

# CX3300 系列元件電流波形 分析儀

藉由深入分析電流和電壓波形，擴展您在低功耗設計中的優勢



CX3322A 2 通道  
CX3324A 4 通道  
CX1101A  
CX1102A  
CX1103A

CX1104A  
CX1105A  
CX1151A  
CX1152A

## 目錄

產品概述 .....	03
精密動態電流量測的強大需求 .....	05
傳統動態電流量測的挑戰 .....	07
Keysight CX3300 系列能解決您所面臨的挑戰 .....	09
高達 200 MHz 頻寬和 $1 \times 10^{12}$ 寬廣量測範圍，讓 CX3300 系列洞察您的應用 .....	11
利用 14 位元和 16 位元寬動態範圍，您只需執行單次擷取便可量測休眠和運作狀態的電流波形 .....	12
您再也不會忽略暫態電流，同時還可利用 1 GSa/s 取樣率和高達 200 MHz 的 頻寬來進行裝置特性分析和驗證 .....	14
Keysight CX3300 系列標準功能和主要配件 .....	15
所有感測器產品比較 .....	19
直覺的操作界面與先進的量測分析功能可提高您的量測分析效率 .....	21
主要特性 .....	26
訂購資訊 .....	29
Keysight CX3300 系列特性 .....	31
Keysight CX1100 系列電流/差動感測器特性 .....	36
CX1101A 特性 .....	36
CX1102A 特性 .....	38
CX1103A 特性 .....	40
CX1104A 特性 .....	41
CX1105A 特性 .....	43
CX1211A/CX1212A/CX1213A/CX1214A/CX1215A/CX1216A 特性 .....	46
Keysight CX1151A 被動式探棒轉接器特性 .....	47
Keysight CX1152A 數位通道特性 (主機：僅限 CX3324A) .....	48
Keysight CX3300 系列尺寸圖示 (主機) .....	49

## 產品概述

CX3300 系列元件電流波形分析儀是一款新型儀器，具有 100 pA 到 100 A 的寬度量測範圍、高達 200 MHz 的頻寬，以及高達 16 位元的解析度，可實現高準確度的動態電流量測。

大多數致力於物聯網（IoT）和行動裝置開發的工程師，通常面臨著沈重的壓力，因為必須更快將產品推出問市，同時又不能犧牲產品目標，例如更低的功耗、更高的效能和更低的成本。為了克服前述種種挑戰，他們努力以更高的效率，對元件進行特性分析和設計驗證。然而，隨著元件功能的複雜性急劇升高，現有儀器所採用的傳統量測方法，使得工程師難以實現這些目標。

藉由使用 CX3300 系列來量測並分析電力傳輸網路（PDN）的詳細電流特性，您可直接並精確地驗證因雜訊較大而被掩蓋的關鍵元件運作情形。如此一來，您可進行各種設計改進，以便降低功耗。透過這種新的動態電流量測方法，您可獲得更深入的洞察力，進而用更高的效率進行元件特性分析和驗證，除可實現產品差異化、設計邊限最佳化，同時還可降低元件成本並改進品質。CX3300 系列具有 14/16 位元解析度、易於使用的進階圖形操作介面，以及 5 個低雜訊和寬頻寬感測器。此外，您可用相同的精密度輕鬆量測電壓波形，因此可廣泛運用於您的日常量測工作流程。

CX3300 系列自推出以來，已擴及各種應用領域，特別是物聯網裝置、行動裝置、先進 NVM 裝置（永久性記憶體），以及汽車、醫療/保健裝置使用的感測器和控制單元等。



## CX3300 系列簡介

您可準確量測過去難以或無法量測的動態電流。

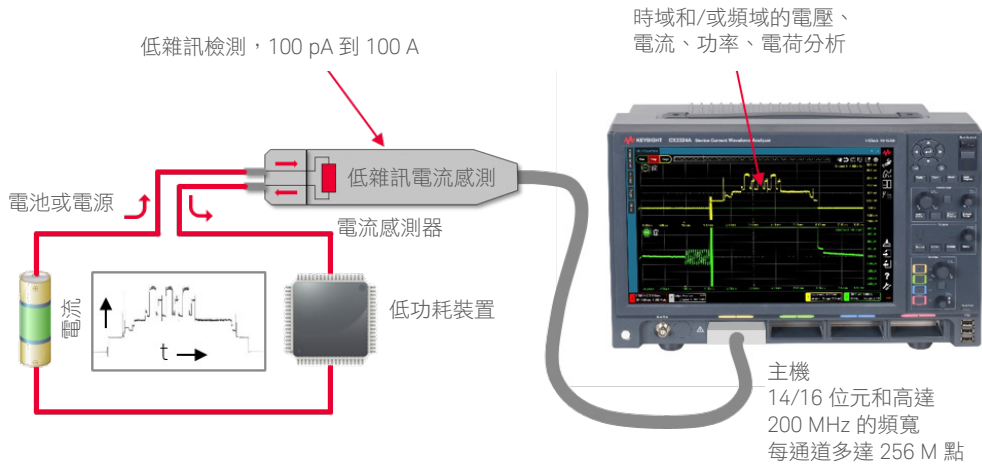


圖 1：CX3300 系列執行元件電流波形分析的畫面。

## 哪些技術可以受益？

CX3300 系列適用於下列各種技術，其應用範圍越來越廣。所有需要以寬動態範圍進行電流量測的元件都可將因而受益。



圖 2：CX3300 系列的應用實例。

# 精密動態電流量測的強大需求

## 對物聯裝置與行動裝置的配電網路（PDN）進行特性分析和驗證

物聯網應用的爆炸性成長，使得電路設計趨勢走向高度整合發展以獲得更高效能與更低功耗，為此，工程師需採用複雜的電源開控技術、運作和休眠工作模式，並降低電壓和電流來滿足熱預算。因此，對這些裝置進行特性分析和設計驗證，變得更具挑戰性。

為確保裝置能可靠地運作，進行 PDN 評估是分析和驗證的關鍵，不只是封裝 IC，安裝了大量元件的系統主機板，也必須加以評估。

圖 3 是一個典型電池供電裝置的方塊圖，可用於 IoT 及各種行動應用。驗證工程師通常會量測通過每條電源線的 PDN 動態電流，以仔細評估裝置的湧入電流、喚醒行為、功率消耗，是否有突波等，如圖 4 所示的電流分佈圖，有時甚至需要改變 PDN 的元件選擇，或改變裝置韌體的控制序列。

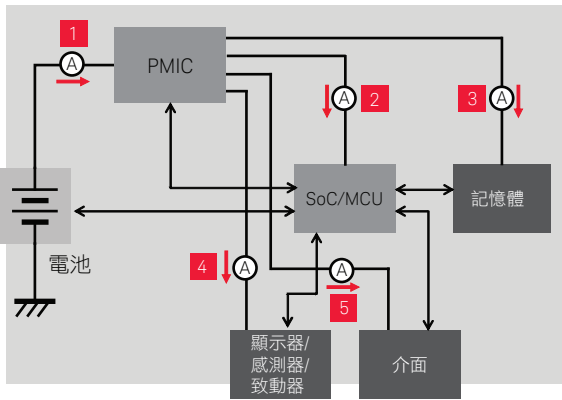


圖 3：典型方塊圖。

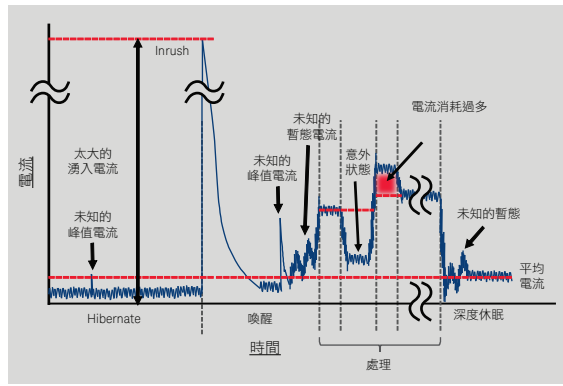


圖 4：PDN 理論電流分佈圖。

## 減少低功率物聯裝置的功耗

低功率 IoT 和行動裝置的運作，由短時間的運作狀態和長時間的休眠/待機狀態所組成，藉此節省整體功率消耗，如圖 5 所示。對於所有這些低功率裝置，平均電流量測是一項基本的分析方式，但如果您想進一步降低功耗，這樣是不夠的。要讓功耗更低，裝置處於休眠/待機狀態時間必須更長，因此工程師不僅需對運作狀態更仔細的量化動態電流，對於休眠/待機狀態也必須進行量測，而此期間裝置的電流消耗通常少至 1  $\mu$ A 或來的更低。

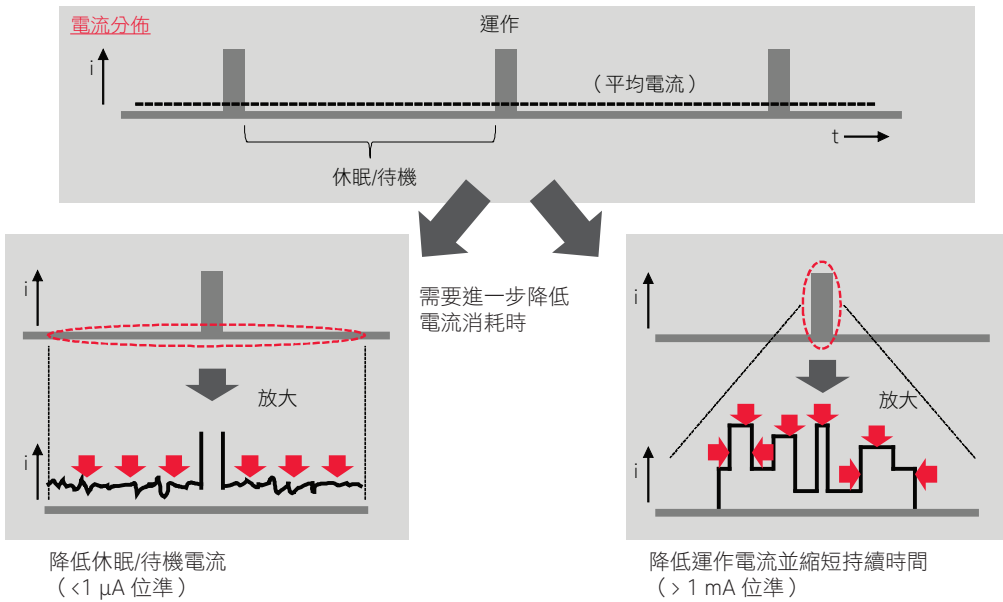


圖 5：低功率物聯裝置的典型運作方式，以及進一步降低功耗。

### 新型 NVM 裝置的特性分析

由於業界對於高速、低延遲和高可靠度的新型 NVM 裝置（如 RRAM、PCM 和 MRAM 等）需求強勁，世界各國正相繼進行各種先進 NVM 裝置的開發。要對這些裝置進行特性分析，需在其讀取、寫入和抹除期間進行暫態電流量測，以評估裝置中的電阻如何變化。為了盡可能降低這些裝置的功耗，測得的電流也必須低於 100  $\mu\text{A}$ ，而寫入和抹除操作的脈衝寬度，則需短於 100 ns（參見圖 6）。

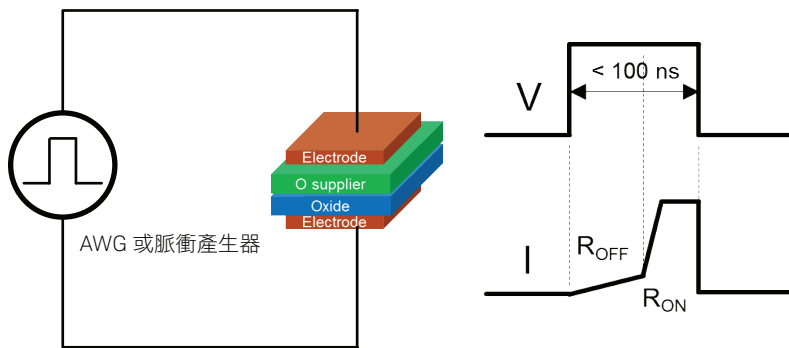


圖 6：對新型 NVM 裝置進行脈衝量測。

# 傳統動態電流量測的挑戰

## 現有工具/儀器已不足以滿足需求

如表 1 所示，雖然目前市面上有許多工具/儀器可用來量測動態電流，但因受到其量測限制，例如示波器和探棒雜訊過大、繁複的消磁和調整步驟、有限的頻寬，或是需要在最大輸入電流與頻率降額之間取捨等等，因此單獨使用這些工具/儀器，已不足以執行動態電流的定量量測和分析。

舉例來說，附有差動式探棒或鉤鉗式電流探棒的示波器雖然很方便，而且具有很大的量測頻寬，但因雜訊底線較高，在低位準動態電流量測上的效果很有限。

如果您要量測的是平均電流，DMM 非常有用，但它的取樣率較低而且頻寬較窄，並不適合用來量測高頻率電流。您可使用貴公司的內部解決方案達到一定的量測目標。然而，這些解決方案僅能提供有限的支援。

量測工具	優點	缺點	最小的可量測電流
	分流電阻器 + 差動式探棒 + 示波器	- 寬頻寬 - 簡易量測 - 低成本	- 雜訊底線 - 壓降 vs. 靈敏度 - 動態範圍  > 1 mA
	鉤鉗式電流探棒 + 示波器	- 易於量測 - 非侵入式	- 雜訊底線 - 調整 - 頻率額降  > 1 mA
	數位萬用電錶 (DMM)	- 低電流 - 高準確度 - 低成本	- 頻寬 - 圖形操作介面  < 1 $\mu$ A
	內部解決方案	- 低成本 - 最佳化	- 支援度 - 靈活性  < 1 $\mu$ A

表 1：現有的動態電流量測工具/儀器。

## 您得花上許多精力來完成所有量測和分析

如圖 5 所示，由於大多數物聯裝置和行動裝置在短時間的運作狀態和長時間的休眠/待機狀態之間切換運作以便降低功耗，因此儀器需具備寬動態範圍量測能力以對所有這些狀態進行適當的分析。不過，從表 1 所列出的量測挑戰可知，要使用單一儀器量測到恰當的電流曲線非常困難，所以通常是透過不同儀器和多個分流電阻器的組合來涵蓋需求範圍。但是這種方法相當費時，要靠多次量測迭代的結果來提升量測傳真度。而且不同工具/儀器（參見圖 7）內建的量測條件不同，因此您可能也會遇到資料不一致的情況。這些問題使您不能有效率地執行特性分析及設計驗證。最後由於需預留消除誤差的邊限，導致產品成本受到影響。

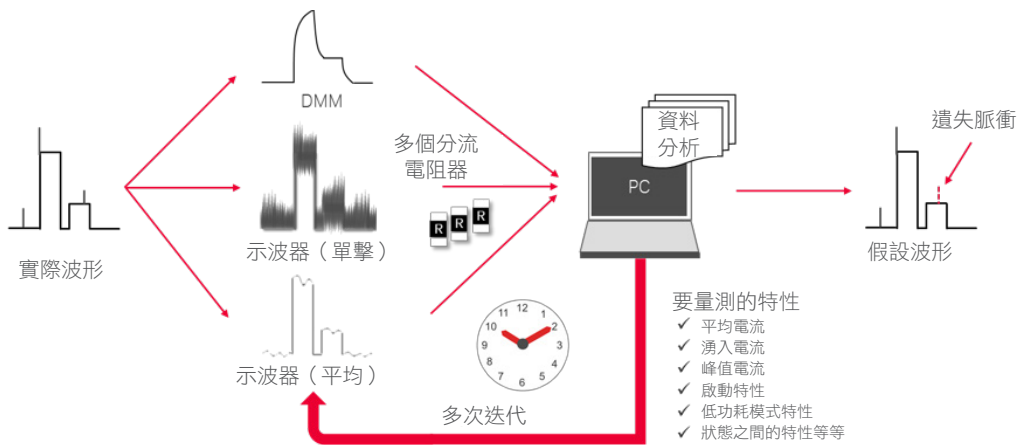


圖 7：使用現有工具/儀器進行特性分析及設計驗證相當費時。

## 需要更寬的寬頻和低雜訊效能

在對 RRAM 或 PCM 等先進 NVM 裝置進行特性分析時，您需執行寬頻和低位準動態電流量測。但是，由於示波器和探棒引起的高雜訊位準，您無法透過市面上現有的儀器量到細部的低位準暫態電流，您必須在量測解析度和準確度之間作出取捨（參見圖 8）。

