

Keysight PZ2100 系列

高通道密度精密型

電源量測單元解決方案

PZ2100A 精密型 SMU 主機

PZ2110A 高解析度 SMU

PZ2120/21A 高速 SMU

PZ2130/31A 高通道密度 SMU



目錄

簡介	3
節省成本和寶貴的機架空間	4
支援更多不同的應用，從直流量測到動態量測	7
單機解決方案可簡化整合並提高時間效率	12
機型比較表	15
規格	16
隨附的配件	38
訂購資訊	38

簡介

Keysight PZ2100 系列是領先業界的自動測試設備 (ATE) 解決方案，具有靈活的模組選項，方便您在有限機架空間中，整合更多電源量測設備 (SMU)。PZ2100 提供多種 SMU 模組選項，方便您靈活地擴充量測範圍：從傳統的靜態直流量測 (10 fA 的高解析度)，擴展至新興的動態/脈衝量測 (高達 15 MSa/s 的取樣率、低至 10 μ s 的脈衝寬度)，以便涵蓋更多元的應用。PZ2100 具有出色的高密度整合能力，可充分利用可用的機架空間、插槽或 SMU 模組功能。與傳統 SMU 相比，PZ2100 可顯著降低每通道成本，大幅降低測試成本，以及將機架空間縮小 20 倍，為您節省寶貴的機架空間。

主要優點	主要特性
節省成本和寶貴的機架空間	• 備有 5 種 SMU 模組選項，讓您能在 1U 高的 4 插槽主機中，以更低的每通道成本，靈活地進行配置和升級 • 最多可擴充至 20 個通道，通道密度是傳統 SMU 的 20 倍 • SMU 整合了脈衝產生器/數位轉換器，您無需使用額外的儀器
支援更多不同的應用，從直流量測到動態量測	• 寬廣的輸出範圍，高達 210 V/3.5 A 直流/10.5 A 脈衝 • 支援低電流量測，提供 10 fA 的高解析度 • 以 15 MSa/s 取樣率和 10 μs 窄脈衝進行動態/脈衝量測 • 寬廣的動態範圍，具有自動調整範圍和無間斷調整範圍的功能
輕鬆整合，節省時間	• 單機解決方案簡化了與多個 SMU 的同步，準確度可達 50 ns 以下 • 簡單易用的 GUI，可加速對原型進行測試、除錯和故障排除 • 透過 LAN/USB/GPIB 進行 SCPI 程控，可更快部署於各種環境 • PathWave IV Curve 軟體讓您無需編寫程式，即可快速執行量測



圖 1：PZ2100A 精密型電源量測設備主機，4 插槽，1U

節省成本和寶貴的機架空間

Keysight PZ2100A 精密型 SMU 主機

Keysight PZ2100A 是精密型電源量測設備 (SMU) 主機，可在有限的 1U 高、全寬度機架空間中，緊密整合最多 20 個 SMU 通道，還提供具最佳效能的靈活模組選項。它支援多種資源，例如 Keysight PZ2110A 高解析度電源量測設備、PZ2120/21A 高速電源量測設備和 PZ2130/31A 高通道密度電源量測設備；此外，它還提供多種儀器功能，例如脈衝產生器和數位轉換器，以及精密型電壓與電流量測，以滿足各種不同應用的需求。

類型	型號	說明和主要特性
主機	PZ2100A 	精密型 SMU 主機，4 插槽，1U • 最多可擴充至 20 個通道 • 5 種 SMU 模組選項，方便您靈活進行配置和升級 • 大幅簡化同步，準確度可達 50 ns 以下 • 簡單易用的 GUI，可集中管理多達 20 個通道
高解析度 SMU	PZ2110A 	精密型電源量測設備，1.25 MSa/s，10 fA，210 V，315 mA 直流/脈衝 • 10 fA 解析度，30 fArms 量測雜訊 (1 PLC) • 脈衝寬度最窄僅 20 μs • 快速數位轉換器模式，取樣率高達 1.25 MSa/s • 快速暫態，最大轉換率可達 1.4 V/μs
高速 SMU	PZ2120A 	精密型電源量測設備，1 MSa/s，100 fA，60 V，3.5 A 直流/10.5 A 脈衝 • 脈衝寬度最窄僅 50 μs • 快速數位轉換器模式，取樣率為 1 MSa/s • 寬廣的輸出範圍，高達 60 V/3.5 A 直流/10.5 A 脈衝 • 寬廣的動態範圍，以及無間斷的量測範圍
	PZ2121A 	精密型電源量測設備，15 MSa/s，100 fA，60 V，3.5 A 直流/10.5 A 脈衝 • 脈衝寬度最窄僅 10 μs • 快速數位轉換器模式，取樣率為 15 MSa/s • 寬廣的輸出範圍，高達 60 V/3.5 A 直流/10.5 A 脈衝 • 寬廣的動態範圍，以及無間斷的量測範圍
高通道密度 SMU	PZ2130A 	5 通道精密型電源量測設備，100 pA，30 V，500 mA 直流 ¹ • 高密度 (在 1U 高、全寬度機架中，最多可整合 20 個通道) • 更低的每通道成本，是執行多通道應用的理想選擇 • 以 250 kSa/s 的取樣率進行快速取樣量測 • PX0107A 的電壓源雜訊低至 25 μVrms
	PZ2131A 	5 通道精密型電源量測設備，500 kSa/s，10 pA，30 V，500 mA 直流/脈衝 ¹ • 高密度 (在 1U 高、全寬度機架中，最多可整合 20 個通道) • 脈衝寬度最窄僅 100 μs • 快速數位轉換器模式，取樣率為 500 kSa/s • PX0107A 的電壓源雜訊低至 25 μVrms

1. 通道 1 和 2 透過超範圍 (over-range) 功能，將最大電流擴大至 +750 mA。

以更低的每通道成本，靈活地進行配置和升級

Keysight PZ2100A 精密型 SMU 主機提供 4 個插槽，可靈活地整合 5 種 SMU 模組選項。它可任意混搭不同的模組，讓您能夠視應用需求，靈活地配置測試系統並進行升級。



圖 2：PZ2100A 後視圖，具有 4 個插槽，高度為 1 U，全寬度，機架尺寸



圖 3：包含 PZ2110A、PZ2121A 和 PZ2131A 的混合模組配置範例

最多可擴充至 20 個通道，通道密度是傳統 SMU 的 20 倍

PZ2100A 在有限的 1U 高、全寬度機架空間中，整合了多達 20 個 SMU 通道。不同於傳統的 SMU，PZ2100A 在堆疊時不需要任何散熱墊片。它的體積比傳統 SMU 小 20 倍，可顯著節省成本，同時節省寶貴的機架空間。

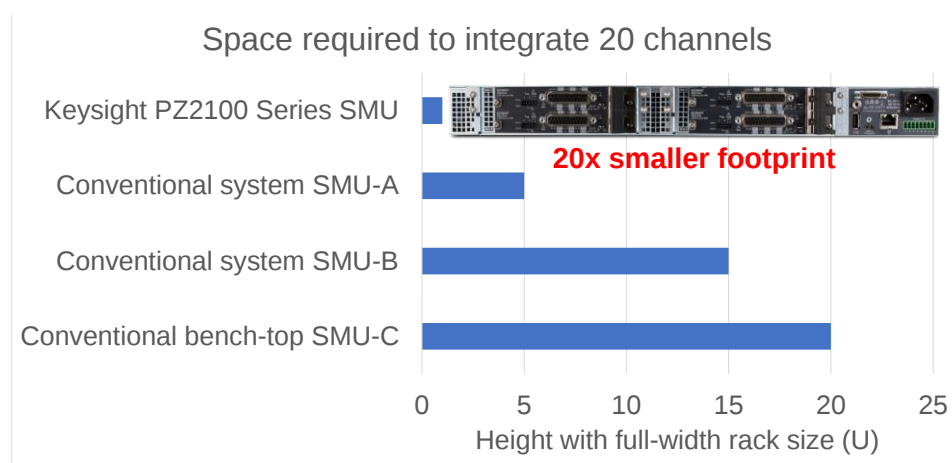


圖 4：PZ2100A 在 1U 機架空間中整合了 20 個通道，將通道密度提高了 20 倍

多合一 SMU，內建脈衝產生器/數位轉換器

整合更多資源，減少量測誤差

SMU 將電流源、電壓源，以及電流和電壓量測等多項功能結合於一機，您可輕易地切換使用這些功能。它緊密整合電源和量測功能，因此您不再需要使用多個獨立的儀器來執行相同的量測，可大幅減少量測誤差，並且獲得更強大的量測效能。

回授機制可讓電壓和電流源趨穩

是德科技 SMU 可非常準確地量測自身的電流和電壓輸出，因此相較於傳統電源供應器，具有更多的優勢。所有 SMU 均具有內部回授迴路，可為電源電路提供即時回授，讓 SMU 能夠維持準確且穩定的輸出，即使負載狀況突然改變也不受影響。

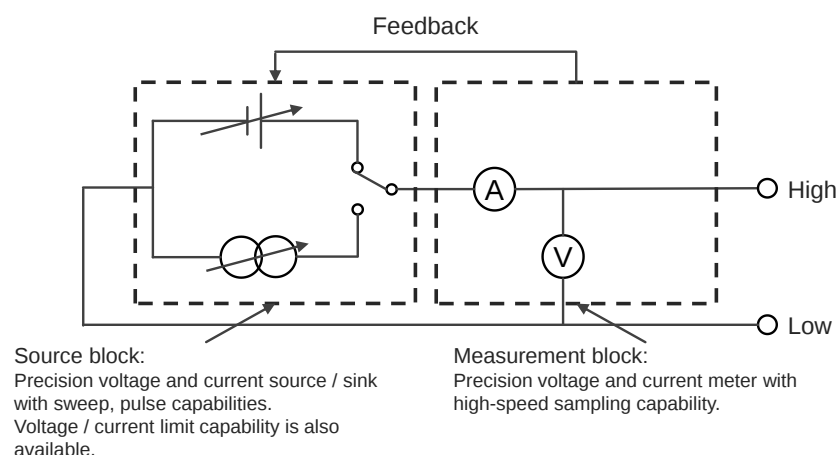


圖 5：SMU 簡化方塊圖

脈衝產生器/數位轉換器整合

Keysight PZ2100 系列提供多合一 SMU 模組，緊密整合了脈衝產生器/數位轉換器功能，以及傳統的 SMU 功能（例如精準的直流電壓/電流電源量測）。這種多合一整合度，使得 PZ2100 系列無需搭配使用額外的儀器，即可滿足新興的動態/脈衝量測要求。

電源限制（相符性）功能，避免裝置受損

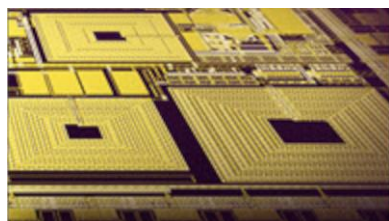
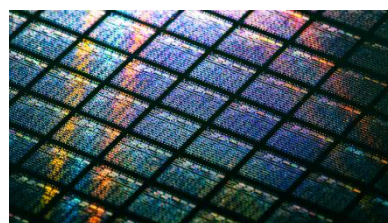
此 SMU 還具備電壓與電流限制（相符性）功能，方便使用者設定限制值，避免裝置因電壓過高或電流過大而受損。

支援更多不同的應用，從直流量測到動態量測

Keysight PZ2100 系列提供多合一 SMU 模組，緊密整合了脈衝產生器/數位轉換器功能，以及傳統的 SMU 功能。其脈衝產生器可實現最窄僅 $10\ \mu\text{s}$ 的窄脈衝量測，而數位轉換器模式則可以高達 $15\ \text{MSa/s}$ 的取樣率進行快速動態量測。自動調整量測範圍功能可在直流量測中提供寬廣的動態範圍，而無間斷電流量測範圍功能則可提供寬廣的動態範圍，即使在進行動態量測時也是如此。有了這些功能，PZ2100 系列不需要任何額外的儀器，便可因應各種不同應用的要求，從傳統的靜態直流量測（ $10\ \text{fA}$ 的高解析度），到新興的動態/脈衝量測。

