

第十二讲 串行通信接口模块SCI

DSP

主讲：叶剑

电话：13728639620

Email: yejian@hit.edu.cn

第十二讲：串行通信接口模块SCI



1、串行通信概述和基础知识

2、F28335的SCI模块

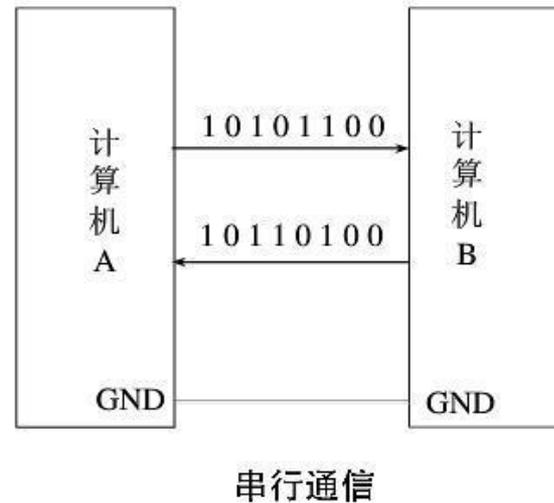
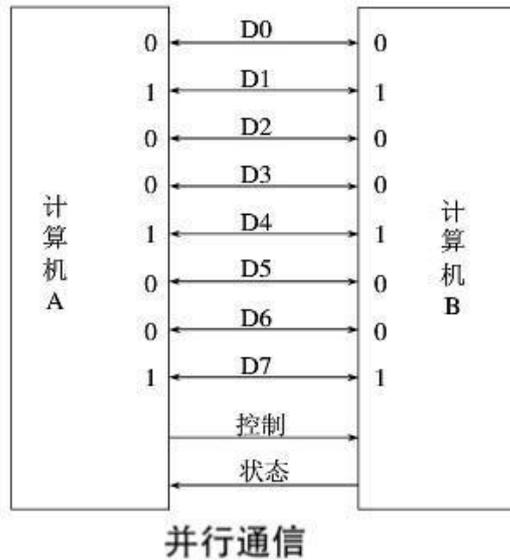
3、寄存器

1.1 串行通信概述

- DSP控制器间，DSP控制器与外部设备间交换信息，通信，可采取的通信方式主要两大类：1、并行通信，2、串行通信。
- 并行通信一般包括多条数据线、多条控制线和状态线，传输速度快，传输线路多，硬件开销大，**不适合远距离传输**。一般用在系统内部，如XINTF外部接口或者控制器内部如DMA控制器。
- 串行通信则在通信线路上既传输数据信息也传输联络控制信息，硬件开销小，传输成本低，但是传输速度慢，且收发双方需要通信协议，**可用于远距离通信**。

1.1 串行通信概述

- DSP控制器间，DSP控制器与外部设备间交换信息，通信，可采取的通信方式主要两大类：1、并行通信，2、串行通信。

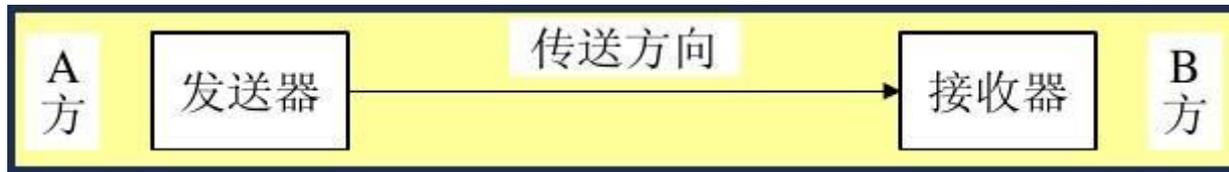


1.1 串行通信概述

- 串行通信可以分为两大类：1、同步通信， 2、异步通信。
- 同步通信：发送器和接收器通常使用**同一时钟源来同步**。方法是在发送器发送数据时同时包含时钟信号，接收器利用该时钟信号进行接收。典型的如I²C、SPI。
- 异步通信：收发双方的**时钟不是同一个时钟**，是由双方各自的时钟实现数据的发送和接收。但要求双方使用同一标称频率，允许有一定偏差。典型的如SCI。

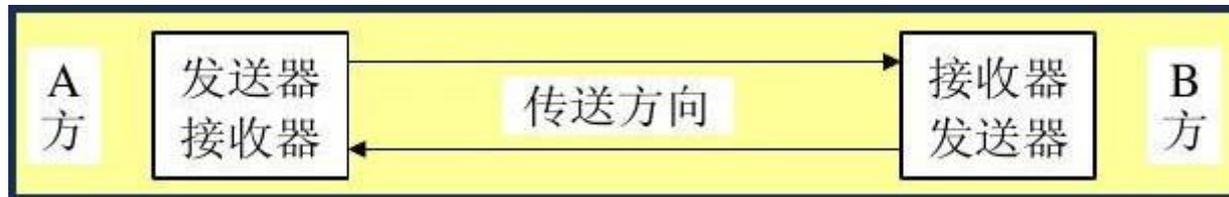
1.1 串行通信概述

- 串行通信的传输方式有3类：1、单工， 2、全双工， 3、半双工。
- 单工（Simplex）：数据传送是**单向的**，一端为发送端，另一端为接收端。这种传输方式中，除了地线之外，只要一根数据线就可以了。有线广播就是单工的。



