



东方集成
科技无限 服务创新
电子测试测量专家
服务咨询热线: 400-650-5566 网站: www.ag.jicheng.net.cn

报价表

2014/05



北京东方中科集成科技股份有限公司

服务咨询热线: 400-650-5566 网站: www.ag.jicheng.net.cn

公司简介 Company Profile

北京东方中科集成科技股份有限公司(以下简称"东方集成"或"公司")是在中关村科技园区注册的高新技术企业,于2000年由中国科学院有关单位发起设立,目前已经成为中国电子测试测量领域领先的综合服务商。

"东方集成"总部设在北京,在上海、南京、苏州、深圳、武汉、西安、成都等地设有分支机构,拥有一支超过200人的专业团队。通过与业务伙伴的紧密合作,凭借覆盖全国的营销服务网络,致力于为客户提供专业、方便、快捷的本地化服务。

公司的客户涉及工业电子制造、通信及信息技术、教育科研、航空航天、微电子、新能源、生物医药、节能环保等行业和领域,通过与Agilent、Fluke、Tektronix、ORIX Rentec等知名厂商的合作,为客户提供产品增值销售、应用系统集成、科技租赁、计量校准、维修维护和科技资产外包管理等综合服务。

此外,"东方集成"还不断创新,利用自身的优势,借鉴国际先进经验与全国各地的高科技园区合作设立"科技租赁公共技术服务平台",面向科技园区内的高新技术企业,快速提供各类电子测量仪器,以满足客户,特别是中小型高新技术企业,短期或中长期使用。这一创新服务模式为社会经济发展、园区创新软环境建设以及企业自主创新提供了良好的支撑平台。

北京东方中科集成科技股份有限公司测试技术分公司(简称:测试技术分公司)是北京东方中科集成科技股份有限公司专业从事安捷伦测试产品销售、租赁、应用集成及相关配套服务的分公司,是安捷伦科技(中国)有限公司在大中国区的重要战略合作伙伴。依托安捷伦产品领先的技术优势和卓越性能,集合了自身的研发、系统集成优势,为广大用户提供测试仪器等配套产品、技术服务及个性化的测试应用解决方案。

秉承"科技无限、服务创新"的宗旨,"东方集成"将继续通过不懈的努力,为客户提供"更丰富的产品选择、更经济的解决方案、更全面的专业服务",成为中国本领域的领导者。

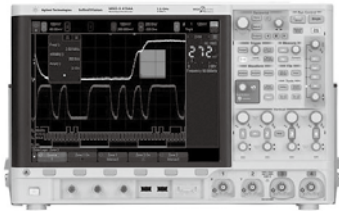
目录

1. 示波器	01
2. 电源&电子负载	06
3. 台式数字万用表	13
4. 数据采集系统	15
5. 函数信号发生器.....	16
6. 频率计数器	17
7. 射频分析仪器	18
8. 器件/系统参数测试仪器	19
9. 手持式仪器设备	21
10. 常用连接附件	22
11. 应用文集	23

示波器

InfiniiVision 系列示波器

Agilent InfiniiVision X4000系列示波器



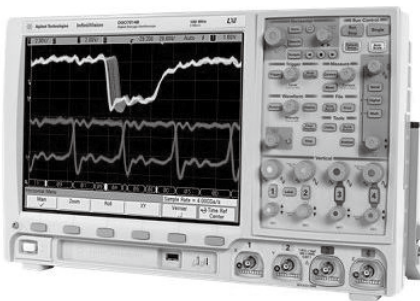
新型4000 X系列示波器旨在满足下一代性能要求，交付相比竞争产品高20倍的波形捕获率，以显示最详细的信号细节。业界领先的12.1英寸电容触摸屏结合创新的硬件InfiniiScan区域触摸触发技术，可提供最直观和响应速度最快的示波器测量方案。配套可全面升级的五合一仪器，4000 X系列可以最大限度地保护您的投资。

特点

全新定义市场上最佳的具有嵌入式操作系统的示波器

- ◆ 12.1英寸电容触摸显示屏
- ◆ InfiniiScan区域触摸触发
- ◆ 标配分段存储器，并具有100万次/秒波形更新率
- ◆ 全面升级的五合一仪器：数字示波器、MSO、双通道任意波形发生器、串行分析（包USB）
- ◆ MegaZoom IV代32nm全新处理芯片，基于硬件加速的串行解码，基于硬件的数字通道加速
- ◆ 基于硬件的3位半数字电压表（AC/DC），具有频率计数器功能
- ◆ 光标测量

Agilent InfiniiVision 7000系列示波器



特点

100MHz-1GHz具有最好信号可视性的工具

- ◆ 包括串行解码在内，基于硬件的测量应用程序，DSO可升级至MSO。
- ◆ 高达100,000次每秒的波形更新率
- ◆ 12.1”显示器，比同类产品大近40%
- ◆ 8Mpts MegaZoom深存储器

InfiniiVision系列示波器的Mega Zoom专用技术落后和贴近工程师使用的创新理念帮助您在有限的预算内快速发现设计中隐藏的问题。

MSO7104B	1GHz带宽，4+16通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 203,100
MSO7054B	500MHz带宽，4+16通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 163,500
MSO7052B	500MHz带宽，2+16通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 146,300
MSO7034B	350MHz带宽，4+16通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 128,000
MSO7032B	350MHz带宽，2+16通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 107,000
MSO7014B	100MHz带宽，4+16通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 92,200
MSO7012B	100MHz带宽，2+16通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 77,900
DSO7104B	1GHz带宽，4通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 161,100
DSO7054B	500MHz带宽，4通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 132,600
DSO7052B	500MHz带宽，2通道，4GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 102,500
DSO7034B	350MHz带宽，4通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 99,900
DSO7032B	350MHz带宽，2通道，2 GSa/s采样率，8M存储深度	¥ 79,900

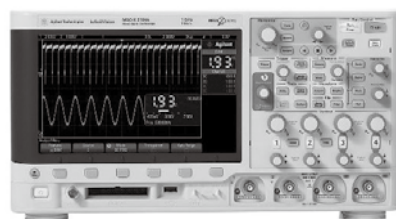
DSO7014B	100MHz带宽, 4通道, 2 GSa/s采样率, 8M存储深度	¥ 69,400
DSO7012B	100MHz带宽, 2通道, 2 GSa/s采样率, 8M存储深度	¥ 57,500
N2735/6/7A	InfiniiVision 7000系列示波器DSO至MSO升级套件	联系我们
MSOX4154A	1.5GHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 203,800
MSOX4104A	1GHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 185,300
MSOX4054A	500MHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 157,500
MSOX4052A	500MHz带宽, 2+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 131,500
MSOX4034A	350MHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 126,900
MSOX4032A	350MHz带宽, 2+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 106,500
MSOX4024A	200MHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 90,800
MSOX4022A	200MHz带宽, 2+16通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 77,800
DSOX4154A	1.5GHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 177,900
DSOX4104A	1GHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 159,300
DSOX4054A	500MHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 131,500
DSOX4052A	500MHz带宽, 2通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 105,600
DSOX4034A	350MHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 101,000
DSOX4032A	350MHz带宽, 2通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 80,600
DSOX4024A	200MHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 64,900
DSOX4022A	200MHz带宽, 2通道, 5GSa/s采样率, 4M存储深度	¥ 51,900
DSOXPERFMSO	X4000A示波器及1GHz款型X3000示波器DSO至MSO升级	¥ 25,900
DSOX4B-T-U	X4000A示波器模拟通道带宽升级	联系我们
DSOX4WAVEGEN2	X4000A示波器升级双通道20MHz任意波/函数信号发生器	¥ 9,080
DSOXDVM	InfiniiVision-X系列示波器集成数字电压表升级	¥ 676
DSOXEDK	InfiniiVision-X系列示波器教育训练套件升级	¥ 4,710
DSOXGPIB	InfiniiVision-X系列示波器GPIB接口即插即用模块	¥ 4,490
DSOXLAN	InfiniiVision-X系列示波器LAN、VGA接口即插即用模块	¥ 3,550
N8900A	InfiniiView 基于PC的分析软件, 可选各类协议的解码分析选项	联系我们
64997A	InfiniiVision-X系列示波器基于PC的Agilent频谱可视化软件	¥ 4,450

Agilent InfiniiVision X3000/X2000系列示波器

特点

物超所值的示波器

- ◆ 观察更长时间的信号, 并观察更多信号的细节。它具有同档产品中的最大显示屏、最深存储器和最快波形更新速率。
- ◆ 执行更多测量。它将示波器、逻辑分析仪、协议分析仪(可选)和WaveGen 内置函数发生器(可选)的功能集于一身。
- ◆ 提供更多投资保护。它是业内独有的可全面升级的示波器。



InfiniiVision X3000/X2000系列拥有入门级的价位和卓越的性能, 以及同类产品不能提供的可选功能。安捷伦的突破性技术可在同等预算条件下提供性能更优异的示波器。

MSOX3104A	1GHz带宽, 4+16通道, 5GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 146,300
MSOX3102A	1GHz带宽, 2+16通道, 5GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 118,000
MSOX3054A	500MHz带宽, 4+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 110,900
MSOX3052A	500MHz带宽, 2+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 89,300
MSOX3034A	350MHz带宽, 4+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 84,800
MSOX3032A	350MHz带宽, 2+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 72,500
MSOX3024A	200MHz带宽, 4+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 51,400
MSOX3014A	100MHz带宽, 4+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 48,100
MSOX3012A	100MHz带宽, 2+16通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 42,000
DSOX3104A	1GHz带宽, 4通道, 5GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 120,400
DSOX3102A	1GHz带宽, 2通道, 5GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 92,100
DSOX3054A	500MHz带宽, 4通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 98,700
DSOX3052A	500MHz带宽, 2通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 77,100
DSOX3034A	350MHz带宽, 4通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 72,500
DSOX3032A	350MHz带宽, 2通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 60,300
DSOX3024A	200MHz带宽, 4通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 39,200
DSOX3014A	100MHz带宽, 4通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 35,900
DSOX3012A	100MHz带宽, 2通道, 4GSa/s采样率, 2M存储深度	¥ 29,800
DSOX3MEMUP	X3000A示波器4Mpts存储深度升级	¥ 4,710
DSOX3MSO	X3000A示波器500MHz及以下带宽款型DSO至MSO升级套件	¥ 12,300
DSOX3BW-	X3000A示波器模拟通道带宽升级	联系我们
DSOX3WAVEGEN	X3000A示波器升级20MHz任意波/函数信号发生器	¥ 6,740
MSOX2024A	200MHz带宽, 4+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 30,500
MSOX2022A	200MHz带宽, 2+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 26,000
MSOX2014A	100MHz带宽, 4+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 26,400
MSOX2012A	100MHz带宽, 2+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 20,300
MSOX2004A	70MHz带宽, 4+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 23,300
MSOX2002A	70MHz带宽, 2+8通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 17,500
DSOX2024A	200MHz带宽, 4通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 24,000
DSOX2022A	200MHz带宽, 2通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 19,500
DSOX2014A	100MHz带宽, 4通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 20,000
DSOX2012A	100MHz带宽, 2通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 13,900
DSOX2004A	70MHz带宽, 4通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 16,900
DSOX2002A	70MHz带宽, 2通道, 1GSa/s采样率, 100K存储深度	¥ 11,100
DSOX2MEMUP	X2000A示波器1Mpts存储深度升级	¥ 1,690
DSOX2MSO	X2000A示波器DSO至8通道MSO升级套件	¥ 6,430
DSOX2BW-	X2000A示波器模拟通道带宽升级	联系我们
DSOX2WAVEGEN	X2000A示波器升级20MHz函数信号发生器	¥ 4,490
DSOXDVM	InfiniiVision-X系列示波器集成数字电压表升级	¥ 676
DSOXEDK	InfiniiVision-X系列示波器教育训练套件升级	¥ 4,710

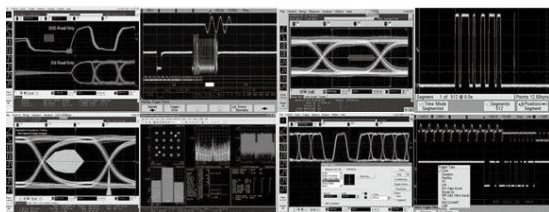
DSOXGPIB	InfiniiVision-X系列示波器GPIB接口即插即用模块	¥ 4,490
DSOXLAN	InfiniiVision-X系列示波器LAN、VGA接口即插即用模块	¥ 3,550
N8900A	InfiniiView 基于PC的分析软件，可选各类协议的解码分析选项	联系我们
64997A	InfiniiVision-X系列示波器基于PC的Agilent频谱可视化软件	¥ 4,450

USB模块化示波器

U2701A	USB模块化示波器，100MHz带宽，2通道，1GSa/s，32Mpts	¥ 12,300
U2702A	USB模块化示波器，200MHz带宽，2通道，1GSa/s，32Mpts	¥ 15,100

Agilent示波器应用方案

Agilent示波器应用程序



我们希望帮助您快速获得精确的测量结果，因此我们为您提供安捷伦在业界最广泛的、适用于特定应用的一致性测试和调试软件。这些应用软件能够快速、轻松地对您的信号进行深入而广泛的分析。哪一款应用软件最适合您？通过选型和比较列表，按照测试类型或示波器型号来对比购买所有可用的应用软件。如欲了解有关安捷伦应用软件的报价及更多信息，请联系我们！

指南

说明	7000系列	X4000系列	X3000系列	X2000系列
模版测试	N5455A	DSOX4MASK	DSOX3MASK	DSOX2MASK
分段存储	N5454A	标配	DSOX3SGM	DSOX2SGM
InfiniiScan 波形分析	—	标配	—	—
I2C/SPI触发解码	N5423A	DSOX4EMBD	DSOX3EMBD	DSOX2EMBD
RS-232/UART触发解码	N5457A	DSOX4COMP	DSOX3COMP	DSOX2COMP
CAN/LIN触发解码	N5424A	DSOX4AUTO	DSOX3AUTO	DSOX2AUTO
I2S触发解码	N5468A	DSOX4AUDIO	DSOX3AUDIO	—
Mil-Std1553 / ARINC429触发解码	—	DSOX4AERO	DSOX3AERO	—
FlexRay触发解码	N5432C	DSOX4FLEX	DSOX3FLEX	—
先进运算	—	标配	DSOX3DVMATH	—
HDTV视频分析	—	DSOX4VID	DSOX3VID	—
电源测量分析	U1881A	DSOX4PWR	DSOX3PWR	—
USB触发解码	—	DSOX4USBFL/D SOX4USBH	—	—
FPGA动态分析及探头	N5406A / N5434A	DSOX4FPGAX	—	—

注：9000系列示波器支持各类一致性分析应用未在此列出，如欲了解请联系我们。

Infiniium系列示波器

Agilent Infiniium 9000系列示波器



Agilent Infiniium 9000系列示波器配有15英寸XGA显示屏，节省您有限的工作台空间。提供最广泛的测量功能，可满足您目前和未来的需求。MSO添加了16个集成的数字通道，能够充分利用可选的综合协议查看器迅速找出导致错误的物理层问题。高清晰度9000 H示波器的超采样和线性降噪技术组合提升达12位的分辨率，将噪声电平降低到传统8位示波器的三分之一以下，提供精确的信号查看能力和低噪声和高动态范围的测量能力。使用安捷伦调试和一致性软件包定制工具箱，量身定制满足需求的示波器。

特点

三合一仪器

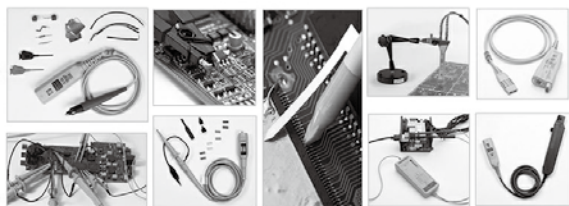
- ◆ 示波器：Infiniium 系列示波器的强大功能加上出色的技术指标为您提供精密的信号表征。9000H高清示波器借助高 16 倍的分辨率和低 3 倍的本底噪声展示隐藏的信号细节。带宽及存储深度可升级。
- ◆ 逻辑分析仪：添加了16个集成的深存储器数字通道，可显示关键的数据值和时间关系。DSO款型可升级至MSO。
- ◆ 协议分析仪：选择集成的协议查看器，可快速、深入地了解协议层和物理层之间的数据包和时间关系。

最广泛的调试和一致性测试应用软件

- ◆ 串行协议应用软件包括 I2C, SPI, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, JTAG, PCI Express, USB 2.0, MIPI D-Phy, SATA 和 8B/10B
- ◆ 串行物理层应用软件包括 USB 2.0、DDR 1/2/3 和以太网
- ◆ 抖动分析应用软件包括 InfiniiScan、EZJIT 和 EZJIT Plus
- ◆ 查看和分析应用软件包括用户定义函数和串行数据均衡

MSO9404A	4GHz带宽, 4+16通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 383,600
MSO9254A	2.5GHz带宽, 4+16通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 296,400
MSO9104A	1GHz带宽, 4+16通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 239,700
MSO9064A	600MHz带宽, 4+16通道, 10 GSa/s采样率, 10M存储深度	¥ 194,600
DSO9404A	4GHz带宽, 4通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 346,700
DSO9254A	2.5GHz带宽, 4通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 260,300
DSO9104A	1GHz带宽, 4通道, 20 GSa/s采样率, 20M存储深度	¥ 202,400
DSO9064A	600MHz带宽, 4通道, 10 GSa/s采样率, 10M存储深度	¥ 158,400
DSO9204H	高清示波器, 2GHz, 4通道, 10GSa/s, 100M存储深度	¥ 233,300
DSO9104H	高清示波器, 1GHz, 4通道, 5GSa/s, 100M存储深度	¥ 211,300
DSO9054H	高清示波器, 500MHz, 4通道, 2.5GSa/s, 100M存储深度	¥ 164,300
DSO9024H	高清示波器, 250MHz, 4通道, 1.5GSa/s, 100M存储深度	¥ 139,300
N2900A	Infiniium 9000示波器存储深度升级, 每通道20M、50M、100M、200M、500M可选	联系我们
N2901A/B/C/D	Infiniium 9000系列示波器DSO至MSO升级套件	¥ 36,200
N2904A	Infiniium 9000系列示波器带宽升级至4GHz	联系我们
N2905A	Infiniium 9000系列示波器带宽升级至2.5GHz	联系我们
N8900A	InfiniiView 基于PC的分析软件, 可选各类协议的解码分析选项	联系我们
64996A	基于PC的Agilent频谱可视化软件	¥ 6,940

Agilent示波器探头附件



我们提供一系列专为提高信号获取和测量精度的创新探头。无论您是正在寻找简单的无源探头，高带宽、低负载的有源探头，还是针对电流或高电压的专业探头，我们都可以满足您的需求。我们的创新附件使您能够为那些难于连接的器件（例如微小间距器件、表面贴装 IC、DDR BGA 封装）建立可靠的连接，甚至可以脱手操作，如欲了解报价及更多信息，请联系我们。

说明	7000系列	X4000系列	X3000系列	X2000系列
示波器带宽	100MHz-1GHz	200MHz-1.5GHz	100MHz-1GHz	70MHz-200MHz
探头接口	AutoProbe	AutoProbe	AutoProbe	BNC
标配探头	10074D(100MHz) 10073D(其他)	N2894A	N2862B(100MHz) N2863B(200MHz)	N2862B(其他) N2863B(200MHz) N2890A(其他)
无源探头 1:1	10070D, N2870A	10070D, N2870A	10070D, N2870A	10070D, N2870A
无源探头 10:1	N2871A, N2873A	N2871A, N2873A	N2871A, N2873A	N2871A, N2873A
高压无源 100:1	10076B	10076B	10076B	10076B
高压无源 1000:1	N2771B	N2771B	N2771B	N2771B
低阻无源探头	N2874A, N2876A	N2874A, N2876A	N2874A, N2876A	—
有源差分高速	1141A, 1130A	1141A, 1130A	1141A, 1130A	—
有源差分高压	N2790-93A, N2891	N2790-93A, N2891	N2790-93A, N2891	N2791A, N2891A
有源单端探头	N2795A/96A, 1130A	N2795A/96A, 1130A	N2795A/96A, 1130A	
电流探头	1146A/47A, N2893A, N2780-83B	1146A/47A, N2893A, N2780-83B	1146A/47A, N2893A, N2780-83B	1146A, N2780-83B

注：部分有源探头及电流探头需要外置电源；部分有源探头型号为探头放大器，需要一个或多个探测连通套件，请联系我们。

电源&电子负载

经济型直流电源E36xx、U80xx系列

E36xx系列台式直流电源



E36xx系列直流电源具备所需的各种基本特性，适用于预算紧张的用户。它的输出纹波和噪声较低，并内置测量和基本可编程功能。它体积小，某些型号可提供多路输出，将台式电源的便捷功能和系统电源的灵活特性完美地集于一身。

特点

- ◆ 极低的输出噪声——低至1mV p-p/0.2mV rms
- ◆ 获得稳定输出功率级的0.01%负载调整率和电源调整率
- ◆ 快负载跳变响应时间（50 μs）
- ◆ 便利的前面板， GPIB及RS-232编程
- ◆ 功率范围广泛，多量程输出组合，覆盖更多电压，电流输出。

