

Application Note

使用小型多路复用器缩减 USB-C 快速充电设计尺寸



Nir Gilgur, Aryan Bhatia, Garg Ayush

摘要

本应用笔记介绍了 TMUXHS221F 如何在当前 USB 充电器设计中提供过压保护 (OVP) 和浪涌保护，同时保持较小的设计尺寸并缩减整体物料清单 (BOM)。

内容

1 简介.....	2
2 应用.....	2
3 总结.....	4
4 参考资料.....	4
5 修订历史记录.....	5

商标

USB-C™ is a trademark of USB Implementers Forum.
所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

现代 USB 充电器尺寸越来越小，同时提供更高的充电功率。因此，内部元件必须变得更小、更高效。使用多路复用器的传统设计包括端口保护器和转换器，以满足 USB-C™ 快速充电系统要求。虽然这种设计可行，但由于涉及多个元件，因此占位面积较大。利用能够处理端口保护和较低逻辑控制的多路复用器，有助于缩小设计尺寸。使用带有保护元件的多路复用器（例如 TMUXHS221F）可实现更小的设计尺寸，同时支持更高的充电功率。在多路复用器的输入端之前设置 ESD 二极管（例如 ESD761）和 25 Ω 串联电阻器。因此，系统可支持有关 OVP、IEC 和浪涌保护的 USB-2 和 USB-C 充电器要求，同时保持较小的解决方案尺寸。

2 应用

USB-C 快速充电系统的当前设计使用带有转换器的 USB 多路复用器来切换通道并传输信号。转换器用于将电压升高至阈值电平，多路复用器可在该阈值电平下切换其通道。这是由于 USB-C 系统在 1.2V 下运行，而大多数多路复用器的逻辑并不支持该电压。此外，还需要使用端口保护器件来应对 OVP 和浪涌事件。这些元件共同满足 USB-C 快速充电系统要求，但占位面积较大。取而代之，采用带有保护元件的 USB OVP 多路复用器（例如 TMUXHS221F），即可以极小的尺寸和成本实现相同的解决方案。

TMUXHS221F 是一款具有 1.2V 逻辑的 USB 多路复用器，可提供高达 35V 的扩展过压保护 (OVP)。TMUXHS221F 还可以支持 IEC61000-4-2 ESD $\pm 8\text{kV}$ 规格，需串联 25 Ω 电阻器，并将二极管（例如 ESD761）接地。这些是充电器必须满足的关键保护协议，旨在保护用户、系统和下游元件。

在信号线中添加多路复用器会引入额外的寄生效应，从而降低信号完整性。这些寄生效应来自器件的电阻和电容，详细信息可在数据手册中找到。不过，在设计中采用多路复用器时无需担忧这一问题，因为其影响极小，信号衰减几乎难以察觉。图 2-1 和 图 2-2 展示了 USB 2 信号通过 TMUXHS221EVM 校准迹线的眼图，以及同一信号通过 TMUXHS221F 的眼图。

