

# Model DMM7510 7½ 数字万用表

## 用户手册

DMM7510-900-03 修订版 A / 2014 年 11 月



DMM7510-900-03A

A Greater Measure of Confidence

**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

# Model DMM7510

## 7½ 数字万用表

### 用户手册

© 2014, Keithley Instruments

Cleveland, Ohio, U.S.A.

保留所有权利。

未经美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司事先书面同意, 严禁对本文所含全部或部分信息进行任何未经授权的复制、影印或使用。

TSP®、TSP-Link® 和 TSP-Net® 是美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的商标。所有美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司产品名称都是美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的商标和注册商标。其他品牌名称是各自持有者的商标或注册商标。

© 1994 - 2013, Lua 5.0 软件及其关联文档的版权归 Tecgraf, PUC-Rio 所有。可以在 Lua 许可网站 (<http://www.lua.org/license.html>) 查看有关 Lua 软件及其关联文档的许可条款。

文档号码: DMM7510-900-03 修订版 A / 2014 年 11 月



在使用本产品和任何相关仪器之前，请先阅读以下安全注意事项。虽然一些仪器和附件通常是在无害电压下使用，但是对人体有害的状况也可能出现。

本产品应由能辨别电击危险且熟悉避免潜在伤害的必要安全注意事项的合格人员使用。使用此产品之前请仔细阅读并遵守所有的安装、操作和维护信息。有关完整的产品规格，请参阅用户文档。

若以没有指定的方式使用产品，可能丧失产品保修所提供的保障。

产品的用户类型有：

**责任主体**，是负责使用和维护机器，确保在设备规格和运行限制范围内使用设备，并确保操作人员经过充分培训的个人或小组。

**操作人员**，是负责使用产品特定功能的人员。他们必须接受过电气安全流程和正确操作仪器方面的培训。应当采取保护措施，防止他们遭到电击和触碰到危险的带电电路。

**维护人员**，负责产品日常维护以保持仪器运转正常，例如，设置线路电压或更换耗材。用户文档中描述了维护步骤。这些步骤都清楚描述了操作人员是否能够执行它们。如果不能，那么只能由服务人员来执行这些操作。

**服务人员**，接受过培训，可操作带电电路，执行安全安装并修理产品。只有受过正确训练的服务人员才能执行安装和服务流程。

美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的产品专门设计用于测量、控制和数据输入/输出连接等电气信号，而且不能直接连接到电网电压或具有瞬时高电压的电压源上。度量类别 II (如 IEC 60664 中提到) 中需要高的瞬时电压保护的连接通常与当地的交流电网连接。部分 Keithley 的测量仪器可以与主电网连接。这些工具将被标明为类别 II 或是更高。

除非在产品说明、操作手册和仪器标签中明确允许，请勿将任何仪器连接到主电网。

当电击危险存在时，一定要小心谨慎。电缆连接器插头或测试装置上可能存在致命电压。美国国家标准学会 (ANSI) 规定，大于 30 V RMS、42.4 V 峰值或 60 VDC 的电压水平存在电击的危险。一个好的测量习惯是将任何未知电路均视为存在危险电压。

本产品的操作人员在整个过程中都要采取保护措施，以免遭受电击。责任主体必须确保，操作人员不得接触任何连接点，并/或与之隔离。有时连接点必须暴露从而接触人体。在这些环境中的产品操作员必须经过自我保护的培训来避免电击的风险。如果电路能够在 1000V 或以上运转，则不能暴露电路的导电部分。

不要将切换卡直接连接在不受限制的电源电路上。它们适用于阻抗受限的源上。绝对不能将切换卡直接连接到交流电网。将源连接到切换卡时，要安装保护设备来限制卡的故障电流和故障电压。

操作仪器之前，确保电源线连接到正确接地的电源插座上。每次使用之前，请先检查连接电缆、测试引线和跳线是否出现磨损、断裂或折断。

如果在连接主电线受限制的位置（例如机架安装）安装设备，必须在接近设备且操作人员可以轻易够到的位置安装一个独立的主输入电源断开设备。

为了获得最大的安全性，不要在被测电路通电时接触产品、测试电缆或其他设备。在进行以下操作之前，始终断开整个测试系统的电源并为电容放电：连接或断开电缆或跳线、安装或移除切换卡或进行内部更改，例如安装或移除跳线。

不要接触任何能够与被测电路或接地电源线（地线）的公共侧形成电流路径的物体。测量时始终要双手干燥且站在能够经受测量电压的干燥绝缘表面上。


为保证安全，必须按照操作说明来使用仪器和附件。如果以操作说明中未指定的方式使用仪器或附件，可能会削弱设备所提供的保护。


不要超过在规范和操作信息中定义的，以及显示在仪器或测试装置面板或切换卡上的最大信号水平。


如果在产品中使用了保险丝，要用相同类型和等级的保险丝替换，以提供同等火灾防护。


机壳连接只能用于测量电路的屏蔽连接，不能作为保护接地（安全接地）。


如果您使用测试装置，当被测器件通电时，机盖要保持关闭。安全操作要求使用机盖互锁。


如果提供了  螺丝，请使用用户文档中推荐的电线将其与保护接地（安全接地）连接在一起。

仪器上的  符号表示小心，有危险。对于仪器上标有此符号的所有情况，用户必须参阅用户文档中的操作说明。

仪器上的  符号表示小心，有电击危险。应采取标准的安全注意事项来避免与这些电压的人身接触。

仪器上的  符号表明表面可能很热。请避免人身接触造成烧伤。

 符号表示连接到设备框架的连接端子。

如果产品上有此  符号，则表明显示屏灯管中使用了汞。请注意必须按照联邦、州和本地法律处理这类灯管。

用户文档中的**警告**标题解释了可能导致人身伤害或死亡的危险。执行指定操作前始终先要仔细阅读与之相关的信息。

用户文档中的**注意**标题解释了可能损坏仪器的危害。此类损坏可能使保修失效。

不能将仪器和附件连接到人体上。

进行任何维护之前，要断开电源线和所有测试电缆。

为了持续避免电击和火灾，电网电路中的替换组件（包括电源转换器、测试引线和输入插头）必须从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司购买。如果类型和额定值相同，也可以使用通过了国家相应安全认证的标准保险丝。只要与原组件相当，其他与安全无关的组件可以在别的供应商处购买（注意，选定的部件应只在美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司购买，以保持产品的精度和功能）。如果不确定替换组件的适应性，联系美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司办事处以获得详细信息。

清洁仪器应使用湿布或温和的水性清洁剂。只能清洁仪器外部。不要将清洁剂直接用于仪器，或是使液体进入仪器内或溅到仪器上。如果按照说明处理，那么包含没有外壳或机壳的电路板（例如，安装在计算机中的数据采集板）的产品不需要清洁。如果电路板受污染且影响到运行，应该将电路板返回工厂进行适当清理/维修。

安全注意事项修订日期：2013 年 1 月。

<b>简介</b> .....	<b>1-1</b>
欢迎词.....	1-1
本手册简介.....	1-1
延长保修.....	1-1
联系信息.....	1-2
CD-ROM 内容.....	1-2
手册章节组织.....	1-2
应用示例.....	1-3
<b>使用前面板接口</b> .....	<b>2-1</b>
前面板概述.....	2-1
仪器电源.....	2-4
连接电源线.....	2-4
打开或关闭 Model DMM7510.....	2-4
触摸显示屏.....	2-4
在触摸屏上选择项目.....	2-5
滚动条.....	2-5
输入信息.....	2-6
调整背光亮度和调光器.....	2-7
查看事件消息.....	2-7
交互式滑动屏.....	2-7
滑动屏标题栏.....	2-8
FUNCTIONS 滑动屏.....	2-9
SETTINGS 滑动屏.....	2-9
STATISTICS 滑动屏.....	2-10
SECONDARY 滑动屏.....	2-10
USER 滑动屏.....	2-11
GRAPH 滑动屏.....	2-11
菜单概述.....	2-12
Measure 菜单.....	2-12
Views 菜单.....	2-13
Trigger 菜单.....	2-13
Scripts 菜单.....	2-13
System 菜单.....	2-14
<b>使用远程接口</b> .....	<b>3-1</b>
远程通信接口.....	3-1
支持的远程接口.....	3-2
GPIB 通信.....	3-2
安装 GPIB 驱动程序软件.....	3-2

在计算机上安装 GPIB 卡 .....	3-3
将 GPIB 电缆连接到仪器 .....	3-3
设置 GPIB 地址 .....	3-4
LAN 通信 .....	3-5
在仪器中设置 LAN 通信 .....	3-5
在计算机中设置 LAN 通信 .....	3-6
USB 通信 .....	3-7
使用 USB 将计算机连接到 Model DMM7510 .....	3-8
与仪器进行通信 .....	3-8
使用 Web 界面 .....	3-12
连接到仪器 Web 界面 .....	3-12
LAN 故障诊断建议 .....	3-12
识别仪器 .....	3-14
查看事件日志中的事件 .....	3-14
确定您将使用的命令集 .....	3-14
<b>执行前面板基本测量 .....</b>	<b>4-1</b>
简介 .....	4-1
本示例所需的设备 .....	4-1
设备连接 .....	4-2
前面板基本测量 .....	4-3
<b>高精度测量直流电压 .....</b>	<b>5-1</b>
简介 .....	5-1
需要的设备 .....	5-1
设备连接 .....	5-1
高精度直流电压测量 .....	5-3
使用前面板 .....	5-3
使用 SCPI 命令 .....	5-4
使用 TSP 命令 .....	5-5
测试结果 .....	5-6
<b>有偏移补偿地测量 4 线电阻 .....</b>	<b>6-1</b>
简介 .....	6-1
需要的设备 .....	6-1
设备连接 .....	6-2
有偏移补偿的 4 线电阻测量 .....	6-3
使用前面板 .....	6-4
使用 SCPI 命令 .....	6-4
使用 TSP 命令 .....	6-5
测试结果 .....	6-5

<b>以设定的时间间隔进行温度采样</b> .....	<b>7-1</b>
简介 .....	7-1
需要的设备 .....	7-1
设备连接 .....	7-2
以某个时间间隔进行温度采样 .....	7-3
使用 SCPI 命令 .....	7-4
使用 TSP .....	7-5
测试结果 .....	7-7
<b>对电阻器进行分级与装箱</b> .....	<b>8-1</b>
简介 .....	8-1
仪器连接 .....	8-2
电阻器分组与装箱测试 .....	8-3
触发器模型模板: GradeBinning .....	8-4
应用概述 .....	8-5
使用 SCPI 命令 .....	8-6
使用 TSP 命令 .....	8-7
<b>使用 TSP-Link 与 Model 3706A-S 集成在一起</b> .....	<b>9-1</b>
简介 .....	9-1
需要的设备 .....	9-1
设备连接 .....	9-2
集成 Model 3706A-S 测试 .....	9-4
在 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 上设置 TSP 节点 .....	9-4
使用 SCPI .....	9-5
使用 TSP .....	9-5
<b>捕捉和分析波形</b> .....	<b>10-1</b>
简介 .....	10-1
需要的设备 .....	10-1
设备连接 .....	10-2
测试降压转换器 .....	10-3
输出电压上的波纹噪声 .....	10-3
来自开关节点电压的占空比 .....	10-7
具有变化负载的电感器电流线性 .....	10-10
加电启动行为 .....	10-14
<b>故障排除常见问题</b> .....	<b>11-1</b>
关于本节 .....	11-1



在哪里可以找到更新的驱动程序? .....	11-1
有能够帮助我开始的任何软件吗? .....	11-2
如何升级固件? .....	11-2
什么 Model DMM7510 无法读取我的 U 盘? .....	11-2
如何更改命令集? .....	11-3
如何保存仪器的当前状态? .....	11-4
我的设置为什么发生了变化? .....	11-4
有哪些快速设置选项? .....	11-5
<b>后续步骤.....</b>	<b>12-1</b>
Model DMM7510 的其他信息.....	12-1
<b>索引.....</b>	<b>1</b>

### 本节内容：

欢迎词 .....	1-1
本手册简介 .....	1-1
延长保修 .....	1-1
联系信息 .....	1-2
CD-ROM 内容 .....	1-2
手册章节组织 .....	1-2
应用示例 .....	1-3

## 欢迎词

感谢您选择美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的产品。Model DMM7510 是一款拥有高速数字化功能和大尺寸彩色图形触摸显示屏而扩展了标准传统数字万用表功能的 7½ 数字图形采样万用表。此数字万用表提供各种各样的测量功能，包括 17 种测量功能。除了行业领先的直流精度以外，还具有电容、10A 电流和 18 位电流和电压数字化等功能。将所有这些功能组合在一起的是一个尺寸 5 英寸彩色触摸显示屏，将无与伦比的数据可视化和互动完美结合在一起，让您更好地洞察您的测量结果。

Model DMM7510 万用表提供从系统应用和生产测试到台式应用等各种应用所必需的卓越测量精度和速度。Model DMM7510 满足生产工程师、研发工程师、测试工程师和科学家的应用要求。

## 本手册简介

本手册提供详细的应用来帮助您使用美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Model DMM7510 仪器取得成功。此外，本手册还提供了有关前面板的基础信息，以帮助您熟悉仪器。

本手册对每个应用都分别提供了应用概述，以及使用前面板、SCPI 编码和 TSP 编码或 Keithley KickStart Startup 软件完成应用的说明。

有关在这些应用中采用的命令，也提供了详细的信息。请参阅《Model DMM7510 参考手册》中的 SCPI 和 TSP 命令参考章节。随仪器提供的产品信息 CD-ROM 包含本手册。

## 延长保修

许多产品提供为期数年的额外保修期。这些有价合同可帮助您避免预算外的维修费用，并以仅占修理价格很小比例的费用提供为期数年的额外保护。新产品和现有产品均提供延长保修。请联系您当地的美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司办事处、销售伙伴或经销商获取详细信息。

## 联系信息

如果您在阅读本文档中包含的信息后有任何疑问，请联系您当地的美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司办事处、销售代表或经销商，或者致电美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司总部（免费电话仅限于在美国和加拿大境内拨打）：1-800-935-5595 或 +1-440-248-0400（美国境外）。有关全球联系人号码，请访问[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站](http://www.keithley.com.cn) (<http://www.keithley.com.cn>)。

## CD-ROM 内容

每台 Model DMM7510 仪器都随附 7½ 数字万用表产品信息 CD-ROM（美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司部件号码 DMM7510-950-01）。

### Model DMM7510 7½ 数字万用表产品信息 CD-ROM 包含：

- **快速入门指南：**提供拆包说明，描述基本连接，回顾基本操作信息，以及提供用于确保仪器可正常工作的快速测试程序。
- **用户手册：**提供应用示例。您可以使用这些示例作为起点，创建自己的应用。
- **参考手册：**包括高级操作主题、维护信息、故障排除程序以及更深入的编程命令说明。
- **KickStart Startup 软件快速入门指南：**提供 KickStart Startup 软件的说明，该软件让您能够快速进行测量并获得结果，而不必编写测试脚本。
- **附件信息：**可用于 Model DMM7510 的附件的文档。

如需最新驱动程序和其他支持信息，请参见[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站](http://www.keithley.com.cn) (<http://www.keithley.com.cn>)。

## 手册章节组织

本手册组织为以下部分：

- [用前面板接口](#)（第 2-1 页）：描述使用前面板接口的基础知识。
- [使用远程接口](#)（第 3-1 页）：描述远程通信和使用仪器 Web 界面的基础知识。
- 应用示例（见下文）：提供有关如何在某些典型情形中使用 Model DMM7510 的详细示例。
- [故障排除常见问答](#)（第 11-1 页）：提供常见问题的解答，以帮助您排除 Model DMM7510 经常遇到的问题。
- [后续步骤](#)（第 12-1 页）：提供可帮助您使用 Model DMM7510 的更多资源的相关信息。

本 PDF 提供每一节的书签。此外，本手册开始部分的目录列出了手册章节。

如需更多关于书签的信息，请参见 Adobe® Acrobat® 或 Reader® 帮助。

## 应用示例

本手册提供应用示例，向您展示如何从前面板和通过远程接口执行测试。应用包括：

- [执行前面板基本测量](#)（第 4-1 页）：演示使用单个 Model DMM7510 和一个两端子被测器件的基本测量功能。
- [高精度测量直流电压](#)（第 5-1 页）：演示如何使用 Model DMM7510 高精度测量直流电压。
- [有偏移补偿地测量 4 线电阻](#)（第 6-1 页）：演示如何使用 Model DMM7510 精确测量一个电阻设备。
- [以设定的时间间隔进行温度采样](#)（第 7-1 页）：演示如何使用 Model DMM7510 在 24 小时的时间范围内每分钟一次记录温度测量数据。
- [对电阻器进行分级与装箱](#)（第 8-1 页）：演示如何使用 Model DMM7510 进行工作台装箱操作。它使用触发器模型和数字 I/O 来控制外部组件搬运设备。
- [使用 TSP-Link 将 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 集成在一起](#)（第 9-1 页）：演示如何配置 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 系统交换机以便通过 TSP-Link 互动。应用在 Model 3706A-S 多个插槽中的多个通道上测量不同类型的信号。
- [捕捉和分析波形](#)（第 10-1 页）：演示如何使用 Model DMM7510 捕捉电压和电流波形。在此应用中，使用数字化电压和数字化电流功能，与波形直接互动。



## 本节内容：

前面板概述 .....	2-1
仪器电源 .....	2-4
触摸显示屏 .....	2-4
交互式滑动屏 .....	2-7
菜单概述 .....	2-12

## 前面板概述

下图显示了 Model DMM7510 的前面板。图后提供了前面板的控件说明。

图 1：Model DMM7510 前面板



POWER 开关



打开或关闭仪器。要打开仪器，按下电源开关使其位于打开位置 (I)。要关闭仪器，按下电源开关使其位于关闭位置 (O)。

HOME 键



使显示屏返回到主屏幕。

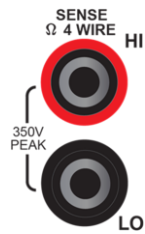
MENU 键		打开主菜单。按主菜单中的图标可打开测量、视图、触发器、脚本和系统屏幕。有关详情，请参阅 <a href="#">菜单概述</a> （第 2-12 页）。
QUICKSET 键		打开预配置设置菜单，包括 Voltage Waveform、Interval Measure、Current Waveform 和 External Scan。此外还可选择测量功能以及调整性能，以获得更好的分辨率或速度。请参阅“使用快速设置”。
HELP 键		打开在显示屏上选择的区域或项目的帮助。如果在按 <b>HELP</b> 键时没有选中任何对象，则显示所查看屏幕的概述信息。
USB 端口		将读数缓冲器数据和屏幕截图保存到 U 盘。还将脚本存储到 U 盘，或从 U 盘获取脚本。U 盘必须格式为 FAT 驱动器。
触摸屏		Model DMM7510 有一个五英寸高分辨率彩色触摸显示屏。触摸屏访问滑动屏和菜单选项。可以通过按前面板上的 MENU、QUICKSET 和 FUNCTION 键访问附加的交互式屏幕。有关详情，请参阅 <a href="#">触摸显示屏</a> （第 2-4 页）。
导航旋钮		移动光标并进行屏幕选择。 <b>转动导航旋钮：</b> 移动光标以突出显示某个列表值或菜单项，使您可以将其选中。在指针位于数值输入字段时转动该控件可增大或减小字段中的数值。 <b>按下导航旋钮：</b> 选择突出显示的选项，或者编辑您选择的字段。
ENTER 键		选择突出显示的选项，或者编辑您选择的字段。
EXIT 键		返回到前一屏幕或关闭对话框。例如，在显示主菜单时按 <b>EXIT</b> 键可返回到主屏幕。在查看子屏幕（例如 Event Log 屏幕）时，按 <b>EXIT</b> 键可返回到主菜单屏幕。
FUNCTION 键		显示仪器功能。要选择一项功能，请在触摸屏中按该功能的名称。
TRIGGER 键		访问与触发器相关的设置和操作。TRIGGER 键的操作具体取决于仪器状态。

<b>REMOTE LED 指示灯</b>	REMOTE ●	在仪器被远程控制时点亮。
<b>LAN LED 指示灯</b>	LAN ●	在仪器连接到局域网 (LAN) 时点亮。
<b>1588 LED 指示灯</b>	1588 ●	在仪器连接到符合 IEEE1588 标准的设备时点亮。

### 注意

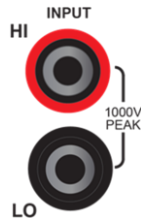
此时不支持 1588 功能。该功能在固件更新时可用。请参阅[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站 \(http://www.keithley.com.cn\)](http://www.keithley.com.cn) 上的 *Model DMM7510 版本说明* 以获取详细信息。

**SENSE 端子**



将 SENSE HI 和 SENSE LO 端子及 INPUT 端子用于 4 线电阻、3 线和 4 线 RTD 温度以及直流电压比率函数。

**INPUT 端子**



将 INPUT HI 和 INPUT LO 端子用于除电流以外的所有测量。

**AMPS**



使用 AMPS 连接及 INPUT LO 端子来测量 ≤3A 的 DC 或 AC<sub>rms</sub> 电流。

**FRONT/REAR TERMINALS 开关**



启动前面板或后面板上的端子。前面板端子有源时，FRONT/REAR 开关的左侧可以看到绿色“F”。后面板端子有源时，FRONT/REAR 开关的左侧可以看到黄色“R”。



## 仪器电源

请按照以下步骤将 Model DMM7510 与线路电源连接并将仪器打开。Model DMM7510 的运行频率为 50 Hz 或 60 Hz，运行线路电压为 100V 至 240V。它自动感应线路电压和频率。确保您所在地区的工作电压是可兼容的。

您必须打开 Model DMM7510 并至少预热 90 分钟才能达到额定精度。

### 小心

使用不正确的线路电压操作仪器可能会损坏仪器，造成保修失效。

### 警告

Model DMM7510 所附带的电源线含有单独的保护地（安全地）导线用于接地插座。正确连接之后，仪器机壳通过电源线中的地线连接到电源地线。在出现故障的情况下，不使用正确接地的保护地，接地插座可能因电击而造成人员受伤或死亡。

不要将可拆式电网电源线替换为额定值不足的电源线。不使用具有正确额定值的电源线可能会发生电击，导致人员伤亡。

## 连接电源线

### 连接电源线：

1. 确保前面板上的 POWER 开关处于关闭 (O) 位置。
2. 将随附电源线阴头与后面板上的交流插座连接。
3. 将电源线的另一端与接地的交流插座连接。

## 打开或关闭 Model DMM7510

### 打开 Model DMM7510：

1. 从 Model DMM7510 断开任何被测器件 (DUT)。
2. 按前面板上的 **POWER** 开关，将其置于打开 (I) 位置。

仪器开机过程中会显示状态条。开机完成后将显示主屏幕。

### 关闭 Model DMM7510：

1. 按前面板上的 **POWER** 开关，将其置于关闭 (O) 位置。

## 触摸显示屏

触摸显示屏使您可以通过前面板快速访问测量设置、系统配置、仪器和测试状态、读数缓冲器信息，以及其他仪器功能。显示屏具有多个能够通过滑动前面板来访问的滑动屏。可以通过按前面板上的 MENU、QUICKSET 和 FUNCTION 键访问附加的交互式屏幕。

