

SPI 总线简介

SPI 是串行外设接口 (Serial Peripheral Interface) 的缩写, 是一种高速、全双工、同步的通信总线, 并且在芯片的管脚上只占用四根线, 节约了芯片的管脚, 同时为 PCB 的布局上节省空间, 提供方便。其现已发展成为一种工业标准, 目前, 各半导体公司推出了大量的带有 SPI 接口的具有各种各样功能的芯片, 如 RAM, EEPROM, FlashROM, A / D (D / A) 转换器、LED 显示驱动器、I / O 接口芯片、实时时钟、UART 收发器等等, 为用户的外围扩展提供了极其灵活而经济的选择。这也使得对 SPI 信号的测试分析需求更加广泛。

SPI 总线包含四种输出方式 (SPI0, SPI1, SPI2, SPI3), SPI0 和 SPI3 方式比较常用。SPI 模块为了和外设进行数据交换, 根据外设工作要求, 其输出串行同步时钟极性和相位可以进行配置, 时钟极性 (CPOL) 对传输协议没有重大的影响。**如果 CPOL=0, 串行同步时钟的空闲状态为低电平; 如果 CPOL=1, 串行同步时钟的空闲状态为高电平。时钟相位 (CPHA) 能够配置用于选择两种不同的传输协议之一进行数据传输。如果 CPHA=0, 在串行同步时钟的第一个跳变沿 (上升或下降沿) 数据即被采样; 如果 CPHA=1, 在串行同步时钟的第二个 (上升或下降沿) 数据才被采样。**

SPI输出方式	CPOL	CPHA
SPI0	0	0
SPI1	0	1
SPI2	1	0
SPI3	1	1

表 1 SPI 的四种输出方式

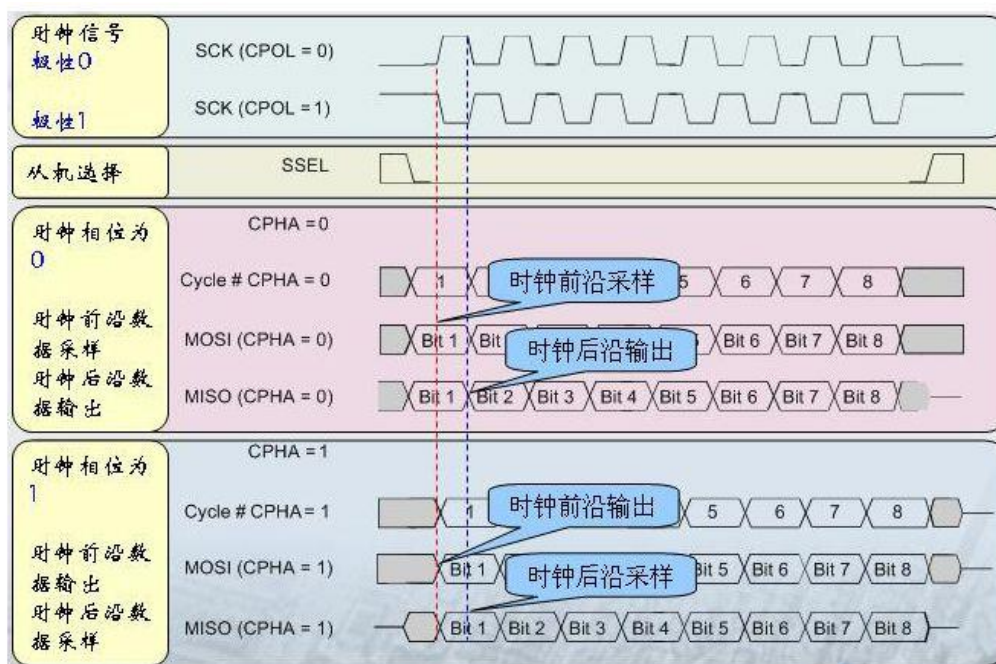


图 1 SPI 信号四种输出方式时序图

SPI 总线测试需求

工程师对 SPI 总线测试和分析的需求主要涵盖以下两个方面：

1. 了解总线正在发生什么：软件工程师设计 SPI 主设备发出的消息内容，硬件工程师则需要确定消息是不是被准确无误的传送到从设备上。传统的方法是使用示波器把信号捕获下来，然后根据高低电平特点转换成“1”或“0”，然后再去对比 SPI 协议，将其还原成有意义的消息帧。显然这种方式费时费力，在转换的过程中还容易出错。SDS3000X 系列智能示波器支持 SPI 总线解码功能，可以直接对总线传输信号进行触发解码。并以不同的方式动态显示在示波器屏幕上。不同的显示方式可以更好地适应不同的分析需求：比如硬件工程师可能希望以二进制的方式查看 SPI 消息内容，底层驱动工程师希

