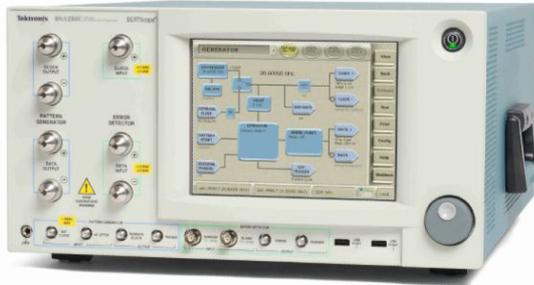


# 误码率测试仪

## BERTScope® 系列产品技术资料



BERTScope 误码率测试仪为测量串行数据系统的信号完整性提供了一种全新方式。通过在眼图分析与 BER 码型生成之间搭起一座桥梁，您可以更迅速、更准确、更全面地执行误码率检测。BERTScope 误码率测试仪系列可以简便地隔离有问题的位和码型顺序，使用高级误码分析功能，进一步进行分析，实现前所未有的统计测量深度。

### 主要性能指标

- 高达 28.6 Gb/s 的码型发生、误码分析和高速 BER 测试能力
- 快速输入上升时间/高输入带宽错误检测器，准确分析信号完整性
- 物理层测试套件，支持模板测试、抖动峰值、BER 轮廓和 Q 因子分析，使用标准或用户自定义抖动容限模板库进行全方位测试
- 集成眼图和 BER 相关分析
- 选配抖动分离及定位 (Jitter Map) 系统，提供丰富的抖动解析 – 支持长码型(如 PRBS-31)
- 已获专利的误码定位分析技术 (Error Location Analysis™)，迅速了解 BER 性能限制，评估确定性误码与随机性误码，执行详细的码型相关误码分析，执行误码突发分析或无误码间隔分

### 主要特点

- 经校准的集成经校准的集成压力生成技术，满足多种标准压力接收机灵敏度和时钟恢复抖动容限测试要求
  - 最高 100MHz 的正弦抖动 (SJ) 频率
  - 随机抖动 (RJ)
  - 有界不相关抖动 (BUJ)
  - 正弦干扰 (SI)
  - 扩展频谱时钟
  - PCIe 2.0 和 3.0 接收机测试
  - F/2 抖动生成，执行 8xFC 和 10GBASE-KR 测试
  - IEEE 802.3ba 和 32G 光纤通道测试
- 加压力的电眼图测试包括：
  - PCI express
  - 10/40/100Gb 以太网
  - SFP+/SFI
  - OIF/CEI
  - 光纤通道 (FC8、FC16、FC32)
  - SATA
  - USB 3.1
  - InfiniBand (SDR、QDR、FDR、EDR)
- 抖动余量 (Margin) 测试、抖动容限一致性模板测试
- 集成眼图和 BER 相关分析

### 应用

- 包括信号完整性、抖动和定时分析在内的设计验证
- 高速复杂设计方面的设计检定
- 串行数据流和高性能网络系统认证测试
- 设计/验证高速 I/O 组件和系统
- 信号完整性分析 – 模板测试、峰值抖动、BER 轮廓、抖动分离及定位 (Jitter Map) 和 Q 因子分析
- 设计/验证光收发机



## 为行业标准提供高精度的抖动测试

无论测试码型的长短，靠推算得到抖动结果得方法是不能达到最高抖动测量精度的。BERTScope 能快速测量误码率水平为  $1 \times 10^{-9}$  (高速信号可达  $1 \times 10^{-10}$ )，或者等待仪器直接测量到  $1 \times 10^{-12}$  水平。对于这两种测试方法，BERTScope 的一键式测量都严格符合 MJSQ 定义的抖动测试方法，并且 BERTScope 中内部的 delay 控制是误码仪中最好的，可以确保抖动测试的精度。可使用内置的抖动计算模型，包括 TJ、RJ、DJ，或者将测试数据输出，进行自定义的抖动建模分析。

BSA286C 的低固有 RJ 可以同时满足 802.3ba 的 VECp (垂直眼图闭合代价) 和 J2/J9 校准，并提供所需的重要余量，全面检定 100G 以太网芯片。

## 模板一致性轮廓测试

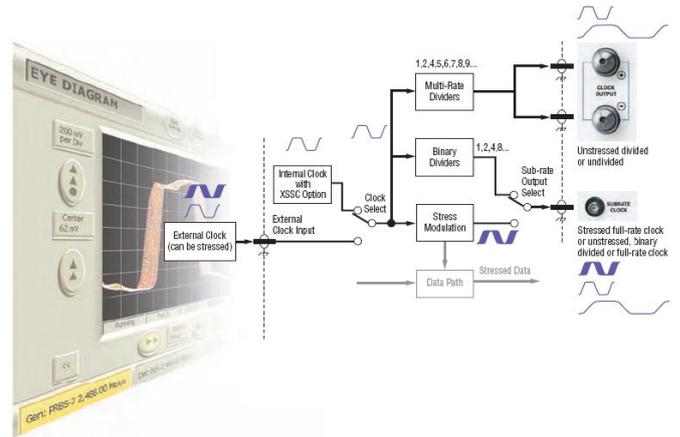
目前许多的测试标准像 XFP/XFI 和 OIF CEI 等都定义模板测试，其目的是确保在误码率水平为  $1 \times 10^{-12}$  时眼图的张开度。一致性轮廓 (等高线) 视图可以方便的了解到在不同误码率水平下模板是否通过。

## 快速选型指南

型号	最大比特率	带压力眼图 - SJ、RJ、BUJ、SI
BSA286CL	28.6 Gb/s	选项 STR
BSA175C	17.5 Gb/s	选项 STR
BSA125C	12.5 Gb/s	选项 STR
BSA85C	8.5 Gb/s	选项 STR

## 灵活的时钟模式

BERTScope 非常有特色时钟产生路径，为现实世界中不断涌现出的设备提供了灵活的测试方案。无论是电脑插卡还是硬盘，通常都需要提供子速率 (sub-rate) 系统时钟，例如 PCI Express® 中 100MHz 的时钟。为了能使被测系统正常工作，需要提供差分的系统时钟，而且时钟的幅度、偏置各有不同；BERTScope 内部提供灵活的分频系数，其灵活构架可以完成各种时钟的生成。

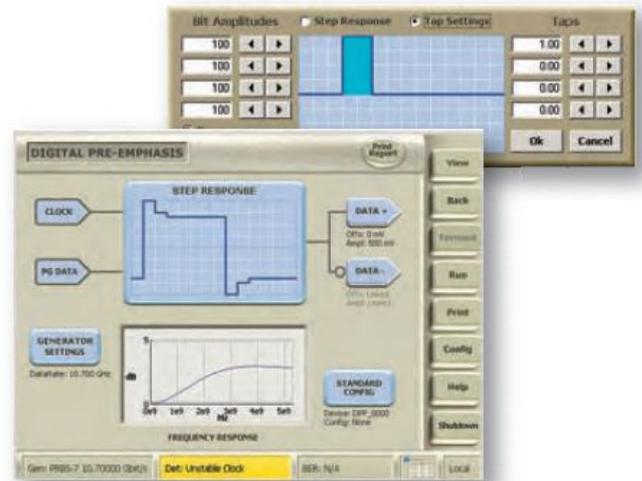


BERTScope STR 选项的时钟路径

扩频时钟 (SSC) 通常用于串行系统中，以减小 EMI 的干扰。BERTScope 可以调节的 SSC 的调制幅度、频率和调制的轮廓，如三角波、正弦波等，因此允许测试任何一种使用 SSC 技术的一致性标准。还可使用额外的调制器和信号源产生耦合了高幅度、低频率的正弦抖动 (SJ) 的时钟。

## 处理闭合的眼图

随着通道中电信号的数据率越来越快，通道的损耗经常导致信号在 Rx 端的眼图闭合。在实际的系统中，常使用 Equalization (均衡) 补偿通道的损伤，以得到“张开的的眼图”。泰克提供了强大的工具来帮助设计者测试和鉴定 Tx/Rx 组件是否满足标准。



符合 BERTScope 系统，图形用户界面以有逻辑、易于跟踪的格式展现控制功能。对响应的时域展现显示 tap 权重设置的效果。频率域 Bode 图显示过滤器将如何补偿通道损失。

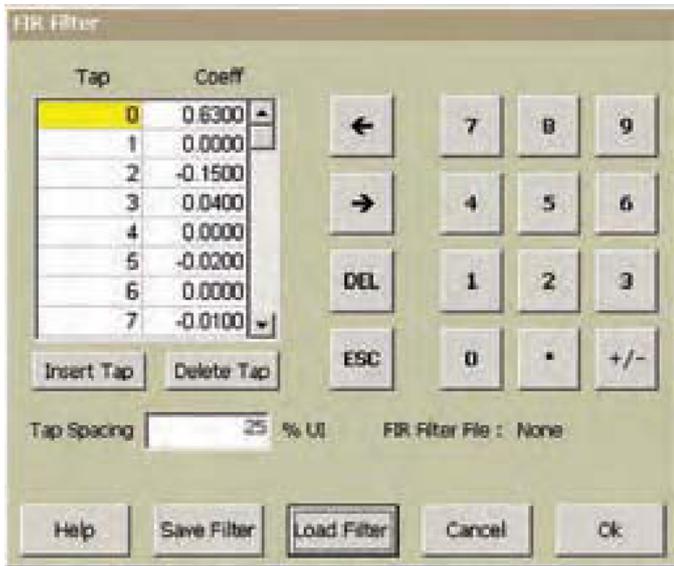
对于 Rx 测试，DPP125C 数字预加重器为 BERTScope 增加了经校准的预加重输出，用以模拟 Tx 端的预加重特性。预加重目前用于 10GBASE-KR、PCIe、SAS 12Gb/s、DisplayPort®、USB 3.1 及其他标准中。

功能：

- 1–12.5Gb/s 时钟频率
- 两种型号分别支持 3 阶或 4 阶抽头 (tap)
- 灵活的光标位置，允许预设光标和滞后光标
- 选项 ECM（眼图张开器、时钟复用器、时钟倍频器）

### PatternVu

PatternVu 选件是一套软件实现的 FIR 滤波器，能够在眼图显示之前使用。在使用均衡的 Rx 系统中，PatternVu 能够观测、测量在 Rx 端均衡之后、判决之前信号的眼图，即能将均衡的影响包含在测试结果中。均衡器最多允许有 32 个抽头 (tap)，并且可以选择每个 UI 的抽头 (tap) 分辨率。



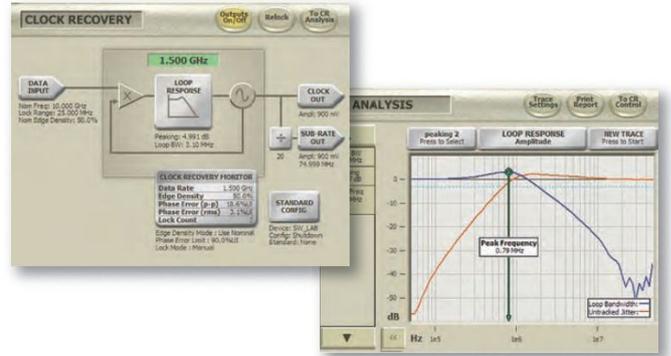
PatternVu

PatternVu 还包括 CleanEye 功能，即码型固定的、经过平均处理后的眼图，可以去除眼图的非确定性抖动分量。CleanEye 能够在存在大量 Rj 的情况下，清晰的看到 ISI 对系统的影响。

单次波形数据值输出是 PatternVu 的一个部分，能够显示所捕获的固定码型中的任意一个比特，非常类似实时示波器中的单次捕获功能。一旦被捕获，波形数据能够以多种格式输出，以便使用其他工具进行分析。

