

TinySA and Ultra 用户手册和编程指导

TinySA and Ultra
User manual and programming guide

V3.0

泰瑞合劲（天津）科技有限公司

2026-04-09

Notice

Notice

注意事项：

本产品内部包含锂电池，所以需要在保存和运输过程中符合国家的相关法律和规定。
因为本产品被少数不法商家仿制，这些不法商家炒作信誉同时根本不进行射频性能优化，所以非本公司通过淘宝或者公对公销售的产品，本公司一律**不负责维护和培训服务**。

法律内容：

TinySA 和 **TinySA Ultra** 的名称以及 **TinySA** 徽标是我们拥有的注册商标。未经书面许可，不允许其他人使用 **TinySA** 这个名字或 **TinySA Ultra** 用于任何频谱分析仪产品。

版本信息：

版本信息	撰写人	更新内容	更新日期
V1.0	TerryKong	初始版本	2024-01-01
V1.1	TerryKong	增加了一些编程的内容	2024-06-12
V1.2	TerryKong	修改菜单树翻译	2024-06-21
V1.3	TerryKong	增加了灵敏度测试结果	2024-07-08
V1.4	TerryKong	修改了信号发生器规格	2024-08-27
V1.5	TerryKong	修改了 Spur Remove 等菜单说明	2024-09-10
V1.5	TerryKong, 武汉 SQY	根据 SQY 的意见修改	2024-10-17
V1.6	TerryKong	修改校准细节	2024-12-11
V1.7	TerryKong	自动化程序控制	2025-01-04
V1.8	TerryKong	更新了 TinySA 的灵敏度表格	2025-03-08
V1.9	TerryKong	更新了 Ultra 的 Menu tree	2025-04-21
V2.0	TerryKong	修正了 Max Decay 的说明	2025-05-29
V2.1	TerryKong	增加了产品的外形尺寸和重量信息	2025-06-27
V2.2	TerryKong	修改了 Marker 和 Storage 的说明	2025-07-20
V2.3	TerryKong	增加了信号发生器功能的使用说明	2025.08.22
V2.4	TerryKong	更新了 Ultra 的信号源输出频率范围	2025.08.28
V2.5	TerryKong	更新了一些格式问题	2025.12.17
V2.6	TerryKong	修改了自动控制编程说明	2025.12.26
V2.7	TerryKong	TinySA App 的使用方法	2026.03.12
V2.8	TerryKong	增加了 407 的参数规格	2026.03.31
V2.9	TerryKong	更新了 407 的图片和简单说明	2026.04.07
V3.0	TerryKong	RF Detector 使用说明	2026.04.07

手册编号：**TR-240101**

手册出品方：

泰瑞合劲（天津）科技有限公司，
营业地址：天津市南开区科研东路西侧天津科技广场 6-2-1108（天开园）
电话号码：13920616671
Email: 14025259@qq.com

Notice

公司主页: <https://www.tinyrfequip.com/>

公司主营:

提供定制化的微型, 高效的射频微波测试设备, 射频模块以及测试用 **Firmware** 和 **Software** 软件。这些射频产品主要用来满足工厂、科研单位、无线电爱好者基本的测试需求, 以及学生学习的需求。本公司秉持自由开放的合作原则, 互利互惠, 互相学习, 互相进步, 希望可以和客户进行更专业, 更快捷地交流, 解决射频领域的实际问题, 本公司力争为客户获得最大的经济投入产出比。

在线培训咨询, 更多信息请直接联系淘宝或者 email。

目前硬件产品主要有:

TinySA, TinySA Ultra, NanoVNA, LiteVNA, LibreVNA, NanoVNA-FV2, NanoVNA-FV3, RFDetectorV2, TinyRFSG, TinyTracker, NearFieldRFProbe

目前的软件产品主要有:

TinySA and Ultra 上位机 App 定制化开发。LibreVNA 上位机 App 定制化开发。
TinyRFSG 硬件和上位机定制开发, RF Detector。

视频教学:

可以在 B 站也就是哔哩哔哩网站搜索 TinyRFEquip 账号找到介绍 TinySA 和 TinySA Ultra 以及其他 TinyRFEquip 仪器的主要功能介绍视频。例如:

TinySA Ultra 对于无线话筒的频率特性检定测量_bilibili

https://www.bilibili.com/video/BV1yt421u7Y2/?vd_source=8d60a323bdde2d574cb0a85c07cb3212

中文手册:

网盘里面的 tinySAandUltra 文件夹有相关的 app 和我写的中文用户手册, 可以获得机器最大的性能

链接:<https://pan.baidu.com/s/1tPY1LI0zZ3m6y7eBUuKlbQ?pwd=478q>

提取码:478q

目录

TinySA and Ultra 用户手册和编程指导	1
1.简介.....	1
2.设备基本参数 (Specification)	3
3.如何购买 TinySA 和 TinySA Ultra.....	7
4.TinySA 与 TinySA Ultra 型号参数比较表.....	8
5.TinySA 与 TinySA Ultra 的信号源功能.....	9
6.TinySA 菜单树 (Menu Tree)	12
7.TinySA Ultra 菜单树 (Menu Tree)	20
8.TinySa 和 TinySA Ultra 自动控制编程指导.....	29
附件一: TinySA Ultra 和 TinySA 灵敏度测试结果.....	44
A.TinySA Ultra 灵敏度测试结果	44
B. TinySA 灵敏度测试结果.....	46
附件二: RF Detector 使用说明	48
2.1 产品目标.....	48
2.2 产品参数.....	48
2.3 软件使用方法.....	50
附件三: 上位机 tinySA-App 控制软件	60
附件四: 仪器菜单设置.....	65
Calc 计算菜单设置	65
Config 菜单	66
Display 菜单	66
ExpertConfig 专家配置菜单.....	66
LevelCorrection 电平校准菜单.....	67
LEVEL 菜单.....	67
LOWOUTPUT 菜单.....	67
MarkerType 菜单.....	68
Marker 定位菜单.....	69
Marker 操作菜单.....	69
Marker 菜单.....	69
Mode 模式菜单	70
Modulation 信号调制菜单	70
Preset 重新设置菜单.....	73
SCANNINGSPEED 扫描速率菜单.....	73
Scan 扫描菜单.....	73
SETTINGS2 菜单.....	74
SETTINGS3 菜单.....	74
STORAGE 存储菜单	74
SWEEPSETTINGS 扫描设置.....	75
SWEEP 扫描菜单.....	75
Trace 图线菜单.....	75
TRIGGER 模式菜单	76
附件四: 测量.....	84

IQ 信号平衡	84
LimitLine	86
SpurFree 动态范围	87
TuningSweep 调整扫描设置	88
压缩点	92
同轴电缆冲击	93
捕获 OOKISM 信号	94
检查内部衰减器	95
测量放大器的 1dB 压缩点	96
测量 AM 调制	98
测量 NoiseFeature	99
测量 PhaseNoise 相位噪声	102
测量三阶互调	103
测量低频信号	105
测量混频器	106
测量谐波	109
测量输出三阶交调	111
测量频谱纯度	111
衰减器的设置	113
调频偏差测量	113

泰瑞合创(天津)



用户手册和编程指导

1.简介

TinySA 和 TinySA Ultra 是一种小型便携频谱分析仪和信号发生器

TinySA 基本特点:

- 屏幕尺寸 2.8 英寸,
- 带两个输入端口的频谱分析仪, Low 端口用于 10KHz-350MHz 的高质量 MF/HF/VHF 输入, High 端口用于 240MHz-960MHz 的 UHF 输入。
- 由于 High 口的性能局限性, 所以现在如果进行直连传导测试, 只能保证-20dbm 以下的功率测量准确性。
- 信号发生器具有两个输出, 正弦波输出为 100KHz-350MHz, 方波输出为 240MHz-960MHz, 信号发生器和频谱分析仪同一时刻只能选择其中的一个功能。信号源功能目前只能提供准确的频点信号, 目前发射信号的幅值无法保证准确性, 存在较大误差。
- 3KHz 至 600Hz 的 RBW 设置提供更高的灵敏度范围。
- 彩色显示屏显示最多 290 个扫描点, 提供长达整个低频或高频范围的无间隙覆盖。
- 通过 USB 连接到 PC, 它成为 PC 控制的频谱分析仪。同时提供简单的串口控制命令, 将 TinySA 作为采集模块使用。
- 最大输入电平+6dBm。

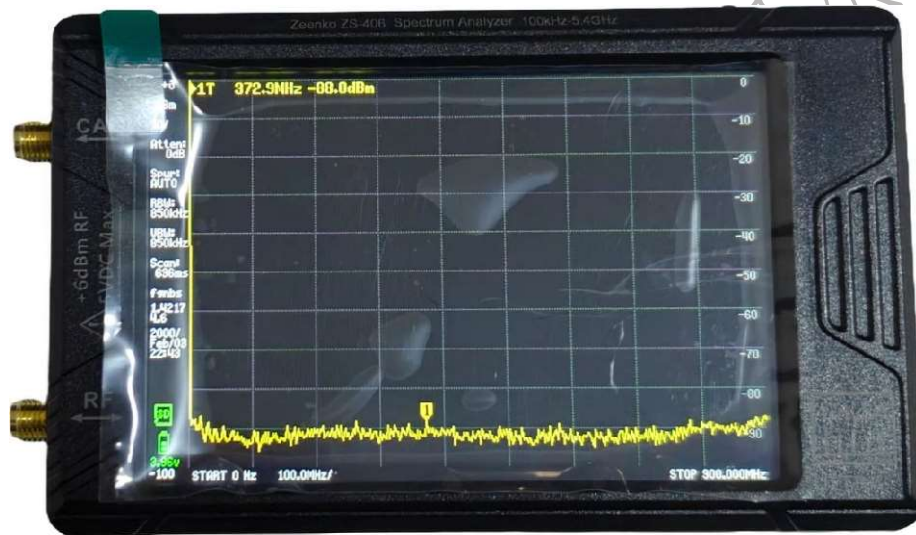
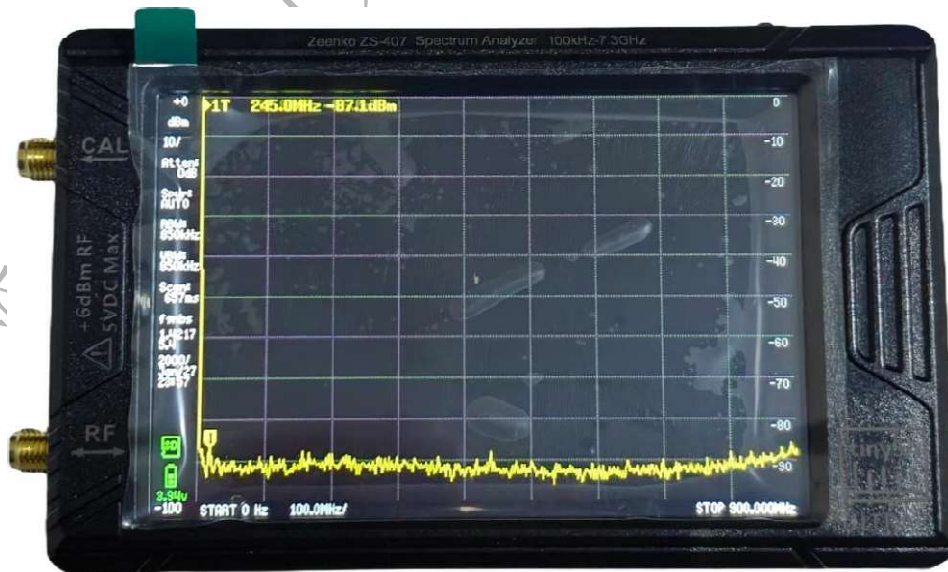
TinySA Ultra 基本特点:

- 屏幕尺寸 3.98 英寸
- 频谱分析仪模式, 初始状态为 10KHz-900MHz, 在启用独特的 Ultra 模式的情况下, 可以监测高达 12GHz 的信号。
- TinySA Ultra 分为 2 个版本, 分别是 TinySA Ultra ZS-406 和 TinySA Ultra ZS-407。这两款都可以测量高达 12GHz 的信号。TinySA Ultra ZS-406 的基波范围为 10KHz-5.4GHz; TinySA Ultra ZS-407 的基波范围为 10KHz-7.3GHz 测量的信号频率在基波范围时, 设备的灵敏度和电平精度更好。
- 信号发生器模式, 正弦波输出在 100KHz-900MHz 之间, 射频测试信号的方波输出 ZS-406 高达 4.4GHz; ZS-407 高达 6.3GHz。信号源功能目前只能提供准确的频点信号, 目前发射信号的幅值无法保证准确性, 存在较大误差。
- 200Hz 至 850kHz 的 RBW 设置提供更高的灵敏度范围。
- 内置 20dB 可选 LNA
- 彩色显示屏显示最大 450 个点, 提供长达整个频率范围的无间隙覆盖。
- MicroSD 卡插槽, 用于存储测量值, 设置和屏幕截图。
- 输入步进衰减器从 0dB 到 31dB (不能与 LNA 结合使用)。
- 内置校准信号发生器, 用于自动自检和 (低) 输入校准。
- 通过 USB 连接到 PC, 它成为 PC 控制的频谱分析仪。同时提供简单的串口控制命令, 将 TinySA Ultra 作为采集模块使用。



用户手册和编程指导

- 高达 5000mah 的可充电电池，可携带至少 2 小时。
- 最大输入电平+6dBm。
- 信号发生器功能不能用作跟踪发生器，因为您不能同时使用频谱分析仪和信号发生器功能。





2.设备基本参数 (Specification)

TinySA:

用户界面及外观:

- 显示分辨率 320*240 像素
- 屏幕对角线 2.8"
- 每 RGB 像素 16 位
- 电阻式触摸控制
- 点动开关控制
- USB 串口控制
- 线性电源，避免开关噪声。

在 Mode 菜单下可以选择 4 种模式:

低频输入模式指标:

- 输入频率范围为 10kHz 至 350MHz
- 输入阻抗 50 欧姆，输入衰减可以设置为 10dB 或更高
- 可选择手动和自动输入衰减，范围为 0dB 和 31dB，步长为 1dB
- 绝对最大输入电平为+10dBm，内部衰减为 0dB
- 建议的最大输入功率为+0dBm，自动模式下选择内部衰减
- 为了获得最佳测量效果，请将输入功率保持在-20dBm 以下，线性度更好。
- 三阶调制产物 (IIP3) 的输入交调截点为+15dBm，内部衰减为 0dB
- -1dBm 时为 1dB 压缩点，内部衰减为 0dB
- 功率检波器分辨率为 0.5dB，线性度与频率的关系为 +/-2dB
- 功率电平校准后的绝对功率电平精度为 +/-2dB
- 频率精度等于所选 RBW
- 相位噪声在 108kHz 偏移时为-100dB/Hz，在 115MHz 偏移时为-1dB/Hz
- 使用 30dB 的 70kHz 分辨率带宽时的无杂散动态范围
- 可手动选择的分辨率滤波器，(RBW) 宽度为 3、10、30、100、300、600KHz
- 屏幕分辨率为 51、101、145 或 290 个测量点。
- 使用最高分辨率的扫描速度超过 1000 点/秒。
- 自动优化实际扫描点，确保覆盖整个扫描范围，无论选择的分辨率带宽如何
- 杂散抑制选项，用于评估某些信号是内部生成还是实际存在于输入信号中

高频输入模式指标:

- 输入频率范围: 240MHz 至 960MHz
- 输入阻抗为 50 欧姆
- 由于没有输入带通滤波器, 240MHz 至 960MHz 范围之外的强输入信号会导致带内信号失真
- 无衰减时的绝对最大输入电平为+10dBm



用户手册和编程指导

- 三阶调制产物 (IIP3) 的输入交调点为 -5dBm, 无内部衰减
- -1dBm 时为 6dB 压缩点, 无内部衰减
- 功率检波器分辨率为 0.5dB, 线性度与频率的关系为 ± 2 dB
- 功率电平校准后的绝对功率电平精度为 ± 2 dB
- 频率精度等于所选 RBW
- 使用 30dB 的 50kHz 分辨率带宽时的无杂散动态范围
- 可手动选择的 3、10、30、100、300、600kHz 分辨率滤波器
- 可选的 25dB 至 40dB 频率相关输入衰减器。激活此衰减器时的功率电平误差增加到 ± 10 dB
- 屏幕分辨率为 51、101、145 或 290 个测量点。
- 使用最高分辨率滤光片的扫描速度超过 1000 点/秒。
- 自动优化实际扫描点, 确保覆盖整个扫描范围, 无论选择的分辨率带宽如何

低频输出模式指标:

- 谐波低于基波 -40dB 的正弦波输出
- 输出频率范围: 100kHz 至 350MHz
- 输出电平可在 -1dBm 和 -76dBm 之间以 6dB 步长选择
- 可选 AM、窄 FM 和宽 FM 调制, 频率在 50Hz 和 5kHz 之间, 或在可选频率范围内慢速扫描
- 在整个输出电平范围内进行最大输出电平扫描

高频输出模式指标:

- 方波输出
- 输出频率范围: 240MHz 至 960MHz
- 输出电平可在 -38dBm 和 +9dBm 之间以可变增量选择
- 可选的窄调频和宽调频调制, 频率在 50Hz 和 6kHz 之间, 或在可选频率范围内慢速扫描

参考发生器规格:

- 可选方波输出, 基波为 -26dBm 连接到高输入/输出
- 频率可以设置为 1MHz、2MHz、4MHz、10MHz、15MHz 或 30MHz。

电池规格:

- 内置 600mah 的锂电池
- 充电时间最长 1 小时, 最小 500mA USB 端口或 USB 充电器
- 使用充满电的电池运行至少 2 小时



用户手册和编程指导

TinySA Ultra:

用户界面:

- 显示分辨率 480*320 像素
- 屏幕对角线 4"
- 每个 RGB 像素 16 位
- 电阻式触摸控制
- 点动开关控制
- USB 串口控制
- 线性电源以避免开关噪声。

频谱分析仪规格参数:

- 正常模式下输入频率范围为 10kHz 至 900MHz, 启用 ULTRA 模式时输入频率范围高达 12GHz
- 频谱仪分为 2 个版本, ZS-406 和 ZS-407。基波范围不同: 406 的基波范围是 10KHz-5.4GHz; 407 的基波范围是 10KHz-7.3GHz。超过基波频率灵敏度和幅值误差都会变差, 频率越高, 误差越大
- 输入衰减设置为 10dB 或以上时, 输入阻抗为 50 欧姆
- 当 LNA 未激活时, 可选择手动和自动输入衰减, 范围为 0dB 至 31dB, 步长为 1dB
- 最大 $\pm 5V$ 直流输入
- 绝对最大输入电平为 +6dBm, 内部衰减为 0dB
- 绝对最大瞬时峰值输入功率为 +20dBm, 内部衰减为 30dB
- 自动模式下建议最大输入功率为 +0dBm, 自动选择内部衰减
- 为了获得最佳测量效果, 请将输入功率保持在 -25dBm 以下, 线性度更好。
- +15dBm 的三阶调制产物 (IIP3) 输入截取点, 内部衰减为 0dB
- -1dBm 处 1dB 压缩点, 内部衰减 0dB
- 功率检测器分辨率为 0.5dB, 频率线性度在 5.3GHz 以下为 $\pm 2dB$, 在 5.3GHz 和 10GHz 之间为 $\pm 5dB$
- 功率电平校准后的绝对功率电平精度为 $\pm 2dB$
- 内置可选 20dB LNA, 噪声系数为 5dB
- 30MHz 时无 LNA 的最低可辨别信号, 使用 30kHz 分辨率带宽为 -102dBm
- 使用 200Hz 分辨率带宽为 30MHz 时 LNA 的最低可辨别信号 -145dBm
- 频率精度等于所选 RBW
- 100kHz 偏移时的相位噪声为 -108dB/Hz, 1MHz 偏移时的相位噪声为 -115dB/Hz
- 使用 70dB 的 30kHz 分辨率带宽时的无杂散动态范围
- RBW 的宽度为 0.2、1、3、10、30、100、300、600 和 850kHz。
- 屏幕分辨率为 51、101、145、290 或 450 个测量点。
- 使用最高分辨率滤光片的扫描速度超过 1000 点/秒。
- 自动优化实际扫描点, 以确保覆盖整个扫描范围, 无论选择的分辨率带宽如何
- 杂散抑制选项, 用于评估某些信号是内部生成的还是实际存在于输入信号中
- 用于收听解调音频的耳机输出 (仅限 AM/FM)



用户手册和编程指导

信号发生器规格:

- 正弦波输出, 100kHz 至 800MHz 范围内谐波低于基波-40dB
- 输出信号电平可在-115dBm 到-18.5dBm 之间以 1dB 的步长进行选择, 频率升高可能最大输出电平只有-24dbm
- 800MHz 以上两种输出模式选择:

干净的信号模式:

TinySA Ultra ZS-406: 方波, 高达 4.4GHz, 频率步长较粗糙, 输出电平不太准确

TinySA Ultra ZS-407: 方波, 高达 6.3GHz, 频率步长较粗糙, 输出电平不太准确

高精度模式: 减少谐波, 可能具有高达 5.4GHz 的强杂散, 频率分辨率低于 800MHz, 并具有精细的输出电平步进。

- 800Mhz 以内, 在-72dBm 和-19dBm 之间电平精度 ± 2 dB, 低于-72dBm 的输出精度较低, 低于-110dBm 的精度更低
- 输出频率分辨率 57.2Hz
- 可选 AM 或 FM 调制频率介于 50Hz 和 5kHz(AM)或 1kHz(FM)之间, 或在可选频率范围内扫描
- AM 调制深度介于 10%和 100%之间
- FM 偏差为 1kHz 至 300kHz 之间

参考时钟发生器:

- 可选方波输出, 基波为-35.6dBm, 连接至校准输出
- 频率可设置为 1MHz、2MHz、4MHz、10MHz、15MHz 或 30MHz。

电池规格:

- 内置 5000mah 的锂电池
- 使用最小 500mAUSB 端口或 USB 充电器充电时间最长 1 小时
- 充满电的电池可运行至少 2 小时



用户手册和编程指导

3.如何购买 TinySA 和 TinySA Ultra

如何识别的 TinySA，一定要谨防假货，本店提供为绝对正品，同时提供质保和培训服务。淘宝上销售 TinySA 和 TinySA Ultra 的很多，但是基本都是未经授权的仿制品，也没有技术支持，请大家选择我店正品。

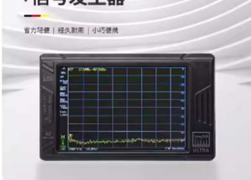
便携式频谱分析仪



0.1MHz-350MHz 高质量频谱分析，正弦波信号发生器
240MHz-960MHz 低质量频谱分析，方波信号发生器
内置电池 触摸屏 支持PC连接 频率精度1ppm

tinySA 2.8寸屏 手持射频频谱分析仪 功率计
¥ 278.00 15人付款 浙江 杭州
包邮 火腿电子

**2合1 100kHz-5.3GHz SPECTRUM ANALYZER
便携式频谱分析仪+信号发生器**



官方授权 | 经久耐用 | 小巧便携

tinySA ULTRA 4寸屏 手持式射频频谱分析仪 100k-5.3GHz EMC测试
¥ 755.00 9人付款 广东 深圳
除运费外 包邮 深圳市福世特智能科...

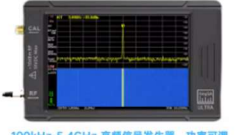
便携式频谱分析仪



0.1MHz-350MHz 高质量频谱分析，正弦波信号发生器
240MHz-960MHz 低质量频谱分析，方波信号发生器
内置电池 触摸屏 支持PC连接 频率精度1ppm

tinySA 手持频谱分析仪
¥ 273.50 0人付款 广东 深圳
除运费外 包邮 青境无线电通讯

便携式频谱分析仪



全新ULTRA 模式 100kHz-5.3GHz 超宽频率范围

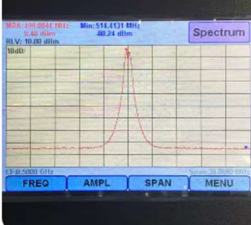
100kHz-5.4GHz 高频信号发生器，功率可调
RBW 200Hz-850kHz可调 内置LNA和衰减器
相位噪声低至-92dBc@10kHz，DANL低至-166dBm/Hz
支持PC连接，支持SD卡 4寸触摸屏 大容量电池

tinySA ULTRA 4寸屏 手持式射频频谱分析仪 100k-5.3GHz 测试设备
¥ 755.00 0人付款 广东 深圳
除运费外 包邮 深圳市福世特智能科...

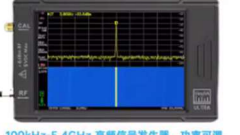
2.8寸手持频谱分析仪tinySA,支持100k Hz-350MHz 240MHz - 960MHz
¥ 280.00 0人付款 广东 珠海
DC 东创电子



频谱 网分 信号源跟踪源35-4400MHz幅度带宽频率全触屏tinySA升级
¥ 868.00 0人付款 广东 深圳
南微电子工作室



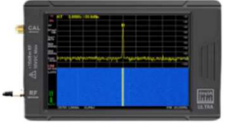
便携式频谱分析仪



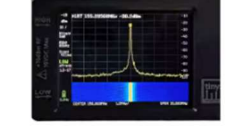
100kHz-5.4GHz 高频信号发生器，功率可调
RBW 200Hz-850kHz可调 内置LNA和衰减器
相位噪声低至-92dBc@10kHz，DANL低至-166dBm/Hz
支持PC连接，支持SD卡 4寸触摸屏 大容量电池

天猫 tinySA ULTRA 手持频谱分析仪 100k-5.3GHz
¥ 41.00 0人付款 广东 深圳
新品 包邮 橙世旗舰店

tinySA ULTRA 手持频谱分析仪 100K-5.3GHz
¥ 750.00 0人付款 广东 深圳
包邮 壹免科技



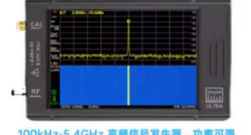
便携式频谱分析仪



0.1MHz-350MHz 高质量频谱分析，正弦波信号发生器
240MHz-960MHz 低质量频谱分析，方波信号发生器
内置电池 触摸屏 支持PC连接 频率精度1ppm

天猫 tinySA 2.8寸屏 手持射频频谱分析仪

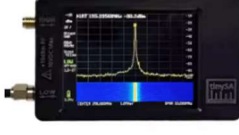
便携式频谱分析仪



100kHz-5.4GHz 高频信号发生器，功率可调
RBW 200Hz-850kHz可调 内置LNA和衰减器
相位噪声低至-92dBc@10kHz，DANL低至-166dBm/Hz
支持PC连接，支持SD卡 4寸触摸屏 大容量电池

天猫 tinySA ULTRA 手持频谱分析仪 10

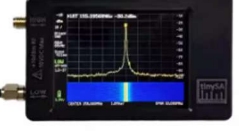
便携式频谱分析仪



0.1MHz-350MHz 高质量频谱分析，正弦波信号发生器
240MHz-960MHz 低质量频谱分析，方波信号发生器
内置电池 触摸屏 支持PC连接 频率精度1ppm

天猫 tinySA 手持频谱分析仪

便携式频谱分析仪



0.1MHz-350MHz 高质量频谱分析，正弦波信号发生器
240MHz-960MHz 低质量频谱分析，方波信号发生器
内置电池 触摸屏 支持PC连接 频率精度1ppm

tinySA 手持频谱分析仪

克隆程序使用修补的固件来防止自检失败。升级固件后，您可能会在自检中失败，但自检基于制造过程中完全验证后可能的组件变化，仿制品无法保证这一点。



用户手册和编程指导

4. TinySA 与 TinySA Ultra 型号参数比较表

	TinySA	TinySA Ultra ZS-406	TinySA Ultra ZS-407
显示 (屏) 尺寸	2.8 英寸	3.98 英寸	3.98 英寸
低输入频率	100kHz-350MHz	100kHz-5.4GHz, 12GHzinUltramode	100kHz-7.3GHz, 12GHzinUltramode
高输入范围	240MHz-960MHz	None	None
RBW 分辨率带宽	3kHz 到 600kHz	200Hz 到 850kHz	200Hz 到 850kHz
低输出频率范围	100KHz-350MHz	正弦波高达 900MHz,方波 高达 4.4GHz	正弦波高达 900MHz,方波 高达 6.3GHz
低输出电平	-76dBmto-7dBm	-115dBmto-18.5dBm	-115dBmto-18.5dBm
高输出频率范围	240MHz-960MHz	NA	NA
高输出电平	-36dBmto+9dBm	NA	NA
幅值校准	10kHz-350M, -20dbm 240M-960M	幅值校准最高到 6GHz	幅值校准最高到 8GHz
InternalLNAgain	NA	20dB up to 4GHz	20dB up to 7.3GHz
内部步进衰减器	Normal:0-31dB, High:None	0-31dB	0-31dB
扫描点数	最大 290	最大 450	最大 450
100kHz-350MHz 扫描时间	411ms/600kHz(RBW)	313ms/850kHz(RBW)	313ms/850kHz(RBW)
DANL 平均噪声电平 lowinputat100MHz	-146dBm/Hz	-153dBm/Hz(LNAOff)/- 169dBm/Hz(LNAOn)	-153dBm/Hz(LNAOff)/- 169dBm/Hz(LNAOn)
DANL 平均噪声电平 highinputat880MHz	-163dBm/Hz	NA	NA
DANL 平均噪声电平恶 化在 ultramode	NA	5dBabove3GHz,20dBabov e5.4GHz	5dBabove5GHz,24dBabov e7.3GHz
相位噪声@10kHzoffset	-83dBc/Hz	-92dBc/Hz	-100dBc/Hz
相位噪声@100kHzoffset	-98dBc/Hz	-108dBc/Hz	-103dBc/Hz
Lowinput1dBcompression level	-0.5dBm	+0.5dBm(LNAOff)/- 26.5dBm(LNAOn)	+0.5dBm(LNAOff)/- 25dBm(LNAOn)
IIP3withoutLNA	+24dBm	+18dBm(atleast2MHzapart)0dBm(500Hzapart)	+18dBm(atleast2MHzapart)0dBm(500Hzapart)
IIP3withLNA	NA	-8dBm(atleast2MHzapart)	-8dBm(atleast2MHzapart)
音频输出	没有	3.5mm 立体声音频插孔	3.5mm 立体声音频插孔
版本升级烧录	通过 DFU 菜单	按下滚轮同时开机进入 DFU 模式	按下滚轮同时开机进入 DFU 模式
AM 调制深度	Fixed30%	10%to100%	10%to100%
FM deviation	4kHzor75kHz	1kHzto300kHz	1kHzto300kHz
调制频率	50Hzto5kHz	50Hzto3.5kHz	50Hzto3.5kHz
存储功能	没有	最大支持 32GBTF 卡	最大支持 32GBTF 卡
电池	600mah	5000mah	5000mah



用户手册和编程指导

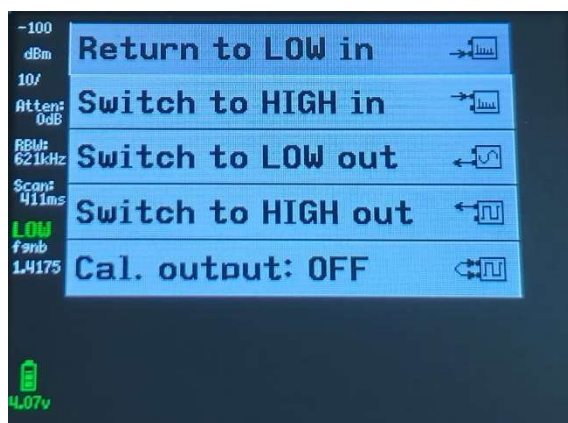
单机尺寸	90*60*16mm	117*75*25mm	117*75*25mm
保护盒尺寸	190*125*30mm	160*110*50mm	160*110*50mm
单机重量	83.7g	205.6g	205.6g
保护盒+单机+配件重量	239g	368g	368g

5. TinySA 与 TinySA Ultra 的信号源功能

首先声明, TinySA 和 TinySA Ultra 的信号源功能是**兼职能力**, 射频信号发射的幅值电平精度无法与专业信号源比较, 因为没有进行任何校准!!! 同时因为没有内置任何滤波器, 所有没有进行谐波抑制。同时两款机器的频谱仪功能和信号源功能只能**二选一**, 无法同时使用!!! 如果想获得专业准确大功率的射频信号源, 请移步 **TinyRFLab** 店铺咨询 **TinyRFSG** 信号源产品 <https://item.taobao.com/item.htm?ft=t&id=851786764090>。

TinySA:

点击主菜单 MODE 选项进入如下模式菜单, 模式菜单允许切换 tinySA 的四种模式并激活校准输出。

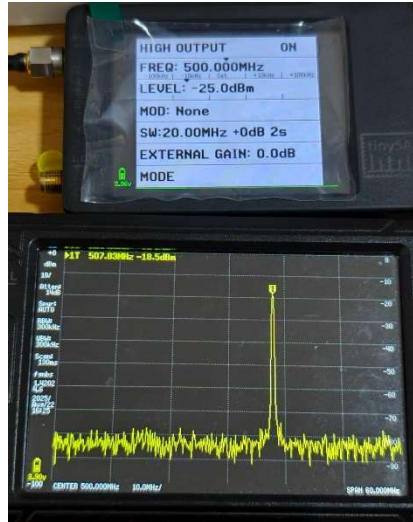


- Return to LOW in: 回到 100KHz-350MHz 频率范围的频谱仪模式
- Switch to HIGH in: 切换到 240MHz-960MHz 频率范围的频谱仪模式
- Switch to LOW out: 切换到输出频率 100K-350MHz 的信号源模式
- ◆ LOWOUTPUT: 打开/关闭信号输出
- ◆ FREQ: 设置输出频率, 支持 Set 直接设置; 也支持长按 FREQ 栏调整设置频率步进
- ◆ LEVEL: 设置输出电平, 范围-76dBm—7dBm。支持直接设置和步进调整
- ◆ MOD: 选择输出调制模式
 - NONE: 不设置调制
 - AM: 设置 AM 调制。深度约为 50%
 - FM3KHz: 设置窄 FM 调制。宽度约为 3kHz
 - FM75KHz: 设置宽 FM 调制
 - EXTERNAL: 禁用驱动混频器的内部 LO, 并使能高输入作为混频器 LO 输入。最小外部 LO 输入频率为 5MHz
 - FREQ: 调制频率设置, 100Hz 和 6kHz 之间。
- ◆ SWEEP: 选择频率跨度, 电平变化以及扫描持续时间



用户手册和编程指导

- SPAN: 设置扫频宽度
- LEVELCHANGE: 设置扫频电平的增量
- SWEETIME: 设置扫频时间。
- SWEEPPOINTS: 设置扫频的步数。可设置为 51、101、145、290 点。



◆ EXTERNALGAIN: 设置外部的放大值/衰减值并添加到输出电平中从而免除计算外部放大/衰减。

- Switch to HIGH out: 切换到输出频率 240M-960MHz 的信号源模式
 - ◆ HIGHOUTPUT: 打开/关闭输出信号
 - ◆ FREQ: 设置输出频率, 支持 Set 直接设置; 也支持长按 FREQ 栏调整设置频率步进
 - ◆ LEVEL: 设置输出电平。电平可选择 9dBm、6dBm、3dBm、0dBm、-2dBm、-5dBm、-25dBm、-28dBm、-31dBm、-34dBm、-36dBm。
 - ◆ MOD: 选择输出调制。(没有 AM 调制)
 - NONE: 不设置调制
 - FM3KHz: 设置窄 FM 调制。宽度约为 3kHz
 - FM75KHz: 设置宽 FM 调制
 - FREQ: 调制频率设置, 100Hz 和 6kHz 之间
 - ◆ SWEEP: 选择频率跨度、扫描持续时间
 - SPAN: 设置扫频宽度
 - SWEETIME: 设置扫频时间
 - SWEEPPOINTS: 设置扫频的步数。可设置为 51、101、145、290 点
 - ◆ EXTERNALGAIN: 设置外部的放大值/衰减值并添加到输出电平中从而免除计算外部放大/衰减。

TinySA Ultra:

点击主菜单的 MODE 选项进入模式菜单, 选择 Signal Generator 进入信号源模式。

- LOWOUTPUT: 打开/关闭输出。
- FREQ: 设置输出频率。频率范围 1MHz-4.3GHz。输出频率范围支持 Set 直接设置; 也支持长按 FREQ 栏调整设置频率步进。频率的变化会影响输出电平的输出范围, 使用时注意设备提示。



用户手册和编程指导

- LEVEL: 设置输出电平。范围: -115dBm-18.5dBm。支持直接设置和步进调整, 1dBm 或 10dBm 步长。

注意!! 在输出频率 4.3G 之后的输出信号功率会明显下降到-40dBm 以下, 频率越大输出功率越低。在 7.5G 后输出功率不足-50dBm, Ultra 测得的尖峰已与底噪十分接近。10G 之后已无法观察到信号尖峰

最大输出电平支持输入:

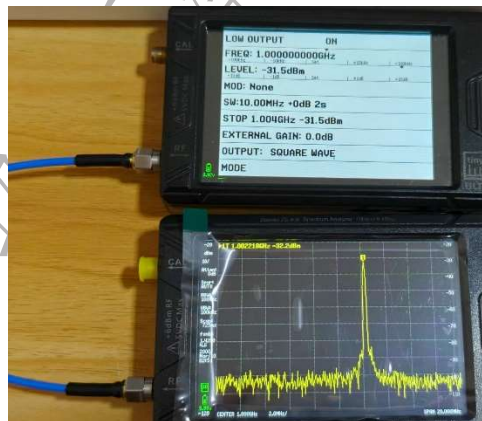
0Hz-93 kHz: -19dBm

94KHz-4.4 GHz: -18.5dBm

4.5GHz-4.8 GHz: -20dBm

4.9GHz-10 GHz: -20.5dBm

- MOD: 选择输出调制。
 - ◆ NONE: 不设置调制。
 - ◆ AM: 设置 AM 调制。
 - ◆ FM: 设置 FM 调制。
 - ◆ FREQ: 调制频率设置, 50Hz 和 6KHz 之间。
 - ◆ AMDEPTH: 设置调制深度, 10%到 100%。
 - ◆ FMDEVIATION: 设置 FM 频率偏差, 1KHz 到 300KHz。
 - ◆ LevelindBuV: 切换输出电平单位为 dBuV。
- SWEEP: 选择频率跨度, 电平变化以及扫描持续时间。
 - ◆ SPAN: 设置扫频宽度。
 - ◆ LEVELCHANGE: 设置扫频电平的增量。
 - ◆ SWEEPTIME: 设置扫频时间。
 - ◆ SWEEPPOINTS: 设置扫频的步数。可设置为 51、101、145、290、450 点。



- STARTSWEEP: 开始/停止发射扫频信号。
- EXTERNALGAIN: 设置外部的放大值/衰减值并添加到输出电平中从而免除计算外部放大/衰减。
- OUTPUT: 设置 800MHz 以上信号的输出模式。
 - ◆ Cleanest signal 输出方波, 没有杂散但电平精度降低。
 - ◆ Highest accuracy: 频率精度与电平精度准确一些, 但有谐波。



