

以即時 示波器進行 InfiniBand 相容性測試



► 引言

InfiniBand 架構的興起，為分散式計算 (distributed computing) 帶來了基於通道的 I/O 可靠性和性能，但隨之而來的是超高訊號速率對傳統測試與量測解決方案的挑戰。於是，高性能即時示波器以特定的分析功能和實用的多功能性，與世界上最快的即時擷取技術相結合，全面地回應了這一挑戰。

隨著處理器速度的增加，以及因網際網路磁碟機而產生的對持續可用資料的需求，網際網路資料中心（資訊處理的「任務控制」）開始面臨不斷昇級的複雜性。其中，改善資料中心性能的最大挑戰就是 I/O 次級系統。

InfiniBand™ 架構以一種「整合性的網路架構」機構解決了這一挑戰，即在多個伺服器間以分享實現的 I/O 連接。該架構又以一種更有效的方式將儲存設備和通訊網路與伺服器群連為一體，為資料中心提供了所需的高性能、可靠性、可擴充性和靈活性。它可以通過多重網路連結提供擴充性能，以 2.5 Gb/s 的速度指定點對點的連接，並可提供三種級別的連結性能：即 1X (2.5 Gb/s)、4X (10 Gb/s) 和 12X (30 Gb/s)。

基本 InfiniBand 測試

InfiniBand 相容性和互通性測試，已迅速成為一套嚴格的通過/失敗 (pass/fail) 測試過程。這些過程涵蓋從連結層與資料管理直到低階實體層測試的各個方面。在 InfiniBand 架構的規格中，第 6 章 (高速電訊號) 界定了對高速電訊

號的需求，第 7 章 (銅線規格) 規定了纜線測試需求，第 8 章 (光纖連結) 詳細說明了光訊號量測需求。InfiniBand 對光纖的需求是來自 SONET OC-48/SDH STM16 標準，而 InfiniBand 電子規格則基於光纖通道 (ANSI NCITS/1235D)。在這兩個堅實的基礎上，InfiniBand 研發出一組具有凝聚性標準，使像 Tektronix 等測試和量測儀器製造商能在這些基礎標準上充分發揮他們的經驗。

在相容性和互通性測試中，重要的是要消除對於結果多重詮釋或含糊不清的測試方法。在處理速度非常高的訊號速率時，這一問題尤其突出，因為測試人員必須非常熟悉超出傳統數位抽象層以外的程序，並需在必要時應用微波分析技術。

如果在光纖和 SONET 領域的類似測試中，有需要記取的重要教訓的話，那就是相容性測試的方法必須明確和簡潔，足以避免對在所使用的設備和連結技術上的專門論述的需要。

即時解決方案

在多億位元串列通訊領域中，工程師以往受限於為 high end 電訊應用而設計的設備，例如基於等效時段的通訊訊號分析儀和位元錯誤率測試儀等。這些儀器缺乏工程師所需求的多功能性、實用性和易用性。

如今高性能即時示波器，如 TDS7000、CSA7000 和 TDS6000 系列，也可用來對 InfiniBand 通訊量進行實體層串列位元次序測試，使工程師能夠以足夠的解析度擷取需要觀察的通訊量，從而對訊號進行視覺化和有意義的實體層量測。這些儀器能有效地量測 InfiniBand 的互通性，從通訊波罩測試到綜合抖動分析這一範圍內，可支援各種高速實體層量測功能。經由其賦與的高頻寬和易用性，這些儀器可幫助設計人員和測試工程師取得穩定、可重複的測試結果。是設計、故障排除和相容性驗證工作所需的理想工具。

系統頻寬問題

InfiniBand 通訊量的實體層分析需要測試和量測儀器具有至少 4.0+ GHz 的類比頻寬。(此需求遵照了光纖委員會有關位元速率和示波器的頻寬的比率至少為 1.8 的建議)。只有極少的測試和量測解決方案能夠滿足此需求。任何在這種高訊號速度上運行與在多億位元串列通訊速率上進行的訊號完整性量測，均給現有的任何儀器都帶來了巨大的挑戰。

