

2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流



- 一部緊密耦合的儀器，結合了來自分析儀、曲線追蹤儀和 I-V 系統的功能，而且只需花費這些儀器的一小部分成本
- 涵蓋範圍廣，可達 105V/7A 直流 100W，100V/10A 脈衝 1000W (最大)。
- 雙重 1MS/s 數位轉換器，適用於快速取樣量測
- 5 吋的高解析度電容觸控式螢幕圖形化使用者介面
- 0.012% 的 DCV 準確度與 6 位半解析度
- 輸出和輸入 (四象限) 操作
- 四種「快速設定」(Quickset) 模式，可進行快速設定和量測
- 即時線上說明功能
- 前面板輸入香蕉插座；後面板集中終端螺絲接頭
- SCPI 和測試指令碼處理器 (TSPP®) 程式設計模式
- 前面板 USB 2.0 記憶體 I/O 連接埠可用於傳輸資料、測試指令碼或測試配置

機型 2461 高電流 SourceMeter® 電流量測設備(SMU)儀器為您提供了先進的「觸控、測試、創新」(Touch, Test, Invent®) 技術；並結合創新的圖形化使用者介面 (GUI) 與電容式觸控式螢幕技術，讓您可直觀地執行測試、減少學習曲線，以協助工程師和科學家能「快速掌握，靈活操作，輕鬆創新」。機型 2461 具備了 10A / 1000W 脈衝電流和 7A/100W 直流電流功能，再結合雙 18 位元 1MS/s 的數位轉換器，非常適合分析和測試高功率材料、裝置和模組，如碳化矽 (SiC)、氮化鎵 (GaN)、直流至直流轉換器、電路保護裝置、太陽能電池和面板、高亮度 LED 和照明系統、電化學電池和電池組等。這些新功能結合了吉時利在開發高精度、高準確度的 SMU 儀器上的數十年專業經驗之後，將使機型 2461 在未來幾年內成為實驗室和機架中處理高電流輸出和高速度量測應用的首選儀器。

### 更快地學習、更聰明地工作、更輕鬆地創新

機型 2461 擁有 5 吋的全彩高解析度觸控式螢幕，可支援直觀的操作，協助操作人員快速熟悉儀器運作，並有效提升整體運作速度和工作效率。簡單的圖示式功能表結構可減少配置測試所需的步驟數 (可高達 50%)，且沒有軟鍵儀器上常用的繁瑣多層功能表結構。內建的即時說明功能可協助支援直觀的操作，讓使用者不必時常查看個別的手冊。這些功能搭配機型 2461 的高通用性，可有效簡化基本和進階量測應用的操作程序，無論使用者是否具備 SMU 儀器的使用經驗。



機型 2461 的主要螢幕畫面可讓使用者直觀地進行測試，盡可能地降低新手使用者的學習曲線。



即使是新手使用者，圖形化 SMU 的圖示式功能表結構也能讓使用者快速又放心地配置測試。

## 2461

## 訂購資訊

|               |                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------|
| 2461          | 100V, 10A, 1000W<br>SourceMeter 儀器                |
| 2461-NFP      | 100V, 10A, 1000W<br>SourceMeter 儀器，<br>(不含前面板)    |
| 2461-RACK     | 100V, 10A, 1000W<br>SourceMeter 儀器，<br>(不含把手)     |
| 2461-NFP-RACK | 100V, 10A, 1000W<br>SourceMeter 儀器，<br>(不含前面板和把手) |

## 隨附的配件

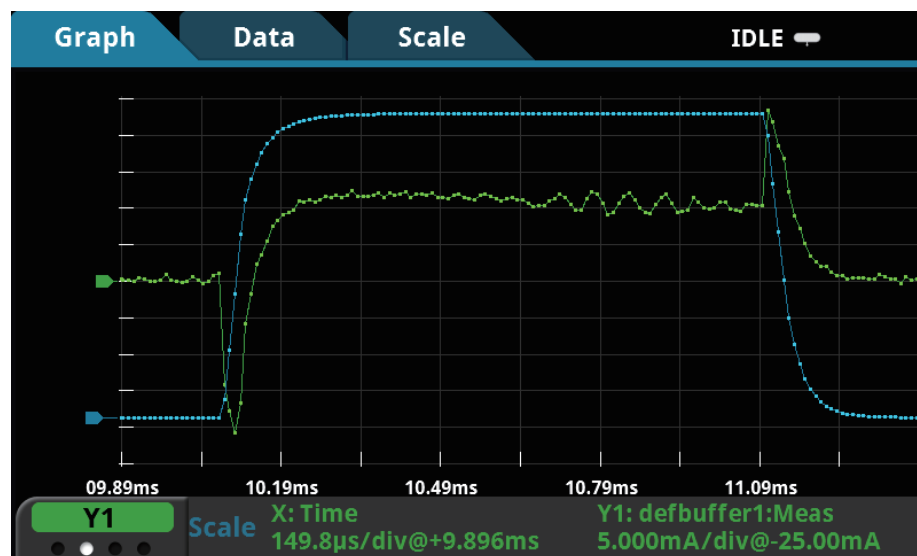
|                                                                                                  |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 2460-KIT                                                                                         | 後面板配合集中終端<br>螺絲接頭                     |
| 8608                                                                                             | 高效能測試引線                               |
| USB-B-1                                                                                          | USB 纜線，Type A 至<br>Type B，1m (3.3 ft) |
| CS-1616-3                                                                                        | 安全互鎖配合接頭                              |
| CA-180-3A                                                                                        | TSP-Link/乙太網路纜線                       |
| 文件 CD                                                                                            |                                       |
| 2461 快速入門指南                                                                                      |                                       |
| Test Script Builder 軟體<br>(可自 <a href="http://www.tektronix.com.tw">www.tektronix.com.tw</a> 取得) |                                       |
| KickStart Startup 軟體<br>(可自 <a href="http://www.tektronix.com.tw">www.tektronix.com.tw</a> 取得)   |                                       |
| LabVIEW 和 IVI 驅動程式<br>(可自 <a href="http://www.tektronix.com.tw">www.tektronix.com.tw</a> 取得)     |                                       |