以下主题更加详细地描述触摸屏的功能。

### ⚠ 小心

切勿使用尖锐的金属物体（例如镊子、螺丝刀）或尖头物体（例如钢笔或铅笔）触碰触摸屏。强烈建议您仅使用手指来操作仪器。支持使用无尘室手套操作触摸屏。

## 在触摸屏上选择项目

要选择所显示屏幕上的项目，请执行下列操作之一：

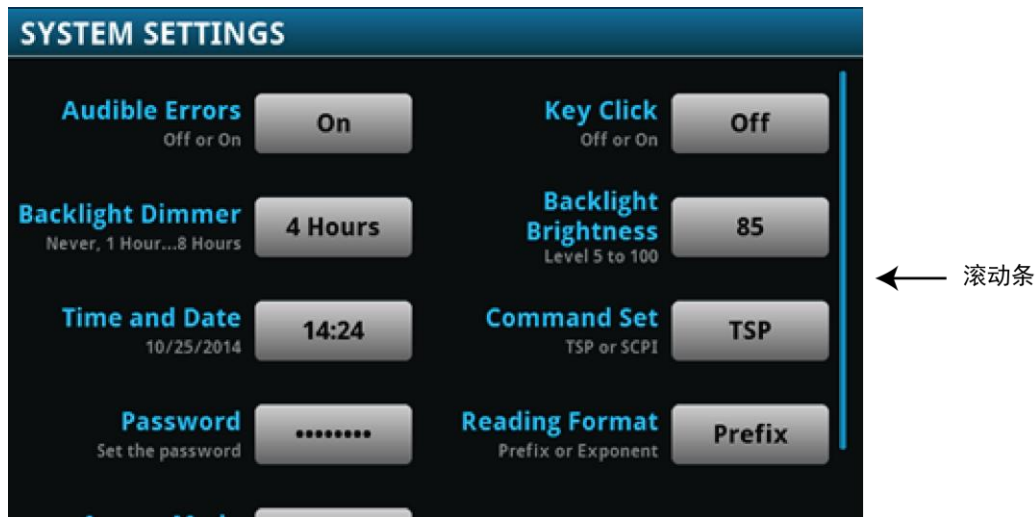
- 使用手指触摸该项目
- 转动导航旋钮突出显示该项目，然后按下导航旋钮将其选中

以下主题更加详细地描述 Model DMM7510 触摸屏。

## 滚动条

某些交互式屏幕提供了额外的信息，必须向下滚动屏幕才能看到这些信息。这些滚动屏幕通过位于触摸屏右侧的滚屏指示器进行标识。向下或向下滑动屏幕可查看额外的选项。

下图显示了一个带滚动条的屏幕。



## 输入信息

某些菜单选项打开一个可用于输入信息的小键盘或键盘。例如，如果您从前面板设置 GPIB 地址，您可以看到下图所示的小键盘。

图 2：用于 GPIB 地址输入的前面板键盘



您可以通过触摸屏幕，从小键盘或键盘选择字符和选择来输入信息。您可以通过触摸屏幕，在输入框中移动光标。光标移到输入框中您触摸屏幕的位置。在数字小键盘上，还可以使用导航旋钮将光标移到具体数字。

在数字小键盘上，可以使用导航旋钮设置数值：

1. 转动旋钮，为要更改的字符添加下划线。
2. 按旋钮以选择要编辑的字符。
3. 转动旋钮，以在选项间移动。
4. 按旋钮以设定字符。
5. 按 **ENTER** 键以保存更改。

在键盘或小键盘上，可以使用导航旋钮选择字符。

## 调整背光亮度和调光器

可以从前面板或通过远程接口调整 Model DMM7510 触摸显示屏和按钮的亮度。可以将背光设置为在前面板不活动一段指定时间后变暗（只能从前面板显示屏进行）。通过前面板显示屏设定的背光设置通过重置或开机循环来保存。

### 注意

屏幕寿命受屏幕满亮度亮起的时长的影响。亮度设置越高，屏幕亮起的时间越长，则屏幕寿命就越短。

#### 从前面板调节背光亮度：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 选择 Backlight Brightness 旁边的按钮。将打开 Backlight Brightness 对话框。
4. 拖动滑动调节块以设置背光。
5. 选择 **OK** 以保存设置。

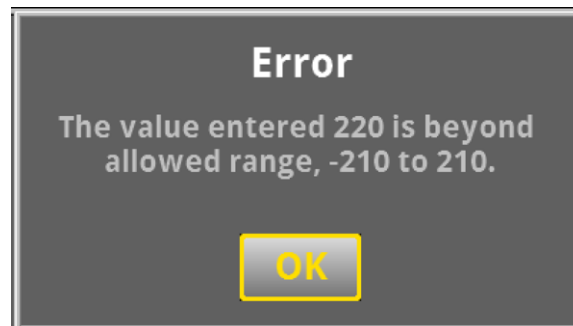
#### 从前面板设置背光调光器：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 选择 Backlight Dimmer 旁边的按钮。将打开 Backlight Dimmer 对话框。
4. 选择一个调光器设置。

## 查看事件消息

在操作和编程期间，前面板可能会短暂地显示消息。消息可能是信息、警告或者错误通知。有关事件消息的信息，请参阅《Model DMM7510 参考手册》中的“使用事件日志”。

图 3：前面板事件消息示例



## 交互式滑动屏




Model DMM7510 触摸显示屏具有多个可通过向左或向右滑动显示屏下半部分访问的屏幕。以下主题描述了滑动屏中的可用选项。

## 滑动屏标题栏

滑动屏的标题栏包含以下选项。

图 4：Model DMM7510 滑动屏，最大化和最小化



#	屏幕元素	描述
1	最小化指示器	可以向下滑动以让滑动屏最小化。
2	滑动屏指示器	每个圆圈表示一个滑动屏。随着向右或向左滑动，不同的圆圈改变颜色，表示您在屏幕序列中的位置。选择一个圆圈，不通过滑动就前往某个滑动屏。
3	计算快捷方式 	选择可打开 CALCULATIONS SETTINGS 菜单。
4	设置快捷方式 	选择可打开选定功能的 MEASURE SETTINGS 菜单。
5	恢复指示器	表示您可以向上滑动以显示滑动屏。
6	图表快捷方式 	选择可打开 Graph 屏幕。

## FUNCTIONS 滑动屏

FUNCTIONS 滑动屏突出显示选定的测量功能，并让您能够选择不同的功能。

图 5：FUNCTIONS 滑动屏



## SETTINGS 滑动屏

SETTINGS 滑动屏让您能够从前面板访问所选测量功能的某些仪器设置。它向您显示当前设置并允许您更改这些设置。可用设置取决于当前测量功能。

图 6：SETTINGS 滑动屏

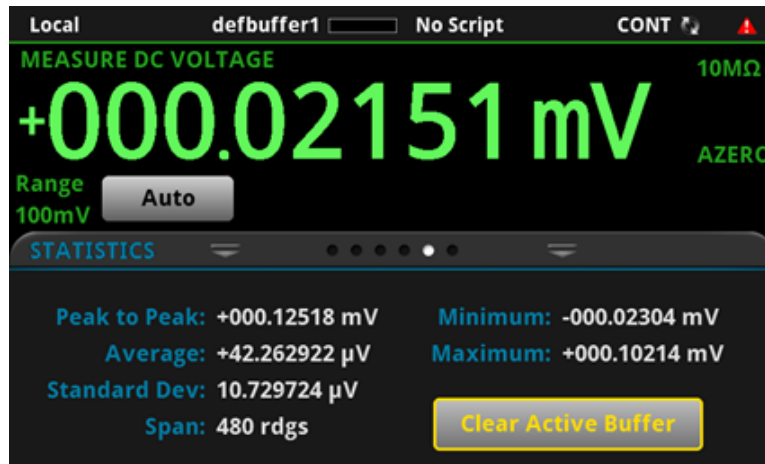


要禁用或启用某项设置，请选择该设置旁边的复选框，使其显示 X（已禁用）或勾号（已启用）。要查看有关设置的说明，请使用导航旋钮选择一个按钮，然后按 **HELP** 键。

## STATISTICS 滑动屏

STATISTICS 滑动屏包含有关当前读数缓冲器中的读数的信息。使用这个屏幕上的 **Clear Active Buffer** 按钮可从当前读数缓冲器中清除数据。

图 7：STATISTICS 滑动屏

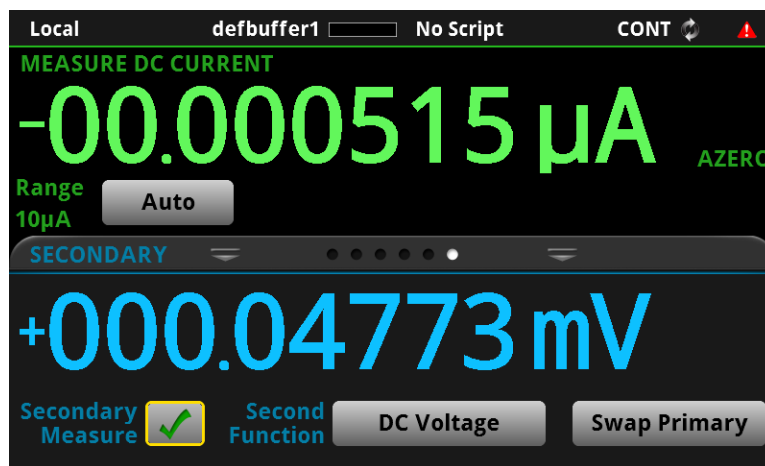


## SECONDARY 滑动屏

SECONDARY 滑动屏让您能够在前面板显示屏中显示两个测量结果。

要开始显示辅助测量，选择 Second Function，然后选择 Secondary Measure。辅助测量仅在连续测量模式和手动触发器模式中可用。请参阅《Model DMM7510 参考手册》中的“显示两个测量功能的结果”。

图 8：SECONDARY 滑动屏



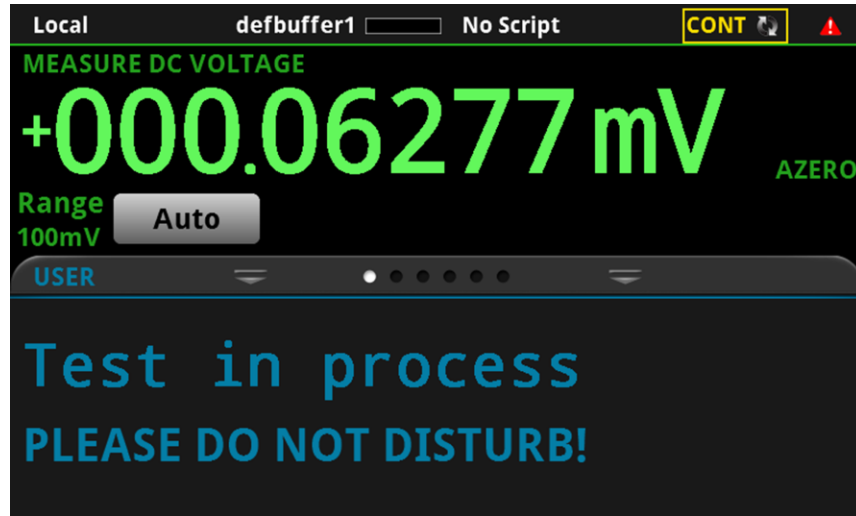
### 注意

视所选功能而定，当仪器开关在测量类型之间切换时，继电器可能发出滴答声。长时间显示辅助测量可能缩短继电器的寿命。

## USER 滑动屏

您可以设定 USER 滑动屏中显示的自定义文本。例如，您可以设定 Model DMM7510 显示正在进行测试。请参阅《Model DMM7510 参考手册》中的“为 USER 滑动屏自定义消息”。

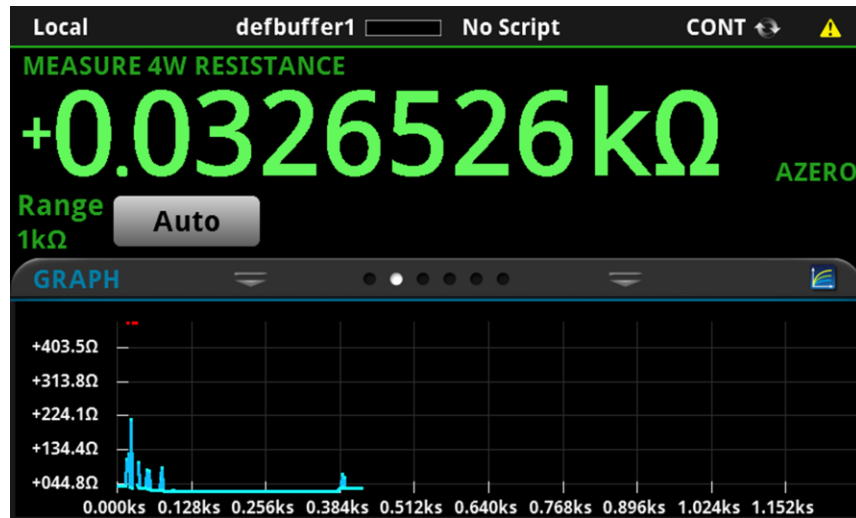
图 9：USER 滑动屏



## GRAPH 滑动屏

GRAPH 滑动屏以图表形式显示当前选定读数缓冲器中的读数。

图 10：GRAPH 滑动屏



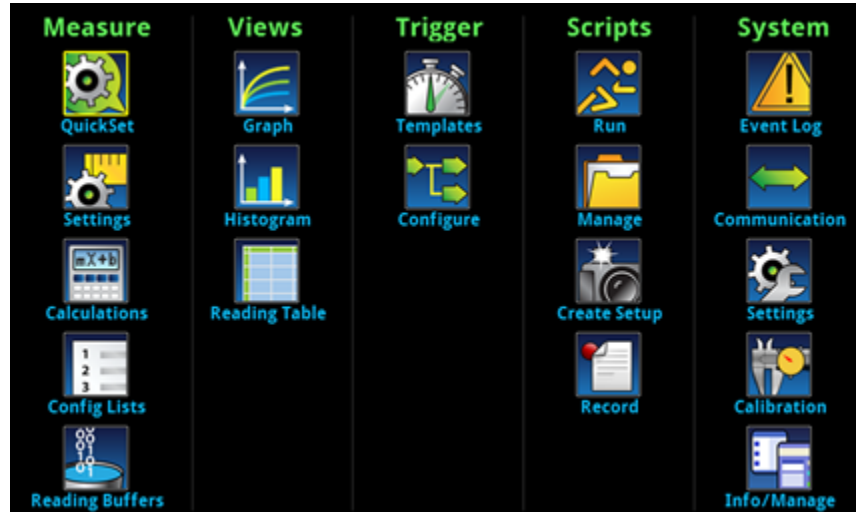
要以全屏方式查看图表及访问图表设置，请选择滑动屏标题右侧的图表图标。也可以通过按 **MENU** 键，然后选择 Views 下面的 **Graph** 来打开 Graph 屏幕。



## 菜单概述

要访问主菜单，请按 Model DMM7510 前面板上的 **MENU** 键。下图显示了主菜单结构。

图 11：Model DMM7510 主菜单



主菜单包括以绿色标签横跨显示屏顶部的子菜单。触摸子菜单中的图标可打开交互式屏幕。

## Measure 菜单

Measure 菜单让您能够从前面板选择、配置和执行测量操作。



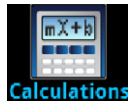
QuickSet

主菜单左上角的 QuickSet 图标让您能够更改功能、调整性能及设定快速设置选项。还可以通过按前面板上的 **QUICKSET** 键来访问 QuickSet 菜单。



Settings

Measure **Settings** 菜单包含当前选定的测量功能的设置，当前选定的测量功能通过菜单右上角的功能指示器来识别。可用设置取决于用前面板 **FUNCTION** 键选择的功能。



Calculations

**Calculations** 菜单包含指定如何处理及返回测量信息的方式的设置。



Config Lists

**Config Lists** 菜单让您能够选择现有测量配置列表、创建新列表、向仪器（系统）加载配置设置和从仪器（系统）加载配置设置以及查看配置列表中索引的设置。



Reading Buffers

**Reading Buffers** 菜单让您能够查看现有读数缓冲器的列表及选择一个缓冲器作为当前缓冲器。还可以从这个屏幕创建、保存、删除、清除缓冲器及调整缓冲器大小。

## Views 菜单

Views 菜单让您能够选择、配置和查看从测量操作中收集的数据。



**Graph** 菜单打开一个屏幕，该屏幕以轨迹图表的方式显示选定读数缓冲器中的测量结果。它还包含用于自定义图表显示的选项卡。

还可以从这个屏幕选择触发器模式并初始化触发器模型。



**Histogram** 菜单让您能够以图表方式表示选定读数缓冲器中的测量数据的分布。它还包含用于自定义柱状图的选项卡。



**Reading Table** 菜单让您能够查看选定读数缓冲器中的数据。

## Trigger 菜单

Trigger 菜单让您能够从前面板配置触发器模型。



**Templates** 菜单让您能够从几个预先设定的触发器模型中选择模型。当您选择一个模板时，可以为该模板指定的设置显示在屏幕的下半部分。



**Configure** 菜单让您能够查看和修改触发器模型的结果和参数。还可以监控触发器模型操作。

## Scripts 菜单

Scripts 菜单让您能够从前面板配置、运行和管理脚本。脚本是仪器作为一个组来运行的命令块。



**Run** 菜单包含可供选择以立即运行的脚本的列表。还可以将一个脚本复制为仪器每次开机时运行的脚本。还可以访问仪器中的脚本或 U 盘中的脚本。



**Manage** 菜单让您能够在仪器和 U 盘之间复制脚本。还可以从仪器或 U 盘删除脚本。



**Create Setup** 菜单让您能够将仪器的当前设置和配置列表保存到一个配置脚本。可以使用此脚本调出设置。



**Record** 菜单中的选项让您能够记录您的操作并将操作存储在宏脚本中。可以使用 Scripts 菜单中的选项或远程命令如任何其他脚本一样运行和管理该脚本。注意，仅存储设置；不存储按键操作或仅前面板才有的选项。

## System 菜单

主菜单中 System 菜单下面的菜单让您能够从 Model DMM7510 前面板配置常规仪器设置。这些设置包括事件日志、通信、背光、时间和密码设置。

以下主题描述在这些交互式屏幕中出现的设置。



**Event Log** 菜单让您能够查看和清除事件日志的条目。还可以调整要显示或记录哪些事件。



**Communication** 菜单打开一组选项卡, 这些选项卡包含有关 Model DMM7510 通信设置的信息。大多数选项卡包含您能够更改的设置。



**Settings** 菜单包含常规仪器设置。它包括蜂鸣器和按键操作、背光亮度和定时器、时间和日期、系统访问级别、密码和读数格式设置。



**Calibration** 菜单让您能够开始或管理自动校准。自动校准消除温度和时间对组件的影响所造成的测量误差。还可以查看出厂调整和验证日期。



**Info/Manage** 菜单让您能够查看版本和序列号信息以及仪器固件的设置, 并使用重置功能。

### 本节内容：

远程通信接口 .....	3-1
支持的远程接口 .....	3-2
GPIB 通信 .....	3-2
LAN 通信 .....	3-5
USB 通信 .....	3-7
使用 Web 界面 .....	3-12
确定您将使用的命令集 .....	3-14

## 远程通信接口

您可以选择多个通信接口中的一个来发送命令到 Model DMM7510 以及接收其响应。

Model DMM7510 一次只能通过一个通信接口进行控制。收到消息的第一个仪器接口将获得仪器的控制权。如果另一个接口发送消息，则该接口可获得仪器的控制权。您有可能需要输入密码以更改接口，这取决于访问模式。

当您连接到仪器后面板上的相应端口时，Model DMM7510 自动检测通信接口类型（LAN、GPIB 或 USB）。大多数情况下，您不需要在仪器上做任何配置。另外，您更改连接的接口类型时不需要重启。

## 支持的远程接口

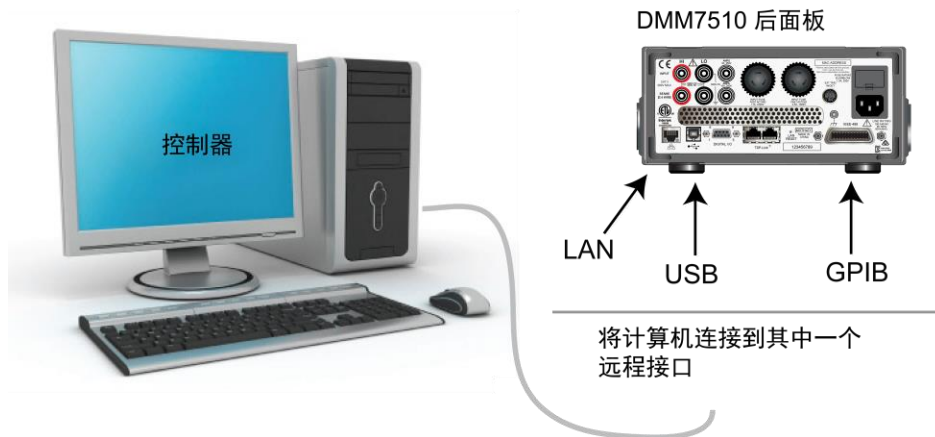
Model DMM7510 支持下列远程接口：

- **GPIB：** IEEE-488 仪器通用接口总线
- **Ethernet：** 局域网以太网通信
- **USB：** B 型 USB 端口
- **TSP-Link：** 一种高速触发器同步和通信总线，测试系统制造商可以使用它以主从配置连接多台仪器。

有关 TSP-Link 的详情，请参见《Model DMM7510 参考手册》中的“TSP-Link 系统扩展接口”。

下图显示了用于远程通信接口的后面板连接。

图 12：Model DMM7510 远程接口连接



## GPIB 通信

Model DMM7510 的 GPIB 接口符合 IEEE 标准 488.1，并支持 IEEE 标准 488.2 常用命令和状态模型拓扑。

可以将最多 15 个设备连接到 GPIB 接口，包括控制器。最大电缆长度为以下两者中的较短者：

- 设备数量乘以 2 米（6.5 英尺）
- 20 米（65.6 英尺）

如果无视这些限值，可能会发生错误的总线操作。

## 安装 GPIB 驱动程序软件

请查看您的 GPIB 控制器文档来获取驱动程序的相关信息。美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司也建议您查看 GPIB 控制器网站，以获取最新版本的驱动程序或软件。

