



BM200N 集中器、组网节点 配置软件使用说明手册 v2.1

目 录

BM200N 的配置	3
模块配置块读写	4
配置文件读写	4
基本信息	4
无线配置	4
网络 ID 高低字节	4
休眠唤醒配置	5
自主休眠	5
异步休眠	5
同步休眠	6
ROOT 持续重复发	6
ACT 引脚	7
RF 波特率	7
RF 输出功率	8
RF 信道	8
协议配置	9
UART 参数	9
HOST 开机时间	9
响应超时时间	10
报文帧结构	10
地址偏移量	10
地址长度	10
地址通配符	10
数据帧边界	11
ASCII 模式	11
二进制模式	12
固定长度帧	12
变长帧	13
组合帧	14



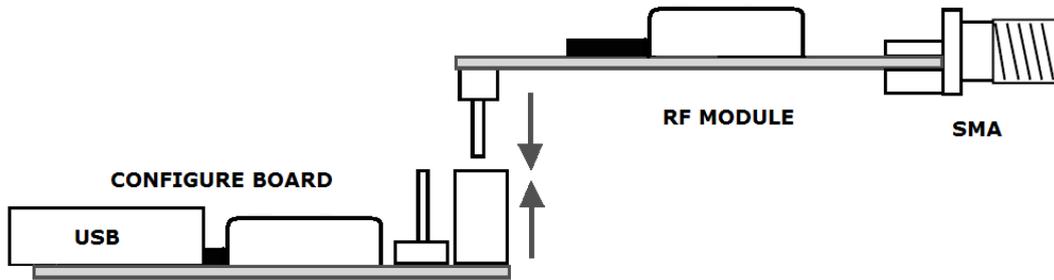
预设报文.....	15
地址选择.....	16
使用外设地址.....	16
使用模块 MAC 地址.....	17
高级配置.....	18
时钟周期.....	18
载波检测门限.....	18
自动醒来时隙.....	18
自动休眠超时.....	19
自动休眠补偿粒度.....	19
上下行超时.....	20
同步报文持续时间.....	20
信标报文持续时间.....	20
参数检查.....	20
自动配置.....	20
AT 指令.....	20
ATCR.....	21
ATCO.....	21
ATCS.....	21
ATCI.....	21

B K S T



BM200N 的配置

BM200N 模块可以通过多种途径进行配置，最基本的方式是将模块通过配置板连接到 PC，由配置工具进行配置。配置板可以对模块进行供电，并将模块的 SET 引脚接地确保模块上电后进入配置模式，并同时完成 UART 接口和 USB 协议的转换。安装完配置板的驱动后会在 PC (Windows) 上虚拟一个 COM 类型设备。模块和配置板的连接方向如下图所示：



模块和配置板的连接示意图

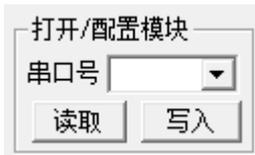
配置工具需要运行在 Windows XP 以上版本的 Windows 操作系统上，其界面如下：

配置工具界面



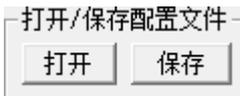


模块配置块读写



在“打开/配置模块”框里选择配置板对应的串口号，点击“读取”和“写入”按钮就可以读写模块的配置块。配置工具能够自动检测配置板从电脑 **USB** 口的插入和拔出，并给出相应的提示信息。

配置文件读写



在“打开/保存配置文件”框里点击“打开”或“保存”按钮就可以打开配置文件或者将当前配置参数保存为配置文件。

基本信息



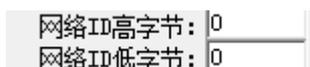
成功读取模块的配置块后，模块的基本信息会显示在“模块信息”框中。包括名称、序列号、模块 **MAC** 地址、软件版本、频段、类型和最大输出功率。其中模块的类型有两种：节点和集中器。不同类型的模块硬件相同但固件（软件）不同。

无线配置



模块“基本配置”框如图所示，包括的参数有网络 **ID**、频点、**RF** 波特率、**RF** 输出功率等参数。

网络 ID 高低字节



网络 **ID** 高低字节用来区分不同的网络，长度为 **3** 字节，用户可以设置的范围是 **0~65535**。通过设置不同的网络 **ID** 可以允许在同一个区域、同一个频点同时有多个网络共存。在没有任何规划的情况下，网络 **ID** 冲突的概率为 **0.0015%**。另外通过选择不同的工作频点，可以进一步降低网络 **ID** 冲突的概率一个数量级以上，这样实际使用中网络 **ID** 冲突的概率小于 **0.0001%**。



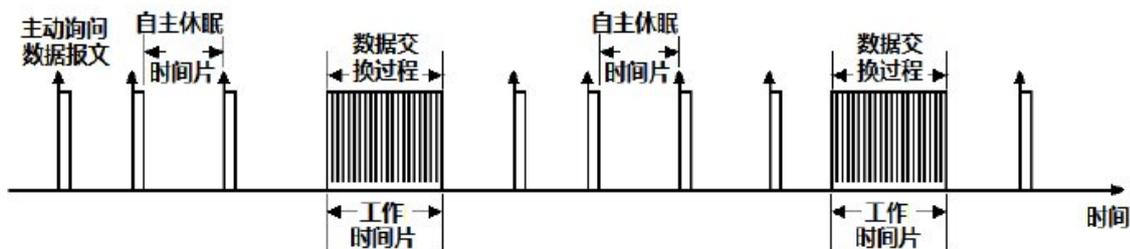
休眠唤醒配置

自主休眠

休眠唤醒配置		
自主休眠间隔 (s):	0	异步休眠睡醒比: 0
同步休眠间隔 (s):	0	<input type="checkbox"/> 使能异步休眠
		ACT引脚功能: 无
		ACT引脚休眠状态: 输出低

自主休眠间隔 (s):	0
-------------	---

休眠对于不需要进行数据中继和路由转发的叶子节点（**终端节点**），可以仅仅在需要进行收发或者询问属于自己的数据报文时才会打开射频进行数据传输，在数据传输完毕可以立即进入休眠，称之为自主休眠。自主休眠节点可以和不休眠节点之间进行突发数据传输，但自主休眠节点之间无法进行数据交换。自主休眠节点和不休眠节点之间不存在绑定关系，因此自主休眠节点可以在网络中任意移动，甚至脱离网络，自主休眠的节点按照预设的休眠时间片进行休眠，在休眠时间片结束后会主动发送报文询问广播报文，以及探测不休眠节点的存在。因此，不休眠节点无需主动唤醒自主休眠节点。在接收到串口数据报文时，可以立即结束自主休眠时间片，进行突发数据传输。自主休眠时间片的使用如下图所示：



