CMT2219B低功耗模式使用指南V1.0

概要

本文介绍了 CMT2219B 的低功耗的配制及使用方法。

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
CMT2219B	127 - 1020MHz	(G)FSK/OOK	接收机	寄存器	QFN16

阅读此文档之前，建议阅读《AN161-CMT2219B 快速上手指南》以了解 CMT2219B 的基本使用方式。

CMOSTEK Confidential

目录

CMOSTEK Confidential

1. Duty-Cycle 运转模式

1.1 Duty-Cycle 模式相关的寄存器

对应的 **RFPDK** 的界面和参数：

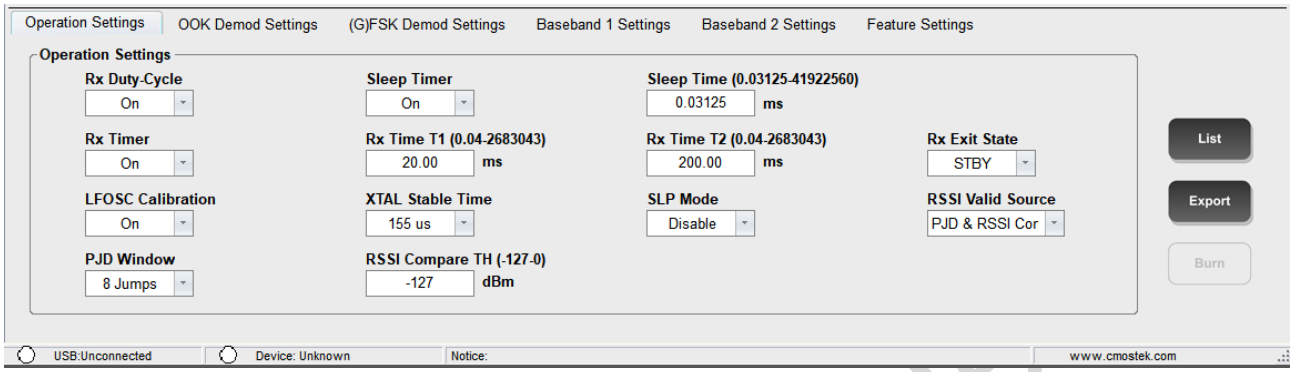

图 1. Duty-Cycle 的 RFPDK 界面

表 2. Duty-Cycle 相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
Rx Duty-Cycle	RX_DC_EN
Sleep Timer	SLEEP_TIMER_EN
Sleep Time	SLEEP_TIMER_M<10:0> SLEEP_TIMER_R<3:0>
Rx Timer	RX_TIMER_EN
Rx Time T1	RX_TIMER_T1_M<10:0> RX_TIMER_T1_R<3:0>
Rx Time T2	RX_TIMER_T2_M<10:0> RX_TIMER_T2_R<3:0>
Rx Exit State	RX_EXIT_STATE<1:0>
LFOSC Calibration	LFOSC_RECAL_EN LFOSC_CAL1_EN LFOSC_CAL2_EN
XTAL Stable Time	XTAL_STB_TIME<2:0>

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_SYS2 (0x0D)	7	RW	LFOSC_RECAL_EN	重新进行 LFOSC CAL1 校正的使能。在每次进入 RX 前，如果发现上一次的 CAL2 结果超出了边界，即无法通过细调将频率调准，就可

CMOSTEK Confide

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
				以自动再进行一次 CAL1 校正，这个校正会有大概几个 ms 的时间开销。 0：不使能 1：使能
	6	RW	LFOSC_CAL1_EN	LFOSC CAL1 使能，这个校正在上电或者复位后才会做一次，确保 LFOSC 的频率粗略地调整到 32 kHz 附近。校正需要 5ms 的时间。 0：不使能 1：使能
	5	RW	LFOSC_CAL2_EN	LFOSC CAL2 使能，这个校正在 RX 状态下会持续地做，确保 LFOSC 的频率比较准确地调整到 32 kHz 附近。这个校正是在 RX 状态下并行做的。其使能的条件是 LFOSC_CAL1_EN 必须使能。 0：不使能 1：使能
	4	RW	RX_TIMER_EN	RX 计时器的使能 0：不使能 1：使能
	3	RW	SLEEP_TIMER_EN	SLEEP 计时器的使能 0：不使能 1：使能
	1	RW	RX_DC_EN	RX Duty Cycle 的使能 0：不使能 1：使能
	0	RW	DC_PAUSE	Duty Cycle 暂停 0：不暂停 1：暂停
CUS_SYS3 (0x0E)	7	RW	SLEEP_BYPASS_EN	这个比特必须维持 0。
	6:4	RW	XTAL_STB_TIME<2:0>	晶体稳定时间： 0：19.5 us 1：39 us 2：78 us 3：155 us 4：310 us 5：620 us 6：1240 us 7：2480 us
	1:0	RW	RX_EXIT_STATE<1:0>	完成接收后自动退出到设定的状态，只在 packet 模式下，并且 RX Timer 使能时有效，否则芯片不会自动退出 RX 状态，而是等待 MCU 发 go_*命令来切换： 0：SLEEP 1：STBY

CMOSTEK Confidential

寄存器名	位数	R/W	比特名	功能说明
				2：RFS 3：NA
CUS_SYS4 (0x0F)	7:0	RW	SLEEP_TIMER_M<7:0>	定义了 SLEEP TIMER 的计时时间，公式如下： T = M x 2^(R+1) x 31.25 us
CUS_SYS5 (0x10)	6:4	RW	SLEEP_TIMER_M<10:8>	
	3:0	RW	SLEEP_TIMER_R<3:0>	
CUS_SYS6 (0x11)	7:0	RW	RX_TIMER_T1_M<7:0>	定义了 RX T1 TIMER 的计时时间，公式如下： T = M x 2^(R+1) x 20 us
CUS_SYS7 (0x12)	6:4	RW	RX_TIMER_T1_M<10:8>	
	3:0	RW	RX_TIMER_T1_R<3:0>	
CUS_SYS8 (0x13)	7:0	RW	RX_TIMER_T2_M<7:0>	定义了 RX T2 TIMER 的计时时间，公式如下： T = M x 2^(R+1) x 20 us
CUS_SYS9 (0x14)	6:4	RW	RX_TIMER_T2_M<10:8>	
	3:0	RW	RX_TIMER_T2_R<3:0>	

