

Keysight Technologies

使用 B2961A 和 34420A 執行精準的低電阻量測

B2961A/B2962A 6 位半低雜訊專用電源供應器

技術總覽



簡介

電阻量測是分析電氣裝置特性時，最常執行的量測之一。然而，極小電阻量測需要非常準確且低位準的電流源，以避免在測試時，待測物出現自發熱效應或是受損。

執行精準的低電阻量測時，需考慮下列多項因素：

- 須使用 4 線（Kelvin 型）量測來移除導線與接觸電阻
- 需使用電流源與電壓計，兩者皆需具備低雜訊及高準確度
- 測試電流必須夠大，才能在整個測試電阻上產生足夠的壓降，進而在測試儀器的解析度限制範圍內進行量測
- 需將功耗所導致的自發熱效應降到最低
- 須使用特殊量測技巧消除補償電流（歸零），並藉由交替改變電流方向來減低熱電動勢（EMF）
- 電流源及電壓計須維持同步，以消除電源趨穩時間所導致的量測誤差

請勿忽視決定適量量測電流的重要性，因為大測試電流雖可提供較高的量測解析度，但同時也會增加功率消耗及自發熱效應。本技術總覽將說明結合使用 Keysight B2961A 6 位半低雜訊電源和 Keysight 34420A 7 位半奈米電壓 / 微歐姆計時，該如何找到進行準確低電阻量測時所需的最佳測試電流。

Keysight B2961A/62A 低雜訊專用電源供應器

B2961A/B2962A 進階電源供應器 / 電源為 B2900A 系列精密儀器的一員，可提供具 6 位半解析度的電壓源或電流源，並可監控電壓與電流，是各種不同量測應用必備的工具（參見圖 1）。

B2961A/B2962A 具備直覺式圖形操作介面 (GUI)。您也可使用是德科技提供的免費 PC 型應用軟體來控制它，以便立即進行高效率的量測。

B2961A/B2962 是支援 4 象限操作的雙極電源供應器，可支援正極或負極的電壓與電流，並可供應 10 fA 至 3 A (直流) 或 10.5 A (脈衝) 的電流，以及 100 nV 至 210 V 的電壓（參見圖 2）。

除了上述的基本供電功能外，B2961A/B2962A 還具備進階功能，方便您執行更複雜的測試與評估。其進階功能包含任意波形產生能力、可控的輸出電阻功能，以及時域電壓 / 電流波形檢視器。因此，B2961A/B2962A 與 Keysight 34420A 結合使用時，可滿足所有準確低電阻量測的需求。

