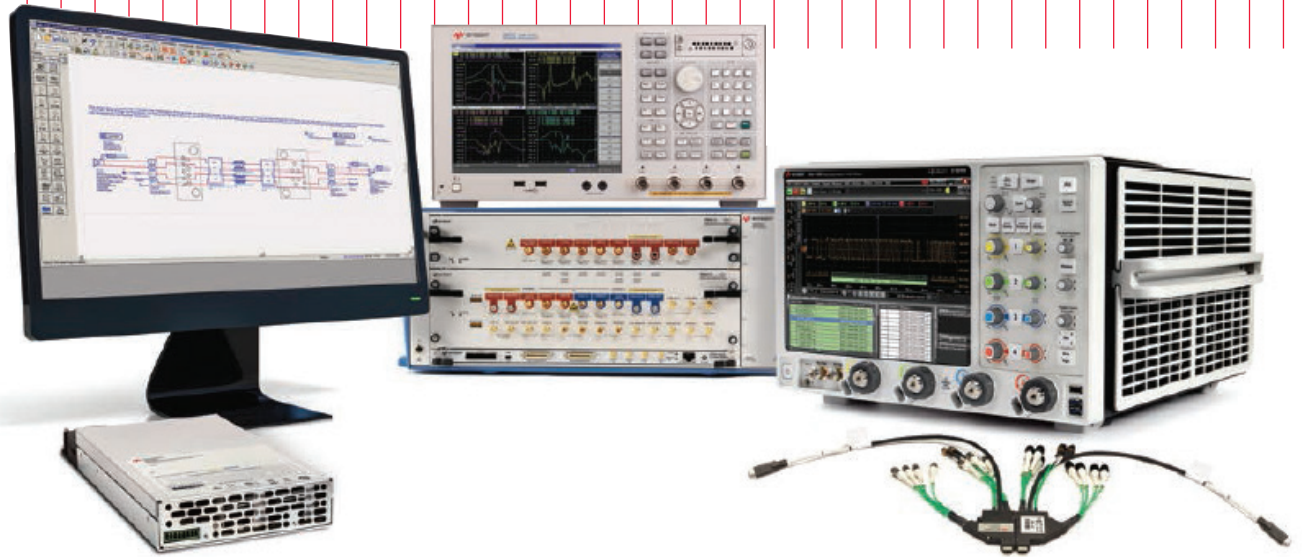


是德科技

轻松测试通过 Type-C™ 运作的 USB 电力传输 (PD) 系统

Keysight Type-C 解决方案: 更快完成一致性
测试的快捷方式

应用笔记



简介

USB Type-C™ 是具突破性的连通性标准, 专为更轻薄短小的新一代计算机和装置而设计, 满足高速数据、高电力传输的技术需求, 并且提供更高的灵活性。USB Type-C 的主要目标是创建设备间的连通性、实现电源管理, 并确保有效的数据传输。USB Type-C 连通接口提供下列功能:

- 支持 USB 2.0 和其他协议的动态电力和数据传输
- 符合新一代和未来设备的重要接口技术指标
- 具备向后一致性
- 正反可插, 方便易用

设计和测试工程师正面临着形形色色的挑战, 不仅要 USB Type-C 与他们的产品集成, 同时还要确保互操作性与测试一致性。然而, USB Type-C 一致性测试标准正与日俱增。不仅如此, 数据传输速度和电力传输需求的不断升高, 加上其他功能的推陈出新, 使得整体测试变得更为复杂, 因此工程师需仰赖精准且符合标准的测试仪器、软件和测试夹具, 来确保成功的测试。

是德科技针对 USB Type-C 设计与测试挑战和解决方案提供五个系列的应用说明, 本文为其中之一, 主要探讨以下主题:

- 传输线和连接器
- 电力传输
- 发射/接收
- 仿真和测量之间的关联性
- 交替 (ALT) 模式 (Display-Port、Thunderbolt、MHL)

