JY-BM200N 微功率低功耗
无线自组网模块使用手册

2013.5

北京聚英翱翔电子有限公司

JY-BM200N 模块简介

JY-BM200N 是低功耗分布式无线移动自组网模块，工作在433M或470M免费频段，最大发射功率为10mW(10dBm)，发射电流为33mA，接收电流为20mA，休眠电流为0.5uA，工作电压范围2.0V～3.6V； RF调制方式为GFSK，波特率500kbps～1.2kbps 自适应，1个基本信道和1～16个辅助信道(跳频)，信道频点和数量可配置；UART波特率2400～230400，报文格式灵活设置，能够支持各种协议；内嵌无线移动自组网协议。

Wave Mesh 是分布式的对等网状网络，采用私有路由协议，能够充分利用网络中的路由冗余，具有优异的网络自愈性、稳定性和极佳的数据吞吐量，其组网速度耗时为零，所有的设备上电即工作，支持255级路由和几万节点的超大组网规模。物理层采用了很多先进的无线通信技术如跳频、自适应速率、安全可靠的全网无线唤醒技术(非前导码和单音)、交织纠错编码等；链路层采用智能的碰撞避免算法，具有优异的抗干扰能力。拥有灵活的休眠技术，所有的组网设备都可以休眠，有同步和异步两种休眠模式。

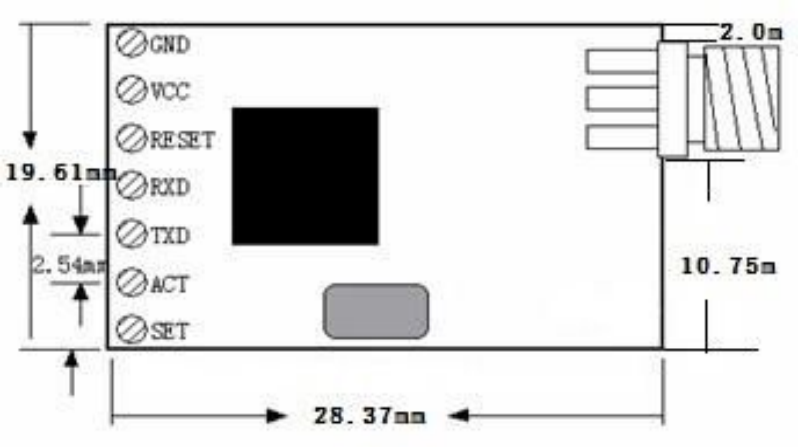
模块提供了极为丰富的参数配置，用户不需要对现有设备、协议做任何修改，也不需要对模块进行二次开发便可以轻松实现无线自组网。为用户节省大量的研发时间和费用的同时提供了业界最先进的自组网方案，满足对性能、功耗和成本的苛刻要求，解决业界的难题。

JY-BM200N 模块技术指标

射频性能		
ISM 频段	430～436MHz；470～477MHz；其它频点可以定制	
RF 速率	自适应速率且范围可选 (500kbps, 250kbps,175kbps, 100kbps, 76.8kbps, 38.4kbps, 19.2kbps,9.6kbps,7.2kbps,4.8kbps, 2.4kbps, 1.2kbps)	
RF 调制方式	GFSK	
发射功率	可选(+10dBm, +7dBm, +5dBm, 0dBm, -5dBm, -10dBm)	
接收灵敏度	-110dBm(1.2kbps)	
传输距离	空旷视距	1200米(115.2kbps, +10dBm)
	穿透能力	垂直穿透5～6层楼板(115.2kbps, +10dBm)
RF 峰值发送电流	33mA (10dBm)	
RF 峰值接收电流	20mA	
MCU 峰值电流	5mA	

休眠电流	0.5uA	
信道数量	1个基本信道，1～16个辅助信道(跳频，可选)	
电气特性		
接口	CMOS 3.3v serial UART	
串口速率	多种速率可选 (2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 76800, 115200, 230400bps)	
电压范围	2.1v～ 3.6v	
温度范围	-40℃ ～ 80℃	
尺寸	L 28.37mm ×W 19.61mm	
协议特点		
网络拓扑	点对点, 点对多点, 多点对多点，分布式对等网状网络，节点位置迅速变化的移动网络	
网络初始化时间	0 秒，上电即工作	
路由级数	255	
最大传输单元	253字节(净载荷)	
高吞吐量	空域、时域和频域的并发机制	
高可靠性	三次握手+ 多次尝试+ 智能碰撞避免+ 交织纠错编码+ 跳频技术+ 自适应速率+ 多径路由协议	
休眠模式	同步模式、异步模式、混合模式	
自动频偏纠正	能够自动检测频偏并且自动纠正	
无线唤醒技术	快速有效地唤醒全网节点	
数据传输方式	双向可靠传输，支持单播、多播、广播	
支持各种协议格 式	报文的帧同步字、报文长度、地址字段、地址长度都可以灵活设置	
	网络 ID	3 字节
地址长度	外设地址	1～ 16字节(可选)
	节点MAC地址	6 字节
挂载外设数量	0个（纯中继），1个，多个	

JY-BM200N 尺寸



JY-BM200N 尺寸示意图

JY-BM200N 引脚定义

JY-BM200N的引脚为 1×7单排插针，引脚的顺序请参考尺寸示意图。

JY-BM100N 引脚定义			
引脚	名称	方向	说明
1	GND	输入	地
2	VCC	输入	电源 （2.1V～3.6V）
3	RESET_N	输入	模块复位，低电平有效
4	RX	输入	UART输入，CMOS 3.3v或TTL 5v
5	TX	输出	UART输出，CMOS 3.3v或TTL 5v
6	ACT(1)	输出	外设唤醒信号（可选）
7	SET (2)	输入/输出	模式选择/数据缓冲区空闲指示

说明：

1、ACT引脚应用在低功耗场合，用于唤醒外设的信号，高电平有效。该引脚的功能是可选的，可以 通过配置软件进行使能或者关闭。

在低功耗的应用场景下，外设平时处于休眠或者断电状态。当模块有数据需要发送给外设时，会先将ACT引脚拉高用于唤醒外设，然后等待所设定时间后，再通过UART接口向外设发送数据。此后，模块会等待外设的响应， 在收到外设的响应报文或者等待响应超时后ACT引脚会被拉低作为外设重新安全进入休眠的标识。若模块有多个数据报文要向外设发送，在数据报文的发送期间ACT引脚会一直处于高电平状态。 模块会在每发送一条数据报文后等待外设的响应，在收到外设的反馈或者等待超时后才会发送下一条数据 报文，直到发送完毕所有数据报文后才将ACT引脚拉低。

如果外设不需要休眠时，建议不使能该引脚可以避免不必要报文发送延时。

2、SET 引脚在模块上电时为输入引脚用于模式选择，若为高电平则进入正常工作模式，否则会进入配置模式。在进入正常工作模式后，该引脚为输出引脚，用于指示UART接收数据缓冲区的状态，高电平为缓冲区空；低电平为缓冲区满。

SET 引脚在上电作为输入时，内部有弱的上拉。为了保证模块能够进入正确的模式，建议在正常工作时，SET引脚相连的外部MCU 的IO引脚应作为输入使用并且设置为上拉模式。

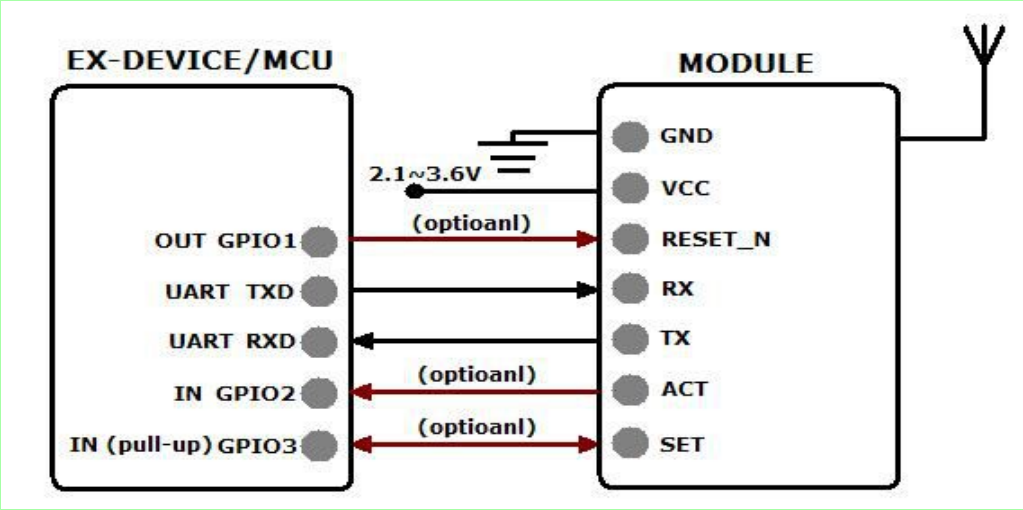
模块在休眠或者数据缓冲区满时SET 引脚会被拉低，因此当外设需要向模块写入数据时，先检测该引脚的电平，若为低电平则需要等待SET 引脚拉高才可以安全写入。如果在SET 引脚为低电平时如果强行写入，会出现两种结果：

1)、写入失败，SET引脚电平会一直保持为低；

2)、覆盖原有数据，在写入数据帧头同步字后SET 引脚会被拉高；在模块成功接收到一个完整的数据 报文后，SET 引脚会被拉低。另外，模块休眠时也会将SET 引脚电平拉低，在重新进入正常工作时将其拉高。

