

高速連接器電氣特性 之分析技術

**Techniques of Characteristics Analysis
for High-Speed Interconnects**

黃啓芳 博士

第一章 關於本書

近年來，操作速度已越Gbits/sec等級之高速半導體零件，已普遍應用於消費性、移動通訊與資訊終端產品等。其因主要受賜於半導體製程技術之突飛猛進，造就了高密度、價格低卻性能優越的高速數位傳輸(High-Speed Digital Transmission)零件。高速傳輸技術促發的最大產業可說是連接器(connectors)產業。以往講「連接器」都是指「同軸連接器」(Coaxial Connectors)[1-1]，例如微波常用的N-Type、SMA與BNC連接器等。「同軸連接器」除了可傳輸微波頻段之類比訊號，當然亦可傳輸高速的數位訊號。目前高速數位傳輸所使用的所謂「高速數位連接器」，最大的差別是傳輸結構並非「同軸結構」，而是由多金屬針腳做訊號傳輸，其中乃以兩根金屬針腳做成一差動訊號傳輸。目前數位連接器產業，其中產品種類繁多，粗分有兩大類，一是通訊設備所使用者，如傳輸設備之背板(backplane) [1-2] 與插板(slide card) 相連接之連接器。一般個人電腦的母板上的PCI (Peripheral Component Interconnect) connector [1-3]，以及LVDS (Low Voltage Differential Signaling) connector [1-4]，亦可歸於此類。另一類則是，供資訊通訊終端產品之訊號外接傳輸用的連接器，如DVI、USB、HDMI、DisplayPort [1-5] 等等。兩類明顯之分別是公母連接腳(pin)，前者較多，後者較少。以製造角度來看，歸屬的廠商也互異。

連接器廠商絕大部份是機械與材料業者，傳統上，這類產品乃被視為機構零件(mechanical components)，然而，在高速傳輸的要求下，電氣特性之設定非常嚴苛，它們不只已成為一被動零件(passive components)，其實亦可定義成微波零件(microwave components)。職是之故，要分析這些零件的電氣特性，廠商須投入資金於昂貴的高頻高速之設備。而最讓廠商頭痛的則是，如何尋求及保有可以長期擔當連接器分析重任的工程師。所謂分析是含使用電腦專用軟體，如CST全波電磁軟體(Full-Wave Electromagnetic Simulation)[1-6]之理論預測，

與硬體之高頻高速實測。多年來，作者涉入高速連接器電氣特性之分析測量技術已相當程度，也配合廠商開發出多樣的分析與測量技術[1-7][1-8]。基於知識分享之動機，出版本書供連接器技術相關之學者、學生，以及連接器產業相關之工程師、技術人員等作參考。本書內容大部分是作者以多年陸續在「台灣電子連接產業協會」[1-9]的「電子連接產業通訊」中的「產業技術專欄」所書寫的文章，集結成書，方便閱讀參考。而原始內容，有些乃作者與所指導的碩士生之研究成果。

就如前述，當連接器所傳遞之訊號在進入微波波長是公分等級之後，它已不是一純粹的機構連接零件，而已是一種附有電磁效應[1-10]的被動零件了。隨著而來，在高速的數位訊號傳輸過程中，要分析連接器對應的電氣特性，就要引進相關的電磁概念、高頻測量技術與微波工程等等範疇之知識。本書之內容即要圈選與傳授這樣的知識，整理以利學術界或工程界相關人員之研讀。本書除本章之外，共有十二章，每一章陳述涵蓋一與連接器有關的技術主題。這些章節內涵沒有嚴謹的前後次序，當作一參考書籍用時，個別章節作研讀亦是無妨地。每一章都附有內文相關的文獻，讀者可依循查詢，作深入的研究與了解。所有文獻全部列於所有章節之後，而其編號對應章節與次序。文獻計有書籍、期刊與研討會論文與網頁資料等。

本書之內容，自2012八月開始擬稿發表，時間上順著「電子連接產業通訊」之發刊，而到2016止，共計四年之構思與著墨書寫，又拖四年才出書，作者盡量不讓內容有過時之感，讓本書有保存之價值。也感謝「台灣電子連接產業協會」之長期合作，讓作者得以將這新穎的工業科技知識，章章說明，成書分享。

「阿凡達」電影(Avatar)中的「Tsaheylu」[1-11]，就是一種連接器(Neural Connection)，電影中，它乃負責兩端生物體之能量與資訊的傳輸。現代高速數位連接器的功能，也不外乎如此。

作者