



01.00版

2006年  
5月

# I/Q 调制发生器 R&S® AFQ 100A

满足基带信号发生的新要求



**ROHDE & SCHWARZ**

罗德与施瓦茨公司



## 引领 I/Q 信号发生的新方向

今日，数字通信飞速发展，需要可以满足其提出的新要求的测试设备。

此类测试设备的一个重要组成部分就是灵活的基带源，该基带源允许在采用高新技术的接收器上针对多种标准执行开发和生产测试。独立基带源必须满足广范的信号要求。此外，其还需要可变的数字和模拟信号，以直接操作 DUT。作为矢量信号发生器的调制源使用时，R&S®AFQ 100A 提供满足所有现代通信标准的 I/Q 信号，以生成所需的 RF 信号。新型 R&S®AFQ 100A 发生器具有

最大时钟频率为 300 MHz、高达 1 Gsample 的波形存储器的特点，提供无与伦比的功能和恰到好处的

灵活性。其允许生成很长的信号序列来进行误码率测试；而且，其高时钟频率提供可支持未来宽带通信系统的必要带宽。

特别是在宽带应用中，如 I/Q 调制器这样的模块可产生非线性频率响应。为了补偿此效应，R&S®AFQ 100A 配备了一个可以实时线性化整个频率响应的均衡器。

R&S®AFQ 100A 兼备了灵活性和出色的信号质量。例如，其杂散信号抑制功能是一流的，而且其频率响应线性度极好。

所有这些基本特点与许多其他功能相结合，使 R&S®AFQ 100A 成为可以轻松适应各种改变的万能基带发生器。

## 用途广泛

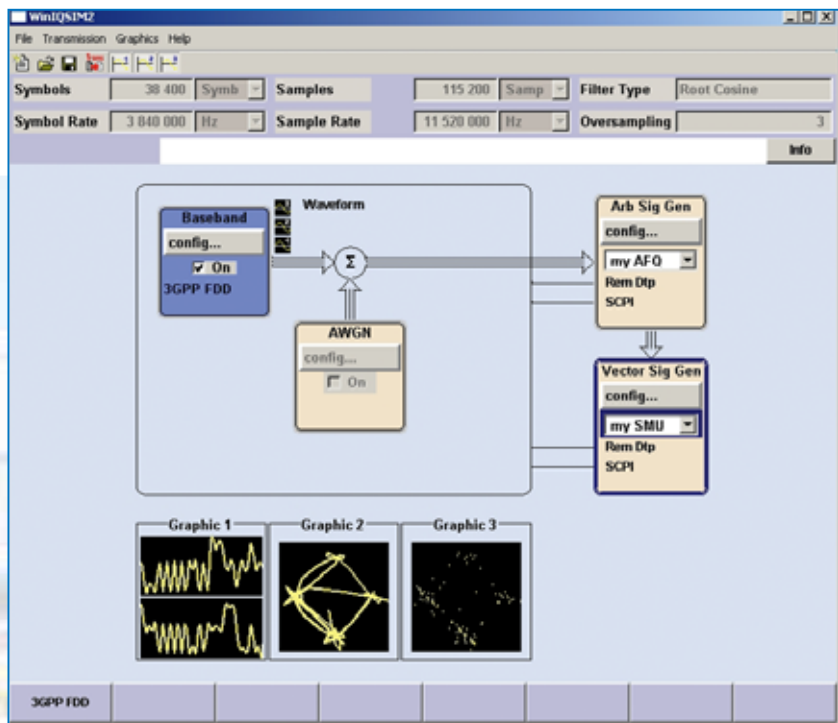
- ◆ 可变存储器时钟频率（1 kHz 至 300 MHz），可最佳调整为有用的信号
- ◆ 使用 200 MHz 的 RF 带宽，最大 I/Q 带宽可高达 100 MHz
- ◆ 信号持续时间长 – 256 Msample 或 1 Gsample
- ◆ 模拟 I/Q 输出（平衡和非平衡）与可选数字输出
- ◆ 模拟输出时的可变输出电平
- ◆ 多段波形可减少不同信号间的切换时间；不需要重新加载
- ◆ 由于使用了集成时钟频率转换器，且存储粒度为 1，实现最佳存储器使用
- ◆ 可移位标记，无需中断和重新计算输出信号