Fibre Channel T11.2 工作組推薦的擷取系統頻寬的經驗法則為 1.8X 位元速率。這樣的頻寬建議值意在擷取訊號上至第三至第四諧波中途的整個頻譜分量。因此，具有 2.5 GHz 位元速率(第一諧波 1.25 GHz)的 InfiniBand 需要 4.5 GHz 的類比頻寬(從探棒頭到擷取)。但對於大多數量測而言，使用因數 1.5 比使用因數 1.8 更合適，因為這 0.3 之差大部份是用於錯誤容許度。

取樣示波器傳統上一直是這些量測項目使用的儀器，因為取樣示波器一般都具有超過 40 GHz 的類比頻寬。但是，由於這種示波器在繪製甚至最基本的波形時都需要重複和決定性的觸發源，所以其效用嚴重地受到限制。在需要使用「訊框」或「同步」觸發的情況下，這種級別的儀器對於裝置特性分析特別有效，但作為偵錯工具使用則很困難。

像 TDS6604 和 TDS7404 這樣的高性能即時示波器，對一般的高速應用則是更為靈活的選擇。TDS6604 可提供高達 6 GHz 的頻寬(快得甚至能夠滿足 3.2 Gb/s XAUl 量測)，以及在兩個通道上取樣率最高達 20 GS/s。這樣的性能可允許使用者以每個單元間隔(位元時間)大約 8 個取樣點的速率，同時在兩個差動通道上取樣，並適當地保證在每個上升邊緣和下降邊緣上找到二個或三個取樣點，並在介入的高位元間隔或低位元間隔上找到取樣點。

訊號觸發需求

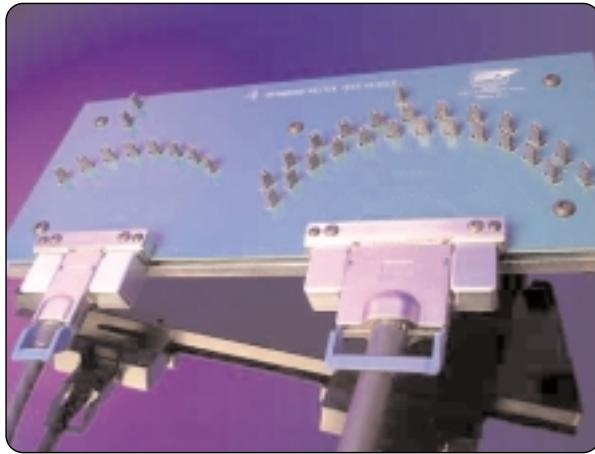
8B/10B 編碼技術可將 8 位元的邏輯資料，擴充為 10 位元的實體的傳輸資料。這些附加的 2 位元被策略性地放置在向外傳輸的實體資料串中，以便在第一諧波週圍重新分配訊號的峰值頻譜分量。第一諧波也是傳送器和接收器時脈的位元速率。在實體纜線另一端的接收器利用此編碼的時脈資訊，來保持其鎖相迴路在時基上與進入的資料串同步。

如果要恰當地在這種形式的訊號流上觸發示波器，需要使用「時脈資料還原」(clock data recovery, CDR) 單元以分離時脈和資料資訊。在這個意義上，TDS6604 或 CSA/TDS7404 示波器類似是進階「InfiniBand 接收器」的作用，並能以追蹤進入訊號時脈的合成位元速率時脈鎖定在資料上。具有 CDR 觸發能力的儀器，還能發現邊緣檢測很容易遺漏的與測試邏輯組合 (Pattern) 相關的異常和漏失，並可提供具有良好低頻抖動互斥的穩定的整合觸發源。

探棒和連接

另一個挑戰是如何將相關訊號送到測試儀器，而不降低訊號載入或使資料失真。當前的 InfiniBand 相容性測試方法，需要切斷 InfiniBand 連結並依賴於傳送器廣播的信標訊號作為許多相容性量測的基礎。使用一個 InfiniBand 至 SMA 分線器(如圖 1 所示)可將 50-Ohm 的訊號路徑直接導入示波器的 50-Ohm 終端。這從終端和實用的立場看都是很理想的。例如，可用分線板方便地在通道間轉態，從而可在所有 12X 纜線的 24 個通道快速地進行測試。

