**nRF24l01无线网络文档**

V1.1

## 文档控制页

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **文档历史记录** | | | |
| 版本 | 日期 | 姓名 | 变更说明 |
| V1.0 | 2016-11-15 | chinesebear | 建立文档 |
| V1.1 | 2016-12-07 | chinesebear |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目录

[文档控制页 2](#_Toc468284862)

[1 协议简介 4](#_Toc468284863)

[1.1芯片简介 4](#_Toc468284864)

[1.2无线协议 4](#_Toc468284865)

[2 物理层 4](#_Toc468284866)

[2.1 无线收发信道 4](#_Toc468284867)

[2 数据链路层 5](#_Toc468284868)

[2.1协议块结构 5](#_Toc468284869)

[2.2控制字节CTL 6](#_Toc468284870)

[3 应用层 7](#_Toc468284871)

## 1 协议简介

### 1.1芯片简介

nRF24L01是一款工作在 2.4~2.5GHz 世界通用ISM频段的单片无线收发器芯片，输出功率、频道选择和协议的设置可以通过SPI接口进行设置。有极低的电流消耗，当工作在发射模式下发射功率为-6dBm时电流消耗为9.0mA，接收模式时为12.3mA。掉电模式和待机模式下电流消耗更低。

nRF24L01参考数据：供电电压：1.9 V~3.6V；最大发射功率：0 dBm；最大数据传输率：2000 kbps；发射模式下电流消耗(0dBm时)：11.3 mA；接收模式下电流消耗(2000kbps)：12.3 mA；接收模式数据传输率为1000kbps下的灵敏度：-85 dBm；掉电模式下电流消耗：900 nA。

nRF24L01有6个接收通道pipe，每个通道有自己的地址（5个字节），最大接收32字节。

### 1.2无线协议

协议主要是针对低功耗的无线网络而设计。协议遵循OSI标准分为物理层、数据链路层、网络层以及应用层四个层次。该协议网络使用于农业物联网和野外科考。网络中的节点分为顶节点、主节点和基节点。

## 2 物理层

### 2.1 无线收发信道

nRF24L01有6个接收通道pipe。PRX0和PRX1有完整的5个字节的地址。PRX2、PRX3、PRX4 和PRX5的地址前四个字节与PRX1相同，即PRX 1、PRX 2、PRX 3、 PRX4和PRX5公用前四个地址字节。



无线协议空中的传输速率为2Mbps，物理层数据校验采用CRC8，即一个字节的CRC。频段范围：2.4Ghz到2.525Ghz。PRX0用于广播信道。每个节点一直监听广播信道。

### 2.2通信地址分配规则

广播地址：00-00-00-00-00 ，FF-FF-FF-FF-FF（RFU）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Byte4 | 节点属性 | 40-顶节点  20-主节点  10-基节点 |
| Byte3 | RFU | 00 |
| Byte2 | 顶节点号 | 所在网络中的节点号，用大写字母或数字表示的十六进制数，例如A1，B0，20, 10等 |
| Byte1 | 主节点号 | 所在网络中的节点号，用大写字母或数字表示的十六进制数，例如A1，B0，20, 10等 |
| Byte0 | 基节点号 | 所在网络中的节点号，用大写字母或数字表示的十六进制数，例如A1，B0，20, 10等 |

\*RFU：reserved for future，保留。

0x00不作为节点号，在某域不存在时作为填充。例如顶节点不存在主节点号和基节点号，地址为40-00-F1-00-00；主节点没有基节点号，地址：20-00-F1-E1-00；基节点地址：10-00-F1-E1-A1。

### 2.3频率分配规则

物理层支持的频点一共是126个。

同一层网络中同一个无线小区（cell）使用同一个频点，相邻无线小区使用不同频点。各层网络之间使用不同频点。

主节点使用不同频点与上层网络主节点通信。



## 3 数据链路层

nRF24L01的收发FIFO的最大深度为32，因此整个数据Block最大为32字节。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CTL** | **LEN** | **INF** | **CRC** |
| 控制域，1个字节 | 长度域，1个字节 | 信息域，0~29字节 | 校验域，1个字节 |

### 3.1协议块结构

无线协议的块结构：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 1B | LEN1B | INF0~29B | CRC 1B |

