

Keysight Technologies

從微歐姆 ($\mu\Omega$) 到微微歐姆 ($P\Omega$) 的 多元化電阻量測解決方案

應用說明

如有任何問題,請洽keysight 正式授權經銷商
品勛科技股份有限公司
www.pinsyun.com.tw
02-2278-9886 | 03-668-1808 | 06-230-0896



簡介

電阻量測是材料、電子元件和電路特性分析的基礎。雖然全球各地使用的電阻量測儀器都各不相同，是德科技提供的是最便利易用的數位萬用電錶（DMM）。

電阻量測儀器看似簡單、容易使用，因為它的功用不過就是根據歐姆定律來供應電壓或電流並執行量測。事實上，電阻量測存在著各種不同的誤差因素，讓您無法實現準確的量測。不僅如此，量測電阻範圍不同，影響量測結果的因素也不一樣。因此，根據待測物（DUT）的特性來選擇合適的儀器，是獲得可靠量測結果的關鍵。

是德科技提供各種不同的電阻量測解決方案，涵蓋從微歐姆（ $\mu\Omega$ ）到微微歐姆（ $P\Omega$ ）的電阻值，是滿足您的電阻量測需求的最佳選擇。

圖 1 顯示是德科技電阻量測解決方案支援相當廣泛的量測電阻範圍。

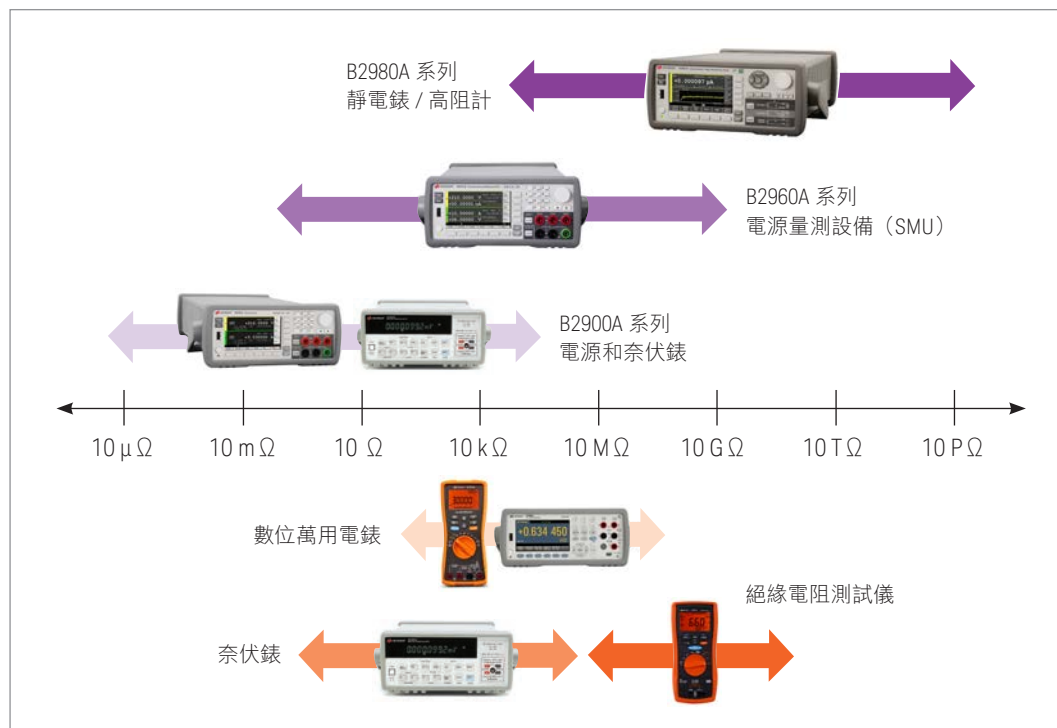


圖 1：是德科技電阻量測解決方案

是德科技電阻量測解決方案

萬用電阻量測解決方案

數位萬用電錶 (DMM) 具有方便易用的特性，常用於電阻量測。是德科技提供各式各樣的 DMM，例如手持式和桌上型儀器，您可任意選擇合適的機型，以滿足您的量測需求和操作環境要求。由於多數 DMM 僅使用自動電阻量測模式，每個範圍的測試電流基本上是固定的。手持式 DMM 通常僅支援 2 線式連接，而多數桌上型 DMM 則同時支援 2 線式和 4 線式連接。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/dmm



圖 2：是德科技數位萬用電錶

是德科技還提供 Keysight B2900A 精密型電源量測設備 (SMU)，以協助您建構多功能的電阻量測解決方案，可涵蓋從 10 fA 至 3 A (直流) /10.5 A (脈衝) 的電流，以及 100 nV 至 210 V 的電壓。該系統 SMU 結合電流源、電壓源、電流錶和電壓錶等多樣化功能，讓您在單一儀器中，任意切換使用這些不同功能 (參見圖 3)。

