

# 利用 7510 型 7 位半触摸屏数采万用表 测量微弱电平波纹电压

## 概述

功率转换是所有电子设备中都存在的过程。不严格地讲，“电源”就是对这个过程描述，它使主电源功率转变为具有负载所需的特性。数字万用表 (DMM) 是评估电源规范的常用仪器。不过，传统数字万用表 (DMM) 往往不具备测量动态行为特别是开关模式电源 (SMPS) 动态行为的能力，在检查电源波纹电压、开关电压、上电脉冲时通常需要示波器。但在很多情况下，示波器不能提供对极微弱电平波纹噪声进行正确特性分析所需的分辨率。

7510 型 7 位半触摸屏数采万用表可以对低至  $1\mu\text{V}$  的电压或低至  $100\text{pA}$  的电流进行采样，时间间隔是  $1\mu\text{s}$ 。换句话说，利用 DMM7510 型数采万用表，可以对多种低电平电压或电流动态波形进行数字化，精度 18 位，采样速率为  $1\text{M}/\text{s}$ 。加上该仪器的多点触摸屏界面技术，用户可以轻易捕捉、浏览电源的恒态和动态信号，并与之交互。

本应用笔记说明怎样通过 DMM7510 型数采万用表前面板用户界面，捕捉和浏览 DC-DC 降压转换器动态波纹电压，并对其特性进行分析。

## 认识降压转换器的基本原理

降压转换器是一种高效开关模式的 DC-DC 降压转换器。它以磁场的形式将能量存储在电感器中。在“导通”

状态时，开关闭合，输入电压对电感器充电。在“关闭”状态，开关开启，电感器释放所存储的能量，电流流入负载。

出于演示目的，本应用笔记使用德州仪器公司 LM25088DC-DC 降压转换器评估板 (EVM)。对于  $5.5\text{V}-36\text{V}$  输入，它可以生成  $5\text{V}$  稳定输出。为了在  $10\text{V}$  量程、 $600\text{kHz}$  模拟带宽下实现  $50\text{kHz}$  开关频率，对 LM25088 EVM 进行了改动。

## 输出电压波纹噪声

当降压转换器导通时，其输出中很可能包含极微弱的波纹电压。这个现象是由开关频率、输出电容器、电感器、负载和各种限流特性引起的。由于这是不期望的设计结果，因此设计人员将对波纹噪声进行检查，并把它降到最低。

## 降压转换器与 DMM7510 型数采万用表连接

利用一对标准的测试引线，很容易实现降压转换器与 DMM7510 型数采万用表的连接，如图 2 所示。当测量微弱电平信号时，建议对测试引线进行适当屏蔽。在进行测试时，利用  $12\text{V}$  直线性电源为降压转换器供电。线性电源的噪声输出比开关电源低得多，确保产生的波形反映待测设备 (DUT) 噪声而非输入噪声。降压转换器输出与  $3\Omega$  电阻负载相连。

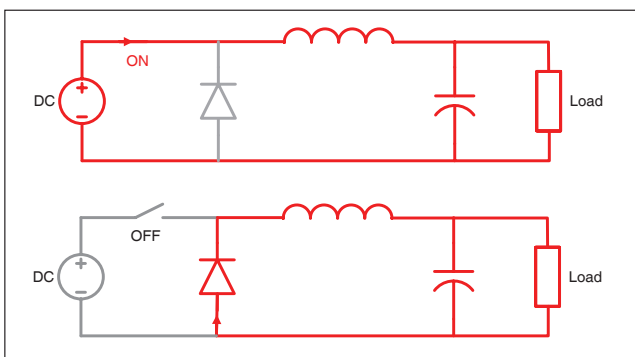


图 1 DC-DC 降压转换器工作示意图

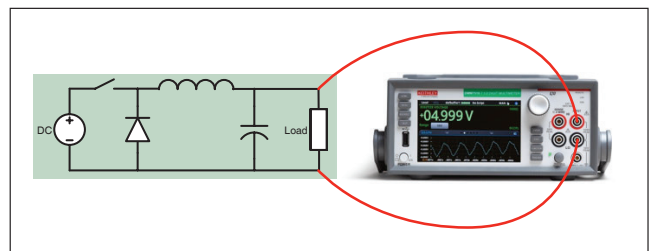


图 2 波纹电压测试连接

## 通过前面板设置波纹电压测量

利用 DMM7510 型数采万用表很容易捕获波纹电压。

只需几个按键，即可设置采样标准，并通过图形显示屏快速浏览波形。

按照这些步骤，可以以 1MS/s 采样速率捕获大约 5 个 50kHz 波纹，并利用 DMM7510 型数采万用表的数字化电压 (Digitize Voltage) 功能进行 100 个采样计数：

