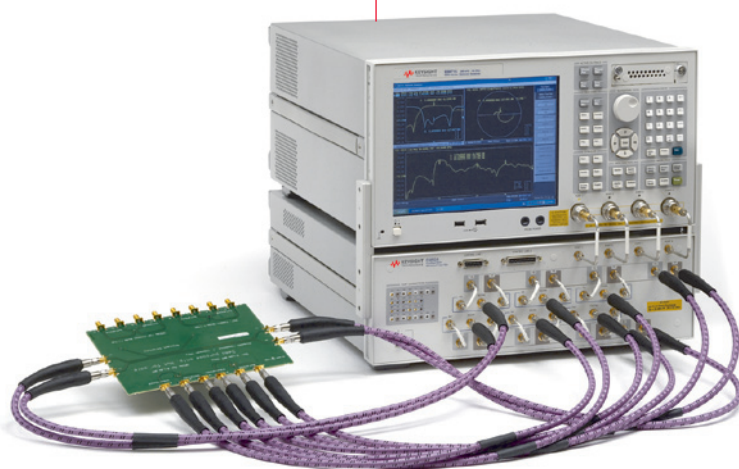
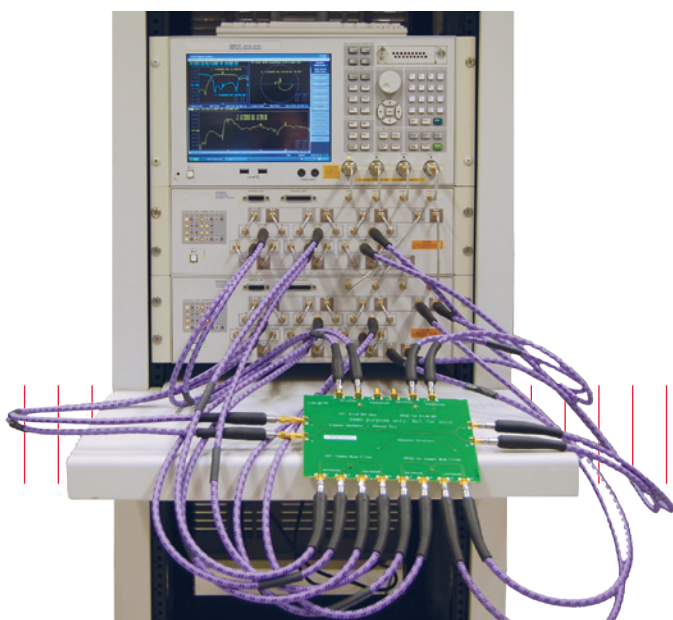


# 是德科技 ENA 网络分析仪的 多端口综合测量解决方案

应用指南



## 简介

现在的许多器件都将多种功能集成到单一器件中，从而导致每个器件都具有多个射频端口。在无线通信领域，很多器件，如蜂窝手机等都需要支持多频带功能和更多制式的信号，例如 WLAN、蓝牙和 GPS 等，这就会进一步增加器件复杂程度。由于无线服务为了实现更快的数据传输速率采用了多路输入多路输出 (MIMO) 技术，因此安装在网络设备中的射频前端模块的端口数也将相应增加。此外，在接收机路径中使用差分元件（例如差分 SAW 滤波器）已变得越来越普遍，因为与单端元器件相比，差分元件可以更好地消除多余的系统噪声。

测试多端口元器件时，连接和断开元器件所需的时间远远多于实际的测试时间。具有多端口功能的网络分析仪可通过一次连接来完成对多端口元器件的全面表征，减少测量设置的时间。由于多端口元器件的测量要求不断增加并且变得日益复杂，因此设计人员要求解决方案能够提供易于使用的软件来进行测量设置，从而进行更高效的测试并提高吞吐量。

本应用指南讨论使用综合多端口解决方案，如 Keysight E5071C ENA 网络分析仪和 E5092A 可配置的多端口测试仪协同工作的优势。使用 E5092A 可配置的多端口测试仪和 ENA 软件功能可极大地简化多端口测量。本指南还将提供测试仪设置、软件功能等其他信息。

