

USCI (SSI) 使用相关注意事项以及常见问题

新定义芯片具有 USCIX (SSI) 功能，称为三合一接口，是芯片内部集成的三选一通用串行接口电路，可方便 MCU 与不同接口的器件或者设备的连接。用户可通过配置相关寄存器将 SSI (USCIX) 接口配置为 SPI、TWI 和 UART 中任何一种通信模式。本文档主要包含使用 USCIX (SSI) 过程中出现的注意事项以及常见问题，有以下内容：

- 1、SSI/USCIX 中的 UART 通讯使用注意事项；
- 2、SPI 通讯注意事项；
- 3、TWI (IIC) 通讯注意事项；
- 4、使用硬件 TWI (IIC) 出现通信数据错误的情况是什么原因；

具体内容如下：

1、SSI/USCIX 中的 UART 通讯使用注意事项

- 1) RD8G403 的 SSI 三合一中的 UART 发送中断标志 TI 和接收中断标志 RI 在同一个寄存器上，此寄存器不能位操作，所以在清除 TI 和 RI 时会对整个寄存器进行与操作，这样当 UART 进行全双工通信时发送和接收中断有可能同时产生，或者是两者之间间隔时间很短，会出现 TI 或者 RI 被误清除导致中断丢失的风险，因此在全双工通信应用场景中，通信需要有容错机制，不能因为某次中断丢失就导致通讯崩溃，在发送数据后不能通过死等发送标志来判断发送是否完成，需要加入超时监测保证在一段时间后可以退出等待；
- 2) RD8X36/37 以及 RD8X05 的 USCIX 三合一接口中的 UART 发送中断标志 TI 和接收中断标志 RI 在寄存器 US0CON0、US1CON0 和 USxCON0 上，由于 US0CON0、US1CON0 和 USxCON0 寄存器不能进行位操作，为了防止全双工通信过程中对 RI 和 TI 进行清零时两者相互影响，USCIX 的 UART 发送中断标志 TI 和接收中断标志 RI 的清除方式为“写 1 清零”，这样可以更好的实现全双工通信，而 RI 和 TI 的清除不会相互影响，具体操作示范如下：

```
US0CON0 &= 0XFE;    // TI 清零，并确保 RI 赋值为 0
US0CON0 &= 0xFD;    // RI 清零，并确保 RI 赋值为 0
```

- 3) 对于通信，要特别注意通信双方的配合，通信逻辑要特别注意，做好通信的错误冗余，不能因为某一次或者是某几次通信错误就导致通信出现终止现象，建议在通信超过一定时间没有接收到正确的数据后重新启动通信，重新启动通信包括通信相关的寄存器清零再重新配置，以及通信使用到的一些变量，包含数据缓存数组，以及计数的相关变量都要进行清零，以保证通信逻辑出错后重新启动通信，可以使通信从最原始状态开始运行。

2、SPI 通讯注意事项

- 1) 由于 SPI 协议只看边沿信号，所以如果通信线有干扰导致通信错位后比较容易导致通信数据一直出错，一般建议当检测到通信数据出错后重置一下 SPI，以避免因为噪声等原因误接收 CLK 后导致通讯数据一直错下去；
- 2) 为了避免 SPI 功能打开时误产生 CLK（此时管脚从 IO 切换到 SPI 功能），必须在打开 SPI 前根据 CLK 的空闲电平设置，先将 IO 口设置为对应的电平状态。如设置 CPOL = 0 空闲为低电平时需要将 CLK 对应的 IO 设置输出 0 再打开 SPI (SPEN = 1)，反之亦然，否则会导致通讯错位；
- 3) RD8X36/37、RD8X05 系列 MCU 的 SPI 具备 8 位和 16 位传输模式，SPI 设置为 16 位模式时，必须先写入高字节 SPDH[7:0]，后写入低字节 SPDL[7:0]，低字节写入后立刻开始传送，注意：SPDH[7:0] 仅用于 16 位模式；

- 4) RD8X05 系列 MCU 的 SPI 最高速率可达到 16MHz，但是当通信口线上的负载增加时，端口输出的波形会产生畸变，引起通信时序异常，所以当 SPI 通信速率超过 10MHz 时，用户需要考虑口线上的负载大小以保证正常的通信，一般加上拉电阻可以改善波形畸变的情况。

3、TWI (IIC) 通讯注意事项

- 1) RD8G403 的 TWI 只支持从机模式，不支持主机模式，IIC 主机模式需要使用软件模拟，RD8G403 从机模式下最高支持 200K/bit 的通信速率；
- 2) RD8X36/37、RD8X05 系列 MCU 的 TWI 支持主从机模式，最高通信速率可达 400KHz，做主机时由于没有中断标志判断 STOP，用户在使用时需在发送 STOP 信号前后加短暂延时防止通信出错，延时间与通信速率类似；
- 3) RD8X36/37、RD8X05 系列 TWI 主机模式下，为防止 TWI 通信时 1byte 数据还没有发送完就发送 Start 信号导致通信异常，需要在先执行 AA=0，延时一段时间后关闭 TWI 功能，再开启 TWI 后再启动 Start 信号，如下：

```
US0CON0&=0xF7; //先将 AA 置 0
Delay (); //延时一段时间，延时时间长度要大于 1byte 数据的传输时间
US0CON0 &=0x7f; //关闭 TWI
US0CON0 |= 0x80; //打开 TWI
```
- 4) 使用 TWI 功能时，建议用户在中断服务函数中通过状态标志位 STATE[2:0]查询通信状态，再配合通信数据逻辑进行数据处理和发送；

4、使用硬件 TWI (IIC) 出现通信数据错误的情况是什么原因

使用 RD8G403 芯片时，通讯速率较快时（超过 100K），可能会出现通信数据出错的情况，错误表现可能有以下 2 种情况：

- 1) 发送的数据是上 1byte 的数据；
- 2) 发送的数据会错位，表现为本次发送的数据既有当前 byte 的前几位，又有前一个 byte 的后几位数；

出现以上两种情况的原因为：RD8G403 芯片的 CPU 处理速度跟不上通信的速度，IIC 通信协议的 CLK 线是由主机控制的，通常情况下当通信速度较快时，数据间的发送间隔也比较短，当从机发送完 1byte 数据之后，一般的写法是在 IIC 中断中准备下一个 1byte 数据的发送，当通信速度很快时，从机还没来得及把需要发送的数据赋值给发送数据缓存寄存器，主机就发送了下一个 byte 的 CLK 信号过来，从机会把上一个 byte 的数据发送出去，当给数据缓存寄存器赋值后又会发送当前数据，所以会出现数据错误的情况。

针对以上情况，解决方案为：

- 1) 减小 IIC 通信速率；
- 2) 减少 IIC 中断处理，加快数据缓存寄存器的赋值，尽快准备好数据；
- 3) 增加 byte 与 byte 之间的时间间隔，给从机留够足够的时间进行中断处理和数据赋值。