

# 資料擷取入門手冊： 多通道量測系統介紹

入門手冊



**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

 **敏盛企業有限公司**  
<http://www.mavin.com.tw>

免責聲明

資料僅供參考，若有與原廠不合之處，請以原廠規格為準，且不供任何證明文件之用

TEL:03-5970828 FAX:03-5972622 新竹湖口工業區工業四路3號2F

**Tektronix**<sup>®</sup>

## 目錄

資料擷取是什麼？ .....	3	電阻 .....	15
誰會使用資料擷取功能，為什麼？ .....	4	典型電阻量測應用 .....	15
狀況監測應用 .....	4	雙線電阻與四線電阻量測 .....	15
以 PC 為基礎的控制和自動化應用 .....	4	常見的電阻量測挑戰 .....	15
研究和分析應用 .....	5	電流 .....	16
設計驗證和驗證應用 .....	5	典型電流量測應用 .....	16
製造和品質測試應用 .....	5	直流電流量測技術 .....	16
適用於進行多通道量測的繼電器類型和切換卡 .....	5	交流電流量測技術 .....	16
繼電器類型 .....	5	常見的電流量測挑戰 .....	16
機電繼電器 .....	6	選擇資料擷取系統的指導方針 .....	17
高頻機電繼電器 .....	6	資料擷取設備的軟體支援 .....	17
乾簧繼電器 .....	7	在工作台和實驗室 .....	17
固態繼電器 .....	7	全新的使用者體驗以及為何重要的原因 .....	18
切換卡設定選項 .....	8	利用嵌入式 Web 介面從 Web 瀏覽器存取設備 .....	19
掃描器切換 .....	8	儀器控制軟體 .....	20
多工切換 .....	8	在系統中 .....	21
矩陣切換 .....	9	利用 SCPI 命令來控制系統 .....	21
隔離式切換 .....	10	IVI 和 LabVIEW 儀器驅動程式 .....	21
常見的資料擷取量測類型 .....	11	FPO .....	21
溫度 .....	11	FPO .....	21
典型溫度量測應用 .....	11	最佳化系統 .....	22
常見的溫度換能器類型 .....	11	範例應用 .....	23
溫度量測最佳實作 .....	12	FPO .....	24
應變 .....	12	FPO .....	26
典型應變量測應用 .....	13	結論 .....	28
電壓 .....	14	參考資料 .....	28
典型電壓量測應用 .....	14	附錄 A：Keithley 資料擷取系統概述 .....	28
直流電壓與交流電壓 .....	14	附錄 B：與 Keithley 儀器相容的軟體支援工具 .....	28
常見的電壓量測挑戰 .....	14		

## 資料擷取是什麼？

雖然定義如資料擷取、測試和量測這樣的概念可能會非常複雜，但是用來執行這些功能的系統通常具有幾個共同的元素：

- 個人電腦 (PC) 可用於程式設計和控制設備，並在擷取資料後進行儲存或處理結果。PC 也經常會用於支援各種功能，如即時製圖或產生報告。
- 適用於 PC、外部機板機箱、分立式儀器或所有這些組合的資料擷取插入板的測試或量測系統。每一個選項均有自己的一套優點和缺點，但這些選項只有在權衡了哪些特性 (取樣率、通道數、準確度、解析度、成本、可追溯性等) 對特定的應用而言最為關鍵後才能確定。

- 系統可以使用類比輸入、類比輸出、數位 I/O 或其他專用功能的各種組合執行一或多個量測和控制程序。量測和控制可分散於 PC、獨立儀器和和其他外部資料擷取系統之間進行。

資料擷取、資料記錄、測試與量測以及量測和控制等術語之間的差異化挑戰的一部分來自於區分不同硬體類型在操作、特性和效能方面的困難。例如，有些獨立的儀器包括卡槽和嵌入式微處理器，並支援建立具備高量測準確度的高通道計數且高輸送量測試系統。

為簡單起見，讓我們定義廣泛的資料擷取和控制，指的是能進行量測和控制外部程序的各種硬體和軟體解決方案。圖 1 說明了資料擷取系統可能包含的各種元素。

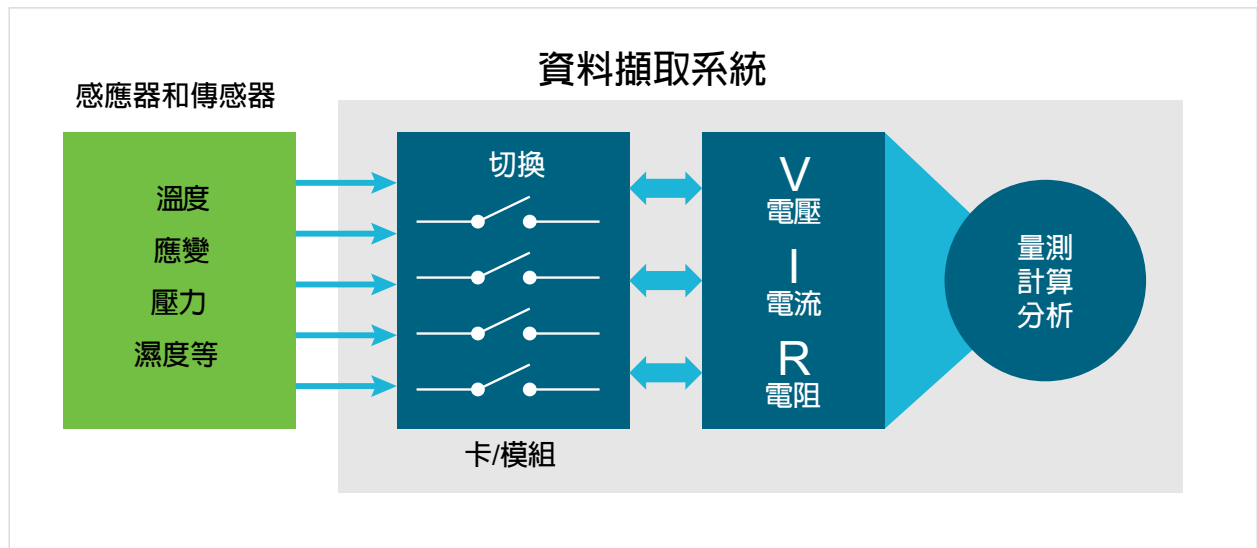


圖 1. 資料擷取系統的要素



圖 2. 簡單的 USB 資料擷取工具。

資料擷取系統可大可小，這取決於使用一個儀器設地進行測試的裝置或感應器數量。系統成本將會根據系統要求（如量測準確度、靈敏度、解析度、測試速度以及遇到的訊號類型範圍）而有極大的差異。此處所示的 USB 設備是一個低成本且具有邊際準確度的選擇範例，可透過一個測試設定來監控數個項目。相比之下，機型 3706A 系統切換/萬用電表是較為複雜的系統，一個測試設定即可測試多達 576 個裝置，且量測解析度可達 7 位半並具備高準確度。

選擇其中一個 (或兩者之間) 的原因完全取決於使用者和測試情況，但最終歸結為衡量涉及的价格/效能權衡：

- 通道計數、量測準確度、量測速度和可能的附加功能需要什麼？
- 可追溯性 - 設備需要何種程度的校準？設備是否需要遵循汽車、航太、醫療或其他產業所建議或要求的某些品質標準？
- 設備製造商會提供哪種支援方式？設備製造商的文件是否提升了儀器易用性，使客戶能快速上手並順利執行？他們是否提供軟體或驅動程式？他們有多實用？



圖 3. Keithley 3700A 系列切換/萬用電表。

通常，要求更高通道數、速度、可追溯性、校準等的應用將要求更昂貴的資料擷取系統。雖然較高的成本可能最初看起來不是一個好主意，不過為工作選擇錯誤的工具而後來感到遺憾則是更糟的事。

## 誰會使用資料擷取功能，為什麼？

資料擷取硬體和軟體廣泛應用於各種產業和應用領域的工程師和研發科學家，以收集所需的資訊，使其能更順利地完成工作。以下清單僅列出資料擷取的眾多可能性的一小部分。

### 狀況監測應用

- 長期持續監測工廠設備或其他資產
- 在發生系統故障之前及早發現問題
- 發生錯誤時提醒維護人員

### 以 PC 為基礎的控制和自動化應用

- 控制流程，無需操作人員干預
- 調節設備運作。
- 使用開環和閉環控制自動化流程

### 研究和分析應用

- 特性分析和記錄行為或屬性
- 研究自然現象
- 研究新產品和設計

### 設計驗證和驗證應用

- 確認產品或系統符合其設計規格
- 為符合其使用者需求的產品建立證據
- 測試符合產業標準
- 測試環境參數 (溫度、濕度、壓力、高度)
- 可靠性測試 (HALT、HASS、AST)

### 製造和品質測試應用

- 執行功能和系統級產品測試
- 產品浸泡或老化
- 執行結束通過/失敗品質測試
- 檢查不相容的產品和子系統

## 適用於進行多通道量測的繼電器類型和切換卡

在討論資料擷取時，通常會與使用繼電器來切換訊號的想法密不可分。切換方式有助於以經濟實惠方式增加通道數，其中訊號調整和類比對數位轉換硬體將可在通道之間依序共享。

設計資料擷取系統的切換裝置需瞭解所要切換的訊號和要執行的測試。需求可能會頻繁變化，所以自動化系統應提供處理各種訊號所需的靈活性。即使簡單的系統通常也具有多樣性和衝突的切換要求。測試定義將決定系統組態和切換需求。

鑑於資料擷取系統必須提供的多功能性，設計切換功能可能是整個系統設計中最複雜和最具挑戰性的部分之一。對繼電器類型和切換組態具備基本的瞭解在選擇合適的切換系統時將有所幫助。

### 繼電器類型

瞭解如何配置繼電器對設計切換系統而言十分重要。我們通常使用三個術語來描述繼電器的組態：極點、擲點和形式。極點是指給定開關內的公共終端的數量。擲點指可能放置開關以建立訊號路徑或連接的位置數目。觸點形式 (或簡稱形式) 是用來描述繼電器觸點組態的術語。「A 型」(Form A) 是指單極常開開關。「B 型」(Form B) 表示單擲常閉的開關，而「C 型」(Form C) 則表示單極雙擲開關。