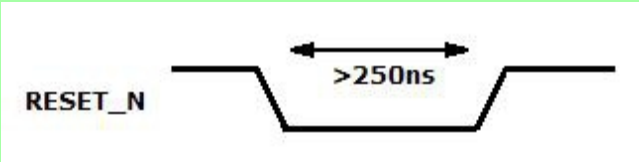
JY-BM200N 与外设的连接

JY-BM200N与外设的连接如下图所示：



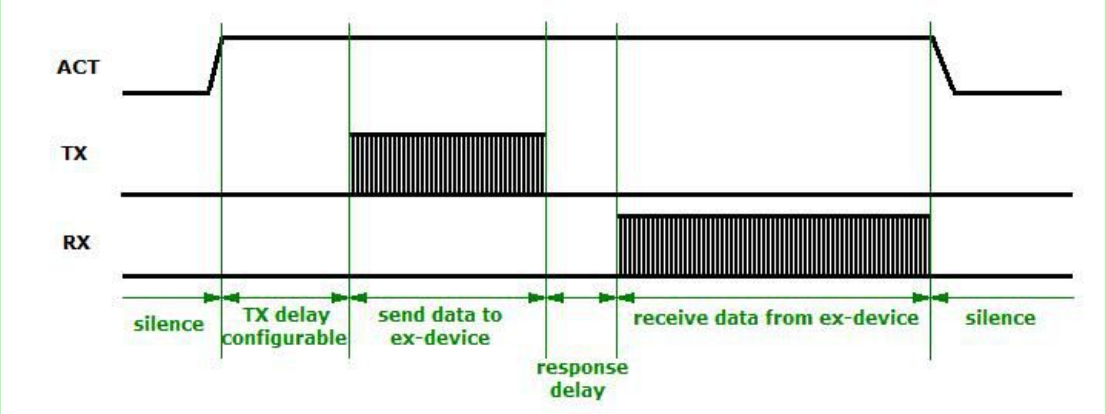
JY-BM200N与外设的连接示意图其中模块的RX 和TX 引脚为UART端口是必须要连接的，引脚RESET_N、ACT、BUF和SET 为可 选连接引脚，在不需要时将其悬空即可。值得注意的是，为了有效降低模块的休眠电流模块，输入引脚RESET_N 和RX 仅在芯片内部有弱上拉，并没有外部的上拉电阻；输出引脚TX、ACT和BUF引脚在模 块休眠时会被拉低。

RESET_N 为模块的复位引脚，低有效，最短的复位低脉冲要大于250ns，如下图所示：

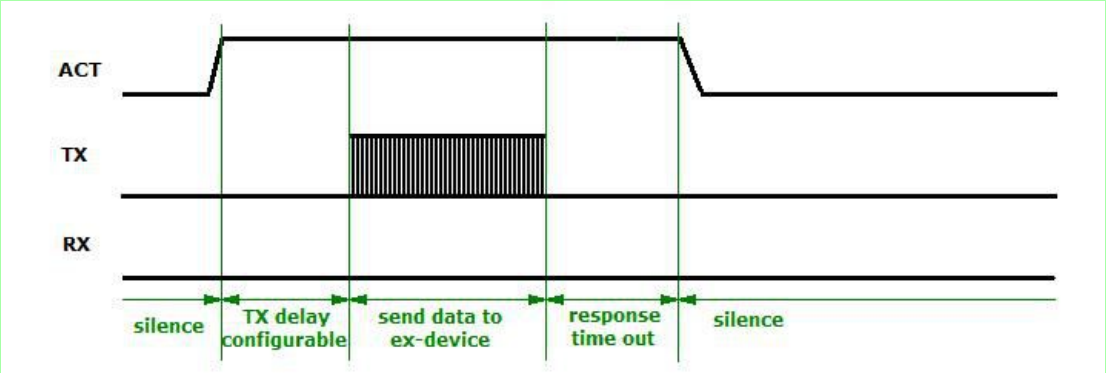


RESET_N 复位脉冲示意图

ACT为外设休眠唤醒(可选)信号，高有效，在使能情况下ACT引脚可以作为UART端口的指示信号，时序如下图所示。图中的“TX延时”和“响应超时”均可以根据需要设置。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后会被拉低。 外设可以利用ACT信号的上升沿作为唤醒信号，ACT的下降沿作为休眠信号使用。另外，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，仅在需要与外设进行数据收到时才对外设供电；适合应用在传感、非记忆性数据采集等场合。



外设有响应的 ACT、TX和 RX时序图



外设没有响应的 ACT、TX和 RX时序图

SET 引脚在上电、复位的瞬间作为输入引脚有弱上拉，用来判断模块的模式。高电平会进入正常工作模式，低电平会进入配置模式。BUF 引脚用于指示模块串口的接收数据缓冲区的空闲状态，高为空闲、低为缓冲区满。模块会在从UART口正确接收到一帧完整的数据报文时将SET引脚拉高，外设也可以通过SET 引脚的状态作为辅助 判断数据报文是否正确接收的依据。更标准的做法是通过确认报文来判断，请参见相关章节。

Wave Mesh协议简介

Wave Mesh 是针对低功耗移动无线设备设计的分布式对等网状网络协议。 所有组网设备是平等的并且 都能休眠；支持规模大、拓扑结构变化快的移动网络；优异的网络性能；易于部署；可裁剪性好、自愈性 好。其特点如下所述：

• 分布式对等网络

整个网络没有中心节点，每个节点独立维护自己的路由信息。网络中允许有多个集中器/网关设备。相

对于以集中器为中心的集中式网络，分布式网络具有健壮性好、组网速度快、对网络拓扑变化敏感、网络容量大、设备价格低廉等明显优势。

- 网络容量大

没有设备数量的绝对上限，支持的网络规模一般在几千点到几万点，远远大于集中式的网络。支持长达128bit 的地址长度与IPV6相同。地址长度可设(1～16字节)，也可以直接用外设地址进行路由。

- 255 级路由

支持255级路由，而且不会因为路由深度的增加而牺牲网络的稳定性和路由的准确性或产生路由回路的问题。

- 网络初始化时间为 0

网络中的所有设备都是即插即用的，包括集中器/网关。网络中的节点可以随意增加和移除，整个网络完全没有初始化的过程。

- 多种休眠机制

休眠机制有同步模式、异步模式和混合模式。安全迅速地全网无线唤醒技术，带来的响应延时几乎和网络规模无关。适用于对功耗有苛刻要求的应用场合。

- 可靠数据传输

包括广播在内，所有的报文都是按照5次握手的方式可靠传输，并且采用多次尝试、碰撞避免和拥塞 控制机制保证所有的报文都安全可靠抵达目的节点。

- 自适应速率

节点之间的数据传输可以根据链路质量和传输错误次数协商出最佳的传输速率，使网络能够兼顾吞吐量和传输距离，也同时获得极佳的网络稳定性。

- 高吞吐量

空间、时间和频域的三个维度分集的巧妙结合，数据流能在多个路径、多个物理信道并行发送。可以通过多个网关同时与异构网络之间建立连接，大大增加了网络带宽。

- 健壮性和自愈性

完全分布式的网络并采用多径路由协议，时刻感知网络的拓扑变化，可以在尽可能多的路径上平滑切换路由，有效抵抗部分节点故障、外来干扰、拓扑变化等。

- 支持各种报文协议

报文格式可以灵活配置，支持各种报文格式包括透明传输方式。可以与用户的协议无缝驳接，不需要任何二次开发工作，节省大量的开发时间和成本。

- 多种地址机制

可以采用外设地址或者模块MAC 地址进行路由，其中MAC 地址为6字节，外设地址为1～16字节(可选)，用户不需要考虑设备地址与模块MAC 地址之间的转换，更不需要对现有协议做任何修改。模块可以在上电后自动获得外设地址(可选)。

- 可无限扩展

网络中可以同时允许有多个网关/集中器， 多个网关之是对等关系， 下行数据报文可以由任意网关转发。 节点会自动选择距离自己最近或者相对空闲的网关进行上行数据报文转发。只要两个相邻网关的间距不大 于255跳，网络规模可以通过增加网关的数量无限制地扩展。

- 多个外设

一个节点模块可以挂载0个到多个外设(可选)。当挂载0个外设时，模块可以作为纯中继节点参与组网；当挂载1个外设时，模块通过地址(MAC地址或者外设地址)过滤所接收的报文；当挂载多个外设时，模块 不对接收到的报文地址进行过滤。

Wave Mesh版本介绍

Wave Mesh 协议针对不同的应用领域的特点进行优化，有AMR、AUTO、MOB和RTLS 主要版本。

Wave MeshAMR

WaveMesh AMR 是针对于无线抄表、传感网络、智能农业、工业控制等行业应用推出的优化版本。这类应用的主要特点：网络由数量众多的节点设备和一到多个网关/集中器设备组网，在节点设备和网关 / 集中器设备之间实现双向数据交互，数据可以在节点之间进行多次中继。网络拓扑为以网关/集中器为根的 多根节点的树状结构。

数据流有两个主要方向：上行和下行。 由网关/集中器到节点的数据流向称为下行，节点到网关/集中器的数据流向称为上行。 下行数据传输方式为单播、多播和广播； 上行数据传输方式为单播。

WaveMesh AMR又分为PRO，STD和BASIC 三个版本以满足不同客户的需要，版本之间的主要差异见下表所示：

Wave Mesh AMR 版本差异

	PRO	STD	BASIC
休眠①	☺	☺	■
下行路由②	☺	■	■

说明：

1、包括同步休眠模式和异步休眠模式；PRO 和STD 版本支持休眠，而BASIC 不支持休眠。

2、下行路由指的是网关/集中器到每个节点设备的路由；只有PRO 版本的支持该功能。由于网络中往往节点设备数量会非常多，每个节点设备都需要存放大量路由信息，因此PRO 版本的模块对硬件资源的要求要高一些。在下行路由的支持下，下行单播数据报文就不必采用广播的方式，不参与中继的节点可以节 省不需要的报文转发。STD和BASIC 版本则采用下行广播的方式，这样做虽然发送下行数据平均功耗略 有上升，但是系统的稳定性更好、对网络拓扑的变化会敏感。