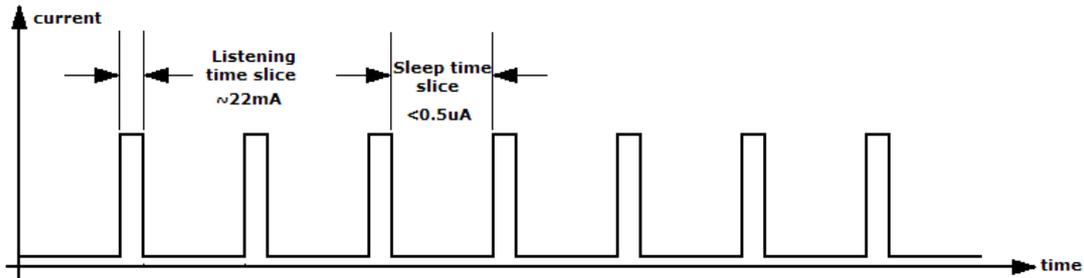
- 1、自主休眠节点没有路由和数据中继转发的能力，网络需要有不休眠的路由/网关节点和自主休眠节点配合才能进行数据传输；
- 2、不要求自主休眠节点的休眠时间片都相同，可以任意设定；
- 3、自主休眠节点可以主动醒来探测网络和询问广播报文，其休眠时间片可以设置为 **1 秒~4.5 分钟**；
- 4、如果不需要自主休眠节点主动醒来探测网络，可以设置自主休眠时间片为无穷大，这样自主休眠节点只有在收到串口数据报文时才打开射频进行数据传输，没有数据传输时会一直休眠状态；
- 5、自主休眠节点可以获得最低的待机功耗，节点功耗通常比异步休眠低 **1-3** 个数量级，可以用于低功耗传感节点、人员定位卡等应用；
- 6、在允许部署少量不休眠节点做路由的情况下，自主休眠是最佳选择；
- 7、自主休眠节点在主动醒来探测网络时采用碰撞算法，在遇到网络拥塞或者无线报京错误时，可能会导致此次数据交换失败立刻重新进入休眠时间片，但数据报文不会丢失，并且在休眠时间片结束后会继续尝试；
- 8、因此只要给足够多的时间，自主休眠单次全网数据集抄保证 **100%**可靠性；
- 9、自主休眠的网络稳定性、抗干扰能力和网络规模都要优于异步休眠网络。



异步休眠

异步休眠睡醒比: 0

模块在异步休眠模式时，会周期性地自动醒来一个很小的时隙去监听网络中的无线信号，在必要时进入正常工作模式。“睡醒比”参数是指“休眠时间片”和“监听时间片”的比值，如下图所示。



该参数的取值范围为 **0~2500**。模块接收时的电流为 **22mA**，休眠时为 **0.5uA**，占空比为 **0~2500** 范围的待机电流为 **22mA~9.3uA**。在实际使用中关心的是实际使用平均功耗而非待机电流。“睡醒比”越大，模块的待机功耗就越小但同样意味着唤醒休眠模块需要的时间越长、模块的响应速度越慢，每个报文的平均发送时间越长。因此“睡醒比”参数的设置需要综合考虑实际网络的使用情况，使得实际使用平均功耗最低。

注意：“睡醒比”是异步休眠模式的参数，和同步休眠模式无关。关于模块的同、异步休眠模式的介绍，请参见相关章节。

注意：即使“睡醒比”设置的值不为 0，也需要激活“使能异步休眠”这个选项才能使能模块的休眠。对于不休眠模块和休眠模块混合组网的情况，即使不休眠模块也要配置相同的“睡醒比”以保证混合组网的稳定性。

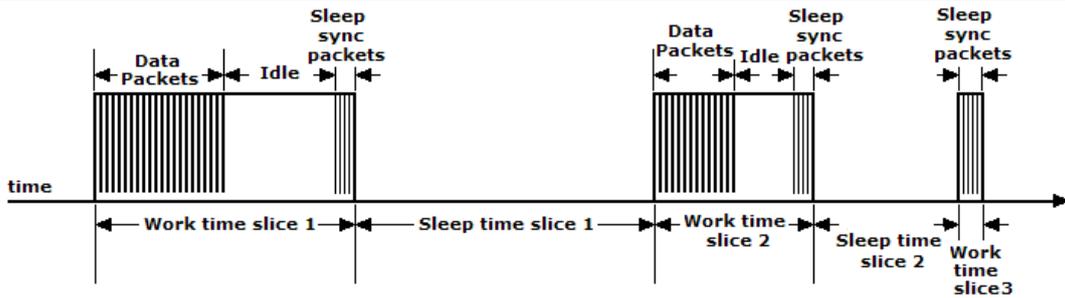
使能异步休眠

对于异步休眠模式来说，即使模块设置的“睡醒比”参数不为 **0** 也必须激活这个“休眠”选项才真正使能休眠。节点模块和集中器模块都可以进行异步休眠。对于同步休眠模式来说，不同类型的模块情况有所不同：对于**节点**模块即使不激活该选项也会进行同步休眠；而对于**集中器**模块必须激活该选项才进行同步休眠。如果网络中同时存在不休眠模块和休眠模块混合组网，为了保证组网的可靠性，对于不休眠模块也同样需要设置和休眠模块相同的“睡醒比”，但对于不需要休眠的模块不要激活这个“休眠”选项即可。

同步休眠

同步休眠间隔(s): 0

“同步间隔”是指同步休眠模式下“休眠时间片”的默认长度，该参数可以通过 **AT** 命令灵活配置，这里设置的是上电时的初始值，如下图所示。同步模式下节点的休眠时间片是严格同步的，相邻节点之间的时间片误差小于 **1ms**。时间片的同步通过同步休眠广播报文实现，该报文会在每个“工作时间片”结束时刻有**集中器/网关**向全网逐级进行广播。同步休眠广播报文携带本次“休眠时间片”的长度。如果“同步间隔”设置的值不为零会默认使能同步休眠。在使能同步休眠时，集中器/网关模块会在上行信道静默超时后自动发送同步休眠广播报文。在同步休眠结束后才能进行数据传输，如果在一个工作时间片内没有数据传输，集中器/网关也会自动发送同步休眠广播报文进行休眠。

**注意：**

- 1、“同步休眠间隔”是同步休眠模式的参数，和异步休眠模式无关。关于模块的同、异步休眠模式的介绍，请参见相关章节；
- 2、即使没有使能休眠的节点模块也在同步“休眠时间片”内被强制休眠；
- 3、该参数仅对**集中器**模块有效，但**集中器**模块只有在激活“休眠”选项时才会在“休眠时间片”内进行休眠。

重复发送
 ROOT持续重发

对于传感网络等需要进行周期性数据采集的应用来说，需要重复向网络发送相同的命令。最典型的应用就是周期性地对全网节点数据进行集抄。这种情况下，可以激活这个“**ROOT持续重发**”选项，**集中器模块就会按照所设置的“同步间隔”作为时间间隔周期自动向网络重复发送收到的命令**。从用户的角度来说，使能这个选项后网络中节点的数据就会按照类似“冒泡”的方式自动上报。该参数可以很方便地用**AT**指令对进行动态设置，这里设置的是上电时的初始模式。该参数仅对集中器模块设置，对节点模块设置无效。

ACT 引脚功能

ACT引脚功能： ACT引脚休眠状态：

ACT 为外设休眠唤醒信号，如果使能该选项 **ACT** 引脚会在向 **UART** 发送数据前被拉高，在收到响应报文或者响应超时会拉低。外设可以利用 **ACT** 信号的上升沿作为唤醒信号，下降沿作为休眠信号使用。也可以利用 **ACT** 引脚对外设的电源进行控制，可以实现对外设的电源管理。