### 增加时钟恢复

泰克的 CR125A、CR175A 和 CR286A 产品提供了灵活的一致性时钟恢复方案。许多标准的抖动测试要求使用指定环路带宽的时钟恢复。使用不确定或未知的环路带宽将带来错误的抖动测量。泰克最新的时钟恢复仪器能够为各种标准测试提供简单、精确的测量。



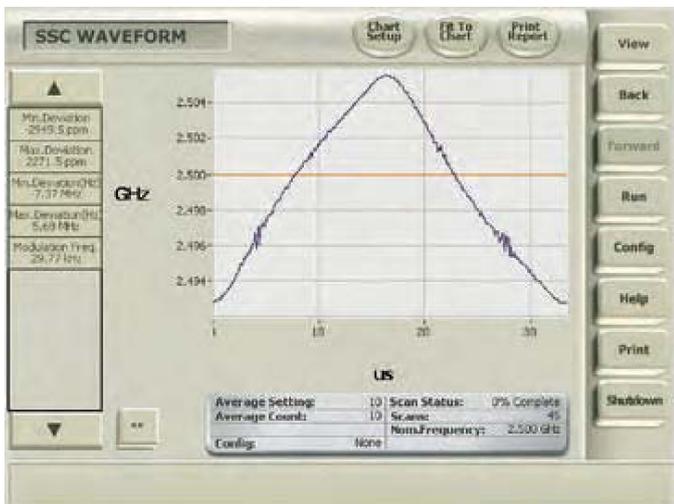
直观用户界面提供了对所有操作参数的简单控制。独特的环路回馈视图描绘了环路带宽的特性 - 该图是真实测量的结果，而不是数据设置过程。

Bertscope CR 不受到 BERTScope 的限制，还可以配合其他仪器使用，如采样示波器或误码仪等。可以和其他已有的仪器组成一致性测量系统。



## 显示和测量 SSC 抖动波形

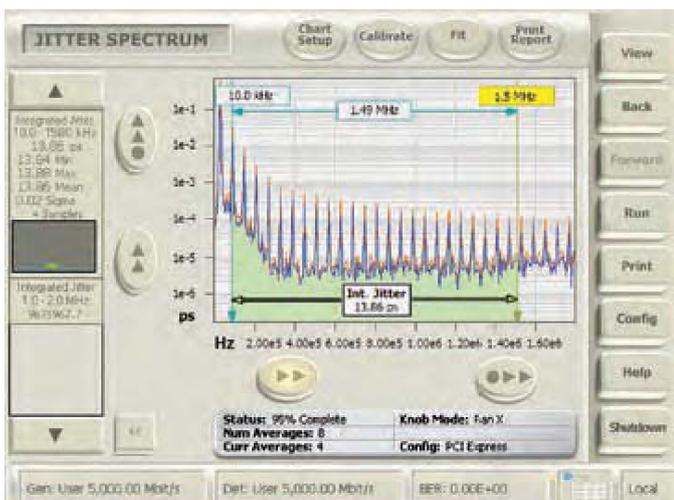
扩频时钟 (SSC) 在最新的串行标准中经常使用到, 以减小 EMI 干扰, 例如: SATA、PCI Express 和下一代 SAS。泰克 CR 家族支持扩频时钟的恢复, 能够显示和测量 SSC 调制波形。包括了最大、最小频率偏差 (ppm 或 ps 为单位)、调制变化率 (dF/dT) 和调制频率等自动化测量项目。也包括了数据速率的显示以及简单易用的垂直、水平光标。



SSC 波形测量

## 增加抖动分析

泰克 CR125A、CR175A 或 CR286A 分别与选项 12GJ、17GJ 和 28GJ 及采样示波器或 BERTScope 相结合, 实现了 1.2 – 11.2 Gb/s 可变时钟恢复、占空比失真 (DCD) 测量和实时抖动频谱分析。抖动频谱显示频率范围从 200Hz 到 90MHz, 可以使用光标进行测量。可以使用用户可设置的频率限定进行抖动的带限测量 (上图例子中是 PCI Express 2.0 预设的带宽限制和抖动测量)

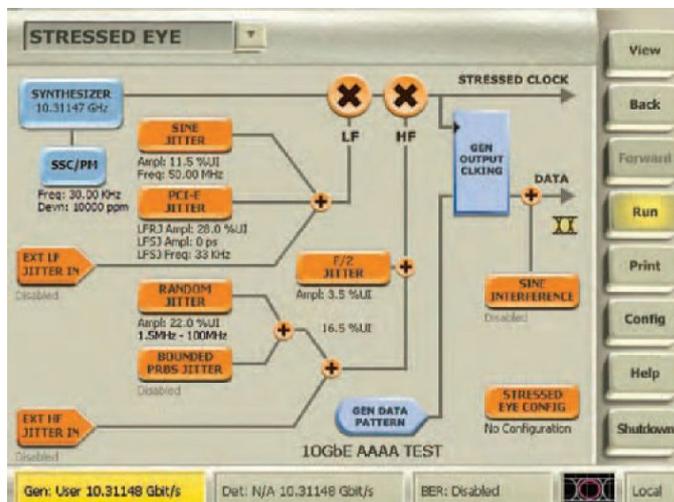


抖动频谱测量

## 消除接收机测试中的压力

随着网络变化, 接收机测试挑战也在变化。虽然误码测试和接收机灵敏度之类的测试非常重要, 但在现实世界中, 必须考虑 10Gb/s 之类的背板系统和其他高速总线的接收机抖动容限性能。压力眼图测试 (Stressed Eye Testing) 现在在许多的行业规范中变得越来越常见。另外, 工程师可以利用压力眼图测试来发现接收机性能极限, 用以检查系统在设计和生产过程中的余量。

像进行 PCI Express 2.0 这类的串行总线一致性接收机压力测试, 通常需要用多台独立的仪器和设备, 不得不花几个小时去设置仪器、连接被测设备。通过 BERTScope 一台仪器, 以及测试向导来控制所有的经校准的压力源, 非常方便的进行接收机压力测试 – 这些都是在同一仪器中完成的。该方案不需要外部电缆、混频器、耦合器、调制器, 减少了校准过程, 大大简化了压力测试的校准和测试。

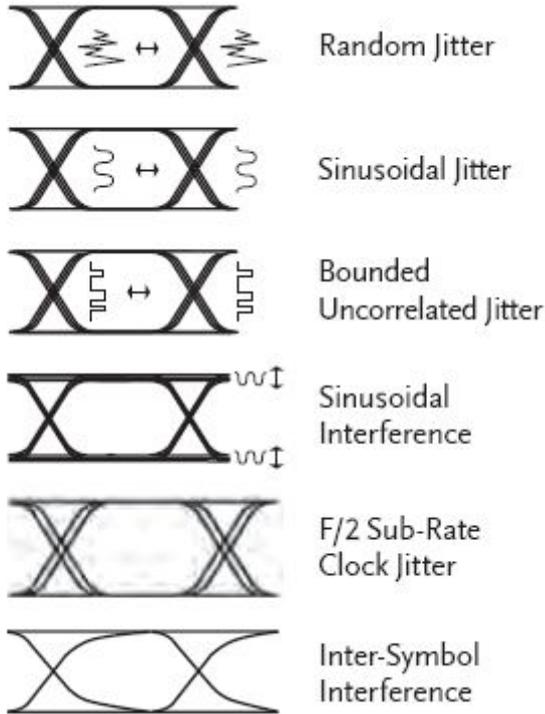


压力眼图

## 灵活产生信号损伤

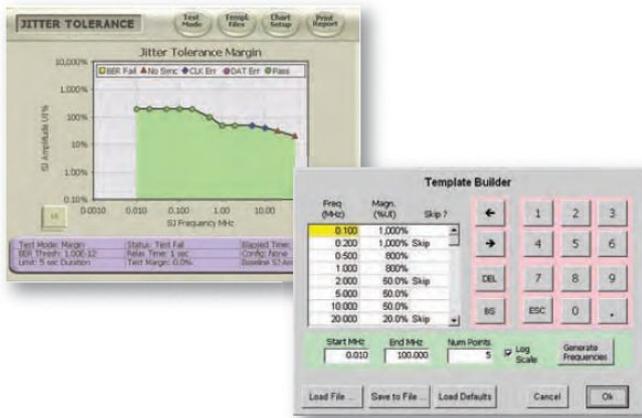
BERTScope 内置高质量、经校准的各种信号损伤源, 包括 RJ、SJ、BUJ 和 SI。

SI 是许多标准中常见的信号损伤类型。BSA12500ISI 差分 ISI 板提供了可变的链路长度, 产生各种 ISI 干扰。



灵活产生信号损伤

许多标准要求测试在不同频率、不同幅度、不同调制的 SJ 对 Rx 的影响。BERTScope 内置的抖动容限功能通过用户自定义的容限模板，自动的完成这项测试。同时，BERTScope 还提供了许多标准的测试库供用户使用。

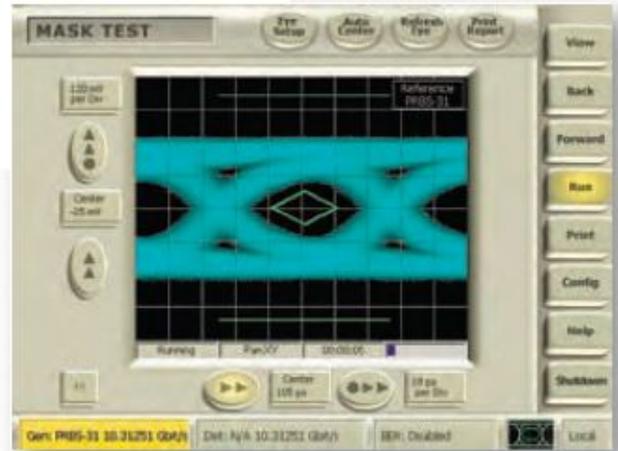


内置抖动容限功能

## BERTScope 码型发生器产品

BERTScope 码型发生器提供了完整的 PRBS 码型发生功能，支持标准和自定义码型。

STR 选项可以产生集成的、经校准的压力信号，可以替代传统多仪器、手动校准的方案。该系列产品可以用于系统自带 BER 测量的案例，如 DisplayPort；或配合传统误码仪以增加产生带压力码型的能力。

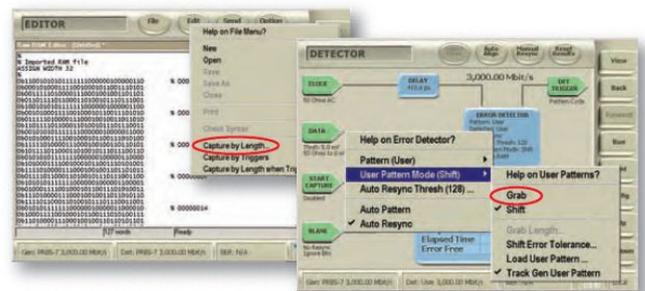


XFI compliant electrical stressed eye

压力眼图测试选项

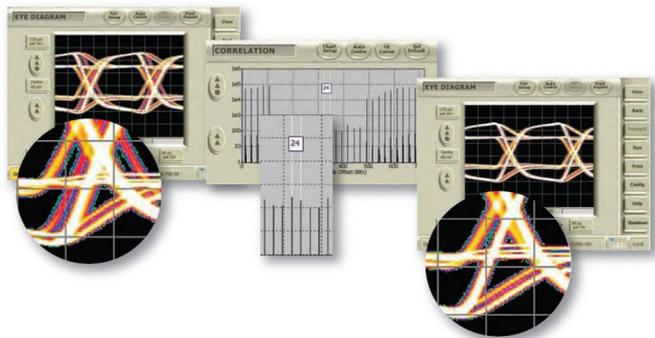
## 码型捕获

对未知的输入数据有几种处理方法。对于上面所讨论的实时在线数据分析，BERTScope 还提标配了一个非常实用的功能 - 码型捕获。该功能允许用户指定重复码型的长度，BERTScope 连续的捕获指定长度的数据，长度可达 128Mb。这笔数据可以作为新的判决器的参考码型，可以编辑、保存以便未来使用。



