

Application Note

使用 **DS90LV047-48EVM** 采集 **DisplayPort AUX** 通道



Harry Shin

摘要

DisplayPort 接口有一个辅助 (AUX) 通道，用于在 DisplayPort 发送端和 DisplayPort 接收端之间进行双向通信。DP 链路训练可使用该 AUX 通道来优化通道配置。本应用说明介绍了如何在链路训练期间监控 DisplayPort AUX 通道。通过提取离散 AUX 事务，有助于了解 DisplayPort 接收端和发送端之间的链路训练序列和行为。

内容

1 简介.....2

2 DisplayPort 链路训练序列.....3

3 AUX 事务语法.....5

 3.1 AUX 事务的请求命令定义.....5

 3.2 AUX 事务的回复命令定义.....5

4 DS90LV047-48AEVM 简介.....6

5 使用 DS90LV047-48AEVM 和逻辑分析仪测量 AUX 通道的配置.....7

6 总结.....9

7 参考资料.....10

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

DisplayPort 辅助 (AUX) 通道是由一个差分对组成的半双工双向通道，如图 1-1 所示。此通道支持约 1Mbps 或 FAUX 模式下的 675Mbps。

在交流耦合电容器与器件连接器之间，DisplayPort 上游器件通过 10KΩ-105KΩ 电阻器将 AUX+ 线路弱下拉至 GND，同时将 AUX- 线路弱上拉至 DP_PWR。这种设计有助于 DisplayPort 上游器件在下游器件连接时对其进行检测。连接两个器件时，AUX+ 线路直流电压变为低电平。此信号指示 DisplayPort 上游器件检测到下游器件已连接。

