

# 用新的 Agilent 34410A 和 34411A 高性能数字万用表 代替 Agilent 34401A

应用指南



## 目录

引言

综述 —— 数字万用表比较

34401A 兼容模式

34410A/34411A 与 34401A  
的不同之处

电气和机械兼容性

结论

## 引言

Agilent 34410A 和 34411A 代表着 Agilent 最新一代 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位数字万用表。这两种仪器将延续成功的工业标准 Agilent 34401A，为工作台和系统使用者提供增强的功能。它们有更宽的量程范围，更高的精度，更快的测量速度和系统速度，并且增加了电容、温度测量功能和峰检测能力，因此有能力测量更为复杂的信号。

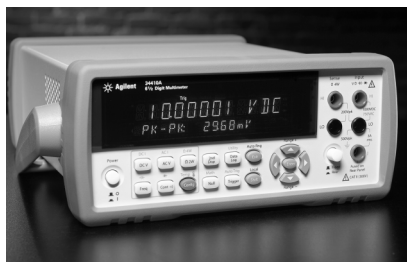
这篇应用指南为您介绍如何从 Agilent 34401A 转到新的 Agilent

34410A 和 34411A 数字万用表。您可能会有这样一些疑问：“这些新数字万用表适合我的应用吗？是否存在兼容性问题？哪些功能是相同的？哪些是不同的？这两种新数字万用表的哪些性能超过 34401A？”讨论的议题包括性能特性比较，34401A 仿真模式，测量速度比较，程序/接口差别，以及电气/机械特性差别。为更全面了解 Agilent 34410A/34411A 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位数字万用表的性能，请参看 Agilent 应用指南 5089-4039EN：“Agilent 34410A/34411A 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位高性能数字万用表”。



Agilent Technologies

## 综述 — 数字万用表比较



认识 Agilent 34401A 与 34410A/34411A 差别的最容易方法是逐项比较它们的性能。由于 34411A 是 34401A

的增强型, 下表中将单独给出 34411A 另增的能力。表格中列出它们的主要特性, 粗体字表示其差异。

	<b>34401A 主要特性</b>	<b>34410A 主要特性</b>	
<b>DC 功能和量程</b>	DC 电压	100 mV 至 1000 V	
	DC 精度	35 ppm	
	DC 电流	10 mA 至 3 A	
	2 W/4 W 电阻	100 Ω 至 100 MΩ	
	连续性	1000 Ω, 1 mA	
	二极管测试	1 V, 1 mA	
	<b>DC: DC 比</b>	<b>100 mV 至 1000 V</b>	
		不支持	
		<b>电容</b>	<b>1 nF 至 10 μF</b>
		<b>温度</b>	<b>2/4 线 RTD 和热敏电阻</b>
	实时峰值测量		
	偏置补偿电阻		
<b>AC 功能和量程</b>	真有效值 AC 电压	100 mV 至 750 V 3 Hz 至 300 KHz	
	真有效值 AC 电流	1 A 至 3 A 3 Hz 至 5 KHz	
	频率和周期	100 mV 至 750 V 3 Hz 至 300 KHz	
<b>DC 系统吞吐量</b>	6.5 位	6 读数 / 秒	
	5.5 位		
	4.5 位	1,000 读数 / 秒	
<b>AC 系统吞吐量</b>	6.5 位	50 读数 / 秒	
<b>触发和定数保存</b>	外触发响应时间	<1 msec	
	外触发抖动	<500 usec	
	计数 + 延迟步		
<b>I/O 和连通性</b>	<b> GPIB, RS232</b>	<b> GPIB, LAN, USB 2.0</b>	
	ASCII 格式读数	ASCII 或二进制格式读数	
		内置网络浏览器	
		至非易失存储器的数据记录	
	LabVIEW, IVI 驱动程序和 Intuilink DMM	LabVIEW, IVI 驱动程序和 Intuilink DMM	
	主测量结果的前面板显示	双显示, 支持副显示上的同步测量	

表 1

从这张表中,您可看到与 Agilent 34401A 相比, Agilent 34410A/34411A 6 1/2 位数字万用表在许多领域都有重大改进:

