**无锡物联网产业研究院**

江苏省无锡市

震泽路18号

国家软件园双子座A座

电话：86-0510-81156666

传真：86-0510-81156688

感知网络

网络通信协议帧格式定义

**V1.5**

**授权表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 岗位 | 部门 | 签名 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**工作分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 | 岗位 | 部门 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**版本历史**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 版本 | 完成日期 | 作者 | 参与者 | 备注 |
| 0.9 | 2013-10-12 | 杨旸 |  | 根据感知网络项目需求及网络通信协议方案，定义通信协议帧格式 |
| 1.0 | 2013-11-06 | 杨旸 | 许晟昊 | 修订关联请求帧、入网请求帧、心跳帧中 Device Type 定义,增加网络管理设备类型 |
| 1.1 | 2013-11-20 | 杨旸 |  | 修订各类型帧控制域中各标志位的缺省设置; 修订心跳帧格式,增加携带传输成功率,调整心 跳帧携带净荷定义 |
| 1.2 | 2015-04-15 | 黄河清 |  |  |
| 1.3 | 2015-07-07 | 程刚 |  | MAC增加CTS、RTS控制，NWK增加QOS分级 |
| 1.4 | 2015-08-05 | 程刚 |  | 路由请求帧、路由应答帧修改 |
| 1.5 | 2015-09-28 | 程刚 |  | 1，NWK的帧格式修改SeqNum的顺序，在网络目的地址之前 2，修改入网请求帧、入网应答帧 |

**目录**

1 文档说明 6

1.1 目的 6

1.2 适用范围 6

1.3 定义和缩略语 6

1.4 参考 7

2 产品概述 8

2.1 项目背景 8

2.2 网络通信技术需求 8

3 帧格式定义 9

3.1 MAC帧格式 9

3.1.1 Frame Control域 9

3.1.2 信标帧 10

3.1.2.1 信标帧MHR设置 10

3.1.2.2 信标帧净荷 10

3.1.3 MAC数据帧 12

3.1.3.1 MAC数据帧MHR设置 12

3.1.3.2 MAC数据帧净荷 13

3.1.4 MAC ACK帧净荷 13

3.1.4.1 MAC数据帧MHR设置 13

3.1.4.2 MAC Ack.帧净荷 13

3.1.5 MAC控制帧净荷 13

3.1.5.1 关联请求帧 14

3.1.5.2 关联应答帧 14

3.1.5.3 查询帧 15

3.1.5.4 查询应答帧 15

3.1.5.5 唤醒帧 16

3.1.5.6 数据请求帧 17

3.2 NWK帧格式 17

3.2.1 入网请求帧 18

3.2.1.1 入网请求帧MHR设置 18

3.2.1.2 入网请求帧NHR设置 18

3.2.1.3 入网请求帧净荷 18

3.2.2 入网应答帧 19

3.2.2.1 入网应答帧MHR设置 19

3.2.2.2 入网应答帧NHR设置 19

3.2.2.3 入网应答帧净荷 19

3.2.3 心跳帧  20

3.2.3.1 心跳帧MHR设置 20

3.2.3.2 心跳帧NHR设置 20

3.2.3.3 心跳帧净荷 20

3.2.4 NWK路由请求帧 21

3.2.4.1 路由请求帧MHR设置 21

3.2.4.2 路由请求帧NHR设置 21

3.2.4.3 路由请求帧净荷 21

3.2.5 NWK路由应答帧 21

3.2.5.1 路由应答帧MHR设置 21

3.2.5.2 路由应答帧NHR设置 21

3.2.6 NWK数据帧 22

3.2.6.1 NWK数据帧MHR设置 22

3.2.6.2 NWK数据帧NHR设置 22

3.2.6.3 NWK数据帧净荷 22

3.2.7 NWK数据应答帧 22

3.2.7.1 NWK数据应答帧MHR设置 22

3.2.7.2 NWK数据帧NHR设置 22

4 配置参数定义 23

**表格目录**

[表格1‑1 ：定义 6](#_Toc31145)

[表格1‑2 ：缩写 6](#_Toc32154)

[表格1‑3 ：参考文档 7](#_Toc19993)