6. TinySA 菜单树 (Menu Tree)

- PAUSE 暂停扫描
- PRESET 预设加载或保存配置
 - ◆ LOADSTARTUP 重新加载启动预设
 - ◆ LOADX 从存储档位 X 处加载设置，按钮上的文本取决于之前保存的内容
 - ◆ LOADDEFAULTS 加载出厂默认值
 - ◆ SAVESETTINGS 在主机开机到关机断电这段时间内保存和恢复某些设置
 - ◆ STORE 更新存储于设备内部的预设
 - STOREASSTARTUP 存储为将当前预设为 **开机启动** 预设。
 - STOREX 将当前预设存储在档位 X 中。按钮上的文本取决于以前保存的内容
 - FACTORYDEFAULTS 将启动预设重置为出厂默认设置。
- FREQUENCY 设置与扫描频率相关的所有内容
 - ◆ START 设置扫描的起始频率
 - ◆ STOP 设置扫描的停止频率
 - ◆ CENTER 设置扫描的中心频率
 - ◆ SPAN 设置扫描的频率跨度
 - ◆ ZeroSPAN 零跨度扫描将频率跨度设置为 0Hz 并设置中心频率
 - ◆ RBW 分辨率带宽。请记住，越小的 RBW 会大大增加扫描时间
 - ◆ SHIFTFREQ 与上/下变频器结合使用，允许在上/下变频之前输入实际的开始或中心频率。
- LEVEL 设置与被测信号电平相关的所有内容
 - ◆ REFLEVEL 整个显示界面上坐标系纵轴顶部的电平
 - ◆ SCALE/DIV 设置显示界面纵轴每个格的单位数量
 - ◆ Attenuate 设置应用于使用输入端口的设备内部步进衰减器的衰减值
 - ◆ Unit 选择显示单位。dBm, dBmV, dBuV, Volt, Watt
 - ◆ EXTGAIN 设置由外部放大器或衰减器引起的电平偏移（以 dB 为单位）
 - ◆ LNA 关闭或者打开内部衰减器。当 LNA 使能后，内部的步进衰减器将无法工作，因为是并列的两个通路，必须二选一
 - ◆ TRIGGER 选择触发模式
 - AUTO 是正常的频谱分析仪扫描模式，不会激活触发状态。
 - NORMAL 一旦扫描中的信号导致触发事件，就会显示新的扫描。
 - SINGLE 将等待信号引起触发事件并显示扫描。
 - LEVEL 激活键盘以进入触发级别。
 - Edge 选择触发方向向上或向下
 - TRIGGER 选择触发位置在屏幕上的位置作为 PRE|MID|POST
 - INTERVAL 设置用于启动扫描的时间网格，设置为零表示停用。有助于查看固定间隔的重复事件
 - ◆ LISTEN 将 TinySA 置于当前活动标记频率的侦听模式，当 LISTEN 模式打开的时候机器屏幕界面将冻结。
- TRACE 选择迹线并控制迹线显示方式的各个方面。
 - ◆ TRACEn 选择要控制的迹线



用户手册和编程指导

- ◆ Enable 启用/启用迹线显示
- ◆ Freeze 冻结显示的迹线
- ◆ CALCOFF 状态随时间推移选择各种计算选项，例如平均或最大保持，并显示当前的 CALC 状态。再次选择将重置计算
 - OFF 禁用任何迹线计算
 - MinHold 最小保持设置，显示并保持一段测量时间内的最小值。
 - MaxHold 最大保持设置，显示并保持一段测量时间内的最大值。
 - MAXDecay 迹线最大值保持一段时间后，自动清除，用后续的最大值点来取代。
 - AVER4 将 4 次采集得到的幅值平均后再显示。
 - AVER16 将 16 次采集得到的幅值平均后再显示。
 - QUASIPeak 设置成 **quasipeak** 准峰值保持模式，适用于 EMI 测试。
 - TABLE>TRACE 支持静态迹线的定义
- ◆ NORMALIZE 将归一化迹线。
- ◆ SUBTRACT 选择要从当前迹线中减去的迹线
- ◆ TRACE>TRACE 将当前迹线数据复制到另一个迹线
- DISPLAY 控制显示方式的各个方面。
 - ◆ PAUSESWEEP 将暂停扫描。暂停时，将出现单次扫描的“触发”按钮
 - ◆ WATERFALL 瀑布图中显示一段时间内的功率水平。第二次单击可放大瀑布。
 - ◆ BIGNumber 以非常大的数字显示当前标记数据。
 - ◆ DRAWLINE 显示器上以指定水平绘制一条水平蓝线
 - ◆ SWEEPTIME 设置完整扫描的目标时间（以秒为单位）。
 - ◆ SWEEPPOINTS 设置扫描点的数量。
 - ◆ SWEEPACCURACY 设置扫描时间和精度之间的权衡
 - NORMAL 设置默认扫描模式。
 - PRECISE 设置精确扫描模式。
 - FAST 设置快速扫描模式。
 - NSPEEDUP 设置窄带扫描的加速系数。
 - WSPEEDUP 设置宽带扫描的加速系数。
 - ◆ 旋转显示屏可将显示屏旋转 180 度
- MARKER 控制显示屏上的标记。
 - ◆ 修改标记允许选择标记并显示一个子菜单来修改标记类型。
 - MARKERn 用于选择四个标记之一
 - DELTAn 将当前选定的标记设置为增量标记。
 - NOISE 将当前选定的标记设置为噪声标记。
 - TRACKING 将当前选定的标记设置为跟踪标记。
 - TRACEn 选择要在其上放置当前选定标记的迹线。
 - “跟踪平均值”设置当前选定的标记以显示总跟踪的平均值。
 - SEARCH 激活用于定位标记的子菜单。
 - ✓ PEAKSEARCH 峰值搜索将标记点定位到整个迹线最大值。
 - ✓ MIN<-LEFT 向左侧搜索下一个最小的幅值点
 - ✓ MIN->RIGHT 向右侧搜索下一个最小的幅值点
 - ✓ MAX<-LEFT 向左侧搜索下一个最大的幅值点
 - ✓ MAX->RIGHT 向右侧搜索下一个最大的幅值点
 - ✓ ENTERFREQUENCY 输入标记点的目标频率



用户手册和编程指导

- ✓ 跟踪会自动将标记定位到最强的信号。
- ✓ PEAKn 设置高于跟踪标记本底噪声的最小 dB 量。
- DELETE 将停用当前选定的标记，并将菜单上移一级。
- ◆ MARKEROPS 允许根据活动标记设置频率显示范围。
 - ->START 将扫描开始设置为当前标记的频率。
 - ->STOP 将扫描的停止设置为当前标记的频率。
 - ->CENTER 将扫描中心设置为当前标记的频率。
 - ->SPAN 将扫描的范围设置为当前标记的频率。
 - ->REF 级别将 REF 级别设置为当前标记的级别。
- ◆ 搜索标记允许将非跟踪标记定位在信号最大值或最小值上。请参阅上面的搜索说明
- ◆ 重置标记将所有标记重置为默认状态
- MEASURE 有助于快速设置某些测量的 TinySA。
 - ◆ OFF 开关任何与测量相关的设置和行为，并使微小的 SA 恢复正常运行
 - ◆ 谐波切换到标记配置，用于测量信号的谐波电平
 - ◆ OIP3 切换到标记配置，用于测量信号的输出 IP3 电平
 - ◆ 相位噪声切换到标记配置，用于测量信号的相位噪声
 - ◆ SNR 切换到标记配置以进行 SNR 测量
 - ◆ -3dB 宽度切换到标记配置，用于 -3dB 宽度测量。
 - ◆ AM 设置各种设置以优化 AM 调制信号的观察
 - ◆ FM 设置各种设置以优化对 FM 调制信号的观察
 - ◆ THD 可以测量 THD，定义为谐波中的能量与基波中的能量的百分比。
 - ◆ 通道功率支持 ACP 和通道功率测量。
 - ◆ LINEAR 通过所有衰减电平使内部衰减器步进，并绘制一条绿线，显示每个衰减设置的测量最大电平。
- STORAGE 存储各种存储相关功能。
 - ◆ 加载 BMP 加载以前保存的屏幕图像
 - ◆ 加载 CMD 加载并执行命令文件
 - ◆ AUTONAME 允许使用日期和时间自动命名保存的文件。
- CONFIG 配置激活配置菜单。
 - ◆ Touch 激活触控子菜单
 - TouchCAL 可实现触摸面板的校准，结果存储在 NVM 中。
 - TouchTest 用于验证触摸校准。
 - ◆ SelfTest 是将自带附件电缆，连接低输入/输出和高输入/输出后两个 SMA 后对设备进行自检使用的。
 - ◆ LEVELCAL 用于校准功率测量电平。（工厂做过校准了，轻易不要自己去做。）
 - ◆ 重置校准会将校准重置为出厂默认设置。
 - ◆ 版本显示软件版本信息。触摸屏返回菜单。
 - ◆ Spur Remove 对于外界自由空间中的一些信号毛刺，TinySA 和 TinySA Ultra 通过求平均的方式去过滤掉这些毛刺，一共有三种方式，分别是 Spur Remove 功能开，也就是去除毛刺，一个是自动决定是否开关 Spur Remove，还有就是关闭 Spur Remove。
 - ◆ SAMPLEREP 设置每个频率的重复测量次数。
 - ◆ DFU 将 TinySA 切换到固件升级模式。
 - ◆ PULSEHIGH 可在每次低输入扫描开始时从高输入端触发信号。
 - ◆ LO 输出可通过高电平连接器实现第一个 LO 的输出

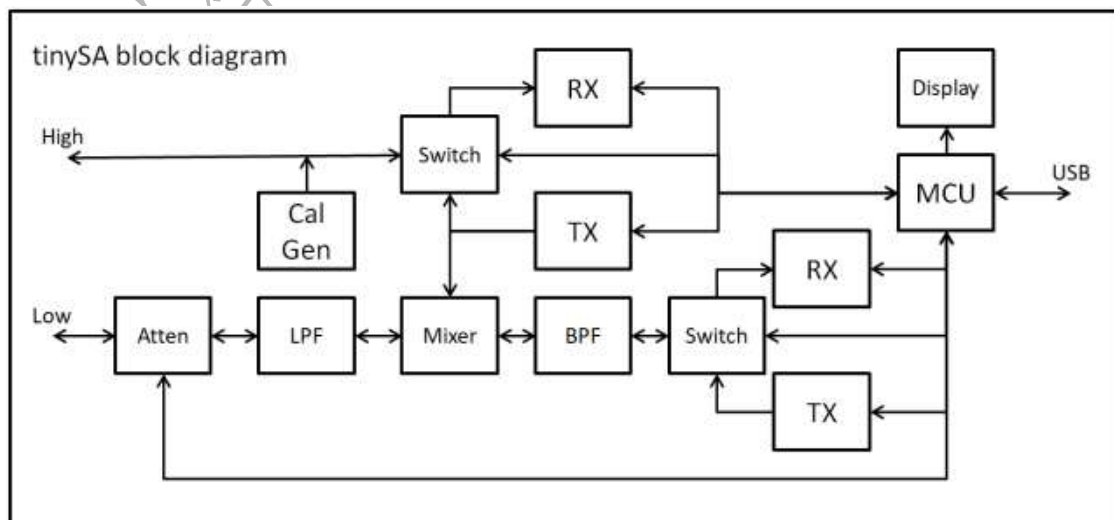


用户手册和编程指导

- ◆ 最小网格线设置要显示的最小网格线，对于始终 10 个网格，设置为零
- ◆ JOG 步进设置使用点动开关时的频率步长
- ◆ 清除配置输入 1234 将配置重置为出厂默认设置。
- ◆ Connection 连接激活子菜单，用于选择与 TinySA 的连接
 - USB 选择用于连接的 USB 接口
 - 串行选择内部串行接口进行连接
 - 串行速度允许选择串行接口的速度
- ◆ 电平校正激活用于校正输入或输出电平菜单
 - 输入电平允许通过在标记 1 下输入信号的已知电平来校准电平读数。
 - 输出电平允许输入自动激活的 30MHz 输出的实际电平
- ◆ 专家配置激活专家配置菜单
 - AGC 启用/禁用内置的自动增益控制。
 - LNA 启用/禁用内置低噪声放大器。
 - BPF 可以测量内部带通滤波器的性能。
 - 低于 IF 在 190MHz 以下测量时将 LO 切换到 IF 以下。
 - IF 频率允许输入低模式下使用的 IF 频率。
 - 扫描速度允许设置扫描速度。
 - 混频器驱动设置混音器的功率输出。
 - 超启动
 - 正确频率允许输入 10MHzCAL 输出的实际测量频率。
- MODE 激活模式切换菜单。
 - ◆ 低输入激活 0.1-350MHz 输入模式
 - ◆ 高输入激活 240MHz-960MHz 输入模式
 - ◆ 低输出激活 0.1-350MHz 输出模式
 - ◆ 高输出激活 240MHz-960MHz 输出模式
 - ◆ CAL 输出控制内置校准参考发生器。

TinySA 原理框图

TinySA 包含传统外差扫描频谱分析仪的所有组件。





用户手册和编程指导

在低输入模式下使用的组件包括

- 在低输入模式下，信号通过低 SMA 连接器进入微小的 SA
- 0-31dB 可设置衰减器，用于保护 RX 并防止内部产生的谐波失真
- 350MHz 低通滤波器，消除混叠
- 包含本地振荡器的 TX 块，用于扫描所选频率范围。
- 该开关用于使跟踪输出到高输出（如果激活）
- 混频器，将低通滤波器的输出与本振混合以产生高中频。
- 433.9MHz 的带通滤波器用于高 IF，可在下变频之前消除杂散并清除混频器的输出。
- 将 BPF 的输出路由到 RX 的开关
- 和包含 RX 的
- 第二个 LO 和混频器，用于在 870kHz 时将高 IF 下变频至低 IF。
- 3kHz 至 600kHz 之间的可选分辨率滤波器。
- 功率检波器在分辨率滤波器后具有 120dB 的动态范围。

高输入模式下使用的组件包括

- 在高输入模式下，信号通过高电平 SMA 连接器进入微小的 SA
- 将高输入路由到 RX 模块的开关
- 包含 RX 块
- LO 和混频器将所选频率范围下变频至 870kHz 的低 IF。镜像抑制限制为 30dB
- 3kHz 至 600kHz 之间的可选分辨率滤波器。
- 功率检波器在分辨率滤波器后具有 120dB 的动态范围。执行

在低输出模式下使用的组件包括：

- TX 模块，带本地振荡器，产生 433.9MHz
- 将 TX 输出路由到带通滤波器的开关
- 带通滤波器可消除 433.9MHz 本地振荡器的谐波。
- 第二个 TX，带有确定输出频率的本振。
- 混频器，将带通滤波器的输出与第二个本地振荡器混合，以产生具有有限谐波的所需输出频率
- 低通滤波器用于低输出，以去除不需要的混频器产物。
- 输出衰减器连接在低通滤波器和低输出之间，可选择降低输出电平
- 产生的信号通过低 SMA 连接器离开微小的 SA

在高输出模式下使用的组件包括：

- 决定输出频率的本振。
- 功率放大器，输出功率可选，介于+5dBm 至+20dBm 之间
- 开关将功率放大器连接到高 SMA 连接器

校准生成器：

- 30MHz 温控晶体振荡器
- 可选分频器，可创建 30、15、10、4、3、2 或 1MHz
- 固定电压输出驱动器
- 高精度衰减器，用于将-30dBm 的 25MHz 基波转换为 50Ω，作为连接到高输出的电源



用户手册和编程指导

参考。

泰瑞合创(天津)科技有限公司



常见问题

问题 1: TinySA 是否使用与 NanoVNA 相同的硬件?

答: 不, TinySA 硬件与 NanoVNA 有很大不同, 专门针对其频谱分析仪和信号发生器功能进行了优化。然而, TinySA 确实使用与 NanoVNA-H 相同的显示器, 电池和外壳。

问题 2: TinySA 是否包含跟踪生成器?

答: 发生器功能不能用作跟踪发生器, 因为您不能同时使用频谱分析仪和发生器功能。

问题 3: 为什么低 RBW 的宽扫描速度如此慢?

答: 有两个因素会使扫描速度降低。由于具有大跨度和低 RBW, 则插入额外的测量点以避免丢失信号。以 100kHz 的 RBW 扫描 10MHz 需要 20000 次测量, 而使用 600kHzRBW 则仅使用 290 次测量。RBW 滤波器在低采样率 DSP 中实现, 当充电时间与 RBW 成反比时, 滤波器需要时间充电。3kHzRBW 每个测量点需要超过 7 毫秒的测量时间, 而 600kHzRBW 只需要 0.3 毫秒。

问题 4: 我的 TinySA 在启动时因堆栈转储而崩溃?

答: 打开外壳, 拔下电池插头, 数到 10, 重新连接电池, 合上外壳。

问题 5: 我无法使用触摸进行菜单选择, 也无法激活触摸校准

答: 使用滚轮和滚轮下压后的点动按钮激活 config->touchcal, 然后用附带的挂绳上的塑料拨片校准屏幕。如果触摸校准一直失败, 请稍微松开外壳的螺钉, 以降低外壳前部在触摸屏上的压力。

问题 6: 产品是否最多只能支持 290 或 450 个扫描点?

答: 在独立操作中, 扫描可以使用许多具有大跨度和低 RBW 的测量点, 但显示器始终使用最多 290 或 450 个点。当将 TinySA 与 PC 结合使用时, 控制程序支持多达 10000 个测量点的扫描。

问题 7: 在零跨度模式下, 即使输入恒定电平信号, 也可以看到奇怪的调制

答: 当输入信号非常接近零跨度中心频率时, 会发生一些无法解释的干扰, 导致检测到的电平出现 ± 1 dB 的变化。这可以通过在 $1/4$ RBW 偏移零跨度中心频率来消除。

问题 8: TinySA 的设计是开源的吗?

答: TinySA 原理图和 PCB 设计不属于开源资源。TinySA 的嵌入式软件是 FOSS (自由和开源软件), 根据 GPLv3, 可以在 <https://github.com/erikkaashoek/TinySA>

问题 9: 我的信号是频率 X, 但 TinySA 说它是 Y?

答: 总扫描范围以等间距频率的点划分。TinySA 将这些频率用于标记, 即使使用的 RBW 比点之间的频率步长小得多。此外, TinySA 采取至少四分之一的活动 RBW 步长, 因此报告的任何频率都具有至少该量的不确定性。

问题 10: 自检 3、4、7 和 10 失败。可能出了什么问题?

答: 当观察到的校准输出电平为 Wrong 时, 就会发生这种情况。您是否用 SMA 电缆连接了上下两个 SMA 接口? 功率电平校准是否失败? 如果是这样, 请重新进行功率电平校准并再次运行自检。

问题 11: 衰减器自检失败 (最新固件中的测试 10 和 12)。可能出了什么问题?

答: 这可能是由衰减器故障引起的。在这里您可以找到如何检查衰减器

问题 12: 为什么 Low 输入模式和 High 输入模式的性能差别比较大?

答: 低输入模式配置了避免过载的输入衰减器和消除镜像的带通滤波器。高输入模式是一项“免费”功能, 即使其性能有限, 但是仍然很有用。目前在高输入模式下幅值低于 -20dBm 时候, 会相对准确, 当然频率一直很准。

问题 13: 我是否可以观察到发射机发射的 SSB 调制方式?



用户手册和编程指导

Answer: As the minimum RBW is 2.7 kHz, it is impossible to look at details inside a 2.7 kHz wide SSB signal. With careful setup it is just possible to check the alternate sideband rejection or see the carrier rejection.

问题 14: Why does my signal have some unexpected weird side lobes when I zoom in?

Answer: The implementation of the resolution filters suffers from some spectral leakage due to the chosen DSP implementation.

问题 15: 为什么在 TinySA 中无法保存截屏?

答: 因为 TinySA 所用的 MCU 性能有限, 就没有足够的内存来执行屏幕捕获。

问题 16: How can I get a new rockerswitch/internal switch/attenuator?

Answer: These are available in single piece quantities with Mouser and other component vendors. The rocker is compatible with PL3-AC-V-

T/R, the internal switch (U8 for low and U6 for high) is compatible with AS179-

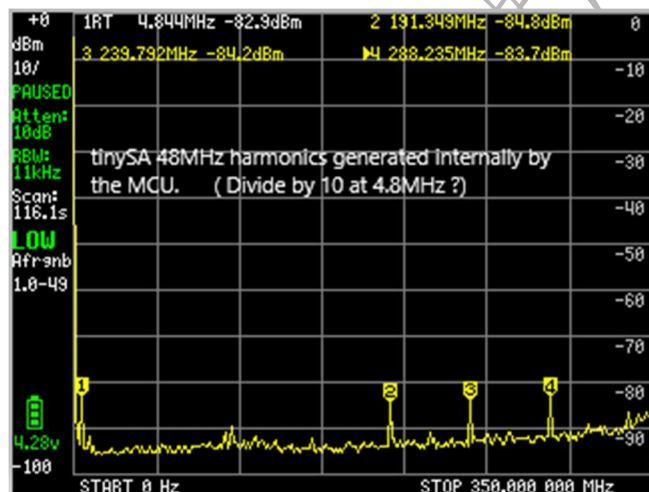
92LF and the attenuator (U9) is compatible with a PE4312C-Z

问题 17: In zero span mode there are weird spikes visible in my AM modulated signal

答: 用于扩展功率检波器动态范围的 AGC 难以对非常快的电平变化做出反应, 因此功率检波器可能会显示与实际输入信号的偏差。要测试是否发生这种情况, 可以在 CONFIG/EXPERT CONFIG/MORE/AGC 中禁用 AGC。

问题 18: 即使没有连接任何东西, 我仍然看到一些信号

答: 高输入和低输入的屏蔽不能阻止强发射器进入。附近的调频、DAB、电视或手机发射器都可以看到。在高输入模式下, 产生时钟频率的 30 MHz TCXO 的谐波在 -95 dBm 或以下的整个频率范围内可见。低输入容易受到 48 MHz MCU 时钟谐波的影响。当以 0 kHz 的 RBW 进行 350-10 MHz 扫描时, 这些清晰可见。最新的固件版本有效地消除了这些 MCU 时钟谐波。



问题 19: 我正在尝试测量 AM 调制, 但测量似乎完全错误。能做什么?

答: 测量 AM 调制时, 您必须仔细调整一些设置, 否则测量将失败。有关测量 AM 调制的页面中提供了更多信息

问题 20: 有没有适用于 TinySA 的 Android 应用程序?

答: 还没有。

问题 21: 校准后, 30 MHz 的 CAL 输出电平读数有点低, 这是个问题吗

答: 在一些 TinySA 上, 校准后 30 MHz 的 CAL 输出电平在低端测量, 考虑到 -27 dBm 的标称电平, 低至 -2.26 dBm 的电平不是问题。



7. TinySA Ultra 菜单树 (Menu Tree)

- PAUSE 暂停所有扫描，屏幕定格
- PRESET 预设加载或保存配置。
 - ◆ LOADSTARTUP 重新加载启动预设
 - ◆ LOADX 从存储档位 X 处加载设置，按钮上的文本取决于之前保存的内容
 - ◆ LOADDEFAULTS 加载出厂默认值
 - ◆ SAVESETTINGS 在主机开机到关机断电这段时间内保存和恢复某些设置
 - ◆ LOADfromSD 从 SD 卡加载预设
 - ◆ STORE 更新存储于设备内部的预设
 - STOREASSTARTUP 存储为将当前预设为启动预设。
 - STOREX 将当前预设存储在档位 X 中。按钮上的文本取决于以前保存的内容
 - STORE->SD 将当前预设存储在 SD 卡上
 - FACTORYDEFAULTS 将启动预设重置为出厂默认设置。
- FREQUENCY 设置与扫描的频率相关的所有内容
 - ◆ START 设置扫描的起始频率
 - ◆ STOP 设置扫描的停止频率
 - ◆ CENTER 设置扫描的中心频率
 - ◆ SPAN 设置扫描的频率跨度
 - ◆ ZeroSPAN 零跨度扫描将频率跨度设置为 0Hz 并设置中心频率
 - ◆ RBW 分辨率带宽。请记住，越小的 RBW 会大大增加扫描时间
 - ◆ VBW 可视带宽，设置为 RBW 的分数或自动
 - ◆ SHIFTFREQ 与上/下变频器结合使用，允许在上/下变频之前输入实际的开始或中心频率。激活后“移位”标签显示在屏幕底部。通过再次激活菜单项来停用班次。显示的最大频率为 4.29GHz，任何偏移都必须将屏幕上的频率保持在 4.29GHz 以下。(目前用法不详。)
 - ◆ MARKER->CENTER 将当前激活的 Marker 的频点作为扫描跨度的中心频点
- LEVEL 设置与被测信号电平相关的所有内容
 - ◆ REFLEVEL 整个显示界面上坐标系纵轴顶部的电平
 - ◆ SCALE/DIV 设置显示界面纵轴每个格的单位数量
 - ◆ Attenuate 设置应用于使用输入端口的设备内部步进衰减器的衰减值
 - ◆ Unit 选择显示单位。dBm, dBmV, dBuV, Volt, Watt
 - ◆ EXTGAIN 设置由外部放大器或衰减器引起的电平偏移（以 dB 为单位）
 - ◆ LNA 关闭或者打开内部衰减器。当 LNA 使能后，内部的步进衰减器将无法工作，因为是并列的两个通路，必须二选一
 - ◆ TRIGGER 选择触发模式
 - AUTO 是正常的频谱分析仪扫描模式，触发不激活
 - NORMAL 一旦扫描中的信号导致触发事件，就会显示新的扫描
 - SINGLE 将等待信号引起触发事件并显示扫描
 - LEVEL 设置触发幅值电平。
 - ✓ TRIGGERLEVEL 当不使用多频段时，它激活一个键盘用于输入触发幅值电平
 - ✓ TRIGGERTRACEx: 选择一个迹线 (1-4) 作为触发电平，并显示跟踪表菜单
 - EDGE 边缘触发：切换选择触发方向为上升(UP)或下降(DOWN)
 - TRIGGER 触发：选择屏幕上触发位置为前(PRE)、中(MID)或后(POST)



用户手册和编程指导

- **INTERVAL 间隔:** 设置用于开始扫描的时间网格, 设置为零以停用。对于查看固定间隔的重复事件很有用。
- **BEEP 蜂鸣:** 每当超过触发电平时, 通过音频输出发出蜂鸣。在自动模式下也有效。
- ◆ **LISTEN 监听:** TinySA Ultra 会侦听当前 **Marker** 标记的频率点, 可以用于收听 FM 或者 AM 广播, 当 **LISTEN** 模式打开的时候机器屏幕界面将冻结
- **TRACE 选择跟踪并控制跟踪显示方式的各个方面。**
 - ◆ **TRACEn** 选择要控制的迹线, 最多 4 条
 - ◆ **Enable 启用:** 启用迹线显示
 - ◆ **Freeze 冻结:** 冻结显示的迹线
 - ◆ **CALCOFF 计算状态:** 随时间推移选择各种计算选项, 例如平均或最大保持, 再次选择将重置计算
 - **OFF** 禁用任何计算
 - **MinHold** 最小保持设置, 显示并保持一段测量时间内的最小值
 - **MaxHold** 最大保持设置, 显示并保持一段测量时间内的最大值
 - **MAXDecay** 迹线最大值保持一段时间后, 自动清除, 用后续的最大值点来取代
 - **AVER4** 将 4 次采集得到的幅值平均后再显示
 - **AVER16** 将 16 次采集得到的幅值平均后再显示
 - **AVER** 设置成长期的平均模式
 - **QUASIPeAK** 设置成 **quasipeak** 准峰值保持模式, 适用于 EMI 测试
 - **表->跟踪(TABLE->TRACE):** 支持定义一个静态跟踪
 - ◆ 规范化将规范化跟踪。
 - ◆ **SUBTRACT** 选择要从当前迹线中减去的迹线
 - ◆ **TRACE->TRACE** 将当前迹线数据复制到另一个迹线
 - ◆ **TRACE->SD** 将当前的迹线数据写入到设备的 **SD** 卡中, 文件名为当前的时间点。
 - ◆ **SD->TRACE** 从 **SD** 读取跟踪并存储到冻结的跟踪中。
- **DISPLAY 控制显示方式的各个方面。**
 - ◆ **PAUSESWEEP** 将暂停扫描。暂停时, 将出现单次扫描的“触发”按钮
 - ◆ **WATERFALL** 瀑布图中显示一段时间内的功率水平。第二次单击可放大瀑布。
 - ◆ **BIGNumber** 以非常大的数字显示当前标记数据。
 - ◆ **DRAWLINE** 显示器上以指定水平绘制一条水平蓝线
 - ◆ **SWEEPTIME** 设置完整扫描的目标时间 (以秒为单位)。
 - ◆ **SWEEPPOINTS** 设置扫描点的数量。
 - ◆ **SWEEPACCURACY** 设置扫描时间和精度之间的权衡
 - **NORMAL** 设置默认扫描模式。
 - **PRECISE** 设置精确扫描模式。
 - **FAST** 设置快速扫描模式。
 - **NOISESOURCE** optimizes the wide span scanning of noise sources.
 - **NSPEEDUP** 设置窄带扫描的加速系数。
 - **WSPEEDUP** 设置宽带扫描的加速系数。
 - ◆ 旋转显示屏可将显示屏旋转 180 度
- **MARKER 控制显示屏上的标记。**
 - ◆ **ModifyMarkers:** 显示一个子菜单来修改标记的相关设置
 - **Markern:** 用于选择八个要设置的标记之一
 - **DELTA_n:** 将当前选定的标记设置为针对于第 **n** 个标记的相对显示效果。



用户手册和编程指导

- NOISE: 将当前选定的标记设置为噪声标记。
- TRACKING: 将当前选定的标记设置为实时跟踪标记。
- TRACEn: 选择要在其上放置当前选定标记的迹线标号, 整个屏幕最多同时显示 4 条迹线。
- TraceAverage: 设置当前选定的标记以显示跟踪迹线的总的平均值。
- SEARCH: 激活用于定位标记的子菜单。
 - ✓ PeakSearch: 将标记定位到整个迹线的最大值。
 - ✓ MIN<-LEFT: 搜索当前标记左侧的下一个最小值点
 - ✓ MIN->RIGHT: 搜索当前标记右侧的下一个最小值点
 - ✓ MAX<-LEFT: 搜索当前标记左侧的下一个最大值点
 - ✓ MAX->RIGHT: 搜索当前标记右侧的下一个最大值点
 - ✓ Enter Frequency: 直接输入标记的目标频率点位
 - ✓ Tracking: 自动将标记定位到最大幅值的频率点位
 - ✓ PEAKn: 设置高于跟踪标记本底噪声的最小 dB 量?
- DELETE 将停用当前选定的标记, 并将菜单上移一级。
- ◆ MARKEROPS 允许根据活动标记设置频率显示范围。
 - ->START 将扫描开始设置为当前标记的频率。
 - ->STOP 将扫描的停止设置为当前标记的频率。
 - ->CENTER 将扫描中心设置为当前标记的频率。
 - ->SPAN 将扫描的范围设置为当前标记的频率。
 - ->REF 级别将 REF 级别设置为当前标记的级别。
- ◆ 搜索标记允许将非跟踪标记定位在信号最大值或最小值上。请参阅上面的搜索说明
- ◆ 重置标记将所有标记重置为默认状态
- ◆ nMARKERSenable=2,4,6 or 8 markers
- MEASURE 有助于快速设置某些测量的 TinySA。
 - ◆ OFF 开关任何与测量相关的设置和行为, 并使微小的 SA 恢复正常运行
 - ◆ 谐波切换到标记配置, 用于测量信号的谐波电平
 - ◆ OIP3 切换到标记配置, 用于测量信号的输出 IP3 电平
 - ◆ 相位噪声切换到标记配置, 用于测量信号的相位噪声
 - ◆ SNR 切换到标记配置以进行 SNR 测量
 - ◆ -3dB 宽度切换到标记配置, 用于 -3dB 宽度测量。
 - ◆ AM 设置各种设置以优化 AM 调制信号的观察
 - ◆ FM 设置各种设置以优化对 FM 调制信号的观察
 - ◆ THD 可以测量 THD, 定义为谐波中的能量与基波中的能量的百分比。
 - ◆ 通道功率支持 ACP 和通道功率测量。
 - ◆ LINEAR 通过所有衰减电平使内部衰减器步进, 并绘制一条绿线, 显示每个衰减设置的测量最大电平。
 - ◆ NOISEFIGUREsubmenuwithfunctionsrelatedtoNOISEFIGUREmeasurements
 - MEASURETINYSANFmeasuresthetinySANOISEFIGUREatthespecifiedfrequency.
 - STORETINYSANFstoresthemasuredNOISEFIGURE.
 - VALIDATETINYSANFvalidatesthecorrectnessofthemeasurement.
 - MEASUREAMPNFmeasurestheNOISEFIGUREofanamplifier.
- STORAGE 存储各种存储相关功能。
 - ◆ 加载 BMP 加载以前保存的屏幕图像



用户手册和编程指导

- ◆ 加载 CMD 加载并执行命令文件
- ◆ AUTONAME 允许使用日期和时间自动命名保存的文件。
- ◆ SAVECAPTURE: 截屏保存
- ◆ SAVESETTINGS: 存储当前仪器的相关设置
- ◆ SAVECONFIG: 存储当前仪器的相关配置
- ◆ SAVETRACES: 保存目前使能的迹线信息
- CONFIG 配置激活配置菜单。
 - ◆ Touch 激活触控子菜单
 - TouchCAL 可实现触摸面板的校准, 结果存储在 NVM 中。
 - TouchTest 用于验证触摸校准。
 - ◆ SelfTest 是将自带附件电缆, 连接低输入/输出和高输入/输出后两个 SMA 后对设备进行自检使用的。
 - ◆ LEVELCAL 是将自带附件电缆, 连接低 Cal 和 RF 两个 SMA 后用于自身校准功率测量电平。
 - ✓ CALIBRATE 100kHz to 5.420GHz: 完成 100kHz 到 5.4GHz 的自校准
 - ✓ CALIBRATE above 5.420GHz 需要一个外部的 5.4GHz 信号源来消除谐波本振导致的 5.4GHz 阶跃
 - ✓ RESET CALIBRATION 将校准值恢复到工厂出厂的设置。
 - ◆ Version 显示软件版本信息。触摸屏返回菜单。
 - ◆ Spur Remove 对于外界自由空间中的一些信号毛刺, TinySA 和 TinySA Ultra 通过求平均的方式去过滤掉这些毛刺, 一共有三种方式, 分别是 Spur Remove 功能开, 也就是去除毛刺, 一个是自动决定是否开关 Spur Remove, 还有就是关闭 Spur Remove。
 - ◆ SAMPLEREP 设置每个频率的重复测量次数。
 - ◆ BRIGHTNESS 允许客户自己用滚轮调节屏幕亮度, 确认后下压滚轮完成设置。
 - ◆ DATETIME 设置时间。TinySA Ultra 将会保存时间直到内部电池耗尽。
 - ✓ SETTIME 设置时间。
 - ✓ SETDATE 设置日期。
 - ◆ PULSEHIGH 可在每次低输入扫描开始时从高输入端触发信号。
 - ◆ LO 输出可通过高电平连接器实现第一个 LO 的输出。
 - ◆ ENABLE ULTRA 使能频率扩展能力。
 - ◆ 最小网格线设置要显示的最小网格线, 对于始终 10 个网格, 设置为零
 - ◆ JOG 步进设置使用点动开关时的频率步长
 - ◆ 清除配置输入 1234 将配置重置为出厂默认设置。
 - ◆ Connection 连接激活子菜单, 用于选择与 TinySA Ultra 的连接
 - USB 选择用于连接的 USB 接口
 - 串行选择内部串行接口进行连接
 - 串行速度允许选择串行接口的速度
 - ◆ 电平校正激活用于校正输入或输出电平的菜单
 - 输入电平允许通过在标记 1 下输入信号的已知电平来校准电平读数。
 - OUTPUTLEVELallowsenteringoftheactuallevelatsomefrequencies
 - ✓ 30MHzLEVELallowsenteringoftheactualleveloftheautomaticallyactivated30MHzlowoutput
 - ✓ 1GHzLEVELallowsenteringoftheactualleveloftheautomaticallyactivated1GHzlowoutput



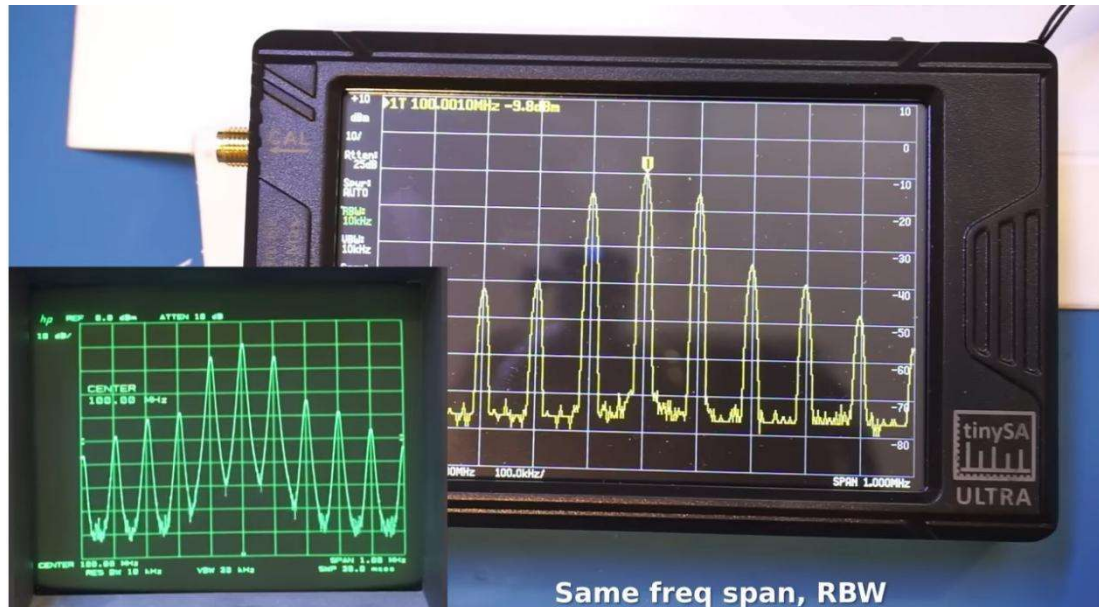
用户手册和编程指导

- ✓ 1.2GHz LEVEL allows entering of the actual level of the automatically activated 1.2GHz low output
 - INCURVE allows entering of frequency dependent correction of the input level for the 0-800MHz range, see input curve edit
 - INLNACURVE allows entering of frequency dependent correction of the input level for the 0-800MHz range with LNA active, see input curve edit
 - INULTRACURVE allows entering of frequency dependent correction of the input level for the 800MHz-6GHz range, see input curve edit
 - INULTRALNACURVE allows entering of frequency dependent correction of the input level for the 800MHz-6GHz range with LNA active, see input curve edit
 - OUTCURVE allows entering of frequency dependent correction of the output level for the 0-800MHz range, see output curve edit
 - OUTDIRCURVE allows entering of frequency dependent correction of the output level for the 800-1130MHz range, see output curve edit
 - OUTADFCURVE allows entering of frequency dependent correction of the output level for the 1130-4400MHz range, see output curve edit
 - OUTMIXERCURVE allows entering of frequency dependent correction of the output level for the 1130-5400MHz range, see output curve edit
- ◆ HAMBANDS enable the gray shading showing the location of the USA ham bands
- ◆ 专家配置激活专家配置菜单
 - PROGRESSBAR control the display of the green progress bar when scanning is slow.
 - DIRECTMODE enables a special mode for
 - LINEAR AVERAGING
 - HARMONIC
 - FREQCORR sets the correction to be applied to measured or output frequencies in parts per billion
- n
 - NF allows entering the noise figure of the TinySA Ultra
 - DUMP FIRMWARE
 - INTERNALS support settings some internal parameters. Do not use unless being instructed to do so
- oso
 - MODE 激活模式切换菜单。
 - ◆ Spectrum Analyzer activates the spectrum analyzer using the RF port for input
 - ◆ Signal Generator activates the signal generator using the RF port for output
 - ◆ Calibration Output control the build in calibration reference generator using the CAL port for output.