1. 按下前面板 **POWER** 按钮，开启仪器。
2. 点击 **FUNCTIONS**，选择 **Digi V**，以选择数字化电压测量功能
3. 点击 **SETTINGS**。
4. 将采样速率选定为 **1,000,000**。
5. 将计数设置为 **100**。
6. 在显示屏上点击 **GRAPH**。
7. 选择屏幕右上方的图形光标，打开 **Graph** 屏幕。

图 3 中捕捉的屏幕直接对 DMM7510 型数采万用表与典型中档示波器捕捉的波纹进行比较。图 3a 给出降压

转换器输出，此时两台仪器都是在直流耦合模式下配置的。同示波器相比，DMM7510 型数采万用表明显具有更好量程和分辨能力。在 10V 量程，DMM7510 型数采万用表能够捕捉低至数十毫伏的动态信号。但是，示波器却不能这个分辨率来分辨这个信号，而且在其最低量程，受到最大直流偏移的进一步限制。

图 3b 给出波纹电压，此时两台仪器都是在交流耦合模式下配置的。虽然示波器能够在一定程度上分辨波纹，但 DMM7510 型数采万用表对极微弱信号检测的准确度和精度是示波器望尘莫及的。

### 通过前面板对波纹电压测量结果进行分析

与所有触摸屏技术一样，您可以通过捏拉缩放改变图形比例，可以将波形向左或向右平移，可以触摸波形中的任意点显示包括时间戳在内的读数细节，还可以利用水平和 / 或垂直光标对波形进行分析。图 4 给出在 DMM7510 型数采万用表触摸屏上进行的一些多触点交互图形实例。

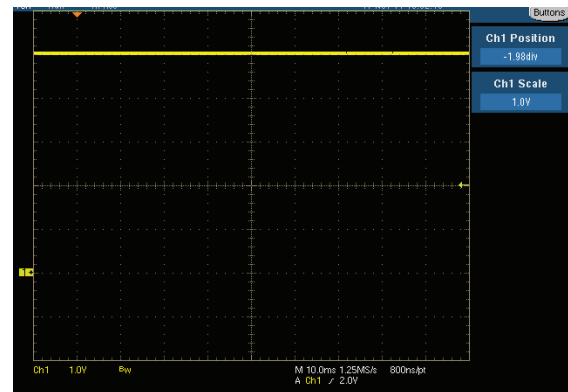
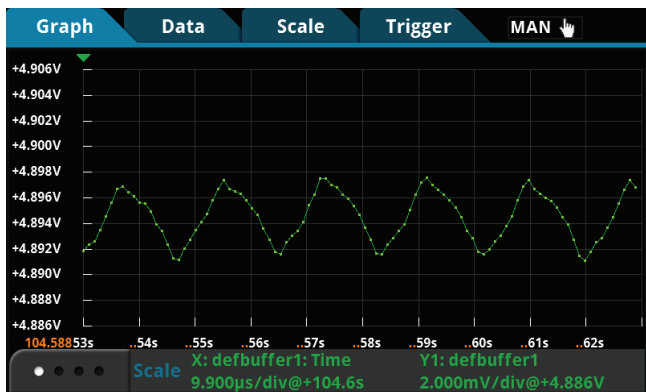


图 3a DMM7510 型数采万用表采集的直流耦合波纹电压 (左图) 与典型中档示波器采集的直流耦合波纹电压 (右图)

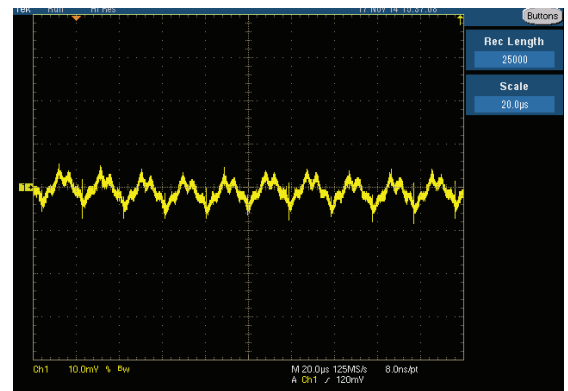
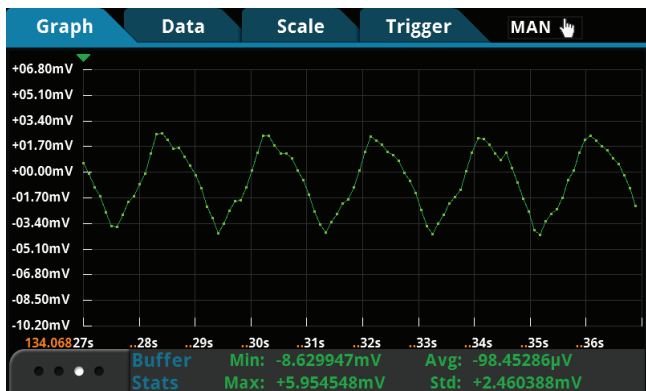