RF 波特率

默认RF速率：
 RF速率上限：
 RF速率下限：

通过这三个下拉选项框设置 **RF** 默认波特率、**RF** 自适应波特率上限和 **RF** 自适应波特率下限。模块支持 **12种 RF 波特率：500k, 250k, 175k, 100k, 76.8K, 38.4k, 19.2k, 9.6k, 7.2k, 4.8k, 2.4k 和 1.2kbps**。

“默认 **RF 速率**”是指节点之间在进行握手（短报文）时采用的速率；“自适应 **RF 速率上限**”和“自适应 **RF 速率下限**”规定了在传输数据报文（长报文）时 **RF** 采用速率的上下边界。模块内嵌的协议会根据实际的信号质量、信号强度、误包率等因素自动计算最佳的 **RF** 速率进行数据报文的传输，可以同时兼顾了系统的稳定性和吞吐量。



“默认 RF 速率”和“自适应 RF 速率上限”需要根据无委会的规定的信道带宽去选择；“自适应 RF 速率下限”可以根据实际组网的节点间的距离、传输时间去设置：RF 的速率越低传输距离越远，但需要耗费更长的时间。“默认 RF 速率”直接关系到模块的休眠待机功耗、响应速度等系统关键指标，该参数应该在允许范围内设置的越高越好。“默认 RF 速率”设置的越高在相同的“睡醒比”下的休眠周期就越短，唤醒时间越短、响应速度也越快。推荐“默认 RF 速率”设置与“自适应 RF 速率上限”相同。

对于 433MHz 频段，无委会规定的信号带宽为 400KHz，推荐设置为：

“默认的 RF 速率”：100Kbps

“自适应 RF 速率上限”：100Kbps

“自适应 RF 速率下限”：1.2Kbps

对于 470MHz 频段，无委会规定的信号带宽为 200KHz，推荐设置为：

“默认的 RF 速率”：38.4Kbps

“自适应 RF 速率上限”：38.4Kbps

“自适应 RF 速率下限”：1.2Kbps

RF 输出功率

RF 输出功率：+20dBm

RF 的输出功率可以通过这个拉选项框进行配置。

RF 信道

起始频点 (MHz): 432.0000
 起始主信道号: 0
 起始辅助信道号: 2
 信道间隔 200KHz: 2
 主信道数: 1
 辅助信道数: 16

“起始频点”设置信道号为 0 的频率，模块的信道间隔为 200KHz。对于信道号为 N 的信道的频点为：
 $\text{Freq} = \text{【“起始频点”} + (\text{N} \times 200\text{KHz}) \text{】}$ 。第 M（从 0 开始）个辅助信道的信道号 N 的计算公式为：
 $\text{N} = \text{【“起始辅助信道号”} + (\text{M} \times \text{“辅助信道间隔”}) \text{】}$ 。辅助信道的个数可以设置为 1, 2, 4, 8, 16。
 不同的 RF 波特率需要的大致带宽如下表所示：

不同 RF 速率与所需信道带宽		
RF 速率 (bps)	所需带宽 (Hz)	所需信道间隔 (个)
500K	2M	10
250K	1M	5
175K	600K	3
100K	400K	2
76.8K	400K	2
38.4K	200K	1
19.2K	200K	1
9.6K	200K	1
7.2K	200K	1
4.8K	200K	1
2.4K	200K	1
1.2K	200K	1



注意:

- 1、为了防止相邻信道干扰，主信道和辅助信道之间、任何辅助信道之间的间距要大于或等于对应的 RF 速率所需的带宽。
- 2、主信道不能与任何辅助信道重叠。
- 3、主信道号不一定要设置为 0，但是满足上面 2 个条件。
- 4、信道号不能大于 255。
- 5、信道的频点需要根据无委会的要求去设置。

例如，对于图中显示的值来说，起始频点为 431.4MHz，主信道号为 0，起始辅助信道号为 5，辅助信道间隔为 5，辅助信道个数为 4。则容易得出：

主信道频点： $431.4\text{MHz} + (0 \times 200\text{KHz}) = 431.4\text{MHz}$;

辅助信道 0 频点： $431.4\text{MHz} + \{ [5 + (0 \times 5)] \times 200\text{KHz} \} = 432.4\text{MHz}$

辅助信道 1 频点： $431.4\text{MHz} + \{ [5 + (1 \times 5)] \times 200\text{KHz} \} = 433.4\text{MHz}$

辅助信道 2 频点： $431.4\text{MHz} + \{ [5 + (2 \times 5)] \times 200\text{KHz} \} = 434.4\text{MHz}$

辅助信道 3 频点： $431.4\text{MHz} + \{ [5 + (3 \times 5)] \times 200\text{KHz} \} = 435.4\text{MHz}$

协议配置

UART协议配置		
UART波特率:	115200	外设开机时间(ms): 1000
UART起始位:	低	响应超时时间(ms): 100
UART校验位:	没有	地址长度(字节): 6
UART停止位:	1	广播地址通配符: 70
报文帧模式:	ASCII	多播地址通配符: 102
帧头尾检测:	不检测	ROOT重发次数: 0
		下行地址偏移量: 1
		上行地址偏移量: 1
		报文长度偏移量: 255
		报文长度修正值: 255
		帧起始同步字: 126
		帧结束同步字: 13
串口接收确认报文:		
节点外设探测报文:		
预存广播报文1:	7E 46 46 46 46 46 52 44 44 0D	
预存广播报文2:	7E 66 66 66 66 66 52 44 44 0D	
外设唤醒前导报文:		
射频发送成功报文:		
射频发送失败报文:		

“协议配置”框如图所示，包括 UART、外设开机时间、响应超时时间、报文帧结构和预存命令等参数。具体介绍如下：

UART 参数

UART波特率:	115200
UART起始位:	低
UART校验位:	没有
UART停止位:	1

UART 参数包括波特率、起始位电平、校验位和停止位，可以通过下拉选项设置。波特率支持 2400、4800、9600、14400、19200、28800、38400、57600、76800、115200、230400bps。

注意：UART 接口不支持流控。



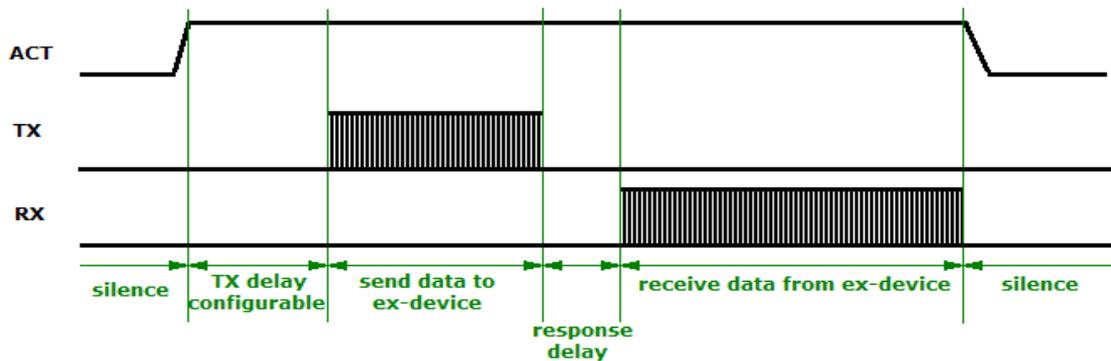
外设开机时间

外设开机时间 (ms):

