

# 使用太克被動式探棒 提高量測準確度和降低成本

應用摘要

傳統被動式探棒 優點	傳統被動式探棒 缺點
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 動態範圍寬</li> <li>✓ 價格低</li> <li>✓ 機械結構堅固</li> <li>✓ 輸入電阻高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ 頻寬低</li> <li>✗ 輸入電容高</li> <li>✗ 需要手動低頻補償</li> <li>✗ 高頻補償需要製造商服務</li> </ul>

表 1 傳統被動式探棒的優缺點

	Tektronix TPP1000 和 TPP0500 探棒 優點	傳統被動式探棒 缺點
降低擁有成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 動態範圍寬</li> <li>✓ 價格低</li> <li>✓ 機械結構堅固</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 頻寬低</li> <li>* 輸入電容高</li> <li>* 需要手動低頻補償</li> <li>* 高頻補償需要製造商服務</li> </ul>
提高量測準確度	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 高達 1 GHz 頻寬</li> <li>✓ 輸入電容低</li> <li>✓ 輸入電阻高</li> </ul>	
縮短設定時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自動低頻補償</li> <li>✓ 自動高頻補償</li> </ul>	

表 2 Tektronix TPP1000 和 TPP0500 的優點

## 前言

本應用摘要介紹太克高頻寬、低電容被動式電壓探棒如何降低示波器使用者的總擁有成本、改善效能和量測準確度及節省使用者設定時間。大多數示波器標準配備的被動式電壓探棒都提供低成本通用型探測解決方案。一般來說，這些探棒缺乏主動式電壓探棒的效能，但堅固耐用且動態範圍寬，適合查看訊號。表 1 說明傳統被動式探棒解決方案的優缺點。

TPP1000 和 TPP0500 重新定義被動式探棒產品類別的效能，提供這類產品以前沒有實現的技術規格。這些探棒專用於 Tektronix MSO/DPO5000 和 MSO/DPO4000B 系列示波器，其效能水準可透過示波器和探棒內部電路的整合獲得。透過改善頻寬、輸入電容和自動補償探棒，傳統被動式探棒的缺點被轉化成優點，如表 2 所示。

本應用摘要將更詳細說明：

- 降低擁有成本
- 提高量測準確度
- 縮短設定時間



圖 1 太克、LeCroy 和安捷倫標準配備被動式電壓探棒的上升時間

## 降低擁有成本

標準配備被動式探棒的限制 (特別是在 1 GHz 系統上)，迫使使用者購買主動式探棒，這明顯提高使用者的整體投資成本。Tektronix TPP1000 和 TPP0500 探棒彌補傳統被動式探棒與效能更高、價格也更高的主動式探棒之間的差距。太克是唯一在 1 GHz 上將探棒頻寬與示波器頻寬匹配的廠商。有了領先業界的被動式探棒技術規格及自動低頻補償和高頻補償技術，TPP1000 和 TPP0500 便能降低使用者的總擁有成本，使示波器的投資更有價值。

## 提高量測準確度

許多因素影響著探棒為示波器提供訊號的能力，使用者應考慮以下因素：

- 效能規格：探棒的頻寬和上升時間是多少？
- 探棒頭低輸入電容：探棒配件對效能有哪些影響？
- 探棒負載：探棒能為測試點上的訊號帶來多大的負載？

### 效能規格

通用型被動式探棒的優點在於堅固耐用，而不是效能。這種矛盾長期以來一直存在，因為這些探棒主要用來觀察低速訊號。這種矛盾的存在，還源於研製堅固耐用、高效能、能夠量測幾百伏特的探棒面臨著重大的設計挑戰。主動式探棒的頻寬一般為 1 GHz 以上，量測的電壓低於 10 V (部分太克探棒可以高達 40 V)，缺少被動式探棒的強健性。被動式探棒的頻寬一般在 500 MHz 以下，量測幾百伏的電壓，堅固耐用。TPP1000 和 TPP0500 是唯一同時提供優異效能、寬動態範圍及日常使用所需的堅固探棒。