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W, 10 A 脈衝, 7 A 直流

## 利用內建的雙重 1MS/s 數位轉換器擷取真實的裝置操作

利用機型 2461 的數位化功能，使用者可更輕鬆地擷取和顯示真實的裝置操作、波形和暫態事件。兩個內建的 1 MS/s、18 位元數位轉換器能同時取得電壓和電流量波形，而不需要使用單獨的儀器。數位化功能使用與標準 A/D 轉換器相同的直流電壓和電流量測範圍。此外，電壓數位化功能使用相同的直流電壓 10GΩ 輸入阻抗位準，以顯著減少待測裝置 (DUT) 的負載。



高速數位化功能可同時進行擷取和顯示電壓和電流量測。

## 多功能 SMU 儀器

機型 2461 屬於吉時利的第四代 SourceMeter SMU 儀器，充分利用了原始 2400 系列 SourceMeter SMU 儀器 (如機型 2420、2425、2430 和 2440 等) 所提供的強大功能。SMU 儀器提供了高度靈活、四象限電壓和電流輸出/負載功能，以及精密的電壓和電流量測。這部多功能的儀器具備了下列功能：

- 精密電源供應器與 V 和 I 回饋
- 真實電流輸出
- 數位萬用電錶 (DCV、DCI、歐姆、功率，並具有 6 位半解析度)
- 精密電子負載
- 脈衝產生器
- 觸發控制器

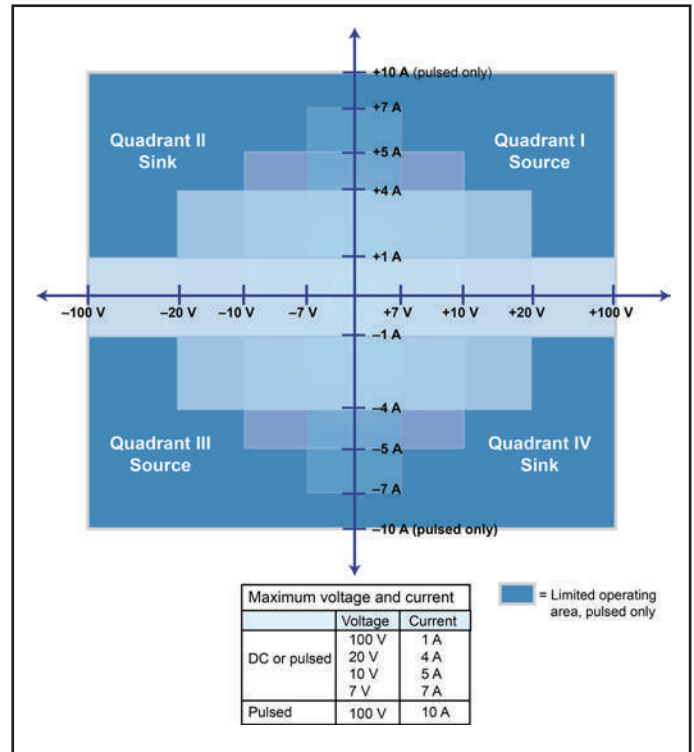
2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流

| 功能           | 機型 2461                    | 機型 2420/2425/2440        | 機型 2430                  |
|--------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 最大電壓         | 100V                       | 60V/100V/40V             | 100V                     |
| 最大直流電流       | 7A                         | 3A/3A/5A                 | 3A                       |
| 最大脈衝電流       | 10A                        | NA                       | 10A                      |
| 直流/脈衝功率      | 100W/1000W                 | 可達 100W/NA               | 100W/1000W               |
| 數位轉換器        | 雙 18 位元 1MS/s              | 無                        | 無                        |
| 寬頻雜訊         | <4.5mVrms 典型               | 10mVrms 典型               | 10mVrms 典型               |
| 掃描類型         | 線性、記錄、雙重<br>線性、雙重記錄、<br>自訂 | 線性、記錄、<br>自訂、輸出 -<br>記憶體 | 線性、記錄、<br>自訂、輸出 -<br>記憶體 |
| 讀值緩衝區<br>大小  | >2 點讀值緩衝區                  | 5000 點讀值<br>緩衝區          | 5000 點讀值<br>緩衝區          |
| 程式設計命令<br>類型 | SCPI 程式設計<br>+ TSP 編寫指令碼   | SCPI                     | SCPI                     |
| PC 介面        | GPIOB、USB、<br>乙太網路 (LXI)   | GPIOB、RS-232             | GPIOB、RS-232             |
| 訊號輸入連接       | 前：香蕉插孔<br>後：集中螺絲<br>終端連接   | 前/後香蕉插孔                  | 前/後香蕉插孔                  |

機型 2461 與原始機型 2420、2425、2430、2440 的比較



2461 電源包絡

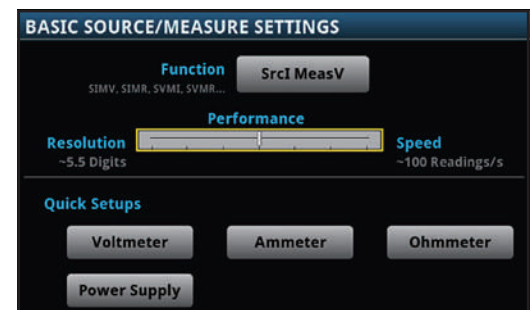
### 除了觸控式螢幕以外的各種易用功能

除了 5 吋彩色觸控式螢幕，2461 圖形化 SourceMeter 前面板提供了多種功能，可提升其速度、易用性和可學習性，包括 USB 2.0 記憶體 I/O 連接埠、說明鍵、旋轉式導覽/控制旋鈕、前/後輸入選擇按鈕和香蕉插座，適用於基本的工作台應用。USB 2.0 記憶體連接埠簡化了儲存測試結果和儀器配置、將測試指令碼上傳至儀器，以及安裝系統升級等程序。所有的前面板按鈕均具備背光效果，提高在弱光環境下的可視性。

