

Keysight Technologies

加快 PXI 測試開發  
提高測試系統速度

應用指南



Unlocking Measurement Insights

## 通過提高測試系統速度節省資金

“時間就是金錢”，這一古老格言在測試領域可能同樣適用。提高測試系統速度將可能降低設備的整體生產成本。針對以下列出的測試系統的各個階段，本應用指南提供了有效的建議和示例，進一步優化 PXI 測試系統的速度。

- 儀器選擇
- 測量設置
- 資料獲取
- 資料處理
- 返回測量結果



圖 1. 一個典型測試系統的各個階段。

實現更快的測試系統輸送量可從選擇硬體和軟體入手。例如，使用符合最新、最快通信規範的 PXI 儀器是實現儀器間快速資料傳輸的理想方式。選擇能夠支援板上處理、綜合測量、對等通信、資料精簡或同時測量的模組和軟體，也能提高 PXI 測試系統的速度。當工程師著手開發 PXI 測試系統時，瞭解這些技巧和其他類似的省時特性非常重要。

## 儀器選擇

PXI 儀器供應商有許多家，他們提供不同的儀器特性、規格和儀器驅動程式供使用者選擇。出人意料的是，並非所有 PXI 儀器都遵守經 PXI 系統聯盟 (PXISA) 同意和支援的 PXI 硬體和軟體標準。選擇不符合 PXI 硬體和軟體標準的 PXI 元器件可能導致一系列的問題，例如測試系統的電源和散熱、模組互通性、觸發等問題。PXISA 認證流程可以確保標準一致性，設備供應商可以應客戶請求提供一致性證明。

PXI 的基礎是獲得廣泛使用的尖端高性能 PCI 體系結構，該體系結構是 PXISA 標準的一部分。PXISA 不斷採用市場上最新的 PCI 技術，目前已從使用共用匯流排技術的 PCI 發展到使用點對點匯流排拓撲的 PCI Express (PCIe)，以便實現更快的資料匯流排傳輸速率。使用符合最新 PCIe 通信規範的 PXI 儀器是在測試系統中實現快速資料傳輸的理想方式。作為 PXISA 的成員之一，是德科技與其他模組儀器製造商通力協作，不斷更新和修訂這一國際標準。

開發具有最佳測試執行速度的 PXI 測試系統，需要一個能夠滿足這一任務需求的系統體系結構。PXI 系統元器件通過使用鏈路的 PCIe 背板進行連接 (圖 2)。鏈路是兩個 PCI Express 埠之間的通信通道，它使兩個埠之間能夠發送和接收關於活動的命令，例如配置、I/O 或記憶體讀取 / 寫入。鏈路中用於承載信號的每一組線路都稱為“通道 (lane)””。對於較低速率的設備，鏈路在設計時可以採用單通道，為獲得更寬、更快的通信，最高可採用多達 16 個通道。一個“單鏈路” (x1) 連接，也就是最小的 PCIe 連接，擁有一個通道，其中包括 4 條線路。此鏈路在每個方向上每個週期攜帶 1 位元資料。一個“x2”雙鏈路包含 8 條線路，能夠一次傳輸 2 位元資料，一個 x4 鏈路能夠一次傳輸 4 位元資料，以此類推。其他配置還有 x12、x16 和 x32 等。例如，對於需要高資料傳輸速率的功能強大的圖形卡，一個 x16 連接便可以輕鬆勝任。