## 出色的信号质量

- ◆ 典型值为 83 dBc 的卓越的无杂散信号动态范围 (SFDR)（100 MHz 带宽时，1 MHz 信号）
  - ◆ 100 MHz I/Q 带宽内频率响应典型值为 0.05 Db
  - ◆ 多变的削弱
    - 10 ps 分辨率的可设置失真，允许准确调整不同电缆长度
    - 可独立设置 I 和 Q 的增益与偏置
    - 相位误差
  - ◆ 可加载均衡以补偿外部组件（如 I/Q 调制器）（所有相关组件内的实时最小频率响应）
- 通过 I/Q 差动输出调节 DC 偏置

## 连接器和操作

- ◆ 通过 GPIB、USB 和 LAN 进行远程控制
- ◆ 通过外部显示器或 Windows XP Remote Desktop 的用户界面
- ◆ R&S® WinIQSIM2™，用于连接 R&S® AFQ 100A 和产生符合不同标准的测试信号
- ◆ 通过 MATLAB® 直接控制
- ◆ USB 设备（键盘、鼠标、存储卡）的 USB 连接器



R&S® WinIQSIM2™ 截屏

# R&S®AFQ 100A 为何如此出众?

## 无与伦比的模拟信号输出

通用的 I/Q 源必须提供高信号质量。使用其最佳设计和先进的组件，R&S®AFQ 100A达到了典型值为 83 dBc的无杂散动态范围(SFDR)。

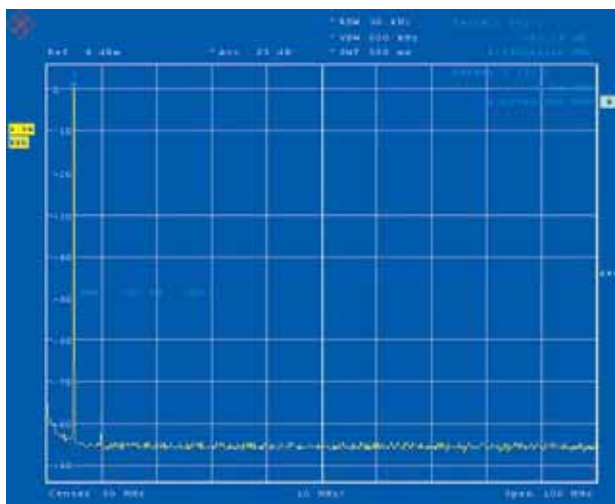
如今，新型数字通信系统的带宽越来越宽，使得这种带宽内的频率响应尤为重要。这正是R&S®AFQ 100A的出类拔萃之处：它具有典型值为 0.05 dB 的非常高的线性频率响应。

## 系统优化

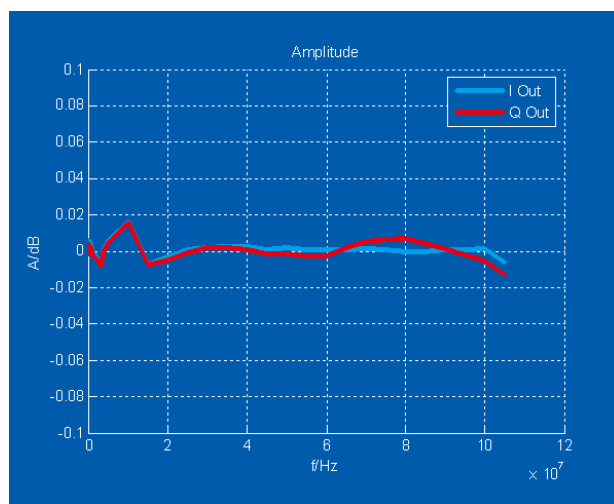
然而，由于信号输出时可能受到的“损伤”，即使是无与伦比的基带性能也不能保证无缺陷的RF信号。R&S®AFQ 100A具有多种可将这些“损伤”影响最小化的功能，包括通过可设置的滤波器，补偿不理想频率响应的幅值和相位的能力。在这种情况下，可通过外部程序对数据进行测量，并将数据传输至R&S®AFQ 100A。在输出过程中，引入逆向匹配滤波