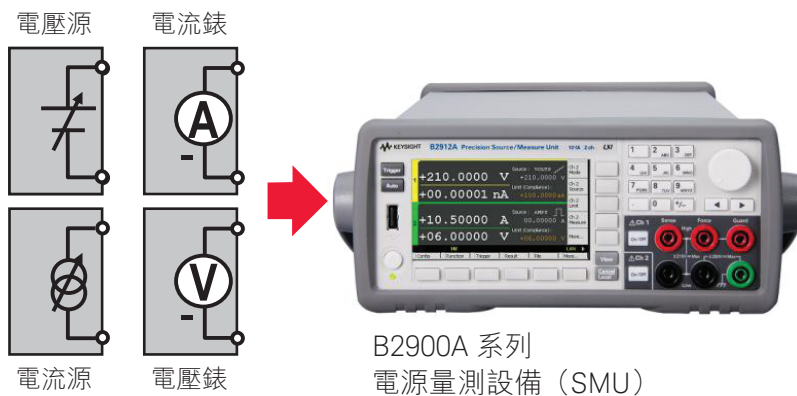


圖 3：SMU 在單一儀器中結合四種不同的功能

手持式DMM規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-73.html>

桌上型DMM規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-8.html>

B2900A SMU 規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-60.html>

如此一來，您可輕易評估電流和電壓 (IV) 特性，包括 DUT 的電阻值，無需使用任何額外的設備。同時您還能夠以極高的準確度輸出和量測電壓或電流。SMU 另亦具備相符性測試功能，可對電壓或電流輸出設定限制值，防止待測物受損。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/precisionSMU

下面列出使用 SMU 執行電阻量測的優點：

- 電流和電壓輸出模式
- 相符性測試功能，可對電壓或電流輸出設定限制值，防止待測物受損
- 除了直流操作模式，還提供脈衝操作模式，避免待測物的自熱效應使量測結果錯誤
- 除了自動量測模式，還提供手動量測模式，讓您能夠利用選配的測試電流設定或電壓設定來抑制因功率耗散所導致的自熱問題
- 4 線式連接可消除低電阻量測常見的纜線電阻效應（以及 2 線式連接）
- 電阻補償功能可減少熱 EMF 錯誤

圖 4 顯示使用 Keysight B2900A 系列和 1 Ω 電阻器的量測範例，您可看到 4 線式連接的影響。在低電阻量測中使用 4 線式連接配置至關重要，因為殘餘導線電阻與 DUT 電阻差不多。Keysight B2900A 系列以及多數桌上型 DMM 所提供的 4 線式量測，使用一對導線供應電流，並使用另一對導線來量測電壓。如此可消除纜線電阻效應，以便僅量測 DUT 的整體壓降。採用 4 線式連接時，量測結果為 1 歐姆，而 2 線式連接則是 1.6 歐姆。兩者差了 0.6 歐姆，這應該是量測纜線的殘餘導線電阻。B2900A 系列提供多種功能，可輕易地進行精確的電阻量測。

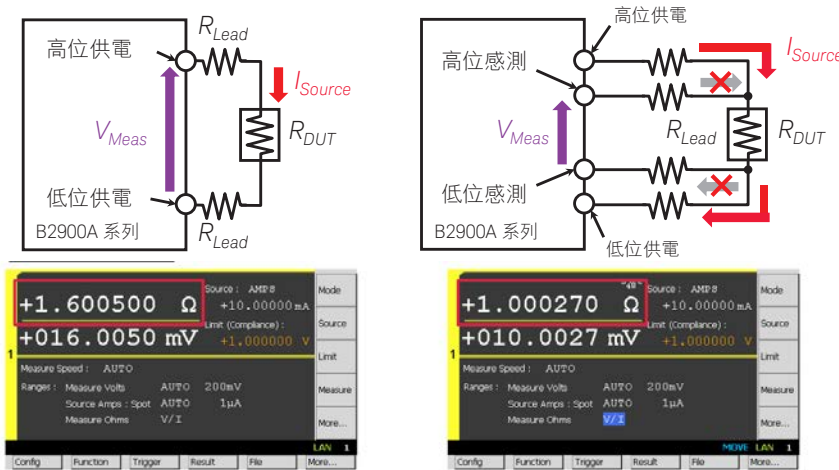


圖 4：2 線式連接的結果包含殘餘導線電阻 R_{Lead}

低電阻量測解決方案

Keysight 34420A 7 位半奈伏錶 / 微歐姆錶是可以有效執行低位準量測的高靈敏度萬用電錶。它結合低雜訊電壓量測和電阻與溫度量測功能，在靈活性和效能方面樹立了全新的標竿。34420A 涵蓋從 1 Ω 到 1 M Ω 的電阻量測範圍。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/34420A



圖 5：Keysight 34420A 7 位半奈伏錶 / 微歐姆錶

34420A 規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/product-31.html>

某些類型的電阻量測要求極精確的低位準電流源，以避免在測試過程中出現元件自熱效應或元件受損。一般而言，準確度與量測電壓或電流的大小成正比。因此，量測電阻值較低的元件時，請盡可能維持最大的量測電壓。Keysight B2960A 系列 6 位半低雜訊電源如與 34420A 結合使用，可滿足前述的量測要求。