四種「快速設定」模式，簡化儀器設定。只要按一個鈕，即可迅速將儀器配置用於各種操作模式，而不需要間接地配置儀器以進行此操作。



機型 2461 的高解析度、電容式觸控式螢幕及前面板控制功能可讓使用者直觀地進行操作，即使是新手也不成問題。



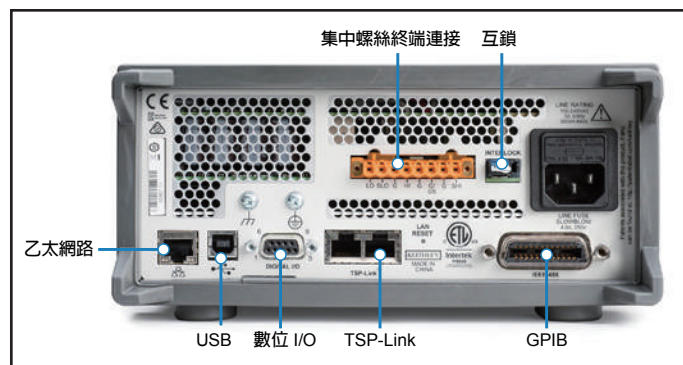
一鍵式的「快速設定」模式可加速量測設定，並有效減少量測的時間。



2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流



機型 2461 後面板連接已進行過最佳化處理，可維持訊號的完整性並加速系統設定。

### 全方位的內建連接功能

儀器具備後面板存取後方輸入接頭、遠端控制介面(GPIB、USB 2.0 和 LXI/乙太網路)、D-sub 9 針腳數位 I/O 連接埠 (用於內部/外部觸發訊號和處理控制)、儀器互鎖控制和 TSP-Link® 插孔，讓使用者可輕鬆配置多個儀器測試解決方案，且無需購買額外的轉接器配件。

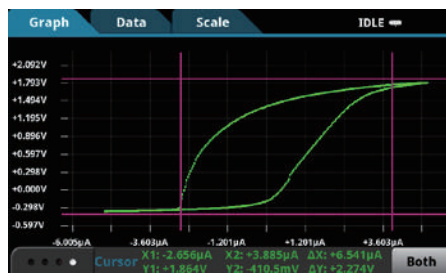
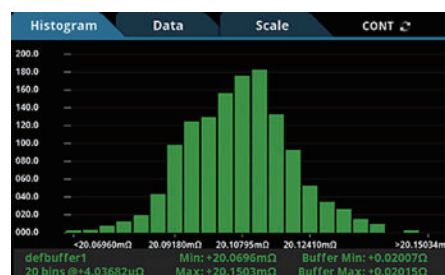
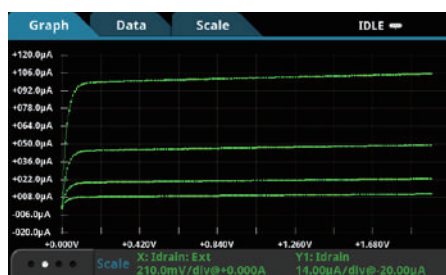
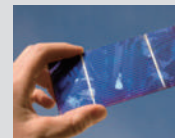
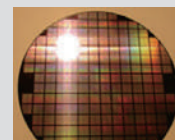
### 將原始資料轉換為可用的資訊

完整的圖形化繪圖視窗可轉換原始資料，並立即將其顯示為實用的資訊，如半導體 I-V 曲線及數位化波形。觸控式螢幕介面提供了「捏合和縮放」功能，可讓使用者輕鬆地進行觀察、互動和探討量測。使用內建的圖形化游標，無需使用電腦即可立即分析您的資料。所有的圖形化畫面皆可儲存至 USB 隨身碟，以將資料納入報告和日誌。若使用圖形化 SMU 的表單視圖，測試資料也可使用表格形式顯示。儀器可將資料匯出至試算表以供日後進行進一步的分析，有效地提升研究、工作台測試、裝置資格驗證和除錯等工作的效率。儀器兼具了高效能和高易用性，為您的測試結果提供了無與倫比的深入見解。

### 典型應用

適合現今各種現代電子設備和裝置的電流/電壓 (I-V) 特性和功能性測試，包括：

- 功率半導體和材料
  - 碳化矽、氮化鎵
  - IGBT、Power MOSFET
  - HBLED
  - 晶閘管
- 電源管理和保護裝置
  - 電信電源管理晶片
  - 直流 - 直流轉換器
  - 金屬氧化物變阻器 (MOV)、暫態電壓抑制器 (TVS)
- 電化學
  - 流電循環
  - 循環伏安法
  - 電沉積



| READING TABLE              |                       |             |            |  |
|----------------------------|-----------------------|-------------|------------|--|
| Buffer Active (defbuffer1) |                       |             |            |  |
| Buffer Index               | Time                  | Source      | Reading    |  |
| 1                          | 04/14 12:56:46.766230 | +6.000000 A | +5.98635 V |  |
| 2                          | 04/14 12:56:46.770194 | +6.000000 A | +5.98594 V |  |
| 3                          | 04/14 12:56:46.774216 | +6.000000 A | +5.98594 V |  |
| 4                          | 04/14 12:56:46.778194 | +6.000000 A | +5.98594 V |  |
| 5                          | 04/14 12:56:46.782211 | +6.000000 A | +5.98580 V |  |
| 6                          | 04/14 12:56:46.786198 | +6.000000 A | +5.98649 V |  |
| 7                          | 04/14 12:56:46.790208 | +6.000000 A | +5.98566 V |  |
| 8                          | 04/14 12:56:46.794203 | +6.000000 A | +5.98484 V |  |
| 9                          | 04/14 12:56:46.798219 | +6.000000 A | +5.98594 V |  |
| 10                         | 04/14 12:56:46.802194 | +6.000000 A | +5.98566 V |  |

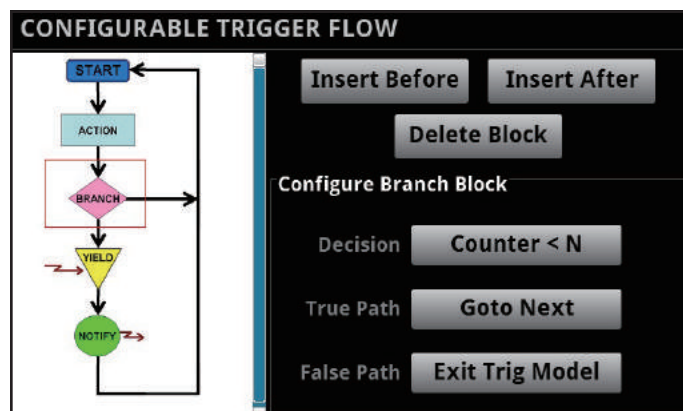
如即時繪圖、圖表、示波器式游標，以及可用於匯出的資料顯示試算表等各種內建的功能可輕鬆地將測試結果轉換為實用的資訊。