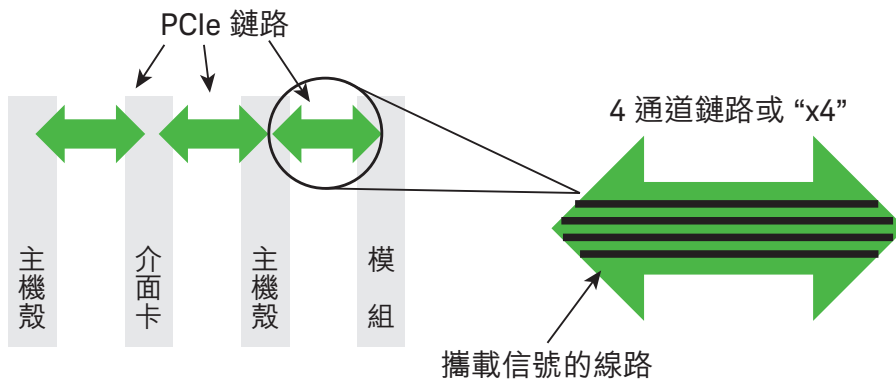


圖 2. PCIe 連接包括鏈路和通道。

單 (x1) 通道鏈路和 (x16) 通道鏈路的資料傳輸速率為：

| PCI 版本  | 單 (x1) 通道鏈路           | X16 通道鏈路   |
|---------|-----------------------|------------|
| Gen 1.1 | 250 MB/s              | 高達 4 GB/s  |
| Gen 2   | 速度是上一代的兩倍，達到 500 MB/s | 高達 8 GB/s  |
| Gen 3   | 最快達到 985 MB/s         | 高達 16 GB/s |

要想配置一個能夠達到更快資料速率的系統來實現更快通信，您可能希望選擇採用 Gen 2 或更新版本的系統元器件、主機殼和模組。

PXI 系統開發的第一步就是選擇能夠支援高速資料傳輸的主機殼、介面卡和 CPU/ 控制器。目前所能達到的最快速度由 Gen 3 PXI 硬體創造。從儀器到背板、再到介面卡和 PC 或嵌入式控制器，鏈路中的資料傳輸速率由速度最低的元器件決定。例如，在一個包括 Gen3 主機殼、介面卡、PC 和 Gen2 儀器的配置中，從儀器到 PC 的最快資料速率為 Gen2 的速率。

當選擇元器件時，PCIe 資料傳輸速率是非常重要的考慮因素。隨著越來越多的 Gen 3 儀器投入使用，很多工程師選擇使用 Gen 3 主機殼和介面卡來開發新系統，以便實現最理想的資料速率。

## 軟體驅動程式注意事項

PXI 儀器通常配有多個驅動程式，以便您能輕鬆使用模組，您可以根據自己的程式設計環境，選擇恰當的驅動程式。當您選擇 PXI 系統元器件時，請再次查看系統提供的儀器驅動程式清單，確認這些驅動程式能否在您的程式設計環境中正常工作。一般情況下，系統都會提供 IVI-C 儀器驅動程式，這些程式非常適合在 MATLAB、Excel、Python 或 LabWindows 程式設計環境中使用。最新的 PXI 儀器包括 IVI.NET 驅動程式，它可在 64 位程式設計環境中使用。Keysight PXI 產品提供了一系列精選的驅動程式，包括 IVI.NET、IVI.COM 和 LabVIEW，因此您能使用自己選擇的軟體控制儀器。

## 應用軟體注意事項

目前已上市的應用軟體可提供多項節省時間的特性，例如提供最理想的配置和測量，明您更快獲得結果。很多測試應用軟體可以集成到系統軟體中，並與其他儀器控制功能和測量常式一起使用。X 系列測量應用軟體 (X-App) 便是一種可以集成到測試程式中的軟體。X-App 可以使用 SCPI 命令輕鬆集成到測試程式中，並能夠為設計驗證和製造提供合格 / 不合格測試。這些特定的應用軟體對於快速獲得測量結果非常有幫助。

## 測量設置和資料的採集

很多 PXI 測試儀器包括一些先進特性，能夠使測試系統快速完成配置。當為測試系統選擇儀器時，熟悉那些能夠提高測試輸送量的特性很重要。這些意圖加快測量設置和採集資料的儀器特性包括清單模式（list mode）、數位下變頻（digital down conversion）和 FFT 等。

### 清單模式

清單模式與逐事件資料獲取相似（圖 3），信號分析儀和信號發生器使用該模式，可以按照預先確定的循序執行一系列的特定命令。利用清單模式，工程師能夠在執行測試之前，預先載入對頻率、功率電平、觸發等參數的配置改變，從而從一種配置快速變換到另一種配置。為了更改儀器的配置設置，信號分析儀和向量信號發生器使用清單模式與使用控制器通過 GPIB 或乙太網發送單個命令相比，前者的速度明顯要快得多。由於射頻配置清單是在執行測試之前創建的，所以儀器可以快速執行清單，而無需佔用任何系統開銷來更新配置。