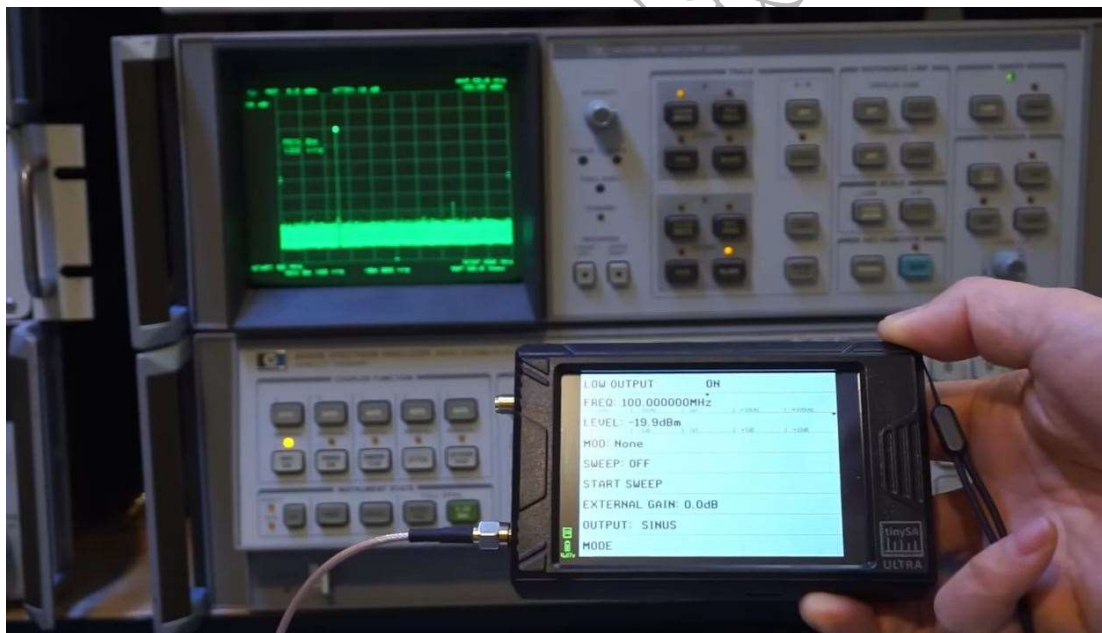


用户手册和编程指导

TinySA Ultra 测试案例和结果



TinySA Ultra 和台式频谱仪测试结果非常一致



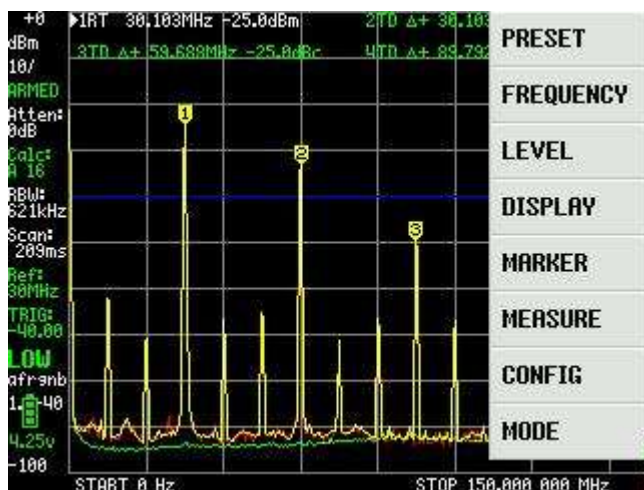
TinySA Ultra 和信号源设置结果非常一致



屏幕信息和缓动轮

屏幕分为 5 个区域。

- 左侧的信息面板
- 顶部的标记信息
- 扫描底部信息
- 中间的测量面板
- 右侧菜单



“信息”面板

从上到下显示以下信息（括号之间显示实际信息）

- 参考电平 (+0) 手动设置时为绿色，自动设置时为白色
- 单位 (分贝)
- 刻度 (10dBm/) 手动设置时为绿色，自动设置时为白色。
- 扫描状态 (ARMED) 可以手动暂停，也可以在完成单次扫描时暂停，在等待下一次触发时暂停 ARMED。
- 衰减 (0dB) 手动设置时呈绿色，自动设置时呈白色。
- 计算 (A16 表示 16 个测量值的运行平均值)，仅在计算激活时显示。
- RBW (612kHz) 手动设置时呈绿色，自动设置时呈白色。
- 测量的扫描时间 (209 毫秒)，更改设置后首次扫描时显示为红色尚未完成
- 校准输出频率 (30MHz)，仅在校准输出激活时显示。
- 外部放大器或衰减器的放大，仅在不为零时显示。
- 触发电平设置 (-40dBm)，在正常模式下等待触发时为红色，当单触发完成时为绿色。仅在不在自动上时可见
- 输入模式 (低) 低是低输入模式，高是高输入模式。
- 紧凑设置状态 (fgnbs) 所有小写字母表示自动的所有内容。
- 固件版本 (1.0-40)
- 电池电量和电压
- 底层电平 (-100dBm)

“标记”面板

显示最多 4 个活动标记的信息。信息结构：



用户手册和编程指导

- 可选箭头指示当前选定的标记
- 默克的类型用一些字母表示。R=参考，D=三角洲标记，N=噪声标记，电平按 HzRBW 归一化
- 标记的频率，“+”或“-”表示增量频率
- 标记的水平。如果未指示单位，则电平以 dBmW 为单位，如果是增量标记，则以 dBc 为单位。

可以通过触摸标记的标记信息来选择标记。可以使用点动开关定位选定的标记，除非它是跟踪标记。只有一个标记可以作为参考标记。

扫描信息

显示开始/停止、中心/跨度或零跨度/扫描时间信息。

可以通过触摸信息来选择扫描信息。所选信息标有插入符号，可以使用点动开关进行更改

测量面板

最多显示 3 条迹线。

- 黄色迹线是测量迹线，可以是测量的（当没有计算处于活动状态时）或计算的。
- 如果计算处于活动状态，则红色跟踪将显示上次扫描的信息。
- 存储的信息显示在绿色跟踪中

最多显示 4 个标记。跟踪标记会自动定位。可以抓取非跟踪标记并将其移动到任何位置，或者可以使用标记搜索来定位它们

活动触发电平用蓝线表示

菜单

触摸屏幕或按下点动按钮后显示菜单。此菜单激活将中止当前扫描。菜单设置完成后，扫描（未处于暂停模式时）将使用可能更新的设置重新启动。

缓动轮

点动作是用户输入的辅助方式。它相当简单，但不像触摸屏操作那样用户友好。

- 按下旋钮（无左移或右移）可激活和停用菜单。在选择菜单项时按下它可激活该菜单。
 - 向左或向右推点动轮会在不显示菜单时向左或向右移动屏幕光标。
 - 在显示菜单时向左或向右推动旋钮会突出显示并引导用户完成显示的菜单选项。
 - 在启动期间向左或向右推动点动轮将启动 TinySA，而无需加载任何用户设置
- 当激活某些菜单（如“亮度”）时，旋钮将成为用户输入的唯一来源。



用户手册和编程指导

常见问题:

问题 1: TinySA Ultra 如何恢复到最初的出厂设置?

答: 关机, 然后再次打开。执行 CONFIG/MORE/CLEARCONFIG1234 并重新启动。

问题 2: 内置 LNA 不再工作. 我可以在哪里找到替代品?

答: 内部 LNA 的封装 U14, 型号是 BGA2817, 可以自行更换。

问题 3: 输入射频开关被打坏, 在哪里可以找到替代品?

答: 输入射频开关的封装为 U22, 型号是 XA17-G4K。

泰瑞合创(天津)科技有限公司



8. TinySa 和 TinySA Ultra 自动控制编程指导

TinySA 和 Ultra 支持客户使用封装好的串口命令集, 通过 USB 转虚拟串口, 来控制设备进行自动化测量的。但是因为机器比较简易, 同时还在不断升级, 所以很可能存在某些串口命令不稳定的情况, 所以需要客户自己去反复调试。目前只提供以下命令集和简单的例程, 可以比较容易得获得 290 个点或者 450 点的测试数据, 但是如果需要获得更多数据, 也就是获得底层的 2 进制测量数据集, 则需要付费咨询, 不会免费开放给客户。

自动化控制程序不在免费售后技术服务范围, 如需技术支持, 请直接联系淘宝客服或者发送 email。目前只是支持 windows 或者 Linux 系统, 通过 USB 来控制机器, 如果需要用其他单片机直接通过串口, 请联系客服。

使用 USB 电缆将 TinySA 或者 TinySA Ultra 连接到 PC 后, PC 上将自动识别出来新的串接。USB 串口的驱动程序已经自动安装在 **Windows10 及以上系统**, 并且内置在大多数 Linux 内核中。串口支持大量命令, 您可以随时使用 help 命令来获取可用命令的列表。

注意: 在输入命令参数的时候, 请注意以下单位的输入方式!

- 频率数值可以直接应用整数输入或者用 'k' 代表千, 'M' 代表百万, 'G' 代表 10 亿, 例如 0.1M(100kHz), 500k(0.5MHz) or 12000000(12MHz)
- 以 dB(m) 为单位的幅值可以输入小数, 例如 10 或者 2.5
- 时间单位以 s 为基准, 而 'm' 表示毫秒, 'u' 表示微秒, 例如 1(1second), 2.5(2.5seconds), 120m(120milliseconds)
- [...] 表示参数框, | 表示可以选择其中一种参数, {...} 表示必须填写的参数

命令集合清单:

attenuate

将内部衰减设置为自动或者某个特定值

用法: attenuate[auto|0-31]

abort

中止前一个命令

用法: abort[off|on]

calc

设置或取消其中一种测量模式

用法: calcoff|minh|maxh|maxd|aver4|aver16|quasip

命令与 MEASURE 菜单中的 Calc 列出的命令相同

caloutput

禁用或者设置 Cal 端口输出为指定频率 (以 MHz 为单位)

用法: caloutputoff|30|15|10|4|3|2|1

capture

请求以每 2 个字节二进制格式保存 320x240 像素的屏幕截屏

clearconfig

清除所有设备人为设置并恢复成设备出厂设置

用法: clearconfig1234

color

设置或者读取当前颜色设置

用法: color[{id}{rgb24}]



用户手册和编程指导

correction

设置或者读取频率幅值修正表

用法:correction{table_name}[(0..9|0..19){frequency}{level}]

dac

设置或者读取 DAC 的值

用法:dac[0..4095]

data

下载迹线 (trace) 的值, **非常重要!!!!!!**

用法:data0..2

0=tempvalue,1=storedtrace,2=measurement

deviceid

设置或者读取 TinySA 的设备 ID

用法:deviceid[{number}]

freq

停止扫描然后设置要测量的频率点, **非常重要!!!!!!**

用法:freq{frequency}

frequencies

下载最后一次扫描所有的频率点位, **非常重要!!!!!!**

用法:frequencies

info

显示当前设备的软件和硬件版本信息

help

显示所有的命令集

用法:help

hop(只限于 TinySA Ultra)

measures the input level at each of the requested frequencies

用法:hop{start(Hz)}{stop(Hz)}{step(Hz)|points}[outmask]

If the 3rd parameter is below 450 it is assumed to be points, otherwise as step frequency

Out mask selects if the frequency(1)or level(2)is output.

level (信号源功能命令)

设置信号源发射幅值

用法:level-115..13

必须根据 TinySA 或者 TinySA Ultra 的实际可用输出幅值来设定。

levelchange

sets the output level delta for low output mode level sweep

用法:levelchange-70..+70

leveloffset

sets or dumps the level calibration data

用法:leveloffsetlow|high|switch[output]{error}

For the output corrections first ensure correct output levels at maximum output level. For the low output set

the output to -50dBm and measure and correct the level with "leveloffsetswitcherror" where

For all output level offset commands measure the level with the level offset to zero and calculate

error=measured level-specified level

load



用户手册和编程指导

loadsapreviouslystoredpreset

用法:load0..4

where 0 is the startup preset

marker

设置标记点或者得到标记点的信息

用法:marker{id}on|off|peak|{freq}|{index}

where id=1..4 index=0..num_points-1

用法:

marker 1 off:关闭 marker 1

marker 1 peak

1 104 5999463252 -8.08e+01

设置 marker 1 为 peak 点并读取

marker:1 296 6000318486 -8.04e+01 (频点和幅值)

menu

The menu command can be used to activate any menu item.

用法:menu{#}[#{#}[#{#}[#{#}]]]

where # is the menu entry number starting with 1 at the top.

Example:menu 62 will toggle the waterfall option

mode

设置设备的模式，是频谱仪还是信号源，**重要!!!**

用法:mode low|high|input|output

modulation (信号源功能命令)

设置调制模式

用法:modulation off|AM_1kHz|AM_10Hz|NFM|WFM|extern

ext_gain (频谱仪和信号源共同命令)

设置外部衰减或者增益

用法:ext_gain -100..100 频谱仪和信号源都有该命令

output (信号源功能命令)

设置信号源发射还是关闭

用法:output on|off

pause

暂停扫描，不论是频谱仪模式还是信号源模式。

用法:pause

rbw

设置或者读取当前的 rbw 数值，单位为 kHz

用法:rbw auto|3..600...850

比如首先 rbw 100 设定 rbw 为 100kHz

然后输入 rbw 得到

usage: rbw 0.2..850|auto

100kHz

当前的 rbw 设定

recall

same as load



用户手册和编程指导

refresh

enables/disables the auto refresh mode

用法 refresh on|off

release

signals are moval of the touch

用法:release

remark

does nothing

用法:remarkuseanytext

repeat

sets the number of measurements that should be taken at every frequency

用法:repeat1..1000

increasingtherepeatreducesthenoiseperfrequency,repeat1isthenormalscanningmode.

reset

重启 TinySA 或者 TinySA Ultra

用法:reset

resume

反向于 pause 命令，继续扫描不论是在频谱仪模式还是信号源模式。

用法:resume

save

saves the current setting to a preset 将目前的设置保存到预开机状态

用法: save0..4

这里 0 位置是开机启动状态

saveconfig

保存设备配置信息

用法:saveconfig

Scan 非常重要!!!

performs a scan and optionally outputs the measured data

用法:scan{start(Hz)} {stop(Hz)} [points][outmask]

where the out mask is a binary OR of 1=frequencies,2=measured data,4=stored data and 最多 290 个点

scanraw 非常重要!!! 需要收费解答底层二进制数据的读取

执行对无限数量点的扫描，并以二进制形式发送数据

用法: scanraw {start(Hz)} {stop(Hz)} [points] [option]

selftest

进行一项或者全部自检

用法:selftest00..9

0 表示全部自检项目

spur

打开或者关闭 Spur Remove 也就是是否毛刺消除功能

用法: spur on|off

Sweep 非常重要!!!!

设置频谱仪扫描频率参数或者执行一次扫描

用法:sweep[(start|stop|center|span|cw{frequency})]({start(Hz)} {stop(Hz)})[0..290]]



用户手册和编程指导

sweep without arguments lists the current sweep settings, the frequencies specified should be within the permissible range. The sweep commands apply both to input and output modes

sweeptime

设置扫描时间

用法:sweep{time(Seconds)};thetimespecifiedmayendinaletterwhere m=miliandu=micro

text

specifiesthetextentryfortheactivekeypad

用法:textkeypadtext

wherekeypadtextisthetextused

Example:text12M

Currentlydoesnotworkforenteringfilenames

threads

listsinformationofthethreadsintinySA

touch

sends the coordinate sofa touch 用法:touch{Xcoordinate}{Ycoordinate}

The upper left corner of the screen is "00"

touchcal

开始触摸屏校准

touchtest

开始触摸屏测试

trace

displays all or one trace information or sets trace related information

用法:trace[{0..2}|dBm|dBmV|dBuV|V|W|store|clear|subtract|(scale|reflevel)auto|{level}

trigger

setsthe trigger type or level

用法:triggerauto|normal|single|{level(dBm)}

thetriggerlevelisalwaysetindBm

vbat

显示电池电压

version

显示版本文字

Python 频谱仪校准程序例程:

该程序为 Terry 编写, 主要目的是应用 python 程序, 通过 pyvisa 控制 E8267D, 通过串口命令来控制 TinySA Ultra。让 E8267D 自动发出多个制定频点的电音信号, 同时应用 Ultra 去测量对应频点的幅值, 并将所有的测量结果最终输出到文档, 方便记录和检查。主要分为三个文件, 分别是: TinySA_Ultra_Calibration.py(主程序), Class_E8267D.py (E8267D 控制命令程序), Class_File.py (数据输出文档控制程序)。用户大概率无法在自己的机器上复现该程序, 但是请仔细阅读主程序中的注释, 你会了解到如何有效自动的通过串口, 以某种格式发送串口命令。



用户手册和编程指导

TinySA_Ultra_Calibration.py(主程序)

#thiscodeiswritebyTerryKongin2024-03-19forTinySA Ultracalibration,basedonpython3.9

```
import os
from statistics import harmonic_mean
import sys
from datetime import datetime
from tkinter import FIRST
import Class_File
import Class_E8267D
import re
import csv
import math
import pyvisa
import time

#needtopipinstallpyserial,notserial
import serial
import serial.tools.list_ports

firstSG=Class_E8267D.E8267D()
firstSG.init('GPIB0::19::INSTR')
firstSG.Reset()

ports_list=list(serial.tools.list_ports.comports())

if len(ports_list)<=0:
    print("no serial port")
else:
    print("the useful serial ports list is")
    for comport in ports_list:
        print(list(comport)[0],list(comport)[1])

ser=serial.Serial("COM3",baudrate=115200,bytesize=8,parity='N',stopbits=1,timeout=2,xonxoff=True)
if ser.is_open:
    print("serialCom3 is open successfully!")
else:
    print("serialCom3 is not open successfully!")
```



用户手册和编程指导

```
localtime=time.asctime(time.localtime(time.time()))
print("localtimeis"+localtime)
s=localtime.replace(":", "_")
TimeStamp=s.replace(" ", "_")
print(TimeStamp)

SavePath=""
JasonSavePath=""
BasePath="C:\\MyGit\\MyCode\\MyPython\\PythonTerry\\TinySA\\TinySA_Ultra_Calibration\\"
RatedPower=-10
PipeCalEnable=[1,1,1,1]
PipeVerifyEnable=[1,1,1,1]
CalibrationPointWithMhz=[10,50,100,200,400,500,700,800,1000,1500,2000,2500,3000,3500,4000,4500,5000,5500,6000,6500,7000,7500,8000,8500,9000,9333,9500,10000,10500,11000,11500,12000]

#SNOofUltra=input("pleaseinputtheSNnumberofthisTinySA_Ultraboard:")
SNOofUltra="24030871"
SNOofUltra=SNOofUltra.upper()
print(SNOofUltra)
harmonic="5"
RBWSetting="30KHz"

fileName1=SNOofUltra+"_Harmonic_"+harmonic+"_RBW_"+RBWSetting+"_"+TimeStamp
print(fileName1)

SavePath=BasePath+"CalResult\\"+fileName1+".txt"
Class_File.FileGenerate(SavePath)

#firsttogettheversioncheck
ser.write("version\r\n".encode("utf-8"))
VersionOfTinySA=ser.read(100).decode('utf-8')
print("TheversionofTinySAis"+VersionOfTinySA)
Class_File.FileAppend(SavePath,"TheversionofTinySAis"+VersionOfTinySA)

#firsttogettheinfoofTinySA Ultracheck
ser.write("info\r\n".encode("utf-8"))
InfoOfTinySA=ser.read(1000).decode('utf-8')
print("TheinformationofTinySAis"+InfoOfTinySA)
Class_File.FileAppend(SavePath,"TheinformationofTinySAis"+InfoOfTinySA)
```



用户手册和编程指导

```
#checkbatterystatusoftinySA
ser.write("vbat\r\n".encode("utf-8"))
VoltageOfBat=ser.read(100).decode('utf-8')
print("ThebatteryvoltageofTinySAis"+VoltageOfBat)
Class_File.FileAppend(SavePath,"ThebatteryvoltageofTinySAis"+VoltageOfBat)
```

```
#setsorcancelsoneofthemeasurementmodes
#usage:calcoff|minh|maxh|maxd|aver4|aver16|quasip
ser.write("calcmah\r\n".encode("utf-8"))
time.sleep(4)
ser.write("calcoff\r\n".encode("utf-8"))
```

```
#enablesordisablesspurreduction
#usage:spuron|off
#spuroffmeansnotspurremove
ser.write("spuroff\r\n".encode("utf-8"))
time.sleep(4)
#spuronmeansspurremovewithaverage
ser.write("spuron\r\n".encode("utf-8"))
```

```
##trytogettherawdataofsweep
#ser.write("scanraw14000000143500001000\r\n".encode("utf-8"))
##comread=ser.read(100)
#scanrawdata=ser.read(10000)
```

```
#getthesweeptracefrequency
ser.write("frequencies\r\n".encode("utf-8"))
ComRead=ser.read(10000).decode('utf-8')
print("Thetracefrequencypointsaare"+ComRead)
```

```
#getthetracedata
ser.write("data0\r\n".encode("utf-8"))#runameasurement
```

```
ComRead=ser.read(10000).decode('utf-8')
print("Thetracedataare"+ComRead)
```

```
#getthepeakmarkerdata
ser.write("marker\r\n".encode("utf-8"))
```



用户手册和编程指导

```
ComRead=ser.read(100).decode('utf-8')  
print("Thepeakpowerdatais"+ComRead)
```

```
#readcurrentRBW  
ser.write("rbw\r\n".encode("utf-8"))  
ComRead=ser.read(100).decode('utf-8')  
print("Thecurrentrbwis"+ComRead)
```

```
#readcurrentVBW  
ser.write("vbw\r\n".encode("utf-8"))  
ComRead=ser.read(100).decode('utf-8')  
print("Thecurrentvbwis"+ComRead)
```

```
#doanewsweepinthenewfrequencyrage
```

```
#setsweepboundariesorexecuteasweep
```

```
#usage:sweep[(start|stop|center|span|cw {frequency})]({start(Hz)} {stop(Hz)})[0..290]]
```

```
#ser.write("sweep25000000003000000000290\r\n".encode("utf-8"))
```

```
#getthesweeptracefrequency
```

```
ser.write("frequencies\r\n".encode("utf-8"))  
ComRead=ser.read(10000).decode('utf-8')  
print("Thetracefrequencypointsaare"+ComRead)
```

```
#getthetracedata
```

```
ser.write("data2\r\n".encode("utf-8"))#runameasurement  
ComRead=ser.read(10000).decode('utf-8')  
print("Thetracedataare"+ComRead)
```

```
#getthepeakmarkerdata
```

```
ser.write("marker\r\n".encode("utf-8"))  
ComRead=ser.read(100).decode('utf-8')  
print("Thepeakpowerdatais"+ComRead)
```

```
#AutomaticallyLoopandtesteachfrequencypointandrecord:  
forindexinrange(len(CalibrationPointWithMhz)):
```



用户手册和编程指导

```
firstSG.RFFrequency(CalibrationPointWithMhz[index])
firstSG.RFPower(-20)
firstSG.RFOutputOn()
time.sleep(1)
command=""
command=(CalibrationPointWithMhz[index]-2.5)*1000000
ser.write(("sweepstart"+str(command)+"\r\n").encode("utf-8"))
time.sleep(1)
command=(CalibrationPointWithMhz[index]+2.5)*1000000
ser.write(("sweepstop"+str(command)+"\r\n").encode("utf-8"))
time.sleep(2)
Class_File.FileAppend(SavePath,"Inthecenterfre"+ComRead)
forindexSinrange(4):
ser.write("marker\r\n".encode("utf-8"))
time.sleep(1)
ComRead=ser.read(100).decode('utf-8')
print("Thepeakpowerdatais"+ComRead)
Class_File.FileAppend(SavePath,"Thepeakpowerdatais"+ComRead)

firstSG.RFOutputOff()
ser.close()
```

Class_E8267D.py (E8267D 控制命令程序)

```
#!/usr/bin/envpython
*****
#*File:Class_E8267D.py
#*Author:Terry
#*Date:22-March-2024
#*ThisscriptcontrolsKsightE8267D.
#*
*****

importtime
importpyvisa

classE8267D(object):
    verbose=7
    TheEquipment=None

    def__init__(self):
```



用户手册和编程指导

```
print("thisisanewKeysightE8267D")
#super(equipment,self).__init__()
#self.GPIBAddress=int(GPIBAddress)
#sendsonecommandandwaitsfortheresponse

definit(self,VISAaddress):
    rm=pyvisa.ResourceManager()
    rm.list_resources()
    self.TheEquipment=rm.open_resource(VISAaddress)
    print(self.TheEquipment.query("*IDN?"))
    #gpib_address='GPIB::'+gpib+"
    #self.TheEquipment.write("*RST")
    defReset(self):
        self.TheEquipment.write("*RST")
        print("E8267DReset")
        time.sleep(3)

    defLoadWaveform(self,WaveFormFile):
        self.TheEquipment.write(WaveFormFile)
        #*RCL4
        time.sleep(3)

    defRFOutputOn(self):
        self.TheEquipment.write("OUTP:STATON")

    defRFOutputOff(self):
        self.TheEquipment.write("OUTP:STATOFF")

    defRFFrequency(self,Frequency):
        SetFrequencyCommand="FREQ"+str(Frequency)+"MHz"
        self.TheEquipment.write(SetFrequencyCommand)

    defRFPower(self,Power):
        SetPowerCommand="POW:AMPL"+str(Power)+"dBm"
        self.TheEquipment.write(SetPowerCommand)

    defSetCableOffset(self,Offset):
        ifOffset>0:
            Offset=-Offset
        SetOffsetCommand="POW:OFFS"+str(Offset)+"DB"
        self.TheEquipment.write(SetOffsetCommand)
        #setESGoffset-10

    defSetBandWidth(self,BandWidth):
```



用户手册和编程指导

```
SetBandWidthCommand="BB:EUTR:UL:BWBW"+str(BandWidth)+"_00"  
self.TheEquipment.write(SetBandWidthCommand)  
#BB:EUTR:UL:BWBW15_00
```

```
defSetVRB(self,VRB):  
SetVRBCommand="SOUR:BB:EUTR:UL:UE1:FRC:VRB"+str(VRB)  
self.TheEquipment.write(SetVRBCommand)  
#SOUR:BB:EUTR:UL:UE1:FRC:VRB25
```

Class_File.py (数据输出文档控制程序)

```
#!/usr/bin/envpython  
*****  
*File:Class_File.py  
*Author:Terry  
*Date:01-08-2017  
*Thisscriptcontrolallthetxtinietcfilefunction.  
*2020-06-19addFindTextBetweenStrings(inText,startString,stopString):  
*2020-9-03addhowtogetthefilesizebyos  
*****  
  
importos  
  
defFileAppend(Filepath,StringToWrite):  
#"C:\\xxxxxx.txt","Finishallthetest":wemustuse\\inthelocationofdocument  
try:  
withopen(Filepath,mode="a",encoding="utf-8")asf:  
f.write(StringToWrite+"\n")  
f.close()  
except:  
print("cannotappendfilein"+Filepath)  
  
defFileWrite(Filepath,StringToWrite):  
#willoverwriteallthecontextinthefile  
outfile=file(Filepath,'w')  
outfile.write(StringToWrite+"\n")  
outfile.close()  
print(StringToWrite)  
  
defFileRead(Filepath):  
#willreadallthecontextinthefile
```



用户手册和编程指导

```
outfile=file(Filepath,'r')
StringInFile=outfile.read()
#StringInFile=outfile.readlines()
#StringInFile=outfile.readline()
#print(StringInFile)
outfile.close()
returnStringInFile
```

```
defFileRowNum(Filepath):
```

```
FileContext=FileRead(Filepath)
RowArray=FileContext.split("\n")
forindexRowinrange(len(RowArray)):
    ifRowArray[len(RowArray)-1-indexRow].strip()!=":
FileLength=len(RowArray)-indexRow
break
print(FileLength)
returnFileLength
```

```
defFileDelete(Filepath):
```

```
#willdeletethefile
try:
    os.remove(Filepath)
    print("deletefilein"+Filepath)
except:
    print("cannotdeletefilein"+Filepath)
```

```
defFileGenerate(Filepath):
```

```
#willgenerateanewfile
try:
    withopen(Filepath,mode="w",encoding="utf-8")asf:
        f.close()
except:
    print("cannotgeneratefilein"+Filepath)
```

```
defFileExistOrNot(Filepath):
```

```
fileExist=os.path.exists(Filepath)
iffileExist==True:
    print(Filepath+"isexist!")
else:
    print(Filepath+"isnotexist!")
returnfileExist
```



用户手册和编程指导

```
#TODO:movethesetoaseparatelibrary
defFindTextBetweenStrings(inText,startString,stopString):
    """
    returnssubstringstartingwith,andincluding,startString,andendingwith,butnotincludingstopString
    'abdef=234ghi','def','ghi'wouldreturn'def=234'
    :paraminText:
    :paramstartString:
    :paramstopString:
    :return:
    """
    temp=inText[inText.find(startString):]#+len(startString)
    temp=temp[:temp.find(stopString)]
    returntemp

defgetDirectoryfromPath(dirPath,numberStepsBack=2):
    """
    :parampath:
    :paramnumberStepsBack:numberofdirectoriesinreversetoreturn
    :return:lastnumberStepsBackdirectoriesinpath
    """
    try:
        #extractindivdirectoriesfromthepath
        #http://stackoverflow.com/questions/3167154/how-to-split-a-dos-path-into-its-components-in-python
        folders=[]
        path1=dirPath
        while1:
            path1,folder=os.path.split(path1)

            iffolder!="":
                folders.append(folder)
            else:
                ifpath1!="":
                    folders.append(path1)
                    break

        iffolders[0]=='plots':
            folders=folders[1:]

        iflen(folders)>=numberStepsBack:
            outlist=[]
            foridxinrange(0,numberStepsBack):
                outlist.append(folders[idx])
```



```
returnoutlist
```

```
else:
```

```
return[folders[0],"]
```

```
exceptExceptionase:
```

```
#justreturnthefullpathonexception
```

```
returndirPath
```

```
defgetfilesize(dirPath):
```

```
    fsize=os.path.getsize(dirPath)
```

```
    fsize=fsize/float(1024*1024)
```

```
    print('filesizeis'+str(fsize)+'M')
```

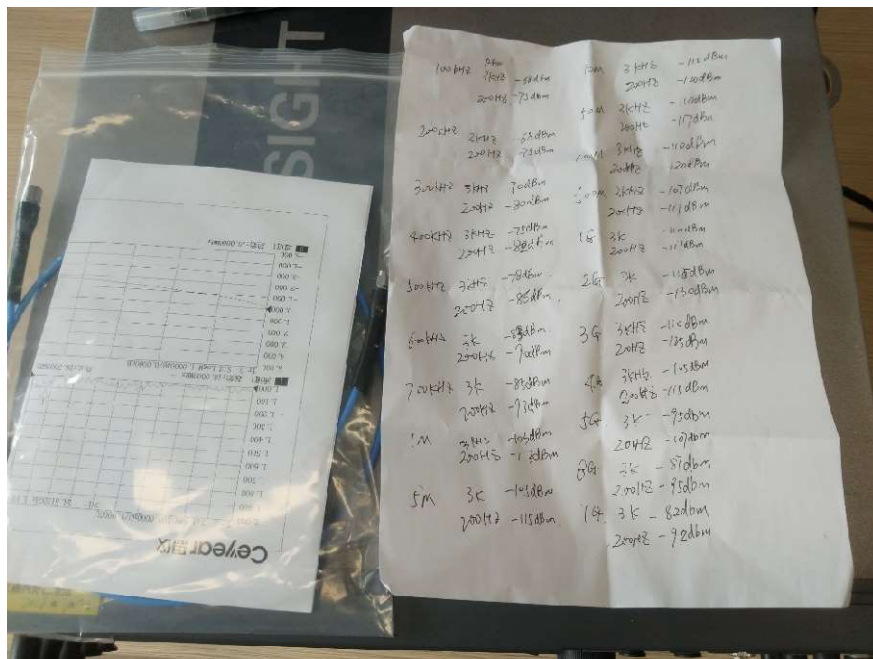
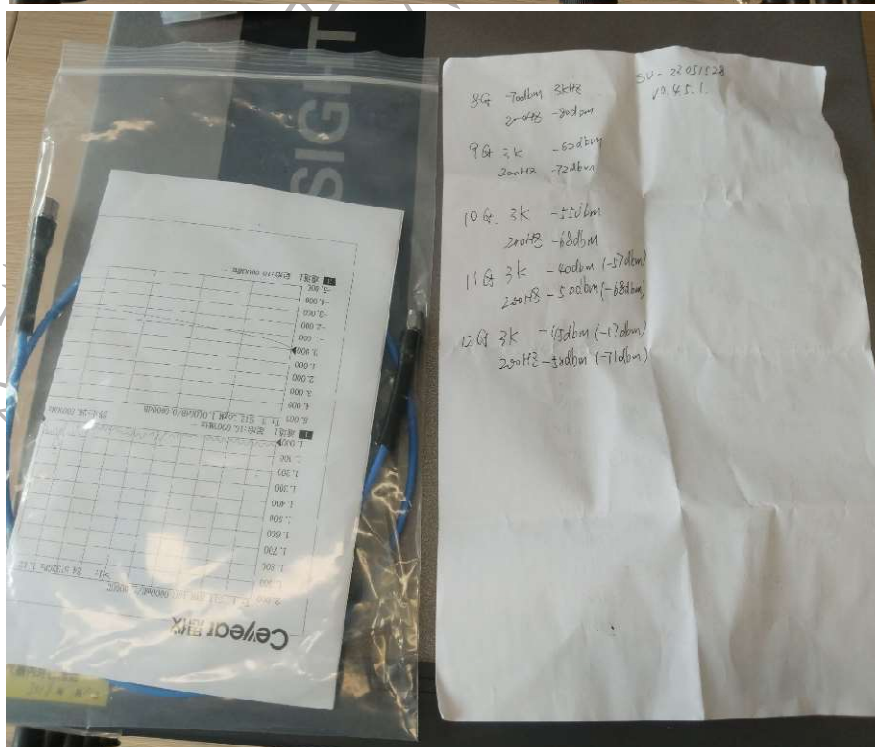
泰瑞合创(天津)科技有限公司



附件一：TinySA Ultra 和 TinySA 灵敏度测试结果

A.TinySA Ultra 灵敏度测试结果

频谱仪最重要的指标之一就是其灵敏度，也就是频谱仪可以测量到的最小信号。TinySA Ultra 的 RBW 支持从 200Hz 到 850KHz，但是只有 RBW 越小，灵敏度才越高，当然扫描速度也越来越慢，为了给客户真实准确的数据，所以应用 E8267D，世界最顶级的信号源作为校准源，来验证 TinySA Ultra 的灵敏度。



实测现场数据图



用户手册和编程指导

Sensitivity Test For TinySA Ultra (Hardware Optimize by TerryKong) with E8267D			
SN:23051528HVV0.4.5.1			
Frequency Point	RBW	Sensitivity(dBm)- Read Value On Ultra	OutputfromSignalGenerator
10Khz	1KHz	-47.2	Vpp150mV-30db (sine)
	200Hz	-51.2	Vpp100mV-30db (sine)
20Khz	1KHz	-46	Vpp150mV-30db (sine)
	200Hz	-58	Vpp50mV-30db (sine)
40Khz	1KHz	-51.6	Vpp100mV-30db (sine)
	200Hz	-57.2	Vpp50mV-30db (sine)
60Khz	1KHz	-57.5	Vpp50mV-30db (sine)
	200Hz	-66.5	Vpp20mV-30db (sine)
80Khz	1KHz	-60	Vpp50mV-30db (sine)
	200Hz	-65	Vpp20mV-30db (sine)
100Khz	3KHz	-68	-68
	200Hz	-75	-75
200Khz	3KHz	-68	-68
	200Hz	-75	-75
300Khz	3KHz	-70	-70
	200Hz	-80	-80
400Khz	3KHz	-75	-75
	200Hz	-82	-82
500Khz	3KHz	-78	-78
	200Hz	-86	-86
600Khz	3KHz	-83	-83
	200Hz	-90	-90
700Khz	3KHz	-85	-85
	200Hz	-93	-93
1MHz	3KHz	-103	-103
	200Hz	-113	-113
5MHz	3KHz	-105	-105
	200Hz	-115	-115
10MHz	3KHz	-110	-110
	200Hz	-120	-120
50MHz	3KHz	-110	-110
	200Hz	-117	-117
100MHz	3KHz	-110	-110
	200Hz	-120	-120
500MHz	3KHz	-107	-107
	200Hz	-117	-117
1GHz	3KHz	-110	-110



用户手册和编程指导

	200Hz	-117	-117
2GHz	3KHz	-115	-115
	200Hz	-130	-130
3GHz	3KHz	-110	-110
	200Hz	-125	-125
4GHz	3KHz	-105	-105
	200Hz	-115	-115
5GHz	3KHz	-95	-95
	200Hz	-107	-107
6GHz	3KHz	-87	-87
	200Hz	-95	-95
7GHz	3KHz	-82	-82
	200Hz	-92	-92
8GHz	3KHz	-70	-70
	200Hz	-80	-80
9GHz	3KHz	-62	-62
	200Hz	-72	-72
10GHz	3KHz	-55	-55
	200Hz	-68	-68
11GHz	3KHz	(实际读值) -57	-40
	200Hz	(实际读值) -68	-50
12GHz	3KHz	(实际读值) -57	-45
	200Hz	(实际读值) -71	-58

