



<http://www.Microcontrol.cn> 微控设计网

中国 MSP430 单片机专业网站

MSP430F2 系列 16 位超低功耗单片机模块原理

## 第 11 章 串行异步通讯 UART

版本: 1.3

日期: 2007.6.

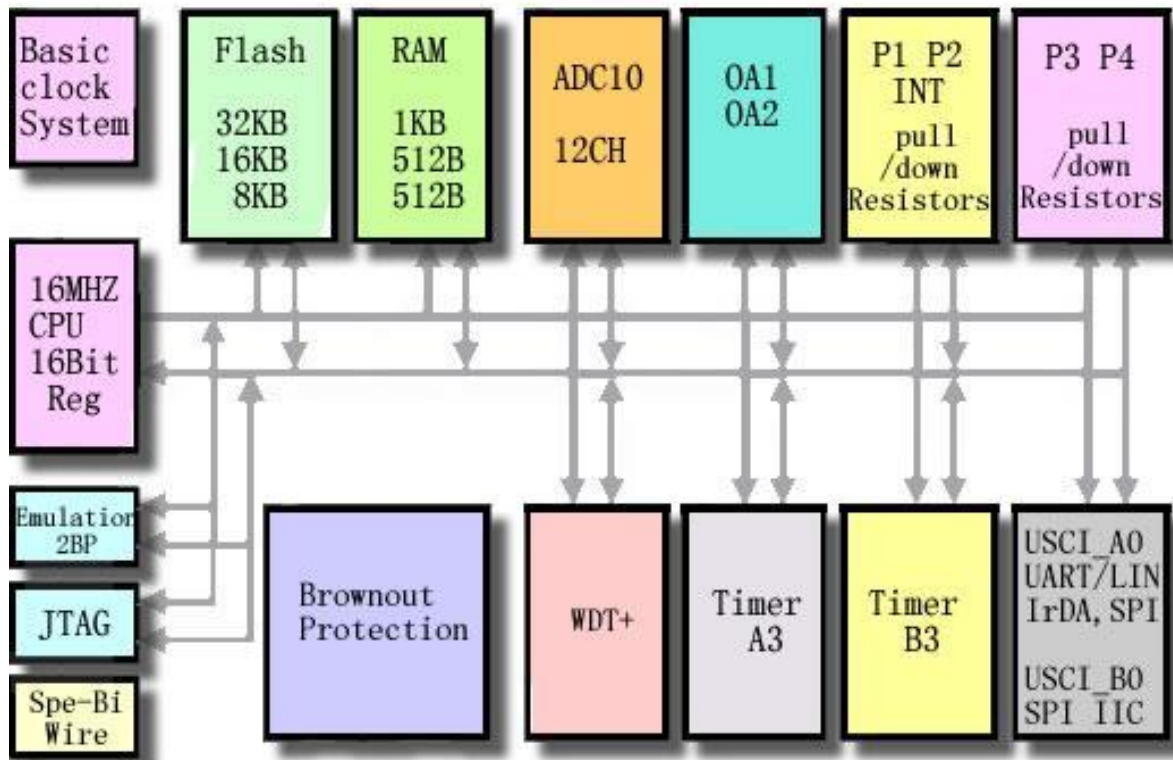
原文: TI MSP430x2xxfamily.pdf

翻译: 陈安都 湖南中南大学

编辑: DC 微控技术论坛总版主

注: 以下文章是翻译 TI MSP430x2xxfamily.pdf 文件中的部分内容。由于我们翻译水平有限, 有整理过程中难免有所不足或错误; 所以以下内容只供参考, 一切以原文为准。

详情请密切留意微控技术论坛。



## 第 11 章 通用串行通信接口 UART 模块

通用串行通信接口支持在一个硬件模块中的多种串行通信模式。本章讨论异步 UART 模式的操作。

主题

11. 1USCI 概要

11. 2USCI 介绍: UART 模式

11. 3USCI 操作: UART 模式

11. 4USCI 寄存器: UART 模式

### 11. 1USCI 概要

通用串行通信接口 (USCI) 模块支持多种异步通信模式。不同的 USCI 模块支持不同的模式。每一个 USCI 模块以不同的字母命名。例如, USCI\_A 不同于 USCI\_B 等等。如果不止一个相同的 USCI 模块被安装在一个设备上, 这些模块以不同的数字命名。例如, 一个设备有两个 USCI\_A 模块, 它们可以命名 USCI\_A0 和 USCI\_A1。参见设备明细表去确定各种 USCI 模块, 如果需要, 它们可以安放在任何设备上。

USCI\_Ax 模块支持:

- | UART 模式
- | 脉冲调整的 IRDA 通信
- | 自动波特率检测的 LIN 通信
- | SPI 模式

USCI\_Bx 模块支持:

- | I2C 模式
- | SPI 模式

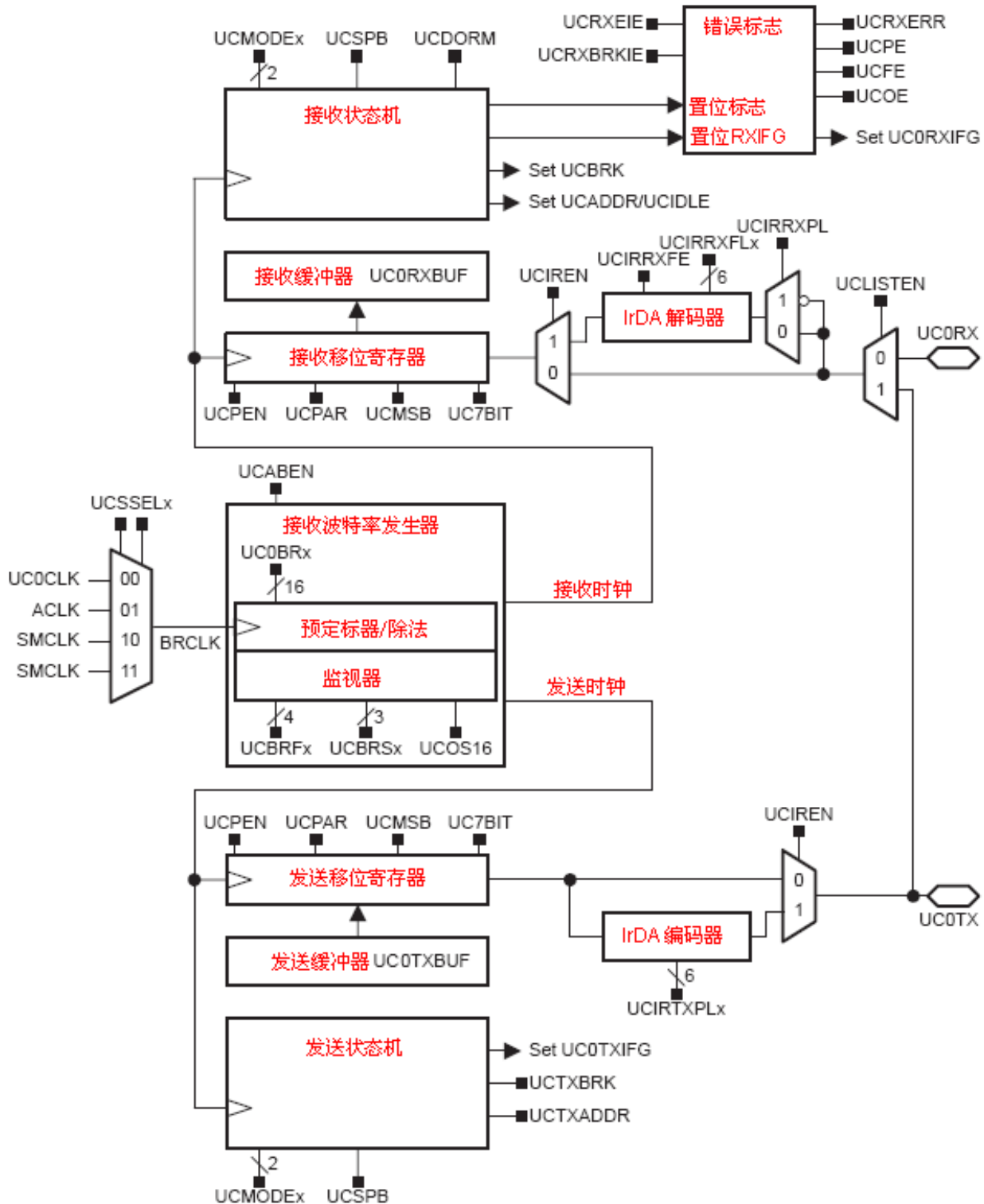
### 11. 2USCI 介绍: UART 模式

在异步模式中, USCI\_Ax 模块是通过两个外部引脚连接 MSP430 到外部系统, 分别是 UCAXRXD 和 UCAXTXD。当 UCSYNC 位被清零时 UART 模式被选择。

UART 模式的特性包括:

- | 7 位或 8 位的奇, 偶, 或无校验。
- | 独立的发送和接收寄存器
- | 单独的发送和接收缓存寄存器
- | LSB-first 或 MSB-first 数据发送或接收
- | 多机系统中内置空闲线和地址位通信
- | 接收机开始边沿检测并从 LMPX 模式中自动唤醒
- | 可编程对模块设置波特率并支持小数位的波特率
- | 状态标志的错误检测和消除
- | 状态标志的地址监测
- | 独立的接收中断和发送中断

表 11-1 展示配置为 UARG 模式的 USCI\_AX



### 11. 3USCI 操作: UART 模式

在 UART 模式下, USCI 的发送和接收字符每次一位的异步速率到另一个设备。字符传输的时间取决于 USCI 的波特率选择。传输和接收功能使用相同的波特率。

#### 11. 3. 1USCI 初始化和复位

USCI 在 PUC 后或者通过设置 UCSWRST 位。在 PUC 后，UCSWRST 位自动置位，保持 USCI 在复位状态。当置位时，UCSWRST 位复位 UCAXRXIE, UCAXTXIE, UCAXRXIFG, UCRXERR, UCBRK, UCPE, UCOE, UCFE, UCSTOE 和 UCBT OE 位并置 UCAXTXIFG 位。清除 UCSWRST 位释放 USCI 的操作。