与模块连接的外部设备在此处称之为**外设**，“**外设开机时间**”有双重含义：

1、外设从上电到初始化完成、**UART** 接口能够正常工作所需要的时间；

2、在使能 **ACT** 引脚时，该参数也被用于向外设发送数据报文的唤醒延时时间，也就是如图所示的“**TX delay**”时间。



响应超时时间

响应超时时间 (ms):

超时时间有两重含义：

1、外设接收到命令的响应超时时间；

2、**UART** 数据帧传输连续两个字符最大时间间隔。

此处应该填写以上两个超时时间的最大值。如果模块在“**响应超时时间**”内得不到外设的响应或者 **UART** 数据帧接收字符超时，模块会进行超时处理。

报文帧结构

模块需要从用户的数据帧中解析地址信息（下行目的地址和上行源地址）作为路由和转发的依据，同时对用户的数据帧边界和内容判别可以防止乱码的干扰。模块提供了极为丰富的帧结构配置参数，基本上可以支持所有可能的用户协议。因此，用户仅需要对现有的协议帧结构进行配置，不需要对现有设备、协议做任何修改，更不需要对模块和现有设备进行再次开发。帧结构的配置参数有报文帧模式、帧同步字、地址偏移量、地址通配符、长度偏移量、长度修正值等，请参见各个参数的详细说明：

地址偏移量

下行地址偏移量:

上行地址偏移量:

需要从数据报文内容中解析出地址信息，并根据地址信息进行路由和报文转发。对于上行报文需要知道报文的源地址，对于下行报文需要知道报文的地址。下行是集中器模块发往节点模块方向；上行是从节点模块发往集中器模块方向。

● “下行报文地址偏移量”是 目的 地址的开始字节相对于“帧起始同步字”的字节偏移量。

● “上行报文地址偏移量”是 源 地址的开始字节相对于“帧起始同步字”的字节偏移量。

注意：该参数的取值范围为 0~255；其中 255 表示该参数无效，即不检测报文中的地址。



地址长度

地址长度(字节):

模块可以支持报文的地址字段的长度为 **1~16** 字节，甚至更长。该参数指定用户数据帧中的地址字段的字节长度。

地址通配符

广播地址通配符:	<input type="text" value="70"/>
多播地址通配符:	<input type="text" value="102"/>

利用广播和多播地址通配符可以实现报文的广播和多播功能，可以分别设置一个广播地址通配符和一个多播地址通配符。模块可以支持下行广播、多播和单播，不同的数据传输方式选择的依据就是目的地址中是否含有地址通配符。集中器模块会检测下行数据报文的地址，如果地址中含有通配符，则会按照广播或多播的方式进行报文的分发。节点在接收到报文后，也会比较报文目的地址中通配符，如果自己属于该地址段则会将报文转发给外设。

注意： 这里配置的数值是十进制。

数据帧边界

报文帧模式:	<input type="text" value="ASCII"/>	多播地址通配符:	<input type="text" value="102"/>	帧起始同步字:	<input type="text" value="126"/>
帧头尾检测:	<input type="text" value="不检测"/>	ROOT重发次数:	<input type="text" value="0"/>	帧结束同步字:	<input type="text" value="13"/>

模块定义了两种报文帧模式：**ASCII 模式**和**二进制模式**。在这里 **ASCII 模式**并非指数据报文都是由 **ASCII** 字符构成。如果报文中的数据内容不与“**帧起始同步字**”和“**帧结束同步字**”相同，那么就可以采用 **ASCII 模式**，用同步字作为帧边界的判断依据；否则请采用二进制模式，该模块会对报文中的长度域进行解析并作为判断帧边界的依据。帧头和帧尾同步字的检测可以分别进行使能。在不使能同步字检测时，数据帧边界会按照超时判断，即当两个字符之间的间隔时间大于“**响应超时时间**”时，则这两个字符之间会作为前后两个数据帧的边界。

注意：

- 1、在开启帧头和帧尾同步字检测时，同步字长度均为一个字节；
- 2、报文长度偏移量和报文长度修正值的取值范围是 **0~255**，其中 **255** 表示该参数无效，即不对报文长度进行解析和检测；
- 3、在不使能帧首尾同步字检测时，可以接受任何格式的报文，相当于报文的透明传输；
- 4、所有相关的配置参数的均为十进制。

ASCII 模式

ASCII 模式下数据帧的边界会根据“**帧起始同步字**”和“**帧结束同步字**”或者超时来进行判断，而不需要解析报文中的长度字段。“**帧起始同步字**”和“**帧结束同步字**”可以相同，帧首尾同步字检测可以使能也可以不使能，报文可以变长。参数配置：

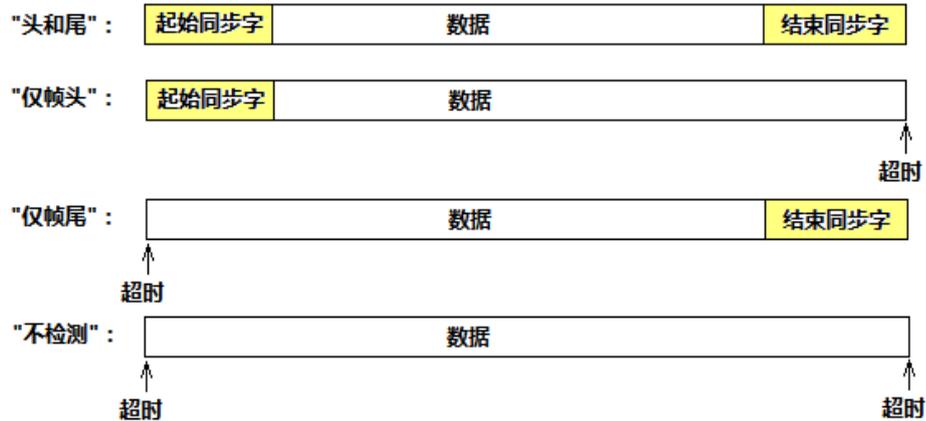
- “报文帧模式”选择为“**ASCII**”；



- “帧头尾检测” 根据需要选择：不检测、仅帧头、仅帧尾、头和尾；
- “报文长度偏移量” 不需要设置；
- “报文长度修正值” 不需要设置；
- “帧起始同步字” 设置为第一个帧开始的标识字符；
- “帧结束同步字” 设置为最后一个帧结束的标识字符；

ASCII 模式，数据帧起始、结束点判定如下图所示：

“帧头尾检测”方式：



举例说明：

某公司某型号温湿度传感器，采用 ‘{’ 字符作为帧的起始标志， ‘\r’ 回车符作为帧的结束标志，帧携带的数据内容不会与帧起始字符和帧结束字符重复。其帧结构如下所示：

