

使用者手冊

**Tektronix**

**TPS2PWR1**

電源分析應用程式

**071-1460-01**

[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)

Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有授權軟體產品為 Tektronix 或其供應者所有，且受美國著作權法及國際條約規定保護。

由政府使用、複製或公布之限制規定於 DFARS 252.227-7013 「科技資料與電腦軟體權利」法中的次章節 (c) (1) (ii) 或 FAR 52.227-19 「商業電腦軟體 - 限制權利」法中的次章節 (c) (1) 與 (2)，視何者適用。

所有 Tektronix 產品均受美國與其它國家已許可及審核中之專利權的保護。本出版物中的資訊將取代之前出版所有文件中的內容。保留變更規格與價格之權利。

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077

TEKTRONIX、TEK，與 TEKPROBE 皆為 Tektronix,Inc. 的註冊商標。

## 保證書

### TPS2PWR1 應用程式

Tektronix 保證以上的產品從 Tektronix 授權經銷商原始售出日起一年內，在材料和工藝兩方面均無瑕疵。若此類任一產品證實在保固期內發生故障，Tektronix 可選擇對故障品進行修復但不收任何零件費用與工錢，或是提供替代品以交換故障產品。電池不在此保固範圍。Tektronix 針對保固作業所使用的零件、模組及更換品可以是新品或功能等同新品的再製品。所有更換的零件、模組及產品皆屬於 Tektronix 之資產。

爲了取得本保證書所提供的服務，顧客必須在保固期到期之前，將故障情況告知 Tektronix 並進行適當的安排以進行服務。顧客必須負責缺陷產品的包裝與運輸，並以預付運費的方式，連同產品的保證書一起送抵 Tektronix 指定的服務中心。若顧客所在地與 Tektronix 服務中心位在同一國家，Tektronix 將支付把產品寄回顧客的費用。如果要將產品寄回其他地點，所有運費、關稅、稅金與任何其他費用需由顧客支付。

本保證書不適用於因不正常使用、維修或缺乏保養的情況所造成的任何缺陷、故障或損壞。若有下列情況，Tektronix 並無義務就本保證書提供服務 a) 因爲非 Tektronix 代表的人員企圖安裝、維修或檢修產品而產生的損壞；b) 因爲不正常使用或與不相容設備連接所造成的損壞；c) 使用非 Tektronix 耗材所造成的任何損壞或故障；或 d) 產品經過修改或與其他產品結合，而這種修改或結合增加檢修產品所需的時間或難度。

## 保固（接續） TPS2PWR1 應用程式

本擔保係由 Tektronix 針對本產品所提供，其效力取代其他任何明示或默示之擔保。Tektronix 及其廠商不為任何適售性或符合特定使用目的之所有默示擔保。倘若違反此擔保，Tektronix 對顧客所提供的唯一補救方法，為修復或替換故障的產品。對於任何間接、特殊、附隨性或衍生性損害，Tektronix 及其廠商將概不負責，不論 Tektronix 及其廠商是否事先瞭解這種損害的可能性。

# 目錄

一般安全操作摘要 .....	ii
與 Tektronix 聯絡 .....	vi

## 開始使用

開始使用 .....	1-1
基本操作 .....	1-2
功率 .....	1-2
啓動 .....	1-4
檢查模組安裝 .....	1-8
模組安裝故障排除 .....	1-9

## 參考資料

電源分析 .....	2-1
波形分析 .....	2-9
相位角 .....	2-15
諧波 .....	2-21
切換損耗 .....	2-29
dY/dt 測量 .....	2-41
P5120 規格 .....	2-43



# 一般安全操作摘要

請檢視下列的安全警告，以免受傷並避免對此產品及其連接的任何產品造成損害。

為避免潛在的危險，請僅依照指示使用此產品。

*只有合格的維修人員方可操作維修程序。*

## 避免引燃或受傷

**使用適當的電源線。**請只使用本產品所指定以及該國使用認可的電源線。

**正確地連接與中斷連接。**當探棒或測試線與電壓來源連接時，請勿連接它們或中斷與它們的連接。

**正確地連接與中斷連接。**請先將探棒輸出端子連接測量儀器，再將探棒連接到測試的電路。中斷探棒輸入端子和探棒參考導線與測試電路的連接後，再中斷探棒與測量儀器的連接。

**觀察所有的端子功率。**為避免火災或是電擊的危險，請注意產品上的所有功率及標記。在與產品連接之前，請先參閱產品手冊以便進一步瞭解有關功率的資訊。

**使用適當的探棒。**為避免電擊，請使用適當功率的探棒來進行測量。

浮接。請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $> 30 V_{RMS}$ 。當參考導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

關閉電源。拔掉供電的電源線。

正確更換電池。只更換正確類型和功率的指定電池。

將電池正確充電。只能以建議的充電週期充電。

使用正確的交流轉接器。您只能使用本產品所指定的變壓器。

請蓋上蓋子再操作。請勿在取下蓋子或是面板時操作本產品。

避免電路外露。通電時，請勿碰觸外露的連接器及元件。

懷疑有故障時，請勿操作。若您懷疑本產品已損壞，請讓合格的維修人員進行檢查。

環境。第 2 級污染（如 IEC61010-1:2001 的定義）。請勿在可能會有導電性污染物的環境中作業。若需「環境」特性的相關資訊，請參閱「TPS2000 示波器使用者手冊」的「附錄 A」。

請勿在潮濕的狀態下操作。

請勿在易燃易爆的空氣中操作。

請維持產品表面的清潔與乾燥。

**保持空氣的流通。**請參考手冊的安裝說明，詳細瞭解如何安裝產品使其具有良好的通風。

**避免電量超載。**爲了避免受到傷害或發生火災的危險，請勿將電位放至任何輸入裝置中，包括參考輸入，因爲它會因接地而有所變化，甚至會超出該輸入的最大功率。

**避免電路外露。**通電時，請勿碰觸外露的連線及元件。

**避免電擊。**爲了避免導致受傷或喪命，請勿在探棒或導線仍與電壓來源連接時，連線或中斷探棒的連線，或是測試導線。

**請維持探棒表面的清潔與乾燥。**爲了避免遭受電擊或顯示錯誤的讀數，請維持探棒表面的清潔與乾燥。

**正確連接參考導線。**如果您正在使用多示波器波道，則必須將每個波道的探棒參考導線，直接連到您要測量的電路共模參考。這些連接是必要的，因爲示波器波道是以電子方式隔離。它們不會共用共模底盤連線。請盡可能對每一根探棒使用最短的參考導線，以維持良好的訊號完整性。

**如果顯示問號。**如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況或其他錯誤、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度、位置，或是按下前面板的自動設定按鈕。

## 符號與詞彙

此手冊中的詞彙。本手冊可能會出現下列詞彙：



**警告：**聲明中指明了可能導致受傷或喪命的情況或操作。

---



**聲明：**中指明了可導致損壞此產品或其他物品的情況或操作。

---

產品上的詞彙。這些詞彙可能會出現在產品上：

「危險」表示當您看到此標誌時可能有立即受傷的危險。

「警告」表示當您看到此標誌時並不會有立即受傷的危險。

「注意」表示可能損及財產（包括本產品）的危險。

產品上的符號。下列符號可能會出現在產品上：



注意  
參閱手冊



待機



底盤接地線

## 與 Tektronix 聯絡

地址            Tektronix, Inc.  
                  部門或姓名（如果已知）  
                  14200 SW Karl Braun Drive  
                  P.O. Box 500  
                  Beaverton, OR 97077  
                  USA

網站            [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)

技術支援      電子郵件信箱：[techsupport@tektronix.com](mailto:techsupport@tektronix.com)

---

北美以外之地區，如欲聯絡各當地 Tektronix 銷售門市或經銷商；請參見 Tektronix 網站以查詢各地門市名單。





開始使用



# 開始使用

「TPS2PWR1 電源分析」應用程式軟體可將電源測量新增至 TPS2000 系列示波器中。

其特定功能包括：

- 電源分析 - 計算一對電壓及電流波形的實功率、無功功率、功率因數及相位角等。
- 波形分析 - 計算波形的均方根值、峰值因數及頻率等。
- 相位角 - 計算三對電壓或電流波形之間的相位角。
- 諧波 - 最多可計算 50 個諧波，並且能夠針對其基礎頻率、基礎頻率百分比，以及整個波形的 THD/TDD 數值，來顯示每個諧波的相位角。
- 切換損耗 - 計算一對電壓及電流波形的開始切換損耗、關閉切換損耗、傳導損耗，以及總切換損耗。
- $dV/dt$  及  $di/dt$  游標 - 計算波形上兩個游標之間的  $dv/dt$  或  $di/dt$ 。