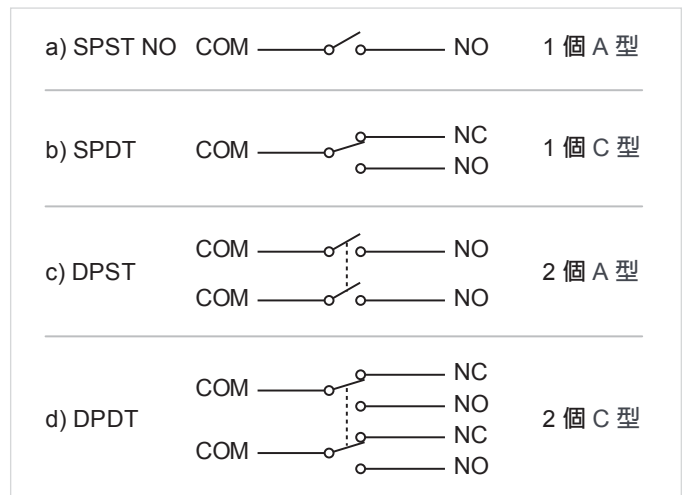


圖 4. 繼電器類型的原理圖

繼電器類型	隔離	速度 <sup>1</sup>	功率	額定負載下的壽命
機電	$10^7 - 10^{10} \Omega$	3 – 100 ms	10 – 100 VA	$10^7$ 週期
機電 (高頻)	60 – 130 dB	20 – 100 ms	1 – 120 W	$10^6 - 10^7$ 週期 (空載)
接觸器	$10^6 - 10^9 \Omega$	100 – 250 ms	100 – 4k VA	$10^5$ 週期
乾簧	$10^9 - 10^{14} \Omega$	1 – 10 ms	10 – 50 VA	$10^7$ 週期
固態	$10^6 - 10^9 \Omega$	100 $\mu$ s – 2 ms	1 – 10 VA	$10^{10} - 10^{15}$ 週期

表 1. 繼電器比較

常見的繼電器類型包括機電、乾簧和固態。表 1 列出了每種繼電器類型的一些關鍵參數。

### 機電繼電器

機電繼電器包含線圈 (鐵桿穿過線圈中間以形成電磁鐵)、電樞機構，以及一或多組觸點。當線圈通電時，電磁鐵會吸引銜鐵機構的一端，從而移動觸點。下圖顯示了典型的機電式繼電器，以及附有標記的主要操作元件和用於操作電樞的方案。線圈必須產生強大的磁場才能完全啟動繼電器。

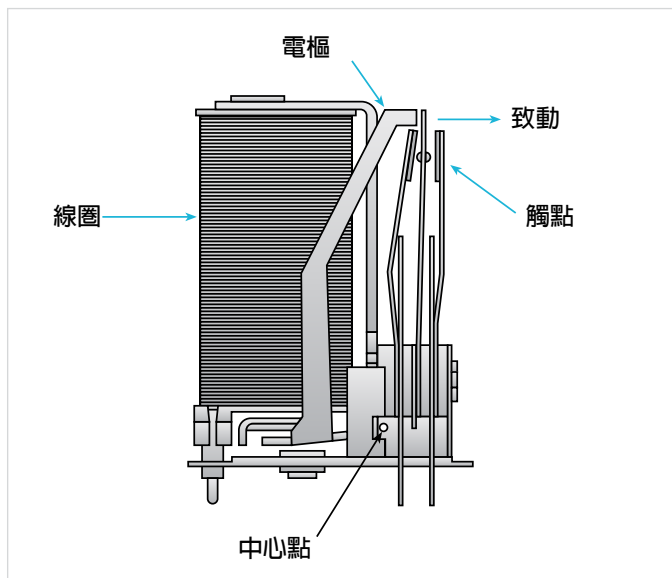


圖 5. 機電繼電器 (電樞)

機電式繼電器的配置範圍從 1 個 A 型或 B 型到 12 個 (或更多) C 型。這種繼電器可透過交流或直流訊號進行操作，可將電流切換到 15 安培以及相對較低位準的電壓和電流訊號。

機電繼電器具有非鎖存 (non-latching) 和鎖存 (latching) 類型。電源斷電或遺失時，非鎖存繼電器即會返回已知狀態。當繼電器驅動電流消失或遺失時，鎖存繼電器則會維持在最後的位置。返回機構 (用於非鎖存繼電器) 和鎖存機構可以是磁性或機械式裝置，如彈簧。

因為鎖存繼電器不需要電流來維持位置，所以可用於具有有限電源的應用中。此外，缺少線圈加熱 (使觸點電位最小化) 使鎖存繼電器可用於極低電壓的應用。

### 高頻機電繼電器

透過耦合從極到極或繼電器到繼電器的訊號，兩極之間的電容會降低交流訊號隔離度。繼電器內的這些電容是限制切換訊號頻率的常見因素。在機電繼電器中使用專用的觸點和結構，以獲得高達 40 GHz 的射頻和微波切換的良好效能。下圖顯示典型的組態，其中公共終端位在兩個切換終端之間。所有訊號連接均為同軸，以確保訊號的完整性。在這種情況下，連接器是母頭 SMA 類型。對於更複雜的切換組態，公共終端會以放射狀圖案由切換終端包圍。

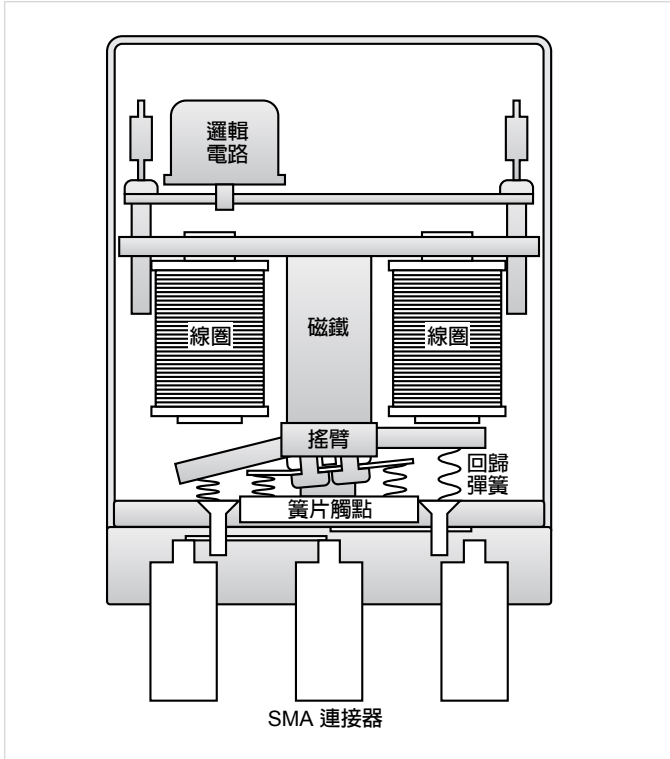


圖 6. 機電繼電器 (高頻)

### 乾簧繼電器

乾簧繼電器也會經由對線圈通電來運作，但是在此類型的繼電器中，線圈會圍繞開關纏繞，使得感應磁場可關閉開關。下圖顯示了典型乾簧繼電器的簡化表示。開關由兩個稱為簧片的鐵磁材料薄扁平帶製成，在重疊的端部設有觸點。引線連接到簧片的外端，且整個組件被密封在密封的玻璃管中。管子會將引線固定到位(常開開關的觸點之間有一個小間隙)。常閉開關 (相較於常開開關較不常見) 有兩種方式。第一種方法是進行切換，使觸點相互接觸。第二種方法是使用小型永磁體將常開觸點固定在一起。線圈的磁場與磁體的磁場相對，使觸點斷開。

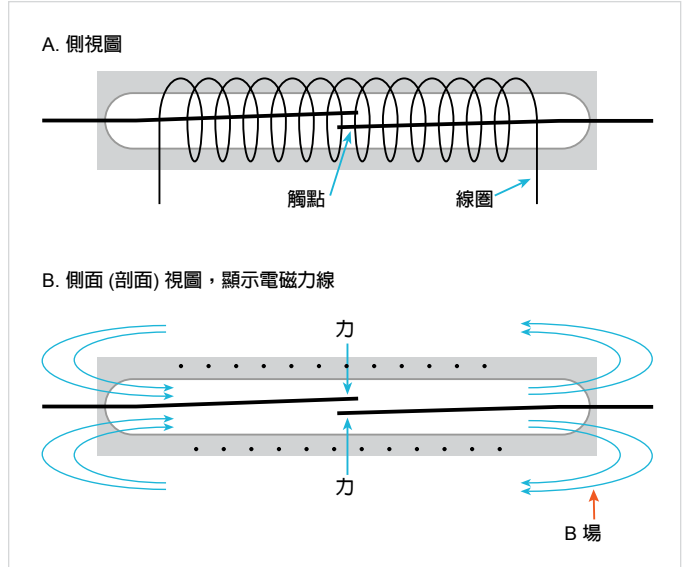


圖 7. 簧片繼電器

### 固態繼電器

固態繼電器通常由光電隔離器輸入端組成，可啟用固態切換裝置，如三端雙向可控矽開關元件、SCR或FET，後者最先用於量測，而前者則用於控制目的。可靠性和長使用壽命是一些關鍵的區別特性。儘管在比較執行時間時，這些是最快的切換元件，但其釋放或關閉時間有時將稍長。交流控制對於三端雙向可控矽開關元件和SCR而言是一種正常的應用，因為在零交叉期間關閉裝置時關斷時間會縮短。另外，其隔離功能則會受到半導體裝置洩漏電流的限制，且對於低位準訊號而言，將具有極高的插入損耗。

若要深入瞭解關於切換繼電器的資訊，請參閱《切換手冊：自動測試系統中的訊號切換指南》的第 2 節。

## 切換卡設定選項

當訊號從來源傳送到目的地時，可能會遇到各種形式的干擾或錯誤來源。訊號每次通過連接電纜或切換點時，訊號便可能會下降。仔細選擇切換硬體將可維持訊號的完整性和系統準確度。

### 掃描器切換

掃描組態或掃描器是切換系統中最簡單的繼電器配置。如下圖所示，您可將其視為多位置選擇開關。

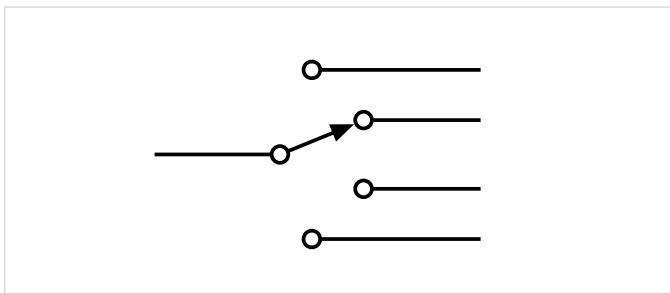


圖 8. 掃描器 - n 個選擇器開關中的一個

掃描器用於依順序將多個輸入連接到單一輸出。任何時間均僅可關閉一個繼電器。在最基本的形式中，繼電器閉合會從第一通道進行到最後一個通道。有些掃描器系統可以跳過通道。

圖 9 說明了掃描組態的範例。在此圖中，電池一次只連接一個燈，例如在電梯的樓層指示器系統中。另一個例子是使用一個溫度計和多個感應器在幾個位置監測溫度的掃描器。掃描器切換的典型用途包括元件的老化測試、監測電路中的時間和溫度漂移，以及獲取有關係統變量 (如溫度、壓力和流量) 的資料。