將 InfiniBand 訊號路徑導入到 TDS6604 示波器，可使其基於 PLL 的 CDR 選項在其追蹤特性和電氣終端兩方面模擬實際的 InfiniBand 接收器。CDR 支援使用者可程式追蹤功能，並可在預設狀態下自我配置為 Fiber Channel T11.2 所定義的 Golden PLL (Golden PLL 具有迴路頻寬追蹤特性，可使其互相排斥低於 1.5 MHz 或位元速率/1667 情況下頻繁出現的低頻偏差)。



► 圖 1 - InfiniBand 至 SMA 分線器可將 50- Ω m 的訊號路徑直接接入示波器的 50- Ω m 輸入端

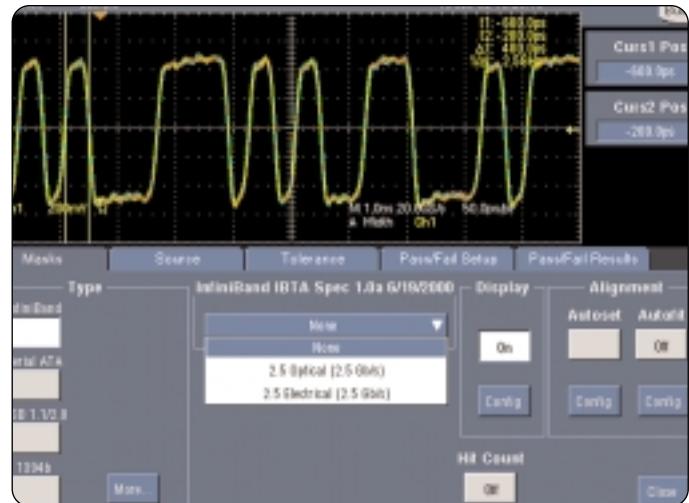
典型的 InfiniBand 量測

以上是 InfiniBand 技術的基礎和其相容性測試所需的工具，現在我們來看一些典型的 InfiniBand 高速電量測範例。

AC 參數量測

任何具有足夠頻寬的即時示波器都能進行 AC 參數量測。在信標 Beaconing (輪詢 polling) 狀態下，通過一個主通道適配器，該量測可完全在大多數示波器量測組件的能力範圍內。

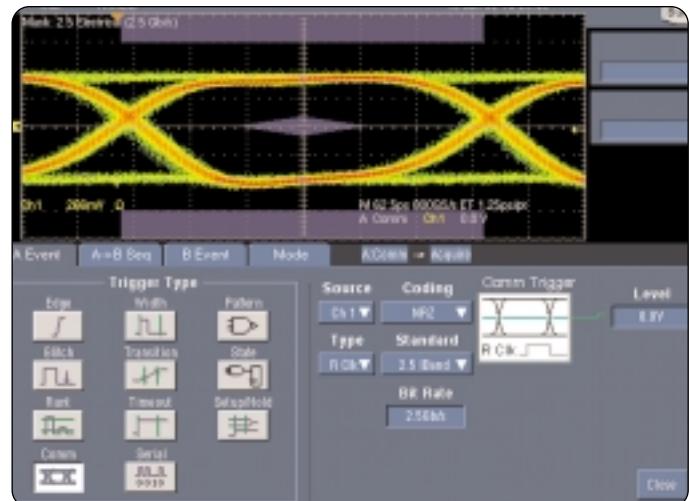
例如，若要檢測 TS1 資料封包，可用「逗號」字元的脈波寬度觸發 (5 個連續脈波單元間隔)，然後將一個觸發延遲施加於索引資訊封包導入相關區域 (見圖 2)。



► 圖 2 - 400 ps 時，使用脈波寬度觸發的 TS1 資料封包。

眼狀圖量測

用 TDS6000、TDS7000 和 CSA7000 系列數位即時示波器，進行眼狀圖量測極為容易。若將同一 TS1 資料封包作為眼狀圖檢測，只需用示波器的波罩測試功能選擇您想使用的規格標準，然後按一下「自動設置」。示波器此時會自動切換到同一訊號的眼狀圖顯示。