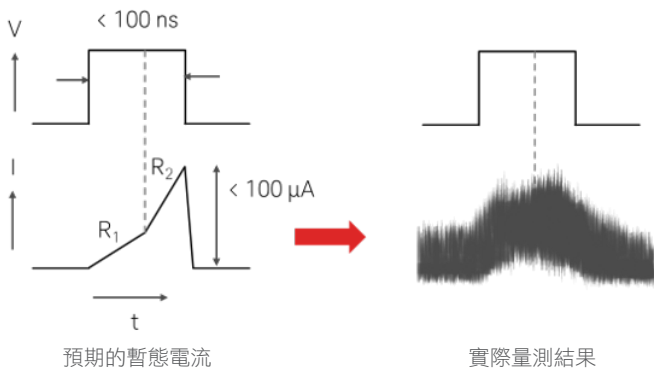


圖 8：低位準暫態電流不易觀察。



## Keysight CX3300 系列能解決您所面臨的挑戰

Keysight CX3300 系列是功能強大的全新量測儀器，讓您只用單一儀器便能解決這些量測問題。它可實現寬動態範圍量測，並附有多種感測器和轉接器。相較於示波器，Keysight CX3300 系列集結寬頻、低雜訊效能，14/16 位元高解析度和易用的圖形操作介面，更能有效提高您的測試效率和評估能力。

### Keysight CX3300 系列如何突破電流波形量測？

和市面上其他傳統動態電流量測工具/儀器相比，Keysight CX3300 系列可呈現更為清晰的波形。圖 9 是傳統儀器和 Keysight CX3300 系列所測得的電流分佈圖比較。因為受到量測限制，您老是量測到雜訊太大、或頻率過窄的結果。因此，您需花費可觀的時間和精力為您的裝置執行各種必要分析。此外，要量測細部的低位準電流狀態尤為困難。

利用 CX3300 系列分析儀，您可用更寬的頻寬輕鬆量測低雜訊動態電流，而且在您要求的動態範圍內，完整地呈現裝置的各種關鍵特性。

進行裝置特性分析和設計驗證的過程中，使用乾淨的波形來執行定量分析至關重要，CX3300 系列是實現此目標的唯一工具。

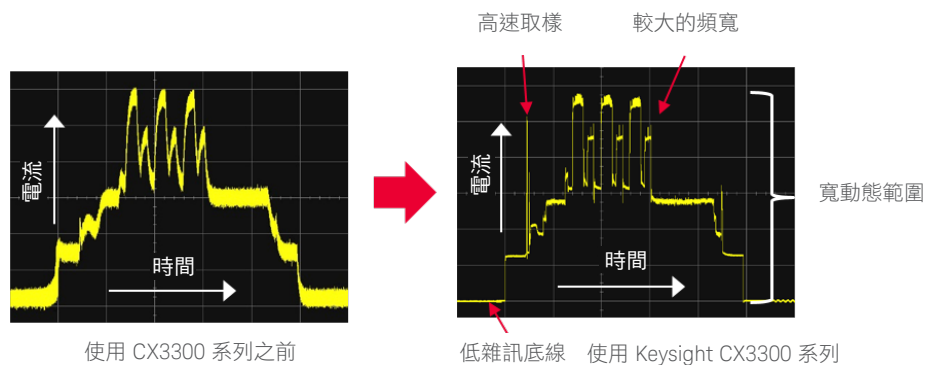


圖 9：波形比較。

## Keysight CX3300 系列如何量測動態電流？

Keysight CX3300 系列產品包括兩款主機、五個各自具有不同量測範圍的專用多功能感測器，和兩個支援電壓量測的轉接器。圖 10 為 Keysight CX3300 系列的產品簡介。依電流量測方式，感測器可分成兩種：一種用於直接量測感測器中的動態電流，另一種用於量測客戶待測電路板上跨在分流電阻器的差動電壓。利用被動式探棒轉接器，您可使用示波器常用的被動探棒，以 14/16 位元高解析度來量測電壓波形。圖形操作介面還搭載許多先進功能和實用分析工具，讓您只需輕鬆操作便能實現準確的量測，同時快速進行分析。

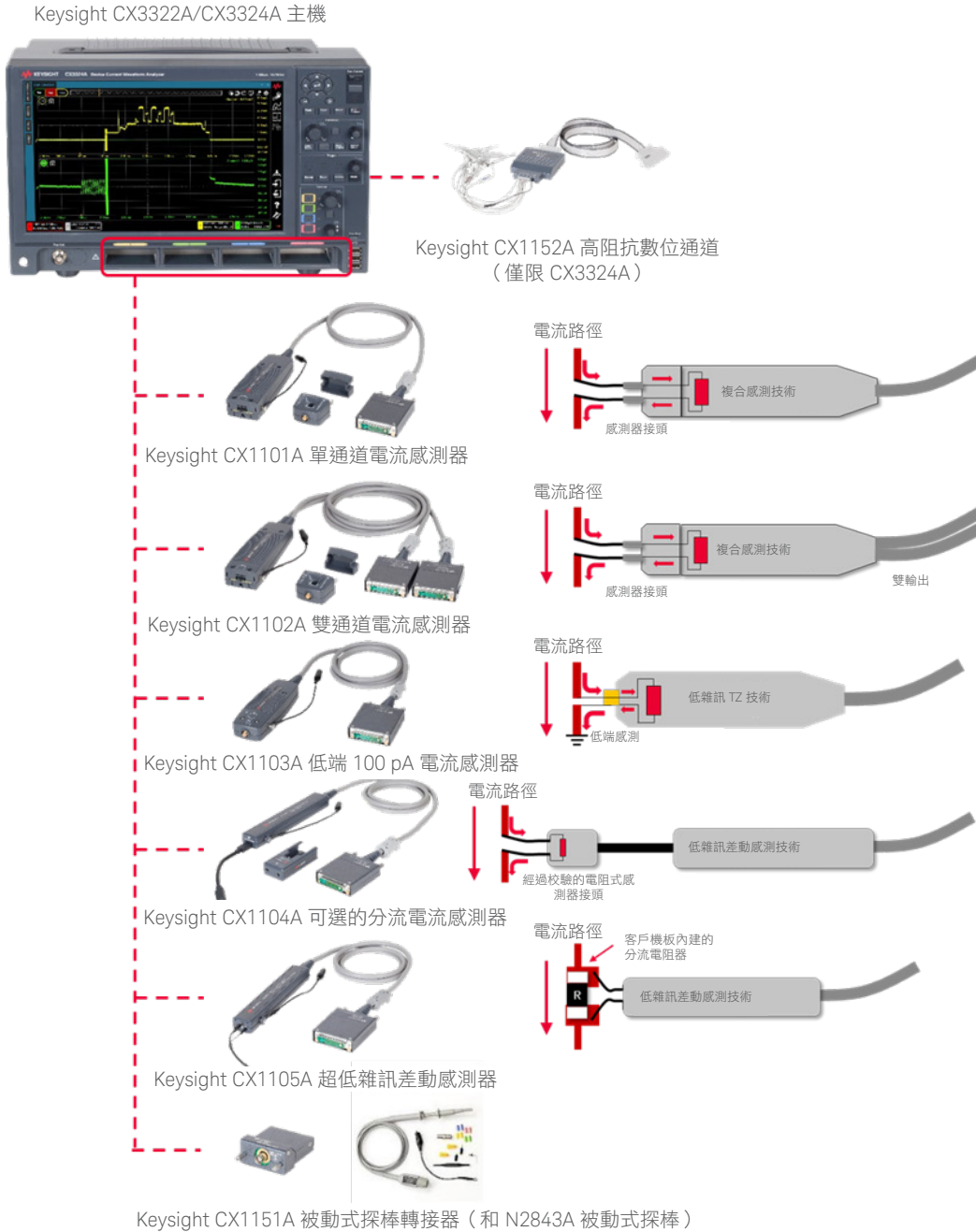


圖 10：CX3300 系列產品及其電流量測方法。

# 高達 200 MHz 的頻寬和 $1 \times 10^{12}$ 寬度量測範圍，讓您能使用 Keysight CX3300 系列執行各種應用

圖 11 表示 Keysight CX3300 系列可根據量測頻寬和電流量測範圍呈現量測區域。寬廣的涵蓋範圍，讓您能任意進行動態電流量測和分析，並且滿足您所有應用需求。

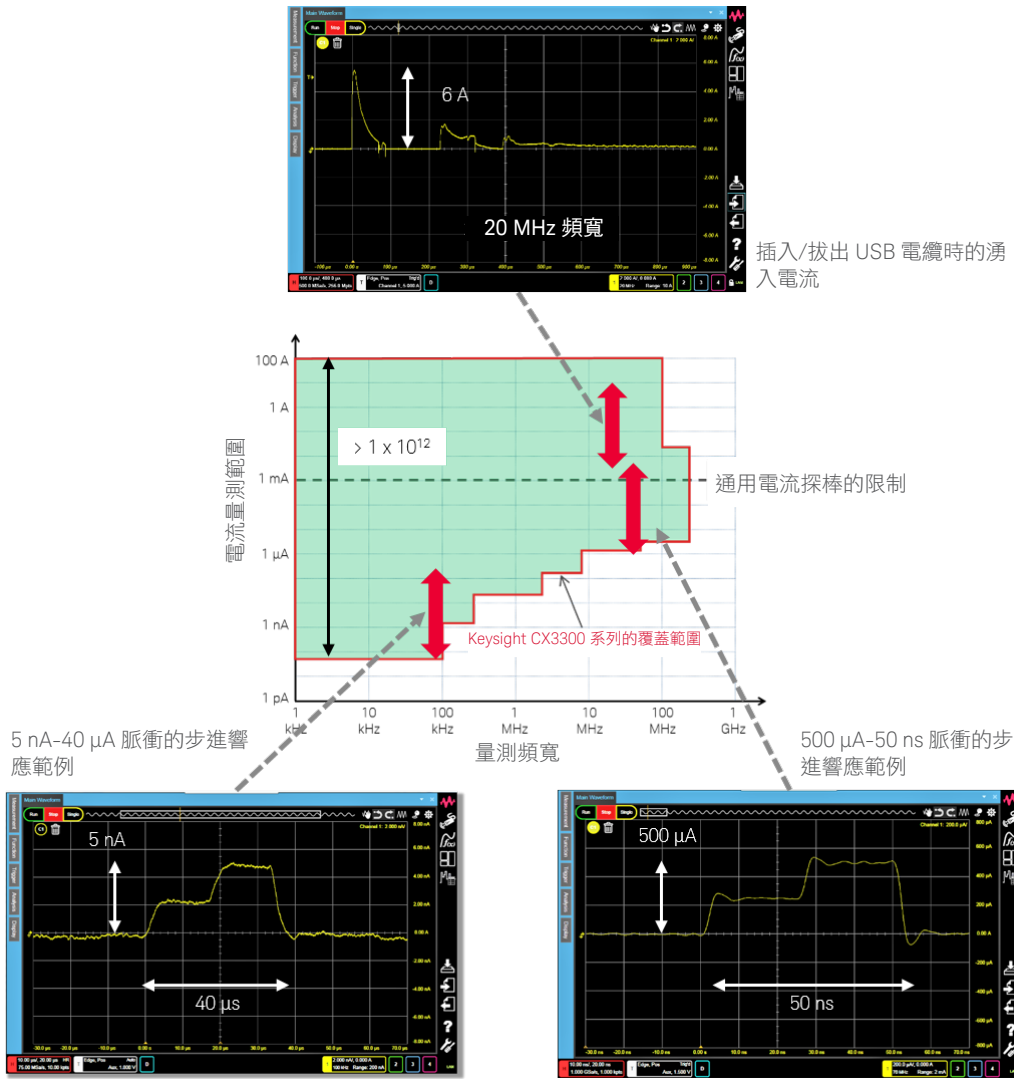


圖 11：CX3300 系列的量測區域。

## 利用 14 位元和 16 位元寬動態範圍，您只需執行單次擷取便可量測休眠和運作狀態的電流波形

寬動態範圍是電流量測的必要條件。對於支援休眠/待機狀態與運作狀態的低功率裝置應用而言，這點尤為重要。CX3300 的主機和專用感測器讓您在單次量測中實現高達 100 dB (5-decade) 的動態範圍量測。

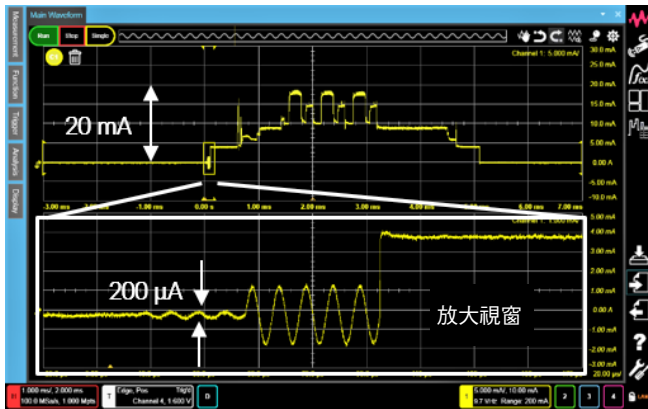


圖 12：「隨處 (Anywhere)」縮放功能。

### 易用的「Anywhere」放大功能可讓您隨時放大波形的任何部分

您只需在前面板上簡單操作幾個步驟或按一下波形視窗的小圖示，便能立即啟用「Anywhere」放大功能，以放大任何想要觀察的區域，包括主波形之外的垂直刻度與水平刻度上的任何位置。因此，您可充份利用 Keysight CX3300 的 14 和 16 位元高解析度。

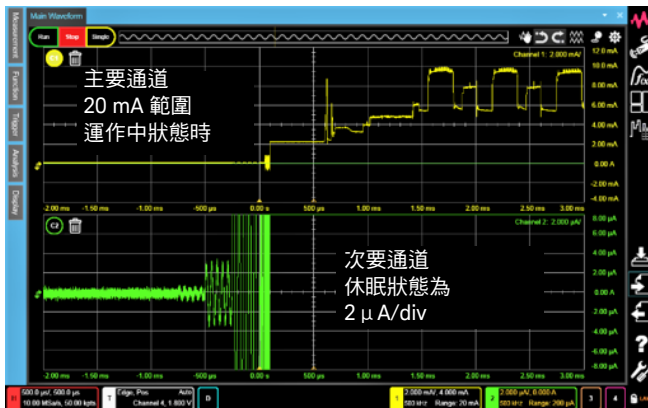


圖 13：雙通道電流感測。

### 雙通道電流感測器具有 100 dB 的動態範圍，可用來查看低功率裝置的運作狀況

Keysight CX1102A 雙通道電流感測器可同時量測兩種不同量測範圍。舉例而言，您可將主要通道的電流範圍設為 20 mA，次要通道的範圍會自動設為 200 µA，因而可量測 1 µA 以下的電流（主要通道的電流範圍是次要通道的 50 或 100 倍）。對於在休眠/待機與運作這兩種狀態下切換運作的低功率應用，此電流感測配置是非常實用的工具。

## 業界最低雜訊的差動電壓量測技術：用差動感測器實現非侵入式電流量測

Keysight CX1105A 超低雜訊差動感測器可量測評估板或測試板上的分流電阻器差動電壓，並將測得的電壓轉換成 Keysight CX3300 主機上的電流波形。它產生的低位準輸入雜訊，遠比任何現有示波器的差動式探棒來的更低。圖 14 為一個差動電壓量測範例，使用了 Keysight CX1105A 和 50 mΩ 分流電阻器。整個波形是以 1 mV 刻度 (相當於 20 mA) 擷取，具有很高的波形傳真度。該感測器優異的低雜訊效能，可讓您量到大範圍的動態電流，這取決於您所選用的分流電阻值。

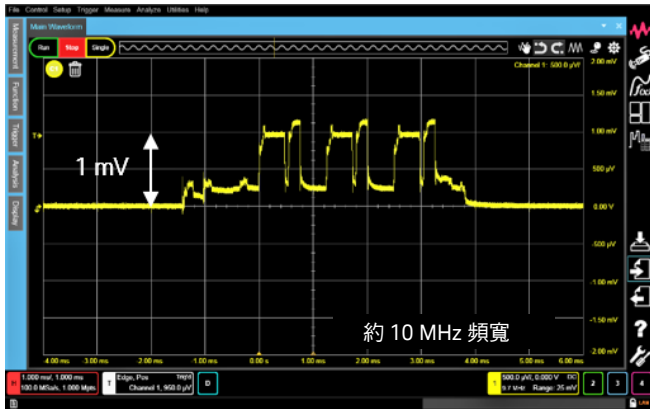


圖 14：CX1105A 差動電壓量測範例。

## 每個通道皆能快速切換至 16 位元解析度

只要按下「高解析度 (High Reso)」按鈕，便可隨時將解析度從 14 位元 (高速模式) 改成 16 位元 (高解析度模式) 來查看細部波形。16 位元模式對於 1 MHz 以下的量測頻寬尤其有效。

