

EC20 低功耗管理 应用指导

LTE 系列

版本：EC20_低功耗管理应用指导_V1.0

日期：2015-07-10



移远公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨，如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术有限公司

上海市徐汇区田州路 99 号 13 幢 501 室 电话: +86 21 51086236

邮箱: info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：

<http://www.quectel.com/support/salesupport.aspx>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：

<http://www.quectel.com/support/techsupport.aspx>

Or Email: Support@quectel.com

前言

移远公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范，参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，移远公司有权对该文档规范进行更新。

版权申明

本档手册版权属于移远公司，任何人未经我公司复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术有限公司 2015，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2015.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2015-07-10	唐滔	初始版本

Quectel
Confidential

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	5
图片索引	6
1 引言	7
2 硬件接口	8
2.1. EC20 引脚示意图	8
2.2. EC20 电源管理引脚	9
2.3. DTR	9
2.4. RI	9
2.5. AP_READY	9
2.5.1. 功能描述	10
2.5.2. 应用示例	10
3 URC 介绍	11
3.1. URC PORT 设置	11
3.2. URC 事件	11
3.3. URC 设置示例	12
4 低功耗应用场景	13
4.1. 基于 UART 实施的低功耗方案	13
4.1.1. 需求描述	13
4.1.2. 硬件连接配置	13
4.1.3. 软件初始化配置	14
4.1.4. 实施方法	14
4.2. 基于 USB 的 Remote Wakeup 的低功耗方案	14
4.2.1. 需求描述	14
4.2.2. 硬件连接配置	15
4.2.3. 软件初始化配置	15
4.2.4. 实施方法	15
4.3. 基于 USB Suspend/Resume& RI 引脚的低功耗方案	16
4.3.1. 需求描述	16
4.3.2. 硬件连接配置	16
4.3.3. 软件初始化配置	16
4.3.4. 实施方法	17
5 软件机制	18
5.1. EC20 睡眠原理	18
5.2. EC20 睡眠流程	18
5.3. USB 睡眠原理	19
5.4. EC20 唤醒主机	19
5.4.1. 主机唤醒事件	19

5.4.2. USB 远程唤醒主机 19

5.4.3. 主机唤醒事件配置 20

6 附录 A 术语缩写 21

Quectel
Confidential

表格索引

表 1: EC20 电源管理引脚	9
表 2: 术语缩写	21

Quectel
Confidential

图片索引

图 1: EC20 引脚图 (俯视图)	8
图 2: 基于 UART 的低功耗方案连接示意图	13
图 3: USB REMOTE WAKEUP 连接示意图	15
图 4: EC20 USB SUSPEND/RESUME& RI 引脚低功耗连接示意图	16
图 5: EC20 睡眠流程图	18

Quectel
Confidential

1 引言

当 EC20 模块嵌入主机系统时，主机系统整体的功耗会相应增大。对此，EC20 面向主机端提供了多种电源管理方式，以便主机端通过管理 EC20 的工作模式来降低整机功耗。

EC20 的电源管理方式主要包括主机系统控制 EC20 进入睡眠的机制、主机系统主动唤醒 EC20 的机制和 EC20 主动唤醒主机系统的机制。

本文首先介绍 EC20 的外围硬件接口和 EC20 电源管理方式中的 URC 的意义。其次，本文详细描述了 EC20 电源管理应用的典型场景。最后，本文简单介绍了 EC20 睡眠与唤醒的软件机制。