► 圖 3 - 相同的 TS1 資料封包的眼狀圖顯示。

InfiniBand相容性測試

► 應用摘要

當繪製眼狀圖時，示波器自動將觸發系統切換到 CDR 模式，並指定適當的位元速率以鎖定和追蹤訊號。在這個例子中（見圖 3），我們可以看到一個非常乾淨的參考訊號，這是對 CDR 系統精密度的最好證明。請注意，這裡的 RMS 觸發抖動約為 6 ps，其峰對峰觸發抖動約為 42 ps。

使用者可將 CDR 迴路追蹤特性調整到自訂速率，或切換到 TDS6604 支援的一種其他觸發方式上。例如，如果需要有選擇地使眼狀圖的其他部份視覺化，請設定脈波寬度觸發，以使其可在 K28.5 中的五個連續脈波受託符之上作出反應。調整觸發延遲索引以顯示模式次序的不同部份。TDS6604 的另一個使用方式，是通過比較眼狀圖的短脈波和寬脈波，來確定等化函數。

用 TDS6604 示波器進行眼狀圖測試

在 InfiniBand 的規格中，眼狀圖測試是所列的相容性和互通性量測的重要組成部份。特別是在第 6 章第 6.5.1 節中，針對接收器輸入相容性測試而詳述的測試情況中，就需要眼狀圖量測。TDS6604 即時示波器是進行這類量測的極好選擇。若需在電訊號上進行眼狀圖測試，請按照以下這些基本步驟操作。

- (1) 使用分線板從傳送器的遠端（就像連接至接收器一樣）將訊號連接到 TDS6604。以觀察成對的差動一根線作為開始，或使用如 P7330 差動探棒。此時該通道中將出現一個 InfiniBand 波形。從波罩功能表中選擇「波罩 : InfiniBand」（備註：此方法假設在 TDS6604 上裝有「選項 SM」）。
- (2) 選擇光訊速率為 2.5 Gb/s。
- (3) 按一下「自動設定」。
- (4) 如圖 3 所示，眼狀圖此時將出現在螢幕上。
- (5) 如果需要進一步的分析和量測，有幾個標準的觸發模式在此速率的訊號上都很有效（如脈波寬度、逾時和突波）。可利用這些觸發模式將儀器的觸發範圍，縮小到特定的相關區域。
- (6) 也可使用 TDS6604 原本的波罩測試功能，在波罩測試系統中運行已知數量的波形，這種方法也很簡單。系統在處理了規定的波形量後，能夠停止並報告通過 (PASS) 或失敗 (FAIL) 情況。

抖動分析

在高資料速率下，抖動可以是主要的錯誤源。InfiniBand 光訊號規格對 InfiniBand 裝置抖動時序容裕有非常嚴格的要求（InfiniBand 架構規格的第 6.4.3 節和第 6.5.1 節）。要確保相容性，測試儀必須將抖動分解到成分的分量，也就是「決定性抖動」(Dj) 和「總抖動」(Tj)。多數 InfiniBand 抖動規格都要求進行時間間隔錯誤 (TIE) 抖動量測。其主要焦點是確定訊號在多大程度上偏離於訊號流中編碼時脈指定的精確理論時間轉態。

您可通過識別和量測抖動分量對電路進行偵錯，並確保將抖動控制在設定的限制之內。以往，這需要使用速度極慢的特定（且昂貴的）「位元錯誤率測試儀」（BERT）。現在，TDSJIT3 抖動分析軟體，與 Tektronix 高性能即時示波器的結合，提供了高超的抖動量測解決方案。該解決方案使用基於恆定時脈速率或基於 Golden PLL 的時脈還原計算法，從訊號流中還原理想的時序轉態資訊。配備有 TDSJIT3 軟體的 TDS7000 或 CSA7000 系列示波器，能在很長的記錄長度上計算時間內部錯誤（即抖動），並將結果分為「隨機抖動」(Rj) 和「決定性抖動」(Dj) 因素。在確定「位元錯誤率」結果時，這種系統中的 TDSJIT3 軟體甚至可比特定 BERT 快得多。如果想量測高頻抖動分量，TDS6604 可用 6 GHz 的系統頻寬將抖動結果下分到 700 fs（見圖 4）。

