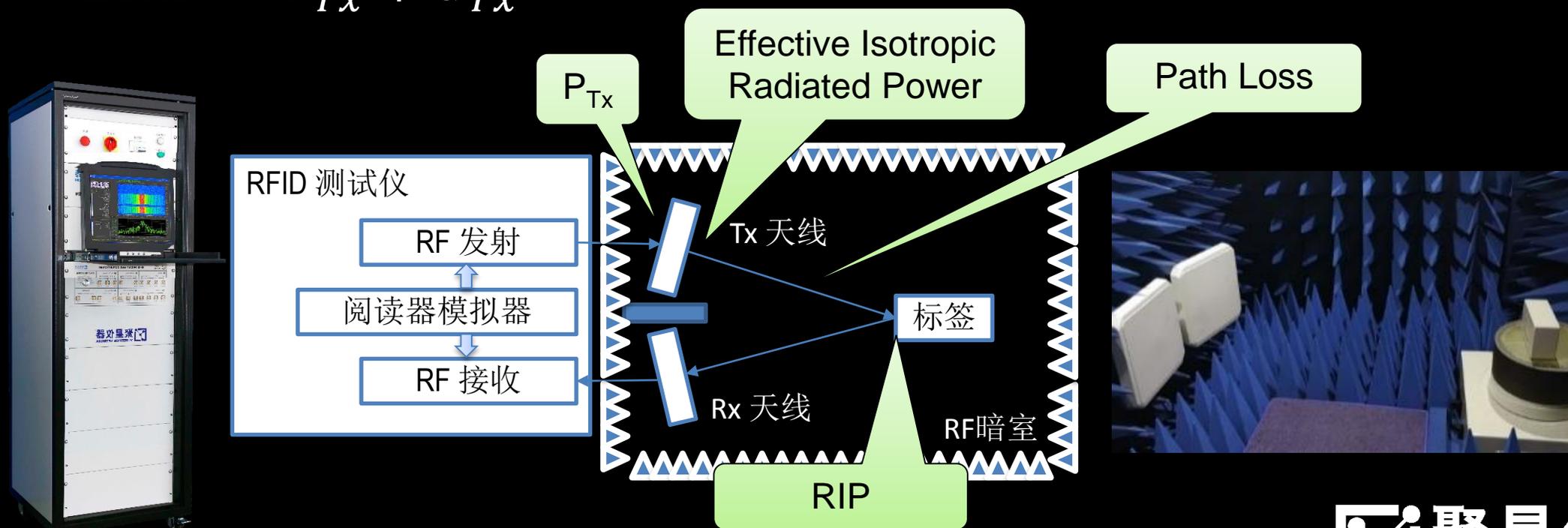


聚星定制，您的仪器



800-900MHz 标签灵敏度指标

- Received Isotropic Radiated Power (EPC)
 - $RIP(dBm) = EIRP - PL$
 - $EIRP = P_{Tx} + G_{Tx}$



聚星定制，您的仪器

800-900MHz 标签灵敏度(续)

- 磁场门限(ISO 18046-3)

$$- E(V/m) = \frac{\sqrt{30 * EIRP(W)}}{R(m)} = \frac{\sqrt{P_{Tx}(W) * G_{Tx}}}{R} * 5.477$$

– 测量 P_{Tx} , 校准 G_{Tx}

- 场强由辐射功率计算得到

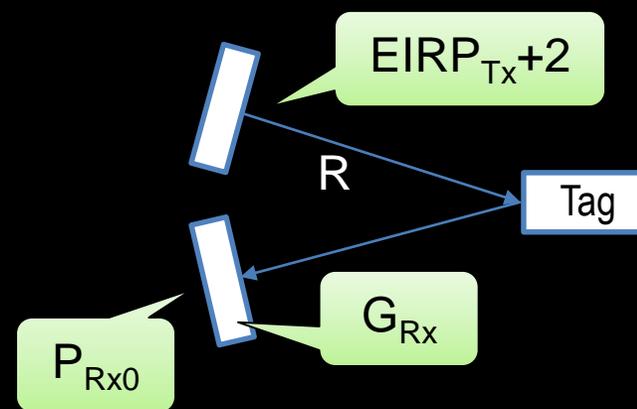
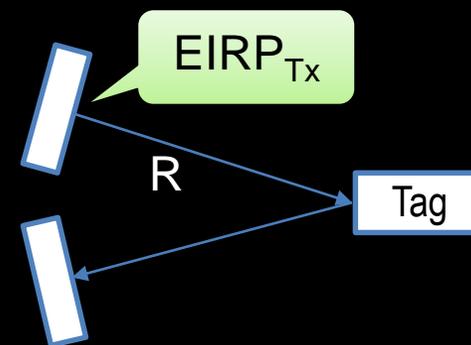
自由空间路径损耗(FSPL)

- $P_{Rx} = P_{Tx} G_{Tx} G_{Rx} \frac{Ae}{4\pi R^2}$
- $Ae = \frac{\lambda^2}{4\pi}$
- $PL = \left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)^2$
- $PL(dB) = 20 \log \left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)$
- $E(V/m) = \frac{\sqrt{30 * EIRP(W)}}{R(m)} = \frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{30 * RIP}$

