

4. 接收 FIFO 的操作

- (1) 选择接收模式（中断或 DMA 模式）。
- (2) 在 UFSTATn 中，查看 RX FIFO 计数器的值。如果该值小于 15，必须设置 UMCOnn[0] 值为 ‘1’（激活 nRTS）；如果该值等于或大于 15，必须先设定 UMCOnn[0] 值为 ‘0’（停止 nrts）。
- (3) 重复步骤（2）。

5. 发送 FIFO 的操作

- (1) 选择发送模式（中断或 DMA 模式）。
- (2) 检查 UMSTATn[0] 的值，如果这个值是 ‘1’（激活 nCTS），则写数据到发送 FIFO 寄存器。
- (3) 重复步骤（2）。

6. RS-232C 接口

要将 UART 连接到调制解调器接口（而不是零调制解调器），需要 nRTS, nCTS, nDSR, nDTR, DCD 和 nRI 信号。在这种情况下，可以通过软件来控制这些信号与一般的 I / O 端口。因为 AFC 不支持 RS - 232c 接口。

7. 中断/DMA 请求的产生

每个 S3C6410 的 UART 有七个状态（发射/接收/错误）信号：溢出错误，奇偶错误，帧错误，中断，接收缓冲区数据就绪，传输缓冲区为空，发送移位寄存器为空。其状态信号靠相应的 UART 的状态寄存器（UTRSTATn / UERSTATn）来指示。

溢出错误，奇偶错误，帧错误，中断条件是指由于收到错误的信息。每一种都可以引起错误接收错误状态中断请求，如果在控制寄存器 UCONn 中将接收错误状态中断使能位设置为 1，当检测到一个接收错误状态中断请求，可通过读 UERSTSTn 的值来辨别信号。

当接收器将数据从接收移位寄存器到传送到接收 FIFO 寄存器（在 FIFO 模式下），并且数量达到 RX FIFO 触发电平，则接收中断产生。如果控制寄存器（UCONn）中接收模式设置为 1（中断请求或轮询模式），则接收中断产生。

非 FIFO 模式中，在中断请求和轮询模式下，数据从接收移位寄存器传输到接收保存寄存器时会引发接收中断。

当发送器将数据从发送 FIFO 寄存器传输到它的发送移位寄存器，并且发送 FIFO 剩余的数据数量达到 TX FIFO 触发水平，发送中断产生。如果控制器的传输模式选定为中断请求或轮询模式，发送中断产生。

非 FIFO 模式中，在中断请求和轮询模式下，数据从发送保持寄存器传输到发送移位寄存器会引发发送中断。

注意的是无论什么时候在发送 FIFO 中数据的数量是小于触发水平，发送中断一直请求。这就是说，只要发送中断被激活就请求中断，除非你先添满发送缓冲区。建议先添满发送缓冲区，然后再激活发送中断。

S3C6410 的中断控制器是一级触发类型，当你为 UART 控制寄存器编程时，必须建立中断类型为“一级”。在上述情况下，如果接收模式和发送模式的控制器获得 DMA 请求，则 DMA 请求代替接收中断和发送中断。

与 FIFO 有关的中断，如表 31-1 所示。

表 31-1 与 FIFO 相连的中断

| 类型 | FIFO 模式 | Non-FIFO 模式 |
|------|--|----------------------------|
| 接受中断 | 如果每次接收的数据达到了接收 FIFO 的触发水平，则 Rx 中断产生。 如果 FIFO 非空并且在 3 字时间内（接收超时）没有接收到数据，则 Rx 中断也将产生。这段时间间隔由字的长度设置决定。 | 如果每次接收缓冲区满时，接收保持寄存器产生一个中断。 |
| 发送中断 | 如果每次发送的数据达到了发送 FIFO 的触发水平，则 Tx 中断产生。 | 当发送缓冲区的数据变为空，发送保持寄存器产生一 |
| 错误中断 | 当溢出错误、奇偶错误、帧错误、中断信号被检测到时出发。 | 错误发生时产生，如果同时另一个错误发生，只产生一 |

8. UART 错误状态 FIFO

除了 Rx FIFO 寄存器之外，UART 还具有一个错误状态 FIFO。错误状态 FIFO 中表示了在 FIFO 寄存器中，哪一个数据在接收时出错。错误中断发生在有错误的的数据被读取时。为清除错误状态 FIFO，寄存器 URXHn 和 UERSTATn 会被读取。