码型捕获

强大的误码分析功能 – 在这个例子中，眼图测试结果和 BER 联系在一起，发现并解决了内存控制芯片的一个问题。左上角的眼图显示了在信号在十字交叉区域出现比正常眼图所少见的特征。接着将 BER 判决点移动到该区域上仔细勘察。Error Analysis 结果显示出问题特征和码型中第 24 个标记位有一定的联系。进一步调查发现和 IC 内部的时钟分频有关；系统时钟是输出数据速率的 24 分频。重新设计芯片中增大了对时钟链路的隔离后，就能得到右下角所示的干净眼图。



误码分析能力实例

### 带压力眼图的码型发生器

码型发生器带压力眼图功能提供了下述特性：

- 对内部或外部时钟，灵活、集成地施加眼图损伤
- 隐藏了测试的复杂性，但有不失灵活简单的特性
- 支持丰富的标准一致性测试和外部 ISI 滤波器：标准如下：
  - OIF CEI
  - 6 Gb SATA
  - PCI Express
  - XFI
  - USB 3.1
  - SONET
  - SAS 2
  - XAUI
  - 10 和 100 Gb 以太网
  - DisplayPort
- 可以增加同相位或反相的正弦干扰，或者可以输出到外部同 ISI 参考通道合成
- 支持 OIF CEI 等规范要求的正弦抖动 (SJ) 相位锁定（两台 BERTScope 之间同相或反相锁定）

### 幅度和 ISI 损伤

对 ISI，外部增加 ISI：例如，长的同轴电缆，或者 4 阶 Bessel-Thompson 滤波器，-3dB 点等于 0.75 数据率

对需要模拟电路板耗散的应用，BSA12500ISI 差分 ISI 生成板提供模拟电路板走线损耗

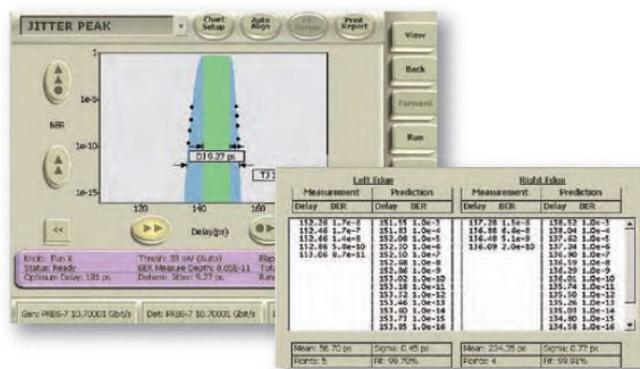
### 正弦干扰

- 支持 BERTScope 全速率范围的应用
- 100 MHz 到 2.5 GHz
- 100KHz 调节步进
- 电压调节范围 0~400mV
- 共模或差分
- 可用外部 SI 从后面板 SMA 输入，单端幅度 0~3V，可在软件界面中调节，和内部 SI 同样的频率和调节步进

### 抖动测量

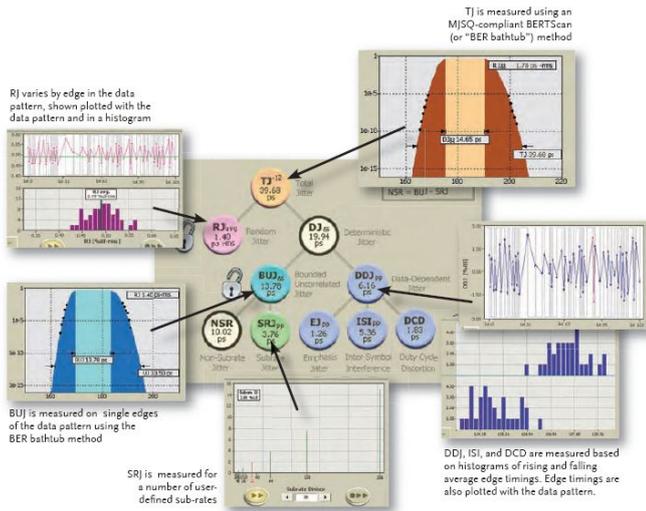
数据速率在 Gb/s 的信号其眼宽就几百个皮秒，甚至更少。因此精确的抖动测量是控制抖动预算的重要部分。BERTScope 提供两套工具来完成这些重要抖动测试。

物理层测试套件使用广泛认可的 Dual Dirac 方法测试总体抖动 (Total Jitter) 和对总体抖动的分离，随机抖动 (RJ)、确定性抖动 (DJ)。BERTScope 采用的是误码仪的方法采集数据，样本深度远大于示波器测试抖动时所采集的样本深度，并很少采用推算的方法测量抖动。从根本上讲，这种方法的测试精度比高度依靠推算的方法的精度要高很多。



MJSQ 标准 Dual Dirac 抖动测量。

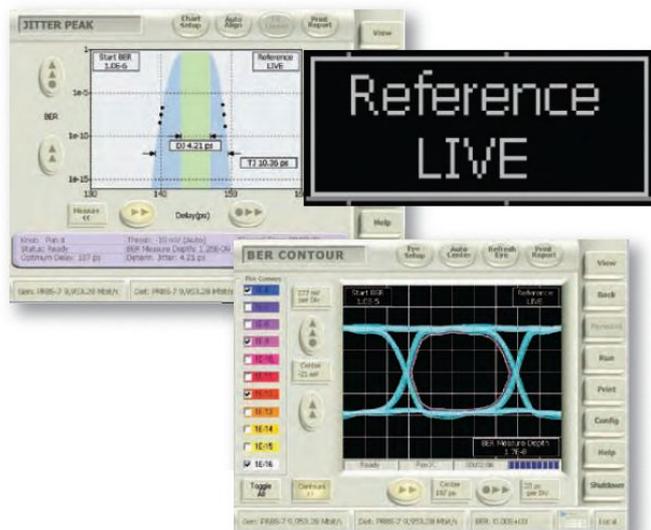
选配的抖动分离及定位 (Jitter Map) 是 BERTScope 上最新的抖动测量套件。该套件提供了复杂的分析子集，除了 RJ 和 DJ 之外，还包括了许多更高速的标准一致性测试中定义的抖动测量。抖动分离及定位 (Jitter Map) 能在长码型上（例如 PRBS31）进行抖动测量和分离，也支持非 PRBS 的实时在线数据抖动分析（需要实时数据分析选项）。



抖动分离及定位

主要特性包括：

- DJ 分解为有界非相关性抖动 (BUJ)，数据相关抖动 (DDJ)，码间干扰抖动 (ISI)，占空比失真抖动 (DCD)，包含 F/2 抖动在内的子速率抖动 (SRJ)
- 基于误码测试（非推算）的 TJ 测量，误码率水平可以到  $10^{-12}$  甚至更小
- 区分相关和非相关性抖动分量，减小对长码型的 DDJ 和 RJ 测试的混淆
- 可以测量最小眼张开度的抖动
- 增加了其他仪器所没有的抖动测试项目：加重抖动 (EJ)，非相关性抖动 (UI)，数据相关性脉冲损伤 (DDPWS) 和非 ISI 抖动
- 直观的抖动分离树显示



抖动峰值和 BER 轮廓测量的实时数据。

### 灵活的外部抖动接口

灵活的外部抖动接口包括下述特性：

- 前面板外部高频抖动输入连接器 – 可以增加从 DC 到 1.0 GHz 高达 0.5 UI (最大值)的抖动，可以是落在幅度和频率边界内的任何类型的抖动
- 后面板外部 SJ 低频抖动输入连接器 – 可以增加从 DC 到 100 MHz 高达 1 ns (最大值)的抖动
- 后面板 SJ 输出
- 后面板正弦干扰输出端口

内部的 RJ、BUJ 和外部的低频抖动输入合成幅度最大 0.5UI，合成抖动中的每一项幅度最大 0.25UI。可以使用后面板低频抖动输入增加额外的抖动；外部低频抖动、10 MHz 以下的内部低频 SJ、PCIe LFRJ 和 PCIe LFSJ (使用选项 PCISTR)之和限于 1.1 ns。这些限制对 XSSC 选项的相位调制无效。

### 抖动损伤

有界非相关性抖动 (BUJ)：

- 支持数据速率范围：1.5 – 8.5 Gb/s (BSA85C)、12.5 Gb/s (BSA125C)、17.5 Gb/s (BSA175C) 和 28.6 Gb/s (BSA286CL)，性能限定在 622 Mb/s (不包括 BSA286CL)
- 内部 PRBS7 发生器
- 可调幅度最大 0.5UI
- 100 Mb/s 至 2.0 Gb/s
- 可供选择带限滤波器（如下表）

BUJ 速率	滤波器
100 – 499	25 MHz
500 – 999	50 MHz
1,000 – 1,999	100 MHz
2,000	200 MHz

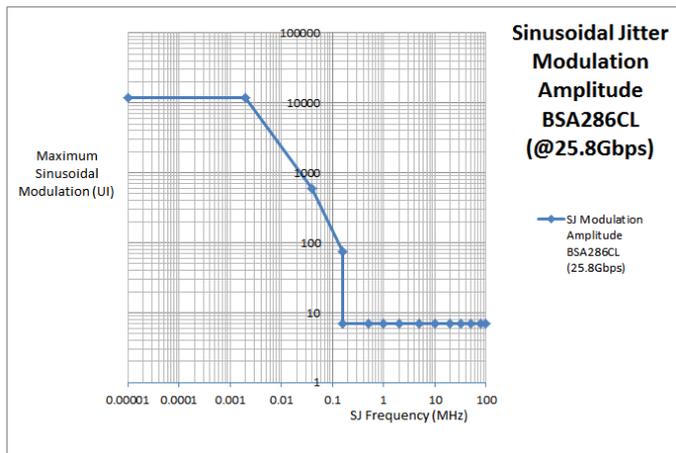
随机抖动：

- 支持数据速率范围：1.5 – 8.5 Gb/s (BSA85C)、12.5 Gb/s (BSA125C)、17.5 Gb/s (BSA175C) 和 28.6 Gb/s (BSA286CL)，性能限定在 622 Mb/s (不包括 BSA286CL)
- 可调幅度最大 0.5UI
- 带宽限制 10MHz~1GHz
- 波型因数 (Crest factor) 为 16（其高斯分布至少到 8 倍标准偏差范围，或误码率水平达到  $1 \times 10^{-16}$ ）

### 正弦曲线抖动

数据速率	内部 SJ 频率	最大内部 SJ 幅度
高达 8.5 Gbps (BSA85C)、 12.5 Gbps (BSA125C) 或 17.5 Gbps (BSA175C)	1 kHz – 10 MHz <sup>1</sup>	1100 ps
	10 MHz 到 100 MHz	200 ps
高达 28.6 Gb/s (BSA286CL)	1 kHz 到 100 MHz	1100 ps <sup>2</sup> 270 ps <sup>3</sup>

SJ 可以从 0 调节到大于等于表中范围的值。如需更多地了解 SJ 功能，请参见额外的压力选项。



### 接口卡在线测试

BERTScope 提供的实时数据分析选项可为高速线卡、主板和实时的数据提供物理层测量，解决长期来一直存在的问题。BERTScope 采用了新型的双判决 (Dual-decision) 系统，可以进行参数测量，如一致性标准的眼图测试、抖动、BER 轮廓和 Q-因子等所有的这些测试都需要时钟信号。抖动分离及定位 (Jitter Map) 选项能够对实时的数据进行深入的抖动的解析，而无需对不知道码型长度、或者无法预知数据流中插入的闲散符号而感到无助。故障定位和调试变得非常的简单，只要按一个键就能洞察被测系统物理层的情况。

