

# DMM6500 型 6½ 位数字万用表

## 用户手册

DMM6500-900-03 修订版 B/2019 年 8 月



DMM6500-900-03B

DMM6500 型  
6 ½ 位数字万用表  
用户手册

© 2019, Keithley Instruments, LLC

Cleveland, Ohio, U.S.A.

保留所有权利。

特此声明，未经 Keithley Instruments, LLC 事先书面许可，严禁在未经授权下对本文档的全部或部分信息进行复制、复印或使用。

这些原始说明的语言为英语。

TSP®、TSP-Link® 和 TSP-Net® 是 Keithley Instruments, LLC 的商标。所有 Keithley Instruments 产品名称均为 Keithley Instruments, LLC 的商标或注册商标。其他品牌名称是其各自所有者的商标或注册商标。

Lua 5.0 软件和相关文档文件版权属于 © 1994 - 2015, Lua.org, PUC-Rio。您可以访问 Lua 许可站点 (<http://www.lua.org/license.html>) 上 Lua 软件和相关文档的许可条款。

Microsoft、Visual C++、Excel 和 Windows 是 Microsoft Corporation 在美国和/或其他国家/地区的注册商标或商标。

文件编号：DMM6500-900-03 修订版 B/2019 年 8 月

在使用本产品以及任何相关仪器前请遵守以下安全性预防措施。虽然一些仪器和附件通常在无害电压下使用，但是也可能出现对人体有害的情况。

本产品应由特定人员使用，此类人员需能够辨别电击危险，且熟悉必要的安全注意事项，从而避免潜在伤害。在使用本产品之前，请仔细阅读并遵照所有安装、操作及维护信息。有关完整的产品技术规格，请参阅用户文档。

如果没有按照规定的方式使用产品，则产品所提供的保护功能有可能会被削弱。

产品用户的类型包括：

**安全责任主体**，可以是个人或者部门，对设备的使用和维护负责，责任主体需确保设备在其规定和运行能力内使用并确保操作人员经过了充分的培训。

**操作人员**只能将本产品用于预期功能。操作人员需经过电气安全措施培训和本仪器的正确使用培训。操作人员应得到电击保护并且防止接触到危险的带电电路。

**维护人员**对产品执行日常维护以确保正常运行，例如，设置线路电压或更换耗材。用户文档中说明了维护步骤。这些步骤都清楚描述了操作人员是否能够执行它们。否则，只应由维修员执行。

**维修人员**经过培训，能够处理带电电路，执行安全安装，以及修理产品。只有经过正确培训的维修员才能执行安装和维修步骤。

Keithley 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，带有低瞬时过压，不能直接连接到电网电压或具有瞬时高电压的电压源上。测量类别 II（引自 IEC 60664 标准）连接要求针对本地交流电网连接经常发生的高瞬时电压采取保护措施。某些 Keithley 测量仪器可以连接到电网上。这些仪器将被标记为类别 II 或更高。

除非技术规格、操作手册和仪器标签上明确允许，否则不要将任何设备连接到市电电源。

存在电击危险时要格外小心。电缆连接器插孔或测试夹具可能存在致命电压。美国国家标准学会 (ANSI) 声明当电压电平超过 30 V RMS、42.4 V peak 或 60 VDC 时存在电击危险。良好的安全实践是在测量前预计任何未知电路中都存在危险电压。

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。有时连接点不得不暴露出来，容易接触人体。在这种情况下，产品操作人员必须经过培训，知道如何保护自己以避免电击风险。如果电路可以在 1000 V 或更高电压下工作，则该电路中的任何导电部分都不得外露。

不要将开关卡直接连接到无限电源电路。它们适用于阻抗受限的源。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安装设备（例如机架安装），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。

为了最大限度保障安全性，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让电容放电：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。测量时始终保持双手干燥且站在能够经受测量电压的干燥绝缘表面上。

为了确保安全，必须根据操作说明使用仪器和附件。如果未按照操作说明中规定的方式使用仪器或附件，则设备所提供的保护功能有可能会被削弱。

不要超过仪器和附件的最大信号电平。最大信号电平在技术规格和操作信息中定义，并显示在仪器面板、测试夹具面板和开关卡上。



如果产品中使用了保险丝，请用同样类型和额定值的产品替换，从而继续保护免受火灾危险。

底座连接只能用作测量电路的屏蔽连接，不能作为保护性接地（安全接地）连接。

如果您使用测试夹具，被测器件接通电源之后，要紧闭机盖。安全操作需要使用机盖互锁。

如果有  螺丝，请使用用户文档中推荐的导线将其保护性接地（安全接地）。

仪器上的符号  的意思是“注意危险”。在任何情况下，当仪器上标有这个符号时，用户必须参考用户文档中的操作说明。

仪器上的符号  的意思是“警告电击风险”。请采用标准的安全性预防措施，以避免人员接触高压。

仪器上的符号  的意思是“表面烫手”。避免人员接触以防止灼伤。

符号  表示与设备外壳相连的接线终端。

如果产品上有  符号，表示指示灯中含有汞。请注意，必须根据联邦、州和本地法律正确处理指示灯。

用户文档中的**警告**标题解释了可能导致人身伤亡的危险。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**小心**标题解释了可能损坏仪器的危害。此种损坏可能使产品保修失效。

用户文档中带有  符号的**注意**标题说明了可能导致中度或轻微伤害或损坏仪器的危险。执行指定操作前始终先要仔细阅读与之相关的信息。仪器损坏可能导致保修服务失效。

不能将仪器和附件连接到人体上。

在执行任何维护之前，请断开电源线和所有测试电缆。

为防止电击和火灾危险，必须从 Keithley 购买电源电路中的替换组件（包括电力变压器、测试引线 and 输入插孔）。如果额定值和类型相同，可以使用经过适用国家安全认证的标准保险丝。只能用具有相同额定值的电源线更换仪器随附的可拆卸电源线。只要与原来的组件相同，与安全性无关的其他组件可以向其他供应商购买（请注意，选定的部件只应向 Keithley 购买，以保持产品的准确性和功能）。如果您不确定替换组件是否适用，请致电 Keithley 办公室了解信息。

除非特定于产品的文献中另有说明，否则 Keithley 仪器仅适用于下列环境条件下的室内场地：海拔高度等于或低于 2000 米（6,562 英尺）、温度在 0°C 至 50°C（32°F 至 122°F）范围内、污染度为 1 或 2。

要清洁仪器，请使用蘸有去离子水或温和水基清洁剂的布。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。如果按照说明操作，包含电路板且无外壳或底座的产品（如安装到计算机中的数据采集板）永远不需要清洁。如果数据采集板被污染，操作受到影响，应该将数据采集板返回工厂进行适当的清洁/维修。

2017 年 6 月的安全性预防措施修订版。

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <b>简介.....</b>           | <b>1-1</b> |
| 欢迎 .....                 | 1-1        |
| 本手册简介 .....              | 1-1        |
| 联系信息 .....               | 1-2        |
| 延长保修 .....               | 1-2        |
| 文档套件 .....               | 1-2        |
| 手册各部分的编制方式 .....         | 1-3        |
| 应用示例 .....               | 1-3        |
| <b>前面板概述 .....</b>       | <b>2-1</b> |
| 前面板概述 .....              | 2-1        |
| 仪器电源 .....               | 2-3        |
| 连接电源线。 .....             | 2-3        |
| 打开或关闭 DMM6500 电源 .....   | 2-4        |
| 触摸屏显示器 .....             | 2-4        |
| 选择触摸屏上的项目 .....          | 2-5        |
| 滚动条 .....                | 2-5        |
| 输入信息 .....               | 2-6        |
| 调整背光亮度和调光器 .....         | 2-6        |
| 查看事件消息 .....             | 2-7        |
| 交互式滑动屏幕 .....            | 2-7        |
| 滑动屏幕标题栏 .....            | 2-7        |
| FUNCTIONS（功能）滑动屏幕 .....  | 2-9        |
| SETTINGS（设置）滑动屏幕 .....   | 2-9        |
| STATISTICS（统计）滑动屏幕 ..... | 2-10       |
| SECONDARY（辅助）滑动屏幕 .....  | 2-10       |
| USER（用户）滑动屏幕 .....       | 2-11       |
| GRAPH（图形）滑动屏幕 .....      | 2-12       |
| SCAN（扫描）滑动屏幕 .....       | 2-12       |
| 菜单概览 .....               | 2-14       |
| 通道菜单 .....               | 2-14       |
| Measure（测量）菜单 .....      | 2-15       |
| Views（视图）菜单 .....        | 2-15       |
| Trigger（触发）菜单 .....      | 2-16       |
| Scripts（脚本）菜单 .....      | 2-16       |
| System（系统）菜单 .....       | 2-17       |

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| <b>使用远程界面 .....</b>          | <b>3-1</b>     |
| 远程通信接口 .....                 | 3-1            |
| 支持的远程接口 .....                | 3-1            |
| LAN 通信 .....                 | 3-2            |
| 在仪器上设置 LAN 通信 .....          | 3-3            |
| 在计算机上设置 LAN 通信 .....         | 3-4            |
| USB 通信 .....                 | 3-5            |
| 使用 USB 将计算机连接到 DMM6500 ..... | 3-6            |
| 与仪器通信 .....                  | 3-6            |
| GPIB 通信 .....                | 3-10           |
| 安装 KTTI-GPIB 附件卡 .....       | 3-10           |
| 设置 GPIB 地址 .....             | 3-13           |
| RS-232 .....                 | 3-13           |
| 安装 KTTI-RS232 附件卡 .....      | 3-14           |
| TSP-Link .....               | 3-16           |
| 安装 KTTI-TSP 附件卡 .....        | 3-16           |
| 使用网络界面 .....                 | 3-18           |
| 连接到仪器 Web 界面 .....           | 3-18           |
| LAN 故障排除建议 .....             | 3-18           |
| Web 界面主页页面 .....             | 3-19           |
| 识别仪器 .....                   | 3-20           |
| 确定您将使用的命令集 .....             | 3-20           |
| <br><b>执行基本的前面板测量 .....</b>  | <br><b>4-1</b> |
| 简介 .....                     | 4-1            |
| 此示例所需的设备 .....               | 4-1            |
| 器件连接 .....                   | 4-1            |
| 基本前面板测量 .....                | 4-2            |
| 查看测量数据 .....                 | 4-3            |
| <br><b>高精度测量直流电压 .....</b>   | <br><b>5-1</b> |
| 简介 .....                     | 5-1            |
| 所需设备 .....                   | 5-1            |
| 器件连接 .....                   | 5-1            |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 高精度测量直流电压 .....                   | 5-3        |
| 使用前面板 .....                       | 5-4        |
| 使用 SCPI 命令 .....                  | 5-5        |
| 使用 TSP 命令 .....                   | 5-5        |
| 测试结果 .....                        | 5-6        |
| <b>在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻 .....</b>  | <b>6-1</b> |
| 简介 .....                          | 6-1        |
| 所需设备 .....                        | 6-2        |
| 器件连接 .....                        | 6-2        |
| 在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻 .....         | 6-4        |
| 使用前面板 .....                       | 6-4        |
| 使用 SCPI 命令 .....                  | 6-5        |
| 使用 TSP 命令 .....                   | 6-5        |
| 测试结果 .....                        | 6-6        |
| <b>以设定时间间隔扫描温度 .....</b>          | <b>7-1</b> |
| 简介 .....                          | 7-1        |
| 所需设备 .....                        | 7-1        |
| 器件连接 .....                        | 7-2        |
| 以特定时间间隔采样温度 .....                 | 7-4        |
| 使用前面板 .....                       | 7-4        |
| 使用 SCPI 命令 .....                  | 7-5        |
| 使用 TSP .....                      | 7-6        |
| 测试结果 .....                        | 7-8        |
| <b>分级和分档电阻 .....</b>              | <b>8-1</b> |
| 简介 .....                          | 8-1        |
| 所需设备 .....                        | 8-1        |
| 器件连接 .....                        | 8-1        |
| 电阻分级和分档测试 .....                   | 8-3        |
| 分级和分档测试的触发模式模板设置 .....            | 8-4        |
| 使用 SCPI 命令 .....                  | 8-4        |
| 使用 TSP 命令 .....                   | 8-6        |
| <b>使用数字化和 TSP-Link 测量功率 .....</b> | <b>9-1</b> |
| 简介 .....                          | 9-1        |
| 所需设备 .....                        | 9-2        |

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 器件连接 .....                    | 9-2         |
| 使用数字化和 TSP-Link 测量功率 .....    | 9-4         |
| 使用 SCPI 命令 .....              | 9-4         |
| 设置 TSP 代码的节点 .....            | 9-4         |
| 使用 TSP 命令 .....               | 9-5         |
| 结果 .....                      | 9-7         |
| <b>常见问题故障排除 .....</b>         | <b>10-1</b> |
| 关于本节 .....                    | 10-1        |
| 可以哪里找到更新的驱动程序? .....          | 10-1        |
| 是否有可以帮助我开始工作的软件? .....        | 10-2        |
| 为什么我的设置发生改变? .....            | 10-2        |
| 为什么 DMM6500 无法读取我的 U 盘? ..... | 10-2        |
| 如何升级固件? .....                 | 10-2        |
| 如何更改命令集? .....                | 10-3        |
| 如何保存仪器的当前状态? .....            | 10-5        |
| 如何保存屏幕上显示的内容? .....           | 10-6        |
| 以太网端口号是什么? .....              | 10-6        |
| <b>后续步骤 .....</b>             | <b>11-1</b> |
| 其他 DMM6500 信息 .....           | 11-1        |

### 本节内容：

|                  |     |
|------------------|-----|
| 欢迎 .....         | 1-1 |
| 本手册简介 .....      | 1-1 |
| 联系信息 .....       | 1-2 |
| 延长保修 .....       | 1-2 |
| 文档套件 .....       | 1-2 |
| 手册各部分的编制方式 ..... | 1-3 |
| 应用示例 .....       | 1-3 |

## 欢迎

感谢您选择 Keithley Instruments 产品。DMM6500 是一款拥有扫描功能的 6½ 数字工作台/系统数字万用表，可通过高速数字化和大型彩色图形触摸显示屏扩展标准 DMM 功能。该数字万用表提供广泛的测量功能，其中包括 15 个测量功能。除业界领先的 DC 精度外，还包括诸如电容、10 A 电流和 16 位电流和电压数字化等功能。在一个 5 英寸大型彩色触摸屏显示器中将所有这些功能捆绑在一起，可为您带来前所未有的数据可视化和交互功能，使您能够深入洞察其测量。

DMM6500 提供卓越的测量精度和速度，适用于从系统应用和生产测试到工作台应用的广泛应用。DMM6500 可满足生产工程师、研发工程师、测试工程师和科学家的应用需求。

## 本手册简介

本手册提供一些详细的应用，以帮助您通过 Keithley Instruments DMM6500 成功完成工作。本手册还提供前面板基本信息，以帮助您熟悉仪器。

每个应用包括概述，然后是关于如何使用前面板、SCPI 代码、TSP® 代码或 Keithley KickStart 软件完成应用的说明。

有关这些应用中使用的命令，还将提供更多信息。请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的 SCPI 和 TSP 命令参考部分。本手册可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 上获取。

## 联系信息

如果您在查看本文档信息后有任何疑问，请联系您当地的 Keithley Instruments 办事处、销售伙伴或分销商。您也可以致电 Keithley Instruments 公司总部：1-800-935-5595（仅可在美国和加拿大境内拨打的免费电话），或者从美国境外致电 +1-440-248-0400。要获取全球联系电话号码，请访问 [Keithley Instruments 网站 \(tek.com.cn/keithley\)](http://tek.com.cn/keithley)。

## 延长保修

许多产品都可以延长保修期。这些宝贵的合同使您无需支付预算外的维修费用，而且能够以极低的修理价格提供更长的保修年限。新产品和现有产品都提供延长保修。有关详细信息，请联系当地的 Keithley Instruments 办事处、销售合作伙伴或分销商。

## 文档套件

DMM6500 的文档可从 [Keithley Instruments 网站 \(tek.com.cn/keithley\)](http://tek.com.cn/keithley) 上获取。文档包括：

- **快速入门指南：**提供开箱说明、介绍基本的连接、概述基本操作信息，并且提供快速测试程序以确保仪器正常运行。
- **用户手册：**提供应用示例，您可以将其作为基础用于创建自己的应用。
- **参考手册：**包括高级操作主题、维护信息、故障排除过程和关于编程命令的深层说明信息。
- **附件信息：**DMM6500 的附件的文档。

有关最新驱动程序和更多支持信息，请访问 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley)。

## 手册各部分的编制方式

本手册分为以下几部分：

- [前面板概览](#)：（第 2-1 页）介绍基本的前面板界面使用信息。
- [使用远程接口](#)：（第 3-1 页）介绍远程通信基础知识以及仪器 Web 界面用法。
- 应用示例（见下文）：提供详细示例说明在一些典型情况中如何使用 DMM6500。
- [常见问题故障排除](#)：（第 10-1 页）提供常见问题的解答，以帮助您在 DMM6500 中遇到的常见问题。
- [后续步骤](#)：（第 11-1 页）提供有关可帮助您使用 DMM6500 的其他资源的信息。

## 应用示例

本手册提供一些应用示例，说明如何通过前面板和远程接口执行测试。包括：

- [执行基本前面板测量](#)：（第 4-1 页）使用单个 DMM6500 和一个两端子被测器件展示基本的测量功能。
- [高精度测量直流电压](#)：（第 5-1 页）显示如何使用 DMM6500 高精度测量直流电压。
- [在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻](#)：（第 6-1 页）显示如何使用 DMM6500 精确测量电阻设备。
- [以设定的时间间隔扫描温度](#)：（第 7-1 页）显示如何使用 DMM6500 在 24 小时期间每分钟记录温度测量数据一次。
- [分级和分档电阻](#)：（第 8-1 页）显示如何通过 DMM6500 使用触发模式和数字 I/O 控制外部组件处理设备来执行工作台分档操作。
- [使用数字化和 TSP-Link 测量功耗](#)：（第 9-1 页）显示如何配置两个 DMM6500 以使用 TSP-Link® 测量 Bluetooth® 低功耗设备所消耗的功率。





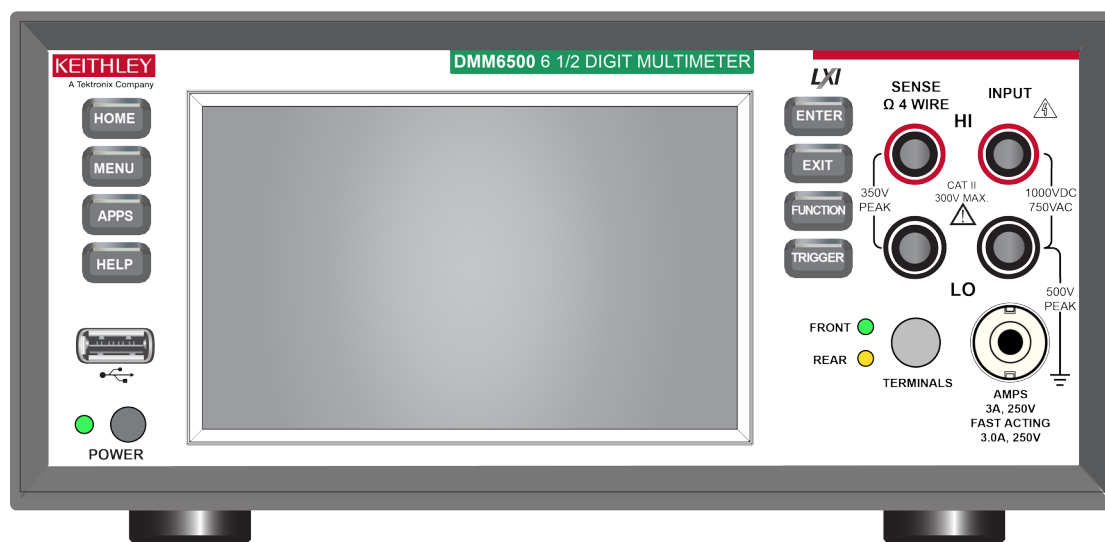
## 本节内容：

|               |      |
|---------------|------|
| 前面板概述 .....   | 2-1  |
| 仪器电源 .....    | 2-3  |
| 触摸屏显示器 .....  | 2-4  |
| 交互式滑动屏幕 ..... | 2-7  |
| 菜单概述 .....    | 2-14 |

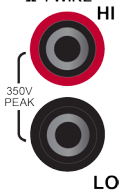
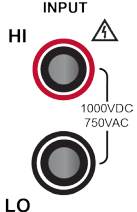
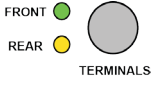
## 前面板概述

