AN1014
应用笔记

PY32F030/003/002A 系列 SPI 的应用注意事项

前言

PY32F030/003/002A 的串行外设接口(SPI)允许芯片与外部设备以半双工、全双工、单工同步的串行方式通信。此接口可以被配置成主模式，并为外部从设备提供通信时钟(SCK)。接口还能以从模式的方式工作。它可用于多种用途，包括使用一条双向数据线的双线单工同步传输。

本应用笔记将帮助用户了解 PY32F030/003/002A 的 SPI 模块的应用注意事项。

在本文档中，PY32 仅指表 1 中列出的产品系列。

表 1. 适用产品

类型	产品系列
微型控制器系列	PY32F030、PY32F003、PY32F002A

目录

1 SPI 的最大频率

1.1 注意事项

- 在使用 PY32 设备的 SPI 模块进行通信时，为了保证数据传输的可靠性，需要考虑 PCLK 和 SPI 时钟频率 SCK 的比例关系，表 1-1 给出了 SPI 在不同模式下时钟配置的建议。

表 1-1 SPI 不同模式下频率限制

模式	描述
Master	主模式下 SCK 频率最大为 PCLK/4
Slave	从模式下 SCK 频率最大为 PCLK/4

1.2 操作流程

- 定义 SPI_HandleTypeDef 类型变量 SpiHandle，并初始化 SpiHandle 各个成员变量；
- 对于 SpiHandle 中的 BaudRatePrescaler 成员变量，无论 SPI 作主机还是从机，最大设置为 SPI_BAUDRATEPRESCALER_4（4 分频），具体根据实际应用场景来配置；
- 初始化 SPI 模块；
- 使用 SPI 进行通信；

1.3 代码示例

```
SPI_HandleTypeDef SpiHandle;
…
/* Set the SPI parameters */
SpiHandle.Instance                = SPIx;
//设置 SPI SCK 的大小
SpiHandle.Init.BaudRatePrescaler  = SPI_BAUDRATEPRESCALER_4;
SpiHandle.Init.Direction          = SPI_DIRECTION_2LINES;
SpiHandle.Init.CLKPhase           = SPI_PHASE_1EDGE;
SpiHandle.Init.CLKPolarity        = SPI_POLARITY_LOW;
SpiHandle.Init.DataSize           = SPI_DATASIZE_8BIT;
SpiHandle.Init.FirstBit           = SPI_FIRSTBIT_MSB;
SpiHandle.Init.TIMode             = SPI_TIMODE_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCCalculation     = SPI_CRCCALCULATION_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCPolynomial      = 7;
SpiHandle.Init.CRCLength          = SPI_CRC_LENGTH_8BIT;
SpiHandle.Init.NSS                = SPI_NSS_SOFT;
SpiHandle.Init.NSSPMode           = SPI_NSS_PULSE_DISABLE;
SpiHandle.Init.Mode               = SPI_MODE_MASTER;
if(HAL_SPI_Init(&SpiHandle) != HAL_OK)
{
  /* Initialization Error */
  Error_Handler();
}
```

2 SPI TX FIFO 操作方法

2.1 注意事项

- 在 SPI 模块的设计中，SPI TX FIFO 的内容一旦写入且还未发送出去，将不能清除；
- 如果 TX FIFO 已满，继续写 SPI_DR 会被视为无效操作，不会覆盖 TX FIFO 中的数据；

在实际应用中，如果用户想通覆盖 TX FIFO 中的数据，可通过以下 2.2 操作流程来实现。

2.2 操作流程

- 需要先复位 SPI 模块。以 SPI1 举例，先使能 RCC->RCC_APB1RST2 中的 SPI1_RST 位，然后置 0 来完成 SPI1 模块复位；
- 初始化 SPI 模块；
- 使用 SPI 进行通信

