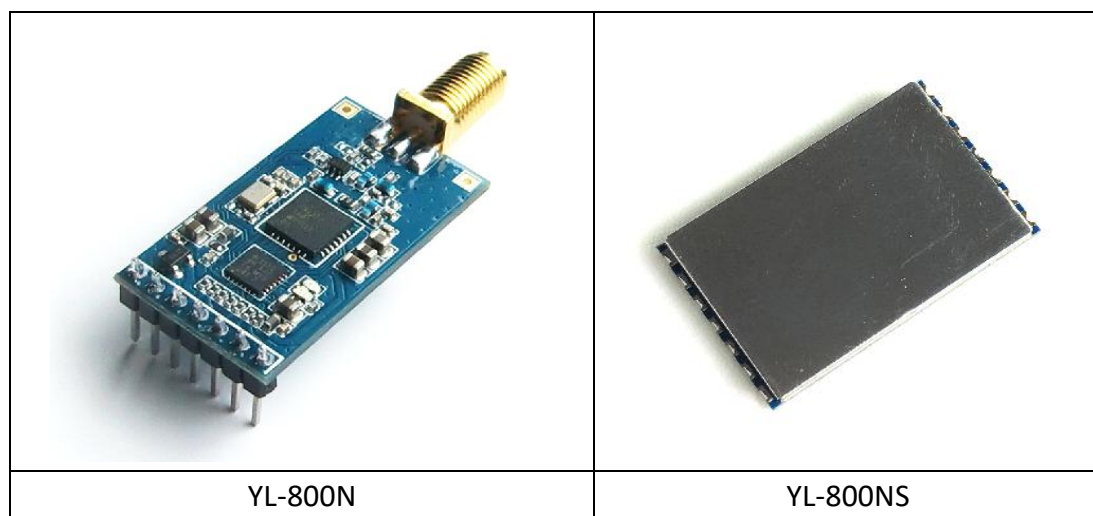


扩频通讯 Mesh 自组网模块 YL-800N 规格书



目录

一、	模块简介.....	2
二、	模块特点.....	2
三、	技术参数.....	2
四、	尺寸结构.....	3
五、	管脚定义.....	4
六、	参数配置软件.....	4
七、	YL-800N 典型组网应用.....	5
八、	MESH 分布式路由协议简介.....	6
九、	模块配置说明.....	9
十、	数据收发测试（16 进制命令模式）.....	10
十一、	无线升级程序.....	12
十二、	16 进制模式的应用举例及协议解析.....	13
十三、	16 进制指令列表（相关命令可以参考设置软件直接生成）.....	14
十四、	天线选配.....	21
十五、	应用领域.....	22

一、 模块简介

YL-800N 是分布式 MESH 网络无线自组网模块，工作在 433M 免费频段(其它频段定制)，采用最新的扩频跳频技术，内部进行自动扩频计算和前导 CRC 纠错处理。标准发射功率最大为 100mW (20dBm)，发射电流瞬间<120mA，接收电流为<18mA，工作电压范围 3.3v~5v；模块的射频芯片基于扩频跳频技术，在稳定性、抗干扰能力以及接收灵敏度上都超越现有的 GFSK 模块。

MESH 是分布式的对等网状网络，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，其组网耗时很短，所有的设备上电即工作，支持 7 级路由，网络覆盖范围达到 7 公里以上。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、安全可靠的全网自组网技术、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。

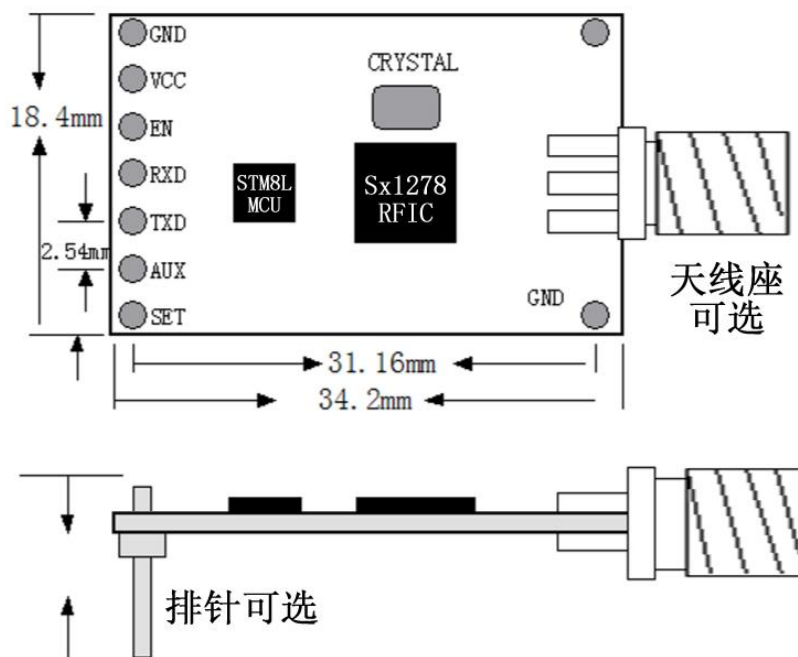
二、 模块特点

- 中等功率发射，最大 100mW (20dBm)，可调节；
- LoRa 扩频技术， TTL 接口半双工通讯，空中收 /发转换；
- 内嵌 MESH 分布式自组网协议，每次通讯都有多重握手确认，确保数据稳定；
- 工作频段：433MHz 申请频段；
- 接收灵敏度最低-148dBm，开阔地空旷传输距离 1500-2500 米；
- 发射工作电流小于 100mA；待机工作电流 18mA；
- 通信频率任意设置，8 个辅助信道，自动跳频，有效避免干扰；
- 通讯协议转换及射频收发切换自动完成，用户无须干预，简单易用；
- 通讯速率 1.2kbps -115.2kbps，用户可通过软件配置；
- 生产免调试，宽电压范围工作：3.3V-5V，工业级应用；