### 可用於儀器控制和執行的 TriggerFlow® 構建區塊

機型 2461 採用吉時利的 TriggerFlow 觸發系統，可提供使用者控制儀器的執行程序。使用下列四個基本構建區塊類型即可建立 TriggerFlow 圖表 (與流程圖的建立方式大致相同)：

- 等待 – 等待事件發生後再繼續執行流程
- 分支 – 當條件已滿足時即進行分支
- 動作 – 啟動儀器中的動作，例如：量測、輸出、延遲、設定數位 I/O 等
- 通知 – 通知其他設備已發生事件

使用者可從前面板或透過傳送遠端命令來建立使用這些構建區塊組合的 TriggerFlow 模型。有了 TriggerFlow 系統，使用者可以建立各種觸發模型，不論是簡單模型，或是高達 255 區塊等級的複雜模型。機型 2461 亦包括基本的觸發功能，包括即時、定時和手動觸發。



TriggerFlow 構建區塊可讓使用者輕鬆建立觸發模型，不論是簡單或是非常複雜的模型。

### 接點檢查功能

接點檢查功能可在自動化測試序列開始之前先快速、方便地驗證連接狀況是否良好。這可避免發生與接點疲勞、破損、污染、連接鬆動或斷裂、繼電器故障等有關的量測誤差和假性故障。此功能包含下列特型：

- <100µs 的驗證和通知處理時間
- 3 個通過/失敗的閾值：2Ω、15Ω 和 50Ω
- 透過 GPIB、USB 或乙太網路 (LXI) 介面的遠端功能

### 無與倫比的系統整合和程式設計靈活性

當機型 2461 配置為執行多通道 I-V 測試系統時，其嵌入式測試命令集處理器 (TSPR®) 可執行測試命令集，讓使用者可建立功能強大的量測應用，顯著地縮短開發時間。TSP 技術還提供了不需主機即可擴充通道的功能。吉時利的 TSP-Link® 通道擴充匯流排使用了 100 Base T 乙太網路纜線，可採用以整合式系統方式操作的主從式組態，來連接多個圖形化 SourceMeter SMU (機型 2450、2460、2461)，以及如吉時利機型 DMM7510 7 位半圖形化取樣萬用電錶、系列 2600B 系統 SourceMeter SMU 儀器和系列 3700A 切換器/萬用電錶系統等其他 TSP 儀器。TSP-Link 擴充匯流排在每個 GPIB 或 IP 地址上均支援高達 32 部裝置，因此使用者可輕鬆調整系統規模，來適應各種應用的特殊要求。機型 2461 還包括 SCPI 程式設計模式，可充分利用所有儀器的功能。

### 平行的測試能力

機型 2461 中的 TSP 技術可支援多個裝置的平行測試，以滿足裝置研究、先進半導體實驗室應用，甚至高輸送量生產測試的需求。這種平行測試功能可讓系統中的每個儀器皆可執行其完整測試序列，建立完全多執行緒的測試環境。在圖形化的 SourceMeter 上可以平行執行的測試數量最高可等於儀器中的系統數量。

## 2461

SourceMeter® SMU 儀器  
1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流

## 可用的配件

## 測試引線和探棒

|      |                     |
|------|---------------------|
| 1754 | 雙線通用 10 件式測試引線套件    |
| 5805 | Kelvin (4 線) 彈簧負載探棒 |
| 5808 | 低成本單針腳 Kelvin 探棒組   |
| 5809 | 低成本 Kelvin 夾引線組     |
| 8605 | 高效能模組化測試引線          |
| 8606 | 高效能模組化探棒套件          |
| 8608 | 高效能夾引線組             |

## 纜線、接頭、轉接器

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| 2460-BAN  | 螺絲終端接頭至香蕉纜線               |
| 2460-KIT  | 配合 Mass 終端接頭              |
| 8607      | 雙線，1000V 香蕉纜線，1m (3.3 ft) |
| CS-1616-3 | 安全互鎖配合接頭                  |

## 通訊介面和纜線

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 7007-1      | 遮蔽 GPIB 纜線，1m (3.3 ft)             |
| 7007-2      | 遮蔽 GPIB 纜線，2m (6.6 ft)             |
| CA-180-3A   | 適用於 TSP-Link/乙太網路的 CAT5 交叉纜線       |
| KPCI-488LPA | 適用於 PCI 匯流排的 IEEE-488 介面           |
| KUSB-488B   | IEEE-488 USB 至 GPIB 介面轉接器          |
| USB-B-1     | USB 纜線，Type A 至 Type B，1m (3.3 ft) |

## 觸發和控制

|            |                              |
|------------|------------------------------|
| 2450-TLINK | DB-9 至觸發連結接頭轉接器。             |
| 8501-1     | 觸發連結纜線，DIN 至 DIN，1m (3.3 ft) |
| 8501-2     | 觸發連結纜線，DIN 至 DIN，2m (6.6 ft) |

## 機架安裝套件

|               |                                            |
|---------------|--------------------------------------------|
| 4299-8        | 單固定式機架安裝套件                                 |
| 4299-9        | 雙固定式機架安裝套件                                 |
| 4299-10       | 雙固定式機架安裝套件。安裝一個 2461 和一個系列 26xxB           |
| 4299-11       | 雙固定式機架安裝套件。安裝一個 2461 和一個系列 2400、系列 2000 等。 |
| 2450-BenchKit | 適用於 2461-NFP-RACK 和 2461-RACK 機型的掛耳和把手     |

