

doi: 10.7690/bgzdh.2023.07.007

# 一种基于 DSP 的 SCI 外设多字节数据包的收发方法

高玉文, 吴建刚, 刘璐雅, 马俊安, 刘胜魁, 李星洲  
(四川航天燎原科技有限公司科研事业部, 成都 610100)

**摘要:** 为实现 DSP 与外部设备之间多字节长数据包的接收和发送, 提出一种基于中断方式的接收方法和基于查询方式的发送方法。以 DSP2812 芯片为平台, 数据包长度为 48 字节为例, 与上位机进行数据通信; DSP 接收中断一旦产生, 即可启动接收状态机, 自适应接收数据包; 发送过程采用查询形式进行定时或者触发的方式发送, 实现长数据包的发送。试验结果表明: 该方法收发性能稳定可靠, 非常适用于小型化低成本的应用场合, 可为实际工程开发提供借鉴和帮助。

**关键词:** DSP; 多字节; 长数据包; 上位机

**中图分类号:** TP273 **文献标志码:** A

## A Method of Sending and Receiving Multi-byte Data Packets of SCI Peripherals Based on DSP

Gao Yuwen, Wu Jian'gang, Liu Luya, Ma Jun'an, Liu Shengkui, Li Xingzhou  
(Department of Technology Research and Development, Sichuan Spaceflight Liaoyuan Technology Co., Ltd.,  
Chengdu 610100, China)

**Abstract:** In order to realize the receiving and sending of multi byte long data packets between DSP and external devices, a receiving method based on interrupt mode and a sending method based on query mode are proposed. With DSP2812 chip as the platform, the data packet length is 48 bytes, for example, to communicate with the upper computer. Once the DSP receive interrupt occurs, the receive state machine can be started to receive data packets adaptively. The sending process uses the query form to send the data in a timed or triggered manner to realize the sending of long data packets. The test results show that the method is stable and reliable, and is very suitable for miniaturization and low-cost applications, which can provide reference and help for practical engineering development.

**Keywords:** DSP; multi-bytes; long data packets; host computer

## 0 引言

随着信息技术的快速发展及自动化设备的广泛应用, 串口通信技术被越来越多地运用到控制系统中。计算机与控制器、控制器与控制器、控制器与传感器之间的多字节长数据包的串口数据传输变得越来越流行<sup>[1]</sup>。数字信号处理器 DSP2812 凭借其精度高、可靠性好和速度快等特点, 被广泛应用于工业生产、控制系统、医疗教育、航空航天等诸多领域<sup>[2-3]</sup>, 其内部集成的 SCI 外配备有 16 级深度 FIFO 非常适合这种多字节数据包的通信传输<sup>[4-5]</sup>。

关瑞云等<sup>[6-8]</sup>选用不同 FIFO 深度的串并转换芯片实现多路多字节长数据包的数据通信, 通信效率高, 但仍需 DSP 响应中断和查询收发状态, 并且需要额外的芯片资源, 不适合小型化低成本的应用场合。刘铎等<sup>[9-10]</sup>采用 DSP+FPGA 的架构形式, 由 FPGA 和串口转换芯片实现长数据包的收发, 这种

方式灵活性比较高, 但是需要 FPGA 芯片才能实现, 增加了额外的硬件和软件成本, 也不适合小型化应用场合。

笔者对 DSP2812 外设 SCI 模块及串口数据解包方法进行分析<sup>[11]</sup>, 给出 48 字节的长数据包的收发方法。在数据包接收方面, 采用 FIFO 自适应中断方式, 一旦中断产生, 即启动接收状态机<sup>[12]</sup>, 进行数据接收; 在数据包发送方面, 采用 FIFO 查询方式, 可定时发送, 也可触发发送。

## 1 SCI 通信组成及原理

### 1.1 SCI 通信组成

SCI 为异步串行通信, 与并行通信相比, 无需太多线, 节省成本; 与同步串行通信相比, 无专门的时钟同步信号, 通信距离远。缺点是速度有限, 因此比较适合于低速、远距离传输的场合。将 SCI 的单端信号转换为差分信号, 再进行数据通信, 可