[表格 3‑1 MAC帧类型 9](#_Toc17533)

[表格 3‑2 MAC地址模式 10](#_Toc4032)

[表格 3‑3 MAC控制帧类型 13](#_Toc22845)

[表格 3‑4 关联应答状态 15](#_Toc19553)

[表格 3‑5 NWK帧类型 17](#_Toc210)

[表格 3‑6 NWK地址模式 18](#_Toc728)

[表格 3‑7 入网请求结果类型 19](#_Toc21518)

[表格 4‑1 网络配置常量定义 23](#_Toc20138)

[表格 4‑2 网络配置变量定义 23](#_Toc26579)

**图表目录**

[图表 3‑1 MAC帧结构 9](#_Toc26847)

[图表 3‑2 Frame Control域 9](#_Toc2292)

[图表 3‑3 信标帧净荷 10](#_Toc5089)

[图表 3‑4 信标帧净荷 11](#_Toc2094)

[图表 3‑5 Inter GTS Num List 11](#_Toc19250)

[图表 3‑6 Pending Addr. List 11](#_Toc5022)

[图表 3‑7 Pending Address Specification 12](#_Toc18799)

[图表3‑8 Beacon Payload 12](#_Toc3692)

[图表 3‑9 MAC控制帧净荷 13](#_Toc31642)

[图表 3‑10 关联请求帧Command Payload 14](#_Toc3361)

[图表 3‑11 关联应答帧Command Payload 15](#_Toc8142)

[图表 3‑12 查询应答帧Command Payload 16](#_Toc15227)

[图表 3‑13 NWK帧结构 17](#_Toc17737)

[图表 3‑14 入网请求帧净荷 18](#_Toc14444)

[图表 3‑15 入网应答帧净荷 19](#_Toc24455)

[图表 3‑16 心跳帧净荷 20](#_Toc7567)

[图表 3‑17 入网请求帧净荷 21](#_Toc27420)

[图表 3‑18 NWK数据帧净荷 22](#_Toc4896)

# 文档说明

## 目的

本文档制定感知网络网络通用通信协议栈的帧格式，以及协议栈可配置参数集。

## 适用范围

感知网络中，各设备应遵循本文档制定的网络通信协议帧格式及可配置参数集，才能进行通信交互。同时，通过对可配置参数集进行不同配置，可满足不同应用对网络通信的需求，从而适用于其它各类具备汇聚型数据特征的网络系统。

## 定义和缩略语

**表格1‑1****：定义**

|  |  |
| --- | --- |
| 条款 | 描述 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**表格1‑2****：缩写**

|  |  |
| --- | --- |
| 缩写 | 描述 |
| PHY | Physical, 物理层 |
| MAC | Medium Access Control, 介质访问控制 |
| NWK | Network, 网络层 |
| APP | Application, 应用层 |
| PIB | PAN Information Bank, PAN信息库 |
|  |  |
|  |  |

## 参考

**表格1‑3****：参考文档**

|  |  |
| --- | --- |
| 参考文档 | 描述 |
| 通用设备ID配置规范-v1.1 | 设备ID命名及映射规范 |
| 感知网络-网络通信协议帧格式定义 | 定义感知网络通信协议中协议栈各层的帧格式规范及可配置参数集 |
|  |  |
|  |  |

# 产品概述

## 项目背景

感知网络提供包括共性模块、通信设备和接入网关的系统平台，可加载不同上层应用，从而支持不同物联网应用的需求。

系统旨在提供传统应用及检测设备的物联网化,提供灵活可配置的无线通信 组网技术支持,提供将前端传感器、控制器、RFID 标签、便携终端等构成前端 自组织网络,实现数据采集、设备管理等功能,支持前端设备间的直接互动,并 提供故障检测、设备管理、内嵌定位与自定位能力。

网络通信协议方案中,共性模块、通信设备和接入网关统一为定义:终端设 备、中继设备和网络管理设备。

## 网络通信技术需求

* 支持设备自组网，提供设备入网注册鉴权机制。
* 支持周期性常态数据采集、以及突发报警数据上报业务需求。
* 设备状态（通信质量、电量等）信息上报。
* 系统参数可下行配置。
* 数据多跳传输，骨干树深度不超过8级，传输延时可根据应用需求进行配置。
* 提供数据重传、时隙分配等机制，保障可靠数据传输。
* 支持网络动态拓扑，设备故障自修复。