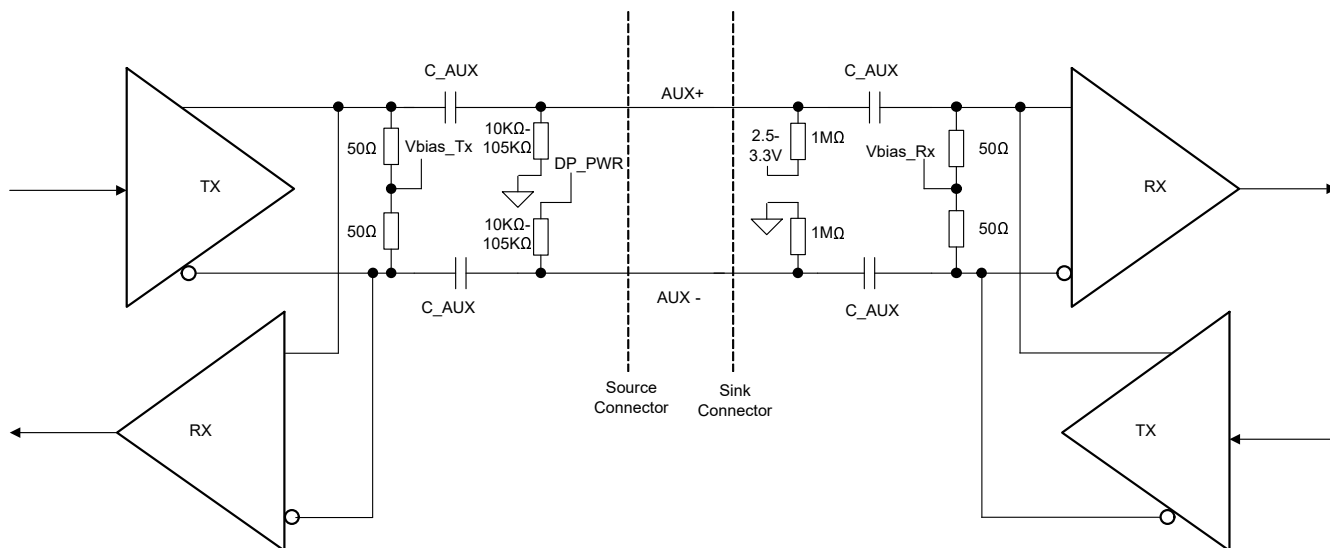


图 1-1. AUX 通道差分对

AUX 通道规范支持 1Mbps 下的曼彻斯特 II 代码事务。图 1-2 是一个曼彻斯特编码示例。

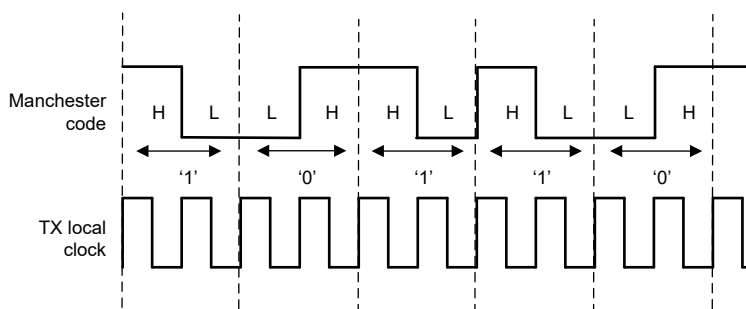


图 1-2. 曼彻斯特 II 编码

2 DisplayPort 链路训练序列

DP 链路训练序列包含时钟恢复、通道均衡和符号锁定三个阶段。这些序列的状态信息将通过接收端器件的 DPCD (DisplayPort 配置数据) 进行上报，具体地址为 0x00202h/0x00203h，如表 2-1 所示。

表 2-1. 链路训练序列的 DPCD 地址

	0x00202	0x00203
bit7	保留，读数为 0。	保留，读数为 0。
bit6	LANE1_SYMBOL_LOCKED	LANE3_SYMBOL_LOCKED
bit5	LANE1_CHANNEL_EQ_DONE	LANE3_CHANNEL_EQ_DONE
bit4	LANE1_CR_DONE	LANE3_CR_DONE
bit3	保留，读数为 0。	保留，读数为 0。
bit2	LANE0_SYMBOL_LOCKED	LANE2_SYMBOL_LOCKED
bit1	LANE0_CHANNEL_EQ_DONE	LANE2_CHANNEL_EQ_DONE
bit0	LANE0_CR_DONE	LANE2_CR_DONE

在链路训练过程中，源端器件会通过访问接收端器件的 DPCD (DisplayPort 配置数据)，获取接收端的功能信息，如支持的 DP 版本、最高链路速率及通道数等。整个训练过程中，上下游器件间的链路训练状态或配置均通过 DisplayPort AUX 通道完成。请注意，具体配置在不同的 DisplayPort 规范中可能有所不同。

