

相干光信号分析仪

OM4000 系列产品技术资料



OM4000 系列相干光信号分析仪和泰克 DPO70000 系列示波器。

主要特点和优点

无可比拟的灵活性

- 相干光波信号分析仪结构兼容实时示波器和等效时间示波器¹
- 完整的相干信号分析系统，适用于偏振复用 QPSK、偏置 QPSK、QAM、差分 BPSK/QPSK 及其它高级调制格式

- 通过 MATLAB 界面显示星座图、相位眼图、Q 因子、Q 曲线、频谱图、Poincaré Sphere、信号随时间变化、激光相位特点、BER 及其它曲线和分析结果

- 使用大多数偏振复用信号，测量任意阶的偏振模色散 (PMD)

精密光学接收机

- 精密相干接收机硬件，在温度和时间波动时变化达到最小，实现高精度和高稳定性、偏振分集和光检测
- 高度线性光电检测可以在高本振和信号功率电平下运行，消除电气放大
- 集成一对 ECDL 可调谐激光器，一个作为本振，另一个用于自检。这两个激光器都拥有业内最优秀的线宽和调谐范围，适用于频段内任意波长
- 相干光波信号分析仪软件容忍 >5 MHz 瞬时信号激光器线宽 - 兼容标准网络可调谐光源，如 DBR 和 DFB 激光器
- 不要求激光相位或频率锁定
- 智能偏振隔离跟随信号偏振

用户自定义扩展能力

- 用户可以使用直接的 MATLAB² 接口接入内部功能
- 可以通过以太网控制 OM4000，实现远程接入
- 优异的用户界面，外加 MATLAB 强大的处理能力，全面观察信息，且使用简便

- OM1106 和 OM4000 系列产品标配相干光波信号分析仪软件

400G 和 1Tb/s 超级通道支持

- 多载波软件选项，支持用户自定义超级通道设置
- 超级通道配置允许用户定义通道数量、通道频率和通道调制格式
- 测试自动化在每条通道上采集完整的测量数据
- 综合测量结果，简便地进行通道间比较

¹某些功能只在使用泰克示波器时提供。

²MATLAB 是 MathWorks 的注册商标。

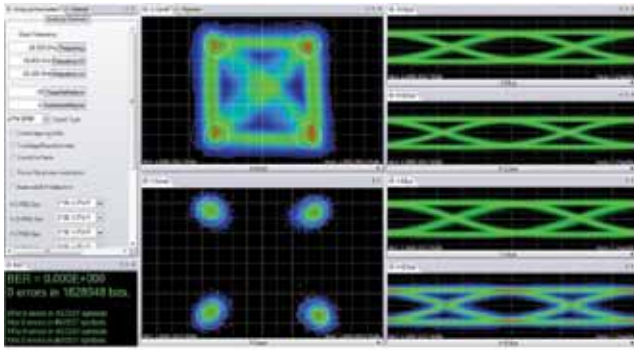


图 1- OM4000 用户界面 (OUI) 显示了部分颜色等级图形选项。图中显示的数据是 112 Gb/s PM-QPSK。

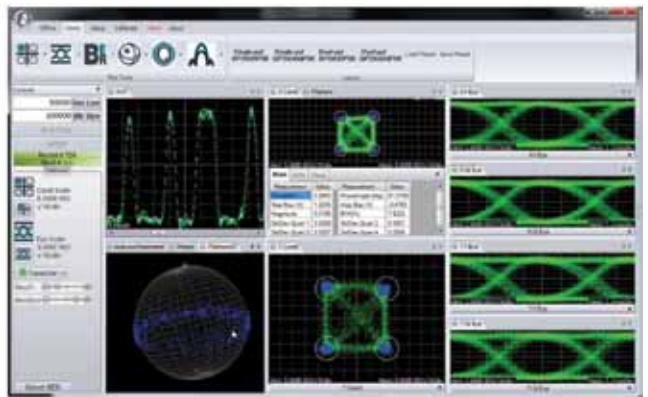


图 2 - OM4000 用户界面 (OUI), 显示选定等效时间测量数据。

简介

OM4000 相干光信号分析仪 (CLSA) 是一种 1550 nm (C 波段和 L 波段) 光纤测试系统, 用来测量复杂调制信号, 为测试相干检测和直接检测传输系统提供了完整的解决方案。CLSA 由偏振分集和相位分集接收机及分析软件组成, 可以同时测量对高级光纤通信重要的调制格式, 包括偏振复用 (PM-QPSK) 调制。CLSA 软件执行所有校准和处理功能, 实现实时突发模式星座图显示、眼图显示、Poincare sphere 和误码检测功能。

OM4000 系列仪器异常灵活

OM4000 在业内拥有独一无二的优点, 它可以同时用于实时示波器和等效时间示波器。由于这种前所未有的结构, 用户可以在一台 CLSA 中获得这两种采集格式的优势。对分析中要求高采样率的客户, 最好使用 CLSA 和实时示波器 (如 DPO73304D)。对分析中要求高垂直分辨率的客户 (如调制器检定), 最好使用等效时间示波器。通过使用拥有充足带宽的泰克示波器解决方案, 可以分析 240 Gb/s 以上的信息速率。

OM4000 系列用户界面 (OUI)

OUI 是通过相干光信号分析仪产品处理数据操作和显示。用户还可以单独订购这个 OUI, 不需要 OM4000, 用于另一个相干接收机系统分析。纯数据捕获和分析版本的 OUI 软件称为 OM1106。它提供了颜色等级、余辉和色键选项, 帮助您观察数据。在图 1 中, 由于 IQ 数据顺序的相对定时 (图 1 上

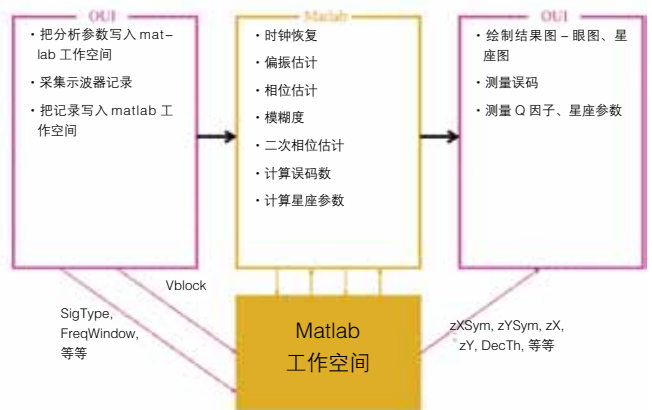


图 3 - OUI 控制的数据流量示意图。

方中间), 水平跳变要比垂直跳变发生频次少得多。另一个偏振星座用颜色等级表示, 只有符号点 (下方中间)。另外还为眼图提供了颜色等级 (右下方)。

OM4000 系列用户界面 (OUI) 和 MATLAB 之间的交互

OUI 从示波器中采集的数据来获得用户提供的信号相关信息, 然后把这些信息传送到 MATLAB 工作空间, 如图 2 所示。然后调用一系列 MATLAB 脚本, 处理数据, 生成变量。然后 OUI 检索这些变量, 绘制变量图。通过连接 OUI 或通过直接连接 MATLAB 工作空间, 可以实现自动测试。用户不需要精通 MATLAB, OUI 可以管理所有 MATLAB 交互。而高级用户则可以通过 MATLAB 接口访问内部功能, 用来创建用户自定义解调器和算法, 或实现自定义分析可视化。