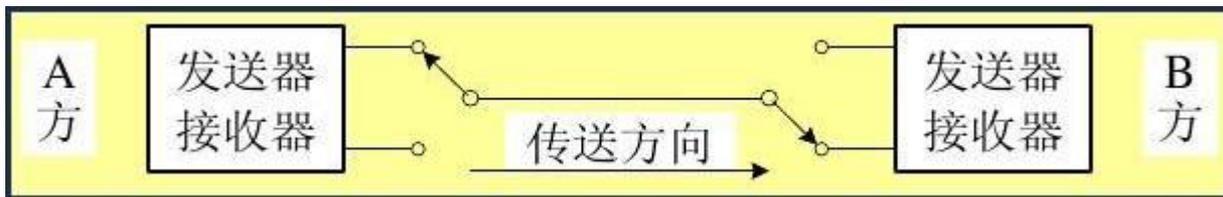
1.1 串行通信概述

- 串行通信的传输方式有3类：1、单工， 2、全双工， 3、半双工。
- 全双工（Full-duplex）：数据传送是双向的，且可以**同时接收与发送数据**。这种传输方式中，除了地线之外，需要两根数据线，站在任何一端的角度看，一根为发送线，另一根为接收线。SCI、SPI都可以工作在全双工方式下。



1.1 串行通信概述

- 串行通信的传输方式有3类：1、单工， 2、全双工， 3、半双工。
- 半双工（Half-duplex）：数据传送也是双向的，但是在这种传输方式中，除了地线之外，一般只有一根数据线。任何一个时刻，只能由一方发送数据，另一方接收数据，**不能同时收发**。I²C的通信传输方式工作在半双工下。

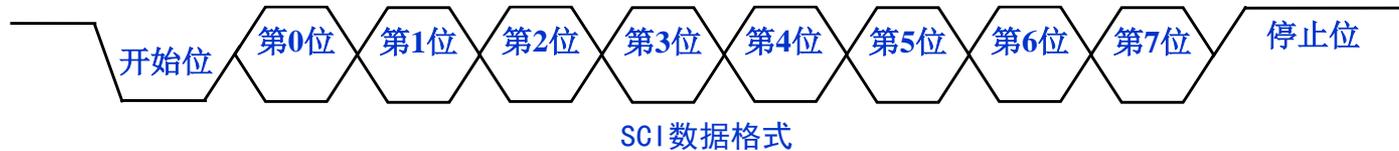


1.2 串行通信基础知识

- 在串行通信协议中还要明确通信的数据格式、通信的速率与通信的奇偶校验方法。
- 通常通信的数据格式采用NRZ数据格式，即standard non-return-zero mark/space data format，译为：“标准不归零传号/空号数据格式”。“不归零”的最初含义是：用正、负电平表示二进制值，不使用零电平。“mark/space”即“传号/空号”分别是表示两种状态的物理名称，逻辑名称记为“1/0”。

1.2 串行通信基础知识

- 典型的SCI数据格式，如下图所示。



- 通信的速率的单位为波特率（baud rate），即每秒内传送的信号码元。通常情况下，波特率的单位可以省略。通常使用的波特率有300、600、900、1200、1800、2400、4800、9600、19200、38400。

1.2 串行通信基础知识

- 举例说明：

如果在数字传输过程中，用0V表示数字0，5V表示数字1，那么每个码元有两种状态0和1。每个码元代表一个二进制数字。此时的每秒码元数和每秒二进制代码数是一样的，这叫两相调制，波特率等于比特率。

如果在数字传输过程中，0V、2V、4V和6V分别表示00、01、10和11，那么每个码元有四种状态00、01、10和11。每个码元代表两个二进制数字。此时的每秒码元数是每秒二进制代码数是一半的，这叫四相调制，波特率等于比特率一半。

1.2 串行通信基础知识

- 字符奇偶校验检查 (character parity checking) 称为垂直冗余检查 (vertical redundancy checking, VRC)，它是每个字符增加一个额外位使字符中“1”的个数为奇数或偶数。
- 奇校验：如果字符数据位中“1”的数目是偶数，校验位应为“1”，如果“1”的数目是奇数，校验位应为“0”。
- 偶校验：如果字符数据位中“1”的数目是偶数，则校验位应为“0”，如果是奇数则为“1”。

