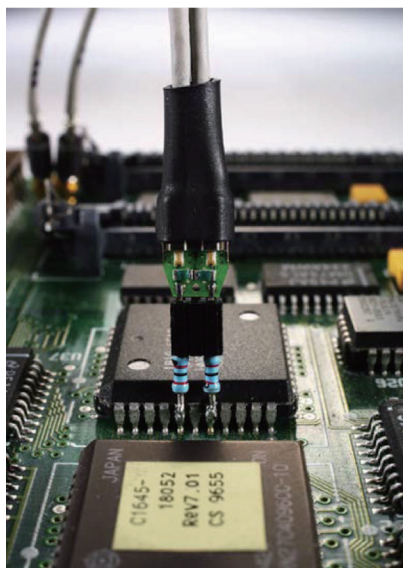


# 示波器探棒挑選大揭密

■文：是德科技 供文

市面上的示波器探棒琳瑯滿目，您知道如何挑選最合適的探棒嗎？這個問題沒有標準答案，因為每一支探棒的設計都不盡相同。以下列出一些探棒特性，您可在做出採購決策之前參考一下這些資訊。



## 頻寬

探棒頻寬通常是標稱規格，代表探棒可傳給示波器的最高信號頻率。在購買新探棒之前，請先考慮信號頻率。依照經驗法則，您的探棒應比所量測的最快信號，至少再快上 3 到 5 倍。

## 衰減比

每支探棒都有不同的衰減比（有時可切換），藉以改變饋入示

波器的信號大小。例如，連接到 1V 信號的 10:1 探棒可將 100 mV 信號傳遞到示波器輸入端。示波器會讀取探棒的衰減比，並且在螢幕上顯示正確的信號值，因此您不必手動計算。衰減比較高的探棒（100:1，1000:1）能讓您看到更高的電壓，但也會讓示波器內部放大器的雜訊變得更明顯。衰減比越高，雜訊愈大。比方說，10:1 探棒會產生 10 倍的雜訊。聽到這裡，您可能會認為最好全都使用 1:1 探棒。其實不然！低衰減探棒具有更高的負載，這正是下一個您需考慮的探棒特性。

## 探棒負載

任何連接到待測物 (DUT) 的物件都會改變系統的電氣特性。儘管我們盡最大的努力改善這一點，探棒還是受限於物理定律。（如果我們順利繞過這個討厭的障礙，我們一定會讓您知道！）所以，在探量您的系統時，它一定會影響您的裝置。不必要地增加系統負載，將導致不準確的量測，甚至改變示波器顯示波形的形狀！

探棒負載不只具有電阻性，同時也具有內部電容和電感效應。電容測最難處理，對頻率的影響極大。電容負載太大会拖慢您的

系統頻寬，進而導致信號的上升和下降時間變得很慢。如果上升 / 下降時間變慢太多，您就會開始在您的系統上看到誤差。

一般而言，探棒的衰減率越高，電容負載越低。所以 1:1 探棒不一定是最佳選擇。1:1 探棒的電容負載通常為 100 pF 左右，而 10:1 探棒則在 10 pF 左右。因此即使 1:1 探棒可減少示波器放大器的雜訊，但卻會導致更大的負載。

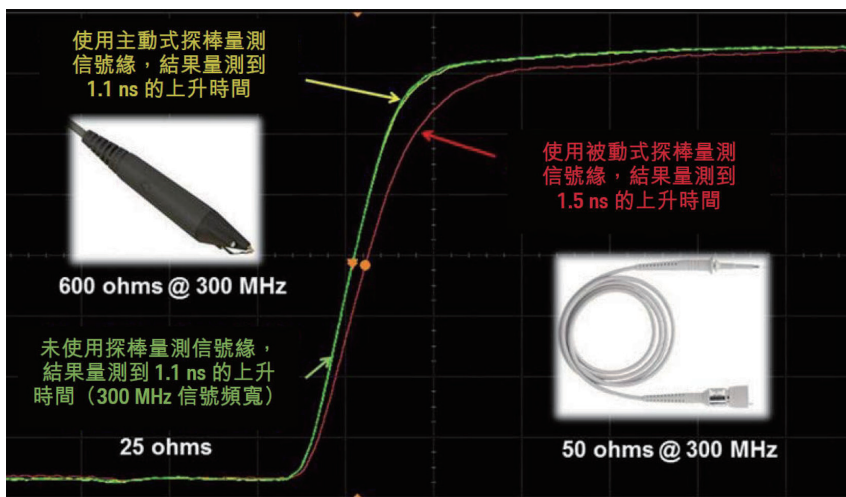
高階示波器通常使用數位信號處理 (DSP) 來補償探棒負載，但將探棒負載完全消除是不可能的。所以，請確認您選擇的探棒阻抗值適合您的設計參數。