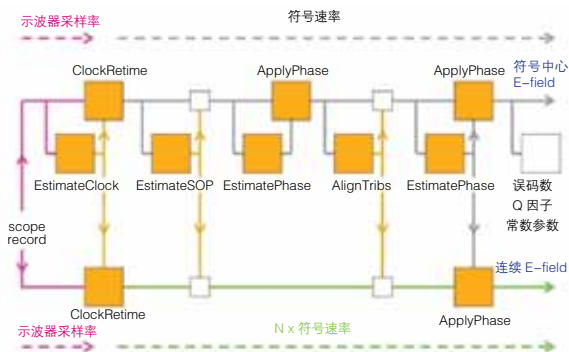


图 4- 流经“核心处理”的数据。

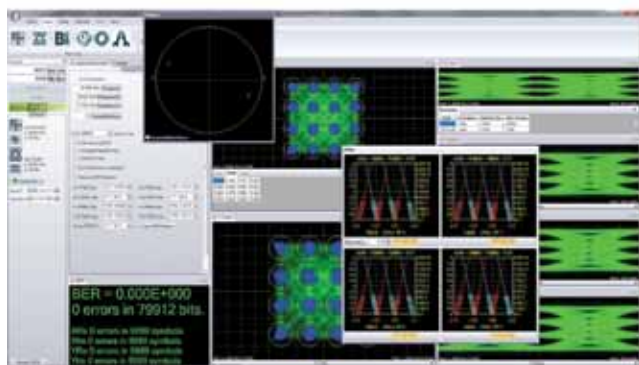


图 5- OM4000 用户界面 (OUI) 上的 QAM 测量。

信号处理方法

对实时采样系统，数据采集后，第一步是恢复时钟，在符号中心，对偏振分离和之后的算法以每个符号 1 个样点的速率对数据重新定时 (如图 3 所示)。然后以 10 倍的波特率 (用户可以设置) 对数据重新采样，确定把眼图或星座图中的符号互连起来的轨迹 (如图 3 所示)。时钟恢复方法取决于选择的信号类型。然后根据符号中心样点恢复激光相位。一旦激光相位被恢复，那么可以使用调制部分，与每个预计数据对准。通过查找实际数据与预计数据之间的差异，可以计算误码数量，选择 BER 最低的极性。一旦知道了实际数据，可以执行二次相位估算，消除激光相位跳动可能导致的错误。一旦计算了变量，它们可以提供给 OUI 进行检索和显示。在每一步上，都将为指定数据类型选择最佳算法，不要求用户干预，除非用户希望干预。

Measurement	Value	Mean	Min	Max	StdDev	Count
Xconst Symbol Std. Dev	0.0800-mlV	0.0690-mlV	0.0633-mlV	0.0912-mlV	0.00209-mlV	19
Xconst Symbols Displayed	3942	4101	3905	4258	132	19
Xconst Mask Violations	6	6	6	7	0	19
Xconst EVM Average	8.8 %	6.6 %	6.2 %	8.9 %	0.23 %	19
Xconst Magnitude	1.482-mlV	1.439-mlV	1.373-mlV	1.508-mlV	0.03873-mlV	19
Xconst Phase Angle	34 deg	30 deg	25 deg	34 deg	3.2 deg	19
Xconst Bias, Imag	-0.12 %	-0.12 %	-0.13 %	-0.12 %	0.0029 %	19
Xconst Bias, Real	-0.011 %	-0.011 %	-0.012 %	-0.011 %	0.00028 %	19
Xconst IQ Imbalance	0.9546	0.9576	0.9534	1.046	0.02677	19
X-I Undershoot	0.79 %	0.75 %	0.72 %	0.79 %	0.003 %	19
X-I Overshoot	0.86 %	0.86 %	0.82 %	0.9 %	0.002 %	19
X-I Falltime	45 ps	47 ps	45 ps	49 ps	1.3 ps	19
X-I RiseTime	49 ps	47 ps	45 ps	50 ps	1.5 ps	19
X-I Skew	0.027 ps	0.028 ps	0.027 ps	0.029 ps	0.00082 ps	19
X-I Crossing Point	50 %	50 %	48 %	52 %	1.4 %	19
X-I Rail 1 Std Dev	0.0873-mlV	0.0804-mlV	0.0863-mlV	0.0849-mlV	0.00244-mlV	19
X-I Rail 0 Std Dev	0.0838-mlV	0.0868-mlV	0.0828-mlV	0.0911-mlV	0.00234-mlV	19
X-I Eye Height	2.04-mlV	2.02-mlV	1.96-mlV	2.11-mlV	0.053-mlV	19
X-I Q-Factor	21 dB	21 dB	20 dB	22 dB	0.61 dB	19
X-Q Undershoot	0.71 %	0.73 %	0.69 %	0.76 %	0.001 %	19
X-Q Overshoot	0.85 %	0.87 %	0.83 %	0.91 %	0.005 %	19
X-Q Falltime	47 ps	47 ps	45 ps	50 ps	1.3 ps	19
X-Q RiseTime	47 ps	48 ps	45 ps	50 ps	1.3 ps	19
X-Q Skew	0.064 ps	0.066 ps	0.064 ps	0.069 ps	0.0014 ps	19
X-Q Crossing Point	49 %	49 %	48 %	49 %	1.1 %	19

图 6- OM4000 用户界面 (OUI) 中带标注的测量表。

简便易用的 OUI，快速入门

相干光波信号分析仪的用户界面称为 OUI。OUI 可以简便地配置和显示测量，同时为使用 WCF 或 .NET 通信的第三方应用提供一种软件控制手段。还可以从 MATLAB 或 LabVIEW 中控制 OUI。图 4 显示了 QAM 测量设置。可以移动曲线、固定曲线或重新确定曲线尺寸，可以关闭或创建曲线，只显示所需信息。

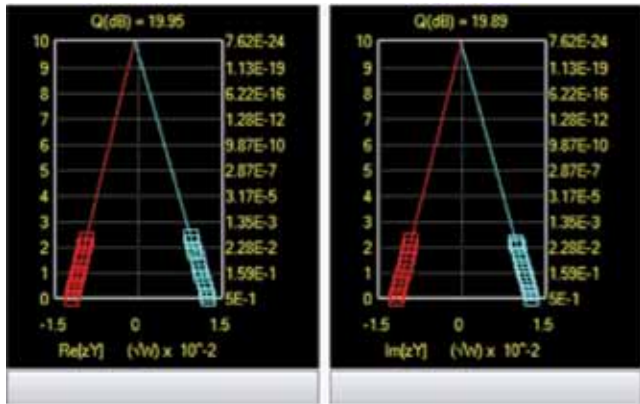
除曲线上提供的数字测量外，还可以在 Measurements 窗口中汇总测量数据，其中还显示统计信息。图 5 显示了部分测量。

调整速度更快

OUI 采用专门设计，以极快的速度从示波器中收集数据，把数据传送到 MATLAB 工作空间中，提供最大的数据刷新速率。然后可以在 MATLAB 中处理数据，提取得到的变量，进行显示。

紧密集成 MATLAB，提高掌控能力

由于 100% 数据处理都在 MATLAB 中完成，测试工程师可以简便地探究处理过程，了解过程的每一步。研发实验室还可以利用 MATLAB 紧密集成能力，为开发的新技术编写自己的 MATLAB 算法。



Q 曲线

使用最优算法

不用担心使用哪种算法。在 OUI 中选择一种信号类型时，如 PM-QPSK，将对数据应用该信号类型的最优算法。每种信号类型都有一种专门设计的最适合应用的信号处理方法，立即获得结果。