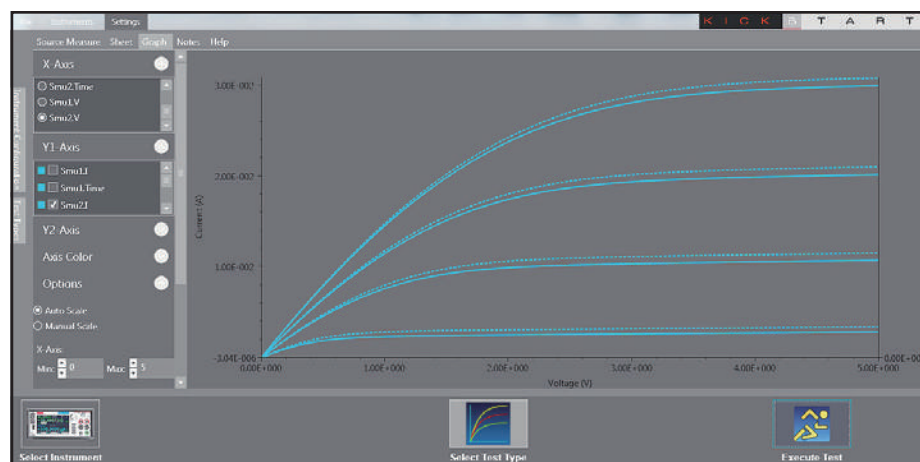
## 可用的服務

|                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| 2461-3Y-EW      | 一年原廠保固延長至三年 (自出貨之日起)            |
| 2461-5Y-EW      | 一年原廠保固延長至五年 (自出貨之日起)            |
| C/2461-3Y-17025 | KeithleyCare® 三年 ISO 17025 校驗計劃 |
| C/2461-3Y-DATA  | KeithleyCare 三年校驗與資料計劃          |
| C/2461-3Y-STD   | KeithleyCare 三年標準校驗計劃           |
| C/2461-5Y-17025 | KeithleyCare 五年 ISO 17025 校驗計劃  |
| C/2461-5Y-DATA  | KeithleyCare 五年校驗與資料計劃          |
| C/2461-5Y-STD   | KeithleyCare 五年標準校驗計劃           |
| C/NEW DATA      | 新設備的校驗資料                        |
| C/NEW DATA ISO  | 新設備的 ISO-17025 校驗資料             |

## 免費的儀器控制啟動軟體

KickStart 儀器控制/啟動軟體可用於機型 2461，讓使用者在幾分鐘內即可開始進行量測，而不需程式設計。在大多數情況下，使用者僅需要進行一些快速量測、繪製資料圖型，以及將資料儲存至磁碟供日後於軟體環境 (如 Excel) 中進行分析。KickStart 提供：

- 儀器的配置控制來執行 I-V 特性分析
- 本機 X-Y 繪圖、平移和縮放
- 資料的試算表/表格檢視
- 儲存和匯出資料供進一步的分析
- 儲存測試設定
- 圖型的螢幕擷取畫面
- 測試的註釋
- 命令行對話框，可用於傳送和接收資料
- HTML 說明
- GPIB、USB 2.0、乙太網路相容性



KickStart 啟動軟體可讓使用者在數分鐘內即可準備好進行量測。

## 利用隨時可用的儀器驅動程式來簡化程式設計

若使用者想要建立自訂的應用軟體，可於 [www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw) 上取得原生的 National Instruments LabVIEW® 驅動程式，以及 IVI-C 和 IVICOM 驅動程式。

2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流

### 電壓規格<sup>1, 2</sup>

| 範圍          | 最大直流電流 | 輸出     |                                       |                     | 量測 <sup>3</sup>  |                                       |                                                        |
|-------------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|             |        | 解析度    | 準確度<br>(23° ±5°C), 1 年<br>±(% 設定 + V) | 雜訊 (RMS)<br>(<10Hz) | 解析度 <sup>4</sup> | 準確度<br>(23° ±5°C), 1 年<br>±(% 讀值 + V) | 數位轉換器準確度 <sup>5</sup><br>23° ±5°C, 1 週<br>± (% 讀值 + V) |
| 200.0000 mV | 7.35 A | 5 µV   | 0.015 % + 20µV                        | 1 µV                | 100 nV           | 0.012 % + 20µV                        | 0.05 % + 1.2 mV                                        |
| 2.000000 V  | 7.35 A | 50 µV  | 0.015 % + 30µV                        | 2 µV                | 1 µV             | 0.012 % + 30µV                        | 0.05 % + 1.2 mV                                        |
| 7.000000 V  | 7.35 A | 250 µV | 0.015 % + 2.4 mV                      | 20 µV               | 1 µV             | 0.015 % + 1mV                         | 0.05 % + 8 mV                                          |
| 10.00000 V  | 5.25 A | 250 µV | 0.015 % + 2.4 mV                      | 20 µV               | 10 µV            | 0.015 % + 1mV                         | 0.05 % + 8 mV                                          |
| 20.00000 V  | 4.20 A | 500 µV | 0.015 % + 2.4 mV                      | 20 µV               | 10 µV            | 0.015 % + 1mV                         | 0.05 % + 8 mV                                          |
| 100.0000 V  | 1.05 A | 2.5 mV | 0.015 % +15 mV                        | 200 µV              | 100 µV           | 0.015 % + 5mV                         | 0.05 % +40 mV                                          |

量測輸入阻抗：>10GΩ，所有範圍。

溫度係數：±(0.10 × 準確度規格)/°C，0° 至 18°C 和 28° 至 50°C。

### 電流規格<sup>1, 2, 6</sup>

| 範圍                      | 最大直流電壓 | 輸出     |                                       |                     | 量測 <sup>3</sup>  |                                       |                                                        |
|-------------------------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                         |        | 解析度    | 準確度<br>(23° ±5°C), 1 年<br>±(% 設定 + A) | 雜訊 (RMS)<br>(<10Hz) | 解析度 <sup>4</sup> | 準確度<br>(23° ±5°C), 1 年<br>±(% 讀值 + A) | 數位轉換器準確度 <sup>5</sup><br>23° ±5°C, 1 週<br>± (% 讀值 + A) |
| 1.000000 µA             | 105 V  | 50 pA  | 0.025 % + 1 nA                        | 40 pA               | 1 pA             | 0.025 % +700 pA                       | 0.05 % + 4 nA                                          |
| 10.00000 µA             | 105 V  | 500 pA | 0.025 % + 1.5 nA                      | 40 pA               | 10 pA            | 0.025 % + 1 nA                        | 0.05 % + 8 nA                                          |
| 100.0000 µA             | 105 V  | 5 nA   | 0.020 % + 15 nA                       | 100 pA              | 100 pA           | 0.020 % + 10 nA                       | 0.05 % + 80 nA                                         |
| 1.000000 mA             | 105 V  | 50 nA  | 0.020 % +150 nA                       | 1 nA                | 1 nA             | 0.020 % +100 nA                       | 0.05 % + 800nA                                         |
| 10.00000 mA             | 105 V  | 500 nA | 0.020 % + 1.5 µA                      | 10 nA               | 10 nA            | 0.020 % + 1 µA                        | 0.05 % + 8 µA                                          |
| 100.0000 mA             | 105 V  | 5 µA   | 0.020 % + 15 µA                       | 100 nA              | 100 nA           | 0.020 % + 10 µA                       | 0.05 % + 80 µA                                         |
| 1.000000 A              | 105 V  | 50 µA  | 0.050 % +750 µA                       | 5 µA                | 1 µA             | 0.050 % +500 µA                       | 0.05 % + 1 mA                                          |
| 4.000000 A              | 21 V   | 250 µA | 0.100 % + 3 mA                        | 25 µA               | 1 µA             | 0.100 % +2.5 mA                       | 0.10 % + 5 mA                                          |
| 5.000000 A              | 10.5 V | 250 µA | 0.100 % + 3 mA                        | 25 µA               | 1 µA             | 0.100 % +2.5 mA                       | 0.10 % + 5 mA                                          |
| 7.000000 A              | 7.35 V | 500 µA | 0.150 % + 6 mA                        | 125 µA              | 1 µA             | 0.150 % + 5 mA                        | 0.15 % + 10 mA                                         |
| 10.00000 A <sup>7</sup> | 7.35 V | 500 µA | 0.150 % + 6 mA                        | 125 µA              | 10 µA            | 0.150 % + 5 mA                        | 0.15 % + 10 mA                                         |

