

ER 系列 EMI 接收机

使用说明

ER300/ER2000/ER3600

安徽白鹭电子科技有限公司

保证和声明

版权

安徽白鹭电子科技有限公司

商标信息

Baluelec® 是安徽白鹭电子科技有限公司的注册商标

声明

- ✧ 本公司产品受中国及其它国家和地区的专利（包括已取得的和正在申请的专利）保护。
- ✧ 本公司保留改变价格和价格的权利。
- ✧ 本手册提供的信息如有变更，恕不另行通知。
- ✧ 对于手册可能包含的错误，或因手册所提供的信息及演绎的功能以及因使用本手册而导致的任何偶然或继发的损失，**Baluelec** 概不负责。
- ✧ 未经 **Baluelec** 事先书面许可，不得影印、复制或改编本手册的任何部分。

联系我们

如您在使用此产品和或本手册的过程中有任何问题或需求，可与

Baluelec 联系：

网址：www.baluelec.com

安全要求

一般安全概要

了解下列安全性防御措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

使用正确的电源线

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线。

将产品接地

本产品通过电源电缆的保护接地。为避免电击，在连接本产品的任何输入或输出端子之前，请确保本产品电源电缆的接地端子与保护连接地端可靠连接。

正确连接探头

正确使用探头，探头地线与地势相同，请勿将地线连接至高压。

查看所有终端额定值

为避免起火与过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

使用合适的过压保护

确保没有过电压（如由雷电造成的电压）到达该产品。否则操作人员可能又遭受

电击的危险。

请勿开盖操作

请勿在仪器机箱打开时运行本产品。

请勿将异物插入风扇的排风口

请勿将异物插入风扇的排风口以免损坏仪器。

使用合适的保险丝

只允许使用本产品规定规格的保险丝。

避免电路外露

电源接通后，请勿接触外露的接头和元件。

保持适当的通风

通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。

请勿在潮湿环境下操作

为避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。

请保持产品表面的清洁和干燥

为避免灰尘和空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。

防静电保护

静电会造成仪器损坏，应尽可能在防静电区进行测试。在连接电缆到仪器前，应将其内外导体短暂接地释放静电。

注意搬运安全

为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注意搬运安全。

一般性检查

检查运输包装

如果运输包装损坏，请保留被损坏的包装以及防震材料，知道货物经过完全检查。

因运输造成的仪器损坏，由发货方和承运方联系赔偿事宜。安徽白鹭电子科技有限公司 恕不进行免费维修和更换。

检查整机

若存在机械损坏或缺失，或者仪器未通过电性能测试。请联系安徽白鹭电子科技有限公司或经销商。

检查随机附件

请根据装箱单检查随机附件，如有损失或缺失，请您联系安徽白鹭电子科技有限公司

公司公司

电源连接

请使用附件提供的电源线将频谱仪连接至 AC 电源中，本仪器支持 100V-24V,45-440Hz 规格的交流电源。当通过电源线将频谱仪连接到交流电源时，仪器自动调节至正确的电压范围，无需手动选择电压范围。



注意：

为避免电击，请确保仪器正确接地。

保养与清洁

保养

请勿将仪器长时间受日照和潮湿的地方。

清洁

请根据使用情况经常对仪器进行清洁。方法如下：

- ◆ 断开电源

- ◆ 用柔和的清洁剂或清水浸湿软布擦拭仪器外部。请注意不要划伤 LCD 显示屏。



注意：

请勿使任何腐蚀性的液体沾到仪器上，以免损伤仪器。

ER 系列 EMI 接收机简介

ER 系列是一款体积小、重量轻、高度集成化的便携式 EMI 接收机。它拥有易于操作的键盘布局、高度清晰的彩色液晶显示屏、丰富的远程通信接口，可广泛应用于教育科学、企业研发和工业生产等诸多领域中。

主要特色：

- 频率范围为 1kHz—300MHz/2GHz/3.6GHz
- 有多种检波功能
- 有多种 EMI 测量标准
- 最佳灵敏度-145dBm
- 8.4 英寸高亮 TFT LCD 显示屏
- 通用 USB、LAN 方便控制
- 重量不超过 6.5kg

目录

目录.....	8
1. 接收机简介	10
1.1 前面板	11
1.2 后面板	12
1.3 按键控制区	12
1.4 功能键详细说明	13
1.5 参数输入界面	16
2.2 EMI 接收机	16
2.2.1 EMI 接收机仪器界面	17
2.2.2 EMI 接收机测试标准	18
2.2.3 EMI 接收机常见操作	19
2.3 网络测量	20
2.4 滤波器仿真	21
3.1 EMI 状态下测量项目	22
3.1.1 主要功能	23
3.1.2 EMI 接收机菜单结构	24
3.1.3 EMI 接收机下的标准测试	25
3.2 网络测量使用操作	26
3.3 滤波器仿真操作	27
3.3.1 滤波器仿真功能	27

3.3.2 详细操作指南	28
4 附件测试操作指南	29
4.1 EMI 接收机与近场探头操作	30
4.1.1 近场探头	31
4.1.2 用近场探头寻找机箱缝隙的电磁泄漏	32
4.1.3 用近场探头寻找 PCB 板上的电磁干扰源	33
4.1.4 用近场探头可进行定量测试（绝对值测量）	34
4.2 检测探头与注入探头	35
4.2.1. 用电流检测探头测量电源线和信号线上干扰	36
4.2.2 注入探头传导敏感度测量	37
5 仪器的编辑与保存	38
5.1 仪器的限制线编辑	39
5.1.1 仪器的限制线	41
5.1.2 限制线参数及操作步骤	42
5.2 保存操作	44
6. 仪器使用注意事项	46

1. 接收机简介



图 1.1 EMI 接收机

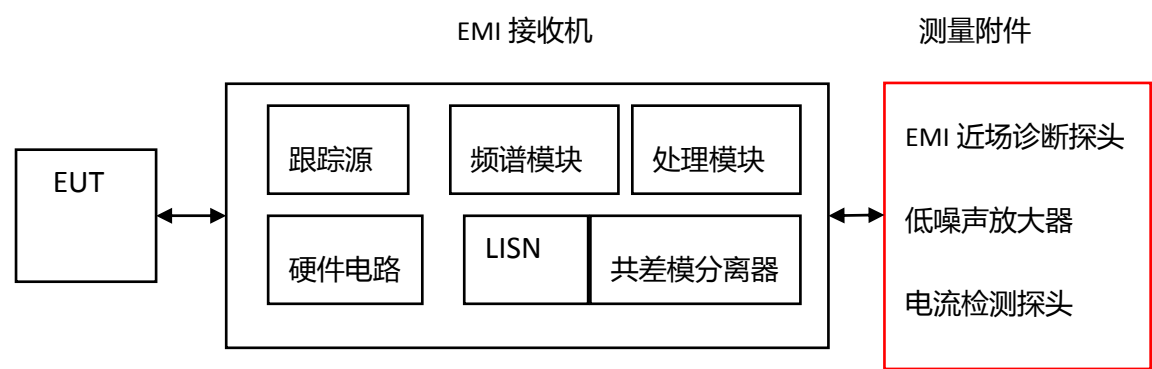


图 1.2 EMI 接收机测量框图

1.1 前面板

EMI 接收机向用户提供简单而功能明晰的前面板，以进行基本的操作。面板上包括旋钮和功能按键，旋钮的功能与其他仪器类似。显示屏右侧有 7 个功能软键，通过它们，可以设置当前菜单的不同选项。其他按键为功能按键，通过它们，可以进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用。

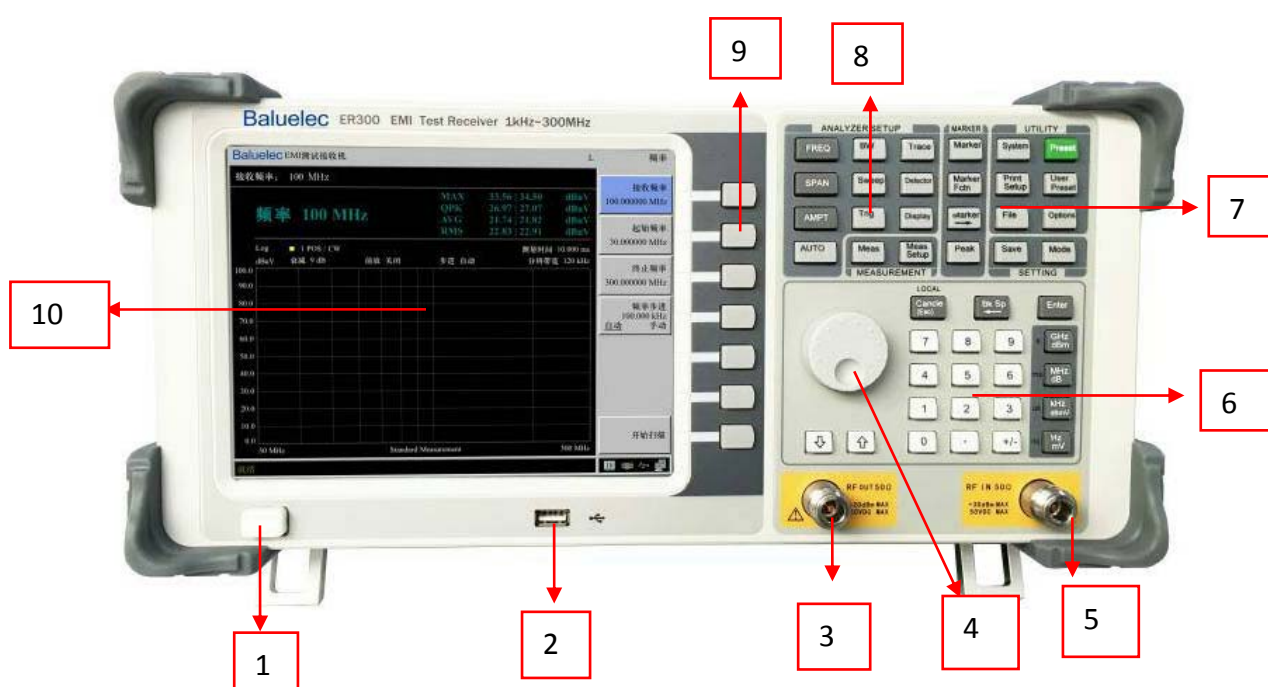


图 1.3 ER 系列 EMI 接收机前面板

- | | | |
|----------|-----------|----------|
| 1→电源开关 | 2→ USB 接口 | 3→跟踪源输出端 |
| 4→旋钮 | 5→射频输入端 | 6→ 参数输入区 |
| 7→ 光标键区 | 8→系统功能区 | 9→软菜单设置区 |
| 10→ 显示屏幕 | | |

