

是德科技

M8040A 64 GBaud 高性能比特误码率测试仪

技术资料

第 1.0 版



让您的 400G 设计尽在掌握

引言

Keysight M8040A 是一款高度综合的比特误码率测试仪 (BERT)，可用于物理层表征和一致性测试。

凭借对 4 电平脉冲幅度调制 (PAM-4) 和非归零 (NRZ) 信号的支持，以及高达 64 GBaud 的符号率（相当于 128 Gbit/s），它覆盖了所有新兴的 400/200 GbE 和 CEI-56G 标准。

M8040A BERT 具备真正的误码分析功能，能够提供精确且可重复的结果，从而优化器件的性能裕量。

主要特性

- 支持从 2 GBaud 至 32 GBaud 和 64 GBaud 的数据速率
- 可从用户界面选择 PAM-4 和 NRZ
- 内置 4 分接去加重以补偿损耗
- 高度整合和校准过的抖动注入：RJ、PJ1、PJ2、SJ、BUJ 和 clk/2 抖动
- 每个模块有两个码型发生器通道，用于仿真干扰源通道
- 利用可调 PAM-4 电平进行线性度测试
- 码型发生器使用远程前端，缩短与被测器件的连接距离
- 真正的实时 PAM-4 误码检测，实现低比特误码率
- M8000 系统软件提供图形用户界面和远程控制功能
- 可利用选件和模块进行扩展和升级

应用

M8040A 以研发和测试工程师为设计对象，帮助他们表征芯片、器件、收发信机模块和子组件、电路板以及系统。这些被测器件和系统主要在数据中心和通信行业中使用，具有串行 I/O 端口，其符号率高达 32 GBaud 和 64 GBaud。

M8040A 可用于许多流行互连标准的接收机（输入）测试，例如：

- IEEE 802.3bs 400 和 200 千兆位以太网 (200GAUI、200GBASE、400GAUI、400GBASE)
- IEEE 802.3bj 100 千兆位以太网
- IEEE 802.3cd 50、100 和 200 G 以太网
- OIF CEI - 56G (NRZ 和 PAM-4 版本)
- 64G/112G 光纤通道
- Infiniband-HDR
- 芯片间、芯片至模块、背板、转发器、有源光纤电缆的专用接口，工作速率可达 64 GBaud。

M8000 系列比特误码率 (BER) 测试解决方案

开发下一代计算机、消费电子产品或通信设备时, 简化时效性测试十分必要。

Keysight M8000 系列高度整合 BER 测试解决方案适用于物理层表征、验证和一致性测试。

M8000 系列支持广泛的数据速率和标准, 提供精确可靠的测试结果, 能够提升高速数字设备的性能裕量分析速度。



图 1. M8000 系列是高度集成且可扩展的 BER 测试解决方案, 能够轻松应对新一代高速数字接收机测试的挑战。

M8040A 64 GBaud 高性能比特误码率测试仪显著提升了 M8000 系列的能力, 能够用于 400G 数据中心互连测试

M8040A 64 GBaud 高性能比特误码率测试仪

对工作速率高达 32 和 64 GBaud 的器件进行简化和精确接收机表征，支持 NRZ 和 PAM-4 信号

高度综合的仪器有效简化接收机测试系统

M8040A 内置了针对输入/接收机 (RX) 表征的所有关键测试功能。码型发生器模块提供了经过校准的综合抖动源，并执行去加重以仿真发射机 (TX)，补偿测试系统中的通道损耗。此外，M8040A 还提供有内部时钟合成器和另一个码型发生器输出通道，用以仿真干扰通道。

该分析仪可实时提供真正的 PAM-4 和 NRZ 误码分析和完整采样，从而测量极低的 BER 和 SER。

M8040A 的这种高度综合性让接收机测试装置的连接变得更加容易且更稳定，从而可以缩短设置和调试时间，简化校准，降低再调整频次，最终使您可以更高效地利用总体测试时间。

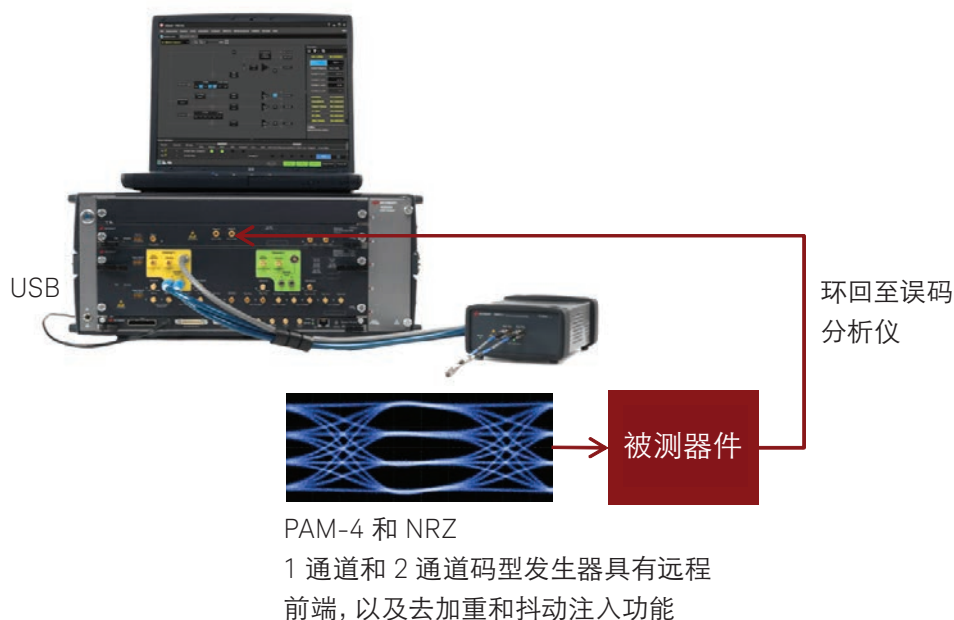


图 2. M8040A 显著优化了复杂的接收机测试系统。1 个或 2 个码型发生器通道中的每一个通道均可提供内置去加重、抖动源和远程前端，以缩短发生器输出端和被测器件测试电路板之间的距离。全采样误码分析仪可以实时检测 NRZ 和 PAM-4 信号中的误码，无需将 PAM-4 信号分到多个误码检测器通道。

利用 M8040A 获得精确且可重复的结果

M8040A 高性能 BERT 拥有较快的跳变时间和低固有抖动，能够提供数据速率高达 64 GBaud 的干净的 NRZ 和 PAM-4 信号。M8040A 的远程前端和 1.85 mm 短电缆使测试点可以尽量接近被测器件，最大限度降低损耗通道造成的信号衰减。



图 3. 每个通道都需要使用 M8057A 远程前端，NRZ 和 PAM-4 信号同样也需要该前端。它包含一个不含 re-timer 的可调增益放大器。用户可从用户界面选择 NRZ 或 PAM-4 编码以及去加重分接设置，而无需重新连接电缆。远程前端和模块之间的电缆长 0.85 米。这样可将远程前端安放在接近被测器件测试电路板的地方。

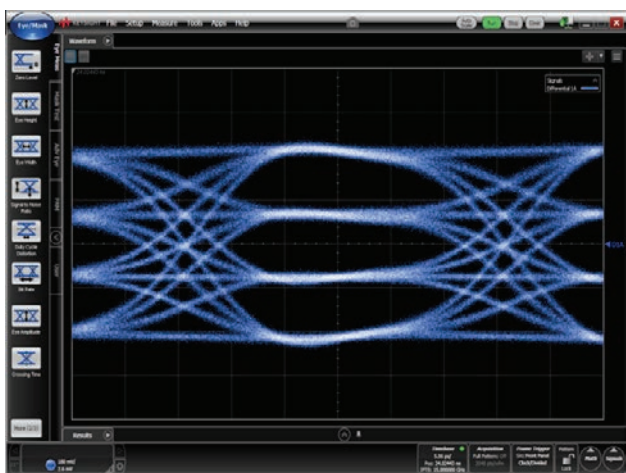


图 4. M8045A 码型发生器模块输出的干净的 30 GBaud PAM-4 信号。该模块配有 M8057A 远程前端和内部时钟源，并使用 600 mV 输出幅度和 PRBS215-1 等设置。图中结果使用 Infiniium DCA-X 86100D 测得。

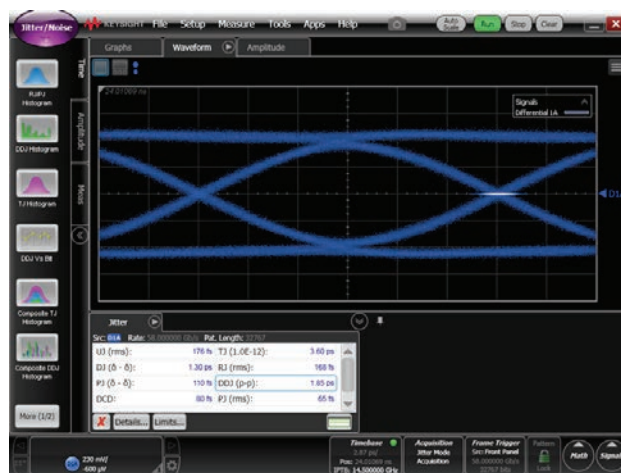


图 5. M8045A 码型发生器模块输出的干净的 58 GBaud NRZ 信号。该模块配有 M8057A 远程前端和内部时钟源，并使用 600 mV 输出幅度和 PRBS215-1 等设置。图中结果使用 Infiniium DCA-X 86100D 测得。

