

# 在 USB 3.0 介面中管理 ESD 及維持訊號完整性

■作者：Jeremy Correale/ 安森美半導體應用工程師

USB 3.0 能夠提供達 5 Gbps 的資料傳輸率，且比 USB 2.0 快 10 倍以上。這有利於滿足消費者大幅增加的、以存取來分享影片、音樂及相片等高品質內容之需求。支援 USB 3.0 的晶片組已經縮減製程幾何尺寸及封裝尺寸，從而可以達到如此高的資料率，同時還配合開發更小、更低耗能、功能豐富的可攜式媒體產品。超快資料線路及小幾何尺寸元件的結合，大幅增加了產品遭受靜電放電(ESD)影響的風險。此文專門針對 USB 3.0 介面審視 ESD 保護及阻抗匹配問題，以確保可靠、不受干擾的高速資料傳輸。

為了使 USB 3.0 支援 5 Gbps 的資料率，在舊的 USB 2.0 資料對(D+ 和 D-)基礎上增加了兩個差分資料對(超高速 Tx 及 Rx)。此外，配合 USB 3.0 的晶片組以低至 22 nm 的半導體製程為基礎。USB 3.0 相對於 USB 2.0 傳輸的頻率升高，催生了在超高速線路上布設外部 ESD 保護元件時必須符合的嚴格阻抗匹配窗口。訊號線路上增添任何少量的電容，都會改變阻抗，且因此降低資料傳輸的總體訊號完整性。圖 1 顯示了無損耗傳輸線路的電路表徵，其中額定阻抗表徵為  $Z_0$ 。

$$Z_0 = \sqrt{L / C} = \text{線路阻抗}$$

此傳輸線路模型能應用於幾乎任何當今高速串列介面中存在的資料線路中。此模型可用於評估將 ESD 保護裝置置於一條或多條資料線路上的效應。在最基本的形式下，可以看到用以保護的資料

圖 1：無損耗傳輸線路等效電路圖

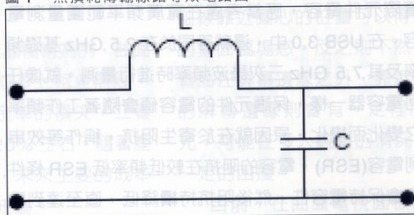
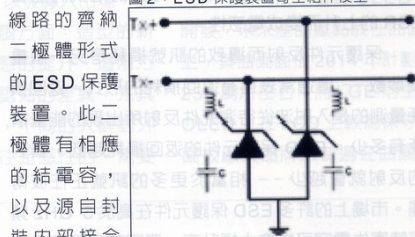


圖 2：ESD 保護裝置寄生組件模型



線(bond wire)的少量串列電感，而此串列電感會變成資料線路的寄生組件，如圖 2 所示。由於 ESD 保護裝置中典型接合線的電感通常不高於 1 nH，而且 ESD 保護裝置的電容必須不高於 1 pF，對於 2.5 GHz USB 3.0 訊號而言，圖 2 中電感器的阻抗將低於電容的阻抗，在討論中可以忽略此電感。

隨著資料線路上電壓的變化，需要少量的電流來給寄生電容充電。在高頻時，訊號線路的電壓迅速變化，此額外充電電流可能相當可觀，因而降低了資料線路中流動的電流。此電流的降低導致資料線路阻抗輕微變化，影響它傳輸的功率總額。如果功率傳輸損耗過高，資料線路訊號完整性就會出

現下降。USB 3.0 規格允許最大寄生電容為 1.1 pF (此值包含系統中在 USB 控制器外部的任何電容)。ESD 保護元件的電容僅占系統外部電容中的一小部份。因此，當選擇此類元件時，工程師應當始終謹記，保護元件的較低電容不僅維持資料線路的訊號完整性，還使下行系統中能夠有更大的電容預算。

幾乎所有 ESD 保護元件供應商都會標示出 1 MHz 時的結電容。但僅有少部份供應商也會標示更高頻率時的結電容。為了極佳地表徵高速應用中的實際元件電容，應當考慮在寬廣頻率範圍量測電容。在 USB 3.0 中，這就等同於在 2.5 GHz 基礎頻率及其 7.5 GHz 三次諧波頻率時進行量測。就像任何電容器一樣，保護元件的電容值會隨著工作頻率之變化而變化，原因就在於寄生阻抗，稱作等效串列電容(ESR)。電容的阻抗在較低頻率低 ESR 條件下會保持電容性，然後阻抗持續降低，直至達到電容諧振頻率。一旦達到諧振，電容的阻抗將隨著 ESR 的上升而變成電感性。

保護元件反射而導致的訊號損耗是另一個重要參數——這通常表述為返回損耗的形式。返回損耗量測的是入射波從待測元件反射所出現的能量損耗有多少。ESD 保護元件的返回損耗越低，看到的反射就會越少——相當於更多的訊號正在被傳輸。市場上的許多 ESD 保護元件在高於 5 GHz 頻率時寄生電容可能會大幅升高，原因就是阻抗達到諧振並變為電感性。

對於工程師而言，理解對於資料線路阻抗通道有影響的 ESD 保護元件的關鍵參數至關重要。先進 ESD 保護元件與良好電路板布線技巧的組合，使工程師能夠從在設計中整合受保護的 USB 3.0 介面而受益，而無須在訊號完整性上折衷。CITA

## 安森美半導體推出能降低損耗的低壓功率 MOSFET 新系列

安森美半導體(ON Semiconductor)推出新系列的 6 款 N 型通道金屬氧化物半導體場效應電晶體(MOSFET)，它們經過設計及最佳化，提供領先業界效率，優於市場現有裝置。NTMFS4Hxxx 及 NTTFS4Hxxx 系列 MOSFET 極適合用作伺服器、網路設備及高功率密度 DC-DC 轉換器等多種應用的開關裝置，或者用於配合負載點(POL)模組中的同步整流。這些裝置提供包含或不包含整合性肖特基二極體的不同版本，能幫助工程師提供更高的效率。

安森美半導體深知終端產品性能越來越強調高效率，故最佳化了新功率 MOSFET 的設計、材料及封裝，以降低損耗。0.7 毫歐(m $\Omega$ )的一流導通阻抗(RDSon)性能和 3780 皮法(pF)的低輸入電容確保導電、開關及驅動器等損耗降至最低。安森美半導體經過仔細的考量，確保這些 MOSFET 提供較現有裝置更優秀的熱性能和低封裝阻抗及感抗。

安森美半導體功率分立產品副總裁兼總經理 Paul Leonard 說：「將導電及開關損耗降至最低以最佳化總效率，是越來越多終端市場設計人員期望可實現的目標。我們利用工藝、材料和封裝專業知識和技術，成功將功率 MOSFET 的性能提升到新的水準，以幫助客戶達到他們嚴格的设计性能目標。」

NTMFS4H01N、NTMFS4H01NF、NTMFS4H02N 及 NTMFS4H02NF 採用無鉛 SO8-FL 封裝；NTTFS4H05N 及 NTTFS4H07N 採用無鉛  $\mu$  8-FL 封裝。