- 更快的测量速度
- 更高的系统吞吐率
- 另增的功能和量程
- 扩展的读数存储和触发能力
- 采用双显示的同时测量
- 标准计算机IO接口和网络浏览器

从具有前后相关设置的易用前面板、非易失数据记录和双显示的高可视能力,到能快速和容易编程的系统就绪仪器,这些新数字万用表既适合工作台操作,也适合系统应用。

### 34401A 兼容模式

Agilent 34410A或34411A万用表提供与Agilent 34401A万用表后向兼容和增强能力的SCPI命令集。下面简要说明34401A兼容模式。

由于Agilent 34410A/11A有增加的功能特性和提高的性能指标,因此在使用34410A/11A的常规SCPI模式时,可能存在妨碍34401A程序运行的某些问题。包括不同的量程选择,分辨率选择,命令执行速度,交叠命令执行,以及要在本文后面讨论的其它差异。

即使您现有Agilent 34401A程序能突然比过去快10倍地运行,您仍需对测试程序作某些改变。当编程工程师把测试程序放在一起时就会发生这种情况,他们会根据经验确定在何处进行功能测试。

例如,假定您的测试程序中有如下命令序列:

- 把数字万用表设置用于特定测量
- 闭合开关单元上的通道
- 数字万用表开始测量

由于数字万用表执行命令的速度比过去快10倍,因此测量可能在开关闭合前,或在输入达到其稳定电平前就已开始。这里有几种解决这一问题的方法:

- 增加通道闭合后的延迟时间
- 在通道闭合后设置数字万用表(如同延迟)
- 在最后一个通道闭合后通过通道查询命令“ROUTE: CLOSE?”保证开关确已闭合
- 把数字万用表设置为由来自开关单元的通道闭合信号触发

如您所看到的,单是定时问题就会让您重写测试程序。上面的这些建议有其自身的复杂性。例如,如果数字万用表的命令执行比开关闭合快,那么在通道闭合后设置数字万用表的延迟可能是不够的。

保证您在34410A/11A上仍能运行现有34401A程序的最好方法是使用34401A兼容工作模式。Agilent 34401A用户指南中的描述,而非34410A或34411A的SCPI语法。您可使用如下命令选择兼容模式:

```
SYSTem: LANGuage "34401A"
```

注意: Agilent 34401A兼容工作模式仅适于程序操作。由于新34410A/11A增强了34401A的功能,此时前面板将保持“锁定”,您只能从前面板通过选择终止兼容模式来恢

复前面板控制。与其类似,网络服务器被限制于只有观察模式,因此您只能看到观察当前数字万用表配置和查看读数存储器。您必须从前面板,或由使用如下程序的一个IO接口终止兼容模式:

```
SYSTem: LANGuage "34410A"
```

在选择了34401A兼容模式后,SCPI命令将按Agilent 34401A用户指南中描述的SCPI命令语法运行。事实上当您执行“\*IDN?”时,仪器即已返回34401A认同的字符串。因此在多数情况下,您只需关心与34401A相比,34410A/11A数字万用表执行命令和测量的速度有多快。但也应注意下面叙及的一些其它不同:

1. 在34401A兼容模式中能发布34410A/11A的特殊命令。例如命令“VOLT:NPLC? MIN”在34401A兼容模式将返回“0.02”,而在34410A模式则返回“0.006”。在34401A兼容模式发送“VOLT:NPLC 0.006”是一个错误。而在34401A兼容模式发送“VOLT:APER100e-6”则能工作。这就为您提供了一个提高“34401A”采样率,而不改变测试程序中任何其它事情的聪明方法。
2. 专门为后向兼容性增加了几条命令。在使用兼容模式时,这些命令由各功能命令代替,并被映射到它们先前的功能性。详情请参看下一节3440A/34411A与34401A的不同之处。  
CALCulate:NULL:OFFSet  
INPut:IMPedance:AUTO  
[SENSe:]DETEctor:BANDwidth  
[SENSe:]ZERO:AUTO