1. 16 位元模式的最大頻寬限制為 14 MHz。其他資訊請參見本文件中的產品規格段落。



圖 15：可設定 16 位元解析度的高解析度按鈕。

# 您再也不會忽略暫態電流，同時還可利用 1 GSa/s 取樣率和高達 200 MHz 的頻寬來進行裝置特性分析和驗證

大多數工程師可能因量測頻寬較窄或取樣率小，而未察覺劇烈起伏的電流脈衝。Keysight CX3300 迅速的寬頻量測功能可擷取前所未見的快速暫態電流波形，並且在顯示器上清楚呈現這些波形。如此不僅可提昇除錯效率，還可根據所測得的峰值電流來選擇合適的元件。

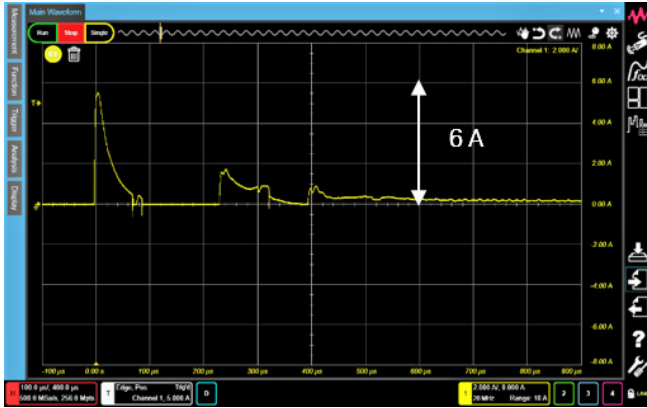


圖 16：使用 CX1104A 執行湧入電流量測。

## 擷取湧入和峰值電流，不受量測限制

選用合適的被動元件可確保 DUT 在大電流量測時不會產生壓降。利用 Keysight CX1104A 可選擇的分流電流感測器和校準式電阻感測器接頭，您可以量測到清晰、準確高達 15 A 的電流波形，且完全無需擔心電流探棒量測常見的頻率降額或脈衝寬度限制問題。

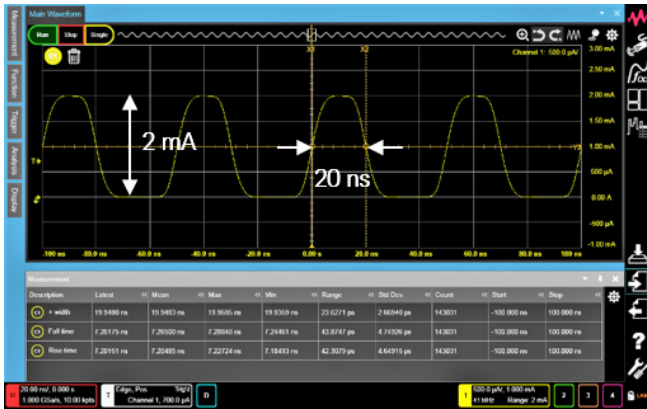


圖 17：高速電流脈衝量測。

## 寬頻量測功能極適用於窄電流脈衝量測

您可輕易地量測脈衝寬度比 100 ns 更短的低位準暫態電流，這對於評估並分析諸如 RRAM、PCM、MRAM 等雙端元件很有幫助。

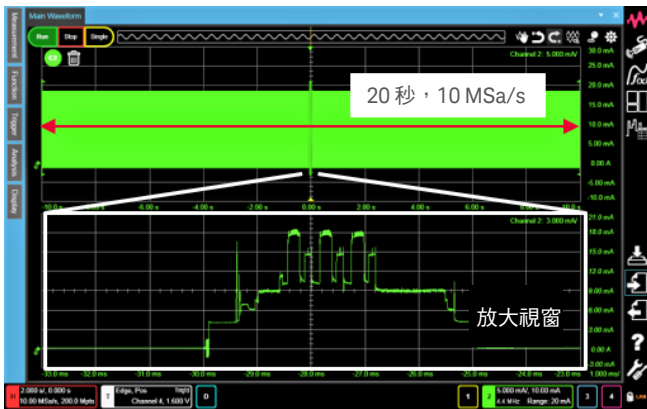


圖 18：「隨處 (Anywhere)」縮放功能。

## 快速的擷取率和深度記憶體，可儲存長期的暫態特性，而且傳真度不打折

高達 256 Mpts/ch 的記憶體深度及快速的擷取率，讓您能擷取長時間的波形，並觀察是否有非預期的電流峰值。您可以使用「隨處 (Anywhere)」縮放功能（之前有說明），清楚查看袋測波形上任何想要觀察的區域。

# Keysight CX3300 系列標準功能和主要配件

## Keysight CX3300 主機提供前所未有的量測功能和直觀易用的圖形操作介面

Keysight CX3300 系列可同時兼顧寬頻和低雜訊電流感測，並可在 14.1 吋螢幕上清楚顯示低位準電流波形。透過您熟悉的先進圖形操作介面，加上簡單易用的觸控螢幕，讓您在第一次使用時便可立即上手，同時獲得用於關鍵分析的準確資料。CX3300 系列另亦提供通用介面連接能力，以滿足客戶各種不同的需求。

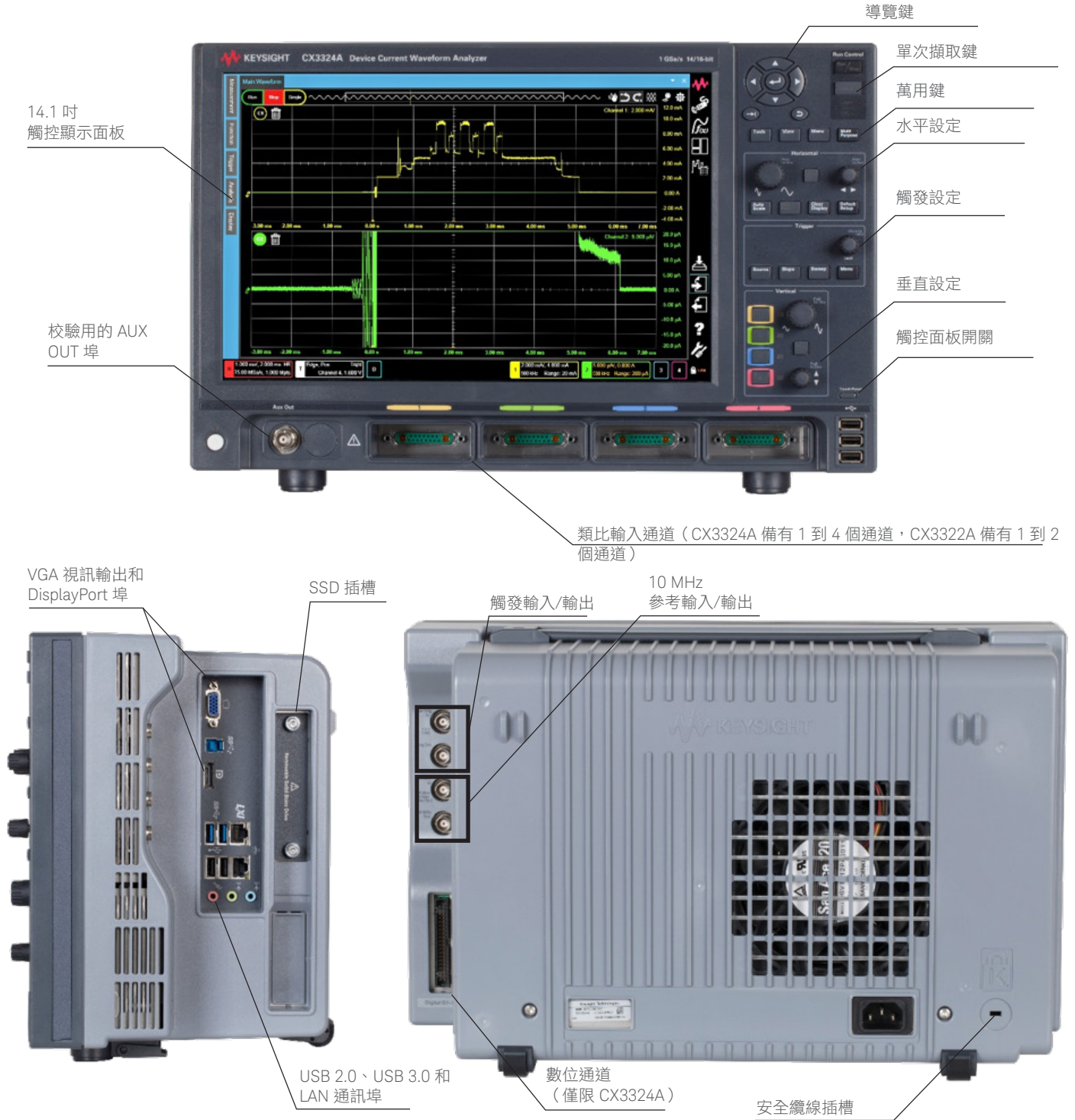


圖 19：CX3324A 正面、側面及背面圖。

## 專用的多功能感測器和配件，可滿足各種動態電流量測需求



圖 20：CX1101A 單通道電流感測器。

Keysight CX1101A 是廣泛使用在低功率裝置應用的基本電流感測器。高頻雜訊可被其多重電流感測技術加以抑制。

- 40 nA 至 1 A (CX1206A 可至 10 A)
- > 80 dB 動態範圍
- 100MHz 最大頻寬
- $\pm 40$  V 共模電壓
- 配合感測器接頭連接至您的待測物



圖 21：CX1102A 雙通道電流感測器。

Keysight CX1102A 使用與 CX1101A 相似的多重電流感測技術，可同時量測兩種不同量測範圍。Keysight CX1102A 可在單次量測中同時量測休眠/待機和運作狀態的電流。

- 40 nA 至 1 A
- >100 dB 動態範圍
- 100 MHz 最大頻寬
- $\pm 12$  V 共模電壓
- 佔用主機的 2 個輸入通道
- 配合感測器接頭連接至您的待測物。



圖 22：您可以從這 6 個感測器接頭轉接器中，找到適合連接 CX1101A 和 CX1102A 與 DUT 的連接介面。這些感測器接頭轉接器可輕易且安全地連接到電流感測器，不用時也可輕鬆拔除。SMA 型轉接器可用於寬頻量測，而雙絞線和測試導線轉接器則適用於不一定需要寬頻的快速電流波形量測。





圖 23：CX1103A 低側 100 pA 電流感測器。

Keysight CX1103 具有 CX3300 系列感測器中最大的量測頻寬。它採用低雜訊跨阻抗放大技術。

- 150 pA 至 20 mA
- > 80 dB 動態範圍
- 200 MHz 的最大頻寬
- 僅限低側（量測對地電流）
- 使用精密電流源消除偏移

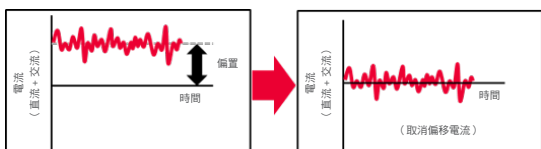


圖 24：Keysight CX1103A 可去除直流電流偏移，並且僅擷取所需的動態電流。這項功能對於在大直流電流上量測低位準動態感測器電流信號相當有用。



圖 25：CX1104A 可選的分流電流感測器。

CX1104A 可用於準確的動態電流量測，具有高達 15 A、低至 1  $\mu$ A 的寬動態範圍。電阻式感測器接頭在出廠前需通過本公司的校驗。且其頻率響應可擴展到 20 MHz 而且沒有大的波動。

- 1  $\mu$ A 到 15 A
- > 80 dB 動態範圍
- 20 MHz 最大頻寬
- $\pm 40$  V 共模電壓



圖 26：CX1211A 至 CX1216A 電阻式感測器接頭。

產品	最大電流	插入電阻
CX1211A	15 A	5.5 m $\Omega$
CX1212A	10 A	8.0 m $\Omega$
CX1213A	5 A	23 m $\Omega$
CX1214A	3 A	53 m $\Omega$
CX1215A	2 A	103 m $\Omega$
CX1216A	250 mA	1.0 $\Omega$

表 2：您可在這系列電阻式感測器接頭中任意選擇，以獲得適合您的應用的連接介面。由於各感測器接頭皆已經過校驗，可確保您總是執行準確的動態電流量測。



圖 27：CX1103A 超低雜訊差動感測器。

Keysight CX1105A 寬頻差動感測器具有業界最低的雜訊效能，可用於量測評估板/測試板上分流電阻器兩端的電壓。您可透過在主機上輸入電阻值來量測電流波形。

- 非侵入式電流量測
- 1  $\mu$ A 至 100 A（取決於您的分流電阻器）
- > 80 dB 動態範圍
- 100 MHz 最大頻寬
- $\pm 40$  V/6 V 共模電壓



圖 28：選配的 -50°C 至 +150°C 溫度測試用的 1 公尺屏蔽雙絞纜線。

圖 29：多種和 Keysight CX1105A 搭配使用的配件可實現倍速高效的特性分析和驗證。

### 請執行使用者校驗，獲得最佳量測準確度

藉由連接感測器或探棒轉接器，您可在校驗過程中使用輔助輸出埠對每個通道進行校驗。每台主機和感測器均隨附連接纜線和所需校驗工具，方便您執行使用者校驗並享有絕佳準確度。



圖 30：校驗用的 AUX OUT 埠。

## 所有感測器產品比較

下面是補充資料。詳細特性請參見本文件中的產品規格段落。

表 3：感測器產品比較

產品簡介	Keysight CX1101A 單通道電流感測器	Keysight CX1102A 雙通道電流感測器	Keysight CX1103A 低側 100 pA 電流感測器	Keysight CX1104A 可選的分流電流感測器	Keysight CX1105A 超低雜訊差動感測器
產品圖片					
電流感測技術	複合電流感測	複合電流感測	低雜訊跨阻抗	最佳化的分流電阻器	超低雜訊差動感測
最大獨立頻寬	100 MHz	100 MHz	200 MHz	20 MHz	100 MHz
最大的可量測電流	1 A (10 A)	1 A	20 mA	15 A	100 A (真實最大值)
最小的可量測電流	40 nA	40 nA	150 pA	1 μA	1 μA
動態範圍	超過 80 dB	超過 100 dB	超過 80 dB	超過 80 dB	超過 80 dB
典型的插入電阻	410 mΩ (50 Ω)	410 mΩ (50 Ω)	4 Ω (50 Ω)	5.5 mΩ 至 1 Ω (6 個可選的分流器)	N/A (客戶的分流器)
最大共模電壓	± 40 V	± 12 V	± 0.5 V	± 40 V	±40 V 或 ±6 V
輸出通道數	1	2	1	1	1
量測端 (高/低/兩者)	兩者	兩者	低	兩者	兩者
用於消除偏移的電流源 (參見圖 24)	無	無	是	無	無
應用範例	低功耗物聯網裝置 (BLE、ZigBee 等)	√	√		
穿戴式裝置 (手錶、 腕帶等)	√	√			
醫療/保健裝置	√	√		√	√
能量收集 (IC、感測器、 致動器等)	√		√		
用於低功耗物聯網裝置 的 MCU / SoC	√	√		√	√
低功耗 IC 和感測器 (類比、數位)	√		√		
中功率物聯網裝置 (WiFi、LTE 等)				√	√
元件特性分析 (RRAM、PCM、 MRAM 等)	√		√	√	
元件特性分析 (CMOS、WBG 等)	√		√	√	
行動裝置 (智慧型手機、 平板電腦等)	√			√	√
用於行動裝置的 SoC/ APU/MPU/GPU				√	√
FPGA/PLD	√			√	√
車用 ECU 和感測器	√	√		√	√

## 高輸入阻抗數位通道可將探棒的負載電流降到最低 (CX3324A 選項)

如需透過多達 8 通道的數位觸發來量測與數位信號 (例如控制器 I/O 或資料匯流排) 同步的電流時, Keysight CX1152A 數位通道是非常實用的選項。不同於傳統的數位探棒, CX1152A 的每根探棒都具有 10 M $\Omega$  的大輸入電阻, 方便您將負載電流降到最低, 以執行準確的低功率量測。