Quectel
Confidential

2 硬件接口

EC20 和主机系统之间主要通过 USB 和 UART 进行通信。除此之外，EC20 模块面向主机系统还提供了其他功能引脚用于实现 EC20 的电源管理。

2.1. EC20 引脚示意图

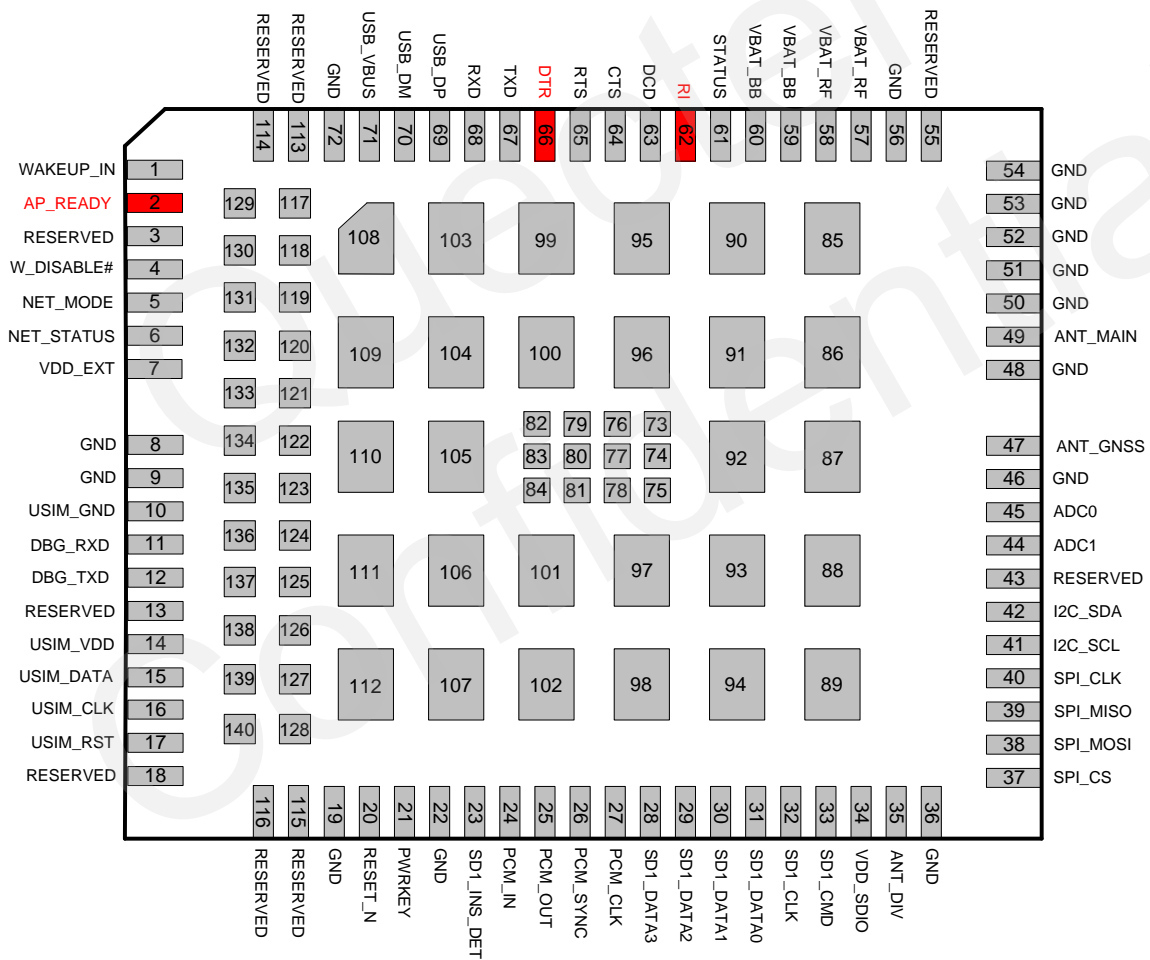


图 1: EC20 引脚图 (俯视图)

2.2. EC20 电源管理引脚

表 1: EC20 电源管理引脚

管脚名称	输入/输出	描述
DTR	IN	用于主机唤醒睡眠状态下的 EC20 或主机允许 EC20 进入睡眠。其中, DTR 为高表示主机允许 EC20 进入睡眠; 当 EC20 处于睡眠状态时, 拉低 DTR 会唤醒 EC20。默认状态下, EC20 已配置 DTR 为上拉。
RI	OUT	用于 EC20 通知主机当前有 URC 事件需要上报。当 EC20 没有 URC 上报时, RI 保持高电平输出; 当 EC20 有 URC 上报时, RI 会输出一个低脉冲, 此时若主机处于睡眠状态, 主机将会被唤醒并接受处理上报的 URC。
AP_READY	IN	用户通过 AT+QCFG="apready"命令设置 AP_READY 检测功能。用户可以设置的参数包括有效电平和检测时间间隔。

