

Keysight Technologies

如何建立 USB Type-C 模擬與量測的關聯性

Keysight Type-C 解決方案：更快完成相符性測試的捷徑

應用說明



## 概述

USB Type-C™ 是一種突破性的連接標準，專為更小型、更輕薄的新一代電腦和裝置而設計，可因應高速資料傳輸、高電力傳輸的技術需求，並提供更高的靈活性。USB Type-C 的主要目標是在裝置之間建立高速連接、實現出色的電力管理，並確保有效的資料傳輸。USB Type-C 連接介面提供下列功能：

- 支援 USB 2.0 和其他協定的動態電力和資料傳輸
- 符合新一代和未來裝置的重要介面規格
- 具備向後相容性
- 正反可插，方便易用

隨著 USB Type-C 的問世，設計和測試工程師面臨了形形色色的挑戰，不僅要將 USB Type-C 與他們的產品整合，同時還要確保其互通性與測試相容性。近來，有越來越多的 USB Type-C 相符性測試標準相繼公布；不僅如此，使用者對資料傳輸速度和電力傳輸的需求也不斷攀升，加上其他功能的推陳出新，使得整體測試作業變得極端複雜，因此工程師需仰賴精準且符合標準的測試儀器、軟體和測試夾具，來確保成功的測試。

是德科技針對 USB Type-C 設計與測試挑戰和解決方案提供五個系列的應用說明，本文為其中之一，主要探討以下主題：

- 傳輸線和連接器
- 電力傳輸
- 發射 / 接收
- 模擬和量測之間的關聯性
- 交替 (ALT) 模式 (DisplayPort、Thunderbolt、MHL)

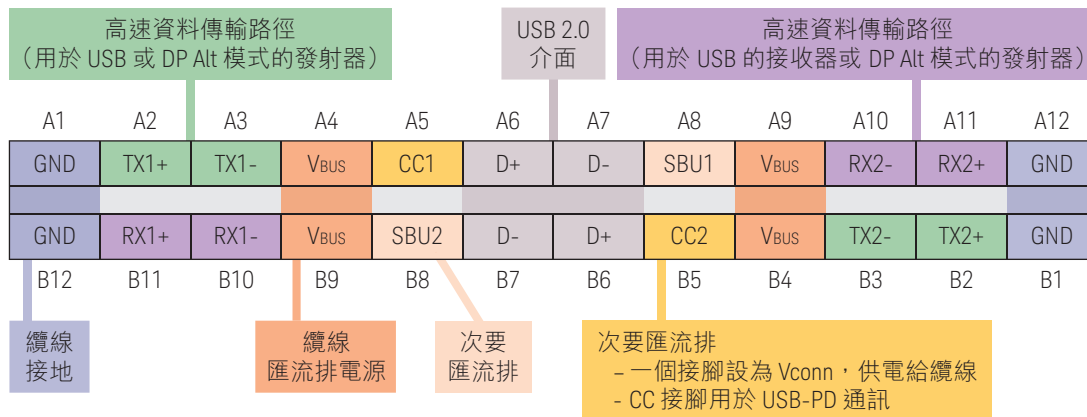


圖 1：USB Type-C 接腳圖。注意，此對稱介面為可正反插拔的結構。

## USB Type-C 設計、模擬與驗證

將 USB Type-C 升級或整合入裝置中是相當複雜的工作，因為先前版本透過 4 或 8 個接腳來供電、接地與傳輸資料，現在必須改成使用 24 個接腳和多條傳輸線，來傳輸電力、接地、發射與接受信號，並進行控制。在設計過程中，儘早得知您的 Type-C 裝置如何運作有許多好處。實體層設計模擬有助於實現具最佳效能的有效佈局，讓新裝置設計順利通過最終的相符性測試，並避免耗時的重新設計。為了減少昂貴的硬體打樣次數，並且儘早發現問題，請務必在進行相符性測試之前執行設計模擬。

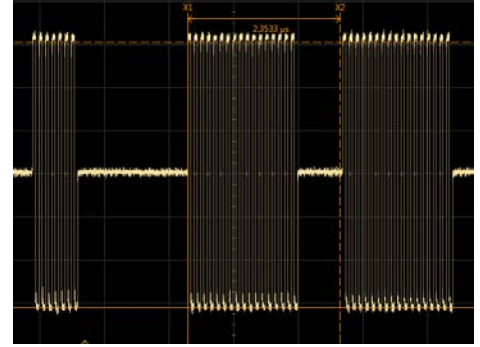
對 Type-C 裝置進行模擬與設計驗證，以確認其效能時，工程師須對發射器、接收器，以及通道套用多種壓力信號並進行分析，以確保裝置的互通性。