1.2 后面板



图 1.4 ER 系列 EMI 接收机后面板

1→RS232 接口

6→耳机插孔、音频输出

2→LAN 接口

7→EMI 接收机电源输入插口

3→10MHz 参考信号输入/出接头

4→VGA 接口

5→USB 接口

1.3 按键控制区

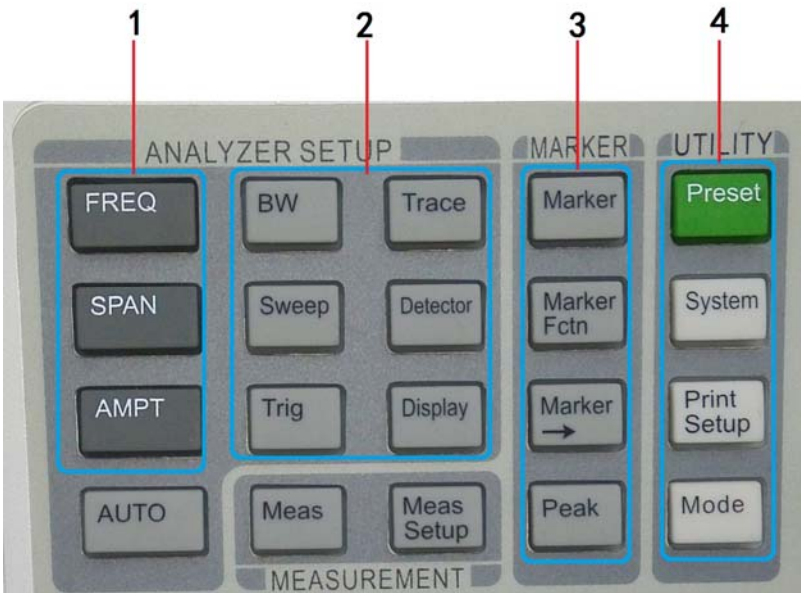


图 1.5 按键和旋钮控制区说明图

- 1→常用功能键区
- 2→参数设置键区
- 3→光标测量功能键区
- 4→系统功能键区

1.4 功能键详细说明

功能键详细说明表

功能键	功能定位	功能详细介绍
-----	------	--------

分析仪设置键区		
【FREQ】	频率参数设置	中心频率、起始频率、终止频率、频率步进（自动/手动）、频率偏置（默认 0Hz）、频率参考（内部/外部）、低频通道（开启/关闭）
【SPAN】	扫宽设置	扫宽（自动/手动）、全扫宽、零扫宽、前次扫宽
【AMPT】	幅度设置	参考电平、衰减器、刻度/格（默认 10dB）、刻度类型（线性/对数）、参考偏置（0dB）、 参考单位（dBm、dBuV、dBpW、dBmW、dBmV、W、V）、前置放大（自动/手动）
【AUTO】	自动搜索	自动测试 RF IN 50Ω输入射频信号
【BW】	分辨率带宽设置	分辨率带宽（自动/手动）、分辨步进（默认/连续）、视频带宽（开启/关闭）
【Sweep】	扫面时间设置	扫面时间（自动/手动）、单次扫面、连续扫描、扫描点数设置
【Trig】	触发方式设置	自动、视频（-20.00dB）、外部（上升沿/下降沿）
【Trace】	迹线设置	迹线（1、2、3）、刷新、最大保持、最小保持、消隐、查看、迹线运算
【Detector】	检波方式设置	自动、常态、正峰、负峰、取样
【Display】	显示屏设置	全屏显示、窗口缩放（开启/关闭）、显示线 -25dBm(开启/关闭)、网格（开启/关闭）、幅度标尺（开启/关闭）、标签（开启/关闭）

测量功能键区		
【Meas】	测量功能设置	时间频谱（开启/关闭）、邻道功率（开启/关闭）、信道功率（开启/关闭）、占用带宽（开启/关闭）
【Meas Setup】	测量设置	默认状态，无法更换
频标功能键区		
【Marker】	频标指示设置键	频标（1、2、3、4、5）、迹线（1、2、3）、常态、差值、关闭、全部关闭、频标列表（开启/关闭）
【Marker Fctn】	频标功能键	功能关闭、NdB3.00（开启/关闭）、频标噪声（开启、关闭）、频率计数（开启/关闭）
【Marker  】	频标指示更换键	频标→中心频率、频标→频率步进、频标→起始频率、频标→终止频率、频标→参考电平
【Peak】	峰值测量键	最大值搜索、下一峰值、左峰值、右峰值、最小值搜索、峰值搜索（开启/关闭）
系统功能键区		
【Preset】	系统复位	
【System】	系统设置键	系统信息、配置 I/O、开机/复位、日期/时间、背光调节、用户校准、系统服务、屏幕刷新（开启/关闭）、75Ω阻抗补偿 0.00dB（开启/关闭）、存储（屏幕截图、迹线数据、用户状态）
【Print Setep】	打印设置	纸张大小、打印语言、打印类型（黑白/彩色）、方向（横向/纵向）

【Mode】	模式选择键	EMI 接收机、频谱分析仪、网络测量、滤波器仿真
--------	-------	--------------------------

1.5 参数输入界面

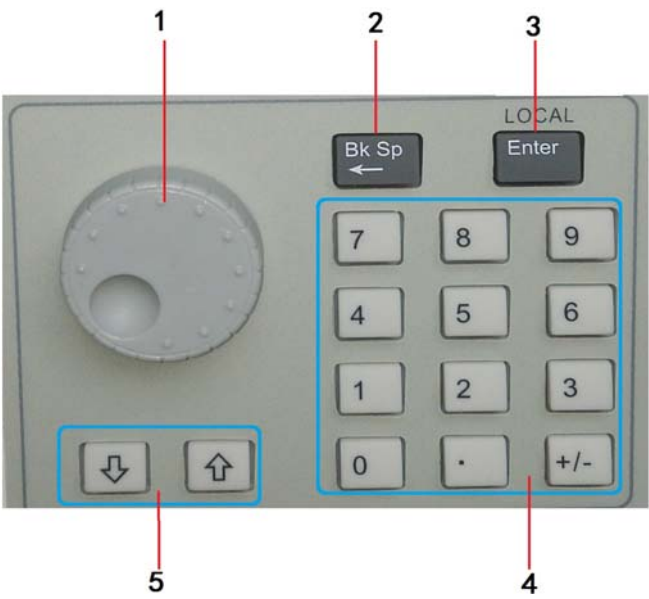


图 1.6 参数输入界面说明图

- 1→旋钮
- 2→回格键
- 3→确认键
- 4→数字键区
- 5→方向键

用户界面 3 种模式如下：

- 1) 频谱分析仪用户界面
- 2) EMI 接收机用户界面
- 3) 网络测量界面

2. EMI 接收机简介

2.1 EMI 接收机

2.1.1 EMI 接收机仪器界面

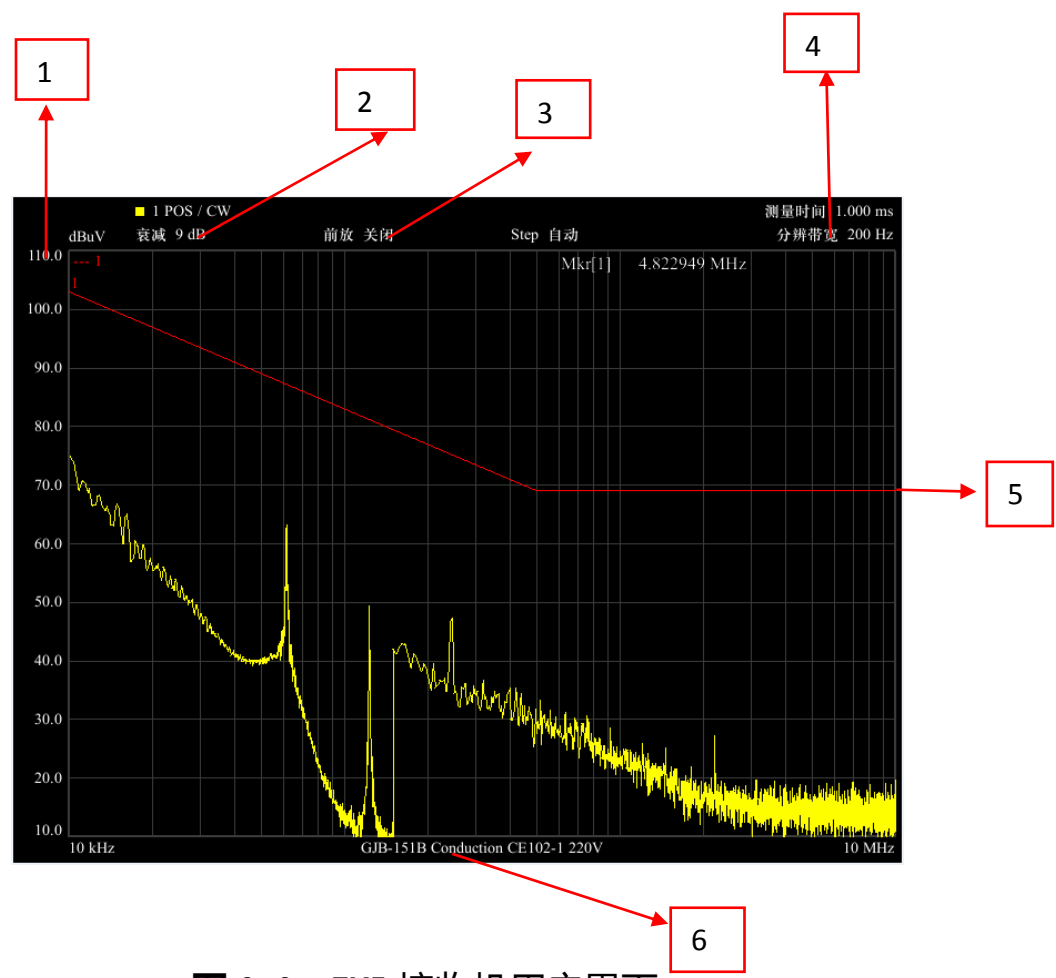


图 2.2 EMI 接收机用户界面

NO.	名称	说明	NO.	名称	说明
-----	----	----	-----	----	----

EMI 接收机使用说明

1	幅 度 坐 标	显示幅度值范围	4	分辨率带 宽	显示当前 BW 值
2	幅 度 单 位	显示当前幅度值的单 位	5	标准基线	显示标准的限值曲 线
3	衰减值	显示衰减器的数值	6	测量项目	显示当前测量项目