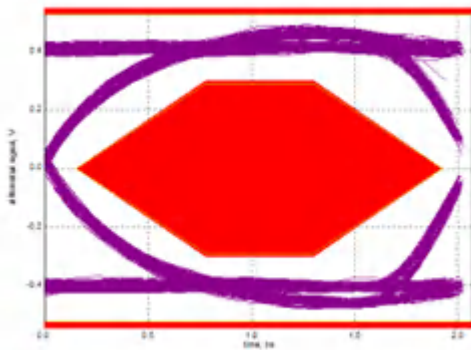


图 2-1. USB 2 信号通过校准迹线

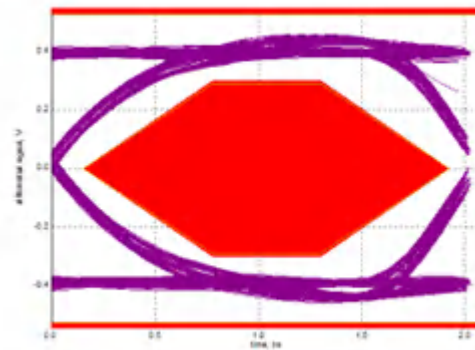


图 2-2. USB 2 信号通过 TMUXHS221F

请注意，添加串联电阻器后，该设计可支持最高达 USB 2 全速规格。此外，任何信号衰减都可以通过在系统的信号线路上添加中继驱动器来恢复。

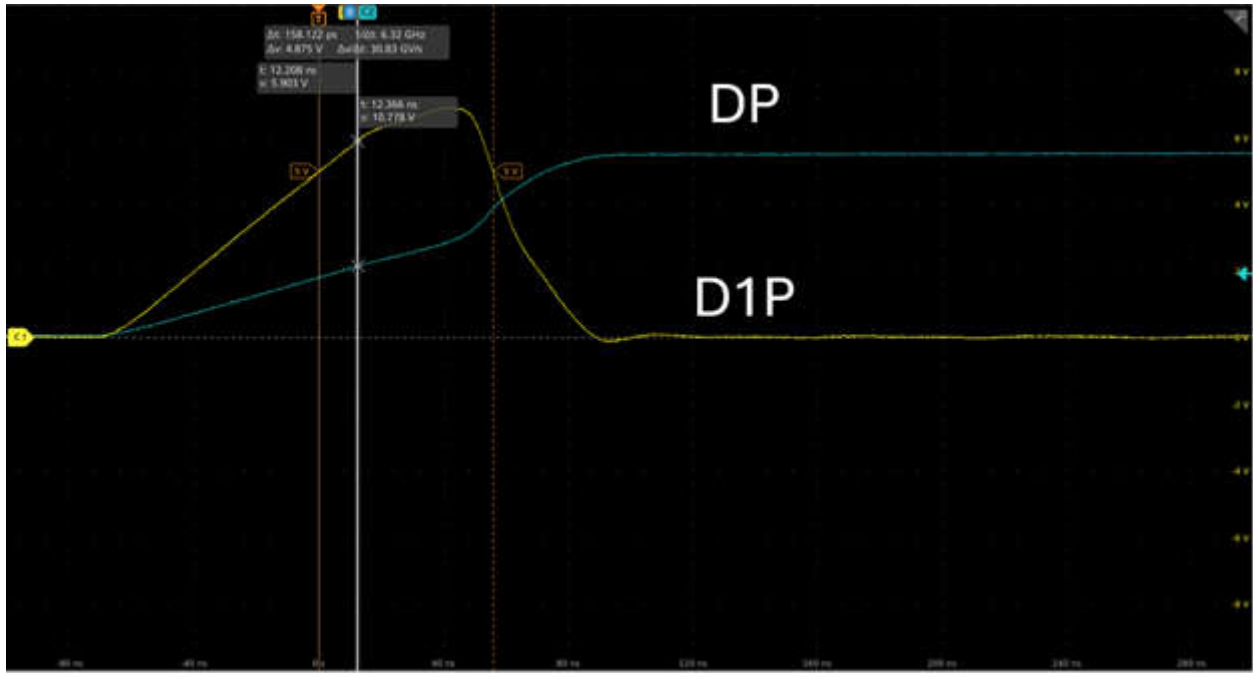


图 2-3. TMUXHS221F 28V OVP 性能

为了针对浪涌事件等提供额外保护，需要根据浪涌电流额定值来选择二极管。选择钳位电压处于 TMUXHS221F 扩展 OVP 额定值范围内的二极管非常重要。图 2-4 显示了多路复用器在 35V OVP 事件中的性能，此时使用钳位电压为 28V 的 ESD761。