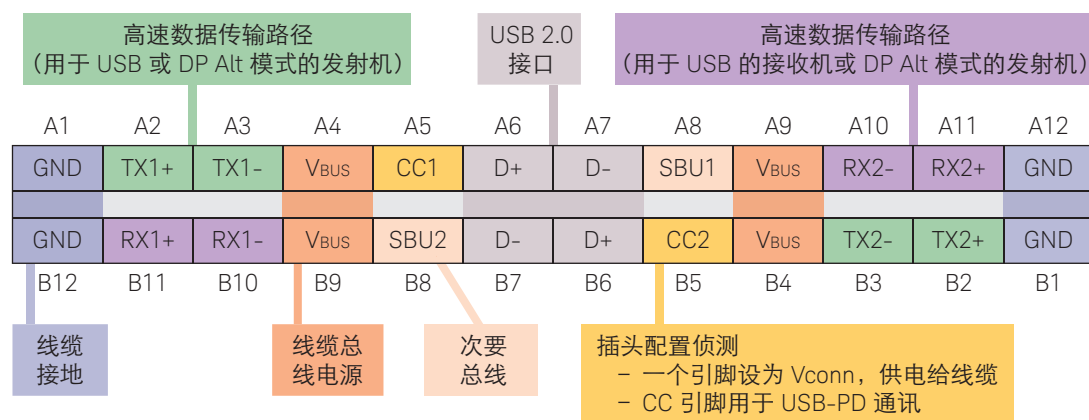


图1: USB Type-C 引脚图。注意, 此对称接口为可正反插拔的结构。

Type-C 电力传输

通过结合电力传输 (PD) 动态电源系统, USB Type-C 连通性扩展了 USB 的可用量程。除了添加 USB 数据传输功能外, 该系统可提供高达 20 V、5 A 及 100 W 的电力, 让更多不同类型的 USB 设备能进行供电及充电, 进一步增进 USB 功能。USB PD 灵活的智能系统级电源管理, 支持双向电力传输源, 可切换所连接的供电 (流出电源) 及耗电 (汲入电源) 设备的方向。此动态电源使得 USB Type-C 能够支持其他视频与音讯信号标准, 例如藉由使用 ALT 模式支持 DisplayPort 或 Thunderbolt。

电力传输的运作原理

首先, 在设备之间建立端对端 USB Type-C 连通性, 然后通过配置通道 (CC) 线来决定线缆连通方向。之后 PD 便开始驱动 USB 连接。PD 先通过 PD 电路与任何内含 e-mark 芯片之全功能 Type-C 线缆之间的电子连通性, 来学习已连接线缆的功能。e-mark 芯片可提供线缆配置信息, 并允许 PD 根据 USB 设备的电流承载能力 (3A 或 5A)、性能 (USB 2.0 或 USB 3.1 Gen 1 或 Gen 2), 以及厂商识别信息 (USB Type-C 线缆 ID 功能), 来进行电子辨识及配置。

完成线缆辨识后, PD 电路及相连设备使用专用的 CC1/CC2 线来发送并且接收双相位标记编码 (BMC) 信息, 然后开始进行电力传输协商。您可通过电力输送的 6 个指定固定功率特性之一, 来配置 USB Type-C 设备 (参见图 2)。USB 设备在指定时间与 PD 电路沟通所需的功率特性, 然后请求提供特定电平之电力, 最高可达 5 A 与 20 V。USB PD 可动态地分配电力、调整电压与电流, 并且为所有相连的设备建立供电与耗电角色。

	特性 0 保留	
掌上型设备, 今日的外部设备	特性 1 5V @ 2A	10W 默认激活特性
平板电脑、小笔电、 大多数的外部设备	特性 2 5V @ 2A, 12V @ 1.5A	18W
笔电更薄, 外部设备更大	特性 3 5V @ 2A, 12V @ 3A	36W
笔电、集线器、扩展坞更大	特性 4 5V @ 2A, 12V, 20V @ 3A	60W 微型 B/AB 适配器的限制
工作站、集线器、扩展坞	特性 5 5V @ 2A, 12V, 20V @ 5A	100W 标准 A/B 适配器的限制

或大于 5 V
可侦测线缆

图2: USB Type-C 功率特性。

借助使用 PD 来动态地控制更高电压与更大电流, USB 增加了灵活的双向充电的新功能。PD 可使用充电适配器将设备电池快速充电, 此充电适配器可输出 5 V 至高达 20 V 的更高电压, 以及 3 A 或 5 A 的电流, 端视 Type-C 线缆及适配器类型而定。使用 CC1/CC2 线充电时, USB 设备可请求更高的电压。当某一个 USB 设备正在充电时, 所有其他相连的设备必须协商所需的电力, 如果有另一个设备也需要额外的电力, 则可重新协商电力。经过优化设计的 PD, 可提供更低的电池电压和更高的充电电流, 以最大限度地缩短充电时间。PD 的双向电力传输特性使得 USB 设备能够进行充电并同时为其他设备供电。除了管理连接设备的电力之外, PD 也可管理用以支持 Type-C 交替模式的电力。