三、 技术参数

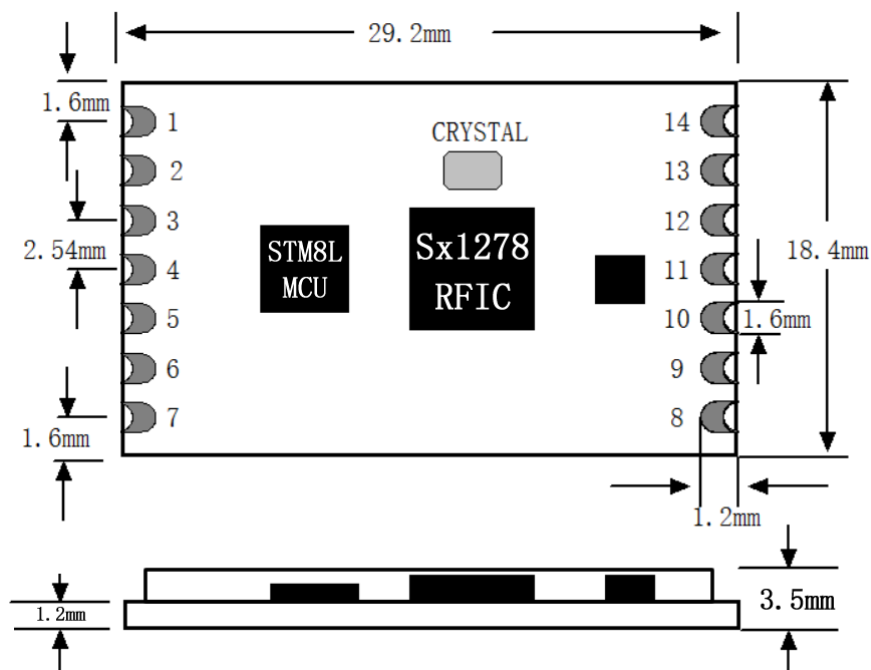
参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	3.3	5	5	V
工作温度	-40	25	85	℃
载波频率	410	433	480	MHz
输出功率	0		20	dBm
接收灵敏度		-132	-148	dBm
发射电流			100	mA
待机电流		18	20	mA
调制速率	2.4	9.6	115.2	Kbps
收发转发时间		300		mS

四、 尺寸结构



YL-800N 尺寸结构图

尺寸结构 PCB 文件下载: <http://www.rf-module.cn/updown/2016227113426415.rar>



YL-800NS 尺寸结构图

PCB 封装图 http://www.rf-module.cn/updown/YL-800S_Package_diagram.rar

五、管脚定义

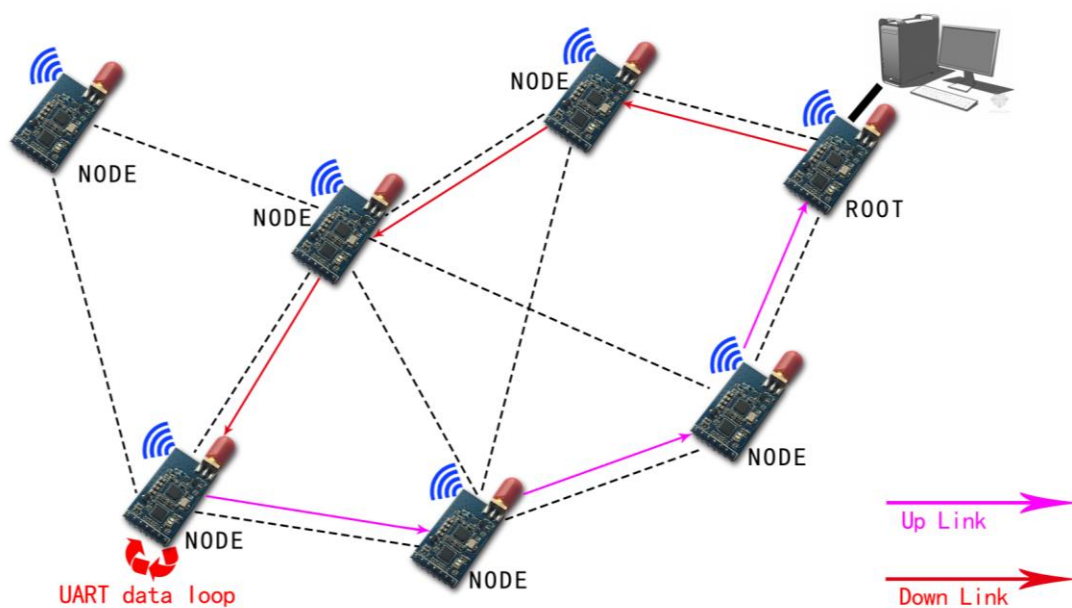
序号	名称	管脚功能
1	GND	电源地（与用户设备共地）
2	VCC	3.3~5V
3	EN	无需连接
4	RXD	UART 输入，3.3TTL
5	TXD	UART 输出，3.3TTL
6	ACT	无需连接
7	SET	低电平参数恢复默认