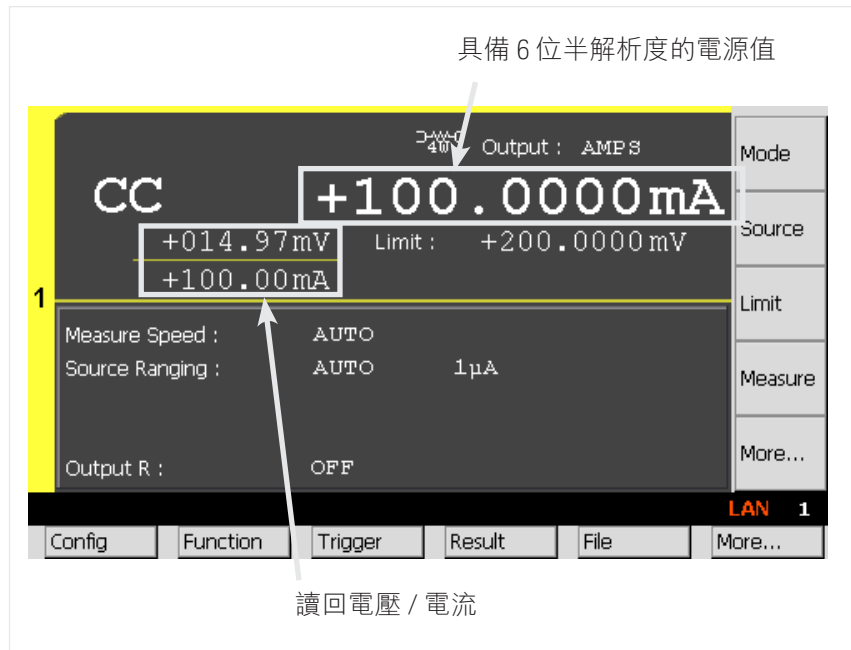


圖 1：B2961A/B2962A 可用 6 位半解析度供應電壓或電流

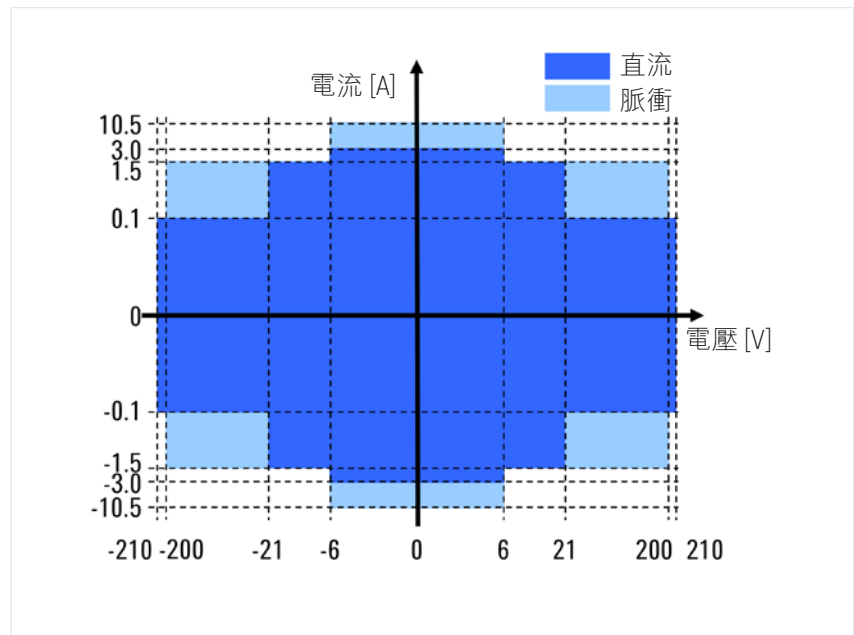


圖 2：寬廣的雙極與電流範圍（4 象限運作）

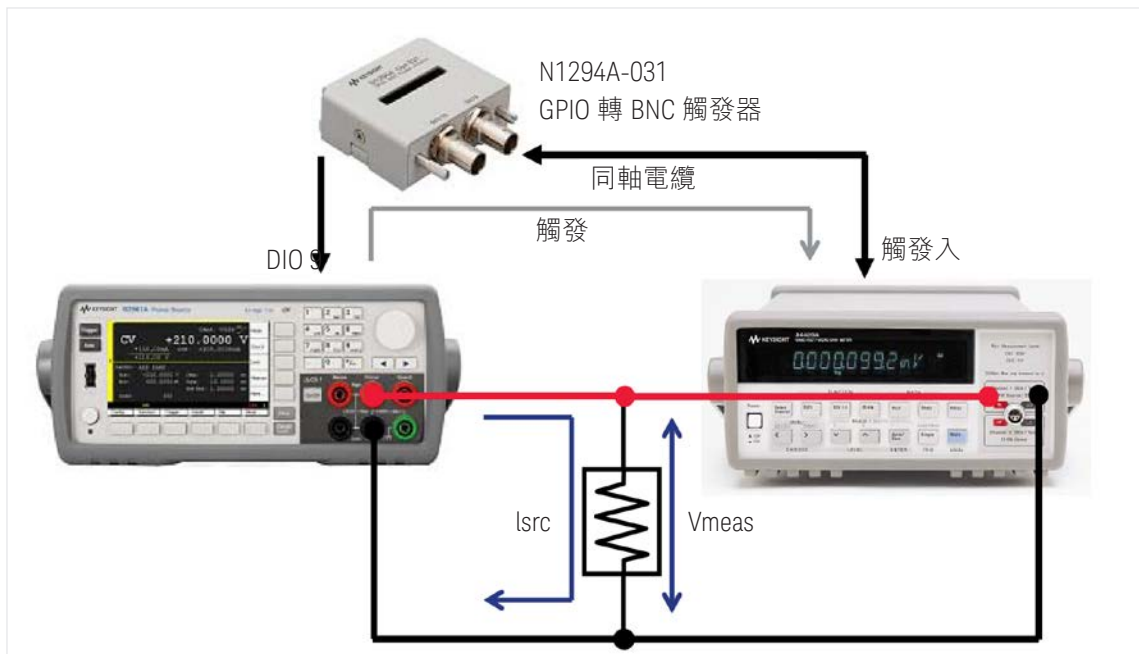


圖 3：B2961A 和 34420A 低電阻量測解決方案示意圖

量測系統圖

B2961A 和 34420A 的結合可大幅增進低電阻量測的效能。圖 3 的電阻量測圖顯示，34420A 負責執行電壓量測，而 B2961A 可提供精準的電流。在此配置中，B2961A 為主設備，可依預先設定的間隔執行量測，同時還可傳送觸發信號給 34420A，以執行電壓量測。

34420A 可在無其他測試設備下量測電阻。它的最小電阻範圍是 1 Ω，最大輸出電流是 10 mA。然而，B2961A 可供應高達 3 A 的電流，因此可用比單機式 34420A 高了 300 倍的解析度執行量測。除此之外，藉由使用 Keysight B2961A 的條列掃描模式，您可產生交替極性測試電流，以便抑制熱電動勢效應。量測小電阻時，這是一項很