示波器和探棒的主要效能規格是頻寬，頻寬是量測頻率響應的規格，而示波器是主要的時域儀器。示波器顯示的資料是振幅隨時間變化圖，頻域中看上去很小的差異可能會在時域中產生很大的影響。

大多數示波器使用者需要擁有優秀步階響應的示波器和探棒，以在示波器螢幕畫面上顯示更好的探棒輸出結果。為正確顯示系統步階響應，應在量測系統中注入快速乾淨的步階訊號。在評估探棒上升時間時，需要訊號的邊緣速率快於探棒所能支援的邊緣速率。如圖 2 螢幕擷取畫面所示，比較太克 TPP1000 探棒與 LeCroy 和安捷倫標配被動式探棒的上升時間。

每支探棒都使用探棒的短接地彈簧連接到相同的測試夾具上，以達到最優的效能。如上面的螢幕擷取畫面所示，上升時間為 240 ps 的快速乾淨的步階訊號被設立為參考基準，該參考訊號為 R1，以白色軌跡顯示。與探棒的步階響應進行對比。太克 TPP1000 的上升時間最快 (443.6 ps)，波形振幅和形狀與參考基準相同，而過激量很小。TPP1000 被動式探棒擷取擁有快速邊緣速率的訊號能力最強。

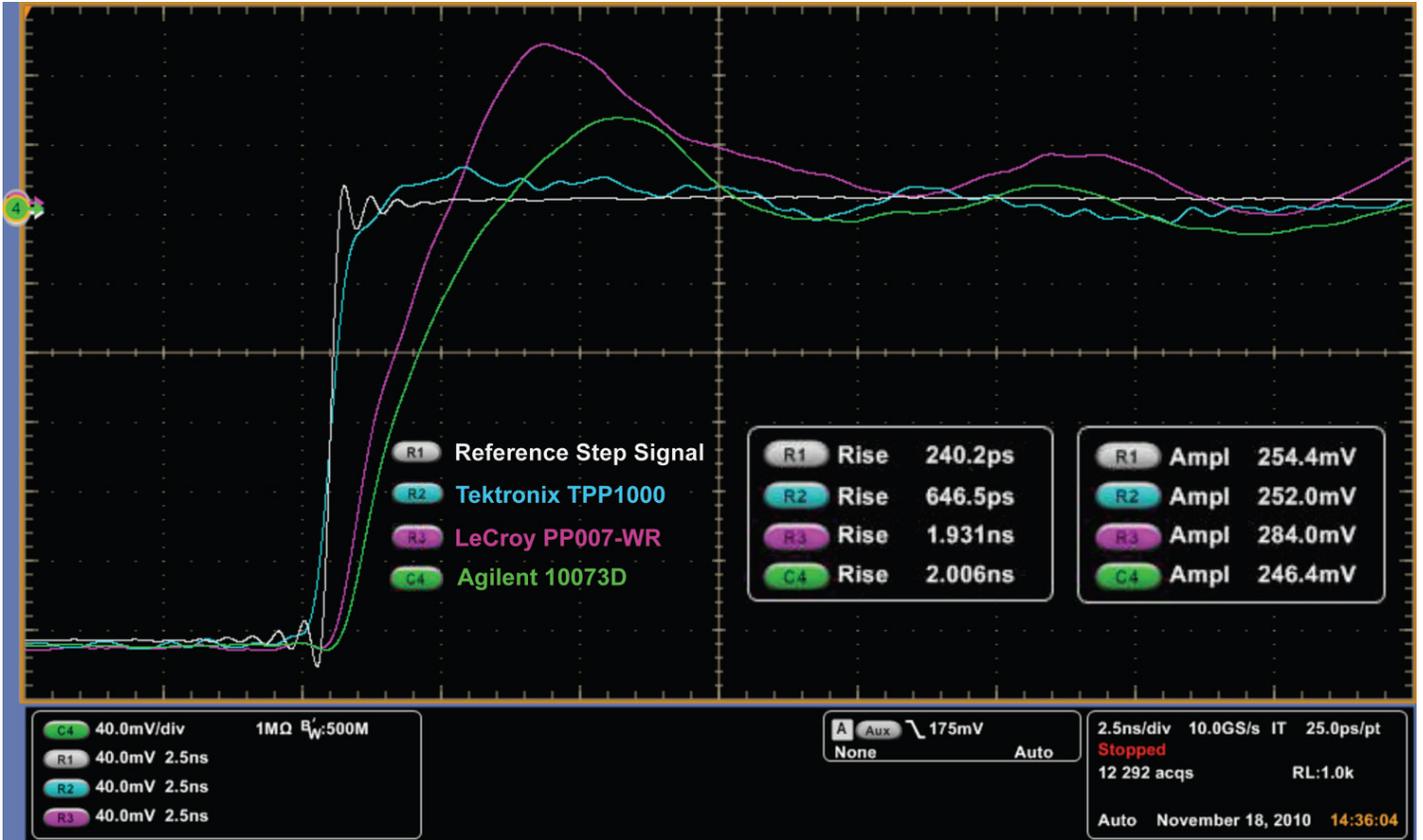


圖 2 連接長接地線的標配被動式電壓探棒的上升時間