测试报告样式：

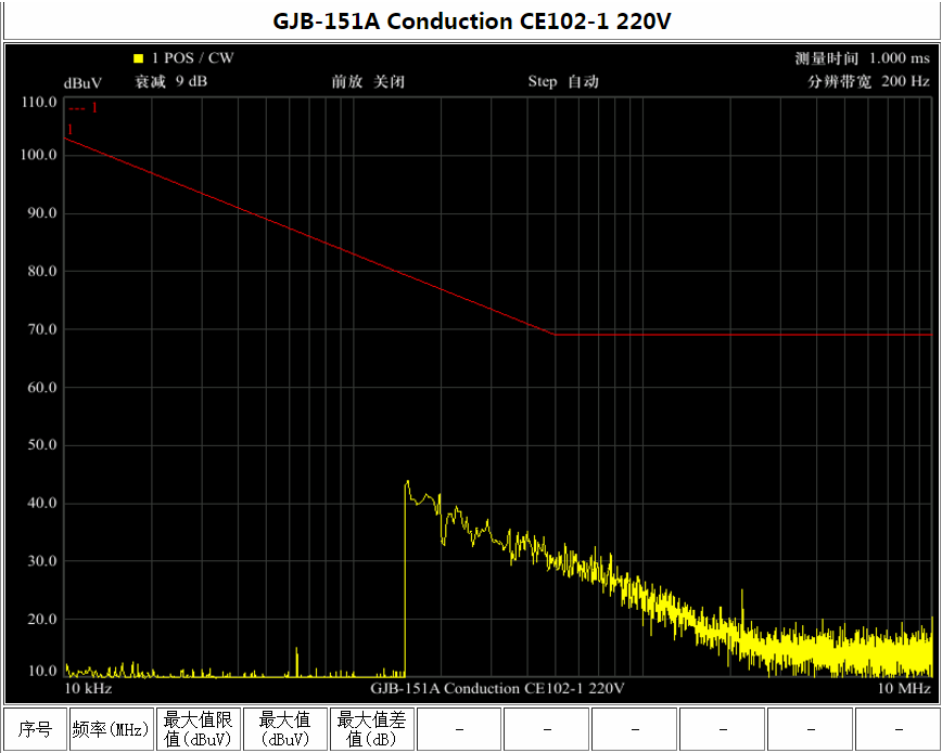


图 2.3 EMI 接收机 CE102 操作界面

2.1.2 EMI 接收机测试标准

序号	标准	备注
1	GJB151A	CE102 (28V、115V、220V) RE102 (RE102-1、RE102-2、RE102-3)
2	GJB151B	CE102 (28V、115V、220V) RE102 (舰艇、潜艇、空中、地面)
3	GB17743	GB17743 传导、GB17743 辐射
4	GB9254	传导：GB9254A、GB9254B 辐射：GB9254A、GB9254B
5	EN55014	传导：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上 骚扰：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上
6	EN55015	传导：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上 骚扰：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上
7	FCC Part 15B	FCC 传导
8	JAPAN 灯具	传导、骚扰
9	JAPAN 家电	传导：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上 骚扰：电源端子、700W 以下、700W-1000W、1000W 以上
10	GB4824	传导：≤20kVA、>20kVA；
11	EN55011	传导

2.1.3 EMI 接收机常见操作

2.2.3.1 常用参数设定

接收机常用参数包括：起始频率、终止频率、衰减、前置放大、动态范围、带宽、测量时间、扫描模式等。

【起始频率】

操作步骤：【FREQ】→【起始频率】，默认为 30MHz，调整后频谱显示区域频率范围自动调整

【终止频率】

操作步骤：【FREQ】→【终止频率】，默认为 1GHz，调整后频谱显示区域频率范围自动调整

【衰减】

操作步骤：【AMPT】→【衰减】，默认 9dB，变化范围 0~39dB，3dB 步进

【前置放大】

操作步骤：【AMPT】→【前置放大】，默认关闭，开启后可增加 20dB 增益

【动态范围】

频谱显示区域显示量程，默认可显示 100dB 动态范围，最小电平 0dBuV。

操作步骤：【AMPT】→【电平范围】，默认 100dB，可调范围 10dB~200dB

【AMPT】→【最小电平】，默认 0dBuV，可调范围
-93dBuV~297dBuV

设置完成后频谱显示区域动态范围自动更新。

【带宽】

操作步骤：【BW】→【分辨带宽】 接收机模式提供 10Hz/100Hz/200Hz/1kHz/9kHz/10kHz/100kHz/120kHz/1MHz 共 9 档分辨带宽，可通过上下方向键循环切换，菜单区域显示常用的 200Hz/9kHz/120kHz/1MHz 四档分辨带宽

【测量时间】

接收机测量时间范围：100us~100s

操作步骤：【Meas】→【测量时间】，默认 10ms

【扫描模式】

操作步骤：【Sweep】→【列表扫描】 / 【当前设置】

【列表扫描】模式提供 10 个独立测量区间，每个区间可分别设置不同的测量参数，测量时按区间顺序执行

【当前设置】快速测量，等同于一个区间测量

2.2.3.2 固定频率测量

固定频率测量在未扫描的情况下自动激活，启动扫描或测量后自动隐藏

接收频率： 100 MHz			
频率 100 MHz	MAX	47.56 48.46	dBuV
	QPK	-82.19 -78.67	dBuV
	AVG	34.08 34.10	dBuV
	RMS	35.17 35.18	dBuV

固定频率由接收频率确定，可对单频点同时进行最大值(MAX)、准峰值(QPK)、平均值(AVG)、有效值(RMS)四种检波结果测量显示、每种检波值具备最大保持保持功能，单位为 dBuV。如上图最大值(MAX)检波，当前实时值为 47.56dBuV，历史最大值为 48.46dBuV。接收频率修改后，最大保持值自动复位。

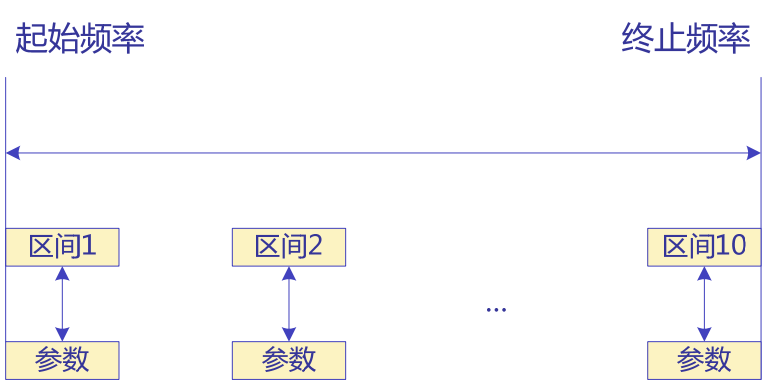
2.2.3.3 快速扫描/测量

EMI 接收机快速测量分为单段测量和多段测量。

单段测量：使用接收机当前设置的参数进行扫描。扫描步进根据中频带宽自动调整，起始、终止频率通过【FREQ】菜单设定；分辨带宽通过【BW】设定。

操作步骤，首先【Sweep】→【当前设置】→【开始扫描】，然后设置其他相关参数，如频率【FREQ】，幅度【AMPT】，带宽【BW】，测量时间【Meas】，迹线【Trace】，检波【Detector】。

多段测量：接收机模式内置了10个可调步进的区间测量，每个区间均可进行不同参数的测量



区间参数可独立设置，最多可设置10个区间，设置完成后在【Sweep】→【列表扫描】→【开始扫描】完成多段扫描。

默认区间1参数

	区间1	区间2	区间3	区间4	区间5
扫描起始	1KHz				
扫描终止	300MHz				

步进	40kHz				
分辨带宽	120kHz				
测量时间	100us				
衰减	9dB				
前放	关闭				

上图参数说明：起始频率1kHz，终止频率300MHz，最小电平0dBuV，电平显示范围100dB，连续扫描。具体参数输入主要借助于上下方向键和脉冲旋钮进行切换和输入。其中，

