
HSIC 简介

作者: <i>Andrew Rogers</i> <i>Microchip Technology Inc.</i>
--

简介

高速芯片间 (High-Speed Inter-Chip, HSIC) 接口是一个双信号、源同步接口, 能够以 480 Mbps 的速率提供 USB 高速数据传输。数据传输使用的主机驱动程序与传统 USB 拓扑完全兼容。该格式不支持全速 (Full-Speed, FS) 和低速 (Low-Speed, LS) 模式, 但具有 HSIC 的集线器可提供 FS 和 LS 支持。HSIC 的最重要特性如下:

- 仅在物理层上与 USB 不同
- 仅支持高速数据, 不支持 Chirp (啁啾) 协议
- 源同步串行数据传输
- 不支持热插拔, 接口始终处于连接状态
- 1.2V 信号电平, 专为标准 LVCMOS 电平下的低功耗应用而设计
- 最大走线长度为 10 cm

本文档包含以下主题:

- [第2页的 HSIC 信号](#)
- [第4页的 HSIC 应用信息](#)

目标人群

本文档适用于熟悉 USB 协议和规范但对 HSIC 功能的了解有限的开发人员。本应用笔记的目的是使读者熟悉 HSIC, 并解答有关实现和测试 HSIC 应用的一些常见问题。

参考资料

使用本应用笔记时, 应参考以下文档。请咨询您的 Microchip 代表以获得这些文档。

- High-Speed Inter-Chip USB Electrical Specification, 版本 1.0
- Universal Serial Bus Specification, 版本 2.0

AN1602

HSIC 信号

表1详细介绍了HSIC的所有基本信号协议。连接/恢复和空闲/暂停等许多信号都是等效的。图1说明了连接序列（另见连接过程），而图2说明了复位序列。

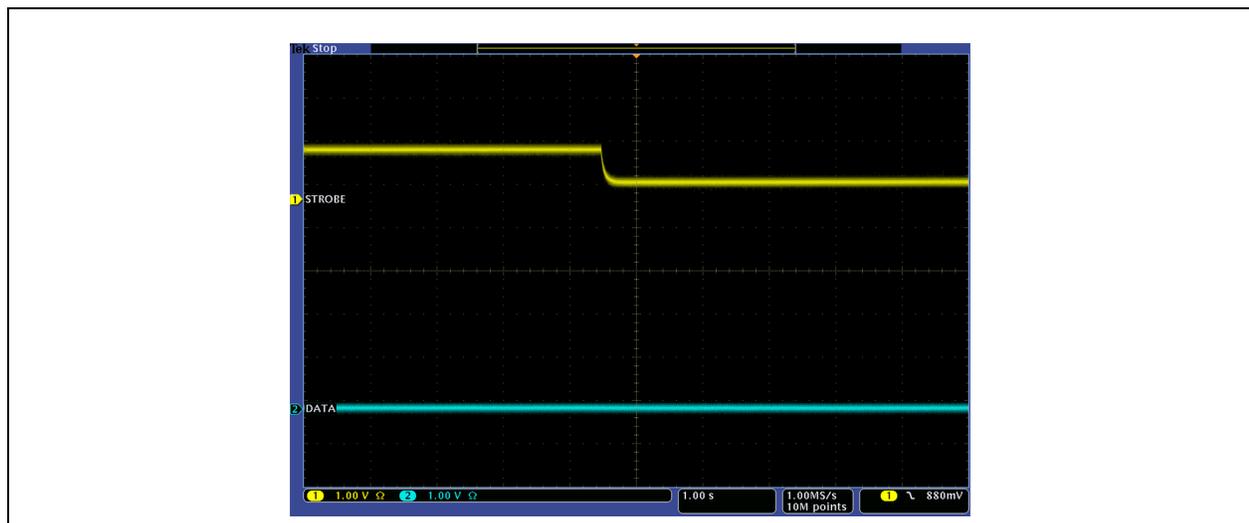
表1: HSIC 信号汇总

信号	选通	数据	说明
空闲	高电平	低电平	1个或多个选通周期
连接	低电平	高电平	2个选通周期
恢复	低电平	高电平	持续时间符合USB 2.0规范。可通过主机或外设来发出恢复信号。
暂停	高电平	低电平	与空闲状态相同
复位	低电平	低电平	符合USB 2.0规范