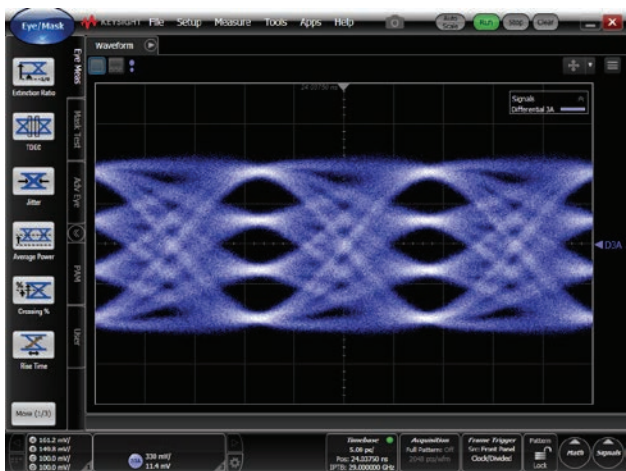




图 6. M8045A 码型发生器模块输出的干净的 58 GBaud PAM-4 信号。该模块配有 M8057A 远程前端和内部时钟源，并使用 600 mV 输出幅度和 PRBS215-1 等设置。

利用 M8040A 仿真 NRZ 和 PAM-4 输入容限测试的极限条件

M8040A 可提供输入容限测试所需的全部功能：

- 1 或 2 通道。第二个通道可用作干扰通道来仿真串扰效应
- 数据速率可从 2 Gb/s NRZ 调整至 64 GBaud PAM-4，可选择 NRZ 或 PAM-4
- 通过算法生成的 PRBS 码型和 QPRBS 码型，以及保存在存储器中的码型，码型序列发生器具有环回、误码注入功能
- 可以同时使用内置和校准抖动源：RJ、多 UI 低频抖动、multi-tone 高频抖动、BUJ、clk/2 抖动、扩频时钟 (SSC)
- 实现 pre-cursor 和 post-cursor 去加重，以仿真发射机去加重，并补偿测试系统中的损耗
- 自动抖动容限测试

	NRZ	PAM-4
		
有效数据速率	比特率	符号率
32 Gbit/s	32 Gb/s	16 GBaud
64 Gbit/s	64 Gb/s	32 GBaud
128 Gbit/s	128 Gb/s	64 GBaud

M8040A
涵盖

相关 IEEE802.3bs 200GBASE/200GAUI 的 提议符号率 * 通道数	相关 IEEE802.3bs 400GBASE/400GAUI 的 提议符号率 * 通道数	相关 OIF CEI-56G 的提议符号率
26.5625 Gbit/s NRZ * 8 通道	26.5625 Gbit/s NRZ * 16 通道	
26.5625 GBaud PAM-4 * 4 通道	26.5625 GBaud PAM-4 * 8 通道 53.125 Gbit/s NRZ * 8 通道	LR-PAM-4: 19.6 至 30 GBaud MR-PAM-4: 18 至 29 GBaud MR-NRZ: 39 至 56.2 Gbit/s VSR-PAM-4: 18 至 29 GBaud VSR-NRZ: 39 至 56.2 Gbit/s XSR-PAM-4: 19.6 至 29 GBaud XSR-NRZ: 39.8 至 58 Gbit/s USR-NRZ: 19.6 至 58.0 Gbit/s
	53.125 GBaud PAM-4 * 4 通道	

图 7. M8040A 支持高达 32 Gb/s NRZ、64 Gb/s NRZ、32 GBaud PAM-4 和 64 GBaud PAM-4 的数据速率。该用户界面允许选择 NRZ 和 PAM-4，而无需重新连接 BERT 测试系统。

利用 M8040A 克服 PAM-4 接收机测试挑战

除了已知的 25 Gb/s NRZ 器件测试中的信号完整性问题之外，需要表征支持 PAM-4 数据格式的器件的设计和测试工程师正在面临新的测试挑战。

对于 PAM-4 输入接收机容限测试来说，这意味着被测接收机应该接纳现实世界中可能发生的减损，同时不会超越预期的 BER 电平。典型接收机测试包括抖动容限、干扰容限测试和适用于 NRZ 和 PAM-4 器件的电平灵敏度裕量测试。此外，PAM-4 接收机还需要对相邻通道和垂直眼图闭合的电平非线性、串扰效应执行额外的裕量测试。

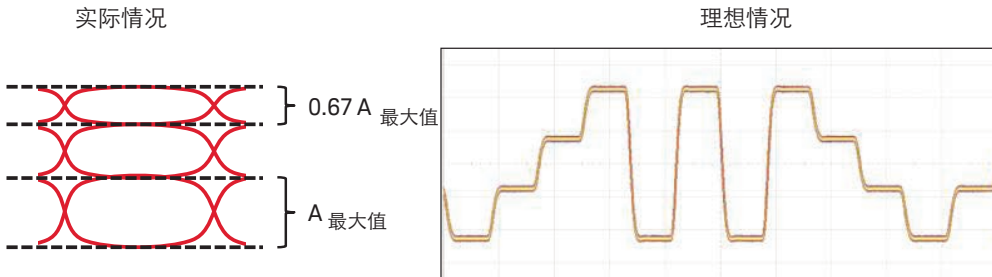


图 8. PAM-4 眼图可显示电平隔离失配。接收机必须能够在给定的失配率恰当检测数字信号分量。

对 PAM-4 和 NRZ 信号执行实时误码分析

接收机验证会检查被测接收机是否在规定的 BER 之下工作，同时仿真最坏情况的发射机和通道状况。

使用传统的 BERT 能够有效地对 NRZ 信号进行 BER 测量，但这对 PAM-4 信号意味着什么呢？为了对 PAM-4 信号进行适当的误码检测，所有阈值 ($V_{低}$ 、 $V_{中}$ 和 $V_{高}$) 必须同时进行分析，以确保进行正确的符号错误测量。(参见图 8。)如果在 $V_{中}$ 阈值检测的电平为“1”，则接收码型可能为电平 2 或 3。只有对 $V_{高}$ 中测得的电平在 $V_{中}$ 中同时进行检查，才能确定接收的输入具有正确的电平 2 或 3。如果两个阈值在一个用户界面中出现差错，这种情况可看作一个符号错误。

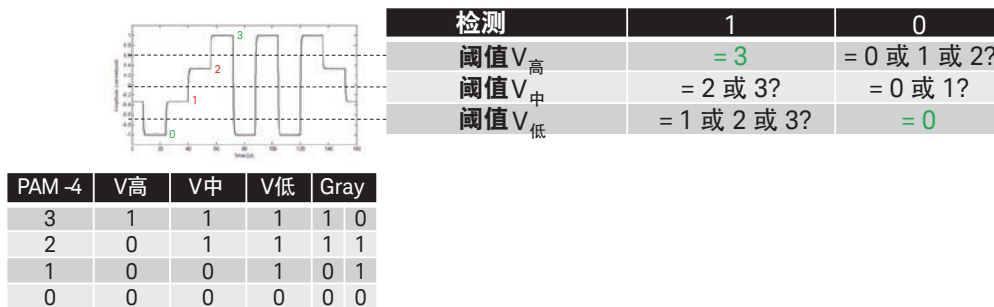
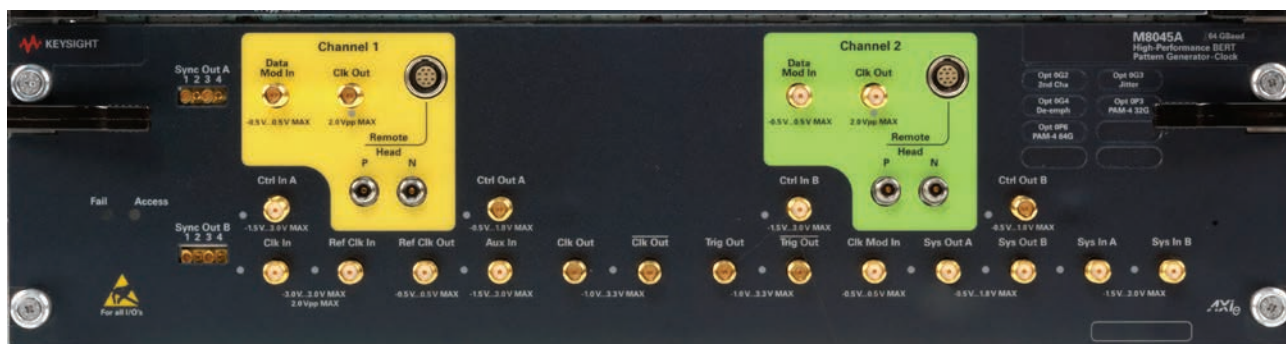


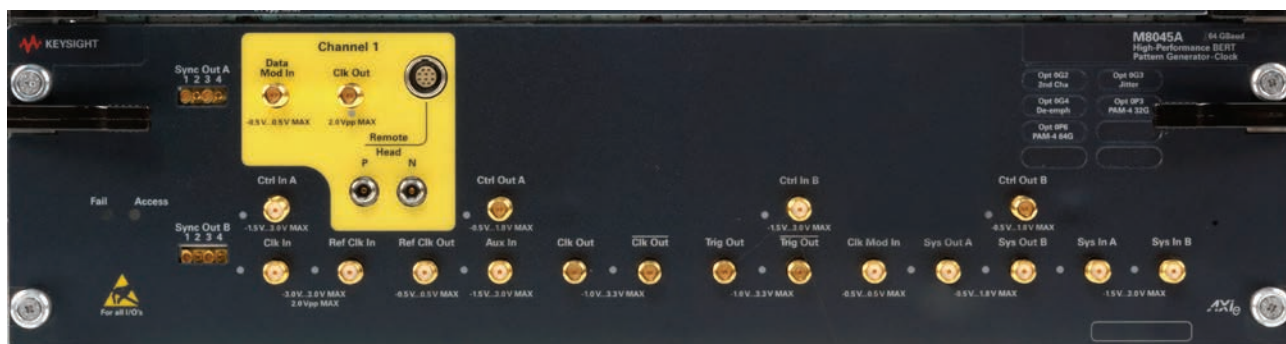
图 9. 只有像 M8040A 这样的真正的 PAM-4 误码分析仪才能无需后期处理，便能实时提供 PAM-4 符号误码率。甚至对于长的 PRBS 2 31-1、QPRBS13-CEI 或 QPRBS31-CEI 码型，测量的误码率可低至 10⁻¹⁵ 或无误码。错误的 0、1、2、3 和符号误码可以单独统计以进行进一步调试。