### 探棒頭的低輸入電容

由於標配被動式探棒主要用來觀察訊號，大多數使用者會把一條長探棒地線連接到接地上。透過使用長地線，可以更簡便地在電路板周圍，把探棒移動到各個測試點，而不必連接和重連接地。短接地彈簧提供最佳效能，但接地可能不會一直位於彈簧的到達範圍內。長地線長 6 英寸 (含) 以上，可以更簡便地獲得接地連接，但長地線增加電感，降低效能。隨著地線長度增加，量測中增加的電感也會提高。電感和電容與頻率有關，在探棒電感和電容提高時，探棒效能會下降。例如，連接 6 英寸地線的探棒達到的效能和準確度都要高於連接 12 英寸地線的同樣探棒。

可以採用多種方案，解決地線導致的效能問題，如使用更短的地線，或找到輸入電容較低的探棒。TPP1000 和 TPP0500 在探棒頭提供 < 4 pF 的輸入電容，而其他標配被動式探棒產品提供的輸入電容 ≥ 9.5 pF。在這些太克被動式探棒中，使用者可以連接更長的地線，而不會因探棒輸入電容較高而導致訊號劣化。圖 2 說明太克、LeCroy 和安捷倫標配被動式探棒在連接長探棒地線時的步階響應。

增加長探棒地線對效能的影響非常大。探棒的上升時間下降，輸入訊號出現振鈴、過激量提高、振幅準確度下降。TPP1000 和 TPP0500 使得使用者在觀察訊號時可以方便地使用更長地線的探棒接地，而不會出現明顯損耗，如效能和準確度下降。