## 基本操作

請參閱「TPS2000 使用者手冊」、「P2220 操作指南」及「P5120 操作指南」，取得功率及基本操作的相關資訊，其中包括安全、安裝、功能檢查、探棒衰減與刻度設定，以及自我校驗等。

## 功率

### TPS2000

TPS2000 示波器的共模（IEC 61010）已額定為 300 V CAT II 訊號，而浮接參考則額定為 600 V CAT II 接地參考。

### P2220

P2220 被動探棒的功率為：

X10 位置：接地的 300 V<sub>RMS</sub> CAT II 探棒頭

X1 位置：接地的 150 V<sub>RMS</sub> CAT II 探棒頭

接地的探棒參考導線已額定為最高可浮動至 30 V。

### P5120

P5120 被動高壓探棒的功率為：

接地的 1000 V<sub>RMS</sub> CAT II 探棒頭。

接地的探棒參考導線已額定為可浮動至 600 V<sub>RMS</sub> CAT II。

### 過壓類別

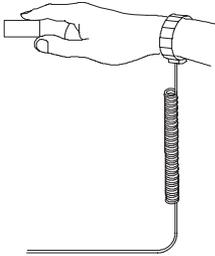
過電壓類別的定義如下：

- CAT III：分散式等級的主要、固定安裝
- CAT II：區域等級的主要、應用、可攜式設備
- CAT I：設備、電信、電子的訊號位準、特殊設備或組件

「使用者手冊」中包含更多有關 TPS2000 及不同探棒的完整產品規格。

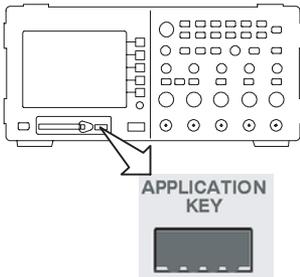
## 啟動

若要在您的 TPS2000 系列示波器上安裝 TPS2PWR1 應用模組，請遵循下列步驟。



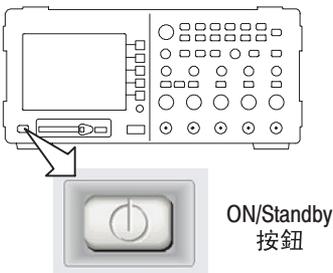
### 注意靜電釋放預防措施。

爲了避免對示波器或應用模組造成損害，請注意適當的靜電釋放 (ESD) 預防措施。使用 ESD 腕帶。



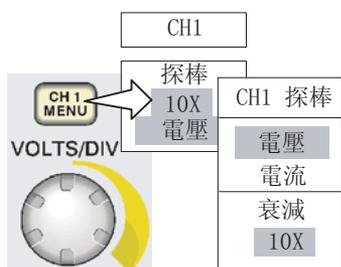
### 插入應用程式索引鍵。

於示波器關閉時，將電源分析應用程式索引鍵插入指定的插槽中（位於螢幕的右下角）。此索引鍵的標籤應該朝上。



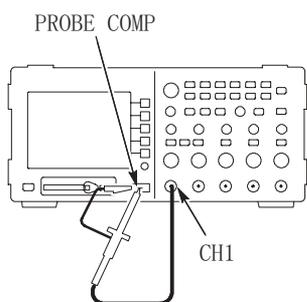
### 將示波器電源開啟。

等候螢幕出現。再按側邊功能表**確定**按鈕以繼續。



將探棒連接到示波器上，並且設定探棒。

按下適當的前面板 **CH 1**、**CH 2**、**CH 3** 或 **CH 4** 功能表按鈕，適當的電壓或電流側邊功能表選項，以及衰減側邊功能表選項。

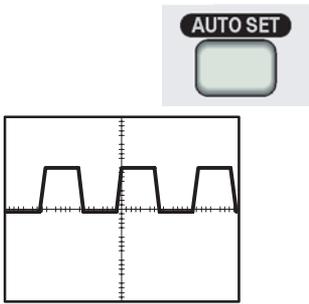


校正電壓探棒。

針對 P5120 探棒，請將探棒連接到示波器的波道 1 上。若要執行此動作，請將探棒接頭插槽對齊 CH 1 BNC 鎖，並將之插入以連接，再向右扭轉以鎖定探棒。

連接探棒頭和參考導線到「探棒補償」端子。請針對每個探棒重複此程序。

必要時，請將電流探棒消磁。

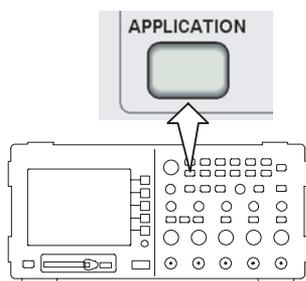


以連接至電路的探棒連線為例，請參閱本手冊中「參考資料」一節裡所提供的「應用程式」範例。

如果您在畫面上看到問號，可以按下前面板的 **AUTOSET** 按鈕，或是依照下列指示調整示波器。

若要最佳化「電源分析」、「波形分析」及「相位角」功能表中的自動化測量值，請將示波器調整為：

- TPS2000 至少顯示一個完整的波形週期
- 每個波形的振幅皆超過兩格
- 螢幕上顯示所有波形資料點
- 每個週期至少佔用一個水平刻度



啓動應用程式。

按下前面板的應用程式按鈕，存取電源應用程式功能。電源應用程式功能表將會出現在示波器的右側功能表中。它將顯示下列的電源測量選擇。

電源應用程式	說明
電源分析	實功率、無功功率、實功率因數和相位角
波形分析	RMS 週期、峰值因數、頻率
相位角	每一個 CH1、CH2 及 CH3 (針對 4 波道的型號) 之間的相位角 (度數)
諧波	基礎均方根、諧波相位、頻率及均方根。
切換損耗	開始、關閉、傳導和總損耗

若需示波器一般設定的詳細資訊，請參閱「*TPS2000 使用者手冊*」。

## 檢查模組安裝

使用下列表格檢查是否已安裝應用模組。如果示波器沒有顯示應用模組功能表項目，請執行頁次 1-9 的 *模組安裝故障排除* 中的步驟。

檢查此模組	按下此 前面板按鈕	檢查
TPS2PWR1	應用程式	螢幕右側會出現一個功能表， 其標題為：電源

## 模組安裝故障排除

若開機時示波器無法辨識應用模組的存在，請執行下列步驟：

1. 關閉示波器電源。
2. 遵循先前顯示的靜電釋放預防措施。
3. 移除應用模組。
4. 檢查應用模組的接點是否受損。
5. 再將應用模組插入示波器中。
6. 將示波器電源開啓。如果示波器仍然無法顯示應用功能表項目，表示您的應用模組或模組插槽發生問題。請洽當地 Tektronix 服務中心加以解決。





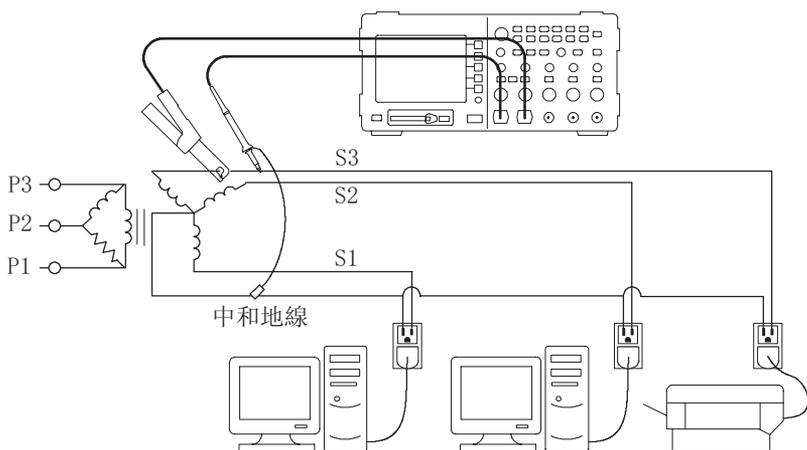
## 參考資料



# 電源分析

您可以使用電源分析功能表的功能，檢查您所在位置的一般電源品質，例如辦公室或工廠。並且找出您所在的機構是否能夠有效地使用它的電源，或是排除設備的故障問題。

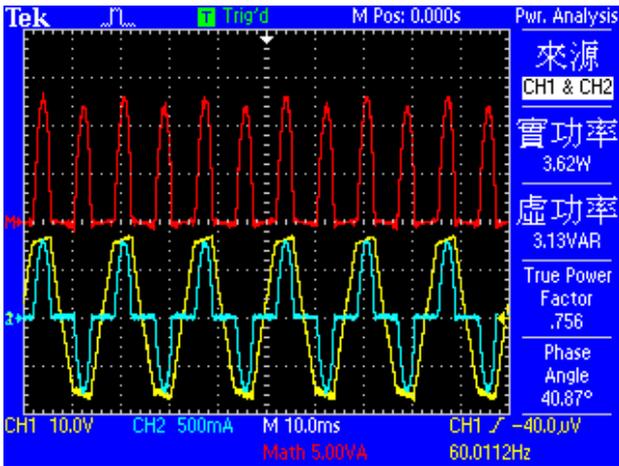
開始時，請將您的 TPS2000、適當的被動式探棒（例如 P5120），以及電流探棒（例如 A622 或 TCP305）鉤到您想要測試的電源分配系統上，如下圖所示。您的特定電路所擁有的探棒設定，可能會與先前所提到的設備不同。