某公司某型号温湿度传感器帧结构		
帧起始符	{	1 字节
地址	A0~A5	6 字节， ‘0’ ~ ‘9’
数据域	DATA	长度不固定，ASCII 字符
校验码	CS	1 字节
帧结束符	\r	1 字节

其中 ‘~’ (0x7E) 为地址通配符。帧包含的数据内容和帧起始符、帧结束符不重复，因此比较适合采用 ASCII 模式。具体参数配置如下：

参数名称	值	说明
报文帧模式	ASCII	帧起始符和帧结束符为特殊字符
帧头尾检测	头和尾	帧头尾同步字都进行检测
报文长度偏移量	X	不用设置
报文长度修正值	X	不用设置
帧起始同步字	123	“帧起始符” - ‘{’
帧结束同步字	13	“帧结束符” - ‘\r’
下行报文地址偏移量	1	“地址” 域之前的所有域字节数之和
上行报文地址偏移量	1	“地址” 域之前的所有域字节数之和
地址长度	6	“地址” 域的长度



广播地址通配符	238	“地址通配符” - 0x7E
多播地址通配符	238	“地址通配符” - 0x7E

二进制模式

二进制模式能够对报文中的长度域进行解析并作为判断帧边界的依据。可以支持变长、定长、组合帧以及透明传输等不同帧结构，详细介绍如下：

固定长度帧

帧的长度是固定值，不要求帧的内容里携带长度信息。参数配置：

- “报文帧模式”选择为“二进制”；
- “帧头尾检测”根据需要选择：不检测、仅帧头、仅帧尾、头和尾；
- “报文长度偏移量”设置为 255（无效参数）；
- “报文长度修正值”设置为帧的固定长度值；
- “帧起始同步字”设置为帧开始的标识字符（可选）；
- “帧结束同步字”设置为帧结束的标识字符（可选）；

二进制模式下固定长度报文的帧起始、结束点判定如下图所示：



举例说明：

某公司某型号智能燃气表采用固定长度 44 字节的数据帧，帧结构如下所示：

域名称	值	长度
帧起始符	0x68	1 字节
控制域	C	1 字节
地址	A0~A4	5 字节
数据域	DATA	35 字节
校验码	CS	1 字节
帧结束符	0x16	1 字节

其中 0xEE 为地址通配符。由于数据域中的内容可能和帧起始符重复，并且帧长度固定，因此比较适合采用固定长度帧的二进制模式。具体参数配置如下：

参数名称	值	说明
报文帧模式	二进制	帧起始符可能重复出现
帧头尾检测	头和尾	帧头尾同步字都进行检测
报文长度偏移量	255	标识该参数无效
报文长度修正值	44	帧长度固定值 - 44 字节
帧起始同步字	104	“帧起始符” - 0x68
帧结束同步字	22	“帧结束符” - 0x16
下行报文地址偏移量	2	“地址”域之前的所有域字节数之和



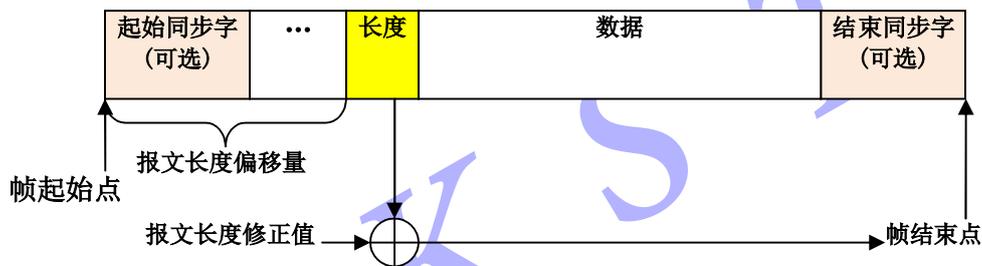
上行报文地址偏移量	2	“地址”域之前的所有域字节数之和
地址长度	5	“地址”域的长度
广播地址通配符	238	“地址通配符” - 0xEE
多播地址通配符	238	“地址通配符” - 0xEE

变长帧

帧的长度不是固定值，但是帧的内容里携带长度信息，可以通过计算得到帧的总长度。参数配置：

- “报文帧模式” 选择为 “二进制” ；
- “帧头尾检测” 根据需要选择：不检测、仅帧头、仅帧尾、头和尾；
- “报文长度偏移量” 设置为长度域相对与帧第一个字符的字节偏移量；
- “报文长度修正值” 设置为帧的总长度与长度域数值之间的差值；
- “帧起始同步字” 设置为帧开始的标识字符（可选）；
- “帧结束同步字” 设置为帧结束的标识字符（可选）；

二进制模式下变长帧报文的帧起始、结束点判定如下图所示：



举例说明：

多功能电表本地通信规约 DL/T645 规定的帧结构如下表所示：

通信规约 DL/T645 帧结构		
帧起始符	0x68	1 字节
地址	A0~A5	6 字节
帧起始符	0x68	1 字节
控制域	C	1 字节
数据域长度	L	1 字节
数据域	DATA	L 字节
校验码	CS	1 字节
帧结束符	0x16	1 字节

其中 0x99999999 为广播地址，0xAA 为地址的通配符。由于帧起始符重复出现并且帧携带数据域长度信息，因此比较适合采用变长帧的二进制模式。具体参数配置如下：

参数名称	值	说明
报文帧模式	二进制	帧起始符重复出现
帧头尾检测	头和尾	帧头尾同步字都进行检测
报文长度偏移量	9	“数据域长度 L” 之前的所有域字节数之和



报文长度修正值	12	除“数据域”之外的所有域字节数之和
帧起始同步字	104	“帧起始符” - 0x68
帧结束同步字	22	“帧结束符” - 0x16
下行报文地址偏移量	1	“地址”域之前的所有域字节数之和
上行报文地址偏移量	1	“地址”域之前的所有域字节数之和
地址长度	6	“地址”域的长度
广播地址通配符	153	“广播地址” - 0x99 (0x99999999)
多播地址通配符	170	“地址通配符” - 0xAA

组合帧

帧的长度不是固定值，但是帧不携带长度信息或者也不可以通过简单的方式计算得到帧的总长度。这种情况下可以根据超时判断帧结束边界，但仍然可以使能帧结束同步字进行对帧结束边界进行检测，参数配置：

- “报文帧模式”选择为“二进制”；
- “帧头尾检测”根据需要选择：不检测、仅帧头、仅帧尾、头和尾；
- “报文长度偏移量”设置为 255（无效参数）；
- “报文长度修正值”设置为 255（无效参数）；
- “帧起始同步字”设置为帧开始的标识字符（可选）；
- “帧结束同步字”设置为帧结束的标识字符（可选）；



说明：在二进制模式“报文长度偏移量”和“报文长度修正值”两个参数均为 255（无效值）的情况下，即使使能了帧结束同步字的判断，对报文结束的边界的判断只能依赖超时判断为依据。这时使能帧结束同步字的判断的目的是为了检测超时判断的准确性。