不会受碍于激光器相噪

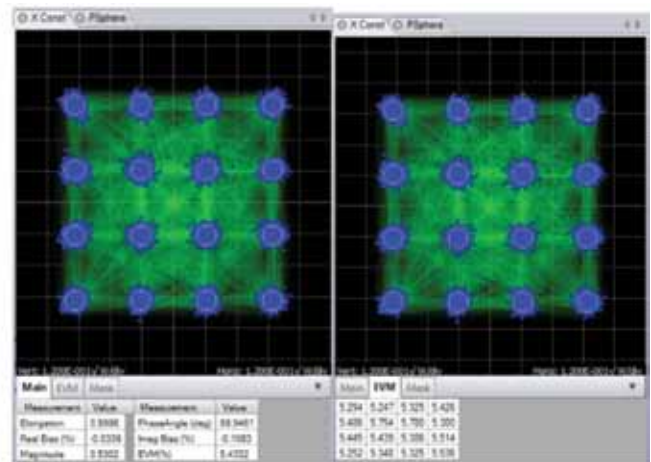
为无线电信号设计的信号处理算法不一定适合复杂光学调制信号使用的噪声高得多的信号源。我们强健的信号处理算法可以容忍足够的相噪，可以测试传统上使用差分或直接检测技术（如 DQPSK）测量的信号。

找到正确的 BER

我们的 Q 曲线为了解数据信号质量提供了优秀的方式。在每次数据采集后，其在信号上进行大量的 BER 对判定门限测量。BER 对判定门限曲线可以显示信号的噪声特点。高斯噪声会在 Q 曲线上产生一条直线。另外还会计算最优的判定门限和推断的 BER。这会提供两个 BER 值：实际计算的误码数量除以计算的位数，以及推断的 BER（以供 BER 太低而不能迅速测量时使用）。

星座图

一旦去掉了激光器相位波动和频率波动，可以在复数平面中绘制得到的电场。如果只绘制符号中心的值，那么其称为星座图。如果复数平面中还显示连续曲线，那么其通常称为相位图。由于可以打开或关闭连续曲线，我们把这两种图都叫作星座图。符号点散射表明调制与理想值的接近程度。符号点由于附加噪声、发射机眼图闭上或光纤损伤而散开。可以通过符号标准偏差、误差矢量幅度或模板违规来测量散射。

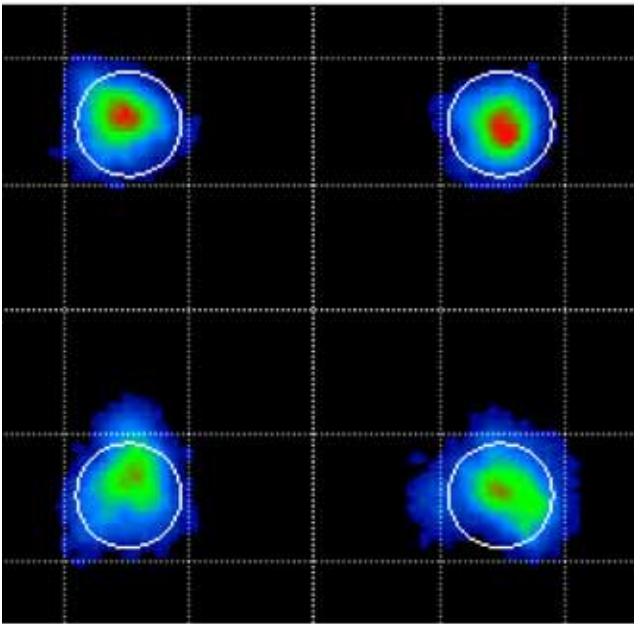


星座图

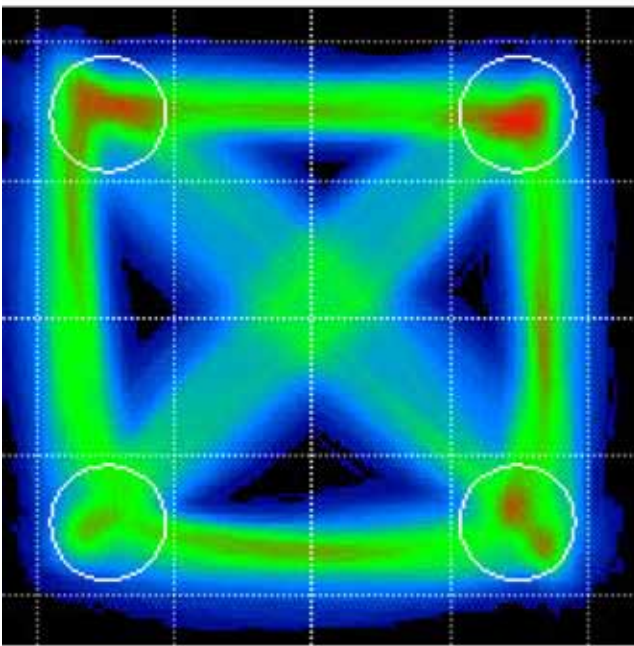
星座图上进行的测量在每个图形窗口相关的“飞出”面板中提供。下面介绍了星座图相关测量。

星座测量

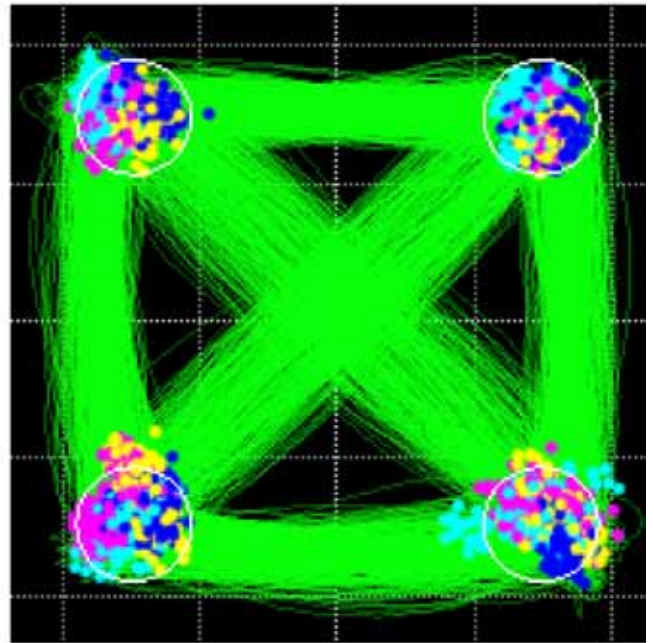
测量	说明
延伸率	Q 调制幅度与 I 调制幅度之比，用来衡量特定偏振信号的 I 分支和 Q 分支的调制均衡程度
实数偏差	用百分比表示，表明星座左移或右移的程度。零以外的实数（同相）偏差通常表明发射机调制器的同相支流在眼图中心没有以对称方式驱动
虚数偏差	用百分比表示，表明星座上移或下移的程度。零以外的虚数（正交）偏差通常表明发射机调制器的正交支流在眼图中心没有以对称方式驱动
幅度	所有符号幅度的平均值，用曲线上的单位表示。可以使用这个指标，找到两个偏振信号的相对大小
相位角度	发射机 I-Q 相位偏差，正常情况下应为 90 度
StdDev by Quadrant	距平均符号的符号点距离的标准偏差，用曲线上的单位表示，BPSK 和 QPSK 会显示这个指标
EVM (%)	每个符号点距理想符号点的 RMS 距离除以理想符号的幅度，用百分比表示
EVM Tab	用适当数字显示的单独的 EVM 标签，按星座群提供 EVM%。数字排列顺序与符号排列顺序对应，其特别适合设置发射机调制器偏差。例如，如果左侧的群的 EVM 高于右侧的群，那么这通常意味着必需调制同相发射机调制器偏差，以更大的力驱动负载
Mask Tab	用适当数字显示的单独的 Mask 标签，按星座群提供模板违规数量。数字排列顺序与符号排列顺序对应。模板门限在 Engine 窗口中设置，可以用于发射机通过 / 失败测试