電壓負荷<sup>8</sup>：<100µV，所有範圍。

溫度係數：±(0.10 × 準確度 規格)/°C，0° 至 18°C 和 28° 至 50°C。

- 速度 = 1 PLC。
- 輸出開啟時保證可達到所有規格。
- 正確地歸零時，準確度適用於 2 線和 4 線模式。
- 6 位半量測解析度。數位轉換器解析度受限於雜訊。
- 18 位元 ADC。在 1µs 時間間隔內取得 1000 個取樣的平均值。在 ±5°C 內的內部溫度和 1 週的 ACAL。
- 使用適用於機型 2461 的機型 2460-KIT 螺絲終端配件時可保證準確度規格。
- 10A 範圍直流規格有效高達 7.35A。僅在脈衝模式中操作 > 7.35A。適用脈衝寬度和工作週期限制。請參閱脈衝規格和典型脈衝效能章節以瞭解更多有關脈衝操作的詳細資料。
- 4 線模式。

### 電阻量測準確度 (本機或遠端感應)<sup>9, 10, 11</sup>

| 範圍                         | 解析度 <sup>12</sup> | 預設測試電流 | 一般準確度<br>(23°C ±5°C), 1 年<br>±(% rdg. + ohms) | 增強準確度 <sup>13</sup><br>(23°C ±5°C), 1 年<br>±(% rdg. + ohms) |
|----------------------------|-------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                            |                   |        | 輸出 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>     | 量測 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>                   |
| <2.000000 Ω <sup>14</sup>  | 1 µΩ              | 使用者自訂  | 輸出 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>     | 量測 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>                   |
| 2.000000 Ω                 | 1 µΩ              | 100 mA | 0.05 % +0.003Ω                                | 0.04 % +0.001 Ω                                             |
| 20.00000 Ω                 | 10 µΩ             | 100 mA | 0.05 % +0.003Ω                                | 0.04 % +0.001 Ω                                             |
| 200.0000 Ω                 | 100 µΩ            | 10 mA  | 0.05 % + 0.03Ω                                | 0.04 % + 0.01 Ω                                             |
| 2.000000 kΩ                | 1 mΩ              | 1 mA   | 0.05 % + 0.3Ω                                 | 0.04 % + 0.1 Ω                                              |
| 20.00000 kΩ                | 10 mΩ             | 100 µA | 0.05 % + 3 Ω                                  | 0.04 % + 1 Ω                                                |
| 200.0000 kΩ                | 100 mΩ            | 10 µA  | 0.05 % + 30 Ω                                 | 0.05 % + 10 Ω                                               |
| 2.000000 MΩ                | 1 Ω               | 10 µA  | 0.06 % + 100 Ω                                | 0.06 % + 50 Ω                                               |
| 20.00000 MΩ                | 10 Ω              | 1 µA   | 0.14 % + 1kΩ                                  | 0.12 % + 500 Ω                                              |
| 200.0000 MΩ                | 100 Ω             | 100 nA | 1.04 % + 10kΩ                                 | 0.74 % + 5kΩ                                                |
| >200.0000 MΩ <sup>14</sup> | —                 | 使用者自訂  | 輸出 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>     | 量測 I <sub>ACC</sub> + 量測 V <sub>ACC</sub>                   |

溫度係數 (0°- 18°C 和 28°- 50°C)：±(0.10 × 準確度規格)/°C。

- 速度 = 1 PLC。
- 輸出開啟時保證可達到所有規格。
- 正確地歸零時，準確度適用於 2 線和 4 線模式。
- 6 位半量測解析度。
- 啟用輸出回饋功能。偏移補償開啟。
- 輸出電流、量測電阻或輸出電壓，僅量測電阻。

輸出電流，量測電阻模式：  
總不確定性 = I 輸出準確度 + V 量測準確度  
(4 線遠端感應)。

輸出電壓，量測電阻模式：  
總不確定性 = V 輸出準確度 + I 量測準確度  
(4 線遠端感應)。



2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流

### 其他脈衝模式輸出規格

最低可程式設計脈衝寬度：150 $\mu$ s。注意：穩定和/或量測時間可能會超過 150 $\mu$ s。  
 最大擴展範圍脈衝寬度：針對 7A 和更低範圍為 2.5ms，針對 10A 範圍為 1ms。  
 最大直流脈衝寬度：10,000 秒。  
 脈衝寬度程式設計解析度：變量，受脈衝寬度和脈衝寬度抖動限制。  
 脈衝寬度抖動：< (50 $\mu$ s + 脈衝寬度的 10%)，典型，擷取讀值 = 關閉。  
 最大脈衝工作週期：針對 20V 和更低範圍為 10%，針對 100V 範圍為 5%。

### 典型脈衝效能 (最佳固定的範圍，4W 感應)

| 輸出值   | 限制範圍和值 | 負載           | 上升時間<br>(10% 至 90%) | 穩定時間<br>(範圍的 1%) |
|-------|--------|--------------|---------------------|------------------|
| 100 V | 10.5 A | 10 $\Omega$  | 300 $\mu$ s         | 520 $\mu$ s      |
| 100 V | 1.05 A | 200 $\Omega$ | 180 $\mu$ s         | 320 $\mu$ s      |
| 20 V  | 10 A   | 2 $\Omega$   | 150 $\mu$ s         | 340 $\mu$ s      |
| 10 A  | 105 V  | 10 $\Omega$  | 300 $\mu$ s         | 700 $\mu$ s      |
| 7 A   | 7.35 V | 1 $\Omega$   | 120 $\mu$ s         | 360 $\mu$ s      |
| 5 A   | 10.5 V | 2 $\Omega$   | 110 $\mu$ s         | 280 $\mu$ s      |