器，实现整个系统线性频率响应和最佳边带抑制。

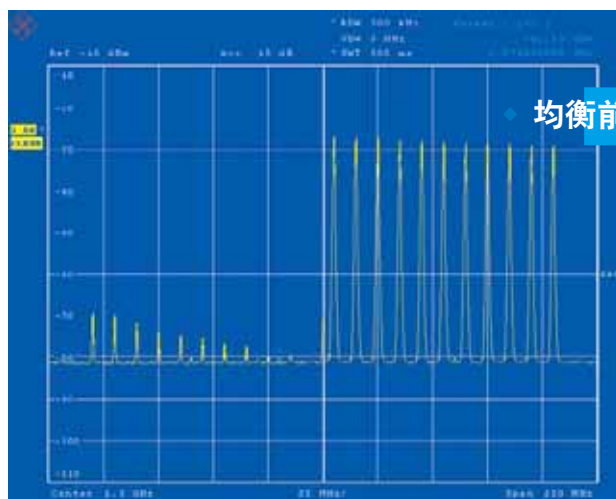
RR&S®AFQ 100A还提供各个通道电平偏置、延迟和增益的I和Q补偿能力。因此，除了可以补偿由外部电缆或其他插入元件引起的延迟和影响之外，



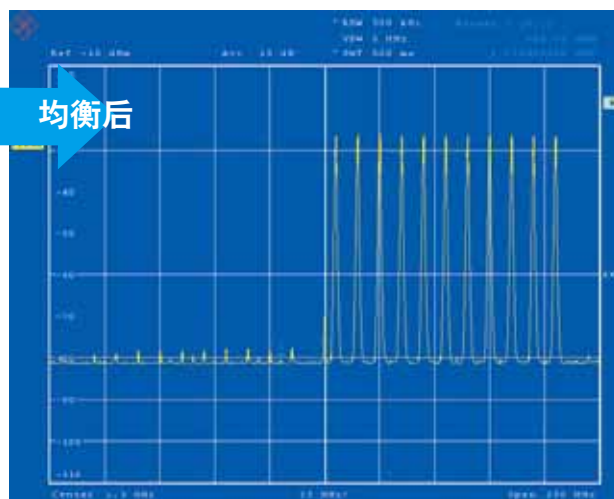
100 MHz bandwidth 带宽时的 SFDR 测量



最高 100 MHz/Q 带宽时，典型值为 0.05 dB 的高线性频率响应



200 MHz 带宽的信号



200 MHz 带宽的信号

您还可以有意对其进行改变以测试接收器性能。

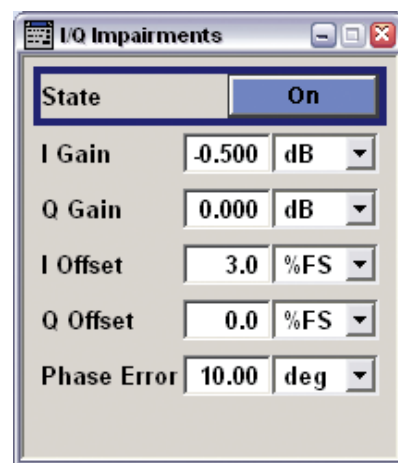
## 最佳存储器利用

除了出色的模拟前端之外，R&S® AFQ 100A还提供特殊存储器功能。

用户可以选择从内部存储器读取数据的速度，并可将读取的速度最佳地在内部用于有用的信号。R&S® AFQ 100A实时将I/Q采样数字转换为转换器的较高时钟频率。无损重新采样使其可以实现D/A转换器的固定时钟频率和最佳适用抗混叠滤波器，提供理想信号特性。此外，重新采样允许您以理论最小时钟频率读取数据，从而在特定存储深度时获得最长的信号持续时间。R&S® AFQ 100A中的存储器管理提供又一个优点：1 sample的粒度（最小可寻址块尺

寸）。要循环地重复将输出的信号，存储器终端处的信号必须与存储器起始端的信号无间断地连接在一起。以往，必须将长度与存储器粒度不匹配的信号转换为长度适合存储器的信号，或多次存储。