## 产品概述

多端口器件应用的不断增加和更新使其测量变得日益复杂。要满足这些器件的新兴标准和现有标准，需要各种测量和测试配置。Keysight E5092A 可配置的多端口测试仪与 ENA 网络分析仪协同工作，能够在广泛的频率范围(50 MHz 至 20 GHz)内提供多种配置，满足绝大多数的应用需求。

E5092A 是一款切换式多端口测试仪，它采用的是包含多个单刀双掷固态开关(SPDT: 一个输入端口和两个输出端口)和单刀四掷(SP4T: 一个输入端口和四个输出端口)固态开关的体系结构。通过打开和关闭这些内部开关，ENA 源端口上的射频信号可路由到多端口被测件 (DUT) 的每个端口上。ENA 的固件通过 USB 接口可对 E5092A 测试仪进行控制。图 1 为测试仪的方框图。

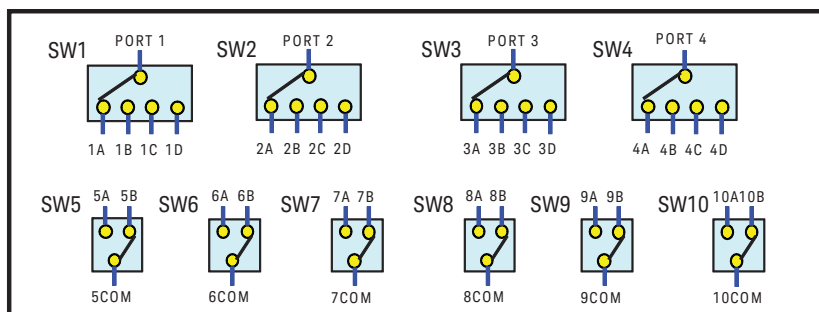


图 1. E5092A 方框图

这款测试仪的优势之一是: 通过测试仪的前面板，您可以接入内部开关的所有端口; 这为您提供了非常灵活的多端口测试设置(图2)。通过将外部射频电缆连接至 E5092A 的前面板，您可轻松完成适合自己应用的多端口测量配置。安装在前面板左侧的 LED 指示灯可指示出每个开关所选的输出端口，以便您根据测量采取所需的测试仪切换配置。例如，在图 2 中，每个开关的公共端口都与输出端口“nA” (n=1 至 10) 连接。



图 2. E5092A 的前面板

## 灵活的配置设

图3所示的是E5092A 22端口配置方框图。测试仪的10个内部开关都通过前面板的外部电缆进行互连(图4)，4端口ENA的信号也可路由到测试仪以进行最多的22端口器件测量。使用多端口测试仪进行切换可缩短连接被测件(DUT)与网络分析仪端口所需的时间，从而显著提高总体测试吞吐量。通过最大限度地降低连接次数，您也就同时减少了连接到错误端口的可能性。当您需要进行多个2端口测量时，这一配置显得尤为方便。您无需断开被测件与测试仪的连接，即可使用同一个测试仪对2端口元器件进行多达11种不同的测量。

