
物联网电力线载波模块

M220N

用户手册

V1.0

上海中基国威电子股份有限公司
SHANGHAI SINOMICON ELECTRONICS CO., LTD

2019 年 03 月 04 日



第1章

目 录

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 第 1 章 模块简介..... | 4 |
| 1.1 技术参数 | 4 |
| 1.2 模块接口定义..... | 4 |
| 1.3 状态指示灯..... | 5 |
| 第 2 章 数据通信..... | 7 |
| 2.1 MCU 通信接口..... | 7 |
| 2.2 模块通讯流程..... | 7 |
| 第 3 章 报文基本格式..... | 8 |
| 3.1 报文格式 | 8 |
| 3.2 FN 的类型 | 8 |
| 第 4 章 接口协议..... | 9 |
| 4.1 MCU 设置模块 MAC 地址(FE 01)..... | 9 |
| 4.2 查询 MAC 地址(FC 01)..... | 9 |
| 4.3 回复 MAC 地址(FD 01) | 9 |
| 4.4 查询节点状态信息(FC 06)..... | 10 |
| 4.5 回复节点状态信息(FD 06) | 10 |
| 4.6 CCO 模块启动组网(FE 0D)..... | 11 |
| 4.7 CCO 模块结束组网(FE 0E) | 11 |
| 4.8 STA 查找可用网络(FC 09) | 11 |
| 4.9 STA 回复可用网络(FD 09)..... | 12 |
| 4.10 STA 加入网络(FE 03)..... | 12 |
| 4.11 STA 离开网络(FE 04)..... | 13 |
| 4.12 模块入网指示(FE 09) | 13 |
| 4.13 设置重启模块(FE 12) | 13 |
| 4.14 模块离网指示(FE 0A) | 14 |
| 4.15 模块启动提示(FE 18) | 14 |
| 4.16 模块发 BEACON 提示(FE 15)..... | 15 |
| 4.17 MCU 设置白名单(FE 05)..... | 15 |
| 4.18 MCU 查询白名单(FC 07)..... | 15 |
| 4.19 模块回复白名单(FD 07) | 16 |
| 4.20 确认帧格式(FE 14) | 16 |
| 4.21 MCU 数据传输命令(FE A0)..... | 17 |
| 4.22 MCU 设置模块串口波特率(FE A1)..... | 17 |
| 4.23 MCU 查询模块串口波特率(FC 0E)..... | 18 |
| 4.24 模块返回串口波特率索引 (FD 0E) | 18 |
| 4.25 扩展命令查询白名单(FC 0F) | 19 |
| 4.26 扩展命令查询白名单查询结果上报(FD 0F) | 19 |
| 4.27 MCU 设置网络 ID(FE 11) | 19 |
| 4.28 MCU 查询网络 ID(FC 10) | 20 |
| 4.29 模块回复网络 ID(FD 10)..... | 20 |
| 4.30 MCU 设置工作频段(FE 1C)..... | 21 |
| 4.31 MCU 设置扫描频段(FE 1E) | 21 |
| 4.32 MCU 查询扫描频段(FC 14)..... | 21 |
| 4.33 模块回复扫描频段(FD 14)..... | 23 |
| 4.34 MCU 查询模块信息(FC 12)..... | 23 |
| 4.35 模块回复本地基本信息(FD 12) | 23 |
| 4.36 查询白名单状态(FC 11)..... | 24 |
| 4.37 回复白名单状态(FD 11) | s24 |
| 4.38 设置发射功率(FE 16) | 24 |



| | |
|--------------------------------|----|
| 4.39 查询发射功率(FC 0B) | 25 |
| 4.40 回复发射功率(FD 0B) | 25 |
| 4.41 查询 CCO 工作频段(FC 16) | 25 |
| 4.42 回复 CCO 工作频段 (FD 16) | 26 |
| 4.43 查询节点信息(FC 17) | 26 |
| 4.44 回复节点信息 (FD 17) | 27 |
| 第 5 章 CRC16 生成方法 | 28 |
| 第 6 章 附录：常用定义 | 30 |
| 附录 1 设置命令出错原因 | 30 |



第1章 模块简介

物联网电力线载波模块 M220N 是一款由上海中基国威电子股份有限公司自主研发的适用于低压电力线载波通讯的产品。其核心部分主控制芯片基于 OFDM 调制解调技术，克服低压电力线的各种干扰进行高可靠数据传输，具有高速率、抗电力线干扰强的特点。工作频段为 0.7~30MHz。芯片集成了模拟收发通道和物理层通信基带，传输介质为 220V 低压电力线，传输模式为半双工。