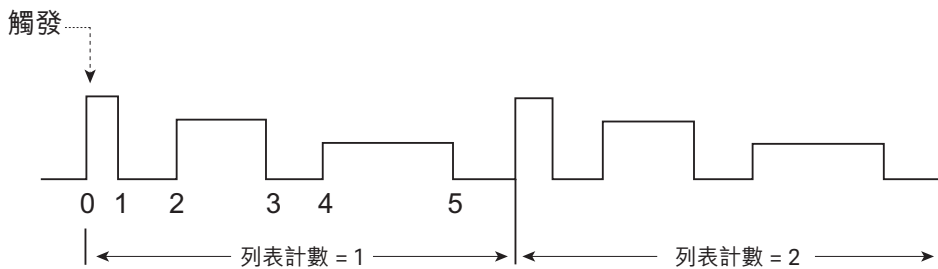


圖 3. 簡單的清單模式配置示例。

## 數字下變頻

某些示波器和數位化儀能夠以 20 GS/s 的速率進行採樣，如果進行長時間採集，將會產生大量資料。工程師可能只需對其中的一小部分資料進行分析。在頻域應用中，數位下變頻使工程師能夠使用更高解析度關注一個特定部分的信號，並且僅將感興趣的資料傳輸到控制器。數位下變頻流程從射頻信號開始，信號下變頻到基帶頻率或較低頻率，去除多餘的信號分量。然後，取樣速率也能利用新頻寬降低到一個恰當的速率。這樣，就降低了需要測量的資料量，反之，又極大降低了要傳輸的資料量。信號的下變頻處理能夠縮短資料讀取和後處理時間，從而在整體上更快得出測試結果。

## FFT 模式

數位示波器的快速傅立葉轉換 (FFT) 模式，可以通過用較少的測量來採集寬頻資料，節省大量的測量時間。FFT 演算法可將資料從時域變換到頻域 (圖 4)。在變換過程中會執行很多計算，這需要 CPU 或集成的板上微處理器來計算精確結果。具備 FFT 功能的 PXI 模組能夠以最理想的速度提供寬頻資料。

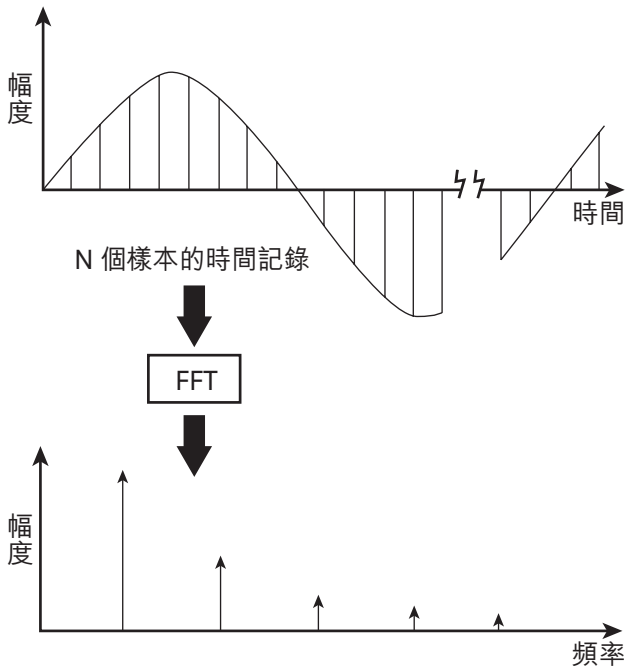


圖 4. 使用 FFT 功能精簡資料。

## 處理資料和結果

在降低測試時間的同時要保持可重複性對於元器件製造商來說至關重要。儀器的板上處理和對等資料傳輸等特性，使各個模組無需使用系統控制器便能彼此之間進行通信和執行其他功能。其應用示例包括應用功能或使用資料篩檢程式等，在此過程中，沒有與使用系統控制器進行傳輸、處理和存儲資料相關的開銷。離開系統控制器獨立運行的能力還使這些模組能夠與測試系統中的其他進程一起運行，這進一步降低了整體測試時間。

### 對等通信

對等通信使用 PCIe 背板在儀器中的多個模組之間或在儀器之間直接進行點對點傳輸，無需通過 PC 或系統控制器發送資料（圖 5）。系統控制器不涉及模組或儀器間的實際資料傳輸。各模組無需使用其他系統資源便可直接共用資訊，並且可更快速地執行測試。模組對模組通信已用於多模組儀器中，以便加快測量。儀器對等通信通常用於直接向 FPGA 協同處理器或存放裝置傳輸資料。

