

AN1303
应用笔记

UM2010 低功耗应用指南

版本：V1.1



UNICMICRO
广芯微电子

广芯微电子（广州）股份有限公司

<http://www.unicmicro.com/>

条款协议

本文档的所有部分，其著作产权归广芯微电子（广州）股份有限公司（以下简称广芯微电子）所有，未经广芯微电子授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，广芯微电子及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

1. 本文档中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文档中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
2. 在准备本文档所记载的信息的过程中，广芯微电子已尽量做到合理注意，但是，广芯微电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文档中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文档中的广芯微电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，广芯微电子不承担任何责任。本文档所记载的内容不应视为对广芯微电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 使用本文档中记载的广芯微电子产品时，应在广芯微电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用广芯微电子产品而产生的故障或损失，广芯微电子不承担任何责任。
5. 虽然广芯微电子一直致力于提高广芯微电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的特点，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，广芯微电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当广芯微电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。

目录

1	摘要.....	1
2	UM2010 的低功耗说明	2
2.1	接收检测 RSSI 的低功耗	2
2.2	接收检测 Preamble 中断的低功耗.....	3
3	低功耗方案.....	4
3.1	低功耗发射 (Shutdown 模式)	4
3.2	低功耗发射 (Standby 模式)	5
3.3	低功耗接收 (Shutdown 模式)	6
3.3.1	接收检测 RSSI.....	6
3.3.2	接收检测 Preamble 中断.....	7
3.4	低功耗接收 (Standby 模式)	9
3.4.1	接收检测 RSSI.....	9
3.4.2	接收检测 Preamble 中断.....	10
4	示例代码	12
5	版本修订	13

1 摘要

本文介绍 UM2010 在低功耗应用场景的使用。以 EVB 为示例介绍，详细的代码请查看 Example 代码示例。

Unicmicro

2 UM2010 的低功耗说明

UM2010 低功耗设计的思路采用周期唤醒的方式。对于发射来说，如何实现低功耗是由接收决定。而接收低功耗采用周期窗口唤醒的接收方式来判断当前是否有数据接收，判断的方式也有两种：一种为 RSSI 检测，另一种为 Preamble 中断检测。

RF 低功耗有 2 种方式：一种为 Shutdown 模式，芯片关断，功耗几乎为 0，每次唤醒 RF 需要重新初始化 RF。另一种为 Standby 模式，寄存器保持，每次唤醒可以直接发射数据，不需要重新初始化 RF。

2.1 接收检测 RSSI 的低功耗

接收端检测 RSSI 低功耗是采用周期窗口唤醒的接收方式，通过 MCU 实现软件周期唤醒 RF，并进入接收。等进入接收稳定之后，检测当前通道的 RSSI 值，根据 RSSI 值来判断发射端是否有信号发射。如果当前通道的 RSSI 值超过设置的门限值，说明当前通道正在发射数据，接收端需要延长接收时间并等待接收完成。如果 RSSI 没有超过设置的门限，则表示当前通道无信号发射，则继续进入睡眠。对于发射端，发射的数据包必须覆盖接收周期，确保每一次发射都能被接收检测到。如下图所示为一个发射周期。

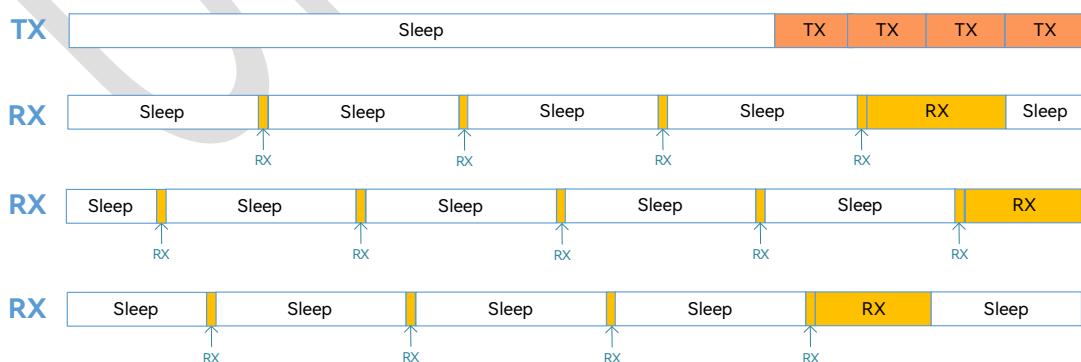


图 2-1: RSSI 检测低功耗通信时序图

RX 每次唤醒都开启非常小的窗口去检测 RSSI，当检测到 RSSI 时，延长接收时间并等待接收完成。发射端每次发射都需要覆盖接收端周期，接收端当检测到 RSSI 信号时，延长接收状态使接收端能够接收完整的数据。所以发射端可以根据接收的周期以及应用场景来确定发射的数据包数量。