注解：初始化或者从新配置 USCI 模块

相应的 USCI 初始化/重配置的过程如下：

设置 UCSWRST

UCSWRST=1 时初始化所有的 USCI 寄存器（包括 UCAXCTL1）

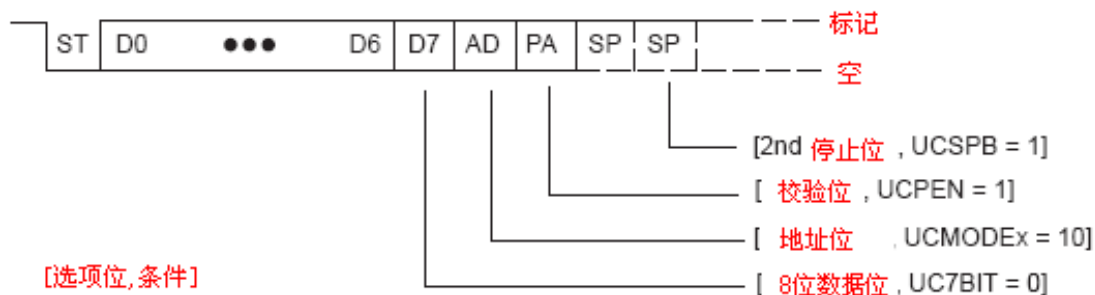
配置端口

软件清除 UCSWRST

通过 UCAXRXIE 和/或 UCAXTXIE 允许中断（可选）

### 11. 3. 2 字符格式

UART 的字符格式展示在 11-2 的表中，包括一个开始位，7 或 8 个数据位，一个奇/偶/无校验位，一个地址位（地址位模式），一个或两个停止位。UCMSB 位控制传输的方向以及选择 LSB 或 MSB 的优先。必须满足 UART 通信才能 LSB-FIRST。



### 11. 3. 3 异步通信格式

当两个设备异步通信时，多机的新式是协议所要求的。当三个或更多的设备通信时，USCI 支持空闲线和地址位多机的通信格式。

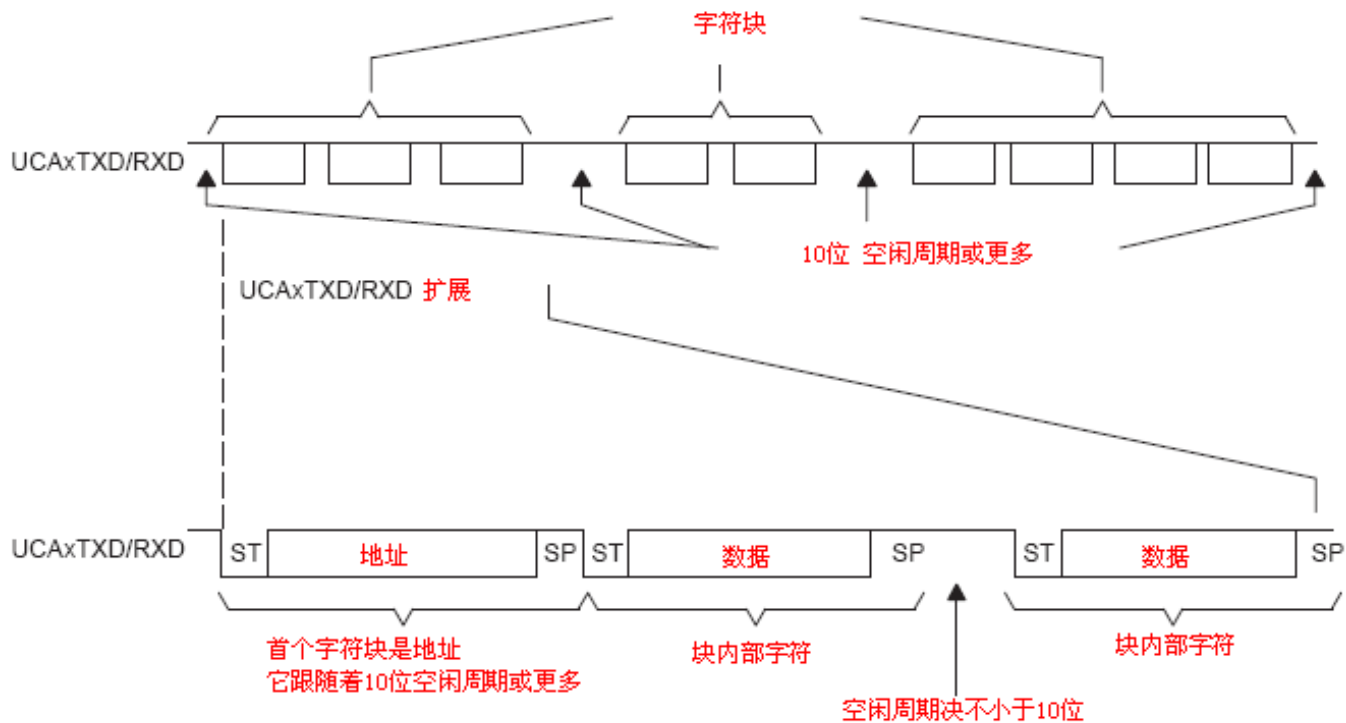
#### 空闲线多机格式

当 UCMODEX=01 时，空闲线多机模式被选中。块数据在发送和接收线上被一段空闲时间隔开，如表 11-3 所示。当 10 个或更多的持续标志被在一个或两个字符的停止位之后接收到时一条空闲接收线被监测。在接收到一次空闲线之后波特率发生器被切断知道下一次开始边沿被监测到。当一次空闲线被监测到时 UCIDLE 位被

在多机形式中 UCDORM 位被用来控制数据接受。当 UCDORM=1 时，所有的非地址字符被组装但不会传输到 UCAXRXBUF 中，此时中断不会发生。当接收一个地址字符时，这个字符被传输到 UCAXRXBUF 中，UCAXRXIFG 被置位，当 UCRXEIE=1 时任何可用的错误标志被置位。当 UCRXEIE=1 时并且一个带有帧错误或奇偶错误的地址字符被接受到时，字符就不会传输到 UCAXRXBUF 中而且 UCAXRXIFG 不会置位。

如果接收到一个地址，使用者需软件确认此地址同时必须为继续接收数据必须复位 UCDORM。如果 UCDORM 保持置位就只能接收到地址字符。在接受字符的过程中一旦 UCDORM 被清除接收中断标志将在接收完成后被置位。UCDORM 位不会被 USCI 的硬件自动改变。

在空闲线多机形式进行地址传输，为了在 UCAXTXD 上发生地址字符确认一个精确的空闲周期会被 USCI 产生。如果下一个字符先于 11 位的空闲线被装载到 UCAXTXBUF 中，这通过双缓存 UCTXADDR 标志展示出来。当开始位发生时 UCTXADDR 将被自动清除。



### 传输一个空闲帧

以下程序为发送一个空闲帧来展示一个地址字符及其关联的数据：

1 置位 UCTXADDR，然后写地址字符到 UCAXTXBUF 中，UCAXTXBUF 必须准备发送新数据 (UCAXTXIFG=1)。

这可以产生一个 11 位的空闲周期以及随后的地址字符。UCTXADDR 在地址字符从 UCAXTXBUF 传输到移位寄存器中后自动复位。

2 写预期数据到 UCAXTXBUF 中。UCAXTXBUF 必须准备发送新数据 (UCAXTXIFG=1)。

写到 UCAXTXBUF 中的数据传输到移位寄存器中并且一旦移位寄存器准备新数据就开始发送。

空闲周期不能超过地址和数据传输的间隙或者数据和数据传输的间隙。否则传输的数据将被误解为地址。

### 地址位多机模式

当 UCMODEX=10，地址位多机模式被选中。如 11-4 所示，每个待处理的字符包含一个用作地址指示的位。字符块的第一个字符带有一个设置指示字符地址的地址位。USCI 的 UCADDR 位在包含地址位的字符中，被传输到 UCAXRXBUF 中时即置位。

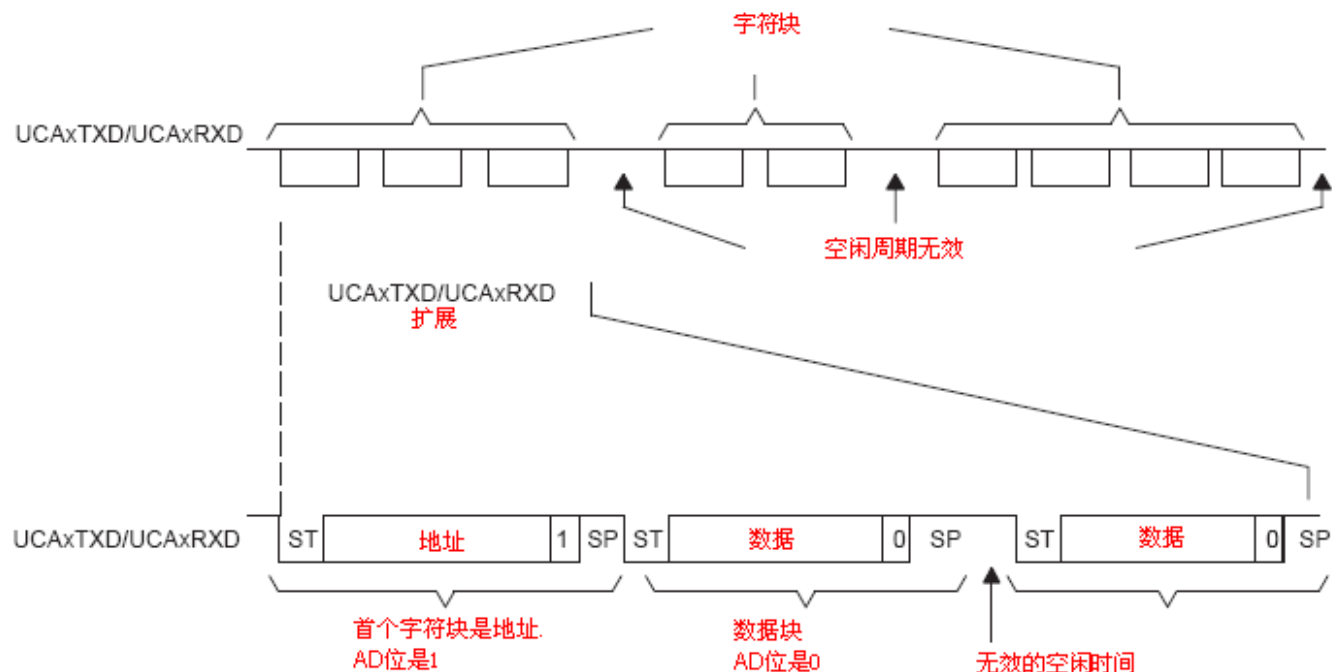
在地址位多机模式中 UCDORM 位被用来控制数据接收。当 UCDORM 置位时，地址位为 0 的字符数据被接受器组装起来但不传输到 UCAXRXBUF 中同时没有中断发生。当接受一个包含已置地址位的字符时，此字符被传输到 UCAXRXBUF 中，UCAXRXIFG 被置位，同时当 UCRXEIE=1 时所有可用错误标志被置位。当 UCRXEIE=1 时接受一个包含已置地址位的字符，但是没有帧错误和极性错误发生，此时这个字符不会传输到 UCAXRXBUF 中而且 UCAXRXIFG 不会被置位。

