

# 采用 SPI 接口实现双 DSP 双向通信和同步

王 杰, 王小鹏, 赵国辉

(兰州交通大学 电子与信息工程学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为了实现两片 TMS320F2812 DSP 之间的双向数据通信和同步, 给出了运用 TMS320F2812 DSP 内部集成的串行 SPI 外设接口模块实现双 DSP 控制器双向数据通信和任务同步的硬件电路设计和软件协议实现方案, 经过实验验证方案能满足两片 DSP 之间高效率、高可靠的双向数据通信和任务同步, 最后提出了在通信过程中出现故障的解决方案。成功解决了两个 DSP 控制器的双向数据通信和任务同步的问题。

**关键词:** DSP; SPI; 双向通信; 同步

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)24-0096-03

## Bidirectional communication and synchronization between double DSP using SPI interface

WANG Jie, WANG Xiao Peng, ZHAO Guo Hui

(School of Electronic and Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** In order to implement bidirectional data communication and the task synchronization between two TMS320F2812 controllers, firstly, it gives hardware circuit design and software protocol scheme which based on SPI interface integrated in TMS320F2812, and implements bidirectional data communication and the task synchronization between double DSP controllers. Through some experiments we can find that this scheme can actualize bidirectional data communication and the task synchronization of two DSP controllers efficiently and stably. Finally, it gives a scheme how to solve communication errors. The difficulty of bidirectional data communication and the task synchronization is solved successfully by using SPI interface.

**Key words:** DSP; SPI; bidirectional communication; synchronization

在载人航天、无人机、火控雷达等尖端技术领域的作动系统中, 常用双控制器冗余技术来提高系统的可靠性。两个控制器之间就需要一种高效可靠的数据通信以保证在同一时间执行相同的周期任务。利用 SPI 接口可以实现数据双向通信, TMS320F2812 DSP 芯片内部集成了一个 SPI 模块, 方案提出了一种基于 SPI 通信接口的两片 DSP 的双向通信和任务同步, 两片 DSP 中固定一片作为 SPI 通信主机, 另一片作为 SPI 通信从机<sup>[1]</sup>, 最后提出通信故障的解决办法。

### 1 DSP SPI 外设接口模块和 SPI 通信原理

#### 1.1 SPI 外设接口模块

TMS320F2812 DSP 芯片内部集成了一个 SPI 模块, 其数据传输速率和字符长度是可编程的, 最高传输速率可达 10 Mb/s, 支持主/从模式通信<sup>[2]</sup>。SPI 外设模块和 DSP CPU 间的接口如图 1 所示, 包括 4 个外部引脚, 采

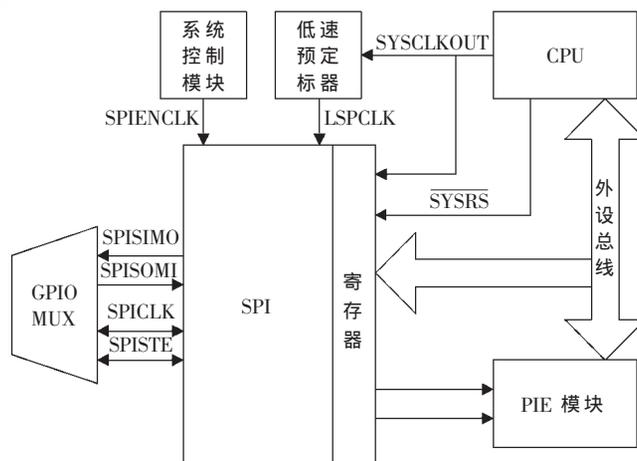


图 1 SPI 模块与 CPU 间接口

用低速外设时钟 LSPCLK 作为时钟源, 具有两个独立的

应用奇葩 Example of Application

外设中断请求信号 (SPIINT/RXINT 和 TXINT), 提供了 12 个寄存器实现 SPI 模块的配置和控制。

SPI 之间的通信主要有以下 4 个外部引脚:

SPISOMI: 对于主设备, 该引脚为数据输入; 对于从设备, 该引脚为数据输出;

SPISIMO: 对于主设备, 该引脚为数据输出; 对于从设备, 该引脚为数据输入;

SPISTE: 主设备向从设备发送的使能引脚;