例如：

假设 UART 的 Rx FIFO 连续接收到 A, B, C, D, 字符，并且在接收 B 字符时发生了帧错误（即该字符没有停止位），在接收 D 字符时发生了奇偶校验错。

虽然 UART 错误发生了，错误中断不会产生，因为含有错误的字符还没有被 CPU 读取。

当字符被读出时错误中断才会发生。UART 接收五个字节其中包含两个错误的情况，如表 31-2 和图 31-3

所示。

表 31-2 UART 接收五个字节其中包含两个错误

| 时间 | 队列顺序 | 错误中断 | 说明 |
|----|----------------|----------------|----------|
| #0 | 没有读取字符 | | |
| #1 | 接收 A、B、C、D 和 E | | |
| #2 | 读取 A 后 | 帧错误（对于 B）中断产生 | 必须读取 ‘B’ |
| #3 | 读取 B 后 | | |
| #4 | 读取 C 后 | 奇偶错误（对于 D）中断产生 | 必须读取 ‘D’ |
| #5 | 读取 D 后 | | |
| #6 | 读取 E 后 | | |

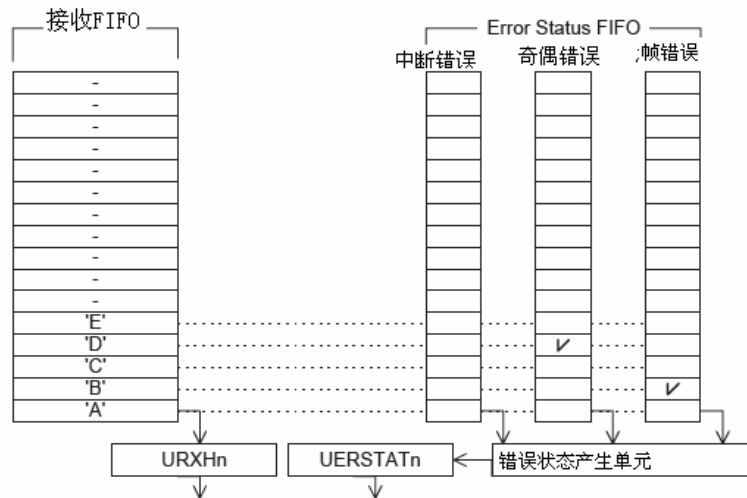


图 31-3 UART 接收五个字节其中包含两个错误的情况

9. 红外线（IR）模式

S3C64100 的 UART 模块支持红外线 (IR) 发送和接收，可以通过设置 UART 控制寄存器 (ULCONn) 中的红外模式位来选择这一模式。如图 31-4 所示为如何实现 IR 模式。