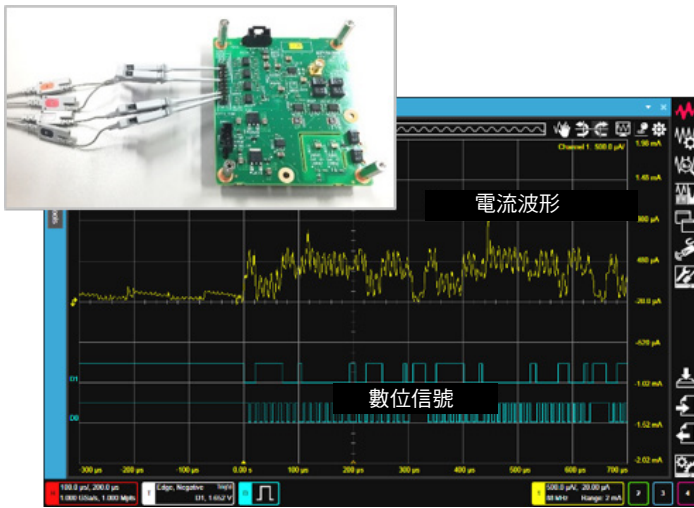


圖 31：使用數位通道執行電流波形量測。

## 精準的 14/16 位元電壓波形量測, 讓您量取過去無法獲得的成果

有了 Keysight CX1151A 被動式探棒介面轉接器, 您即可用常見的被動式探棒執行標準電壓量測。它不僅能以電流感測器進行動態功率量測, 且還可利用 14/16 位元高解析度精準地量測電壓波形, 進而讓您觀測低位準的電壓暫態特性, 這是過去的高雜訊市售儀器探測不到的結果。

## Keysight CX3300 系列配備可升級的主機, 您可先以可負擔的價格購買主機, 等將來量測需求增加時再進行升級

Keysight CX3300 主機提供以下選項, 您可根據預算及應用需求, 選擇最合適的規格。

- 雙通道機型 (CX3322A) 和四通道機型 (CX3324A)<sup>1</sup>
- 三個最大頻寬選項: 50 MHz、100 MHz 和 200 MHz
- 每個通道有三個記憶體深度選項: 16 Mpts、64 Mpts 和 256 Mpts

這些升級授權產品可以增強先前購買之主機的頻寬和記憶體深度, 便於滿足您的應用需求。詳情請見《Keysight CX3300 系列配置指南》。



圖 32：使用被動式探棒進行電壓量測的範例。

1. 通道數不可升級。

# 直覺的操作介面與先進的量測分析功能可提高您的量測分析效率

除具備中階示波器的常用功能外，Keysight CX3300 系列操作介面還提供了先進好用的量測環境供您進行電流量測使用。Keysight CX3300 系列讓您一使用即可快速上手並進行關鍵動態電流量測，而無需先閱讀複雜的使用說明書。對於各感測器/轉接器還提供方便查看的使用資訊，例如有效量測頻寬等，這通常在需要具備寬動態範圍的電流量測會有幫助。

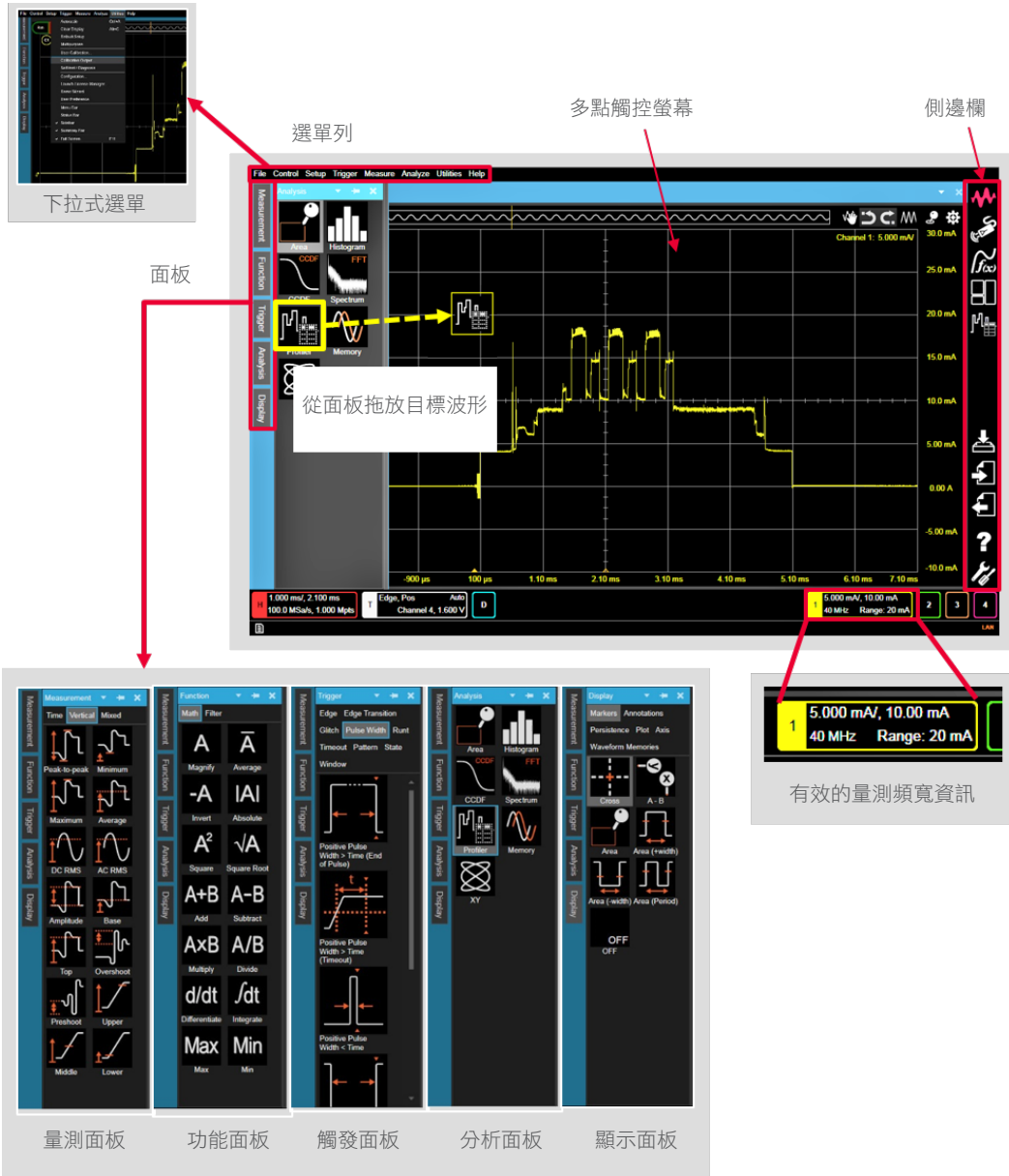


圖 33 : Keysight CX3300 系列使用者操作介面

## 自動電源和電流特性分析功能讓您無需耗時地進行電源與電流特性分析

透過電源或電流特性分析，您可清楚洞察某一事件或狀態的電流消耗量，但得在外接電腦上操作使用特定軟體，過程相當耗時。這個電源和電流特性分析功能內建在所有 Keysight CX3300 系列主機當中，其可自動在時間刻度畫一條垂直線，並立即計算各項重要參數，例如：平均電流、最大/最小電流、累積電荷等，然後條列在下方的表格中。您也可根據測得的特性手動調整區段。

分析面板

選擇目標波形上 Profiler 圖標並透過「拖放」來開啟電源和電流特性分析功能。它會自動擷取波形並複製到 Profiler 的視窗內。

切換使用放大和分佈圖

Num.	Label	Time	Transition	Min.	Max.	Min	Integral	Ratio
1		-3.000 ms	3.100 ms	-9.946 mA	734.0 µA	-737.3 µA	-30.83 nC	-0.12%
2		100.0 µs	510.3 µs	2.097 mA	2.429 mA	294.8 µA	1.070 µC	4.31%
3		610.3 µs	352.3 µs	3.340 mA	8.467 mA	1.909 mA	1.178 µC	4.74%
4		963.1 µs	453.3 µs	4.503 mA	4.874 mA	3.350 mA	2.041 µC	8.21%
5		1.416 ms	146.3 µs	5.453 mA	6.161 mA	4.454 mA	796.9 nC	3.21%
6		1.567 ms	231.6 µs	9.194 mA	9.631 mA	5.489 mA	2.129 µC	8.57%
7		1.714 ms	81.68 µs	5.617 mA	8.896 mA	5.335 mA	458.8 nC	1.85%
8		1.876 ms	134.4 µs	7.529 mA	8.232 mA	5.487 mA	1.012 µC	4.07%
9		2.010 ms	145.4 µs	5.283 mA	7.390 mA	4.607 mA	768.1 nC	3.05%
10		2.156 ms	231.5 µs	9.150 mA	9.564 mA	5.456 mA	2.118 µC	8.52%
11		2.387 ms	81.80 µs	5.606 mA	8.884 mA	5.324 mA	458.6 nC	1.85%
12		2.469 ms	134.2 µs	7.523 mA	8.175 mA	5.482 mA	1.011 µC	4.07%
13		2.603 ms	145.4 µs	5.274 mA	7.372 mA	4.589 mA	766.9 nC	3.05%
21	Summary	7.000 ms	10.00 ms	2.485 mA	9.611 mA	-737.3 µA	24.85 µC	100.00%

使用 Profiler 的縮放功能，您可輕鬆、準確地增加、移除和移動這些垂直線。每當您修改區段時，這個表格都會立即更新。

圖 34：自動電源和電流特性分析。

## Auto Save 功能可自動擷取並儲存隨機出現的波形

Auto Save 功能可自動偵測不規則暫態波形並儲存至主機的記憶體中。設定好適當的觸發位準和最大擷取波形數以後，即可啟用自動儲存功能。擷取完的每一個波形都可再度載入主機螢幕上以供日後分析。因為可擷取的波形數沒有上限，您可在離開測試站前啟用自動儲存功能，過一段時間後再來查看結果。

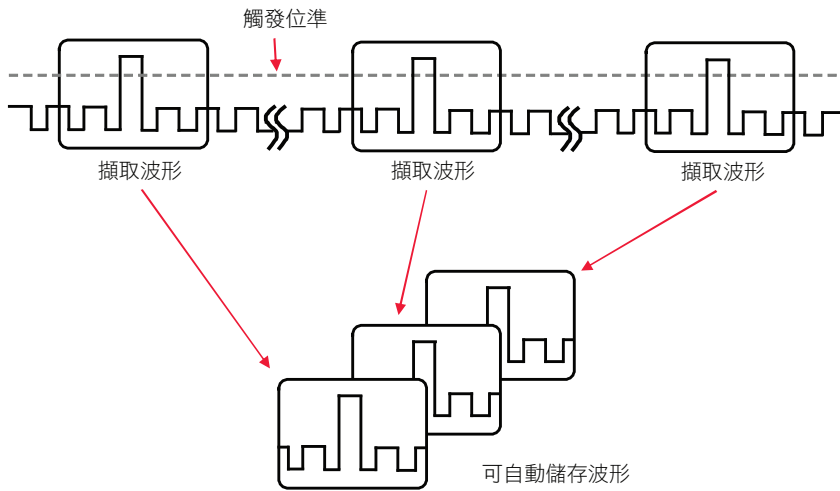


圖 35：Auto Save 運作圖示。

## 動態電流的頻域分析 (FFT) 可提供更多 PDN 特性分析資料

FFT 分析可用於分析電流波形，跟電壓波形分析相似。由於 PDN 的電壓暫態波形通常較小，因此使用相對較大的電流波形將有助於您執行頻域分析。如圖 36 所示，使用閘控功能可讓您聚焦檢視波形中的受測週期。

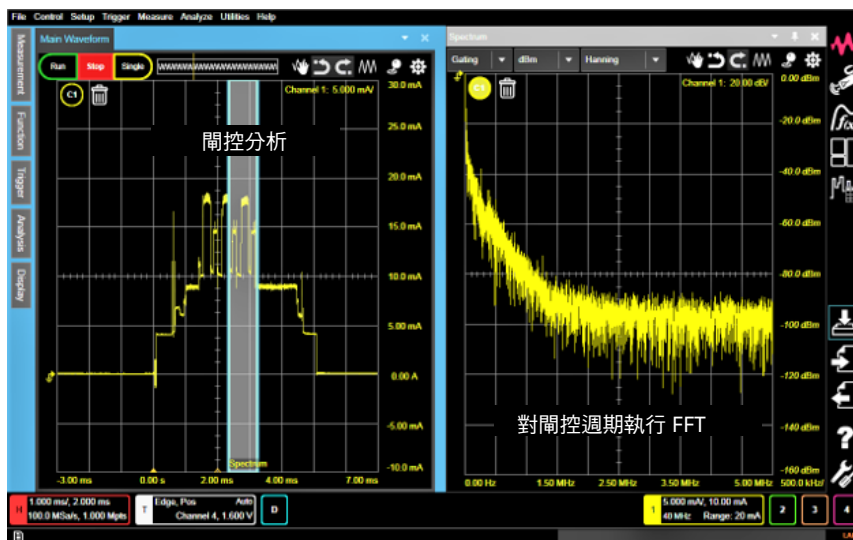


圖 36：頻域分析 (FFT)。

## XY 分析擴展您 Keysight CX3300 主機的特性分析內容

在 XY 分析中結合精準的電壓波形和電流波形，可讓您獲得更多的分析功能。圖 37 是輸入電壓斜波波形來量測 LED 的 IV 特性曲線的一個 XY 分析範例。

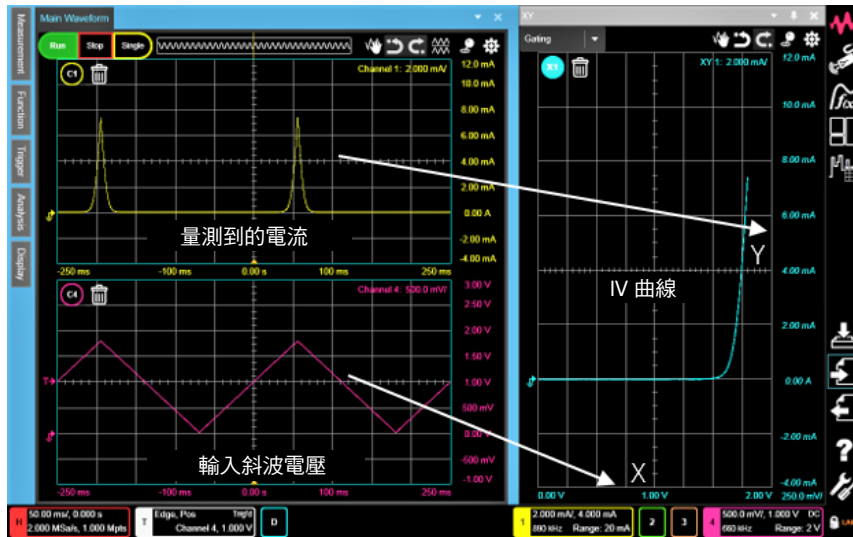


圖 37：XY 分析函數。

## 區域標記可幫助您快速檢視目標特性的量測結果

將可擴展的區域游標移動到測得波形上，即可在指定區域量到平均電流、RMS 電流等等。當您想透過調整某個事件獲致最佳功耗時，這會是個非常實用的功能。

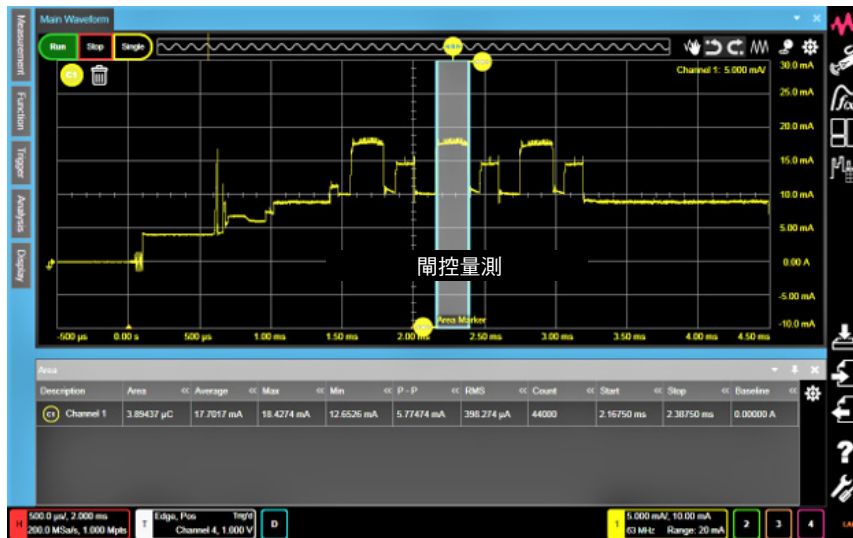


圖 38：區域標記函數。



## 統計分析有效縮短您的思考分析時間

Keysight CX3300 配備統計分析功能，如主機上可選的互補累進分佈函數（CCDF）或直方圖。因此，您可專注執行量測而無需傳輸或將電腦上其他軟體的資料格式化。