望以 16 进制方式分析波形，而应用软件工程师则希望以 ASCII 码的方式去了解总线上实际运行的数据内容。

2.调试总线上有故障的节点:SPI 设备可以实现一个主设备连接多个从设备的需求，通过片选信号（SS/CS）来选择需要操作的从设备。当主设备切换传输对象的时候，我们需要关注总线所发送的信息是否与所选择的从设备一致。有可能出现所发送的信息与当前所选择的从设备并不一致的状况。

SPI 总线模拟测试方法

本例中我们使用 SDS3000X 系列智能示波器以及 STB-3 信号演示板进行单向 SPI 总线测试模拟。

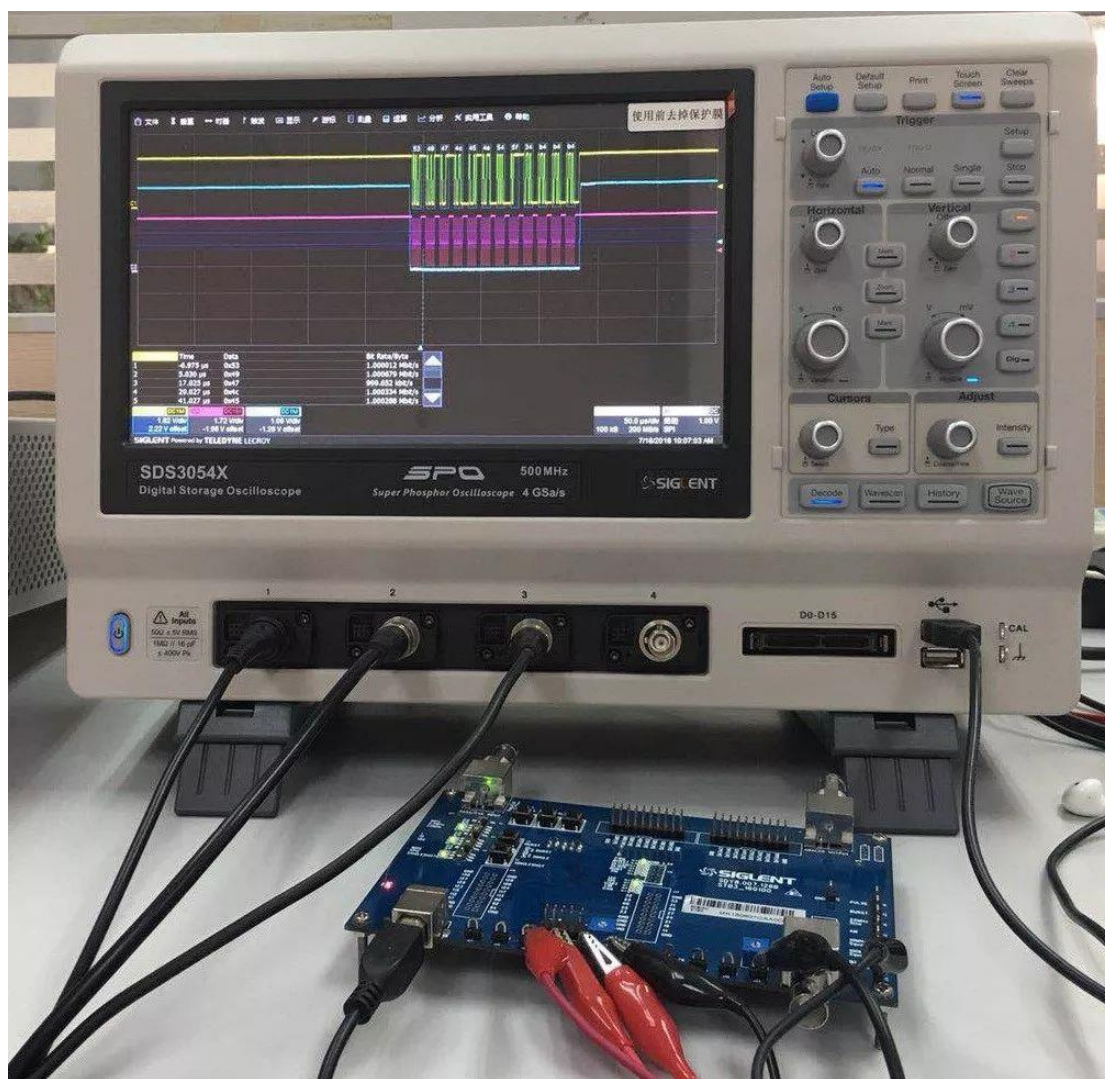


图 2 实验连接图

单向的 SPI 总线信号包括一根时钟线 SCLK、一根片选信号线 CS 和一根数据线 SDA,可由鼎阳的 STB-3 板模拟输出,其输出信号速率为 1Mbps,数据内容为:(XX 为随机字符) 96'h53_49_47_4C_45_4E_54_5F_XX_XX_XX_XX。

