

# 小零件，大保護：如何避免使用 **USB-C** 接頭時遇到的挑戰

Vic Liu, Sopha Tong | AN085

隨著 **USB Type-C** 介面成為各類設備的標準數據傳輸與電源供應接口，其高度整合的特性帶來了更強的功能性，但同時也面臨更嚴峻的電氣挑戰，尤其是靜電放電 (ESD) 與短路至 **VBUS** 等故障情境。為確保設備的穩定性與長期可靠性，必須採取有效的保護措施。

立錡科技推出的 [RT1735](#) **USB Type-C 28V EPR** 保護 IC，專為應對這些挑戰而設計，能夠有效提升 **USB Type-C** 端口的耐受能力。本應用筆記將詳細介紹 [RT1735](#) 的工作原理與實施方法，幫助工程師構建高可靠性的 **USB Type-C** 接口保護方案。

## 目錄

1	了解 <b>USB-C</b> 接頭使用上的風險 .....	2
2	如何防止風險產生 .....	3
3	結論：實現保護與可靠度的解決方案.....	4

# 1 了解 USB-C 接頭使用上的風險

## 1.1 USB Type-C 與其他接頭的差異

USB Type-C 連接器相較於舊款 Type-A、Type-B 和 Micro-B，有顯著的差異。其對稱設計支持正反插入，尺寸僅 8.4mm x 2.6mm，並具備 24 引腳結構。相較於 USB 2.0 的 2.5W 和 USB 3.0 的 5W，Type-C 可提供超過 100W 的電力，支持快速充電與數據傳輸功能。

## 1.2 主要的兩大挑戰

1. 引腳間距縮小，短路風險提升。  
USB Type-C 的引腳間距僅為 0.5mm (Type-A 為 2.5mm)，更容易因異物或拔插角度導致短路。特別是 SBU 和 CC 引腳僅能承受 5V，緊鄰最高可達 20 至 28V、5A 的 VBUS 引腳，短路可能嚴重損壞敏感元件。
2. 不合規的 USB Type-C 線材和電源適配器可能導致內部電路損壞。  
部分適配器甚至未經 PD 協商直接輸出 20~28V，超出系統設計承受範圍 (如 5V)，可能造成永久損壞。因此，系統需具備過壓保護 (OVP) 與靜電放電 (ESD) 保護。

## 1.3 兩個常見的 USB-C 接頭損害問題是靜電放電和短路至 VBUS 事件

### 1. 靜電放電 (ESD) 事件：

當兩個帶電物體因接觸、電氣短路或介電擊穿而產生瞬間電流時，即發生靜電放電 (ESD)。作為外部介面，USB Type-C 接口特別容易受到 ESD 的影響，這可能導致接口或內部電路受損。