在连接硬件之前安装驱动程序，这点尤为重要。这是为了防止将错误的驱动程序关联到硬件。

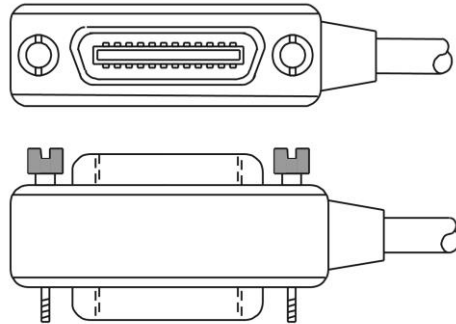
## 在计算机上安装 GPIB 卡

请参阅 GPIB 控制器供应商提供的资料，获取有关安装 GPIB 控制器的信息。

## 将 GPIB 电缆连接到仪器

要将仪器连接到 GPIB 接口，可使用带有标准 GPIB 连接器的电缆，如下所示。

图 13：GPIB 连接器

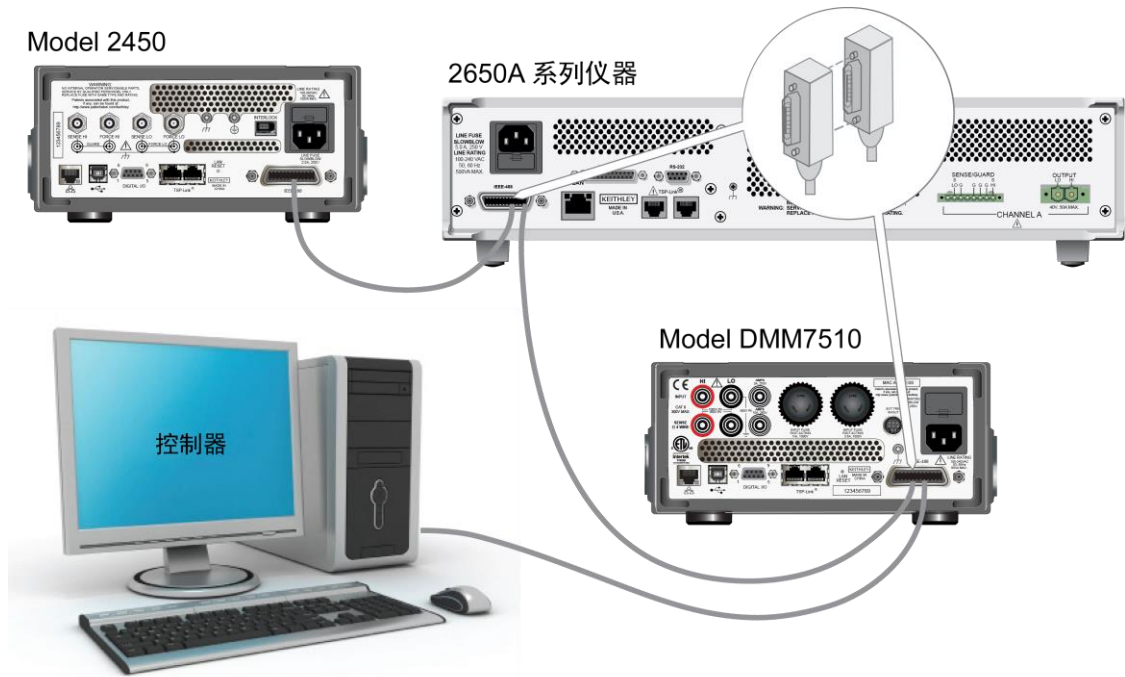


要实现到一台仪器的多个并行连接，需堆叠连接器。每个连接器配有两颗螺丝，以确保牢固的连接。下图显示了具有多台仪器的测试系统的典型接线图。

### ⚠ 小心

为避免可能的机械损坏，在任意一台仪器上堆叠的连接器数量不得超过三个。为了最大限度降低电磁辐射造成的干扰，仅使用屏蔽式 GPIB 电缆。如需屏蔽式电缆，请联系美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司。

图 14：仪器 GPIB 连接



## 设置 GPIB 地址

默认 GPIB 地址为 16。可以将该地址设为系统中唯一的 1 到 30 之间的任意地址。该地址不能与分配给其他仪器或 GPIB 控制器的地址发生冲突。

### 提示

GPIB 控制器的地址通常设为 0 或 21。为安全起见，不要将任何仪器的地址配置为 21。要更改控制器地址，请参见控制器文档。

该地址保存在非易失性存储器中。在发送重置命令或在电源关闭之后重新打开时，它不会更改。

#### 从前面板设置 GPIB 地址：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Communication**。打开 SYSTEM COMMUNICATION 窗口。
3. 选择 **GPIB** 选项卡。
4. 在 Address 旁边，选择数字。将显示 GPIB Address 对话框。
5. 输入地址。
6. 选择 **OK**。

## LAN 通信

可以使用局域网 (LAN) 与仪器通信。

在使用 LAN 连接时，可以使用 Web 浏览器来访问仪器的内部 Web 页和更改一些仪器设置。更多信息，请参见[使用 Web 界面](#)（第 3-12 页）。

Model DMM7510 符合 LXI Core 2011 1.4 版标准，支持 TCP/IP 并符合 IEEE 标准 802.3 (Ethernet LAN)。仪器的后面板上有一个 LAN 端口，支持在 10 Mbps 或 100 Mbps 网络上的全连通性。Model DMM7510 自动检测速度。

Model DMM7510 还支持多播 DNS (mDNS) 和 DNS 服务发现 (DNS-SD)，这两项功能在没有中央管理的 LAN 中非常有用。

### 注意

在设置 LAN 连接之前，请联系您的网络管理员，确认您的特定网络需求。

如果您在设置 LAN 时遇到问题，请参见[LAN 故障诊断建议](#)（第 3-12 页）。

## 在仪器中设置 LAN 通信

本节介绍如何在仪器中设置手动或自动 LAN 通信。

### 检查通信设置

在设置 LAN 配置之前，可以查看仪器中的通信设置（不进行任何更改）。

**查看仪器中的通信设置：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Communication**。打开 SYSTEM COMMUNICATION 窗口。
3. 选择四个选项卡 (**GPIB**、**USB**、**LAN** 或 **TSP-Link**) 中的一个，以查看该接口的设置。
4. 按 **EXIT** 键，不做任何更改而离开 SYSTEM COMMUNICATION 窗口。

### 设置自动 LAN 配置

如果连接到具有 DHCP 服务器的 LAN，或者在仪器与主机计算机之间存在直接连接，则可以使用自动 IP 地址选择。

如果选择自动方式，仪器会尝试从 DHCP 服务器获取 IP 地址。如果获取失败，它将恢复至 169.254.1.0 至 169.254.254.255 范围内的一个 IP 地址。

### 注意

主机计算机和仪器都应该设为使用自动 LAN 配置。尽管可以将其中一个设为手动配置，但这种情况下的设置更加复杂。



**使用前面板设置自动 IP 地址选择：**

1. 在主屏幕中按 **MENU**。
2. 在 System 下面选择 **Communication**。
3. 选择 **LAN** 选项卡。
4. 对于 TCP/IP Mode, 选择 **Auto**。
5. 选择 **Apply Settings** 以保存您的设置。

**设置手动 LAN 配置**

如果需要，可以在仪器中手动设置 IP 地址。

也可以启用或禁用 DNS 设置，以及为 DNS 服务器指定主机名称。

**注意**

请联系您公司的信息技术 (IT) 部门，确保在将仪器置于公司网络时，仪器可以获得有效的 IP 地址。仪器 IP 地址具有前置零，而计算机 IP 地址则不能。

**在仪器中设置手动 IP 地址选择：**

1. 在主屏幕中按 **MENU**。
2. 在 System 下面选择 **Communication**。
3. 选择 **LAN** 选项卡。
4. 对于 TCP/IP Mode, 选择 **Manual**。
5. 对于 IP Address, 输入 LAN IP 地址。可以触摸想要更改的数字。
6. 对于 Gateway, 输入网关地址。
7. 对于 Subnet, 输入子网掩码。
8. 选择 **Apply Settings** 以保存您的设置。

**在计算机中设置 LAN 通信**

本节介绍如何在计算机中设置 LAN 通信。

**注意**

在没有咨询您的系统管理员之前，不要更改您的 IP 地址。如果您输入错误的 IP 地址，可能导致您的计算机无法连接到企业网络，或可能对另一台联网计算机造成干扰。

在修改网络接口卡上的任何现有网络配置信息之前，记录所有网络配置。更新网络配置设置后，之前的信息将会丢失。这可能导致在将主机计算机重新连接到企业网络时出现问题，特别是在 DHCP 被禁用的情况下。

确保在将主机计算机重新连接到企业网络之前，将所有设置恢复为原始配置。更多信息，请联系您的系统管理员。

**等待前面板上的 LAN 状态指示灯变为稳定的绿色**

稳定的绿色 LAN 状态指示灯确认仪器已分配好 IP 地址。请注意，计算机与仪器之间建立连接可能需要几分钟时间。

## 在计算机中安装 LXI Discovery Browser 软件

---

可以使用 LXI Discovery Browser 来识别经过 LXI 验证的仪器的 IP 地址。识别后，可以双击 LXI Discovery Browser 中的 IP 地址打开仪器的 Web 界面。

可在[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站](http://www.keithley.com.cn) (<http://www.keithley.com.cn>) 上获得 Keithley LXI Discovery Browser。

**在 Keithley 网站上找到 Keithley LXI Discovery Browser：**

1. 选择 **Support** 选项卡。
2. 在型号框中，输入 DMM7510。
3. 从列表中选择 **Software** 并单击搜索图标。将显示仪器的软件应用程序列表。
4. 更多信息，请参见应用程序随附的自述文件。

有关 LXI Consortium 的更多信息，请参见 [LXI Consortium 网站](http://www.lxistandard.org) (<http://www.lxistandard.org>)。

## 运行 LXI Discovery Browser

---

**运行 LXI Discovery Browser 软件：**

1. 从 Microsoft Windows 开始菜单选择 **Keithley Instruments**。
2. 选择 **LXI Discovery Browser**。
3. 单击 **LXI Discovery Browser**。将显示 Keithley LXI Discovery Browser 窗口。

LXI Discovery Browser 将显示在网络中找到的仪器及其关联的 IP 地址。

4. 双击 LXI Discovery Browser 对话框中的 IP 地址。打开该仪器的 Web 页面。

有关使用该 Web 页面的信息，请参见“使用 Web 界面”。

## USB 通信

若要使用 USB 端口，主机计算机上必须具有虚拟仪器软件体系结构 (VISA) 层。更多信息，请参见《Model DMM7510 参考手册》中的“如何安装 Keithley I/O 层”。

VISA 包含用于 USB 测试和测量类 (USBTMC) 协议的 USB 类驱动程序，一旦安装了此驱动程序，Microsoft® Windows® 操作系统即可识别仪器。

当您将采用 USBTMC 或 USBTMC-USB488 协议的 USB 设备连接到计算机时，VISA 驱动程序会自动检测该设备。注意，VISA 驱动程序只能自动识别 USBTMC 和 USBTMC-USB488 设备。它不能识别其他 USB 设备，例如打印机、扫描仪和存储设备。

在本节中，“USB 仪器”是指采用 USBTMC 或 USBTMCUSB488 协议的设备。

## 使用 USB 将计算机连接到 Model DMM7510

要使用 USB 连接将 Model DMM7510 连接到计算机，请使用美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司随仪器提供的 Model USB-B-1。

每台 Model DMM7510 需要使用自己的 USB 电缆连接到计算机。

### 使用 USB 将仪器连接到计算机：

1. 将电缆的 A 型连接器端连接至计算机。
2. 将电缆的 B 型连接器端连接至仪器。
3. 打开仪器电源。当计算机检测到新 USB 连接时，将启动“Found New Hardware Wizard”。
4. 如果“Can Windows connect to Windows Update to search for software?”对话框打开，单击 **No**，然后单击 **Next**。
5. 在“USB Test and Measurement device”对话框中，单击 **Next**，然后单击 **Finish**。

## 与仪器进行通信

要实现仪器与 USB 设备的通信，必须使用 NI-VISA™。VISA 需要以下格式的资源字符串，方可连接至正确的 USB 仪器：

```
USB0::0x05e6::0x7510::[serial number]::INSTR
```

其中：

- 0x05e6：Keithley 供应商 ID
- 0x7510：仪器型号
- [serial number]：仪器的序列号（系列号也在后面板上）
- INSTR：使用 USBTMC 协议

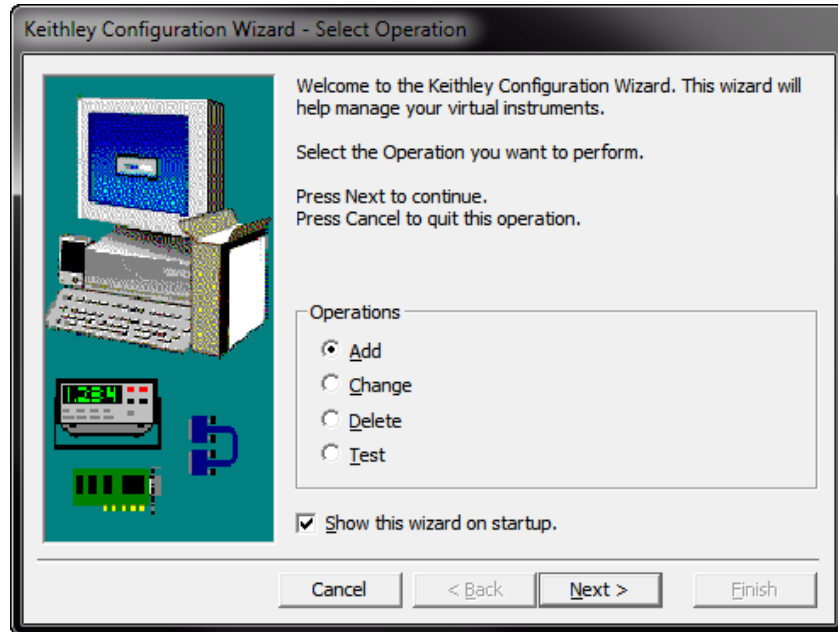
要确定这些参数，您可以运行 Keithley Configuration Panel，它将自动检测连接到计算机的所有仪器。

如果安装了 Keithley I/O 层，则可以通过 Microsoft® Windows® 开始菜单访问 Keithley Configuration Panel。

使用 *Keithley Configuration Panel* 来确定 VISA 资源字符串：

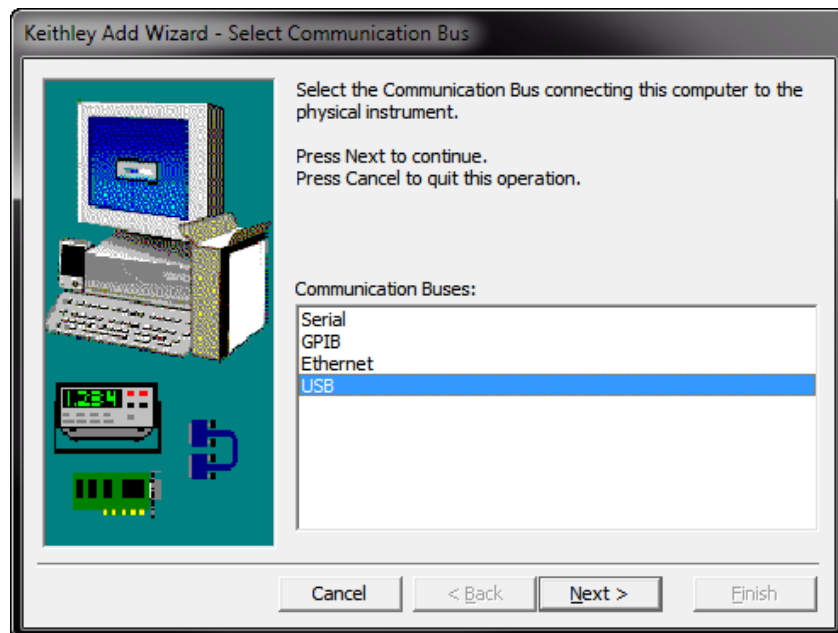
1. 单击 **Start > All Programs > Keithley Instruments > Keithley Configuration Panel**。将显示 Select Operation 对话框。

图 15: Select Operation 对话框



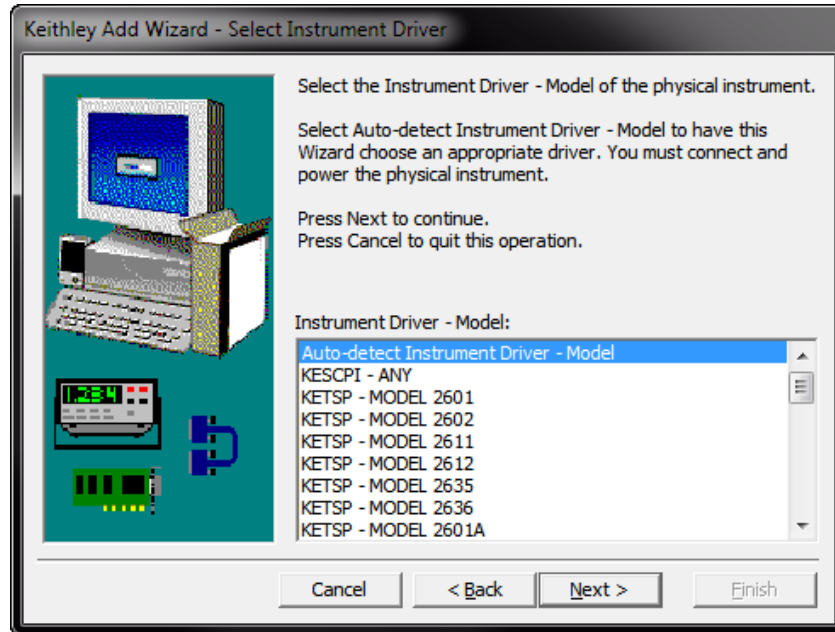
2. 选择 **Add**。
3. 单击 **Next**。将显示 Select Communication Bus 对话框。

图 16: Select Communication Bus 对话框



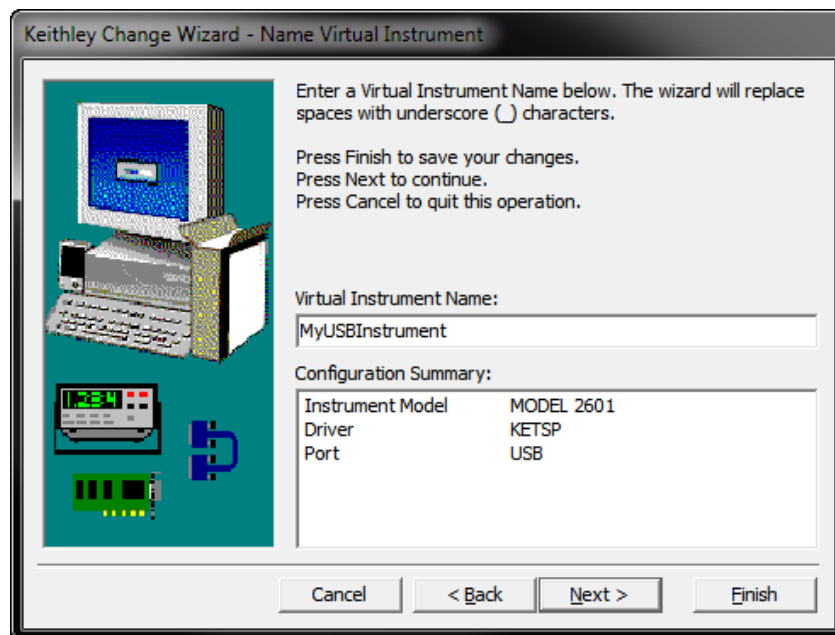
4. 选择 **USB**。
5. 单击 **Next**。将显示 Select Instrument Driver 对话框。

图 17: Select Instrument Driver 对话框



6. 选择 **Auto-detect Instrument Driver - Model**。
7. 单击 **Next**。将显示 Configure USB Instrument 对话框,同时显示检测到的仪器 VISA 资源字符串。
8. 单击 **Next**。将显示 Name Virtual Instrument 对话框。

图 18: Name Virtual Instrument 对话框

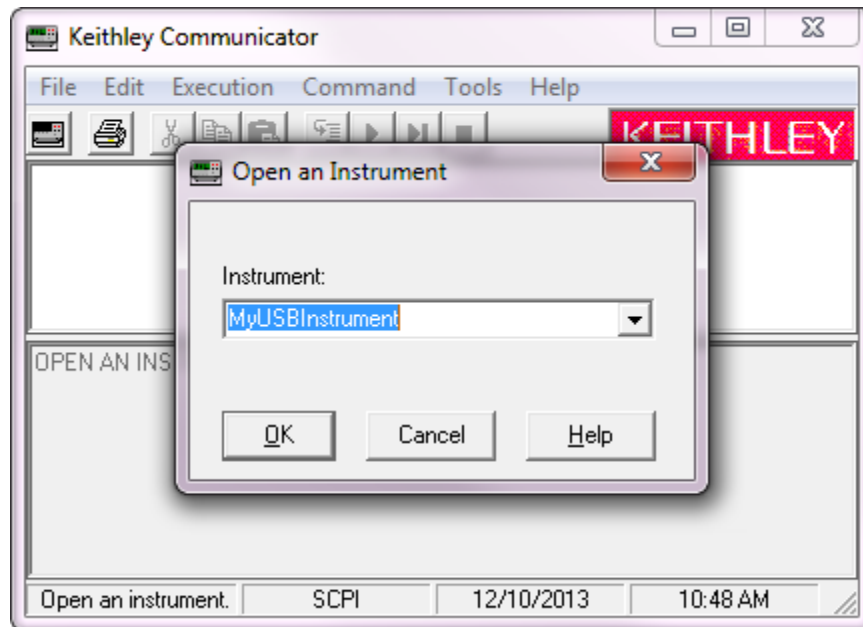


9. 在 Virtual Instrument Name 框中，输入希望用以指代仪器的名称。
10. 单击 **Finish**。
11. 单击 **Cancel** 以关闭向导。
12. 保存配置。从 Keithley Configuration Panel 选择 **File > Save**。

**通过 Keithley Communicator 验证仪器：**

1. 单击 **Start > All Programs > Keithley Instruments > Keithley Communicator**。
2. 选择 **File > Open Instrument** 以打开刚刚命名的仪器。

图 19：Keithley Communicator 打开一个仪器



3. 单击 **OK**。
4. 向仪器发送命令，并查看其是否有回应。

### 注意

如果您的系统中具有完整版本的 NIVISA，则可以运行 NI-MAX 或 VISA Interactive Control 实用程序。相关信息，请参见 National Instruments 文档。

如果您的系统中安装了 Agilent IO Libraries，则可以运行 Agilent Connection Expert 来检查您的 USB 仪器。相关信息，请参见 Agilent 文档。

## 使用 Web 界面

Model DMM7510 Web 界面让您能够通过一个 Web 页面设置和控制仪器。Web 页面包括：

- 仪器状态。
- 仪器型号、序列号、固件版本以及上一条 LXI 消息。
- 可帮助您找到仪器的 ID 按钮。
- 您可用来控制仪器的虚拟前面板和命令界面。
- 包含读数缓冲器数据的 .csv 文件的下载链接。
- 管理选项和 LXI 信息。

仪器 Web 页面驻留在仪器的固件中。通过 Web 界面做出的更改立即反应在仪器中。

## 连接到仪器 Web 界面

在 LAN 和仪器之间建立起连接后，可以打开仪器的 Web 页面。

**访问 Web 界面：**

1. 在主机计算机中打开 Web 浏览器。
2. 在 Web 浏览器的地址框中输入仪器的 IP 地址。例如，如果仪器 IP 地址为 192.168.1.101，则在浏览器地址框中输入 192.168.1.101。
3. 按计算机键盘上的 **Enter** 键，打开仪器 Web 页面。
4. 如果系统提示，输入用户名和密码。默认用户名和密码都是 admin。