颜色等级星座图



颜色等级，带有精细轨迹

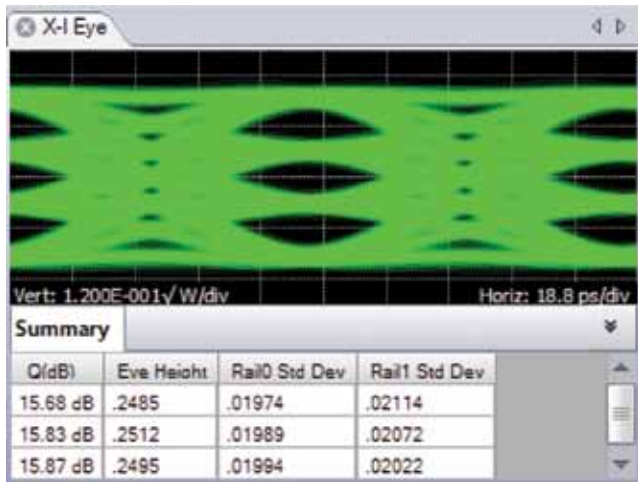


Constellation(颜色键星座) – 如果前面的符号在第一象限(右上), 那么当前符号的颜色为黄色。如果前面的符号在第二象限(左上), 那么当前符号的颜色为品红色。如果前面的符号在第三象限(左下), 那么当前符号的颜色是浅蓝色(青色)。如果前面的符号在第四象限(右下), 那么当前符号的颜色是深蓝。

颜色特性

颜色等级特性提供了无穷大余辉图, 其中用颜色表示一个点在曲线上发生的频率。这种模式有助于揭示用单色显示不明显的码型。注意, 下面的实例中, 下方的星座群的 EVM 要高于上面的星座图。在大多数情况下, 这表明正交调制器偏差朝着正轨太远了。近似正确的交点显示得不明显。在本例中, 偏差错误的调制器隐藏了偏差错误的驱动器放大器。

Color Key Constellation Points(颜色键星座点)是一种特殊功能, 在非 Color Grade 模式下使用。在本例中, 符号颜色由以前符号的值确定。这有助于揭示码型相关性。在这里, 它显示了码型相关性要怪其它群上的 EVM 不好。调制器非线性度通常会屏蔽 RF 电缆损耗导致的码型相关性, 但这里的调制器偏差不正确, 使得其传送到光学信号。



眼图

眼图

可以为相应的调制格式选择眼图。支持的眼图格式包括：Field Eye，也就是复数平面中相位曲线的实数部分；Power Eye，使用泰克斯波器光学输入仿真显示的眼图；Diff-Eye，使用 1 位延迟线干涉仪仿真生成的眼图。与星座图一样，可以按鼠标右键，选择颜色选项。Field Eye 图提供了下述测量：

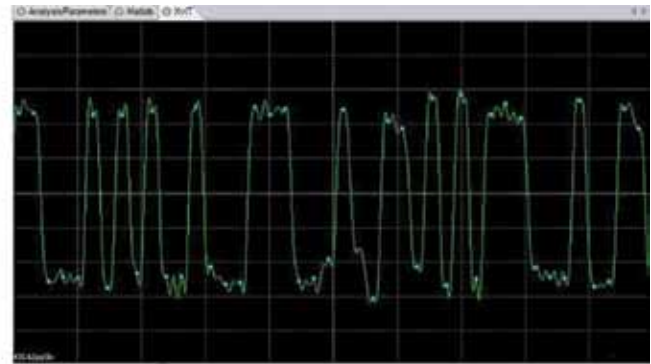
Field Eye 测量

测量	说明
Q (dB)	用眼图线性判定门限 Q 因子的 $20 \cdot \log_{10}$ 计算得出
Eye Height	1 电平平均值到 0 电平平均值的距离 (曲线单位)
Rail0 Std Dev	从判定门限 Q 因子测量中确定的 0 电平的 标准偏差
Rail1 Std Dev	从判定门限 Q 因子测量中确定的 1 电平的 标准偏差

在多电平信号中，上述测量按曲线中对应眼图张开的顺序列出。最上面一行值与最上面的眼图张开对应。

上面涉及 Q 因子的函数采用 Bergano 发表的论文中介绍的判定门限方法³。在测量间隔中的误码数很小时 (这是通常情况)，从误码率导出的 Q 因子可能并不能准确地衡量信号质量。但是，判定门限 Q 因子是一个准确的指标，因为它基于所有信号值，而不只是越过规定边界的值。

³ N.S. Bergano, F.W. Kerfoot, C.R. Davidson, “光学放大器系统中的余量测量,” IEEE Phot. Tech. Lett., 5, no. 3, pp. 304-306 (1993).



误码测量随时间变化

为非偏置格式提供的其它测量

测量	说明
过冲	信号的部分过冲。其为支流测量一个值，对多电平 (QAM) 信号，这是所有过冲的平均值
下冲	信号的部分下冲 (负向跳变的过冲)
上升时间	信号从 10% 上升到 90% 所用的时间。其为支流测量一个值，对多电平 (QAM) 信号，这是所有上升时间的平均值
下降时间	信号从 90% 下降到 10% 所用的时间
偏移	相对于特定支路交点之间的中点的功率眼图中心的时间
交点	上升沿和下降沿相交部分的垂直位置

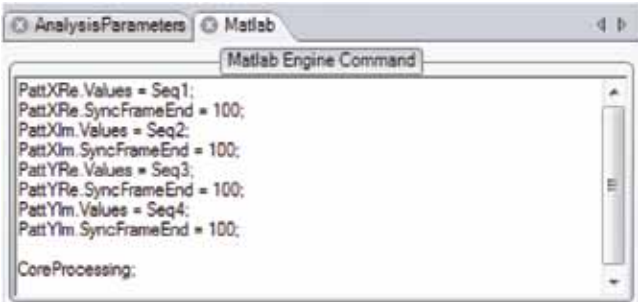
测量数据随时间变化

除眼图外，观察信号随时间变化通常也非常重要。例如，最好能够观察字段值在误码附近的情况。通过将该点涂色红色 (假设该数据被同步到指明的码型)，显示符号中心值的所有示图都将表明该符号是否错误。测量数据随时间变化曲线特别实用，因为它有助于区分误码是由噪声、码型相关性还是由码型错误引起的。

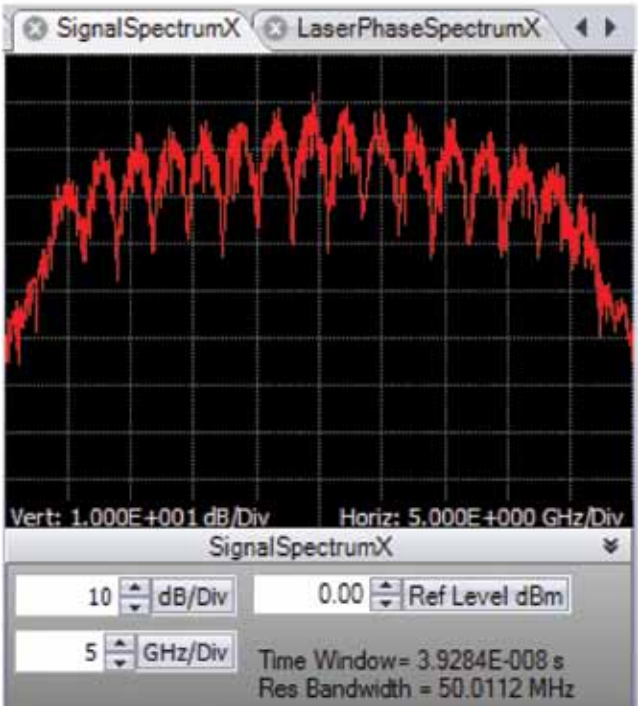
3D 可视化工具

复杂调制信号本身是 3D 的，因为同相成分和正交成分会随时间变化。3D 眼图把星座图和眼图有效组合成一个 3D 图，帮助可视化复合量在位周期中怎样变化。而且这个图可以旋转和成比例缩放。