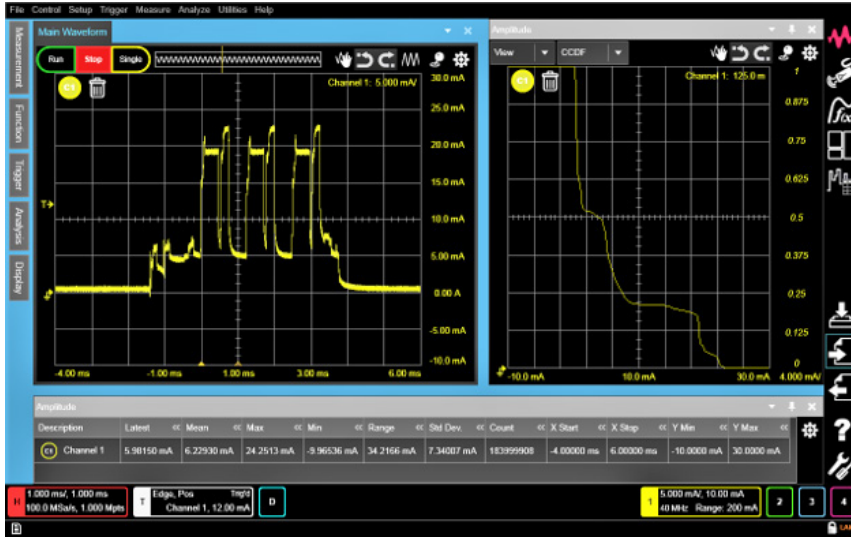


圖 39：統計分析（CCDF）。

## 簡單實用的功能，方便您儲存和載入測得的波形和分析結果

Keysight CX3300 系列可透過如 USB 或 LAN 等高速介面來儲存資料、螢幕擷圖和量測設定等。其他資訊請參見本文件中產品規格段落。另外，您還可以將自動電源和電流分析結果分段儲存並載入為「Profile Lines」，如圖 40 所示。

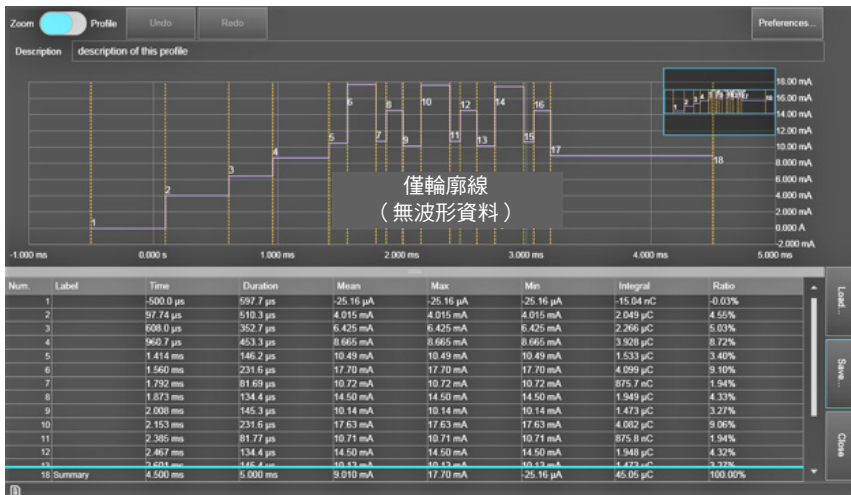


圖 40：僅在 Profiler 中載入“Profile Lines”。

## 透過 BenchVue 軟體輕鬆實現自動化測試

是德科技的 BenchVue 軟體支援 CX3300 系列（BenchVue 電流分析儀應用程式），並允許您從 PC 控制您的 CX3300 系列。CX3300 系列可連接並控制多個是德科技儀器，其強大且直覺的測試序列功能，可快速地為連接的儀器建立自動化測試。它可輕鬆地記錄量測結果並繪製成圖表，最後還可匯出結果以進行進一步分析。圖 41 是使用 Keysight 33622A 波形產生器和 CX3324A 進行簡單脈衝量測的測試序列範例。



圖 41：使用 CX3324A 和 33622A 的 BenchVue 電流分析儀應用範例。

## 主要特性

表 4：Keysight CX3300 系列主機重要特性

型號	輸入通道數	類比頻寬選項	最大取樣率	動態範圍 (ADC 位元)	記憶體深度選項	數位通道	使用者自行安裝的升級選項
CX3322A	2	50 MHz、100 MHz、200 MHz	1 GSa/s	14 位元 (高速模式) 和 16 位元 (高解析度模式)	4 Mpts、16 Mpts、64 Mpts、256 Mpts	無	頻寬，記憶體深度
CX3324A	4	50 MHz、100 MHz、200 MHz	1 GSa/s	14 位元 (高速模式) 和 16 位元 (高解析度模式)	4 Mpts、16 Mpts、64 Mpts、256 Mpts	是	頻寬，記憶體深度

表 5：電流感測器重要特性

型號	軟體名稱	20 MHz NBW 時的 RMS 雜訊	最大可量測的電流	直流量測準確度 (包含主機) <sup>1</sup>	最大頻寬 (僅限感測器)
CX1101A	電流感測器，單通道	40 nA	10 A <sup>2</sup>	± (0.6 % + 0.3 %)	100 MHz
CX1102A <sup>3</sup>	電流感測器，雙通道	40 nA	1 A	± (0.6 % + 0.3 %)	100 MHz
CX1103A	電流感測器，低側	150 pA	20 mA	± (0.6 % + 0.3 %)	200 MHz
CX1104A	電流感測器，可選的電阻式感測器接頭	22 μA <sup>4</sup>	15 A	± (1.7 % + 0.5 %)	20 MHz
CX1105A	差動感測器，單通道	20 μV <sup>5</sup>	100 A <sup>6</sup>	± (1.4 % + 0.3 %)	100 MHz

1. 執行使用者校驗 24 小時後的數據。Keysight CX1104A 與 CX1214A 搭配使用。
2. 配備 CX1206A 感測器接頭。
3. Keysight CX1102A 佔用主機 2 個輸入通道。
4. 配備 CX1216A 電阻式感測器接頭。
5. 使用高解析度量測模式。電流雜訊與用於量測的分流電阻器有關。
6. 實際最大可量測電流。

## 電流/差動感測器量測範圍

表 6：CX1101A 電流感測器，單通道，±40 V，100 MHz，40 nA - 1 A

通道 範圍	RMS 雜訊 <sup>1</sup>	最大頻寬 (-3 dB)	輸入電阻 (典型值)	最大共模電壓
10 A	10 mA	3 MHz <sup>2</sup>	15 mΩ	± 40 V
1 A	2 mA	100 MHz	410 mΩ	
200 mA	0.2 mA			
20 mA	20 μA			
2 mA	3 μA			
200 μA	500 nA <sup>5</sup>	500 kHz <sup>5</sup>	50 Ω	
	400 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>		
20 μA	150 nA <sup>5</sup>	500 kHz <sup>5</sup>		
	40 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>		

表 7：CX1102A 電流感測器，雙通道，±12 V，100 MHz，40 nA - 1 A

主要通道		次要通道		最大頻寬 (-3 dB)	輸入電阻 (典型值)	最大共模電壓
範圍	RMS 雜訊 <sup>1</sup>	範圍	RMS 雜訊 <sup>1</sup>			
1 A	2 mA	20 mA	20 μA	100 MHz	410 mΩ	± 12 V
200 mA	0.2 mA	2 mA	3 μA			
20 mA	20 μA	200 μA	500 nA	500 kHz	50 Ω	
2 mA	2 μA	20 μA	200 nA			
20 mA <sup>3</sup>	8 μA <sup>3</sup>	200 μA <sup>3</sup>	400 nA <sup>3</sup>	90 kHz <sup>3</sup>		
2 mA <sup>3</sup>	1 μA <sup>3</sup>	20 μA <sup>3</sup>	40 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>		

表 8：CX1103A 電流感測器，低側，200 MHz，100 pA - 20 mA

通道 範圍	RMS 雜訊 <sup>1</sup>	最大頻寬 (-3 dB)	最大偏移電流	輸入電阻 (典型值)	最大共模電壓
20 mA	5 μA	200 MHz	± 20 mA	50 Ω (50 Ω 輸入 ON) 4 Ω (50 Ω 輸入 OFF)	± 1 V (50 Ω 輸入 ON) ± 0.5 V (50 Ω 輸入 OFF)
2 mA	1.5 μA	75 MHz			
200 μA	150 nA	9 MHz	± 200 μA		
20 μA	25 nA	2.5 MHz			
2 μA	1.5 nA	250 kHz	± 2 μA		
200 nA	150 pA	100 kHz			

表 9：Keysight CX1104A 電流感測器，可選的電阻式感測器接頭

電阻式感測器 接頭	範圍 (上/下)	RMS 雜訊 (20 MHz NBW)	最大頻寬 (-3 dB)	輸入電阻 (典型值)	最大共模電壓
CX1211A	15.0 A	48 mA	20 MHz	5.5 mΩ	± 40 V
	10.0 A	8.8 mA			
CX1212A	10.0 A	24 mA		8.0 mΩ	
	5.0 A	4.4 mA			
CX1213A	5.0 A	6.0 mA		23 mΩ	
	1.25 A	1.1 mA			
CX1214A	3.0 A	2.4 mA		53 mΩ	
	500 mA	440 μA			
CX1215A	2.0 A	1.2 mA		103 mΩ	
	250 mA	220 μA			
CX1216A	250 mA	120 μA	1.0 Ω		
	25 mA	22 μA			

表 10：Keysight CX1105A 差動感測器，單通道

範圍	RMS雜訊		最大頻寬 (-3 dB)	最大共模電壓
	20 MHz NBW	2.5 kHz NBW <sup>4</sup>		
2.5 V	1100 μV	200 μV	100 MHz	± 40 V
1 V	1100 μV	200 μV		
250 mV	45 μV	3.0 μV		± 6 V
100 mV	24 μV	1.3 μV		
25 mV	20 μV	400 nV		

1. 雜訊量測頻寬 = 20 MHz
2. 在 -4 dB 時
3. 開啟內建的低通濾波器模式。
4. 高解析度模式已啟用。
5. 要啟用這些範圍，CX1101A 的韌體版本必須是 2.0 或更高。

## 有效電流量測頻寬

在此產品規格書中，量測到的主機（50 MHz、100 MHz 和 200 MHz）、感測器（20 MHz、100 MHz、200 MHz）和探棒轉接器（300 MHz）的最大頻寬，被定義為「獨立」儀器。

如文件中規格表所述，當電流感測器或轉接器連接到主機時，可用以下公式估算「有效」的量測頻寬。

表 11a 描述了 200 MHz 主機可用組合的有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 11a：最大有效量測頻寬

感測器/轉接器頻寬 <small>感測器</small> (MHz)	主機頻寬 <small>主機</small> (MHz)	有效量測頻寬 (MHz)
CX1101A	100	~ 90
CX1102A	100	~ 90
CX1103A	200	~ 140
CX1104A	20	~ 20
CX1105A	100	~ 90
CX1151A <sup>1</sup>	300	~ 165

1. 未連接被動式探棒。

## 訂購資訊

表 11b : Keysight CX3300 系列訂購資訊

產品類別	機型編號	軟體名稱
主機型號	CX3322A	元件電流波形分析儀, 1 GSa/s, 14/16 位元, 2 個通道
	CX3322A-B05	頻寬 - 50 MHz
	CX3322A-B10	頻寬 - 100 MHz
	CX3322A-B20	頻寬 - 200 MHz
	CX3322A-004	記憶體 - 每通道 4 Mpts
	CX3322A-016	記憶體 - 每通道 16 Mpts
	CX3322A-064	記憶體 - 每通道 64 Mpts
	CX3322A-256	記憶體 - 每通道 256 Mpts
	CX3300A-KBD	迷你鍵盤和光學滑鼠
	CX3322A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX3322A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX3324A	元件電流波形分析儀, 1 GSa/s, 14/16 位元, 4 個通道
	CX3324A-B05	頻寬 - 50 MHz
	CX3324A-B10	頻寬 - 100 MHz
	CX3324A-B20	頻寬 - 200 MHz
	CX3324A-004	記憶體 - 每通道 4 Mpts
	CX3324A-016	記憶體 - 每通道 16 Mpts
	CX3324A-064	記憶體 - 每通道 64 Mpts
	CX3324A-256	記憶體 - 每通道 256 Mpts
	CX3300A-KBD	迷你鍵盤和光學滑鼠
CX3324A-A6J	ANZI Z540-1-1994校驗	
CX3324A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書	
感測器型號	CX1101A	電流感測器, 單通道, ± 40 V, 100 MHz, 40 nA - 1 A
	CX1101A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1101A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1102A	電流感測器, 雙通道, ± 12 V, 100 MHz, 40 nA - 1 A
	CX1102A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1102A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1103A	電流感測器, 低側, 200 MHz, 100 pA - 20 mA
	CX1103A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1103A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1104A	電流感測器, 可選擇的電阻式感測器接頭, ± 40 V, 20 MHz
	CX1104A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1104A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1105A	差動感測器, 單通道, 100 MHz
	CX1105A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1105A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
轉接器	CX1151A <sup>1</sup>	被動式探棒轉接器
	CX1151A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1151A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
數位通道	CX1152A	數位通道, 10 MΩ 輸入, ± 25 V, 8 個通道
其他配件	CX1903A	適用於 CX3300 系列的機架安裝套件
	CX1905B	適用於 3D 探棒定位器的連接配件

表 11b : Keysight CX3300 系列訂購資訊 (續)

產品類別	機型編號	說明
適用於 CX1101A 和 CX1102A 的感測器接頭	CX1201A	感測器接頭, 同軸直通
	CX1202A	感測器接頭, 同軸直通和 V 監視器
	CX1203A <sup>2</sup>	感測器接頭, 同軸端子
	CX1204A	感測器接頭, 雙絞線轉接器
	CX1205A	感測器接頭, 測試導線轉接器
	CX1206A	感測器接頭, 高電流轉接器和擴充器, 10 A
適用於 Keysight CX1104A 的電阻式感測器接頭	CX1211A	電阻式感測器接頭, 15 A, 5.5 mΩ
	CX1211A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1211A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1212A	電阻式感測器接頭, 10 A, 8 mΩ
	CX1212A-A6J	ANZI Z540-1-19094 校驗
	CX1212A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1213A	電阻式感測器接頭, 5 A, 23 mΩ
	CX1213A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1213A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1214A	電阻式感測器接頭, 3 A, 53 mΩ
	CX1214A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1214A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1215A	電阻式感測器接頭, 2 A, 103 mΩ
	CX1215A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1215A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
	CX1216A	電阻式感測器接頭, 0.25 A, 1Ω
	CX1216A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校驗
	CX1216A-UK6	包含測試資料的商業校驗證書
Windows 10 升級產品	CX3322AU	CX3322A 升級套件
	CX3322AU-W10	從 Windows7 升級到 Windows10
	CX3324AU	CX3324A 升級套件
	CX3324AU-W10	從 Windows7 升級到 Windows10
頻寬升級產品	CX1601U	將 CX3322A 的頻寬從 50 MHz 升級為 100 MHz
	CX1602U	將 CX3322A 的頻寬從 50 MHz 升級為 200 MHz
	CX1603U	將 CX3322A 的頻寬從 100 MHz 升級為 200 MHz
	CX1611U	將 CX3324A 的頻寬從 50 MHz 升級為 100 MHz
	CX1612U	將 CX3324A 的頻寬從 50 MHz 升級為 200 MHz
	CX1613U	將 CX3324A 的頻寬從 100 MHz 升級為 200 MHz
記憶體深度升級產品	CX1651U	將 CX3322A 的記憶體從 16 Mpts 升級為 64 Mpts
	CX1652U	將 CX3322A 的記憶體從 16 Mpts 升級為 256 Mpts
	CX1653U	將 CX3322A 的記憶體從 64 Mpts 升級為 256 Mpts
	CX1654U	將 CX3322A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 16 Mpts
	CX1655U	將 CX3322A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 64 Mpts
	CX1656U	將 CX3322A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 256 Mpts
	CX1661U	將 CX3324A 的記憶體從 16 Mpts 升級為 64 Mpts
	CX1662U	將 CX3324A 的記憶體從 16 Mpts 升級為 256 Mpts
	CX1663U	將 CX3324A 的記憶體從 64 Mpts 升級為 256 Mpts
	CX1664U	將 CX3324A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 16 Mpts
	CX1665U	將 CX3324A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 64 Mpts
	CX1666U	將 CX3324A 的記憶體從 4 Mpts 升級為 256 Mpts