一次发送少于32个字节的块时，剩余字节填充为0x55。



### 3.2控制字节

#### 3.2.1系统块

系统块是用于管理网络系统的，包括：信道选择、块重发、块同步、系统同步、网络休眠、预防冲突。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CTL |  | 系统块 |
| b7 | 0 | Block S |
| b6 | 1 |
| b5 | 0 | 请求 |
| 1 | 回复 |
| b4~b0 | 00000 | 连接 |
| 00001 | 断开 |
| 00010 | 唤醒网络中的节点 |
| 00011 | 块同步 |
| 00100 | 连接节点 |
| 00101 | 无线小区参数设置，包括CRC、空中速率、频点、发射功率、接收payload宽度 |

#### 3.2.2信息块

信息块用于传输传感器数据或命令请求数据。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CTL |  | 信息块 |
| b7 | 1 | Block I |
| b6 | 1 |
| b5 | 0 | 最后一个链块 |
| 1 | 链块 |
| b4~b0 | 00000 | RFU |

#### 3.2.3应答块

应答块用于对信息块的应答。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CTL |  | 应答块 |
| b7 | 1 | Block R |
| b6 | 0 |
| b5~b0 | 000000 | 接收信息块成功 |
| 000001 | 重发信息块 |
| 000010 | 信息块数据处理失败 |

### 3.3系统块

#### 3.3.1连接

**Request**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 40 | LEN 0B | INF | CRC XX |

INF域为请求连接的节点地址、被请求连接的节点地址、通信频点。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 5Byte 请求连接地址 | 5Byte 被连接地址 | 1Byte 频点 |

40 0B 40 00 F1 00 00 20 00 F1 E1 00 01 XX 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析：请求节点的地址为40-00-F1-00-00，被请求节点地址：20-00-F1-E1-00，通信频点为01。

**Reply**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 60 | LEN 05 | INF | CRC XX |

INF域为请求连接的节点地址、被请求连接的节点地址、通信频点。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 5Byte 请求连接地址 | 5Byte 被连接地址 | 1Byte 频点 |

60 0B 40 00 F1 00 00 20 00 F1 E1 00 01 XX 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析：请求节点的地址为40-00-F1-00-00，被请求节点地址：20-00-F1-E1-00，通信频点为01

#### 3.3.2 断开

#### 3.3.1唤醒网络中的节点

主节点->基节点

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 40 | LEN 05 | INF C0 00 00 F1 E1 01 | CRC XX |

INF域为5个字节的通信地址和1个字节通信频点。

40 05 C0 00 00 F1 E1 01 XX55 55 55 55 55 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析：主节点的通信地址为C0 00 00 F1 E1，通信频点为01。物理层有126个频点。

主节点<-基节点

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 60 | LEN 05 | INF 80 00 00 E1 A1 01 | CRC XX |

INF域为5个字节的通信地址和1个字节通信频点。

60 05 80 00 00 F1 E1 01 XX55 55 55 55 55 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析：基节点的通信地址为80 00 00 E1 A1，通信频点为01。

#### 3.3.2块同步

主节点->基节点

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 41 | LEN 00 | INF | CRC XX |

INF域为空。

41 00 XX55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析： 从发送完成这32个字节开始，

主节点<-基节点

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CTL 61 | LEN 00 | INF | CRC XX |

INF域为空。

61 00 XX55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55

解析：

#### 3.3.3连接节点

#### 3.3.4无线小区参数设置

## 4网络层

### 4.1网络节点定义

基节点(Base Node，BN)是网络中基础节点，用于采集上传数据和执行控制命令的节点。

主节点(Main Node，MN)是在基节点之上，管理属于该网络无线小区的所有节点。

顶节点（Top Node，TN）是连接互联网或数据服务器传输数据，即具有物联网网关功能的节点。

通信地址来区分网络节点。例如某节点地址为10-00-F1-E1-A1，10是基节点属性（即该地址为集节点地址），00是保留域填充，F1是顶节点号，E1是主节点号，A1是基节点号。

### 4.2网络拓扑

最底层网络的基节点采集数据，上传数据到主节点，执行来自主节点的命令。主节点管理网路中的属于该无线小区的所有节点。顶节点管理主节点，不直接管理基节点，具有网关功能，将网络数据同步到互联网上。





## 5应用层