图 3b DMM7510 型数采万用表采集的交流耦合波纹电压 (左图) 与典型中档示波器采集的交流耦合波纹电压 (右图)

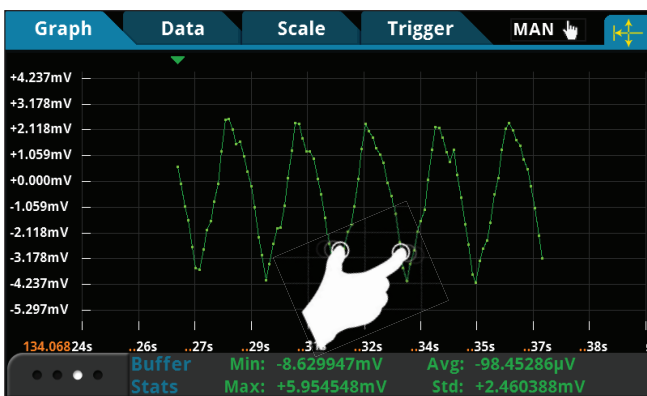


图 4a 缩放

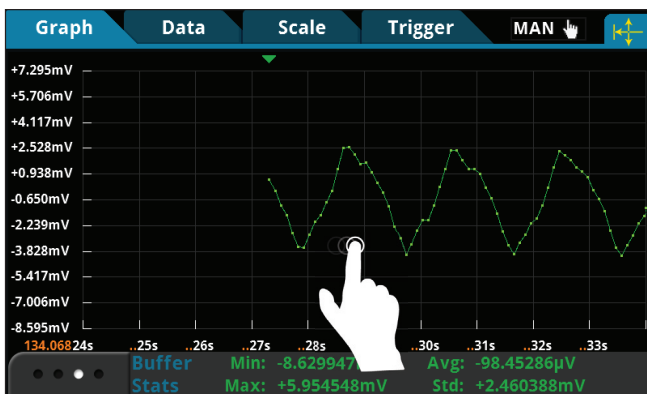
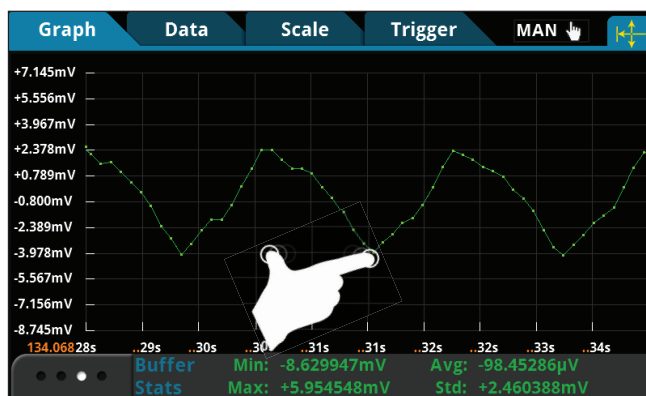
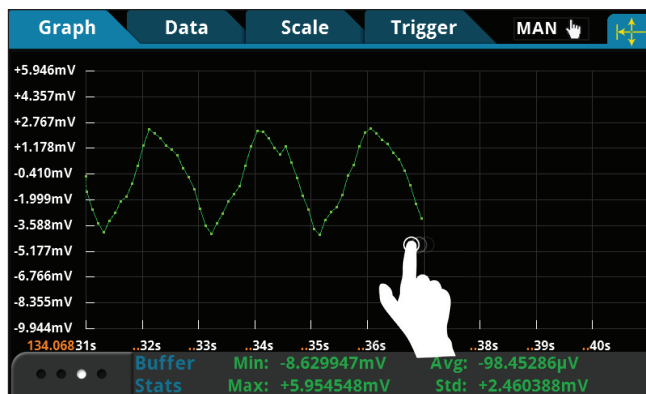