2.3. DTR

DTR 拉高表示允许模块进入睡眠状态 (模块是否真正进入睡眠还需视其他条件是否满足), 若 DTR 拉低则 EC20 无法进入睡眠, 并且当进入睡眠状态后, 拉低 DTR 将会唤醒 EC20。

2.4. RI

当有主机唤醒事件到达 EC20 时, EC20 的 RI 管脚会产生低脉冲 (默认持续时间为 120ms) 通知主机。主机在睡眠状态下, 可以通过检测 RI 管脚上的低脉冲来进行唤醒动作。主机唤醒后, 可以通过 AP_READY 指定的管脚指示 EC20 当前主机已在唤醒状态。

2.5. AP_READY

实际应用中, 主机系统从正常状态进入睡眠状态与从睡眠状态被唤醒到正常状态的时间存在不确定性。当主机系统处于浅度睡眠时, 主机系统唤醒较快, 主机系统应用能够快速地恢复与 EC20 间的 AT 通信, 并从 USB 或串口正常读写数据。当主机系统处于深度睡眠时, 主机唤醒速度相对较慢, 主机系统应用需要相对较多的时间来恢复与 EC20 间的通信, 接着再从 USB 或串口中读写数据。此时, 当主机系统与 EC20 模块同时处在睡眠状态下, 若模块端有主动事件上报时, 主机系统在睡眠->唤醒->处理模块主动上报事件这一整个过程中, 系统端对接收数据的完整性无法提供可靠的保证, 这样就存在不能有效处理 EC20 主动上报事件的风险。

EC20 为了让主机系统能够对睡眠->唤醒->处理模块主动上报事件这一过程进行调控，EC20 面向主机系统开放了 AP_READY 功能引脚，并且提供了 AT 命令用于使能配置。主机系统在使用 AP_READY 功能之后，EC20 模块将会按照主机系统设定的“约定”上报主动事件数据给主机，从而保证主机系统在任何状态下，都能够正确地接收来自模块的主动上报事件并予以处理。

2.5.1. 功能描述

当 EC20 有 URC 要输出时，EC20 首先检测 AP_READY 功能引脚是否为有效电平。当主机处于唤醒状态时，EC20 直接将 URC 输出至主机。当主机处于睡眠状态时，EC20 会先将 URC 缓存起来，并按照用户设置的时间间隔进行检测，直至检测到 AP_READY 功能引脚为有效状态，即主机唤醒后，再将 URC 输出。

备注

关于 AT+QCFG="apready"的命令描述，Quectel 并没有在对外的 AT 命令文档中开放，如果需要使用，请联系 Quectel Technical support。

2.5.2. 应用示例

```

.....
系统软件初始化

AT+QCFG="apready",1,0,200 //主机系统使用 AP_READY 功能,AP_READY 引脚上低电平为有效状态,
    即当 AP_READY 为低时表示主机处在唤醒就绪状态,此时若模块有主动事件数据上报,模块将直接输出数据到主机端;而当 AP_READY 引脚为高电平时,表示主机处在未就绪状态,此时模块端若有主动事件数据上报,模块端不会直接输出数据,而是以 200ms 为周期对 AP_READY 引脚进行循环检测,直到 AP_READY 引脚电平变低(主机系统就绪)才输出主动事件数据到主机端。

主机系统与 EC20 进入睡眠状态

唤醒源事件到来, EC20 RI 引脚产生低脉冲并上报 URC。在上报 URC 前, EC20 会先通过 AP_READY 引脚判断主机是否已经从睡眠中唤醒并处于正常状态, 如果主机已经正常运行, EC20 直接向主机输出 URC, 否则 EC20 会以 200ms 为周期检测 AP_READY 引脚, 直到主机准备好为止。而对于主机来说, 主机在检测到 EC20 RI 引脚上的低脉冲以后, 主机系统做唤醒动作, 在系统完全唤醒后, 拉低 AP_READY 引脚通知 EC20 输出 URC, 主机在收到 URC 后进行 URC 事件的正常处理。
    
```

