

# 增益压缩测量



矢量网络分析仪应用文档

AN2408-P0009CN01

深圳市鼎阳科技股份有限公司版权所有

## 商标信息

**SIGLENT** 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

## 声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

## 产品认证

**SIGLENT** 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

## 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园一栋&四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: support@siglent.com

网址: <https://www.siglent.com>

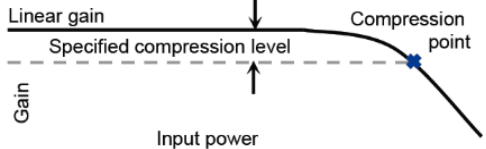
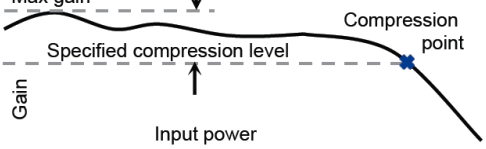
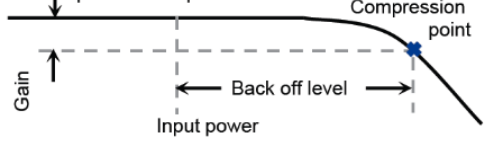
## 1 引言

作为构成系统的核心器件，放大器被广泛应用于各类射频和微波系统，表征放大器的性能是设计过程中的一个关键因素。放大器有一个线性增益区域，在此区域放大器的输入功率与输出功率成线性关系，这个区域内的增益称为线性增益（也称为小信号增益）。随着输入功率的增加，达到一定电平后放大器的增益开始下降，放大器接近饱和状态。

放大器压缩最常用的测量是 1 dB 压缩点，即导致放大器增益相对于线性增益下降 1 dB 的输入功率定义为增益压缩的输入功率，该点称为压缩点。增益压缩功能就是找到指定频率范围内放大器在各频点的压缩功率，并测得该点上的各项参数。

## 2 压缩的定义

在上节介绍压缩点时，提到找到增益相对参考增益下降 1 dB 时的点作为压缩点。这里的参考增益是工作在线性区的线性增益。然而在不同的情况下，参考增益的选取也各不相同。根据选取参考点方法的不同分为以线性增益为参考的压缩（Compression from Linear Gain）、以最大增益为参考的压缩（Compression from Max Gain）、回退压缩（Compression from Back Off）、X-Y 压缩（X/Y Compression）、以饱和点为参考的压缩（Compression from Saturation）。

线性压缩	线性增益是在线性输入功率下测得的增益，压缩点计算为线性增益减去指定的压缩电平。	
最大增益压缩	在每个频率找到的最大增益为参考增益，压缩点计算为最大增益减去指定的压缩电平。	
回退法压缩	比较指定回退电平的两个输入功率下的增益。根据压缩电平和回退点找到压	

## 增益压缩测量

	缩点。	
X/Y 压缩	根据指定的参数 (X 和 Y) 找到压缩点, 比较两个输入功率与指定 Delta X 不同的输出功率。压缩点是输出功率与指定 Delta Y 差值最大的输入功率。	
饱和态压缩	根据最大输出功率电平得到压缩功率。	

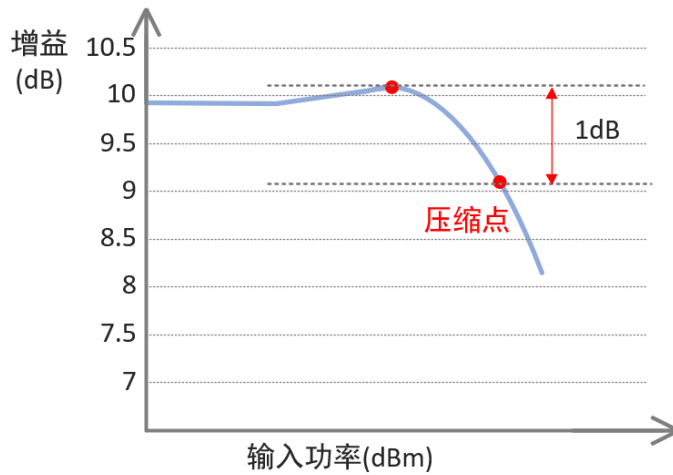
### 2.1 以线性增益为参考的压缩

以线性增益为参考的压缩是使用最为广泛的压缩定义方法, 该方法是将放大器的线性增益作为参考增益, 用此压缩方法时, 通常会先确定一个处于线性增益区内的功率作为线性输入功率, 随后在指定的功率范围内搜索 1 dB 压缩点。

### 2.2 以最大增益为参考的压缩

随着输入信号的增大, 有些放大器的增益会在压缩之前有所增大, 这通常是因为偏置发生了细小的变化。事实上, 有些放大器的设计者会利用这一效应来扩展放大器的线性工作区域。这些放大器的增益会随着输入信号增加而达到峰值, 然后压缩效应随即出现, 如图所示。对于此类放大器, 压缩的参考增益是最大增益而非线性 (或低输入功率) 增益。与基于线性增益的压缩测量相比, 在 1 dB 压缩点时的输入功率较小, 因此这种增益压缩的定义是比较保守的。值得注意的是, 对于普通放大器的压缩曲线来说最大增益就是小功率输入时的线性增益, 基于最大增益的压缩定义与以线性增益为参考的压缩是一致的。