收稿日期: 2023-03-07; 修回日期: 2023-04-20

作者简介: 高玉文(1988—), 男, 甘肃人, 硕士, 工程师, 从事伺服控制系统方向研究。E-mail: yw\_gao@qq.com。

提高抗干扰能力。

如图 1 所示，SCI 是一个双线异步串口(单端时)，由发送和接收 2 根信号线组成。

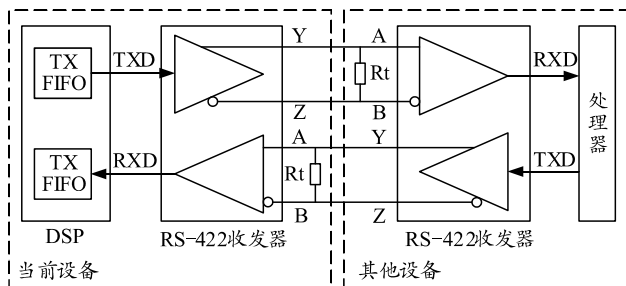


图 1 SCI 通信组成

上图为全双工异步通信基本组成。当前设备和其他设备以 RS422 的电气协议进行数据通信，Y 和 Z 是一个差分对信号，A 和 B 是一个差分对信号，差分信号和单端信号由 RS422 收发器进行转换。

### 1.2 SCI 通信原理

SCI 数据采用非归零数据 (non-return-to-zero, NRZ) 格式通信，以位的形式在数据线上通信。每一帧数据包包含 1 个起始位、1~8 位数据位、1 个奇偶校验位(可无)、1~2 个停止位和 1 个地址位(用于地址位模式)。当数据线处于空闲状态时，数据线保持高电平<sup>[13]</sup>。

在 DSP 中含有移位寄存器、数据缓存器和 FIFO 寄存器。在 FIFO 模式下，发送移位寄存器 (TXSHF) 将 FIFO 中加载的数据按照约定的波特率速度和数据帧格式从 SCITXD 端移位并发送出去。在接收数据时，当其他设备发送的数据到达 SCIRXD 引脚后，SCI 开始检测数据的起始位，当 SCIRXD 引脚检测到起始位时，便开始将随后的数据逐位按照约定好的波特率速度移至接收移位寄存器 (RXSHF) 中。由于使用了 FIFO 功能，RXSHF 会将接收到的数据直接加载到 RX FIFO 队列中。

接收和发送 FIFO 都有 FIFO 状态信息位，分别是 TXFFST 和 RXFFST，这 2 个状态位可在任何时间标识 FIFO 队列中的数据个数。接收和发送都有一个中断级位 FFIL，这个中断级位是可以设置的。在接收过程中，当 RXFFST 的数值与 RXFFIL 相等时，接收 FIFO 就会产生 FIFO 接收匹配事件。在发送过程中，当 TXFFST 的数值与 TXFFIL 相等时，发送 FIFO 就会产生 FIFO 发送匹配事件。

接收和发送匹配事件可以采用中断的形式响应，也可以采用查询的方式去处理。多字节长数据包收发时，在接收的过程中，为了降低丢帧率，以

中断的方式响应接收事件，发送以查询的方式定时或者触发的方式处理。

## 2 多字节数据包接收

### 2.1 多字节数据包接收原理

表 1 为 DSP 接收和发送的数据包协议，共 48 个字节，含 2 个字节的帧头、1 个字节的校验和。图 2 为接收过程状态转移示意图，共 8 个状态。

表 1 48 字节数据包接收和发送协议

| 编号   | 名称  | 内容      |
|------|-----|---------|
| 1    | 帧头  | 0xAA    |
| 2    | 帧头  | 0x55    |
| 3~47 | 数据  | 工程实际    |
| 48   | 校验和 | 数据和取低字节 |