M8045A 和 M8046A 模块及 M8057A 远程前端技术指标

用于双数据通道和 3 插槽 AXIe 的 M8045A 码型发生器模块



用于单数据通道和 3 插槽 AXIe 的 M8045A 码型发生器模块



M8057A 远程前端电缆连接 (0.85 m) 前视图和后视图



M8046A 分析仪模块, 单插槽 AXIe



图 10. M8045A 码型发生器模块 (顶部) 2 通道和 1 通道 (中间) 型号、M8057A 远程前端和 M8046A 误码分析仪模块 (底部) 的前面板视图。要想使与被测器件的连接尽量短, 需要使用远程前端。M8045A 的每一路码型发生器数据输出都需要一个远程前端。

M8045A 码型发生器模块和 M8057A 远程前端的技术指标

数据输出 (DATA OUT 1、DATA OUT 2)

码型发生器支持高达 32 GBaud 或 64 GBaud 的符号率，默认值为单通道和 NRZ 格式。
每个通道都需要 M8057A 远程前端。禁止脱离远程前端单独使用 M8045A 的 P 和 N 输出。

要支持以下发生器功能，需要使用单独的模块选项：

- PAM-4 编码高达 32 GBaud (M8045A 选项 0P3)
- PAM-4 扩展至 64 GBaud (M8045A 选项 0P6)
- 第二数据通道 (M8045A 选项 0G2)
- 先进的抖动源 (M8045A 选项 0G3)
- 去加重 (M8045A 选项 0G4)

表 1. M8045A 和 M8057A 远程前端的数据输出特征。

所有时间参数均是在 0.5 V 对地电压下、在 M8057A 远程前端数据输出端测得	
符号率	M8045A 选项 -G32 可达 2.025 至 32.4 GBaud M8045A 选项 -G64 可达 2.025 至 58.0 GBaud (所有技术指标可有效达到 58 GBaud, 通过编程可达到 64.8 GBaud)
数据格式	NRZ (默认值) PAM-4 (需要 M8045A 选项 -0P3, 当符号率高于 32 GBaud 时, 需要选项 -0P6)
模块通道数	1 或 2 (需要 M8045A 选项 0G2 和第二个远程前端)
幅度	
当符号率 < 32.4 GBaud 时	50 mV 至 0.9 Vpp 单端 100 mV 至 1.8 Vpp 差分
当符号率 < 58 GBaud 时	50 mV 至 0.6 Vpp 单端 100 mV 至 1.2 Vpp 差分
幅度精度	$\pm 10\%$ ± 10 mV 典型值 (交流) ¹
输出电压窗口	-1 至 +3.0 V
外部端接电压	-1 V 至 +3.0 V。偏置 > 1.3 V 时, 端接电压应为偏置 ± 0.5 V
跳变时间	符号率 > 32.4 Gbaud: 9 ps 典型值 (20 至 80%) 符号率 \leq 32.4 Gbaud: 11 ps 典型值 (20 至 80%)
固有总体抖动	8 ps 典型值 (32.0 Gb/s NRZ, PRBS 15, BER 10^{-12})
固有随机抖动 (NRZ)	5 mUI rms 典型值 (2.025 Gbaud \leq 符号率 < 22 Gbaud) 7 mUI rms 典型值 (22 Gbaud \leq 符号率 < 32.4 Gbaud) 10 mUI rms 典型值 (32.4 Gbaud \leq 符号率 < 40 Gbaud) 12 mUI rms 典型值 (40 Gbaud \leq 符号率 < 52 Gbaud) 10 mUI rms 典型值 (52 Gbaud \leq 符号率 < 58 Gbaud)
数据时延范围	0 至 10 ns, 分辨率 100 fs ⁴
数据时延精度	\pm (最大值 (1.5 ps 或 10 mUI, 取两者的较大值) + 1% 的输入值) 典型值 ³
SNR	待定
正常输出和补充输出的偏差	在建议电缆对末端最大为 3 ps。固定。
负载端接	50 Ω 接地或接外部端接电压。 不可开路。未使用的输出必须接端接电压。
端接模式	平衡/不平衡
耦合	被测器件的直流/交流可选耦合。
连接器	1.85 mm, 阴头

1. 在 5 Gbaud 上, 使用 DCA-X N1045A 和时钟码型, 在眼图中央测得。
2. 使用 DCA-X N1045A 测得。
3. 恒温情况下。
4. 测量同一 M8045A 模块中的通道间偏移需要使用软件 3.6 或更高版本。

去加重 (DATA OUT)

M8045A 内置了去加重功能，并且基于 FIR 滤波器显示正负预加重幅度。参见图 11。用户可使用系数值进入去加重。

表 2. 多分接去加重技术指标 (需要选件 0G4)。

	NRZ	PAM-4
去加重分接	4, 可针对每个通道单独调节	
Pre-cursor 系数 c0	0.0 至 $\pm 0.40^1$	0.0 至 $\pm 0.40^1$
Pre-cursor 系数 c1	0.0 至 $\pm 0.40^1$	0.0 至 $\pm 0.40^1$
Main cursor 系数 c2	0.0 至 $\pm 1.0^1$	0.0 至 1.0^1
Post-cursor 系数 c3	0.0 至 $\pm 0.40^1$	0.0 至 $\pm 0.40^1$
Cursor 系数分辨率	0.01	0.01

1. 所有游标绝对值之和不能超过 1.0 $|c0| + |c1| + |c2| + |c3| \leq 1.0$ 。另外, $|c0|, |c1|, |c3| < |c2|$ 。

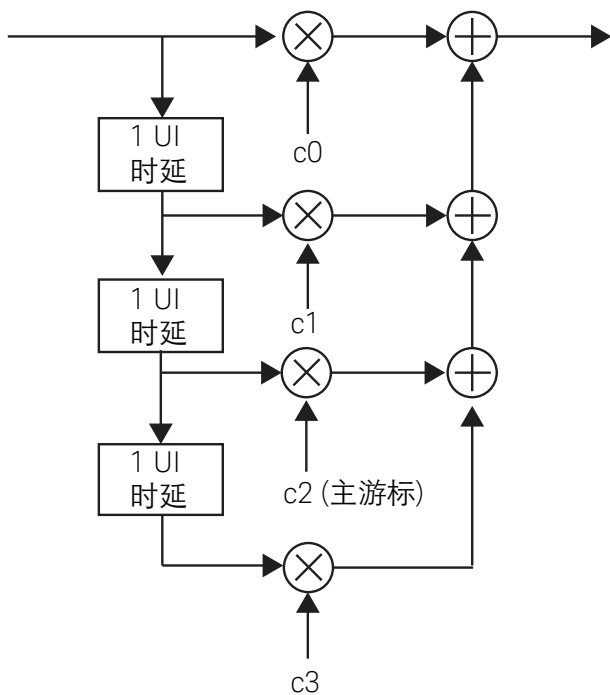


图 11. M8045A 的码型发生器提供综合去加重以仿真发射机均衡。Post-cursor 系数 c3、main cursor 系数 c2 和两个 Pre-cursor 系数 c0 和 c1 可进行调整。

时钟输出 1 和 2（通道 1 CLK OUT, 通道 2 CLK OUT）

这些时钟输出提供两种模式。它们在工作时拥有和相应数据输出相同的抖动，或可在干净模式下工作。

表 3. 通道 1 时钟输出和通道 2 时钟输出的技术指标。

频率范围	采用 M8045A-G32 时为 1.0125 至 16.2 GHz 采用 M8045A-G64 时为 1.0125 至 32.4 GHz	
分频器系数	符号率 / 时钟分频器: 2、4、8、16。分频输出频率必须适合频率范围。	
干净时钟模式	启动	无抖动注入, 无 SSC
	关闭	作为同一通道数据输出的相同抖动和 SSC
幅度	1 V 典型标称值单端	
占空比	50%, 精度 $\pm 15\%$ 典型值	
固有随机抖动	6 mUI rms 典型值 (2.025 Gbaud < 符号率 \leq 27 Gbaud) 10 mUI rms 典型值 (符号率 > 27 Gbaud)。 参见符号率 mUI。	
负载端接	50 Ω 接地或接外部端接电压。不可开路。	
耦合	交流耦合	
连接器	3.5 mm, 阴头	

时钟输出 (CLK OUT)