3 URC 介绍

模块端与主机系统在正常的交互过程，模块除了对主机系统的请求进行响应以外，也会通过主动上报的方式通知主机系统外来事件的产生，如来电与接收短信等。通常情况下，模块的这种主动上报信息称之为 URC（Unsolicited Result Code）。

EC20 对 URC 的处理体现在两个方面：主动向主机系统上报事件信息及在 RI 引脚上产生低脉冲。在 EC20 的电源管理中，RI 引脚能够在主机系统进入睡眠后以脉冲的形式通知主机系统主动事件的到来。由于 EC20 模块支持多种不同类型的 URC，频繁的 URC 上报会导致主机系统频繁地从睡眠中唤醒，从而降低了整机状态下系统的电源管理效率，削弱了电源管理的效果。为了避免频繁的 URC 上报，主机系统需要根据自身的业务情况选择需要上报的 URC。

3.1. URC PORT 设置

通常情况下，EC20 和主机系统间只通过 UART 或 USB 中的一种接口进行通信，所以模块端的 URC 也只在这两种接口间选择一个进行上报。对此，EC20 提供了 AT+QURCCFG 命令用于配置模块端 URC 上报的端口。

3.2. URC 事件

EC20 包含多种 URC，如网络状态类 URC 用于向主机端上报 EC20 当前的网络状态，短信类 URC 用于向主机端上报新短信的到来以及电话类 URC 向主机上报来电状态等。而对于大多数 URC 而言，URC 是否上报可以由 AT 命令进行设置。如此一来，主机系统可以根据自身的需要，在不同的系统状态下，有选择地打开或关闭 URC 上报。比如，当主机系统第一次开机时，用 AT 命令将与网络、短信和电话相关的 URC 都设置成主动上报，当主机系统将要进入睡眠时，主机系统可以用 AT 命令禁止与网络相关的 URC 上报，只允许短信与电话相关的 URC 上报。这样，可以使得主机系统进入睡眠后，只会被短信与电话相关的 URC 唤醒，在保证系统自身业务的同时，也提高了整机系统的电源管理效率。

3.3. URC 设置示例

以下列举相关 URC 进行说明：

<p>AT+CREG=1 或 AT+CREG=2 AT+CREG=0</p>	<p>//使能 CS 网络注册状态主动上报功能（默认关闭） //关闭 CS 网络注册状态主动上报功能</p>
<p>AT+CGREG=1 或 AT+CGREG=2 AT+CGREG=0</p>	<p>//使能 PS 网络注册状态主动上报功能（默认关闭） //关闭 PS 网络注册状态主动上报功能</p>

备注

更多更详细的 AT 命令设置请参照 [Quecte_EC20_AT_Commands_Manual](#)。

Quectel Confidential

4 低功耗应用场景

4.1. 基于 UART 实施的低功耗方案

4.1.1. 需求描述

当设备实施低功耗方案时，要求主机和 EC20 都能进入低功耗状态，主机通过 UART 与 EC20 通信，不使用 USB 接口。本章节将描述该类需求的具体实施方法。

4.1.2. 硬件连接配置

- 主机与 EC20 进行 UART 连接。
- 主机 I/O 连接 EC20 的 RI 引脚，主机连接的引脚要有中断唤醒功能。
- 主机 I/O 连接 EC20 的 DTR 引脚。
- 主机指定 EC20 侧的 AP_READY 功能引脚，并且主机 I/O 与功能引脚相连（可配）。