SPI 触发

SPI 总线是为芯片间的数据通信而设计的,因此,在大多数情况下,由于传输数据的不同使得信号并非周期性信号。这就要求在对该总线进行测试时,要能准确地触发到数据帧的“头”,并将其“稳定”显示在仪器上,便于观察和分析。

SDS3000X 系列智能示波器支持串行总线触发功能,按下前面板上侧菜单栏区域的“触发-触发设置”唤出触发设置对话框,设定好信号对应的探头(本例设置为 CH1:SDA; CH2: SCLK; CH3: CS),就可以直接对 SPI 信号进行触发。

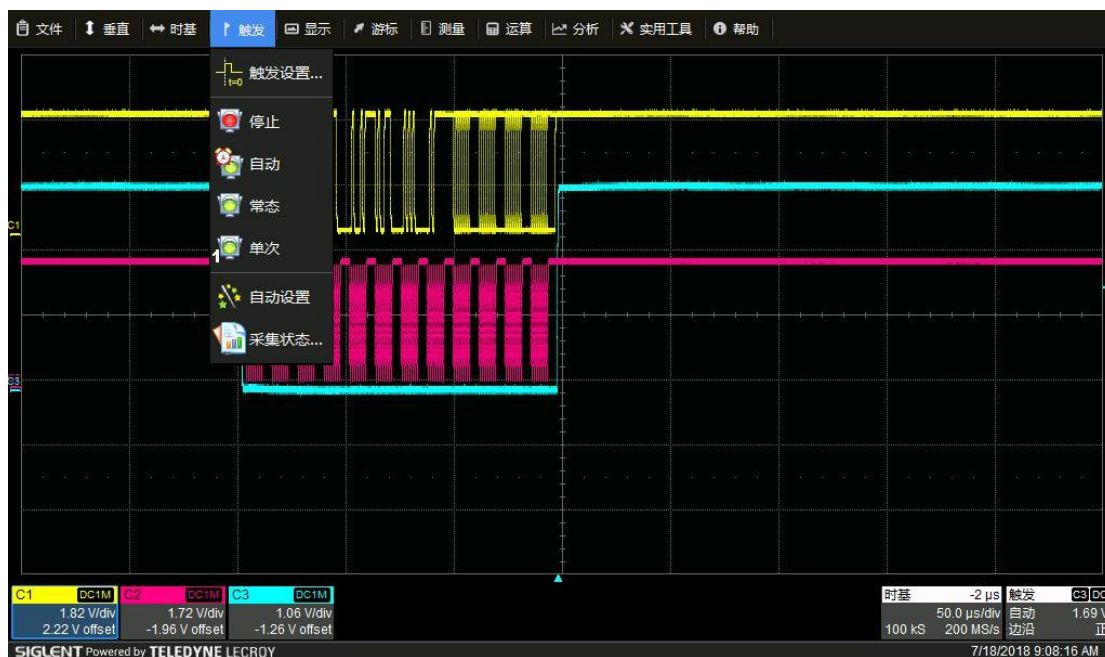


图 3 SPI 信号触发功能

在模拟测试前，我们已知 STB-3 演示板所输出的 SPI 信号输出方式为 SPI3（在实际测试中，SPI 从设备的工作模式也会在数据手册里标明，或者在时序图中给出）。因此我们在触发的时候就要进行相应的配置。SDS3000X 智能示波器支持在触发和解码时对 SPI 输出方式进行选择。