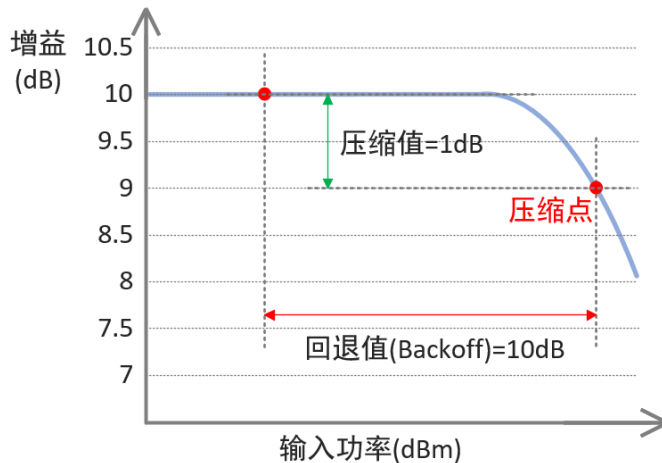
## 增益压缩测量



以最大增益为参考的压缩

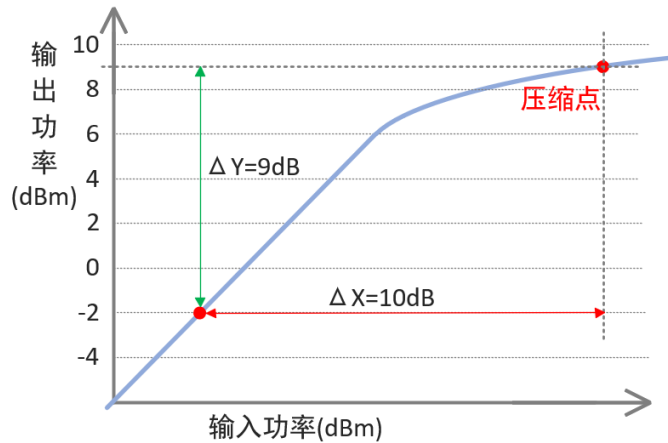
### 2.3 回退压缩和 X-Y 压缩

回退压缩和 X-Y 压缩的工作原理相同，只是实现方法不同而导致的叫法不同。两种方法都规定了线性区域和压缩点之间的输入功率 (X 轴) 差异。回退法的基本原理是按一定差值指定输入信号 (即 X 轴) 上的两个点，两点对应的增益 (即 S21 在 Y 轴上的值) 差即为压缩值，测量的任务是在 S21 曲线上寻找一个点，该点的压缩值为指定值 (1 dB)，同时该点的激励值与参考点激励值为指定的差值 (通常是 10 dB)。



回退压缩

X-Y 法工作原理类似，在输出功率上寻找一点，与参考点差值满足指定值 (通常是 9 dB)，同时输入功率与参考点的差值亦满足指定值 (通常是 10 dB)。

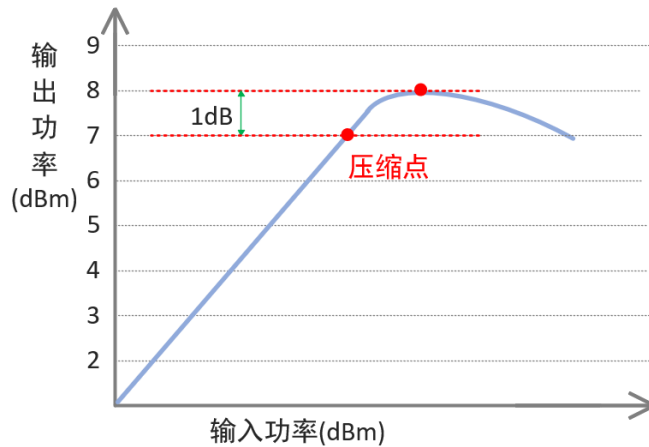


X-Y 压缩

这两种方法不受线性工作区域（低输入功率）的噪声干扰，而且此方法包含了一种测量概念，那就是当输入功率发生定量的变化时，观察增益所发生的变化。对于最大增益的压缩测量方法，测得正确最大增益需要在功率扫描模式下扫描非常密集的功率点；对于以线性增益为参考的压缩测量方法，在线性增益测量时很低的输入功率会带来较大的迹线噪声，这将直接影响大功率输入时对压缩的计算。另外，有些放大器的输入功率增加时，增益下降十分缓慢，对这类放大器，测得线性增益后，要扫描很大的范围才能压缩。而回退法和 X-Y 法则不存在这样的问题，因为输入功率的扫描范围已经定义为  $x$  dB（如 10 dB）。该方法对于调制信号下的压缩测量更有实际意义，调制信号通常会维持一个特定的平均功率，并有指定的峰值对平均功率比值，如果已知调制信号的平均功率，在计算增益峰值点压缩的时候，用平均功率作为参考要比用非常小的线性功率做参考合理得多，这是因为某些调制制式不会使用很小的输入功率。