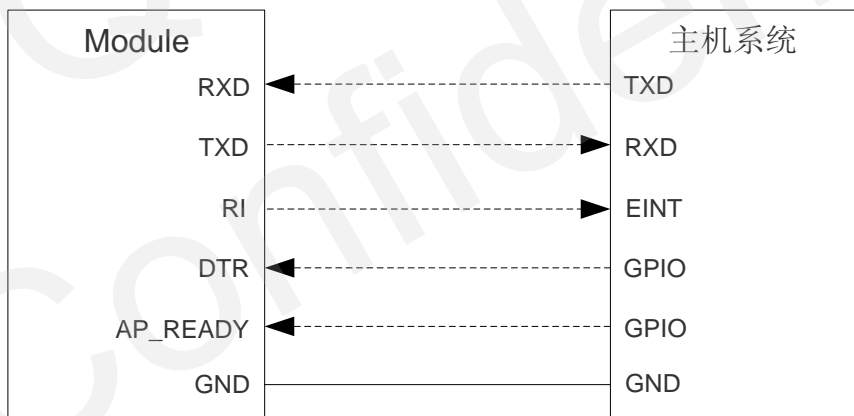


图 2: 基于 UART 的低功耗方案连接示意图

UART 是 EC20 与主机之间进行通信的重要通道，EC20 通过复用 UART 中的 DTR 引脚功能，能够让主机方便地对 EC20 进行电源管理。主机 DTR 输出为高时，将允许 EC20 进入睡眠；主机 DTR 输出为低时，若 EC20 处在唤醒状态则不会进入睡眠，若 EC20 处在睡眠状态则会被唤醒。

备注

图 2 中虚线连接表示实际应用中需要注意两个系统之间的电平匹配，实线表示可以直接连接。本章下文中其他连接示意图与此相同。

4.1.3. 软件初始化配置

- AT+QSCLK=1 将 QSCLK 控制变量置成允许 EC20 睡眠。
- AT+QURCCFG="urcport","uart1"将 EC20 主动事件指定在 UART 口上报。
- AT+QCFG="apready",<enable>[,<level>,[<interval>]]配置模块端的 AP_READY 功能。

4.1.4. 实施方法

1. 主机系统进入睡眠状态

主机系统进入低功耗状态时，主机端拉高 DTR 引脚控制模块进入睡眠状态，并将 AP_READY 引脚电平置为无效状态以表明此时主机未就绪。

2. 主机系统从睡眠中唤醒

- 主机唤醒 EC20 模块

主机拉低 DTR 引脚，并将 AP_READY 引脚电平置于有效状态以表明此时主机已经就绪。

- EC20 唤醒主机

当 EC20 有主动事件数据需要上报时，EC20 的 RI 引脚上会产生低脉冲(脉冲持续时间默认为 120ms)用于通知主机主动上报事件的到来。主机系统在睡眠状态下，需要保证能够被 EC20 上 RI 引脚的电平变化事件唤醒。在系统唤醒后，需要将 AP_READY 引脚置为有效状态以表明此时主机就绪。

4.2. 基于 USB 的 Remote Wakeup 的低功耗方案

4.2.1. 需求描述

当设备实施低功耗方案时，要求主机和 EC20 都能进入低功耗状态，同时主机支持 USB suspend/resume 和 remote wakeup 功能。本章节将描述该类需求的具体实施方法。

