

Keysight N4373E 43.5/50/67 GHz 单模 100G/400G/1T 光电测试光波元器件分析仪

一般信息

数字光子传输的性能最终通过比特误码率 (BER) 来描述, 但 BER 是光电子元器件 (如调制器、PIN-TIA 接收机和检测器) 的模拟特性, 决定了整个传输系统的性能。只有在广阔的调制信号带宽上谨慎细致地设计这些电光元器件, 才能保证它们在传输系统中成功运行。

Keysight N4373E 光波元器件分析仪 (LCA) 是表征 40G/100GbE、400 Gbit/s 和 1 Tbit/s 传输系统等光电元器件的理想选择。使用新型 N52xxB 系列 PNA 微波网络分析仪的先进测量功能, 被测器件的所有 S 参数相关特性 (如响应度和 3 dB 截止频率) 在从 10 MHz 到 43.5 GHz、50 GHz 或 67 GHz 的范围内均能定性评测。



生产力和操作指导

N4373E LCA 的设计追求高生产效率：作为一款综合、完整解决方案，它能够加快产品上市速度。与自行研发的测量解决方案相比，将准确性和可追溯性的权利留给了客户。与之相比，这款解决方案通过自检程序保持测量结果的高可信度，这样可以消除校准和测量过程中的不确定性。

基于电子校准件的用户校准程序易于执行且高度自动化，减少了操作人员手动执行的任务数量，因此缩短了测量准备时间。在用户校准和测量设置期间仪器提供的指导则进一步减少了操作员引起的不确定性。

准确性和可追溯性

N4373E LCA 采用精心挑选和匹配的光电和电子元器件构造而成。温度稳定的发射机和接收机元器件确保测量可在数天内重复，无需用户重新校准。

由于高绝对和相对精度的测量会改善开发结果和生产良率，因此每台 LCA 都经过多个光功率级的扩展工厂校准，以最大限度地减少测量迹线中的噪声和纹波。

根据可溯源至国家标准的参考标准进行工厂校准，可确保在全球不同测试地点之间横向比较测试结果。就均衡测量而言，可追溯性可以确保达到 67 GHz。

软件和远程控制

N437xB/N437xD 和 N437xE 系列 LCA 的软件、用户界面和远程控制方式均保持一致。与最新一代的 PNA 一样，它们还共享通用用户界面以减少操作员培训需求。

在先进的 Microsoft .NET 或 COM 接口上通过局域网或行业标准进行远程控制，简单易用的 SCPI 远程接口可简化 LCA 与自动化测试环境的集成。当光电元器件的频率响应需要在大量参数范围内进行限时时，这一点尤其有用，如果手动操作的话，过程会很繁琐且容易出错。

目标测试器件

通常在一系列偏置电压、光输入功率电平、工作电流和环境温度条件下测试发射机和接收机的频率响应。LCA 内置的光功率计可以检查和控制用户可选择的工作功率，但也可以指示光纤弯曲或连接不良。可选的辅助 PMF 输入（选件 050）可以测量 IEEE 802.3 标准和 MSA 中建议的特定波长的光学滤波/解复用 O/E 器件，或使用外部可调谐激光源通过波长验证 S 参数。利用 LCA 对光电传递函数的快速表征，操作参数可以进行调整，以确定这些器件的最佳操作点。

发射机 (E/O)

Mach-Zehnder 调制器 (MZM)、电吸收调制器 (EAM)、直接调制激光源和发射机光学子组件 (TOSA) 代表最常见的光发射机。双驱动光调制器可以用 LCA 的 4 端口 PNA 型号进行表征。

接收机 (O/E)

光学接收机包括 PIN 光电二极管、雪崩光电二极管 (APD)、接收机光学子组件 (ROSA) 和集成的 PIN-TIA 接收机等。LCA 的 4 端口 PNA 型号可以表征 PIN-TIA 组合，具有用于共模抑制和增益不平衡的差分输出功能。

光学器件 (O/O)

通常要测试传输系统的带宽和群时延。无源光学元器件的插入损耗、由色散效应引起的带宽限制以及光学群时延可以进行测试。

电子器件 (E/E)

放大器、滤波器和传输线的测量着重于传输带宽、插入损耗或增益、阻抗匹配和群时延。

测量功能

响应度 (S21, 幅度和相位)	绝对频率响应、发射机的转换效率或接收机的响应度和增益
	相对频率响应、光电转换的滤波器形状或放大器增益的滤波器形状
	光电或电传递函数的 3dB 带宽
	群时延与传递函数的频率
	光插入损耗 (IL)
反射率 (S11 或 S22, 幅度和相位)	射频端口的电反射率
	阻抗匹配
平衡测量 (需要 4 端口 PNA)	差分增益、增益不平衡
	共模抑制、共模传递函数

关键技术指标

相对频率响应不确定度

± 0.8 dB @ 50 GHz (典型值)

± 1.3 dB @ 65 GHz (典型值)

