讓野外的纜線量測工作變得快速又輕鬆

■作者：Tom Hoppin/ 是德科技

現今的工程師和技術人員通常會在野外遭遇到多種纜線測試的挑戰。是德科技在近期推出了兩種創新的量測選項，讓其FieldFox手持式分析儀成為業界最完整而有效的纜線測試解決方案，以協助使用者克服這些迎面而來的挑戰。

常見的纜線測試挑戰

到目前為止，纜線(例如波導、同軸纜線和雙絞線)是現代射頻與微波系統(像是無線與數據通訊、衛星通訊和雷達)最廣泛使用的零件，同時也是導致這類系統故障的主要原因。這也就是為何妥善的維護以及使用合適的工具在野外進行測試會那麼重要的原因。

典型的纜線測試程序一開始會先確認纜線是否故障，或是其特性是否超出所要的規格。如果確認纜線故障時，接著就必須針對故障的實體位置進行定位。一旦定位完成之後，下一步就是要瞭解遇到的是哪種故障，並進行修復。在修復和維護期間，工程師和技術人員可以透過回返損耗(RL)和斷點距離(DTF)法來辨別故障位置，但卻無法確認故障原因或類型，這讓維修工作充滿了困難。在許多情況下，故障(例如連接器鬆脫或損壞、進水或焊點裂開)無法只用檢視纜線的方式發現。

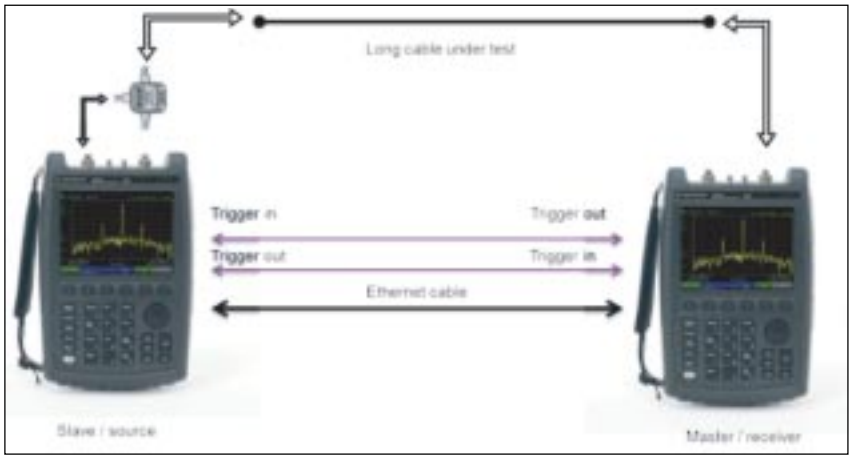
另一個大問題是，以往量測纜線特性時，工程師和技術人員需將纜線與天線分析儀、網路分析儀、信號產生器、以及功率錶都搬到野外。若纜線所處的系統，是位於難以觸及或者甚至有潛在危險的環境中，那麼量測程序就會更加複雜。在所有儀器都就定位之後，還需要正確設定才能進行測試。儘管這種方式是有效的，但這些作業很容易出錯，甚至導致儀器受損。

更麻煩的是，傳統的向量網路分析儀(VNA)在量測現場的微波纜線時，若是與測試埠距離很遠，便難以進行精確且可重複的高損耗量測。

利用FieldFox增強型纜線測試套件輕鬆進行纜線量測

FieldFox最新的時域反射(TDR)纜線量測選項(選項215)可補強此分析儀現有的RL和DTF量測功能。RL量測功能可顯示纜線連接上的不匹配，而DTF功能則可對纜線上的任何故障或連接不良進行定位。最新的TDR選項可提供

圖1：FieldFox可輕易升級至最新的ERTA選項，讓您進行非常準確的纜線損耗量測。



工程師全新的洞察力，幫忙量測纜線上的阻抗變化並辨別特定故障的原因(類型)，例如短路、開路或進水。到目前為止，FieldFox是唯一可以在同一台儀器上執行RL、DTF和TDR量測的手持式分析儀。