## LAN 故障诊断建议

如果您无法连接到仪器的 Web 界面，请检查以下项目：

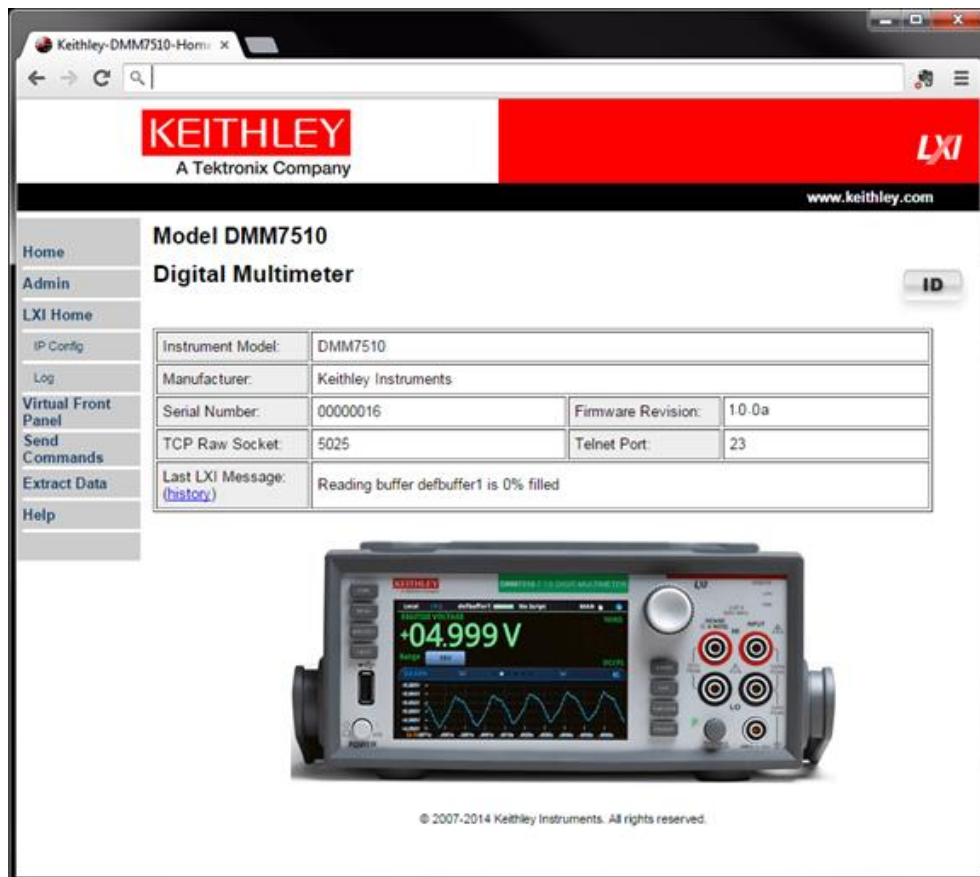
- 网络电缆连接于仪器后面板上的 LAN 端口，而不是 TSP-Link® 端口之一。
- 网络电缆连接于计算机上的正确端口。笔记本电脑位于坞站时其 LAN 端口可以禁用。
- 设定程序为正确的 Ethernet 卡使用了配置信息。
- 计算机网卡已启用。
- 仪器 IP 地址与计算机 IP 地址兼容。
- 仪器子网掩码地址与计算机子网掩码地址相同。

也可以尝试重新启动计算机和仪器。重新启动仪器：

1. 关闭仪器电源，然后打开。
2. 至少等待 60 秒，让仪器完成网络配置。
3. 按 **MENU** 键。
4. 在 System 下面选择 **Communication**。
5. 选择 **LAN** 选项卡。
6. 验证设定。

如果上述操作不能解决问题，请联系您的系统管理员。

图 20：Model DMM7510 Web 界面主页



仪器的主页提供有关仪器的信息。包括：

- 仪器型号、制造商、序列号和固件版本号。
- TCP 原始套接字编号和 Telnet 端口号。
- 上一条 LXI 消息。历史记录链接打开 LXI 主页。
- 用于识别仪器的 ID 按钮。请参阅[识别仪器](#)（第 3-14 页）。



## 识别仪器

如果您有一组仪器，可以通过单击 ID 按钮来确定正在通信的仪器。

### **识别仪器：**

在主页的右上角单击 **ID** 按钮。

按钮变为绿色，并且仪器上的 LAN 状态指示灯闪烁。

再次单击 **ID** 按钮可将按钮恢复到其原始颜色，并将 LAN 状态指示灯恢复为稳定的点亮状态。

## 查看事件日志中的事件

事件日志记录了仪器生成和接收的所有 LXI 事件。日志中包括下列信息：

- EventID 列，显示生成事件的事件标识符。
- System Timestamp 列，显示事件发生时的秒数和纳秒数。
- Data 列，显示事件信息。

要清除事件日志并更新屏幕上的信息，请单击 **Refresh** 按钮。

## 确定您将使用的命令集

可以更改用于 Model DMM7510 的命令集。可用的远程命令集包括：

- SCPI：一种基于 SCPI 标准构建的仪器专用语言。
- TSP：一种脚本编程语言，包含可从单独仪器执行的因仪器而异的控制命令。可以使用 TSP 发送单独的命令或将多条命令合并为脚本。

您无法合并多个命令集。

### 注意

美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的 Model DMM7510 在出厂时设为使用 Model DMM7510 SCPI 命令集。

### **使用前面板设置命令集：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 选择 Command Set 旁边的按钮。
4. 选择命令集。
5. 系统会提示您重启仪器。

**从远程接口验证选择了哪个命令集：**

发送命令：

```
*LANG?
```

**如何通过远程界面更改 SCPI 命令集：**

发送命令：

```
*LANG SCPI
```

重启仪器。

**如何通过远程界面更改 TSP 命令集：**

发送命令：

```
*LANG TSP
```

重启仪器。



# 执行前面板基本测量

### 本节内容：

简介 .....	4-1
本示例所需的设备 .....	4-1
设备连接 .....	4-2
前面板基本测量 .....	4-3

## 简介

本应用示例使用仪器的前面板进行 2 线电阻测量。

### 注意

在进行其他仪器设置之前设定功能。很多设置与具体的测量功能有关。本手册中的应用按操作顺序生成最佳结果。

## 本示例所需的设备

执行本测试所需的设备：

- Model DMM7510
- 两根绝缘香蕉电缆（可以使用 Model DMM7510 随附的 Model 1756 标准测试引线套件或等效产品）
- 一个用于测试的电阻器；本示例使用一个具有 9.75 k $\Omega$  额定值的电阻器

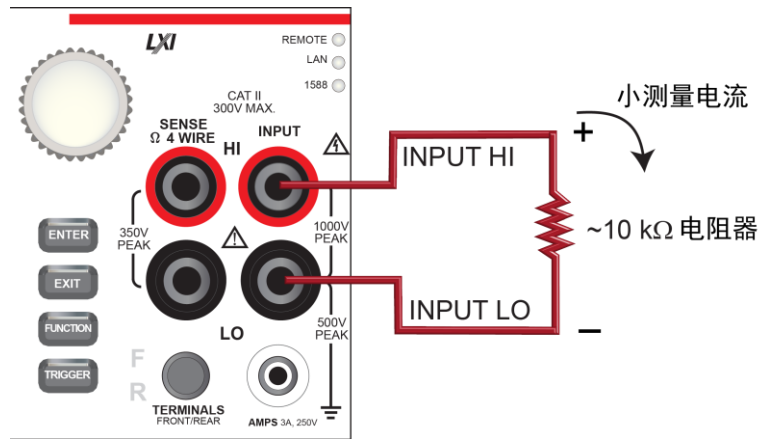
## 设备连接

使用 2 线（本地传感）配置将 Model DMM7510 连接到电阻器。在此配置中，设备连接在 INPUT HI 和 INPUT LO 端子之间。

### 进行连接：

1. 关闭 Model DMM7510。
2. 将测试引线连接到前面板 INPUT HI 和 INPUT LO 端子，如下图所示。
3. 将测试引线连接到电阻器。

图 21：Model DMM7510 前面板 2 线电阻测量



## 前面板基本测量

以下步骤向您展示如何进行测量、访问测量设置以及查看读数缓冲器中的测量数据。

您可以连续进行测量或手动测量。在进行连续测量时，仪器尽可能快地进行测量。在进行手动测量时，仪器在您按下 TRIGGER 键时进行测量。

### 如何进行前面板测量：

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 从 FUNCTIONS 滑动屏选择 **2W Ω**。测量值开始显示在主屏幕的上半部分。
3. 如果未显示测量值，按住 **TRIGGER** 键几秒钟，然后选择 **Continuous** 测量。

### 更改测量设置：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 Measure 下面选择 **Settings**。
3. 选择 **Display Digits**。
4. 选择 **3.5 Digits**。
5. 按 **HOME** 键。现在，测量值显示 3½ 位。

### 进行单次测量：

1. 按住前面板 **TRIGGER** 键几秒钟。
2. 选择 **Manual Trigger Mode**。
3. 按 **TRIGGER** 键以使用选定测量功能初始化单次读数。

图 22：基本测量测试结果



**使用前面板查看读数缓冲器的内容：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 **Views** 下面选择 **Reading Table**。将显示当前读数缓冲器的数据。
3. 要显示其他读数缓冲器的数据，请选择该缓冲器。
4. 要查看具体的数据点，请选择 **Jump To** 并输入数据点的编号。
5. 按 **HOME** 键返回到主屏幕。

### 本节内容：

简介 .....	5-1
需要的设备 .....	5-1
设备连接 .....	5-1
高精度直流电压测量 .....	5-3

## 简介

本应用示例演示如何使用 Model DMM7510 高精度测量直流电压。

此类测试通常在需要高精度校准和验证的计量实验室中完成。

## 需要的设备

- 一台 Model DMM7510
- 两根绝缘香蕉电缆（可以使用 Model DMM7510 随附的 Model 1756 标准测试引线套件或等效产品）
- 一个要测试的器件或组件
- 对于 SCPI 和 TSP 命令示例，一台为与 Model DMM7510 进行通信而配置的计算机

## 设备连接

此设置可以使用前面板或背面板输入端子。前面板和后面板连接都为安全型香蕉插头座。注意，必须要么使用前部端子，要么使用后部端子 — 不能混合使用前面连接和后面连接。

确保前面板 **TERMINALS** 开关设置为正在使用的端子。**F** 显示在开关旁边，表示仪器正在读取前面板端子。**R** 表示仪器正在读取后面板端子。

进行以下连接：

- 将测试引线连接到 INPUT HI 和 LO 端子。
- 将 INPUT HI 连接连到被测器件引线之一。
- 将 INPUT LO 连接连到被测器件的另一引线。

下图显示了前面板和后面板的物理连接。



图 23：高精度直流电压测量的前面板连接

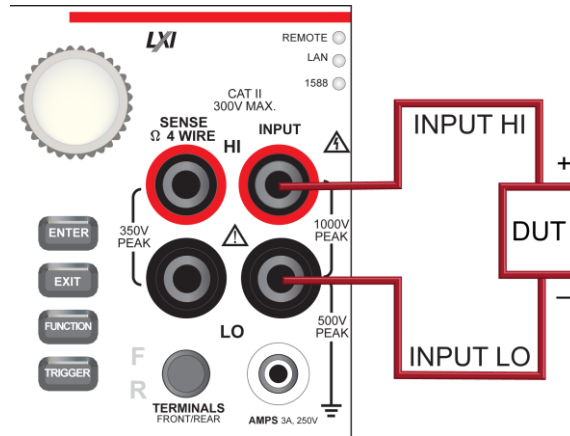
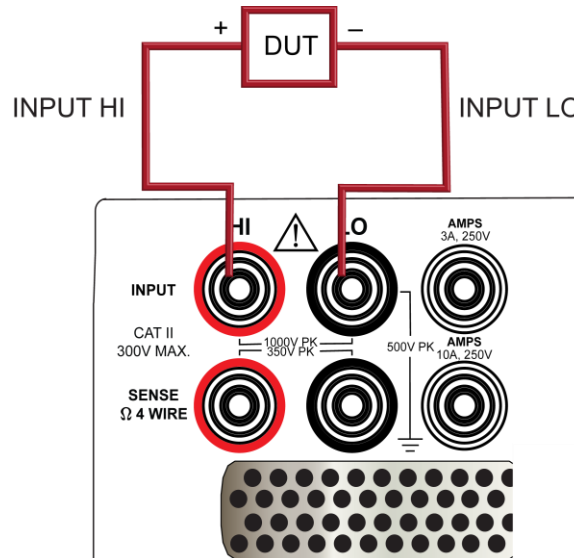


图 24：高精度直流电压测量的后面板连接



**警告**

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器加电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

## 高精度直流电压测量

本应用演示如何使用 Model DMM7510 高精度测量直流电压。您可使用 SCPI 编码或 TSP 编码从前面板或通过远程接口进行测量。有关设置远程通信的信息，请参见[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您将：

- 重新启动仪器。
- 选择直接电压功能。
- 将积分速率设置为 10 个电源线周期 (PLC)。在 60 Hz 线路频率时，10 PLC 提供 166.7 ms 的隙宽。
- 启动自动调零。这使仪器能够通过核对参考测量值来优化读数的精度。
- 启用计数为 100 的重复滤波器。这将减少噪声误差，因为当测量值取平均值时，结果更加稳定。
- 通过前面板或远程接口产出读数。

### 使用前面板

*重新启动仪器，然后选择功能、积分速率、自动调零和滤波器设置：*

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 FUNCTIONS 滑动屏上选择 **DCV**。
3. 在主屏幕的上半部分选择 **Range**。
4. 选择 **10V** 量程。
5. 滑动到 SETTINGS 滑动屏。
6. 选择 **Rate**。
7. 将 NPLC 设为 **10**。
8. 选择 **OK**。
9. 选择 **Input Z**。
10. 将输入阻抗设置为 **Auto**。
11. 验证 Auto Zero 设为 **On**。
12. 按 **MENU** 键。
13. 在 Measure 下面选择 **Calculations**。
14. 选择 Filter **Config**。
15. 将 Filter Type 设为 **Repeat**。
16. 将滤波器计数设为 **100**。
17. 选择 **OK**。
18. 将 Filter 设为 **On**。
19. 按 **HOME** 键。

## 注意

如果未更新测量值，按住 **TRIGGER** 键几秒钟。验证触发器模式设计为 **Continuous Measurement**。

测量值显示在主屏幕的顶部区域。

采用重复滤波器计数为 100, NPLC 为 10 的设置，测量周期时间较慢，但更精确。减小这些设置的值，即可加快测量，但读数的精度降低。速度和精度之间的平衡取决于您的具体应用的需要。

## 使用 SCPI 命令

在被测器件连接到 Model DMM7510 并且被远程控制时，这一序列的 SCPI 命令设置并运行一次高精度直流电压测量。

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

**发送下列命令用于此示例应用：**

命令	描述
<pre>*RST :SENS:FUNC "VOLT:DC" :SENS:VOLT:RANG 10 :SENS:VOLT:INP AUTO :SENS:VOLT:NPLC 10 :SENS:VOLT:AZER ON :SENS:VOLT:AVER:TCON REP :SENS:VOLT:AVER:COUN 100 :SENS:VOLT:AVER ON :READ?</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置 Model DMM7510</li> <li>• 将仪器设为测量直流电压</li> <li>• 将量程设为 10 V</li> <li>• 将输入阻抗设为自动，从而让仪器为 10 V 量程选择 10 GΩ</li> <li>• 将积分速率 (NPLC) 设为 10</li> <li>• 启用自动调零</li> <li>• 将平均滤波器类型设为重复</li> <li>• 将滤波器计数设为 100</li> <li>• 启用滤波器</li> <li>• 读取电压值；返回读数需要几秒钟的时间</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

#### 启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

在被测器件连接到 Model DMM7510 时，这一序列的 TSP 命令进行一次高精度直流电压测量。

在执行编码之后，读数显示现在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

#### 发送下列命令用于此示例应用：

```
--Reset the instrument to the default settings.
reset()
--Set the measure function to DC voltage.
dmm.measure.func = dmm.FUNC_DC_VOLTAGE
--Set the measurement range to 10 V
dmm.measure.range = 10
--Set the number of power line cycles to 10
dmm.measure.nplc = 10
--Set the input impedance to auto so it selects 10 G for the 10V range
dmm.measure.inputimpedance = dmm.IMPEDANCE_AUTO
--Enable autozero (set to dmm.OFF to disable)
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON
--Set the averaging filter type to repeating
dmm.measure.filter.type = dmm.FILTER_REPEAT_AVG
--Set filter count to 100
dmm.measure.filter.count = 100
--Enable filter
dmm.measure.filter.enable = dmm.ON
--Read the voltage value
print(dmm.measure.read())
```

## 测试结果

下表显示了依据积分速率 (NPLC)、平均滤波器和自动调零设置而得出的测量精度和速度之间的折衷。数据的第一行来自本示例记录的设置。其他的行显示积分速率、滤波器和自动调零设置改变后的结果。

直流电压	测量时间 (秒)	积分速率 (NPLC)	滤波器	自动调零
5.0700528516	50.702501353	10	ON	ON
5.0701004092	0.510109919	10	OFF	ON
5.0700203296	0.017853353	1	OFF	ON
5.070064163	0.019507031	1	OFF	OFF



# 有偏移补偿地测量 4 线电阻

### 本节内容：

简介 .....	6-1
需要的设备 .....	6-1
设备连接 .....	6-2
有偏移补偿的 4 线电阻测量 .....	6-3

## 简介

本应用示例演示如何使用 Model DMM7510 来精确测量电阻设备。

为了提供最佳电阻测量精度，此测试使用四线 (Kelvin) 测量和偏移补偿方法。偏移补偿是一种在低电阻测量中减少或消除热电 EMF 的测量技术。热电 EMF 造成的电压偏移 ( $V_{EMF}$ ) 能够对电阻测量精度形成不利影响。

为了克服这些偏移电压，可以使用偏移补偿电阻。

## 需要的设备

- 一台 Model DMM7510
- 四根绝缘香蕉电缆，例如 Model DMM7510 随附的 Model 1756 标准测试引线套件（需要另外一套引线）
- 一个被测器件；此处演示的应用使用一个  $20\ \Omega$  电阻器（实际电阻值可能因可获得性及用户判断而有所不同）
- 一台为与 Model DMM7510 进行通信而配置的计算机

## 设备连接

此应用可使用前面板或后面板端子。下图显示了前后面板的物理连接。注意，必须要么使用前部端子，要么使用后部端子 — 不能混合使用前面连接和后面连接。

前面板和后面板连接均为安全型香蕉插头座。

### 使用 4 线连接方法：

1. 将一套测试引线连接到 INPUT HI 和 INPUT LO 端子。
2. 将另一套测试引线连接到 SENSE HI 和 SENSE LO 端子。
3. 将 INPUT HI 和 SENSE HI 连接连到被测器件 (DUT) 的引线之一。将传感连接连到尽可能接近被测器件的位置。
4. 将 INPUT LO 和 SENSE LO 连接到被测器件的另一引线。将传感连接连到尽可能接近被测器件的位置。

### 警告

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器加电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

Model DMM7510 仪器的保护地（安全地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能出现危险电压（超过 30 V<sub>rms</sub>）。仪器以任何模式工作时都有可能发生这种情况。为防止 LO 端子上出现危险电压，在应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护地。您可以将 LO 端子连接到前面板上的机壳接地端子或后面板上的机壳接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子之间是相互隔离的。因此，如果您正在使用前面板端子，请将前面板 LO 端子接地。如果您正在使用后面板端子，请将后面板 LO 端子接地。

图 25：用于 4 线电阻测量的前面板连接

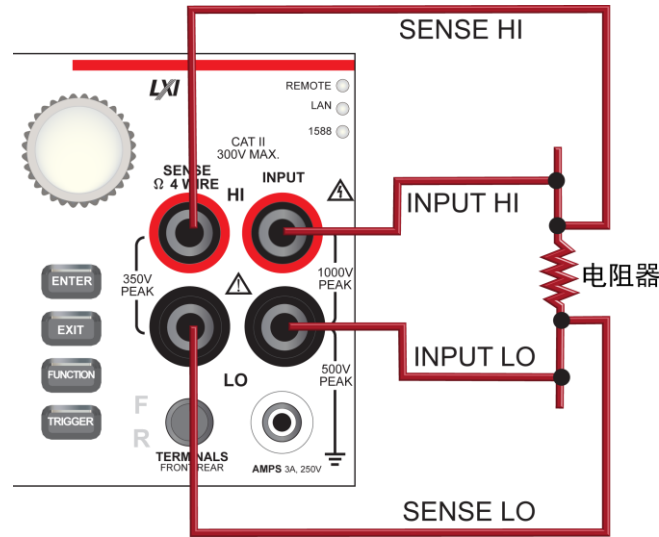
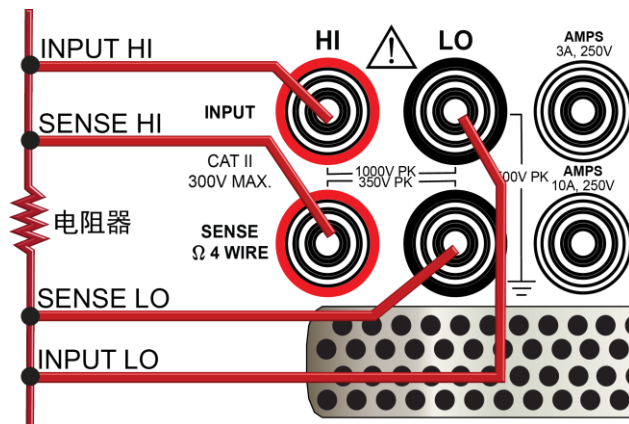


图 26：用于 4 线电阻测量的后面板连接



## 有偏移补偿的 4 线电阻测量

本应用演示如何使用 Model DMM7510 来测量器件或组件的电阻。您可以从 Model DMM7510 前面板或使用 SCPI 编码或 TSP 编码通过远程接口进行此测量。有关设置远程通信的信息，请参见[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您将：

- 重置仪器。
- 选择 4 线电阻功能。此方法可消除引线电阻对测量精度产生的影响。
- 启用偏移补偿。
- 通过前面板或远程接口进行测量。



## 使用前面板

### 从前面板设置应用：

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 FUNCTIONS 滑动屏上，选择 **4W Ω** 以选择 4 线电阻测量功能。
3. 按 **MENU** 键。
4. 在 Measure 下面选择 **Settings**。
5. 将 Offset Compensation 设为 **On**。
6. 按 **HOME** 键。

测量读数显示在主屏幕的顶部区域。

## 使用 SCPI 命令

此序列的 SCPI 命令测量器件或组件的电阻。被测器件连接到 Model DMM7510 并被远程控制。

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

### 发送下列命令用于此示例应用：

命令	描述
<pre>*RST :SENS:FUNC "FRES" :SENS:FRES:OCOM ON :SENS:FRES:AZER ON :SENS:FRES:NPLC 1 :READ?</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置 Model DMM7510</li> <li>• 设为测量四线电阻</li> <li>• 启用偏移补偿</li> <li>• 启用自动调零</li> <li>• 将 NPLC 设为 1</li> <li>• 读取电阻值</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

#### 启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

在本示例中，Model DMM7510 进行一次电阻读数。在执行编码之后，数据显示现在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

#### 发送下列命令用于此示例应用：

```
--Reset the Model DMM7510 to the default settings
reset()
--Set the measure function to 4-wire resistance
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
--Enable autozero (set to dmm.OFF to disable)
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON
--Enable offset compensation (set to dmm.OFF to disable)
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
--Set the number of power line cycles to 1
dmm.measure.nplc = 1
--Read the resistance value
print(dmm.measure.read())
```