DMM6500 的前面板如下所示。前面板上的控件说明如下图所示。

图 1：DMM6500 前面板



|                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>POWER (电源) 开关</b> |  <br>POWER | 打开或关闭仪器电源。要打开仪器电源，请按下电源开关。要关闭仪器电源，请按住电源开关。仪器开启时 LED 呈绿色，仪器关闭时 LED 呈琥珀色。           |
| <b>HOME (主页) 键</b>   |                                                                                               | 将显示器返回到主页屏幕。                                                                      |
| <b>MENU (菜单) 键</b>   |                                                                                               | 打开主菜单。按主菜单上的图标可打开通道、测量、视图、触发器、脚本和系统屏幕。有关详细信息，请参阅 <a href="#">菜单概述</a> (第 2-14 页)。 |

|                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>APPS（应用）键</b>             |    | 通过图形用户界面打开预配置的 TSP 脚本菜单。                                                                                                                                           |
| <b>HELP（帮助）键</b>             |    | 打开针对显示器上选定区域或项目的帮助。如果在按 <b>HELP</b> （帮助）键时没有选择任何内容，则会显示您正在查看的屏幕的概览信息。要显示帮助，请按住屏幕上的按钮，同时按 <b>HELP</b> （帮助）键。                                                        |
| <b>USB 端口</b>                |    | 将读数缓冲区数据和屏幕快照保存到 U 盘。您还可以在 U 盘中存储和检索脚本。U 盘必须格式化为 FAT 或 FAT32 驱动器。                                                                                                  |
| <b>触摸屏</b>                   |    | DMM6500 具有高分辨率的五英寸彩色触摸屏显示器。触摸屏可访问滑动屏幕和菜单选项。您可以通过按前面板的 <b>MENU</b> （菜单）、 <b>APPS</b> （应用）和 <b>FUNCTION</b> （功能）键来访问其他屏幕。有关详细信息，请参阅 <a href="#">触摸屏显示</a> （第 2-4 页）。 |
| <b>ENTER（进入）键</b>            |    | 选择突出显示的选项，或用于编辑选定字段。                                                                                                                                               |
| <b>EXIT（退出）键</b>             |    | 返回上一屏幕或关闭对话框。例如，当显示主菜单时按 <b>EXIT</b> （退出）键将返回主页屏幕。在查看子屏幕（例如 Event Log（事件日志）屏幕）时，按 <b>EXIT</b> （退出）键将返回主菜单屏幕。                                                       |
| <b>TRIGGER（触发）键</b>          |    | 访问与触发相关的设置和操作。 <b>TRIGGER</b> （触发）键的操作取决于仪器状态。有关详细信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“切换测量方法”。                                                                                |
| <b>SENSE（感应）端子</b>           |   | 使用 SENSE HI 和 SENSE LO 端子和 INPUT 端子（具有 4 线电阻、3 线和 4 线 RTD 温度以及直流电压比率功能）。                                                                                           |
| <b>Input Terminals（输入端子）</b> |  | 使用 INPUT HI 和 INPUT LO 端子进行除电流外的所有测量。                                                                                                                              |
| <b>AMPS</b>                  |  | 使用与 INPUT LO（输入 LO）端子的 AMPS 连接测量 ≤3A DC 或 AC RMS 电流。                                                                                                               |
| <b>TERMINALS（端子）开关</b>       |  | 激活前面板或后面板上的端子。选择后面板可为插入的扫描仪卡提供适当连接。当前面板端子处于活动状态时，会显示绿色 LED。当后面板端子处于活动状态时，会显示琥珀色 LED。                                                                               |

## 仪器电源

按照以下步骤将 DMM6500 连接到线路电源并打开仪器电源。DMM6500 的工作电压范围为 100 V 至 240 V，工作频率为 50 Hz、60 Hz 或 400 Hz。它会自动感测线路的频率。确保您所在地区的工作电压符合要求。

在出厂时已将保险丝设置为预期电压值。确保电源模块上显示正确的线路电压。有关更多信息，请参阅《DMM6500 信号参考手册》中的“线路电压验证”。

---

### 注意

必须打开 DMM6500 并使其预热至少 30 分钟才能达到额定精度。

---

### 小心

使用错误的线路电压操作仪器可能会导致仪器损坏，并导致保修服务失效。

---

### 警告

DMM6500 随附的电源线包含一根单独的保护性接地（安全接地）电线，与接地插座搭配使用。当正确连接时，仪器机箱通过电源线中的地线连接到电源线接地装置。如出现故障，不使用接地插座可能会发生电击，导致人员伤亡。

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。

安装仪器前，请断开设备的所有外部电源并断开电源线。未断开所有电源可能会使您接触到危险电压，如果接触到这些电压，可能会导致人身伤害或死亡。

---

## 连接电源线。

连接电源线时，根据前面板电源开关的状态，仪器可能会通电。

### **要连接电源线：**

1. 将随附电源线的阴端连接到后面板上的交流电插座。
2. 将电源线的阳端连接到已接地的交流电源插座。

## 打开或关闭 DMM6500 电源

### 注意

在某些灵敏或易受损的被测器件 (DUT) 上，仪器开机或关机顺序可能会向 DUT 施加瞬态信号，从而影响或损坏 DUT。在测试这种 DUT 时，需在仪器完成开机程序并处于正常工作状态后，再建立最终连接。当测试这种类型的 DUT 时，在关闭仪器电源之前将其与仪器断开。

为防止任何人员接触带电导体，与 DUT 的连接必须完全绝缘，并且与 DUT 的最终连接只能使用可隔绝人体接触的、具有相应安全等级的安全插孔插座连接器。

#### **要打开 DMM6500 电源：**

1. 从 DMM6500 上断开任何被测器件 (DUT) 的连接。
2. 按下前面板 **POWER**（电源）开关将其置于打开位置。

仪器在启动时会显示状态栏。开机完成时将显示主页屏幕。

#### **要关闭 DMM6500 电源：**

1. 按住前面板上的 **POWER**（电源）开关将其置于关闭位置。

## 触摸屏显示器

触摸屏显示器可让您快速访问前面板，以测量设置、系统配置、仪器和测试状态、读数缓冲区信息以及其他仪器功能。显示器上有多个滑动屏幕，您可以通过滑动前面板访问这些屏幕。您可以通过按前面板的 MENU（菜单）、APPS 和 FUNCTION（功能）键来访问其他交互式屏幕。

### 小心

请勿使用镊子或螺丝刀等锋利金属物体或钢笔或铅笔等尖锐物体摸触摸屏。强烈建议仅用手指操作仪器。支持使用无尘手套操作触摸屏。

## 选择触摸屏上的项目

要在显示的屏幕上选择项目，请按屏幕上相应的图标。

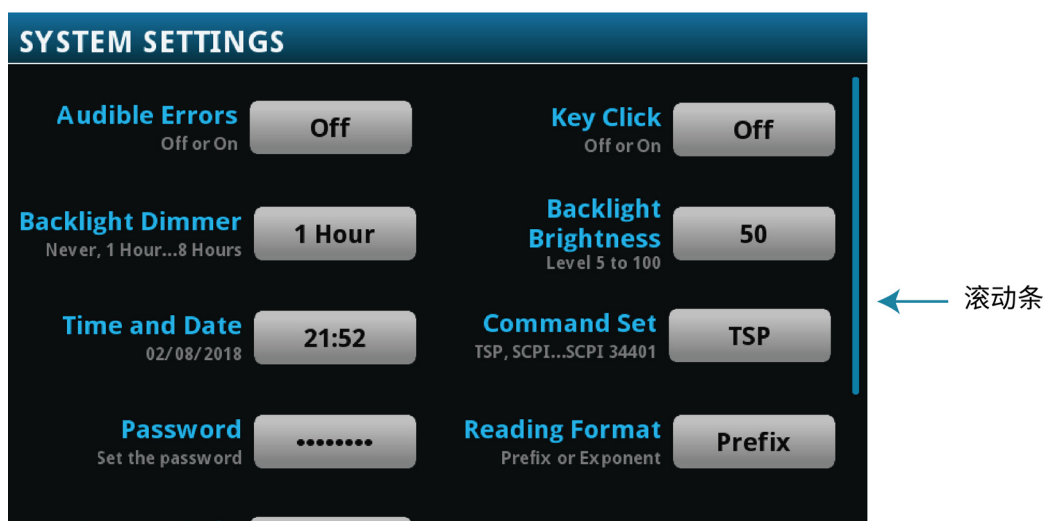
以下主题更详细地介绍 DMM6500 触摸屏。

## 滚动条

某些交互式屏幕包含一些更多的选项，必须向下滚动屏幕时才会显示出来。触摸屏右侧的滚动指示器标识了这些屏幕。向上或向下滑动屏幕可查看更多选项。

下图显示了一个带滚动条的屏幕。

图 2：滚动条



## 输入信息

某些菜单选项会打开一个用于输入信息的小键盘或键盘。例如，如果您要从前面板创建新读数缓冲区，则会看到下图所示的键盘。

图 3：用于输入信息的 DMM6500 前面板键盘



可以通过在触摸屏幕从小键盘或键盘上选择字符和选项来输入信息。可以通过触摸屏幕在输入框中移动光标。光标将移到您在屏幕的输入框中触摸的位置。

## 调整背光亮度和调光器

可以从前面板中或通过远程接口调整 DMM6500 触摸屏显示器和按钮的亮度。也可以将背光设置为在经过指定的前面板非活动状态时间后变暗（仅在前面板显示器上可用）。可通过重置或重新启动电源来保存在前面板中设置的背光设置。

---

### 注意

屏幕使用寿命受屏幕处于最大亮度的时长的影响。亮度设置越高，屏幕越亮，屏幕使用寿命越短。

---

**要从前面板调整背光亮度：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 选择 **Backlight Brightness**（背光亮度）。Backlight Brightness（背光亮度）对话框将打开。
4. 拖动调整控件可设置背光。
5. 选择 **OK**（确定）。

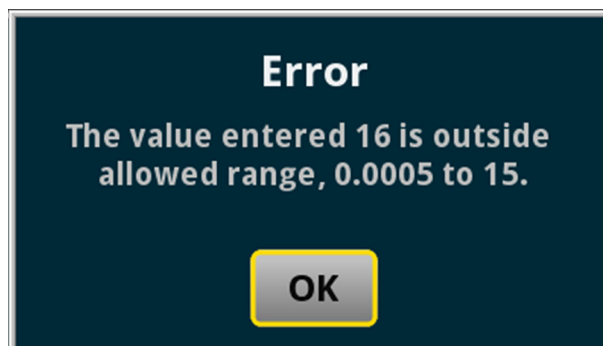
**要从前面板中设置背光调光器：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 选择 **Backlight Dimmer**（背光调光器）。Backlight Dimmer（背光调光器）对话框将打开。
4. 选择一个调光器设置。

## 查看事件消息

在操作和编程过程中，可能会短暂显示前面板消息。消息用于提供参考信息、警告或错误通知。有关事件消息的信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“使用事件日志”。

图 4：前面板事件消息示例



## 交互式滑动屏幕

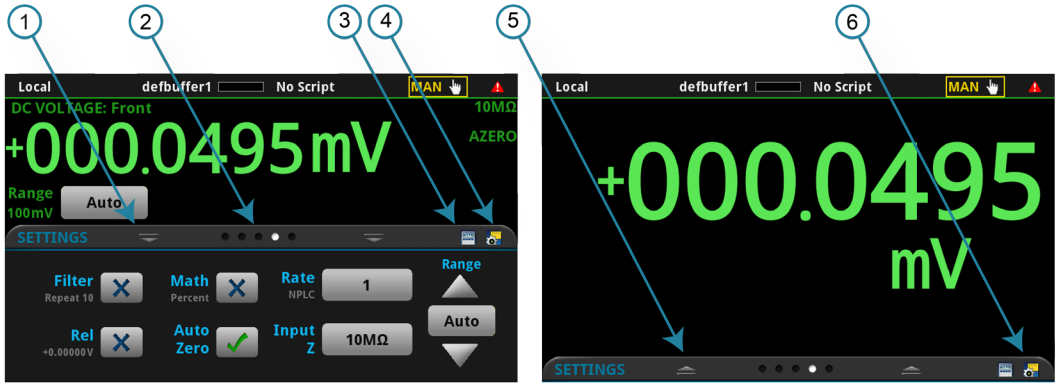
您可以通过在 DMM6500 触摸屏显示器下半部向左或向右滑动来访问多个屏幕。以下主题介绍了滑动屏幕中提供的选项。

### 滑动屏幕标题栏

滑动屏幕的标题栏中包含以下选项。



图 5：最大化和最小化的 DMM6500 滑动屏幕



| # | 屏幕元素                                                                                                             | 说明                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 最小化指示器<br>                      | 您可以向下滑动以最小化滑动屏幕。                                                          |
| 2 | 滑动屏幕指示器<br>                    | 每个圆圈代表一个滑动屏幕。向右或向左滑动时，不同的圆圈会改变颜色，以指示您在屏幕序列中的位置。选中一个圆圈可在不滑动的情况下移动滑动屏幕。     |
| 3 | 计算操作快捷方式<br>                  | 选择可打开 CALCULATION SETTINGS（计算设置）菜单。仅当 TERMINALS（端子）设置为 FRONT（前部）时才可用。     |
| 4 | Measure Settings（测量设置）快捷键<br> | 选择可打开所选功能的 MEASURE SETTINGS（测量设置）菜单。仅当 TERMINALS（端子）设置为 FRONT（前部）时才可用。    |
| 5 | 恢复操作指示器<br>                   | 指示您可以向上滑动以显示滑动屏幕。                                                         |
| 6 | 图形快捷键<br>                     | 选择可打开 Graph（图形）屏幕。                                                        |
|   | Channel Settings（通道设置）快捷键<br> | 未显示。选择可打开 CHANNEL SETTINGS（通道设置）屏幕。当有一个有效的闭合通道并且端子设置为后部时，此快捷方式出现在设置滑动屏幕上。 |
|   | 扫描操作快捷键<br>                   | 未显示。选择可打开 SCAN（扫描）屏幕。当端子设置为后部时，此快捷方式可用。                                   |
|   | 通道控制操作快捷键<br>                 | 未显示。选择可打开 CHANNEL CONTROL（通道控制）屏幕。当端子设置为后部时，此快捷方式可用。                      |

## FUNCTIONS（功能）滑动屏幕

在 FUNCTIONS（功能）滑动屏幕上突出显示选定的测量功能，您还可以选择不同的功能。

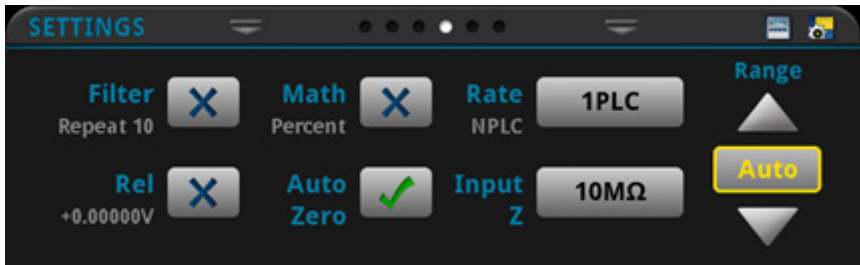
图 6：FUNCTIONS（功能）滑动屏幕



## SETTINGS（设置）滑动屏幕

SETTINGS（设置）滑动屏幕可让您通过前面板访问所选测量功能的某些仪器设置。它显示当前设置，也允许您更改它们。可用设置取决于处于活动状态的测量功能。

图 7：SETTINGS（设置）滑动屏幕



要禁用或启用某设置，请选中该设置旁边的框，以使其显示 X（禁用）或复选标记（启用）。

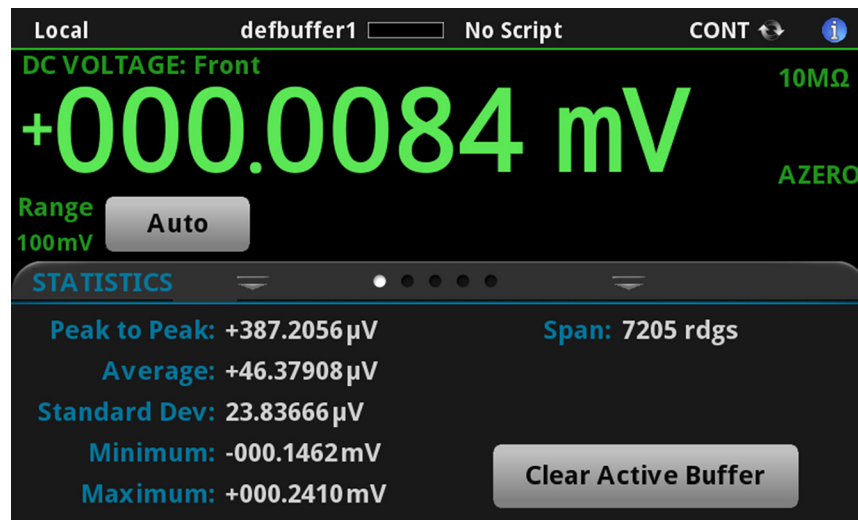
有关设置的说明，请选择一个按钮，然后按 **HELP**（帮助）键。

## STATISTICS（统计）滑动屏幕

STATISTICS（统计）滑动屏幕中包含有关活动读数缓冲区中读数的信息。将读数缓冲区配置为连续填充和用新数据覆盖旧数据时，缓冲区统计信息将包含已覆盖的数据。要获取不含已覆盖的数据的统计信息，请定义较大的缓冲区大小，以容纳您将要生成的读数数量。可以使用此屏幕上的 **Clear Active Buffer**（清除活动缓冲区）按钮清除活动读数缓冲区中的数据。

如果设置了多个监视通道，则可以使用通道箭头更改显示器以显示每个监视通道的统计信息。

图 8：STATISTICS（统计）滑动屏幕



## SECONDARY（辅助）滑动屏幕

在 SECONDARY（辅助）滑动屏幕中，您可以显示前面板显示器上的两个测量结果。

要开始显示辅助测量，请选择 **Second Function（辅助功能）**，然后选择 **Secondary Measure（辅助测量）**。辅助测量仅适用于连续测量模式和手动触发模式。只能从仪器的前面板使用该功能。

请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“显示两种测量功能的结果”。

图 9：SECONDARY（辅助）滑动屏幕



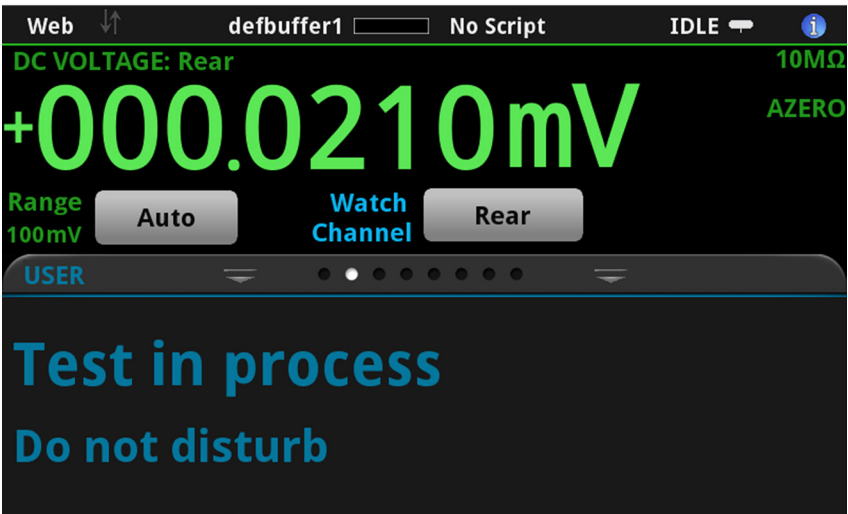
### 注意

根据所选功能，当仪器在测量类型之间切换时，继电器可能会发出咔哒声。持续进行长时间辅助测量可能会缩短继电器的使用寿命。

## USER（用户）滑动屏幕

如果您编写自定义文本，该文本将显示在 USER（用户）滑动屏幕上。例如，您可以编程 DMM6500 以显示正在进行测试。仅当已定义自定义文本时才会显示此滑动屏幕。请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“为用户滑动屏幕自定义消息”。

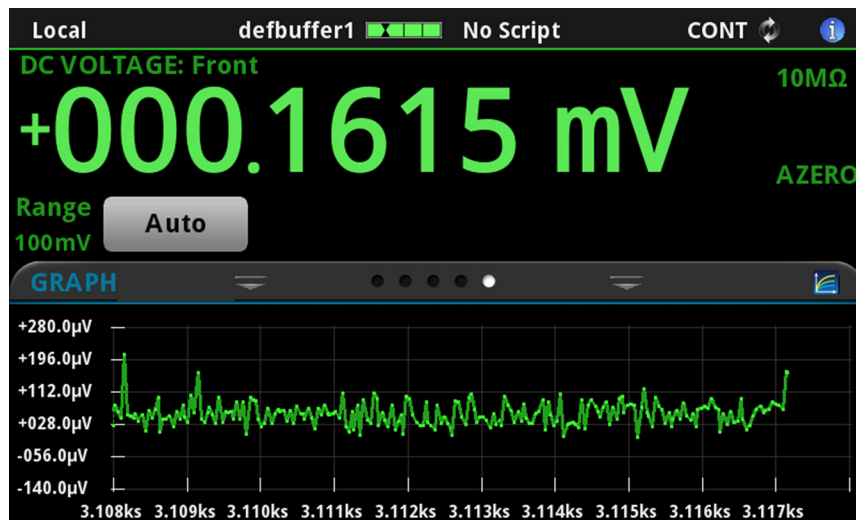
图 10：USER（用户）滑动屏幕



## GRAPH（图形）滑动屏幕

GRAPH（图形）滑动屏幕显示当前所选读数缓冲区中的读数的图形表示。

图 11：GRAPH（图形）滑动屏幕



要以全屏查看图形并访问图形设置，请选择滑动屏幕标题右侧的图形图标。也可以通过按 **MENU**（菜单）键并在 Views（视图）下选择 **Graph**（图形）来打开完整功能 Graph（图形）屏幕。

有关图形测量的更多信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“图形”。

## SCAN（扫描）滑动屏幕

在 SCAN（扫描）滑动屏幕中，您可以访问前面板构建扫描、编辑扫描、启动扫描、逐步扫描以及显示扫描结果。还可以将扫描结果保存到 U 盘中。

滑动屏幕标题栏右侧的图标是 Channel Scan（通道扫描）菜单的快捷方式。您也可以使用 Channel Scan（通道扫描）菜单构建或编辑扫描。

扫描运行时，将显示剩余时间和扫描计数。

有关查看扫描预览以及编辑或运行扫描的更多信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“Channel scan”（通道扫描）菜单。