1.2 RX 的 Duty-Cycle 模式

要控制 RX 的 Duty-Cycle 模式，一共需要使用 4 个寄存器控制位。下面结合实际的应用需求，下面列出这 4 个控制位的 5 种组合，以及对应的运转模式。

下面的状态运转图中，灰色的线代表要 MCU 手动发送 go_*命令才能切换状态，蓝色的线代表芯片自动完成状态切换。需要注意的是，从状态 A 切换到状态 B，一旦蓝色的线存在，灰色的线就不能够存在，相反也是这样。即如果采用了自动控制，就不允许 MCU 采用手动控制，否则会打扰到芯片的运行，有可能会出现司机状况；采用了手动切换，就不能开启自动切换。

1.2.1 全手动控制

全手动控制就是不开启任何 Duty-Cycle 的控制。

表 4.全手动控制

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	0
RX_DC_EN	0
RX_TIMER_EN	0
RX_EXIT_STATE	0

CMOSTEK Confidential

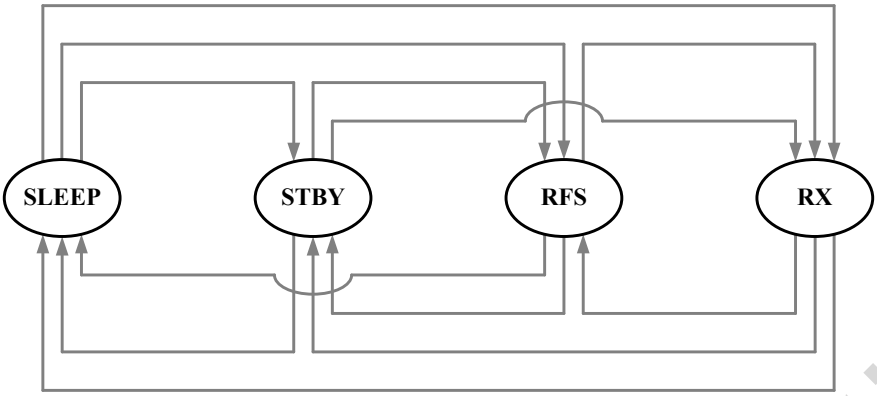

图 2.接收机全手动控制

1.2.2 自动 SLEEP 唤醒

这种模式只打开 SLEEP TIMER，自动唤醒之后，芯片会切换到 STBY，等待 MCU 操作。基于上面介绍的操作原则，一旦芯片进入了 SLEEP，MCU 就不能发命令去跳出 SLEEP，只能等待睡眠计数器超时，检测到 SL_TMO 中断后才能开始操作。

表 5.自动 SLEEP 唤醒

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	1
RX_DC_EN	0
RX_TIMER_EN	0
RX_EXIT_STATE	0

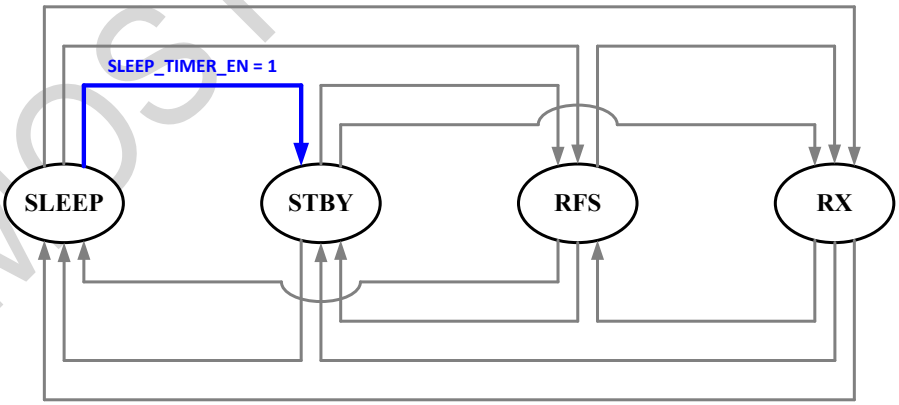

图 3.接收机自动睡眠唤醒

1.2.3 自动 SLEEP 唤醒，自动进入 RX

将 RX_DC_EN 打开，当芯片自动 SLEEP 唤醒后，就不会跳转到 STBY，而是会直接进行 PLL 校正并切

CMOSTEK Confidential

换到 RX 进行接收。在这种模式下，RFS 状态不允许使用，MCU 可以参与的操作大量减少。

表 6. 自动 SLEEP 唤醒，自动进入 RX

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	1
RX_DC_EN	1
RX_TIMER_EN	0
RX_EXIT_STATE	0

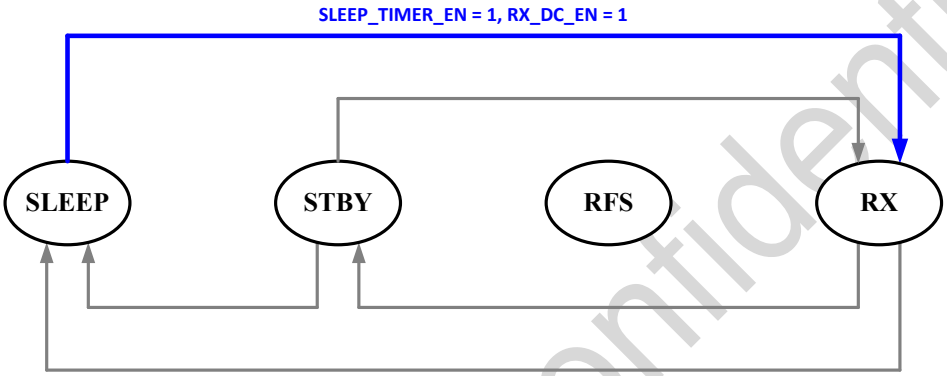

图 4.接收机自动睡眠唤醒，自动进入接收

1.2.4 自动 SLEEP 唤醒，自动退出 RX

这种模式下，在自动 SLEEP 唤醒的基础上，加上了自动退出 RX，从 STBY 进入 RFS 或者 RX 仍然需要 MCU 参与手动切换（即不会自动进入接收），但是一旦进入了 RX，RX TIMER 就会开始计数，超时退出后，会根据不同的 RX_EXIT_STATE 配置自动切换到对应的状态。通常情况下，STBY 状态可以被用作一个“中转站”，让 MCU 可以参与操作，例如清楚中断和读 FIFO 等。