典型應用

- 光學元件（雷射二極體、光電二極體、LED 等）
- 光電元件（ITLA、CDM、ICR、IC-TROSA 等）
- 垂直腔面發射雷射（VCSEL）感測器/模組
- 矽光學元件
- 積體電路（IC）設計驗證測試/功能測試（射頻 PA/FEM、類比 IC、RFIC、MMIC 等）
- 量子運算（超導、離子阱、矽基等）
- 半導體元件（場效電晶體、二極體、電晶體等）
- 被動元件（電阻器、變阻器、電容器等）



整合式掃描與任意波形量測功能

PZ2100 系列 SMU 不僅能執行簡單的直流和脈衝量測，同時還具備多項功能，包括內建的掃描功能，支援所有標準掃描參數，例如線性和對數模式、單向或雙向掃描功能，以及恆定和脈衝掃描操作。藉由使用 SCPI 指令，使用者可從遠端操控 PZ2100 系列 SMU，以高效率執行掃描量測。PZ2100 系列的 GUI 可協助使用者檢視掃描設定以便進行除錯，甚至還可透過儀器的前面板進行掃描量測。如此高度整合的掃描量測功能，可大幅提高量測效率，進而縮短整體設定時間。

PZ2100 系列 SMU 具有條列掃描功能。PZ2110A 的條列掃描功能，讓您能以最大的靈活度產生高達 1,000,000 階的波形，而其他機型則只能產生高達 2,000 階的波形。您可使用熟悉的試算表格式輸入資料，以便指定任意形狀的波形。在分析那些響應會隨著輸入電壓或電流變化的裝置時，條列掃描功能非常實用。您現在可專注處理其他更重要的事項。

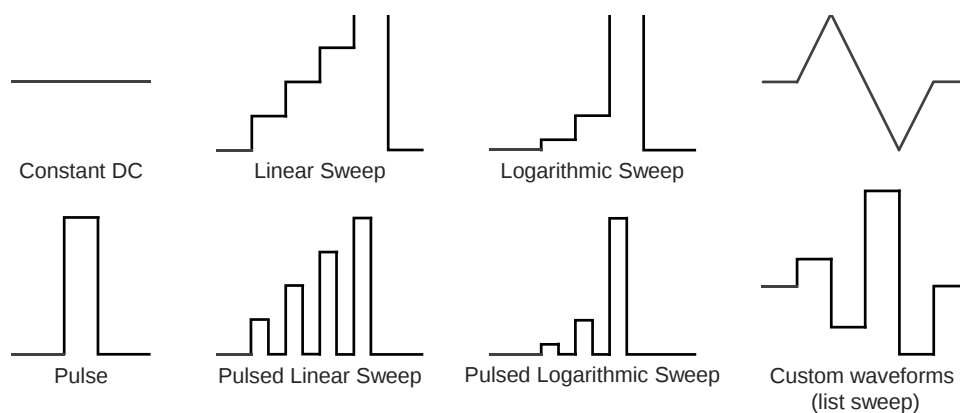


圖 6：內建函數提供靈活的波形產生功能

Keysight PZ2110A 高解析度精密型電源量測設備

Keysight PZ2110A 精密型電源量測設備可將量測範圍從傳統的靜態量測，擴展到快速動態量測。它具有 10 fA 的解析度和 30 fArms 的雜訊底線，可在 1 個電源線週期 (PLC) 間隙時間進行靜態量測。它具有快速的電流量測趨穩時間，可在 0.1 s 內達到趨穩區段 (± 100 fA)，讓您能夠以空前的飛快速度執行精準的低電流量測。它可進行最窄僅 20 μ s 的窄脈衝量測，而在數位轉換器模式下則可以高達 1.25 MSa/s 的取樣率，進行快速動態量測。利用窄脈衝功能，您可抑制自發熱效應，進而查看裝置的真實特性。它可在高達 315 mA 的電流和高達 210 V 的電壓下，提供電源和量測功能，非常適合用於執行各種需要高解析度和準確度的電流電壓 (IV) 量測任務。PZ2110A 可準確地對半導體、主動/被動元件，以及一般電子元件進行特性分析、執行參數測試，以及可靠度測試。

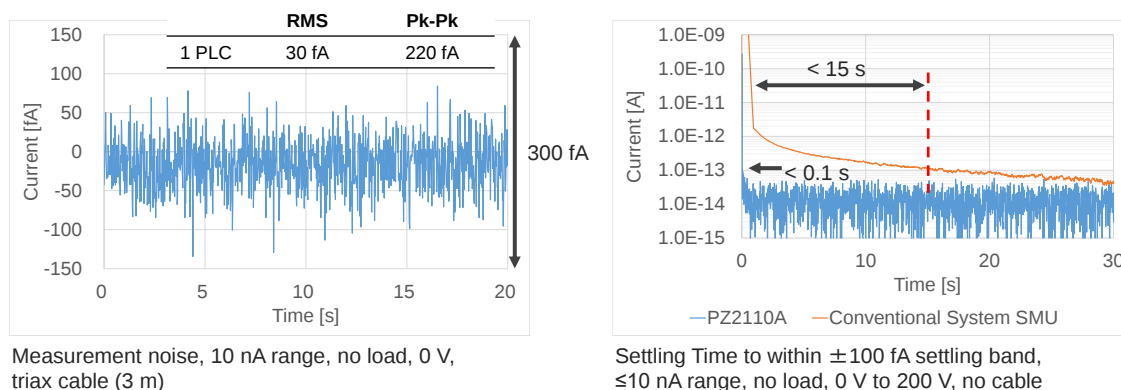


圖 7：PZ2110A 讓您能夠以空前的飛快速度執行精準的低電流量測

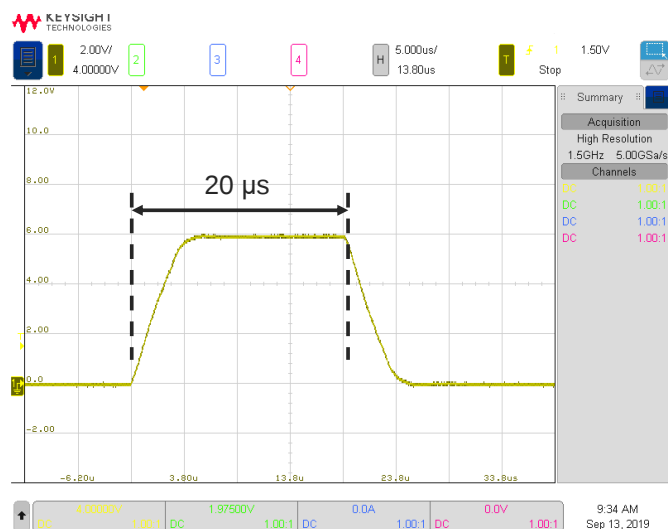


圖 8：低至 20 μ s 的窄脈衝可抑制自發熱效應，進而查看裝置的真實特性

Keysight PZ2120/21A 高速電源量測設備

Keysight PZ2120A 和 PZ2121A 是高速精密型電源量測設備，具有業界最佳的窄脈衝寬度、快速數位轉換器模式、快速暫態響應，以及無間斷電流量測範圍。它們具有高達 60 V/3.5 A 直流/10.5 A 脈衝的寬廣輸出範圍，以及高達 6 $\mu\text{V}/100\text{ fA}$ 的高解析度，可支援各種新興應用。

PZ2121A 具有最窄僅 10 μs 的窄脈衝寬度，以及取樣率高達 15 MSa/s 的快速數位轉換器模式，讓您能輕鬆執行脈衝/動態量測。Keysight PX0105A 低電感纜線專為 PZ2121A 而設計，可降低窄脈衝量測中因纜線電感所導致的量測誤差。由於具備這些出色功能，PZ2121A 可支援垂直腔面發射雷射 (VCSEL) 光學元件等新興應用。

PZ2120A 具備高達 1 MSa/s 的取樣率、無間斷電流量測範圍，以及低至 50 μs 的窄脈衝寬度，可將積體電路 (IC) 測試等靜態直流量測，擴展至新興的動態量測。PZ2120A 的快速暫態效能，使其能夠降低因脈衝負載造成的暫態壓降，並迅速回復至設定電壓。這些功能使得 PZ2120A 非常適合用於射頻 PA/FEM 等設計驗證和量產 IC 測試。

此外，它們具有低至 400 fArms 的低量測雜訊效能，可在 1 PLC 和更短的時間下進行量測。同時，它們的無間斷電流量測範圍功能可提供寬廣的動態範圍，可消除範圍切換時間，進而大幅提升測試量測速率。

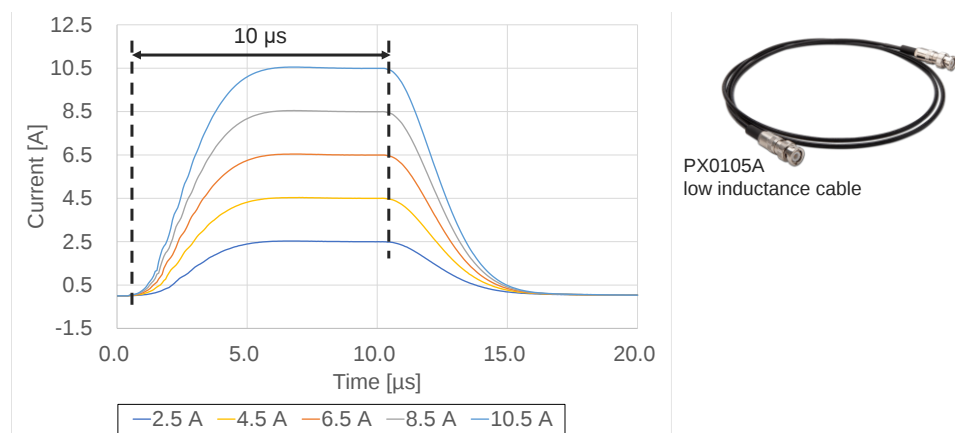


圖 9：在 15 MSa/s 取樣率下進行量測時，提供 10 μs 窄脈衝輸出

Keysight PZ2130/31A 高通道密度電源量測設備

Keysight PZ2130A 和 PZ2131A 是高通道密度的精密型電源量測設備 (SMU)，每個模組提供 5 個通道。它可在寶貴的 1U 高、全寬度機架空間中，以最低的每通道成本，整合多達 20 個 SMU 通道，以滿足需要大量精密型電源供應器之各式應用的需求。模組中的通道可同步運作，並可在 30 V/500 mA 的寬廣範圍內，以 6 μ V/10 pA (PZ2130A 為 100 pA) 的高解析度，進行準確的量測。此外，通道 1 和 2 透過超範圍 (over-range) 功能，將最大電流擴大至 +750 mA。PZ2131A 具有最窄僅 100 μ s 的窄脈衝寬度，以及取樣率高達 500 kSa/s 的快速數位轉換器模式，可將傳統的靜態直流量測，擴展到新興的動態量測。其無間斷電流量測範圍功能，可省去切換範圍所需的時間並可擴大動態範圍，以涵蓋多個量測範圍，進而縮短測試時間。這些強大的功能，使得 PZ2130A 和 PZ2131A 非常適合用於需要大量精密型電源供應器的應用，例如半導體可靠性測試、光電和積體電路 (IC) 測試。Keysight PX0107A 低雜訊濾波器轉接器可將電壓源雜訊位準降至 25 μ Vrms，非常適合用於容易受雜訊干擾的應用，例如量子運算。