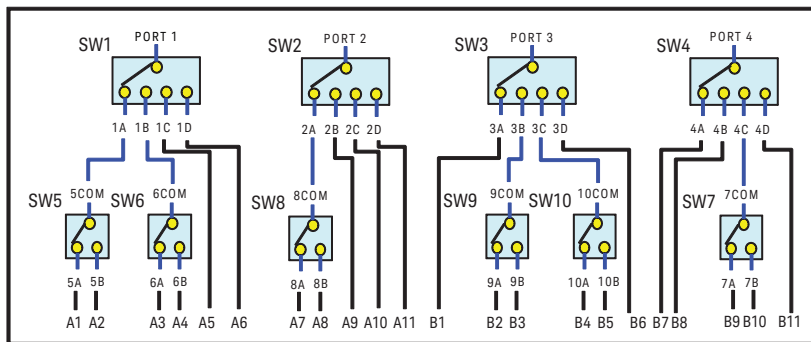


图3. E5092A 22端口配置的方框图



图4. 22端口配置的电缆连接<sup>1</sup>

1. 22端口和10端口全交叉配置可通过半刚性电缆(是德科技部件编号:E5092-61636)来实现,此电缆与E5092A一起装运。

## 灵活的配置设置(续)

图 5 所示的是此配置的测量矩阵。注意，如果测试仪的某些端口共用 ENA 的同一信号源或接收机，则这些端口之间的测量无法执行。例如，在图 3 和图 5 所示的 22 端口配置中，端口 “A1” 和 “A2” 共用 ENA 的同一信号源和接收机端口(此处为端口 1)，因此，这两个端口间的 S21 测量无法执行。

		输入端口																						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	
输出端口	A1	0																						
	A2		0																					
	A3			0																				
	A4				0																			
	A5					0																		
	A6						0																	
	A7	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0
	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0
	B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0
	B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0
	B5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0
	B6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
	B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
	B8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
	B9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
	B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

○: 测量可能性

图 4. 锁相环线性特性分析

图 6 和图 7 所示的是使用 4 端口 ENA 和 E5092A 的另一个配置实例。此配置最高可支持 10 端口全交叉测量(10x10 端口矩阵)。这意味着您可以在测试仪 10 个端口中的任意端口上执行任意 2 端口测量。图 8 为该配置的测量矩阵。这种配置使您可以通过与被测件每个端口的单次连接，完成被测件的全部传输路径和反射特性测试。该配置非常适用于需要进行完全矩阵表征的多端口元器件(例如，多端口开关、分离器或多种差分电缆)。<sup>1</sup>