该模块外围器件少，可简化整体电路设计，主要用于家电智能控制，路灯控制等领域，为电力行业或其它公共事业部门提供了一种优秀系统解决方案。

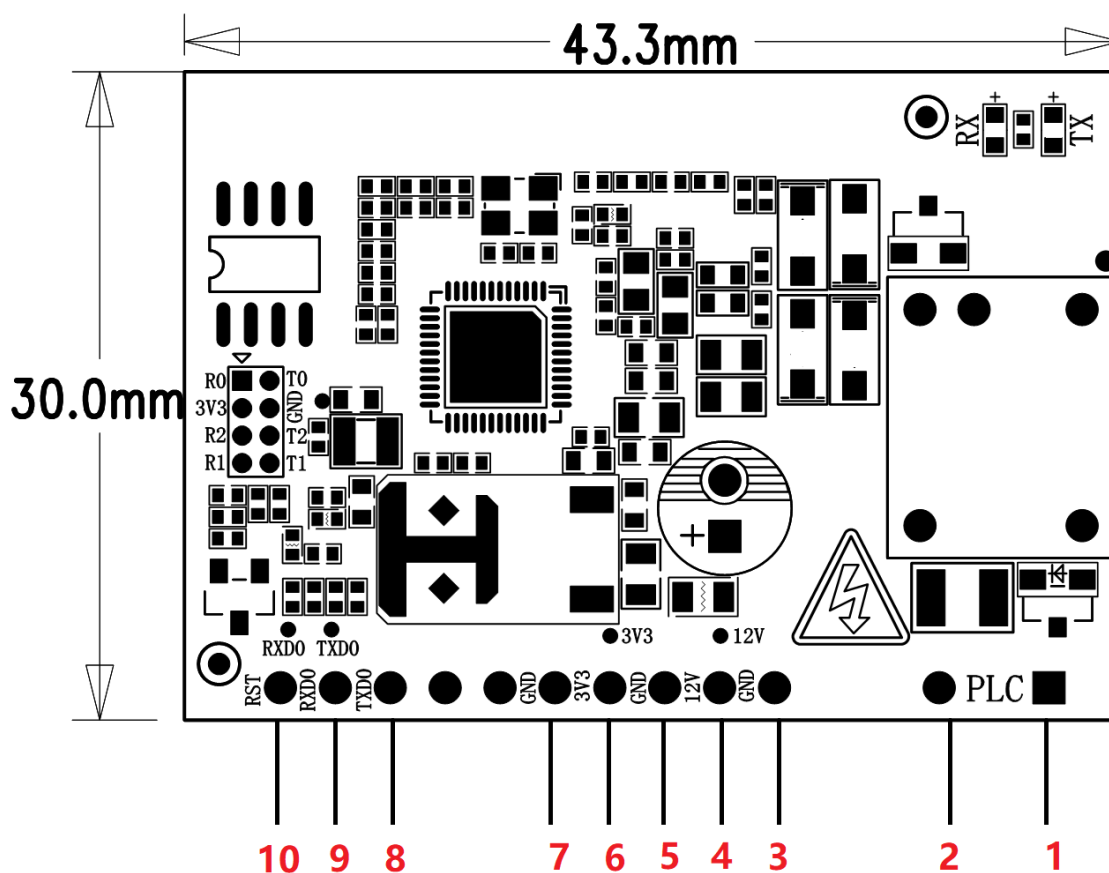
1.1 技术参数

物联网电力线载波模块 M220N 接口模块的主要技术参数如表所示。

| | |
|---------------|--|
| 工作频段 | 0.7~34.5MHz |
| 串口通讯速率 | 2400bps、9600bps、115200bps |
| 工作频率 | 50Hz/60Hz |
| 静态功耗 | ≤0.4W |
| 动态功耗 | ≤1.5W |
| 工作温度 | -40℃~+85℃ |
| 相对湿度 | ≤75% |
| 通讯范围 | 整个配变台区 |
| 抗衰减性能 | >115dB |
| 重负载下抗衰减性能 | >105dB (1 欧姆负载) |
| 强干扰下抗衰减性 | >55dB (20Vpp 3MHz 方波干扰) |
| 最大路由级数及最大子节点量 | 最大路由级数15 级，最大子节点数900 个，可扩充至1014 个节点 |
| 工作可选频段 | band0: 2M~12Mhz band1: 2.5M~5.6Mhz band2: 700k~3Mhz band3: 1.7M~3Mhz band4: 5.6M~12Mhz band8: 5.8M~9Mhz band9: 4.9M~24.4Mhz band10: 28.3M~34.5Mhz band11: 4.9M~12.2Mhz |

1.2 模块接口定义

物联网电力线载波模块 M220N 模块尺寸为 43.3mm*30mm；



M220N 接口采用 2.54mm 间距插针设计，接口管脚定义为：

| 编号 | 接口名称 | 信号类别 | 说明 |
|----|-------|-----------|--|
| 1 | L_PLC | 信号 | 电网 L 线作为信号耦合接入端，对应终端底板需要串联 10nF 安规电容 |
| 2 | N_PLC | 信号 | 电网 N 线作为信号耦合接入端，对应终端底板需要串联 10nF 安规电容 |
| 3 | GND | 电源地 | 电源地 |
| 4 | 12V | 12V 电源正极 | 直流电压范围 $12V \pm 1V$ ，电源纹波不大于 120mV，输出电流不小于 200mA。需接 100uF/25V 以上电解电容 |
| 5 | GND | 电源地 | 电源地 |
| 6 | 3V3 | 3.3V 电源正极 | 3.3V \pm 0.3V 信号电源，电流 150mA，纹波 5% 以内 |
| 7 | GND | 电源地 | 电源地 |
| 8 | TXD0 | 信号 | UART 发射信号（3.3V TTL 电平），与 MCU 进行通讯 |
| 9 | RXD0 | 信号 | UART 接收信号（3.3V TTL 电平），与 MCU 进行通讯 |
| 10 | RST | 复位信号 | 复位输出（低电平有效），开漏方式，常态为高阻态，可用于复位通信模块，复位信号脉宽不小于 200ms。无特殊需求可以不接。 |

1.3 状态指示灯

模块有 2 个贴片 LED 指示灯用于指示状态：红色为 TX 指示灯，黄色为 RX 指示灯。



模块入网前，STA 模块的 TX 指示灯和 RX 指示灯常亮；CCO 模块的 TX 指示灯常亮、RX 指示灯闪烁。
模块入网成功后，STA 模块的 TX 指示灯常亮、RX 指示灯闪烁；CCO 模块的 TX 指示灯常亮、RX 指示灯闪烁。