圖 10：PZ2100 的 20 通道配置，其中整合了 4 個 PZ2131A 模組

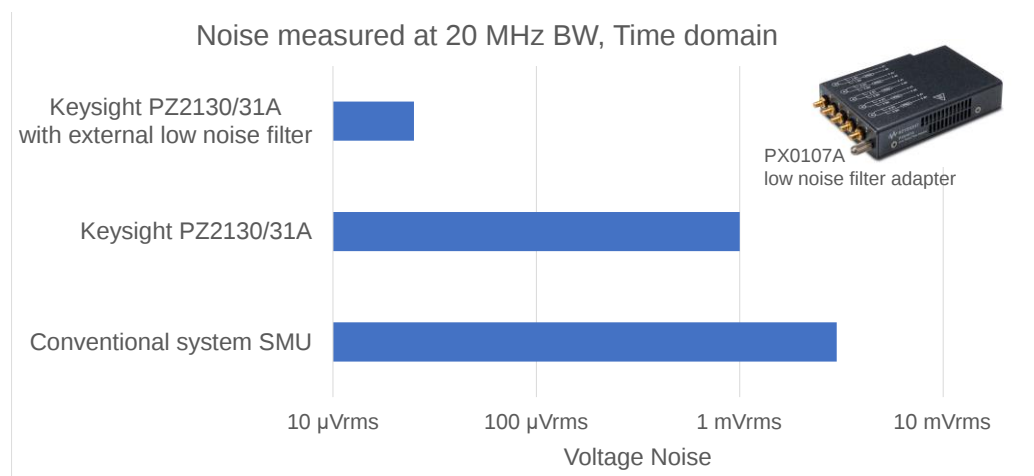


圖 11：PX0107A 大幅降低輸出雜訊

單機解決方案可簡化整合並提高時間效率

單機解決方案簡化了與多個 SMU 的同步， 準確度可達 50 ns 以下

將電源與量測資源整合在 SMU 中，與使用多個單獨的儀器相比，可實現更緊密的同步。此外，PZ2100 系列提供靈活的觸發選項，讓您能以獨立於供應電流或電壓波形的方式定義量測點。您可同步或獨立地操作多個通道。

PZ2100 系列是單機解決方案，可簡化通道堆疊與同步，進而消除整合與編碼的複雜性。PZ2100A 具有 6 條內部觸發線，因此可在不使用任何纜線的情況下，以小於 50 ns 的準確度在通道間進行同步。主機和模組上的外部觸發埠，可靈活而準確地與任何外部設備同步。PZ2100 系列 SMU 可在各種應用中當作精密型電源供應器使用，還可與其他設備同步運作。由於具備這些重要功能，此系列 SMU 可滿足各種應用的需求。

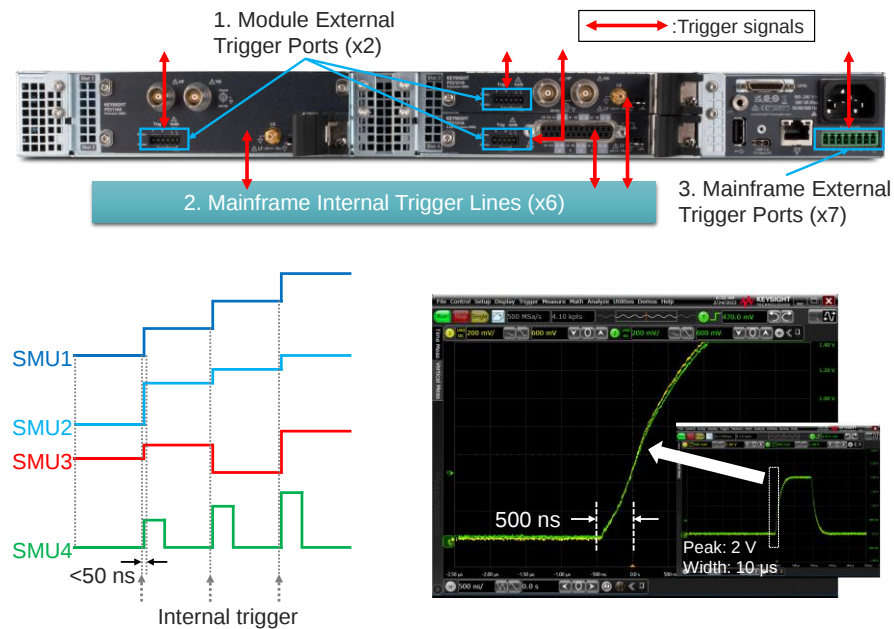


圖 12：內部觸發線可以小於 50 ns 的準確度在通道間進行同步，而外部觸發埠則可實現與任何外部設備的同步

簡單易用的 GUI，可加速對原型進行測試、除錯和故障排除

PZ2100 系列具有簡單易用的圖形操作介面 (GUI)，以及儀錶檢視和選單檢視兩種檢視模式，還可同步管理最多 20 個通道。選擇最適合您的檢視模式，以便在單一介面中設定並檢視所有通道的狀態；如此有助於加快對原型進行測試、除錯和故障排除。

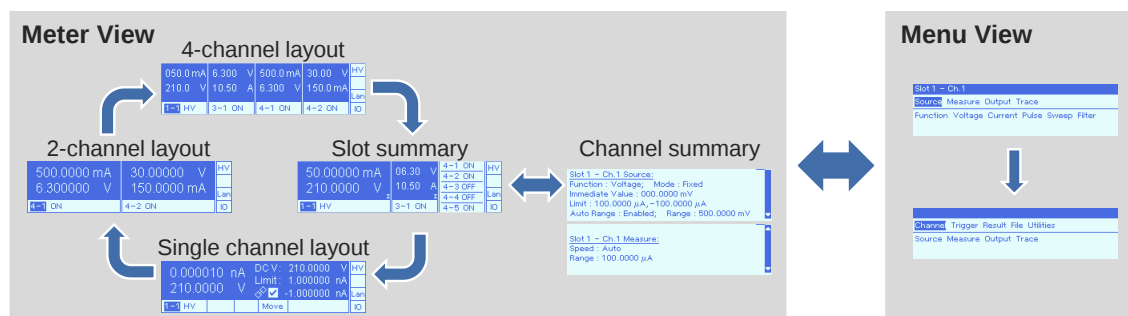


圖 13：圖形操作介面，方便您同時管理最多 20 個通道

透過 LAN/USB/GPIB 進行 SCPI 程控，可更快部署於各種環境

PZ2100 系列支援簡單易懂、被廣為採用的 SCPI 儀器控制協定。幾乎所有是德科技 SMU，包含 B2900 系列，全都普遍使用 SCPI 進行程控。它的許多指令都與現有的 SMU 相容，因此您可儘可能減少程式碼轉換工作，並透過 LAN/USB/GPIB 進行遠端控制，同時以簡單的編寫程式與各種環境對接。

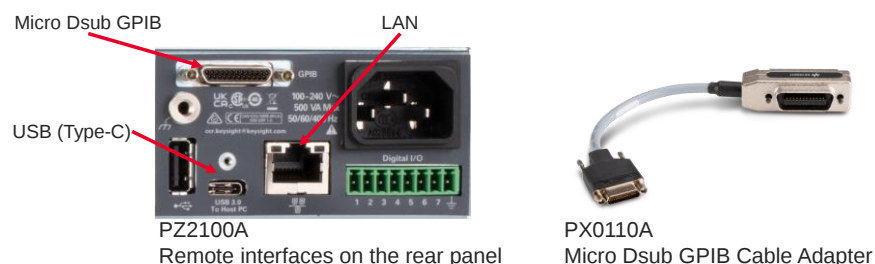


圖 14：PZ2100A 背板上的遠端介面，以及 PX0110A GPIB 纜線轉接器

PathWave IV Curve 軟體讓您無需編寫程式，即可快速執行量測

PZ2100 系列還可與 PW9251A PathWave IV Curve 搭配使用，後者是現成的 GUI 軟體，讓您無需編寫程式，即可對多達 20 個通道的 SMU，執行各種同步電流電壓 (IV) 量測。進行量測後，您可利用各種圖表分析功能，立即檢視測試結果。可匯出具有標記的圖形和表格，讓您能快速輕鬆地產生報告。此外，測試結果檔包含所有設定，方便您檢視結果，還可準確地重複進行測試。

PathWave IV Curve 軟體可協助您加速進行研究、開發和設計驗證，讓您能更準確、更可靠地擷取資料，進而更有效地使用設備

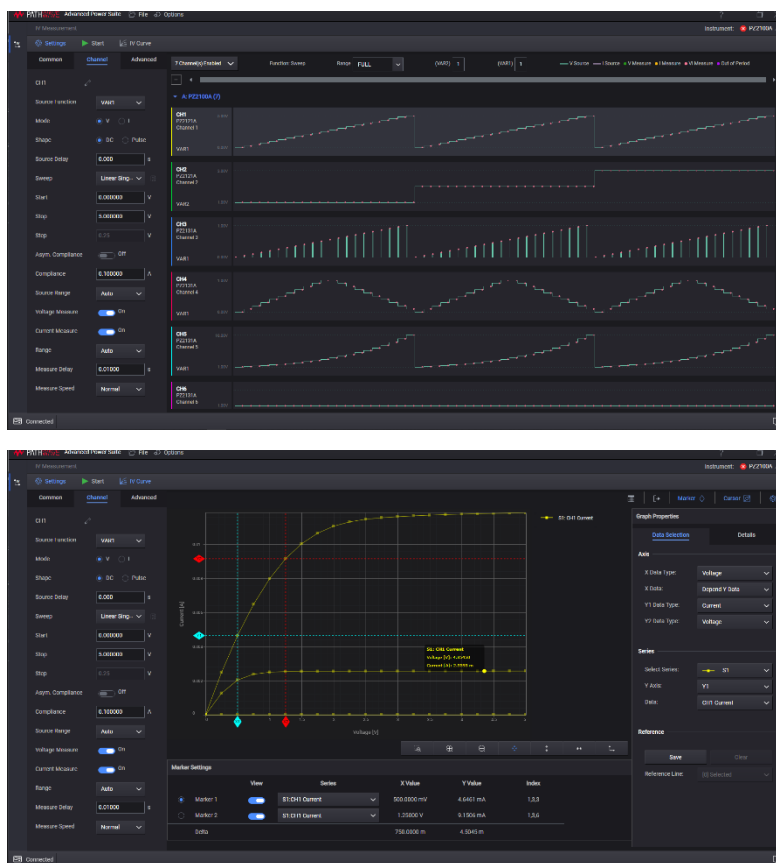


圖 15：PathWave IV Curve 軟體

機型比較表

		PZ2110A	PZ2120A	PZ2121A	PZ2130A	PZ2131A
通道數		1	1		5	
插槽數		2	1		1	
輸出範圍	最大電壓	210 V	60 V		30 V	
	最大電流 (直流)	315 mA	3.5 A		500 mA	
	最大電流 (脈衝)	315 mA	10.5 A		N/A	500 mA
解析度	最低電壓	500 nV	6 μ V		6 μ V	
	最小電流	10 fA	100 fA		100 pA	10 pA
電流量測雜訊 RMS (1 個 PLC)		30 fArms	400 fArms		75 pArms	35 pArms
電壓源雜訊	峰對峰值 (0.1 - 10 Hz)	< 4 μ V	< 12 μ V		< 20 μ V	
	峰對峰值 (20 MHz)	< 25 mV	< 30 mV		< 12 mV	
	均方根 (20 MHz)	< 3 mVrms	< 2.5 mVrms		< 1 mVrms (搭配 PX0107A 時 為 < 25 μ Vrms)	
	均方根 (200 MHz)	< 5 mVrms	< 4.5 mVrms		< 3.3 mVrms	
最小脈衝寬度		20 μ s	50 μ s	10 μ s	N/A	100 μ s
最大轉換率		1.4 V/ μ s	3.5 V/ μ s		0.15 V/ μ s	
數位轉換器模式		有	有		無	有
最大取樣率		1.25 MSa/s	1 MSa/s	15 MSa/s	250 kSa/s	500 kSa/s
自動量測範圍		有	有		有	
無間斷電流量測範圍		無	有		有	
遠端感測 (4 線式連接)		有	有		有	
保護屏蔽埠 · 支援低電流量測		有	有		有	
操作模式	標準模式	有	有		有	
	PS 模式	有	有		有	
	高電容模式	無	有		無	
	雷射二極體模式	無	有		無	

規格

規格條件

量測和程控準確度已制定於模組前面板連接器端子上。準確度依下列條件下制定：

關鍵條件	PZ2110A	PZ2120/21A	PZ2130/31A
溫度量測	23 °C ± 5 °C ¹	0 °C 至 50 °C	
濕度 ²	20% 至 60% ³	10% 至 80% ⁴	
暖機時間	40 分鐘		
自我校驗	在過去 24 小時內執行過。 執行自我校驗後，環境溫度變化須小於 ± 5 °C。		
校驗週期	一年		
間隙時間	1 PLC ⁵ (100 nA 至 300 mA 範圍，電壓範圍) 10 PLC (1 nA 和 10 nA 範圍)	1 PLC	
端子連接	Kelvin 型連接		