六、参数配置软件

下载地址：<http://www.rf-module.cn/updown/201656103052876.rar>

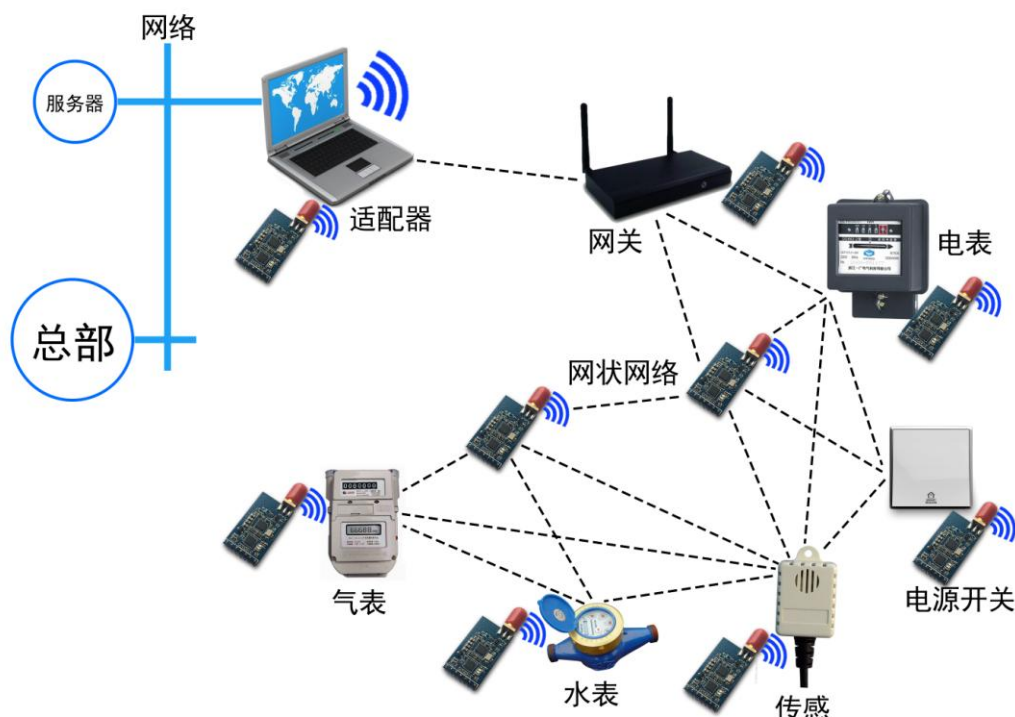
七、 YL-800N典型组网应用

一个基本的 MESH 网络由多个节点 (SLAVE OR NODE) 模块和一个集中器 (MASTER OR ROOT) 模块组成。SLAVE 模块和 MASTER 模块之间进行双向数据交互, 报文可以由 SLAVE 模块进行多次中继。由 MASTER 到 SLAVE 的数据流称为下行, 反之为上行。下行数据传输方式为广播(MASTER 发送的数据所有节点都能收到); 上行数据传输方式为单播(SLAVE 发送的数据到最近的 MASTER 上)路由的选择都是自动完成的. 注意如果有多个集中器 MASTER, 那么 SLAVE 传输数据会自动上传到最近通信过的 MASTER, 其它 MASTER 不能收到。



MESH 组网数据传递示意图

仅用 YL-800N 模块便可以轻松组建最小 2 个点到成千上万点的 MESH 网络。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。但为了无缝兼容用户的现有协议, 报文格式是透明传输的。在很多应用下, 用户的报文并没有包含数据流向的信息 (上、下行), 这样会导致某些实际问题。因此, MESH 网络定义了两类组网设备: **节点**和**集中器**。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。在本文中, 用节点和集中器来代替具体应用的设备名称。一个 MESH 网络可以包含多个集中器和多个节点设备。YL-800N 模块既可以作为节点设备也可以作为网关设备。所有组网设备上电便工作, 不需要网络初始化过程, 路由会自动按需建立, 自动维护, 不需要人工干预。其组网示意图如下所示:



YL-800N 组网示意图

采用 YL-800N 模块可以轻松组建性能优异、成熟稳定的分布式自组网 MESH 网络，代表了自组网技术的最先进水平，可以代替有线、点对多点和集中式组网方式，极大扩大网络覆盖范围和网络的健壮性，并且能够有效降低设备成本和维护成本。

YL-800N 模块应用在自组网领域如传感网络、无线抄表、智能家居等领域，具有明显的技术优势和价格优势。比如，采用 YL-800N 的无线抄表方案，可以仅需要发送一条广播报文就可以在很短时间之内实现全网仪表的集抄，不需要对单个仪表进行一一抄读，大大节省了抄读的时间。在没有外来干扰和孤立节点的情况下，MESH 无线抄表的方案的单次全网抄收成功率达到 100%。

八、 MESH分布式路由协议简介

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：

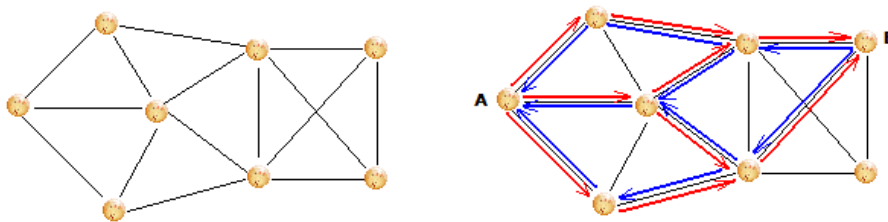
1. 分布式路由算法；分布式算法更适合于无中心的分布式控制网络。
2. 自适应能力强；可适应快速变化的网络拓扑结构。

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-目的节点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。MESH 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，在不同路由之间无缝切换。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 7 级路由，网络规模大。

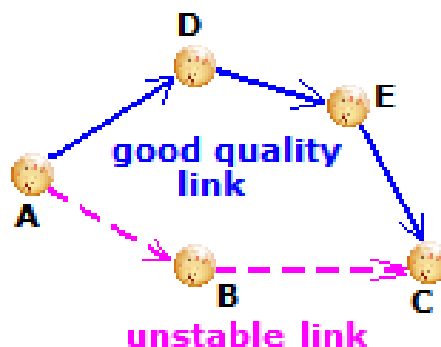


MESH 多径路由示意图

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 7 级路由的大规模网络。

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。

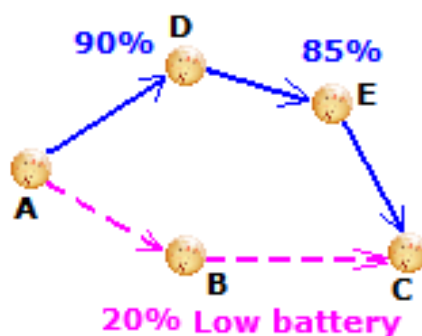
不同于有线的网络，对于 MANET 来说无线信号容易受外界干扰的影响，造成数据链路生存时间短、稳定性差的特点。路由协议必须能够正确选择信号质量好、链路稳定的路径才能保证网络的稳定性、实时性、可靠性和抗干扰能力。MESH 路由协议能够迅速探测多条路由的即时链路质量，能在极短时间内选择出最佳链路质量的路径做路由，并且在必要时可以选择次最近路径作为路由。MESH 链路状态算法路由选择示意图如下所示，A 可以通过 B 中继到 C 既 A-B-C 但该条路径受到干扰为不稳定链路，同时 A 到 C 有另外一条链路质量好的路径 A-D-E-C。选择 A-B-C 这条路径虽然距离更近，但是由于链路不稳定性报文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