## 2.4 以饱和点为参考的压缩

这是一种非常规的测量方法用于在测量具有非线性增益的放大器时更好地找到压缩点，主要适用于工作在饱和点附近的放大器测量。对于诸如行波管（TWT）之类的放大器，在输入/输出功率曲线上会有一个很清晰的饱和点。放大器通常会工作在饱和点之前，并与饱和点有一个固定的差值。这个值通常很小，对 TWT 放大器来说，通常是饱和点（或最大值）下方 0.03 dB 处。这个点非常接近最大输出功率，而最大输出功率对应的输入功率是一个关键工作点，称之为标准工作点（NOP）。当饱和曲线非常平坦时，即使非常小的迹线噪声也会造成输入功率测量的较大偏移，因此回退很小的值，比如 0.03 dB，可以测得比较稳定的 NOP。



以饱和点为参考的压缩

### 3 扫描方式

在上节了解了定义压缩点的 5 种方法，但是所讨论的压缩测量都是在单频点下进行的，即通过扫描功率来找到压缩点。然而在很多情况下，压缩点是会随着频率改变的，特别是窄带可调谐式放大器，其压缩点会随着频带而变化，因此就需要在全频带下测量增益压缩。基于此点，鼎阳科技 SNA 提供了 3 种扫描方式 (Data Acquisition Mode)，分别是 2 种 2D 扫描模式包括在频率点上扫描功率的 2D 扫描 (Sweep Power Per Frequency) 和在功率点上扫描频率的 2D 扫描 (Sweep Frequency Per Power) 以及 1 种智能扫描模式 (Smart Sweep)。其中智能扫描模式中还包括安全扫描模式，由用户选择是否开启。

#### 3.1 2D 扫描

2D 扫描也称二维扫描，是比较容易理解的一种扫描方式，同时也是寻找压缩点效率最低的方法。要在全频带上测量增益压缩，可以在每一个频点上进行功率扫描，亦可以在每个功率点进行频率扫描。

在频率点上扫描功率：在每个指定频率点上按照功率扫描范围步进输入功率。从下面的示例中可以看到，该设备在第一个频率点 ( $f_1$ ) 处就完整扫描了整个功率范围包括最大功率 ( $p_3$ )，紧接着进入下一频点，这可能会在测量中使设备过早发热并影响压缩结果。

下面的例子显示了三个频率点 ( $f$ ) 和三个功率点 ( $p$ ) 的值，总共测量了 9 次：

## 增益压缩测量

1	2	3	4	5	6	7	8	9
f1,p1	f1,p2	f1,p3	f2,p1	f2,p2	f2,p3	f3,p1	f3,p2	f3,p3

在功率点上扫描频率：在每个指定的功率点上按照频率扫描范围步进频率点，用这种方法可以避免任何由于设备过载带来的问题，如下图：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
f1,p1	f2,p1	f3,p1	f1,p2	f2,p2	f3,p2	f1,p3	f2,p3	f3,p3

两种 2D 扫描模式的工作原理如下：

- [1] 所有 GCA 测量都是从在指定的线性功率电平上测量 S 参数开始的。只有当应用完整的 2 端口校准或显示反向参数时，才测量反向参数。
- [2] 在所有指定的频率和功率值下进行增益测量，虽然这些在概念上是二维扫描，但在硬件中是依次进行单次扫描。
- [3] 测量完数据后执行搜索以找到压缩点，可以选择在最接近目标增益的两个测量点之间进行插值。

通常来说，2D 扫描的测量数据量很大，因此难以在分析仪屏幕上将这些数据完全展示出来。但分析仪允许将这些数据储存为\*.csv 文件，然后在 excel 中进行查看（该文件不包括初始 S 参数测量数据）。同时，用户可以通过压缩分析功能在分析仪上查看某一频点上的全部功率扫描信息。

### 3.2 智能扫描

智能扫描通常是测量增益压缩最快和最准确的方法。与测量所有指定频率/功率点的 2D 采集模式不同，智能扫描执行一系列功率搜索迭代。在每个频率上，对输入功率进行“智能猜测”，以找到在公差范围内的压缩电平。这种猜测会随着每次幂次搜索迭代扫描而进一步细化。

智能扫描将持续迭代，直到出现以下情况之一：

- [1] 所有数据点都在公差范围内。当一个数据点的压缩电平达到规定的容差时，继续测量，并改变输入功率以提高容差范围内的测量。
- [2] 对于其余不在容差范围内的频率，不能达到指定的压缩级别。启动功率过高或停止功率过低。
- [3] 已经实现了最大迭代。如果在达到指定的最大迭代次数之前，测量的增益不在指定的公差范围内，则使用最后一次功率读数作为压缩点。