**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $> 30 V_{RMS}$ 。當參考導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

按下電源分析按鈕，顯示「電源分析功能表」。示波器將顯示電壓及電流來源波形，並且會顯示相關的測量值。此外，它還會自動設定並顯示即時電源波形 ( $V \cdot A$ ) 的數學波形。

這些電源分析功能可用來分析來源電流與電壓波形之間的互動。此外，這些操作還需要使用電壓及電流探棒。



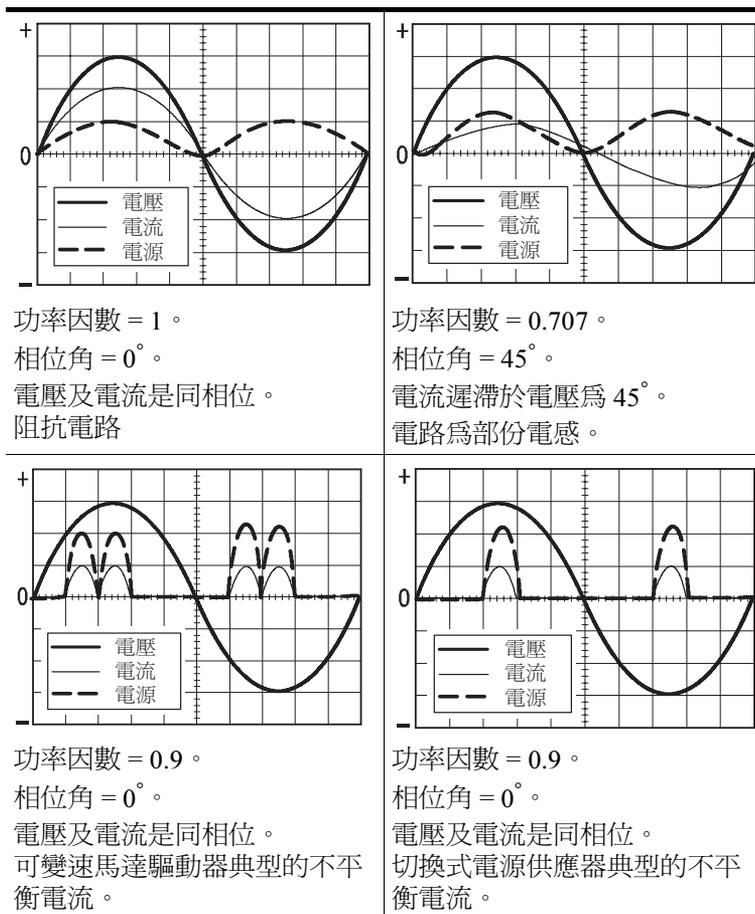
該功能表包括下列選擇和數值：

功能表選項	說明
來源	<p>選取波道配對。在四波道的示波器上，請選擇其中一項：（CH1 和 CH2）或（CH3 和 CH4）。</p> <p>在二波道示波器上，來源會固定為 CH1 和 CH2。</p> <p>（CH1 和 CH2）及（CH3 和 CH4）應為一對（電壓，電流）波形。系統會一直將數學乘法波形設成使用選定的來源。</p>
實功率	顯示實功率。這是經由計算數學 (V*A) 波形的平均值所計算的結果。
無功功率	顯示無功功率。（伏特 - 安培無功功率）。這是將電壓波形的均方根值，乘以電流波形的均方根值，再乘以相位角的正弦所計算的結果。本手冊的相位角一節中會說明相位角的計算方式。

功能表選項	說明
實功率 因數	<p>顯示實功率與虛功率的比率（0 至 1）。虛功率是將電壓波形的均方根值乘以電流波形的均方根值所計算出的結果。</p> <p>一般而言，較高的功率因數意謂著使用能源更有效率。一個純阻抗電路的功率因數為 1.0。而純電感電路的功率因數則為 0.0。</p>
相位角	<p>顯示其餘弦為實功率因數的角度（<math>-90^\circ</math> 至 <math>+90^\circ</math>）。若為正弦波波形，則此值與在「相位角功能表」中所測量的相位角會是一樣的。若不是正弦波波形，則這兩個相位角的測量值可能會不相同。</p> <p>如果 CH1 波形（通常為電壓）先於 CH2 波形（通常為電流）之前，則該角度為正數。如果 CH1 波形遲滯於 CH2 波形之後，則該角度為負數。</p>

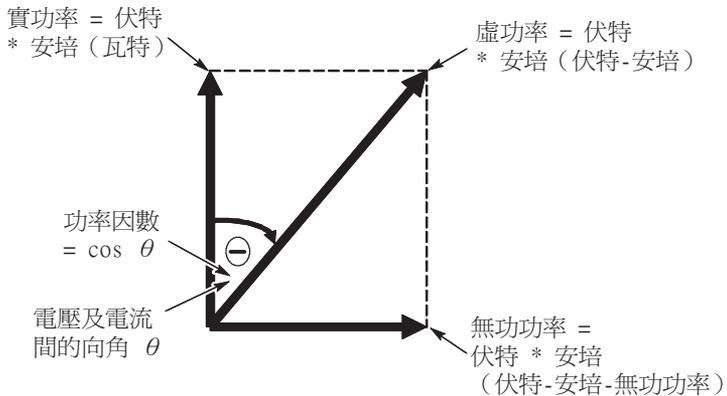
範例結果

接下來是分析您的結果。下圖將顯示已格式化的範例。



### 操作秘訣

- 當您進入「電源分析」功能表時，示波器會自動開啓選為來源的波道。此外，它還會開啓數學乘法 ( $V \cdot A$ ) 電源波形。它不會對您的設定做任何其他變更。
- 此功能表中的電源測量是以電壓波形記錄中，所找到的所有完整週期為基礎。
- 下列圖解將進一步說明此功能表中所使用的值。



- 如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況或其他錯誤、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度、位置，或是按下前面板的自動設定按鈕。

---

*注意：所有電源應用程式測量都需要安裝 TPS2PWR1 應用程式索引鍵。*

---

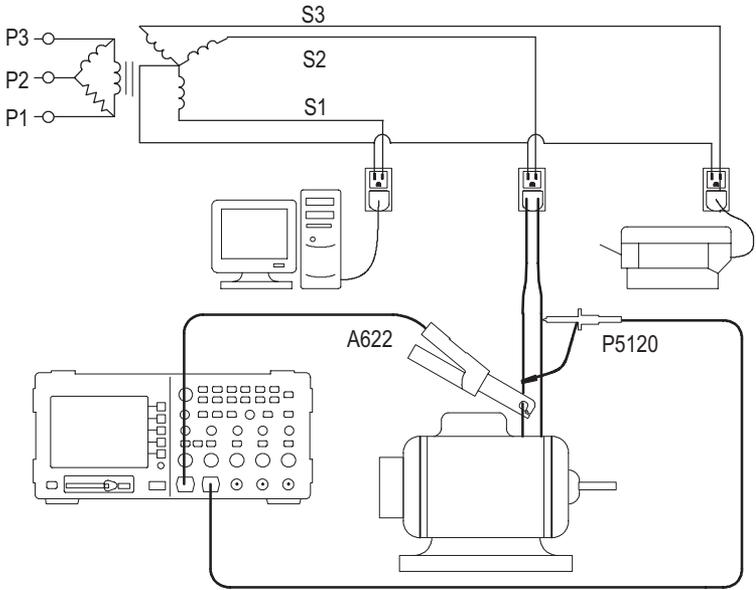




## 波形分析

您可以使用波形分析功能來測量峰值因數，以及更進一步地辨別您的電源品質狀況。這對於在特定分支有不同負載（將會影響到與負載相關的電源品質）的辦公室或製造工廠而言，是非常有用的。