从测试结果我们可以发现 TinySA Ultra 其实真正线性的部分是 1MHz-5GHz，都可以达到-100dBm 的灵敏度，但是到了 10G 以后，会有很大的读值误差，大概 15db，所以，虽然可以测试到 12G，但是请客户自己根据自己的测试灵敏度需求来决定是否适用。

B. TinySA 灵敏度测试结果

Sensitivity Test For TinySA (Hardware Optimize by TerryKong) with E8267D		
SN:24121684HWV0.3.1_EL		
Frequency Point	RBW	Sensitivity(dBm)-Read Value on TinySA
10Khz	3KHz	-55
20Khz	3KHz	-60
40Khz	3KHz	-65
60Khz	3KHz	-65
80Khz	3KHz	-68
100Khz	3KHz	-70
200Khz	3KHz	-78
300Khz	3KHz	-80
500Khz	3KHz	-88



用户手册和编程指导

700Khz	3KHz	-95
1MHz	3KHz	-100
5MHz	3KHz	-102
10MHz	3KHz	-103
50MHz	3KHz	-103
100MHz	3KHz	-105
300MHz	3KHz	-110
400MHz	3KHz	-113
500MHz	3KHz	-110
600MHz	3KHz	-110
700MHz	3KHz	-112
800MHz	3KHz	-110
900MHz	3KHz	-110

泰瑞合创(天津)科技有限公司



附件二：RF Detector 使用说明

2.1 产品目标

该产品将主要服务于不需要调制解调的无线电磁环境监测,例如:无人机现场环境监测, EMC 现场电磁安全监控, 塔台电磁环境监测, 轮船雷达辐射监控等等。

我们将重点监测 100K 到 6GHz 这个范围, 虽然产品本身有很大的局限性, 但是也会支持到 12GHz 的范围 (产品的幅值和灵敏度都会大幅度下滑)。

2.2 产品参数

RF Detector 分为软件产品和硬件产品两个品类:

软件产品: RF Detector Record + 分析处理软件 RF Detector Analyzer。

硬件主机产品: RF Detector Lite 和 RF Detector Ultra

RF Detector Ultra 主要构成为:

控制主机+LNA (可选)+天线

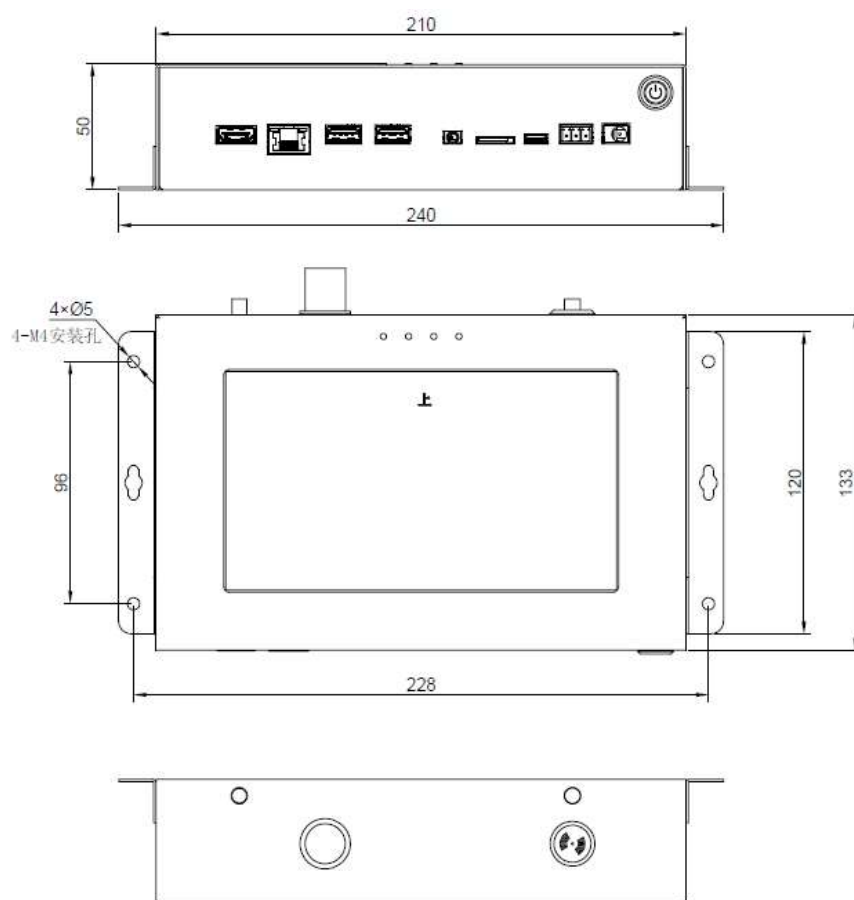
接口:

1. DC 电源输入, 1 个, 5.5mm*2.1mm, 12V/3A 电源输入
 2. 电池容量 3500mAh, 重量 100g, 续航时间 2h (可选)
 3. 7 寸电容触摸屏, 分辨率 800*480
 4. HDMI, 1 个, 最大支持 4K 60 帧
 5. 千兆网口, 1 个
 6. USB 接口, 2 个
 7. 3.5mm 音频接口, 1 个, 支持音频输出
 8. 485 接口, 1 个
 9. 蜂鸣器, 1 个, 防水声光
 10. 红绿双色 LED, 4 个
 11. WIFI 天线加模组, 1 个 (预留)
 12. 在产品的顶部的 SMA 射频接收天线接口, 1 个
 13. 在产品的顶部的防水航空插头的扩展 IO, 1 个, 提供 3.3V 或 5V 电源 (软件切换), GPIO/SPI 控制信号。
 14. 主板具备 RTC 时钟, 温度湿度传感器
- 重量: 1.4kg



用户手册和编程指导

外形尺寸：





2.3 软件使用方法

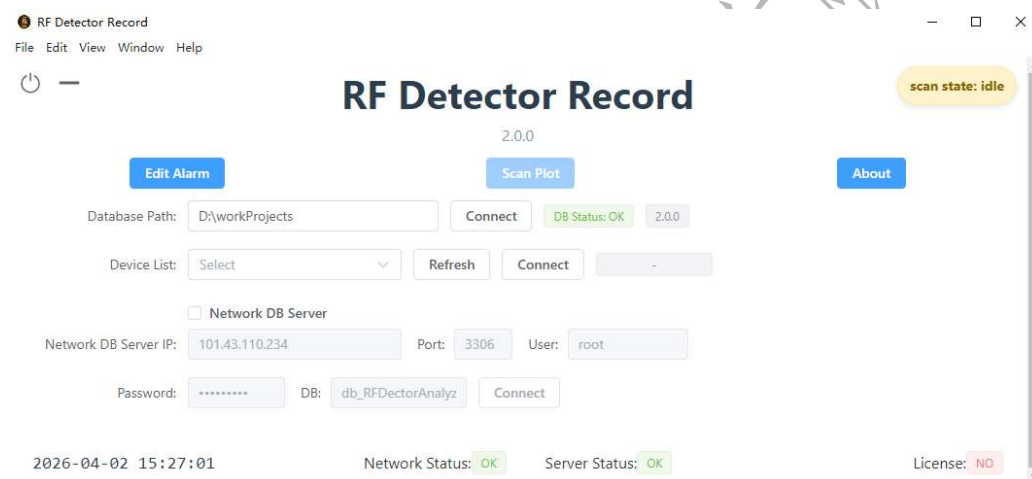
2.3.1 RF Detector Record 使用说明:

A. 注册:

该软件为绿色免安装运行，客户可以直接从云盘获得对应的安装包，直接解压到自己硬盘，然后点击



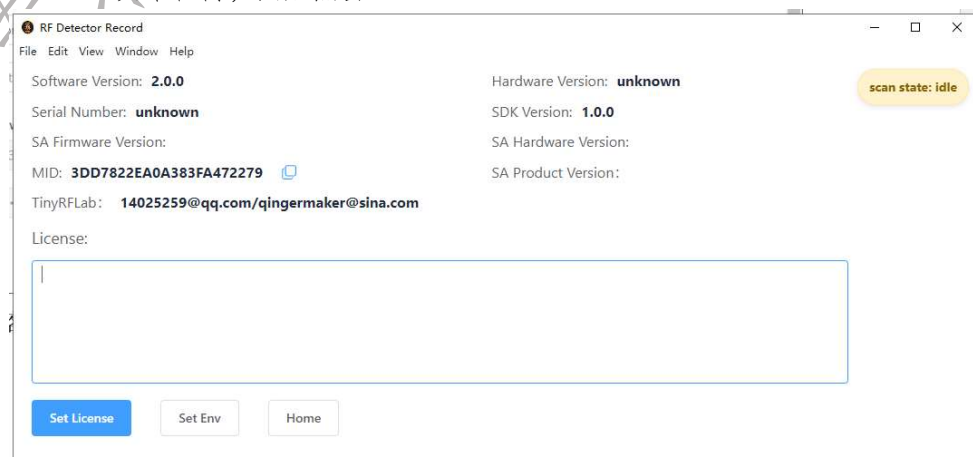
此图标运行。然后将进入下图的主界面。



首次运行时候，因为客户没有获得 license，所以右下角的 License 为 NO。

License: NO

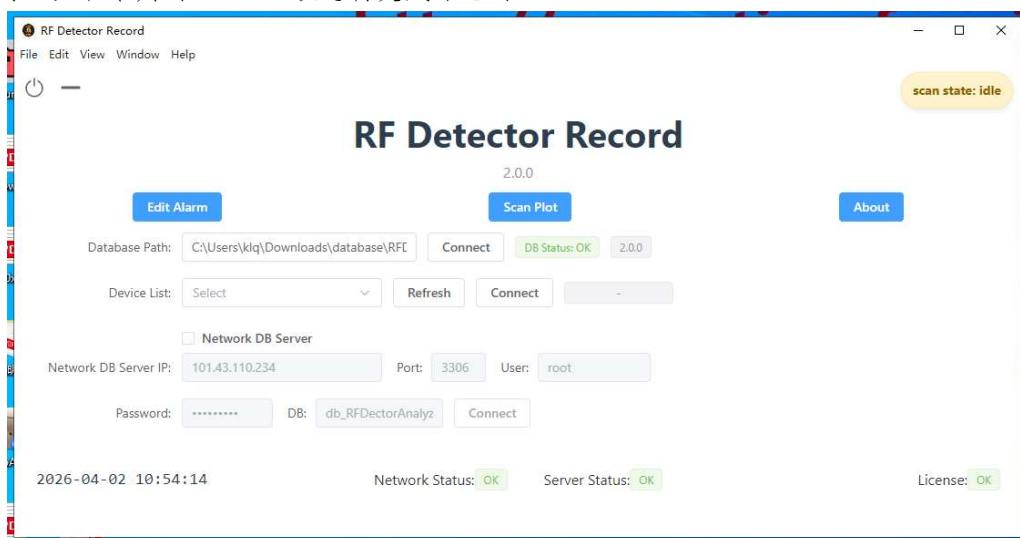
点击“About”按键，进入如下界面。复制 MID 字符串，将该字符串发送给 TinyRFLab 的工程师。TinyRFLab 的工程师会将生成的 License 序列发送回来，请将 License 字符串粘贴在“License:”文本框内，然后点击“Set License”。





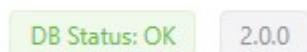
用户手册和编程指导

此时主页右下角的 License 状态将变成绿色的 OK。



B. 主界面配置：

首先配置数据库：在 **Database Path** 的地址栏手动输入相关数据库的路径，如果已经存在了相关文件，在点击“**Connect**”以后软件会自动识别是否是匹配的数据库。如果该路径本来就没有对应的数据库，则软件会自动生成匹配版本的数据库。成功配置后，会在“**Connect**”后面显示数据库状态和版本号。



此时因为没有连接频谱仪所以还不能“**Edit Alarm**”和“**Scan Plot**”，当您用 USB 转 TypeC 将电脑主机与频谱仪连接后，点击“**Refresh**”+“**Connect**”后，正常情况下将出现以下情况：



绿色的“OK”表示软件和频谱仪的状态正常。

Network DB Server 是给有需求的客户开发远程数据库保存用的，有需求的客户可以联系 TinyRFLab 的工程师。



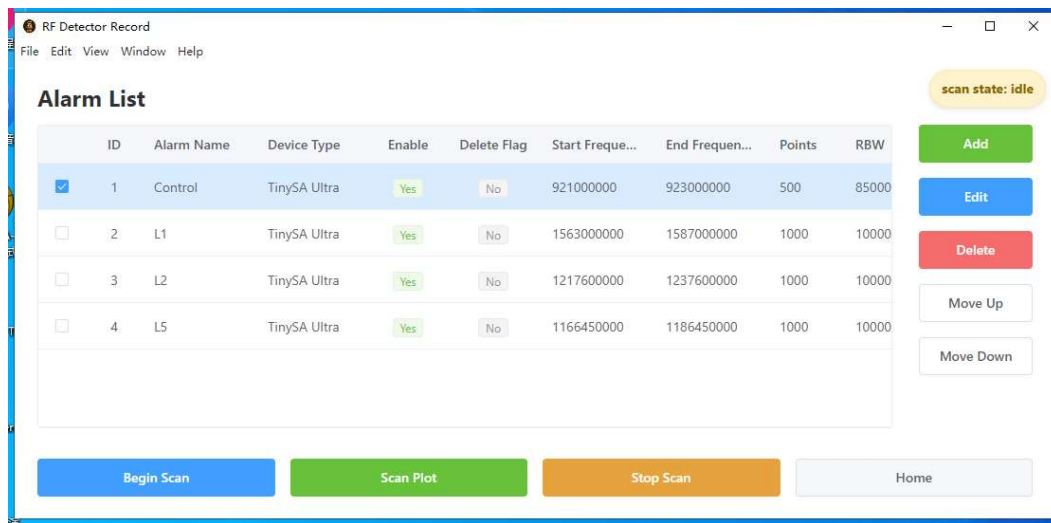
C. “Edit Alarm” 配置说明：

点击主界面的“**Edit Alarm**”进入“**Alarm List**”编辑界面，这是整个软件的核心配置。在这里需要客户详细配置每一个需要监控扫描的频段参数以及触发报警条件参数。

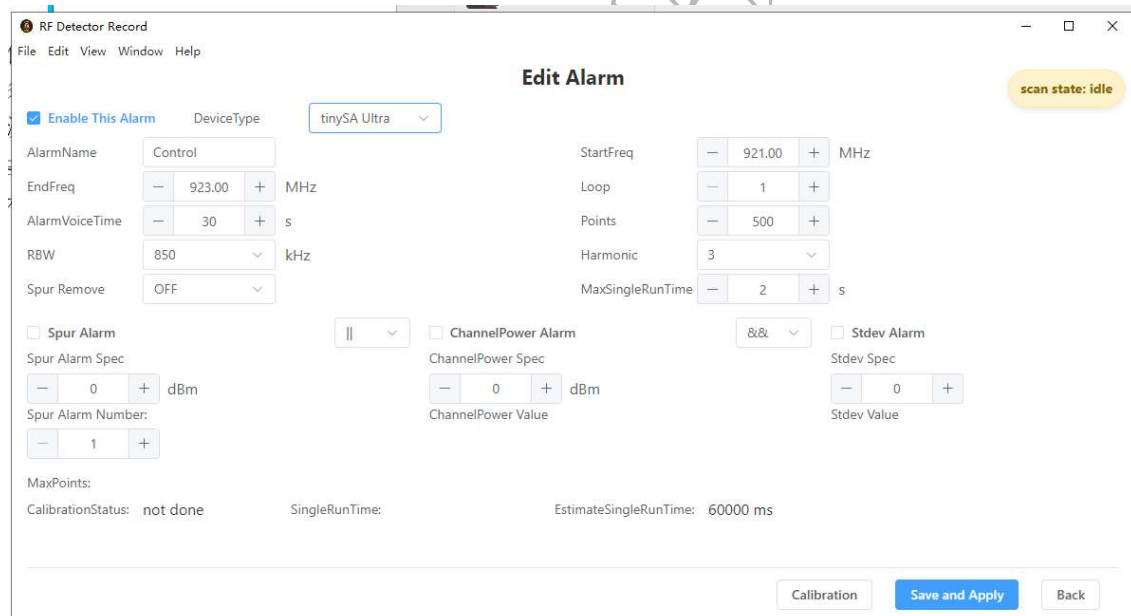
所有监控频段按照呈现的顺序从上到下执行，而不是所有的同步执行，这点必须注意。如图所示，这里一共有 4 个监控频段，所以 RF Detector Record 将会顺序执行 Control, L1, L2, L5 这四个监控频段（这里是主要的 GPS 监控频段）。



用户手册和编程指导



我们可以“Add”增加，“Edit”编辑，“Delete”删除，“Move Up”上移，“Move Down”下移扫描条目。优先最上面的扫描。凡是没有 Enable 的 Alarm List 一概不扫描，如果所有的 Alarm List 都没有 Enable，则软件将不会进行扫描，并提醒客户。只有在所有 Alarm List 设置完毕后才能够 Begin Scan，如果目前已经在后台 Scan，还想要编辑 Alarm List，则必须首先停止 Stop Scan，也就是必须完成最后一次完整扫描后，才能停止扫描，并编辑条目。



进入编辑 Edit Alarm 界面以后，

Enable This Alarm: 表示是否使能该条 Alarm。

DeviceType: 目前支持 tinySA Ultra 和 tinySA，未来会支持更多的便携频谱仪。（选择 TinySa 以后，StartFreq 和 EndFreq 只能分为两段也就是 0.01M 到 350Mhz，或者是 240M 到 959Mhz，绝对不可以从第一个区间跨越到第二个区间，因为这里是分成两个射频头子的。Harmonic 不可以选择。选择 TinySA Ultra 以后，StartFreq 和 EndFreq 只能分为两段也就是 0.01M 到 10000Mhz。）



用户手册和编程指导

AlarmName: Alarm 的唯一名称, 不能和其他条目的 AlarmName 重名。

StartFreq: 扫描起始频率。

EndFreq: 扫描终止频率。

Loop: 循环次数。完成最终的循环次数后, 会汇总最终的 Maxhold 曲线作为 Alarm 的评判标准。比如, 由于 TinySA 扫描速度慢, 会错过瞬发的一些信号, 如果反复多采集几次, 才有可能采集到, 所以通过 Loop 这个参数来弥补这个缺陷。

AlarmVoiceTime: 当设备触发报警条件以后, 报警时长, 一般指的是外接的音箱或者报警灯报警时长, 在报警时, 所有扫描停止, 直到报警时长结束, 则继续扫描。

Points: 扫描点数, 最多 1000 个点。产品屏幕上, tinySA 是 290 个点, Ultra 是 450 个点。

RBW: 分辨率带宽。分辨率带宽越大, 扫描速度越快, 但是底噪越高, 灵敏度越差。

Harmonic: 本振谐波次数。因为 TinySA Ultra 在扩展频段用的是谐波, 所以容易在扩展频段非常容易把低频信号错误的搬运到高频上, 所以, 可以通过修改谐波次数来防止错误的搬运。

Spur Remove: 去除毛刺。当去除毛刺后, 很多极短时间的脉冲会被滤除, 不适于观察雷达等脉冲信号。但是迹线会更加突出主要信号。

MaxSingleRunTime: 最大单次扫描时长。当真实的单次扫描时长超过设定值的时候, 系统会报错, 认为 TinySA 出现问题, 而转入错误处理程序。

Spur Alarm, ChannelPower Alarm, Stdev Alarm: 报警条件设置, 通过勾选来激活报警条件。报警条件之前的 &&, || 表示报警之间是与的关系还是或的关系。这里需要对于三种报警条件进行一下说明:

i. Spur Alarm 依据 Spur 数量判断报警

客户设定报警尖峰数量以及报警 Spur 门限 (客户可以依据自身的经验, 也可以依据 Calibration 得到的结果, 进行设定。)

算法:

在指定的时间范围内持续扫描, 并记录所有扫描数据。通过截取 max hold, 得到所有频点对应的最大值, 挑选出幅值最高的数个点 (点数为设定好的 Spur 数量), 若所有挑选出来的点的幅值都高于设定的 Spur 门限, 则触发报警。否则, 进入下一轮扫描。

ii. ChannelPower Alarm 依据信道功率判断报警

报警门限, 用户指定信道功率超过多少 dBm 就触发报警。(客户可以依据自身经验, 也可以依据校准数据, 因为校准时候会获得背景噪声正常情况下的信道功率)



用户手册和编程指导

算法：

在指定的时间范围内持续扫描，并记录所有扫描数据。通过截取 max hold，得到所有频点对应的最大值，计算信道功率。将计算得到的信道功率与报警门限比较，如果高于门限，则触发报警。否则，进入下一轮扫描。

iii. STDEV 标准方差报警：

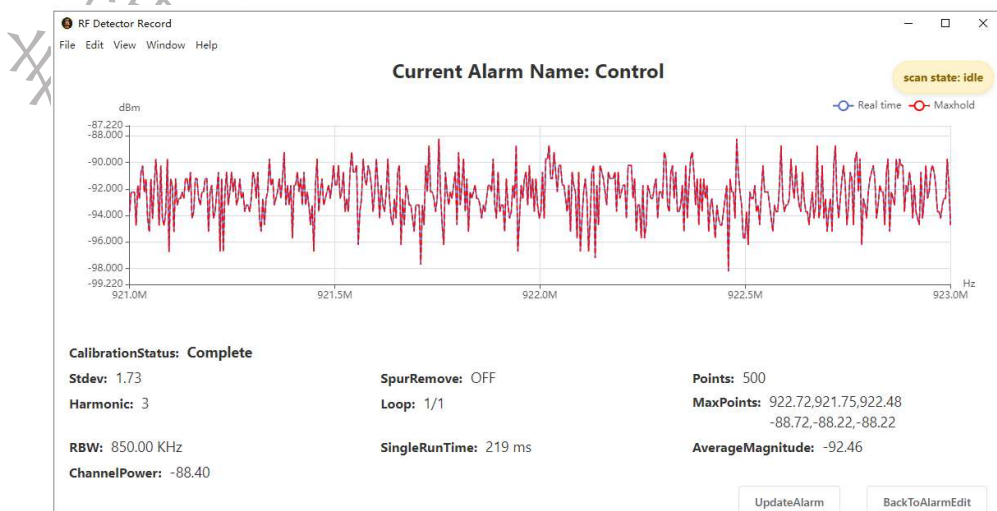
在实际使用过程中，发现因为外部共模供电噪音的干扰，有时候会突然底噪提升很多，导致信道功率错误报警。但是输入的信号并没有出现大量的尖峰，而不是某个频点上的单点出现，所以考虑应用统计学的 STDEV 来进行控制，而其中的核心就是 STDEV 标准方差的判断。

报警门限，STDEV 是无量纲数值，数值越大则采集数据相对越离散。（客户可以依据自身经验，也可以依据校准数据，因为校准时候会获得背景噪声正常情况下的 STDEV）

算法：

在指定的时间范围内持续扫描，并记录所有扫描数据。通过截取 max hold，得到所有频点对应的最大值，计算 STDEV。将计算得到的 STDEV 与报警门限比较，如果高于门限，则触发报警。否则，进入下一轮扫描。

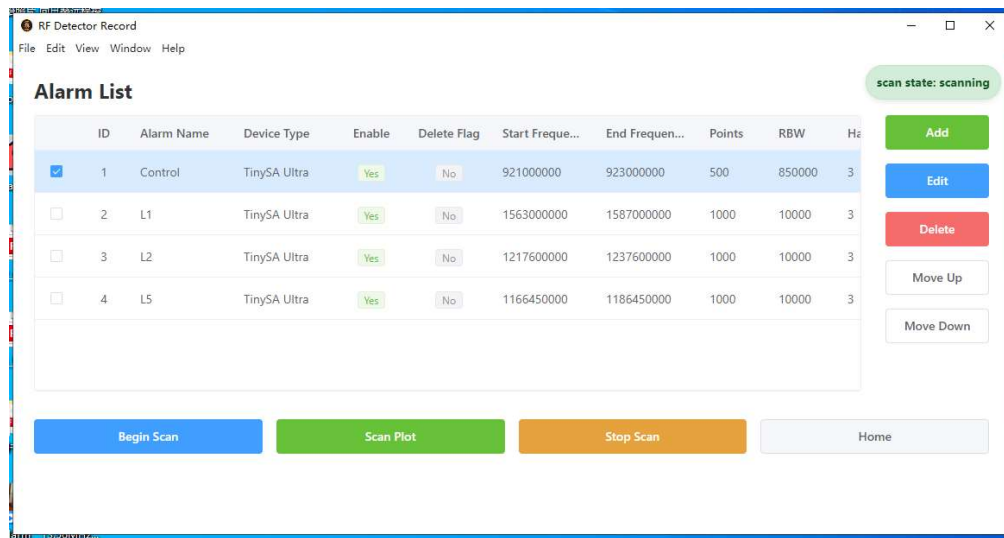
Calibration: 因为所有的 Alarm List 其实本质都是要和背景信号频谱作出对比，然后判断是否触发了报警条件的。所以，在设置每一个 Alarm List 的时候，Calibration 可以帮助我们了解当时当地的信号情况，同时给出我们设置报警的参考。当按下 Calibration 这个按键后，我们会进入 Calibration 界面，其实这个界面和 Scan Plot 是基本一样的，都展示的是实时的一个频谱扫描图线和统计图表。在扫描进行过程中，无法点击 BackToAlarmEdit 按键，只有扫描结束才可以返回。在扫描过程中 Calibration Status 状态为 Running，扫描结束后为 Complete。Calibration 完成后我们会得到以下参数：3 个 MaxPoints（幅值最大点）的频率和幅值，Stdev（均方差），ChannelPower（信道功率），AverageMagnitude（多次 loop 后迹线上每个频点对应的 Max Hold 点的均值），SingleRunTime（单次扫描时间）。Calibration 结束后，客户首先点击 UpdateAlarm，将会把相关的参数反向填到 Alarm List 里面，帮助客户参考后填写自己的 Alarm Limit。BackToAlarmEdit 返回 AlarmEdit 界面。



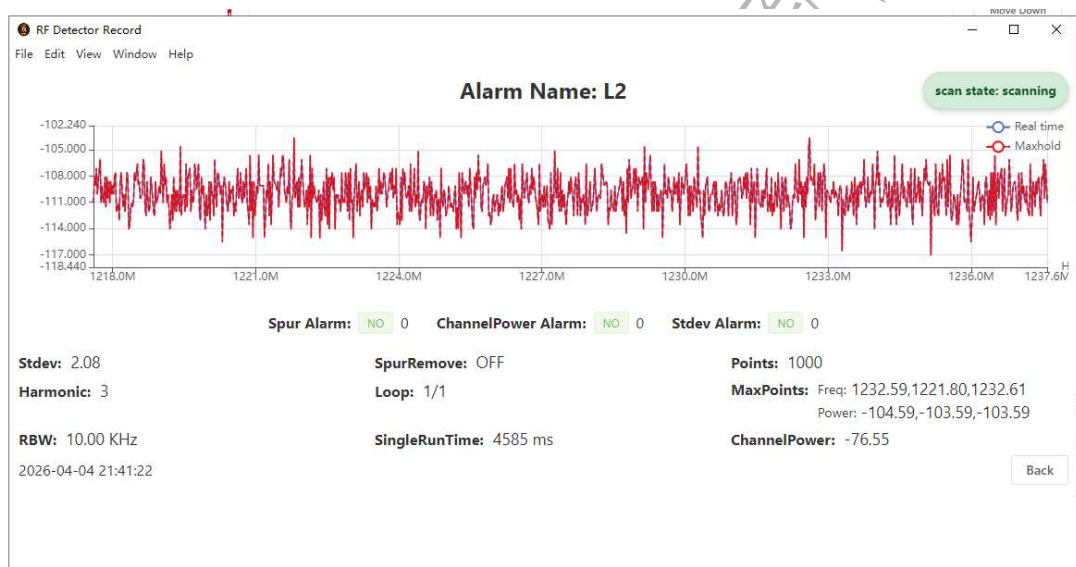


用户手册和编程指导

D. “Scan Plot” 配置说明：配置完所有的 Alarm List 以后，点击 Begin Scan，正常情况下界面会变成如下图，也就是右上角的图标变成绿色的 scan state: scanning。



点击 Scan Plot，会进入到实时频谱图像。同时给出各种设置参数和计算结果。



E. 后台数据库说明：每完成一次扫描，软件会将扫描结果记录到数据库中，同时与设定好的 Alarm Spec 进行判定，当发现触发报警条件后，立刻停止扫描，并报警相应的时长，同步记录报警时刻的数据到数据库。这样当客户运行 RF Detector Analyzer 程序后，可以很方便的看到相关报警的记录汇总。所有的 Alarm List 和对应的 Calibration 也将记录到数据库中。RF Detector Analyzer 会通过数据库还原所有的原始记录影像。

2.3.2 RF Detector Analyzer 使用说明：

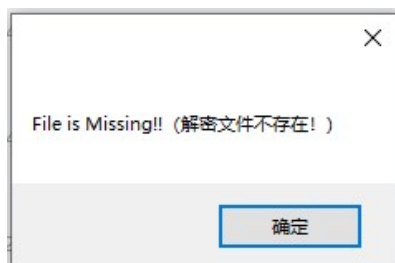
RFDetectorAnalyzer 是本公司自主开发的一款可以回放频谱的软件，将 RFDetectorV2 采集到的频谱信息的数据库文件导入到 RFDetectorAnalyzer 中，可以方便地进行频谱监测，统计筛选频谱数据并支持频谱回放。



用户手册和编程指导

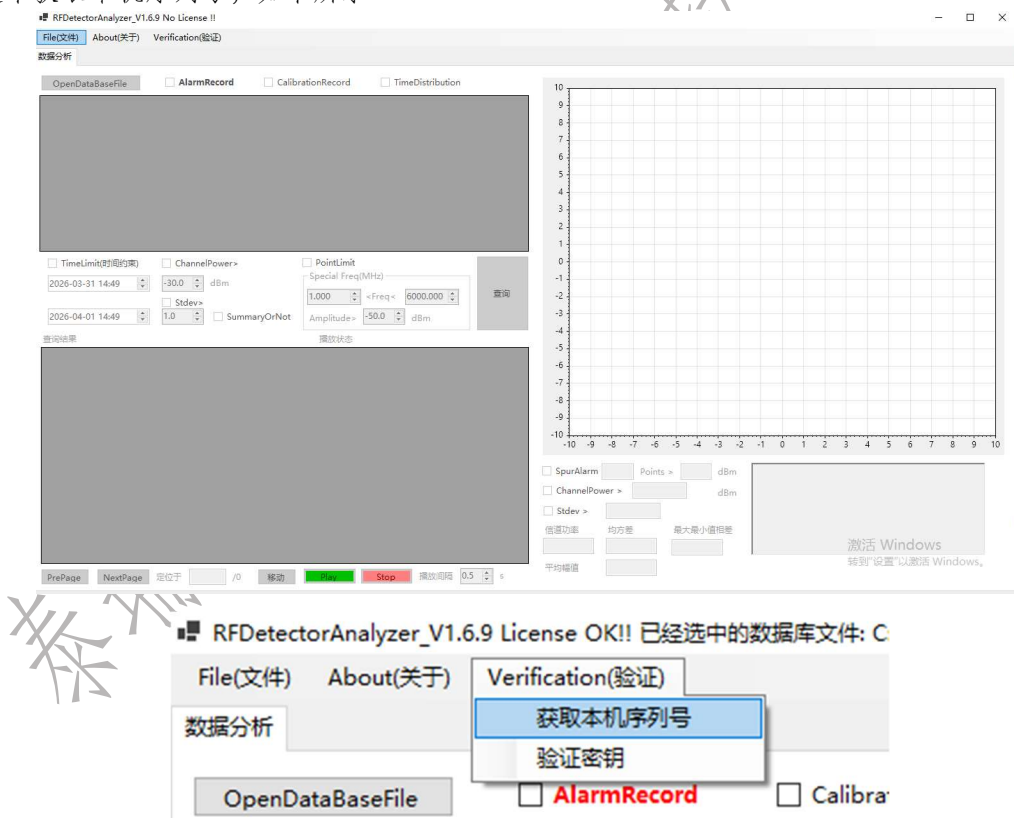
A. 软件密钥与解锁

购买软件后需要向技术人员提供序列号得到解锁软件的密钥方可使用。软件提供 2 天的使用服务，试用期结束时请联系技术人员。未验证密钥或使用过期的软件打开时会提示解密文件不存在，并且软件的主要功能无法使用，验证密钥时也会有明显提示，如下图：



密钥需要提供机器的序列号，**请注意每台设备的序列号都是唯一的!!!**一个序列号只能在一台机器上使用，无法在其他主机上使用。也请确认好运行软件的设备。

软件提供获取序列号的功能，打开软件之后点击右上角的菜单栏的 Verification 验证，选中获取本机序列号，如下所示：



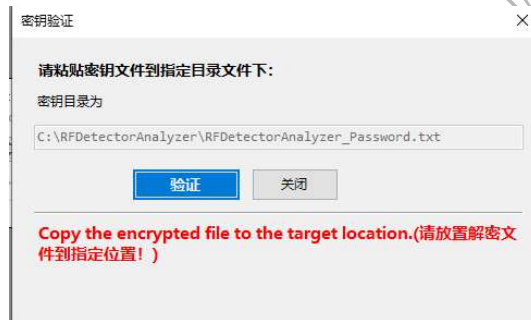
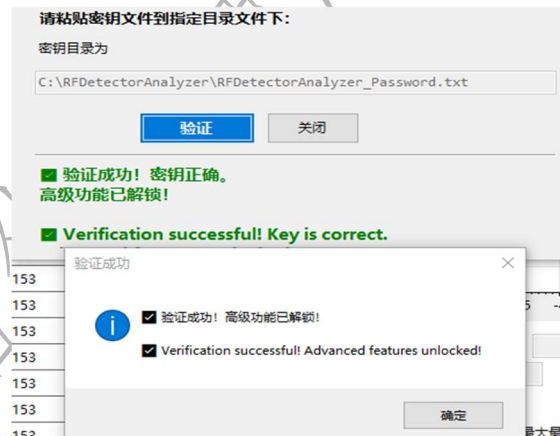
软件会自动读计算出序列号，请复制所有信息后，把序列号发给技术人员后，技术人员会提供唯一的软件验证密钥。



用户手册和编程指导



得到验证密钥后，在 C 盘手动创建文件夹 C:\RFDetectorAnalyzer，并新建 txt 文件命名为 RFDetectorAnalyzer_Password，在此 txt 文件中粘贴验证密钥并保存，此时点击右上角的菜单栏的 Verification 验证，选中验证密钥，进入密钥验证点击验证，此时会提示验证成功，软件所有功能即可正常使用。



B. 软件使用

软件通过分析从 RF Detector Record 采集到的频谱数据，实现对于频谱数据的统计，频谱回放，筛选某一时刻的频谱异常数据并且可以复现这一时刻的频谱图像。首先需要导入频谱数据库，点击右上角的 OpenDataBaseFile 选择由 RF Detector Record 采集到的数据库并打开，会在图表中显示建立的 Alarm List 各个条目的建立时间、设备类型、频率设置等参数信息。选择一条数据后，在下方的图表中会显示详细的频谱记录。



用户手册和编程指导

OpenDataBaseFile ☒ AlarmRecord ☐ CalibrationRecord ☐ TimeDistribution

	Id	AlarmName	DeleteOrNot	AlarmEnableOr	SetupTime	DeviceType
	143	Control	0	1	2026-03-15T11:34:5...	1
	138	L1	0	1	2026-03-15T11:19:4...	1
	139	L2	0	1	2026-03-15T11:19:4...	1
▶	141	L5	0	1	2026-03-15T11:22:0...	1
	132	aaa	1	1	2026-03-10T02:25:2...	1
	133	aaa	1	0	2026-03-13T09:21:5...	1
	137	Control	1	1	2026-03-15T11:19:2...	1

☐ TimeLimit(时间约束) ☐ ChannelPower> ☐ PointLimit

2026-04-01 10:34 -30.0 dBm Special Freq(MHz) 921.000 <Freq< 923.000

2026-04-02 10:34 1.0 Stdev> Amplitude> -50.0 dBm 查询

Showing all 215 records for this AlarmSpec ID 143 播放状态

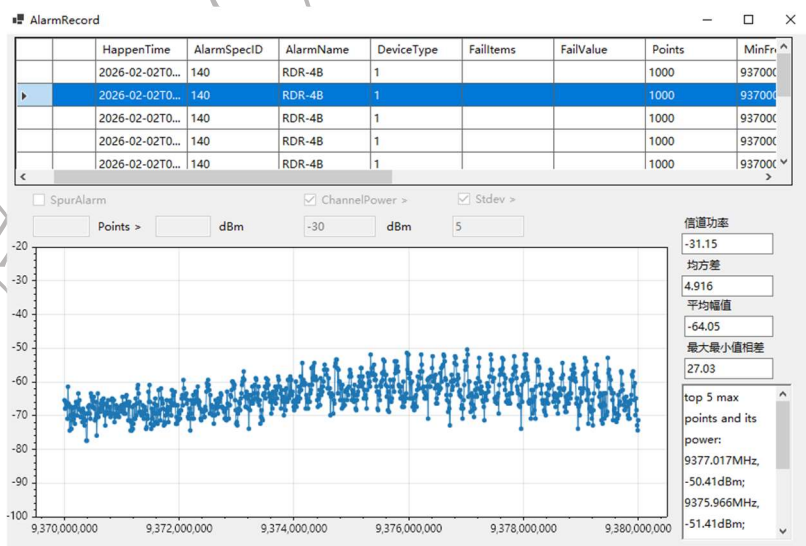
	Id	ScanTime	DeviceType	Duration	AlarmSpecID	AlarmNa
	52982	2026-03-15 20:55:10	1	223	143	Control
	52976	2026-03-15 20:54:47	1	239	143	Control
▶	52970	2026-03-15 20:54:25	1	239	143	Control
	52964	2026-03-15 20:54:02	1	224	143	Control
	52958	2026-03-15 20:53:40	1	236	143	Control
	52952	2026-03-15 20:53:17	1	236	143	Control
	52946	2026-03-15 20:52:55	1	223	143	Control
	52940	2026-03-15 20:52:32	1	239	143	Control
	52934	2026-03-15 20:52:10	1	224	143	Control
	52928	2026-03-15 20:51:47	1	239	143	Control
	52922	2026-03-15 20:51:25	1	222	143	Control

PrePage NextPage 定位于 1 /1 移动 Play Stop 播放间隔 0.5 s

在第一个数据库表格上方有如下三个勾选选项分别是 AlarmRecord 报警记录、CalibrationRecord 校准记录、TimeDistribution 时间分布。