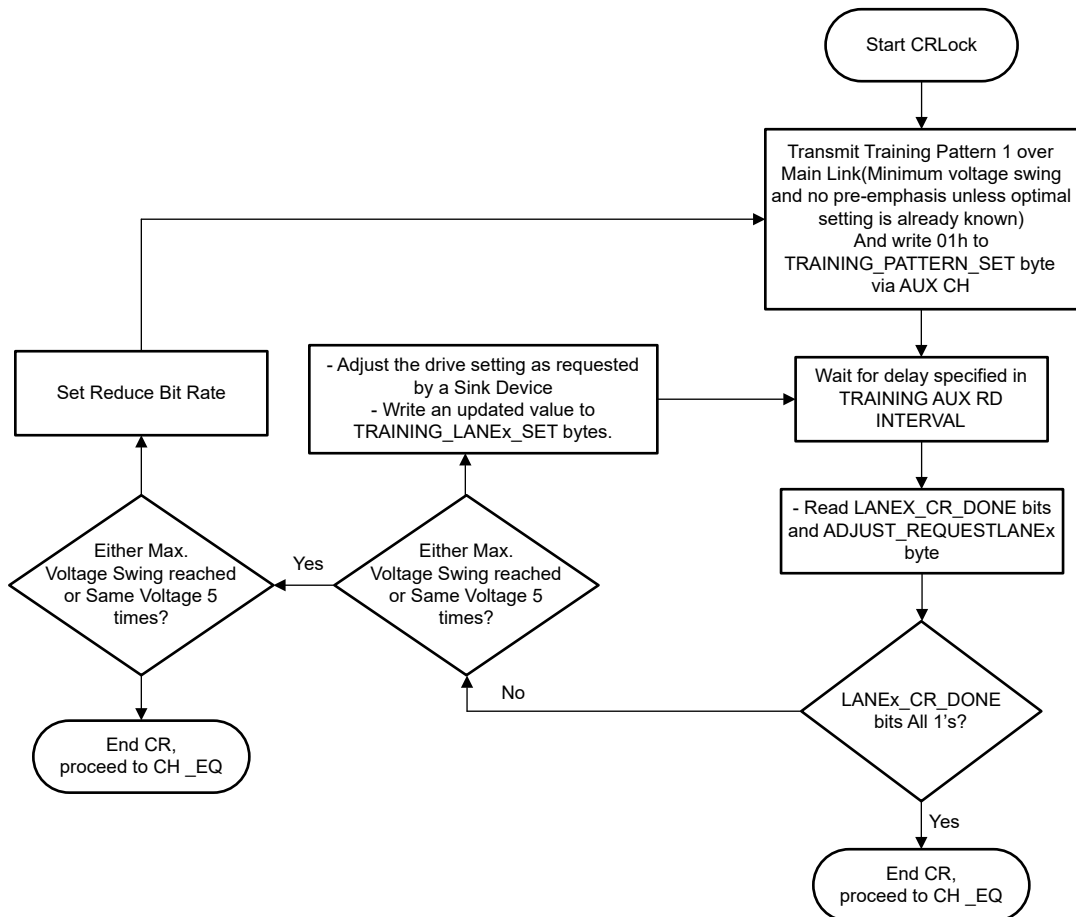


图 2-1. 链路训练的时钟恢复序列

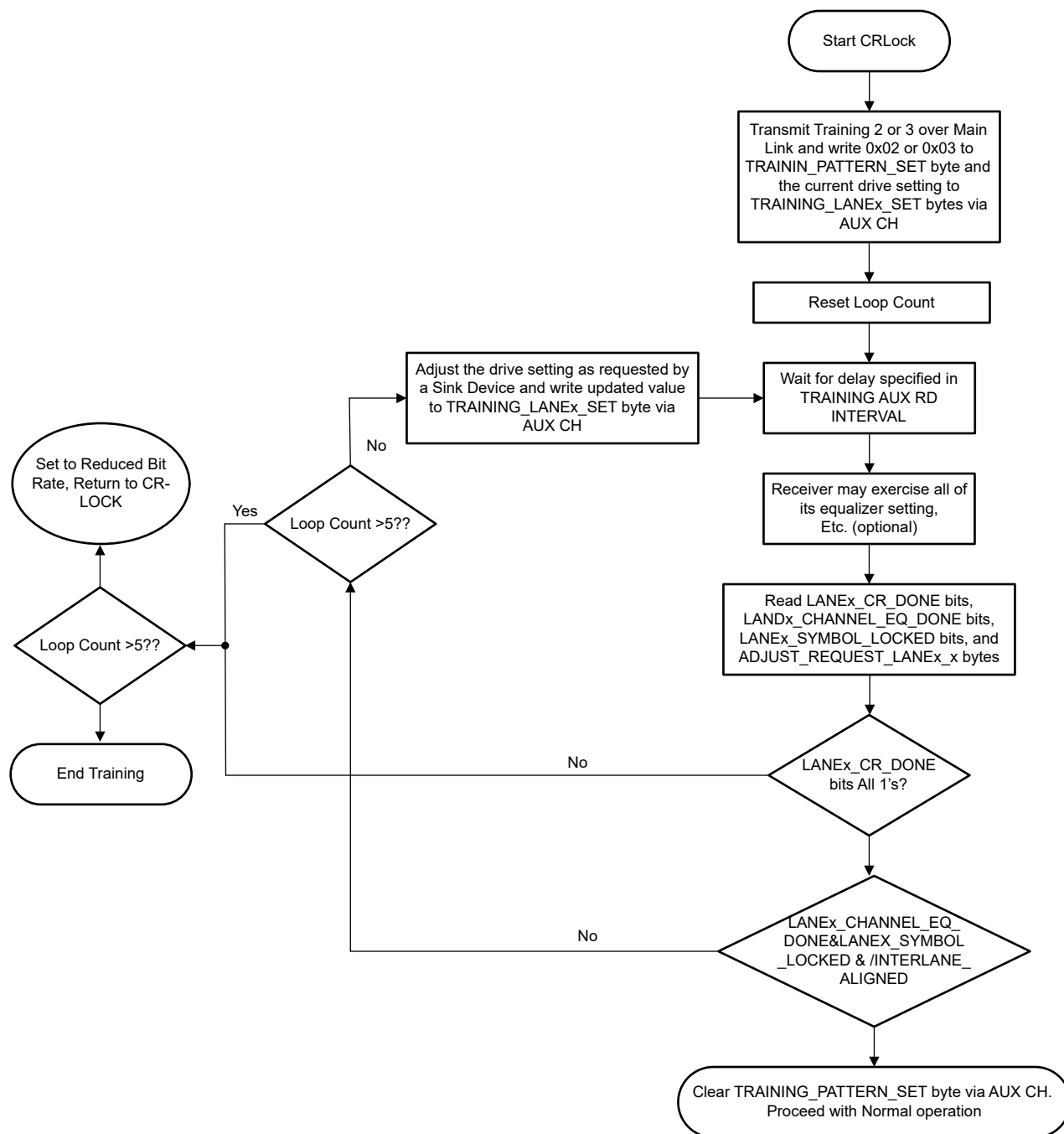


图 2-2. 链路训练的通道均衡序列

3 AUX 事务语法

曼彻斯特格式下的 AUX 事务语法采用 1Mbps 速率。有两种事务类型，如下所示。

1. 本机 AUX 事务。
2. 基于 AUX 的 I2C 事务。

AUX 事务必须以前导码 **SYNC** 开始，以便确保请求方与应答方同步，并且必须以 **STOP** 条件结束。AUX 事务由命令、地址和数据组成。

3.1 AUX 事务的请求命令定义

第 3 位 = 本机 AUX 事务或基于 AUX 的 I2C 事务。

1b'1 = DisplayPort 事务。

1b'0 = I2C 事务。

- 当第 3 位 = 1 时 (本机 AUX 事务) 。
- 第 2:0 位 = 请求类型。
 - 000 = 写入
 - 001 = 读取
- 当第 3 位 = 0 时 (基于 AUX 的 I2C 事务) 。
- 第 2 位 = MOT (事务中段) 位。
- 第 1:0 位 = I2C 命令。
- 00 = 写入。
- 01 = 读取。
- 10 = 写入状态更新请求。
- 11 = 保留。

3.2 AUX 事务的回复命令定义

第 1:0 位 = 本机 AUX 事务回复字段。

- 00 = AUX_ACK。
- 01 = AUX_NACK。
- 10 = AUX_DEFER。
- 11 = 保留。

第 3:2 位 = 基于 AUX 的 I2C 事务回复字段。

- 00 = I2C ACK。
- 01 = I2C NACK。
- 10 = I2C DEFER。

11 = 保留

4 DS90LV047-48AEVM 简介

DS90LV048 器件是一款差分线路接收器，支持高达 200MHz 的带宽。该器件可帮助将 AUX 差分信号转换为单端信号，以便轻松采集事务。DS90LV047-48AEVM 如图 4-1 所示。