2.2 接收检测 Preamble 中断的低功耗

接收端检测 Preamble 中断是采用周期窗口唤醒的接收方式，通过 MCU 实现软件周期唤醒 RF。配置寄存器降低 Preamble 的检测标准，关闭 CRC 并开启 Preamble 中断，进入接收状态。短时间开启接收查看是否有 Preamble 中断产生，如果 Preamble 中断产生，说明当前通道正在发射数据，配置 Preamble 检测标准恢复正常，开启 CRC 并关闭 Preamble 中断，延长 RX 接收状态的时间等待接收完成，MCU 进入睡眠等待接收完成中断唤醒。如果没有 Preamble 中断，则表示当前通道无信号发射，则继续进入睡眠，如下图所示：

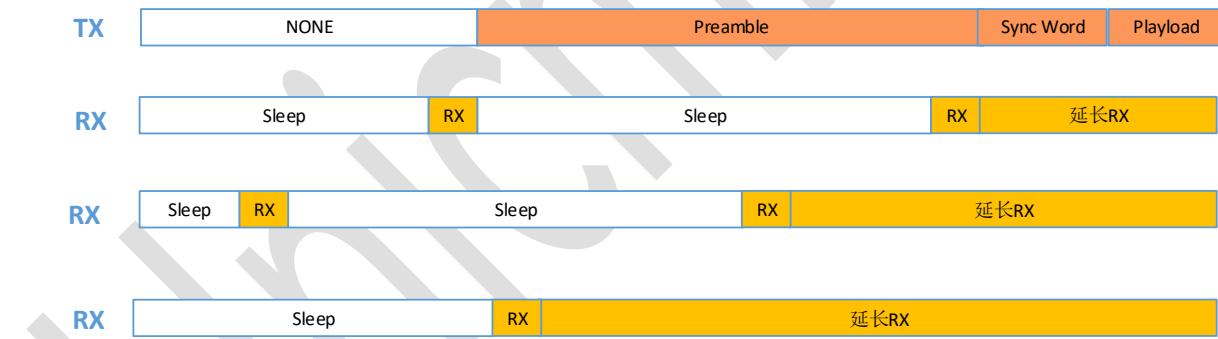


图 2-2: Preamble 中断检测低功耗通信时序图

对于检测 Preamble 中断，RX 每次唤醒都开启窗口去检测是否存在 Preamble 中断，为了保证更加快速检测到 Preamble 中断，我们只需要对 Preamble 一个很小的部分进行检测，如果在很小的 Preamble 检测到中断，则需要切换回正常的 Preamble 检测，以防出现误判情况。

根据接收的检测方式得出发射必须是一个较长的 Preamble，并且 Preamble 的时间必须覆盖 RX 唤醒周期。

3 低功耗方案

3.1 低功耗发射 (Shutdown 模式)

发射低功耗发射采用 Shutdown 模式时，UM2010 发射端上电之后，关断 RF 模块并且 MCU 进入睡眠，等待 MCU 周期唤醒发射。定时器周期唤醒 MCU 后，首先使能 RF，让 RF 进入启动模式，然后 MCU 睡眠 5ms，等 RF 和晶振稳定之后，配置 RF 重新初始化并开启发射完成中断，把需要发射的数据写入 FIFO 中，然后启动发射，MCU 立刻进入睡眠并等待 RF 发射完成中断唤醒 MCU。等 RF 发射完成中断唤醒 MCU 之后，如果还有数据继续发射，则把数据写入 FIFO，启动发射 NCU 进入睡眠，否则关断 RF，并且 MCU 进入睡眠，等待下一周期唤醒。其流程图如下：