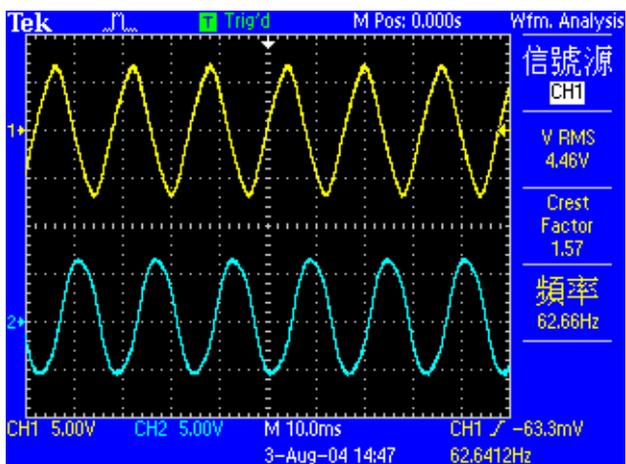
下圖將顯示測量電壓或電流之峰值因數的範例設定。



**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $> 30 V_{RMS}$ 。當共同導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

按下波形分析按鈕會在畫面右邊顯示「波形分析功能表」，並且在該功能表的左邊會顯示來源電壓或電流波形。示波器將顯示來源波形及測量值。

這些波形分析功能可提供能協助您分析個別波形的測量值。但是這些作業需要使用個別的電壓或電流探棒。

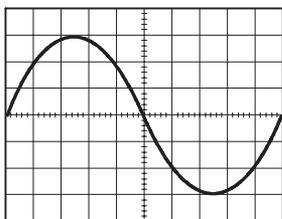


該功能表提供下列選擇和數值。

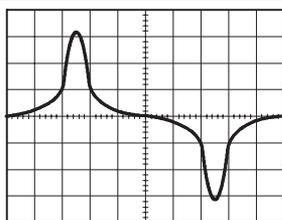
功能表選項	說明
信號源	選取波道。選擇：CH1 或 CH2 或 MATH。 在 4 波道模型中，您也可以選擇 CH3 或 CH4
RMS 週期	顯示選定波形之第一個完整週期的 RMS 值。
峰值因數	顯示整個波形的最大值與第一個完整週期的 RMS 值的比率。 訊號峰值及 RMS 值之間的比率。 對正弦波而言是 1.414，而對 50% 工作週期方波而言則是 1.0。 電壓峰值因數可間接指出 AC 電源供應裝置的飽和度。 而電流峰值因數則可間接指出負載產生高 AC 峰值電流的能力。
頻率	顯示頻率（第一個完整週期期間的倒數）。

範例結果

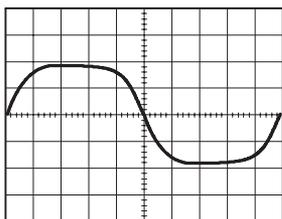
接下來是分析您的結果。下圖將顯示已格式化的範例。



峰值因數 = 1.41。  
純正弦波。



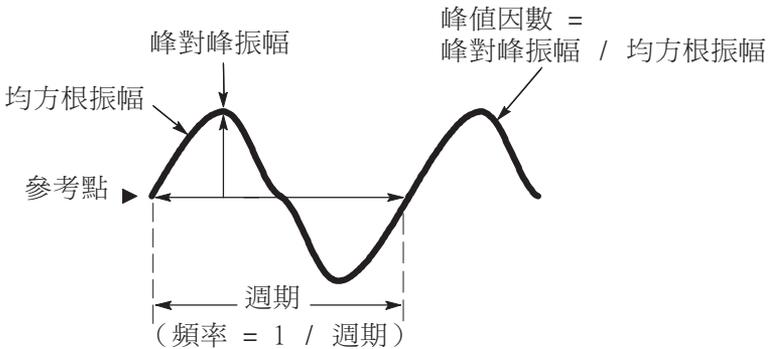
峰值因數 > 1.41。  
電流尖波。  
一般非線性的負載，例如切換式  
電源供應器。



峰值因數 < 1.41。  
超出電壓波形。  
一般包含非線性負載的電源供應  
裝置。

### 操作秘訣

- 「波形分析」功能表不像「TPS2PWR1 電源應用程式」中的某些其他功能表，它並不會開啓或關閉任何波道，也不會變更您的設定。
- 下列圖解將進一步說明此功能表中所使用的數值。



- 如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況或其他錯誤、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度、位置，或是按下前面板的**自動設定**按鈕。

---

**注意：**所有電源應用程式測量都需要安裝 TPS2PWR1 應用程式索引鍵。

---

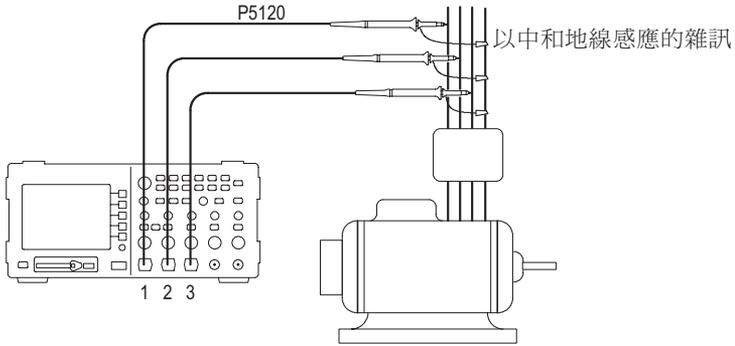
# 相位角

「相位角」功能表的功能可協助您查看應用程式的效率，例如在工業用 3 相位應用程式中的電源傳輸。

例如，您可能會使用它們來調查反相位電壓是否就是造成三相位馬達過熱的原因。

由於波道是獨立隔離的，因此每個探棒的參考導線都必須分別連接至要測試之電路的參考點。

下圖將顯示鉤到示波器上的其中一種方法，以測量流至可變速馬達驅動器的電壓相位角。

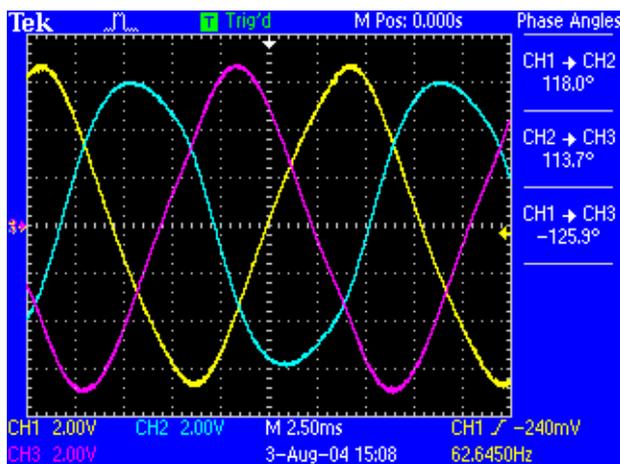


**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $>30 V_{RMS}$ 。當共同導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

---

按下相位角，顯示「相位角」功能表。此功能表將顯示在三相位電子系統的三個波道中，任二個波道之間的相位角。

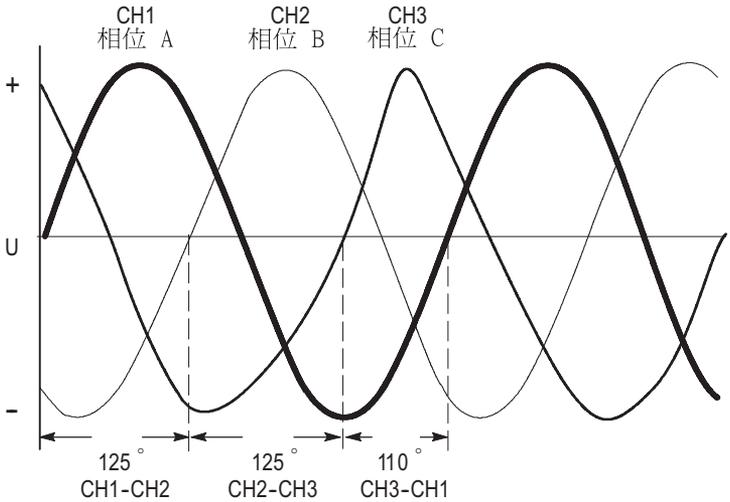
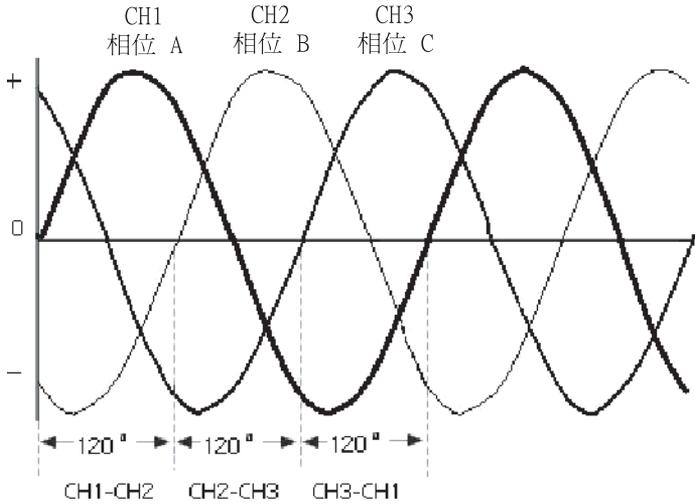
您可以經由使用三根電壓探棒或電流探棒，以及 4 波道版本的 TPS2000，以簡化您的測量過程。此外，如果您會移動探棒來進行測量，則還可以使用 2-波道儀器。