$$RIP(dBm) = EIRP - PL$$

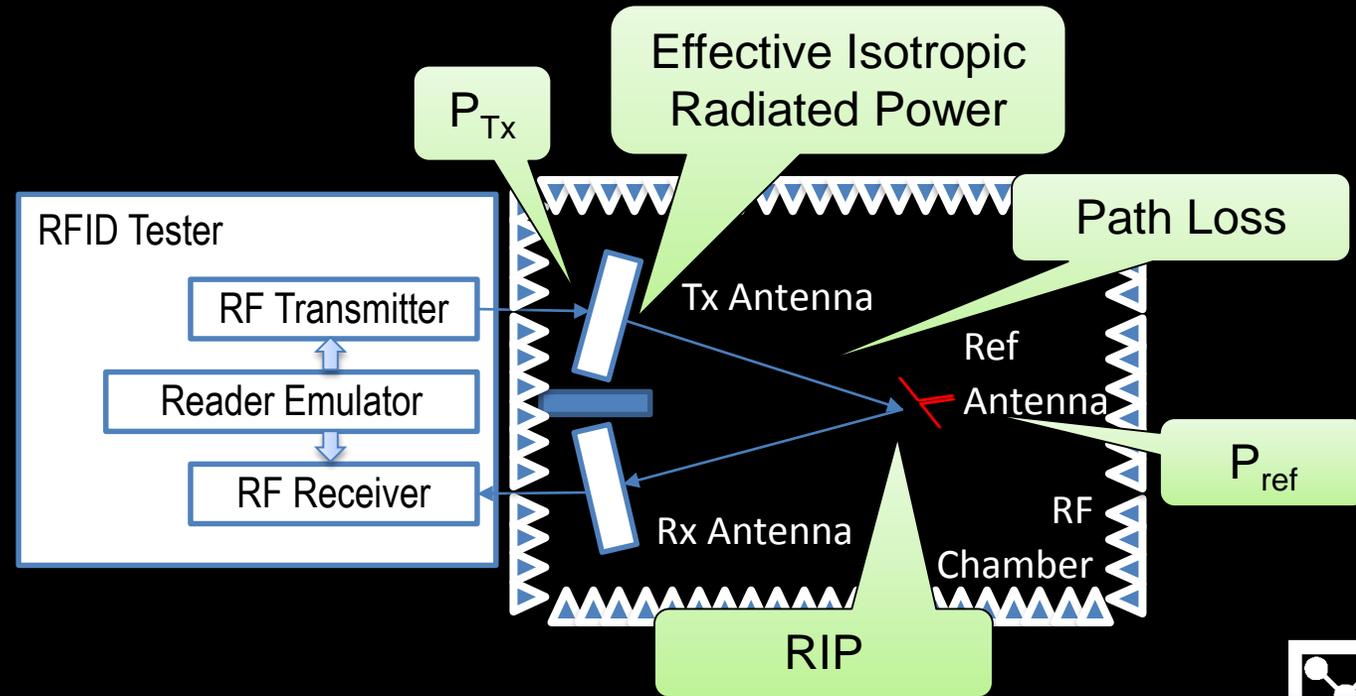
读取距离 (EPC)

- 读取距离由灵敏度导出
 - 设阅读器发射 $EIRP=35dBm$
 - $Range(m) = R * 10^{\left[\frac{35 - EIRP_{Tx}(dBm)}{20}\right]}$
- 反向散射距离由标签反射功率导出
 - Tx power = Threshold power(sensitivity) + 2dB
 - 设阅读器灵敏度 -70dBm, 天线增益 5dBil
 - $Range_{RL} = (10^{K/10})^{1/4} * R$
 - $K = 110 - EIRP_{Tx0} + P_{Rx0} - G_{Rx}$
 - $EIRP_{Tx0} = EIRP_{Tx} + 2$



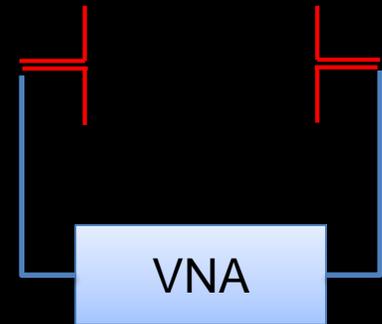
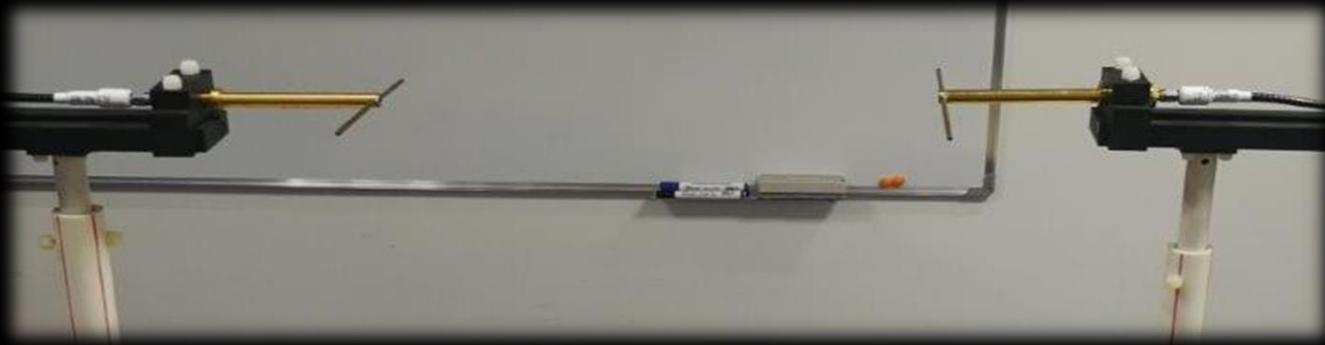
参考天线校准溯源

- 工具：已知增益的参考天线
 - 正向算法：校准发射天线增益
 - 替代法： $RIP = P_{ref} - G_{ref} | P_{Tx} = \text{门限}$