## 测试结果

下表显示了使用 20 Ω 电阻器进行低电阻测量测试的结果。

例如，如果电阻器的规格指出公差为 ±0.1 % 且温度系数为 ±15 ppm/°C，则合规电阻器测量 19.97 Ω 和 20.03 Ω 之间的电阻。

偏移补偿	电阻
OFF	0.020035852875 kΩ
ON	0.019991329184 kΩ



---

# 以设定的时间间隔进行温度采样

### 本节内容：

---

简介 .....	7-1
需要的设备 .....	7-1
设备连接 .....	7-2
以某个时间间隔进行温度采样 .....	7-3

## 简介

本应用示例演示如何使用 Model DMM7510 在 24 小时的时间范围内每分钟一次记录温度测量数据。在生产或存放期间，知道测试环境的温度对产品质量非常重要。可以使用 Model DMM7510 搭建一个温度监视系统，在长时间范围内以固定的时间间隔对温度进行采样。

## 需要的设备

- 一台 Model DMM7510
- 100-ohm RTD 温度探头（例如 Tektronix TP750）
- 一台为与 Model DMM7510 进行远程通信而配置的计算机

## 设备连接

使用四线电阻温度检测器 (RTD) 减小引线电阻对精度的影响并提供高稳定性。

此设置可以使用前面板或后面板输入端子。前面板和后面板连接都为安全型香蕉插头座。注意，必须要么使用前部端子，要么使用后部端子 — 不能混合使用前面连接和后面连接。

确保前面板 **TERMINALS** 开关设置为正在使用的端子。**F** 显示在开关旁边，表示仪器正在读取前面板端子。**R** 表示仪器正在读取后面板端子。

进行以下连接：

- 将红色测试引线连接到 SENSE HI 和 INPUT HI 端子。
- 将黑色测试引线连接到 SENSE LO 和 INPUT LO 端子。

下图显示了前面板和后面板的物理连接。

图 27：4 线 RTD 探头前面板连接

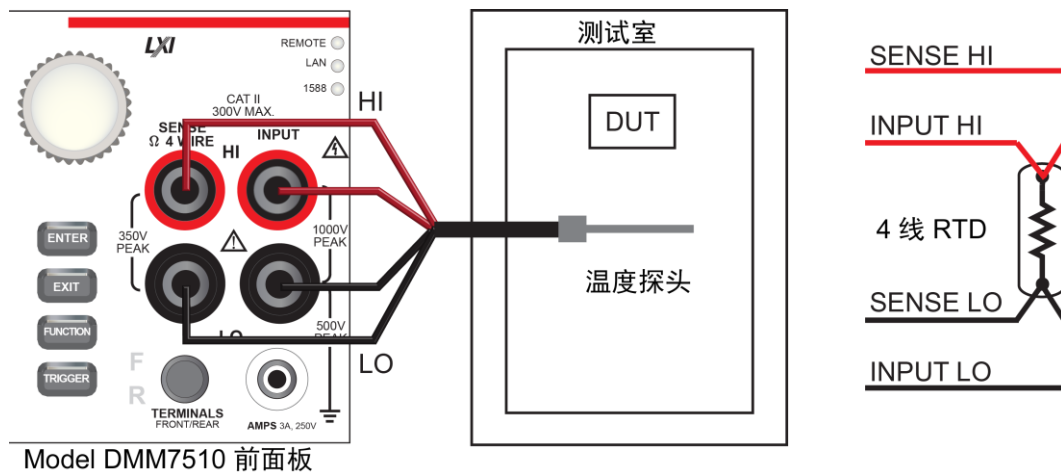
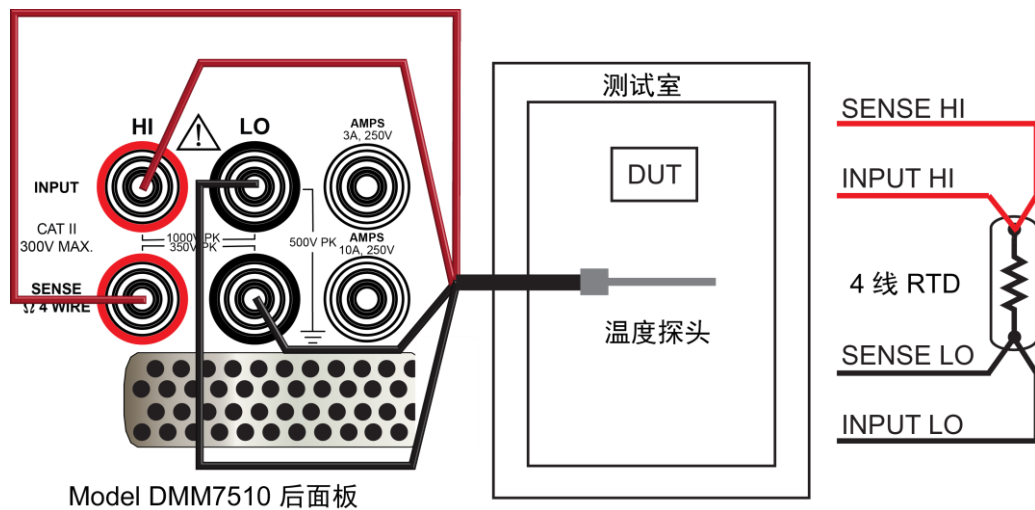


图 28：4 线 RTD 探头后面板连接



 **警告**

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器加电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

Model DMM7510 仪器的保护地（安全地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能出现危险电压（超过 30 V<sub>rms</sub>）。仪器以任何模式工作时都有可能发生这种情况。为防止 LO 端子上出现危险电压，在应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护地。您可以将 LO 端子连接到前面板上的机壳接地端子或后面板上的机壳接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子之间是相互隔离的。因此，如果您正在使用前面板端子，请将前面板 LO 端子接地。如果您正在使用后面板端子，请将后面板 LO 端子接地。

## 以某个时间间隔进行温度采样

本应用演示如何运用 Model DMM7510，使用通过远程接口发送的命令以固定时间间隔测量温度。可以使用 SCPI 编码或 TSP 编码进行测量。有关设置远程通信的信息，请参见[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您将：

- 重置仪器。
- 将仪器配置为使用 PT100 型 RTD 温度检测器来测量温度。
- 启用开路引线的检测和偏移补偿以获得更加精确的读数。
- 设置一个定时器以使用触发器模型，每 60 秒进行一次温度测量，总共进行 1440 次（24 小时）。

## 使用 SCPI 命令

此序列的 SCPI 命令每分钟进行一次温度读数，持续 24 小时。

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。在表中，SCPI 命令具有浅灰色背景。浅棕色阴影代码表示将会视您所使用的编程环境变化的伪代码。

**发送下列命令用于此示例应用：**

命令	描述
*RST	<ul style="list-style-type: none"> <li>重置 Model DMM7510</li> </ul>
MeasCount = 1440 MeasInterval = 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>定义变量，以每 60 秒进行一次测量，持续 24 小时（1440 次）</li> </ul>
<pre> :SENSe:FUNCTion "TEMPerature" :SENSe:TEMPerature:TRANsducer FRTD :SENSe:TEMPerature:RTD:FOUR PT100 :SENSe:TEMPerature:ODETector ON :SENSe:TEMPerature:NPLCycles 1 :SENSe:TEMPerature:OCOMpensated ON :DISPlay:SCReen PLOT :TRIGger:TIMer1:DELay MeasInterval :TRIGger:TIMer1:STARt:STIMulus NOTify1 :TRIGger:TIMer1:STARt:GENerate OFF :TRIGger:TIMer1:STATE ON :TRIGger:BLOCK:WAIT 1, DISPlay :TRIGger:BLOCK:NOTify 2, 1 :TRIGger:BLOCK:MEASure 3, "defbuffer1" :TRIGger:BLOCK:WAIT 4, TIMer1 :TRIGger:BLOCK:BRANch:COUNT 5, MeasCont, 2 :INIT           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将仪器设为测量温度</li> <li>将换能器类型设为 4 线 RTD</li> <li>将 RTD 设为 PT100 型</li> <li>启用开路引线的检测</li> <li>将 NPLC 设为 1</li> <li>启用偏移补偿</li> <li>切换到 GRAPH 滑动屏</li> <li>将定时器 1 的延迟时间设为 MeasInterval</li> <li>将通知 1 事件设为触发定时器的启动</li> <li>在定时器延迟时间到后立即生成定时器事件</li> <li>启用定时器</li> <li>将触发器模型块 1 设为等待按下前面板的 TRIGGER 键</li> <li>将块 2 设为发送 NOTIFY1 以启动定时器</li> <li>将块 3 设为进行测量并将测量结果存储在 defbuffer1 中</li> <li>将块 4 设为在延迟时间到后等待定时器 1 事件</li> <li>将块 5 设为前往块 2 MeasCount 次</li> <li>启动触发器模型</li> </ul>

## 使用 TSP

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

#### 启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

此序列的 TSP 命令进行一系列的温度测量。在执行编码之后，数据显示现在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

#### 发送下列命令用于此示例应用：

```
--Reset the instrument to the default settings
reset()
--Establish variables to make a measurement every 60 seconds 1440 times (24 hours)
MeasCount = 1440
MeasInterval = 60
--Set to measure temperature
dmm.measure.func = dmm.FUNC_TEMPERATURE
--Configure to measure 4-wire RTD
dmm.measure.transducer = dmm.TRANS_FOURRTD
--Enable the detection of open leads
dmm.measure.opendetector = dmm.ON
--Select 4-wire RTD type to be a PT100 sensor
dmm.measure.fourrtd = dmm.RTD_PT100
--Set the number of power line cycles to 1
dmm.measure.nplc = 1
--Enable offset compensation for more accurate readings
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
--Display the GRAPH swipe screen
display.changescreen(display.SCREEN_GRAPH_SWIPE)

--Set up timer 1
trigger.timer[1].reset()
--Timer delays each time the timer is triggered
trigger.timer[1].delay = MeasInterval
--Set the notify 1 event to trigger the start of timer
trigger.timer[1].start.stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY1
--Generate the timer event once when the timer delay elapses
trigger.timer[1].start.generate = trigger.OFF
--Enable the timer to perform delay operation
trigger.timer[1].enable = trigger.ON
```



```
--Wait for TRIGGER key press from front panel to start trigger model
trigger.model.setblock(1, trigger.BLOCK_WAIT, trigger.EVENT_DISPLAY)
--Send notify to start the timer
trigger.model.setblock(2, trigger.BLOCK_NOTIFY, trigger.EVENT_NOTIFY1)
--Make a measurement and store the reading in default buffer
trigger.model.setblock(3, trigger.BLOCK_MEASURE, defbuffer1)
--Wait for timer delay to elapse
trigger.model.setblock(4, trigger.BLOCK_WAIT, trigger.EVENT_TIMER1)
--Go to block 2 for the number of times set by MeasCount
trigger.model.setblock(5, trigger.BLOCK_BRANCH_COUNTER, MeasCount, 2)

--Initiate trigger model and wait until finished
trigger.model.initiate()
display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
display.clear()
--Display a message on the USER swipe screen to indicate test in progress
display.settext(display.TEXT1, "Test in progress...")
waitcomplete()
--Display a message on the user swipe screen to indicate test completion
display.clear()
display.settext(display.TEXT1, "Test complete.")
--Print the temperature readings and the corresponding timestamps
printbuffer(1,defbuffer1.n,defbuffer1)
printbuffer(1,defbuffer1.n,defbuffer1.relativetimestamps)
```

## 测试结果

以下插图显示了本示例的示例图和最终的测试测量。

图 29：Model DMM7510 温度测量结果图

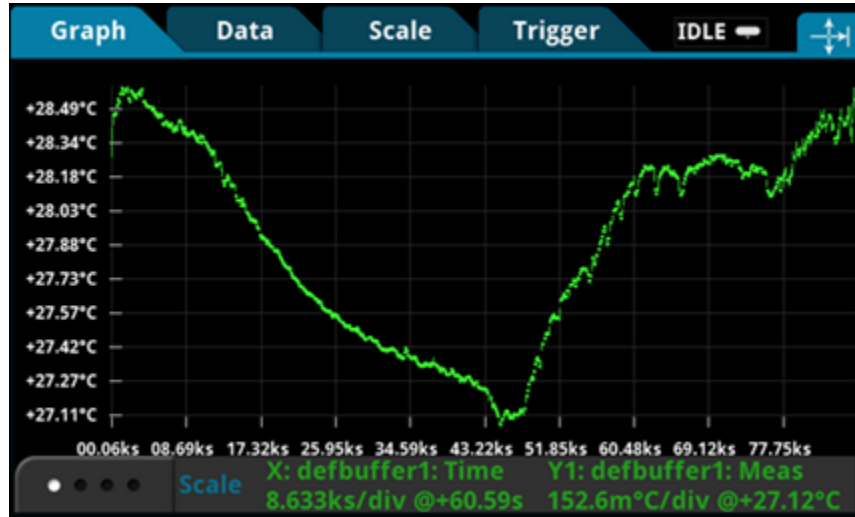


图 30：Model DMM7510 最终温度测量结果





## 对电阻器进行分级与装箱

### 本节内容：

简介 .....	8-1
仪器连接 .....	8-2
电阻器分组与装箱测试 .....	8-3

### 简介

本应用示例演示如何使用 Model DMM7510 进行工作台装箱操作。它使用触发器模型和数字 I/O 来控制外部组件搬运设备。

Model DMM7510 可以进行简单的合格或不合格测试及分级与分拣。分级是一种常见的电阻器测试，检查多个限值，直到出现第一个不合格。分拣也是一种常用电阻器测试，检查多个限值，直到出现第一个合格。

#### 警告

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器加电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

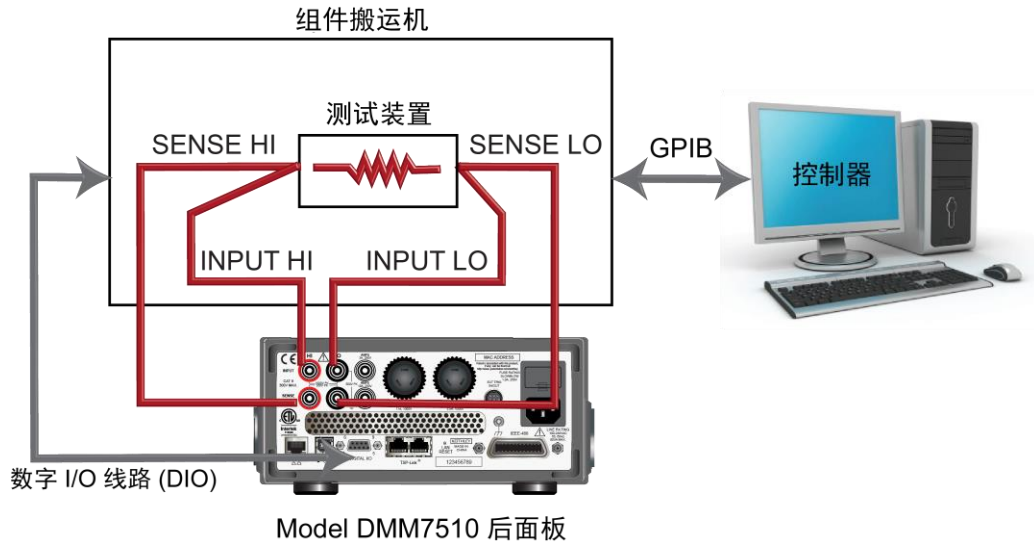
Model DMM7510 仪器的保护地（安全地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能出现危险电压（超过 30 V<sub>rms</sub>）。仪器以任何模式工作时都有可能发生这种情况。为防止 LO 端子上出现危险电压，在应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护地。您可以将 LO 端子连接到前面板上的机壳接地端子或后面板上的机壳接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子之间是相互隔离的。因此，如果您正在使用前面板端子，请将前面板 LO 端子接地。如果您正在使用后面板端子，请将后面板 LO 端子接地。

## 仪器连接

在本示例中，表示分级结果的输出信号是从 Model DMM7510 发送的。信号被发送至组件搬运机，组件搬运机再将器件装箱。

下图显示了从 Model DMM7510 至测试装置及数字线路到组件搬运机的后面板连接。此外，在控制器和组件搬运机之间有 GPIB 通信。

图 31：组件装箱的设备连接



## 电阻器分组与装箱测试

此电阻分级应用采用限值测试，针对多个限值来检测一个被测电阻器，直到出现第一个不合格。当电阻器不合格时，它被放入按限值定义的指定电阻公差回收箱中。

依据分配给限值的位图案将电阻器放入回收箱中。在本示例中，使用 Model DMM7510 GradeBinning 触发器模型模板来简化应用。此触发器模型模板将组件（在本例中为电阻器）分为四个公差级别（例如 20 %、10 %、5 % 和 1 %），分别定义为 Limit 1 至 4。一个单点测量将针对多个限值进行检测，这些限值围绕相同标称值的逐渐收紧。因为一旦确定了被测电阻器的适当公差水平就没有必要继续进行限值检查，此应用通常立即将被测电阻器装箱。因为限值是按从小到大的数字顺序进行检查的，因此首先针对 Limit 1，即 20 % 限值进行检查。如果电阻器未通过此限值检查，其电阻值在 20 % 公差带以外，则触发器模型输出 Limit 1 不合格图案，使组件搬运机将电阻器放入 Limit 1 不合格回收箱（20 % 不合格回收箱）中。

如果电阻器通过 20 % 限值测试，则针对 Limit 2，即 10 % 限值检查电阻值。如果电阻器未通过此限值检查，则电阻在 10 % 公差带以外。触发器模型输出 Limit 2 不合格图案，使组件搬运机将电阻器放入 Limit 2 不合格回收箱（10 % 不合格回收箱）中。

如果电阻器通过 10 % 限值测试，则针对 Limit 3，即 5 % 限值检查电阻值，以此类推。如果电阻器通过所有限值测试，则触发器模型输出全部合格位图案，使组件搬运机将电阻器放入全部合格回收箱。

对于本示例，分派给上限和下限的不合格图案是相同的。因此，不合格回收箱包含在  $R-P\%$  至  $R+P\%$  范围内的值。在本示例中，P 为 20、10、5 或 1。可以为不同的限值分派不同的位图案。

## 触发器模型模板：GradeBinning

触发器模型模板包含组件数量、数字 I/O 和限值的设置。以下命令和表格描述了模板的命令参数。

### SCPI 命令用法：

```
:TRIGger:LOAD "GradeBinning", <components>, <startInLine>, <startDelay>, <endDelay>,
<limit1High>, <limit1Low>, <limit1Pattern>, <allPattern>, <limit2High>,
<limit2Low>, <limit2Pattern>, <limit3High>, <limit3Low>, <limit3Pattern>,
<limit4High>, <limit4Low>, <limit4Pattern>, "<bufferName>"
```

### TSP 命令用法：

```
trigger.model.load("GradeBinning", components, startInLine, startDelay, endDelay,
limit1High, limit1Low, limit1Pattern, allPattern, limit2High, limit2Low,
limit2Pattern, limit3High, limit3Low, limit3Pattern, limit4High, limit4Low,
limit4Pattern, bufferName)
```

### 参数列表

<i>components</i>	100
<i>startInLine</i>	数字 I/O 线路 5
<i>startDelay</i>	100 ms
<i>endDelay</i>	100ms
<i>limit1High</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 20 \%$ , $100+20 \% = 120 \Omega$
<i>limit1Low</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 20 \%$ , $100-20 \% = 80 \Omega$
<i>limit1Pattern</i>	回收箱 1 不合格图案 15: 驱动所有数字 I/O 线路高位 (1111)
<i>allPattern</i>	全部合格图案 4: 驱动线路 3 高位 (0100)
<i>limit2High</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 10 \%$ , $100+10 \% = 110 \Omega$
<i>limit2Low</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 10 \%$ , $100-10 \% = 90 \Omega$
<i>limit2Pattern</i>	回收箱 2 不合格图案 1: 驱动线路 1 高位 (0001)
<i>limit3High</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 5 \%$ , $100+5 \% = 105 \Omega$
<i>limit3Low</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 5 \%$ , $100-5 \% = 95 \Omega$
<i>limit3Pattern</i>	回收箱 3 不合格图案 2: 驱动线路 2 高位 (0010)
<i>limit4High</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 1 \%$ , $100+1 \% = 101 \Omega$
<i>limit4Low</i>	$R = 100 \Omega$ , $P = 1 \%$ , $100-1 \% = 99 \Omega$
<i>limit4Pattern</i>	回收箱 4 不合格图案 3: 驱动线路 1 和 2 高位 (0011)
<i>bufferName</i>	在本示例中，读数缓冲器设为 <i>bufferVar</i>

## 应用概述

对于本应用，您将：

- 重置仪器。
- 选择四线电阻功能。
- 启用偏移补偿。
- 自动调零一次。
- 将数字 I/O 线路 1 至 4 设置为到组件搬运机的输出
- 为触发器模型控制设置数字 I/O 线路 5，检测触发器作为测试开始输入
- 将数字 I/O 线路 6 设置为测试结束输出通知
- 启动 GradeBinning 触发器模型模板
- 在前面板上显示 “Test Completed” 消息



## 使用 SCPI 命令

此序列的 SCPI 命令依据测得的精度将电阻器分级放入回收箱中。

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

**发送下列命令用于此示例应用：**

命令	描述
<pre>*RST :TRAC:MAKE "bufferVar", 1000000 :TRAC:CLE "bufferVar" :SENS:FUNC "FRES" :SENS:FRES:NPLC 1 :SENS:AZER:ONCE :SENS:FRES:OCOM ON :DIGital:LINE1:MODE DIG, OUT :DIG:LINE2:MODE DIG, OUT :DIG:LINE3:MODE DIG, OUT :DIG:LINE4:MODE DIG, OUT :DIG:LINE1:STAT 0 :DIG:LINE2:STAT 0 :DIG:LINE3:STAT 0 :DIG:LINE4:STAT 0 :DIG:LINE5:MODE TRIG, IN :TRIGger:DIG5:IN:EDGE FALL :DIG:LINE6:MODE TRIG, OUT :TRIGger:DIGital6:OUT:LOGic NEG :TRIG:DIG6:OUT:PULSewidth 10e-6 :TRIG:DIG6:OUT:STIMulus NOT1 :TRIGger:LOAD "GradeBinning", 100, 5, .1, .1,   120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105, 95, 2, 101,   99, 3, "bufferVar" INIT *WAI :DISP:SCR USER :DISP:USER1:TEXT "Test Completed"</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将 Model DMM7510 重置到默认设置</li> <li>• 建立一个名为 bufferVar 的缓冲器，容量为 1,000,000 个读数</li> <li>• 清除 bufferVar</li> <li>• 将仪器设为测量 4 线电阻</li> <li>• 将电源线周期数 (NPLC) 设为 1</li> <li>• 启用自动调零一次</li> <li>• 启用偏移补偿以获得更加精确的电阻读数</li> <li>• 将数字 I/O 线路 1 至 4 配置为数字输出；这些线路用于将装箱编码输出到组件搬运机</li> <li>• 将数字 I/O 线路 1 至 4 设为低位</li> <li>• 将数字 I/O 线路 5 配置为触发器输入，以检查测试开始触发器</li> <li>• 将触发器检测器设为检测数字 I/O 线路 5 的下降沿</li> <li>• 将数字 I/O 线路 6 配置为触发器输出，用于发送具有负逻辑的测试结束触发，输出脉冲宽度为 10 μs。</li> <li>• 当 Notify 块生成事件时，触发脉冲发生</li> <li>• 定义 GradeBinning 触发器模型模板</li> <li>• 启动触发器模型</li> <li>• 将前面板显示设为 USER 滑动屏</li> <li>• 当装箱测试完成时显示 “Test Completed”</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