图 4b 平移



光标位于图形扫描屏幕上，很方便使用。按照以下步骤，可以通过水平光标快速获得波纹峰峰电压测量图：

1. 按压 **CONT** (连续) 触发模式指示器，选择 **MAN** (手动) 触发模式。这将停止数据采集，直到按压 **TRIGGER** 键。
2. 点击图形屏幕底部，直到 **Cursor** 启动按钮出现。
3. 双击光标按钮，直到 **Horiz** 出现。在图形中出现水平光标。
4. 按住黄色水平光标线，并将其拖至波纹峰值。
5. 在图形扫描条中显示的  $\Delta Y$  值即是波纹峰峰值。

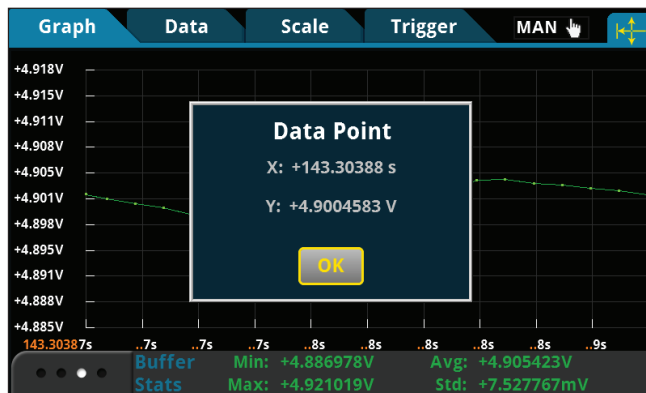


图 4c 数据点

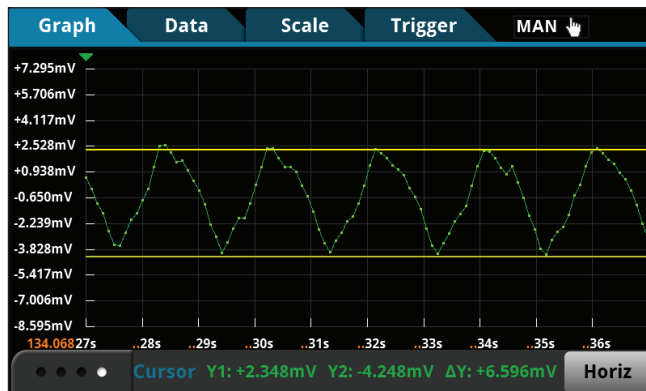
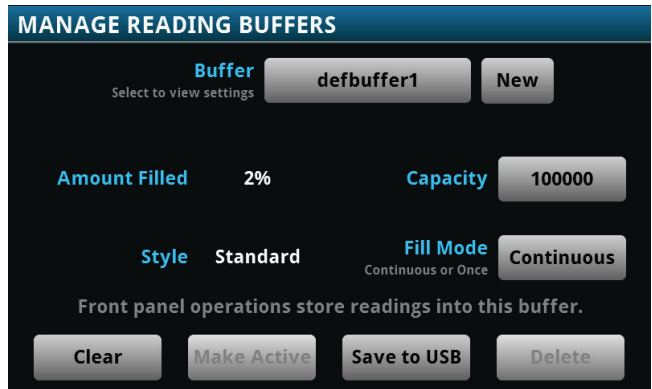
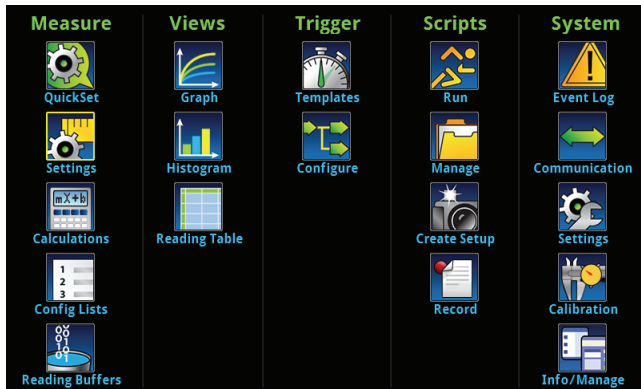


图 4d 水平光标

## 将数据保存至优盘

在前面板左侧的 USB 端口插入优盘后，可以将波纹电压读数保存至优盘。点击 **MENU** 键，选择 **Reading Buffers**，点击期望的缓存，然后点击 **Save to USB**。您可以改写文件名，以 .csv 格式保存数据，便于日后下载或输入至电子数据表。**小窍门：**同时按压前面板的 **HOME** 和 **ENTER** 键，可以将屏幕截图保存至优盘。



