

第二十二章 SPI（串行外围设备接口）

22.1 概述

S3C2440A 的 SPI 接口可以接口串行数据传输。S3C2440A 包括两个 SPI 接口，每个接口分别有两个 8 位的数据移位器用于发送和接收。在 SPI 发送期间，数据同时发送（串行移出）和接收（串行移入）。在某个频率下的 8 位串行数据由相应的控制寄存器设置决定。如果你仅想发送，接收数据可以保持缄默。另外如果你只想接收，你应该发送缄默数据 1。

22.2 特点

- 支持两个通道的 SPI
- 兼容 SPI 协议（2.11 版本）
- 8 位发送移位寄存器
- 8 位接收移位寄存器
- 8 位预定标器
- 查询，中断和 DMA 传输模式
- 容忍 5V 输入，除 nSS

22.3 模块图

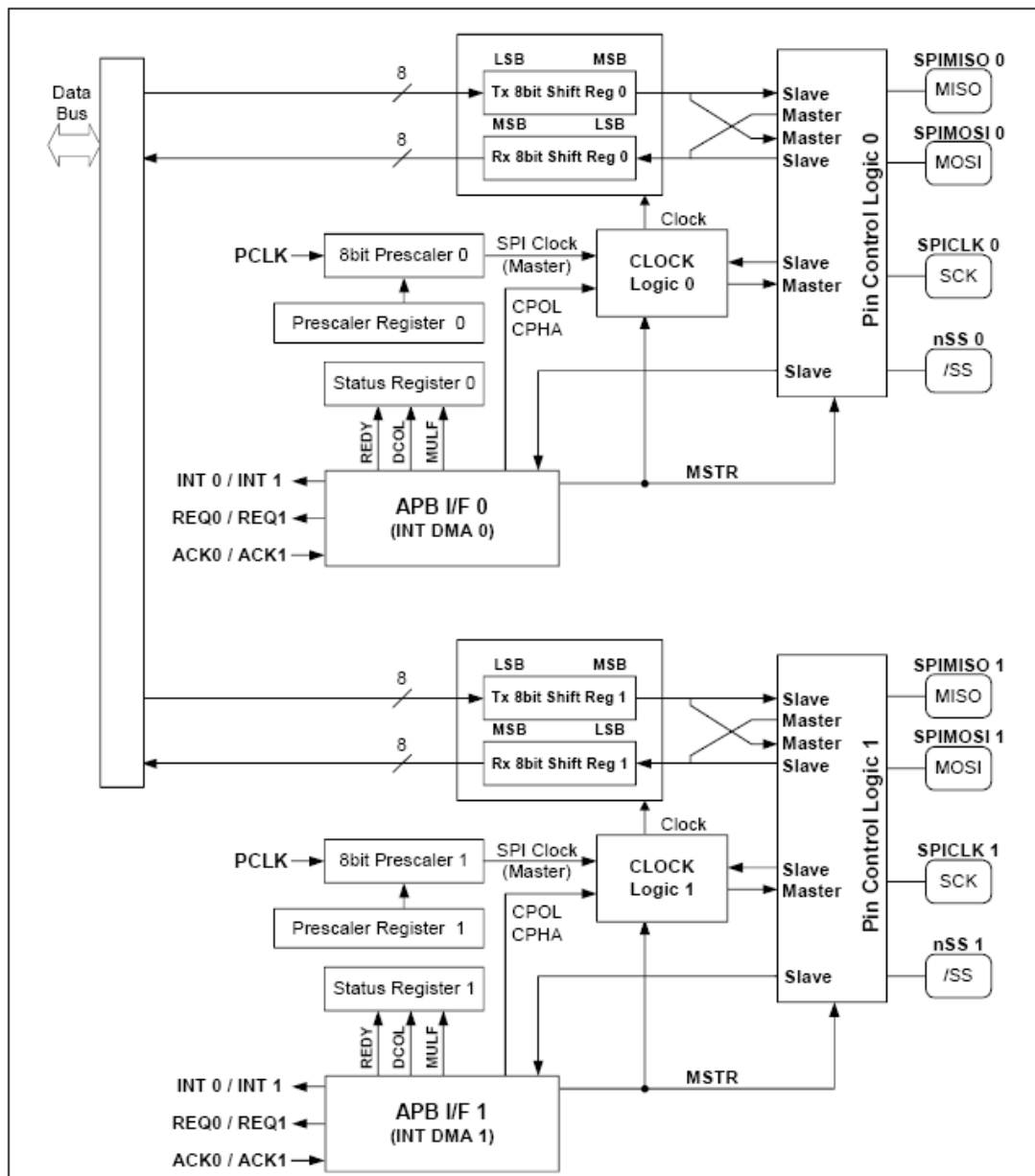


Figure 22-1 SPI Block Diagram

22.4 SPI 操作

使用 SPI 接口, S3C2440A 可以和外部设备接收发送 8 位数据。一个串行时钟线来同步两个用于信息移位和采用的数据线。当 SPI 是主机时, 传输频率通过设定 `SPPREN` 寄存器的相应位来控制。你可以修改其频率来调节波特率数据寄存器的值。如果 SPI 是从属, 其他的主机提供时钟。当程序员写字节数据到 `SPTDATn` 寄存器时, SPI 发送接收操作会同时开始。在这种情况下, 在写字节数据到 `SPTDATn` 之前, `nSS` 应该被激活。