它會顯示下列測量值：

功能表選項	說明
信號源	<p>CH1 -&gt; CH2、 CH2 -&gt; CH3、 CH1 -&gt; CH3</p> <p>若有二波道示波器，則功能表只會顯示波道 1 和 2 之間的相位差。您必需移動探棒，才能執行三相測量。</p> <p>這些角度的範圍為 <math>-180^\circ</math> 到 <math>+180^\circ</math>（度數）。</p> <p>如果數字較低之波道的波形先於數字較高之波道的波形之前，則角度會是正數。如果數字較低之波道的波形遲滯於導線之後，則角度會是負數。例如，如果 CH1 波形先導於 CH2 波形，角度就會是正數。如果 CH1 波形遲滯於 CH2 波形之後，則該角度為負數。</p>

下圖將顯示已格式化的範例結果，內含完整平均分隔每個相位的 120 度，以及未平均分隔每個相位的角度。

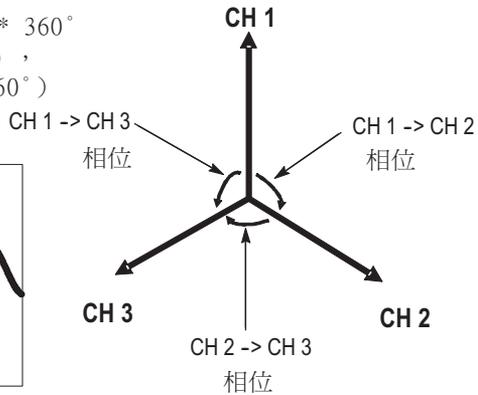
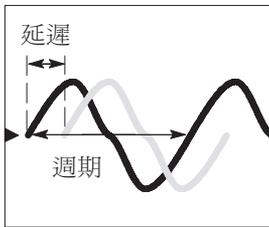


### 操作秘訣

- 此功能表可計算相位角。若要將相位角當作其餘弦為實功率因數的角度來進行測量，請使用「電源分析」功能表。
- 下列圖解將進一步說明此功能表中所使用的值。

相位 = (延遲 / 週期) \* 360°

如果 (相位 > 180°)，  
則 (相位 = 相位 - 360°)



- 如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況或其他錯誤、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度、位置，或是按下前面板的**自動設定**按鈕。

---

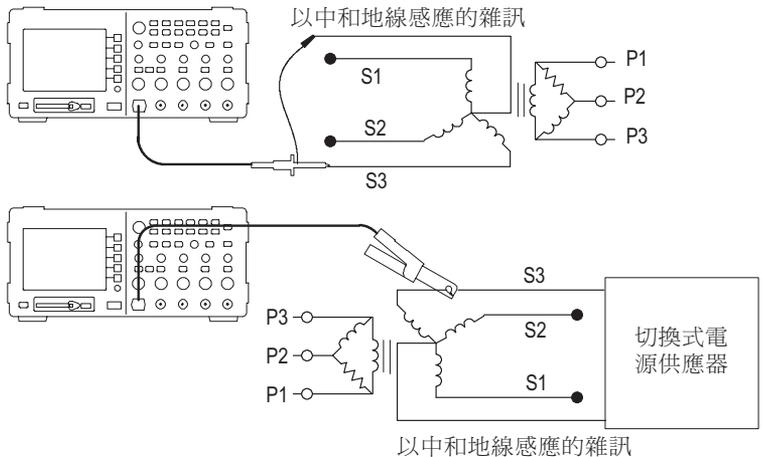
**注意：**所有電源應用程式測量都需要安裝 TPS2PWR1 應用程式索引鍵。

---

# 諧波

您可以使用「諧波」功能表功能，顯示來源波形的頻率頻譜，及其相關的測量值，並且徹底排除電源品質的故障問題。

下圖顯示測量某棟建築物中的線路之電壓或電流諧波的設定範例。



**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $>30 V_{RMS}$ 。當共同導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

按下諧波按鈕，顯示「諧波」功能表。示波器將顯示來源波形的頻率頻譜，及其相關的測量值。



該功能表提供下列選擇和數值：

功能表選項	說明
信號源	選擇要測量的波道。 可使用的選擇有：CH1、CH2，以及在四波道的示波器上時，還有 CH3 或 CH4。 使用電壓或電流波形。
設定	選擇「自動」（預設值）或「手動」。
顯示 < 值 >	選擇要顯示的諧波。 < 值 > 為「全部諧波」、「單數諧波」或「偶數諧波」
儲存諧波	將諧波資料儲存到 CompactFlash 卡的檔案中。 該檔案將會自動以 HM1234.csv 的格式來命名。並且將會儲存在 CompactFlash 卡上目前的資料夾中。 檔案將包含 50 個諧波的下列內容（尚有其他內容）： 震幅（振幅）、 基礎諧波的百分比、 頻率，以及 相位角 執行儲存動作將會儲存該諧波波形，以及基礎時域波形。 您通常會在個人電腦上檢視諧波 .CSV 檔案的內容，因此無法呼叫示波器的檔案。

「自動」設定控制會在您進入諧波器功能表時，指示示波器儲存您的設定，並在您離開時還原這些設定。

自動設定會執行下列動作：

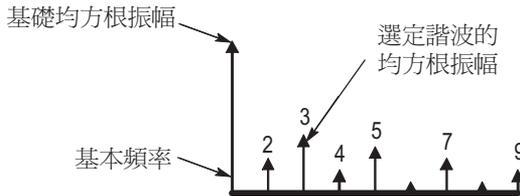
- 將來源波道垂直位置設為 0。
- 將來源波道垂直耦合設為直流，並將頻寬限制設為開啓。
- 調整來源波道垂直刻度，使得訊號振幅至少為兩格。
- 將觸發來源設為來源波道。
- 將觸發類型設為邊緣；斜率設為上升；耦合則設為直流。
- 將觸發位準調整為來源波道訊號的中位準。
- 調整水平刻度，以擷取三到五個週期的來源波道。
- 將擷取模式設為平均，平均每個有 16 個波形。

### 操作秘訣

- 如果您選擇「全部諧波」，則示波器將計算前 50 個諧波，否則會計算前 25 個單數或偶數的諧波。
- 示波器將會顯示：
  - 已選取的諧波數
  - 已選取之個別諧波的頻率
  - 已選取之諧波的基礎振幅及百分比
  - 與基礎諧波相關之已選取個別諧波的相位角
- 若要查看個別諧波的詳細資訊，請旋轉示波器的多功能旋鈕。以順時針方向旋轉旋鈕可增加選取的諧波數（例如 1、2、3、4...），或是以逆時針方向旋轉來減少選取的諧波數。
- 示波器一次可顯示 13 個連續的諧波。若要查看目前沒有顯示的諧波，只需要以順時針方向將多功能旋鈕旋轉超過第一個顯示的諧波，即可查看目前顯示之最後一個諧波的下一個諧波，或是以逆時針方向將多功能旋鈕旋轉超過第一個顯示的諧波，即可查看目前顯示之第一個諧波的上一個諧波。

- 諧波應用程式只能夠以頻率為 40 Hz 到 450 Hz 的訊號來顯示諧波資料。若要檢視其基礎頻率超出這些範圍之訊號的諧波，或是查看不是基礎諧波之頻率的頻譜資訊，請使用 MATH 功能表中的 FFT 功能。FFT 功能不提供與諧波應用程式相同的畫面。
- 如果諧波功能表設定控制是設定為「自動」，則當您進入諧波功能表時，示波器將調整部份設定，以最佳化諧波畫面。而當您退出該功能表時，示波器將會還原至先前的設定。
- 手動設定：如果您選擇手動設定波形的諧波功能，示波器就不會在您退出諧波功能表後，還原至您先前的設定。