表 7. 自动 SLEEP 唤醒，自动退出 RX

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	1
RX_DC_EN	0
RX_TIMER_EN	1
RX_EXIT_STATE	0/1/2

CMOSTEK Confidential

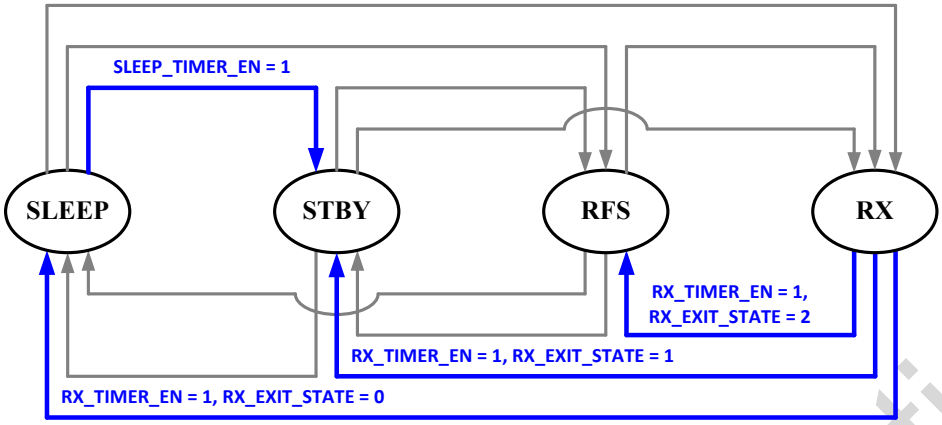

图 5.接收机自动睡眠唤醒，自动退出 RX

1.2.5 全自动接收

全自动接收模式，就是一旦开始运转，完全不需要（也不能）MCU 参与切换状态。MCU 只能通过预先设置好的中断来获取芯片的工作状态，并进行需要的操作。要注意的是，在进入全自动发射之前，MCU 必须在 STBY 状态将包格式，FIFO 的工作模式，以及中断和 IO 配置好。

表 8. 全自动接收

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	1
RX_DC_EN	1
RX_TIMER_EN	1
RX_EXIT_STATE	0

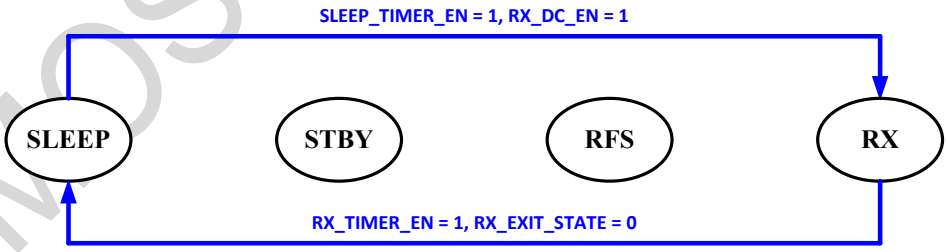

图 6.接收机全自动控制

这种模式的限制是，MCU 的速度要够快，必须利用好中断和芯片交互，在 RX 的时候就读取完 FIFO，

MCU 跟 CMT2219B 的配合，首先要注意的地方就是遵守操作规则，一旦开启了自动控制，就不能手动发命令去做同样的状态切换。另外，要特别注意的是，如果开启了自动退出 RX，并且退出状态是 SLEEP 的话，那么退出到 SLEEP 之后，位于控制区 2 的中断状态都会丢失了！所以，如果使用这样的模式，一定要考虑周

CMOSTEK Confidential

全，让 MCU 能够稳妥地与芯片交互，不会出现等不到中断的情况。通常我们会建议用户将 RX_EXIT_STATE 设置成 1，即自动退出 RX 后停留在 STBY，这时所有中断状态会保留，功耗会大大降低，也可以让 MCU 安全地处理完所有工作，然后再手动切换到 SLEEP。

1.3 进入和退出 Duty-Cycle 模式

1.3.1 进入 Duty-Cycle 模式

芯片初始化完成后，配置阶段就可以通过配置相关的寄存器进入想要的 Duty-Cycle 模式，必须在 STBY 完成配置并手动进入 SLEEP 后，芯片才会正式开始按照配置来进行运转。

1.3.2 退出 Duty-Cycle 模式

对于非全自动的 Duty-Cycle 模式，系统总会停在某个状态等待 MCU 操作，MCU 可以将系统切换回 STBY，然后按照之前介绍的配置流程重新配置一次相关的几个寄存器，就可以退出 Duty-Cycle 模式了。

对于全自动的 Duty-Cycle 模式，MCU 并不能准确地知道芯片的运转状态，所以要有一个 100%可靠的机制去让 MCU 让芯片停止自动运行且切换回手动控制模式。

假设 CMT2219B 在上面介绍的初始化配置之后，就开始了全自动的 Duty-Cycle 运转，MCU 要操作下面的寄存器位才能安全退出：

1. 将 DC_PAUSE 设置为 1，这时会有如下几种可能性：

   a) 如果目前在 RX 状态，会立即退出到 STBY 状态。
   b) 如果目前在 SLEEP 状态，会等待睡眠计时结束后就退到 STBY 状态。
   c) 如果目前在 TUNE 的状态，就会先去 RX 状态，然后根据上面介绍的进行切换。

2. 无论是哪种可能，MCU 都可以通过扫描 CHIP_MODE_STA<3:0>寄存器，直到确认芯片进入了 STBY。
3. 重新配置 Duty-Cycle 相关寄存器关掉全自动模式（同时也可以配置其它的寄存器），完成配置后，将 DC_PAUSE 设置为 0，否则不能进入 SLEEP。
4. 发送 go_sleep 命令让配置生效，这时系统会停留在 SLEEP 等待 MCU 继续操作。

为什么设置 DC_PAUSE 为 1 后，要等待 SLEEP 计时结束才能切换到 STBY？这是为了让芯片 100%保证能够安全退出自动运行模式，否则系统在任何时候都有可能接收到该命令，就任何时候都会立即退出，这样做是无法保证可靠性的。如果用户设置的睡眠时间很长，不想等那么久才退出，建议用户用第二种操作方式去退出，流程如下：