USB Type-C 可提供更高且动态可变的电力, 因此设计工程师需更严格地验证并测试 PD, 以符合一致性要求。除了管理对设备之双向电力传输之外, CC1/CC2 线信号还必须验证适当的协议传输, 以改变电力并管理 ALT 模式, 而其他 D± 及 ALT 模式信号则处于有效状态。Type-C PD 可动态地进行各种不同的电力传输配置, 加上 USB 2.0、USB 3.1 Gen 1 和 Gen 2, 以及 PD 一致性测试技术指标持续演进, 因而带来更多的挑战, 使得 Type-C 设备测试验证比传统 USB 测试更加具有挑战性。

测试挑战

电力传输技术指持续演进。电源、物理层, 以及协议层仍然是一致性测试的主要测试类别。设计工程师必须考虑的重要测试参数包括各种不同的电压电平、设备充电、线缆功能, 以及设备供电与耗电状态的判断。确切掌握 Type-C 设备一致性测试需求, 并使用可实现可靠且准确的测量的仪器与软件, 您便可用经济有效的方式获致最佳结果。

设备供电与充电

如果 Type-C 设备要求 “profile 2, 12V” 等电力传输特性 (参见图2), 则工程师必须验证所套用的电压与电流 (或瓦特数特性) 是否正确。因此他们需监测 CC 线以确认是否传输合适的协议, 同时还需测量所生成的电压与电流。前述作业需监测 CC1/CC2 线 (300 kHz 信号) 并使用示波器加以测试, 以便分析眼图。由于线缆电压会不断改变, 甚至可能出现串扰, 要分析和调整 CC 线码相当困难。

此外, 工程师需进行全面的测试, 以确保设备电池可用 20V/5A/100W 的电力快速充电, 并确保安全可靠的可调适快速充电。PD 布局验证有一项重大的挑战, 就是噪声、纹波及切换效应会影响直流电源完整性, 传送 10 G 到 20 G 信号, 其干扰更严重。您可使用示波器来测量电力传输完整性, 测量项目包括:

- 供电漂移
- PARD (周期与随机扰动) — 电轨上的噪声、纹波及切换瞬态
- 静态与动态负载回应
- 可编程的电轨回应
- 高频瞬态及噪声
- 在各种不同温度下进行产品电气验证

电力传输术语

DFP	下游埠
UFP	上游埠
DRP	两用端口 可当作源极或汲极
DRD	二合一设备 可当作 DFP 或 UFP
供电端	PD 端口 (通常为主机、集线器、或壁式 DFP) 通过电源导体 (负责供电) 来传送电力
耗电端	PD 端口 (通常为设备的 UFP) 通过电源导体 (负责供电) 来吸入电力
SOP/EOP	资料包开始/资料包结束
VDM/VDO	厂商定义讯息/厂商数据对象
BIST	内置自我测试功能 用于 PHY 层的电力传输测试机制
CC	配置通道

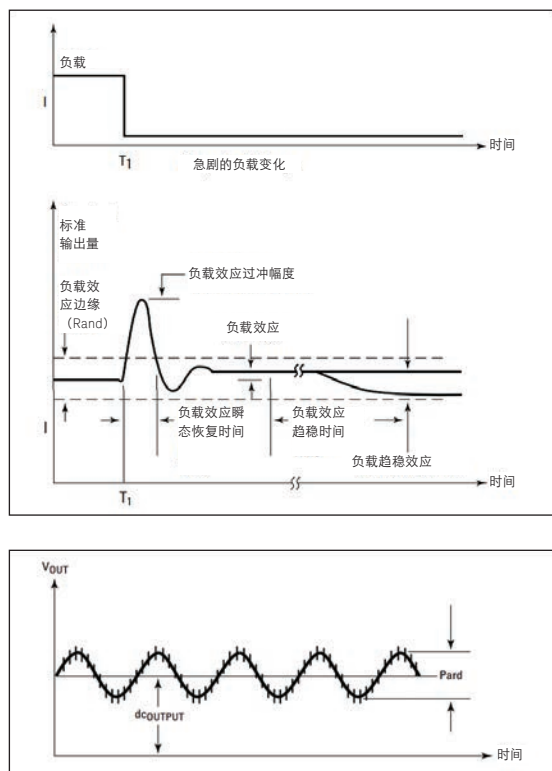


图3: USB 电力传输之典型电源完整性测量: 负载回应 PARD

含供电端与耗电端之线缆功能

由于 PD 可提供更多功能, 工程师需对 USB Type-C 线缆进行更多的测试。此外, 工程师需测试每一种线缆配置场景, 包含变化、双向电力传输、USB 数据传输、供电/耗电角色指派, 以及使用的 ALT 模式。