由于存储器粒度为1 sample，为了实现无干扰循环重复，R&S® AFQ 100A无需转换和多次存储。

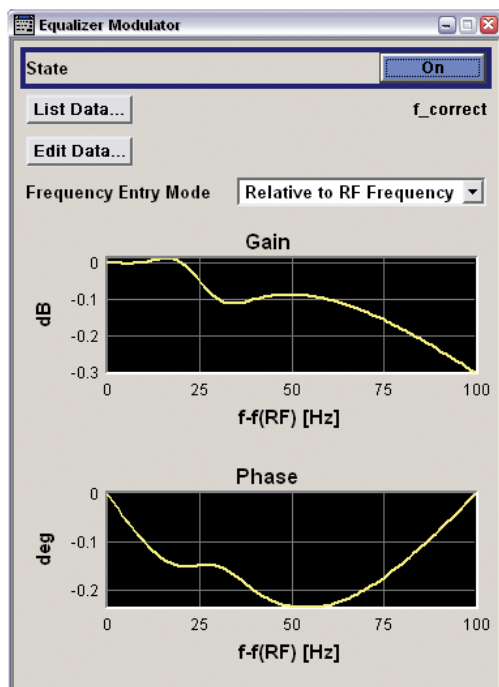


I/Q削弱

## 多功能，易于操作

虽然发生器的硬件隐藏在黑盒子中，但是您可以轻松地使用其软件。R&S® AFQ 100A具有现代图形用户界面，可以通过外部显示器、鼠标和键盘直接控制此界面，或通过 Windows XP Remote Desktop（通过 LAN）传输至网络中的任何计算机并从这些计算机上进行操作。

还可通过SCPI命令进行远程控制。



R&S® AFQ 100A中补偿的显示

# 卓越的功能，适用于所有应用

## 长信号序列

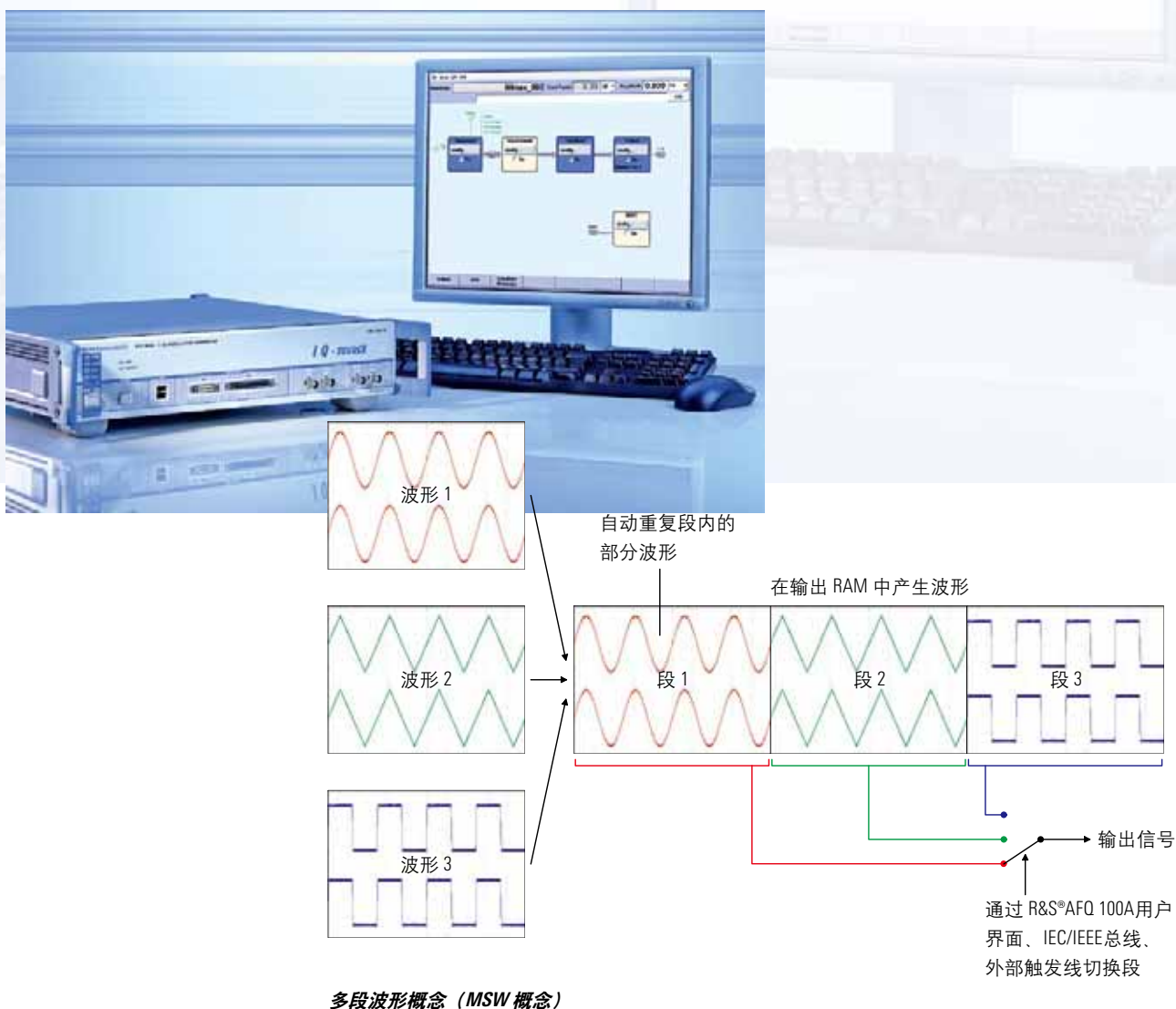
R&S®AFQ 100A可提供高达1 Gsample的存储深度。为了最佳使用存储器，I/Q调制发生器允许您在1 kHz 和300 MHz之间选择输出存储器时钟。由于在D/A转换之前，发生器硬件使用了过采样，因此可将波形中涉及的过采样减少到最小。从而可以理想地利用存储器，并可延长测试的有效信号持续时间。