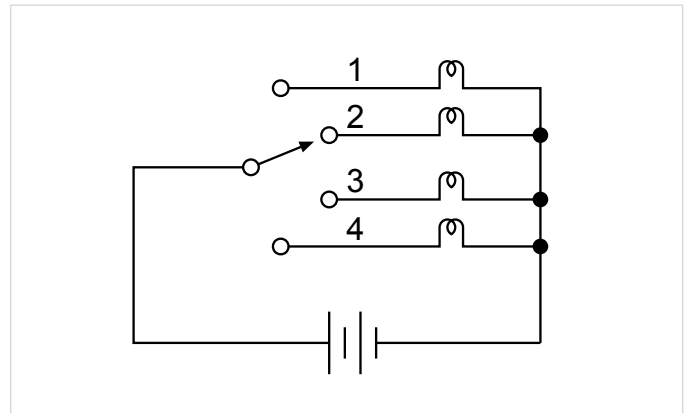


圖 9. 掃描器指示電梯位置

### 多工切換

如同掃描組態，您可使用多工切換功能將一台儀器連接到多個裝置 (1:N)，或將多台儀器連接到單一裝置 (N:1)。但是，多工組態比掃描器靈活得多。與掃描組態不同的是，多工切換允許多個同時連接和順序或非順序切換關閉。

多重關閉的例子之一是將單一裝置輸出發送到兩個儀器，如電壓計和頻率計數器。下圖說明了多工切換的另一個例子。此圖顯示量測多針腳連接器上任意一個針腳與所有其他針腳之間的絕緣電阻。若要量測針腳 1 和所有其他針腳 (2 和 3) 之間的絕緣電阻，請關閉通道 2、3 和 4。



這會將電流計連接至針腳 1，並將電壓來源連接至針腳 2 和 3。如圖所示，絕緣電阻是 R1-2 和 R1-3 的並聯組合。請注意，在此應用中，有不只一條通道同時以非順序的方式關閉。

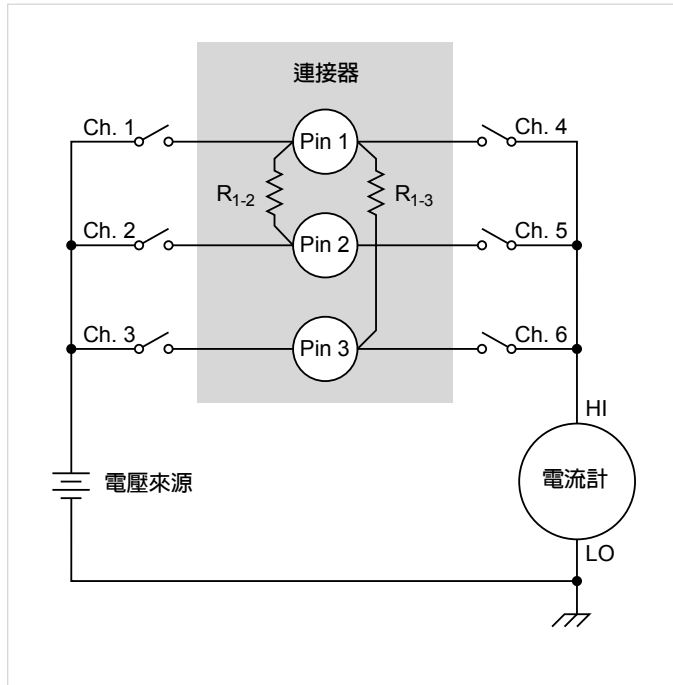


圖 10. 多工切換用於測試多針腳連接器的絕緣電阻

### 矩陣切換

矩陣切換組態是最通用的組態，因為這可將多個輸入連接至多個輸出。當必須在多個訊號源和多針腳裝置 (例如整合電路或電阻網路) 之間建立連接時，矩陣是非常實用的方式。使用矩陣切換卡可透過關閉給定行和列的交叉處(交叉點)的開關，將任何輸入連接至任何輸出。描述矩陣大小的最常用術語是M行乘上 N 列 (M×N)。例如，4×10 矩陣切換卡即具有 4 行 10 列。矩陣切換卡通常在每個交叉點均具有兩或三個極點。

如圖 11 所示，待測裝置 (DUT) 的任意兩個終端均可連接一個 5 VDC 電源。函數產生器可在另外兩個終端之間提供脈衝。DUT 的運作可在另外兩個終端之間連接示波器來驗證。您可輕鬆地透過程式設計方式進行 DUT 針腳連接，所以此系統將可用於測試各種零件。

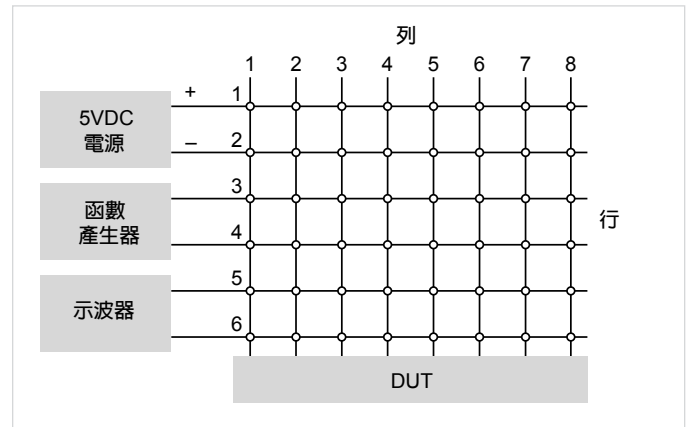


圖 11. 6×8 單極矩陣範例

當選擇與混合訊號搭配使用的矩陣卡時，可能需要一些妥協。例如，如果必須切換高頻率和低電流訊號，則在查看卡的規格時要格外小心。所選擇的卡必須具有寬頻寬以及良好的隔離度和低偏移電流。單一矩陣卡可能無法完全滿足這兩個要求，所以使用者必須決定哪個切換的訊號更加關鍵。而在具有多張卡的系統中，若其輸出連接在一起，則矩陣卡類型不應混用。例如，其輸出與低電流矩陣卡並聯的通用矩陣卡將會降低低電流卡的效能。

## 隔離式切換

隔離或獨立的切換組態由個別的繼電器組成，通常具有多個極點，且繼電器之間沒有連接。下圖顯示了單一隔離的繼電器或致動器。在此圖中，單極常開繼電器正在控制電壓來源與燈之間的連接。此繼電器會將一個輸入連接至一個輸出。隔離繼電器可有多個極點，且可有常閉觸點和常開觸點。

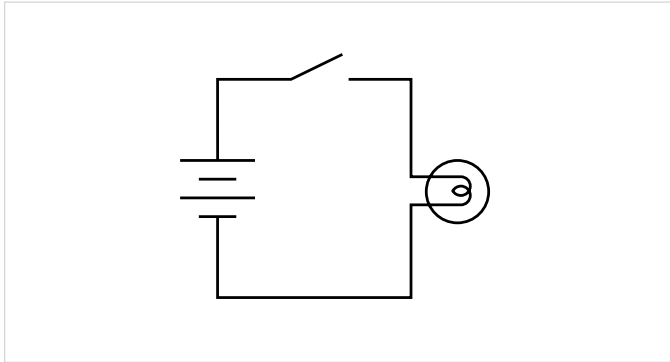


圖 12. 單一隔離式切換

鑑於繼電器之間相互隔離，切換卡上每個通道的終端與另一通道的終端均彼此獨立。如下所示，每個隔離的 A 型繼電器均具有兩個終端。雙極隔離繼電器則有四個終端(兩個輸入和兩個輸出)。單個 C 型隔離繼電器將有三個終端。

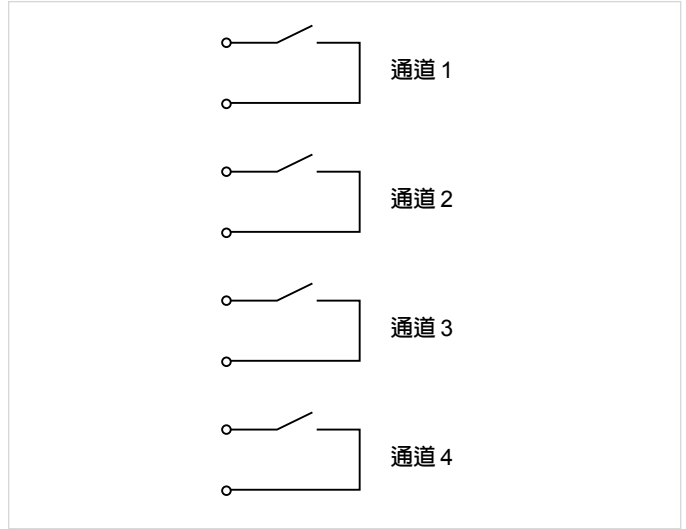


圖 13. 切換卡上的隔離繼電器

隔離繼電器不會連接至任何其他電路，因此增加一些外部接線可使其適合於構建非常靈活和獨特的輸入/輸出組態組合。隔離繼電器通常用於電力和控制應用來開啟和關閉電路的不同部分(處於完全不同電壓位準)。隔離繼電器的應用包括控制電源供應器、開啟馬達和訊號燈，以及啟動氣動或液壓閥。

若要深入瞭解關於各種切換拓撲的資訊，請參閱《切換手冊：自動測試系統中的訊號切換指南》的第 1 節。

## 常見的資料擷取量測類型

資料擷取系統可以配置獲取廣泛的物理現象資訊，如壓力、流量、速度、加速度、應變、頻率、濕度、光線及數以百計的現象。然而，四種最常用的量測類型是溫度、電壓、電阻和電流。

### 溫度

精確量測溫度對於廣泛應用的成功至關重要，無論是在工業環境、加工產業實驗室設定。在醫療應用、實驗室材料研究、電氣/電子元件研究、生物學研究、地質研究、電氣產品裝置特性分析等諸多領域中，往往是需要溫度量測。

來自多個學科 (熱學、電氣和機械) 的工程師都關心其產品和裝置在各種環境條件下的表現。擁有適當的量測設備可協助他們擷取到無法經由簡單觀察即能查看到的行為。

### 典型溫度量測應用

**熱分析**：在整個使用範圍內量測裝置的溫度對於瞭解不同溫度點產生的應力及其對待測裝置壽命的影響非常重要。另外，在典型的使用過程中識別裝置的熱點和冷點可協助設計人員將熱效應降至最低。

**HALT/HASS**：高加速壽命測試 (Highly Accelerated Life Testing) 和高加速應力篩選 (Highly Accelerated Stress Screening) 已證實是加速的產品可靠性測試方法，其重點在於找到產品缺陷，以便在造成昂貴的現場故障之前將其修復。這些測試會對產品進行一系列的過熱處理，包括熱處理，有效地加速疲勞，從而使產品的薄弱環節顯現出來。測試中會以受控、增量的方式施加應力，同時會持續監控待測單元。