1. 除非另有說明，否則 0 °C 至 18 °C 和 28 °C 至 40 °C 的溫度範圍為雙倍。
2. 相對濕度，非凝結。
3. 除非另有說明，否則 60% 至 70% 為雙倍。
4. 最高相對濕度百分比高達 40 °C，並在 50 °C 時線性下降至 48% RH。在 40 °C 到 50 °C 範圍內，遵循恆定露點線。
5. 電源線週期。

PZ2110A 最大電壓和電流

最大電壓	最大電流	最大功率
± 21 V	± 315 mA	6.6 W
± 105 V	± 105 mA	11 W
± 210 V	± 50 mA	10.5 W

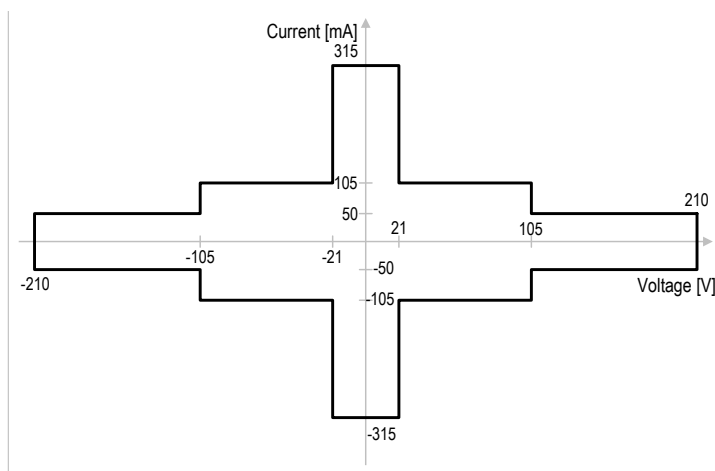


圖 16：PZ2110A 直流電壓和電流輸出功能

PZ2120/21A 最大電壓和電流

直流輸出功能

電壓功能		電流功能	
最小	最大	最小	最大
- 0.6 V	+ 5.5 V	- 130 mA	+ 3.5 A
- 2 V	+ 6.3 V		+ 3 A
- 2 V	+ 14 V		+ 2 A
- 6.3 V	+ 20 V		+ 1.5 A
- 12 V	+ 20 V		+ 0.8 A
- 20 V	+ 20 V		+ 0.5 A
- 50 V	+ 50 V		+ 130 mA
- 60 V	- 50 V		+ 100 mA
+ 50 V	+ 60 V	- 100 mA	+ 130 mA

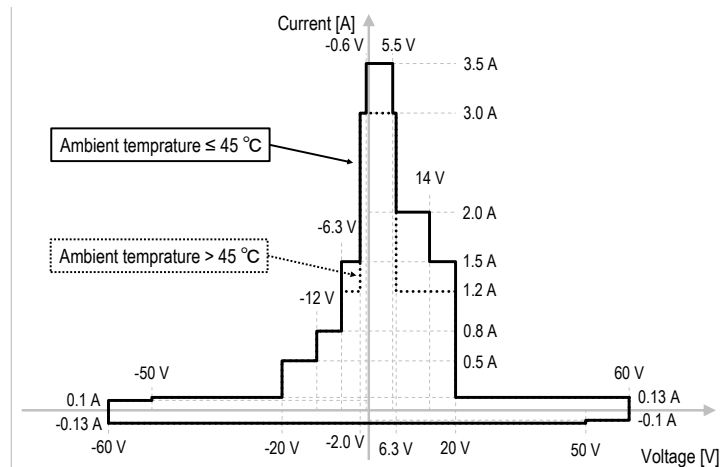


圖 17 : PZ2120/21A 直流電壓和電流輸出功能

脈衝輸出功能

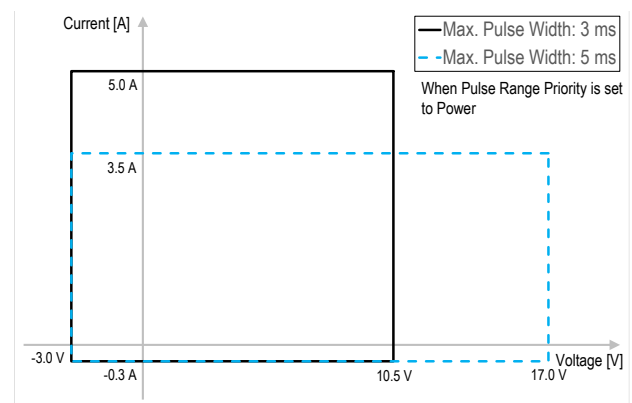
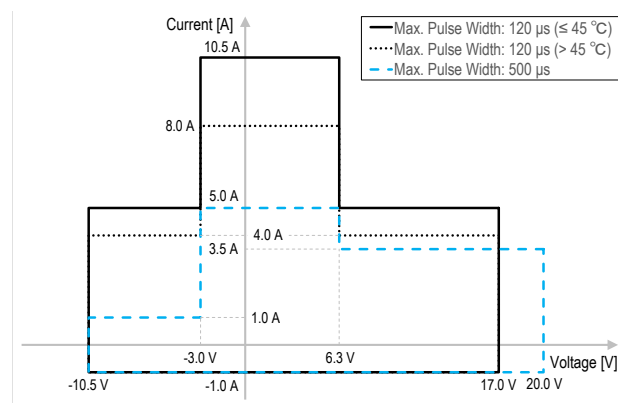


圖 18 : PZ2120/21A 脈衝電壓和電流輸出功能

PZ2130/31A 最大電壓和電流

每通道的最大電壓和電流

最大電壓	通道	最大電流	最大功率
± 6.3 V	1、2	+ 750 mA ¹ 、 - 500 mA	+ 4.7 W、 - 3.2 W
± 6.3 V	3、4、5	± 500 mA	± 3.2 W
± 30 V	1、2、 3、4、5	± 150 mA	± 4.5 W

1. 正電流超出範圍 (500 mA 範圍的 150%) 。

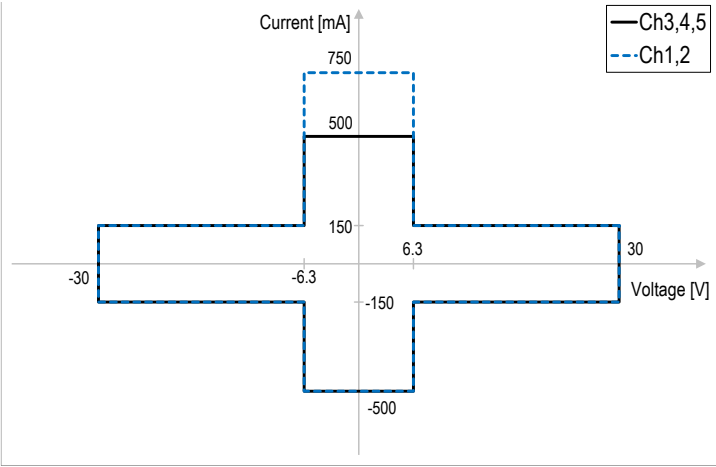


圖 19 : PZ2130/31A 每通道的電壓和電流輸出功能

每個模組的最大電壓和電流

限制每個模組的電流，以滿足下列公式：

象限	每個模組的最大電流 (當通道在以下範圍內運作時)		
	6 V 範圍	30 V 範圍	6 V 和 30 V 範圍混用
第一象限	3 A	750 mA	$(I_{total_p(6V)}) / 3 + (I_{total_n(6V)}) / 2 + (I_{total(30V)}) / 0.75 \leq 1$
第二象限至 第四象限	2 A	750 mA	

$I_{total_p(6V)}$ 、 $I_{total_n(6V)}$ 、 $I_{total(30V)}$ 是通道在指定電壓範圍內運作時，下列參數的總和。其中 $+I_{comp}$ / $-I_{comp}$ 為正/負電流限制值。

參數	範圍	電源功能		數值
		模式	極性	
$I_{total_p(6V)}$	6 V	電壓	任意	$+I_{comp}$ ，當 $+I_{comp} \geq 1.4 \times \text{abs}(-I_{comp})$ 時
		電流	正	電源值
$I_{total_n(6V)}$	6 V	電壓	任意	絕對值 $+I_{comp}$ ，當 $+I_{comp} < 1.4 \times \text{abs}(-I_{comp})$ 時
		電流	負	絕對電源值
$I_{total(30V)}$	30 V	電壓	任意	絕對值 $+I_{comp}/-I_{comp}$ 中取較大值
		電流	任意	絕對電源值

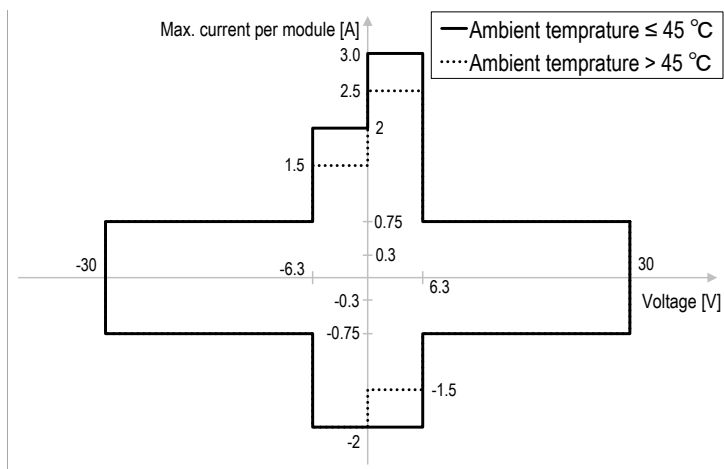


圖 20 : PZ2130/31A 每個模組的電壓和總電流輸出功能

PZ2110A 電源量測規格和特性

電壓源量測規格

範圍	程控與量測		電源雜訊 (峰對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²	最大電流
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) 23 °C ± 5 °C ¹		
± 0.5 V	0.5 μV	± (0.015% + 120 μV)	< 4 μV	± 315 mA
± 2 V	2 μV	± (0.015% + 140 μV)	< 5 μV	± 315 mA
± 6 V	6 μV	± (0.015% + 250 μV)	< 5 μV	± 315 mA
± 20 V	20 μV	± (0.015% + 900 μV)	< 15 μV	± 315 mA
± 40 V	40 μV	± (0.015% + 1 mV)	< 30 μV	³
± 100 V	100 μV	± (0.015% + 2.5 mV)	< 60 μV	³
± 200 V	200 μV	± (0.015% + 2.8 mV)	< 100 μV	± 50 mA (100 mA 或更低的範圍)

1. 除非另有說明，否則 0 °C 至 18 °C 和 28 °C 至 40 °C 的溫度範圍為雙倍。
2. 補充特性：0 V 供電時，10 mA 或更小的範圍。
3. ± 315 mA (-21 V ≤ V_o ≤ 21 V) · ± 105 mA (V_o < -21 V · V_o > 21 V) 。

電流源量測規格

範圍	程控與量測	電源雜訊 (峰對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²		最大電流
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) 23 °C ± 5 °C ¹		
± 1 nA	10 fA	± (0.1% + 1.5 pA + 1 fA x V _o) ³	< 200 fA	± 210 V
± 10 nA	10 fA	± (0.1% + 3 pA + 10 fA x V _o) ³	< 200 fA	± 210 V
± 100 nA	100 fA	± (0.05% + 20 pA)	< 2 pA	± 210 V
±1 µA	1 pA	± (0.05% + 100 pA)	< 2 pA	± 210 V
±10 µA	10 pA	± (0.04% + 2 nA)	< 80 pA	± 210 V
± 100 µA	100 pA	± (0.03% + 3 nA)	< 90 pA	± 210 V
± 1 mA	1 nA	± (0.03% + 60 nA)	< 8 nA	± 210 V
± 10 mA	10 nA	± (0.03% + 200 nA)	< 10 nA	± 210 V
± 100 mA	100 nA	± (0.04% + 6 µA)	< 200 nA	⁴
± 300 mA	300 nA	± (0.04% + 20 µA)	< 1 µA	± 21 V (100 V 或更低的範圍)