除了时钟频率之外，您还可以选择信号长度，无需考虑存储器粒度。R&S®AFQ 100A中存储器的最佳可寻址能力允许长信号序列回放，而无需不必要的开销。

## 多段波形

R&S®AFQ 100A的存储深度允许更进一步的的应用，如允许在不同信号之间快速切换的多段波形功能。该功能的特色是已将多个不同的波形加载到存储器中，无须从内部硬盘或外部控制器重新加载。

多种输出模式支持多段波形的不同段之间快速切换时间和不间断的转换。这可以进行相位连续转换，相位连续转换有助于避免在测试接收器时重新同步。



## 差动和数字 I/Q 输出

由于现代基带组件通常配备差动输入和输出，R&S®AFQ 100A也将差动输出作为标准配置。当然，还可转换为典型的非平衡I/Q输出。此外，发生器允许将高达 $\pm 2.5$  V的DC电压（偏压）添加到差动输出信号。

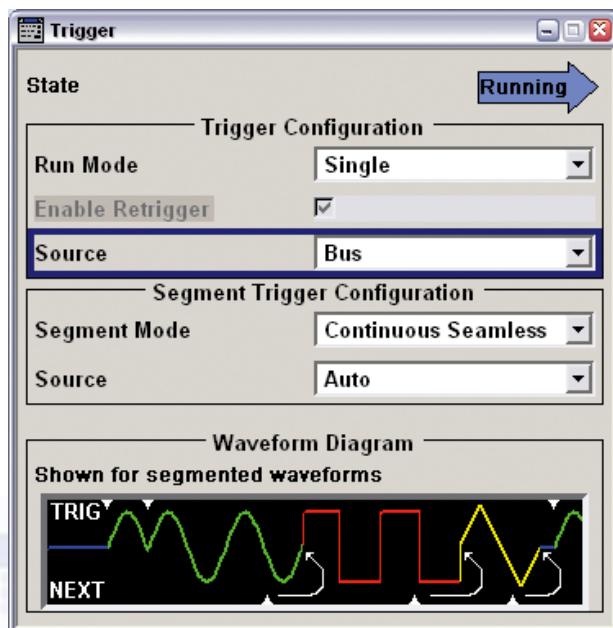
两种操作模式均允许灵活的电平设置。但是，为了在较低的电平时也可获得良好的信噪比，R&S®AFQ 100A配备了可切换的衰减器。这使得可以连续使用整个动态范围和最大21 dB的类似电平衰减。因此，R&S®AFQ 100A不仅在理想的电平时可提供高质量信号，而且在宽电平范围内也可提供高质量信号。