SINOMICON



第2章 数据通信

MCU 和模块之间通信的物理接口是 UART，MCU 和模块各自维护 UART 驱动。

默认通信参数为：115200bit/s、8 数据位、1 停止位、无校验，可根据协议修改波特率。

2.1 MCU 通信接口

MCU 通过 UART 将数据传输到模块，模块通过 PLC 将数据转发到 target 网络节点，target 网络节点收到 PLC 上的数据后，通过 UART 将数据上报给 MCU。

MCU 控制软件通信流程：

- 1、初始上电，模块会自动发出启动提示（FE 18），MCU 读到模块启动提示后，查询模块信息（FC 12），读取模块返回信息（FD 12），可根据信息读出 mac 地址和模块角色，确定该模块是 CCO 还是 STA；
- 2、模块组网：
 - （1）通过 CCO 端添加白名单的方式组网：STA 模块白名单功能禁用（FE 05），在 CCO 的白名单内加入对应的模块地址（FE 05）；STA 模块会选择信道质量优的 CCO 网络自动组网（入网时间 20s~40s）；
 - （2）通过 CCO 端开启组网方式组网：STA 模块白名单功能使能（FE 05），CCO 模块启动组网（FE 0D），STA 模块不断查询可用网络（FC 09），根据回复的信息（FD 09），选择加入网络（FE 03）；入网时间根据当前 snr 的大小确定；
 - （3）入网成功后，模块会返回入网成功信息（FE 09）；
- 3、在 PLC-STA 模块提示入网后，才开始进行数据传输；
- 4、在 PLC-STA 模块提示离网后，停止数据传输；
- 5、在 PLC-CCO 模块收到 STA 加入提示后，才开始数据传输；
- 6、在 PLC-CCO 模块发现没有 STA 加入时，停止数据传；
- 7、尽量避免在 PLC 网络里传输冗余信息。

安装注意事项

- 1、请勿掰动模块上的安规电容等器件，避免人为损坏。
- 2、由于模块上有高压线路，请勿在不安装外壳的情况下将模块插拔，以免造成人身伤害。
- 3、请勿过度用力按压模块。

2.2 模块通讯流程

1. 系统上电后，CCO 模块或者 STA 模块首先会向 MCU 请求 MAC 地址。
2. 如果超时时 MCU 不应答，通信模块会继续请求，MCU 设置了 MAC 地址后 CCO 模块会开始发信标数据，STA 模块会进入入网流程。
3. 通讯模块入网：模块入网有两种方式。
 - 1) 通过 CCO 端添加白名单的方式组网：在 CCO 端的白名单内加入对应的模块地址，在模块端需要将白名单功能禁用，设置完成后 STA 模块会选择信道质量优的 CCO 网络加入。
 - 2) 通过 CCO 端开启组网的方式组网：CCO 端进入组网模式，STA 模块使能白名单后通过查找 CCO 网络，再加入 CCO 网络。
4. 通讯模块的数据收发：MCU 通过数据帧格式可实现数据的单播、广播传输。



第3章 报文基本格式

3.1 报文格式

0xAA 0xAA LEN FN SUBFN RESV[0] RESC[1] PAYLOAD CRC0~7 CRC8~15 0xFF 各字段含义如下表:

| 字段 | 字节数(Byte) | 含义 |
|----------|-------------|--|
| LEN | 1 | payload 域字节长度 |
| FN | 1 | 主功能码 |
| SUBFN | 1 | 子功能码 |
| RESV[0] | 1 | 保留 (部分协议中会用到) |
| RESV[1] | 1 | 保留 (部分协议中会用到) |
| PAYLOAD | LEN (0~255) | MCU 数据报文 |
| CRC 0~16 | 2 | 16 位CRC, 计算生成方法后附。范围从0xAA AA 开始, 到 PAYLOAD 结尾。 |

3.2 FN 的类型

FN 类型如下表所示:

| FN | 含义 |
|------|-----------------|
| 0xFC | query, 查询功能码 |
| 0xFD | response, 回复功能码 |
| 0xFE | set, 设置功能码 |



第4章 接口协议

MCU 对模块的 set 命令都需要有确认帧 confirm, query 命令都要有 response 回复。模块主动上报的指示命令（归于 set 命令），不需要 MCU 回复确认帧。

4.1 MCU 设置模块 MAC 地址(FE 01)

MCU 设置本地 MAC:

0xAA 0xAA 0x07 0xFE 0x01 0x00 0x00 SEQ MAC0~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x07 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x01 | MAC 地址设置子功能码 |
| 0x00 | Resv0 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号 |
| MAC0~5 | MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

模块收到所有的 SET 设置命令后，均会回复响应确认。确认报文 CMD_CONFIRM 的格式在后面会描述。

4.2 查询 MAC 地址(FC 01)

MCU 查询本地模块 MAC:

0xAA 0xAA 0x03 0xFC 0x01 0x00 0x00 SEQ DIR ROLE SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|----------------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x03 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x01 | MAC 地址查询子功能码 |
| 0x00 | Resv0 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| DIR | 为0 表示查询模块MAC 地址，为1 时，表示查询MCU MAC |
| ROLE | 网络角色，填0 即可 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.3 回复 MAC 地址(FD 01)

0xAA 0xAA 0x09 0xFD 0x01 0x00 0x00 SEQ DIR MAC0~5 NW_ROLE SUM 0xFF



| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x09 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x01 | MAC 地址回复子功能码 |
| 0x00 | Resv0 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| DIR | 为0, 表示回复模块的MAC 地址, 为1 时, 表示回复MCU MAC |
| MACO~5 | 回复的MAC 地址 |
| NW_ROLE | 网络角色: 1--STA, 2--PCO, 4--CCO |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.4 查询节点状态信息(FC 06)