如果接受到一个地址，用户需要软件使地址生效同时复位 UCDORM 去继续接受数据。如果 UCDORM 保持置位，仅仅是已置地址位的地址字符被接受到。UCDORM 位不会被 USCI 模块自动改变。

当 UCDORM=1 时所有已接受的字符将置位中断标志 UCAXRXIFG。如果在接受数据期间清除 UCDORM 接受中断标志将在接受完成之后置位。

在地址位多处理模式的地址传输中，字符的地址位被 UCTXADDR 位控制，UCTXADDR 的值装

载到字符的地址位后从 UCAXTXBUF 传送到发送移位寄存器中。当开始位发生时 UCTXADDR 被自动清除。



### 暂停接收的产生

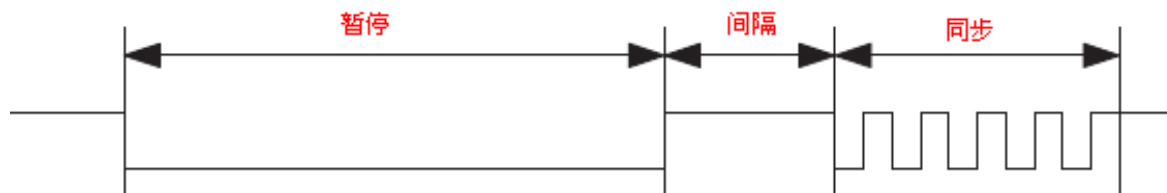
当 UCMODEX=00, 01 或 10 时，不管是奇偶位，地址模式还是字符设置，接受器在监测到一次暂停时数据位，奇偶位，停止位都要变低。当一次暂停被监测到时，UCBRK 位置位。如果暂停中断允许位 UCBRKIE 置位，接收中断标志 UCAXRXIFG 也会置位。这样的话，UCAXRXBUF 的值在所有数据位为 0 后变成 0。

设置 UCTXBRK 位来发生暂停，然后写 0 到 UCAXTXBUF 中，UCAXTXBUF 必须准备新的数据 (UCAXTXIFG=1)。这就会发生暂停同时所有位变低。当开始位发生时 UCTXBRK 自动清除。

### 11. 3. 4 自动波特率监测

当 UCMODEX=11 时 UART 模式的自动波特率监测被选中。在这种情况下，数据帧在一个包含暂停和异步域的异步序列之后。当 11 个或更多的 0 被接收到时监测到暂停。如果暂停时间超过 22 位的传输时间暂停超时错误标志 UCBTOE 将被置。暂停的异步域如 11-5 所示。

图 11-5. 自动波特率监测-暂停/同步序列



为了 LIN 一致字符格式应该设置为 8 位数据位，LSB 在前，无奇偶校验位和停止位。没有可用的地址位。

在一个字节域内同步域所包含的数据 055H 如表 11-6 所示。同步的时间范围在第一个下降沿和最后一个下降沿之间。如果自动波特率监测通过置位 UCABDEN 而被允许发送波特率发生器就可以用来测量。否则，这个模式只被接收但不测量。测量的结果被传送到波特率控制寄存器

UCAXBRO, UCAXBR1 和 UCAXMCTL 中。如果同步域的长度超过了测量时间同步超时错误标志 UCSTOE 将置位。

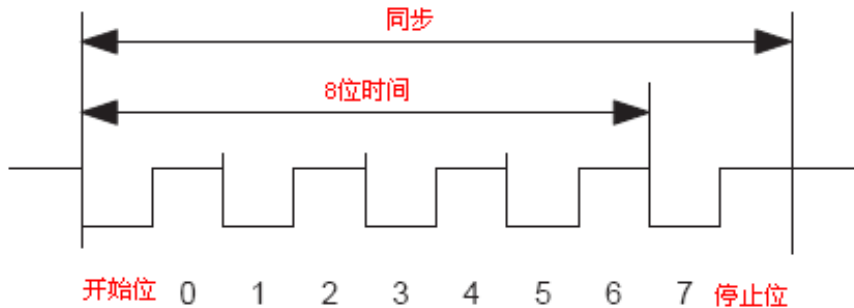


图 11-6. 自动波特率监测-同步域

在这种模式中 UCDORM 位被用来控制数据接收。当 UCDORM 置位时，所有字符被接收而不传输到 UCAXRXBUF 中去，而且中断不发生。当一个暂停/同步域被监测到时 UCBRK 标志被置位。随后的暂停/同步域的字符被传送到 UCAXRXBUF 中同时 UCAXRXIFG 中断标志置位。任何可用的错误标志也会置位。如果 UCBRKIE 位置位，暂停/同步的接收置位 UCAXRXIFG。通过读接收缓存 UCAXRXBUF，UCBRK 位被用户软件置位。

当一个暂停/同步域被接收时，为继续接收数据用户必须软件置位 UCDORM。如果 UCDORM 保持置位状态，仅仅在接受下一个暂停/同步域时字符才能被接收。UCDORM 位不会被 USCI 硬件自动更改。

当 UCDORM=0 时所有的接收字符将使接收中断标志 UCAXRXIFG 置位。如果在接收字符的过程中 UCDORM 被清除，接收中断标志在完成接受后将置位。

发送一个暂停/同步域

以下为发送一个暂停/同步域的程序流程

1. 置位 UCTXBRK 且 UMODEX=11。
2. 写 0X55 到 UCAXTXBUF。UCAXTXBUF 必须准新数据 (UCAXTXIFG=1)。

伴随着中断分割符和同步字符将会产生一个 13 位的暂停域。暂停域的长度被 UCDELIMX 位控制。当同步字符从 UCAXTXBUF 传输到移位寄存器中时 UCTXBRK 将自动复位。

3. 写数据字符到 UCAXTXBUF 中。UCAXTXBUF 必须准备新数据 (UCAXTXIFG=1)。

写到 UCAXTXBUF 中的数据传输到移位寄存器中，一旦移位寄存器有新数据就立即发送。

### 11. 3. 5IRDA 译码和解码

当 UCIREN 置位 IRDA 解码器和译码器被允许同时提供修整 IRDA 通信的硬件位。

IRDA 译码

如表 11-7，在来自 UART 的发送字节流中译码器为每个 0 位发送一个脉冲。脉冲持续时间由 UCIRTXPLX 位决定。UCIRTXPLX 位指定被 UCIRTXCLK 选中的时钟周期的数目。

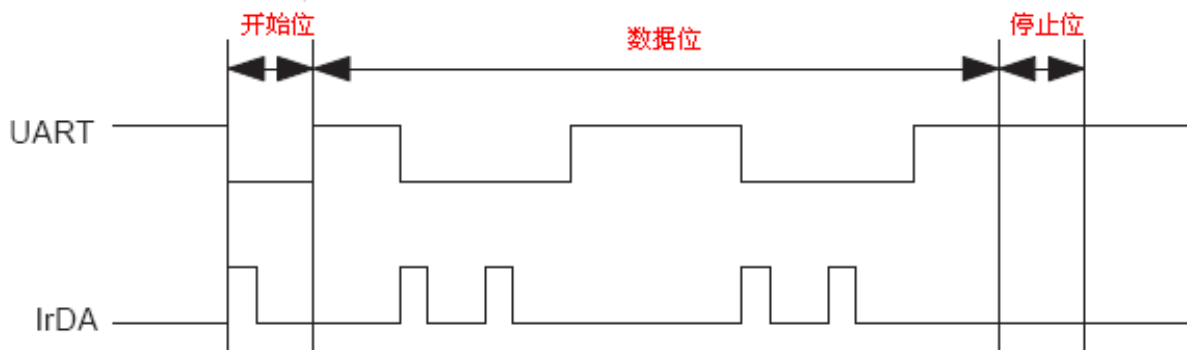


表 11-7: UART VS IRDA 数据格式

由 IRDA 标准要求去设置 3/16 位的周期脉冲, 通过置 UCIRTXCLK=1 选中 BITCLK16 时钟, 同时脉冲长度由 UCIRTXPLX=6-1=5 来设置 6 个半时钟循环。

当 UCIRTXCLK=0, 基于 BRCLK 的脉冲长度  $T_{pulse}$  被下面的公式计算:

$$UCIRTXPLX = t_{PULSE} \cdot 2 \cdot f_{BRCLK} - 1$$

当 UCIRTXCLK=0 时计数器 UCBRX 必须被设置成一个大于或等于 5 的值。

#### IRDA 解码

当 UCIRRXPL=0 时解码器监测到高脉冲。否则就监测到低脉冲。除模拟抗尖峰脉冲滤波器外, 可编程数字滤波器也能通过设置 UCIRRXFE 被允许。当 UCIRRXFE 置位, 只有比可变成滤波器长的脉冲能通过。短脉冲被丢弃。可编程滤波器长度 UCIRRXFLX 的方程式如下:

$$UCIRRXFLX = (t_{PULSE} - t_{WAKE}) \cdot 2 \cdot f_{BRCLK} - 4$$

这里:

$T_{pulse}$ : 接受脉冲的最小宽度

$T_{wake}$ : 从任何低功耗中唤醒。当 MSP430 处于活动模式时为 0

#### 11. 3. 6 自动错误监测

干扰脉冲抑制会阻止 USC1 的突然启动。在 UCAXRXD 上的任何小于抗尖峰脉冲时间  $T_t$  (大约 150NS) 的脉冲都被忽略。参见设备数据手册的参数。