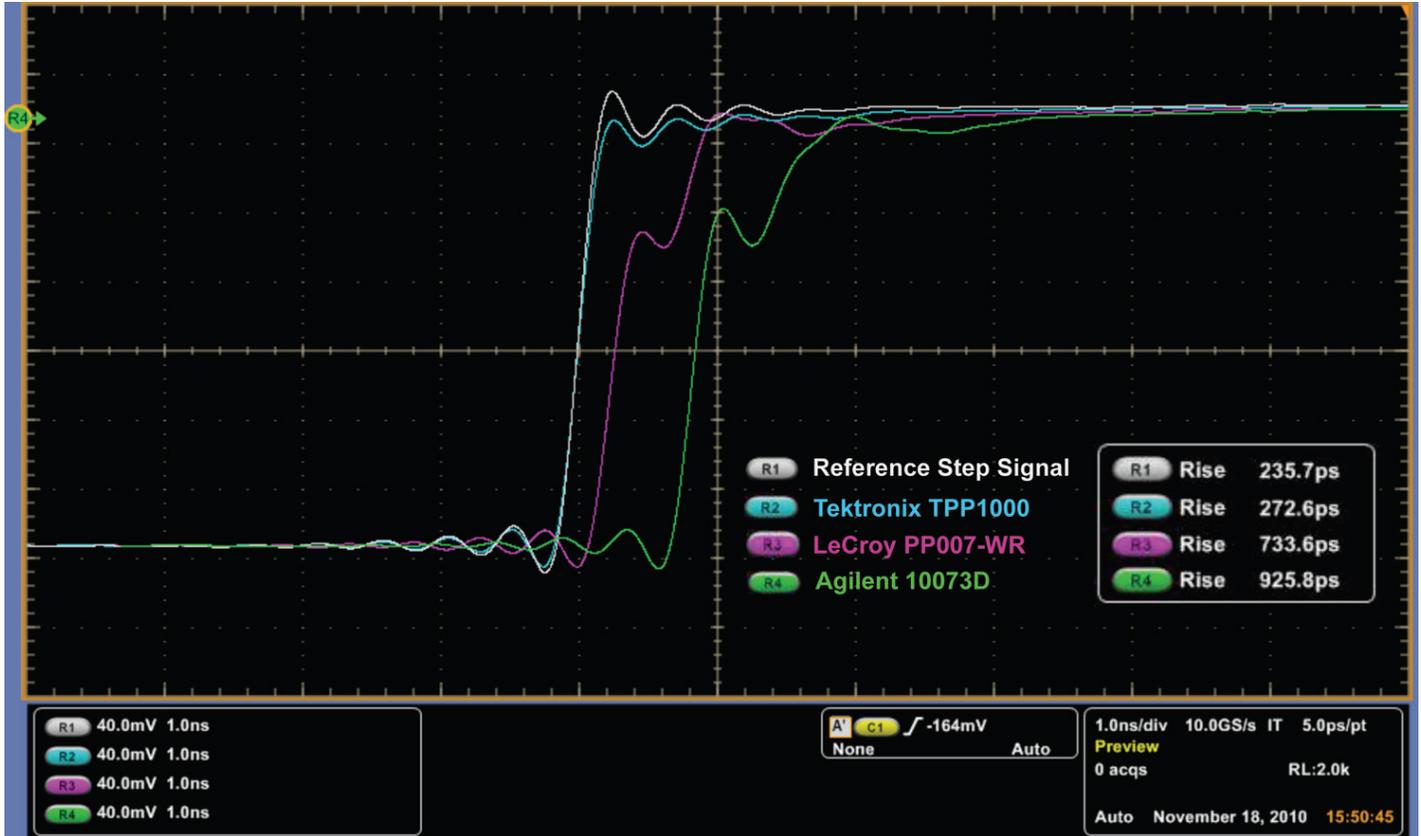


圖 3 探棒負載對標配被動式電壓探棒的影响

### 探棒負載

被動式探棒在探棒頭的輸入電容和輸入電阻規格非常重要，因為它影響著待測電路。在外部設備（如探棒）連接到測試點上時，它會表現為信號源從電路汲取的電流上產生額外的負載。這種負載或汲取的訊號電流會改變測試點後面的電路操作，改變測試點上看到的訊號。理想的探棒應該有無窮大的阻抗，但這是不可能的，因為探棒必須汲取若干少量的訊號電流，以在示波器輸入上形成訊號電壓。探棒將一直感應部分信號源負載，使負載盡可能保持在最低的狀態。

