

创造性的 MIPI D-PHY Rx 验证解决方案

NXP 半导体怎样使用泰克发射机测试应用
校准接收机测试设置

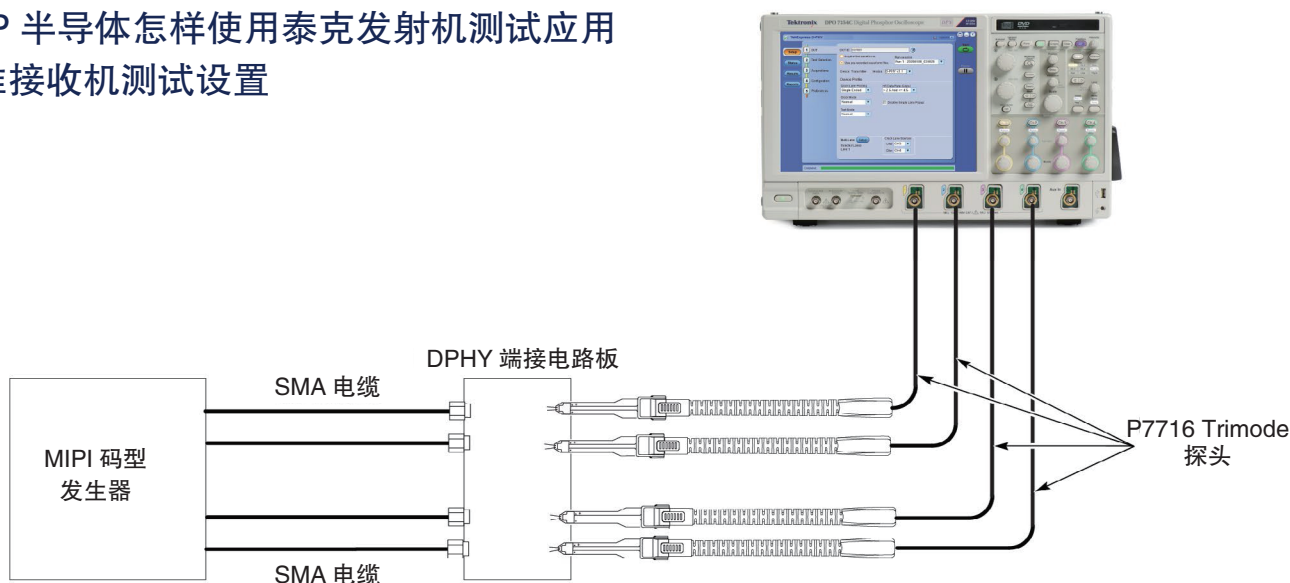


图 1. NXP 采用泰克自动 D-PHY 发射机测试系统，校准接收机测试使用的码型发生器和线缆。该系统包括 DPO71604C 示波器及 TekExpress D-PHY 1.2 自动一致性测试应用和 4 只 P7716 TriMode 探头。

挑战

作为嵌入式应用中安全连接和基础设施的领导者，NXP 半导体正在推动各个领域的创新发展，包括汽车系统，其中采用 MIPI D-PHY 作为接口，连接整合雷达收发机的 RF MMICs。

随着多媒体处理器开发中越来越多地采用 MIPI D-PHY，验证 IC 设计上的 MIPI D-PHY 接收机 (Rx) 极具挑战性。D-PHY 通常有 4 条数据通路，外加一条时钟通路。覆盖所有必要通路的一种典型方法，是使用一台多通道任意波形发生器 (AWG) 或多台单通道任意波形发生器。精密 AWGs 非常准确，非常灵活，但价格也非常高。还可以使用一台码型发生器，能够通过 4 条通路同时发送数据，而且价格一般要低于 AWG。但是，成本较低的码型发生器要求手动校准幅度和定时。

解决方案

NXP 半导体高级工程师 Narender Singh 开发了一种创新方法，采用泰克示波器的 D-PHY 发射机 (Tx) 应用，准确高效地校准 D-PHY 接收机验证中使用的码型发生器。

这种方法之所以能够实现，是因为使用 D-PHY Tx 应用执行的所有测量都与 D-PHY Rx 验证框架中运行的参数直接相关。换句话说，使用 D-PHY Tx 应用测量的 D-PHY 码型发生器信号就是 D-PHY Rx DUT 上实际应用的信号。

通过使用 D-PHY Tx 应用进行 D-PHY Rx 校准，NXP 可以单独生成每条通路的眼图，并根据需要把它们存储在报告中。他们还可以测量码型发生器中的各种确定性电压特点，包括：

- 差分幅度
- 幅度不匹配
- HS-Zero
- HS-Trail
- HSUI 容限
- LP 电压 (最小值 / 最大值)