Wave MeshAUTO

Wave Mesh AUTO 是针对智能家居、智能楼宇等行业应用推出的优化版本。这类应用的主要特点：网络中有多个移动性强且功耗受限的控制设备如控制器、遥控器和网关。多个控制设备可以同时控制网络 中的受控节点，并且受控节点状态变化等数据要同时上传给多个控制设备。秉承分布式组网的设计理念,

WaveMesh AUTO 网络中的所有的控制设备地位是平等的，没有中心节点，有一个或者多个控制设备失效后网络照常运行。网络拓扑为以控制设备为根的多棵树的重叠结构，根节点的位置不固定。数据流 有两个主要方向：上行和下行。控制设备发送给受控节点的数据流向称为下行，受控节点发送给控制设备 的数据流向称为上行。下行数据传输方式为单播、多播和广播；上行数据传输方式为单播、多播和广播。

Wave Mesh MOB

Wave Mesh MOB 是针对应急通信、单兵战时通信等行业应用推出的优化版本。这类应用的主要特点：所有的节点的功能和用途都是完全对等的，而且所有的节点都可以任意移动，任意两节点、多个节点 之间可以进行双向和多向数据通信。网络拓扑为FULL-MESH网络，每个节点都会在需要时建立并维护到 任意节点的路由。相对于点对多点的方式，WaveMesh MOB网络中的数据报文可以由多级中继节点进行 转发，大大提高了网络的覆盖范围和健壮性。

Wave Mesh RTLS

Wave Mesh RTLS 是针对室内人员定位、仓储物流、医疗等应用推出实时定位解决方案，采用基于RSSI 的算法。由固定位置的无线节点构成网络的骨干，移动节点的位置由到达多个固定节点的信号强度进 行计算。该解决方案的特点：实时性高，定位速度快，移动节点仅需要发送一条报文就可以完成定位(1ms)； 网络覆盖范围大，网络中可以分布多个解算服务器，只要相邻两台服务器之间的节点路由级数不大于255， 网络就可以无线延伸没有理论限制；网络规模大，对移动节点和固定节点的数量没有理论限制，支持几十 万点的庞大网络；定位精度高，如果一个移动节点无线信号覆盖范围内有3个以上的固定节点，就能够精 确地计算出该移动节点的位置。

Wave Mesh路由协议简介

移动自组网(MANET)是多个具有路由功能的移动节点组成的多跳网络，数据的传输需要多个节点的协 作才能完成，因此路由协议是MANET 中至关重要的一部分。与传统有线网络相比，MANET 有自己的特 点，如分布式控制、动态变化的网络拓扑结构、无线传输带宽和节点能力有限、安全性差、路由生存时间 短等。理想的MANET 路由协议应该具有以下特点：

1、分布式路由算法；分布式算法更适合于无中心的分布式控制网络。

2、自适应能力强；可适应快速变化的网络拓扑结构。

3、无环路；无环路是任何路由协议的基本要求，可以避免路由错误和带宽浪费。

4、路由计算与维护控制开销少；用最小的控制开销做到最完整、最强大的功能是所有路由协议共同努力的目标。

5、适应于大规模网络；健壮性、可扩展性好。

单路径路由协议并不适合MANET，有以下原因：

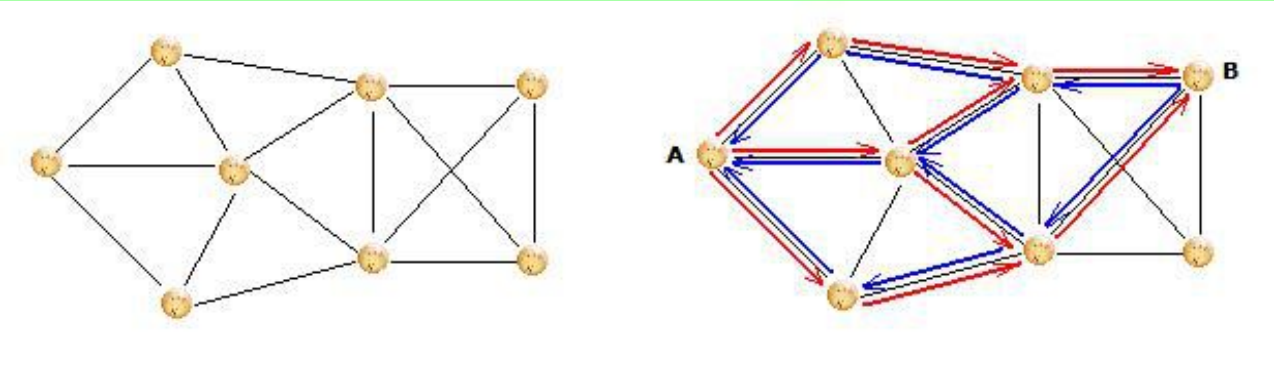
1、无线网络结点移动性高，带宽资源有限，而且连接中断率高，导致网络分裂机会高。单径路由算法 开销太大，收敛速度慢。

2、路由需要通过洪泛技术来进行建立，而当节点移动导致原来路由失效后，单径路由的维护也需要洪 泛，会占用网络带宽，当网络中有中等数量甚至大量的路由需要维护时，频繁的全网洪泛使得按需路由协 议的路由控制开销非常大。

3、单径路由协议没有考虑公平性，倾向于把重的负载分布到源-目的对的最短路径的节点上，无法很 好地获取和跟踪整个网络的拓扑信息。

4、单径路由协议数据的发送只利用一条路径，无法并行或并发地发送数据，导致网络传输率较低，延 迟增加，网络负载不平衡，造成网络拥塞。

MANET 中从任何一个源节点到目的节点的路径通常会有多条，而且节点具有随机移动性，整个网络的拓扑结构经常变化。采用多径路由协议可以克服上述单径路由协议的不足，可以充分利用网络资源，平衡网络负载，改善通讯性能，避免网络震荡。WaveMesh 采用私有按需轻量动态多径路由协议，该协议是针对硬件资源条件苛刻的移动自组网设计的，适用于移动速度快、拓扑结构变化快的无线网络。该路由协议可以最大限度减小路由建立和维护过程的开销，能够在多条路径并行进行数据报文的发送，可以感知网络拓扑结构的变化并对路由进行更新不需要进行洪泛，在不同路由之见无缝切换。主要特点有：每个节点维护尽可能多的路由信息；没有路由回路；路由稳定性好、建立速度快；能够维护充分利用无线信号的冗余，时时刻刻进行路由的维护和更新，没有额外开销；路由选择算法权衡了很多因素如距离矢量、信号能量、链路质量和电池电压等；对网络拓扑结构的变化很敏感，路由能够动态迅速达到最优；网络吞吐量高；支持255级路由，网络规模大。



Wave Mesh 多径路由示意图

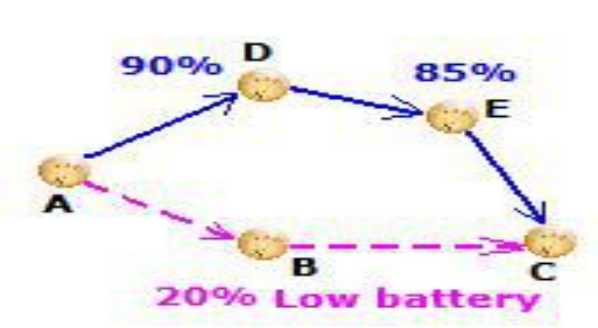
Wave Mesh 多径路由示意图如上所示，网络拓扑结构图如左侧所示，黑线代表节点间的链路。右侧为的A和B 两点建立的数据链路，红线为从A到B点的路径，蓝线为逆向路径。路由的建立通过洪泛实 现，多条路由间没有闭环回路、允许多条路径相交。每个节点都会选择尽可能多的节点作为自己的下一跳 路由，数据报文可以在多条路径之间动态切换，能够并行传输。失效路由检测、新路由发现、网络拓扑结构的变化通过监听相邻节点间的握手报文来感知，不需要进行洪泛也不需要额外的开销。包括源节点在内 的所有节点仅需要寻找自己的下一跳中继节点，而不需要确定整条路径，因此该路由协议开销很小，适合 拓扑结构快速变化的移动网络，能够迅速发现即时最佳路由，支持255级路由的超大规模网络。

Wave Mesh 路由协议会综合多种选择算法进行路由的筛选，包括距离矢量、信号质量（链路状态）和节点剩余电量–类MMBCR（Min-Max Battery Cost Routing）。距离矢量算法根据目的地的远近来决 定的路径，每个节点都会维护一张矢量表，表中列出了当前已知的到每个目标的最佳距离。节点可以根据 这张矢量表，选择比自己更接近目的地的节点作为转发路由。根据距离矢量算法可以找到两个节点间的最 近路径，但不一定是最佳路径。

不同于有线的网络，对于MANET来说无线信号容易受外界干扰的影响，造成数据链路生存时间短、稳定性差的特点。路由协议必须能够正确选择信号质量好、链路稳定的路径才能保证网络的稳定性、实时性、可靠性和抗干扰能力。WaveMesh 路由协议能够迅速探测多条路由的即时链路质量，能在极短时间内选择出最佳链路质量的路径做路由，并且在必要时可以选择次最近路径作为路由。WaveMesh 链路状态算法路由选择示意图如下所示，A可以通过B 中继到C既A-B-C但该条路径受到干扰为不稳定链路，同时A 到C 有另外一条链路质量好的路径A-D-E-C。选择A-B-C 这条路径虽然距离更近，但是由于链路不稳定 性报文的接收成功率很低，会大大增加报文的重发概率耗费大量时间。而如果选择A-D-E-C，虽然距离会 远一些，但是能保证报文传输的可靠性和实时性。