**產品開發**：準確的溫度量測在產品開發過程中十分重要，讓工程師能夠瞭解產品在各種散熱情況下的回應情況。

## 常見的溫度換能器類型

**熱電偶**：熱電偶(TC)由兩種不同金屬的結合物形成。您有數種不同類型 (涵蓋寬溫度範圍) 可使用。熱電偶線性會根據熱電偶類型和溫度範圍而變化。在所有可用於量測溫度的不同類型的感應器中，熱電偶是最常見的類型。這主要是因為熱電偶相對便宜、非常堅固，並且可以遠離資料收集系統進行。但是，連接熱電偶有時會帶來挑戰。對於更高端的資料擷取系統，製造商通常會將導線直接端接至裝有接線端子的卡或模組。諸如此類的進階介面可能包括促進自動冷端校正的電路，有助於消除包括額外長度導線的複雜設定、外部參考 (如冰浴)，以及需要包括額外的量測點監測外部參考。但是，若使用者購買的標準數位萬用電表僅具有前面或後面的輸入選擇，則會面臨將最佳連接路由至並非設計用於直接安裝熱電偶的終端的可能性。有一種解決方案是使用熱敏珠熱電偶探棒，其終端是使用標準香蕉插頭介面製成。某些型號的萬用電表確實為熱電偶提供了標準熱電偶連接器的專用輸入，但是，更常見的是，這些探棒可與轉接器搭配使用，以使用更常見的香蕉插孔。



圖 14. 熱電偶溫度感應器。

**RTD**：電阻式溫度偵測器是由金屬導線或薄膜（最常見的是鉑）製成，其電阻會隨溫度而變化。RTD 需要外部刺激才能正常運作，通常是電流來源。然而，此電流可能會在電阻元件中產生熱量，進而在溫度量測上增加了誤差。在進行RTD量測時有三種不同的方法可以使用，每種方法在應用時分別有助於更高程度的準確度：雙線、三線和四線。RTD比熱電偶顯著準確。但是，其成本更高，而且不夠堅固。

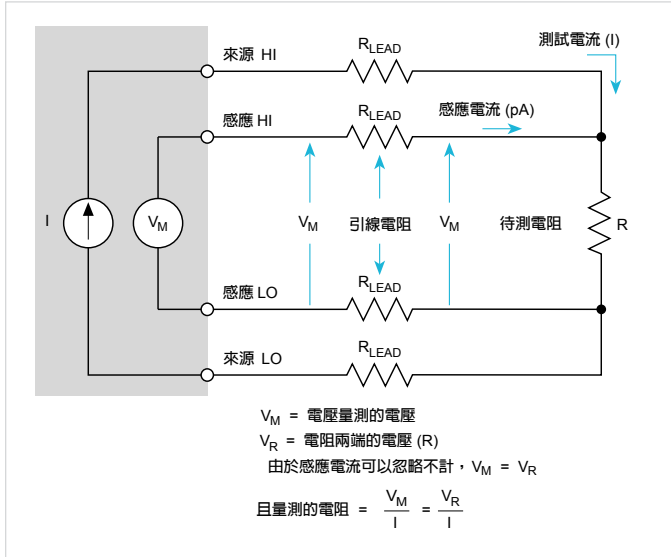


圖 15. RTD 量測的示意圖。

**熱敏電阻**：如同 RTD，熱敏電阻會隨著溫度的變化而改變電阻，但可提供比 RTD 更高的準確度，且易於設定。儘管熱敏電阻的線性比 RTD 差，但是量測儀器（如數位萬用電表）將具有內建的演算法來協助解決此問題，並可維持提高的準確度。雖然其範圍有限，但熱敏電阻對溫度變化的反應卻要比其他方法快。對於給定的溫度變化，熱敏電阻的電阻變化比 RTD 的電阻變化更大。



圖 16. RTD 溫度感應器。

### 溫度感應器比較

感應器類型	優點	缺點
熱電偶 (TC)	相對便宜。 堅固耐用。 寬溫度範圍。	低輸出電壓。 必須使用熱電偶導線進行連接。 需要冷端補償電路。
RTD	準確。 寬溫度範圍。	低輸出電阻。 需要激勵源。
熱敏電阻	高輸出量。 價格便宜。 快速回應。	溫度範圍有限。 低準確度。 長期穩定性不良。

### 溫度量測最佳實作

- 花些時間來衡量哪個感應器最適合特定的應用。
- 考慮所需的量測準確度和速度。
- 選擇合適的溫度計來支援所選的感應器。
- 確定需要多少個量測點。有些溫度資料記錄器可以掃描和監視許多通道。

### 應變

研究機械結構的物理行為常包括量測應變，這定義為回應施加到物體的一或多個外部刺激，對物體所造成的物理變形。典型的刺激包括線性力、壓力、扭轉，以及由於溫度差異引起的膨脹或收縮。應變會導致伸長或收縮：這些現象會使用 (+) 符號代表擴展或 (-) 符號代表壓縮來註記。

應變資訊在結構工程中非常重要，因為此資訊可以用來確定物體中存在的應力。應力資料可用於評估物體的結構可靠性和使用壽命等因素。應變量測的基本原理也可用於其他與力相關的量測類型，例如壓力、扭矩和重量。

應變可由物體的長度變化除以物體的單位長度計算而得出。通常，此變化相對於物體的長度而言是非常小的值。應變計或感應器是設計用於提供可量測的訊號 (電壓、電阻或電流)，以確定由所討論項目引起的失真程度。

### 典型應變量測應用

測力器、壓力感應器和流量感應器：各種物理現象皆可使用以應變儀為基礎的換能器與專門的機械元件耦合來量測。這些現象包括負載、氣體或液體壓力，以及流量等等。

測力器是一個簡單的封裝應變計，設計在不同的負載情況下量測力量。典型的測力器本體由金屬加工而成，以提供剛性但可壓縮的結構。測力器本體通常設計有安裝孔或其他配件，以讓裝置可永久地安裝在支撐結構上。

可用於壓力感測的典型換能器是將感應器與機械元件 (例如隔膜、活塞或波紋管) 組合的機電裝置。機構被設計成可回應壓力差並會擴展以壓縮彈簧，可確定感應器範圍。壓力感應元件亦會驅動產生電氣輸出 (可由儀器讀取) 的應變或位置感應器。

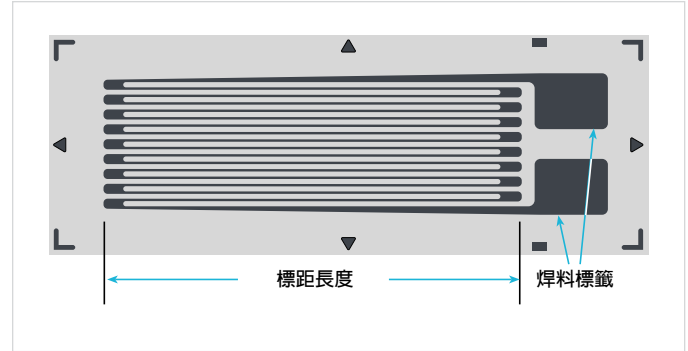


圖 17：典型的應變計

您可以透過多種方式量測流量，其中大多數方法是間接量測，而這取決於材料的延滯性、電導或其他性質。推斷流量的常見方式之一是使用兩個壓力感應器來量測通過孔口時的材料壓力下降。

**加速度、衝擊和振動：**加速度、衝擊和振動是機械應用中的重要參數，包括汽車、航太、產品包裝、地震學、導航和導引系統、運動偵測和機器維護。這些參數都可以使用稱為加速度計的感應器來量測。

加速度是質量經受力時其速度的變化率。由公式定義：

$$\text{力} = \text{質量} \times \text{加速度}$$

假設質量和力保持不變，則加速度即為恆定，這意味著物體的速度將以一致的速率持續變化。加速度表示為每時間平方的距離，其常用的單位是  $\text{m/s}^2$  和  $\text{ft/s}^2$ 。地球的重力施加了  $9.8 \text{ m/s}^2$  或  $32 \text{ ft/s}^2$  的力；此加速度通常稱為  $1 \text{ g}$  ( $\text{g}$  為重力)。專用於量測加速度的感應器量測範圍極廣，可從百萬分之一  $\text{g}$  ( $\mu\text{g}$ ) 到數百  $\text{g}$  甚至更多。這些感應器通常具備強韌的設計，可承受數千  $\text{g}$  的過載而不會造成損壞。

衝擊是加速 (或減速) 時間接近零時的線性加速度特例。在現實世界中，時間不能等於零，但可以等於極為短暫的時間。若速度在短時間內出現極大的變化，可能會產生數百 g 或更大的加速度。

若要進行衝擊研究，加速度計的量測範圍必須能夠處理在特定衝擊情況下預期的加速度。此值可以使用速度的變化除以時間間隔來計算：

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

振動是指主體位置的持續變化，通常會以恆定或接近恆定週期的循環模式發生。振動是機器的共同特性；因為其量測可以提供機器的健康狀況資訊，所以製造業對此極感興趣。定期監測和分析振動程度可在問題嚴重到足以引起注意或導致完全失效之前，即凸顯出特定的問題，例如磨損的軸承、鬆動的緊固件或不平衡的旋轉元件等等。振動是位置的循環變化，所以可使用加速度計來偵測。

請參閱《[資料擷取和控制手冊](#)》，以瞭解更多有關應變量測的詳細資訊。

## 電壓

如同溫度，電壓通常會使用資料擷取系統進行量測。大部分電氣量測裝置 (電壓計、數位萬用電表等) 均會量測電壓，但提供不同的量測範圍、靈敏度、準確度和速度。

## 典型電壓量測應用

監視換能器的電壓輸出。換能器會將機械參數轉換成電氣參數，通常是電壓。除了之前描述的溫度換能器之外，換能器的例子還包括應變計、壓力計、濕度感應器和超音波感應器。

監測電子裝置或電子裝置內部電路的電壓輸出。電壓量測可驗證產品或裝置是否符合其規格或依要求執行。產品或裝置會在各種條件下進行測試，以確保產品符合其規格，並且經常需要大量的電壓量測。監測內部電路電壓，以確保電路在各種測試條件下均可正常運作

## 直流電壓與交流電壓

直流 (DC) 是指單向的電荷流動。直流電壓可透過如電池、電源、熱電偶、太陽能電池或發電機等來源產生。直流電壓可能流過如導線的導體，但是也可以流過半導體、絕緣體，甚至流過真空，如在電子或離子束中。在交流 (AC) 電路 (而不是由電池提供的恆定電壓) 中，電壓通常會以隨時間變化的正弦波形式振盪。在家用電路中，AC 電壓是以 60 Hz 的頻率振盪。頻率和週期量測是 AC 量測系列的一部分。頻率是每秒週期數的量測；週期是 AC 波的時間週期量測。

## 常見的電壓量測挑戰

電壓計的輸入阻抗：電壓計的阻抗有限。當連接到要量測的電壓來源時，若來源阻抗足夠大，輸入阻抗可能會導致量測誤差。現今的大多數電壓計提供了兩種輸入阻抗的選擇，10 MΩ 和 10 GΩ。通常，使用的輸入阻抗越高，電壓計對源極電壓的影響就越小。