1 可以与其他低频调制结合使用。  
2 完整的 SJ 范围为 270 ps，有 RJ 或 BUJ 时，范围下降到 220 ps。  
3 范围可以在 1100 ps 和最大 270 ps 之间选择；范围越低，固有抖动越低。

### 使用 USB3 仪器交换机

BSASWITCH 仪器交换机是一种灵活的设备，用于通用应用及 USB 3.1 一致性测试中的具体列入应用。对 USB 3.1 测试，交换机拥有一个码型发生器，生成低频周期信号 (LFPS)，用来保证设备实现环回。更多功能包括：

- 使用前面板旋钮实现不同通道之间的手动切换
- 通过 USB 自动进行控制
- 多个控制选项，灵活的触发功能
- 两条主输入通道 (Ch 1、Ch 2)，>10 GHz 模拟带宽
- 单端到差分输入信道，在测试设置中简便地增加低频信号发生器
- USB 控制和电源，不需增加外部电源

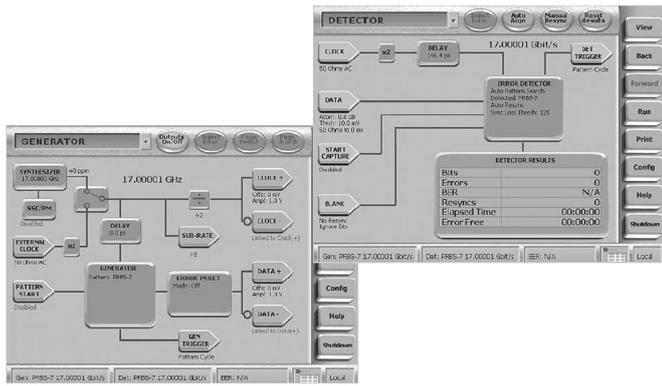


BSASWITCH 仪器交换机

### 用户软件界面

用户界面把可用性提升到全新高度：

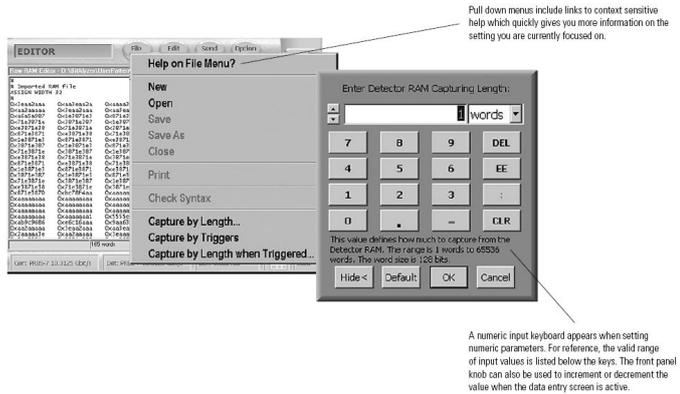
- 简单向导
- 符合使用逻辑的布局和操作
- 界面之间切换方面灵活
- 丰富的测试相关信息
- 用户输入敏感，用颜色提醒用户输入数据的有效性



UI 设置界面

使用编辑器界面，支持标准码型的编辑和 AB 页面的选择，同时支持模板编辑及其他任务：

- 数据可以二进制、十进制和十六进制显示
- 支持可变的赋值，重复循环，PRBS 序列初始值
- 捕获和编辑输入的数据—例如根据实际的数据制作一个重复的码型
  - 可以通过触发、长度或者触发固定长度的方式捕获数据
  - 捕获数据单位是字，一个字是 128 位。例如捕获 127 个 PRBS7（长 127 位）的字，总长度是 16,256 位



编辑界面

## BERTScope 内置参数测量项目

全系列的 BERTScope 都支持眼图和模板测试及误码分析。眼图

眼图：

- 280×350 像素显示
- 深度捕获
- 自动测量项目有：
  - 上升时间
  - 下降时间
  - Unit Interval（数据和时钟）
  - 眼幅度
  - 0 和 1 的噪声电平
  - 眼宽
  - 眼高
  - 眼图抖动（峰峰值或有效值）
  - 0 level、1 level
  - 消光比
  - 垂直眼图闭合代价 (VECP)
  - 暗电平校准
  - 信噪比
  - 峰峰值、最大电压、最小电压、交叉点电压
  - 上升和下降交叉点电平（飞秒）
  - “0” 和 “1” 过冲
  - 平均电压和功率
  - 交叉点幅度、0 和 1 噪声电平
  - 光调制度 (OMA)
  - 采样测试
  - 偏置电压
  - 去加重比例

模板测试：

- 标准模板库（例如 XFP，用户可自定义模板）
- 模板余量测试
- 将测量得到的 BER 轮廓作为过程控制的模板
- 比传统的采样示波器采集深度至少深 1000 倍，确保看到罕见的异常现象

光模块：

- 可在 BERTScope 检测端口外部增加光参考接收机。通过用户界面简单方便的设置和保存接收机的参数。一旦完成设置物理层，相应的物理层参数单位将转换为 dBm、

$\mu$ W 或 mW。耦合方式 AC 和 DC 耦合，可以进行暗电平校准。

- 对于电信号，如果在外部衰减，可输入相应衰减量适当的缩放眼图比例。

可变深度的眼图的模板测试：

- 对于眼图和模板测试，测试数据的深度可以通过手动调节；仪器采集到相应的数据量的样本后将会停止。深度范围从 2,000 到 1,000,000 比特(完整的波形)。默认模式是连续采集，随着时间逐渐加深眼图或模板测试深度。

## 物理层测试选项

提供了下述物理层测试选项：

- BER 轮廓测试
  - 为了最大相关性，执行和眼图测量一样的采集
  - 为了精确的样点提供延时校准
  - 自动比例调整，一键式测量
  - 从测量的数据中推算轮廓，增加实际数据的测试深度，重复更新轮廓曲线
  - 输出 CSV 格式数据
  - 从  $10^{-6}$  到  $10^{-16}$  误码率水平范围内进行轮廓测试
- 基本抖动测量
  - 根据 T11.2 MJSQ BERTScan 方法(也称为‘浴缸抖动’)进行测试
  - 深入测量，迅速准确地推断用户指定电平的总抖动，或直接测量
  - 把 MJSQ 中规定的随机成分与确定性成分分开
  - 按需进行延迟校准，获得准确的点
  - 用 CSV 格式导出这些点
  - 简便的单键测量
  - 用户指定幅度门限电平或自动选择
  - 可以选择开始 BER，在使用 MJSQ 规定的长码型时提高精度
- Q 因子测量
  - 一键式测量通过眼图中间的垂直截面
  - 易于观察系统噪声影响
  - 输出 CSV 格式数据
- 一致性轮廓测试
  - 符合标准，例如 XFP/XFI 和 OIF CEI，验证 Tx 端性能
  - 将模板和 BER 轮廓测量结果比较，快速简单确定被测设备是否通过 BER 特性要求

## 实时数据分析选项

实时数据选项主要用于测试系统在线时数据传输性能。该选项可用于测试系统传输的码型未知或非重复的情况，还包括为匹配时钟速率而在数据流中插入空闲位的情况。也可适用于探测线卡信号等等。

这个选项使用两个前端判决电路中的一个，通过放置在眼图中心，判断数据是 0 还是 1。另外一个用于探测眼图外部以决定参数性能。这种方法不仅解决物理层的问题，而且可以鉴别由于协议引起的逻辑层问题。

实时数据选项可以使得在线数据进行 BER 轮廓、抖动峰值和抖动分离及定位和 Q 因子的测试。眼图测试可以不需要该选项，只需要提供外部的时钟即可。

实时数据分析选项需要物理层测试选项，必须使用全速率时钟。

## PatternVu 均衡处理选项

PatternVu<sup>4</sup>选项增加了下列强大的处理功能：

- CleanEye 是一种眼图显示模式，将平均处理后的数据进行眼图分析，可消除非数据相关性抖动分量。用户可以使用 CleanEye 测量数据相关性抖动，如 ISI 等，提供对复杂抖动的直观的表现形式。该选项在任何重复码型下有效，码型长度上限 32,768 位。
  - 单次波形数据输出将 CleanEye 输出以 CSV 格式输出。该输出文件最多包含 105 比特位，可以通过 Microsoft Excel® 或其他仿真软件处理，如 StateEye 或 MATLAB®。该功能允许对实时数据的离线分析，以实现最新在 802.3aq 和 LRM 10G 以太网标准要求的 TWDP 的测试。
  - FIR 滤波均衡处理器可以模拟通信链路，在数据显示之前应用一个软件线性滤波器，以观测和测量在 Rx 端判决电路前的眼图性能。例如，FIR 滤波可以模拟背板系统的信号损耗，或者模拟 Rx 端的均衡器，简化 Rx 侧的均衡器设计和测试。
- 滤波器的参数可用通过对一些列 tap 的权重调节而改变。至多 32 个 tap，间隔从 0.1UI 到 1UI，可精确调整滤波器的形状。FIR 滤波在任何重复码型下有效，码型长度上限 32,768 位。
- 单沿抖动测量能够对速率大于 3Gb/s 的单个边沿进行深误码率抖动测量。Single Edge Jitter 峰值测量功能可以计算指定码型的单独边沿的抖动，要求重发码型，长度不超过 32,768。测量得到的抖动结果中，不包含数据相关性抖动，

4 PatternVu 工作在数据率要求高于 900Mb/s。

仅显示出非相关性抖动分量，如随机抖动 (RJ)，有界不相关抖动 (BUJ) 和正弦抖动 (PJ)。

- 灵活的测量可以让用户指定 CleanEye 波形中确切的位置进行高精度的幅度、上升时间、下降时间和加重比例的测试。标配 PCI Express 和 USB 3.1 等标准的预先编程的公式。

### 误码分析

误码分析是一些列和误码发生情况紧密联系在一起的视图，能够简单、快速的发现潜在的问题。可以非常方便的在眼图的某个区域内放置 BERTScope 采样点，探测在指定位置上的码型灵敏度。例如，直接观测码型是否会导致信号边沿时刻的提前或滞后。