問題最大的負載是由探棒頭的電容引起的。對低頻，這種電容擁有非常高的電抗，對待測電路影響很小或沒有影響。在頻率提高時，電容電抗會下降，頻率越高，電容負載越高。透過降低頻寬，提高上升時間，電容負載會影響量測系統的頻寬和上升時間特性。TPP1000 和 TPP0500 提供的輸入電容明顯要低於現有的高阻抗通用型被動式探棒。

這些探棒在探棒頭的輸入電容  $< 4 \text{ pF}$ ，明顯低於非太克探棒中提供的  $\geq 9.5 \text{ pF}$  的輸入電容。圖 3 是太克 TPP1000 與 LeCroy 和安捷倫標配被動式探棒的探棒負載對比結果。

白色曲線是輸入訊號波形，其他曲線顯示在探棒連接到測試點上時參考波形的變化情況。要記住，這個圖中顯示的波形並不是探棒的輸出，而是顯示探棒對測試點上的訊號的影響。藍色曲線顯示 TPP1000 對信號源的負載影響最小，因為它與參考波形接近程度最高，對上升時間影響最小。非太克探棒新增的輸入電容對效能和準確度都有影響。如上所述，電容電抗在較高頻率上下降，電容負載的影響隨著頻率提高而加大。探棒電容越高，在更高頻率上的負載越大，這也就是為什麼 LeCroy 和安捷倫負載訊號前面有一個圓角，前緣是方波高頻成分所在的位置。在探測更快速的訊號時，非太克探棒會更明顯地使信號源失真，降低量測準確度。



圖 4 低頻探棒補償

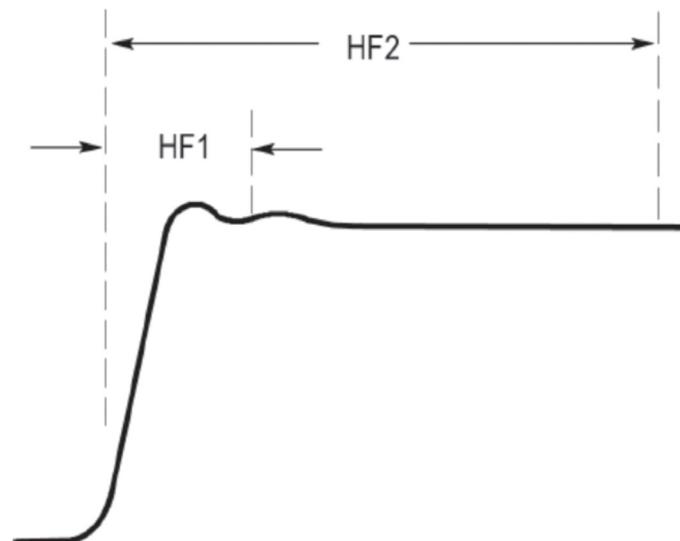


圖 5 高頻探棒補償

### 縮短設定時間

由於探棒和示波器輸入特性變化，通用型被動式探棒需要低頻補償。使用者可能並不知道需要低頻補償，可能會忘了這個程序，或者可能會放棄低頻補償，以節省時間。如圖 4 所示，必須使用調節工具補償探棒輸出，直到回應平坦化，如下面的「正確補償」實例所示。

除了在所有被動式探棒上必須進行低頻補償及進行常見使用者調整外，一般還需要由製造商的服務部門執行高頻補償。使用者一般不能接觸高頻補償調整點，可能需要使用者損壞補償盒外面的標籤才能接觸到這些點。這種補償還可能需要專用設備，如校準產生器和專用的探棒轉接頭，才能進行必要的調整。高頻補償校正至前緣的偏差以及長期平坦度，如圖 5 所示。