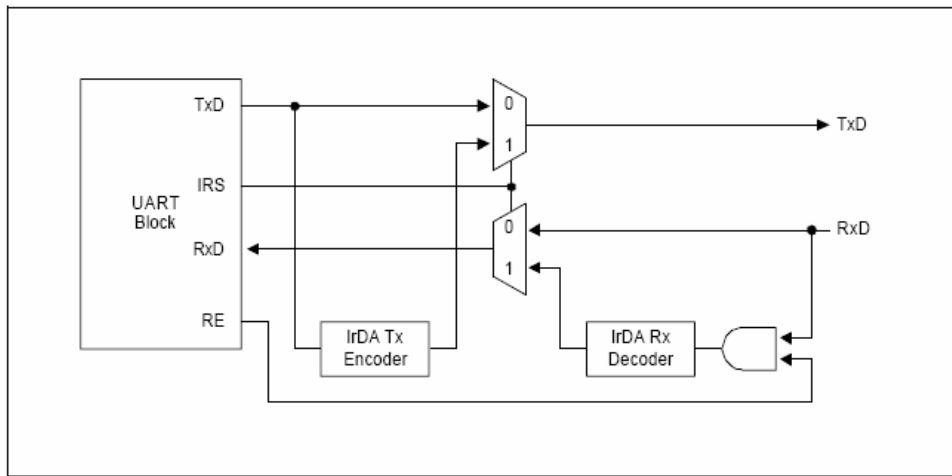
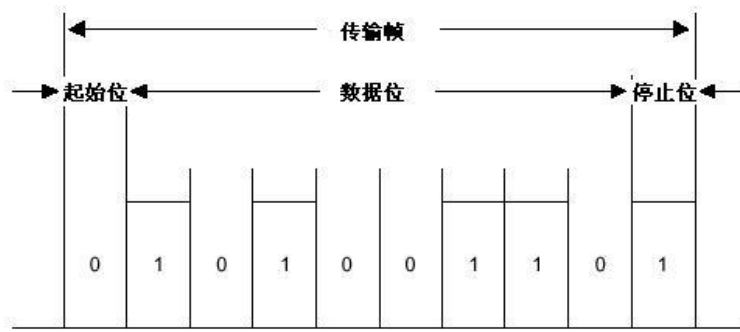
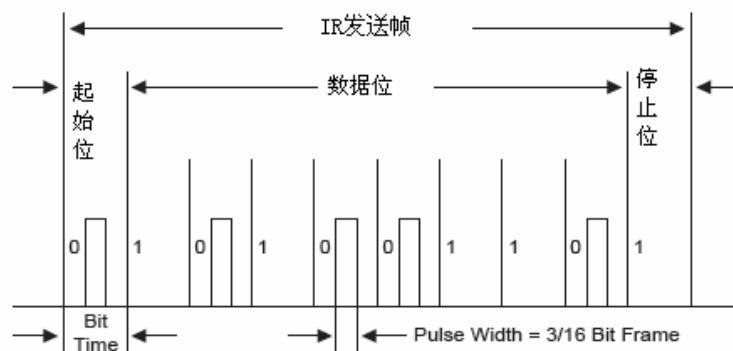


图 31-4 IrDA 功能模块框图

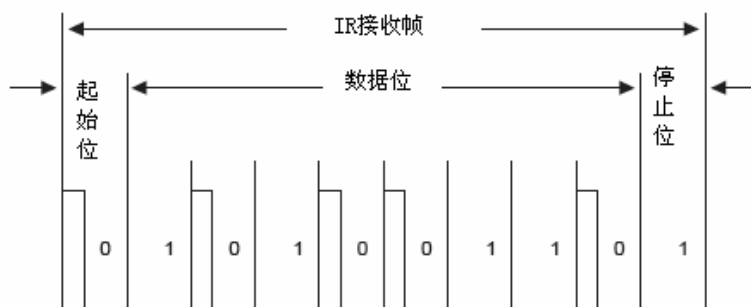
在 IR 发送模式下，发送阶段通过正常串行发送占空比 3/16 的脉冲波调制（当传送的数据位为 0）；在 IR 接收模式下，接收必须检测 3/16 脉冲波来识别 0 值。如图 31-5 所示。



(a) 通常情况下载传输帧的时序图



(b) 红外线发送模式下时序图



(c) 红外线接收模式下时序图

图 31-5 红外线传输模式时序

31.3 外部接口

UART 外部接口，如表 31-3 所示。

表 31-3 UART 外部接口

| 名称 | 类型 | 源/目的 | 描述 |
|------------------------|----|------|-------------------|
| XuRXD[0] | 输入 | Pad | UART0 接收数据 |
| XuTXD[0] | 输出 | Pad | UART0 发送数据 |
| XuCTS _n [0] | 输入 | Pad | UART0 清除发送 (低位有效) |
| XuRTS _n [0] | 输出 | Pad | UART0 请求发送 (低位有效) |
| XuRXD[1] | 输入 | Pad | UART1 接收数据 |
| XuTXD[1] | 输出 | Pad | UART1 发送数据 |
| XuCTS _n [1] | 输入 | Pad | UART1 清除发送 (低位有效) |
| XuRTS _n [1] | 输出 | Pad | UART1 请求发送 (低位有效) |
| XuRXD[2] | 输入 | Pad | UART2 接收数据 |
| XuTXD[2] | 输出 | Pad | UART2 发送数据 |
| XuRXD[3] | 输入 | Pad | UART3 接收数据 |
| XuTXD[3] | 输出 | Pad | UART3 发送数据 |