第一个步骤是测试 e-mark 芯片接收与发射的电压电平, 以便验证有源式 Type-C 线缆。接着需验证两用端口 (DRP) 设备是当作供电端还是耗电端, 以及目前是流出还是吸入电力。需搭配使用示波器、电流探头、电源供应器及测试夹具, 来测量上升时间、下降时间、电压及高低电平。

执行 PD 一致性验证时还需测试其他低速线, 例如辅助总线 (SB)、VBUS 及 GND。CC 线是一种成对的屏蔽线, 如结合使用未屏蔽 D \pm 线及电位高达 100 W 之电源线时, 可能会导致交互干扰。PD 会持续协商要传输给设备的电力, 当设备尝试将 CC 线解码时, VBUS 和 D \pm 将随之改变, 使得建立运作配置变得非常困难。

是德科技 Type-C 电力传输测试解决方案

典型的物理层设备测试配置包括示波器、探头、电流探头、USB PD 协议软件、试样/测试夹具, 以及 PD 控制器。

如果数据传输率达 300 kHz, 我们建议使用 500 MHz 或频率更高的 Keysight Infiniium 示波器, 不仅记录长度更长, 同时还可捕获更完整的资料包。虽然所传送的信号主要是直流信号, 但它们多半具有交流特性, 因此确保示波器拥有充足带宽至关重要, 以满足测试需求。分析 5V 直流供电信号时, 最好使用探头偏置来查看信号上的瞬态。如果使用直流阻隔器可能会遗漏直流与低频内容。

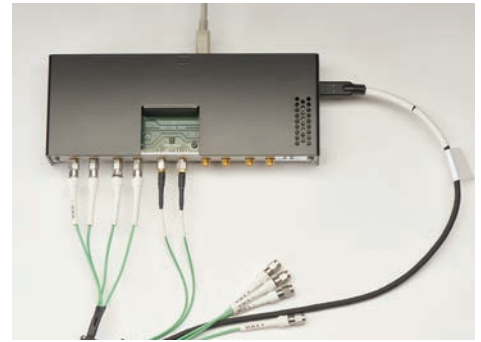
其他建议使用的测试器件包括:

- 两支用于 CC1/2 与 VBUS 测试的 N2873A 无源探头
- 一支用于负载电流探测的 1147B 电流探头
- 电力传输控制器及相关联的软件与试样 (coupon)
- 是德科技电源供应器和负载 USB PD 验证测试需使用信号源和负载解决方案, 满足严格的转换率、瞬态响应和电源测试之各种需求。是德科技建议使用 Keysight N6752A (100 W) 或 N6786A (80 W) 高性能直流信号源模块和 N3303A 直流电子负载模块。
- Keysight N7020A 电轨探头是为了分析 PD 5V、10V 或 20V 信号而特别设计, 具有 2 GHz 带宽, 可用来捕获非直流信号干扰。Keysight N7020A 电轨探头特性可因应电轨测量的一些首要条件:
 - 1:1 低噪声衰减
 - $\pm 24V$ 偏置支持高达 24V 的电轨以涵盖 PD 20V 信号
 - 50 k Ω 直流输入阻抗可确保所测量的电轨具有低直流负载
 - 捕获高频噪声和瞬态所需的 2G Hz 带宽, 以避免对时钟和数据抖动造成负面影响。



如欲对 CC1、CC2、VBUS、SBU1、SBU2 和接地等低速信号进行测试及调试，建议使用 Keysight N7016A Type-C 低速信号接入与控制夹具。此夹具通过强制性 Type-C 线缆来连接到高速测试夹具，方便工程师从下游 USB 设备将 USB 3.1 信号分接出来，以进行系统诊断和控制。另外还可使用高阻抗无源探头来探测信号，以进行深入的信号分析。

如需使用 SOP、SOP prime 和 SOP 双主协议解码，在整条 PD 线中进行沟通的实时协议触发解码工具，以便对 PD 线进行调试，是德科技提供适用于 Infiniium 系列示波器的 N8837A USB-PD 协议触发和解码软件。专为 USB 电力传输设计的 USB-PD 协议软件，能让您以简单的方式对经过 Type-CCC BMC 编码的 300 kHz 信号进行调试。此软件可为是德科技示波器提供协议级调试信息。它还包括增强型串行分析功能，可用于来解码与列表窗口画面、搜寻软件，并搜寻触发。