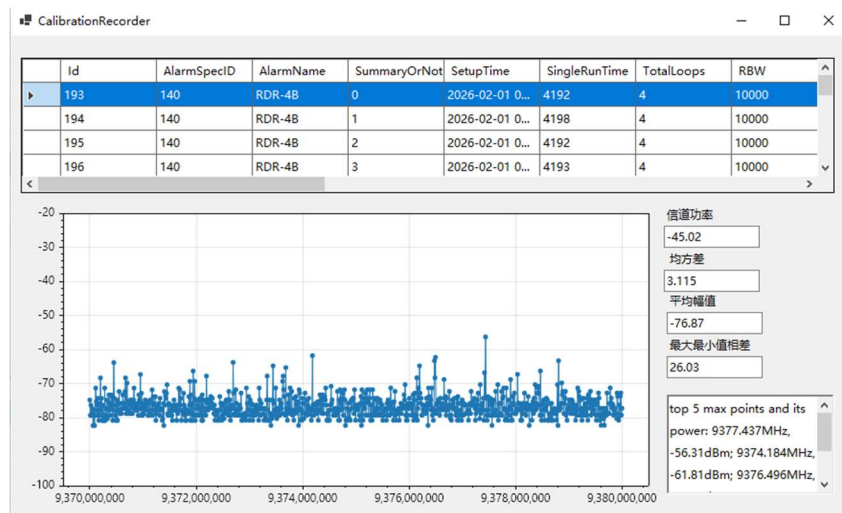
☒ AlarmRecord ☐ CalibrationRecord ☐ TimeDistribution

三个选项的功能是读取数据库的对应信息并筛选出来，筛选的依据是建立这条 Alarm List 记录时的参数设置。勾选后，选中一条 Alarm List，会分别显示出基于这条 Alarm List 参数筛选出来的报警记录、校准记录、采集时间分布，如下所示：

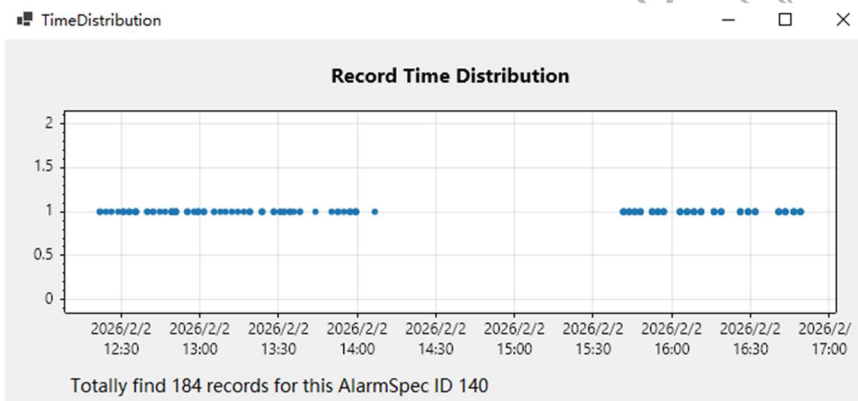




用户手册和编程指导



其中报警记录与校准记录会筛选出相应的数据,选择一条数据后会复现当时的频谱和频谱信息。包括信道功率等。



采集时间分布可以显示出基于这条 Alarm List 中采集频谱数据的时间点或时间段,并显示这条记录采集的频谱数据数量,方便客户回溯校准时间。

软件可以根据 4 种约束条件筛选频谱数据,这也对应了我们在 RF Detector Record 中设置的几种报警触发条件,当然在 RF Detector Analyzer 中会有更加细致查询:

- ① 通过设置起止时间段,筛选符合时间约束的记录数据。
- ② 通过设置信道功率的约束条件,筛选符合的记录数据。
- ③ 通过设置均方差的约束条件,筛选符合的记录数据。
- ④ 通过约束频率范围、幅度范围,筛选符合的记录数据。

☐ TimeLimit(时间约束)
2026-04-01 10:34
2026-04-02 10:34

☐ ChannelPower>
-30.0 dBm
☐ Stdev>
1.0

☐ PointLimit
Special Freq(MHz)
921.000 <Freq< 923.000
Amplitude> -50.0 dBm

☐ SummaryOrNot

查询

下面的图表显示的是一条频谱采集数据的详细频谱记录,点击绿色按钮 Play 可以实现回放记录频谱,再次点击绿色按钮可暂停,点击红色按钮 Stop 停止回放频谱。可以调整两次记录之间的播放间隔。可以根据上面设置的约束条件点击查询,即可筛选符合要求的频谱记录过滤出来,此时经过筛选的记录也是支持回放的。



用户手册和编程指导

☐ TimeLimit(时间约束) ☒ ChannelPower> ☐ PointLimit

2026-04-01 10:34 -70.0 dBm

2026-04-02 10:34 1.0 ☐ SummaryOrNot

Special Freq(MHz) 921.000 <Freq< 923.000

Amplitude> -50.0 dBm

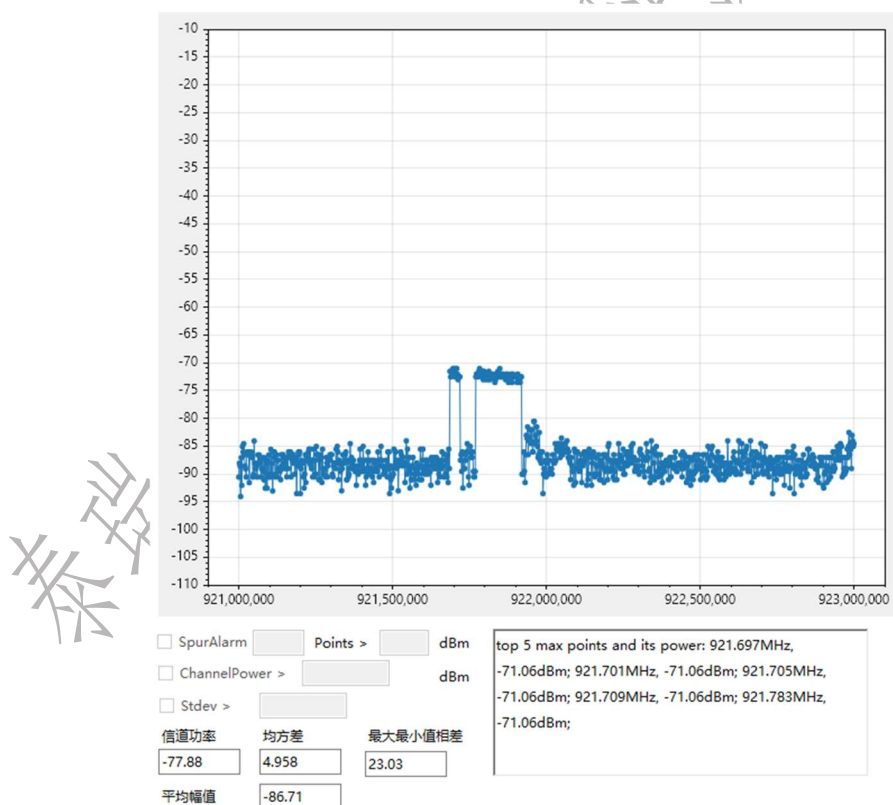
查询

一共查询得到5条记录 播放完成

	Id	ScanTime	DeviceType	Duration	AlarmSpecID	AlarmName
▶	52730	2026-03-15 20:39:25	1	237	143	Control
	52778	2026-03-15 20:42:25	1	221	143	Control
	52790	2026-03-15 20:43:10	1	219	143	Control
	52838	2026-03-15 20:46:10	1	237	143	Control
	52898	2026-03-15 20:49:55	1	239	143	Control
*						

PrePage NextPage 定位于 1 /1 移动 Play Stop 播放间隔 0.5 s

在软件的右侧是回放频谱的界面，根据频谱记录的顺序依次回放频谱，同时在频谱波形下方会显示当前波形的信道功率、均方差、最大最小值相差，平均幅值等频谱参数。同时会显示当前频谱中五个幅值最大的点的频率和幅值参数。



附件三：上位机 tinySA-App 控制软件

1.连接到电脑



用户手册和编程指导

TinySA 和 TinySA Ultra 的 TypeC USB 接口可以在两种模式下运行：

- USB 转串口模式
- DFU 模式（烧录模式）

在正常操作期间，USB 转串口模式处于活动状态。仅在更新固件时使用 DFU 模式。有关固件更新内容，请参阅更新固件的 B 站视频，或者参阅云盘中的“TinySA and Ultra 烧录指导.docx”。

USB 转串口模式的驱动程序内置于 Window10 和 Linux 中，目前无法提供 Win7 的支持，因此无需安装驱动程序。只需使用随附的 TypeC USB 电缆将 TinySA 或 TinySA Ultra 连接到您的 PC 后，您可以使用串口调试工具运用目前开放的串口命令来控制设备，也可以使用 PC 应用程序 TinySA-app 来控制 TinySA 或 TinySA Ultra。

2.上位机应用程序 tinySA-App

tinySA-App 是基于 Windows 的应用程序，可以控制 TinySA 和 TinySA Ultra。可执行文件也可以从百度网盘下载：

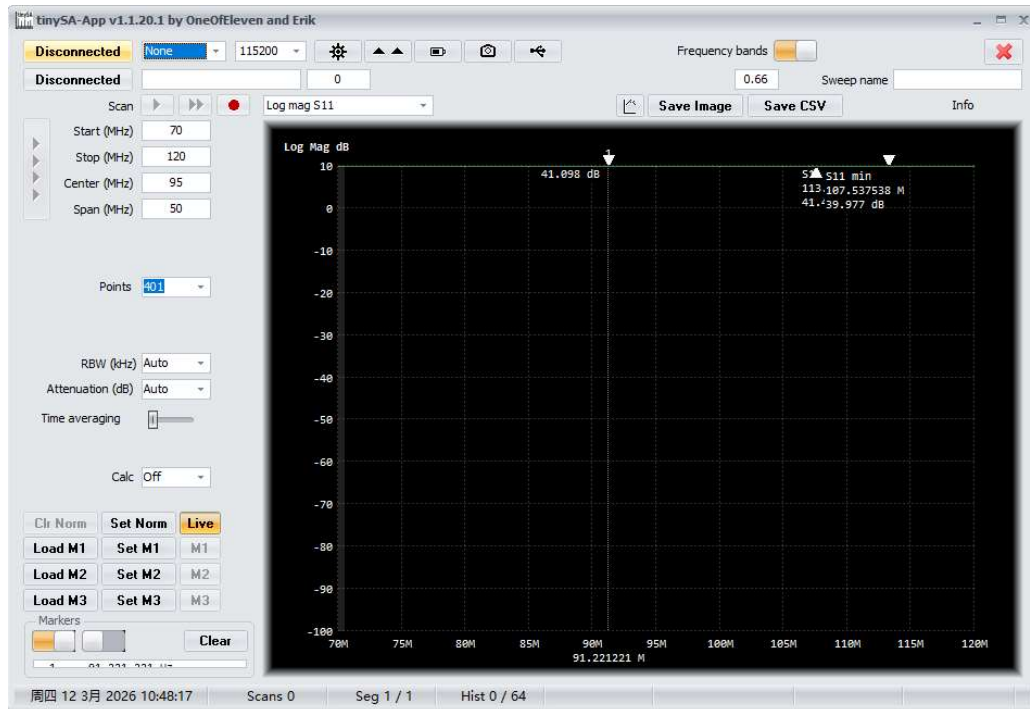
链接：<https://pan.baidu.com/s/1Pw8IUlmyIvtcwsUkTD7zTg?pwd=nhyi>

名称	修改日期	类型	大小
live	2026/1/15 10:19	Microsoft Excel ...	37 KB
tinySA-App	2023/8/2 20:07	应用程序	10,309 KB
tinySA-App	2026/1/15 10:19	配置设置	14 KB
user_command_0	2025/9/18 12:26	文本文档	1 KB
user_command_1	2025/9/18 12:26	文本文档	1 KB
user_command_2	2025/9/18 12:26	文本文档	1 KB
user_command_3	2025/9/18 12:26	文本文档	1 KB
vna_comms_command_history	2025/9/18 12:26	文本文档	0 KB

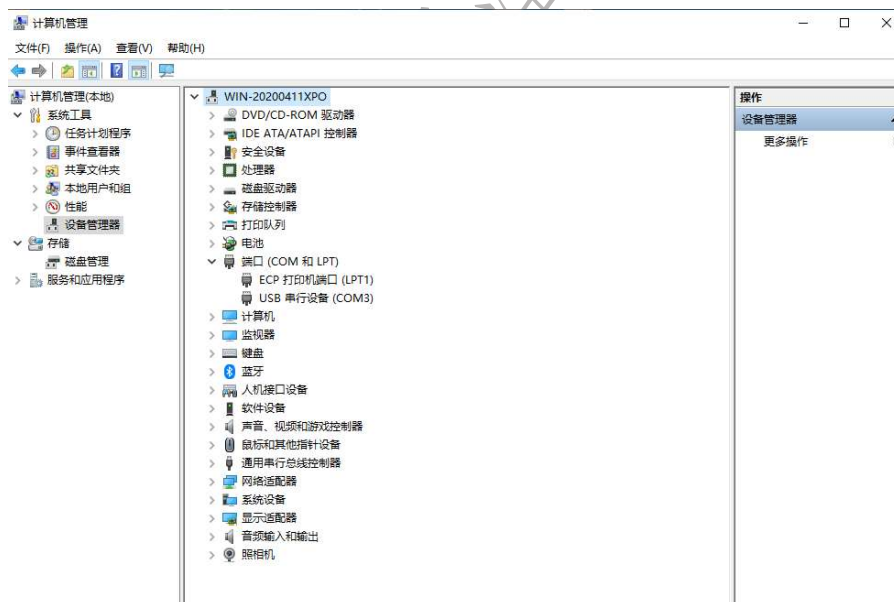
双击 tinySA-App 可执行文件后，就可以打开如下界面：



用户手册和编程指导



此时设备状态为左上角的 Disconnected，也就是没有连接上 TinySA 或 TinySA Ultra。用 USB 电缆，开机后打开 Windows 设备管理器，看看当连接 TinySA 或 TinySA Ultra 后是否出现新的“Com”口设备，关闭的时候则会消失，那么新出现的 Comport 就是我们z需要连接的 Com 口，在下图中也就是“COM3”。



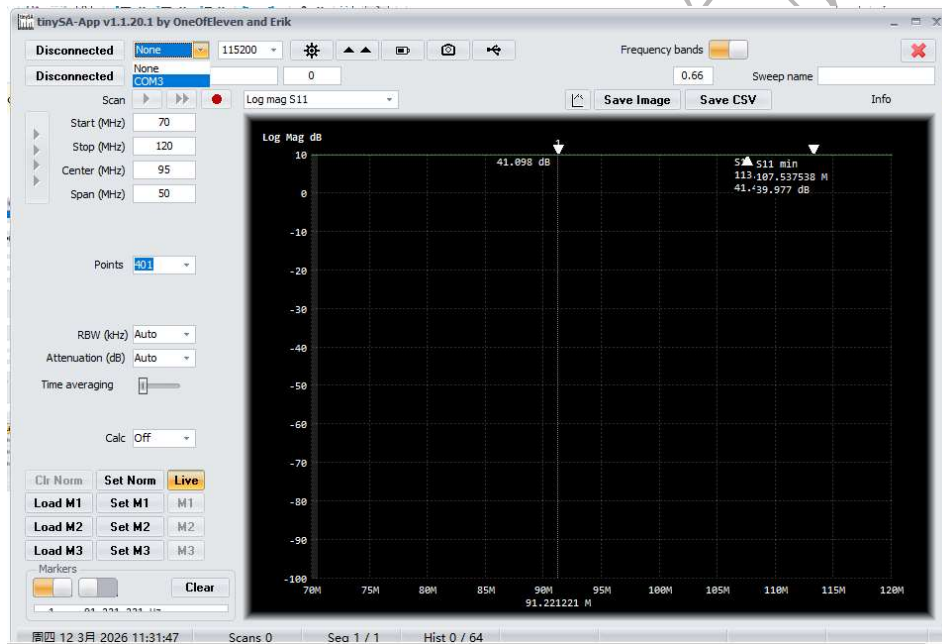
如果出现“未知设备”，请右键单击未知设备，然后单击“卸载设备”，并重新开关直到出现新的 Com 口。！！Win7 目前不支持直连。或者进一步在 TinySA 或 TinySA Ultra 上点击 CONFIG->MORE->CONNECTION->USB，确认连接方式为 USB 而不是 SERIAL。



用户手册和编程指导

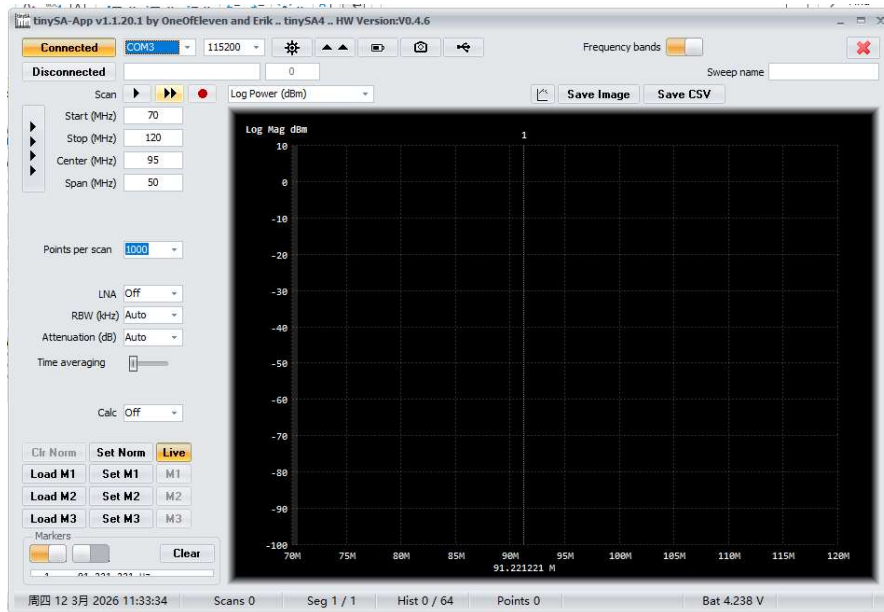
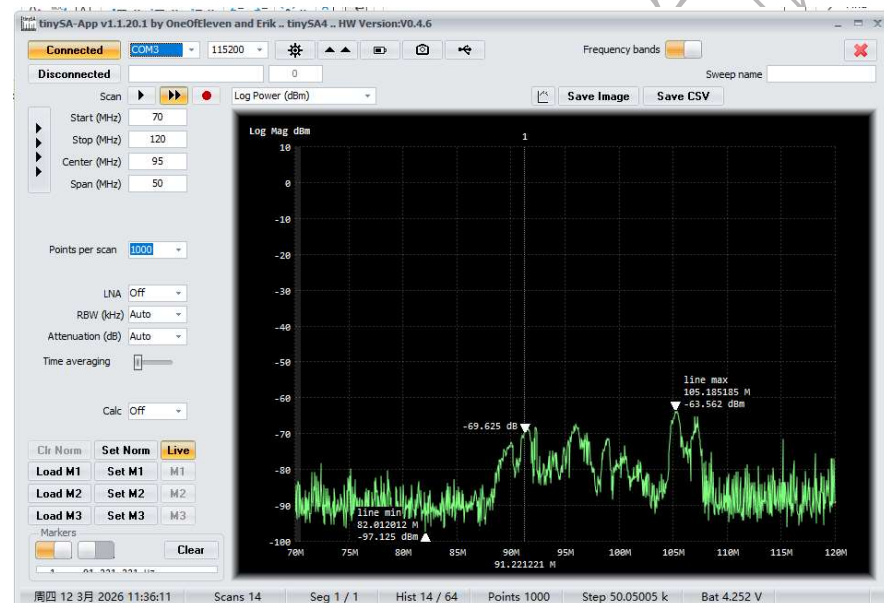


选择对应的 COM 口后，点击 Disconnected，然后变成 Connected，然后再点击双箭头，就可以持续扫描了。





用户手册和编程指导



再次点击双箭头，可以停止扫描，然后通过修改右侧的参数表，获得新的扫描设定。注意：对于 TinySA 来说会多一个 Low 和 High 的选项，因为 TinySA 是分为上下两个接收 RF 口的，请注意，Low 是 10kHz-350MHz，High 是 240MHz-960MHz。可以设置起始频率，终止频率等参数，点击”Scan”旁边的单箭头为一次扫描，双箭头为连续循环扫描。

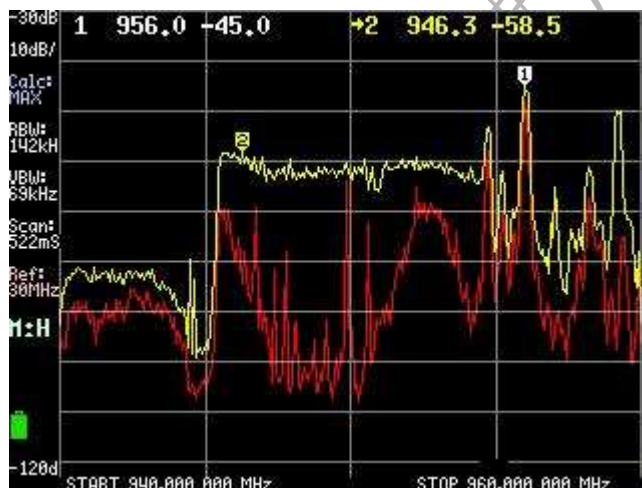


附件四：仪器菜单设置

Calc 计算菜单设置

- Calc 支持随时间推移的组合测量，允许对输入信号的某些方面进行可视化或隐藏不需要的信号。所有计算都可以通过再次选择计算模式来重置。
- OFF 禁用任何计算
- 最小保持设置显示以保持测量的最小值。通过再次选择来重置保留。此设置用于查看噪声内的稳定信号
- “最大保持”设置显示屏以保持测量的最大值。通过再次选择来重置保留。此设置可用于许多测量，例如显示调制信号的功率包络。
- 最大衰减设置显示以保持一定扫描量测量的最大值，之后最大值将开始衰减。要保留的默认扫描数为 20。可以在“设置”菜单中更改此默认值。使用此设置代替最大保持，以减少杂散信号的影响
- AVER4 将平均值设置为 $\text{new_measurement} = \text{old_measurement} * 3/4 + \text{measured_value}/4$ 。默认情况下，平均是线性功率平均
- AVER16 将平均值设置为 $\text{new_measurement} = \text{old_measurement} * 15/16 + \text{measured_value}/16$ 。默认情况下，平均是线性功率平均
- 准峰值设置准峰值保持模式
- TRACE->TABLE 支持定义静态参考、限值或电平校正跟踪
- 返回移回跟踪菜单

由于没有用于降噪的 VBW 设置，因此建议改用平均。



上图显示了在 945MHz 和 955MHz 之间传输的手机基站的功率包络。黄色迹线设置为最大保持，红色迹线显示当前发射功率。



用户手册和编程指导

Config 菜单

- Touch 激活触控子菜单
 - TouchCAL 可实现触摸面板的校准，结果存储在 NVM 中。
 - TouchTest 用于验证触摸校准。
- SelfTest 是将自带附件电缆，连接低输入/输出和高输入/输出后两个 SMA 后对设备进行自检使用的。
- LEVELCAL 自主校准菜单，因为该设备已经在工厂做过严格校准，请客户一般情况下不要自己连接上下两个端口，做这个电平校准。
- Version 显示 Firmware 软件版本信息。
- SpurRemove 对于外界自由空间中的一些信号毛刺，TinySA 和 TinySA Ultra 通过求平均的方式去过滤掉这些毛刺，一共有三种方式，分别是 SpurRemove 功能开，也就是去除毛刺，一个是自动决定是否开关 SpurRemove，还有就是关闭 SpurRemove。
- 专家配置激活专家配置菜单
- ->DFU 将微型 SA 切换到固件升级模式。
- 返回移回输入菜单。

Display 菜单

有一个演示显示菜单的简短视频

- 暂停扫描会暂停扫描，暂停时，瀑布按钮会变为触发按钮，允许运行单次扫描
- 瀑布在瀑布图中显示一段时间内的功率水平。第二次单击可放大瀑布。再次单击可禁用。瀑布图每次扫描都会移动，并显示最近 40 次（小模式）或 80 次（大模式）扫描。瀑布图显示第一个活动追踪而不进行计算，或者如果不可用，则显示第一个活动追踪。
- BIG 数字在扫描下方将标记 1 的值显示为大数字
- 绘制线条在输入的级别绘制一条蓝色水平线，再次单击以删除该线。
- 扫描时间设置完成扫描的最短时间（以秒为单位）。使用键盘上的“m”按钮可以指定以毫秒为单位的扫描时间。将扫描时间设置为零可实现最快的扫描。将扫描时间设置为低于最快扫描时间不会产生任何影响。
- 扫描点允许将扫描点的数量设置为 51、101、145 或默认值 290。只有当使用减少的扫描点数的 RBW 低于 600kHz 时，减少扫描点才会减少扫描时间。
- 扫描精度菜单包含有关如何扫描所选频率或时间跨度的各种设置。
- 旋转显示屏可将显示屏旋转 180 度
- 返回返回输入菜单

ExpertConfig 专家配置菜单

允许设置各种内部参数。除非你知道自己在做什么，否则不要改变任何东西。

- LO 输出通过高电平连接器使能第一个 LO 的输出，因此可以使用外部混频器和 LO 来创建跟踪发生器。默认情况下，LO 高于 IF 频率
- 电平校正激活用于校正输入或输出电平的菜单
- IF 频率允许输入低模式下使用的 IF 频率。默认值为 433.8MHz，任何低于 433.6MHz 或高于 434.3MHz 的值都会大大降低灵敏度。设置为 433.8MHz 以外的任何值将禁用避免杂散构建，并可能导致杂散出现在 RBW 低于 100kHz 的范围内



用户手册和编程指导

- 扫描速度允许设置影响扫描速度的某些参数。
- 采样重复设置每个频率的重复测量次数。默认值为 1, 但可以使用更高的值来平均噪声。重复次数的每次增量都会减慢扫描速度约 130 毫秒。
- 混频器驱动设置混音器的功率输出。高驱动可降低三阶失真, 但有一定的 dB。较低的驱动器可能会略微降低本底噪声。默认电平+3dBm 应该适用于大多数测量。
- 更多激活第二个设置菜单
- Back 返回上一级菜单

LevelCorrection 电平校准菜单

允许输入或输出的实际电平对于输入电平校准, 您需要针对您感兴趣的范围校准信号发生器。对于输出电平校准, 您需要针对您感兴趣的范围校准功率计。

- 输入电平允许通过在标记 1 下输入信号的已知电平来校准 dBm 读数。更新的校准值存储在电平偏移配置变量中。通过将值设置为 100 来取消功率校准。设置实际功率可设置所有频率的电平偏移。使用校正命令可提供详细的功率电平与频率校正。
- 输出电平允许输入自动激活的 30MHz 输出的实际电平
- 返回专家配置菜单

LEVEL 菜单

- REFLEVEL 以显示器顶部的选定单位设置电平。参考级别可以设置为自动, 并自动调整以保持最强的信号在屏幕顶部下方。
- SCALE/DIV 设置显示器每格的选定单位数量。
- 衰减设置应用于低输入/输出的衰减量。范围为 0 到 31dB。在高模式下没有可设置的衰减器。当设置为自动时, 衰减试图将最强的信号减去衰减保持在-25dBm 以下。
- 单位选择显示单位。分贝、分贝、分贝、伏特或瓦特
- EXTGAIN 设置由外部放大器或衰减器引起的电平偏移 (以 dB 为单位)。默认值为 0。
示例: 对于设置为-20 的外部 20dB 衰减器
- 触发选择触发模式
- LISTEN 将 TinySA 置于当前活动标记频率的侦听模式。扫描停止, 音频在指定的焊盘上可用。用户界面保持工作状态, 因此您可以在侦听模式下更改收听频率。
- 返回主菜单

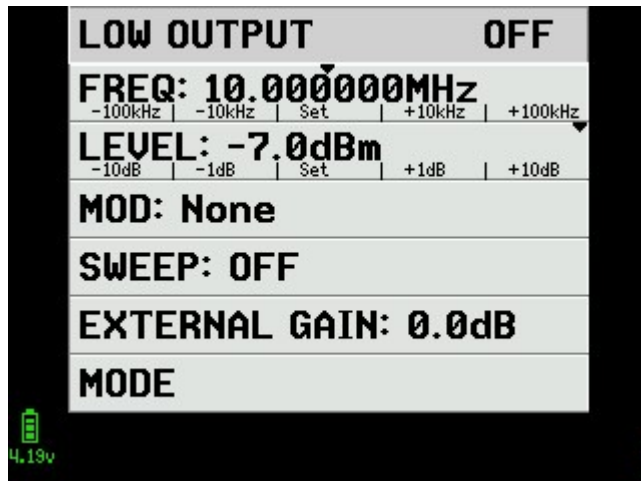
要启用侦听, 您必须对 TinySA 进行硬件修改, 如此处所述

LOWOUTPUT 菜单

低输出模式产生谐波减少的信号。根据输出电平, 谐波在-35dB (最高输出电平) 到-50dBm 以下 (低于-35dBm 输出) 之间变化低输出屏幕如下所示:



用户手册和编程指导



- 点击 LOWOUTPUT 低频段输出按钮将打开或关闭输出
- 短按 FREQ 按钮中间可激活键盘以选择输出频率。频率可在 100kHz 至 350MHz 范围内设置
- FREQ 按钮的左侧和右侧可用于以小字体指示的步进降低或增加输出频率。
- 短按 LEVEL 按钮可激活键盘以选择输出电平。输出电平可在 -76dBm 至 -6dBm 范围内设置
- LEVEL 按钮的左侧和右侧可用于以 1dBm 或 10dBm 的步长更改电平。
- 调制允许选择输出调制
- SWEEP 允许选择扫描的频率跨度和/或电平变化和持续时间。调制和扫描是独占的。
- 外部增益激活键盘以选择应用的外部放大（正值）或衰减（负值）。该数字将被添加到显示的输出电平中，并在设置任何输出电平时自动减去，从而避免了电平计算的需要。
- 模式返回模式菜单

信号发生器频率分辨率约为 260Hz

长按 LEVEL 按钮上的任意位置将激活滑块模式。滑块指针将移动到触摸的 X 位置，向左或向右移动触摸可以快速更改输出电平。

长按 FREQ 按钮可以激活两个功能：

1. 范围功能：长按滑块指示器将使滑块处于范围模式，指示文本更改为范围，允许通过触摸向左或向右移动来设置滑块的范围。FREQ 按钮的步骤随范围而变化。
2. 滑动功能：长按滑块指示器将在 FREQ 模式下使用最后选择的范围抓住滑块，通过向左或向右移动滑块，可以在有效范围内快速设置输出频率

MarkerType 菜单

标记类型

每个标记可以具有多个属性。该属性在标记信息后用一些字母表示。标记的颜色与标记所在的迹线相同

- DELTA 给出相对于另一个标记的频率和信号电平。当显示单位设置为 dBm 时，此增量标记等效于 dBc
- 噪声是一个噪声标记。其电平显示按每赫兹的 RBW 进行归一化，并且电平具有“/Hz”后缀。
- 跟踪功能可在最强的信号处自动定位标记。跟踪标记标记为“T”。可以跟踪多个标记，



用户手册和编程指导

它们将定位在下一个最强的信号上

- 跟踪平均值将标记的值设置为其所在跟踪上的平均值。

Marker 定位菜单

定位 Marker 点

启用标记的快速定位。设置标记会禁用跟踪选项

- 峰值搜索将标记定位在最强的信号上
- 最小左位置将标记定位到当前位置左侧的第一个最小值
- 最小右键将标记定位到当前位置右侧的第一个最小值
- 最大左位置将标记定位到当前位置左侧的第一个最大值
- 最大右键将标记定位到当前位置右侧的第一个最大值
- 输入频率|TIME 显示一个键盘，用于输入标记频率，或者在零跨度模式下输入标记的时间。
- 跟踪设置标记以自动跟踪最强的信号
- 返回返回标记类型菜单

Marker 操作菜单

“MarkerOperation” 菜单

- START 将扫描的开始设置为活动标记。
- STOP 将扫描的停止设置为活动标记。
- CENTER 将扫描中心设置为活动标记。
- SPAN 保留中心频率，但将范围设置为活动标记的偏移量。
- 引用级别将引用级别设置为活动标记的值
- 返回返回标记菜单

Marker 菜单

标记用于显示信号的值。一个标记处于活动状态，并在屏幕顶部的标记编号前面用一个小三角形标记

- 修改标记允许选择标记并显示一个子菜单来修改标记类型或删除标记。
- MARKEROPS 允许根据活动标记设置频率显示范围
- 搜索标记允许在信号最大值或最小值上定位非跟踪标记。这也可以使用点动按钮或拖动标记来完成。
- 重置标记将所有标记重置为默认状态
- 返回返回输入菜单

默认情况下，标记 1 处于启用状态，并具有 TRACKING 属性，因此会自动定位在扫描中的最大信号处。活动标记可以使用点动开关移动。通过将标记拖动到新位置，可以移动任何标记。也可以通过触摸屏幕顶部的相关标记信息来选择活动标记。



Mode 模式菜单

模式菜单允许切换到 TinySA 的四种操作模式之一并激活校准输出。切换模式会将所有用户设置重置为所选模式的默认值。返回到当前活动模式不会更改任何设置。

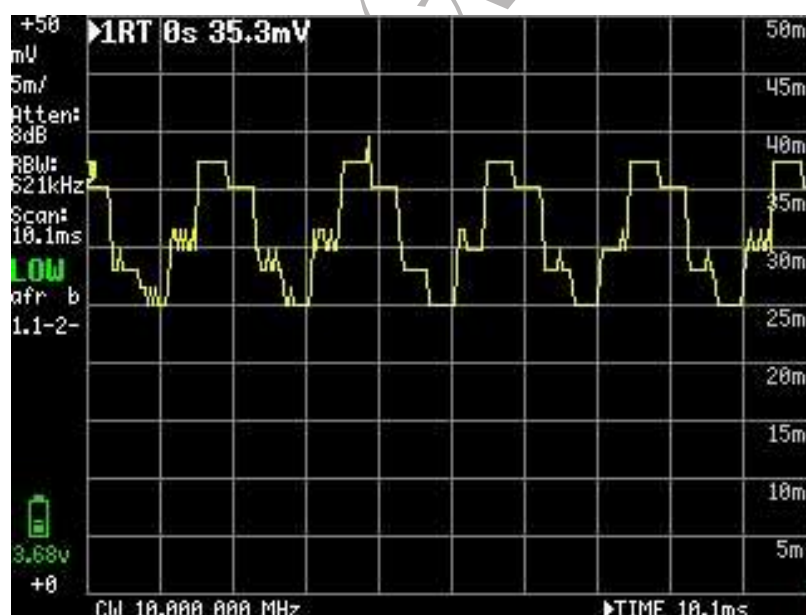
- 低输入激活 0.1-350MHz 输入模式
- 高输入激活 240MHz-960MHz 输入模式
- 低输出激活 0.1-350MHz 输出模式
- 高输出激活 240MHz-960MHz 输出模式
- CAL 输出控制内置校准参考发生器。参考发生器的输出连接到高模式输入/输出。输出频率可以是 1、2、4、10、15 和 30MHz，30MHz 时基波的输出电平为 -25dBm
- 返回返回到当前活动模式。

Modulation 信号调制菜单

当未选择扫描跨度时，可以根据有限的格式集对输出进行调制。

- 无设置无调制
- AM 设置一个 AM 调制。深度约为 50%。
- 窄调频设置窄调频调制。宽度约为 3kHz。
- 宽 FM 设置宽 FM 调制。
- EXTERNAL 禁用驱动混频器的内部 LO，并使高输入成为混频器 LO 输入。最小外部 LO 输入频率为 5MHz。
- FREQ 激活键盘以将调制频率设置在 100Hz 和 6kHz 之间。
- 返回将移回上一个菜单

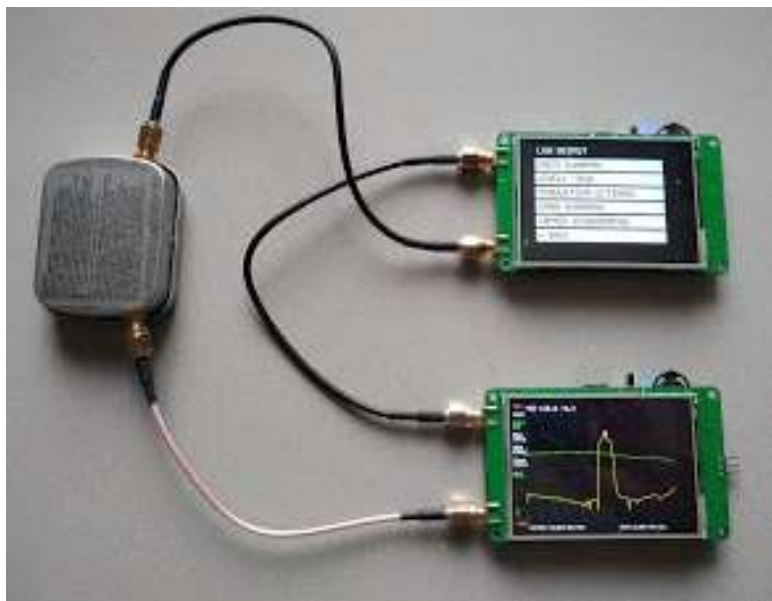
AM 和 FM 调制是使用正弦波的 8 点近似完成的。这种有限的近似确实包含谐波，并且具有一些陡峭的电平阶跃，如 AM 调制的测量所示



在外部调制模式下，第二个 TinySA 在低输入模式下用作频谱分析仪，并通过设置 LO 输出从其高连接器输出其 LO，可以在低输出模式下驱动 TinySA 的混频器。通过将频率设置为零 Hz，输出将跟随零 Hz 偏移的 Spectrum 分析仪，并可用作跟踪发生器。