此外，耗时的测量如 HS 模式下的静态抖动和动态抖动，也可以使用 D-PHY Tx 应用进行校准。

系统配置

NXP 半导体采用了泰克自动 D-PHY Tx 测试应用，这是在泰克示波器上运行的一种独立式应用，用来校准 D-PHY Rx 验证使用的码型发生器。图 1 (第 1 页) 显示了 NXP 在这一设置中所作的连接。这个系统中使用的仪器有：

- DPO71604C 16 GHz 示波器
- P7716 16 GHz TriMode 探头及 P77STFLXA 探头尖端
- DPHY 1.2 T 自动 Tx 测试应用

必需指出，码型发生器与 DUT 之间的任何连接都应反嵌，校准设置的连接也必须反嵌。为了获得完美校准的系统，必须考虑所有设置损耗。

泰克自动 D-PHY 测试应用配置成用实测值测量 NXP 要校准的参数。在完成校准连接后，NXP 使用码型发生器及测试应用和确定的测试参数运行测试。在测试完成后，自动测试应用会生成一份报告，

D-PHY Tx 应用使用起来相当简便直观。尽管该应用是为 D-PHY 发射机测试设计的，但我可以使用它成功地校准接收机测试设置。

Narender Singh, NXP 高级工程师

列明码型发生器测试设置的实测值。

图 2 中的截图显示了部分测试报告，以说明泰克自动 D-PHY 测试应用测量的部分参数。码型发生器上配置的差分输出电压 (VOD) 为 200 mV，测试 1.3.4 中测得的 VODs 为 189mV 和 -197mV。然后，NXP 可以在 Rx 验证结果中作出 10–12 mV 校正。

Test Name Summary Table		
Test Name	Result	Measurement Data
1.3.1 Data Lane HS Entry: Data Lane TLPX Value	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS Entry: Data Lane TLPX Value (ns) : 83.486ns
1.3.2 Data Lane HS Entry: THS-PREPARE Value	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS Entry: THS-PREPARE Value (ns) : 63.571ns
1.3.3 Data Lane HS Entry: THS-PREPARE + THS-ZERO Value	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS Entry: THS-PREPARE + THS-ZERO Value = Value1 + Value2*UI (ns) : 213.198ns
1.3.4 Data Lane HS-TX Differential Voltages (VOD(0), VOD(1))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane VOD(1)(mV) : 189.855mV Data Lane VOD(0)(mV) : -197.104mV
1.3.5 Data Lane HS-TX Differential Voltage Mismatch (VOD)	Pass	<ul style="list-style-type: none"> VOD(mV) : 7.25mV
1.3.6 Data Lane HS-TX Single-Ended Output High Voltages (VOHHS(DP), VOHHS(DN))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS-TX Single-Ended Output High Voltage (VOHHS(DP))(mV) : 289.91mV Data Lane HS-TX Single-Ended Output High Voltage (VOHHS(DN))(mV) : 293.294mV
1.3.7 Data Lane HS-TX Static Common-Mode Voltages (VCMTX(1), VCMTX(0))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS-TX Static Common-Mode Voltage VCMTX(0)(mV) : 191.511mV Data Lane HS-TX Static Common-Mode Voltage VCMTX(1)(mV) : 199.655mV
1.3.8 Data Lane HS-TX Static Common-Mode Voltage Mismatch (VCMTX(1,0))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS-TX Static Common-Mode Voltage Mismatch (VCMTX(1,0))(mV) : -4.072mV
1.3.9 Data Lane HS-TX Dynamic Common-Level Variations Between 50-450 MHz (VCMTX(LF))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS-TX Dynamic Common-Level Variations(VCMTX(LF))(mV) : 8.21mV
1.3.10 Data Lane HS-TX Dynamic Common-Level Variations Above 450MHz (VCMTX(HF))	Pass	<ul style="list-style-type: none"> Data Lane HS-TX Dynamic Common-Level Variations(VCMTX(HF))(mV) : 8.101mV

图 2. 测试报告实例，说明使用泰克自动 D-PHY 测试应用测量的参数。

图 3a 和图 3b 显示了 D-PHY Tx 示波器应用在 2.5G 数据速率下生成的建立时间 / 保持时间测量及眼图。这个眼图和测量用来校准 Rx 设置。在本例中，测量中显示的值与码型发生器上的配置值紧密匹配。在 NXP 遇到码型发生器上的实测值和配置值不符时，他们将使用这些测量生成一个查阅表，然后可以在 D-PHY Rx 验证中使用这个表。

注意图 3a 怎样记录所有数据与时钟时滞参数。后面可以使用这些参数进行 Rx 验证。在本例中以 2.5G 速率进行校准，但也可以在 Rx DUT 的任意数据速率下完成校准。图 3b 是使用泰克 D-PHY Tx 示波器应用捕获的 2.5G 实例的眼图，用来确定 Rx 验证设置的眼图质量。

