

是德科技

配有 TDR 的 S93011A 增强时域分析软件

技术概述



## 高速串行互连分析综合解决方案

### 适用于下一代高速数字标准的综合信号完整性测量解决方案

随着数字系统比特率的不断增加，互连的信号完整性对系统性能的影响也越来越显著。因此，同时在时域和频域中对互连性能进行快速精确的分析，成为确保系统性能可靠性的关键。由于管理多个测试系统变得日益困难，能够完整表征差分高速数字器件的单一测试系统无疑是十分强大的工具。

S93011A 提供了一个高速互连分析综合解决方案，其中包括阻抗、S 参数和眼图分析等功能。S93011A 是 S93010A 时域分析软件的增强版。该软件在 PNA-X/PNA/PNA-L 系列 B 型矢量网络分析仪上运行，在信号完整性设计和验证方面实现了三大突破：操作简单直观，测量快速准确，以及 ESD（静电放电）防护能力强。

### 简单直观的操作

- 用户界面在外观和风格上类似于传统的 TDR 示波器
- 通过同时进行时域和频域分析，可轻松确定损耗、反射及串扰的源头
- 可快速访问重要的工具，从而便捷地设置复杂测量，并迅速获取测量数据

### 快速、精确的测量

- 由于 PNA-X/PNA/PNA-L 系列矢量网络分析仪性能卓越，因此可实现准确测量
- 先进的误差校正技术使您能够准确测量器件本身，而不受测量系统的影响

### 强大的 ESD 防护能力

- 在仪器内部配备保护电路，可以显著增强 ESD 防护能力，同时保留卓越的射频性能
- 更加稳定的体系结构可以显著降低 ESD 造成仪器故障的可能性，使您无需担忧仪器维修费用和停机时间

### 主要特性

- 带宽高达 67 GHz，上升时间为 6.66 ps，使分析仪能够按照新的高速串行标准进行测量
- 性能卓越
  - 本底噪声低 (20  $\mu$ V rms)，可以实现精确且可重复的测量
  - 动态范围宽广: > 110 dB, 有助于观测器件的真实性能
  - 测量速度快, 可实现实时分析: 251 ms (1601 点, 2 端口校准)
- 先进的校准技术有效减少测量误差
  - 自动偏移校正功能确保轻松去除夹具和探头效应
  - 全方位校准可实现优异的测量精度

## 专门设计用于应对多域测量挑战

只需点击一下鼠标, 即可在 TDR/TDT 模式与眼图/模板模式之间快速切换

### TDR/TDT 模式

S93011A 可以测量测试器件在不同频率下的特征。根据其频域信息, 可以进行傅里叶逆变换, 从而获得时域结果。

- 单一连接正向与反向传输和反射测量
- 所有可能的工作模式 (单端、差分及模式转换)

最多可以有 9 个游标

缩放

上升时间测量

通过专用控制功能实施常见的调整

根据所选的器件拓扑结构, 自动显示最常用测量参数的分配

设置上升时间, 表征不同边缘速度下的预期性能

灵活设置每个独立迹线的测量参数

△时间 (偏移) 测量

### 眼图/模板模式

S93011A 可以提供仿真眼图分析功能, 让用户无需使用脉冲码型发生器。虚拟比特码型发生器可以定义虚拟比特码型。经过定义的比特码型随后与测试器件的脉冲响应共同卷积, 从而根据眼图创建极为精确的测量。

- 应用工业标准码型 (PRBS、K 28.5) 或由虚拟比特码型发生器产生的用户指定码型
- 提供预先定义的标准眼图模板, 可以高效完成波形一致性测试
- 使用眼图模板编辑器可以轻松定制眼图模板。