# 帧格式定义

## MAC帧格式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| octets:2 | 1 | 0/2/8 | 0/2/8 | 0/5/6/10/14 | variable | 2 |
| Frame  Control | Sequence Number | Dest Addr. | Source Addr. | Auxiliary Security Header | Frame  Payload | FCS |
| MHR | | | | | Mac Payload | MFR |

图表 3‑1 MAC帧结构

* Frame Control，MAC帧控制域，参见3.1.1。
* Sequence Number，MAC帧序列号。
  + Ack帧的序列号与所应答的MAC帧的序列号相同。
* Dest Addr，MAC帧的目的地址。
* Source Addr，MAC帧的源地址。
* Auxiliary Security Header，辅助安全域，携带安全处理信息。
  + macSecurityEnabled = FALSE，此域不存在，缺省值为FALSE。
* Frame Payload，MAC帧净载荷。
  + MAC控制帧净载荷
    - 携带MAC控制帧控制信息。
  + MAC数据帧净载荷
    - NWK层下发的NWK帧。
* FCS，MAC帧的帧检查序列。
  + 设备接收到MAC帧后，若CRC校验错误，自动丢弃此帧。

### Frame Control域

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bits:3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Frame Type | Security Enabled | Frame Pending | Ack Request | Dest Addr Mode | Source Addr Mode | Reserved |

图表 3‑2 Frame Control域

* Frame Type，MAC帧类型。

表格 3‑1 MAC帧类型

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 000 | 信标帧 |
| 001 | MAC 数据帧 |
| 010 | MAC ack帧 |
| 011 | MAC 控制帧 |
| 100-111 | 预留 |

* Security Enabled，安全机制使能标志位。
  + 此标志位为0时，Auxiliary Security Header域不存在。
* Frame Pending，是否需要连续发送数据帧标志位。
  + 此标志位为1时，设备发送信标帧后，从Pending Addr Fields域里指定的GTS开始连续发送数据帧。
  + 此标志位为0时，信标帧的Pending Addr Fields域不存在。
* Ack Request，是否需要应答的标志位。
  + 此标志位为1时，接收设备应立即发送Ack应答。
* Dest Addr Mode，MAC帧目的地址模式。
* Source Addr Mode，MAC帧源地址模式。
  + 采用0xFFFFFFFFFFFFFFFF、0xFFFF表示广播地址

表格 3‑2 MAC地址模式

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | MHR中对应地址域不存在 |
| 01 | 预留 |
| 10 | MHR中对应地址域使用16bits短地址 |
| 11 | MHR中对应地址域使用64bits短地址 |

### 信标帧

#### 信标帧MHR设置

* Frame Type， 000。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，00。
* Source Addr Mode，10。

#### 信标帧净荷

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| octets:variable | variable | 5 |
| Superframe Specification | Pending Addr Fields | Beacon Payload |

图表 3‑3 信标帧净荷

* Superframe Specification，调度超帧的配置参数。
* Pending Addr Fields，待连续发送的下行数据帧目的地址信息域。
* Beacon Payload，信标帧信息。

##### Superframe Specification

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bits:5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 7 | 4 | 3 | 2 | variable |
| Beacon Interval Order | Beacon Duration Order | Downlink Slots Length | GTS Duration Order | Intra Channel | Cluster Num | Intra GTS Num. | Inter Channel | Inter Unit Num. | Reserved | Inter GTS Num.List |

图表 3‑4 信标帧净荷

* Beacon Interval Order，信标帧发送间隔指数，*macBeaconIntervalOrder*。
* Beacon Duration Order，信标时隙长度指数，*macBeaconDurationOrder*。
* Downlink Slots Length，下行数据所需时隙长度。
* GTS Duration Order，GTS时隙长度倍数，*macGTSDurationOrder*。
* Intra Channel，簇内交互通信信道，*macIntralChannel*。
* Cluster Num，簇单元个数，*macClusterNum*。
* Intra GTS Num.，簇单元的GTS个数，*macIntraCfpGTSNum*。
* Inter Channel，簇间交互单元信道，*macInterChannel*。
* Inter Unit Num.，簇间交互单元个数，*macInterUnitNum*。
* Inter GTS Num. List，簇间交互单元的GTS个数列表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| octets:1 | 1 | variables | 1 |
| Inter GTS Num.1 | Inter GTS Num.2 | …… | Inter GTS Num.N |

