

# 网络层及路由通信协议说明

## 1. 协议说明

此协议应用于终端设备和节点设备之间的通信，以主-从结构的半双工通信方式设计，通信方式为无线 RF 或电力线载波技术。

所有从站和主站间在网络层的交互帧都相同的帧结构组成：帧头、帧长度、帧控制码、网络号、目标地址、源地址、路由级数、路由表长度、路由表、链路层数据、校验码和帧尾 12 个区域，每个区域由若干字节组成。

- 主站：集中式或分布式控制终端
- 从站：智能电器设备、信息采集点或控制点

## 2. 协议帧格式

### 2.1 字节格式

每字节含 8 位二进制码，在网络层中通过无线或载波传输，D0 是字节最低有效位，D7 是字节最高有效位，所有超过 8 位有效位的数据，先传高字节再传低字节（高 8 位在首字节）。如下图：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

### 2.2 帧格式

帧格式如图 1



## 2.2.4 网络号 NET

用家庭组号的后两个字节表示此帧所在的网络号

NET1	NET0
------	------

例：应用层的家庭组号码为：00 2A 10 (H)

则此网络号为：

2A	10
----	----

(H)

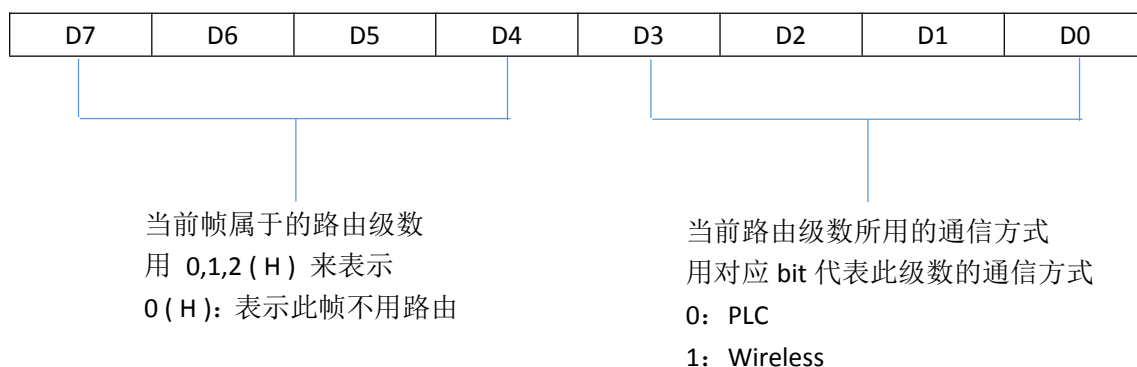
## 2.2.5 目标地址 DE

1. 当帧控制码的 D7 位是 0，表示该帧由主站发出，此时看 D0 位  
帧控制码的 D0 位是 0，用设备 1 个字节的逻辑地址表示此帧要到达的设备  
帧控制码的 D0 位是 1，用目的地设备的 8 个字节 MAC 地址表示要到达的设备
2. 当帧控制码的 D7 位是 1，表示该帧由从站发出，目标地址为 3 个字节主站地址

## 2.2.6 源地址 SE

1. 帧由主站发出，源地址为 3 个字节主站地址
2. 帧由从站发出，源地址为 1 个字节逻辑地址

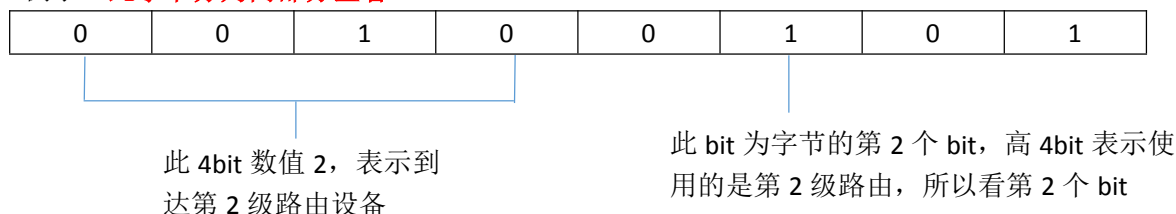
## 2.2.7 路由级数 RLL



注：当前最大路由级数为：2 级

路由级数的高 4 个 bit 在经过相应级数的设备后递减 1，

例子：此字节分为两部分查看



### 2.2.8 路由表长度 RLG

用一个字节来表示后续的路由表包含多少级，如果为 0 则无后续路由表存在

### 2.2.9 路由表 RT

R1	R2
----	----

路由表中存放节点设备的一个字节逻辑地址，存放的都是中继设备的逻辑地址

注：低功耗设备不作为中继设备

#### 2.2.9.1 路由表的方向

路由表中的设备地址是有方向的，第一级路由设备地址放 R1 处，第二级地址放 R2 处

当目标地址是从站设备时，此时第一级的设备地址指的是接近目标从站的设备地址

当目标地址是主站设备时，此时第一级的设备地址指的是接近目标主站的设备地址

### 2.2.10 链路层数据 DATA

1. 由链路层来的数据 DATA 直接封装进入网络层的协议中不做改动
2. 当帧控制码的 D2 位是 1 时，此字段存放兄弟节点的逻辑地址和 RSSI 值，格式如下：