图 12: SCAN（扫描）滑动屏幕 - 初始视图

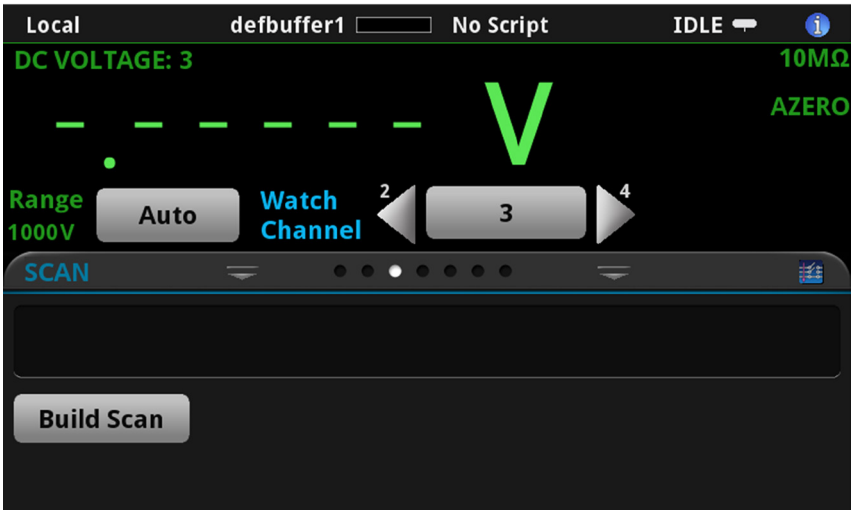
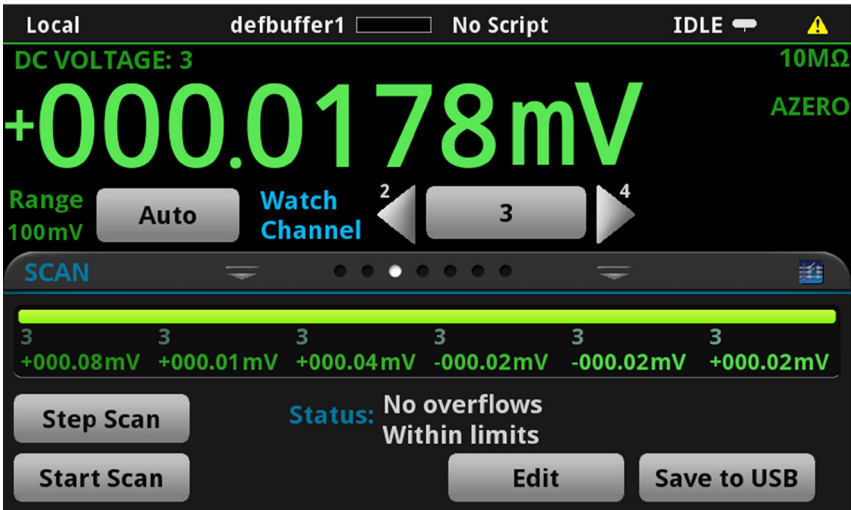


图 13: SCAN（扫描）滑动屏幕 - 扫描结果



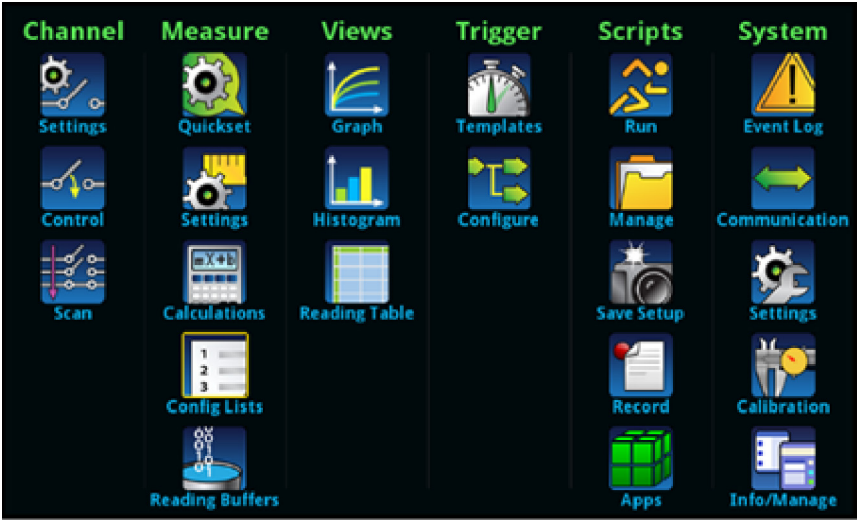
SCAN（扫描）滑动屏幕包含以下控制选项：

| 按钮                | 说明                             |
|-------------------|--------------------------------|
| Abort Scan（中止扫描）  | 停止扫描。                          |
| Build Scan（构建扫描）  | 打开 SCAN（扫描）屏幕，您可以在其中设置新的扫描。    |
| Edit（编辑）          | 打开 SCAN（扫描）屏幕，您可以在其中更改扫描设置。    |
| Pause Scan（暂停扫描）  | 暂停扫描，直到选择 Resume Scan（继续扫描）。   |
| Resume Scan（继续扫描） | 继续执行暂停的扫描。                     |
| 保存到 USB           | 将扫描读数缓冲区中的数据保存到 U 盘上的 CSV 文件中。 |
| Start Scan（启动扫描）  | 运行扫描。                          |
| Step Scan（步进扫描）   | 以递增方式逐个扫描通道。                   |

# 菜单概览

要访问主菜单，请按 DMM6500 前面板上的 **MENU**（菜单）键。下图显示了主菜单的组织结构。

图 14：DMM6500 主菜单



主菜单包括在显示器顶部标记为绿色的子菜单。在子菜单中选择选项将打开交互式屏幕。

## 通道菜单

在 Channel（通道）菜单上，您可以从前面板中设置和控制通道和扫描。



通道 **Settings**（设置）菜单包含设置每个通道测量功能的选项。



通道 **Control**（控制）菜单包含用于打开和关闭通道的选项。



通道 **Scan**（扫描）菜单包含用于设置和运行扫描的选项。选项包括对组（具有相同功能的连续通道）的控制。



## Measure（测量）菜单

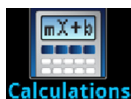
在 Measure（测量）菜单上，您可以从前面板中选择、配置和执行测量操作。



在 **QuickSet**（快速设置）菜单上，您可以更改功能和调整性能。



测量 **Settings**（设置）菜单包含当前所选测量功能（由菜单右上角的功能指示器标识）的设置。设置是否可用视前面板 **FUNCTION**（功能）键的选择而定。



**Calculations**（计算）菜单包含用于指定测量信息的处理和返回方式的设置。



**Config Lists**（配置列表）菜单允许您选择一个现有的测量配置列表，创建一个新列表，向仪器和从仪器加载配置设置，并查看配置列表中索引的设置。



在 **Reading Buffers**（读数缓冲区）菜单上，您可以查看现有读数缓冲区的列表，并选择一个缓冲区作为活动缓冲区。您也可以在此屏幕上创建、保存、删除、调整和清除缓冲区。

## Views（视图）菜单

在 Views（视图）菜单上，您可以选择、配置和查看已通过测量操作收集的数据。



**Graph**（图形）菜单将打开一个屏幕，其中将选定读数缓冲区中测量数据的图形显示为轨迹。它还包含用于自定义图形显示形式的选项卡。

您也可以选择触发模式，并从此屏幕中启动触发模式或扫描。



在 **Histogram**（柱状图）菜单上，您可以绘制所选读数缓冲区中的测量数据的分布图。它还包含用于自定义直方图的选项卡。



在此菜单上，您可以查看选定读数缓冲区中的数据。



## Trigger（触发）菜单

在 Trigger（触发）菜单上，您可以从前面板中配置触发模式。



在 **Templates**（模板）菜单上，您可以从几种预编程的触发模式中选择一种。当选择一个模板时，您可以为该模板指定的设置将显示在屏幕的下方。



在 **Configure**（配置）菜单上，您可以查看和修改触发模式的结构和参数。您还可以监视触发模式操作。

## Scripts（脚本）菜单

在 Scripts（脚本）菜单上，您可以从前面板中配置、运行和管理脚本。脚本是可由仪器作为一个组运行的命令块。



**Run**（运行）菜单包含您可选择以立即运行的脚本的列表。还可以将脚本复制到将在每次开启仪器电源时运行的脚本。可以访问仪器或 U 盘中的脚本。



在 **Manage**（管理）菜单上，您可以将脚本复制到仪器和 U 盘中。也可以从仪器或 U 盘中删除脚本。



在 **Save Setup**（保存设置）菜单上，您可以将仪器的当前设置和配置列表保存到配置脚本中。您可以使用此脚本调用设置。



在 **Record**（记录）菜单中的选项上，您可以记录您的操作并将它们存储在宏脚本中。可以使用 Scripts（脚本）或远程命令中的选项像处理其他脚本一样运行和管理此脚本。请注意，只会存储设置，不会存储按键或仅限于前面板的选项。



打开 APPS MANAGER（应用管理器），其允许您管理预构建的 TSP® 应用程序。TSP 应用程序是 Keithley 开发的程序，其使 DMM6500 能够使用专门的功能、测试自动化和可视化用户界面上的信息。在 TSP 或 SCPI 命令集中使用仪器时，TSP 应用程序可用。许多应用程序都预先安装在 DMM6500 上。

## System（系统）菜单

在主菜单中 System（系统）下的菜单上，您可以从 DMM6500 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、时间及密码设置、校准及信息/管理。



在 **Event Log**（事件日志）菜单上，您可以查看和清除事件日志条目。您还可以调整要显示或记录的事件。



**Communication**（通信）菜单将打开一组包含有关通信设置信息的选项卡。大多数选项卡中包含可更改的设置。



**Settings**（设置）菜单包含常规仪器设置。其中包括蜂鸣和键击、背光亮度及计时器、时间和日期、系统访问级别、密码及读数格式设置。



**Calibration**（校准）菜单显示出厂设置的校准信息，包括上次调整日期、上次校准日期和仪器的已调整次数。



通过 **Info/Manage**（信息/管理）菜单上，您可以访问版本和序列号信息以及仪器固件和重置功能的设置。



## 本节内容：

|                  |      |
|------------------|------|
| 远程通信接口 .....     | 3-1  |
| 支持的远程接口 .....    | 3-1  |
| LAN 通信 .....     | 3-2  |
| USB 通信 .....     | 3-5  |
| GPIB 通信 .....    | 3-10 |
| RS-232 .....     | 3-13 |
| TSP-Link .....   | 3-16 |
| 使用网络界面 .....     | 3-18 |
| 确定您将使用的命令集 ..... | 3-20 |

## 远程通信接口

可以从多个通信接口中选择一个来发送命令和从 DMM6500 接收响应。

当您连接到仪器后面板上的相应端口时，仪器会自动检测通信接口类型（LAN、USB、GPIB、RS 232 或 TSP-Link®）。GPIB、RS-232 和 TSP-Link 选件需使用一个可选的附件卡。在大多数情况下，您不需要在仪器上配置任何项。此外，如果更改所连接的接口类型，不需要重新启动。

一次只能使用一个通信接口来控制 DMM6500。USB 连接优先于 LAN 连接。对于其他通信接口，由仪器用于接收消息的第一个接口将控制仪器。如果另一个接口发送消息，则该接口可以控制仪器。根据选择的接口访问，您可能需要输入密码才能更改接口。

## 支持的远程接口

DMM6500 支持以下远程接口：

- **GPIB**：IEEE-488 仪器通用接口总线
- **以太网**：局域网通信
- **RS-232**：串行通信数据标准
- **USB**：USB B 型端口
- **TSP-Link**：高速触发同步和通信总线，可由测试系统制造商用于连接主-辅配置中的多台仪器

## 注意

GPIB、RS-232 和 TSP-Link 接口要求在仪器中安装一个选配的通信附件卡。附件卡包括 KTTI-GPIB、KTTI-TSP 和 KTTI-RS232。

有关 TSP Link 的详细信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》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 15：DMM6500 远程接口连接



## LAN 通信

您可以使用局域网 (LAN) 与仪器进行通信。

当使用 LAN 连接时，您可以使用网络浏览器访问仪器的内部网页并更改一些仪器设置。有关更多信息，请参阅[使用 Web 界面](#)（第 3-18 页）。

DMM6500 是一款 1.5 版 LXI 设备规范 2016 的仪器，支持 TCP/IP 并符合 IEEE Std 802.3（以太网 LAN）的要求。仪器后面板上的一个 LAN 端口可支持在 10 Mbps 或 100 Mbps 网络上建立完整连接。DMM6500 自动检测速度。

DMM6500 还支持多播 DNS (mDNS) 和 DNS 服务发现 (DNS-SD)，这在不含中央管理程序的 LAN 上很有用。

## 注意

建立 LAN 连接之前，请联系网络管理员以确认您的具体网络要求。

如果在设置 LAN 时遇到问题，请参阅[LAN 故障排除建议](#)（第 3-18 页）。

## 在仪器上设置 LAN 通信

本节介绍如何在仪器上设置手动或自动 LAN 通信。

### 检查通信设置

在设置 LAN 配置前，您可以检查仪器上的通信设置而无需执行任何更改。

#### *要检查仪器上的通信设置：*

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。SYSTEM COMMUNICATIONS（系统通信）窗口将打开。
3. 选择 **LAN** 以查看该接口的设置。
4. 按 **EXIT**（退出）键退出 SYSTEM COMMUNICATION（系统通信）窗口而不进行任何更改。

### 设置自动 LAN 配置

如果要连接到采用 DHCP 服务器的局域网，或者如果您在仪器与主机之间建立有直接连接，则可以使用自动 IP 地址选择机制。

如果您选择 Auto（自动），仪器将尝试从 DHCP 服务器获取 IP 地址。如果失败，它将恢复到一个介于 169.254.1.0 到 169.254.254.255 之间的 IP 地址。

---

### 注意

应将主机和仪器都设置为使用自动 LAN 配置。虽然可以设置为手动配置，但设置起来会更复杂。

---

#### *使用前面板设置自动 IP 地址选择机制：*

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。
3. 选择 **LAN** 选项卡。
4. 对于 TCP/IP 模式，选择 **Auto**（自动）。
5. 选择 **Apply Settings**（应用设置）以保存您的设置。

## 设置手动 LAN 配置

如有必要，您可以手动设置仪器的 IP 地址。

还可以启用或禁用 DNS 设置并将主机名称分配给 DNS 服务器。

---

### 注意

将仪器置于公司网络上时，请联系您公司的信息技术 (IT) 部门以确保仪器具有有效 IP 地址。

仪器 IP 地址具有一些前导零，而计算机 IP 地址则不能具有前导零。

---

#### **要在仪器上设置手动 IP 地址选择机制：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。
3. 选择 **LAN** 选项卡。
4. 对于 TCP/IP 模式，请选择 **Manual**（手动）。
5. 输入 **IP Address**（IP 地址）。
6. 输入 **Gateway**（网关）地址。
7. 输入 **Subnet**（子网）掩码。
8. 选择 **Apply Settings**（应用设置）以保存您的设置。

## 在计算机上设置 LAN 通信

本节介绍如何在您的计算机上设置 LAN 通信。

---

### 注意

请勿在未咨询系统管理员的情况下更改 IP 地址。如果输入的 IP 地址不正确，可能会导致计算机无法连接到公司网络，或者对另一台联网的计算机造成干扰。

在修改网络接口卡上的任何现有网络配置信息前，请记录所有网络配置。一旦网络配置设置被更新，以前的信息将丢失。这可能会导致在将主机重新连接到公司网络时出现问题，特别是在禁用 DHCP 的情况下。

在将主机重新连接到公司网络前，务必将所有设置恢复为其原始配置。联系您的系统管理员以获取更多信息。

---

## 验证 DMM6500 上的 LAN 连接

确认 DMM6500 已连接到网络，方法是确认您的仪器是否具有已分配的 IP 地址。

### 要验证 LAN 连接：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。
3. 选择 **LAN** 选项卡。

LAN 选项卡左下角的绿色 LAN 状态指示灯确认您的仪器具有已分配的 IP 地址。

## 使用 LXI Discovery 工具

要查找 DMM6500 的 IP 地址，请使用 LXI Discovery 工具。可从 [LXI Consortium 网站 \(lxistandard.org\)](http://lxistandard.org) 的 Resources 标签页中获得该工具。

## USB 通信

要使用后面板的 USB 端口，必须在主机上安装 Virtual Instrument Software Architecture (VISA) 层。有关更多信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“如何安装 Keithley I/O 层”。

VISA 包含 USB 测试和测量类 (USBTMC) 协议的 USB 类驱动程序。安装此驱动程序后，Microsoft® Windows® 操作系统将能够识别仪器。

将用于实现 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设备。请注意，VISA 驱动程序仅会自动识别 USBTMC 和 USBTMC-USB488 设备，而不识别其他 USB 设备，例如打印机、扫描仪和存储设备。

在本节中，“USB 仪器”是指用于实现 USBTMC 或 USBTMC USB488 协议的设备。



## 使用 USB 将计算机连接到 DMM6500

要从计算机与仪器进行通信，您需要一根 USB 电缆，该电缆带有 USB B 型连接器端和 USB A 型连接器端。对于打算使用 USB 接口同时连接到计算机的每台仪器，您都需要一根单独的 USB 电缆。

### *使用 USB 将仪器连接到计算机：*

1. 将电缆的 A 型端连接到计算机。
2. 将电缆的 B 型端连接到仪器。
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”（发现新硬件向导）。
4. 如果“Can Windows connect to Windows Update to search for software?”（Windows 是否可以连接到 Windows Update 以搜索软件？）对话框打开，选择 **No**（否），然后选择 **Next**（下一步）。
5. 在“USB Test and Measurement device”（USB 测试和测量设备）对话框中，选择 **Next**（下一步），然后选择 **Finish**（完成）。

## 与仪器通信

为了使仪器与 USB 设备通信，您必须使用 NI-VISA™。VISA 需使用具有以下格式的资源字符串才能连接到正确 USB 仪器：

```
USB0::0x05e6::0x6500::[序列号]::INSTR
```

其中：

- 0x05e6：Keithley 供应商 ID
- 0x6500：仪器的型号
- [序列号]：仪器的序列号（也可以在后面板上找到序列号）
- INSTR：使用 USBTMC 协议

当 USB 连接启动时，资源字符串显示在 System Communications（系统通信）屏幕的右下角。选择 **Menu**（菜单），然后选择 **Communication**（通信）打开 System Communications（系统通信）菜单并选择 **USB** 标签。

您还可以通过运行 Keithley 配置面板检索资源字符串，该面板会自动检测连接到计算机的所有仪器。

如果已安装了 Keithley I/O 层，则您可以通过 Microsoft® Windows® 的“开始”菜单访问 Keithley 配置面板。

---

## 注意

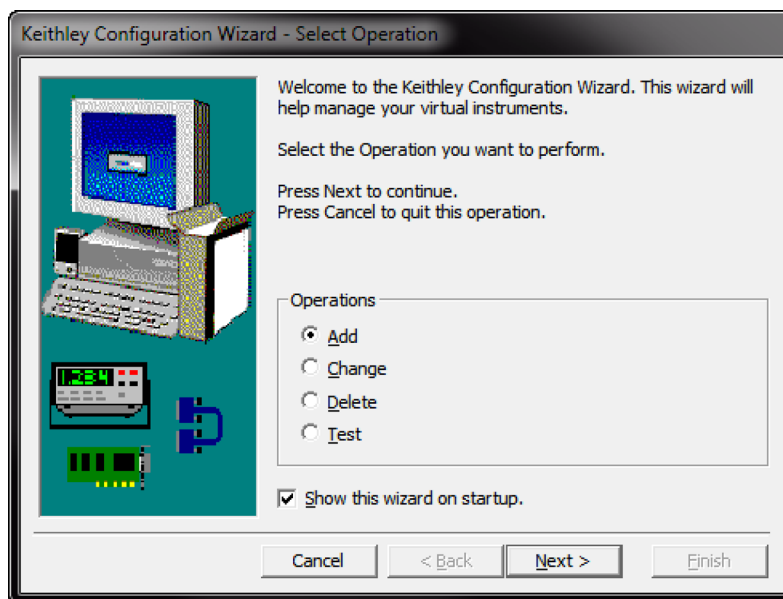
如果具有 USB 连接，则在已连接 USB 的情况下无法切换到 LAN 连接。USB 优先于 LAN。

---

**要使用 Keithley 配置面板确定 VISA 资源字符串：**

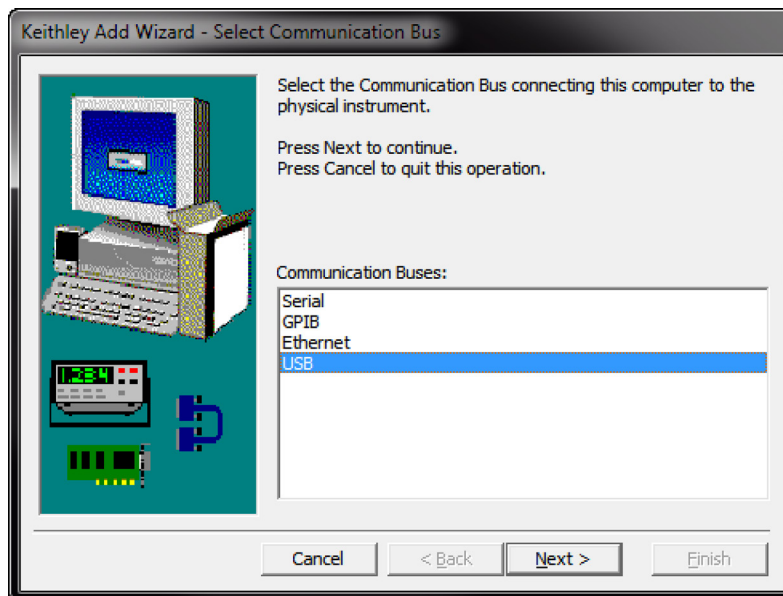
1. 单击 **Start (开始) > Keithley Instruments > Keithley Configuration Panel (Keithley 配置面板)**。将显示 Select Operation (选择操作) 对话框。