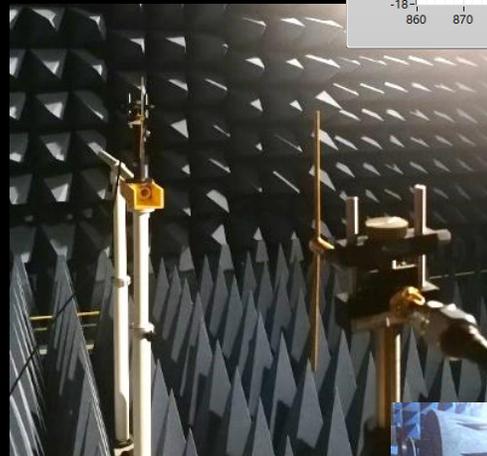
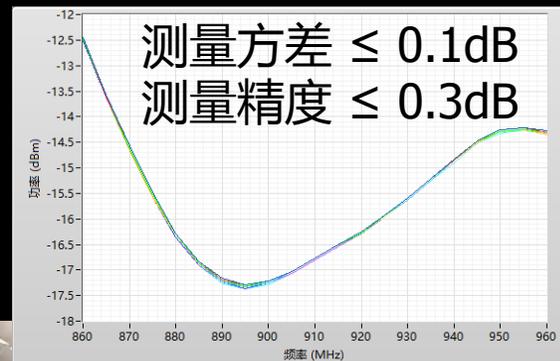
参考天线的计量校准

- EPC 标签性能参数测量方法
 - 2-3个参考天线 (section 7.4)
 - $G1+G2=S21[1,2]+PL(dB)$ 若G1已知或G1=G2则完成
 - $G2+G3=S21[1,2]+PL(dB)$
 - $G3+G1=S21[1,2]+PL(dB)$
 - 方法参考 SAE ARP958

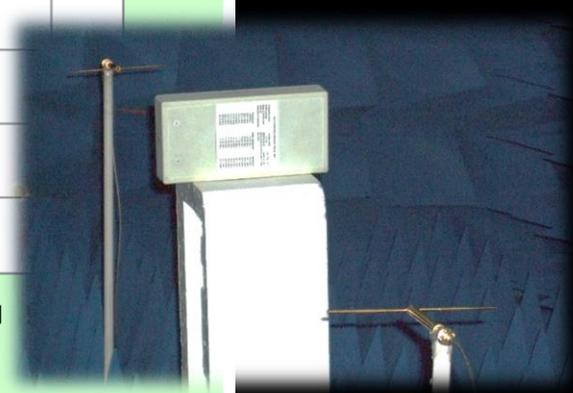
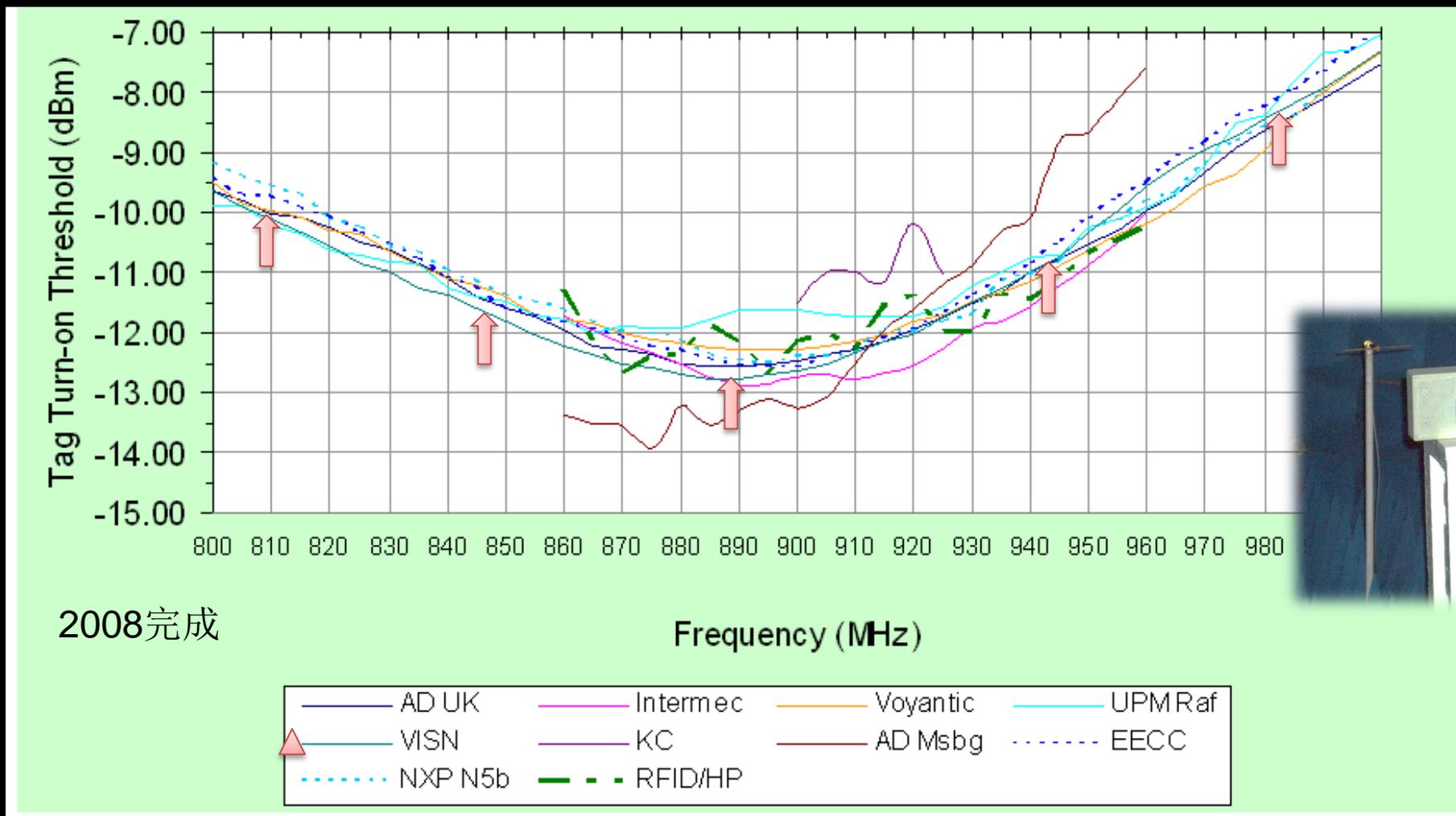