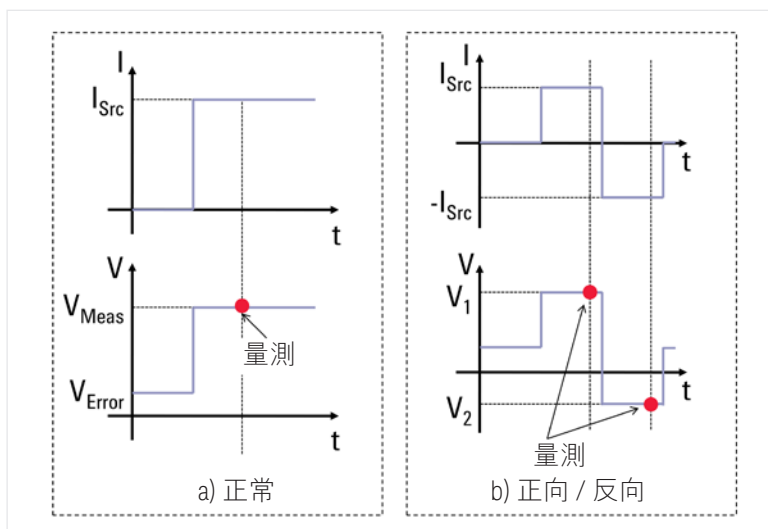


圖 4：消除因電動勢所導致之量測誤差的技巧

重要的特性，因為偏移電壓及 EMF 誤差會嚴重影響量測準確度（參見圖 4a）。下面的公式顯示供應電流與量測電壓時，這些誤差對電阻量測所產生的影響。

藉由同時施加正向與反向電流（ I_{src} 與 $-I_{src}$ ），並執行兩個電壓量測結果的平均運算，可消除這個誤差（參見圖 4b）。下面的公式顯示如何使用這兩個量測結果來計算真實的電阻值：

$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Src}} = \frac{V_{DUT}}{I_{Src}} + \frac{V_{Error}}{I_{Src}} = R_{DUT} + R_{Error} \quad R_{Meas} = \frac{V_1 - V_2}{2 \times I_{Src}} = R_{DUT}$$