绝对频率响应不确定度

± 1.2 dB @ 50 GHz (典型值)

± 1.8 dB @ 65 GHz (典型值)

本底噪声

50 (65) GHz 上的光/电测量: -60 (55) dB (A/W)

50 (65) GHz 上的电/光测量: -64 (59) dB (W/A)

典型相位不确定度

± 2.3°

发射机波长

1550 nm ± 20 nm

1310 nm ± 20 nm

1290 nm 至 1610 nm, 使用外部光源输入

内置光功率计

用于快速发射机功率验证, 以及断点、弯曲和故障连接的指示

强大的远程控制

在 Microsoft .NET 或 COM 和 SCPI 基础上构建的出色编程接口

辅助光输入 (选件 050)

PMF 输入, 通过 PMF 光开关将外部激光源连接到内部调制器

定义

一般而言，所有技术指标在指定的工作和测量条件及设置下均有效，期间供电不得中断。

技术指标（有保证）

描述在特定条件下保证有效的产品性能。技术指标包括一定的保护范围，将可预见的统计性能分布、测量不确定度，以及受环境变化和元器件老化影响而发生的性能变化都考虑在内。

典型值（特征值）

描述了产品通常可以达到，但未做保证的性能。典型值基于一组代表性仪器的数据。

一般特征

提供使用此仪器的额外信息。这些是一般描述性术语，不表示性能等级。

LCA 输入和输出



术语解释

响应度

对于电光器件（例如调制器），指光调制输出信号功率与器件输入射频信号幅度的比率。

对于光电器件（例如光电二极管），指器件输出端的射频信号幅度与调制光信号输入功率的比率。

相对频率响应不确定度

指测量得到的迹线形状与（未知）实际迹线的最大偏差。此技术指标对确定被测器件的 3 dB 截止频率的精度有极大影响。

绝对频率响应不确定度

指测量得到的迹线幅度点与（未知）实际值之间的最大偏差。根据此技术指标，可确定器件随调制频率变化的绝对响应度。

频率响应可重复性

指在不改变任何参数或连接，重复测量的结果相对于测量结果平均值的偏差。

最小可测量频率响应

指当被测器件上没有调制信号时，测量得到的平均响应度。这代表了测量系统的本底噪声。

Keysight N4373E 技术指标

测量 条件

- 网络分析仪设置为 -1 dBm 电输出功率
- 取决于选定的网络分析仪选件，调制频率范围为 10 MHz 至 43.5/50/65 GHz
- 平均数：1
- 100 Hz IFBW（支持“在低频上减少 IF 带宽”），调制频率步长为 10 MHz，在 10 MHz 光栅上的测量点（如无另行说明）
- 网络分析仪设置为“步进扫描 - 扫描以不连续的步进移动”
- 网络分析仪配置为在连接到 LCA 接收机的网络分析仪端口上采用反向耦合器配置（“RCVB B in”设置为“CPLR THRU”，“SOURCE OUT”设置为“CPLR ARM”）
- 使用电子校准件 Keysight N4694A 进行了完整的双端口电校准后，校准条件为恒温（ $\pm 1^\circ\text{C}$ ）且网络分析仪设置为 -15 dBm 电输出功率
- 调制偏置优化设置为“每次扫描”
- 使用提供的、适用于 NA 选件 x7z 的柔性测试端口电缆 1.85 mm 阴头至阳头（N4697-60030）和适用于 NA 选件 x4z 和 x5z 的 2.4 mm 阴头至阳头（85133-60043）
- 测量频率栅格等于电校准栅格
- 从端口 1 测试到端口 2，对于 4 端口 PNA 则是从端口 1 测试到端口 4
- 被测器件信号时延 $\leq 0.1/\text{IF-BW}$
- 指定温度范围： $+20^\circ\text{C}$ 至 $+26^\circ\text{C}$
- 预热 90 分钟后
- 在理想条件下使用高质量电和光连接器
- 使用内部激光源

光测试仪始终配有倾角连接器。取决于选定的选件（021 直通型、022 倾角型），光测试仪将会提供适合的跳线。必须始终使用跳线将被测器件连接到光测试仪，以保护光测试仪上的连接器；在进行性能测试时必须使用跳线。