1. 建議使用的被動式探棒產品: Keysight N2843A。
2. Keysight CX1203A 為 CX1101A 和 CX1102A 隨附的配件。

# Keysight CX3300 系列特性

\*\*代表保證規格，所有其他均為補充特性。所有規格在儀器經過 30 分鐘暖機，在  $23 \pm 5$  °C 溫度範圍內有效。

## 量測準確度

在 80 MHz 至 2 GHz 頻率範圍內，當射頻電磁場強於 3 V/m；或在 2 GHz 至 2.7 GHz 頻率範圍內，射頻電磁場強於 1 V/m 時，量測準確度可能受射頻電磁場所影響。影響程度取決於儀器的擺放位置與屏蔽方式。

表 12：Keysight CX3300 系列主機特性概述

		說明
類比頻寬		50 MHz (選項 B05)、100MHz (選項 B10)、200 MHz (選項 B20)
類比通道數	CX3322A	2
	CX3324A	4
數位通道數	CX3322A	N/A
	CX3324A	CX1152A 為 8 個
垂直解析度		14 位元 (高速模式) 和 16 位元 (高解析度模式)
最高取樣率		1 GHz, 全通道
每通道的記憶體深度		4 Mpts (選項 004)、16 Mpts (選項 016)、64 Mpts (選項 064)、256 Mpts (選項 256)

表 13：垂直系統 - 類比通道<sup>1</sup>

類比頻寬 (-3 dB)	14 位元解析度	50 MHz	100 MHz	200 MHz
	16 位元解析度	14 MHz	14 MHz	14 MHz
輸入耦合		直流		
輸入阻抗**		50 Ω : ± 3.5%		
輸入範圍		±0.65 V 標稱值, ±2 V 峰值		
垂直硬體解析度		14 位元或 16 位元		
直流量測準確度**		± (讀值的 0.7% + 量測範圍的 0.7%) <sup>2</sup>		
RMS 雜訊 (± 0.5 V 固定, 全頻寬)	14 位元解析度	120 μVrms	170 μVrms	250 μVrms
	16 位元解析度	46 μVrms	46 μVrms	46 μVrms

1. 類比通道僅限用於 CX1100 系列感測器和 CX1151A 轉接器，不得用於其他用途。
2. 需要 ADC 偏移使用者校驗。

表 14：水平系統

	說明
主要時基範圍	1 ns/div 至 20 s/div
解析度	1 ns
模式	主要
參考位置	左、中、右
時間刻度準確度	10 ppm
通道時差校正	範圍 = -100 至 +100 ns

表 15：擷取 - 類比通道

	軟體名稱
最大即時取樣率 <sup>1</sup>	14 位元解析度
	16 位元解析度
標準記憶體深度	每通道 4 Mpts (選項 004)
記憶體深度選項	選項 016：每通道 16 Mpts
	選項 064：每通道 64 Mpts
	選項 256：每通道 256 Mpts
取樣模式	即時平均 (正常值)
	即時丟棄
	即時峰值檢測
	濾波器
濾波器	Sin (x) / x 內插值
	平均模式
	1 MHz、2 MHz、5 MHz、10 MHz、20 MHz、50 MHz (選項 B10、B20)、 100 MHz (選項 B20) <sup>2</sup>
	低頻雜訊抑制模式 (僅限高解析度模式)

1. 可按下「High Reso」鈕切換使用 14 位元和 16 位元解析度。所有通道均設為相同的解析度。
2. 可使用數學函數分析每個通道的濾波器特性。



表 16：擷取 - 數位通道 - 僅限 CX3324A

	說明
最大即時取樣率	500 MSa/s
每個通道的最大記憶體深度 <sup>1</sup>	128 Mpts
最窄突波偵測能力	7 ns

1. 記憶體深度視類比通道而定。

表 17：觸發

	說明
信號源	CX3322A CX3324A
靈敏度	通道 1、2，輔助通道和電源線通道 通道 1、2、3、4，輔助通道，電源線通道和數位通道
觸發位準範圍	類比通道：感測器範圍的 5% 數位通道：參見 CX1152A 特性 外部觸發輸入：直流至 100 MHz (最低輸入：V <sub>pp</sub> = 300 mV)
觸發耦合	類比通道 外部觸發輸入
掃描模式	類比通道 外部觸發輸入
觸發延滯範圍	直流：高頻斥拒 (50 kHz 低通濾波器) 直流或交流：(10 Hz) 低頻斥拒 (透過 50 kHz 的高通濾波器)、高頻斥拒 (透過 50 kHz 的低通濾波器)
觸發動作	自動、觸發、單次
	100 ns 至 10 s
	當觸發條件發生時，可以指定要採取的動作及動作的頻率。

1. 類比通道的觸發位準範圍與連接到主機的感測器範圍相同。± 感測器範圍 = ± 4 div。在預設設定下。

表 18：觸發模式

	軟體名稱
信號緣 (類比和數位)	上升信號緣、下降信號緣、任一信號緣
信號緣轉態 (類比)	上升信號緣 > 時間, 上升信號緣 < 時間, 下降信號緣 > 時間, 下降信號緣 < 時間
突波 (類比和數位)	正突波 > 時間, 正突波 < 時間, 正突波在範圍內, 負突波 > 時間, 負突波 < 時間, 負突波在範圍內
脈衝寬度 (類比和數位)	正脈衝寬度 > 時間, 正脈衝寬度 > 逾時, 正脈衝寬度 < 時間, 負脈衝寬度 > 時間, 負脈衝寬度 > 逾時, 負脈衝寬度 < 時間
最窄脈衝 (類比)	正最窄脈衝、正最窄脈衝 (時間限定)、負最窄脈衝、負最窄脈衝 (時間限定)
逾時 (類比和數位)	長時間高位準、長時間低位準、長時間某狀態不變
碼型 / 脈衝範圍 (類比和數位)	碼型進入、碼型退出、現有碼型 > 時間、現有碼型 > 逾時、現有碼型 < 時間、現有碼型在範圍內
狀態 (類比和數位)	上升信號緣 (AND)、上升信號緣 (NAND)、下降信號緣 (AND)、下降信號緣 (NAND)、任一信號緣 (AND)、任一信號緣 (NAND)
時窗模式 (類比)	進入範圍、退出範圍、內部範圍 > 時間、內部範圍 > 逾時、內部範圍 < 時間、外部範圍 > 時間、外部範圍 > 逾時、外部範圍 < 時間

表 19：量測和分析

	說明
波形量測	可在主區域或縮放區域內進行。可同時執行多達 8 個量測。
振幅	峰對峰值、最小值、最大值、平均值、直流 RMS、交流 RMS、振幅、最低、最高、過擊、預擊、上方、中間、下方
時間	上升時間、下降時間、正脈衝寬度、負脈衝寬度、週期、頻率、信號週期、Tmin、Tmax
混合	斜率、區域
數學功能	可在通道、記憶體或其他功能的任意組合上運作。具備多達 8 個獨立的函數。
運算子	加、減、乘、除、絕對值、平均值、延遲、倒數、放大、最大值、最小值、差動、積分、平方、平方根 高通濾波器、低通濾波器、平滑濾波器
波形記憶體	可用於量測、數學運算和分析。具備多達 8 個獨立的記憶體。
標記	十字線、A-B、區域
統計分析	平均值、最小值、最大值、標準偏差。用於波形和波形量測
振幅分析	直方圖 (Hits、PDF、CDF、CCDF) 和時窗統計
頻譜分析 (FFT)	水平閘控的振幅和相位，高達 1 Mpts
XY 分析	高達 1 Mpts
功率量測精靈	
電源和電流分析器	

表 20：視覺化

	說明
觀看	波形、直方圖、頻譜、統計、設定概覽、側邊欄
顯示模式	單一、雙重、單一加放大 (垂直、水平、兩者) 持續顯示、色階顯示 曲線圖：自動、點、線、面、分級、鑽石 軸線：自動、線性、對數、反轉
波形註記	可以插入指定波形的顯示區域

表 21：儲存並載入

	軟體名稱
螢幕截圖 <sup>1</sup>	JPG、BMP、PNG
觸發設定	HDF5
設定	HDF5 (包含觸發設定在內的所有設定)
波形	HDF5 (儲存並載入) 和 CSV <sup>1</sup>
合成	HDF5 (包含設定、波形、量測結果和分析結果)
報告	XPS (包含量測結果和分析結果) <sup>1</sup>
自動儲存	

1. 僅儲存。

表 22：電腦系統與周邊設備、I/O 埠

		說明
顯示器		WXGA 14.1 吋電容式多點觸控螢幕
解析度		應用軟體支援 1280 像素 (水平) x 800 像素 (垂直) 顯示解析度
電腦系統與周邊設備	作業系統	Windows 10 IoT
	CPU	3 GHz Intel i5 四核處理器
	PC 系統記憶體	8 GB RAM
	硬碟	≥ 250 GB 抽取式 SSD (固態硬碟)
	周邊設備	提供選配的 USB 滑鼠和小型鍵盤。所有機型均支援 Windows 相容型且具有 USB 介面的輸入裝置。
I/O 埠	LAN	LAN RJ-45 連接器、支援 10Base-T、100Base-T 和 1000Base-T。支援網路遠端控制。
	USB <sup>1</sup>	總共 7 個埠：
		前面板有 3 個 USB 2.0 埠 側面有 4 個 USB 埠 (2 個 USB 3.0、2 個 USB 2.0)
	外部顯示器	驅動程式支援兩個同步顯示埠 DisplayPort 和 VGA 視訊輸出埠
	輔助輸出埠	± 7 V 最大值, ± 200 mA 最大值: 直流、脈衝、方波
	時基參考輸出	10 MHz, 8.33 dBm (Vpp = 1.65 V), 輸入 50 Ω
	時基外部參考輸入	10 MHz, 16 dBm (Vpp = 4 V), 最大輸入 50 Ω
	符合 LXI 標準	LXI 1.4 Core, LXI HiSLIP, LXI IPv6

1. 在 80 MHz 至 2 GHz 頻率範圍內，當射頻電磁場強於 3 V/m；或在 2 GHz 至 2.7 GHz 頻率範圍內，射頻電磁場強於 1 V/m 時，USB 通訊功能可能受射頻電磁場所影響。影響程度取決於儀器的擺放位置與屏蔽方式。

表 23：環境和一般資訊

		說明
溫度	操作狀態	0 至 40 °C
	存放狀態	-20 至 60 °C
濕度	操作狀態	40 °C 時的最高相對濕度為 80% (非凝結)
	存放狀態	60 °C 時的最高相對濕度為 90% (非凝結)
海拔高度	操作狀態	最高 2000 公尺
	存放狀態	最高 4600 公尺
電源		100 V 至 240 V ± 10%, 50 Hz/60 Hz
	最大消耗功率	250 VA
重量		主機: 11 kg
尺寸 (底座收起時)		425.6 mm (W) · 266.1 mm (H) · 196.7 mm (D)
安全規格		IEC 61010-1
電磁相容性標準		IEC 61326-1

# Keysight CX1100 系列電流/差動感測器特性

\*\*代表保證規格，所有其他均為補充特性。所有規格在儀器經過 30 分鐘暖機，在  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  溫度範圍內有效。除非另行說明，所有特性均採用 CX3300 主機之 14 位元擷取解析度來加以定義。如需更多關於主機特性的資訊，請參閱《元件電流波形分析儀產品規格書》（文件編號：5992-1430EN）。

## 量測準確度的概述

在 80 MHz 至 2 GHz 頻率範圍內，當射頻電磁場強於 3 V/m；或在 2 GHz 至 2.7 GHz 頻率範圍內，射頻電磁場強於 1 V/m 時，量測準確度可能受射頻電磁場所影響。影響程度取決於儀器的擺放位置與屏蔽方式。

## Keysight CX1101A 特性

表 24：Keysight CX1101A 的特性概述

	範圍	$R_{IN}^2$	雜訊 (rms) <sup>3</sup>	最大頻寬 (-3 dB) <sup>4</sup>
電流量測 <sup>1</sup>	10 A	15 mΩ (典型值)	10 mA	3 MHz <sup>5</sup>
	1 A		2 mA	100 MHz
	200 mA	410 mΩ (典型值)	0.2 mA	100 MHz
	20 mA		20 μA	100 MHz
	2 mA	50 Ω (典型值)	3 μA	100 MHz
	200 μA		500 nA <sup>7</sup>	500 kHz <sup>7</sup>
	20 μA	77 Ω (最大值)	400 nA <sup>6</sup>	25 kHz
			150 nA <sup>7</sup>	500 kHz <sup>7</sup>
			40 nA <sup>6</sup>	25 kHz

- 用於量測特性的感測器接頭：Keysight CX1206A 適用於 10 A 範圍，CX1203A 適用於所有其他範圍。
- CX1203A 的滑動開關設定為「0 Ω」。
- 使用主機測得 20 MHz 雜訊頻寬。
- 獨立頻寬。連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{sensor}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{mainframe}}}\right)^2}}$$

- 4 dB 頻寬。
- 感測器內建的低通濾波器設為 ON。
- 欲啟用這些範圍，CX1101A 的韌件版本必須為 2.0 或更高的版本。

表 25：Keysight CX1101A 直流量測準確度<sup>1</sup>

範圍		單獨	包含主機	
		$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$T_{\text{USERCAL}} \pm 3^\circ\text{C} \cdot 24 \text{ 小時}^2$
10 A		$\pm (5\% + 5\%)$	$\pm (5.7\% + 5.9\%)$	N/A
1 A		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (1.8\% + 0.4\%)$
200 mA	增益 [讀值的%] + 偏移 [範圍的%]	$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.4\%)$
20 mA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.3\%)$
2 mA		$\pm (2\% + N/A)^{**}$	$\pm (2.7\% + N/A)^{**}$	$\pm (0.7\% + 1.1\%)$
200 μA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.3\%)$
20 μA		$\pm (2\% + N/A)^{**}$	$\pm (2.7\% + N/A)^{**}$	$\pm (0.7\% + 1.1\%)$

- 在  $V_{CM} = 0\text{ V}$  時定義準確度（零共模輸入電壓位於  $+I_{IN}$  或  $-I_{IN}$ ）。當  $V_{cm}$  高達 40 V 時，為偏移誤差添加 0.7% 的典型值。「讀值」指主機測得的資料。直流量測條件：20 ms 平均值。
- 在對主機執行使用者校驗（增益和偏移）後。

表 26：Keysight CX1101A 其他特性

上升時間 (10% 至 90%)	0.35 / 頻寬	
輸入共模阻抗 <sup>1</sup>	750 M $\Omega$ // 31 pF (標稱值)	
可量測範圍	範圍的 10%	
負擔電壓	R <sub>IN</sub> * 量測電流	
最大輸入電壓 (共模) <sup>2</sup>	峰值電壓 (直流+交流) 極限	± 40 V
	交流電壓極限	1 MHz 以上 ±5 V
絕對最大輸入電流	準確度	保護 <sup>4</sup>
	10 A	11 A
	1 A	
	200 mA	1.5 A <sup>3</sup>
	20 mA	
	2 mA	
	200 $\mu$ A	50 mA
	20 $\mu$ A	

1. 使用 CX1201A 測得。兩個輸入埠的輸入阻抗相同。使用 Keysight CX1203A 感測器接頭時，負 (-) 端子透過 10 M $\Omega$  電阻器連接至電路公共端。
2. 適用於所有電流量測範圍。
3. CX1203A 採用 50  $\Omega$  設定：125 m。
4. 其他資訊請參閱《Keysight CX1100 操作手冊》(CX1100-90000)。