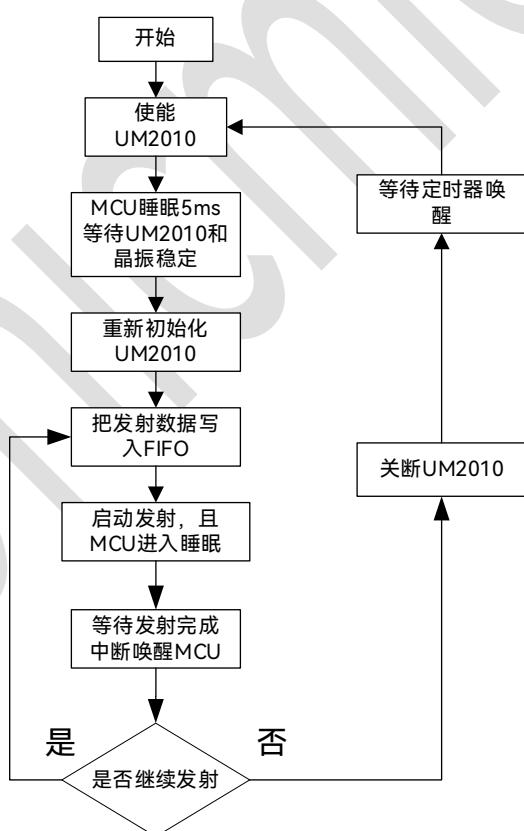


图 3-1：低功耗发射 (Shutdown 模式) 流程图

3.2 低功耗发射 (Standby 模式)

发射低功耗发射采用 Standby 模式，UM2010 上电之后，需要对 RF 进行初始化，并配置 UM2010 进入 Standby 状态，启动定时器后 MCU 进入睡眠，等待周期唤醒。由于 UM2010 在 Standby 状态下，寄存器的值一直保持，所以唤醒之后不需要对 UM2010 重新进行初始化。所以等周期唤醒之后，MCU 需要拉低 CS 引脚唤醒 RF 进入 IDLE 状态，MCU 把发射数据写入 FIFO 并打开发射完成中断，启动发射 MCU 进入睡眠，否则配置 UM2010 进入 Standby 状态，MCU 进入睡眠，等待下一周期唤醒。

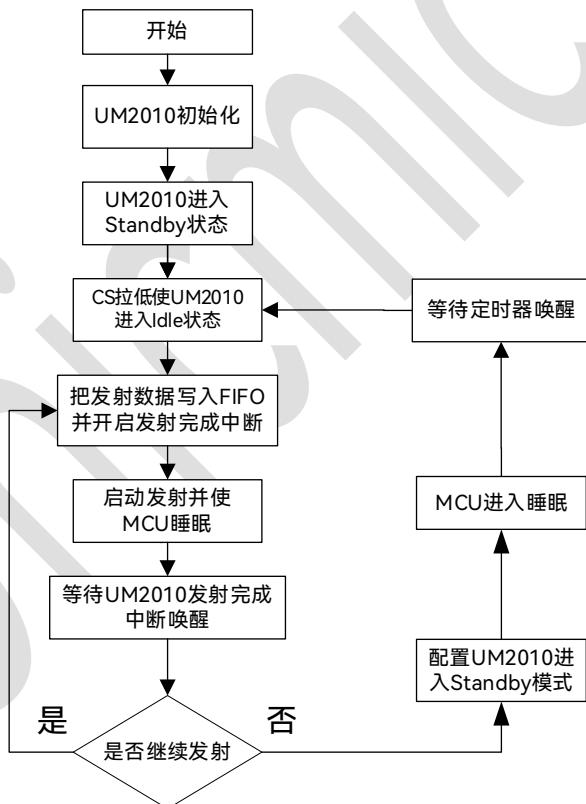


图 3-2：低功耗发射 (Standby 模式) 流程图

3.3 低功耗接收 (Shutdown 模式)

低功耗接收采用 Shutdown 模式，Shutdown 模式为关断模式，功耗几乎为 0。接收端可以通过检测 RSSI 或者 Preamble 中断来判断当前通道是否存在发射信号。