眼图模板测试

眼图模板编辑器

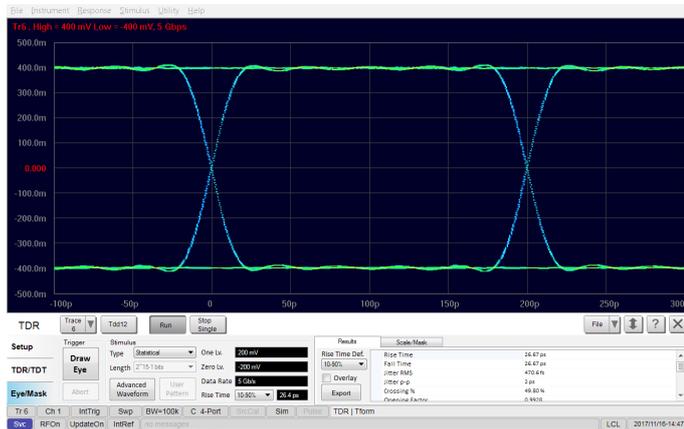
自动眼图测量结果

虚拟比特码型发生器

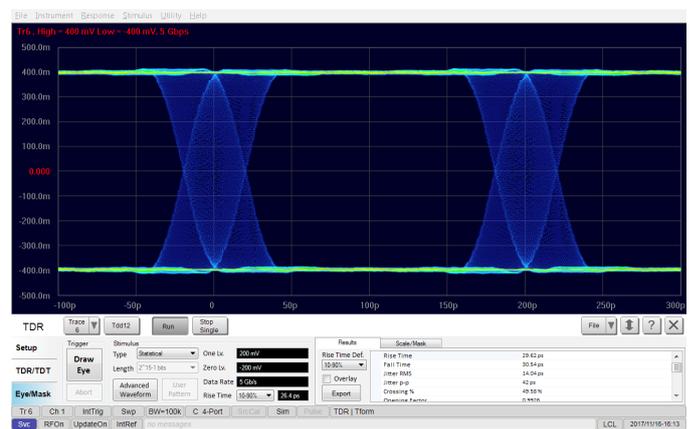
## 先进的波形分析功能

### 通过注入抖动, 仿真真实信号

在表征互连参数（如损耗和反射）时，经常遇到的一个难题就是如何将结果转换成眼图在链路终端看到的内容。有一种方法可以更直接地测量眼图。如果互连能够正确传输极限信号（其中包含由发射机生成的一致性最差的信号），且其眼图特征与接收机指定特征相当或更佳，那么上述互连适用于任何符合一致性标准的发射机与接收机组合。通过抖动注入功能，可以实现这种精密极限信号输入。您可以配置随机抖动和周期（正弦）抖动等减损。



抖动注入关闭



抖动注入开启（周期抖动 = 200 mUI）

### 确定最佳的链路加重和均衡设置

随着数据速率不断增加，信道可能会使信号发生失真，进而导致眼图部分或完全闭合，使接收机无法提取数据。为还原眼图的数据，必须重新打开眼图。加重和均衡功能可以为此提供帮助。以千兆比特数据速率传输信号时，加重和均衡是常用的信号调理技术。术语“加重”主要描述发射机端的信号调理，而术语“均衡”则是在接收机端使用。

**Advanced Waveform**

Emphasis

Cursor Level

Pre Cursor: 0 dB

Post 1 Cursor: -3.5 dB

Post 2 Cursor: 0 dB

Equation (CTLE)

