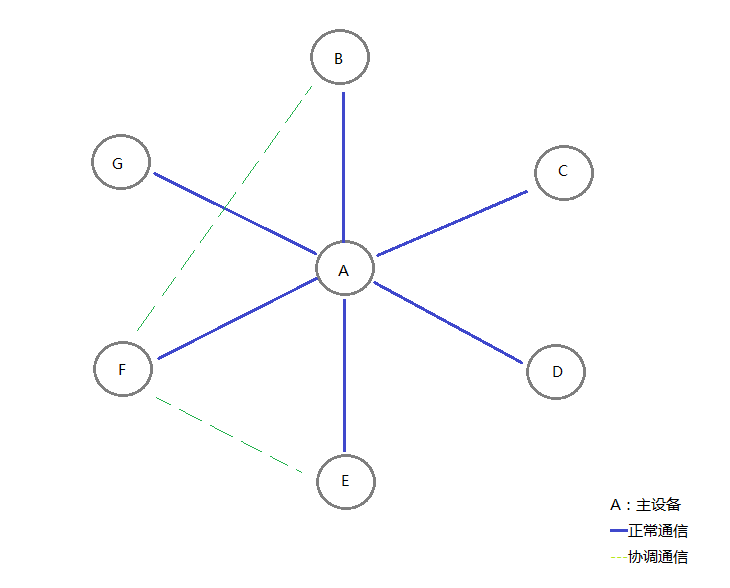
2.4G无线通信模组串口协议使用手册

# 概述

本文主要介绍2.4G无线通信模组（以下简称无线模组）的功能和使用方法，无线模组的组网方式为增强型的星形网络，每个网络有一个主设备和若干个从设备组成，除了主从设备可以直接通信以外，设备还可以通过协调通信的方式，使两个从设备之间建立直接通信。



**（无线模组网络拓扑结构）**

# 协议解释

## 通信接口

|  |  |
| --- | --- |
| 配置 | 参数 |
| 通信方式 | UART |
| 波特率 | 38400 |
| 数据位 | 8 |
| 奇偶校验 | 无 |
| 停止位 | 1 |

## 消息格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 | |
| 前导码 | 1 | 0xFC | 消息头 |
| 消息类型 | Bit[0-6] | 详见消息定义 |
| 应答位 | Bit[7] | 消息是否需要应答 |
| 消息内容长度 | 1 |  |
| 校验位 | 1 | **消息内容**的所有数据之和 |  |
| 消息内容 | - | 用户数据内容 | |

## 组网

组网是通过无线网络协议将各主、从设备相关联的过程，只有组网之后模组才能在无线网络中进行相互通信。每个网络中有且仅有一个主设备，其余设备皆为从设备。网络的组建和上下线状态的维护工作均由主设备来负责。

组网时，首先要将需要组网的从设备切换至组网状态（[进入/退出组网状态](#_进入/退出组网状态（02H）)），然后主设备发送[搜索设备](#_搜索设备（03H）)消息对待组网的从设备进行查询（主设备无需切换，自动切换组网状态），模组会把搜索到的从设备信息发送给主设备。主设备选择需要组网的从设备，发送[添加设备](#_添加设备（04H）)消息后方可将从设备添加至网络中，添加完成后主、从模组退出组网自动切换到工作状态，从模组可以通过[心跳](#_心跳（06H）)来判断组网是否成功。

## ~~低功耗模式（硬件未支持）~~

为满足某些设备对于功耗的要求，模组支持低功耗模式运行。当设备在回复请求设备信息消息时，低功耗模式值设置为1后，模组则会执行低功耗模式，即在条件满足时进入休眠状态，从而降低自身的功耗。当设备需要通信时，再通过模组的IO将模组唤醒，然后进行数据通信。（另，主设备不能设置为低功耗模式）

### 休眠状态

当模组进入休眠状态时，会先将无线射频功能关闭，然后CPU进入STOP模式（关闭外设和外部时钟），这时候程序将停止运行，将不再处理任何消息，只有设备将模组再次唤醒后才能继续工作。休眠后模组功耗降至最低。

### 休眠与唤醒

为配合模组的休眠和唤醒状态，模组提供给设备两个IO口，分别用来表明当前模组的休眠状态和用于模组休眠使能控制的IO。

* + **休眠状态IO：**表明当期模组是否进入了休眠状态，低电平表示模组已经进入休眠状态，高电平表示模组未进入休眠状态。
  + **休眠使能IO：**该IO用于控制模组是否允许进入休眠模式。低电平表示设备允许模组进入休眠状态，高电平表示不允许模组进入休眠状态，并且该IO的上升沿会将休眠中的模组唤醒。

### 休眠模组数据通信

当模组设置为休眠模式后，由于模组休眠后无法再进行数据接收，故休眠模组不能实时接收数据。当发送数据给休眠模组时（广播包除外），直接发送可能会因为该模组休眠造成数据丢失，这时发送模组会先将数据缓存起来，发现休眠模组唤醒后（接收到该模组发送的数据或心跳时）再将缓存的数据发送出去，避免丢失数据。