**图 16: Select Operation (选择操作) 对话框**



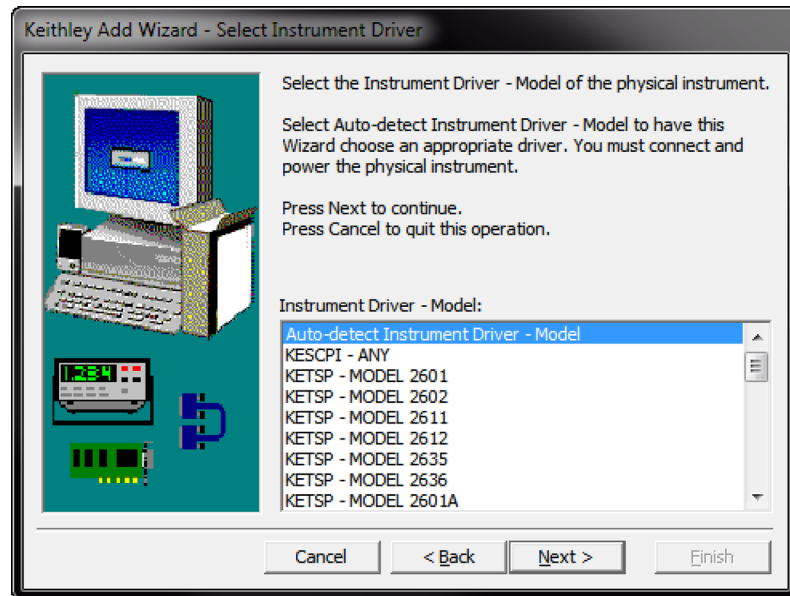
2. 选择 **Add (添加)**。
3. 选择 **Next (下一步)**。将显示 Select Communication Bus (选择通信总线) 对话框。

**图 17: Select Communication Bus (选择通信总线) 对话框**



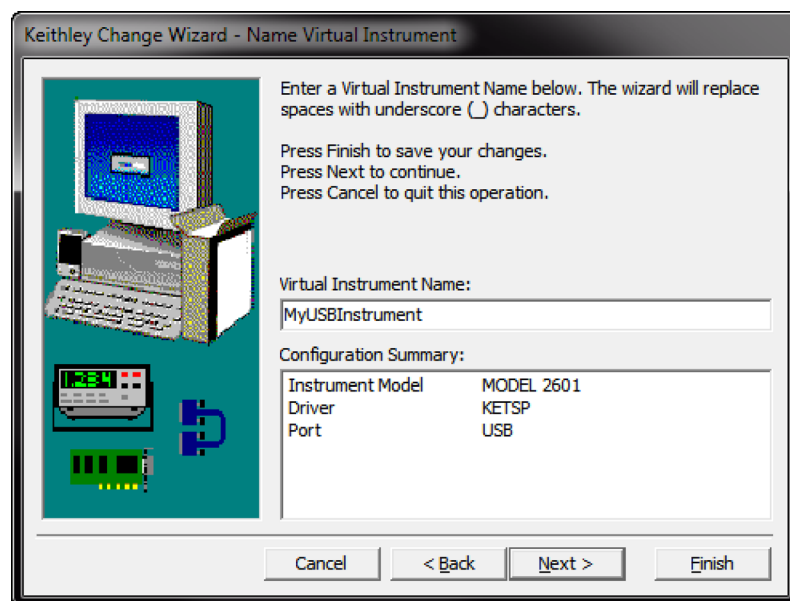
4. 选择 **USB**。
5. 单击 **Next**（下一步）。将显示 Select Instrument Driver（选择仪器驱动程序）对话框。

图 18：Select Instrument Driver（选择仪器驱动程序）对话框



6. 选择 **Auto-detect Instrument Driver - Model**（自动检测仪器驱动程序 - 型号）。
7. 单击 **Next**（下一步）。显示 Configure USB Instrument（配置 USB 仪器）对话框，其中包含检测到的仪器 VISA 资源字符串。
8. 单击 **Next**（下一步）。显示 Name Virtual Instrument（命名虚拟仪器）对话框。

图 19：Name Virtual Instrument（命名虚拟仪器）对话框

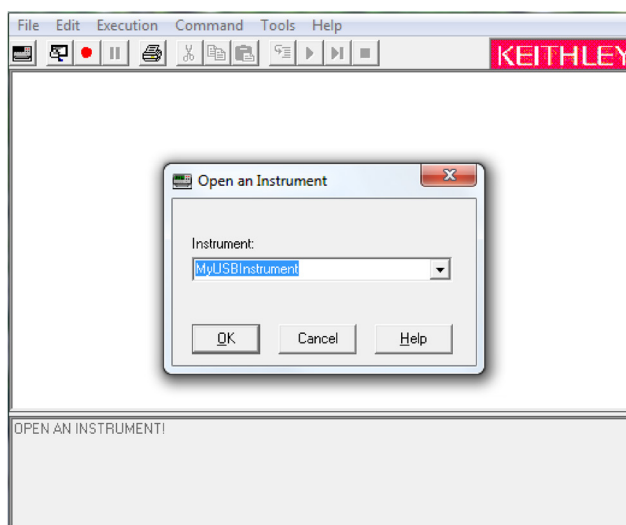


9. 在 Virtual Instrument Name（虚拟仪器名称）框中，输入您想要用于指引仪器的名称。
10. 选择 **Finish**（完成）。
11. 选择 **Cancel**（取消）可关闭向导。
12. 保存配置。从 Keithley 配置面板中，选择 **File（文件） > Save（保存）**。

#### 通过 Keithley 通信器验证仪器：

1. 将仪器设置为使用 SCPI 命令集。有关说明，请参阅[如何更改命令集？](#)（第 3-20 页）。
2. 单击 **Start（开始） > Keithley Instruments > Keithley Communicator（Keithley 通信器）**。
3. 选择 **File（文件） > Open Instrument（打开仪器）** 打开刚命名的仪器。

图 20：Keithley 通信器打开仪器



4. 单击 **OK（确定）**。
5. 向仪器发送一个命令，查看仪器是否有响应。

## 注意

如果您的系统上安装有完整版本的 NI VISA，则可以运行 NI-MAX 或 VISA 交互式控制实用程序。有关信息，请参阅《National Instruments》文档。

## GPIO 通信

DMM6500 GPIO 接口符合 IEEE Std 488.1 标准，并支持 IEEE Std 488.2 通用命令和状态模型拓扑。

最多可以将 15 个设备连接到 GPIO 接口，其中包括控制器。最大电缆长度是以下两者中的较小者：

- 设备数量乘以 2 米（6.5 英尺）
- 20 米（65.6 英尺）

如果忽略这些限值，可能导致总线工作不稳定。

### 注意

GPIO 通信需要在仪器中安装 KTTI-GPIO 通信附件卡。

## 安装 KTTI-GPIO 附件卡

图 21：KTTI-GPIO 连接器视图



## 开箱和检查

### 小心

确保仔细处理 KTTI-GPIO 卡。应始终抓住卡的侧边。请勿触摸电路板表面、组件或电气触点相邻区域。异物（如灰尘、粉尘和身体护理油）的污染会严重影响卡性能。

**要开箱和检查您的卡：**

1. 检查包装箱是否损坏。
2. 打开包装箱。
3. 取出卡并检查是否有明显的物理损坏迹象。
4. 如有任何损坏，请立即向运输代理公司报告。

## 安装

### 警告

必须将插槽盖板安装在未使用的插槽上，以防止人体接触高压电路。如果不了解并遵守标准安全预防措施，可能会因触电而导致人身伤害或死亡。

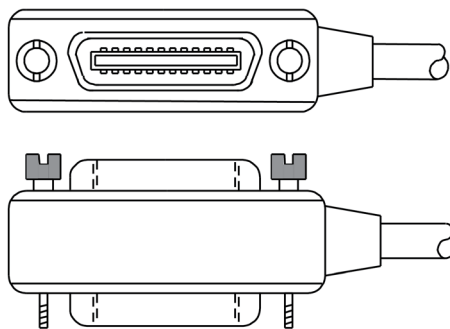
#### 要安装通信卡：

1. 关闭仪器并断开电源线以及任何其他连接到后面板的电缆。
2. 放置仪器，使您面向其后面板。
3. 从仪器背面的插槽中取出插槽盖板。将板和螺丝存放起来以备将来使用。
4. 将卡与连接器朝插槽内缘对齐，然后将卡滑入机箱。在最后 ¼ 英寸的距离，请牢固地将卡插入连接器。
5. 卡的每一侧都有一个加载有弹簧的安装螺丝。用手或用十字螺丝刀拧紧这两颗螺丝，将卡固定在机箱中。不要过度拧紧。
6. 将电源线和任何其他电缆重新连接到后面板。
7. 打开仪器。

## 将 GPIB 电缆连接到仪器

要将 DMM6500 连接到 GPIB 接口，请使用配有标准 GPIB 连接器的电缆，如下所示。

图 22：GPIB 连接器

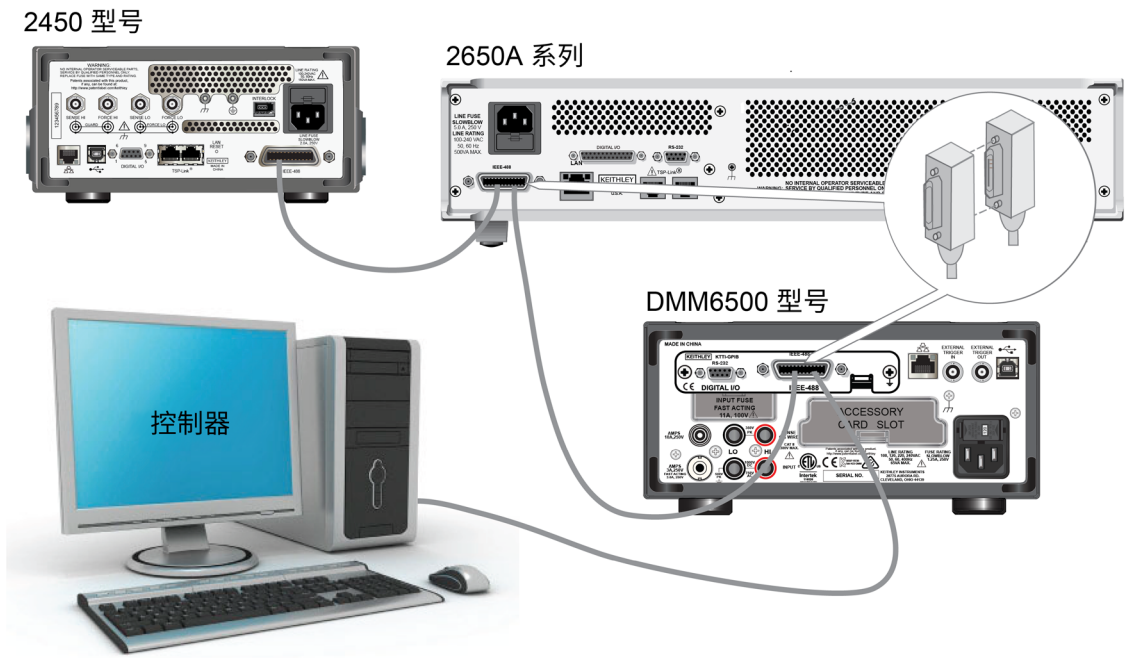


要建立与一台仪器的多个并行连接，请堆叠各连接器。每个连接器上都有两个螺丝，以确保牢固地连接。下图显示了对应于含多台仪器的测试系统的典型连接图。

小心

为避免可能的机械损坏，最多只能在任一仪器上堆叠三个连接器。为了尽量减少电磁辐射造成的干扰，请只使用屏蔽的 GPIB 电缆。请与 Keithley Instruments 联系了解关于屏蔽电缆的信息。

图 23：DMM6500 仪器的 GPIB 连接



其他信息

有关其他信息，请参阅 *KTTI-GPIB 通信和数字 I/O 附件说明表*，零件号 0771437 XX，其中 XX 是文件版本号。

## 设置 GPIB 地址

默认 GPIB 地址为 16。可以将地址设置为从 1 到 30 的值，前提是该值在系统中唯一。该地址不能与已分配给其他仪器或 GPIB 控制器的地址冲突。

---

### 注意

通常将 GPIB 控制器设置为从 0 到 21 的值。为了安全起见，请勿将任何仪器的地址配置为 21。

---

仪器会将地址保存在非易失性存储器中。当您发送重置命令或者关闭并重新打开电源时，地址不会改变。

#### **要从前面板设置 GPIB 地址：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 选择 **Communication**（通信）。
3. 选择 **GPIB** 选项卡。
4. 设置 **GPIB Address**（GPIB 地址）。
5. 选择 **OK**（确定）。

---

### 注意

也可以使用远程命令设置 GPIB 地址。使用 SCPI 命令 `:SYSTem:GPIB:ADDReSS` 或 TSP 命令 `gpib.address` 设置 GPIB 地址。

---

## RS-232

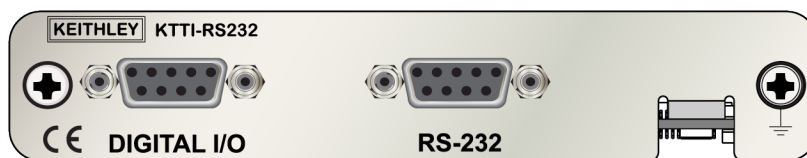
如果仪器中安装了 KTTI-RS232 通信附件卡，则可以使用 RS-232 与仪器通信。

该卡提供六条独立可配置的数字输入/输出线路，可用于控制外部数字电路，例如，用于执行分档操作的处理器。数字 I/O 端口是一个标准的孔式 DB-9 连接器。您也可以使用这些线路进行触发。该仪器能产生输出触发脉冲，并检测输入触发脉冲。



## 安装 KTTI-RS232 附件卡

图 24：KTTI-RS232 面板视图



### 开箱和检查

#### 小心

请务必小心处理 KTTI-RS232 卡。应始终抓住卡的侧边。请勿触摸电路板表面、组件或电气触点相邻区域。异物（如灰尘、粉尘和身体护理油）的污染会严重影响卡性能。

#### 要开箱和检查您的卡：

1. 检查包装箱是否损坏。
2. 打开包装箱。
3. 取出卡并检查是否有明显的物理损坏迹象。
4. 如有任何损坏，请立即向运输代理公司报告。

### 安装

#### 警告

必须将插槽盖板安装在未使用的插槽上，以防止人体接触高压电路。如果不了解并遵守标准安全预防措施，可能会因触电而导致人身伤害或死亡。

#### 要安装通信卡：

1. 关闭仪器并断开电源线以及任何其他连接到后面板的电缆。
2. 放置仪器，使您面向其后面板。
3. 从仪器背面的插槽中取出插槽盖板。将板和螺丝存放起来以备将来使用。
4. 将卡与连接器朝插槽内缘对齐，然后将卡滑入机箱。在最后 ¼ 英寸的距离，请牢固地将卡插入连接器。
5. 卡的每一侧都有一个加载有弹簧的安装螺丝。用手或用十字螺丝刀拧紧这两颗螺丝，将卡固定在机箱中。不要过度拧紧。
6. 将电源线和任何其他电缆重新连接到后面板。
7. 打开仪器。

建立连接

可以使用端接 DB-9 连接器的直通 RS232 电缆将 RS-232 串行端口连接到控制器的串行端口。不要使用空调制解调器电缆。

串口使用符合 RS232 标准的发送 (TXD)、接收 (RXD) CTS 和 RTS（如果启用流量控制）和信号接地 (GND) 线路。下图显示了用于 RS232 接口的后面板连接器。下表显示了连接器的针脚。

图 25：KTTI-RS232 面板视图

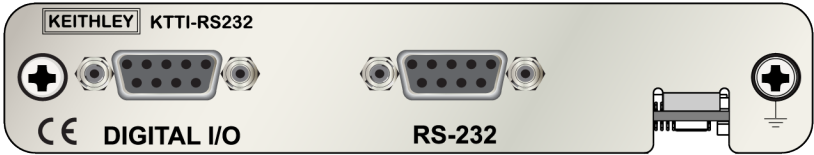
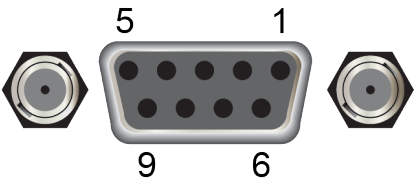


图 26：RS-232 面板的连接器



| 针脚 | 说明        |
|----|-----------|
| 1  | 无连接       |
| 2  | TXD，传输数据  |
| 3  | RXD，接收数据  |
| 4  | 无连接       |
| 5  | GND，信号接地  |
| 6  | 无连接       |
| 7  | RTS，发送就绪  |
| 8  | CTS，清除以发送 |
| 9  | 无连接       |

其他信息

有关其他信息，请参阅 *KTTI-RS232 通信和数字 I/O 附件说明表*，零件号 0771436 XX，其中 XX 是文件版本号。

## TSP-Link

如果仪器中安装了 KTTI-TSP 通信附件卡，则可以使用 TSP-Link® 与仪器通信。

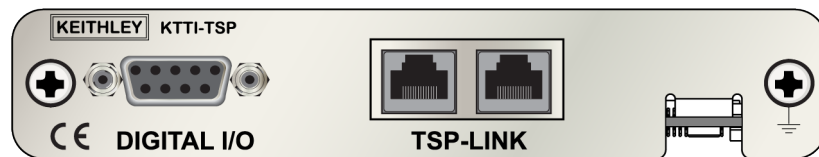
Keithley Instruments TSP-Link 是高速触发同步和通信总线，可由测试系统制造商用于连接主-辅配置中的多台仪器连接后，系统中所有配备 TSP-Link 的仪器均可以在主控仪器的控制下进行编程和操作。这允许仪器更快地运行测试，因为这些仪器可以从频繁的计算机交互中去耦。测试系统可以有多个主从组，可以并行处理多器件测试。结合 TSP-Link 与灵活的可编程触发模式可确保速度。

使用 TSP-Link，将多台仪器连接起来，就好像这些仪器是同一物理单元的一部分一样，可以同时进行多通道测试。测试系统可以扩展到包括多达 32 个 TSP-Link 启用仪器。

该卡提供六条独立可配置的数字输入/输出线路，可用于控制外部数字电路，例如，用于执行分档操作的处理器。数字 I/O 端口是一个标准的孔式 DB-9 连接器。您也可以使用这些线路进行触发。该仪器能产生输出触发脉冲，并检测输入触发脉冲。

## 安装 KTTI-TSP 附件卡

图 27：KTTI-TSP 面板视图



## 开箱和检查

### 小心

务必小心搬运 KTTI-TSP 卡。应始终抓住卡的侧边。请勿触摸电路板表面、组件或电气触点相邻区域。异物（如灰尘、粉尘和身体护理油）的污染会严重影响卡性能。

#### 要开箱和检查您的卡：

1. 检查包装箱是否损坏。
2. 打开包装箱。
3. 取出卡并检查是否有明显的物理损坏迹象。
4. 如有任何损坏，请立即向运输代理公司报告。

## 安装

### 警告

必须将插槽盖板安装在未使用的插槽上，以防止人体接触高压电路。如果不了解并遵守标准安全预防措施，可能会因触电而导致人身伤害或死亡。

#### 要安装通信卡：

1. 关闭仪器并断开电源线以及任何其他连接到后面板的电缆。
2. 放置仪器，使您面向其后面板。
3. 从仪器背面的插槽中取出插槽盖板。将板和螺丝存放起来以备将来使用。
4. 将卡与连接器朝插槽内缘对齐，然后将卡滑入机箱。在最后 ¼ 英寸的距离，请牢固地将卡插入连接器。
5. 卡的每一侧都有一个加载有弹簧的安装螺丝。用手或用十字螺丝刀拧紧这两颗螺丝，将卡固定在机箱中。不要过度拧紧。
6. 将电源线和任何其他电缆重新连接到后面板。
7. 打开仪器。

## 建立连接

TSP-Link 扩展接口使用 CAT5 和 RJ-45 连接器最多连接 32 个设备。

## 其他信息

有关其他信息，请参阅 *KTTI-TSP 通信和数字 I/O 附件说明表*，零件号 0771438 XX，其中 XX 是文件版本号。

## 使用网络界面

在 DMM6500 Web 界面上，您可以通过网页来设置和控制仪器。网页中包括：

- 仪器状态。
- 仪器的型号、序列号、固件版本和最近的 LXI 消息。
- 用于帮助查找仪器的 ID 按钮。
- 用于控制仪器的虚拟前面板和命令界面。
- 能够将数据从特定的读取缓冲区下载到 CSV 文件中。
- 管理性选项和 LXI 信息。

仪器网页驻留在仪器的固件中。您通过 Web 界面执行的更改会立即应用于仪器中。

## 连接到仪器 Web 界面

当为仪器建立 LAN 连接后，可打开仪器的网页。

### **要访问该 Web 界面：**

1. 在主机上打开 Web 浏览器。
2. 在 Web 浏览器地址栏中输入仪器的 IP 地址。例如，如果仪器的 IP 地址是 192.168.1.101，请在浏览器地址栏中输入 192.168.1.101。
3. 按计算机键盘上的 **Enter**（回车）键以打开仪器的网页。
4. 如果出现提示信息，请输入用户名和密码。这两者的默认值都是 `admin`。

## LAN 故障排除建议

如果您无法连接到仪器的 Web 界面，请检查以下项：

- 网络电缆在仪器后面板上的 LAN 端口中，而不是在一个 TSPLink® 端口中。
- 网络电缆在计算机上的正确端口中。笔记本电脑在扩展坞中时，可能会禁用笔记本电脑的 LAN 端口。
- 设置程序使用正确以太网的配置信息。
- 计算机的网卡已启用。
- 仪器的 IP 地址与计算机的 IP 地址兼容。
- 仪器的子网掩码地址与计算机的子网掩码地址相同。
- 确保仪器和计算机之间未连接 USB 电缆。USB 通信优先于 LAN 通信。