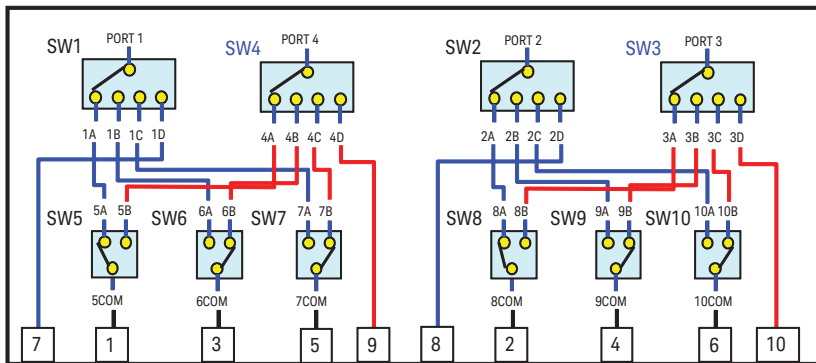


图 6. 10 端口全交叉配置方框图

1. 每次 ENA 校准仅限于 4 个端口之内。



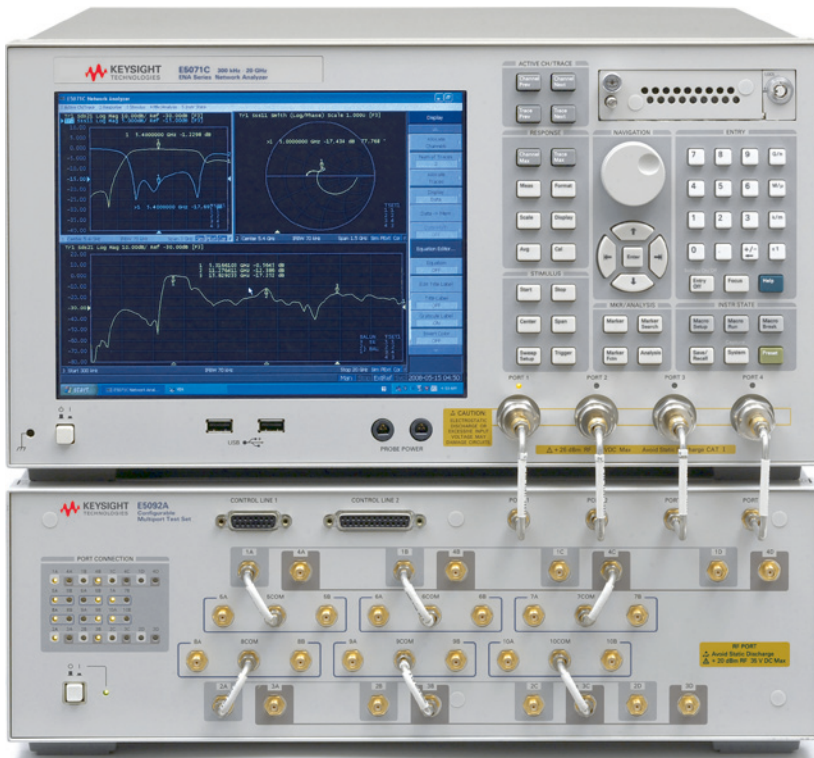


图 7.10 端口全交叉配置的电缆连接<sup>1</sup>

		输入端口									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
输出端口	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○: 测量可能性

图 8.10 端口全交叉配置的测量矩阵

如前例所示，总端口数和全交叉测量的端口数之间存在某种折衷关系。您可以通过前面板电缆来改变内部开关的连接，或者使用ENA来切换选择的配置，从而为所需应用选择恰当的配置。

1. 22 端口和10 端口全交叉配置可通过半刚性电缆（是德科技部件编号：E5092-61636）来实现，此电缆与E5092A 一起装运。

## 灵活的配置设置(续)

图9所示的是另一个配置实例: 两台 E5092A 测试仪彼此相连, 使用一台 ENA 的固件进行操作。通过组合两台测试仪, 您可以测量多达 40 个端口的器件或进行 16 个端口完全矩阵表征。您还可以使用 E5092A 轻松扩展当前的多端口功能, 以满足未来的测试需求。