当在 UCAXRXD 上有超过  $T_t$  的低脉冲多数情况都会被当开始位。如果多数情况没有监测到一个有效的开始位 USC1 将停止接收字符同时等待 UCAXRXD 上的下一个低电平。为阻止错误这种方法也用在每一位数据的接收上。

在接受字符过程中 USC1 模块自动监测帧错误, 奇偶校验错误, 溢出错误以及暂停条件。在相应的情况被监测到时 UCFE, UCPE, UCOE 以及 UCBRK 等位置位。当 UCFE, UCPE 和 UCOE 等错误标志位置位时, UCRXERR 也置位。错误条件在表 11-1 中描述。

表 11-1. 接收错误情况

错误情况	错误标志	描述
帧错误	UCFE	当一个低停止位被监测到时此错误发生。当使用两个停止位, 两位都会被检查是否有帧错误。当检测到帧错误时, UCFE 置位。
奇偶校验错误	UCPE	一个奇偶校验错误是一次字符中校验位的实际值和设置值的不匹配。包括在奇偶位中



接收溢出	UCOE	的计算。当一次错误被监测到时，UCPE 置位。 在读前一个字符之前另一个字符被装载到 UCAXRXBUF 中引发一次溢出错误。当溢出错误发生时，UCOE 置位
暂停情况	UCBRK	当不使用自动波特率监测时，在所有的数据，校验位和停止位为低时暂停被监测到。同时 UCBRK 置位。如果暂停中断允许位 UCBRKIE 置位暂停发生时还会置位其中断标志 UCAXRXIFG。

当 UCRXEIE=0 时以及帧错误或奇偶校验错误被监测到时，不会有字符被接收到 UCAXRXBUF 中。当 UCRXEIE=1 时，字符被接收到 UCAXRXBUF 中同时相应的错误位置位。

当 UCFFE, UCPE, UCOE, UCBRK 或 UCRXEER 置位时，其状态保持到用户软件复位或 UCARXBUF 中的数据被读出。UCOE 必须通过读 UCAXRXBUF 复位。否则它不会起作用。

### 11. 3. 7USCI 接收允许

USCI 模块通过清除 UCSWRST 位，接受器做好准备和在空闲状态下被允许。接收波特率发生器保持在准备状态但是不计时，不产生任何时钟。

开始位的下降沿允许波特率发生器同时 UART 状态机器检查一个有效的开始位。如果没有监测到有效的开始位 UART 机器状态返回到空闲态同时波特率发生器再次被关掉。如果一个有效的开始位被监测到字符就能被接收。

当 UCMODEX=01 空闲线多机模式被选中，UART 机器状态在接收一个字符后检查空闲线。如果监测到开始位，另一个字符会被接收。否则在接收 10 个字符后 UCIDLE 标志置位，同时 UART 的机器状态返回到空闲态并且波特率发生器被关掉。

### 接收数据干扰脉冲抑制

干扰脉冲抑制会阻止 USCI 的突然启动。在 UCAXRXD 上的任何小于抗尖峰脉冲时间  $T_t$  (大约 150NS) 的脉冲都被忽略，同时进一步的情况会发生，如图 11-8 所示。参见设备数据手册的参数。

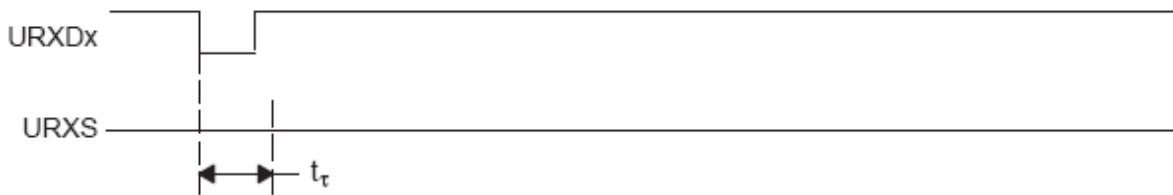


图 11-8 干扰脉冲抑制，USCI 不开始接收

当干扰脉冲时间大于  $T_t$  时，或者一个有效的开始发生在 UCAXRXD 上。USCI 开始接收操作而且多数情况在图 11-9 中展示。如果多数情况没有监测到一个有效的开始位 USCI 将停止接收字符。

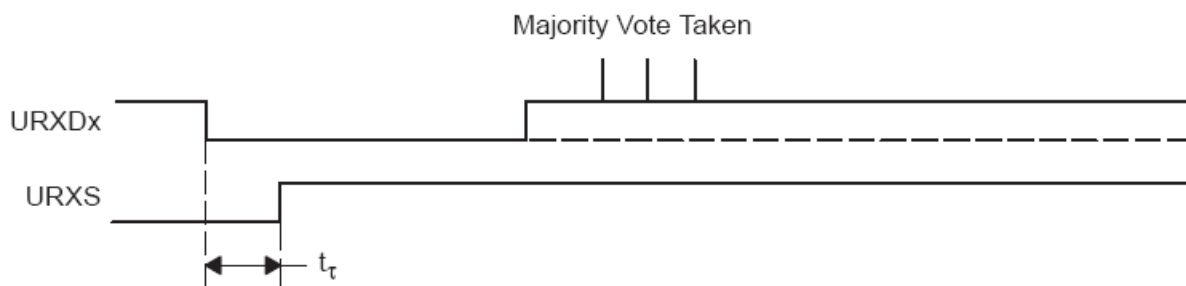


图 11-9 干扰脉冲抑制, USCI 启动

### 11. 3. 8USCI 发送允许

USCI 模块通过清除 UCSWRST 位, 接受器做好准备和在空闲状态下被允许。接收波特率发生器保持在准备状态但是不计时, 不产生任何时钟。

一次传输通过写数据到 UCAXTXBUF 中初始化。当初始化发生后, 波特率发生器被允许, 同时在发送移位寄存器为空后的下一个 BITCLK 周期 UCAXTXBUF 中的数据被移到发送移位寄存器。当新数据被写进 UCAXTXBUF 时 UCAXTXIFG 置位。

先前的数据发送结束时, 只要在 UCAXTXBUF 中的新数据有效发送就会不断进行。在前一个数据发送后如果没有新数据在 UCAXTXBUF 中, 发送器返回到空闲态并且波特率发生器被关掉。

### 11. 3. 9UART 波特率的产生

USCI 波特率发生器能从非标准源频率中产生一个标准的波特率。通过 UCOS16 位提供两种操作选择

#### 低频波特率的发生

当 UCOS16=0 时低频模式被选中。这种模式允许波特率从低频时钟源中产生 (比如 32768HZ 晶振产生 9600 波特率 0)。通过使用较低的输入频率模块的能量消耗能减少。使用这种更高频率更高计数器的设置将引起在增加的小窗口多数位置被占据而且多数位置的优势。

在低频模式中波特率发生器使用一个计数器和一个调节器产生位时钟时序。这种组合支持波特率产生的小数部分。在这种模式下, 最大的 USCI 波特率能达到时钟源频率的 1/3。

每一位的时序展示在图 11-10 中, 对接收的每一位, 多数位置被占据用来决定位值。这些采样发生在  $N/2 - 1/2$ ,  $N/2$ , 和  $N/2 + 1/2$  的 BRCLK 周期,  $N$  是每个 BITCLK 周期中 BRCLK 的数目。

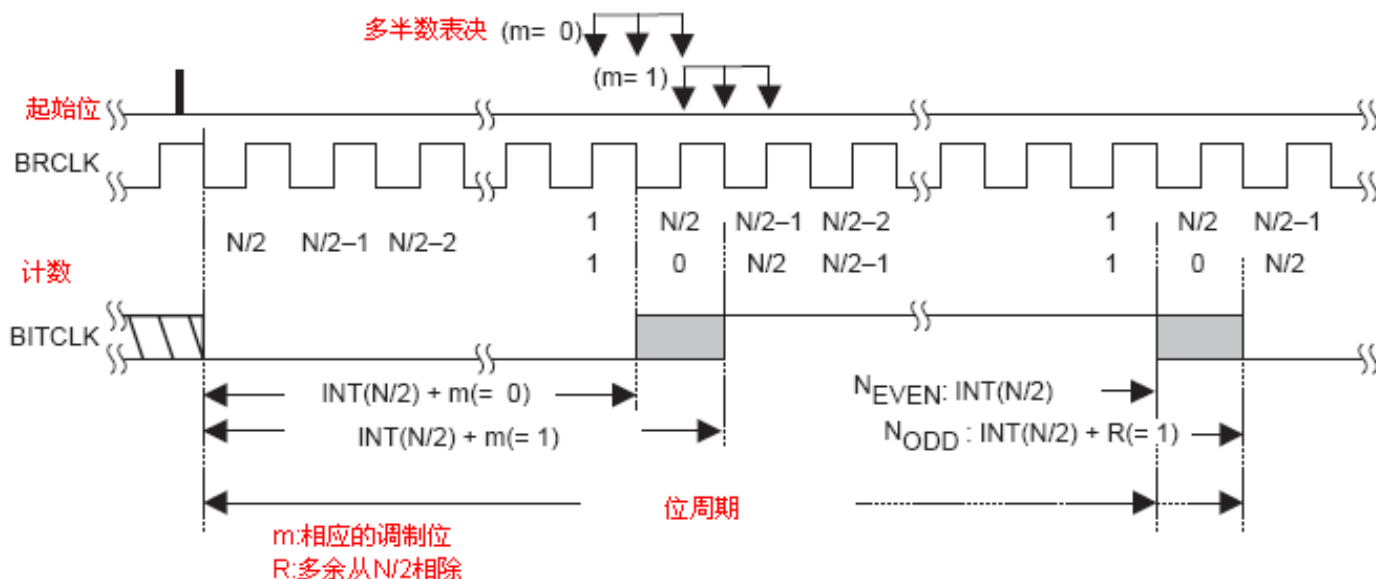


图 11-10 UCOS16=0 时 BITCLK 波特率时序

基于 UCBSRX 的调制如表 11-2 所示。A1 表中展示了  $m=1$  时相应的 BITCLK 周期大于  $m=0$  的情况。在 8 位后调制互相环绕但是随着每一个新的开始位会重新启动。