22.4.1 编程步骤

当一个字节的数据写入 SPTDATn 寄存器, 如果 ENSCK、SPCONn 寄存器的 MSTR 被置位, SPI 开始发送。你可以使用一个典型的编程步骤来操作 SPI 卡。

对 SPI 模块编程, 按照一下基本步骤

- (1) 时钟波特率预定标器寄存器 (SPPREN)
- (2) 设置 SPCONn 来合理配置 SPI 模块
- (3) 写数据 0xFF 到 SPTDATn 10 次, 目的是初始化 MMC 或 SD 卡。
- (4) 设置一个 GPIO 引脚, 其作为 nSS, 低电平是激活 MMC 或 SD 卡。
- (5) 发送数据->检查传输准备标志 (REDY=1) 的状态, 然后写数据到 SPTDATn
- (6) 接收数据 (1): SPCONn 的 TAGD 位是无效=normal mode
->写 0xFF 到 SPTDATn, 然后确认 REDY 置 1, 然后从读缓存读取数据
- (7) 接收数据 (2): SPCONn 的 TAGD 位是有效=Tx Auto Garbage Data mode
->确认 REDY 置 1, 然后从读缓存读取数据 (然后自动开始传输)
- (8) 设置一个 GPIO 引脚, 其作为 nSS, 高电平是解除激活 MMC 或 SD 卡。