第十二讲：串行通信接口模块SCI

1、串行通信概述和基础知识



2、F28335的SCI模块

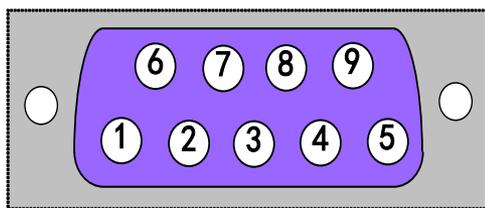
3、寄存器

2.1 串行物理接口标准RS-232C

- SCI即Serial Communication Interface 串行通信接口，接收和发送有各自独立信号线，但不是同一时钟，所以是进行串行异步通信的接口，一般可以看作是uart（通用异步接收/发送装置），经常会跟RS232接口连接。
- 通常DSP引脚输入/输出使用TTL电平，而TTL电平的“1”和“0”的特征电压分别为2.4V和0.4V，适用于板内数据传输。
- 为了使信号传输得更远，美国电子工业协会EIA(Electronic Industry Association)制订了串行物理接口标准RS-232C。RS-232C采用负逻辑，-3V~-15V为逻辑“1”，+3V~+15V为逻辑“0”。

2.1 串行物理接口标准RS-232C

- TTL电平与RS232电平之间要互相转换，这就需要采用串口转换芯片，常用的是MAX232。
- RS-232C最大的传输距离是30m，通信速率一般低于20Kbps。 RS-232接口，简称“串口”，它主要用于连接具有同样接口的设备。下面给出了9芯串行接口的排列位置，相应引脚含义见下表。



9芯串行接口排列

引脚号	功能	引脚号	功能
1	接收线信号检测（载波检测DCD）	6	数据通信设备准备就绪（DSR）
2	接收数据线 (RXD)	7	请求发送（RTS）
3	发送数据线 (TXD)	8	清除发送
4	数据终端准备就绪 (DTR)	9	振铃指示
5	信号地（SG）		

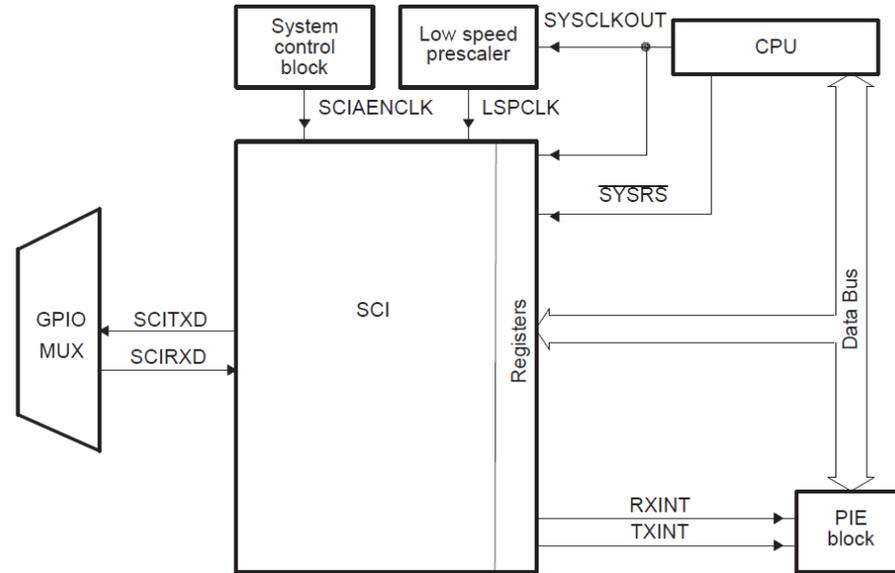
2.2 SCI模块的特点

- F28335处理器共提供3个SCI接口，相对TI的F240X系列DSP的SCI接口，功能上有很大的改进，在原有功能基础上增加了通信速率自动检测和FIFO缓冲等新的功能。
- 为了减小串口通信时CPU的开销，F28335的串口支持16级接收和发送FIFO，也可以不使用FIFO缓冲，SCI的接收器和发送器可以使用双级缓冲传送数据。
- SCI接收器和发送器有各自独立的中断和使能位，可以独立地操作实现半双工通信，或者同时操作实现全双工通信。

2.2 SCI模块的特点

- 为了保证数据完整，SCI模块对接收到的数据进行间断、极性、超限和帧错误的检测。为了减少软件的负担，SCI采用硬件对通信数据进行极性和数据格式检查。
- 通过对16位的波特率控制寄存器进行编程，可以配置不同的SCI通信速率。