## 利用 SCPI 指令设置波纹电压测量

通过下面的 SCPI 指令序列也可以像前面板控制一样，执行波纹电压测量。在指令运行结束后，可以在前面板显示屏上看到与图 3 和图 4 相同的波形。

指令	说明
*RST	• 重置 DMM7510 型数采万用表。
:SENS:DIG:FUNC "VOLT"	• 将仪器设置为测量数字化电压。
:SENS:DIG:VOLT:RANG 10	• 将量程设置为 10V。
:SENS:DIG:VOLT:INP AUTO	• 将输入阻抗设置为 10GΩ。
:SENS:DIG:VOLT:SRATE 1000000	• 将采样速率设置为 1,000,000。
:SENS:DIG:VOLT:APER AUTO	• 启用自动光圈。
:SENS:DIG:COUN 100	• 将采样计数设置为 100。
:TRAC:POIN 100	• 将 defbuffer1 设置为存储 100 点。
:TRAC:CLE	• 清空 defbuffer1。
:TRAC: TRIG: DIG	• 对信号进行数字化。
:TRAC:DATA? 1, 100, "defbuffer1", READ	• 读取前 100 个测量结果，并从 defbuffer1 读取相对时间戳值。
:TRAC:DATA? 1, 100, "defbuffer1", REL	

## 利用 TSP 指令设置波纹电压测量

下面的 TSP 脚本旨在运行吉时利测试脚本构建器 (TSB) 软件。TSB 是一款免费软件工具，可以从吉时利公司网站 ([www.keithley.com](http://www.keithley.com)) 下载。DMM7510 型数采万用表默认使用 SCPI 指令集，因此，在向仪器发送 TSP 指令之前，必须选择 TSP 指令集。可以按照以下步骤改变指令集：按压 MENU → Settings → Command Set。选择 TSP 指令。

与 SCPI 指令一样，这些 TSP 指令也将执行同样的波纹电压测量，利用数字化电压功能，可将采样速率设置为 1MS/s，采样计数设置为 100。在脚本运行结束后，可以在前面板显示屏上看到与图 3 和图 4 相同的波形。

```


--Reset the instrument to default settings.
reset()
--Create a local variable to store the number of samples
numofsamples = 100
--Set the measure function to digitize voltage to capture
the ripple waveform
dmm.digitize.func = dmm.FUNC_DIGITIZE_VOLTAGE
--Voltage range must be fixed when using digitize voltage
dmm.digitize.range = 10
--Set sample rate to 1 Msample per second to sample a 50
kHz voltage ripple
dmm.digitize.samplerate = 1e6
--Set aperture to auto to get the highest accuracy
measurement for the
    configured sampling rate
dmm.digitize.apertw::e = dmm.APERTURE_AUTO
--Set sample count to the number of samples to capture
about 5 ripples
dmm.digitize.count = numofsamples
--Set the input impedance to auto so it selects 10 G for
the 10V range
dmm.digitize.inputimpedance = dmm.IMPEDANCE_AUTO
--Set the buffer to align with the number of samples
(optional)
defbufferl.capacity = numofsamples
--Clear buffer
defbufferl.clear()
--Make sure your signal is connected to the DMM. Digitize
now.
dmm.digitize.read()

--Print the digitized readings
if defbufferl.n > 0 then
    print("Ripple Voltage:")
    print("Total Count:", defbufferl.n)
    printbuffer(1, defbufferl.n, defbufferl)
    print("Timestamps:")
    printbuffer(1, defbufferl.n, defbufferl.
relativetimestamps)
else
    print ("No data collected")
end
print ("Test Ended")

```

## 结束语

7510 型 7 位半触摸屏数采万用表非常适合采集电源信号中的极微弱直流和动态电压和电流信号。其触摸屏用户界面允许用户浏览、分析仪器波形，并与之交互。它尺寸紧凑，设置简单，是你测试台上不可缺少的仪器。

 **北京海洋兴业科技股份有限公司** (证券代码: 839145)

北京市西三旗东黄平路19号龙旗广场4号楼(E座)906室

电话: 010-62176775 62178811 62176785

企业QQ: 800057747

企业官网: [www.hyxyyq.com](http://www.hyxyyq.com)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: [market@oitek.com.cn](mailto:market@oitek.com.cn)

购线网: [www.gooxian.net](http://www.gooxian.net)



扫描二维码关注我们  
查找微信公众号: 海洋仪器