聚星RFID测量溯源校准

- 合作实验室
 - 中国电子技术标准化研究院
 - 中国计量科学研究院
 - MET Labs (美国)
- 客户通过认证
 - CNAS
 - EPC QTS



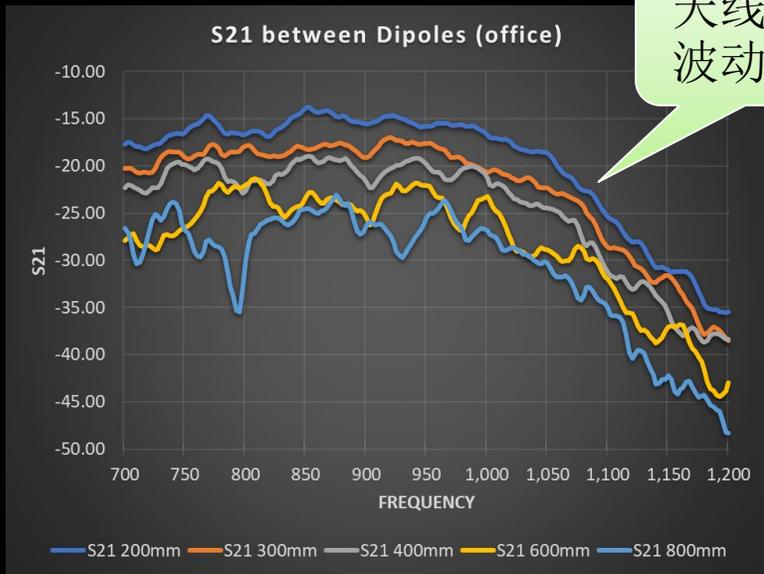
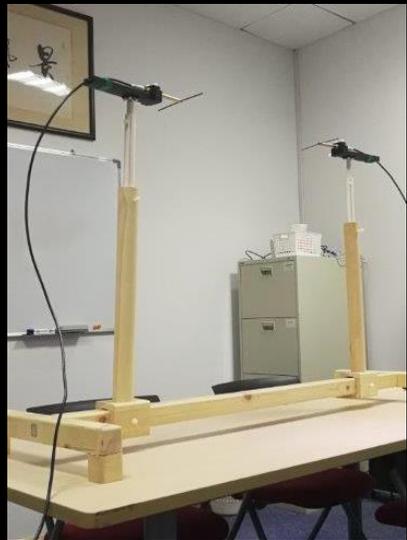
EPCglobal TLRPP 工作组全球比对



实践: 远场和反射

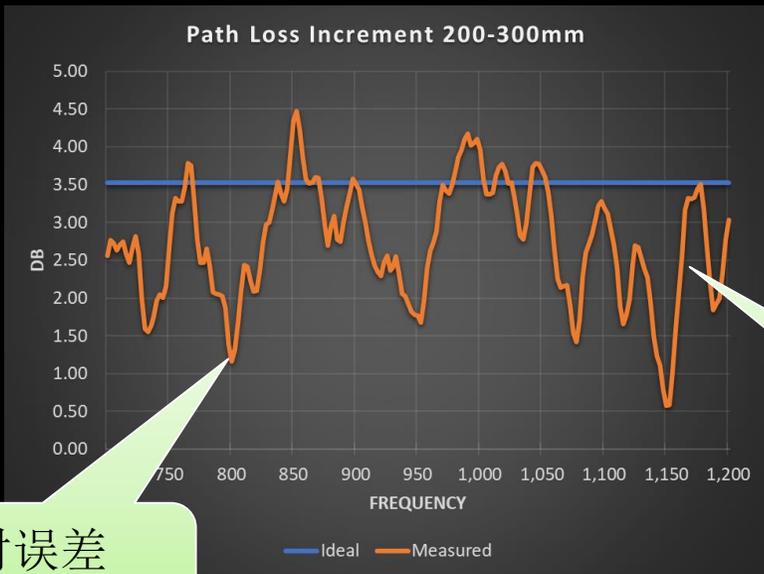
- 精度依赖: 远场、无反射
- 办公室实验: 偶极子 200,300...800mm
- 实用远场: 3λ , 1m

D^2/λ 可能不足



天线越近
波动越小

反射误差
+0.95/-2.95

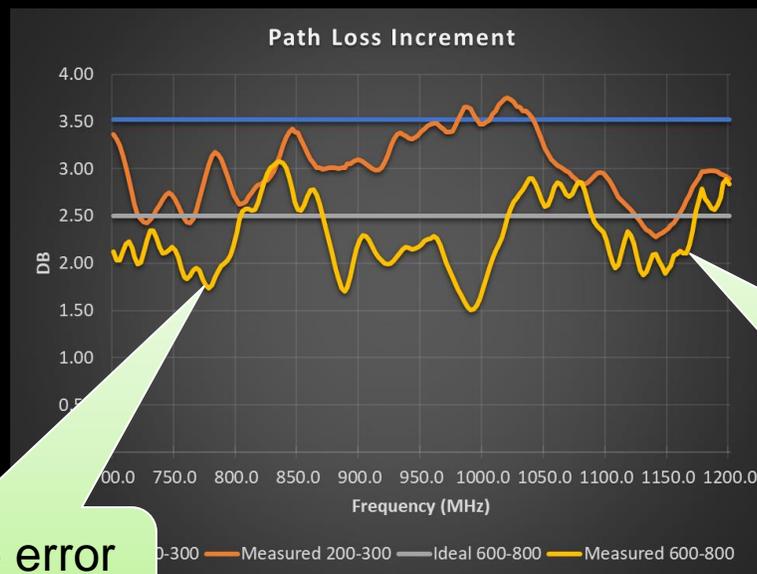
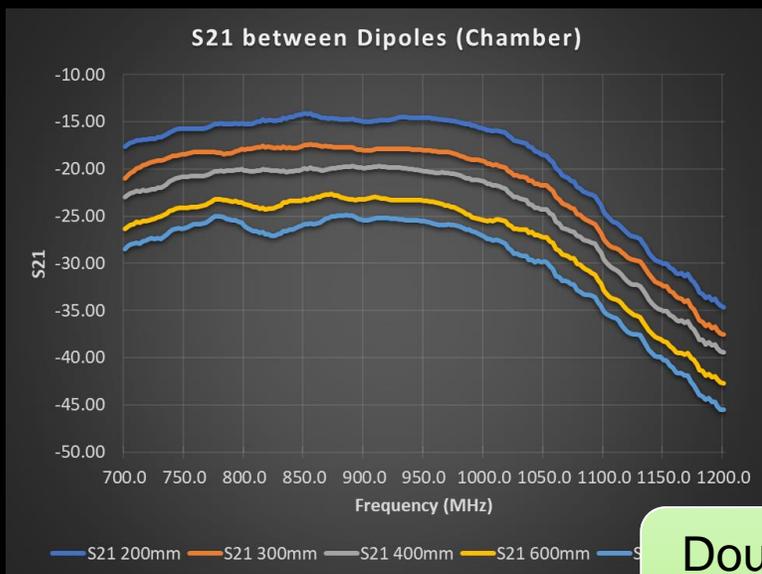