2.3 SCI与CPU接口



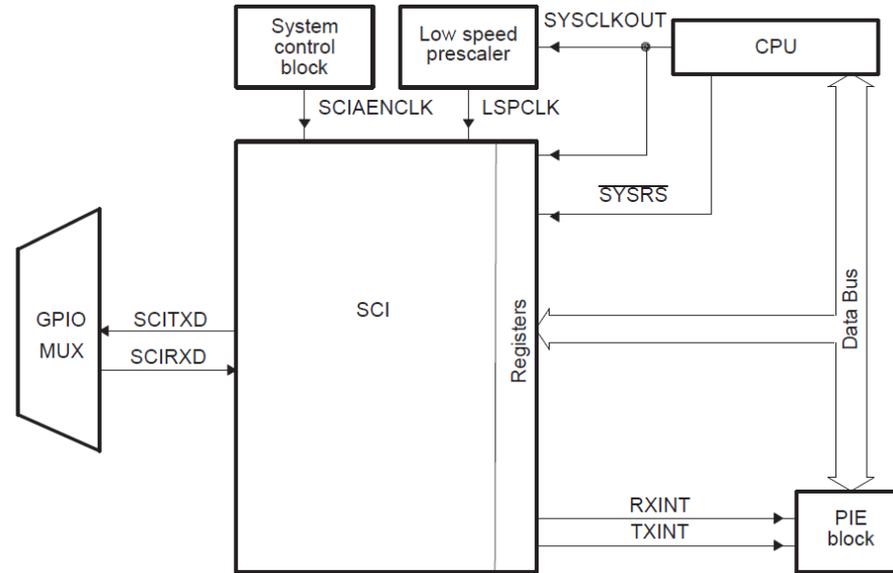
SCI模块的特点如下：

(1) 2个外部引脚：SCITXD为SCI数据发送引脚；SCIRXD为SCI数据接收引脚。两个引脚为多功能复用引脚，如果不使用可以作为通用数字量I/O。

(2) 可编程通信速率，可以设置64K种通信速率。

(3) 数据格式：
◇ 1个启动位；
◇ 1~8位可编程数据字长度；
◇ 可选择奇校验、偶校验或无效校验位模式；
◇ 1或2位的停止位。

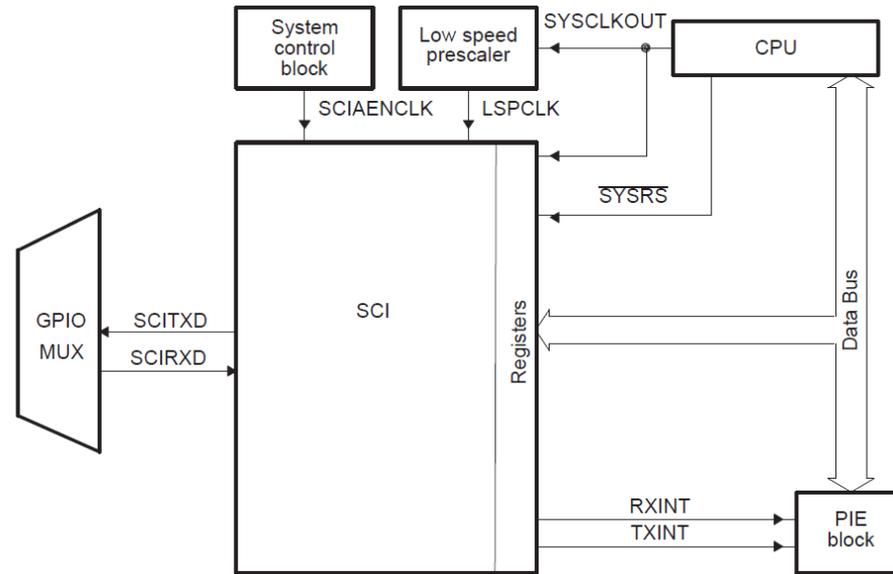
2.3 SCI与CPU接口



SCI模块的特点如下：

- (4) 4种错误检测标志位：奇偶错误、超越错误、帧错误和间断检测。
- (5) 2种唤醒多处理器方式：空闲线唤醒（Idle-line）和地址位唤醒（Address Bit）。
- (6) 全双工或者半双工通信模式。

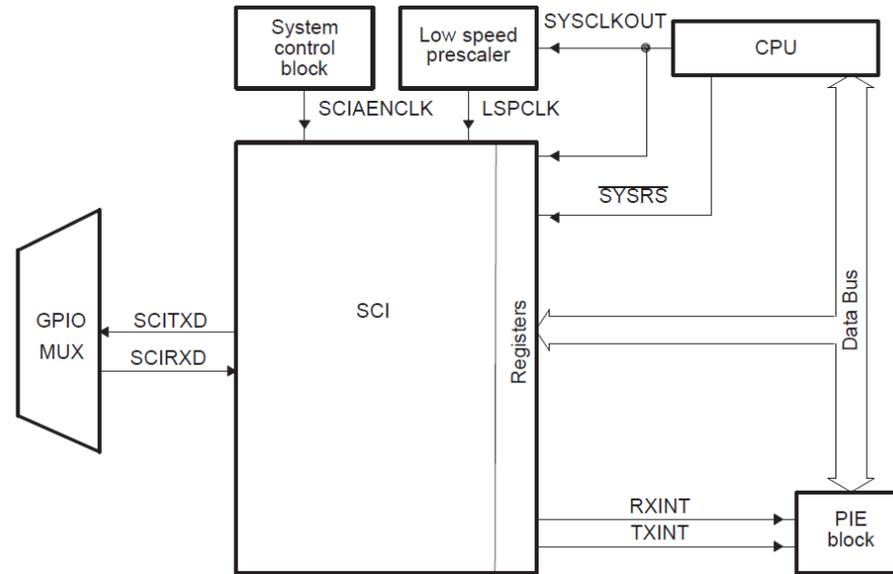
2.3 SCI与CPU接口



SCI模块的特点如下：

- (7) 双缓冲接收和发送功能。
- (8) 独立地发送和接收中断使能控制。
- (9) NRZ (非归零) 通信格式。

2.3 SCI与CPU接口



SCI模块的特点如下：

- (10) 13个SCI模块控制寄存器，起始地址为7050H。
- (11) 自动通信速率检测（相对F240x增强的功能）。
- (12) 16级发送/接收FIFO(相对F240x增强的功能)。

