

CMT2300A FIFO和包格式使用指南

概要

本文介绍了 CMT2300A 的 FIFO，包格式，以及中断系统的工作原理。在介绍配置寄存器的内容的时候，会跟 RFPDK 上可输入的参数对应起来，方便用户进行配置。

本文档涵盖的产品型号如下表所示。

表 1. 本文档涵盖的产品型号

产品型号	工作频率	调制方式	主要功能	配置方式	封装
CMT2300A	126.33- 1020MHz	(G)FSK/OOK	收发一体机	寄存器	QFN16

阅读此文档之前，建议阅读《AN142-CMT2300A 快速上手指南》以了解 CMT2300A 的基本使用方式。

目录

1. FIFO 工作原理.....	3
1.1 FIFO 相关的寄存器.....	3
1.2 FIFO 的工作模式.....	5
1.3 FIFO 的中断时序.....	7
1.4 FIFO 的应用场景.....	7
1.4.1 应用场景一：在 RX 下接收数据.....	87
1.4.2 应用场景二：预先填好数据，进入 TX 发射.....	8
1.4.3 应用场景三：进入 TX 后，一边填数据一边发射.....	9
1.4.4 应用场景四：每次都重复发同一个或同一组数据包.....	9
1.4.5 应用场景五：一个数据包分开几次发.....	9
2. 包格式介绍.....	10
2.1 数据模式配置.....	10
2.2 Preamble 配置.....	11
2.3 Sync Word 配置.....	12
2.4 数据包总体配置.....	15
2.5 Node ID 配置.....	17
2.6 FEC 配置.....	21
2.7 CRC 配置.....	22
2.8 编解码配置.....	25
2.9 TX 数据包专用配置.....	26
2.10 Direct 发射模式.....	27
3. GPIO 和中断.....	29
3.1 GPIO 的配置.....	29
3.2 中断的配置和映射.....	29
3.3 天线 TX/RX 切换控制.....	34
4. 附录.....	36
4.1 附录 1 Sample code FIFO 读写操作代码示例.....	36
4.2 附录 2 Sample code GPIO 输出中断配置函数示例.....	36
5. 文档变更记录.....	38
6. 联系方式.....	3938

1. FIFO 工作原理

1.1 FIFO 相关的寄存器

对应的 RFPDK 的界面和参数：

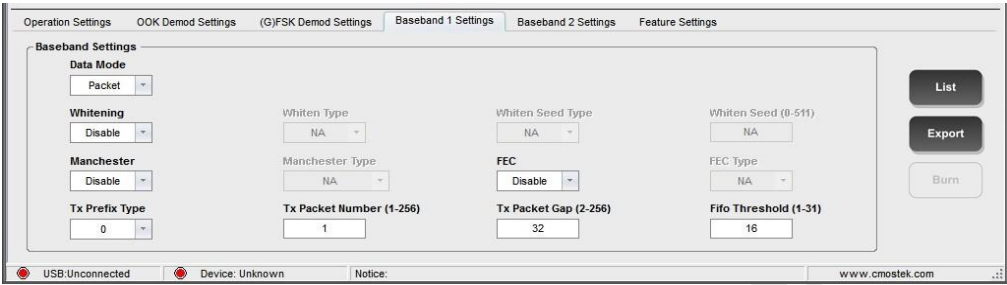


图 1. FIFO 的 RFPDK 界面

表 2. FIFO 相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Data Mode	DATA_MODE <1:0>
RFPDK 不显示，由用户在应用程序中灵活配置	FIFO_TH <6:0>
自动根据发射包数量计算，当发射数量大于 1 个包是设置为 1。	FIFO_AUTO_RES_EN

寄存器的内容和解释可看下表。

表 3. 位于配置区的寄存器：

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT1 (0x38)	1:00	RW	DATA_MODE <1:0>	决定数据处理模式： 0: Direct 模式（默认） 1: NA 2: Packet 模式 3: NA
CUS_PKT29 (0x54)	7	RW	FIFO_AUTO_RES_EN	每次发完一个包就自动 restore TX FIFO，如果每次进入 TX 要重复发送超过 1 个包（TX_PKT_NUM> 0），这个比特就必须设成 1。

带格式的：段落间距段后：0.5 行

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
	6:0	RW	FIFO_TH <6:0>	FIFO 的填入阈值，单位是 byte，对 RX 来说，当未读数据超过这个阈值时，RX_FIFO_TH_FLG 就会置 1；对 TX 来说，当未发数据小过这个阈值时，TX_FIFO_TH_FLG 就会置 0。 当 FIFO_MERGE_EN = 0 时，有效范围是 1 到 31 当 FIFO_MERGE_EN = 1 时，有效范围是 1 到 63

表 4. 位于控制区 1 的寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_FIFO_CTL (0x69)	4	RW	FIFO_AUTO_CLR_DIS	0: 进入 RX 前自动清零 RX FIFO, 1: 不自动清零
	3	RW	FIFO_TX_RD_EN	0: TX FIFO 只能用 SPI 写, 1: RX FIFO 可被 SPI 读取。该比特只对 TX FIFO 有效，除了给用户测试时可以使用，其余时候都应该设成 0。
	2	RW	FIFO_RX_TX_SEL	当作为一个 64-byte FIFO 时可使用。0: 用作 RX FIFO, 1: 用作 TX FIFO。
	1	RW	FIFO_MERGE_EN	0: 分成 2 个独立的 32-byte 的 FIFO, 1: 合并成 1 个 64-byte 的 FIFO。
	0	RW	SPI_FIFO_RD_WR_SEL	0: SPI 的操作是读 FIFO, 1: SPI 的操作是写 FIFO。必须在访问 FIFO 前设置好。

表 5. 位于控制区 2 的寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_FIFO_CLR (0x6C)	2	W	FIFO_RESTORE	给用户手动 restore TX FIFO, restore 的意思是复位读指针，维持写指针不变，这样 TX FIFO 又回到未读状态，可以再次重复发射之前填入的数据。
	1	W	FIFO_CLR_RX	0: 无效, 1: 清零 RX FIFO。 用户将这个比特设成 1 之后，无需将它再设回 0，这个比特在内部会自动设回为 0。
	0	W	FIFO_CLR_TX	0: 无效, 1: 清零 TX FIFO 用户将这个比特设成 1 之后，无需将它再设回 0，这个比特在内部会自动设回为 0。

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_FIFO_FLAG (0x6E)	6	R	RX_FIFO_FULL_FLG	指示 RX FIFO 填满的中断。 0: 无效 1: 有效
	5	R	RX_FIFO_NMTY_FLG	指示 RX FIFO 非空的中断标志位。 0: 无效 1: 有效
	4	R	RX_FIFO_TH_FLG	指示 RX FIFO 未读内容超过 FIFO TH 的中断。 0: 无效 1: 有效
	3	R	RX_FIFO_OVF_FLG	指示 RX FIFO 溢出的中断。 0: 无效 1: 有效
	2	R	TX_FIFO_FULL_FLG	指示 TX FIFO 非空填满的中断。 0: 无效 1: 有效
	1	R	TX_FIFO_NMTY_FLG	指示 TX FIFO 非空的中断。 0: 无效 1: 有效
	0	R	TX_FIFO_TH_FLG	指示 TX FIFO 未读内容超过 FIFO TH 的中断。 0: 无效 1: 有效
注意： 这些中断标志位的极性会受 INT_POLAR 控制，即当 INT_POLAR = 1 时，它们都是 0 有效，1 无效。				

在这些寄存器中，某些与 FIFO 无关的比特，在这里被忽略掉，不做介绍。

1.2 FIFO 的工作模式

CMT2300A 默认提供两个独立的 32-byte 的 FIFO，分别给 RX 和 TX 使用，两者互不相干。用户也可以将 FIFO_MERGE_EN 设成 1，那么两个 FIFO 就合成一个 64-byte 的 FIFO，在 TX 和 RX 下都可以使用，通过配置 FIFO_RX_TX_SEL 来指示目前是用作 TX 还是 RX。

通常会建议，在 STBY 状态下将 FIFO 的工作模式进行预配置，然后才开始 TX/RX 的工作。只要是配置区和控制区 1 的寄存器，在 SLEEP 状态都是可以保存内容的，因此，除非要改变工作模式，否则配置一次就够了。

分开的 FIFO 的预配置

- 1. 将 DATA_MODE <1:0>设置成 2，即将数据处理模式设置成 Packet 模式。
- 2. 将 FIFO_MERGE_EN 设置成 0。

带格式的：制表位： 36.15 字符，左对齐

带格式的：段落间距段后：0.5 行

3. 选择随后要进行的操作：

如果要去 RX：

- a) 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 配置成 0（SPI 读 FIFO 模式）；
- b) 如果用户希望每次进入 RX 的时候 RX FIFO 自动清零，就将 FIFO_AUTO_CLR_DIS 设置成 0，否则设置成 1 然后进行手动清零。

如果要去 TX：

- a) 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 配置成 1（SPI 写 FIFO 模式）。

合并的 FIFO 的预配置

1. 将 DATA_MODE <1:0> 设置成 2，即将数据处理模式设置成 Packet 模式。
2. 将 FIFO_MERGE_EN 设置成 1。
3. 选择随后要进行的操作：

如果要去 RX：

- a) 将 FIFO_RX_TX_SEL 设置成 0（RX 模式）；
- b) 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 配置成 0（SPI 读 FIFO 模式）；
- c) 如果用户希望每次进入 RX 的时候 RX FIFO 自动清零，就将 FIFO_AUTO_CLR_DIS 设置成 0，否则设置成 1，即开始使用前进行手动清零。

如果要去 TX：

- a) 将 FIFO_RX_TX_SEL 设置成 1（TX 模式）；
- b) 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 配置成 1（SPI 写 FIFO 模式）。
- c) 开始使用前进行一次手动清零。