3.3.1 接收检测 RSSI

接收端采用 Shutdown 模式为低功耗的工作方式，UM2010 接收端采用周期窗口唤醒的方式检测 RSSI。UM2010 上电之后，关断 RF，MCU 进入睡眠，等待定时器周期唤醒。MCU 唤醒之后使能 UM2010，MCU 进入睡眠 5ms 并等待 UM2010 和晶振稳定再重新初始化 UM2010。初始化完成之后，配置 UM2010 进入接收状态。MCU 进入睡眠并等待 RSSI 稳定之后开始循环读取 RSSI，判断 RSSI 是否超过预设的门限值。

如果 RSSI 超过门限值说明当前通道存在发射信号，延长接收时间并开启接收完成中断，MCU 进入睡眠，等待接收完成中断唤醒。

如果当前通道 RSSI 没有超过门限值，则进行一次 RSSI 的读取。循环读取 RSS 是为了防止发射切换时，打开 RSSI 检测。此时检测到的 RSSI 是不超过门限值的，所以多读几次能确保每一次都能接收到。MCU 收到接收完成中断唤醒之后读取 FIFO 数据，并配置 UM2010 进入关断模式，然后 MCU 处理完数据再进入睡眠状态，等待下一次定时器唤醒。其流程图如下：

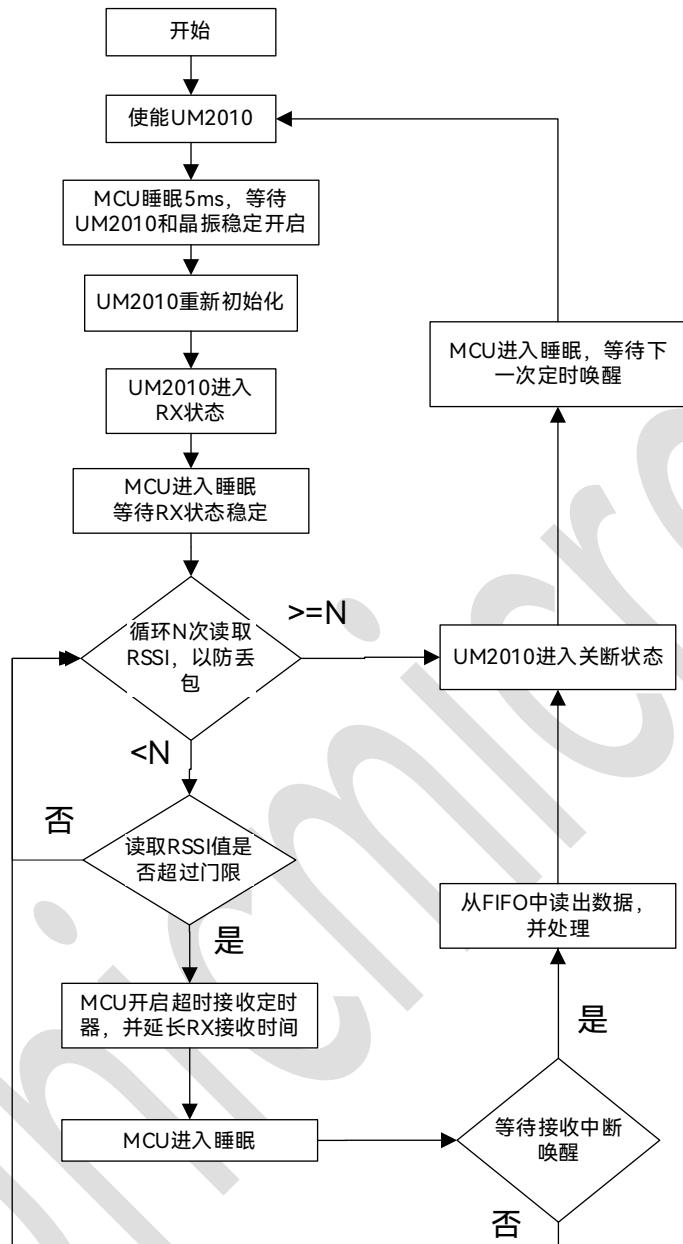


图 3-3: 接收检测 RSSI (Shutdown 模式) 流程图

3.3.2 接收检测 Preamble 中断

接收端采用 Shutdown 模式为低功耗的工作方式，UM2010 接收端采用周期性窗口唤醒方式检测 Preamble 中断，UM2010 上电之后，关断 RF，MCU 进入睡眠，等待定时器周期唤醒。MCU 唤醒之后使能 UM2010，MCU 进入睡眠 5ms 并等待 UM2010 和晶振稳定再重新初始化 UM2010。