### 接點檢查

接點檢查速度：<100 $\mu$ s 驗證和通知

| 電阻設定     | 2 $\Omega$    | 15 $\Omega$    | 50 $\Omega$    |
|----------|---------------|----------------|----------------|
| 無接點檢查失敗  | <1.0 $\Omega$ | <10.0 $\Omega$ | <40.0 $\Omega$ |
| 始終接點檢查失敗 | >6.0 $\Omega$ | >20.0 $\Omega$ | >60.0 $\Omega$ |

### 數位轉換器特性

最大解析度：18 位元。  
 可用的量測功能：電壓、電流、同時電壓和電流、電阻、功率。  
 取樣速率<sup>15</sup>：可程式設計每秒 1K 至 1 百萬點取樣。  
 揮發性取樣記憶體 (含時間戳記)：2750 萬。  
 最小記錄時間：1 $\mu$ s。  
 時間戳記解析度：1ns 含標準或全緩衝區的樣式。1 $\mu$ s 的精簡緩衝區樣式。  
 最大記錄長度：500 萬。  
 範圍選擇：數位轉換器量測所需的固定範圍。  
 量測穩定時間：範圍和負載相依性。適用於 10mA 和更低電流範圍由穩定時間限制的準確度。

15. 取樣率並非連續可調。對於有效的離散設定，請參閱《機型 2461 參考手冊》。

### 補充特性

最大輸出功率：1,050W 脈衝，105W 直流，四象限輸出或輸入操作。  
 過範圍：範圍的 105%，輸出和量測。  
 法規：電壓：線路：範圍的 0.01%。負載：範圍的 0.01% + 100 $\mu$ V。  
 電流：線路：範圍的 0.01%。負載：範圍的 0.01% + 100pA。  
 輸出限制：  
 電壓輸出電流極限：使用單一值設定雙極電流限制。最小值為範圍的 10%。  
 電流輸出電壓極限：使用單一值設定雙極電壓限制。最小值為範圍的 10%。  
 V/I 限準確度：在基本規格中加入設定的 0.3% 和讀值的  $\pm 0.02\%$ 。  
 過衝：  
 電壓輸出：<0.1% 典型。步進大小 = 全刻度，電阻負載，20V 範圍以及 10 mA 限制。  
 電流輸出：<0.1% 典型。步進大小 = 每步進 1 mA，R<sub>負載</sub> = 10k $\Omega$ ，20V 範圍。  
 範圍變化過衝：過衝至完全電阻 100k $\Omega$  負載，10Hz 至 20MHz 頻寬，相鄰範圍：<250mV 典型。  
 輸出穩定時間：達到最終值 0.1% 所需的時間：20 V 範圍，100 mA I 限制：<200ps 典型。  
 最大轉換速率：每  $\mu$ s 1V，100V 範圍，100mA 限制至 20k $\Omega$  負載 (典型)。  
 每  $\mu$ s 0.6V，20V 範圍，100mA 限制至 20k $\Omega$  負載 (典型)。  
 過電壓保護功能：使用者可選擇的值，5%  $\pm 0.5V$  容錯。原廠預設 = 無。  
 電壓輸出雜訊：10Hz 至 20MHz (RMS)：<4.5mV 典型至電阻負載。  
 共模電壓：250V 直流。  
 共模隔離：>1G $\Omega$ ，<1,000pF。  
 雜訊排除 (典型)：

| NPLC | NMRR  | CMRR  |
|------|-------|-------|
| 0.01 | -     | 60 dB |
| 0.1  | -     | 60 dB |
| 1    | 60 dB | 100dB |

負載阻抗：  
 普通模式：20nF 典型。  
 高電容模式：穩定至 50 $\mu$ F 典型。大容量模式適用於  $\geq 100\mu$ A 範圍。  
 強化和感應終端之間的最大電壓下降：5V。  
 最大強制引線電壓下降：1V。  
 最大感應引線電阻：1M $\Omega$  額定準確度。  
 感應輸入阻抗：>10G $\Omega$ 。  
 保護偏移電壓：<300 $\mu$ V 典型。

1.888.KEITHLEY

www.keithley.com.tw

A Greater Measure of Confidence

**KEITHLEY**  
 A Tektronix Company



2461

# SourceMeter® SMU 儀器

## 1000 W，10 A 脈衝，7 A 直流

### 系統量測速度<sup>16</sup>

60Hz (50Hz) 的典型讀值速率 (每秒讀值)，命令集 (TSPR®) 程式設計。

| NPLC      | 觸發起源 | 量測至<br>記憶體  | 量測至<br>GPIO/USB/LAN | 將量測輸出<br>至記憶體 | 將量測輸出<br>GPIO/USB/LAN |
|-----------|------|-------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 0.01 NPLC | 內部   | 3050 (2800) | 2800 (2500)         | 1700 (1600)   | 1650 (1550)           |
| 0.01 NPLC | 外部   | 2300 (2100) | 2150 (2000)         | 1650 (1550)   | 1600 (1450)           |
| 0.1 NPLC  | 內部   | 540 (460)   | 530 (450)           | 470 (410)     | 470 (400)             |
| 0.1 NPLC  | 外部   | 500 (420)   | 500 (420)           | 460 (390)     | 450 (350)             |
| 1 NPLC    | 內部   | 59 (49)     | 59 (49)             | 58 (48)       | 58 (48)               |
| 1 NPLC    | 外部   | 58 (48)     | 58 (48)             | 57 (48)       | 57 (46)               |

60Hz (50Hz) 的典型讀值速率 (每秒讀值)，SCPI 程式設計。

| NPLC      | 觸發起源 | 量測至<br>記憶體  | 量測至<br>GPIO/USB/LAN | 將量測輸出<br>至記憶體 | 將量測輸出<br>GPIO/USB/LAN |
|-----------|------|-------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 0.01 NPLC | 內部   | 3000 (2800) | 3000 (2790)         | 1700 (1600)   | 1550 (1500)           |
| 0.01 NPLC | 外部   | 2330 (2150) | 2330 (2150)         | 1650 (1550)   | 1500 (1450)           |
| 0.1 NPLC  | 內部   | 540 (460)   | 540 (460)           | 470 (410)     | 460 (400)             |
| 0.1 NPLC  | 外部   | 510 (430)   | 510 (430)           | 470 (400)     | 460 (390)             |
| 1 NPLC    | 內部   | 59 (49)     | 59 (49)             | 58 (48)       | 58 (48)               |
| 1 NPLC    | 外部   | 58 (49)     | 58 (49)             | 58 (48)       | 58 (48)               |