当 FIFO 合并的时候，芯片内部就只有一个 FIFO，由于 RX/TX 是半双工的，一个 FIFO 就够用了。当 FIFO 是分开成两个时，它们相互独立，互不干扰，就可以实现一些特殊的功能。例如，如果发射数据每次都是一样的，而且 RX FIFO 在 SLEEP 下也是可以保存内容的，那么 TX FIFO 就只需要填写一次，可以节省时间和功耗。又例如，在 RX 状态下，RX FIFO 在不停地被写入，用户可以利用接收的时间，并行地先将下次要发射出去的数据填入 TX FIFO，这样既不会打扰 RX FIFO 的工作，也可以节省时间，即不需要腾出特定的时间来填入 TX FIFO，这样就可以达到省电的效果。

需要注意的是，每次在 TX FIFO 和 RX FIFO 之间切换之后，要进行一次手动清零，否则不能正常工作。在 TX FIFO 模式下，只能使用 FIFO_CLR_TX 寄存器位进行清零；在 RX FIFO 模式下，只能使用 FIFO_CLR_RX 寄存器位进行清零。两者不能同时置 1，不可混淆使用。

为适用于 FIFO 合并和不合并两情况，FIFO 读写使能操作中根据合并使用要求均对 FIFO_RX_TX_SEL 和

SPI_FIFO_RD_WR_SEL 进行配置。

```
Cmt2300_GoStby();
Cmt2300_ClearInterruptFlags();
/* Must clear FIFO after enable SPI to read or write the FIFO */
Cmt2300_EnableWriteFifo();
Cmt2300_ClearFifo();
// 当合并 FIFO 使用时，发送字节过长时需增加延时
/* The length need be smaller than 32 */
Cmt2300_WriteFifo(g_pTxBuffer, g_nTxLength);
```

FIFO 读写操作代码示例详见附录 1。

1.3 FIFO 的中断时序

在这里先给出 RX FIFO 和 TX FIFO 工作时的中断时序示意图，用户可以参考一下方便理解。

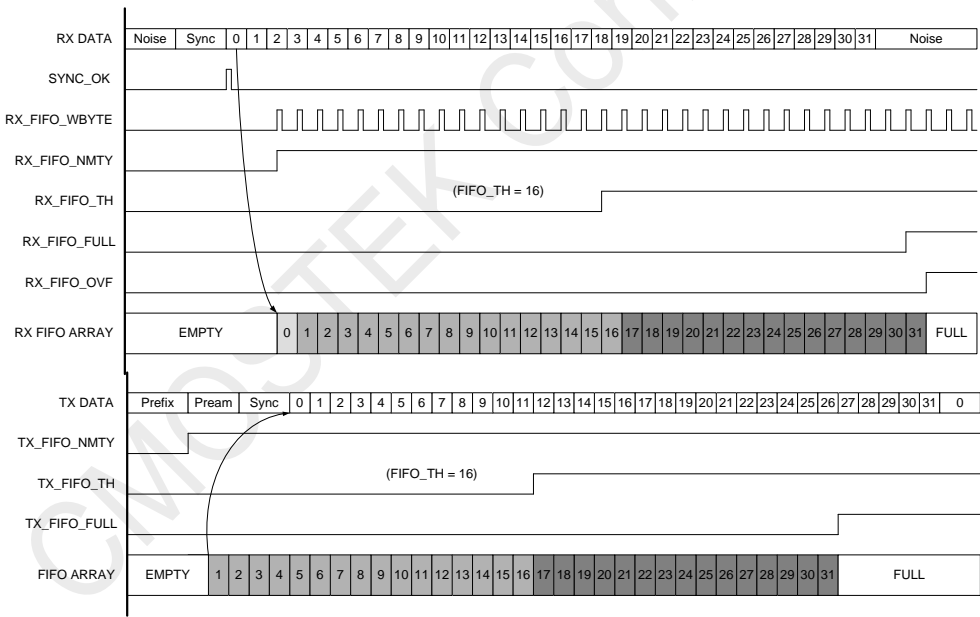


图 2. CMT2300A RX FIFO 中断时序示意图

1.4 FIFO 的应用场景

当 FIFO 配置好之后，就可以开始使用。下面介绍几种经典的应用场景。要完成 TX 和 RX 的整个流程还需要配置和控制其它东西，这些在后面陆续介绍，在这里我们只会介绍与 FIFO 相关的内容，

1.4.1 应用场景一：在 RX 下接收数据

带格式的：段落间距段后：0.5 行

RX FIFO 使用比较直接，每次进入 RX 之前先清零一下，进入 RX 如果有数据接收（成功检测到 Sync Word）就开始填入，MCU 可以结合中断，实现下面这几种操作，收完之后就可以不用管，下次接收之前发送 FIFO_CLR_RX 清零一下就可以了。

1. 检测 RX_FIFO_FULL 中断，一旦有效表示 FIFO 已经被填满，就可以开始读取，这样适合数据包长度刚好等于 FIFO 深度，并且用户要在接收完整数据包之后，才读取 FIFO 的情况。
2. 检测 RX_FIFO_TH 中断，一旦有效表示 FIFO 已经被填入预设的数据长度，就可以开始读取，这样适合数据包长度不等于 FIFO 深度，并且用户要做接收完整数据包之后，才读取 FIFO 的情况。
3. 检测 RX_FIFO_NMTY 中断，一旦有效即立即进行读取，直到该中断无效，又再次等待中断有效时再读取，这样可以实现边收边读，适合数据包长度大于 FIFO 深度的情况，也适合小于和等于的情况。
4. 检测 RX_FIFO_WBYTE 中断，一旦有效即立即进行读取，这样可以实现写一个 byte，读一个 byte 的有规律操作，前提是 SPI 速度要比接受数据的速度要快。

另外，可以通过设置 TX_PKT_NUM <7:0> 来定义每次发射发送多少个相同的数据包，如果发送的数量多过 1 个数据包，就需要将 FIFO_AUTO_RES_EN 设置成 1，即让 TX FIFO 在每次发送完一个数据包后，自动将读指针清零，回到未读状态，这样就可以重复发射同一个包，无需 MCU 再次填写数据。用户可以设置 TX_PKT_GAP <7:0> 来定义每个数据包之间的时间间隔，以 symbol 为单位。进入发射之后，发射机就会按照这些配置发送 N 个数据包，完成后自动退出 TX，回到指定状态。退出后的状态可以通过 TX_EXIT_STATE <1:0> 进行配置。

如果要实现连续不间断的接收，建议使用上面第 4 种操作，这时需要 SPI 的读取速度足够快，至少要比 FIFO 写入一个 byte 的速度快 1.5 倍。例如，如果数据率是 10KHz，接收一个 byte 的时间大概是 800 us，SPI 读取一个 byte 的速度要快 1.5 倍，耗时最多就是 534us。SPI 读取一个 byte 是 8 个 SCL 时钟周期，但是加上前后的时间开销，我们可以按照 10 个 SCL 时钟周期算，那么每个周期就是 53.4us，换算过来 SCL 的时钟频率就是 18.7 kHz 左右，可以粗略认为，SCL 的速率是数据率的 2 倍。

1.4.2 应用场景二：预先填好数据，进入 TX 发射

带格式的：段落间距段后：0.5 行

对很多应用来说，会把要发射的数据包预先填进 TX FIFO 里面，然后再进入 TX 发射。填数据的行为建议在 STBY 状态下执行。这种场景比较适合数据包长度小于或等于 FIFO 深度，且应用时间不需要很紧凑。用户在进行预配置后，就可以直接写入数据，可以通过探测 TX_FIFO_NMTY，TX_FIFO_TH 或者 TX_FIFO_FULL 中断来判断数据是否已经完整写入。在调试阶段，用户在填完数据后，可以按照下面的方法，回读填进去的数据，来确认数据是否填写正确：

1. 将 FIFO_TX_RD_EN 设置成 1，进入 TX FIFO 的回读模式。
2. 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 设置成 0，进入 SPI 读 FIFO 模式。
3. 读取数据，比较确认正确性。
4. 将 FIFO_TX_RD_EN 设置成 0，退出 TX FIFO 回读模式。

- 5. 将 SPI_FIFO_RD_WR_SEL 设置成 1，进入 SPI 写 FIFO 模式。
- 6. 将 FIFO_CLR_TX 设置为 1，清零 FIFO。
- 7. 重新写入数据，以备发射。

1.4.3 应用场景三：进入 TX 后，一边填数据一边发射

如果用户先进入 TX 状态，但是 TX FIFO 是空的，那么芯片就会一直发射 prefix，prefix 的内容根据 TX_PREFIX_TYPE <1:0> 来定，可以是 0，1，或者 preamble。在发射 prefix 的时候，芯片会一直等待用户填入 FIFO，直到用户开始填入第一个数据 byte，芯片就会停止发射 prefix，然后一直按照数据率的节奏去获取 FIFO 的数据进行发射直到结束。所以在这种场景下，SPI 的速度要够快，SCL 的频率至少是数据率的 2 倍。如果发射数据过程中，出现 SPI 填写速度赶不上，即 FIFO 被发射机读空了，发射也不会停止，会一直发 0，直到 FIFO 填入下一个数据，但是这种属于不恰当的操作，用户要尽量避免。

带格式的：段落间距段后：0.5 行

1.4.4 应用场景四：每次都重复发同一个或同一组数据包

由于 TX FIFO 在 SLEEP 状态下会保存内容，所以如果每次发送的数据是一样的，MCU 就只需要填入一次数据，当每次发射完成之后，进入 STBY，将 FIFO_RESTORE 设置成 1（无需设回 0，这个比特会自动清零），就会将 FIFO 的读指针清零，意味着 FIFO 又回到了未读状态，而且数据都保存在里面。下一次进入 TX，又可以重新发射相同的内容，周而复此。如果 FIFO_AUTO_RES_EN 已经设置成 1，就无需手动设置 FIFO_RESTORE，下次直接进入 TX 发射就行了。