UCBR <sub>Sx</sub>	Bit 0 (Start Bit)	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0
3	0	1	0	1	0	1	0	0
4	0	1	0	1	0	1	0	1
5	0	1	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	1	0	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1

表 11-2。BITCLK 调制模式

UCBR <sub>Fx</sub>	注: BITCLK16时钟在BITCLK最后下降沿															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
00h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01h	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02h	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
05h	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
06h	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
07h	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
08h	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09h	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
0Ah	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0Bh	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0Ch	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0Dh	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0Eh	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0Fh	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### 10. 3. 10 设定波特率

对于给定的 BRCLK，波特率有除数因子 N 决定。

$$N = \frac{f_{BRCLK}}{\text{Baudrate}}$$

除数因子 N 通常不是一个整数值因此至少需要一个除法器和一个调制器去调整波特率。

如果 N 等于或大于 16 过采样波特率产生模式能通过设置 UCOS16 被选中。

### 低频波特率模式的设定

在低频模式下，除法器的整数部分由计数器实现：

$$UCBRx = \text{INT}(N)$$

同时小数部分由调制器通过下面的公式实现：

$$UCBRSx = \text{round}((N - \text{INT}(N)) * 8)$$

对于任何给定的位通过计算增加或减少 UCBRSX 设定可能会降低最大位误差。为了决定是否是一种情况，在每一次的 UCBRSX 的设定中必须对误差进行详细的计算。

### 过采样波特率模式设定

在过采样模式中计数器被设置为：

$$UCBRx = \text{INT}(N/16).$$

同时前级调节器被设置为：

$$UCBRFx = \text{round}((N/16) - \text{INT}(N/16)) * 16)$$

当要求更高的精度时，UBRSX 调节器也可以通过从 0-7 调节实现。为了对任何给定位的在最坏情况下的最大误差进行查明，必须对 USCBSX 的 0-7 位的误差进行详细的计算，而且这 0-7 位的随着 UCBFRX 设定增加或减少。

### 11. 3. 11 发送位的时序

每个字符的时序是单个位时序的总和。使用波特率发生器的调节特性可以减少累计的位误差。单个位误差可以通过以下的步骤被计算出来。

#### 低频波特率模式位时序

在低频模式中，计算 T<sub>bit,TX</sub>[i] 位的长度是基于 UCBRX 和 UCBRSX 的设定：

$$T_{\text{bit,TX}}[i] = \frac{1}{f_{\text{BRCLK}}} (UCBRx + m_{\text{UCBRSx}}[i])$$

这里：

$$m_{\text{UCBRSx}}[i]: \text{调制位 } i \text{ 来自表 11-2 中}$$

#### 过采样波特率模式位时序

在过采样波特率模式中计算位 i 的 T<sub>bit</sub> 的长度，TX[i] 的设定基于波特率发生器 UCBRX, UCBFRX 和 UCBRSX：

$$T_{\text{bit,TX}}[i] = \frac{1}{f_{\text{BRCLK}}} \left( (16 + m_{\text{UCBRSx}}[i]) \cdot UCBRx + \sum_{j=0}^{15} m_{\text{UCBFRx}}[j] \right)$$

这里

$$\sum_{j=0}^{15} m_{UCBRFx[j]}:$$

总合来自相应的表 11-3 中的内容

$$m_{UCBRsX[i]}:$$

调制位 i 来自表 11-2 中

结束位  $T_{bit, TX[i]}$  需要的时间相当于所有的以前的和当前位的时间:

$$t_{bit, TX[i]} = \sum_{j=0}^i T_{bit, TX[j]}$$

为了计算位误差, 时间和理想的位时间  $T_{bit}$ , 比较,  $TX[i]$ :

$$t_{bit, ideal, TX[i]} = \frac{1}{Baudrate} (i + 1)$$

对于一个理想位的时间 (1/波特率) 在标准化误差中的结果为:

$$Error_{TX[i]} = (t_{bit, TX[i]} - t_{bit, ideal, TX[i]}) \cdot Baudrate \cdot 100\%$$

### 11. 3. 12 接收位时序

接收时序误差包括两个误差源。第一个是位到位的时序误差, 和发送位时序误差相似。第二个是介于一个上升沿事件和被 UCSI 模块接受了上升沿。图 11-11 所示的是在 UCAXRXD 脚上的数据和内部波特率时钟之间的异步时钟误差。这导致一个另外的异步误差。异步误差  $T_{sync}$  是介于  $-0.5BRCLKS$  和  $+0.5BRCLKS$  之间。这取决于所选择的波特率发生模式。

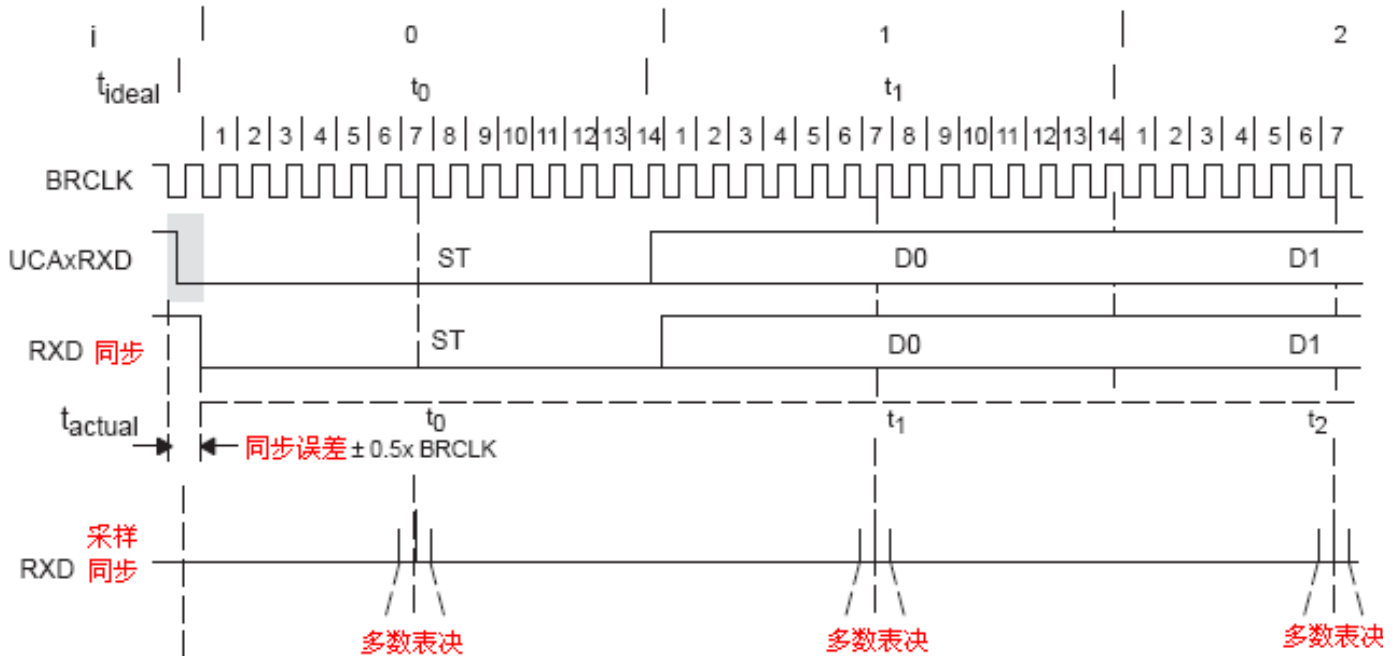


图 11-11. 接受误差

理想的采样时间  $T_{bit, ideal, RX[i]}$  在一位周期之间:

$$t_{bit,ideal,RX}[i] = \frac{1}{Baudrate} (i + 0.5)$$

真实采样时间  $T_{bit,rx}[i]$  等于先前所有的位的总和, 通过下面所列的公式的发送时序部分可以看出, 再加上当前位  $i$  的  $1/2$  个  $BITCLK$  以及异步误差  $T_{sync}$ 。

对于低频波特率模式结果在以下的  $T_{bit,RX}[i]$  中。

$$t_{bit,RX}[i] = t_{SYNC} + \sum_{j=0}^{i-1} T_{bit,RX}[j] + \frac{1}{f_{BRCLK}} \left( INT\left(\frac{1}{2}UCBRX\right) + m_{UCBRSx}[i] \right)$$

这里:

$$T_{bit,RX}[i] = \frac{1}{f_{BRCLK}} (UCBRX + m_{UCBRSx}[i])$$

$m_{UCBRSx}[i]$ :

调制的  $i$  位来自 11-2 的表中

对于过采样波特率模式  $T_{bit,rx}[i]$  的  $i$  位采样时间由以下公式计算:

$$t_{bit,RX}[i] = t_{SYNC} + \sum_{j=0}^{i-1} T_{bit,RX}[j] + \frac{1}{f_{BRCLK}} \left( (8 + m_{UCBRSx}[i]) \cdot UCBRX + \sum_{j=0}^{7+m_{UCBRSx}[i]} m_{UCBRFx}[j] \right)$$

这里

$$T_{bit,RX}[i] = \frac{1}{f_{BRCLK}} \left( (16 + m_{UCBRSx}[i]) \cdot UCBRX + \sum_{j=0}^{15} m_{UCBRFx}[j] \right)$$

$$\sum_{j=0}^{7+m_{UCBRSx}[i]} m_{UCBRFx}[j]:$$

: 来自 0-7 列的总和+来自表 11-3 中相应的列

$Mucbrsx[i]$

$m_{UCBRSx}[i]$ :

来自表 11-2 中的调制

以下公式的结果是标准化的误差中的一个理想位时序 (1/波特率)。

公式

$$Error_{RX}[i] = (t_{bit,RX}[i] - t_{bit,ideal,RX}[i]) \cdot Baudrate \cdot 100\%$$

### 11. 3. 13 典型的波特率误差

对于使用 32768 的晶振源  $ACLK$  和典型的  $SMCLK$  频率, 通过  $UCBRX$ ,  $UCBRSX$  和  $UCBRFX$  设置