- 下列圖解將進一步說明此功能表中所使用的值。



總諧波失真 = 諧波電源  
與基礎電源的比率

- 如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度，或是按下前面板的自動設定按鈕。

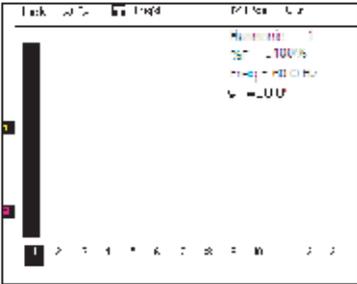
---

**注意：**所有電源應用程式測量都需要安裝 *TPS2PWR1* 應用程式索引鍵。

---

範例結果

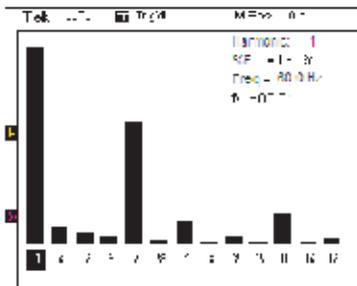
接下來是分析您的結果。下圖將顯示部份範例。



清除線性電壓訊號的諧波，使其不含第二個諧波及負載。

$V(\text{RMS}) = 120 \text{ V}$

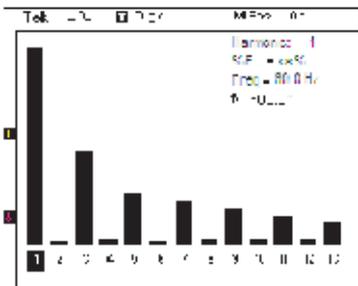
$\text{THD} = 0$



馬達可變速驅動器（具有 6 個整流器）的第 5、第 7、第 11 及第 13 個電壓諧波。

$V(\text{RMS}) = 120 \text{ V}$

$\text{THD} = 135\%$



來自切換式電源供應器的奇數電壓諧波（第 3、第 5、第 7、第 9、第 11 及第 13 個）。

$V(\text{RMS}) = 120 \text{ V}$

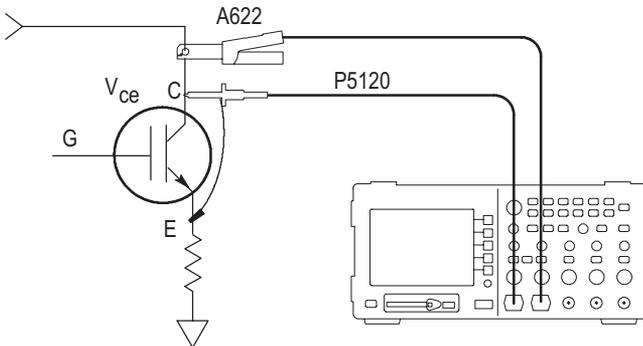
$\text{THD} = 90\%$

# 切換損耗

切換損耗功能可用來描述在開啓及關閉 IGBT 切換電源供應器及類似的電路時，所造成的電源損耗。切換損耗操作需要使用電壓及電路探棒。

切換損耗測量可辨別可變速驅動器的特性。

下圖顯示測量切換損耗的範例設定。請在裝置的收集器與發射器上，配置 P5120 等隔離、浮接電壓探棒，或附 1103 電源供應器之 P5205 等差動探棒。再放置電流探棒（例如 A622），即可測量收集器的電流。

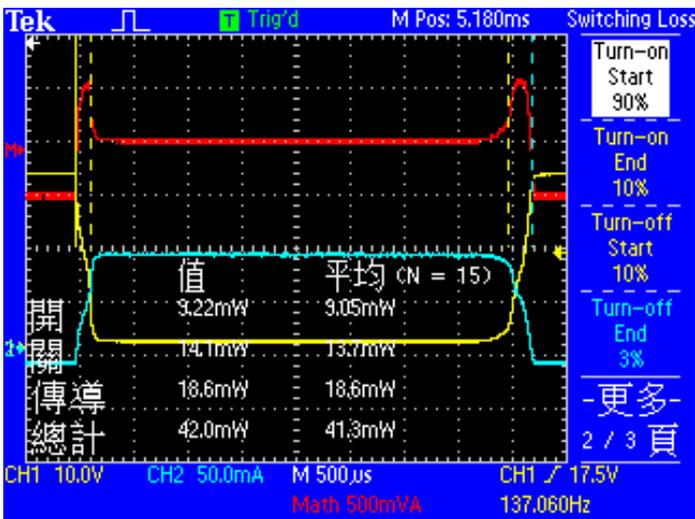


**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $>30 V_{RMS}$ 。當共同導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（可浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。



**警告：**為防止電擊，搭配 TPS2000 系列示波器時，請勿使用需要接地的探棒，如 Tektronix P5200 高壓差動探棒。P5200 高壓差動探棒需要接地輸入而 TPS2000 系列示波器具有浮接輸入（隔離輸入）。

按下切換損耗按鈕，顯示「切換損耗功能表」。如此示波器將會顯示電壓及電流來源波形、相關的測量值，並且將會自動設定並顯示即時電源波形 ( $V \cdot A$ ) 的數學波形。



「切換損耗」功能表的第 1 頁提供下列選擇：

功能表選項	說明
信號源	選擇「CH1 和 CH2」或「CH3 和 CH4」，其中的每一對都包含一個電壓和電流波形。如果您有兩個波道示波器，功能表將只會顯示「CH1 和 CH2」的選擇。
V SAT	當待測裝置 (DUT) 開啟時，輸入跨切換器的飽和電壓。DUT 的資料頁可能會包含這個值。 透過前面板多功能旋鈕輸入這個值。
使用預設位準	按下這個按鈕，指示示波器使用預設位準來判定開始、傳導及關閉區域。
儲存測量值	按下這個按鈕，將切換損耗測量值儲存到 CompactFlash 卡上的 CSV 檔案。

「切換損耗」功能表的第 2 頁提供下列選擇：

功能表選項	說明
開始開啟	按下這個按鈕並使用多功能旋鈕來移動游標，以選取預設值 90% 以外的電壓波形邊緣百分比位準。
開始結束	按下這個按鈕並使用多功能旋鈕來移動游標，以選取預設值 10% 以外的電壓波形邊緣百分比位準。
關閉開啟	按下這個按鈕並使用多功能旋鈕來移動游標，以選取預設值 10% 以外的電壓波形邊緣百分比位準。
關閉結束	按下這個按鈕並使用多功能旋鈕來移動游標，以選取預設值 10% 以外的電流波形邊緣百分比位準。

「切換損耗」功能表的第 3 頁提供下列選擇：

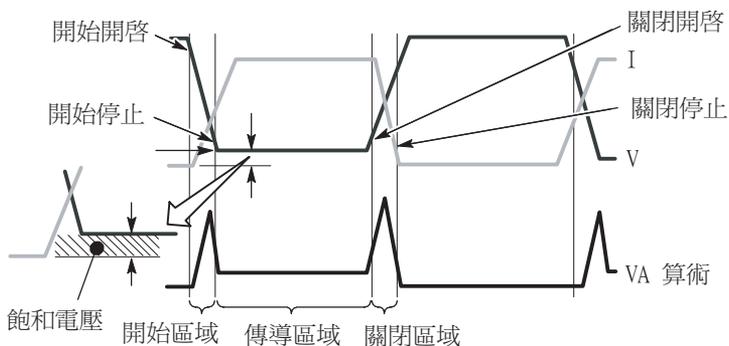
功能表選項	說明
連續擷取	按下這個按鈕，指示示波器連續擷取波形、計算測量值，並且將它們顯示出來。
在 N 次測量後停止	按下這個按鈕並使用多功能旋鈕，設定測量的數目。在此模式下，示波器將在 N 次不同的擷取上執行測量，然後停止。示波器會在內部儲存測量值。並在螢幕上顯示測量的平均值。您可以在「切換損耗」功能表的第 1 頁上按「儲存測量值」，將每 N 次測量的詳細資料儲存到檔案中。
單位	選擇要以瓦特或焦耳為單位來顯示測量結果。您可能會選擇瓦特作為判定待測裝置使用多少電量的單位，以及使用焦耳來比較該裝置及其規格。

下列切換損耗測量值是以方格圖來顯示：

功能表選項	說明
開始損耗	<p>當裝置在其關閉及開啟狀態之間轉換時，以瓦特或焦耳為單位顯示該裝置的電源損耗。</p> <p>開始損耗就是在開始開啟和開始停止之間的時段，位於 VA 波形下方的面積。</p>
關閉損耗	<p>當裝置在其開啟及關閉狀態之間轉換時，以瓦特或焦耳為單位顯示該裝置的電源損耗。</p> <p>關閉損耗就是在關閉開啟和關閉停止之間的時段，位於 VA 波形下方的面積。</p>
傳導損耗	<p>當裝置在其開啟狀態傳導時，以瓦特或焦耳為單位顯示該裝置的電源損耗。</p> <p>傳導損耗則是將電流波形乘以裝置的飽和電壓，再除以邊緣位準所定義的時段而得出。此演算法使用使用者所輸入的飽和電壓，而非電壓波形，因為在傳導期間，電壓波形的位準通常會太小而無法測量。</p>
總損耗	顯示開始、關閉和傳導損耗的總數。