1. 除非另有說明，否則 0 °C 至 18 °C 和 28 °C 至 40 °C 的溫度範圍為雙倍。
2. 補充特性：0 A 供電時。
3. 間隙時間：10 PLC。
4. ± 210 V (-50 mA ≤ I_o ≤ 50 mA) · ± 105 V (I_o < -50 mA · I_o > 50 mA) 。

操作模式

操作模式	
標準模式	預設模式。
PS 模式	僅提供電壓源模式。

電源補充特性

電源補充特性				
最大輸出功率與源極/汲極限制：			11 W (± 315 mA 時為 ± 21 V · ± 105 mA 時為 ± 105 V · ± 50 mA 時為 ± 210 V · 四象限輸出或汲入操作)	
電流限制設定準確度			準確度與電流源相同；最小值是範圍的 1% (100 nA 至 300 mA 範圍) 1 nA (1 nA 、 10 nA 範圍)	
電壓限制設定準確度			準確度與電壓源相同；最小值是範圍的 1% (6 V 至 200 V 範圍) 50 mV (500 mV · 2 V 範圍)	
超出範圍	電壓	所有範圍	範圍的 105%	
	電流	300 mA 範圍	範圍的 105%	
		其他範圍	範圍的 115%	
溫度過高保護			在感測到內部溫度過高時，關閉輸出並重新設定。	
電壓輸出趨穩時間：			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% · 電流限制為 10 mA · 濾波器自動設定 < 45 μs (500 mV 至 40 V 範圍，開路負載) < 100 μs (100 V 範圍 · 100 kΩ 負載) < 200 μs (200 V 範圍 · 100 kΩ 負載)	
轉換率			開路負載條件下，以 0 V 至 + 200 V 步進 1.4 V/μs (在 PS 模式下具有 50 mA 限制) 1 V/μs (在標準模式下具有 10 mA 限制)	
電流輸出趨穩時間：			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% ¹ 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% · 電壓限制為 6 V · 濾波器自動設定 < 18 ms (1 nA 、 10 nA 範圍 · 50 MΩ 負載) < 1.2 ms (100 nA · 1 μA 範圍 · 500 kΩ 負載) < 400 μs (10 μA 、 100 μA 範圍 · 5 kΩ 負載) < 70 μs (1 mA 範圍 · 50 Ω 負載) < 40 μs (10 mA 範圍 · 50 Ω 負載) < 40 μs (100 mA 範圍 · 500 mΩ 負載) < 40 μs (300 mA 範圍 · 100 mΩ 負載)	
電壓源雜訊 (BW = 20 MHz)			< 3 mVrms · < 25 mVp-p · 20 V 範圍，0 V 供電時 (10 mA 或更小的範圍) < 6 mVrms · < 40 mVp-p · 20 V 範圍，0 V 供電時 (100 mA · 300 mA 範圍)	
電壓源雜訊 (BW = 200 MHz)			< 5 mVrms · < 50 mVp-p · 20 V 範圍，0 V 供電時	
電壓範圍切換暫態雜訊			< 250 mV · 100 kΩ 負載 · 20 MHz 頻寬	
電流範圍切換暫態雜訊			< 70 mV · 100 kΩ 負載 · 20 MHz 頻寬 · 電壓源模式 · 20 V 範圍	
電壓源模式下的負載暫態響應時間			回復到趨穩區段所需的時間	
			負載端具有 2.2 μF 電容 (ESR = 50 mΩ) · 透過電容進行遠端感測	
			6 V 範圍和 5 V 電源，正常/PS 模式下具有 300 mA 限制	
			上升時間 (10% 至 90%)	1 μs
			趨穩區段 (以 30 mA 至 270 mA 步進)	± 20 mV
			恢復時間	< 70 μs
電壓負載穩壓率			電壓準確度規格 (典型值) 包含負載穩壓率誤差	
電流負載穩壓率			電流準確度規格 (典型值) 包含負載穩壓率誤差	

1. 100 mA · 300 mA 範圍為 0.3% 。

量測補充特性

量測補充特性			
超出範圍	電壓	200 V 範圍	範圍的 105%
		其他範圍	範圍的 110%
	電流	300 mA 範圍	範圍的 105%
		其他範圍	範圍的 115%
電流量測雜訊 (1 PLC · 10 nA 範圍) ¹			30 fArms · 220 fAp-p

1. 觀測資料。

電流量測雜訊 (觀測資料)

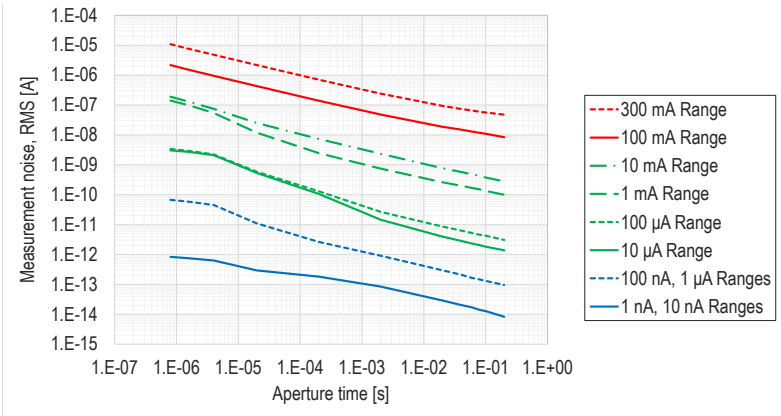


圖 21：電流量測雜訊

可程控輸出電阻 ¹

在預設狀態下，PZ2110A 可當作理想的電壓源，具有小到可以忽略不計的電源電阻，也可當作理想的電流源，具有巨大的電源電阻。可程控的輸出電阻功能，讓您能指定特定的輸出電阻。

模式	定電阻
電壓源的串聯電阻 (R _s)	電阻負載為： - (負載電阻/2) ≤ R _s ≤ 負載電阻
	在 1 mA、10 mA、100 mA 和 300 mA 範圍內，R _s ≤ 2 kΩ， 在 10 µA 和 100 µA 範圍內，≤ 40 kΩ；在 1 µA 範圍內，≤ 200 kΩ；或 在其他範圍內 ≤ 100 kΩ。
	R _s 值受限於電容負載
電流源的分流電阻 (R _{sh})	電阻負載為：負載電阻 ≤ R _{sh} ≤ 2 GΩ
	在 1 nA 和 10 nA 範圍內，R _{sh} ≥ 100 kΩ；在 100 nA 和 1 µA 範圍內，≥ 10 kΩ 在 10 µA 和 100 µA 範圍內，≥ 1 kΩ；在其他範圍內，≥ 200 Ω。
	R _{sh} 值受限於電容負載

1. 可程控輸出電阻僅適用於直流輸出。

PZ2120/21A 電源/量測規格和特性

電壓源量測規格

範圍		程控與量測	電源雜訊 (峰值對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²			最大電流
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal ¹ ± 5 °C	溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C			
± 6 V	6 µV	± (0.02% + 300 µV)	± (0.0005% + 1 µV)		< 12 µV	可變 ³
± 20 V	60 µV	± (0.02% + 3 mV)	± (0.0005% + 1 µV)		< 75 µV	可變 ³
± 60 V	60 µV	± (0.02% + 3 mV)	± (0.0005% + 1 µV)		< 75 µV	可變 ³

1. Tcal : 執行自我校驗時的環境溫度。
2. 補充特性 : 0 V 供電時 : 10 mA 範圍。
3. 參見圖 X 和 Y。

電流源量測規格

範圍		程控與量測	電源雜訊 (峰值對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²			最大電壓
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal ¹ ± 5 °C	溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C			
± 100 nA	100 fA	± (0.07% + 100 pA)	± (0.0006% + 2 pA)		< 1.5 pA	± 60 V
± 1 µA	1 pA	± (0.07% + 100 pA)	± (0.0006% + 4 pA)		< 2.5 pA	± 60 V
± 10 µA	10 pA	± (0.05% + 700 pA)	± (0.0006% + 135 pA)		< 30 pA	± 60 V
± 100 µA	100 pA	± (0.05% + 6 nA)	± (0.0006% + 200 pA)		< 200 pA	± 60 V
± 1 mA	1 nA	± (0.05% + 60 nA)	± (0.0006% + 2 nA)		< 3 nA	± 60 V
± 10 mA	10 nA	± (0.05% + 600 nA)	± (0.0006% + 20 nA)		< 20 nA	± 60 V
± 500 mA	500 nA	± (0.13% + 30 µA)	± (0.0006% + 1 µA)		< 1.5 µA	可變 ³
± 1 A	1 µA	± (0.13% + 60 µA)	± (0.0006% + 2 µA)		< 2.5 µA	可變 ³
± 3 A	3.5 µA	± (0.3% + 1 mA)	± (0.0025% + 33 µA)		< 25 µA	可變 ³
± 3.5 A	3.5 µA	± (0.3% + 1 mA)	± (0.0025% + 33 µA)		< 25 µA	可變 ³
± 5 A	5 µA	± (0.13% + 1 mA) ^{4,5}	± (0.002% + 33 µA) ^{4,5}		N/A	-10.5 V、+17 V
		± (0.3% + 1 mA) ⁶	± (0.002% + 33 µA) ⁶		N/A	-3 V、+10.5 V
± 10 A ⁴	10 µA	± (0.13% + 1 mA) ⁵	± (0.002% + 33 µA) ⁵		N/A	-3 V、+6.3 V

1. Tcal : 執行自我校驗時的環境溫度。
2. 補充特性 : 0 A 供電時 : 6 V 範圍。
3. 參見圖 X 和 Y。
4. 典型值。僅提供電流源模式。
5. 間隙時間 : 0.002 PLC (40 µs)。重複量測 10 次，然後取平均值。
6. 當 Pulse Range Priority 設定為 Power 時。間隙時間 : 0.1 PLC (2 ms)。重複量測 10 次，然後取平均值。

遠端暫態電壓量測規格

範圍		程控與量測	
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal ¹ ± 5 °C	溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C
± 6 V	6 µV	± (0.055% + 300 µV)	± (0.0005% + 1 µV)
± 20 V	60 µV	± (0.055% + 3 mV)	± (0.0005% + 1 µV)
± 60 V	60 µV	± (0.055% + 3 mV)	± (0.0005% + 1 µV)

1. Tcal：執行自我校驗時的環境溫度。

無間斷電流量測範圍規格

利用無間斷電流量測範圍功能，SMU 通道可在不改變範圍的狀況下，在寬廣的動態範圍內進行量測。它可自動偵測哪個電流量測範圍可提供最準確的量測結果。

範圍		程控與量測	
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal ¹ ± 5 °C	溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C
± 10 mA	10 nA	± (0.23% + 5.5 µA)	± (0.0006% + 20 nA)

1. Tcal：執行自我校驗時的環境溫度。

以溫度係數計算準確度的範例

計算 1 mA 範圍內，500 µA 輸出的準確度。假設在 19 °C 下進行自我校驗後，最後 24 小時內的環境溫度為 15 °C。執行自我校驗後，環境溫度的變化小於 ± 5 °C，但超出 23 °C ± 5 °C 的範圍。

$$\text{Temperature Variation} = (23^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}) - 15^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Accuracy} = (500 \mu\text{A} * 0.03\% + 60 \text{ nA}) + \frac{500 \mu\text{A} * 0.0006\% + 2 \text{ nA}}{1^{\circ}\text{C}} * 3^{\circ}\text{C}$$

$$= 210 \text{ nA} + 15 \text{ nA} = 225 \text{ nA}$$

因此，實際輸出電流落在 500 µA 的 225 nA 範圍內。

操作模式

操作模式	
標準模式	預設模式。
PS 模式	僅提供電壓源模式。
高電容模式	僅提供電壓源模式。提供 10 µA 至 3.5 A 的電流範圍。
雷射二極體模式	在施加具快速上升時間的脈衝時，提供電壓源和電流源模式。