D1	RSSI 1	D2	RSSI 2	D3	RSSI 3
----	--------	----	--------	----	--------

每个字段一个字节，D1/D2/D3 是兄弟节点的逻辑地址，RSSI 1/2/3 是对应兄弟节点在当前设备的 RSSI 值

### 2.2.11 校验码 CRC16

从帧头开始到校验码之前的所有各字节 CRC16 的校验值 (16 Bit)

### 2.2.12 帧尾 9696 (H)

表示一帧数据的结束，其值 9696(H)=1001011010010110(B)，即帧头 6969(H)取反

2.2.13 通信速率

网络层之间使用无线的通信速率为 40Kbps，使用载波的通信速率为 800bps

3. 路由过程说明

3.1 路由表的创建

3.1.1 单个主站创建路由表流程如图 2：

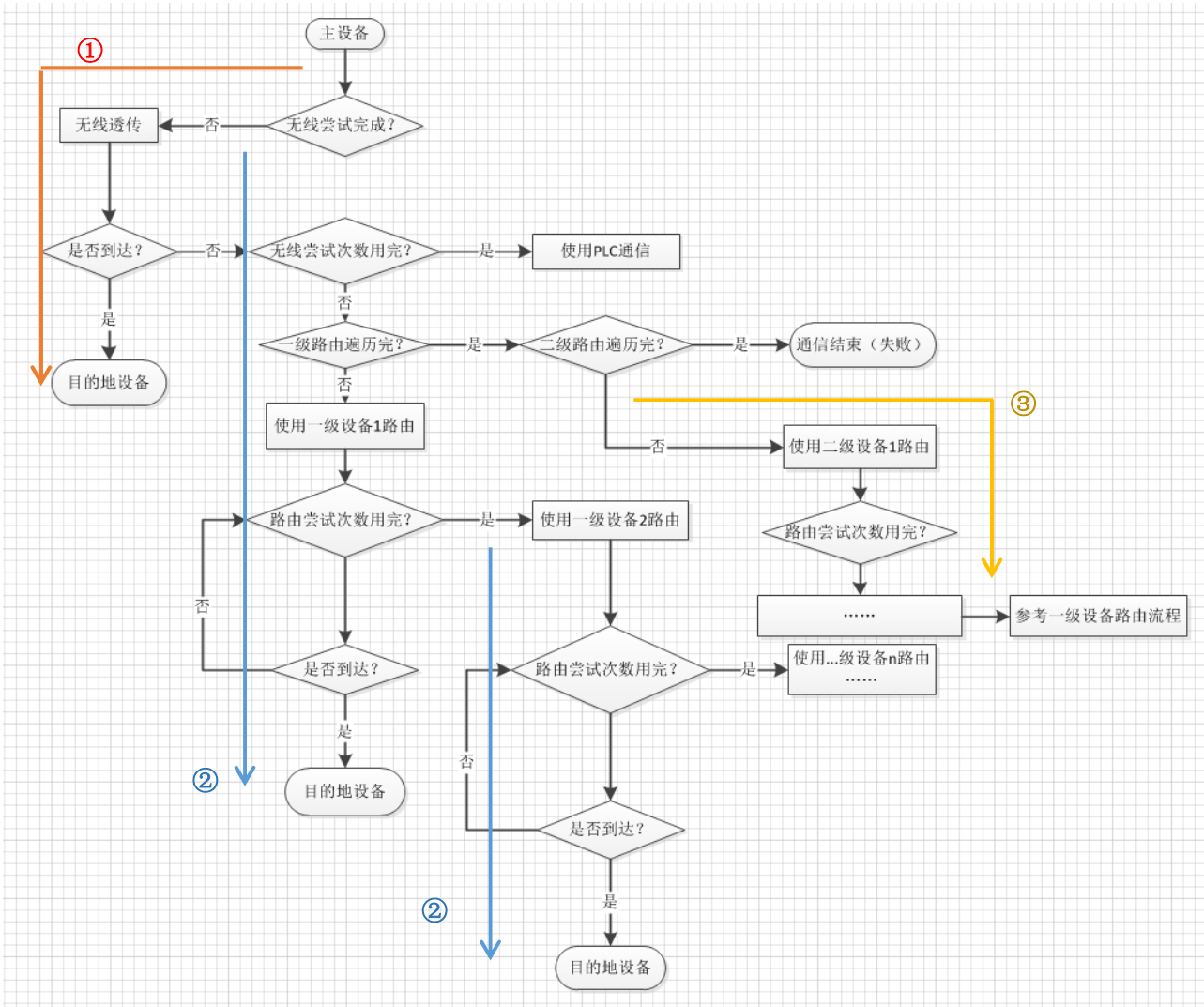


图 2

- ①：表示主站透传至目的地设备，无路由
  - ②：表示主站通过一级路由设备到达目的地设备的方式
  - ③：表示主站通过二级路由设备到达目的地设备的方式
- 主站拥有最多三条备用路径到达目的地设备

### 3.1.2 多个从站创建路由表流程

当主站 A 上电时会获得核心板发来的包含当前家庭组所有智能电器的列表 1，在有智能电器与 A 组网后会有只隶属于 A 的智能电器列表 2

当核心板让主站 A 去控制不在其列表 2 中的电器 a 时，如果列表 1 经过[路由表的优化](#)后没有电器 a 的路由表而不能控制，设备 A 会去对电器 a 重新进行[路由表的创建](#)流程并尝试控制

### 3.1.3 主站获得的从站列表

1. 主站会获得当前家庭组下所有从站的逻辑地址列表 A
2. 主站个体会拥有只隶属于它的从站的逻辑地址列表 B

## 3.2 路由的要求

### 3.2.1 无线

1. 无线路由重试的时间间隔可为 200--400ms，视帧长度而定
2. 无线重试的次数可为 3-5 次，视设备处理的速度和空闲程度决定
3. 所有中继设备在无线路由时不对数据另做编码和解密处理

### 3.2.2 载波

## 3.3 路由表的优化

### 3.3.1 查询心跳

查询节点是否在可用状态即为查询心跳，当网络层无线[帧控制码](#) D2 位是 1，此帧为查询心跳帧