電壓計的解析度：電壓計可提供介於 3 位半到 8 位半之間的解析度。對於快速和粗略的電壓量測，則可選擇低解析度的電壓計。為了進行更準確和穩定的電壓量測，請使用更高解析度的儀器。

## 電阻

電阻是資料擷取系統中另一個常用的量測參數：可使用兩種方法進行量測：恆定電壓或恆定電流。恆定電壓方法是透過未知電阻產生已知的電壓並量測所產生的電流，然後計算電阻。這種方法被廣泛用於高電阻量測 ( $> 1\text{G}\Omega$ )。恆定電流方法則是透過未知電阻產生已知的恆定電流並量測所產生的電壓。然後計算電阻。這通常用於  $< 1\text{G}\Omega$  的電阻。

## 典型電阻量測應用

進行電阻裝置的量測以確保電阻的大小在規定範圍內。許多電阻裝置具有溫度係數，這意味著電阻隨溫度而變化。這些特性需要在一個溫度範圍內進行驗證。

**觸點電阻的量測。**觸點電阻是電流通過一對閉合觸點的電阻。量測的這些類型是在連接器，繼電器和開關等部件上進行的。此電阻通常非常小，範圍從微歐姆到幾個歐姆。

**多針腳連接器和多根電纜的絕緣電阻的量測。**這樣做是為了確保獨立連接器針腳和導線之間不存在意外的連接或短路。

**量測諸如聚合物的材料的電阻或電阻率。**電阻可用於量測材料保持或消散可能累積的電荷的能力，例如在靜電敏感墊上。

## 雙線電阻與四線電阻量測

雙線電阻量測技術使用相同的兩條引線進行輸出和感應。這意味著電流會被迫通過導線，且電壓會由相同的導線感測。請注意，電壓是在電表終端而不是在電阻裝置處偵測。這種技術不僅方便又易於使用；對於大多數的電阻量測，只需將兩根導線連接到感興趣的電路並進行量測即可。

四線技術使用兩根導線輸出電流，並使用不同的兩根導線來偵測電壓下降。這可在待測電阻處偵測電壓。四線技術具有消除測試引線電阻的優點，因為此技術量測的是電阻裝置而不是測試引線電阻。測試引線電阻的大小通常為幾百毫歐姆，在低電阻量測中會造成較大的偏移。

## 常見的電阻量測挑戰

使用雙線量測裝置進行低電阻量測：為了消除測試引線電阻，大多數歐姆計和數位萬用電表均包含一個名為ZERO(歸零)、NULL(空)或Relative(相對)的功能。使用此功能是一個兩步驟的程序。首先，將兩條測試引線短接在一起。其次，啟用ZERO、NULL或Relative功能，從每次讀取中減去測得的短路電阻。

**當高電阻量測過低時：**當進行高電阻量測 ( $1\text{G}\Omega$  或更高) 時，儀器設定本身可能會引入問題。請遵循下列步驟來防止這些問題：

- **低絕緣電阻：**測試夾具的絕緣電阻可與待測裝置並聯。若要解決此問題，請使用測試夾具和絕緣電阻較高的連接電纜。從動保護裝置也可以有效地增加分流電阻。
- **電壓計輸入電阻太低無法量測：**請使用強制電壓和量測電流技術。

**偏移電流：**儲存在待測材料中的電荷可能會導致偏移電流。調整儀表的零基線來補償偏移電流，或使用交替極性方法來取消這些偏移。

**低電阻熱電誤差：**量測低電阻實際上是量測低電壓的問題；電路中的熱電EMF是低電壓量測中的主要誤差來源。若要修正這種情況，請使用偏移補償。該技術的第一步是強制電流處於正極性並進行電壓量測。然後，強制一個相同大小的電流流經負極性，並進行另一個電壓量測。然後加上電壓並除以二。

這產生了消除熱電效應的「補償」電阻量測。

下表總結了電阻量測技術和可用於增強每種技術的補充校正功能。

表 2. 電阻測量優化技術。

量測	技術
一般電阻 (10 Ω 至 1 G Ω)	雙線
低電阻 (<10 Ω)	四線，恆定電流技術，偏移補償，乾式電路
高電阻 (>1 G Ω)	恆定電壓技術，交替極性，防止洩漏

## 電流

電流量測用於確定電阻、功率，當然還有電路中的電流。與電壓量測不同，您只需將測試導線放置在樣品上即可進行電流量測。相反，在標準分流式電流測量中，電流路徑會斷開且串聯放置電流分流器，以便在電流流經分流器時可產生電壓。透過已知的分流電阻值和測量的電壓，即可計算出電流。

### 典型電流量測應用

- 量測從待測裝置 (DUT) 吸取的電流來監測 DUT 的功耗
- 量測來自具有 4-20 mA 輸出的換能器的電流
- 確定在各種操作條件下裝置的最大電流輸出

### 直流電流量測技術

傳統的 (並聯式) 電流方法需要斷開電路並將分流電阻與斷路串聯。當電流流經分流電阻時，即會產生待量測的電壓。將此電壓量測除以已知的分流電阻即可得到電流。這是數位萬用電表 (DMM) 中儀器中大多數電流量測電路所採用的標準方法。預期電流越小，分流電阻應該越大。

因此，為了量測微安電流，通常使用 100 kΩ 或 1 MΩ 的分流器。在較高的電流位準下，分流電阻較低；對於安培等級量測，通常使用 1 Ω 或甚至 0.001 Ω 的分流器。這一切都取決於預期的電流位準和分流器上的電壓下降。

主動式分流或回饋電流計方法亦需要斷開電路，並將電流計與中斷串聯，但應將輸入端插入主動式運算放大器 (op amp) 而不是分流電阻。op amp 的回饋決定了可量測的電流的大小。此方法通常適用於低電流量測，所以常用在皮安計和靜電計中。

### 交流電流量測技術

交流電流量測與直流電流量測方法相同，只是其中交流訊號是透過交流轉直流轉換器進行發送。分流式方法一般用於交流電流量測：電流流過分流器，量測電壓下降，然後透過交流轉直流轉換器進行發送。頻寬對交流電流量測很重要。對於大多數交流電流計，頻寬高達約 5 kHz。

### 常見的電流量測挑戰

電壓負載是電流量測中的一個誤差項，這是因為必須將量測儀器插入待測電路中，並且必須在電路中建立電壓來計算電流。採用分流式電流量測時，分流器上的電壓可能會顯著下降，可能會減少待測電流。若使用回饋電流計，電壓負載是運算放大器差動輸入的偏移量，通常非常低 (毫伏到微伏)。由量測技術引起的電壓負載越低，電流量測的準確度就越高。



## 選擇資料擷取系統的指導方針

若要適當配置資料擷取系統，儘早定義應用需求是極為重要的一個步驟。回答這些問題將能在設備選擇過程中提供寶貴的指導：

- 您要量測哪種訊號？可能包括電壓、電流、電阻等。
- 您要量測哪些訊號振幅？這可能從微伏到千伏，或皮安到安培，或從毫歐姆到千兆歐姆。
- 您要發送和量測多少訊號？此答案可以協助確定需要多少量測通道，並允許縮減設備選配。
- 哪些是重要的測試時序問題？需要哪種擷取速率？測試將持續數分鐘、數小時、數天或數週？某些生產測試可以在幾秒鐘內完成，但設備會全天候運作。對於這類型全天候的資料擷取，必須考慮切換繼電器的使用壽命。儘管大多數繼電器可以承受數百萬次的開關週期，但待發送的訊號位準可能會影響壽命。
- 測試中每個參數需要哪種等級的準確度？準確度和擷取率之間通常存在某種程度的折衷。一般來說，速率越高，量測的準確度就越低。
- 必須收集多少資料？許多資料擷取系統均具備內部緩衝區。一般來說，將資料儲存到這些緩衝區是獲取資料的最快方法，而且，若要取得的資料量少於儀器的儲存容量，這也是一個很好的方法。但是，若須在螢幕上即時顯示資料，則將使用不同的方法。若系統包含具備USB連接埠的PC，即可將大量的資料儲存至USB隨身碟。
- 設備預算有多大？成本將永遠是選擇資料擷取系統的主要因素。每通道成本是系統成本的因素之一。需要哪些類型的切換繼電器（機電、簧片或固態）？因為繼電器本質上是機械結構，所以具有有限的壽命。多久會達到此壽命？將繼電器壽命分解為成本等式。

請參閱「附錄 A：Keithley 資料擷取系統概述」，以瞭解更多資訊。

## 資料擷取設備的軟體支援

瞭解為某項任務選擇的資料擷取設備能夠正確執行是非常重要的事，但學習如何使用通常是最大的挑戰。許多使用者會依賴軟體介面來熟悉儀器的基本功能，並逐漸進入更複雜的場景。所選擇的軟體工具需要兼顧直觀的操作和高度的易用性以及複雜的測試開發能力，以簡化從在桌上型儀器上確保功能正確運作，到開發一系列指令以最佳化儀器在生產環境中的效能的轉換過程。Keithley 的產品與一系列軟體選配相容，下列各節中將概述相關資訊。

## 在工作台和實驗室

「桌上型軟體體驗」的說法是指使用者與未連接到外部電腦的測試儀器的親自互動體驗。儀器中內嵌的韌體是使用者遇到的第一個「軟體」，因為這可立即透過桌上型儀器的前面板使用。傳統的前面板介面提供了一組按鍵和軟鍵（通常也與實際按鍵相連），可以修改儀器上活動的量測行為的設定和屬性。多行字母數字液晶顯示器 (LCD) 可顯示實際的功能表選項和量測功能，以反映儀器的目前狀態。



圖 18. 傳統的桌上型儀器。

測試和量測行業數十年來一直採用這樣的傳統介面，現在甚至還有數個 Keithley 資料擷取儀器採用這種方式。當此介面與快速入門或使用者指南 (印刷版或電子版) 一起使用時，使用者只需按照指南中列出的步驟即可熟悉儀器的用法。

### 全新的使用者體驗以及為何重要的原因

由於智慧型手機和平板電腦的使用量不斷成長，導致消費者對其電子裝置的期望更高，而不只是外觀好看的顯示器。這些裝置不僅增強了所需內容的檢視功能，還可讓使用者在軟體應用如何回應中扮演更多的互動角色。這將會提供更貼心的體驗，並在人與機器之間建立起個人基礎。測試儀器也是如此。大專院校的學生正使用觸控式螢幕測試設備作為課程作業的一部分。不久，這些學生將成為新一波的新一代工程師，他們將會以不可思議的方式塑造世界。他們不僅要求現代化的儀器介面，更會對此充滿期待。