另一種減少探棒負載的方式是使用主動式探棒。

## 主動式和被動式探棒的比較

很多工程師只有在需要量測高頻寬信號時，才考慮使用主動式探棒。然而，主動式探棒的負載比被動式探棒更低。藉由在探棒頭 (probe head) 上添加高頻放大器，可將待測物和探棒電纜，與示波器前端隔離開來，讓探針負載降到 1pF 或更低。

這對您的量測有什麼意義？讓我們看看上升時間為 1.1 ns 的



系統。經驗法則告訴您，大約只需 300 MHz 的頻寬。以下公式可求得所需頻寬：

$$\text{所需頻寬} = 0.34 / \text{上升時間}$$

我們設定好系統，並使用主動式探棒量測信號緣，結果量測到 1.1 ns 的上升時間。接著取下主動式探棒，連接 500 MHz 被動式探棒，再次量測上升時間，發現它變成 1.5 ns。發生了什麼事？被動式探棒的電容增加了系統的負載，使得系統無法驅動額外的負載。探棒額外的負載導致裝置信號失真！

所以說，我們應該使用示波器所附的被動式探棒嗎？是的，被動式探棒適合用在定性量測（例如檢查時脈頻率、尋找錯誤等等）；主動式探棒則適合用於定量量測，例如輸出漣波和上升時間。雖然主動式探棒比被動式探棒貴，但它們的量測準確度有很大的差別。

如果您想知道您的探棒對系統添加的負載有多大，您可使用兩支探棒來量測待測物。首先，將一支探棒連接到待測物上（或愈靠近待測物愈好）已知的步階信號，以

便觀察和 / 或儲存螢幕上的波形。然後，維持第一支探棒的連接，然後將第二支探棒連接到同一位置，以觀察信號緣的變化。

## 探棒補償範圍

測棒補償允許您調整探棒的阻抗，以微調擷取系統的性能。不同示波器機型，其輸入阻抗都不一樣，甚至於不同通道的輸入阻抗也有所不同，取決於元件值。被動式探棒輸入阻抗通常可以調整，讓您匹配探棒和示波器的阻抗，確保您的探棒效能符合其額定頻寬。探棒的阻抗通常可利用（隨附的）小螺絲起子調整。以下展示使用補償不足、過度補償和適當補償的探棒進行量測所得到的結果：

