

# Agilent 4287A 射频 LCR 表 1 MHz 到 3 GHz

技术概览



Agilent Technologies

## 能够预见到您未来测试需要的高速射频 LCR 表

Agilent 4287A 是一个高性能射频 LCR 表，非常适合在生产线上测量诸如 SMD 电感器、EMI 滤波器等器件，这其中经常需要在高频频段进行阻抗的测量。

**信号电平监测功能**  
监测施加在被测器件上的测试信号的电压或电流。

**8.4 英寸彩色 LCD 显示屏**  
可选择各种测量参数  
(同时显示 4 个参数)

**小型测试头和 1 米长的测试电缆**  
把测量平面延长至自动  
元器件测试机械手，  
不会带来额外误差

**Rdc (直流电阻) 测量功能**  
检查与被测器件的  
接触是否良好

**导航键和旋钮**  
不需要使用鼠标直接  
在仪表的前面板上进行  
操作

**3.5 毫米 (阴头) 测试  
端口**



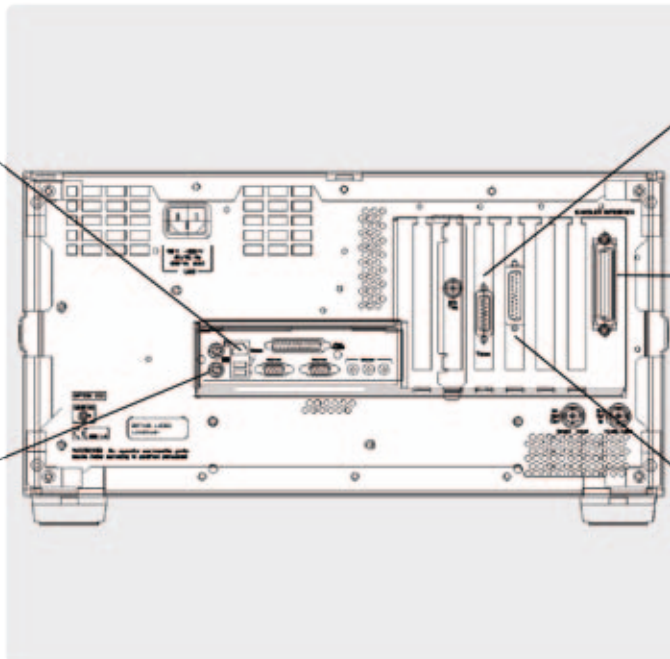
**网络接口**  
• 远程测试控制和  
快速传输数据

**外接键盘和鼠标接口**  
• 简化测量设置与编程，  
易于使用

**外部 VGA 信号输出接口**  
• 在大屏幕 VGA 显示器  
上显示测量结果

**光隔离机械手接口**  
• 易于与自动元器件  
测试机械手集成  
在一起  
• 在与自动元器件测试  
机械手的通讯中保证  
最高的测量效率

**GPIB 接口**  
• 用外接的 PC 控制  
本仪表 (不能控制  
外部设备)



4287A拥有高速测量(9毫秒/数据点)、统计分析以及内置比较器等诸多强大的功能,可显著提高制造过程中的测试效率。此外,与以前的射频LCR表相比,4287A在测量精度与阻抗测量范围方面都有了明显的改进,这些改进是通过在仪表的模拟电路设计中使用了最先进的技术实现的。因此,4287A测量结果的重复性和稳定性会更好,即便是在测量SMD电感器而需要使用很小的测试信号时也是如此。

## 易于使用的操作界面

面向应用的操作界面可以通过鼠标、面板按键或键盘进行导航,简化了复杂的测量设置过程。像测量频率、激励信号的电平(包括使用列表扫描的应用情况)、对多功能比较器的使用限制等参数的设定都可以通过对设置表格进行编辑和验证来完成。设置编辑器的表格多达八页,用于存储八种不同的设置。在设置表格建成后,很简单地通过选择相对应的编号(从1到8)即可选择有效的测量设置。

