# SPI协议与应用

## 概述

SPI：serial Perripheral Interface,串行外围接口，全双工同步串行，4根管脚，主要用于EEPROM、Flash、实时时钟（RTC）、数模转换器（ADC）、数字信号处理器（DSP）以及数字信号解码器之间。

SDIO：Secure Digital Input and Output，安全数字输入输出接口。

## 特点

### 2.2 SDIO特点

1、与多媒体系统规格书版本4.2全兼容。支持三种不同的数据总线模式：1位（默认）、4位和8位。

2、与较早的多媒体卡系统规格版本完全兼容。

3、与SD存储卡规格版本2.0全兼容。

4、与SDIO卡规格版本2.0全兼容：支持两种不同的数据总线模式：1位（默认）和4位。

5、完全支持CE-ATA功能（与CE-ATA数字协议版本1.1全兼容）。8位总线模式下数据传输速率可达48MHz。

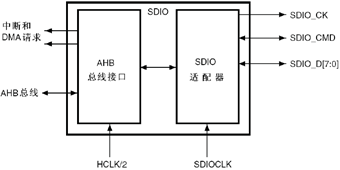
6、数据和命令输出使能信号，用于控制外部双向驱动器。

## 工作流程

### 3.2 SDIO工作流程

复位后的SDIO\_D0用于数据传输。初始化后主机可以改变数据总线的宽度（通过ACMD6命令设置）。如果一个多媒体卡接到了总线上，则SDIO\_D0、SDIO\_D[3:0]、SDIO\_D[0:7]可以用于数据传输。

MMC版本v3.31和之前版本的协议只支持1位数据线，所以只能用SDIO\_D0进行数据传输。



## 管脚说明

### 4.2 SDIO管脚说明

#### 4.2.1 SDIO时钟

在SD卡初始化时，SDIO\_CK不可超过400kHz，初始化完成后，可以设置为最大频率（但不可以超过SD卡最大操作频率）

卡时钟SDIO\_CK

每个时钟周期在命令和数据线上传输1位命令或数据。对于SD或SDIO卡，时钟频率可以在0MHz至25MHz间变化。

SDIO适配器时钟SDIOCLK

该时钟用于驱动SDIO适配器，用于产生SDIO\_CK时钟，对F1来说，SDIOCLK来自HCLK（72MHz）；对于F4，SDIOCLK来自PLL48CK(48MHz)。

F1：AHB总线接口时钟HCLK/2

该时钟用于驱动SDIO的AHB总线接口，其频率为HCLK/2=36MHz。

F4：APB2总线接口时钟PCLK2

该时钟用于驱动SDIO的APB2总线接口，其频率为PCLK2=84MHz。

SDIO\_CK计算公式：SDIO\_CK=SDIOCLK/(2+CLKDIV)

CLKDIV是一个分频系数

#### 4.2.2 SDIO命令与响应

1、SDIO的命令分为应用相关命令（ACMD）和通用相关命令（CMD），发送ACMD时，需要先发送CMD55。SDIO所有的命令和响应都是在SDIO\_CMD引脚上面传输的，命令长度固定为48位，SDIO命令格式如下，其中除了命令索引和参数需要我们设置，其它参数都是由SDIO硬件自动控制。命令索引（如CMD0，CMD1之类）由SDIO\_CMD寄存器设置，命令参数则由SDIO\_ARG寄存器设置。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位的位置 | 宽度 | 值 | 说明 |
| 47 | 1 | 0 | 起始位 |
| 46 | 1 | 1 | 传输位 |
| [45:40] | 6 | - | 命令索引 |
| [39:8] | 32 | - | 参数 |
| [7:1] | 7 | - | CRC7 |
| 0 | 1 | 1 | 结束位 |

一般SD卡在接收到命令后，都会有一个应答（CMD0例外），应答类型分为：短响应（48位）和长响应（136位）。

不论是短响应还是长响应，硬件都会自动滤除了起始位、传输位、CRC7以及结束位等信息，对于短响应，命令索引放在SDIO\_RESPCMD寄存器，参数则存放在SDIO\_RESP1寄存器里边。对于长响应，则仅留CID/CSD位域，存放在SDIO\_RESP1~SDIO\_RESP4寄存器。

短响应帧结构如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位的位置 | 宽度 | 值 | 说明 |
| 47 | 1 | 0 | 起始位 |
| 46 | 1 | 0 | 传输位 |
| [45:40] | 6 | - | 命令索引 |
| [39:8] | 32 | - | 参数 |
| [7:1] | 7 | - | CRC7（或1111111） |
| 0 | 1 | 1 | 结束位 |

SD卡总共有6类响应（R1~R7），R1响应属于短响应，其长度为48位，格式如下

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位的位置 | 宽度 | 值 | 说明 |
| 47 | 1 | 0 | 起始位 |
| 46 | 1 | 0 | 传输位 |
| [45:40] | 6 | X | 命令索引 |
| [39:8] | 32 | X | 参数 |
| [7:1] | 7 | X | CRC7 |
| 0 | 1 | 1 | 结束位 |

## 寄存器说明

### 5.2 SDIO寄存器说明

#### 5.2.1 SDIO电源控制寄存器SDIO\_POWER

该寄存器只有最低2位（PWRCTRL[1:0]）有效，其他都是保留位，复位后，PWRCTRL=00，处于掉电状态，所以首次按要给SDIO上电，设置这两位为11.



#### 5.2.2 SDIO时钟控制寄存器SDIO\_CLKCR

当SDIO\_CK频率过快时，可能导致SD卡通信失败，此时，建议降低SDIO\_CK试试。一般第10位设置为0禁止旁路。