举例说明：

某交通流量监控设备的基本帧结构如下表所示，基本帧为固定长度。但是应用时往往会将多个基本帧拼接在一起发送。

某交通流量监控设备基本帧结构		
帧起始符	0xB0	1 字节
地址	A	1 字节
数据域	DATA	4 字节
帧结束符	0xFF	1 字节



其中 **0xFF** 和 **0x00** 为广播地址。虽然基本帧为固定长度，但是多帧的拼接其组合帧的长度并不固定，模块无法通过已接收到的数据判断帧的结束位置。因此可以选择超时判断帧的结束位置。具体参数配置如下：

参数名称	值	说明
报文帧模式	二进制	帧起始符重复出现
帧头尾检测	头和尾	帧头尾同步字都进行检测
报文长度偏移量	255	标识该参数无效
报文长度修正值	255	标识该参数无效
帧起始同步字	176	“帧起始符” - 0xB0
帧结束同步字	255	“帧结束符” - 0xFF
下行报文地址偏移量	1	“地址”域之前的所有域字节数之和
上行报文地址偏移量	1	“地址”域之前的所有域字节数之和
地址长度	1	“地址”域的长度
广播地址通配符	255	“广播地址” - 0xFF
多播地址通配符	0	“广播地址” - 0x00

预设报文

串口接收确认报文：	7E 4F 4B 0D
节点外设探测报文：	
预存广播报文1：	7E 46 46 46 46 46 52 44 44 0D
预存广播报文2：	7E 66 66 66 66 66 52 44 44 0D
外设唤醒前导报文：	
射频发送成功报文：	
射频发送失败报文：	

用户可以设置预设报文，配置需要按照 **16** 进制文本方式即将原始报文中的每个字节用 **2** 个字节的 **16** 进制 **ASCII** 字符表示，字符之间用空格隔开。详细介绍如下：

1、“串口接收确认报文”

如果设置了该参数，模块从 **UART** 接收到每一个数据帧后都会通过 **UART** 向外设发送这个预设“**串口接收确认报文**”。外设可以通过该报文作为握手信号，判断模块是否正确接收并解析出了自己发送的数据帧。“**串口接收确认报文**”最长支持 **48** 字节。**在模块串口接收到完整的数据帧后会立即回会通过串口发送该报文通知外设 MCU 确认串口已经准确收到刚刚的数据帧；**

2、“节点外设探测报文”

通过设置该参数可以让模块在上电时自动获取外设的地址。模块如果正确获得外设的地址就可以直接采用外设地址进行组网和路由。模块在上电后先等待“**外设开机时间**”后向外设发送该预设命令并等待外设的响应。如果模块在“**响应超时时间**”内得到外设的地址请求响应，就可以在响应数据帧内解析并记录外设的地址信息。如果在“**响应超时时间**”内没有收到外设的响应，则会继续向外设发送“**读取外设地址命令**”并继续等待外设的响应。模块最多会向外设发送 **5** 遍“**读取外设地址命令**”，如果外设一直没有响



应模块会放弃尝试。在一直得不到外设响应的模块会作为一个纯中继模块参与组网。不过如果即使模块放弃尝试获得外设的地址后，只要外设向模块发送一个数据帧，模块依旧可以获得外设的地址，从一个纯中继节点变成一个挂接外设的节点参与组网。“节点外设探测报文”最长支持 48 字节。

注意：网络中并没有特定设备完成外设地址与模块 MAC 地址之间的转换，外设地址和模块的 MAC 地址不能同时使用。

注意：在需要采用外设地址进行组网的应用下，必须设置“节点外设探测报文”，否则模块会采用自己的 MAC 地址进行组网和路由，详情请参见相关章节。

3、“预存广播命令 1”和“预存广播命令 2”

用户可以设置两个最常用的广播命令报文，比如全网所有节点数据抄读命令。当集中器模块收到与预设的广播命令相同的命令报文时，就可以用简短的报文替代预设报文的内容，省去广播命令的分发过程，这样提高网络的响应速度、节省对电源的消耗。除此之外，预设广播命令用途还有：

- **实现报文的转换。**如果节点模块和集中器模块的预设报文内容不同，则就可以实现向集中器模块发送 A 报文，节点模块向外设下达 B 报文的效果。

- **按照广播的方式发送“非广播地址”的特殊命令。**预设报文不对目的地址是否为广播地址做检查，因此可以广播目的地址为非广播地址的报文，也可以广播没有地址字段的命令。

地址选择

模块可以采用外设地址或者模块 MAC 地址二选一进行组网。模块上电是会检测是否设置了“节点外设探测报文”，若该参数设置为空则采用模块 MAC 地址否则会采用外设的地址。

使用外设地址

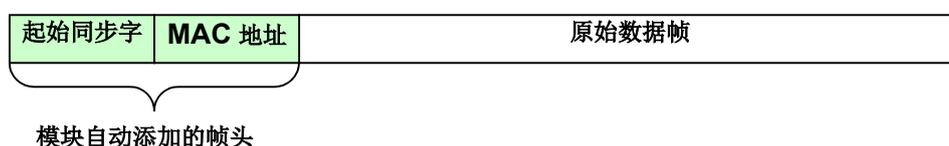
若设置了“节点外设探测报文”，模块在上电后先等待“外设开机时间”后向外设发送“节点外设探测报文”并等待外设的响应。在第一次收到外设的数据报文时，会解析并记录数据帧中的地址字段作为自己的地址。一旦模块获取了外设地址就不再接受新的地址，因此如果外设改变了地址需要将模块复位重新获取外设地址。外设地址的长度可以为 1~16 字节。

使用模块 MAC 地址

若没有设置“节点外设探测报文”，模块便会采用 MAC 地址进行路由和组网。采用 MAC 地址的应用场景有：

- 外设设备没有地址或者没有唯一的地址；
- 现有的数据报文中没有地址信息，如点对点的應用；
- 多种不同协议的设备组网，没有统一的地址字段。

采用 MAC 地址进行路由几乎不需要对现有的协议或者数据帧格式进行修改，**对于上行数据节点模块会自动在接收到外设数据帧前添加一个额外的帧头。这个额外的帧头由一个“帧起始同步字”和“MAC 地址”组成：**





对于下行数据，节点模块会自动丢弃额外的帧头，进向外设发送原始数据帧。因此，对于外设来说对这个额外的帧头毫无知觉。虽然模块的 MAC 地址默认只有 6 字节，但是用户仍然可以设置 MAC 地址字段的长度为 1~16 字节。模块的 MAC 地址可以通过配置软件进行修改。

采用 MAC 地址的配置方式如下：

- “节点外设探测报文”：设置为空；
- “预存广播命令 1”：包含“额外帧头”的数据帧，模块会检测该命令的第一个字符作为“额外帧头”的“起始同步字”；
- “帧起始同步字”：原始数据帧的起始标识符；
- “帧结束同步字”：原始数据帧的结束标识符；
- “地址长度”：MAC 地址的长度；
- “广播地址通配符”：MAC 地址的广播地址通配符；
- “多播地址通配符”：MAC 地址的多播地址通配符。