1. 将 CONF_RETAIN 设置成 1，如果初始化设置过就不需要重新做；确保 SLEEP_BYPASS_EN 设置成 0。
2. 发送软复位或者外部复位。
3. 扫描 CHIP_MODE_STA<3:0>寄存器，直到确认芯片进入了 SLEEP 状态。
4. 立即发送 go_stby 命令让芯片切换到 STBY 模式。
5. 然后进行配置，完成后发送 go_sleep。

这种操作不会使用到 DC_PAUSE 这个寄存器，是因为 MCU 可以很肯定芯片初始化后进入了 SLEEP 状态，才能够发送 go_stby 命令。即当 MCU 无法完全确定芯片在哪个状态的时候，不能够发送任何的 go_*命令去做

CMOSTEK Confidential

手动切换，否则就不保证可靠性，有几率会死机。

因此，通常情况下，就让用户使用第一种方法去退出就可以了，有特殊需求是才用第二种。需要特别注意的是，两种退出全自动 Duty-Cycle 模式的机制，都必须是在 CMT2219B 已经进入了全自动 Duty-Cycle 模式后，才能进行操作，否则会出现操作错误。

CMOSTEK Confidential

2. 超低功耗（SLP）接收模式

CMT2219B 提供了一系列的选项，能够帮助用户在不同的应用需求下实现超低功耗（SLP – Supper Low Power）的接收。这些选项都必须在 RX_TIMER_EN 被设置为 1，即 RX 计时器有效的时候才会生效。SLP 接收的核心内容是如何让接收机在无信号的时候尽量缩短 RX 的时间，在有信号的时候又能够恰当地延长 RX 的时间进行接收，最终达到功耗最小化并稳定接收的效果。

2.1 SLP 接收相关的寄存器

对应的 RFPDK 的界面和参数：

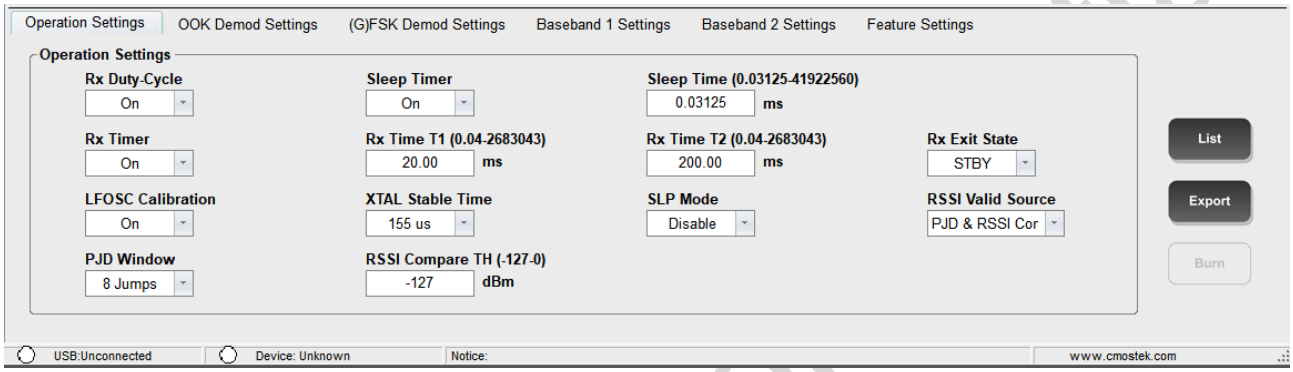

图 7. SLP 的 RFPDK 界面

表 9. SLP 相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
这个比特固定成 1	RX_AUTO_EXIT_DIS
SLP Mode	RX_EXTEND_MODE<3:0>

寄存器的内容和解释可看下表。

表 10.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_SYS10 (0x15)	5	RW	RX_AUTO_EXIT_DIS	这个比特固定成 1。
	3:0	RW	RX_EXTEND_MODE<3:0>	定义了 14 种超低功耗（SLP）接收模式，请看下面章节进行了解。

2.2 低功耗收发的基本原理

传统的短距离无线收发系统，一般都会以下面这种基本的方案实现低功耗收发。CMT2219B 同样兼容这种方案，并且在这个基础上扩展出 13 种更加节省功耗的方案。下面先介绍一下最基本的方案，即将 RX_EXTEND_MODE<3:0>设置为 0 时就可以实现的方案，

CMOSTEK Confidential

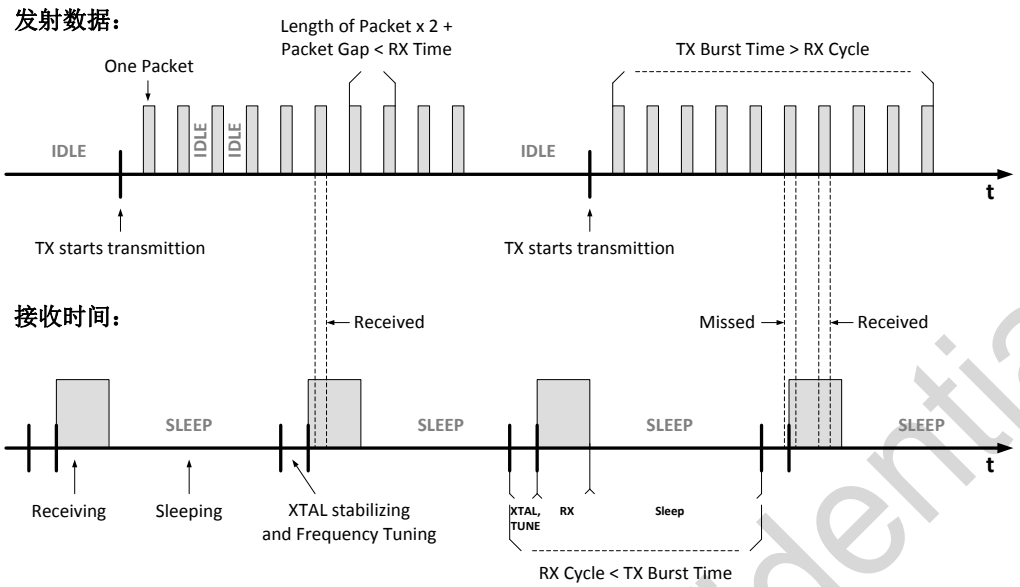

图 8.基本的低功耗收发方案

从图中可以看出，只要满足两个计算关系，就可以做到 RX 在 Duty-Cycle 接收模式下，一定能够捕捉到 TX 的数据：

1. 完整的 RX 周期< TX 每次批量发送 N 个数据包的总时间
2. RX 时间> 2 个数据包加上 1 个包间隔的时间

其中，一个完整的 RX 的周期 = RX 时间 + 睡眠时间 + 晶体起震和稳定时间 + PLL 频率校正时间。

可见，使用这种基本的低功耗方案，受到计算关系的约束，用户首先需要在 SLEEP 的时间和发射数据长度之间做出折衷，即 RX 省电一点，还是 TX 省电一点；第二，用户必须将 RX 的时间窗口设置得足够大，才能够 100%捕捉到数据。