结语

USB 3.1 和 Type-C 技术指标为 USB 装置设计带来许多前所未有的挑战。尽早开发阶段验证 USB 发射机、接收机和通道设计的一致性，有助于加快装置的设计，并且避免代价高昂的重新设计。确定所使用的仿真软件包含与仪器用于装置验证测试之测量软件相同的测量科学，可节省时间并避免获得有问题的测量结果。

Keysight Type-C 解决方案内含软件、仪器和测试夹具，是专为此通用接口之标准测试而量身打造的完备解决方案。无论您专精于设计或是验证领域，我们的解决方案都可协助您加速完成调试、表征，及最后的一致性测试。

下载软件，为您开辟测量新视野

是德科技软件将我们渊博的专业技术集于一身，供您轻松下载使用。从设计首次仿真到产品首次装运，是德科技软件工具能够帮助工程师团队加快从数据采集到信息处理再到有效分析的过程。

- 电子设计自动化 (EDA) 软件
- 应用软件
- 编程环境
- 生产力软件

如欲了解更多信息，请访问：

www.keysight.com/find/software

开始 30 天免费试用

www.keysight.com/find/free_trials



从惠普到安捷伦再到是德科技

传承 75 年创新史, 我们始终帮助您开启测试测量新视野。我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。1939 年成立的惠普公司起源于电子测量, 是德科技将这一业务传承至今, 并将继续发扬光大。



1939年

未来

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息, 请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表, 请访问: www.keysight.com/find/contactus

是德科技客户服务热线

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863
电子邮件: tm_asia@keysight.com

是德科技 (中国) 有限公司

北京市朝阳区望京北路 3 号是德科技大厦
电话: 86 010 64396888
传真: 86 010 64390156
邮编: 100102

是德科技 (成都) 有限公司

成都市高新区南部园区天府四街 116 号
电话: 86 28 83108888
传真: 86 28 85330931
邮编: 610041

是德科技香港有限公司

香港北角电器道 169 号康宏汇 25 楼
电话: 852 31977777
传真: 852 25069233

上海分公司

上海市虹口区四川北路 1350 号
利通广场 19 楼
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200080

深圳分公司

深圳市福田区福华一路 6 号
免税商务大厦裙楼东 3 层 3B-8 单元
电话: 86 755 83079588
传真: 86 755 82763181
邮编: 518048

广州分公司

广州市天河区黄埔大道西 76 号
富力盈隆广场 1307 室
电话: 86 20 38390680
传真: 86 20 38390712
邮编: 510623

西安办事处

西安市碑林区南关正街 88 号
长安国际大厦 D 座 501
电话: 86 29 88861357
传真: 86 29 88861355
邮编: 710068

南京办事处

南京市鼓楼区汉中路 2 号
金陵饭店亚太商务楼 8 层
电话: 86 25 66102588
传真: 86 25 66102641
邮编: 210005

苏州办事处

苏州市工业园区苏华路一号
世纪金融大厦 1611 室
电话: 86 512 62532023
传真: 86 512 62887307
邮编: 215021

武汉办事处

武汉市武昌区中南路 99 号
武汉保利广场 18 楼 A 座
电话: 86 27 87119188
传真: 86 27 87119177
邮编: 430071

上海MSD办事处

上海市虹口区欧阳路 196 号
26 号楼一楼 J+H 单元
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200083

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

个性化视图为您提供最适合自己的信息!



www.axiestandard.org

AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA 标准扩展到通用测试半导体测试领域。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。



www.lxistandard.org

局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。是德科技是 LXI 联盟的创始成员。



www.pxia.org

PCI 扩展仪器 (PXI) 模块化仪器提供坚固耐用、基于 PC 的高性能测量与自动化系统。



3 年保修

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

是德科技卓越的产品可靠性和广泛的 3 年保修服务完美结合, 从另一途径帮助您实现业务目标: 增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



www.keysight.com/go/quality

是德科技公司

DEKRA 认证 ISO 9001:2015

质量管理体系

USB Type-C™ and USB-C™ are trademarks of USB Implementers Forum.

www.keysight.com/find/usb



本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

© Keysight Technologies, 2016

Published in USA, April 26, 2016

出版号: 5992-1394CHCN

www.keysight.com