Wave Mesh 链路状态算法路由选择示意图

另外对于低功耗MANET来说，路由选择需要充分考虑节点电池的电量，应尽可能避开电池电量低的节点进行路由。Wave Mesh 路由协议采用类MMBCR 算法，会自动选择剩余电量相对大的节点做路由。WaveMesh 节点剩余电量路由选择算法示意图如下所示，A可以通过B 中继到C 既A-B-C但B 节点的剩 余电量低，同时A到C 有另外一条稍远的路径A-D-E-C，路径中的节点剩余电量较高。选择A-B-C 这条 路径虽然距离更近，但是会很快耗尽B 节点的电量。如果选择A-D-E-C，虽然距离会远一些，但是增加整 个网络的使用寿命减小系统的维护费用。



WaveMesh 路由协议是针对MANET设计的理想路由协议，具有分布式、健壮、自愈能力强、轻量、多径、无环路、组网规模大、适合移动网络等特点。

Wave Mesh休眠简介

WaveMesh 支持同步和异步两种休眠模式，并且这两种模式可以混合使用。网络中的所有设备都可以 休眠包括网关/集中器设备，休眠设备和非休眠的设备也可以混合组网。

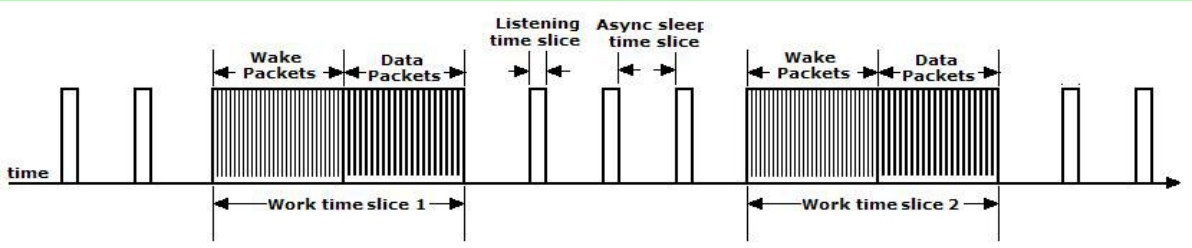
异步休眠模式

异步模式下节点会在网络空闲后自动按照预设的频率进行周期性的睡眠， 在“休眠时间片”结束时会打开 无线射频设备监听网络中的数据报文。如果节点在“监听时间片”内监听到网络中有数据报文（唤醒报文或其 它报文）会在必要时进入正常工作模式；否则进入下一个休眠的时间片。“休眠时间片”和“监听时间片”的长 度可以根据实际需要灵活设定。异步模式下不同节点进入休眠的时间点的误差最大为睡醒周期的一半。比 如JY-BM100N 休眠时所消耗的电流为0.5uA，接收时的电流为22mA，异步休眠模式功耗示意图如下所示。 异步方式的待机功耗容易计算，比如如果设置“休眠时间片”和“监听时间片”的比值为1000：1，则待机的平 均功耗为（0.5uA* 1000 + 22mA * 1）/1001 = 22.5uA。

异步休眠功耗示意图

对于休眠节点的无线唤醒方法常用的有延长前导和多次重发短报文的方式。WaveMesh 采用多次重发短报文的方式进行唤醒，可以进行全网唤醒、单点唤醒。相对于延长前导的唤醒方式，多次重发短报文的方式有安全、可靠、耗时少等优点，不仅能实现唤醒的目的而且能够同时进行数据交换。多次重发短报文

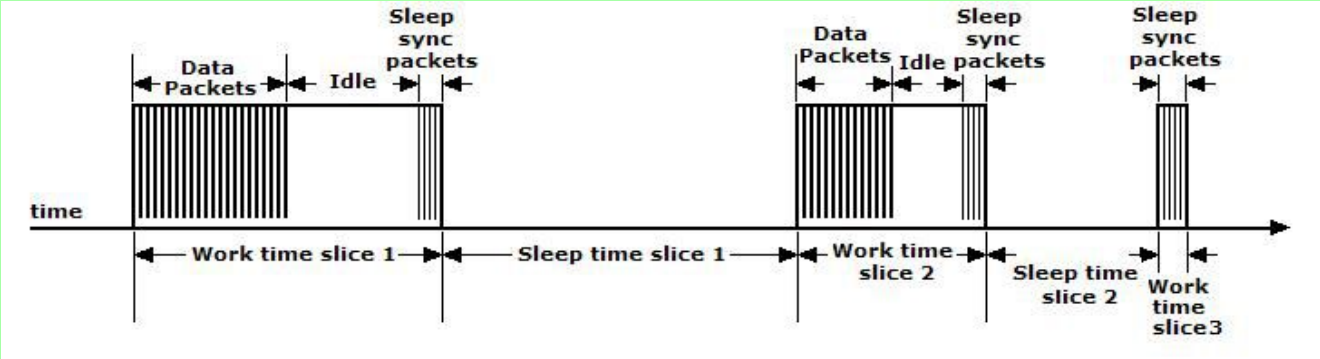
的方式在实现上相对复杂一些，如何有效减小数据报文的碰撞、增加唤醒的成功率、克服外界干扰等是该方式需要解决的技术难题。WaveMesh 的唤醒技术完美解决了这些难题，其最大的特点是全网唤醒速度很快，唤醒带来的延时几乎是确定的和网络节点密度以及网络的规模没有太大关系。网络的节点密度越大，唤醒速度反而越快。



异步休眠示意图异步休眠模式的待机时节点不会发射任何数据报文，抗干扰能力强、组网规模大，适合突发数据较多的场合，比如无线抄表、工业控制等。

同步休眠模式

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。由同步休眠广播报文完成时间片的同步。同步休眠广播报文可以由集中器/网关在每个“工作时间片”的结束时刻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。WaveMesh 不去假设和预测当前网络的负荷， 网络中若没有数据传输时便可以立即进入休眠而不需要等待某个预定的时间片结束，也不限制网络中数据 传输必须在某个时间点结束。采用同步休眠模式，由于节点时间片的误差很小，在“工作时间片”内进行数据 传输而不需要唤醒过程。同步模式下的时间片的使用如下图所示。



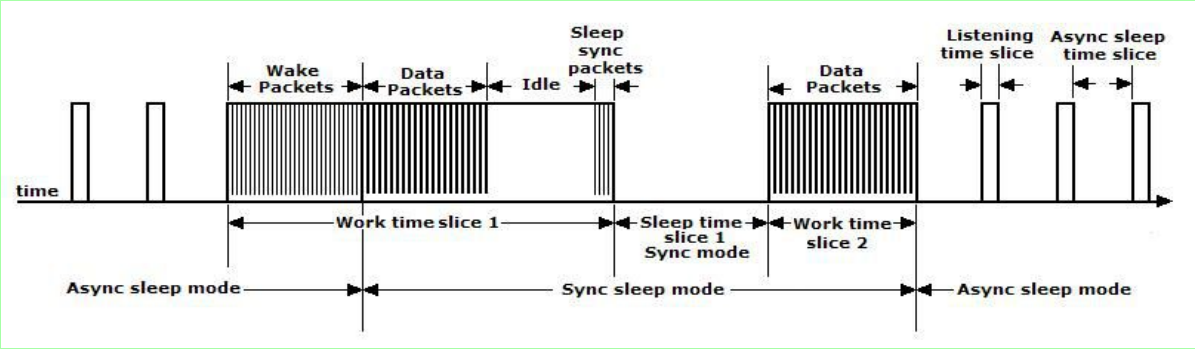
同步休眠示意图

“工作时间片”和“休眠时间片”可以动态变化 ,由集中器/网关灵活控制。在每个“工作时间片”内进行数 据的收发，由同步休眠报文来标识“工作时间片”的结束时刻并且确定接下来“休眠时间片”的长度。上图所 示“工作时间片3”可以仅仅只传输同步休眠报文。同步休眠模式的需要通过休眠广播报文完成同步，因此 即使没有数据传输网络中也会有休眠报文的发送。

相对于异步休眠模式，同步休眠模式的休眠时间片可以更长更灵活，因此功耗更低。适合有周期性数据发送的场合，比如无线传感网络、数据采集等。

混合休眠模式

同步和异步休眠模式可以一起使用，称之为混合模式。休眠方式由数据报文头中的标志位标识，每个时间片的模式都可以不同，典型的混合模式如下图所示：



混合休眠示意图

上图中，开始工作在异步休眠模式。“工作时间片 1”通过重复发送唤醒报文唤醒全网或者部分节点同 时指定当前时间片为同步休眠模式，在唤醒报文发送结束时刻就进入同步休眠模式。“工作时间片 1”由休 眠同步报文指示其结束时刻并且同时指定紧接着“休眠时间片 1”的长度。由于“工作时间片 2”的起始时间点是同步的，可以在该时间片内直接进行数据报文的收发而不必进行发送唤醒报文。“工作时间片 2”为异 步休眠模式，在数据报文收发结束自动进入异步休眠。

混合休眠模式可以兼顾同步休眠模式和异步休眠模式的优点，但控制起来相对复杂。适合各种复杂的数据传输场合。

JY-BM200N 的应用

- 温、湿度传感器网络;
- 无线抄表(如燃气表,热量表, 电表,水表等);
- 智能楼宇;
- 智能家居;
- 农业温室大棚监测;
- 工业控制等不方便布线而距离较远且需要组网的环境。

Wave Mesh 协议针对不同的应用领域有AMR、AUTO、MOB 和RTLS 等版本。其中AMR 是针对 于无线抄表、传感网络、智能农业、工业控制等行业应用推出的优化版本。本节主要针对AMR 版本的协议 进行描述

Wave Mesh 是完全分布式的对称网络，理论上只需要单一的设备类型即可。但在很多应用下采用单一的设备类型往往很难实现网络的最优化并且会带来设备成本的增加。Wave Mesh AMR 网络中定义了两类组网设备：节点(NODE)和集中器(ROOT)。节点泛指是受控设备如仪表、传感器、开关等；集中器泛指是控制设备如网关、遥控器等。Wave Mesh AMR 网络可以由一个到多个节点模块和一个到多个集中器模