发射机和接收机技术指标

光测试仪		
工作频率范围	N5227B PNA	10 MHz 至 67 GHz
	N5225B PNA	10 MHz 至 50 GHz
	N5224B PNA	10 MHz 至 43.5 GHz
连接器 类型	光输入	SMF 倾角连接器，具有是德科技通用连接器接口
	光输出	
	光源输入 (背部，选件 050)	9/125 μm 熊猫型 PMF 倾角连接器，具有是德科技 通用连接器接口，慢轴为 TE 模式，与连接器键成直线
	射频	1.85 mm 阳头
LCA 光输入		
工作输入波长范围		1290 nm 至 1610 nm ³
最大线性平均输入功率 ¹	光输入 1	+4 dBm @ 1310 nm
		+5 dBm @ 1550 nm
	光输入 2	+14 dBm @ 1310 nm
		+15 dBm @ 1550 nm
最大安全平均输入功率	光输入 1	+7 dBm
	光输入 2	+17 dBm
光回波损耗 (典型值) ¹		> 25 dBo
平均功率测量范围 ¹	光输入 1	光输入 1 上: -25 dBm 至 +5 dBm
	光输入 2	光输入 2 上: -15 dBm 至 +15 dBm
平均功率测量 不确定度 (典型值) ¹		± 0.5 dBo
LCA 光输出 (内部光源)		
可选调制指数 (OMI) @ 10 GHz (典型值)		> 27% @ +5 dBm 射频功率
		> 47% @ +10 dBm 射频功率
输出波长	选件 100、102	(1310 $\pm$ 20) nm
	选件 101、102	(1550 $\pm$ 20) nm
平均输出功率范围		-1 dBm 至 +5 dBm @ 1550 nm
		-2 dBm 至 +4 dBm @ 1310 nm
平均输出功率 不确定度 (典型值) ²		± 0.5 dBo
平均输出功率稳定度， 15 分钟 (典型值)		± 0.5 dBo

¹ 波长在指定的 LCA 光输出范围内。

² 经过调制器优化后。

³ 不包括水吸收波长。

光测试仪

外部光源输入 (050)

建议的光输入功率 ⁴	+8 至 +15 dBm
光输入功率损坏电平	+20 dBm
正交偏置点损耗典型值	9 dB
工作输入波长范围	1290 nm 至 1610 nm ³

LCA 射频测试端口输入

端口 A 或 B 的最大安全输入电平	+15 dBm 射频, 7V DC
--------------------	-------------------

³ 不包括水吸收波长。

⁴ 要求的光源特征: SMSR > 35 dB, 线宽 < 10 MHz, 功率稳定度 < 0.1 dB pp, PER > 20 dB, 未调制, 单模光纤。

1310 nm 电光测量技术指标（电/光模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 在光输入端口 1（“+ 7 dBm 最大值”）。在光输入端口 2（“+ 17 dBm 最大值”），技术指标通常与高 10 dB 的入射平均和调制光功率相同。
- 波长：(1310 ± 10) nm（选件 100、102）。
- 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应不确定度	≥ -24 dB (W/A) ¹	± 0.8 dBe 典型值	± 1.0 dBe (± 0.7 dBe, 典型值)	± 1.1 dBe (± 0.8 dBe, 典型值)	± 1.1 dBe (± 0.8 dBe, 典型值)	± 2.4 dBe (± 1.7 dBe, 典型值)
	≥ -34 dB (W/A) (典型值)	± 0.8 dBe	± 0.8 dBe	± 0.8 dBe	± 0.8 dBe	± 1.8 dBe
	≥ -44 dB (W/A) (典型值)	± 0.9 dBe	± 0.9 dBe	± 0.9 dBe	± 2.2 dBe	± 4.0 dBe
绝对频率响应不确定度	≥ -24 dB (W/A) ¹	± 1.7 dBe 典型值	± 2.4 dBe (± 1.7 dBe, 典型值)	± 2.6 dBe (± 1.8 dBe, 典型值)	± 2.7 dBe (± 1.9 dBe, 典型值)	± 3.2 dBe (± 2.2 dBe, 典型值)
	≥ -24 dB (W/A) ¹	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.05 dBe	± 0.15 dBe	± 0.25 dBe
频率响应的可重复性 (典型值)	≥ -34 dB (W/A)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.11 dBe	± 0.4 dBe	± 0.8 dBe
	≥ -44 dB (W/A)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.6 dBe	± 1.3 dBe	± 2.2 dBe
最小可测量频率响应 (本底噪声) ^{2, 3, 4}	-	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-59 dB (W/A)
相位不确定度 (典型值) ⁵	≥ -24 dB (W/A) ¹	$\pm 3.5^\circ$	$\pm 3.0^\circ$	$\pm 2.7^\circ$	$\pm 3.7^\circ$	$\pm 5.5^\circ$
	≥ -34 dB (W/A)	$\pm 3.5^\circ$	$\pm 3.5^\circ$	$\pm 2.7^\circ$	$\pm 4.8^\circ$	$\pm 9.0^\circ$
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如： $\pm 2.0^\circ \rightarrow \pm 8$ ps (1 GHz 孔径)				

¹ 被测器件响应最大值 -13 dB (W/A)。

² IFBW = 10 Hz。

³ 频率范围内的平均值。

⁴ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB (0.05 GHz 至 0.2 GHz)、12 dB (0.2 GHz 至 0.7 GHz)、8 dB (> 0.7 GHz)。

⁵ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。不包括 $< \pm 0.3$ ns 典型值的恒定群时延偏置。（电缆长度不确定度 $< \pm 0.06$ m）。恒定群时延偏置导致相位偏移 $\Delta\Phi = 360^\circ \times \Delta\text{GD} \times \text{fmod}$ （单位： $^\circ$ ）。