您也可以尝试重新启动计算机和仪器。

**要重新启动仪器：**

- 1. 关闭仪器电源，然后再打开电源。
- 2. 请等待至少 60 秒以完成网络配置。

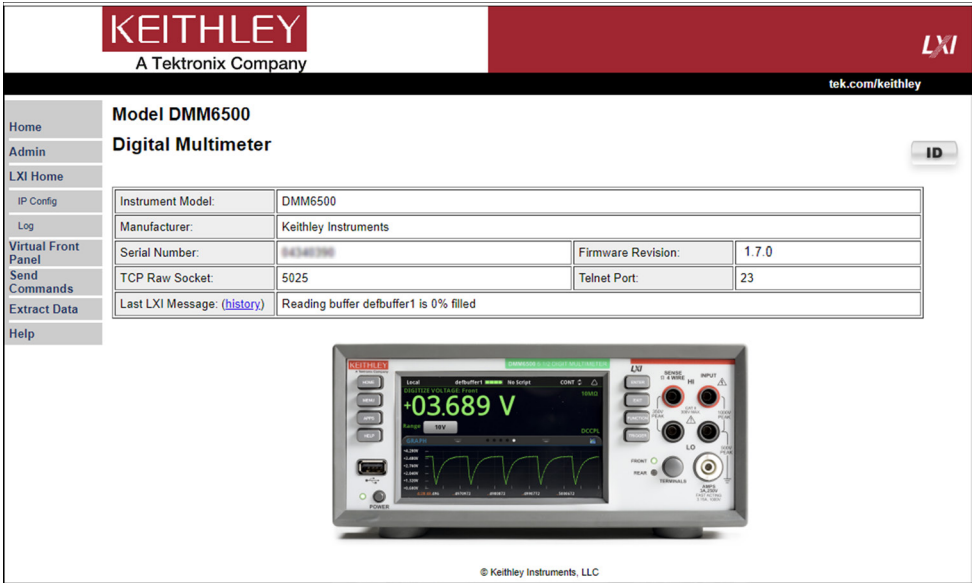
**要设置 LAN 通信：**

- 1. 按 **MENU**（菜单）键。
- 2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。
- 3. 选择 **LAN** 选项卡。
- 4. 验证设置。

如果上述操作无法解决问题，请联系您的系统管理员。

Web 界面主页页面

图 28：DMM6500 Web 界面



仪器的 HOME（主页）提供仪器的相关信息。其中包括：

- 仪器型号、制造商、序列号和固件版本号。
- TCP 原始套接字号和 Telnet 端口号。
- 最近的 LXI 消息。历史记录链接将打开 LXI 主页。
- ID 按钮，可用于识别仪器。请参阅[识别仪器](#)（第 3-20 页）。

## 识别仪器

如果您有一组仪器，则可以选择 ID 按钮来确定要与之通信的仪器。

在尝试识别仪器前，确保您已建立仪器的远程连接。

### **要识别仪器：**

1. 在仪器组中的每台仪器上，选择 **MENU**（菜单），然后选择 **Communication**（通信）。
2. 选择 **LAN** 选项卡。
3. 在 Web 界面主页或 LXI 主页页面上，选择 **ID** 按钮。该按钮变为绿色，并且仪器 LAN 选项卡上的 LXI LAN 指示灯闪烁。
4. 再次选择 **ID** 按钮以关闭 ID 功能。

## 确定您将使用的命令集

可以更改您在 DMM6500 中使用的命令集。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，其中包含可以从独立仪器执行的仪器专用控制命令。您可以使用 TSP 发送单个命令或将多个命令组合到脚本中。
- SCPI2000：一种仪器专用语言，用于运行专为 Keithley Instruments 系列 2000 仪器开发的代码。
- SCPI34401：一种仪器专用语言，用于运行专为 Keysight 34401 型号仪器开发的代码。

如果更改命令集，请重新启动仪器。

不能组合使用这些命令集。

---

### 注意

在 Keithley Instruments 提供的出厂产品中，已将 DMM6500 设置为与 SCPI 命令集配合使用。

---

---

## 注意

如果选择 SCPI2000 或 SCPI34401 命令集，则无法访问现在使用默认 SCPI 命令集可用的某些扩展量程和其他功能。此外，某些 2000 系列或 Keysight 34401 代码在 DMM6500 中的工作方式与在早期仪器中的工作方式不同。有关 DMM6500 和 2000 系列之间差异的信息，请参阅 *2000 型号应用中的 DMM6500*，Keithley Instruments 文件编号 0771466 XX。有关 DMM6500 和 Keysight 34401 之间差异的信息，请参阅 *Keysight 34401 型号应用中的 DMM6500*，Keithley Instruments 文件编号 0771467 XX。

---

### 要从前面板中设置命令集：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 选择适当的 **Command Set**（命令集）。

系统将提示您确认对命令集的更改并重新启动。

### 要验证从远程界面选择的命令集：

发送命令：

```
*LANG?
```

### 要从远程界面中切换到 SCPI 命令集：

发送命令：

```
*LANG SCPI
```

重启仪器。

### 要从远程界面切换到 TSP 命令集：

发送命令：

```
*LANG TSP
```

重启仪器。





# 执行基本的前面板测量

## 本节内容：

|                |     |
|----------------|-----|
| 简介 .....       | 4-1 |
| 此示例所需的设备 ..... | 4-1 |
| 器件连接 .....     | 4-1 |
| 基本前面板测量 .....  | 4-2 |
| 查看测量数据 .....   | 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置该功能。其中许多设置与特定测量功能相关。本手册中的应用使用操作顺序来生成最佳结果。

## 此示例所需的设备

执行此测试时所需的设备：

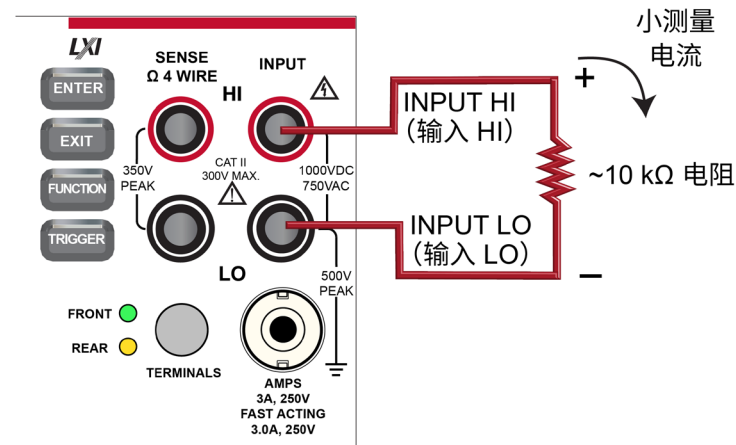
- 一台 DMM6500
- 两根绝缘香蕉电缆
- 一个要测试的电阻，示此例中使用 9.75 k $\Omega$  额定值的电阻

## 器件连接

将 DMM6500 连接到采用 2 线（本地感应）配置的电阻。在此配置中，设备连接在 INPUT HI 和 INPUT LO 端子之间。

**要建立连接：**

1. 关闭 DMM6500 的电源。
2. 将测试引线连接到前面板的 INPUT HI（输入 HI）和 INPUT LO（输入 LO）端子，如下图所示。
3. 将测试引线连接到电阻。

**图 29：DMM6500 前面板 2 线电阻测量**

## 基本前面板测量

以下步骤显示如何执行测量、访问测量设置以及查看读数缓冲区中的测量数据。

您可以执行连续测量或手动测量。当执行连续测量时，仪器会尽快进行测量。当执行手动测量时，仪器在您按下 TRIGGER（触发）键后进行测量。

**要从前面板执行测量：**

1. 按前面板上的 **POWER**（电源）开关以打开仪器。
2. 确保端子开关已设置为 **FRONT**（前）。
3. 在 Functions（功能）滑动屏幕上，选择 **2W Ω**。测量程序将开始显示在主页屏幕的上半部分。
4. 如果未显示测量值，请按住 **TRIGGER**（触发）键几秒，然后选择 **Continuous Measurement**（连续测量）。

**要更改测量设置：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 Measure（测量）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 选择 **Display Digits**（显示数字位）。
4. 选择 **3.5 Digits**（3.5 位数字）。
5. 按 **HOME**（主页）键。测量结果现在将显示 3½ 位数字。

**要进行单次测量：**

1. 按住前面板的 **TRIGGER**（触发）键几秒。
2. 选择 **Manual Trigger Mode**（手动触发模式）。
3. 按下 **TRIGGER**（触发）键，使用选定的测量功能启动单次读数。

图 30：基本测量测试结果



## 查看测量数据

您可以使用 Reading Table（读数表）通过前面板查看读数缓冲区中的数据。Reading Table（读数表）显示以下信息：

- **Index（索引）**：读数的序列号。
- **Time（时间）**：读数的数据和时间。
- **Reading（读数）**：测量的数据。
- **Extra（额外）**：仅为设置为 Full（已满）的缓冲区显示。与读数一起存储的额外值，如 DCV 比率测量的比率分量。
- **Terminal（端子）**：用于进行读数的端子（前或后）。当使用安装有开关卡的 Rear（后）端子并关闭该开关卡上的某个通道时，该端子将列为 Rear（后），其中括号中包含已关闭通道的通道号。例如，如果关闭通道 3，Terminal（端子）显示 Rear（3）。

如果选择数据点，则会显示有关该数据点的其他详细信息，包括功能、数学和限值。

要跳转到数据中的特定位置，请选择左上角的菜单，然后选择 **Jump to Index**（跳转到索引）。选定的数据点显示在读数表的顶部。

要保存数据，请选择左上角的菜单，然后选择 **Save to USB**（保存到 USB）。

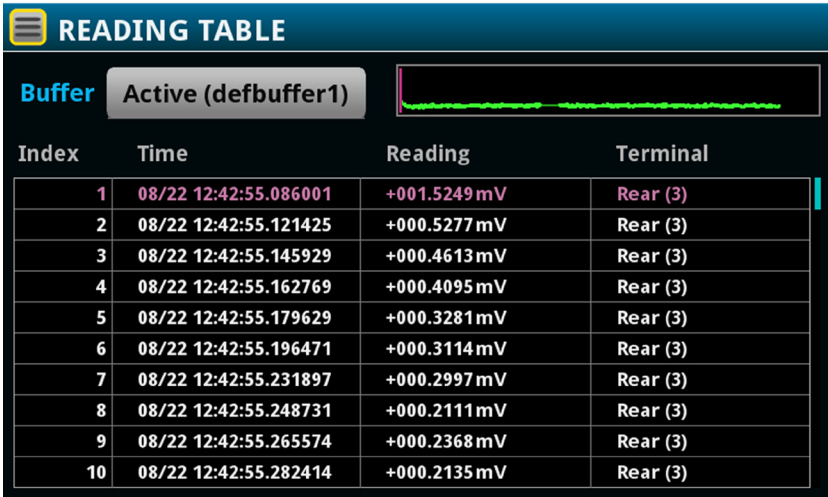
当将 TERMINALS（端子）设置为 **REAR**（后）时，可以使用通道和监视通道筛选数据。选项包括：

- **Filter by Watch Channels (Active Buffer)**（按监视通道筛选（活动缓冲区））：按监视通道筛选数据。选择此选项后，选择 **Edit Watch Channels**（编辑监视频道）以选择特定通道。
- **Edit Watch Channels (Active Buffer)**（编辑监视通道（活动缓冲区））：选择监视的通道。
- **Filter by Channels**（按通道筛选）：允许您限制读数表中的数据。选择 **Filter by Channels**（按通道筛选）后，选择 **Edit Channels**（编辑通道）以指定要显示的通道。
- **Edit Channels**（编辑通道）：允许您选择显示在读数表中的通道。
- **No Filtering**（无筛选）：从读数表中删除筛选器，并显示选定缓冲区的所有数据。

*使用前面板查看读数缓冲区的内容：*

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 **Views**（视图）下，选择 **Reading Table**（读数表）。将显示活动读数缓冲区的数据。

图 31：读数表



3. 要显示其他缓冲区的数据，请选择新缓冲区。
4. 要查看特定数据点的详细信息，请向上或向下滑动表格并选择此数据点以查看读数详细信息。如果有多个数据点，请在屏幕右上角的读数预览图形中选择一个区域以更清楚地查看所需数据，然后滚动到数据点。也可以选择菜单并选择 **Jump to Index**（跳转到索引）以转到特定点。
5. 按 **HOME**（主页）键返回主页屏幕。

# 高精度测量直流电压

## 本节内容：

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 简介 .....        | 5-1 |
| 所需设备 .....      | 5-1 |
| 器件连接 .....      | 5-1 |
| 高精度测量直流电压 ..... | 5-3 |

## 简介

本应用示例演示如何使用 DMM6500 进行高精度直流电压测量。

此类测试通常在计量实验室中完成，其要求校准和验证具有高精度。

## 所需设备

- 一台 DMM6500
- 一台已设置为与仪器进行通信的计算机
- 两根绝缘香蕉电缆
- 一个要测试的设备或组件

## 器件连接

本示例使用 DMM6500 通过前部或后部输入端子来测量直流电压。前面板和后面板输入端子均为安全香蕉插孔。

---

### 注意

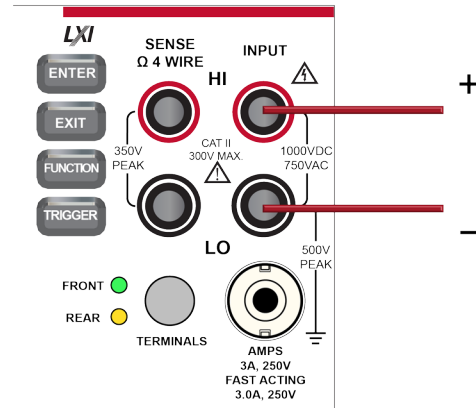
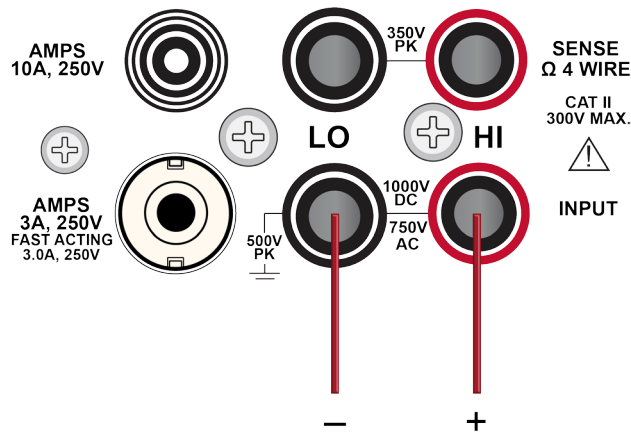
必须使用前部端子或后部端子。不能混合使用前部连接和后部连接。

---

确保前面板 **TERMINALS**（端子）开关已设置到您当前使用的端子。FRONT（前）或 REAR（后）的指示灯亮起，指示正在使用的端子。

**将设备连接到仪器：**

1. 将测试引线连接到 INPUT HI 和 LO 端子。
2. 将测试导线连接到被测器件 (DUT)。

**图 32：前面板连接****图 33：后面板连接****警告**

为避免电击，必须将测试连接配置为使用户不会接触测试引线或任何与导体接触的被测器件 (DUT)。建议在打开仪器电源前断开仪器上的 DUT。安全的安装过程需使用适当的屏蔽、屏障和接地以防止与测试引线接触。

## 警告

DMM6500 的保护接地（安全接地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能会存在危险电压（超过 30 V<sub>RMS</sub>）。当仪器以任何模式运行时都可发生这种情况。为防止 LO 端子上存在危险电压，在您的应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护性接地（安全接地）。可以将 LO 端子连接到前面板上的机箱接地端子或后面板上的机箱接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子相互隔离。因此，如果您使用前面板端子，请将其接地至前面板 LO 端子。如果使用后面板端子，请将其接地至后面板 LO 端子。如果不遵守这些准则，可能导致人身伤害、死亡或者仪器损坏。

## 高精度测量直流电压

本应用演示如何使用 DMM6500 进行高精度直流电压测量。您可以使用 SCPI 代码或 TSP 代码从前面板接口或通过远程接口进行测量。有关设置远程通信的信息，请参阅[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您需要：

- 重新启动仪器。
- 确认已选择直流电压功能。
- 将量程设置为 10 V。
- 在 60 Hz 的线路频率上，将积分率设置为 1 个电源线周期 (PLC)；1 个 PLC 的光圈为 16.67 ms。
- 打开自动归零功能。这使仪器可以通过检查参考测量值来优化读数准确性。
- 启用计数为 100 的重复滤波器。这样可以减少噪声误差，因为通过对测量求平均值可使结果更稳定。
- 从前面板或远程接口生成读数。



## 使用前面板

### 从前面板运行此示例：

1. 按前面板上的 **POWER**（电源）开关以打开仪器。
2. 选择 **REAR**（后部）端子。
3. 在 Functions（功能）滑动屏幕上，选择 **DCV**。
4. 在 HOME（主页）屏幕的上半部分，将 Range（量程）设置为 **10 V**。
5. 滑动至 **SETTINGS**（设置）屏幕。
6. 将速率设置为 **1**。
7. 选择 **OK**（确定）。
8. 确认已选择 **Auto Zero**（自动归零）。
9. 按 **MENU**（菜单）键。
10. 在 Measure（测量）下，选择 **Calculations**（计算）。
11. 将过滤器设置为 **On**（打开）。
12. 选择 **Settings**（设置）图标。
13. 将 Type（类型）设置为 **Repeat**（重复）。
14. 将 Count（计数）设置为 **100**。
15. 选择 **OK**（确定）。
16. 按 **HOME**（主页）键。

---

## 注意

如果测量值未更新，请按住 **TRIGGER**（触发）键几秒。验证触发模式是否设置为 Continuous Measurement（连续测量）。

---

测量值将显示在主页屏幕的顶部区域。读数之间有几秒间隔。

如果重复滤波器计数为 100 并且 NPLC 为 1，测量周期时间较慢但准确。通过减少这些设置值，您可以获得更快速但不太准确的读数。如何在速度和准确性之间平衡将取决于您的具体应用需求。

使用 SCPI 命令

此 SCPI 命令序列可以进行单次高精度直流电压测量。

您可能需要进行一些更改，才能在您的编程环境中运行此代码。在此表中，SCPI 命令具有浅灰色背景。

为本应用示例发送以下命令：

| 命令                                                                                                                                                                                                            | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| *RST<br>:SENS:FUNC "VOLT:DC"<br>:SENS:VOLT:RANG 10<br>:SENS:VOLT:INP AUTO<br>:SENS:VOLT:NPLC 10<br>:SENS:VOLT:AZER ON<br>:SENS:VOLT:AVER:TCON REP<br>:SENS:VOLT:AVER:COUN 100<br>:SENS:VOLT:AVER ON<br>:READ? | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 重置 DMM6500</li><li>■ 将仪器设置为测量直流电压</li><li>■ 将量程设置为 10 V</li><li>■ 将输入阻抗设置为自动，以便仪器为 10 V 量程选择 10 Ω</li><li>■ 将积分率 (NPLC) 设置为 10</li><li>■ 启用自动归零</li><li>■ 将平均滤波器类型设置为重复</li><li>■ 将滤波器计数设置为 100</li><li>■ 启用滤波器</li><li>■ 读取电压值；在读数返回前需等待几秒钟</li></ul> |

使用 TSP 命令

可从 Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 运行以下 TSP 代码。可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 获得 TSB 软件工具。您可以安装并使用 TSB 为支持 TSP 的仪器编写代码和开发脚本。有关如何使用 TSB 的信息，请参阅 TSB 在线帮助以及《DMM6500 型号参考手册》中的“TSP 操作简介”部分。

要使用其他编程环境，您可能需要对示例 TSP 代码进行一些更改。

默认情况下，DMM6500 使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令前，必须选择 TSP 命令集。

要启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 将命令集设置为 **TSP**。
4. 在系统提示重新启动时，选择 **Yes**（是）。

此 TSP 命令序列可进行单次高精度直流电压测量。在代码执行后，数据将显示在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

为本应用示例发送以下命令：

```
-- 将仪器重置为默认设置。
reset()
-- 将测量功能设置为直流电压。
dmm.measure.func = dmm.FUNC_DC_VOLTAGE
-- 将量程设置为 10 V。
dmm.measure.range = 10
-- 将电源线周期数设置为 10。
dmm.measure.nplc = 10
-- 将输入阻抗设置为自动，以便其为 10 V 范围选择 10 Gohm。
dmm.measure.inputimpedance = dmm.IMPEDANCE_AUTO
-- 启用自动归零。
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON
-- 将平均滤波器类型设置为重复。
dmm.measure.filter.type = dmm.FILTER_REPEAT_AVG
-- 将滤波器计数设置为 100。
dmm.measure.filter.count = 100
-- 启用滤波器。
dmm.measure.filter.enable = dmm.ON
-- 读取电压值。
print(dmm.measure.read())
```

测试结果

下表显示了基于“积分率” (NPLC)、“平均滤波器”和“自动归零”设置进行的精度和测量速度间平衡。第一行数据是使用本示例中记录的设置测量的。其他行（将结果显示为“积分率”、“平均滤波器”和“自动归零”设置）已更改。

| 直流电压     | 测量时间（秒）   | 积分率 (NPLC) | 滤波器 | 自动归零 |
|----------|-----------|------------|-----|------|
| 4.999985 | 33.542816 | 10         | 打开  | 打开   |
| 4.999982 | 0.335426  | 10         | 关闭  | 打开   |
| 4.999979 | 0.035426  | 1          | 关闭  | 打开   |
| 4.999990 | 0.017023  | 1          | 关闭  | 关闭   |

图 34：高精度直流电压测试结果



# 在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻

## 本节内容：

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 简介 .....                  | 6-1 |
| 所需设备 .....                | 6-2 |
| 器件连接 .....                | 6-2 |
| 在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻 ..... | 6-4 |

## 简介

本应用实例演示如何使用 DMM6500 精确地测量电阻。

通常，当使用 2 线方法进行电阻测量时，仪器通过测试导线和被测器件 (DUT) 提供电流源。将测量电压并计算电阻。

当 DUT 电阻值低于  $100\ \Omega$  时，很难获得准确的 2 线电阻测量结果。典型的导线电阻范围为  $1\ \text{m}\Omega$  至  $10\ \text{m}\Omega$ 。将 2 线法应用于低电阻测量时，每根测试引线的电阻存在很小但明显的电压降。仪器测得的电压与直接穿过 DUT 的电压不同。

4 线法是用于低电阻测量的首选方法。采用这种配置时，使用一组测试导线通过 DUT 提供测试电流源，第二组 SENSE 导线将测量 DUT 上的电压。将电压感测引线尽可能靠近 DUT 连接，以避免测量中包含测试引线的电阻。