图表 3‑5 Inter GTS Num List

* + 第i个簇间交互单元的GTS个数Inter GTS Num.i，存储为*macInterGTSNum[i]*。
  + Inter GTS Num.子域的个数为*macInterUnitNum*。

##### Pending Addr Fields

|  |  |
| --- | --- |
| octets:0/1 | variable |
| Pending Addr. Specification | Addr.List |

图表 3‑6 Pending Addr. List

* 信标帧MHR中Frame Pending标志位为0时，Pendging Addr. Fields域不存在。
* Pending Addr. Specification，待发送的下行数据帧的目的地址列表信息。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| bits:3 | 1 | 3 | 1 |
| Short Addr Pending Num. | Reserved | Extended Addr Pending Num. | Reserved |

图表 3‑7 Pending Address Specification

* + Short Addr Pending Num.，地址列表中16bits短地址个数。
  + Extended Addr Pending Num.，地址劣种中64bits长地址个数。
* Addr.List
  + 长度由Short Addr Pending Num.、Extended Addr Pending Num.决定。
  + 地址列表16bits在64bits长地址前。
  + 0xffff,0xffffffff分为广播短地址、广播长地址。

##### Beacon Payload

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| bits：4 | 4 | 32 |
| Beacon Index | Device Depth | TimeStamp |

图表3‑8 Beacon Payload

* Beacon Index，标示本信标帧所在的簇单元，位于簇内交互时段的位置。
* Device Depth，发送信标帧的设备在网络中的设备深度，*macDeviceDepth*。
  + 新设备入网注册成功以后，
    - *macDeviceDepth =* 上级设备信标帧中的*macDeviceDepth*值+1。
    - 更新后，若*macDeviceDepth*<*macMaxHopNum*，选择本设备的簇内交互单元，发送本设备的信标帧。
    - 若若*macDeviceDepth*=*macMaxHopNum*，新入网设备不发送信标帧，且不接受其他设备的加入。
  + TimeStamp，同步时间戳。

### MAC数据帧

#### MAC数据帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，缺省为1，依据不同上层数据需求，可设为0。
* Dest Addr Mode，10。
  + 入网应答帧中设为11。
* Source Addr Mode，10。
  + 入网请求帧中设为11。

#### MAC数据帧净荷

* NWK层下发的NWK帧。

### MAC ACK帧净荷

#### MAC数据帧MHR设置

* Frame Type， 010。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，00。
* Source Addr Mode，00。
* Ack.帧的Sequence Number与所应答的MAC帧的序列号相同。

#### MAC Ack.帧净荷

* MAC Ack.帧无MAC Payload。

### MAC控制帧净荷

|  |  |
| --- | --- |
| octets:1 | variable |
| Command Frame Identifier | Command Payload |

图表 3‑9 MAC控制帧净荷

* Command Frame Identifier，MAC控制帧类型。

表格 3‑3 MAC控制帧类型

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 0x01 | 关联请求帧 |
| 0x02 | 关联应答帧 |
| 0x03 | 查询帧 |
| 0x04 | 查询应答帧 |
| 0x05 | 唤醒帧 |
| 0x06 | 数据请求帧 |
| 0x07-0xff | 预留 |

#### 关联请求帧

##### 关联请求帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，11。

##### 关联请求帧Command Payload

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| bits：2 | 1 | 13 | 32 | variable |
| Device Type | Security Capability | Beacon Bitmap | Association ApplyTime | License Info |

图表 3‑10 关联请求帧Command Payload

* Device Type，设备类型。
  + 00，终端设备。
  + 01，中继设备。
  + 10，网络管理器设备。
  + 11，预留。
* Security Capability，加密支持标志位。
  + 0，当前设备不能发送和接收加密保护的MAC帧。
  + 1， 当前设备能发送和接收加密保护的MAC帧。
* Beacon Bitmap，根据侦听到的所有邻居设备的信标帧，更新的邻居设备簇内交互单元使用状态的比特位图。
* Association Apply Time，发送关联请求的时间戳。
* License Info，设备license相关信息。

