

# 小零件，大保護：如何避免使用 **USB-C** 接头时遇到的挑战

Vic Liu, Sopha Tong | AN085

随着 **USB Type-C** 接口成为各类设备的标准数据传输与电源供应接口，其高度整合的特性带来了更强的功能性，但同时也面临更严峻的电气挑战，尤其是静电放电 (ESD) 与短路至 **VBUS** 等故障情境。为确保设备的稳定性与长期可靠性，必须采取有效的保护措施。

立錡科技推出的 [RT1735](#) **USB Type-C 28V EPR** 保护 IC，专为应对这些挑战而设计，能够有效提升 **USB Type-C** 端口的耐受能力。本应用笔记将详细介绍 [RT1735](#) 的工作原理与实施方法，帮助工程师构建高可靠性的 **USB Type-C** 接口保护方案。

## 目录

1	了解 <b>USB-C</b> 接头使用上的风险 .....	2
2	如何防止风险产生 .....	3
3	结论：实现保护与可靠性的解决方案.....	4

# 1 了解 USB-C 接头使用上的风险

## 1.1 USB Type-C 与其他接头的差异

USB Type-C 连接器相较于旧款 Type-A、Type-B 和 Micro-B，有显著的差异。其对称设计支持正反插入，尺寸仅 8.4mm x 2.6mm，并具备 24 引脚结构。相较于 USB 2.0 的 2.5W 和 USB 3.0 的 5W，Type-C 可提供超过 100W 的电力，支持快速充电与数据传输功能。

## 1.2 主要的两大挑战

1. 引脚间距缩小，短路风险提升。  
USB Type-C 的引脚间距仅为 0.5mm (Type-A 为 2.5mm)，更容易因异物或拔插角度导致短路。特别是 SBU 和 CC 引脚仅能承受 5V，紧邻最高可达 20 至 28V、5A 的 VBUS 引脚，短路可能严重损坏敏感元件。
2. 不合规的 USB Type-C 线材和电源适配器可能导致内部电路损坏。  
部分适配器甚至未经 PD 协商直接输出 20~28V，超出系统设计承受范围 (如 5V)，可能造成永久损坏。因此，系统需具备过压保护 (OVP) 与静电放电 (ESD) 保护。

## 1.3 两个常见的 USB-C 接头损害问题是静电放电 (ESD) 和短路至 VBUS 事件

### 1. 静电放电 (ESD) 事件：

当两个带电物体因接触、电气短路或介电击穿而产生瞬间电流时，即发生静电放电 (ESD)。作为外部接口，USB Type-C 接口特别容易受到 ESD 的影响，这可能导致接口或内部电路受损。