热电压 (EMF) 会严重影响低电阻测量值精度。DMM6500 可以应用偏移补偿欧姆方法 (OCOMP)，该方法可以进行一次普通阻测量和一次使用最低电流源设置（以消除 EMF）进行的测量。

在此示例中使用了一个  $20\ \Omega$  电阻。应用固定量程以优化扫描速度，并应用 OCOMP 以校正任何电磁场效应。

---

## 注意

有关 4 线电阻测量、热电 EMF 和偏移补偿方法的全面信息，请参阅 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 上的《低电平测量手册》。

---

## 所需设备

- 一台 DMM6500
- 一台已设置为与仪器进行通信的计算机
- 四根绝缘香蕉电缆
- 一个被测器件（所示应用中使用了一个 20 Ω 电阻器）

## 器件连接

本应用示例使用 DMM6500 通过偏移补偿执行 4 线电阻设备测量。前面板和后面板连接都是安全香蕉插孔。可以使用前部或后部输入端子。

### 注意

必须使用前部端子或后部端子。不能混合使用前部连接和后部连接。

确保前面板 TERMINALS（端子）开关已设置到您当前使用的端子。FRONT（前）或 REAR（后）的指示灯亮起，指示正在使用的端子。

#### 要使用 4 线连接方法：

1. 将一组测试引线连接到 INPUT HI 和 INPUT LO 端子。
2. 将另一组测试引线连接到 SENSE HI 和 SENSE LO 端子。

图 35：用于 4 线电阻测量过程的前面板连接

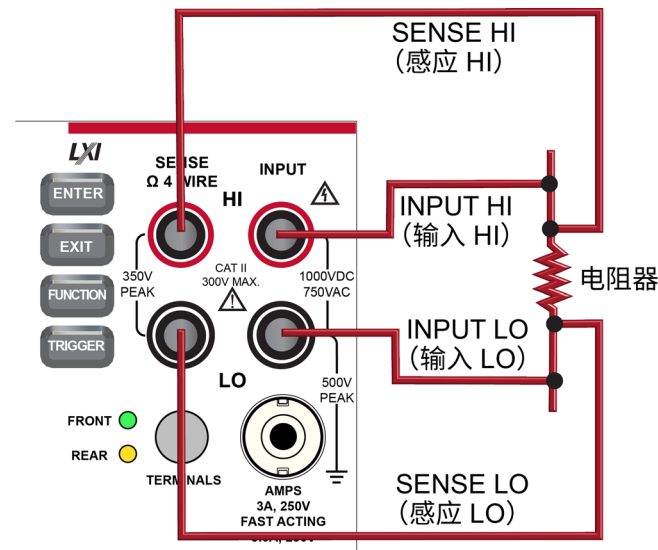
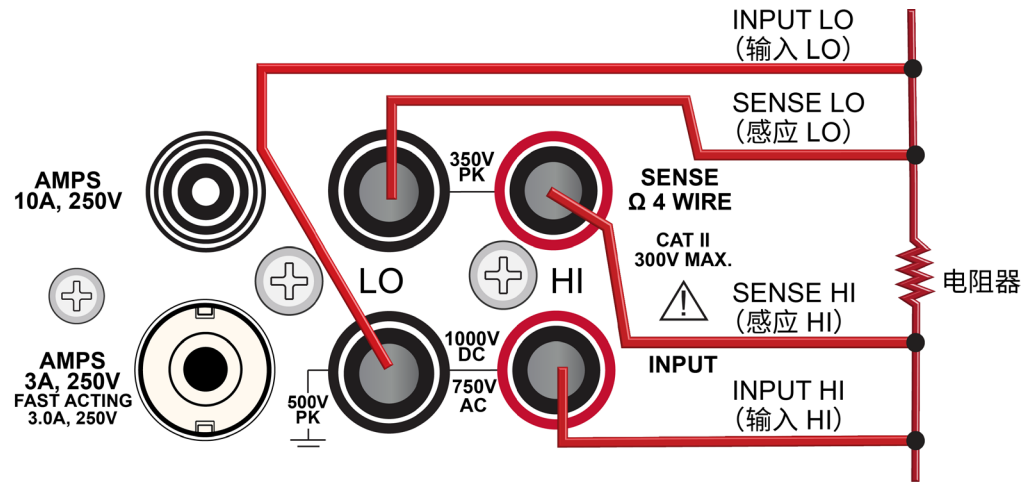


图 36：用于 4 线电阻测量过程的后面板连接



3. 将 INPUT HI 和 SENSE HI 连接到其中一个被测器件 (DUT) 导线。将感测连接尽可能靠近 DUT 连接。
4. 将 INPUT LO 和 SENSE LO 连接到另一根 DUT 引线。将感测连接尽可能靠近 DUT 连接。

### ⚠ 警告

为避免电击，必须将测试连接配置为使用户不会接触测试引线或任何与导体接触的被测器件 (DUT)。建议在打开仪器电源前断开仪器上的 DUT。安全的安装过程需使用适当的屏蔽、屏障和接地以防止与测试引线接触。

DMM6500 的保护接地（安全接地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能会存在危险电压（超过 30 V<sub>RMS</sub>）。当仪器以任何模式运行时都可发生这种情况。为防止 LO 端子上存在危险电压，在您的应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护性接地（安全接地）。可以将 LO 端子连接到前面板上的机箱接地端子或后面板上的机箱接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子相互隔离。因此，如果您使用前面板端子，请将其接地至前面板 LO 端子。如果使用后面板端子，请将其接地至后面板 LO 端子。如果不遵守这些准则，可能导致人身伤害、死亡或者仪器损坏。

## 在使用偏移补偿的情况下测量 4 线电阻

此应用演示如何使用 DMM6500 测量设备或组件的电阻。您可以使用 SCPI 或 TSP 代码从前面板或远程接口中进行此测量。有关设置远程通信的信息，请参阅[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您需要：

- 重置仪器。
- 选择 4 线电阻功能。这种方法消除了导线电阻对测量精度的影响。
- 启用偏移补偿。
- 从前面板或远程接口进行测量。

### 使用前面板

---

#### 注意

Auto Zero（自动归零）自动设置为 On（打开），并且 NPLC 自动设置为 1。

---

#### *要从前面板设置应用：*

1. 按前面板上的 **POWER**（电源）开关以打开仪器。
2. 在 **FUNCTIONS**（功能）滑动屏幕上，选择 **4W Ω** 以选择 4 线电阻测量功能。
3. 按 **MENU**（菜单）键。
4. 在 **Measure**（测量）下，选择 **Settings**（设置）。
5. 将 **Range**（量程）设置为 **10kΩ**。
6. 选择偏移补偿并选择 **On**（打开）。
7. 按 **HOME**（主页）键。

测量读数将显示在主页屏幕的顶部区域。

## 使用 SCPI 命令

此 SCPI 命令序列测量设备或组件的电阻。

您可能需要进行一些更改，才能在您的编程环境中运行此代码。在下表中，SCPI 命令具有浅灰色背景。

**为本应用示例发送以下命令：**

| 命令                                                                                                                               | 说明                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| *RST<br>:SENS:FUNC "FRES"<br>:SENS:FRES:RANG: AUTO ON<br>:SENS:FRES:OCOM ON<br>:SENS:FRES:AZER ON<br>:SENS:FRES:NPLC 1<br>:READ? | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 重置 DMM6500。</li><li>■ 将功能设置为 4 线测量。</li><li>■ 启用自动量程。</li><li>■ 启用偏移补偿。</li><li>■ 启用自动归零。</li><li>■ 将 NPLC 设置为 1。</li><li>■ 读取电阻值。</li></ul> |

## 使用 TSP 命令

可从 Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 运行以下 TSP 代码。可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 获得 TSB 软件工具。您可以安装并使用 TSB 为支持 TSP 的仪器编写代码和开发脚本。有关如何使用 TSB 的信息，请参阅 TSB 在线帮助以及《DMM6500 型号参考手册》中的“TSP 操作简介”部分。

要使用其他编程环境，您可能需要对示例 TSP 代码进行一些更改。

默认情况下，DMM6500 使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令前，必须选择 TSP 命令集。

**要启用 TSP 命令：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 将命令集设置为 **TSP**。
4. 在系统提示重新启动时，选择 **Yes**（是）。

此 TSP 命令序列将启动一次电阻读取操作。在代码执行后，数据将显示在 Test Script Builder 的仪器控制台中。



为本应用示例发送以下命令：

```
-- 将 DMM6500 型号重置为默认设置。
reset()
-- 将测量功能设置为 4 线电阻。
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
-- 启用自动量程。
dmm.measure.autorange = dmm.ON
-- 启用自动归零。
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON
-- 启用偏移补偿。
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
-- 将电源线周期数设置为 1。
dmm.measure.nplc = 1
-- 读取电阻值。
print(dmm.measure.read())
```

测试结果

下表显示了使用 20 Ω 电阻时测得的低电阻测量结果。

例如，如果电阻规格的公差为 ±0.1%，温度系数为 ±15 ppm /°C，则兼容电阻的测量值为 19.97 Ω 至 20.03 Ω。

| 偏移补偿 | 电阻           |
|------|--------------|
| 关闭   | 19.992460878 |
| 打开   | 19.991394395 |

图 37：4 线电阻测试结果



# 以设定时间间隔扫描温度

## 本节内容：

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 简介 .....          | 7-1 |
| 所需设备 .....        | 7-1 |
| 器件连接 .....        | 7-2 |
| 以特定时间间隔采样温度 ..... | 7-4 |

## 简介

本应用示例演示如何使用 DMM6500 从多个扫描卡通道记录温度测量数据（在 24 小时期间每分钟记录一次）。数据将保存到 U 盘。

在生产或储存期间，测试环境的温度可能很重要。您可以使用 DMM6500 在较长时间内以固定时间间隔监测温度。

本应用需要使用 Keithley Instruments 提供的 2001-TCSCAN 卡。2001-TCSCAN 最多可为 9 个热电偶温度测量通道提供连接。

对于此应用示例，卡连接到每个通道上的 K 型热电偶。

## 所需设备

- 一台 DMM6500
- 一个 2001-TCSCAN 卡
- 一台已设置为与仪器进行通信的计算机
- 一个 U 盘
- 一个要测试的设备或组件

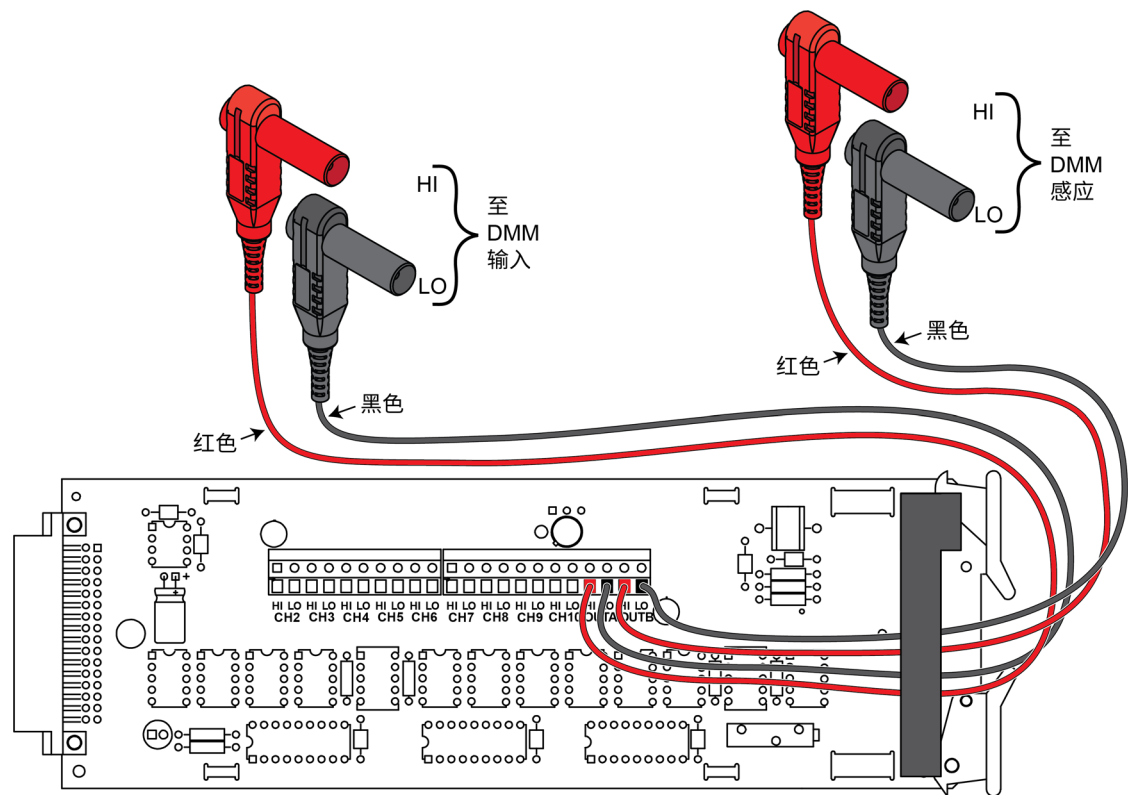
# 器件连接

2001-TCSCAN 扫描最多可提供 9 个热电偶温度测量通道。在此示例中，卡的每个通道都连接到 K 型热电偶。然后将卡插入 DMM6500 的后部。

**要设置和安装 2001-TCSCAN 卡：**

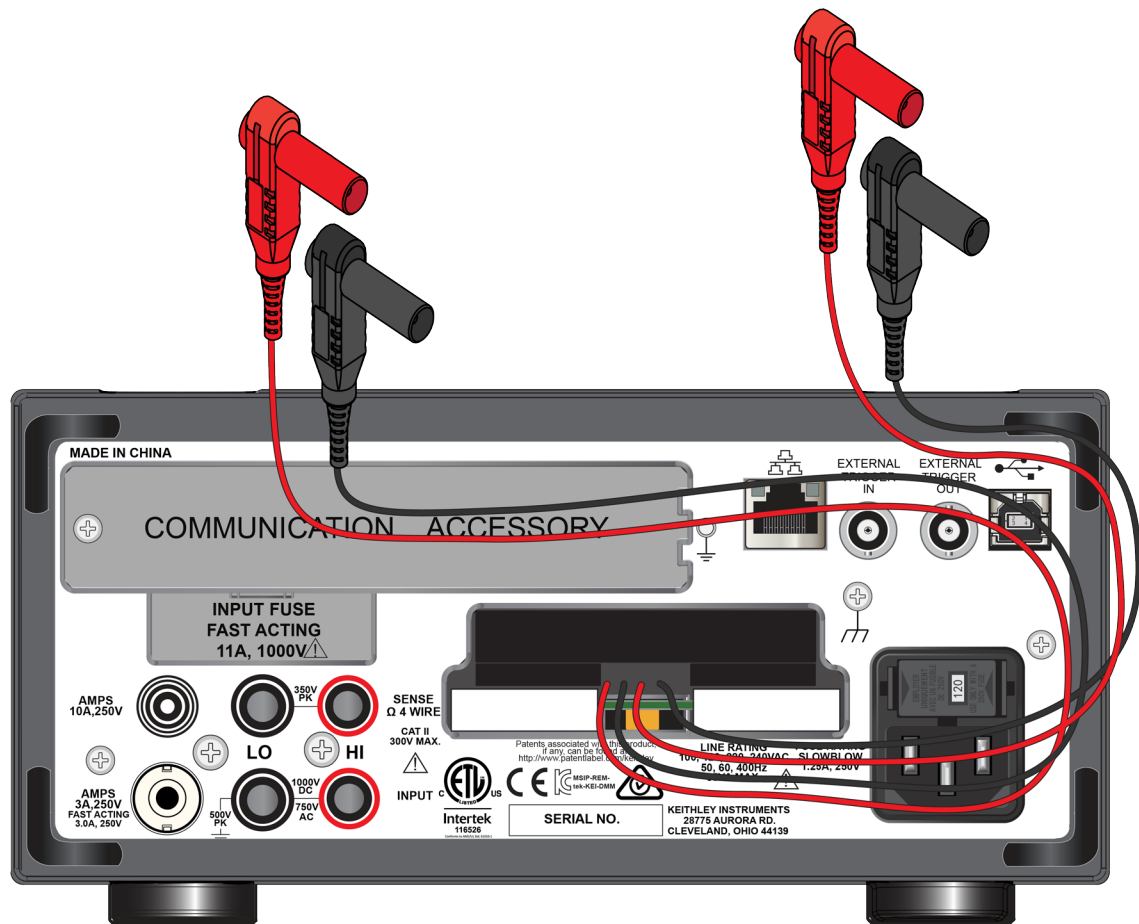
- 1. 关闭仪器电源。
- 2. 如下图所示连接到 2001-TCSCAN 卡。

图 38：2001-TCSCAN 卡



3. 将 2001-TCSCAN 卡安装到 DMM6500 的附件卡插槽中。有关安装 2001-TCSCAN 卡的信息，请参阅 *DMM6500 用户手册*（部件号 2001-TCSCAN-900-01）中使用的 2001-TCSCAN 扫描仪卡。

**图 39: 安装有 TCSCAN 卡的 DMM6500 后面板**



4. 打开仪器电源。
5. 将仪表前面板上的 TERMINALS（端子）开关设置为 **REAR**（后）。

**警告**

为避免电击，必须将测试连接配置为使用户不会接触测试引线或任何与导体接触的被测器件 (DUT)。建议在打开仪器电源前断开仪器上的 DUT。安全的安装过程需使用适当的屏蔽、屏障和接地以防止与测试引线接触。

## 警告

DMM6500 的保护接地（安全接地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能会存在危险电压（超过 30 V<sub>RMS</sub>）。当仪器以任何模式运行时都可发生这种情况。为防止 LO 端子上存在危险电压，在您的应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护性接地（安全接地）。可以将 LO 端子连接到前面板上的机箱接地端子或后面板上的机箱接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子相互隔离。因此，如果您使用前面板端子，请将其接地至前面板 LO 端子。如果使用后面板端子，请将其接地至后面板 LO 端子。如果不遵守这些准则，可能导致人身伤害、死亡或者仪器损坏。

## 以特定时间间隔采样温度

本应用示例中使用 DMM6500 扫描一组通道，以固定时间间隔测量温度。您可以使用 SCPI 代码或 TSP 代码从前面板或远程接口中控制仪器。有关设置远程通信的信息，请参阅[远程通信接口](#)（第 3-1 页）。

对于本应用，您需要：

- 打开仪器电源。
- 配置通道 2 至 10 以使用 K 型热电偶和内部参比接点测量温度。
- 使用 Scan（扫描）菜单设置在 24 小时期间每分钟对通道 2 至 10 进行一次温度扫描，总共扫描 1440 次。

## 使用前面板

### *要通过前面板设置应用：*

1. 按下前面板上的 **POWER**（电源）按钮以打开仪器。
2. 选择 **REAR**（后部）端子。
3. 滑到 **SCAN**（扫描）屏幕，然后选择 **Build Scan**（构建扫描）。**SCAN**（扫描）屏幕将打开。
4. 选择 **+** 按钮。
5. 选择通道 **1** 并选择 **OK**（确定）。
6. 在 **Measure Functions**（测量功能）对话框上选择 **Temperature**（温度）。
7. 在设置选项卡上，将传感器设置为 **CJC 2001**。
8. 选择 **+** 按钮。
9. 选择通道 **2 至 10** 并选择 **OK**（确定）。
10. 从 **Function**（功能）对话框中，选择 **Temperature**（温度）。

11. 在 Settings（设置）选项卡上，选择以下内容：
  - 传感器：**TC**
  - 热电偶：**K**
  - 单位：**Celsius（摄氏度）**
  - NPLC：**1**
12. 选择 **Scan（扫描）** 选项卡
13. 将 Scan Count（扫描计数）设置为 **1440**（24 小时 \* 60 分钟）。
14. 将 Scan to Scan Interval（扫描间间隔时间）设置为 **60s**。
15. 将 Export to USB（导出到 USB）设置为 **After Each Scan（每次扫描后）**。
16. 将 Filename（文件名）设置为 **scan24hr**，然后选择 **OK（确定）**。
17. 选择 File Content（文件内容）对话框上 **OK（确定）**。
18. 将 Power Loss Restart（断电重启）设置为 **On（打开）**。
19. 选择 SCAN（扫描）屏幕上的 **Start（开始）**。
20. 要查看结果，请选择 **View Scan Status（查看扫描状态）**，这将打开主页屏幕上的 SCAN（扫描）滑动屏幕。

## 使用 SCPI 命令

此 SCPI 命令序列在 24 小时期间每分钟执行一次基于热电偶的温度扫描。

您可能需要进行一些更改，才能在您的编程环境中运行此代码。在下表中，SCPI 命令具有浅灰色背景。

确保将 TERMINALS（端子）开关设置为 **REAR（后）**。

**为本应用示例发送以下命令：**

---

### 注意

扫描计数为 24 \* 60；通道计数 (chanCount) 为 10。读数总数 (totalRdgs) 为 scanCount \* chanCount。

---

| 命令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>*RST TRAC:CLE "defbuffer1" TRAC:POIN 12960, "defbuffer1" FUNC "TEMP", (@1:10) TEMP:UNIT CELS, (@1:10) TEMP:TRAN CJC2001, (@1) TEMP:TRAN TC, (@2:10) TEMP:TC:TYPE K, (@2:10) TEMP:TC:RJUN:RSEL EXT, (@2:10) TEMP:NPLC 1, (@2:10) ROUT:SCAN:INT 60 ROUT:SCAN:COUN:SCAN 1440 ROUT:SCAN:CRE (@1:10) ROUT:SCAN:EXP "/usb1/scan24hr", SCAN, ALL ROUT:SCAN:REST ON INIT *WAI TRAC:DATA?1, totalRdgs, "defbuffer1\ ", READ</pre> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 重置 DMM6500</li><li>■ 清除数据缓冲区</li><li>■ 将扫描计数设置为 12,960</li><li>■ 将 Function（功能）设置为 Temperature（温度）。</li><li>■ 设置要使用摄氏度的所有通道</li><li>■ 设置通道 1 参考连接点</li><li>■ 将传感器类型设置为热电偶</li><li>■ 将热电偶类型设置为 K</li><li>■ 将参考连接点设置为 External（外部）</li><li>■ 将 NPLC 设置为 1</li><li>■ 将“扫描-扫描”延迟设置为 60 秒</li><li>■ 将扫描计数设置为 1440（24 小时 * 60 秒）</li><li>■ 设置扫描列表</li><li>■ 准备扫描以在每次扫描后将缓冲区导出到 U 盘</li><li>■ 在断电时启用重启</li><li>■ 开始搜索</li><li>■ 暂停扫描</li><li>■ 扫描完成后从缓冲区返回数据</li></ul> |