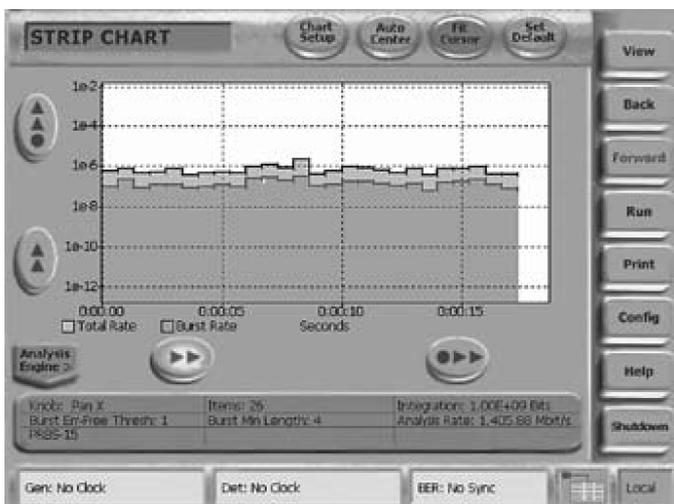
BERTScope 系列产品标配了许多视图：

- 误码统计：用表格显示位和突发误码计数和速率



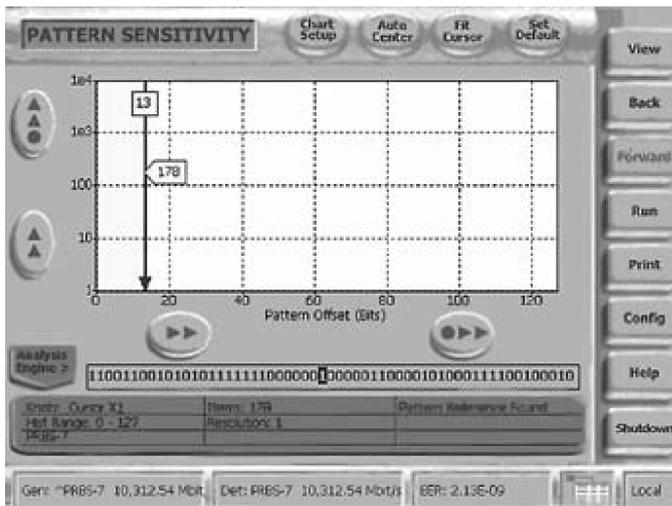
误码统计视图以比特位和突发的统计来分析链路性能。

- 条状图：比特位和突发误码率的条状图。



条状图显示了误码和误包随时间的变化。例如在做温度循环实验时，可以发现系统故障出现的规律。

- 突发长度：以直方图的形式显示不同码长的误码发生次数
- 无误码间隔：以直方图的形式显示误码发生之间的时间间隔
- 相关性：以直方图形式显示误码和用户自定义块大小，或外部标记信号之间的位置关系
- 码型灵敏度：以直方图的形式显示不同码型位置上出现错误的测试
- 码组错误：以直方图显示数据间隔的次数（或用户指定码组大小）和在码组中出现误码次数的关系



码型灵敏度视图是一个强大的工具，用以检查错误事件和码型之间的关系。能够显示出哪种码型序列有最多的问题，支持 PRBS 和用户自定义码型。

### 误码分析选项

#### 前向误码纠错仿真

BERTScope 因为采用了专利的误码定位技术，在测试中可以确定每一个误码发生的位置。通过用假设误码纠错器，仿真内存块典型的纠错码，例如 Reed-Solomon 结构，以通过非相关数据通道的误码率测试，确定找到合适的 FEC 方法。用户可以设置误码纠错的力度，交织的深度以及确保符合流行的纠错硬件结构。

## 二维误码映射

通过发现到的误码，分析绘制出二维误码分布图。误码分布基于帧的大小或者复用器的宽度，分析出误码是否容易在帧的某个位置上，或者连接到复用器的并行总线中的某一个特定的比特位上。这个可视化的工具能够发现其他分析方法所无法观测到的误码。

## 误码定位捕获

特点	说明
实时分析	连续
误码记录容量	最大 2GB
误码事件/秒	10,000
最大突发长度	32 kb

## 抖动容限模板选项

许多标准要求测试在不同频率、不同幅度、不同调制的 SJ 对 Rx 的影响。BERTScope 内置的抖动容限功能通过用户自定义的容限模板，自动的完成这项测试。同时，BERTScope 还提供了许多标准的测试库供用户使用。

标准模板库包括：

- 10GBASE LX4 802.3ae 3.125 Gb/s
- 10 GbE 802.3ae 10.3125 Gb/s
- 40 GbE 802.3ba LR4 10.3125 Gb/s
- 100 GbE 802.3ba LR4/ER4 25.78125 Gb/s
- CEI 11G Datacom Rx Ingress (D) 11 Gb/s
- CGE Telecom Rx Egress (Re) 11 Gb/s<sup>5</sup>
- CEI 11G Telecom Rx Ingress (Ri) 11 Gb/s<sup>5</sup>
- CEI 11G Total Wander 11.1 Gb/s
- CEI 11G Total Wander 9.95 Gb/s
- CEI 6G Total Wander 4.976 Gb/s
- CEI 6G Total Wander 6.375 Gb/s
- CEI 25G Total Wander 25.78125 Gb/s
- FBB DIMM1 3.2 Gb/s
- FBB DIMM1 4.0 Gb/s
- FBB DIMM1 4.8 Gb/s
- FBB DIMM2 3.2 Gb/s
- FBB DIMM2 4.0 Gb/s
- FBB DIMM2 4.8 Gb/s
- Fibre Channel 1.0625 Gb/s
- Fibre Channel 2.125 Gb/s
- Fibre Channel 4.25 Gb/s
- Fibre Channel 8G 8.5 Gb/s
- Fibre Channel 16G 14.025 Gb/s
- OTN OTU-1 2.666G<sup>5</sup>
- OTN OTU-2 10.709 Gb/s
- OTN(10BASE-R) 11.1 Gb/s
- SAS (SCSI) 1.5 Gb/s
- SAS (SCSI) 3 Gb/s
- SDH 0.172 STM-1 155M<sup>5</sup>
- SDH 0.172 STM-16 2.4832 Gb/s<sup>5</sup>
- SDH 0.172 STM-4 622 Mb/s<sup>5</sup>
- SDH 0.172 STM-64 9.956 Gb/s<sup>5</sup>
- SDH STM-16 2.48832 Gb/s<sup>5</sup>
- SDH STM-64 9.9532 Gb/s<sup>5</sup>
- SONET OC-48 2.48832 Gb/s<sup>5</sup>
- SONET OC12 622 Mb/s<sup>5</sup>
- SONET OC192 9.9532 Gb/s<sup>5</sup>
- SONET OC192 9.95 Gb/s<sup>5</sup>
- SONET OC3 155 Mb/s<sup>5</sup>
- SONET OC48 2.4832 Gb/s<sup>5</sup>
- USB 3.1 5 和 10 Gb/s
- XAUI 3.125 Gb/s
- XFI ASIC Rx In Datacom (D) 10.3125 Gb/s
- XFI ASIC Rx In Datacom (D) 10.519 Gb/s
- XFI ASIC Rx In Telecom (D) 10.70 Gb/s
- XFI ASIC Rx In Telecom (D) 9.95328 Gb/s<sup>5</sup>
- XFI Host Rx In Datacom (C) 10.3125 Gb/s
- XFI Host Rx In Datacom (C) 10.519 Gb/s
- XFI Host Rx In Telecom (C) 10.70 Gb/s<sup>5</sup>
- XFI Host Rx In Telecom (C) 9.95328 Gb/s<sup>5</sup>

<sup>5</sup> 要求选项 XSSC。

- XFI Module Tx In Datacom (B') 10.3125 Gb/s
- XFI Module Tx In Datacom (B') 10.519 Gb/s
- XFI Module Tx In Telecom (B') 10.70 Gb/s<sup>5</sup>
- XFI Module Tx In Telecom (B') 9.95328 Gb/s<sup>5</sup>

可调节的测试参数：

- BER 置信概率水平 (BER confidence level)
- 每点测试持续时间
- BER 门限
- 测试设备释放时间
- 模板余量控制
- A/B 码型切换控制

另外还包括在每一个选择点上进行测试的能力，以及数据可以导出为截图或 CSV 文件。

### 抖动分离及定位 (Jitter Map) 选项

抖动分离及定位<sup>6</sup>选项用长码型抖动三角形测量法提供自动抖动分离。扩展了以 BER 为基础的抖动分离，除了按照 Dual-Dirac 方法测量总体抖动 (Tj)、随机抖动 (Rj) 和确定性抖动 (Dj)，还可以将确定性抖动分析为更加详细的抖动类型。该选项也能测量和分离极长码型上的抖动，例如 PRBS31，假设系统受限运行在较短的同步数据码型上。

该选项的特点包括：

- DJ 分离为有界非相关抖动 (BUJ)，数据相关性抖动 (DDJ)，码间干扰抖动 (ISI)，占空比失真抖动 (DCD)，子速率抖动 (SRJ)\*<sup>7</sup> 包括 F/2 (或 F2) 抖动
- 基于 BER 的直接测试 TJ，误码率水平可达  $10^{-12}$  甚至更深
- 分离相关和非相关性抖动，减小 DDJ 和 RJ 的混淆

- 可以在数据码型各自边沿上可视化 RJ RMS 测量结果
- 支持 100GbE 应用的 J2 和 J9 测试
- 增加了其他仪器所没有的抖动测试项目：加重抖动 (EJ)，非相关性抖动 (UI)，数据相关性脉冲损伤 (DDPWS) 和非 ISI 抖动
- 直观的抖动分离树显示

### 带压力实时数据选项

BERTScope 带压力实时数据选项帮助工程师最实时的数据上增加各种各样的压力，以模拟在现实的环境中，观察被测系统的响应。使用带压力的实时测试数据能够测量系统性能的边界极限，增加系统设计的信心。

- 支持全系列 BERTScope 产品，包括正弦 (SJ)、随机抖动 (RJ)、有界非相关抖动 (BUJ)、正弦干扰 (SI)、F/2 抖动和扩频时钟 (SSC)
- 支持最高的 BERTScope 数据速率
- 数据率小于等于 11.2Gb/s 时支持全速率时钟；高于 11.2Gb/s 时，支持半时钟速率

### 符号过滤选项

通常在 8b/10 编码系统中进行 Rx 端环回测试中，对于输入数据流中可能有不确定个数的补偿时钟符号的情况，BERTScope 的符号过滤支持这样的异步的 BER 测试，包括抖动容限测试在内。

- 支持 USB 3.1、SATA 和 PCI Express 异步接收机测试
- 自动过滤用户指定符号
- 对于高精度误码测量，误码检测支持一定数量的过滤比特

<sup>6</sup> 抖动分离及定位要求数据速率高于 900 Mb/s。

<sup>7</sup> SRJ 和 F/2 抖动工作高达 8.5 Gb/s (BSA85C)、11.2 Gb/s (BSA125C、BSA175C、BSA286CL)。

## 码型发生器技术数据

除另行说明外，所有技术规范适用于所有型号。

### 数据输出

#### 数据率范围

BSA85C	0.1 至 8.5 Gb/s
BSA125C	0.1 至 12.5 Gb/s
BSA175C	0.5 至 17.5 Gb/s
BSA286CL	1 至 28.6 Gb/s

格式 NRZ

极性 正常或反相

可变交叉点电平范围 25 – 75%

#### 码型

硬件码型	工业标准的 PRBS 码型： $2^n - 1$ ， $n=7,11,15,20,23,31$
RAM 码型	128 位~128Mb。每个 A/B 页面中 A 或 B 各有 32Mb，共两组 A/B 页面。单页面最大 128Mb
码型数据库	基于 K28.5 或 CJTPAT 码型的 SONET/SDH，光纤通道码型； $2^n$ 码型， $n=3,4,5,6,7,9$ ； $2^n$ 标记密度码型， $n=7,9,23$ ；其他

#### 误码插入

长度	1、2、4、8、16、32、64 长度突发序列
频率	单个或者重复

### 时钟输出

频率范围 除另行指明外，上升时间测量值是从 20% 上升到 80% 的时间。这些技术数据是在 20 分钟预热后获得的。技术数据如有变更，恕不另行通告

BSA85C	0.1 ~ 8.5 GHz
BSA125C	0.1 ~ 12.5 GHz <sup>8</sup>
BSA175C	0.5 ~ 17.5 GHz <sup>8</sup>
BSA286CL	1~28.6 GHz <sup>8</sup>

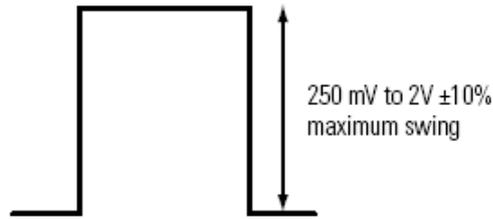
相噪 <-90dBc/Hz 在 10HKz 频偏处（典型值）

时钟输出分频比 选项 仅 STR (参见时钟路径细节如下。)