2.4 SCI的全双工通信模式



(1) 1个发送器 (TX) 及相关寄存器。

- ◇ SCITXBUF: 发送数据缓冲寄存器, 存放要发送的数据 (由CPU装载);
- ◇ TXSHF寄存器: 发送移位寄存器, 从SCITXBUF寄存器接收数据, 并将数据移位到SCITXD引脚上, 每次移1位数据。

2.4 SCI的全双工通信模式



(2) 1个接收器 (RX) 及相关寄存器。

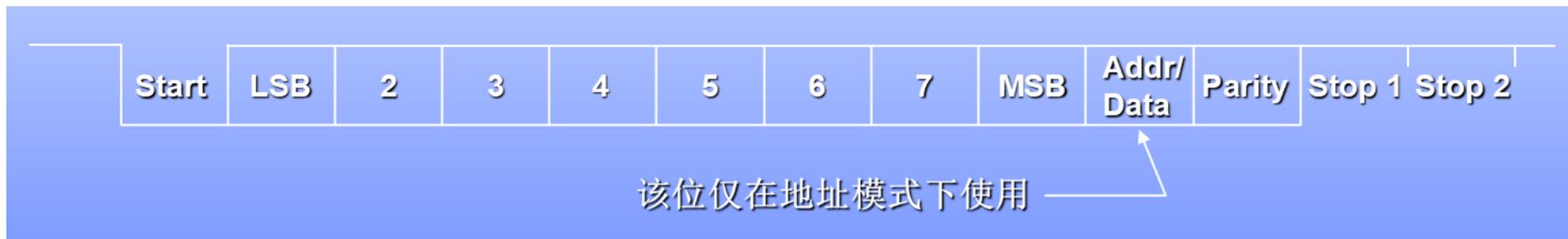
- ◇ RXSHF寄存器：接收移位寄存器，从SCIRXD引脚移入数据，每次移1位；
- ◇ SCIRXBUF:接收数据缓冲寄存器，存放CPU要读取的数据，来自远程处理器的数据装入寄存器RXSHF，然后又装入接收数据缓冲寄存器SCIRXBUF和接收仿真缓冲寄存器SCIRXEMU中。

2.5 SCI的数据帧

SCI的发送和接收都采用不归零码格式，具体包括：

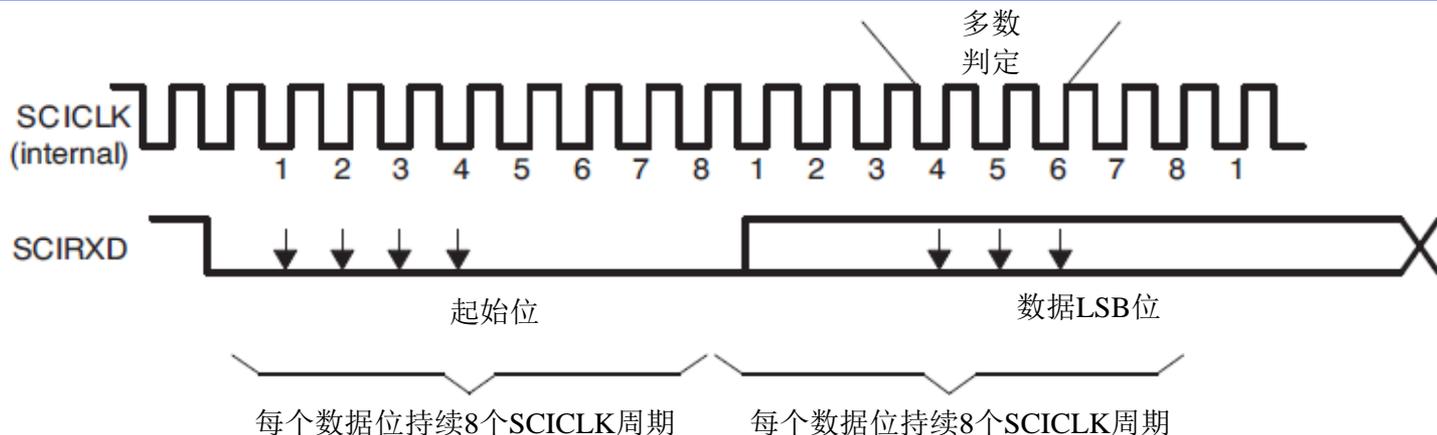
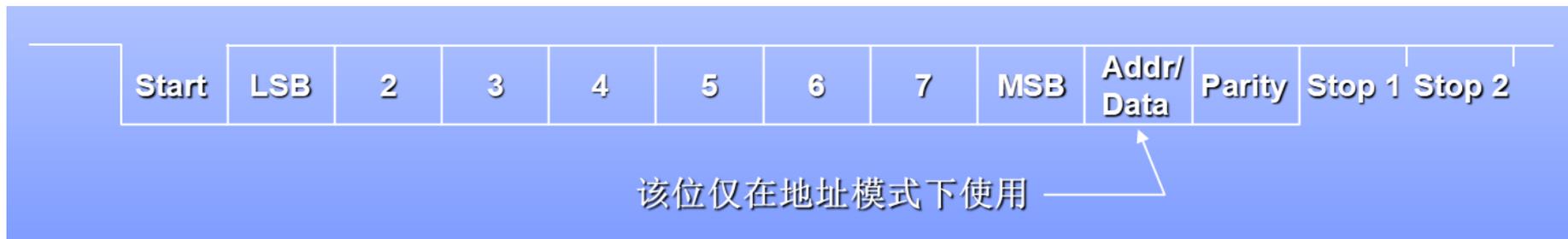
- (1) 1位起始位。
- (2) 1~8位数据。
- (3) 1个奇/偶校验位（可选择）。
- (4) 1位或2位停止位。
- (5) 区分数据和地址的附加位（仅在地址位模式存在）。