0xAA 0xAA 0x07 0xFC 0x06 0x00 0x00 SEQ MACO~5 SUM FF

| 字段 | 含义 |
|-----------|---|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x07 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x06 | 查询节点状态信息子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (模块维护, 递增) |
| MACO~5 | 查询及节点状态信息, FF:FF:FF:FF:FF:FF 为查询全网所有STA 节点的状态信息, 00:00:00:00:00:00 为查询当前节点状态信息。 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.5 回复节点状态信息(FD 06)

0xAA 0xAA 0x0D 0xFD 0x06 SNR NF SEQ TOTAL_L TOTAL_H CUR_L CUR_H MACO~5 SUM FF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x0D | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x06 | 回复节点状态信息子功能码 |



| | |
|---------|---|
| SNR | 信噪比 |
| NF | 底噪 |
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| TOTAL_x | 总共回复的信息条数，TOTAL_H—16 位数据高8 位，TOTAL_L—16 位数据低8 位 |
| CUR_x | 当前信息编号，CUR_H—16 位数据高8 位，CUR_L—16 位数据低8 位 |
| MACO~5 | 回复节点对应的MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.6 CCO 模块启动组网(FE 0D)

CCO 模块启动组网，以方便其他STA 加入到该网络。

0xAA 0xAA 0x07 0xFE 0x0D NID 0x00 SEQ MACO~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x07 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x0D | 设置启动组网子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| MACO~5 | 6 字节CCO 模块MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.7 CCO 模块结束组网(FE 0E)

CCO 启动组网后，等待需要的STA 入网后可以发送结束组网命令。其他未加入的STA 再申请加入时，CCO 将拒绝其加入网络。

0xAA 0xAA 0x07 0xFE 0x0E NID 0x00 SEQ MACO~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x07 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x0E | 设置结束组网子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| MACO~5 | 6 字节CCO 模块MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.8 STA 查找可用网络(FC 09)



0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x09 0x00 0x00 SEQ SUM FF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x09 | STA 查找可用网络子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (模块维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.9 STA 回复可用网络(FD 09)

0xAA 0xAA 0x01 0xFD 0x09 0x00 0x00 SEQ TOTAL CNT CUR CNT NIDO MAC0-5 NIDn MAC0-5
SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x09 | STA 回复可用网络子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (模块维护, 递增) |
| TOTAL CNT | 可用网络总的数量 |
| CUR CNT | 当前报文包含的数量 |
| NIDO | 第一个可用网络的网络标识 |
| MAC0-5 | 第一个可用网络 CCO 的 MAC 地址口 |
| | |
| NIDn | 第 n 个可用网络的网络标识 |
| MAC0-5 | 第 n 个可用网络 CCO 的 MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.10 STA 加入网络(FE 03)

0xAA 0xAA 0x01 0xFE 0x03 NID 0x00 SEQ SUM FF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x03 | STA 加入网络子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号 (模块维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

通过查询到可用网络的网络ID 加入到对应的网络。



4.11 STA 离开网络(FE 04)

0xAA 0xAA 0x01 0xFE 0x04 NID 0x00 SEQ SUM FF

| 字段 | 含义 |
|-----------|----------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x04 | STA 离开网络子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.12 模块入网指示(FE 09)

CONNECT_IND (STA 入网提示), CCO 方有STA 入网, 会上报MCU 入网指示; STA 入网, 会上报 MCU 入网指示。

0xAA 0xAA 0x09 0xFE 0x09 NID 0x00 SEQ MAC0~5 RSSI SNR SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x09 | Payload 长度 |
| 0xFE | 指示功能码, 同设置命令, 模块发给MCU, 不需要MCU 回复 |
| 0x09 | 入网指示子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| MAC0~5 | STA 侧, 这里表示CCO MAC 地址; CCO 侧, 这里表示STA MAC 地址 |
| RSSI | 信号强度 |
| SNR | 信噪比 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.13 设置重启模块(FE 12)

0xAA 0xAA 0x0D 0xFE 0x12 NID 0x00 SEQ SRC_MAC0~5 DST_MAC0~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x0D | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x12 | 设置重启模块子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |



| | |
|------------|----------------|
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| SRC_MAC0~5 | 原始MAC 地址 |
| DST_MAC0~5 | 目的设备MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

本地设备收到重启命令，如果目的MAC 地址和本模块一致则会重启本模块，还可以通过网络识别号和对应设备的MAC 地址来重启网络中的其他模块。

4.14 模块离网指示(FE 0A)

DISCONNECT_IND（STA 离网提示），CCO 方有STA 离网，会上报MCU 离网指示；STA 离网，会上报MCU 离网指示。

0xAA 0xAA 0x08 0xFE 0x0A NID 0x00 SEQ MAC0~5 REASON SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|---|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x08 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码，同设置命令，模块发给MCU，不需要MCU 回复 |
| 0x0A | 离网指示子功能码 |
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| MAC0~5 | STA 侧，这里表示CCO MAC 地址；CCO 测，这里表示STA MAC 地址 |
| REASON | 离线原因 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.15 模块启动提示(FE 18)

0xAA 0xAA 0x0D 0xFE 0x18 0x00 0x00 SEQ LOCAL_MAC0~5 CCO_MAC0~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|--------------|-----------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x0D | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码，同设置命令，模块发给MCU，不需要MCU 回复 |
| 0x18 | 模块启动提示子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号（模块维护，递增） |
| LOCAL_MAC0~5 | 模块本地MAC 地址 |
| CCO_MAC0~5 | CCO MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |



4.16 模块发 BEACON 提示(FE 15)