DC Gain: 657 m

Zero Freq: 650 MHz

Pole1 Freq: 1.95 GHz

Pole2 Freq: 5 GHz

$$H(s) = \frac{K(s + \omega_z)}{(s + \omega_{p1})(s + \omega_{p2})}$$

$$K = A_{dc} \frac{\omega_z \omega_{p2}}{\omega_z}$$

$$A_{dc} : \text{DC Gain}$$

通过简单的图形用户界面，可仿真加重和均衡，从而打开闭合的眼图。

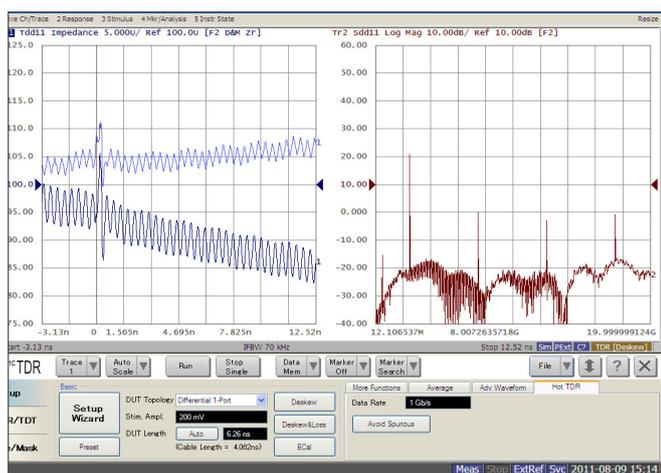
## 先进的波形分析功能（续）

### Hot TDR：对实际工作条件下的有源器件进行阻抗分析

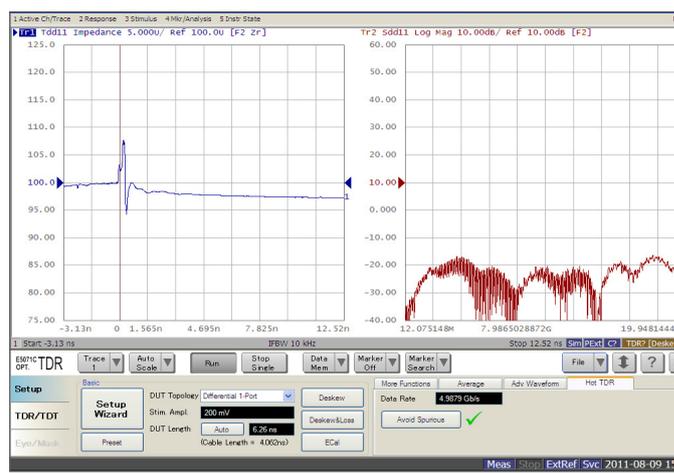
随着数字系统比特率的不断增加，元器件之间的阻抗失配成为影响系统性能的重要因素。典型的高速数字系统由发射机、互连与接收机构成。当发射机发射的信号到达接收机时，如果接收机出现阻抗失配，则可能会将部分信号反射回发射机。一旦反射信号到达发射机，如果发射机也存在阻抗失配，那么可能会导致二次反射。一旦二次反射的信号再次抵达接收机，则将导致眼图闭合。

Hot TDR 是指在加电状态下对有源器件进行 TDR 测量和回波损耗测量。

在对发射机 (Tx) 进行 Hot TDR 测量时，将会给发射机加电，使其输出数据信号。发射机发送的数据信号可能导致测量误差。矢量网络分析仪 (VNA) 采用窄带接收机体系结构，可以尽量减少发射机信号带来的误差。但是当 VNA 扫描指定的频率范围时，在部分频率上发射机数据信号所产生的杂散响应可能与测量频率重叠，导致测量出现误差。杂散规避功能可以确定由数据速率（用户输入）产生的杂散频率，并设置优化的频率扫描，从而尽量减少测量误差。



如果采用默认设置，发射机发送的数据信号会导致时域响应出现波动，频域响应出现尖峰。



采用杂散规避操作后，发射机数据信号所产生的测量误差可以大幅减少。

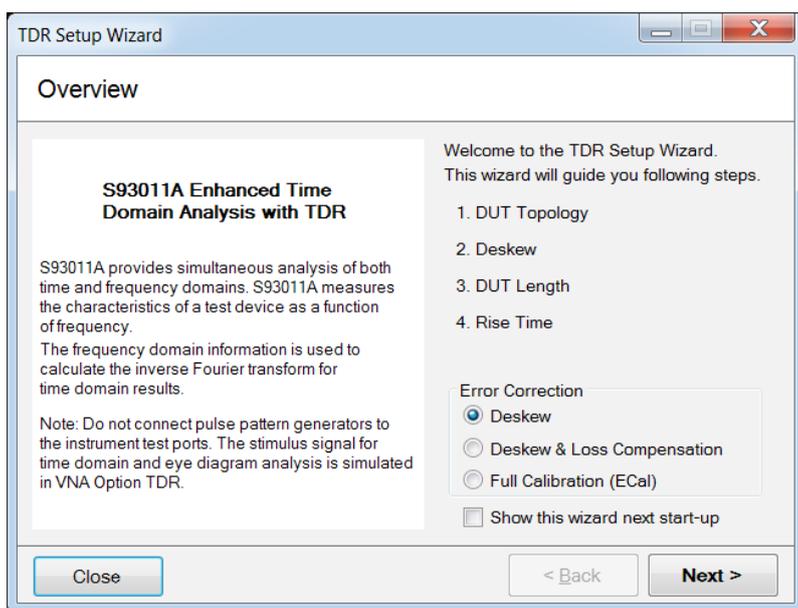
## 简单直观的操作

### 向导程序可以引导您完成操作步骤，减少操作员人为错误

使用 S93011A 进行完整的器件表征非常简单。图形化用户界面在外观和风格上类似于传统的 TDR 示波器，对于不熟悉矢量网络分析仪和 S 参数测量的用户而言，其操作十分简单直观。