表 27：Keysight CX1101A 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
纜線長度	感測器纜線：1.5 公尺，接地導線：16 公分
體積 <sup>2</sup>	46.8 mm (W)，31.9 mm (H)，205.3 mm (D)
重量	400 g
隨附的配件	1 個同軸端接轉接器感測器接頭 (CX1203A)
	1 條同軸纜線，SMA 插頭至開啟，100 mm (8121-2773) <sup>3</sup>
	1 條同軸纜線，SMA 插頭至 MHF 插頭，100 mm (8121-2774) <sup>3</sup>
	1 套 MHF pullin 工具 (8710-2791) <sup>3</sup>
	5 條同軸纜線，MHF 插頭，短路，21 mm (8121-2780) <sup>3</sup>
	5 個射頻連接器，MHF 直插 SM 插座 (1250-3656) <sup>3</sup>
	1 個 SMA (P) 至 BNC (J) 50 $\Omega$ 同軸轉接器 (1250-3975)
	1 條接地導線 (C1101-61711)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落。
2. 包含 CX1203A 感測器接頭。不包括纜線和轉接器。
3. Keysight CX1203A 的配件。

# Keysight CX1102A 的特性

表 28：Keysight CX1102A 特性概述

	範圍		$R_{IN}^2$	雜訊 (rms) <sup>3</sup>		最大頻寬 (-3 dB) <sup>4</sup>
	主要通道	次要通道		主要通道	次要通道	
電流量測 <sup>1</sup>	1 A	20 mA	410 mΩ (典型值)	2 mA	20 μA	100 MHz
	200 mA	2 mA	550 mΩ (最大值)	0.2 mA	3 μA	
	20 mA	200 μA	50 Ω (典型值)	20 μA	500 nA	500 kHz
			77 Ω (最大值)	8 μA <sup>5</sup>	400 nA <sup>5</sup>	90 kHz <sup>5</sup>
	2 mA	20 μA	50 Ω (典型值)	2 μA	200 nA	500 kHz
			77 Ω (最大值)	1 μA <sup>5</sup>	40 nA <sup>5</sup>	25 kHz <sup>5</sup>

- 感測器接頭用於量測特性：CX1203A。
- Keysight CX1203A 的滑動開關設定為「0 Ω」。
- 使用主機測得 20 MHz 雜訊頻寬。
- 獨立頻寬。連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{sensor}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{mainframe}}}\right)^2}}$$

- 感測器內建的低通濾波器設為 ON。

表 29：Keysight CX1102A 直流量測準確度<sup>1</sup>

範圍		單獨	包含主機	
		23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C · 24 小時 <sup>2</sup>
1 A 主要		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (1.8% + 0.4%)
200 mA 主要		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
20 mA 次要	增益 [讀值的%] + 偏移 [範圍的%]	± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
2 mA 次要		± (2% + N/A) **	± (2.7% + N/A) **	± (0.6% + 0.9%)
20 mA 主要		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.3%)
2 mA 主要		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.7% + 0.3%)
200 μA 次要		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
20 μA 次要		± (2% + N/A) **	± (2.7% + N/A) **	± (0.7% + 0.9%)

- 在 VCM = 0 V 時定義準確度 (零共模輸入電壓位於 +I<sub>IN</sub> 或 -I<sub>IN</sub>)。當 Vcm 高達 12 V 時，為偏移誤差添加 0.9% 的典型值。「讀值」指主機測得的資料。直流量測條件：20 ms 平均值。
- 在對主機執行使用者校驗 (增益和偏移) 後。

表 30：Keysight CX1102A 其他特性

		說明
上升時間 (10% 至 90%)		0.35 / 頻寬
輸入共模阻抗 <sup>1</sup>		750 MΩ // 18 pF (標稱值)
可量測範圍		範圍的 10%
負擔電壓		R <sub>IN</sub> * 量測電流
最大輸入電壓 (共模) <sup>2</sup>	峰值電壓 (直流+交流) 極限	± 12 V
絕對最大輸入電流	準確度	保護 <sup>4</sup>
	1 A 主要	1.5 A <sup>3</sup>
	200 mA 主要	
	20 mA 次要	
	2 mA 次要	50 mA
	20 mA 主要	
	2 mA 主要	
	200 μA 次要	
	20 μA 次要	

1. 使用 CX1201A 量測。
2. 所有電流量測範圍。
3. CX1203A，50 Ω 設定：125 mA。
4. 其他資訊請參閱《Keysight CX1100 操作手冊》(CX1100-90000)。

表 31：Keysight CX1102A 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
纜線長度	感測器纜線：1.5 公尺，接地導線：16 公分
體積 <sup>2</sup>	46.8 mm (W)，31.9 mm (H)，215.3 mm (D)
重量	600 g
隨附的配件	1 個同軸端接轉接器感測器接頭 (CX1203A)
	1 條同軸纜線，SMA 插頭至開啟，100 mm (8121-2773) <sup>3</sup>
	1 條同軸纜線，SMA 插頭至 MHF 插頭，100 mm (8121-2774) <sup>3</sup>
	1 套 MHF pullin 工具 (8710-2791) <sup>3</sup>
	5 條同軸纜線，MHF 插頭，短路，21 mm (8121-2780) <sup>3</sup>
	5 個射頻連接器，MHF 直插 SM 插座 (1250-3656) <sup>3</sup>
	1 個 SMA (P) 至 BNC (J) 50 Ω 同軸轉接器 (1250-3975)
	1 條接地導線 (C1101-61711)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落。
2. 包含 CX1203A 感測器接頭。不包括纜線和轉接器。
3. Keysight CX1203A 的配件

# Keysight CX1103A 特性

表 32：Keysight CX1103A 特性概述

	範圍	R <sub>IN</sub>	雜訊 (rms) <sup>1</sup>	最大頻寬 (-3 dB) <sup>2</sup>	直流偏移範圍和解析度
電流量測	20 mA	50 Ω 典型值，	5 μA	200 MHz	± 20 mA
	2 mA	最大 55 Ω	1.5 μA	75 MHz	0.8 μA 解析度
	200 μA	(50 Ω 輸入 ON)	150 nA	9 MHz	± 200 μA
	20 μA	4 Ω 典型值，	25 nA	2.5 MHz	8 nA 解析度
	2 μA	最大值 6 Ω	1.5 nA	250 kHz	± 2 μA
	200 nA	(50 Ω 輸入 OFF)	150 pA	100 kHz	80 pA 解析度

1. 使用主機測得 20 MHz 雜訊頻寬。
2. 獨立頻寬。連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{sensor}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{mainframe}}}\right)^2}}$$

表 33：Keysight CX1103A 直流量測準確度<sup>1</sup>

範圍		單獨	包含主機	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C, 24 小時 <sup>2</sup>
		23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	
20 mA		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.3%)
2 mA		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
200 μA	增益 [讀數的 %] +	± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
20 μA	偏移 [讀數的 %]	± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (0.6% + 0.4%)
2 μA		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (1.3% + 0.4%)
200 nA		± (2% + 2%) **	± (2.7% + 2.9%) **	± (1.3% + 0.3%)

1. 在直流偏移 = 0 A 時定義準確度。「讀數」定義為量測值。直流量測條件：20 ms 平均值。
2. 在對主機執行使用者校驗後。補充特性。

表 34：Keysight CX1103A 其他特性

	說明
上升時間 (10% 至 90%)	0.35 / 頻寬
可量測範圍	範圍的 10%
負擔電壓	R <sub>IN</sub> • 量測電流
最大輸入電壓 (共模) <sup>1</sup>	輸入 50 Ω OFF
	輸入 50 Ω ON
絕對最大輸入電流 <sup>2</sup>	125 mA

1. 所有電流量測範圍。
2. 如需更多資訊，請參閱《Keysight CX1100 操作指南》(CX1100-90000)。

表 35：Keysight CX1103A 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
纜線長度	感測器纜線：1.5 公尺，接地導線：16 公分
體積	45.8 mm (W)，28.1 mm (H)，163.1 mm (D)
重量	300 g
隨附的配件	1 個 SMA (P) 至 BNC (J) 50 Ω 同軸轉接器 (1250-3975)
	1 條接地導線 (C1101-61711)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落。



# Keysight CX1104A 特性

表 36：Keysight CX1104A 特性概述

電阻式感測器接頭	範圍 (上限/下限)	典型的 $R_{IN}^1$	20 MHz NBW 時的 RMS 雜訊	2.5 kHz NBW 時的 RMS 雜訊 <sup>2</sup>	最大頻寬 (-3 dB) <sup>3</sup>
CX1211A	15.0 A	5.5 mΩ	48 mA	1.6 mA	20 MHz
	10.0 A		8.8 mA	160 μA	
CX1212A	10.0 A	8.0 mΩ	24 mA	800 μA	
	5.0 A		4.4 mA	80 μA	
CX1213A	5.0 A	23 mΩ	6.0 mA	200 μA	
	1.25 A		1.1 mA	20 μA	
CX1214A	3.0 A	53 mΩ	2.4 mA	80 μA	
	500 mA		440 μA	8.0 μA	
CX1215A	2.0 A	103 mΩ	1.2 mA	40 μA	
	250 mA		220 μA	4.0 μA	
CX1216A	250 mA	1.0 Ω	120 μA	4.0 μA	
	25 mA		22 μA	400 nA	

1.  $R_{IN}$  包括感測接頭中的電流感測電阻和寄生電阻。已校驗感測電阻。
2. 啟用高解析度模式。
3. 在感測器接頭連接器上量測獨立頻寬。連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 37：Keysight CX1104A 直流量測準確度<sup>1、3</sup>

電阻式感測器接頭	準確度		單獨	包含主機	
			23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	$T_{\text{USERCAL}} \pm 3 °C \cdot 24 \text{ 小時}^2$
CX1211A	15 A	增益 [讀值的 %] + 偏移 [範圍的 %]	± (3.3 % + 1.0 %) **	± (4.0 % + 7.1 %) **	± (4.0 % + 2.0 %)
	10 A		± (3.5 % + 0.2 %) **	± (4.2 % + 1.1 %) **	± (4.2 % + 0.3 %)
CX1212A	10 A		± (3.3 % + 0.8 %) **	± (4.0 % + 5.3 %) **	± (4.0 % + 1.5 %)
	5 A		± (3.5 % + 0.2 %) **	± (4.2 % + 1.1 %) **	± (4.2 % + 0.3 %)
CX1213A	5 A		± (1.9 % + 0.4 %) **	± (2.6 % + 2.7 %) **	± (2.6 % + 0.8 %)
	1.25 A		± (2.1 % + 0.2 %) **	± (2.8 % + 1.1 %) **	± (2.8 % + 0.3 %)
CX1214A	3 A		± (1.0 % + 0.3 %) **	± (1.7 % + 1.8 %) **	± (1.7 % + 0.5 %)
	500 mA		± (1.3 % + 0.2 %) **	± (2.0 % + 1.1 %) **	± (2.0 % + 0.3 %)
CX1215A	2 A		± (1.6 % + 0.2 %) **	± (2.3 % + 1.3 %) **	± (2.3 % + 0.4 %)
	250 mA		± (1.8 % + 0.2 %) **	± (2.5 % + 1.1 %) **	± (2.5 % + 0.3 %)
CX1216A	250 mA		± (1.5 % + 0.2 %) **	± (2.2 % + 1.1 %) **	± (2.2 % + 0.3 %)
	25 mA		± (1.7 % + 0.2 %) **	± (2.4 % + 1.1 %) **	± (2.4 % + 0.3 %)

1. 在  $V_{CM} = 0 \text{ V}$  時定義準確度 (零共模輸入電壓位於  $+I_N$  或  $-I_N$ )。「讀數」被定義為量測值。直流量測條件: 20 ms 平均值。
2. 在對主機執行使用者校驗後。啟用高解析度模式。
3. 準確度來自表 15 和表 25 所列之感測器和電阻感測器頭端的組合準確度規格。

表 38：Keysight CX1104A 直流電壓量測準確度<sup>1、2</sup>

範圍		單獨	包含主機	
		23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C · 24 小時 <sup>3</sup>
250 mV (上限範圍)	增益 [讀值的 %] +	± (0.58 % + 0.15 %) **	± (1.28 % + 1.05 %) **	± (NA + 0.3 %)
25 mV (下限範圍)	偏移 [範圍的 %]	± (0.84 % + 0.15 %) **	± (1.54 % + 1.05 %) **	± (NA + 0.3 %)

1. 在  $V_{CM} = 0 V$  時定義準確度 (零共模輸入電壓位於  $+I_N$  或  $-I_N$ )。「讀數」被定義為量測值。直流量測條件：平均 20 ms。
2. CX1104A 單獨使用時是電壓感測器，具有上面所列的電壓量測準確度規格。
3. 在對主機執行使用者校驗後。高解析度模式已啟用。

表 39：Keysight CX1104A 其他特性

	說明	
上升時間 (10% 至 90%)	0.35 / 頻寬	
輸入共模阻抗 <sup>1</sup>	20 MΩ // 32 pF (標稱值)	
過驅動恢復時間 <sup>2</sup>	100 ns	
最大輸入電壓 (共模)	DC 峰值	± 40 V
	DC 至 0.4 Hz	線性變化
	0.4 Hz 至 100 MHz	± 6 V
CMRR	1 kHz	110 dB
	1 MHz	50 dB
	10 MHz	40 dB

1. 如需詳細資訊，信息，請參閱《CX1100 操作指南》(CX1100-900000)。
2. 由振幅為  $V_{max\_ND}$  (上限範圍為 ±280 mV，下限範圍為 ±75 mV) 的方波脈衝輸入進行驅動時，時間在全刻度的 10% 範圍內驅穩。

表 40：Keysight CX1104A 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
纜線長度	感測器纜線：1.5 公尺，接地導線：16 公分，USB 纜線：15 公分
體積 <sup>2</sup>	30.0 mm (W) · 20.5 mm (H) · 205.2 mm (D)
重量	300 g
隨附的配件	1 條 USB Type-C 纜線 (C1104-61701)
	1 個香蕉轉接器 (C1210-60001)
	1 條接地導線 (C1101-61711)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落。
2. 不包括纜線和轉接器。

# Keysight CX1105A 特性

表 41：Keysight CX1105A 特性概述

範圍	20 MHz NBW 時的 RMS 雜訊	2.5 kHz NBW 時的 RMS 雜訊 <sup>1</sup>	最大頻寬 (-3 dB) <sup>2</sup>
2.5 V	1100 µV	200 µV	100 MHz
1 V	1100 µV	200 µV	
250 mV	45 µV	3.0 µV	
100 mV	24 µV	1.3 µV	
25 mV	20 µV	400 nV	

1. 高解析度模式已啟用。
2. 連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 42：Keysight CX1105A 直流量測準確度<sup>1</sup>

範圍 <sup>2,3</sup>	增益 [讀值的 %] + 偏移 [範圍的 %]	單獨	包含主機	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C · 24 小時 <sup>3</sup>
		23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	
2.5 V		± (0.8 % + 1.0 %) **	± (1.5 % + 2.2 %) **	± (1.5 % + 0.6 %)
1 V		± (0.8 % + 2.1 %) **	± (1.5 % + 3.3 %) **	± (1.5 % + 0.8 %)
250 mV		± (0.7 % + 0.2 %) **	± (1.4 % + 1.1 %) **	± (1.4 % + 0.3 %)
100 mV		± (0.7 % + 0.2 %) **	± (1.4 % + 1.1 %) **	± (1.4 % + 0.3 %)
25 mV		± (0.7 % + 0.2 %) **	± (1.4 % + 1.1 %) **	± (1.4 % + 0.3 %)

1. 在 V<sub>CM</sub> = 0 V 時定義準確度 (零共模輸入電壓位於 +V<sub>IN</sub> 或 -V<sub>IN</sub>)。 「讀數」被定義為量測值。 直流量測條件：20 ms 平均值。
2. 2.5 V 和 1 V 範圍 V<sub>CM</sub>；共模輸入電壓位於 +Vin 或 -Vin 輸入。 V<sub>CM</sub> 高達 40 V 時，偏移誤差加 0.2%。
3. 在對主機執行使用者校驗後。 高解析度模式已啟用。

表 43：Keysight CX1105A 輸入阻抗。

範圍	23 ± 5 °C 時的輸入阻抗	
	共模	差動
2.5 V	2 MΩ//9.5 pF	3.9 MΩ//4.8 pF
1 V		
250 mV	21 MΩ//24 pF (+IN)	42 MΩ//16 pF
	21 MΩ//27 pF (-IN)	
100 mV	21 MΩ//24 pF (+IN)	
	21 MΩ//27 pF (-IN)	
25 mV	21 MΩ//24 pF (+IN)	42 MΩ//16 pF
	21 MΩ//27 pF (-IN)	