E3620A	可编程双路输出直流电流, 50W, 25V/1A	¥ 5,840
E3630A	可编程三路输出直流电源, 35W, 0~6V, 0~2.5A; 0~±20V, 0.5A	¥ 5,840
E3631A	可编程三路输出直流电源, 80W, 0~±25V, 0~1A; 0~6V, 0~5A, GPIB, RS-232	¥ 11,800
E3632A	可编程单路双量程直流电源, 120W, 15V/7A或30V/4A, GPIB, RS-232	¥ 10,400
E3633/34A	可编程单路双量程直流电源, 200W, 8V-50V 4A-20A, GPIB, RS-232	¥ 12,400
E3640/41A	可编程单路双量程直流电源, 30W, 8V-60V 0.5A-3A, GPIB, RS-232	¥ 7,020
E3642/43A	可编程单路双量程直流电源, 50W, 8V-60V 0.8A-5A, GPIB, RS-232	¥ 7,440
E3644/45A	可编程单路双量程直流电源, 80W, 8V-60V 1.3A-8A, GPIB, RS-232	¥ 8,920
E3646/47A	可编程双路双量程直流电源, 60W, 8V-60V 0.5A-3A, GPIB, RS-232	¥ 9,450
E3648/49A	可编程双路双量程直流电源, 100W, 35V-60V 0.5A-1.4A, GPIB, RS-232	¥ 11,300
U8001A	不可编程单路输出直流电源: 30V,3A,150W	¥ 2,970
U8002A	不可编程单路输出直流电源: 30V,5A,150W	¥ 3,720
U8031A	不可编程三路输出直流电源, 375W, 30V/6A, 50V/3A, 375W	¥ 9,770
U8032A	不可编程三路输出直流电源, 375W, 60V/3A, 50V/3A, 375W	¥ 9,770

注: 部分型号的详细电压电流范围请联系我们。

模块化直流电源N67xx系列, 直流电源分析仪N6705B

N67xx系列电源与直流电源分析仪N6705B

特点

加快研发、生产测试, 适应不断变化的产品类型

- ◆ 多路输出电源系统能混用34种不同50W、100W、300W和500W直流电源模块
- ◆ 通过内置的测量、输出序列和可选LIST模式, 内置数字化仪及断路继电器, 简化系统复杂性
- ◆ USB、GPIB和LAN (LXI-C) 简化测试系统的开发
- ◆ 用快稳定时间和快命令处理 (<1ms) 提升生产力
- ◆ 不同类型模块, 包含基础、高精度、精密模块和源表模块
- ◆ SMU覆盖单相限至四相限电源
- ◆ 可视化的示波器及数据记录仪功能, 超高速测量能力采样率达200K
- ◆ 内置任意波形发生器
- ◆ 无缝量程切换技术, 等效于18bit的量化器



N6700B主机体积小, 仅需1U的机架空间, 却可提供多达4路输出以及快速输出编程和有源向下编程能力。N6705B 直流电源分析仪将多达 4 个先进电源与数字万用表、示波器、任意波形发生器和 Data logger 特性融为一体, 可以显著提高向被测件提供直流电压和电流以及进行测量的效率。可独立测量被测件的电流, 无需使用多个设备构建包括传感器 (例如电流探头和分路器) 在内的复杂测量装置; 无需开发和调试程序, 即可控制仪器组合进行有效的测量, 因为前面板已经提供了所有的功能和测量。

N6700B	超薄 (1U) 形模块化电源, 系统主机, 4个模块插槽, 400W	¥ 22,600
N6701A	超薄 (1U) 形模块化电源, 系统主机, 4个模块插槽, 600W	¥ 25,700
N6702A	超薄 (1U) 形模块化电源, 系统主机, 4个模块插槽, 1200W	¥ 33,800
N6705B	直流电源分析仪, 4个模块插槽, 600W	¥ 64,300
N6731-36B	基础直流电源模块, 50W, 5-60V, 0.8-10A	¥ 5,310
N6741-46B	基础直流电源模块, 100W, 5-60V, 1.6-20A	¥ 9,130
N6773-77A	基础直流电源模块, 300W, 20-150V, 2-15A	¥ 12,900
N6751-56A	高性能直流电源模块, 50-300W, 20-60V, 5-50A, 自动量程	联系我们

N6761-66A 精密型直流电源模块, 50-300W, 20-60V, 1.5-50A, 自动量程, nA级电流精度 联系我们

N6781-84A SMU或专用直流电源模块, 20W, ±20 V, ±3 A, 自动量程, 高电压电流精度 联系我们

注: 部分型号的详细电压电流范围请联系我们。

N57xx、N87xx系列系统直流电源

N57xx、N87xx系列系统直流电源



N57xx系列和N87xx系列是安捷伦系统直流电源, 使用这些小型、高密度电源, 节省昂贵的机架空间

特点

紧凑的大功率单路输出电源

- ◆ 采用紧凑1U (750W和1500W) 和2U (3.3kW和5kW) 机箱的45种高性价比的款型
- ◆ 容易的前面板操作及USB、GPIB和LAN (LXI-C) 简化测试系统的开发
- ◆ 输出达600V或400A
- ◆ 前后导风设计散热好
- ◆ 平均无故障使用时间长达40万小时, 使用寿命长
- ◆ 效率高, 可达87%, 节省能源

N5741-52A 系统直流电源 750W 6-600V 1.3-100A GPIB, LAN, USB ¥ 23,200

N5761-72A 系统直流电源 1500W 6-600V 2.6-180A GPIB, LAN, USB ¥ 27,500

N8731-42A 系统直流电源 3300W 6-600V 5.5-400A GPIB, LAN, USB ¥ 43,700

N8754/55A 系统直流电源 5000W 20-30V 170A-250A GPIB, LAN, USB ¥ 63,500

N8756-62A 系统直流电源 5100W 40-600V 8.5A-125A GPIB, LAN, USB ¥ 59,700

注: 部分型号的详细电压电流范围及价格请联系我们。

66/65xx系列直流电源

6541-45A 直流电源, 最大功率200W, 8-120V, 1.5-20A ¥ 25,500

6551-55A 直流电源, 最大功率540W, 8-120V, 4-50A ¥ 31,200

6571-75A 直流电源, 最大功率2160W, 8-120V, 18-220A ¥ 45,200

6611-14C 单路GPIB程控电源, 最大功率50W, 8-100V, 0.5-5A ¥ 20,300

6621/22A 双路GPIB程控电源, 最大总功率160W ¥ 76,100

6623A 三路GPIB程控电源, 7V/5A, 20V/2A, 7V/10A ¥ 85,100

6624-28A 多路精密GPIB程控电源, 最大总功率160W ¥ 93,700

6626A 四路精密GPIB程控电源, 最大功率50W ¥ 150,600

6629A 四路精密GPIB程控电源, 最大功率50W ¥ 151,300

6631-34B 单路GPIB程控电源, 100W, 8-100V, 1-10A ¥ 22,700

6641-45A 单路GPIB程控电源, 210W, 8-120V, 1.5-20A ¥ 25,600

6651-55A 单路GPIB程控电源, 500W, 8-120V, 4-50A ¥ 31,500

6671-75A 单路GPIB程控电源, 2000W, 8-120V, 18-220A ¥ 44,100

6680-84A 单路GPIB程控电源, 5000W, 5-40V, 128-875A ¥ 76,700

6690-92A 单路GPIB程控电源, 6600W, 15-60V, 110-440A ¥ 85,500

注: 部分型号的详细电压电流范围及价格请联系我们。

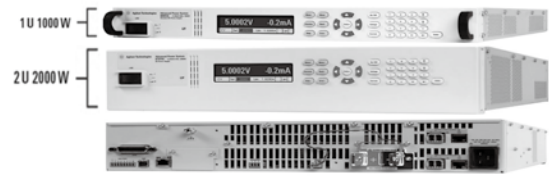
N69XX/79XX系列APS电源

先进电源系统 (APS)

高达 1 kW 和 2 kW 输出的先进电源系统 (APS)，是大功率高性能电源系统。其设计基于安捷伦最新的VersaPower 体系结构，作为综合性的解决方案，提供业界领先的技术指标和创新性能，不仅满足市场目前对先进的自动测试系统供电需求，更能助您从容应对测试过程中对电源最苛刻的要求。

- ◆ 业界领先的速度，全面提升测试系统的吞吐率
- ◆ 精确测量和捕获被测件的电流波形的能力
- ◆ 集成众多的功能，缩短 ATE 开发时间，降低 ATE 系统复杂性和开发成本

APS 电源在独立使用时，可在无限长的时间内连续吸收额定输出电流 10% 的电流。增加了 APS N7909A 功率耗散器后，APS 电源能够连续吸收高达 100% 的额定输出电流。这意味着您可将 APS 作为电子负载，无限期地吸收其它电源的输出电流，而可吸收的最大功率与电源可输出的最大功率相等。有一点极其特殊的是，这种 2 象限工作的直流电源，可以在输出电流和吸收电流的工作模式之间，做到无缝的、连续的工作模式切换，从而不会改变电源的输出特征或引入任何破坏性特性。这个特殊的能力使 APS 成为满足储能设备测试应用中最佳解决方案。



特点:

- ◆ < 2 ms 的指令处理时间，提高系统效率
- ◆ 微秒级的上升、下降时间
- ◆ 无缝量程切换，测量动态范围加大并不影响测量精度
- ◆ 序列输出电流，电压信号
- ◆ 强大的保护功能，过电压、欠电压、过电流和欠电流保护
- ◆ 黑匣子记录功能，对于异常情况可回放查看。
- ◆ 自带10%的sink功能，使用负载模块可扩展为全功率双相限电源。
- ◆ 具备200K采样率，配合PC软件可实现示波器状态显示和数据记录功能
- ◆ 灵活的接口控制标配 GPIB (IEEE-488)、LAN (LXI-Core)和 USB 远程编程接口。
- ◆ 内置并联功能，可扩展到高达 10 kW 的功率输出

N7909A功率耗散器

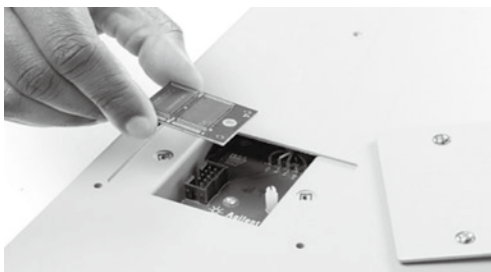
可通用于N69/79XXA系列任何一款电源

专用接口插拔扩展，N695XA/N795XA以下1KW电源，只要配置一个可以扩展至全功率双相限电源，N697XA/N797XA以上2KW电源可扩展一个 (1KW) 或者两个 (2KW) 耗散器。

耗散器的控制不需要单独接口，只需要通过被扩展电源主机接口控制，从而实现真正意义上的双相限电源。



N69/79系列电源黑匣子



N69/79系列电源黑匣子功能均可通过N7908A选项扩展

如果您正在对价格昂贵的原型机进行测试，与电源和供电相关的问题对您的被测件造成了损坏或毁坏，那么您需要找出问题的根源，以确保被测件不会再受损。内置在 APS 中的 N7908A 黑匣子记录器 (BBR) 选项，可通过在电源设置和创建电源和供电事件记录。APS 黑匣子记录器非常像飞机上的数据记录器，始终进行事件记录。当电源启动后，黑匣子记录器就一直运行，在非易失性存储器中记录测量过程中电源和供电事件，无论电源的工作任务或使用方式是什么。工程师可以通过记录事件的回放，寻找可能的问题根源。

N6950A	先进直流电源, 9 V, 100 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 48,887
N6951A	先进直流电源, 20 V, 50 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 48,887
N6952A	先进直流电源, 40 V, 25 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 48,887
N6953A	先进直流电源, 60 V, 16.7 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 48,887
N6954A	先进直流电源, 80 V, 12.5 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 48,887
N6970A	先进直流电源, 9 V, 200 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6971A	先进直流电源, 20 V, 100 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6972A	先进直流电源, 40 V, 50 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6973A	先进直流电源, 60 V, 33 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6974A	先进直流电源, 80 V, 25 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6976A	先进直流电源, 120 V, 16.7 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N6977A	先进直流电源, 160 V, 12.5 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 66,042
N7907A	先进直流电源, 上架套件 GPIB、LAN、USB	¥ 1,534
N7908A	先进电源系统 – 黑匣子功能 GPIB、LAN、USB	¥ 25,731
N7909A	先进电源系统 – 功率耗散器, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 22,300
N7950A	先进电源系统, 9 V, 100 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 84,910
N7951A	先进电源系统, 20 V, 50 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 84,910
N7952A	先进电源系统, 40 V, 25 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 84,910
N7953A	先进电源系统, 60 V, 16.7 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 84,910
N7954A	先进电源系统, 80 V, 12.5 A, 1000 W GPIB、LAN、USB	¥ 84,910
N7970A	先进电源系统, 9 V, 200 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,664
N7971A	先进电源系统, 20 V, 100 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,664
N7972A	先进电源系统, 40 V, 50 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,664
N7973A	先进电源系统, 60 V, 33 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,664
N7974A	先进电源系统, 80 V, 25 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,664
N7976A	先进电源系统, 120 V, 16.7 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,450
N7977A	先进电源系统, 160 V, 12.5 A, 2000 W GPIB、LAN、USB	¥ 110,450

N8900A 大功率自动量程电源系统

N8940A	自动量程系统电源, 80 V, 170 A, 5000 W, 400 VAC	¥ 66,230
N8941A	自动量程系统电源, 200 V, 70 A, 5000 W, 400 VAC	¥ 66,230
N8943A	自动量程系统电源, 500 V, 30 A, 5000 W, 400 VAC	¥ 66,230
N8944A	自动量程系统电源, 750 V, 20 A, 5000 W, 400 VAC	¥ 66,230
N8945A	自动量程系统电源, 80 V, 340 A, 10000 W, 400 VAC	¥ 84,121
N8946A	自动量程系统电源, 200 V, 140 A, 10000 W, 400 VAC	¥ 84,121
N8948A	自动量程系统电源, 500 V, 60 A, 10000 W, 400 VAC	¥ 84,121
N8949A	自动量程系统电源, 750 V, 40 A, 10000 W, 400 VAC	¥ 84,121
N8950A	自动量程系统电源, 1000 V, 30 A, 10000 W, 400 VAC	¥ 84,121
N8951A	自动量程系统电源, 80 V, 510 A, 15000 W, 400 VAC	¥ 106,547
N8952A	自动量程系统电源, 200 V, 210 A, 15000 W, 400 VAC	¥ 106,547
N8954A	自动量程系统电源, 500 V, 90 A, 15000 W, 400 VAC	¥ 106,547

N8955A	自动量程系统电源, 750 V, 60 A, 15000 W, 400 VAC	¥ 106,547
N8957A	自动量程系统电源, 1500 V, 30 A, 15000 W, 400 VAC	¥ 106,547

N8900A大功率自动量程电源系统

Agilent N8900 系列提供 5 kW、10 kW 和 15 kW 自动量程、单路输出程控直流电源, 适用于在工作台和自动测试系统中提供大功率、稳定的直流供电。N8900 系列电源的自动量程输出特征, 可以在在整个功率范围内提供更为宽泛的电压和电流组合, 因而具备前所未有的灵活性。相比于传统的“矩形”输出范围的程控电源, 自动量程的单台 N8900 电源能够胜任多个传统电源的工作。它是一款多合一的电源!

N8900 系列提供稳定的输出、内置电压和电流测量、自动量程输出, 电压范围分别是 80 V–1500 V, 电流范围 10 A–510 A。电源提供多种系统就绪的标准控制接口, 简化和加快测试系统开发; 紧凑的 3U 设计还能有效节省机架空间。如需更高的输出功率, 您可以轻松地并联多台设备, 以构建总功率超过 100 kW 的电源系统。在并联时利用内置的主、从控制能力, 只需对主电源进行编程, 而不必单独对每个电源编程。

特点:

- ◆ 自动量程输出, 单台电源能够胜任多台普通电源的工作
- ◆ 10 和 15 kW 最大输出功率, 最高 1.5 kV 电压或 510 A 电流
- ◆ 14 种不同的电压、电流和功率组合;
- ◆ 3 相 208 V 或 400 V 交流电压输入。
- ◆ 轻松地通过并联, 构建功率超过 100 kW 的高功率单路输出电源系统。
- ◆ 内置电压和电流测量
- ◆ 大功率密度, 在仅 3U 高度中可输出高达 15 kW 的功率
- ◆ 过压、过流和过温保护
- ◆ 标配 LAN (LXI Core)、USB、GPIB 编程接口, 以及模拟控制接口

并联工作提供更多的功率

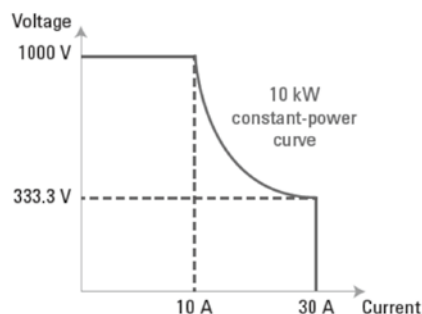
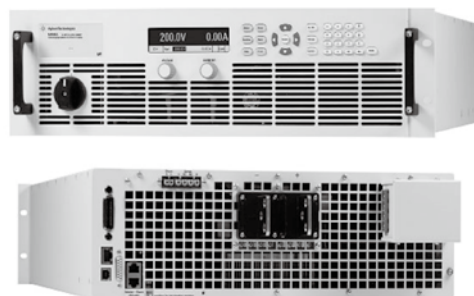
如果您需要更高的输出功率, 我们已经为您准备好了。通过电源直接的主、从并联设置, 可轻松地并联多达 7 台同型号的电源, 将单路输出总功率达到 100 kW 以上! 通过并联配置, 可以像“单个”大电源一样工作。但我们不建议将多台电源串联使用。

模拟控制和监测

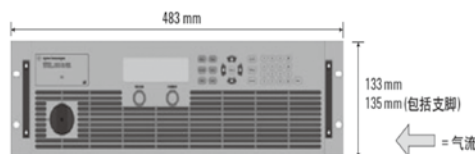
利用 0–5 V 或 0–10 V 的模拟电压信号, 可以在 0 至全量程之间控制电源电压或电流的输出。每个都对应着全量程的 0–100%。也可相同的方式监视测得的输出电压和电流。

交流输入

N8900 共有 28 个型号。其中 14 个型号是三相 208 VAC 输入, 其余的是三相 400VAC 输入。由此, N8900 可以在世界各地得到了广泛应用。美洲和日本等地区应当选择 208VAC, 欧洲和包括中国在内的亚洲等地区应当选择 400VAC



电源尺寸:



6030A系列自动量程直流电源

6030–32A	自动量程直流电源, 1200W, 20–200V, 17–120A	¥ 55,800
6033/38A	自动量程直流电源, 240W, 20V–60V, 10A–30A	¥ 41,900
6035A	自动量程直流电源, 1050W, 500V, 5A	¥ 61,500

注: 部分型号的详细电压电流范围及价格请联系我们。

直流电子负载

N3300A系列电子负载

特点

用快速电子负载加速生产制造测试

- ◆ 混插六种模块，作为直接、并联或串联输出，在一台主机中达到1800W
- ◆ 在恒流（CC）、恒压（CV）和恒阻（CR）模式同时测量各电子负载模块上的电压和电流
- ◆ 通过波形数字化和4096数据点缓冲观看瞬态特性，并可自动执行保存的命令序列



该电子负载系列为模块化设备，由主机与模块组成，N3300A主机最多可插6个模块。该系列负载稳定度高，适合在产线上大规模使用。

N3300A	1800W直流电子负载机箱	¥ 21,500
N3301A	600W半宽度直流电子负载机箱	¥ 18,300
N3302A	150W直流电子负载模块，0-60V，0-30A	¥ 15,000
N3303A	250W直流电子负载模块，0-240V，0-10A	¥ 21,300
N3304A	300W直流电子负载模块，0-60V，0-60A	¥ 18,500
N3305A	500W直流电子负载模块，0-150V，0-60A	¥ 27,300
N3306A	600W直流电子负载模块，0-60V，0-120A	¥ 26,300
N3307A	250W直流电子负载模块，0-150V，0-30A	¥ 19,900

交流功率源/分析仪

681xB系列交流功率源/分析仪

特点

在一台仪器内产生、测量和分析交流信号

- ◆ 在一台仪器内产生达1750VA的单相交流电源和1350W的直流电源
- ◆ 过流、过压、过功率和过热保护，输出断路继电器和远地禁止能力保护昂贵的被测件
- ◆ 免费的图形用户界面（GUI），带有交流源图形用户界面软件和通过GPIB的Microsoft Excel Link链接



这是一种多功能的仪器，它可用作交流源、直流源、强大的任意波形发生器，以及通用功率分析仪，从而节省您的工作台或机架空间。还可使用可选的第2台功率分析仪，以用作独立源或用于双结点测量，例如电源输入或输出效率测试。

6811B	交流源/分析仪，375VA，300V，3.25A，RS232	¥ 65,600
6812B	交流源/分析仪，750VA，300V，6.5A，RS232	¥ 82,300
6813B	交流源/分析仪，1750VA，300V，13A，RS232	¥ 108,300

台式数字万用表

高精度数字万用表

Agilent 3458A数字万用表



Agilent 3458A 万用表是世界公认的高性能数字万用表标杆，具有极高的精度和高速数字转换能力，可提供校准实验室精度水平的测量和快速的测试系统吞吐量。

特点

- ◆ 1年内直流电压精度为 8-ppm (可选 4-ppm)
- ◆ 0.05 ppm 直流电压传输精度
- ◆ 精确的交流电压测量。
- ◆ 高达 100000 个读数/秒 (4.5 位)