这是一个差分时钟输出，采用了多个子速率分频器。低频正弦抖动和高频抖动可以分别关闭或打开。高频抖动和通道 1 的数据输出高频抖动拥有相同设置。

表 4. 时钟输出技术指标。

时钟频率范围	1.0125 至 16.20 GHz	
与时钟频率范围有关的分频器	n * (1, 2, 4, 8, 10, 16, 20, 24, 30, 32, 40, 50, 64, 66, 80) 其中 n = 1 < 16.2 GHz n = 2, 16.2 GHz 至 32.4 GHz n = 4, > 32.4 GHz 对于其他分频器，使用 TRIG OUT	
频率分辨率	1 Hz	
频率精度	± 15 ppm	
幅度	差分	0.2 至 2.0 V，步进为 10 mV
	单端	0.1 至 1 V，步进为 5 mV
输出电压窗口	-1 至 +3 V ¹	
外部端接电压	-1 至 +3 V	
跳变时间	20 ps 典型值 (20% 至 80%)	
占空比	50%，精度 ± 15%	
时钟模式	参见表 5	
固有随机抖动	16.2 GHz 和 分频器 = 1 时，300 fs rms 典型值	
SSB 相位噪声 ²	- 在 10 kHz 频偏上并使用内部时钟时，相位噪声为 85 dBc/Hz 典型值，外部参考时钟为 10/100 MHz。 - 对于带宽为 0.1 MHz 的参考时钟倍频器，在 10 kHz 频偏上的相位噪声为 80 dBc/Hz。	
端接	50 Ω 接地或接外部端接电压。不可开路。未使用的输出必须接端接电压。	
耦合	直流耦合，差分	
连接器	3.5 mm，阴头	

1. 如果 V_{term} 不是 0 V，那么以下技术指标适用：

高电压电平范围 = $2/3 * V_{term} - 0.95 V < HIL < V_{term} + 2 V$

低电压电平范围 = $2/3 * V_{term} - 1 V < HIL < V_{term} + 1.95 V$

2. 适用于 8.1 到 16.2 GHz 时钟。

表 5. 时钟模式。

时钟模式	时钟生成	输入频率范围
内部	PLL 带有内部参考	不适用
参考	PLL 带宽小于 1 kHz	10/100 MHz
直接	无 PLL。最大符号率为 16.2 Gbaud	8.1 至 16.2 GHz
参考时钟倍频器带宽 100 kHz	m/n PLL，回路带宽为 100 kHz m, n = 1 至 1620	10 MHz 至 16.2 GHz

M8045A 的辅助输入和输出

参考时钟输入 (REF CLK IN)

这个输入端口可将系统时钟锁定为 10 或 100 MHz 的外部参考时钟，而不是内部振荡器。它也允许使用外部时钟，参见如表 5 所示的时钟模式。使用 SSC 容限 PLL 乘以外部参考时钟以得到系统时钟。

表 6. 参考时钟输入技术指标 (仅适用于 M8045A)

输入幅度	0.2 至 1.4 Vpp
输入频率	10 MHz to 16.2 GHz, 取决于时钟模式和最大数据速率选件
接口	单端。50 Ω 标称值
连接器	SMA, 阴头

触发输出 (TRIG OUT)

这个输出用于向另一个连接的设备发出触发信号，例如示波器。另外，它还可用于生成子速率时钟。

触发输出可用于不同模式：

- 分频时钟、分频器：
 - 当 < 16.2 GBaud 时，触发数据速率范围为 2 至 65532
 - 当在 16.2 至 32.4 GBaud 之间时，触发数据速率范围为 4 至 65532，步进分辨率为 2
 - 当 > 32.4 GBaud 时，触发数据速率范围为 8 至 65532，步进分辨率为 4
- 可调节脉冲宽度和偏置的序列模块触发
- 可调节脉冲宽度的 PRBS 序列触发

表 7. 触发输出技术指标

幅度	单端、差分	0.1 至 1.0 Vpp 0.2 至 2.0 Vpp
输出电压窗口		-1 至 3 V ¹
外部端接电压		-1 至 3 V
接口		差分, 50 Ω
连接器		3.5 mm, 阴头

1. 如果 V_{term} 不是 0 V, 那么以下技术指标适用:

高电压电平范围 = $2/3 * V_{term} - 0.95 V < HIL < V_{term} + 2 V$

低电压电平范围 = $2/3 * V_{term} - 1 V < HIL < V_{term} + 1.95 V$

参考时钟输出 (REF CLK OUT)

输出 10 和 100 MHz 时钟, 1 Vpp 单端, 使用 50 Ω 负载端接。

连接器: SMA, 阴头。

控制输入 A 和 B (CTRL IN A、CTRL IN B)

每路输入的功能可选: 序列触发器、误码和码型捕获事件。

表 8. 控制输入技术指标。

输入电压	-1 V 至 +3 V
端接电压	-1 V 至 +3 V
阈值电压	-1 V 至 +3 V
数据输出时延	待定 ¹
连接器	3.5 mm, 阴头

1. 具体情况, 请联系工厂。软件免费升级。

M8045A 的辅助输入和输出 (续)

控制输出 A 和 B (CTRL OUT A、CTRL OUT B)

在出现误码时输出一个脉冲。如果使用序列发生器，可以生成一个脉冲或静态高/低电平。

表 9. 控制输出技术指标

幅度 ¹	0.1 至 2 V
输出电压 ¹	-0.5 至 1.75 V
数据输出时延	$\pm 512 UI \pm$ 抖动幅度/2
连接器	3.5 mm, 阴头

1. 当使用 50 Ω 负载端接至接地时。开路时增加一倍。

同步输出 (SYNC OUT)

同步输出是将时钟输出用于同步多个模块至通用时钟。它也可用于同步 M8046A 与系统内部时钟。

系统输入 A/B (SYS IN A/B)

这些是控制输入以同步码型序列发生器的事件。

表 10. 系统输入技术指标。

输入电压	-1 V 至 +3 V
端接电压	-1 V 至 +3 V
阈值电压	-1 V 至 +3 V
数据输出时延	待定 ¹
连接器	SMA, 阴头

1. 具体情况，请联系工厂。软件免费升级。

系统输出 A/B (SYS OUT A/B)

生成脉冲或静态高/低电平由码型序列发生器控制。A 和 B 输出完全相同。

表 11. 系统输出技术指标

幅度 ¹	0.1 至 2 V
输出电压 ¹	-0.5 至 1.75 V
数据输出时延	$\pm 512 UI \pm$ 抖动幅度/2
连接器	SMA, 阴头

1. 当使用 50 Ω 负载端接至接地时。开路时增加一倍。

辅助输入 (AUX IN)

未使用。

时钟输入 (CLK IN)

日后使用。参见采用直接时钟模式的参考时钟输入。

抖动技术指标

M8045A 拥有集成和校准的抖动源。要使用抖动注入, 需要 M8045A 选件 -0G3。

表 12. 低频周期抖动技术指标 (需要选件 0G3 先进抖动源)。

低频周期抖动 (LF PJ)	幅度范围	100 Hz 至 10 kHz 调制频率: 0 至 $123.5 \text{ UI} * \text{符号率 (GBaud)}$, 请见下表。 10 kHz 至 40 MHz 调制频率: 最大值为
(由 IQ 调制器生成)		$\text{LF PJ} = \frac{7.792 \text{ UI} * 10^{-3} * \text{符号率}}{\text{调制频率}^{1.2}}$
	频率	100 Hz 至 40 MHz, 正弦调制
	抖动幅度精度	$\pm 2\% \pm 1 \text{ ps}$ 典型值
	可调节	每个数据通道可单独调节, 时钟和触发信号的低频周期抖动相同。

低频周期抖动

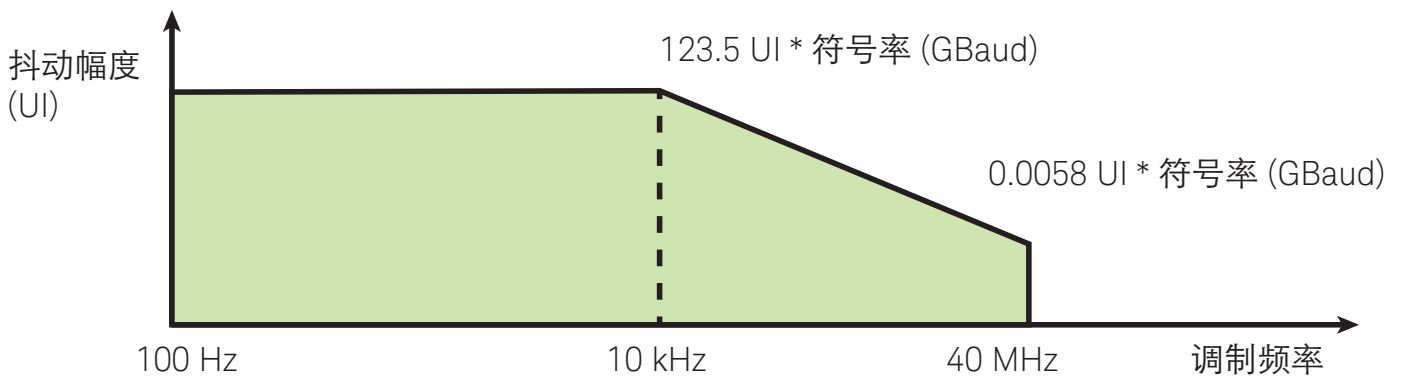


图 12. 低频周期抖动的最大值取决于数据速率和调制频率。

表 13. 低频周期抖动范围

符号率	调制频率为 100 Hz 至 10 kHz 时的最大 UI	调制频率为 10 MHz 时的最大 UI	调制频率为 40 MHz 时的最大 UI
2.025 至 4.05 GBaud	250 至 500 UI	0.0625 至 0.125 UI	0.012 至 0.024 UI
4.05 至 8.1 GBaud	500 至 1000 UI	0.125 至 0.25 UI	0.024 至 0.048 UI
8.1 至 16.2 GBaud	1000 至 2000 UI	0.25 至 0.5 UI	0.048 至 0.095 UI
16.2 至 32.4 GBaud	2000 至 4000 UI	0.5 至 1 UI	0.095 至 0.19 UI
32.4 至 64.8 GBaud	4000 至 8000 UI	1 至 2 UI	0.19 至 0.38 UI