量測範例

以下的量測範例使用一個 10 mΩ 的金屬箔片電阻器進行量測，這種電阻器的電動勢極小。量測結果如圖 5、6 和 7 所示。

34420A 使用內建的 10 mA 電流源（具偏移補償）來量測電阻，無需使用 B2961A（參見圖 5）。如圖 5 所示，使用 10 PLC（電源線週期）的間隙時間（亦即積分時間）所得之量測結果，其資料會受電雜訊影響而大幅波動。將間隙時間增加至 100 PLC 雖可降低電雜訊，但如此一來，量測時間會變得難以忍受的冗長（開啟自動補償時，每個點約需時 8 秒）。

另一方面，若使用 B2961A 所提供的 10 mA 電流源，並將間隙時間設為 10 PLC，則可減少資料波動，效果較使用 34420A 內建的 10 mA 電流為佳。此乃因 Keysight B2961A 具低雜訊電流源之特性（參見圖 6）。

此外，若將 B2961A 的電流增強至 100 mA，且間隙時間設為 10 PLC，則可獲得非常穩定的量測結果。如此可將量測時間維持在每個點少於 1 秒的速度（參見圖 7）。

如此例所示，藉由結合使用 B2961A 與 34420A，您可用最短的量測時間，獲致出色的電阻量測結果。

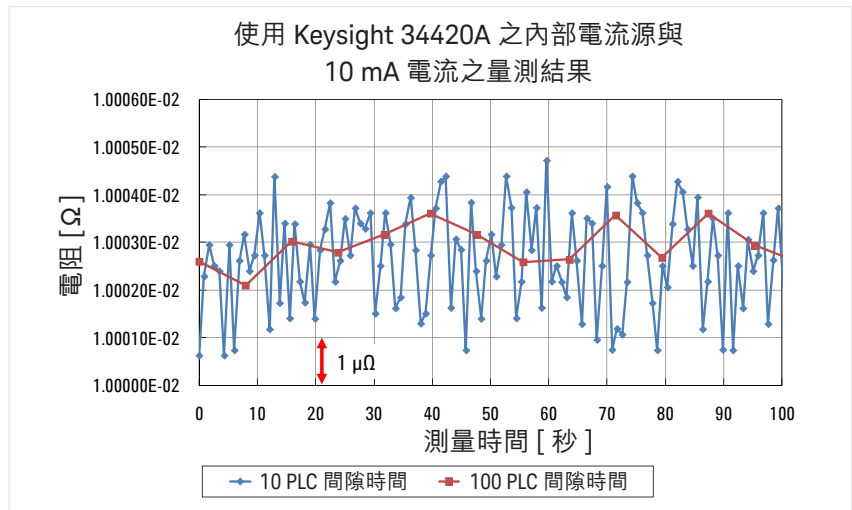


圖 5：使用 34420A 之內部電流源的量測結果

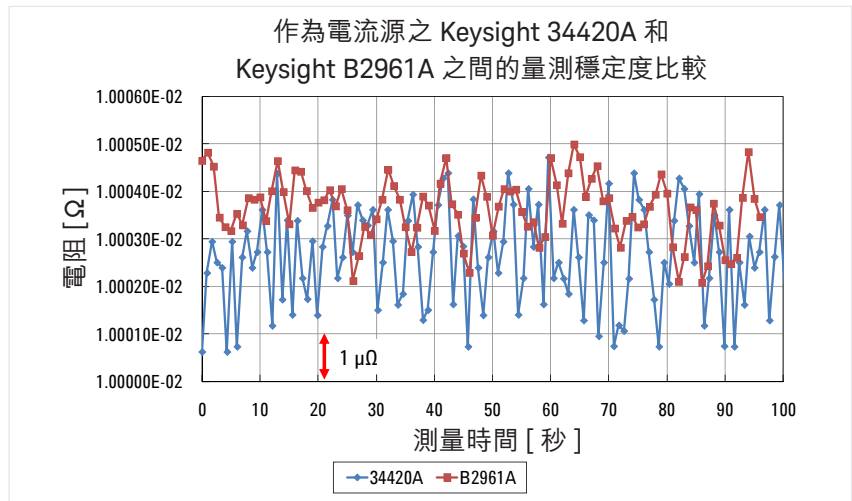


圖 6：作為電流源之 34420A 和 B2961A 之間的量測穩定度比較

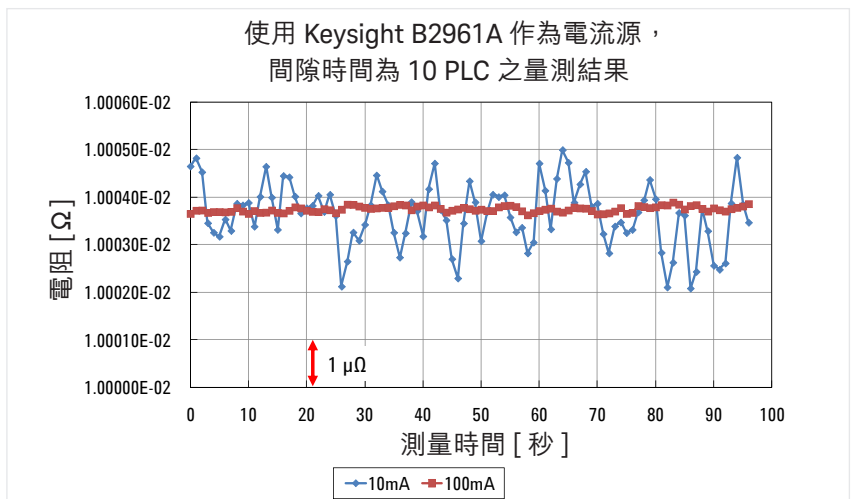


圖 7：使用 B2961A 作為電流源之量測結果