### TDR 设置向导简化测量设置步骤

TDR 设置向导可引导您完成所有必经的步骤，简单直观地完成误差校正和测量设置，避免人为错误。详细图示可以帮助您正确连接。接下来，仪器将会自动完成配置，并快速得出结果。



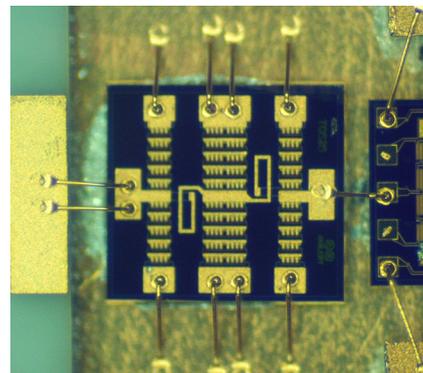
TDR 设置向导根据您的器件自动优化内部设置，让设置过程变得简单快捷。如果用户有独特的测试要求，也可以手动进行设置。

## 强大的 ESD 防护能力

### 减少仪器维修费用和停机时间

在 TDR 电路板测试和电缆测试等应用中，器件中可能携带很大的静态电荷。在这些场景中使用传统仪器需要特别小心，确保仪器不会因为静电放电（ESD）而受到损坏。如果仪器很容易受到静电放电的影响，那么就可能需要花费大量费用和时间进行维修。

PNA-X、PNA 和 PNA-L 系列微波网络分析仪通过在仪器内部设计了保护电路，可以显著增强 ESD 防护能力。凭借在射频设计方面的专业技术，是德科技投资研发了多种关键技术模块，例如我们专有的 ESD 保护芯片，它能够显著增强 ESD 防护能力，同时保持卓越的射频性能。



是德科技专有的静电放电（ESD）保护芯片

## 快速、精确的测量

### 测量器件的真实性能

多年以来，业界已经开发出了多种不同的测试方法，旨在消除测试夹具和电缆对测量结果的影响。各种误差校正技术的难度与每种方法的精度有关。因此，测试系统必须具备足够的灵活性，使您可以根据应用要求自由选择误差校正方法。

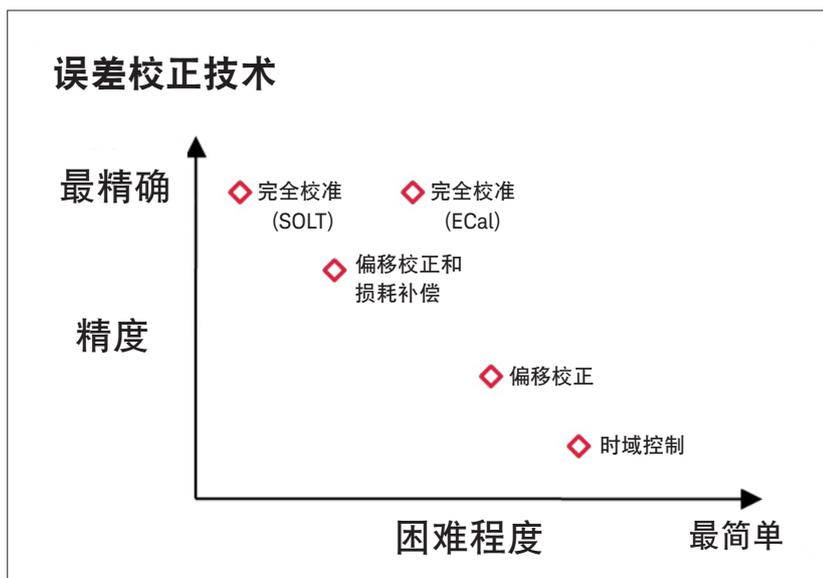
偏移校正（又称为端口扩展）采取数学方法将校准参考面延伸至被测器件，能够有效地消除测试装置中的时延。这种技术简单易用，但要求电缆和夹具 — 即多余的结构 — 类似于理想的传输线：幅度响应平坦，具有线性相位响应和恒定的阻抗。如果电缆与夹具设计优秀，那么此项技术可以为您提供精确的结果。

