PROPOSAL REPORT

SPI



CONTENTS
目录

01 SPI协议速览

02 四种工作模式

03 发送端实现

04 接收端实现

05 实战与对比



01

SPI协议速览

SPI协议核心要素

通信模式

SPI采用主从模式，主设备控制时钟和片选，从设备响应指令，可扩展为多从设备系统，适用于Flash、ADC、传感器等外设。

信号线

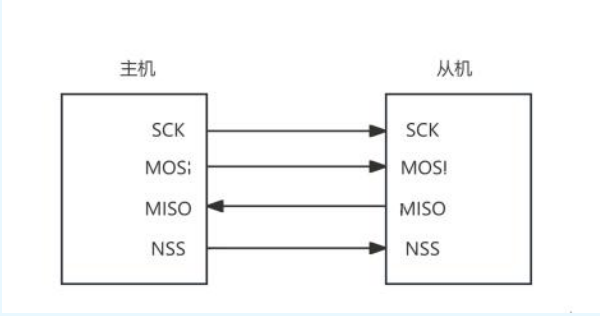
SPI通信通过四根信号线完成：SCLK提供时钟，MOSI主发从收，MISO从发主收，SS实现片选，确保高速同步全双工通信。

全双工通信

SPI支持全双工通信，主从设备可同时发送和接收数据，提高通信效率，适用于高速数据传输场景。

四种模式

SPI有四种工作模式，由时钟极性CPOL与时钟相位CPHA决定，确保主从设备在正确的时钟边沿采样数据。



PART

02

四种工作模式

PART



SPI四种采样模式

模式对比

SPI四种模式由CPOL和CPHA组合决定：模式0（CPOL=0, CPHA=0）上升沿采样；模式1（CPOL=0, CPHA=1）下降沿采样；模式2（CPOL=1, CPHA=0）上升沿采样；模式3（CPOL=1, CPHA=1）下降沿采样。





03

发送端实现

SPI发送状态机设计

输入输出

发送端输入包括clk时钟、rst_n复位、tx_data_flag发送使能和spi_tx_data数据；输出为cs_n片选、mosi数据线、spi_tx_busy忙信号和spi_clk时钟。

时钟生成

通过4分频计数器从系统时钟生成SPI时钟，确保时钟频率满足外设要求，为数据发送提供稳定的时序。

数据发送

数据以高位先行的方式通过移位寄存器发送，状态机控制加载、移位和结束三个阶段，确保数据按正确时序输出。

发送仿真时序验证

仿真环境

使用ModelSim搭建仿真环境，Testbench模拟发送自增数据，观察cs_n、spi_clk和mosi信号，验证模式0下的数据发送时序。

时序验证

仿真结果显示cs_n在传输期间拉低，spi_clk产生8个周期，mosi在时钟上升沿更新数据，验证了发送模块的正确性。


PART
04
接收端实现
PART

SPI接收采样设计

01

输入输出

接收端输入包括clk时钟、rst_n复位、spi_miso数据线和rx_data_flag接收使能；输出为cs_n片选、spi_clk时钟、rx_data接收数据和spi_rx_busy忙信号。

02

模式1采样

在模式1下，CPOL=0, CPHA=1，数据在spi_clk下降沿采样，确保从设备数据稳定后进行锁存。

03

数据接收

数据低位先行移入移位寄存器，完成后缓存至rx_data并输出，状态机控制接收过程，确保数据完整接收。



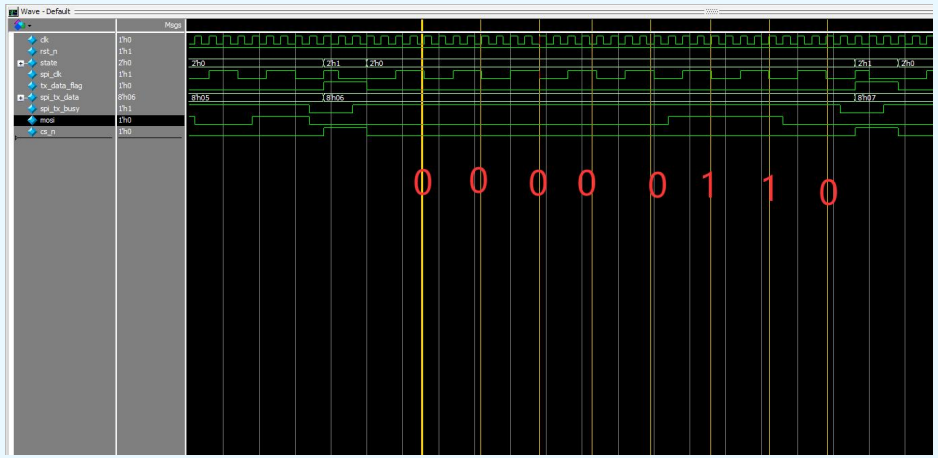
接收仿真数据验证

仿真设置

Testbench模拟从机返回固定字节10001010，观察cs_n、spi_clk、miso和rx_data信号，验证模式1下的数据接收时序。

结果验证

仿真结果显示数据在spi_clk下降沿被正确采样，rx_data输出与发送数据一致，验证了接收模块的正确性。





PART

05

实战与对比

PART

SPI主从通信实战

主从通信

主设备控制时钟和片选，从设备响应指令，实现数据的读写操作，支持多从设备系统。

01

应用场景

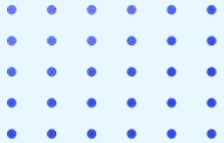
SPI适用于Flash、ADC、传感器等外设，通过片选信号实现总线共享，提高系统集成度。

02

实战案例

以Flash读取ID为例，主设备发送指令后连续读取数据，完成整个通信过程，为实际项目提供参考。

03

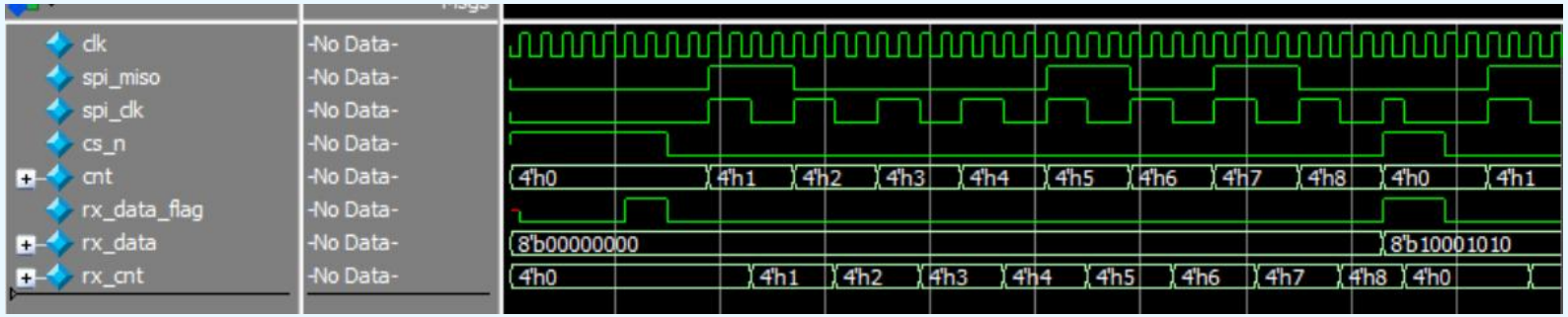


SPI与UART场景对比



对比分析

SPI为同步协议，适合高速全双工通信和多设备系统；UART为异步协议，适合低速点对点通信，两者在不同场景中各有优势。



THANK YOU

感谢大家观看