3. 34410A/11A 硬件不能实现 DC:DC Ratio 特性。因此不能实现下列命令:

```
CONFigure:VOLTage:DC:RATio  
MEASure:VOLTage:DC:RATio?  
[SENSe:]FUNction "VOLTage:DC:  
RATio"
```

4. 34410A/11A 数字万用表不允许您更动连续性测量阈值设置。它现在是固定的 10 Ω。

5. 34410A/11A 数字万用表不允许您更动按键按住特性的灵敏度设置。它现在是固定的 0.1% 当前量程。

6. 34410A/11A 硬件不提供 RS-232 串行接口。

7. 由于时钟源的差异, 时隙分辨率可能略有不同。

8. 某些错误消息可能不同, 程序参数的舍入和分辨率可能略有差异。此外, 某些查询响应也许有不同的位数。

9. 仅提供 SCPI 命令的 34401A 兼容性。不提供其它代用语言, 如 HP 3478A 或 Fluke 8840A/8842A 的兼容性。

### 34410A / 34411A 与 34401A 的不同之处

这一章将帮助您了解这些新仪器与 34401A 的差别, 以及如何充分利用其新能力。虽然在许多情况下您只需使用 34410A 或 34411A 代替 34401A, 而不必使用兼容模式, 但您应知道它们彼此间的差异。在应用指南 5989-4039EN “Agilent 34410A/34411A

6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位高性能数字万用表”中详细介绍了这些仪器的新特性。这里是它们不同之处的汇总表, 后面会对每一项内容作详细说明。

- 增加的功能和量程
- 重叠处理和实时测量
- NPLC 分辨率和间隔时间
- 采用不同的测量技术
- 测量和系统性能
- 双触发系统
- 连通性
- 数学运算

### 增加的功能和量程

本应用指南中的表 1 是量程比较。例如增加了更低的电流量程, 从而允许信号有更宽的动态范围。34410/11A 并增加了对电容和温度测量的支持。温度测量包括 2.2K、5K、10K 热敏电阻测量, 以及 2 线和 4 线的 385 RTD 测量。

### 重叠处理和实时测量

可把 34401A 看作是单任务仪器。虽然它是非常好的仪器, 但在任一时刻只能做一项工作。34401A 和 34410A/11A 数字万用表都使用 INIT 命令准备触发测量引擎和进行测量。但 34410A/11A 数字万用表还允许:

- 命令分析器不受控制地接受新命令
- 可进行同时的测量

在向 34401A 发送 INIT 命令时, 命令必须在接受任何其它命令前结束。但我们能查询 34410A/11A 数字

万用表读数, 进行中的运算结果, 或其它同时的测量数据。

34410A/11A 提供实时的副测量和操作:

- 统计运算: 平均值、标准偏差、最小值、最大值、计数
- 极限检查
- 测量 DC 时的实时 DC 峰值测量
- 测量频率时的 ACV
- 显示温度时的温度传感器电阻

在测量进行时, 可从 GPIB, LAN, USB 中的任一 IO 接口查询读数或副测量结果。

### NPLC 分辨率和间隔时间去耦合

您不能访问 34401A 的模数转换器积分间隔时间设置, 除非通过 NPLC 下的离散选择: 0.02, 0.2, 1, 10, 100。1 PLC 设置表示 0.0166 秒的间隔时间设置 (60 Hz 工频)。

34410A 另增 0.006 和 0.06 两种 NPLC 设置。34411A 则另增 0.001 和 0.002 设置。对于这两种数字万用表, 您既可使用 NPLC 模式, 也可用间隙模式工作, 两者的设置是不同的。您现在对实际间隙设置有了多得多的控制, 虽然 NPLC 的设置数是有限的。例如间隙设置可以有 20 μs 的分辨率。您最后规定的命令是数字万用表要服从的命令。您也可对数字万用表进行查询, 了解其工作是处于 NPLC 模式, 还是间隙模式。