4.2.2. 硬件连接配置

- 主机与 EC20 间用 USB 进行连接。
- 主机指定 EC20 侧的 AP_READY 功能引脚，并且主机 I/O 与功能引脚相连。

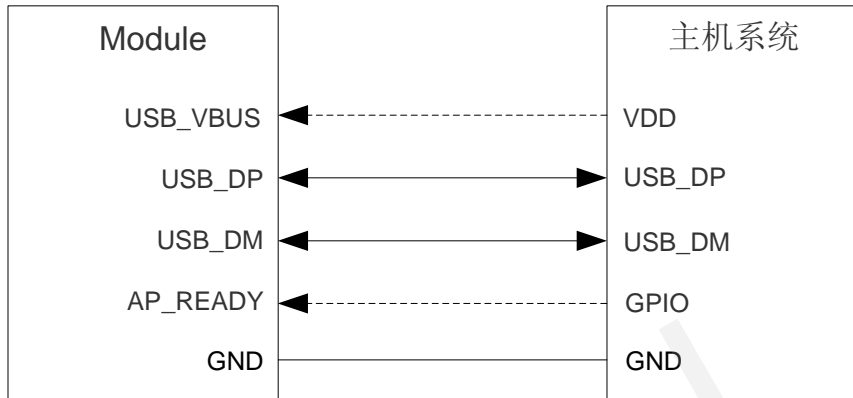


图 3: USB Remote Wakeup 连接示意图

4.2.3. 软件初始化配置

- AT+QSCLK=1 将 QSCLK 控制变量置成允许 EC20 睡眠。
- AT+QURCCFG="urcport","usbat"将 EC20 上报事件指定在 USB AT 口上报。
- AT+QCFG="apready",<enable>[,<level>,[<interval>]]配置模块端的 AP_READY 功能。
- 主机系统上做相应的系统配置和驱动配置（具体可以联系 Quectel Technical support）。

4.2.4. 实施方法

1. 主机系统进入睡眠状态

主机设置 AP_READY 引脚为无效电平，然后主机系统进行 USB suspend 动作。（EC20 支持 USB 局部挂起与全局挂起）

2. 主机系统从睡眠中唤醒

- 主机主动唤醒 EC20

当主机主动往模块发送数据时，主机进行 USB resume 动作，并将 AP_READY 引脚置为有效状态。

- EC20 主动唤醒主机

当 EC20 需要给主机发送主动上报数据时，EC20 的 USB 会先发起 USB remote wakeup 信号，主机系统端的 USB 必须能够通过 remote wakeup 信号唤醒系统本身，然后将 AP_READY 置于有效状态。

4.3. 基于 USB Suspend/Resume& RI 引脚的低功耗方案

4.3.1. 需求描述

当设备实施低功耗方案时，要求主机和 EC20 都能进入低功耗状态，同时主机支持 USB suspend/resume，但不支持 USB remote wakeup 功能，同时连接了模块的 RI 引脚作为主机外部唤醒源。在实施该类需求时，要求设备进入功耗需求时主机要把 USB disconnect，本章节将描述该类需求的具体实施方法。

4.3.2. 硬件连接配置

- 主机与 EC20 间用 USB 进行连接。
- 主机指定 EC20 侧的 AP_READY 功能引脚，并且主机 I/O 与功能引脚相连。
- 主机 I/O 连接 EC20 的 RI 引脚，主机连接的引脚要有中断唤醒功能。