图1: 空闲/暂停切换到连接/恢复信号

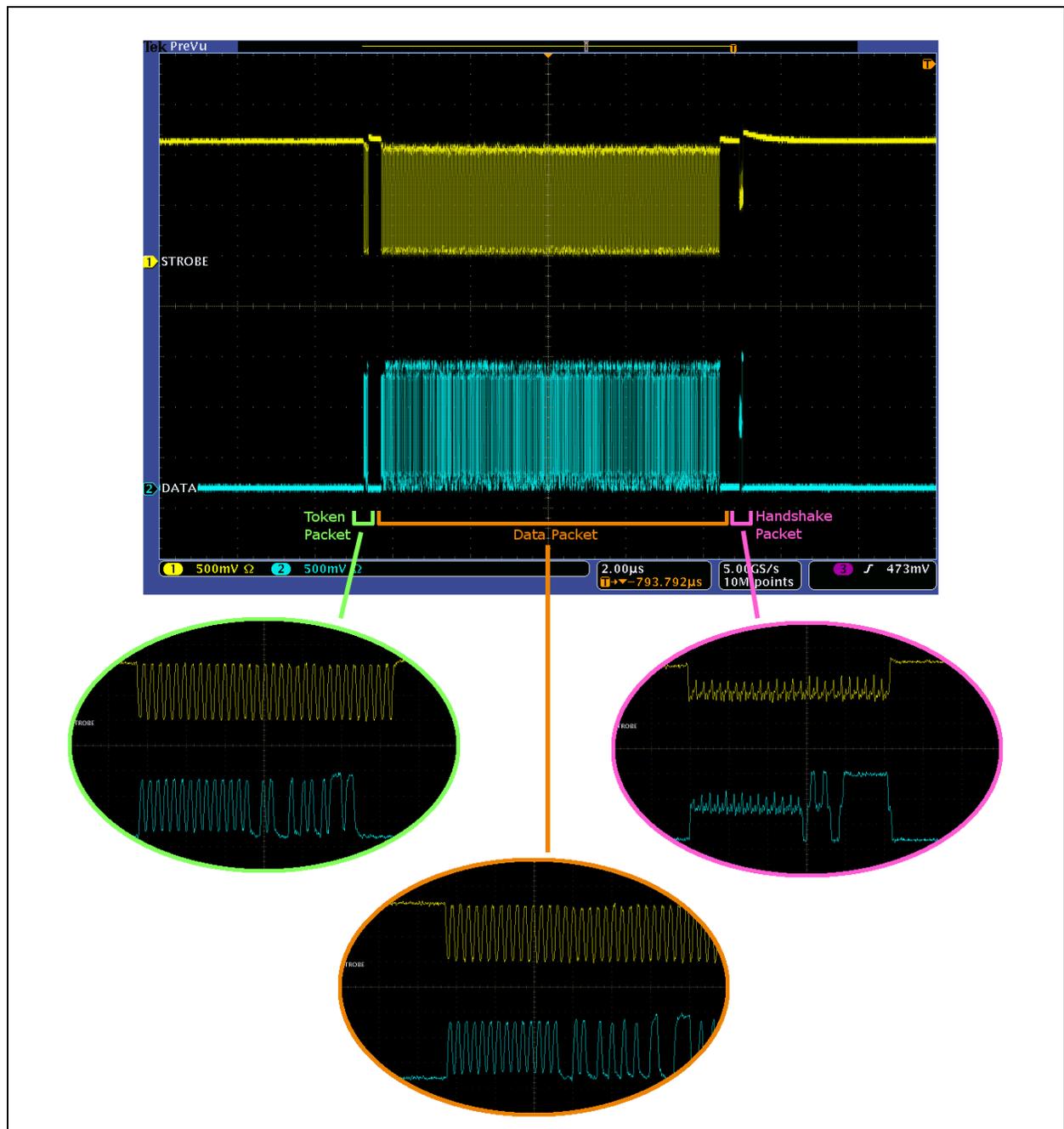


图2: 空闲/暂停切换到复位信号



STROBE和DATA线从空闲切换到空闲结束时，数据信号开始发送。空闲结束定义为STROBE从高电平切换为低电平而DATA处于低电平的状态。图3给出了从主机到设备的数据传输示例。