0xAA 0xAA 0x03 0xFE 0x15 0x00 0x00 SEQ READY NID SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x03 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码, 同设置命令, 模块发给MCU, 不需要MCU 回复 |
| 0x15 | CCO 发beacon 提示子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (模块维护, 递增) |
| READY | 1: ready 0: not ready |
| NID | 网络标识 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.17 MCU 设置白名单(FE 05)

CCO 设置完MAC 地址后, 会同时使能白名单, 如果STA 不在CCO 的白名单内, 则不允许入网。只有在CCO 白名单内的STA, 才允许入网。

设置网络白名单。一次设置多个帧时, SEQ 保持不变, TOTOAL 代表帧总数, CUR 为当前帧号。

当CUR=TOTAL 时, 标识本次白名单设置结束, 设置开始生效。

STA 可以开启白名单, 然后自动选择最优网络请求加入。当命令为使能、禁用白名单时, TOTAL 和 CUR 填0。

0xAA 0xAA 0x0B 0xFE 0x05 ACTION 0x00 SEQ TOTAL_L TOTAL_H CUR_L CUR_H MAC0~5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x0B | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x05 | 设置白名单子功能码 |
| ACTION | 0: delete mac in whitelist 1: add mac to whitelist 2: disable whitelist |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TOTAL_x | 本次设置的总的MAC 地址数量, TOTAL _H—16 位数据高8 位, TOTAL _L—16 位数据低8 位 |
| CUR_x | 当前mac 地址在总数中的序号, 从1 开始, CUR _H—16 位数据高8 位, CUR _L—16 位数据低8 位 |
| MAC0~5 | 需要设置到白名单中的MAC |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.18 MCU 查询白名单(FC 07)

0xAA 0xAA 0x02 0xFC 0x07 0x00 0x00 SEQ CCO_FLAG SUM 0xFF



| 字段 | 含义 |
|-----------|---|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x07 | 白名单查询子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| CCO_FLAG | 0: 查询本地保存的白名单 1: 查询CCO 端的白名单; CCO 端的MCU 查询CCO 的白名单需要此字段写成0 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.19 模块回复白名单(FD 07)

返回PLC 设备保存的白名单。当TOTAL=CUR 时, 表明所有白名单已经返回。

0xAA 0xAA 0x0B 0xFD 0x07 0x00 CCO_FLAG SEQ TOTAL_L TOTAL_H CUR_L CUR_H MAC0~5 SUM
0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x0B | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x07 | 白名单回复子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| CCO_FLAG | 0: 本地存储的白名单, 1: CCO 存储的白名单 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TOTAL_x | 本次设置的总的MAC 地址数量, TOTAL_H—16 位数据高8 位, TOTAL_L—16 位数据低8 位 |
| CUR_x | 当前mac 地址在总数中的序号, 从1 开始, CUR_H—16 位数据高8 位, CUR_L—16 位数据低8 位 |
| MAC0~5 | 返回白名单中的MAC |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.20 确认帧格式(FE 14)

MCU 命令响应。CMD 为响应的SET 命令, SUBFN 码

RESULT 0 代表成功, 非零代表失败, 失败原因可查询附录1. 设置命令出错原因

0xAA 0xAA 0x03 0xFE 0x14 CMD 0x00 SEQ RESULT REASON SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|-------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x03 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x14 | 确认帧子功能码 |
| CMD | Set 命令的子功能码 |



| | |
|--------|--------------------------------|
| 0x00 | Resv |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| RESULT | Set 命令执行结果 0: 成功 1: 失败 |
| REASON | RESULT 为1 时有效; 表示set 命令执行失败的原因 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.21 MCU 数据传输命令(FE A0)

DATA CMD 数据传输, 模块与MCU 之间的数据通路. DSTMAC, 填目标设备ID. 全FF 为广播. 全0 为非法。

0xAA 0xAA LEN 0xFE 0xA0 SENDTYPE DATATYPE DSTMAC0~5 APPDATA SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| LEN | Payload 长度, 不定长 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0xA0 | 数据子功能码 |
| SENDTYPE | Bit0:0--有连接报文, 1--无连接报文, bit1: 0--聚包, 1--不聚包 |
| DATATYPE | 0:host data 1:internal beacon data |
| DSTMAC0~5 | 目的地址, 全FF 表示广播数据 |
| APPDATA | 需要传输的数据帧载荷 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

LEN =6+LENGTH(APPDATA)

DATA_LENGTH(APPDATA) < (255-6)

4.22 MCU 设置模块串口波特率(FE A1)

BAUD_ID 值与波特率值对应关系:

| BAUD_ID | 波特率 |
|---------|---------|
| 0 | 115200 |
| 1 | 9600 |
| 2 | 2400 |
| 3 | 256000 |
| 4 | 3000000 |
| 5-255 | 无效 |

0xAA 0xAA 0x02 0xFE 0xA1 0x00 0x00 SEQ BAUD_ID SUM 0xFF



| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0xA1 | 设置模块波特率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| BAUD_ID | 波特率索引 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.23 MCU 查询模块串口波特率(FC 0E)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x0E 0x00 0x00 SEQ SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x0E | 查询模块波特率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.24 模块返回串口波特率索引(FD 0E)

返回查询到的波特率, BAUD_ID 值与波特率值对应关系和设置时一致

0xAA 0xAA 0x02 0xFD 0x0E 0x00 0x00 SEQ BAUD_ID SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x0E | 模块回复波特率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| BAUD_ID | 波特率索引 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |



4.25 扩展命令查询白名单(FC 0F)

0xAA 0xAA 0x05 0xFC 0x0F 0x00 0x00 SEQ START_L START_H CNT_L CNT_H SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x05 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x0F | 扩展查询白名单子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| START_x | 白名单索引, START_H—16 位数据高8 位, START_L—16 位数据低8 位, 表示从第几个开始查询, 最小值是1 |
| CNT_x | CNT_H—16 位数据高8 位, CNT_L—16 位数据低8 位, 表示本次查询多少个STA 的 MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.26 扩展命令查询白名单查询结果上报(FD 0F)