2.3 信道侦听

在介绍各种 SLP 模式之前，先介绍一个 SLP 的重要辅助机制–信道侦听。这个机制通过监听有效信号是否出现，从而产生信号 RSSI_VLD（1 表示信号出现，0 表示噪声），这个信号不仅会作为中断输出到 GPIO，而且会作为一个触发条件，辅助 SLP 的实现。

信道侦听的机制有两个，分别是相位跳变检测（PJD – Phase Jump Detector），和 RSSI 对比。

CMOSTEK Confidential

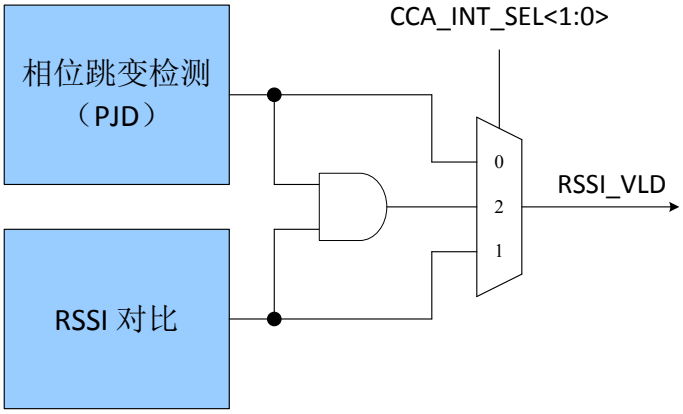

图 9.信道侦听的机制

需要注意的是，PJD 只有在 FSK 模式下才可以使用；RSSI 对比在 FSK 和 OOK 模式下都可以使用。

2.3.1 信道侦听相关寄存器

对应的 **RFPDK** 的界面和参数：

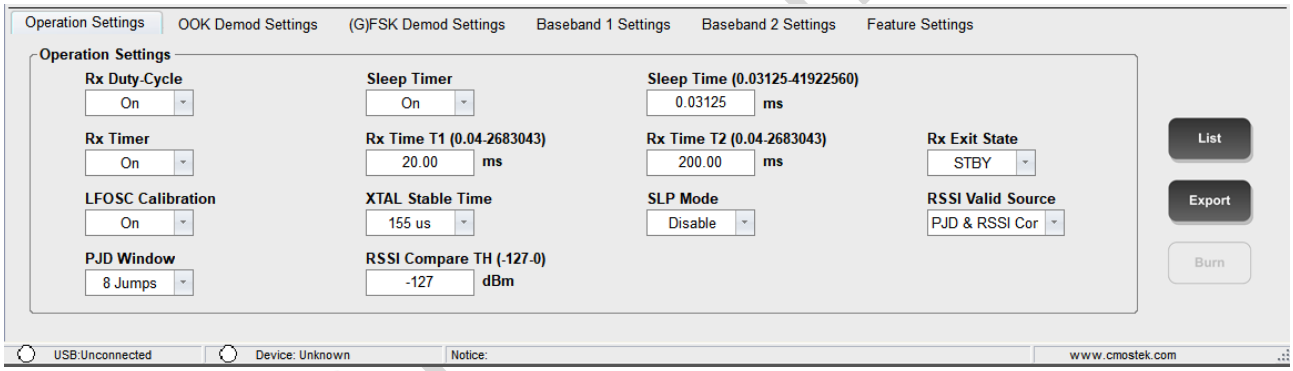

图 10. 信道侦听的 **RFPDK** 界面

表 11. 信道侦听相关参数

寄存器比特 RFPDK 参数	寄存器比特
RSSI Valid Source	CCA_INT_SEL<1:0>
PJD Window	PJD_WIN_SEL<1:0>

寄存器的内容和解释可看下表。

CMOSTEK Confidential

表 12.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_SYS11 (0x16)	7	RW	PJD_TH_SEL	PJD 的隐藏配置位，可固定成 0。
	6:5	RW	CCA_INT_SEL<1:0>	信道侦听的方式选择： 0：通过 PJD 的输出来判断是非有信号 1：通过用 RSSI 对比来判断是否有信号。 2：0 和 1 选项两者同时满足 3：NA。 在 OOK 模式下，只能选择 1。
CUS_SYS12 (0x17)	7:6	RW	PJD_WIN_SEL<1:0>	这个参数定义了 PJD 需要检测多少次跳变才判断进来的是噪声还是信号。 0：4 次 1：6 次 2：8 次 3: 10 次

2.3.2 RSSI 对比

这个功能会在后面的章节“RSSI 测量与对比”中详细介绍，在这里只简单介绍一下。做 RSSI 对比的原理是，信号或者噪声的 RSSI 比阈值高，RSSI_VLD 就会有效，否则无效。这种方式的优点是无论是 FSK 和 OOK 都可用，缺点是阈值的设置需要根据实际应用环境进行调试，要尽量避免被噪声和干扰信号触发。用这个方法产生 RSSI_VLD 辅助 SLP 不是特别有优势，因此我们主要关注下面的 PJD 方法。

2.3.3 相位跳变检测（PJD）

PJD 是一种新的技术，在芯片进行 FSK 解调的时候，可用通过观察接收信号的跳变特性，来决定进来的是噪声还是有用信号。PJD 认为输入信号从 0 到 1 或者从 1 到 0 切换就是一次相位跳变，用户仅仅需要去配置 PJD_WIN_SEL<1:0>，来告诉 PJD 需要检测多少次信号跳变才能输出判断结果。

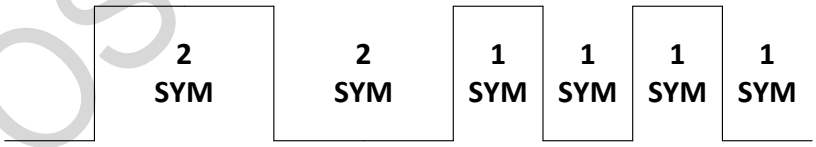

图 11.接收信号跳变图

如果上图所示，一共接收了 8 个 symbol，但是跳变只出现了 6 次，因此跳变数并不能等同于 symbol 数量。只有在接收 preamble 时，跳变数才等同于 symbol 数。用户设置的时候要注意这一点。