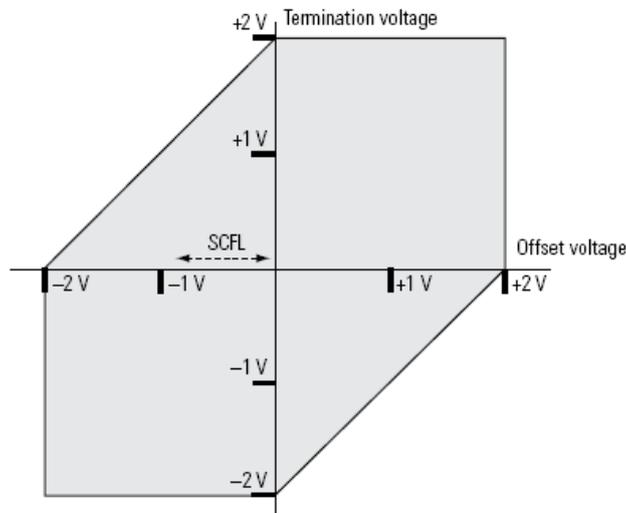
<sup>8</sup> 时钟输出频率在 11.2 Gb/s 以上的数据速率时+2。

数据时钟幅度和偏置

配置	差分输出，差分每一路可独立设置端接、幅度和偏置
接口	DC 耦合，50 欧姆反向端接，3.5mm 连接器。可选校准到 75 欧姆端接，其他阻抗通过面板输入。可更换的 Planar Crown® 适配器，可换为其他类型连接器。
预设逻辑电平	LVPECL、LVDS、LVTTTL、CML、ECL、SCFL
端接电压	可变，-2V~2V 预设值：+1.5、+1.3、+1、0、-2V、AC 耦合
允许的幅度、端接和偏置电压	参见下图。



允许的幅度摆幅在 0.25 – 2.0 V 之间；应落在下图阴影区域内部。例如，SCFL 使用 0V 端接，在大约 0V 和 -0.9 V 之间运行。如图中虚线箭头所示，它落在工作范围内。



数据时钟波形性能

**上升时间** 25 ps max, 23 ps 典型值 (10–90%), 1 V 幅度, 8.0 Gb/s 速率

---

**抖动**

**BSA85C**  $\leq 12$  ps<sub>p-p</sub> TJ (@8.0 Gb/s) 典型值

$\leq 700$  fs RMS 随机抖动 (@8.0 Gb/s) 典型值

**BSA125C, BSA175C**  $< 500$  fs RMS 随机抖动 (@10.3125 Gb/s) 典型值 I

**BSA286CL**  $\leq 8$  ps<sub>p-p</sub> TJ (@28.05 Gb/s) 典型值

$\leq 300$  fs RMS 随机抖动 (@28.05 Gb/s) 典型值

---

时钟/数据延迟

**范围** 以下情况全部大于 1 比特周期

$\leq 1.1$ GHz 30 ns

$> 1.1$ GHz 3 ns

---

**分辨率** 100 fs

---

**自校准** 在时间测量时, 当温度或者比特率改变, 推荐进行仪器自校准。校准过程小于 10s。

---

## 前面板码型发生器连接

### 外部时钟输入

允许外部输入时钟信号同步 BERTScope。带有压力测试选件的模块可以对输入的时钟增加损伤, 包括当外部输入时钟信号有超过 5000ppm 的 SSC 的情况。

#### 频率范围

BSA85C	0.1 – 8.5 GHz
BSA125C	0.1 – 12.5 GHz
BSA175C	0.5 – 17.5 GHz
BSA286CL	1 – 28.6 GHz

额定功率 900 mV<sub>p-p</sub> (+3 dBm)

最大功率 2.0 V<sub>p-p</sub> (+10 dBm)

回波损耗 优于 -6dB

接口 50 欧姆 SMA 母头, DC 耦合, 可选的端机电压

### 高频抖动 (仅在 STR 选项中有效)

两个抖动输入端中的一个。可以插入所需的 SJ、RJ 和 BUJ

频率范围 DC – 1.0 GHz

抖动幅度范围 最大 0.5UI

输入电压范围 额定电压 0–2 V<sub>p-p</sub> (+10 dBm)

最大非损伤电压 6.3 V<sub>p-p</sub>

数据率范围 性能限定在 622 Mb/s (不包括 BSA286CL)

BSA85C	1.5 至 8.5 Gb/s
BSA125C	1.5 至 12.5 Gb/s
BSA175C	1.5 至 17.5 Gb/s
BSA286CL	1.5 至 28.6 Gb/s

接口 SMA 母头, 50 欧姆, DC 耦合到 0V

子速率时钟输出

BERTScope 标配型号输出 4 倍分频时钟。BERTScope STR 选项提供有额外性能。

频率范围	型号	标准范围	带有选项 STR
	BSA125C	0.025 – 2.125 GHz	8.5 GHz
		0.025 – 2.8 GHz	11.2 GHz
	BSA175C	0.125 – 2.8 GHz	11.2 GHz
	BSA286CL	0.250 – 3.575 GHz	14.3 GHz

**幅度范围** 额定电压 0.6 V<sub>p-p</sub>, 偏置 0 V

**跳变时间** <500 ps

**接口** SMA 母头, 50 欧姆, DC 耦合到 0V

触发输出

提供了脉冲触发输出到外部仪器。有两种模式：

时钟分频模式：每 256 个时钟速率输出一个脉冲

码型模型：PRBS 码型中可编程脉冲输出位置，或者固定脉冲输出位置（RAM 码型）

此模块被选用安装后，就可进行压力调制。

**最小脉冲宽度** 128 个时钟周期 (Mode 1)  
512 512 个时钟周期 (Mode 2)

**跳变时间** <500 ps

**抖动 (p-p, 数据到触发)** <10 ps, 典型值 (BSA175C, BSA286CL)

**输出幅度** CML ; >300 mV<sub>p-p</sub>, 以 -250mV 为中心

**接口** 50 欧姆 SMA 母头

## 后面板码型发生器接口

### 码型启动输入

用于多台仪器同时发送码型时使用。

逻辑电平	LVTTL (<0.5V 低, <2.5V 高)
门限电平	+1.2 V, 典型值
最大非损伤输入电压	-0.5 V 到 +5.0 V
最小脉冲宽度	128 连续时钟周期
最大重复速率	512 个连续的时钟周期
接口	SMA 母头, >1K 欧姆阻抗, 端接到 0V

### 页面选择输入

在 A-B 页面选择模式中, 可以通过外部控制码型。软件控制使用上升沿或下降沿触发, 码型 A 完成后连续码型 B, 或者返回码型 A 运行码型 B 一次

逻辑电平	LVTTL (<0.5V 低, <2.5V 高)
门限电平	+1.2 V, 典型值
最大非损伤输入电压	-0.5 V 到 +5.0 V
最小脉冲宽度	一个码型长度
接口	SMA 母头, >1K 欧姆阻抗, 端接到 0V

### 正弦干扰 (Sinusoidal Interference) 输出 (仅对 STR 选件有效)

正选抖动从内部发生器输出。可以在外部 ISI 干扰后应用正弦干扰。

频率范围	0.1-2.5 GHz
输出电压	0-3 V <sub>p-p</sub>
接口	SMA 母头, 50 欧姆, AC 耦合

### 低频正弦抖动输出（仅对 STR 选件有效）

允许使用外部低频抖动源对输出的码型加损伤。

频率范围	DC – 100 MHz
抖动幅度范围	最大 1.1ns, 可以和其他内部低频调制一起使用
输入电压范围	额定电压 0–2 V <sub>p-p</sub> (+10 dBm) 最大非损伤电压 6.3 V <sub>p-p</sub> (+20 dBm)
数据率范围	
BSA85C	最大 8.5 Gb/s
BSA125C	最大 12.5 Gb/s
BSA175C	最大 17.5 Gb/s
BSA286CL	最大 28.6 Gb/s
接口	SMA 母头, 50 欧姆, DC 耦合到 0V

### 低频抖动输入（仅对 STR 选件有效）

允许两台 BERTScope 定相输出, 一个同步、另一个反相。

频率范围	通过用户界面设定 SJ
幅度	2 V <sub>p-p</sub> , 偏置 0 V
接口	SMA 母头, 50 欧姆, AC 耦合

### 基准输入

把 BERTScope 锁定到来自另一台设备的外部仪器参考时钟。

频率	10 MHz、100 MHz、106.25 MHz、133.33 MHz、156.25 MHz、166.67 MHz 或 200 MHz
幅度	0.325 至 1.25 V <sub>p-p</sub> (-6 至 +6 dBm)
接口	50 欧姆 SMA 母头, AC 耦合

### 参考输出

为其它仪器提供频率参考源输出。

配置	(BSA125C) 差分 对 BSA125C 之外的型号：单端 (Ref-OUT 未使用)
频率	10 MHz、100 MHz、106.25 MHz、133.33 MHz、156.25 MHz、166.67 MHz 或 200 MHz

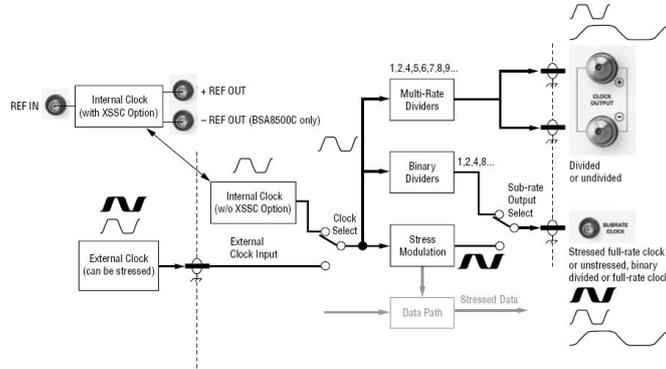
参考输出

幅度 每输出端口额定输出  $1 V_{p-p}$  (+4 dBm), (差分  $2 V_{p-p}$ )

接口 50 欧姆 SMA 母头, AC 耦合

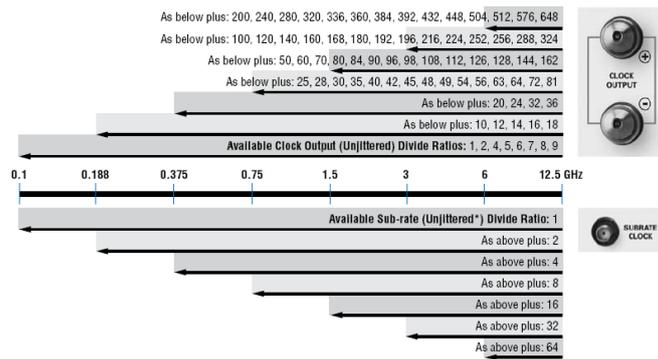
时钟路径细节

BSA85C



BSA85C 系列带压力测试能力模块的时钟路径功能框图。

\*\* 对于相应型号, 压力可以增加至外部时钟。工作速率 1.5G~11.2Gb/s。外部时钟的占空比必须是 50% ±2%。

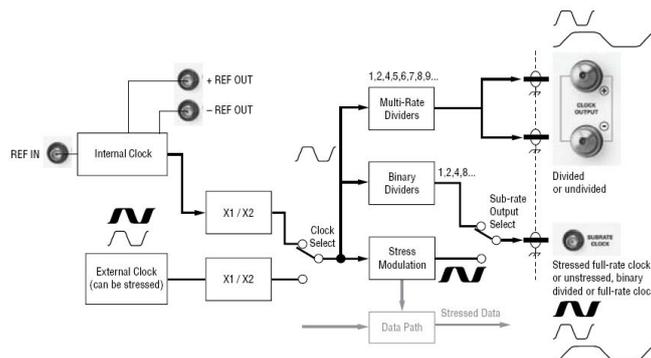


以数据率为单位, 使用内部时钟, BSA85C 可用时钟及子速率时钟输出分频比。在整个速率段内, 列出的所有的比例对于外部时钟都是有效的, 仅对内部时钟有限制。最小的时钟频率输出 100MHz。在该频率下的操作未经过校准。