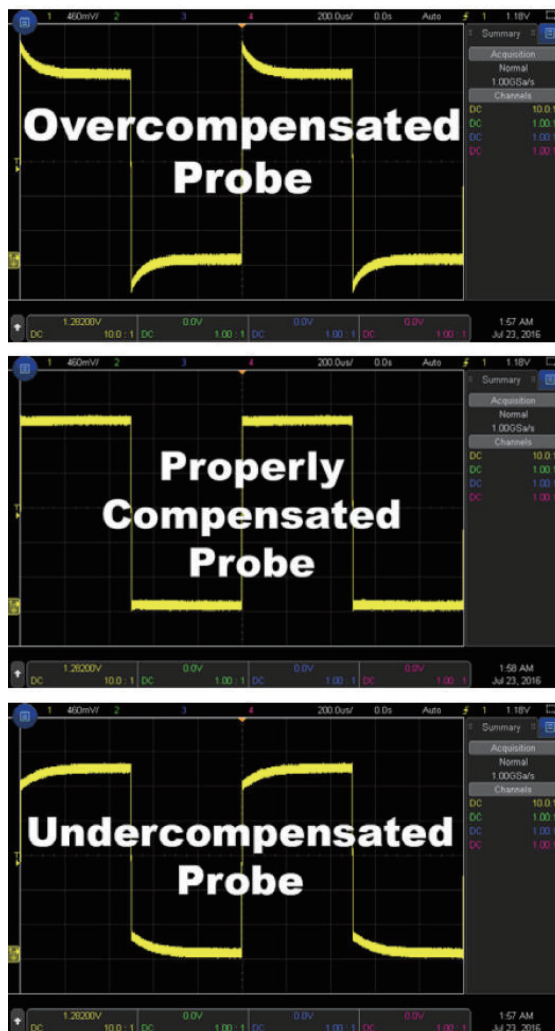
這些截圖全都使用相同的探棒和信號，唯

有探棒的補償不同。

您的示波器具有「典型的」輸入電容，您需確定探棒足以進行補償。如果探棒無法補償示波器負載，會造成較不準確的量測結果，尤其是量測高頻信號時。

## 與裝置的連接

另一個評估探棒的考量是探棒如何連接到您的系統。對於低頻量測，被動式探棒的探棒頭已經夠用。但如果系統頻寬增大時，就需要考慮其他的選項。您可以使用零插力 (ZIF) 探頭、SMA 接頭、焊接



式探棒頭，或是我最愛的 N2848A 磁性 QuickTip 探棒頭。這已超出本文的討論範圍，但對於需要觀察高速信號的工程師來說，是至關重要的議題。請確保您設計的電路板易於移動，並選擇易於連接到電路板的探棒。此外，連接到您的裝置的接地導線長度也很重要，因為它可當作天線。

## 依照信號類型量測

依據需要量測的信號，有很多不同種類的探棒可供選擇。如此可縮小需要選擇的探棒數量。您正

量測差動信號嗎？請使用差動探棒來消除共模雜訊。量測電流？使用電流探棒而非感測電阻來搭配電壓探棒。量測極高電壓？不要冒生命危險，請使用有額外高衰減比的高電壓探棒。

## 其它考量

值得注意的是，不止是探棒，整個擷取系統的頻寬也很重要。按照下列公式，您的示波器頻寬和探棒頻寬都會影響到總系統頻寬：

$$\text{System Bandwidth} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\text{scope bandwidth}^2} + \frac{1}{\text{probe bandwidth}^2}}}$$

所以如果使用 200 MHz 示波器並使用 200 MHz 探棒，系統頻寬大約是 141 MHz。

此外，探棒通常附有探棒配件工具。訂購之前，請確認它是否附送。

## 結語

探棒有很多不同類型，幾乎可量測任何您想要量測的信號。為了避免混淆，堅持幾個基本原則：頻寬、衰減比和負載。充分理解這些規格，能指引您在許多的擇項中挑出正確的選擇。CTA

## 是德科技與 Bluetest 合力打造窄頻物聯網測試解決方案

是德科技 (Keysight Technologies) 日前宣布藉由與 Bluetest 合作，成功打造可用於 Bluetest 迴響測試系統的窄頻物聯網 (NB-IoT) 無線 (OTA) 測試解決方案。該解決方案已獲得日本頂級網路業者的採用，充分證明是德科技與 Bluetest 在 NB-IoT 測試領域的市場領先地位。

是德科技無線裝置和營運商部門副總裁暨總經理 Kailash Narayanan 表示：「該解決方案鞏固了我們在雲端物聯網 (CIoT) 裝置工作流程測試的領先地位，包括研發測試、相符性測試，以及天線 OTA 測試解決方案。」

Bluetest OTA 解決方案產品經理 Klas Arvidsson 表示：「透過此次的合作，我們為評估 IoT 裝置效能，例如發射輸出功率和接收器靈敏度，提供功能強大的測試解決方案，對於實現良好的連接極為重要，特別是在極具挑戰性的鏈路預算條件下。」

NB-IoT 技術充分利用現有的蜂巢式網路基礎設施，可提供卓越的覆蓋範圍和可靠的連接。目前全球網路業者已開始採用這種方法。他們亟需確定其 NB-IoT 裝置的互通性和相符性是否合格，因此 OTA 測試至關重要。尤其是當這類裝置使用協力廠商提供的機殼時，這項測試尤為關鍵，因為協力廠商的機殼可能會影響天線的覆蓋效果。

由於在消費室中沒有傳統的測試區域限制，Bluetest 迴響測試系統可量測更大的測試目標，特別適合用於測試 IoT 裝置。

UXM 無線測試儀的最新增強功能，使其能夠支援最新的 NB-IoT 規範，包括對射頻量測、功耗和端到端資料測試的支援，進而成為從物聯網裝置到智慧型手機等各種無線用戶端裝置的理想選擇。

更多關於 Keysight UXM 無線測試儀的資訊，請瀏覽：[www.keysight.com/find/UXM](http://www.keysight.com/find/UXM)。