注意：如果“节点外设探测报文”和“预存广播命令 1”都没有设置，则模块会采用外设的地址进行路由。但是这种情况下模块上电时不能主动获取外设的地址，需要外设主动向模块发送报文告诉外设的地址。在此之前，模块会做为一个中继模块参与组网，不会向外设发送任何报文。

举例说明采用 MAC 地址做路由的具体配置方法：

协议配置

UART波特率: 19200	HOST开机时间 (ms): 1700	下行报文地址偏移量: 1
UART起始位: 低	响应超时时间 (ms): 100	上行报文地址偏移量: 1
UART校验位: 没有	地址长度 (字节): 6	报文长度偏移量: 0
UART停止位: 1	广播地址通配符: 70	报文长度修正值: 0
报文帧模式: ASCII	多播地址通配符: 102	帧起始同步字: 123
	<input type="checkbox"/> 检测帧结束同步字	帧结束同步字: 13

确认ACK报文:
 读取HOST地址命令:
 预存广播命令1: 7E 46 46 46 46 46 7B 46 39 39 52 44 44 7D 0D
 预存广播命令2:
 NULL

extra frame head original data frame

UART协议配置

UART波特率: 115200	外设开机时间 (ms): 1000	下行地址偏移量: 1
UART起始位: 低	响应超时时间 (ms): 100	上行地址偏移量: 1
UART校验位: 没有	地址长度 (字节): 6	报文长度偏移量: 255
UART停止位: 1	广播地址通配符: 70	报文长度修正值: 255
报文帧模式: ASCII	多播地址通配符: 102	帧起始同步字: 126
帧头尾检测: 不检测	ROOT重发次数: 0	帧结束同步字: 13

串口接收确认报文:
 节点外设探测报文:
 预存广播报文1: 7E 6 46 46 46 46 52 44 4 0D
 预存广播报文2: 7E 66 66 66 66 66 66 52 44 44 0D
 外设唤醒前导报文:
 射频发送成功报文:
 射频发送失败报文:
 Null

采用 MAC 地址配置示意图



外设唤醒前导报文:	
射频发送成功报文:	
射频发送失败报文:	

外设唤醒前导报文

对于异步休眠节点的无线唤醒通常采用前导的方式，然而这种唤醒方要求报文的前导长度大于休眠时间片的长度才能基本保证能够唤醒休眠节点。

射频发送成功报文

模块通过无线发送成功一包单播数据帧后 (**广播无效**)，会通过串口发送该报文通知外设 **MCU** 数据报文被无线成功发送；

射频发送失败报文

模块通过无线发送失败一包单播数据帧后 (**广播无效**)，会通过串口发送该报文通知外设 **MCU** 数据报文无线发送失败；

总结

Wave Mesh 协议在不休眠情况下可以保证 **100%**数据可靠性。在休眠情况下会因为优先保证功耗，**存在极小无线数据报文发送不成功的可能性**。但是在无线发送失败的情况下也绝不会丢弃任何数据报文，等待网络恢复或者干扰消除后会继续发送之前未发送的报文。

因此 **Wave Mesh** 协议可以被认为是一种可靠传输网络协议。在连续发送多个报文的应用中仍然会发现无线模块丢包的现象，其实数据包是被无线模块的串口丢弃而不是无线。无线模块的片内的数据缓存数量有限，在无线网络拥塞的情况下，模块缓存中的数据报文还没来得及通过无线发送，这时如果向模块串口持续发送新的报文会导致缓冲区满。在模块缓冲区满之后会临时关闭串口，这时再向模块串口发送数据报文就会被丢弃。只有等待数据报文发送成功或者失败之后，才会再次打开模块串口接收新的报文。

高级配置

高级配置							
时钟tick(us):	216	错误重发次数(次):	256	同步报文持续时间(tick):	25	最大持续工作时间:	
下行超时(ms):	2160	自动醒来时隙(tick):	25	信标报文持续时间(tick):	30	0	(秒)
上行超时(ms):	2160	自动休眠超时(ms):	2160	自动休眠补偿粒度(tick):	100		

在点开 **高级选项<<** 按钮在配置工具对话框的底部就会出扩展的高级配置选项，如上图所示。在这里可以配置时钟周期、载波检测门限、自动休眠超时、自动醒来间隙、上下行的超时时间、以及同步报文和信标报文的持续时间等参数。

注意：使能高级配置选项后配置工具不会自动去修改和检查高级配置里的参数设置是否正确。

时钟 tick (us)

时钟tick(us):	216
-------------	-----



时钟周期是进行碰撞避免回退的最小时间单位，该值和所选择的 **RF** 基本波特率有关。推荐采用配置工具的建议值，不建议对改值做任何修改。

自动醒来时隙

自动醒来时隙 (tick): 25

该参数是指异步休眠模式的“监听时间片”的长度，单位是 **tick**（时钟周期）。推荐采用配置工具的建议值，不建议对改值做任何修改。

自动休眠超时

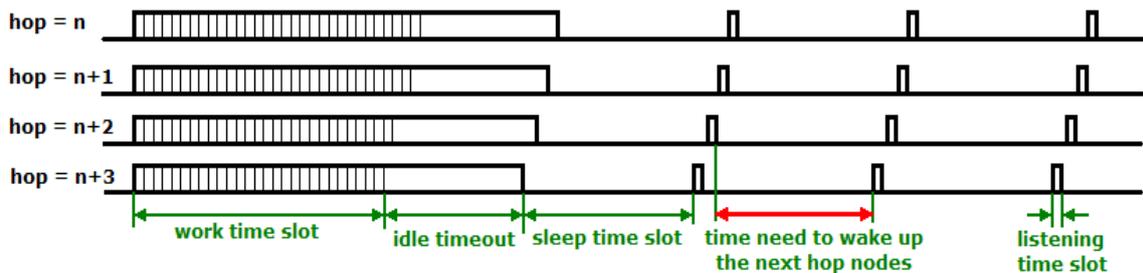
自动休眠超时 (ms): 2160

当模块使能了异步休眠，如果 **RF** 在“自动休眠超时”时间内一直处于空闲状态，模块就会自动进入异步休眠。对于没有使能休眠的节点，这个参数为重新校准 **RF** 频率的周期。可以根据实际网络拓扑和实际应用进行设置，经验值为 **1~5S**。