另外，3D 图中提供了 Poincaré Sphere。3D 视图适合观察每个符号的偏振状态。符号一般会在 Poincaré Sphere 上构成簇，为专家用户提供实用信息。另外，还在这个视图可以绘制非归一化 Stokes Vectors。



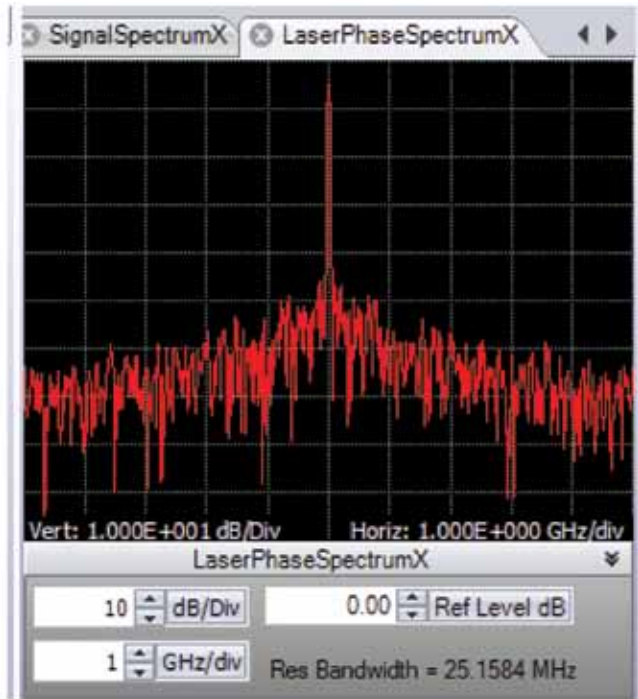
MATLAB 窗口



信号频谱窗口

分析控制

Analysis Controls(分析控制)窗口可以设置与系统及其测量有关的参数。



激光相位频谱窗口

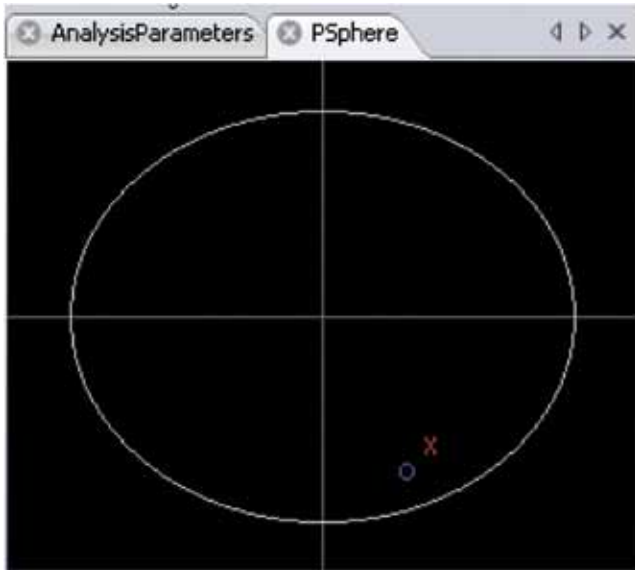
分析参数

参数	说明
频率	时钟恢复在软件中执行, 因此只要求预计时钟频率的频率范围。
信号类型	信号类型 (如 PM-QPSK) 确定使用哪些算法处理数据。
数据码型	按物理支流指定已知 PRBS 或用户码型, 可以计算误码数量, 确定星座方位, 实现两阶段相位估算。

可以在这里显示的 MATLAB 窗口中分配用户码型。数据码型可以输入 MATLAB, 或通过高 SNR 信号测量直接找到数据码型。

信号频谱

校正的电场随时间变化的 FFT, 可以揭示与数据信号有关的大量信息。频谱不对称或位移可能表示激光频率误差过高。频谱周期性显示了数据支流之间的关联。可以使用激光器相位随时间变化数据的 FFT, 测量激光器相噪。

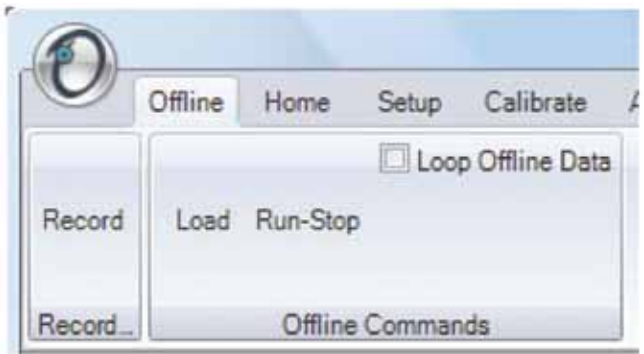


Poincaré Sphere

Poincaré Sphere

偏振数据信号在开始时一般会与 PM 光纤轴对齐。但在标准单模光纤中，偏振状态开始位移。然而，测量偏振状态、确定偏振消光比仍是可能的。软件锁定到每个偏振信号。两个信号的偏振状态在一个圆形上显示，代表 Poincaré Sphere 球体的一面。把标记变成蓝色，表示背面的状态。颠倒背面，使正交信号一直以不同颜色出现在同一位置，可以可视化正交度。因此，蓝色表示背面（用负值表示 Stokes 矢量的这个成分），X 表示 X 支流，O 表示 Y 支流，绘制 Stokes 矢量，使球体的左面、下面、蓝色都为负。

InvertedRearFace – 勾选这个框，颠倒 Poincaré Sphere 画面的后面，从而两个正交偏振一直位于彼此的顶部。



工作空间记录和播放

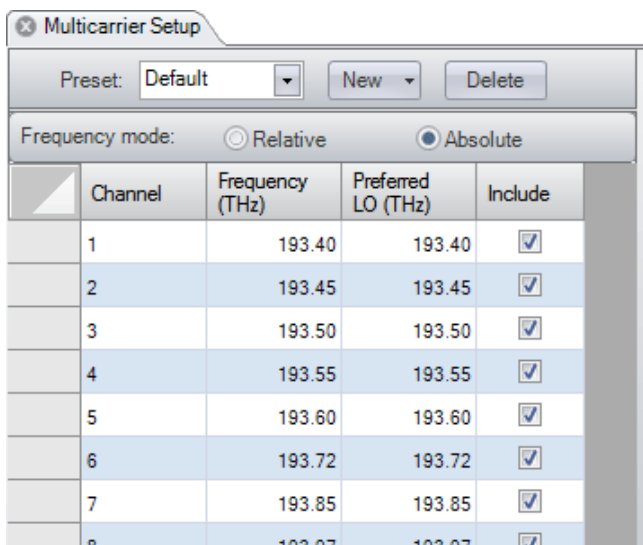
损伤测量和补偿

在研究传输实现技术时，非常重要的一点是能够补偿长光纤或光学元器件产生的损伤。色散 (CD) 和偏振模色散 (PMD) 是 OM4000 软件可以测量或校正的两种重要的线性损伤。PMD 测量的基础是把收到的信号与背对背发射机信号或理想信号进行对比，这会得到一个直接的 PMD 指标，而不是基于自适应滤波器特点估算 PMD。用户可以指定要计算的 PMD 阶数。一阶 PMD 的精度在 10 Gbaud 时为 ~1 ps。CD 补偿算法本身没有限制，业内一直成功地采用这种算法，补偿几千 ps/nm。