注：UART 与其它的接口处理器 (CFCON, IrDA 等等) 共享外部信息包。为了使用这些信息包, 必须提前设置通用 I/O 口。

31.4 寄存器描述

存储器映像, 如表 31-4 所示。

表 31-4 UART 的寄存器

| 寄存器 | 地址 | 读/写 | 说明 | 初始值 |
|--------------|------------|-----|-------------------------------|--------|
| ULCON0 | 0x7F005000 | 读/写 | UART 通道 0 行控制寄存器 | 0x00 |
| UCON0 | 0x7F005004 | 读/写 | UART 通道 0 控制寄存器 | 0x00 |
| UFCON0 | 0x7F005008 | 读/写 | UART 通道 0 FIFO 控制寄存器 | 0x0 |
| UMCON0 | 0x7F00500C | 读/写 | UART 通道 0 调制解调器 (Modem) 控制寄存器 | 0x0 |
| UTRSTAT0 | 0x7F005010 | 读 | UART 通道 0 发送/接收状态寄存器 | 0x6 |
| UERSTAT0 | 0x7F005014 | 读 | UART 通道 0 接收错误状态寄存器 | 0x0 |
| UFSTAT0 | 0x7F005018 | 读 | UART 通道 0 FIFO 状态寄存器 | 0x00 |
| UMSTAT0 | 0x7F00501C | 读 | UART 通道 0 调制解调器 (Modem) 状态寄存器 | 0x0 |
| UTXH0 | 0x7F005020 | 写 | UART 通道 0 发送缓冲寄存器 | - |
| URXH0 | 0x7F005024 | 读 | UART 通道 0 接收缓冲寄存器 | 0x00 |
| UBRDIV0 UART | 0x7F005028 | 读/写 | 通道 0 波特率分频寄存器 | 0x0000 |
| UDIVSLOT0 | 0x7F00502C | 读/写 | UART 通道 0 分频插槽寄存器 | 0x0000 |
| UINTP0 UART | 0x7F005030 | 读/写 | 通道 0 中断处理寄存器 | 0x0 |
| UINTSP0 | 0x7F005034 | 读/写 | UART 通道 0 中断源处理寄存器 | 0x0 |
| UINTM0 | 0x7F005038 | 读/写 | UART 通道 0 中断屏蔽寄存器 | 0x0 |
| ULCON1 | 0x7F005400 | 读/写 | UART 通道 1 行控制寄存器 | 0x00 |
| UCON1 | 0x7F005404 | 读/写 | UART 通道 1 控制寄存器读 | 0x00 |
| UFCON1 | 0x7F005408 | 读/写 | UART 通道 1 FIFO 控制寄存器 | 0x0 |
| UMCON1 | 0x7F00540C | 读/写 | UART 通道 1 调制解调器 (Modem) 控制寄存器 | 0x0 |
| UTRSTAT1 | 0x7F005410 | 读 | UART 通道 1 发送/接收状态寄存器 | 0x6 |