3458A	8位半数字万用表(带GPIB, 20k字节读数存储器及8 ppm稳定度)	¥ 77,900
3458A-001	扩展的读数存储器(扩展至总 148 k 字节)	¥ 5,610
3458A-002	高稳定度(4 ppm/年)基准	¥ 11,000
34420A	7位半纳伏表、微欧表, 1K读数存储	¥ 35,100

6位半数字万用表

Agilent 34411A高性能数字万用表



Agilent 34411A 以工业标准的 34401A 为基础设计而成。它具有 34410A 的全部特性，以及 50000 读数/秒、1M 易失性存储器、模拟触发电平调节和可编程的前触发/后触发等特性。

特点

- ◆ 6.5位分辨率，基础精度：0.0030 % 直流，0.06% 交流
- ◆ LAN (符合 LXI C 类标准)、USB 和 GPIB 标准
- ◆ 14 种测量功能，包括电容和温度测量
- ◆ 非易失性数据记录仪可存储 100万 个读数

Agilent 34461A数字万用表



Agilent 34461A 数字万用表 (DMM) 是 34401A DMM 的替代产品，除了为您提供工业标准 34401A 的全部功能之外，它还具备全新的显示功能和 Truevolt 测试性能，成为业界唯一具有 34401A 100% 接脚兼容性的产品。

特点

- ◆ 精度：0.0035% 直流，0.06% 交流
- ◆ 彩色图形显示屏与内置条形图、直方图、趋势图、数学和统计功能
- ◆ I/O: USB、LAN/LXI、GPIB (可选)
- ◆ 借助数字万用表连通性工具软件，只需单点击，即可在 PC 或移动设备中控制、捕获和查看数字万用表的数据

34411A	6位半数字万用表, LAN, USB, GPIB, 1M读数存储	¥ 18,300
34410A	6位半数字万用表, LAN, USB, GPIB, 50K读数存储	¥ 12,300
34461A	6位半数字万用表, LAN, USB, GPIB, Truevolt	¥ 9,550
34460A	6位半数字万用表, LAN, USB, GPIB, 基础型Truevolt	¥ 8,280
34401A	6位半数字万用表, GPIB, RS-232, 512读数存储	¥ 9,770
L4411A	6位半数字万用表, 1U高, LXI	¥ 20,400
11059A	Kelvin 成套探头	¥ 1,460
11060A	表面贴装器件 (SMD) 测试探头	¥ 280
11062A	Kelvin 夹套件	¥ 390
34330A	30A电流分流器	¥ 790
34134A	直流耦合电流探头, 8KHz带宽, 10mA~50A DC, 40A AC	¥ 4,340
34136A	高压探头, 40KV DC, 28KV RMS AC, 300Hz带宽	¥ 1,430

基础型数字万用表

Agilent 34450A数字万用表

Agilent 34450A 5位半台式数字万用表可以加快日常使用的测试与测量应用, 适用于工业和教育领域。借助 190 个读数/秒的速率, 您能够显著提升测试与测量效率。

特点

- ◆ 11 种测量功能, 包括 4 线测量、电容和温度测量
- ◆ 高对比度和灵活的 OLED 显示屏
- ◆ 数据记录功能可保存高达 50,000 个点, 并提供内置直方图和基本统计功能
- ◆ 多种连通性选择——USB、串行接口 (RS-232) 和可选的 GPIB



34450A	5位半数字万用表, USB, RS-232, 可选GPIB, 双显示,	¥ 7,000
U3606A	5位半数字万用表, 30W直流电源, USB、GPIB	¥ 12,600
U3402A	5位半数字万用表, 低成本, 双显示	¥ 6,050
U3401A	4位半数字万用表, 低成本, 双显示	¥ 4,620

注: 6位半数字万用表的测试附件在基础型数字万用表上通用。

Agilent U2741A USB模块化数字万用表

U2741A	5位半USB模块化数字万用表	¥ 9,700
--------	----------------	---------

数据采集系统

数据采集开关

Agilent 34980数据采集开关单元



Agilent 34980A 是一个灵活、可靠的开关和数据采集平台，配有 20 多个模块，可帮助您定制测试系统。相比 VXI 或 PXI 模块解决方案，价格最高降低 40%。

特性

- ◆ 8 插槽主机，有 21 种插入式模块可供选择，34980A 多功能开关/测量单元概述
- ◆ 具有 6 ½ 位 (22 比特) 分辨率的内置数字万用表，扫描速度高达 1000 个通道/秒
- ◆ 标配 LAN、USB 和 GPIB 接口，可轻松连接至 PC，符合 LXI C 类标准
- ◆ 单个主机包含高达 560 个双线多路复用器或 4096 个矩阵交叉点
- ◆ 免费的 BenchLink Data Logger 数据记录分析软件，通过内置 Web 界面实现远程访问

34980A	多功能开关/测量单元	¥ 22,900
34972A	LXI 数据采集开关单元，LAN，USB	¥ 17,400
34970A	数据采集开关单元，GPIB，RS232	¥ 15,000
34921A	40通道电枢低热偏置多路复用器，用于34980A主机	¥ 8,040
34922A	70通道电枢式多路复用器，用于34980A主机	¥ 12,000
34923A	40/80通道簧式多路复用器，用于34980A主机	¥ 9,360
34924A	70通道簧式多路复用器，用于34980A主机	¥ 13,800
34925-59A	其他17种多功能模块，用于34980A主机	联系我们
349--T	适用于34980A各种多功能模块的端接块	联系我们
34901A	20通道电枢式多路复用器 (2/4线)，用于34970/2A系列主机	¥ 4,820
34902A	16通道舌簧式多路复用器 (2/4线)，用于34970/2A系列主机	¥ 5,740
34903A	20通道执行器/通用开关，用于34970/2A系列主机	¥ 4,090
34904-08A	其他5种多功能模块，用于34970/2A系列主机	联系我们
34832A	用于34980A的BenchLink Data Logger Pro软件	¥ 8,370
34830A	用于34970A的BenchLink DataLogger Pro 软件	¥ 6,690
34307A	J型热电偶套装，10只装，180cm长	¥ 980
34308A	热敏电阻套装，5只装，10 K Ω，0 至 75°C	¥ 880

Agilent LXI 系列开关和控制模块、数字转换器

L4421A	40通道电枢式多路复用器	¥ 15,200
L4433A	双/四4X8电枢矩阵	¥ 18,100
L4437-52A	其他4种LXI系列开关和控制模块	联系我们
349--T	适用于L44系列各种模块的端接块	联系我们

Agilent USB数据采集和开关模块

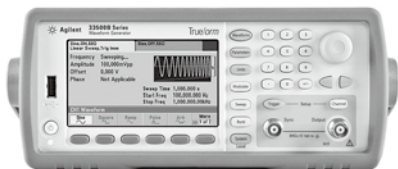
U2121A	16路输入、16路输出数字I/O模块	¥ 3,770
U2122-23A	其他2种U2100系列数据采集模块	联系我们

U2331A	64通道、1MSa/s、多功能数据采集模块	¥ 19,800
U2351-56A	其他6种U2300系列数据采集模块	联系我们
U2531A	2MSa/s、同时采样多功能数据采集模块, 4个模拟输入, 2个模拟输出	¥ 16,800
U2541-42A	其他2种U2500系列数据采集模块	联系我们
U2651A	32路输入、32路输出光隔离数字I/O模块	¥ 3,910
U2652-53A	其他2种U2600系列数字I/O模块	联系我们
U2751A	4x8 2线开关矩阵模块	¥ 8,890
U2802A	31通道热电偶输入模块	¥ 10,300

函数信号发生器

“Trueform” 函数任意波发生器

Agilent 33522B波形发生器



Agilent 33500B 系列波形发生器采用独一无二的 Trueform 信号生成技术, 可提供比传统 DDS 发生器更出色的功能、保真度和灵活性。它可以轻松生成您的器件所需的各种信号, 性能超越您的期望。

特点

独一无二的 Trueform 技术

- ◆ 谐波失真低 5 倍的正弦波, 可生成更纯净的信号
- ◆ 最高可达 30 MHz 且抖动小 10 倍的脉冲, 可提供更精确的计时
- ◆ 逐点生成任意波形和排序能力, 250 MSa/s 采样率 可提供时间分辨率更高的任意波形
- ◆ 16 位分辨率和 1 mVpp 至 10 Vpp 幅度 可提供更高的幅度精度
- ◆ 1 MSa/通道标准配置波形存储器 and 16 MSa/通道 可选配置存储器, 可存储您的最长波形
- ◆ USB、LAN (LXI-C)、GPIB 标准接口使仪器 可以轻松快捷地连接到 PC 或网络

33509B	波形发生器, 20MHz, 1通道	¥ 14,800
33510B	波形发生器, 20MHz, 2通道	¥ 22,600
33511B	波形发生器, 20MHz, 1通道, 具有任意波形生成能力	¥ 17,500
33512B	波形发生器, 20MHz, 2通道, 具有任意波形生成能力	¥ 26,300
33519B	波形发生器, 30MHz, 1通道	¥ 16,500
33520B	波形发生器, 30MHz, 2通道	¥ 25,200
33521B	波形发生器, 30MHz, 1通道, 具有任意波形生成能力	¥ 19,200
33522B	波形发生器, 30MHz, 2通道, 具有任意波形生成能力	¥ 29,100
-OCX	超高稳定性时基	¥ 6,010
-IQP	可执行基带调制的IQ播放器 (仅用于33512B/33522B)	¥ 7,730
335BW-U	带宽扩展至30MHz	联系我们
335ARB-U	添加任意波形生成能力	联系我们
335MEM-U	任意波形型号添加16M存储器	联系我们
33503A	BenchLink Waveform Builder Pro 软件	¥ 6,290

Agilent 33200系列波形发生器

33210A	函数/任意波形发生器, 10MHz	¥ 11,500
33220A	函数/任意波形发生器, 20MHz	¥ 20,400
33250A	函数/任意波形发生器, 80MHz	¥ 42,600
-001	10MHz外部时基	联系我们
-002	8 K 点任意波形发生器	联系我们
33502A	2通道, 50Vpp, 高压放大器	¥ 23,000
33503A	BenchLink Waveform Builder Pro 软件	¥ 6,290

Agilent USB模块化函数发生器

U2761A	函数/任意波形发生器, 20MHz, USB模块	¥ 15,200
--------	--------------------------	----------

频率计数器

53200系列频率计数器

Agilent 53230频率计数器



特性与技术指标

- ◆ 1~2 个 350 MHz 输入通道,
加可选的第 2/3 通道 (6 GHz 或 15 GHz)
- ◆ 10~12 位/秒分辨率
- ◆ 内置的数学分析功能和彩色图形显示屏
(趋势视图和直方视图)
- ◆ 标配 LXI-C/LAN, USB 和 GPIB。可选: 锂电池

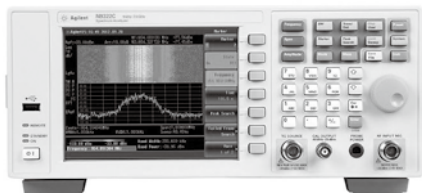
Agilent 53200 系列 350 MHz 射频/通用频率计数器/计时器可满足您所有的频率及时间间隔测量需求。现有三个型号能够在 1/2 选通模式下提供高达 12 位/秒的单个频率分辨率。单次时间间隔测量的分辨率可达到 20 ps。所有型号都提供最新的内置分析和绘图功能, 以便最大限度地深入分析, 获得最丰富的信息。此外, 安捷伦提供电池选项以提高便携性并确保时基精度。

53210A	350MHz 射频频率计数器, 10位/秒, LAN, USB, GPIB	¥ 18,100
53220A	350MHz 通用频率计数器/计时器, 12位/秒, 100ps, LAN, USB, GPIB	¥ 20,900
53230A	350MHz 通用频率计数器/计时器, 12位/秒, 10ps, LAN, USB, GPIB	¥ 32,500
-010	超高稳定度OCXO时基	¥ 10,400
-106	6GHz微波输入	¥ 10,800
-115	15GHz微波输入	¥ 26,600
-150	脉冲微波测量, 仅限53230A	¥ 17,200
-300	增加内部锂离子智能电池和充电器	¥ 6,930

射频分析仪

BSA射频频谱分析仪

N9322C/N9320B频谱分析仪



BSA频谱分析仪定义了新一代高性价比的通用频谱分析仪。借助一流的射频性能，它可使您在射频设计和故障诊断过程中快速执行关键分析。应用领域无论电子制造、工作台维修、射频教育，还是研发项目，能提供必要功能和性能从而满足您要求的同时又有您所期待的价格。

特点

新一代高性价比的通用频谱分析仪

- ◆ N9322C频率9kHz至7GHz，可选的7GHz前置放大器；
- ◆ 可选内置跟踪发生器，内置VSWR桥，可选AM/FM、ASK/FSK解调分析；
- ◆ ± 0.3 dB 绝对幅度精度，+10 dBm 三阶截获（TOI），-162 dBm 显示平均噪声电平（DANL）；
- ◆ 一键式功率测量，反射测量包括回波损耗、插入损耗和故障点距离，通道扫描仪最多同时测量20个通道。

射频信号发生器

N9310A 射频信号发生器



N9310A 是对现代消费类产品（例如无绳电话、数字无线产品、GPS 模块、RFID 和无线 LAN 设备）进行电子制造测试的理想选择。这款新型信号发生器的操作简单，不仅可以生成 9 kHz 至 3 GHz 的常见射频信号，还可轻松生成调制的 AM、FM、QM 以及脉冲信号。可选的模拟IQ输入功能，能够从定制的IQ输入生成复杂的IQ调制信号，例如 GSM、cdma 和 OFDM 信号。

特点

最理想的经济型通用射频信号源

- ◆ 9 kHz 至 3 GHz 连续波输出，20 Hz 至 80 kHz 低频（LF）输出，幅度/频率的全面扫描功能；
- ◆ -127 至 +13 dBm 输出电平范围（最大可设为 +20 dBm），-95 dBc/Hz SSB 相噪；
- ◆ 丰富的模拟调制功能，可选的模拟IQ输入功能。

N9322C	9kHz-7GHz 频谱分析仪	¥ 105,700
-P07	7GHz 前置放大器选件	¥ 7,560
-PFR	高精度频率参考	¥ 9,690
-BB1	基带信号输入模块选件	¥ 20,300
-TG7	7GHz跟踪信号源选件	¥ 20,300
-RM7	反射测量功能选件（需要TG7选件）	¥ 20,300
-AMA/DMA	模拟调制/数字调制信号的解调分析功能选件	联系我们
-PWM/PWP	USB功率计（平均功率/峰值功率）支持选件	联系我们

N9320B	9kHz-3GHz频谱分析仪	¥ 75,800
-PA3	3GHz前置放大器选件	¥ 5,400
-TG3	3GHz跟踪信号源选件	¥ 20,300
-EMF	EMC测量滤波器选件	¥ 2,520
-AMA/DMA	模拟调制/数字调制信号的解调分析功能选件	联系我们
-TR1	射频培训套件	¥ 29,500
N9310A	9KHz到3GHz射频信号发生器	¥ 70,600
-001	模拟IQ输入功能选件	¥ 8,110
-PFR	高精度频率参考	¥ 9,450

注：如欲了解台式射频分析仪器的成套配置方案及报价请联系我们。

手持式射频分析仪

HAS手持式频谱仪



特点

最理想的经济型通用射频信号源

- ◆ 9 kHz 至 3 GHz 频谱分析仪及跟踪信号源选件；
- ◆ -144 dBm 显示平均噪声电平 (DANL) ， ± 1.5 dB 幅度精度；
- ◆ 结合 Agilent U2000 系列 USB 功率传感器，
可进行高精度功率测量
- ◆ 电池使用时间：4 小时，重量：3.2KG，
工作温度：-10℃ +50℃

Agilent N9340B 手持式频谱分析仪 (HSA) 让频谱分析的速度和性能尽在现场工程师的掌握之中。它提供适用于现场应用的强大特性。另外，HSA 具有出色的性能，使您能够对现场测试结果充满信心，而且优化的用户界面可以提高现场的工作效率。

N9340B	HSA 手持式频谱分析仪，3 GHz	¥ 69,200
N9330B	手持式电缆和天线仪，4 GHz	¥ 42,600
N9311X	射频微波测试附件套装及各选件	联系我们

器件/系统参数测试仪器

台式 LCR 表

E4980AL 精密LCR表

E4980AL 精密 LCR 表为基础 LCR 表树立了行业标准，实现了精度、速度与通用性的完美结合，适用于各种元件测量。无论是低阻抗范围还是高阻抗范围，E4980AL 均能提供极快的测量速度和出色的测量性能，是元件和材料的常规研发测试及制造过程测试的理想工具。LAN、USB和GPIB PC连通性能够提高设计和测试的生产率。

特点

- ◆ 在 20 Hz 至 300 kHz/500 kHz/1 MHz 范围内提供 4 位分辨率显示，最高测试频率可升级；
- ◆ 201点列表扫描，基本精度为0.05%，100 μV 至 2 Vrms，
1 μA 至 20 mA 可变测试信号
- ◆ 多功能电脑连接 (LAN、USB和GPIB)



E4980AL	高精度LCR表主机 (不含频率核心选件, 须同频率核心选件同时使用)	¥ 4,710
-030	20Hz-300kHz 频率核心选件, 基本测量	¥ 33,700
-050	20Hz-500kHz 频率核心选件, 基本测量	¥ 50,500
-100	20Hz-1MHz 频率核心选件, 基本测量	¥ 67,300
-03x/05x/10x	各种20Hz-300kHz/500kHz/1MHz频率核心选件, 不同接口及校准配置	联系我们
4263B	LCR表, 100Hz至100kHz	¥ 23,300

注: 如需了解LCR表的详细参数及选件信息请联系我们。

用于LCR表和电阻表的测试附件

我们提供的多种适用于各类应用的附件使测量变得更简单、更可靠。例如, 在测量SMD元件的电阻时就需要使用机械用和电气用精密测试夹具。针对这种情况, 安捷伦提供用于电阻测量仪器的专用SMD夹具, 能够使测量误差降到最低。另外, 安捷伦还提供用于其他应用 (例如直流偏置测试、介电材料测试等) 的专用夹具。欲了解详细信息及报价, 请联系我们。

型号	名称	描述	4285A	4285A	4285A	E4981A	E4982A	4294A	4294A	E4991A	E5061B
16034E	SMD/ 片状器件测试夹具	DC-40 MHz	•	•	•	•		•			•
16034G	小型 SMD/ 片状器件测试夹具	DC-110 MHz	•	•	•	•		•			•
16034H	适用于测试阵列型器件的 SMD/ 片状器件测试夹具	DC-110 MHz	•	•	•	•		•			
16034-60011/60012	3 端子 SMD 测试夹具	DC-110 MHz	•	•	•	•		•			
16044A	SMD/ 片状器件测试夹具, 开尔文触头	DC-10 MHz	•	•	•	•		•			
16047A	轴向 / 径向测试夹具	DC-13 MHz	•	•	•	•		•			
16047D	轴向 / 径向测试夹具	DC-40 MHz	•	•	•	•		•			
16047E	轴向 / 径向测试夹具	DC-110 MHz	•	•	•	•		•			•
16048A	1 米测试延长电缆, BNC	DC-30 MHz	•	•	•	•					
16048-60030	1 米测试延长电缆, SMC	DC-30 MHz	•	•	•	•					
16048D	2 米测试延长电缆, BNC	DC-30 MHz	•	•	•	•					
16048E	4 米测试延长电缆, BNC	DC-2 MHz	•	•							
16048G	1 米测试延长电缆, BNC	DC-110 MHz						•			
16048H	2 米测试延长电缆, BNC	DC-110 MHz						•			
16060A	变压器测试夹具	DC-100 kHz	•								
16065A	带保护罩的外接电压偏置源 (≤ 200 Vdc)	50 Hz-2MHz	•	•	•	•		•			
16065C	外接偏置适配器 (≤ 40 Vdc)	100 Hz-1 MHz	•	•	•	•					
16085B	4 端子对到 7 mm 适配器	DC-40 MHz	•	•	•	•					
16089A/B/C/D/E	开尔文接线柱延长电缆	5 Hz-100 kHz	•	•	•	•					
16092A	射频弹簧接线柱: 轴向、径向和 SMD	DC-500 MHz	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6095A	低频阻抗探头	DC-13 MHz	•	•	•	•					
16192A	平行电极 SMD 测试夹具	DC-2 GHz	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16194A	高温元件测试夹具	DC-2 GHz	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16196A/B/C/D	平行电极 SMD 测试夹具	DC-3 GHz	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16197A	底电极 SMD 测试夹具	DC-3 GHz	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16200B	外部直流偏置适配器	1 MHz-1 GHz						•		•	•
16201A	N 型至 7 mm 端子适配器	5 Hz to 3 GHz									•

型号	名称	描述	4285A	4285A	4285A	E4981A	E4982A	4294A	4294A	E4991A	E5061B
16334A	SMD/片状器件镊子	DC-15 MHz	•	•	•	•		•			
16451B	电介质材料测试夹具	DC-30 MHz	•	•	•	•		•			
16452A	液体测试夹具	20 Hz-30 MHz		•	•			•			
16453A	电介质材料测试夹具	1 MHz-1 GHz									•
16454A	磁性材料测试夹具	1 kHz-1 GHz							•	•	
42842A/B	高偏置电流 20 A/40 A 测试夹具	20 Hz-1 MHz		•							
42842C	高偏置电流 10 A 测试夹具	75 kHz-30 MHz				•					
42941A	阻抗探头套件	DC-110 MHz						•			