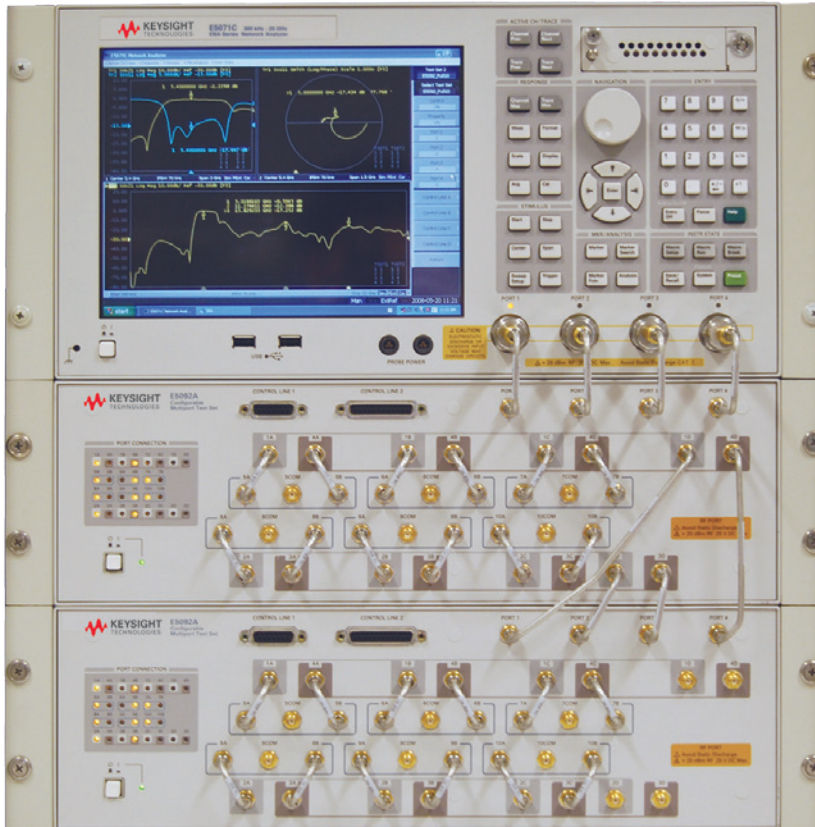


图9. 两台 E5092A 测试仪的电缆连接实例

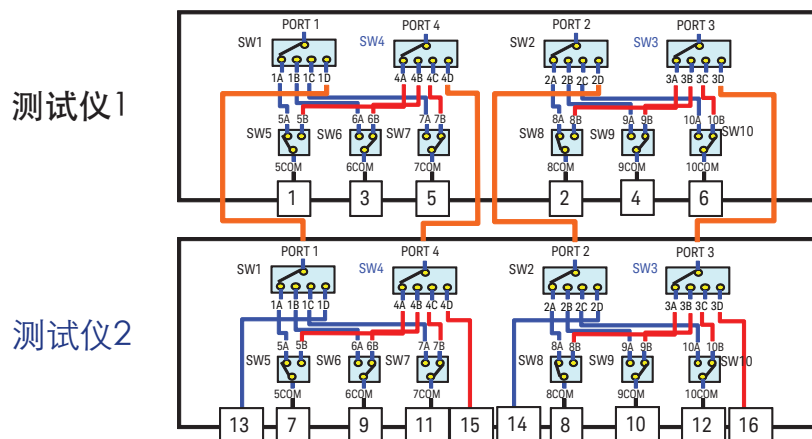


图 10. 16 端口全交叉配置的方框图

## 软件功能

在多端口网络分析中，测量设置往往比实际测量要花费更长的时间。由于使用多端口测试仪，如 E5092A 进行测量变得越来越复杂，因此更需要轻松易用的软件来简化测试设置和测量过程。ENA 具有先进的软件功能，包括测量向导助手 (MWA) 软件<sup>1,2</sup>。MWA 软件可简化复杂而耗时的测量设置(参见图11)。

MWA 软件由两大应用软件组成: 前端应用软件和后端应用软件。前端应用软件是一个在 Microsoft® Excel 环境下运行的渐进式向导程序，它可生成包括所有测量参数的设置文件。前端应用软件还可提供测量连通性矩阵，该矩阵可指示出多端口测试仪的哪些端口组合能够进行测量(参见图12)。当针对某个特定配置而输入的设置参数由于测试仪的内部切换体系结构而无法测量时，MWA 软件将自动识别这些设置参数并取消设置。后端应用软件是一个在 ENA 上运行的 Microsoft VBA 程序。该软件可在 ENA 上使用设置文件自动设置必要的参数。后端应用软件还具有校准向导功能，为每个测量的校准程序提供逐步的说明。此向导可将校准过程中被测件与校准标准件之间的连接数降至最低，从而消除连接到错误端口的可能性，节省校准的设置时间(参见图13)。整个测量过程均由后端应用软件来控制。MWA 软件可节省大量时间，并消除由于操作人员的失误而导致多端口网络分析失败的可能性。