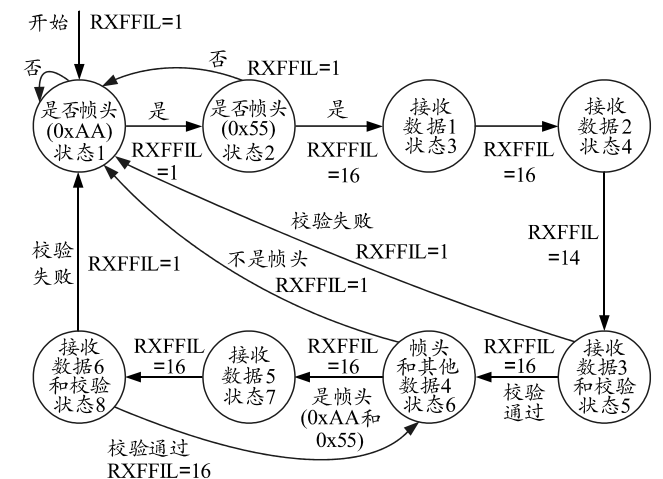


图 2 接收过程状态转移

在 SCI 外设初始化中，先将接收 FIFO 的中断级位 RXFFIL 设置为 1，在使能 SCI 外设后，SCI 外设开始接收数据。

当 SCI 接收到数据后，CPU 响应中断，接收过程进入状态 1。在状态 1 中，DSP 不断检查接收的数据是否是帧头 0xAA，如果是，则转移到状态 2；否则持续保持在状态 1，持续检测。在状态 2 中，DSP 检查是否是帧头 0x55，如果是，则转移到状态 3；如果不是，则转移到状态 1。在状态 5 中，需将接收到的数据进行校验，如果校验不通过，则转移到状态 1；如果通过，则转移到状态 6。由于状态 1~5 已经对接收的数据进行了对齐处理，因此在状态 6 中，DSP 可直接接收 16 个有效数据，但需对前 2 个数据进行帧头检查，若是 0xAA 和 0x55，则继续接收后续数据；若不是，则发生了丢帧或者逸出等错误事件，需跳转到状态 1，重新进行数据包接收对齐操作。在状态 8 中，需对接收到的数据进行校验，如果通过，则跳转到状态 6，继续下一帧数据；

如果不通过，则跳转到状态 1，重新进行数据包对齐操作。

在整个接收过程中，需对接收的关键字节进行自适应地调整 FIFO 的中断级别 RXFFIL。状态 1~5 为 DSP 接收数据包的对齐过程，一旦节拍对齐，在数据接收无错误的情况下，后续接收状态会持续

保持状态 6~8，不断地循环。

### 2.2 多字节数据包接收软件设计

图 3 为多字节数据包接收中断子程序流程。在主函数中，完成 SCI 模块的初始化，并在初始化中设置接收中断级别 RXFFIL=1 和接收状态 NxState=1。