平均误差
0.78dB

聚星定制, 您的仪器

实践: 远场和反射

- 精度依赖: 远场、无反射
- 办公室实验: 偶极子 200,300...800mm
- 实用远场: 3λ , 1m



Double side error
~1.5dB

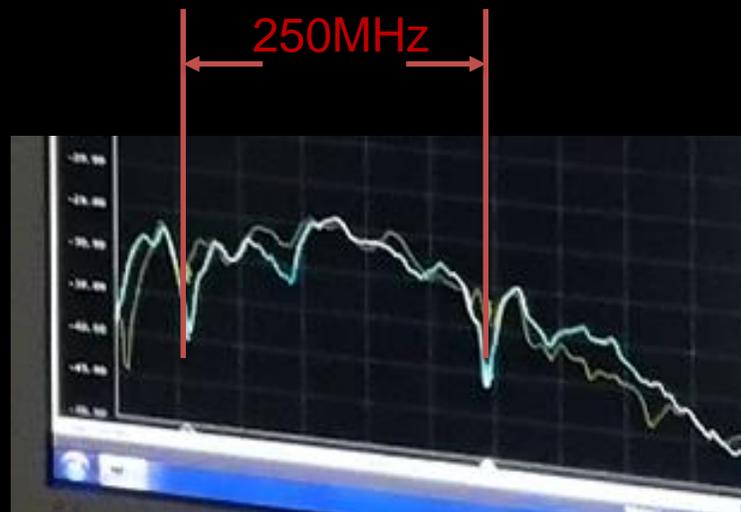
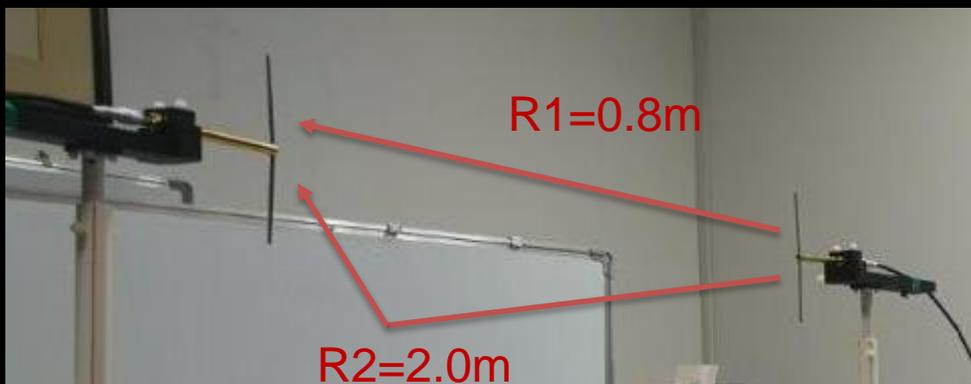
Average error