圖 6：Keysight B2960A 系列 6 位半低雜訊電源

B2960A 規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-search-1-QjI5Ng==.html>

Keysight B2960A 系列是先進的雙極電源，可以 6 位半解析度輸出電壓或電流，並同時監測電壓和電流，因而可獨立執行電阻量測。B2960A 系列支援四象限操作，輸出極性可以是正或負，因此，它可供應 10 fA 到 3 A（直流）或 10.5 A（脈衝）的電流，以及 100 nV 到 210 V 的電壓。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/precisionSOURCE

Keysight B2961A 和 34420A 的組合提供卓越的低電阻量測效能。在圖 7 所示的電阻量測示意圖中，34420A 負責執行電壓量測，而 B2961A 則供應精準的電流。在此配置中，B2961A 為主設備，可依所設定的時間間隔執行量測，並同時發送觸發信號給 34420A，以執行電壓量測。

Keysight 34420A 還可量測電阻，您無需使用其他儀器。其最小電阻範圍為 $1\ \Omega$ ，最大輸出電流為 $10\ \text{mA}$ 。然而，B2960A 系列可靈活地供應高達 $3\ \text{A}$ 的電流，相較於單獨使用 34420A，其量測解析度整整提高了 300 倍，且具有出色的準確度。然而，為避免元件受損，請務必依照「電源耗散效應」中的指示設定合適的測試電流，以免增加功耗和自熱效應。

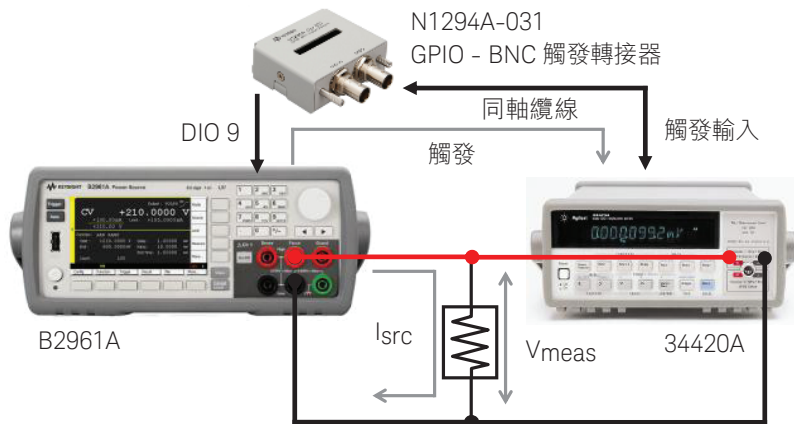


圖 7：結合 Keysight B2961A 和 34420A 的低電阻量測解決方案

圖 8 顯示使用 $10\ \text{m}\Omega$ 金屬箔電阻的量測範例。Keysight B2961A 和 34420A 的組合使用 $500\ \text{mA}$ 測試電流，以提供優異的量測穩定性和準確度，這是單獨使用 34420A 所無法做到的。

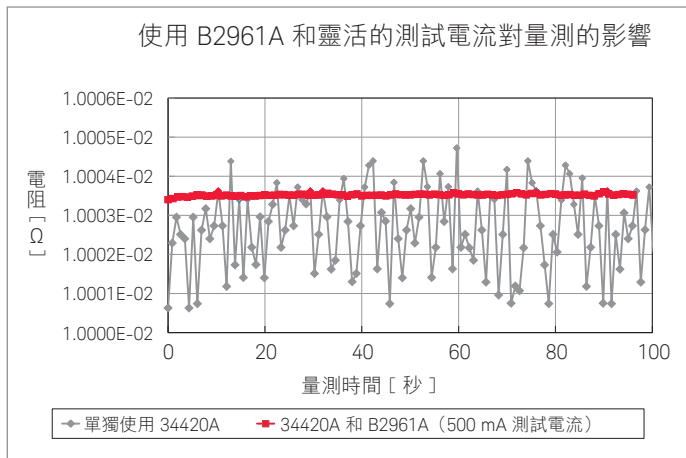


圖 8：使用 B2961A 和靈活的測試電流對量測的影響

高電阻量測解決方案

在進行預防性維護專案的電氣測試時，我們通常都會執行絕緣電阻測試，以便更換機器、電纜、切換器、變壓器，和電氣機械，因此絕緣完整性至關重要。在預防性維護專案中執行絕緣電阻測試有助於及早發現潛在的電氣問題，以減少不可預知或太早發生的設備維修和更換成本。Keysight U1450A/60A 系列絕緣電阻測試儀是理想的解決方案。該系列測試儀堅固耐用，具備多樣化量測功能和優異的自動報表產生能力，讓您能夠在一整天完成更多的工作。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/insulationtesters