MESH 链路状态算法路由选择示意图

另外对于 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。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。MESH 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。



MESH 节点剩余电量路由选择示意图

MESH 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。

九、 模块配置说明

1. 模块的用户接口模式分为二种：16 进制命令模式、透明模式；
2. 模块的设备类型分为二种：主模块（集中器模块）和从模块（节点模块），可通过指令进行修改
3. 主模块在透明模式时，串口收到的数据透明地发送给所有的从模块；从模块在透明模式时，串口收到的数据透明地发送给其发送过数据的主模块。
4. 在透明模式时，输入“+++”时不会被透明发送，而是将用户接口模式切换到 16 进制命令模式，此时模块能够响应命令
5. 应该将缺省的设备类型改为从模块类型，因为用户使用时一般从模块数量大于主模块。
6. 用户可以使用多种方式组网：
 - ① 完全对等的非透明组网模式

所有模块之间没有主从关系，完全对等，纯 MESH 网络，模块类型一致，用户接口模式一致但都是非透明模式；在此种组网模式下，所有模块都可用 16 进制命令发送广播数据或者单播数据；发送单播数据时需要提供目标模块地址；发送广播数据是目标地址为 0xFFFF 即可。模块可以 16 进制命令模式或 AT 命令模

式按规定协议格式接收到广播或者单播数据，并且获知发送数据的源模块地址。用户设备需要发送单播数据则需要管理其它模块的通讯短地址。

② 完全对等的透明组网模式

所有模块之间没有主从关系，完全对等，纯透明传输网络，可完全代替市场上常见透传模块。模块类型一致并都为主模块类型，用户接口模式一致并都为透明模式。

在此种组网模式下，每个模块串口接收到数据，都透明的广播发送到其它的模块，模块接收到别的模块发送的数据为纯透明的应用数据。用户设备只能发广播数据，不需要管理其它模块的通讯短地址。

③ 主从式非透明组网模式

一个模块为主模块，其它模块都为从模块，主从模块之间通讯，从模块之间一般不需要通讯，用户接口模式一致但都是非透明模式。

此种组网模式实际上与第①种相同，从模块之间虽没有通讯需求但是可以相互通讯。

④ 主从式透明组网模式

一个模块为主模块，其它模块都为从模块，主从模块之间通讯，从模块之间一般不需要通讯，用户接口模式一致并且都是非透明模式。

在此种组网模式下，主模块串口收到的数据，都被透明地广播发送到其它模块，而从模块串口收到的数据，会被透明地单播发送到主模块。模块接收到别的模块发送的数据为纯透明的应用数据。用户设备不需要管理其它模块的通讯短地址。

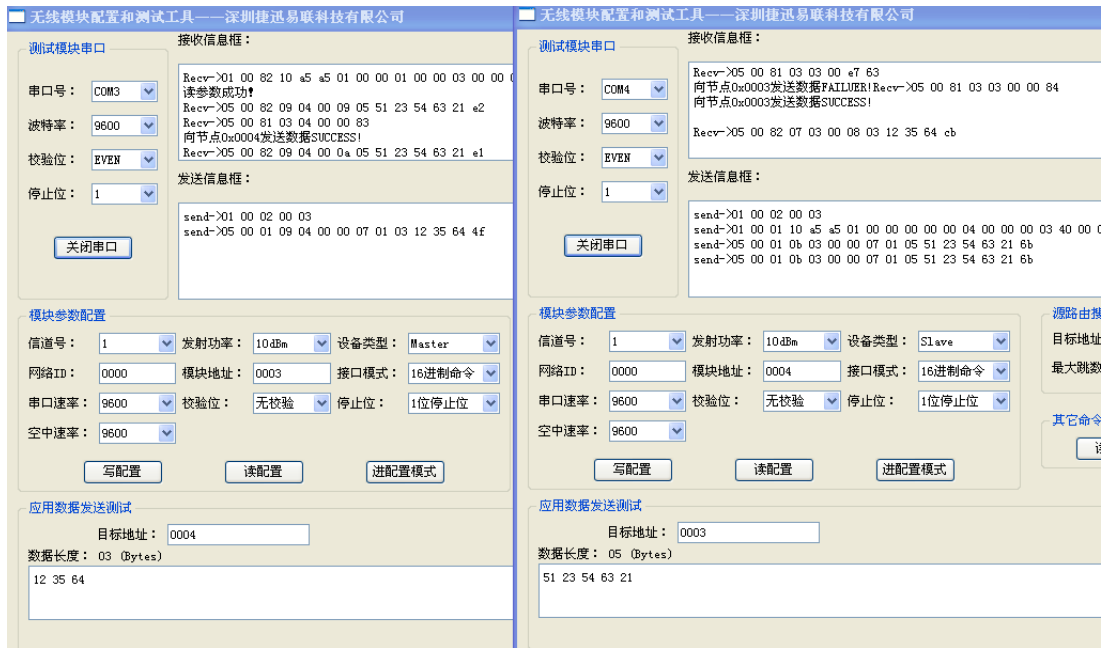
⑤ 主从式半透明组网模式

一个模块为主模块，其它模块都为从模块，主从模块之间通讯，从模块之间一般不需要通讯。主模块用户接口模式为非透明模式，而从模块的用户接口模式都是透明模式。

在此种组网模式下，主模块既可以发送广播又可以向每个从模块发送单播数据，数据到从模块将透明地从串口送出，从模块串口收到的数据，会被透明的单播发送到主模块，主模块收到后将按照主模块接口模式按规定的协议格式送出。从用户设备为被动设备不需要做任何改动，不需要管理任何信息；主用户设备需要管理从模块的通讯短地址。