偏移校正和损耗补偿采取数学方法将校准参考面延伸至被测器件，能够有效地消除测试装置中的时延和损耗。这种技术在难度与精度之间实现了良好平衡。

全面校准（SOLT）是最全面的校准方法之一。这种校准方法能够有效地消除测试装置中的时延、损耗和失配，从而以尽量高的精度执行测量。

电子校准（Ecal）是全面的固态校准解决方案，可使用户快速、轻松地执行全面校准。传统的机械校准需要由操作人员完成大量交互操作，非常容易出错。使用电子校准，操作人员只需将电子校准件连接到仪器，然后软件就会自动进行其余的控制操作。

如需更高的时域精度，建议使用电子校准直流选项（#0DC）。



误差校正技术的相对比较



## 主要技术指标

如欲了解更多技术指标, 请参见 PNA-X/PNA/PNA-L 系列的技术资料。

	类别 <sup>1</sup>	N5247B N5227B 不适用	N5245B N5225B N5235B	N5244B N5224B N5234B	N5242B N5222B 不适用	不适用 不适用 N5232B	N5241B N5221B 不适用	不适用 不适用 N5231B	N5249B 不适用 不适用	不适用 不适用 N5239B
带宽	技术指标	67 GHz	50 GHz	43.5 GHz	26.5 GHz	20 GHz	13.5 GHz		8.5 GHz	
输入连接器	典型值	1.85 mm (阳头)	2.4 mm (阳头)	2.4 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)	3.5 mm (阳头)
输入阻抗	标称值	50 Ω								
测试端口直流损坏电平	技术指标	40 VDC 40 VDC 不适用	40 VDC 7 VDC 7 VDC	40 VDC 7 VDC 7 VDC	40 VDC 7 VDC 不适用	不适用 不适用 7 VDC	40 VDC 7 VDC 不适用	不适用 不适用 7 VDC	40 VDC 不适用 不适用	不适用 不适用 7 VDC
最大测试端口输入电压 (Hot TDR 模式)	典型值	0.8 Vpp								
TDR 激励 <sup>2</sup>	标称值	阶跃、脉冲								
TDR 阶跃幅度 <sup>3</sup>	标称值	1 mV 至 5 V								
TDR 阶跃上升时间 (分钟) <sup>4</sup> (10% 至 90%)	技术指标	6.66 ps	8.92 ps	10.3 ps	16.9 ps	22.3 ps	33.1 ps		52.5 ps	
可用空间内的 TDR 阶跃响应分辨率 <sup>5</sup> ( $\epsilon_r = 1$ ) (分钟)	标称值	1.0 mm	1.3 mm	1.5 mm	2.5 mm	3.3 mm	5.0 mm		7.9 mm	
TDR 脉冲宽度 (分钟) <sup>4</sup>	技术指标	9.01 ps	12.1 ps	13.9 ps	22.8 ps	30.2 ps	45.0 ps		71.0 ps	
TDR 偏移校正范围 (最大值) <sup>6</sup> (测试电缆长度)	技术指标	12.4 ns	12.4 ns	12.4 ns	12.4 ns	50 ns	12.4 ns	50 ns	12.4 ns	50 ns
被测器件长度 (最大值) <sup>7</sup>	技术指标	12.4 ns	12.4 ns	12.4 ns	12.4 ns	416 ns	12.4 ns	416 ns	12.4 ns	416 ns
TDR 激励重复率 (最大值)	技术指标	67 MHz	50 MHz	43.5 MHz	26.5 MHz	20 MHz	13.5 MHz		10 MHz	8.5 MHz
噪声电平有效值 <sup>8</sup>	典型值	20 μVrms	80 μVrms		40 μVrms	10 μVrms	40 μVrms	10 μVrms	40 μVrms	10 μVrms
眼图数据速率 (最大值) <sup>9</sup>	技术指标	53.6 Gb/s	40 Gb/s	34.8 Gb/s	21.2 Gb/s	16.0 Gb/s	10.8 Gb/s		6.8 Gb/s	