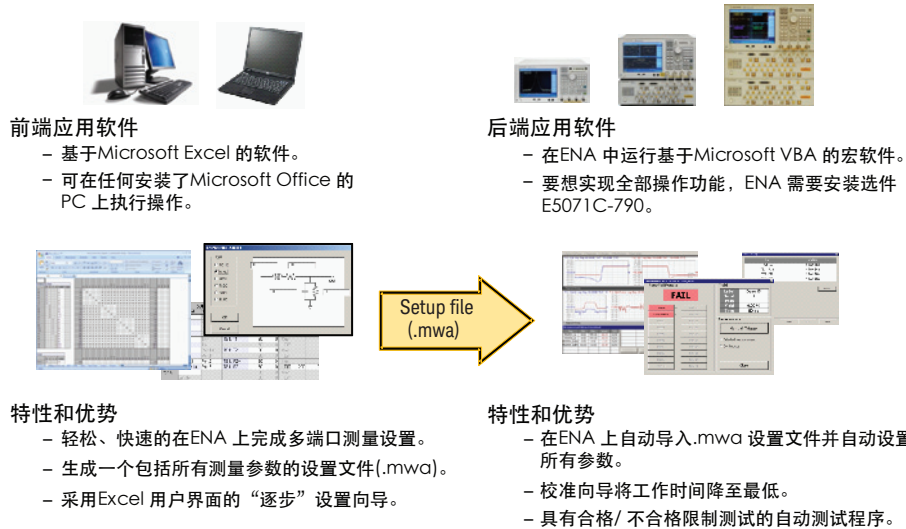


图 11. MWA 软件概述

1. MWA 软件是 ENA 的选件 E5071C-790，MWA 软件的升级产品 (E5005A) 也已上市。
2. 更多信息，请参见应用指南 “Measurement Wizard Assistant Software of the ENA” (5989-4855EN)



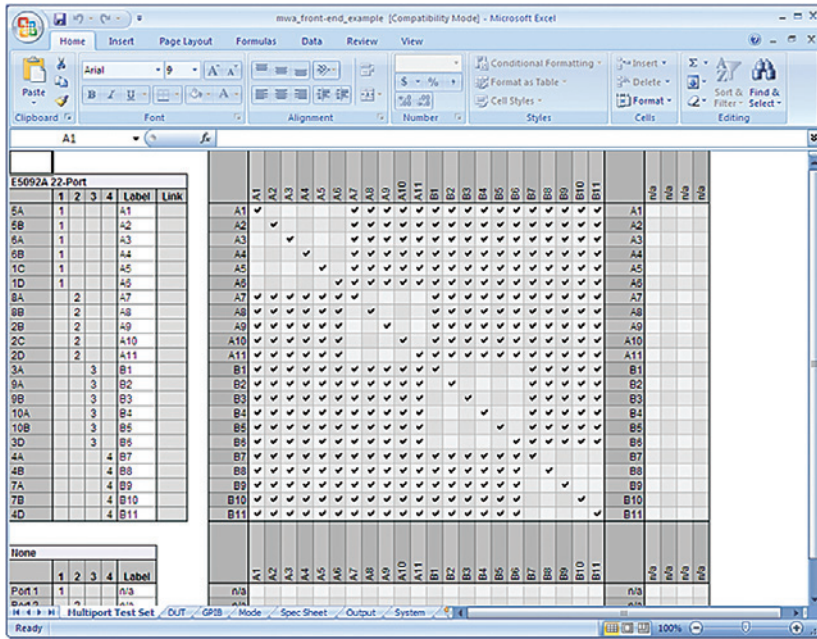


图 12. 使用 MWA 软件的测量矩阵实例

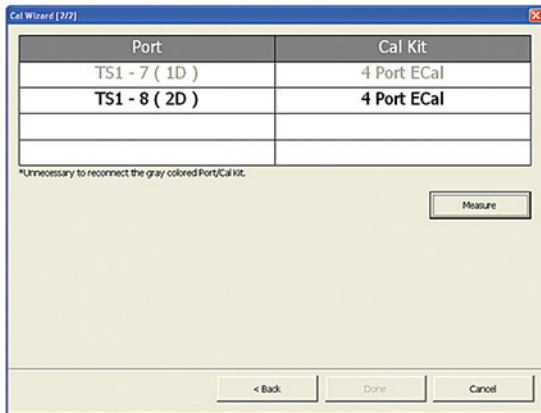


图 13. MWA 校准向导

## 多端口分析的其他优

### ENA 经优化的开关切换

E5092A 使用固态开关来提供快速测量能力。固态开关的速度比使用其他技术，如机电 (EM) 开关快得多。在网络分析中，切换工作应在网络分析仪执行测量扫描之前完成，以便获得精确、稳定的 S 参数测量结果。E5092A 开关经过了高度优化，开关定时与 ENA 频率扫描的等待时间保持同步。因此，测量序列的总时间会极大地缩短。通过使用自动测试设备 (ATE) 系统提高测量吞吐量，快速测量可使制造商利益最大化，对测试的总成本影响巨大。