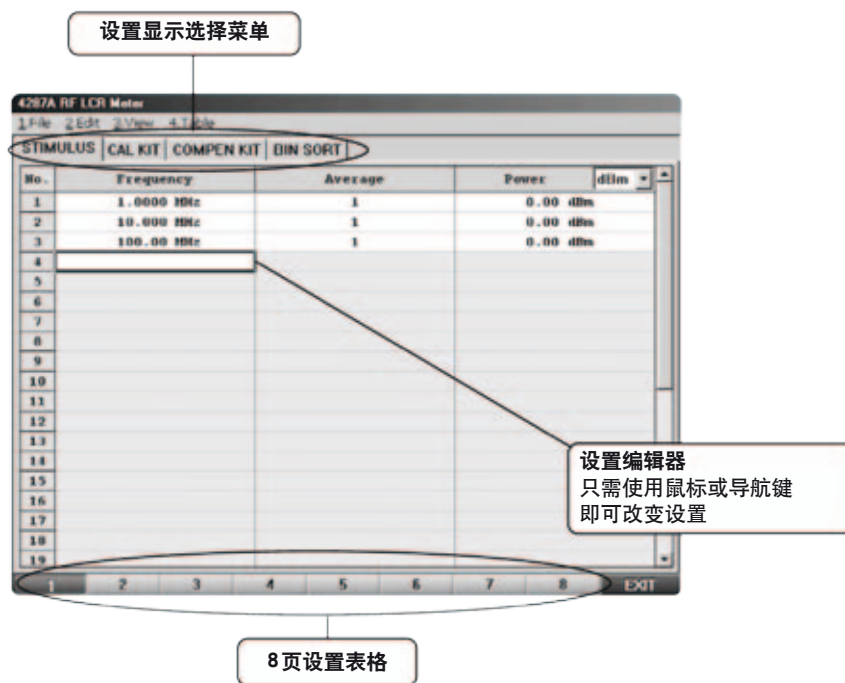


图1. 列表扫描设置显示

## 主要技术指标

测试频率	从1MHz到3GHz, 100kHz分辨率。 列表扫描模式下,每次扫描多达32个点。
阻抗测量参数	Z 、 $\theta_z$ (rad)、 $\theta_z$ (deg)、 Y 、 $\theta_y$ (rad)、 $\theta_y$ (deg)、X、G、B、Ls、Lp、Cs、Cp、Rs、Rp、Q、D
显示分辨率	5位
测试信号电平	V(电压, 开路条件): 从4.47 mVrms到502 mVrms(频率大于1 GHz时, 447 mVrms) I(电流, 短路条件): 从0.0894 mA rms到10 mA rms(频率大于1 GHz时, 8.94 mA rms)
基本精度	$\pm 1.0\%$
测量范围	从200 m $\Omega$ 到3 k $\Omega$ (测量频率为1 MHz时, 测量误差不大于10%)
测量时间	9毫秒/点(最快测量速度)
测量端口	3.5毫米(阴头)
校准和补偿	开路/短路/负载/低损耗电容器校准件, 夹具电长度补偿, 开路/短路补偿
Rdc 测量功能	检查被测器件的接触是否良好(可选择开启或关闭此功能)
数据存储设备	18 G 内置硬盘和1.44 M 软盘
接口	GPIOB、网络(自适应10base-T/100base-TX)和光隔离机械手接口

## 提高生产线测试的效率和 质量

### 使用射频 I-V 测量方法进行 精确的阻抗测量

4287A 采用射频 I-V 测量方法进行阻抗测量，即测量流经被测器件 (DUT) 的电流和施加在被测件上的电压。用户能够在高达 3 GHz 的整个测量频率范围内对这些电流和电压的值进行测量。射频 I-V 方法可在很宽的阻抗测量范围内精确地得到测量结果，其阻抗测量范围要比网络分析仪的阻抗测量范围宽很多。在测量电感量只有几个 nH 量级大小的小电感器件时，这是一个非常有优势的特点。



图 2. 在多个测量频率上精确地测量被测器件的阻抗

### 当测试信号极小时也可以 完成稳定、高速的测量

在测量 SMD 电感器时经常要求使用只有 100 微安量级左右的测试电流进行测试。使用以前的射频 LCR 表进行测量时，遇到这种情况就很难保证测量的效率，因为为了得到稳定的测量结果，需要连续进行很多次测试然后再通过把所有的测量结果进行平均计算来降低测量结果的偏差。4287A 在使用很小的激励信号进行测量的稳定度上有了很大的改善，因而就能得到重复性非常高的测量结果。同时，因为需要进行平均值计算的因数的降低而使测试的效率有大幅度的提高。