十、 数据收发测试（16进制命令模式）

按典型应用电路将YL-800N与电脑连接好，数据的收发测试可以通过设置软件实现，先读取模块参数，读取参数成功后就可以正常发送数据了，在软件上填好要发送的目标模块地址以及数据（16进制，中间要有空格），点发送，如果外界有目标地址存在就会显示发送SUCCESS，如果没有对应的地址就会显示发送FAIL，如下图：

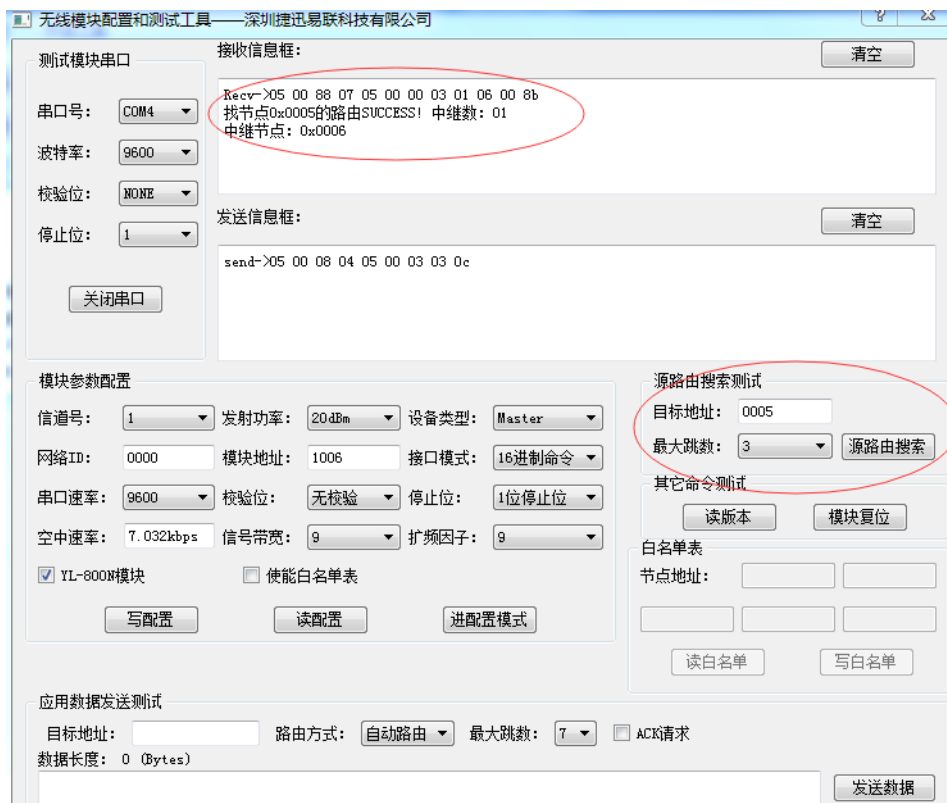


中继查询测试：

模块具有自动路由的功能，假如在网络存在一个中心和节点为 0005 和 0006 地址的模块，中心模块与 0005 节点通讯不上，那么只要把 0006 置于他们之间，则 0006 起到路由的功能，中心与 0005 就能通讯成功。

也可以通过设置软件的命令查找源路由的方式观察如下图：

查找 0005，中继数为 01，通过 0006 来中继数据：



十一、 无线升级程序

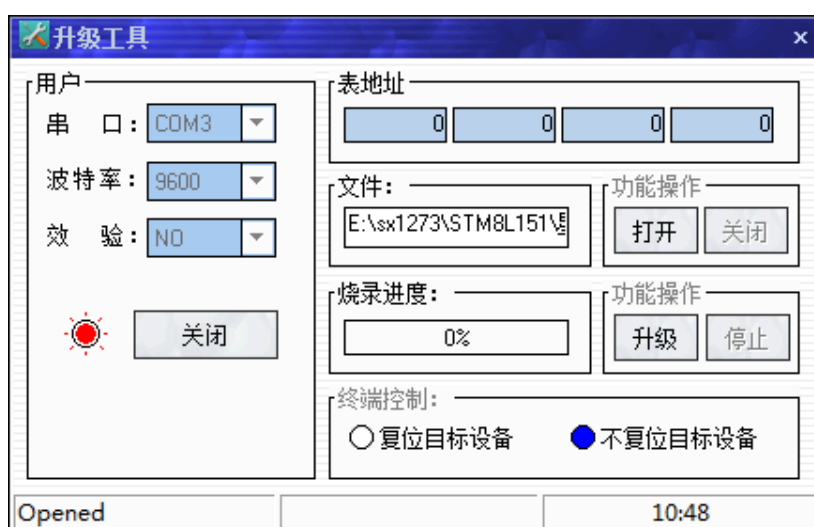
YL-800N/YL-800NS模块从V2.49版本开始集成了无线升级功能，这样方便客户在线升级和修改程序。