用户手册和编程指导



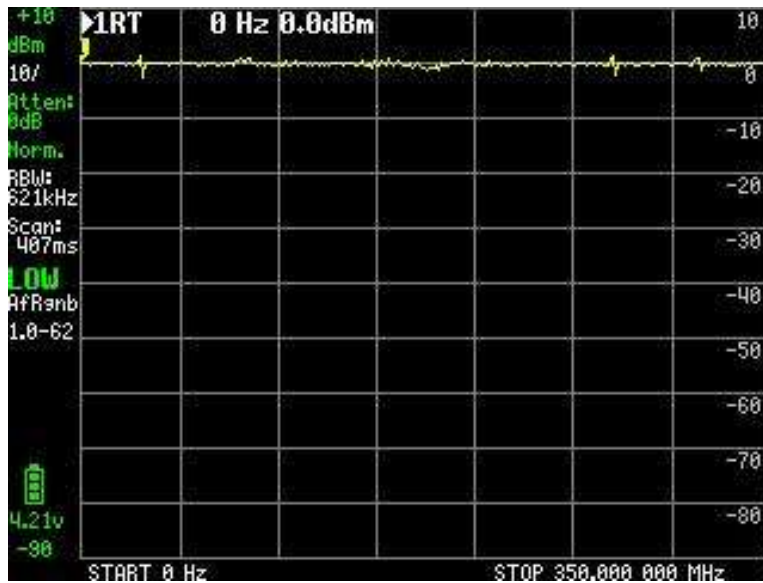
确保在配置/专家配置中启用 LO 输出
跟踪生成器的设置 TinySA



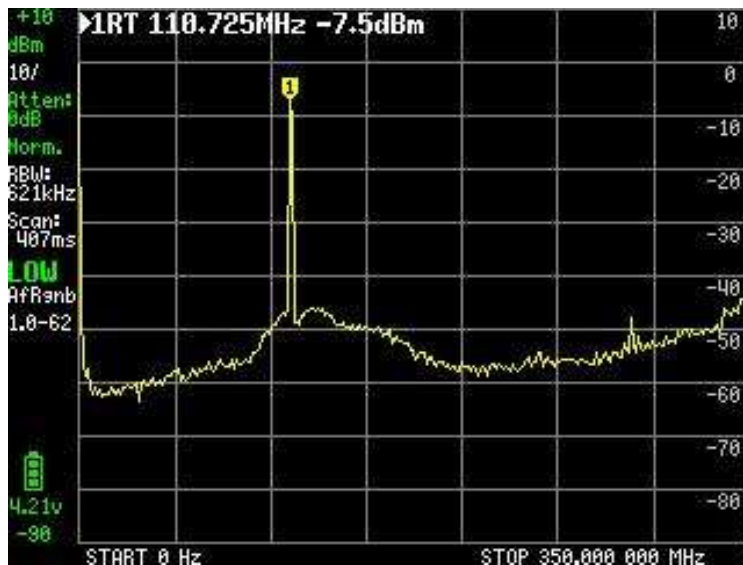
首先对微小的 SA 进行归一化，以便获得干净的 0dB 电平



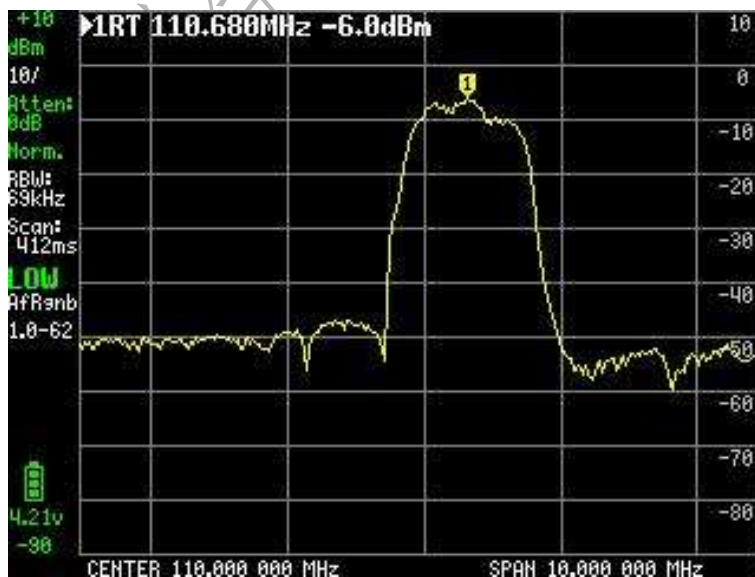
用户手册和编程指导



然后您可以连接过滤器并进行广泛扫描



或进行窄扫描





用户手册和编程指导

此设置中的动态范围由于混频器的反向泄漏而受到限制。最好在 LO 输出和跟踪发生器输入之间增加一个衰减器和放大器，以阻止泄漏。如果使用外部混频器，则可以将 TG 设置为偏移，从而测量混频器的转换损耗。

Preset 重新设置菜单

预设 Preset 菜单

- 加载启动会重新加载启动预设。此启动预设是出厂默认设置或专门保存到启动预设中的配置。
- 加载 X 从插槽 x 加载设置
- STORE 支持更新存储的预设
- 返回主菜单

如果保存的预设包含存储的跟踪，则也会恢复。

SCANNINGSPEED 扫描速率菜单

扫描速度

DSRPBW 滤波器需要一些时间才能充电。此时间取决于所选的 RBW。内部表有助于设置此时间

- 采样延迟在频率变化期间使用，通常自动运行，但对于实验，可以强制某些样本延迟。将采样延迟设置为零会将采样延迟设置回自动。RBW 越小，样本延迟越大，样本延迟过低会导致测量中产生大量噪声。手动设置后，采样延迟不再自动适应 RBW 的变化。除非您知道自己在做什么，否则不要设置此值。
- 偏移延迟我们在快速模式偏移调谐期间使用。其机制与样本延迟相同。除非您知道自己在做什么，否则不要设置此值。
- 返回上一个菜单

Scan 扫描菜单

TinySA 在启动/停止模式或中心/跨度模式下扫描其输入频率范围。显示的点数始终为 290。扫描的点数至少为 290，但当 RBW 设置为自动时，扫描的点数会在需要时增加，以确保覆盖整个频率范围

- START 将扫描设置为启动/停止模式并设置启动频率
- STOP 将扫描设置为开始/停止模式并设置停止频率
- CENTER 将扫描设置为中心/跨度模式并设置中心频率
- START 将扫描设置为中心/跨度模式并设置频率跨度
- CWFREQ 将扫描设置为中心/量程模式，将量程设置为 0Hz 并设置中心频率
- 暂停扫描 暂停扫描
- 返回在菜单结构中向上移动一个级别

扫描仅限于所选模式的频率范围。



SETTINGS2 菜单

设置 2

允许更改更多内部设置。

- **AGC** 启用/禁用内置的自动增益控制。AGC 有助于扩展微小 SA 的动态范围，但有时会导致伪影。禁用 AGC 有助于发现这些项目。当测量频率低于 1.5MHz 或尝试观察 AM 调制时，建议禁用 AGC。此设置仅在手动衰减时有影响。查看测量**低频**的示例
- **LNA** 启用/禁用内置低噪声放大器。启用 AGC 时不应启用。启用 LNA 会导致信号高于 -20dBm 时出现严重的信号失真。测量低于 1.5MHz 的低电平信号时，建议打开 LNA。此设置仅在手动衰减时有影响。
- **BPF** 可以测量内部带通滤波器的性能。确保使用短 SMA 电缆连接低输入和高输入连接器。此测量仅在低输入模式下可用。BPF 的顶部应接近 -25dBm，并具有约 1MHz 宽的平坦通带。BPF 的阻带应低于 -80dBm
- 低于 **IF** 在 190MHz 以下测量时将 LO 切换到 IF 以下。可用于检测杂散或镜像信号，但也可能导致性能下降。这通常处于自动模式。
- 衰减设置准峰值测量的**衰减速度**
- **ATTACK** 设置准峰值测量的攻击速度
- 更多内部设置
- 返回第一个设置菜单

SETTINGS3 菜单

设置 3

- **正确频率** 允许输入 10MHz **CAL** 输出的实际测量频率。确保已将 **CAL** 输出设置为 10MHz，并使用良好的频率计数器测量输出。
- 最小网格线设置要显示的**最小网格线**
- **清除** 配置输入 1234 将配置重置为出厂默认设置。清除配置后，TinySA 将重新启动以使新设置生效。
- **PULSEHIGH** 可在每次低输入扫描开始时从高输入端触发信号。
- **连接** 激活一个子菜单，用于选择与 TinySA 的连接
 - **USB** 选择用于连接的 USB 接口
 - **串行** 选择内部串行接口进行连接
 - **串行速度** 允许选择串行接口的速度
- 返回第二个设置菜单
- 正确频率设置仅影响低和高输入和输出频率。设置正确频率后，校准输出频率不会改变。

STORAGE 存储菜单

此菜单允许设置和清除存储的跟踪

- **存储** 跟踪将当前测量值写入绿色跟踪。再次单击可再次存储。
- **清除** 存储删除存储的跟踪
- **减去** 存储从当前测量中**减去存储**的迹线。确保调整“级别”菜单中的“引用级别”，以使计



用户手册和编程指导

算的跟踪可见。如果没有存储迹线，则存储当前测量值。

- **NORMALIZE** 将存储当前扫描，并从将来的测量中减去此存储的扫描。这将显示与评分扫描相比输入电平的差异。**规范化**与存储跟踪相同，后跟**减去存储**。使用“清除存储”停用**规范化**。存储跟踪后，键盘允许更新引用级别。由于归一化迹线约为 0dBm，因此必须将 **ref** 电平设置为正值以显示归一化迹线。将 **ref** 级别设置为 50 使标准化跟踪在显示屏上垂直居中。
- 返回显示菜单

SWEEPSETTINGS 扫描设置

Sweep 扫描设置

- **NORMAL** 设置默认扫描模式
- **精确设置精确**扫描模式。使用相同的 RBW，扫描点的数量将加倍，每次频率变化后的等待时间也将加倍以减少噪声，因此总最小扫描时间将增加四倍。
- **FAST** 设置快速扫描模式。这将在执行低于 800kHz 的频率步进时实现失调调谐，并且由于失调调谐可以在较少的干扰下完成，因此可以减少每个测量点的等待时间。扫描频率跨度越小，扫描时间减少的可能性就越大。快速扫描模式的缺点是噪声增加约 10dB。
- 噪声源是一种特殊的快速扫描模式，仅用于**噪声源**。扫描每个显示点只进行一次测量，即使这会在两者之间产生间隙，但对于噪声源来说，这应该不是问题
- 加速允许设置快速扫描的**加速**系数。默认值设置为 4。最大加速度为 20。实际加速度将取决于可用和请求的 RBW 以及所选的频率跨度，并且可以按照指定低得多。在实践中，加速度为系数 10 是可能的。加速度过大会降低液位测量的准确性。
- 返回显示菜单
- 由于零跨度扫描不需要更改频率，因此扫描模式设置对扫描速度或精度没有影响。此外，快速加速也没有影响。

SWEEP 扫描菜单

Sweep 扫描设置

- **SPAN** 设置扫描的范围。设置为零以禁用扫描
- **“级别更改”**将增量设置为扫描结束时的设置级别。设置为零以禁用扫描。示例：级别设置为 -60，级别扫描设置为 40。这将从 -60dBm 开始每次扫描，并在扫描期间增加，直到每次扫描结束时达到 -20dBm。电平变化仅在低输出模式下可用。
- **扫描时间设置扫描**的时间（以秒为单位）。将时间设置为零将设置最大扫描速度。
- 扫描点激活子菜单，允许将**扫描**中的步数设置为 51, 101, 145 或 290
- 返回移回输出菜单

Trace 图线菜单

有一个演示跟踪菜单的简短**视频**

- **跟踪 x** 选择要操作的跟踪。可以选择三条迹线之一。



用户手册和编程指导

- 启用所选迹线的显示
- 冻结保存所选跟踪的更新。这用于创建静态跟踪
- **CALC** 会随着时间的推移选择各种计算选项，例如平均或最大保持。
- **NORMALIZE** 将跟踪 3 中的当前迹线存储为参考，并从当前选定的迹线中减去迹线 3。无法规范化跟踪 3。
- “减去”允许选择要从当前选定的迹线中减去的迹线。无法选择当前选定的迹线进行减法。
- **复制>跟踪** 将当前跟踪复制到选定的跟踪。无法将跟踪复制到自身
- 返回输入菜单

TRIGGER 模式菜单

Trigger 触发模式

触发可以在频域（例如扫描某个跨度）或时域（例如零跨度）中完成。由于扫描频跨度需要时间，频域触发可能会很慢。

- **AUTO** 是正常的频谱分析仪扫描模式，触发不激活。
- 一旦扫描中的信号导致触发事件，**NORMAL** 就会显示新的扫描。
- **SINGLE** 将等待信号引起触发事件并显示扫描。通过再次激活 **SINGLE** 来重新启动等待事件。
- **触发 LEV** 激活用于进入触发级别的键盘。指定的触发级别将显示在状态面板中，并显示为蓝线
- 当输入电平从低于设定的触发电平变为高于设定的触发电平时，**UPEDGE** 会生成触发事件
- 当输入电平从高于设定的触发电平变为低于设定的触发电平时，**DOWNEGE** 会生成触发事件
- 上一页**[MID|POST 触发器]**是一个三值切换设置，允许将触发位置放置在扫描的开始、中间或结束时。使用 **MID** 或 **POST** 触发器时，您可以在触发事件发生之前捕获并显示信号
- 返回“级别”菜单

活动触发级别在屏幕上显示为蓝线，状态显示在左侧。状态中的触发级别在等待触发发生时显示为红色，在单个触发发生时显示为绿色

Trace 子菜单

支持定义多达 6 个频率/电平点，以绘制用作限值、参考或校正的迹线。

- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- **x 赫兹 y 分贝** 启用点将激活用于设置点的频率和级别的子菜单。
- 返回移回计算菜单

您必须在跟踪表中至少启用一项，否则网格将被禁用



未启用跟踪时，网格将消失

一级 Measure 菜单

测量菜单为某些类型的测量提供快速预设和数据输入。

- **OFF** 开关任何与测量相关的设置和行为，并使微小的 SA 恢复正常运行
- 谐波切换到标记配置，用于测量信号的**谐波电平**
- **OIP3** 切换到标记配置，用于测量信号的输出 **IP3 电平**
- 相位噪声切换到标记配置，用于测量信号的**相位噪声**
- **SNR** 在到跟踪标记的指定距离处设置三个标记、一个跟踪标记和两个增量标记
- **-3dBWIDTH** 在-3dB 电平上设置三个标记，一个跟踪标记和两个增量标记，并计算两个增量标记的增量频率
- **更多**移至第二个测量菜单
- **返回**移回输入菜单

二级 Measure 菜单

- **AM** 设置各种设置以优化对 **AM** 调制信号的观察。警告：为获得最佳性能，请将 **AM** 输入信号衰减电平保持在-45dBm 以下。
- **FM** 设置各种设置以优化对 **FM** 调制信号的观察
- **THD** 可以测量 **THD**，定义为谐波中的能量与基波中的能量的百分比。假设跟踪标记位于基波处，并且包括扫描中的所有谐波。
- **CHANNELPOWER** 设置通道频率和宽度，并可以测量指定通道中的绝对功率和功率百分比以及高于和低于指定通道频率的通道。
- **LINEAR** 通过所有衰减电平使内部衰减器步进，并绘制一条绿线，显示每个衰减设置的测量最大电平。这允许检查内部衰减的线性度。
- **返回**移回第一个“测量”菜单

修正 Marker 菜单

此菜单允许选择其中一个标记并更改标记的属性或位置。

- **标记 x** 用于选择四个标记之一
- **DELTAx** 将当前选定的标记设置为增量标记，并选择要使用的参考标记
- **NOISE** 将当前选定的标记设置为噪声标记。这会将电平显示更改为“/Hz”并减去所选 RBW 的影响
- **TRACKING** 将当前选定的标记设置为跟踪标记，从而可以在最强的信号处自动定位标记。
- **TRACEx** 选择要在其上放置当前选定标记的迹线。如果未显示跟踪，则标记也不会显示
- “跟踪平均值”设置当前选定的标记以显示总跟踪的平均值。这可用于零跨度测量，以查看总扫描时间内的平均值
- **SEARCH** 激活一个子菜单，用于搜索最小值或最大值，或输入标记的位置频率。
- **删除停用**当前选定的标记
- **返回**标记菜单

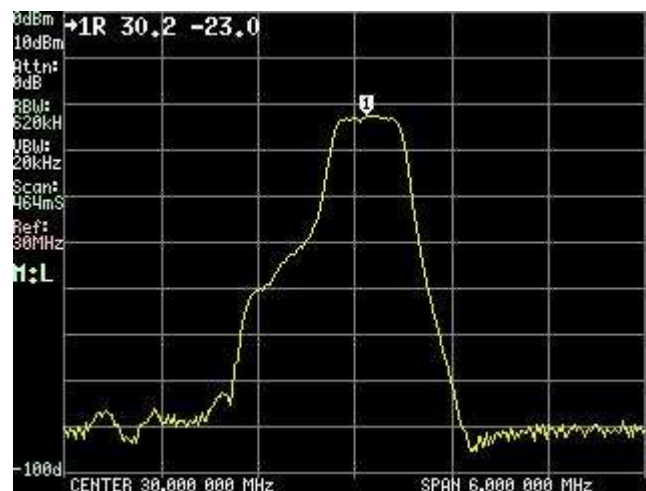


分辨率滤波器

分辨率过滤器

TinySA 中的第一个滤波器是第一个 IF 的带通滤波器。

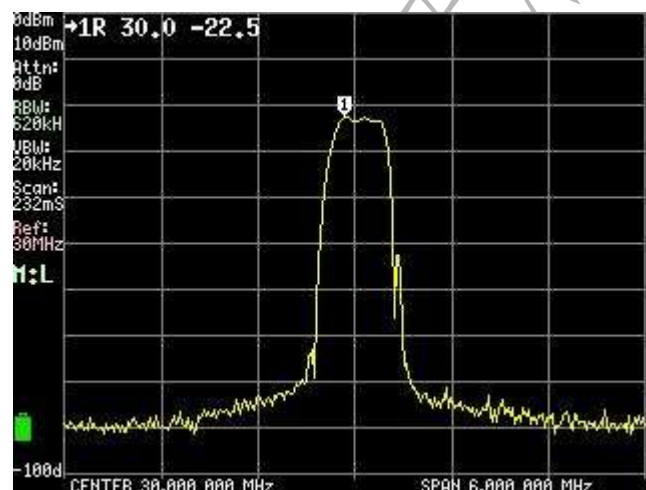
它的形状有点奇怪，但它在删除图像方面做得很好，否则会降低灵敏度。



(如果:)

微小的 SA 分辨率滤波器以 DSP 代码实现。以下是每个可选分辨率滤镜的形状。显示的范围始终是所选 RBW 的 10 倍。旁瓣是由 DSP 滤波器中的频谱泄漏引起的。由于相位噪声，本底噪声随着带宽的减小而上升。

600 千赫

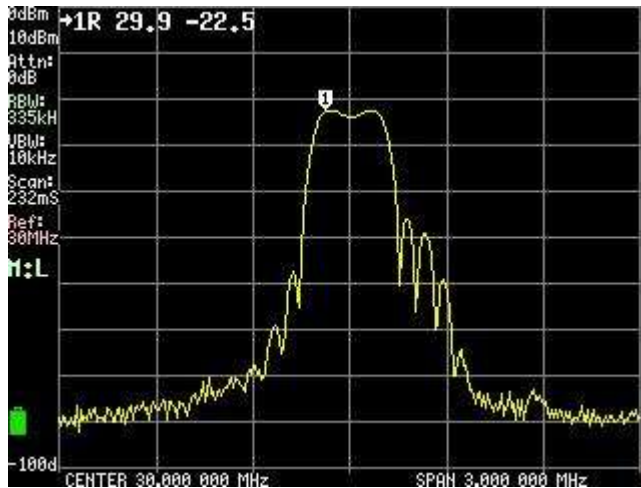


旁瓣大部分由第一个 IF 滤波器去除

300 千赫

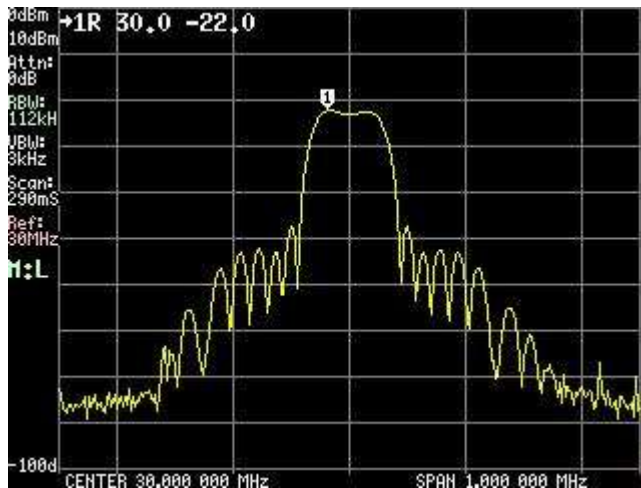


用户手册和编程指导



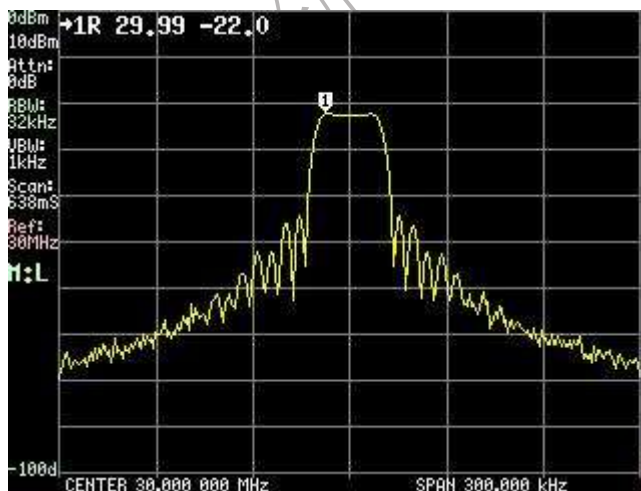
同样在这里，旁瓣大多由第一个 IF 滤波器去除。

100 千赫

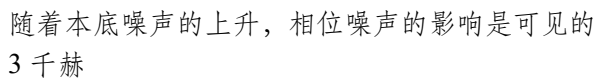
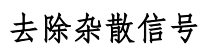


由于旁瓣现在适合第一个 IF 滤波器的通带，因此它们变得可见

30 千赫



10 千赫



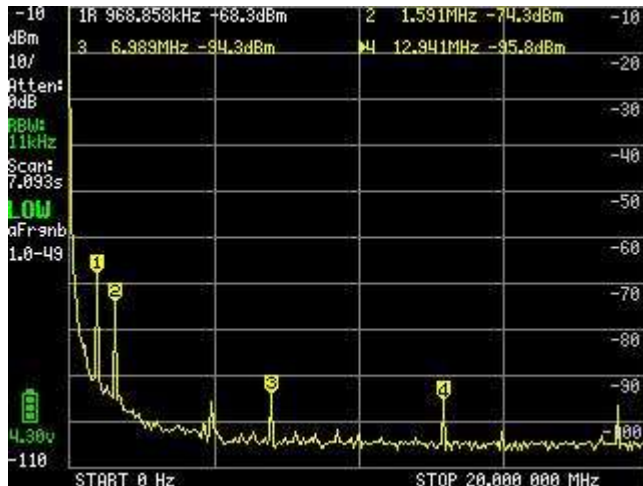
有时谐波的混合会在扫描中产生人工信号，从而难以知道真正的信号是什么。杂散降低使用在高 IF 带滤波器通带内摆动高 IF 频率，或者在高于 IF 和低于 IF 之间交换 LO。在此摆动或 LO 切换期间，所需信号保持在原位，但谐波混频或混叠或镜像的所有产物都将四处移动。杂散降低在 190MHz 以下或使用 100kHz 或更低的 RBW 效果最佳。

减少杂散

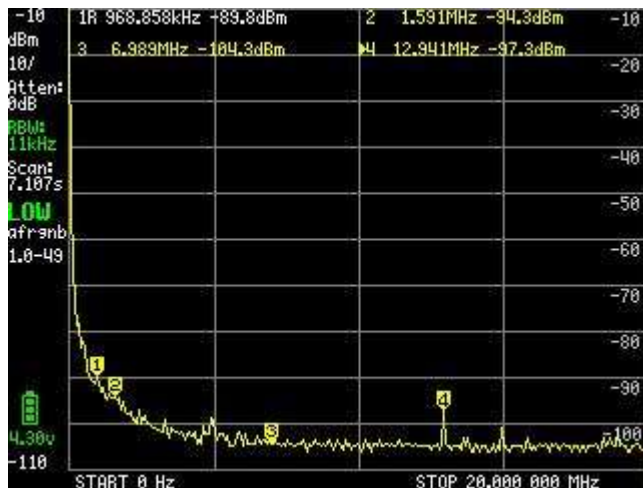
这是关闭所有杂散抑制措施且 IF 设置为固定 20.433MHz 的底部 8MHz



用户手册和编程指导



使用的第一个措施是在某些扫描频率下移动 IF。当 IF 设置回自动时，影响清晰可见。



TinySA 有一个内部表记录 IF 必须以什么频率移动以消除某些杂散。这种避免刺激的方法对性能没有负面影响。

还有一些杂散仍然存在，这些杂散可以通过杂散减少技术来减少，这些技术确实会影响扫描速度和测量瞬态的能力。下面的扫描是在启用 SPUR 移除的情况下完成的



这导致几乎干净的本底噪声。要检查在提供 95MHz-10dBm 信号时同一扫描是否对灵敏度没有影响



用户手册和编程指导



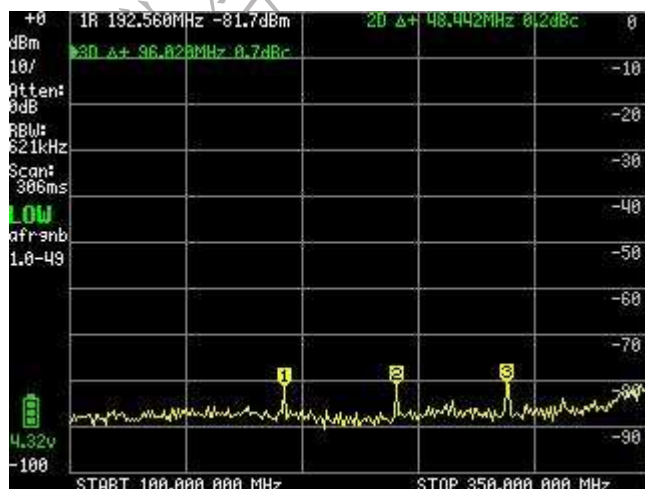
测量如此小的信号本身就是一门艺术，当信号发生器和 TinySA 都使用其 USB 接口连接到 PC 时，可以清楚地显示出来



始终确保没有接地回路，使用优质电缆并拧紧 SMA 连接器。

不可避免的毛刺

然而，有一些杂散无法消除，因为它们实际上作为输入信号存在。一个例子是 48MHz 的 MCU 时钟谐波泄漏，可以在下面的扫描中看到



当连接伸缩天线时，这些谐波会变得更强大，并且由于它们是真实信号，因此无法通过杂散去除来消除。



校准菜单

校准菜单可用于更新或重置 TinySA 的电平校准

- **校准开始** 实际校准。结果自动保存在 NVM 中
- **重置校准** 重置校准数据。
- 返回配置菜单。

校准用于校准功率测量水平。在开始校准之前，使用短 SMA 电缆连接低输入/输出和高输入/输出。连接电缆后，激活**校准**。

校准可以通过**复位校准复位**。

在 TinySA 的校准开关的末端。再次接通后，指示功率水平的数字应为白色，以指示功率读数已校准。未校准状态用红色液位指示器指示。电平校准数据存储在电平偏移配置变量中。

高频输入输出-TinySA

高频输入

高频输入菜单与低频输入菜单非常相似，只是缺少高频输入中不存在的功能选项，例如：

- 衰减器相关设置
- 混音器 IF 相关设置
- 带通滤波器测量选项
- 跟踪输出选项
- 杂散减少相关设置
- 使用高频输入时需要记住许多事项
- 输入 IIP3 为 -15dBm，因此很容易过载。
- 叶端是直接 IQ 混频器，具有非常有限的镜像抑制（最大 30dB）
- 为了最好地利用高频输入：
- 将显示/扫描精度设置为“精确”
- 如果可能，请禁用配置/专家配置/AGC。
- 对于低电平输入信号，您可以启用配置/专家配置/LNA（仅在禁用 AGC 时使用）
- 确保输入信号保持在 -20dBm 以下，以避免过载。

高频输出

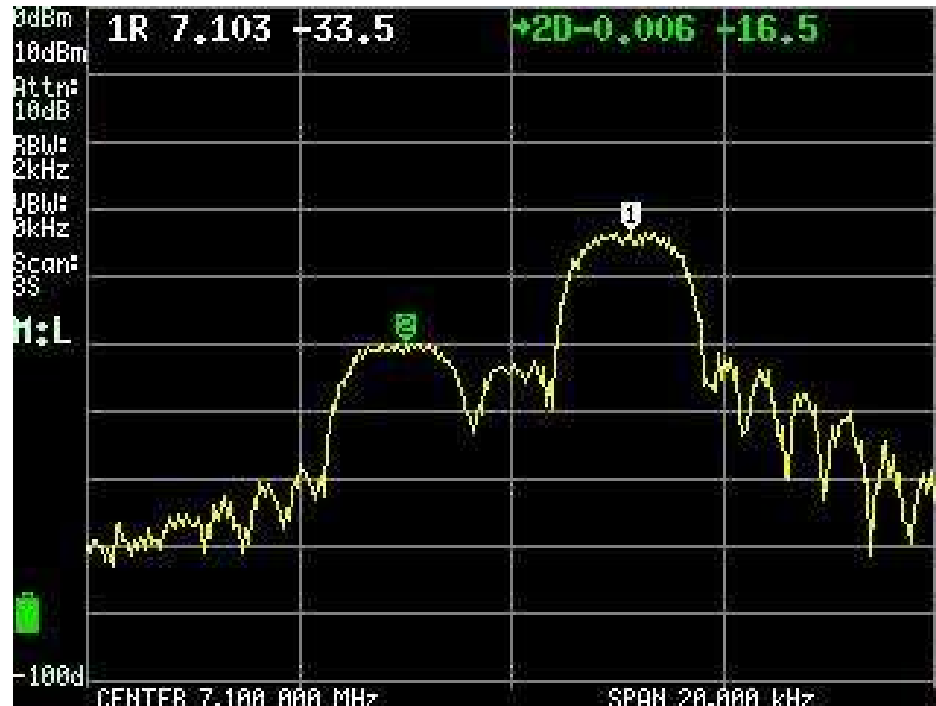
高频输出模式的工作方式与低频输出模式非常相似，但存在以下差异：

- 输出是富含谐波的方波
- 输出可设置为 -38dBm 至 +13dBm 的各种电平
- 频率可在 240MHz 至 960MHz 范围内设置。
- 没有电平变化功能
- 没有 AM 调制

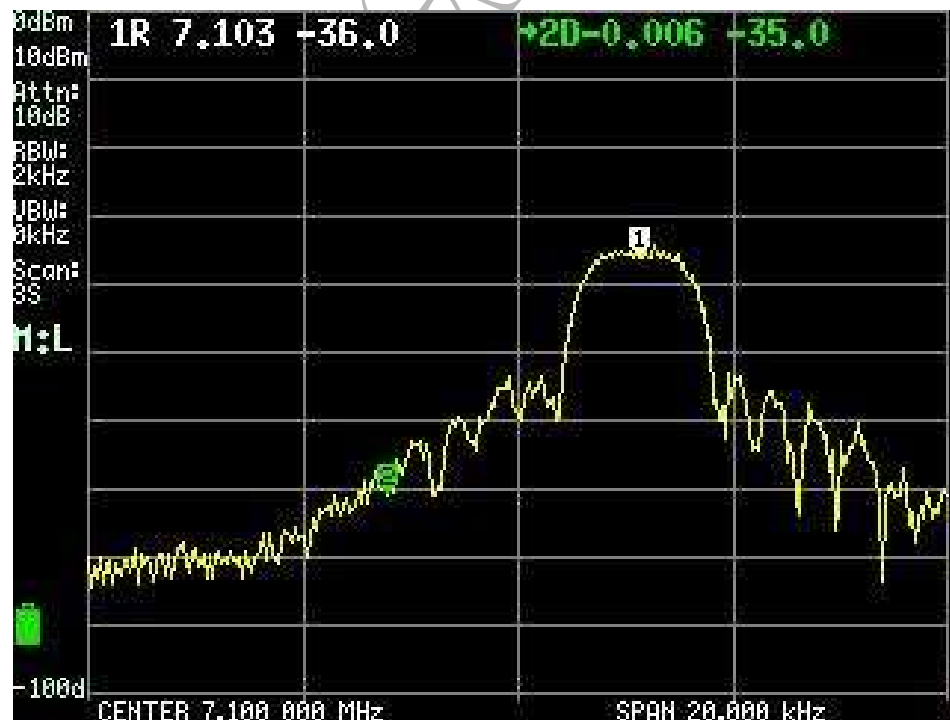
附件四：测量

IQ 信号平衡

在 SDR TX/RX 中，LSB/USB TX 的 IQ 平衡可以使用 2.7kHz 测试音与 TinySA 进行检查。TX 是软岩，LO 设置为 7.1MHz，等于 TX，以创建最坏情况设置。TinySA 的频率范围设置为 20kHz 未调整，看起来像这样



标记 1 是所需的 USB，标记 2 是不需要的 LSB 经过一番调整，它看起来已经更好了



但由于 TinySA 分辨率滤波器左侧的噪声，无法看到低于-35dBc 的偏移仅为 5.4kHz。

用户手册和编程指导

这可以通过将 TX 频率从 SoftrockLO 移动 5kHz 来解决，这表明我们还没有完成。量程增加到 50kHz。



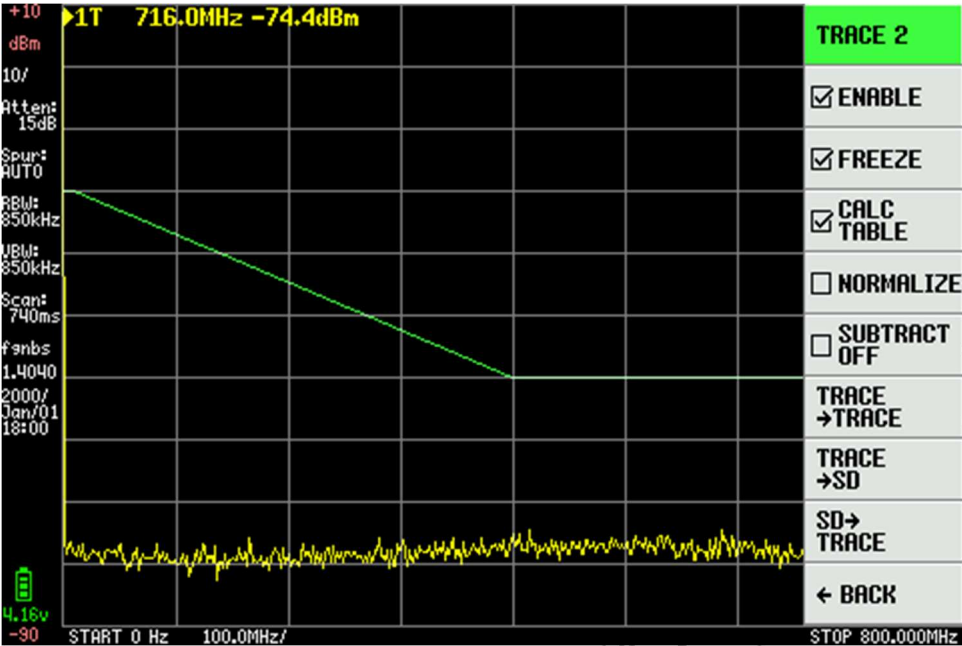
稍微调整一下 IQ 平衡，将不需要的边带转移到-40dBc 以下的噪声中



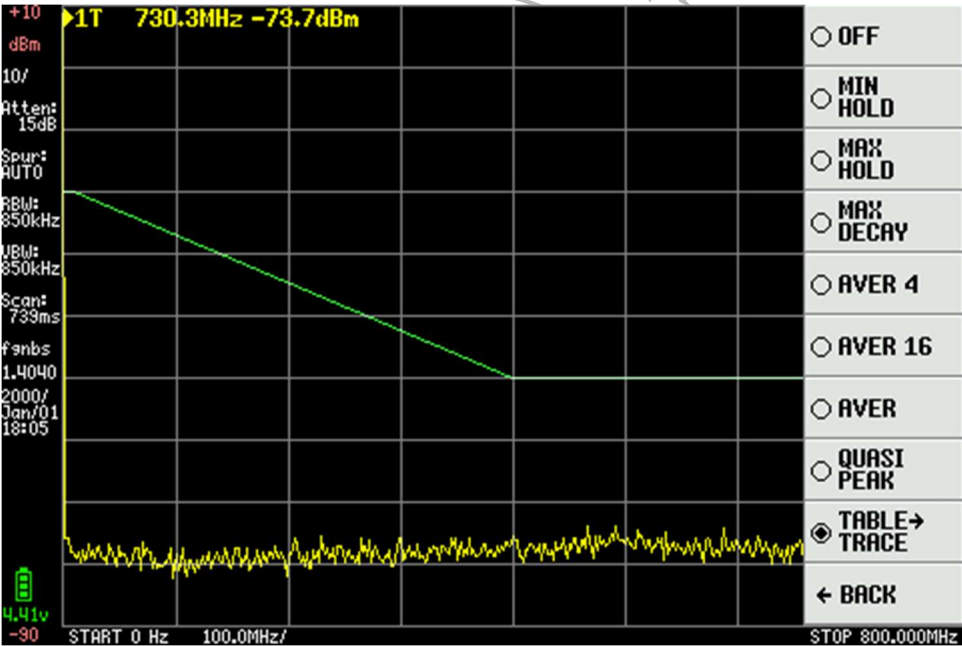
仍然存在相当多的 LO 泄漏（标记 3），但这无法通过 IQ 平衡调谐来解决。

LimitLine

选择要用于显示极限线的迹线，在本例中为迹线 2

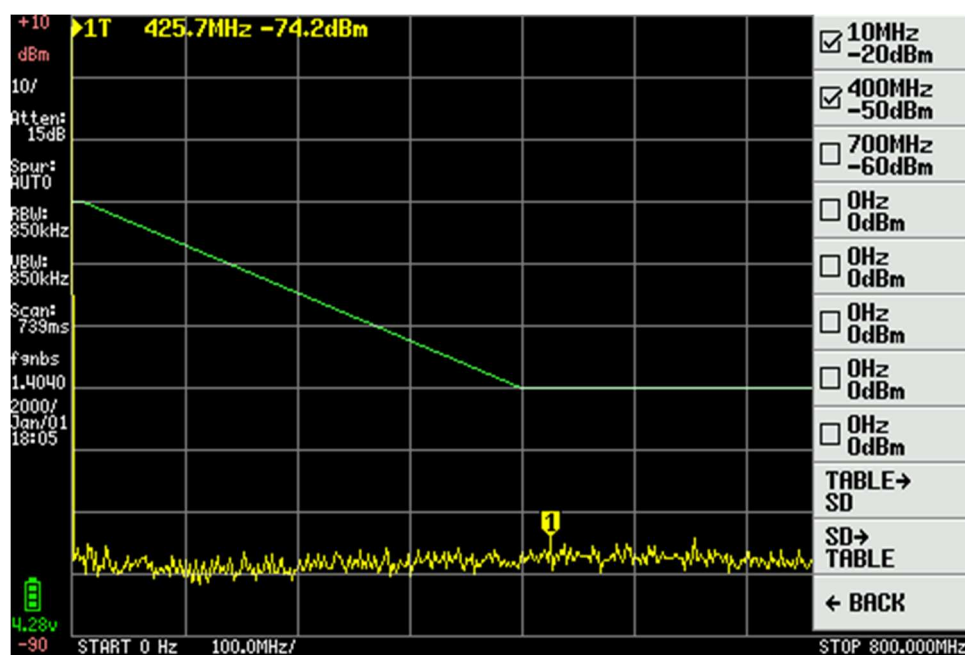


启用计算/跟踪表



，然后输入极限线的值

用户手册和编程指导



将有一条从零 Hz 到第一个活动条目的水平线，以及从最后一个活动条目到扫描范围末尾的水平线。

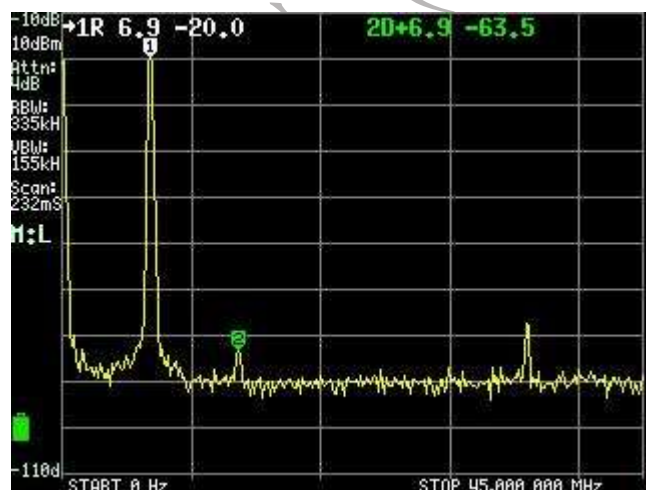
条目必须按频率排序

SpurFree 动态范围

无杂散动态范围

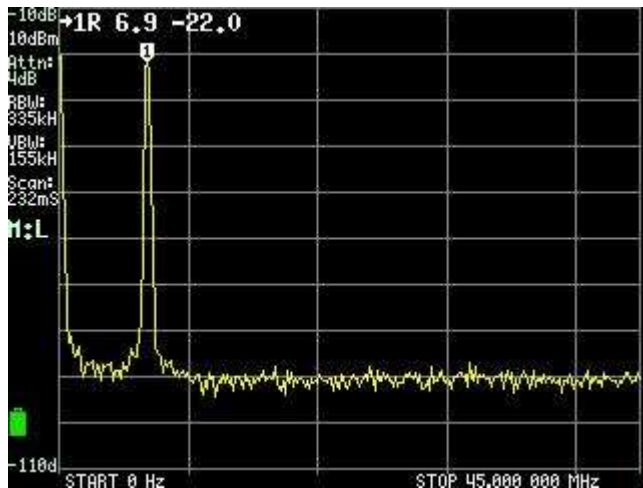
在测量变送器的光谱纯度时，了解 TinySA 的无杂散动态范围 (SFDR) 非常重要。该 SFDR 确定可以用 TinySA 测量的最低谐波水平。