FieldFox的TDR或步階量測使用與DTF相同的程序來擷取資料。然而與DTF不同的是，此種量測是用來分析故障類型，包括電感或電容的不連續性。方法是在纜線上進行步階傳播，再檢視其反射波形。藉由分析反射信號的持續時間、振幅和波形，就能判定纜線阻抗變異的本質。FieldFox的TDR量測模式只對操作範圍低至直流的纜線(例如雙導體傳輸線)有用。

量測波導時，FieldFox會採用帶通時域轉換技術。由於波導的窄頻響應會限制可進行的時域量測類型，因此需要採用這樣的技術。帶通量測非常適合頻率受到限制的待測物；不過它只能提供故障的位置，無法判定不連續性的類型，例如電感、電容或電阻性。

另一種最新的FieldFox選項為延伸範圍傳輸分析(ERTA，選項209)，可協助克服在野外量測較長微波纜線的挑戰。對於與測試埠之間距離很遠的現場微波纜線來說，此種可攜式解決方案可量測純量的插入損耗，還能同時量測到纜線或波導的兩端。

使用純量分析儀當作配備寬頻檢波器或功率感測器的信號源，這種方式量測纜線損耗不但非常耗時，而且很容易產生外部干擾，也不能獲得更大的動態範圍。在野外裝設一套桌上型解決方案也非理想的方式，因其機體龐大且成本過高。

有了ERTA選項之後，便可在受測纜線的兩端各配置一台FieldFox分析儀，一台分析儀當作信號源，另一台則當作接收器。兩台分析儀會透過硬體觸發讓量測步驟保持同步。藉由是德科技專屬的InstAlign頻譜分析技術，工程師和技術人員可使用此種配置執行非常準確的纜線損耗量測，而且不必先行校驗和暖機(圖1)。此種配置還可提供業界最佳的動態範圍，以量測較長或有損耗的纜線。此選項還能設定頻率偏移，用來量測像是混頻器和轉換器這類裝置。

FieldFox：提供最完整的手持式測試套件

FieldFox除了有最新的TDR和ERTA選項之外，此分析儀還提供好幾種額外的量測功能；這些功能讓FieldFox能以單一手持式儀器的架構，配備最完整的測試套件(圖2)。這些額外的量測功能包括：

- 寬頻和帶通纜線子系統的RL、VSWR和DTF
- S參數、群組延遲、相位、史密斯圖、以及時域分析
- 變頻器轉換增益 / 損耗
- 混合模式、單埠S參數、時域分析

實際範例

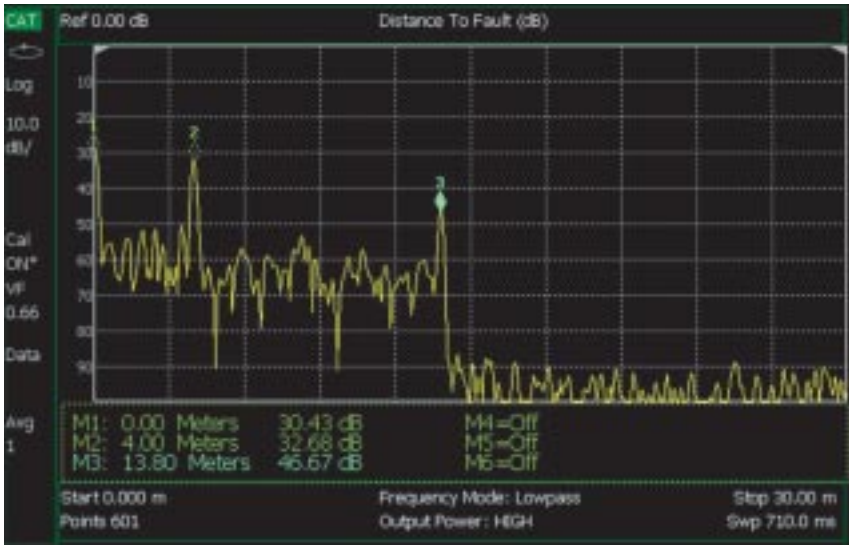
為了進一步瞭解FieldFox的時域量測技術是如何幫助辨別纜

圖2：FieldFox可提供業界最完備的手持式纜線測試解決方案，其精確度足以用於實驗室用途，耐用性足以應付野外量測的需求。

線故障的位置和原因，讓我們看看以下範例：兩條短的 50 歐姆同軸纜線透過一個同軸轉接器連接在一起，較短的纜線連接到 FieldFox 的埠 1，而另一條纜線則接到 50 歐姆的終端負載。如圖 3 所示，纜線 DTF 量測對任何不連續性的定位都很有幫助。