带格式的：段落间距段后：0.5 行

1.4.5 应用场景五：一个数据包分开几次发

TX FIFO 在 SLEEP 状态下不仅会保存内容，而且会保存指针状态。例如，用合并的 FIFO，大小是 64-byte，用户要陆续发射四个数据包，每个包是 16-byte。那么，用户可以在 STBY 先把这 4 个数据包按顺序填入 FIFO，确保 FIFO 满了。然后，将数据长度设置为 16（如何设置要根据包格式来定，后续描述），将发射的包个数设置为 1，将 FIFO_AUTO_RES_EN 设置成 0。然后进入 TX，芯片会发送第一个 16-byte 的数据包，完成后退出到 STBY，又再次进入 TX，芯片发送第二个数据包……直到第四次发送完成。这个过程中 MCU 不需要做什么，只负责探测中断，切换状态就可以了。

带格式的：段落间距段后：0.5 行

2. 包格式介绍

CMT2300A 采用了 TX 和 RX 统一配置，比较典型，比较灵活的包格式，结构图如下：

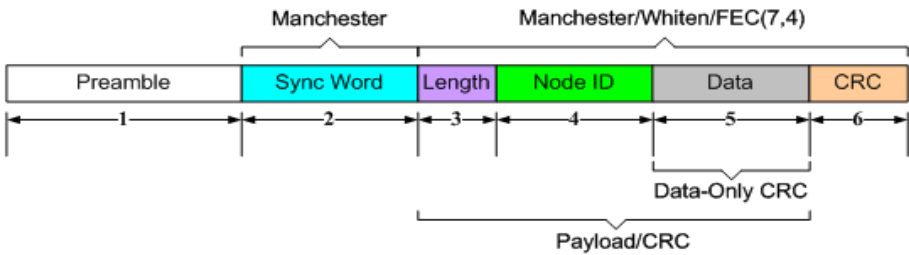


图 3. Packet 结构框图

包格式包含了六个可选部分，此结构可满足市场上绝大多数单 Field 结构的需求，不兼容多 Field 结构。包格式可配置的内容都集中放在了“基带区”。下面将结合这些寄存器，解释如何配置的各个部分。

2.1 数据模式配置

数据模式（Data Mode）指的外部 MCU 通过什么模式来输入发射数据或获取接收数据。

对应的 RFPDK 的界面和参数：

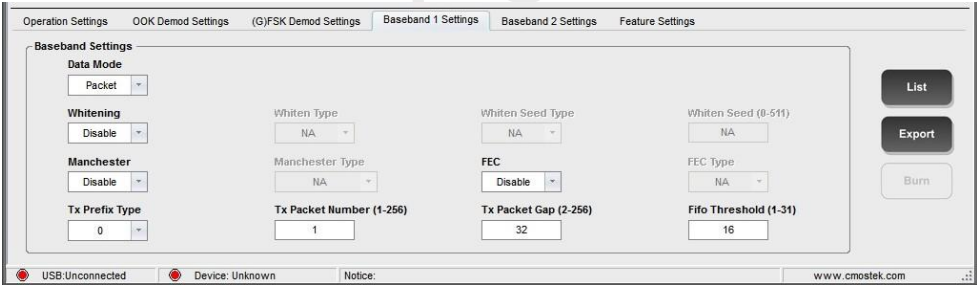


图 4. 数据模式的 RFPDK 界面

表 6. 数据模式相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Data Mode	DATA_MODE <1:0>
自动根据 Data Mode 选择，当 Data Mode 是 Direct 时选择数据从 GPIO 直接输入，当 Data Mode 是 Packet 时选择数据从 TX FIFO 获取。	TX_DIN_SOURCE

带格式的：段落间距段后：0.5 行

表 7. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT1 (0x38)	1:0	RW	DATA_MODE<1:0>	选择接收和发射的数据模式: 0: Direct 模式 (默认) 1: NA 2: Packet 模式 3: NA
CUS_TX1 (0x55)	2	RW	TX_DIN_SOURCE	选择 TX 的数据来源位置: 0: TX 数据从 TX FIFO 获取 1: TX 数据从 GPIO 直接输入

数据模式的区别在于:

- Direct –直通模式，RX 模式仅支持 preamble 和 sync 检测，FIFO 不工作；RX 不支持任何包格式。
- Packet –包格式模式，支持所有包格式配置，FIFO 工作。

2.2 Preamble 配置

对应的 RFPDK 的界面和参数:

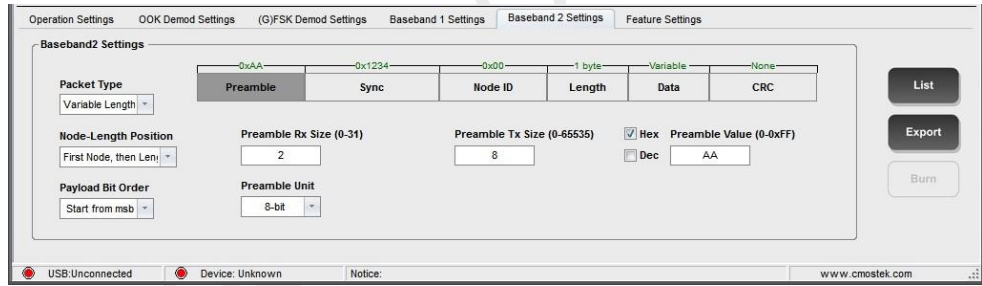


图 5. Preamble 的 RFPDK 界面

表 8. Preamble 的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Preamble Rx Size	RX_PREAM_SIZE<4:0>
Preamble Tx Size	TX_PREAM_SIZE<15:0>
Preamble Unit	PREAM LENG_UNIT
Preamble Value	PREAM_VALUE<7:0>

表 9. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT1 (0x38)	7:3	RW	RX_PREAM_SIZE<4:0>	RX 模式 Preamble 的长度, 可配置为 0-31 个单位长度, 0 表示不检测 Preamble, 1 表示检测 1 个长度单位的 Preamble, 如此类推。
	2	RW	PREAM_LEN_UNIT	Preamble 的长度单位, TX 和 RX 共用: 0: 单位为 8bits 1: 单位为 4 bits
CUS_PKT2 (0x39)	7:0	RW	TX_PREAM_SIZE<7:0>	TX 模式 Preamble 的长度, 可配置为 0-65535 个单位长度, 0 表示不发送 Preamble, 1 表示发送 1 个长度单位的 Preamble, 如此类推。
CUS_PKT3 (0x3A)	7:0	RW	TX_PREAM_SIZE<15:8>	
CUS_PKT4 (0x3B)	7:0	RW	PREAM_VALUE<7:0>	Preamble 的值, TX 和 RX 共用: 当 PREAM_LEN_UNIT =0 时 8bit 有效, 当 PREAM_LEN_UNIT =1 时只有 <3:0>有效

对于 RX 来说, Preamble 检测成功会有 PREAM_OK 中断产生。另外 Preamble 检测在整个接收阶段会一直进行, 建议用户只在有需要的时候去检测这个中断。

2.3 Sync Word 配置

对应的 RFPDK 的界面和参数:

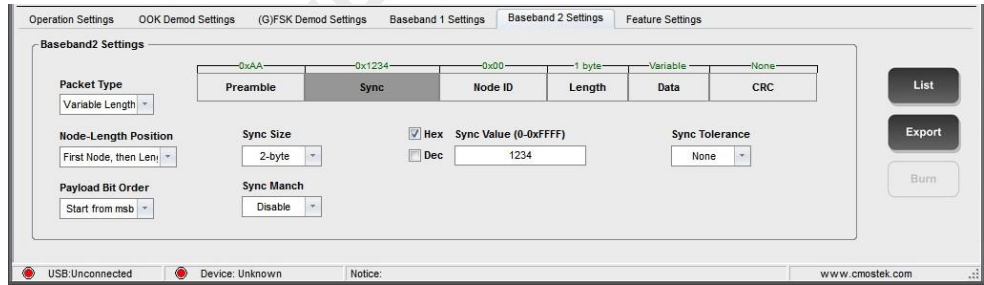


图 6. Sync Word 的 RFPDK 界面

表 10. Sync Word 的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Sync Size	SYNC_SIZE<2:0>
Sync Value	SYNC_VALUE<63:0>

带格式的: 段落间距段后: 0.5 行

Sync Tolerance	SYNC_TOL<2:0>
Sync Manch	SYNC_MAN_EN

表 11. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT5 (0x3C)	6:4	RW	SYNC_TOL<2:0>	RX 模式对 Sync Word 检测的容错比特数: 0: 不允许有错 1: 允许 1_bit 接收错误 2: 允许 2_bits 接收错误 3: 允许 3_bits 接收错误 4: 允许 4_bits 接收错误 5: 允许 5_bits 接收错误 6: 允许 6_bits 接收错误 7: 允许 7_bits 接收错误
	3:1	RW	SYNC_SIZE<2:0>	Sync Word 长度: 0: 1 byte 1: 2 bytes 2: 3 bytes 3: 4 bytes 4: 5 bytes 5: 6 bytes 6: 7 bytes 7: 8 bytes
	4:0	RW	SYNC_MAN_EN	Sync Word 的曼切斯特编解码使能: 0: 不使能 1: 使能
CUS_PKT6 (0x3D)	7:0	RW	SYNC_VALUE<7:0>	Sync Word 的值, 根据不同的 SYNC_SIZE 设置来填入不同的寄存器, 请看下表。
CUS_PKT7 (0x3E)	7:0	RW	SYNC_VALUE<15:8>	
CUS_PKT8 (0x3F)	7:0	RW	SYNC_VALUE<23:16>	
CUS_PKT9 (0x40)	7:0	RW	SYNC_VALUE<31:24>	
CUS_PKT10 (0x41)	7:0	RW	SYNC_VALUE<39:32>	
CUS_PKT11 (0x42)	7:0	RW	SYNC_VALUE<47:40>	
CUS_PKT12 (0x43)	7:0	RW	SYNC_VALUE<55:48>	
CUS_PKT13	7:0	RW	SYNC_VALUE<63:56>	

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
(0x44)				

	SYNC_VALUE							
SYNC_SIZE	<63:56>	<55:48>	<47:40>	<39:32>	<31:24>	<23:16>	<15:8>	<7:0>
0	√							
1	√	√						
2	√	√	√					
3	√	√	√	√				
4	√	√	√	√	√			
5	√	√	√	√	√	√		
6	√	√	√	√	√	√	√	
7	√	√	√	√	√	√	√	√

