

運用快速寬頻技術檢視和分析脈衝或間歇信號

作者 : Richard Overdorf / Keysight Technologies

長期以來，工程師普遍使用頻譜分析儀來開發和分析雷達及電子戰(EW)系統。然而，隨著現代的雷達系統變得更靈活，傳統的掃頻量測技術已無法滿足需求。

現今最佳的替代產品是一種快速而靈活的寬頻信號分析儀，具備即時頻譜分析(RTSA)以及向量信號分析(VSA)軟體。舉例來說，目前某些最先進的信號分析儀可支援下列各種技術，增強辨識和分析脈衝或間歇信號的能力：快速掃描、RTSA 和步階密度。這類分析儀還能與 VSA 軟體相容，透過全方位工具套件，以多種面向詳細檢測信號，達到更強的分析能力。

發揮信號分析儀的優點

典型頻譜分析儀難以擷取短暫信號。舉例來說，當量測的信號採用脈衝調變、寬頻跳頻，或是其持續時間很短時候，傳統掃頻分析就可能會失敗。

最好的補強方式(或是可能的替代儀器)就是使用可量測振幅和相位的信號分析儀。按照業界的定義，信號分析儀結合了頻譜分

析儀和向量信號分析儀的功能於單一儀器中。像是檢視相位對時間的關係、解調複雜信號或量測寬頻功率這樣的工作，都需要用到向量量測。

信號分析儀能夠提供很寬的分析頻寬(例如 510 MHz)，並且還支援 RTSA 和步階密度，可讓您量測偶發信號或是具有很長重複間隔的信號。

使用快速掃描

圖 1 說明了傳統掃描式頻譜分析儀的運作方式。RBW 濾波器和掃描軌跡以綠色表示，軌跡的繪製是相對於時間；灰色虛線則代表回掃時間。每當綠線與其中

一個信號(黑色)交錯時，信號就會出現在分析儀的軌跡上。

在快速掃描中，分析儀的配置是透過相對窄的解析頻寬(RBW)，以最快的速度進行掃描。有些信號分析儀執行此種方法的時候，會利用數位 RBW 濾波器和 DSP 式誤差校正來大幅提升速度，而且不會犧牲振幅或頻率上的準確度。這種濾波器藉由消除掃描誤差，在更快的掃描速率之下還能確保達到更高的重測穩定度。