圖 9 : Keysight U1450A/60A 系列絕緣電阻測試儀

Keysight B2980A 系列 Femto/Pico 電流錶和靜電錶 / 高阻計不僅提供同級產品中最出色的量測效能，同時還提供前所未有的功能，大幅提高您的量測信心。該系列 Femto/Pico 電流錶和靜電錶 / 高阻計全都提供 0.01 fA (10^{-17} A) 最小電流解析度，可滿足現有和未來的所有低位準電流量測需求。其中的靜電錶具 1,000 V 電壓輸出功能，可支援高達 $10^{16} \Omega$ 的電阻量測。它同時提供自動和手動電阻量測模式，在進行高電阻量測時，您可以使用手動電阻量測模式設定任意的測試電壓。請點擊以下連結以瞭解詳情。

www.keysight.com/find/precisionMEASURE



圖 10 : Keysight B2980A 系列 Femto/Pico 電流錶和靜電錶 / 高阻計

多年來，已經停產的 4339A/B 的高阻計一直是電阻率量測的產業標竿。B2980A 系列是其替代產品。Keysight B2980A 系列使用不同於 4339A/B 的電流量測方法，具有比 4339A/B 更低的量測雜訊和更高的量測速度，但其最大電容負載有上限。因此使用 B2980A 系列取代 4339A/B 進行測試時，請務必注意材料的電容負載。隨附的 N1413A 高阻計測試夾具轉接器方便您輕易地將 B2980A 系列與 4339A/B 的配件相連，例如 16008B、16117B/C，以及 16339A，如圖 11 所示。



圖 11：Keysight B2980A 和 16008B 的配置範例，以執行電阻率量測

我們通常在施加激發信號的一段時間後執行電阻率量測，因為絕緣材料的電阻率通常不會很快收斂於一個穩定值，因此任何的電阻率規格都必須對應到電阻率量測時間點。您可指定在執行電阻率在何時到達什麼狀態。利用 B2980A 系列，您可指定施加激發信號（帶電）後執行量測的確切時間。藉由查看 B2980A 系列的時域圖，您還可了解從開始施加激發信號到最終量測時間，過程中的電阻率的變化，如圖 12 所示。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/SensitiveMeasurement

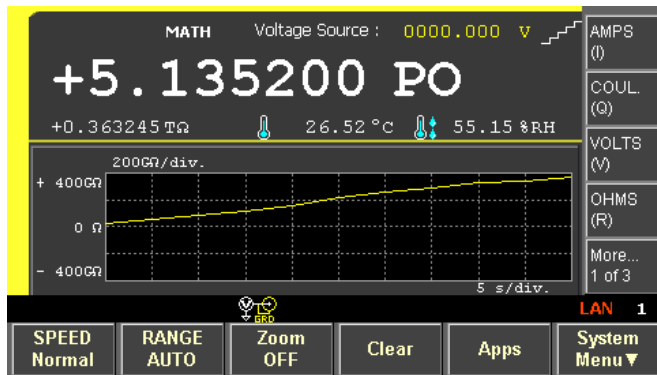


圖 12：使用 B2980A 系列執行電阻率量測

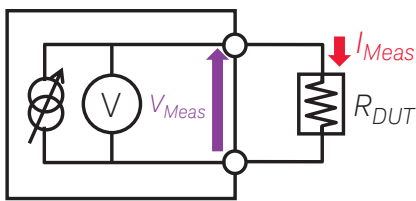
導致電阻量測誤差的主要因素

導線電阻

基本的 2 線式連接是最常見的電阻量測配置。圖 13a 所示的配置使用相同的一對測試導線來供應電流並量測電壓。這種方式很適合用於電阻量測，只要其殘餘導線電阻比 DUT 電阻低很多即可。

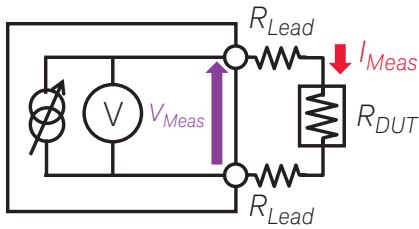
然而，對於殘餘導線電阻與 DUT 電阻不相上下的所有低電阻量測，2 線式量測將導致量測結果出現誤差（參見圖 13b），而 4 線式連接配置（遠端感測）則可消除這種誤差。4 線式量測使用一對導線供應電流，並使用另一對導線量測電壓，如此可消除導線電阻效應，而且可以僅量測 DUT 的整體壓降（參見圖 13c）。

手持式 DMM 通常僅支援 2 線式連接，而大多數桌上型 DMM，包括 34420A 和所有 SMU，則同時支援 2 線式和 4 線式連接。



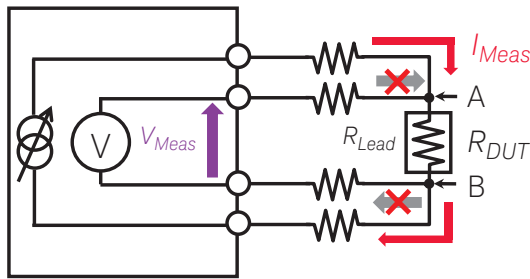
$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Meas}} = R_{DUT}$$

a) 2 線式連接 ($R_{DUT} \gg R_{Lead}$)