的标准的波特率数据被列于表 11-4 和 11-5 中。

接受误差是时间累计起来的与在每位中间的理想扫描时间相对。最糟糕的误差由给定的带有校验和一个包括异步误差的停止位的接受产生。

发送误差是时间累计起来的与位周期的理想时间相对。最糟糕的误差由给定的带校验和停止位的传输产生。

BRCLK frequency [Hz]	Baud Rate [Baud]	UCBRx	UCBRSx	UCBRFx	Max. TX Error [%]		Max. RX Error [%]	
32,768	1200	27	2	0	-2.8	1.4	-5.9	2.0
32,768	2400	13	6	0	-4.8	6.0	-9.7	8.3
32,768	4800	6	7	0	-12.1	5.7	-13.4	19.0
32,768	9600	3	3	0	-21.1	15.2	-44.3	21.3
1,048,576	9600	109	2	0	-0.2	0.7	-1.0	0.8
1,048,576	19200	54	5	0	-1.1	1.0	-1.5	2.5
1,048,576	38400	27	2	0	-2.8	1.4	-5.9	2.0
1,048,576	56000	18	6	0	-3.9	1.1	-4.6	5.7
1,048,576	115200	9	1	0	-1.1	10.7	-11.5	11.3
1,048,576	128000	8	1	0	-8.9	7.5	-13.8	14.8
1,048,576	256000	4	1	0	-2.3	25.4	-13.4	38.8
1,000,000	9600	104	1	0	-0.5	0.6	-0.9	1.2
1,000,000	19200	52	0	0	-1.8	0	-2.6	0.9
1,000,000	38400	26	0	0	-1.8	0	-3.6	1.8
1,000,000	56000	17	7	0	-4.8	0.8	-8.0	3.2
1,000,000	115200	8	6	0	-7.8	6.4	-9.7	16.1
1,000,000	128000	7	7	0	-10.4	6.4	-18.0	11.6
1,000,000	256000	3	7	0	-29.6	0	-43.6	5.2
4,000,000	9600	416	6	0	-0.2	0.2	-0.2	0.4
4,000,000	19200	208	3	0	-0.2	0.5	-0.3	0.8
4,000,000	38400	104	1	0	-0.5	0.6	-0.9	1.2
4,000,000	56000	71	4	0	-0.6	1.0	-1.7	1.3
4,000,000	115200	34	6	0	-2.1	0.6	-2.5	3.1
4,000,000	128000	31	2	0	-0.8	1.6	-3.6	2.0
4,000,000	256000	15	5	0	-4.0	3.2	-8.4	5.2
8,000,000	9600	833	2	0	-0.1	0	-0.2	0.1
8,000,000	19200	416	6	0	-0.2	0.2	-0.2	0.4
8,000,000	38400	208	3	0	-0.2	0.5	-0.3	0.8
8,000,000	56000	142	7	0	-0.6	0.1	-0.7	0.8
8,000,000	115200	69	4	0	-0.6	0.8	-1.8	1.1
8,000,000	128000	62	4	0	-0.8	0	-1.2	1.2
8,000,000	256000	31	2	0	-0.8	1.6	-3.6	2.0

12,000,000	9600	1250	0	0	0	0	-0.05	0.05
12,000,000	19200	625	0	0	0	0	-0.2	0
12,000,000	38400	312	4	0	-0.2	0	-0.2	0.2
12,000,000	56000	214	2	0	-0.3	0.2	-0.4	0.5
12,000,000	115200	104	1	0	-0.5	0.6	-0.9	1.2
12,000,000	128000	93	6	0	-0.8	0	-1.5	0.4
12,000,000	256000	46	7	0	-1.9	0	-2.0	2.0
16,000,000	9600	1666	6	0	-0.05	0.05	-0.05	0.1
16,000,000	19200	833	2	0	-0.1	0.05	-0.2	0.1
16,000,000	38400	416	6	0	-0.2	0.2	-0.2	0.4
16,000,000	56000	285	6	0	-0.3	0.1	-0.5	0.2
16,000,000	115200	138	7	0	-0.7	0	-0.8	0.6
16,000,000	128000	125	0	0	0	0	-0.8	0
16,000,000	256000	62	4	0	-0.8	0	-1.2	1.2

表 11-4. 常用波特率，设置，误差，UCOS16=0

BRCLK frequency [Hz]	Baud Rate [Baud]	UCBRx	UCBRsX	UCBRFx	Max. TX Error [%]	Max. RX Error [%]		
32,768	1200	1	2	11	-2.8	1.4	-2.2	5.6
1,048,576	9600	6	0	13	-2.3	0	-2.2	0.8
1,048,576	19200	3	1	6	-4.6	3.2	-5.0	4.7
1,048,576	38400	1	2	11	-2.8	1.4	-2.2	5.6
1,048,576	56000	1	6	2	-3.9	1.1	-4.6	5.7
1,000,000	9600	6	0	8	-1.8	0	-2.2	0.4
1,000,000	19200	3	0	4	-1.8	0	-2.6	0.9
1,000,000	38400	1	0	10	-1.8	0	-3.6	1.8
1,000,000	56000	1	7	1	-4.8	0.8	-2.4	8.8
4,000,000	9600	26	0	1	0	0.9	0	1.1
4,000,000	19200	13	0	0	-1.8	0	-1.9	0.2
4,000,000	38400	6	0	8	-1.8	0	-2.2	0.4
4,000,000	56000	4	5	5	-3.4	3.2	-1.7	6.3
4,000,000	115200	2	3	2	-2.1	4.8	-2.5	7.3
4,000,000	128000	1	2	15	-0.8	1.6	-3.6	5.2
8,000,000	9600	52	0	1	-0.4	0	-0.4	0.1
8,000,000	19200	26	0	1	0	0.9	0	1.1
8,000,000	38400	13	0	0	-1.8	0	-1.9	0.2
8,000,000	56000	8	0	15	0	1.1	-0.7	1.1
8,000,000	115200	4	5	3	-3.5	3.2	-1.8	6.4
8,000,000	128000	3	4	13	-2.4	0	-1.2	2.8
8,000,000	256000	1	2	15	-0.8	1.6	-3.6	5.2
12,000,000	9600	78	0	2	0	0	-0.05	0.05
12,000,000	19200	39	0	1	0	0	0	0.2



12,000,000	38400	19	0	8	-1.8	0	-1.8	0.1
12,000,000	56000	13	0	6	-1.5	0	-1.6	0.2
12,000,000	115200	6	0	8	-1.8	0	-2.2	0.4
12,000,000	128000	5	0	14	0	2.9	-0.4	3.3
12,000,000	256000	2	4	14	-1.9	2.7	-2.0	4.7
16,000,000	9600	104	0	3	0	0.2	0	0.3
16,000,000	19200	52	0	1	-0.4	0	-0.4	0.1
16,000,000	38400	26	0	1	0	0.9	0	1.1
16,000,000	56000	17	0	14	0	1.1	-0.1	1.2
16,000,000	115200	8	0	11	0	0.9	0	1.6
16,000,000	128000	7	0	13	0	0	0	0.8
16,000,000	256000	3	4	13	-2.4	0	-1.2	2.8

表 11-5. 常用波特率，设置，误差，UCOS16=1

### 11. 3. 14 在低功耗下的 UART 模式中使用 UCSI 模块

低功耗模式下，USCI 模块支持自动激活 SMCLK 时钟。当 SMCLK 作为 USCI 模块的时钟源，因为设备处于低功耗模式 SMCLK 未激活，如果必要 USCI 模块将自动激活，不管时钟源的控制位如何。时钟将保持活动状态直到 USCI 模块返回空闲状态。在 USCI 返回空闲状态后，时钟源的控制将受制于其控制位。自动激活模式不适用于 ACLK。

当 USCI 模块激活一个不活动的时钟源，整个设备以及使用此时钟源的外围配置的时钟将激活。例如，在 USCI 模块强制激活 SMCLK 时使用 SMCLK 的定时器将计数。

### 11. 3. 15 USCI 中断

USCI 有一个发送中断向量和接收中断向量。

USCI 发送中断操作

UCAXTXIFG 中断标志被发送器置位表示 UCAXTXBUF 准备接收另一个字符。如果 UCAXTXIE 和 GIE 也置位将产生一个中断请求。如果字符被写到 UCAXTXBUF 中 UCAXTXIFG 将自动复位。

USCI 接收中断操作

一个字符被接受并装载到 UCAXRXBUF 中去时 UCAXRXIFG 中断标志置位一次。如果 UCAXRXIE 和 GIE 置位将产生一个中断请求。复位 PUC 信号或者 UCSWRST=1 时 UCAXRXIFG 和 UCAXRXIE 将被系统复位。当 UCAXRXBUF 被读时 UCAXRXIFG 将自动复位。

其他的中断控制特性包括：

- l 在 UCAXRXEIE=0 时错误字符不会置位 UCAXRXIFG。
- l 在 UCDORM=1 时，在多处理机模式下非地址字符不会置位 UCAXRXIFG。
- l 当 UCBRKIE=1 时一个中断条件将置位 UCBRK 位和 UCAXRXIFG 标志。

USCI 中断用法

USCI\_AX 和 USCI\_BX 使用同一个中断向量。接收中断标志 UCAXRXIFG 和 UCBxRXIFG 和同一个中断向量连接，发送中断标志 UCAXTXIFG 和 UCBxTXIFG 分享另一个中断向量。

中断向量程序实例

以下例程展示了一个处理来自在 UART 模式或者 SPI 及在 SPI 模式下的 USCI\_BO 中的 UART\_A0 数据接收中断。

```
USCIA0_RX_USCIB0_RX_ISR
```

```

BIT.B #UCAORXIFG, &IFG2      ; USCI_A0 接收中断?
JNZ USCIAO_RX_ISR
USCIBO_RX_ISR?
                                ; 读UCBORXBUF (清UCBORXIFG)
...
RETI
USCIAO_RX_ISR
                                ; 读UCAORXBUF (清UCAORXIFG)
...
RETI

```

以下例程展示了一个处理来自在 UART 模式或者 SPI 及在 SPI 模式下的 USCI\_BO 中的 UART\_A0 数据发送中断。

```

USCIAO_TX_USCIBO_TX_ISR
BIT.B #UCAOTXIFG, &IFG2      ; USCI_A0 发送中断?
JNZ USCIAO_TX_ISR
USCIBO_TX_ISR
                                ; 写UCBOTXBUF (清UCBOTXIFG)
...
RETI
USCIAO_TX_ISR
                                ; 写UCAOTXBUF (清UCAOTXIFG)
...
RETI