0xAA 0xAA DATA_LEN 0xFD 0x0F 0x00 0x00 SEQ TOTAL_L TOTAL_H CUR_L CUR_H MAC1 ... MACn SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|------------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| DATA_LEN | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x0F | 扩展查询白名单返回子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TOTAL_x | 白名单总数量, TOTAL_H—16 位数据高8 位, TOTAL_L—16 位数据低8 位 |
| CUR_x | 本次上报数量, CUR_H—16 位数据高8 位, CUR_L—16 位数据低8 位 |
| MAC1~MAC n | 假如本次上报个数是5, 这里就是5 个mac 地址, 总共5*6=30byte |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.27 MCU 设置网络 ID(FE 11)

0xAA 0xAA 0x97 0xFE 0x11 NID 0x00 SEQ MAC0~MAC5 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x97 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x11 | MCU 设置CCO 网络标识子功能码 |



| | |
|-----------|------------------|
| NID | 网络标识 |
| 0x00 | Resv1 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| MAC0~MAC5 | 6 字节CCO 的MAC 地址 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.28 MCU 查询网络 ID(FC 10)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x10 0x00 0x00 SEQ NID SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x10 | 查询网络标识子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.29 模块回复网络 ID(FD 10)

0xAA 0xAA 0x01 0xFD 0x10 0x00 0x00 SEQ NID SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x10 | 回复网络标识子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号（MCU 维护，递增） |
| NID | 网络标识 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |



4.30 MCU 设置工作频段(FE 1C)

0xAA 0xAA 0x02 0xFE 0x1C 0x00 0x00 SEQ BAND_ID SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|-----------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x11 | MCU 设置工作频段子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| BAND_ID | 工作频段索引, 设置范围0~4, 8~11 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

BAND_ID 与各频段对应关系如下表:

| 编号 | 频段 |
|---------|---------------------|
| band 0 | 1.953 - 11.962 MHz |
| band 1 | 2.441 - 5.615 MHz |
| band 2 | 0.781 - 2.930 MHz |
| band 3 | 1.758 - 2.930 MHz |
| band 4 | 5.639 - 11.962 MHz |
| band 8 | 5.859 - 9.033 MHz |
| band 9 | 4.883 - 24.413 MHz |
| band 10 | 28.319 - 34.544 MHz |
| band 11 | 4.883 - 12.206 MHz |

4.31 MCU 设置扫描频段(FE 1E)

0xAA 0xAA 0x03 0xFE 0x1E 0x00 0x00 SEQ BITMAP0 BITMAP1 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x03 | Payload 长度 |
| 0xFE | 功能码 |
| 0x1E | MCU 设置扫描频段范围子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| BITMAP0~1 | 16 位扫描工作频段位图 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.32 MCU 查询扫描频段(FC 14)



0xAA 0xAA 0x02 0xFC 0x14 0x00 0x00 SEQ SCAN_EN SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|----------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x14 | MCU 查询扫描频段范围子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SCAN_EN | 0—查询模块支持频段, 1—查询扫频范围 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |



4.33 模块回复扫描频段(FD 14)

0xAA 0xAA 0x03 0xFD 0x14 0x00 0x00 SEQ SCAN_EN BITMAP0~1 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|----------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x03 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x14 | MCU 设置扫描频段范围子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SCAN_EN | 0—回复模块支持频段, 1—回复扫描范围 |
| BITMAP0~1 | 频段范围位图, 2 字节, 低位在前 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.34 MCU 查询模块信息(FC 12)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x12 0x00 0x00 SEQ SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x12 | MCU 查询模块信息子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.35 模块回复本地基本信息(FD 12)

0xAA 0xAA 0x15 0xFD 0x12 0x00 0x00 SEQ ROLE MAC0~5 STATE NID CCO_MAC0~5 WL_STATE VERO~3 SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x15 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x12 | 模块回复本地信息子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| ROLE | 模块网络角色: 1--STA, 2--PCO, 4--CCO |



| | |
|------------|-------------------|
| MAC0~5 | 6 字节模块MAC 地址 |
| STATE | 模块启动状态：0—未就绪，1—就绪 |
| NID | 网络标识 |
| CCO_MAC0~5 | 6 字节入网CCO 的地址 |
| WL_STATE | 白名单使能或者禁用 |
| VER0~3 | 4 字节软件版本号 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.36 查询白名单状态(FC 11)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x11 0x00 0x00 SEQ SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x11 | 查询白名单状态子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.37 回复白名单状态(FD 11)

0xAA 0xAA 0x02 0xFD 0x11 0x00 0x00 SEQ TYPE SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x11 | 回复白名单状态子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TYPE | 0:关闭1: 打开 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.38 设置发射功率(FE 16)

0xAA 0xAA 0x02 0xFE 0x16 0x00 0x00 SEQ TXPWR SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |



| | |
|-------|-------------------------|
| 0xFE | 功能码 |
| 0x16 | 设置发射功率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TXPWR | 设置发射功率值 (有效值范围95 ~ 137) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.39 查询发射功率(FC 0B)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x0B 0x00 0x00 SEQ SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x0B | 查询发射功率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.40 回复发射功率(FD 0B)

0xAA 0xAA 0x02 0xFD 0x0B 0x00 0x00 SEQ TXPWR SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x0B | 回复发射功率子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TXPWR | 返回发射功率值 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.41 查询 CCO 工作频段(FC 16)