電源補充特性

電源補充特性

最大輸出功率與源極/汲極限制：			第一象限內，30 W (+ 1.5 A 時為 + 20V) · + 5.5 V 時為 + 3.5 A 第二象限內，10 W (+0.5 A 時為 - 20 V) · - 0.6 V 時為 + 3.5 A 第三象限內，7.8 W (- 130 mA 時為 - 60 V) · - 60 V 時為 - 130 mA 第四象限內，6.5 W (- 130 mA 時為 50 V) · + 50 V 時為 130 mA	
電流限制設定準確度			準確度與電流源相同； 最小值為範圍的 1% (100 nA 至 3.5 A 範圍)	
電壓限制設定準確度			準確度與電壓源相同； 最小值為範圍的 1% (6 V 至 60 V 範圍)	
超出範圍	電壓	6 V 範圍	範圍的 105%	
		其他範圍	範圍的 100%	
	電流	10 A 範圍	正電流範圍的 105% 負電流範圍的 10%	
		5 A 範圍	正電流範圍的 100% 負電流範圍的 20% (當 Pulse Range Priority 設定為 Power 時，為 6%)	
		3 A、3.5 A 範圍	正電流範圍的 100% (負電流被限制為 -130 mA)	
		500 mA、1 A 範圍	正電流範圍的 105% (負電流被限制為 -130 mA)	
其他範圍		範圍的 105%		
溫度過高保護			在感測到內部溫度過高時，SMU 會自動斷電	
電壓輸出趨穩時間：			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% · 電流限制為 10 mA，濾波器自動設定 < 10 μs (6 V 範圍，開路負載) < 13 μs (20 V 範圍，50 kΩ 負載) < 26 μs (60 V 範圍，200 kΩ 負載)	
轉換率			開路負載條件下，以 0 V 至 60 V 步進 3.5 V/μs (在 PS 模式下，具有 500 mA 範圍，130 mA 限制) 2.3 V/μs (在標準模式下，具有 10 mA 範圍，10.5 mA 限制)	
電流輸出趨穩時間 (直流)			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% · 電壓限制為 6 V 或 5.5 V，濾波器自動設定 < 3.2 ms (100 nA，1 μA 範圍，500 kΩ 負載) < 600 μs (10 uA、100 μA 範圍，5 kΩ 負載) < 80 μs (1 mA、10 mA 範圍，50 Ω 負載) < 20 μs (500 mA，1 A 範圍，100 mΩ 負載) < 70 μs (3 A、3.5 A 範圍，100 mΩ 負載)	
電流輸出趨穩時間 (脈衝)			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；暫態優先模式的步進範圍為 100 mA 至 90%；電源優先模式的步進範圍為 10% 至 90%；6 V 限制；透過 1.5 m 低電感 BNC 纜線 (PX0105A-001) 連接負載 < 50 μs (在電源優先模式下，5 A 範圍，100 mΩ 負載) < 4.5 μs (在暫態優先模式下，5 A 範圍，100 mΩ 負載) < 6 μs (在暫態優先模式下，10 A 範圍，100 mΩ 負載)	
電壓源雜訊 (BW = 20 MHz)	≤10 mA 範圍		< 2.5 mVrms，< 30 mVp-p，0 V 供電時	
	>10 mA 範圍		< 3.5 mVrms，< 40 mVp-p，0 V 供電時	
電壓源雜訊 (BW = 200 MHz)	≤10 mA 範圍		< 4.5 mVrms，< 60 mVp-p，0 V 供電時	
	>10 mA 範圍		< 6 mVrms，< 70 mVp-p，0 V 供電時	
電壓源模式下的負載暫態響應時間			回復到趨穩區段所需的時間 負載端具有 4.7 μF 電容 (ESR = 50 mΩ)，透過電容進行遠端感測 在正常模式下具有 6 V 範圍，4 V 電源，+ 3.5 A/- 130 mA 限制	
			上升時間 (10% 至 90%)	1 μs
			趨穩區段 (以 0.3 A/1.5 A 至 1.5 A/0.3 A 步進)	± 20 mV
			恢復時間	< 20 μs
電壓負載穩壓率			電壓準確度規格 (典型值) 包含負載穩壓率誤差	
電流負載穩壓率 ¹			電流準確度規格包含負載穩壓率誤差，此規格適用於 V _o ≤ 40 V， 在 40 V < V _o 時為典型值	

1. V_o 為輸出電壓。

量測補充特性

量測補充特性

超出範圍	電壓	6 V 範圍	範圍的 105%
		其他範圍	範圍的 100%
	電流	10 A 範圍	正電流範圍的 105% 負電流範圍的 10%
		5 A 範圍	正電流範圍的 100% 負電流範圍的 20% (當 Pulse Range Priority 設定為 Power 時，為 6%)
		3 A、3.5 A 範圍	正電流範圍的 100% (負電流被限制為 -130 mA)
		500 mA、1 A 範圍	正電流範圍的 105% (負電流被限制為 -130 mA)
		其他範圍	範圍的 105%
電流量測雜訊 (1 PLC)		400 fArms (100 nA 範圍)、600 fArms (1 μA 範圍)	

PZ2130/31A 電壓量測規格和特性

電壓源量測規格

範圍		程控與量測		電源雜訊 (峰值對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²	最大電流	
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal 1 ± 5 °C		溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C		
± 6 V	6 μV	± (0.015% + 600 μV)		± (0.0005% + 1 μV)	< 20 μV	可變 ³
± 30 V	30 μV	± (0.015% + 1.2 mV)		± (0.0005% + 1 μV)	< 85 μV	± 150 mA

1. Tcal：執行自我校驗時的環境溫度。
2. 補充特性：0 V 供電時，500 mA 範圍。
3. 通道 1 和 2 分別為 750 mA 和 -500 mA；通道 3、4 和 5 為 ± 500 mA。

電流量量測規格

範圍		程控與量測		電源雜訊 (峰值對峰值) 0.1 Hz 至 10 Hz ²	最大電壓
解析度		準確度 (讀值的 % + 偏移) · Tcal ¹ ± 5 °C	溫度係數 (讀值的 % + 偏移) / °C · 0 °C 至 50 °C		
± 10 μA ³	10 pA	± (0.03% + 1.6 nA)	± (0.002% + 10 pA)	< 170 pA	可變 ⁴
± 100 μA	100 pA	± (0.03% + 16 nA)	± (0.002% + 100 pA)	< 440 pA	可變 ⁴
± 1 mA	1 nA	± (0.03% + 160 nA)	± (0.002% + 1 nA)	< 30 nA	可變 ⁴
± 10 mA	10 nA	± (0.03% + 1.6 μA)	± (0.002% + 10 nA)	< 35 nA	可變 ⁴
± 100 mA	100 nA	± (0.03% + 24 μA)	± (0.002% + 150 nA)	< 2.5 μA	可變 ⁴
± 500 mA	500 nA	± (0.05% + 125 μA)	± (0.004% + 1 μA)	< 3.5 μA	± 6.3 V

1. Tcal：執行自我校驗時的環境溫度。
2. 補充特性：0 A 供電時，6 V 範圍。
3. 10 µA 範圍為 PZ2131A 限定功能。
4. ± 30 V 適用於電壓源，± 31.5 V 適用於電壓量測。

以溫度係數計算準確度的範例

計算 1 mA 範圍內，500 µA 輸出的準確度。假設在 19 °C 下進行自我校驗後，最後 24 小時內的環境溫度為 15 °C。執行自我校驗後，環境溫度的變化小於 ± 5 °C，但超出 23 °C ± 5 °C 的範圍。

$$\text{Temperature Variation} = (23^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}) - 15^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= (500 \mu\text{A} * 0.03\% + 160 \text{ nA}) + \frac{500 \mu\text{A} * 0.002\% + 1 \text{ nA}}{1^{\circ}\text{C}} * 3^{\circ}\text{C} \\ &= 310 \text{ nA} + 33 \text{ nA} = 343 \text{ nA} \end{aligned}$$

因此，實際輸出電流落在 500 µA 的 343 nA 範圍內。

操作模式

操作模式	
標準模式	預設模式。
PS 模式	僅提供電壓源模式。

無間斷電流量測範圍

利用無間斷電流量測範圍功能，SMU 通道可在不改變範圍的狀況下，在寬廣的動態範圍內進行量測。它可自動偵測哪個電流量測範圍可提供最準確的量測結果。

範圍群組	可用範圍
高群組	500 mA、100 mA、10 mA、1 mA 範圍
低群組	10 mA、1 mA、10 μ A 範圍

註：

- 範圍群組是根據限制設定值自動選擇。當設定值大於 10 mA，則範圍群組被設定為「高 (High) 」。否則便設定為「低 (Low) 」。
- 當範圍群組設定為「低」時，其限制設定準確度會增加 5% (典型值) 的誤差。

電源補充特性

電源補充特性

最大輸出功率與源極/汲極限制：			第一象限為 17.6 W · 3 A · 其他象限為 12.6 W · 2 A (6 V 範圍) 22.5 W · 0.75 A (30 V 範圍)		
電流限制設定準確度			準確度與電流源相同； 最小值為範圍的 1% (10 μA 至 500 mA 範圍)		
電壓限制設定準確度			準確度與電壓源相同； 最小值為範圍的 1% (6 V 至 30 V 範圍)		
超出範圍	電壓	6 V 範圍	範圍的 105%		
		30 V 範圍	範圍的 100%		
	電流	500 mA 範圍	通道 1、2 正電流範圍的 150% 通道 1、2 負電流範圍的 100% 通道 3、4、5 範圍的 100%		
		其他範圍	範圍的 105% 如果使用低群組且啟用無間斷自動調整量測範圍功能，則 1 mA、10 mA 範圍 可使用範圍的 100%		
溫度過高保護			在感測到內部溫度過高時，SMU 會自動斷電		
電壓輸出趨穩時間：			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% ， 限制設為範圍的 100% · 濾波器自動設定 < 85 μs (在 PS 模式下具有 6 V 範圍，1 mA 或更大的範圍，開路負載)		
轉換率			開路負載條件下，以 0 V 至 30 V 步進 0.15 V/μs (在 PS 模式下具有 10 mA 限制) 0.1 V/μs (在標準模式下具有 10 mA 限制)		
電流輸出趨穩時間：			在所述負載條件下，達到最終值的 0.1% 所需的時間；步進範圍為 10% 至 90% ， 電壓限制為 6 V · 濾波器自動設定 < 2.0 ms (10 μA 範圍 · 1 kΩ 負載) < 1.4 ms (100 μA 範圍 · 1 kΩ 負載) < 200 μs (1 mA 範圍 · 10 Ω 負載) < 140 μs (10 mA 範圍 · 10 Ω 負載) < 110 μs (100 mA 範圍 · 100 mΩ 負載) < 90 μs (500 mA 範圍 · 100 mΩ 負載)		
電壓源雜訊 (BW = 20 MHz)			< 1 mVrms · < 12 mVp-p · 6 V 範圍 (100 mA 範圍 · 30 mA 限制)		
電壓源雜訊 (BW = 200 MHz)			< 3.3 mVrms · < 40 mVp-p · 6 V 範圍 (100 mA 範圍 · 30 mA 限制)		
電壓源模式下的負載暫態響應時間			回復到趨穩區段所需的時間 負載端具有 2.2 μF 電容 (ESR = 50 mΩ)，透過電容進行遠端感測 在 PS 模式下，具有 6 V 範圍和 500 mA 限制		
			上升時間 (10% 至 90%)	1 μs	
			趨穩區段 (以 50 mA 至 450 mA 步進)	± 20 mV	
			恢復時間	< 70 μs	
遠端感測最大導線壓降			每根導線的壓降高達 1 V		
			6 V 範圍	Hi-Lo : ± 6.5 V 最大值	
			30 V 範圍	Hi-Lo : ± 25.5 V 最大值 (使用低群組，且啟用無間斷電流量測範圍功能) Hi-Lo : ± 30.5 V 最大值 (適用於其他條件)	
電壓負載穩壓率			電壓準確度規格 (典型值) 包含負載穩壓率誤差		
電流負載穩壓率 ¹			1 mA · 100 mA 範圍	V _o ≤ 10 V 10 V < V _o ≤ 20 V 20 V < V _o	0 ppm 範圍的 (V _o -10 V) * 5 ppm 範圍的 ((V _o -20 V) * 10 ppm + 50 ppm)
			其他範圍	0 ppm	