22.4.2 SPI 传输格式

S3C2440A 支持 4 种不同格式来传输数据。如图 22-2 所示对于 SPICLK 的四种波形。

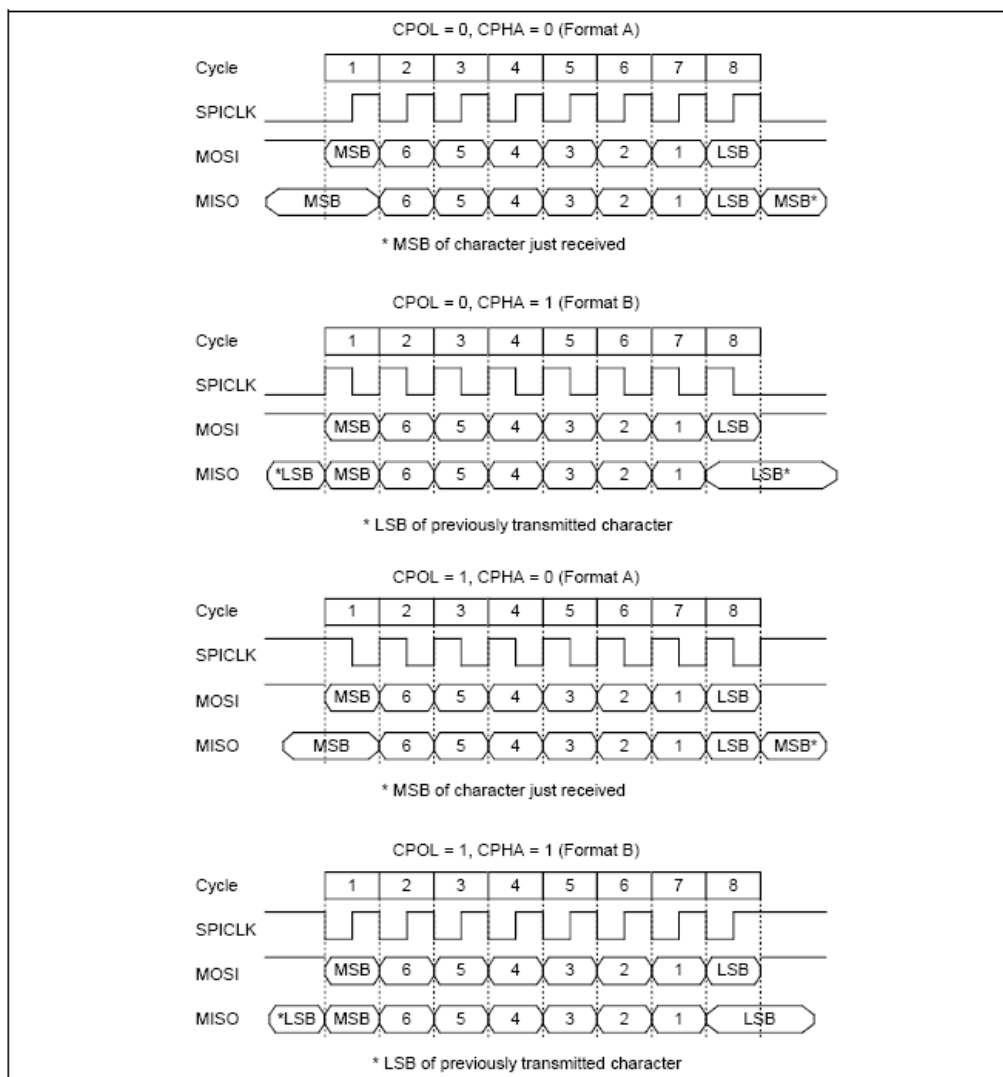


Figure 22-2 SPI Transfer Format

22.4.3 对于 DMA 的发送步骤

- (1) SPI 配置为 DMA 模式
- (2) DMA 作相应配置
- (3) SPI 请求 DMA 服务
- (4) DMA 发送 1 个字节数据到 SPI
- (5) SPI 发送数据到卡
- (6) 返回步骤 3 直到 DMA 计数器为 0
- (7) SPI 配置 SMOD 位为中断或查询模式

22.4.4 对于 DMA 的接收步骤

- (1) SPI 配置为有 SMOD 位的 DMA 开始和 TAGD 位置 1
- (2) DMA 做相应的配置
- (3) SPI 从卡接收 1 个字节的数据
- (4) SPI 请求 DMA 服务
- (5) DMA 从 SPI 接收数据
- (6) 知道写数据 0xFF 到 SPTDATn
- (7) 返回步骤 4 直到 DMA 计数为 0
- (8) SPI 配置为有 SMOD 位的查询模式和清除 TAGD 位
- (9) 如果 SPSTAn 的 READY 标志置位, 则读最后一个字节数据

注: 总的接收数据=DMA TC 值+查询模式下的最后数据 (步骤 9)
第一个 DMA 接收数据是无效的, 用户可以忽略掉。

22.5 SPI 特殊寄存器

- (1) SPI 控制寄存器 (SPCONn)
- (2) SPI 状态寄存器 (SPSTAn)
- (3) SPI 引脚控制寄存器 (SPPINn)
- (4) SPI 波特率预定标器寄存器 (SPPREN)
- (5) SPI 发送数据寄存器 (SPTDATn)
- (6) SPI 接收数据寄存器 (SPRDATn)

22.5.1 SPI 控制寄存器

SPI CONTROL REGISTER (SPCONn)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPCON0	0x59000000	R/W	SPI通道 0 控制寄存器	0x00
SPCON1	0x59000020	R/W	SPI通道 1 控制寄存器	0x00

SPCONn	位	描述	初始值
SPI Mode Select (SMOD)	[6:5]	决定SPTDAT如何读写 00 = 查询模式 01 = 中断模式 10 = DMA模式 11 = reserved	00
SCK Enable (ENSCK)	[4]	决定SCK是否使能 (仅对主机) 0 = 无效 1 = 有效	0
Master/Slave Select (MSTR)	[3]	决定主从模式 0 = 从 1 = 主 Note: 在从模式下, 应该留有时间给主机初始化发送接收	0
Clock Polarity Select (CPOL)	[2]	决定高态有效或低态有效时钟 0 = 高态有效 1 = 低态有效	0
Clock Phase Select (CPHA)	[1]	从两个基本不同的传输格式中选一 0 = 格式 A 1 = 格式 B	0
Tx Auto Garbage Data mode enable (TAGD)	[0]	决定是否需要正在接收的数据 0 = normal mode 1 = Tx auto garbage data mode 注: 在正常模式下, 如果你仅想接收数据, 你可以改传输无效数据 0xFF	0