使用 TSP

可从 Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 运行以下 TSP 代码。可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 获得 TSB 软件工具。您可以安装并使用 TSB 为支持 TSP 的仪器编写代码和开发脚本。有关如何使用 TSB 的信息，请参阅 TSB 在线帮助以及《DMM6500 型号参考手册》中的“TSP 操作简介”部分。

要使用其他编程环境，您可能需要对示例 TSP 代码进行一些更改。

默认情况下，DMM6500 使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令前，必须选择 TSP 命令集。

要启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 将命令集设置为 **TSP**。
4. 在系统提示重新启动时，选择 **Yes**（是）。

此 TSP 命令序列执行一系列温度测量。在代码执行后，数据将显示在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

确保将 TERMINALS（端子）开关设置为 **REAR**（后）。

**为本应用示例发送以下命令：**

```
-- 将仪器重置为默认设置。
reset()

-- 设置变量，每 60 秒执行一次测量，共 1440 次（24 小时）。
local scanCnt = 24 * 60 -- 1440 minutes = 24 hours
local chanCnt = 10
local totalRdgs = scanCnt * chanCnt

-- 清空缓冲区并将其设置为通过 totalRdgs 计算的容量。
defbuffer1.clear()
defbuffer1.capacity = totalRdgs

-- 设置通道以使用 K 型热电偶和内部参考连接点测量温度。
channel.setdmm("1:10", dmm.ATTR_MEAS_FUNCTION, dmm.FUNC_TEMPERATURE)
channel.setdmm("1:10", dmm.ATTR_MEAS_UNIT, dmm.UNIT_CELSIUS)
channel.setdmm("1:10", dmm.ATTR_MEAS_NPLC, 1)
channel.setdmm("1:10", dmm.ATTR_MEAS_DIGITS, dmm.DIGITS_5_5)
channel.setdmm("1", dmm.ATTR_MEAS_TRANSDUCER, dmm.TRANS_CJC2001)
channel.setdmm("2:10", dmm.ATTR_MEAS_TRANSDUCER, dmm.TRANS_THERMOCOUPLE)
channel.setdmm("2:10", dmm.ATTR_MEAS_THERMOCOUPLE, dmm.THERMOCOUPLE_K)
channel.setdmm("2:10", dmm.ATTR_MEAS_REF_JUNCTION, dmm.REFJUNCT_EXTERNAL)

-- 设置扫描；通道 2 是 2001-TCSCAN 卡上的第一个可用通道。
scan.create("2:10")
scan.scancount = scanCnt

-- 设置每次扫描的时间量。
scan.scaninterval = 60.0

-- 扫描结束时将数据写入 U 盘。
scan.export("/usb1/scan24hr", scan.WRITE_AFTER_SCAN, buffer.COL_ALL)

-- 在断电时启用扫描重启
scan.restart = scan.ON

-- 开始扫描。
trigger.model.initiate()
waitcomplete()

-- 获取数据。
printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1)
```



# 测试结果

下图显示了本应用的采样图和最终测试测量。

图 40：DMM6500 的温度测量图

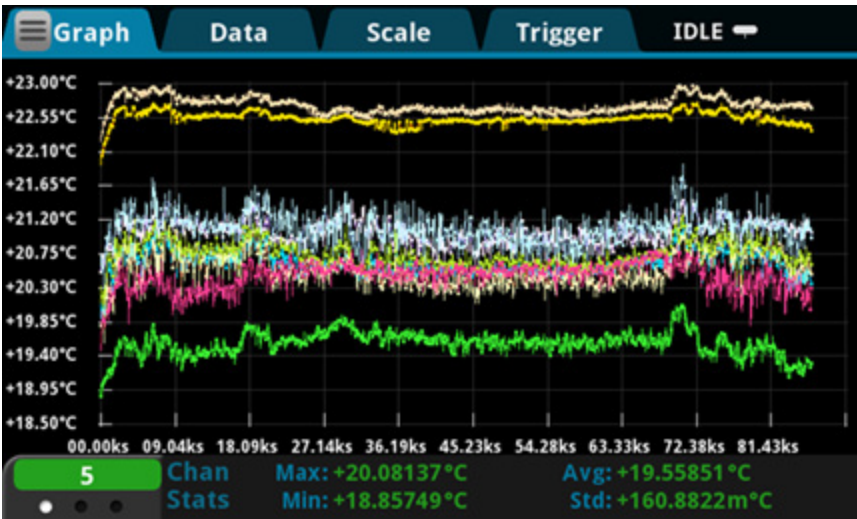
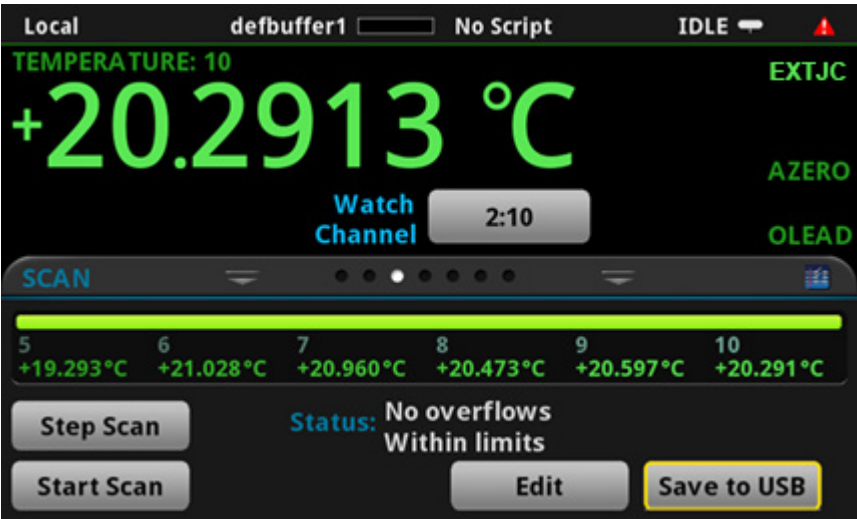


图 41：DMM6500 的最终温度测量



# 分级和分档电阻

## 本节内容：

|               |     |
|---------------|-----|
| 简介 .....      | 8-1 |
| 所需设备 .....    | 8-1 |
| 器件连接 .....    | 8-1 |
| 分级和分档电阻 ..... | 8-3 |

## 简介

本应用示例演示如何使用 DMM6500 执行工作台分档操作。它使用触发模式和数字 I/O 来控制外部组件处理设备。

DMM6500 可进行简单的通过或失败测试以及分级和分档操作。分级电阻是一种常见应用，可通过监测多个限值（直到发生第一次故障）来完成。分档电阻也很常见，但与分级不同，分档中涉及到监测限值（直到接收到第一个通过）。

## 所需设备

- 一台 DMM6500
- 一台已设置为与仪器进行通信的计算机
- 一个要测试的设备或组件

## 器件连接

本应用示例使用 DMM6500 进行工作台分档操作。输出信号（分级结果）从仪器发送到组件处理程序，该处理程序对设备进行分档。

下图显示了从 DMM6500 到测试夹具的后面板连接，以及到组件处理器的数字线路。选配 GPIB 通信卡连接控制器和组件处理程序。

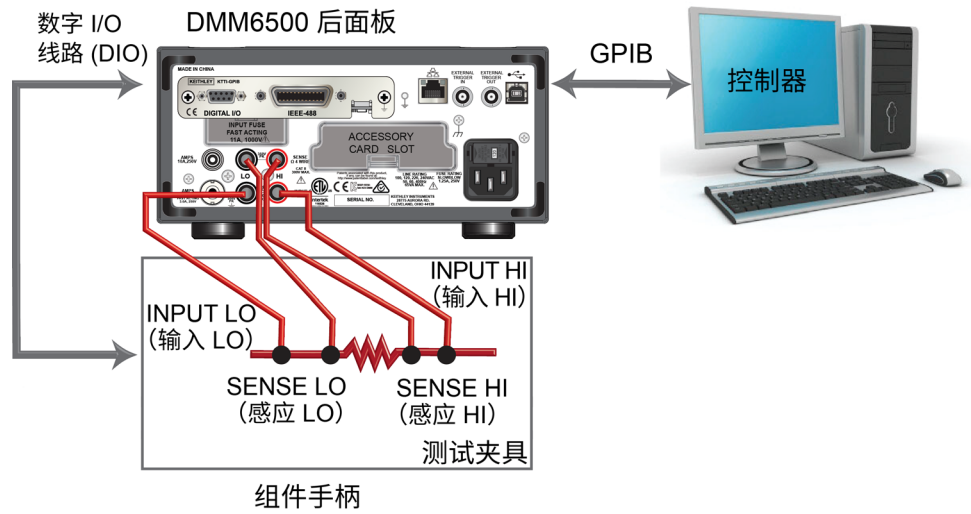
---

### 注意

数字线路和 GPIB 通信需要使用 KTTI-GPIB 通信附件卡。

---

图 42：用于组件分档的设备连接



### 警告

为避免电击，必须将测试连接配置为使用户不会接触测试引线或任何与导体接触的被测器件 (DUT)。建议在打开仪器电源前断开仪器上的 DUT。安全的安装过程需使用适当的屏蔽、屏障和接地以防止与测试引线接触。

DMM6500 的保护接地（安全接地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能会存在危险电压（超过 30 V<sub>RMS</sub>）。当仪器以任何模式运行时都可发生这种情况。为防止 LO 端子上存在危险电压，在您的应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护性接地（安全接地）。可以将 LO 端子连接到前面板上的机箱接地端子或后面板上的机箱接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子相互隔离。因此，如果您使用前面板端子，请将其接地至前面板 LO 端子。如果使用后面板端子，请将其接地至后面板 LO 端子。如果不遵守这些准则，可能导致人身伤害、死亡或者仪器损坏。

## 电阻分级和分档测试

该电阻分级应用使用限值测试根据多个限值检查单个被测电阻，直到发生第一次故障。当电阻发生故障时，它被放入指定的电阻容器（如限值所定义）。

根据分配给限值的位模式将电阻放入容器中。在此示例中，使用 DMM6500 GradeBinning 触发模式模板来简化应用。该触发模式模板将组件划分为四个容限级别（例如 20%、10%、5% 和 1%），如限值 1 至 4 所定义。根据多个限值（围绕相同的标称值逐步收紧）对单点测量进行检查。由于在确定待测电阻的适当容限水平后无需继续检查限值，因此该应用通常会立即对测试电阻进行分档。

由于按数值升序顺序检查限值，因此首先根据限值 1（即限值 20%）检查测量的电阻值。如果电阻未通过此限值检查，其电阻值超出 20% 容限范围，并且触发模式输出“Limit 1 Fail Pattern”（限值 2 失败模式），这会导致组件处理程序将电阻置于“Limit 1 fail bin”（20% 失败容器）中。

如果电阻通过 20% 限值测试，则将根据限值 2（即 10% 限值）检查电阻值。如果电阻未通过此限值检查，则电阻值超出 10% 容限范围。触发模式输出 Limit 2 Fail Pattern（限值 2 失败模式），这会导致组件处理程序将电阻放入“Limit 2 fail bin”（10% 失败容器）中。

如果电阻通过 10% 限值测试，则将根据限值 3（即 5% 限值）检查电阻值。如果电阻通过了所有限值测试，则触发模式会输出“Overall Pass Bit Pattern”，这会导致组件处理程序将电阻放置在已通过所有限值检查的组件的容器中。

对于此示例，相同失败模式被同时分配到限值的下限和上限。因此，失败容器包含  $R-P\%$  至  $R+P\%$  范围内的电阻值。在此示例中 P 是 20、10、5 或 1。您可以为不同的限值分配不同的位模式。

对于本应用，您需要：

- 重置仪器。
- 选择 4 线电阻功能。
- 启用偏移补偿。
- 将自动归零设置为一次。
- 将数字 I/O 线路 1 到 4 设置为作为组件处理程序的输出。
- 为触发模式控制设置数字 I/O 线路 5，将触发器检测为“开始测试”输入。
- 将数字 I/O 线路 6 设置为“结束测试”输出通知。
- 启动 GradeBinning 触发模式模板。
- 在前面板上显示“Test Completed”（测试完成）。

## 分级和分档测试的触发模式模板设置

触发模式模板包含关于组件数量、数字 I/O 和限值的设置。下面的命令和表格中描述了此模板的命令参数。

**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**

|               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| 组件            | 100                                 |
| startInLine   | 数字 I/O 线路 5                         |
| startDelay    | 100 ms                              |
| endDelay      | 100 ms                              |
| limit1High    | R = 100 Ω, P = 20%, 100+20% = 120 Ω |
| limit1Low     | R = 100 Ω, P = 20%, 100-20% = 80 Ω  |
| limit1Pattern | 容器 1 失败模式 15：驱动所有数字 I/O 线路（高）(1111) |
| allPattern    | 全部通过模式 4：驱动线路 3（高）(0100)            |
| limit2High    | R = 100 Ω, P = 10%, 100+10% = 110 Ω |
| limit2Low     | R = 100 Ω, P = 10%, 100-10% = 90 Ω  |
| limit2Pattern | 容器 2 失败模式 1：驱动线路 1（高）(0001)         |
| limit3High    | R = 100 Ω, P = 5%, 100+5% = 105 Ω   |
| limit3Low     | R = 100 Ω, P = 5%, 100-5% = 95 Ω    |
| limit3Pattern | 容器 3 失败模式 2：驱动线路 2（高）(0010)         |
| limit4High    | R = 100 Ω, P = 1%, 100+1% = 101 Ω   |
| limit4Low     | R = 100 Ω, P = 1%, 100-1% = 99 Ω    |
| limit4Pattern | 容器 4 失败模式 3：驱动线路 1 和 2（高）(0011)     |
| bufferName    | 读数缓冲区设置为 bufferVar                  |

## 使用 SCPI 命令

此 SCPI 命令序列根据测量的精度将电阻分级到各容器中。

您可能需要进行一些更改，才能在您的编程环境中运行此代码。

**为本应用示例发送以下命令：**

```

*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
:TRIG:DIG5:IN:EDGE FALL
:DIG:LINE6:MODE TRIG, OUT
:TRIG:DIG6:OUT:LOG NEG
:TRIG:DIG6:OUT:PULS 10e-6
:TRIG:DIG6:OUT:STIM NOT1
:TRIG:LOAD "GradeBinning", 100, 5, .1, .1, 120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105, 95, 2,
    101, 99, 3, "bufferVar"
INIT
*WAI
:DISP:USER1: TEXT "Test Completed"
:DISP:SCR SWIPE_USER

```

- 重置 DMM6500
- 生成一个名为 bufferVar 的缓冲区，其容量为 1,000,000 个读数
- 清除 bufferVar
- 设置仪器以测量 4 线电阻
- 将电力线周期数 (NPLC) 设置为 1
- 立即更新自动归零参考测量值，然后禁用自动归零功能
- 启用偏移补偿以获得更精确的电阻读数
- 将数字 I/O 线路 1 至 4 配置为数字输出，它们用于将分档代码输出到组件处理程序
- 将数字 I/O 线路 1 至 4 的状态设置为低位
- 将数字 I/O 线路 5 配置为触发输入以检测“开始测试”触发
- 将触发检测器设置为检测数字 I/O 线路 5 上的下降沿
- 将数字 I/O 线路 6 配置为触发输出，用于发送具有负逻辑并且输出脉冲宽度为 10 μs 的“结束测试”触发
- 在“通知”模块生成一个事件时将发生触发脉冲
- 定义 GradeBinning 触发模式模板
- 启动触发模式
- 等待触发模式完成
- 当分箱测试完成时显示“测试完成”
- 将前面板显示器设置为 USER（滑动）屏幕

## 使用 TSP 命令

可从 Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 运行以下 TSP 代码。可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 获得 TSB 软件工具。您可以安装并使用 TSB 为支持 TSP 的仪器编写代码和开发脚本。有关如何使用 TSB 的信息，请参阅 TSB 在线帮助以及《DMM6500 型号参考手册》中的“TSP 操作简介”部分。

要使用其他编程环境，您可能需要对示例 TSP 代码进行一些更改。

默认情况下，DMM6500 使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令前，必须选择 TSP 命令集。

### 要启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 将命令集设置为 **TSP**。
4. 在系统提示重新启动时，选择 **Yes**（是）。

此 TSP 命令序列将电阻分级到已设定的准确度容器中。在代码执行后，数据将显示在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

### 为本应用示例发送以下命令：

```
-- 将仪器重置为默认设置
reset()
-- 创建由用户定义的读数缓冲区（可以存储多达 100 万个读数）
bufferVar = buffer.make(1000000)
-- 清除缓冲区。
bufferVar.clear()
-- 将测量功能设置为 4 线电阻
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
-- 将电源线周期数设置为 1
dmm.measure.nplc = 1
-- 立即更新自动归零参考测量值，然后禁用自动归零功能
dmm.measure.autozero.once()
-- 启用偏移补偿以获得更精确的电阻读数
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
-- 将数字 I/O 线路 1 至 4 配置为数字输出。这些 I/O 线路用于将分档代码输出到组件处理程序
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
-- 清除数字 I/O 线路（至 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
```

```
-- 将数字 I/O 线路 5 配置为用于执行检测的触发输入
-- 自组件处理程序的“开始测试”触发
digio.line[5].mode = digio.MODE_TRIGGER_IN
-- 设置触发检测器以检测下降沿
trigger.digin[5].edge = trigger.EDGE_FALLING
-- 将数字 I/O 线路 6 配置为用于执行发送的触发输出
-- 至组件处理程序的“结束测试”触发
digio.line[6].mode = digio.MODE_TRIGGER_OUT
-- 输出下降沿触发
trigger.digout[6].logic = trigger.LOGIC_NEGATIVE
-- 将输出触发脉冲的宽度设置为 10 us
trigger.digout[6].pulsewidth = 10e-6
-- 在“通知模块”生成事件时将输出触发脉冲
trigger.digout[6].stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY2
-- 加载 Component Binning 触发模式模板
trigger.model.load("GradeBinning", 100, 5, .1, .1, 120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105,
    95, 2, 101, 99, 3, bufferVar)
-- 启动触发模式并等待完成
trigger.model.initiate()
waitcomplete()
-- 分档测试完成后前面板上的 USER（用户）滑动屏幕显示消息
display.settext(display.TEXT1, "Test Completed")
display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
```





## 使用数字化和 TSP-Link 测量功率

### 本节内容：

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 简介 .....                   | 9-1 |
| 所需设备 .....                 | 9-2 |
| 器件连接 .....                 | 9-2 |
| 使用数字化和 TSP-Link 测量功率 ..... | 9-4 |

### 简介

本应用示例演示如何配置两台 DMM6500 仪器以使用 TSP-Link® 来测量 Bluetooth® 低功耗 (BLE) 设备所消耗的功率。

在此示例中，一台 DMM6500 测量数字化电压，另一台 DMM6500 测量数字化电流。通过使用 TSP-Link 同时进行这些测量是，并在两台仪器之间传输结果。通过 TSP 脚本，使用以下公式计算测试期间的平均功耗，其中  $P_{ave}$  是平均功率， $n$  是点数。

$$P_{ave} = \frac{I_1 V_1 + I_2 V_2 + \dots + I_n V_n}{n}$$

本应用示例通过将相应电流和电压相乘、将它们相加并除以数据点总数来计算波形上每个点处的功率，以找出平均功耗量。

平均功率测量值提供可对设备性能的深入洞察。这比通过将平均电流乘以平均电压以确定平均功率的方法更准确。

某些应用通过测量电流测量值然后将其乘以已知电池电压来计算功率。同时数字化电流和电压所带来的优点是提高了准确度，因为在每次测量电流时都知道准确的电压。

当被测器件 (DUT) 需要通过电池工作时，这些测量特别重要，因为通过最大程度降低功耗可延长电池使用时间。

## 所需设备

本应用需要以下设备：

- 两台 DMM6500 仪器
- 两个 KTTI-TSP 通信和数字 I/O 附件卡
- 一台已设置为与仪器进行通信的计算机
- 一根以太网交叉电缆
- 几根绝缘香蕉电缆
- 一个要测试的设备或组件

## 器件连接

此应用需要两个 KTTI-TSP 通信及数字 I/O 附件卡。

1. 将一个卡插入每台仪器后面板上的附件卡插槽中。有关安装说明，请参阅[安装 KTTI-TSP 附件卡](#)（第 3-16 页）。
2. 使用连接到通信卡的交叉电缆连接仪器。