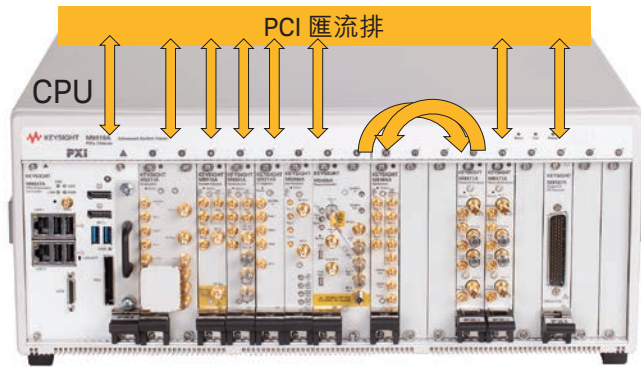


圖 5. PXI 模組之間的對等通信。

## 板上處理能力

通常，使用 PXI 儀器和軟體採集的測量和其他資料要傳輸到系統控制器進行處理和存儲。一個具有板上處理能力的模組（圖 6）可以自行管理特定的資料處理，無需將資料傳輸到控制器。

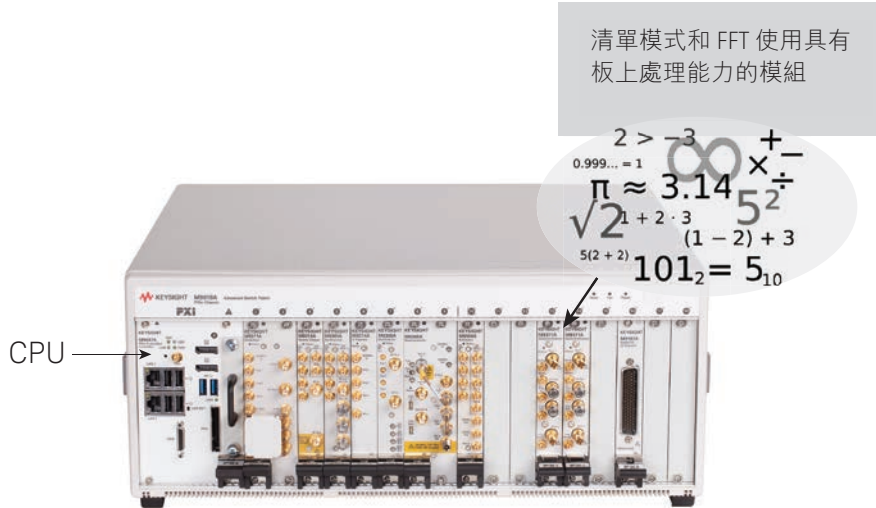


圖 6. 擁有板上處理能力的 PXI 模組。

配有板上現場可程式設計閘陣列（FPGA）的 PXI 儀器能夠支援定制，包括使用者定義的軟體。使用者定義的軟體可能具有排序、板上計算等功能，以便在儀器面對經調諧的測量、特定的測試與測量範圍等任務時，即時做出決策。

利用板上處理實現更快測量的示例可通過進行寬頻測量得到證明。功率和 FFT 測量需要佔用大量的測試時間，因為它們需要採集大量測量結果，然後對資料進行處理，進而得出最終結果。除了大量的資料處理之外，PXI 儀器和 PC 控制器之間的資料傳輸，甚至要耗費更多的測試時間。掃描測量像寬頻 FFT 一樣，也要佔用相當長的時間，因為要在選定的頻寬上按順序收集資料。有一種方法可讓這些耗時的測量變得更快速，那就是在頻譜上使用清單模式分段（多個 FFT）捕獲數位測量結果。使用板上模組處理功能，捕獲的資料可以與其他控制器進程一起進行編譯，為寬頻分析提供所需的資料，包括諧波和雜散測量。執行這種 FFT 的時間與執行一個測量相似。