一帧数据的详细结构如图：



2.5 SCI的数据帧

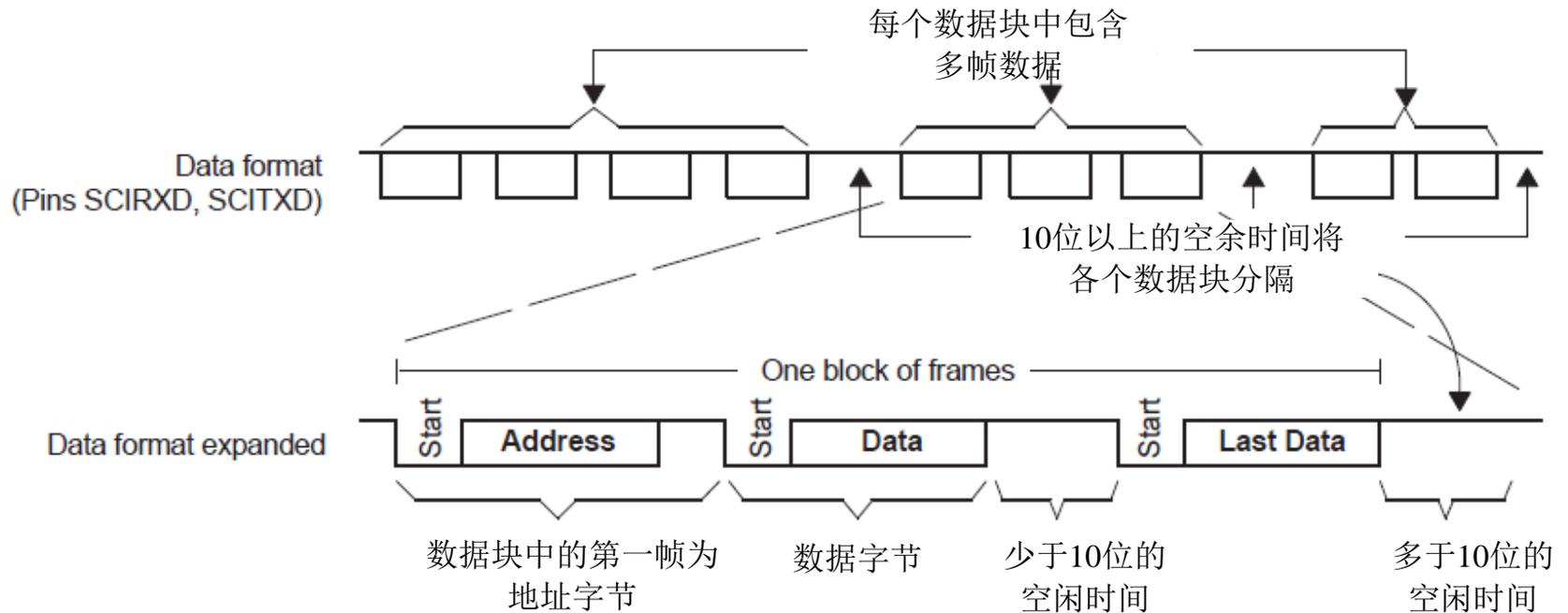
一帧数据的详细结构如图：



每个位占用8个SCICLK时钟周期。接收器在收到一个起始位后开始工作，4个连续SCICLK周期的低电平表示有效的起始位。对于SCI数据位，处理器在每位的中间进行3次采样，确定位的值。3次采样点分别在第4、第5和第6个SCICLK周期，3次采样中2次相同的值即为最终接收位的值。