1550 nm 电光测量技术指标（电/光模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 在光输入端口 1（“+ 7 dBm 最大值”）。在光输入端口 2（“+ 17 dBm 最大值”），技术指标通常与高 10 dB 的入射平均和调制光功率相同。
- 波长：(1550 ± 20) nm（选件 101、102）。
- 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。
对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应 不确定度	≥ -26 dB (W/A) ¹	± 0.7 dBe, 典型值	± 0.8 dBe (± 0.6 dBe, 典型值)	± 0.8 dBe (± 0.6 dBe, 典型值)	± 1.0 dBe (± 0.7 dBe, 典型值)	± 1.6 dBe (± 1.1 dBe, 典型值)
	≥ -36 dB (W/A) (典型值)	± 0.7 dBe	± 0.6 dBe	± 0.6 dBe	± 0.9 dBe	± 1.3 dBe
	≥ -46 dB (W/A) (典型值)	± 0.7 dBe	± 0.7 dBe	± 0.7 dBe	± 1.6 dBe	± 2.7 dBe
绝对频率响应不确定度	≥ -26 dB (W/A) ¹	± 1.2 dBe, 典型值	± 1.8 dBe (± 1.2 dBe, 典型值)	± 1.8 dBe (± 1.2 dBe, 典型值)	± 1.9 dBe (± 1.2 dBe, 典型值)	± 2.7 dBe (± 1.8 dBe, 典型值)
频率响应的可重复性 (典型值)	≥ -26 dB (W/A) ¹	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.1 dBe	± 0.2 dBe
	≥ -36 dB (W/A)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.3 dBe	± 0.5 dBe
	≥ -46 dB (W/A)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.1 dBe	± 1.0 dBe	± 2.0 dBe
最小可测量频率响应 (本底噪声) ^{2, 3, 4}	-	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-64 dB (W/A)	-59 dB (W/A)
相位不确定度 (典型值) ⁵	≥ -26 dB (W/A) ¹	$\pm 3.5^\circ$	$\pm 3.0^\circ$	$\pm 2.3^\circ$	$\pm 3.2^\circ$	$\pm 4.5^\circ$
	≥ -36 dB (W/A)	$\pm 5.5^\circ$	$\pm 3.5^\circ$	$\pm 2.3^\circ$	$\pm 4.2^\circ$	$\pm 6.5^\circ$
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如： $\pm 2.0^\circ \rightarrow \pm 8$ ps (1 GHz 孔径)				

¹ 被测器件响应最大值 -13 dB (W/A)。

² IFBW = 10 Hz。

³ 频率范围内的平均值。

⁴ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB (0.05 GHz 至 0.2 GHz)、12 dB (0.2 GHz 至 0.7 GHz)、8 dB (> 0.7 GHz)。

⁵ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。不包括 $< \pm 0.3$ ns 典型值的恒定群时延偏置。（电缆长度不确定度 $< \pm 0.06$ m）。恒定群时延偏置导致相位偏移 $\Delta\Phi = 360^\circ \times \Delta\text{GD} \times f_{\text{mod}}$ （单位： $^\circ$ ）。

1310 nm 光电测量技术指标（光/电模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 对于外部信号源光输入（选件 050），所有技术指标都是典型值^{2、5、6}
- 波长：(1310 ± 10) nm（选件 100、102）。
- 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。
对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应不确定度 ²	≥ -19 dB (A/W) ¹	± 0.8 dBe, 典型值	± 1.0 dBe (± 0.7 dBe) ⁷	± 1.1 dBe (± 0.8 dBe) ⁷	± 1.7 dBe (± 1.2 dBe) ⁷	± 2.2 dBe (± 1.5 dBe) ⁷
	≥ -29 dB (A/W) (典型值)	± 0.8 dBe	± 0.7 dBe	± 0.8 dBe	± 1.3 dBe	± 1.6 dBe
	≥ -39 dB (A/W) (典型值)	± 0.9 dBe	± 0.9 dBe	± 0.9 dBe	± 1.7 dBe	± 2.8 dBe
绝对频率响应不确定度 ²	≥ -29 dB (A/W) ¹	(± 1.5 dBe) ⁷	± 2.4 dBe (± 1.5 dBe) ⁷	± 2.4 dBe (± 1.5 dBe) ⁷	± 2.8 dBe (± 1.8 dBe) ⁷	± 3.2 dBe (± 2.1 dBe) ⁷
频率响应的可重复性 (典型值) ²	≥ -19 dB (A/W) ¹	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.05 dBe	± 0.3 dBe	± 0.5 dBe
	≥ -29 dB (A/W)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.15 dBe	± 0.5 dBe	± 0.7 dBe
	≥ -39 dB (A/W)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.3 dBe	± 0.5 dBe	± 0.8 dBe
最小可测量频率响应 (本底噪声) ^{2、3、4、8}	-	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)
相位不确定度 (典型值) ^{2、9}	≥ -19 dB (A/W) ¹	± 3.5°	± 3.0°	± 2.7°	± 4.4°	± 6.0°
	≥ -29 dB (A/W)	± 5.5°	± 3.5°	± 2.7°	± 4.9°	± 7.5°
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如：± 2.0° → ± 8 ps (1 GHz 孔径)				