22.5.2 SPI 状态寄存器

SPI STATUS REGISTER (SPSTAn)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPSTA0	0x59000004	R/W	SPI通道 0 状态寄存器	0x01
SPSTA1	0x59000024	R/W	SPI通道 1 状态寄存器	0x01

SPCONn	位	描述	初始值
保留	[7:3]		
Data Collision Error Flag (DCOL)	[2]	如果当传输在过程中且通过读SPSTAn清除, 写SPTDAT或读SPRDATn, 则该标志置位。 0: 不检测 1: 冲突错误检测	0
Multi Master Error Flag (MULF)	[1]	如果当SPI配置为主机时nSS信号为低态有效, 该标志置位。 0: 不检测 1: 多主机错误检测	0
Transfer Ready Flag (REDY)	[0]	该位是指SPTDATn或SPRDATn准备发送或接收。写数据到SPTDATn该位自动清除。 0: 不准备 1: 数据接收发送准备	1

22.5.3 SPI 引脚控制寄存器

SPI PIN CONTROL REGISTER (SPPINn)

当 SPI 系统使能, 除 nSS 外引脚的方向由 SPCONn 寄存器的 MSTR 位控制。nSS 的方向始终为输入。

当 SPI 为主机时, nSS 引脚用于检测多主机错误, 提供 SPPIN 的 ENMUL 位是激活的, 其他 GPIO 应该用于选择从设备。

如果 SPI 配置为从设备, nSS 引脚用来选择 SPI 为另一个主设备的从设备。

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPPIN0	0x59000008	R/W	SPI通道 0 引脚控制寄存器	0x00
SPPIN1	0x59000028	R/W	SPI通道 1 引脚控制寄存器	0x00

SPPINn	位	描述	初始值
保留	[7:3]		
Multi Master error detect Enable (ENMUL)	[2]	当SPI系统是主设备, nSS引脚用作输入来侦测多主机错误 0: 无效 (通用目的) 1: 多主机错误侦测使能	0
保留	[1]	保留	0
Master Out Keep (KEEP)	[0]	决定MOSI驱动或当 1 个字节发送完成时释放 (仅对主机) 0: 释放 1: 驱动先前电平	1

SPIMISO (MISO) 和 SPIMOSI (MOSI) 数据引脚是用来接收和发送串行数据。当 SPI 配置为主设备, SPIMISO (MISO) 是主数据输入线, SPIMOSI (MOSI) 是主数据输出线, SPICLK (SCK) 是时钟输出线。当 SPI 为从设备, 这些引脚翻转角色。在一个多主机系统中, SPICLK (SCK)、SPIMISO (MISO) 和 SPIMOSI (MOSI) 引脚分别捆绑配置成组。当另一个 SPI 设备工作在主设备状态并选择 S3C2440A SPI 为从设备, 一个主 SPI 将经历多主机错误。当错误被检测时, 接下来的措施被立即执行。但是如果你想检测这个错误, 你必须预先设置 SPPINn 的 ENMUL 位。

(1) 在从模式下 SPCONn 的 MSTR 位被强制设置为 0 来操作

(2) SPSTAn 的 MULF 标志置位, 且产生 SPI 中断。

22.5.4 SPI 波特率预定标器寄存器

SPI BAUD RATE PRESCALER REGISTER (SPPREn)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPPRE0	0x5900000C	R/W	SPI通道 0 波特率预定标器寄存器	0x00
SPPRE1	0x5900002C	R/W	SPI通道 1 波特率预定标器寄存器	0x00

SPPREn	位	描述	初始值
Prescaler Value	[7:0]	决定SPI时钟率 波特率 = PCLK / 2 / (Prescaler的值+1)	0x00

注: 波特率应该小于 25MHz。

22.5.5 SPI 发送数据寄存器

SPI TX DATA REGISTER (SPTDATn)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPTDAT0	0x59000010	R/W	SPI通道 0 发送数据寄存器	0x00
SPTDAT1	0x59000030	R/W	SPI通道 1 发送数据寄存器	0x00

SPTDATn	位	描述	初始值
Tx Data Register	[7:0]	该区域包含通过SPI通道发送的数据	0x00

22.5.6 SPI 接收数据寄存器

SPI RX DATA REGISTER (SPRDATn)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
SPRDAT0	0x59000014	R/W	SPI通道 0 接收数据寄存器	0xFF
SPRDAT1	0x59000034	R/W	SPI通道 1 接收数据寄存器	0xFF

SPRDATn	位	描述	初始值
Rx Data Register	[7:0]	该区域包含通过SPI通道接收到的数据	0xFF