Keithley 最新的產品皆配備了觸控式螢幕介面，有效整頓了前面板、加快儀器設定、簡化設定和功能設定，並讓使用者能更快地開始分析結果。這些儀器將通常用於平板電腦或智慧型手機的動作 (滑動、戳、捏合和縮放) 帶到工作台上，為「日常量測」的預期執行方式提供更合理的流程。觸控式螢幕介面能更快速地得到更準確得測試結果。

這些觸控式螢幕儀器提供：

- 直觀的介面，可讓使用者的學習曲線最小化
- 在設定和組態功能表之間輕鬆導覽，有效減少錯誤
- 即時圖表、資料可視化和螢幕式分析功能



圖 19. 現代化的儀器和使用者介面。

工程師常認為：「我主要是用在具有遠端介面的機架或系統中，所以前面板對我來說不是什麼大問題。」然而，當出現問題時，這種觀點往往會發生變化，迫使工程師透過系統地操縱設備組態來找出錯誤的根源以進行疑難排解。若能更有效地除錯問題並與生產車間的技術支援人員共享此功能，將可節省大量時間。

觸控式螢幕使用者體驗 (UX) 為遠端軟體介面提供了一種替代方法，將 PC 和電纜從工作區域連接到儀器。

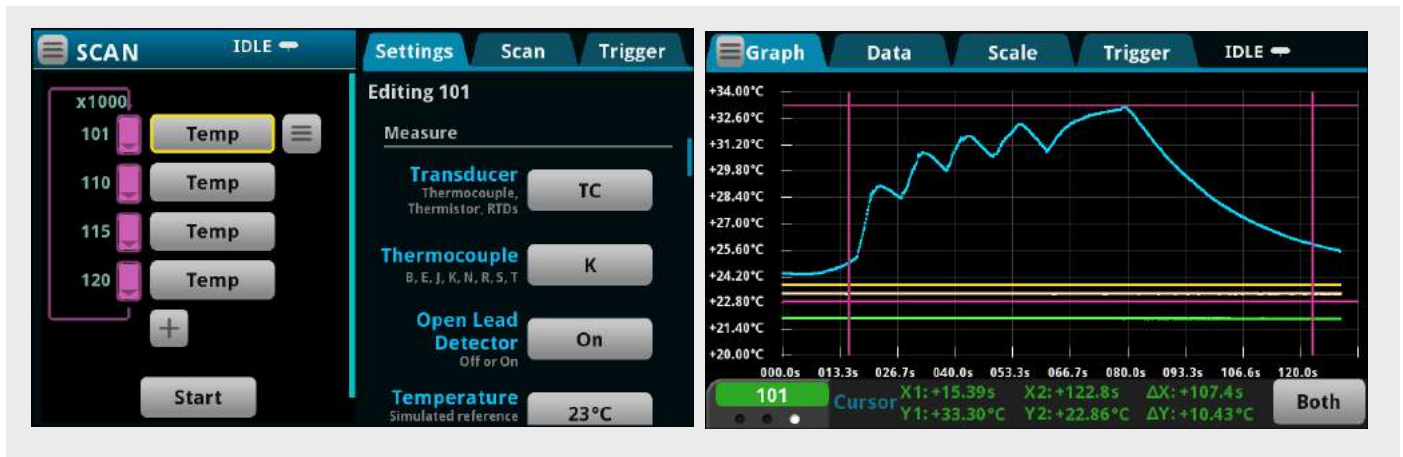


圖 20. 增強的使用者介面功能可實現更豐富的使用者體驗。

設定螢幕簡化了測試配置程序，就如同第二個桌面軟體一樣，並提供圖形、游標和統計資訊，以便對結果進行即時分析。

Channel Measurement Grid				End App
101 -00.00 V	102 -00.00 V	103 -00.00 V	104 -00.00 V	
105 -00.00 V	106 -00.00 V	107 -00.00 V	108 -00.00 V	
109 -00.00 V	110 -00.00 V			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>Previous</span> <span>Help</span> <span>Show 40</span> <span>Next</span> </div>				

圖 21. 以應用為基礎的自訂指令碼。


此外，靈活的智慧型軟體介面可以簡化將定制的應用程序和設定直接傳送至測試設備，而不需要韌體升級或外部軟體。這可能包括常規的桌上型設定或自訂的診斷工具。

例如，有些使用者可能希望其資料擷取系統能更易於檢視跨多通道的量測，或需要一些維護工具來監控切換卡繼電器的壽命，以在效能下降之前，接近「使用壽命結束」狀態時提醒他們。


## 利用嵌入式 Web 介面從 Web 瀏覽器存取設備

對於喜歡使用大螢幕的使用者而言，某些測試儀器還包括嵌入式網路伺服器，可使用多種瀏覽器，包括 Microsoft® Internet Explorer 或 Edge、Mozilla Firefox、Google Chrome 和 Apple Safari。Web 介面簡化了檢視儀器狀態、控制儀器及透過 LAN 連接升級儀器程序。

儀器網頁會駐留在儀器的韌體中。在儀器中立即透過網路介面進行變更。有些 Web 工具將允許輸入和發出遠端命令，就如同透過自訂控制軟體傳送一樣。



KEITHLEY  
A Tektronix Company



www.keithley.com

Home

Admin

LXI Home

IP Config

Log

Virtual Front Panel

Send Commands

Extract Data


Help

### Model DMM6500

### Digital Multimeter

ID

Instrument Model:	DMM6500		
Manufacturer:	Keithley Instruments		
Serial Number:	04340542	Firmware Revision:	0.8.6j
TCP Raw Socket:	5025	Telnet Port:	23
Last LXI Message: <a href="#">(history)</a>	Reading buffer delbuffer1 is 0% filled		



© 2007-2016 Keithley Instruments. All rights reserved.

圖 22. 利用嵌入式 Web 介面從 Web 瀏覽器存取設備。

例如，在某些資料擷取系統上，手冊中的例子可透過儀器的網路介面上的嵌入式網路應用來執行。

有些儀器的嵌入式網路介面具有虛擬前面板頁面，允許從電腦控制儀器，就如同使用前面板一樣。您可利用滑鼠來選擇選項以操作儀器。對於想要從其他位置配置和登入其測試的使用者，這可能是非常實用的功能。DAQ6510 虛擬前面板將會讓使用者愛不釋手。



圖 23. 從虛擬前面板控制您的儀器。

### 儀器控制軟體

無論使用者介面在資料擷取系統中的內容多麼豐富，使用可將儀器的控制功能擴展至外部電腦的軟體仍有眾多的優點。這裡的考量是要避免陷入程式設計的細節之中。系統建立者知道測試所需的設備種類，但沒有時間去瞭解每個細節。建立者瞭解應用、必須使用的刺激以及要進行量測。我們需要的是一個軟體套件，可在儀器設定中盡可能減少工作量，並可將資料分析結果和影像立即加入專案的文件或正式報告中。理想情況下，所考慮的軟體將具有已內建的應用結構。幸運的是，有數家測試儀器製造商針對這種情況已提供了相關的解決方案。

Keithley 的 KickStart 是以 PC 為基礎的軟體，可以同時管理儀器組態和測試執行。這為儀器提供了一個簡單的介面，讓使用者不需要成為儀器專家即可收集有關測試的深入見解。使用者可在幾分鐘內啟動和使用儀器，因為 KickStart 透過自動從多個儀器收集資料而無需程式設計，從而加快其學習曲線。KickStart 提供資料和工具的快速可視化，以比較測試執行歷史記錄中的資料。例如，使用者可利用這樣的特性更快地發現量測趨勢和裝置與環境條件的相關性。這有助於設計工程師作出必要的決定，繼續進行產品開發的下一階段，並協助測試工程師驗證裝置的效能或證明裝置符合特定的法規標準。

KickStart 可從儀器中擷取數百萬個讀數，並將其直接傳輸至 PC 的儲存媒體中進行安全的資料歸檔。使用者可儲存測試組態，以便快速複製以前的測試，甚至為特定的裝置或相融性標準建立一個測試庫。

KickStart 讓使用者可方便地與資料進行互動，以更快速地做出有關資料顯示的決定：

- 自訂資料表的視圖，僅顯示和隱藏感興趣的資料
- 一次檢視多個量測圖
- 將有意義的標籤分配給資料擷取切換卡的通道
- 在表格中取得每個通道的資料統計概覽
- 在圖表上強調顯示/標記感興趣的資料點
- 在測試期間隨時匯出資料，與同事和利益相關者分享測試最新資訊

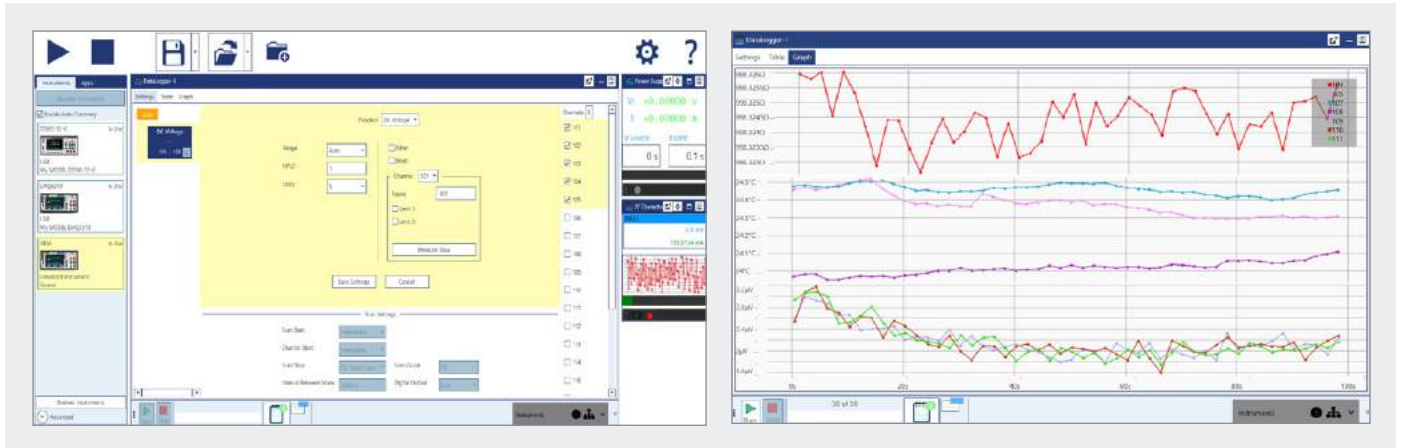


圖 24. 使用 KickStart 即可進行簡單的儀器配置、專注於應用的測試、圖形和資料可視化。

## 在系統中

當實驗設定完成並對設備有充分的理解後，即可整合所有的測試設備。將個別元件安裝到機架中，建立自訂夾具以將測試路徑引導至DUT，並產生能對測試進行排序以在生產環境中執行的通用測試軟體。工作台和實驗室設定將提供所需的大部分硬體理解，而軟體控制和最佳化程序最終成為關鍵的最後階段。儘管有多種程式設計選項可供選擇，但以下是 Keithley 提供解決方案的最常見的一些方法。