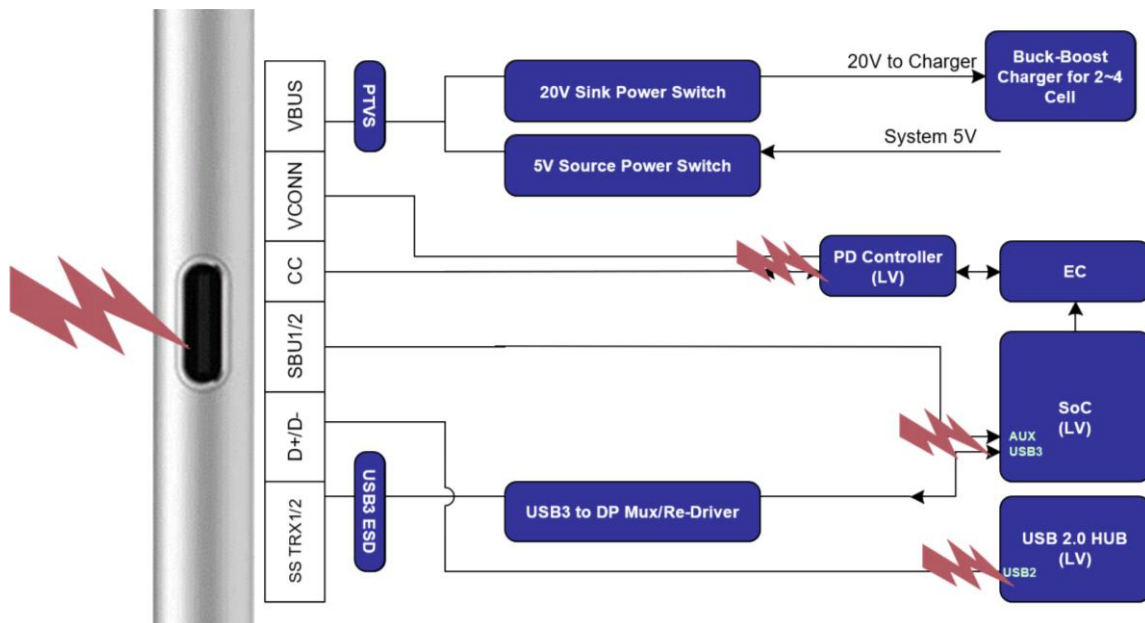


圖 1. 外部保護開關提供 USB Type-C 系統的靜電放電防護

### 2. 短路至 VBUS 事件：

隨著 USB 電源傳遞 (PD) 技術的發展，PD3.0 SPR 標準下 VBUS 電壓為 20V，而在 PD3.2 EPR 標準下，VBUS 電壓可高達 28V 以上。從 VBUS 到相鄰引腳的短路可能會導致不可逆的損壞。

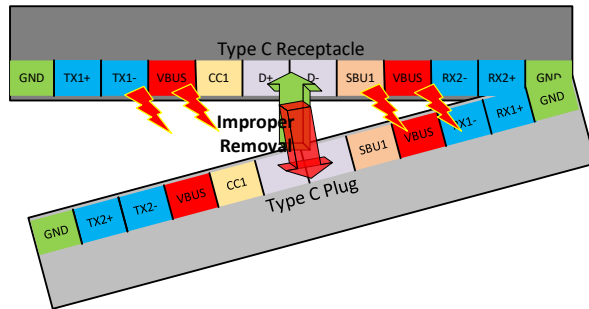


圖 2. 斜角拔出 USB 接頭可能會導致 VBUS 與 SBU 或 CC 引腳短路

## 2 如何防止風險產生

在 Type-C 應用中，為避免上述過壓與 ESD 風險，可將 [RT1735](#) 串聯於 Type-C 系統電路中的 Type-C 接口與其他應用線路之間，以同時實現過壓與 ESD 保護。下圖3為 Type-C PD 系統與 [RT1735](#) 保護電路的示意圖。

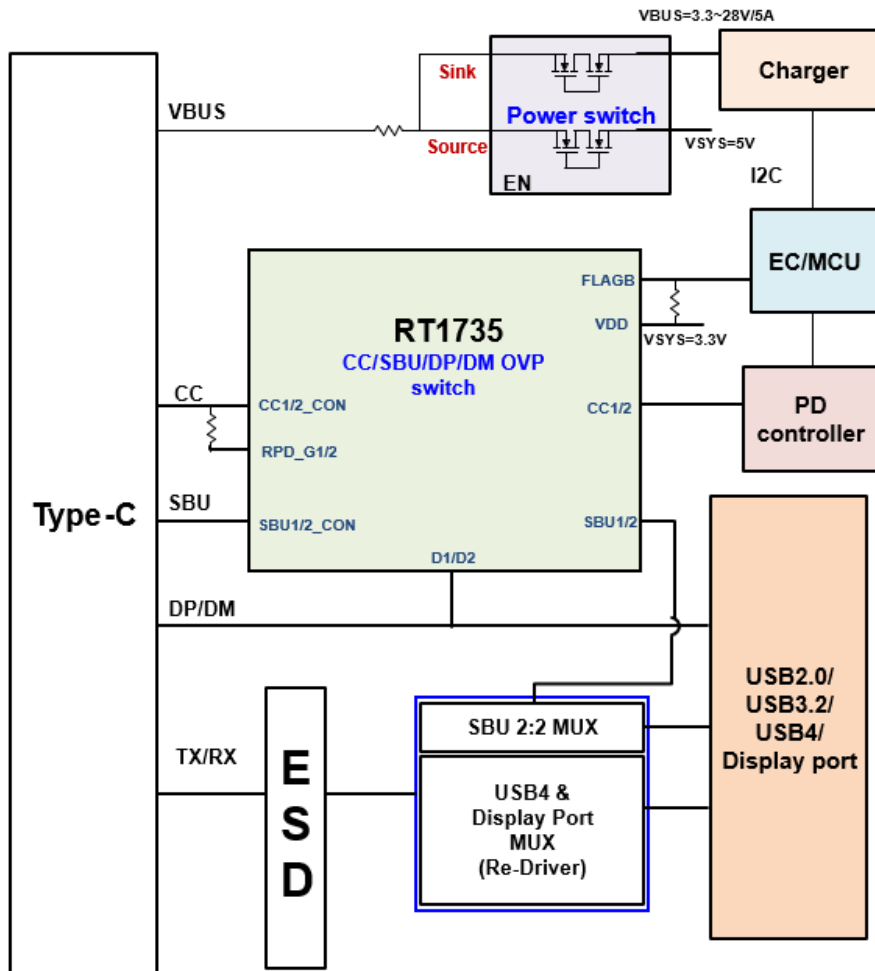


圖 3. 增加 [RT1735](#) 保護線路在 Type-C 接頭應用

[RT1735](#) 提供 IEC61000-4-2 接觸放電保護  $\pm 8\text{kV}$  和 IEC61000-4-2 空氣放電保護  $\pm 15\text{kV}$ ，確保對常見 ESD 事件提供強健的防護。如圖4所示，當 Type-C 端口遭遇 ESD 事件時，[RT1735](#) 可提供 CC/SBU/USB IEC ESD 限制保護。