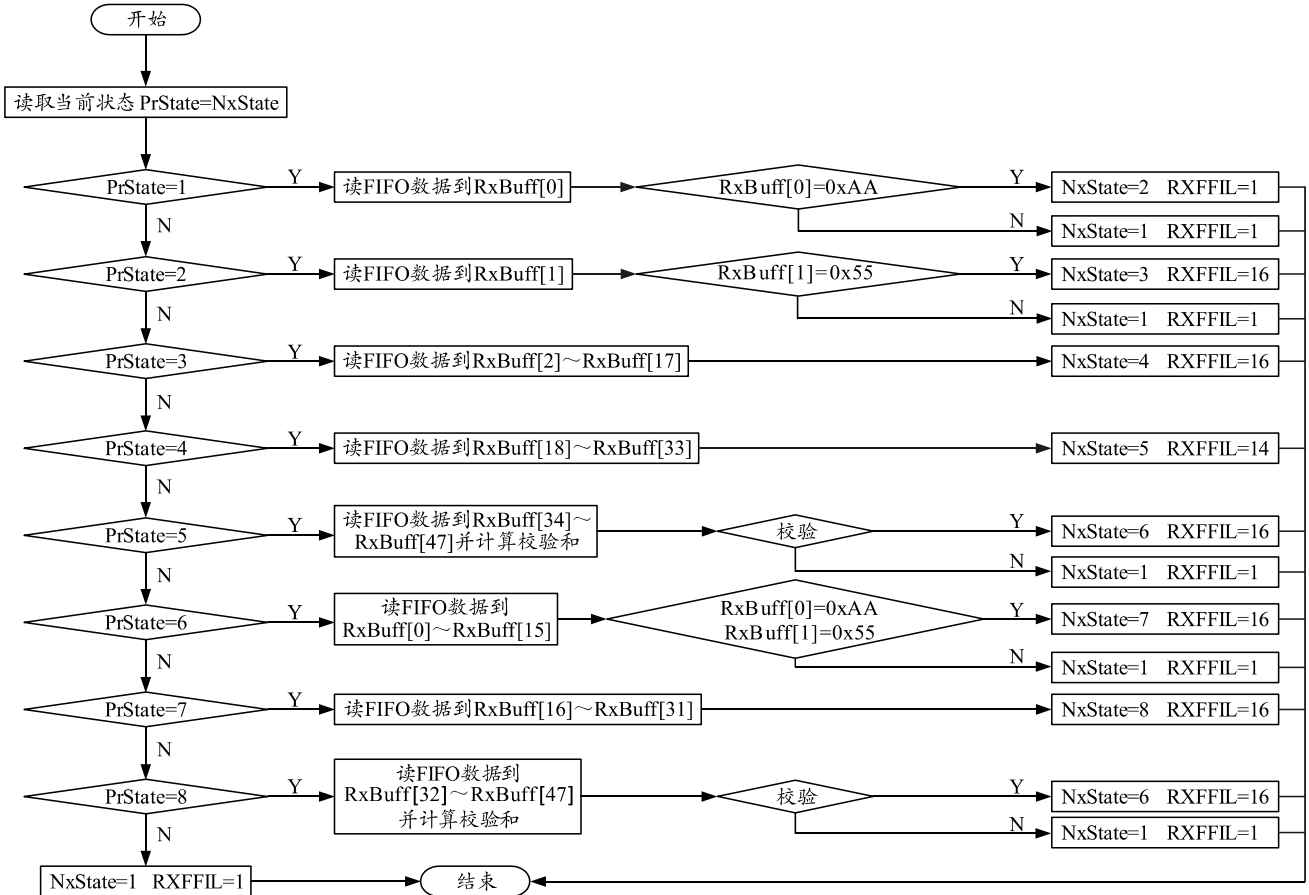


图 3 多字节数据包接收中断子程序流程

PrState 是接收中断的当前状态，NxState 为接收中断的下一状态。

SCI 外设接收到第一个字节后，DSP 响应中断，更新当前状态，并判断接收到的数据是否为帧头 0xAA，如果是，则继续接收第二个帧头；如果不是，则保持状态 1，持续检测。

## 3 多字节数据包发送

### 3.1 多字节数据包发送原理

图 4 是多字节数据包发送过程状态转移。发送以 5 ms 定时或者触发的方式开始，当 5 ms 计时时间到或者触发标志有效，且 TXFFST 为 0 时，则进入状态 1，开始发送第 1~15 字节；否则，持续检测直到条件满足。在状态 3 中，当 TXFFST 为 0 时，

表示一包数据已经发送完毕，发送流程进入待发送状态 0，即等待计时或者触发标志有效状态。

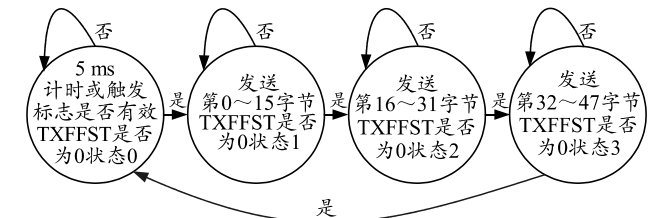


图 4 发送过程状态转移

### 3.2 多字节数据包发送软件设计

图 5 为多字节数据包发送子程序流程。发送过程可以以定时的方式发送，也可以以触发的方式发送。一旦开始发送标志有效，且发送 FIFO 中无正在发送的数据，就可以启动发送。

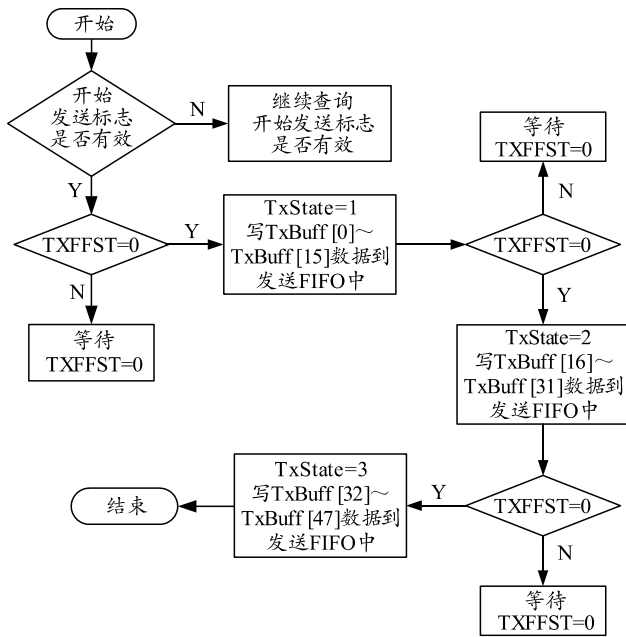


图 5 多字节数据包发送子程序流程

在发送数据前需要给发送缓冲器 TxBuff 一次性赋值，在发送过程中不能再赋新值，其中 TxBuff [0] 和 TxBuff [1]为帧头，分别是 0xAA 和 0x55，TxBuff [47]为校验和。发送子程序建议放在主循环中，这样 DSP 在查询 TXSSFT=0 的等待期间，可执行其他中断，以提高效率。