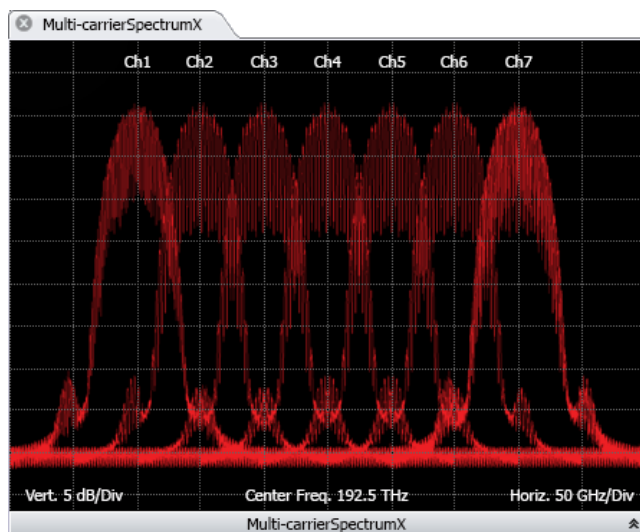
记录和播放

可以使用 Offline 带上的 Record 按钮，作为 .MAT 文件顺序记录工作空间。这些文件顺序将记录在默认的目录下，如果之前没有改动，通常是 MATLAB 工作目录。

通过使用 Home 带 Offline Commands 段中的 Load 按钮，可以从 .MAT 文件顺序中播放工作空间。使用 Ctrl 键标记要加载的文件，使用鼠标标记文件名，加载一个顺序。还可以使用 Shift 键，使用鼠标标记顺序中的第一个文件名和最后一个文件名，加载连续的顺序。使用 Home 带上 Offline Commands 段中的 Run 按钮，顺序通过记录的 .MAT 文件。在重播时，记录的文件上会执行实施的所有过滤和处理操作。



多载波设置。



超级通道频谱

Measurement	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4	Channel 5	Unit
X-Q Q-Factor	15.473	16.326	14.576	16.350	14.654	dB
X-Q Eye Height	31.528	31.555	31.530	31.551	31.574	√mW
X-Q Rail 0 Std Dev	2.644	2.769	2.691	2.591	2.438	√mW
X-Q Rail 1 Std Dev	2.665	2.765	2.661	2.667	2.753	√mW
X-I Q-Factor	21.796	20.111	22.668	21.419	22.648	dB
X-I Eye Height	28.743	28.504	28.658	28.515	28.661	√mW
X-I Rail 0 Std Dev	1.239	1.216	1.043	1.281	1.161	√mW
X-I Rail 1 Std Dev	1.099	0.901	1.131	1.283	1.040	√mW
Y-Const						
Y-Const IQ Imbalance	1.006	1.006	1.006	1.007	1.006	
Y-Const Bias, Real	0.07	0.05	0.09	0.06	0.01	%
Y-Const Bias, Imag	-0.02	-0.02	-0.01	-0.04	-0.01	%
Y-Const Phase Angle	90.19	90.19	90.18	90.17	90.17	deg
Y-Const Magnitude	22.078	22.072	22.097	22.099	22.091	√mW
Y-Const EVM, Average	15.01	14.09	14.33	14.95	16.16	%
Y-Const Mask Violat	0	5	5	12	-3	
Y-Const Symbols Ds...	2992	2992	2992	2992	2992	
Y-Const Symbol Std...	0.074	0.072	0.069	0.070	0.069	√mW

多载波测量。

多载波超级通道支持

业内正在部署 100G 相干光学系统，而 400G 及以上的结构则正在草议和开发中。呈显著位置的结构之一是“超级通道”。超级通道的配置变化相当大。某些草议方案要求使用两个 DP-16QAM 载波实现 400G。其它草议方案则要求 500 Gb/s，其中包括 10 个或 10 个以上的 DP-QPSK。部分载波排列在标准 ITU 载波网格上，其它载波则支持 12.5 GHz “无网格”布局。很明显，这些下一代系统需要灵活的测试工具。OM4106D 和 OM1106 的选项 MCS 为执行此类测试提供了全面的灵活性。

用户自定义超级通道

对跳转到超级通道的制造商或考察备选方案的研究人员，用户自定义超级通道配置成为必须。选项 MCS 允许用户在超级通道定义范围内设置必需的多个载波。每个载波可以有任意中心频率，但没有提出载波网格间隔。载波中心频率可以设置成绝对值（单位为 THz），也可以设置成相对值（单位为 GHz）。一般来说，OUI 将为每个载波重新调谐 OM4106D 本振。但是，在多个载波可能落入示波器带宽范围内时，可以从公共本振频率，在软件中解调多个载波。用户可以为每个载波灵活指定首选的本振频率。

自动测量

一旦配置了超级通道，系统可以在每条通道上获得测量，而不需用户进一步干预。OUI 自动调谐 OM4106D 本振，在该通道上获得测量，重新调谐到下一条通道，依此类推，直到获得整个超级通道的测量。每条通道的结果实时显示，并持续到进行所有测量之后，可以简便地进行比较。

综合测量结果

为单通道所作的所有相同的测量结果也可以用于超级通道配置下的各条通道。此外，还提供了多载波测量结果，可以在通道之间进行对照比较。可以一次查看一个视图，如眼图、星座图和光学频谱图，或所有通道叠加在一起，进行快速对比。为分隔一个多载波群中的多条通道，可以应用多个不同的滤波器，包括升余弦滤波器、Bessel 滤波器、Butterworth 滤波器、Nyquist 滤波器和用户自定义滤波器。这些滤波器可以采用任何顺序或滚降因数，追踪信号频率。

特点

除另行说明外，下表所示值均为典型值（部分值受到示波器限制）。

相干光信号分析仪

特点	说明
最大可检测波特率 (Q = 9.5 dB)	60 Gbaud 泰克 DPO73304D (2-Ch) 46 Gbaud 泰克 DPO73304D (4-Ch) 40 Gbaud 泰克 DPO72004
PM-QPSK 最大可检测速率 (Q = 9.5 dB)	240 Gb/s 泰克 DPO73304D (× 2) 180 Gb/s 泰克 DPO73304D (× 1) 160 Gb/s 泰克 DPO72004
采样率	100 Gb/s 泰克 DPO73304D 50 Gb/s 泰克 DPO72004
光不确定度 (RMS)	2%
I 和 Q 之间的光电转换增益失衡	0.1 dB
提供的调制格式	OOK, 3 态 OOK, (PM) BPSK, (PM) QPSK, (PM) 8, 16, 32, 64-QAM, (PM) Offset QPSK, (PM) 8-PSK 任意 PRBS 或用户提供的码型 新调制格式请联系工厂
控制功能	内置以太网接口

OM4000 系列相干接收机

特点	说明
光输入	C 波段：1530 – 1570 nm L 波段：1570 – 1610 nm (选项) C 波段和 L 波段：1530 – 1610 nm (选项)
最大输入功率	+15 dBm
最大输入功率	+20 dBm
损坏电平	
偏振消光比	>35 dB
光本振输出	
光 CW 输出功率	+14.5 dBm C 波段：1527.6 – 1565.5 nm L 波段：1570.01 – 1608.76 nm (选项)
外部本振输入	
光输入波长范围	C 波段：1530 – 1570 nm L 波段：1570 – 1610 nm (选项)
建议的外部本振输入功率范围	+7 – +15 dBm
最大输入峰值功率 (损坏电平)	+20 dBm
瞬时线宽	<5 MHz
其它项目	
电接口带宽	OM4106D: 33 GHz OM4106B: 32 GHz OM4006D: 23 GHz
校正后 IQ 混频器的光相位角度	90° ± 1°
校正后的偏移	± 1 ps

本振

特点	说明
波长范围	C 波段：1527.6 – 1565.5 nm L 波段：1570.01 – 1608.76 nm
最小波长步进	10 GHz
最小频率步进	100 MHz
绝对波长精度	10 pm
线宽 (短期)	100 kHz
边带模式抑制比	55 dB

高分辨率分光计

特点	说明
最大频率跨度	本振频率 ± 示波器带宽
本振波长范围	C 波段：1527.6 – 1565.5 nm L 波段：1570.01 – 1608.76 nm
FFT 点数	500k
最小 RBW	1 / 最大示波器时间窗口
频率精度	10 pm