在量測到的 DTF 響應中，請注意三個峰值上分別都放了標記。這些峰值代表由不連續性產生的單一反射量值。標記 1 代表校驗過的 FieldFox 和第一條同軸纜線之間的連接介面，顯示的距離為 0 m。標記 2 位在兩條纜線間的轉接器上，顯示的距離為 4 m，同時也表示第一條纜線的長度為 4 m。標記 3 位於 50 歐姆負載上，顯示的距離為 13.8 m。利用此量測結果即可計算第二條纜線的長度(例如 13.8 m - 4 m = 9.8 m)。量測到的量值在 50 歐姆負載的右邊有顯著的下降，表示該處為纜線的末端。當此反射傳輸量測描繪出雙向的信號路徑時，FieldFox 會適度調整標記值和 x 軸，以產生合宜的單向長度。

圖 3：此圖為 FieldFox DTF 量測，待測物為兩條相連接的同軸纜線接上 50 歐姆終端負載。



現在假設有一條同軸纜線在兩個區域上已有損壞(圖 4 A 和 4 B)。故障 A 是纜線上的一個彎折，已經超出製造商最小彎曲半徑 1 英吋的規格。故障 A 的彎折遠低於此一半徑，因此在纜線上的這個地方產生了預期之外的反射。故障 B 是一個劃破纜線外層導體的切口。編織屏蔽層已經有部分被切掉，露出同軸纜線的內層介電質。這兩種故障都可以使用 FieldFox 上的 DTF 和 TDR 模式檢驗出來；不過只有 TDR 量測可以分析出故障類型。

圖 4：在左上和右上的圖中，A 和 B 分別呈現同軸纜線上的損壞。下圖 2 C 為損壞纜線的 TDR 量測結果，使用 FieldFox TDR 選項量測而得。FieldFox 可利用 TDR 模式辨別各種類型的不連續，包括：R > Z0、R < Z0、電感和電容性。

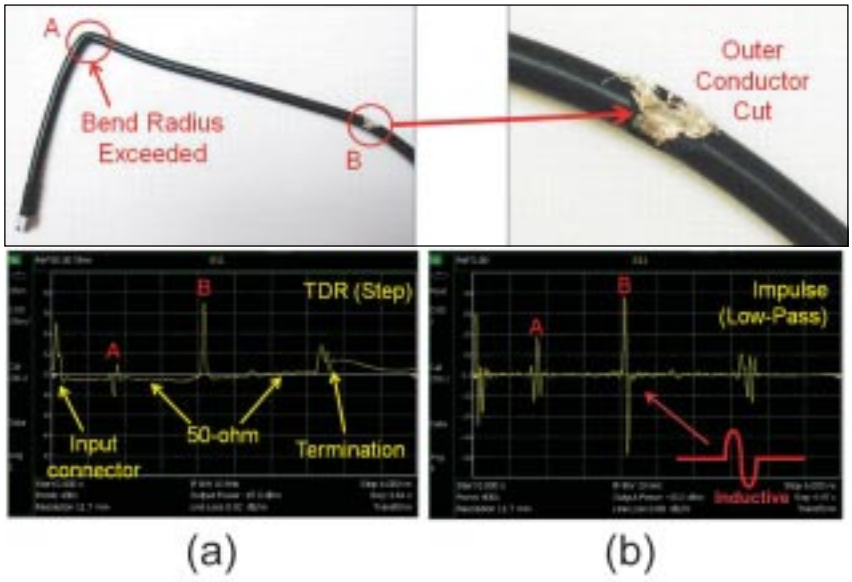


圖 4C 顯示，利用 FieldFox 的 TDR 模式來量測損壞的纜線。從 TDR 響應可以看到，在遇到不連續之前，纜線阻抗在大部分的時域響應上普遍皆為 50 歐姆。不連續出現在輸入端連接器、故障 A 的彎折、故障 B 的切口、以及末端的 50 歐姆終端負載。