根据压缩方法的不同，智能猜测过程的工作方式也不同。回退和 X/Y 压缩方法会使被测设备在迭代扫描期间的输入功率发生重大变化，这可能会影响被测设备和测量结果。

- 线性增益压缩：在线性输入功率下测量参考增益后，下一个迭代在更高的功率电平下测量被测件，该功率电平试图将被测件很好地推向压缩状态。随后的扫描，取决于被测设备的压缩电平，增加或减少功率，以达到所需的压缩电平。通常，在第三次迭代扫描时，利用曲线拟合算法精确地找到压缩点。



从一个迭代扫描到下一个迭代扫描，DUT 的功率可能会发生重大变化。这可以通过使用安全扫描和仔细选择相应的设置来最小化。

- 最大增益压缩：在每个频率处发现的最大增益被存储并用于计算压缩点。SMART 扫描不执行额外的迭代来搜索放大器在每个频率上的最大可能增益。
- 饱和压缩：在每个频率处发现的最大功率输出被存储并用于计算压缩点。SMART 扫描不执行额外的迭代来搜索放大器在每个频率上的最大可能功率。
- 后退和 XY：由于两种压缩方法都指定了“线性”区域和“压缩”区域之间的分离，因此每次迭代都需要在同一频率范围内以两种截然不同的功率电平进行单次扫描。扫描的前半部分测量在 Backoff 或 X 功率电平的被测设备。扫描的后半部分测量被测设备的压缩功率电平，由启动和停止功率范围指定。在下半场开始时，功率电平上升 Backoff 或 X 值。在这一点上应用指定的稳定时间，以允许被测设备时间对功率电平的显著变化作出反应。安全扫描不会使输入功率的变化最小化。然而，带回退和 XY 方法的安全扫描确实可以防止被测设备暴露在过大的输入功率下。

### 3.2 安全模式

虽然智能扫描方式测量速度很快，但也存在着缺点，当被测件的增益起伏比较大，而初始的功率设定值就已经足够高到让放大器过载的时候，也会发生被测件过载。另外如果放大器的压缩曲线不符合正常规律，很有可能预测的输入功率会在下一个迭代中让放大器过载。为了保护被测器件和仪表，过载现象一定要避免，特别是被测件为高增益放大器的时候。

为了避免过载，需要对迭代方法做些修改以保证安全工作。这时就需要安全模式对输入输出功率做一些限制。定义最大输出功率值，为保护分析仪不受损坏，当连接 DUT 输出的端口测量到指定功率时，当前频率下

将不再提高输入端的功率。此时可能还未达到压缩点所需的功率。定义两种步进值：粗步进和精步进。粗步进为设置两次迭代间输入功率所允许的最大改变量。当未启用安全扫描时，在进行回退法和 X/Y 法扫描时，两次迭代之间输入功率的变化值可能是整个回退值或 X 值。另外还要定义一个阈值（门限值），当放大器的压缩量超过此安全值（默认情况下为 0.5 dB）的时候，步进尺度自动由粗步进切换到精步进值。这样一个机制既能保证放大器的输出功率不会超过一个指定值（保护测试设备），又能保证不会因为步进尺度过大而使放大器过载（保护放大器本身）。