自动休眠补偿粒度

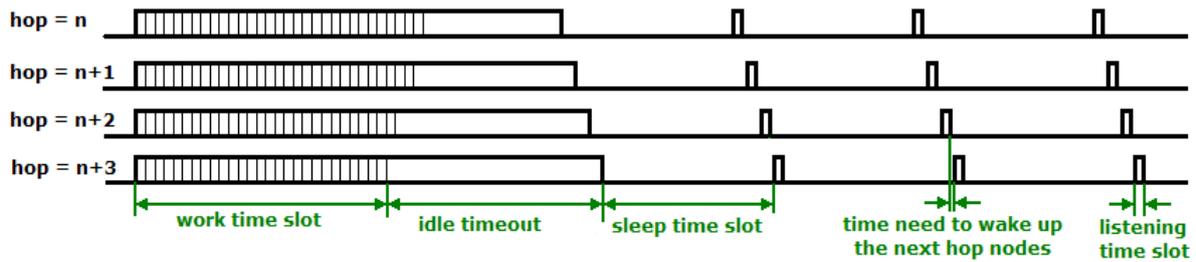
自动休眠补偿粒度 (tick): 100

对于异步休眠模式来说，模块会在 **RF** 空闲“自动休眠超时”时间后自动进入异步休眠。对于 **AMR** 应用来说上行数据需要经过多次转发给集中器节点，因此距离集中器较近的节点需要转发较远节点的数据，远处节点也就会比近处的节点提前进入 **RF** 空闲状态。如果所有节点设置的空闲超时休眠时间相同，则距离集中器远处的节点一定会先于近处的节点进入休眠。在对全网节点进行唤醒时，最坏情况是刚好在前一级节点被唤醒时刻后一级节点刚刚开始进入休眠。这样前一级节点就需要一个休眠周期才能唤醒后一级节点，如下图所示：



唤醒最坏情况示意图

如果距离集中器更远的节点等待更长空闲休眠超时时间，使得距离集中器远处的节点晚于近处的节点休眠，就可以大大节省全网唤醒的时间。最佳的情况是前一级节点被唤醒后就能立即唤醒后一级节点，这样这个网络就能够在很短时间内被唤醒。如下图所示：



唤醒最理想情况示意图

通过设置“自动休眠补偿粒度”就可以实现距离集中器更远的节点等待更长空闲超时时间才去休眠，这样就可能实现最理想的唤醒情况。对于距离集中器为 N 跳的节点，其自动休眠的空闲超时总时间为【“自动休眠超时” + $N \times$ “自动休眠补偿粒度”】。“自动休眠超时”单位为时钟周期 (tick)，建议值为 1-2 个报文的转发时间，最好根据实际组网的情况设置为经验值。

上下行超时

下行超时 (ms):	2160
上行超时 (ms):	2160

网络中可能会遇到各种意外，比如中继节点掉电、收到无线干扰等等，很可能某节点就变成孤立节点。孤立节点找不到路由，因此也就无法发送数据报文。为了避免节点在遇到网络故障长时间发送无效的路由请求等报文，浪费电能和无线信道资源。这个问题可以通过设置上下行超时时间得到解决，节点在尝试发送数据报文超过该阈值时间后就会放弃。推荐的超时时间为 4s，对于使能休眠的网络需要大于 2 个节点休眠周期。

同步报文持续时间

同步报文持续时间 (tick):	25
------------------	----

该参数为同步休眠模式的“同步休眠”报文的持续时间。增加该参数可以增加同步报文的发送次数，提高网络的可靠性但是同时也会增加功耗。该参数要小于“信标报文持续时间”。

信标报文持续时间

信标报文持续时间 (tick):	30
------------------	----

该参数需要根据“睡醒占空比”和“自动醒来时隙”来设置，推荐值的范围为【“睡醒占空比” \times “自动醒来时隙” / 2】 ~ 【“睡醒占空比” \times “自动醒来时隙”】。信标报文用于异步休眠网络的全网唤醒和下行广播。增加该参数可以增加信标报文的发送次数，增加网络的可靠性但是同时也会增加功耗。

最大持续工作时间

最大持续工作时间:	0 (秒)
-----------	-------

参数检查

应用

在修改完参数后，可以点击这个“应用”按钮去检查参数的正确性。



AT 指令

集中器模块支持一些 AT 指令，方便用户在使用时动态设置一些参数，如同步休眠的时间间隔等。

AT 命令格式为：

“AT”前缀 + ASCII 命令 + 空格（可选） + 参数（可选，十六进制 ASCII） + <CR>

AT 指令通常为 4 个 ASCII 字符，如 “ATCR, ATCO”；

参数为 ASCII 字符表示的十六进制数，数字字符为【0~9】，【A~F】以及【a~f】，如 ATCR 0x2,

ARCR 0xA；也可以省略“0x”如 ATCR 2, ATCR A；

<CR>是回车符，对应的字符十进制值为 13，十六进制的值为 0xD。

AT 命令返回为：

ATOK <CR> – 成功

ATER <CR> – 失败

注意：节点模块不支持 AT 指令。

ATCR

ATCR [0~FFFF] <CR>

周期性地重复发送缓冲区中的命令报文，参数指定的同步休眠时间片的长度，单位为秒。当参数不为 0 时，就会按照参数指定的时间片进行同步休眠；当参数为 0 时，则会取消同步休眠。可以用 ATCO 命令取消数据报文的重复发送。

参数说明：

参数值为 16 进制，范围 0~FFFF，该参数为同步休眠时间片的长度，与配置参数的里的“同步间隔”意义相同。当没有参数时和参数为 0 的情况一样处理。

ATCO

ATCO [0~FFFF] <CR>

取消周期性地重复发送缓冲区中的命令报文，参数指定的同步休眠时间片的长度，单位为秒。当参数不为 0 时，就会按照参数指定的时间片进行同步休眠；当参数为 0 时，则会取消同步休眠。当一个工作片没有数据传输时，会只发送“同步休眠”报文，这样全网的所有节点可以周期性地同步休眠。

该命令的参数含义与 ATCR 一致，请参见 ATCR 命令。

ATCS

ATCS [0~FFFF] <CR>

全网所有节点立即同步休眠，参数指定的同步休眠时间片的长度，仅本次有效，单位为秒。该参数不会改变之前由 ATCR 和 ATCO 命令设置的同步休眠时间片的参数。

该命令的参数含义与 ATCR 一致，请参见 ATCR 命令。

ATCI

ATCI <CR>

返回模块的信息，包括模块名称、软件版本、MAC 地址、网络 ID 和频点。返回的信息用 16 进制 ASCII 字符串表示。

**重要声明：**

北京博坤盛泰科技有限公司保留不发布通知而对该产品和服务随时进行修正、更改、补充、改进和其它变动的权利。用户敬请在购买产品之前获取最新的相关信息并核实该信息是最近的和完整的。所有产品在订单确认后将遵从北京博坤盛泰科技有限公司的销售条款和条例进行销售。北京博坤盛泰科技有限公司保证产品性能在销售时符合技术指标，测试和其它质量控制符合产品质量保证。

备注：

本手册的修改权、更新权及最终解释权均属本公司所有，其它任何公司及个人（自然人）无权使用、更改、传播本手册中的详细条款或专属图片及本手册涉及的经营理念进行商业活动，如本公司发现有违反或侵害本公司利益者，本公司有权向相关司法机构提起诉讼的权利。

总结：

感谢您使用本公司的 **BM200N** 低功耗无线自动路由组网模块通信产品，为了更好更快更有效的使用本产品，请在使用前认真仔细地阅读本手册。我公司产品使用方便、性能稳定、接口简单能满足您多方位的需求。采用国家开放免费计量仪表频段，无需申请，现有产品中心频点为 **433MHz**，如有客户需要 **470~510MHz** 频点，可以定制，订货或购买前请说明要求。若有技术问题或需技术支持及模块使用中有任何问题，请接洽相关商务部和技术部。

北京博坤盛泰科技有限公司

2025 年 07 月