¹ 被测器件响应最大值 -10 dB (A/W)。

² LCA 光输出端口输出 +4 dBm 平均输出功率。

³ IFBW = 10 Hz。

⁴ 频率范围内的平均值。

⁵ 在连续波响应度后，使用外部信号源进行了用户校准。

⁶ 需要选件 100 或 102。

⁷ 使用内部信号源时的典型值。

⁸ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB (0.05 GHz 至 0.2 GHz)、12 dB (0.2 GHz 至 0.7 GHz)、8 dB (> 0.7 GHz)。

⁹ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。不包括 < ± 0.3 ns 典型值的恒定群时延偏置。（电缆长度不确定度 < ± 0.06 m）。恒定群时延偏置导致相位偏移 $\Delta\Phi = 360^\circ \times \Delta\text{GD} \times \text{fmod}$ （单位：°）。

1550 nm 光电测量技术指标（光/电模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 对于外部信号源光输入（选件 050），所有技术指标都是典型值^{2、5、6}
 - 波长：(1550 ± 20) nm（选件 101、102）。
 - 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。
- 对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应不确定度 ²	≥ -15 dB (A/W) ¹	± 0.7 dBe, 典型值	± 0.8 dBe (± 0.6 dBe) ⁷	± 0.9 dBe (± 0.7 dBe) ⁷	± 1.2 dBe (± 0.8 dBe) ⁷	± 1.9 dBe (± 1.3 dBe) ⁷
	≥ -25 dB (A/W) (典型值)	± 0.8 dBe	± 0.7 dBe	± 0.8 dBe	± 0.9 dBe	± 1.4 dBe
	≥ -35 dB (A/W) (典型值)	± 0.9 dBe	± 0.7 dBe	± 0.8 dBe	± 1.3 dBe	± 1.7 dBe
绝对频率响应不确定度 ²	≥ -25 dB (A/W) ¹	(± 1.1 dBe) ⁷	± 1.9 dBe (± 1.1 dBe) ⁷	± 1.9 dBe (± 1.1 dBe) ⁷	± 2.0 dBe (± 1.2 dBe) ⁷	± 2.8 dBe (± 1.6 dBe) ⁷
频率响应的可重复性 (典型值) ²	≥ -15 dB (A/W) ¹	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.3 dBe	± 0.5 dBe
	≥ -25 dB (A/W)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.5 dBe	± 0.7 dBe
	≥ -35 dB (A/W)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.06 dBe	± 0.5 dBe	± 0.8 dBe
最小可测量频率响应 (本底噪声) ^{2, 3, 4, 8}	-	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-60 dB (A/W)	-55 dB (A/W)
相位不确定度 (典型值) ^{2, 9}	≥ -19 dB (A/W) ¹	± 3.5°	± 3.0°	± 2.4°	± 3.2°	± 5.0°
	≥ -29 dB (A/W)	± 5.5°	± 3.5°	± 2.4°	± 5.0°	± 7.0°
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如：± 2.0° → ± 8 ps (1 GHz 孔径)				

¹ 被测器件响应最大值 -10 dB (A/W)。

² LCA 光输出端口输出 +5 dBm 平均输出功率。

³ IFBW = 10 Hz。

⁴ 频率范围内的平均值。

⁵ 在连续波响应度后，使用外部信号源进行了用户校准。

⁶ 需要选件 101 或 102。

⁷ 使用内部信号源时的典型值。

⁸ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB (0.05 GHz 至 0.2 GHz)、12 dB (0.2 GHz 至 0.7 GHz)、8 dB (> 0.7 GHz)。

⁹ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。不包括 < ± 0.3 ns 典型值的恒定群时延偏置。（电缆长度不确定度 < ± 0.06 m）。恒定群时延偏置导致相位偏移 $\Delta\Phi = 360^\circ \times \Delta\text{GD} \times \text{fmod}$ （单位：°）。