#### 关联应答帧

##### 关联应答帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，11。
* Source Addr Mode，10。

##### 关联应答帧Command Payload

|  |  |
| --- | --- |
| bits:4 | 4 |
| Association Status | Intra Cluster Index |

图表 3‑11 关联应答帧Command Payload

* Association Status，关联应答状态。

表格 3‑4 关联应答状态

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 0x00 | 关联成功 |
| 0x01 | 可关联名额已满 |
| 0x02 | License错误 |
| 0x03-0xFF | 预留 |

* Intra Cluster Index，簇内交互单元分配序号，指示分配给成功关联的设备的簇单元序号。

#### 查询帧

##### 查询帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，11。

查询帧为广播帧，Dest. ID设为0xffff，没有Command Payload。

#### 查询应答帧

##### 查询应答帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，11。
* Source Addr Mode，10。

查询应答帧作为查询帧的应答，在已入网设备（含主机）侦听到查询帧后，根据设备ID选择退避时间长度进行发送。

##### 查询应答帧Command Payload

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| bits：4 | 12 | 8 |
| Hop Number | BeaconInterval | RSSI |

图表 3‑12 查询应答帧Command Payload

* Hop Number，设备到网络管理设备的跳数，网络管理设备此域设为0。
* RSSI，设备接收到的查询帧的RSSI值。
* 下一次Beacon的时间间隔，以GTS数计，如为异步网络，则为0xff。

#### 唤醒帧

##### 唤醒帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

唤醒帧在需要发送数据的时候用于唤醒目的节点。当需要广播发送时，目标地址是0xFFFF。

##### 唤醒帧Command Payload

|  |
| --- |
| oct：1 |
| ReqCount |

图表 3‑13 唤醒帧Command Payload

* Req Count，数据请求的计数，如果是单播，那么计数值固定为0，如果是组播/广播，那么每次发送成功收到数据请求帧以后需要增加1。

#### 数据请求帧

##### 数据请求帧MHR设置

* Frame Type， 011。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，0。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

作为设备收到唤醒帧以后的应答，用于告知源设备目的设备已经被唤醒，可以进行数据收发。设备依据唤醒帧的command payload的ReqCount决定接受到数据以后给出应答的退避时隙数。如果为0表示收到数据以后立即给出应答，如果为3表示退避3个时隙进行发送。

## NWK帧格式

NWK帧作为MAC数据帧净荷，通过MAC数据帧发送。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bits：3 | 2 | 2 | 1 | 8 | 8 | 16/64 | 16/64 | variable |
| Frame Type | Dest.Addr. Mode | Source.Addr. Mode | Fusion enable | Qos level | SeqNum | Soucr.Addr | Dest.Addr | Frame Payload |
| NHR | | | | | | | | NWK Payload |

图表 3‑13 NWK帧结构

* Frame Type，NWK帧类型。

表格 3‑5 NWK帧类型

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 0x0 | NWK数据帧 |
| 0x1 | 入网请求帧 |
| 0x2 | 入网应答帧 |
| 0x3 | 心跳帧 |
| 0x4 | 路由请求帧 |
| 0x5 | 路由应答帧 |
| 0x6 | NWK数据应答帧 |
| 其他 | 预留 |

* Qos level，NWK的数据分级。

表格 3‑6 NWK地址模式

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 0x00 | 数据以时延优先，mac层会把该数据放入优先发送的队列，从独占的时隙进行发送，保证传输成功率与时延要求 |
| 0x01 | 数据以带宽优先，mac层会把数据放入竞争交互与睡眠时段，保证多数据的发送，达到带宽要求 |
| 10 | 预留 |

* Dest.Addr. Mode，NWK帧目的地址模式。
* Source.Addr. Mode，NWK帧源地址模式。

表格 3‑7 NWK地址模式

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | NHR中对应地址域不存在 |
| 01 | 预留 |
| 10 | NHR中对应地址域使用16bits短地址 |
| 11 | NHR中对应地址域使用64bits长地址 |