## 發射器

進行發射器測試時，工程師可使用高速的即時示波器，來量測每個特定相符性波形碼型的信號品質。具有 20 GHz 頻寬的示波器（Thunderbolt 需 30 GHz 的頻寬）可用來量測所有信號的眼高，眼寬，信號振幅，抖動分析，平均資料速率，以及上升時間、下降時間。

發射器相符性測試項目包含：

- 發射器眼圖測試
- 發射器展頻時脈（SSC）特性測試
- 低頻週期信號（LFPS）及基於 LFPS 的脈衝寬度調變信號（LBPM）協定測試



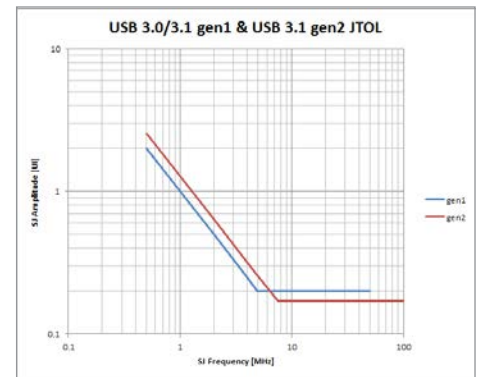
## 接收器

執行接收器驗證測試時，工程師必須分析 USB 裝置在各種不同的振幅與抖動條件下的效能，例如使用一系列具有正弦抖動頻率與振幅的最差輸入信號條件（對眼圖施壓），來測試接收器，並使用誤碼檢測器來監視接收器中的錯誤或誤碼，進而計算誤碼率（BER）。

誤碼率測試儀（BERT）的碼型產生器可透過不同的抖動條件來測試接收器正確偵測數位信號內容的能力，包含最差狀況的缺損輸入信號及誤碼率。除可模擬測試模式中的接收器、接收經校驗的測試信號之外，BERT 還可根據目標誤碼率來偵測數位信號內容並監測效能。BERT 包含碼型產生器和信號分析功能，以及經校驗的壓力條件，例如 SSC、正弦抖動（SJ）、隨機抖動（RJ）、解加強，及符間干擾（ISI）。

接收器相符性測試項目包含：

- 抖動容忍度測試
- 低頻週期信號（LFPS）及基於 LFPS 的脈衝寬度調變信號（LBPM）協定測試



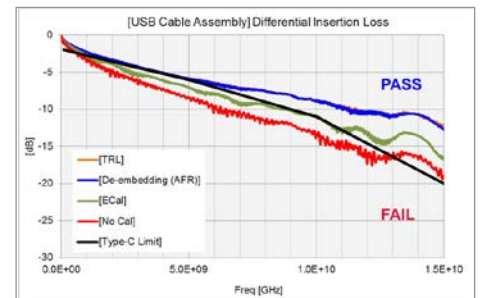
## 通道（連接器與傳輸線）

通道測試包含 S 參數分析，使用信號分析儀執行此量測的效果最佳。

通道相符性測試項目包含：

- 適合 Nyquist 頻率處的插入損耗（ILfitatNy）
- 整合式多重反射（IMR）
- 整合式串擾（IXT）

Type-C 連結可正向與反向插拔，因此設計工程師須測試發射器與接收器的傳輸線。此外，如果裝置必須交替地發射與接收傳輸協定，則須測試這些協定。



## 設計和模擬 / 量測之關聯性挑戰

全新裝置的設計，始於電子設計自動化（EDA）線路圖擷取，接下來則需執行模擬、佈局、電磁模擬，最後還須進行標準相容性測試。藉由使用相同的相容性標準量測軟體來測試 EDA 解決方案所產生的模擬波形，並量測桌上型測試儀器所擷取的波形，工程師將對模擬相符性測試報告更具信心。是德科技可同時提供 EDA 軟體以及使用相同的相容性測試套件的各種量測設備。這些相符性測試軟體均通過標準委員會的核可。使用一組相同的量測演算法，有助於改善模擬與硬體測試結果之間的關聯性，使得工程師對於新設計之相容性測試模擬更具信心。

USB 3.1 SuperSpeed+ Type-C 具有更高的資料速率、更嚴格的 Type-C 相容性邊限，而且通道中的信號嚴重衰減，導致接收端輸入接腳出現閉合眼圖，在在提高了其測試困難度，因此執行 USB 3.1 SuperSpeed+ Type-C 模擬至關重要。在設計階段中進行適當的模擬，有助於減少後續階段可能出現的問題。在發射器到接收器之間進行端對端模擬（包含封裝、PCB 和纜線連接器），可顯示信號是否遭遇任何瓶頸。此外，在進入原型製造之前先測試設計之標準相符性，可節省時間與成本，而且在模擬環境中改變設計，遠比改變實際的 PCB 或裝置要簡單很多。另一方面，使用同樣的相符性測試工具對模擬波形與量測波形進行後處理，可大幅縮短從設計到新產品出貨的整體時間。