如圖 2 所示，更快的掃描(也就是縮短掃描時間)可與環境中的各種信號產生更多交錯。雖然這可以改善傳統方法，不過分析儀

圖 1：在這個傳統掃描的範例中，每當綠線與其中一個信號(黑色)交錯時，信號就會出現在分析儀的軌跡上。

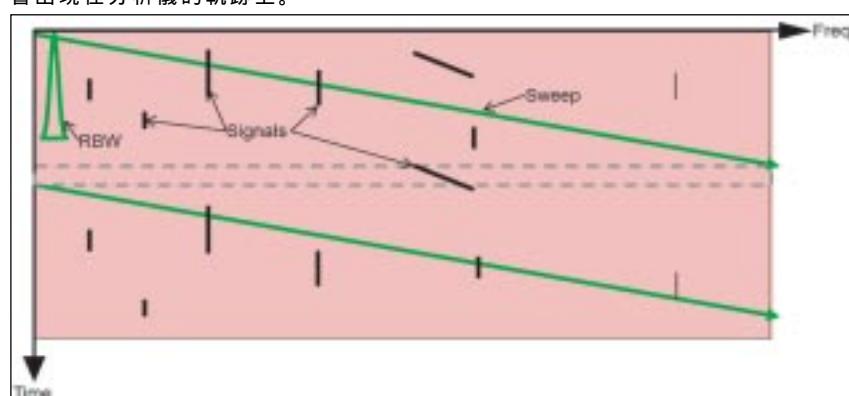


圖 2：使用快速掃描技術時，綠線從左邊掃到右邊花了較少的時間(Y 軸)，因此與信號有了更多交錯。

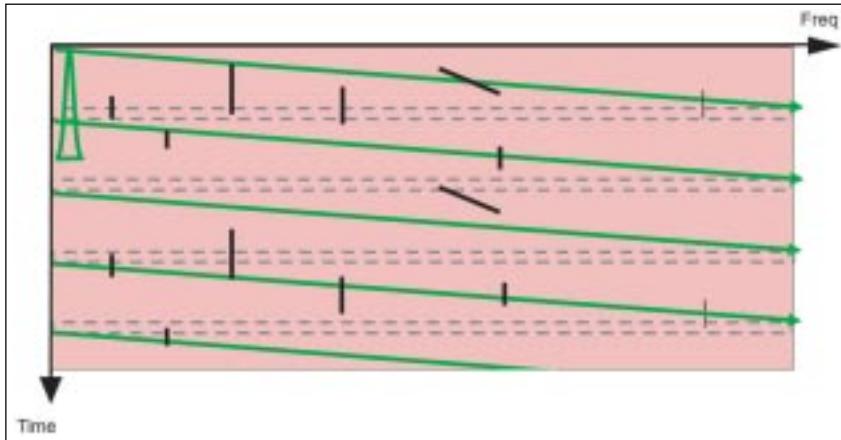
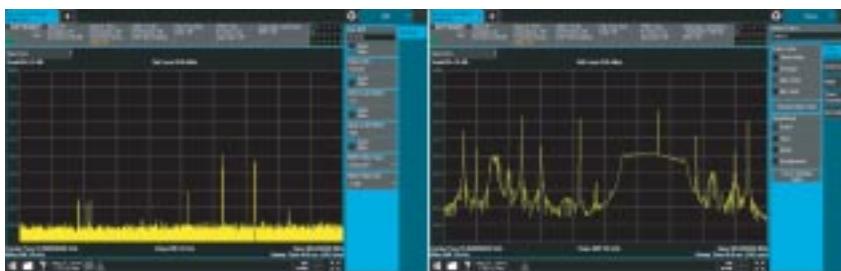


圖 3：左圖是利用 Keysight UXA X 系列信號分析儀的快速掃描所完成的單次量測。請注意分析儀擷取到了一些信號，但不是所有的信號內容。在右圖上面，儀器使用最大值鎖定模式並進行了多次掃描，讓信號內容的波封變得更明顯。