## 4 增益压缩测量

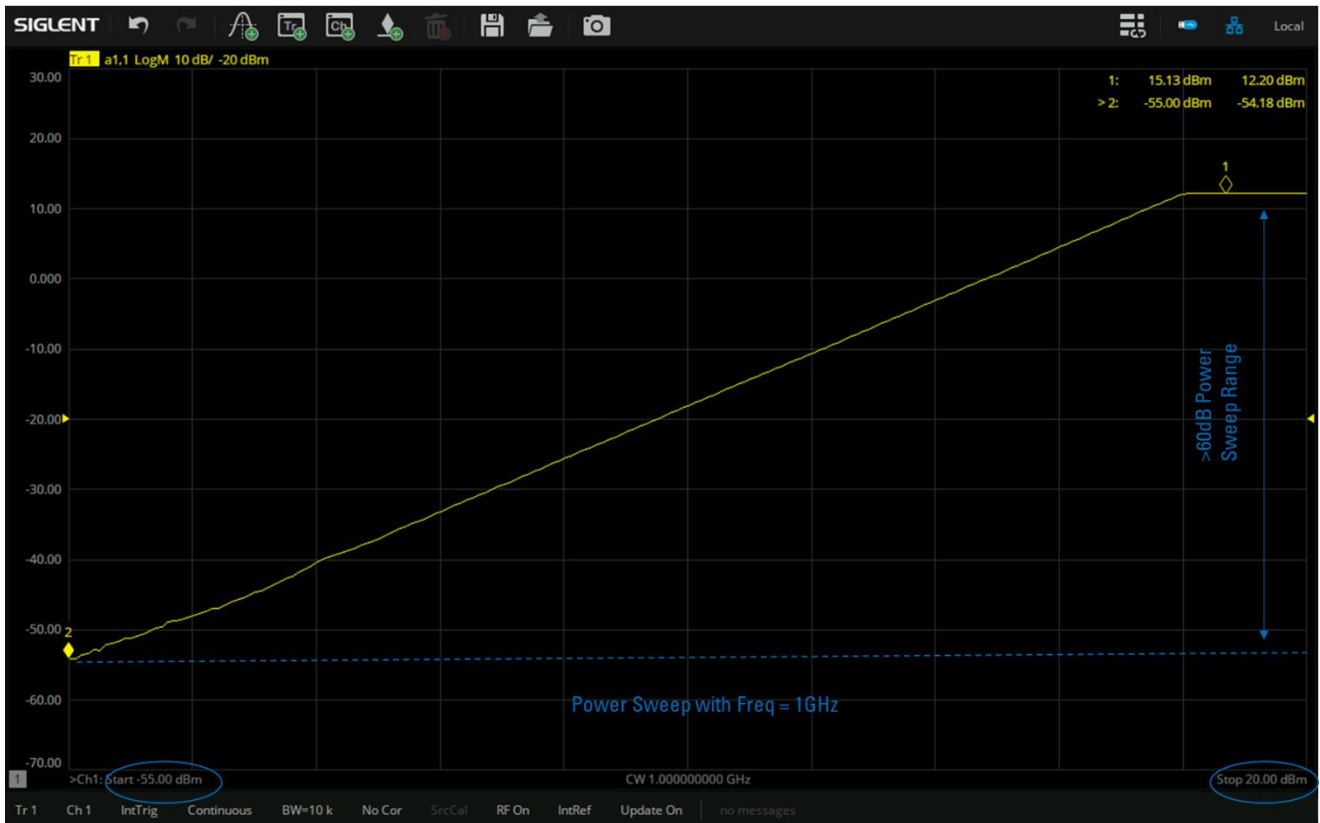
在测量放大器前，最好先了解放大器的特性如线性工作区。这些评估可以在宽频带下进行，为了快速诊断不进行校准和设置多点数。预测试时，矢量网络分析仪的源功率要设一个较低的电平以保证放大器工作在线性区域，把 S21 迹线储存并同时显示储存迹线和实时测量迹线，逐渐提高源功率并用光标显示测量数据，直到 S21 迹线出现明显偏移，常关注的偏移点是 1 dB 压缩点，压缩迹线为大功率增益除以线性功率下储存的迹线。



放大器预测试

## 增益压缩测量

SNA5000X 内置信号源可以提供非常大的功率扫描范围（-55 dBm to 10 dBm）以便将放大器从线性工作区域驱动到压缩区域，大功率扫描范围完全由电子衰减器来实现而非采用传统的机械步进衰减器，机械式衰减器的幅度可重复度较差且使用寿命较短，这使得 SNA5000X 成为测试有源器件非线性和增益压缩的完美工具。



大功率扫描范围

SNA5000X 提供多通道测试功能，不同的通道可以设置不同或者相同的扫描方式，可以在一个通道设置频率/功率扫描用于测试 S 参数，而在另一通道设置功率扫描用于测量增益压缩特性，测试人员可以在测量放大器 S 参数的同时，观察放大器  $P_{1\text{ dB}}$  的变化。用户可通过 **Display** 选择 Window Setup > Add window > New Trace + Channel + Window 菜单来增加一个新的测试通道，将这个新通道配置为功率扫描测量源端口 B1 输出功率，在 **Sweep** 菜单中选择 Sweep Type > Power Sweep 即可进行功率扫描测试。

## 增益压缩测量



一维扫描

使用矢量网络分析仪的常规 S 参数测量功能，通过在点频状态下进行功率扫描（可称为“一维”扫描），通过观察增益随输入功率的变化找到压缩点。该方法的缺点是单次测量只能得到单一频点的压缩点，那么如何快速实现整个工作频段的压缩点测试呢？SNA 系列矢量网络分析仪的增益压缩功能完成精确、自动的压缩测量，在该模式下，仅需一次设置，一次校准，一次连接就可以自动完成所有频率点下的功率扫描，得到放大器在频域的所有增益压缩参数和线性参数。

以 SNA-TB02 上的放大器为例演示大概的测试配置和校准方法。通过前面板按键选择测量模式，选择 **Meas** > Mode > GC，选择 GC 测量模式后，用户可选择是否勾选“New Channel”，点击 ok 后即可在当前通道或新建通道上打开增益压缩功能。根据 DUT 特性进行频率和功率设置，选择合适的测量方式和增益压缩设置。

根据被测器件的工作频率，设定网络分析仪的测量频率范围。例如，本例中频率范围设置在 1 GHz 至 7 GHz 之间。选择合适的测量方法。测量数据点数的最大数量取决于采集方法和压缩方法。当测量线性功率电平下的增益时，设置中频带宽值以产生可接受的迹线噪声。迹线噪声大小直接影响压缩点的准确性，较低的值（较窄的 IFBW）测量更精确但也更慢。

### 增益压缩测量

压缩法	智能扫描	2D 扫描
线性增益压缩	最大总点数=20001	总点数=频率点数×功率点数 最大功率点数=2001 最大总数据点数=20001
最大增益压缩	最大总点数=20001	
X/Y 压缩和回退压缩	最大总点数/2=10001	
饱和压缩	最大总点数=20001	