扫描起始：设置区间起始扫描频率，数字键输入修改

扫描终止：设置区间终止扫描频率，数字键输入修改

步进：目前为自动模式，可不作修改，由系统自动分配

分辨带宽：6dB分辨带宽选择，通过【Enter】切换

测量时间：步进频率的扫描时间，数字键输入修改

衰减：0~39dB输入范围，3dB步进，可数字键输入修改，也可通过【Enter】切换

前放：内置20dB放大器开关，测量小信号时开启

2.1.3.4 标准测量

(1) EMI 接收机系统进入步骤

以 GJB151B CE102 测试为例：

【Mode】→【EMI】→【Meas】→【标准】→【CE102】→【220V】

注：其他标准输入按照此类步骤。

(2) 标准曲线标记与查看：

【停止扫面】→【FREQ】→接收频率更改(查看标记)→【开始扫描】

(3) 限制线编辑：可以自己编辑测量标准限值线

【Meas Setup】→新建/编辑→名称→值→添加/插入→保存

(4) 补偿设置：可以输入天线系数、近场探头校准系数、LISN 插损等

【Mode】→【EMI】→【Meas】→【补偿】

2.2 网络测量

介绍：

网络测量是端口测量，利用仪器内部的信号源和接收源完成端口连接测试，具体可以直接测试滤波器、电缆的插损值、放大器放大倍数等。

操作界面进入：

【Mode】→【网络测量】→【FREQ】→【输出功率】→【扫描点数】

利用输出端 RF OUT 50Ω输入和 RF OUT 50Ω两端端口做出测试。详细操作见 3.3 节介绍。

3. EMI 接收机测量

3.1 EMI 状态下测量项目

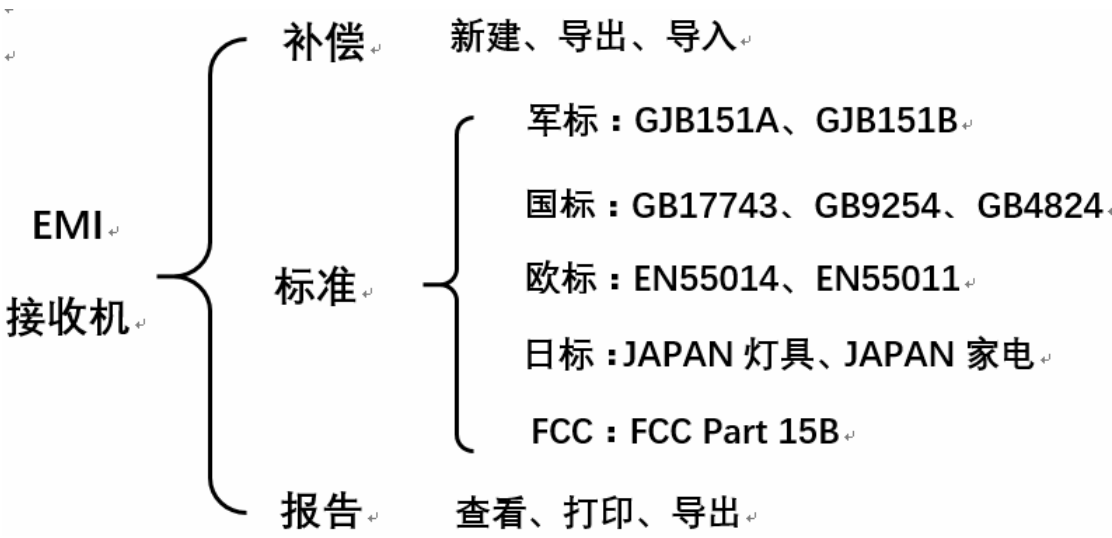
3.1.1 主要功能

1. 能够利用仪器对军标(GJB151A、GJB151B)、国标(GB17743、GB9254、GB4824)、

欧标 (EN55014、EN55011)、FCC (FCC Part 15B)、日标 (JAPAN 灯具、JAPAN 家电) 等标准进行测试。

2. 能自编测量标准限值

3.1.2 EMI 接收机菜单结构



3.1.3 EMI 接收机下的标准测试

3.2.3.1 GJB151A 传导发射测试

本次测试举例中利用 GJB151A CE102 220V 测试为例，搭建完实验平台后直接对 EUT 的传导数据测试，CE102 传导发射测试平台如下图所示：

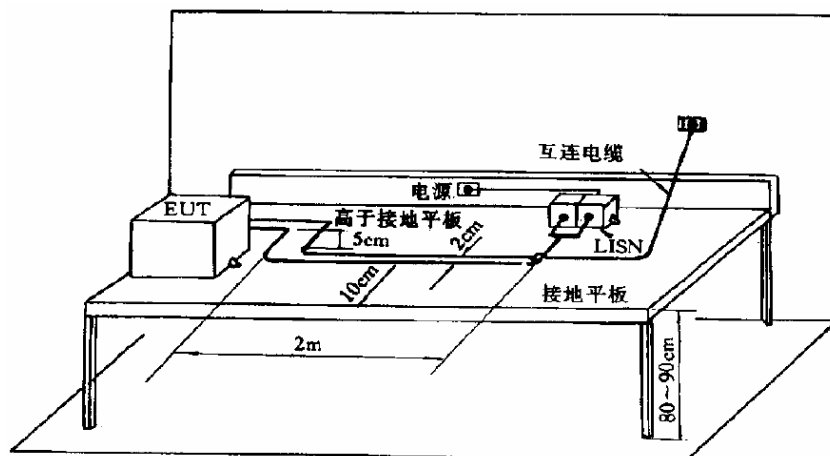


图 3.20 CE102 测试框图及规范

图 3.11 搭建 CE102 测试平台

图 3.12 具体现场测试连接图

电源阻抗稳定网络（LISN）使用说明警告

- 1、使用电源阻抗稳定网络时，必须将本仪器后面板的接地端与参考地可靠连接。
- 2、只有当受试设备（EUT）正常工作后，再把电源阻抗稳定网络的监视端与频谱仪输入端相连接。为了保护测试仪器的安全，避免信号太强而烧坏接收机，应在接收机输入端加一个 20dB 衰减器。
- 3、当电源阻抗稳定网络（LISN）的监视端接在接收机上时，切忌不要关掉被测设备电源！因为突然切断电流时，在 LISN 内的 50 μ H 电感上可能引起过压尖峰而损毁接收机。
- 4、当电源阻抗稳定网络的监视端不接接收机时，应在监视端接一个 50 Ω 负载。

- 5、每次测量完毕，首先拔掉 LISN 的监视端与频谱仪之间的连接电缆，再关频谱仪电源，最后关被测设备电源。
- 6、因电源阻抗稳定网络中有比较大的滤波电容，所以它不能用在有漏电保护的电网上。如果在普通实验室里使用，必须通过电源隔离变压器给电源阻抗稳定网络供电。

搭建完实验测试平台后，按照如下操作步骤测试：

- 1： 开机预热 25 分钟后，系统自动进入 EMI 接收机系统界面；
- 2： 测试标准选择。按下【Meas】后选择 EMC 测试标准，利用界面软键直接选择【标准】，在标准列表中选【GJB151A】，在国军标列表中选择【CE102】，根据被测件要求选择【220V】基准线，该标准下测试界面如下：

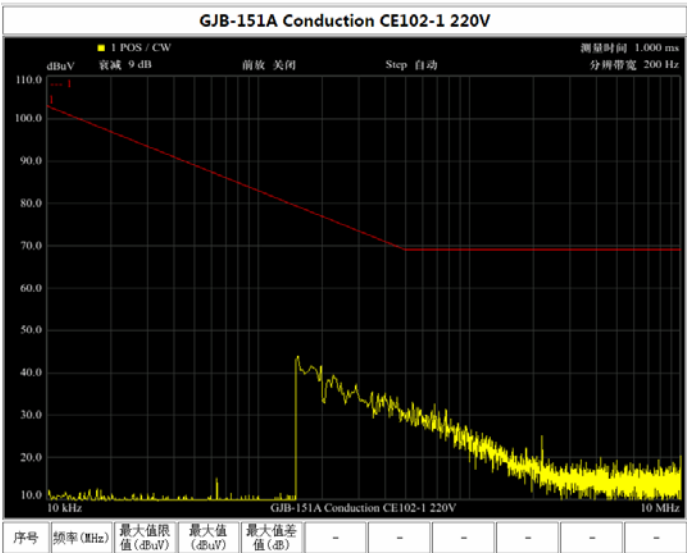


图 3.13 CE102 界面

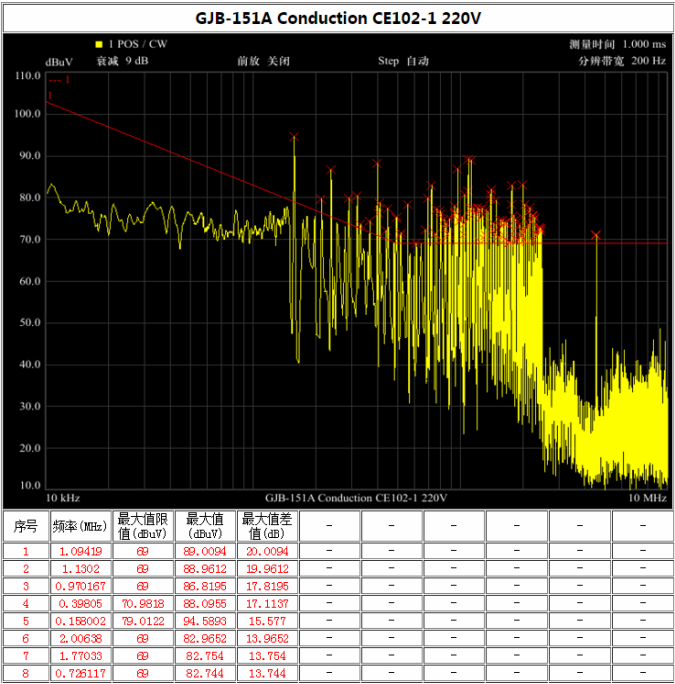


图 3.14 测试报告及超标点列表

3.1.3.1 GJB151B 辐射发射测试

本次测试举例中利用 GJB151B RE102 测试为例，搭建完实验平台后直接对 EUT 的数据测试，RE102 发射测试平台如下图所示：

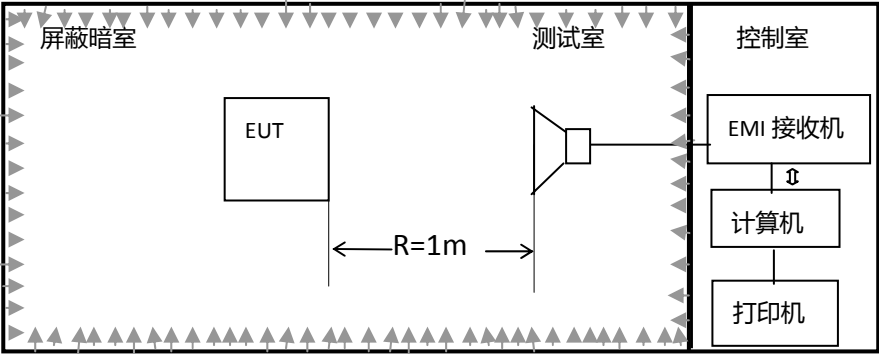


图 3.15 RE102 测量示意图

该标准下的具体测试步骤如下：

- 1： 开机预热 25 分钟后，系统自动进入 EMI 接收机系统界面；

2：测试标准选择。按下【Meas】后选择 EMC 测试标准，利用界面软键直接选择【标准】，在标准列表中选【GJB151B】，在国军标列表中选择【RE102】，根据被测件要求选择限值，例如选【地面】限值，该标准测试界面如下：