### 休眠条件

只有同时满足以下条件时模组才能进入休眠状态

* + 模组已经完成组网
  + 休眠使能IO为低电平
  + 接收到设备回复的设备信息，并且低功耗模式为1
  + 网络及串口发送列表为空

### 唤醒

若模组进入休眠后，设备需要通过上升沿给休眠使能IO来唤醒模组，通过休眠状态IO来判断模组是否被唤醒。

由于模组需要通过发送网络心跳给主模组来维护其网络在线的关系，所以每次唤醒后会先自动发送给主模组一个网络心跳，长时间休眠将无法发送网络心跳，主模组可能会判断该模组为离线状态，所以休眠设备需要定时（<10分钟）唤醒一下休眠模组用来发送网络心跳更新其在主模组的在线状态。

## 应答与重发

为保证串口通信质量，避免重要的数据丢失，协议支持数据的应答与重发机制。当消息格式中应答位置一，表明该消息需要应答，这时候接收方接收到该消息后应在500ms时间内发送应答消息给发送方，用以通知发送方该消息发送成功。若发送方在500ms以内没有收到应答消息，就认为该消息发送失败，会对该消息进行重发操作，直到接收到应答为止。（模组最大重发次数为三次）

# 消息定义

## 应答（00H）

**消息类型：0x00**

**消息描述：**

应答机制是为了确保发送方的消息能够正确的到达接收方，提高通信质量，降低数据丢失的可能性。通信过程中设备和模组收到对方发送的需要应答的消息（消息格式中**应答位**为1）后需要发送该消息通知对方消息已经接收到。若模组500ms以内未收到设备的应答消息，则会重发该消息，最多重发三次。（建议设备采用同样的通信机制）

**消息内容：**

**接收方应答：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

## 请求设备信息（01H）

**消息类型：0x01**

**消息描述：**

模组在上电启动时会每秒发送一次请求设备信息消息，设备MCU在收到请求设备信息消息后应向模组回复设备信息，设备信息包含设备类型，主从模式、低功耗模式等信息。该信息为重要信息，模组只有接收到设备回复的该消息后才能正常工作。

**消息内容：**

**模组发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

**设备回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 设备类型 | 6 | 设备类型由用户定义 |
| 主从模式 | 1 | 1：主模式  0：从模式 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |
| 参考数据 | | |
|  | | |

：设备类型由用户根据自己的产品线定义产品类型，产品类型为字符类型，长度6个字节（不足补0）可以由数字、字母组成，例如：YYJ001

：主从模式：该参数确定模组的工作模式，一个网络中仅有一个主模式的模组，其他皆为从模式

：低功耗模式：模组支持低功耗模式，进入该模式后，模组再没有数据发送的时候会进入休眠来降低自身功耗。进入低功耗模式的模组消息响应时间会增加

## 进入/退出组网状态（02H）

**消息类型：0x02**

**消息描述：**

仅**从模式**的模组需要设置进入和退出组网状态，主模式的模组搜索和添加时自动切换无需设置（主设备发送该消息模组不处理）。当模组进入组网状态时，模组可以被搜索和添加到网络。当退出组网状态后，模组不会被搜索和添加。当模组被添加到网络后会自动退出组网状态，组网状态会通过[心跳](#_心跳)消息体现。

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 组网状态 | 1 | 0：退出组网  1：进入组网 |

## 搜索设备（03H）

**消息类型：0x03**

**消息描述：**

仅**主模式**的模组可以使用搜索设备（从模组不处理该消息）。该消息用于主模组搜索环境中处于组网状态的从模组，搜索完成后（两秒左右），主模组会返回搜索到的从模组的设备列表。

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

**模组回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 从设备信息1 | - | 详见下表**从设备信息**说明 |
| 从设备信息2 | - |  |
| … |  |  |
| 从设备信息x | - |  |

从设备信息:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 设备序号 | 1 | 添加设备时用于区分设备 |
| 设备类型 | 6 | [请求设备信息](#_请求设备信息（01H）)中定义的设备类型 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |

设备序号用来添加时区分哪一款设备，特别是设备类型相同的设备，序号由主模组随机分配（从设备序号从1开始分配，主设备序号始终为0）

## 添加设备（04H）

**消息类型：0x04**

**消息描述：**

仅**主模式**的模组可以使用添加设备（从模组不处理该消息）。该消息用把搜索到的从模组添加到网络中。

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 设备1序号 | 1 | 搜索设备时获取的设备序号 |
| 设备2序号 | 1 |  |
| … | 1 |  |
| 设备n序号 | 1 |  |

**模组回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 添加结果1 | - | 详见下表**添加结果** |
| 添加结果2 | - |  |
| … | - |  |
| 添加结果n | - |  |

添加结果：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 通信地址 | 1 | 由主模组统一分配，用于设备数据通信 |
| 设备类型 | 6 | 设备类型 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |

## 删除设备（05H）

**消息类型：0x05**

**消息描述：**

将主设备将从设备从网络中删除，被删除的设备将清除配网信息，之后将无法再同之前关联的设备进行通信。

设备被删除后模组发送**删除设备**消息作为通知，同时心跳的组网状态将变为“未组网”状态（详见**心跳**）。

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 通信地址1 | 1 | 添加设备后分配的通信地址 |
| 通信地址2 | 1 |  |
| … | 1 |  |
| 通信地址n | 1 |  |