0xAA 0xAA 0x01 0xFC 0x16 0x00 0x00 SEQ SUM 0xFF



| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x01 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x16 | 查询CCO 工作频段子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.42 回复 CCO 工作频段 (FD 16)

0xAA 0xAA 0x02 0xFD 0x16 0x00 0x00 SEQ BAND SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x02 | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x16 | 回复CCO 工作频段子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| 0x00 | Resv2 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| BAND | 返回CCO 工作频段 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

4.43 查询节点信息(FC 17)

此命令可以通过mac 地址查询网络中某个节点或所有节点的一些信息, 如果此节点不在网络中, 返回信息为空。

如果 mac 地址为FF FF FF FF FF FF 表示查询当前网络中所有节点的信息。根据查询类型返回相应的一些信息, 详见FD 17 返回节点信息。

0xAA 0xAA 0x07 0xFC 0x17 0x00 TYPE SEQ MACO^{~5} SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|--------------------|--|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| 0x07 | Payload 长度 |
| 0xFC | 功能码 |
| 0x17 | 查询节点信息子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| TYPE | 查询节点信息类型1-5, 详见回复节点信息中的节点返回 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| MACO ^{~5} | 查询对应mac 节点对应的信息, mac 地址全F 为查询当前网络所有节点信息。 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |



4.44 回复节点信息 (FD 17)

查询单个节点返回总条数为1, COUNT 为1, INDEX 为0, NODE_INFO 根据TYPE 决定。查询全网时, 根据实际情况返回总条数, 本次返回几条, 当前返回的序号。

0xAA 0xAA LEN 0xFD 0x17 0x00 TYPE SEQ TOTAL_L TOTAL_H COUNT INDEX NODE_INFO SUM 0xFF

| 字段 | 含义 |
|-----------|--------------------|
| 0xAA 0xAA | Preamble |
| LEN | Payload 长度 |
| 0xFD | 功能码 |
| 0x17 | 回复节点信息子功能码 |
| 0x00 | Resv1 |
| TYPE | 回复节点信息类型1-5 |
| SEQ | 报文序列号 (MCU 维护, 递增) |
| TOTAL_L | 返回节点信息数量, 低字节 |
| TOTAL_H | 返回节点信息数量, 高字节 |
| COUNT | 当前帧数据中包含节点信息条数 |
| INDEX | 返回信息序号, 从0 开始计数 |
| NODE_INFO | 节点信息, 详细信息见下表 |
| SUM | CRC16 |
| 0xFF | Tail code |

节点信息:

| 类型 | 返回信息包含 | | | | | | |
|----|---------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|------------------|--------------|-------------|
| V1 | Mac0 ⁵ 6 字节 | 节点tei 2 字节 | 代理节点tei 2 字节 | | | | |
| V2 | Mac0 ⁵ 6 字节 | 上行通信成功率 1 字节 | 下行通信成功率 1 字节 | 版本号 4 字节 | 厂商标识 2 字节 | 设备类型 1 字节 | 信噪比 1 字节 |
| V3 | Mac0 ⁵ 6 字节 | 关联请求次数 2 字节 | 代理变更请求次数 2 字节 | | 接收代理变更次数 4 字节 | | |
| V4 | Mac0 ⁵ 6 字节 | 节点在网时间, 4 字节小端, 秒 | | 上一次发现节点所过时间, 4 字节小端, 秒 | | | |
| V5 | Mac0 ⁵ 6 字节 | 上一次联请求所过时间, 4 字节小端, 秒 | | 上一次代理变更所过时间, 4 字节小端, 秒 | | | |



第5章 CRC16 生成方法

```
uint16_t ge_frm_checksum_calc (uint8_t *data, uint16_t len)
{
    register uint16_t crc = 0xFFFF;

    IOT_ASSERT(data && len);

    while (len-- > 0) {
        crc = (crc >> 8) ^ iot_crc16_tab[(crc ^ *data++) & 0xff];
    }

    return crc;
}

/* CRC table for the CRC-16. */
/* The poly is 0x8005 (x^16 + x^15 + x^2
+ 1) */ const uint16_t
iot_crc16_tab[256] = {
    0x0000, 0xC0C1, 0xC181, 0x0140, 0xC301, 0x03C0, 0x0280, 0xC241,
    0xC601, 0x06C0, 0x0780, 0xC741, 0x0500, 0xC5C1, 0xC481, 0x0440,
    0xCC01, 0x0CC0, 0x0D80, 0xCD41, 0x0F00, 0xCF41, 0xCE81, 0x0E40,
    0x0A00, 0xCAC1, 0xCB81, 0x0B40, 0xC901, 0x09C0, 0x0880, 0xC841,
    0xD801, 0x18C0, 0x1980, 0xD941, 0x1B00, 0xDB41, 0xDA81, 0x1A40,
    0x1E00, 0xDE41, 0xDF81, 0x1F40, 0xDD01, 0x1DC0, 0x1C80, 0xDC41,
    0x1400, 0xD4C1, 0xD581, 0x1540, 0xD701, 0x17C0, 0x1680, 0xD641,
    0xD201, 0x12C0, 0x1380, 0xD341, 0x1100, 0xD1C1, 0xD081, 0x1040,
    0xF001, 0x30C0, 0x3180, 0xF141, 0x3300, 0xF3C1, 0xF281, 0x3240,
    0x3600, 0xF6C1, 0xF781, 0x3740, 0xF501, 0x35C0, 0x3480, 0xF441,
    0x3C00, 0xFC41, 0xFD81, 0x3D40, 0xFF01, 0x3FC0, 0x3E80, 0xFE41,
    0xFA01, 0x3AC0, 0x3B80, 0xFB41, 0x3900, 0xF9C1, 0xF881, 0x3840,
    0x2800, 0xE8C1, 0xE981, 0x2940, 0xEB01, 0x2BC0, 0x2A80, 0xEA41,
    0xEE01, 0x2EC0, 0x2F80, 0xEF41, 0x2D00, 0xEDC1, 0xEC81, 0x2C40,
    0xE401, 0x24C0, 0x2580, 0xE541, 0x2700, 0xE7C1, 0xE681, 0x2640,
```



