

# TMS320F28335 SCI 基于 RS-422 标准的应用

訾兰

(中国电子科技集团公司第二十研究所, 西安 710068)

**摘 要:** 介绍了 TMS320F28335 的串行通讯接口 (SCI), 利用 SCI 来解决 TMS320F28335 与较远距离光纤陀螺的高速数据传输问题, 根据使用要求对 SCI 相关寄存器进行了设置, 给出了串口初始化及中断配置程序, 并提供了适应 RS-422 标准的接口电平转换方案。

**关键词:** 异步串口通讯; SCI; TMS320F28335; RS-422

TMS320F28335 是 TI 公司 TMS320C28X 系列较新的一款浮点 DSP 控制器, 其指令周期为 6.67ns, 主频达 150MHz。某系统选用该芯片作为系统控制的核心器件, 选用光纤陀螺作为敏感惯性空间角速度的传感器, 为与光纤陀螺进行可靠的高速率 (38.4kbps)、长线 (数十米) 通讯并力求简约, 直接利用该芯片的串行通讯接口 (SCI) 与光纤陀螺通过 RS-422 标准实现异步串口通讯。

## 1 RS-422 标准简介

RS-422 标准适用于长距离和噪声环境下的数据传输。最大传输速率为 10Mb/s, 最大传输距离可达 1200m(速率低于 100kb/s 时)。

RS-422 标准是平衡 (差分) 数据传输方案, 收、发端通过平衡双绞线对应相连 (A 线、B 线), 如图 1 所示, 发送器 A、B 之间电平在 +2V~+6V 是逻辑 1, 电平在 -2V~-6V 是逻辑 0; 接收器 A、B 之间电平大于 +200mV 时, 输出正逻辑电平, 小于 -200mV 时, 输出负逻辑电平。接收器平衡线上的电平范围通常在 200mV 至 6V 之间。

RS-422 标准是一种单机发送、多机接收的传输规范, 即一个主设备 (Master), 其余均为从设备 (Slave), 允许一平衡传输线上最多连接 10 个接收节点。从设备之间不能通信, 所以 RS-422 支持点对多的双向通信。RS-422 的四线接口采用了独立的发送和接收通道, 不必控制数据方向。

## 2 TMS320F28335 SCI

TMS320F28335 包含的三个串行通讯接口 (SCIA、SCIB 和 SCIC) 是双线 UART (universal asynchronous receiver/transmitter), 支持 CPU 与外设通过标准的 NRZ (non-return-to-zero) 格式进行异步数字通讯。

SCI 收发器有各自独立的中断使能位; 支持全双工通讯; 包含 FIFO; 可对接收数据进行间断检测、奇偶校验、溢出及成帧错误检测; 通讯所需的波特率由设置波特率选择寄存器来实现。SCI 模块信号汇总如表 1 所示。

表 1 SCI 模块信号汇总

信号	描述
SCIRXD	SCI 异步串行口接收数据
SCITXD	SCI 异步串行口发送数据
Baud clock	波特率时钟
TXINT	发送中断
RXINT	接收中断

### 2.1 SCI 数据格式

SCI 数据收发均采用 NRZ 格式, 由以下部分组成:

一个起始位; 一到八位数据位; 一个可选的奇偶校验位; 一或两位停止位; 多处理器地址位模式下还有一个地址位, 多处理器空闲线模式或非多处

理器通讯时没有该位。数据格式如图所示 2 所示。



图 1 平衡电压接口

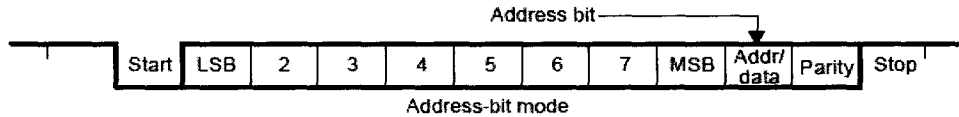


图 2 SCI 数据格式

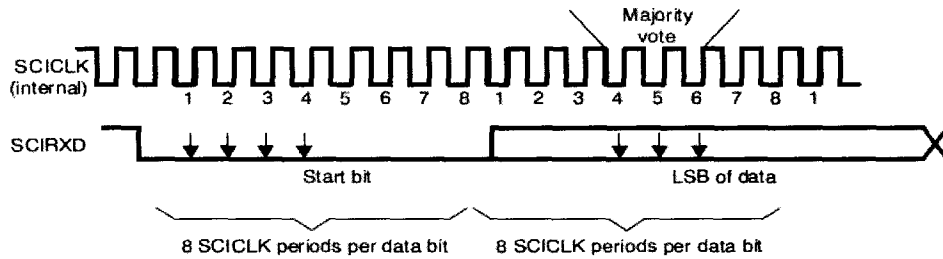


图 3 SCI 异步通讯格式

### 2.2 SCI 通讯格式

SCI 异步通讯格式如图 3 所示，接收一位数据要经过 8 个串口时钟（SCICLK）周期，连续四个时钟周期数据保持为零则起始位被识别，如果数据出现非零，处理器将重新寻找起始位。