決定最佳測試電流的方法

如前所述，請勿輕忽決定適當量測電流的重要性，因為大測試電流雖可提供較高的量測解析度，但同時也會增加功率消耗及自發熱效應。

以下這個例子說明決定最佳電流的步驟，以便獲致穩定的量測結果。

首先，請使用 Keysight B2961A 進行取樣量測，測試條件如下：

間隙時間：10 PLC

量測間隔：1 s

測試電流：10 mA、100 mA、500 mA、1 A 和 3 A

量測結果如圖 8 所示。

最低功率消耗為 1 mW，測試電流為 10 mA；而最高功率消耗為 90 mW，測試電流則為 3 A。如圖 8 所示，以 10 mA 電流進行測試，會出現巨幅波動，因而無法進行準確的特性分析，而其它的測試電流值則因雜訊位準較低，有利於進行元件特性評估。然而 1A 與 3A 的測試電流會引發相當程度的自熱效應，使量測曲線隨著時間變化而產生偏移。由此推斷，500 mA 的測試電流似乎較適合用來執行這項量測，既可滿足量測解析度要求，又可減輕功率消耗所造成的熱效應。

如此例所示，要決定合適的測試電流，最有效的辦法是從小測試電流開始，逐漸增加電流強度，直到雜訊位準仍在可接受範圍內，而且電流夠小，可將功率消耗引發的熱效應降到最低。以此例而言，500 mA 的測試電流應該就是最合適的電流大小，可以兼顧量測解析度的要求以及功耗導致的熱效應問題。

樣本量測程式

請至是德科技網站下載樣本程式，以便與 B2961A 和 34420A 結合使用，讓您能快速進行電阻量測（參見圖 9）。此程式與 C#、美商國家儀器 LabVIEW 系統設計軟體，以及微軟 Excel 與 VISA-COM 相容。除了支援基本電阻量測外，此程式亦支援本技術總覽中提及，可降低量測誤差的技術。