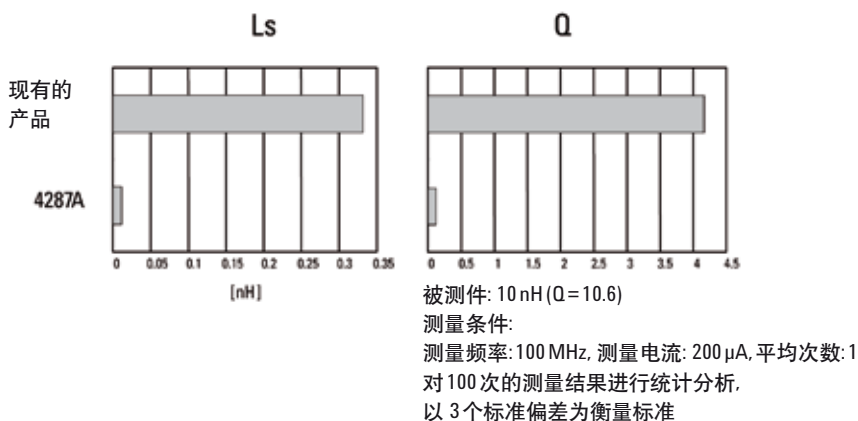


图 3. 小信号电平条件下的稳定性比较

### 使用 Rdc 测量功能检查 被测器件是否接触良好

在生产线的测量环境中，被测器件和自动元器件测量机械手的测量平面之间的接触不良是造成器件分料盒报错的一个原因。利用 4287A 内置的直流电阻测量功能可检查被测器件和机械手测量平面的接触状况，进而提高使用分料仓的精确度和效率。

## 使用先进的校准技术保证精确的自动测试

在测量中非常重要的是要把测试夹具引入的误差和用于把4287A的测量端面延长至测量头的电缆所产生的复杂的误差分量消除掉，特别是在使用自动元器件测试机械手进行测量的情况更是如此。通过使用一个“有效”负载标准件，在测试夹具的测量平面上做开路/短路/负载的校准，便可以得到精确的测量结果，这些用自动测试得到的测量结果与手动测试得到的测量结果有很好的相关性。

另外，在测量平面上进行开路/短路/负载校准的精度完全取决于作为“有效标准件”的器件指定的参数值的精度，这个被指定的参数值是事先对这个器件进行手动测试得到的。由于在每个列表扫描频率上可以独立地设置不同的校准标准件的基准值，因此使用这种可靠的校准功能就能保证在多个测量频率上得到精确的测量结果。

## 多功能比较器

4287A配有一个多功能比较器，用于满足大量不同的测试需求。比较器的设置显示采取表格形式。表格的每一行代表一个分料仓的编号，每一列则代表相对应的分料仓的归类条件。当一个分料仓的全部归类条件都满足之后，就可以把最终的判断结果分配给这个分料仓。总共有13个分料仓，每个分料仓对应4个指标限度值。在设置表格的每一列中可以对诸如测量频率和测量参数等条件单独设置，从而使4287A能够满足各种分类要求，包括根据不同的测量频率和参数进行分类。

No.	Freq	Open	Short	Load	File
1	100 MHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	11.1 0
2	500 MHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	51.0 0
3	800 MHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	50.8 0
4	1.00 GHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	50.7 0
5	2.00 GHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	49.9 0
6	3.00 GHz	0.00 %	0.00 F	0.00 G	49.6 0