主站查询心跳时根据路由表查询，如果路径最终不可用要实时更新主路径或备用路径

如果查询一个节点的心跳最终没有回应，判定此设备已离线，离线原因可能是断电或无线已经通信不到，需要重新组网创建路径

主站发出的查询心跳帧的链路数据区为空，从站回应的心跳帧在链路数据区放入自己的兄弟节点地址和 RSSI 值（仅当兄弟节点信息有更新时才放）

### 3.3.2 兄弟节点的建立

1. 路由表的优化是在主站已经拥有相应电器的路由表时，对路由表的最佳路径进行更改的过程
  2. 一个智能电器在通信过程中的无线帧会被周围的节点收到，成为其兄弟节点
  3. 一个节点会保存他的兄弟节点并在每次主站对自己[查询心跳](#)时把新增的兄弟节点和兄弟节点的 RSSI 值回应给自己的主站用于优化兄弟节点在此主站的路由表
  4. RSSI 值用于在主站对比[列表 A](#)中各个从站收到的兄弟节点 RSSI 值，RSSI 值越大的节点说明此节点的信号强度较高，则可用做创建兄弟节点的路由表
- 当从站不需要路由可以直接与主站通信时，主站可设定阈值决定是否用兄弟节点路由

## 4. 网络层对数据需要的处理

### 4.1 加解密

1. 加密进行在对链路数据已经解析并准备回应的情况下，对链路数据区内应用层数据做加密后直接放入链路数据区
2. 解密进行在对网络层协议解析完成准备处理链路数据区的情况
3. 加解密的范围是链路数据的整个数据单元

### 4.2 74-编码与解码

1. 编码在已有网络层协议封装的情况下，准备发送无线时
2. 解码在获得无线数据的第一时间
3. 编解码的范围是从网络层的网络号 NET 开始到帧尾第一个 96 (H)之前
4. 编码后的长度字段表示从[长度字段第一个字节开始到帧尾前](#)

## 5. 版本历史

版本号	日期	记录
V0.1.1	18/10/09	对路由过程加入了说明
V0.1.2	18/10/10	对组网和通信的 CMD 进行修改，完善组网和通信在目的地址的说明

V0.1.3	18/10/11	加入第 4 章节内容，补充第 3 章节的路由要求， 增加编码后长度字节的说明
V0.1.4	18/10/12	对路由表方向加入说明
V0.2.1	18/10/16	增加对路由表创建和优化的描述内容
V0.2.2	18/10/18	协议部分调整，目标和源地址长度的更改