1310 nm 光光测量技术指标（光/光模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 在光输入端口 1（“+7 dBm 最大值”）。在光输入端口 2（“+17 dBm 最大值”），技术指标通常与高 10 dB 的入射平均和调制光功率相同。
- 对于外部信号源光输入（选件 050），所有技术指标都是典型值。^{2、5、6}
- 波长：(1310 ± 10) nm（选件 100、102）。
- 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应不确定度 ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.4 dBe, 典型值 (± 0.2 dBo)	± 0.4 dBe (± 0.2 dBo)	± 0.4 dBe (± 0.2 dBo)	± 0.5 dBe (± 0.25 dBo)	± 0.6 dBe (± 0.3 dBo)
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo) (典型值)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.7 dBe (± 0.35 dBo)	± 1.0 dBe (± 0.5 dBo)
	≥ -23 dBe (≥ -11.5 dBo) (典型值)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.9 dBe (± 0.45 dBo)	± 1.5 dBe (± 0.75 dBo)
绝对频率响应不确定度 ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.9 dBe, 典型值 (± 0.45 dBo)	± 0.9 dBe (± 0.45 dBo)	± 0.9 dBe (± 0.45 dBo)	± 1.0 dBe (± 0.50 dBo)	± 1.2 dBe (± 0.6 dBo)
频率响应的可重复性 (典型值) ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.15 dBe	± 0.3 dBe
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.1 dBe	± 0.4 dBe	± 0.8 dBe
	≥ -23 dBe (≥ -11.5 dBo)	± 0.03 dBe	± 0.03 dBe	± 0.1 dBe	± 1 dBe	± 1.5 dBe
最小可测量频率 响应（本底噪声） ^{1, 2, 4, 7}	-	-55 dBe, 典型值 (-27.5 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-36 dBe (-18 dBo)
相位不确定度 (典型值) ^{2, 8}	≥ -3 dBe ³ (≥ -1.5 dBo)	± 3.5°	± 3.0°	± 2.2°	± 2.7°	± 3.5°
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo)	± 5.5°	± 3.5°	± 2.2°	± 3.3°	± 4.0°
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如：± 2.0° → ± 8 ps（1 GHz 孔径）				

¹ IFBW = 10 Hz。

² LCA 光输出端口输出 +4 dBm 平均输出功率。

³ 被测器件响应最大值 +6 dBe（+3 dBo）增益。

⁴ 频率范围内的平均值。

⁵ 在连续波响应度后，使用外部信号源进行了用户校准。

⁶ 需要选件 100 或 102。

⁷ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB（0.05 GHz 至 0.2 GHz）、12 dB（0.2 GHz 至 0.7 GHz）、8 dB（> 0.7 GHz）。

⁸ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。

1550 nm 光光测量技术指标（光/光模式）

N4373E 系统配有网络分析仪：N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419。

技术指标在下述测量条件下有效：

- 在光输入端口 1（“+7 dBm 最大值”）。在光输入端口 2（“+17 dBm 最大值”），技术指标通常与高 10 dB 的入射平均和调制光功率相同。
 - 对于外部信号源光输入（选件 050），所有技术指标都是典型值。^{2、5、6}
 - 波长：(1550 ± 20) nm（选件 101、102）。
 - 技术指标适用于所使用的 PNA 的频率范围。
- 对于 N5225B，在 47 GHz 至 50 GHz 频率范围内的技术指标是典型值。

系统性能	被测器件响应	0.05 GHz 至 0.2 GHz	0.2 GHz 至 0.7 GHz	0.7 GHz 至 20 GHz	20 GHz 至 50 GHz	50 GHz 至 65 GHz
相对频率响应不确定度 ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.3 dBe, 典型值 (± 0.15 dBo)	± 0.3 dBe (± 0.15 dBo)	± 0.3 dBe (± 0.15 dBo)	± 0.4 dBe (± 0.2 dBo)	± 0.6 dBe (± 0.3 dBo)
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo) (典型值)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.6 dBe (± 0.3 dBo)	± 1.0 dBe (± 0.5 dBo)
	≥ -23 dBe (≥ -11.5 dBo) (典型值)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.2 dBe (± 0.1 dBo)	± 0.3 dBe (± 0.15 dBo)	± 0.7 dBe (± 0.35 dBo)	± 1.3 dBe (± 0.65 dBo)
绝对频率响应不确定度 ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.4 dBe, 典型值 (± 0.2 dBo)	± 0.4 dBe (± 0.2 dBo)	± 0.4 dBe (± 0.2 dBo)	± 0.7 dBe (± 0.35 dBo)	± 0.9 dBe (± 0.45 dBo)
频率响应的可重复性 (典型值) ²	≥ -3 dBe (≥ -1.5 dBo) ³	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.1 dBe	± 0.2 dBe
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.3 dBe	± 0.5 dBe
	≥ -23 dBe (≥ -11.5 dBo)	± 0.02 dBe	± 0.02 dBe	± 0.1 dBe	± 1.0 dBe	± 2.0 dBe
最小可测量频率 响应（本底噪声） ^{1, 2, 4, 7}	-	-55 dBe, 典型值 (-27.5 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-42 dBe (-21 dBo)	-36 dBe (-18 dBo)
相位不确定度 (典型值) ^{2, 8}	≥ -3 dBe ³ (≥ -1.5 dBo)	± 3.5°	± 3.0°	± 2.2°	± 2.6°	± 3.0°
	≥ -13 dBe (≥ -6.5 dBo)	± 5.5°	± 3.5°	± 2.2°	± 3.0°	± 3.5°
群时延不确定度	-	从相位不确定度中导出，请参见“群时延不确定度”章节。 例如：± 2.0° → ± 8 ps（1 GHz 孔径）				