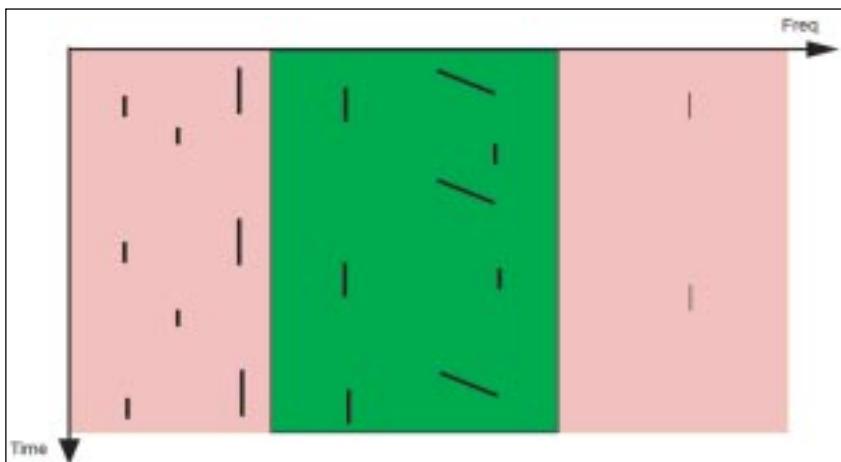
可能會無法完整檢視所有頻內的頻譜內容。

實際量測結果如圖 3 所示，這些量測是使用含有快速掃描功能的信號分析儀完成的。

切換到即時頻譜分析

當檢視的信號具有相對短的重複間隔時，快速掃描就很有效。在今日的信號環境中，您要搜尋的信號常常是偶發的、具有

圖 4：透過固定的 LO 連續分析和顯示資料，而所有信號內容的擷取與重複率無關。請注意這裏的頻寬比圖 1 和圖 2 所示的掃描量測更窄。



較長的重複間隔、或是間隔緊密而出現在幾乎同一個時間。

RTSA 可藉由無間隙處理來擷取和顯示所有的頻內信號。在此模式中，本地振盪器(LO)會固定在一個特定頻率，而分析儀會對傳入的頻譜進行數位轉換。FPGA 會用等於或高於蒐集速率來執行 FFT，以無間隙的方式處理擷取到的資料(圖 4)。

隨著數位轉換器和 DSP 技術持續的改良，在單機式信號分析儀中，此種技術已經從窄頻寬(不足以滿足現今的 EW 系統)進化到 160 MHz(c. 2013)至 510 MHz(c. 2014)的無間隙頻距。此外，它還能在寬頻下維持寬廣的動態範圍，這有助於在大信號之中準確辨識較小的信號。

除了可以監測更寬的頻譜且不會遺漏信號之外，即時量測還可以抓到持續時間非常短的信號。例如在較寬頻寬所需的更高取樣率下，分析儀可以抓到很短暫的信號。假如有至少 60 dB 的信號餘裕，即時分析儀幾乎可以檢測到任何一個跟分析儀有效取樣率倒數(1/fs)一樣窄的信號。例如一台以 300 MHz 取樣的分析儀可以檢測到一個 >3.33 ns 的信號，儘管不是百分之百檢測到。

雖然分析儀可以在奈秒範圍檢測到脈衝，不過無法保證總是能擷取到脈衝或是以完整的準確度顯示其振幅。一項稱為信號攔截概率(POI)的規格定義了分析儀可檢測的最小脈衝寬度，在此脈

衝寬度時，分析儀總是可以檢測到飄忽不定或間歇性的信號，同時具有完整的振幅準確度。100% POI 的最小持續時間取決於幾種因素：取樣率、時間記錄長度(或 FFT 大小)、時窗功能、時窗大小、重疊處理、以及雜訊底線。由於這些因素很多都有使用者可控制的參數，選擇的數值會影響最小可達的 POI 值。