表中打勾的地方表示要填入的寄存器。举例说明，如果 SYNC_SIZE 设置为 1，即长度为 2 个 byte，同步字的值为 0x5678，那么用户就将这个值填入 SYNC_VALUE<63:56>和 SYNC_VALUE<55:48>两个寄存器，msb 对应的是第 63 位，lsb 对应的是第 48 位，即将 0x56 填入 SYNC_VALUE<63:56>，0x78 填入 SYNC_VALUE<55:48>。

另外，有些应用需要整个数据包都是进行曼切斯特编码的，而大部分应用仅需要对 Payload 进行编码，所以给 Sync Word 的部分单独做一个曼切斯特编码使能位。

2.4 数据包总体配置

对应的 RFPDK 的界面和参数：

带格式的：段落间距段后：0.5 行

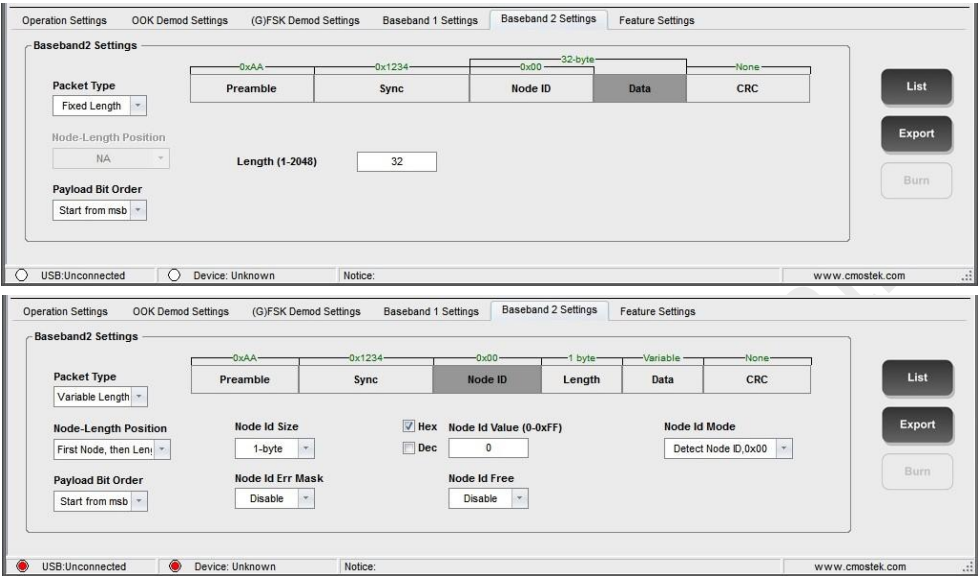


图 7. 数据包 RFPDK 界面

表 12. 数据包的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Packet Type	PKT_TYPE
根据各个参数综合计算出来，具体方法下文有介绍	PAYLOAD LENG<10:0>
Node-Length Position	NODE LENG_POS_SEL
Payload Bit Order	PAYLOAD_BIT_ORDER
RFPDK 中无输入，在应用中灵活使用，下文有介绍	AUTO_ACK_EN

表 13. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT14 (0x45)	6:4	RW	PAYLOAD_LENG<10:8>	11-bit Payload 长度的<10:8>位。 在 PKT_TYPE 设置为定长包时,可配置的内容为 0-2047,指 1-2048 个 bytes 。在 PKT_TYPE 设置为可变包时,只有<7:0>有效,可配置长度是 1-256 个 bytes。
	3	RW	AUTO_ACK_EN	使能自动打包 ACK 数据包的功能 0: 不使能 1: 使能
	2	RW	NODE_LENG_POS_SEL	在可变包中,Node ID 和 Length Byte 的位置关系 0: Node ID 在 length Byte 之前 1: Node ID 在 length Byte 之后
	1	RW	PAYLOAD_BIT_ORDER	0: 先对 payload+CRC 每个 byte MSB 进行编解码 1: 先对 payload+CRC 每个 byte LSB 进行编解码
	0	RW	PKT_TYPE	包长类型 0: 固定包长 1: 可变包长
CUS_PKT15 (0x46)	7:0	RW	PAYLOAD_LENG<7:0>	12-bit Payload 长度的<7:0>位 说明同上。

下面详细解释一下 PAYLOAD_BIT_ORDER 的含义。

PAYLOAD_BIT_ORDER = 1 表示发送时把 Payload 和 CRC 的每个 byte 自身从 LSB 到 MSB 的顺序发送或进行 Manchester/Whiten 编码。另一方面,接收时须把解码后的 Payload 和 CRC 的每个 byte 自身的 MSB 和 LSB 顺序调换,再进行 CRC 解码。如果 RX 和 TX 的配置是一样的,那么用户是看不见这个过程的;如果使用我们的产品和别人的产品对接,那么就需要用户理解这个过程并进行合适的配置。

PAYLOAD_BIT_ORDER = 0 表示无此操作。

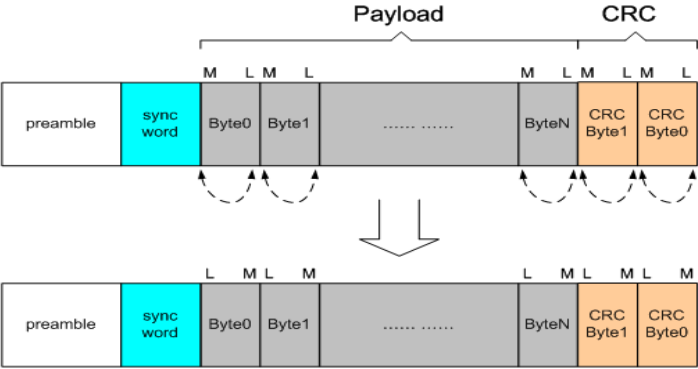


图 8. PAYLOAD_BIT_ORDER 操作

下面详细解释一下 AUTO_ACK_EN 的用法。

CMT2300A 的 AUTO ACK 功能，并不是指，在收到一个数据包后，直接自动切换到发射模式并发回 ACK 包。芯片内部并不支持这种控制模式。实际的用法是，当 MCU 将 AUTO_ACK_EN 设置为 1，那么在芯片内部，数据包的格式会自动配置成 ACK 的包格式，如下：



图 9. ACK 的包格式

这个数据包只包含 Preamble 和 Sync ID。然后外部 MCU 需要将芯片切换到 TX 模式进行发射，发射的内容就是上面这个数据包。当发射完成后，MCU 需要先将 AUTO_ACK_EN 设置为 0，再进行其它操作。

2.5 Node ID 配置

对应的 RFPDK 的界面和参数：

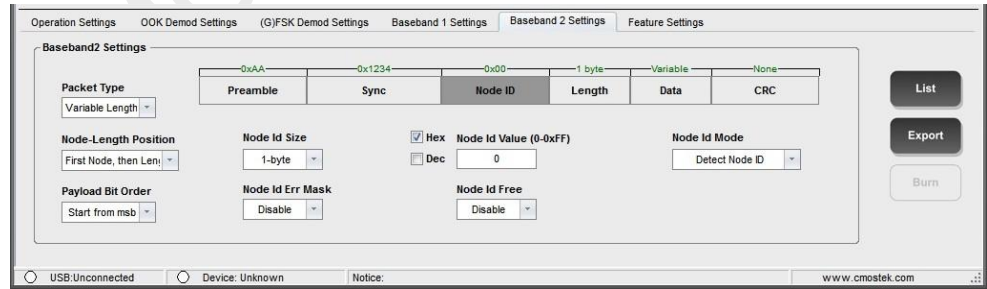


图 10. Node ID 的 RFPDK 界面

带格式的：段落间距段后：0.5 行

表 14. Node ID 的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Node Id Size	NODE_SIZE<1:0>
Node Id Mode	NODE_DET_MODE<1:0>
Node Id Value	NODE_VALUE<31:0>
Node Id Err Mask	NODE_ERR_MASK
Node Id Free	NODE_FREE_EN

表 15. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT16 (0x47)	5	RW	NODE_FREE_EN	在 RX 模式下, 让 Node ID 检测电路独立出来的使能位。 0: 不使能 1: 使能
	34	RW	NODE_ERR_MASK	Node ID 检测错误, 会输出 PKT_ERR 中断, 同时可同步复位解码电路, 该比特控制是否进行同步复位。 0: 允许同步复位 1: 不同步复位
	3:2	RW	NODE_SIZE<1:0>	Node ID 的长度: 0: 1 byte 1: 2 bytes 2: 3 bytes 3: 4 bytes
	1:0	RW	NODE_DET_MODE<1:0>	Node ID 的检测模式: 0: 不检测 1: TX 模式发送 NODE_VALUE 的内容; RX 模式仅识别 NODE_VALUE 的内容 2: TX 模式发送 NODE_VALUE 的内容; RX 模式仅识别 NODE_VALUE 的内容和全 0 3: TX 模式发送 NODE_VALUE 的内容; RX 模式仅识别 NODE_VALUE 的内容, 全 0 和全 1
CUS_PKT17 (0x48)	7:0	RW	NODE_VALUE<7:0>	32-bit Node ID 的值
CUS_PKT18 (0x49)	7:0	RW	NODE_VALUE<15:8>	
CUS_PKT19 (0x4A)	7:0	RW	NODE_VALUE<23:16>	
CUS_PKT20 (0x4B)	7:0	RW	NODE_VALUE<31:24>	

	NODE_VALUE			
NODE_SIZE	<31:24>	<23:16>	<15:8>	<7:0>
0	√			
1	√	√		
2	√	√	√	
3	√	√	√	√

表中打勾的地方表示要填入的寄存器。举例说明，如果 NODE_SIZE 设置为 1，即长度为 2 个 byte，值为 0x5678，那么用户就将这个值填入 SYNC_VALUE<31:24>和 SYNC_VALUE<23:16>两个寄存器，msb 对应的是第 31 位，lsb 对应的是第 16 位，即将 0x56 填入 SYNC_VALUE<31:24>，0x78 填入 SYNC_VALUE<23:16>。