#### 启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

此序列的 TSP 命令将电阻器分级装入已经确定了精度的回收箱。在执行编码之后，数据显示现在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

#### 发送下列命令用于此示例应用：

```
-- Reset the instrument to default settings
reset()
-- Create a user-defined reading buffer that can store up to 1 million readings
bufferVar = buffer.make(1000000)
bufferVar.clear()
--Set the measure function to 4-wire resistance
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
-- Set the number of power line cycles 1 PLC
dmm.measure.nplc = 1
-- Immediately update autozero reference measurements and then disable the autozero
function
dmm.measure.autozero.once()
-- Enable offset compensation for more accurate resistance reading
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
-- Configure digital I/O lines 1 through 4 as digital outputs. These I/O lines are used
to output binning code to component handler
digio.line[1].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[2].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[3].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[4].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
-- Clear digital I/O lines to 0
digio.line[1].state = digio.STATE_LOW
digio.line[2].state = digio.STATE_LOW
digio.line[3].state = digio.STATE_LOW
digio.line[4].state = digio.STATE_LOW
-- Configure digital I/O line 5 as a trigger input used to detect
-- the start-of-test trigger from the component handler
digio.line[5].mode = digio.MODE_TRIGGER_IN
-- Set trigger detector to detect falling edge
trigger.digin[5].edge = trigger.EDGE_FALLING
```

```
-- Configure digital I/O line 6 as a trigger output used to send
-- an end-of-test trigger to the component handler
digio.line[6].mode = digio.MODE_TRIGGER_OUT
-- Output a falling edge trigger
trigger.digout[6].logic = trigger.LOGIC_NEGATIVE
-- Set width of output trigger pulse to 10 us
trigger.digout[6].pulsewidth = 10E-6
-- Trigger pulse is output when the Notify Block generates an event
trigger.digout[6].stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY2
--Load Component Binning trigger model template
trigger.model.load("GradeBinning", 100, 5, .1, .1, 120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105, 95,
  2, 101, 99, 3, bufferVar)
--Initiate trigger model and wait until finished
trigger.model.initiate()
waitcomplete()
--Display on front panel USER swipe screen after binning test completes
display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
display.settext(display.TEXT1, "Test Completed")
```

---

## 使用 TSP-Link 与 Model 3706A-S 集成在一起

### 本节内容：

---

简介 .....	9-1
需要的设备 .....	9-1
设备连接 .....	9-2
集成 Model 3706A-S 测试 .....	9-4

### 简介

本应用示例演示如何配置 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 系统交换机以便通过 TSP-Link 互动。应用在 Model 3706A-S 多个插槽中的多个通道上测量不同类型的信号。

这是一个监视各种信号的常见生产测试系统。这些信号通常通过一台能够适应测试的性能和吞吐量要求的交换机传送。

示例包括：

- 插槽 1 中的 30 个通道，在两个量程测量直流电压
- 插槽 1 中的 10 个通道，测量交流电压
- 插槽 4 中的 20 个通道，测量 4 线电阻

### 需要的设备

此应用需要以下设备：

- 一台 Model DMM7510
- 一台 Model 3706A-S 六插槽系统交换机
- 一个 Model 3721 双 1x20 通道多工卡和一个 Model 3721-ST 螺丝接线端子
- 一个 Model 3724 双 1x30 FET 多工卡和一个 Model 3724-ST 螺丝接线端子
- 要测试的多个器件或组件
- 几根绝缘香蕉电缆（例如 Model DMM7510 随附的 Model 1756 标准测试引线套件）
- 一台为与 Model DMM7510 进行通信而配置的计算机

## 设备连接

在此测试中使用的 Model 3706A-S 包含两个多工卡和螺丝接线端子：

- Model 3721 双 1x20 通道多工卡和 Model 3721-ST 螺丝接线端子（插槽 1）
- Model 3724 双 1x30 FET 多工卡和 Model 3724-ST 螺丝接线端子（插槽 4）

信号线路通过 3706A-S 中的 Model 3721 和 Model 3724 多工卡连接。整个应用通过远程接口使用 TSP 编码运行。有关设置远程通信的信息，请参见[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

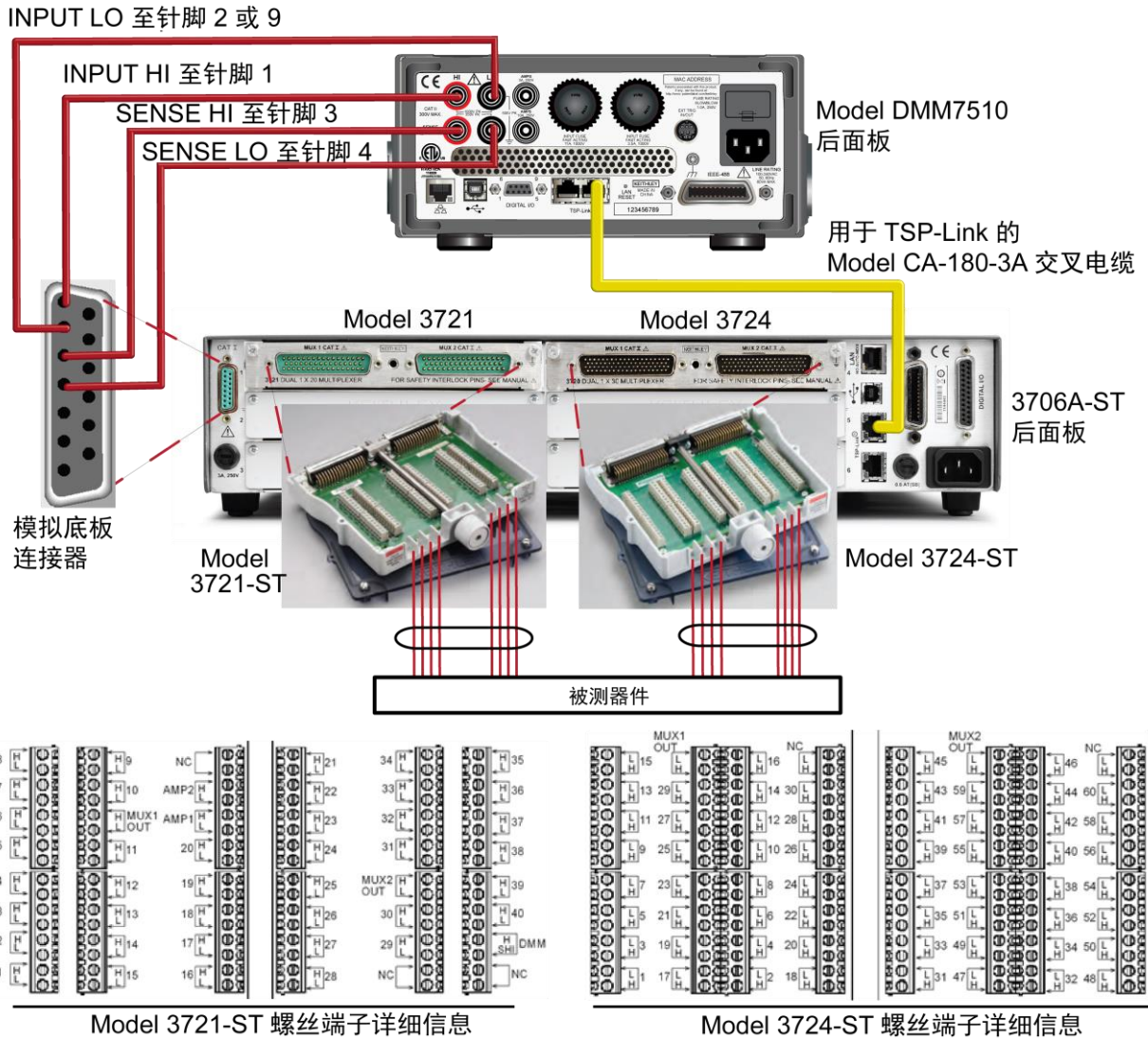
Keithley Instruments TSP-Link® 是一种高速触发器同步和通信总线，测试系统制造商可以使用它以主从配置连接多台仪器。一旦连接，系统中配备有 TSP-Link 的所有仪器均可在一个主控仪器或多个主控仪器的控制下进行编程与操作。这允许仪器更加迅速地运行测试，因为可以将它们从频繁地计算机互动中解放出来。测试系统可以有多个主从分组，这些主从分组可用于并行处理多器件测试。将 TSP-Link 与一个灵活的可编程触发器模型结合在一起可确保速度。

多台仪器可使用 TSP-Link 连接在一起，并且可如同同一物理单元的一部分一样使用它们，同时进行多通道测试。测试系统可扩展到最多包含 32 台启用了 TSP-Link 的仪器。

TSP-Link 功能仅在使用仪器前面板或者 TSP 命令来控制仪器时才可用。如果使用 SCPI 命令，则不可用。

请参阅下图以了解 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 之间的连接。

图 32：Model 3706A-S 集成应用的连接



**警告**

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器通电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

Model DMM7510 仪器的保护地（安全地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能出现危险电压（超过 30 V<sub>rms</sub>）。仪器以任何模式工作时都有可能发生这种情况。为防止 LO 端子上出现危险电压，在应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护地。您可以将 LO 端子连接到前面板上的机壳接地端子或后面板上的机壳接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子之间是相互隔离的。因此，如果您正在使用前面板端子，请将前面板 LO 端子接地。如果您正在使用后面板端子，请将后面板 LO 端子接地。

## 集成 Model 3706A-S 测试

对于本应用, 您将:

- 确保用于 Model 3706A-S 的 TSP-Link 节点设为 1
- 将计算机连接到 Model DMM7510
- 重置仪器。
- 初始化 TSP-Link。
- 配置 Model DMM7510 输入和输出 TSP-Link 触发器。
- 在 Model DMM7510 中创建一个包含直流电压、交流电压和 4 线电阻的测量设置的配置列表。
- 配置 Model 3706A-S 输入和输出 TSP-Link 触发器。
- 在 Model 3706A-S 上创建一个扫描列表。
- 在 Model DMM7510 上创建一个触发器模型, 该模型通过针对通道数量的预定义测量功能与 Model 3706A-S 触发器模型互动。
- 在 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 上启动扫描和测量。

## 在 Model DMM7510 和 Model 3706A-S 上设置 TSP 节点

在执行 TSP 编码之前, 必须在仪器上设置节点并配置 TSP-Link 网络。

**在 Model DMM7510 上设置 TSP-Link:**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Communication**。
3. 选择 **TSP-Link** 选项卡。
4. 将 Node 设为 **2**。
5. 选择 **Initialize**。

**在 Model 3706A-S 上设置 TSP-Link:**

1. 按 **MENU** 键。
2. 使用导航旋钮选择 **TSPLINK**。
3. 使用导航旋钮选择 **NODE**。
4. 使用导航旋钮输入 **1**。
5. 按 **ENTER** 键。
6. 按 **EXIT** 键若干次以退出到主屏幕。

### 注意

来自计算机的通信通过 TSP 节点直接传输到 Model DMM7510。这使 Model DMM7510 成为这个 TSP-Link 网络中的主控设备, 而 Model 3706A-S 成为从属设备。可以将主控设备更改为 Model 3706A-S。然而, 必须修改编码 `tsplink.initialize()` 并将其改为 `tsplink.reset()`。

主控节点不需要 `node[x].` 前缀。如果需要提高程序执行速度, 请在以下 TSP 编码中删除所有主控节点前缀。

## 使用 SCPI

不能以 SCPI 编码复制本示例，因为与 TSP-Link 有关的事件和命令只能通过 TSP 命令语言使用。

然而，可以使用其他仪器触发器接口，例如数字 I/O 或外部触发器 I/O 来代替 TSP-Link 并实现类似的操作。

## 使用 TSP

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

#### 启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

#### 使用 TSP 命令：

```
--Initialize the TSP-Link network, where node 1 is Model 3706A-S and node 2 is Model
DMM7510
tsplink.initialize()
--If the TSP-Link state is not online, print an error message and quit
state = tsplink.state
print(state)
if state ~= "online" then
    print("Error:\n-Check that all instruments have a different node number")
    print("-Check that all instruments are connected correctly\n")
return
end
--Reset both instruments to the default settings
node[1].reset() -- node 1 is Model 3706A-S
node[2].reset() -- node 2 is Model DMM7510
```



```

--[[
Create a configuration list on Model DMM7510 named "myScanConfigList"
Index 1 is DCV 100 mV range, 10 channel
Index 2 is DCV 10 V range, 20 channel
Index 3 is ACV 1 V range, 9 channel
Index 4 is Resistance 4W, 20 channel
]]
node[2].dmm.measure.configlist.create("myScanConfigList")
node[2].dmm.measure.func = node[2].dmm.FUNC_DC_VOLTAGE
node[2].dmm.measure.range = 10
node[2].dmm.measure.nplc = 1
node[2].dmm.measure.configlist.store("myScanConfigList") --index1
node[2].dmm.measure.func = node[2].dmm.FUNC_DC_VOLTAGE
node[2].dmm.measure.range = 1000
node[2].dmm.measure.autozero.enable = node[2].dmm.OFF
node[2].dmm.measure.configlist.store("myScanConfigList") --index2
node[2].dmm.measure.func = node[2].dmm.FUNC_AC_VOLTAGE
node[2].dmm.measure.range = 10
--node[2].dmm.measure.autozero.enable = node[2].dmm.OFF
node[2].dmm.measure.configlist.store("myScanConfigList") --index3
node[2].dmm.measure.func = node[2].dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
node[2].dmm.measure.autorange = dmm.ON
node[2].dmm.measure.autozero.enable = node[2].dmm.OFF
node[2].dmm.measure.configlist.store("myScanConfigList") --index4
--Handshaking between the Model DMM7510 and Model 3706A-S
--Configure Model DMM7510 TSP-Link line 1 to input trigger from Model 3706A-S
node[2].tsplink.line[1].mode = node[2].tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN --input from
    Model 3706A-S
--Configure Model DMM7510 TSP-Link line 2 to output trigger to Model 3706A-S
node[2].tsplink.line[2].mode = node[2].tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN --output to
    Model 3706A-S
--Clear Model DMM7510 TSP-Link event detectors
node[2].trigger.tsplinkin[1].clear()
node[2].trigger.tsplinkin[2].clear()
--Configure Model DMM7510 TSP-Link line 1 input trigger to detect falling edge triggers
node[2].trigger.tsplinkin[1].edge = node[2].trigger.EDGE_FALLING
--Configure Model DMM7510 TSP-Link line 1 output trigger to output negative pulses at
    10 us
--pulse width when NOTIFY1 event is detected
node[2].trigger.tsplinkout[2].logic = node[2].trigger.LOGIC_NEGATIVE
node[2].trigger.tsplinkout[2].pulsewidth = 10e-6
node[2].trigger.tsplinkout[2].stimulus = node[2].trigger.EVENT_NOTIFY1
--Configure Model 3706A-S TSP-Link line 1 to output trigger to Model DMM7510
node[1].tsplink.trigger[1].mode = node[1].tsplink.TRIG_FALLING --output to Model
    DMM7510
--Configure Model 3706A-S TSP-Link line 2 to input trigger from Model DMM7510
node[1].tsplink.trigger[2].mode = node[1].tsplink.TRIG_FALLING --input from Model
    DMM7510
--Clear Model 3706A-S TSP-Link event detectors
node[1].tsplink.trigger[1].clear()
node[1].tsplink.trigger[2].clear()
--Configure scan start stimulus to and input trigger on TSP-Link line 2
node[1].scan.trigger.arm.stimulus = 0
node[1].scan.trigger.channel.stimulus = node[1].tsplink.trigger[2].EVENT_ID
node[1].tsplink.trigger[1].stimulus = node[1].scan.trigger.EVENT_CHANNEL_READY

```

```
node[1].scan.create("")
--Create a scan list
muxChannels = {}
muxChannels[1] = "1001:1020" --DCV 1
muxChannels[2] = "1021:1030" --DCV 2
muxChannels[3] = "1031:1040" --ACV
muxChannels[4] = "4001:4020" --4W RES
muxChannelsCount = {}
lastcount = 0
node[1].channel.setpole("4001:4020", 4)
node[1].channel.setbackplane("1001:1020", "1911")
node[1].channel.setbackplane("1021:1030", "1921")
node[1].channel.setbackplane("1031:1040", "1921")
node[1].channel.setbackplane("slot4", "4911,4922")
--Get channel count for each measurement configuration
for i = 1, table.getn(muxChannels) do
    node[1].scan.add(muxChannels[i])
    muxChannelsCount[i] = node[1].scan.stepcount - lastcount
    lastcount = node[1].scan.stepcount
end
--Define the number of times the scan will run
node[1].scan.scancount = 1
node[1].scan.bypass = node[1].scan.ON
node[1].scan.mode = node[1].scan.MODE_FIXED_ABR
```

```
--Create a Model DMM7510 trigger model that will wait for an input trigger from Model
  3760A-S indicating a channel is closed before making a measurement. An output trigger
  will be sent to the Model 3706A-S from the Model DMM7510 upon completing the measurement
  before closing another the channel
node[2].defbuffer1.capacity = node[1].scan.stepcount

node[2].trigger.model.setblock(1, node[2].trigger.BLOCK_CONFIG_RECALL,
  "myScanConfigList", 1)
node[2].trigger.model.setblock(2, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
  node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(3, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE)
node[2].trigger.model.setblock(4, node[2].trigger.BLOCK_NOTIFY,
  node[2].trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[2].trigger.model.setblock(5, node[2].trigger.BLOCK_BRANCH_COUNTER,
  muxChannelsCount[1], 2)
node[2].trigger.model.setblock(6, node[2].trigger.BLOCK_CONFIG_NEXT,
  "myScanConfigList")
node[2].trigger.model.setblock(7, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
  node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(8, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE)
node[2].trigger.model.setblock(9, node[2].trigger.BLOCK_NOTIFY,
  node[2].trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[2].trigger.model.setblock(10, node[2].trigger.BLOCK_BRANCH_COUNTER,
  muxChannelsCount[2], 7)
node[2].trigger.model.setblock(11, node[2].trigger.BLOCK_CONFIG_NEXT,
  "myScanConfigList")
node[2].trigger.model.setblock(12, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
  node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(13, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE)
node[2].trigger.model.setblock(14, node[2].trigger.BLOCK_NOTIFY,
  node[2].trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[2].trigger.model.setblock(15, node[2].trigger.BLOCK_BRANCH_COUNTER,
  muxChannelsCount[3], 12)
node[2].trigger.model.setblock(16, node[2].trigger.BLOCK_CONFIG_NEXT,
  "myScanConfigList")
node[2].trigger.model.setblock(17, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
  node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(18, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE)
node[2].trigger.model.setblock(19, node[2].trigger.BLOCK_NOTIFY,
  node[2].trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[2].trigger.model.setblock(20, node[2].trigger.BLOCK_BRANCH_COUNTER,
  muxChannelsCount[4], 17)
--Initiate trigger models on both Model 3706A-S and Model DMM7510 and wait until finished
node[2].trigger.model.initiate()
-- To guarantee that the Model DMM7510 trigger model is at WAIT block (block 2)
delay(2)
node[1].scan.background()

waitcomplete()
--Open all channels on slot 1 and 4
node[1].channel.open("slot1, slot4")
```

# 捕捉和分析波形

### 本节内容：

简介 .....	10-1
需要的设备 .....	10-1
设备连接 .....	10-2
测试降压转换器 .....	10-3

## 简介

本应用示例演示如何使用 Model DMM7510 捕捉电压和电流波形。在此应用中，使用数字化电压和数字化电流功能，与波形直接互动。通过前面板触摸屏接口从一个 5 V 降压转换器获取波形。

触摸屏在每秒 1 百万次采样的瞬时信号分析的各种应用中会非常实用。您可以分析从 1 微伏到 1000 伏，最大 350 kHz，或者 1 微安到 10 安，最大 100 kHz 的信号。

## 需要的设备

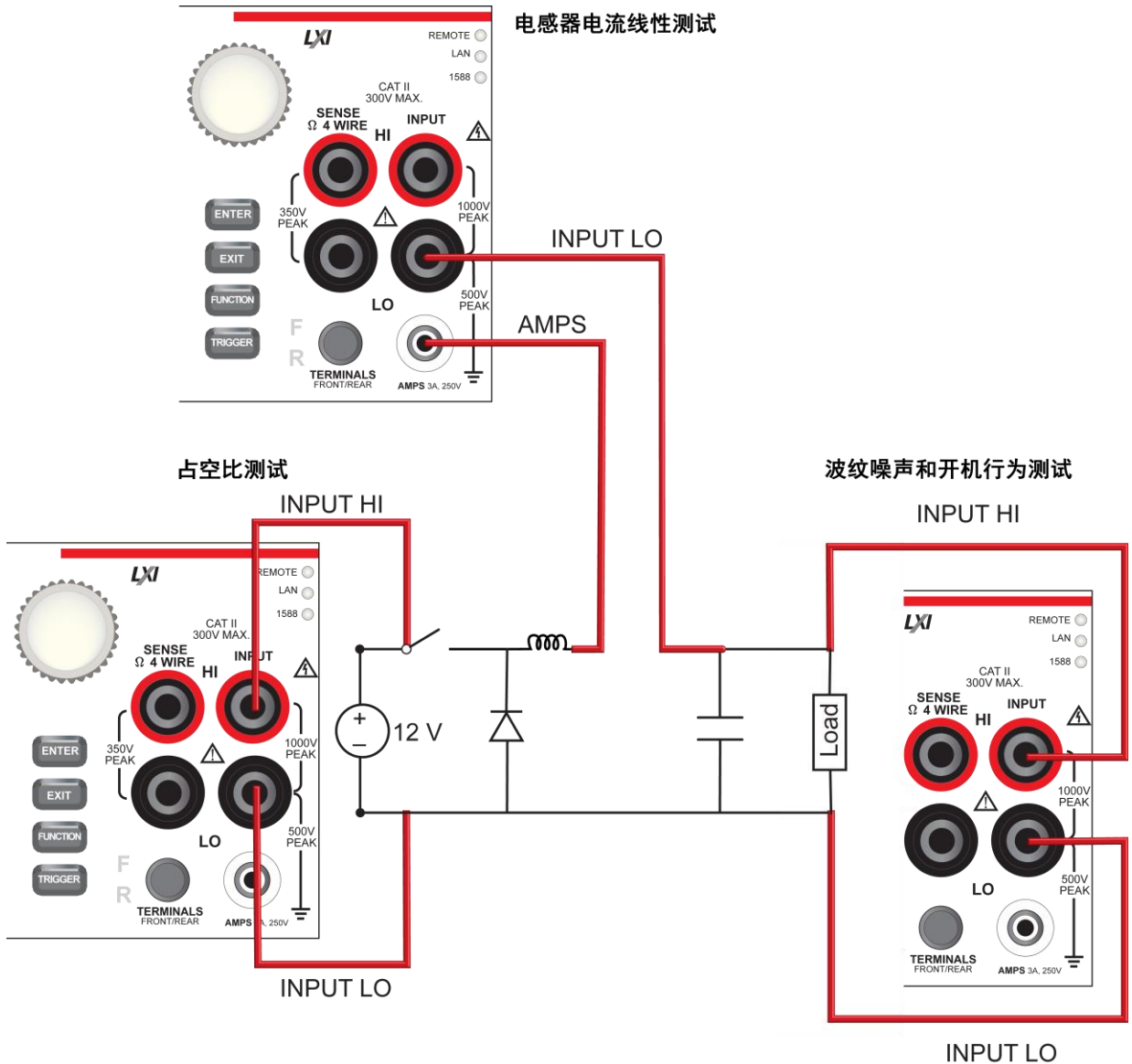
- 一台 Model DMM7510
- 一个电源
- 降压控制器评估板，例如 Texas Instrument LM25088MH-1/NOPB 电流模式非同步降压控制器评估板
- 四根绝缘香蕉电缆，例如 Keithley Instruments Model 1756 标准测试引线套件（Model DMM7510 随附一套两根电缆；需要另外一套引线）
- 用于变化负载应用的电阻器；此处演示的应用使用 3  $\Omega$  至 8  $\Omega$  的电阻器
- 一台为与 Model DMM7510 进行远程通信而配置的计算机