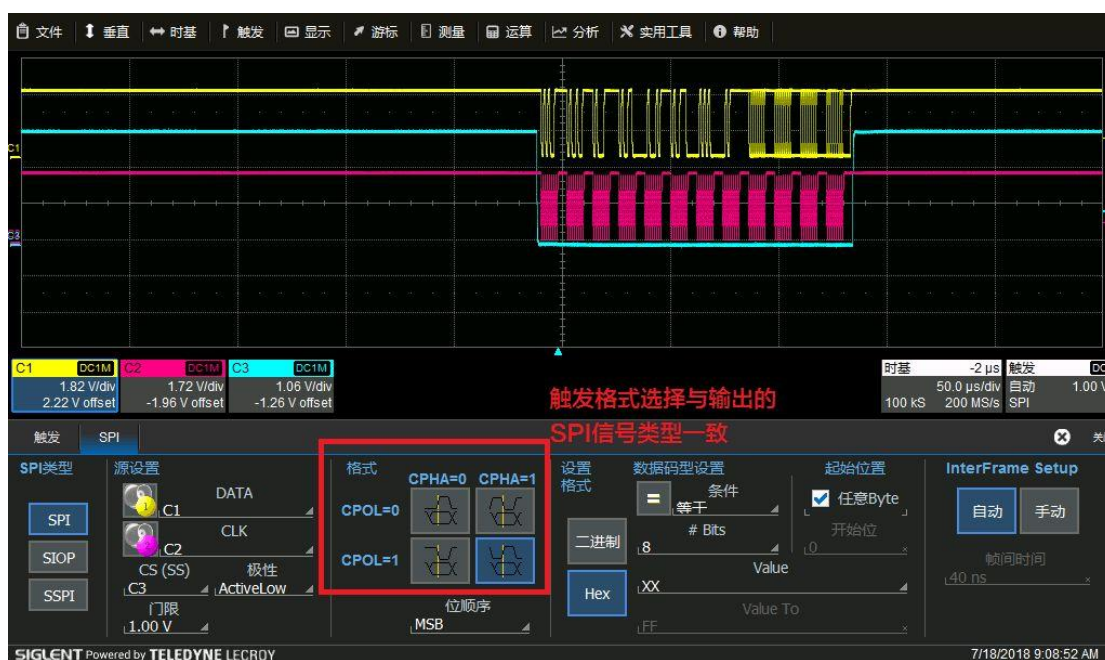


图 4 SPI 触发信号设置

PS: SDS3000X 系列智能示波器支持串行总线触发解码功能，支持的协议有 IIC、IIS、SPI、UART/RS232、LIN、CAN、CAN-FD、FlexRay、MIL 1553、USB 2.0。

SPI 解码

在成功捕获到待测试的 SPI 总线信号后，接下来我们关注的问题是对 SPI 总线信号进行解码。

如图 5 所示，选择“分析-串行解码”选项,进行相应设置，即可获得解码的结果，并可以列表显示出来，便于查看。（解码的结果可以二进制、16 进制以及 ASCALL 码的形式显示）

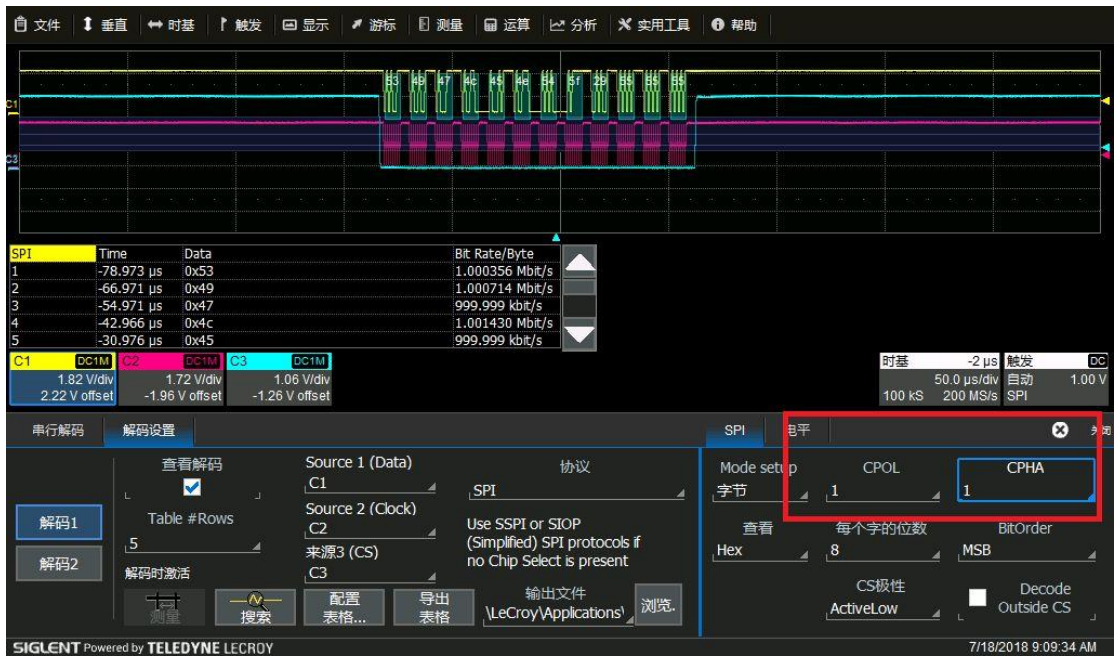


图 5 SPI 解码设置



图 6 SPI 解码结果（十六进制）

解码的结果与输入信号一致。

以上只是简单的使用 SDS3000X 系列智能示波器对 SPI 信号进行触发和解码。在实际应用中，SDS3000X 系列智能示波器的串行总线触发解码功能可以快速的使我们获得“总线上正在发生什么”；并可根据示波器界面所呈现

的解码结果分析总线所传输的信息是否和我们预想的一致，从而精准快速地发现故障点并进行调试。