



**Is Now Part of**



**ON Semiconductor®**

**To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at  
[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)**

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at [www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf). ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

# AN-6105

## USB Type-C 设计考虑因素

### USB Type-C 适配器

#### 总结

USB 是许多客户和许多不同应用中普遍使用的连接器。在官方发布 USB Type-C 连接器后，许多公司竞相部署此新连接器和配套基础设施。由于不同供应商的发布产品不合规或设计遵循之前版本的规范，因此此连接器的早期采纳者面临诸多难题。

具体的难题之一是如何部署 USB Type-C 适配器电缆。该适配器电缆对于新设计来说至关重要，因为它们允许现有 USB 基础设施的向后兼容性。供应商当前制造的适配器电缆各式各样，可能导致出现需要考虑的检测问题。此应用指南介绍了这些考虑因素以及所面临问题的可能解决方案。

#### 分析

USB Type-C 规范定义了与 USB 标准 A 电缆装配连接的 USB Type-C，需要 Type-C 插头 CC 引脚通过电阻  $R_p$  连接到 VBUS（第 3.5.1 节，表 3-12，第 59 页，备注 2）。USB Type-C 规范进一步定义了要成为默认 USB 功率值的  $R_p$  值（第 4.5.3.2.2 节，第 146 页，第 1 段）。与电缆中的 VBUS 连接的此  $R_p$  上拉电阻可确保 Type-C sink 端口将正确连接到始终为 VBUS 供电的旧标准 A source 端口。适配器电缆无法控制连接到标准 A 端的元件及其功率能力，因此适配器必须告知默认 USB 电源，以确保 Type-C sink 端口不会尝试消耗超出旧端口能够提供的功率。

如果将与标准 A 适配器电缆连接的 Type-C 连接到 Type-C source 端口或相当于 source 端口的端口，但未连接到旧标准 A 端口，则将形成一个可能导致标准 Type-C 检测问题的电路，如图 1 所示。请注意，通过将  $R_p$  上拉电阻作为与 VBUS 线路连接的电阻部署的 USB Type-C 墙充也可能形成类似电路。

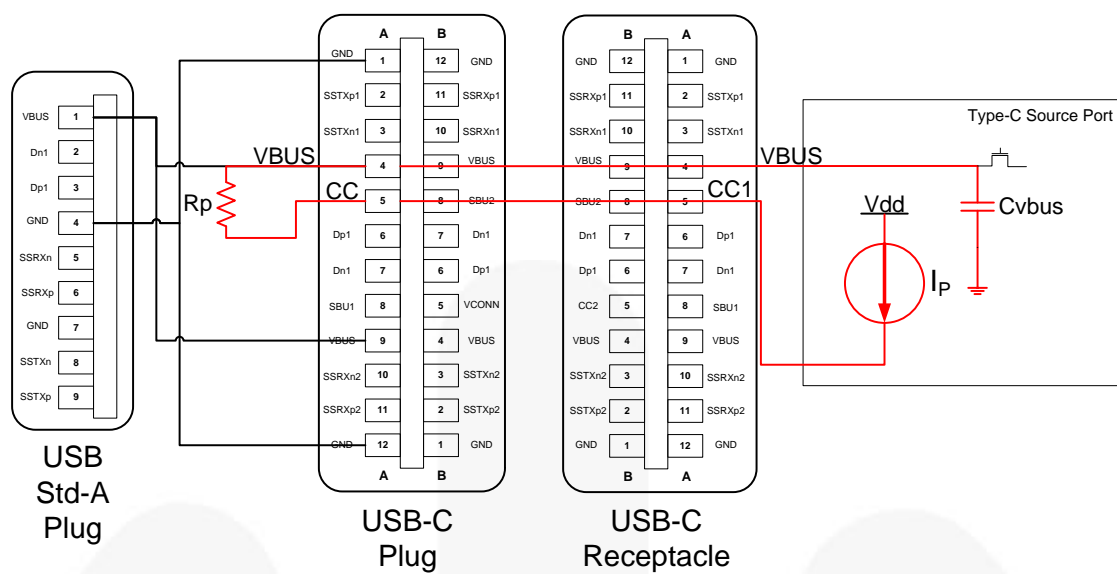


图 1. Type-C 与标准 A 悬空电缆连接

Type-C 端口控制器 source 端口（如 FUSB301/A 或 FUSB302）可检测插入，方法是通过上拉 CC 引脚并监控该 CC 引脚是否被 Type-C sink 端口拉低，即 CC 引脚中包含下拉电流。当 Type-Csource 端口 (SRC) 检测到其处于连接状态时，它将使能 VBUS 以完成连接。