- 除非另有说明, 所有技术指标和特征均是在 25 °C ± 5 °C 的温度范围内且仪器经过 90 分钟预热的条件下有效。技术指标 (spec.): 保证的性能。技术指标包括保护频段, 将预期的统计性能分布、测量不确定度以及受环境条件影响产生的性能变化都考虑在内。特征值 (char.): 产品在出厂前预期可达到的性能参数, 但此值并未经过现场验证, 也不在产品保证范围内。特征值包含与技术指标相同的保护频段。典型值 (typ.): 一般产品的预期性能, 不包括保护频段。典型值不在产品保证范围内。标称值 (nom.): 一般的描述性术语, 不表示性能水平。该值不在产品保证范围内。
- S93011A 的时域功能与 TDR 示波器上的时域反射计 (TDR) 测量类似, 可以显示时域中的响应。在 TDR 示波器测量中, 向被测器件输入脉冲或阶跃激励, 并测量反射波随时间出现的变化。在 S93011A TDR 测量中, 向被测器件输入正弦波激励, 并测量反射波随频率而出现的变化。随后, 使用傅里叶逆变换将频域响应转换为时域结果。
- TDR 阶跃幅度设置不会改变输入被测器件的实际激励电平, 但可在计算傅里叶逆变换时使用。
- 最小值可能受到被测器件长度设置的限制。
- 要将上升时间转换为响应分辨率, 可用上升时间乘以  $c$ 。 $c$  为自由空间内的光速。要计算实际物理长度, 用自由空间中的这个值乘以传输介质中的相对传播速率  $v_f$ 。(大部分电缆在聚乙烯介质内的相对速率为 0.66, 在 PTFE 介质内的相对速度则为 0.7。)
- 建议使用高品质电缆连接被测器件, 这样可以尽量提高测量结果的准确性。电缆在弯折时应具备低损耗、低反射及性能变化小等特点。
- 最大被测器件长度是被测器件与测试电缆长度的总和。
- 50 Ω 被测器件和默认设置下的噪声电平有效值。
- 最大值可能受到被测器件长度设置的限制。

## 订货信息 1,2,3

产品型号	描述
S93011A	配有 TDR 的增强时域分析软件

- 以下产品和选件不支持 S93011A:
  - PNA-X/PNA/PNA-L 系列 A 型矢量网络分析仪
  - 使用选件 205 和 425 时禁用低频扩展功能
  - 毫米波矢量网络分析仪: 单次扫描解决方案 (N5290A/N5291A)、分频段波导解决方案
- 支持的软件许可证类型: 固定永久许可证 (1FP)、可转移永久许可证 (1TP)、1 年期固定许可证 (1FY) 和 1 年期可转移许可证 (1TY)
- 推荐使用电子校准直流选件 (#0DC), 以实现更高的时域测量精度。

## 相关文献

文献	编号
Keysight PNA 和 PNA-L 系列微波网络分析仪 — 手册	5990-8290CHCN
Keysight PNA-X 系列微波网络分析仪 — 手册	5990-4592CHCN
PNA 系列微波网络分析仪 — 配置指南	5992-1465CHCN

## 网络资源

配有 TDR 的 S93011A 增强时域分析软件	<a href="http://www.keysight.com/find/pna-tdr">www.keysight.com/find/pna-tdr</a>
PNA 系列网络分析仪	<a href="http://www.keysight.com/find/pna">www.keysight.com/find/pna</a>
PNA 系列服务与支持	<a href="http://na.support.keysight.com/pna">na.support.keysight.com/pna</a>
机械与电子校准套件	<a href="http://www.keysight.com/find/ecal">www.keysight.com/find/ecal</a>
射频和微波测试附件	<a href="http://www.keysight.com/find/mta">www.keysight.com/find/mta</a>

## 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](http://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](http://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：我们帮助您应用新的技术，而工程师为您改进流程并降低成本。



是德科技保证方案

[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://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](http://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](http://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/solution](http://www.keysight.com/find/solution)

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](http://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](mailto: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

香港铜锣湾希慎道 33 号

利园 1 期 45 楼 4567 室内

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

广州市天河区金穗路 62 号侨鑫国际中心 17 楼

雷格斯侨鑫国际中心 1772 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

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

© Keysight Technologies, 2018

Published in USA, July 20, 2018

出版号: 5992-2715CHCN

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)