OM1106 相干光信号分析仪软件

独立式纯软件工具，使用客户偏振分集相干接收机，对 OM4000 系统执行所有数据采集、分析、过滤和显示。

OM2210 相干接收机校准源

详情请参阅泰克 OM2210 产品技术资料。OM2210 可以用来保持 OM4000 系列硬件校准，或检定第三方接收机。

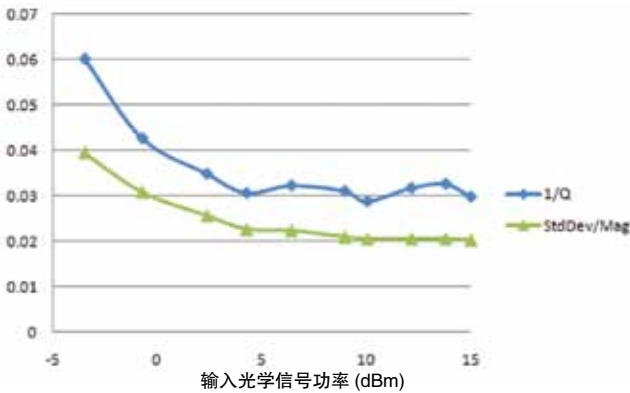


图 7- 用星座点的 RMS 误差除以每个偏振信号的幅度，可以得到星座图精度 (包括 intradyne 和解调误差)。下面的数据是在 2.5 Gbaud NRZ 单极 QPSK 发射机上使用泰克 MSO72004 数字化器测得的。

测量显示和分析工具 (OM1106 和 OM4000 系列)

特点	说明	实时示波器支持的特点	等效时间示波器支持的特点
星座图	可以用星座点的 RMS 误差除以每个偏振信号的电场幅度，测量出星座图精度，包括 intradyne 误差和解调误差；参见图 7	X	X
星座延伸	星座图高宽比	X	X
星座相位角	衡量发射机 IQ 相位角的指标	X	X
星座 I 和 Q 偏置	衡量相对于原点的平均符号位置的指标	X	X
星座模板	用户可以设置允许的 EVM 电平。计算违反模板的符号数量	X	X
眼图判定门限	实现的实际 Q 取决于数据信号质量、信号幅度以及数字化使用的示波器。在使用泰克 ¹ DPO73304D 示波器 (4 通道) 时，在 40 Gbaud 时可以实现 20 dB 的 Q 因子	X	X
判定门限 Q 曲线	显示每个眼图张开的 BER 对判定门限。最优判定门限上的 Q 值为 Q 因子	X	X
相位图信号频谱和激光频谱	在电源信号或激光器相噪的复平面 FFT 中显示信号电场随时间变化	X	X
MATLAB 窗口	可以输入每次采集和处理信号时要执行的命令	X	X

特点	说明	实时示波器支持的特点	等效时间示波器支持的特点
测量数据对时间	OUI 中显示光学场、符号中心值、误差及平均波形随时间变化；可以使用相应的 MATLAB 表达式绘制任意参数随时间变化情况	X	X
3D 测量	3D 眼图 (复合场值随时间变化) 及 3D Poincaré Sphere, 用于符号和支路偏振显示	X	X
差分眼图显示	在差分眼图中仿真和显示均衡检测或单端均衡检测	X	
频率偏置	在测量面板中显示信号和参考激光器之间的频率偏置	X	X
Poincaré Sphere	在 Poincaré Sphere 上追踪和显示偏振复用支路的偏振。测量 PER	X	
信号质量	EVM, Q 因子和模板违规	X	X
支路偏移	在测量面板中报告每个支路的时间偏置	X	X
CD 补偿	离线处理本身没有限制 - 基于 FFT 的滤波器，根据给定色散值在频域中去除 CD	X	
PMD 测量	PMD 值在测量面板中显示，支持偏振复用格式及用户指定 PMD 阶数	X	
示波器和 / 或电缆延迟补偿	通过 OUI 中的插补功能校正电缆、示波器和接收机偏移。使用示波器用户界面提供进一步电缆调节功能。	± 0.5 ns	
示波器偏移调节	使用支持的采样探头插件中的 "Delay" 功能，调节等效时间示波器偏移		± 100%
校准程序	接收机偏移，DC 偏置和路径增益不匹配，在出厂时校准混合偏振角和偏振状态	X	X
数据导出格式	MATLAB (其它格式通过 MATLAB 或 ATE 界面提供)；PNG	X	X
使用不同参数设置重放原始数据	电影模式和再处理	X	X
误码率测量	计算的位数 / 符号数	X	X
	检测到的误码数量	X	X
	误码率	X	X
	差分检测误差	X	
离线处理	在检测到错误时保存结果	X	X
	在单独的电脑或在示波器上运行软件	X	X

产品技术资料

物理特性

外观尺寸	毫米	英寸
高度	89	3.5
宽度	432	17.0
深度	298.5	11.75
重量	公斤	磅
净重	11.8	26
毛重	15.9	35

环境特点—不包括示波器 (OM4106B)

特性	说明
温度	
工作温度	+10 - +35°C
贮存温度	-20 - +70°C, 无冷凝湿度
湿度	15% - 80% 相对湿度, 无冷凝
电源要求	100/115/230 V AC, ~50 - 60 Hz, 1 条电源电缆, 最大 100 VA

校准和保修

特性	说明
校准周期	1 年

注意

本设备为 1M 级激光器产品，仅用于推荐的工作条件及产品技术资料指定的等级下。使用产品技术资料中指定的控制功能或调节功能之外的功能，或执行产品技术资料中指定的程序之外的程序，可能会导致辐射暴露危险。

看不到的激光辐射 - 不要用眼睛直视光仪器。

本设备满足 21CFR1040.10 标准，根据 2007 年 6 月 24 日 50 号激光器通告。

**看不见的激光辐射；不要用眼睛直视光仪器。
1M 级激光器产品**

订货信息

型号

型号	选项	说明	接收机 带宽	包括的 C 波 段激光器	包括的 L 波段激光器	波长 范围	示波器 互连
OM4006D	CC	23 GHz C 波段相干光信号分析仪	23 GHz	2	0	1530–1570 nm	IVI / Visa
OM4006D	LL	23 GHz L 波段相干光信号分析仪	23 GHz	0	2	1570–1610 nm	IVI / Visa
OM4006D	CL	23 GHz C 波段和 L 波段 相干光信号分析仪	23 GHz	1	1	1530–1610 nm	IVI / Visa
OM4106D	CC	33 GHz C 波段相干光信号分析仪	33 GHz	2	0	1530–1570 nm	DataStore
OM4106D	LL	33 GHz L 波段相干光信号分析仪	33 GHz	0	2	1570–1610 nm	DataStore
OM4106D	CL	33 GHz C 波段和 L 波段 相干光信号分析仪	33 GHz	1	1	1530–1610 nm	DataStore

注：DataStore 接口只适用于泰克 70000 系列示波器。

推荐配置

	接收机型号	接收机选项	接收机带宽	推荐的示波器型号	示波器带宽
实时系统	OM4006D	推荐：选项 CC, 选项 QAM, 选项 TSI, OMRACK	23 GHz	DPO/DSA72504C	25 GHz
	OM4106D	推荐：选项 CC, 选项 QAM, 选项 TSI, OMRACK	33 GHz	DPO/DSA73304D	33 GHz
等效时间系统	OM4006D	推荐：选项 CC, 选项 QAM, 选项 TSI, OMRACK 必须：选项 EXT	23 GHz	DSA8300 带有 选项 ADVTRIG 及 每台两个 80E07 模块	30 GHz
	OM4106D	推荐：选项 CC, 选项 QAM, 选项 TSI, OMRACK 必须：选项 EXT	33 GHz	DSA8300 带有选项 ADVTRIG 及每台 两个 80E09 模块	60 GHz