- 200-300: 0.51dB
- 600-800: 0.22dB

聚星定制, 您的仪器

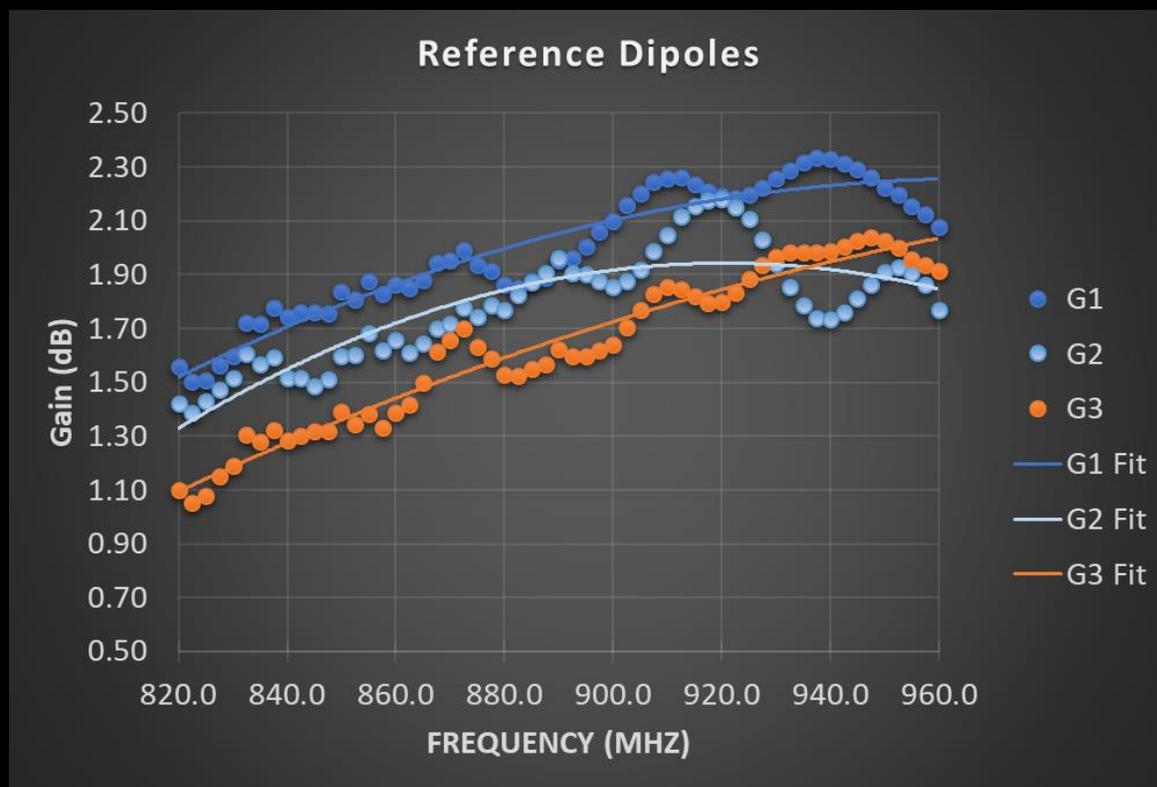
反射诊断

- $\Delta f = \frac{c}{\Delta R}$
 - Δf : S21 波动周期, ΔR : 反射-直射路径差
 - 例: $\frac{3e8}{(2.0-0.8)} = 250MHz$
- 由 ΔR 推断反射来源



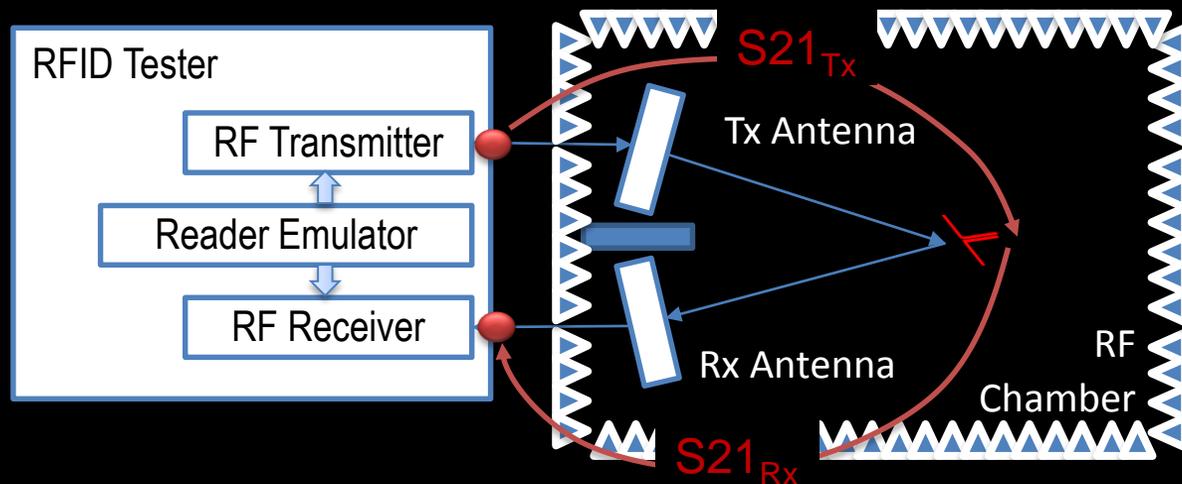
更准：校准误差修正

- 曲线拟合+ 近距离系统误差修正
- 修正仅用于参考天线，不用于测量



计量校准和测试步骤

- 校准参考天线(G_{ref})
- 校准 RFID 测试仪
- 测量 $S21_{Tx}$ 和 $S21_{Rx}$
- $RIP = P_{Tx} + S21_{Tx} - G_{ref}$



$$E(V/m) = \frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{30 * RIP}$$

阅读距离推导

- 阅读距离

- $EIRP_{Tx} = RIP + PL$

- $Range(m) = R * 10^{\left[\frac{35 - EIRP_{Tx}(dBm)}{20}\right]}$

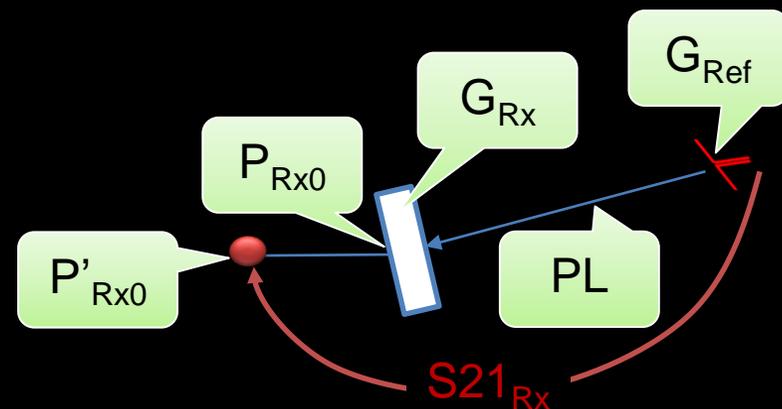
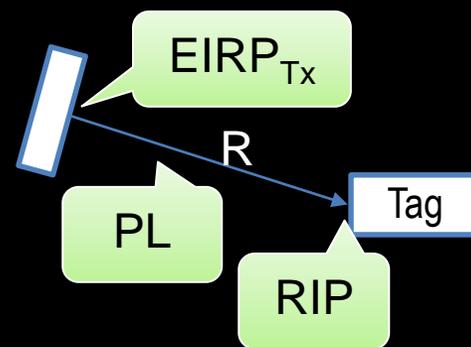
- 反向散射距离