## 利用 SCPI 命令來控制系統

對於大多數也編寫自有控制代碼的系統整合商而言，使用可程式儀器的標準命令 (SCPI) 是最常見的方法。SCPI 命令以易於讀取的 ASCII 格式提供，並協助使用者透過邏輯方式將命令映射到他們希望在相關儀器上修改的功能或屬性。一系列的命令可透過選擇的通訊介面 (USB、LAN、GPIB 或 RS-232) 來實現生產所需的免人工干預自動化程序。

儘管 SCPI 有時被稱為程式設計「語言」，但應注意的是，此語言是待測試儀器所理解的語言，不應與傳統的程式設計語言 (例如 C++、Visual Basic 和 Python) 混淆。SCPI 仍需使用單獨的程式設計工具來傳送命令和查詢資訊。

## IVI 和 LabVIEW 儀器驅動程式

儀器驅動程式提供了一套軟體序列，可用於控制配置、寫入/讀取和觸發的遠端可程式設計儀器。這些驅動程式盡可能地減少使用者學習每個儀器的程式設計慣例要求，協助減少測試程式的開發時間。IVI (Interchangeable Virtual Instrument，可互換的虛擬儀器) 驅動程式提供了一個以儀器特定的 SCPI 命令集為基礎的通用包裝，允許來自不同製造商的儀器使用相同的驅動程式。例如，習慣於使用其他公司生產的 DMM 測試工程師可購買 Keithley DMM，並將其整合到其現有的測試系統中，而無需修改其以 IVI 為基礎的控制代碼。

由於純 IVI 驅動程式的高度通用性以及儀器機型提供了各種自訂功能，儀器設計人員通常會提供一個更具體的 IVI 驅動程式，以提供所選儀器機型可用的其他程式設計控制功能。儘管這對於嚴格的 IVI 預期提供的互換性而言是反其道而行的狀況，但這些附加功能將可為使用者提供了一體適用的機型。Keithley 為其 DMM 和切換產品提供了 IVI-C 和 VI-COM 驅動程式，可用於 Microsoft Visual Studio、MATLAB®、Python 和 National Instruments 的 LabWindows™/CVI 等通用程式設計開發工具。安裝 Keithley IVI 驅動程式亦提供 C、Visual Basic 和 C# 中的範例，為使用者提供顯示儀器驅動程式實際應用案例的代碼。

LabVIEW® 是一個以軟體為基礎的圖形化程式設計環境，可讓使用者建立顯示變量和資料流 (透過導線) 的程序，並立即將其呈現在使用者介面上。LabVIEW 是一個可用於控制和資料表示的可視化工具。此工具提供了一種積木式元件風格，相較於傳統以文字為基礎的程式設計語言 (如 C 和 Java)，對於不認為自己是程式設計師的人而言可能會更容易理解和適應。若使用以文字為基礎的程式設計語言編寫程式，可能需要花費數週的時間，但現在，使用 LabVIEW 即可在幾分之一的時間內完成，因為這是專為在螢幕上進行量測配置、資料分析和結果顯示而設計。由於 LabVIEW 驅動程式使用 VISA 作為底層的儀器通訊工具來調用底層的 SCPI 命令，因此使用者亦可靈活選擇配備多種通訊協定的設備，包括 GPIB (通用儀器匯流排)、串列、USB 和乙太網路。

LabVIEW 提供了擴展的程式庫函數集，以協助使用者進行大部分的程式設計工作。Keithley 提供 LabVIEW 驅動程式碼庫，其中包含多通道資料擷取、資料記錄、單點和多點量測、數位化量測以及切換等目標儀器的特定應用實例。

儘管 IVI 和 LabVIEW 驅動程式易於使用且提供現成的工具，但使用這些選擇仍具有一定的學習曲線。如前所述，每一個選擇都會利用儀器的 SCPI 命令集，且若要最佳化測試系統，則要求使用者熟悉較底層的命令。此外，有些研究<sup>1</sup>指出，直接使用儀器的 SCPI 命令集比 IVI 和 LabVIEW 選項還具有速度上的優勢。因此，在開始進行程式設計之前，使用者需權衡各自的優缺點，以確保為自己和參與測試系統程式碼開發和維護的其他團隊成員達成可用性最佳化的平衡。

### 最佳化系統

針對生產測試系統，您應調查所有可以減少測試時間並增加輸送量的選項。據推測，此時，測試設備已根據「選擇資料擷取系統的指導方針」中列出的注意事項來選擇。完成硬體選配並清楚瞭解控制儀器所需的遠端命令後，下一個任務是構建軟體程序以自動進行產品測試。儘管增加輸送量即可增加測試系統容量，但是這可能既不立即可行也非必要。整合的程式設計環境 (IDE) 選擇可能提供多執行緒或多任務選項；也要考慮測試儀器在提升測試速度方面所提供的內容。

衡量資料擷取系統提供多少內建的儀器智慧功能也很重要。大多數測試儀器允許將一些組態儲存至內部記憶體中，之後便可根據需要隨時調用。這可有效減少控制 PC 必須執行的測試儀器整體命令寫入次數；這可在儀器上儲存一長串命令，但只需要傳送一個命令即可執行。

現在考慮一系列必須設定的儀器或必須同時執行所需操作的儀器，而不需在 PC 端進行平行處理。實施這種平行操作的方法之一是透過所使用的測試儀器上所提供的觸發機制。您可能有多種選擇，包括透過專用的觸發輸入/輸出連接埠、數位輸入/輸出線路或其他通訊協定觸發器 (如 LAN、GPIB 或 PCI Express，若可使用這些選配)。測試儀器通常會有已記錄的「觸發模型」，這是一個流程圖，顯示所有執行切換和/或量測的事件和行動。研究這些模型可協助使用者對儀器層級處理有更深入的瞭解，並有助於獲得如何最佳化測試方案的深入見解。更有利的一點是，當使用者能使用專用的觸發器模型來規避不必要的處理，並能定義自己的模型以進一步消除任何可能會減慢儀器速度的不必要處理。

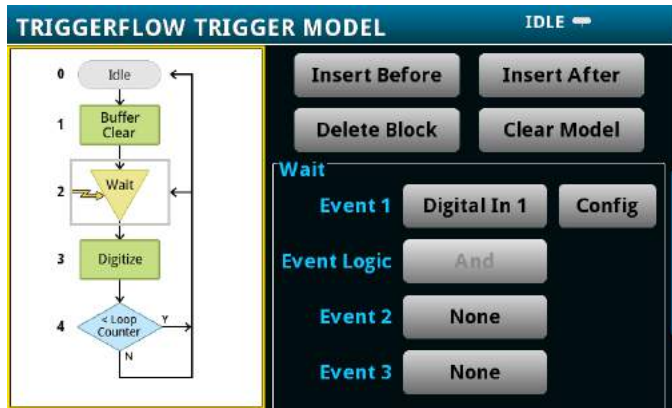


圖 25. 儀器觸發器模型範例。

尋找簡化測試的方法時，應考慮各種其他選項：

- 使用固定範圍代替自動距離修正功能來移除在儀器韌體中所應用的任何決定邏輯。在此時，您已知預期的測試結果，所以可選擇特定的範圍並獲取效益。

- 考慮量測品質與量測速度的權衡。在數量的重要性可能超過品質的生產設定中，減少整合時間 (或提高取樣率) 可能有助於使結果與功能測試期望的結果接近。例如，在 DMM 上將孔徑時間從一個電力線週期 (1 PLC) 減小到 0.01 PLC 可能無法為整合量測提供最佳的 6 位半解析度，但其讀取速度可高達十倍。
- 在儀器層級利用更多的數學和流程控制。若測試結果要求將統計資訊或資料轉換為不同量測單位的值，則可使用測試設備提供的任何內建功能來協助消除 PC 上可能發生的大量資料傳輸和處理器浪費操作。

其中有許多選項將是儀器的標準功能，其他則可作為附加功能使用。不過，其他選項可能僅能透過特定的供應商取得，需花費時間尋找可提供對特定應用而言最重要功能的儀器。

例如，啟用 Test Script Processor (TSPR®) 的 Keithley 儀器就如同傳統的儀器，會經由回應控制器傳送的一系列命令來運作。個別命令可像任何其他儀器一樣傳送至啟用 TSP 的儀器。TSP 允許以訊息為基礎的程式設計，如同 SCPI，具有可控制測試定序/流程、決策和儀器自主的增強功能。

與傳統的儀器不同，啟用 TSP 的儀器可獨立執行自動測試序列，無需使用外部控制器。您可透過遠端電腦或透過具備 USB 隨身碟的前面板連接埠，將一系列的 TSP 命令載入儀器。這些命令可儲存為指令碼，之後可向儀器傳送單一命令訊息來執行，或從前面板載入並執行。主要折衷點是程式設計複雜性與輸送量。相對簡單的程式設計技術將可顯著地提升輸送量。稍微複雜的程式設計 (使用以 TSP 為基礎的儀器和程式設計最佳實作) 則可產生顯著更高的輸送量增益。

請參閱附錄 B，瞭解可用於各種 Keithley 資料擷取工具的軟體選配實例。

### 範例應用

對資料擷取儀器而言，執行長期的溫度掃描是極為常見的應用。此範例採用 DAQ6510 搭配適用於資料擷取系統的 7700 插入式切換模組，將監測產品在溫度室中特定位置的溫度。



圖 26. 在您的實驗室中進行溫度分析。

- 待測裝置 (DUT) 的熱分析可能會持續數天、數週或長達一年。下列為執行 24 小時的範例。
- 由於實驗室設定的資源有限，因此設定將假定沒有可用的 PC，但量測的資料仍必須保留。因此，對於執行的每個掃描，資料將匯出至 USB 隨身碟。