除了灵活的模拟输出之外，R&S®AFQ 100A可选择配备两种数字输出。第一种为68针HD-SCSI连接器，可在最大16位分辨率时，以公用的LVDS格式输出数字I和Q信号。该输出可直接从存储器

提供信号，包括时钟信号。因此，可理想的将D/A转换器作为DUT使用。第二种输出以多路LVDS数据格式提供数字信号，允许R&S®AFQ 100A与罗德与施瓦茨的其他设备理想地连接。

## 数字 IF，快速跳频

除了基带中正常的I和Q输出之外，R&S®AFQ 100A还提供IF信号输出。该数字实现的I/Q调制器具有完全线性频率响应的特点。R&S®AFQ 100A的高时钟频率可将其应用范围最大扩展到100 MHz。该数字实现允许频率无延迟的改变，支持快速跳频。



前面板上的触发按钮和后面板上的触发输入

## 多种触发器功能

I/Q调制发生器的一个重要功能是控制信号输出以与外部设置同步。为了达到此需求，R&S®AFQ 100A提供多种触发器功能：

- ◆ 通过远程控制触发
- ◆ 两个外部触发输入 (BNC)
- ◆ 前面板上的手动触发按钮

由于两个外部触发输入 -TRIG用于起动，NEXT用于切换至下一段 -提供所需的准确灵活性以确保模式的最佳使用，所以在使用多段波形时，此功能特别重要。



前面板上的触发按钮和后面板上的触发输入

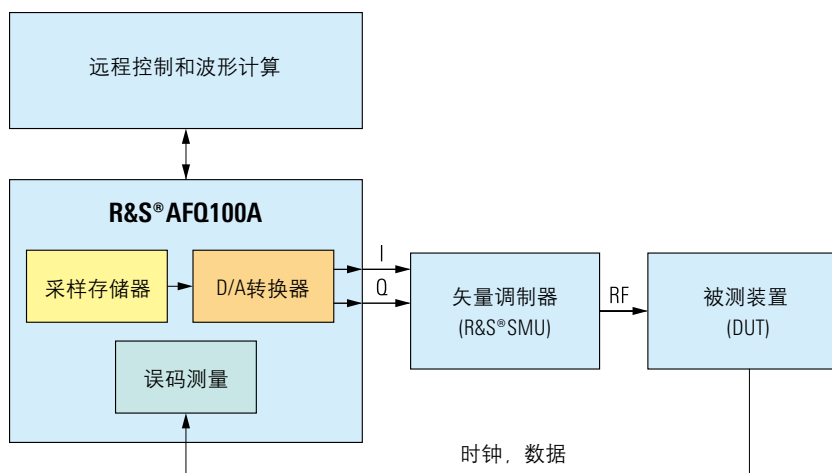
## 可移位标记，无需中断信号

除了同步信号输出之外，标记信号输出也是引人注目的。R&S®AFQ 100A提供四个独立的标记信号，这些信号可用于启动接收器或标记脉冲信号中的突发。

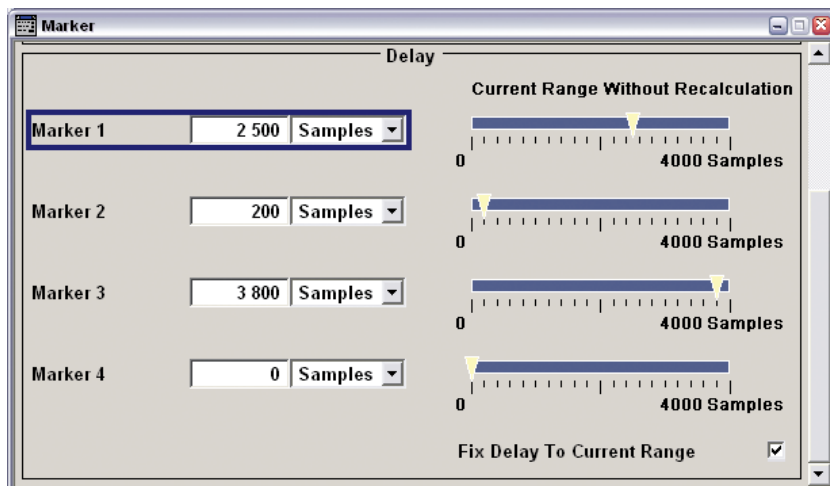
为了在信号输出过程中精确调节，标记输出可被延迟，而无需中断I/Q输出信号。因此，在将标记延迟调节为测试设置时，可避免耗费时间的接收器再同步。