图4. 校准标准数据设置显示

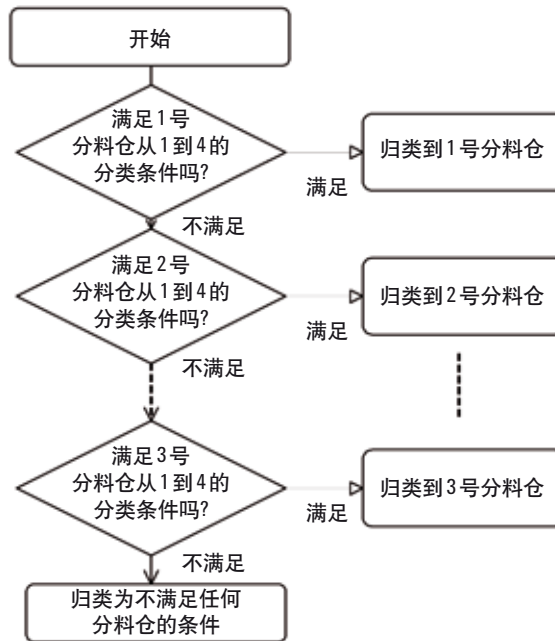


图5. 分料仓的归类顺序

Bin	Upper Limit	Lower Limit	In/Out
BIN 1	1.000 %	-1.000 %	In
BIN 2	2.000 %	-2.000 %	In
BIN 3	3.000 %	-2.000 %	In
BIN 4	OFF	OFF	OFF
BIN 5	OFF	OFF	OFF

图6. 比较器设置显示

## 统计功能

4287A 有对数据进行统计和分析的功能，这些功能提高了质量控制过程中需要采集数据的效率。

统计分析功能可以从多达 24 万个测量数据点中计算出以下统计参数，统计分析功能所需要的最初测量结果也可以通过网络接口获取。

- 正常数据样本 (有效数据)  
累积正常样本、平均值、最大值、最小值、标准偏差以及  $3\sigma$ /平均值
- 失效分析实例  
累积失效样本、累积 Rdc 失效、累积过载样本
- 正常/失效数据总数

## 数据存储

4287A 内保存数据的装置是一个 3.5 英寸软盘驱动器和一个硬盘，这些非常有用的存储设备可以保存和调用测量设置参数 (仪器的状态参数) 与测量数据。此外，这些测量设置参数和数据可以通过 GPIB 或网络接口在 4287A 与外接的计算机之间进行传输。

## 与自动元器件测量机械手组成测量系统

通过 1 米长的测试电缆和小型测试头，可以把 4287A 的测量平面从仪表的前面板延伸至机械手的测量平台上，需要注意的是我们是在测试头的位置标定测量精度的。也可以再接一根 1 米长的延长电缆，把总长度延伸至 2 米。另外，通过 GPIB 接口和光隔离机械手接口可将仪器连接到外接的计算机或自动元器件测量机械手上。网络接口对通信的支持能力可以极大地提高把大量数据传输至远程计算机上的能力。