图3: 数据包从主机传输到设备



如图3所示，通过HSIC在主机和设备之间实现的数据事务的协议与USB基本相同。主要区别在于，所有信息均通过一条数据线发送，选通信号在采样接收到的数据信号时进行通信。HSIC使用双倍数据速率（Double Data Rate, DDR）信号，在选通信号的上升沿和下降沿都会对数据进行采样。选通信号以240 MHz频率振荡，可提供480 Mbps的总数据速率。

注： 探测HSIC信号部分介绍了握手包中出现的失真。

HSIC应用信息

对于硬接线的芯片间应用，HSIC与USB相比具有诸多显著优势。HSIC是全数字标准，因此不需要模拟前端。没有模拟前端可减小芯片尺寸，因此可降低成本。由于简化的连接协议减少了所需的数字逻辑量，因此可进一步减小芯片尺寸。

HSIC标准本身未降低功耗，但去除模拟前端可降低设计的功耗，尤其是因为模拟电路不必与数字电路一一对应，因此可减小制程尺寸。当置于暂停状态时，HSIC的功耗特别低。暂停期间，STROBE或DATA线上不消耗电流。相比之下，标准USB在暂停时会通过1.5 k Ω 上拉电阻在D+上至少消耗200 μ A电流。

由于HSIC与USB仅在物理层上有所不同，因此从USB移植到HSIC与切换到全新标准不一样。这表示，现有USB软件堆栈和USB协议知识库可快速切换到HSIC。

本文的其余章节讨论了一些更深入的主题，旨在帮助用户排除故障并解答常见的HSIC应用问题。

HSIC数据采样

借助标准USB，每个数据包均以同步模式开始，从而使接收器时钟与传入数据阶段同步。然后，根据同步模式对D+/D-信号的差分信号进行采样。HSIC使用一条单独的STROBE线来通知接收器何时采样传入数据。HSIC DATA信号在STROBE信号的上升沿和下降沿采样。如果STROBE和DATA信号由于任何原因发生偏移，则采样数据可能会损坏。HSIC电气规范将最大允许偏移定义为15 ps。

为确保偏移不会产生影响，设计必须遵守以下要求：

- HSIC走线必须尽可能短，且长度不得超过10 cm。
- DATA和STROBE走线的长度必须相等。
- DATA和STROBE走线应连接至50 Ω 单端阻抗。

为说明实际可能的偏移量，图4显示了通过长度相等的HSIC从主机发送到设备的测试数据包的开头。图5显示了通过比DATA走线长约10 cm的STROBE走线从同一主机发送的相同数据包。产生的偏移大约为0.5 ns。这是一个极端示例，但结果表明，即使少量的长度不匹配也可能导致违反HSIC规范。