## BER 测量

在测试模块是否符合数字通信标准时，测量误码率是确定接收器灵敏度和选择性的公用质量特性。但是，当测试组件无法测量误码时，R&S®AFQ 100A处理此任务。要进行该操作，DUT必须提供解调的有用数据，如有可能，还提供相关时钟。如果DUT不提供时钟，R&S®AFQ 100A通过标记输出提供所需的时钟信号。这是可移位标记用于补偿DUT中延迟时的另一应用。



BER 测量的设置



R&S® AFQ 100A 标记菜单

## 易于处理

虽然R&S®AFQ 100A是一个紧凑的黑盒子，但是其易于操作和控制。R&S®WinIQSIM2™仿真软件是先进的手动操作图形软件工具；除了控制仪表之外，其还允许按照多种标准（如 WiMAX 或 HSDPA）产生波形。

R&S®AFQ 100A还配备了外部显示器的视频输出。图形用户界面 (GUI) 是针对键盘和鼠标操作的卓越解决方案；您无需连接远程控制器。

通过使用远程桌面（Windows XP 软件解决方案），您可以将 GUI 传输至网络中的任何控制器，方便从任何工作站进行控制。

## 连接器

R&S®AFQ 100A可通过GPIB（IEC/IEEE 总线）、USB和LAN（千兆位以太网）远程控制。两个高速USB 和 LAN 连接器适用于传输较大的波形。发生器配备内置160 GB硬盘，有足够的空间保存大量信号，无需另外将波形重新传输到 R&S®AFQ 100A中。

前后面板上的两个USB连接器方便使用USB设备，如鼠标/键盘或存储卡/硬盘。



# 技术参数

|                     |                                             |
|---------------------|---------------------------------------------|
| <b>输出存储器</b>        |                                             |
| 最大波形长度              | 256 Msample 或 1 Gsample                     |
| 存储器粒度               | 1                                           |
| 存储器时钟               | 1 kHz 至 300 MHz                             |
| 波形带宽                | 最大 $0.33 \times$ 存储器时钟                      |
| 解析度                 | 16 位                                        |
| 标记通道                | 4                                           |
| <b>信号输出</b>         |                                             |
| 模拟输出（非平衡）           |                                             |
| 标称电平                | 1 V pp 输出 50 $\Omega$                       |
| 电平范围                | 0 V 至 1.5 V pp 输出 50 $\Omega$               |
| 解析度                 | 14 位                                        |
| 频率响应                | 典型值为 $\pm 0.05$ dB，最大 100 MHz I/Q 带宽        |
| 模拟输出（平衡）            |                                             |
| 标称电平                | 2V pp（在 I 和 I 之间输出 100 $\Omega$ ）           |
| 电平范围                | 0 V 至 3 V pp（在 I 和 I 之间输出 100 $\Omega$ ）    |
| 偏压                  | -2.5 V 至 + 2.5 V                            |
| D/A 转换器的分辨率         | 14 位，整个时钟频率                                 |
| 直接 IF               | 直接产生 IF 信号的数字调制器                            |
| 信号质量                |                                             |
| 无杂散动态范围             | 典型值为 83 dBc（1 MHz 信号，100 MHz 测量带宽）          |
| ACLR 3GPP 测试模式 1/64 | 典型值为 -80 dBc（相邻通道）<br>典型值为 -80 dBc（转换通道）    |
| <b>数字输出</b>         |                                             |
| 端口 1                | 多路 I/Q 数据流，兼容罗德与施瓦茨的其他设备                    |
| 端口 2                | I/Q 并行接口，LVDS                               |
| 削弱                  | I 和 Q 的可调整增益与偏置，可调整相位误差                     |
| I 和 Q 通道之间的失真       | -2 ns 至 + ns，10 ps 分辨率（数字）                  |
| <b>大容量存储</b>        | 160 GB                                      |
| <b>接口</b>           | USB 2.0（主机和从机）、Ethernet（千兆位以太网）、IEC/IEEE 总线 |