$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Meas}} = R_{DUT} + 2 \times R_{Lead}$$

b) 2 線式連接的結果 ($R_{DUT} \approx R_{Lead}$)



$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Meas}} = R_{DUT}$$

c) 4 線式連接的結果

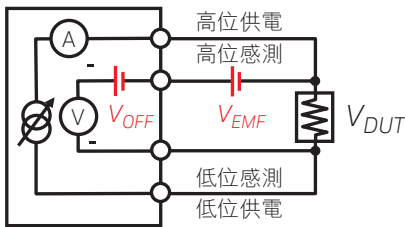
圖 13：4 線式連接可消除殘餘導線電阻所導致的量測誤差

熱電動勢 (EMF)

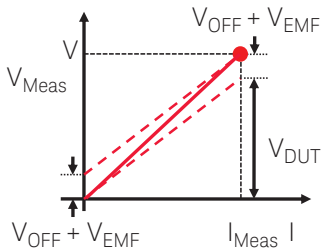
在量測低電阻時，儀器本身的偏移電壓，以及電阻器內部所產生的熱電動勢 (EMF)，或是在不同溫度下對不同材料進行電路連接時，都會導致量測誤差。您須特別留意 DUT、繼電器 (如多工器)，以及量測儀器的接面溫度。每個金屬之間的接面會形成熱耦，進而產生與接面溫度成正比的電壓。全面使用銅質連接可消除誤差。圖 14a 顯示這類效應的等效電路模型。量測低電阻時，DUT 的整體壓降較小，因此會產生較顯著的偏移電壓與 EMF 電壓效應 (參見圖 14b)。偏移補償可進一步減少熱電動勢誤差。圖 13c 顯示偏移補償量測所使用的量測方法。如果啟用偏移補償功能，儀器將自動執行兩點量測，並透過下列公式來計算真正的電阻值。

$$R_{comp} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

其中 V_1 是當電源設為 I_1 (0 安培或開路) 時，量測所得的電壓；而 V_2 則是將電源設為測試電流 I_2 時，量測所得的電壓。偏移補償可同時用於 2 線式和 4 線式量測，如此可提高量測準確度，但同時也會使得量測速度變慢。許多手持式 DMM，例如 Keysight 34420A、B2900A 系列和 B2980A 系列，都提供偏移補償功能。

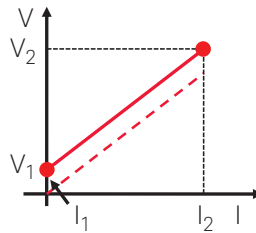


a) 熱 EMF 所導致的量測誤差



$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Meas}} = \frac{V_{DUT}}{I_{Meas}} + \frac{V_{OFF} + V_{EMF}}{I_{Meas}} = R_{DUT} + R_{Error}$$

b) 未使用偏移補償所執行的量測



$$R_{Meas} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} = R_{DUT}$$

c) 偏移補償對量測的影響

圖 14：偏移補償可消除偏移電壓和熱電動勢所導致的量測誤差

另一項可抑制熱電動勢效應的技術是產生交替極性測試電流，又稱為「Delta 法」、「交替法」或是「正向 / 反向法」。量測低電阻時，這項技術很重要，因為偏移電壓和 EMF 所導致的誤差會嚴重影響量測準確度（參見圖 15a）。下面的公式顯示輸出電流和量測電壓時產生的這些誤差，對於電阻量測影響：

$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Src}} = \frac{V_{DUT}}{I_{Src}} + \frac{V_{Error}}{I_{Src}} = R_{DUT} + R_{Error}$$

藉由施加正向和反向電流 (I_{Src} 和 -I_{Src})，並且將兩個電壓量測結果進行平均運算，您可消除這個誤差（參見圖 15b）。以下公式顯示如何使用這兩個量測結果來計算真實的電阻值：

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

您可結合使用 Keysight B2960A 的條列掃描模式和 34420A 來進行計算，請上 Keysight.com 下載範例程式。請點擊以下連結以了解詳情。