初始化完成之后，为了减少唤醒窗口时间，需要降低 Preamble 检测的标准。配置最低的 Preamble 检测标准，同时关闭 CRC，打开 Preamble 中断，然后配置 UM2010 进入接收状态，MCU 进入睡眠并开启定时器。

在超时定时器唤醒前收到 Preamble 中断唤醒，则认为当前通道存在发射信号，恢复 Preamble 检测标准，开启 CRC 关闭 Preamble 中断，并延长接收时间，开启接收完成中断，MCU 进入睡眠并再开启超时唤醒，等待接收完成中断唤醒。如在超时唤醒之前收到接收完成中断则说明当前通道的数据已接收完成，否则当前为误触发。当 MCU 收到接收完成中断唤醒之后读取 FIFO 数据，并配置 UM2010 进入关断模式，然后 MCU 处理完数据再进入睡眠状态，等待下一次定时器唤醒。其流程图如下：

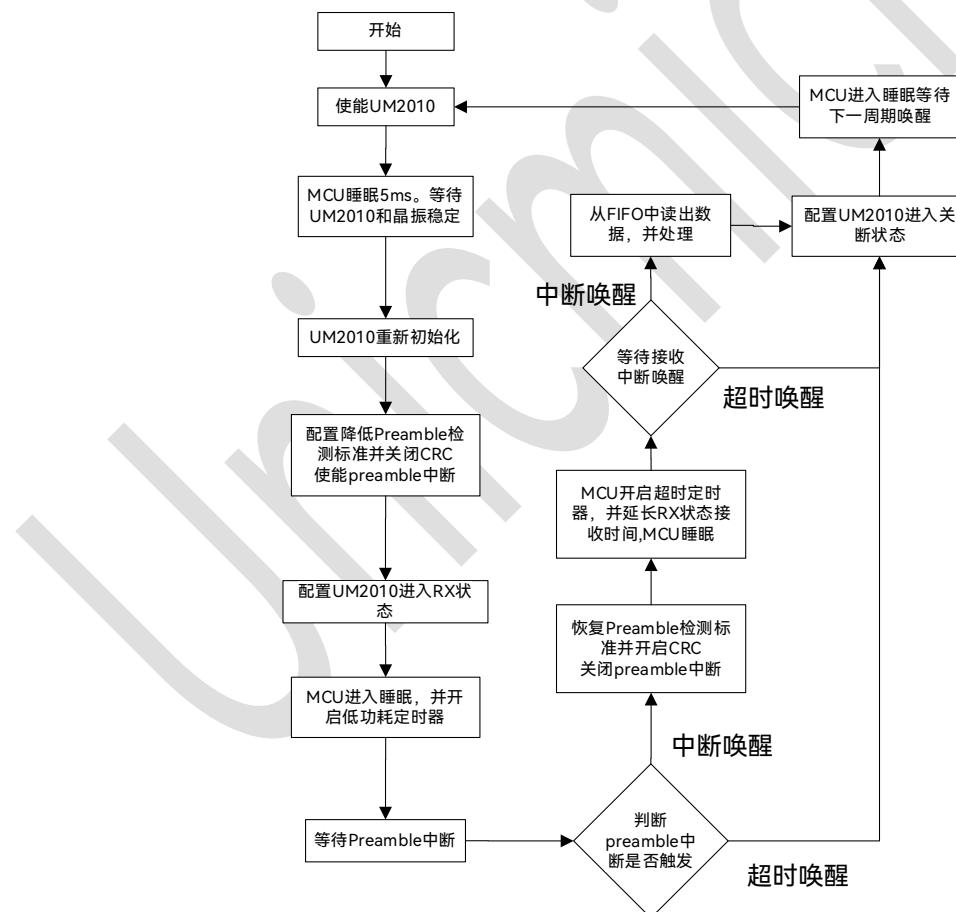


图 3-4：接收检测 Preamble 中断（Shutdown 模式）流程图

3.4 低功耗接收 (Standby 模式)

低功耗接收采用 Standby 模式，Standby 模式下 UM2010 寄存器的值保持。接收端可以通过检测 RSSI 或者 Preamble 中断来判断当前通道是否在发射信号。