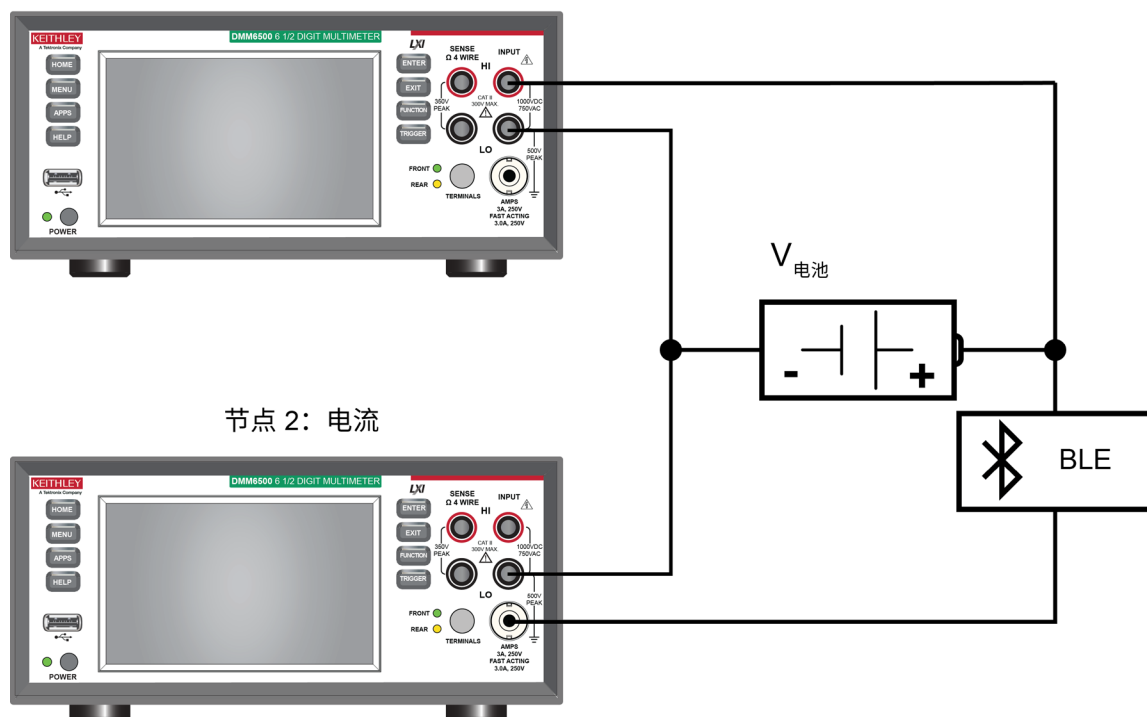
图 43：两个通过 TSP-Link 连接的 DMM



3. 将计算机连接到已设置为节点 1 的 DMM6500。
4. 将用于测量电压的仪器的测试引线及设备电池并联。
5. 将用于测量电流的仪器的测试引线及设备电池串联。

图 44：用于测量电流和电压的两个节点

节点 1：电压



### 警告

为避免电击，必须将测试连接配置为使用户不会接触测试引线或任何与导体接触的被测器件 (DUT)。在连接 DUT 之前断开电源是一个很好的做法。安全的安装过程需使用适当的屏蔽、屏障和接地以防止与测试引线接触。

DMM6500 的保护接地（安全接地）与 LO 端子之间没有内部连接。因此，LO 端子上可能会存在危险电压（超过 30 V<sub>RMS</sub>）。当仪器以任何模式运行时都可发生这种情况。为防止 LO 端子上存在危险电压，在您的应用允许的情况下，请将 LO 端子连接到保护性接地（安全接地）。可以将 LO 端子连接到前面板上的机箱接地端子或后面板上的机箱接地螺丝端子。请注意，前面板端子与后面板端子相互隔离。因此，如果您使用前面板端子，请将其接地至前面板 LO 端子。如果使用后面板端子，请将其接地至后面板 LO 端子。如果不遵守这些准则，可能导致人身伤害、死亡或者仪器损坏。如果不了解并遵守标准的安全预防措施，可能会导致人身伤害或死亡。

## 使用数字化和 TSP-Link 测量功率

对于本应用，您需要：

- 将 DMM6500 仪器的 TSP-Link 节点设置为 1 和 2。
- 复位仪器。
- 初始化 TSP-Link。
- 为 DMM6500 仪器配置输入和输出 TSP-Link 触发器。
- 设置数字化功能。
- 在两台仪器上设置触发模式。
- 在两台 DMM6500 仪器上启动测量操作。
- 使用缓冲区统计信息查找平均电流和电压。
- 查找蓝牙设备的平均耗电量。
- 将结果打印到 USER（用户）滑动屏幕。

## 使用 SCPI 命令

此示例不能在 SCPI 代码中复制，因为 TSP-Link 事件和命令只能通过 TSP 命令语言完成。

但是，您可以使用其他仪器触发接口（如数字 I/O 或外部触发 I/O）替换 TSP-Link 并实现类似操作。

## 设置 TSP 代码的节点

在执行 TSP 代码前，您必须在仪器上设置节点并配置 TSP-Link 网络。

**要在 DMM6500 上设置 TSP-Link：**

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Communication**（通信）。
3. 选择 **TSP-Link** 选项卡。
4. 在用于测量电压的仪器上将节点设置为 **1**
5. 在另一台仪器上重复这些步骤，并在用于测量电流的仪器上将节点设置为 **2**。
6. 在每台仪器上选择 **Initialize**（初始化）。

## 注意

来自计算机的通信直接连接到以下 TSP 代码中的第一台 DMM6500（节点 1）。此代码使第一台 DMM6500 作为此 TSP-Link 网络中的主设备，使第二台 DMM6500 作为辅设备。您可以将主设备更改为辅 DMM6500，但必须修改代码并修改 TSP-Link 网络的初始化方式。主节点不需要节点 `node[x]` 前缀。

如果需要提高程序的执行速度，请删除以下 TSP 代码中的 `node[1]` 前缀。

## 使用 TSP 命令

可从 Keithley Instruments Test Script Builder (TSB) 运行以下 TSP 代码。可从 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 获得 TSB 软件工具。您可以安装并使用 TSB 为支持 TSP 的仪器编写代码和开发脚本。有关如何使用 TSB 的信息，请参阅 TSB 在线帮助以及《DMM6500 型号参考手册》中的“TSP 操作简介”部分。

要使用其他编程环境，您可能需要对照示例 TSP 代码进行一些更改。

默认情况下，DMM6500 使用 SCPI 命令集。在向仪器发送 TSP 命令前，必须选择 TSP 命令集。

### 要启用 TSP 命令：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 将命令集设置为 **TSP**。
4. 在系统提示重新启动时，选择 **Yes**（是）。

此 TSP 命令序列使用数字化功能和 TSP-Link 测量功率。在代码执行后，数据将显示在 Test Script Builder 的仪器控制台中。

### 为本应用示例发送以下命令：

```
-- 启动 TSP-Link 网络。
tsplink.initialize()
-- 设置 0.5 秒延迟。
delay(0.5)
-- 重置节点 1 上的主控仪器。
node[1].reset()
-- 设置 TSP-Link 触发线路 1 以触发下级节点数字化功能。
node[1].tsplink.line[1].mode = tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN
node[1].trigger.tsplinkout[1].stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY1
-- 设置数字化电压功能设置。
node[1].dmm.digitize.func = dmm.FUNC_DIGITIZE_VOLTAGE
node[1].dmm.digitize.samplerate = 5000
```

```
-- 根据施加于 BLE 设备的电压设置数字化电压范围。
node[1].dmm.digitize.range = 10
-- 设置读数缓冲区。
node[1].defbuffer1.capacity = 50000
-- 设置触发模式。
node[1].trigger.model.setblock(1, trigger.BLOCK_NOTIFY, trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[1].trigger.model.setblock(2, trigger.BLOCK_WAIT, trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[1].trigger.model.setblock(3, trigger.BLOCK_MEASURE_DIGITIZE, defbuffer1,
    50000)

-- 重置节点 2 上的仪器。
node[2].reset()
-- 设置 TSP-Link 触发线路 1 以接收来自主控节点的触发。
node[2].tsplink.line[1].mode = node[2].tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN
-- 设置数字化电流功能设置。
node[2].dmm.digitize.func = node[2].dmm.FUNC_DIGITIZE_CURRENT
node[2].dmm.digitize.samplerate = 5000
-- 根据 BLE 设备可以消耗的最大电流设置数字化电流范围。
node[2].dmm.digitize.range = 1
-- 设置读数缓冲区。
node[2].defbuffer1.capacity = 50000
-- 设置触发模式。
node[2].trigger.model.setblock(1, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
    node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(2, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE_DIGITIZE,
    defbuffer1, 50000)

-- 在滑动屏幕上显示测量图。
node[1].display.changescreen(node[1].display.SCREEN_GRAPH_SWIPE)
node[2].display.changescreen(node[2].display.SCREEN_GRAPH_SWIPE)
delay(1.0)
-- 同时在两台仪器上启动触发模式。
node[2].trigger.model.initiate()
trigger.model.initiate()
-- 等待测试完成。
waitcomplete()

-- 检索缓冲区统计信息。
voltage_buffer = node[1].defbuffer1
voltage_stats = node[1].buffer.getstats(voltage_buffer)
avgVolt = voltage_stats.mean
print(avgVolt .." Volts")

current_buffer = node[2].defbuffer1
current_stats = node[2].buffer.getstats(current_buffer)
avgCurr = current_stats.mean
print(avgCurr .." Amps")

-- 将结果打印到 USER (用户) 滑动屏幕。
node[1].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[1].display.settext(display.TEXT1, "AVG V: " .. string.format("%.2e",
    avgVolt) .." V")
node[1].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: Calculating... ")
node[2].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[2].display.settext(display.TEXT1, "AVG I: " .. string.format("%.2e",
    avgCurr) .." A")
node[2].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: Calculating... ")
```

```

-- 使用基于读数索引的方法计算功率。
power_total = 0
num_readings = current_buffer.n

-- 迭代每个电流和电压读数，并计算功率。
for i = 1, num_readings do
    current = current_buffer.readings[i]
    voltage = voltage_buffer.readings[i]

    -- 跟踪总功率
    power_total = power_total + current*voltage
end

-- 通过将总功率除以读数数目确定平均功率。
average_power = power_total / num_readings
print(average_power .. " Watts")

-- 将结果打印到 USER（用户）滑动屏幕。
node[1].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[1].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: ".. string.format("%8f",
    average_power) .. " W")
node[2].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: ".. string.format("%8f",
    average_power) .. " W")

```

## 结果

DMM6500 上捕获的电压和电流波形显示因使用 DUT 而产生的功耗。可以通过高电流消耗区域和可见电池电压降来确定设备的传输状态。由于这些测量彼此相隔 2 μs 内触发，所以电压和电流数据几乎是点对点同步的。

您可以通过将数据从每个仪器的读数缓冲区导入计算机并进一步分析数据来扩展此示例。

图 45：主节点测量电压





图 46：主节点电压波形

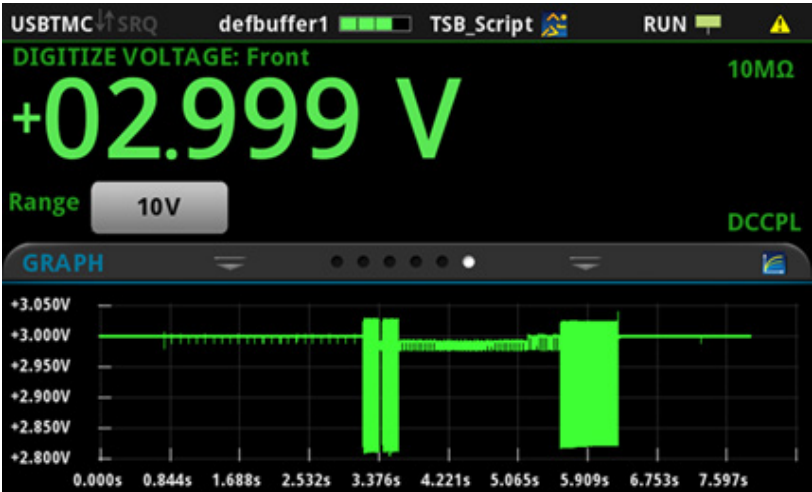


图 47：辅节点测量电流

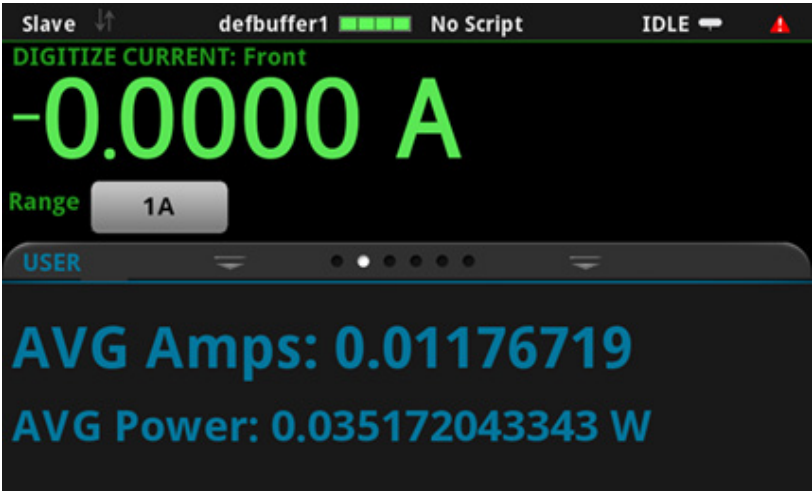
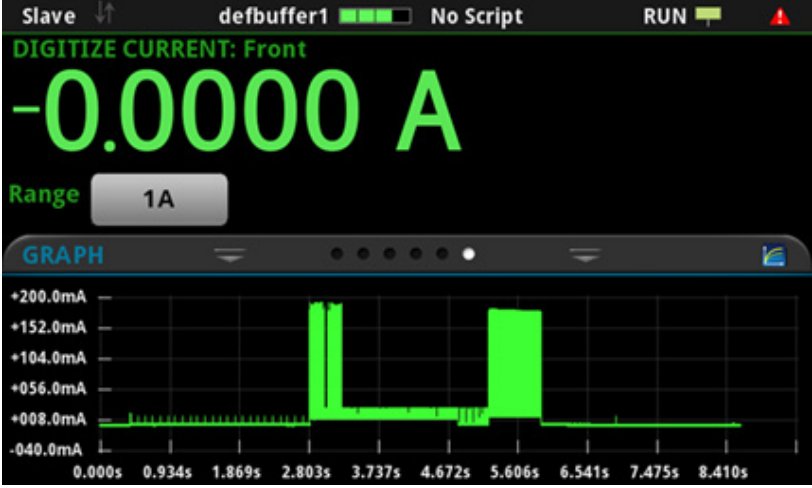


图 48：辅节点电流波形



# 常见问题故障排除

## 本节内容：

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 关于本节 .....                    | 10-1 |
| 可以哪里找到更新的驱动程序？ .....          | 10-1 |
| 是否有可以帮助我开始工作的软件？ .....        | 10-2 |
| 如何升级固件？ .....                 | 10-2 |
| 为什么 DMM6500 无法读取我的 U 盘？ ..... | 10-3 |
| 如何更改命令集？ .....                | 10-3 |
| 如何保存仪器的当前状态？ .....            | 10-5 |
| 为什么我的设置发生更改？ .....            | 10-6 |
| 如何保存屏幕上显示的内容？ .....           | 10-6 |
| 以太网端口号是什么？ .....              | 10-6 |

## 关于本节

本节旨在帮助您找到最常见 DMM6500 问题的答案。

## 可以哪里找到更新的驱动程序？

要获取最新驱动程序和更多支持信息，请访问 Keithley Instruments 支持网站。

### **要查看适用于您仪器的驱动程序：**

1. 前往 [tek.com.cn/support](http://tek.com.cn/support)。
2. 输入仪器的型号。
3. 从筛选列表中选择 **Software**（软件）。
4. 从筛选列表中选择 **Driver**（驱动程序）。

---

## 注意

如果您使用的是本地 LabVIEW™ 或 IVI 驱动程序，则必须将 DMM6500 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 3-20 页）

---

## 是否有可以帮助我开始工作的软件？

是的。Keithley 提供 KickStart 软件和 TestScript Builder 来帮助您开始使用 DMM6500。

KickStart 软件是一款允许您在不使用任何编程语言的情况下设置仪器和运行测试的软件程序。

如果您使用的是 Test Script Processor (TSP®) 脚本引擎，则可以使用 TestScript Builder (TSB)，这是一款可简化测试脚本构建过程的软件工具。

这两个软件选项均可在 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 上获取。

## 为什么我的设置发生更改？

DMM6500 中的许多命令会与设置它们时激活的测量功能一起保存。例如，假设您将测量功能设置为电流，并设置一个显示位数值。当您测量功能更改为电压时，显示位数值将更改为上次为电压测量功能设置的值。当您恢复为电流测量功能时，显示位数值将返回到您先前设置的值。

## 为什么 DMM6500 无法读取我的 U 盘？

验证是否已将闪存驱动器格式化为 FAT32 文件系统。DMM6500 仅支持采用主引导记录 (MBR) 的 FAT 和 FAT32 驱动器。

在 Microsoft® Windows® 中，您可以通过检查 U 盘的属性来检查文件系统。

---

### 注意

更大容量的 U 盘需要更长的时间才能被仪器读取和加载。

---

## 如何升级固件？

---

### 小心

在升级过程完成之前，请勿关闭电源或移除 U 盘。

---

### 注意

固件文件必须位于 U 盘的根子目录中，并且必须是该位置中的唯一固件文件。您可以从前面板或虚拟前面板中升级或降级固件。有关信息，请参阅《DMM6500 型号参考手册》中的“使用 DMM6500 虚拟前面板”。

---

**从前面板：**

1. 将固件文件（.upg 文件）复制到 U 盘。
2. 确认固件文件位于 U 盘的根子目录中，并且是该位置中的唯一固件文件。
3. 断开已连接到仪器的任何端子。
4. 关闭仪器的电源。等待几秒钟。
5. 打开仪器的电源。
6. 将 U 盘插入仪器前面板上的 USB 端口。
7. 在仪器前面板中按下 **MENU**（菜单）键。
8. 在 System（系统）下，选择 **Info/Manage**（信息/管理）。
9. 选择一个升级选项：
  - 要升级到更新版本的固件，请选择 **Upgrade to New**（升级到新版本）。
  - 要恢复为以前版本的固件，请选择 **Downgrade to Older**（降级到旧版本）。
10. 如果仪器是以远程方式控制的，则会显示一条消息。选择 **Yes**（是）继续。
11. 升级过程完成后，重新启动仪器。

升级过程中会显示一条消息。

可在 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley) 上获取升级文件。

## 如何更改命令集？

可以更改您在 DMM6500 中使用的命令集。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，其中包含可以从独立仪器执行的仪器专用控制命令。您可以使用 TSP 发送单个命令或将多个命令组合到脚本中。
- SCPI2000：一种仪器专用语言，用于运行专为 Keithley Instruments 系列 2000 仪器开发的代码。
- SCPI34401：一种仪器专用语言，用于运行专为 Keysight 34401 型号仪器开发的代码。

如果更改命令集，请重新启动仪器。

不能组合使用这些命令集。

---

## 注意

在 Keithley Instruments 提供的出厂产品中，已将 DMM6500 设置为与 SCPI 命令集配合使用。

---

## 注意

如果选择 SCPI2000 或 SCPI34401 命令集，则无法访问现在使用默认 SCPI 命令集可用的某些扩展量程和其他功能。此外，某些 2000 系列或 Keysight 34401 代码在 DMM6500 中的工作方式与在早期仪器中的工作方式不同。有关 DMM6500 和 2000 系列之间差异的信息，请参阅 *2000 型号应用中的 DMM6500*，Keithley Instruments 文件编号 0771466 XX。有关 DMM6500 和 Keysight 34401 之间差异的信息，请参阅 *Keysight 34401 型号应用中的 DMM6500*，Keithley Instruments 文件编号 0771467 XX。

---

### 要从前面板中设置命令集：

1. 按 **MENU**（菜单）键。
2. 在 System（系统）下，选择 **Settings**（设置）。
3. 选择适当的 **Command Set**（命令集）。

系统将提示您确认对命令集的更改并重新启动。

### 要验证从远程界面选择的命令集：

发送命令：

```
*LANG?
```

### 要从远程界面中切换到 SCPI 命令集：

发送命令：

```
*LANG SCPI
```

重启仪器。

### 要从远程界面切换到 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从远程接口中将仪器中的设置保存为脚本。在保存设置后，您可以调出脚本或将其复制到 U 盘。

### 从前面板：

1. 将 DMM6500 配置为您要保存的设置。
2. 按 **MENU**（菜单）键。
3. 在 Scripts（脚本）下，选择 **Save Setup**（保存设置）。
4. 选择 **Create**（创建）。将显示一个键盘。
5. 使用键盘输入脚本的名称。
6. 在显示的键盘上选择 **OK**（确定）按钮。脚本将添加到内部存储器中。

### 使用 SCPI 命令：

将仪器配置为您要保存的设置。要保存设置，请发送以下命令：

```
*SAV <n>
```

其中 <n> 是从 0 到 4 的整数。

---

## 注意

在前面板脚本菜单中，使用 \*SAV 命令保存的设置名为 Setup0x，其中 x 是您为 <n> 设置的值。

---

### 使用 TSP 命令：

将仪器配置为您要保存的设置。要保存设置，请发送以下命令：

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

其中 *setupName* 是创建的设置脚本的名称。

## 如何保存屏幕上显示的内容？

您可以将前面板显示的屏幕截图保存到 U 盘上的图形文件。仪器以 PNG 文件格式保存图形文件。

**要保存屏幕截图，请执行下列操作：**

1. 将 U 盘插入仪器前面板上的 USB 端口。
2. 导航到要截取的屏幕。
3. 按 **HOME**（主页）和 **ENTER**（进入）键。仪器显示“保存屏幕截图”。
4. 释放按键。

## 以太网端口号是什么？

此端口号是 5025。

### 本节内容：

其他 DMM6500 信息 ..... 11-1

## 其他 DMM6500 信息

本手册帮助您开始在您的应用中使用新 DMM6500 6½ 数字万用表。有关更多详细信息，请参阅 Keithley Instruments 的《DMM6500 型号参考手册》。

有关该仪器的支持服务和更多信息，请访问 [tek.com.cn/keithley](http://tek.com.cn/keithley)。在此网站上，您可以访问：

- 知识中心，其中包含以下手册：
  - *低电平测量手册：精确直流电流、电压和电阻测量*
  - *切换手册：关于在自动测试系统中进行信号切换的指南*
- 应用说明
- 更新的驱动程序
- 相关产品的信息

您当地的现场应用工程师可以帮助您进行产品选择、配置和使用。在网站中查看联系信息。



技术规格如有变更，恕不另行通告。  
所有 Keithley 商标和商品名称均归 Keithley Instruments 所有。  
所有其他商标和商品名称均归其各自公司所有。

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

---