SPICLK: SPI 接口的串行时钟引脚, 由主设备向从设备提供同步时钟。

1.2 SPI 通信原理

SPI 接口可配置为两种模式, 分别为主控制模式和从控制模式。图 2 给出了两个控制器 (主控制器和从控制器) 之间采用 SPI 接口的连接关系。主控制器通过发出 SPICLK 信号来启动数据传输, 主从控制器能同时发送和接收数据。

在主控制器模式下, SPI 通过 SPICLK 引脚为整个串行通信网络提供时钟。此时, 要发送的串行数据从引脚 SPISIMO 移出, 并在引脚 SPISOMI 上接收数据。在系统应用中, 主控制器的引脚 SPISTE 用来控制从控制器的片选信号。在主设备与从设备之间进行数据通信时, 主设备将 SPISTE 置成低电平, 使能从设备, 此时, 从设备的串行数据从 SPISOMI 引脚移出, 从 SPISIMO 引脚移入。当数据传输完毕后, SPISTE 引脚置为高电平。

写数据到 SPIDAT 或 SPITXBUF, 启动 SPISIMO 引脚发送数据, 首先发送 SPIDAT 寄存器的最高有效位 MSB, 接收到的数据通过 SPISOMI 引脚移入 SPIDAT 的最低有效位 LSB。当传输完特定的数据位后, 接收到的数据被存到 SPIRXBUF 寄存器中, 以被读取使用。当设定数据长度不足 16 bit 时, SPIRXBUF 寄存器中存放的接收数据采用右对齐格式; 而发送数据则需要采用左对齐格式写入寄存器 SPIDAT 或 SPITXBUF<sup>[3]</sup>。图 3 为 SPI 数据传

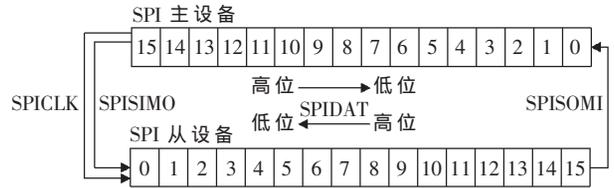


图 3 SPI 数据传输格式

输格式。

2 系统硬件接口设计

系统采用 TI 公司 TMS320F2812 DSP 芯片作为控制器, 利用 SPI 接口实现控制器数据通信和任务同步, 即同一系统在同一时刻执行相同的任务。其内部集成一个 SPI 外设模块, 要实现 SPI 数据传输只需要配置几个相应寄存器即可。

SPI 的传输只能由主控制器发起, 主控制为从控制器提供时钟和使能信号。本设计利用 DSP 内部集成外设模块, 当主控制器发送数据时, 通过 SPISTE 使能从控制器, 继而开始 SPI 的传输。如果在通信过程中, 需要从控制器主动向主控制器发送数据, 只能采用主控制器发送伪数据的形式为从控制器提供时钟和使能信号。

3 系统软件设计

3.1 软件实现的同步设计

实现任务同步的主要思想是网络通信中的应答模式, 具体流程图如图 4 所示。通信过程中, SPI 有可能受到外界干扰导致数据传输错误, 而同步过程又是一个死等过程, 采用 SPI 的软件复位可以解决这一问题, 在通信过程中若发现接收不到正确 ACK 信号就进行软件复位重新开始发送, 这种方法在实践中得到了验证, 效果很好。