图4: 相等的HSIC走线长度

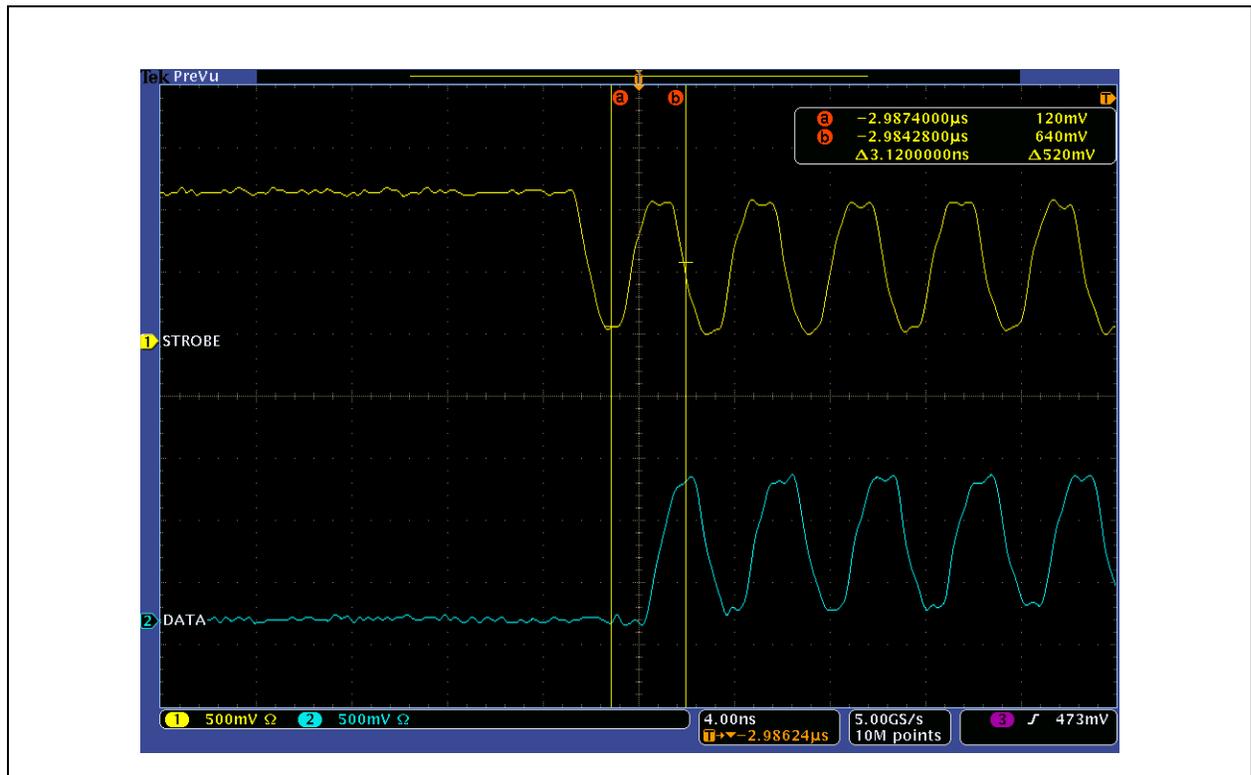
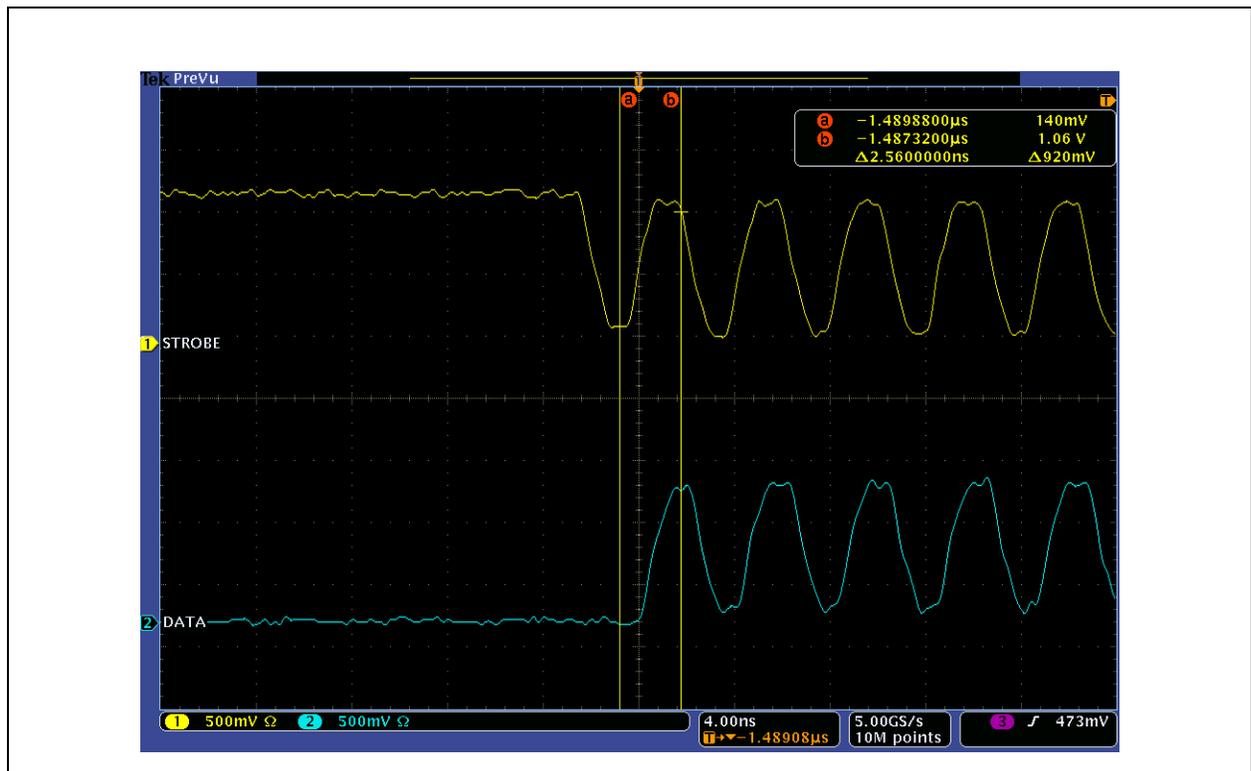