## 4 试验验证

### 4.1 搭建测试系统

搭建测试系统，如图 6 所示。由上位机、USB 转 RS-422、DSP2812 控制板组成。

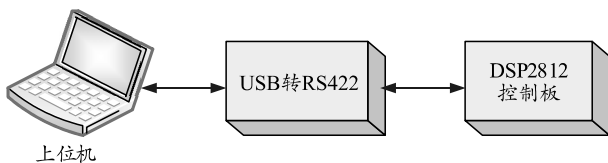


图 6 测试系统

在上位机上，用串口调试助手接收和发送数据，USB 转 RS422 实现电气的连接，DSP2812 控制板集成了 DSP 最小系统和 SCI 收发转换芯片，可直接与 USB 转 RS422 线对接。

### 4.2 收发测试

DSP 上电运行，控制上位机测控软件以 5 ms 间隔，230 400 bps 循环发送数据流。期间，DSP 以同样的周期发送数据给上位机。图 7 为 DSP 收发测试结果。图中上半部分为 CCS 软件展示的 DSP 接收数据信息，下半部分为上位机软件串口调试助手收发数据信息。

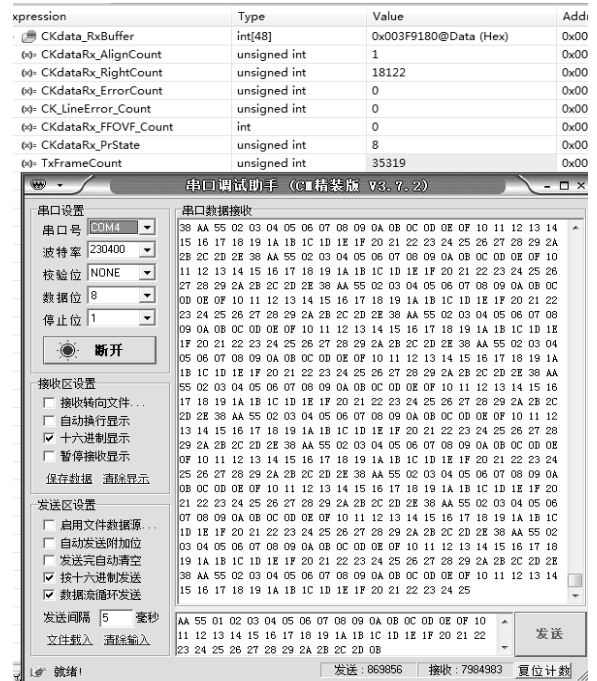


图 7 DSP 收发测试结果

调试助手持续发送数据包内容为：AA 55 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A0B0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 0B。

DSP 循环发送的数据包内容为：AA 55 02 03 04 05 06 07 08 09 0A0B0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 38。

CCS 中：CKdata\_RxBuffer 为 DSP 接收到的数据包；CKdataRx\_AlignCount 为接收状态 1 的计数，即为对齐计数；CKdataRx\_RightCount 为接收校验成功的数据包计数；CKdataRx\_ErrorCount 为接收校验失败的数据包计数。

从图 7 中可以看出：在发送方面，DSP 很好地按照数据包内容发送了数据；在接收方面，串口助手共发送了 869 856 个字节数据，DSP 共成功接收了 18 122 个数据包，其中 869 856-18 122×48=0。DSP 接收数据未发生丢帧，接收数据性能良好。

## 5 结束语

笔者对 DSP2812 外设 SCI 工作原理和串口数据解包方法进行了分析，并以 48 字节长数据包为例，给出了多字节数据包的接收和发送方法。该方法经过试验验证了其可靠性和稳定性，且所需硬件资源少，编程简单，非常适合于小型化低成本应用场合，为工程异步串口通信开发提供了帮助。