需要准备工具：

YL-800T标准模块；PC电脑和PC端软件以及升级的程序bin文件；要升级的模块和连接线。

升级流程：

(一) 把YL-800T模块和电脑连接好。打开升级软件，选择YL-800T模块连接的串口号。调入要升级的程序文件，选择不复位升级。如下图所示：



升级工具软件下载地址：

http://www.rf-module.cn/updown/lora_module_update_tool.rar

注：软件上面的表地址不需要理会，这个是升级其它模块才会用到。

(二) 把要升级的模块设置成升级模式，方法就是通过串口发送命令给模块。

命令发码： 01 00 08 08 64 6F 77 6E 6C 6F 61 64 15

模块回码： 64 6F 77 6E 6C 6F 61 64

此时模块进入下载模式，并且红灯开始闪烁。

(三) 点击升级按键。模块就开始升级，此时模块红灯和蓝灯交替闪烁。升级完成后，模块会自动启动，并且运行正常程序。

注：模块升级不会擦除原先设置的参数，所以升级之后的参数和升级之前是一样的。如果升级不成功，可以重新升级。如果程序升级错了，或升级的不是我们提供的程序，那么模块就要返回公司维修。

十二、 16进制模式的应用举例及协议解析

1、 自动路由数据帧格式

字节:1	1	1	1	2	1	1	1	N	变长	1
帧类型	帧序号	命令类型	负荷长度	目标地址	ACK请求	发送半径	路由参数	数据长	用户数据	效验
帧头				帧负荷						

数据举例: 05 00 01 0A 02 00 00 07 01 04 12 34 56 78 01

帧类型: 05 表示发送用户数据

帧序号: 00

命令类型: 01 表示应用数据发送请求

负荷长度: 0A 是指从负荷长度后一个字节到效验前一个字节的个数

目标地址: 02 00 表示发送的目标地址是 00 02

ACK 请求: 00 表示无需 ACK 应答

发送半径: 07 表示最大 7 跳

发现路由参数: 01 表示自动路由的方式, 用户不需要干预组网的过程

数据长: 04 表示用户有 4 个字节的数据需要发送

用户数据: 12 34 56 78 四个字节

效验: 01 XOR 效验值

2、 源路由数据帧格式 (源路由是强制路由, 走固定路径, 一般建议不使用)

表 1

字节:1	1	1	1	N
帧类型	帧序号	命令类型	负荷长度	帧负荷
帧头				见表 2

表 2

字节:2	1	1	1	1	N*2	1	变长
目标地址	应用层 ACK 请求	发送半径	发现路由参数	中继数 N	中继列表	用户数据长	用户数据
	源路由域						
帧负荷							

数据举例: 05 00 01 11 05 00 00 07 03 03 01 00 02 00 03 00 04 12 34 56 78 1F

帧类型: 05 表示发送用户数据

帧序号: 00

命令类型: 01 表示应用数据发送请求

负荷长度: 11 是指从负荷长度后一个字节到效验前一个字节的个数

目标地址：05 00 表示发送的目标地址是 00 05

ACK 请求：00 表示无需 ACK 应答

发送半径：07 表示最大 7 跳

发现路由参数：03 表示源路由发送方式，必须指定中继数和中继列表；其中 **01 00 02 00 03 00** 表示的是中继列表

数据长：04 表示用户有 4 个字节的数据需要发送

用户数据：12 34 56 78 四个字节

效验：01 XOR 效验值

2. 接收数据应用格式

05	00	82	08	10	00	43	04	EE	EE	EE	EE	D8
应用数据	帧序号	命令类型 读配置信息应答	长度	节点地址 标识		场强数值 越小信号越强	数据长度	DATA 数据				校验

十三、 16进制指令列表（相关命令可以参考设置软件直接生成）

1、通用帧格式

1.1 帧格式

字节:1	1	1	1	变长	1
帧类型	帧序号	命令类型	负荷长度	负荷数据	帧校验
帧头				帧负荷	帧尾

1.2 帧头说明

1.2.1 帧类型

帧类型用来标识不同的应用帧类型。标准帧类型定义如下：

类型标识	类型名称	说明
0x01	模块配置	用于读写模块的配置参数等
0x02	MAC 层测试	用于测试组网协议 MAC 层功能
0x03	NET 层测试	用于测试组网协议网络层功能
0x04	调试信息	用于设置或读出一些调试测试信息等
0x05	应用数据	用于组网协议应用层使用接口

注意：“MAC 层测试”和“NET 层测试”类型功能仅在协议栈开发测试期间使用，成品模块中关闭。

1.2.2 帧序号

帧序号域当前保留未使用，值固定为 0x00。

1.2.3 命令类型

命令类型域在各种不同的帧类型标识下有不同的定义，参见“2、个别类型帧格式”。

1.2.4 负荷长度

负荷长度域指示上边帧格式中帧负荷部分的长度，即从本域之后到帧校验之前的部分的字节数。本协议最大负荷长度为 128 字节。

1.3 帧负荷

帧负荷部分的格式由不同的帧类型及帧类型下不同的命令类型决定。参见“2、个别类型帧格式”。

1.4 帧尾

帧尾域为 1 个字节的异或校验。此校验值为从帧头第一个字节(帧类型字节)开始到校验字节之前所有字节异或运算的结果。检查时全帧所有字节异或运算结果为 0 即为校验正确。

2、个别类型帧格式

2.1 模块配置类型

模块配置类型的标识为 0x01。模块配置类型下各命令类型定义如下：

命令类型标识	命令功能说明
0x01	写配置信息请求
0x81	写配置信息应答
0x02	读配置信息请求
0x82	读配置信息应答
0x06	读版本信息请求
0x86	读版本信息应答
0x07	模块复位请求
0x87	模块复位应答

2.1.1 写配置信息请求

写配置信息请求命令用于给无线模块设置一些相关的工作参数。写配置信息请求命令的帧负荷部分格式定义如下：

帧内容

Byte:2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2
配置标志	信道号	RF 发射功率	用户接口模式	设备类型	网络标识	节点标识	保留	保留	串口参数	空中速率
帧负荷部分										