以下是測試設定的一般圖示：

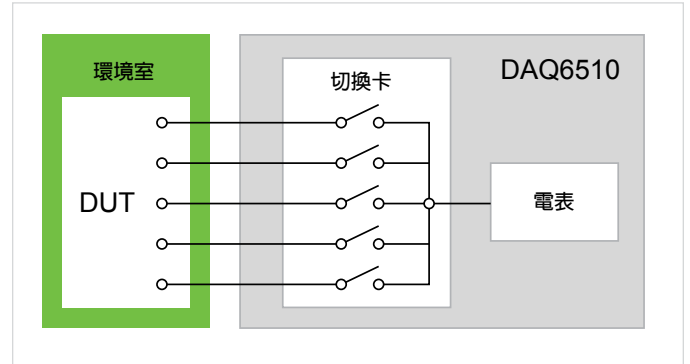
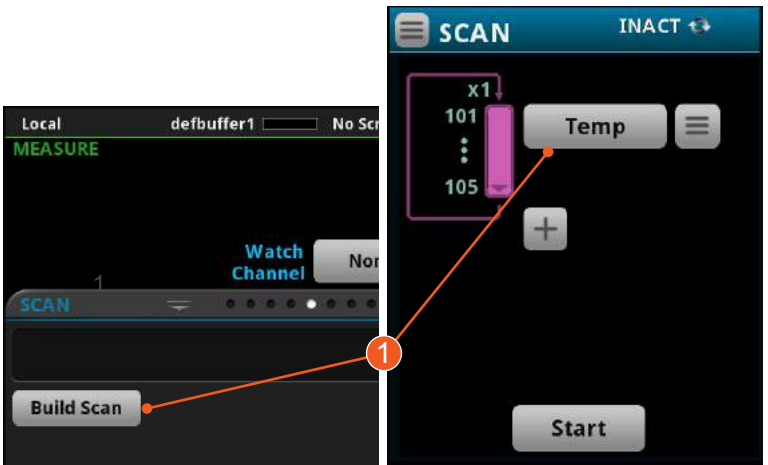
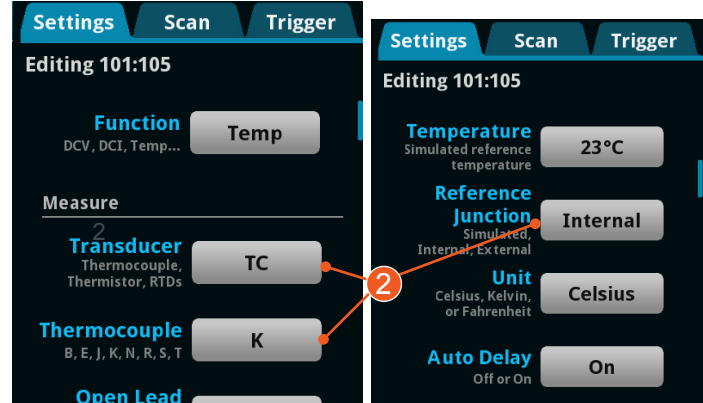
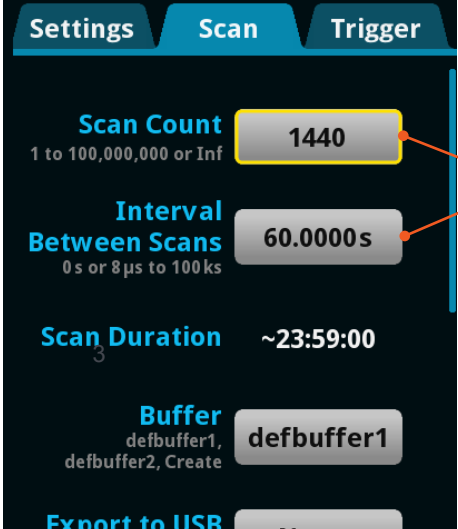


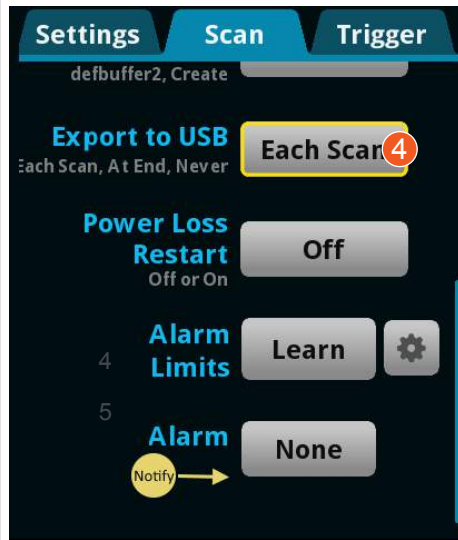
圖 27. 潛在溫度分析設定的方框圖。

- 為了維持較低的解決方案成本，同時仍能涵蓋五個通道的寬溫度範圍，所選擇的換能器即為熱電偶。
- 使用 K 型熱電偶類型是因為其支援最寬的溫度範圍：採用內部冷端校正，透過補償熱電偶與量測通道連接時可能出現的偏移來提高量測準確度。



<p>1. 關閉再開啓儀器電源，並確保 TERMINAL 開關設定為 REAR。</p> <p>Build a scan (建立掃描) 和 Add Groups of Channels (新增通道組)，包括溫度為 101 至 105。</p>	
<p>2. 在 Settings (設定) 索引標籤中向下捲動，確保 Transducer (換能器) 設定為 Thermocouple (熱電偶)，且 Type (類型) 設定為 K。</p>	
<p>3. 點選 Scan (掃描) 索引標籤並將 Scan Count (掃描計數) 設定為 1440，並將 Interval Between Scans (掃描間隔) 設定為 60s (60 秒)。</p> <p>附註：為什麼計數為 1440？</p> <p>24 小時 * 60 秒 = 1440</p>	

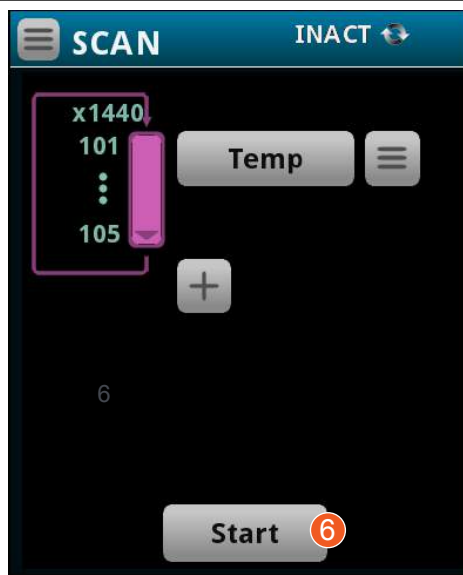
4. 在 Scan (掃描) 索引標籤中向下捲動即可找到 Export to USB (匯出至 USB) 選項。點選相鄰的按鈕，將其設定為 After Each Scan (每次掃描之後)，然後點選 OK (確定)，接受在結果對話方塊中顯示的所有預設設定。



5. 將 USB 隨身碟插入儀器正面的連接埠。



6. 點選 Start (開始) 按鈕開始掃描過程。



7. 在完成掃描期間或之後，操作人員可能希望以圖形方式檢視所擷取的資料。為此，請導覽至

MENU (功能表) ->Views (視圖)  
->Graph (圖形)

使用功能表控制功能來變更正在檢視的通道。



## 結論

瞭解資料擷取的複雜性是一項相當複雜的任務。根據通道數量和量測硬體的準確度，以及用於發送訊號的開關類型和拓撲結構來確定所需系統的規模是非常重要的要素。下一步是瞭解應用所需的量測類型，並尋求相關的指導，以瞭解如何及何時可將最佳化技術應用於這些量測。對於必須從實驗室轉換到生產車間的應用而言，也務必要考慮所用設備的所有軟體選項。學習文件中的所有內容，包括應用範例、展示和影片等，而不僅僅是標準手冊。最後，再針對文件無法回答的問題考慮各種可用的資源以取得協助。

## 參考資料

1. A. Clary, 「IVI drivers: Slower but simpler」, EDN 2003 年 2 月 1 日。[線上版], 可自下列網站取得:  
<https://www.edn.com/design/test-and-measurement/4383376/IVI-drivers-Slower-but-simpler>  
[已存取：2017 年 11 月 20 日]。
2. 資料擷取和控制手冊：以電腦為基礎的測量和控制的硬體和軟體指南，第 1 版，Keithley Instruments，2001 年。
3. 切換手冊：自動測試系統中的訊號切換指南，第 6 版，Keithley Instruments，2008 年。
4. 低位準量測手冊：精密直流電流、電壓和電阻量測，第 7 版，Keithley: A Tektronix Company

## 附錄 A：Keithley 資料擷取系統概述

	2750	3706A	DMM6500	DAQ6510
插槽數量	5	6	1	2
總通道數	200	576	10	80
通訊	GPIO, RS-232	USB, LAN, GPIO	USB, LAN	USB, LAN
使用者介面	功能表按鈕	功能表按鈕	觸控式螢幕	觸控式螢幕
內部緩衝區	110,000 個讀值	650,000 個讀值	7,000,000 個讀值	7,000,000 個讀值
軟體	KickStart	LabVIEW 驅動程式	KickStart	KickStart
觸發	觸發連結	數位 I/O	BNC Ext In, Trig Out	BNC, Ext In, Trig Out
數位 I/O	是	是	是	是
命令集	SCPI	TSP	SCPI, TSP SCPI 2000, SCPI 34401	SCPI, TSP, SCPI 2700, SCPI 2701
掃描速率	每秒 210 個通道	每秒 1250 個通道	>每秒 90 個通道	>每秒 1000 個通道
量測速率	2000/sec	14,000/sec	>15,000/sec	>15,000/sec

## 附錄 B：與 Keithley 儀器相容的軟體支援工具

	觸控式螢幕介面	內嵌網頁介面	SCPI 命令	TSP 已啟用	KickStart	IVI 驅動程式	LabVIEW 驅動程式
27xx			■		■	■	■
系列 3700A	■	■		■	■	■	■
DMM7510	■	■	■	■	■	■	■
DMM6500	■	■	■	■	■	■	■
DAQ6510	■	■	■	■	■	■	■



## Tektronix 聯絡方式：

東南亞國協/大洋洲 (65) 6356 3900  
奧地利\* 00800 2255 4835  
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777  
比利時\* 00800 2255 4835  
巴西 +55 (11) 3759 7627  
加拿大 1 (800) 833 9200  
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777  
中歐與希臘 +41 52 675 3777  
丹麥 +45 80 88 1401  
芬蘭 +41 52 675 3777  
法國\* 00800 2255 4835  
德國\* 00800 2255 4835  
香港 400 820 5835  
印度 000 800 650 1835  
義大利\* 00800 2255 4835  
日本 81 (3) 67143010  
盧森堡 +41 52 675 3777  
墨西哥、中/南美洲與加勒比海諸國 52 (55) 56 04 50 90  
中東、亞洲及北非 + 41 52 675 3777  
荷蘭\* 00800 2255 4835  
挪威 800 16098  
中國 400 820 5835  
波蘭 +41 52 675 3777  
葡萄牙 80 08 12370  
南韓 001 800 8255 2835  
俄羅斯及獨立國協 +7 (495) 7484900  
南非 +27 11 206 8360  
西班牙\* 00800 2255 4835  
瑞典\* 00800 2255 4835  
瑞士\* 00800 2255 4835  
台灣 886 (2) 2656-6688  
英國與愛爾蘭\*00800 2255 4835  
美國 1 800 833 9200

\* 歐洲免付費電話，若沒接通，請撥：+41 52 675 3777

最後更新日 2013 年 6 月

若需進一步資訊，Tektronix 維護完善的一套應用指南、技術簡介和其他資源，  
並不斷擴大，幫助工程師處理尖端技術。請造訪 [www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw)



Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有。Tektronix 產品受到已經簽發及正在申請的美國和國外專利的保護。本文中的資訊代替以前出版的所有資料。技術規格和價格如有變更，恕不另行通知。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc 的註冊商標。本文提到的所有其他商標均為各自公司的服務標誌、商標或註冊商標。

2018 年 2 月

1KT-61325-0

**Tektronix**<sup>®</sup>