下面介绍一下，在不同的 PKT_TYPE 下，要怎样设置 PAYLOAD LENG 和 NODE_SIZE，怎样确定 Payload 里面的 DATA 的长度，怎样解释 Length Byte 的含义。用户可以根据需要，下列表格中查找自己需要的理解的部分：

固定包格式：

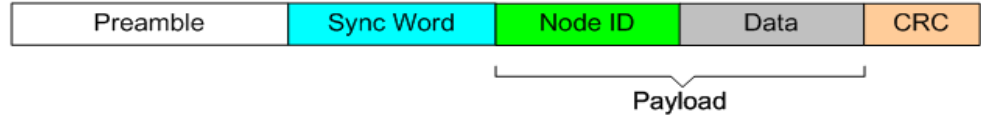


图 11. 固定长度包格式

TX 模式	RX 模式
<p>Payload 结构：</p> <p>Node ID + Data，其中 Node ID 可以不存在，TX 和 RX 配置完全一样。</p> <p>举例：</p> <p>PAYLOAD_LENG<10:0> = 11</p> <p>NODE_SIZE<1:0> = 2</p> <p>那么 Payload 的总长度是 11 + 1 = 12，Node ID 的长度是 2 + 1 = 3，所以，Data 的长度是 12 - 3 = 8 个 byte。</p> <p>假如 Node ID 不存在，那么 Data 的长度就是 12。</p>	

可变包格式：

情况一：Node ID 不存在

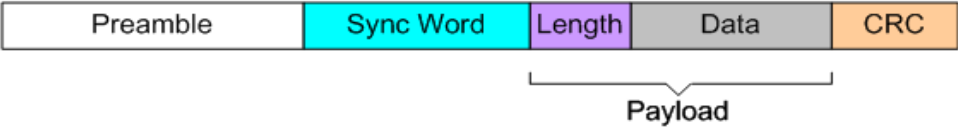


图 12. 可变长度包格式，Node ID 不存在

X 模式	RX 模式
<p>Payload 结构: Length Byte + Data</p> <p>Payload 长度: 1 + PAYLOAD LENG<7:0>, 其中 PAYLOAD LENG<7:0>的内容就等于 Length Byte 的内容, 指的就是后面跟随的 Data 的长度, 因此只能填 8 位, 最大值为 255。前面的 1 表示 Length Byte 本身是 1 个 byte 的长度。</p> <p>举例: PAYLOAD LENG<7:0> = 11, 那么 Payload 的总长度是 1 + 11 = 12, 所以 Data 的长度就是 11。</p>	<p>Payload 结构: Length Byte + Data</p> <p>Length Byte 内容含义: 表示随后 Data 的长度, 与 TX 配置对应。</p>

情况二：Node ID 存在，且 NODE_POSITION = 0（Node ID 在 Length Byte 之前）

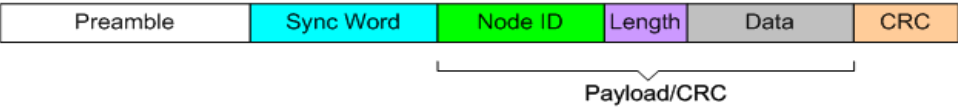


图 13. 可变长度包格式，Node ID 存在，Node ID 在 Length Byte 之前

TX 模式	RX 模式
<p>Payload 结构: Node ID + Length Byte + Data</p> <p>Payload 长度: (NODE_SIZE+1) + 1 + PAYLOAD LENG<7:0>, 其中 PAYLOAD LENG<7:0>的内容就等于 Length Byte 的内容, 指的就是后面跟随的 Data 的长度, 因此只能填 8 位, 最大值为 255。中间的加 1 表示 Length</p>	<p>Payload 结构: Node ID + Length Byte + Data</p> <p>Length Byte 内容含义: 表示随后 Data 的长度, 与 TX 配置对应。</p>

Byte 本身是 1 个 byte 的长度。	
举例： PAYLOAD_LEN<7:0> = 11， NODE_SIZE<1:0> = 2， 那么 Payload 的总长度是(2 + 1) + 1 + 11 = 15，所以 Data 的长度就是 11。	

情况三：Node ID 存在，且 NODE_POSITION = 1（Node ID 在 Length Byte 之后）

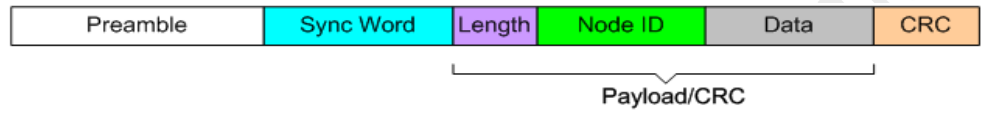


图 14. 可变长度包格式，Node ID 存在，Node ID 在 Length Byte 之后

TX 模式	RX 模式
Payload 结构： Length Byte + Node ID + Data Payload 长度： 1 + PAYLOAD_LEN<7:0>，其中 PAYLOAD_LEN<7:0>的内容就等于 Length Byte 的内容，指的就是后面跟随的 Node ID 加上 Data 的长度，因此只能填 8 位，最大值为 255。前面的 1 表示 Length Byte 本身是 1 个 byte 的长度。 举例： PAYLOAD_LEN<7:0> = 11， NODE_SIZE<1:0> = 2， 那么 Payload 的总长度是 1 + (2 + 1) + 8 = 12，所以 Data 的长度就是 8。	Payload 结构： Length Byte + Node ID + Data Length Byte 内容含义： 表示随后 Node ID + Data 的长度，与 TX 配置对应。

2.6 FEC 配置

对应的 RFPDK 的界面和参数：

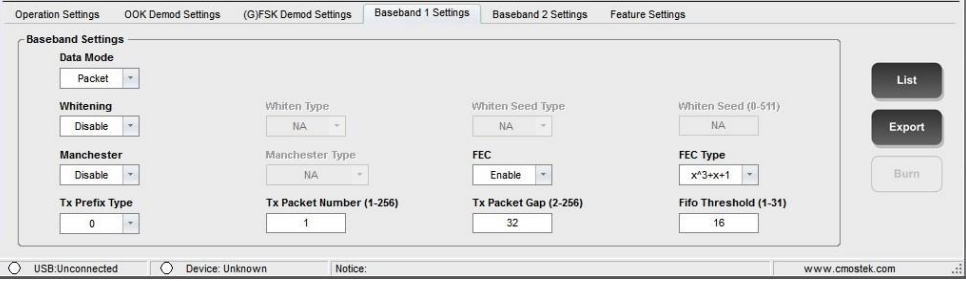


图 15. FEC 的 RFPDK 界面

带格式的：段落间距段后：0.5 行

表 16. FEC 的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
FEC	FEC_EN
FEC_Type	FEC_TYPE

表 17. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT21 (0x4C)	7	RW	FEC_TYPE	FEC(7,4)编解码的多项式选择: 0: 多项式为 x^3+x+1 1: 多项式为 x^3+x^2+1
	6	RW	FEC_EN	FEC(7,4)编解码的使能: 0: 不使能 1: 使能

FEC 的主要作用是可以纠正一个包里面的一个错误数据，因此从现象来看，可以降低误包率。

2.7 CRC 配置

对应的 RFPDK 的界面和参数:

带格式的：段落间距段后：0.5 行

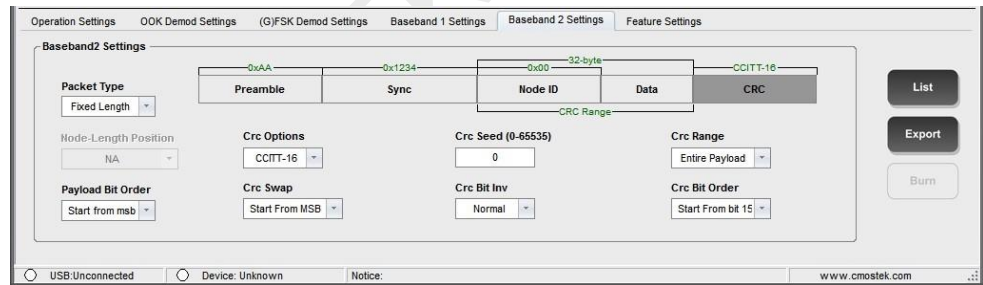


图 16. CRC 的 RFPDK 界面

表 18. CRC 的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Crc Options	CRC_TYPE<1:0>
Crc Seed	CRC_SEED<15:0>
Crc Options 为 None 时，CRC_EN = 0，否则 CRC_EN =1	CRC_EN

Crc Range	CRC_RANGE
Crc Swap	CRC_BYTE_SWAP
Crc Bit Inv	CRC_BIT_INV
Crc Bit Order	CRC_BIT_ORDER

表 19. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT21 (0x4C)	5	RW	CRC_BYTE_SWAP	CRC 的收发顺序: 0: 先收发高字节 1: 先收发低字节
	4	RW	CRC_BIT_INV	CRC 码是否取反: 0:CRC code 不取反 1:CRC code 逐位取反
	3	RW	CRC_RANGE	CRC 的计算范围: 0: 整个 payload 1: 仅为 data
	2:1	RW	CRC_TYPE<1:0>	CRC 多项式类型: 0:CCITT-16 1:IBM-16 2:ITU-16(相当于倒序 CCITT-16) 3: NA
	0	RW	CRC_EN	CRC 使能 0: 不使能 1: 使能
CUS_PKT22 (0x4D)	7:0	RW	CRC_SEED<7:0>	CRC 多项式的初始值
CUS_PKT23 (0x4E)	7:0	RW		
CUS_PKT24 (0x4F)	7	RW	CRC_BIT_ORDER	CRC 大小端顺序配置: 0: CRC bytes 按 bit15 到 bit0 顺序收发 1: CRC bytes 按 bit 0 到 bit 15 顺序收发