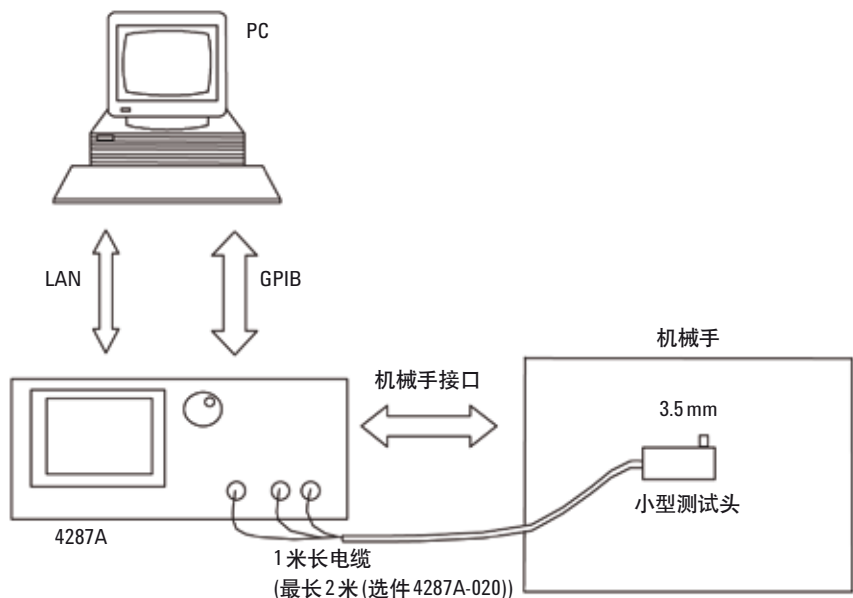


图 7. 机械手与 4287A 组成测量系统的示意图

## 下一代器件的研发和质量控制的改进

凭借精确的阻抗测量能力和各种测试附件，4287A 为您的器件研发和质量控制提供了完整的测量解决方案。

### 高达 3 GHz 的精确阻抗测量

由于无线通信设备中用的的射频 SMD 电感器在开发与验证方面都取得了很大的进展，所以越来越多的用户会在超过 2 GHz 的工作频率上测量元器件的特性。4287A 采用射频 I-V 测量方法进行阻抗测量，即测量流经被测器件 (DUT) 的电流和施加在被测器件上的电压。4287A 在很宽的阻抗测量范围内都可以精确地测量器件的阻抗，其阻抗范围远大于用网络分析仪 (反射系数法) 测量阻抗的范围。

## 完整测量解决方案

测量电子元件时，所用的测试附件和夹具应当与元器件的形状尺寸相吻合，才能精确地进行阻抗的测量。安捷伦提供各种与 4287A 兼容的 7 毫米测试夹具。您可以根据被测器件的尺寸、形状和用途选择一种最适用的夹具。16196 A/B/C/D SMD 测试夹具是同轴结构的测试夹具，可以在高达 3 GHz 的射频测量频率上进行阻抗的测量。16196 A/B/C/D 可以测量的片状器件的尺寸分别是：1608 (毫米)/0603 (英寸)、1005 (毫米)/0402 (英寸)、0603 (毫米)/0201 (英寸) 和 0402 (毫米)/01005 (英寸)\*。

被测器件能够重复一致地放置在测量夹具上以及测量夹具非常可靠的连接能力是保证稳定测量结果的关键，并降低由操作人员造成的误差几率。4287A 和 16196A/B/C/D 测试夹具配合使用具备出色的可重复性，能够轻松地在 3 GHz 的测量频率上完成对 SMD 电感器的测量。其它的仪器是很难做到这一点的。如果再给 4287A 配置 16200B 直流偏置接口，那么就可以用一个 7 毫米测试夹具、外接的直流偏置信号源和直流偏置电源在高达 1 GHz 的频率上来测量 EMI 滤波器等器件。

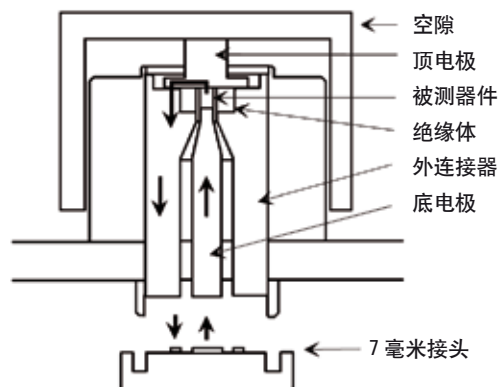


图 8. 16196A/B/C 的截面图



图 9. 完整的阻抗测量解决方案 (图中夹具为 16196A)

\*EIAJ/EIA 片状器件尺寸代码

## 用于精密和灵活分析的先进特性

### 强大的校准和误差补偿功能

在手动测量时，除了使用开路/短路/负载校准件之外，还可以使用低损耗电容器作为相位校准标准件，以便提高Q值的测量精度，如图所示。除了校准功能外，夹具电长度补偿与开路/短路补偿也能够完全地校正测试夹具产生的测量误差。这些功能保证在测量平面上有极高的绝对测量精度，进而可以保证对有效标准件的测量精度。

### 校准向导功能

4287A 提供校准向导帮助用户完成复杂的校准/补偿工作。校准向导功能避免了繁琐的校准/补偿程序所产生的误差，使您轻松自如地利用 4287A 执行精确测量。

### 使用列表扫描功能测量器件的频率响应特性

在产品研发阶段的电路设计中，所用器件的频率响应特性是必须要提供的。4287A 的列表扫描功能可在最多 256 个频率点上(最多相当于 32 个点/表格 × 8 个表格)进行阻抗测量。通过使用外部 PC、电子表格软件和网络接口，可将器件的频率响应特性曲线绘制成图，如下图所示。