## 是德科技解決方案

是德科技先進設計系統（ADS）是一套設計模擬軟體，讓工程師能輕鬆執行 USB 3.1 Type-C 發射器、接收器、通道的端對端模擬。設計工程師可客製 ADS 的 W2353EP USB Compliance Test Bench (CTB) 提供的線路圖設計範例，以獲得所需的 IP 模組。USB CTB 會將模擬的電子與時序波形寫入檔案，以供 Keysight U7243B USB 3.1 相符性測試軟體和 Infiniium 示波器進行離線儲存資料之分析。ADS 及 USB CTB 可協助工程師解決模擬與量測結果之關聯性問題。如果相容性測試軟體執行的模擬通過測試，設計工程師將可信心十足地製作產品原型。完成產品原型製作後，工程師可在實際的測試工作台上使用 Infiniium 示波器和完全相同的相容性測試應用軟體進行量測。

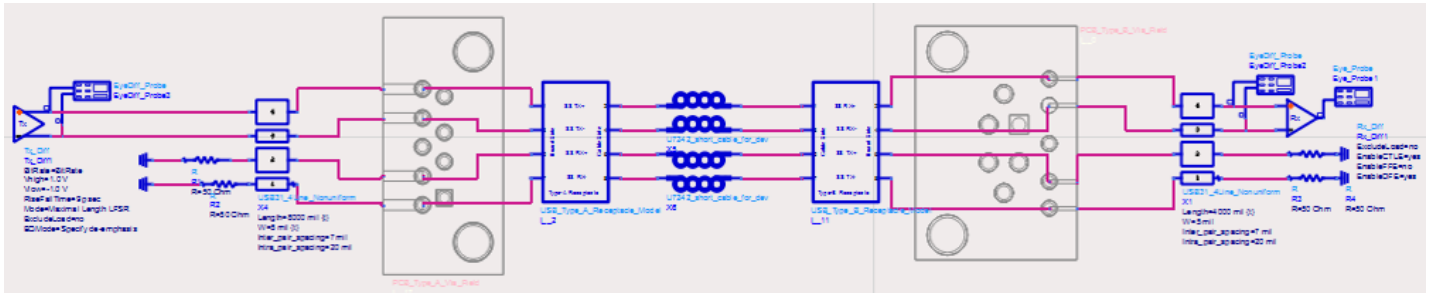
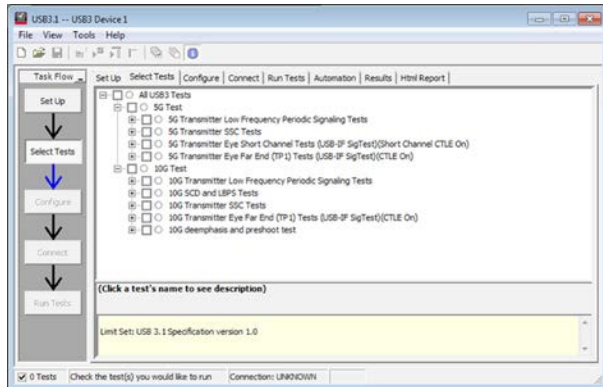


圖 2：在 ADS 軟體中進行 USB 設計模擬。

如果模擬與實際量測有不一致之處，則可確定是模擬階段與實體設計階段之間的某些活動所導致，因為工程師使用相同的相符性測試軟體進行模擬與量測。



ADS 提供的 W2353EP USB CTB 軟體由模擬測試工作台及 Waveform Bridge 腳本所組成。模擬測試工作台包含子電路（即 USB 發射器）、通道和 USB 接收器。工程師可調整模擬測試工作台以便獲得製造階段之前的設計，接下來可執行通道模擬，並將合適的波形寫入資料集（dataset）。Waveform Bridge 腳本是自動化程序，可存取資料集的波形並寫入檔案中，以供 U7243B USB 3.1 相符性測試軟體和 Infiniium 示波器進行後續分析。此應用軟體可處理示波器上的即時信號和所儲存的信號。此外，工程師可在「遠端」模式中執行此應用軟體，亦即可在任何 Windows PC 上（包含已安裝 ADS 的 PC）執行此軟體。