## 测量稳定性

固态开关的性能比机电开关更容易受到环境温度变化的影响。使用切换式测试仪可能会影响测试系统的总体性能，因此必须执行频率校准，以消除测量中的偏移误差。E5092A 具有控制测试仪内部环境温度的功能，这使其能够在环境温度变化时保持稳定。在高达 6GHz 的频率范围内，其内部开关的稳定度指标为小于 0.003 dB/°C，可提供出色的测量稳定度。可使制造商缩短高吞吐量测试的工作时间。

## 用于控制有源被测件的直流源

某些配有集成有源器件的多端口元器件，如多端口开关或蜂窝手机的前端模块需要使用直流控制电压位来选择有源工作路径。E5092A 具有控制线路，并拥有 4 个独立的直流电压可用于被测件，从而能够执行高达 20 控制位的操作。0 至 +5V 的输出直流电压适用于正信号，-5V 至 0V 的电压适用于负信号。ENA 的各个测量通道可设置不同的直流电压输出，因此您可在操作被测件的同时执行 S 参数测量。输出针可以接到 E5092A 前面板的 15 针和 25 针 D-sub 连接器(参见图2)。

## 总结

本应用指南描述了使用 ENA 网络分析仪和 E5092A 多端口测试仪进行多端口测量的一些优势。ENA 网络分析仪、E5092A 可配置的多端口测试仪和 MWA 软件共同构成了一个综合多端口解决方案，该方案能够简化进行多端口表征时复杂的测量程序。

## ENA 多端口解决方案所需的硬件和软件

E5071C ENA	网络分析仪
E5092A	可配置的多端口测试仪
E5071C-790	测量向导助手软件
或 E5005A	测量向导助手软件(升级产品)

## 参考书目

ENA 系列网页: [www.keysight.com/find/ena](http://www.keysight.com/find/ena)  
 多端口测试仪网页: [www.keysight.com/find/multiport](http://www.keysight.com/find/multiport)  
 MWA 网页: [www.keysight.com/find/mwa](http://www.keysight.com/find/mwa)

## 相关文献

ENA Network Analyzers & E5092A Configurable Multiport Test Set Brochure, 5989-5478EN  
 ENA Network Analyzers & E5092A Configurable Multiport Test Set Data Sheet, 5989-5479EN  
 ENA Network Analyzers & E5092A Configurable Multiport Test Set Configuration Guide, 5989-5480EN

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！



[www.axistandard.org](http://www.axistandard.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。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。



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



[www.pxisa.org](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。



**3 年保修**  
是德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。



**是德保证方案**  
[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)  
5 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/quality](http://www.keysight.com/quality)  
Keysight Electronic Measurement Group  
DEKRA Certified ISO 9001:2008  
Quality Management System

**是德渠道合作伙伴**  
[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)  
黄金搭档: 是德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。

**ATCA**®, **AdvancedTCA**®, and the **ATCA logo** are registered US trademarks of the PCI Industrial Computer Manufacturers Group.

Bluetooth and the Bluetooth logos are trademarks owned by the Bluetooth SIG., Inc. U.S.A. and licensed to Keysight Technologies, Inc.

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

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)

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

#### 是德科技(中国)有限公司

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

#### 上海分公司

地址: 上海市虹口区四川北路 1350 号  
中信泰富申虹广场 5 楼、16-19 楼  
电话: (021) 36127688  
传真: (021) 36127188  
邮编: 200080

#### 广州分公司

地址: 广州市天河区北路 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  
天府四街 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

#### 是德科技香港有限公司

地址: 香港北角电气道 169 号 25 楼  
电话: (852) 31977777  
传真: (852) 25069292

香港热线: 800-938-693  
香港传真: (852) 25069233