2.3 代码示例

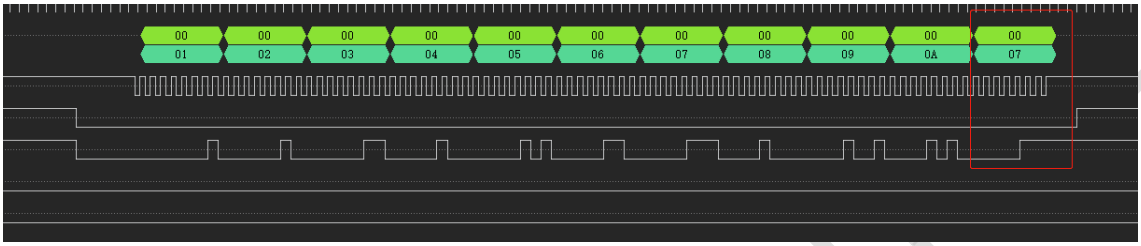
```
  /*复位 SPI1*/
  __RCC_SPI1_FORCE_RESET();
  __RCC_SPI1_RELEASE_RESET();
  /* Set the SPI parameters */
  …
if(HAL_SPI_Init(&SpiHandle) != HAL_OK)
{
      /* Initialization Error */
      Error_Handler();
}
```

3 SPI 作主机时，如何使用半双工模式接收数据

3.1 注意事项

- 半双工主机接收模式下，主机接收数据完成后，会多发一个帧长的 SCK 时钟。(对于 8 位数据格式多发 8 个 SCK 时钟，对于 16 位数据格式多发 16 个 SCK 时钟)，具体如下图 3-1:

图 3-1 半双工主机接收数据



- 上图是半双工主机接收模式下，接收 10 个字节的数据波形，会发现数据接收完成后，主机继续发了 1 个 bytes 的 SCK；在实际应用中建议用户按照 3.2 操作流程来解决此问题。

3.2 操作流程

方案一：使用全双工模式替代半双工模式

- 定义 SPI_HandleTypeDef 类型变量 SpiHandle，并初始化 SpiHandle 各个成员变量；
- 将 SpiHandle 中的 Direction 成员变量设置为 SPI_DIRECTION_2LINES，使用全双工模式；
- 对于中断模式通信，使用 HAL_SPI_TransmitReceive 接口来代替 HAL_SPI_Receive 接口；
  DMA 模式和中断模式采用类似的方法；
  具体可参考 3.3 中的代码示例。

方案二：

- 用户接收数据时，多接收一个帧长的数据，然后将该数据丢弃
  如果用户预期接收 datalen 长度的数据，在此种方案下，需要接收 datalen+1 长度的数据，如下：
  HAL_SPI_Receive(&SpiHandle, (uint8_t *)RxBuff, datalen+1, 0xFFFFFFFF);
- 然后将接收到的 RxBuff 中的最后一帧数据丢弃，即可解决此问题。

3.3 代码示例

以下是方案一的示例

```
SPI_HandleTypeDef SpiHandle;
…
/* Set the SPI parameters */
SpiHandle.Instance                = SPIx;
SpiHandle.Init.BaudRatePrescaler  = SPI_BAUDRATEPRESCALER_4;
//全双工配置
SpiHandle.Init.Direction          = SPI_DIRECTION_2LINES;
SpiHandle.Init.CLKPhase           = SPI_PHASE_1EDGE;
SpiHandle.Init.CLKPolarity        = SPI_POLARITY_LOW;
SpiHandle.Init.DataSize           = SPI_DATASIZE_8BIT;
SpiHandle.Init.FirstBit           = SPI_FIRSTBIT_MSB;
SpiHandle.Init.TIMode             = SPI_TIMODE_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCCalculation     = SPI_CRCCALCULATION_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCPolynomial      = 7;
SpiHandle.Init.CRCLength          = SPI_CRC_LENGTH_8BIT;
SpiHandle.Init.NSS                = SPI_NSS_SOFT;
SpiHandle.Init.NSSPMode           = SPI_NSS_PULSE_DISABLE;
```

```
SpiHandle.Init.Mode                              = SPI_MODE_MASTER;
if(HAL_SPI_Init(&SpiHandle) != HAL_OK)
{
      /* Initialization Error */
      Error_Handler();
}
while(1)
{
   //全双工通信
   HAL_SPI_TransmitReceive(&SpiHandle,(uint8_t *)aTxBuffer,(uint8_t *)aRxBuffer,len,TIMEOUT );
   while(HAL_SPI_GetState(&SpiHandle) != HAL_SPI_STATE_READY);
}
```