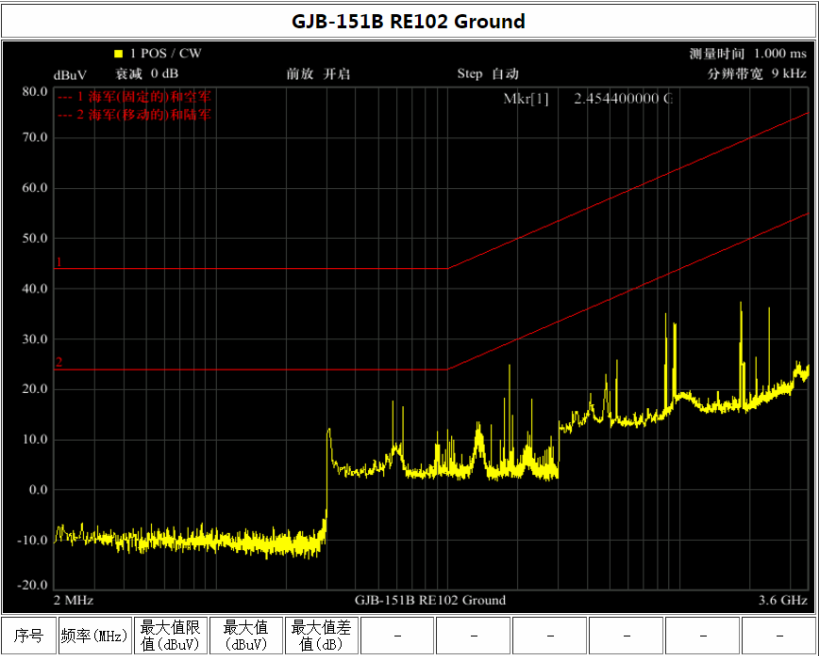


图 3.16 GJB151B RE102 测试界面

开机后测试，测试曲线如下图所示：

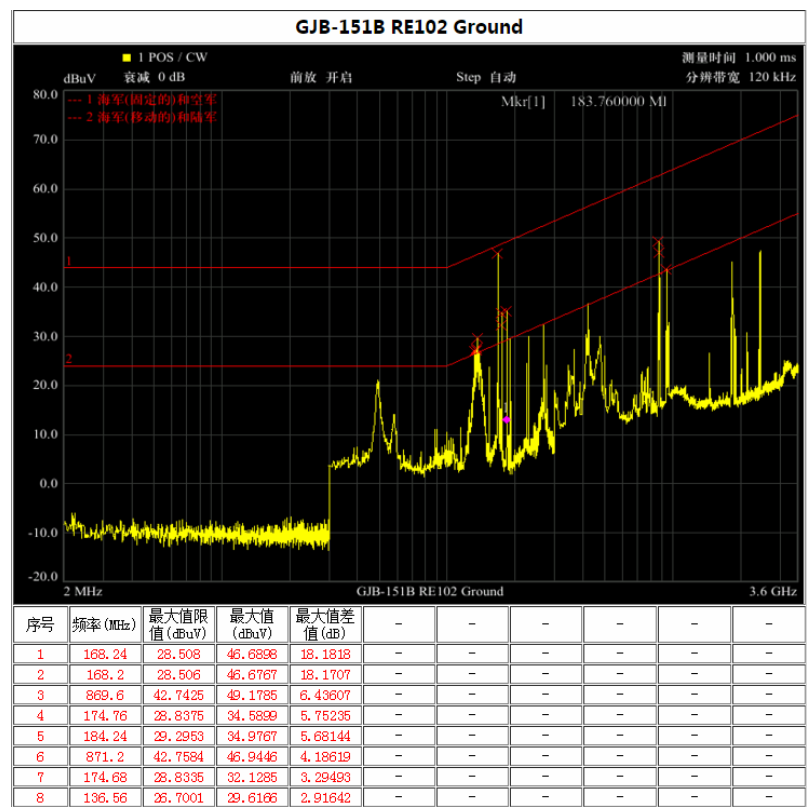


图 3.17 GJB151B RE102 测试报告

3.2 网络测量使用操作

ER 系列 EMI 接收机具有网络测量功能，主要用于幅频特性测量。可以测量无源网络（如滤波器、衰减器、电缆线）的插入损耗、隔离度和放大器放大倍数等。例如测量滤波器的性能：将信号跟踪源的输出接到滤波器的输入端，再将滤波器的输出端接到频谱仪的收入端，即可测出滤波器的滤波特性。

测量方法：

设置参数

—按【Mode】键 选[网络测量]

—按【SPAN】键 调整扫宽到要求的宽度（例如 200MHz）

1. 用适配器（短路连接器）将跟踪源输出端电缆连接到频谱输入端电缆，

打开网络测量功能，按方向键【↑】【↓】或数字键 改变输出功率、参考电平、扫描时间和扫描点数。

—按[归一化]键 显示器在画面中心显示一条直线，如图 3, 28 所示。

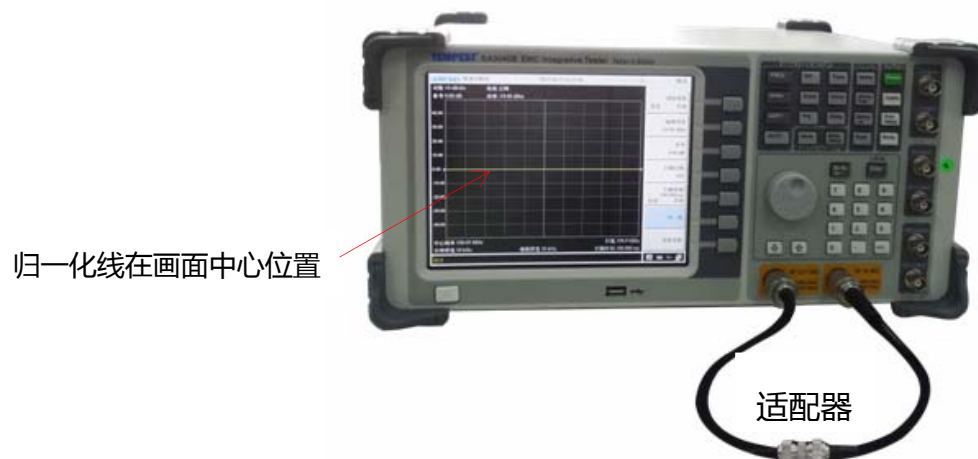


图 3.28 归一化测量

如果要扩大垂直显示范围，可以调整参考电平软键将归一化线调到显示屏顶部，如图 3, 29 所示。

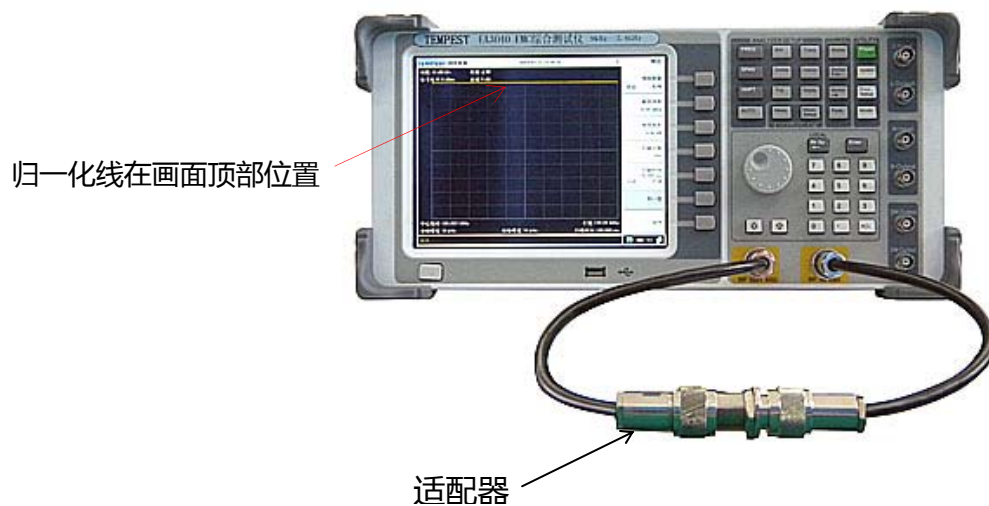


图 3.29 归一化测量

2. 移去适配器，用滤波器代替适配器，就可以显示出滤波器特性，如图 3. 30 所示。



图 3.30 滤波器测量

必要时可调整【SPAN】键,此时在显示器上就可看到滤波器完整的滤波特性。

—按【Marker】键 移动光标到-3dB 处,就可以测量出滤波器的 3dB 带宽。

如果想细看滤波特性,可以选 1dB/每格的纵坐标刻度。

4 附件测试操作指南

4.1 近场探头

用近场探头配上接收机能够直接测量出干扰信号的频率和幅度,对于寻找电场和磁场干扰具有很好的效果, Baluelec 近场探头与同类探头比较增益高体积小,并能进行定量测量。



电场探头 TEPEST-E



磁场探头 TEPEST-H

4.1.1 用近场探头寻找机箱缝隙的电磁泄漏

任何一个屏蔽机箱都有缝隙、各种窗口和输入/输出线,电磁波很可能从

这些地方泄漏出去。解决的办法是：所有缝隙必须用导电压条把缝隙堵住，窗口要用不同的透光屏蔽材料。所有输入/输出线必须通过滤波器与屏蔽机箱内部电路连接。如果导电压条和滤波器选型或者安装不合适，或者窗口的透光屏蔽材料性能不好，就会有电磁泄漏，可用近场诊断探头检查出泄漏部位和泄漏的大小。