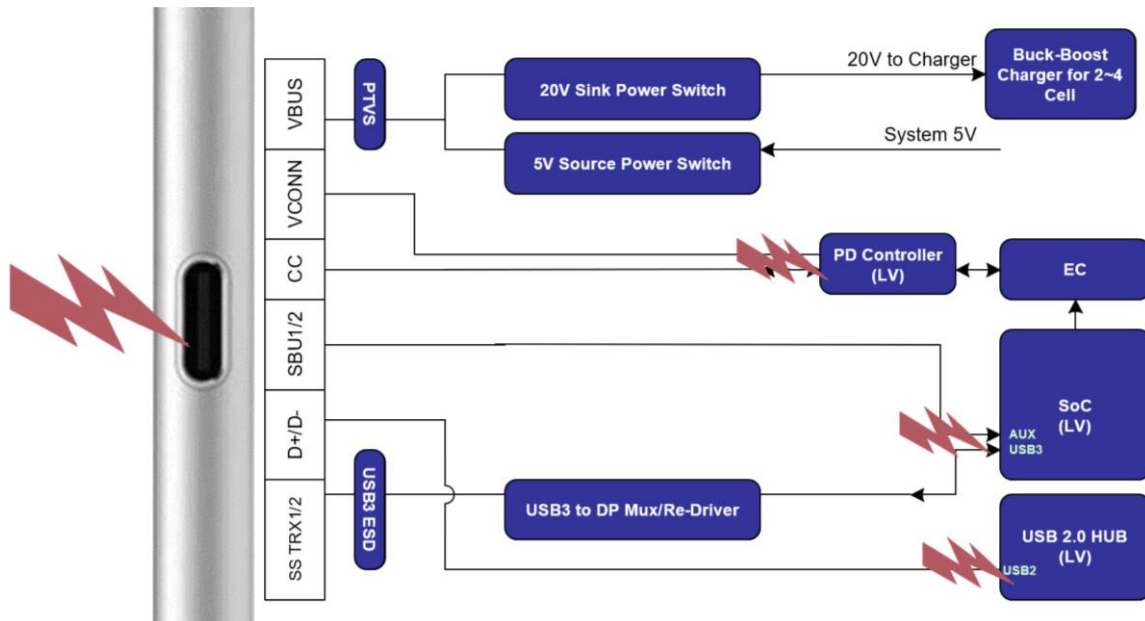


图 1. 外部保护开关提供 USB Type-C 系统的静电放电防护

### 2. 短路至 VBUS 事件：

随着 USB 电源传递 (PD) 技术的发展，PD3.0 SPR 标准下 VBUS 电压为 20V，而在 PD3.2 EPR 标准下，VBUS 电压可高达 28V 以上。从 VBUS 到相邻引脚的短路可能会导致不可逆的损坏。

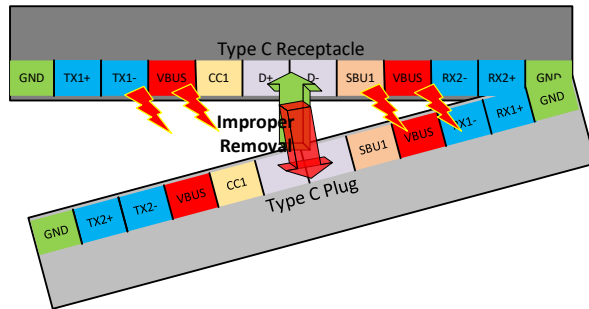


图 2. 斜角拔出 USB 接头可能会导致 VBUS 与 SBU 或 CC 引脚短路

## 2 如何防止风险产生

在 Type-C 应用中，为避免上述过压与 ESD 风险，可将 [RT1735](#) 串联于 Type-C 系统电路中的 Type-C 接口与其他应用线路之间，以同时实现过压与 ESD 保护。下图 3 为 Type-C PD 系统与 [RT1735](#) 保护电路的示意图。

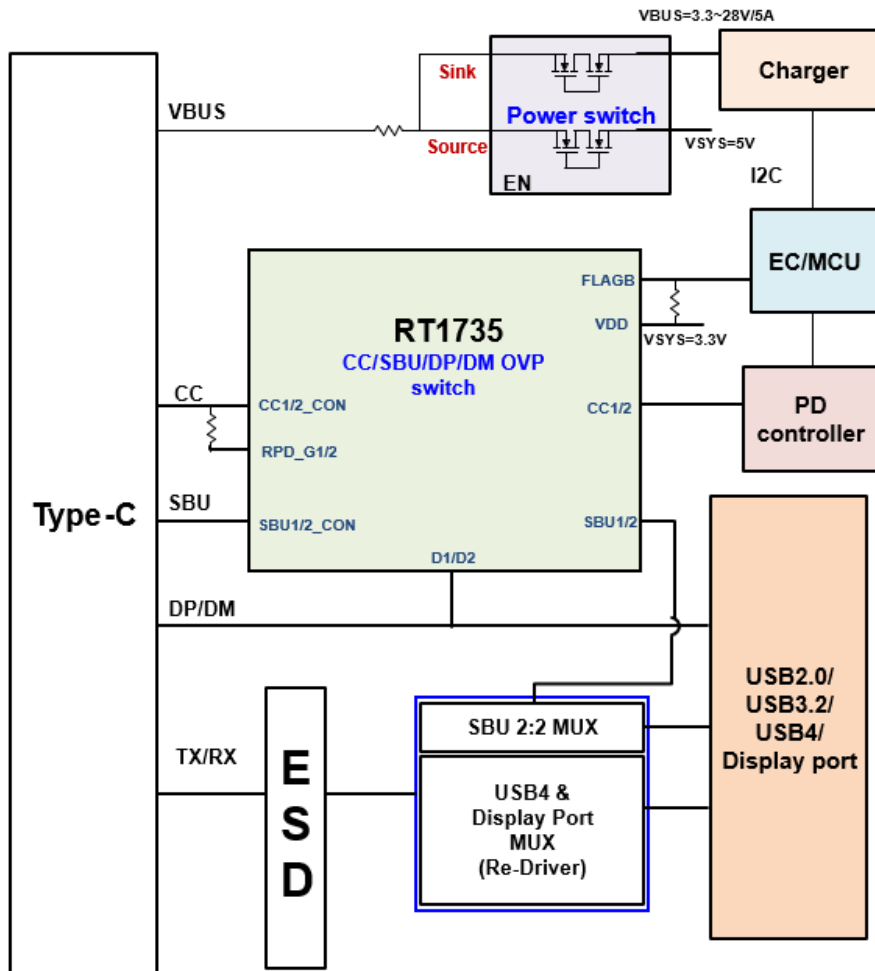


图 3. 增加 [RT1735](#) 保护线路在 Type-C 接头应用

[RT1735](#) 提供 IEC61000-4-2 接触放电保护  $\pm 8kV$  和 IEC61000-4-2 空气放电保护  $\pm 15kV$ ，确保对常见 ESD 事件提供强健的防护。如图4所示，当 Type-C 端口遭遇 ESD 事件时，[RT1735](#) 可提供 CC/SBU/USB IEC ESD 限制保护。