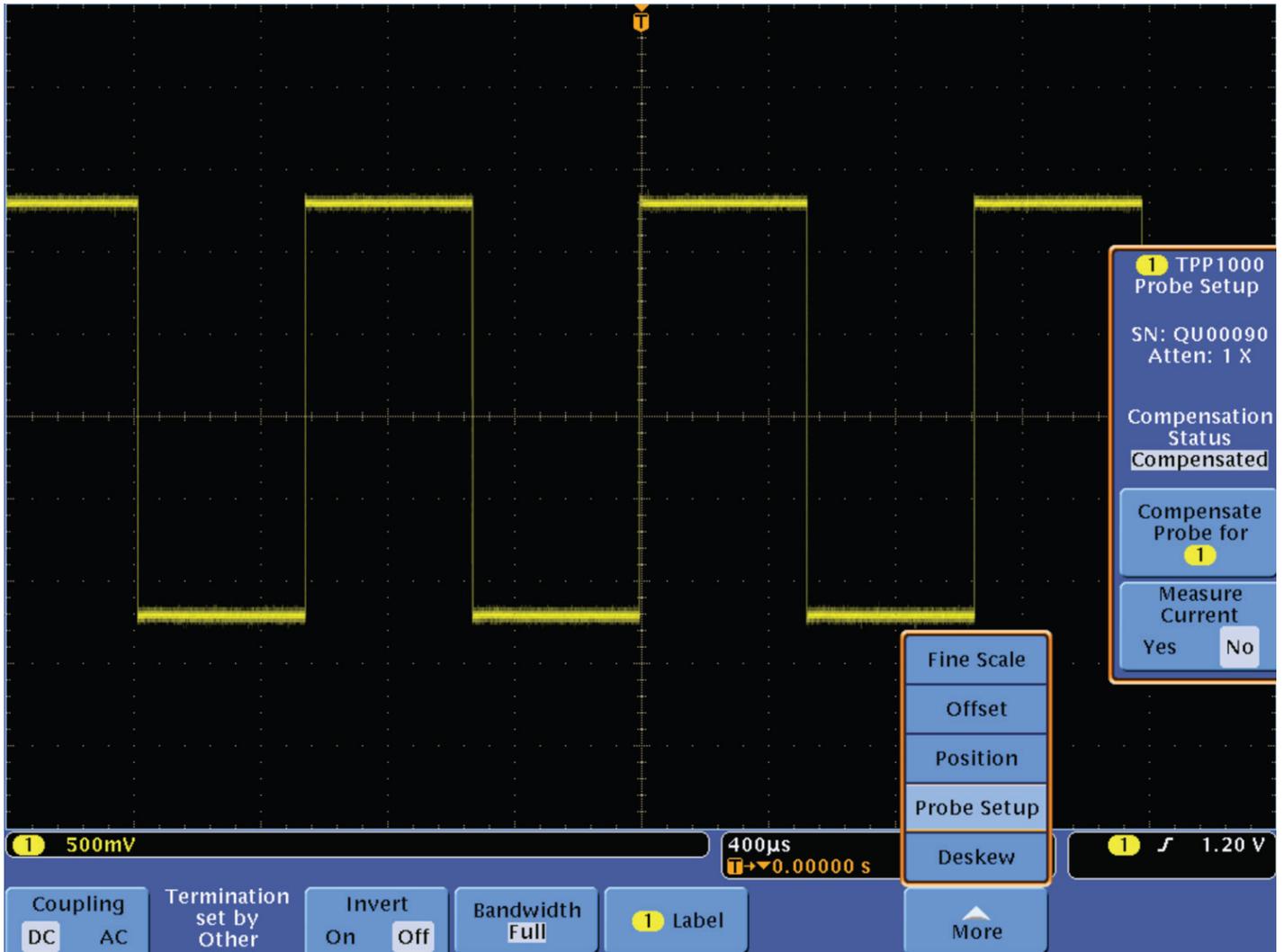


圖 6 自動低頻和高頻探棒補償。

在連接到相容的太克示波器時，TPP1000 和 TPP0500 能夠自動進行低頻和高頻補償。不管是低頻補償還是高頻補償，TPP1000 或 TPP0500 所需的時間都要低於手動調整標配被動式探棒進行低頻補償所需的時間。在 TPP1000 或 TPP0500 中，當探棒第一次連接到一條通道上時，透過把探棒頭和接地