测量方法

1. 设备连接

将近场探头连接到频谱仪的频谱输入端。

2. 参数设置

1) 复位仪器

—按【Preset】

2) 设置参数

—按【FREQ】键 将中心频率调到预估的检测频率上

—按【SPAN】键 先将扫频宽度置最宽，使显示为全景频谱。

在 EUT 需要检查的部位（如缝隙、通风窗等处）移动探头（如图所示）。

调整中心频率到比较大的谱线上，用频标观察谱线的频率和幅度。

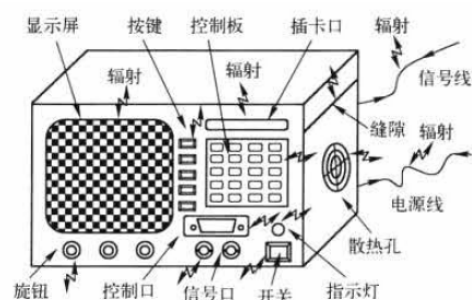


图 4.1 用近场探头测量设备电磁辐射

看到比较大的干扰信号后，再降低扫频宽度和中频带宽，以便观察谱线细节部分。如果被测信号太小，则

—按【BW】键 降低中频带宽，按[衰减器]键 降低衰减量

还可以开启内部前置放大器，或用外部低噪声放大器把被测信号放大。

—按【AMPT】键 调整[参考电平]，调被测信号的幅度到便于观察的位置。

边移动探头边观察。找出比较大的辐射频率和幅度。也可以用最大保持功能记录信号谱线

—按【Trace】键 选[最大保持]功能

—按【Marker】键 移动光标到需要测量的谱线上

4.1.2 用近场探头寻找 PCB 板上的电磁干扰源

电子线路是由许多元器件（电阻、电容、电感、晶体管、集成电路、半导体开关器件和高频时钟处理器芯片等）用导线、电缆和接插件连接而成。每一种元器件都有它固有的特性，有些元器件能产生很强的电磁辐射。

有些电缆通常被捆扎在一起，这就造成对近场耦合或串扰的潜在危险。导线可等效成为偶极子天线，能起辐射天线的作用，从而成为电磁干扰辐射源的一部分，它也能起到接收天线的作用，成为系统对辐射发射敏感的重要一环。用近场诊断探头可以找出电场辐射大的元器件及其电磁场辐射量级。

测量方法同 4.1.1。



图4.2 用近场探头测量PCB板电磁辐射

以上都是相对测量，相对测量只能定性分析被测信号的大小。

例如某台军用设备辐射发射（RE102）测量超标，在 100MHz 时，超标限值 10dB，为了满足军标要求就要对这个产品进行加固改进。

进行加固的正确方法是，先用诊断探头进行测量，测量出 100MHz 时超标信号幅度值，进行加固措施后再测量，比较两次测量的数据，如果第二次测量数据比第一次测量数据减小的值小于 10dB，说明加固的措施还不够，如果减小的值大于 10dB，就可能通过军标限值要求。因为电磁场强度近场的变化与远场的变化规律基本是一致的。

4.1.3 用近场探头可进行定量测试（绝对值测量）

TEMPEST 型电磁场探头都经国家认证的计量单位进行了定标，给出了相应的探头校正系数 AF，用校准系数可以进行场强定量测试，可以测试特定位置的绝对场强值，如发射机旁、变电站、电台机房、计算机机房、机柜和机箱内部等电磁波辐射强的地方。

电磁场理论计算公式如下：

电场强度 $E(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) = V(\text{dB}\mu\text{V}) + AF(\text{dB}/\text{m})$

磁场强度 $H(\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}) = V(\text{dB}\mu\text{V}) + AF(\text{dBs}/\text{m})$

磁感应强度 (磁通密度) $B(\text{dBpT}) = H(\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}) + 2\text{dB} = V(\text{dB}\mu\text{V}) + AF(\text{dBs}/\text{m}) + 2\text{dB}$

式中： $V(\text{dB}\mu\text{V})$ ——频谱仪测量值

$AF(\text{dB}/\text{m})$ ——电场探头校正系数

$AF(\text{dBs}/\text{m})$ ——磁场探头校正系数

用诊断探头测量与按军标测量方法不同，诊断测量是近场测量，近场测量是用探头，探头紧靠辐射源。而按电磁兼容标准测量基本是属于远场测量，远场测量是用天线。军标要求天线离被测件1m的距离，为消除环境电磁干扰，辐射发射测量必须在屏蔽暗室内进行。

探头测量误差分析：近场测量影响因素很多

(1) 信号的磁分量是通过磁感应耦合到探头上，而电分量是通过电容耦合到探头上。由于分布电容不是固定的，感应的电分量也随着变化，所以每次测量的重复性较差。(2) 探头的影响：探头放置在辐射源附近时，因探头的存在，增大了源的电容，从而改变了在相互作用点上电流的分布，因而改变了源的磁通密度。这也能导致测量误差。(3) 近场的波阻抗是变化的，对探头的位置特敏感。(4) 人体的影响：人握住探头时，则电信号分量可以通过人体与探头之间的分布电容耦合到探头上，而人的位置不同或手握探头的方法不同，则分布电容也不同。

诊断测量时，人体尽量远离探头和测量电缆，以消除人体的影响。因电磁波有极化方向问题，因此测量中应转动探头的方向，以便测出最大的信号。对于相对测量，应使前后测量条件尽量相同。只要注意测量方法，就可以减小测量误差。

由于近场测量引起的测量误差很多，如何把近场测量数据等效到远场，目前还没有现成的理论计算公式。因为屏蔽暗室的大小不同，电磁波反射大小不同，测试距离不同，所以很难推导出一个远近场等效的理论计算公式。但是，有条件的单位可以根据自己实验室的特定条件进行实测，找出一条规律。一般情况，近场测量的电磁场强度比远场测量的电磁场强度要强很多，而且随着频率的增加其差值也线性的减小。用这种办法可以预先估计出被测设备是否能通过军标要求。

4.2 电流检测探头与电流注入探头

大部分的干扰信号都与导线和电缆中存在有干扰电流有关，这些线缆可以等效成环天线和偶极子天线，既能发射信号，也能接收信号。在电磁兼容测量中，测量设备电缆线上发射信号的性能叫传导发射测量；向设备电缆线上施加一定强度的信号来考核设备的抗干扰能力叫传导敏感度测量。无论是测量电缆上的干扰还是向电缆上注入干扰，都需要一种耦合装置，这个装置通常称为电流探头（或称为电流卡钳）。电流探头可分为电流检测探头和电流注入探头。电流检测探头用作测量传导发射，测量导线和电缆上的干扰；电流注入探头用作传导敏感度测量，即向电缆线上注入强干扰信号的技术来实现，简称为 BCI（Buik Current Injection）。使用电流探头时，探头与导线不接触，一般不会改变被测电路的正常工作或正常布置的状态。

4.2.1. 用电流检测探头测量电源线和信号线上干扰

把电流检测探头接到频谱仪输入端，并将电流检测探头卡到被测电源线上，

这样能测量出电源线上的电磁干扰，也可以卡到信号线上测量信号线上的干扰。

如下图所示。



图 4.3 TEMPEST 检测探头

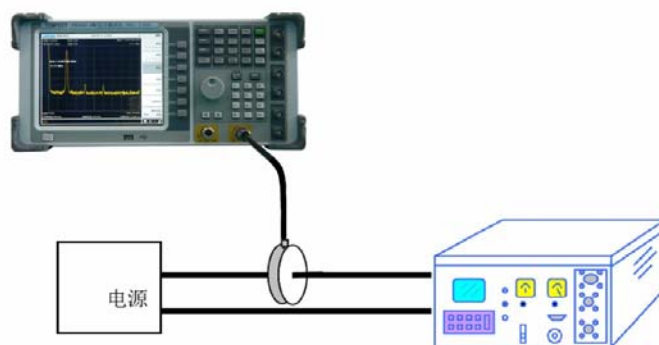


图 4.4 电流检测探头测量电源线和信号线上干扰

4.2.2 用电流注入探头测量被测件的传导敏感度



图 4.5 TEMPEST 注入探头

测量方法：

把电流注入探头卡到被测信号电缆或电源线上,把信号源的输出信号经过功率放大器放大后加到电流注入探头上,同时用电流检测探头监视注入到导线上的信号电流大小。这样就可以达到敏感度测量目的。如图 4.6 所示。

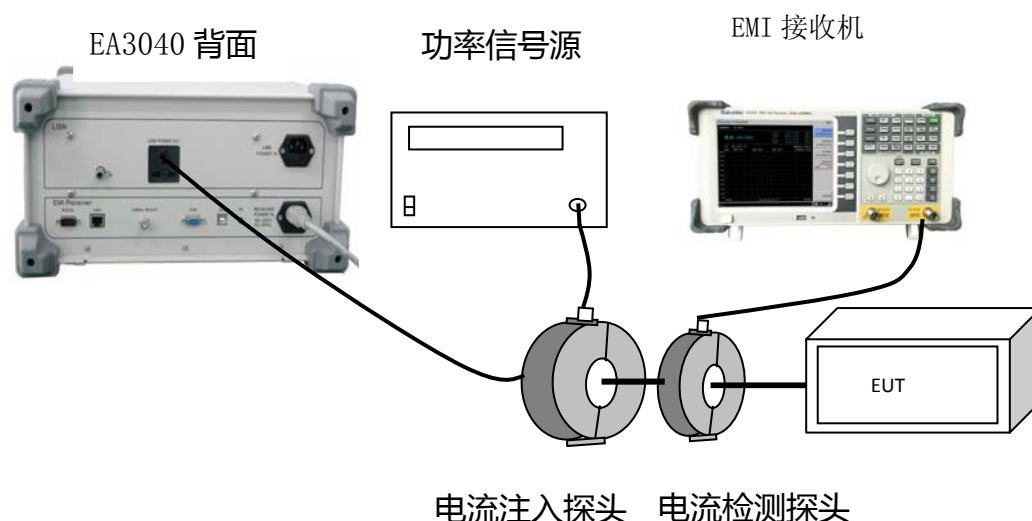


图 4.6 用电流注入法作敏感度测量

4.3. 用共差模分离器测量共模信号和差模信号

传统的传导测量只能从 LISN 的 L/N 检测端测出被测设备传导干扰的总量,干扰总量中包括共模分量和差模分量,共差模分量各是多少不知道,这样给 EMI 设计和整改工程师选用什么样的滤波器带来困难。