1. V_o 為輸出電壓。

量測補充特性

量測補充特性

超出範圍	電壓	6 V 範圍	範圍的 105%
		30 V 範圍	量測範圍的 105%
	電流	500 mA 範圍	通道 1、2 正電流範圍的 150% 通道 1、2 負電流範圍的 100% 通道 3、4、5 範圍的 100%
		其他範圍	範圍的 105% 如果使用低群組且啟用無間斷自動調整量測範圍功能，則 1 mA、10 mA 範圍 可使用範圍的 100%
電流量測雜訊 (1 PLC)			10 μ A 範圍為 35 pArms · 100 μ A 範圍為 75 pArms

外部低雜訊濾波器補充特性

PZ2130A 和 PZ2131A 支援專用的外部低雜訊濾波器 (PX0107A)；可作為配件使用。它可連接至 PZ2130A 和 PZ2131A 輸出通道的 Dsub-25 輸出。

外部低雜訊濾波器補充特性

最大輸出範圍	30 V/150 mA (直流)	
輸出連接器	SMB	
輸出殘餘電阻	65 mΩ (標稱值)	
電壓源雜訊	0.1 至 10 Hz	與電壓規格相同
	10 Hz 至 20 MHz	25 μ Vrms (6 V 範圍)、110 μ Vrms (30 V 範圍)
電壓源趨穩時間 ¹	5.5 ms (6 V 範圍)、17.5 ms (30 V 範圍)	
支援的範圍	電壓	6 V、30 V 範圍
	電流	10 μ A 至 500 mA 的範圍 (最大值 $\pm$ 150 mA)
最大電容負載	5 μ F	
體積	19.5 mm (寬) x 62.7 mm (高) x 94.8 mm (深)。包含連接器的深度：107.5 mm。	
重量	0.17 公斤	

1. 在開路負載條件下，達到最終值的 0.1 % 所需的時間。步進範圍為 10% 至 90%。在 6 V/30 V 範圍內，100 mA 限制/100 mA 範圍。

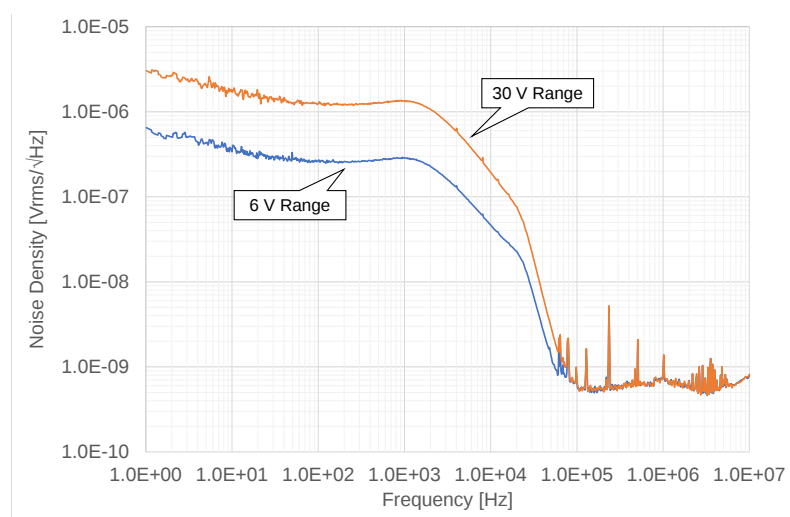


圖 22：搭配使用 PX0107A 外部低雜訊濾波器時，PZ2130/31A 的電壓源雜訊密度 (觀測資料)

脈衝源補充特性

	PZ2110A	PZ2120A	PZ2121A	PZ2130A	PZ2131A
可程控脈衝寬度	20 μ s 至 1 s	50 μ s 至 1 s	5 μ s 至 1 s	N/A	50 μ s 至 1 s
最小脈衝寬度可程控解析度	0.2 μ s				
脈衝寬度可程控準確度	0.5 % $\pm$ 2 μ s				
脈衝週期編程準確度	0.5 % $\pm$ 4 μ s				
脈衝寬度定義：	從 10% 前緣至 90% 後緣的時間 (圖 23)				

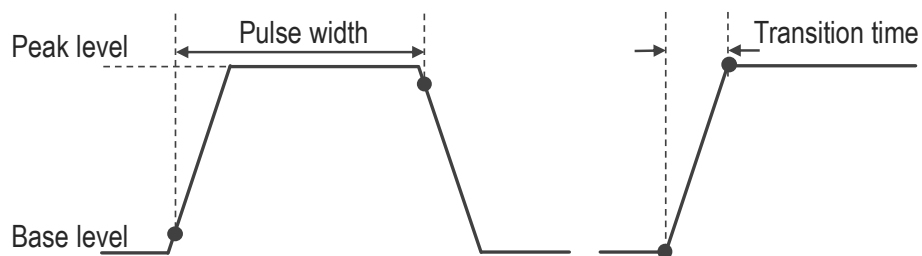


圖 23：定義脈衝參數和轉態時間

註：轉態時間是指從「電源趨穩區段」前緣到「100% - 電源趨穩區段」前緣邊緣的時間 (參見圖 23)。

PZ2110A

在給定電壓、電流和趨穩條件下的轉態時間 (觀測資料)

電源值	限制值	操作模式	負載	電源趨穩區段 (範圍的 %)	轉態時間 ¹
200 V	50 mA	標配	100 k Ω	0.1%	2.5 ms
300 mA	6 V	標配	100 m Ω	0.3%	40 μ s

1. 轉態時間是指從「電源趨穩區段」前緣到「100% - 電源趨穩區段」前緣邊緣的時間 (參見圖 23)。

PZ2120/21A

範圍	脈衝				
	最大電壓	最大峰值電流	最大基礎電流	可程控脈衝寬度 ¹	最長工作週期
直流範圍	+ 60 V	+130 mA	+130 mA	5 μ s 至 1 s	99.9999%
	+ 20 V	+ 1.5 A	+ 1.5 A	5 μ s 至 1 s	99.9999%
	+ 14 V	+ 2 A	+ 2 A	5 μ s 至 1 s	99.9999%
	+ 6.3 V	+ 3 A	+ 3 A	5 μ s 至 1 s	99.9999%
	+ 5.5 V	+ 3.5 A	+ 3.5 A	5 μ s 至 1 s	99.9999%
脈衝範圍	+ 6.3 V	+10.5 A	105 mA	5 μ s 至 120 μ s	1%
	+ 6.3 V	+ 5 A	105 mA	5 μ s 至 500 μ s	3%
	+ 17 V	+ 5 A	105 mA	5 μ s 至 120 μ s	1%
	+ 20 V	+ 3.5 A	105 mA	5 μ s 至 500 μ s	5%
	+ 20 V	+ 1 A	105 mA	5 μ s 至 500 μ s	3%
	+ 10.5 V ²	+ 5 A ²	1.05 A ²	5 μ s 至 3 ms ²	10% ²
	+ 17 V ²	+ 3.5 A ²	1.05 A ²	5 μ s 至 5 ms ²	15% ²

1. PX2120A 的最小可程控脈衝寬度為 50 μ s。
2. 當 Pulse Range Priority 設定為 Power，具有 5 A 範圍時。

在給定電壓、電流和趨穩條件下的轉態時間（觀測資料）

電源值	限制值	操作模式	負載	電源趨穩區段 (範圍的%)	轉態時間 ¹
60 V	130 mA	標配	200 k Ω	0.1%	1.1 ms
60 V	130 mA	PS	200 k Ω	0.1%	30 μ s
3.5 A	6 V	標配	100 m Ω	1%	40 μ s
5 A	6 V	標配	100 m Ω	5%	30 μ s

1. 轉態時間是指從「電源趨穩區段」前緣到「100% - 電源趨穩區段」前緣邊緣的時間（參見圖 X）。

PZ2131A

在給定電壓、電流和趨穩條件下的轉態時間（觀測資料）

電源值	限制值	操作模式	負載	電源趨穩區段 (範圍的%)	轉態時間 ¹
6.3 V	500 mA	標配	15 Ω	0.1%	270 μ s
6.3 V	500 mA	PS	15 Ω	0.1%	75 μ s
30 V	150 mA	標配	220 Ω	0.1%	4.9 ms
30 V	150 mA	PS	220 Ω	0.1%	230 μ s
500 mA	6 V	標配	100 m Ω	0.1%	85 μ s

1. 轉態時間是指從「電源趨穩區段」前緣到「100% - 電源趨穩區段」前緣邊緣的時間（參見圖 X）。

計時器和觸發的補充特性

計時器

時間戳記	每個量測被觸發後，會自動儲存計時器數值。	
觸發時序解析度：	4 μ s 至 100 ms	
準確度	$\pm$ 100 ppm	
準備/觸發延遲：	0 μ s 至 100000 s	
準備/觸發間隔：	4 μ s 至 100,000 s	
準備/觸發事件：	PZ2110A	1 至 1,000,000 (計數)
	PZ2120/21A	1 至 500,000 (計數)
	PZ2130/31A	1 至 200,000 (計數)

型號

可用的取樣率 ¹

PZ2110A	(1.25 MSa/s) /N · 其中 N=1, 2, 3, ..., 2 ²⁴
PZ2120A	(1 MSa/s) /N · 其中 N=1, 2, 3, ..., 2 ²¹
PZ2121A	(15 MSa/s) /N · 其中 N=1, 2, 3, ..., 2 ²⁵
PZ2130A	(250 kSa/s) /N · 其中 N=1, 2, 3, ..., 2 ¹⁹
PZ2131A	(500 kSa/s) /N 其中 N=1, 2, 3, ..., 2 ²⁰

1. 規格。

觸發參數

PZ2110A PZ2120A PZ2121A PZ2130A PZ2131A

數位 IO 觸發輸入至	電源/感測觸發延遲	$\leq$ 5 μ s				
	電源/感測觸發抖動	$\leq$ 4.5 μ s				
SMU 外部觸發輸入至	電源/感測觸發延遲	$\leq$ 5 μ s				
	電源/感測觸發抖動	$\leq$ 4 μ s				
SMU 外部觸發 1,2 (輸入觸發)	極性	可配置				
	最小脈衝寬度	200 ns · 標稱值				
	位準	3.3 V CMOS				
SMU 外部觸發 1,2 (輸出觸發)	極性	可配置				
	最小脈衝寬度	可設定為 200 ns 至 12.8 μ s (標稱值)				
	位準	3.3 V CMOS				
透過內部觸發線進行同步		< 50 ns				
最小觸發間隔	數位轉換器模式開啟	800 ns	1 μ s	67 ns	N/A	2 μ s
	數位轉換器模式關閉	4 μ s				

其他補充特性

輸入/輸出特性

		PZ2110A	PZ2120/21A	PZ2130/31A
感測模式		2 線式或 4 線式 (遠端感測) 連接		
低終端連接		機箱接地或浮接		
輸出連接器		三軸插孔・提供高位供電和高位感測 SMB 插孔・用於低位感測		Dsub 25 針腳插孔
外部 I/O		Phoenix Contact COMBICON 輕巧型 PTSM (TRIG1、TRIG2、Int Lock、Frame GND)		
		6 位接線端子模組 區塊接頭	6 位接線端子模組 區塊接頭	5 位接線端子模組 區塊接頭
最大保護偏移電壓		< 2 mV		
遠端感測操作範圍 (供電和感測之間的最大電壓)	高	1 V		
	低	1 V	0.3 V	1 V
電壓源輸出電阻值		< 0.3 Ω (非 Kelvin)	< 0.02 Ω ($\geq 10 \mu\text{A}$ 範圍) < 300 Ω ($< 10 \mu\text{A}$ 範圍)	< 0.2 Ω ($\geq 1 \text{ mA}$ 範圍) < 1.3 Ω^1 ($< 1 \text{ mA}$ 範圍)
電流源輸出電阻值		> 10 T Ω (1 nA 範圍)	> 0.6 T Ω (100 nA 範圍)	> 10 G Ω (10 μA 範圍)
可容許的最大纜線電阻值	感測	10 Ω	1 Ω	1 Ω
	供電	10 Ω ($I_o \leq 100 \text{ mA}$)、 3 Ω ($I_o > 100 \text{ mA}$)	3 Ω ($I_o \leq 100 \text{ mA}$) 0.3 V/ I_o Ω ($I_o > 100 \text{ mA}$)	10 Ω ($I_o \leq 100 \text{ mA}$) 1 V/ I_o Ω ($I_o > 100 \text{ mA}$)
最大負載電容值		100 μF (ESR $\geq 25 \text{ m}\Omega$) ²	100 μF (ESR $\geq 25 \text{ m}\Omega$) ³	10 μF (ESR $\geq 50 \text{ m}\Omega$)
保護輸出阻抗		610 Ω (標稱值)	3.1 k Ω (標稱值)	6.8 k Ω (標稱值)
最大直流浮動電壓		低位供電和機箱之間的電壓為 $\pm 40 \text{ V}$		