Type-Csource 端口会将 CC 引脚上的上拉电阻和 VBUS 引脚上的一些电容视为 Type-C 插入检测和控制的一部分。如果将 Type-Csource 端口连接到与标准 A 电缆连接的悬空 Type-C，则将形成如图 2 所示的电路。

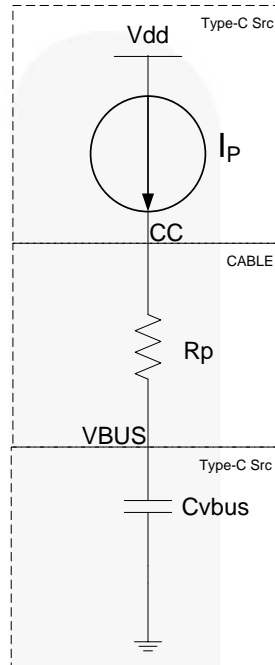


图 2. Type-C 至标准 A 悬空电缆电路

Type-C SRC 端口状态图（第 4.5.2.1 节，图 4-12，第 121 页）显示在检测到 Rd 终端时从 Unattached.SRC 到 AttachWait.SRC 的转换。在 AttachWait.SRC 状态下，SRC 端口将针对  $t_{CCDebounce}$  去抖动 CC 引脚并在其置位 VBUS 处进入 Attached.SRC 状态。SRC 用于确定 SNK 端口是否处于连接状态的阈值取决于使用的主机电流，但是在本文中，我们将假设使用默认的 USB。对于默认 USB，用于确定 CC 引脚是否处于连接状态的检测阈值为 1.6 V。图 3 显示在悬空 C 至 A 电缆或特定类型的 Type-C 墙充连接到 SRC 端口后，CC 引脚电压的情况。

初始连接电压  $V_{CC\_SOURCE}$  与电缆中的电阻和 SRC 端口的上拉电流呈函数关系。如果  $V_{CC\_SOURCE}$  低于 1.6 V，Type-C SRC 端口将使用该值从 Unattached.SRC 转换到 AttachWait.SRC。最终电压取决于 VBUS 引脚上的电容以及 Type-C SRC 端口从 AttachWait.SRC 状态转换到 Attached.SRC 状态所用的去抖动时间。当  $t_{CCDebounce}$  定时器结束时，如果  $V_{BUS\_LEVEL}$  仍旧小于开路电压阈值 1.6 V，则 Type-C SRC 端口将成功转换到 Attached.SRC 状态和置位 VBUS。