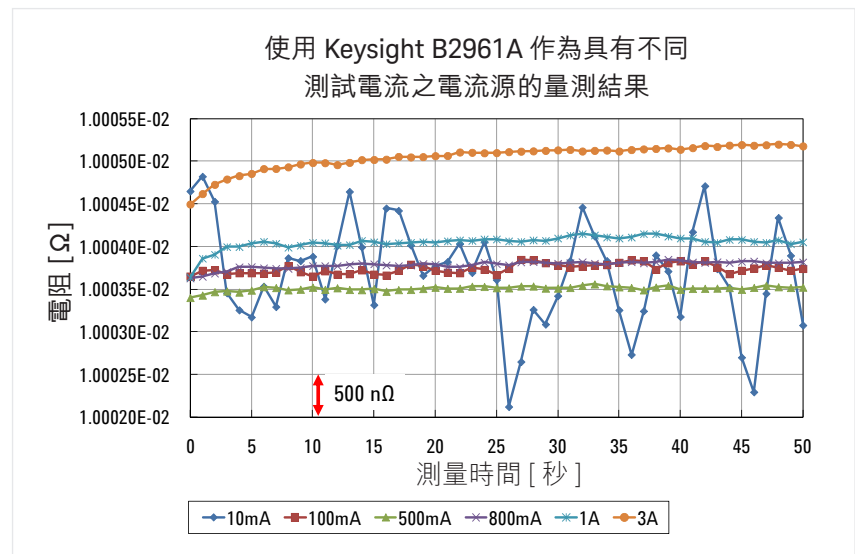


圖 8：使用 B2961A 作為具不同測試電流之電流源的量測結果

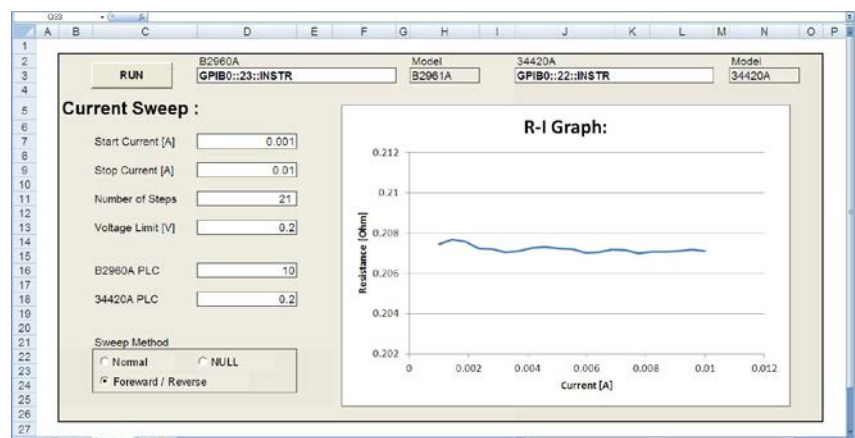


圖 9：使用 B2961A 和 34420A 執行電阻量測的樣本量測程式。

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊

AXIe

www.axiestandard.org

AdvancedTCA[®] Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基於 AdvancedTCA 標準的開放標準，將 AdvancedTCA 標準延伸到通用測試和半導體測試領域。是德科技之前身安捷倫 EMG 是 LXI 聯盟的創始會員。

LXI

www.lxistandard.org

LXI 是繼 GPIB 之後推出的區域網路 (LAN) 標準，可提供更快速、更有效率的網路連結方式。是德科技之前身安捷倫 EMG 是 LXI 聯盟的創始會員。

PXI

www.pxisa.org

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) 模組化儀器提供堅固耐用的 PC 式高效能量測儀器與自動化系統。



三年保固

是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。



五年保固延長計劃

www.keysight.com/find/AssurancePlans

是德科技提供經濟實惠的五年保固保證，確保儀器的運作達到規格要求，您可持續信賴儀器的量測準確度。



www.keysight.com/quality

是德科技—DEKRA Certified ISO 9001:2008 品質管理系統。

是德科技銷售夥伴

www.keysight.com/find/channelpartners

兩全其美：是德科技專業的量測技術與齊備的產品，搭配是德科技銷售夥伴的服務與彈性價格。

www.keysight.com/find/precisionSOURCE

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢

聯絡窗口查詢：

www.keysight.com.tw/find/contactus

台灣是德科技網站：

www.keysight.com.tw

台灣是德科技股份有限公司

免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓

電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號

電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1

電話：(07) 535-5035

Keysight B2900A 系列精密儀器



Keysight B2900A 系列產品可提供精密電源和精密量測。

www.keysight.com/find/b2900a