### 入网请求帧

#### 入网请求帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，11。

#### 入网请求帧NHR设置

* Frame Type， 01。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，11。

#### 入网请求帧净荷

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bits：2 | 4 | 2 | 8 | 64 | 32 |
| Device Type | Hop num | Reserved | Father Id | NUI | Join Time |

图表 3‑14 入网请求帧净荷

* Device Type，设备类型。
  + 00，终端设备。
  + 01，中继设备。
  + 10，网络管理设备。
  + 11，预留。
* hop num，节点到网关的跳数，每次转发增加1
* Father Id，入网请求设备的父节点网络地址
* NUI，入网请求设备的唯一NUI
* Join Time，发送入网请求帧的时间戳。

### 入网应答帧

#### 入网应答帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode。
  + 若下一跳为申请入网的新设备，Dest Addr Mode为11。
  + 否则Dest Addr Mode为10。
* Source Addr Mode，10。

#### 入网应答帧NHR设置

* Frame Type， 02。
* Dest Addr Mode，11。
* Source Addr Mode，10。

#### 入网应答帧净荷

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bits:2 | 4 | 2 | 16 | 64 | 16 |
| Result | Hop num | reserved | father\_id | NUI | Short Addr |

图表 3‑15 入网应答帧净荷

* Result，入网请求的结果。

表格 3‑7 入网请求结果类型

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | 地址与license验证通过 |
| 01 | 地址验证不通过 |
| 10 | license验证不通过 |
| 11 | 地址与license验证都不通过 |
| 0x04 | 预留 |

* HopNum，路由跳数，即路由长度。
* father id, 入网请求设备的父节点网络ID
* NUI，入网请求设备的唯一NUI
* Short Addr，收集器给允许入网的新设备分配的16bits网内通信短地址。

### 心跳帧

#### 心跳帧MHR设置

* Frame Type，001。
* Frame Pending，0。
* Ack. Request，1。
* Dest. Addr. Mode，10。
* Source Addr. Mode，10。

#### 心跳帧NHR设置

* Frame Type，0x3。
* Dest. Addr. Mode，10。
* Source Addr. Mode，10。

#### 心跳帧净荷

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| octets:1 | 2 | 0/1 | 0/1 | 0/2 | variable |
| Frame Control | FartherID | Residual eneragy | Transmission SuccessfulRate | Alarm Info. | Localization  Iofo. |

图表 3‑16 心跳帧净荷

* Frame Control，心跳帧控制域。
* FatherID，父设备ID。
* Transmission Successful Rate，本设备平均传输成功率。
* 每个设备根据本设备发送的 MAC 数据帧总量及接收的MAC Ack。计算本设备的数据传输成功率。
* 如传输成功率为 83%，Transmission Successful Rate 设为 0x53。
* Residual Energy，剩余能量。
* Energy Report Support 值为 1 时，此域才存在。
* 如剩余 83%电量，Residual Energy 设为 0x53。
* Alarm Info.，报警信息。
* Alarm Type 为 1 时，此域才存在。
* 为0表示重入网，非0表示携带引起复位的代码在协议栈软件代码中的行号。
* Localization Info.，定位辅助信息。

##### 心跳帧frame control

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| bits:2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Device Type | Energy Report Support | Transmission SuccessfulRate | Alarm Info. | Localization ifo |

* device type， 设备类型

设备类型定义

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | 终端设备 |
| 01 | 中继设备 |
| 10 | 网络管理设备 |
| 11 | 保留 |

* Energy Report Support，能量上报支持状态

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | 不支持设备能量信息上报 |
| 01 | 支持设备能量上报，设备有源供电 |
| 10 | 支持设备能量上报，设备电池供电 |
| 11 | 保留 |

* Transmission SuccessfulRate，传输成功率使能，1表示使能
* alarm info，设备报警信息

|  |  |
| --- | --- |
| 值 | 定义 |
| 00 | 普通心跳 |
| 01 | 重启心跳 |
| 10 | 重入网心跳 |
| 11 | 保留 |