| | | | | |
|-----------|------------|-----|-------------------------------|--------|
| UERSTAT1 | 0x7F005414 | 读 | UART 通道 1 接收错误状态寄存器 | 0x0 |
| UFSTAT1 | 0x7F005418 | 读 | UART 通道 1 FIFO 状态寄存器 | 0x00 |
| UMSTAT1 | 0x7F00541C | 读 | UART 通道 1 调制解调器 (Modem) 状态寄存器 | 0x0 |
| UTXH1 | 0x7F005420 | 写 | UART 通道 1 发送缓冲寄存器 | - |
| URXH1 | 0x7F005424 | 读 | UART 通道 1 接收缓冲寄存器。 | 0x00 |
| UBRDIV1 | 0x7F005428 | 读/写 | UART 通道 1 波特率分频寄存器。 | 0x0000 |
| UDIVSLOT1 | 0x7F00542C | 读/写 | UART 通道 1 分频插槽寄存器。 | 0x0000 |
| UINTP1 | 0x7F005430 | 读/写 | UART 通道 1 中断处理寄存器。 | 0x0 |
| UINTSP1 | 0x7F005434 | 读/写 | UART 通道 1 中断源处理寄存器。 | 0x0 |
| UINTM1 | 0x7F005438 | 读/写 | UART 通道 1 中断屏蔽寄存器。 | 0x0 |
| ULCON2 | 0x7F005800 | 读/写 | UART 通道 2 行控制寄存器。 | 0x00 |
| UCON2 | 0x7F005804 | 读/写 | UART 通道 2 控制寄存器。 | 0x00 |
| UFCON2 | 0x7F005808 | 读/写 | UART 通道 2 FIFO 控制寄存器。 | 0x0 |
| UTRSTAT2 | 0x7F005810 | 读 | UART 通道 2 发送/接收状态寄存器。 | 0x6 |
| UERSTAT2 | 0x7F005814 | 读 | UART 通道 2 接收错误状态寄存器。 | 0x0 |
| UFSTAT2 | 0x7F005818 | 读 | UART 通道 2 FIFO 状态寄存器。 | 0x00 |
| UTXH2 | 0x7F005820 | 写 | UART 通道 2 发送缓冲寄存器。 | - |
| URXH2 | 0x7F005824 | 读 | UART 通道 2 接收缓冲寄存器。 | 0x00 |
| UBRDIV2 | 0x7F005828 | 读/写 | UART 通道 2 波特率分频寄存器。 | 0x0000 |
| UDIVSLOT2 | 0x7F00582C | 读/写 | UART 通道 2 分频插槽寄存器。 | 0x0000 |
| INTP2 | 0x7F005830 | 读/写 | UART 通道 2 中断处理寄存器。 | 0x0 |
| UINTM2 | 0x7F005838 | 读/写 | UART 通道 2 中断屏蔽寄存器。 | 0x0 |
| ULCON3 | 0x7F005C00 | 读/写 | UART 通道 3 行控制寄存器。 | 0x00 |
| UCON3 | 0x7F005C04 | 读/写 | UART c 通道 3 控制寄存器。 | 0x00 |
| UFCON3 | 0x7F005C08 | 读/写 | UART 通道 3 FIFO 控制寄存器。 | 0x0 |
| UTRSTAT3 | 0x7F005C10 | 读 | UART 通道 3 发送/接收状态寄存器。 | 0x6 |
| UERSTAT3 | 0x7F005C14 | 读 | UART 通道 3 接收错误状态寄存器。 | 0x0 |
| UFSTAT3 | 0x7F005C18 | 读 | UART 通道 3 FIFO 状态寄存器。 | 0x00 |

| | | | | |
|-----------|------------|-----|---------------------|--------|
| UTXH3 | 0x7F005C20 | 写 | UART 通道 3 发送缓冲寄存器。 | - |
| URXH3 | 0x7F005C24 | 读 | UART 通道 3 接收缓冲寄存器。 | 0x00 |
| UBRDIV3 | 0x7F005C28 | 读/写 | UART 通道 3 波特率分频寄存器。 | 0x0000 |
| UDIVSLOT3 | 0x7F005C2C | 读/写 | UART 通道 3 分频插槽寄存器。 | 0x0000 |
| INTP3 | 0x7F005C30 | 读/写 | UART 通道 3 中断处理寄存器。 | 0x0 |
| UINTSP3 | 0x7F005C34 | 读/写 | UART 通道 3 中断源处理寄存器。 | 0x0 |
| UINTM3 | 0x7F005C38 | 读/写 | UART 通道 3 中断屏蔽寄存器。 | 0x0 |

下面主要针对个别寄存器进行介绍。这里我们是以列表的形式给出的。

31.4.1 . UART 行控制寄存器

在 UART 模块包括四个行控制寄存器，即 ULCON0、ULCON1、ULCON2 和 ULCON3。下面就来看看行控制寄存器的位定义。

| 寄存器 | 地址 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|--------|------------|-----|------------------|------|
| ULCON0 | 0x7F005000 | 读/写 | UART 0 通道行控制寄存器。 | 0x00 |
| ULCON1 | 0x7F005400 | 读/写 | UART1 通道行控制寄存器。 | 0x00 |
| ULCON2 | 0x7F005800 | 读/写 | UART2 通道行控制寄存器。 | 0x00 |
| ULCON3 | 0x7F005C00 | 读/写 | UART3 通道行控制寄存器。 | 0x00 |

| 位名称 | 位 | 描述 | 初始状态 |
|----------------|-----|--|------|
| Reserved | [7] | 保留。 | 0 |
| Infra-Red Mode | [6] | 确定是否采用红外模式： 0 = 普通操作模式 1= 红外线输出/接收模式 | 0 |