0x2200, 0xE2C1, 0xE381, 0x2340, 0xE101, 0x21C0, 0x2080, 0xE041,
0xA001, 0x60C0, 0x6180, 0xA141, 0x6300, 0xA3C1, 0xA281, 0x6240,
0x6600, 0xA6C1, 0xA781, 0x6740, 0xA501, 0x65C0, 0x6480, 0xA441,
0x6C00, 0xACC1, 0xAD81, 0x6D40, 0xAF01, 0x6FC0, 0x6E80, 0xAE41,
0xAA01, 0x6AC0, 0x6B80, 0xAB41, 0x6900, 0xA9C1, 0xA881, 0x6840,
0x7800, 0xB8C1, 0xB981, 0x7940, 0xBB01, 0x7BC0, 0x7A80, 0xBA41,
0xBE01, 0x7EC0, 0x7F80, 0xBF41, 0x7D00, 0xBDC1, 0xBC81, 0x7C40,

0xB401, 0x74C0, 0x7580, 0xB541, 0x7700, 0xB7C1, 0xB681, 0x7640,
0x7200, 0xB2C1, 0xB381, 0x7340, 0xB101, 0x71C0, 0x7080, 0xB041,
0x5000, 0x90C1, 0x9181, 0x5140, 0x9301, 0x53C0, 0x5280, 0x9241,
0x9601, 0x56C0, 0x5780, 0x9741, 0x5500, 0x95C1, 0x9481, 0x5440,
0x9C01, 0x5CC0, 0x5D80, 0x9D41, 0x5F00, 0x9FC1, 0x9E81, 0x5E40,
0x5A00, 0x9AC1, 0x9B81, 0x5B40, 0x9901, 0x59C0, 0x5880, 0x9841,
0x8801, 0x48C0, 0x4980, 0x8941, 0x4B00, 0x8BC1, 0x8A81, 0x4A40,
0x4E00, 0x8EC1, 0x8F81, 0x4F40, 0x8D01, 0x4DC0, 0x4C80, 0x8C41,
0x4400, 0x84C1, 0x8581, 0x4540, 0x8701, 0x47C0, 0x4680, 0x8641,
0x8201, 0x42C0, 0x4380, 0x8341, 0x4100, 0x81C1, 0x8081, 0x4040

};



第6章 附录：常用定义

附录 1 设置命令出错原因

| ERR NUM | 错误原因: | |
|---------|-----------------------------------|-----------------|
| 0x01 | PROTO_REASON_STA_LEAVE_ERR | STA 离线出错 |
| 0x02 | PROTO_REASON_WL_LOST_FRM | 白名单数据帧丢失 |
| 0x03 | PROTO_REASON_WL_SEQ_MISMATCH | 白名单数据帧序号不匹配 |
| 0x04 | PROTO_REASON_WL_CLR_NOTSUPPORT | 不支持白名单清除操作 |
| 0x08 | PROTO_REASON_NID_DUP | 重复的NID |
| 0x09 | PROTO_REASON_TIME_OUT | 命令超时 |
| 0x0A | PROTO_REASON_MAC_MISMATCH | MAC 地址不匹配 |
| 0x0B | PROTO_REASON_PWD_MISMATCH | 密码不匹配 |
| 0x0C | PROTO_REASON_JOINED | 已经加入网络 |
| 0x0D | PROTO_REASON_NO_AUTHORITY | 没有权限 |
| 0x0E | PROTO_REASON_LEN_MISMATCH | 长度不匹配 |
| 0x0F | PROTO_REASON_NID_MISMATCH | NID 不匹配 |
| 0x10 | PROTO_REASON_CCO_GROUPNETING | CCO 组网中 |
| 0x11 | PROTO_REASON_CCO_GROUPNETING_IDLE | CCO 不在组网状态 |
| 0x12 | PROTO_REASON_ERR_DEVTYPE | 错误的设备类型 |
| 0x13 | PROTO_REASON_MAC_ADDR_ZERO | 无效的MAC 地址 |
| 0x14 | PROTO_REASON_NO_MAC_SETTED | MAC 地址未设置 |
| 0x15 | PROTO_REASON_DUP_SETTING | 重复设置 |
| 0x16 | PROTO_REASON_ROLE_MISMATCH | 角色不匹配 |
| 0x17 | PROTO_REASON_CMD_DIR_ERR | 命令的方向不对 |
| 0x18 | PROTO_REASON_NOT_READY | 状态没有准备好 |
| 0x19 | PROTO_REASON_ALLOC_MEM_ERR | 申请内存空间失败 |
| 0x1A | PROTO_REASON_NO_NB_NW_FOUND | 没有找到邻居网络 |
| 0x1B | PROTO_REASON_MONITOR_EXCESS | 监控器超过最大支持数量 |
| 0x1C | PROTO_REASON_PARAME_ERR | 参数错误 |
| 0x1D | PROTO_REASON_BAUD_IDX_OOR | 波特率编号超出范围 |
| 0x1E | PROTO_REASON_SWITCH_UART_MODE_ERR | 切换UART 到GE 模式错误 |
| 0x1F | PROTO_REASON_SET_HOST_PORT_ERR | 设置通信接口错误 |
| 0x20 | PROTO_REASON_NOT_SUPPORT | 不支持 |
| 其他 | 保留 | |