- $EIRP_{Tx0} = RIP_0 + PL$

- $P_{Rx0} - G_{Rx} = P'_{Rx0} + S21_{Rx} - G_{ref} + PL$

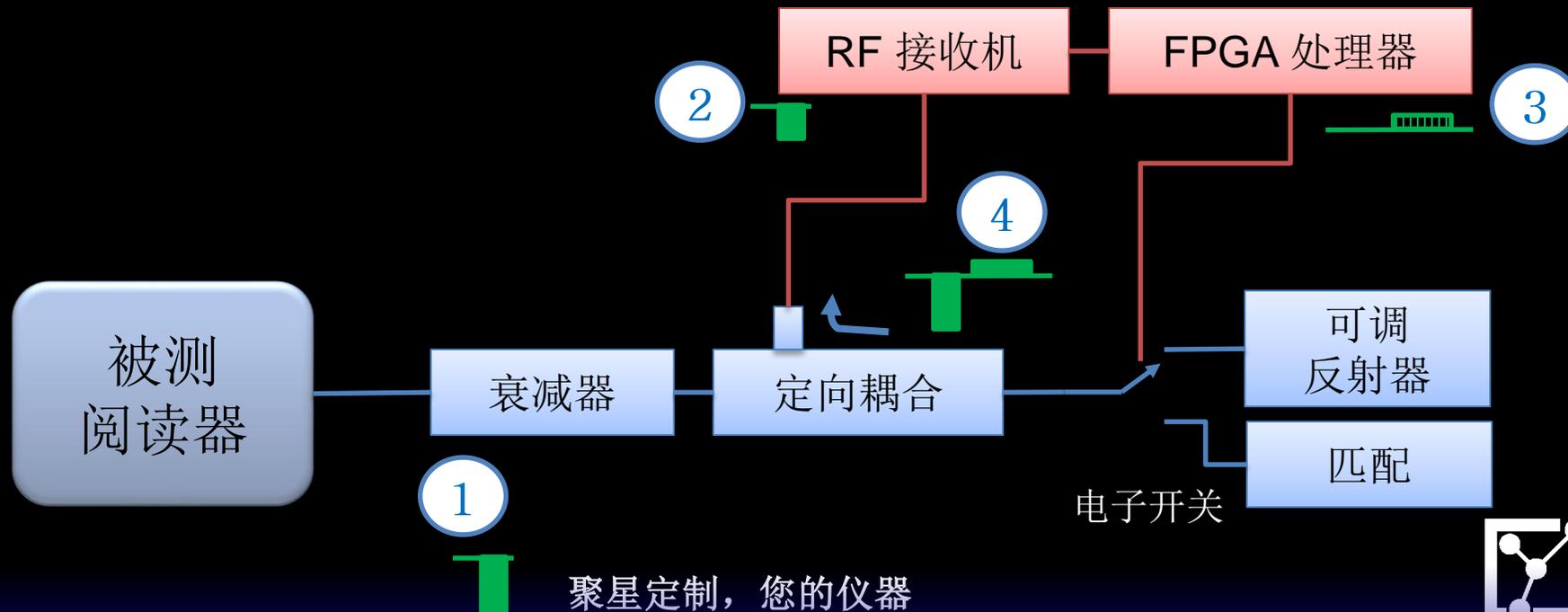
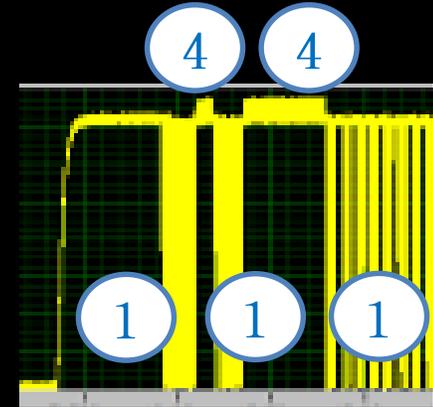
- $K = 110 - EIRP_{Tx0} + P_{Rx0} - G_{Rx}$