¹ IFBW = 10 Hz。

² LCA 光输出端口输出 +5 dBm 平均输出功率。

³ 被测器件响应最大值 +6 dBe（+3 dBo）增益。

⁴ 频率范围内的平均值。

⁵ 在连续波响应度后，使用外部信号源进行了用户校准。

⁶ 需要选件 101 或 102。

⁷ 在反向耦合器配置中，对于常规配置，通常增加 35 dB（0.05 GHz 至 0.2 GHz）、12 dB（0.2 GHz 至 0.7 GHz）、8 dB（> 0.7 GHz）。

⁸ 不包括相位缠绕混淆（例如：一个被测器件的群时延为 5 ns（1 米电缆长度），要求频率步长 ≤ 0.2 GHz，以避免相位混淆）。

电测量技术指标（电/电模式）

N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419 网络分析仪的所有技术指标的适用范围取决于选定的 LCA 选件 x4z、x5z 和 x7z。请参见相应的网络分析仪技术资料 and 用户指南。

群时延不确定度

详细信息请参见 N5224B、N5225B、N5227B 选件 200、201、219、400、401 或 419 的技术指标。

群时延

通过测量指定孔径（关于孔径的说明请参见下文）中的相位变化来计算群时延：

$$GD [s] = \frac{\text{相位变化 } [^\circ]}{\text{孔径 } [Hz] * 360} \quad (\text{公式 1})$$

群时延不确定度

根据指定相位不确定度和孔径（关于孔径的说明请参见下文）计算：

$$GD [\pm s] = \frac{\text{相位不确定度 } [\pm^\circ]}{\text{孔径 } [Hz] * 360} * \text{平方根}(2) \quad (\text{公式 2})$$

孔径

由频率扫宽和每次扫描的频率点数决定：

孔径：(频率扫宽)/(扫描点数 - 1)

群时延（GD）范围

最大群时延受到限制，以便测量在选定孔径内不超过 $\pm 180^\circ$ 的相位变化（参见公式 1）。

一般特征

重量	净重	包装重量
43.5 GHz LCA（2/4 端口）	58/61 kg（128/135 磅）	58/61 kg（128/135 磅）
50 GHz LCA（2/4 端口）	58/61 kg（128/135 磅）	58/61 kg（128/135 磅）
67 GHz LCA（2/4 端口）	60/63 kg（133/139 磅）	80/83 kg（177/183 磅）
组装尺寸（高 x 宽 x 深）		
43.5/50/67 GHz LCA	413 mm x 438 mm x 605 mm(16.3 英寸 x 17.3 英寸 x 23.8 英寸)	
电源要求		
43.5/50/67 GHz LCA	100 至 240 V~, 50 至 60 Hz, 400 VA 最大值	

装运内容	
43.5/50 GHz LCA	67 GHz LCA
N5224B/N5225B NA (取决于订购的选件)	N5227B NA (取决于订购的选件)
3 条 85133-60043 阴头至阳头柔性测试端口 MW 电缆 (4 端口网络分析仪) 或 2 条 85133-60043 阴头至阳头柔性测试端口 MW 电缆 (2 端口网络分析仪)	3 条 N4697-60030 阴头至阳头柔性测试端口 MW 电缆 (4 端口网络分析仪) 或 2 条 N4697-60030 阴头至阳头柔性测试端口 MW 电缆 (2 端口网络分析仪)
1 个 85056-60006 (2.4 毫米阴头至阴头适配器)	1 个 N5520B-FG (1.85 毫米阴头至阴头适配器)
1 个 N4373E 光测试仪	1 个 N4373E 光测试仪
2 个 85058-60121 测试端口适配器 (阴头) 至 (阴头)	
3 个 81000NI 光适配器 (1 个额外的 81000NI 光适配器, 适用于外部输入选件 050)	
2 条 N4373-87907 0.5 米 FC/APC - FC/PC 跳线和 1 个 1005-0256 FC/FC 馈通适配器 (选件 021), 或 2 条 N4373-87906 0.5 米 FC/APC - FC/APC 跳线和 1 个 1005-1027 FC/FC 馈通适配器 (选件 022) (1 个用于外部输入选件 050 的 PMF 跳线 1.0 米 FC/APC 窄键)	
1 条 8121-1242 USB 电缆	
1 个 0960-3245 键盘	
1 个 0960-3248 鼠标	
1 份 E5525-10285 UK6 报告	
1 份入门指南	
1 张 LCA 支持光盘	
2 条符合当地标准的电源线	
1 份光测试与测量产品 RoHS 附录、1 份光测试与测量附件 RoHS 附录	
1 个 N4373-88700 安装套件	