**模组发送：（从设备被删除通知）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 内容为空 |

## 心跳（06H）

**消息类型：0x06**

**消息描述：**

模组会定时（5s）或状态有改变时发送心跳消息，用来告知用户模组当前的工作状态。

**消息内容：**

**模组发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 组网状态 | Bit[7-1] | 0：未组网  1：正在组网  2：已组网 |
| 在线状态 | Bit[0] | 0：离线  1：在线 |

在线状态仅表示从设备是否已经在线，主设备该位始终为在线状态

## 数据通信（07H）

**消息类型：0x07**

**消息描述：**

用户自己定义的数据内容的发送和接收，数据类型包括单播和广播两种，广播可以通知到网络中所有用户，单播仅发送给对应通信地址的设备。广播包不加密

**消息内容：**

**数据发送：（设备发送）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 通信地址 | 1 | 接收方的通信地址（主设备地址为0），若地址为0xFF则为广播包 |
| 数据长度 | 1 |  |
| 数据内容 | - | 用户数据 |

**数据接收：（模组发送）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 通信地址 | 1 | 发送方的通信地址（主设备地址为0） |
| 数据类型 | 1 | 1：广播  0：单播 |
| 数据长度 | 1 |  |
| 数据内容 | - | 用户数据 |

## 上下线通知（08H）

**消息类型：0x08**

**消息描述：**

主设备可以接收到从设备上下线的消息，通过该消息通知主设备网络中的从设备在线状态（仅主模式模组发送该消息）

**消息内容：**

**模组发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 上线状态 | 1 | 0：下线  1：上线 |
| 通信地址 | 1 |  |
| 设备类型 | 6 | 同[请求设备信息](#_请求设备信息（01H）)中定义的设备类型 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |

## 协调通信（主模式）（09H）

**消息类型：0x09**

**消息描述：**

网络建立后，从设备默认仅能与主设备进行通信，通过协调通信可以使同一个网络中的两个从设备之间建立直接的数据通信，该消息由主设备发送

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息类型 | 1 | 0：建立协调通信  1：解除协调通信 |
| 从设备1地址 | 1 |  |
| 从设备2地址 | 1 |  |

**模组回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息类型 | 1 | 0：建立协调通信  1：解除协调通信 |
| 协调结果 | 1 | 0：成功  1：失败 |
| 从设备1地址 | 1 |  |
| 从设备2地址 | 1 |  |

## 协调通信（从模式）（09H）

**消息类型：0x09**

**消息描述：**

当两个从设备之间建立或者解除协调通信关系时，模组会发送该消息通知用户，消息中会包含**对方从设备**的设备信息

**消息内容：**

**模组发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息类型 | 1 | 0：建立协调通信  1：解除协调通信 |
| 通信地址 | 1 | 对方的通信地址 |
| 设备类型 | 6 | 对方的设备类型 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |

## 查询信息

### 在线设备查询(0AH)

**消息类型：0x0A**

**消息描述：**

通过该消息主设备可以查询当前网络中从设备的在线情况，模组返回在线的从设备信息（仅主模式可用）

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

**模组回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 设备信息1 | - | 详见下表**设备信息** |
| 设备信息2 | - |  |
| … | - |  |
| 设备信息n | - |  |

设备信息：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 通信地址 | 1 |  |
| 设备类型 | 6 | 同[请求设备信息](#_请求设备信息（01H）)中定义的设备类型 |
| 低功耗模式 | 1 | 1：低功耗，模组会进入休眠  0：非低功耗，模组不会进入休眠 |

### 关联设备查询(0BH)

**消息类型：0x0B**

**消息描述：**

设备通过该消息可以查询与自己关联通信的设备的信息，若主设备则会返回当前网络中所有从设备的信息，若为从设备则返回主设备和协调通信设备的信息

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

* **模组回复：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 设备信息1 | - | 详见下表**设备信息** |
| 设备信息2 | - |  |
| … | - |  |
| 设备信息n | - |  |

设备信息：格式同[在线设备查询](#_在线设备查询(0AH))

## 清除组网信息（0CH）

**消息类型：0x0C**

**消息描述：**

清除模块本身的组网信息和与其关联的设备（从设备、协调设备）的组网信息。

**消息内容：**

**设备发送：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 字节 | 说明 |
| 消息内容 | - | 空 |

# 其他

## 状态指示灯

模组上提供一个显示当前网络状态的LED指示灯，指示灯闪烁方式如下：（闪烁时间间隔为2秒）

* 未配网（闪烁3下）
* 配网中（闪烁2下）
* 已配网（闪烁1下）

## 校验和参考程序

|  |
| --- |
| unsigned char checkSum(const unsigned char \*data, unsigned char dlen)  {  unsigned char sum = 0;  unsigned char i;    for(i = 0; i < dlen; i++)  {  sum += data[i];  }  return sum;  } |