设置输入功率的起始值和最大值。起始值应在被测器件的线性范围内，而最大值应涵盖可能出现增益压缩的功率范围。例如，若预计 P1dB 点在 5 dBm 附近，可设置输入功率从 0 dBm 到 +10 dBm，逐步增加。检查 DUT 的输入功率范围，以免在测试过程中施加过大的信号导致损坏。功率点数设置是 2D 采集模式下要测量的功率点数。智能扫描模式下该参数不可进行设置，因为此模式下将根据频率点数自动设置足够的功率点数来寻找目标增益点。功率点可能由于频率数据点的数量而受到限制。根据开始频率、终止频率和功率点数计算的功率步进值，此设置无法手动更改。

2D 扫描：在回退法、X/Y 法和最大增益压缩法中，DUT 在该功率扫描范围内寻找参考增益和压缩点。此范围需足够宽，可以同时包含参考增益的功率和压缩点的功率。例如，若回退法范围为 10 dB，则功率范围必须大于 10 dB。否则将把最接近参考增益的增益和最接近压缩点的点视为参考增益和压缩点，得到错误的结果。而在线性增益压缩方法中，由于参考增益是在线性输入功率上测得的，所以仅在该参数范围寻找压缩点。

智能扫描：设置搜寻压缩点的功率范围。参考增益则根据所选压缩方法的不同从线性输入功率、回退值和 X 值中选取。为了减少寻找压缩点所需的迭代次数，将开始/停止功率范围限制在将实现目标压缩的输入电平，不包括线性区域。

选择合适的测量方式和增益压缩设置。通常增益压缩点为 1 dB，因此可以在 VNA 中选择 1 dB 作为目标增益压缩值，当然也可根据具体的测试需求选择其他值（如 2 dB、3 dB）。设置测量参数，可以将线性 S 参数（S11、S12、S21、S22）、增益压缩参数迹线同时显示。便于读取测量值，各条迹线可单独设置合理的显示比例和参考值。