圖中所示量測對訊號源使用了高精確度的 BERT（少於 1 ps 的 RMS 抖動）。示波器在 5K 邊緣總數上觀察到的 RMS 抖動為 531 fs。對超過一百萬的總數，均方根 (RMS) 抖動保持在 800 fs 以下。峰對峰抖動不超過 10 ps。

All Statistics Measurements Measurements Test Setup - Setups		
Measurement	Sources	Statistics
Clock TIE	M1	Population: 5000
		Mean: 0.00e
		Sst Dev: 531.03fs
		Max: 1.0860ps
		Min: -1.0400ps
		Fk-Fk: 3.9260ps
		Max + 6: 2.1217ps
		Max - 6: -1.0730ps
		Mean ± 6: 4.7105ps
		Min ± 6: -4.5046ps
		Fk-Fk ± 6: 9.2119ps
		Max + 6 ± 6: 4.1776ps
		Max - 6 ± 6: -4.1701ps

► 圖 4 - 量測極低的抖動雜訊層 (JNF)。請注意，峰對峰值為 3.8 ps，標準偏差為 531 fs RMS。

位元錯誤率 (BER) 量測

BER 量測對於各種串列資料標準來說都是必要的，包括光纖和 InfiniBand 在內。對於元件鑑定和製造測試而言，是否能快速進行 BER 量測十分重要。但即使不考慮速度，進行精確量測的必要性仍十分重要。在此方面，TDSJIT3 軟體組件已經過測試，並可在 10E-12 BER 與標準的 BERT 測試器的相關度在 2.1% 內。在沒有使用估算的量測結果中，TDSJIT3 與 BERT 測試器的相關度在 1.1% 內。TDSJIT3 可在極高的精度上進行 Rj/Dj 分離和 BER 量測。

分解抖動分量

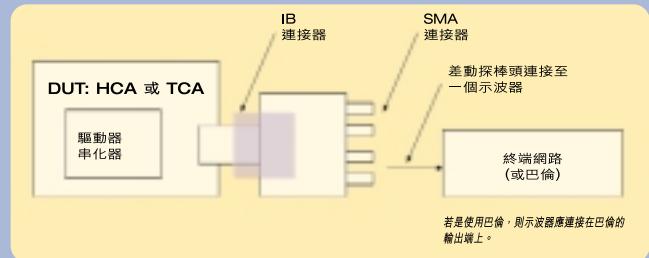
抖動作為一項訊號品質規格，是在資料速率達到了 200-500 Mb/s 範圍時，才首次是變成必不可少的量測指標。現在，對於 2.5 Gb/s 的 InfiniBand 訊號，抖動測試更是至關重要。有了 TDSJIT3 軟體，TDS6000、TDS7000 或 CSA7000 系列示波器，均可非常簡單地量測「總抖動」(T_j) 和分析其各種分量。此軟體組件通過高斯分佈鑑定隨機抖動 (R_j)，並將決定性抖動 (D_j) 分為週期性抖動 (P_j)、工作週期失真 (DCD)、資料相關訊號抖動 (DDj) 或符號間干擾 (ISI)。一旦抖動分量被隔離和量化，軟體組件即可提供精確的位元錯誤率估算值。

用即時示波器測試驅動器抖動

所以 InfiniBand 光訊號規格制訂了嚴格的抖動限制 (InfiniBand 架構規格第 6.4.3 節和第 6.5.1 節)。本測試範例說明：如何用 Tektronix 高性能即時示波器和差動探棒檢查驅動器抖動。此測試是按照單一通道所定義的，待測裝置 (DUT) 的每個通道須按此法重複。

要高效率地執行此項測試，可在 TDS7404 或 CSA7404 即時示波器安裝 TDSJIT3 抖動分析軟體組件。為了確保最大的取樣率和精確的抖動量測，一定要將訊號從差動轉換為單端，這需要使用 P7330 差動探棒與終端網路連接，或使用平衡不平衡轉換器 Balun 轉換訊號 (參見圖 5)。本範例假設用 TS1 (測試圖形長度 320) 作為測試圖形。不過，您可以對此過程加以擴充，以涵蓋諸如 CJTPAT (測試圖形長度 2640) 這樣的相容性抖動測試圖形。無論如何，測試圖形必須是重複性的並必須有 100 次或更多次的重複。