配置标志

没有意义，模块内部用来检查是否有初始化的缺省配置，值固定为 0xA5A5。

信道号

无线模块工作信道号，范围为 0—8，缺省值为 1。

0=431M, 1= 432M, 2=429M, 3=433M, 4=436M, 5=434M, 6=437M, 7 =435M

RF 发射功率

默认值是最大功率。

用户接口模式

模块串口与用户交互的工作模式，0：16 进制命令模式；1：透明模式；

设备类型

模块在应用中工作模式，0：从设备；1：主设备，缺省值为 0（从设备）。

网络标识

无线模块组网的网络标识，相同网络标识的无线模块属于同一个网络，只有同一个网络内的模块才能够互相通讯。网络标识的值的范围为 0x0000~0xFFFE，缺省值为 0x0000。

节点标识

无线模块作为一个网络节点，有一个节点标识，或称作节点地址。节点标识的值的范围为 0x0000~0xFFFE，0xFFFF 保留用作广播地址。模块出厂时的节点标识取模块出厂序列号的低 2 个字节，所以模块缺省的节点标识一般不重复。

空中速率（由信号带宽和扩频因子决定）

出厂扩频因子和信号带宽都为 9，相当于模块空中的调制速率 7K，建议客户不修改。由于组网模块的延时大，如客户修改需计算得空中速率大于 7K，过低的话收发延时过大，影响组网内部协议的判定，从而导致网络不稳定。

串口参数

模块串口的运行参数。其格式定义如下：

串口参数格式：

Bit: 1	2	1	4
停止位	校验位	保留	波特率

停止位：0：1 位停止位；1：2 位停止位，缺省值是 0；

校验位：0：无校验；1：奇校验；2：偶校验，缺省值是 2；

波特率：1：1200；2：2400；3：4800；4：9600 5：14400；6：19200；7：28800；8：38400；9：57600；10：76800；11：115200；12：230400，缺省值为 4。

2.1.2 写配置信息应答

写配置信息应答为向模块发送写配置信息请求命令之后，模块回复的应答，其帧负荷部分定义如下：

1
返回状态
帧负荷

返回状态

写配置信息请求命令执行的结果，状态代码定义如下表：
用户接口返回状态码定义

状态值	定义说明
0x00	成功
0x01	异或校验错误
0x02	测试帧发送错误
0x03	命令错误
0x04	信息设置错误
0x05	长度错误
0x06	写 Flash 失败错误

2.1.3 读配置信息请求

读配置信息请求用于读出模块中的配置参数，命令的帧负荷部分为空，帧头帧尾部分参见“1、通用帧格式”，命令的帧类型标识及命令标识参见“2.1 模块配置类型”。

2.1.4 读配置信息应答

读配置信息应答为模块收到读配置信息请求命令后返回的配置信息。读配置信息应答命令的帧负荷部分与“2.1.1 写配置信息请求”命令的帧负荷部分定义完全相同。

2.1.5 读版本信息请求

读版本信息请求用于读出模块中固件的版本信息，命令的帧负荷部分为空，帧头帧尾部分参见“1、通用帧格式”，命令的帧类型标识及命令标识参见“2.1 模块配置类型”中定义。

2.1.6 读版本信息应答

读版本信息应答为模块收到读版本信息请求命令后返回的固件版本信息。其帧负荷部分定义如下：

Byte: 1	1	1	1	1	1	1	1
主版本号	次版本号	修订版本号	硬件类型代码	编译日期日	编译日期月	编译日期年	设备类型
帧负载							

注意：当前硬件类型代码域与设备类型域保留未使用。

2.1.7 模块复位请求

模块复位请求用于使无线模块进行软复位。此命令的帧负荷部分为空，帧头帧尾部分参见“1、通用帧格式”，命令的帧类型标识及命令标识参见“2.1 模块配置类型”中定义。

2.1.8 模块复位应答

模块复位应答为模块收到模块复位请求命令后返回的执行状态信息。其帧负荷部分定义如下：

1
返回状态
帧负荷

返回状态代码定义与“2.1.2 写配置信息应答”部分中定义相同。

注意：当命令执行程序时，模块复位，外部接收到不模块复位应答命令。

2.2 调试信息类型

调试信息类型的标识为 0x04。调试信息类型下各命令类型定义如下：

命令类型标识	命令功能说明
0x01	写访问控制列表请求
0x81	写访问控制列表应答
0x02	读访问控制列表请求
0x82	读访问控制列表应答

2.2.1 写访问控制列表请求

2.2.2 写访问控制列表应答

2.2.3 读访问控制列表请求

2.2.4 读访问控制列表应答

2.3 应用数据类型

应用数据类型的标识为 0x05。应用数据类型下各命令类型定义如下：

命令类型标识	命令功能说明
0x01	应用数据发送请求
0x81	应用数据发送应答
0x82	应用数据接收指示
0x08	源路由路由发现请求
0x88	源路由路由发现应答

2.3.1 应用数据发送请求

应用数据发送请求命令用于外部设备经过无线组网模块发送数据。此命令的帧负荷部分定义如下：

Bytes:2	1	1	1	1	N*2	1	变长
目标地址	应用层 ACK 请求	发送半径	发现路由参数	中继数 N	中继列表	应用业务数据单元长度	应用业务数据单元
				源路由域			
帧负荷							

目标地址

数据发送目标节点的 2 字节短地址（低字节在前），如果是 0xFFFF，则为广播发送。

应用层 ACK 请求

为 1 时，使用协议 APS 层端到端的确认重传机制；为 0 时则不使用。建议在实际应用层对端应用设备有响应时，不使用此功能。

发送半径

数据转发最大跳数，当前组网协议最大跳数值为 7（可定制）。

发现路由参数

- 0：禁止路由发现，如果路由表中没有到目标节点的路由则发送失败；
- 1：自动路由发现，如果路由表中有到目标节点的路由则使用，没有则自动寻找路由；
- 2：强制路由发现；无论路由表中有没有到目标节点的路由，都寻找新路由；
- 3：使用源路由。