在起始位之后，处理器根据 8 个 SCICLK 周期中连续三个周期的采样值，按多数原则决定下一位数据值。

### 2.3 SCI 中断

对收发器的操作可以通过中断方式或轮询方式实现。收发器有各自独立的中断使能位，分别为 RX/BK INT ENA（寄存器 SCICTL2 的 1 位）和 TX INT ENA（寄存器 SCICTL2 的 0 位），中断请求具有优先级区分，为了防止接收数据溢出，同等条件下，接收器总是比发送器具有高的优先级。

如果 RX/BK INT ENA 位已置 1，则下面两事件之一发生时接收中断产生：

1.SCI 接收到了完整的一帧数据，数据从接收移位寄存器 RXSHF 转入接收缓冲寄存器 SCIRXBUF，RXDAY 标志置出（表示 SCIRXBUF 中的数据已准备好可被读出）。

2.接收中断情况发生时，BRKDT 标志置出。

如果 TX INT ENA 位已置 1，数据从发送缓冲寄存器 SCITXBUF 转入发送移位寄存器 TXSHF，TXRDY 标志置出（表示 SCITXBUF 已准备好接收新数据），发送中断产生。

## 3 相关寄存器设置

### 3.1 SCI 通讯控制寄存器（SCICCR）设置

通过 SCICCR 寄存器设置数据格式，确定的数据格式由起始位，8 位数据位，一个奇偶校验位，一位停止位构成，如图 4 所示。SCICCR 寄存器值写为 27h。

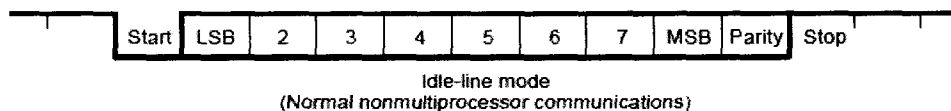


图 4 采用的数据格式

### 3.2 波特率选择寄存器 (SCIHBAUD, SCILBAUD) 设置

该寄存器用来设置波特率。波特率取决于低速外围时钟 (LSPCLK, low-speed peripheral) 和波特率选择寄存器值 BRR, 16 位波特率选择寄存器由两个 8 位寄存器 SCIHBAUD (MSbyte) 及 SCILBAUD (LSbyte) 组成。SCI 波特率由式 (1) 确定。

$$\text{Baud} = \frac{\text{LSPCLK}}{(\text{BRR} + 1) \times 8} \quad (1)$$

其中, BRR 为十进制数,  $1 \leq \text{BRR} \leq 65535$ , 特殊情况, 当 BRR=0 时, 波特率由式 (2) 确定。

$$\text{Baud} = \frac{\text{LSPCLK}}{16} \quad (2)$$

由式 (1) 推导出波特率寄存器值 BRR 的计算式为:

$$\text{BRR} = \frac{\text{LSPCLK}}{\text{Baud} \times 8} - 1 \quad (3)$$

根据系统要求, 与光纤陀螺通讯的波特率为 38.4kbps, 低速外围时钟为 37.5MHz, 所以由式 (3) 计算出 BRR 值为 121 (79h)。

## 4 接口电平转换

SCI 发送数据时, SCITXD 信号输出为 TTL 电平, 需将其转换为满足 RS-422 标准要求的差分信号; 接收数据时, 要将差分信号转换为 TTL 电平后从 SCIRXD 端输入。选择 Maxim 公司的 MAX488 作为电平转换的接口芯片。

MAX488 是一种适用于 RS-422 和 485 标准的低功率收发器, 包含一个发送器和一个接收器, 采用 +5V 电源供电, 全双工工作。MAX488 限制了变换速率, 以减小电磁干扰及降低不适当的端接电缆引起的反射, 在传输速率高达 250kbps 时无差错数据传输。MAX488 具有限流及热关断功能实现发送器的过载保护。静态电流为 120  $\mu$ A。