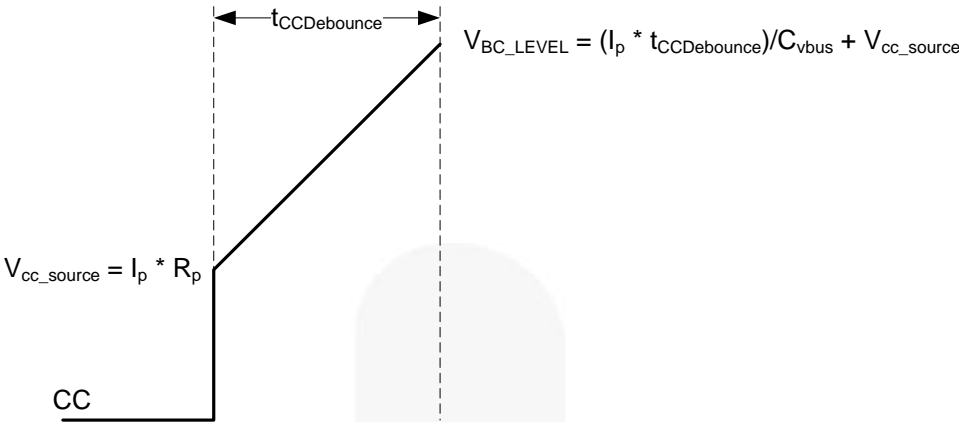


图 3. Type-Csource 连接检测

假设端口具有默认 USB 上拉电流和最大 10  $\mu$ F VBUS 电容，表 1 显示了通过不同的 Type-C 电阻值和  $t_{CCDebounce}$  计时得到的  $V_{CC\_SOURCE}$  和  $V_{BC\_LEVEL}$ 。请注意，一些  $R_p$  值假设可能出现在 Type-C 市场中的错误设计适配器电缆使用  $R_d$  终端而非  $R_p$  终端或无效  $R_p$  终端。表 1 表明

对于特定的  $R_p$  和  $t_{CCDebounce}$  值，Type-C SRC 端口将作为源极错误连接。在连接 SRC 端口后，它将置位 VBUS，从而强迫 CC 引脚高于  $V_{BC\_LEVEL}$  连接阈值，之后会导致 SRC 端口断开连接和禁用 VBUS，然后再次使能上拉，循环继续，如图 4 所示。

表 1 Type-Csource 连接检测

参数					V <sub>CC_SOURCE</sub>	V <sub>BC_LEVEL</sub>		注意
I <sub>P</sub>	R <sub>P</sub>	C <sub>vbus</sub>	t <sub>CCDebounce</sub>					
			最小值	最大值	最小值	最小值	最大值	
80 μA	1 K	10 μF	100 ms	200 ms	0.080	0.880	1.680	电缆中的错误 Ra
	5.1 K				0.408	1.208	2.008	电缆中的错误 Rd
	10 K				0.800	1.600	2.400	电缆中的无效 Rp
	22 K				1.760	2.560	3.360	电缆中的无效 Rp
	56 K				4.480	5.280	6.080	电缆中的有效 Rp

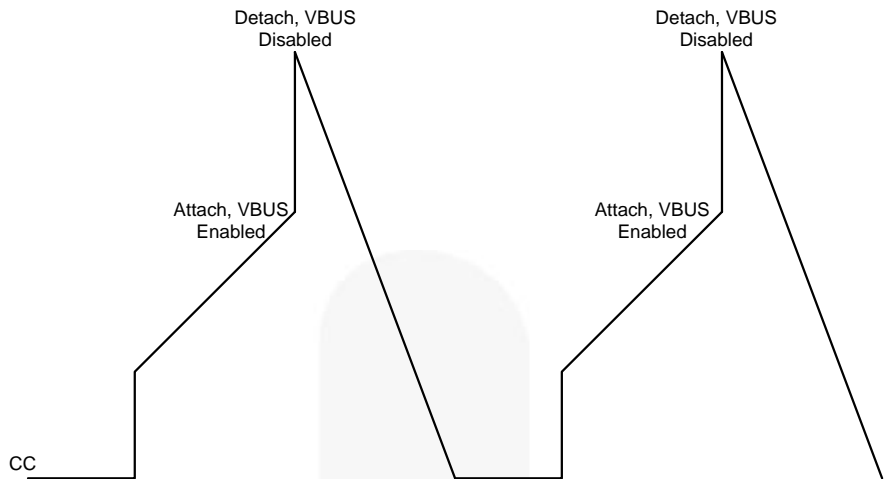


图 4. Type-C Source 插入/断开连接振荡

解决方案

Type-C source 端口可以决定部署  $t_{CCDebounce}$  计时器，以便使其成为 Type-C 规范中的最长允许时间。这会涵盖大多数情况，但可以成为 USB Type-C 规范中定义的不同电阻和电容值的给定临界容差。在 Type-C 墙充电情况中，如果充电器当前使用的是不可分离的电缆，则电容可能相当大， $V_{BC\_LEVEL}$  需要额外的时间才能超过  $V_{BC\_LEVEL}$  连接阈值。