用 EA3040B 综合分析仪中的共差模分离功能,就能从干扰总量中分离出共模分量和差模分量,方便设计和整改人员进行干扰分析和定向处理。

下面以具体实例讲解共差模分离功能的具体操作。

1) 设备连接

按照 6.3 节中 GJB151A/152A 传导发射测量进行设备的连接。实际连接后如图

21 所示。



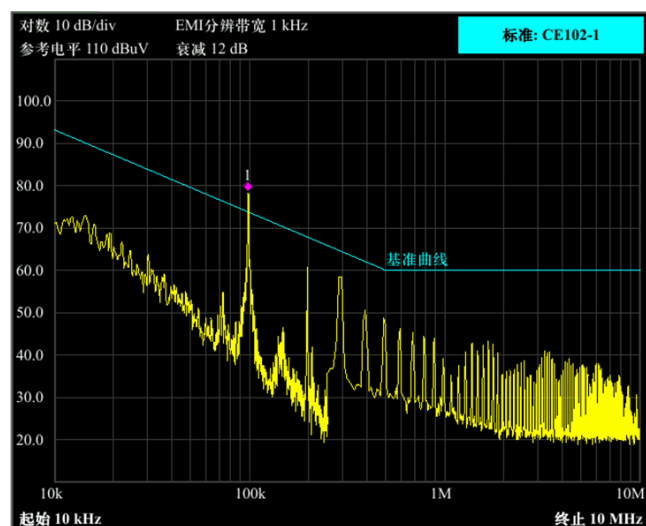
图 4.7 CE102 传导测试实例连接图

2) 参数设置

- 按【Mode】键
- 按[EMI 接收机]
- 按[标准]
- 按[传导]
- 按[CE102-1]

3) 干扰总量测量

参数设置好后，将前面板 LISN 的检测端 “L Output/N Output” 连接到频谱仪输入端 “RF IN”，待扫描稳定后，观察曲线是否超过标准限值，调频标到超标的谱线上，此时，干扰总量在 131kHz 处超标 22dB。如图 4.8 所示。



要用新的仿真软件测
量图

图 4.8 传导测试干扰总量

5 仪器的编辑与保存

5.1 仪器的限制线编辑

5.1.1 仪器的限制线

内置标准的测量限制线不可编辑，自定义标准的测量需要定义限制线。限制线编辑完成后可保存至设备内，下次启动时可进行浏览、编辑和删除操作。

下图为空白页面

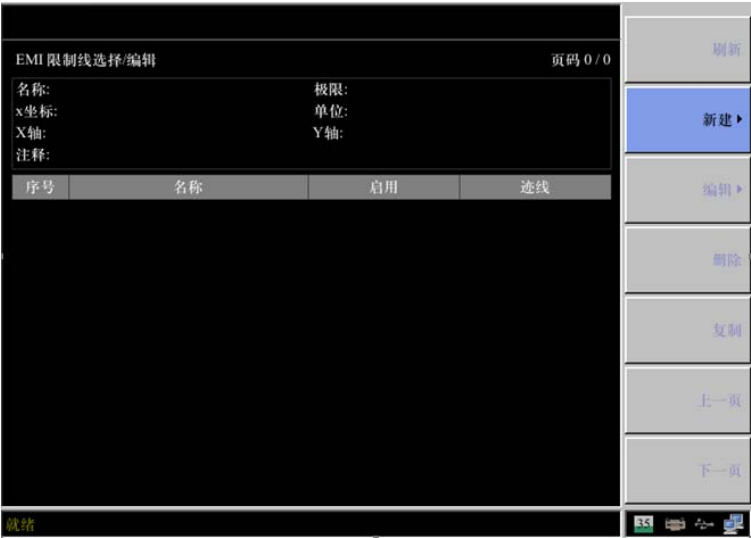


图 5.1 限制线编辑空白页面

5.1.2 限制线参数及操作步骤

- 【页码】 限制线列表每页显示 12 条，超过 12 条后进行分页显示
- 【名称】 限制线名称，由软件盘输入，光标切换至名称参数后，点击前面板
- 【Enter】 键可激活/关闭软件盘
- 【极限】 限制线类型定义，上限/下限
- 【X 坐标】 线性/对数，目前只支持 X 坐标对数 单位只支持 dBuV 单位
- 【注释】 自定义描述，输入方法同名称

编辑线操作

仪器开机后，系统进入 EMI 接收机后，点击【Meas Setup】进入限制线编辑页面，具体是：【Meas Setup】→【新建】，开始创建限制线

左侧为限制线参数编辑部分，右侧为快捷切换以及功能菜单

- 【名称】 光标快速定位至名称参数栏
- 【值】 光标快速定位至第一个频率

- 【添加】 创建一个新的频率、幅度行并定位
- 【插入】 光标在频率/幅度行时执行前插入，不在则执行添加操作
- 【删除】 删除频率/幅度行
- 【放弃】 取消创建/编辑并返回限制线列表页
- 【保存】 保存创建/编辑并返回限制线列表页

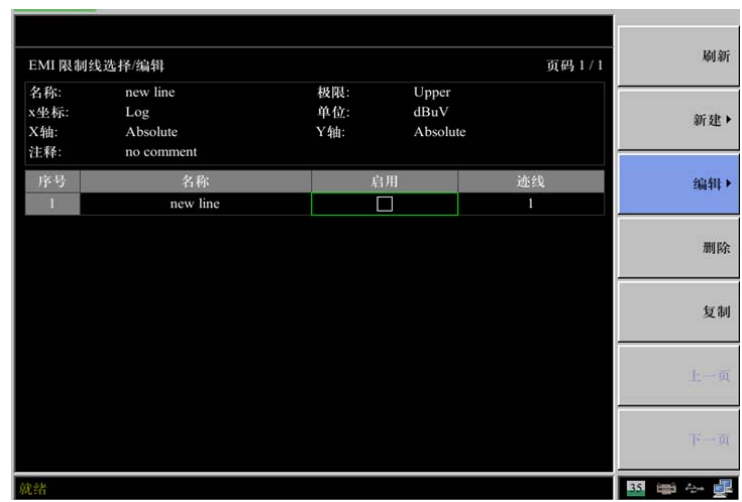


图 5.2 限制线编辑页面

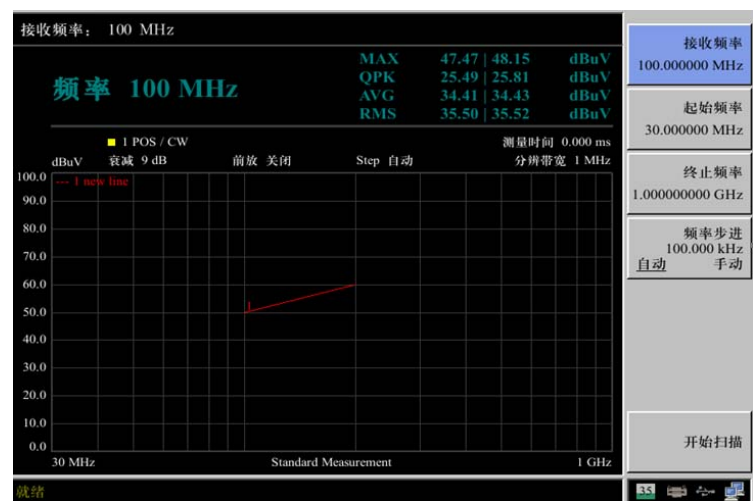


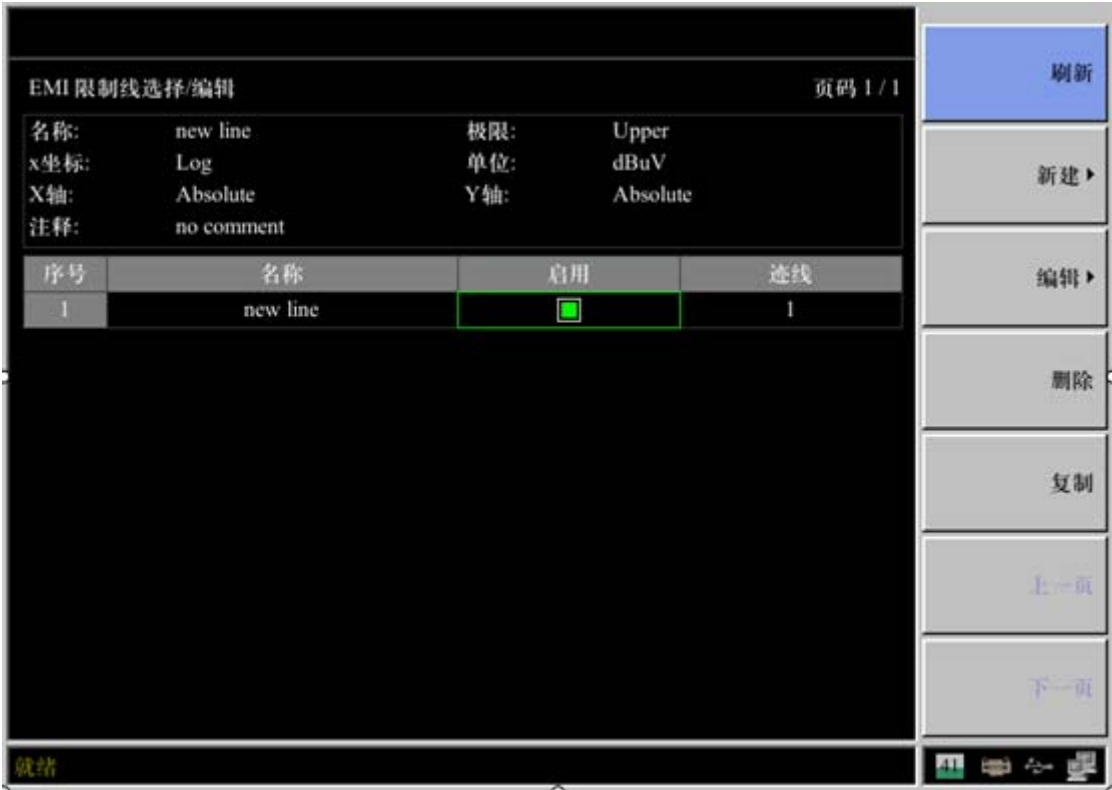
图 5.3 编辑完成后的限制线

编辑页面与创建页面操作完全相同，编辑完成后点击【保存】返回列表页。

5.1.3 限制线创建及使用

进行快速测量时可以自行编辑和使用限制线，同样也适用于列表扫描。

【Meas Setup】菜单中包含了限制线的所有操作，菜单功能如下



左侧部分为已创建的限制线列表，限制线列表包含的参数有

【名称】限制线名称

【极限】限制线类型，包含 Upper(上限制线)和 Lower(下限制线)，上限制线表示当检波结果超出限制线时定性为超标，下限制线刚好与之相反，低于下限制线时为超标点