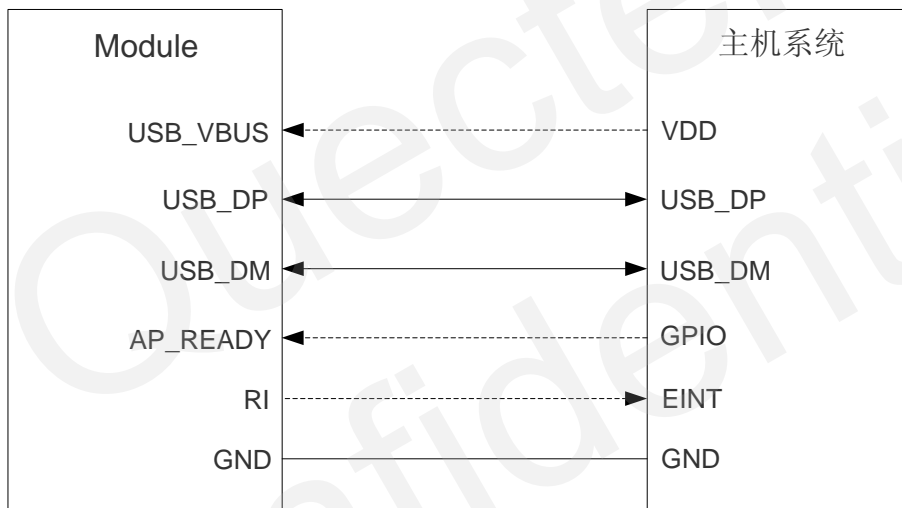


图 4: EC20 USB Suspend/Resume& RI 引脚低功耗连接示意图

4.3.3. 软件初始化配置

- AT+QSCLK=1 将 QSCLK 控制变量置成允许 EC20 睡眠。
- AT+QURCCFG="urcport","usbat"将 EC20 上报事件指定在 USB AT 口上报。
- AT+QCFG="apready",<enable>[,<level>,[<interval>]]配置模块端的 AP_READY 功能。

4.3.4. 实施方法

1. 主机进入睡眠状态

主机系统设置 AP_READY 输出电平为无效，然后 suspend USB。

2. 主机从睡眠中唤醒

- 主机唤醒 EC20

主机进行 USB resume 动作，然后将 AP_READY 置为有效状态。

- EC20 唤醒主机

EC20 有主动事件上报时，EC20 上 RI 引脚上会有低电平产生（默认为 120ms），主机系统端必须能够被 EC20 的 RI 引脚唤醒，系统在唤醒后，将 AP_READY 置为有效状态以指示 EC20 向主机输出主动上报事件。

Quectel
Confidential

5 软件机制

5.1. EC20 睡眠原理

EC20 内部有一个较低优先级的 Sleep 任务，负责检测 EC20 是否能够进入睡眠模式。EC20 内部其他的任务（RF\USB\UART 等）与睡眠控制变量一起决定 EC20 能否进入睡眠，它们向 Sleep 任务投票决定 EC20 是否可以进入睡眠。只有当其他任务与睡眠控制变量均同意 EC20 进入睡眠时，Sleep 任务将会被执行，EC20 进入睡眠模式。需要注意的是，EC20 进入睡眠模式后，RF 并不会被关闭，而是处于 DRX 模式下。