## 功率放大器應用示例

對等通信和板上處理能力——這兩大節省時間功能的優勢，均可在這個功率放大器（PA）測試和表徵示例中得到證明（圖 7）。對於功率放大器測試，我們要關注的一大問題是既要考慮到執行測試所需要花費的時間，又要確保所有被測設備的可重複性。通常，隨著測試速度的增加，測試可重複性將會降低。

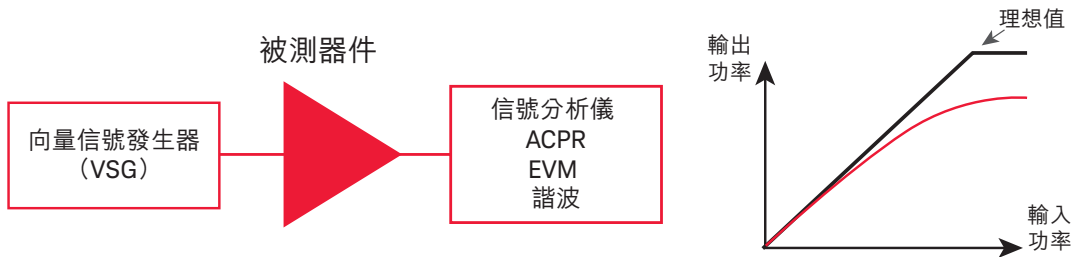


圖 7. 設置功率放大器測試系統中的器件輸出功率電平。

進行功率放大器測試的一個關鍵挑戰是使用“測試與調整”處理快速調整功率伺服環路，以便實現特定的被測器件（DUT）輸出功率電平。調整過程中，向量信號發生器的電平會進行反復調整，直至達到規定的被測器件輸出功率，這個過程在整個測試時間中佔有重大比重。降低功率測量時間的一個解決方案是使用即時板上信號處理功能。這可通過使用 VSG 的功率電平來實現，它能以更好的線性實現更快切換，從而降低使用板上處理所需要的反覆運算次數。此 VSG 的板上信號處理實際能夠執行數位基帶功率電平改變和頻率偏置，同時能夠保持幅度和相位校準精度，並且無需使用系統控制器。在這個功率放大器測試系統中，對等連通性能夠用於 PXI VSA 和 VSG 之間的資料傳輸，它能實現更快的資料傳輸速度而不犧牲性能。

## 無線元器件測試應用示例

這是一個在無線產品應用中使用板上處理的示例（圖 8）。無線技術的科技進步帶動超大規模元器件製造需求水漲船高，比如手機中的通用元器件，以及天線、濾波器、電纜等等。為了滿足這種需求，多個器件需要在一個測試站上同時進行測量，以便通過提高輸送量降低測試成本。具有多網站功能的 PXI 向量網路分析儀（VNA）便是一款能夠滿足這種需求的測試解決方案。這個多網站 VNA 支援激勵設置和生成頻率、功率電平、以及中頻頻寬（IFBW）或量測點數，並且同時能對不同的器件或通道進行測量。這個測試系統使用了板上處理功能，同時在各個 VNA 模組之間採用了對等通信，以便在最短時間內進行同時測量。