## 设备连接

本应用示例包含四个具有不同连接的测试。下图显示了连接概览。

既可以使用前面板连接，也可以使用后面板连接进行这些测试。检查前面板 TERMINALS 开关以验证仪器设为读取正确的一组端子（对于前面板，F 亮起；对于后面板，R 亮起）。注意，必须使用前部端子或后部端子 — 不能混合连接。

图 33：降压转换器评估板连接 - 概览



## 警告

为了防止电击，测试连接的配置必须保证用户不能接触测试引线或与导线接触的任何被测器件 (DUT)。一种良好的习惯是在仪器加电之前先将仪器与 DUT 断开。安全安装需要使用适当的屏蔽罩、障碍物和接地，防止接触测试引线。

Model DMM7510 仪器的保护地（安全地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能出现危险电压（超过 30 V<sub>rms</sub>）。仪器以任何模式工作时都有可能发生这种情况。为防止 LO 端子上出现危险电压，在应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护地。您可以将 LO 端子连接到前面板上的机壳接地端子或后面板上的机壳接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子之间是相互隔离的。因此，如果您正在使用前面板端子，请将前面板 LO 端子接地。如果您正在使用后面板端子，请将后面板 LO 端子接地。

## 测试降压转换器

降压转换器是一种高效率开关模式直流至直流降压转换器。它在一个电感器中以磁场的形式存储能量。在打开状态下，开关是闭合的，输入电压对电感器充电。在关闭状态，开关是打开的，电感器以经过负载的电流形式释放储存的能量。测试降压转换器所涉及的某些重要测量包括：

- 输出电压上的波纹噪声
- 来自开关节点电压的占空比
- 具有变化负载的电感器电流线性
- 加电启动行为

以下测试将使用 Texas Instruments LM25088 评估板 (EVM) 来演示 Model DMM7510 的数字化功能。LM25088 评估板实际是被改造后而实现 50 kHz 开关频率。后续的所有测试都使用 12 V 输入电压。

因为 LM25088 的最大输出电流为 3 A，可以使用不同的电阻负载来实现各种各样的负载效果，如以下测试所示。

### 输出电压上的波纹噪声

本测试测量在降压转换器评估板的输出端子上捕捉的波纹电压。

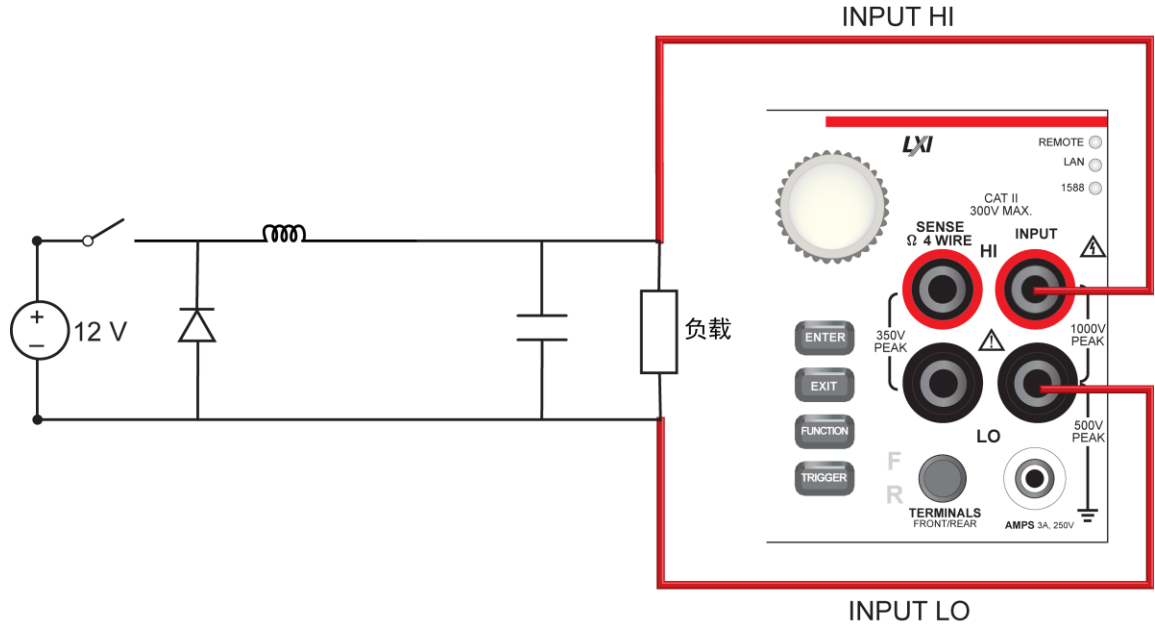
对于该测试，您将：

- 将 3 Ω 负载电阻器连接到降压转换器的输出端子
- 将测试引线连接到降压转换器的输出端子
- 向降压转换器的输入端子供应 12 V 电压
- 重置仪器
- 选择数字化电压功能，并将采样速率设为每秒 1 百万次，样本计数为 100
- 在 Graph 滑动屏上查看数据
- 开启水平光标以测量电压波纹幅度

### 设备连接

下图显示了波纹噪声测试的连接。

图 34：测量输出电压上的波纹噪声的设备连接

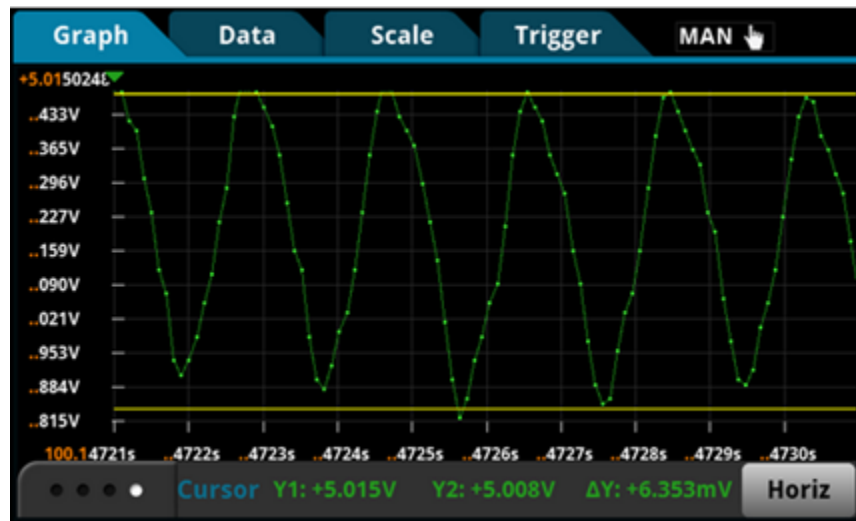


## 使用前面板运行测试

### 使用前面板运行测试：

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 **FUNCTIONS** 滑动屏上选择 **Digi V** 以选择数字化电压测量功能。
3. 滑动以显示 **SETTINGS** 滑动屏。
4. 将采样速率设为 **1,000,000**。
5. 将 **Count** 设为 **100**。
6. 滑动以显示 **GRAPH** 滑动屏。
7. 选择滑动屏右上角的图表图标以打开 **Graph** 屏幕。
8. 要分析电压波纹峰-峰值，滑动图表屏幕底部，直到显示 **Cursor Enable** 按钮。
9. 选择 **Cursor Enable** 按钮，直到显示 **Horiz**。水平光标显示。
10. 在图表上按住并移动黄色的水平光标线以测量峰峰波纹幅度。
11.  $\Delta Y$  值显示在图表滑动栏上。

图 35：波纹噪声测试的结果





## 使用 SCPI 命令

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

**发送以下命令：**

命令	描述
<pre>*RST :SENS:DIG:FUNC "VOLT" :SENS:DIG:VOLT:RANG 10 :SENS:DIG:VOLT:INP AUTO :SENS:DIG:VOLT:SRATE 1000000 :SENS:DIG:VOLT:APER AUTO :SENS:DIG:COUN 100 :TRAC:POIN 100 :TRAC:CLE :TRAC:TRIG:DIG :TRAC:DATA?1, 100, "defbuffer1", READ :TRAC:DATA?1, 100, "defbuffer1", REL</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置 Model DMM7510。</li> <li>• 将仪器设为测量数字化电压。</li> <li>• 将量程设为 10 V。</li> <li>• 将输入阻抗设为 10 GΩ。</li> <li>• 将采样速率设为 1e6。</li> <li>• 启用自动设置隙宽时间。</li> <li>• 将样本计数设为 100。</li> <li>• 将 defbuffer1 设为存储 100 个点。</li> <li>• 清除 defbuffer1。</li> <li>• 数字化信号。</li> <li>• 从 defbuffer1 读取前 100 个测量结果和相关的时戳值。</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

**启用 TSP 命令：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

**发送以下命令：**

```

--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.aperture = 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)
defbuffer1.capacity = numofsamples
--Clear buffer
defbuffer1.clear()
--Make sure your signal is connected to the DMM.Digitize now.
dmm.digitize.read()

--Print the digitized readings
if defbuffer1.n > 0 then
  print("Ripple Voltage:")
  print("Total Count:", defbuffer1.n)
  printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1)
  print("Timestamps:")
  printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1.relativetimestamps)
else
  print("No data collected")
end
print("Test Ended")

```

**来自开关节点电压的占空比**

开关占空比确定输出电压与输入电压之比，如以下等式所示：

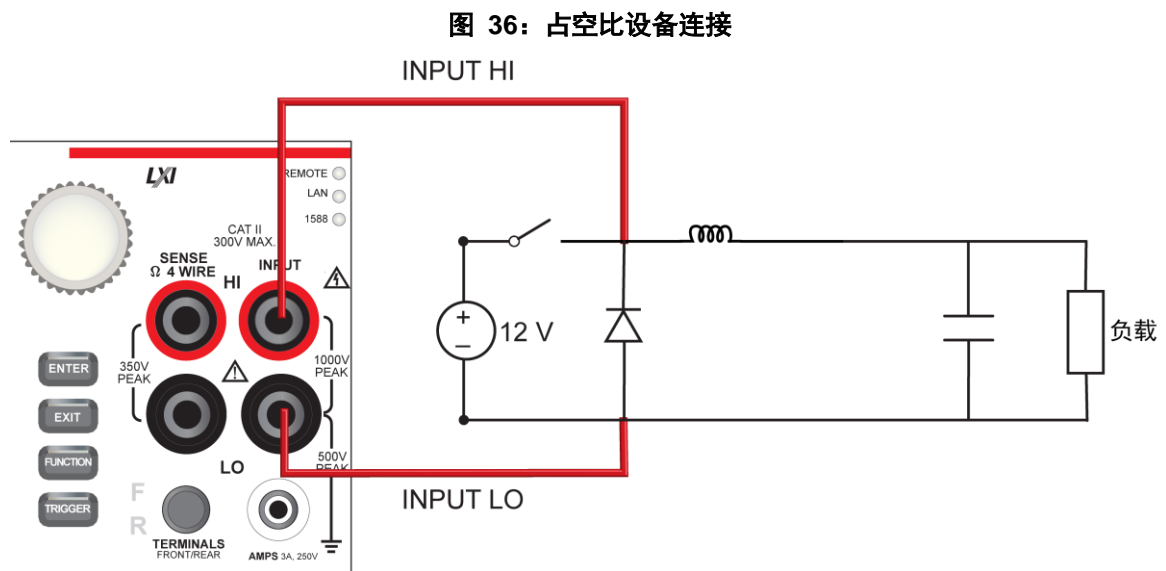
$$\text{占空百分比} = \frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}} \times 100\%$$

对于该测试，您将：

- 将 3 Ω 负载电阻器连接到降压转换器的输出端子
- 将一根测试引线连接到降压转换器的开关节点电压
- 将另一根测试引线连接到降压转换器的地线
- 向降压转换器的输入端子供应 12 V 输入电压
- 重置仪器
- 选择数字化电压功能，并将采样速率设为每秒 1 百万次，样本计数为 100
- 在 Graph 滑动屏上查看数据
- 开启垂直水平光标以计算占空百分比

## 设备连接

下图显示了占空比测试的连接。



## 使用前面板运行测试

### 从前面板运行占空比测试

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 **FUNCTIONS** 滑动屏上选择 **Digi V** 以选择数字化电压功能。
3. 滑动以显示 **SETTINGS** 滑动屏。
4. 将采样速率设为 **1,000,000**。
5. 将 **Count** 设为 **100**。
6. 滑动到 **GRAPH** 滑动屏。
7. 选择滑动栏右上角的图表图标以查看 **Graph** 全屏幕。
8. 滑动图表屏幕的底部，直到显示 **Cursor Enable** 按钮。
9. 选择按钮，直到显示 **Vert**，以显示垂直光标。
10. 在图表上按住红色的垂直光标线以将它们移到高位时间变化和一次循环的高位变化。变化作为  $\Delta X$  显示在屏幕的底部。

### 测试结果

前面板图表将显示与下图类似的结果。

图 37：占空比 2

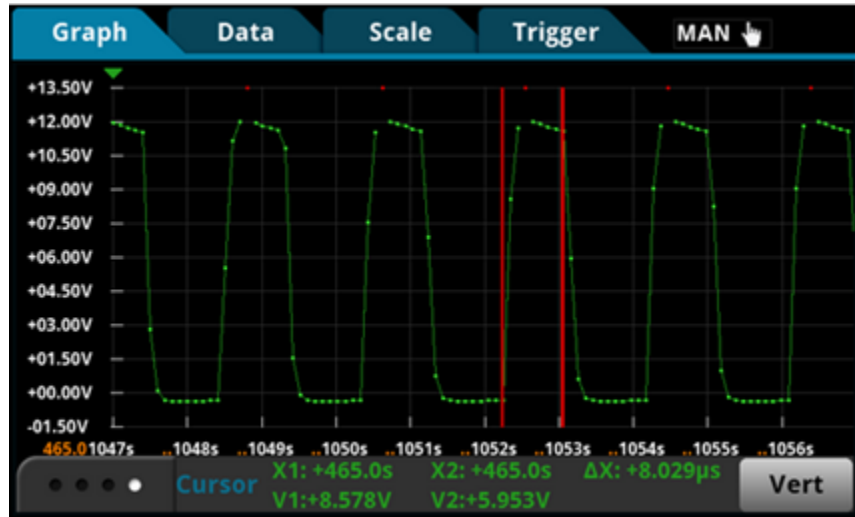
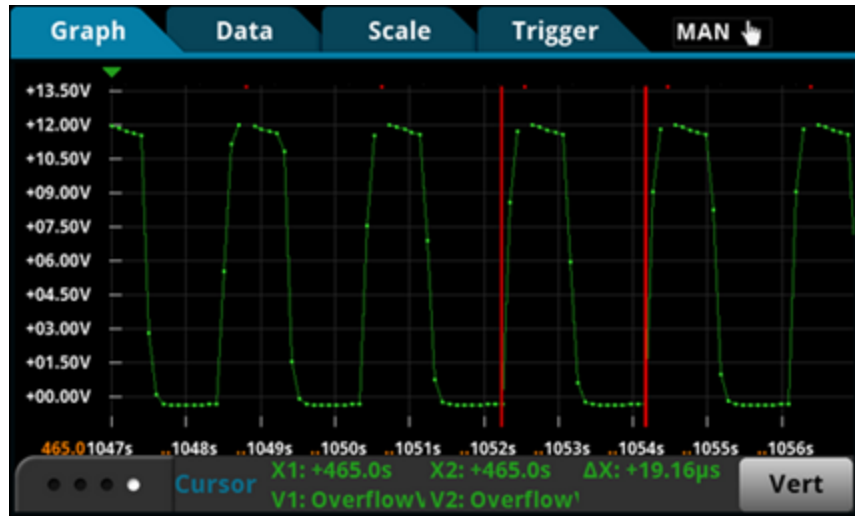


图 38：占空比 3

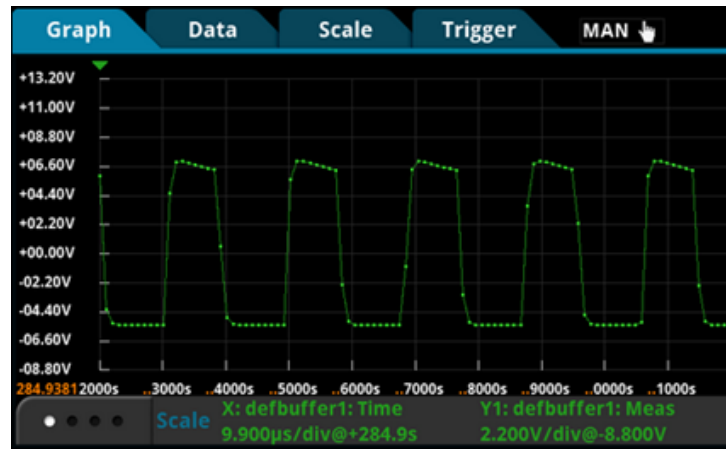


- $\Delta\text{high} = 8.029 \mu\text{s}$
- $\Delta\text{period} = 19.16 \mu\text{s}$
- 占空比 =  $8.029 \mu\text{s} / 19.16 \mu\text{s} = 40 \%$
- 预期输出 = 占空比  $\times$  输入 =  $40 \% \times 12 \text{ V} = 5 \text{ V}$

### 注意

图中的红点表示溢流状况，之所以发生这种情况是因为 12 V 测量超出了 10 V 量程。代替将量程增加到 100 V，这样会将模拟带宽减小到 6 kHz，可以将信号耦合更改为交流以保持带宽的完整性。请参阅以下交流耦合波形的屏幕截图。

图 39：交流信号耦合图



### 使用 SCPI 或 TSP 命令

使用针对输出电压上的波纹噪声测试的命令序列来获取开关电压波形。请参阅[输出电压上的波纹噪声](#)（第 10-3 页）。

### 具有变化负载的电感器电流线性

电感器电流是一种线性三角波形，幅度随输出端子的负载而变化。当能量存储到电感器中时，电流线性增大，当能量从电感器中释放时，电流减小。三角波形斜率的任何非线性都表示电感器饱和，这可能是输出过载造成的。

对于本测试，您将：

- 将  $3 \Omega$  负载电阻器连接到降压转换器的输出端子
- 将测试引线连接到降压转换器的输出端子
- 向降压转换器的输入端子供应 12 V 电压
- 重置仪器
- 选择数字化电流功能，并将采样速率设为每秒 50 万次
- 将样本计数设为 50
- 显示图表
- 用  $4 \Omega$  和  $8 \Omega$  电阻负载重复这些步骤，以查看电感器电流的变化

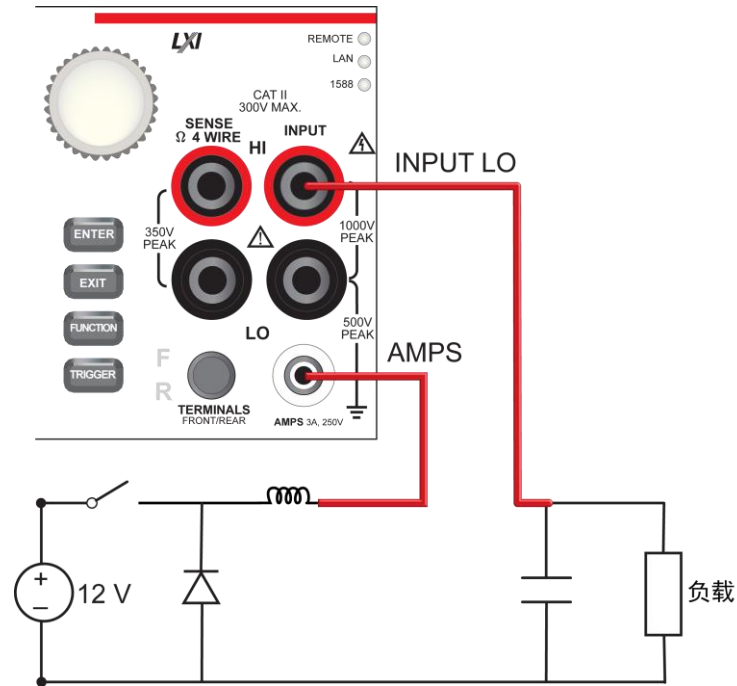
## 电感器电流测量设备连接

如下图所示连接测试引线。

既可以使用前面板输入，也可以使用后面板输入。确保正确设定了前面板 TERMINALS 按钮（对于前面板，显示 **F**；对于后面板，显示 **R**）。注意，必须使用前部端子或后部端子 — 不能混合连接。

前面板和后面板连接都为安全型香蕉插头座。可以使用两根绝缘香蕉电缆（例如，Keithley Instruments Model 1756 标准测试引线套件包含的引线）进行这些连接。

图 40：电感器电流线性测试连接



## 使用前面板运行测试

### 从前面板运行电感器电流线性测试

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 FUNCTIONS 滑动屏上选择 **Digi I** 以选择数字化电流功能。
3. 滑动到 SETTINGS 滑动屏。
4. 将采样速率设为 **500,000**。
5. 将 Count 设为 **50**。
6. 按 **MENU** 键。
7. 选择 Graph 以查看图表。