4 SPI 作从机且 SCK 为 PCLK/4 时，如何配置从机

4.1 注意事项

- 需要将 SPI_CR2 寄存器中的 SLVFM 位置起。该位使能 SPI 从机 fast speed mode，而当 SCK 的速度小于 PCLK/4 时，一定不能设定该寄存器位；

4.2 操作流程

- 定义 SPI_HandleTypeDef 类型变量 SpiHandle，并初始化 SpiHandle 各个成员变量；
- 初始化 SPI 模块；
- 将 SPI_CR2 寄存器中的 SLVFM 位置起；
- 使用 SPI 进行通信；

4.3 代码示例

```
SPI_HandleTypeDef SpiHandle;
…
/* Set the SPI parameters */
SpiHandle.Instance                = SPIx;
//设置 SPI SCK 的大小
SpiHandle.Init.BaudRatePrescaler  = SPI_BAUDRATEPRESCALER_4;
SpiHandle.Init.Direction          = SPI_DIRECTION_2LINES;
SpiHandle.Init.CLKPhase           = SPI_PHASE_1EDGE;
SpiHandle.Init.CLKPolarity        = SPI_POLARITY_LOW;
SpiHandle.Init.DataSize           = SPI_DATASIZE_8BIT;
SpiHandle.Init.FirstBit           = SPI_FIRSTBIT_MSB;
SpiHandle.Init.TIMode             = SPI_TIMODE_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCCalculation     = SPI_CRCCALCULATION_DISABLE;
SpiHandle.Init.CRCPolynomial      = 7;
SpiHandle.Init.CRCLength          = SPI_CRC_LENGTH_8BIT;
SpiHandle.Init.NSS                = SPI_NSS_SOFT;
SpiHandle.Init.NSSPMode           = SPI_NSS_PULSE_DISABLE;
SpiHandle.Init.Mode               = SPI_MODE_SLAVE;
if(HAL_SPI_Init(&SpiHandle) != HAL_OK)
{
    /* Initialization Error */
    Error_Handler();
}

SPIx->SPI_CR2 |= SPI_CR2_SLVFM;// 使能从机 fast speed mode
```

5 SPI 作从机时，对 SCK 的要求

5.1 注意事项

- SPI 模块作为 Slave 模式时，对 SCK 的速度有一定限制，这是由于 SPI 内部设计导致。关于 SCK 的选择与配置方式，请参考下表 4-1:

表 4-1 SPI SLAVE 模式下 SCK 配置表

SCK 频率	配置要求
SCK ≤ 6M	波特率无需配置，如果 SCK 和 PCLK 配置满足 SCK=PCLK /4 时,SLVFM 需设置,否则不能设置 SLVFM 位
SCK = 8M	1. HSI 选择 16M, PCLK 配置为 32M 2. 波特率配置为 PCLK/4 3. SLVFM 需置位
SCK = 11.6M	1. HSI 选择 22.12M, PCLK 配置为 44.24M 2. 波特率配置为 PCLK/4 3. SLVFM 需置位
SCK = 12M	1. HSI 选择 24M, PCLK 配置为 48M 2. 波特率配置为 PCLK/4 3. SLVFM 需置位
其他频率	暂不支持

- SPI 模块作为 Slave 模式时，对 SCK 的占空比要求为 45%-55%。对于 Master 用 GPIO 模拟的 SPI 需要特别注意，不推荐用户使用 GPIO 模拟的 SPI 作为 Master;

6 使用 PY32F030/003/002A SPI 分别作主、从进行互联通信

6.1 注意事项

- 在 SCK 为 PCLK/4 条件下，同时使用 PY32F030/003/002A SPI 分别作主机和从机进行互联通信会失败。

6.2 解决方案

- 方案一：使用其他分频系数，将 SCK 调整为 PCLK/8 或者以下来进行通信
- 方案二：将主从机中的任意一个换成其他厂家的 SPI

7 使用 SPI DMA 发送和接收

7.1 注意事项

- SPI 使用 DMA 方式实现数据的发送和接收，建议配置 DMA 接收的优先级高于 DMA 发送的优先级。默认 DMA 通道优先级按照通道顺序由高到低，既 CH1>CH2>CH3；

8 版本历史

版本	日期	更新记录
V0.1	2021.10.15	初版
V1.0	2022.06.30	修改格式
V1.1	2022.10.24	增加 002A 内容

Puya Semiconductor Co., Ltd.