表14. 高频周期抖动、随机抖动、有界不相关抖动、时钟/2 抖动的技术指标 (都需要 M8045A 选件 0G3 先进抖动源)。

高频抖动 (由时延线生成)	量程	1 UI, 对于 > 32.4 GBaud, 对于 ≤ 32.4 GBaud, 最小值为: - 1 UI - 1 UI - (PJ 频率 - 250 MHz) / 100 MHz * 0.2 UI - 0.5 UI, 如果 RJ 低通滤波器为 1000 MHz - 0.5 UI, 如果外部时延调制开启 注: 这是 RJ、HF-PJ1 和 HF-PJ、外部时延调制和 BUJ 之和的 最大值。
高频周期抖动 (HF PJ1 和 HF PJ2)	量程	参见上面的高频抖动 ¹
	频率	1 kHz 至 500 MHz。当符号率 < 4 GBaud, 最大调制频率为 符号率 / 8。 可能是 two tone。扫描。
	抖动幅度精度	± 3 ps ± 10% 典型值
	可调节	每个通道可单独调节
随机抖动 (RJ)	量程	0 至 72 mUI rms (1 UI 最大峰峰值) ¹
	抖动幅度精度	± 300 fs ± 10% 典型值
	滤波器	高通: 10 MHz 和“端开” 低通: 100 MHz, 低通: 500 MHz (符号率 ≥ 3.75 GBaud), 低通: 1 GHz (符号率 ≥ 7.5 GBaud)
	可调节	每个通道可单独调节
	波峰因数	14 (峰峰值与有效值之比)
有界不相关抖动 (BUJ)	量程	参见上面的高频抖动 ¹
	PRBS 多项式	2 ⁿ -1; n = 7、8、9、10、11、15、23、31
	滤波器	50/100/200 MHz 低通三阶
	抖动幅度精度	对于表 15 中显示的设置 为 ± 5 ps ± 10% 典型值。
	可调节	每个通道可单独调节
时钟/2 抖动	PRBS 发生器的速率	625 Mb/s、1.25 Gb/s 和 2.5 Gb/s
	量程	± 50 mUI 或 ± 5 ps 典型值 (取两者中的较小值)。注: 这意味 着第一个眼图可能比后一个眼图长或短 50 mUI 或 5 ps。
	抖动幅度精度	待定
	可调节	每个通道可单独调节

1. 高频抖动范围是 RJ、HF-PJ1 和 HF-PJ2、外部时延调制和 BUJ 之和。

表 15. 用于 BUJ 设置的 BUJ 精度

BUJ 校准设置 ¹	PRBS 发生器的速率	PRBS 多项式	低通滤波器
CEI 6G	1.25 Gb/s	PRBS 2 ⁹ -1	100 MHz
CEI 11G	2.5 Gb/s	PRBS 2 ¹¹ -1	200 MHz
高斯	2.5 Gb/s	PRBS 2 ³¹ -1	100 MHz
CEI 25G	2.5 Gb/s	PRBS 2 ¹¹ -1	200 MHz
CEI 56G	2.5 Gb/s	PRBS 2 ¹¹ -1	200 MHz

1. 其它设置未经校准, 也不必针对 PRBS 发生器的全部数据速率生成期望的抖动直方图。

表16. 扩频时钟 (SSC) 的技术指标。需要 M8045A 选件 OG3 先进抖动源。

SSC (扩频时钟)	SSC 的符号率范围	2.025 至 32.4 GBaud
	量程	0 至 10,000 ppm (0 至 1%) 峰峰值。选择中心扩频、向上扩频和向下扩频。
	频率	100 Hz 至 200 kHz
	调制	三角波和任意波形调制
	SSC 幅度精度	$\pm 0.025\%$, 典型值
	输出	可针对 CLK OUT、DATA OUT 1、DATA OUT 2、TRG OUT、CLK OUT 通道 1/2 共同启动/关闭

外部抖动调制

外部调制源可用于调制 M8045A 数据输出、时钟输出和触发输出的时延。

DATA MOD IN 1, 2

这个输入可被外部信号源作为对每一数据输出通道做单独时延调制。

表17. 对数据输出进行外部抖动调制的技术指标。

外部抖动—数据 调制输入 1 和 2	量程	符号率 > 32.4 GBaud: 高达 1 UI 符号率 \leq 32.4 GBaud: 高达 0.5 UI ¹ 0.8 Vpp 最大值
	频率	高达 500 MHz
增益		1UI/0.725 V \pm 5% 典型值
线性度		50 mUI
连接器		3.5 mm, 阴头

1. 参见 RJ、HF-PJ1 和 HF-PJ2 外部时延调制和 BUJ 之和的最大值的高频抖动技术指标。

CLK MOD IN

本输入可用于 TRIG OUT 和 CLK OUT 的时延调制, 调制始终会影响两个输出。

表18. 时钟和触发的外部抖动调制技术指标。

外部抖动—时钟 调制输入	说明	用于对 TRG OUT 和 CLK OUT 进行时延调制的输入。同时影响两者。
	量程	符号率 > 32.4 GBaud: 高达 1 UI 符号率 \leq 32.4 GBaud: 高达 0.5 UI ¹ 0.8 Vpp 最大值
	频率	高达 500 MHz
增益		1UI/0.725 V \pm 5% 典型值
线性度		50 mUI
连接器		SMA, 阴头

1. 参见高频抖动技术指标, 查看 RJ、HF-PJ1 和 HF-PJ2、外部时延调制和 BUJ 之和的最大值。

码型和序列发生器

表19.码型和序列发生器技术指标

PRBS ¹	2^n-1 , $n=7^2, 10, 11, 13, 15, 23, 23p, 31, 33, 35, 39, 45, 49, 51$
PRBS	2^n , $n=7, 10, 11, 13, 15, 23$
QPRBS	OIF-CEI: QPRBS13-CEI, QPRBS31-CEI IEEE 802.3: QPRBS13 ³ , PRBS13Q, PRBS31Q, SSPRQ ³
程序库中的新码型	PAM-4-线性、JP03A、JP03B
PAM-4 编码	Gray 编码, 从 00、01、10、11 到符号 0、1、2、3 的定制映射
游标密度	PRBS 1/8 至 7/8
零替换	支持
导出/导入	可从 M8000 和 N4900 系列导入码型
码型库	支持
用户可定义存储器	NRZ: 2 Gbit/通道 ³ PAM-4: 1G 符号/通道 ³
矢量/序列粒度	512 位
码型捕获	是, 用于 PAM-4 的原始数据 捕获数据开始事件 <ul style="list-style-type: none"> - 用户定义 (最小) 数量的事件前比特/符号和最小捕获比特/符号 - 事件: 误码、CTRL IN A/B、即时 - 对于 NRZ 信号, 最大捕获 2 Gbit/通道数据, 对于 PAM-4 信号, 最大捕获 1 G 符号/通道数据。 保存捕获数据: <ul style="list-style-type: none"> - 带有误码 - 如预测数据 (忽略误码内容) - 如 PG 数据 (忽略误码内容) - 通过码型编辑窗口输出 - 将比特转换为所有其他编码 (反之亦然) - 能够自动掩码误码比特功能 显示捕获数据: <ul style="list-style-type: none"> - 用彩色编码显示误码 通过误码比特/编码进行导航 (发现下一个/前一个)
码型序列发生器	3 个计数循环、1 个无限循环、数据块数量: 500
模板生成	在误码计数过程中预测到比特并将其掩蔽 (忽略)。可以按比特和按数据块生成模板。

1. 极性与 ParBERT 和 J-BERT N4903A/B 及 N49xx 系列相反。
2. 仅限 M8045A
3. 关于 2 M 符号/通道以上的完整存储器支持的推出时间和范围, 请向工厂咨询。软件免费升级。