5.2. EC20 睡眠流程

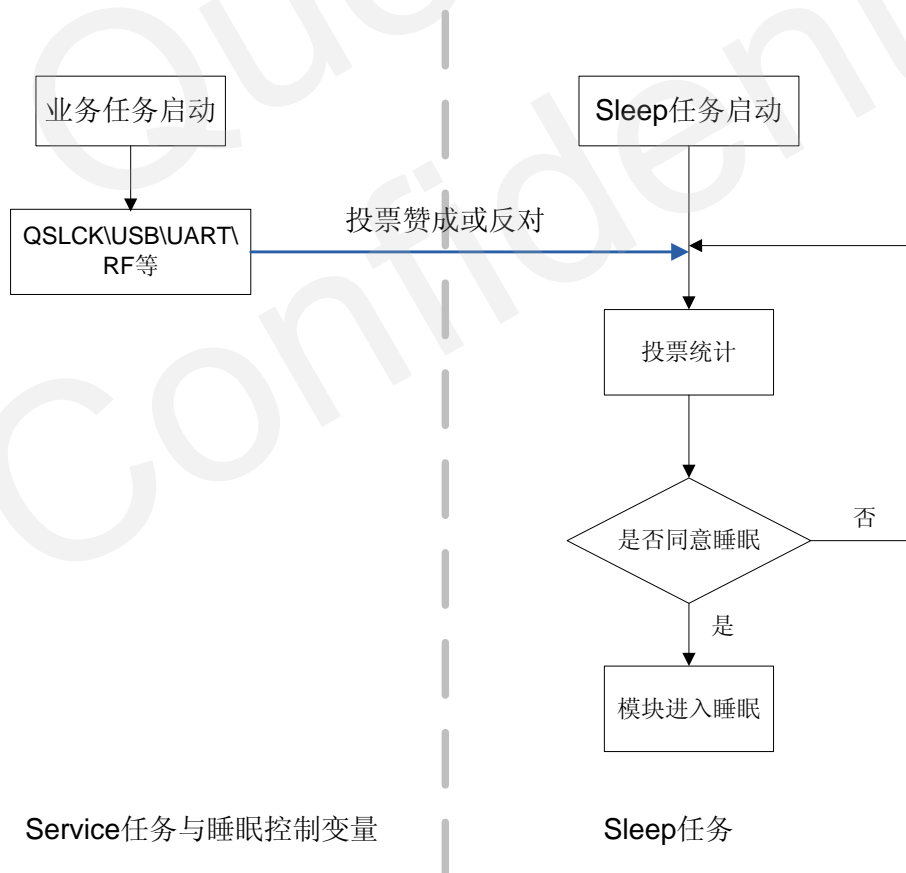


图 5: EC20 睡眠流程图

5.3. USB 睡眠原理

USB 正常通信状态下，hub 或 HCD 中的 root hub 会周期性地发送 SOF 包（全速 USB 每隔 1ms 发送一个，高速 USB 每隔 125 μ s 发送一个），此时，EC20 的 USB 会反对模块进入睡眠模式。

依照 USB 标准协议中对 suspend 的描述，当主机系统把 hub 或 root hub 中与 USB 设备 attach 的 port 设置成 suspend 后，hub 或 root hub 会终止 SOF 包的发送，USB 总线会进入 suspend 状态，在这之后，EC20 模块的 USB 会进入 suspend 模式，并同意模块进入睡眠状态。

备注

1. 针对不同的主机操作系统，Quectel 均提供了 EC20 的 USB suspend 方案。使用 Quectel 提供的方案，可以在主机系统端实现控制 EC20 进入 suspend。
2. 如果用户使用自己研发的 USB 驱动，应注意驱动需要同时支持 Global Suspend 和 Selective Suspend。

5.4. EC20 唤醒主机

5.4.1. 主机唤醒事件

EC20 主机唤醒事件是指在主机睡眠状态下，EC20 主动上报给主机并唤醒主机的特定模块事件。主机唤醒事件也称之为 URC。

5.4.2. USB 远程唤醒主机

当主机进入睡眠时，主机的 USB 总线处在 suspend 状态，如果此时 EC20 有 URC 上报给主机，EC20 会发出 Remote Wakeup 信号（持续时间>3ms）通知主机开始 USB resume 动作。

EC20 能够远程唤醒主机的要点如下：

- 主机侧的 USB 控制器需要支持 Remote Wakeup，并且 USB 控制器能够唤醒主机。因为如果主机侧的 USB 控制器不支持 Remote Wakeup，那么 USB 控制器将无法处理来自模块的 Remote Wakeup 信号。同样地，如果 USB 控制器不能够唤醒主机，那么睡眠中的主机将无法被 USB 远程唤醒。
- 对于主机来说，EC20 的 Remote Wakeup 特性是可以通过 USB 标准请求来设置的。主机侧可以通过 SET_FEATURE 使能 EC20 的 Remote Wakeup 特性，也可以通过 CLEAR_FEATURE 关闭 EC20 的 Remote Wakeup 特性。当主机进入睡眠前，需要使能 EC20 的 Remote Wakeup 特性。

- 当 EC20 发起 Remote Wakeup 信号通知主机后，主机进行的 resume 信号至少需要维持 20ms。在这之后，USB 总线会进入空闲状态，而主机的 USB 控制器必须在总线进入空闲状态的前 3s 内恢复总线上 SOF 包的发送，否则 EC20 模块又会进入 suspend 状态。

5.4.3. 主机唤醒事件配置

主机可以通过 AT+QURCCFG 配置 URC 上报的端口，如 UART 或者是 USB AT PORT。具体应用场景下，主机可以根据自身实际的硬件连接方式，将 URC 设定在指定的端口上报。默认情况下，URC 被指定在 USB AT PORT 上报。

Quectel
Confidential

6 附录 A 术语缩写

表 2: 术语缩写

Abbreviation	Description
USB	Universal Serial Bus
URC	Unsolicited Result Code
DRX	Discontinuous Reception
AP	Application
I/O	Input/Output