块组成。节点模块和集中器模块之间可以进行双向数据交互，数据报文可以自动被模块进行中继转发，中继的级数为255。由集中器到节点的数据流向称为下行，反之为上行。下行数据传输方式为单播、多播和 广播；上行数据传输方式为单播。

JY-BM200N 模块的软件固件有两种分别对应节点和集中器设备类型， 因此仅用JY-BM100N 单一模块就可以 轻松组建最小2个点到成千上万点的性能优异、成熟稳定的低功耗分布式无线移动自组网络。可以代替有 线总线方式如485等；覆盖范围有限的点对多点星型无线网络；路由建立时间长、成本高、健壮性差的集 中式自组网络； 对休眠支持不佳的无线自组网络； 以及对移动节点支持不佳的无线自组网络。采用JY-BM200N 组建的自组网能够极大扩展网络覆盖范围和提高网络健壮性，并且能够有效降低设备成本和维护成本。由 于分布式网络不需要网络初始化过程，所有组网设备上电便工作，路由会自动按需建立，自动维护，不需 要人工干预。

由于WaveMesh AMR 协议可以支持下行广播，仅需要向集中器模块发送一条命令就可以在极短的时间之内实现全网所有节点数据的集抄，不需要对单个节点进行一一抄读，大大节省了抄表的时间和功耗。在没有外来干扰和孤立节点的情况下，WaveMesh AMR 方案单次全网集抄的成功率接近100%。相对于 有线方式、星型无线网络、集中式自组网等技术，采用JY-BM100N 模块构建低功耗分布式自组网方案更适用 于传感网络、无线抄表、数据采集、智能家居、智能农业等领域，具有明显的技术优势。

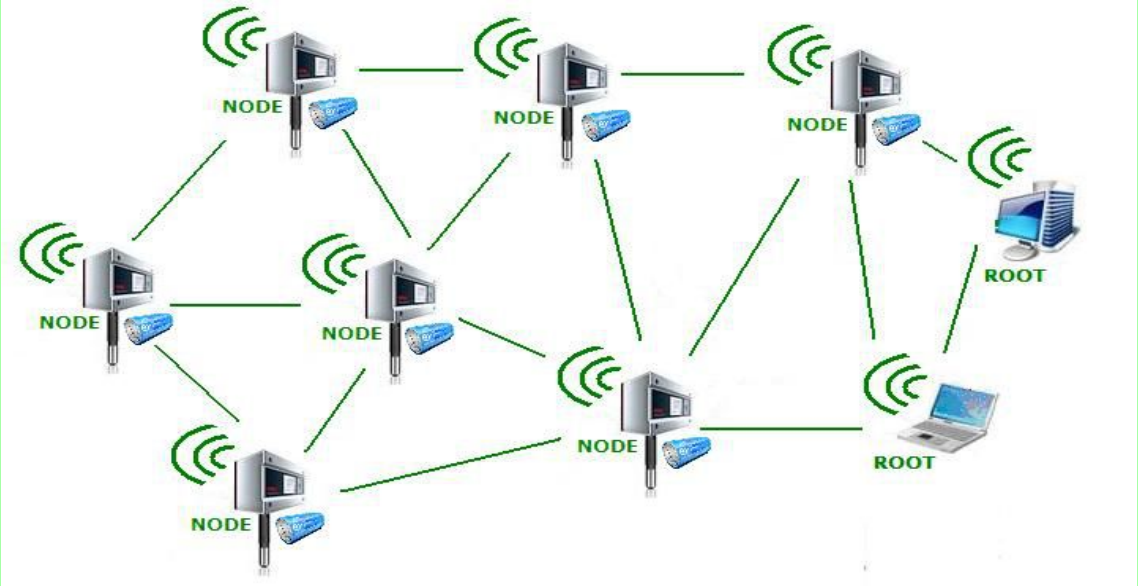
低功耗无线传感网络

无线传感网络是针对于需要周期性地对网络中所有节点的数据进行实时数据采集也就是全网集抄的应 用场景。这类应用的特点有：

- 数据采集时间间隔较短而且具有周期性，其周期一般为几秒钟～几十分钟；
- 数据实时性要求高，需要在很短的时间内完成全网所有数据的采集；
- 设备往往需要电池供电，对功耗的要求苛刻。

对于此类应用，可以采用WaveMesh AMR 协议的同步休眠模式或者混合休眠模式。全网所有节点模块包括集中器模块可以同步休眠时间片的长度设置为数据采集的时间间隔，在极短的工作时间片内完成全网数据采集的工作。采用同步休眠方式时不需要休眠唤醒过程，最大程度节省电量的消耗；采用混合休眠模式可以提高网络的健壮性，防止某个节点在没有正确收到休眠报文而造成的电量消耗。数据采集的时间间隔可以通过AT 命令随时调整，仅需要向集中器节点下达即可。

另外，可以考虑采用多个集中器模块进行组网，有效增加网络的出口带宽、缩短每次数据采集所用的时间也就减小了电量的消耗。其网络示意图如下所示，网络中不需要不休眠的组网设备参与组网，该方案可以大大降低系统的设备、部署和维护成本。



Wave Mesh 低功耗无线传感网络示意图

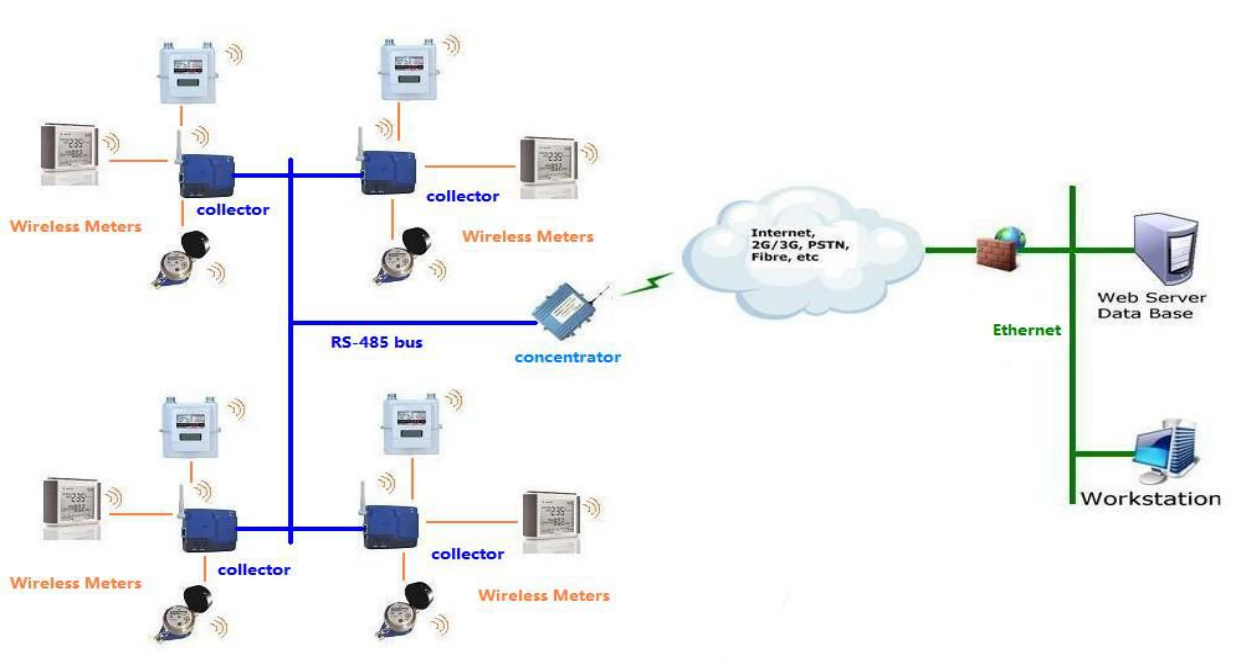
低功耗无线抄表

对于燃气、水和热力表这类不方便接入市电的设备进行集抄，按照国家标准《住宅远传抄表系统》的要求，在依靠电池的供电的情况下，系统应该能够正常工作6年以上。这就对设备功耗提出了非常苛刻的 要求，根据目前实际市场上电池的能力和价格，一般需要设备的平均正常工作的电流在30uA以内。这类 应用的特点有：

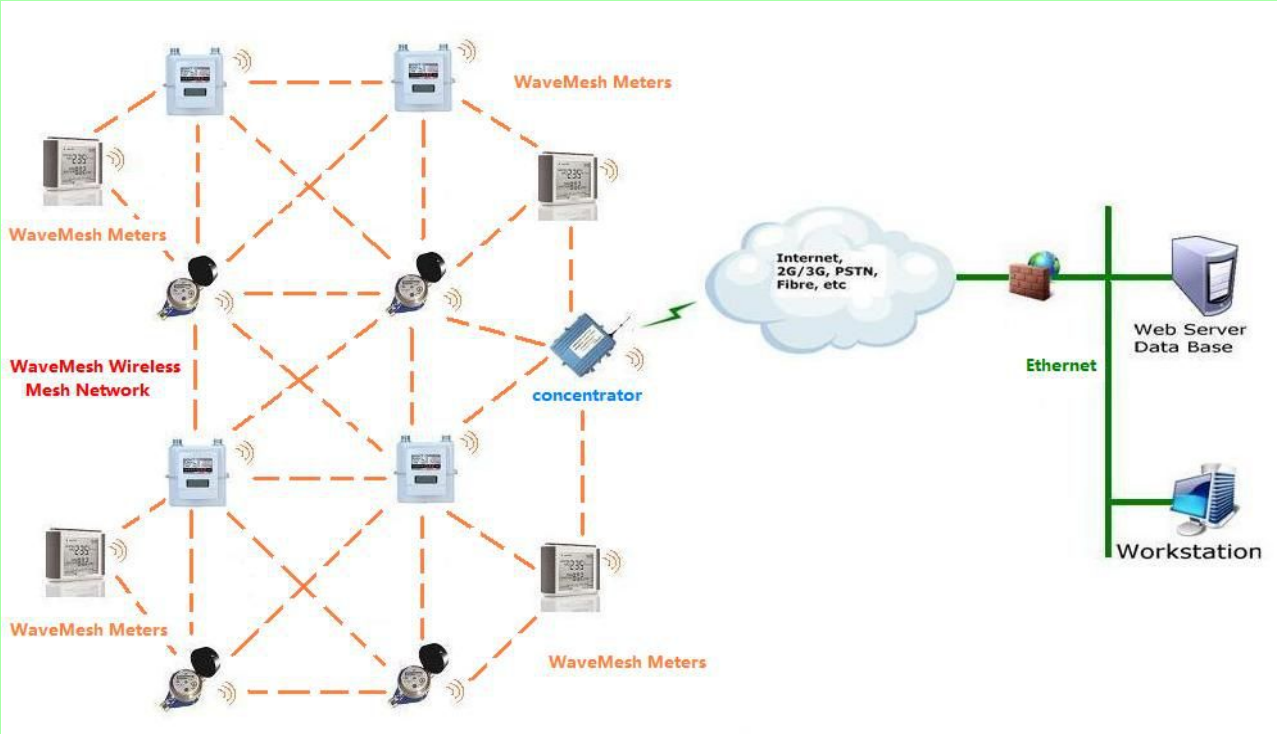
- 抄表的间隔时间长，一般情况为每月抄1-2次；
- 需要对某单个节点进行控制，并且遇到紧急突发情况，节点模块需要报警；
- 功耗要求非常苛刻。