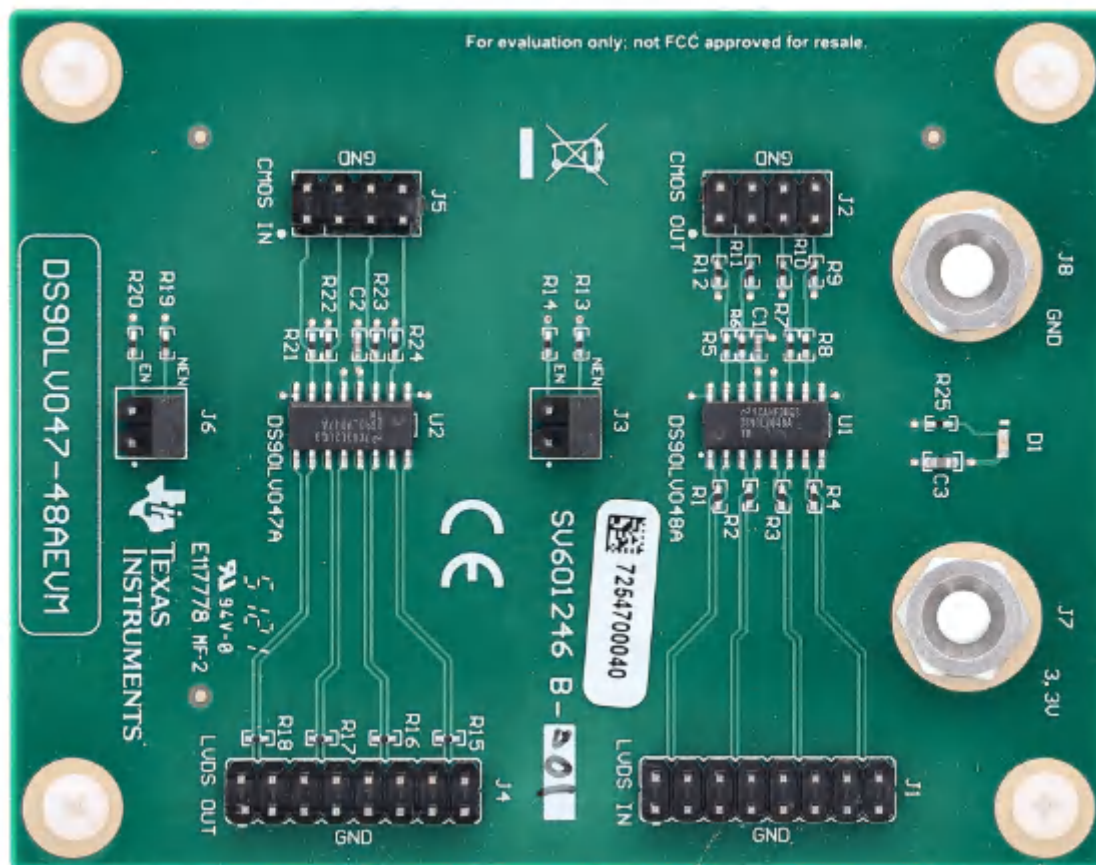


图 4-1. DS90LV047-48AEVM

5 使用 DS90LV047-48AEVM 和逻辑分析仪测量 AUX 通道的配置

图 5-1 展示了用于测量 AUX 事务的硬件配置。此设置包含 DS90LV048A-EVM 和用于采集波形的逻辑分析仪。

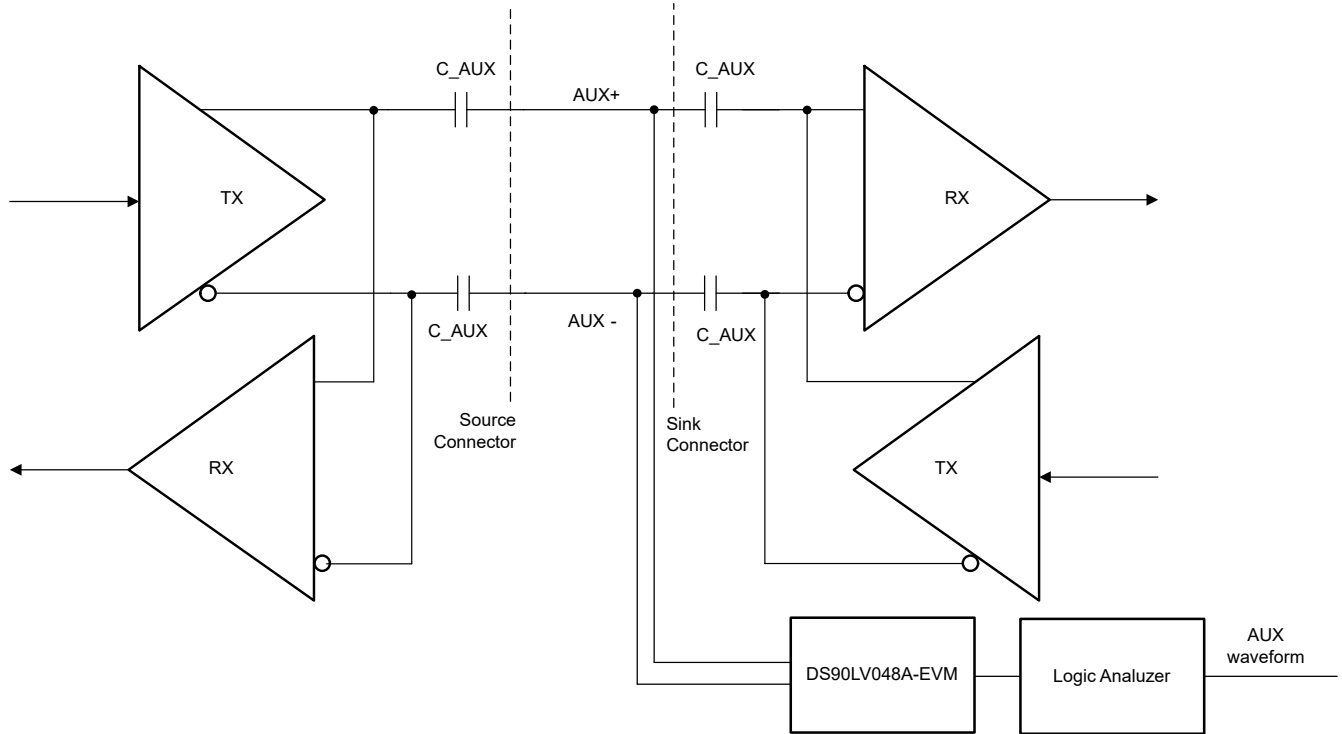


图 5-1. 使用 DS90LV048A-EVM 测量 AUX 事务的示意图

使用示波器测量的波形如图 5-2 所示。示波器无法进行长时间测量，也难以准确采集波形。

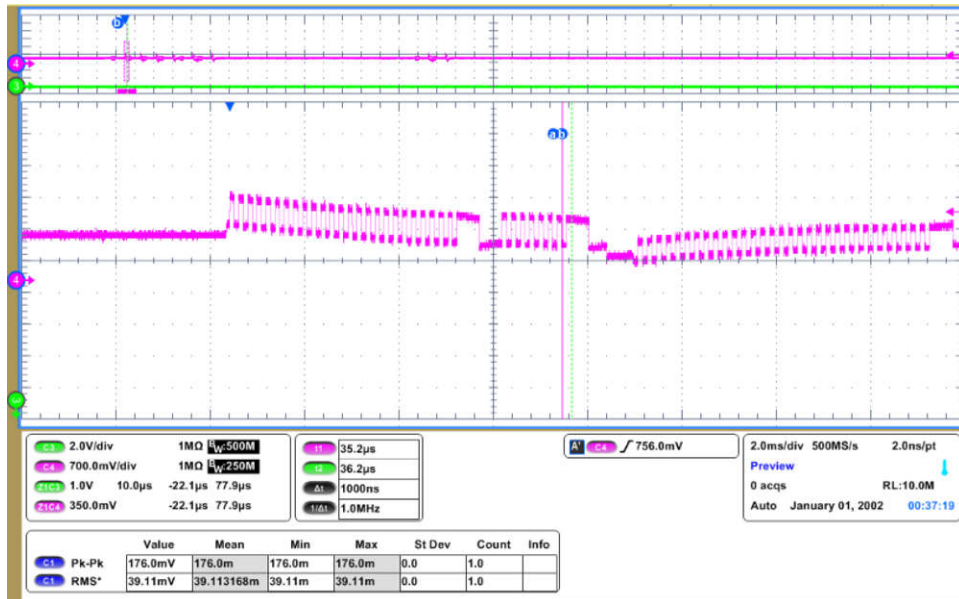


图 5-2. 示波器采集的 AUX 波形

图 5-3 显示了来自逻辑分析仪的测量结果。逻辑分析仪采集结果显示，长时间测量结果具有更优的可视化效果，可提升 AUX 事务分析效率。

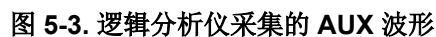


图 5-4. 具有扩展的逻辑分析仪采集的 AUX 波形

6 总结

DisplayPort 的辅助通道将其与 OLDI 或 HDMI 等其他显示接口区别开来，因为它支持 DisplayPort 源端和接收端器件之间的双向通信。这一特性具有优化的链路速率、电压摆幅及预加重电平，为 DP 链路训练情况带来了许多优势。但是，当不匹配或实现不当时，AUX 通道也可能在系统的 TX 和 RX 之间引起问题。本应用手册提供了一种验证 DisplayPort 链路训练 AUX 事务以进行调试的方法。

7 参考资料

- Vesa , [关于 DisplayPort - VESA - 显示行业的接口标准](#)。
- 德州仪器 (TI) , [DS90LV047-48AEVM 评估板](#)用户指南。
- Saleae 逻辑分析仪 [Saleae 逻辑分析仪](#)。
- GitHub , [GitHub - Alex-the-Smart/DPAUXAnalyzer](#) : 用于 Saleae 逻辑的 DisplayPort AUX 分析仪。
- Tektronix , [DPO7000](#) , 示波器。

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月