## 采用不同的测量技术

34410A/11A数字万用表把高速模数转换采样技术与间隔积分时间相结合,用以进行直流和交流测量。34401A使用精密模拟交流有效值转换器,而34410A/11A则直接采样交流信号和计算它的真有效值。这一高速模数转换采样系统能够:

- 在间隔积分周期期间进行实时的峰值测量
- 具有更高分辨率的更快直流测量 (6.5位 @1000 读数/秒)
- 快4到10倍的交流测量
- 能更精确地测量低于10% 满度的小交流信号
- 能抑制达10:1 波峰因素的影响

实时峰值测量对测量直流信号上的噪声尖峰是非常有用的。把孔径设置为所要求的分辨率,在峰电

平分进入间隙期间,每20 $\mu$ s作一次4 $^{1/2}$ 位的测量。比如在测量电源输出时,您可将NPLC设置为1,以抑制交流电源的工频噪声,并开启峰值测量功能,这样就能测量电源纹波的峰峰电平,也不再需要专门进行交流电压测量。

## 测量和系统性能

34410A/11A数字万用表把高速处理器与新的高速模数转换技术相组合。测量采集有下面几种定义方式:

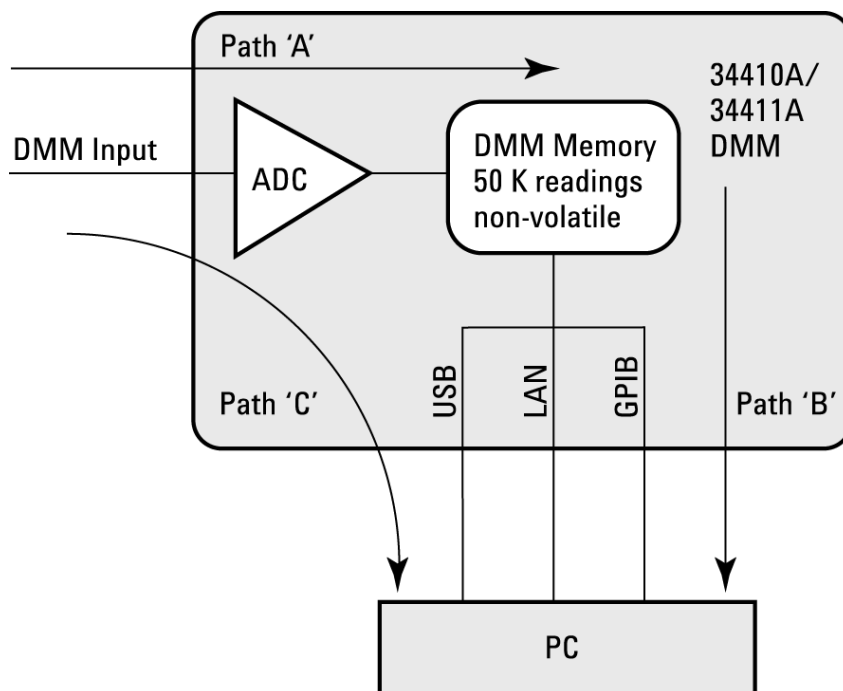
1. 请求测量和把结果保存到读数存储中的时间 (A)
2. 请求和从读数存储读出结果的时间 (B)
3. 请求进行一次测量和得到结果的时间 (C)
4. 请求连续测量和读出结果的时间 (C)

34401A在通过GPIB进行4 $^{1/2}$ 位分辨率测量时,最快为1000读数/秒。这是因为:

- 读数存储被限制为512 读数
- 较慢的处理器
- 从IO 接口接受命令的较高开销
- 只有ASCII 输出格式

34410A 和 34411A 数字万用表在所有这些方面都有改进。这里是它们的一些性能例子:

1. 请求测量和把结果保存到读数存储中的时间 (A)
  - a. 命令分析时间比 34401A 快 10 倍, 甚至更多
  - b. 每秒能把多达 50,000 读数保存到存储器中 (34411A)
  - c. 34410A 读数保存为 50,000 读数, 34411A 为 1,000,000 读数
2. 请求和从读数存储读出结果的时间 (B)
  - a. 能以 ASCII 或二进制格式从读数存储中读出数据
  - b. 在 LAN 上的 ASCII 速率超过 4000 读数/秒
  - c. 在 LAN 或 USB 上的二进制速率超过 200,000 读数/秒
3. 请求进行一次测量和得到结果的时间 (C)
  - a. 某些测量功能可快 3 到 10 倍
4. 请求连续测量和读出结果的时间 (C)
  - a. 连续直流测量 10,000 读数/秒 (34410A)
  - b. 连续直流测量 50,000 读数/秒 (34411A)



配置、功能和量程改变要比34401A快2至5倍,详情见34410A/11A技术资料。

## 双触发系统

34401A 所使用的触发系统不允许精密测量采样。触发延迟和采样间延迟是同一值。如下图所示。触发延迟总在无论需要多长时间的上一次测量后开始。34410A/11A 数字万用表为兼容性而保留了这种触发方法。

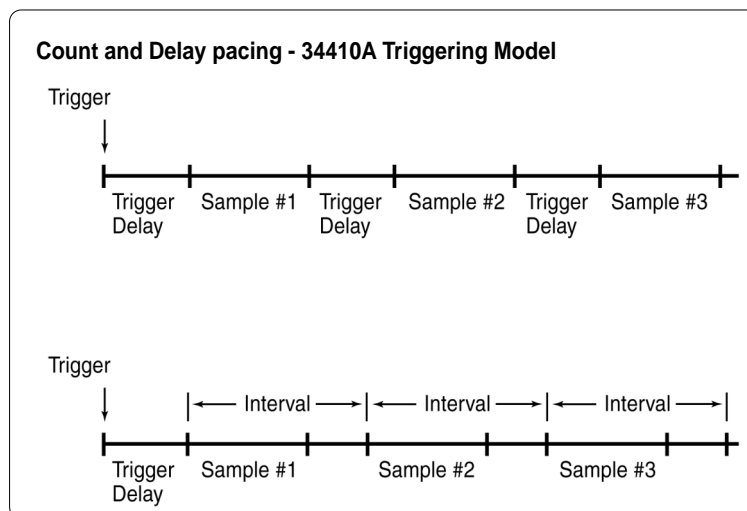
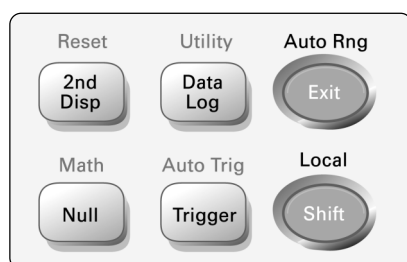


图 1

现在您能通过 34410A/11A 数字万用表另增的触发模式实现精密采样。触发延迟规定在触发事件发生后的等待时间。现在由内部定时器(采样定时器)确定读数间的时间步调。通常各特定功能可使用最高速度的设置,因此采样时间是相对固定的。但这种模式也可用于自动量程接通和自动零接通的情况,此时获取多个读数——只要在时间间隔设置中考虑了最坏情况下的采样时间。

采样定时允许捕获机械——电气波形,达 50,000 读数/秒(34411A)和直流前端电路输入带宽的组合允许对达 8 kHz 频率成分的 6X 过采样。



## 连通性

34401A 提供 GPIB 和 RS-232 接口。34410A/11A 数字万用表提供 GPIB, USB 和 LAN 接口。LAN 还提供下面这些新能力:

- LAN VXI-11 协议 (在 LAN 上仿真 GPIB)
- LAN Sockets (最快的通信方法)
- 用于远地访问数字万用表的网络服务器
  - 在测试系统中监视测量结果
  - 对仪器所有功能的完全控制
  - 可同时连接 3 个网络浏览器
  - 您能把读数剪切和粘贴到应用程序
  - 不需要为 PC 和内部网络服务器的连接安装软件或驱动程序。您只要能访问 eBay.com, 也就能连接到该仪器。

USB 2.0 提供至个人计算机(PC)的快速接口,其数据记录操作简单,功能强大。您只需用 34410A/11A 数字万用表前面板上的 Data Logging 按