16. 適用於電壓或電流量測的讀值速率，自動歸零關閉，自動調整範圍關閉，濾波器關閉，二進制讀值格式和輸出回讀關閉。

### 數位化，典型

| 取樣速率     | 位數 | 解析度，位元 | 量測至 USB     |
|----------|----|--------|-------------|
| 10 kS/s  | 5½ | 18     | 可達 10 kS/s  |
| 20 kS/s  | 4½ | 16     | 可達 20 kS/s  |
| 50 kS/s  | 4½ | 16     | 可達 50 kS/s  |
| 100 kS/s | 4½ | 15     | 可達 100 kS/s |
| 1 MS/s   | 3½ | 12     | 至少 100 kS/s |

SCPI 程式設計。緩衝區樣式十分精簡。

### 一般特性 (非指定時的預設模式)

原廠預設標準供電：SCPI 模式。

來源輸出模式：固定式直流位準、記憶體/配置清單 (混合功能)、掃描 (線性和記錄)、掃描 (雙線性和雙記錄)。

記憶體緩衝區：> 2 百萬讀值，使用者可調節。包括選擇的量測值和時間戳記。

即時時脈：鋰電池備份 (3 年以上的電池使用壽命)。

遠端介面：

GPIO：IEEE-488.2。

USB 裝置 (後面板，Type B)：2.0 全速 USBTMC。

USB 裝置 (前面板，Type A)：USB 2.0，支援隨身碟。

乙太網路：RJ-45 (10 / 100BT)

數位 I/O 介面：

線路：6 個輸入/輸出，使用者定義，適用於數位 I/O 或觸發。

接頭：9 針腳母 D。

輸入訊號位準：0.7V (最大邏輯低點)，3.7V (最低邏輯高點)。

輸入電壓限制：- 0.25V (絕對最小值)，+5.25V (絕對最大值)。

最大輸出電流：+2.0mA @ > 2.7V (每針腳)。

最大輸入電流：- 50 在 0.7V (每針腳，固態保險絲保護)。

5V 電源供應器針腳：限制為 500mA @ > 4V (固態保險絲保護)。

處理常式介面：測試開始，測試結束，4 個類別位元。

可程式設計性：SCPI 和 TSP 命令集。

TSP 模式：嵌入式測試腳本處理器 (TSP)，可從任何主機介面存取。

IP 組態：靜態或 DHCP。

擴展介面：TSP-Link 擴展介面可讓具備 TSP 功能的儀器彼此觸發和通訊。

LXI 相容性：1.4 LXI 核心 2011。

顯示器：5 吋電容式觸控式彩色 TFT WVGA (800×480)，附 LED 背光。

輸入訊號連接：前：香蕉插座。後：集中終端螺絲終端。

互鎖：主動式高輸入。

冷卻：強制風冷，變頻調速。

過溫保護：內部感應的溫度過載使設備處於待機狀態。

電源供應器：100V 至 240V RMS，50~60Hz (在供電時自動偵測)。

VA 額定：350V-A 最大。

海拔：海平面以上最大 2,000 m (6,562 ft)。

EMC：符合歐盟 EMC 指令。

安全性：與 UL61010-1 和 UL61010-2-30 列出的 CE 和 NRTL 相容。符合歐盟低電壓指令。

振動：MIL-PRF-28800F 第 3 級隨機標準。

暖機：1 小時即可達到額定準確度。

尺寸：含把手和保險槓：106mm 高 × 255mm 寬 × 425mm 深  
(4.18 in×10.05 in×16.75 in)。

不含把手和保險槓：88mm 高 × 213mm 寬 × 397mm 深  
(3.49 in×8.39 in×15.63 in)。

重量：含保險槓和把手：(10.5 lb) 4.75kg。

不含保險槓和把手：(10.0 lb) 4.55kg。

環境：工作：0°-50°C，70% 相對濕度高達 35°C。減額 3% RH/°C，35°-50°C，非冷凝。儲存：- 25°C 至 65°C。

1.888.KEITHLEY

www.keithley.com.tw

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY

A Tektronix Company

規格內容逕行變更恕不另行通知。所有吉時利商標或商品名為 Keithley Instruments, Inc. 所有。  
所有其他商標和商品名為各自所屬公司所有。

**KEITHLEY**

A Tektronix Company

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY INSTRUMENTS, INC. ■ 28775 AURORA RD. ■ CLEVELAND, OH 44139-1891 ■ 440-248-0400 ■ Fax: 440-248-6168 ■ 1-888-KEITHLEY ■ [www.keithley.com](http://www.keithley.com)

**巴西**

55-11-4058-0229  
[www.keithley.com](http://www.keithley.com)

**中國**

86-10-8447-5556  
[www.keithley.com.cn](http://www.keithley.com.cn)

**法國**

01-69868360  
[www.keithley.fr](http://www.keithley.fr)

**德國**

49-89-84930740  
[www.keithley.de](http://www.keithley.de)

**印度**

080-30792600  
[www.keithley.in](http://www.keithley.in)

**義大利**

02-5538421  
[www.keithley.it](http://www.keithley.it)

**日本**

Tokyo: 81-3-6714-3070  
Osaka: 81-06-6396-1630  
[www.keithley.jp](http://www.keithley.jp)

**韓國**

82-2-6917-5000  
[www.keithley.co.kr](http://www.keithley.co.kr)

**馬來西亞**

60-4-643-9679  
[www.keithley.com](http://www.keithley.com)

**墨西哥**

52-55-5424-7907  
[www.keithley.com](http://www.keithley.com)

**新加坡**

01-800-8255-2835  
[www.keithley.com.sg](http://www.keithley.com.sg)

**臺灣**

886-3-572-9077  
[www.keithley.com.tw](http://www.keithley.com.tw)

**英國**

044-1344-392450  
[www.keithley.co.ukw](http://www.keithley.co.ukw)