保持在示波器的 PROBE COMP 接腳上，然後選擇“Compensate Probe for <channel number>”，可以簡便地補償探棒。圖 6 是選擇實例。這個過程所需的時間不到 5 秒，在拆下和重新連接探棒時，補償結果儲存在示波器中。示波器能夠為每條通道儲存多支探棒的補償結果。

## 伸縮接腳

TPP1000 和 TPP0500 標配可更換剛性探棒頭和伸縮接腳盒。伸縮接腳尖端裝有彈簧，接腳上的壓縮程度較少，可以建立良好的電氣接觸，因此使用者不必使勁按下探棒頭。進行良好接觸要求的力是一個重要層面，這基於幾個原因。第一，使用者在操作示波器時不必著重讓手保持正確位置。透過安裝伸縮接腳，探棒保持恆定的壓力，為使用者提供了一定的壓力回力，以保持良好接觸，在使用探棒觀察訊號時要更加舒適。此外，在接觸不良或示波器上沒有出現預期訊號時，使用者一般會在探棒上用更大的力氣往下按，這增加的力量可能會導致探棒不慎滑離測試點，無意中接觸相鄰訊號，可能會損壞測試設備或待測裝置。

## 總結

TPP1000 和 TPP0500 重新定義被動式探棒產品類別的效能標準，有許多規格是這類產品中以前沒有實現的，把傳統被動式探棒的缺點轉化成了優點。這些探棒彌補了通用型被動式探棒與成本較高的主動式探棒之間的差距，同時實現被動式探棒和主動式探棒的最大優點：高效能，低成本，能夠量測數百伏的動態範圍，低輸入電容，堅固耐用，適合日常使用。

由於領先業界的被動式探棒規格和自動補償功能，TPP1000 和 TPP0500 降低了使用者的總擁有成本，為示波器投資增加巨大的價值。

## Tektronix 聯絡方式：

東南亞國協/大洋洲 (65) 6356 3900  
奧地利 00800 2255 4835\*  
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777  
比利時 00800 2255 4835\*  
巴西 +55 (11) 37597600  
加拿大 1 800 833 9200  
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777  
中歐與希臘 +41 52 675 3777  
丹麥 +45 80 88 1401  
芬蘭 +41 52 675 3777  
法國 00800 2255 4835\*  
德國 00800 2255 4835\*  
香港 400 820 5835  
印度 000 800 650 1835  
義大利 00800 2255 4835\*  
日本 81 (3) 67143010  
盧森堡 +41 52 675 3777  
墨西哥、中/南美洲與加勒比海諸國 (52) 56 04 50 90  
中東、亞洲及北非 +41 52 675 3777  
荷蘭 00800 2255 4835\*  
挪威 800 16098  
中國 400 820 5835  
波蘭 +41 52 675 3777  
葡萄牙 80 08 12370  
南韓 001 800 8255 2835  
俄羅斯及獨立國協 +7 (495) 7484900  
南非 +41 52 675 3777  
西班牙 00800 2255 4835\*  
瑞典 00800 2255 4835\*  
瑞士 00800 2255 4835\*  
台灣 886 (2) 26567559  
英國與愛爾蘭 00800 2255 4835\*  
美國 1 800 833 9200

\* 歐洲免付費電話，若沒接通，請撥：+41 52 675 3777

最後更新日 2010 年 5 月 25 日

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



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

12/10 EA/WWW

51T-26294-0

Tektronix 台灣分公司

太克科技股份有限公司

114 台北市內湖堤頂大道二段 89 號 3 樓

電話：(02) 2656-7559 傳真：(02) 2799-1158

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

**Tektronix**<sup>®</sup>