3.4.1 接收检测 RSSI

接收端采用 Standby 模式为低功耗的工作方式，UM2010 接收端采用周期窗口唤醒的方式检测 RSSI。UM2010 上电初始化之后，MCU 进入睡眠，等待定时器周期唤醒。MCU 唤醒之后拉低 CS 引脚唤醒 UM2010，并配置 UM2010 进入接收状态，MCU 进入睡眠等待 RSSI 稳定之后开始循环读取 RSSI，并判断 RSSI 是否超过预设的门限值。

如果超过门限值说明当前通道存在发射信号，延长接收时间并开启接收完成中断，MCU 进入睡眠，等待接收完成中断唤醒。

如果当前通道 RSSI 没有超过门限值，则进行下一次 RSSI 的读取。循环读取时为了防止发射切换时，打开 RSSI 检测，此时检测到的 RSSI 是不超过门限值的，所以多读几次能确保每一次都能接收到。MCU 收到接收完成中断唤醒之后读取 FIFO 数据，并配置 UM2010 进入 Standby 模式，然后 MCU 处理完数据再进入睡眠状态，等待下一次定时器唤醒。其流程图如下：

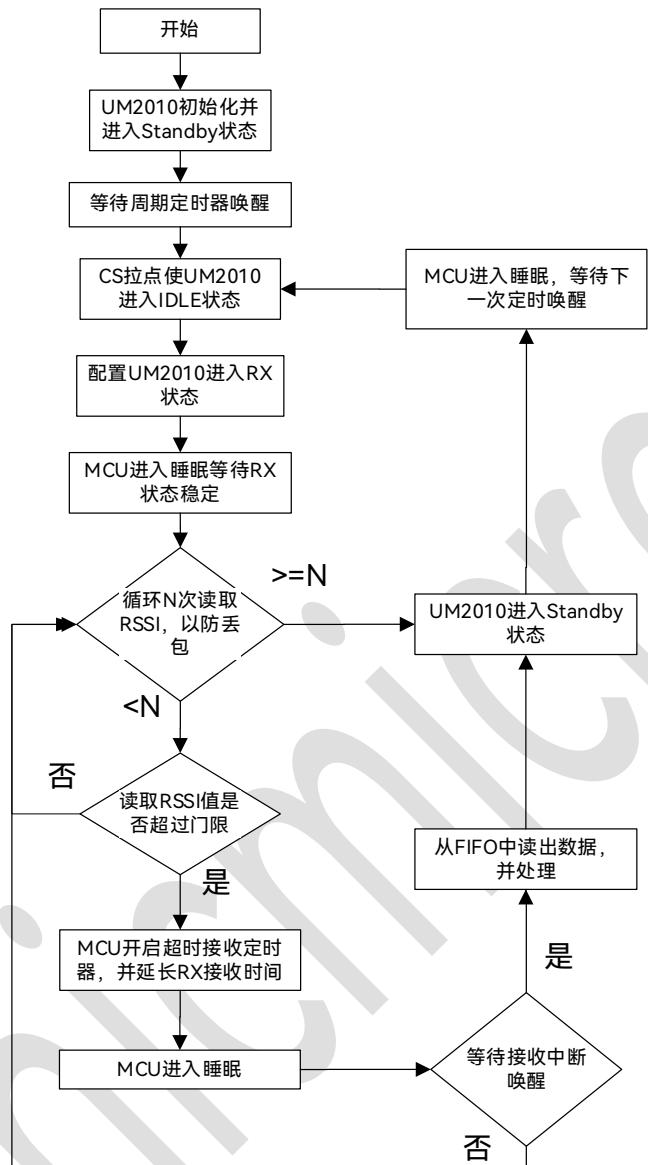


图 3-5：接收检测 RSSI (Standby 模式) 流程图

3.4.2 接收检测 Preamble 中断

接收端采用 Standby 模式为低功耗的工作方式，UM2010 接收端采用周期性窗口唤醒方式检测 Preamble 中断。UM2010 上电初始化之后，MCU 进入睡眠，等待定时器周期唤醒。MCU 唤醒之后拉低 CS 唤醒 UM2010，为了减少唤醒窗口时间，需要降低 Preamble 检测的标准。配置最低的 Preamble 检测标准，同时关闭 CRC，打开 Preamble 中断。然后配置 UM2010 进入接收状态，MCU 进入睡眠并开启定时器，在超时定时器唤醒前收到 Preamble 中断唤醒，则认为当前通道存在