连通性	
LCA 电输入	LCA 电输出
1.85 mm（阳头）	1.85 mm（阳头）
LCA 光输入 1	LCA 光输入 2
配有是德科技通用适配器的 9 μm 单模倾角光纤	配有是德科技通用适配器的 9 μm 单模倾角光纤
LCA 外部信号源输入（仅使用选件 050）	LCA 光输出
配有是德科技通用适配器的 9 μm 保偏单模倾角光纤	配有是德科技通用适配器的 9 μm 单模倾角光纤
贮存温度范围	
-40 °C 至 +70 °C	
工作温度范围	
+5 °C 至 +35 °C	
湿度	
15% 至 80% 相对湿度，无冷凝	
工作海拔高度	
0 ... 2000 米	
建议的重新校准周期	
1 年	
激光源安全信息	
上面列出的所有激光源均属于 IEC 60825-1/2007 标准规定的 1M 等级。 所有激光源均符合 21 CFR 1040.10 标准，但不符合 2007 年 6 月 24 日声明的第 50 号激光源通知的情况除外。	
	

订货信息

N4373E 由一台光测试仪和一台电网络分析仪组成，两者之间采用机械方式连接。为保护您的网络分析仪投资，是德科技可将现有 PNA/PNA-X 系列与下列光测试仪集成。

所有系统均享受是德科技标准保修。

LCA N4373E 系列选件	
波长选件	说明
N4373E-100	1310 nm 光源测试仪
N4373E-101	1550 nm 光源测试仪
N4373E-102	1300 nm 和 1550 nm 光源测试仪
网络分析仪选件	说明
N4373E-240	43.5 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5224B-200), 包括射频电缆
N4373E-241	43.5 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5224B-201), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-242	43.5 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5224B-219), 包括可配置的测试仪、功率范围扩展部件、直流偏置部件和射频电缆
N4373E-250	50 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5225B-200), 包括射频电缆
N4373E-251	50 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5225B-201), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-252	50 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5225B-219), 包括可配置的测试仪、功率范围扩展部件、直流偏置部件和射频电缆
N4373E-270	67 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5227B-200), 包括射频电缆
N4373E-271	67 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5227B-201), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-272	67 GHz, 2 端口, 单源 PNA (N5227B-219), 包括可配置的测试仪、功率范围扩展部件、直流偏置部件和射频电缆
N4373E-440	43.5 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5224B-400), 包括射频电缆
N4373E-441	43.5 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5224B-401), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-442	43.5 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5224B-401), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-450	50 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5225B-400), 包括射频电缆
N4373E-451	50 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5225B-401), 包括可配置的测试仪和射频电缆
N4373E-452	50 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5225B-419), 包括可配置的测试仪、功率范围扩展部件、直流偏置部件和射频电缆
N4373E-470	67 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5227B-400), 包括射频电缆
N4373E-471	67 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5227B-401), 包括可配置的测试仪和射频电缆

N4373E-472	67 GHz, 4 端口, 双源 PNA (N5227B-419), 包括可配置的测试仪、功率范围扩展部件、直流偏置部件和射频电缆
N4373E-249	客户的 43.5 GHz, 2 端口 PNA (N5224A/B 或 N5244A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
N4373E-259	客户的 50 GHz, 2 端口 PNA (N5225A/B 或 N5245A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
N4373E-279	客户的 67 GHz, 2 端口 PNA (N5227A/B 或 N5247A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
N4373E-449	客户的 43.5 GHz, 4 端口 PNA (N5224A/B 或 N5244A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
N4373E-459	客户的 50 GHz, 4 端口 PNA (N5225A/B 或 N5245A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
N4373E-479	客户的 67 GHz, 4 端口 PNA (N5227A/B 或 N5247A/B) 与任意配置和射频电缆的集成 ¹
软件选件	说明
S93010A ²	时域测量
连接器选件	说明
N4373E-021	直通型 FC/PC SM
N4373E-022	倾角型 FC/APC SM
测试仪选件	说明
N4373E-050	外部光输入
推荐的附件	
适用于网络分析仪的机架安装套件	说明
1CM042A	不带提手的上架镶条款件 — 265.9 毫米高
E3663AC	基础滑轨套件 (适用于系统 II 仪器)
适用于 LCA 测试仪的机架安装套件	说明
34192A	不带提手的上架镶条款件 — 132.6 毫米高
E3663AC	基础滑轨套件 (适用于系统 II 仪器)

¹ 保证的技术指标仅适用于上述网络分析仪选件。

² 如欲了解关于其他软件选件的信息, 请参见网络分析仪配置指南。

光仪器在线信息

光测试仪器

www.keysight.com/find/oct

光波元器件分析仪

www.keysight.com/find/lca

偏振解决方案

www.keysight.com/find/pol

电光转换器

www.keysight.com/find/ref

光测试仪器附件

www.keysight.com/comms/oct-accessories

是德科技光子论坛

www.keysight.com/find/photonic_forum

如欲了解更多信息，请访问：[**www.keysight.com**](http://www.keysight.com)

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。

如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus



联系我们：www.keysight.com

本文中的信息可不经通知而更改。© Keysight Technologies, 2018, Published in USA, October 5, 2018, 5992-3064CHCN