目前业内比较流行的低功耗无线抄表方案(Zigbee等)如下图所示，需要3种设备进行组网：无线仪 表(WirelessMeter)+采集器(Collector)+集中器(Concentrator)。其中，无线仪表仅能跟临近的采集器 交换数据，不具备或者仅具备简单的路由功能，可以采用电池供电。无线仪表基本上采用主动随机上报或 者查询的方式和采集器进行数据交换。采集器负责收集并记录紧邻的无线仪表的数据，采集器可以通过有 线（如 RS-485）或者无线方式将无线仪表的数据上报给集中器。集中器通过有线或者无线的方式通过专网或者公网把仪表的数据信息发送给运营企业的后台数据库。其中采集器和集中器不能够休眠，需要市电进行供电。这种解决方案实现简单，但存在很多不足之处：

- 网络中需要相当数量的采集器，由于采集器需要缓冲临近无线仪表的数据并且需要进行路由维护和 报文转发，需要相对较多的硬件资源，设备成本高；
- 由于采集器需要用市电进行供电，往往取电相对困难，安装成本高；
- 网络中设备种类多、数量多，有线方式容易受到线路的老化影响，维护成本高；
- 采集器作为网络的骨干，采集器出现故障会影响其管辖的所有无线仪表，系统的健壮性不好。



典型低功耗无线抄表方案（Zigbee等）示意图Wave Mesh 低功耗无线抄表方案仅需要2种设备：无线仪表(Wireless Meter) +集中器(Concentrator)，无线仪表可以采用JY-BM200N 节点模块，集中器可以采用JY-BM200N 集中器模块。无线仪 表和集中器都可以进行休眠，因此全网所有设备都可以采用电池供电。设备在安装时不需要手工配置路由， 即装即用，安装和维护过程和传统仪表没有区别。组网示意图如下所示：



Wave Mesh 低功耗无线抄表方案示意图

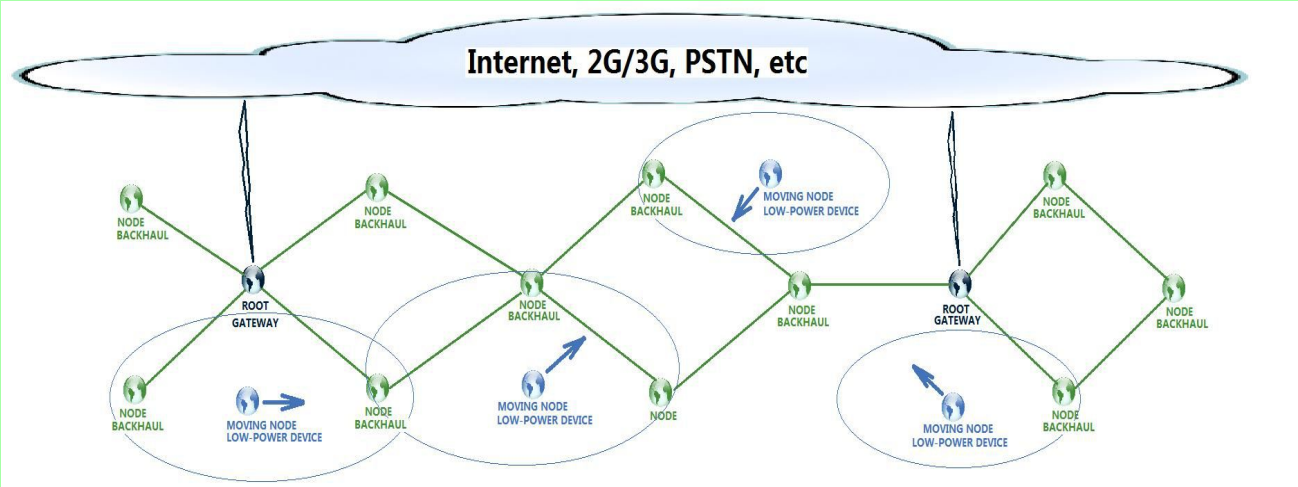
对于此类应用， 可以采用WaveMesh AMR协议的异步休眠模式， 可以获得非常小的待机电流～20uA， 待机时整个网络处于静默状态，不会发送任何数据报文，安全性和抗干扰能力强。所有设备上电

即能工作， 不需要网络初始化时间。在任何时间都可以对全网或者某节点进行实时抄表或者控制，采用特有的异步唤 醒技术，可以在极短时间内唤醒全网或者指定节点。在全网数据集抄时，唤醒所带来的延时是几乎固定的， 和网络的规模无关。Wave Mesh AMR网络会根据节点的剩余电量进行优化路由，自动平衡整个网络的节 点的负荷。

仓储物流和报警定位

仓储物流、报警定位等此类的应用需要在一个较大的范围内管理成千上万个移动或者固定节点。节点 在需要时可以随时向后台报告自己的状态、位置等信息 ;后台也可以主动查询每个节点的当前的信息。这 类应用的特点有：

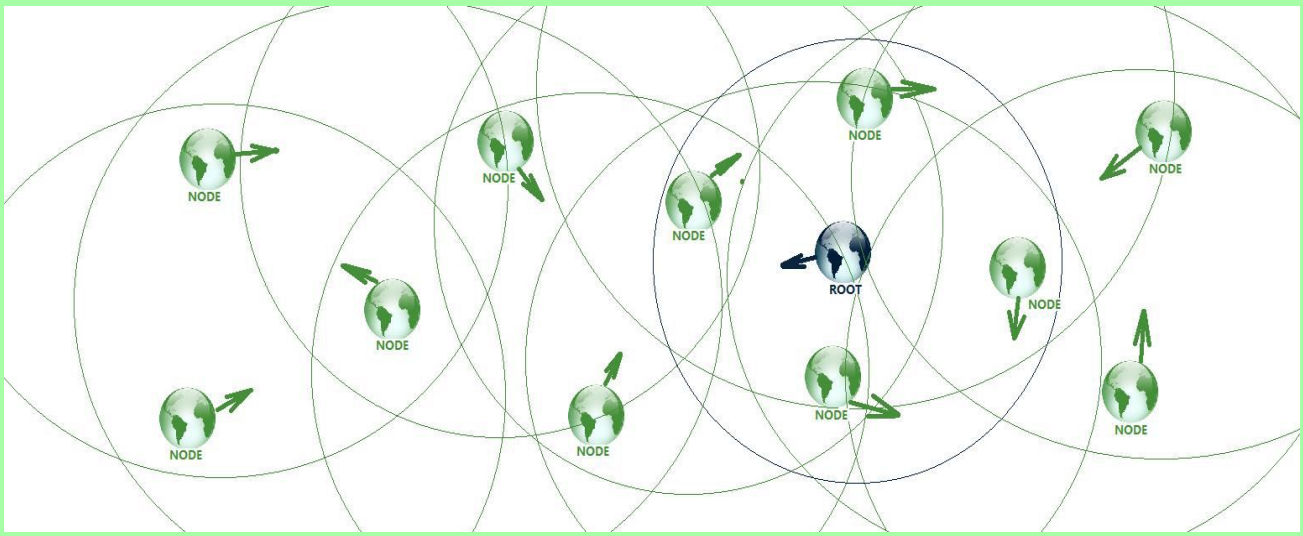
●节点数量多，一般仓储的货品数量在上万件；
●覆盖范围大，对于物流等应用其覆盖半径往往达几公里甚至几十公里以上；
• 节点对功耗要求非常苛刻，节点有时需要采用纽扣电池供电持续工作1年以上；
• 实时性较高，对于报警应用节点出发报警信号应该能在数秒钟之内到达后台。 对于此类应用可以采用JY-BM200N 模块搭载Wave Mesh 协议组网实现，组网示意图如下所示：
• 采用ROOT 模块作为网关通过公网与后台相连；
• 采用不休眠的NODE 模块作为网络的骨干，位置相对固定，覆盖整个区域；
• 采用休眠的NODE 模块作为低功耗的移动节点设备；
• 网络中可以分散部署多个ROOT模块，可以有效减少节点到后台报文的中继次数达到实时性的要 求，同时增加网络的出口带宽以避免拥塞；
• 网络中仅仅由网络中的骨干节点（不休眠的NODE模块和ROOT模块）进行路由和中继转发， 低 功耗移动节点（休眠的 NODE模块）不参与数据转发；
●由于移动节点不参与数据转发，可以采取突发发送数据的方式，能获得极低的功耗；
●移动节点可以网络覆盖范围之内漫游，自动无缝切换路由节点；
•Wave Mesh 协议支持基于RSSI 的无线定位算法，并且做了优化；移动节点只需要发送一次报文 就测量出到达多个固定节点的信号强度， 如果移动节点的信号覆盖范围内有3个以上的固定节点就 能进行较精确定位。