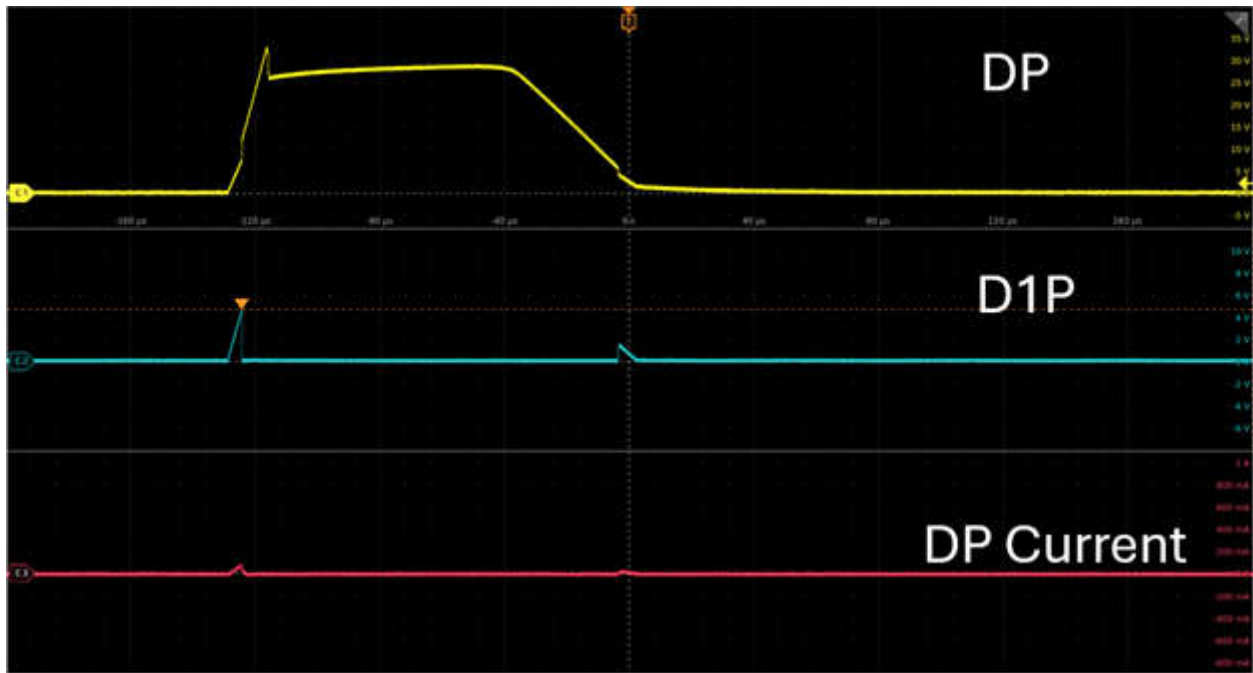


图 2-4. TMUXHS221F 35V 扩展 OVP 性能

为了满足 USB 2 系统中的大多数保护协议，我们建议使用带有保护二极管的 TMUXHS221F，如 图 2-5 所示。该设计可用于支持笔记本电脑和手提电脑的 USB-C 快速充电系统，其中充电功率可高达 120W，或 24V 的 VBUS。

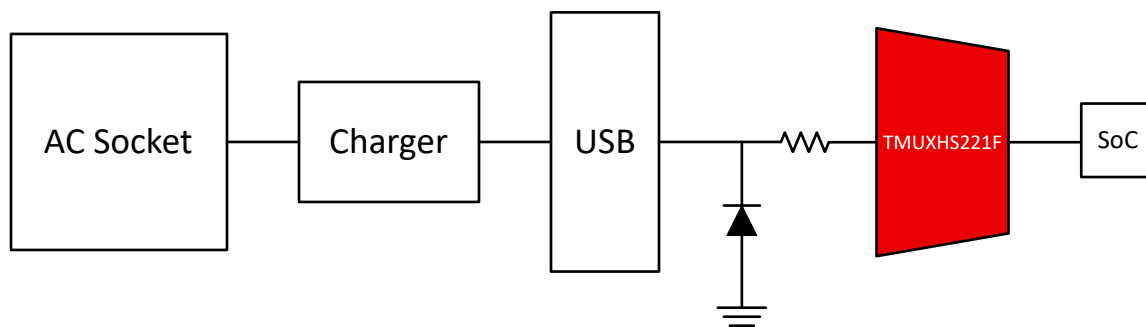


图 2-5. TMUXHS221F 二极管设计

通过将此设计尺寸与传统设计尺寸进行比较，可以看出设计人员可以节省大约四倍的空间。采用 TMUXHS221F 和二极管而非多个元件，即可实现相同的目标，且设计尺寸要小得多。图 2-6 显示了两种设计之间的占位面积比较。该面积是使用行业标准元件和封装计算得出的。

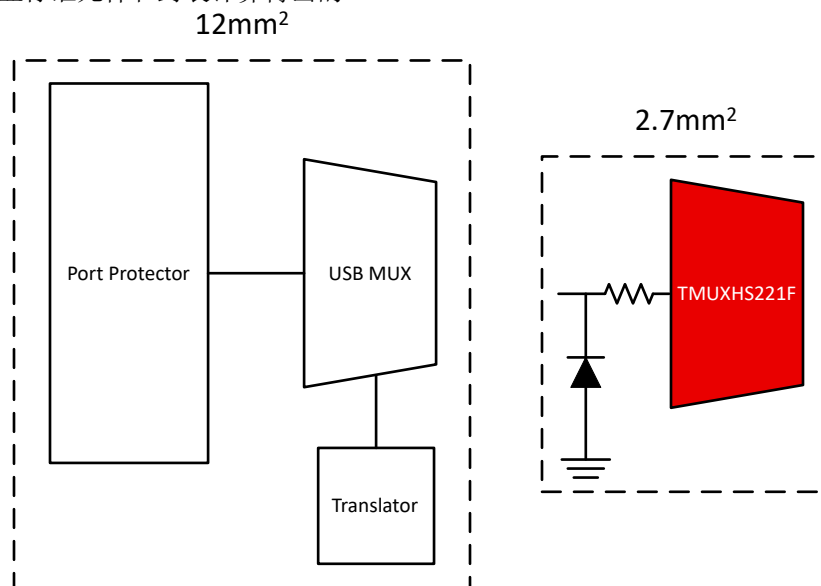


图 2-6. 占位面积比较

3 总结

TMUXHS221F 为快速充电器设计提供了低成本、小尺寸的设计方案。该器件提供 OVP，满足浪涌和 IEC 保护要求，并进一步节省空间，可有效满足当前和未来的系统设计要求。

4 参考资料

- 德州仪器 (TI)，[TMUXHS221F 具有 30V 过压保护和 1.2V 逻辑电平的双路 2:1 USB 2.0 多路复用器/多路分解器](#)，数据表
- 德州仪器 (TI)，[TMUXHS221/LV 评估模块](#)，用户指南
- 德州仪器 (TI)，[ESD751 和 ESD761 24V 单通道 ESD 保护二极管](#)，数据表

5 修订历史记录

Changes from Revision * (September 2026) to Revision A (October 2026)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	2

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月