MAX488 芯片 RO、DI 端分别为接收器的输出和发送器的输入端, 与 SCI 连接时分别与 SCI 的 SCIRXD 和 SCITXD 相连即可。如图 5 所示, Y、Z 分别为发送器差分信号输出端, A、B 为接收器差分信号输入端,  $R_t$  为终端匹配电阻。

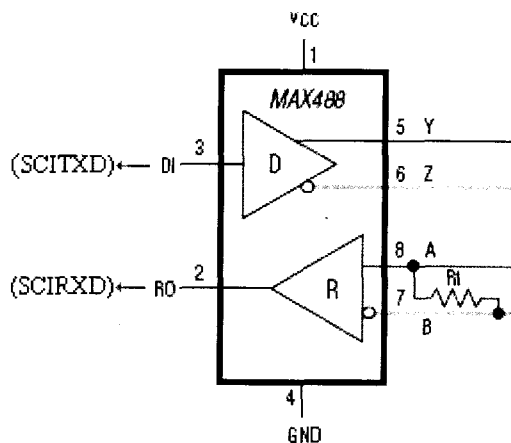


图 5 SCI 与 MAX488 接口

## 5 串口初始化及中断配置

TMS320F28335 有三个串行通讯接口 (分别为 SCIA、SCIB 和 SCIC), 选用 SCIA, SCIA 对应 GPIO28/29 和 GPIO35/36 两组通用输入输出管脚可选, 这里选择 GPIO35/36。SCIA 的初始化程序如下:

```
void InitSciaGpio() // 初始化 GPIO 管脚
{
    EALLOW;
    GpioCtrlRegs.GPBPUD.bit.GPIO35=0;
    // 定义管脚为上拉
    GpioCtrlRegs.GPBPUD.bit.GPIO36=0;
    GpioCtrlRegs.GPBQSEL1.bit.GPIO35=3;
    // 定义管脚为异步输入
    GpioCtrlRegs.GPBQSEL1.bit.GPIO36=3;
    GpioCtrlRegs.GPBMUX1.bit.GPIO35=1;
    // 定义管脚为 SCIA 功能管脚
    GpioCtrlRegs.GPBMUX1.bit.GPIO36=1;
    EDIS;
}
Void scia init() // 初始化 SCIA
{
    SciaRegs.SCICCR.all=0x0027;
    // 定义数据格式
    SciaRegs.SCICTL1.all=0x0003;
    // 收发器使能
    SciaRegs.SCICTL2.bit.TXINTENA=1;
    // 发送中断使能
    SciaRegs.SCICTL2.bit.RXBKINTENA=1;
    // 接收中断使能
```

```
SciaRegs.SCIHBAUD=0x0007;
    // 定义波特率寄存器
SciaRegs.SCILBAUD=0x0009;
SciaRegs.SCICTL1.all=0x0023;
    // 系统复位后重新使能 SCIA
}
```

以下是中断的配置，先将 SCIA 的中断服务程序（ISR，interrupt service routine）连接到 PIE（peripheral interrupt expansion）矢量表中，接下来是开中断。

```
EALLOW;
PieVectTable.SCIRXINTA=&sciaRxIsr;
PieVectTable.SCITXINTA=&sciaTxIsr;
EDIS;
PieCtrlRegs.PIECTRL.bit.ENPIE=1;
PieCtrlRegs.PIEIER9.bit.INTx1=1;
PieCtrlRegs.PIEIER9.bit.INTx2=1;
IER=0x100;
```

## 6 结束语

SCI 基于 RS-422 标准的应用完全满足 TMS320F28335 与光纤陀螺通讯的速率、距离要求，同时增强了数据传输的抗干扰能力，对复杂环境下的数据传输有重要应用意义。

### 参考文献：

- [1] TMS320x2833x,2823x Serial Communications Interface (SCI) Reference Guide. TI, 2009.
- [2] TMS320F28335 Digital Signal Controller (DSCS) Data Manual. TI, 2009.
- [3] TMS320x2833x System Control and Interrupts Reference Guide. TI, 2007.
- [4] Low-Power,Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers. MAXIM, 2003.
- [5] Manny Soltero, Jing Zhang,Chris Cockrill. 422 和 485 标准概述和系统结构. TI, 2002

## SCI of TMS320F28335 Application Based on RS-422 Standard

*ZI Lan*

**Abstract:** The SCI of TMS320F28335 is presented in the paper, the SCI is used to achieve quick and long cable communication between optic gyroscope and TMS320F28335, and it is configured by software to initialize the desired SCI communications format. A level conversion scheme applicable to RS-422 standard is also offered.

**Key words:** Asynchronous Serial Communications; SCI; TMS320F28335; RS-422