開始測試，須先傳送一個 TS1 位元測試圖形，然後按照以下基本步驟操作。



▶ 圖 5 - 典型的驅動器抖動測試設置圖。

(1) 探棒設置：將 PC1X_sma_P1 或類似的測試治具接到 DUT 的輸出端。然後，將差動探棒頭連在終端的 BtxOP、lbtxON 差動訊號上。最後，將差動探棒接到示波器的 Ch1。

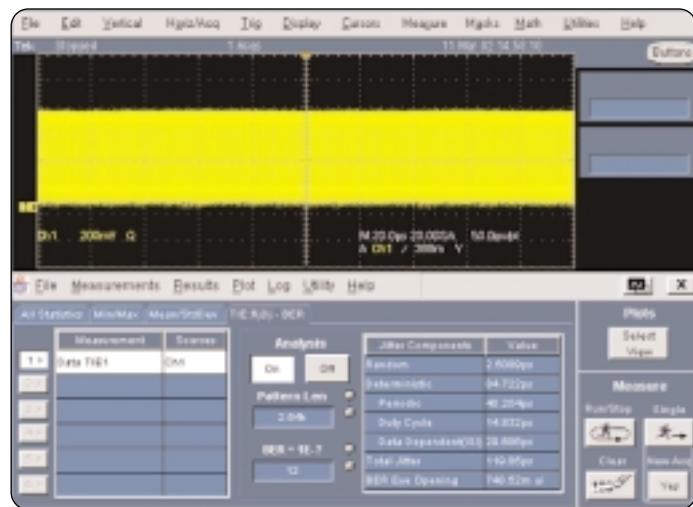
(2) 示波器設置：按一下「自動設置」。然後將示波器的水平時基設置為每分格 2 μ s。要確保具有足夠的時序解析度，請將取樣率設置為 20 GS/s 或每取樣點 50 ps。這將擷取 20 μ s 的即時資料 (50,000 個鄰接位元時間，156 次測試圖形重複)。請記住此設定將取決於選定的測試圖形長度。全部所需的擷取時間必須等於或超過測試圖形長度與時間間隔乘積的 100 倍。若需更高的精確性，可以使用 $\sin(x)/x$ 內插法模式，將水平時序解析度增加到 10 ps/pt。選取「測量>振幅>振幅」(Measurement>Amplitude>Amplitude)，驗證該差動電壓位準是在驅動器的 1.0 到 1.6 Vp-p 的限制之內。

(3) 用 TDSJIT3 軟體量測抖動：選取「檔案>運行應用程序>抖動分析 3」(File>Run Application>Jitter Analysis 3) 以運行測試軟體。在使用資料源=通道 1 的情況下，選擇「資料>時間間隔錯誤」(Data>TIE) 量測。如果訊號包含明顯的低頻抖動或漂移，則用鎖相迴路時間間隔錯誤進行測試。配置迴路 BW=IB2500 : 2.5 將 PLL 復路頻寬設置為 (2.5G/1667) Hz，即 1.5 MHz。執行「射頻位準」(Ref Levels) 上的「自動設置」(Autoset)。轉到「結果」(Results)，並按一下「運行」(Run) 按鈕以擷取單次取樣。

在 TDSJIT3 軟體中選擇「TIE:RjDj - BER 選項」；輸入一個 320 位元的測試圖形長度；然後選擇「分析=開啟」(Analysis=On)。決定性抖動 (D_j) 和總抖動 (T_j) 作為行項目被列在結果顯示中。

InfiniBand相容性測試

► 應用摘要



► 圖 6 - 相容性抖動測試圖形是抖動分析的首選訊號。此螢幕畫面所示為前面各節中討論的抖動分解。

訊號鑑定所需的一套完整的參數量測系統，並允許在波形資料上以使用者所定義的數學運算式顯示自訂的螢幕結果。其波罩測試功能和時脈還原(選項 SM)功能，可將串列資料串的測試能力從 1.5 Mbaud 增強高達 2.5 Gbaud。TDS6604 示波器具有傳統的類比式控制、觸控式螢幕和圖形功能表，使其容易學習和使用。它具有開放式 Windows™ 環境和內建連網功能，非常便利於與高度精密的測試和分析應用程序整合。