手持式仪器设备

手持式通用仪器

手持式万用表、钳形表、电容表和 LCR 电桥表



安捷伦系列是最适合您工作需求的手持式数字万用表。无论是在黑暗、嘈杂还是危险的环境中，即便出现最坏的情况，您也可以利用它们顺利完成测量，此外还能更轻松地完成日常任务。

U1232A	真有效值 6000 计数手持式数字万用表	¥ 1,250
U1233A	真有效值 6000 计数手持式数字万用表配备无接触电压检测器	¥ 1,520
U1241B	手持式数字多用表, 4 位	¥ 2,350
U1242B	手持式数字多用表, 4 位, 带数据记录功能	¥ 2,590
U1251B	手持式数字多用表, 4½ 位	¥ 3,520
U1252B	手持式数字多用表, 4½ 位, 带频率计数及方波输出	¥ 3,780
U1253B	手持式数字万用表, 4½ 位、有机 LED 显示屏	¥ 4,140
U1271A	工业手持式数字万用表, 4½ 位, 防水防尘	¥ 3,330
U1272A	工业手持式数字万用表, 4½ 位, 防水防尘, 100kHz 交流测试及更多功能	¥ 3,630
U1273A	4.5 位防水防尘手持式数字万用表, 配有有机 LED (OLED) 显示屏	¥ 3,810
U1273AX	4.5 位防水防尘手持式数字万用表, OLED 显示屏, -40°C-55°C	¥ 4,490
U1191A	手持式钳形表, 400A	¥ 910
U1192A	手持式钳形表, 400A 及更多功能	¥ 1,250
U1193A	手持式钳形表, 600A	¥ 1,570
U1194A	手持式钳形表, 600A 及更多功能	¥ 2,010
U1211A	手持式钳形表, 1000A 交流电流	¥ 2,310
U1212A	手持式钳形表, 1000A 交、直流电流	¥ 3,040
U1213A	手持式钳形表, 1000A 交、直流电流及耦合电流	¥ 3,230

U1401B	手持式多功能校准器/万用表	¥ 6,480
U1733C	100kHz 手持式 LCR 表	¥ 3,400
U1732C	10kHz 手持式 LCR 表	¥ 2,970
U1731C	1kHz 手持式 LCR 表	¥ 2,460
U1701B	手持式电容表	¥ 1,340

手持式示波器

U1600系列手持式示波器

U1610A 具有 100 MHz 带宽和 1 GSa/s 采样率, U1620A 提供 200 MHz 带宽和 2 GSa/s 采样率。通过最大 2 Mpts 的存储器深度, 用户可以捕获非重复信号, 例如马达启动程序和瞬变波形, 而不会损坏信号细节。可阳光下清晰显示的 5.7 英寸 (对角线) 屏幕采用了 VGA TFT LCD 技术, 增强的彩色强度可以清晰地分辨波形详情。类似台式机的显示屏和双窗口缩放功能支持用户轻松识别并放大问题区域, 以进行更详细地分析。两种型号都具有三种视图模式: 室内、室外和夜视。每种模式均使用预定义的对比水平, 帮助工程师和技术人员在各种光照条件下分析波形。



特点

- ◆ CATIII 600V 隔离通道。
- ◆ 高达 2GSa/s 采样率。高达 2Mpts 记录长度。
- ◆ 5.7 英寸 VGA TFT LCD 显示屏 (640X320 分辨率)
- ◆ 3 种视图模式显示 (室内、室外、夜视), 双窗口缩放和数学函数。
- ◆ 10,000 计数数字万用表。数据记录功能, USB 2.0 全速 IO 接口。

U1602B	20MHz 手持式数字示波器	¥ 13,900
U1604B	40MHz 手持式数字示波器	¥ 17,300
U1610A	100MHz 手持式数字示波器	¥ 36,600
U1620A	200MHz 手持式数字示波器	¥ 41,100

常用连接附件

10833A	GPIB 连接线, 1 米	¥ 670
10833B	GPIB 连接线, 2 米	¥ 750
82350B	PCI-GPIB 接口卡	¥ 4,420
82357B	USB-GPIB 转接线	¥ 4,500
E5810A	LAN、GPIB 网关	¥ 11,900



应用文集

便携设备的能耗测试解决方案	24
用数字万用表进行更好的交流测量	25
更好地利用数字万用表测量的8项提示	27
利用双通道任意波形发生器生成差分信号	31
使用Agilent InfiniiVision 示波器进行高精度频率测量	33
8大使用技巧, 助您获得更准确的示波器测量结果	34
用通用计数器进行更快的频率测量	39
使用电源的几项提示	41



便携设备的能耗测试解决方案

N6705B 直流电源分析仪

N6705B 直流电源分析仪 快速测试手机三件套——手机耗电，电池充放电、容量及内阻，充电器输出性能



我国智能手机出货量达到1.46亿部，占手机出货量的51.9%，已经超过了功能机，逐渐成为市场的主流。大屏智能手机的大范围使用，在我们日常生活中已经普遍存在了，但是智能手机带来的问题也同时困扰着我们，首当其冲的就是待机时间的问题。这种便携设备中包含了大量的耗电大户，如：收发信机、高速处理器芯片、图形处理器芯片、超大液晶屏幕等。在智能手机的战场里，除了运算性能以外，待机时间已经成为用户更为关心的指标了。

除智能手机以外，手持RFID标签读写机、平板电脑、手持pos机等，都越来越关注耗电和待机问题了。

如何评估便携设备的待机和耗电情况呢？

有如下部分需要注意：

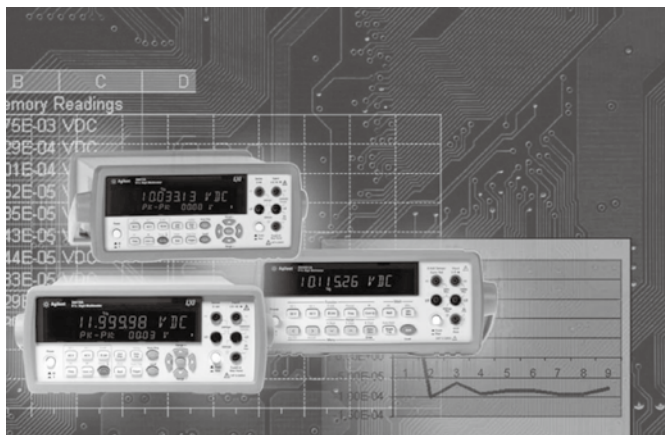
- ◆ 手机、平板电脑耗电测试
 - 终端耗电性能测试及分析
 - 电池充放电功能、保护、容量及电池内阻测试
 - 充电管理测试
 - 充电器输出性能测试
- ◆ 智能手机及平板电脑内部DC-DC模块及PMU子通路耗电
 - 芯片转换效率
 - 输入/输出时延
 - 空耗测试
- ◆ 多路同步的高带宽正负电压输出进行显示屏驱动测试

为了满足上述的测试，

测试仪器需要具备如下特点：

- ◆ 更高的电流测量精度
 - 微安级休眠电流，甚至nA级漏电流都成为测试需要
- ◆ 动态电流变化范围大：
 - 从微安级休眠电流到安培级发射电流
 - 针对不同范围电流都能提供连续、准确的测量
 - 脉冲宽度窄，一般在几百微秒至毫秒级
- ◆ 采样速率和记录时间
 - 更快的采样速率，更长的存储深度

用数字万用表进行更好的交流测量

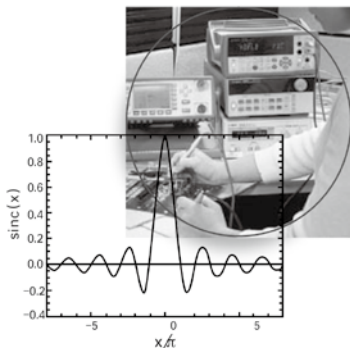


当您用数字万用表测量交流电压时，必须了解数字万用表是如何进行测量的，以及仪器的局限。

真有效值(均方根值)交流测量值通常表述为信号等效热值的度量，它与等效直流值在电阻性负载上耗散同样的功率。多年来，真有效值数字万用表用多种技术测量所施加交流电压的“热”能。这些技术包括把交流信号加至热电元件，并监视所产生的温度；用硬件在模数转换器中产生开方、平均和平方功能；或用数字采样技术测量交流。这篇测量提示将讨论这些技术的优点和缺点，说明好的交流测量方法和要注意的事项。

案例: 对高波峰因素信号的有效值测量

一位女工程师试图测量SINC波形的有效值，该波形的重复率为16kHz，正峰值电压为1.0V，负峰值电压为-0.2V。她预想的有效值读数为281mV。但数字万用表得到的却是263mV，几乎低了7%。为此，她改而选择采用数字采样技术的数字万用表，代替原来采用模拟技术的数字万用表测量有效值，新的读数为280.6mV。SINC脉冲的占空比导致模拟电路产生误差，从而产生低于预期值的结果。



AC-DC 转换器对有效值测量的影响

在使用数字万用表进行有效值测量时，必须考虑测量中使用的AC-DC转换器类型。今天已很少使用上面提到的热技术，而是使用模拟技术或数字技术。

模拟 AC 转换器

许多中档和高档的数字万用表用模拟电路链计算交流信号的有效值。转换器电路首先将输入信号平方，通过电路对信号作平均，最后再通过电路得到信号的平方根。这样就能得到有效值，而与信号的形状无关。这种方法快速、精确，也较为便宜。并可把该模拟转换器集成至一个芯片中，以得到更高的性价比。但这种方法受到带宽、精度和波峰因素等限制。要细察您数字万用表的技术规范，了解对您特定应用的可能限制。

数字采样 AC 转换器

第二种 AC-DC 转换器技术采用直接数字采样，这类似现代示波器中采用的技术。把一个抗混叠滤波器放在输入信号调整电路的后面，产生的输出直接加到模数转换器。模数转换器以高采样率对输入信号作数字化处理，然后计算该数字化波形的有效值。数字采样技术在许多方面超过模拟转换器。例如您能更快测量 AC，更好测量脉冲列和其它低占空比信号。但由于存在抗混叠滤波器，滤波器带宽之上的高频谐波成分会被丢失。

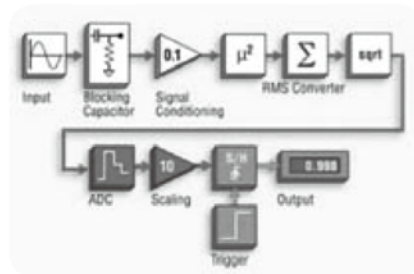


图1 模拟AC转换器框图

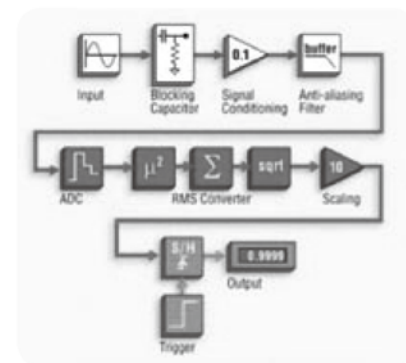


图2 数字采样AC转换器框图



图3 可同时显示直流和交流测量结果的数字万用表例子

测量提示

一些当代仪表，如 Agilent 34410A和34411A数字万用表用数字采样技术测量有效值。前端用1.4MHz的速率采样信号，然后对输入波形作数字化处理。采样始终在运行中，即使仪表是在进行直流电压测量。因此就有可能在测量直流的同时，在双显示上观看峰峰值的交流测量结果。

波峰因素效应

波峰因素定义为波形的峰值与有效值之比。表1示出一些典型波形的波峰因素。对于脉冲列，波峰因素近似等于占空比倒数的平方根。应注意脉冲列的波峰因素是与脉冲宽度及重复频率相关的复合参数。如前所述，AC变换器使用数字采样技术的一项优点是对波峰因素天生的不敏感。

避免常见的测量陷阱

当您用数字万用表进行交流测量时，要注意避免下面所列的测量陷阱。

1. 低于满刻度的测量: 大多数数字万用表规定交流测量不得低于满刻度的5%或10%，有些甚至有更低的规定。为得到最好的精度，测量应尽可能接近满刻度值。在某些情况下，可能需要避免自动标度。要特别注意高波峰因素的信号没有过载，也不会让电表的输入电路饱和。
2. 建立时间: 根据定义，有效值测量需要对被测的最低频率作多周期的平均。要选择有适宜低频滤波器的数字万用表，从而能捕获到基波信号。AC滤波器的频率越低，建立时间就越长，测量就要花越多的时间。
3. 第一次读数的精度: 许多数字万用表的输入通路中都有高值的DC阻塞电容器。您需要分配足够的电容器充电时间，特别是在测量低频信号，或切换有大直流偏置的测量点时。
4. 低电平测量误差: 当您测量低于100mV的信号时，要注意此时对外部噪声源所引入的误差是非常敏感的。裸露的测试线会成为天线，数字万用表将同样测量这些不需要的信号。因此要减小“天线”的面积，使用良好的屏蔽技术，为减小接地环路，要把AC源和数字万用表接到同一电源插座上。
5. AC负载误差: 数字万用表的输入阻抗约为10MΩ与100pF并联。连接信号和数字万用表的电缆会引入附加的电容和负载。随着频率的增加，负载会发生变化。例如在1kHz时的输入阻抗约为850kΩ，而100kHz时则约为16kΩ。
6. 谐波成分: 有丰富谐波成分的信号会导致读数偏低，如果最高成分不包括在测量内的话。反之，如果仅测量基波，则可能得到高于实际值的测量结果。因此要细察数字万用表的技术指标，了解它能工作到多高的带宽。

总结

您可用现代数字万用表简单和方便地完成真有效值交流测量，得到精确和一致性的测量结果。但在测量时要避免常见的测量陷阱，注重各项测量细节。深入了解您的数字万用表，它的局限，选择好的测量技术，您就能得到精确的测量结果。

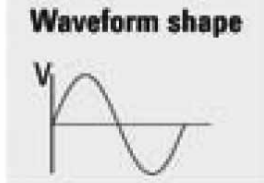
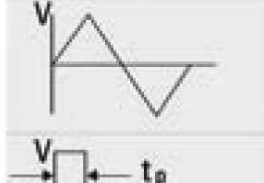
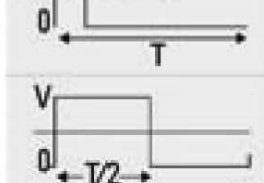
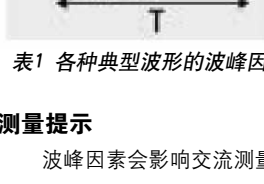
Waveform shape	Crest factor	AC RMS
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\sqrt{\frac{T}{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \frac{1}{CF^2}}$
	1	V

表1 各种典型波形的波峰因素(CF)

测量提示

波峰因素会影响交流测量的精度。一般数字万用表都提供一张波峰因素影响表，说明较高波峰因素带来的误差。通常当波峰因素高于3时，就会引入显著的误差。而由于Agilent 34410A和34411A数字万用表采用数字采样技术，只要波峰因素<10，就不会引入任何附加误差。您应详察所使用数字万用表的具体技术指标。

更好地利用数字万用表测量的8项提示



1. 避免因连接、测试线和数字万用表连线造成的测量误差

消除因接线所造成误差的最简单方法是进行调零测量。对于直流电压或电阻测量，要选择适合的测量量程，然后把探头接到一起并等待一个测量——这是最接近于零输入的情况——然后按调零(null)按钮。以下得到的读数将扣除调零测量的结果。调零测量非常适合直流和电阻测量功能。但这项技术并不适合交流测量。交流转换器在量程的较低部分不能很好工作；Agilent 34401A数字万用表的模拟转换器未规定低于10%满度时的技术指标。Agilent 34410A和34411A数字万用表使用数字技术，能一直测量到1%满度，但也不能用于测量短路。

连接

如果您用不同金属连接，就会构成一个热偶结。热偶结产生随温度变化的电压。这一电压虽然很低，但如果您正在测量小电压，或您的系统有许多连接，就需要认真对待这一问题。可认为这一热偶结是在DUT处、继电器(多路转换器)处和您数字万用表处。使用铜-铜结可把这一偏置量减到最小。

在进行电阻测量时，您可使用偏置补偿测量任何偏置电压，并扣除这项误差。图1示出在偏置补偿测量中进行的两次测量，第一次测量带有电流源，第二次测量没有电流源。把第一个读数减第二个读数，再除以已知的电流源电流值，就得到实际电阻值。由于测量中要取两个读数，因此读数速度会降低，但测量精度将提高。偏置补偿既可用于两线，也可用于四线电阻测量。

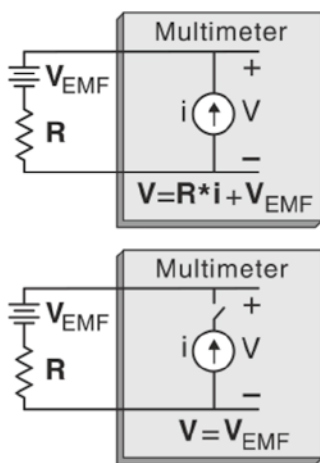


图1
使用两次测量的偏置补偿。第一次测量是标准欧姆测量；第二次是测量热电动势产生的偏置量。电压表读数是这两次测量的差除以已知电流源。

连线

四线欧姆法是测量小电阻的最精确方法。用这种方法能自动扣除测试线电阻和接触电阻。四线电阻测量连接见图2。使用一个已知电流源和测量电阻器产生的电压，就能计算出未知电阻值。一组附加测试线用来承载至未知电阻器的电流，在它上面产生的电压可通过电压感应线测量。没有电流流过电压感应线，因此它也不会产生电压降。

内部数字万用表偏置

自动归零用于消除数字万用表内部的误差源。在自动归零被启用时，数字万用表在每次测量后从内部断开输入信号，得到一个零读数。然后在接着的测量中减去该零读数。这样就避免了数字万用表输入电路中所存在偏置电压对测量精度的影响。四线测量中自动归零是始终启用的，但您可为提高测量速度而禁用自动归零功能。当自动归零禁用时，数字万用表取一次零读数，然后把它从随后的所有测量中扣除。在您每次改变功能、量程或积分时间时，都会取一次新的零读数。

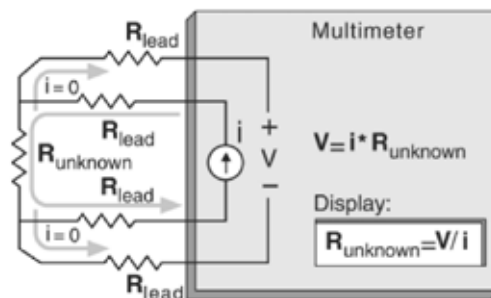


图2
没有电流流过电压敏感线。数字万用表用所测电压值除以已知电流，从而得到未知电阻值。

2. 测量大电阻

稳定时间效应

与电阻器并联的电容会在最初连接后和量程改变后产生稳定时间误差。现代数字万用表插入一个触发延迟，它给出用于使测量达到稳定的时间。触发延迟的长度取决于所选的功能和量程。在电缆和装置的组合电容量小于数百pF时，这些延迟对于电阻测量是足够的，但如果电阻器上有并联的电容，或您测量的是高于100kΩ的电阻，默认的延迟也许是不够的。由于RC时间常数的影响，稳定可能需要相当长的时间。有些精密电阻器和多功能校准器使用并联的电容器(1000pF至100μF)，它和高值电阻器一起滤除由内部电路注入的噪声电流。由于电缆和其它装置中的介电吸收(浸润)效应，有可能会增加RC时间常数，并要求更长的稳定时间。在这种情况下，您可能需要在进行测试前先增加触发延迟。

电容存在时的偏置补偿

如果电阻器上有并联电容，就可能需要关闭偏置补偿。当偏置补偿在没有电流源的情况下取第二个读数时，它将测量任何电压偏置。但如果装置有长的稳定时间，就会造成有误差的偏置测量。数字万用表会把同样的触发延迟用于偏置测量，以试图避免稳定时间问题。增加触发延迟是使装置完全稳定的另一解决方案。

高电阻测量中的连接

在您测量大电阻时，绝缘电阻和表面污染会造成相当大的误差。需采取各种预防措施保持高阻系统的“清洁”。测试线和夹具对绝缘材料和“肮脏”表面膜层吸湿所造成的泄漏非常敏感。与PTFE Teflon绝缘体(109Ω)相比，尼龙和PVC是相对差的绝缘体(1013GΩ)。如果您在潮湿条件下测量1MΩ电阻，尼龙或PVC绝缘体泄漏对误差的贡献很容易达到0.1%。

3. 用直流偏置进行交流测量

许多信号包含AC和DC两种成份。例如不对称方波就包含这两种成份。许多声频信号中也含有由DC偏置电流产生的DC偏移，该电流用于驱动输出晶体管。有些情况需要测量DC+AC电压，而另一些情况可能只需要AC成份。对于这一声频例子，放大器增益就是把输入AC电压与输出AC电压相比较。

大多数现代万用表在AC RMS转换器前面使用一个隔直流电容器。它隔离DC电压，而允许万用表只测量AC值。更重要的是万用表可为实现最好的测量标度AC信号。例如在测量电源的AC纹波时，万用表隔离高电平的DC，而根据按AC成分选择的量程放大AC信号。

为进行最精确的AC+DC测量，应独立测量这两种成分。万用表可通过使用适合的量程和抑制AC成分的积分时间，实现所可能的最好DC测量。在进行AC测量时，要按AC成份选择适宜的量程。您可使用如下公式计算AC+DC RMS值： $True\ RMS_{AC+DC} = \sqrt{AC^2 + DC^2}$