表44：Keysight CX1105A 最大輸入電壓

範圍	最大輸入電壓 (差動模式)	最大輸入電壓 (共模)		
		DC 峰值	DC 至 3 Hz	3 Hz 至 100 MHz
2.5 V	± 40 V	± 40 V	線性變化	± 5 V
1 V				
250 mV	+4 V/-1.8 V	± 6 V	線性變化	± 0.5 V
100 mV				
25 mV				

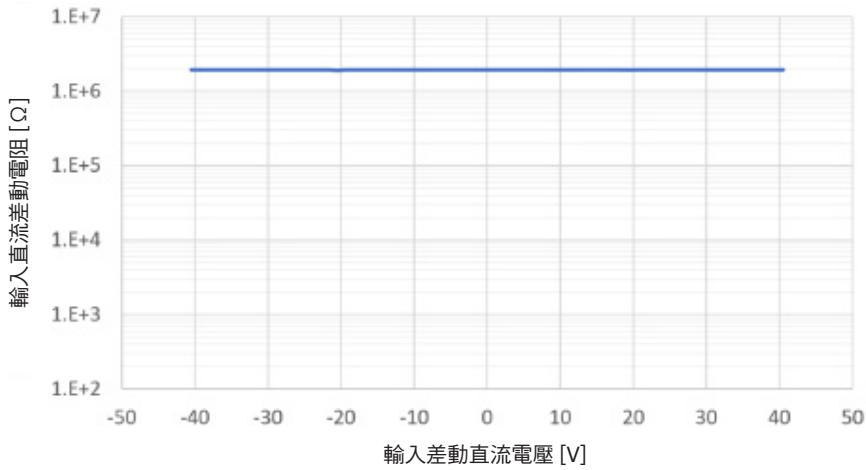


圖 42：輸入差動直流電阻 2.5 V/1 V 範圍（任一輸入端子接地）。

補充特性

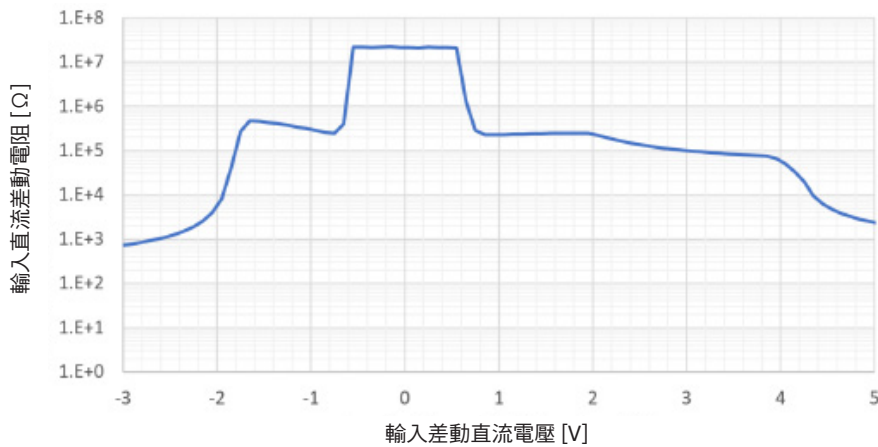


圖 43：輸入差動直流電阻 250 mV/100 mV/25 mV 範圍（任一輸入端子接地）。

補充特性

表 45：Keysight CX1105A 其他特性

	說明
上升和下降時間 (10 至 90%)	0.35 / 頻寬
1 MHz 時的 CMRR	60 dB
輸入耦合	直流、交流 (550 Hz)

表 46：Keysight CX1105A 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
纜線長度	感測器纜線：1.5 公尺，接地導線：16 公分
體積 <sup>2</sup>	30.0 mm (W) × 20.5 mm (H) × 203.4 mm (D)
重量	300 g
隨附的配件	1 條測試導線 (n = 5, 5959-9334)
	1 個雙絞線焊接機型 (100 mm, C1105-61702)
	1 個雙絞線插座機型 (100 mm, C1105-61701)
	1 個測試轉接器 (C1105-66602)
	1 個調整工具 (8710-2831)
	1 個工具鉤爪 (1400-3652)
	1 個迷你鉤爪 (n = 2, 1400-1422)
	1 條接地線 (C1101-61711)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落。
2. 不包括纜線和轉接器。

# Keysight CX1211A/CX1212A/CX1213A/CX1214A/CX1215A/CX1216A 特性

\*\*代表保證規格，所有其他均為補充特性。所有規格在儀器經過 30 分鐘暖機，在  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  溫度範圍內有效。

## 量測準確度

在 80 MHz 至 2 GHz 頻率範圍內，當射頻電磁場強於  $3\text{ V/m}$ ；或在 2 GHz 至 2.7 GHz 頻率範圍內，射頻電磁場強於  $1\text{ V/m}$  時，量測準確度可能受射頻電磁場所影響。影響程度取決於儀器的擺放位置與屏蔽方式。

表 47：CX121xA 最大電流

電阻式感測器接頭	最大直流/RMS 電流	峰值電流
CX1211A	15 A **	15 A **
CX1212A	10 A **	15 A **
CX1213A	5 A **	10 A **
CX1214A	3 A **	5 A **
CX1215A	2 A **	2.5 A **
CX1216A	0.25 A **	0.25 A **

表 48：CX121xA 感測電阻器準確度<sup>1</sup>

電阻式感測器接頭	典型的 $R_{IN}$	感測電阻器標稱值	在 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 的獨立準確度		
			在 $I_{SPEC}$ 內的準確度	$I_{SPEC}$	在全刻度下的準確度
CX1211A	5.5 m $\Omega$	2.5 m $\Omega$	$\pm 2.7\%$ **	10 A <sup>2</sup>	$\pm 3.3\%$
CX1212A	8 m $\Omega$	5 m $\Omega$	$\pm 2.7\%$ **	10 A <sup>2</sup>	$\pm 2.9\%$
CX1213A	23 m $\Omega$	20 m $\Omega$	$\pm 1.3\%$ **	1.5 A	$\pm 1.4\%$
CX1214A	53 m $\Omega$	50 m $\Omega$	$\pm 0.5\%$ **	1.5 A	$\pm 0.5\%$
CX1215A	103 m $\Omega$	100 m $\Omega$	$\pm 1.0\%$ **	1.0 A	$\pm 1.0\%$
CX1216A	1 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 0.9\%$ **	0.25 A	$\pm 0.9\%$

1. 在  $V_{CM} = 0\text{ V}$  時定義準確度 (零共模輸入電壓位於  $+I_{IN}$  或  $-I_{IN}$ )。 「讀數」被定義為量測值。直流量測條件：20 ms 平均值。
2. 由脈衝量測指定：脈衝寬度 = 1 ms，信號週期 = 0.1%。

表 49：Keysight CX121xA 的一般資訊<sup>1</sup>

	說明
體積	30.0 mm (W) · 14.0 mm/21.5 mm (H) · 48.7 mm (D)
重量	20 g
隨附的配件	每個纜線組 1 個 (紅色和黑色, n = 5, C1104-68001)

1. 其他資訊請參見主機的「環境和一般規格」段落 (文件編號：5992-1430EN)。

# Keysight CX1151A 被動式探棒轉接器特性

\*\*代表保證規格，所有其他均為補充特性。所有規格在儀器經過 30 分鐘暖機，在 23 ± 5 °C 溫度範圍內有效。除非另行說明，所有特性均採用 14 位元擷取解析度來加以定義

## 量測準確度

在 80 MHz 至 2 GHz 頻率範圍內，當射頻電磁場強於 3 V/m；或在 2 GHz 至 2.7 GHz 頻率範圍內，射頻電磁場強於 1 V/m 時，量測準確度可能受射頻電磁場所影響。影響程度取決於儀器的擺放位置與屏蔽方式。

表 70：Keysight CX1151A 特性概述

	準確度	雜訊 (rms) <sup>1</sup>	最大頻寬 (-3 dB) <sup>2</sup>	直流偏移範圍和解析度
電壓量測	8 V	5.0 mV	300 MHz	±16 V, 16 位元解析度
	4 V	2.8 mV		
	1.6 V	1.8 mV		
	0.4 V	250 μV		±0.8 V, 16 位元解析度
	0.2 V	140 μV		
	0.08 V	90 μV		

1. 使用主機量測的全頻寬 (選項 B20; 200 MHz 頻寬)。
2. 使用 N2843A 被動式探棒的獨立頻寬。連接至主機時，可用下列公式來評估有效量測頻寬。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{adaptor}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{probe}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{mainframe}}}\right)^2}}$$

表 71：Keysight CX1151A 直流量測準確度 <sup>1</sup>

範圍	獨立 23 ± 5 °C	包含主機		
		23 ± 5 °C	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C, 24 小時 (高速模式) <sup>2</sup>	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C, 24 小時 (高解析度模式) <sup>3</sup>
8 V	± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.4% + 0.6%)	± (0.3% + 0.4%)
4 V	± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)	± (0.5% + 0.4%)
1.6 V	增益 [讀值的%] + 偏移 [範圍的%]	± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)
0.4 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.4% + 0.6%)
0.2 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)
0.08 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)
0.08 V		± (0.9% + 1.2%) **	± (1.6% + 2.1%) **	± (0.8% + 0.6%)

表 72：使用 10 : 1 被動式探棒的範圍 <sup>4</sup>

	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C, 24 小時 (高速模式) <sup>2</sup>	T <sub>USERCAL</sub> ± 3 °C, 24 小時 (高解析度模式) <sup>3</sup>
80 V	± (2.1% + 0.6%)	± (1.1% + 0.4%)
40 V	± (1.5% + 0.6%)	± (0.8% + 0.4%)
16 V	增益 [讀值的%] + 偏移 [範圍的%]	± (0.7% + 0.6%)
4 V		± (1.7% + 0.6%)
2 V		± (1.2% + 0.6%)
0.8 V		± (0.4% + 0.6%)
0.8 V		± (0.4% + 0.6%)

1. 直流量測條件：20 ms 平均值。
2. 在對主機執行使用者校驗後。高速模式 (14 位元)。
3. 在對主機執行使用者校驗後。高解析度模式 (16 位元)。
4. 使用的被動式探棒：N2843A。

表 73：Keysight CX1151A 的其他特性

	說明
上升和下降時間 (10 至 90%)	0.35 / 頻寬
輸入阻抗	1 M $\Omega$ $\pm$ 0.1%, 13 pF
輸入耦合	DC, AC (3.5 Hz)
最高輸入電壓	$\pm$ 100 V 峰值 (DC + AC)

表 74：Keysight CX1151A 的一般資訊

	說明
體積	58.6 mm (W) , 30.2 mm (H) , 87.5 mm (D)
重量	130 g
建議使用的被動式探棒產品 <sup>1</sup>	N2843A
支援的被動式探棒產品 <sup>2</sup>	(1:1) 10070D、N2870A (10:1) 10073D、10074D、N2862B、N2863B、N2871A、N2872A、N2873A、N2890A、N2894A、N2853A、N2843A、N2842A、N2841A、N2840A (20:1) N2875A、(100:1) 10076C

1. 使用 N2843A 量測上述顯示特性。
2. 可用主機檢測支援的探棒比例。

## Keysight CX1152A 數位通道特性 (主機：僅限 CX3324A)

\*\*代表保證規格，所有其他均為補充特性。所有規格在儀器經過 30 分鐘暖機，在 23  $\pm$  5  $^{\circ}$ C 溫度範圍內有效。

表 75：Keysight CX1152A 垂直系統 - 數位通道

	說明
輸入通道數	8 個通道
使用者定義的臨界值範圍	$\pm$ 25 V, 10 mV 步進
最高輸入電壓	$\pm$ 40 V 峰值
臨界值準確度	$\pm$ (150 mV + 臨界值設定的 3%)
輸入動態範圍	$\pm$ 25 V
最小輸入電壓擺盪幅度	500 mV 峰對峰值
輸入阻抗	10 M $\Omega$ $\pm$ 2%, 並聯約 8 pF
通道對通道的時間差	4 ns
解析度	1 位元

1. 50  $\Omega$  輸入阻抗需要
2. CX1152A 以支援輸入數位通道。

表 76：Keysight CX1152A 的一般資訊

	說明
纜線長度	數位通道纜線：1.15 公尺，探棒導線：28.5 公分
體積 <sup>1</sup>	68.1 mm (W) , 18.5 mm (H) , 103.0 mm (D)
重量	130 g
隨附的配件	5 條探棒接地導線 (5959-9334) 10 個鉤爪 (5090-4832) 1 個 BNC 探針轉接器 (C1152-60001)

1. 探棒夾的體積。不包括導線和纜線。



## Keysight CX3300 系列尺寸圖示 (主機)

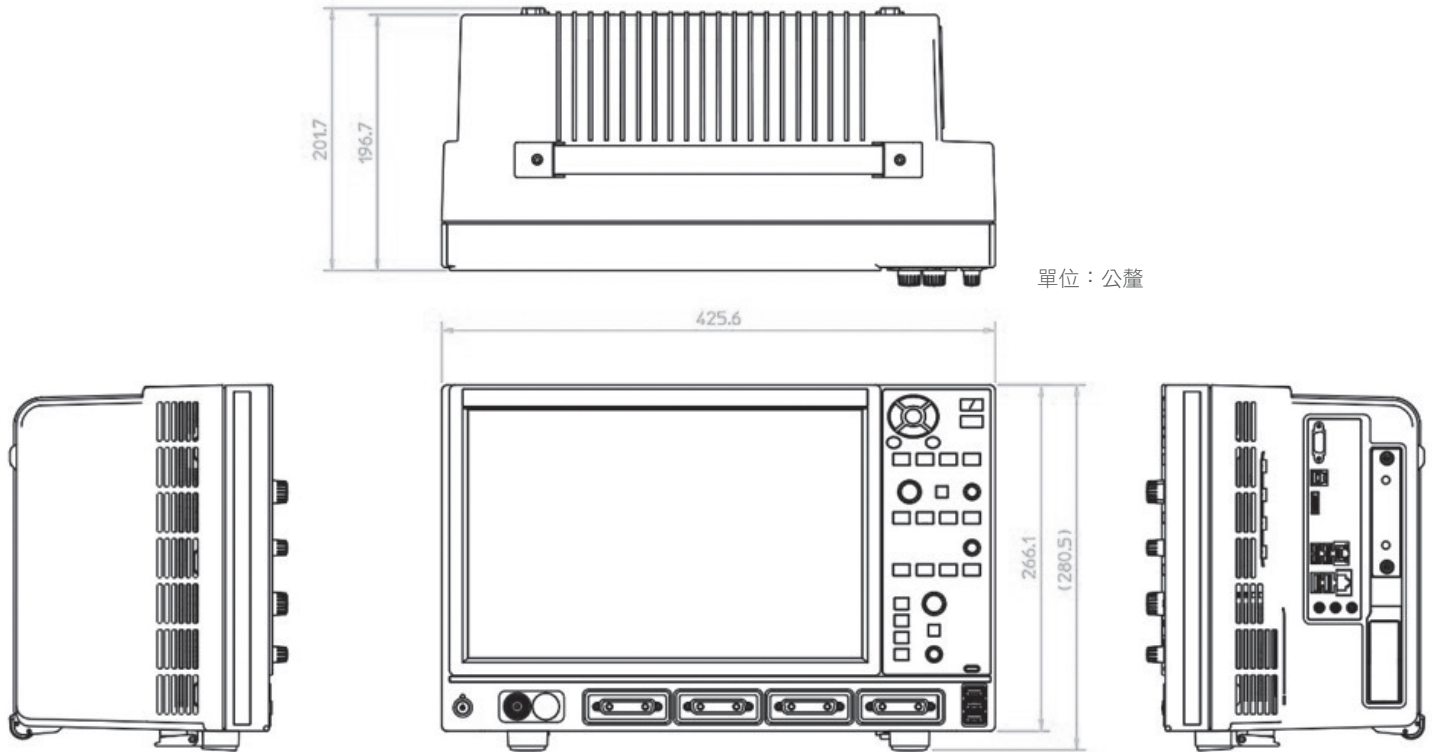


圖 44：Keysight CX3300 系列機構圖。

詳細的資訊，請上網查詢：[www.keysight.com](http://www.keysight.com)

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  
以下為是德科技聯絡窗口：

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