CSA7404 通訊訊號分析儀

► CSA7404 通訊訊號分析儀具有即時數位螢光示波器架構。對於在高達 2.5 Gb/s 資料速率的情況下，要實現 InfiniBand 等光電通訊標準之嚴峻挑戰的設計人員，該分析儀可滿足他們的需求。這種綜合業界領先的速度和特定通訊能力為一體的儀器，使工程師能以更高的效率設計和偵錯光電通訊設備。

CSA7404 通訊訊號分析儀可提供 20 Gb/s 的即時資料擷取速率、高達 32 MB 的長記錄長度、第三代 DPX™ 波形擷取專利技術、進階觸發系統以及高達 2.5 Gb/s 的運行速度。它提供使用者控制模式、功能齊全、基於鎖相迴路 (PLL) 的時脈資料還原 (CDR) 一起在電或光輸入上使用，以在時脈編碼資料串上提供穩定的觸發源。該即時通訊訊號分析儀可提供靈活方便的、基於軟體的光接收器參考 (ORR) 濾光功能，可在一個儀器上支援全範圍的電訊、資料通訊和電腦串列匯流排標準。它具有三種運行模式：作為四個電訊通道的數位螢光示波器 (DPO)；作為三個電訊通道和一個光訊通道的數位螢光示波器；或作為單一通道的光參考接收器 (ORR)。



相容性抖動測試圖形

相容性抖動測試圖形是抖動分析的首選訊號。它可涵蓋較寬的頻率並可使接收電路的應力達到其追蹤能力極限。

InfiniBand 相容性測試對儀器的需求

在相容性測試方面，InfiniBand 規格對量測有許多不同需求。這些測試僅在數量上，再加上訊號的高速度，對於工程師和設計人員而言便面臨巨大的挑戰。他們需要功能強大、通用的量測設備，幫助他們的高速測試達到所需的精確度和可重複性。

高性能即時示波器(如 TDS6000、TDS7000 和 CSA7000 系列)以及數位取樣示波器(如 CSA8000B)，與 Tektronix 高速探棒、訊號源和測試軟體的結合便可全面滿足這一需求。這種結合具有出色的量測純真度、強大的分析能力和靈活的連接性，是高速設計量測的最佳選擇。

TDS6604 數位儲存示波器 (DSO)

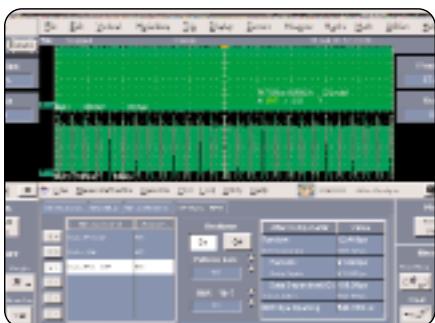
► TDS6604 DSO 是驗證、偵錯和鑑定 InfiniBand 設計中電氣訊號所需的高性能解決方案。該示波器可提供 6 GHz 的頻寬和 20 GS/s 的取樣率，這一性能超過了 InfiniBand 相容性測試所需求的技術規格。配備有 TDSJIT3 抖動分析軟體的 TDS6604 示波器，可提供典型值低於 0.7 ps RMS 的抖動量測功能，以及一組可選的相容性測試波罩，若採用可使示波器迅速適應不同標準的需求。該儀器包括

CSA8000B 通訊訊號分析儀

► 具有數位取樣示波器架構的 CSA8000B，是為高性能通訊應用設計的通訊訊號分析儀。它是鑑定 InfiniBand 光訊號的最佳選擇。該儀器可提供極佳的頻寬、時基、垂直精確度和抖動量測功能。它具有 DC 到 50 GHz 的頻寬、自動通訊量測和自動波罩測試功能，並提供 OC-3/STM1 (1 Mb/s) 到 OC-768/STM256 (40 Gb/s) 的資料速率。CSA8000B 具有內建的光時脈和資料還原功能、可識別波罩測試中失敗的單個位元的 FrameScan™ 技術，以及裝置阻抗鑑定所需的 TDR 能力。需要時，它可擴充到 8 個電訊通道(選項)。CSA8000B 的直觀介面和彩色顯示使其易於學習與使用。