Agilent 新的34410A和34411A在进行AC电压测量时使用隔直流电容器。AC的测量采用数字技术，可得到更快的稳定时间，并能处理更高的峰值因子，这是在测量脉冲串时经常会遇到的情况。在测量脉冲时，要确保脉冲不包含高于万用表带宽的频率。34410A和34411A能测量达300kHz的AC信号。如果有大量AC成分的频率低于8kHz，那么34410A和34411A会有带峰值检测的DC功能精确测量DC和AC成分。对于更高频率的信号，您可单独测量AC成分，再用公式计算AC+DC的测量结果。

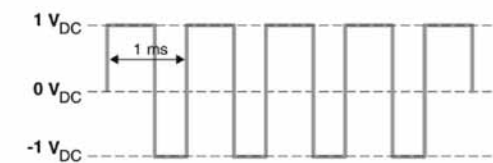


图3 不对称方波的占空比不等于50%。万用表能够测量它的AC和DC成分。



图4 直流电源的输出中带有一些纹波。可通过测量其AC和DC成分表征电源的输出特性。



图5 脉冲串带有DC和AC成分。在测量脉冲时，要确保脉冲串未超过万用表的带宽。

4. 用数字万用表测量低频交流信号

大多数现代万用表可测量频率低至20 Hz的AC信号。但有些应用要求测量更低频率的信号。为进行这样的测量，您需要选择适合的万用表，并进行适宜的配置。请看下面



Agilent 34410A和34411A万用表使用数字采样技术，可进行低至3 Hz的真的有效值测量。它通过数字方法在慢滤波器时把稳定时间提高到2.5s，为进行最好的测量，您应注意：

1. 设置正确的AC滤波器非常重要。滤波器用于平滑真有效值转换器的输出。在频率低于20Hz时，正确的设置是LOW。在LOW滤波器设置时，通过插入2.5s延迟保证万用表稳定。用如下命令设置低滤波器。VOLTage: AC: BANDwidth MIN
2. 如果您知道被测信号的最大电平，应设置手动量程，以帮助加快测量。每次低频测量的较长稳定时间将会显著减慢自动量程。我们推荐您设置手动量程。
3. 34401A用一个隔直流电容器阻断AC RMS转换器测量直流信号。从而允许万用表用最好的量程测量AC成份。在测量具有高输出阻抗的源时，为保证隔直流电容器的稳定，需要有充裕的时间。稳定时间不受AC信号频率影响，但会受DC信号中任何变化的影响。



The Agilent 3458A 有三种测量AC RMS电压的方法；它的同步采样模式能测量低至1Hz的信号。为把万用表配置为进行低频测量：

1. 选择同步采样模式：SETACV: SYNC
2. 在您使用同步采样模式时，对于ACV和ACDCV功能，输入信号是DC耦合的。在ACV功能时，用数学方法把DC成分从读数中扣除。这是重要的考虑，因为组合的AC和DC电压电平可能造成过载条件，即使AC电压本身并未超载。
3. 选择适宜的量程可加快测量，因为当您测量低频信号时，自动量程特性会造成延迟。
4. 为对波形采样，万用表需要确定信号周期。用ACBAND命令确定暂停值。如果您未使用ACBAND命令，万用表可能会在波形重复前暂停。
5. 同步采样模式用电平触发同步信号。但输入信号上的噪声有可能造成假的电平触发，而得到不精确的读数。重要的是选择能提供可靠触发电平的。例如要避免正弦波的峰值，因为信号变化较慢，而噪声却很容易造成假触发。
6. 为得到精确的读数，要保证您周围的环境在电气上是“安静”的，并使用屏蔽测试线。启用电平滤波、LFILTER ON，以降低对噪声的灵敏度。配置34401A可采用与34410A和34411A相同的配置方法。34401A用带有隔直流电容器的模拟电路转换有效值电压。它可测量低至3Hz的信号。为达到最好测量结果，要选择低频滤波器、使用手动量程，并验证各种直流偏置是稳定的。当您使用慢滤波器时，即插入了7s的延迟，从而保证了万用表的稳定。



配置34401A可采用与34410A和34411A相同的配置方法。34401A用带有隔直流电容器的模拟电路转换有效值电压。它可测量低至3Hz的信号。为达到最好测量结果,要选择低频滤波器、使用手动量程,并验证各种直流偏置是稳定的。当您使用慢滤波器时,即插入了7s的延迟,从而保证了万用表的稳定。

5. 选择用于数字万用表温度测量的传感器

有四种常用于数字万用表温度测量的传感器:电阻温度探测器(RTD)、热敏电阻、IC温度感应器件和热偶。它们各有自己的优点和缺点。

用热敏电阻得到更好的灵敏度

热敏电阻由半导体材料构成,可提供很高的灵敏度,但它们只有有限的温度范围,通常为-80°C至150°C。热敏电阻的温度和电阻的关系是非线性的,因此变换算法非常复杂。Agilent万用表用标准Hart-Steinhart近似提供精确的变换,典型分辨率为0.08°C。

用RTD 得到更好的精度

电阻温度探测器(RTD)提供电阻和温度间非常精确和高度线性的关系,可测温度范围约为-200°C至500°C。如Agilent 34410A这类现代万用表提供IEC 751标准RTD的温度测量,其灵敏度为 0.0385 Ω/°C。

IC 温度感应器件产生与摄氏度呈线性关系的电压

许多厂商提供能产生电压正比与摄氏度和华氏度的探头。这些探头通常使用IC温度感应器件,例如National Semiconductor LM135系列。这类IC器件可覆盖-50°C至+150°C的温度范围。您能容易地按万用表显示的探头输出计算温度。例如270 mV 即相当于27°C。

提供极端温度测量的热偶

热偶可测量-210°C至1100°C的极宽温度范围,它坚固的结构能适应恶劣环境的要求。与其它类型的温度感应器件不同,热偶进行的是相对温度测量,因此还需要有一个进行绝对温度测量的参考结。但对大多数应用来说,增加一个外部参考结并不现实。我们推荐使用Agilent34970A数据记录仪和带内置参考结的34901A 20通道多路开关。34970A上也有内置的、适用于常用热偶的温度变换算法。

绝对温度	绝对温度	绝对温度	相对温度
• 最稳定	• 高灵敏度	• 最好的线性度	• 宽温度范围
• 最精确	• 低热启动(快)	• 最高的输出	• 坚固
• 比热偶线性好	• 二线测量	• 便宜	• 自供电
			• 便宜
			• 众多的结构形式
• 昂贵	• 非线性	• 限制到250°C	• 非线性
• 高热启动(慢)	• 有限的温度范围	• 需要电源	• 高热启动(慢)
• 需要电流源	• 不结实	• 高热启动(慢)	• 需要参考
• 电阻变化小	• 需要电流源	• 自热	• 连接,氧化
• 四线测量	• 自热	• 有限的配置	• 最不灵敏
• 自热	• 高温时要使用四线测量		

表1: 常用温度传感器比较

小结

为监视一个温度,热敏电阻和34410A这样的万用表是简单的低价解决方案。要得到精确的温度读数,应使用RTD。在监视多个温度或高温时,专用数据记录仪是最好的选择。

6. 用万用表进行成组的测量

万用表一般使用两级触发系统;为得到一个读数,必须满足两套触发条件。图6示出在34401A万用表中使用的两级触发模型。通常把采样数和触发数都设置为1,在接收到一个触发时取一个读数。也可增加采样数,也就是在接收到一个触发时取N个读数。如果采样数保持为1,而把触发数增加到N,那么每次读数都要求触发。在这两种情况下,需要在各读数间插入触发延迟。

默认的触发延迟由万用表配置,从而实现测量的稳定,其变化决定于量程和功能。触发延迟可以手动设置。必须注意这一延迟是在软件中实现的,会有描写时间变动量。此外,测量时间也会有变化,因此难以用这种方案采样固定时间间隔的信号。图7展示使用触发延迟进行的一系列测量。

图8示出第二种触发模型。这是在34410A、34411A和3458A中使用的模型。它允许独立设置触发延迟和采样间的时间。此外,用采样环(n个读数)可更快地得到读数和实现最小的时间变动量。大多数采样环在硬件中实现,由最少的固件保证一致性的定时。34410A、34411A和3458A可配置为尽可能快地采样读数,但也可以使用定时器。

为配置突发测量,应设置触发延迟,以实现触发后和第一个读数前的稳定。用定时器设置读数间的精确时间间隔。34410A和34411A有前面板数据记录能力,可简化突发测量的配置。

图6:
一种简单的触发方案,
它使用触发延迟在读数间插入时间间隔。

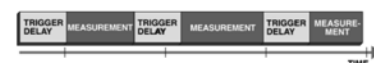
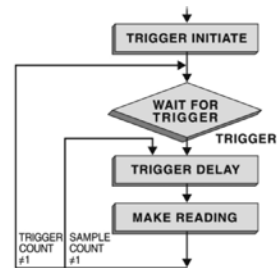
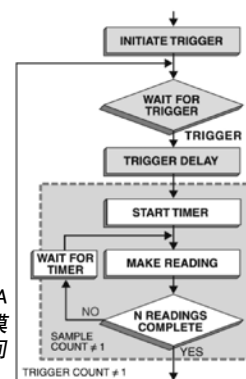


图7:
使用触发延迟的测量,此时每次测量都有不同的完成时间。这种模型对于采样信号并不理想,因为每次测量开始间的时间会有变化。

图8:
34410A 和34411A
中使用的触发模型。它允许读数间的精确定时。



7. 用万用表检测峰值

万用表能很好地用直流功能采样低频信号。通常带宽限制为8kHz或更低。传统上是用模拟峰值检测电路捕获和保持峰电压，直到A/D电路能够测量这一电压。这项技术提供高带宽，也可用于捕获持续时间很短的尖峰。在多通道系统中也使用这项技术，此时一个模数转换器与各通道上的峰探测器相连。这种常用技术能非常快地采样信号，保存它的极大值和极小值。

在许多应用中，示波器所显示噪声尖峰所包含的能量是较小的。噪声通常由EMI引入，并有可能屏蔽掉所感兴趣的信号——例如汽车引擎就会产生很大的EMI。物理量测量，如温度和油量传感器的测量结果通常改变很慢。这样就会在所使用的滤波器和较慢的A/D中注入高频噪声。因此不需要用高速A/D采样滤波器的输出。

对于峰值的确定和测量，万用表是非常合适的工具。万用表提供信号调理(增益、衰减和低通滤波)及适宜的采样率(1kSa/s至50kSa/s)。大多数万用表有内置的运算功能，可用来确定最大值和最小值。为得到最高读数率，您可能要进行后处理，因为运算功能也许会减慢读数率。增加读数速度的其它方法包括选择小的时隙，关断自动归零和显示。

表征信号和确定峰值是带有峰值检测特性Agilent 新34410A和34411A万用表经常遇到的任务。在您监视一个直流信号时，可以用副显示示出高、低峰值和峰峰值。无论万用表取何时隙设置，峰值检测特性始终以50kSa/s采样，并且不需要数学运算。图9示出每次读数后的常规峰读数更新。

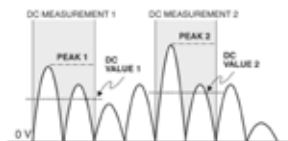


图9:
每次测量都进行峰值测量

取得一个读数的一种替代方案是设置为一组读数，在一组直流读数中只返回一个峰值测量结果，如图10所示。

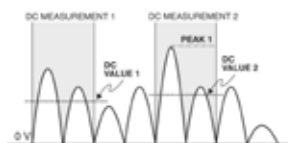


图10:
一组读数返回一个峰值测量结果。

第三种方案是改变万用表的测量时隙时间，进行一次长时间的读数。这第三种方法如图11所示。一次较长的测量返回一个峰值测量结果。

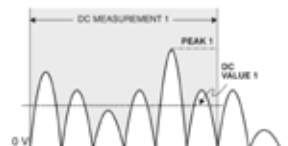


图11:
一次测量返回一个峰值，但测量可在较长的时间周期进行。

34410A和34411A峰检测每20 μs采样一次信号。峰值将保持到下一次触发。您可改变测量时隙时间，从而把峰值保持较长时间。每次峰值测量都提供峰峰值、高峰值和低峰值。

8. 用附件让万用表发挥最大的效能

更容易地检测

您往往要把双手和双眼都用于电路板的检测：观看万用表显示可能造成探头的滑动。有些万用表，如34401A、34410A和34411A提供锁

定有效读数的读数保持功能。锁定的读数使您能集中关注于探测。Agilent 34133A精密测试线会使您的工作更为容易。这种测试线又小又轻，并配有使用冠状弹簧触针的Agilent专利点测头。弹簧压着触针可帮助吸收小的滑动，冠状触针可刺入焊点中。



高压和大电流探测



高压探头使您能用万用表安全地测量高压。Agilent 34136A高压探头由34401A、34410A和34411A使用，它有固定的输入阻抗模式(输入电阻为10MΩ)。该探头是1000:1的分压器，把电压表的测量能力扩展到40kV DC。

您可用 Agilent 34330A 电流分流器(如上图所示)测量直流和低频交流电流(30A, 15A连续)，它是精密的0.001 Ω电阻器，装在由环氧树脂密封的塑料盒中。该分流器通过1A电流时的输出为1mV。可通过分流器上的接线柱测量该电流。只需把导线牢固地接到接线柱上。



把探头和手册与仪器放在一起

您经常为寻找探头或用户手册而花费时间吗？如果把它们放在仪器的“背包”里，就始终知道它们的位置。Agilent 提供可放在我们常用万用表顶部的两种尺寸尼龙包34162A适于较短的仪器，如34410A和34411A万用表。34161A适合34401A和34420A万用表。



要进行四线欧姆测量吗？需购买另外的探头。



如果您要作四线欧姆测量，就需要第二套测试线。34138A测试线适用于34410A和34411A。它包括一些很尖的探头和小的抓钩。Agilent 34132A 豪华型测试线套件包括2条测试线，可插拔的弹簧压着探钩线，鳄鱼夹，触针及尼龙袋。

建立整洁的接线座，把偏置误差减到最小

Agilent 34171A 数字万用表输入端连接器座是一套两个连接器，它提供接线到所有5个输入端的方便和可靠的方法。端子用低热铜合金制作，可把不同金属连接的感应电压减到最小。它适用于34401A、34410A和34411A。为实现最小的热偏置电压，要使用与所有连接器相同尺寸的裸铜线。



利用双通道任意波形发生器生成差分信号

单端信号是指可以同其他信号共享参考电平（例如地线）的信号，所以单端信号只需要一条路径或导线；差分信号由一对路径组成，两个路径在任何给定时间都专属于一个信号，其中一条路径的电势高于另一条路径。差分信号使用两条导线而非单导线，因此会增加系统的复杂性，但与单端信号相比具有许多性能优势。

差分信号的优势包括更出色的信噪比、更小的定时误差和更少的串扰。这些优势使得差分信号能够普遍用于ADC输入、仪器的放大器、测量用传感器（例如加速计）以及通信信号等应用。工程师在设计测试采用差分信号的器件时，可能面临仿真测试用差分信号的挑战，原因在于大多数函数和任意波形发生器(AWG)只有单端输出，而可以生成差分信号的仪器往往相当昂贵。使用单端仪器生成差分信号需要定制硬件，以便将单端信号转换为差分信号。在本期测量简报中，我们将介绍如何使用双通道FAWG在低成本情况下生成精确的差分信号。

概述

一家工业电子监控设备的制造商正在设计振动监测电路，并希望仿真振动传感器的输出条件来对该电路进行测试。设计团队使用平衡差分输出加速计作为振动传感器，将加速计的差分输出送至输入调节电路的原型机（由一个仪器放大器、若干滤波器和一个ADC组成）。为了正确设置偏置和增益并调整设计的带宽，设计团队需要仿真在不同振动情景中加速计的输出。他们通过数字转换器搜集加速计的输出数据，并将这些经过数字转换的数据下载至.csv文件中，再使用U盘将.csv文件上传至Agilent33522双通道函数和任意波形发生器中。设计团队利用33522A的双通道间的差分追踪功能，将33522A的两个单端通道构成了一个差分通道。至此，他们可以轻松地测量和调试其振动监测电路的输入信号。

将单端信号转变为差分信号

目前有两种常见的方法将单端信号源输出端的定制硬件来生成差分信号：一种是使用差分放大器电路设计；我们将在今后详细介绍该方法。另一种方法是使用图1所示的转换电路。使用定制硬件生成差分信号不仅增加了额外的工作量，而且使测试变得更为复杂性，并降低信号的质量。信号质量的降低是由定制硬件的非理想特性造成的。当生成差分信号并测试器件（例如ADC或仪器放大器）时，由于定制硬件会增加失真，从而可能限制测试精度。另外，测试技术指标的建立也比较困难，因为您必须识别定制硬件中每一个产生误差的根源并进行定量分析。

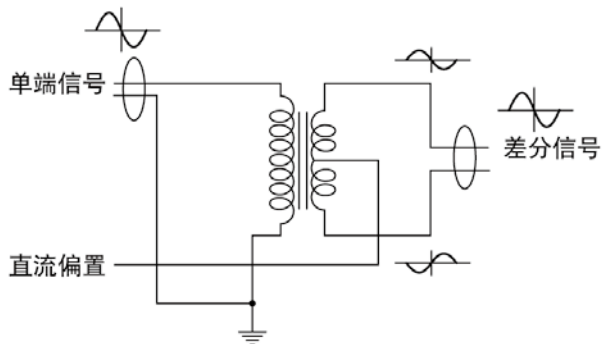


图1. 单端信号 — 差分信号转换器

使用双通道FAWG生成差分信号

FAWG上的两个单端通道经过组合后，可变成一个差分信号通道。为了实现这一点，我们需要将每个通道的两个“低”或公共端连接在一起，将一个通道的“高”连接用作差分通道的高信号路径，将另一个通道的“高”连接用作反转电路或低信号路径。除了上述两个通道外，我们还需要通道追踪功能，这往往是大多数双通道波形发生器所缺乏的。该功能使您能够创建一个从通道一到通道二的输出信号的反转镜像，这是生成差分信号所必须具备的。另外，该功能使您只需要在一个通道中设置任意波形或内置波形，反转波形将自动追踪到另一个通道。

Agilent33522A双通道函数和任意波形发生器具有追踪功能，可利用两个单端通道来构成一个差分信号通道。下面是差分信号的示例。通过一个单端FAWG和一个定制差分放大器电路，可生成一组差分信号。使用双通道33522AFWAG可生成另一组差分信号。

双通道FAWG与包含定制硬件的单通道FAWG之比较

使用高质量单端FAWG作为差分放大器输入。图2显示了设置示意图。

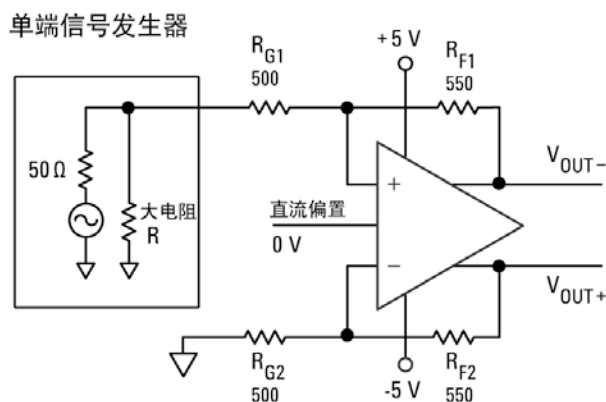


图2. 具有差分放大电路的单端信号发生器

在图2中，我们在不同电路中选择相应的电阻，使增益值达到1。将直流偏置设置为0V。在建立电路时，尽可能将信号路径或导线保持在最短长度，以获得更好的信号完整性。图3显示了33522A的设置。

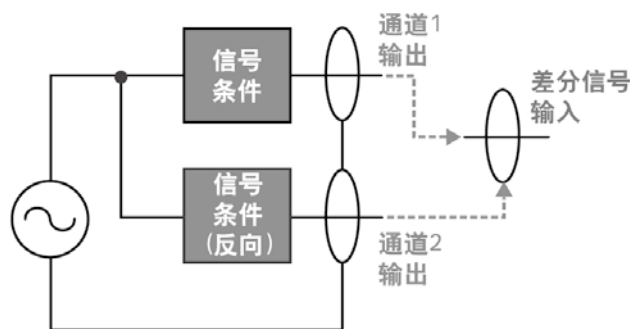


图3. 追踪模式下33522A输出的简单示意图。

在图3中，各通道的BNC端或低端用黑色圆圈表示。将BNC连接到33522A，并对33522A进行配置，使通道2可以追踪通道1，因此您只需要在通道1建立一个信号，通道2的输出端将输出一个与通道1信号同步且反转的信号。

测量技巧

使用不具备追踪功能的双通道FAWG将使通道输出之间产生定时误差，从而导致差分信号失真加重。必须在每个通道上同时进行通道设置(例如打开输出或改变频率)，否则输出之间的时间和相位将被关闭。若要同时更改设置，通常需要添加硬件和软件触发，因此增加了设置的复杂性。即使有了触发，仍然还会存在通道输出之间的定时差异并造成输出漂移，为了消除漂移，还需要使用示波器来监测输出之间的定时差异，以便在必要时进行调整。但是，如果使用具有追踪功能的FAWG(例如33522A)就无需进行上述处理。