钮设置测量,而不需要使用 PC。在测量进行中,测量结果即保存至非易失存储器。以后再把该数字万用表通过 USB 接口接到 PC,把测量结果取出。

## 数学运算

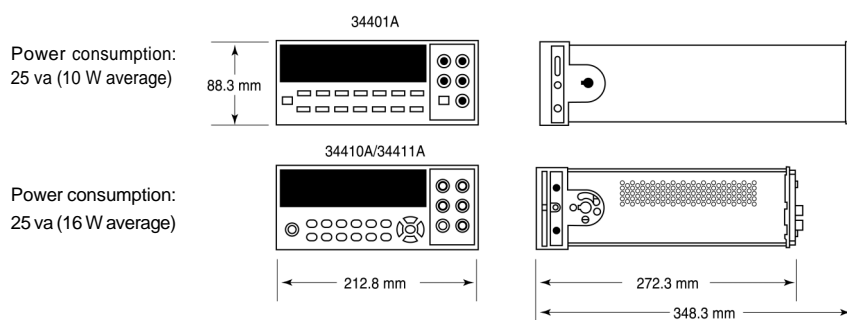
34401A 规定自动归零和调零操作在各种功能路径的外面。如果自动归零开启,它就对所有功能开启。如果数学调零开启,它就用于当前所有被激活的功能。在您每次改变功能时,都必须重新调零。如我们在兼容模式中所指出,34401A 的这些命令和输入阻抗仍保持向后兼容性。

新的数字万用表把自动归零、数学调零和输入阻抗放在特定测量功能下。当您按前面板上的 Null 按钮时,调零即与该功能相关联。在转到其它功能再返回该功能时,调零继续有效。同样,自动零对某些功能有效,而对另一些功能无效。

如前指出,您也可在获取测量结果时查询统计功能。而 34401A 不能作这类查询。

## 电气和机械兼容性

34410A 和 34411A 在机械结构上与 34401A 非常相似。前/后面板端子, 电源输入模块和电流熔丝都置于相同位置。Voltmeter Complete 和外触发改为垂直方向, 以放置增加的 I/O 接口和冷却风扇。LAN 和 USB 代替了 34401A 的 RS-232 连接器。34410A/11A 数字万用表的上架方式与 34401A 相同, 只是短了 3 英寸 (~76 mm)。Agilent 的许多新产品已换用这种较短的新机箱。您可用相同长度的上架互锁套件保证上架时不同深度机箱后面板对齐。



## 结论

我们已向您介绍了把 Agilent 34401A 应用转向新 34410A 和 34411A 数字万用表的重要概念。现在让我们回顾这篇应用指南的一些主要内容:

Agilent 34410A/11A 提供许多新的特性和功能, 如扩展的量程, 电容和温度测量, 更多的读数存储, 以及高得多的性能。

- 34401A 兼容模式能非常容易地转到 34410A/11A 数字万用表。
- 另增 LAN 和 USB 2.0 接口, 用标准 PC I/O 扩展系统性能。
- 34410A/11A 数字万用表具有内置的网络服务器和系统就绪操作, 从而能极大增强您的系统。
- 34410A/11A 数字万用表在机械和电气上均与 34401A 兼容。

要得到有关 34410A 和 34411A 数字万用表的更多应用信息, 请参看应用指南 5989-4039EN “Agilent 34410A/34411A 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位高性能数字万用表”。

## 术语

### SCPI

可编程仪器的标准命令。这是英语风格的程序语言, 在仪器中已使用多年。

## 相关 Agilent 文献

### 技术资料

Agilent 34410A/34411A 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 位数字万用表: 5989-3738EN

### 应用指南

#### AN 1389

数字万用表测量误差

#### AN 1389-1

数字万用表中的接线误差和直流电压测量误差

#### AN 1389-2

电阻, 直流电流, 交流电流, 频率和周期测量误差

#### AN 1389-3

数字万用表中的交流测量误差

#### AN 1479

使用数字万用表和开关时缩短总测试时间的技术

#### AN 1392

进行更好的有效值测量