| | | | |
|--------------------|-------|--|-----|
| Parity Mode | [5:3] | 确定奇偶产生类型和校验，在 UART 发送/接收操作过程中。 0xx = 无校验 100 = 奇校验 101 = 偶校验 110 = 奇偶强制/校验为 1 111 = 奇偶强制/校验为 0 111 = 强制为 0 | 000 |
| Number of Stop Bit | [2] | 确定每帧中停止位个数： 0 = 每帧 1 位停止位 1 = 每帧 2 位停止位 | 0 |
| Word Length | [1:0] | 确定每帧中数据位的个数： 00 = 5 位 01 = 6 位 10 = 7 位 11 = 8 位 | 00 |

31.4.2. UART 控制寄存器

UART 控制寄存器也有四个，即 UCON0、UCON1、UCON2 和 ULCON3。

| 寄存器 | 地址 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|-------|------------|-----|---------------|------|
| UCON0 | 0x7F005004 | 读/写 | UART 0 通道控制器。 | 0x00 |
| UCON1 | 0x7F005404 | 读/写 | UART1 通道控制器。 | 0x00 |
| UCON2 | 0x7F005804 | 读/写 | UART2 通道控制器。 | 0x00 |
| UCON3 | 0x7F005C04 | 读/写 | UART3 通道控制器。 | 0x00 |

| 位名称 | 位 | 描述 | 初始状态 |
|-----------------|----------|--|------|
| Clock Selection | [11: 10] | 选择 PCLK 或者 EXT_UCLK0 ⁰ 作为 UART 波特率时钟。 x0=PCLK:DIV_VAL = (PCLK / (b/s × 16)) -1 01=EXT_UCLK0:DIV_VAL = (EXT_UCLK / (b/s × 16)) -1 11=EXT_UCLK1:DIV_VAL= (EXT_UCLK / (b/s × 16)) -1 | 0 |

| | | | |
|----------------------------------|-------|---|----|
| Tx Interrupt Type | [9] | <p>中断请求类型²⁾</p> <p>0 = 脉冲 (当非 FIFO 模式下的发送缓冲区中的数据发送完毕或者 FIFO 模式下发送 FIFO 达到了触发水平时, 中断产生)。。</p> <p>1 = 电平 (当非 FIFO 模式下的发送缓冲区中的数据发送完毕或者 FIFO 模式下发送 FIFO 达到了触发水平时, 中断产生)。</p> | 0 |
| Rx Interrupt Type | [8] | <p>接收中断请求类型³⁾</p> <p>0 = 脉冲 (当 Rx 缓冲器)</p> <p>(在非 FIFO 模式下接收缓冲区接收到数据或者在 FIFO 模式下达到接收 FIFO 触发水平时, 请求中断)。</p> <p>1 = 电平 (当非 FIFO 模式下接收缓冲区接收到数据或者在 FIFO 模</p> | 0 |
| Rx Time Out Enable | [7] | <p>使能/禁止接收超时中断, 当 UART FIFO 使能时。</p> <p>0 = 禁止 1 = 使能</p> | 0 |
| Rx Error Status Interrupt Enable | [6] | <p>在接收过程中, 如果发生帧错误或溢出错误, 使能/禁止 UART 产生中断。</p> <p>0 = 不产生接收错误状态中断</p> <p>1 = 产生接收错误状态中断</p> | 0 |
| Loop-back Mode | [5] | <p>设置环回位为 1, 使 UART 进入环回模式。此模式仅为测试目的使用。</p> <p>0 = 普通操作 1 = 环回模式</p> | 0 |
| Send Break Signal | [4] | <p>设置环回位为 1 使 UART 进入环回模式。这种模式只为测试提供参考。</p> <p>0=正常发送 1= 发送中断信号</p> | 0 |
| Transmit Mode | [3:2] | <p>确定哪个模式可以写发送数据到 UART 发送缓冲寄存器。</p> <p>00= 禁止</p> <p>01= 中断请求或轮询模式</p> <p>10= DMA0 请求 (仅用于 UART0), DMA3 请求 (请求信号 0)</p> <p>11= DMA1 请求 (仅请求信号 1)</p> | 00 |