**TDSJIT3 抖動分析軟體**

► TDSJIT3 抖動分析軟體配備到 TDS6000、TDS7000 和 CSA7000 系列示波器，便可提供目前最高精確度的抖動量測功能。該軟體具備全套的抖動分析算法，從而大大簡化在高速數位和通訊系統中探索抖動及其相關源的過程。工程師可通過該軟體組件輕而易舉地鑑定隨機和決定性抖動 (Rj/Dj) 並預報位元錯誤率 (BER)，以此加快確定整個系統品質問題的速度，並以更短的研發週期向市場提供更加可靠的設計。

**P7260 主動探棒**

► P7260 單端主動式探棒可提供前所未有的 6 GHz 頻寬和小於 75 ps 的上昇時間能力，使工程師能在其下一代數位設計中檢視最快的訊號。這種探棒具有高性能、低電路負載和低雜訊等特性，因而成為 InfiniBand 測試的最佳選擇。

**AWG710 任意波形產生器**

► AWG710 任意波形產生器將世界級的訊號純真度和超高速混合訊號類比功能整合。該儀器特有的 4.0 GS/s 取樣率可模擬速度高達 2.0 GHz 的實際訊號。其強大的定序能力、圖形使用者介面和靈活的波形編輯器，從而使之成為 InfiniBand 相容性測試不可或缺的配套工具。

**結論**

InfiniBand™ 架構為分散式計算帶來了更高的可靠性和更好的作業性能，並以效率更高的創新方法將儲存設備和通訊網路與伺服器群連接起來，但隨之而來的超高訊號速率和一系列高速相容性測試問題，這對傳統的測試和量測解決方案提出了挑戰。

高性能即時示波器以特定的分析功能和實用的多功能性，與世界上最快的即時擷取技術相結合，全面地回應了這一挑戰。

Tektronix 聯絡資訊:

東南亞國協/澳洲/巴基斯坦 (65) 6356-3900

奧地利 +43 2236 8092 262

東歐中部、希臘 +43 2236 8092 301

比利時 +32 (2) 715 89 70

巴西及南美洲 55 (11) 3741-8360

加拿大 1 (800) 661-5625

丹麥 +45 44 850 700

芬蘭 +358 (9) 4783 400

法國及北非 +33 (0) 1 69 86 80 34

德國 +49 (221) 94 77 400

香港 (852) 2585-6688

印度 (91) 80-2275577

義大利 +39 (02) 25086 1

日本 81 (3) 3448-3010

墨西哥、中美洲及加勒比海地區 52 (55) 56666-333

荷蘭 +31 (0) 23 569 5555

挪威 +47 22 07 07 00

中華人民共和國 86 (10) 6235 1230

波蘭 +48 (0) 22 521 53 40

韓國 82 (2) 528-5299

俄羅斯、CIS及波羅地海 +358 (9) 4783 400

南非 +27 11 254 8360

西班牙 +34 (91) 372 6055

瑞典 +46 8 477 6503/4

台灣 886 (2) 2722-9622

英國及愛爾蘭 +44 (0) 1344 392400

美國 1 (800) 426-2200

美國(外銷部門) 1 (503) 627-1916

其他地區請洽 Tektronix : 1 (503) 627-7111

Updated 20 September 2002

詳細資訊

太克公司收錄內容廣泛並不斷新增的應用摘要、技術摘要及其他資料，旨在幫助工程師在工作中有效地使用先進技術。請瀏覽本公司網站：www.tektronix.com



© Tektronix, Inc. 2002 年版權所有。保留所有權益。Tektronix 產品，不論已擁有專利和正在申請中的專利，均由美國和外國專利法保護。本文資訊取代所有之前發表的其他資料。本公司保留變更技術規格和售價的權利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的註冊商標。本文提及的所有其他商品名稱，分別為其各自所屬公司之服務標誌、商標或註冊商標。
9/02 RL/PP 55T-16025-0