在後處理時，目前的 ASIC 和

FPGA 都夠快，因此不僅能處理 FFT，還可以執行任意重新取樣、減取樣和校正。這些功能非常有助於維持動態範圍，並確保能準確分析信號特性。

當 FFT 處理能以很高的速率完成時，我們就可以利用像是密度顯示這樣的圖加強對資料的解讀能力。這些圖可用單一軌跡畫出頻率、振幅和信號持續時間(圖 5)。

圖 5：此種密度顯示是由選配 RTSA 模式的信號分析儀所提供之。它可以透過脈衝密度清楚顯示同時出現的信號，包括兩個佔據相同頻譜的脈衝。

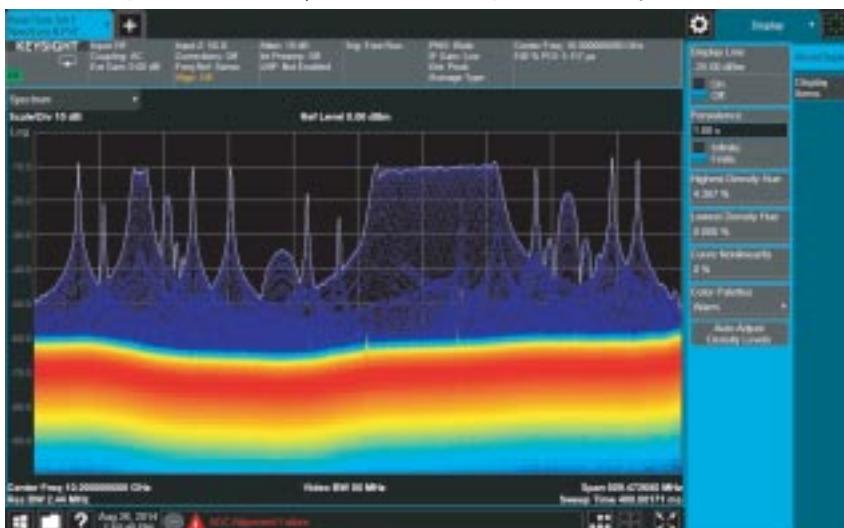
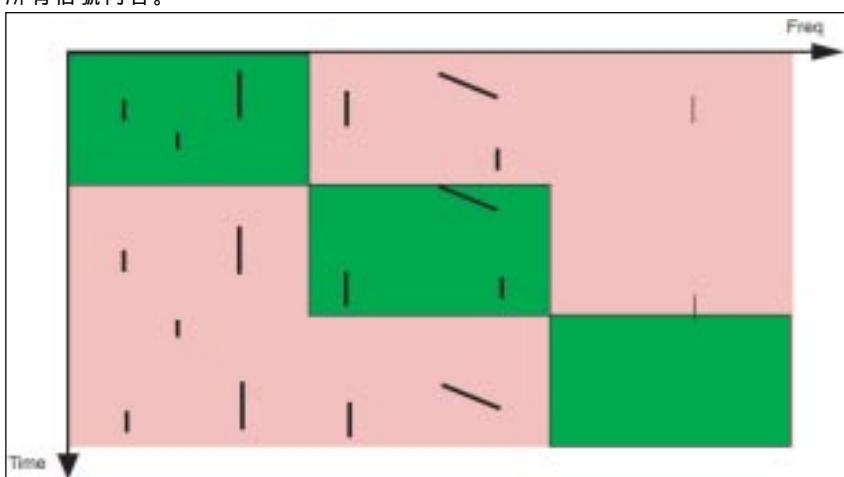


圖 6：在步階密度模式中，擷取時間會決定信號分析儀停留在每個頻譜分段多長的時間（Y 軸）。此種方法最少可以擷取到每個脈衝序列中的一個實例，但沒有擷取到所有信號內容。



以步階密度擴充 RTSA

有些儀器會提供一種混合式的方法稱為步階密度，可以將寬廣頻距上的一系列頻譜密度量測結合在一起。此種方法會擷取和分析每個即時資料區塊一段時間，接著 LO 會進入鄰近頻段再執行另一次即時擷取(圖 6)。

此種方法有一個重要的優點就是具有最大量測頻寬，可以和分析儀完整的頻率範圍一樣寬。另一項優點就是可以擷取到特定時間內所出現的短暫或間歇信號。與單頻段RTSA量測相較之下：它在量測一段很長的時間之下，的確有可能擷取到非常微小的信號；不過當測試時間有限或是信號並非重複性的時候就會變得不切實際。

舉例來說，假設一個發射器的完整測試情境會花 10 秒的時間，但我們有理由擔心在量測頻段上下 1 GHz 之內出現惱人的突波。將即時擷取時間設為 10 秒，測試期間內出現的任何突波就會顯現出來。有一個可行的技巧就是，配置信號分析儀逐步完成八個 250-MHz 頻距，以即時涵蓋所需的 2-GHz 頻距。

此種方法有兩項缺點值得一提。第一點就是，相較於掃描方式，它在設定分析儀參數(例如 RBW)時比較沒有靈活性。第二點也許更重要，就是假如要監測好幾個 GHz 的頻距，那麼分析量測到的頻譜所需花費的時間就很可觀。當情境有很長的重複週期

時，此種效應會更嚴重。

精準找出要量測的信號

前面提到的兩種即時方法可讓您在想要量測的頻率範圍中看到多個飄忽不定的信號。然而在分析高密度的 EW 環境時，可能會需要挑出我們想要的單一信號，無論是載波、突波或脈衝。