### 电感器电流线性结果

前面板图表显示与下图类似的结果。

图 41：3 欧姆时的电感器电流线性结果

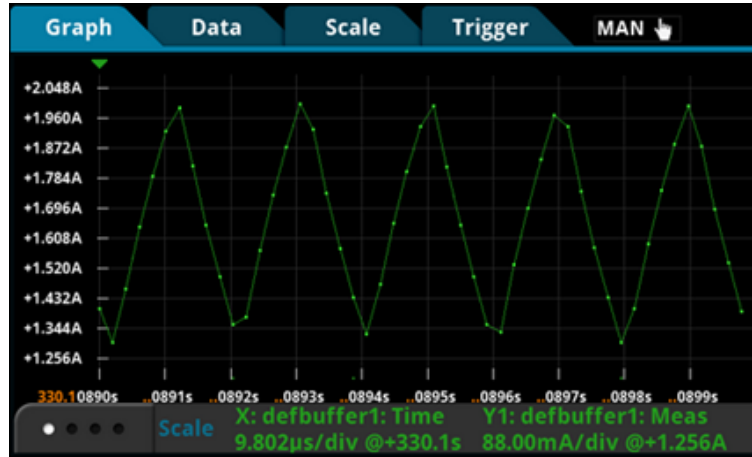


图 42：4 欧姆时的电感器电流线性结果

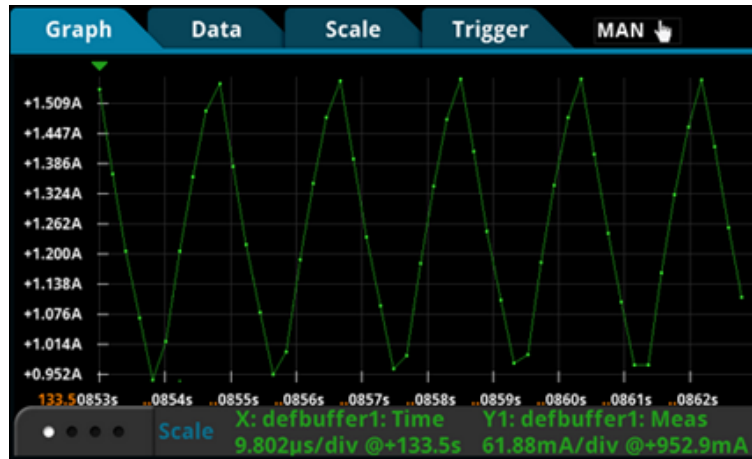
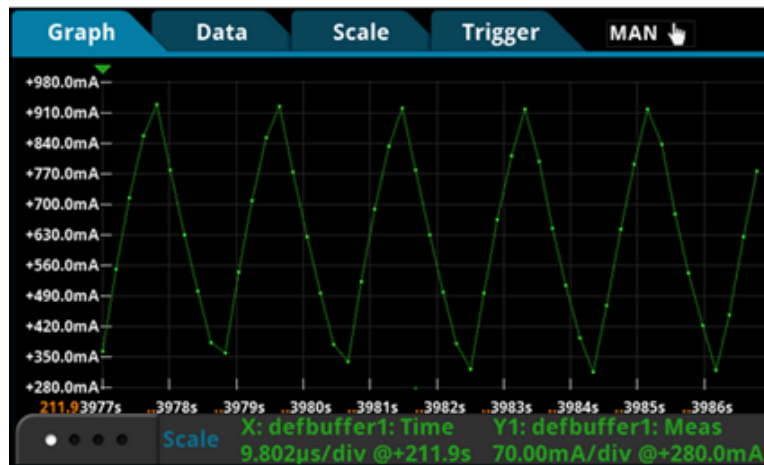


图 43：8 欧姆时的电感器电流线性结果



## 使用 SCPI 命令

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

**发送以下命令：**

命令	描述
<pre>*RST :SENS:DIG:FUNC "CURR" :SENS:DIG:VOLT:RANG 1 :SENS:DIG:VOLT:SRATE 500e3 :SENS:DIG:VOLT:APER AUTO :SENS:DIG:COUN 50 :TRAC:POIN 50 :TRAC:CLE :TRAC:TRIG:DIG :TRAC:DATA?1, 50, "defbuffer1", READ :TRAC:DATA?1, 50, "defbuffer1", REL</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>重置 Model DMM7510。</li> <li>将仪器设为测量数字化电流。</li> <li>将量程设为 1 A。</li> <li>将采样速率设为 500,000。</li> <li>启用自动设置隙宽时间。</li> <li>将样本计数设为 50。</li> <li>将 defbuffer1 设为存储 50 个点。</li> <li>清除 defbuffer1。</li> <li>进行数字化测量。</li> <li>从缓冲器获取读数。</li> <li>从缓冲器获取相关时间戳。</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

**启用 TSP 命令：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set, 选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。



**发送以下命令：**

```
--Reset the instrument to default settings
reset()
--Create a local variable to store the number of samples
numofsamples=50
--Set DMM function to digitize current to capture the inductor current
dmm.digitize.func = dmm.FUNC_DIGITIZE_CURRENT
--Current range must be fixed when using digitize current
dmm.digitize.range = 1
--Set the sample rate to 500 ksamples per second to sample a 50 kHz current waveform
dmm.digitize.samplerate = 500e3
--Set the aperture to auto to get the highest accuracy measurement for the sampling rate
  configured
dmm.digitize.aperture = dmm.APERTURE_AUTO
--Set the sample count to the number of samples to capture about 5 ripples
dmm.digitize.count = numofsamples
--Clear buffer
defbuffer1.clear()
--Make sure your signal is connected to the DMM.Digitize now...
dmm.digitize.read()

if defbuffer1.n > 0 then
  print("Digitize Current:")
  print("Total Number of readings:", defbuffer1.n)
  printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1)
  print("Timestamps:")
  printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1.relativetimestamps)
else
  print("No data collected")
end
print("Test Ended")
```

## 加电启动行为

可以使用 Model DMM7510 来捕捉降压转换器的启动行为。启动检测可确保设备在合理的时间内启动而没有任何意外的干扰或脉冲。您可以通过使用 Model DMM7510 的模拟触发器功能来捕捉异步加电事件。

对于本测试，您将：

- 将 4 Ω 负载电阻器连接到降压转换器的输出端子
- 将测试引线连接到降压转换器的输出端子
- 重置仪器
- 选择数字化电压功能，并将采样速率设为每秒 100 万次
- 将采样计数设为 10,000 以持续监视 10 ms 的启动事件
- 在仪器的前面板上，打开 Graph 屏幕并将图表比例选项 X-axis Method 设为 All
- 设置脉冲沿触发器电平和位置
- 运行触发器模型以捕捉电压波形
- 向降压转换器的输入端子供应 12 V 输入电压

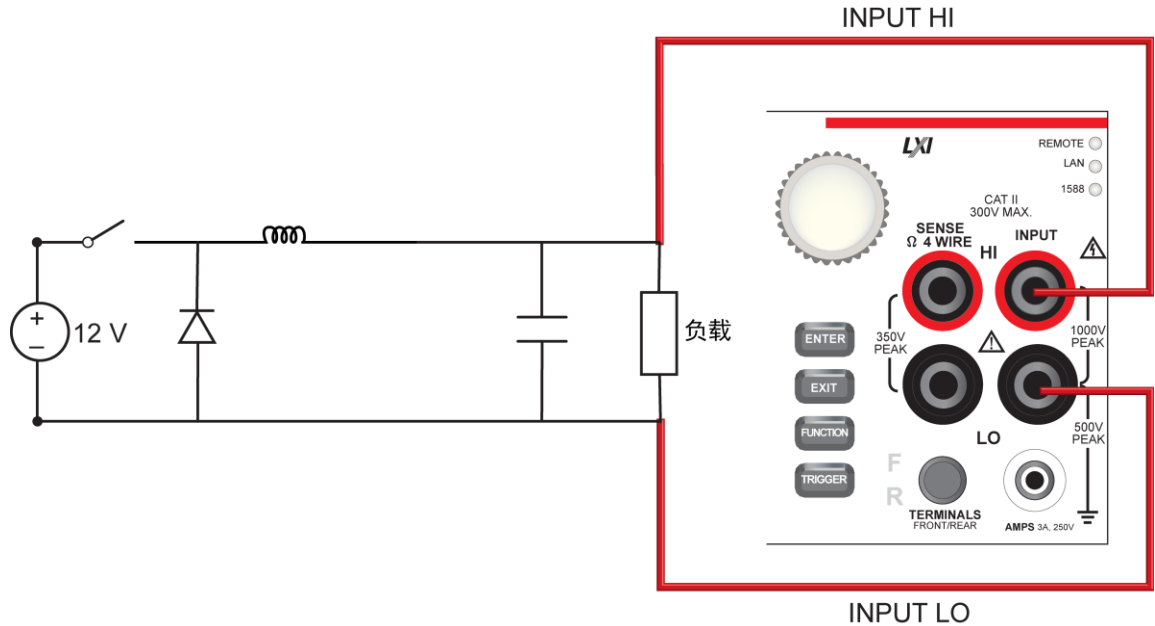
### 设备连接

如下图所示连接测试引线。

既可以使用前面板输入，也可以使用后面板输入。确保正确设定了前面板 TERMINALS 按钮（对于前面板，显示 F；对于后面板，显示 R）。注意，必须使用前部端子或后部端子 — 不能混合连接。

前面板和后面板连接都为安全型香蕉插头座。可以使用两根绝缘香蕉电缆（例如，Keithley Instruments Model 1756 标准测试引线套件包含的引线）进行这些连接。

图 44：加电启动行为测试连接



## 使用前面板运行测试

### 设置数字化功能：

1. 按前面板上的 **POWER** 按钮开启仪器。
2. 在 **FUNCTIONS** 滑动屏上选择 **Digi V** 以选择数字化电压功能。
3. 滑动以显示 **SETTINGS** 滑动屏。
4. 将采样速率设为 **1,000,000**。
5. 将 **Count** 设为 **1**。
6. 按 **MENU** 键。
7. 选择 **Reading Buffers**。
8. 将 **Capacity** 设为 **10,000**。

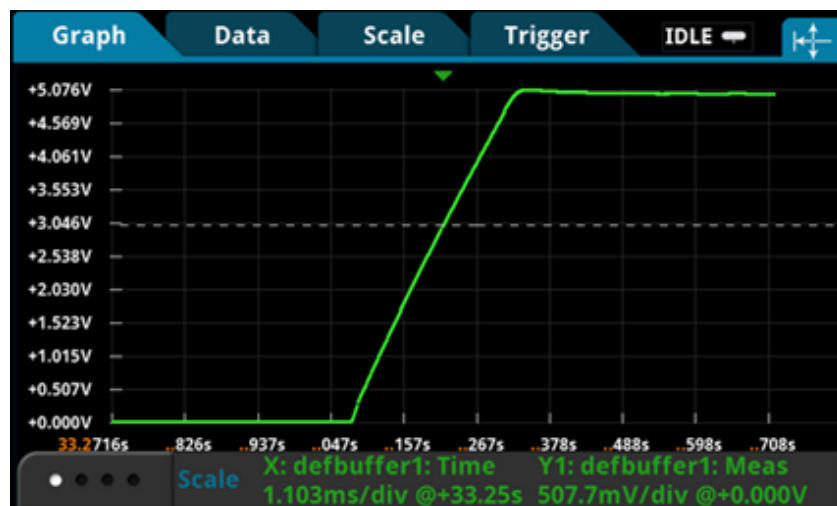
### 设置触发：

1. 按 **MENU** 键。
2. 选择 **Graph**。
3. 选择 **Scale** 选项卡。
4. 将 **X-Axis Method** 设为 **All**。
5. 选择 **Trigger** 选项卡。
6. 将 **Source Event** 设为 **Waveform**。
7. 选择 **Analog Edge**。
8. 将 **Level** 设为 **3V**。
9. 对于预触发位置，将 **Position** 设为 **50%**。
10. 选择 **Graph** 选项卡以查看图表。
11. 要开始捕捉降压转换器加电启动行为，请按前面板上的 **TRIGGER** 键。预触发数据显示在图表上。
12. 从电源开启 **12 V** 输出。

## 测试结果

前面板图表将显示与下图类似的结果。

图 45：加电测试结果



## 使用 SCPI 命令

您可能需要进行变更，使这个编码在您的编程环境中运行。

**发送以下命令：**

命令	描述
<pre>*RST :SENS:DIG:FUNC "VOLT" :SENS:DIG:VOLT:RANG 10 :SENS:DIG:VOLT:INP AUTO :SENS:DIG:VOLT:SRATE 1e6 :SENS:DIG:VOLT:APER AUTO :SENS:DIG:COUN 1 :TRAC:POIN 10000 :TRAC:CLE :SENS:DIG:VOLT:ATR:MODE EDGE :SENS:DIG:VOLT:ATR:EDGE:SLOPe RIS :SENS:DIG:VOLT:ATR:EDGE:LEV 3 :TRIG:BLOC:DIG 1, "defbuffer1", INF :TRIG:BLOC:WAIT 2, ATR :TRIG:BLOC:DIG 3, "defbuffer1", 5000 INIT *WAI :TRAC:DATA?1, 100, "defbuffer1", READ :TRAC:DATA?1, 100, "defbuffer1", REL</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置 Model DMM7510。</li> <li>• 将仪器设为测量数字化电压。</li> <li>• 将量程设为 10 V。</li> <li>• 将输入阻抗设为 10 GΩ、10 V。</li> <li>• 将采样速率设为 1,000,000。</li> <li>• 启用自动设置隙宽时间。</li> <li>• 将样本计数设为 1（可选）。</li> <li>• 将 defbuffer1 设为存储 10,000 个点。</li> <li>• 清除 defbuffer1。</li> <li>• 启用模拟脉冲沿触发。</li> <li>• 将脉冲沿触发设为上升沿。</li> <li>• 将脉冲沿触发电平设为 3 V。</li> <li>• 设置一个触发器模型，使其在等待脉冲沿触发事件时无限期地数字化电压并数字化 50% 后触发读数。</li> <li>• 启动触发器模型。</li> <li>• 等待触发器模型完成。</li> <li>• 从缓冲器获取读数。</li> <li>• 从缓冲器获取相关时间戳。</li> </ul>

## 使用 TSP 命令

### 注意

下列 TSP 编码设计用于通过美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司 Test Script Builder (TSB) 运行。TSB 是一款可从美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站获取的软件工具。您可以安装并使用 TSB 来为已启用 TSP 功能的仪器编写代码和开发脚本。TSB 联机帮助和《Model DMM7510 参考手册》中的“TSB 操作简介”提供了有关如何使用 TSB 的信息。

要使用其他编程环境，可能需要更改该 TSP 示例代码。

默认情况下，Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令之前，必须选择 TSP 命令集。

**启用 TSP 命令：**

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 对于 Command Set，选择 **TSP**。
4. 在提示重新启动时，选择 **Yes**。

**发送以下命令：**

```
--Reset the instrument to default settings
reset()
--Create a local variable to store the number of samples
numofsamples = 10000
--Set the measure function to digitize voltage to capture the power-up behavior
dmm.digitize.func = dmm.FUNC_DIGITIZE_VOLTAGE
--Voltage range must be fixed when using digitize voltage
dmm.digitize.range = 10
--Set the sample rate to 1 Msample per second to capture any small glitch
dmm.digitize.samplerate = 1e6
--Set aperture to auto to get the highest accuracy measurement for the sampling rate
  configured
dmm.digitize.aperture = dmm.APERTURE_AUTO
--Changing count is optional.The reading buffer capacity determines the actual count.
dmm.digitize.count = 1
--Set the input impedance to auto so it selects 10 G for the 10 V range
dmm.digitize.inputimpedance = dmm.IMPEDANCE_AUTO
--Set the buffer size to the number of samples to capture both pre and post triggered
  data
defbuffer1.capacity = numofsamples
--Clear buffer
defbuffer1.clear()
--Select analog edge trigger to capture the power-up behavior
dmm.digitize.analogtrigger.mode = dmm.MODE_EDGE
--Set edge slope to detect a rising edge
dmm.digitize.analogtrigger.edge.slope = dmm.SLOPE_RISING
--Set edge level trigger to 3 V for the 5 V steady-state output
dmm.digitize.analogtrigger.edge.level = 3

--Define a trigger model that will capture 50% pre and 50% post triggered data
trigger.model.setblock(1,trigger.BLOCK_DIGITIZE, defbuffer1, trigger.COUNT_INFINITE)
trigger.model.setblock(2,trigger.BLOCK_WAIT, trigger.EVENT_ANALOGTRIGGER)
trigger.model.setblock(3,trigger.BLOCK_DIGITIZE, defbuffer1, numofsamples/2)

trigger.model.initiate()
--Waits for the trigger model to finish collecting data before proceeding
waitcomplete()

print("test ended")
```

### 本节内容：

关于本节 .....	11-1
在哪里可以找到更新的驱动程序? .....	11-1
有能够帮助我开始的任何软件吗? .....	11-2
如何升级固件? .....	11-2
什么 Model DMM7510 无法读取我的 U 盘? .....	11-2
如何更改命令集? .....	11-3
如何保存仪器的当前状态? .....	11-4
我的设置为什么发生了变化? .....	11-4
有哪些快速设置选项? .....	11-5

## 关于本节

本节帮助您查找 Model DMM7510 仪器所遇到的常见问题的解答。

## 在哪里可以找到更新的驱动程序?

如需最新驱动程序和其他支持信息，请参见美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站。

**要查看您的仪器有哪些可用的驱动程序：**

1. 访问[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司支持网站](http://www.keithley.com.cn/support) (<http://www.keithley.com.cn/support>)。
2. 输入您仪器的型号。
3. 从列表选择 **Software Driver**。

### 注意

如果您使用本地 LabVIEW™ 或 IVI 驱动程序，则必须将 Model DMM7510 配置为使用 SCPI 命令集。有关更改命令集的信息，请参阅[如何更改命令集?](#) (第 11-3 页)

## 有能够帮助我开始的任何软件吗？

有。美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司提供 Keithley Instruments KickStart 和 Keithley Instruments TestScript Builder 来帮助您开始使用 Model DMM7510。

Keithley Instruments KickStart 是一款让您能够设置您的仪器并运行测试而不使用任何编程语言的软件程序。

Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 是一款在您使用 Test Script Processor (TSP®) 脚本引擎时简化测试脚本建立过程的软件工具。

在[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站 \(http://www.keithley.com.cn\)](http://www.keithley.com.cn) 上提供了这两款软件。

## 如何升级固件？



**小心**

在完成升级过程之前，切勿关闭电源或拔下 U 盘。

**注意**

可以从前面板或虚拟前面板升级或降级固件。请参阅“使用 Model DMM7510 虚拟前面板”以了解更多信息。

*从前面板或虚拟前面板：*

1. 将固件文件 (.upg file) 复制到 U 盘。
2. 确认固件文件位于 U 盘的根目录中，并且是该位置的唯一固件文件。
3. 断开连接到仪器的任何端子。
4. 打开仪器电源。
5. 将 U 盘插入到仪器前面板上的 USB 端口。
6. 在仪器前面板上按 **MENU** 键。
7. 在 System 下面选择 **Info/Manage**。
8. 要更新至较新版本的固件，选择 **Upgrade to New**。
9. 要返回上一个固件版本，选择 **Downgrade to Older**。
10. 如果仪器使用远程控制，则会显示一条消息。选择 **Yes** 以继续。
11. 完成升级后，重启仪器。

升级进行时会显示一条消息。

在[美国吉时利仪器 \(Keithley Instruments\) 公司网站 \(http://www.keithley.com.cn\)](http://www.keithley.com.cn) 上提供了升级文件。

## 什么 Model DMM7510 无法读取我的 U 盘？

确认 U 盘已格式化为 FAT 文件系统。Model DMM7510 仅支持 FAT 驱动器。

在 Microsoft® Windows® 中，可以通过查看 U 盘的属性来查看文件系统。

## 如何更改命令集？

可以更改用于 Model DMM7510 的命令集。可用的远程命令集包括：

- SCPI：一种基于 SCPI 标准构建的仪器专用语言。
- TSP：一种脚本编程语言，包含可从单独仪器执行的因仪器而异的控制命令。可以使用 TSP 发送单独的命令或将多条命令合并为脚本。

您无法合并多个命令集。

### 注意

美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的 Model DMM7510 在出厂时设为使用 Model DMM7510 SCPI 命令集。

#### 使用前面板设置命令集：

1. 按 **MENU** 键。
2. 在 System 下面选择 **Settings**。
3. 选择 Command Set 旁边的按钮。
4. 选择命令集。
5. 系统会提示您重启仪器。

#### 从远程接口验证选择了哪个命令集：

发送命令：

```
*LANG?
```

#### 如何通过远程界面更改 SCPI 命令集：

发送命令：

```
*LANG SCPI
```

重启仪器。

#### 如何通过远程界面更改 TSP 命令集：

发送命令：

```
*LANG TSP
```

重启仪器。



## 如何保存仪器的当前状态？

您可以使用前面板菜单或通过远程接口，将仪器中的设置保存为一个脚本。在保存脚本后，您可以调用脚本或将其复制到 U 盘中。

### 通过前面板：

1. 将 Model DMM7510 配置为想要保存的设置。
2. 按 **MENU** 键。
3. 在 **Scripts** 下面选择 **Create Setup**。将显示 CREATE SETUP 窗口。
4. 选择 **Create**。显示键盘。
5. 使用键盘输入脚本名称。
6. 选择所显示键盘上的 **OK** 按钮。脚本已添加到内部存储器中。

### 使用 SCPI 命令：

将仪器配置为您需要保存的设置。要保存设置，发送命令：

```
*SAV <n>
```

其中 <n> 是 0 到 4 之间的整数。

## 注意

在前面板脚本菜单中，用 \*SAV 命令保存的设置的名称为 Setup0x，其中 x 是您为 <n> 设定的值。

### 使用 TSP 命令：

将仪器配置为您需要保存的设置。要保存设置，发送命令：

```
createconfigscript("setupName")
```

其中 *setupName* 是将要创建的设置脚本的名称。

## 我的设置为什么发生了变化？

Model DMM7510 仪器中的许多命令会跟随所设定的测量功能而保存下来。例如，假设您将测量功能设为电流，并为显示位数设置了一个数值。在将测量功能更改为电压时，显示位数值将更改为最后为电压测量功能设置的数值。在恢复为电流测量功能时，显示位数值也将恢复为之前设置的数值。

## 有哪些快速设置选项？

**QUICKSET** 键打开一个提供功能选择、性能调整和快速设置入口的屏幕。

Quickset 菜单中的 Function 按钮让您能够选择测量功能。选项与您使用前面板上的 **FUNCTION** 键得到的选项相同。

Performance 滑块允许您调整速度和分辨率。随着速度的提高，分辨率会下降。随着分辨率的提高，读数速度会下降。这些设置在进行下一次测量时生效。

Quick Setups 让您能够设置 Voltage Waveform、Current Waveform、Interval Measure 或 External Scan 应用。



#### 本节内容：

Model DMM7510 的其他信息 ..... 12-1

## Model DMM7510 的其他信息

本手册为您提供了在各类应用中使用新的 Model DMM7510 7½ 数字图形采样万用表所需的入门信息。更详细的信息，请参阅美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司的《Model DMM7510 参考手册》。有关相关文档、软件工具和驱动程序，请参见 *Model DMM7510 7½ 数字图形采样万用表产品信息 CD-ROM*。

另请参见美国吉时利仪器 (Keithley Instruments) 公司网站 [www.keithley.com.cn](http://www.keithley.com.cn) (<http://www.keithley.com.cn/support>) 以获得有关仪器的支持和其他信息。在网站中，您可以访问：

- Knowledge Center (知识中心)，包含下列手册：
  - *The Low Level Measurements Handbook (低电平测量手册) : Precision DC Current, Voltage, and Resistance Measurements (低电平测量手册：精度直流电流、电压和电阻测量)*
  - *Switching Handbook (切换手册) : A Guide to Signal Switching in Automated Test Systems (切换手册：自动测试系统信号切换指南)*
- 应用说明
- 更新的驱动程序
- 关于相关产品的信息

您当地的现场应用工程师可帮助您进行产品选择、配置和使用。联系信息请查阅网站。



## M

MENU 键 • 2-12

## S

SCPI • 3-14

## T

TSP • 3-14

## 保

保修期 • 1-1

## 前

前面板

    使用 • 2-1

    接口 • 2-1

## 命

命令

    命令集 • 3-14

## 常

常见问答 • 11-1

## 延

延长保修 • 1-1

## 故

故障排除 • 11-1

    常见问答 • 11-1

## 显

显示屏

    触摸屏 • 2-4

## 电

电源

    开 • 2-4

## 联

联系信息 • 1-2

## 远

远程命令接口 • 3-1

技术规格如有更改，恕不另行通知。  
所有 Keithley 商标及商号均为 Keithley Instruments 的财产。  
所有其他商标及商号均为其各自公司的财产。

Keithley Instruments  
公司总部 • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • 传真: 440-248-6168 • 1-800-935-5595 • [www.keithley.com.cn](http://www.keithley.com.cn)

---



A Greater Measure of Confidence