實體層模擬可能包含以下波形：

- 主機：Tx\_AMI、主機 PCB 軌跡、Via field
- 纜線：S 參數
- 裝置：Rx\_AMI、裝置 PCB 軌跡、Via field

Keysight Infiniium 示波器和 U7243B USB 發射器相符性測試軟體的組合，讓工程師能根據 USB 3.1 規範執行發射器相符性與驗證測試。此軟體與儀器的組合可滿足 USB 3.1 的高速串列量測需求，並因應高速所造成的邊限縮減。

## 結語

USB 3.1 和 Type-C 規格為 USB 裝置設計帶來許多前所未有的挑戰。儘早在開發階段驗證 USB 發射器、接收器和通道設計的標準相符性，有助於加快裝置的設計，並且避免代價高昂的重新設計。確定所使用的模擬軟體包含與儀器用於裝置驗證測試之量測軟體相同的量測科學，可節省時間並避免獲得有問題的量測結果。

Keysight Type-C 解決方案內含軟體、儀器和測試夾具，是專為此通用介面之標準測試而量身打造的完備解決方案。無論您專精於設計或是驗證領域，我們的解決方案都可協助您加速完成除錯、特性分析，及最後的相符性測試



## 下載軟體， 獲得前瞻洞察力

是德科技軟體讓專業技術觸手可得。從第一次模擬，到第一次出貨，我們在整個流程中提供一應俱全的量測工具，以加速您獲得量測資料、解析重要資訊，並制定執行方案。

- 電子設計自動化軟體 (EDA)
- 應用軟體
- 程式設計環境
- 提昇效率的軟體

了解詳情：

[www.keysight.com/find/software](http://www.keysight.com/find/software)

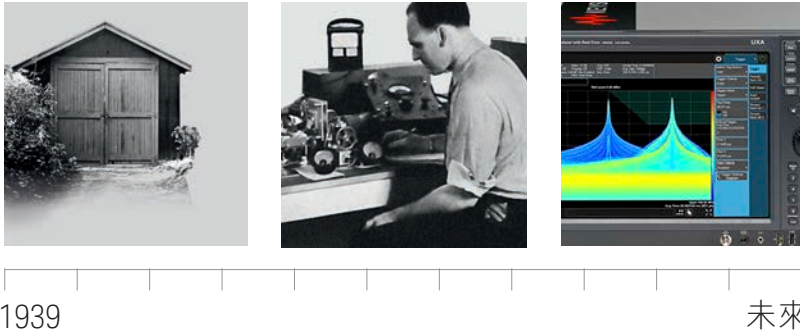
立即獲得 30 天免費試用版：

[www.keysight.com/find/free\\_trials](http://www.keysight.com/find/free_trials)

## 薪火相傳 - 惠普將火炬傳給安捷倫， 再由安捷倫交棒給是德科技

75 年來，我們始終如一地為您提供精湛的量測洞察力。我們獨一無二的硬體、軟體及專家組合，可協助您拓展全新的局面。

我們自 1939 年開始致力於解開量測世界的所有難題。



**myKeysight**

myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊

**AXIe**

[www.axistandard.org](http://www.axistandard.org)

AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基於 AdvancedTCA 標準的開放標準，將 AdvancedTCA 標準延伸到通用測試和半導體測試領域。是德科技為 AXI 聯盟的創始會員。ATCA®、AdvancedTCA® 和 ATCA 商標為 PCI 工業電腦製造商協會在美國的註冊商標。

**LXI**

[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

LXI 是繼 GPIB 之後推出的區域網路 (LAN) 標準，可提供更快速、更有效率的網路連結方式。是德科技為 LXI 聯盟的創始會員。

**PXI**

[www.pxisa.org](http://www.pxisa.org)

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) 模組化儀器提供堅固耐用的 PC 式高能量量測儀器與自動化系統。



三年保固

是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。

USB Type-C™ 和 USB-C™ 均為 USB 開發者論壇的註冊商標。

[www.keysight.com/find/usb](http://www.keysight.com/find/usb)

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢

聯絡窗口查詢：

[www.keysight.com.tw/find/contactus](http://www.keysight.com.tw/find/contactus)

台灣是德科技網站：

[www.keysight.com.tw](http://www.keysight.com.tw)

台灣是德科技股份有限公司

免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓

電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號

電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1

電話：(07) 535-5035

**DEKRA Certified**  
ISO 9001 Quality Management System

[www.keysight.com/quality](http://www.keysight.com/quality)

是德科技 -

DEKRA Certified ISO 9001:2015

品質管理系統。

本文件中的產品規格及說明如有修改，恕不另行通知。

© Keysight Technologies, 2017

Published in USA, December 1, 2017

中文版：5992-1391ZHA

[www.keysight.com.tw](http://www.keysight.com.tw)

**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

Unlocking Measurement Insights