移动自组网络

如果网络中的所有节点都可以按照各个方向随意移动，这就是移动自组网。其应用场景包括团队野外作业、救灾、车队、战时网络、应急网络等。该应用对网络的自愈性和路由的健壮性有很高的要求；另外，还要求网络有尽可能大的覆盖范围，要求网络有很高的路由中继级数。

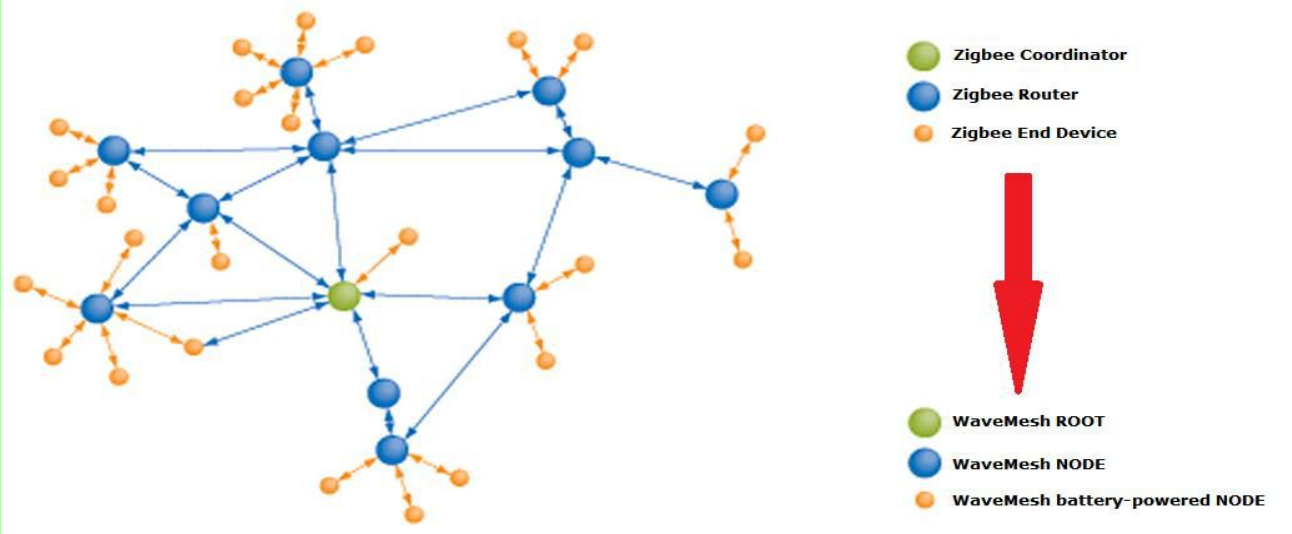
Wave Mesh 的路由协议是针对移动自组网所设计的，是完全分布式的网络，采用多径路由协议。该 路由协议可以最大限度减小路由建立和维护过程的开销，能够在多条路径并行进行数据报文的发送，可以 感知网络拓扑结构的变化并对路由进行更新不需要进行洪泛，在不同路由之见无缝切换。而且 WaveMesh 协议能够支持255级路由深度， 使得网络有极大的覆盖范围。其组网示意图如下所示：



Wave Mesh 移动组网示意图

替代 Zigbee模块

典型的ZigBee网络由三种设备组成： 协调器(Coordinator)、路由器(Router)和终端设备(EndDevice)组成。每个网络需要一个协调器用来进行网络初始化，在网络初始化完之后，协调器就转变一个路由器。路由器是网络的骨干，负责路由维护和报文转发。路由器是网络的可选组件，没有路由器的网络就变成点对多点的星型结构。终端设备不参与路由不负责报文转发，终端设备只能跟路由器进行通信，终端设备之间不能直接通信。协调器和路由器不能够休眠；终端设备可以周期性的休眠，在醒来的时刻向路由器询问是否缓存了属于自己的数据报文，如果有就进行数据收发，没有就继续休眠。其组网示意图如下所示：



用Wave Mesh模块代替Zigbee模块组网示意图

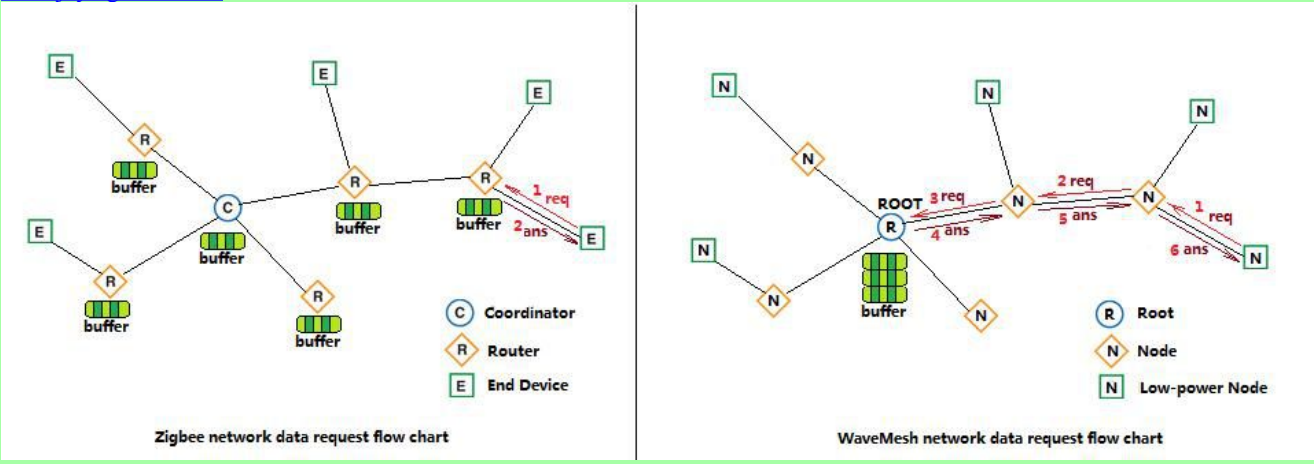
虽然WaveMesh 协议和ZigBee协议在网络设计理念上有所不同，WaveMesh 是对等的分布式网络 而ZigBee是分级、分簇的网络结构，但是这并不妨碍用WaveMesh 无线模块替代Zigbee模块在一些领 域中的应用：

- 用Wave Mesh ROOT模块(不休眠)代替Zigbee的协调器模块；
- 用Wave Mesh NODE 模块(不休眠)代替Zigbee的路由器模块；
- 用Wave Mesh NODE 模块(休眠)代替Zigbee的终端设备。

采用模块的简单替换之后的waveMesh 网络可以看作是采用不休眠的NODE 模块作为网络的骨干，休眠的NODE 模块作为低功耗的终端设备。网络中的数据传输由终端设备发起，终端设备在醒来时刻需要主动向ROOT发送查询报文，询问是否缓存了发送给自己的报文。

做了模块的简单替换之后，还需要注意以下几点：

•Zigbee路由器模块可以缓存发送给终端设备的数据报文，而Wave Mesh NODE 模块则不能缓存 发送给休眠NODE 节点的报文，跟Wave Mesh 对等网络的设计有关。Wave Mesh 网络则需要将发送给 终端设备的数据报文缓存在ROOT 设备中。当休眠NODE设备(终端设备)醒来时刻，需要发送向ROOT 设备发送查询报文查询是否缓存了发给自己的报文，ROOT 在收到NODE 的查询后对NODE 进行响应， 在需要时进行数据收发或者直接通知NODE 休眠。Wave Mesh 模块本身不会产生任何报文，终端设备需 要在NODE 模块醒来时刻向其发送查询报文，NODE模块会将查询报文发送给ROOT模块，ROOT 模块 会将查询报文发送给外设，再由外设进行响应；



Zigbee与Wave Mesh网络终端数据请求数据流示意图

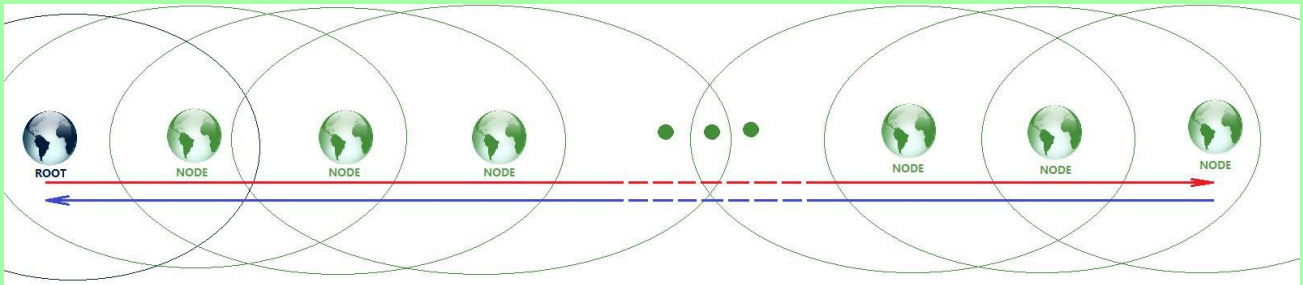
●代替Zigbee终端设备的WaveMesh NODE模块可以由外设控制进行休眠，也可以采用模块自动 休眠的异步休眠方式；