- $Range_{RL} = \left(10^{K/10}\right)^{1/4} * R$



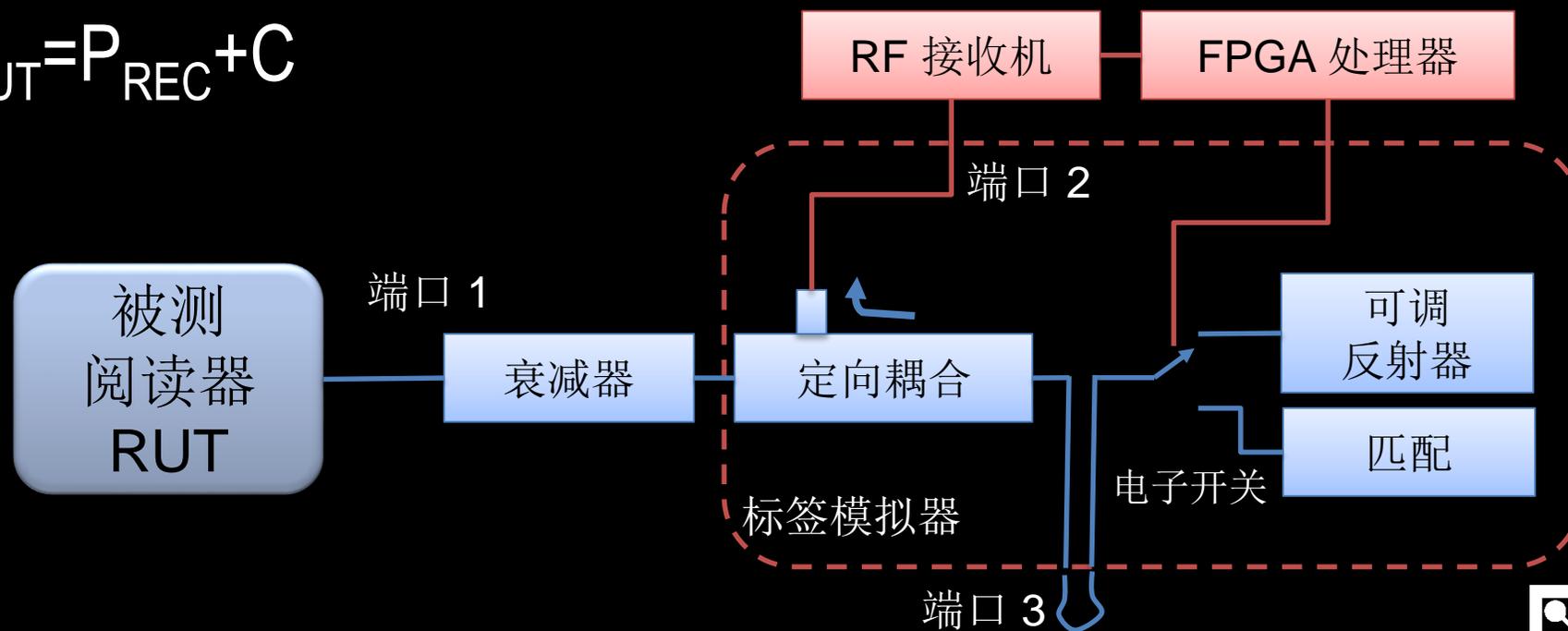
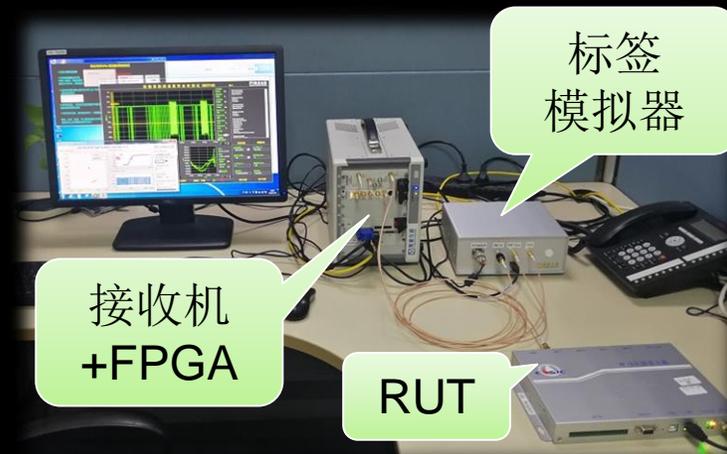
阅读器灵敏度测量

- ① 阅读器发指令
- ② RF 接收机捕获信号
- ③ FPGA 解调、解码 & 返回应答数字序列
- ④ 数字序列控制电子开关调制反射的射频



阅读器测试仪校准

- 增加跳线端口3
 - 校准时打开连接网分
- $C(\text{dB}) = P_{\text{RUT}} - P_{\text{REC}} = S13 - S23$
- $P_{\text{RUT}} = P_{\text{REC}} + C$



聚星定制，您的仪器

聚星可溯源RFID测试全面解决方案

协议一致性测试软件 性能测试软件 专业标准测试软件

基准测试软件 通信分析软件 干扰分析软件

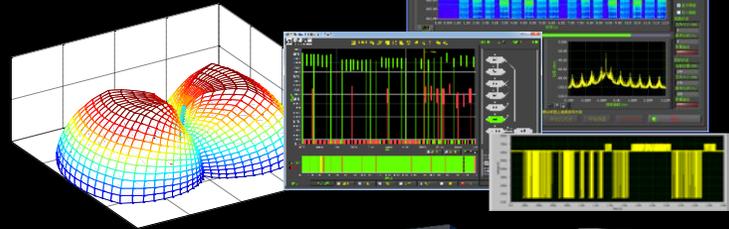
RFID综测仪 标签性能测试仪 信道模拟器 现场监测仪

功率放大器 射频切换前端 辅助器具

测试天线 参考天线 标签反射器 定位机器人 暗室暗箱



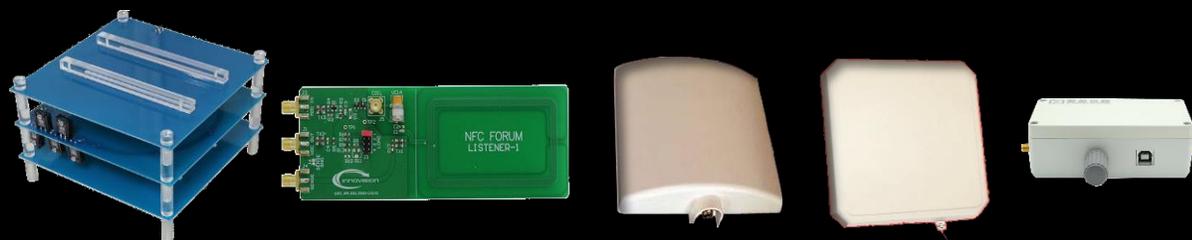
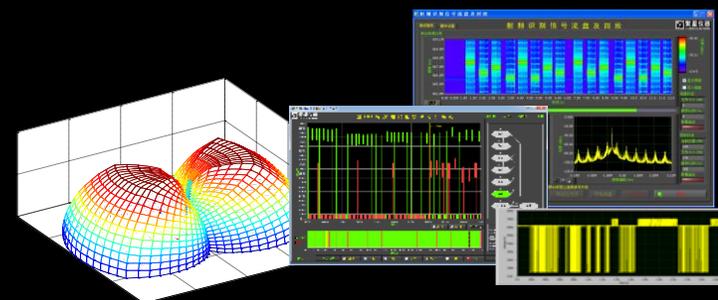
134k 13.56M 433M 800/900M 2.45G 5.8G



聚星定制，您的仪器

结论

- 参考天线可溯源校准标签测试系统
- 网络分析仪校准标签模拟器
- 量值传递基础:
 - 功率计, 网络分析仪
- 聚星提供可溯源RFID测试仪
 - 标签、阅读器, 自 2005



聚星定制, 您的仪器