后面的章节会说到，RSSI_VLD 信号是如何辅助实现超低功耗（SLP）接收模式的。总的来说，PJD 跳变次数越多，判断结果越可靠；越少，就越快完成。如果接收的时间窗口很小，那么就需要将检测次数减少来满足窗口设置的要求。

根据测试得出的数据，一般来说，跳变次数是 4 次就已经可以达到非常可靠的检测效果，即不会将噪声误

CMOSTEK Confidential

判为有用信号，有用信号来的时候不会检测不到。

2.4 SLP 接收的模式详解

如上面介绍，SLP 的核心内容是控制好 RX 的时间，达到一个目的：平时没有有用信号的时候，RX 的时间非常短，只用于检测有用信号是否到来；当有用信号到来的时候，RX 的时间会延长，可以成功接收需要的数据包。

所以，SLP 是在前面介绍的各种手动，半自动，全自动的 RX Duty-Cycle 控制模式的基础上，对 RX 状态的进一步控制。即 RX_EXTEND_MODE<3:0>定义的 14 种 SLP 模式，全部都是为了控制 RX 的时间，除了 RX 状态以外的控制无论是自动还是手动，与 SLP 本身没有必然的联系，用户可以在不同的 RX Duty-Cycle 模式下实现不同的 SLP 模式。

下面详细的解释这 14 种 SLP 模式。首先，我们假设 CMT2219B 是工作在 RX Duty-Cycle 模式下面，自动 SLEEP 唤醒，自动退出 RX 并切换到 STBY，MCU 负责从 STBY 切换到 SLEEP，和从 STBY 切换到 RX。所有 13 种 SLP 模式，都会在这个基础上演变出来。

表 13. SLP 详解例子中的 RX Duty-Cycle 模式

控制位	值
SLEEP_TIMER_EN	1
RX_DC_EN	0
RX_TIMER_EN	1
RX_EXIT_STATE	1

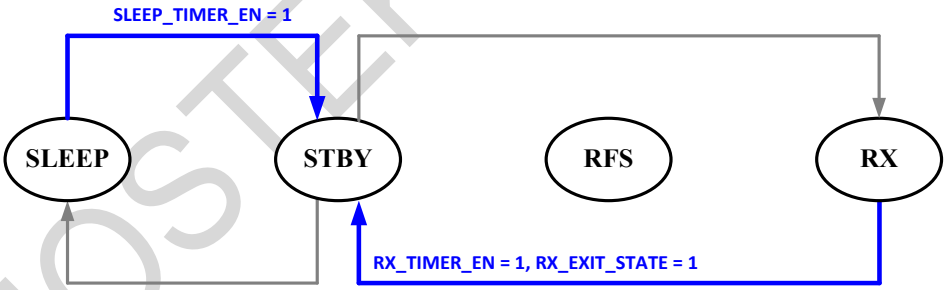

图 12. SLP 详解例子中的 RX Duty-Cycle 模式

我们会以在这种 RX Duty-Cycle 模式为根基，来介绍各种 SLP 模式。以下是 14 种模式的汇总，表格里面提到的 T1 和 T2 分别是指可用寄存器设定的 RX T1 和 T2 时间窗口。

表 14. SLP 的 14 种模式

编号	RX 的延长方式	RX 的延长条件
0	如果配置成 0，就不做任何延长，T1 计时结束就离开 RX	无

CMOSTEK Confidential

编号	RX 的延长方式	RX 的延长条件
1	T1 内一旦满足检测条件，就离开 T1，将控制权交给 MCU	RSSI_VLD 有效
2		PREAM_OK 有效
3		RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效
4	T1 内只要检测到 RSSI 有效，就退出 T1 并一直处于 RX，直到 RSSI 不满足就退出 RX	RSSI_VLD 有效
5	T1 内一旦满足检测条件，就切换到 T2，T2 计时结束后就退出 RX	RSSI_VLD 有效
6		PREAM_OK 有效
7		RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效
8		PREAM_OK 或 SYNC_OK 任意一个有效
9		PREAM_OK 或 NODE_OK 任意一个有效
10		PREAM_OK 或 SYNC_OK 或 NODE_OK 任意一个有效
11	T1 内一旦满足检测条件，就切换到 T2，T2 内一旦检测到 SYNC 就退出 T2 并将控制权交给 MCU，否则 T2 计时结束后就退出 RX	RSSI_VLD 有效
12		PREAM_OK 有效
13		RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效

上面介绍的 14 种模式中，有几种都是使用 RSSI_VLD 作为触发条件的。使用由 PJD 产生的 RSSI_VLD 辅助超低功耗接收，是 CMT2219B 的一个创新，效果是非常显著的，强烈推荐用户使用。而选项 3 结合了 PJD 产生的 RSSI_VLD 和 PREAM_OK 来做判断条件，增加了可靠性的同时也不会增加太多的时间。

如果使用选项 3，假设发射机会发送足够长的 preamble，T1 可以使用下面的方法设置：

预留 8 个 symbol 给接收机做 AFC，将 PJD 的跳变数设为 6，将 preamble 的长度设为 4 或 8 个 symbol，然后增加 6-8 个 symbol 的时间用于探测 RSSI_VLD& PREAM_OK 的延长条件成立。所以 T1 的时间一共为 14 – 16 个 symbol。如果发射接收双方的晶体频率偏差不大，例如远小于设置的 deviation，那么前面 8 个 symbol 的 AFC 时间可以相对减少，需要用户经过实际测试来确认。

2.4.1 SLP 模式 0

当模式设成 0 的时候，接收时间等于 RX T1，不做任何延长处理。从下面的示意图中可见，MCU 只负责发送 go_rx 和 go_sleep 命令切换状态，CMT2219B 会进行自动睡眠唤醒和自动退出 RX，并产生相应的中断。