用户手册选项

选项	说明
选项 L0	英文手册

电源插头选项

选项	说明
选项 A0	美国插头, 115 V, 60 Hz
选项 A1	欧洲通用插头, 220 V, 50 Hz
选项 A2	英国插头, 240 V, 50 Hz
选项 A3	澳大利亚插头, 240 V, 50 Hz
选项 A5	瑞士插头, 220 V, 50 Hz
选项 A6	日本插头, 100 V, 110/120 V, 60 Hz
选项 A10	中国插头, 50 Hz
选项 A11	印度插头, 50 Hz
选项 A12	巴西插头, 60 Hz

服务选项

选项	说明
选项 C3	三年校准服务
选项 C5	五年校准服务
选项 D1	校准数据报告
选项 D3	三年校准数据报告 (要求选项 C3)
选项 D5	五年校准数据报告 (要求选项 C5)
选项 R3	三年维修服务
选项 R5	五年维修服务

软件选项

选项	说明
QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
MCS	增加多载波超级通道支持

OM2210 相干接收机校准源推荐配置

在用于 OM4006D 推荐的 OM2210 相干接收机校准源或 OM4106D

接收机选项时：

选项 CC–2 台 C 频段激光器	OM2210 选项 NL– 能够全面校准带有选项 CC 的接收机 OM2210 选项 CC– 能够全面校准带有选项 CC 的接收机或第三方 C 频段接收机
选项 LL – 2 台 L 频段激光器	OM2210 选项 NL– 能够全面校准带有选项 LL 的接收机 OM2210 选项 LL– 能够全面校准带有选项 LL 的接收机或第三方 C 频段接收机
选项 CL – C 频段 和 L 频段激光器 各一台	OM2210 选项 CL– 能够全面校准带有选项 CL 的接收机
选项 NL – 没有 激光器	同时要求下面两种仪器： OM2210 选项 CL – 能够全面校准带有选项 CL 的接收机 OM2012 选项 CL – 提供校准接收机要求的激光源

仪器型号和选项

订购	说明
OM1106	仅 OUI 信号分析软件
OM1106 QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM1106 SWS0	一年 OM1106 软件维护协议, 从购买之日起算 (标配, 免费)
OM1106 SWS2	两年 OM1106 软件维护协议, 从购买之日起算
OM1106 SWS3	OM1106 软件三年维护协议, 从购买之日起算
OM4006D	
OM4006D	23 GHz 相干光信号分析仪 (要求选择激光器)
OM4006D CC	C 波段激光器 (接收机在 C 波段上测试)
OM4006D LL	L 波段激光器 (接收机在 L 波段上测试)
OM4006D CL	耦合 C 波段和 L 波段激光器 (接收机在 C 波段和 L 波段上校准)
OM4006D NL	没有激光器 (接收机在 C 波段和 L 波段上校准)
OM4006D EXT	增加参考激光器外部连接。ET 要求必须使用
OM4006D QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM4006D SWS0	一年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算 (标配, 免费)
OM4006D SWS2	两年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
OM4006D SWS3	三年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
OM4106D	
OM4106D	33 GHz 相干光信号分析仪 (要求选择激光器)
OM4106D CC	C 波段激光器 (接收机在 C 波段上测试)
OM4106D LL	L 波段激光器 (接收机在 L 波段上测试)
OM4106D CL	耦合 C 波段和 L 波段激光器 (接收机在 C 波段和 L 波段上校准)
OM4106D NL	没有激光器 (接收机在 C 波段和 L 波段上校准)
OM4106D EXT	增加参考激光器外部连接
OM4106D QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM4106D MCS	增加多载波超级通道支持
OM4106D SWS0	一年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算 (标配, 免费)
OM4106D SWS2	两年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
OM4106D SWS3	三年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
通用器件	
OMCABLE	更换用 OM 电缆套件
OMDONGLE	更换用 OM 许可加密狗 (要求软件许可密码)
OMRACK	OM4000 系列桌面安装支架
OMTRAIN	OMxxxx 产品现场培训和 / 或安装
OMADDSW	增加成套相干光信号分析仪软件 (要求 OM4106 仪器序列号)
OMSWS1	一年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
OMSWS2	两年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
OMSWS3	三年信号分析仪软件维护协议, 从购买之日起算
DPOACQSYNC	多台示波器同步套件

订购	说明
OMINSTALL AMR	OM 系列美国现场安装服务
OMINSTALL JPN	OM 系列日本现场安装服务
OMINSTALL EMEA	OM 系列欧洲、中东和非洲现场安装服务
OMINSTALL APAC	OM 系列亚太地区现场安装服务

升级选项

订购	说明
OM1106	
OM11UP QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM11UP MCS	增加多载波超级通道支持
OM4006D	
OM40UP QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM40UP CC	用两个 C 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM40UP LL	用两个 L 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM40UP CL	用一个 C 波段激光器和一个 L 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM40UP EXT	增加参考激光器外部连接
OM40UP TSI	增加与泰克示波器集成能力。如果要集成其它示波器, 请与销售人员联系
OM40UP 4006D	把 OM4006 (任意型号) 升级到 OM4006D
OM40UP 4106B	把 OM4006 (任意型号) 升级到 OM4106B
OM40UP 4106D	把 OM4006 (任意型号) 升级到 OM4106D
OM4106D	
OM41DUP QAM	增加 QAM 和其它软件解调器
OM41DUP MCS	增加多载波超级通道支持
OM41DUP CC	用两个 C 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM41DUP LL	用两个 L 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM41DUP CL	用一个 C 波段激光器和一个 L 波段激光器替换 OM4006 激光器
OM41DUP EXT	增加参考激光器外部连接
OM41DUP TSI	增加与泰克示波器集成能力

CLSA 软件其它要求

OM4000 软件支持的平台:

- 电脑, 装有 nVidia 显卡, 运行美国 Windows 7 64 位软件和 Matlab 2011b (64 位)
- 电脑, 装有 nVidia 显卡, 运行美国 Windows XP 32 位软件和 Matlab 2009a (32 位)

支持下述平台, 但可能不能使用某些高级图形功能, 如颜色等级和三维图形:

- 泰克 70000 系列示波器, 运行 Windows 7 64 位软件和 Matlab 2011b (64 位)
- 电脑, 装有非 nVidia 显卡, 运行美国 Windows 7 64 位软件和 Matlab 2011b (64 位)
- 电脑, 装有非 nVidia 显卡, 运行美国 Windows XP 32 位软件和 Matlab 2009a (32 位)

请在订货时与泰克联系, 以了解最新的详细要求, 包括支持最新版 MATLAB 软件。

如您需要报价或希望安排演示, 请与泰克联系。本资料中所有产品描述和技术数据如有变更, 恕不另行通告。



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。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编: 201206
电话: (86 21) 5031 2000
传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编: 100088
电话: (86 10) 5795 0700
传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市徐汇区宜山路900号
科技大楼C楼7楼
邮编: 200233
电话: (86 21) 3397 0800
传真: (86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处
深圳市福田区南园路68号
上步大厦21层G/H/I/J室
邮编: 518031
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编: 610063
电话: (86 28) 6530 4900
传真: (86 28) 8527 0053

泰克西安办事处
西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层C座
邮编: 710065
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市解放大道686号
世贸广场1806室
邮编: 430022
电话: (86 27) 8781 2760/2831

泰克香港办事处
香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话: (852) 2585 6688
传真: (852) 2598 6260

更详尽信息

泰克公司备有内容丰富、并不断予以充实的应用文章、技术简介和其他资料,以帮助那些从事前沿技术研究的工程师们。请访问 www.tektronix.com.cn



版权 © 泰克公司, 泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国和中国专利保护, 包括已发布和尚未发布的产品。以往出版的相关资料信息由本出版物的信息代替。泰克公司保留更改产品规格和定价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。所有其他商标名称是各自公司的服务商标或注册商标。