3.2 软件通信协议设计

基于 SPI 的通信有两种情况: 由 SPI 主方发起通信, 以及由 SPI 的从方发起通信。本方案中, 采用主动发送

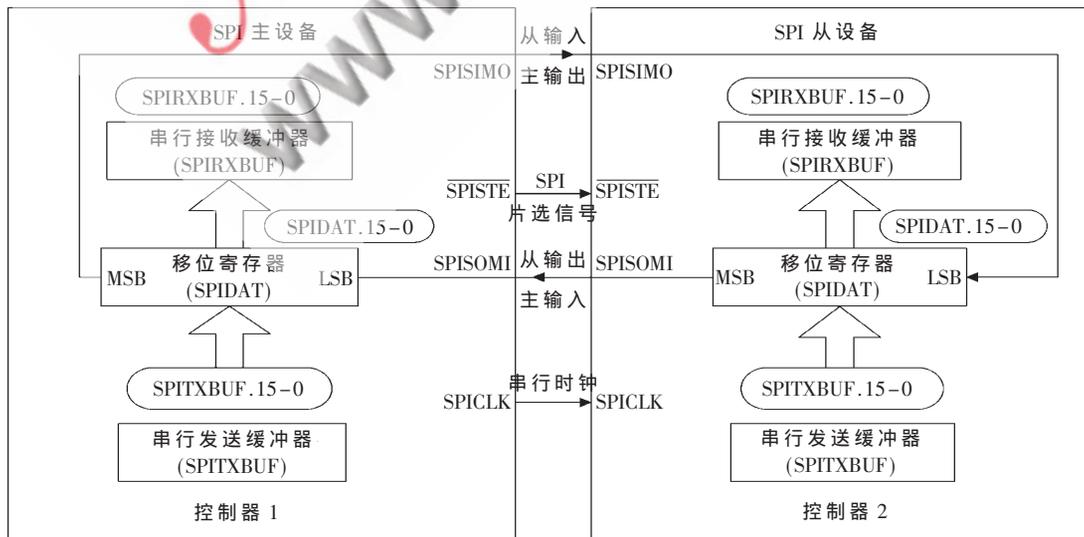


图 2 SPI 主从控制器间的连接

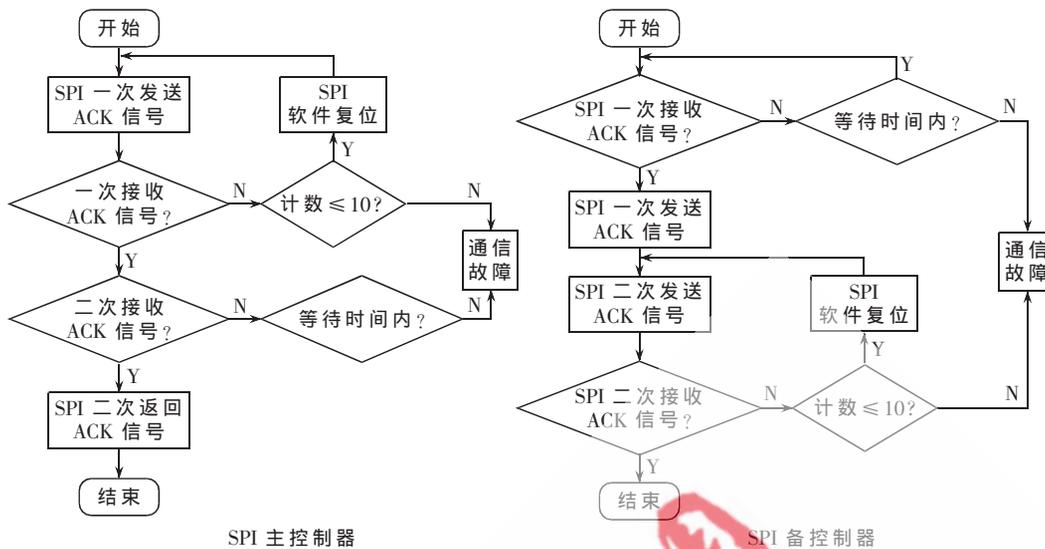


图 4 SPI 实现同步软件的流程图

数据,中断接收数据。通过配置 SPI 寄存器,设置数据长度和通信速率,使能增强型 FIFO 发送和接收,采用 7 级中断接收数据,即每接收完 7 个数据后触发一次中断,可以从中断中读取 SPIRXBUF 里面的数据。由于 SPI 本身并未规定数据的开始和结束,在实际通信过程中,需要对主控制器和从控制器之间的通信做一个接口通信协议<sup>[4]</sup>。

在设计中,采用包的方式发送数据,在前面发送一个包头,里面包含奇偶校验(1 bit)、数据类型(8 bit)和包长(数据长度 4 bit),在包的后面发送实际应用数据,实际数据的长度和类型可以根据包头确定。图 5 所示为包的数据帧结构。