www.keysight.com/find/low_resistance

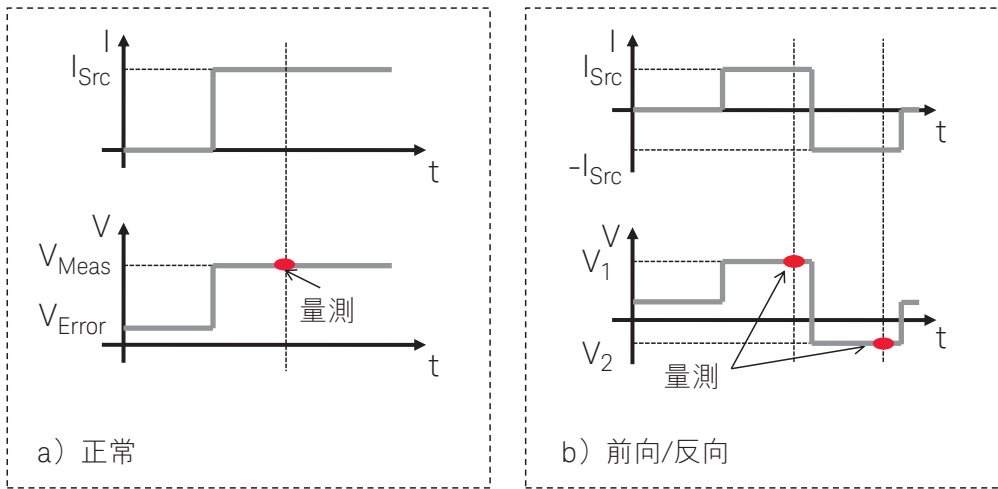


圖 15：可消除電動勢導致的量測誤差的技術

功率耗散的影響

量測用於溫度量測的電阻器，或是會隨溫度變化的電阻元件時，請注意，儀器會造成 DUT 某些功率的耗散，進而影響量測準確度。您必須確認合適的測試電流，因為更大的測試電流雖可提供更好的量測解析度，但同時也會增加功率耗散和自熱效應。

使用 DMM 時，您可以選擇更高的量測範圍，亦即使用較低電流源，以便減少自熱效應。某些 DMM，例如 34420A，可提供低功率設定。不論是使用低功率設定或是高電阻範圍，都需要具有出色解析度的數位萬用電錶。

如果使用 B2900A 系列或 B2960A 系列，您可透過手動量測模式選擇測試電流，以便進行靈活的量測，並且維持量測準確度。

圖 16 的量測範例使用 EMF 極小的 $10\text{ m}\Omega$ 金屬箔電阻器，並結合使用 B2961A 和 34420A，以便利用各種不同的測試電流來進行量測。其最小功耗為 1 mW ，測試電流為 10 mA ；最大功耗為 90 mW ，測試電流為 3 A 。如圖 16 所示， 10 mA 測試電流結果出現較大的波動，使得您無法執行準確的特性分析，而其他測試電流值的雜訊位準夠低，可實現精準的元件評估。然而， 1 A 和 3 A 的測試電流會產生相當大的元件自熱效應，導致量測曲線隨著時間偏移。我們發現約 500 mA 的測試電流似乎最適合這種量測，而且可兼顧您對量測解析度，以及因功耗熱而導致之自熱效應的要求。

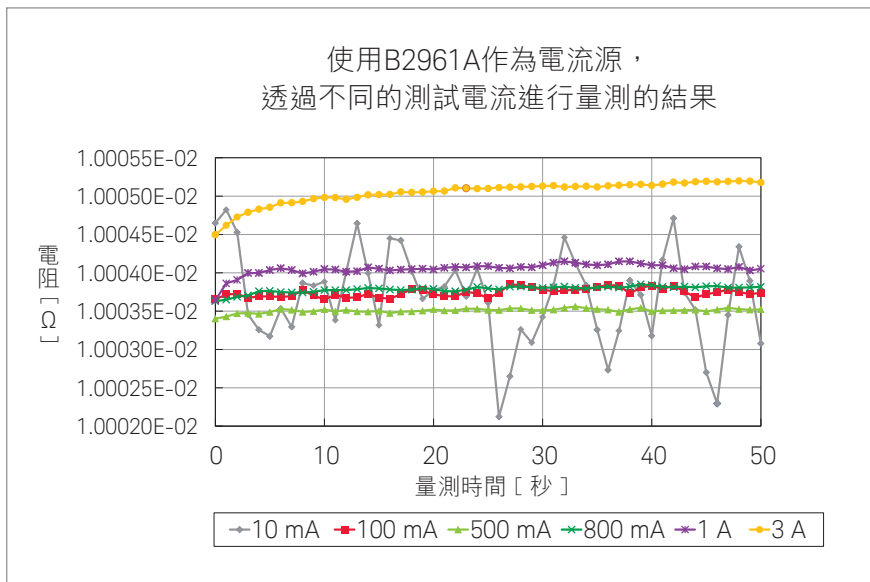


圖 16：使用 B2961A 作為電流源，透過不同的測試電流進行量測的結果

輸出電壓箝位

對某些類型的接面進行電阻量測時，您須限制施加於材料的電壓。請小心設定用於量測的電壓和開路電壓。至於為何需對電壓設限，可能是因為接觸表面的氧化會增加電阻值。如果電壓過高，氧化層會被穿孔，導致電阻值降低。

雖然不是所有的 DMM 都提供內建的電壓箝位電路，Keysight 34420A 提供可程控的開路箝位。電壓限制量測可用於 10 和 100 歐姆範圍。開路電壓和量測電壓可限定於 20 mV、100 mV 或 500 mV 的任一種電壓。

限制量測電壓是 Keysight B2900A 系列和 B2960A 系列的內建功能。您可任意設定量測電壓的限制值，讓儀器能藉由控制輸出模式，維持低於限制值的電壓，並且供應測試電流。