下面详细解释一下 CRC 的几项配置的原理。

CRC_RANGE

这个功能就是指定 CRC 的编解码校验对象，可以是整个 Payload，也可以只是 Data 部分。

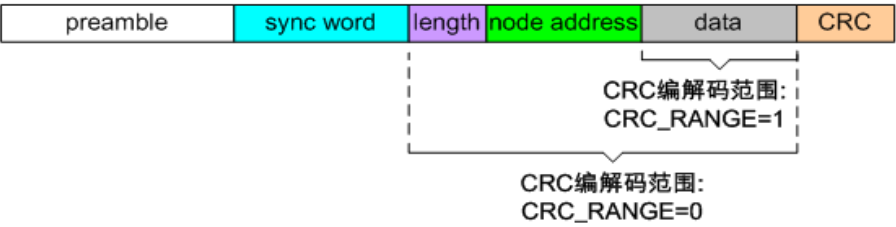


图 17. CRC 编码范围

CRC_BIT_INV

这个功能就是将 CRC 的每一位都进行逻辑取反，原来是 0 就变成 1，原来是 1 就变成 0。

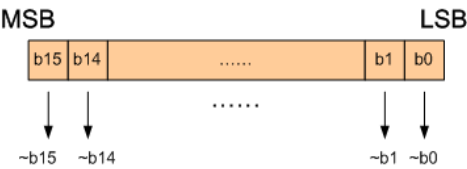


图 18. CRC_BIT_INV

CRC_BYTE_SWAP

这个功能就是将两个 Byte 的位置倒过来，但是不改变每个 Byte 里面的 Bit 的顺序。

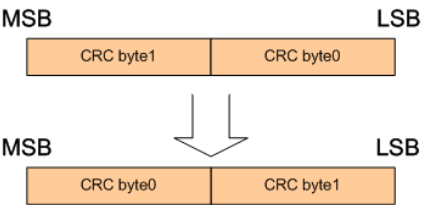


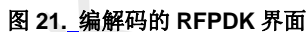
图 19. CRC_BYTE_SWAP

CRC_BIT_ORDER

这个功能就是将整个 CRC 部分的高地位顺序倒过来，如果两个 BYTE 的位置调换了，就会按照调换后的高低位顺序来倒置。



对应的 RFPDK 的界面和参数:



寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Whitening	WHITEN_EN
Whiten Type	WHITEN_TYPE<1:0>
Whiten Seed Type	WHITEN_SEED_TYPE
Whiten Seed	WHITEN_SEED<8:0>
Manchester	MANCH_EN
Manchester Type	MANCH_TYPE

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT24 (0x4F)	6	RW	WHITEN_SEED<8>	白化编解码多项式的种子的第 8 位。 当白化编解码的方式为 PN9 时，种子取全 9bits；为 PN7 时，种子取低 7bits。

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
	5	RW	WHITEN_SEED_TYPE	白化编解码多项式为 PN7 时的种子类型： 0：按 A7139 的方式计算 PN7 seed 1：PN7 seed 为 <code>whiten_seed</code> 定义的值
	4:3	RW	WHITEN_TYPE<1:0>	白化编解码的方式： 0：PN9 CCITT 编解码 1：PN9 IBM 编解码 2：PN7 编解码 3：无效
	2	RW	WHITEN_EN	白化编解码的使能： 0：无 <code>whiten</code> 编解码 1：有 <code>whiten</code> 编解码
	1	RW	MANCH_TYPE	曼切斯特编解码的方式： 0：01 表示 1；10 表示 0 1：10 表示 1；01 表示 0
	0	RW	MANCH_EN	曼切斯特编解码的使能： 0：不使能 1：使能
CUS_PKT25 (0x50)	7:0	RW	WHITEN_SEED<7:0>	白化编解码多项式的种子的 7:0 位。

2.9 TX 数据包专用配置

对应的 RFPDK 的界面和参数：

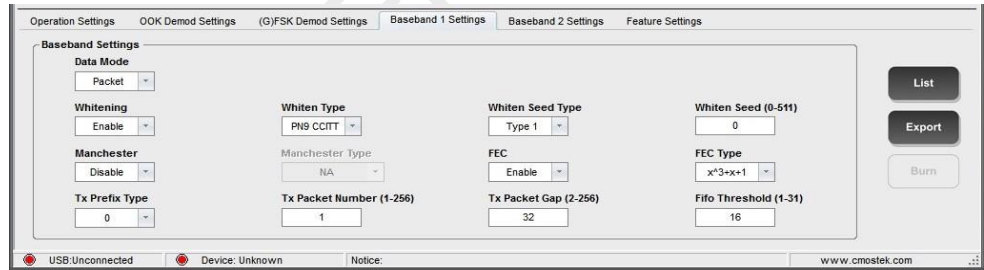


图 22. TX 数据包的 RFPDK 界面

表 22. TX 数据包的相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Tx Prefix Type	TX_PREFIX_TYPE<1:0>
Tx Packet Number	TX_PKT_NUM<7:0>
Tx Packet Gap	TX_PKT_GAP<7:0>

带格式的：段落间距段后：0.5 行

表 23. 位于配置区的寄存器:

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT26 (0x51)	1:0	RW	TX_PREFIX_TYPE<1:0>	TX Prefix 是指在 Packet 模式下,进入发射状态后,由于 FIFO 数据还没有准备好,但是 PA 已经开始发射了,就需要定义预发射的内容,可以定义为: 0: 发送 0 1: 发送 1 2: 发送 Preamble 3: NA
CUS_PKT27 (0x52)	7:0	RW	TX_PKT_NUM<7:0>	TX 模式下每次重复发的包个数: 0-255 表示发送 1-256 个包
CUS_PKT28 (0x53)	7:0	RW	TX_PKT_GAP<7:0>	TX 模式下重复发包时,包与包之间的间隔: 0-255 表示包与包之间的发送间隔为 1-256 个 Symbol

2.10 Direct 发射模式

如前面的章节介绍,在发射模式中,当 DATA_MODE 配置成 Direct 的情况下,发射的数据会直接来源于 GPIO。下面是与 Direct 发射模式相关的寄存器:

配置寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_PKT1 (0x38)	1:0	RW	DATA_MODE<1:0>	选择接收和发射的数据模式: 0: Direct 模式 (默认) 1: NA 2: Packet 模式 3: NA
CUS_TX1 (0x55)	2	RW	TX_DIN_SOURCE	选择 TX 的数据来源位置: 0: TX 数据从 TX FIFO 获取 1: TX 数据从 GPIO 直接输入

控制寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_IO_SEL (0x65)	5:4	RW	GPIO3_SEL<1:0>	GPIO3 的选项: 0: CLK0 1: DOUT/DIN 2: INT2 3: DCLK (TX/RX)

带格式的: 段落间距段后: 0.5 行

	3:2	RW	GPIO2_SEL<1:0>	GPIO2 的选项： 0: INT1 1: INT2 2: DOUT/DIN 3: DCLK (TX/RX)
	1:0	RW	GPIO1_SEL<1:0>	GPIO1 的选项： 0: DOUT/DIN 1: INT1 2: INT2 3: DCLK (TX/RX)
CUS_INT2_CTL (0x67)	5	RW	TX_DIN_INV	发射数据反转控制，无论发射数据来源于 TX FIFO 还是 GPIO，该比特都有效： 0: 不反转发射数据 1: 反转发射数据
CUS_FIFO_CTL (0x69)	7	RW	TX_DIN_EN	用于选择 GPIO 中 DOUT/DIN 的选项： 0: 使能 DOUT 1: 使能 DIN
	6:5	RW	TX_DIN_SEL<1:0>	选择发射数据从哪个 GPIO 输入： 0: GPIO1 1: GPIO2 2: GPIO3 3: 一直发数据 1

用户必须将 DATA_MODE 配置成 0，将 TX_DIN_SOURCE 配置成 1。

用户必须在发射前将这些寄存器配置好。在发送 GO_TX 命令之后，外部 MCU 在相应的 GPIO 送入发射数据。需要注意的是，在 Direct 模式下，发射数据的数据率受控于 MCU，应该尽量与芯片配置的数据率接近。

另外，用户可以使用 DCLK 来辅助数据的同步，建议 MCU 在 DCLK 的下降沿发出数据。当发射完成后，可发送 GO_*命令来切换模式，需要注意的是，一般情况下，当芯片接收到 GO_*命令后，需要 2-3 个 symbol 的时间来进行 PA RAMP DOWN 的操作，完成后才会切换到目标状态。

3. GPIO 和中断

CMT2300A 有 3 个 GPIO，每个 GPIO 都可以配置成不同的输入或者输出；CMT2300A 有 2 个中断口，可以配置到不同的 GPIO 输出，下面逐一介绍。

3.1 GPIO 的配置

下面是跟 GPIO 配置相关的寄存器，在配置区 1 里：

表 24. GPIO 相关寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_IO_SEL (0x65)	5:4	RW	GPIO3_SEL<1:0>	GPIO3 的选项： 0: CLKO 1: DOUT/DIN 2: INT2 3: DCLK (TX/RX)
	3:2	RW	GPIO2_SEL<1:0>	GPIO2 的选项： 0: INT1 1: INT2 2: DOUT/DIN 3: DCLK (TX/RX)
	1:0	RW	GPIO1_SEL<1:0>	GPIO1 的选项： 0: DOUT/DIN 1: INT1 2: INT2 3: DCLK (TX/RX)

上表中有几点需要注意的：DCLK 是在 direct 模式下给 MCU 用作发射或者接收数据的同步时钟，进入 RX 或者 TX 状态后，会自动切换成为接收或者发射同步。