奇偶校验	空	数据长度	数据类型	通信数据
1 bit	3 bit	4 bit	8 bit	数据长度×16 bit

图 5 包的数据帧结构

在这种情况下,一次 SPI 的传输过程可描述如下:主控制器首先发送包头,告知从控制器此次传输的类型以及数据的长度。当传输完 7 个数据后,进行中断接收,先判断第一个字的奇偶校验位,如果错误则进行软件复位,重新接收并判断;若正确则对数据长度和数据类型进行检验,按照规定的长度和数据类型读取到特定的变量中,如果此次接收的数据类型没有和规定数据类型对应上,也认为数据传输错误,进行软件复位,重新接收并判断。主从都采取中断接收数据,主控制器采取主动发送,而从控制器是在产生中断后,在中断服务子程序里先读取数据然后发送特定数据,主从的接收模式判断完全一样。通信过程中,有时需要从控制器主动发送一组数据,需要主控制器为从控制器提供时钟和使能信号,从控制器才可以发送数据,运用主控制器发送伪数据的方式可以解决这个问题。在软件协议中,规定 SPI 第一个字(包头)全零(0x0000)为伪数据,当包头接收到

伪数据时,不判断奇偶校验、数据长度和数据类型,直接丢弃。

### 3.3 通信故障处理方案

实际应用系统,SPI 的通信环境复杂,可能会影响 SPI 的传输,由于 SPI 是一个串行数据的传输,一旦出现故障如果不加以排除就会影响到以后的数据传输,因此这个问题必须加以解决。这个方案中,根据奇偶校验和数据类型的判断可以发现 SPI 通信是否出现故障,若判断发现故障后要对故障进行消除和隔离,以免影响以后的数据传输。

软件可以实现故障消除和隔离,采用 SPI 的软件复位功能,可以在判断错误后,先进行复位然后使能,可以通过设置 SPI FIFO 发送缓冲寄存器 SPIFFTX 中的 SPIRST 位进行设置,写 0 时复位 SPI 的发送和接收通道,但 FIFO 寄存器的配置保持不变,写 1 时,SPI FIFO 恢复发送和接收通道,不影响 SPI 寄存器配置。

## 4 实验结果

本方案中,DSP 的主频为 120 MHz,采用 SPI 的低速时钟 30 MHz,数据的传输速率配置为 7.5 Mb/s。测试结果表明,SPI 能很好地满足两片 DSP 之间的高速通信。在实际的测试应用中发现,在正常情况下,SPI 通信正常,没有通信错误发生;但在外界的某些干扰下,就会出现通信错误,例如在 DSP 实际应用系统中,用到 DSP 控制电机,当电机换向运行或转速比较高时就会影响 SPI 的传输,会出现数据传输错误,这时需进行软件复位。选择 7.5 Mb/s 的通信速率是进行多次对比设置的,如果速率低,出现错误的概率就大,系统不稳;若速率过快,会影响数据传输,丢失数据。

SPI 接口实现简单、I/O 资源占用少、传输速度快<sup>[5-6]</sup>,从软硬件方面解决了实际应用系统中的 SPI 双向数据传输、任务同步和 SPI 通信故障等问题,成功实现了两

片 DSP 之间的双向通信,且用软件代替硬件实现了任务同步,还对 SPI 通信故障提出解决方案。可运用于多控制器之间的高速数据传输和同步。

#### 参考文献

- [1] 宋晔,蔡慧,赵荣祥,等.采用 SPI 接口实现 TMS320F240 DSP 之间的通信[J].机电工程,2005,22(5):31-33.
- [2] TMS320F2810,TMS320F2812 digital signal processors data manual[Z],2003.
- [3] TMS320F28x DSP serial peripheral interface(SPI) reference guide[Z],2003.
- [4] 梁永明,罗汉文,黄建国,等.DSP 嵌入式系统中 SPI 协议的一种实现方法[J].电子技术,2004,31(11):15-17.

- [5] 毛建权,季晓勇.基于 SPI 的 DSP 与 MCU 双向通信的设计与实现[J].科学技术与工程,2007,7(15):3191-3193.
- [6] 孙丽明.TMS320F2812 原理及其 C 语言程序开发[M].北京:清华大学出版社,2008.

(收稿日期:2010-06-25)

#### 作者简介:

王杰,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计。

王小鹏,男,1969年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:多媒体信息处理。

赵国辉,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.chinaAET.com