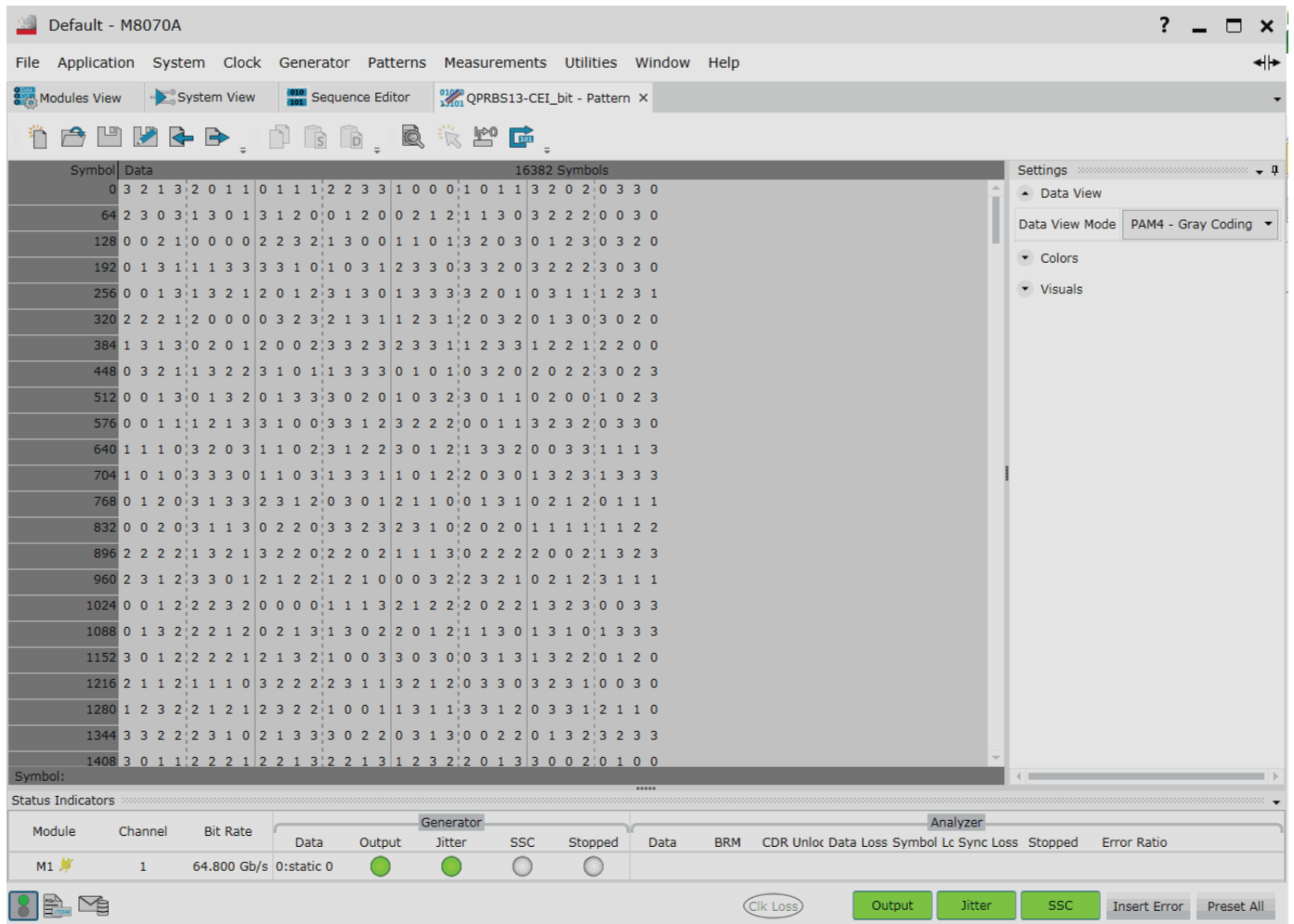


图 13. M8070A 软件中的码型编辑器允许编辑 NRZ 比特和 PAM-4 符号。PAM-4 符号到比特的映射可被选择 Gray 编码或使用可调 PAM-4 电平进行定制。四进制的 PRBS, 如 QPRBS13-CEI 或 QPRBS31, 按照 CEI 和 IEEE 标准, 也可选择作为 SSPRQ 和 PAM-4 线性度测试码型。

M8046A 分析仪模块 (误码检测器) 技术指标

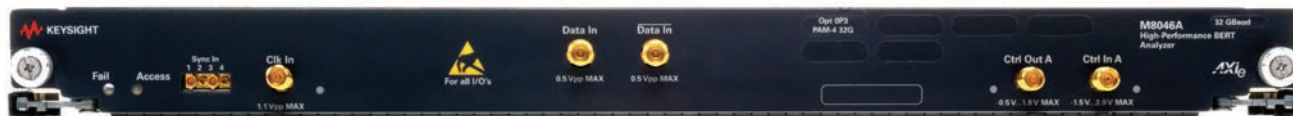


图 14. M8046A 的前面板。

M8046A 支持高达 32 GBaud 的符号率，默认值为 NRZ 格式。

该分析仪模块可与 M8045A 码型发生器和 M8195A/M8196A 任意波形发生器结合使用进行误码分析。要支持以下功能，需要使用单独的模块选件：

- PAM-4 解码高达 32 GBaud (M8046A 选件 OP3)

数据输入 (DATA IN)

表 20. 分析仪/误码检测器技术指标

符号率	M8046A-A32: 5.0 至 32.4 Gbaud NRZ 配有选件 OP3 的 M8046A-A32: 5.0 至 30 Gbaud PAM-4
模块通道数	1
数据格式	NRZ (默认值) PAM-4 (需要 M8046A 选件 OP3)
每个 M9505A 机箱的最大 M8046A 模块数量	最多 4 个
输入灵敏度 ¹	NRZ: 70 mV 单端和差分 PAM-4: 每个眼图 70 mV 单端和差分
最大输入电压幅度	1000 mVpp 差分
输入电压范围	-1 V 至 +3 V
计时分辨率	0.1 ps
输入带宽	16 GHz, 典型值
采样点	手动和自动。查找采样点的最佳电压范围、阈值和时延。 时延精度待定。 每个 UI 一个采样边沿。
判断 (电平) 阈值范围	1 mV 分辨率下的完整输入电压范围
输入均衡器	否
相位裕量	NRZ 1 UI - PRBS 2 ¹⁵ - 1 时为待定 ps 典型值 1 UI - 时钟码型时为待定 ps 典型值
	PAM-4 1 UI - PRBS 2 ¹⁵ - 1 时为待定 ps 典型值 1 UI - 时钟码型时为待定 ps 典型值
接口	差分: 100 Ω, 单端: 50 Ω 交流耦合
连接器	2.4 mm, 阴头

1. 使用 PRBS 2³¹ - 1 在 32.4 Gb/s NRZ 或 30 Gbaud PAM-4 下测得, BER 为 10⁻¹²。

外部时钟输入 (CLK IN)

表 21. 分析仪的时钟输入技术指标

幅度	最小值 400 mVpp, 最大值 1 Vpp
频率范围 ¹	1.0125 至 32.4 GHz 注: 在时钟“x 2”模式下符号率高于 25 Gbaud 时, 必须在时钟输入端使用外置带通滤波器 (M8061A-803)。符号率小于 25 Gbaud 时, 必须去除滤波器。 在时钟“x 1”模式下, 无需使用任何滤波器。
乘法器内部	1、2
连接器	3.5 mm, 阴头

1. 5 GHz 以下, 时钟信号跳变时间应 < 25 ps。

同步输入 (SYNC IN)

码型发生器的 M8045A 系统时钟通过同步输出 A/B (需要电缆 M8051A-801) 可被用作分析仪的时钟。如果使用外部时钟, 则不需要使用此功能。

控制输入 A (CTRL IN A)

此功能可选择为: 序列触发、码型捕获事件。

表 22. 分析仪控制输入的技术指标。

输入电压	-1 至 +3 V
端接电压	-1 至 +3 V
阈值电压	-1 至 +3 V
连接器	3.5 mm, 阴头

控制输出 A (CTRL OUT A)

在出现误码时输出一个脉冲。如果使用序列发生器, 可以生成一个脉冲或静态高/低电平。

表 23. 控制输出技术指标 (M8045A 和 M8055A)。

幅度	0.1 至 2 V
输出电压	-0.5 至 1.75 V
数据输入的时延	待定
序列发生器的时延	待定
连接器	3.5 mm, 阴头

测量

表 24. 测量功能。

BER, SER	累加和即时
抖动容限	支持
分离 RJ、DJ 的 BERT 扫描	否 ²
输出电平和 Q 因数	否
计数器	比较比特、误码比特 比较 0 比特、误码 0 比特 比较 1 比特、误码 1 比特 比较符号, 误码符号 比较符号 0、1、2、3 误码符号 0、1、2、3
BER 与参数自动扫描	支持 ¹
突发误码分析 ¹	支持 ¹

1. 上市情况, 请联系工厂。
2. 测量在用户界面中提供, 但是只适用于调试/故障诊断。对于 NRZ 信号, 没有规定抖动分离结果的精度; 对于 PAM-4 信号, 抖动分离结果的精度无效。