发射信号，恢复 Preamble 检测标准，开启 CRC 关闭 Preamble 中断，延长接收时间并开启接收完成中断，MCU 进入睡眠并再开启超时唤醒，等待接收完成中断唤醒，如在超时唤醒之前收到接收完成中断则说明当前通道的数据已接收完成，否则当前为误触发。当 MCU 收到接收完成中断唤醒之后读取 FIFO 数据，并配置 UM2010 进入 Standby 模式，然后 MCU 处理完数据再进入睡眠状态，等待下一次定时器唤醒。其流程图如下：

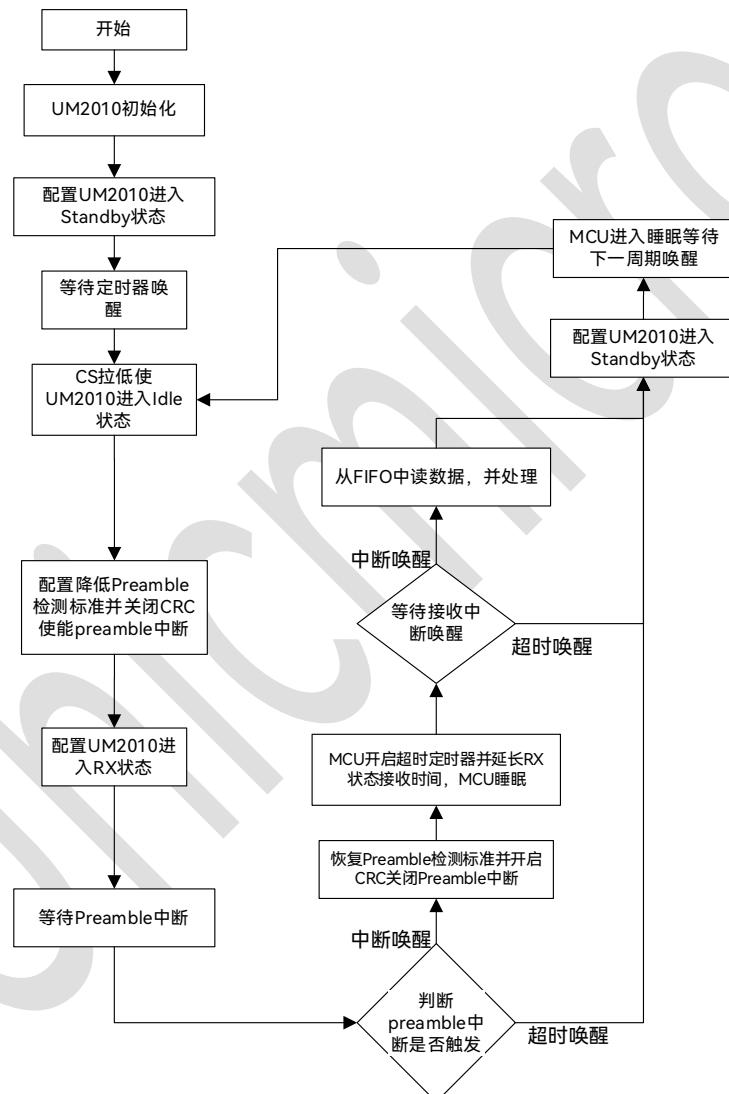


图 3-6：接收检测 Preamble 中断（Standby 模式）流程图

4 示例代码

- 低功耗采用 Shutdown 模式，接收检测 RSSI 的示例代码：

发射：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_TX_FIFO_SDN_RSSI

接收：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_RX_FIFO_SDN_RSSI

- 低功耗采用 Standby 模式，接收检测 RSSI 的示例代码：

发射：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_TX_FIFO_Standby_RSSI

接收：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_RX_FIFO_Standby_RSSI

- 低功耗采用 Standby 模式，接收检测 Preamble 中断的示例代码：

发射：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_TX_FIFO_StandBy_Preamble

接收：\Driver&Example\UM2010(lp)\UM2010_RX_FIFO_StandBy_Preamble

5 版本修订

版本	日期	描述
V1.0	2023.06.27	初始版
V1.1	2025.12.27	修改示例代码路径。