DSP 不但可以幫忙實現即時量測，還能支援先進的觸發功能，進而檢測到我們想要的信號並啟動量測。可用的觸發屬性包括信號頻率、振幅和持續時間(也就是信號“on”的時間)，也可結

合多種屬性。這會是非常有用的方式，讓您從運作中的發射器找出個別的惱人信號，而在時域中幾乎是不可能辦到的。

結語

信號分析儀具備掃描功能、寬頻 RTSA 和步階密度，讓您在分析當今複雜的系統和信號環境時，取得所需的速度、靈活性和效能。先進的即時觸發可依據特定的頻率、振幅和時間標準來啟動量測，抓出您要的信號。這些功能可以讓您看到動態信號的真實特性以及尖端設計的實際效能。

詳細資訊

是德科技提供您頻譜和信號分析相關的各種應用說明。下列四篇跟本文主題特別相關：

1. 利用更深入、廣泛的檢視功能
查看飄忽不定的信號，以便分析複雜系統和環境(是德文件編號5992-0102EN)
2. 量測靈活信號和動態信號環境
(5991-2119EN)
3. 瞭解與應用即時頻譜分析中的信號攔截概率(5991-4317EN)
4. 利用快速掃描技術提升突波搜尋的速度(5991-3739EN) CTA

西門子以 9.7 億美元收購模擬軟體公司 CD-adapco

西門子股份有限公司(Siemens AG)宣佈與 CD-adapco 達成股票收購協定，以 9.7 億美元的價格收購 CD-adapco。CD-adapco 是一家全球工程模擬軟體發展商，軟體解決方案涵蓋流體力學(CFD)、固體力學(CSM)、熱傳遞、顆粒動力學、進料流、電化學、聲學以及流變學等廣泛的工程學科。截至上一會計年度，CD-adapco 共有員工 900 餘人，利潤率保持在軟體產業典型的兩位數水準，營業收入近 2 億美元。過去三個會計年度，CD-adapco 的收入每年平均成長 12% 以上(按固定匯率計算)。西門子預期其業務未來將繼續保持強勁的成長趨勢。

西門子股份公司管理委員會成員 Klaus Helmrich 指出：「作為‘2020 公司願景’的一部分，西門子計畫透過收購 CD-adapco 進一步推進數位化業務，並擴展工業軟體領域的產品組合。模擬軟體是協助客戶以更快的速度、更低的成本向市場推出更出色產品的關鍵所在。收購 CD-adapco 這樣的知名技術領先企業，將進一步擴大西門子世界領先的工業軟體產品組合，協助我們更好地實施數位化企業產品組合的成長戰略。」

CD-adapco 是一家全球工程模擬軟體供應商，對 Multidisciplinary Design eXploration(MDX)擁有獨到眼光。工程模擬可為設計流程提供最可靠的資訊流，進而促進創新並降低產品開發成本。在其旗艦產品 STAR-CCM+ 的領導下，CD-adapco 強大的模擬工具協助工程師以更快的速度實現更好的設計。目前，該公司在全球共擁有 3200 多家客戶，包括全球最大的 15 家汽車製造商中的 14 家，航太產業前 10 大供應商，以及能源和船舶產業最大的 10 家製造商中的 9 家。

CD-adapco 將併入西門子數位工廠事業部(DF)旗下的 Siemens PLM Software。西門子數位工廠事業部彙聚了西門子服務於離散製造領域的所有業務，其業務領域涵蓋汽車和航太、機械和電子產品等，其數位化企業產品組合包括廣泛整合高性能軟體和硬體技術，可在研發、生產和供應商之間實現資料與技術的無縫銜接。當前，西門子是唯一一家能夠全面融合虛擬產品開發環境與實際製造環境的技術供應商。當客戶在電腦上對新產品進行設計、測試和優化時，相應的生產流程的規劃和實施工作也在同步進行中，從而協助客戶提高生產效率、增強靈活性、加速新產品上市，並從中獲益。