图中给出的 RX 和 SLEEP 等时间只是用于举例说明，无任何特殊意义。

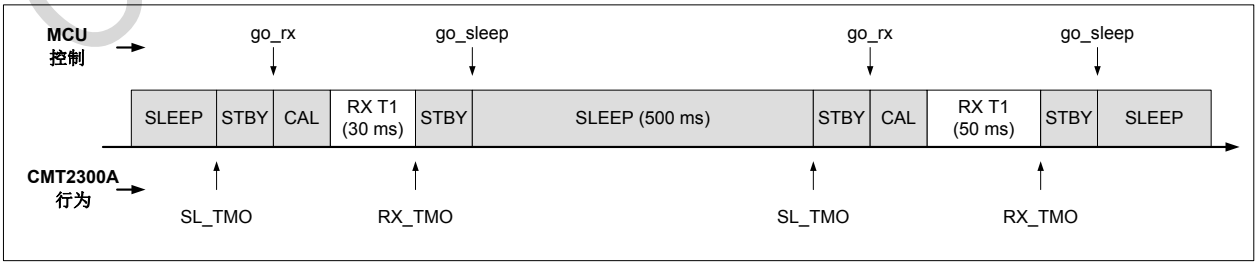

图 13.SLP 模式 0

CMOSTEK Confidential

2.4.2 SLP 模式 1-3

当模式设置成 1-3 的时候，RX T1 内一旦满足检测条件，RX T1 就停止计时，芯片停留在 RX，并将控制权交给 MCU；否则 RX T1 计时结束后就退出 RX。三种不同的条件如下：

1：检测条件为 RSSI_VLD 有效
2：检测条件为 PREAM_OK 有效
3：检测条件为 RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效

下面以选项 2 为例，给出 TX，MCU 和 RX 配合工作的时序图：

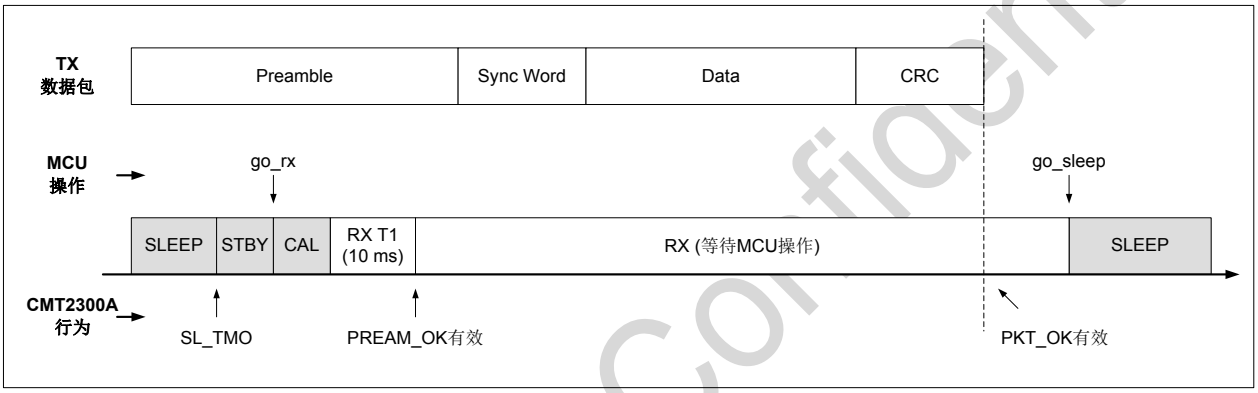

图 14.SLP 模式 1-3

要注意的是，RX T1 的预设时间是 10ms，但是一旦检测到条件满足时就停止了，例如会停止在 7.5ms，然后下一次重新进入 RX 时才会复位并重新计时。

下面这些场景比较适合使用模式 1 到 3：

在某些应用中，TX 发射的内容变化比较大，即每次传送的内容，包长度，包个数都不定。这样的情况下，当检测条件满足，RX T1 停止之后，将 RX 的切换权交回给 MCU，由 MCU 自己决定还需要接收多长时间会比较好。

下面是 3 种条件的特点比较：

选项 1 的检测条件 RSSI_VLD 是信道侦听的输出结果。如前面介绍，信道侦听在 PJD 的辅助下，能够对是否有有用信号出现，做出非常快速并可靠的判断，更重要的是，它不需要受数据格式的限制，不需要 TX 发送很长的 Preamble，等。因此选项 1 的好处就是，当 RX T1 的窗口设置到很小（例如 5-8 个 symbol）的时候，仍然能够非常可靠地进行检测判断。

选项 2 的检测条件是 PREAM_OK，是 Packet 产生的中断。这是一个传统的检测条件，一般来说，需要至少 2 个 byte 以上的 Preamble 长度才能够保证检测是可靠的，所以它的好处是直观易理解，缺点是需要包格式

CMOSTEK Confidential

里面一定要有 Preamble 的存在，而且 TX 发射的 Preamble 的长度必须足够长（覆盖 2 个 RX T1 和 1 个 SLEEP 时间），RX T1 也要覆盖 2 个 byte 甚至是更长的 Preamble 才能实现可靠检测。

选项 3 的检测条件是两者同时有效，意味着这个检测条件就比较苛刻，极不容易被误触发，具有非常高的可靠性。CMT2219B 的 RX_PREAM_SIZE 的最小值可以设置为 4 个 symbol，如果结合 RSSI_VLD 信号，既不会增加 RX T1 的时间，也能够达到更加可靠的检测效果。

2.4.3 SLP 模式 4

当模式设置成 4 的时候，RX T1 内只要检测到 RSSI_VLD 有效，RX T1 就停止计时，并一直处于 RX，直到 RSSI_VLD 无效才自动退出 RX；RX T1 内检测不到 RSSI_VLD 有效，计时结束后就退出 RX。

图 15.SLP 模式 4

2.4.4 SLP 模式 5-10

当模式设置成 5-10 的时候，RX T1 内一旦满足检测条件，就切换到 RX T2，RX T2 计时结束后才自动退出 RX；否则 RX T1 之内检测不到条件满足，计时结束后就退出 RX。六种不同的条件如下：