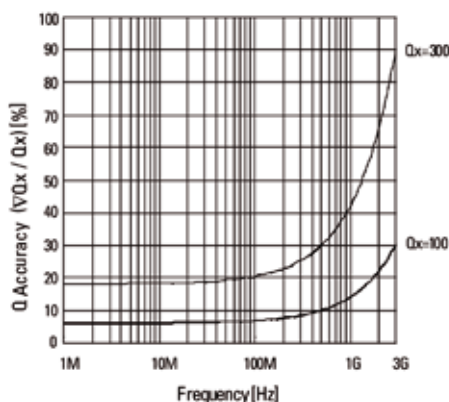


图 10. 在 7 毫米测量端口上测量得到的 Q 值的精度 (典型值)

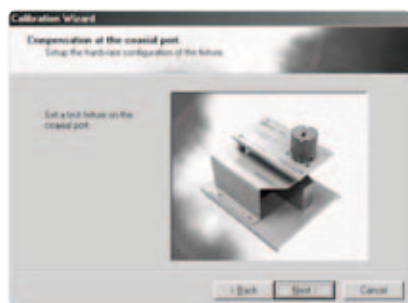


图 11. 校准向导 (校准后的夹具连接)

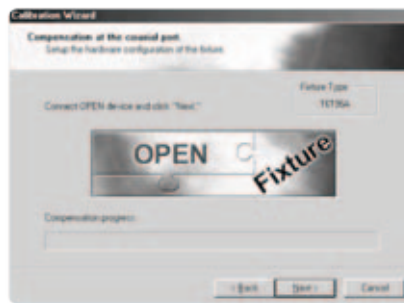


图 12. 校准向导 (开路补偿)

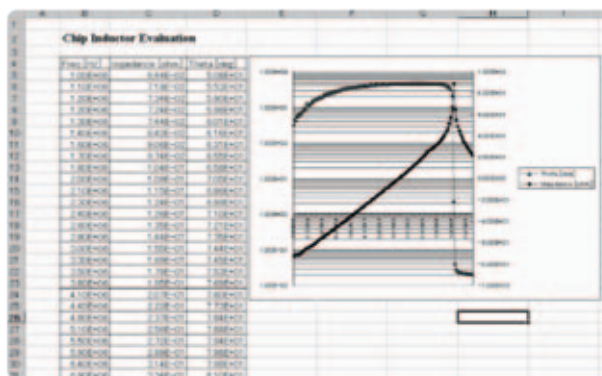


图 13. 使用电子表格软件完成器件的频率响应特性曲线的绘制



## 订货信息

### 4287A 射频 LCR 表

#### 随机所带的附件:

- 测试头以及 1 米长的测试电缆
- N(阳头)转 SMA(阴头)适配器
- 3.5/SMA 连接器扳手
- 光盘(操作手册、编程手册和示例程序)
- 电源线

注: 在初次开始设置 4287A 时需要使用用户自备的键盘和鼠标。

#### 选件

4287A-004	有效标准件套件 <sup>1</sup>
4287A-020	测试夹具延长电缆(1 米)
4287A-700	16195B 校准套件 <sup>2</sup>
4287A-710	测试夹具台
4287A-720	3.5 毫米转 7 毫米同轴适配器
4287A-810	键盘
4287A-820	鼠标
4287A-1A7	符合 ISO 17025 标准的校准证书

#### 印刷版说明书

4287A-ABJ	日文说明书
4287A-ABA	英文说明书
4287A-0BW	仪表维护手册

#### 机架安装选件

4287A-1CM	上架安装套件
4287A-1CN	前把手套件
4287A-1CP	把手/机架安装套件

注:

1. 用于在机械手和被测器件的接触面上校准 4287A。它包含短路棒和 51.0 Ω 片装电阻器(SMD 尺寸: 1.0×0.5 毫米、1.6×0.8 毫米、2.0×1.2 毫米、3.2×1.6 毫米)
2. 16195B 通过使用 3.5 毫米转 7 毫米适配器在 7 毫米校准平面上对 4287A 进行校准。它包含开路、短路、负载和低损耗电容器标准件。

## 附件

### 16196A/B/C/D SMD 测试夹具

- 频率范围: 直流到 3 GHz
- 连接器: 7 毫米
- 工作温度范围: -55°C 到 +85°C
- 适用的 SMD 器件的尺寸:
- 16196A: 1608 (毫米)/0603 (英寸)
- 16196B: 1005 (毫米)/0402 (英寸)
- 16196C: 0603 (毫米)/0201 (英寸)
- 16196D: 0402 (毫米)/01005 (英寸)