从 7MHz 左右相当干净的信号开始。二次谐波为 -2dBc

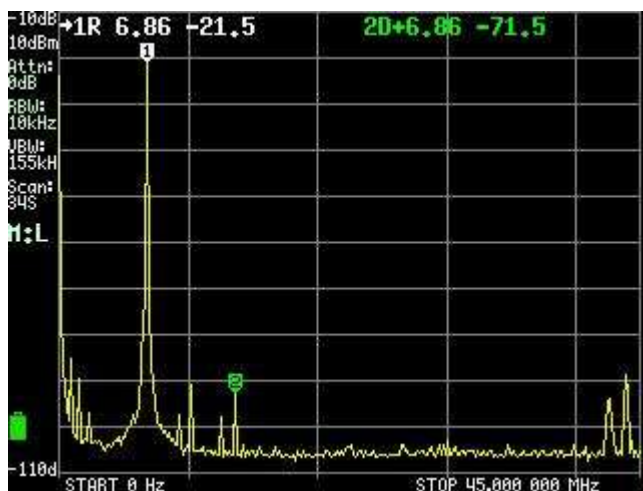


在发射器和 TinySA 之间插入一个低通滤波器以消除二次谐波，实际上它消失在噪声中

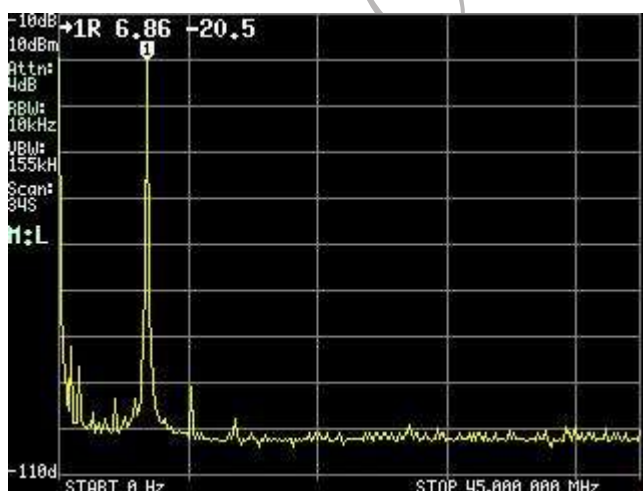
用户手册和编程指导



RBW 降低以降低本底噪声。二次谐波现在再次可见于-2.71dBc



并添加一点衰减以检查剩余的二次谐波是否在内部产生。



当二次谐波的电平向下移动时，它是内部产生的。有了这个 2dB 的衰减，二次谐波现在低于 -4dBc，这是 TinySA 的最大 SFDR。

TuningSweep 调整扫描设置

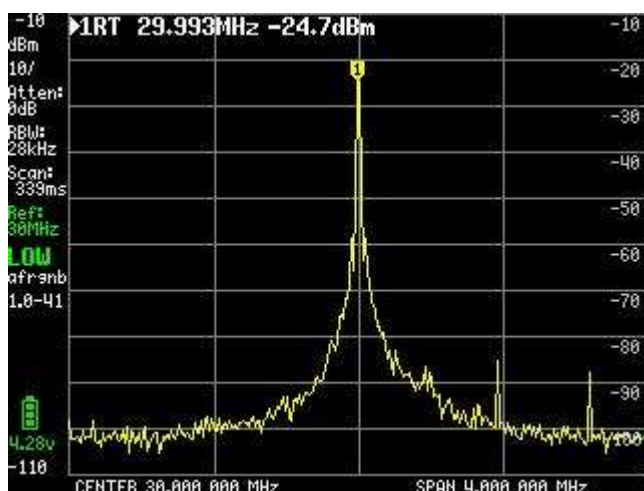
调整扫描设置

用户手册和编程指导

根据各种 TinySA 设置，执行一次扫描的时间可能在 20 毫秒以下和 100 秒以上之间变化。

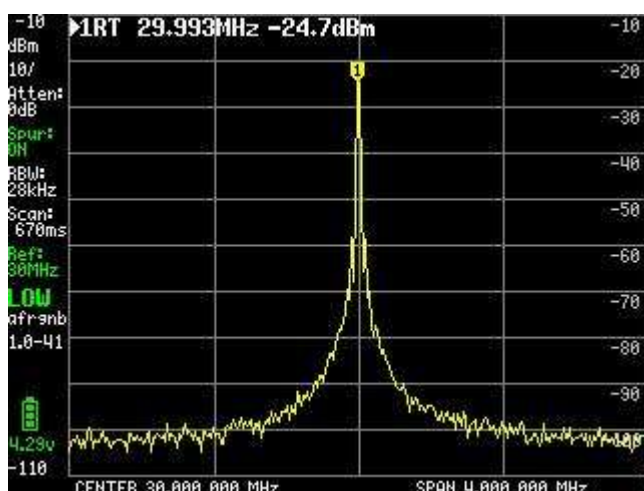
以下是一些具有不同设置的测量值，以证明它们对扫描时间的影响

首先测量 30MHzCal 输出的基波，跨度为 4MHz，所有其他设置默认为 ∞ MHz。



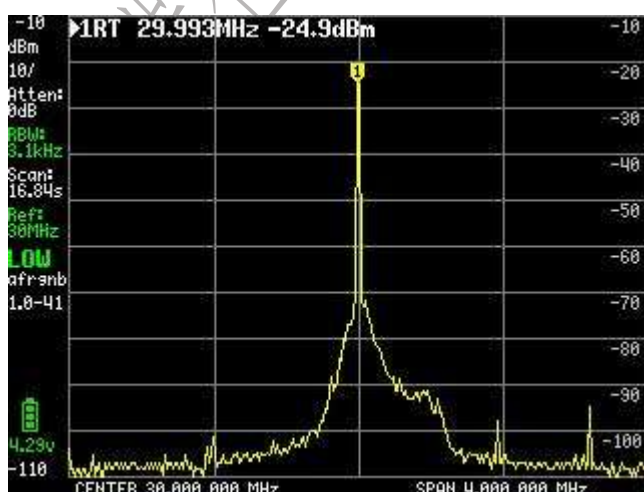
要注意的重要数字是指示的扫描时间。在本例中为 339 毫秒

有时可以看到小信号，启用 SPUR 去除将有助于识别这些信号是否是真实信号



由于小信号不再可见，这些内部产生的伪影。请注意，删除 SPUR 会使扫描时间加倍。

如果噪声水平太高，可以手动选择 RBW，例如选择 3kHz 将使噪声水平降低近 10dB

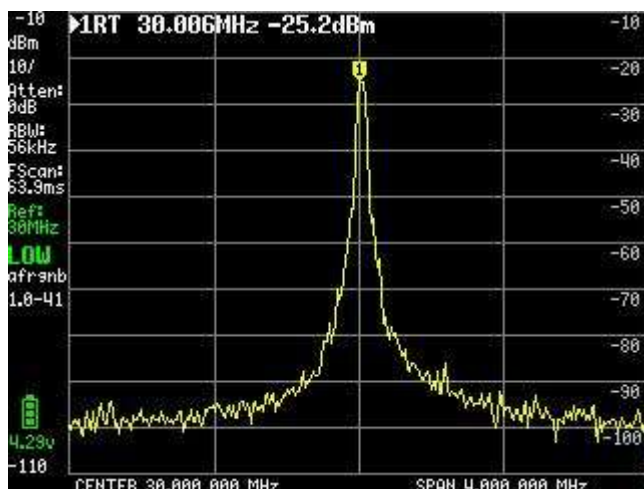


请注意，扫描时间增加到 16.8 秒，因为较小的 RBW 需要测量更多频率，并且每次测量的时

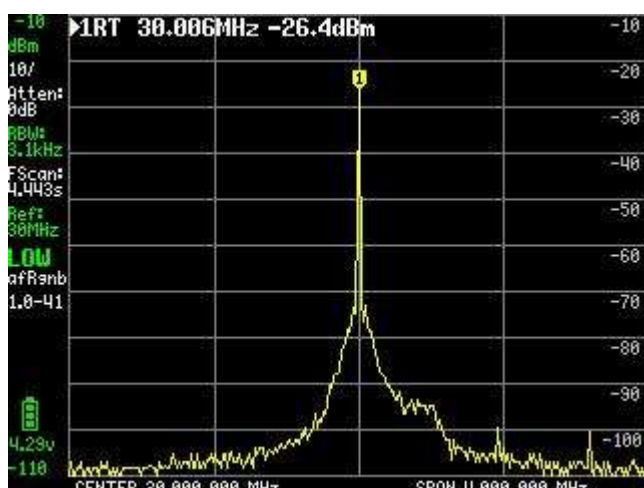
用户手册和编程指导

间更长。

减少扫描时间的方法之一是选择 FAST 扫描模式。这会产生更多的噪音

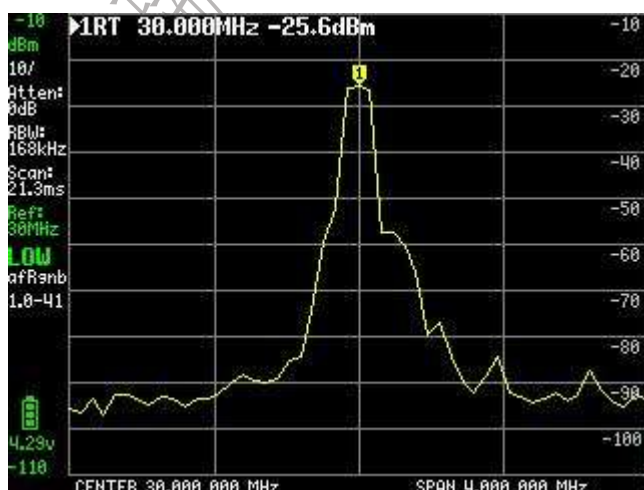


这种快速扫描只需 63 毫秒，比默认设置快大约 4 倍。FAST 扫描的另一个缺点是液位测量精度降低，正如您在此页面上的所有 FAST 测量中看到的那样。特别是在选择较小的 RBW 时，减少扫描时间是重要的。



再次比使用 4kHzRBW 的普通扫描快约 3 倍

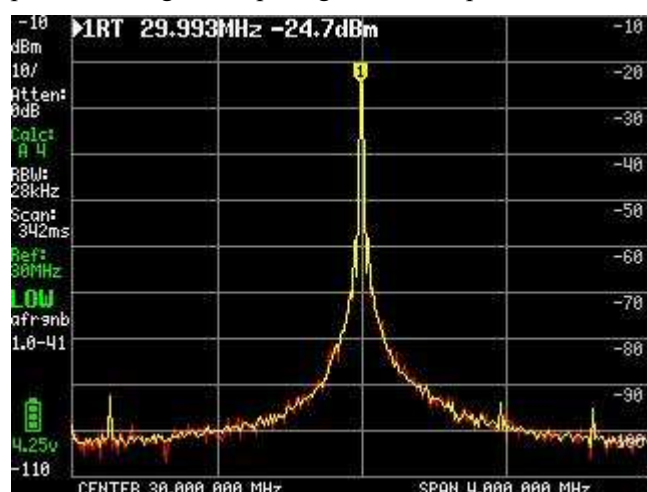
在小频率跨度上减少测量时间的另一种方法是减少测量点的数量。例如，只有 51 个点的测量。



用户手册和编程指导

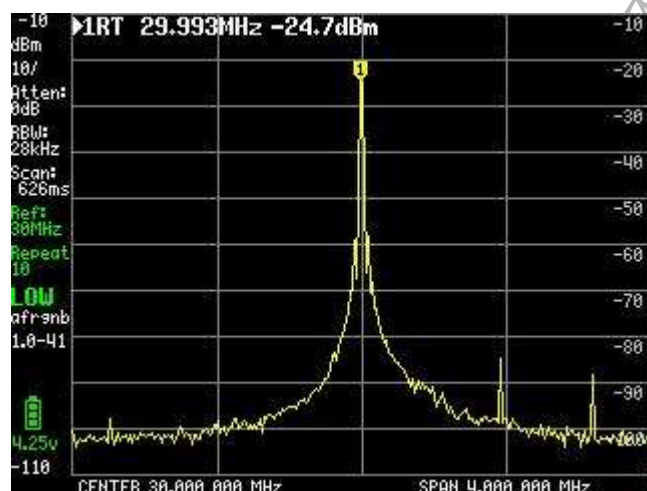
Notice reducing the number of points increases the automatic RBW selection from 28kHz to 168kHz but reduced the scan time to only 21ms. Ideal for tuning some circuit or filter

Reducing noise is possible by averaging. This can be done on a per sweep basis showing both the actual sweep and the averaged sweep using the AVER4 option



This setting does not impact scan time but it may take some sweeps before a change in level is reflected in the calculated yellow trace.

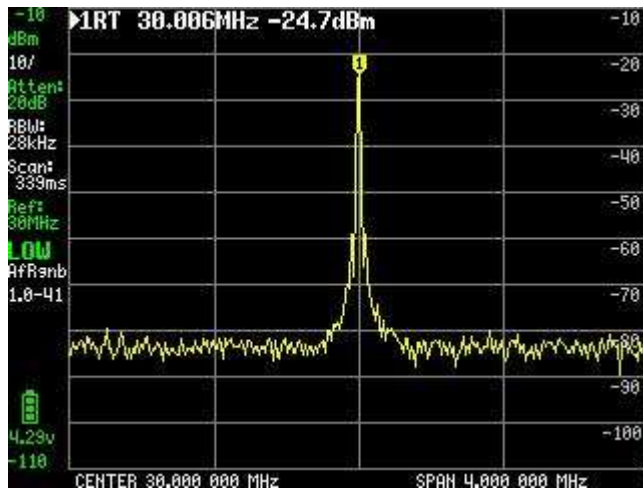
Another way to reduce noise is by setting the SAMPLEREPEAT to above 1. Setting the sample repeat to 10 gives almost the same improvement compared to the AVER4



由于样品重复多次测量每个点，中间有一些延迟，扫描时间将增加

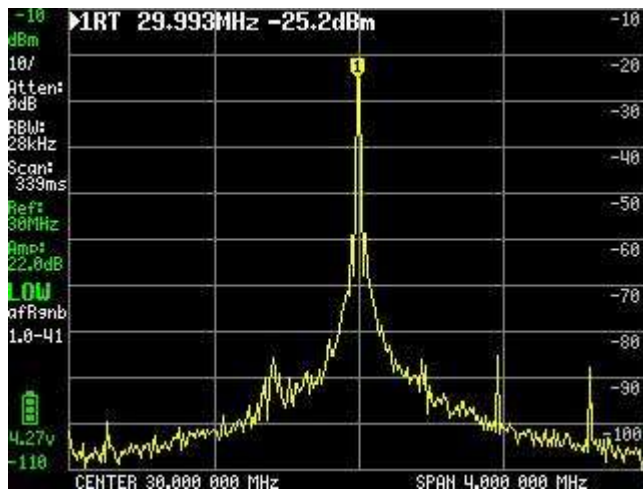
-25dBm 处的选定信号远低于最大输入电平，自动衰减选择了 0dB 衰减。对于更强的信号，衰减水平将自动增加。这种衰减增加的影响可以通过手动将衰减设置为更高的水平（例如 20dB）来看到

用户手册和编程指导



因此，本底噪声上升了 20dB，但信号电平测量没有改变

由于有足够的裕量，因此可以在 TinySA 之前添加一个低噪声放大器(LNA)。使用 22dB LNA，本底噪声应该会大幅下降，但由于 PLL 的相位噪声和 CAL 输出产生的噪声，这种降噪不会发生



压缩点

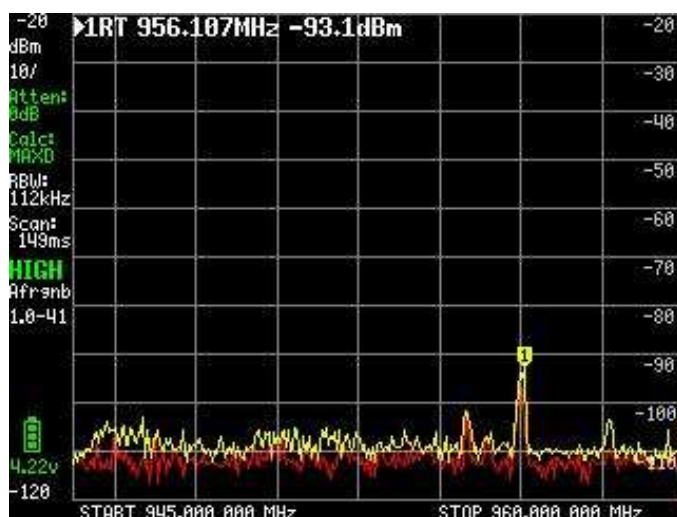
使用内部衰减器和线性测量来逐步完成 30 个衰减步进，并绘制所有步骤测量的峰值电平，可以轻松测量 1dB 压缩点。这里的绿线绘制了 +290dBm 处 300MHz 信号的 11 次测量值，而左侧是 30 个 1dB 的衰减步长，最高衰减 (29dB)。该线显示 1dB 压缩点约为 +3dBm。在这个级别中，微小的 SA 之间存在一些差异。

用户手册和编程指导



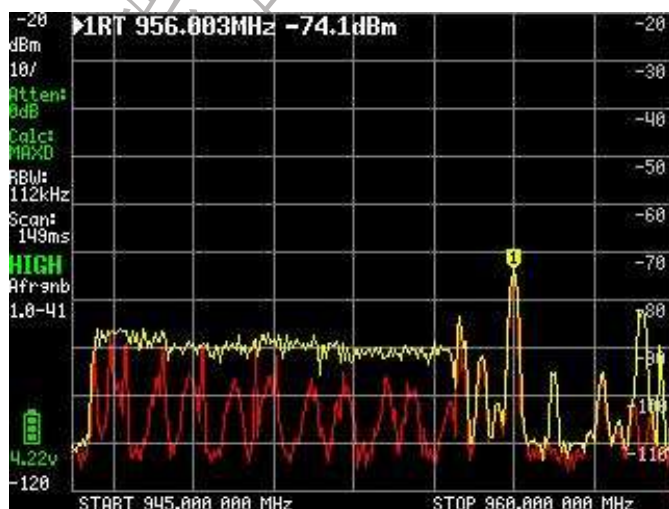
同轴电缆冲击

如果没有连接到高输入的同轴电缆，则仅使用最大衰减即可看到手机基站附近的电源外壳



标记 1 下的信号也来自移动电话基站。

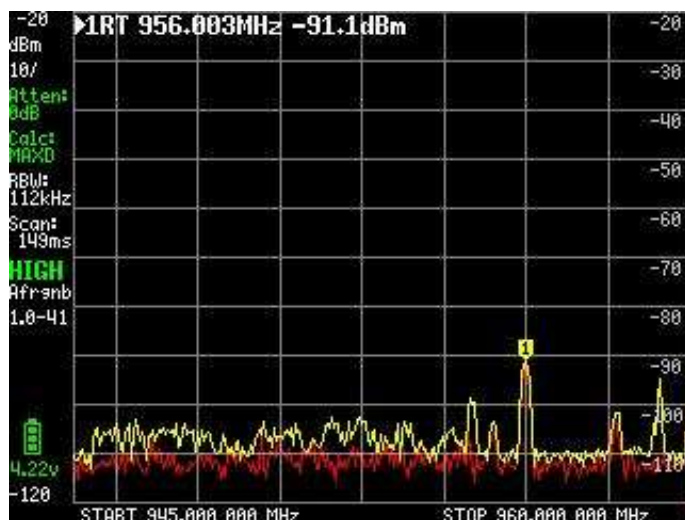
一旦将随附的一条同轴电缆连接到高输入端，并使另一端保持打开状态，就会发生变化



用户手册和编程指导

功率包络和标记下方的信号增加了近 20dB

用双屏蔽同轴电缆替换随附的同轴电缆，成本高于 TinySA，表明提供的同轴电缆的屏蔽并不完美，因为功率包络降低到（几乎）没有连接同轴电缆的水平。

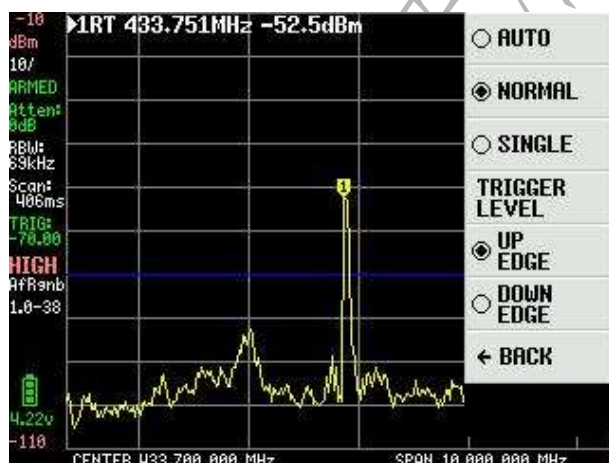


因此，请注意，许多同轴电缆远非完美。

捕获 OOKISM 信号

许多开键 ISM 传输时间很短。非常适合查看 TinySA 的触发功能是否有用。

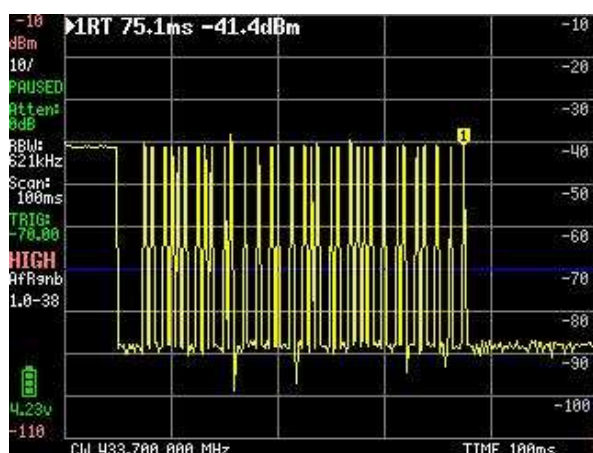
首先设置 10MHz 左右的 433MHz 宽扫描，以找到发射器的频率触发电平设置为 -70dBm，触发模式设置为正常，并使用连接到高输入的伸缩天线捕获信号



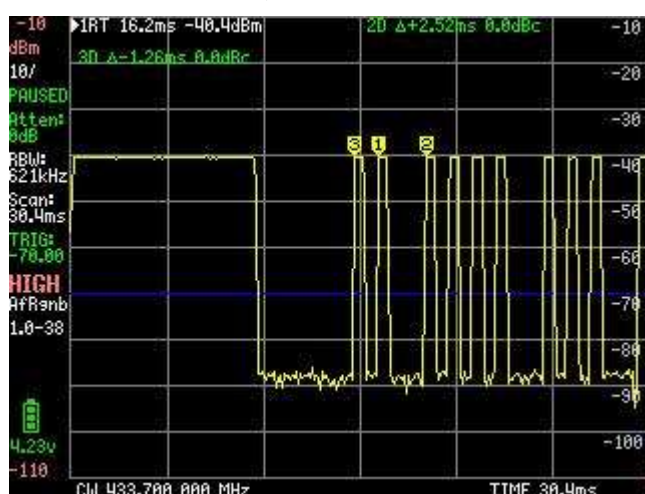
您可以在状态面板中看到触发是武装的，因此任何新信号都会自动显示

现在频率已知，我们将 TinySA 设置为零跨度模式，并尝试使用单触发和 100ms 的扫描时间来捕获整个传输

用户手册和编程指导



单触发发生后，状态显示从“武装”变为“已暂停”
为了深入了解位定时，扫描时间减少到 30ms



在增量模式下使用标记，发现位时序为 1.25ms

检查内部衰减器

检查衰减器

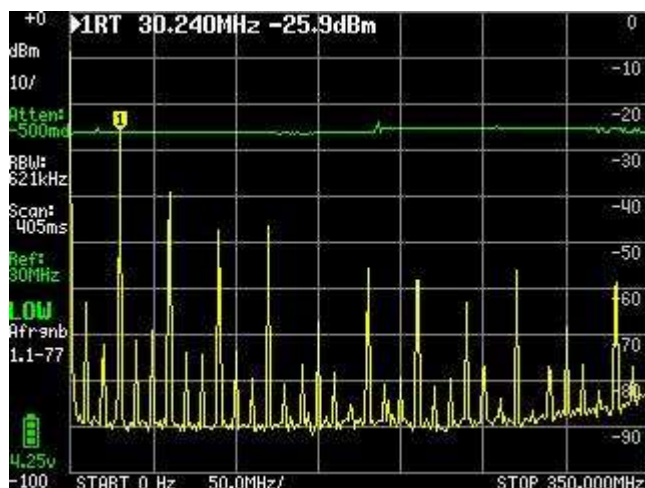
首先使用随附的 SMA 电缆之一连接高低连接器

打开 TinySA 并使用命令 MODE/Cal 输出/30MHz 使能 30MHz 的 CAL 输出

返回低输入

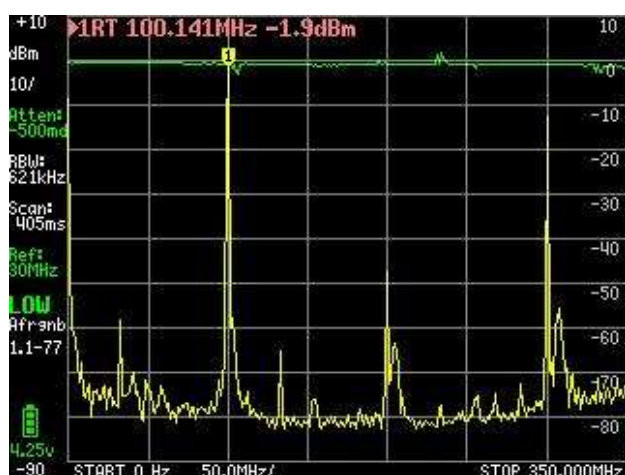
使用 MEASURE/MORE/LINEAR 激活线性测试，这将使内置衰减器遍历所有衰减值，并在测量信号电平的屏幕上画一条绿线。如果一切顺利，线路应在 ± 1 dB 以内平坦，偶尔会因干扰/噪声而偏离测量值

用户手册和编程指导



如果您观察到绿线中的偏差超过 $\pm 1\text{dB}$ （不包括某些噪声/干扰），请在 TinySA 支持组上发布已完成线性度测试的可读图片或屏幕截图

该测试还有助于获得对 TinySA 的 1dB 压缩点的信心。这可以通过施加 0dBm 的信号并激活测量/更多/线性测试来测量当衰减低于 2dB 时, 压缩开始, 并且在由于压缩而在右侧向下弯曲一点的绿线中可见。



测量放大器的 1dB 压缩点

为了避免放大器过度转向，最好知道 1dB 压缩点。这是放大器输出比应达到的水平低 1dB 的输入电平。

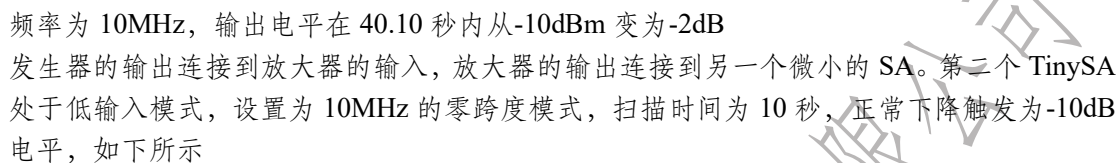
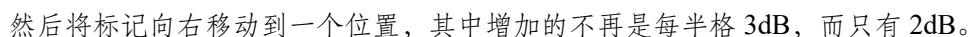
测量通常需要在不同信号电平下进行多次测量。这对 TinySA 来说是一个很好的挑战。

设置的第一部分是提供电平扫描的信号发生器。微小的 SA 设置如下

变为-2dB

出连接到另一个微小的 SA。第二个 TinyS

扫描时间为 10 秒，正常下降触发为-10



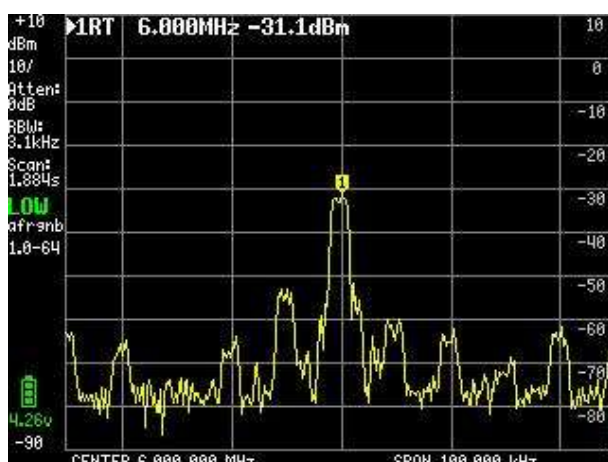
用户手册和编程指导



放大器的输出 1dB 压缩电平在标记 2 处为 13.8dBm，放大器的输入电平在该点为 -40dB 加 9 乘以 3dB（或 -10 减去 3dB）等于 -13dBm。将放大器的输入保持在 -13dBm 以下将确保无压缩。

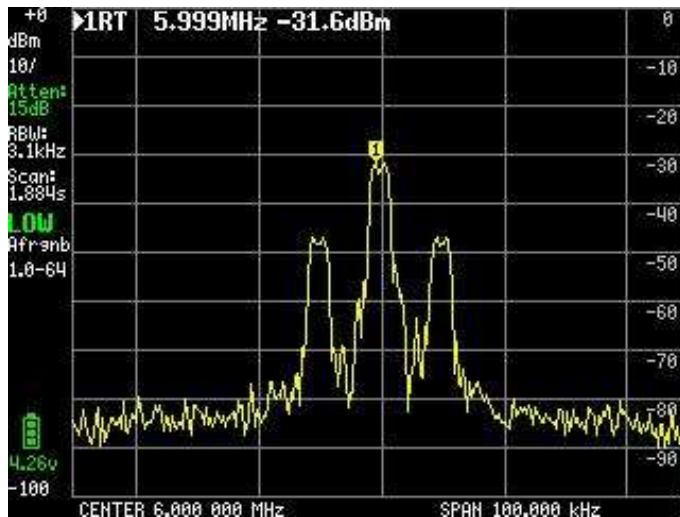
测量 AM 调制

TinySA 在测量 AM 调制时存在一些问题。在低于 100kHz 的 10kHz 宽扫描和 50%深度 AM 调制 6MHz 信号时，这一点清晰可见。

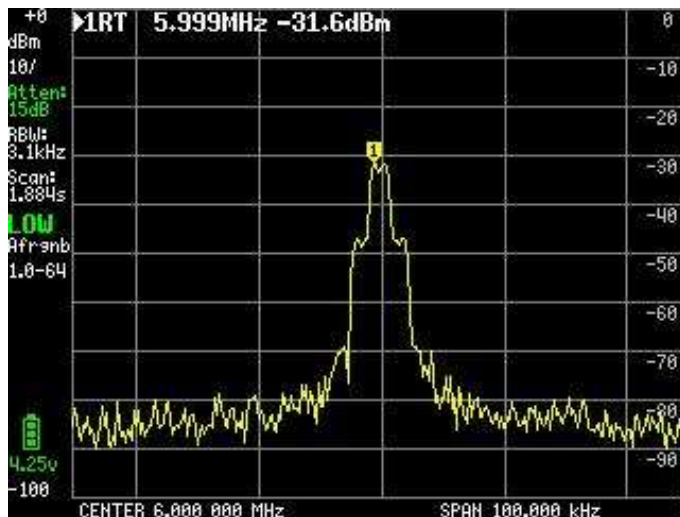


许多信号的这种奇怪效应是由完全失效的内部 AGC 引起的。您必须通过手动增加衰减来确保输入信号载波减去内部衰减的电平低于 -45dBm。
增加手动衰减可创建更好的图像

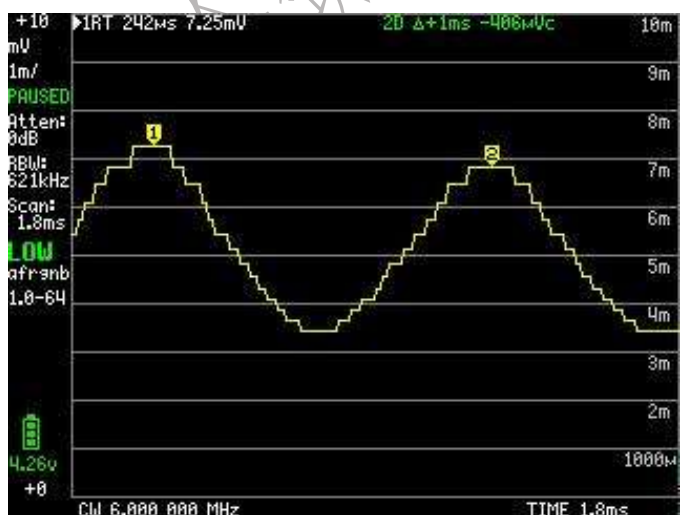
用户手册和编程指导



最小 RBW 为 3kHz 时，在频率模式下可以观察到的调制下限确实为 3kHz



对于更低的调制频率，建议进入零跨度模式（时间模式）和一个线性单位，以显示信号强度与时间的关系，其中可以清楚地观察到 50% 的调制深度



测量 NoiseFeature

用户手册和编程指导

测量放大器的噪声系数

除了增益、OIP3 和 1dBc 之外，噪声系数 (NF) 是放大器的重要指标，因此我们想知道正在使用的放大器的 NF。

NF 是放大器后 SNR 与放大器之前相比的 dB 下降。这意味着我们必须测量噪音水平。

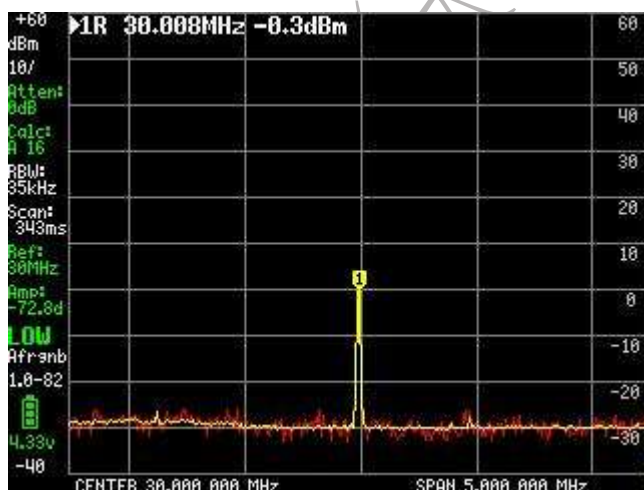
对于此测量，我们需要一些衰减器和两个放大器，LNA 和待测放大器 (DUT)。之所以需要 LNA，是因为 TinySA 的噪声系数太大，无法直接观察单个放大器的噪声贡献。

第一步是将 TinySA 归一化到我们想要用来测量两个级联放大器增益的测试信号电平。为此，我们将一些衰减器连接起来，其总衰减约为 (+/-10dB)，等于两个级联放大器到校准输出的总放大。我们将校准输出设置为 30MHz (或我们要使用的任何其他频率)，并观察通过衰减器衰减的校准输出电平。确保微小的 SA 内部衰减为 0dB。然后，我们将外部放大器设置为与观察到的信号电平相同的值。之后，信号应读取为 0dBm。

测量设置是这样的



归一化后的测量值如下所示 (其+0.3dBm i.s.o. 0dBm)

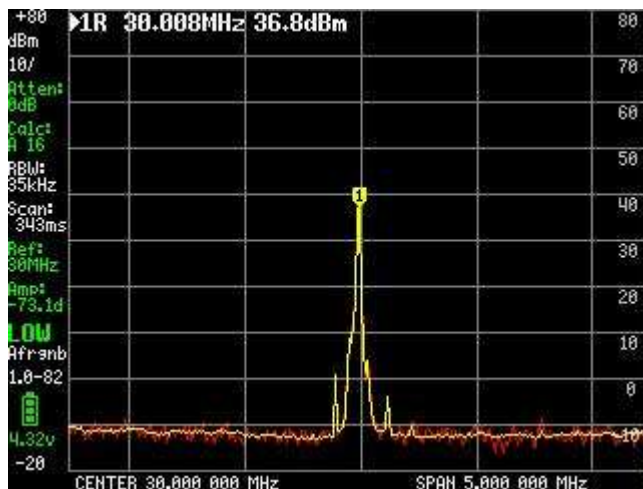


现在我们将放大器插入衰减器和 TinySA 的输入之间，如图所示

用户手册和编程指导



我们可以直接读取标记下方级联放大器的放大 (36.8dB)