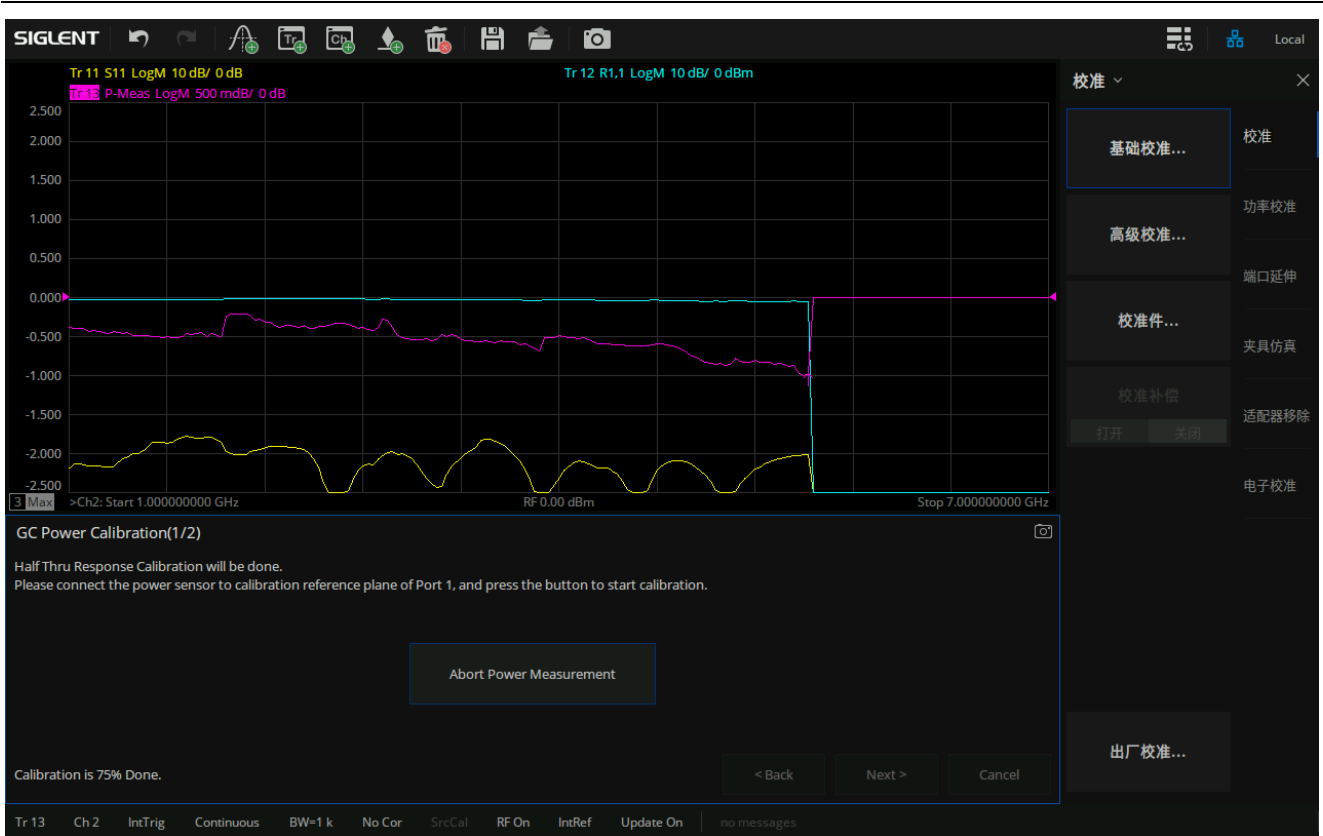
参数		描述
线性 S 参数	S11	输入匹配

### 增益压缩测量

	S21	增益
	S12	反向隔离
	S22	输出匹配
压缩参数	CompIn21	压缩点的输入功率
	CompOut21	压缩点的输出功率
	CompGain21	压缩点的增益
	CompS11	压缩点的输入匹配 (S11)
	RefS21	参考增益, 即用于计算增益压缩程度的线性增益。不同的压缩方法采取不同的计算方式。
	DeltaGain21	压缩点增益 (CompGain21) 与线性增益 (RefGain) 的差值

增益压缩校准包含三项, 分别是功率校准、S 参数校准和接收机校准。与常规的源功率校准和全二/四端口校准不同, 在增益压缩校准过程中需要实现接收机校准, 具体方法是在源功率校准时对端口 1 的参考接收机进行校准, 然后在 S 参数校准期间间接应用于两个测量接收机, 从而校正功率计和 VNA 源以及 DUT 和 VNA 源之间的阻抗失配。增益压缩校准步骤分为两步: 源功率校准和全二端口校准。其中接收机校准在功率校准和 S 参数校准完成后自动完成, 无需配置。本例中使用功率计和电子校准件进行校准, 将功率探头直接和分析仪的输入端端口连接进行功率校准。

## 增益压缩测量



### 增益压缩功率校准

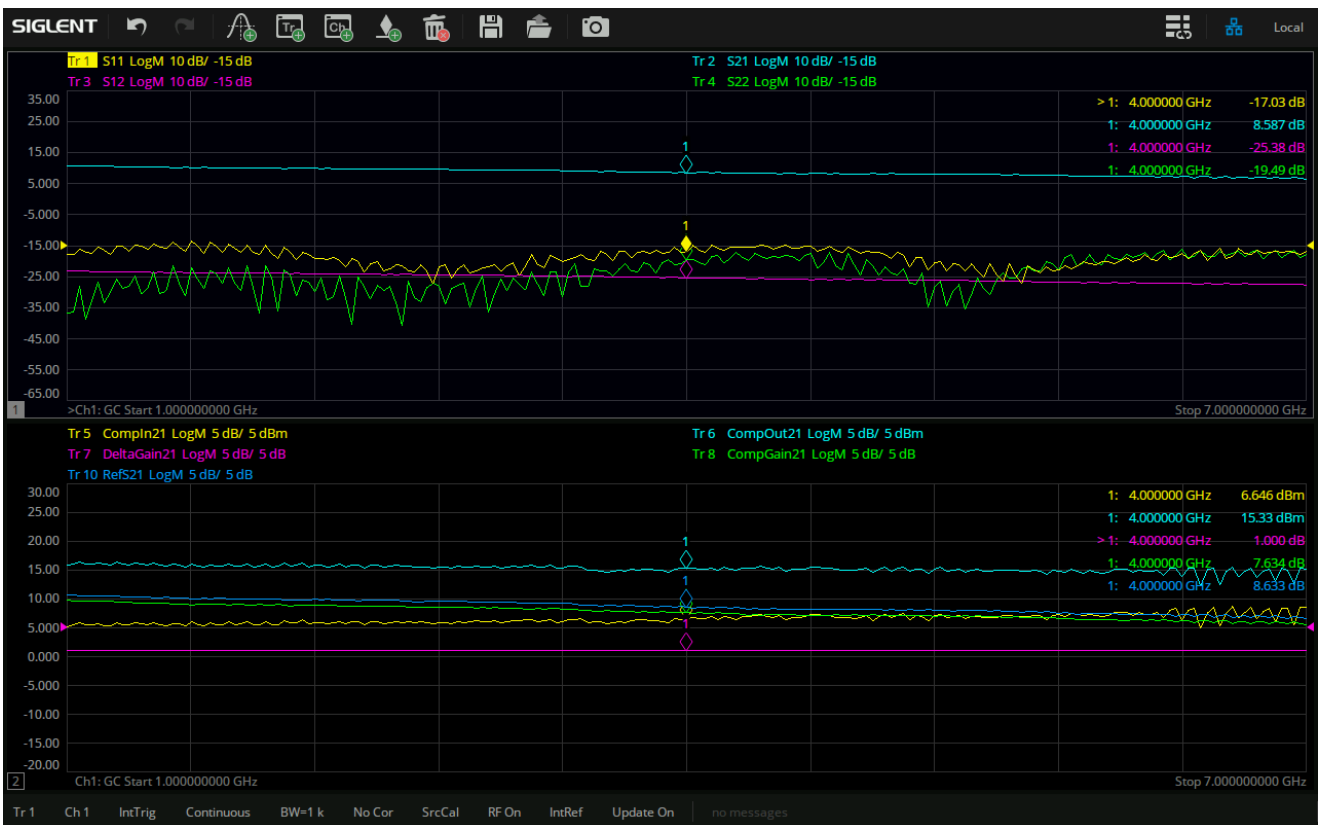
完成功率校准后点击 Next 进入 S 参数校准界面，按需选择是否开启电子校准，选择端口后将所选端口连接对应校准件开始校准，完成 S 参数校准后将自动进行接收机校准，结束后点击 Finish 完成 GC 校准。