趨穩時間效應

量測路徑中通常包含某些雜散阻抗。當您施加電壓時，這些阻抗會導致電流洩漏和介電吸收。如果您正量測超過 100 k Ω 的電阻，這一點尤為重要，因為 RC 時間常數效應會導致趨穩時間變得相當長。有些精密電阻器和多功能校驗器使用大型並聯電容器（1000 pF 到 0.1 μ F），這些電容器具有高電阻值，可濾掉其內部電路注入的雜訊電流。受到介電吸收和 RC 時間常數效應的影響，纜線和其他裝置的非理想電容可能會出現遠超出預期的趨穩時間。為了等待它們逐漸趨穩，請務必等上足夠的時間才開始進行量測。在量測之前所需的等待時間視電壓步進值而定。電壓步進值變得越大，所需等待的時間就越長。

現代 DMM 能夠插入自動量測趨穩延遲。對於纜線和元件結合電容小於 200 pF 的電阻量測而言，這些延遲已相當夠用。

除了利用 Keysight B2900A 系列、B2960A 系列和 B2980A 系列的自動量測延時功能外，您還可手動設定量測延遲時間，以獲得最佳的量測時間和準確度。

洩漏電流

量測路徑中包含的某些雜散阻抗，也會導致電流洩漏。纜線和測試夾具的電流洩漏會造成顯著的量測誤差，特別是量測大電阻（大於 $1\text{ G}\Omega$ ），而且其量測電流很小（小於奈安）時，這種情形尤其嚴重。在這種情況下，您需要透過保護技術來執行準確的量測。

這些保護包括以主動式驅動導體包覆信號線，該導體需維持與信號相同的電壓電勢（voltage potential），以便消除漏電流。三軸連接器和纜線可提供優異的保護。在三軸纜線中，保護線包覆著信號線（中間以絕緣材料隔離），而保護線外面則是包覆著接地遮蔽線（同樣以絕緣材料隔離）。圖 17 顯示了三軸纜線的剖視圖。使用 SMU 和靜電錶執行高電阻量測時，工程師經常搭配使用各種保護方法和三軸接線。

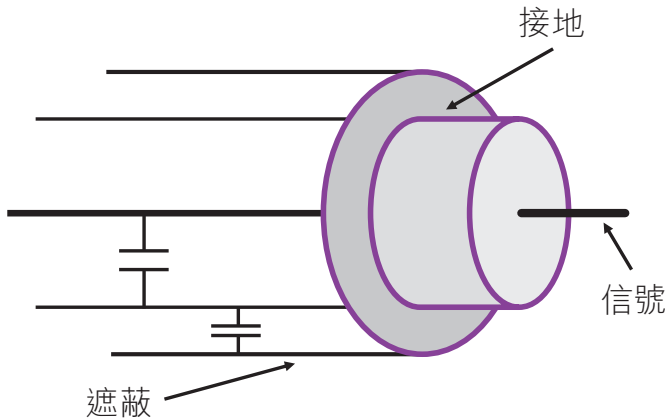


圖 17：三軸纜線的剖視圖，您可看到遮蔽線與保護線之間，以及保護線與信號線之間的寄生電容

結語

電阻量測是分析材料、電子裝置和電路特性的基本量測之一。是德科技提供各種不同的量測解決方案，可支援從 $\mu\Omega$ 到 $P\Omega$ 的電阻量測範圍，是您進行電阻量測最理想的選擇，可全面滿足您的電阻量測要求。請您務必根據 DUT 特性選擇合適的儀器，以獲得可靠的量測結果。

比較表：是德科技的多元電阻量測解決方案

多功能電阻量測解決方案

型號	自動模式		最低解析度	準確度	手動模式	最大 讀取率	2 和 4 線式 電阻量測	自動偏移補償	低功率 設定	
	位數	範圍								
手持式 DMM	U1231A	3 1/2	600 Ω - 60 MΩ	100 mΩ	0.9%+3 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A
	U1232A									
	U1233A									
	U1241B	4	1 kΩ - 100 MΩ	100 mΩ	0.3%+3 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A
	U1242B									
	U1251B	4 1/2	500 Ω - 50 MΩ	10 mΩ	0.08%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A
	U1252B	4 1/2	500 Ω - 500 MΩ	10 mΩ	0.05%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A
	U1253B									
U1271A	4 1/2	300 Ω - 100 MΩ	1 mΩ	0.2%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A	
U1272A	4 1/2	30 Ω - 300 MΩ	1 mΩ	0.2%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	■	N/A	
U1273A										
U1273AX	4 1/2	30 Ω - 300 MΩ	1 mΩ	0.2%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A	
桌上型 DMM	U3401A	4 1/2	500 Ω - 50 MΩ	10 mΩ	0.1%+3 ²	N/A	N/A	僅限 2 線式 電阻量測	N/A	N/A
	U3402A	5 1/2	120 Ω - 120 MΩ	1 mΩ	0.05%+5 ²	N/A	N/A	■	N/A	N/A
	U3606B	5 1/2	100 Ω - 100 MΩ	1 mΩ	0.05%+0.005	N/A	26	■	N/A	N/A
	34450A	5 1/2	100 Ω - 100 MΩ	1 mΩ	0.05%+0.005 ³	N/A	190	■	N/A	N/A
	34460A	6 1/2	100 Ω - 100 MΩ	100 μΩ	0.014%+0.001 ³	N/A	300	■	N/A	N/A
	34461A	6 1/2	100 Ω - 100 MΩ	100 μΩ	0.010%+0.001 ³	N/A	1000	■	N/A	N/A
	34465A	6 1/2	100 Ω - 1 GΩ	100 μΩ	0.0040% + 0.0005 ³	N/A	50000	■	N/A	■
	34470A	7 1/2	100 Ω - 1 GΩ	10 μΩ	0.0040% + 0.0005 ³	N/A	50000	■	N/A	■
SMU	B2901A	6 1/2	2 Ω - 200 MΩ	1 μΩ	0.06%+0.0175 ³	■	50000	■	■	N/A ⁴
	B2902A									
	B2911A						100000			
	B2912A									