图 14. 16196A/B/C。16196D 的顶部形状与其它夹具不同。

### 16192A SMD 测试夹具

- 工作频率: 直流到 2 GHz
- 适用的 SMD 器件的尺寸: 参见图 19。

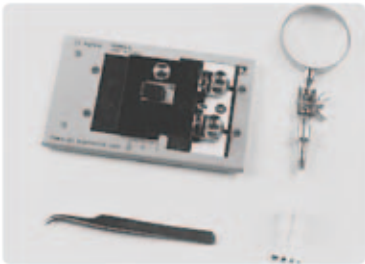


图 15. 16191A/16192A

### 16197A SMD 测试夹具

- 频率范围: 直流到 3 GHz
- 连接器: 7 毫米
- 工作温度范围: 55°C 到 +85°C
- 适用的 SMD 器件的尺寸:
- 3216 (毫米)/1210 (英寸)
- 3216 (毫米)/1206 (英寸)
- 2012 (毫米)/0805 (英寸)
- 1608 (毫米)/0603 (英寸)
- 1005 (毫米)/0402 (英寸)



图 16. 16197A

### 16194A 高温元器件夹具

- 工作频率: 直流到 2 GHz
- 工作温度范围: -55°C 到 +200°C
- 适用的 SMD 器件的尺寸: 参见图 19。





图 17. 16194A

### 16200B 外部直流偏置适配器

- 工作频率: 1 MHz 到 1 GHz
- 外部直流偏置: 5 A 最大, 40 V (在 BNC 接口上连接外部直流偏置信号源)
- 工作温度范围: 0°C 到 +55°C



图 18. 16200B

16192A	16197A
L = 1.0 - 20.0 mm	L = 1.0 - 32 mm
	




16194A		
L = 2.0 - 15.0 mm	L = < 15 mm L = < 45 mm	L = 8.0 - 21.0 mm
		

图 19. 适用的 SMD 器件的尺寸范围

## 订货信息

### 附件<sup>1</sup>

<b>16196A<sup>2</sup></b>	平行电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16196A-710</b>	放大镜和镊子
<b>选件 16196A-ABA</b>	英文说明书
<b>选件 16196A-ABJ</b>	日文说明书
<b>16196B<sup>2</sup></b>	平行电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16196B-710</b>	放大镜和镊子
<b>选件 16196B-ABA</b>	英文说明书
<b>选件 16196B-ABJ</b>	日文说明书
<b>16196C<sup>2</sup></b>	平行电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16196C-710</b>	放大镜和镊子
<b>选件 16196C-ABA</b>	英文说明书
<b>选件 16196C-ABJ</b>	日文说明书
<b>16196D<sup>2</sup></b>	平行电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16196D-710</b>	放大镜和镊子
<b>选件 16196D-ABA</b>	英文说明书
<b>选件 16196D-ABJ</b>	日文说明书
<b>16196U</b>	16196X 的维护套件
<b>选件 16196U-010</b>	16196A/B/C (5 个) 的顶电极套件
<b>选件 16196U-020</b>	16196D (5 个) 的顶电极套件
<b>选件 16196U-100</b>	1608 (毫米) 短路片 (5 个)
<b>选件 16196U-110</b>	1608 (毫米) 底电极 (5 个)
<b>选件 16196U-200</b>	1005 (毫米) 短路片 (5 个)
<b>选件 16196U-210</b>	1005 (毫米) 底电极 (5 个)
<b>选件 16196U-300</b>	0603 (毫米) 短路片 (5 个)
<b>选件 16196U-310</b>	0603 (毫米) 底电极 (5 个)
<b>选件 16196U-400</b>	0402 (毫米) 短路片 (5 个)
<b>选件 16196U-410</b>	0402 (毫米) 底电极 (5 个)

<b>16197A<sup>2</sup></b>	底电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16197A-001</b>	0201 (英寸)/0603 (毫米) 器件使用手册
<b>选件 16197A-ABA</b>	英文说明书
<b>选件 16197A-ABJ</b>	日文说明书