【X 坐标】横轴显示方式，Log 表示对数显示，Line 表示线性显示

【单位】dBuV

【X 轴】显示绝对频率值

【Y 轴】显示相对频率值

【注释】备注信息

限制线操作主要包括：浏览/刷新、创建、编辑、删除和复制操作。

5.1.3.1 创建限制线

【Meas Setup】→【新建】，进入创建限制线界面

名称

new line

极限

Upper

x坐标

Log

单位

dBuV

X轴

Absolute

Y轴

Absolute

注释

no comment

创建限制线

频率	限值(dBuV)
100 MHz	50.0

名称

值

添加

插入

删除

放弃

保存

就绪

设置限制线名称

限制线名称通过软键盘输入，点击【名称】弹出软键盘

Cancel

OK

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	:	;	.	*	?	!	/	(	)	[	]	{	}	+	#	~	-	_	=	"
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	,	.	<	>		@	%	&	\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	

软键盘包含英文字母及常用符号，通过脉冲旋钮和上下键进行移动，【Enter】确认输入，输入数字时也可通过面板数字键输入，【Cancel】和【OK】键关闭软键盘。

添加极值频点：点击【添加】/【插入】，限制线频点列表会自动增加一行，脉冲旋钮移动到需要修改的频率或限值表格，通过面板数字键输入和修改。

编辑完成后，点击【保存】，系统自动返回至限制线列表界面。

5.1.3.2 启用限制线

【Meas Setup】进入限制线列表首页

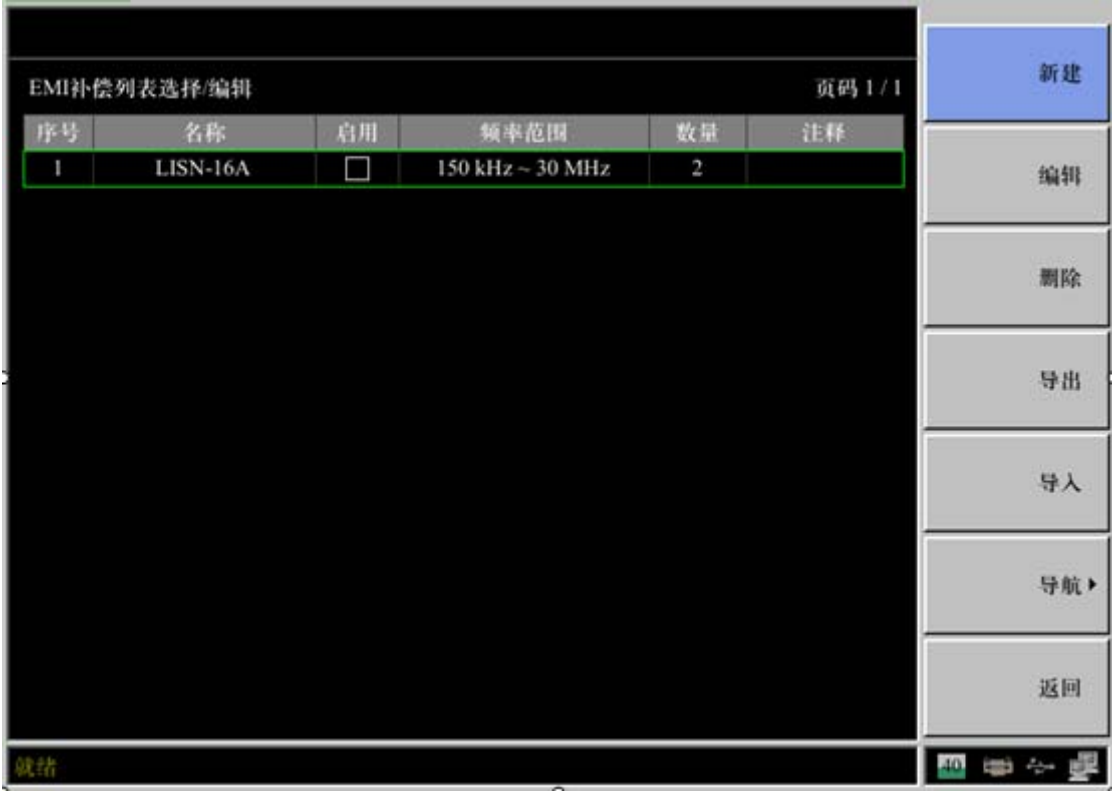
序号	名称	启用	迹线
1	new line	☐	1

通过脉冲旋钮切换选择启用和迹线表单，通过【Enter】键启用或取消，迹线选择范围从 1 至 3，根据实际设定的参数选择相应的迹线。复位后系统自动取消所有限制线。

5.2 仪器补偿因子编辑

补偿因子的编辑可对 LISN、探头、天线、限幅器、衰减器、放大器等测试附件的插入损耗和频率响应做出相应的补偿，确保测试结果准确可靠。

操作步骤：【Meas】→【补偿】，进入补偿因子界面



5.2.1 创建补偿因子

操作步骤：【Meas】→【补偿】→【新建】，进入页面后可设定补偿名称，添加频点列表，设定频点频率和幅度



创建完成后点击【保存】

5.2.2 加载补偿因子

【Meas】→【补偿】，进入补偿列表界面，通过上下键移动选择补偿名称，按【Enter】键启用补偿

EMI补偿列表选择/编辑					页码 1 / 1
序号	名称	启用	频率范围	数量	注释
1	LISN-16A	☐	150 kHz ~ 30 MHz	2	
2	unDefine	☐	150 kHz ~ 30 MHz	10	

备注：补偿列表每次只能选择其中一个。

5.3 保存操作

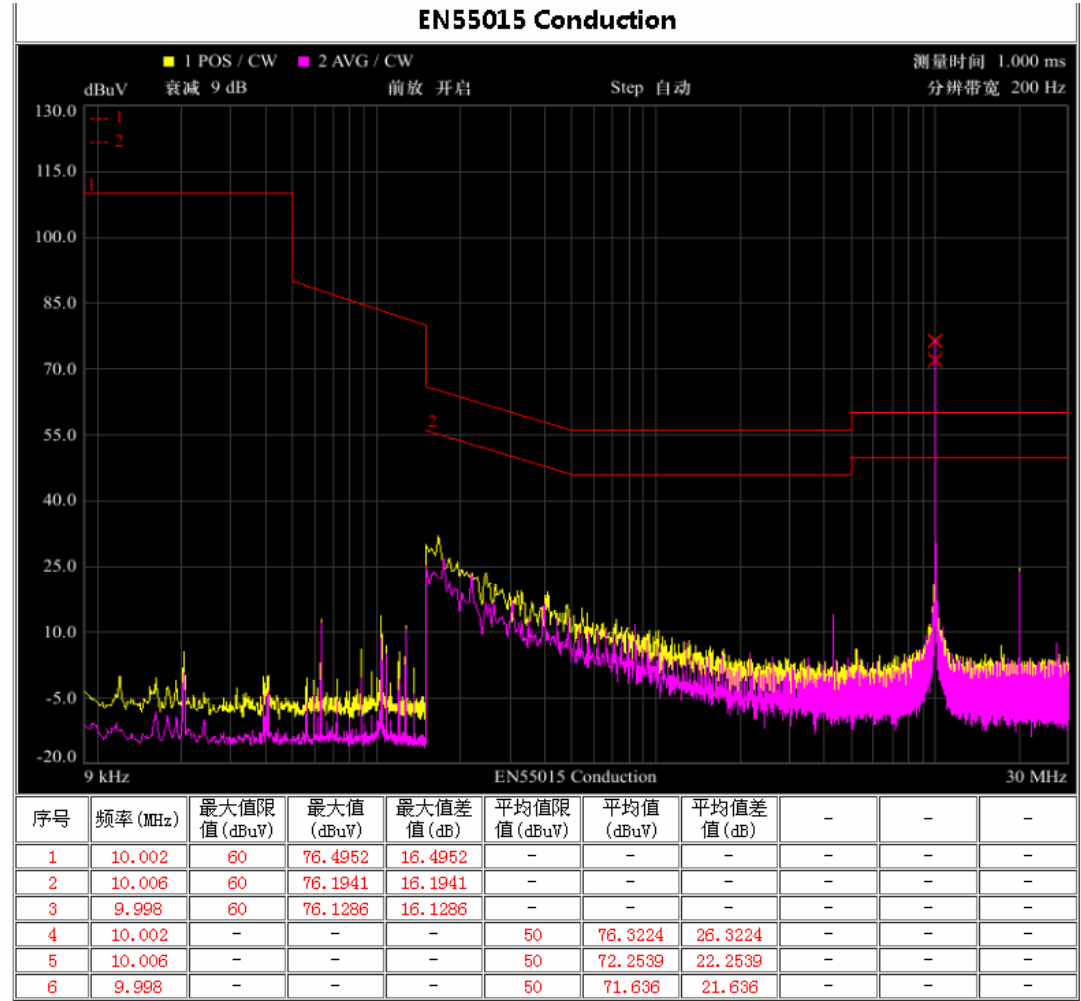
仪器的界面保存分为两种：EMI 接收机系统下的报告导出和其他方式下的界面保

存。

报告导出：

EMI 接收机系统下，停止扫描后，点击【Meas】后，点击【报告】，选择【导出】后，就能够报告保存到闪存中。保存格式有两种 .png 和 .html。查看时将两个文件放在同一个路径下，打开后缀为 html 的文件即可。

测试报告样式如下



测试报告包括测量频谱以及超标点数据信息。超标点数据给出当前超标频点限值、实测值及实测与限值的差值。

界面保存：

频谱分析仪模式下，界面保存使用的是屏幕截图的方式，【System】后点击【存储】，点击【屏幕截图】，点击【保存至闪存】。保存格式只有 .png。

6. 仪器使用注意事项

- ◆ 在仪器使用时，注意用电安全。
- ◆ 仪器开机后需要预热 25 分钟，系统稳定后，开始测量使用。
- ◆ 在仪器做传导测试时，配合外界 LISN 使用时，注意测试步骤的先后顺序，注意用电安全。
- ◆ 仪器使用中，注意安全接地问题，需要良好接地。
- ◆ 使用后请勿将仪器放置在长时间收到日照的地方。
- ◆ 仪器不使用后，请断开电源。