3.2 中断的配置和映射

CMT2300A 有两个中断口，分别是 INT1 和 INT2，可以分配到不同的 GPIO 上。下面是中断相关的寄存器

带格式的：段落间距段后：0.5 行

带格式的：段落间距段后：0.5 行

表 25. 控制区 1

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_INT1_CTL (0x66)	5	RW	INT_POLAR	中断输出极性选择: 0: 0 无效, 1 有效 1: 0 有效, 1 无效
	4:0	RW	INT1_SEL<4:0>	INT1 的映射选项, 请参考下面的中断映射表。
CUS_INT2_CTL (0x67)	4:0	RW	INT2_SEL<4:0>	INT2 的映射选项, 请参考下面的中断映射表。
CUS_INT_EN (0x68)	7	RW	SL_TMO_EN	睡眠超时中断使能 0: 不使能 1: 使能
	6	RW	RX_TMO_EN	接收超时中断使能 0: 不使能 1: 使能
	5	RW	TX_DONE_EN	发射完成中断使能 0: 不使能 1: 使能
	4	RW	PREAM_OK_EN	Preamble 检测成功中断使能 0: 不使能 1: 使能
	3	RW	SYNC_OK_EN	Sync Word 检测成功中断使能 0: 不使能 1: 使能
	2	RW	NODE_OK_EN	Node ID 检测成功中断使能 0: 不使能 1: 使能
	1	RW	CRC_OK_EN	CRC 检测成功中断使能 0: 不使能 1: 使能
	0	RW	PKT_DONE_EN	Packet 接收完成 (不管对错) 中断使能 0: 不使能 1: 使能
CUS_INT_CLR1 (0x6A)	5	RW	SL_TMO_FLG	SL_TMO 中断标志
	4	RW	RX_TMO_FLG	RX_TMO 中断标志
	3	RW	TX_DONE_FLG	TX_DONE 中断标志
	2	RW	TX_DONE_CLR	TX_DONE 中断清零 0: 无动作 1: 清零
	1	RW	SL_TMO_CLR	SL_TMO 中断清零 0: 无动作 1: 清零
	0	RW	RX_TMO_CLR	RX_TMO 中断清零 0: 无动作 1: 清零

表 26. 控制区 2

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_INT_CLR2 (0x6B)	5	RW	LBD_CLR	LBD 有效（成功检测到低电压）中断清零 0：无动作 1：清零
	4	RW	PREAM_OK_CLR	PREAM_OK 中断清零 0：无动作 1：清零
	3	RW	SYNC_OK_CLR	SYNC_OK 中断清零 0：无动作 1：清零
	2	RW	NODE_OK_CLR	NODE_OK 中断清零 0：无动作 1：清零
	1	RW	CRC_OK_CLR	CRC_OK 中断清零 0：无动作 1：清零
	0	RW	PKT_DONE_CLR	PKT_DONE 中断清零 0：无动作 1：清零
CUS_INT_FLAG (0x6D)	7	RW	LBD_FLG	LBD 有效（成功检测到低电压）中断标志
	6	RW	COL_ERR_FLG	COL_ERR 中断标志
	5	RW	PKT_ERR_FLG	PKT_ERR 中断标志
	4	RW	PREAM_OK_FLG	PREAM_OK 中断标志
	3	RW	SYNC_OK_FLG	SYNC_OK 中断标志
	2	RW	NODE_OK_FLG	NODE_OK 中断标志
	1	RW	CRC_OK_FLG	CRC_OK 中断标志
	0	RW	PKT_OK_FLG	PKT_OK 中断标志

下面给出中断映射表，INT1 和 INT2 的映射是一样的，下面以 INT1 为例说明：

表 27. CMT2300A 中断映射表

名称	INT1_SEL	描述	清除方式
RX_ACTIVE	00000	指示准备进入 RX 和已经进入 RX 的中断，在 PLL 校正和 RX 状态下为 1，其余时候为 0。	Auto
TX_ACTIVE	00001	指示准备进入 TX 和已经进入 TX 的中断，在 PLL 校正和 TX 状态下为 1，其余时候为 0。	Auto
RSSI_VLD	00010	指示 RSSI 是否有有效的中断	Auto
PREAM_OK	00011	指示成功收到 Preamble 的中断	by MCU
SYNC_OK	00100	指示成功收到 Sync Word 的中断	by MCU
NODE_OK	00101	指示成功收到 Node ID 的中断	by MCU

名称	INT1_SEL	描述	清除方式
CRC_OK	00110	指示成功收到并通过 CRC 校验的中断	by MCU
PKT_OK	00111	指示完整收到一个数据包的中断	by MCU
SL_TMO	01000	指示 SLEEP 计数器超时的中断	by MCU
RX_TMO	01001	指示 RX 计数器超时的中断	by MCU
TX_DONE	01010	指示 TX 完成的中断	by MCU
RX_FIFO_NMTY	01011	指示 RX FIFO 非空的中断	Auto
RX_FIFO_TH	01100	指示 RX FIFO 未读内容超过 FIFO TH 的中断	Auto
RX_FIFO_FULL	01101	指示 RX FIFO 填满的中断	Auto
RX_FIFO_WBYTE	01110	指示 RX FIFO 每写入一个 BYTE 的中断，是脉冲	Auto
RX_FIFO_OVF	01111	指示 RX FIFO 溢出的中断	Auto
TX_FIFO_NMTY	10000	指示 TX FIFO 非空的中断	Auto
TX_FIFO_TH	10001	指示 TX FIFO 未读内容超过 FIFO TH 的中断	Auto
TX_FIFO_FULL	10010	指示 TX FIFO 满的中断	Auto
STATE_IS_STBY	10011	指示当前状态是 STBY 的中断	Auto
STATE_IS_FS	10100	指示当前状态是 RFS 或 TFS 的中断	Auto
STATE_IS_RX	10101	指示当前状态是 RX 的中断	Auto
STATE_IS_TX	10110	指示当前状态是 TX 的中断	Auto
LBD	10111	指示低电压检测有效（VDD 低于设置的 TH）的中断	Auto
TRX_ACTIVE	11000	指示准备进入 RX 或者 RX 和已经进入 RX 或者 TX 的中断，在 PLL 校正，RX 状态，或 TX 状态下为 1，其余时候为 0。	Auto
PKT_DONE	11001	指示当前的数据包已经接收完成，会有下面 4 种情况： 1. 完整地接收到整个数据包 2. 曼切斯特解码错误，解码电路自动重启 3. NODE ID 接收错误，解码电路自动重启 4. 发现信号冲突，解码电路不自动重启，等待 MCU 处理	by MCU

中断默认是 1 有效，但是可以通过将 INT_POLAR 这个寄存器比特设置成 1，使所有中断都变成 0 有效。下面还是以 INT1 为例，画出了所有中断源的控制和选择图。对于控制和映射来说，INT1 和 INT2 也是一样的。

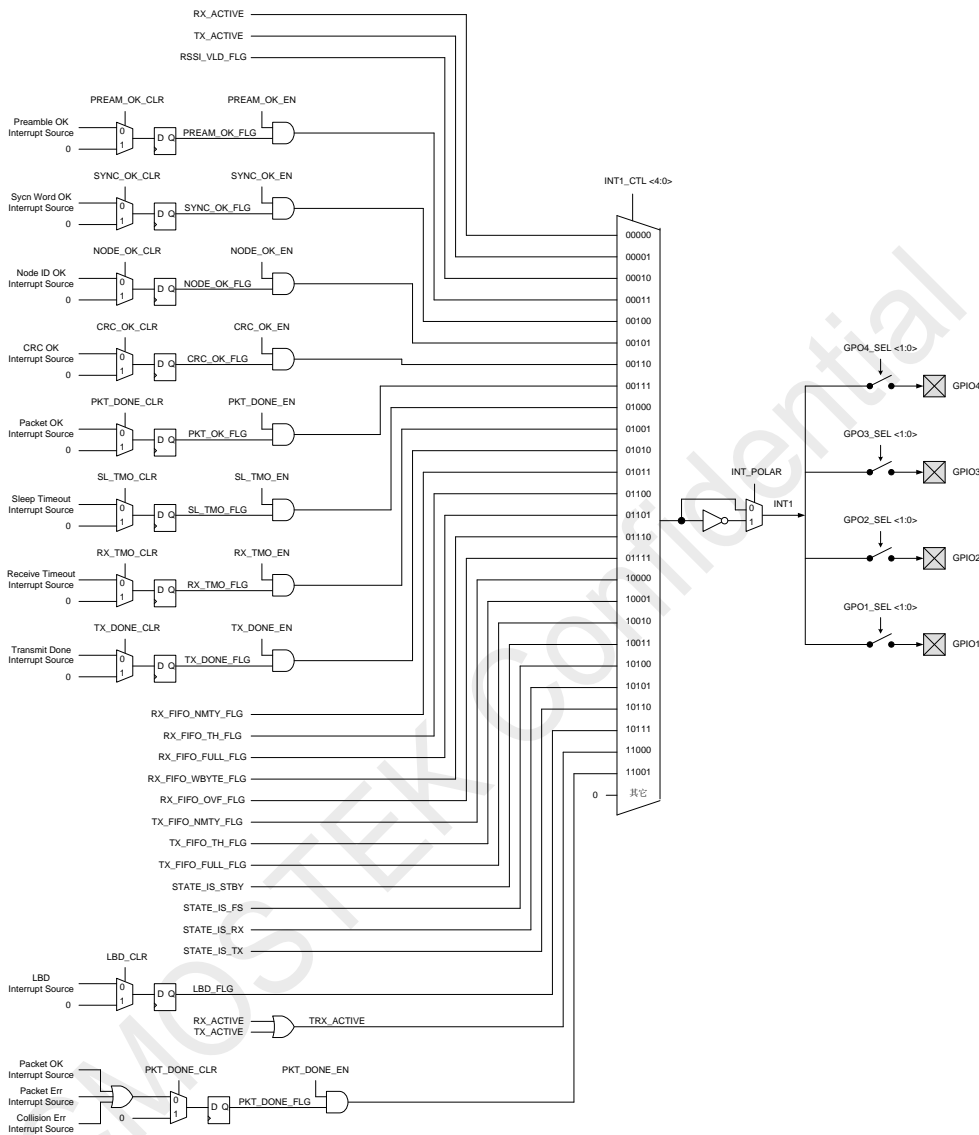


图 23. CMT2300A INT1 中断映射图

对于那些需要让 MCU 清零的中断源来说，每一个都配有一个 EN 使能和一个 CLR 清除比特，除了 LBD 有点特殊，它没有 EN 比特。例如，SYNC_OK 的中断源只有在 SYNC_OK_EN 这个比特设为 1 时才会产生，当这个中断产生后，只有将 SYNC_OK_CLR 设置为 1 就会将它清零。当设置 CLR 比特的时候，MCU 只需要将它设为 1 就可以了，随后不需要将它设置回 0，因为在芯片内部这个 CLR 比特在对应的中断清零之后，也会自动清零。