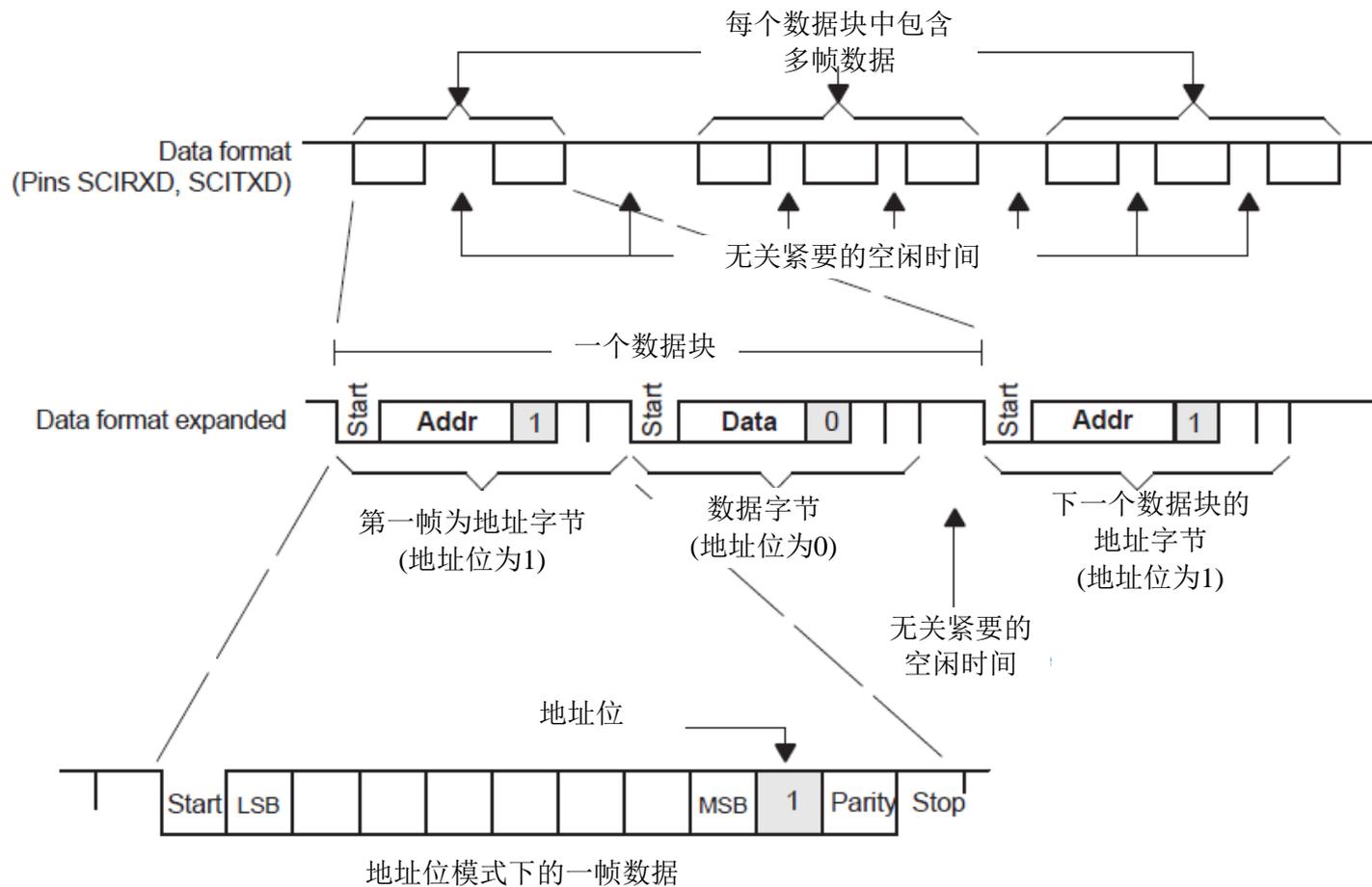
2.6 SCI的数据块

传输数据以数据块为单位，不以帧为单位。



2.6 SCI的数据块

传输数据以数据块为单位，不以帧为单位。

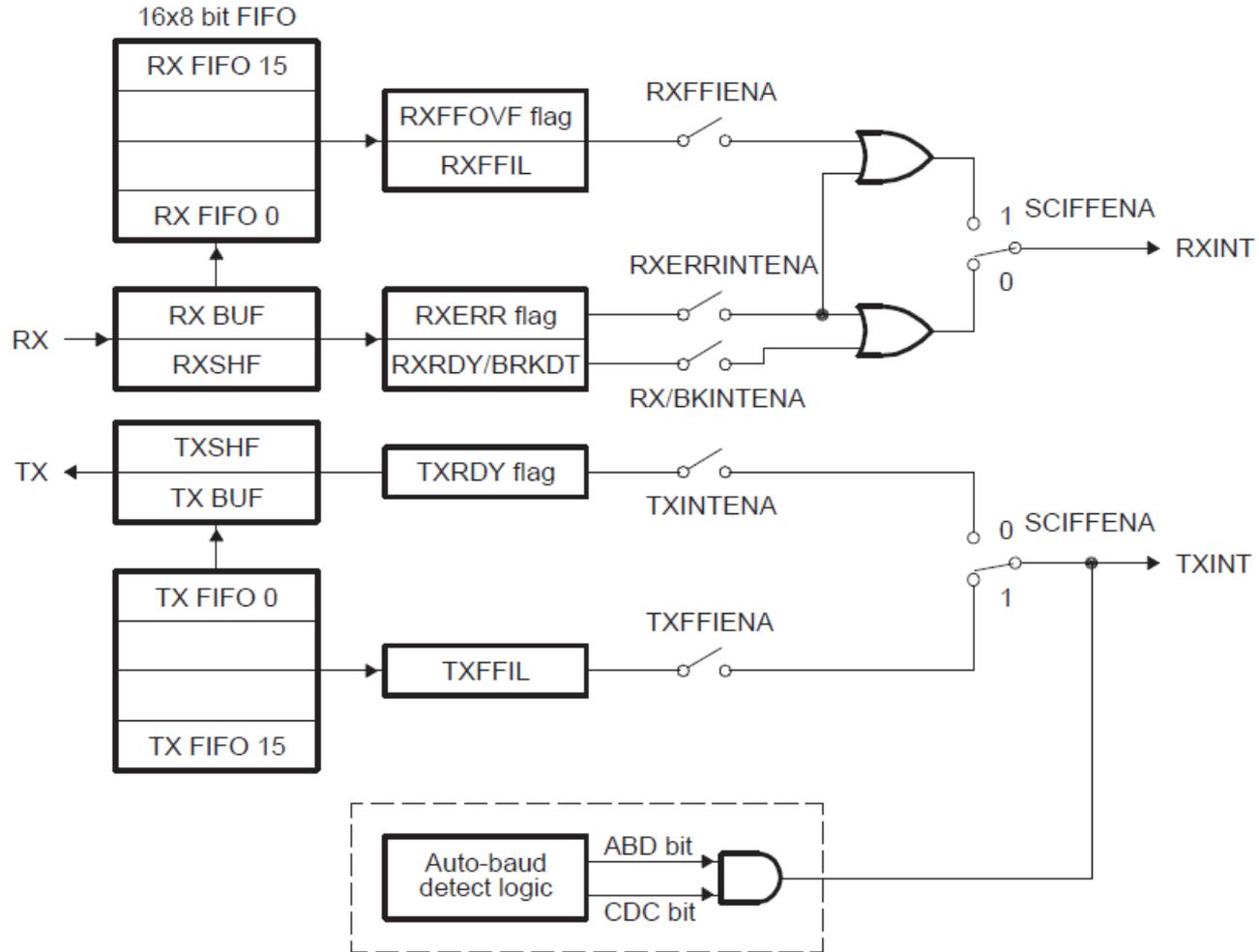


2.7 SCI的FIFO

- SCI工作在FIFO模式下一般是因为所传输的信息并不是以一个帧为单位，而是以多个帧组成的一个数据块为信息单位的。
- FIFO(First Input First Output)简单说就是指先进先出。



2.8 SCI的中断



2.9 SCI的波特率计算

LSPCLK Clock Frequency, 37.5 MHz

Ideal Baud	BRR	Actual Baud	% Error
2400	1952 (7A0h)	2400	0
4800	976 (3D0h)	4798	-0.04
9600	487 (1E7h)	9606	0.06
19200	243 (F3h)	19211	0.06
38400	121 (79h)	38422	0.06

Bit	Field	Value	Description
15-0	BAUD15– BAUD0		<p>SCI 16-bit baud selection Registers SCIHBAUD (MSbyte) and SCILBAUD (LSbyte) are concatenated to form a 16-bit baud value, BRR.</p> <p>The internally-generated serial clock is determined by the low speed peripheral clock (LSPCLK) signal and the two baud-select registers. The SCI uses the 16-bit value of these registers to select one of 64K serial clock rates for the communication modes.</p> <p>The SCI baud rate is calculated using the following equation:</p> $\text{SCI Asynchronous Baud} = \frac{\text{LSPCLK}}{(\text{BRR} + 1) \times 8} \quad (2-1)$ <p>Alternatively,</p> $\text{BRR} = \frac{\text{LSPCLK}}{\text{SCI Asynchronous Baud} \times 8} - 1 \quad (2-2)$ <p>Note that the above formulas are applicable only when $1 \leq \text{BRR} \leq 65535$. If $\text{BRR} = 0$, then</p> $\text{SCI Asynchronous Baud} = \frac{\text{LSPCLK}}{16} \quad (2-3)$ <p>Where: BRR = the 16-bit value (in decimal) in the baud-select registers.</p>

第十二讲：串行通信接口模块SCI

1、串行通信概述和基础知识

2、F28335的SCI模块

 3、寄存器

谢谢