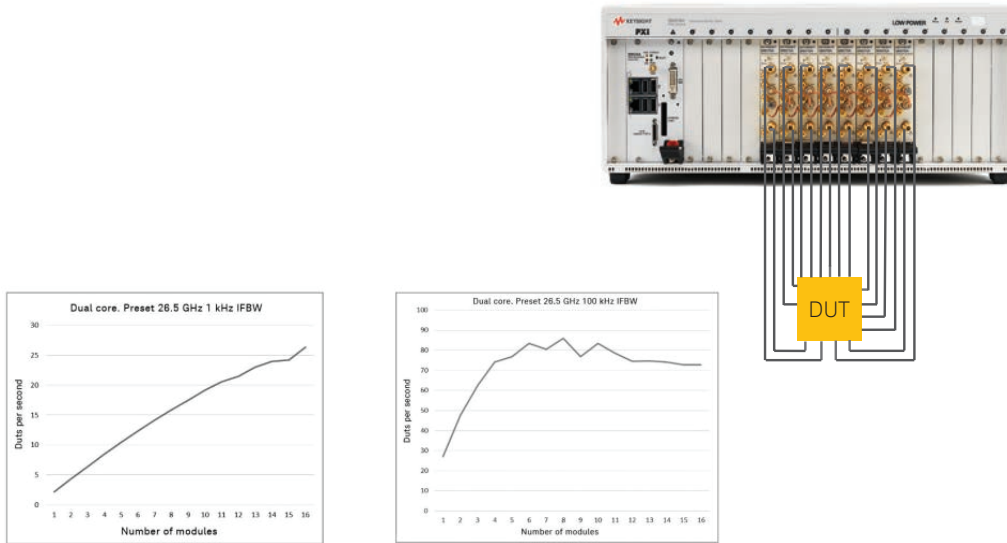


圖 8. 最大限度降低因 VNA 模組數量增加所造成的影響，以便在系統中同時進行更多測量。

## 總結

在採集資料、處理資料和獲得最終測量和性能結果的整個測試過程中，有很多環節都可以優化，以提升 PXI 測試系統輸送量，您可以通過選擇具有恰當特徵和特性的特定 PXI 硬體和軟體來節省測量設置時間，也可以使用 Gen 2 或更新的（Gen 3）系統元器件，包括主機殼、介面和儀器模組，進一步加快系統的測試速度。請記住，通信鏈路可能達到的最快資料速率由其中最慢的元器件決定。

根據您的應用需求，您或許可以使用具有清單模式、數位下變頻和 FFT 等特性的儀器，以便優化快速測量設置和資料獲取。很多 PXI 儀器都可以提供板上處理、對等通信、多網站或並行處理，以便更快獲得結果。您可通過選擇和使用包括以下這些特性（圖 9）以及類似的速度優化特徵的 PXI 儀器和軟體，快速、高效地執行測試。

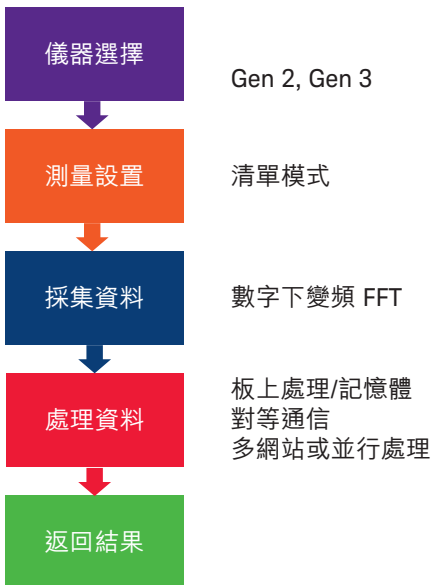


圖 9. 提高測試系統輸送量的推薦特性總結。

## 相關文獻

多埠和多網站測試優化技術，應用指南，5992-0681CHCN

射頻功率放大器測量解決方案，應用指南，5991-4607CHCN

PXIe 測量加速器加快射頻功率放大器測試，《Microwave Journal》雜誌文章再版，5992-1229EN

RF PA/FEM 表徵與測試、參考解決方案手冊，5992-0071EN

使用 Keysight PXIe 向量信號分析儀和發生器提高功率放大器的測試輸送量，應用指南，5991-0652EN

## 演進

是德科技獨一無二的硬體、軟體，支援及專家組合，可協助您拓展全新的局面。

讓我們是帶動前瞻技術不斷演進的推手。



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



### myKeysight

#### myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊。

### KEYSIGHT SERVICES

Accelerate Technology Adoption.  
Lower costs.

#### 是德科技服務

[www.keysight.com/find/service](http://www.keysight.com/find/service)

是德科技擁有領先業界且陣容堅強的專業人員、量測程序和測試工具，可提供一應俱全的設計、測試和量測服務。如此一來，我們協助您部署新技術，並改善量測程序，以便降低成本。

#### 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](http://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。

#### 是德科技銷售夥伴

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://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/modular](http://www.keysight.com/find/modular)

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](http://www.keysight.com.tw/find/contactus)

台灣是德科技網站：

[www.keysight.com.tw](http://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

DEKRA Certified  
ISO 9001 Quality Management System

[www.keysight.com/go/quality](http://www.keysight.com/go/quality)

是德科技 -

DEKRA Certified ISO 9001:2015

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, 2017

Published in USA, December 1, 2017

中文版：5992-2149ZHA

[www.keysight.com.tw](http://www.keysight.com.tw)



Unlocking Measurement Insights