现在我们将进行一些更改

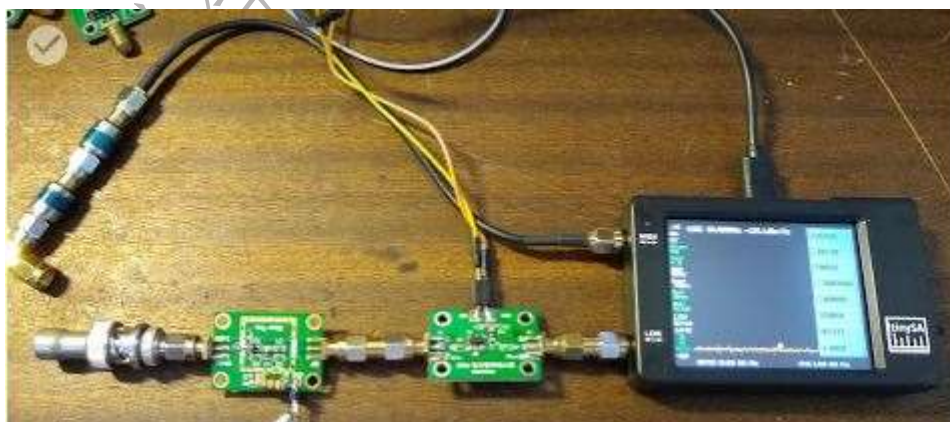
将外部放大器设置为测量放大 (36.8dB)

将衰减器与输入解耦，并以 50 欧姆端接第一个放大器输入（您也可以将 Cal 输出与衰减器解耦，并将衰减器用作 50 欧姆电阻）

设置标记的噪声属性，使其值以/Hz 显示，并且独立于活动的 RBW。

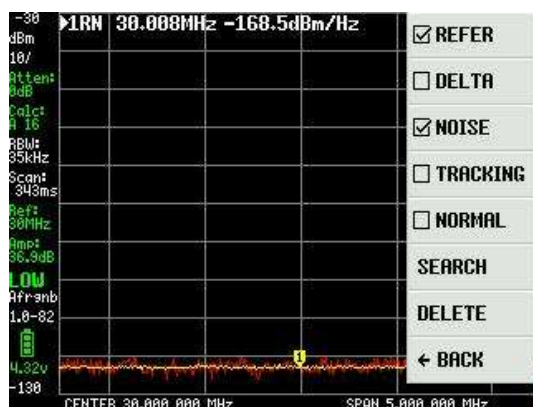
设置 DISPLAY/CALC/AVER16 以获得最大平均值

噪声测量设置如下所示



我们可以读取噪声标记的谷值 (-168.5dBm/Hz)

用户手册和编程指导



为了计算第一个放大器的噪声系数，我们只需减去 -174 dBm/Hz（室温下 50 欧姆电阻的每赫兹噪声功率），得到 5.5 dB 的噪声系数。第一个放大器的规格给出了 4.5 dB 的 NF，所以我們很接近。

该测量方法假设第一个放大器的增益足以掩盖第二个放大器的噪声，并且两个放大器将掩盖 TinySA 的内部噪声，因此我们可以安全地忽略第二个放大器和 TinySA 的噪声。为了确保这种掩蔽发生，级联放大器的总放大必须高于 30 dB。

我们现在还可以通过互换 DUT 和 LNA 来测量 LNA 的噪声系数，将 LNA 放在首位并将其输出连接到 DUT。由于放大率保持不变，我们可以直接使用噪声标记测量噪声水平。LNA 的实测噪声系数在 0.5 dB 至 1 dB 之间，符合其规格。

测量 PhaseNoise 相位噪声

测量相位噪声

激活相位噪声测量后，TinySA 询问用于相位噪声测量的载波的频率。指定的频率用作跨度的中心。接下来，可以输入相位噪声测量的失调频率。典型失调为 10 kHz、100 kHz 或 1 MHz。TinySA 的跨度设置为偏移量的 4 倍，并激活两个标记。第一个标记是跟踪标记，它自动定位在载体上。第二个标记是一个增量标记，它以跟踪标记的频率加上指定的偏移量定位在低模式下。在高模式下，相位噪声标记位于载波下方，以避免载波的镜子，否则可能会遮挡相位噪声。使用此增量标记显示的信息以 dBc/Hz 为单位，以便直接读取指定偏移处的相位噪声。

如限制中所述，TinySA 的相位噪声并不出色。但是，简单的模拟 VCO 会产生更糟糕的相位噪声。

首先是 VCO。相位噪声以 dBc/Hz 为单位给出，在标记 1 处的 2 MHz 偏移



用户手册和编程指导

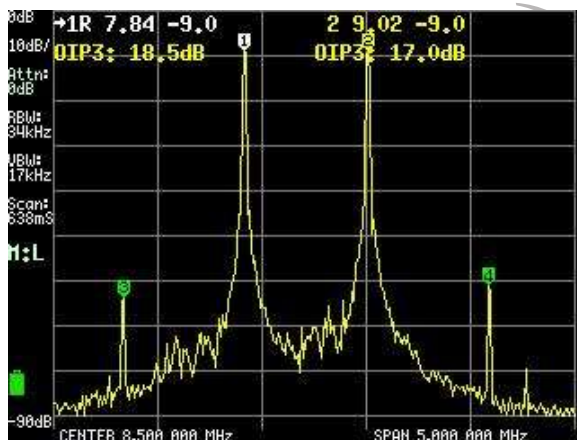
其次是 DDS，它比 TinySA 更好，所以这是可以测量的下限。



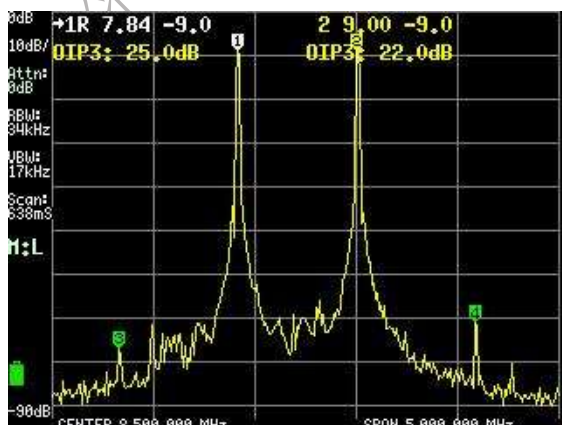
测量三阶互调

OIP3 的测量功能也可用于测量微小 SA 的 IIP3。该 IIP3 是 OIP3 的下边界，可以通过 TinySA 测量，并且取决于所选的衰减。

作为输入信号，我们使用来自两个不同信号发生器的 8MHz 和 9MHz 相当不错的正弦波，通过两个 6dB 衰减器和一个电阻合路器组合到 TinySA 的低输入中。所选择的 -9dBm 电平远低于 TinySA 的第一个混音器的 1dB 压缩点。将 LO 驱动器设置为默认电平，衰减为 0dB 并使用 OIP3 测量功能，我们测量的 IIP3 约为 +17dBm

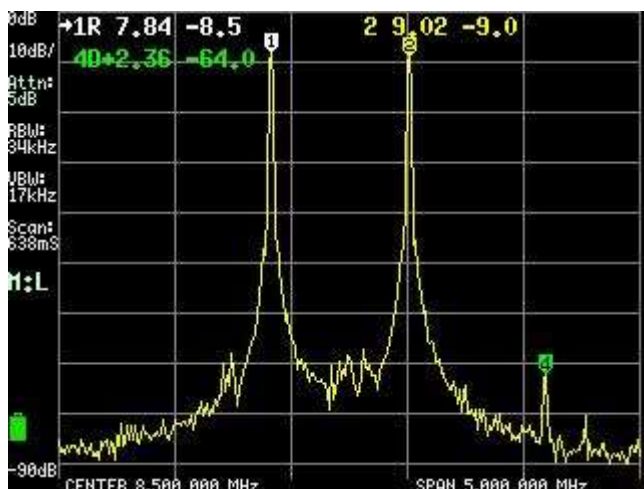


将 LO 驱动器增加到最大值可将左侧互调产物的 IIP3 电平提高到 +25dBm，但右侧交调产物在 +22dBm 时仍然差得多



用户手册和编程指导

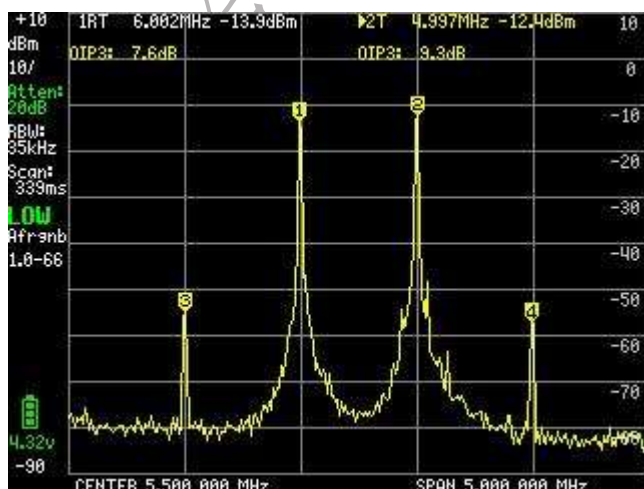
当我们将微小的 SA 输入衰减增加到 5dB 时,左边的互调产物消失,因此它是在内部产生的。正确的互调产物不会改变,因此它存在于 TinySA 的输入中



现在我们知道了 TinySA 的 IIP3,我们可以开始测量放大器的 IIP3 了。首先,我们使用两个微小的 SA 来创建双音发生器。这是包括谐波在内的两个音输出。



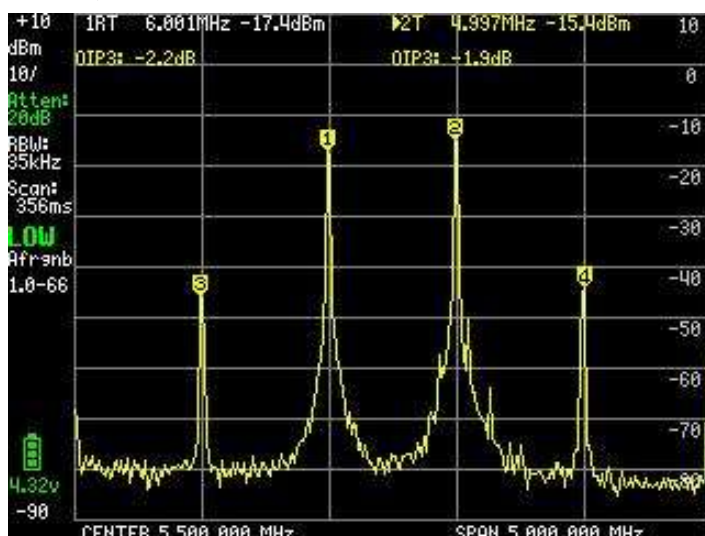
尽管微小的 SA 发生器和无源合路器之间存在衰减器,但仍会产生一些三阶互调,当我们仔细观察时可以看到



这种双音发生器的 OIP3 约为 8dB,因此我们必须仔细创建一个测试设置,以确保这不会隐藏放大器 IIP3。

用户手册和编程指导

现在我们在两个音调发生器和 TinySA 之间的路径中在放大器之后添加放大器和一个 30dB 衰减器，我们得到：

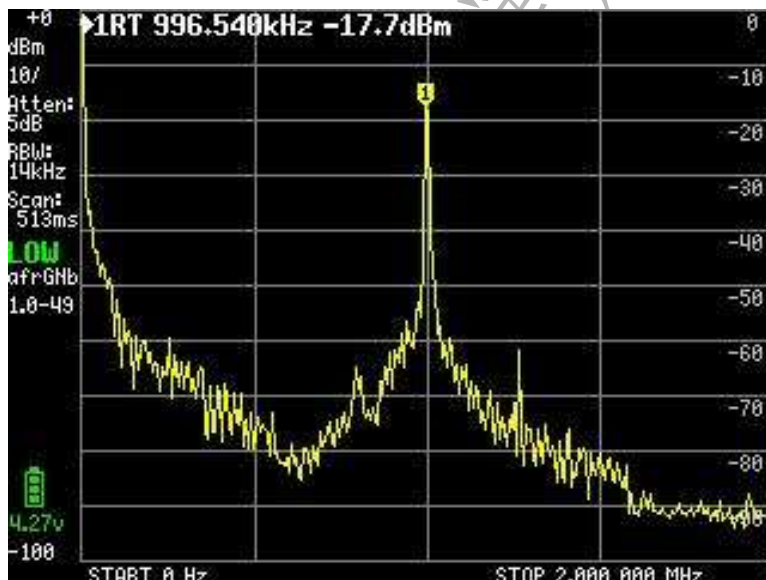


由于我们观察到的信号电平低 3.5dB，因为如果没有放大器和衰减器，我们必须将 3.5dB 添加到测量的 IIP3 中，约为 -2dBm，因此我们得到 +3.1dBm 的 IIP3。它比我们在没有放大器和衰减器的情况下测量的低 6.5dB，因此我们可以确定我们正在测量放大器的 IIP3。

测量低频信号

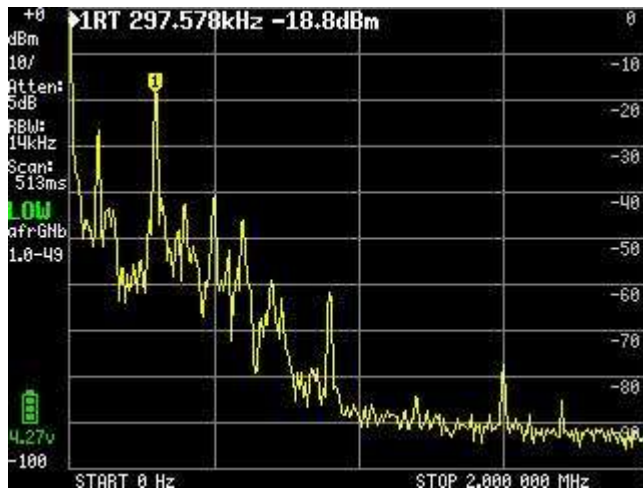
当测量低于 1MHz 的信号时，可能会出现一些恼人的伪影。

首先是 -1dBm 的相当干净的 15MHz 信号



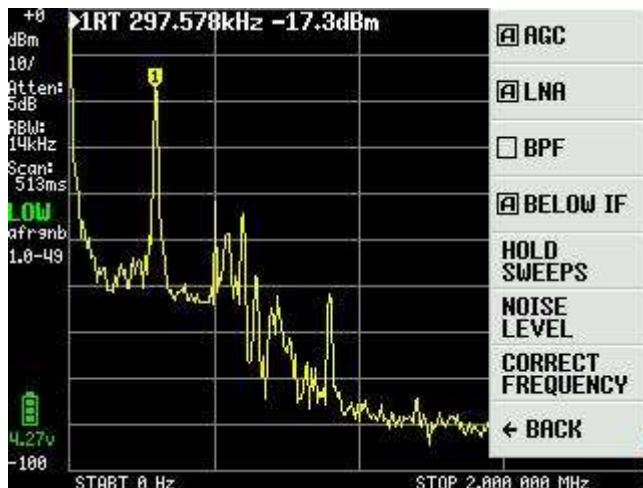
当我们在 -0dBm 时将输入信号移动到 3.15MHz 时，我们得到的测量结果非常不同

用户手册和编程指导



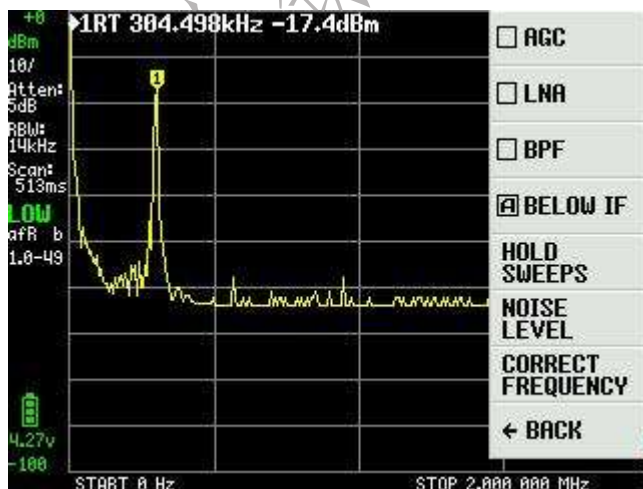
伪影是由低于 0.5MHz 的 AGC 行为异常引起的。这就是为什么在默认模式下，AGC 在低于 0.5MHz 时被禁用。

将 AGC 和 LNA 设置为默认的自动设置会有所改进。



显示的菜单是专家配置的第二页，显示所有内容都处于默认/自动状态。

由于信号对于 LNA 来说太强了，因此建议也切换 LNA

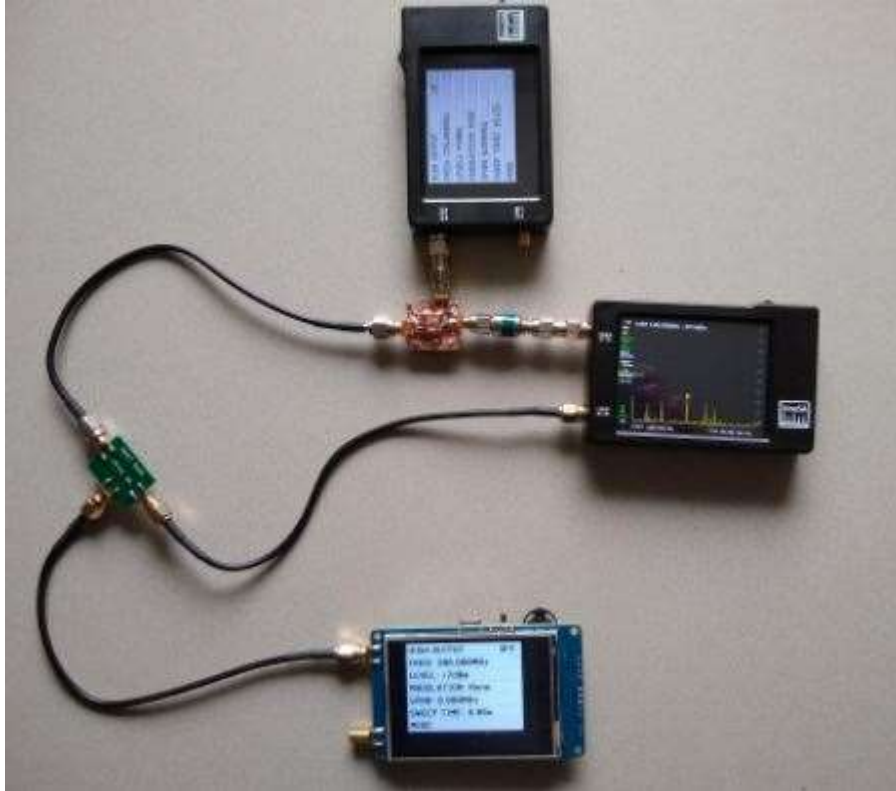


测量混频器

用户手册和编程指导

使用 LO 输出作为外部混频器的输入，其中 LO 输入由发生器驱动，您可以获得一个跟踪发生器，该跟踪发生器可以在偏移处跟踪微小 SA 扫描。这使得测量混频器等频率转换设备成为可能。

整体设置如下所示



左下角有一个绿色模块，其中包含要测试的混频器。右侧 TinySA 的 LO 输出通过 20dB 衰减器用作铜箔包覆混频器的输入，以创建跟踪发生器。顶部的微小 SA 是 TG 混频器的 LO。底部的微小 SA 是被测混频器的 LO

首先，您将跟踪发生器设置为零 Hz 偏移，如下所示

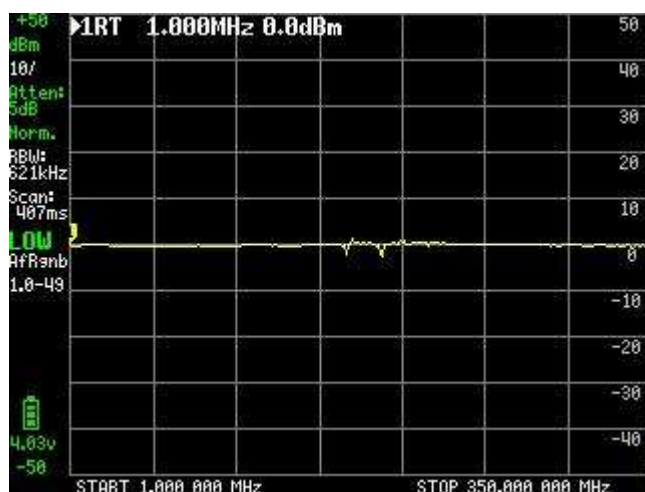


并在 TG 输出和 SA 输入之间建立直接连接

用户手册和编程指导



你规范化

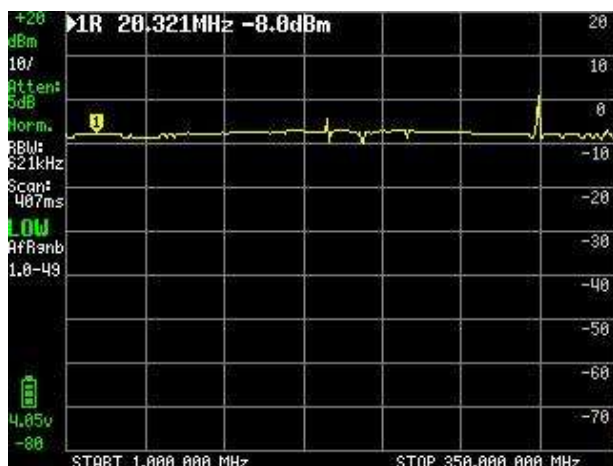


然后如图第一张图片所示插入待测混频器，并将 TG 设置为偏移至 734MHz，从而产生 300MHz 偏移



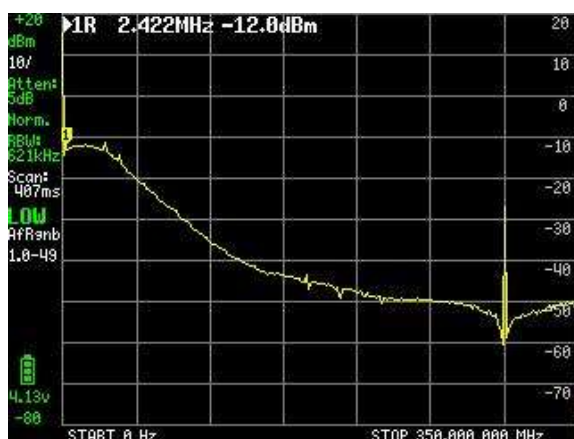
待测混频器的 LO 使能并设置为 300MHz 和+7dBm 输出，在 SA 上得到混频器的转换损耗

用户手册和编程指导



损耗约为 8dB，完全在规格范围内。

但是第二个混音器出现了一些问题



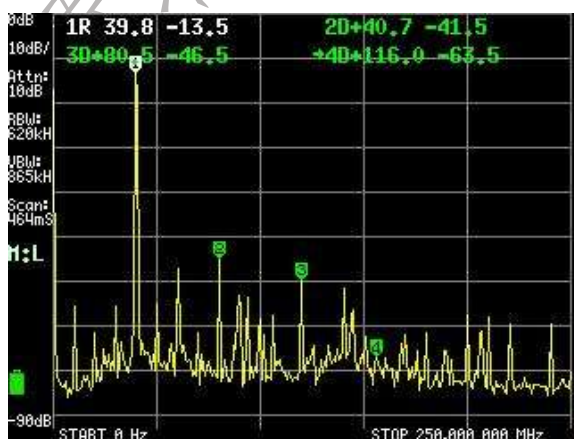
事实证明，被测混频器的输出阻抗匹配不正确。

测量谐波

在开始测量谐波之前, 请注意您了解无杂散动态范围并避免输入过载, 尽可能保持较低水平, 最好低于 -30dBm

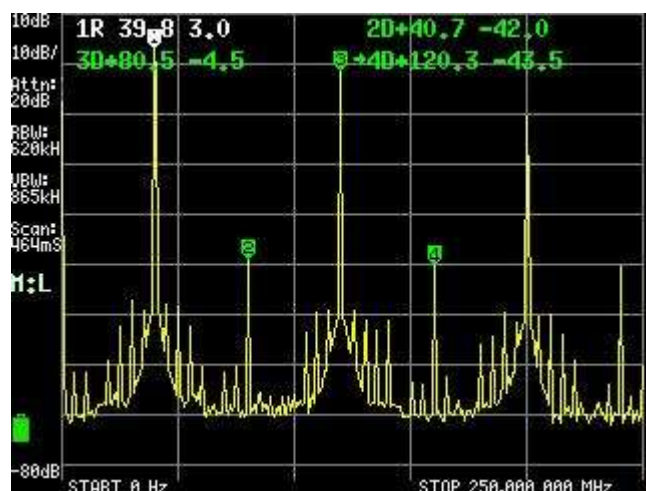
以下是来自各种来源的 40MHz 信号的一些测量示例

首先来自 DDS

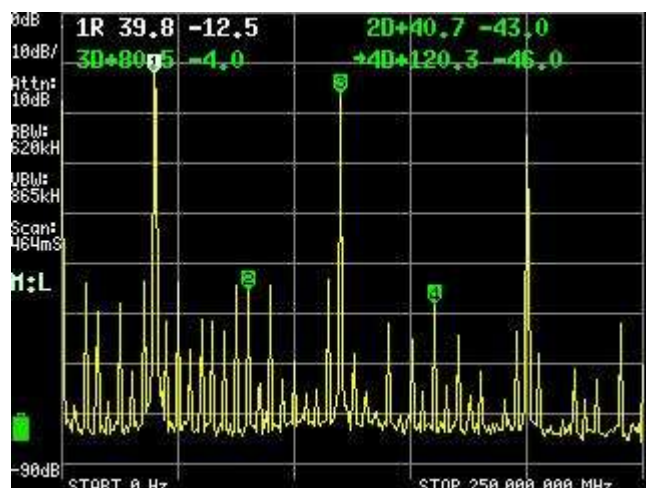


用户手册和编程指导

SI5351 中的第二个



第三个来自 ADF4351

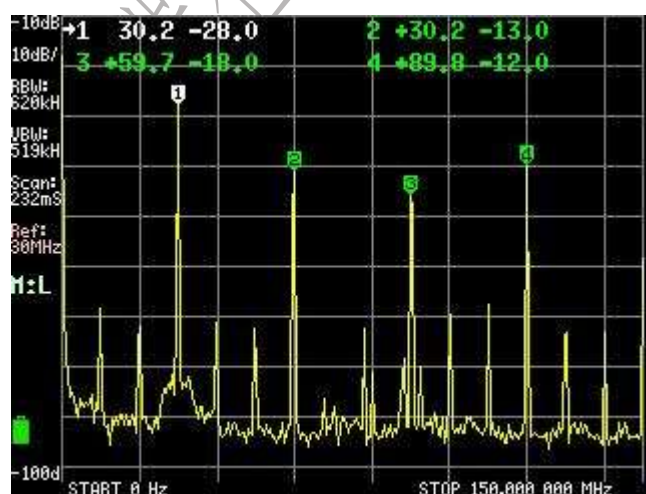


谐波和混叠与 DDS 的差异清晰可见。

这些测量默认在所有设置下完成，只有扫描停止频率设置为 250MHz

激活谐波测量后，会出现一个键盘，用于输入基波的大致频率。这不一定是个准确的数字，因为 TinySA 将搜索最强的信号

接下来出现 IMD 测量屏幕



激活四个标记

用户手册和编程指导

1. 自动找到最强的信号，应该是基本信号，标记设置为跟踪参考标记
2. 自动查找二次谐波，并将标记设置为 DELTA 标记，电平以 dBc 显示
3. 自动查找三次谐波，并将标记设置为 DELTA 标记，电平以 dBc 显示
4. 自动查找第四次谐波，并将标记设置为 DELTA 标记，电平以 dBc 显示

基波电平不应超过 -20dBm，最好低于 -30dBm。如果信号太强，则应增加衰减。由于在 TinySA 内部可能会产生谐波，因此建议通过改变衰减来验证情况并非如此，并观察是否对谐波电平没有影响。记住各种谐波的增量电平，并将衰减增加 5 或 10dB。在高模式下应用额外的外部衰减。在衰减增加之后，本底噪声应该上升，但基波和所有谐波应该保持在同一水平。如果谐波下降，它们至少部分地在 TinySA 内部产生。如果发生这种情况，请增加衰减，直到您不再看到变化，并使用此衰减级别作为测量的起始电平。

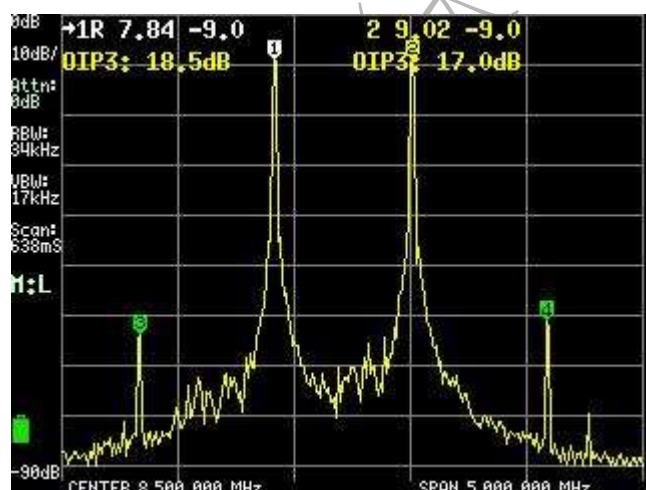
由于谐波是基波频率的倍数，因此施加的输入模式的测量范围限制了可以测量的谐波。在低模式下，可以测量二次谐波，最高可达最大输入频率的一半

测量输出三阶交调

激活 OIP3 测量模式后，TinySA 首先询问第一个测试信号频率，然后询问第二个测试信号频率。然后，TinySA 将自身配置为频率差的五倍，中心位于两个频率的平均值。指定的频率不必精确，但必须在 20% 以内。在下面的图像中，左侧测试信号指定为 8MHz，但恰好为 7.8MHz

由于 TinySA 的相位噪声不是很好，因此使用两个最好相距至少一个 MHz 的测试信号非常重要

启用两个正常的跟踪标记，它们将位于两个最强的信号上。标记 1 在左侧信号，标记 2 在右侧信号。两个增量标记也被启用，它们自动定位在计算出的三阶互调产物上。如下图所示，显示了标记 3 和 1 的常规信息，但标记 2 和 3 的信息被计算出的 OIP3 水平所取代。给出两个数字，一个由左互调积计算，第二个由右互调积计算。



衰减器设置非常重要。在低衰减的情况下，微小的 SA 第一混频器性能很可能会限制可测量的最大 OIP3。改变衰减量应注意改变测量的 OIP3。如果是这样，您应该增加衰减，直到它不再如此。

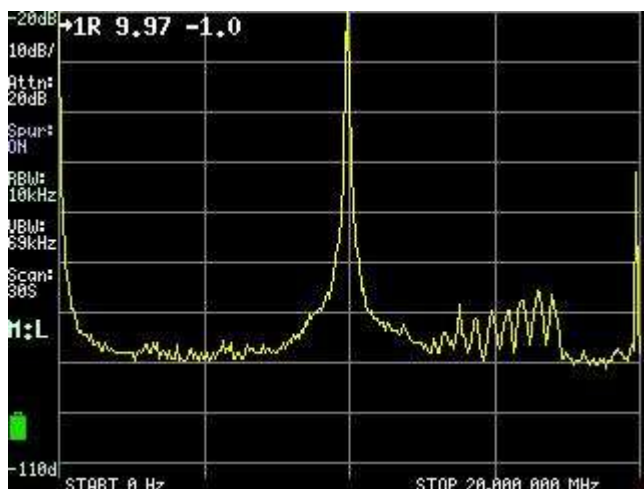
测量频谱纯度

以下是检查 3MHz 信号质量的 11 个示例。对于这些测量，RBW 设置为 10kHz，参考电平固

用户手册和编程指导

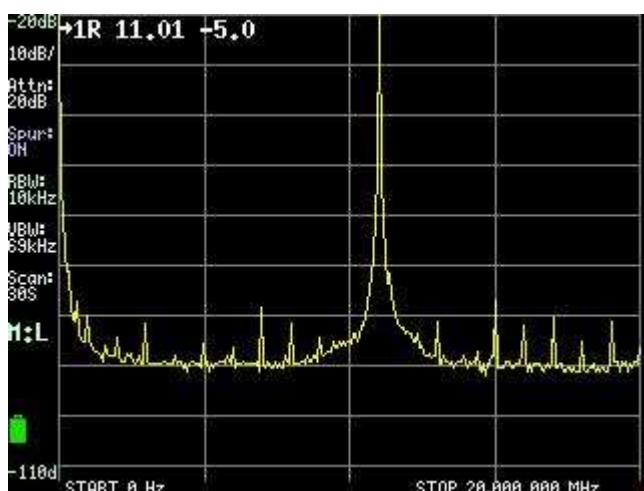
定为-20dBm，以确保本底噪声可见。此外，SI5351 通过 10dB 衰减器进行路由，以获得具有可比较输入电平的所有 3 个信号。衰减保持自动。

首先是来自古代模拟信号发生器的信号

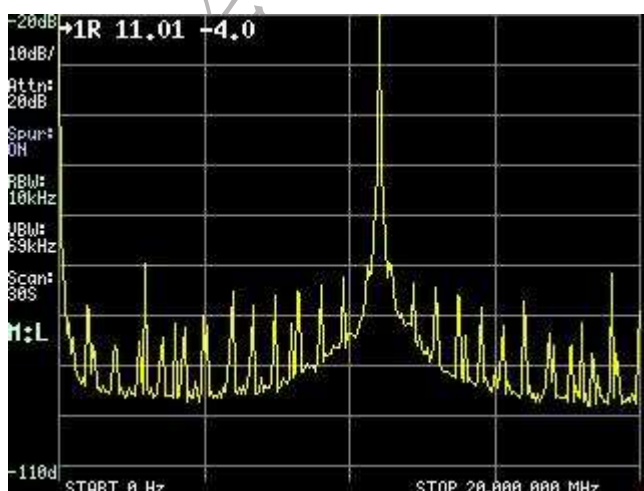


15MHz 左右的干扰是由信号发生器引起的。

第二条来自 DDS 的信号



第三是来自 SI5351 的信号



请记住，基带信号至少比参考电平高 15dB。这显示了微小 SA 的动态范围正如您在屏幕上看到的那样，具有这种细节量（例如低 RBW 和杂散减少）的完整扫描确实

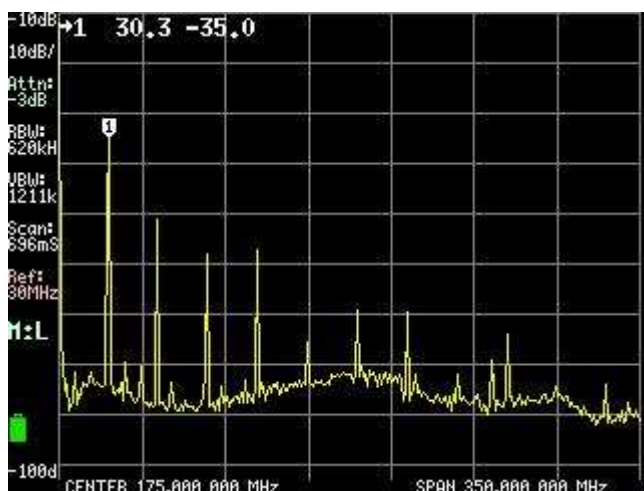
用户手册和编程指导

需要大约 30 秒，而使用默认设置进行 250MHz 宽扫描需要不到 0.5 秒。这是由于每个显示点插入了 13 个额外的扫描点（参见 RBW 和 VBW 的比率）以及 RBW 滤波器稳定所需的时间造成的。

衰减器的设置

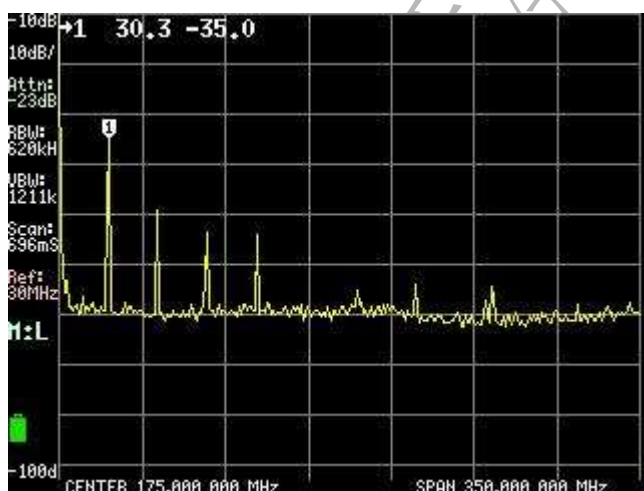
内部衰减的设置和用法

为了保护 TinySA 免受强信号的损坏或检查 TinySA 可能的过载，建议始终确保您具有正确的衰减。在内部，显示数据会针对施加的衰减进行校正。这是衰减为 -3dB 的显示器



基波频率为 30.3MHz，强度为 -35dBm

当增加衰减时，信号及其所有谐波保持在同一水平，但本底噪声上升



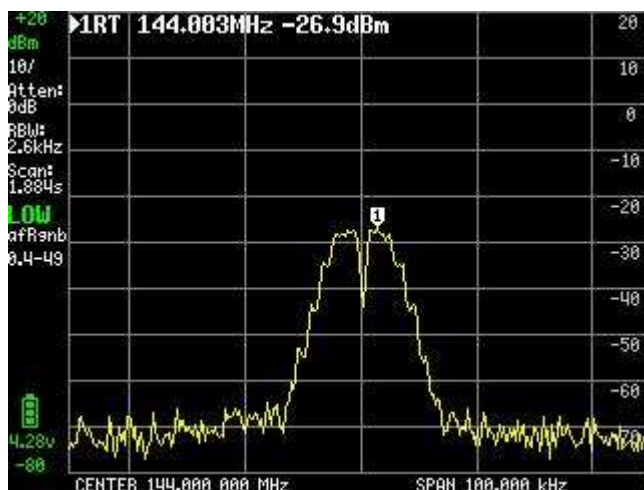
如上图所示，如果谐波在增加衰减时保持在同一电平，则可以确定这些谐波不是内部产生的，而是存在于输入信号中。当谐波在增加衰减时强度降低时，您已经使 TinySA 过载，并且谐波（部分）在内部产生

调频偏差测量

使用 2kHz 音调，可以看到一个下陷带有这些偏置：2.4, 5.52 和 8.66 倍 2kHz 谐波。

Using a 2M transmitter, a 2kHz tone and a deviation of 5kHz you get the sharp dip at the carrier frequency

用户手册和编程指导



Using a deviation of 1 kHz you get the next Bessel zero