### 增益压缩全二端口校准

## 增益压缩测量

连接 DUT 进行测试，如图所示。增益压缩参数测量的所有扫描的 X 轴都是频率轴，测得是频点上的压缩功率。可以想象一下，在每个频点后是一条传统的功率扫描曲线，通过相应的测量和计算来找到指定的压缩点。Y 轴值总是在压缩点上。添加一个光标显示所有参数的标记都位于 4 GHz，Tr 5 Compln21（压缩点的输入功率）显示标记值为 6.646 dBm，这是达到压缩点所需的 DUT 功率。Tr 8 CompGain21（压缩点的增益）显示标记值为 7.634 dB，这是在压缩点测得的增益。Tr 10 RefS21（参考增益）为在 GC 模式下单独测 S 参数，测的是功率为 Linear Input Power 下的 S 参数即 S21。Tr 7 DeltaGain21 表示 Tr 10 RefS21（参考增益）与 Tr 8 CompGain21（压缩点的增益）的差值达到 1 dB。如果差值未到 1 dB，说明此时给 DUT 的输入功率还未使 DUT 增益压缩 1 dB，继续往上推功率直至得到 P1dB 为止。



增益压缩测量

测量的最后一步是保存测量结果，用于后续分析或设计优化。选择 **Save Recall** > 保存数据保存最后一次完整扫描的数据，保存格式为.csv 文件。如果保存文件时校准已打开，则所有数据都将被校准，否则保存原始数据。所有.csv 数据保存都包括每个频率数据开始时的参考功率电平扫描。GCA Sweep Data (\*.csv) 包括扫描数据。保存或调出 2D 扫描数据时，当线性输入等于起始功率时，数据点数(行)/频率=功率点数；当线性输入



功率不等于起始功率时，数据点数(行)/频率=功率点数+1。CSV 文件能保存任何迹线，包括功率或其他公式编辑器迹线。CSV 文件的方便之处在于它可以直接通过 Excel 表来读取。CSV 文件的导出功能允许用户导出一条迹线或所有显示的迹线。数据的格式可以像 CITI 文件那样,既可以是默认格式，也可以是其他指定的格式，如 LinMag/Angle（线性幅度/相位）、LogMag/Angle（对数幅度/相位）、Displayed data（当前显示数据）或 Real/Imaginary（实部/虚部）。

增益压缩测量是评估射频和微波器件性能的关键测量之一，需评估 DUT 大概指标（即预测试）、分析仪是否能提供足够的功率来驱动放大器进入饱和状态，以及分析仪是否能承受足够大的功率。如果分析仪不能提供足够大的输出功率，可以在 DUT 前加放大器。如果分析仪不能承受 DUT 的输出功率，可以在 DUT 输出端使用一个衰减器。并且可以通过 GC 校准 > 夹具，导入夹具的 S2P 文件校准将链路中的放大器、衰减器、线损校准，将校准端面移到线缆端面（即 DUT 连接端面）。

## 5 总结

使用矢量网络分析仪的传统 S 参数测量只能得到单一频点的压缩点数据，而增益压缩测量功能通过一次连接、一次校准完成有源器件在工作频带内的线性增益、压缩点增益、压缩点输入/输出功率、线性输入匹配等压缩参数和线性参数测量。

增益压缩测量功能通过功率校准和校准向导确保测量精度，支持多种扫描方法，包括智能扫描、每个频率点的功率扫描和每个功率点的频率扫描以适应不同的测试场景、同时提供线性压缩、最大增益压缩、回退压缩、X/Y 压缩、饱和态压缩等多种压缩方法，灵活应对复杂的测试需求，确保全面、准确地表征器件的非线性行为。

## 关于鼎阳


鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业, A股上市公司。

2002年, 鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发, 2005年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展, 鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品, 是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一, 国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳, 在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司, 在成都成立了分公司, 产品远销全球80多个国家和地区, SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

## 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司  
全国免费服务热线: 400-878-0807  
网址: [www.siglent.com](http://www.siglent.com)

## 声明

 SIGLENT 鼎阳 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标, 事先未经允许, 不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。  
本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更, 恕不另行通告。

## 技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件, 仅在得到许可的情况下才会提供, 并且只能根据许可进行使用或复制。