在纜線上所有的不連續之中，故障 B 的切口具有最大的不匹配，這點可由相關峰值的量值加以證明。切口的 TDR 響應有正

向的單一峰值，代表電感不匹配。當同軸纜線的外層導體有切口時，這是典型的特性。一般來說，如果纜線的終端負載是一個比特性阻抗小的電阻時，TDR 響應會呈現負向的步階。如果負載電阻大於特性阻抗，則 TDR 響應會呈現正向的步階。

結語

在野外進行纜線量測可能會相當棘手。確認纜線故障只是程序中的第一步而已，接著工程師和技術人員必須要辨別故障的實體位置及其原因，此時可以使用各種時域技術加以完成。FieldFox 完整的纜線測試量測套件包括最新的TDR和ERTA選項，可提供理想的纜線量測解決方案，滿足您在野外測試任何纜線系統的需求。FieldFox 的 DTF 和 TDR 時域量測可辨別同軸纜線的故障位置和原因，而其帶通量測則可為波導找出故障的實體位置。現今的工程師和技術人員若需要在野外測試纜線系統時，FieldFox 可以提供一種更快更輕鬆的方式幫助您完成工作。

如需更多關於傳輸線理論或時域量測技術的相關資訊，請觀看是德科技的纜線測試網路影片(www.keyight.com/find.fieldfoxwebcasts)和 FieldFox 纜線測試應用說明(www.keysight.com/find/fieldfoxapps)。

作者簡介

Tom Hoppin 為是德科技約聘的應用顧問。Tom 的職業生涯剛開始是在美國海軍陸戰隊擔任航電技術人員，在 1973 年退伍後加入 HP 。在 HP/Agilent 和現在的 Keysight 任職的這段期間，他擔任過好幾項工程和管理方面的職務，並專注於測試系統設計和頻譜分析。Tom 於 2009 年退休。他現在已經返回是德科技擔任應用專家，並負責手持式射頻和微波分析儀。CTA

是德科技推出 MIPI 接收器相符性測試軟體

是德科技(Keysight)日前宣佈推出業界首款適用於 Keysight M8000 系列 BER 測試解決方案之 M8070A 系統軟體的外掛軟體。Keysight M8085A MIPI C-PHY 接收器測試解決方案專為服務於半導體和 IP 產業的工程師而設計，以協助他們執行相符性和邊限測試。

MIPI C-PHY 1.0 標準支援照相機和顯示器應用，並支援多位準非 NRZ 和非差動信號。

Keysight M8190A 任意波形產生器(AWG)是產生這類信號的理想選擇；而 Keysight M8085A 軟體則提供簡單易用的編輯器選項，方便工程師設定測試信號參數和碼型內容，以便利用熟悉的圖形操作介面(GUI)，進行互動式開機測試與除錯。在調整參數時，該軟體可控制 AWG 硬體不間斷地產生信號。

此外，Keysight M8085A 軟體件提供業界首見的完整標準相符性測試程式，以便校驗信號參數並進行實體層(PHY)接收器測試。使用者無需具備 MIPI 標準或任意波形產生器專業知識，即可迅速獲得測試結果和深入的洞察力。在專家模式下，工程師可將測試範圍從預設的相符性測試，擴展到完整的邊限特性分析，以獲致單純相符性驗證以外的結果。

工程師可使用客製的軟體或是 Keysight N5990A 測試自動化軟體(選項 010)，在程式控制模式下，設定並分別執行每個校驗或測試程序，也可以執行序列校驗和測試程序。

視 DUT 接收器中部署的誤差偵測配置而定，該軟體可提供多個選項，以便擇選誤差偵測裝置。工程師可透過 IBERReader 介面連接到 DUT 的內建偵測器。此介面可將測試結果送入 Keysight M8085A 軟體並顯示結果。更重要的是，它可實現完全自動化的無人測試。

適用於 Keysight M819xA AWG 的選項 MIPI C-PHY 編輯器和選項 MIPI C-PHY 校驗、相符性測試和特性分析程序均提供可轉移永久授權。