操作秘訣

- 切換損耗演算法會在三個時段測量電源：開始、傳導和關閉。演算法可藉由尋找與這三個時段連結的四個時點來決定該時段。這些時段為：
  - 從電壓波形的下降緣之位準處（預設值為 90%）開始開啓。
  - 從電壓波形的下降緣之位準處（預設值為 10%）開始停止。
  - 從電壓波形的提升緣之位準處（預設值為 10%）關閉開啓。
  - 在關閉開啓後，從電流波形的第一個下降緣之位準處（預設值為 10%）關閉停止。請注意，這個時點是由電流波形所決定，與其它由電壓波形所決定的時點不同。
- 下列圖解將進一步說明此功能表中所使用的值。



- 您可以使用功能表的第 2 頁開啓游標，來顯示百分比位準將位於波形上的何處。使用多功能旋鈕來移動游標，以及變更百分比位準。

瓦特及焦耳：

一個切換週期的損耗是以焦耳為單位來計算。一焦耳等於一電壓 - 安培 - 秒。預設會以瓦特為單位來報告損耗。但是您可以選擇以焦耳來報告損耗。瓦特值是將焦耳值乘以觸發頻率（假設為切換頻率）來計算。

設定順序：

設定示波器以檢視一個切換週期來開始執行。一般的設定順序可能包括：

1. 以電壓探棒設定波道 1。請使用波道功能表來設定電壓探棒衰減。並且將電壓探棒頭連接至 IGBT 收集器。再將參考導線連接至發射器。
2. 以電流探棒設定波道 2。請使用波道功能表來設定電流探棒刻度因數。將電流探棒連接至收集器的接腳。或者，您也可以將電流探棒連接至發射器的接腳。不過，發射器電流中可能含有大量的閘門驅動電流。
3. 將觸發來源設成波道 1。
4. 按下自動設定按鈕，開始初步設定。
5. 將觸發斜率設成下降。
6. 如果有任何訊號出現雜音，您可能會想要按下前面板的擷取按鈕，再按側邊功能表的平均功能表項目。
7. 按下前面板的應用程式按鈕，再按側邊功能表的切換損耗功能表項目。
8. 調整水平刻度和位置，以顯示電壓波形的一個下降緣和一個上升緣。
9. 調整波道 1 和波道 2，以及數學垂直刻度和垂直位置，使每一個波形振幅超過兩格，且未省略任何一格。

示波器將在方格區域的下半部中顯示損耗測量值。如果測量值所需的波形資訊不在螢幕上，示波器就會在測量值裡的位置中顯示問號。

測量策略：

不同的電源供應器需要不同的測量策略。

如果您的供應器有固定的切換頻率和固定的工作週期，並且傳導時間極短，則使用稍早所說明的設定可以有很好的效果。

如果您的訊號有固定的切換頻率和固定的工作週期，但傳導時間對開始和關閉而言太長，則可能無法同時精確地測量全部三個區域。在這種情況下，您可以使用水平位置和水平刻度控制項，縮放並移動到開始區域並測量開始損耗。接下來，縮放並移動到關閉區域並測量關閉損耗。最後，變更設定以顯示完整週期，再測量傳導損耗。

如果您的訊號有固定的切換頻率，但有變動的工作週期，則您可以使用「在 N 次測量後停止」功能來執行完善的測量。請執行下列項目：

1. 設定示波器，讓單一的擷取能涵蓋最長的工作週期事件。
2. 前往「切換損耗」功能表的第 3 頁，並選取**在 N 次測量後停止**模式。
3. 旋轉多功能旋鈕來設定 N 的值，讓它足夠用於在各種工作週期中收集完善的測量取樣值。這需要實驗。
4. 按下執行按鈕。
5. 當示波器完成指定的測量次數後，請檢查螢幕所報告的平均值。若要檢查個別擷取的結果，請至切換損耗的第 1 頁，並且按下儲存測量值按鈕。如此就可將詳細資料儲存至 CompactFlash 卡上的 .CSV 檔案中。

- 如果顯示的測量值後面有一個問號，或是直接顯示問號而非數值，就表示發生了超出範圍狀況或其他錯誤、讀數無效，或是可能會產生電擊等問題。請重新調整垂直刻度、位置，或是按下前面板的 **AUTOSET** 按鈕。

---

**注意：**所有電源應用程式測量都需要安裝 *TPS2PWR1* 應用程式索引鍵。

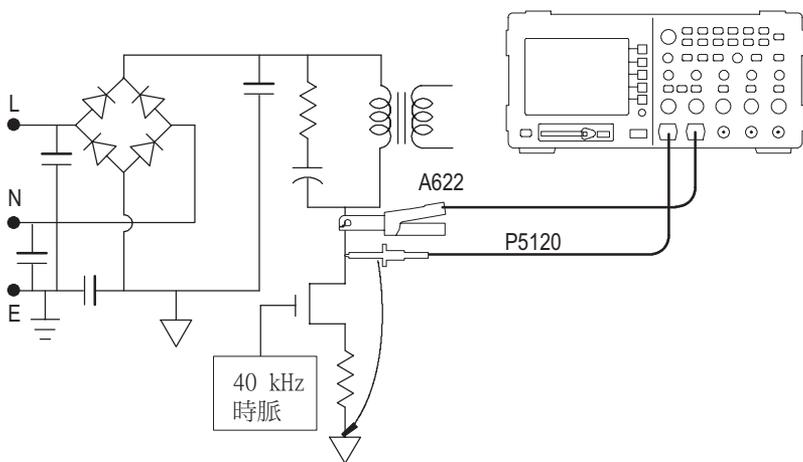
---

## dY/dt 測量

使用此功能表測量訊號的斜率（充電率）。

Y 可以表示電壓、電流，或是所產生的電壓及 / 或電流。

下圖顯示測量 dY/dt 結果的範例設定。

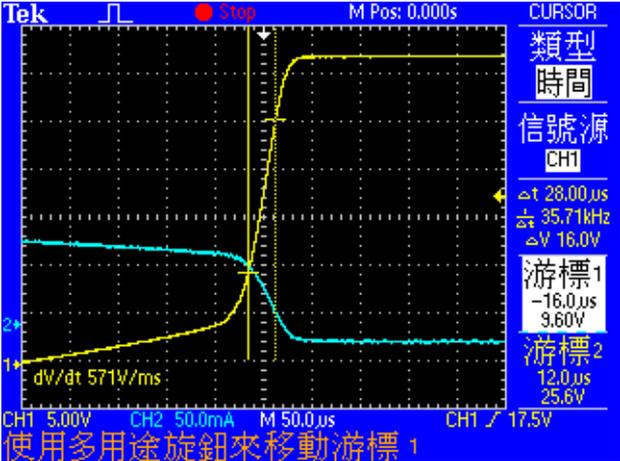


**警告：**請勿讓 P2220 探棒參考導線浮接超過  $> 30 V_{RMS}$ 。當共同導線浮動超過  $30 V_{RMS}$  時，請使用 P5120（浮動至  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或類似功率的被動式高電壓探棒，或功率相近的高電壓差動式探棒，但必須在此類高電壓探棒的功率內。

# dY/dt 測量

按下游標前面板按鈕，以及所產生之游標側邊功能表中的方式按鈕，以選取 dY/dt 測量。測量將出現在左下角的方格圖區域中。

調整游標來改變要測量的部份波形。只有安裝電源應用程式索引鍵後，才能夠使用 dY/dt 測量。



# P5120 規格

有 P5120 保固的表 2-1：規格（以粗體顯示）是指按照 *P5120 被動式高電壓探棒說明* 的 *性能驗證* 一節中（Tektronix 文件編號 071-1463-00）已說明檢查過的規格。沒有保固的一般規格（表 2-2 及 2-3）僅提供作為方便您參考的一般資訊。

這些規格適用於安裝在 Tektronix TPS2000 系列示波器上的 P5120 探棒。本儀器至少必須暖機 20 分鐘，並且所放置的環境不可超過表格 2-4 中所說明之限制。

表 2-1：有保固的電力規格

衰減 (直流耦合系統)	20X，±2%	
頻寬 (-3 dB，DC 耦合系統)	直流到 <b>200 MHz</b> (TPS2024) DC 為 100 MHz (TPS2012、 TPS2014)	
輸入電壓最大比率	IEC 1010-1 安裝類別	
	II	III
探棒頭及探棒參考之間 或是探棒頭及接地之間 (請參閱圖 2-1)	1000	600
探棒參考及接地之間 (請參閱圖示 2-2)	600	300
安全	UL61010B-2-031; 2003 CSA22.2 No. 1010.2-031, 1994 EN61010-031 2002	
IEC 安裝類別	類別 II	
IEC 污染等級	等級 2	