# 订购信息

| 名称                                 | 型号           | 订购号          |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| I/Q调制发生器 <sup>1)</sup>             | R&S®AFQ100A  | 1401.3003.02 |
| 包括电缆、快速入门指南和CD-ROM（带操作和维修手册）       |              |              |
| <b>选件</b>                          |              |              |
| <b>基带硬件</b>                        |              |              |
| 256 Msample波形存储器                   | R&S®AFQ-B10  | 1401.5106.02 |
| 1 Gsample波形存储器                     | R&S®AFQ-B11  | 1401.5206.02 |
| I/Q数字输出                            | R&S®AFQ-B18  | 1401.5306.02 |
| <b>基带软件</b>                        |              |              |
| 误码率测试器                             | R&S®AFQ-K80  | 1401.5006.02 |
| R&S®WinIQSIM2™ 选项                  |              |              |
| GSM/EDGE数字标准                       | R&S®AFQ-K240 | 1401.6302.02 |
| 3GPP FDD数字标准                       | R&S®AFQ-K242 | 1401.6354.02 |
| 3GPP FDD数字标准，增强型 MS/BS 测试，包括 HSDPA | R&S®AFQ-K243 | 1401.6402.02 |
| GPS数字标准                            | R&S®AFQ-K244 | 1401.6454.02 |
| HSUPA数字标准                          | R&S®AFQ-K245 | 1401.6504.02 |
| CDMA2000®数字标准，包括 1xEV-DV           | R&S®AFQ-K246 | 1401.6554.02 |
| IEEE 802.11 (a/b/g) 数字标准           | R&S®AFQ-K248 | 1041.6602.02 |
| IEEE 802.16数字标准                    | R&S®AFQ-K249 | 1401.6654.02 |
| TD-SCDMA数字标准                       | R&S®AFQ-K250 | 1401.6702.02 |
| TD-SCDMA增强型                        | R&S®AFQ-K251 | 1401.6754.02 |
| 多载波CW信号产生                          | R&S®AFQ-K261 | 1401.6802.02 |
| 加性高斯白噪声                            | R&S®AFQ-K262 | 1401.6854.02 |
| <b>额外推荐</b>                        |              |              |
| 书面手册（英国英语）                         |              | 1401.3084.32 |
| 书面手册（美国英语）                         |              | 1401.3084.39 |
| 19" 机架适配器                          | R&S®ZZA-211  | 1096.3260.00 |
| USB接口键盘（美国字符集）                     | R&S®PSL-Z2   | 1157.6870.04 |
| USB接口光学鼠标                          | R&S®PSL-Z10  | 1157.7060.03 |
| 外部USB DVD驱动器                       | R&S®PSP-B6   | 1134.8201.22 |

<sup>1)</sup> 基本机体必须与 R&S®AFQ-B10 或R&S®AFQ-B11选件一起订购。

CDMA 000® 是电信工业协会 (TIA -USA) 的注册商标。



## 绿测科技有限公司

广州总部：广州市番禺区陈边村金欧大道83号江潮创意园A栋208室

深圳分公司：深圳市龙华区龙华街道 油松社区东环一路1号耀丰通工业园1-2栋2栋607

南宁分公司：广西自由贸易试验区南宁片区五象大道401号五象航洋城1号楼3519号

广州分公司：广州市南沙区凤凰大道89号中国铁建·凤凰广场B栋1201房

电话：020-2204 2442

传真：020-8067 2851

邮箱：Sales@greentest.com.cn

官网：www.greentest.com.cn



微信视频号



绿测科技订阅号



绿测工场服务号

R&S® 为罗德与施瓦茨公司注册商标，商品名称属商标所有人所有。• 中国印制  
PD 5213.6541.15 • 01.00版 • I/Q 调制发生器 R&S® AFQ 100A • 2007年4月，此中文版内容与英文版不符之处以英文版为准。内容如有变动恕不另行通知。