●链接Zigbee协调器的外设需要做修改，在没有收到终端设备进行数据传输请求之前，需要缓存终 端设备的数据报文，而不是发送给离终端设备最近的路由器节点；

●链接Zigbee终端模块的外设，需要主动发送查询报文进行数据传输请求。

远程控制

如果网络的节点分布是一条直线或者比较狭长如路灯、铁路、沿街电子广告牌的控制等应用。这种网 络的最大特点是最远节点距离集中器很远， 报文需要很多次中继转发； 网络可以容忍一定的响应延时。WaveMesh 协议能够支持255级路由深度，网络可以覆盖范围可以达到几十公里。其组网示意图如下所示：



Wave Mesh远程控制组网示意图

智能楼宇

WaveMesh 智能楼宇提供了安全可靠的楼宇监控系统为大厦节省大量能源消耗， 健壮的无线网络易于 安装部署、维护升级，可以节省大量的安装成本、维护成本和设备成本。Wave Mesh 协议能够支持255级路由深度，并且网络的规模可以通过增加ROOT 模块的数量无限制地扩展，可以覆盖同类解决方案到达不了的任何房间、任何角落。

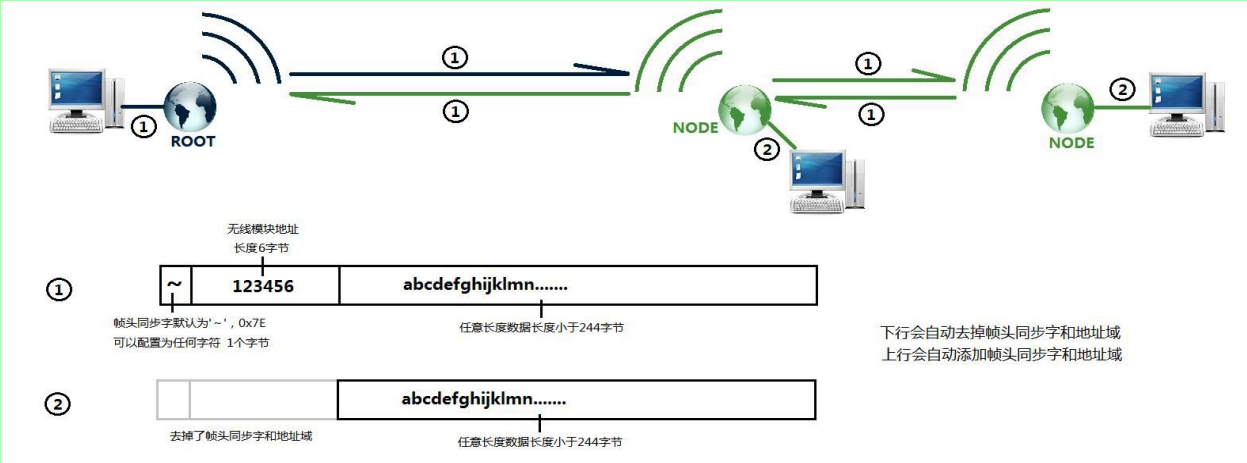
智能家居

WaveMesh 智能家居解决方案提高了简单易用、安全可靠的自组网方案，可以通过遥控器、网关等远程控制家里的任何开关、电器、门窗等；实现多对一、一对多的可靠控制。智能家居在给人们的家居生活带来便利的同时，还能节省电能消耗、节省布线成本、更智能。智能家居同样能够支持255级路由深度，覆盖同类解决方案到达不了的任何角落。

JY-BM200N 组网功能验证

用户仅需要将模块用电池供电或者连接到PC 机的串口，不需要对模块出厂默认配置参数做任何修改，就可以验证模块的组网能力。

WaveMesh AMR模块出厂默认采用模块的MAC 地址做路由的半透明传输的报文方式：NODE模块的UART可以接收任何数据，在无线报文发送时自动在前面添加1个字节帧起始同步字和6字节MAC 地址；NODE 模块收到无线报文会自动将帧起始同步字和MAC 地址去掉再通过UART进行发送。从NODE 的角度来说，是完全透明的数据传输。如下图所示：



默认报文的发送网示意图

ROOT 模块从UART接收的数据报文，需要‘~’字符作为帧的起始符并将紧跟在起始符之后的6字节作为目的节点的地址。地址的通配符为‘F’和‘f’字符。数据帧的结束通过UART静默超时判断确定，默认为100ms。

举例说明：

1、广播-向ROOT 模块UART发送“~FFFFFFabcdefg”:

报文发送的目的地址为‘FFFFFF’表示全网广播地址；‘abcdefg’为报文数据内容；‘~’为帧起始符。由于 目的地址是广播地址，全网所有NODE模块都会收到这个报文。

2、单播-向ROOT 模块UART发送“~000001xyz”:

报文发送的目的地址为‘000001’；‘xyz’为报文数据内容；‘~’为帧起始符。 只有地址为‘000001’的NODE 模块才会将该报文并通过UART口进行发送；中继节点会转发该报文，但不会将该报文内容通过UART口 进行发送。

3、多播-向ROOT 模块UART发送“~00000F12345”:

报文发送的目的地址为‘00000F’；‘12345’为报文数据内容；‘~’为帧起始符。由于目的地址中包含通配符，凡是地址为‘00000×’的NODE 模块都会收到该报文并通过UART口进行发送，其中x表示任何字符。

由于NODE 模块会自动在从UART 接收到的数据报文前添加该模块的序列号，这样即使向不同的NODE 模块发送完全相同的数据，在ROOT 端也容易区分出来。NODE 模块报文发送的目的地址默认为ROOT 模块，因此给NODE 模块的数据报文不必携带目的地址信息。当网络中有多个ROOT 模块时，每 个NODE 模块会自动选择距离自己最近的ROOT模块为目的地进行发送。 同一个数据报文不会同时发送给所有的ROOT模块，也就是说上行数据流可以在多个ROOT 模块之间分流、并行传输，提高网络的出口带宽。多个NODE 模块可以同时发送数据，而不用担心无线报文的碰撞问题，网络协议保证所有NODE 模块的数据能够准确可靠发送到ROOT 模块。

环回组网测试

利用NODE 模块的串口进行数据环回，仅需要将ROOT 模块的UART口连接到PC 就可以完成组网验证，通过环回组网测试可以验证以下功能：1、网络基本特性：组网速度、路由稳定性，自愈性、数据传输的可靠性；2、下行数据的广播、多播和单播；3、模仿全网数据集抄过程，体验多ROOT 模块组网时上行数据的并行传输。

操作步骤如下：1、将ROOT 模块通过配置板等转接工具将其UART口连接到PC机COM口；2、通过串口调试助手等工具如“Secure CRT”打开PC 机对应的COM口，波特率115200、每字节8bits、1个停止位、没有校验位、没有流控；3、将NODE 模块的TX 和RX 引脚用跳线短接，用电池或者电源给模块供电即可（注意电源的极性）。ROOT 模块出厂默认配置上电后会周期性地(～2秒为间隔)向网络中广播“~FFFFFFRDD\r”报文， 网络中的所有NODE 模块（孤立节点除外）都会收到该报文。NODE 模块会将帧头同步字和地址域“~FFFFFF” 自动去掉再通过串口进行发送“RDD\r”，由于模块的UART的TX和RX被短接， 因此“RDD\r”会作为NODE 模块串口的输入报文。NODE模块会自动在该报文前添加帧同步字和自己的MAC 地址域“~XXXXXXRDD\r”，在通过无线发送到ROOT。最终连接ROOT模块的PC 上的串口工具会周期性地打 印出网络中所有NODE 模块的环回数据报文。假设网络中有5个 NODE，其序列号分别为“000001”~ “000005”，则串口字符工具会周期性地打印出如下的报文：

“~000001RDD\r” “~000002RDD\r” “~000003RDD\r” “~000004RDD\r” “~000005RDD\r”

说明：1、串口字符工具打印出来的节点数据报文的顺序不是固定的；2、可以通过AT 命令改变ROOT模块报文发送的周期和模式，请参见相关章节；3、可以通过变换NODE 模块的位置，验证网络的自愈性、移动性；4、可以通过增加ROOT 模块的数量，体验多ROOT的分流并发功能。 可以通过串口字符工具改变ROOT模块发送报文内容， 只要符合模块默认的帧结构就可以。 如果ROOT 模块能正确识别一个数据帧，会在字符工具打印“~OK\r”作为确认报文。注意，向ROOT 模块发送数据帧 时，要保证两个字符之间的延时小于100毫秒。举例说明：

1、向ROOT 模块串口发送“0~00001xyz\r”:则只有序列号为“000001”的NODE 模块才会有数据上报，

这时PC 机的串口字符工具会周期性地 打印“~000001xyz\r”；

2、向ROOT 模块串口发送“~FFFFFFabcdefg\r”: 所有NODE 模块都会有环回数据报文上报，这时PC机的串口字符工具会周期性地打印所有节点 的数据报文：

“~000001abcdefg\r” “~000002abcdefg\r” … …

主动上报测试

数据环回组网测试虽然可以验证绝大部分功能， 但是整个测试过程NODE模块仅在收到ROOT 模块的 数据报文才会上报数据吗，并没有主动上报数据。通过主动上报测试可以验证以下功能：1、NODE 模块主动上报数据功能；2、网络双向数据流的传输功能、传输延时和吞吐能力；3、大数据量、高负荷下网络的处理能力，特别是上下行同时有数据流的情况。 操作步骤如下：1、将NODE 模块和ROOT 模块通过配置板等转接工具连接到PC机COM口；2、通过串口调试助手等工具如“Secure CRT”打开PC 机对应的COM口，波特率115200、每字节8bits、1个停止位、没有校验位、没有流控；3、向ROOT 模块发送“ATCO\r”指令，取消周期性重复发送模式；4、通过串口调试助手等工具向多个NODE 模块同时发送报文，调整串口工具报文的发送频率观察上 下行数据流的收发情况； 数据报文格式参见环回组网测试，这里不再赘述。

重要声明

北京聚英翱翔电子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聚英翱翔电子有限公司的销售条款和条例进行销售。北京聚英翱翔电子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核心理念进行商业活动,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。