\* 该端口也可用于全速带抖动时钟的输出。

## 时钟路径细节

BSA125C、BSA175C、  
BSA286CL



BSA125C、BSA175C 和 BSA286CL 系列带压力测试能力模块的时钟路径功能框图。

\*\* 对于相应型号，压力可以增加至外部时钟。工作速率 1.5G~11.2Gb/s。外部时钟的占空比必须是 50% ±2%。

当时钟速率 ≥11.2Gb/s 时，BSA125C、BSA175C 和 BSA286CL 型号使用内部双倍数据率 (DDR) 构架。时钟输出将是数据率的 1/2。外部时钟可指定为全速或半速率。当选择全速率时，并且输入时钟频率大于等于 11.2GHz 时，码型发生器将工作在 DDR 模式。

这些分频比仅应用在内部时钟情况。如果选择 1/2 时钟输出，或者当数据率 ≥11.2Gb/s 时，外部时钟将输出分频比将是 1/2。

对于主时钟输出最小的数据率要求是 500Mb/s。当工作在分频速率低于 500Mb/s 时，输出未经过校准。

时钟路径细节

可供选择的主时钟多速率和子速率分频比 BSA125C, BSA175C, BSA260C, BSA286CL 系列

数据率	主时钟分频比	子速率时钟输出 <sup>10</sup>
500–750 Mb/s	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 32, 36	1, 2, 4
0.75–3 Gb/s	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 32, 32, 35, 36, 36, 40, 42, 45, 48, 50, 54, 56, 60, 64, 70, 72, 80, 81, 84, 90, 98, 108, 112, 126, 128, 144, 162	1, 2, 4, 8
3–6 Gb/s	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 32, 32, 35, 36, 36, 40, 42, 45, 48, 50, 54, 56, 60, 64, 70, 72, 80, 81, 84, 90, 98, 100, 108, 112, 120, 126, 128, 140, 144, 160, 162, 168, 180, 192, 196, 216, 224, 252, 256, 288, 324	1, 2, 4, 8, 16, 32
6–11.2 Gb/s	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 32, 32, 35, 36, 36, 40, 42, 45, 48, 50, 54, 56, 60, 64, 70, 72, 80, 81, 84, 90, 98, 108, 112, 126, 128, 140, 144, 144, 160, 162, 162, 168, 180, 192, 196, 200, 216, 224, 240, 252, 256, 280, 288, 320, 324, 360, 384, 392, 432, 448, 504, 512, 576, 648	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
11.2–12 Gb/s	2, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 48, 60, 64, 64, 70, 72, 72, 80, 84, 90, 96, 100, 108, 112, 120, 128, 140, 144, 160, 162, 168, 180, 196, 200, 216, 224, 240, 252, 256, 280, 288, 320, 324, 336, 360, 384, 392, 432, 448, 504, 512, 576, 648	2, 4, 8, 16, 32, 64
12–26 Gb/s	2, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 48, 60, 64, 64, 70, 72, 72, 80, 84, 90, 96, 100, 108, 112, 120, 128, 140, 144, 160, 162, 168, 180, 196, 216, 224, 252, 256, 280, 288, 288, 320, 324, 324, 336, 360, 384, 392, 400, 432, 448, 480, 504, 512, 560, 576, 640, 648, 720, 768, 784, 864, 896, 1008, 1024, 1152, 1296	2, 4, 8, 16, 32, 64, 128

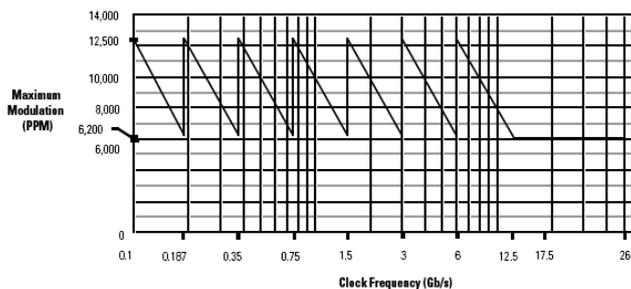
<sup>10</sup> 数据率小于 11.2Gb/s 时，子速率时钟连接器也输出全速率带压力时钟；数据率大于等于 11.2Gb/s 时，输出半速率带压力时钟。

## 其他的压力选项

### 增强扩频时钟选项 (STR 选项和/或 XSSC 选项)

直接增加时钟综合器调制输出 - 调制将影响主时钟和子速率时钟 (忽略子速率时钟输出的选择), 输出数据和触发输出。

模式	SSC 或者相位调制 (正弦)
数据率范围	BERTScope 全速率
SSC 波形形状	三角波或正弦波
SSC 频率范围	20 kHz 到 40 kHz
SSC 调制范围	6 Gb/s : 12,500 ppm 12 Gb/s ; 6,200 ppm 12.5 Gb/s 以上 ; 6,000ppm 较低时钟频率时请参见最大 SSC 调制图

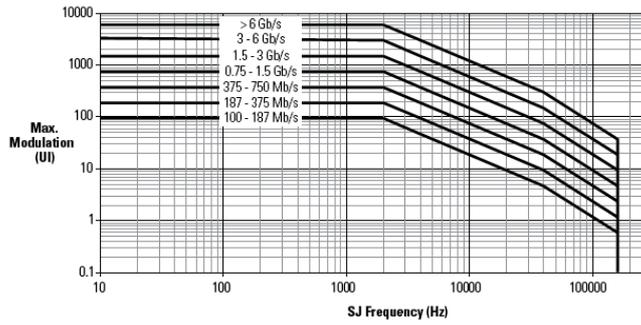


选项 XSSC 的最大 SSC 调制

SSC 调制精度	1 ppm
SSC 调制类型	向下扩展、中间扩展、向上扩展
PM 频率范围	10 Hz 到 160 kHz
PM 频率分辨率	1 Hz

PM 调制范围–调制频率  
10HZ~2KH

数据速率	最大调制
>6 Gb/s	6000 UI
3 至 6 Gb/s	3000 UI
1.5 至 3 Gb/s	1500 UI
0.75 至 1.5 Gb/s	750 UI
375 至 750 Mb/s	375 UI
187 至 375 Mb/s	187.5 UI
100 至 187 Mb/s	93.75 UI
调制频率 >2 kHz	请参见相位调制范围图。



选项 XSSC 的相位调制范围

F/2 抖动生成选线 (F2 选项, 需要 STR) 选项)

在 2 路及 2 路以上的复用系统中, 可能会有 F/2 或子速率抖动。这种抖动是由于复用时钟的不对成型导致, 所有偶数比特脉冲宽度和奇数比特宽度不一致。不像传统的 DCD, F/2 抖动时和比特的逻辑状态时独立的。F/2 抖动时目前比较新的标准, 如 802.3ap (10G 背板以太网) 中所强调的测试项目。

支持的数据率 8.0 和 10.3125 Gb/s

调制范围 0–5.0% UI

扩展压力产生选项 (PCISTR 选项)

该选项增加了 PCIe 2.0 标准要求的 Rx 端一致性测试时需要的抖动类型, BERTScope 内部产生

时钟频率范围 最大 11.2 Gb/s

LFRJ 调制范围 0–1.1 ns<sup>11</sup>

LFRJ 频率范围 带限 10KHz~1.5MHz, 按照 PCIE Gen2 规范滚降

LFSJ 调制范围 在 5 Gb/s 时 0–368 ps<sup>11</sup>

LFSJ 频率范围 1–100 kHz

11 可以和其他的低频调制组合在一起使用。

**扩展压力产生选项（PCISTR 选项）**

扩展压力选项还在正常宽带 RJ 发生器中增加了可以选择的带宽限制。

RJ 频率, 正常模式	带限 10MHz~1GHz
RJ 频率, 正常模式	带限 1.5~100MHz, 按照 PCIE 2.0 规范滚降

**误码检测器技术数据****时钟输入**

配置	单端
<b>频率范围</b>	
BSA85C	0.1 至 8.5 Gb/s
BSA125C	0.1 至 12.5 Gb/s
BSA175C	0.5 至 17.5 Gb/s <sup>12</sup>
BSA286CL	1 至 28.6 Gb/s <sup>13</sup>

**数据和时钟接口**

连接器	3.5 mm
阻抗	50 Ω
阈值电压	-2 – +3.5 V
门限预设	LVPECL、LVDS、LVTTTL、CML、ECL、SCFL
端接电压	可调：-2V 到 3V 预设：+1.5、+1.3、+1、0、-2 V、AC 耦合
最大非损伤输入	-3 V <sub>peak</sub> , +4 V <sub>peak</sub> , 任何连接器情况下

<sup>12</sup> 数据率大于 11.2Gb/s 时可以使用全速或半速时钟。

<sup>13</sup> 从 26 Gb/s 到 28.6 Gb/s, 输入检测器以半速运行（使用偶数位或奇数位）。

## 检测器时钟数据延迟

<b>范围</b>	以下情况全部大于 1 比特周期
≤ 1.1GHz	30 ns
> 1.1GHz	3 ns
<b>分辨率</b>	100 fs
<b>自校准</b>	在时间测量时，当温度或者比特率改变，推荐进行仪器自校准。校准过程小于 10s。

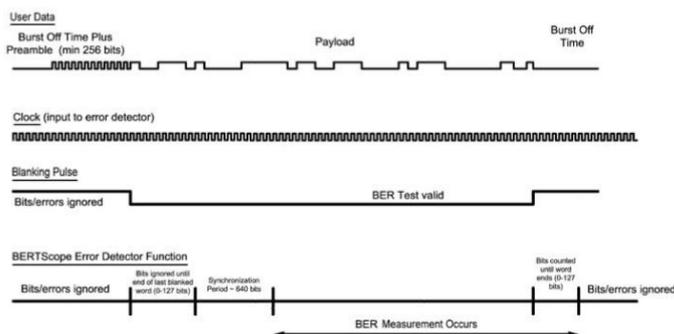
## 数据输入

<b>数据率范围</b>	
BSA85C	0.1 至 8.5 Gb/s
BSA125C	0.1 至 12.5 Gb/s
BSA175C	0.5 至 17.5 Gb/s
BSA286CL	1 至 28.6 Gb/s
<b>配置</b>	差分
<b>格式</b>	NRZ
<b>极性</b>	正常或反相
<b>门限电平对齐</b>	自动设置到差分信号交叉点
<b>灵敏度</b>	
单端	100 mV <sub>p-p</sub> ，典型值
差分	50 mV <sub>p-p</sub> ，典型值
最大输入信号摆幅	2 V <sub>p-p</sub>
<b>内部跳变时间</b>	16ps (10%–90%)，单端（等效 20GHz 检测器带宽）。在信号输入端测量得到，ECL 电平
<b>硬件码型</b>	工业标准的 PRBS 码型：2 <sup>n</sup> – 1，n=7,11,15,20,23,31
<b>RAM 码型</b>	
用户定义	128 位~128Mb。128 位步进
码型数据库	种类齐全，包括基于 K28.5 或 CJTPAT 码型的 SONET/SDH, 光纤通道码型；2 <sup>n</sup> 码型，n=3,4,5,6,7,9；2 <sup>n</sup> 标记密度码型，n=7,9,23；等等
<b>RAM 码型捕获</b>	捕获输入数据，最多存储 128Mb。编辑所捕获的数据，送到码型发生器或者误码检测器，或向二者同时发送
<b>RAM 码型捕获模式</b>	
长度捕获	1 到 1,048,576 个字。默认 1 个字。每个字 128 比特
触发捕获	当后面板的“检测启动”置高时开始捕获，直到存储满或“检测启动”变低时停止
触发捕获固定长度	当后面板的“检测启动”置高时开始捕获，直到所设定存储器长度满时停止