用户界面和远程控制

要控制 M8040A BERT, 需要使用 M8000 系列 BER 测试解决方案的 M8070A 系统软件。

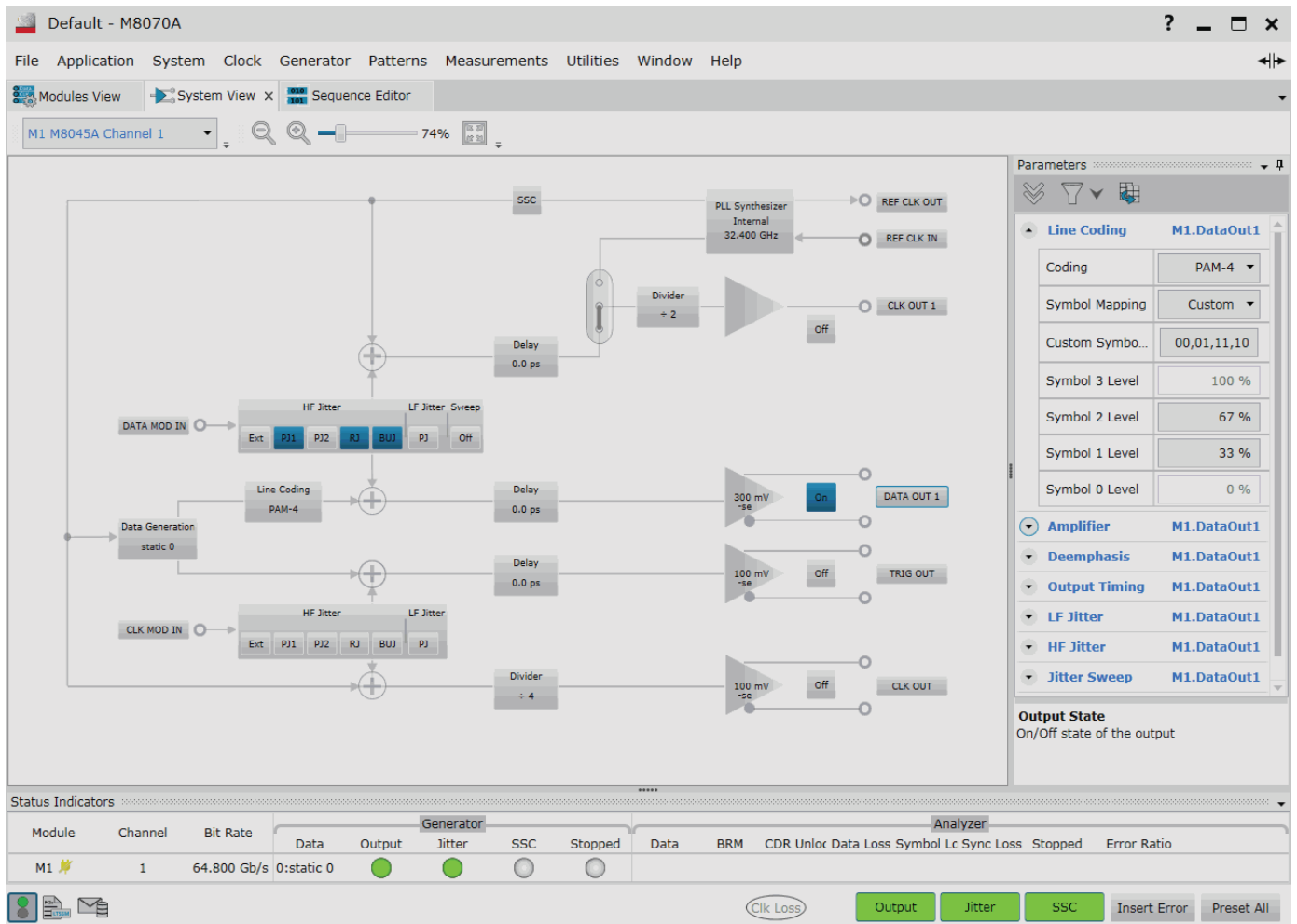


图 15. 此图形用户界面提供多种用户可定义的视图。本示例在左侧显示了初步的系统视图, 在右侧显示了采用 PAM-4 编码的码型发生器数据输出和电平线性参数。

表 25. 用户界面和远程控制界面

系统软件	M8070A
软件许可证	<p>离线版本不需要许可证。如需控制硬件, 有可转移永久许可证 (M8070A-OTP) 和网络永久许可证 (M8070A-ONP) 两种许可证备选。</p> <p>当一家公司内有多台 M8040A 仪器时, 推荐选择网络许可证。</p> <p>当订购 M8040A-BU1 时, M8070A-OTP 许可证将预装在嵌入式控制器中。</p>
控制器要求	<p>嵌入式 PC: 对于预装的嵌入式控制器 M9537A (包括预装 M8070A 软件和模块许可证), 选择 M8040A-BU1。其他: 对于 M9537A 1 插槽 AXIe 嵌入式控制器, 选择用于 Windows 7、8 或 10 的选件、8 或 16 GB 内存、固态硬盘。</p> <p>外置 PC: 推荐在外置 PC 和 AXIe 机箱之间使用 USB 连接。推荐最少使用 8 GB RAM。关于 PCIe 连通性, 请参见技术指南《支持 AXIe 标准的被测 PC 列表》, 5990-7632EN</p>
操作系统	Microsoft Windows 7 (64 位) SP1、Windows 8 (64 位)、Windows 8.1 (64 位)、Windows 10
控制器与 AXIe 机箱的连通性	推荐 USB 2.0 (Mini-B)、PCIe 2.0/8x (仅用于最高数据吞吐量和台式计算机)
编程语言	SCPI。不兼容 N4900 系列和 ParBERT 81250A。
远程控制接口	台式或笔记本电脑: LAN M9537A: LAN
保存/调用	支持
导出测量结果	抖动容限结果可以 *.csv 文件形式导出
显示分辨率	最低要求: 1024 x 768
脚本接口	<p>内置 IronPython 脚本引擎。</p> <p>通过它, 您能够控制被测器件和其他测试设备。</p> <p>您还可以利用各种函数工具来定制测量, 例如读出内置错误计数器或初始化器件。</p>
被测器件控制接口	支持访问内置的错误计数器和被测器件状态寄存器 (BIST), 用于自动化测量如累积 BER 和抖动容限测量。也可用于按照被测器件的特定需求定制测量。支持 IronPython 脚本和 .net 库与被测器件连接。需要选件 M8070A-1TP 或 -1NP。
软件最低配置要求	Microsoft Win 7 SP1、8/ 8.1 或 10 操作系统, Keysight IO 程序库 17.2.20605 或更高版本
软件下载	<p>下载最新版本, 请访问 http://www.keysight.com/find/m8070a</p> <p>控制 M8040A 最低需要软件 M8070A 版本 3.5.1 或更高版本。</p>

一般特征和物理尺寸

M8045A 和 M8046A 模块

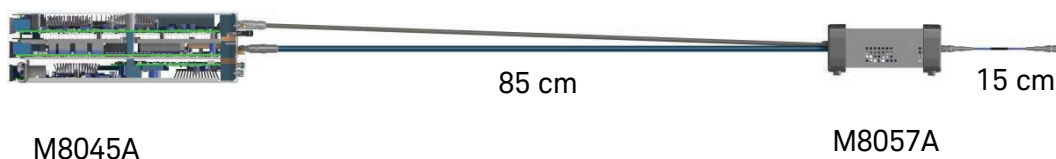
表 26. M8045A 和 M8046A 模块的一般特征。

	M8045A	M8046A
工作温度	5 至 40 °C (41 至 + 104 °F)	
储存温度	-40 至 +70 °C (模块) (-40 至 + 158 °F)	
工作湿度	40°C 时, 相对湿度为 15% 至 95% (无冷凝)	
储存湿度	65°C 时, 相对湿度为 24% 至 90% (无冷凝)	
电源要求 (仅模块)	单通道: 515 W 双通道: 605 W	238 W
模块物理尺寸 (宽x高x深)	3 插槽 AXIe 模块: 351 x 92 x 315 mm (13.8 x 3.6 x 12.4 英寸)	1 插槽 AXIe 模块: 351 x 30 x 309 mm (13.8 x 1.8 x 12.2 英寸)
M8040A-BU1/-BU2 物理尺寸 (宽x高x深)	安装在 5 插槽 AXIe 机箱中: 462 x 193 x 446 mm (18.2 x 7.6 x 17.6 英寸)	
净重	M8045A 模块: 单通道 6.9 kg (15.2 磅) M8045A 双通道: 7.5 kg (16.5 磅) 加上 M8040A-BU1: 25 kg (55 磅) 加上 M8040A-BU2: 21 kg (46.3 磅)	M8046A 模块: 3.6 kg (8.0 磅) 加上 M8045A 和 5 插槽机箱: 24.6 kg (54.3 磅)
装运重量	M8045A 模块: 11 kg (24 磅) 加上 M8040A-BU1: 37 kg (82 磅) 加上 M8040A-BU2: 33 kg (73 磅)	M8046A 模块: 7.5 kg (16 磅) 加上 M8045A 和 5 插槽机箱: 37.6 kg (83 磅)
推荐的重校准周期	1 年	
保修期	3 年是德科技送修服务	
预热时间	30 分钟	
散热要求	插槽从右向左通风。M8045A/46A 在工作时, 每一面至少要留出 50 mm 的空隙。 请参见 M9505A 机箱入门指南。	
电磁兼容性 (EMC)	IEC 61326-1	
安全性	IEC 61010-1	
质量管理	ISO 9001, 14001	

M8057A 远程前端

表 27. M8057A 远程前端的一般特征。

	M8057A
工作温度	5 至 40 °C (41 至 + 104 ° F)
储存温度	-40 至 +70 °C (模块) (-40 至 + 158 ° F)
工作湿度	40 °C 时, 相对湿度为 15% 至 95% (无冷凝)
储存湿度	65 °C 时, 相对湿度为 24% 至 90% (无冷凝)
物理尺寸 (宽x高x深)	远程前端 117 mm x 68 mm x 185 mm (4.6 英寸 x 2.7 英寸 x 7.3 英寸)
远程前端及电缆的物理尺寸	M8057A 和 M8045A 模块间的电缆连接长度: 85 cm



净重	1.7 kg (3.75 磅)
装运重量	6.5 kg (14.4 磅)
推荐的重校准周期	1 年
保修期	3 年是是德科技送修服务
预热时间	30 分钟
电磁兼容 (EMC)	IEC 61326-1
质量管理	ISO 9001、14001

技术指标的设定条件

本文中描述的技术指标均为仪器的保证性能。本版技术资料中的所有技术指标均为初稿。非保证的指标记为典型值。所有技术指标都是在仪器经过预热和自动校准之后置于指定工作温度范围内时有效。如无另行说明, 所有输出都需要使用 50 Ω 阻抗接地。如无另行说明, 所有 M8045A 技术指标均在端接电缆 M8045A-801 时有效。