图5: STROBE走线比DATA走线长10 CM



探测HSIC信号

尝试探测HSIC线时，在单端性质和信号端接的差异方面存在一些难点。将连接示波器的差分探头置于发送器侧或接收器侧，就可以很轻松地监视和解密标准USB信号。而HSIC信号更敏感，在尝试探测时必须考虑传输线理论。

比较推荐的做法是，在要观察的信号源的相反一侧进行探测。例如，如果希望观察来自设备的信号，则将探头置于主机侧的端子上。如果希望观察来自主机的信号，则将探头置于设备侧的端子上。

如果在设备侧探测来自设备的信号，信号会失真。原因可能是信号自身反射引起的干扰。可以在走线的中间位置进行探测，但结果通常不如从一侧探测干净。理想的解决方案是从两端同时进行探测。串行协议分析器能够在两个方向上准确采样信号，但10 cm的走线长度限制让这种方案变得不切实际。

为说明在不同点进行探测的效果，在通过HSIC连接到集线器的主机上生成了一个测试数据包。图6显示了从集线器侧探测到的干净信号。图7显示了从主机侧探测到的失真信号。

图6： 在设备/集线器侧端子上探测到的信号

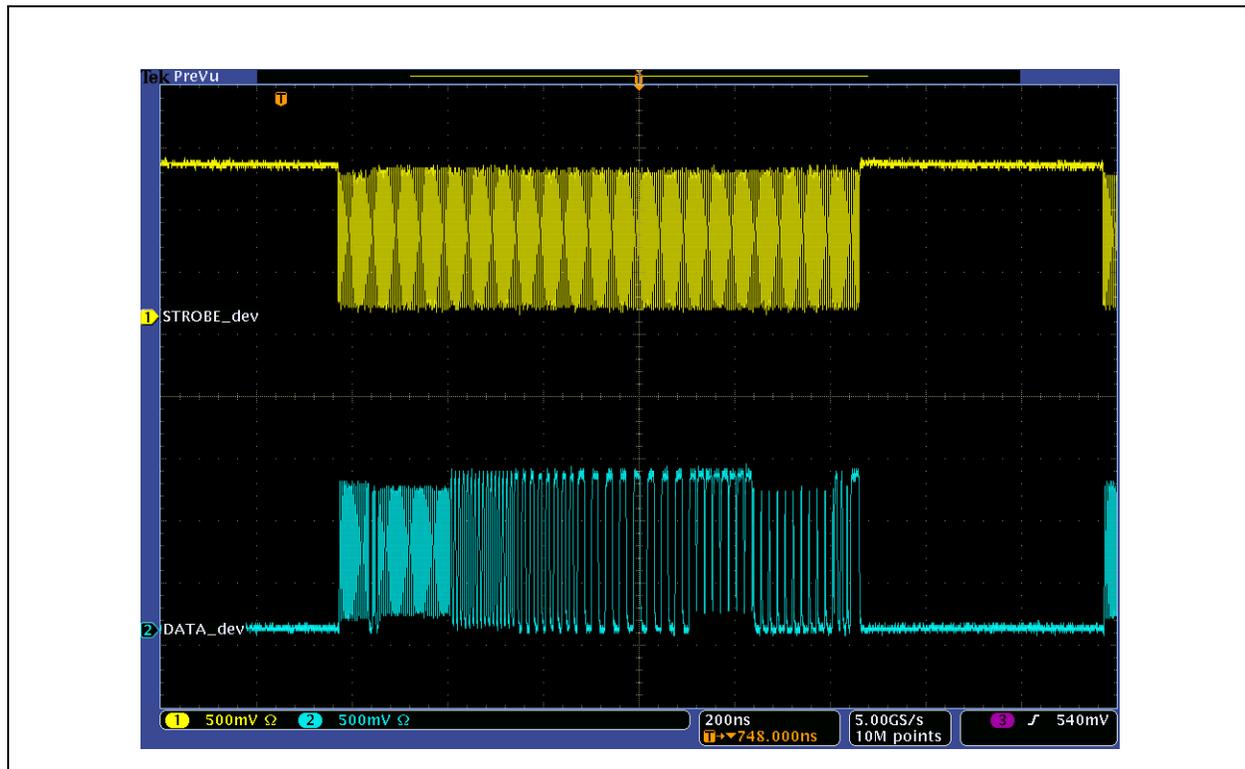
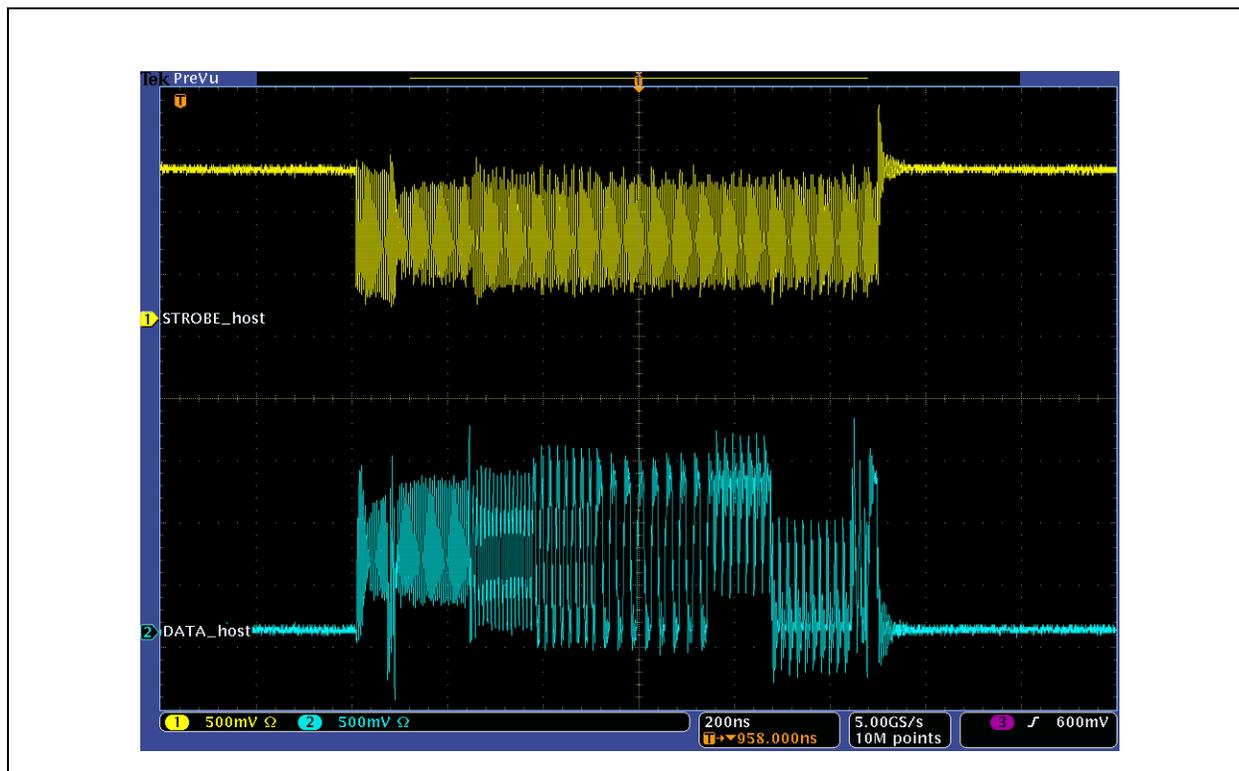


图7: 在主机侧端子上探测到的信号



连接过程

要想排查涉及HSIC连接的某些问题，就必须了解连接过程。HSIC接口的结构允许主机或外设以任意顺序上电。为避免检测到错误连接，主机、集线器和外设必须确保STROBE或DATA不会悬空为不确定的值（通常也称为三态）。下面给出了连接过程中的事件序列。

表2: 设备/集线器发现和连接序列

条件	下行主机/集线器操作	上行设备/集线器操作
上电，禁止HSIC	必须将STROBE和DATA线置为有效，以提供逻辑0状态	无信号置为有效
上电，使能HSIC	呈空闲总线状态并监视连接总线状态	监视STROBE和DATA线的空闲总线状态
上电，使能HSIC，然后外设发送连接信号	收到连接总线状态后开始枚举	在检测到空闲状态时必须将连接总线状态置为有效