例如，我们使用差分输入高分辨率数字转换器来测量和捕捉三个信号。在该示例中我们使用的信号为500 KHz方波信号。图4a显示了信号在数字转换器上的屏幕截图。这三个信号：

- 黄色信号是连接至单端FAWG的差分放大器输出的差分信号。
- 绿色信号是33522A双通道生成的差分信号。
- 紫色信号是在差分放大器输入之前由单端FAWG输出的信号。

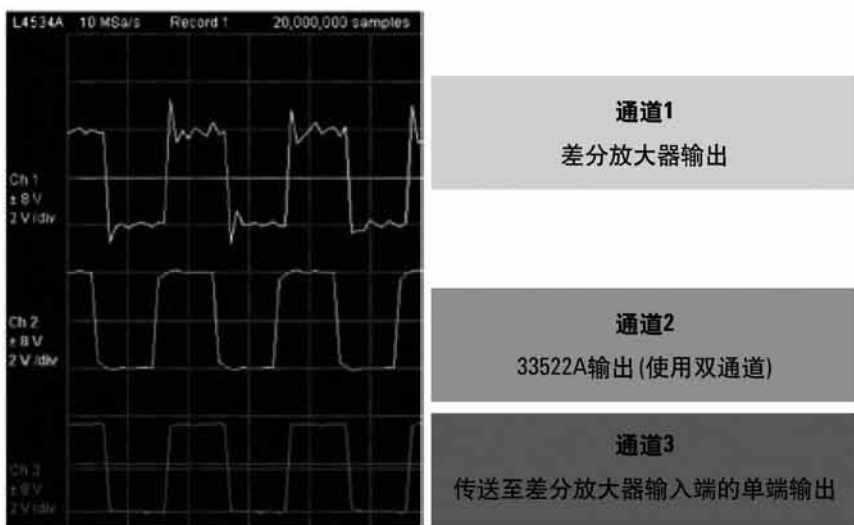


图4a:
信号输出1示例

测量技巧

当差分信号需要使用直流偏置时，使用双通道FAWG还可获得另一个优势。当使用定制硬件时，若要在信号中建立直流偏置，需要使用其他设备，例如电源或DAC。使用具有追踪功能的双通道FAWG可避免上述情况，因为其具有内置的偏置功能。

从图4a的截图，我们可以清楚地看到差分放大器输出的信号伴有噪声和振铃，差分放大器(紫色)的信号输入没有发生失真，由此可知失真来自差分放大器电路。由于我们使用的差分放大器具有300 MHz的带宽，且振幅没有衰减，可见也不是带宽的问题。为了获取更好的信号完整性，我们将更大的接地层和若干旁路电容器添加至图2的差分放大器电路两种，

在图4b中看到差分电路的信号完整性得到了改善。如图4b所见，当我们投入更多的时间改进差分放大器电路设计之后，可以显著地消除信号噪声，但是仍然存在大量的振铃。若是继续使用各种模拟电路技术和元器件来调试电路，可以获取更好的信号完整性。但是这将耗费更多时间且增加了电路的复杂性，而且这些努力也可能只对一种波形在一个频率点有效。因此，即使工程师作了这么多复杂的工作，也只能对其设计的产品进行一小部分测试。

这个示例说明使用具有追踪功能的双通道FAWG代替包含定制硬件的单通道FAWG，不仅能节省大量的测试时间，而且能获得卓越的精度。

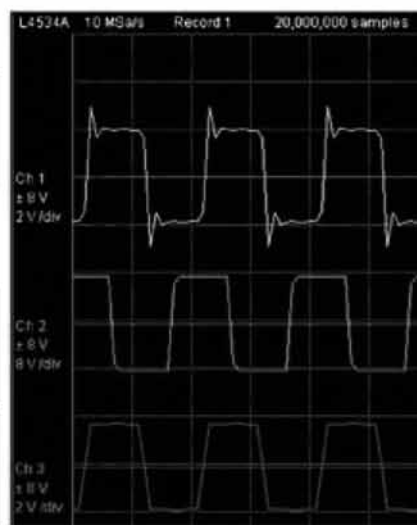


图4b:
信号输出2示例

总结

使用双通道函数和任意波形发生器提供了一个低成本的方法，可以生成精确的差分模拟和数字信号。若使用双通道生成差分信号，其中一个通道的高端作为差分高端；另一个通道的高端作为差分低端。另外，每个通道的单独共用端须具有相同的电势。除了两个并行通道之外，FAWG还需要通道追踪功能，以便在一个通道输出上生成另一个通道的反转镜像，且频率和相位完全匹配。33522AFAWG具有两个通道以及追踪功能，可轻松地生成精确的差分信号。正如我们在示例中所见，相对于使用包含定制硬件的单端仪器而言，使用33522A可降低系统复杂性、提供更出色的灵活性且生成更高质量的信号。

使用Agilent InfiniiVision 示波器进行高精度频率测量



示波器用户通常需要进行高精度频率测量，而传统的示波器难以满足这一需求。目前，大多数数字示波器仅能完成4位频率测量。如果您需要进行更高精度的频率测量，Agilent 53131A等通用频率计数器可以满足您的要求。

使用Agilent InfiniiVision示波器进行高精度频率测量应用指南1581频率计数器通常具有高达12位的频率分辨率，能够执行更精确的频率测量任务，并提供完整的测试与分析特性。本应用指南介绍了另一种频率测量方法，即通过InfiniiVision示波器内置的计数器功能执行分辨率高达8位的频率测量。

标准5位分辨率

Agilent InfiniiVision系列示波器由于内置了硬件计数器，因此能够执行精确的高精度频率测量。示波器计数器测量功能具有5位分辨率，其测量精度大约为5位，利用这一功能，您能够进行更精确的信号频率测量。5位是指十万分之一或约为显示数字的0.001%。

示波器的标准频率测量是以数字化波形采样的 Δ 时间测量为基础，与时基设置和屏上测量的采样率有很大关系。通俗的讲，普通频率测量是在获得周期后取倒数而获得的频率。而计数器测量的精度与两者关系不大。当整个屏幕仅显示单个测量周期时，频率测量结果最精确。示波器的计数器测量功能操作极为简单，它使用示波器的触发电平作为计数器的触发电平。测量的调用和显示方式也与其他示波器测量相同。

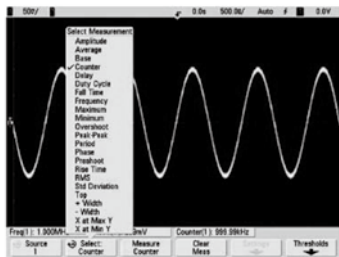


图1. 内置5位硬件计数器的Agilent InfiniiVision示波器能够执行精确的高精度频率测量。

高达8位的分辨率和外部时基

如果您使用外部10-MHz信号作为参考，那么计数器与外部馈送的10-MHz信号具有相同的精度，而且测量分辨率将会有所提高。示波器在后面板上提供了10-MHz REF BNC连接器，通过它您可以为示波器提供更精确的时钟信号。

为了使用外部时钟参考来驱动示波器时基，可将一个10-MHz方波或正弦波参考信号连接到后面板上的10-MHz REF BNC输入端，并打开Utility>Options>Rear Panel菜单，把Ref signal mode设为10MHz input。工作状态下，10-MHz输入电压的幅度值是180mV至1V，偏置值是0V至2V。为了获得最高的分辨率，应将时间/格设置为200mS/格或更低，此时，分辨率最多可提高到8位（这与使用外部10-MHz参考时的显示分辨率相同）。当使用内部参考时（关闭Ref signal mode），示波器以5位分辨率显示计数器测量结果。计数器测量功能能够对高至示

波器带宽的频率进行测量，支持的最小频率是1/(2x选通时间)。

Agilent 33250A函数/任意波形发生器拥有更精确的3-ppm时基输出。

如果由函数发生器提供时基，那么33250A和InfiniiVision示波器能够为测试装置或工作台提供精度更高的计数器测量结果，而示波器时基可与激励完全匹配，使您能够将任意波形时延1000个周期，并确保您处于正确位置。

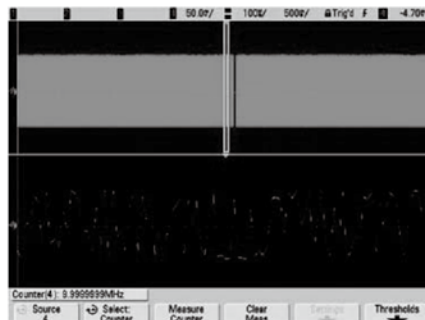


图2. 如果您使用的是外部10-MHz参考，那么计数器会与外部馈送的10-MHz信号具有相同的精度，并且测量分辨率将会提高到8位。

精度

基本上，InfiniiVision示波器使用计数器进行测量的结果与使用时基参考的测量结果一样精确。6000或7000系列示波器的时基使用内置的10-MHz参考，其精度为15ppm或0.0015%。

这表示所显示的数字是实际数值的0.0015%。如果您使用计数器测量功能对66.667-Hz信号进行测量，那么所测信号的精度大约为1-Hz。

$$66.667 \text{ Hz} \times 15 \text{ ppm} (0.0015\%) = \pm 1.000005 \text{ Hz}$$

如果您使用33250A函数/任意波形发生器参考(3ppm)，那么测量精度会有所提高。

$$66.667 \times 3 \text{ ppm} (0.0003\%) = \pm 0.200001 \text{ Hz}$$

驱动外部频率计数器

为了进行更精确的频率测量，您可以结合使用InfiniiVision示波器和外部频率计数器来进行频率测量。您可以选择在示波器后面板上的触发输出BNC连接器上输出Source Frequency或Source Frequency/8*。在该模式中，触发输出BNC连接到触发比较器的输出端。换言之，比较器输出端的输入信号会出现在触发输出终端。您可以将示波器的触发输出端与外部频率计数器的输入端连接起来，从而在计数器上获得更高精度/分辨率的频率测量结果，并在示波器上监测信号波形。这种模式特别适用于在制造测试环境中对晶体振荡器进行频率测量。

* InfiniiVision 300-MHz至1-GHz示波器提供SourceFrequency/8模式。

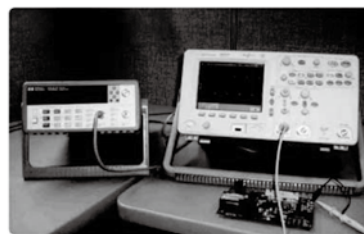


图3. 为了实现更精确的频率测量，您可以结合使用InfiniiVision示波器和外部频率计数器来进行频率测量。

结论

如果要使用Agilent InfiniiVision示波器进行更高精度的频率测量，可利用示波器内置的5位硬件计数器测量功能。若使用外部10 MHz参考信号，计数器分辨率还可进一步提高到8位。

8大使用技巧, 助您获得更准确的示波器测量结果

1. 跟踪难以捕捉的毛刺 Invocon 公司 Steve Schram

突发的、不可预测的事件可能是一些最棘手的故障诊断挑战。最近, 我在设计低功耗数据采集设备时就遇到了这样的毛刺信号。该无线仪器系统使用了一组远程传感器单元和扩频无线收发模块(见图 1)。系统所收集的数据可以由与计算机相连的网络控制单元取回。系统使用低功耗时钟芯片上的中断引脚, 每 60 秒触发加电事件。

事件间隔期内, 时钟及逻辑电路是唯一吸收电流的器件(大约 $50 \mu A$)。在从时钟获得触发信号后, 摩托罗拉 68HC11K1 微控制器加电, 采集温度数据并监听无线收发模块的活动。如果接收到无线收发模块的数据请求, MCU 将传送温度数据。在 60 秒间隔期内, 系统应当保持安静, 但是此时却出现了问题毛刺。为了找出并分析这个异常的原因, 我使用了具有峰值检测能力的深存储器(1 Mb)数字示波器。鉴于该毛刺出现的频率极低, 我首先将示波器的时基设置为 10 秒/格, 以捕获整个 60 秒的序列。如果没有峰值检测, 那么采用这种时基设置可能无法探测到大多数短时间的事件。但如图 2 所示, 示波器可以很容易地捕获和显示系统中的毛刺。

峰值检测显示, 在时钟触发事件后大约 15 秒时出现了异常信号。

一旦我意识到系统中存在异常, 就可以使用示波器的深存储器很容易地放大毛刺, 对其进行更详细的分析。借助示波器高达 1 Mb 的采集存储器, 我能够把以 10 秒/格设置捕获的原始波形放大到 10 毫秒/格, 来观察波形的细节(图 3)。

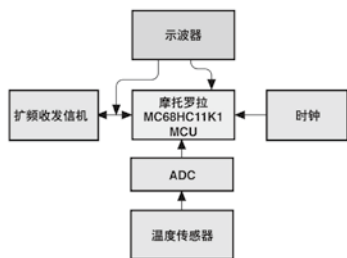
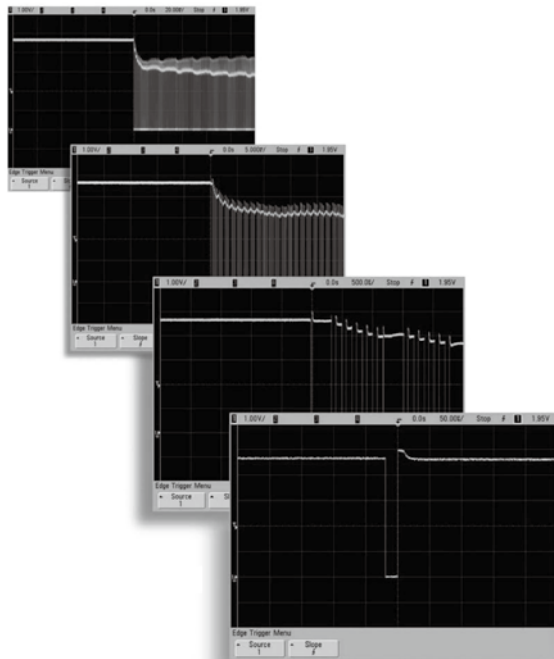


图1 无线仪表测量系统的基本方框图。示波器的一个模拟输入监测 MCU 加电, 而其他模拟输入监测馈送到收发信机的载波检测信号。

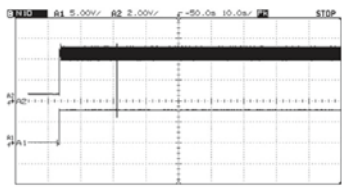


图2 在 10 秒/格的时基设置下使用峰值检测获得的初始测量结果。

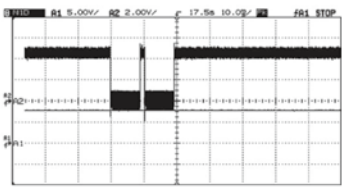


图3 一旦发现毛刺, 将波形放大至更快的时基设置, 以获得必要的细节。

现在

MegaZoom III 是安捷伦开发的第三代快速深存储器体系结构, 它集快速响应的深存储器和高分辨率显示系统于一身, 能够比以前更容易地发现那些难以捕捉的异常信号。MegaZoom 技术于 1996 年由安捷伦首次推出。

深存储器使您能够查看更长时间的高采样率记录, 从而可以查看复杂的调制波形而不会发生混叠, 分析冗长的系统启动序列, 放大慢速/快速信号, 获得高分辨率的频域显示。

2. 使用 FFT 分析谐波失真

随着功率放大器在电子器件中的应用日趋广泛, 谐波失真成为设计工程师面临的普遍问题。为验证原型放大器, 你可以输入一个纯净的正弦波, 然后在示波器上观察放大器的输出。在下面的例子(图 4)中, 正弦波看起来已经失真。为从不同的视角进行观察, 可以尝试对该正弦波进行 FFT (图 5), 然后观察谐波。

FFT 给出了更多关于放大器设计中有多少谐波失真的量化信息。基本频率为 50kHz, 频率为 100kHz 的二次谐波仅比基本频率低 17.81 dB, 意味着有严重的谐波失真。示波器内置的 FFT 功能可以让您在观察时域信息的同时快速查看频域信息。

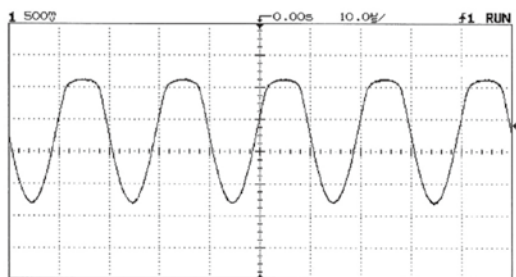


图4

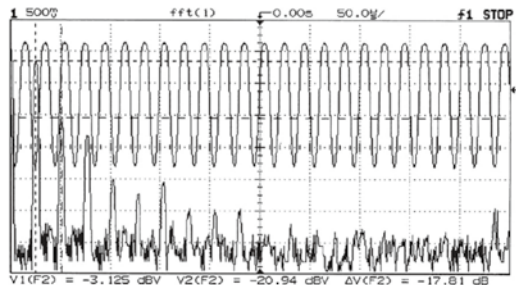


图5

3. 验证电机控制器的PWM 死区时间 英飞凌科技公司 技术部

使用MCU产生脉宽调制(PWM)信号是一种通过正弦波型电流控制交流电机的常用方法。8位MCU的一个典型应用就是控制开环配置中可变速的3相异步电动机。

然而, MCU无法直接驱动异步电动机, 因此您需要首先放大3相信号。与使用模拟放大器相比, 更有效的方法是采用数字放大器, 例如采用MOSFET 和IGBT等功率开关放大PWM的输出。图6所示的3相逆变器即可实现此功能。逆变器各相所使用的硬件均包括 2个推挽式功率开关(高端和低端)。不过如果开关的控制信号严格互补, 这有可能产生一个问题。在PWM转换期间, 两个电源开关可能会因为不同的晶体管通断延迟而瞬间同时导通, 导致强电流短路, 并可能损毁逆变器。因此, 必须使用专为电机控制优化的MCU, 例如英飞凌C504(8051的一种衍生产品)或C164(16位体系架构)。两种MCU均可以编程, 以在PWM 输出中插入“死区时间”。这一操作均通过硬件完成, 无需使用软件。死区时间确保两个开关不会在同一时间传导电流。编程后的微控制器将生成包含死区时间的 PWM 输出信号, 下一步是测试波形和时序。使用4通道示波器可以进行基本测量, 但使用混合信号示波器效果会更好(如果有的话), 因为您可以同时测量多个模拟和数字波形, 并设置复杂的逻辑触发器。

图7证明, 编程加入的死区时间足以保证安全的PWM转换。放大后的波形显示了死区时间对功率开关MOSFET栅极输入电压的影响。示波器的光标可以简化正确的时间相关测量, 并有助于精确地获取电路的特性。数字和模拟测量通道组合起来使用, 您可以轻松地监测所有 6 个PWM信号以及相电流。图8显示了2个相电流以及对应的数字PWM 码型。以时间为条件的(time-qualified)触发模式可以让您将示波器的显示与可调脉宽同步, 可调脉宽与明确定义的相位相对应。

现在

54645D混合信号示波器(MSO) 获得“年度最佳测试产品”殊荣距今已过去了10年时间, 并且MSO技术的应用越来越广泛。6000和7000系列便携式示波器已具有MSO功能; 如果需要更强大的分析能力, 您现在可以购买Infiniium 8000系列实验室用示波器MSO版本。

MSO拥有2个或4个模拟通道和16个逻辑定时通道。MSO示波器在一台仪器中综合了数字存储示波器(DSO)的全部测量功能和逻辑分析仪的部分测量功能, 以及串行协议分析功能。您还可以在一个显示屏上同时查看多个模拟、并行总线、数字和串行解码波形, 更重要的是这些波形在时间上是对齐的。

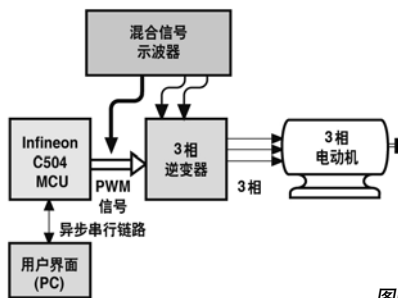
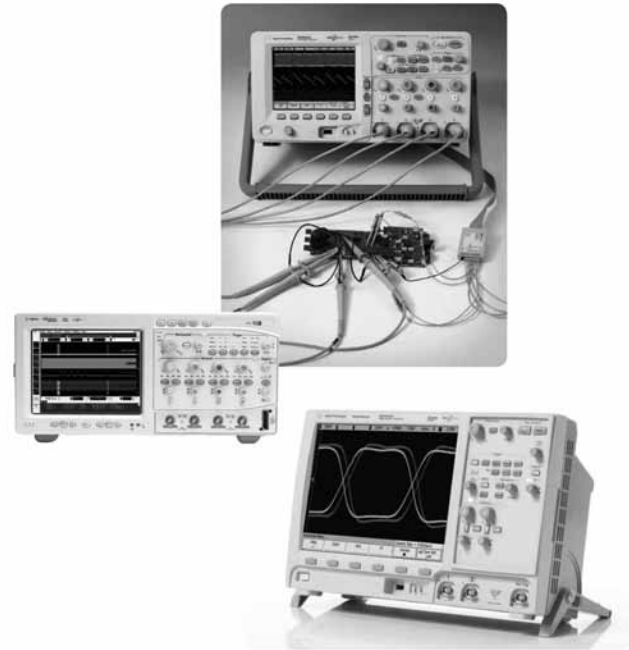