PKT_OK 和 PKT_DONE 两个中断有本质区别, PKT_OK 是 PKT_DONE 的其中一种情况, 即包已经完整地接收完成了。但是在实际应用中, 在成功检测到 SYNC WORD 之后, 会有 3 种意外情况发生:

1. 如果包里面有 NODE ID, 有可能会发生 NODE ID 检测出错。这时 PKT_ERR_FLG 标志位会置起, 芯片会停止接收包, 并自动重启解码器, 等待下一个 SYNC WORD 来临。这种情况下, PKT_OK 是不会产生的。
2. 如果使能了曼切斯特解码, 有可能会发生解码出错。这时 PKT_ERR_FLG 标志位会置起, 芯片会停止接收包, 自动重启解码器, 等待下一个 SYNC WORD 来临。这种情况下, PKT_OK 是不会产生的。
3. 如果使能了信号冲突检测 (后面有介绍具体用法), 有可能会发现有信号冲突, 会导致后面接收的包的内容出错。这时 COL_ERR_FLG 标志位会置起, 同时芯片会继续接收包直到完成, 解码器不会自动重启。这种情况下, PKT_OK 还是会产生的, 但是收到的数据是错的。

无论是发生哪一种情况, 都需要告诉外部的 MCU, 否则 MCU 会一直等待中断, 会发生与芯片交互失败的情况。所以, 我们就给出中断信号 $PKT_DONE = PKT_OK \mid PKT_ERR_FLG \mid COL_ERR_FLG$, 即无论哪一种情况发生, 都会通知 MCU。MCU 在收到这个中断后, 就可以查询相关的 3 个标志位, 得知究竟发生了什么事, 再进行后续处理。

另外一种处理方式, 就是 MCU 可以只等待 PKT_OK, 再检查 CRC (如果有) 的标志位, 但是要注意与 SYNC_OK 中断的配合。例如, 第一个包出现解码出错, 解码器立即重新再接收下一个包, 对于 MCU 来说, 会出现连续出现两次 SYNC_OK 中断的情况, 如果 MCU 没有处理好, 就会以为第二个 SYNC_OK 中断是 PKT_OK 中断, 就会处理错误。

总之, 使用编解码中断, 会碰到比较多变的情况, 不同的用户的理解不一样, 建议应用程序尽量简单, 但要将稳定性排在第一位, 最好自带超时机制。如果发生 MCU 与芯片交互失败 (失联), 就会出现死机状况了。

Cmt2300GPIO 输出中断配置代码示例详见附录 2。

关于 TX_DONE 中断的使用:

当用户使用 Packet 模式进行发射时, CMT2300 在发射完当前数据包 (或者用户设置的 N 个数据包) 后, 会自动退出 TX 状态。安全退出 TX 状态时, TX_DONE 中断就会产生。

因此, 用户只需要预先通过设置 TX_EXIT_STATE<1:0>这个寄存器, 来设定芯片自动退出 TX 状态之后, 是切换到 SLEEP/STBY/TFS 状态。然后, MCU 只需要检测 TX_DONE 中断来判断是否退出 TX, 而无须通过发送状态切换命令来进行退出 TX 的操作。

3.3 天线 TX/RX 切换控制

下面是控制外部天线进行 TX/RX 切换控制相关的寄存器:

带格式的: 段落间距段后: 0.5 行

表 28. -TX/RX 切换控制相关的寄存器

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
CUS_INT1_CTL (0x66)	7	RW	RF_SWT1_EN	天线开关信号使能 1 0: 不使能 1: 使能 不能和 RF_SWT2_EN 配置成同时有效
	6	RW	RF_SWT2_EN	天线开关信号使能 2 0: 不使能 1: 使能 不能和 RF_SWT1_EN 配置成同时有效

芯片可以在 GPIO1 和 GPIO2 输出一组（2 个不同的）信号，来控制外部天线的 RX/TX 切换。我们可以选择输出 2 组具有不同时序特性的控制信号，分别由两个使能信号 RF_SWT1_EN 和 RF_SWT2_EN 来使能：

- 1. 当 RF_SWT1_EN 使能的时候，GPIO1 会输出 RX_ACTIVE，GPIO2 会输出 TX_ACTIVE。
- 2. 当 RF_SWT2_EN 使能的时候，GPIO1 会输出 RX_ACTIVE，GPIO2 会输出 RX_ACTIVE 取反，即完全差分。

用户需要注意的是，只要 RF_SWT1_EN 或者 RF_SWT2_EN 任意一个打开，另外一个就不能打开，而且 GPIO1_SEL 和 GPIO2_SEL 就会失效，即天线切换控制具有最高的优先级。

用户可以先测试观察两种控制方式的时序区别，根据实际情况决定使用哪一种。

4. 附录

4.1 附录 1 Sample code FIFO 读写操作代码示例

带格式的: 段落间距段后: 0.5 行

Sample code FIFO 读取使能操作子函数

```
/*! *****
 * @name    Cmt2300A_EnableReadFifo
 * @desc    Enable SPI to read the FIFO.
 * *****/
void Cmt2300A_EnableReadFifo(void)
{
    u8 tmp = Cmt2300A_ReadReg(CMT2300A_CUS_FIFO_CTL);
    tmp &= ~CMT2300A_MASK_SPI_FIFO_RD_WR_SEL;
    tmp &= ~CMT2300A_MASK_FIFO_RX_TX_SEL;
    Cmt2300A_WriteReg(CMT2300A_CUS_FIFO_CTL, tmp);
}

/*! *****
 * @name    Cmt2300A_EnableWriteFifo
 * @desc    Enable SPI to write the FIFO.
 * *****/
void Cmt2300A_EnableWriteFifo(void)
{
    u8 tmp = Cmt2300A_ReadReg(CMT2300A_CUS_FIFO_CTL);
    tmp |= CMT2300A_MASK_SPI_FIFO_RD_WR_SEL;
    tmp |= CMT2300A_MASK_FIFO_RX_TX_SEL;
    Cmt2300A_WriteReg(CMT2300A_CUS_FIFO_CTL, tmp);
}
```

4.2 附录 2 Sample code GPIO 输出中断配置函数示例

带格式的: 段落间距段后: 0.5 行

```
void RF_Config(void)
{
#ifdef ENABLE_ANTENNA_SWITCH
    /* If you enable antenna switch, GPIO1/GPIO2 will output RX_ACTIVE/TX_ACTIVE,
       and it can't output INT1/INT2 via GPIO1/GPIO2 */
    Cmt2300A_EnableAntennaSwitch(0);
#else
```

```
/* Config GPIOs */
Cmt2300A_ConfigGpio(
    CMT2300A_GPIO1_SEL_INT1 | /* INT1 > GPIO1 */
    CMT2300A_GPIO2_SEL_INT2 | /* INT2 > GPIO2 */
    CMT2300A_GPIO3_SEL_DOUT /*DOUT>GPIO3*/
);

/* Config interrupt */
Cmt2300A_ConfigInterrupt(
    CMT2300A_INT_SEL_TX_DONE, /* Config INT1 */
    CMT2300A_INT_SEL_PKT_OK /* Config INT2 */
);
#endif

/* Enable interrupt */
Cmt2300A_EnableInterrupt(
    CMT2300A_MASK_TX_DONE_EN |
    CMT2300A_MASK_PREAM_OK_EN |
    CMT2300A_MASK_SYNC_OK_EN |
    CMT2300A_MASK_NODE_OK_EN |
    CMT2300A_MASK_CRC_OK_EN |
    CMT2300A_MASK_PKT_DONE_EN
);
Cmt2300A_EnableLfosc(FALSE);
/* Use a single 64-byte FIFO for either Tx or Rx */
//Cmt2300A_EnableFifoMerge(TRUE);
//Cmt2300A_SetFifoThreshold(16);

/* Go to sleep for configuration to take effect */
Cmt2300A_GoSleep();
}
```

5. 文档变更记录

表 29. 文档变更记录表

版本号	章节	主要变更描述	日期
0.8	所有	初始版本发布	2017-03-29
0.9	概要	加入阅读 AN142 的建议	2017-07-12
	所有	修改个别错别字和文字格式	
1.0	表 25	INT_POLAR 纰漏改正	2018-05-09
	表 5	FIFO FULL、NMTY、TH 等三个描述顺序颠倒了	
	Page_39	描述 TX FIFO 操作时，应该为 FIFO_CLR_TX，而不是 FIFO_CLR_RX	
1.1	表 3	DATA_MODE <1:0> 的位数订正为 1:0。	2018-11-20
	表 5	TX_FIFO_FULL_FLG 的功能说明订正为指示 TX FIFO 填满的中断。	
	表 11	SYNC_MAN_EN 比特位数订正为 0。	
	表 15	寄存器 CUS_PKT16(0x47)各比特位数订正。	

带格式表格

带格式的：左

带格式的：左

带格式的：左

带格式的：字体：（默认）Arial

带格式的：左

带格式的：左

带格式的：左

带格式的：左

6. 联系方式

无锡泽太微电子有限公司深圳分公司

中国广东省深圳市南山区西丽镇平山村民企科技园 3 栋 2 楼中国广东省深圳市南山区前海路鸿海大厦 203 室

邮编: 518000
电话: +86 - 755 - 83235017
传真: +86 - 755 - 82761326
销售: sales@cmostek.com
技术支持: support@cmostek.com
网址: www.cmostek.com

带格式的: 字体: 10 磅

CMOSTEK Confidential

Copyright. CMOSTEK Microelectronics Co., Ltd. All rights are reserved.

The information furnished by CMOSTEK is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed for inaccuracies and specifications within this document are subject to change without notice. The material contained herein is the exclusive property of CMOSTEK and shall not be distributed, reproduced, or disclosed in whole or in part without prior written permission of CMOSTEK. CMOSTEK products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of CMOSTEK. The CMOSTEK logo is a registered trademark of CMOSTEK Microelectronics Co., Ltd. All other names are the property of their respective owners.