```

#### 11. 4USCI 寄存器; UART 模式

在 UART 模式中可用的 USCI 寄存器列于表 11-6 和 11-7 中

寄存器	格式	寄存器	地址	初始化
USCI_A0 控制寄存器0	UCAOCTL0	读/写	060h	Reset 和 PUC
USCI_A0 控制寄存器1	UCAOCTL1	读/写	061h	001h 和 PUC
USCI_A0 波特率控制寄存器 0	UCAOBRO	读/写	062h	Reset 和 PUC
USCI_A0 波特率 控制寄存器 1	UCAOBR1	读/写	063h	Reset 和 PUC
USCI_A0 调整控制寄存器	UCAOMCTL	读/写	064h	Reset 和 PUC
USCI_A0 状态寄存器	UCAOSTAT	读/写	065h	Reset 和 PUC
USCI_A0 接收缓冲寄存器	UCAORXBUF	读	066h	Reset 和 PUC
USCI_A0 发送缓冲寄存器	UCAOTXBUF	读/写	067h	Reset 和 PUC
USCI_A0 自动波特率控制寄存器	UCAOABCTL	读/写	05Dh	Reset 和 PUC
USCI_A0 IrDA 发送控制寄存器	UCAOIRTCTL	读/写	05Eh	Reset 和 PUC
USCI_A0 IrDA 接收控制寄存器	UCAOIRRCTL	读/写	05Fh	Reset 和 PUC
SFR 中断使能寄存器 2	IE2	读/写	001h	Reset 和 PUC
SFR 中断标志寄存器 2	IFG2	读/写	003h	00Ah 和 PUC

表 11-6. UAXI\_A0 控制和状态寄存器

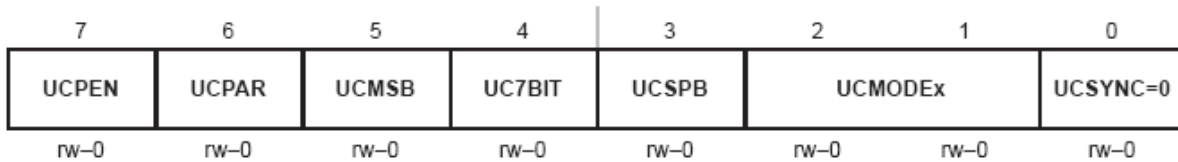
注意: 改变 SFR 位

为避免改变推荐使用 BIC。B 或者 BIC。B 命令去置位或清除 IEX 或者 IFGX 位, 而不使用 MOV。B 或者 CLR。B。

寄存器	格式	寄存器	地址	初始化
USCI_A1 控制寄存器0	UCA1CTL0	读/写	0D0h	Reset和PUC
USCI_A1控制寄存器1	UCA1CTL1	读/写	0D1h	001h和PUC
USCI_A1 波特率控制寄存器 0	UCA1BR0	读/写	0D2h	Reset和PUC
USCI_A1 波特率 控制寄存器 1	UCA1BR1	读/写	0D3h	Reset和PUC
USCI_A1 调整控制寄存器	UCA1MCTL	读/写	0D4h	Reset和PUC
USCI_A1 状态寄存器	UCA1STAT	读/写	0D5h	Reset和PUC
USCI_A1 接收缓冲寄存器	UCA1RXBUF	读	D6h	Reset和PUC
USCI_A1 发送缓冲寄存器	UCA1TXBUF	读/写	0D7h	Reset和PUC
USCI_A1 自动波特率控制寄存器	UCA1ABCTL	读/写	0CDh	Reset和PUC
USCI_A1 IrDA 发送控制寄存器	UCA1IRTCTL	读/写	0CEh	Reset和PUC
USCI_A1 IrDA 接收控制寄存器	UCA1IRRCTL	读/写	0CFh	Reset和PUC
USCI_A1/B1中断使能寄存器	UC1IE	读/写	006h	Reset和PUC
USCI_A1/B1中断标志寄存器	UC1IFG	读/写	007h	00Ah和PUC

表 11-7。USCI\_A1 控制和状态寄存器

**UCAxCTL0, USCI\_Ax 控制寄存器 0**



- UCPEN BIT7 奇偶使能
  - 0 奇偶禁止
  - 1 奇偶使能。奇偶位的产生 (UCA1TXD) 和接受 (UCA1RXD)。在地址位多机模式，地址位包含在奇偶计算中。
  
- UCPAR BIT6 奇偶选择。当奇偶禁止时 UCPAR 不能使用
  - 0 奇校验
  - 1 偶校验
  
- UCMSB BIT5 MSB 选择。控制接收和发送移位寄存器的方向
  - 0 LSB 先
  - 1 MSB 先
  
- UC7BIT BIT4 数据位长度。选择 7 位或 8 位字符长度
  - 0 8 位数据
  - 1 7 位数据
  
- UCSPB BIT3 停止位选择，停止位的个数
  - 0 一个停止位
  - 1 两个停止位

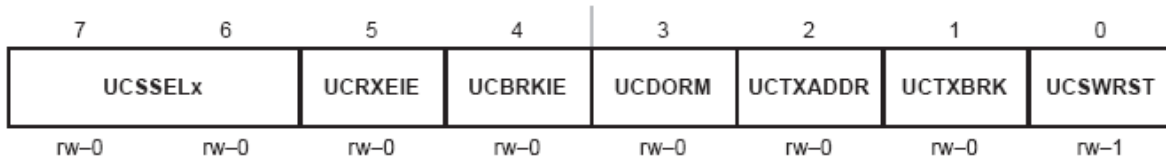
UCMODEX BIT2-1 USCI 模式。当 UCSYNC=0 时 UCMODEX 可选择的异步模式

- 00 USART 模式
- 01 空闲线多机模式
- 02 地址位多机模式
- 03 UART 自动波特率探测模式

UCSYNC BIT0 同步模式使能

- 0 异步模式
- 1 同步模式

### UCAxCTL1, USCI\_Ax 控制寄存器 1



UCSSELx BIT7-6 USCI 时钟模式选择，这些位选择 BRCLK 的时钟源

- 00 UCLK
- 01 ACLK
- 10 SMCLK
- 11 SMCLK

UCRXEIE BIT5 接收错误字符中断使能

- 0 错误字符丢弃，UCAxRXIFG 不置位
- 1 错误字符接受职位 UCAxRXIFG

UCBRKIE BIT4 接受暂停字符中断允许

- 0 接受暂停字符不置位 UCAxRXIFG
- 1 接受暂停字符置位 UCAxRXIFG

UCDORM BIT3 睡眠态。使 USCI 进入睡眠状态

- 0 非睡眠态。所有接收字符将置位 UCAxRXIFG
- 1 睡眠态。只有先于空闲态的带地址字符将置位 UCAxRXIFG。在带自动波特率监测的 UART 模式中只有暂停台和异步域可以置位 UCAxRXIFG。

UCTXADDR BIT2 发送地址。被发送的下一帧将依靠选择的多机模式来标记为地址

- 0 下一帧是数据
- 1 下一帧是地址

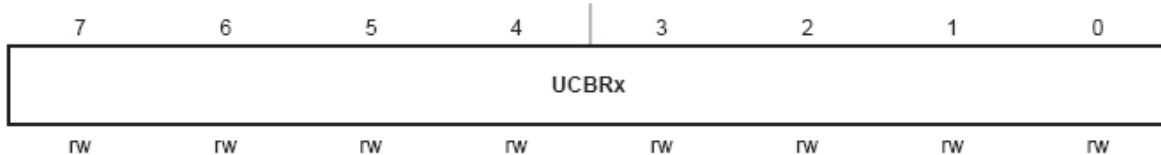
UCTXBRK BIT1 发送暂停。对将要写到发送缓存的数据带暂停。为了产生需要的暂停/同步域，在带自动波特率检测的 UART 模式中 055H 必须写到 UCAxTXBUF 中。否则 0H 必须写到发送缓存中。

- 0 发送的下一帧不是暂停
- 1 下一帧发送的是暂停或者暂停/同步

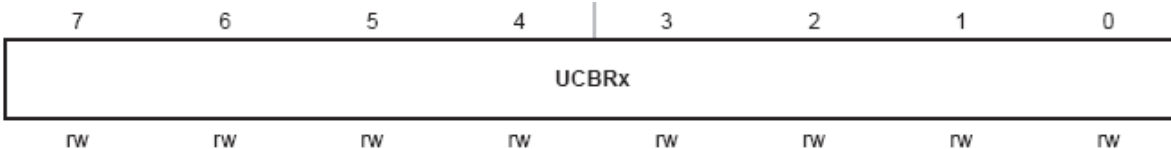
UCSWRST BIT0 软件复位使能

- 0 禁止。USCI 复位释放
- 1 使能。USCI 在复位状态保持

**UCAxBRO, USCI\_Ax 波特率控制寄存器 0**



**UCAxBRO, USCI\_Ax 波特率控制寄存器 1**



**UCAxMCTL, USCI\_Ax 调制控制寄存器**

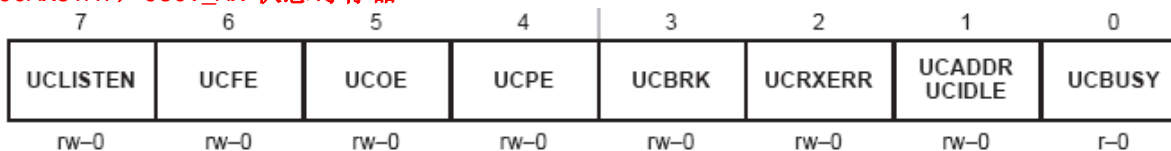


**UCBRFx** BIT4-7 第一模块级选择,对于 BITCLK 当 UCOS16=1 这些位决定模块的形式,UCOS16=0 时被忽略。表 11-3 展示了模块的形式。

**UCBRSx** BIT1-3 第二模块级选择,对于 BITCLK 这些位决定模块的形式。表 11-2 展示了模块的形式。

**UCOS16** BIT0 过采样模式允许  
 0 禁止  
 1 允许

**UCAxSTAT, USCI\_Ax 状态寄存器**



**UCLISTEN** BIT7 侦听允许。UCLISTEN 为选择环绕模式  
 0 禁止  
 1 允许。UCAxTXD 被内部反馈到接收器

**UCFE** BIT6 帧误差标志  
 0 没有误差  
 1 带停止位误差的字符

**UCOE** BIT5 翻转误差标志。当字符在前一字符被读之前被传输到 UCAxRXBUF 中该位置位, 必须由软件清除。否则无效。  
 1 没有误差  
 0 翻转误差发生

UCPE BIT4 奇偶误差标志。当 UCPE=0 时，UCPE 读数为 0。

- 1 没有误差
- 0 带奇偶误差的字符

UCBRK BIT3 暂停监测标志

- 0 没有暂停条件
- 1 暂停条件发生

UCRXERR BIT2 接受错误标志。这位展示带误差的字符被接受，当 UCRXERR=1 时，一个以上的错误标志（UCFE，UCPE，UCOE）置位。在 UCAXRXBUF 被读时 UCRXERR 被清除。