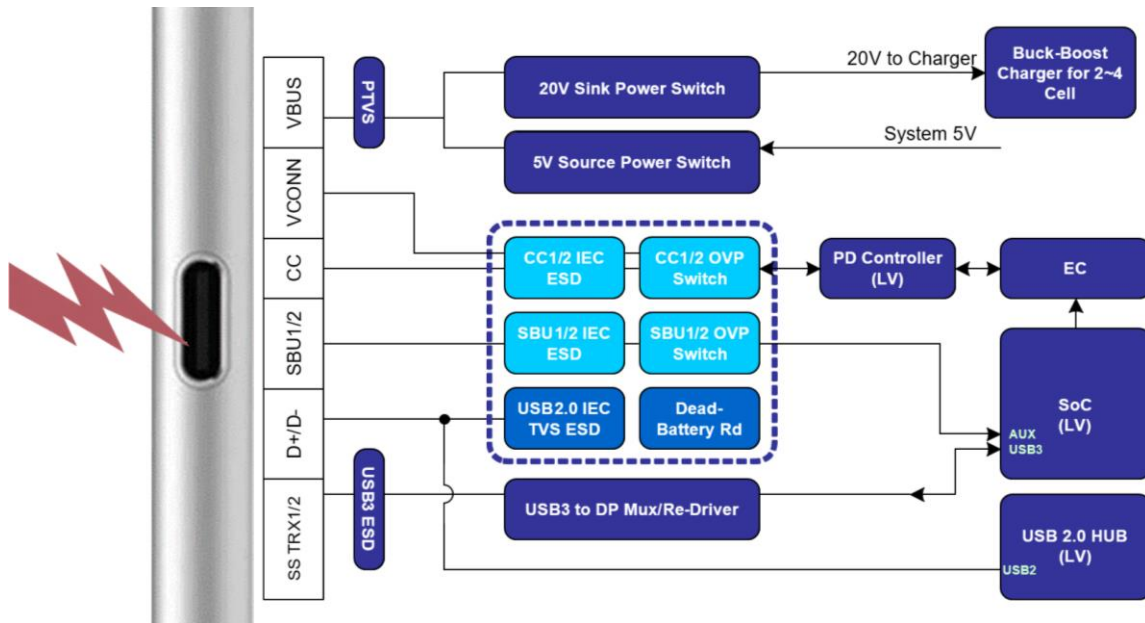


图 4. 外部保护开关提供 USB Type-C 系统的 ESD 防护

因为 Type-C 的引脚间距过近，会导致的 VBUS 引脚短路到 CC/SBU，增加损坏风险，在 PD3.0 SPR VBUS 20V 的应用下，可以加入 [RT1738A](#)，在 PD3.2 EPR VBUS 28V 应用下可以加入 [RT1735](#)。

[RT1738A/RT1735](#) 皆为 USB Type-C 插座的 CC1、CC2、SBU1 和 SBU2 引脚提供 4 通道的短路至 VBUS 过压保护。当输入电压超过过压保护水平时，[RT1738A/RT1735](#) 会在约 100ns 内快速关闭内部开关，以防止高输入电压损坏终端系统。当 CC/SBU 输入电压恢复到正常操作电压范围时，IC 会重新打开开关。

### 3 结论：实现保护与可靠性的解决方案

[RT1735](#) 是一款高效且多功能的 USB-C 接口保护 IC，适用于 140W 以下的的应用，而 [RT1738A](#) 则适用于 100W 以下的 USB-C 应用。两者均提供全面的过压保护、过温保护及静电放电 (ESD) 保护，确保系统在各种严苛环境下仍能稳定可靠运行。

[RT1735](#) 具备快速响应时间与低功耗特性，特别适用于电脑显示器、电竞笔记本与扩展基座 (docking hub)。其小型封装与灵活的设计，使工程师能够轻松整合至各类 USB-C 应用，提升产品开发效率。

[RT1735/RT1738A](#) 是高性能且可靠的保护解决方案，用户可根据应用需求选择合适的型号，以确保 USB-C 接口的高可靠性与长期稳定运行。

若要获得更多产品的产品信息，请[订阅我们的电子报](#)。

#### 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.