上一节中的图1显示了连接序列的示波器截图。此连接序列比USB连接序列简单得多，因为没有需要协商的速度。可通过非常简单的状态机来处理此序列，从而降低芯片尺寸的要求。

断开连接/重新连接和禁止/暂停

借助标准 USB，主机可通过监视 DP/DM 信号电压的幅值来确定下行端口是否已断开连接。如果电压超过断开电压阈值，则主机可以得出设备已断开的结论。HSIC 不支持断开连接协议，因为它的初衷是通过硬接线始终保持连接状态。但是，仍然有可能出现下行设备看似已断开连接的情况，必须小心确保主机不会永久失去与设备的连接。

可能会出现这种明显的断开连接或“僵持”现象，因为当总线未使用时，主机始终保持空闲状态，并且从信号的角度来看，空闲状态与暂停状态相同。主机无法了解下行设备是否掉电或断开连接，也无法了解其何时断电或断开连接。由于暂停信号与空闲信号相同，因此有可能达到这样一种状态：下行设备认为自己已被暂停而上行主机认为没有下行设备并无限期等待连接信号到达。如果上行主机禁止了端口而设备认为自己被暂停，则可能会发生类似的僵持情况。

如果主机和设备没有经历过掉电再上电或软复位，它们之间就不太可能发生这种情况。即使遇到这种问题，也必须以根据应用在链路或软件堆栈级别进行处理。可通过对软件堆栈进行编程来解决此问题，也可以在最初设计链路时就做好预防措施。或者，SoC 也可尝试在下行设备断开连接后通过以下一种方式来处理该设备：

- 复位 HSIC 集线器。随后会执行设备发现序列，并且重新建立连接。
- 对于 Microchip USB3613/USB3503/USB4604/USB4624 系列器件，SoC 可使用 VBUS_DET 引脚重新建立连接。将引脚下拉为低电平将暂停集线器，上拉为高电平则会唤醒集线器。

附录 A: 应用笔记版本历史

表A-1: 版本历史

版本与日期	节/图/条目	修正
DS00001602B (06-08-15)	断开连接/重新连接和禁止/ 暂停	更新了最后一个项目符号中的部件编号列表。
DS00001602A (11-26-13)	全部	初始版本

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTrackr、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Liberio、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICTail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2020, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-5887-6

全球销售及及服务网点

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

澳大利亚 **Australia - Sydney**
Tel: 61-2-9868-6733

印度 **India - Bangalore**
Tel: 91-80-3090-4444

印度 **India - New Delhi**
Tel: 91-11-4160-8631

印度 **India - Pune**
Tel: 91-20-4121-0141

日本 **Japan - Osaka**
Tel: 81-6-6152-7160

日本 **Japan - Tokyo**
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 **Korea - Daegu**
Tel: 82-53-744-4301

韩国 **Korea - Seoul**
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚
Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

马来西亚 **Malaysia - Penang**
Tel: 60-4-227-8870

菲律宾 **Philippines - Manila**
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 **Singapore**
Tel: 65-6334-8870

泰国 **Thailand - Bangkok**
Tel: 66-2-694-1351

越南 **Vietnam - Ho Chi Minh**
Tel: 84-28-5448-2100

欧洲

奥地利 **Austria - Wels**
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦
Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

芬兰 **Finland - Espoo**
Tel: 358-9-4520-820

法国 **France - Paris**
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 **Germany - Garching**
Tel: 49-8931-9700

德国 **Germany - Haan**
Tel: 49-2129-3766400

德国 **Germany - Heilbronn**
Tel: 49-7131-72400

德国 **Germany - Karlsruhe**
Tel: 49-721-625370

德国 **Germany - Munich**
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 **Germany - Rosenheim**
Tel: 49-8031-354-560

以色列 **Israel - Ra'anana**
Tel: 972-9-744-7705

意大利 **Italy - Milan**
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 **Italy - Padova**
Tel: 39-049-7625286

荷兰 **Netherlands - Drunen**
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 **Norway - Trondheim**
Tel: 47-7288-4388

波兰 **Poland - Warsaw**
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚
Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 **Spain - Madrid**
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 **Sweden - Gothenberg**
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 **Sweden - Stockholm**
Tel: 46-8-5090-4654

英国 **UK - Wokingham**
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820