1. 準確度定義為：± (讀值的百分比數 + 計算至最低有效位數)
2. 準確度定義為：± (讀值的百分比數 + 讀數)
3. 準確度定義為：± (讀值的百分比數 + 範圍的百分比數)
4. 手動模式讓您能夠使用更小的測試電流

手持式DMM規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-73.html>

桌上型DMM規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-8.html>

SMU規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/products-60.html>

比較表：是德科技的多元電阻量測解決方案（續）

低電阻量測解決方案

型號	自動模式		最低解析度	準確度	手動模式	最大讀取率	2 和 4 線式電阻量測	自動偏移補償	低功率設定
	位數	範圍							
34420A	7 1/2	1 Ω - 1 M Ω	100 n Ω	0.0060%+0.0002 ³	N/A	250	■	■	■
34420A 工具 B2961A	7 1/2	1 Ω - 1 M Ω ⁵	100 n Ω ⁵	0.0060%+0.0002 ⁵	■	N/A	■ ⁵	■ ⁵	■ ⁵

高電阻量測解決方案

型號	自動模式		最低解析度	準確度	手動模式	最大讀取率	2 和 4 線式電阻量測	自動偏移補償	低功率設定	
	位數	範圍								
絕緣電阻測試儀	U1451A	3 1/2	66 G Ω	1 k Ω	1.5%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式電阻量測	N/A	N/A
	U1452A	3 1/2	260 G Ω	1 k Ω	1.5%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式電阻量測	N/A	N/A
	U1452AT	3 1/2	66 G Ω	1 k Ω	1.5%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式電阻量測	N/A	N/A
	U1453A	3 1/2	260 G Ω	1 k Ω	1.2%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式電阻量測	N/A	N/A
	U1461A	3 1/2	260 G Ω	1 k Ω	1.2%+5 ¹	N/A	N/A	僅限 2 線式電阻量測	N/A	N/A
靜電錶	B2985A B2987A	6 1/2	1 M Ω - 1 P Ω	1 Ω	0.135%+0.0001 ³	■	20000	僅限 2 線式電阻量測	■ ⁶	N/A ⁷

1. 準確度定義為：±（讀值的百分比數 + 計算至最低有效位數）
2. 準確度定義為：±（讀值的百分比數 + 讀數）
3. 準確度定義為：±（讀值的百分比數 + 範圍的百分比數）
4. 手動模式讓您能夠使用更小的測試電流
5. Keysight 34420A 單獨使用時的數值
6. 以數學公式的方式提供偏移補償功能
7. 手動模式讓您能夠使用更小的測試電流

低電阻量測解決方案規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/product-31.html>

高電阻量測解決方案規格介紹:

<http://www.pinsyun.com.tw/product-497.html>

薪火相傳 - 惠普將火炬傳給安捷倫， 再由安捷倫交棒給是德科技

75 年來，我們始終如一地為您提供精湛的量測洞察力。我們獨一無二的硬體、軟體及專家組合，可協助您拓展全新的局面。

我們自 1939 年開始致力於解開量測世界的所有難題。



1939

未來

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



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。



是德科技保固保證方案

www.keysight.com/find/AssurancePlans

是德科技提供長達十年保固，以避免任何意外的維修費用，確保儀器能夠在規格範圍內運作，讓您能永遠信賴儀器提供的量測準確度。

是德科技 Infoline 網站

Keysight Infoline

www.keysight.com/find/service

Keysight Infoline 網站可協助您更有效率地管理儀器資訊。您可隨時上網查看貴公司的儀器報表和電子資料庫。

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/b2900a

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



www.keysight.com/quality

是德科技 -

DEKRA Certified ISO 9001:2008

品質管理系統。

本文件中的產品規格及說明如有修改，恕不另行通知。

© Keysight Technologies, 2015 - 2017

Published in USA, December 1, 2017

中文版：5992-1212ZHA

www.keysight.com.tw