- 0 不监测接收误差
- 1 监测接收误差

UCADDR BIT1 在地址位多机模式中的地址接收

- 0 接受的字符是数据
- 1 接受的字符是地址

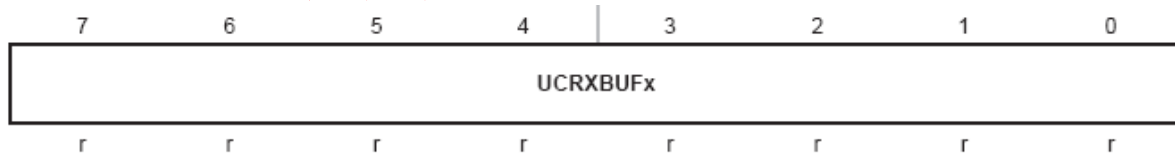
UCIDLE 在空闲线-多机模式的空闲线检测

- 0 不监测空闲线
- 1 监测空闲线

UCBUSY BIT0 UCSI 忙。这位展示是否有发送或接受操作在进行中

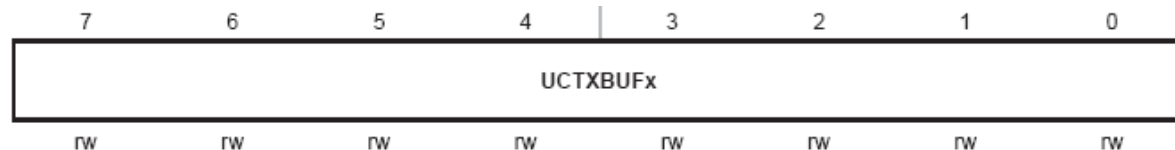
- 0 UCSI 不活动
- 1 UCSI 发送或接收

### UCAxRXBUF, USCI\_Ax 接收缓存寄存器



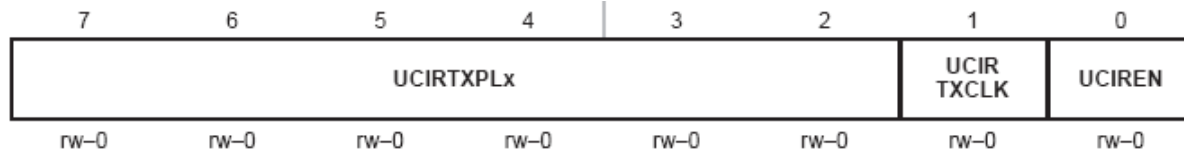
UCRXBUFx 0-7 位 接受数据缓存被用户直接使用，包含从接收移位寄存器接收的最后一个字符。读 UCAXRXIFG 复位接收误差位，即 UCADDR 或 UCIDLE 位以及 UCAXRXIFG。在 7 位数据模式中，UCAxRXBUF 通过 LSB 调整使 MSB 总是复位。

### UCAxTXBUF, USCI\_Ax 发送缓存寄存器



UCTXBUFx 0-7 位 发送数据缓存被用户直接使用，保持数据到移出发送移位寄存器并发送到 UCAXTXD 上。写到发送数据缓存可清除 UCAXTXIFG。UCAXTXBUF 的 MSB 在 7 为数据时候不使用保持复位。

**UCAXIRTCTL, USCI\_AX IrDA 发送控制寄存器**



UCIRTXPLx BIT2-7 发送缓冲长度

脉冲长度：

$$t_{PULSE} = (UCIRTXPLx + 1) / (2 * f_{IRTXCLK})$$

UCIRTXCLK BIT1 IRDA 发送脉冲时钟选择

0 BRCLK

1 当 UCOS16=1 是 BITCLK16, 否则是 BRCLK

UCIREN BIT0 IRDA 译码/解码使能

0 IRDA 译码/解码禁止

1 RDA 译码/解码使能

**UCAXIRRCTL, USCI\_Ax IRDA 接收控制寄存器**



UCIRRFLx BIT2-7 接受滤波长度, 接收的最小脉冲长度由下式给出:

公式  $t_{MIN} = (UCIRRXFLx + 4) / (2 * f_{IRTXCLK})$

UCIRRXP BIT1 IRDA 接受输入 UCAXRXD 极性

0 当光脉冲可见时 IRDA 收发器传递高脉冲

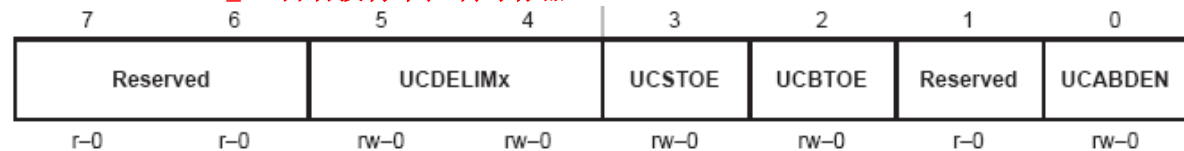
1 当光脉冲可见时 IRDA 收发器传递低脉冲

UCIRRXFE BIT0 IRDA 接收滤波使能

0 接收滤波器禁止

1 接受滤波器使能

**UCAxABCTL, USCI\_Ax 自动波特率控制寄存器**



BIT6-7 保留

UCDELIMx BIT4-5 暂停/同步定界符长度

00 一位时间

01 二位时间

02 三位时间

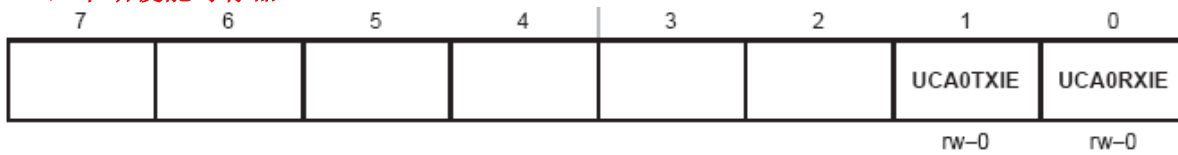
03 四位时间

UCBTOE BIT2 暂停时间误差  
 0 无误差  
 1 暂停域长度超过 22 位时间

BIT1 保留

UCABDEN BIT0 自动波特率监测使能  
 0 波特率监测禁止，暂停和同步域长度不被测量  
 1 波特率监测使能。暂停和同步域的长度被测量而且波特率的设定相应的改变。

**IE2, 中断使能寄存器 2**

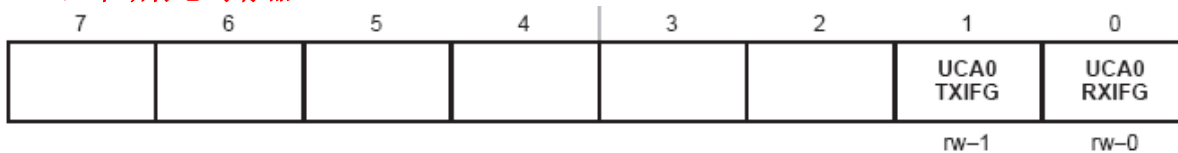


BIT2-7 这些位被其他模块使用。见设备手册

UCA0TXIE BIT1 USCI\_A0 发送中断使能  
 0 中断禁止  
 1 中断使能

UCA0RXIE BIT0 USCI\_A0 接收中断使能  
 0 中断禁止  
 1 中断使能

**IFG2, 中断标志寄存器 2**

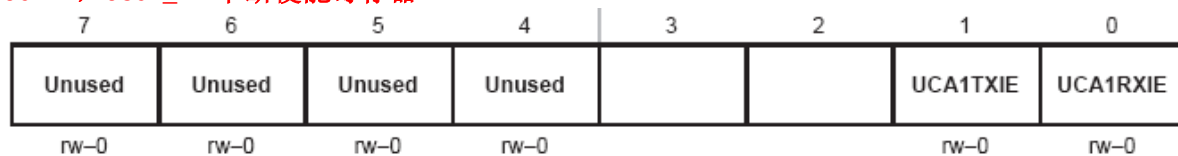


BIT2-7 这些位被其他模块使用。见设备手册

UCA0TXIFG BIT1 USCI\_A0 发送中断标志。当 UCA0TXBUF 为空时 UCA0TXIFG 被置位  
 0 没有中断等待  
 1 中断等待

UCA0RXIFG BIT0 USCI\_A0 接收中断标志。当 UCA0RXIFG 接收一个完整字符时 UCA0RXIFG 置位。  
 0 没有中断等待  
 1 中断等待

**UC1IE, USCI\_A1 中断使能寄存器**





未使用 BIT4-7 未使用  
BIT2-3 这些位可能被 USCI 模块使用,见设备手册.

UCA1TXIE BIT1 USCI\_A1 发送中断使能  
0 中断禁止  
1 中断使能

UCA1RXIE BIT0 USCI\_A1 接收中断使能  
0 中断禁止  
1 中断使能

### UC1IFG, USCI\_A1 中断标志寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
Unused	Unused	Unused	Unused			UCA1 TXIFG	UCA1 RXIFG
rw-0	rw-0	rw-0	rw-0			rw-1	rw-0

未使用 BIT4-7 未使用  
BIT2-3 这些位可能被 USCI 模块使用,见设备手册.

UCA1TXIFG BIT1 USCI\_A1 发送中断使能  
0 没有中断等待  
1 中断等待

UCA1RXIFG BIT0 USCI\_A1 接收中断使能  
0 没有中断等待  
1 中断等待



MSP430F22x4 开发板

**专业提供 MSP430 单片机开发工具**