源路由域

当前边**发现路由参数**为 3 时，则源路由域存在，否则源路由域不存在。

中继数 N：从源节点到目标节点所经过的中继节点的数（不包括源和目的），值得范围为 0~6；

中继列表：从源节点到目标节点所经过的中继节点的短地址。离目标近的节点地址在前，离源近的节点地址在后，短地址低字节在前。

应用业务数据单元长度：

即要发送的应用数据单元的长度。由于当前物理层的最大负载长度为 127，在除去 MAC 层、NET 层、APS 各层的包头长度之后，不使用源路由时，此长度的最大值为 111；使用源路由时，此长度最大值为 109-N*2（N 为中继数）。

应用业务数据单元

要被发送到目标节点的应用数据单元。

2.3.2 应用数据发送应答

模块收到应用数据发送请后命令后，执行完数据发送命令后向外回复的应答。其帧负荷部分格式定义如下：

2	1
目标地址	返回状态
帧负荷	

目标地址

即为相应的应用数据发送请求命令中的目标节点地址。

返回状态

返回状态指示应用数据发送请求命令的执行结果。返回状态的值定义如下表：

状态值	定义说明
0x00	成功
0xE1	异或校验错误
0xE4	安全检查失败
0xE5	MAC 帧超长错误
0xE6	无效参数
0xE7	未收到 ACK
0xEA	发送机正忙
0xC1	网络层无效参数
0xC2	无效请求
0xC7	未找到路由
0xD1	缓冲区忙
0xD2	APS 层未收到 ACK
0xD3	APS 帧超长

0xE_x 返回为 MAC 层的错误码, 0xC_x 返回为网络层的错误码, 0xD_x 返回为 APS 层错误码。

注意：在未使用 APS 层 ACK 请求机制的数据传输中，即使返回码为成功，并不意味着数据就成功地传输到了目标地址，而只是意味着数据正常的发送到了下一跳。

2.3.3 应用数据接收指示

应用数据接收指示被用于，无线模块协议栈应用层收到从空中发给本节点的数据帧时用此命令从串口发送到外部设备。此命令的帧负荷部分格式为：

2	1	变长
源地址	应用服务数据单元长度	应用服务数据单元
帧负荷		

源地址

接收到应用数据的发送源地址。

应用服务数据单元长度

接收到的应用服务数据单元长度。

应用服务数据单元

接收到的应用服务数据单元。

2.3.4 源路由路由发现请求

源路由路由发现请求命令被用于发起查找能够到达目标节点的源路由（中继地址列表）。此命令的帧负载部分格式如下：

2	1	1
目标地址	发送半径	发现路由参数
帧负荷		

目标地址

查找路由的目标节点的地址。

发送半径

路由中继转发的最大跳数。本协议定义最大值为 7（可定制）。

发现路由参数

与“应用数据发送请求”命令中的定义相同，但在本命令中固定为 3，即源路由发现。

2.3.5 源路由发现应答

源路由发现应答命令为无线模块执行完源路由发现请求命令后向外部设备返回执行结果。此命令的帧负载部分格式如下：

2	1	1	1	N*2
目标地址	返回状态	发现路由参数	中继数 N	中继列表
			源路由	
帧负荷				

目标地址

返回源路由条目的目标地址。

返回状态

返回状态指示源路由发现请求命令的执行结果。返回状态的值与“2.3.2 应用数据发送应答”中返回状态的值的定义相同。

发现路由参数

与“应用数据发送请求”命令中的定义相同，但在本命令中固定为 3，即源路由发现。

源路由





当前边返回状态的值为 0x00（成功）时，源路由域存在。

中继数 N：返回源路由的中继节点的数量。

中继列表：返回源路由的中继节点的地址，越靠近目标节点的地址在前，越靠近源节点的地址在后，地址都是低字节在前，高字节在后。

十四、 天线选配

天线系统是无线通讯的重要组成部分，良好的天线系统，能够极大提高无线通讯效果，事半功倍。

			
弹簧天线	胶棒天线	折叠胶棒天线	小吸盘天线
1.5dBi	2.0dBi	3.0dBi	3.5dBi
长度 4cm	长度 5cm	长度 6cm	高 12cm, 线长 1~5m
<p>提示：在允许安装的情况下，建议尽量采用高增益天线，天线安装时与地平线垂直效果最佳。</p> <p>如果自行配置天线，需要注意频率匹配，阻抗 50Ω，驻波比越小越好。天线规格以实物为准。</p> <p>使用内置弹簧天线时，用户可提供整套完整的产品给我公司匹配专用弹簧天线。</p>			

十五、 应用领域

- ✓ 四表集抄：水表、电表、气表、热表等无线抄表；
- ✓ 智慧农业：灌溉控制、农田数据采集、温室大棚监测；
- ✓ 智能家居：无线开关、智能灯泡、家电控制、智能锁；
- ✓ 手持设备：点菜机、手抄机、扫描枪、对讲机；
- ✓ 智能交通：交通信号灯无线遥控、路灯集中控制系统；
- ✓ 数据发送：电子看板、LED 显示屏、油价屏、货架标签；
- ✓ 数据采集：电子衡器、粮情测控、水文水利监测；
- ✓ 安防系统：无线报警器、电子围栏、摄像机云台控制；
- ✓ 智慧城市：楼宇节能、暖通控制、井盖防盗监控、车位管理；
- ✓ 医疗管理：老人呼叫器、婴儿监护仪、医疗设备仪表监测；
- ✓ 会议设备：投票表决器、评分评价器、抢答器、无线音箱；
- ✓ 资产管理：人员定位监测、物资设备定位监测；
- ✓ 无线传感：温度、湿度、压力、液位、震动等无线传感；
- ✓ 工控系统：PLC 数据传输、自动化控制；
- ✓ 能源管理：火力、水力、风力、光伏发电等变电站维护；
- ✓ 穿戴设备：手表、狗环、耳标、胸牌、挂件；

声明：本公司保留未经通知随时更新本产品使用手册的最终解释权和修改权！