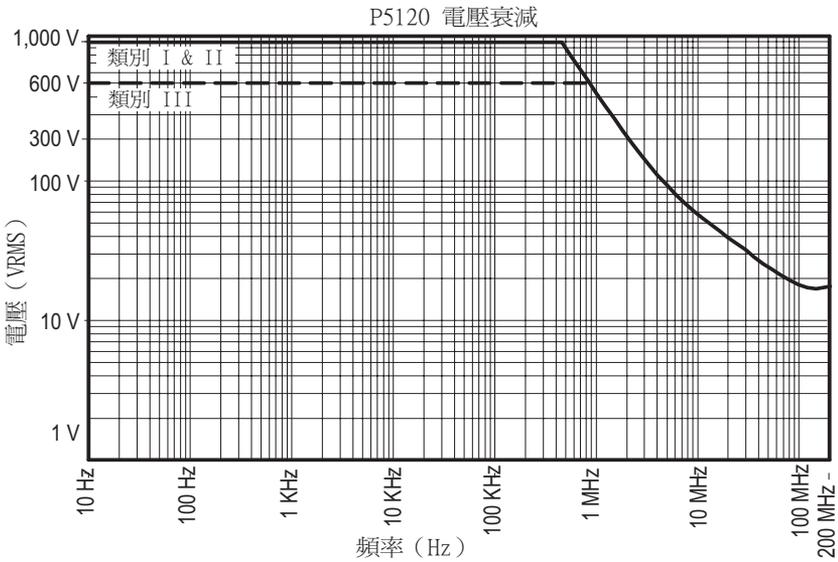


圖 2-1：最高電壓衰減曲線 ( $V_{RMS}$ ，DC 耦合)，探棒頭到參考或接地

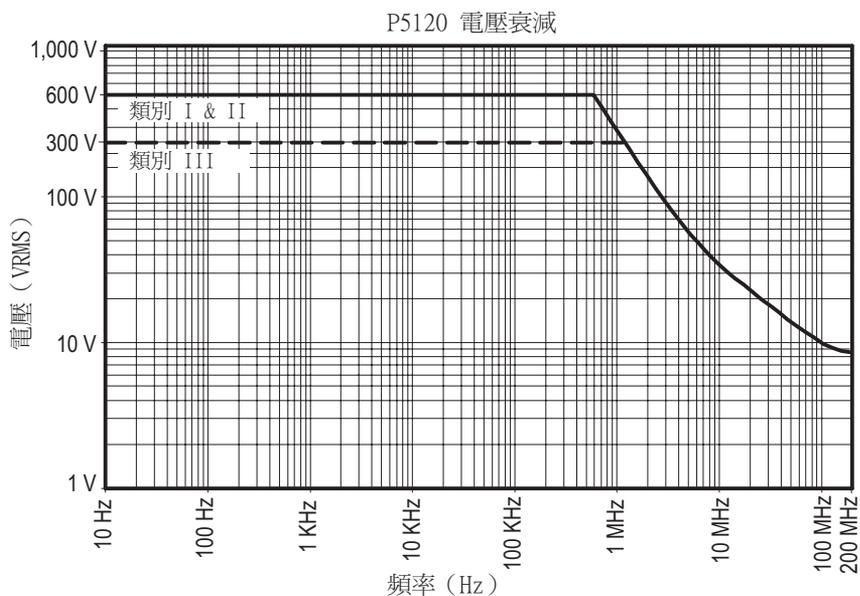


圖 2-2：最高電壓衰減曲線 ( $V_{RMS}$ ，DC 耦合)，探棒參考到接地

表 2-2：典型電力特性

上升時間（系統） 已使用選配的 BNC 轉接器檢查	< 3.6 ns（TPS2012、2014） < 2.2 ns（TPS2024） 典型
輸入抗阻（系統） 請參閱圖示 2-3	5 M $\Omega$
輸入相位（系統）	（請參閱圖示 2-4）
補償範圍	15 pF 到 25 pF
輸入電容（系統） 連接到儀器，並且已適當補償的探棒。 於 1 MHz 檢查	11.2 pF

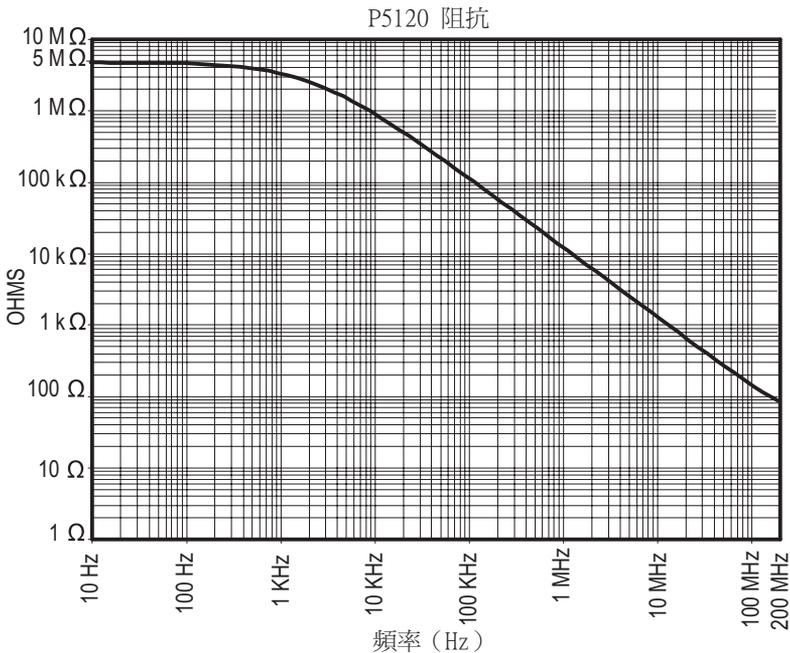


圖 2-3：典型輸入阻抗

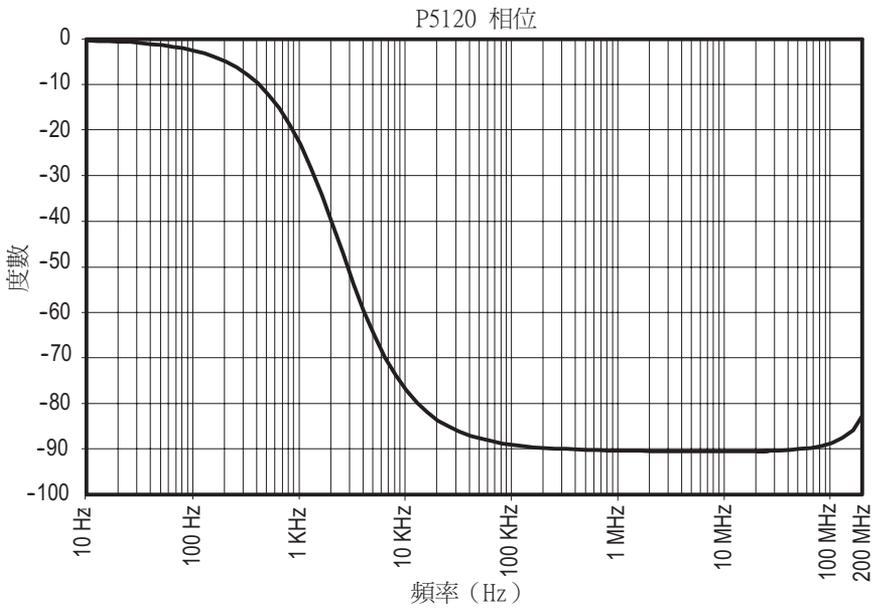


圖 2-4：典型輸入相位

**表 2-3**：典型機械特性

淨重 (包含配件)	0.26 kg (0.57 lb)
纜線長度	3 m (± 3 cm) (9.84 ft)

**表 2-4**：環境規格

溫度	<p>操作中： 0 °C 到 +50 °C (+32 °F 到 +122 °F)</p> <p>非作業中： -40 °C 到 +71 °C (-40 °F 到 +159 °F)</p>
濕度	<p>作業中：</p> <p>高： 50 °C (122 °F) /60% RH</p> <p>低： 30 °C (86 °F) /60% RH</p> <p>非作業中：</p> <p>高： 55 °C 到 71 °C (131 °F 到 160 °F) ， 60% RH</p> <p>低： 0 °C 到 30 °C (32 °F 到 86 °F) ， ≤ 90% RH</p>
運輸	Tektronix Standard 062-0937-00 Revision C
高度	<p>作業中：4,600 m (15,092 ft)</p> <p>非作業中：12,192 m (40,000 ft)</p>