5：检测条件为 RSSI_VLD 有效

6：检测条件为 PREAM_OK 有效

7：检测条件为 RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效

8：检测条件为 PREAM_OK 或 SYNC_OK 任意一个有效

9：检测条件为 PREAM_OK 或 NODE_OK 任意一个有效

10：检测条件为 PREAM_OK 或 SYNC_OK 或 NODE_OK 任意一个有效

下面以选项 6 为例，给出 TX，MCU 和 RX 配合工作的时序图：

CMOSTEK Confidential

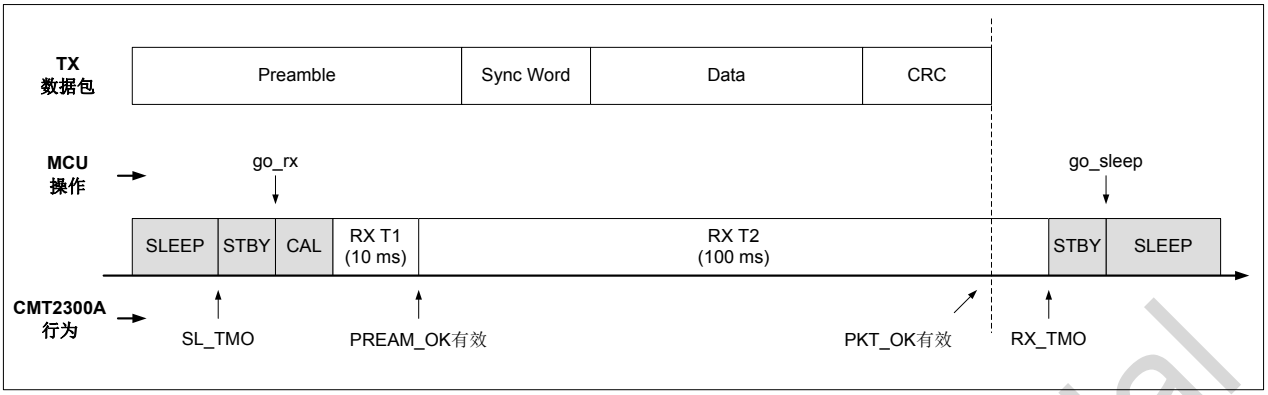

图 16.SLP 模式 4

用户需要将 RX T2 设置得足够长，可以完整地接收所有需要的内容。

下面这些场景比较适合使用模式 5 到 10：

相比起模式 1-3，模式 5-10 的改变之处就是用 RX T2 的存在。芯片切换到 RX T2 之后，不需要 MCU 参与控制，也不需要 MCU 自己做超时，都会在 RX T2 超时后自动退出 RX。因此这些模式比较适合每次发送的数据长度都比较相近的应用，这样 RX T2 的时间就比较好设置。

下面是模式 8 到 10 的实用意义：

有一些应用里，用户为了尽量降低 TX/RX 的功耗，其低功耗收发方案就不会符合 9.2 章节介绍的计算原则，例如会将 RX 时间设置得比较短，只能有概率地捕捉到 TX 发送过来的检测条件，而无法实现 100%捕捉。将检测条件设为 2 个或 3 个条件任意一个有效，就会提高成功捕捉几率，但同时可靠性也会减低。如果经过市场验证，使用有 PJD 辅助的 RSSI_VLD 能够可靠地工作，那么选项 8-10 其实没有实用意义。

包格式里面如果没有 NODE ID，也可以 9 和 10：

在包里面没有 NODE ID 的时候，将包格式相关的寄存器 NODE_FREE_EN 设置为 1，意思就是 NODE_VALUE 这个寄存器不再用于定义 NODE ID，而是根据不同的 NODE_SIZE 来自定义一个码值，接收机只要检测到数据中有符合这个码值的，就会产生 NODE_OK 中断，因此条件 9 和 10 也可以被满足。

2.4.5 SLP 模式 11-13

当模式设置成 11-13 的时候，RX T1 内一旦满足检测条件，就切换到 RX T2，RX T2 内一旦检测到 SYNC_OK，RX T2 就停止计时，芯片停留在 RX，并将控制权交给 MCU；否则在 RX T1 或者 RX T2 之内检测不到条件满足，计时结束后就退出 RX。三个条件如下：

11：检测条件为 RSSI_VLD 有效
12：检测条件为 PREAM_OK 有效
13：检测条件为 RSSI_VLD 与 PREAM_OK 同时有效

CMOSTEK Confidential

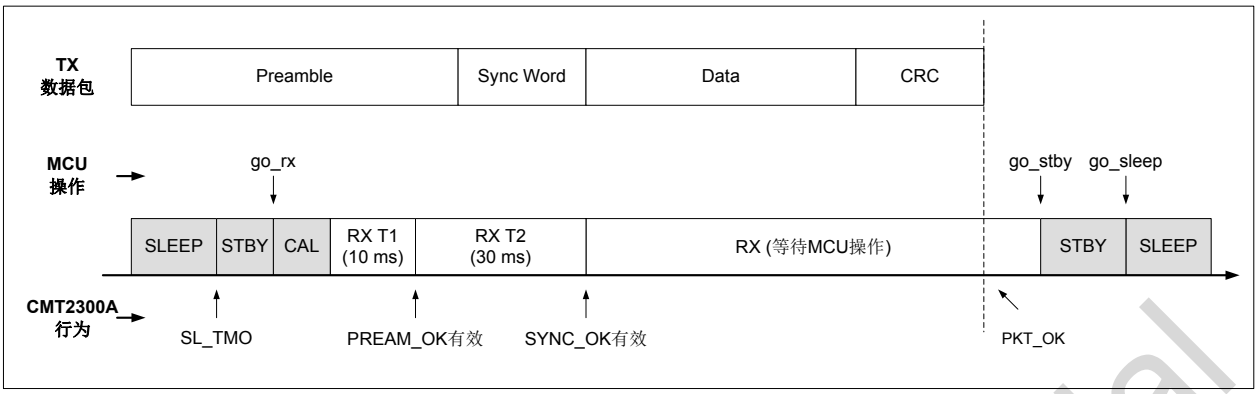

图 17.SLP 模式 11-13

下面这些场景比较适合使用模式 11 到 13：

对于数据包有 Preamble，Sync Word 的应用，都可以使用这 3 种模式。这 3 种模式的好处是，如果在同一个频道中有不同的发射数据，那么光靠检测 Preamble 或者 RSSI 还不能说明接收到的数据是想要的，加上必须满足固定的 Sync Word 作为第二级的检测条件，就会非常可靠。如果第二级检测不满足，就会在 RX T2 之后就退出了，这样也不会由于误触发而浪费过多的功耗。

CMOSTEK Confidential

3. 文档变更记录

表 15.文档变更记录表

版本号	章节	变更描述	日期
1.0	所有	初始版本发布	2017-11-21

CMOSTEK Confidential

4. 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

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.