图6

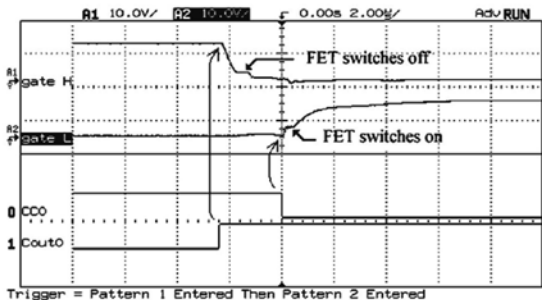


图7

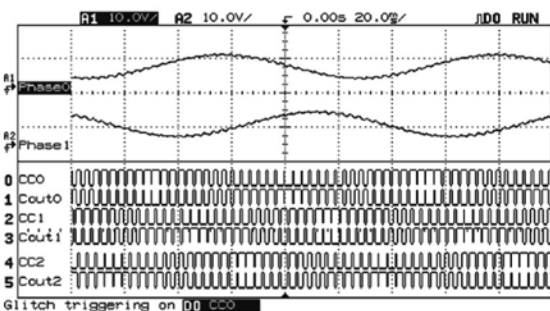


图8

4. 使用触发释抑稳定复杂的数字波形

示波器用户最开始使用的一般都是边沿触发。在此模式下，示波器将在满足设置标准的任意边沿触发，比如在通道1上达到1.5V的上升沿触发。触发事件将变成显示数据的时间参考点。然而，如果在波形中的不同位置同时出现了多个满足设置的边沿触发条件，例如复杂波形中的情况，边沿触发将会出现问题。示波器在多个边沿触发，并以不同的时间为参照点覆盖之前的波形，结果显示的是复杂的、看起来像是没有触发的波形(见图9)。

您可以尝试使用示波器的触发释抑 (holdoff) 功能来稳定显示这种波形。该功能启用后，示波器在所看到的第一个满足条件的上升沿触发，但将不会在释抑时间内再次产生触发事件。释抑时间可以设置为略小于波形的周期。在本例中，释抑时间为28ps (参见图10)。示波器现在每次都是在相同的边沿上触发，因此数据每次显示时都具有相同的时间参照点。现在您显然可以看到波形中出现间歇性的毛刺。

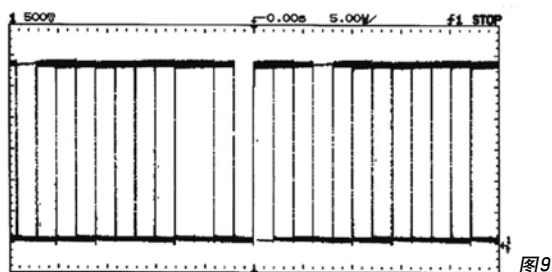


图9

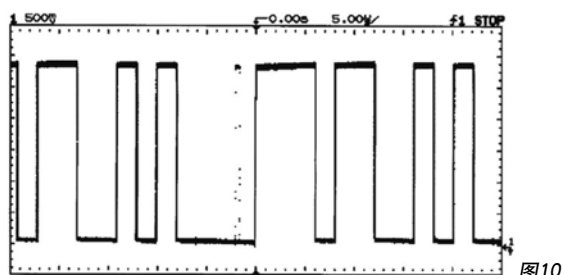


图10

现在

触发释抑仍是稳定复杂脉冲序列的出色技术，但对于串行总线来说，使用专门的硬件串行触发可以获得更好的结果。

5000、6000 和 7000 系列示波器提供了适合目前常用总线类型的硬件触发能力，包括 I2C、SPI、CAN、LIN 和 USB。根据地址、数据码型、帧、数据包状态或其他信号条件进行触发，能够更容易地分隔总线上的特定条件。

5000、6000、7000 和 8000 系列示波器的可选配硬件辅助串行解码工具套件，该套件能够让您获取时间上对齐的模拟、数字和串行总线的更多信息。



5. 对偶发事件的故障诊断

在对电路进行故障诊断或测试其性能时，您可以充分利用示波器的触发能力。某些示波器可以使用时间来限定触发条件。您可以限定示波器仅在遇到宽于或窄于指定宽度的事件时进行触发，这在寻找偶发事件上非常有用。

例如，如果您知道选通脉冲的宽度至少要有30ns，则可以将示波器设置为在脉冲小于30ns时进行触发。触发电路将能捕获到所有异常的脉冲，前提是这些脉冲的间隔要大于触发电路的复位时间。如果示波器触发，证明电路存在问题；反之，则证明电路没有问题。通过这种方式，示波器可以每秒处理数千万个事件。

图11中，示波器在通道1的上升沿进行边沿触发，选通脉冲看上去符合要求($\leq 30\text{ns}$ 宽)。

图12中，示波器设置为在小于30ns的负向脉冲上触发。示波器已经触发，表明部分选通脉冲不符合要求($< 30\text{ns}$ 宽)。

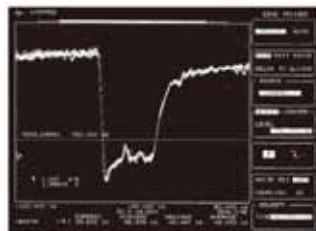


图11

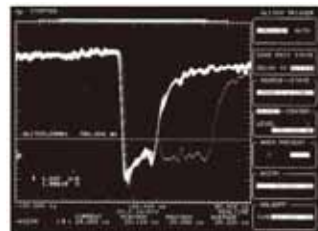


图12

现在

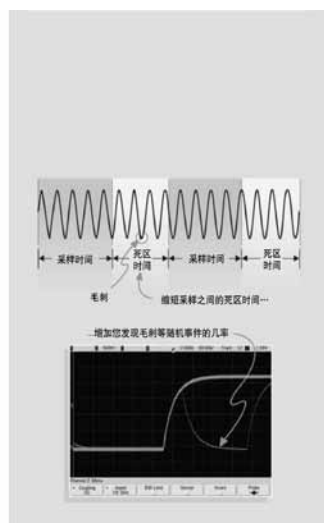
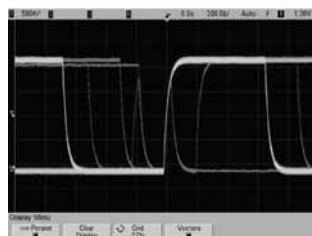
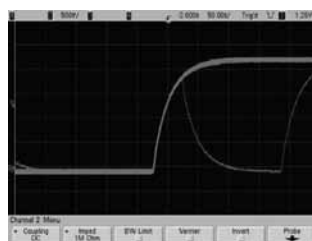
脉宽触发目前仍是一种用于识别可疑毛刺的出色技术。然而，在搜寻未知毛刺时，示波器的波形更新速率成为一个关键性技术指标。

Agilent InfiniiVision 5000和6000系列示波器所采用的新一代 MegaZoom III 技术，在实时采集模式下能够达到10万个波形/秒的更新速率。

较高的波形更新率意味着采集之间的“死区时间”大大缩短。如果时间充足而且毛刺会重复出现的话，更新速率较慢的示波器同样可以捕获毛刺，但大多数工程师和技术人员都没有时间或耐心等待很久。高更新速率能够让您快速查看信号并有信心排除毛刺。

查看更多事件

发现毛刺的几率随更新速率的增加而增加。如果一个毛刺出现在采样之间的“死区时间”内，您可能会错过它。使用 MegaZoom III 采样技术，死区时间将大幅缩短，从而将您发现突发事件的几率增加 100 倍，并显著加快自动测试的速度。



MegaZoom III 将您发现突发事件的几率增加了 100 倍。

6. 使用任意波形进行误码测试 LPA Design 公司 Jim Clark

作为数字通信产品的设计人员，我们经常需要测试数据接收的软件，以确保能准确地检测出误码。无论是有线系统还是无线系统，如果只在实验室中进行短距离测试，接收情况通常都十分良好，甚至不会出现随机比特误码。即使出现误码，一般出现的频率也不高。这时最适合使用任意波形发生器。将一个非常干净且经过验证的波形(代表一个数字数据包)进行数字转换，然后将其存储在计算机上，使用任意波形发生器进行回放，这开创了一种全新的比特误码测试方法。在深存储器数字示波器上捕获这个干净的波形，然后将其传送到计算机上并使用 HPBenchLink 或 LabVIEW® 等仪器软件进行处理，我们可以改变波形、引入噪声或其他干扰信号以全面验证被测件(DUT)的接收能力。我们还可以将这个新波形下载到任意波形发生器上，用该波形取代原来的信号源，并将修改后的信号回放至被测件。

图13是我们正在设计的一种OOK(通断键控)数据接收机的方框图。图14是我使用深存储器示波器从接收信号强度指示器(RSSI)输出中捕获的干净(无误码的)数据包。我将该波形上传到装有 HP BenchLink 软件的计算机中。之后，我可以很方便地从 HP BenchLink 软件显示界面中截取波形并将其直接复制到任意波形编辑器中。我把该波形保存为“完美的”原始信号，然后使用BenchLink 附带的数学函数和编辑工具在波形中加入随机噪声，降低波形幅度来仿真路径损耗，再将编辑后的信号下载至任意波形发生器，生成替代的 RSSI 信号(见图15)。使用接收机接收这个新的噪声信号，检验其软件是否仍能够识别数据。您可以轻松地重复上述过程并加入更多的噪声，直至比特误码出现。这样，使用接收机验证是否能够探测出和/或校正误码将变得非常简单。

借助任意波形发生器，我们可以编辑特定比特或比特组，确保能够探测到覆盖所有位置的误码。另一个重要的优势是能够保存修改后的波形，从而确保各项测试中的信号具有一致性。

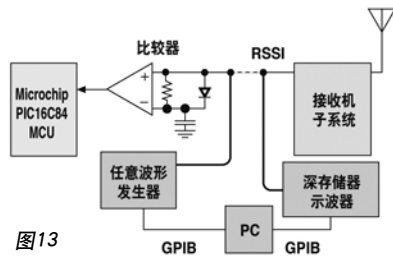


图13

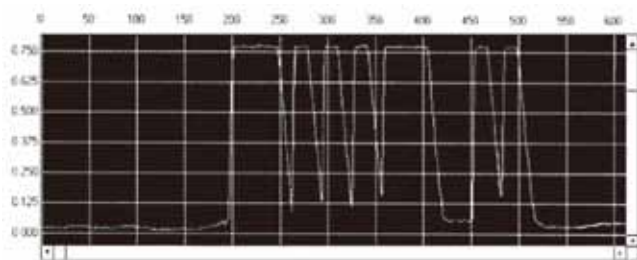


图14

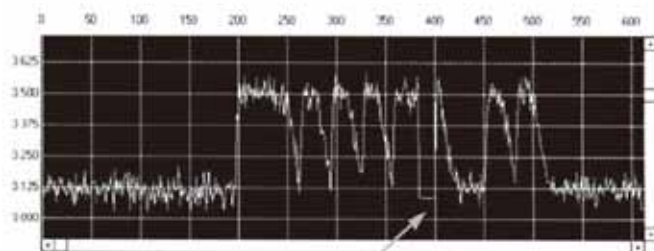


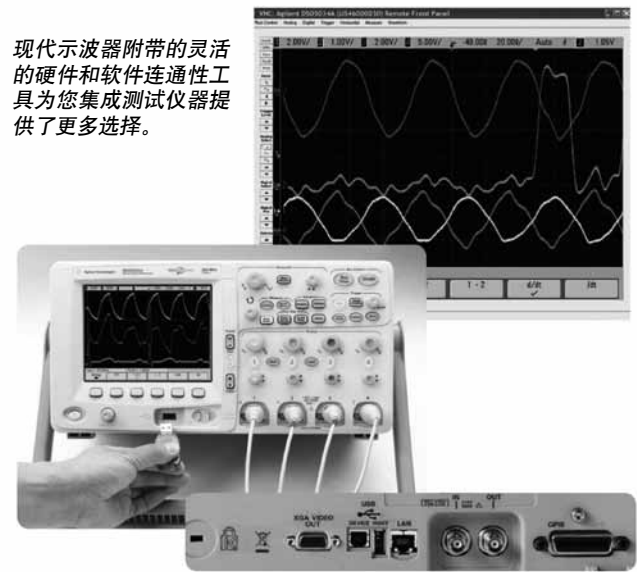
图15

此处添加的比特误码

现在

设备互连互通性现在已变得愈加重要，安捷伦一直致力于改进仪器以满足这一需求。Agilent 6000、7000 和8000 系列示波器符合 LXI (LAN eXtensions for Instrumentation) C 类标准。这些示波器符合指定的 LAN协议和 LXI 要求，例如内置 Web 控制服务器端程序、IVI-COM 驱动程序和易于使用的 SCPI 命令。标配的Agilent I/O 程序库套件可轻松配置和集成测试系统中的仪器。

您可以通过标配的 USB (3)、LAN 和 GPIB 端口访问该功能，甚至可以通过方便的 IntuiLink 工具栏直接向 Microsoft® Word 和 Excel 中导入示波器数据和屏幕快照。



现代示波器附带的灵活的硬件和软件连通性工具为您集成测试仪器提供了更多选择。

7. 关联 CAN 控制器中的软件和模拟输出 欧洲军团电信分部 Pascal

Mestdagh

直到最近，诊断混合信号设计的故障仍极为困难，因为您需要在模拟信号和MCU代码之间保持严格的时间相关性。通过结合使用逻辑分析仪和示波器(设置相同的时基并同时触发)，能够部分地解决该问题。然而，两台仪器的时基差异可能导致不准确的结果。此外，存储器的差异使问题变得更加困难。另外一种选择是使用混合的示波器和逻辑分析仪。这些仪器可以增强交叉域的测量精度，缩短混合信号设计的调试时间。在我的设计中使用飞利浦 80C51MCU与82C200 CAN (控制器局域网)控制芯片进行交互，以在多个家庭自动化设备之间建立低速数据通信。当出现新的问题时，我总是很难确定原因。在这个特殊的例子中，当我试图向远端设备发送数据时出现了问题：似乎有几个字节未能到达目的地。我将示波器的数字输入端与 MCU 数据总线连接，并将示波器的模拟输入端与传输线连接(见图 16)，随后使用码型触发使测量与 82C200 的特定传输请求代码同步。接下来，我将触发码型设置为当码字与预定的传输帧同时发生时，测量系统开始触发。很快，我发现了一个软件问题，因此不得不再次检查代码。与我此前的预测不同，测试显示数据丢失出现在MCU 与 CAN 控制器之间，而不是在传输线上(见图 17)。

示波器和逻辑通道的结合使我能够以极高的精度对模拟信号及其数字源信号(MCU 代码)进行比较。此外，深存储器也提供了非常大的帮助，它使我可以对完整长度的传输帧(大约 300 ms)进行采样，同时获得足够的细节信息来研究微控制器代码(大约 150 ns)。尽管常规的测试仪器也可能解决这个问题，但包括深存储器的模拟/数字混合解决方案帮我节省了大量时间。

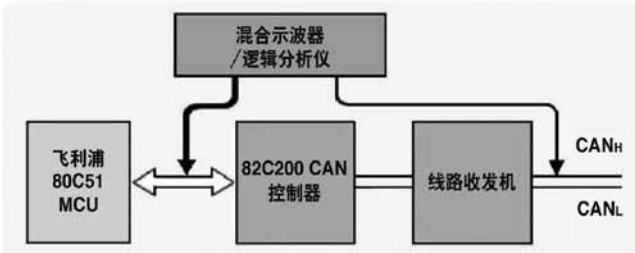


图16

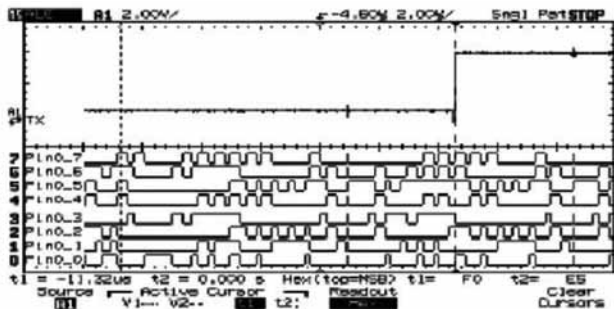


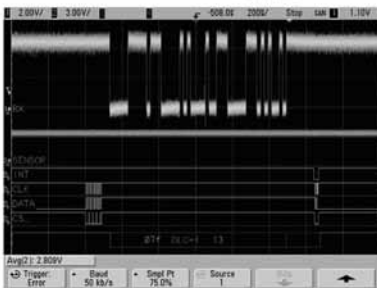
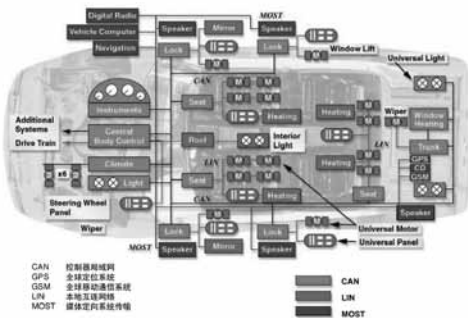
图17

现在

汽车总线在过去 5 年中日趋标准化，目前已在各类嵌入式设计中得到使用。安捷伦对这些技术的支持也逐步地增加，可以大幅简化这些设计的调试过程。

Agilent 6000 和 7000 系列混合信号示波器具有多达 18 个信号和总线分析通道，同时提供了针对 CAN 和 LIN 的标配触发支持功能。这些示波器还提供了硬件增强解码选项，以便在分析这些总线时保持极快的波形更新速率。

InfiniiVision 示波器还提供了针对 FlexRay 总线的支持功能、用于外场测量的电池选项，以及独有的 1U 机架尺寸选项(6000L 系列 DSO 和 MSO)，使您可以将研发测试设置迁移到制造过程中。



8. 诊断硬件/软件混合仪器原型故障的快捷方法

Steve Hendrix

在软件驱动的产品的设计和故障诊断过程中，经常需要查看复杂而冗长的比特流，但如何恰好在比特流中您需要查看的位置触发示波器则需要一番周折。要解决这一问题，最简单的方法是在原型仪器上找到一个空闲的 I/O 引脚作为触发点，在软件中加入代码以便在适当的时间触发该引脚。您甚至可以使用该功能查看在此标记事件之前产生的其他信号。当然，数字示波器通常具有非常先进的触发功能，许多数字示波器甚至可以设置为捕捉与此类似的复杂事件。然而，如果工程师可以轻松地对同步引脚进行编程，您就可以避免了解更多、更复杂的示波器特性，而是通过软件全面控制触发发生的位置。笔者注意到，如果做好了记录，这种同步功能甚至可以原封不动地保留在生产代码中，同时还可以使现场服务与诊断工作变得更轻松。

笔者作为独立顾问，主要提供硬件和软件设计以及其他电气工程方面的服务。其客户主要是处于新技术前沿的小型高科技公司。Steve 非常愿意为不同公司提供服务，因为这样的工作给他提供了学习的机会。

但他对出售“零件”的公司比较失望，并且讨厌浪费宝贵的时间去打电话以获得关键的产品信息。他说：“在加快产品上市速度的压力下，价格和交付时间已变得像电压或电流技术指标一样重要。”

现在

FPGA 已经深入到硬件开发的各个领域，甚至在许多设计中已取代了独立式微处理器。在线调试 FPGA 设计能够帮助设计人员在几秒钟内发现问题；而使用仿真技术，这可能几天、几周甚至几个月的时间。高效的 FPGA 和周边系统调试工具可以为开发团队提供极大的便利。

安捷伦一直引领 FPGA “内核协助”仪器调试技术的发展，目前推出了第三代芯片上技术。该应用程序具有以下两大优势：

渐进式实时内部测量，无需：

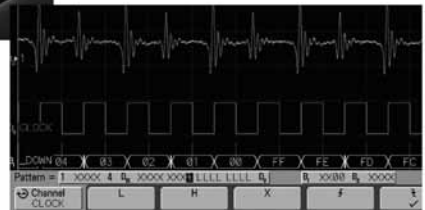
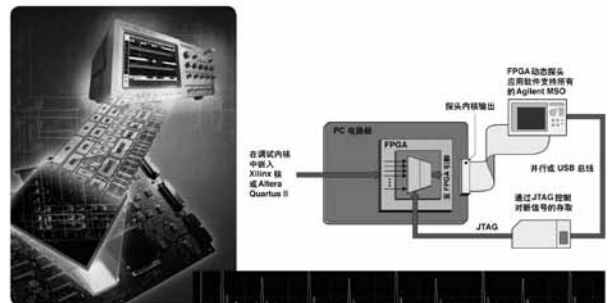
- 关闭 FPGA
- 改变设计
- 修改设计定时

快速 MSO 设置：

- 用于 FPGA 引脚连接到

MSO 数字通道

- 信号和总线名称



用通用计数器进行更快的频率测量

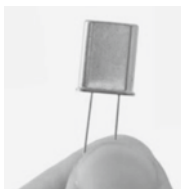


引言

无论您是在测试台上还是在自动测试系统中使用通用计数器，都希望能尽可能快速而精准地得到数据。为加快测试的进程，您有几件可做的事情。今天的计数器具有前面板直方图和趋势图显示能力，可帮助您在工作台上更快洞察您设计的产品，并得到测试结果。总线速度提升也改进了测试系统吞吐量，各种内置特性能以更短的时间为您提供更高的分辨率。在各种应用领域，例如晶体振荡器设计和测试，陶瓷振荡器测试，数据通信系统测试和雷达验证测试领域，更快的频率和时间测量都是极端重要的。这篇测量简讯所介绍的技术将能帮助您加快使用通用计数器的频率和时间测量。