* Localization ifo，定位支持状态，缺省值为0，表示不支持

### NWK路由请求帧

#### 路由请求帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### 路由请求帧NHR设置

* Frame Type， 0x4。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### 路由请求帧净荷

|  |
| --- |
| oct：8 |
| DestAddr |

图表 3‑17 路由请求帧净荷

dest addr，路由请求到达的目的地址，8字节唯一NUI

### NWK路由应答帧

#### 路由应答帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### 路由应答帧NHR设置

* Frame Type， 0x5。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### 路由应答帧净荷

|  |  |
| --- | --- |
| Oct：8 | oct：2 |
| Dest addr | Dest NWK Addr |

图表 3‑17 路由请求帧净荷

dest addr，路由请求到达的目的地址

Dest nwk addr，对应路由请求目的地址的网络短地址，0xFFFF表明目的节点暂时不在网络中。

### NWK数据帧

#### NWK数据帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### NWK数据帧NHR设置

* Frame Type， 00。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### NWK数据帧净荷

|  |  |
| --- | --- |
| octets:1 | variable |
| Payload Length | PayLoad |

图表 3‑18 NWK数据帧净荷

* Payload Num，表示携带帧长度。
* PayLoad，APP层下发的APP帧。

### NWK数据应答帧

#### NWK数据应答帧MHR设置

* Frame Type， 001。
* Frame Pending，0。
* Ack Request，1。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

#### NWK数据帧NHR设置

* Frame Type， 0x06。
* Dest Addr Mode，10。
* Source Addr Mode，10。

设备在收到数据帧以后立即给出数据应答帧。

# 配置参数定义

表格 4‑1 网络配置常量定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 定义 | 描述 | 默认值 |
| *aBaseSlotDuration* | 基本时隙单元长度,  表示传输 10 字节数据所需的时间长度,单位为 ms | 2.5 |

表格 4‑2 网络配置变量定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 定义 | 描述 | 范围 |
| *macAliveTimeOrder* | 设备在网时限指数,超过此时限, 未收到上级设备信标帧,启动重入网; 未收到下级设备的心跳帧,启动查询。  *Alive Time = macAliveTimeOrder × BI* | 0~10 |
| *macBeaconDurationOrder* | 信标时隙长度指数,信标时隙长度*BD*  *=aBaseSlotDuration×macBeaconDurationOrder* | 0~7 |
| *macBeaconIntervalOrder* | 信标帧的发送间隔长度指数,  信标帧发送间隔长度 *BI*  =*aBaseSlotDuration* ×2*macBeaconIntervalOrder* | 0~31 |
| *macClusterNum* | 簇单元个数, 簇内交互时段长度 *IntraCD*  = *macClusterNum* × ( *BD* + *CD*) | 0~15 |
| *macDeviceDepth* | 设备深度,根据设备实际入网情况更新 |  |
| *macGTSDurationOrder* | GTS 时隙长度指数, GTS 时隙长度 *GTSD*  = *aBaseSlotDuration* × *macGTSDurationOrder* | 0~31 |
| *macInterChannel* | 簇间交互信道值 | 0~15 |
| *macInterGTSNum* | 簇间交互单元的 GTS 时隙个数,  第*i*个簇间交互单元的长度  *InterD[i] = macInterGTSNum[i] × GTSD,*  *i = macInterUnitNum - macDeviceDepth + 1* | 数组变量,每个变量的取值范围为0~255 |
| *macInterUnitNum* | 簇间交互单元个数 | *macMaxHopNum* |
| *macIntraChannel* | 簇内交互信道值 | 0~15 |
| *macIntraGTSNum* | 簇内单元GTS的个数，簇单元的时间长度 *CD*  = *macIntraGTSNum* × *GTSD* | 0~127 |
| *macMaxFrameRetries* | 最大重传次数 | 3 |
| *macMaxHopNum* | 网络支持的最大数据转发跳数 | 8 |
| *macOverhearEnabled* |  | 缺省FALSE |
| *macSecurityEnabled* |  | 缺省FALSE |
| *macSynchronizationInterval Order* | 终端设备同步周期长度指数,  同步周期长度 *SI* = *aBaseSlotDuration* ×  2 *macSynchronizationIntervalOrder* | ≥ *macBeaconIntervalOrder* |