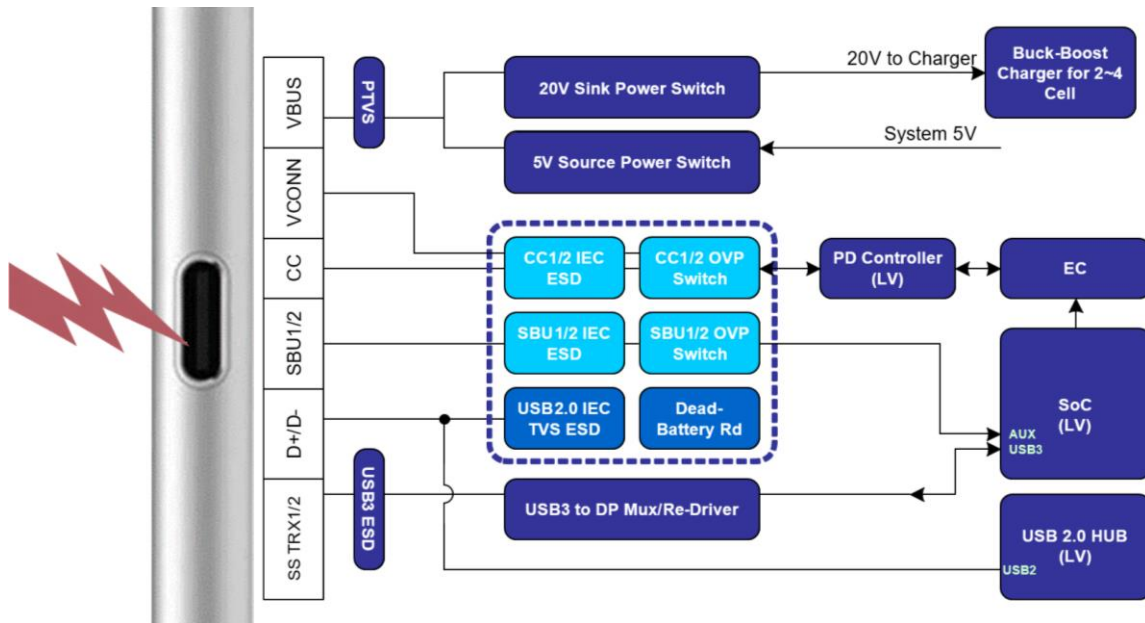


圖 4. 外部保護開關提供 USB Type-C 系統的 ESD 防護

因為 Type-C 的引腳間距過近，會導致的 VBUS 引腳短路到 CC/SBU，增加損壞風險，在 PD3.0 SPR VBUS 20V 的應用下，可以加入 [RT1738A](#)，在 PD3.2 EPR VBUS28V 應用下可以加入 [RT1735](#)。

[RT1738A/RT1735](#) 可為 USB Type-C 插座的 CC1、CC2、SBU1 和 SBU2 引腳提供 4 通道的短路至 VBUS 過壓保護。當輸入電壓超過過壓保護設定時，[RT1738A/RT1735](#) 會在約 100ns 內快速關閉內部開關，以防止高輸入電壓損壞終端系統。當 CC/SBU 輸入電壓恢復到正常操作電壓範圍時，IC 會重新打開開關。

### 3 結論：實現保護與可靠度的解決方案

[RT1735](#) 是一款高效且多功能的 USB-C 介面保護 IC，適用於 140W 以下的應用，而 [RT1738A](#) 則適用於 100W 以下的 USB-C 應用。兩者均提供全面的過壓保護、過溫保護及靜電放電 (ESD) 保護，確保系統在各種嚴苛環境下仍能穩定可靠運行。

[RT1735](#) 具備快速響應時間與低功耗特性，特別適用於電腦螢幕、電競筆電與擴充基座 (docking hub)。其小型封裝與靈活的設計，使工程師能夠輕鬆整合至各類 USB-C 應用，提升產品開發效率。

[RT1735/RT1738A](#) 是高性能且可靠的保護解決方案，使用者可根據應用需求選擇合適的型號，以確保 USB-C 介面的高可靠性與長期穩定運行。

若要獲得更多產品的產品資訊，請訂閱我們的電子報。

#### Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.