1. 開啟無間斷電流量測範圍功能時，仍適用於低群組。

2. 100 mA 至 300 mA 的範圍。

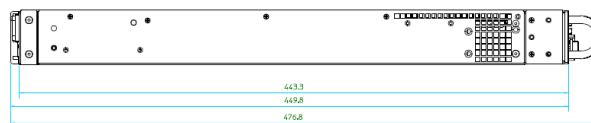
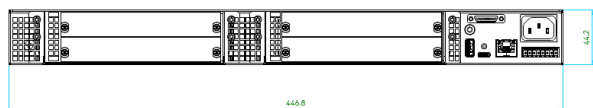
3. 正常模式下為 1 mA 或更高的範圍。在高電容模式下提供 10 μA 或更大的範圍。

環境規格

室內設備使用環境		PZ2100A	PZ2110A	PZ2120/21A	PZ2130/31A
操作狀態	溫度量測	0 °C 至 55 °C	0 °C 至 40 °C	0 °C 至 50 °C	
	濕度 ¹	10% 至 80% ²	15% 至 70%	10% 至 80% ³	
存放狀態	溫度量測	-30 °C 至 70 °C	-20 °C 至 60 °C	-30 °C 至 70 °C	
	濕度 ¹	5% 至 90%			
海拔高度		操作：0 m 至 2,000 m；存放：0 至 4,600 m			
電源供應器		50/60 Hz (頻率容差 +/-5%) 100-240V (電壓容差 +/-10%) · 400Hz (頻率容差 +/-10%) 100-120V (電壓容差 +/-10%)			
EMC		IEC61326-1/EN61326-1、CISPR11/EN55011 Group 1 Class A、ICES-001 Group 1 Class A、AS/NZS CISPR11 Group 1 Class A、KN61000-6-1、KN11 Group 1 Class A			
安全規格		IEC61010-1/EN61010-1、UL 61010-1、CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1			
電壓過載類別		II (僅適用於交流電源)			
污染等級		2			
相符性與認證		CE、UKCA、cCSAus ⁴ 、RCM、ICES/NMB-001、KC			
暖機時間		40 分鐘			

1. 相對濕度，非凝結。
2. 最大相對濕度在 40°C 時為 100%，並在 55 °C 時，以線性方式下降至 38% RH。在 40°C 到 55°C 範圍內，遵循恆定露點線。
3. 最大相對濕度在 40°C 時為 100%，並在 50 °C 時，以線性方式下降至 48% RH。在 40°C 到 50°C 範圍內，遵循恆定露點線。
4. 適用於 PZ2100/10/20/21A。

型號	體積	重量	插槽
PZ2100A	高 44.2 mm x 深 443.3 mm x 寬 446.8 mm	7.2 公斤	4
PZ2110A	高 40.1 mm x 深 210 mm x 寬 131 mm · 2 插槽模組	0.55 公斤	2
PZ2120/21A	高 20.1 mm x 深 210 mm x 寬 131 mm · 1 插槽模組	0.28 公斤	1
PZ2130/31A	高 20.1 mm x 深 210 mm x 寬 131 mm · 1 插槽模組	0.28 公斤	1



聲放射 ¹	待機模式	操作模式	最壞情況模式
聲壓位準 ² (以 20 µPa 為參考值)	45 dBA	56 dBA	60 dBA
聲功率 (以 1 pW 為參考值)	56 dBA	65 dBA	69 dBA

1. 補充特性。當環境溫度和 SMU 負載不需要全力散熱時，會自動調節風扇速度，以減少噪音。
2. 在操作者位置。

前面板操作

前面板介面	256x64 LCD 螢幕，隨附鍵盤
檢視模式	儀錶檢視 (單通道、2 通道、4 通道、插槽摘要、通道摘要)、選單檢視
硬按鍵	Meter, Channel, Help, Menu, Back, Erase, Channel On/Off, Voltage, Current, 10-key, Enter
前面板 LED	除 On/Off 開關外，還配備一個 LED 燈。綠光或黃光。

電源量測功能

		PZ2110A	PZ2120A	PZ2121A	PZ2130A	PZ2131A
掃描量測	步進數	1 至 1,000,000	1 至 2,000			
	掃描模式	線性、對數 (log) 或條列				
	掃描方向	單向或雙向				
	類型	直流或脈衝			直流電	直流或脈衝
	可產生條列掃描波形的最小可控值	4 μ s				
數位化/取樣量測	數位轉換器模式	有	有	有	N/A	有
	最大取樣率	1.25 MSa/s	1 MSa/s	15 MSa/s	250 kSa/s	500 kSa/s
	最大緩衝區尺寸	1,000,000 點	500,000 點 ^{1, 2, 3}		200,000 點	

1. 以 15 MSa/s 速率進行量測時，限制為 100,000 點。
2. 啟用遠端暫態電壓量測功能，並將觸發次數設定為 >1 時，限制為 300,000 點。
3. 啟用遠端暫態電壓量測功能，並以 15 MSa/s 速率進行量測時，限制為 30,000 點。

PZ2100A 輸入/輸出連接性

GPIO		Micro Dsub 連接器。符合 IEEE-488.1 標準。 支援 IEEE-488.2 常用指令和狀態模型拓撲。
乙太網路		LAN RJ-45 接頭，支援 10Base-T、100Base-T 和 1000Base-T
USB		USB 2.0 Type-A 主機控制器 x1 USB 3.0 Type-C 裝置介面 x1
數位 I/O ¹	最大額定電壓	針腳之間為 +16.5 VDC/-5 VDC (針腳 8 內部連接至機箱接地。)
	針腳 1 和 2 為 FLT 輸出	4 mA 時，最大低位準輸出電壓 = 0.5 V 最大低位準汲入電流 = 4 mA 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 1 mA
	針腳 1 至 7 為數位/觸發輸出	最大低位準輸出電壓 = 0.5 V @ 4 mA；1 V @ 50 mA；1.75 V @ 100 mA 最大低位準汲入電流 = 100 mA 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 0.8 mA
	針腳 1 至 7 為數位/觸發輸入， 針腳 3 為 INH 輸入 (針腳 8 = 共模)	最大低位準輸入電壓 = 0.8 V 最低高位準輸入電壓 = 2 V 0 V 時，典型低位電流 = 2 mA (內部 2.2k 上拉) 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 0.12 mA
接地		機箱接地連接柱

1. 補充特性。

程式、軟體和驅動程式

程控	SCPI
程式記憶體	程式碼。每次執行最多 256 位元。程式記憶體中所有程式大小的總和必須高達 100 KB。最多可儲存 100 個程式。
LXI 相符性	1.5 LXI 裝置規格 2016
可用的軟體	PathWave IV Curve 軟體
標配的相容型驅動程式	IVI-C、IVI.NET、LabVIEW

必備軟體

PW9251A PathWave IV Curve 軟體	作業系統	Windows 10：32 位和 64 位元（專業版、企業版、教育版、家庭版） Windows 8、8.1：32 位和 64 位元（專業版、企業版、核心版）
	CPU	1 GHz 或更快（建議 2 GHz 或更高），Intel Core i5（或同等級產品）
	記憶體	1 GB（32 位元）或 2 GB（64 位元）（建議 3 GB 或更大）， Intel Core i5（或同等級產品）
	顯示解析度	檢視單一儀器時，建議的最低解析度為 1280x1024 （如需檢視多部儀器，建議設定較高的解析度）
	介面	USB、GPIB、LAN

隨附的配件

產品型號	隨附的配件
PZ2100A	電源線、連接器接線端子模組（3.5mm 8 端子）、填充面板（4 個）、插槽擋板（2 個）、快速參考指南
PZ2110A	連接器 - 接線端子模組（2.5 mm 6 端子）、短路線棒、快速參考指南
PZ2120A	連接器 - 接線端子模組（2.5 mm 6 端子）、短路線棒、快速參考指南
PZ2121A	連接器 - 接線端子模組（2.5 mm 6 端子）、短路線棒、快速參考指南
PZ2130A	連接器 - 接線端子模組（2.5 mm 5 端子）、短路線棒、快速參考指南
PZ2131A	連接器 - 接線端子模組（2.5 mm 5 端子）、短路線棒、快速參考指南

訂購資訊

產品型號	說明
PZ2100A	精密型電源量測設備主機，4 插槽，1U
PZ2110A	精密型電源量測設備，1.25 MSa/s，10 fA，210 V，315 mA 直流/脈衝
PZ2120A	精密型電源量測設備，1 MSa/s，100 fA，60 V，3.5 A 直流/10.5 A 脈衝
PZ2121A	精密型電源量測設備，15 MSa/s，100 fA，60 V，3.5 A 直流/10.5 A 脈衝
PZ2130A	5 通道精密型電源量測設備，100 pA，30 V，500 mA 直流
PZ2131A	5 通道精密型電源量測設備，500 kSa/s，10 pA，30 V，500 mA 直流/脈衝

選項	說明
1A7	校驗 + 不確定性 + 保護頻段（未經認證）
A6J	ANSI Z540-1-1994 校驗
UK6	包含測試資料的商業校驗證書

產品型號	說明
PX0101A-001	BNC 轉 Ferrule 端子纜線 · 1.5 m · VOLT:DC 3.3V
PX0101A-002	BNC 轉 Ferrule 端子纜線 · 3 m · VOLT:DC 3.3V
PX0102A-001	低雜訊三軸纜線 · 1.5 m
PX0102A-002	低雜訊三軸纜線 · 3 m
PX0103A-001	三軸轉 SMB 纜線 · 1.5 m · VOLT:DC 210V
PX0103A-002	三軸轉 SMB 纜線 · 3 m · VOLT:DC 210V
PX0104A-001	大電流三軸纜線 · 4 A · 1.5 m · VOLT:DC 60V
PX0104A-002	大電流三軸纜線 · 4 A · 3 m · VOLT:DC 60V
PX0105A-001	低電感 BNC 纜線 · 1.5 m · VOLT:DC 60V
PX0105A-002	低電感 BNC 纜線 · 3 m · VOLT:DC 60V
PX0106A	Dsub25 轉 5 SMB 轉接器
PX0107A	低雜訊濾波器轉接器
PX0108A-001	BNC 轉 SMB 纜線 · 1.5 m · VOLT:DC 60V
PX0108A-002	BNC 轉 SMB 纜線 · 3 m · VOLT:DC 60V
PX0110A	Micro Dsub GPIB 纜線轉接器 · 適用於 PZ2100A · 0.25 m
PX0111A	適用於 PZ2100A 的插槽擋板 · 2 個
PX0112A	適用於 PZ2100A 的填充面板套件 · 4 個
PX0113A	適用於 PZ2100A 的上架套件
PX0114A	適用於 PZ2100A 的 Micro Dsub GPIB 纜線 · 1 m

是德科技致力於協助創新者快速解決設計、模擬和測試挑戰，以突破工程設計的極限，進而建立最卓越的產品體驗。請上網至 www.keysight.com，展開您的創新之旅。



本文件資訊如有修改，恕不另行通知。© Keysight Technologies, 2023,
Published in USA, April 11, 2023, 3123-1174.ZHTW