<b>16192A<sup>3</sup></b>	平行电极 SMD 测试夹具
<b>选件 16192A-010</b>	符合 EIA/EIAJ 尺寸标准的短路棒
<b>选件 16192A-701</b>	短路棒套件 (1 x 1 x 2.4、1.6 x 2.4 x 2、3.2 x 2.4 x 2.4、4.5 x 2.4 x 2.4) 毫米
<b>选件 16192A-710</b>	放大镜和镊子

<b>16194A<sup>3</sup></b>	高温元器件夹具
<b>选件 16194A-010</b>	符合 EIA/EIAJ 尺寸标准的短路棒
<b>选件 16194A-701</b>	短路棒 (1 x 1 x 2.4、1.6 x 2.4 x 2、3.2 x 2.4 x 2.4、4.5 x 2.4 x 2.4) 毫米

<b>16200B</b>	外部直流偏置适配器
<b>16190B<sup>4</sup></b>	性能测试套件, 7 毫米

注:

1. 手册不属于标准配置。
2. 必须指定随产品装运的操作指南语言选件 (ABA 或 ABJ)。对于 16196A/B/C/D, 放大镜和镊子不属于标准配置。
3. 短路棒不属于标准配置。放大镜和镊子不属于标准配置。
4. 该套件为性能测试提供一个开路、一个短路和一个 50  $\Omega$  终端以及一个空气管线, 用以验证阻抗精度。

## 欢迎订阅免费的



[www.agilent.com/find/emailupdates](http://www.agilent.com/find/emailupdates)  
根据您的选择即时呈送的产品和应用软件新闻



[www.axiestandard.org](http://www.axiestandard.org)  
AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA® 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA® 标准扩展到通用测试和半导体测试领域。安捷伦是 AXIe 联盟的创始成员。



[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)  
局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。安捷伦是 LXI 联盟的创始成员。



<http://www.pxisa.org>  
PCI 扩展仪器 (PXI) 模块化仪器提供坚固耐用、基于 PC 的高性能测量与自动化系统。

## 安捷伦渠道合作伙伴

[www.agilent.com/find/channelpartners](http://www.agilent.com/find/channelpartners)  
黄金搭档: 安捷伦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组合。

## 安捷伦 优势服务



安捷伦优势服务旨在确保设备在整个生命周期内保持最佳状态, 为您的成功奠定基础。我们提供测量与服务方面的专业经验, 支持您设计创新产品。我们不断投资开发新的工具和流程, 努力提高校准和维修效率, 降低拥有成本, 为您的开发工作铺平道路, 让您保持卓越的竞争力。

[www.agilent.com/find/advantageservices](http://www.agilent.com/find/advantageservices)



[www.agilent.com/quality](http://www.agilent.com/quality)

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189  
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863

### 安捷伦科技(中国)有限公司

地址: 北京市朝阳区望京北路3号  
电话: 800-810-0189  
(010) 64397888  
传真: (010) 64390278  
邮编: 100102

### 上海分公司

地址: 上海张江高科技园区  
碧波路690号4号楼1-3层  
电话: (021) 38507688  
传真: (021) 50273000  
邮编: 201203

### 广州分公司

地址: 广州市天河北路233号  
中信广场66层07-08室  
电话: (020) 38113988  
传真: (020) 86695074  
邮编: 510613

### 成都分公司

地址: 成都高新区南部园区  
拓新西一街116号  
电话: (028) 83108888  
传真: (028) 85330830  
邮编: 610041

### 深圳分公司

地址: 深圳市福田区  
福华一路六号免税商务大厦3楼  
电话: (0755) 83079588  
传真: (0755) 82763181  
邮编: 518048

### 西安分公司

地址: 西安市碑林区南关正街88号  
长安国际大厦D座5/F  
电话: (029) 88867770  
传真: (029) 88861330  
邮编: 710068

### 安捷伦科技香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道1111号  
太古城中心1座24楼  
电话: (852) 31977777  
传真: (852) 25069256

香港热线: 800-938-693

香港传真: (852) 25069233

E-mail: [tm\\_asia@agilent.com](mailto:tm_asia@agilent.com)

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

© Agilent Technologies, Inc. 2010

出版号: 5968-5443CHCN

2010年12月 印于北京



Agilent Technologies