1.5.4 Data to Clock Skew (TSKEW(TX))								
Lane	Measurement Details	Measured Value	Units	Test Result	Margin	Low Limit	High Limit	Additional Information
Lane1	Max Data to Clock Skew LTEQ 1Gbps = (Value1 +/- Value2) * UIINST (ns)	0.225	ns	Pass	L:0.085ns H:0.035ns	0.14	0.26	Min value = 0.148, Max value = 0.225, Region count = 20158.0
Lane1	Min Data to Clock Skew LTEQ 1Gbps = (Value1 +/- Value2) * UIINST (ns)	0.148	ns	Pass	L:0.008ns H:0.112ns	0.14	0.26	N.A
Lane1	Mean Data to Clock Skew LTEQ 1Gbps = (Value1 +/- Value2) * UIINST (ns)	0.188	ns	Pass	L:0.048ns H:0.072ns	0.14	0.26	N.A
COMMENTS		Computed UI value(ns):0.4						

图 3a. 2.5G 数据速率下数据与时钟时滞测量。

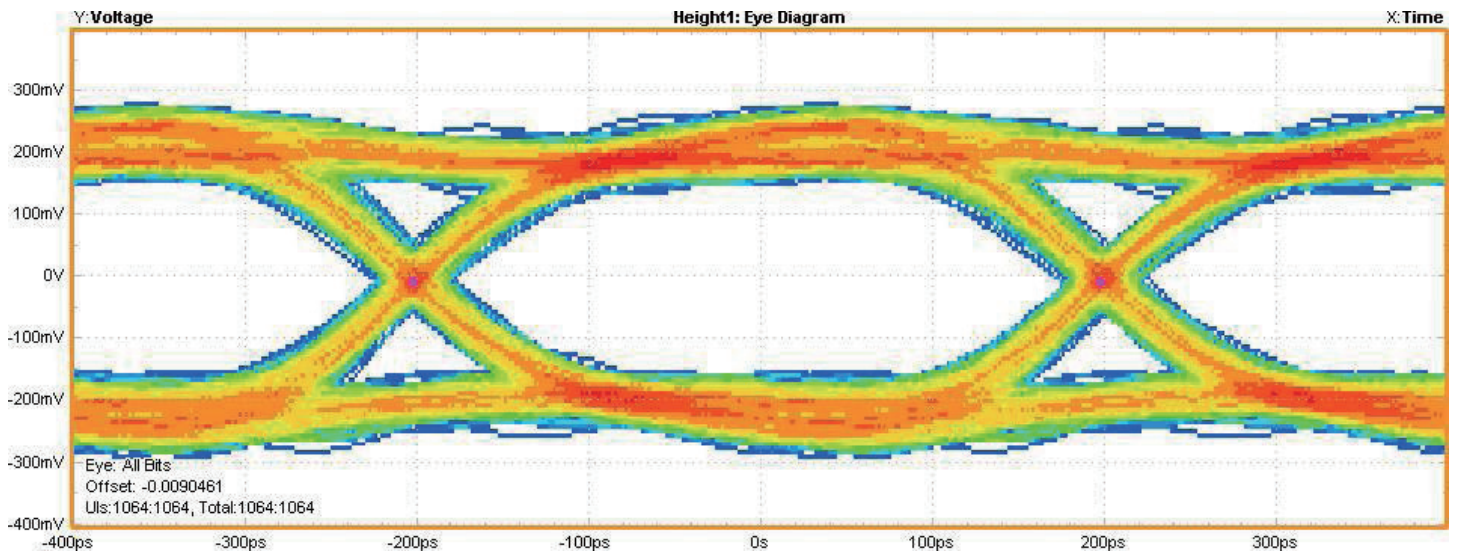


图 3b. 2.5G 数据速率下的眼图。这个眼图和图 3a 中的测量均为使用泰克 D-PHY 1.2 自动发射机测试软件校准 Rx 设置后的数据。

总结

通过使用泰克自动 D-PHY Tx 测试示波器应用，NXP 半导体能够准确高效地校准 D-PHY Rx 验证使用的码型发生器。这一解决方案在其开发尖端汽车处理器的长期创新中发挥着至关重要的作用。

如需进一步信息

泰克维护着一个完善的且不断扩大的资料库，包括应用指南、技术简介及其他资源，帮助工程师开发各种尖端技术。敬请访问 <https://www.tek.com.cn/>，或致电 400-820-5835。

©2021 年泰克科技公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发和正在申请的美国及外国专利保护。本资料中的信息代替此前出版的所有资料中的相关信息。本资料中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。Tektronix 和 TEK 是泰克科技公司的注册商标。本资料中提到的所有其他商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

03/21 SBG 48C-73780-0