其他解决方案是 Type-C source 端口在连接检测阶段告知较高的电流能力，然后将通告值转变为连接发生时的端口能力。此举将提供较高的  $V_{CC\_SOURCE}$  并防止在将悬空 Type-C 连接至适配器电缆或 Type-C 墙充电器时出现振荡。表 2 将对此进行概括。连接阈值取决于 source 端口告知的 Type-C 电流，但是对于默认值和 1.5 A 选项，阈值与针对 3 A 通告值的更高阈值相同。建议使用 1.5 A 通告值，从而可防止在适配器电缆中  $R_p$  的所有可

能情况中出现连接。对于仅想要告知默认电流的 Type-Csource 端口，这些端口可以从 1.5 A 通告值开始，然后在进入连接状态后立即切换到默认通告值。

Fairchild 具体部署

对于 FUSB301/A，告知的主机电流取决于控制寄存器中的 HOST\_CUR1 和 HOST\_CUR0 位数。将这些位数设为 HOST\_CUR1=0b1 和 HOST\_CUR0=0b0 时会对 FUSB301/A 进行编程以告知 1.5 A 电流，将这些位数设为 HOST\_CUR1=0b0 和 HOST\_CUR0=0b1 时会 将 FUSB301/A 再次编程为默认电流。

对于 FUSB302，电流由控制 0 寄存器中的 HOST\_CUR1 和 HOST\_CUR0 位数控制。相同的设置可用作 FUSB301/A。

表 2 采用 1.5 A 设置的 Type-Csource 检测

参数					V <sub>CC_SOURCE</sub>	V <sub>BC_LEVEL</sub>		注意
I <sub>P</sub>	R <sub>P</sub>	C <sub>vbus</sub>	t <sub>CCDebounce</sub>					
			最小值	最大值	最小值	最小值	最大值	
180 μA	1 K	10 μF	100 ms	200 ms	0.180	1.980	3.780	电缆中的错误 Ra
	5.1 K				0.918	1.718	4.518	电缆中的错误 Rd
	10 K				1.800	3.600	5.400	电缆中的无效 Rp
	22 K				3.960	5.760	7.560	电缆中的无效 Rp
	56 K				10.080	11.880	13.680	电缆中的有效 Rp

## 参考文献

[1] 通用串行总线 Type-C 电缆和连接器规范，修订版 1.1

## 相关信息

[FUSB301 - 产品信息](#)

[FUSB301A - 产品信息](#)

[FUSB302 - 产品信息](#)

### 声明

飞兆半导体公司为提高产品的可靠性、功能或设计，保留对其作出变动的权利，恕不另行通知。对于本文描述的任何产品和电路在应用中所出现的问题，飞兆半导体公司不承担任何责任；不转让其专利权下的任何许可证，也不转让其他权利。

### LIFE SUPPORT POLICY

若无飞兆半导体公司总裁正式的书面授权，其产品不可作为生命支持设备或系统中的关键器件。

具体如下：

1. 生命支持器件或系统是指如下的设备或系统：(a) 用于外科植入人体，或 (b) 支持或维持生命，以及 (c) 即使依照标示中的使用说明进行正确操作，但若操作失败，仍将对使用者造成严重的伤害。
2. 关键器件是指生命支持设备或系统中，由于该器件的失效会导致整个生命支持设备或系统的失效，或是影响其安全性及使用效果。

ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at [www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf). ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

## PUBLICATION ORDERING INFORMATION

### LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor  
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA  
**Phone:** 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada  
**Fax:** 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada  
**Email:** [orderlit@onsemi.com](mailto:orderlit@onsemi.com)

**N. American Technical Support:** 800-282-9855 Toll Free  
USA/Canada

**Europe, Middle East and Africa Technical Support:**  
Phone: 421 33 790 2910

**Japan Customer Focus Center**  
Phone: 81-3-5817-1050

**ON Semiconductor Website:** [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

**Order Literature:** <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local  
Sales Representative