案例: 测试晶体振荡器

一家知名晶体振荡器制造商打算扩大生产线和提高测试吞吐量。他们拥有许多测试台，每一个测试台都包含多台单通道的计数器。通过改用具有双通道的 Agilent 53230A 通用频率计数器/计时器，依靠着双通道的并行测量能力，测试工程师在每个测试站上将吞吐量提高了两倍以上。除通道数增加外，以下因素均可以提高吞吐量：在满足测试位数要求的情况下的尽可能短闸门时间，使用自动电平的相应设置，前面板显示和数据传输等。



用工作台上的计数器测量更快洞察设计的产品

当您在工作台上用计数器进行测量时，首先需要为被测信号选择了正确的仪器设置。观看计数器前面板显示的信号信息能增加正确测量设置的信心。例如，计数器前面板显示的输入信号峰峰电压，最小电压和最大电压能帮助您选择正确的量程和触发电平。

Agilent 53200 系列通用频率计数器/计时器的前面板图形显示能力将进一步帮助您显示所测数据。例如 Agilent 53230A 为您提供趋势图和直方图的显示选择。趋势图显示被测数据如何随时间变化，直方图则为您显示数据的分布状况。趋势图通过显示漂移的方向和幅度帮助您迅速识别漂移信号。它也为您提供所产生漂移有多快的信息。请见图 1。

直方图为您显示噪声信号的分布。如果噪声呈如您预期的高斯分布，说明测量是正常进行的。如果在某一频率出现高百分比的测量结果，说明存在对信号的非预期调制效应，您需要跟踪寻找这一调制源。见图 2。如果计数器不具备图形功能，要找到潜在问题，就必须为采集大量数据配置测试，把数据返回计算机，对数据进行分析。而现在所有这些能力都已内置在计数器中，您能在工作台上用新的计数器更快洞察设计的产品指标。

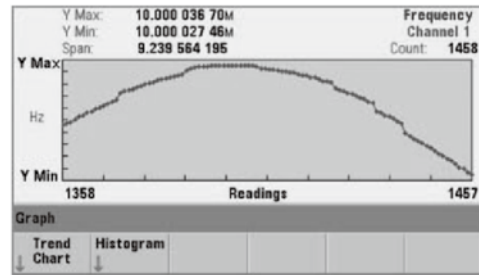


图 1: 53230A 的趋势图

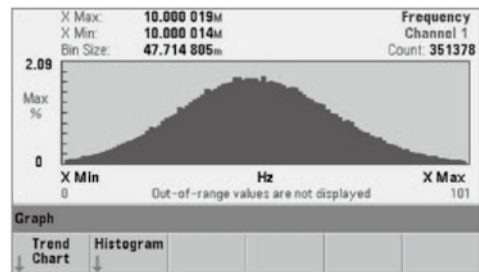


图 2: 53230A 的直方图

进行更快的系统测量

当您在自动测试系统中使用计数器时，获取读数的总时间可分为两个主要部分：总线交流时间和测量时间。总线交流时间包括配置测量命令，并测量结果传回计算机所需的时间。在过去几年中，测试仪器设计师在总线交流时间的改进上取得重大进展。最新 Agilent 计数器的总线交流速度大约比上一代计数器快 100 倍。并且有更快的程序命令处理，也能在更短时间内将测量结果返回计算机。

最新计数器已经极大缩短了总线交流时间，影响频率测量速度的主要因素成为测量时间。为减少测量时间，您可做下面几件事情：

● 选择正确的闸门时间

加快计数器测量的最明显方法是在保持所要求测试分辨率位数的前提下，选择最小的闸门时间。越长的闸门时间可得到越高的分辨率位数，但显然要花更长的时间。现代倒数计数器所采用的技术能在增加分辨率位数时不需要正比增加闸门时间。例如，如果计数器采用 10 MHz 基准振荡器，基准本身在 1 s 测量时间内将得到 7 位的分辨率。通过增加分辨率增强技术，10 MHz 时钟就能产生 10 位的分辨率。因此要认真查看计数器的技术指标，按所要求的分辨率位数选择相适配的闸门时间。

● 使用最快的接口

一些计数器提供多种与 PC 的连接接口。例如 Agilent 53200A 系列有标配的 LAN 和 USB 接口，以及作为选件的 GPIB 接口。如果速度是您应用的关键要求，则应选择最快的接口。单次测量和块读数吞吐量都受您选择接口的影响。请参看表 1 和表 2 的详细信息。

接口类型	数据传输命令	
	使用 READ?	使用 *TRG; DATA: REM? 1, WAIT
LAN (VXI-11)	150 读数/秒	145 读数/秒
LAN	210 读数/秒	350 读数/秒
USB	210 读数/秒	380 读数/秒
GPIB	240 读数/秒	400 读数/秒

表 1. 基于接口类型和数据传输命令的 Agilent 53230A 单次读数吞吐量

接口类型	数据传输命令	
	使用 READ?	使用 *TRG; DATA: REM? 1, WAIT
LAN(VXI-11)	9,800 读数/秒	48,000 读数/秒
LAN	10,500 读数/秒	66,500 读数/秒
USB	10,900 读数/秒	66,500 读数/秒
GPIOB	4,800 读数/秒	17,200 读数/秒

表 2. 基于接口类型和数据传输命令的 Agilent 53230A 块读数吞吐率

● 选择测量数据传回 PC 的正确传输指令

您的计数器可能有一种以上的数据传回 PC 的方法。不同方法也许会有不同的数据传输率。表 1 和表 2 示出 53230A 的吞吐率，数据传输命令对读数率是有影响的。因此如果您要采集大量读数和尽可能减小测量总时间，则应选择最快的传输数据至 PC 的方法。

● 关闭自动电平

自动电平是在测量中自动确定触发电平的一项功能特性。计数器测量输入信号的最小电压和最大电压，计算峰峰电压，把触发电平设置为峰峰值的 50%。当然，做这些事情是需要时间的。为去除自动寻找触发电平所花的时间，如果您了解信号状况，就可自己设置触发电平。就是关闭自动电平功能，把触发电平设置为所要的值。

测量技巧

您可将自动电平设置为“ONCE”。这就把计数器设置为执行一次自动电平功能，然后禁用自动电平特性。当您不知道如何设置测量触发，但希望在设置一旦确定后就不再改变时，就可以用这种办法。此时计数器将确定触发设置，并在后面的测量中沿用这一设置。这样做能够节省测量时间，因为自动电平仅仅用了一次。

● 关闭前面板显示

关闭有些仪器的前面板显示有助于加快测量。许多任务都要分摊内部微处理器的时间，包括进行测量，处理总线流量和为前面板提供显示信息。如果关闭显示，处理器就可把全部时间用到测量和处理数据上。例如，在前面板显示开启时，Agilent 43230A 计数器能在 1.35 s 内执行 75,000 次频率测量和把测量结果保存到内存。而当显示关闭时，则只需要 1.22 s。由于测量时间主要由所选的闸门时间确定，显示状态对流量并无影响。计数器必须在内部测量结果和把结果保存到内存。这些功能都会占用内部处理器时间，因此关闭显示能够加快数据处理。

测量技巧

为缩短总测量时间，如有可能，应把同样的测量项目归组。例如先执行所有的频率测量，然后改变测量类型进行所有的周期测量，并尽量减少量程和触发电平的改变。这样就能缩短测量配置的时间—53200A 系列计数器一般为 50 ms。

结论

无论您是在工作台上，还是在自动测试系统中使用通用计数器进行测量，都可通过选择计数器的功能特性和采用各种技术缩短总测试时间，更快地洞察您的设计。在工作台上，可通过前面板显示特性获得输入信号的电压和触发信息。前面板趋势图和直方图显示帮助您更快了解所进行的测量。您也可通过选择正确的接口和数据传输方法，以及适合的参数设置，如闸门时间，自动电平和前面板显示设置实现更快的系统测量。如果您经常要作频率测量，Agilent 计数器将为您提供可置信的快速、稳定和精确的测量。

使用电源的几项提示

一 用远地感应补偿负载引线的影响

电源在出厂时，它的调整感应端通常接至输出端上。这样做会限制电源的电压调整能力，即使是在非常短的引线时。使用更长的引线或更高的线规号会使调整能力变得更坏（图1）。与10A电源的0.2mΩ输出阻抗相比，铜引线的阻抗为：

AWG线规号	电阻	mΩ/ft	(20°C)
22	16.1		
20	10.2		
18	6.39		
16	4.02		
14	2.53		
12	1.59		
10	0.999		

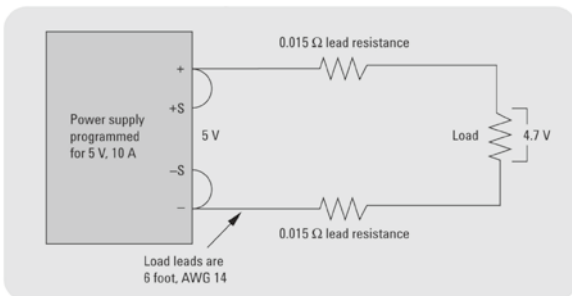


图1: 在没有远地感应时，6英寸长AWG 14号线的电路示意图

如果用继电器把负载接到电源，调整能力甚至会更糟。远地感应，就是把电源内部反馈放大器的感应端直接接到负载，从而能让电源在负载端，而不是在自己的输出端调整输出（图2）。

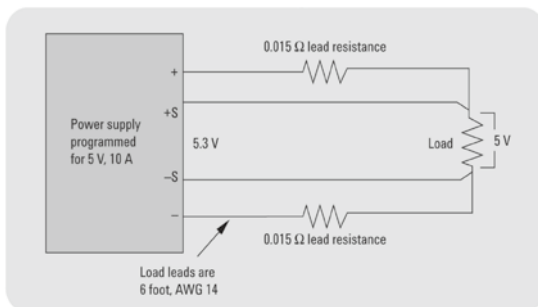


图2: 用远地感应纠正引线负载问题的电路示意图

电压通过必要的偏移补偿负载引线、继电器或连接器的电阻，从而保持恒定的负载电压。为实现远地感应，断开输出端与感应端的连线。用屏蔽的双绞线 电缆把电源感应端接到负载上的感应点（不要用屏蔽作为一个感应导体）。把屏蔽的一端接地，另一端悬空。感应电流通常小于10mA，作为一般规则，您应把感应线中的压降保持为小于电源温度系数（通常用mV/°C表示）的20倍。使用屏蔽的双绞线电缆很容易满足这一要求。

二 消除低电平测量的噪声

低电平测量中的噪声有几个不同来源；消除噪声要比滤除噪声更容易。请检查下面这些噪声来源：

1. 电源

采用低噪声电源自然是去除测量噪声的最好方法。线性电源有较低的共模噪声电流，一般工作于低频。但您也可成功使用指标中包括低

共模电流的开关电源。作为一个经验法则，超过20-30mA的共模电流有可能造成麻烦。掌握本提示的内容能把这一问题减到最小。

2. DUT至电源的连接

消除地环路可最小化传导性噪声。理想情况下应只有一个接地点。在机架系统中，多点接地是不可避免的，与其它传导路径相隔离的DC配电路径会承载地电流。如有必要，应把电源浮置（不要把任一端直接接地）。对于输出线和感应线，可使用屏蔽双绞线把辐射拾取（电的和磁的拾取）减到最小。为确保屏蔽不承载电流，应只把屏蔽的一端接地，最好是电源上的接地点（图3）。

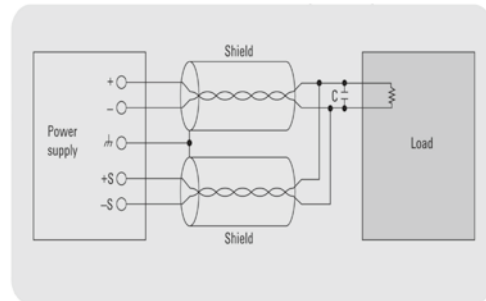


图3: 对于输出线和远地感应线，应使用屏蔽双绞线最小化辐射拾取

3. DUT中的电流变化量

DUT中电流的迅速变化会造成电压尖峰。为防止这种现象出现，应在靠近负载的地方增加一个旁路电容器。电容器在最高测试频率时应具有低阻抗。为避免负载线感抗的不平衡，最好用屏蔽双绞线对直接接至DUT。

三 在较短时间内为电池充电和放电

使用电源的恒流模式（图4）是给电池重新充电的简便方法，它能实现100%的充电。但充电慢是这种方法的一大缺点，由于充电电流仅是电池额定安时值的一个零头，因此充电会需要14-16小时。脉冲充电也称暂态模式，它能缩短充电时间，并把电池充到90%以上容量（图5）。电子负载作为开关提供电流脉冲（注意您也能用电子负载编程恒流充电）。图6示出一

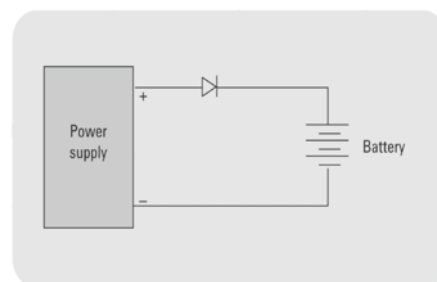


图4: 恒流充电简单而有效，但可能很慢（二极管用于防止电源电压低于电池电压时电池对电源的放电）



图5: 使用电子负载的脉冲充电要快得多，并可实现90%的重新充电。

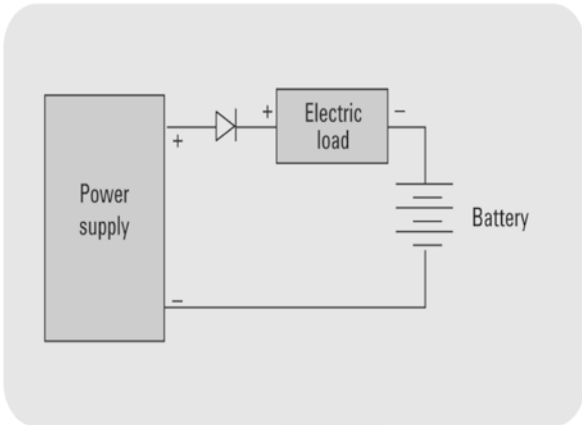


图 6：用电子负载建立的典型脉冲充电波形

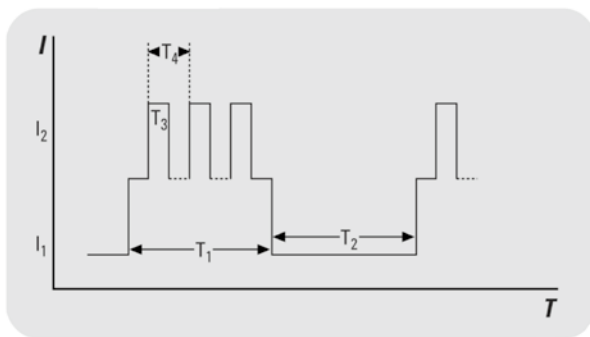


图 7：把电源串联使用

四 串联和并联电源，以得到更高的输出

把两台或多台电源串联（图8），以提供更高的电压，但必须特别注意：绝不能超过任何电源的额定浮地电压值。任何电源都不得为负电压。独立编程每一台电源。如果使用两台电源，把每台电源编程为总输出电压的50%。如果使用三台电源，把每台电源编程为总输出电压的33%。把每台电源的电流极限设置为能保证负载安全的最大值。

把两台或多台电源并联（图9），以提供更高的电流，但必须特别注意：必须有一台电源工作与恒压（CV）模式，其它电源工作于恒流（CC）模式。输出负载必须能通过可保持CC电源于CC模式的电流。把各电源的电流极限编程至它的最大值，把CV电源的输出电压编程至稍低于CC电源的值。CC电源提供它们已被设置的最大输出电流及输出电压，直到CV电源的电压，CV电源仅提供到达总负载要求的电流。

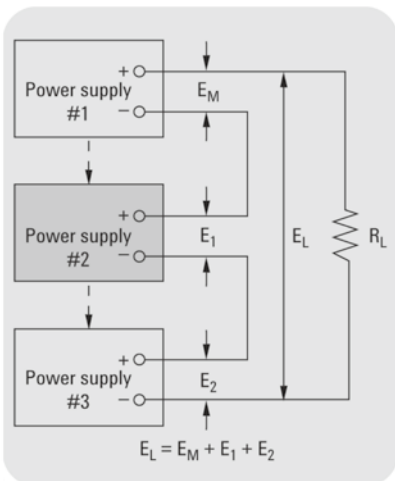


图 8：把电源串联使用

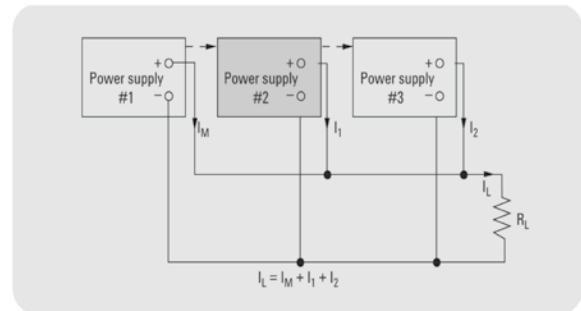


图 9：把电源并联使用

五 用AC功率源/分析仪表征浪涌电流

AC-DC开关电源的浪涌电流特性依据电压周期的开启相位变化。通常这些电源中有输入电容器，用以吸收来自开启期间整流AC电网充电造成的高峰值浪涌电流。表征浪涌电流—开启相位的特性能深入了解一些重要的设计问题：

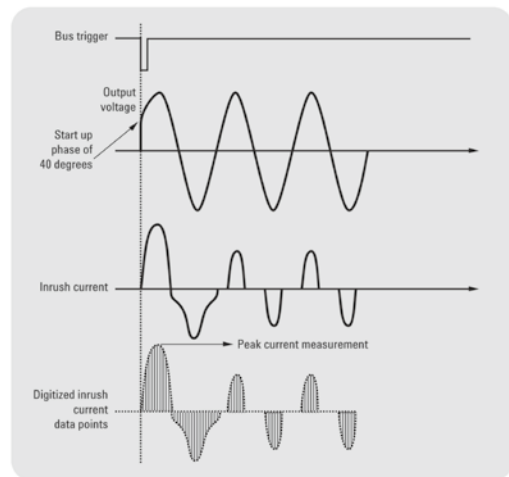


图 10：用 Agilent 6800 系列AC功率源_分析仪在40°处进行浪涌电流测量。

发现元件应力检查产品是否会产生与同一匹配电路其它产品间的电网骚扰选择适合的熔丝和断路器由于您必须用电压起始相位同步电流数字化和峰电流测量，因此这会是一项测量挑战。在最坏情况下，浪涌电流产生在接近电压周期的峰值处，而DUT的AC输入电容器在起动时已完全放电。因此，您必须从约40°到90°的电压启动相位进行递增测试（图10），并让DUT的AC输入电容器在测试间放电。传统测试装置包括具有可编程相位能力和输出触发端口的AC源，数字示波器和电流探头。但使用先进的AC功率源_分析仪，如Agilent 6800系列AC功率源_分析仪则是更便利的方法，因为它们有内装的波形产生、电流波形数字化、峰电流测量和同步能力，使您能执行浪涌电流表征，而不需要连接和同步多台仪器。

**No.1
促销一**

购买N5700、N6700、N6900、N7900、N8700、N8900系列电源，即有机会免费获得安捷伦U1700系列手持万用表一台
即日起至2014年12月31日，从东方集成购买N5700、N6700、N6900、N7900、N8700、N8900系列电源，即有机会获得安捷伦U1700系列手持万用表一台，先到先得哟。



**No.2
促销二**

购买34461A万用表，均可免费获得U1176A探头灯，更有机会获无线路由器
从即日起至2014年12月31日，通过东方集成购买34461A台式万用表的客户，凡填写回执的客户，均可免费获得U1176A探头灯一个。每个月更会在购买34461A的客户中随机抽取20名用户，赠送便携式无线路由器一台。



**No.3
促销三**

又一大礼，你准备好了吗？全新安捷伦E4980AL LCR表
即日起至2014年12月31日，凡从东方集成购买E4980AL产品的客户即可以10的折扣购买16089A和16334A通用型测试夹具。



**No.4
促销四**

购买B2900A系列源表，免费获得手持OLED万用表U1273A
即日起至2014年12月31日，客户通过东方集成购买安捷伦B2900系列源表，可免费获得一个手持OLED万用表U1273A。



**No.5
促销五**

购买34450A数字万用表,将免费配备 GPIB接口和50K拓展内存选件
即日起至2014年12月31日，通过东方集成购买的34450A将免费配备 GPIB接口和50K拓展内存选件。





东方集成

科技无限 服务创新

服务咨询热线：400-650-5566

网站：www.ag.jicheng.net.cn

测 试 测 量 专 家

北 京 东 方 中 科 集 成 科 技 股 份 有 限 公 司

测试技术分公司

地址：北京市海淀区阜成路67号，银都大厦8层868室

邮编：100142

电话：010-68718810 68718820

传真：010-68718960

南京分公司

地址：南京市白下区洪武路198号，城开国际大厦A幢803室

邮编：210002

电话：025-84690280 025-84690281 025-84690282

传真：025-84690285

上海第一分公司

地址：上海市静安区延平路121号，三和大厦19层A室

邮编：200042

电话：021-62320252

传真：021-62320059

深圳分公司

地址：深圳市红荔西路7002号，第一世界广场A座16E室
(红荔西路与新洲路交汇处)

邮编：518034

电话：0755-83280522

传真：0755-83274899

天津联络处

地址：天津市和平区万全道天赐园1-2-2002

邮编：300052

电话：022-27824720 022-27818315

传真：022-27818315



东方集成官方微信