如无另行说明, 只有使用推荐的 N4910A (2.4 mm, 24 英寸成对配套) 电缆对时, 所有 M8046A 技术指标才有效。

M8040A 64 Gbaud 高性能比特误码率测试仪的订货信息

M8040A 可进行扩展和升级。下表显示了所有可用选件，升级选件显示如下。

说明	产品编号	选件	备注
64 Gbaud 高性能比特误码率测试仪 (工厂预安装系统编号)	M8040A		
码型发生器和时钟模块, 32/64 Gbaud, 3 插槽 AXIe	M8045A		
码型发生器单通道 NRZ, 数据速率高达 32 Gbaud (需要远程前端, M8057A)	M8045A	G32	必选其中之一
码型发生器单通道 NRZ, 数据速率高达 64 Gbaud (需要远程前端, M8057A)	M8045A	G64	
第二个通道, 硬件和许可证 (需要远程前端, M8057A)	M8045A	0G2	
用于接收机表征的先进抖动源, 单模块许可证	M8045A	0G3	
去加重, 单模块许可证	M8045A	0G4	
PAM-4 编码高达 32 Gbaud, 单模块许可证	M8045A	0P3	
扩展 PAM-4 编码至 64 Gbaud, 单模块许可证	M8045A	0P6	仅使用 G64
短电缆 1.85 mm (m) 至 1.85 mm (m), 0.15 m, 绝对匹配 699 ps ± 1 ps	M8045A	801	推荐 2 条
M8045A 码型发生器的远程前端, 1 通道	M8057A		
分析仪模块, 32/64 Gbaud, 1 插槽 AXIe	M8046A		
分析仪, 单通道, 数据速率高达 32 Gbaud, NRZ	M8046A	A32	
PAM-4 解码高达 32 Gbaud, 许可证	M8046A	0P3	
电缆 2.92 mm (m) 至 2.92 mm (m), 0.5 m 用于时钟输入	M8046A	801	推荐 1 条
软件和机箱			
M8000 系列系统软件 (可转移永久或网络许可证)	M8070A	TP/ONP	
被测器件控制界面 (可转移永久或网络许可证)	M8070A	1TP/0TP	
配有 USB 选件的 5 插槽 AXIe 机箱	M8040A	BU2	
5 插槽 AXIe 机箱配备 USB 选件和嵌入式控制器 M9537A	M8040A	BU1	
保修、校准和效率提升服务			见下页

图 16. M8040A 的可能配置概览

说明	产品编号	选件	备注
M8040A 64 Gbaud 高性能比特误码率测试仪的升级	M8040AU		
码型发生器和时钟模块, 32/64 Gbaud, 3 插槽 AXIe	M8045A		
升级至 64 Gbaud (需要远程前端, M8057A)	M8045A	U64	许可证
升级添加另一个通道, 硬件和许可证 (需要远程前端, M8057A)	M8045A	UG2	需要返回工厂
升级添加用于接收机表征的先进抖动源, 单模块许可证	M8045A	UG3	许可证
升级添加去加重功能, 单模块许可证	M8045A	UG4	许可证
升级添加高达 32 Gbaud 的 PAM-4 编码, 单模块许可证	M8045A	UP3	许可证
升级扩展至高达 64 Gbaud 的 PAM-4 编码, 单模块许可证	M8045A	UP6	仅使用 G64/U64
M8045A 码型发生器的远程前端, 1 通道	M8057A		
分析仪模块, 32/64 Gbaud, 1 插槽 AXIe	M8046A		
升级添加高达 32 Gbaud 的 PAM-4 解码, 许可证	M8046A	UP3	许可证

图 17. M8040A 的所有升级选件都可通过 M8040AU 进行订购。大多数选件都是许可证选件, 可进行现场升级。

装运时包含的标配附件

M8045A 模块: 四个 50 Ω 电阻、ESD 防护工具、校准证书、许可证授权证书、非信号电缆、非蓝色同步电缆
M8046A 模块: 一个用于时钟输入的带通滤波器、防静电工具套件、校准证书、许可证授权证书、非信号电缆
M8057A 远程前端: 包括到 M8045A 码型发生器模块的电缆连接, 一个 50 Ω 端接 (2.4 mm)
M8040A-BU1: 具有嵌入式控制器的 M9505A AXIe 机箱、USB 电缆、入门指南、AXIe 填充面板和电源线
M8040A-BU2: M9505A AXIe 机箱、USB 电缆、入门指南、AXIe 填充面板和电源线
M8070A: M8070A 系统软件光盘

推荐的附件

短电缆 1.85 mm (m) 至 1.85 mm (m) , 0.15 m, 699 ps 时延 ± 1 ps (推荐 M8057A 的每个差分数据输出用两条)	M8045A-801
成对配套电缆, 2.4 mm (阳头) 至 (阳头) (推荐用于 M8046A 分析仪的数据输入)	N4910A
电缆 2.92 mm (阳头) 至 2.92 mm (阳头) (推荐用于 M8046A 分析仪的时钟输入)	M8046A-801
M8000 同步电缆 (当将 M8045A 的系统时钟用于 M8046A 时)	M8051A-801
衰减器, 6 dB, 1.85 mm	8490G-006
直流阻断器, 2.4 mm	N9398F
成对匹配定向耦合器 50 GHz, 13 dB, 2.4 mm (推荐用于外部干扰源 RI/SI)	M8045A-802
带通滤波器 11.1 至 17.5 GHz, SMA (适用于 M8046A 时钟输入)	M8061A-803
AXIe 5 插槽机箱 M9505A 机架安装套件	Y1226A

保修、校准和效率提升服务:

延长的 5 年是德科技送修服务	R1280 (R-51B-001-5Z)
校准服务 (3 年和 5 年)	R1282 (R50C-001-3/-5)
生产效率协助	R1380-M8000

相关是德科技资料

技术资料

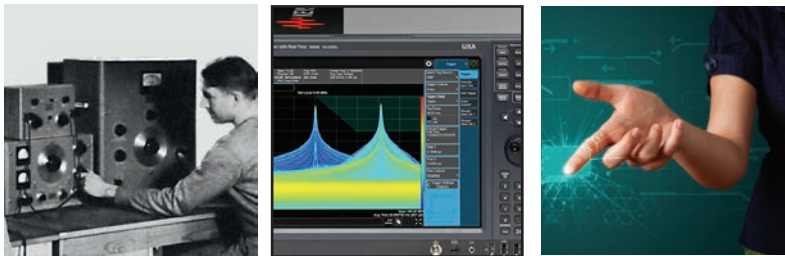
J-BERT M8020A, 技术资料	5991-3647EN
M8030A 多通道 BERT, 技术资料	5992-1287EN
M8062A 32 Gb/s 前端, 技术资料	5992-0987EN
N4877A 和 N1075A CDR/去多路复用器, 技术资料	5990-9949EN
M9505A 5 插槽 AXIe 机箱, 技术资料	5990-6584EN
M8196A 92 GSa/s AWG, 技术资料	5992-0971EN
适用于 86100D DCA-X 系列的 N1085A PAM-4 测量应用软件, 技术资料	5992-1248EN
N1076A/N1077A 时钟恢复, 技术资料	5992-1620EN

应用指南

100Gb 以太网元器件与系统的性能表征和一致性验证, 应用指南	5992-0019EN
----------------------------------	-------------

演进

我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。
我们正在开启技术的未来。



从惠普到安捷伦再到是德科技



myKeysight

myKeysight
www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息！

KEYSIGHT SERVICES
Accelerate Technology Adoption.
Lower costs.

是德科技服务
www.keysight.com/find/services
我们拥有业界领先的技术人员、流程和工具，可以提供深度的设计、测试和测量服务。最终的结果就是：我们帮助您应用新技术，以及经工程师改进的流程，从而降低成本。



3年保修
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的3年保修服务完美结合，从另一途径帮助您实现业务目标：增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



Keysight Assurance Plans
www.keysight.com/find/AssurancePlans
10年的周密保护以及持续的巨大预算投入，可确保您的仪器符合规范要求，精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/go/quality
是德科技公司
DEKRA 认证 ISO 9001:2015
质量管理体系

是德科技渠道合作伙伴
www.keysight.com/find/channelpartners
黄金搭档：是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

www.keysight.com/find/m8040a

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息，请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表，请访问：www.keysight.com/find/contactus

是德科技客户服务热线
热线电话：800-810-0189、400-810-0189
热线传真：800-820-2816、400-820-3863
电子邮件：tm_asia@keysight.com

是德科技(中国)有限公司
北京市朝阳区望京北路3号是德科技大厦
电话：86 010 64396888
传真：86 010 64390156
邮编：100102

是德科技(成都)有限公司
成都市高新区南部园区天府四街116号
电话：86 28 83108888
传真：86 28 85330931
邮编：610041

是德科技香港有限公司
香港北角电器道169号康宏汇25楼
电话：852 31977777
传真：852 25069233

上海分公司
上海市虹口区四川北路1350号
利通广场19楼
电话：86 21 26102888
传真：86 21 26102688
邮编：200080

深圳分公司
深圳市福田区福华一路6号
免税商务大厦裙楼东3层3B-8单元
电话：86 755 83079588
传真：86 755 82763181
邮编：518048

广州分公司
广州市天河区黄埔大道西76号
富力盈隆广场1307室
电话：86 20 38390680
传真：86 20 38390712
邮编：510623

西安办事处
西安市碑林区南关正街88号
长安国际大厦D座501
电话：86 29 88861357
传真：86 29 88861355
邮编：710068

南京办事处
南京市鼓楼区汉中路2号
金陵饭店亚太商务楼8层
电话：86 25 66102588
传真：86 25 66102641
邮编：210005

苏州办事处
苏州市工业园区苏华路一号
世纪金融大厦1611室
电话：86 512 62532023
传真：86 512 62887307
邮编：215021

武汉办事处
武汉市武昌区中南路99号
武汉保利广场18楼A座
电话：86 27 87119188
传真：86 27 87119177
邮编：430071

上海MSD办事处
上海市虹口区欧阳路196号
26号楼一楼J+H单元
电话：86 21 26102888
传真：86 21 26102688
邮编：200083