## 数据输入

### 同步 – 自动重新同步

用户可指定在 128 比特字中出现 1 个或多个误码时尝试重新同步。



Bertscope 突发码流分析时序–BERTScope 字的长度是 128 个比特。上图以 PRBS payload 举例。直到 128 比特的边界字发生，才开始比特的计数。这意味着在消隐脉冲跳变后的 127 比特将被忽略。对于 PRBS，典型的同步需要 5 个字，或 640 个比特。同样，当消隐脉冲再次跳变后，将继续对最多 127 个位进行比特测量。RAM 码型的同步是将会更长。

### 手动同步

手动发起重新同步命令

### 码型匹配同步

#### Grab 'n' go

误码检测器捕获指定长度信号，并和下一次采集的数据进行比较（快速的方法，但可能漏失逻辑错误）。

#### Shift-to-sync

误码检测器比较采集的数据和 RAM 中的数据。通过一个 bit 的位移没有发现匹配的话，则再次比较（比较速度较慢，但是精度最高）。

### 误码检测器基本测量项目

BER、字节接收、Re-syncs、被测码型发生器和误码控制器时钟频率

## 前面板误码检测器连接端口

### 误码相关标记输入

允许外部输入信号在误码数据集中提供时间标记。

逻辑电平	LVTTTL (<0.5V 低, <2.5V 高)
门限电平	+1.2 V
最小脉冲宽度	128 时钟周期
最大重复速率	512 个连续的时钟周期
最大频率	<4000 标记/s
接口	BNC 母头, >1K 欧姆, 端接到 0V

### 检测启动输入

用于循环回路光线试验, 或者当链路处在训练过程中。在该输入为有效时可忽略误码。字节数、误码数和 BER 都不进行计数。当重新计数开始时, 将不会发生再同步。

逻辑电平	LVTTTL (<0.5V 低, <2.5V 高)
门限电平	+1.2 V
最小脉冲宽度	128 时钟周期
最大重复速率	512 个连续的时钟周期
接口	BNC 母头, >1K 欧姆, 端接到 0V

### 误码输出

当误码检测到后输出一个脉冲。当进行长时间观测时, 用以触发警报等。

最小脉冲宽度	128 时钟周期
跳变时间	<500 ps
输出幅度	额定值: 1000mV, 0V (低) 到 1V (高)
接口	SMA 插座

## 触发输出

提供了脉冲触发输出到外部仪器。有两种模式：

时钟分频模式：每 256 个时钟速率输出一个脉冲

码型模型：PRBS 码型中可编程脉冲输出位置，或者固定脉冲输出位置（RAM 码型）。

最小脉冲宽度	128 个时钟周期 (Mode 1)
	512 个时钟周期 (Mode 2)
跳变时间	<500 ps
输出幅度	>300mVpp, 偏置 650mV
接口	50 欧姆 SMA 母头

## 误码检测器后面板连接器

### 检测启动输入

用于触发采集、检测开始。高电平有效。

幅度	LVTTTL (<0.5V 低, <2.5V 高)
门限电平	+1.2 V
最小脉冲宽度	128 连续时钟周期
最小重复率	512 个连续的时钟周期
接口	SMA 母头, >1K 欧姆阻抗, 端接到 0V

## 通用技术规范

除另行说明外，所有技术规范适用于所有型号。

### 计算机相关配置

显示器	TFT 触摸屏, VGA 640X480
触摸屏	模拟电阻式
处理器	Pentium® P4 1.5 GHz 或更高
硬盘	40 GB 或更高
DRAM	1 GB
操作系统	Microsoft Windows 7 专业版

### 计算机相关配置

远程控制接口 IEEE-488 (GPIB) 或 TCP/IP

---

支持的接口  
VGA 显示器  
USB 2.0 (6 个, 2 前 4 后)  
100BASE-T 以太网  
IEEE-488 (GPIB)  
RS-232 串口

---

### 物理特点

高度 220 毫米(8.75 英寸)

---

宽度 394 毫米(15.5 英寸)

---

厚度 520 毫米(20.375 英寸)

---

#### 重量

仅限仪器 25 公斤(55 磅)

毛重 34.5 公斤(76 磅)

---

电源 460 W

---

电压 100 至 240 VAC ( $\pm 10\%$ ), 50 至 60 Hz

---

### 环境特征

暖机时间 20 分钟

---

工作温度范围 10°C 至 35°C (50°F 至 95°F)

---

工作湿度 无水汽凝结, 35°C (95°F), 15 – 65%

---

证书 EU EMC Directive (CE-Marked), LVD 低压指令, US Listed UL61010-1, 加拿大认证 CAN/CSA 61010-1

---

## 订货信息

### BERTScope BSA 系列误码率分析仪

所有型号包括：用户手册，电源线、鼠标，三条低损耗短电缆

BSA85C	单通道 BERTScope 8.5 Gb/s 误码率分析仪
BSA125C	BERTScope 12.5 Gb/s 误码率分析仪
BSA175C	BERTScope 17.5 Gb/s 误码率分析仪
BSA286CL	BERTScope 28.6 Gb/s 误码率分析仪
BSA286CL-260 选项：CA	BERTScope 选项；把 BSA260C 转换成 BSA286CL（序列号范围：280500 – 280633，减去 280619 和 280629）
BSA286CL-260 选项：CB	BERTScope 选项；把 BSA260C 转换成 BSA286CL（序列号范围：280634 – 280699，加上 280619 和 280629）
BSA286CL-260 选项：CC	BERTScope 选项；把 BSA260C 转换成 BSA286CL（序列号范围：280700 及以上）

### 时钟恢复仪器

CR125A	12.5 Gb/s 时钟恢复仪器
CR175A	17.5 Gb/s 时钟恢复仪器
CR286A	28.6 Gb/s 时钟恢复仪器

### 数字预加重处理器

DPP125C	1~12.5Gb/s 3 阶和选项 4 阶数字预加重处理器
---------	-------------------------------

### 仪器选件

#### BSA 选项

选项 F2	在 8G/10.3125G 速率的 F/2 抖动生成（需要 STR 选项）
选项 STR	压力信号产生（包括 ECC、MAP、PL、XSSC、JTOL）
选项 XSSC	扩展 SSC 选项（包含在 STR 选项中）
选项 PCISTR	增加 PCIe Gen2 扩展压力生成
选项 J-MAP	增加抖动分离软件
选项 ECC	增加误码纠错仿真软件（包含在 STR 选项中）
选项 JTOL	增加抖动铜线模板测试软件（包含在 STR 选项中）
选项 LDA	增加实时数据分析软件
选项 MAP	增加误码映射分析软件（包含在 STR 选项中）
选项 PL	增加物理层测试套件（包含在 STR 选项中）
选项 PVU	增加 PatternVu 均衡处理软件

- 选项 SF** 增加符号过滤软件（用于 STR）<sup>14</sup>
- 选项 SLD** 增加压力在线数据软件选项
- 选项 CA1** 提供单次校准服务或按指定校准间隔校准
- 选项 C3** 校准服务 3 年
- 选项 R3** 3 年维修服务（包括保修）
- 选项 R3DW** 维修服务覆盖 3 年（包括产品保修期）。3 年期限从客户仪器购买时间开始计算

时钟恢复仪器选项

选项	说明	CR125A	CR175A	CR286A
PCIE	PCIe PLL 分析（需要 12GJ，仅工作在 2.5G 和 5G）	X	X	X
PCIE8	PCIe PLL 分析（需要 12GJ，仅工作在 2.5G、5G 和 8G）	X	X	X
HS	增加高灵敏度时钟恢复		X	X
XLBW	增加扩展环路带宽	X	X	X
12GJ	在 CR125A 中增加 11.2G 频谱分析	X		
17GJ	在 CR175A 中增加 11.2G 频谱分析		X	
28GJ	在 CR286A 中增加 11.2G 频谱分析			X
CA1	提供单次校准服务或按指定校准间隔校准	X	X	X
C3	校准服务 3 年	X	X	X
R3	3 年维修服务（包括保修）	X	X	X
R3DW	维修服务覆盖 3 年（包括产品保修期）。3 年期限从客户仪器购买时间开始计算	X	X	X

数字预加重处理器选项

- 选项 4T** 4 阶数字预加重处理器
- 选项 ECM** 眼图张开器，时钟复用器，时钟倍频器
- 选项 CA1** 单次校准或功能校验
- 选项 C3** 校准服务 3 年
- 选项 R3** 3 年维修服务（包括保修）
- 选项 R5** 5 年维修服务（包括保修）
- 选项 R3DW** 维修服务覆盖 3 年（包括产品保修期）。3 年期限从客户仪器购买时间开始计算。

<sup>14</sup> 本型号包含在选项 STR 中。

## 推荐附件

LE160/LE320	16 Gbps / 32 Gbps, 2 通道线性均衡器
CR125ACBL	成套高性能延迟匹配电缆(SSC 应用中 BERTScope 和 CRU 要求)
100PSRTFILTER	100 ps 上升时间滤波器
BSA12500ISI	差分 ISI 板
PMCABLE1M	精密相位匹配电缆对, 1 m
SMAPOWERDIV	SMA 电源分路器
BSARACK	BSA-机架安装套件
BSAUSB31	带电缆的仪器交换机及自动软件套件(支持 USB 3.1 5 和 10Gb/s)
BSAUSB3	带电缆的仪器交换机及自动软件套件(支持 USB 3.1 5Gb/s)
BSASWITCH	仪器交换机, 带电缆
BSAUSB3SFT	USB3 自动软件



泰克经过 SRI 质量体系认证机构进行的 ISO 9001 和 ISO 14001 质量认证。



产品符合 IEEE 标配 488.1-1987、RS-232-C 及泰克标配规定和规格。

东盟/澳大拉西亚 (65) 6356 3900  
比利时 00800 2255 4835\*  
中东欧和波罗的海 +41 52 675 3777  
芬兰 +41 52 675 3777  
香港 400 820 5835  
日本 81 (3) 67143010  
中东、亚洲和北非 +41 52 675 3777  
中华人民共和国 400 820 5835  
韩国 001 800 8255 2835  
西班牙 00800 2255 4835\*  
台湾 886 (2) 2656 6688

澳大利亚 00800 2255 4835\*  
巴西 +55 (11) 3759 7627  
中欧和希腊 +41 52 675 3777  
法国 00800 2255 4835\*  
印度 000 800 650 1835  
卢森堡 +41 52 675 3777  
荷兰 00800 2255 4835\*  
波兰 +41 52 675 3777  
俄罗斯和独联体 +7 (495) 6647564  
瑞典 00800 2255 4835\*  
英国和爱尔兰 00800 2255 4835\*

巴尔干、以色列、南非和其他国际电化学会成员国 +41 52 675 3777  
加拿大 1 800 833 9200  
丹麦 +45 80 88 1401  
德国 00800 2255 4835\*  
意大利 00800 2255 4835\*  
墨西哥、中南美洲和加勒比海 52 (55) 56 04 50 90  
挪威 800 16098  
葡萄牙 80 08 12370  
南非 +41 52 675 3777  
瑞士 00800 2255 4835\*  
美国 1 800 833 9200

\* 欧洲免费电话号码。如果打不通，请拨打 +41 52 675 3777

了解详细信息。Tektronix 拥有并维护着一个由大量的应用说明、技术简介和其他资源构成的知识库，同时会不断向知识库添加新的内容，帮助工程师解决各种尖端的技术难题。敬请访问 [cn.tektronix.com](http://cn.tektronix.com)。

版权所有 © Tektronix, Inc. 保留所有权利。Tektronix 产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改产品规格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。所有提及的其他商标为其各自公司的服务标志、商标或注册商标。



18 Feb 2015 65C-25444-11

